



KEK Progress Report 2001-3
September 2001
R

Activity Report of
Radiation Science Center
in Fiscal 2000

KEK

Radiation Science Center
Applied Research Laboratory



High Energy Accelerator Research Organization

© High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

KEK Reports are available from:

Information Resources Division
High Energy Accelerator Research Organization (KEK)
1-1 Oho, Tsukuba-shi
Ibaraki-ken, 305-0801
JAPAN

Phone: +81-298-64-5137
Fax: +81-298-64-4604
E-mail: irdpub@mail.kek.jp
Internet: <http://www.kek.jp>

放射線科学センター
2000年度活動報告

高エネルギー加速器研究機構
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.

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

	2.1.5.1	KEKB 関連	30
	2.1.5.2	PF-AR, BT, アセンブリーホール関係	30
	2.1.6	第6区域	30
	2.1.7	その他	31
	2.1.7.1	熱中性子標準棟関連	31
	2.1.8	機構長の指定する放射線発生装置関係	31
2.2		横断的業務関連	33
	2.2.1	個人被ばく線量計	33
	2.2.2	放射線モニタリングシステムの設計開発	33
	2.2.2.1	次世代システムの設計開発	33
	2.2.2.2	放射線モニター (SARM) に関する研究開発	33
	2.2.3	NaI シンチレータによる汚染土壌測定の EGS4 による評価	34
	2.2.4	放射線安全教育	35
	2.2.5	照射棟 X 線発生装置の特性試験	35
	2.2.6	環境放射能の測定	35
3		田無分室	35
4		化学安全・環境関係	36
	4.1	依頼分析	36
	4.1.1	KEKB マグネット冷却水施設側ポンプ内の黒色粒状物質の成分分析	36
	4.1.2	KEKB マグネット冷却水ストレーナー内面堆積物の成分分析	36
	4.1.3	KEKB マグネット冷却水析出物の分析	36
	4.1.4	KEK-B 真空チェンバー用フローセンサー内付着物の分析	37
	4.1.5	KEKB セラミクスチェンバーに溶存する金属材成分の分析	37
	4.1.6	バーコードによる薬品管理システムの導入	37
	4.1.7	廃液処理依頼書のデータベース化	38
5		放射線科学センター部内レポートについて	39
	5.1	放射線関係の部内レポート	39
	5.2	化学安全関係の部内レポート	39
Chapter 3 資料			40
	1	受賞	40
	2	科学研究費補助金	40
	3	センター主催の研究会	41
	4	教育活動	41
	4.1	総合研究大学院学生	41
	4.2	他大学非常勤講師等	42
	5	機構外委員会等活動	43
	6	放射線科学センター名簿	46
Chapter 4 Publication Lists			47
	1	Publications in Periodical Journals (2000.1-2000.12)	47
	2	Publication in Japanese (2000.1-2000.12)	50
	3	Book	50
	4	Presentation at Conference etc.(2000.4-2001.3)	51

35	Radiation and Residual Dose Rate Induced by the Beam loss at Various Injection Energies	19
36	Radioactivity induced in a Electron Beam Dump	19
	36.1 Radioactivity induced in a 2.5-GeV electron beam dump	19
	36.2 Radioactivity produced in thick targets by 0.1 - 10 GeV electrons	19
37	Resonance Ionization Spectroscopy (RIS) by Lasers	20
38	Response Function Measurements of the Self-TOF Neutron Detector for Neutrons up to 800 MeV	20
39	Response of a Three-Element Phoswich Detector Consisting of Inner BC501A Scintillator and an Outer BGO and CaF ₂ (EU) Crystal Wall	20
40	Space Radiation Dosimetry Using Passive Detectors	21
	40.1 LET distributions obtained by CR-39 plates onboard the space shuttle missions STS-84, 89 and 91 and the dose equivalent estimation by a combination of their distributions and TLD-data	21
	40.2 Development and application of TLD and CR-39 nuclear track detectors for space radiation dosimetry	21
41	Study of Pion Transfer Processes of Pionic Atoms in the Gas and Liquid Phases	22
42	Study on Activation Analysis using Flow Method for Radiochemical Separation and Detection of ¹¹ C	22
43	Study on Positron Annihilation and Positronium Chemistry	23
	43.1 Radiation effect on positronium formation in low temperature polyethylenes	23
	43.2 An application of the coincidence Doppler spectroscopy for substances of chemical interest	23
	43.3 Pressure quenching of positronium in solid biphenyl	23
44	The EGS4 Workshop, Class and User Support	24
	44.1 The EGS4 workshop and class	24
	44.2 User support concerning EGS4	24
Chapter 2 研究支援活動		25
1	体制	26
	1.1 つくば地区放射線管理体制	26
	1.2 田無地区放射線管理体制	26
	1.3 化学安全管理体制	27
2	放射線安全管理関連	28
	2.1 区域管理関連	28
	2.1.1 第1区域	28
	2.1.2 第2区域	28
	2.1.3 第3区域	29
	2.1.4 第4区域	29
	2.1.4.1 放射光アイソトープ実験施設で行われる超ウラン元素実験における放射線安全対策	29
	2.1.5 第5区域	30

18.1	Measurement of the cross section for the $^{63}\text{Cu}(n,p)^{63}\text{Ni}$ reaction	10
18.2	^{39}Ar as a new probe of the fast-neutron fluence of the Hiroshima atomic bomb	10
19	Evaluation of Activated Materials in Accelerator Facility	11
20	Experiments Using Synchrotron Radiation	11
20.1	Current status of a low energy photon transport benchmark	11
21	Fundamental Studies of Tritium Separation Using Polyimide Membrane and Its Application for Tritium Monitors in Accelerator Facilities	11
22	High-energy Photoneutron from 2 GeV Electrons Incident on Thick Targets	12
22.1	Measurement of the neutron spectrum by the irradiation of a 2.04-GeV electron beam into thick targets	12
22.2	Measurements of photoneutron spectra from thick Pb target bombarded by 1.2 and 2.0 GeV electrons	12
22.2.1	Target thickness dependence of 90° direction photo-neutron yields for 2GeV electrons	13
22.3	Measurements of 90° direction low-energy photo-neutron yields for 2GeV electrons	13
22.4	Photoneutron calculation using CHIPS code	13
23	Improvement of Low Energy Photon Transport in EGS4 code	14
23.1	EGS4 simulation of K-X ray emission due to electron beam incident	14
24	Measurement of ^{36}Cl Induced in Shielding Concrete of the 12 GeV Proton Accelerator Facility at KEK	14
25	Measurements of Cross Section for 75 MeV Neutrons	15
25.1	Measurements of double differential (n,xZ) cross section of nitrogen, Oxygen and Aluminum for 75 MeV neutrons	15
25.2	Measurements of elastic scattering cross sections for 75 MeV neutrons	15
26	Measurement of Induced Radioactivities for the Evaluation of Internal Exposure at High Energy Accelerator Facilities	15
27	Measurement of Neutron Leakage through Labyrinth from High Energy Proton Accelerator	16
28	Measurement of Production Cross Sections for 12 GeV Proton Reactions with Heavy Targets (Pb,Bi) used as Spallation Neutron Sources	16
29	Measurements of Scintillation Photons in High Pressure Rare Gases	16
30	Neutron Yields from Thick C, Al, Cu, and Pb Targets Bombarded by 400 MeV/nucleon Ar, Fe, Xe, and 800 MeV/nucleon Si Ions	17
31	Observation of 180° Correlation of e^+e^- pair originating from $e^+(^{82}\text{Sr}) + \text{Th}$ Interactions	17
32	Particle Size Distribution of Radioactive Aerosols Formed in Accelerator Tunnel Air during Machine Operation	18
33	PICA3, An Updated code of Photo-Nuclear Cascade Evaporation Code PICA95, and its Benchmark Experiments	18
34	Preparation of Radio-Labeled Fullerenes Using Accelerator	18

Contents

Chapter 1	Research Activities	1
1	Absolute Scintillation Yields of Inorganic Scintillation Crystals and The Factors Affecting Their Resolutions	2
2	Accelerator Radiation Safety	2
2.1	Measurements of X-rays from the RF systems of the electron-linear accelerator for KEKB	2
3	Airborne Gases at High-Energy Accelerator Facilities	3
4	Airborne Radioactivity Measurement for Evaluation of Internal Exposure at High Energy Proton Accelerator Facilities	3
5	Application of Monte Carlo Code to a Study of Gamma-Ray Buildup Factors, Skyshine and Duct Streaming	3
6	Application of PTEDs to Fast Neutron Dosimetry	4
6.1	Fast neutron sensitivity of a new plastic track etch detector TNF-1 in the energy region of 0.25 to 15 MeV	4
7	Benchmark Calculation with Simple Phantom for Neutron Dosimetry	4
8	Characterization of ^{11}C , ^{13}N and ^{15}O produced in Air through Nuclear Spallation Reactions by High Energy Protons	5
9	Calibration of BaF_2 Scintillators for the Particle Energy and Species	5
10	Complexation of Crown Ether Chromoionophores with Alkali Metal Ions in Surfactant Micelles	5
11	Deep Penetration Experiment at ISIS	6
12	Dependence of the Doppler-broadening of the Positron-Annihilation Radiation in C_{60} Fullerenes	6
12.1	Positron annihilation inside C_{60}	7
13	Development of DUCT-III Code for Duct Streaming Calculation up to 3GeV	7
14	Developement 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	8
15	Development of Silver Activation Type neutron Detector	8
16	Development of Slow Positron Beam for Positron and Positronium Chemistry	9
16.1	New system for a pulsed slow-positron beam using a radioisotopes	9
16.2	Application of pulsed slow-positron beam to low-density polyethylene film	9
17	Development of Thermal Neutron Calibration Field with Graphite Pile	9
18	Estimation of the Fast Neutron Fluence of the Hiroshima Atomic Bomb	10

4.1	International Conference	51
4.2	Other	54
5	Reports <i>etc.</i> (2000.4-2001.3)	58
5.1	KEK Proceedings	58
5.2	KEK Internal	58
6	Internal Reports of Radiation Science Center (2000.4-2001.3)	59
6.1	RAD-D	59
6.2	RAD-S	60
6.3	RAD-A	65
6.4	CHEM-A	66
6.5	CHEM-W	67

Chapter 1 Research Activities

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 2000.

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

S. Sasaki, H. Tawara, K. Saitoh¹, M. Miyajima² and E. Shibamura³

KEK, ¹The Graduate University of Advanced Studies,

²Fukui University, ³Saitama Prefectural University

We have been studying the absolute scintillation efficiency for gamma rays in several kinds of inorganic scintillation crystals and the factors affecting their energy resolutions. In the studies, the scintillation efficiency is measured in terms of W_s -value, 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 . The value of 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 photomultiplier tube (PMT), F_c the fraction of photons collected at the photocathode, and Q_e the quantum efficiency of it. 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-Carlo code (SPC3) incorporated into the EGS4 code (EGS4/SPC3).

In the system of 3"φx3"NaI(Tl) +3"PMT, W_s -value was determined to be 11.7 ± 0.3 eV. The energy resolution for gamma-rays from ¹³⁷Cs (662 keV) was measured to be 7.7 % in FWHM and agrees well with the width calculated using the EGS4/SPC3 code (7.6%).

Presented partly at the 48th Conference of the Japan Society of Applied Physics in Tokyo, the 2nd International Workshop on EGS in KEK, and the 15th workshop on Radiation Detectors and Their Uses in KEK.

2 Accelerator Radiation Safety

2.1 Measurements of X-rays from the RF systems of the electron-linear accelerator for KEKB

H. Nakamura, S. Ban, K. Takahashi, T. Oogoe and A. Enomoto

KEK

The RF systems of an electron linear accelerator are important sources of X-rays. A unit of the RF system consists of a klystron, an RF compressor, three RF dividers and a set of waveguides in KEKB linac. X-ray exposure from a klystron collector is well known. Recently, RF compressors have been used in a high peak-power RF system and X-rays from the compressors became an important problem. In the KEK 8-GeV electron-linear accelerator for KEKB, the X-rays doses from these components were measured with a TLD (thermoluminescent dosimeter). The spatial distribution of the X-ray intensity around these components (SLED, RF divider) was measured by using an IP (imaging plate).

Presented at 10th Symposium of the International Radiation Protection Association, 2000, Hiroshima (IRPA-10).

3 Airborne Gases at High-Energy Accelerator Facilities

Y. Oki, Y. Kanda, K. Kondo and A. Endo¹

KEK, ¹JAERI

Carbon-11 is one of the principal airborne radioisotopes produced through nuclear spallation reaction by high-energy particles, such as protons and neutrons. To clarify the chemical form of gaseous ¹¹C, irradiation of atmospheric air with high-energy protons has been performed at the 12 GeV proton synchrotron. The chemical species were found to be only ¹¹CO and ¹¹CO₂ and the proportions were approximately 80% for ¹¹CO and 20% for ¹¹CO₂.

4 Airborne Radioactivity Measurement for Evaluation of Internal Exposure at High Energy Proton Accelerator Facilities

M. Numajiri, Y. Oki, T. Miura, T. Suzuki and K. Kondo

KEK

Principal materials (Al, Fe, Ni, etc.) used in accelerator hardware were irradiated at various places in tunnels of KEK-500MeV and 12GeV proton synchrotrons. Production rates of individual nuclides and their time variations after beam-off were examined extensively.

A filter sampling method was applied to evaluate an internal exposure by the inhalation of radioactive airbornes. Both GM and Ge semi-conductor counting methods were used to measure their radioactivities, and some problems in evaluating the radioactivities by these methods were discussed.

Published as *KEK Internal 2000-19*, March 2001.

5 Application of Monte Carlo Code to a Study of Gamma-Ray Buildup Factors, Skyshine and Duct Streaming

H. Hirayama

KEK

It has become possible to apply a Monte Carlo code to a specified shielding calculation, including deep-penetration problems, within a reasonable CPU time along with a recent drastic increase in computational power. It is, however, not reasonable to apply a Monte Carlo code to all shielding calculations at each step.

Many shielding calculations for gamma-rays have continued to rely on point-kernel methods incorporating buildup factor data. Line beam or conical beam response functions, which are calculated using a Monte Carlo code, for skyshine problems are useful to estimate the skyshine dose from various facilities. A simple calculation method for duct streaming was proposed using the parameters calculated by the Monte Carlo code.

It is therefore important to study, improve and produce basic parameters related to old, but still important, problems in the fields of radiation shielding using the Monte Carlo code. In this paper, these studies performed by several groups in Japan as applications of the Monte Carlo method are

discussed.

Presented at MC2000, International Conference on Advanced Monte Carlo for Radiation Physics, Particle Transport Simulation and Applications, 23-26 October, 2000, Lisbon, Portugal.

6 Application of PTEDs to Fast Neutron Dosimetry

6.1 Fast neutron sensitivity of a new plastic track etch detector TNF-1 in the energy region of 0.25 to 15 MeV

H. Tawara, T. Sanami, A. Nagamatsu¹, M. Masaki¹, H. Kumagai¹ and K. Ogura²

KEK, ¹NASDA, ²Nihon Univ.

CR-39 is a Plastic Track Etch Detector (PTED) with a high detection efficiency for energetic heavy charged particles. The addition of a small amount of antioxidant to pure CR-39 has further improved the PTED characteristics such as the track-formation sensitivity. The long-term stability of latent tracks and insensitivity to gamma-rays along with the high capacity for registering recoil-proton tracks initiated the study of CR-39 as a neutron dosimetry material. Many types of neutron dosimeters based on CR-39 have been developed so far. However, its application to neutron dosimetry is only in the neutron-energy region of approximately 10 MeV or less. Recently, Ogura et al. have been developing new PTED materials and have improved the track-formation sensitivity in the lower LET region. The commercially-available HARZLAS TNF-1 developed by them has a higher track-formation sensitivity than TD-1 below 10 keV/mm of REL200eV in the PTED material. This sensitization enables registration of tracks of normally-incident protons up to 27 MeV. In this study, the neutron sensitivity of TNF-1 and TD-1 were compared experimentally in the neutron energy range from 0.25 MeV to 15 MeV in order to demonstrate the superior fast-neutron sensitivity of TNF-1.

Presented at the 15th Workshop on Radiation Detectors and Their Uses, 31 Jan. - 2 Feb. 2000, KEK, Tsukuba.

7 Benchmark Calculation with Simple Phantom for Neutron Dosimetry

N. Yoshizawa, Y. Sakamoto¹, S. Iwai² and H. Hirayama³

¹MRI, Mitsubishi Research Institute, ²JAERI

³NDC, Nuclear Development Corporation, ⁴KEK

Benchmark calculations for high-energy neutron dosimetry were performed. Neutron induced energy deposition in cylinder phantom(radius 100cm, depth 30cm) was calculated. Incident neutron energies were from 100 to 10000MeV. Four single element (hydrogen, carbon, nitrogen, and oxygen) phantoms and ICRU four-element tissue phantom were used. Depth dose distributions in the central region(R=0-1cm) and the whole region(R=0-100cm) were calculated. Calculated results of FLUKA, MCNPX, and HETC-3STEP were compared. There were large differences among calculated results especially for the single element phantom up to a factor of 7.

Presented at Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities (SATIF-5) Paris, France, July 17-21, 2000.

8 Characterization of ^{11}C , ^{13}N and ^{15}O produced in Air through Nuclear Spallation Reactions by High Energy Protons

A. Endo, Y. Oki¹, Y. Kanda¹, K. Kondo¹
JAERI, ¹KEK

^{11}C , ^{13}N and ^{15}O are principal short-lived radionuclides formed in air of operating high-energy proton accelerators. In this work, their gaseous and aerosol fractions were measured, and chemical forms of the gaseous fraction were characterized.

Presented in IRPA10, The 10th International Congress of The International Radiation Protection Association, P6a-336, Hiroshima, 2000.

9 Calibration of BaF_2 Scintillators for the Particle Energy and Species

T. Hiroishi, T. Sanami¹, M. Takada², M. Baba
Tohoku Univ., KEK¹, NIRS²

BaF_2 scintillators, which are used a counter telescope system to measure the (n,xZ) reaction DDX in TIARA, are calibrated by using mono-energetic charged particles of protons, deuterons and alphas in tens MeV region. The particles are produced Cyclotron in NIRS. From the results, light output of the BaF_2 scintillators are non-linear with particle energy and strongly depend on Z of particles. The (n,xZ) DDXs measured by the telescope system are corrected by using the results.

Presented partly at the 2001 Annual Meeting of the Atomic Energy Society of Japan.

10 Complexation of Crown Ether Chromoionophores with Alkali Metal Ions in Surfactant Micelles

K. Bessho, Y. Kanda, H. Yamamoto¹, S. Taniguchi², T. Hayashita², and N. Teramae²
KEK, ¹TOKUYAMA Corp., ²Tohoku Univ.

Crown ether compounds are known as selective complexing reagents for alkali metal ions. Our co-workers have synthesized various types of organic compounds, in which crown ether groups are linked to chromophore groups. These compounds, which are called chromoionophores, form complexes with alkali metal ions, and UV-absorption spectra of them change accompanied with complexation. However, interaction between crown ethers and metal ions are weak in water, so spectral change can be observed only in pure organic solvents or water-organic solvent mixed solutions.

Surfactant molecules form molecular assemblies called micelles in aqueous solutions. It is expected that complexation ability of crown ethers increase in aqueous micellar solutions because of oil-like environment inside micelles. We have examined the complexation aspects of three kinds of Na^+ selective chromoionophores in surfactant micelles. It was found that absorption spectra of the chromoionophores change in the presence of Na^+ ion in aqueous micellar solutions, although the concentrations of surfactants are low (below 1%(v/v)). The complexation constants between chromoionophores and Na^+ ions in aqueous micellar solutions are equivalent to the complexation constants in water - organic solvent mixed solutions in which concentrations of organic solvents are above 50%(v/v).

11 Deep Penetration Experiment at ISIS

N. Nakao, T. Shibata, T. Nunomiya¹, T. Nakamura¹, E. Kim¹, T. Kurosawa¹, S. Taniguchi¹,
M. Sasaki¹, H. Iwase¹, Y. Uwamino², S. Ito², P. Wright³, and D. R. Perry³
KEK, ¹Tohoku Univ., ²RIKEN, ³Rutherford Appleton Lab.

A deep penetration experiment was performed at a spallation neutron source facility, ISIS. In the ISIS target station, a thick tantalum target is irradiated by 800 MeV-200 μ A protons, and is shielded by 284-cm thick iron and 97-cm thick concrete at upward direction. In the experiment, concrete slabs of up to 120-cm thickness or iron slabs of up to 60-cm thickness were additionally equipped at the top of the bulk shield. Neutrons leaked through the transverse bulk shield and additional shield were measured by various activation detectors using $^{12}\text{C}(n,2n)^{11}\text{C}$, $^{209}\text{Bi}(n,xn)^{210-x}\text{Bi}(x = 4 \sim 10)$ and $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ reactions, and by an indium activation multi-moderator spectrometer. The reaction rates and the neutron energy spectra in a neutron energy range from thermal to 400 MeV for the various thicknesses of concrete and iron were obtained. These experimental data will be useful as a benchmark data for neutron deep penetration. From thus-obtained attenuation profiles of $^{12}\text{C}(n,2n)$ and $^{209}\text{Bi}(n,xn)$ reaction rates, the attenuation lengths of high-energy neutrons produced at 90 degree by 800-MeV protons were estimated for concrete and iron. The intra-nuclear-cascade-evaporation Monte Carlo calculations with HETC-KFA2 code and the discrete-ordinates calculations with ANISN code and DLC119/HILO86 cross-section library were also performed to compare with the experimental data. The calculations gave big underestimated neutron fluxes for deep penetration, and gave about 10~20% shorter attenuation lengths.

Presented at 5th Specialists Meeting on Shielding Aspects of Accelerator, Targets and Irradiation Facilities (SATIF-5), OECD/Nuclear Energy Agency, Paris, France, 18-21 July 2000., and published in KEK preprint 2000-60, July 2000.

12 Dependence of the Doppler-broadening of the Positron-Annihilation Radiation in C₆₀ Fullerenes

Y. Ito
KEK

In C₆₀ fullerene specimens, a single component of a positron lifetime of about 390 psec has been reported by Yutaka ITO and Takenori SUZUKI,(1999)[1]. According to a calculation, the positron density distribution in C₆₀ is quite different with respect to the approximation model of the electron-positron correlation. Unfortunately, in spite of a large difference in the calculated distributions, the differences in the lifetimes expected by these models are smaller than the uncertainties of the measurements. On the other hand, Doppler-broadening of annihilation radiation has been known to be a probe of the density in the momentum space of electrons sampled by a positron. A monotonic correlation of the Doppler-broadening of positron-annihilation radiation in solid C₆₀ with the temperature was observed between 77K and 299K. Since the change in the spectrum due to the temperature was very small, the spectrum was analyzed by a method which reduced the effect of the statistical uncertainties of the spectrum. The observed temperature dependence is interpreted as being due to a

thermal expansion of the lattice spacing between the C_{60} molecules, where positron annihilation took place at the interstitial regions between the C_{60} molecules.

[1] Y. Ito and T. Suzuki, "Positron annihilation in C_{60} and C_{70} fullerenes and other carbon phases", *Phys. Rev.* **B60**(1999)15636-15638.

12.1 Positron annihilation inside C_{60}

Y. Ito
KEK

It has been considered that positrons in pure C_{60} are distributed in the interstitial sites between the C_{60} molecules. However, it is possible to reside a positron inside a C_{60} molecule when the interstitial space between the C_{60} molecules becomes filled with alkali atoms. We report here the positron-annihilation characteristics, lifetime and Doppler-broadening for the annihilation radiation, in K_6C_{60} . We have observed that both the lifetime and Doppler-broadening spectrum of K_6C_{60} can be separated into two components. In both measurements, the value of one component is close to the value observed for positron annihilation in pure C_{60} , where a positron annihilates with an electron outside of a C_{60} molecule. On the otherhand, we have observed for K_6C_{60} the short lifetime (197psec), and the extremely small Doppler-broadening on the annihilation spectrum corresponding to the mean electron momentum distribution of $0.95 \times 10^{-3} m_0c$ (FWHM). These components are considered to reflect positron annihilation inside a C_{60} molecule. These demonstration will lead to further applications to spectroscopy inside a C_{60} molecule.

13 Development of DUCT-III Code for Duct Streaming Calculation up to 3GeV

H. Nakano, R. Tayama, T. Tsukiyama, H. Handa, K. Hayashi, K. Shin¹, H. Hirayama², H. Nakashima³, F. Masukawa³, N. Sasamoto³, K. Yamada⁴ and T. Abe⁴
Hitachi Engineering Co., Ltd., ¹Kyoto University,
²KEK, ³JAERI, ⁴Start Com Co., Ltd.

A simple and useful code for radiation streaming calculations named DUCT-III with updated high energy albedo data up to 3 GeV neutrons was developed. DUCT-III can treat cylindrical duct, rectangular duct, annulus, and slit geometry. Multi-legged geometry is also available. As an output, we can get energy spectra at many positions along the duct center axis.

We performed benchmark analyses with neutron streaming experiments at TIARA and NIMROD to validate the applicability of DUCT-III. The results with DUCT-III were in agreements with the experiments for neutron dose equivalents and reaction rates with activation detectors. Therefore, the applicability of DUCT-III to the shielding design work of the high energy neutron facilities was validated.

Presented at Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities (SATIF-5) Paris, France, July 17-21, 2000.

14 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

N. Nakao, T. Kurosawa¹, T. Nakamura¹, Y. Uwamino²
KEK, ¹Tohoku Univ., ²RIKEN

A quasi-monoenergetic neutron field was developed using a thin ⁷Li target bombarded by protons in the energy range from 70 to 210 MeV at the RIKEN ring cyclotron facility. The neutron energy spectra were measured with an NE213 organic liquid scintillator using the TOF method. The absolute peak neutron yields were obtained by measurements of 478 keV γ -rays from ⁷Be nuclei produced in a ⁷Li target through the ⁷Li(p, n)⁷Be (g.s.+0.429 MeV) reaction.

Using the neutron field, the absolute values of the neutron response functions of a 12.7-cm diameter by 12.7-cm long NE213 organic liquid scintillator were measured, and were compared with calculations using a Monte Carlo code developed by Cecil et al. The measured response functions without any wall-effect events were also obtained, and compared with calculations using a modified Monte Carlo code. Comparisons between a measurement and a calculation both with and without any wall-effect events gave a good agreement.

Presented at the International Workshop on Neutron Field Spectrometry in Science, Technology and Radiation Protection, Pisa, Italy, 4-8 June, 2000., and published in KEK preprint 2000-58, July 2000.

15 Development of Silver Activation Type neutron Detector

K. Sato, S. Sasaki¹, M. Horiuchi² and T. Miyamoto
Nihon University, ¹KEK, ²Konica Corporation

In order to measure burst neutrons emitted from the plasma focus, a silver-activation type detector has been developed. Silver foils of 0.2 mm thickness are irradiated by neutrons, and radioactive ¹⁰⁸Ag and ¹¹⁰Ag nuclei are produced in the foils. These radioactive nuclei, ¹⁰⁸Ag and ¹¹⁰Ag, decay to cadmium nuclei, emitting beta rays with a half life of 144.6 sec and 24.57 sec, respectively. In our case only ¹¹⁰Ag was used for neutron detection by discriminating the pulses from beta rays of ¹⁰⁸Ag. The beta rays are detected by a plastic scintillation counter, output pulses of which are amplified with a linear amplifier and recorded in a scaler. A sandwich of 19 silver foils and 20 plastic scintillators is attached to a photomultiplier. The neutron fluence at the detector can be determined from the total counts of beta rays.

Presented partly at the 8th Asia-Pacific Phys. Conf. in Taipei (Aug. 7-10, 2000), and the Pulsed Power Meeting in Korea (Oct. 26-27, 2000).

16 Development of Slow Positron Beam for Positron and Positronium Chemistry

16.1 New system for a pulsed slow-positron beam using a radioisotopes

E. Hamada, N. Ohshima, T. Suzuki¹, H. Kobayashi¹, K. Kondo¹, I. Kanazawa², and Y. Ito³
The Graduate University for Advanced Studies, ¹KEK,
²Tokyo Gakugei University, ³Tokyo University

To analyze the surface of polymers using positron-annihilation lifetime spectroscopy (PALS), a pulsed slow-positron beam system having both a high pulsing efficiency and a good time resolution is now under development. The time resolution, which is defined by the full width at half maximum (FWHM), and the pulsing efficiency of this system were achieved to be 0.54ns and 50polyethylene (LDPE), obtained by PALS using our new pulsing system, agreed with that obtained by a conventional PALS.

Published in *Radiation Physics and Chemistry* **58**(2000) 771-775.

16.2 Application of pulsed slow-positron beam to low-density polyethylene film

E. Hamada, N. Ohshima², K. Katoh, T. Suzuki¹, H. Kobayashi¹, K. Kondo¹, I. Kanazawa³, and Y. Ito⁴

Ibaraki Prefectural University of Health Sciences, ¹KEK,
²RIKEN, ³Tokyo Gakugei University, ⁴Tokyo University

A pulsing system for a slow-positron beam was applied to study near the surface of a low-density polyethylene (LDPE) film using a positron-annihilation lifetime measurement. The lifetime and intensity of ortho-positronium (o-Ps) near the surface were measured as a function of incident positron energy (1.6 ~9.1 keV). The size of intermolecular spaces in the surface region (~1500 nm) was larger than that in the bulk region. This tendency was especially strong in the region around 200 nm below the surface. On the other hand, the intensity of o-Ps decreased with decreasing in the incident positron energy, which was considered to be attributed to the decrease in the density of the spur electrons and/or the increase in the number of reemitted positrons from the surface.

Presented at 32nd Polish Seminar on Positron Annihilation (32SPA), Jarnoltowek, Poland, September 18-22,2000.

17 Development of Thermal Neutron Calibration Field with Graphite Pile

T. Sanami, S. Yonai¹, S. Sasaki, T. Michikawa, A. Uritani², T. Shibata, T. Nakamura¹
KEK, ¹Tohoku Univ., ²Nagoya Univ.

Thermal neutron calibration field with a graphite pile and radioactive neutron sources is established in KEK. The pile is 2500 mm (L) × 1900 mm (D) × 1900 mm (H). Absolute thermal neutron distribution and Cd ratio in the pile is determined by gold foil activation method. At outside of the pile, it is also determined by ³He proportional counter. The distribution is well simulated by MCNP/4B code. In addition, we adopt a detector consisting of a ZnS(Ag)+Li(OH) scintillator and

an optical fiber to the distribution measurement in the pile. In the next year, we will start applications of the thermal neutron filed.

Presented partly at 2000 Annual Meeting the Atomic Society of Japan.

Submit to KEK internal (in Japanese).

18 Estimation of the Fast Neutron Fluence of the Hiroshima Atomic Bomb

Y. Ito, T. Shibata, S. Shibata¹, N. Nogawa², M. Imamura³, Y. Uwamino⁴ and K. Shizuma
*KEK, ¹Research Reactor Institute Kyoto University, ²University of Tokyo,
³National Museum of Japanese History, ⁴RIKEN, ⁵Hiroshima University*

Reassessment of the neutron fluence of the Hiroshima atomic bomb is an essential step to estimate a risk of radiation for human. Since the recent studies for the thermal neutron fluence of the Hiroshima atomic bomb reported a systematic discrepancy from the DS86 dose estimate, the extensive study to the fast-neutron fluence is particularly required. There has been only one measurement of the fast-neutron fluence of the Hiroshima atomic bomb, but which was done by a primitive electroscopedetector, the uncertainties of which was too great to permit an accurate estimation. To help resolve this problem, new measurement using the modern equipment are particularly desirable.

We have been trying to estimate the fast neutron fluence with the residual radioactivity of ⁶³Ni in copper. ⁶³Ni is produced in copper by the ⁶³Cu(n,p)⁶³Ni reaction. Energy of the threshold of this reaction is approximately 1MeV. Since a half life of ⁶³Ni is 100 year, 70% of ⁶³Ni produced by the atomic bomb presently exists in a copper sample at 50 years after the explosion.

18.1 Measurement of the cross section for the ⁶³Cu(n,p)⁶³Ni reaction

To estimate the fast-neutron fluence from the residual ⁶³Ni activity, the cross section of the ⁶³Cu(n,p)⁶³Ni reaction have been studied. Except for one measurement over the neutron energy range of 7.2 to 14.6 MeV, there have been no measurement for this reaction at the neutron energy corresponding with the Hiroshima atomic bomb.

In our experiment, the copper targets were irradiated by neutrons in an energy range of 1.5 to 6.5 MeV, respectively, which produced with the d(d,n) reaction at the Fast Neutron Laboratory of Tohoku University. After irradiation, the nickel was separated from the copper target through the same procedure for the copper sample of the Hiroshima atomic bomb. The obtained cross section will be applied to estimate the neutron energy spectrum of the Hiroshima atomic bomb.

18.2 ³⁹Ar as a new probe of the fast-neutron fluence of the Hiroshima atomic bomb

In addition to the ⁶³Ni method, there is another candidate reaction to estimate the fast-neutron fluence of the Hiroshima atomic bomb. ³⁹K(n,p)³⁹Ar reaction has an approximately same energy threshold as the ⁶³Cu(n,p)⁶³Ni reaction and ³⁹Ar has a sufficiently long half-life to exists for a period of 50 years after the explosion. We are trying to separate ³⁹Ar from the sample. Many ceramic materials, such as bricks or tiles, for example, are available as the sample of this method, since

which contain potassium as impurity. In addition to the estimation of the fast neutron fluence of the Hiroshima atomic bomb, since the ceramic sample is a very popular material, this method could be useful for a reassessment of other nuclear-explosion test sites.

19 Evaluation of Activated Materials in Accelerator Facility

K. Masumoto, K. Eda, A. Toyoda, T. Ishihara
KEK

In advance of the decommissioning of 1.3GeV electron synchrotron and SF-cyclotron, residual radioactivities in accelerator components, shielding materials and building have been measured. The good linear relationship between surface dose rate and the specific activity of ^{60}Co , which is a typical radionuclide observed in concrete sample was observed in above two accelerator facilities, respectively. Additionally the spatial distribution of neutron induced by nuclear reaction under operation in accelerator room was measured with the coupled use of activation detector and bio-imaging analyser. The observed data and residual radioactivities of concrete show the good correlation.

Presented at 10th Symposium of the International Radiation Protection Association, 2000, Hiroshima (IRPA-10).

20 Experiments Using Synchrotron Radiation

20.1 Current status of a low energy photon transport benchmark

H. Hirayama, S. Ban and Y. Namito

The scattered-energy spectra of monochromized synchrotron-radiation photons toward 90° by samples (C, Cu, Pb) were measured using high-purity Ge detectors. The incident photons were in a linearly polarized beam of 20, 30 and 40keV. To investigate the validity of the EGS4 code regarding photon transport in the keV region, we performed systematic comparisons of measurements and EGS4. EGS4 calculations were performed in default status and with improvements of low-energy photon transport (linearly polarized photon scattering, Doppler broadening, L-X and K-X). The measurement and calculations were compared in absolute values. Both the intensity and the shape of the peaks were compared. EGS4 calculations with improvements in low-energy photon transport agreed well with the measurements.

Presented at Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities (SATIF5), Paris, France, July 17-21, 2000.

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

S. Sasaki, M. Akahori¹, A. Shimada¹, K. Okuno¹, T. Suzuki and K. Kondo
KEK, ¹Shizuoka University

In order to construct a real-time and continuous monitoring system for tritium in the air released from high-energy accelerator facilities using polyimide membranes, the performance and characteristics of the membranes in tritium separation have been examined in detail. The experiments for separation and enrichment of several species of gases were performed for the samples of H₂+Air, D₂+Air, He+Air, H₂+D₂+Air, CO₂+Air, H₂+Ar, D₂+Ar and CO₂+Ar. The isotope effect in the enrichment was examined using hydrogen isotopes in nitrogen. It was found that the enrichment factors for H₂ and D₂ more than 30 were attained by selecting the experimental condition and were independent of the hydrogen concentration in the range from 0.05 to 0.5 %. No clear evidence for isotope effects in the enrichment factor was observed.

Presented partly at the 44th Symposium on Radiochemistry, the 2nd Workshop of Environmental Chemistry in KEK, and the 10th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA-10) in Hiroshima.

22 High-energy Photoneutron from 2 GeV Electrons Incident on Thick Targets

22.1 Measurement of the neutron spectrum by the irradiation of a 2.04-GeV electron beam into thick targets

T. Sato, K. Shin, R. Yuasa, and S. Ban¹ and H. S. Lee²
Kyoto University, ¹KEK, ²POSTECH

Inclusive neutron spectra produced by the irradiation of a 2.04-GeV electron beam into thick Al, Cu, Sn and Pb targets were measured by the TOF method. For such a high-energy region, it was the first experiment to measure the inclusive neutron spectra. A lead shield was placed at the middle point of the flight path to suppress any strong photon or electron background. The effects of the shield on the neutron spectra were calculated by the LAHET2.7 code with a small modification. The measured neutron energy in the experiments was from 10 MeV to 200 MeV. The measured spectra were used for a benchmark test of our modified PICA95. It was found that the neutron spectra predicted by a combination of EGS4, our modified PICA95 and LAHET2.7 codes, tend to underestimate the measured ones.

To be published to Nucl. Instrum. Meth. A (KEK Preprint 2000-109).

22.2 Measurements of photoneutron spectra from thick Pb target bombarded by 1.2 and 2.0 GeV electrons

S. Ban, Y. Namito, H. Hirayama, N. Terunuma, J. Urakawa, T. Sato¹, R. Yuasa¹, K. Shin¹,
H. S. Lee² and J. S. Bak²
KEK, ¹Kyoto University, ²POSTECH

Photoneutron spectra were measured using the TOF method when thick targets were bombarded by high-energy electrons. At the ATF Linac in KEK and 1.2 GeV electrons bombarded a thick Pb target. At the injection Linac of the Pohang Accelerator Laboratory, 2.04 GeV electrons were used. The detector was 5.6 m distant from the target. Several detectors were tested. Neutrons toward 90

degrees from the target were measured up to 150 MeV at the ATF, and 200 MeV at PAL. Calculations of neutron energy spectra were also done using PICA3 and EGS4.

Presented at Proc. of the Second International Workshop on EGS, Aug. 8-12, 2000, KEK Tsukuba, Japan.

22.2.1 Target thickness dependence of 90° direction photo-neutron yields for 2GeV electrons

T. Sato, R. Yuasa, K. Shin, S. Ban¹ and H. S. Lee²
*Kyoto University, ¹KEK, ²*PAL*

Thick target photoneutron yields for 90 deg. were investigated when 2 GeV electrons incident on C, Al, Cu, Sn, Pb, and Bi targets. Data were fitted as a function of the target thickness and Z number.

Presented at 2001 Annual Meeting of the Atomic Energy Society of Japan, March 27-29, 2001, Tokyo.

22.3 Measurements of 90° direction low-energy photo-neutron yields for 2GeV electrons

S. Maetaki, T. Sato, K. Shin, S. Ban¹ and H. S. Lee²
*Kyoto University, ¹KEK, ²*PAL*

Low-energy photoneutron spectra for 90 deg. were measured when 2 GeV electrons incident on various thickness of targets. The spectra were integrated and low-energy neutron yields were obtained.

Presented at 2001 Annual Meeting of the Atomic Energy Society of Japan, March 27-29, 2001, Tokyo.

22.4 Photoneutron calculation using CHIPS code

Y. Namito, H. Hirayama and M. V. Kossov
KEK

Photoneutron spectra from Pb target bombarded by 266 MeV electron beam was calculated. The neutron emission angle was 90°. Photon track length was calculated by EGS4 code. Total photonuclear reaction cross section was obtained from fitting of experimental data. An photonuclear event generator CHIPS code was used for the calculation [1]. The difference between measurement and calculation was within 30% for most of the neutron energy.

[1] Kossov, M. V., "Manual for the CHIPS event generator", *KEK Internal 2000-17* (2001).

23 Improvement of Low Energy Photon Transport in EGS4 code

23.1 EGS4 simulation of K-X ray emission due to electron beam incident

Y. Namito and H. Hirayama

KEK

Calculating the energy spectra and angular distribution of photons induced by interactions between a keV-MeV electron beam and a target is one of the important problems in a field where a general-purpose electron-photon transport code can be applied. For example, a simulation of the widely used X ray generator is closely related to this kind of calculation.

When electron beam incident on a sample, K-X ray is generated via two channels:

1. Bremsstrahlung photon is absorbed by atoms (photoelectric effect)
2. Electron collides with K shell electron and a vacancy is created in K shell. This is called as electron impact ionization (EII).

In the original EGS4 code, only channel 1) was considered. We implemented channel 2) to EGS4 code.

Recently we updated this improved program so that it is ready to built up for EGS5. Here, two modifications were applied to EII K-X calculation.

1. Fluorescent yield was updated.
2. Possible underestimation of K_{β} is now avoided by means of improvement of piecewise linear fitting named "Local extrapolation method" and increasing the number of photon energy intervals.

Comparison of EGS4 code and measurements regarding K-X rays induced by interactions between an electron beam and samples were performed to verify the validity of the improvement of the code.

Published in Japanese *J. of Med. Phys.* 20 Sup.4 278-281 (2000).

Presented at MC2000, International Conference on Advanced Monte Carlo for Radiation Physics, Particle Transport Simulation and Applications, 23-26 October, 2000.

24 Measurement of ^{36}Cl Induced in Shielding Concrete of the 12 GeV Proton Accelerator Facility at KEK

T. Miura, K. Bessho, S. Ishihama¹, D. Arai², Y. Nagashima², T. Takahashi² and R. Seki²

KEK, ¹TNS, ²University of Tsukuba

Radioactive concentration of ^{36}Cl induced in shielding concrete of the 12 GeV proton beam-line tunnel at KEK has been measured by accelerator mass spectrometer. The atomic ratio of $^{36}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$ in shielding concrete at the inside surface was 1.4×10^{-8} .

From this result and chlorine concentration (about 100 ppm) of the shielding concrete, which has been measured using X-ray fluorescence analysis, the specific radioactivity of ^{36}Cl in the shielding concrete at the inside surface was estimated to 1.3×10^{-3} Bq/g. The concentration of ^{36}Cl decreased to the increase in the depth from the inside surface of the shielding concrete same as other nuclides,

such as ^3H , ^{22}Na , ^{60}Co and ^{152}Eu etc.

Presented at Second Workshop on Environmental Radioactivity, March 15-16, 2001, Tsukuba, Japan

25 Measurements of Cross Section for 75 MeV Neutrons

25.1 Measurements of double differential (n,xZ) cross section of nitrogen, Oxygen and Aluminum for 75 MeV neutrons

T. Hiroishi, T. Sanami¹, M. Baba, M. Hagiwara, T. Miura,
T. Aoki, N. Kawata, S. Tanaka², H. Nakashima², S. Meigo²
Tohoku Univ., KEK¹, JAERI²

Double-differential cross sections of (n,p), (n,d) (n, t) and (n, α) reactions of Nitrogen, Oxygen and Aluminum for 75 MeV neutrons are measured by a specially designed spectrometer and the $^7\text{Li}(p,n)$ neutrons source in TIARA, JAERI. The spectrometer is consisted of three counter telescopes and a vacuum chamber. Each telescope has a low-pressure gas proportional counter, a thin SSD and a BaF_2 scintillator. Samples are thin plates made by Al_2O_3 , AlN and Al for Oxygen, Nitrogen and Aluminum measurement, respectively. The measured results are compared with LA-150 cross section library. The library is in fair agreement with experimental data except the high energy part of deuteron spectrum.

Presented at the 2001 Annual Meeting of the Atomic Energy Society in Japan.

25.2 Measurements of elastic scattering cross sections for 75 MeV neutrons

T. Aoki, M. Baba, T. Miura, N. Kawata, T. Sanami¹, T. Hiroishi,
M. Hagiwara, H. Nakashima², S. Tanaka²
Tohoku Univ., KEK¹, JAERI²

Elastic scattering cross sections of Nitrogen, Oxygen and Aluminum for 75 MeV neutrons are measured using TOF method and the $^7\text{Li}(p,n)$ neutron source in TIARA, JAERI. Neutron detectors are 5 NE213 liquid scintillators(5" ϕ \times 5" long) with n- γ discrimination by PSD method. Samples are cylindrical shape Al_2O_3 and AlN powder enclosed with aluminum case for Oxygen and Nitrogen measurement, respectively. The measured results are in fairly agreement with LA-150 cross section library.

Presented at the 2001 Annual Meeting of the Atomic Energy Society in Japan.

26 Measurement of Induced Radioactivities for the Evaluation of Internal Exposure at High Energy Accelerator Facilities

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

In high proton accelerators, many kinds of radionuclides are produced in residual radioactivity in accelerator hardware. The radioactivity contains radionuclides that are important to estimation of

internal radiation exposure, but are very difficult to measure. In this work, we discussed measurement of the difficult radionuclides in addition to other radionuclides.

Presented in IRPA10, The 10th International Congress of The International Radiation Protection Association, P6a-337, Hiroshima, 2000.

27 Measurement of Neutron Leakage through Labyrinth from High Energy Proton Accelerator

T. Miura, K. Takahashi, S. Ishihama¹ and T. Kunifuda¹
KEK, ¹TNS

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 empirical formulae, the attenuation of neutron flux in concrete labyrinths with neutrino beam line at KEK were studied. In the experiments, neutron fluence rates in the target station and two labyrinths were measured by activation method using various metals (Au, Co and Bi) and soil. The experimental results were agreement with the calculation using Nakamura and Uwamino's empirical equation.

Presented at 2001 Annual Meeting of the Atomic Energy Society of Japan, Aomori Univ., Aomori, Sep. 15-17, 2001.

28 Measurement of Production Cross Sections for 12 GeV Proton Reactions with Heavy Targets (Pb,Bi) used as Spallation Neutron Sources

M. Numajiri, T. Miura, Y. Oki, T. Suzuki and K. Kondo
KEK

Irradiation experiments were performed in order to investigate the production of residual nuclei by proton induced reactions at KEK proton synchrotron facility. Production cross sections in heavy mass targets (Pb, Bi) were measured by gamma-ray spectroscopy. These heavy targets will be used as spallation neutron sources. We report on the production of nuclides of near target and light mass, such as ⁷Be, ²²Na, and ²⁴Na. The present data are compared with the results of previous measurements.

29 Measurements of Scintillation Photons in High Pressure Rare Gases

K. Saito, H. Tawara¹ and S. Sasaki¹
The Graduate University of Advanced Studies, ¹KEK

Rare gases are known as excellent scintillation materials. Among them, xenon in the liquid phase has a high scintillation yield compatible to that of NaI(Tl) crystal as shown by our group in 1992. The amount of scintillation in gaseous rare gases has been believed to be one third to that in the liquid phase, because of little photons generating through recombination process. In high pressure gases, the recombination becomes one of the dominant processes after the incident of radiation, and a large increment in the light outputs can be expected. Thus, the scintillation yields are important factors

to obtain the physical information on the energy pathway of radiation in the matter and to describe the quality of detector materials. The scintillation yields, however, have been scarcely measured in rare gases, especially in the gas phases. We have planned to measure absolute scintillation yields in high-pressure rare gases, and constructed an experimental apparatus. The scintillation yields are measured in terms of W_s -value, defined as an average energy to produce one scintillation photon. The number of scintillation photons can be determined from the photoelectron number from the phototube with known quantum efficiency, if the collection efficiency of scintillation photons at the phototube is known. In the present study, the apparatus was designed so as to determine the collection efficiency only from solid angles subtended by the phototube at a scintillation point. In addition, the emission spectra and the time-dependent decay of the scintillation in rare gases will be measured in this study.

Presented partly at the 48th Conference of the Japan Society of Applied Physics in Tokyo, and the 15th workshop on Radiation Detectors and Their Uses in KEK.

30 Neutron Yields from Thick C, Al, Cu, and Pb Targets Bombarded by 400 MeV/nucleon Ar, Fe, Xe, and 800 MeV/nucleon Si Ions

T. Kurosawa¹, N. Nakao, T. Nakamura¹, H. Iwase¹, H. Sato¹, Y. Uwamino², and A. Fukumura³
KEK, ¹Tohoku Univ., ²RIKEN, ³NIRS

The angular and energy distributions of neutrons produced by 400 MeV/nucleon Ar, Fe, Xe and 800 MeV/nucleon Si ions stopping in thick C, Al, Cu and Pb targets were measured using the Heavy-Ion Medical Accelerator in Chiba(HIMAC) of the National Institute of Radiological Sciences(NIRS). The neutron spectra in forward direction have broad peaks which are located at about 60 to 70 % of the incident particle energy per nucleon due to breakup and knock-on processes, and spread up to almost twice as much as the projectile energy per nucleon. The resultant spectra were integrated over energy to produce neutron angular distributions, and we could estimate the total yields using a simple formula. The experimental results are compared with the calculations using the heavy-ion collision Monte Carlo code, and the calculated results rather agree with the measured results. The phenomenological hybrid analysis, based on the moving source model and the Gaussian fitting of the breakup and knock-on processes, could also well represent the measured thick target neutron spectra.

Published in *Phys. Rev. C*, **62** (2000) 044615.

31 Observation of 180° Correlation of e^+e^- pair originating from $e^+(^{82}\text{Sr}) + \text{Th}$ Interactions

M. Sakai, H. Kawakami, K. Omata, I. Sugai, I. Katayama, S. Shimizu¹, K. Horie¹ and T. Miura
KEK, ¹Osaka Univ.

An electron line previously observed at INS with an energy of 330.3 keV and an associated cross section of 149 mb in $e^+ + \text{Th}$ interactions has been implied by the authors to originate from the decay of a new neutral particle. QED predicts a two-photon decay mode of the particle leading to a correlated two-photon coincidence peak at 841.3 keV. Subsequent 2γ -coincidence experiments have revealed a peak-like structure at 841.7 keV and an associated cross section of 15.2 μb (upper

limit). These energies and cross sections satisfy the relations of $E_\gamma = E_e + mc^2$ and $\sigma(2\gamma)/\sigma(e^+e^-) \sim \alpha^2$ expected from a particle production scenario. Positron and electron coincidence experiments for $e^+ + \text{Th}$ were performed with scintillation counters placed on the main trajectory of the air-core β -ray spectrometer. The coincidence time spectra were analyzed with a single line χ^2 fit. This yielded a peak-like structure at the predicted channel and with an area compatible with the previously reported cross section.

32 Particle Size Distribution of Radioactive Aerosols Formed in Accelerator Tunnel Air during Machine Operation

Y. Oki, Y. Kanda, K. Kondo and A. Endo¹
KEK, ¹JAERI

To elucidate the formation mechanism of radioactive aerosols produced in accelerator tunnels, irradiation experiments were performed with quasi-monoenergetic neutrons at AVF cyclotron facility, TIARA. Argon containing DOP(dioctylphthalate) particles was irradiated with 65MeV neutrons. The particle size distribution of produced radioactive aerosols was determined by sizing and collecting the particles with electrical low pressure impactor, followed by measuring the activities of particles on the impactor stages with gas-flow counter.

33 PICA3, An Updated code of Photo-Nuclear Cascade Evaporation Code PICA95, and its Benchmark Experiments

T. Sato, K. Shin, S. Ban¹, T. A. Gabriel², C. Y. Fu², H. S. Lee³
Kyoto University, ¹KEK, ²ORNL, ³PAL

PICA95, a calculation code for high-energy photo-nuclear reactions is updated as PICA3. PICA3 can reproduce total photo-nuclear reaction cross section for incident photon energies from the reaction threshold to 3.5 GeV very well. It also reproduces such as residual nuclides yields and emitted particle spectra from mono-energetic photo-nuclear reaction, but underestimates neutron yields from thick targets bombarded by electrons.

Presented at MC2000, International Conference on Advanced Monte Carlo for Radiation Physics, Particle Transport Simulation and Applications, 23-26 October, 2000.

34 Preparation of Radio-Labeled Fullerenes Using Accelerator

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

In the field of fullerene science, higher fullerene, hetero-fullerene and metallo-fullerene are the topics. We produced the dimer, trimer and tetramer of C_{60} and C_{70} by bremsstrahlung and charged-particle irradiation and HPLC separation. TOF-mass spectrum of dimer fraction proved that the dimer was

surely formed. By using the $^{12}\text{C}(\text{d},\text{n})^{13}\text{N}$ reaction, ^{13}N - labelled hetero fullerene was produced.

Published in Ch. 3.3, Fullerenes Radiolabelled on the Carbon Cage in Nuclear and Radiochemical Approach to Fullerene Science (Ed. by T. Braun, Kluwer academic publishers b.v., 2000).

35 Radiation and Residual Dose Rate Induced by the Beam loss at Various Injection Energies

N. Nakao, Y. Irie, M. Uota, M. Shirakata, N. Mokhov¹, A. Drozhin¹
KEK, ¹ Fermi Lab.

On an accelerator design, estimations of absorbed dose and residual activity induced by beam loss are very important to know radiation damages of the accelerator components and instruments, and to reduce external exposures for workers during hands-on-maintenance.

Hadron cascade simulation was performed with the Monte Carlo code, MARS, using the beam loss distributions calculated by the multi-turn tracking Monte Carlo code, STRUCT, for primary-proton energies of 200, 400, 600 and 1000 MeV. In this continuous Monte Carlo calculation, distributions of secondary particle flux, absorbed-dose and residual-dose rate of accelerator components due to the beam loss were estimated, and their energy dependences were clarified for a radiation protection purpose.

Presented at the 7th European Particle Accelerator Conference (EPAC2000), Austria Center Vienna, Vienna, Austria, 26-30 June, 2000., and published in KEK preprint 2000-59, July 2000.

36 Radioactivity induced in a Electron Beam Dump

36.1 Radioactivity induced in a 2.5-GeV electron beam dump

S. Ban, H. Nakamura, T. Sato¹ and K. Shin¹
KEK, ¹ Kyoto Univ.

The saturation activity of residual nuclei was estimated based on measurements when 2.5 GeV electron beams were totally absorbed in thick Al, Fe, Cu and Pb. A calculation was also made for a beam dump from 0.1 to 10 GeV using the EGS4 and PICA95 Monte Carlo codes. Above 1 GeV, the activity was constant in units of MBq W⁻¹. The gamma-ray dose rates from the targets were calculated using these data.

Published in *Radiat. Prot. Dosim.* **93**, 231-236 (2001).

36.2 Radioactivity produced in thick targets by 0.1 - 10 GeV electrons

S. Ban, H. Nakamura, T. Sato¹ and K. Shin¹
KEK, ¹ Kyoto Univ.

Yields of residual nuclei were estimated using EGS4 and PICA95 codes when electron beams between 0.1 and 10 GeV were totally absorbed in thick Al, Fe, Cu and Pb. They were compared with measured

yields for 0.1 and 2.5 GeV electrons. The gamma-ray dose rates from the targets were calculated.

Presented at 2001 Annual Meeting of the Atomic Energy Society of Japan, March 27-29, 2001, Tokyo.

37 Resonance Ionization Spectroscopy (RIS) by Lasers

S. Sasaki, K. Saito¹ and H. Tawara
KEK, ¹The Graduate University of Advanced Studies

We have been developing methods of Resonance Ionization Spectroscopy (RIS) by lasers in order to realize quantitative measurements of ultra-trace amounts of isotopes contaminated in gaseous, liquid and solid samples. Two major works are currently performed in this study. 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.

38 Response Function Measurements of the Self-TOF Neutron Detector for Neutrons up to 800 MeV

M. Sasaki¹, N. Nakao, T. Nunomiya¹, T. Nakamura¹, T. Shibata, A. Fukumura²
KEK, ¹Tohoku Univ., ²NIRS

The Self-TOF detector has been developed for high energy neutron spectrometry behind a shield. This detector consists of a radiator, a start counter and a stop counter. The radiator is composed of 20 thin plastic-scintillation detectors and the stop counter is segmented into nine plastic-scintillation detectors. The response functions of the Self-TOF detector for high energy neutrons up to 800 MeV were measured at the HIMAC(Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba) of NIRS(National Institute of Radiological Sciences). The measured responses were compared with those calculated using the LCS(LAHET Code System). The LCS results considerably overestimate the measuremental results with an increase in the neutron energy. It was found that this detector can give the neutron energy spectrum by using the FERDO-U unfolding code combined with the measured response functions, and is useful for high energy neutron spectrometry because of the almost constant efficiency for neutrons above 100 MeV.

Published in *J. Nucl. Sci. Technol.* **38-1** (2001) pp8-14.

39 Response of a Three-Element Phoswich Detector Consisting of Inner BC501A Scintillator and an Outer BGO and CaF₂(EU) Crystal Wall

T. Sanami, T. Shibata and M. Takada¹
KEK, ¹NIRS

We developed a new three-element phoswich detector consisting of inner BC501A organic liquid scintillator and outer BGO and CaF₂(EU) crystal scintillator which are optically coupled with one

photo multiplier tube. The decay time of output pulse by one of the scintillators differ from the others, *i.e.*, decay time of BC501A, BGO and CaF₂ are few, 300 and 940 ns, respectively. In this year, the discrimination ability of events which are detected two scintillators simultaneously is tested in Cyclotron facility, NIRS. The 70 MeV protons enter the detector from various directions and scintillate one or two scintillators. The clear separation between events detected by one and by two scintillators are obtained about both combination of BC501A/BGO and BC501A/CaF₂.

40 Space Radiation Dosimetry Using Passive Detectors

40.1 LET distributions obtained by CR-39 plates onboard the space shuttle missions STS-84, 89 and 91 and the dose equivalent estimation by a combination of their distributions and TLD-data

H. Tawara, T. Doke^{1,3}, T. Hayashi¹, A. Kyan², S. Nagaoka³,
T. Nakano³, S. Takahashi³, K. Terazawa¹ and E. Yoshihira¹
KEK, ¹Waseda Univ., ²Ibaraki Univ., ³NASDA

LET distributions have been measured by CR-39 plates along with the Real time Radiation Monitoring Device (RRMD)-III in the Space Shuttle Missions STS-84, -89 and -91. Particle fluxes were obtained above 4 keV/ μ m with the CR-39 by correcting for the dip-angle dependency on track-formation sensitivity. LET distributions obtained from the CR-39 were compared with those of GCR and of trapped protons measured by the RRMD-III. The fluxes from the CR-39 were smaller than those for the total components (GCR + trapped protons), but slightly larger than those for GCR. This fact can be explained by considering that dominant radiation in the SAA region is the trapped protons and the track-formation sensitivity of the CR-39 for protons is very low. W_e can estimate dose equivalents from the LET distributions and absorbed doses obtained by TLDs which have sensitivity in the LET region below 10 keV/ μ m. The contribution of the trapped protons to the dose equivalents was estimated from the RRMD-III data.

Presented at the 20th International Conference on Nuclear Tracks in Solids, 28 Aug. - 1 Sep. 2000, Portoroz Slovenia and published in Space Radiation 12 (2001) 117.

40.2 Development and application of TLD and CR-39 nuclear track detectors for space radiation dosimetry

H. Tawara, A. Nagamastu¹, M. Masukawa¹, T. Nakano¹,
S. Kamigaichi¹, M. Masaki² and H. Kumagai²
KEK, ¹NASDA, ²AES

Dosimeter packages consisting of passive detectors (TLDs and CR-39 nuclear track detectors) have been used commonly for space radiation dosimetry so far. However, LET distributions of heavy charged particles, absorbed doses and dose equivalents measured by passive detectors are always lower than those measured by active detectors such as Si detectors and TEPC. In order to clarify this problem, we are conducting intensive experiments for investigating the characteristics of TLD-MSO and CR-39 for heavy charged particles utilizing a heavy-ion accelerator (HIMAC of NIRS in chiba). The incident

angle dependence of track formation sensitivity was investigated for three types of domestic CR-39 plastic plates in the LET region from 2 to 1000 keV/ μm . The decrease of TLD-MSO response for heavy ions was precisely measured in the LET region from 10 to 1000 keV/ μm . Both parameters are very important to measure a complex space radiation field by a combination of TLD-MSO and CR-39 in space vehicles. We are designing and developing the dosimeter packages, an automatic analysis system and micro-dosimetry techniques considering target-fragmented secondary particles in order to prepare for steady life-science experiments in the International Space Station.

41 Study of Pion Transfer Processes of Pionic Atoms in the Gas and Liquid Phases

A. Shinohara, T. Miura¹, A. Yokoyama, K. Takamiya², T. Kaneko³, T. Muroyama⁴,
T. Saito, Y. Hamajima⁴, H. Muramatsu⁵, S. Kojima⁶, H. Baba and M. Furukawa⁷
Osaka University, ¹KEK, ²Research Reactor Institute Kyoto University,
³Niigata University, ⁴Kanazawa University, ⁵Shinshu University,
⁶Aichi Medical University, ⁷Yokkaichi University

Pion capture process in gas mixtures containing hydrogen was studied by measuring pionic X rays and π^0 decays. A little difference in pion transfer process was found between the H_2+D_2 and $\text{H}_2\text{O}+\text{D}_2\text{O}$ systems. Pressure-dependence observed only for the CH_4+Ar system is consistent with the previous results that the life-time of the pionic hydrogen atom from the bound hydrogen would be shorter than from H_2 . Further improved measurements are needed to confirm the pressure dependence of the pion transfer process and quantitatively discuss the dynamic behavior of the pionic hydrogen.

Presented at 5th Int. Conference on Nuclear and Radiochemistry (NRC5), Pontresina, 3-8, Sep. 2000 and to be submitted to *Radiochim. Acta*.

42 Study on Activation Analysis using Flow Method for Radiochemical Separation and Detection of ^{11}C

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

A continuous extraction and detection system for ^{11}C induced by accelerator has been developed and this method was applied to activation analysis of carbon in various materials of industrial concern. Activation has been performed at the 300-MeV electron linear accelerator of Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University. A rapid separation and detection system of radioactive carbon, which is consist of a infra-red furnace, a continuous extraction of CO_2 and a coincidence counting for 511 keV annihilation gamma-ray, has been performed. In the first step, irradiated samples mixed with an accelerator reagent are burned in an infra-red furnace. Then, generated CO_2 gas is continuously extracted in a extraction coil, in which monoaminoethanol solution is running by pumping at the flow rate of 0.15 ml/min. After extraction, monoaminoethanol solution is led between a couple of BGO-detector and ^{11}C activity in solution is monitored with the multichannel scaler Trace impurities of carbon in iron and steel samples were analysed by using the $^{12}\text{C}(\gamma, n)^{11}\text{C}$ reaction at the 300-MeV Lineac of Tohoku Univ. This method was also applied to the nitrogen analysis in silicon by using the

$^{14}\text{N}(\text{p},\alpha)^{11}\text{C}$ reaction.

Presented at Int. Topical Conf. on Methods and Applications of Radioanalytical Chemistry - V (MARC V), April 9-14, 2000, Kailua-Kona, Hawaii, USA.

43 Study on Positron Annihilation and Positronium Chemistry

43.1 Radiation effect on positronium formation in low temperature polyethylenes

T. Suzuki, K. Kondo, Y. Ito, E. Hamada, and Y. Ito¹
KEK, ¹Tokyo University

The positron-irradiation effect on polycarbonate during a positron-annihilation lifetime spectroscopy (PALS) experiment was investigated using different intensities of ^{22}Na positron sources and gamma-irradiated samples. The decrease in I_3 was larger for a larger intensity of positron sources. In the case of a weak source ($\sim 140\text{kBq}$), I_3 did not change with the elapsed time for non-irradiated samples. However, for 1 MGy-Irradiated samples, I_3 measured with the weak source increased with the elapsed time. This can be attributed to a decrease of the radicals induced in the irradiated samples by gamma irradiation. In order to explain the change in I_3 measured at room and liquid-nitrogen temperatures, several effects, such as radicals, cross-linking, structure change, and charging, need to be considered. Also, it is difficult to explain the change in I_3 using only one of these effects.

Published in *Radiation Physics and Chemistry* **58**(2000) 485-489.

43.2 An application of the coincidence Doppler spectroscopy for substances of chemical interest

Y. Ito and T. Suzuki¹
Tokyo University, ¹KEK

Coincidence Doppler spectroscopy, which is particularly powerful when one is concerned with high momentum components of positron annihilation gamma-rays, has been applied to two different kinds of organo-metallic ligands: metal phthalocyanines and metal acetylacetonates. The energy (momentum) profiles of the annihilation gamma-rays were the same for metal phthalocyanines indicating that positron and/or positronium are not interacting with the metal ions. However, the profiles of positron interaction which are different for phthalocyanines and acetylacetonates.

Published in *Radiation Physics and Chemistry* **58**(2000) 743-747.

43.3 Pressure quenching of positronium in solid biphenyl

T. Goworek, T. Suzuki¹, K. Kondo¹, E. Hamada², and Y. Ito³
Maria Curie-Skłodowska University, ¹KEK,
²The Graduate University for Advanced Studies, ³Tokyo University

In solid crystalline biphenyl, orth-positronium, abundant at normal pressure, can be eliminated by application of a pressure of about 100Mpa. The lifetime of para-positronium seems to increase,

and at 80Mpa, it cannot be distinguished from that of free positrons. Another new effect is the appearance of the long-lived component in the positron lifetime spectrum at high pressures. The same effect of positronium reappearance, although not so well pronounced, was found in biphenyl at low temperatures.

Published in *Chemical Physics* **255**(2000) 347-351.

44 The EGS4 Workshop, Class and User Support

H. Hirayama and Y. Namito

44.1 The EGS4 workshop and class

Two EGS4 short courses were held.

1. At KEK, after the workshop of EGS.
2. At Batan laboratory in Indonesia.

44.2 User support concerning EGS4

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.

For examples, about 50 persons from 10 countries contacted us concerning EGS4 in this fiscal year. Instructions were made using e-mail.

Chapter 2

研究支援活動

放射線科学センターは、つくば地区及び田無地区の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 つくば地区放射線管理体制

放射線取扱主任者	柴田徳思
放射線管理室長	平山英夫
区 域 管 理 体 制	
管理区域	管理区域責任者等
陽子加速器施設総括責任者	鈴木健訓
第1区域(陽子シンクロトロン施設)	沼尻正晴、穂積憲一*,**
第2区域(PS実験施設)	三浦太一、高原伸一**
第3区域(中性子中間子研究施設)	佐々木慎一、飯島和彦**
電子加速器施設総括責任者	平山英夫
第4区域(放射光アイソトープ実験施設) (上記を除く放射光研究施設)	沖雄一、飯島和彦** 伴秀一、高橋一智**
第5区域(KEKB、AR、アセンブリーホール)	俵裕子、波戸芳仁、佐波俊哉*、中村一**
第6区域(大強度陽子加速器施設)	中尾徳晶
第7区域(放射性試料測定棟他)	沖雄一、高原伸一**、飯島和彦**
機構長の指定する発生装置	俵裕子、中尾徳晶、佐波俊哉
業 務 分 担	
個人管理関連	伴秀一、沼尻正晴、沖雄一、俵裕子、中村一、 高橋一智、豊島規子
放射線モニター	佐々木慎一、佐波俊哉、穂積憲一、飯島和彦
放射性物質等	平山英夫、沖雄一、三浦太一、波戸芳仁 中尾徳晶、高原伸一
サーバイメータ等	飯島和彦、穂積憲一、中村一

* 管理区域副責任者、** 放射線業務担当者

1.2 田無地区放射線管理体制

放射線取扱総括主任者	榊本和義
放射線取扱副主任者	伊藤 寛
非密封 RI 担当	江田和由
発生装置担当	豊田晃弘
国際規制物資担当	江田和由

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

1. 盛土上の空間線量率分布の測定

陽子加速器施設の主リング盛土上の東カウンターホール側取り出し部周辺の空間線量率分布を測定した。

2. 土壌中放射能分布の測定

加速器トンネルのコンクリート遮蔽壁外側の土壌中に生成する放射能を測定するため、北カウンターホールへのビームライン (EP1) への取り出し部の土壌を採取した。採取場所は、セプタム電磁石から約 3.5m 離れた場所 (2 箇所) をである。採取された土壌は、Ge 半導体検出器を用いて γ 線スペクトルを測定し、放射性核種の放射能を求めた。

2.1.2 第2区域

1. 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。今年度は、まず昨年度 3 月末に採取 (運転開始後 2 回目の採取) した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なかったが、土壌からは、前回同様微量ではあるが加速器起源の放射能が検出された。運転期間がまだ短いため誤差が大きい、概ね申請時に評価した放射能濃度と一致していた。測定結果については、科学技術庁、茨城県庁等関係機関に報告した。その後 5 月から 6 月にかけて 40 日間ニュートリノビームラインが運転されたため、6 月末に土壌試料の採取測定を行った。土壌中から初めて ^3H が検出されたが、他の核種を含め概ね計算値と一致していた。また地下水については 11 月末に採水を行った。一部の試料についてはまだ測定中であるが、加速器起源の放射能は検出されていない。

RAD-D-00/11 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. ニュートリノビームライン崩壊領域 He ガス中のトリチウム濃度測定

ニュートリノビームライン崩壊領域は、実験の関係上 He ガスが充填されているため、生成量が抑えられているが、He ガス中に ^3H が生成する。崩壊領域内 He の交換時期の目処をたてるため ^3H 濃度を HTO、HT の化学形別に数回測定した。総トリチウム濃度から判断して交換は次年度以降で問題がないことが判った。しかし測定毎に HTO と HT の放射能比がばらついており、この原因が、運転停止時から測定時までの時間に起因するものか、測定の不備か判っていない。今後さらに測定し原因を解明する予定である。

3. EP1 ビームライントンネル内空気中の ^{14}C 濃度測定

本機構陽子加速器トンネル内空気中には、 ^3H 同様長半減期の β 線放出核種である ^{14}C が生成することが知られているが、本機構の施設では生成量が少ないため問題とはならない。しかしながら JHF 計画における加速器では、ビーム強度が大きいため ^{14}C 生成量が問題になるという指摘もある。そこで本機構での現状を把握するため EP1 ビームライントンネル内に生成した ^{14}C の放射能を測定した。

ストリップコイルを利用し、 ^{14}C を CO_2 の化学形でモノエタノールアミンに溶解し、液体シンチレーションカウンターで ^{14}C の放射能濃度を測定した。今回の測定では吸引したトンネル内空気量が少なく、 ^{14}C の濃度は液体シンチレーションカウンターの検出限界以下であったが、 ^3H の生成量に比べ1/100以下であると思われる。

RAD-S-00/200 高橋、“EP1 トンネル内空気中 ^{14}C 濃度測定結果”

2.1.3 第3区域

- 中性子科学研究施設における16条の2施設廃止に伴う放射線安全評価、及び安全対策の見直しに関する作業。
- 中性子科学研究施設における線源集合体の交換作業における放射線安全対策と方策
- 中性子中間子研究施設における筑波大陽子線医科学センターの移転に伴う放射線安全評価、安全対策の見直しに関する作業及びその方策
- 変更承認申請の作成
 1. 核燃料物質使用に関わる変更承認申請
中性子科学研究施設における劣化ウランターゲット使用の廃止、これに伴う16条の2施設の廃止を内容とする。(KEK-Internal 2000-13)
 2. 中性子中間子研究施設における医学陽子ビームラインの廃止に関わる変更承認申請
筑波大学陽子線医科学センターの廃止(筑波大への移転)、それに伴う医用陽子ビームラインの廃止を内容とする。(KEK-Internal 2000-12)

2.1.4 第4区域

- 以下の変更申請を行なった。
 1. 電子リニアックからKEKBに供給する陽電子の強度をあげるため、電子入射器の強度を2倍にする。
 2. 低速陽電子発生用ターゲットの冷却水を、電子入射器の冷却水からとるようにする。
 3. 電子リニアックで使用する放射性同位元素は、全て、電子陽電子入射器棟テストホールで貯蔵する。
 4. 密封された超ウラン元素を放射光アイソトープ実験室で使用する。
- Photon Factoryは通常2.5 GeV電子の放射光を用いているが、3 GeV電子を用いる場合もある。光源棟実験室で3 GeVの場合の漏えいX線の特徴を調べた。

2.1.4.1 放射光アイソトープ実験施設で行われる超ウラン元素実験における放射線安全対策 本機構の放射光研究施設内に設置されている「放射光アイソトープ実験施設」は放射光ビームラインをもつ非密封RI取扱施設であり、非密封RIならびに核燃料物質の試料に対して放射光照射を行うことができる本邦唯一の施設である。今回、超ウラン元素に対する放射光実験が計画され、その放射線安全を評価した。超ウラン元素は年摂取限度が極めて厳しく設定されており、非密封状態で放射光照射を行うのは不可能であるため、放射光が通過できる薄膜で作製した、あるいは薄膜の照射窓を有する密封線源の形態の試料を用いて照射実験を行うことし、その放射線安全対策を立案した。

2.1.5 第5区域

2.1.5.1 KEKB 関連 今年度新たに KEKB リングに超伝導加速空洞が4台導入された。この導入に伴い超伝導加速空洞横型性能測定装置での試験、及び実機のリングへのインストール後のエージングにおける線量率測定を行い、放射線防護上必要な措置を行った。

KEKB リングアポート時には数 μs オーダーでのビームダンプが行われるが、これに伴いダンプ付近の電源室縦穴の線量上昇が懸念されたので、数え落としのない積分型中性子検出器を用いて線量測定を行った。

KEKB ファクトリー富士、筑波実験室内のビームライン直上部に位置するダクトシャフト室の線量測定を行った。

- RAD-S-00/11 佐波、“超伝導加速空洞横型性能測定装置 (D10) サーベイ”
- RAD-S-00/20 佐波、“超伝導加速空洞運転時周辺サーベイ”
- RAD-S-00/52 佐波、“超伝導加速空洞エージング時直線部境界での線量率測定
- RAD-S-00/64 佐波、佐々木、俵、“KEKB ファクトリーアポート時の線量率測定”
- RAD-S-00/26 佐波、“ダクトシャフト室サーベイ”

2.1.5.2 PF-AR, BT, アセンブリーホール関係

- BT 関係電子・陽電子入射器及びKEKB リングの性能向上に伴い、より効率的な入射を実現するために、BT の最大出力を増加する申請を行った。また、これに関連し、KEKB 入射時の BT-AR 境界領域 AR 側の線量測定を行った。この場所は申請添付資料で簡略計算を行っており、その結果、線量率が評価上比較的高くなっていた。BT のビーム出力を増強する申請に伴い、この地点の評価法を見直すとともに実測によって確認した。

KEK-Internal 佐波、波戸、平山、竹内、古川、“直線加速装置入射路の使用変更に伴う放射線安全対策

RAD-S-00/04 佐波、波戸、“KEKB 入射時における BT-AR 境界 AR 側での線量率測定”

- PF-AR 関連

PF-AR 北西実験棟新設および PF-AR 南実験棟コンクリート遮蔽設置のための遮蔽計算を行った。

2.1.6 第6区域

- 放射線発生装置の許可申請が科学技術庁により承認

大強度陽子リニアック棟の地下トンネルにおける放射線発生装置 RFQ の新規使用にあたり、許可申請資料を作成し、2000年8月24日付けで申請を行なった。科学技術庁により2000年11月8日付けで承認された。

KEK Internal 2000-11 中尾徳晶、伴秀一、平山英夫、柴田徳思、野口修一、門倉英一、“大強度陽子リニアック新設に伴う放射線安全対策”

- イオン源運転開始に伴う空間線量率測定

2000年10月3日、イオン源の運転開始に伴う装置周辺の空間線量率測定を行ない、イオン源モードの運転時の地下トンネル内放射線レベルが安全上問題ない事を確認した。

RAD-S-2000/51 中尾、“大強度陽子リニアック棟地下トンネルイオン源サーベイ”

- 放射線管理区域の新規設定

放射線管理区域の新規設定に伴う「主任者による機構内施設検査」を2001年3月1日に行ない、同日付けで「放射線管理区域」を設定した。管理区域への出入管理を開始した。

- RFQの表面空間線量率の測定

RAD-S-2000/80 中村、“大強度陽子リニアックのRFQの表面空間線量率測定”

- RFQの陽子ビーム運転許可

RFQのビーム運転に関わる「自動表示装置およびインターロックに関わる機構内検査」を2001年3月22日に行ない、同日付けでビーム運転の許可をした。

2.1.7 その他

2.1.7.1 熱中性子標準棟関連 今年度より本格的な使用を開始した熱中性子標準棟内及び周辺の線量率の測定を行った。

RAD-S-00/17 佐波、“熱中性子標準棟線源使用時サーベイ”

2.1.8 機構長の指定する放射線発生装置関係

- 「大電力試験用DTLモデル空洞」の新規設置（アセンブリホール）

アセンブリホールシールド壁内での運転開始に伴う放射線取扱主任者による検査を2000年4月25日に行ない、同日付けで使用許可した。

- 「大電力ビームテスト管」の新規設置（大強度陽子リニアック棟）

大強度陽子リニアック棟クライストロンギャラリーでの運転開始に伴う空間線量測定を2000年11月13～15日に行なった。また、放射線取扱主任者による検査を15日に行ない、同日付けで使用許可した。

RAD-S-00/55 中尾、“大電力ビームテスト管の設置に伴うサーベイ”

- 「大電力試験用DTLモデル空洞」の使用場所変更（大強度陽子リニアック棟）

アセンブリホールから大強度陽子リニアック棟クライストロンギャラリーへの使用場所変更と運転開始に伴う放射線取扱主任者による検査を2000年12月21日に行ない、同日付けで使用許可した。

RAD-S-00/201 伴、中尾、“大電力試験用DTLモデル空洞の運転時サーベイ”

- 「大電力 UHF(324MHz) クライストロン」の新規設置 (大強度陽子リニアック棟)
大強度陽子リニアック棟クライストロンギャラリーでの運転開始に伴う空間線量測定および放射線取扱主任者による検査を 2000 年 11 月 22 日に行ない、同日付けで使用許可した。

RAD-S-00/57 中尾、“大電力 UHF クライストロンの設置に伴うサーベイ”

- 卓上シンクロトロンの新設 (大穂第一コンプレッサー棟)
卓上シンクロトロンの新設に関する放射線取扱主任者による検査を行い、2000 年 4 月 17 日より使用開始を認めた。
- カソードフォロワー高周波加速装置の新設 (KEKB 電源棟 D2)
カソードフォロワー高周波加速装置の新設に関する放射線取扱主任者による検査を行い、2001 年 3 月 22 日より使用開始を認めた。

2.2 横断的業務関連

2.2.1 個人被ばく線量計

来年度から個人線量計素子として、従来のフィルムバッジに替わって、光刺激蛍光線量計 (OSL 線量計) の採用が検討されている。このため、0.5, 12 GeV 陽子加速器、2.5 GeV 電子加速器の漏洩放射線場で、OSL 線量計とフィルムバッジを、比較測定した。特に KEK 特有の高エネルギー中性子場で、中性子線量計の感度が低下してしまう問題点、 γ 線線量計が高エネルギー中性子の影響を受ける点を検討した。

2.2.2 放射線モニタリングシステムの設計開発

2.2.2.1 次世代システムの設計開発 昨年度から行われてきたモニタリングシステムの更新作業は、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。今回の変更は、ハードウェア構成の変更からソフトウェアの基本設計の見直しを含むシステムの全体の再構築を行う大規模なものとなった。このため、基本設計やハードウェアの設計を昨年度中に完了させ、今年度当初からは新旧システムを並列して稼働させ (旧システムは全て、新システムは一部を動作させた)、約半年にわたって新システムの動作試験を徹底的に行うこととした。新システムである NORM3 では、(1) ローカル監視装置 (STATION) における表示機能を独立させ、同装置の作業負担を軽減させるとともに、表示装置と中央監視装置との間で直接のファイル転送を実現し、表示の高速化・多機能化を図るとともに、(2) 中央監視装置を機能ごとに分割し互いに交替が可能ないように多重化・冗長化を図りより一層の安定動作を目指した。また、(3) ハードウェア・ソフトウェアを含め、システム全体でより一層の規格統一を実現することで、保守性と接続性を高めた。(4) 一般的なコンピュータ規格やプロトコル等の採用する事で、将来の拡張性を保証する一方で、従来通りネットワークの独立を保持するためにセキュリティには充分配慮した。さらには、(5) GPS 装置を導入し、モニタリング点の位置情報を取得し、測定データと位置情報をともに管理することし、位置のグラフィカル表示、線量マッピング、各測定点間の相関把握等に利用できるように設計した。

現在、システムが本格的な運転を開始して以来、定期的な保守によるシャットダウンを除けばその停止率は極めて小さく (0.5%以下)、安定に大きな不具合なく動作している。新システムの性能評価に関しては、長期にわたる動作や定期保守の結果を把握した上で行う予定でいる。

佐々木慎一 「加速器環境のモニタリング」、放射線、Vol.26 No.3 (2000)11

佐々木慎一 「加速器周辺におけるモニタリング」、原子力産業会議 2001年1月

2.2.2.2 放射線モニター (SARM) に関する研究開発

1. 新型放射線モニターの設計

昨年度から継続して設計開発を行ってきた新型モニター (A2000) が完成した。この新型モニターでは、設計段階から増幅回路や電源回路において徹底した合理化や共通化を押し進め全体の小型化を図る一方で、内蔵回路のモジュール化により規格統一や保守性を高めることに重点が置かれた。モジュールを接続するデータバスラインには PCI バスを採用し、各データラインには設計段階から機能を割り当てた。このため、特に CPU や ADC (アナログ-デジタル変換器) の回路機器を、今後必要になったときに大きな変更をせずに導入することが可能となった。また、通信機能に関しても、従来からの 100mA 電流信号をサポートする一方で、各モニターのカスケード接続や相互接続、また LAN 接続を可能とするための機能を追加した。新型モニターは電離箱及び中性子検出器を組み

合わせた2チャンネルモニターとして、現在いくつかの区域に設置され、フィールド試験が行われている。

2. 積分型中性子検出器の開発

加速器、核融合、放射光等の大型施設では、その運転状況に応じて、高エネルギー、高線量率のバースト状放射線が発生する。このようなバースト状放射線を実時間検出器を用いて測定することは、放射線が光子線の場合は、電離箱方式の検出器を用い出力処理を工夫することで可能であるが、中性子線の場合には必ずしも容易ではない。例えば、広く用いられる中性子計測用パルス型検出器は、He-3等を検出媒体として比例計数管であるが、その信号の立ち上がり時間は早いものでも数マイクロ秒のオーダーであり、数十ナノ秒程度の間隔で次々と飛来する中性子線は適切に計数されない。また、一般的な中性子サーベイメータは、この比例計数管を利用している物が多いが、その時間分解能はもっと遅く数十マイクロ秒にも及ぶ。これらの高線量率やバースト状中性子に関する特性を改善させるために、検出感度を犠牲にして検出器自体を小型化する手法が用いられる。このような時間次元をもつバースト状中性子線は、本加速機構内でもKEK実験室内遮蔽体周辺をはじめとして認められる。これらを精密に測定するためには、光子線と同様に電荷積分を行う電離箱型中性子検出器を用いるのが最適と考えられるが、中性子線量校正やガンマ線に対する補償等解決しなければならない問題も多い。特にモニタリングシステムでは測定点が多くコスト面での障壁も大きい。今回、モニタリングシステムでの使用を目的として、市販の中性子比例計数管に接続し、信号を電荷積分し、計数化を電離箱モードで動作させることが可能な前置増幅器を設計し試作した。この増幅器の出力信号は、SARMで直読できるように現在NORMシステムで使用されている電離箱検出器と同様な形式とした。すなわち、積分電荷を鋸波状に出力しSARMの回路でこの傾きを計測する方法である。この方式によれば、300V程度の印可電圧に対してほぼ100%の電荷飽和が得られ計数管モードで動作させる場合に比較して約1/4の電圧ですみ、線源を用いて調べた線量率特性においては、約10mSv/h程度(本機構で線源を用いて達成しうる最大線量率)まで極めて良好な線形性が得られている。現在までに、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、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。その応答性は極めて良く、また中性子強度が極めて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。しかしながら、市販の計数管を使用するために、検出体積を大きくできないため低い線量域での測定には限界があり、最低測定可能線量は0.5mSv/h程度にとどまっている。(本研究は、機構R&D経費の補助を受けて遂行された)

2.2.3 NaIシンチレータによる汚染土壌測定のEGS4による評価

土壌がRIで汚染された場合、サーベイメータ等で汚染範囲を調べ、土壌の処理範囲を決める。幾何形状としては土壌中にNaIをさまざまな深さで設置する場合や、土壌試料を容器に入れて測定する場合がある。そこで幾何形状によるNaI測定の効率の変化をEGS4を用いてシミュレートし、土壌試料体系での検出効率と現場での検出効率の関連を明らかにした。

RAD-D-2000/5 豊田晃弘、江田和由、波戸芳仁、“NaIシンチレータによる汚染土壌測定のEGS4による評価”

2.2.4 放射線安全教育

一般向けパンフレット「暮らしの中の放射線」の内容を7年ぶりに見直し第2版を発行した。また、法令改正などに対応するため、放射線安全教育ビデオの日本語版「放射線を安全に取り扱うために―実務編」、英語版“Practice of Radiation Work at KEK”の改訂版を制作した。また、「放射線安全の手引き―第10版―」を発行した。

2.2.5 照射棟 X 線発生装置の特性試験

放射線科学センター附属施設である放射線照射棟は、放射線モニター・サーベイメータや被ばく管理用ドシメータなどの較正、並びに各種照射実験などに供するために設置された施設である。照射装置として3種類の γ 線源、2種類の中性子線源があり、発生装置として中性子発生装置と X 線発生装置を備えている。本年度は X 線発生装置の管電圧 60kV、120kV、200kV について、CdTe 検出器と Ge 検出器を用いてエネルギースペクトルを測定し仕様との比較を行った。

RAD-D-00/06 俵、穂積、佐々木、“照射棟 X 線発生装置の性能と特性―管電圧 60、120、200kV のエネルギースペクトル測定―”

2.2.6 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 田無分室

施設の廃止にともなう除染法等の検討を行ってきた。

1. シンクロトロン建屋の切り出し工法による除染と廃棄物管理
2. サイクロトロン建屋のはつり工法による除染と廃棄物管理
3. 汚染土壌中の放射エネルギーの評価（セシウム-137）
4. 汚染土壌中の放射エネルギーの評価（トリチウム）

4 化学安全・環境関係

4.1 依頼分析

本年度は33件の依頼分析を受け付けた。その中でもKEKB関連の冷却水に関する分析依頼が多かった。冷却水には純水が使われているが、同じ水を循環して使用するため、使用している金属材の純水中への溶解、析出、さらに析出した金属又は混入したゴミ等によるストレーナーの目詰まりなどのトラブルが発生したためである。以下に、分析内容の一部を示す。

4.1.1 KEKB マグネット冷却水施設側ポンプ内の黒色粒状物質の成分分析

以前、KEKB マグネット冷却水のストレーナーが詰まり、マグネットが異常加熱する事故が発生した。このときの閉塞物については、マグネット固定用エポキシ樹脂であることがすでに判明している。今回は、施設側のクーリングタワーへのライン上のストレーナーに白色塊状物質と黒色粒状物質が詰まっていたので、その組成について分析を行った。

白色塊状試料は赤外吸収スペクトルを測定した結果、得られたスペクトルは以前測定したマグネット固定用エポキシ樹脂のスペクトルと大変よく一致した。黒色粒状試料については、蛍光X線分析により元素分析を行った結果、Cuが多量に検出された。また、粉末X線回折法により化学種の同定を行った結果、得られた回折パターンは、CuOのパターンにほぼ一致した。これまでのKEKB マグネット冷却水に関する分析の結果より、冷却水中には、マグネットのコイルとして使用しているCuが溶解していることが明らかになっており、これが、酸化物の形で沈殿したものではないかと思われる。

CHEM-A-00/2 加速器 KEKB マグネット冷却水施設側ポンプ内の黒色粒状物質の成分分析

4.1.2 KEKB マグネット冷却水ストレーナー内面堆積物の成分分析

ストレーナーは直径24mm、高さ39mm、オールステンレス製の円筒で、外側のサポート部分に内側のメッシュが固定されている。外側のサポートには、直径約2mmの穴が一定間隔であいており、ストレーナー内側のメッシュ表面に黒色の堆積物がサポートの穴の位置に盛り上がった状態で付着していた。

まず、黒色堆積物が付着したメッシュ部分を切り取り、蛍光X線分析による面分析(測定範囲: 6×8mm、縦横1mm間隔で63点)を行い、各元素の分布状態を測定した。その結果、黒色堆積物が付着した部分でCu、Cが高濃度で分布することが確認された。さらに、黒色堆積物のみを掻き取り、蛍光X線分析、粉末X線回折分析を行った結果、試料はCuの酸化物、Cの混合物であることが明らかになった。

CHEM-A-00/3 加速器 KEKB マグネット冷却水ストレーナー内面堆積物の分析

4.1.3 KEKB マグネット冷却水析出物の分析

マグネット冷却水のポンプ吸込側のストレーナーに多数の異物が詰まっていた。全部で9箇所の試料について蛍光X線分析法により分析を行った。メッシュ片、金属の塊、帯状の有機物の他、エポキシ樹脂の破片、鉄、銅の酸化物が確認できた。純水を循環している冷却水ラインであるが、大きいものから小さいものまで多種類の異物が混入しており、定期的なストレーナーの洗浄が必要と思われる。

CHEM-A-00/11 加速器 KEKB マグネット冷却水析出物の分析

4.1.4 KEK-B 真空チェンバー用フローセンサー内付着物の分析

フローセンサーは、ステンレス製ハウジングの中に直径約 40mm の磁石を埋め込んだ羽根車が入った構造で、水流によって羽根車が回り流量を感知する仕組みになっている。ハウジング内側、羽根車表面に褐色の付着物がついており、蛍光 X 線分析法、粉末 X 線回折分析法により分析を行った。その結果、試料の主成分は Cu_2O であることが明らかになった。

また、羽根車中 1 本の羽根表面に直径 1 mm 程の黒と茶色の付着物が発見され、蛍光 X 線分析、粉末 X 線回折分析により分析を行った。蛍光 X 線分析法の面分析により、各元素の分布状態を測定したところ、Fe と Cu が異なる濃度で分布していることが確認された。試料を掻き取り、詳しく分析した結果、試料の主成分は、Fe と Cu であり、Fe は主に Fe_3O_4 の結晶構造で存在し、Cu が Fe_3O_4 のまわりに付着していることが明らかになった。

CHEM-A-00/24 加速器 KEK-B 真空チェンバー用フローセンサー内付着物の分析
CHEM-A-00/25 加速器 KEK-B 真空チェンバー用フローセンサー羽根車部に付着する物質の分析

4.1.5 KEKB セラミクスチェンバーに溶存する金属材成分の分析

KEKB HER リング、LER リングのセラミクスチェンバー部分では、セラミクス上に金属部品が接合されている。この部分は冷却水に直接接触しているが、最近、HER リングのセラミクスと金属の接合部分から冷却水漏れが発見された。今後トラブルの原因となる可能性も考えられるため、冷却水漏れの原因を調べる目的で、セラミクス部、接合部、金属部の材質金属が冷却水中に溶出しているかどうかを調べた。LER リングでは現段階で水漏れ等の問題は発生していないが、今後のトラブルに備え、同様の分析を試みた。なお、HER 系と LER 系では、金属部品や接合部分の材質が異なっている。

電気加熱原子吸光法、ICP 発光分光法により分析を行った結果、HER 試料水において Ni が多く検出された。Ni は金属部のコバル合金 (Fe-Ni-Co) 中に、及び接合部分のメッキとして使用されているが、Fe に比べて多量に溶存していることから、Ni メッキが溶け出し水漏れを生じたのではないかと思われる。

CHEM-A-00/32 加速器 KEKB セラミクスチェンバー冷却水に溶存する金属材成分の分析

4.1.6 バーコードによる薬品管理システムの導入

不要薬品の廃棄処理とバーコードによる薬品管理システムの導入については昨年度から準備を進めてきたが、不要薬品の廃棄処理については、予定していた分全てについて完了し、薬品管理システムについてはバーコードの発行、各薬品への貼付、登録作業が完了し、現在問題なく稼働している。全ての薬品について固有のバーコード番号を付けて一元的な薬品の在庫管理ができるようになり、薬品の検索、登録、使用記録を残すことが簡単にできるようになった。

KEK-Internal 2000-14 平雅文、別所光太郎、“バーコードによる薬品管理システム”

4.1.7 廃液処理依頼書のデータベース化

廃液の受入に関してもデータベース化を開始し、紙による廃液処理依頼書の提出を廃止した。これまでは、廃液を受け入れる際に「廃液処理依頼書」の用紙に所属、氏名、廃液区分、具体的な内容等について排出者に記入してもらい、それをバインダーにファイルしていたが、Access2000によるデータベースを作成し、パソコン上から登録できるようにした。ただし、本部門以外の人からの処理依頼に関しては、パソコンからの直接の入力は許しておらず、担当者が排出者の書いたメモを見て入力することになっている。廃液の受入をデータベース化することにより、その後の分類、処理に関する事務処理がスムーズに流れるようになった。

5 放射線科学センター部内レポートについて

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。

- 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
- 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
- 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。

- 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
- 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

Chapter 3

資料

1 受賞

波戸 芳仁

- 第80回日本医学物理学会学術大会奨励賞
「電子ビーム入射により発生するK-X線のEGS4シミュレーション」

平雅文

- 平成12年度大学等廃棄物処理施設協議会 技術賞

2 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：沼尻正晴、沖雄一、三浦太一、近藤健次郎

基盤研究 C(2) 陽電子消滅に影響を与える光効果に関する研究

研究代表者：近藤健次郎

研究分担者：鈴木健訓、沼尻正晴、沖雄一、三浦太一

基盤研究 C(2) 中空糸分離膜を用いたトリチウムの分離濃縮と測定に関する開発研究

研究代表者：佐々木慎一

研究分担者：近藤健次郎、奥野健二、鈴木健訓、沼尻正晴、沖雄一

基盤研究 C(2) 高エネルギー陽子核破砕反応断面積の核工学的研究

研究代表者：沼尻正晴

研究分担者：近藤健次郎、鈴木健訓、三浦太一、沖雄一

奨励研究 (A) ヘキサフルオロベンゼンをベースとした液体シンチレータによる宇宙暗黒物質の探索
伊藤 寛

3 センター主催の研究会

1. 第2回国際 EGS 研究会

日時：2000年8月8日～8月12日

参加者：120名

プロシーディング：KEK Proceedings 2000-20, December 2000.

2. 研究会「放射線検出器とその応用」(第15回)

共催：東京大学工学部原子力工学研究施設

応用物理学会放射線分科会

日時：2001年1月31日～2月2日

参加者数：112名

プロシーディングス：印刷中

3. 「田無における放射線と化学研究」

日時：2000年1月14日

参加者：60名

4. 「陽子加速器施設の放射線安全に関する研究会(2)」

日時：2000年12月26日

参加者：30名

5. 第2回「環境放射能」研究会

共同主催：日本放射化学会 α 放射体・環境放射能研究懇談会

共催：日本原子力学会 北関東支部

同 保健物理・環境科学部会

日時：2001年3月15日～16日

参加者：115名

プロシーディング：準備中

4 教育活動

4.1 総合研究大学院学生

- 斉藤 究 (D2)

4.2 他大学非常勤講師等

【柴田徳思】

- 東京都立大学理学部
- 立教大学理学部

【平山 英夫】

- 東京大学大学院工学系研究科システム量子工学専攻

【佐々木 慎一】

- 立教大学大学院理学研究科物理学専攻

【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

【沖 雄一】

- 茨城県立医療大学放射線技術科学科

【波戸芳仁】

- 東京都立保健科学大学放射線学科

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
 - － 第18期核科学総合研究連絡委員会委員
 - － 同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
- 京都大学原子炉実験所運営委員会委員
- 東京大学工学部附属原子力工学研究施設運営委員会委員
- 日本原子力研究所基礎研究推進委員会専門委員
- 日本原子力研究所原研・大学プロジェクト共同研究検討委員会委員
- 放射線医学総合研究所共同利用運営委員会委員

【平山英夫】

- 科学技術庁 原子力安全技術顧問
- 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 標準化委員会 研究炉専門部会 放射線遮蔽分科会 主査
- 日本原子力研究所保健物理研究委員会 委員
- 同 「実効線量に基づく遮へい計算定数の作成方法に関する調査」専門部会 部長
- International Conference “Monte Carlo 2000” Scientific Committee member
- 日本原子力研究所 科学と技術のための核データ国際会議 プログラム部会 委員
- 日本保健物理学会 企画委員
- 日本アイソトープ協会 放射線取扱主任者部会本部委員会委員
- 高輝度光科学研究センター 大型放射光施設安全性検討委員会委員
- 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

【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ータベース検討委員会
- 同委員会 放射線技術専門部会委員

- 日本放射化学会・総務担当理事
- 日本保健物理学会 「線量測定マニュアル」出版委員会委員
- International Advisory Committee of Polish Seminar on Positron Annihilation, 2000

【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

【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
- 日本分析化学会 関東支部常任幹事
- 日本電子工業振興協会
窒素濃度測定標準化ワーキンググループ
- 2001 分析科学国際会議 会場部会委員

【佐々木慎一】

- 電気学会 量子計測高度利用技術調査専門委員会委員

【三浦太一】

- 原子力安全委員会放射性廃棄物安全基準専門部会
クリアランスレベル検討ワーキンググループ委員 (部外協力者)
- 日本放射化学会
 - 編集委員 (Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences 誌、放射化学ニュース誌)、
 - インターネット管理運営委員会委員
 - 事務局員

【沖 雄一】

- 日本放射化学会
 - 編集委員 (Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences 誌、放射化学ニュース誌)
 - インターネット管理運営委員会委員
 - 事務局員

【波戸芳仁】

- 日本原子力学会プログラム委員
- 日本医学物理学会大会プログラム委員
- 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
- International Conference “Monte Carlo 2000” Scientific Committee member

【中尾徳晶】

- 日本原子力学会 「放射線遮蔽評価」研究専門委員会 委員

【別所光太郎】

- 日本放射化学会
 - － インターネット管理運営委員会委員
 - － 事務局員

6 放射線科学センター名簿

筑波地区	田無分室
* 柴田 徳思	榊本 和義
平山 英夫	伊藤 寛
鈴木 健訓	豊田 晃弘
神田 征夫	江田 和由
伴 秀一	石原 豊之
佐々木 慎一	倉持 訓子
沼尻 正晴	長井 理恵
三浦 太一	
俵 裕子	
沖 雄一	
波戸 芳仁	
別所 光太郎	
中尾 徳晶	
佐波 俊哉	
穂積 憲一	
平 雅文	
高原 伸一	
飯島 和彦	
中村 一	
高橋 一智	
海老原 寛	
豊島 規子	

*放射線科学センター長

Chapter 4

Publication Lists

1 Publications in Periodical Journals (2000.1-2000.12)

1. Ban, S., Nakamura, H., Sato, T. and Shin, K., "Radioactivity induced in a 2.5-GeV Electron Beam Dump", *Radiat. Prot. Dosim.* **93**(2001)231-236.
2. Ban, S., Hirayama, H. and Namito, Y., "60-keV Gamma-Rays Streaming in a Two-Bend Duct", *J. Nucl. Sci. Tech. Suppl.* **1**(2000)675-678.
3. Goworek T., Suzuki T., Hamada E., Kondo K., Ito Y., "Pressure quenching of positronium in solid biphenyl", *Chemical Physics* **255** (2000)347-351.
4. Hamada E., Ohshima N., Suzuki T., Kobayashi H., Kondo K., Kanazawa I., and Ito Y., "New System for a pulsed slow-positron beam using a radioisotopes", *Radiation Physics and Chemistry* **58** (2000)771-775.
5. Harima, Y., Sakamoto, Y., Kurosawa, N. and Hirayama, H., "An Improved Approximation Formula of Gamma-Ray Buildup Factors for A Point Isotropic Source in Two-Layer Shield", *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)488-492.
6. Hayashida, Y., Ishikawa, S., Hayashi, K., Hirayama, H., Sakamoto, Y., Harima, Y., Nemoto, M., Sato, O., and Tayama, R., "Application of Improved Air Transport Data and Wall Transmission/Reflection Data in the SKYSHINE Code (2) Calculation of Gamma-Ray Wall Transmission and Reflection Data", *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)621-625.
7. Hirayama, H., "Activities Concerning a Re-Evaluation of Gamma-Ray Buildup Factors in Japan", *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)479-483.
8. Iga, K., Ishibashi, K., Shigyo, N., Maehata, K., Matsufuji, N., Nakamoto, T., Numajiri, M., Meigo, S., akada, H. and Chiba, S., "Measurement of Gamma-Ray Production Double-Differential Cross Sections for 1.5GeV π^+ Meson Incidence on Iron", *J. Nucl. Sci. and Technol.* **Vol.37, No.3**(2000)211-214.
9. Inagaki T., Yoshimura Y., Kanda Y., Matsumoto Y. and Minami K., "Development of CeF₃ crystal for high-energy electromagnetic calorimetry", *Nucl. Instr. and Methods* **A443**(2000)126-135.
10. Ito, Y. and Suzuki, T., "An application of the coincidence Doppler spectroscopy for substances of chemical interest", *Radiation Physics and Chemistry* **58** (2000)743-747.
11. Kansy J., Suzuki T., Ogawa T., and Murakami M., "Study of poly(methylphenylsilylenemethylene) by elastic thermalization lifetime analysis", *Radiation Physics and Chemistry* **58** (2000)545-550.
12. Kino Y., Sekine T., Sato Y., Kudo H., Suekane F., Suzuki A., Ito Y. and Suzuki T., "Positron annihilation in liquid scintillator for electron antineutrino detection", *Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences* **1** (2000)63-68.
13. Kurosawa, T., Nakao, N., Nakamura, T., Iwase, H., Sato, H., Uwamino, Y., and Fukumura, A., "Neutron Yields from thick C, Al, Cu, and Pb targets bombarded by 400 MeV/nucleon Ar, Fe,

- Xe and 800 MeV/nucleon Si ions”, *Phys. Rev. C*, **62** (2000) 44615.
14. Kurosawa, T., Nakao, N., Nakamura, T., Uwamino, Y., Shibata, T. and Fukumura, A., “Measurements of Thick Target Neutron Yields from 100 to 800 MeV/Nucleon Heavy Ions”, *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)135-141.
 15. Lee, H. S., Ban, S., Sato, T., Shin, K., Bak, J. S., Chung, C. W. and Choi, H. D., “Photoneutron Spectra from Thin Targets Bombarded with 2.0 GeV Electrons”, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **Suppl.** **1**(2000)207-211.
 16. Miura, T., Baba, M., Ibaraki, M., Sanami, T., Win, Than, Hirasawa, Y. and Hirakawa, N., “Measurement of neutron inelastic scattering cross-section for the first level of ^{238}U in hundreds of keV range”, *Annals of Nuclear Energy Volume 27, Issue 7*(2000)625-637.
 17. Miura, T., Takahara, S., Ishihama, S., Ohtsuka N. and Kunifuda, T., “Depth Profiles of Radionuclides Induced in Shielding Concrete of the 12 GeV Proton Accelerator Facility at KEK.” *J. Nucl. Sci. and Technol. Supplement* **1**(2000)183-186.
 18. Nakao, N. and Uwamino, Y., “Deep Penetration Calculation Compared with the Shielding Experiments at ISIS”, *J. Nucl. Sci. Tech. Suppl.* **1**(2000)162-166.
 19. Nakashima, H., Masumura, T., Tanaka, S., Sakamoto, Y., Takada, H., Tanaka, S., Nakane, Y., Meigo, S., Nakamura, T., Kurosawa, T., Hirayama, H., Nakao, N., Uwamino, Y., Imamura M., and Shin, K., “Analyses of Neutron and Gamma Ray Measurements in a Target Room of Several Tens Proton Facility”, *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)192-196.
 20. Nakashima, H., Masumura, T., Tanaka, S., Sakamoto, Y., Tanaka, S., Nakane, Y., Meigo, S., Nakamura, T., Kurosawa, T., Hirayama, H., Nakao, N., Uwamino, Y., Imamura M., and Shin, K., “Experimental Analyses on Radiation Streaming through a Labyrinth in a Proton Accelerator Facility of Several Tens MeV”, *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)197-201.
 21. Namito, Y., Ban, S., Hirayama, H., Nariyama, N., Nakashima, H., Nakane, Y. and Tanaka, S., “Systematic comparison of measurements and EGS4 regarding 20-40 keV photons”, *J. Nucl. Sci. and Technol. Suppl.* **1**(2000)530-534.
 22. Namito, Y., Hirayama, H., Fukushi, M., Saitoh, H., Sakai, R., Fujisaki, T., “Labo class Using EGS4 for Undergraduate Students”, *Japanese J. of Med. Phys.* **20** Sup.4(2000)274-277.
 23. Namito, Y. and Hirayama, H., “EGS4 Simulation of K-X ray Emission Due to Electron Beam Incident”, *Japanese J. of Med. Phys.* **20** Sup.4(2000)278-281.
 24. Nemoto, M., Harima, Y., Hirayama, H., Sakamoto, Y., Hayashi, K., Hayashida, Y., Ishikawa, S., Sato, O., and Tayama, R., “Application of Improved Air Transport Data and Wall Transmission/Reflection Data in the SKYSHINE Code (1) Calculation of Line beam Response Function for Gamma-Ray Skyshine Analysis”, *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)616-620.
 25. Nunomiya, T., Nako, N., Kim, E., Kurosawa, T., Taniguchi, S., Sasaki, M., Iwase, H., Nakamura, T., Uwamino, Y., Shibata, T., Ito, S., Perry, D. R., and Wright, P., “Measurements of Neutron Attenuation through Iron and Concrete at ISIS”, *J. Nucl. Sci. Tech. Suppl.* **1**(2000)158-161.
 26. Ohtsuki, T., Ohno, K., Shiga, K., Kawazoe, Y., Maruyama, Y., Masumoto, K., “Systematic study of foreign-atom-doped fullerenes by using a nuclear recoil method and their MD simulation”, *J. Chem. Phys.* **112**(2000)2834-2842.
 27. Orion, I., Rosenfeld, A. B., Dilmanian, F. A., Telang, F., Ren1, B. and Namito, Y., “Monte Carlo simulation of dose distribution from a synchrotron-produced microplanar beam array using the EGS4 code system”, *Phys. Med. Biol.* **45**(2000)2497-2508.

28. Park, H., Bhang, H., Youn, M., Hashimoto, O., Maeda, K., Sato, Y., Takahashi, T., Aoki, K., Kim, Y. D., Noumi, H., Omata, K., Outa, H., Sekimoto, M., Shibata, T., Hasegawa, T., Hotchi, H., Ohta, Y., Ajimura, S., and T.Kishimoto, T., "Lifetime Measurements of Medium-Heavy L Hypernuclei", *Phys. Rev. C* **61**(2000)05440-1-05440-11.
29. Sakamoto, Y., Suzuki, T., Sato, O. and Hirayama, H., "Gamma-Ray Buildup Factors for a Point Isotropic Source in the Single Layer Shield by Using BERMUDA Code", *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)484-487.
30. Sasaki, M., Nakao, M., Shibata, T., Nakao, N., and Nakamura, T., "Feasibility Studies of the Self-TOF Detector for High-Energy Neutron Measurements in Shielding Experiments", *Nucl. Instrm. Methods* **A446**(2000)545.
31. Sasaki, M., Nakao, N., Nunomiya, T., Nakao, M., and Nakamura, T. and Shibata, T., "Development of Self-TOF Neutron Detector and its Application to Shielding Experiments at HIMAC", *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)794-797.
32. Sato, T., Shin, K., Yuasa, R., Ban, S., Lee, H. S., and Kim, G. N., "Experimental Setup for Measurements of high Energy Photoneutron Spectra from Thick Targerts", *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)202-206.
33. Suzuki T., Kondo K., Ito Y., Hamada E., and Ito Y., "Radiation effect on positronium formation in low temperature polyethylenes", *Radiation Physics and Chemistry* **58** (2000) 485-489.
34. Tayama, R., Hirayama, H., Sakamoto, Y., Harima, Y., Hayashida, Y., Nemoto, M., Ishikawa, S., Sato, O., and Hyashi, K., "Application of Improved Air Transport Data and Wall Transmission/Reflection Data in the SKYSHINE Code to Typical BWR Turbine Skyshine", *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **1**(2000)626-630.

2 Publication in Japanese (2000.1-2000.12)

1. 平山 英夫、“電磁カスケードモンテカルロ計算コード EGS4 とその利用”, *RADIOISOTOPES*, **49**(2000)204-216.
2. 平山 英夫、“ODCE/NEA「加速器、ターゲットおよび照射施設の遮蔽」第5回専門家会合”、日本原子力学会誌、**42**(2000)1140-1141.
3. 石原 豊之、“加速器と放射線管理”, 原子核研究 **Vol.45**(2000)11-20.
4. 伊藤 寛、“学際研究における放射線検出器の利用 I (Si-PIN フォトダイオードを用いた携帯型蛍光 X 線分析装置)”, 原子核研究 **Vol.45**(2000)53-60.
5. 伊藤 寛、“学際研究における放射線検出器の利用 II (低エネルギー領域における PMT の低バックグラウンド化及び ^{63}Ni による広島原爆速中性子線量の測定)”, 原子核研究 **Vol.45**(2000)61-68.
6. 榎本 和義、“加速器施設における放射線安全管理”, 原子核研究 **Vol.45**(2000)21-34.
7. 榎本 和義、“加速器による ^{11}C 、 ^{13}N 標識化有機試薬の直接合成とその応用”, 原子核研究 **Vol.45**(2000)35-38.
8. 榎本 和義、“軽元素の超高感度分析のための光量子・荷電粒子放射化オンライン分離・検出法の開発”, 原子核研究 **Vol.45**(2000)39-52.
9. 三浦 太一、“加速器環境-高エネルギー陽子加速器床下土壌及び地下水の放射化”, 原子核研究 **Vol.45**(2000)115-124.
10. 中尾 徳晶、“高エネルギーハドロン加速器施設における遮蔽実験”, 原子核研究 **Vol.45**(2000)69-114.
11. 佐々木慎一、“加速器環境のモニタリング”, 放射線 **Vol.26 No.3**(2000) 11.
12. 佐々木慎一、“身近な放射線”, 科学新聞 第 2816 号 (2000 年 9 月 8 日).
13. 柴村英道、佐々木慎一、俵裕子、齋藤究、宮島光弘、“ヨウ化ナトリウムシンチレータの発光特性について”, *UTNL-R R389*(2000)12.
14. 柴田 徳思、“田無からつくば、東海への展開”, 原子核研究 **Vol.45**(2000)1-10.
15. 柴田徳思、“東海村 JCO 臨界事故”, 放射線生物研究 **35**(2000)103-113.
16. 柴田徳思、“東海村 JCO 臨界事故”, 日本物理学会誌 **55**(2000)579-586.

3 Book

1. Masumoto, K., “Photon Activation Analysis” in “Encyclopedia of Analytical Chemistry(EAC): Instrumentation and Application”, Ed. by R.A. Meyer, John Wiley & Sons Ltd. (2000).
2. Masumoto, K., “Ch. 3.3, Fullerenes Radiolabelled on the carbon cage” in “Nuclear and Radiochemical Approach to Fullerene Science”, Ed. by T. Braun, Kluwer academic publishers b.v. (2000).

4 Presentation at Conference *etc.*(2000.4-2001.3)

4.1 International Conference

1. Int. Topical Conf. on Methods and Applications of Radioanalytical Chemistry - V (MARC V), April 9-14, 2000, Kailua-Kona, Hawaii, USA
 - Masumoto, K., Ohtsuki, T., Ito, Y., and Shikano, K., “Rapid Separation and Detection of Carbon-11 Using a Flow Extraction Method and its Application to Activation Analysis”
2. International Workshop on Neutron Field Spectrometry in Science, Technology and Radiation Protection, Pisa, Italy, 4-8 June, 2000
 - 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”
 - 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”.
 - 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”.
 - Takada, M., Taniguchi, S., Nakamura, T., Nakao, N., Uwamino, Y., Shibata, T., and Fujitaka, K., “Characteristic of a Phoswich Detector to Measure Neutron Spectrum in a Mixed Field of Neutrons and Charged Particles”.
 - Miura Takako, Baba, M., Sanami, T., Yamazaki, T., Ibaraki, M., Hirasawa, Y., Hitoishi, T., Aoki, T., Yamadera, A., and Nakamura, T., “Development of Fast Neutron Profiling Method”.
3. 7th European Particle Accelerator Conference (EPAC2000), Austria Center Vienna, Vienna, Austria, 26-30 June, 2000
 - Nakao, N., Irie, Y., Uota, M., Shirakata, M., Mokhov, N., and Drozdin, A., “Radiation and Residual Dose Rate Induced by the Beam loss at Various Injection Energies”.
 - Shirakata, M., Irie, Y., Uota, M., Nakao, N., Drozdin, A., and Mokhov, N., “Estimation on the Beam Halo Collection at the High Intensity Accelerator
4. 10th Symposium of the International Radiation Protection Association, 2000, Hiroshima(IRPA-10)
 - Nakamura, H., Ban, S., Takahashi, K., Oogoe, T. and Enomoto, A., “Measurements of X-rays from the RF systems of the Electron-Linear Accelerator for KEKB”.
 - Toyoda, A., Eda, K., Ishihara, T., Masumoto, K., “Combined Use of an Activation Detector and an Imaging Analyzer for Measuring the Spatial-Distribution of Neutron Fluence in an Accelerator Building”,

- Eda, K., Toyoda, A., Ishihara, T., Masumoto, K., “A Detailed Evaluation of Induced Radioactivities and Radiation Exposure at Accelerator Facilities Using a Portable Ge-Detector”.
 - Numajiri, M., Oki, Y., Miura, T., Suzuki, T., Kondo, K., “Measurement of Induced Radioactivities for the Evaluation of Internal Exposure at High Energy Accelerator Facilities”.
 - Shimada, A., Morimoto, Y., Iguchi, K., Okuno, K., Sasaki, S., Suzuki, T. and Kondo, K., “Development of Tritium Monitor Using Hollow Filament Polyimide Membrane”
 - Oki Y., Endo A., Kanda Y., Kondo K. “Particle Size of Radioactive Aerosols Generated during Machine Operation in High-Energy Proton Accelerators”
 - Endo A., Oki Y., Kanda Y., Kondo K., “Characterization of ^{11}C , ^{13}N and ^{15}O produced in Air through Nuclear Spallation Reactions by High Energy Protons”
5. Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities (SATIF5), Paris, France, July 17-21, 2000.
- Hirayama, H., Ban, S. and Namito, Y., “Current Status of a Low Energy Photon Transport Benchmark”
 - Nakano, H., Tayama, R., Tsukiyama, T., Handa, H., Hayashi, K., Shin, S., Hirayama, H., Nakashima, H., Masukawa, F., Sasamoto, N., Yamada, K. and Abe, T., “Development of DUCT-III Code for Duct Streaming Calculation up to 3GeV”
 - Hirayama, H., “Inter-comparison of the Medium-Energy Neutron Attenuation in Iron and Concrete (3)”
 - Yoshizawa, N., Sakamoto, Y., Iwai, S. and Hirayama, H., “Benchmark Calculation with Simple Phantom for Neutron Dosimetry”
 - Nakao, N., Shibata, T., Nunomiya, T., Nakamura, T., Kim, E., Kurosawa, T., Taniguchi, S., Sasaki, M., Iwase, H., Uwamino, Y., Ito, S., Wright, P., and Perry, D. R., “Deep Penetration Experiment at ISIS”.
 - Nakamura, T., Sato, H., Iwase, H., Kurosawa, T., Nakao, N., Uwamino, Y., and Fukumura, A., “Neutron Production from Thin and Thick Targets by High Energy Heavy Ion Bombardment”.
6. 12th International Conference on Positronium Annihilation(ICPA12), August 7-11, 2000, The University of Bundeswehr Munchen, Munchen, Germany
- Uchiyama, H., Hamada, E., Takahashi, T., Sato, K., Takahashi, Y., Kanazawa, I., Oshima, N., Suzuki, T., Yoshida, T. and Takeuchi, S., “The structure for stable icosahedral phase in Mg-Zn-Y studied by positron annihilation”
 - Debowska, M., Piglowski, J., Suzuki, T., Rudzinska-Girulska, J., and Chen, Z.Q., “PA/P(n-BA-co-MMA) blend studied by positron annihilation and other methods”
 - Chen, Z.Q., Suzuki, T., Uedono, A., Tanigawa, S. and Ito, Y., “Temperature and irradiation effect on positronium formation in polycarbonate”
7. The 8th Asia-Pacific Phys. Conf., (Aug. 7-10) Taipei
- Kasani, M., Sato, K., Miyamoto, T., Baba, A., Horiuchi, R., Takasugi, K., Sasaki, S., Lu, M., Vikhrev, V.V., “Effect of Cathode Electrode in Plasma Focus Discharge”

8. Second International Workshop on EGS, Aug. 8-12, 2000, KEK Tsukuba
- Ban, S., Namito, Y., Hirayama, H., Terunuma, N., Urakawa, J., Sato, T., Yuasa, R., Shin, K., Lee, H. S. and Bak, J. S., "Measurements of Photoneutron Spectra from Thick Pb Target Bombarded by 1.2 and 2.0 GeV Electrons"
 - Namito, Y. and Hirayama, H., "Improvements of Low Energy Photon Transport for EGS5"
 - Yacout, A. M., Dunn, W. L., Nelson, W. R., Lui, P., Bielajew, A. F., Hirayama, H. and Namito, Y., "Status of the Object-oriented EGS Inteface Project"
 - Tawara, H., Sasaki, S., Saito, K. and Shibamura, E., "Monte Carlo Method for Determining Absolute Scintillation-Photon Yields and Energy Resolution of Scintillators for Gamma Rays"
9. The 20th International Conference on Nuclear Tracks in Solids, 28 Aug. - 1 Sep. 2000, Portoroz, Slovenia
- Tawara, H., Doke, T., Hayashi, T., Kyan, A., Nagaoka, S., Nakano, T., Takahashi, S., Terasawa, K., and Yoshihira, E., "LET distributions obtained by CR-39 plates onboard the space shuttle missions STS-84, 89 and 91 and the dose equivalent estimation by a combination of their distributions and TLD-data"
10. 32nd Polish Seminar on Positron Annihilation (32SPA), September 18-22, 2000, Jarnoltowek, Poland
- Hamada, E., Ohshima, N., Suzuki, T., Kobayashi, H., Kondo, K., Kanazawa, I., and Ito, Y., "Application of pulsed slow positron beam to polymer"
 - Goworek, T., Suzuki, T., Hamada, E., Kondo, K. and Ito, Y., "Influence of pressure on o-Ps characteristic in biphenyl"
 - Debowska, M., Rudzinska-Girulska, J., Suzuki, T. and Piglowski, J., "Polyamid/acrylic rubber blends studied by positron annihilation and other methods"
 - Suzuki, T., Kondo, K., Hamada, E., and Ito, Y., "Radiation effects on positronium formation"
11. 5th Internatinal Conference on Nuclear and Radiochemistry, Pontresina, Switzerland, Sept.3-8, 41-44, 2000
- Takamiya, K., Akamine, M., Shibata, S., Shinohara, A., Shibata, T., Ito, Y., Imamura, M., Uwamino, Y., Nogawa, N., Baba, M., Iwasaki, S., Matsuyama, S., "Measurement of the excitation function for $^{63}\text{Cu}(n,p)^{63}\text{Ni}$ at $E_n < 6.5\text{MeV}$ "
 - Shinohara, A., Miura, T., Yokoyama, A., Takamiya, K., Kaneko, T., Muroyama, T., Saito, T., Hamajima, Y., Muramatsu, H., Kojima, S., Baba, H. and Furukawa, M., "Pion Transfer Processes of Pionic Atoms in the Gas and Liquid Phases"
12. MC2000, International Conference on Advanced Monte Carlo for Radiation Physics, Particle Transport Simulation and Applications, 23-26 October, 2000, Lisbon, Portugal.
- Sato, T. , Shin, K., Ban, S., Gabriel, T. A., Fu, C. Y. and Lee, H. S., "PICA3, An Updated code of Photo-Nuclear Cascade Evaporation Code PICA95, and its Benchmark Experiments"

- Hirayama, H., "Application of Monte Carlo Code to a Study of Gamma-Ray Buildup Factors, Skyshine and Duct Streaming"
- Namito, Y. and Hirayama, H., "Comparison of EGS4 and Measurements Regarding K-X ray and Bremsstrahlung Photons"
- Bielajew, A. F., Hirayama, H., Namito, Y. and Nelson, W. R., "The Status of "The Physics of EGS5" project"

13. Pulsed Power Meeting ,Oct. 26-27, Korea

- Kasani, M., Sato, K., Miyamoto, T., Baba, A., Horiuchi, R., Takasugi, K., Sasaki, S., Lu, M., Vikhrev, V.V., "Cathode Effects in plasma Focus Discharge"

4.2 Other

1. 第1回積算線量計測セミナー、2000年6月2日、宇宙開発事業団、筑波宇宙センター
 - 俵 裕子、“CR-39 および TLD-MOS データの組合せによる宇宙放射線評価の試み”
2. 第37回理工学における同位元素研究発表会 2000年7月3日-5日
 - 平山英夫、“電磁カスケードモンテカルロ・シミュレーションの進展－EGS4とその放射線計測・利用への応用(特別講演)”
 - 榎本和義、石原豊之、豊田晃弘、“加速器施設解体時における線量評価(1)”
 - 豊田晃弘、江田和由、石原豊之、榎本和義、“加速器施設解体時における線量評価(2)”
3. 第4回分析化学東京シンポジウム・2000 機器分析東京討論会 2000年8月30日-9月1日、幕張メッセ
 - 平雅文、神田征夫、“化学発光式 NO_x 計を用いる大気硝酸ガス及び亜硝酸ガスの連続測定システム”
4. 2000年秋期第61回応用物理学会学術講演会、2000年9月3日-7日、北海道工業大学
 - 永松 愛子、上垣内 茂樹、益川 充代、俵 裕子、林 義孝、正木 道子、熊谷 秀則、“CR-39 及び TLD-MSO データの組み合わせによる STS-95 の宇宙放射線評価(I)”
 - 齋藤究、佐々木慎一、俵裕子、柴村英道、“高圧 Xenon におけるシンチレーション光”
5. 第2回積算線量計測セミナー、2001年9月8日、宇宙開発事業団、筑波宇宙センター
 - 俵 裕子、“受動型線量計測の開発状況と今後の問題点について”
6. 2000 日本放射化学会年会・第44回放射化学会討論会 2000年9月12日-14日 甲南大
 - 沖雄一、遠藤章、神田征夫、近藤健次郎、“高エネルギー陽子加速器のトンネル内に生成する放射性エアロゾル(III)”
 - 赤堀誠至、手鹿恵理子、島田亜佐子、奥野健二、佐々木慎一、鈴木健訓、近藤健次郎、“トリチウムの選択的分離の基礎的研究(I) 一水の分離一”
 - Chen, Z.Q., Suzuki, T., Uedono, A., Tanigawa, S. and Ito, Y., “Free volume in polycarbonate studied by positron annihilation: Temperature and irradiation effect on positronium formation”

- 鈴木健訓、近藤健次郎、濱田栄作、陳志権、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”
 - 沼尻正晴、三浦太一、沖 雄一、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 12GeV 陽子による生成核断面積の測定”
 - 赤堀誠至、手鹿恵理子、児玉博、島田亜佐子、奥野健二、佐々木慎一、鈴木健訓、近藤健次郎、“加速器トンネルに生成するトリチウムの測定 (2) – 中空糸高分子膜を用いた水の濃縮について –”
7. 日本原子力学会、2000 年秋の大会、2000 年 9 月 15 日-17 日、青森大学
- 明午伸一郎、高田弘、執行信寛、伊賀公紀、岩本洋介、木附洋彦、石橋健二、前畑京介、有馬秀彦、中本建志、沼尻正晴、“1.5GeV 陽子入射に伴う厚い鉄ターゲットから生成する中性子スペクトルの測定”
 - 三浦太一、高橋一智、石浜茂夫、国府田保、“高エネルギー陽子加速器迷路における漏洩中性子の測定”
 - 高橋史明、坂本幸夫、平山英夫、金子堅一、“点減衰核法によるガンマ線遮蔽計算の精度”
 - 執行信寛、岩本洋介、佐藤大樹、石橋健二、沼尻正晴、中本建志、“高エネルギー中性子検出に関する飛行時間法の時間分解能の向上”
8. 日本物理学会第 55 回年次大会、新潟大学 2000 年 9 月 22 日-25 日
- 伊藤 寛、“C₆₀ 中での陽電子消滅 γ 線ドップラー幅の温度依存性”
9. 日本分析化学会第 49 年会 2000 年 9 月 26-28 日 岡山大学
- 別所光太郎、神田征夫、山本博将、谷口真一朗、早下隆士、寺前紀夫、“ナトリウム選択性クロモイオノフォアの界面活性剤ミセル中における発色挙動”
10. 京都大学原子炉実験所専門研究会「陽電子ビームの形成と理工学への応用」、2000 年 11 月 1-2 日、京大原子炉
- 伊藤泰男、鈴木健訓、“ポジトロニウム形成に対する電場効果と照射効果の関係”
11. 第 70 回 Tuesday Evening Seminar、2000 年 10 月 17 日、宇宙開発事業団、筑波宇宙センター
- 俵 裕子、“実験とモンテカルロ計算を組み合わせたシンチレーション検出器の特性評価 – NaI(Tl) の絶対蛍光効率と分解能 –”
12. 日本宇宙生物学会第 14 大会、2000 年 10 月 19 日-20 日、福島県立医科大学
- 永松 愛子、上垣内 茂樹、中野 完、益川 充代、俵 裕子、林 義孝、正木 道子、熊谷 秀則、“CR-39 および TLD-MOS データの組合せによる STS-95 の宇宙放射線評価”
13. 平成 12 年度主任者部会年次大会 (第 41 回主任者研修会) 2000 年 11 月 17 日-18 日
- 平山英夫、“放射線発生装置取扱施設の対応 (シンポジウム)”
14. Seminar on Accelerator Safety, November 16-17, Variable Energy Cyclotron Centre, Calcutta, India
- T. Shibata, “Radiation Safety for the KEK-JAERI High-Intensity Proton Accelerator Complex”
15. 1999 Symposium on Nuclear Data, November 18-19, 1999, JAERI, Tokai, Japan

- Meigo, S., Takada, H., Shigyo, N., Iga, K., Iwamoto, Y., Kitsuki, H., Ishibashi, K., Maehata, K., Arima, H., Nakamoto, T., Numajiri, M., “Measurements of Neutron Spectra Produced from a Thick Tungsten Target Bombarded with 1.1 and 2.3 GeV/c Protons and π^+ Mesons”
 - Iwamoto, Y., Iga, K., Kitsuki, H., Tenzou, H., Ishimoto, S., Shigyo, N., Maehata, K., Ishibashi, K., Nakamoto, T., Numajiri, M., Meigo, S., Takada, H., “Measurement of Neutron-production Double- differential Cross Sections for High-energy Pion-incident Reaction”
16. 京都大学原子炉実験所専門研究会「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」,2000年12月25-26日、京大原子炉
- 齋藤直、小寺克茂、鈴木健訓、“水中におけるポジトロニウムの寿命の温度依存性”
17. 宇宙環境計測セミナー、2001年1月30日、宇宙開発事業団、筑波宇宙センター
- 俵 裕子、“受動・積分型線量計 (TLD・CR-39) の組み合わせによる宇宙放射線計測”
18. 「放射線検出器とその応用」(15回)、2001年1月31-2月2日、KEK
- 佐々木道也、中尾徳晶、布宮智也、中村尚司、柴田徳思、福村明史、“高エネルギー中性子に対するNE213有機液体シンチレータの応答関数測定と遮蔽実験への適用”
 - 俵 裕子、佐波 俊哉、永松 愛子、正木 道子、熊谷 秀則、小倉 紘一、“CR-39(TNF-1)の0.25-15MeV速中性子検出感度”
 - 柴村英道、佐々木慎一、俵裕子、齋藤究、宮島光弘、“ヨウ化セシウムシンチレータの発光特性”
 - 齋藤究、俵裕子、柴村英道、佐々木慎一、“気体Xeにおけるシンチレーション光子数の測定”
19. 第3回積算線量計測セミナー、2001年3月1日、宇宙開発事業団、筑波宇宙センター
- 俵 裕子、“宇宙放射線によるターゲットフラグメンテーションについて”
20. 第2回「環境放射能」研究会、2001年3月15-16日、KEK
- 沼尻正晴、三浦太一、沖雄一、鈴木健訓、近藤健次郎、“陽子加速器ビームライン室内の残留放射能”
 - 新井大輔、長島泰夫、高橋努、三浦太一、別所光太郎、石浜茂夫、関李紀、“高エネルギー陽子加速器ビームラインにおけるシールドコンクリート中の ^{36}Cl 測定”
 - 豊田晃弘、江田和由、石原豊之、榊本和義、柴田徳思、“SFサイクロトロン施設の放射化量評価と除染”
 - 江田和由、豊田晃弘、石原豊之、榊本和義、柴田徳思、“電子シンクロトロン施設建家の放射化量評価と除染”
 - 三浦太一、早坂直人、石浜茂夫、大塚憲一、国府田保、“高エネルギー施設駆体中のトリチウム濃度”
 - 赤堀誠至、手鹿恵理子、児玉博、島田亜佐子、奥野健二、佐々木慎一、鈴木健訓、近藤健次郎、“中空糸高分子膜を用いたトリチウムの濃縮について(2)”
21. 日本原子力学会、2001年春年会、2001年3月27日-29日、武蔵工業大学
- Sato, T., Yuasa, R., Shin, K., Ban, S. and Lee, H. S., “Target Thickness Dependence of 90° Direction Photo-Neutron Yields for 2GeV Electrons”
 - Ban, S., Nakamura, H., Sato, T. and Shin, K., “Radioactivity Produced in Thick Targets by 0.1 - 10 GeV Electrons”

- Maetaki, S., Sato, T., Shin, K. S. and Lee, H. S., “Measurements of 90° Direction Low-Energy Photo-Neutron Yields for 2GeV Electrons”
- Kurosawa, N., Harima, Y., Hirayama, H., Nemoto, M., Sakamoto, Y., Sasamoto, N., Masukawa, H., Nakashima, H., Hayashi, K., Tayama, R. and Abe, T., “Validity of 4 Parameter Skyshine Dose Approximation Formula”
- Shigyo, N., Iwamoto, Y., Ishimoto, S., Satoh, D., Kawasaki, Y., Takayama, Y., Tenzou, H., Ishibashi, K., Nakamoto, T., Numajiri, M. and Meigo, S., “Neutron-Production Double-differential Cross Sections in Most Forward Directions for 800 MeV Proton Incident”
- Aoki, T., Baba, M., Miura, T., Kawata, N., Sanami, T., Hiroshi, T., Hagiwara, M., Nakashima, H. and Tanaka, S., “Measurements of Elastic Scattering Cross Section for 75 MeV Neutrons”
- Hiroshi, T., Baba, M., Hirasawa, M., Miura, T., Aoki, T., Kawata, N., Sanami, T., Tanaka, S., Nakashima, H. and Meigo, S., “Measurements of Double Differential (n,xZ) Cross Section of Nitrogen, Oxygen, Aluminum for 75 MeV Neutrons”
- Miura, T., Baba, M., Kawata, N., Hiroishi, T., Sanami, T., Aoki, T. and Hagiwara, M., “Development of High-Performance Neutron Spectrometer using Position Sensitive Photomultiplier”

22. 2001 年春期第 48 回応用物理学会学術講演会、2001 年 3 月 28 日-31 日、明治大学

- 俵裕子、佐波俊哉、永松愛子、正木道子、熊谷秀則、小倉絃一、“速中性子に対する CR-39(TD-1,TNF-1) の感度比較”
- 永松 愛子、上垣内 茂樹、益川 充代、俵 裕子、正木 道子、熊谷 秀則、“受動積算型線量計を用いた宇宙放射線量計測法の開発 (I)”
- 齋藤究、俵裕子、佐々木慎一、柴村英道、“高圧気体 Xenon におけるシンチレーション光子数測定”
- 佐々木慎一、俵裕子、齋藤究、柴村英道、宮島光弘、“無機シンチレータの蛍光効率と分解能”

5 Reports etc. (2000.4-2001.3)

5.1 KEK Proceedings

1. Sasaki, S., Shibata, T., Takahashi, H. and Nakazawa, M. edited, "Radiation Detectors and Their Uses", Proceedings of the 14th Workshop on Radiation Detectors and Their Uses", 1-3 February, 2000, KEK, Tsukuba, Japan, *KEK Proceedings 2000-14*(2000).
2. Miura, T edited, "Proceedings of the First Workshop on Environmental Radioactivity", March 30-31, 2000, KEK, Tsukuba, Japan, *KEK Proceedings 2000-13*(2000).
3. Hirayama, H., Namito, Y. and Ban, S. edited, "Proceedings of the Second International Workshop on EGS", August 8- 12, 2000, KEK, Tsukuba, Japan, *KEK Proceedings 2000-20*(2000).

5.2 KEK Internal

1. Hirayama, H. and Namito, Y., "Implementation of a General Treatment of Photoelectric-related Phenomena for Compounds or Mixtures in EGS4", *KEK Internal 2000-3* (2000).
2. Namito, Y. and Hirayama, H., "LSCAT: Low-Energy Photon-Scattering Expansion for the EGS4 Code (Inclusion of Electron Impact Ionization)", *KEK Internal 2000-4* (2000).
3. 平雅文、別所光太郎、神田征夫、"化学安全管理報告"、*KEK Internal 2000 - 9*(2000).
4. Hirayama, H., "Lecture Note on Photon Interactions and Cross Sections", *KEK Internal 2000-10* (2000).
5. 中尾徳晶、伴秀一、平山英夫、柴田徳思、野口修一、門倉英一、"大強度陽子リニアック新設に伴う放射線安全対策"、*KEK Internal 2000-11* (2000).
6. 佐々木慎一、飯島和彦、"中性子中間子研究施設における医学陽子線ビームラインの廃止とそれに伴う放射線安全対策"、*KEK-Internal 2000-12*(2000).
7. 佐々木慎一、川合将義 編集、"核燃料物質に関わる放射線安全対策"、*KEK Internal 2000-13* (2000).
8. 平雅文、別所光太郎、"バーコードによる薬品管理システム"、*KEK Internal 2000-14* (2000).
- 9.
10. Ban, S., Ebihara, H., Eda, K., Hirayama, H., Hozumi, K., Iijima, K., Ishihara, T., Itoh, Y., Kuramochi, N., Masumoto, K., Miura, T., Nagai, R., Nakao, N., Nakamura, H., Namito, Y., Numajiri, M., Oki, Y., Sanami, T., Sasaki, S., Suzuki, T., Takahara, S., Takahashi, K., Tawara, H., Toyoda, A., Toyoshima, N. and Shibata, T., "放射線管理報告-1999年度- (in Japanese)", *KEK Internal 2000-15*(2001).
11. 佐波俊哉、波戸芳仁、平山英夫、竹内康紀、古川和郎、"直線加速装置入射路の使用変更に伴う放射線安全対策"、*KEK-Internal-16* (2001).
12. Kossov, M. V., "Manual for the CHIPS event generator", *KEK Internal 2000-17* (2001).
13. 沼尻正晴、沖雄一、三浦太一、鈴木健訓、近藤健次郎、"高エネルギー加速器施設における内部被曝線量評価上の諸問題 -放射性エアロゾルの放射能濃度測定について-"、*KEK Internal 2000-19* (2001).
14. Hirayama, H. and Namito, Y., "Lecture Notes of Radiation Transport Calculation by Monte Carlo Method", *KEK Internal 2000-20* (2001).

6 Internal Reports of Radiation Science Center (2000.4-2001.3)

6.1 RAD-D

- RAD-D 2000/1 平山、“統合計画での出入管理での検討課題”
- RAD-D 2000/2 平山、“高エネルギー加速器周辺土壌中の ^{14}C 及び ^{40}K 生成について”
- RAD-D 2000/3 中村、“TLD バッジの ^{241}Am による照射テスト”
- RAD-D 2000/4 俵、穂積、佐々木、“照射棟 X 線発生装置の性能と特性—管電圧 60, 120, 200kV でのエネルギースペクトル測定—”
- RAD-D 2000/5 豊田、江田、波戸、“ ^{137}Cs 汚染土壌の NaI シンチレータ測定 of EGS4 による評価”
- RAD-D 2000/6 俵、佐波、“速中性子に対する CR-39(TD-1, TNF-1) の検出感度比較”
- RAD-D 2000/7 波戸、大塚、石浜、“中性子レムカウンターの静電気による誤動作”
- RAD-D 2000/8 平山、“大型加速器施設における安全対策について”
- RAD-D 2000/9 平山、“統合計画建設に当たって検討すべき放射線安全関連の課題”
- RAD-D 2000/10 三浦、北島、石浜、“東カウンターホール雨水汲み上げ井戸の地下水中トリチウム測定における蒸留の必要性検討”
- RAD-D 2000/11 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”

6.2 RAD-S

RAD-S 2000/1	高橋、国府田、“光源棟蓄積時サーベイ”
RAD-S 2000/2	高橋、国府田、中嶋、大塚、“光源棟入射時サーベイ”
RAD-S 2000/3	高橋、“電子陽電子入射器環境測定用 TLD バッジ測定結果”
RAD-S 2000/4	佐波、波戸、“KEKB 入射時における BT-AR 境界 AR 側での線量率測定”
RAD-S 2000/5	飯島、国府田、“Dose Rate at Duct Surface in P4 Line”
RAD-S 2000/6	飯島、国府田、“Dose Rate at Duct Surface in NML Line”
RAD-S 2000/7	飯島、大塚、中嶋、“中間子第 1 実験室測定結果”
RAD-S 2000/8	飯島、国府田、北島、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
RAD-S 2000/9	飯島、中嶋、北島、“放射光アイソトープ実験施設定期放射線測定結果”
RAD-S 2000/10	飯島、中嶋、北島、“放射性試料測定棟、RI 棟、放射化物加工棟 定期放射線測定結果”
RAD-S 2000/11	佐波、“超伝導加速空洞横型性能測定装置 (D10) 運転時サーベイ”
RAD-S 2000/12	飯島、石浜、“プースタービームダンプ室停止時サーベイ”
RAD-S 2000/13	中村、中嶋、“KEKB-BT 地上部の TLD による積算線量”
RAD-S 2000/14	中村、“ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定”
RAD-S 2000/15	中村、“KEKB-BT 地上部のフィルムバッジによる空間線量の測定”
RAD-S 2000/16	中村、“AR 南実験室屋上の空間線量率測定”
RAD-S 2000/17	佐波、“熱中性子標準棟線源使用時サーベイ”
RAD-S 2000/18	中村、中嶋、北島、“KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (5 月分)”
RAD-S 2000/19	中村、“ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定”
RAD-S 2000/20	佐波、“超伝導空洞運転時周辺サーベイ”
RAD-S 2000/21	飯島、武田、大塚、“中間子第 1 実験室測定結果”
RAD-S 2000/22	飯島、国府田、中嶋、“放射光アイソトープ実験施設定期放射線測定結果”
RAD-S 2000/23	飯島、国府田、北島、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
RAD-S 2000/24	飯島、武田、北島、大塚、“放射性試料測定棟、RI 棟、放射化物加工棟 定期放射線測定結果”
RAD-S 2000/25	飯島、中嶋、北島、“中間子第 1 実験室測定結果”
RAD-S 2000/26	佐波、“KEKB ダクトシャフト室サーベイ”
RAD-S 2000/27	中村、“ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定”
RAD-S 2000/28	飯島、国府田、“Dose Rate at Duct Surface in NML Line”
RAD-S 2000/29	俵、中嶋、“筑波直線部衝突点真空ダクト表面線量の測定”
RAD-S-2000/30	中村、“ATF 運転終了後の表面空間線量率の測定”
RAD-S 2000/31	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-2000/32	中村、“KEKB 運転停止直後の表面空間線量率測定”
RAD-S 2000/33	飯島、国府田、大塚、“Dose Rate at Duct Surface in NML Line”
RAD-S 2000/34	飯島、国府田、大塚、“Dose Rate at Duct Surface in P4 Line”

RAD-S-2000/35	中村、“AR 運転停止直後の表面空間線量率測定”
RAD-S-2000/36	中村、“KEKB 運転停止直後の表面空間線量率測定”
RAD-S 2000/37	中村、中嶋、“KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (7 月分)”
RAD-S 2000/38	飯島、石浜、武田、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
RAD-S 2000/39	飯島、北島、大塚、“中間子第 1 実験室測定結果”
RAD-S 2000/40	飯島、“放射光アイソトープ実験施設排水測定結果”
RAD-S 2000/41	国府田、中嶋、田辺、“放射光アイソトープ実験施設 定期放射線測定結果”
RAD-S 2000/42	飯島、武田、北島、大塚、“放射性試料測定棟、RI 棟、放射化物 加工棟 定期放射線測定結果”
RAD-S 2000/42-2	飯島、渡部、武田、大塚、“NML 利用施設機械室 (2 階) サーベイ結果”
RAD-S 2000/43	飯島、秋山、武田、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
RAD-S 2000/44	飯島、北島、石浜、“中間子第 1 実験室測定結果”
RAD-S 2000/45	飯島、秋山、武田、“中間子第 1 実験室測定結果”
RAD-S 2000/46	飯島、中嶋、北島、“放射光アイソトープ実験施設 定期放射線測定結果”
RAD-S 2000/47	飯島、“放射光アイソトープ実験施設排水測定結果”
RAD-S 2000/48	飯島、秋山、大塚、“放射性試料測定棟、RI 棟、放射化物加工棟 定期放射線測定結果”
RAD-S 2000/49	飯島、国府田、大塚、“表面密度測定結果 (NML 定期測定)”
RAD-S 2000/50	小林 (仁)、浦野、榎本、伴、“KEKB 制御室からのリニアック運転の ためのインターロック確認”
RAD-S 2000/51	中尾、“大強度リニアック棟 地下トンネルイオン源サーベイ”
RAD-S 2000/52	佐波、“超伝導加速空洞エージング時直線部境界での線量率測定”
RAD-S 2000/53	波戸、“アセンブリーホール直線型加速器搬出に伴う解体前測定”
RAD-S 2000/54	中村、“AR 南実験室屋上の空間線量率測定”
RAD-S 2000/55	中尾、“大電力ビームテスト管の設置に伴うサーベイ”
RAD-S 2000/56	波戸、中嶋、秋山、“アセンブリーホール RI 排水の Ge 測定”
RAD-S 2000/57	中尾、“大電力 UHF クライストロン設置に伴うサーベイ”
RAD-S 2000/58	中村、“ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定”
RAD-S 2000/59	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 2000/60	中村、“AR 南北実験室内の空間線量率測定”
RAD-S 2000/61	中村、“AR 北実験棟の管理区域境界での空間線量率測定”
RAD-S 2000/62	中村、“KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (11 月分)”
RAD-S 2000/63	伊藤、“AR-PF 北棟内管通孔線量率の測定”
RAD-S 2000/64	佐波、佐々木、俵、“KEKB ファクトリーアポート時の線量率測定”
RAD-S-2000/65	中村、伊藤、大塚、須藤、“KEKB 運転終了後の表面空間線量率測定”
RAD-S 2000/66	飯島、国府田、北島、“Dose Rate at Duct Surface in NML Line”
RAD-S 2000/67	小林、高橋、伴、“入射器のインターロック制御ソフト書き換えの確認”
RAD-S 2000/68	中村、“KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (12 月分)”
RAD-S 2000/69	中村、“ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定”

RAD-S 2000/70	波戸、石浜、大塚、“アセンブリーホール内クリーンルームサーベイ”
RAD-S 2000/71	中村、“トリスタンリングで使用した鉛の放射能について”
RAD-S 2000/72	中村、“KEKB 運転終了後の表面線量率
RAD-S 2000/73	中村、“KEK-BT 運転停止直後の表面線量率測定”
RAD-S 2000/74	中村、“KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間清涼率の測定 (1 月分)”
RAD-S 2000/75	中村、“AR 南北実験室内の空間線量率測定”
RAD-S 2000/76	中村、“AR 南実験室屋上の空間線量率測定”
RAD-S 2000/77	中村、“ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定”
RAD-S 2000/78	中村、伊藤、渡部、秋山、“AR の運転終了後の表面線量率測定”
RAD-S 2000/79	中村、“AR 南実験室内の中性子測定”
RAD-S 2000/80	中村、“大強度リニアックの RFQ の表面空間線量率測定”
RAD-S 2000/81	中村、“ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定”
RAD-S 2000/82	三浦、高橋、国府田、石浜、“EP2 K0 エリアサーベイ”
RAD-S 2000/83	三浦、高橋、国府田、石浜、“EP2 P1 エリアサーベイ”
RAD-S 2000/84	三浦、高橋、国府田、石浜、“EP2 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/85	三浦、高橋、国府田、石浜、“EP2 ビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/86	三浦、高橋、北島、石浜、“EP2 K0 エリアサーベイ (A ライン運転中)”
RAD-S 2000/87	三浦、高橋、北島、石浜、“東カウンターホール空間線量率測定”
RAD-S 2000/88	三浦、石浜、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/89	三浦、高橋、渡部、大塚、“EP2 K0 エリアサーベイ (運転時)”
RAD-S 2000/90	高橋、武田、大塚、“東カウンターホール空間線量率測定”
RAD-S 2000/91	三浦、石浜、“ニュートリノラインターゲット冷却水測定”
RAD-S 2000/92	穂積、早坂、中嶋、武田、“EP2 ライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/93	三浦、国府田、“EP2 K0 エリアサーベイ”
RAD-S 2000/94	三浦、国府田、“EP2 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/95	穂積、早坂、中嶋、武田、“EP1 ライン”
RAD-S 2000/96	三浦、渡部、“ニュートリノビームライン表面線量率測定結果”
RAD-S 2000/97	穂積、高橋、中嶋、北島、大塚、田辺、“ニュートリノライン 空間線量率測定結果”
RAD-S 2000/98	三浦、高橋、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/99	穂積、大塚、“北カウンターホール機械室 空間線量測定”
RAD-S 2000/100	三浦、高橋、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/101	高橋、中嶋、石浜、“東カウンターホール空間線量率測定”
RAD-S 2000/102	高橋、国府田、中嶋、“北カウンターホール空間線量率測定結果”
RAD-S 2000/103	三浦、穂積、北島、大塚、“ニュートリノビームラインスミア”
RAD-S 2000/104	三浦、穂積、北島、大塚、“EP1 ビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/105	穂積、大塚、“EP1-B ビームライン表面線量率測定結果”
RAD-S 2000/106	三浦、穂積、北島、大塚、“ニュートリノビームライン表面線量率測定結果”
RAD-S 2000/107	三浦、穂積、北島、大塚、“EP1 ビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/108	三浦、北島、“EP2 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/109	三浦、北島、“EP2 K0 エリアサーベイ”
RAD-S 2000/110	三浦、北島、“東カウンターホール EP2 ビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/111	三浦、秋山、武田、石浜、“ニュートリノラインターゲット冷却水測定”

RAD-S 2000/112	三浦、秋山、武田、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/113	穂積、秋山、“EP2 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/114	穂積、秋山、“EP1 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/115	三浦、武田、大塚、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/116	三浦、武田、大塚、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/117	三浦、高橋、豊田、江田、武田、大塚、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/118	三浦、穂積、北島、大塚、“ニュートリノビームライン表面線量率測定結果”
RAD-S 2000/119	穂積、石浜、“EP2 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/120	穂積、武田、“EP1-B ビームライン表面線量率測定結果”
RAD-S 2000/121	穂積、秋山、中嶋、武田、“EP2 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/122	穂積、秋山、中嶋、武田、“EP1 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/123	穂積、高橋、中嶋、大塚、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/124	穂積、高橋、中嶋、大塚、“ニュートリノビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/125	穂積、高橋、中嶋、大塚、“EP1 ビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/126	穂積、高橋、中嶋、“東カウンターホール空間線量率測定”
RAD-S 2000/127	穂積、高橋、秋山、国府田、大塚、石浜、“北カウンターホール空間線量率測定”
RAD-S 2000/128	三浦、渡部、“EP2 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/129	三浦、渡部、“ニュートリノビームライン表面線量率測定結果”
RAD-S 2000/130	三浦、渡部、“東カウンターホール EP2 ビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/131	高橋、大塚、石浜、“東カウンターホール空間線量率測定”
RAD-S 2000/132	高橋、石浜、大塚、“北カウンターホール空間線量率測定”
RAD-S 2000/133	三浦、渡部、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/134	穂積、渡部、石浜、大塚、“EP2 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/135	穂積、高橋、中嶋、“ニュートリノビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/136	穂積、高橋、秋山、中嶋、“EP1 ビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/137	穂積、秋山、“EP1-B ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/138	穂積、渡部、石浜、大塚、“EP1 ビームライン表面線量率測定”
RAD-S 2000/139	高橋、中嶋、国府田、“EP2 ビームライン表面線量率測定結果”
RAD-S 2000/140	高橋、国府田、中嶋、“EP2 ビームライン定期スミア”
RAD-S 2000/141	穂積、高原、中嶋、大塚、須藤、“北カウンターホール空間線量率測定”
RAD-S 2000/142	三浦、中嶋、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/143	穂積、国府田、“北カウンターホール機械室空間線量率測定”
RAD-S 2000/144	三浦、北島、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/145	高原、北島、石浜、“ニュートリノライン空間線量率測定結果”
RAD-S 2000/146	高原、北島、石浜、“ニュートリノ第2機械棟周辺サーベイ”
RAD-S 2000/147	三浦、石浜、“ニュートリノビームライン表面線量率測定結果”
RAD-S 2000/148	三浦、石浜、“ターゲットステーション空間線量率測定”
RAD-S 2000/149	高原、国府田、中嶋、石浜、大塚、須藤、“ニュートリノライン空間線量率測定結果”
RAD-S 2000/150	中村、中嶋、“KEK-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定(2, 3 月分)”

RAD-S 2000/151 武田、北島、大塚、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/152 秋山、石浜、“PS系加速器冷却水中の³H濃度”
 RAD-S 2000/153 武田、“排水中放射性物質濃度測定結果”
 RAD-S 2000/154 飯島、武田、大塚、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/155 秋山、武田、石浜、“放射性物質廃棄物第2, 3, 4保管棟周辺サーベイ”
 RAD-S 2000/156 武田、北島、大塚、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/157 武田、大塚、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/158 飯島、江田、豊田、武田、石浜、大塚、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/159 北島、石浜、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/160 国府田、中嶋、北島、“放射性物質廃棄物2, 3, 4保管棟周辺サーベイ”
 RAD-S 2000/161 中嶋、北島、石浜、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/162 江田、北島、石浜、大塚、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/163 武田、石浜、大塚、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/164 飯島、戸塚、千村、木村、市来、中嶋、北島、“排水測定結果”
 RAD-S 2000/165 飯島、中嶋、北島、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/166 中嶋、北島、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/167 中嶋、北島、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/168 中嶋、北島、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/169 飯島、中嶋、北島、石浜、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/170 飯島、戸塚、市来、中嶋、北島、“排水測定結果”
 RAD-S 2000/171 飯島、豊田、中嶋、北島、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/172 飯島、戸塚、市来、木村、中嶋、北島、“排水測定結果”
 RAD-S 2000/173 飯島、中嶋、北島、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/174 飯島、中嶋、北島、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/175 飯島、戸塚、市来、千村、中嶋、北島、“排水測定結果”
 RAD-S 2000/176 飯島、中嶋、北島、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/177 飯島、中嶋、北島、“定期放射線測定結果”
 RAD-S 2000/178 飯島、秋山、中嶋、“中間子第1実験室測定結果”
 RAD-S 2000/179 飯島、秋山、北島、“中間子第1実験室測定結果”
 RAD-S 2000/180 飯島、北島、石浜、“中間子第1実験室測定結果”
 RAD-S 2000/181 飯島、秋山、北島、“中間子第1実験室測定結果”
 RAD-S 2000/182 飯島、北島、須藤、“中間子第1実験室測定結果”
 RAD-S 2000/183 飯島、秋山、中嶋、“中間子第1実験室測定結果”
 RAD-S 2000/184 飯島、秋山、大塚、“中間子第1実験室測定結果”
 RAD-S-2000/185 飯島、北島、大塚、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
 RAD-S-2000/186 飯島、武田、石浜、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
 RAD-S-2000/187 飯島、秋山、中嶋、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
 RAD-S-2000/188 飯島、石浜、北島、須藤、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
 RAD-S-2000/189 飯島、国府田、中嶋、須藤、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
 RAD-S-2000/190 飯島、中嶋、須藤、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”
 RAD-S-2000/191 飯島、秋山、石浜、“中性子・冷中性子実験室放射線測定結果”

- RAD-S-2000/192 飯島、渡部、武田、大塚、“NML 利用施設機械施設 (2 階) サーベイ結果”
- RAD-S-2000/193 大塚、“管理区域内加工作業に伴う内部被曝評価”
- RAD-S-2000/194 穂積、北島、“P18 系冷却水効果に伴う ^3H 濃度測定”
- RAD-S-2000/195 佐々木、照沼、石浜、武田、“筑波大陽子線照射施設サーベイ”
- RAD-S-2000/196 飯島、丸橋、秋山、国府田、“筑波大陽子線照射施設サーベイ”
- RAD-S-2000/197 飯島、北島、大塚、須藤、“NML 利用施設機械施設 (2 階) サーベイ結果”
- RAD-S-2000/198 北島、大塚、“PS8 系冷却水中の ^3H 濃度”
- RAD-S-2000/199 佐々木、中嶋、須藤、“冷中性子ビームライン (CN-2-3) ドップラーシフター”
設置に伴う空間線量率測定結果”
- RAD-S-2000/200 高橋、“EP1 トンネル内 ^{14}C 濃度測定結果”
- RAD-S-2000/201 伴、中尾、“大電力用 DTL モデル空洞の運転時サーベイ”

6.3 RAD-A

- RAD-A 2000/1 三浦、“運転停止時のカウンターホール入出管理方法”
- RAD-A 2000/2 俵、波戸、佐波、“KEKB, AR, BT, Linac 放射線管理区域内への
運搬業者 (運転手等) の立ち入り手順”
- RAD-A 2000/3 平山、“年末年始 管理区域出入り管理業務の一部変更について”

6.4 CHEM-A

依頼者所属		
CHEM-A-00/1	加速器	B-空洞用冷却水系フィルター吸着成分の分析
CHEM-A-00/2	加速器	KEKB マグネット冷却水施設側ポンプ内の黒色粒状物質の成分分析
CHEM-A-00/3	加速器	KEKB マグネット冷却水ストレナ内面堆積物の分析
CHEM-A-00/4	工作	ロウ付け剤固定用バインダー液の溶媒成分、ポリマー成分の分析
CHEM-A-00/5	加速器	KEKB トンネル内空洞 (D7-E) のカプラー冷却用チラーポンプ内付着物の成分分析
CHEM-A-00/6	加速器	KEKB 冷却水中の気泡ガスの分析
CHEM-A-00/7	加速器	合金 (スーパーインバー) 中の不純物元素の分析
CHEM-A-00/8	加速器	電源冷却水中の含有金属及び防錆剤の分析
CHEM-A-00/9	加速器	水中に残留する浄水器洗浄剤濃度の測定
CHEM-A-00/10	加速器	北実験室四極電磁石ホロコン中残留水の分析
CHEM-A-00/11	加速器	KEKB マグネット冷却水析出物の分析
CHEM-A-00/12	加速器	セプタム冷却水に含まれる含有金属、有機成分の分析
CHEM-A-00/13	共同利用	溶融水砕水槽スラグ排水中の陽イオン、陰イオンの分析
CHEM-A-00/14	加速器	ダミーロード冷却部堆積物の元素組成分析
CHEM-A-00/15	加速器	KEKB 大電力連続波クライストロン絶縁油の変性度の評価
CHEM-A-00/16	加速器	カプトン付着物及び黒色粉末試料の成分分析
CHEM-A-00/17	加速器	加速器施設で用いられるコネクターのプラスチック材の主成分の分析
CHEM-A-00/18	素核研	Belle CsI 冷却用ナイロンチューブ内面に付着する黒色成分の分析
CHEM-A-00/19	素核研	KEKB 筑波実験室チェレンコフカウンタ ZDLM 内純水の懸濁成分の分析
CHEM-A-00/20	共同利用	超臨界炭酸ガス水中の Ga、As の分析
CHEM-A-00/21	共同利用	超臨界炭酸ガス水中の Ga、As の分析
CHEM-A-00/22	加速器	KEK-B 純水ラインのメッシュフィルターに付着する茶褐色物質の成分分析
CHEM-A-00/23	共同利用	超臨界炭酸ガス水中の Ga、As の分析
CHEM-A-00/24	加速器	KEK-B 真空チェンバー用フローセンサー内付着物の分析
CHEM-A-00/25	加速器	KEK-B 真空チェンバー用フローセンサー羽根車部に付着する物質の分析
CHEM-A-00/26	共同利用	超臨界炭酸ガス水中の Ga、As の分析
CHEM-A-00/27	放射線	濃縮操作中に着色した環境水試料中の金属元素の分析
CHEM-A-00/28	共通	工作センター旧貯留槽内に残留する汚泥の成分分析
CHEM-A-00/29	共同利用	超臨界炭酸ガス水中の Ga、As の分析
CHEM-A-00/30	加速器	KEKB 冷却水系フロースイッチ内の軸部及びカバー付着物の分析
CHEM-A-00/31	共同利用	超臨界炭酸ガス水中の Ga、As の分析
CHEM-A-00/32	加速器	KEKB セラミックスチェンバー冷却水に溶存する金属材成分の分析
CHEM-A-00/33	加速器	D2 電源棟で採取した水道水の主要成分の分析

6.5 CHEM-W

- CHEM-W-00/1 排水試料中に含まれるシマジンの分析のためのクリーンアップ法の検討
- CHEM-W-00/2 有機リン化合物のガスクロマトグラフ分析における分析条件の検討