Contents

Part

1. Ma	aterials Science ······	1
P1-1	Functional Polymer Research Project · · · · · · · Leader : Yasunari Maekawa	2
P1-2	Advanced Catalyst Research Project · · · · · Leader : Tetsuya Yamaki	3
P1-3	Positron Nano-Science Research Project····· Leader : Atsuo Kawasuso	4
P1-4	Semiconductor Analysis and Radiation Effects Research Project · · · · · · · · Leader : Takeshi Ohshima	5
P1-5	Biocompatible Materials Research Project · · · · · Leader : Mitsumasa Taguchi	6
P1-6	Environmental Polymer Research Project · · · · · Leader : Noriaki Seko	7
P1-7	Element Separation and Analysis Research Project · · · · · Leader : Hironori Ohba	8
2. Life	e Science · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	9
P2-1	Ion Beam Mutagenesis Research Project · · · · · Leader : Yutaka Oono	10
P2-2	Microbeam Radiation Biology Research Project · · · · · Leader : Tomoo Funayama	11
P2-3	Medical Radioisotope Application Research Project · · · · · · Leader : Noriko S. Ishioka	12
P2-4	Accelerator-Neutron-Generated Radioisotope Research Project · · · · · · · Leader : Kazuyuki Hashimoto	13
P2-5	Radiotracer Imaging Research Project · · · · · Leader : Naoki Kawachi	14
P2-6	Radiation and Biomolecular Science Research Project · · · · · · Leader : Akinari Yokoya	15
P2-7	Biomolecular Function Research Project · · · · · · Leader : Motoyasu Adachi	16
P2-8	Biomolecular Structure and Dynamics Research Project · · · · · Leader : Taro Tamada	17
3. Ad	dvanced Quantum-Beam Technology · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	19
P3-1	Laser Compton Scatterring g-ray Research Project · · · · · Leader : Ryoichi Hajima	20
P3-2	Beam Engineering Section · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	22

Part

1. Ma	terials Science · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	23
1-01	Quantification of Interface Traps with g-ray, X-ray, and e-Beams for Devices with Low Internal Power Dissipation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	27
1-02	An Evaluation of Single Event Effect by Heavy Ion Irradiation on Atom Switch Memory and Field Programmable Gate Array · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	28
1-03	Radiation Degradation Characteristics of InGaP, GaAs and InGaAs Solar Cells Irradiated with 1 MeV Electrons ····································	29
1-04	Development of Fluorescent Nuclear Track Detector Based on Diamond Crystal · · · · · ·	30
1-05	Fabrication of Array of Shallow Single NV Centers in Diamond for Quantum Sensing Applications · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	31
1-06	Preparation of Carbonized Layer on Polyimide Ion-track Membranes Using Ar-ion Implantation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	32
1-07	Platinum Nanocones Electrodeposited in Ion-track Membranes of Different Materials · · ·	33
1-08	Prediction of Scintillation Light Yield Based on Sub-micrometer Radiation Transport Calculation and Förster Effect	34
1-09	Preparation of Nano-structure Controlled Ion-exchange Membranes by Ion Beams and Their Application to Seawater Concentration · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	35
1-10	How Does Ion-beam-irradiated Carbon Support Improve the Activity of Platinum Nanoparticle Catalysts?	36
1-11	Ion Track Etching of PVDF Films Irradiated with Fast C ₆₀ ⁺ Cluster Ions ····································	37
1-12	Electro-electrodialysis Performance of Radiation-grafted Cation-exchange Membranes with Different Graft Chains	38
1-13	Durability of Cation Exchange Membranes for the Membrane Bunsen Reaction in the Hydrogen Production IS Process · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	39
1-14	Design and Fabrication of Near-perfect Optical Absorbers Having Micro-structured Surface Using Etched Ion Tracks · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	40
1-15	Formation Mechanism of (111)-oriented Ti _{1-x} Al _x N Thin Films on Monocrystalline AlN by Reactive CVD	41
1-16	Development of Hydrogen Permselective Membranes by Radiation-induced Graft Polymerization into Porous PVDF Membranes · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	42
1-17	Using Small Angle Scattering Method to Reveal the Required Structure for Anion Exchange Fuel Cell Membranes with High Performance · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	43
1-18	Preparation of Novel Bipolar Membranes by an Asymmetric Radiation Grafting Method	44

1-19	Electrolyte Membranes by Radiation-induced Graft Polymerization	45
1-20	Preparation of Nitrogen-doped Carbon-based Catalysts by Electron-beam Irradiation Method: Effect of NH3 Concentration in Irradiation Atmosphere · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	46
1-21	Utilization of Ion Implantation for Synthesis of Nitrogen-doped Carbon Material with Catalytic Activity (2) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	47
1-22	Preparation of Orientation-controlled CeO ₂ Films on Sapphire Substrates by Sputtering · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	48
1-23	Fiber-optic Remote Laser-induced Breakdown Spectroscopy in Environment of High-Dose Radiation (1) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	49
1-24	Configuration Change Analysis of Ion-irradiated SiC Nanotube Using In-situ TEM Observation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	50
1-25	Electrical Properties of CNTFET with Al_2O_3 Passivation Layer for Gamma Irradiation \cdots	51
1-26	Electrochemical Hydrogen Absorbing Properties of Surface on LaNi Based Alloys by O ⁺ Irradiation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	52
1-27	Positron Annihilation Study of Ion-Beam Synthesized $\beta\text{-FeSi}_2 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$	53
1-28	Effect of Electron Beam Irradiation on the Luminescence Property of Titanium Oxide Powder · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	54
1-29	Study on Irradiation-Enhanced Precipitation in FeCu Alloy by Using Energetic Ion Irradiation and EXAFS Measurement · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	55
1-30	Synergetic Effect of He, H and Displacement Damages on the Void Swelling of F82H · · ·	56
1-31	Irradiation Effects of ADS Target Window Materials on Corrosion in liquid Metal · · · · · · · ·	57
1-32	Property Change of Oxygen Sensor Used in Liquid Metal under Gamma-ray Irradiation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	58
1-33	Evaluation of Irradiation Resistance of ODS Ferritic Steel for Fast Reactor Application · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	59
1-34	Ion Beam Induced Luminescence of CMPO-HDEHP/SiO ₂ -P Adsorbent · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	60
1-35	Application of Ferrite Process to Radioactive Waste -Study of Ferrite Product Stability by Micro-PIXE Analysis	61
1-36	Investigation of Hydrogen Gas Generation by Radiolysis for Cement-solidified Products of Used Adsorbents for Water Decontamination · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	62
1-37	Characterization of Phosphate Cement Irradiated by g-ray During Dehydration · · · · · · · ·	63
1-38	Effect of Damage Depth Profile on Hydrogen Isotopes Dynamics in W · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	64
1-39	Effects on Displacement Damage on Electrical Properties of Silicon Carbide · · · · · · · · ·	65

1-40	Irradiation Tests of Radiation Hard Components and Materials for ITER Blanket Remote Handling System · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	66
1-41	Development of Luminescence Profile Monitor for High Intensity Proton Accelerator Facility · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	67
1-42	Development of Information Acquisition Device in Light Water Reactor under Specific Environment · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	68
1-43	Study on Hydrogen Generation from Cement Solidified Products Loading Low-radioactive Liquid Wastes at Tokai Reprocessing Plant · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	69
1-44	Radiolytic Hydrogen Absorption Behavior of Explosive Bonded Zr/Ta/R-SUS304ULC Joint · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	70
1-45	Effects of the Inhibitors Against the Corrosion of Carbon Steel in the Diluted Seawater under Irradiation Conditions	71
1-46	Effect of Particle Size of the Zircaloy-4 Oxidation Product on the Hydrogen Generation in Water Radiolysis · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	72
1-47	Rust and Corrosion Mechanism of Carbon Steel in Dilute Chloride Solution at Low Dose Rates · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	73
1-48	Gamma Radiolysis of an Extractant for Minor Actinides, HONTA, in Dodecane Diluent	74
1-49	Radiation-induced Crosslinking of Polyamide11 in Presence of Triallylisocyanurate · · · · ·	75
1-50	Biodiesel Fuel Production from Mixed Oil consisting of Triglyceride/Free Fatty Acid using Radiation-grafted Fibrous Catalysts · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	76
1-51	Development of Novel Mass Production Method of Fibrous Grafted Adsorbent · · · · · · · · ·	77
1-52	Surface Modification of PA66 by Radiation Grafting · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	78
1-53	Development of Radiation-grafted Fibrous Adsorbent for Trivalent and Hexavalent Chromium Removal · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	79
1-54	Polymerization in ETFE films and in Chloromethylstyrene Solution under Gamma Ray Simultaneous Irradiation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	80
2. Life	Science ·····	81
2-01	Target Irradiation of Individual Cells Using Focusing Heavy-ion Microbeam of QST-Takasaki (VII): Utilization of Polypropylene Film Dish for Analyzing Heavy-ion Hit Effect of Irradiated Cells · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	84
2-02	Apoptosis Was Markedly Induced in Human Neural Stem Cells but not in Glioblastoma Cells after Gamma-ray and Carbon-ion Irradiation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	85
2-03	Epigenetic Modifier as a Potential Radiosensitizer for Heavy-ion Therapy on Malignancy (V) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	86
2-04	Analysis of Biological Effect on the 3D Cultured Tissue Induced by Heavy-ion	87

2-05	Bystander Mutagenic Effect via Secreted Factor(s) in Normal Human Fibroblasts Induced by Heavy Ions · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	88
2-06	Application of ESR method for Frozen Raw Bovine Livers under Practical Irradiation Condition · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	89
2-07	Observation of Oxidative Damage in DNA Sheet Generated Along Ion Beam Track · · · · ·	90
2-08	Detection of Initiator Caspase, Bm Dronc Protein in the Heavy-ion Irradiated Silkworm Egg During Early Development · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	91
2-09	Establishment of Irradiation Protocol of Carbon-ion Microbeam to Adult Japanese Medaka, <i>Oryzias latipes</i> ····································	92
2-10	Screening of Rice Mutants to Sophisticate Ion-beam Breeding Technology for Next Generation Agriculture · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	93
2-11	Analysis of Radiation-induced Mutation by Focusing on Plant Pigment Synthesis Genes · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	94
2-12	Breeding of the Oil-producing Algae by Heavy Ion beam Irradiation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	95
2-13	Characterization of <i>Sinorhizobium</i> Mutants Showing High Salt Tolerant Using the Ion Beam Mutation Breeding · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	96
2-14	Screening of Mutants Generated by Heavy Ion Beam for Identification of Genes Involved in Bacterial Interaction · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	97
2-15	Improvement of Autumn-flowering Spray-type Chrysanthemum Cultivar 'Kyura Syusa' by Ion Beam Irradiation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	98
2-16	Ion Beam Breeding of Rice for the Mutation Breeding Project of the Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	99
2-17	Determination of Ion Beam Irradiation Conditions for Callus of Tulip -the Second Report	100
2-18	Study on the Genetic Consequence of Low Dose Rate Gamma Irradiation in Plants · · · ·	101
2-19	Molecular Analysis of Carbon and Neon Ion Induced Mutations in Budding Yeast S. cerevisiae · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	102
2-20	Biological Effects of Cluster Ion Beams in Bacillus Subtilis · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	103
2-21	The Lethal Effect of Ion Beams and Gamma Rays on Bacillus Subtilis Spores · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	104
2-22	Low Cesium-accumulating Mutants of <i>Rhodococcus Erythropolis</i> CS98 Generated by Ion Beam Breeding	105
2-23	Effect of dnaE2 Knockout and Overexpression in the Radioresistant Bacterium Deinococcus Grandis · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	106
2-24	Investigation of Conditions to Isolate Non-urea Producing Gunma Sake Yeasts which are Suitable for Export · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	107
2-25	Mutational Breeding of Salt-resistant Chlamydomonas sp. Strains Reveals Salinity Stress-activated Starch-to-lipid Biosynthesis Switching	108

2-26	Evaluation of Radiation Effects Focusing on Body Posture in Caenorhabditis elegans · · ·	109
2-27	Effects of Hyperoxia and ⁶⁰ Co g-ray Irradiation on Lifespan in the Nematode C. elegans · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	110
2-28	Estimation of Damage Localization in DNA Irradiated with ¹² C ⁵⁺ and ⁶⁰ Co g-rays in the Solid State · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	111
2-29	Visualization of Boron within Cultured Glioma Cells Using Micro Particle Induced Gamma-ray Emission · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	112
2-30	Fluorine Distribution from Fluoride-containing Luting Materials to Dentin · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	113
2-31	Demineralize Prevention of Dentin With Fluoride Varnish via Automatic pH-cycling · · · · ·	114
2-32	Elemental and Immunohistochemical Analysis of the Lungs and Hilar Lymph Node in a Patient with Asbestos Exposure, A Pilot Study · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	115
2-33	Releasing of Carboplatin from Protamine-hyaluronic Acid Particles, Encapsulated in Lipid Nanocapsules · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	116
2-34	Distribution Changes of Trace Elements in Rats Lung Microvascular Endothelial Cells Treated with Nicotine or Wakosil by In-Air Micro-PIXE Analysis · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	117
2-35	Analysis of Trace Elements in Multiple Myeloma Cell Line Using In-Air Micro-PIXE · · · · ·	118
2-36	Iron Localization in Root Tips of Lotus Japonicus Using Micro-PIXE · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	119
2-37	Effects Of Chloride Ions On Cadmium Behaviors in Sorghum Plants · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	120
2-38	A Simulation Study on Imaging of a Proton Beam Using a Pinhole Camera Measuring Low-energy Photons	121
2-39	Estimation of the Kinetics of Nutrient Uptake Using Positron Imaging Data · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	122
2-40	Application of ⁶⁷ Cu Produced with Accele rator Neutrons to the Biodistribution Study · · · ·	123
2-41	Purification by Resin Method of High Radionuclidic Purity ⁸⁹ Zr Produced by Cyclotron · · ·	124
3. Adv	vanced Quantum-Beam Technology · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	125
3-01	Development of Wavelength Dispersive IBIL Detector Based on Multichannel Photomultipliers · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	128
3-02	RBS and FTIR Studies of Significant Fe Diffusion Assisted by Phase Transition · · · · · · · · ·	129
3-03	Neutron Measurements with the Bonner Sphere Spectrometer for the low Energy Region in the TIARA Neutron Field · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	130
3-04	Vacancy-induced Magnetism in GaN Film Probed by Spin-polarized Positron Beam · · · ·	131
3-05	Microbeam Formation of a 320 MeV ¹² C ⁶⁺ Using the Focusing Magnet at HX Course · · ·	132

3-06	Status Report on Technical Developments of the TIARA AVF Cyclotron · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	133
3-07	Status Report on Technical Developments of Electrostatic Accelerators · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	134
3-08	Handy Determination of Ion-beam Relative Intensity Distribution Based on Gamma-ray Irradiation Response of Gafchromic Film · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	135
3-09	Development of PIG Ion Source with Electric Magnet for Compact Ion Microbeam System · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	136
3-10	Development of Ion-beam Irradiation Techniques toward Mass Production of Ion-track Polymer Membranes · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	137
3-11	Development of an Integrated Optical Switch Embedded in Thin PDMS Film Fabricated by Proton Beam Writing · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	138
3-12	Effects of Proton Beam Irradiation on Optical Properties of TiO ₂ /polydimethylsiloxane Composite Material · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	139
3-13	Fabrication of Neutron Optics Devices Using PBW Technique · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	140
3-14	Formation of Nano-porous Surface Structures by Fast C ₆₀ Beam Bombardments······	141
3-15	Local Heating Induced by 0.72 MeV C ₆₀ ³⁺ Ion Impacts ····································	142
3-16	Distribution of the Number of Secondary Ions Emitted by Sub MeV C_{60} Ion Impacts \cdots	143
3-17	Thermal Stability of Irradiation-induced Non-equilibrium Lattice Structures of NiTi Intermetallic Compound · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	144
3-18	Optical Absorption due to Silver Nano-particles in Silica Glass Produced by 380keV-Ag Ion Implantation and Subsequent Energetic Heavy Ion Irradiation	145
3-19	Change in Magnetic Properties of FeRh by C ₆₀ Cluster Ion Beam Irradiation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	146
3-20	Shape Elongation of Embedded Metal Nanoparticles Induced by C ₆₀ Cluster Ion Irradiation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	147
3-21	Development of Nanomaterials and Visualization of Ion Tracks through Interactions between Cluster Ion Beams and Organic Materials · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	148
3-22	Production Yield of Swift MeV/atom Carbon Cluster Ions as a Function of Charge-changing Gas Pressure · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	149
3-23	Study on Interaction of Swift Cluster Ion with Matter · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	150
3-24	Transmission Properties of a 6-MeV Fullerene Ion Beam through a Wedge-shaped Glass Channel · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	151
3-25	Analysis of Linear Energy Transfer Effects on the Scintillation Properties of a Bi ₄ Ge ₃ O ₁₂ Crystal · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	152
3-26	An Evaluation of Microbicidal Effectiveness of Low Energy Electron Beam with $D\mu$ Approach · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	153

3-27	Optical Property of Tb-doped G9 Glass Material · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	154
3-28	Three-dimensional Elemental Analysis of Soil Sample by Particle Induced X-ray Emission-computed Tomography · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	155
3-29	In-situ Measurement of Li Distribution in All Solid-state Li-ion Battery · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	156
3-30	Dynamic Behavior of Elements with Low Atomic Numbers in Lithium Oxide Ceramics under Irradiation · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	157
3-31	Improvement of Sample Holder for PIXE Tomography · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	158
3-32	Mapping Analysis of Putative Microbial Fossils in Olivine Using Micro-PIXE · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	159
3-33	Quantitative Valuation of Radiation-induced Defects in Mineral: The Alpha Effectiveness of the Dating ESR Signal in Hydrothermal Barite by He ⁺ -ion Implantation Experiments · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	160
3-34	The Change in the Environment and Tectonics during Late Paleocene to Early Miocene in the Northeastern Tibetan Plateau · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	161
3-35	ESR Dating of the Gomura Fault Distributed on Tango Peninsula Using Radiation Defect Radical Centers	162
4. Sta	tus of Quantum-Beam Facilities · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	163
4-01	Utilization Status at TIARA Facility · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	164
4-02	Operation of the AVF Cyclotron · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	165
4-03	Operation of Electrostatics Accelerators in TIARA · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	166
4-04	Operation of the Electron Accelerator and the Gamma-ray Irradiation Facilities · · · · · · · ·	167
4-05	Utilization Status of the Electron Accelerator and the Gamma-ray Irradiation Facilities · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	168
4-06	Radiation Monitoring in TIARA · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	169
4-07	Radioactive Waste Management in TIARA · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	170
4-08	Facility Use Program in Takasaki Advanced Radiation Research Institute (TARRI) · · · · ·	171
Append	dices·····	173
Appen	ndix 1 Publication list · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	174
Appen	dix 2 Type of Research Collaboration and Facilities Used for Research · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	191
Appen	dix 3 Examples of Typical Abbreviation Name for Organizations in National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology and Japan Atomic Energy Agency	193