



JAEA-Review 2017-033

KEK Internal 2017-009

DOI:10.11484/jaea-review-2017-033

## J-PARC 安全管理年報 (2016 年度)

Annual Report on the Activities of Safety in J-PARC, FY2016

J-PARC センター 安全ディビジョン

Safety Division, J-PARC Center

# JAEA-Review

March 2018

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。  
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。  
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)  
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4  
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.  
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to  
Institutional Repository Section,  
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,  
Japan Atomic Energy Agency.  
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan  
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2018

JAEA-Review 2017-033

KEK Internal 2017-009

J-PARC安全管理年報（2016年度）

日本原子力研究開発機構 高エネルギー加速器研究機構

J-PARCセンター 安全ディビジョン

（2017年12月11日受理）

本報告書は、大強度陽子加速器施設（J-PARC）の安全管理（放射線安全及び一般安全）について2016年度の活動を取りまとめたものである。

放射線管理については、施設及び周辺環境の放射線管理、個人線量の管理、放射線安全管理設備の維持・管理等の業務の概要、その他の関連業務について記述した。一般安全については、検討会及び各種専門部会、安全衛生会議、教育・講習会、訓練、さらに安全巡視等について記述している。また、安全文化醸成活動、および、安全管理業務に関連して行った技術開発・研究についても、章を分けて記述した。

JAEA-Review 2017-033

KEK Internal 2017-009

Annual Report on the Activities of Safety in J-PARC, FY2016

Safety Division, J-PARC Center

High Energy Accelerator Research Organization, Japan Atomic Energy Agency

Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received December 11, 2017)

This annual report describes the activities on radiation safety and general safety in Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC) in FY 2016. Activities on radiation safety such as radiation control in each facility, environmental monitoring, individual monitoring, maintenance of monitoring instruments and other activities on radiation matters are represented, and activities of general safety such as safety committees, meetings, lectures, trainings and periodical checks are described. In addition, activities on promotion of safety culture and the technological developments and researches on safety issues are also summarized in the separate sections.

Keywords: J-PARC, Radiation Safety, Radiation Control, Radiation Monitoring, General Safety, Safety Committees, Education and Training, Rules and Regulations, Promotion of Safety Culture

## 目次

1. はじめに	1
2. 放射線安全に関わる活動	2
2.1 管理体制及び業務内容	3
2.2 施設の放射線管理	6
2.2.1 リニアック施設	7
2.2.2 3 GeVシンクロトロン施設	9
2.2.3 50 GeVシンクロトロン施設	10
2.2.4 物質・生命科学実験施設	12
2.2.5 ハドロン実験施設	14
2.2.6 ニュートリノ実験施設	17
2.2.7 排気及び排水の管理データ	18
2.2.8 放射性同位元素等の管理データ	27
2.2.9 放射化物の管理データ	29
2.2.10 放射性廃棄物の管理データ	30
2.3 周辺環境の放射線管理	31
2.3.1 環境放射線のモニタリング	32
2.3.2 環境試料のモニタリング	36
2.4 個人線量の管理	38
2.4.1 外部被ばく線量の測定	39
2.4.2 内部被ばく線量の測定	40
2.4.3 個人被ばく状況	41
2.4.4 放射線業務従事者の登録管理	45
2.5 放射線安全管理設備の管理	47
2.5.1 放射線安全管理設備の概要	48
2.5.2 放射線安全管理設備の点検・保守	50
2.5.3 放射線安全管理設備の増設、新規整備及び更新等	52
2.6 関連業務	53
2.6.1 放射線障害防止法に係る申請	54
2.6.2 施設検査	56
2.6.3 内部規程等の改訂	56
2.6.4 委員会活動	57
2.6.5 放射線安全教育	58
3. 一般安全に関わる活動	60
3.1 管理体制及び業務内容	61

3.2	一般安全検討会等活動	64
3.2.1	一般安全検討会	64
3.2.2	専門部会	65
3.3	センター安全衛生会議	76
3.4	教育・講習	77
3.4.1	教育・講習	77
3.4.2	教育資料	78
3.4.3	安全体感教育	79
3.5	訓練	82
3.6	安全巡視	85
3.6.1	センター長巡視	85
3.6.2	安全衛生管理者巡視	86
3.7	規定類の改正	88
<b>4.</b>	<b>安全文化醸成に関わる活動</b>	<b>91</b>
4.1	J-PARC安全ポータルサイト	92
4.2	ヒヤリハット活動	94
4.3	J-PARC非常事態総合訓練	96
4.4	放射線安全eラーニング教育	100
4.5	放射線防護実習	102
4.6	J-PARC安全文化醸成研修会	103
4.7	加速器施設安全シンポジウム	104
4.8	「Mindful of others」活動	105
4.9	請負業者等安全衛生連絡会	107
4.10	その他の活動	108
<b>5.</b>	<b>技術開発・研究および特記すべき管理事例</b>	<b>110</b>
5.1	核変換実験施設向け輸送トンネル内の運転時線量測定	111
5.2	3 GeVシンクロトロン施設・コリメータ交換作業の放射線管理	114
5.3	50 GeVシンクロトロンのトンネル内における放射化した空気による被ばく量の測定	116
5.4	使用済み水銀ターゲット保管容器の線量測定	118
5.5	ハドロン実験施設の金標的監視用ヘリウムガス中に生成される放射性核種の挙動解析	120
5.6	空気中の <sup>197</sup> Hg濃度測定についての検討	122
5.7	加速器施設のコンクリート中に生成する放射性核種の分析	123
5.8	ニュートリノ実験施設における液体廃棄物の考察	125
5.9	地下水中トリチウム濃度の経時変化	127

5.10	放射線監視システムの更新	129
5.11	IDリーダ後継機の製作	131
5.12	IDリーダとその収納容器の放熱対策	132
5.13	ルーツフロア制御プログラムの改造	134
5.14	被ばく管理データベースの冗長化	135
5.15	緊急連絡システム（EMC）サービスの機構外サーバーへの切替	136
5.16	J-PARC安全ポータルサイトの技術的改善提案について	138
	<b>編集後記</b>	<b>140</b>
	<b>謝辞</b>	<b>140</b>
	<b>編集委員</b>	<b>140</b>
	<b>付録1 発表リスト</b>	<b>141</b>
	<b>付録2 安全ディビジョン員が保有する主な資格</b>	<b>144</b>
	<b>付録3 略語</b>	<b>145</b>
	<b>付録4 放射線安全関連「英語用語集」</b>	<b>146</b>
	<b>付録5 J-PARC配置図</b>	<b>150</b>

Contents

1. Preface .....	1
2. Activities on Radiation Safety .....	2
2.1 Framework and Duties .....	3
2.2 Radiation Control in Facilities .....	6
2.2.1 Linac .....	7
2.2.2 3GeV Synchrotron .....	9
2.2.3 50GeV Synchrotron .....	10
2.2.4 Materials and Life Science Experimental Facility .....	12
2.2.5 Hadron Experimental Facility .....	14
2.2.6 Neutrino Experimental Facility .....	17
2.2.7 Summary of the Released Gaseous and Liquid Radioactivity .....	18
2.2.8 Inventory Control of Radioisotopes .....	27
2.2.9 Summary of Activated Materials .....	29
2.2.10 Summary of Radioactive Wastes .....	30
2.3 Environmental Monitoring .....	31
2.3.1 Monitoring of Environmental Radiation .....	32
2.3.2 Monitoring of Environmental Samples .....	36
2.4 Individual Monitoring of Exposure Dose .....	38
2.4.1 Measurement on External Exposure .....	39
2.4.2 Measurement of Internal Exposure .....	40
2.4.3 Summary of Personal Exposure .....	41
2.4.4 Administration of Radiation Workers .....	45
2.5 Development and Maintenance of the Radiation Monitoring System .....	47
2.5.1 Outline of the Radiation Monitoring System .....	48
2.5.2 Periodic Maintenance Check of the Monitoring System .....	50
2.5.3 Development of the Monitoring System .....	52
2.6 Corresponding Activities .....	53
2.6.1 Application of License Updates on Radiation Matters .....	54
2.6.2 Inspection .....	56
2.6.3 Revision of the Local Rules on Radiation Matter .....	56
2.6.4 Activity of the J-PARC Radiation Safety Committees .....	57
2.6.5 Education and Training on Radiation Safety .....	58
3. Activities on General Safety .....	60
3.1 Framework and Duties .....	61
3.2 Activity of General Safety Committees .....	64
3.2.1 General Safety Review Committee .....	64

3.2.2 Experts Group .....	65
3.3 J-PARC Center Safety and Health Committee .....	76
3.4 Education and Lectures .....	77
3.4.1 Lecture Class .....	77
3.4.2 Educational Documents .....	78
3.4.3 Hazard Training Based on Experience .....	79
3.5 Trainings .....	82
3.6 Periodical Safety Check .....	85
3.6.1 Safety Check by the J-PARC Director .....	85
3.6.2 Safety Check by the Safety Control Manager .....	86
3.7 Revision of the J-PARC Regulation on Safety .....	88
4. Activities on Promotion of Safety Culture .....	91
4.1 The Portal Site on Safety in J-PARC .....	92
4.2 Activity on Collecting <i>Hiyari-Hatto</i> (Near Miss Reports) .....	94
4.3 Emergency Drill at J-PARC .....	96
4.4 E-learning on Radiation Safety .....	100
4.5 Practical Training for Radiation Protection .....	102
4.6 Workshop for the Promotion of Safety Culture .....	103
4.7 Symposium on Safety in Accelerator Facilities .....	104
4.8 Activities on “Mindful of Others” .....	105
4.9 Liaison Committee on Safety and Health for Contractors .....	107
4.10 Other Activities .....	108
5. Technical Developments, Researches, and Noteworthy Safety Control Managements .....	110
5.1 Dose Measurements During the Beam Operation at Linac Beam Transport Section for the Nuclear Transmutation Test Facility .....	111
5.2 Radiation Control of the Collimator Exchange Work at the 3 GeV Synchrotron ..	114
5.3 Measurement of Exposure Dose from the Radioactivated Air in the Accelerator Tunnel of the 50 GeV Synchrotron .....	116
5.4 Dose Measurement of the Storage Container for the Mercury-Target-Vessel Used at the Materials and Life Science Experimental Facility .....	118
5.5 Study on the Behavior of Gaseous Radioactive Nuclides Produced in the Gold-Target Monitoring System at the Hadron Experimental Facility .....	120
5.6 Study on the Determining the Concentration of <sup>197</sup> Hg in the Air .....	122
5.7 Analysis of Radioactivity in the Concrete of the Accelerator Tunnel .....	123
5.8 Study on the Liquid Radioactive Wastes at the Neutrino Experimental Facility	125
5.9 Time Variation of Tritium Concentration in the Ground Water .....	127
5.10 Replacement of the Radiation Monitoring System .....	129

5.11 Production of the Succession ID Reader .....	131
5.12 Measures on the Heat Release of the ID Reader and the Containers .....	132
5.13 Modification of the Control Program for the Roots Blowers .....	134
5.14 Redundancy of the Database for the Exposure Dose Management .....	135
5.15 Transition of the EMC Emergency Call System to the System Utilizing an External Server .....	138
5.16 Technical Improvements of the J-PARC Safety Portal Site .....	138
Editor's Postscript .....	140
Acknowledgement .....	140
Members of Editorial Board .....	140
Appendix 1 Publications and Presentations .....	141
Appendix 2 List of Qualifications on Safety .....	144
Appendix 3 List of Abbreviations .....	145
Appendix 4 English Words on Radiation-Safety Matters .....	146
Appendix 5 Layout of J-PARC .....	150

## 1. はじめに

大強度陽子加速器施設（J-PARC）は、「国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構」（JAEA）と「大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構」（KEK）が共同で管理・運営する国際的共同利用研究施設であり、リニアック施設、3 GeVシンクロトロン施設、50 GeVシンクロトロン施設からなる加速器施設群と物質・生命科学実験施設、ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設からなる実験施設群から構成されている。J-PARCにおいては、世界最高クラスの大強度陽子ビームにより生成した中性子、ミュオン、K 中間子、ニュートリノなどの多彩な2次粒子を用いて、物質科学、生命科学、素粒子物理、原子核物理、原子力など幅広い分野の最先端研究が実施されており、今後、陽子ビーム強度のさらなる増強が計画されている。

J-PARCの運営にあたっては、JAEAとKEKが一体的に業務を行うため、「大強度陽子加速器施設の運営に関する基本協力協定」に基づきJ-PARCセンターが設置されている。

J-PARCの安全管理業務についても、「大強度陽子加速器施設の放射線安全管理に関する実施協定」に基づき放射線安全管理業務を、「大強度陽子加速器施設の一般安全管理等に関する実施協定」に基づき一般安全管理業務を、それぞれ上記のJ-PARCセンターが実施している。

2016年度において、J-PARCの稼働状況は概ね順調で、各実験施設の稼働率は、物質・生命科学実験施設：93%、ハドロン実験施設：84%、ニュートリノ実験施設：77%となった。物質・生命科学実験施設については、前年度に発生した中性子標的容器の不具合に伴い初期型容器を使用したため、ビーム強度を150～200kWに制限した状態ではあったものの、年度当初に掲げた稼働率90%以上という極めて高い目標を達成している。一方、関連機器の故障、不具合等により、ニュートリノ実験施設の稼働率がやや低めとなっているが、修理・交換等の必要な対応を随時行うとともにビーム出力増強のための調整を進めることで、年度終盤には460～465kWという非常に高いビーム強度で安定的な運転を実現し、物理実験上の目標積算ビーム量をほぼ達成している。

このような状況の中、安全ディビジョンとしては、ビーム強度増強及び不具合発生などに対し適切に対応することで施設の安定稼働に貢献するとともに、潜在的なリスクを見落とさないことを重視して安全管理を実施した。また、J-PARC関係者の安全意識・スキルの向上を図るため、「明るく楽しく創造的な安全活動」という目標を掲げ、安全文化醸成活動についても多様な取り組みを行っている。

本報告書においては、J-PARCの放射線安全管理、一般安全管理、安全文化醸成活動及び技術開発・研究等について、2016年度における活動状況を取りまとめ、記述した。

（宮本 幸博）

## 2. 放射線安全に関わる活動

放射線安全関係の業務としては、J-PARC施設及び周辺環境の放射線管理、個人線量の管理、放射線安全管理設備の保守管理及び関連業務（放射線障害防止法等に係る申請業務、関連規程類の改訂、放射線安全関係委員会の運営、放射線安全教育等）を実施している。

2016年度においては、加速器トンネルやハドロン実験施設の一次ビームラインにおける高線量エリアの管理強化、ニュートリノ実験施設のビーム出力増強、物質・生命科学実験施設における実験ホールの管理区分変更などへの対応を重視して放射線管理業務を実施した。各実験施設の利用運転が順調だったことに伴うユーザー数の増加により、放射線業務従事者数は前年度よりも約250名増加し3,275名となったが、これらの従事者に、線量限度及び被ばく管理目標値を超える被ばくはなかった。また、各施設からの排気・排水に伴う放射性物質の放出も放出管理値を十分に下回っていた。

(宮本 幸博)

## 2.1 管理体制及び業務内容

### (1) 管理体制

J-PARCの放射線管理の体制図 2.1-1 に示す。放射線安全セクションでは、加速器施設（リニアック、3 GeVシンクロトロン、50 GeVシンクロトロン）と実験施設（物質・生命科学実験施設、ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設）のそれぞれに「総括管理区域責任者」をおき、施設毎に氏名されている「管理区域責任者」を統括している。また、セクション内に4つのサブグループを置き、J-PARC全施設の放射線管理に関する共通業務（許認可・委員会対応、周辺環境の放射線管理、放射線業務従事者管理及び放射線安全設備の維持・管理）を行っている。2016年度における放射線取扱主任者及び放射線安全セクションの人員体制を表 2.1-1 に示す。

### (2) 業務内容

J-PARCにおける放射線取扱主任者及び放射線安全セクションの主要な業務内容は、以下のとおりである。

（放射線取扱主任者）

- ①予防規程及び予防規程に基づく規則等の制定及び改廃への参画
- ②放射線障害防止上重要な計画作成への参画
- ③法令に基づく申請、届出、報告の審査
- ④立入検査等の立会い
- ⑤異常及び事故の原因調査への参画
- ⑥センター長に対する意見の具申
- ⑦使用状況等及び施設、帳簿、書類等の監査
- ⑧関係者への助言、勧告及び指示
- ⑨放射線安全評価委員会の開催の要求、⑩その他放射線障害防止に関する必要事項

（放射線安全セクション）

- ①管理区域及びその周辺における放射線及び放射能の監視
- ②管理区域における放射線の量及び汚染の状況の測定
- ③管理区域境界及び事業所境界における放射線の量の測定
- ④管理区域に係る排気、排水中の放射能の監視
- ⑤管理区域へ立ち入る者の被ばく線量の監視
- ⑥管理区域への出入管理
- ⑦放射線作業の安全に係る技術的事項に関する業務
- ⑧放射線安全管理に関する技術指導・助言

（春日井 好己）

表 2.1-1 2016 年度における放射線取扱主任者及び放射線安全セクションの人員体制

【放射線取扱主任者】

放射線取扱主任者	沼尻正晴 (放射線安全セクション サブリーダー：KEK)
同代理	関一成 (放射線安全セクション サブリーダー：JAEA) 山崎寛仁 (放射線安全セクション：KEK)

【放射線安全セクション】 JAEA職員等 7名、KEK職員 7名

安全ディビジョン長		宮本幸博		
安全副ディビジョン長		別所光太郎		
リーダー		春日井好己		
サブリーダー		沼尻正晴、関一成		
施設 放射線 管理業務	【加速器施設】 総括管理区域責任者： 増川史洋 (JAEA)	リニアック施設	管理区域責任者： 増川史洋 (JAEA)	
		3 GeVシンクロトロン 施設	管理区域責任者： 西藤文博 (JAEA)	
		50 GeVシンクロトロン 施設	管理区域責任者： 中村 一 (KEK)	
	【実験施設】 総括管理区域責任者： 関 一成 (JAEA)	物質・生命科学実験施設	管理区域責任者： 佐藤浩一 (JAEA)	
		ハドロン実験施設	管理区域責任者： 萩原雅之 (KEK)	
		ニュートリノ実験施設	管理区域責任者： 高橋一智 (KEK)	
	共通 管理業務	使用許可・委員会SG	責任者： 山崎寛仁 (KEK)	
		環境・RI管理SG	責任者： 関一成 (JAEA)	
		放射線業務従事者管理SG	責任者： 西藤文博 (JAEA)	
放射線安全管理設備SG		責任者： 佐藤浩一 (JAEA) 齋藤究 (KEK)		

\*2017年3月時点における体制

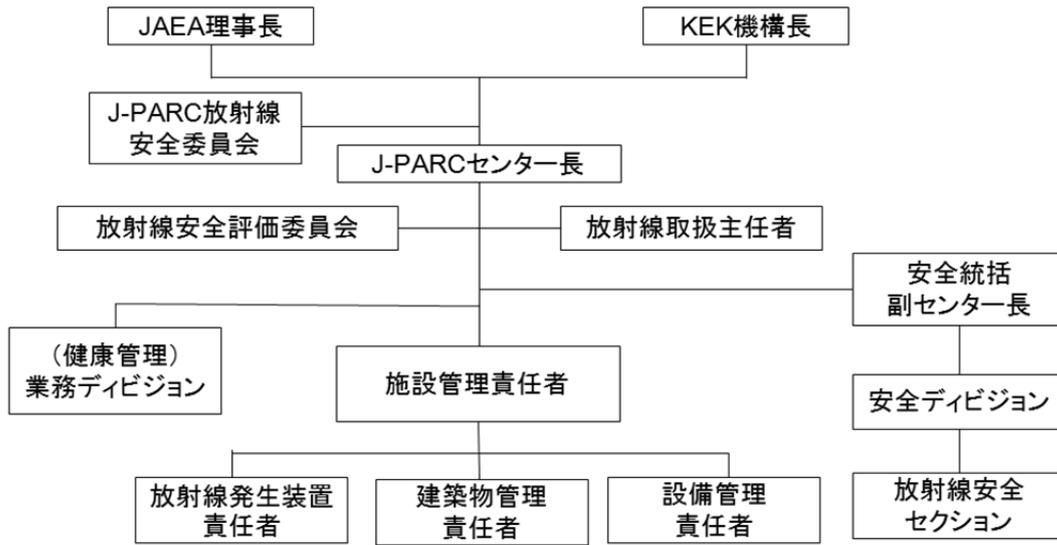


図 2.1-1 J-PARCの放射線安全管理体制

## 2.2 施設の放射線管理

放射線管理については、各施設の管理区域責任者及び総括責任者（加速器施設、実験施設）を中心に行っている。各施設の概要、2016年度における作業環境測定データの概要、空間線量率（運転中、運転直後など）、変更申請、施設検査、管理区域の変更が記述している。

リニアック施設と3 GeVシンクロトン施設においては、物質・生命科学実験施設（MLF）に向けて150～200kW相当のビーム供給が行われた。初段加速器試験装置の変更を行い、発生装置室を2室に分割した。50 GeVシンクロトン施設では、出力増加と共に入射コリメータ周辺やニュートリノ一次ビームライン終端部の壁付近の空間線量率が増加した。MLFでは、気体廃棄物処理設備のガスフォルダーの増設を行った。また、中性子実験装置BL23が新設され高速ミュオン実験装置（Hライン）の新設準備としての遮蔽体設置を行った。ハドロン実験施設においては、最大42kWのビーム強度でユーザー利用運転を行った。ハドロン一次ビームラインのチェーンクランプ交換作業においては、総被ばく線量を予想値よりも低い値に抑えることができた。ニュートリノ実験施設のビームは約480kW相当まで増強された。ビーム強度が上がっていることもあり、地下機械室全域での空間線量率はこれまでよりも大幅に上昇した。

さらに施設全体の排気及び排水の管理、放射性同位元素等の管理、放射化物の管理、放射性廃棄物の管理について述べる。排気及び排水の放出量、は放出管理値を十分に下回っていた。

（沼尻 正晴）

## 2.2.1 リニアック施設

リニアック施設は、負水素イオン ( $\text{H}^-$ ) を 400MeV まで加速し、3 GeV シンクロトロン施設に供給する。また下流側施設にビームを供給する本体とは別に、初段加速に用いられる高周波四重極リニアック (RFQ) 試験のための初段加速器試験装置を有する。

### (1) 2016 年度の運転状況等の概要

2016 年度の第 1 四半期は、MLF 200kW + NU 約 400kW 運転のためのビーム供給を 5 月 27 日まで、5 月 28 日からは、MLF 200kW + HD 約 40kW 運転のためのビーム供給が大きなトラブルなく安定して行われた。

第 3 四半期は、約一カ月のビームスタディ (3 GeV シンクロトロン, 50 GeV シンクロトロンを含む) を経て、11 月 7 日より、MLF に向けて 155kW + NU 約 430kW 運転のためのビーム供給が行われた。第 4 四半期には、NU の運転は約 470kW 相当まで増強された。

初段加速器試験装置の変更 (レーザー荷電変換装置を設置するため発生装置室を 2 室に分割) は、4 月 18 日に許可され、5 月 31 日より試運転が開始され、6 月 21 日に施設検査を受験し合格した。ビーム運転は以降 7 月 1 日までと 12 月 2 日～翌年 3 月 23 日までの基本的に平日のデイトタイムに、不定期で行われた。

### (2) 放射線監視結果の概要

リニアック施設本体加速器運転中の線量当量率は、加速器トンネルからの漏えい放射線についてはバックグラウンドレベルであり、冷却水ホット機械室、空調ホット機械室等の線量当量率についても同様であるが、クライストロンギャラリでは、クライストロン装置からの漏えいエックス線による線量が測定されている。クライストロン装置表面の最大で  $15 \mu\text{Sv/h}$ 、作業位置で  $1.0 \mu\text{Sv/h}$  であった。

加速器運転中の加速器トンネル内ガス濃度は、 $30^\circ$  ビームダンプ使用時の L3BT トンネルで最大  $2.6 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^3$  であり、 $^{41}\text{Ar}$  の空气中濃度限度の 2.6 倍であった。また、運転停止後の排気に伴い、 $^{41}\text{Ar}$  の 3 月間の最大放出量はリニアック棟で  $3.0 \times 10^{10} \text{Bq}$ 、L3BT 棟で  $5.7 \times 10^9 \text{Bq}$  放出されたが、気体廃棄物の放出管理値の 1/100 程度となっている。放射性ダストの測定では L3BT のみ  $^{82}\text{Br}$  と  $^{197}\text{Hg}$  が検出され、濃度は最大でそれぞれ  $4.5 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$ 、 $3.8 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$  であったが、排気中濃度限度の  $1/10^5 \sim 1/10^4$  程度となっている。加速器冷却水については、運転中の冷却水ホット機械室の線量率に変化は見られず、運転後のサンプル測定においても放射性核種は検出されていない。

運転停止後の加速器トンネル内の残留放射能による線量当量率については、ビーム出力が昨年度のように上げられなかったこともあり、加速空洞付近の線量に増加は見られなかった。しかしながら、ビーム試験によるものとみられる線量の増加が、アーク部～ $30^\circ$  ビームダンプの範囲に見られ、機器表面では BM1 下流部及び  $30^\circ$  ビームダンプ窓で  $>10 \text{mSv/h}$ 、作業位置・通路位置での線量率の最大は、 $30^\circ$  ビームダンプ付近で  $150 \mu\text{Sv/h}$ 、BM1 付近で  $80 \mu\text{Sv/h}$  であった。

**(3) 変更許可申請等**

エネルギーに関する記載の適正化(定格エネルギーの記載を最大エネルギーでの記載に改める)のため、0° ビームダンプライン及び 30° ビームダンプラインのビームロスによる線量評価をビーム調整時における最大加速エネルギーである 420MeV での評価とした。(平成 28 年 8 月 5 日申請、9 月 27 日許可)

**(4) 管理区域内作業計画書**

- ・ 定常業務 : 18 件
- ・ 非定常業務 : 130 件
- ・ 立会いを要した件数 : 8 件

(増川 史洋)

## 2.2.2 3 GeVシンクロトロン施設

3 GeVシンクロトロン施設は、リニアック施設において400MeVまで加速された負水素イオン(H<sup>-</sup>)を、荷電変換薄膜により陽子(H<sup>+</sup>)に変換した後、最大3GeVまで加速させて、物質・生命科学実験施設及び50 GeVシンクロトロン施設にビームを供給している。

### (1) 放射線作業の実施状況及び被ばく管理

2016年度は、3 GeVシンクロトロン施設において166件の放射線作業が実施された。各作業について、作業開始前までに提出された「管理区域内作業計画書」を確認し、必要に応じて作業責任者と打合せを行い、作業手順や防護具の選定などについて、放射線防護上の助言、指導及び支援を行った。なお、「放射線作業届」の提出基準を超えるおそれのある作業はなかった。作業の種類の内訳は、定常的な作業が18件、非定常的な作業(経験のない作業、その他)が148件であった。このうち、被ばく及び汚染の可能性があり、必要と認めた37件の作業について作業立会を実施し、放射線レベルの測定や被ばく線量の確認などを行った。

### (2) 放射線監視結果の概要

作業環境の管理について、加速器トンネル内の線量等量率は、3GeV主トンネル機器表面で最大6.3mSv/h(水平シフトバンプダクト上面)、3GeV主トンネル内通路で最大150 $\mu$ Sv/h(入射ビームコリメータ付近)、3-50BTトンネル通路で最大300 $\mu$ Sv/h(QDS-2付近)であった。また、表面密度の測定(<sup>3</sup>Hを除く $\beta$ 線)結果は0.4Bq/cm<sup>2</sup>未満であり、特に異常は認められなかった。

液体廃棄物の管理について、一般排水の測定では<sup>3</sup>Hが検出され、その放出量は6.7 $\times 10^7$ Bq/年であり、放出管理値(<sup>3</sup>Hで8 $\times 10^{11}$ Bq/年)に対して十分に低い値であった。

気体廃棄物の管理について、3GeVシンクロトロン排気筒における放射性ガスの放出量は最大9.4 $\times 10^9$ Bq/3月(<sup>41</sup>Ar換算)であり、放出管理値(<sup>41</sup>Ar換算で3.1 $\times 10^{11}$ Bq/3月)に対して1/33程度であった。また、放射性ダストの測定では<sup>197</sup>Hg及び<sup>82</sup>Brが検出され、その濃度はそれぞれ最大6.4 $\times 10^{-9}$ Bq/cm<sup>3</sup>、2.6 $\times 10^{-9}$ Bq/cm<sup>3</sup>であり、排気中濃度限度に対して十分に低い値であった。3-NBT棟排気筒における放射性ガスの放出量は最大7.5 $\times 10^9$ Bq/3月(<sup>41</sup>Ar換算)であり、放出管理値(<sup>41</sup>Ar換算で3.3 $\times 10^{11}$ Bq/3月)に対して1/44程度であった。また、放射性ダストの測定では<sup>197</sup>Hg及び<sup>82</sup>Brが検出され、その濃度はそれぞれ最大8.3 $\times 10^{-9}$ Bq/cm<sup>3</sup>、3.8 $\times 10^{-9}$ Bq/cm<sup>3</sup>であり、いずれも排気中濃度限度に対して十分に低い値であった。

### (3) 放射線発生装置に係る管理区域に立ち入る者の特例

2016年度は、夏期メンテナンス期間中の7月4日から10月3日まで、3 GeVシンクロトロン施設における管理区域の一部(3 GeVシンクロトロン棟地下1階の第2種管理区域など)が放射線障害防止法施行規則第22条の3に基づく特例区域として指定された。

特例区域のみに立ち入る特例立入者に対しては、作業責任者が放射線障害防止のための事項について教育訓練を実施した後、放射線監視室にてIDカードを発行し、出入管理を行っている。特例区域の指定期間中における「特例立入者管理区域立入許可願」の提出は18件であり、特例立入者の人数は82人であった。

(西藤 文博)

### 2.2.3 50GeVシンクロトロン施設

50GeVシンクロトロンは、3GeVシンクロトロンから入射された陽子を加速し、ハドロン実験施設及びニュートリノ実験施設に陽子ビームを供給している。

#### (1) 2016年度の運転状況の概要

2016年4月13日から5月27日までニュートリノ実験施設への供用運転を行った。この期間の出力は380～420kWであった。5月27日から6月30日までハドロン実験施設への供用運転を行った。この期間の出力は40～42kWであった。10月28日から12月26日までニュートリノ実験施設へのビーム供給運転を行った。この期間の出力は200～430kWであった。1月8日から3月30日までニュートリノ実験施設への供用運転を行った。この期間の出力は450～480kWであった。

#### (2) 放射線監視結果の概要

50GeVシンクロトロンでは、他施設と同様、運転停止後に作業者がトンネルに入域する前にトンネル内の空間線量率の測定を行っている。空間線量率が高い場所は、放射化が強くなる入射部コリメータとニュートリノ一次ビームライン終端部とスイッチヤード終端部である。入射部コリメータは他の場所と比べてかなり強く放射化（機器表面で数十ミリシーベルト）するため、2014年度から機器表面ではなく、コリメータのシールド表面とその近傍通路での測定を行っている。

空間線量率は運転状況の影響を受ける。図2.2.3-1に50GeVシンクロトロンの出力とトンネル内で放射化が強い3カ所の空間線量率を示す。コリメータ周辺の通路の空間線量率はニュートリノ実験施設へのビーム供給時には2～4mSv/hあるが、ハドロン実験施設へのビーム供給時は0.5～0.7mSv/hに下がり、夏の長期シャットダウン時には0.1～0.3mSv/hになる。スイッチヤード終端部の壁から30cmの空間線量率はハドロン実験施設の運転前の5月は0.1mSv/h未満であったが、運転時は8mSv/hまで上昇した。運転終了後の線量率は0.1～0.3mSv/hまで下がった。ニュートリノ一次ビームライン終端部の壁から30cmの空間線量率は年度当初の運転時は5～8mSv/hであった。運転停止時は0.5mSv/hまで下がった。年度後半の運転では出力が480kWまで上昇し、空間線量率はサーベイメータで測定できる最大値10mSv/hを超えた。

2016年度に提出された50GeVシンクロトロンの管理区域作業計画書は全部で421件であった。これのうち現場に立ち会い放射線測定などを行ったものが42件あった。

(中村 一)

<sup>1</sup> 現在、最大加速エネルギー30GeVで許可を取得し運転を行っている。

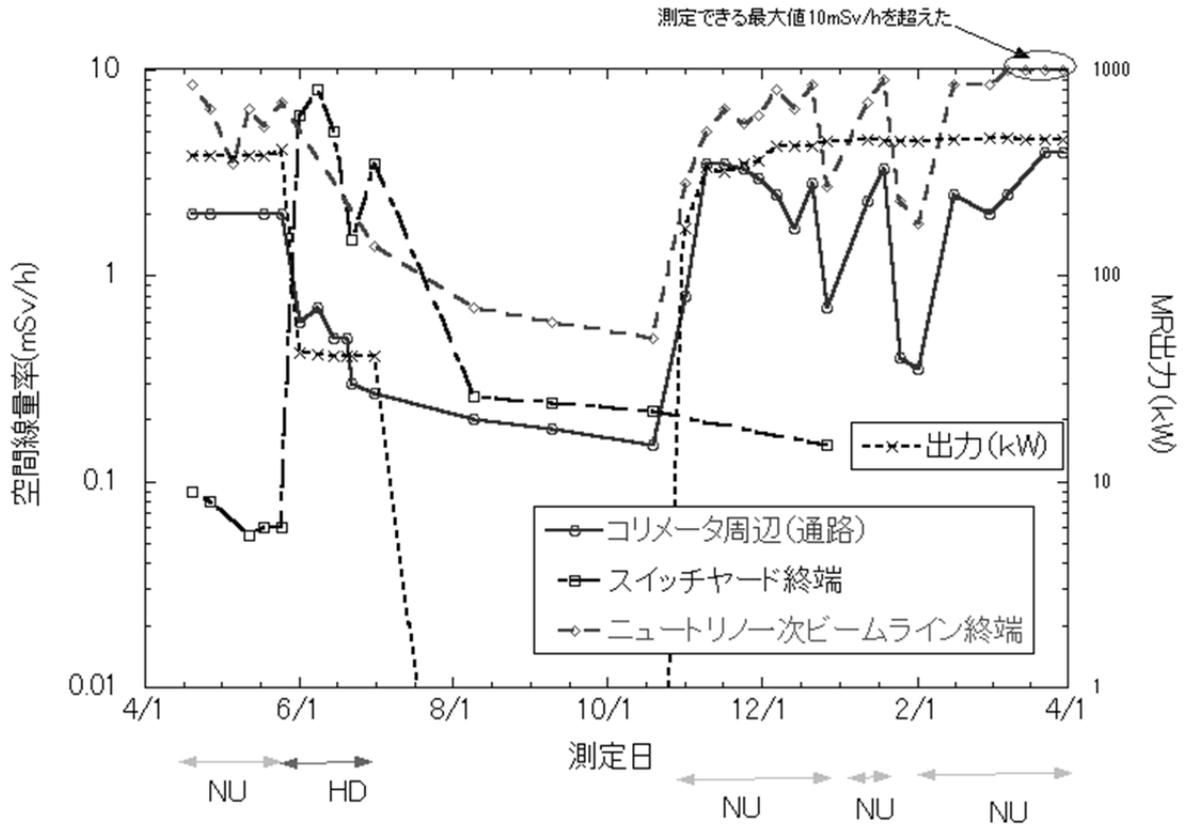


図 2. 2. 3-1 MR トンネル内の空間線量率の推移

## 2.2.4 物質・生命科学実験施設

物質・生命科学実験施設（MLF）は、3 GeVシンクロトロン施設で加速した高エネルギー陽子を水銀ターゲット、ミュオンターゲットに入射し、発生した中性子やミュオンを利用して物質科学、生命科学などの研究を行う施設である。

放射化機器取扱室（ホットセル）、気体廃棄物処理設備、ホット空調機械室及びホット冷却水機械室等の運転に必要な設備のエリアを第1種管理区域として管理している。

2016年11月には、ユーザーが利用実験を行う実験ホール等を第1種管理区域に区分変更し、表面汚染低減区域として運用を開始した。なお、表面汚染低減区域は、第1種管理区域のうち、表面密度を管理基準以下に維持する必要のある区域であり、指定された保護靴を着用するが、防護衣の着用を省略できる区域である。

### (1) 2016年度の運転状況等

2016年度のMLFの運転状況等を表2.2.4-1に示す。2016年の夏季メンテナンスにおいて、中性子源冷却設備ポンプ点検、低温水素設備点検、2次ビームライン機器点検等の定期メンテナンスの他、3-NBT20系浄化設備の設置が行われた。さらに、ホットセル内では、2015年度に発生した水銀ターゲット容器の不具合調査の一部が行われた。

### (2) 変更許可申請、施設検査の概況

2016年度の変更許可申請において、気体廃棄物処理設備の変更（ガスホルダーの増設）を行い、2017年2月2日に許可を取得した。

施設検査については、6月21日に中性子実験装置BL23の新設に係る検査を受検し6月27日に合格を得た。また、11月4日には、高速ミュオン実験装置（Hライン）の新設準備（遮蔽体設置）を受検し11月7日に合格を得た。

### (3) 管理区域設定等

2016年度において、新規に設定した管理区域はなかった。なお、2015年度の変更許可申請（2016年4月許可）に基づき、実験準備室の一部について、放射性同位元素使用室の拡張を行った。

一時的な管理区域の区分変更の指定については、2015年10月27日～2016年7月1日のビーム運転期間において、実験試料の破損に伴い表面汚染の発生する可能性がある中性子実験装置BL11の実験室内部を第2種管理区域から第1種管理区域に区分変更を行った。また、7月28日には、J-PARC施設公開のため、第3機器搬出入口を第1種管理区域から第2種管理区域に変更を行った。

2016年度下期のビーム運転開始に合わせて、11月1日に第1実験ホール、第2実験ホール、中性子長尺実験室、BL09実験室等を第2種管理区域から第1種管理区域に管理区域の区分変更を行うとともに、表面汚染低減区域に指定を行った。

ビーム運転に伴い空間線量当量率が管理基準値を超えるおそれのある場所については、立入制限区域の指定を行った。具体的には、放射化した冷却水が循環する3-NBTホット冷却水機械室と放射化したガスが循環するHeベッセルガス循環設備室がそれに該当することから、ビーム運転期間中において当該区域の指定を行った。

### (4) 作業環境の概況

管理区域内の人が常時立入る場所及び立入制限区域の概況を以下に示す。200kW ビーム運転時

の実験ホールにおいて、中性子実験装置の遮蔽体表面や試料搬入口ハッチ付近で $\gamma$ 線  $0.8 \mu\text{Sv/h}$ 、中性子線  $0.6 \mu\text{Sv/h}$  が、設備エリアでは、ホットセル周辺で中性子線  $0.7 \mu\text{Sv/h}$  が計測された。また、立入制限区域に指定した3-NBTホット冷却水機械室では、サージタンク表面からの $\gamma$ 線  $1\text{mSv/h}$ 、空間線量当量率で  $250 \mu\text{Sv/h}$ 、He ベッセルガス循環設備室では、機器表面からの $\gamma$ 線  $5\text{mSv/h}$ 、空間線量当量率で  $20 \mu\text{Sv/h}$  が計測された。

ビーム運転停止直後（200kW 運転停止後、約4時間後）のM2トンネルの線量当量率では、ミュオンターゲット直上の遮蔽体表面の空間線量当量率で $\gamma$ 線  $220 \mu\text{Sv/h}$  が、M1トンネルのビームダクト表面で $\gamma$ 線  $200 \mu\text{Sv/h}$ 、空間線量当量率で  $40 \mu\text{Sv/h}$  が計測された。

2016年度におけるMLFの管理区域内作業計画書は、定常作業146件、非定常作業556件の提出があり、そのうち定常作業98件、非定常作業56件について立会作業を実施した。

その他、管理区域内の人が常時立入る場所における線量当量率、表面密度及び空气中放射性物質濃度の測定の結果は、管理基準値未満であり、異常は認められなかった。

（佐藤 浩一）

表 2.2.4-1 2016年度のMLF運転状況等

期間	運転等の状況
2016年2月16日～ 2016年11月3日	200kW ビーム運転（夏季メンテナンス期間を除く）
2016年11月4日～ 2017年3月31日	150kW ビーム運転

## 2.2.5 ハドロン実験施設

ハドロン実験施設は、50 GeVシンクロトロンから取り出された陽子ビームを、スイッチャード一次ビームラインを通じてハドロン実験ホールに導き、二次粒子生成標的に入射させることにより中間子等を発生させ、それらを使って基礎物理等の実験を行う施設である。2016年度は5月27日から6月30日の約一ヵ月間、最大42 kWのビーム強度でユーザー利用運転を行った。2016年度のハドロン実験施設の運転状況を表2.2.5-1に示す。

### (1) 2016年度の管理区域内作業と放射線管理

ハドロン実験施設では、2016年度内に432件の管理区域内作業計画書が提出され、定期的な保守点検ではない201件について放射線安全セクションと作業責任者等による作業の調整が行われ、必要に応じて放射線安全セクションが作業現場に立ち会い、安全指導や作業環境測定、汚染検査等を行った。2016年度は一次ビームライン機器の大規模なメンテナンス作業、将来設置予定の高運動量ビームラインやCOMETビームラインのための準備工事、既存の排気・排水設備のメンテナンス並びに改修工事等が行われた。2016年度に実施された主なハドロン実験施設の管理区域内作業を表2.2.5-2に示す。また、一次ビームラインのチェーンクランプ交換作業に関しては、6件の放射線作業届が提出され、作業手順や被ばく管理等の調整を行った。作業内容ごとに作業環境測定やAPDによる被ばく管理、高線量場での作業の半遠隔化や局所遮へい等を行うことで、総被ばく線量を予想値(31人・mSv)よりも低い10.47人・mSv(0.1 mSv以上の被ばくをしたものが17名(個人最大:0.89 mSv)、残りの25名の作業員の積算線量は0.1 mSv以下)に抑えることができた。クランプ交換作業で発生した放射化物(表面線量700  $\mu$ Sv/h程度)は5月12日に第2放射化物保管庫へ搬入した。ビーム運転中や一次ビームライン開放中は、実験ホールへの一時立入を原則禁止として管理を行った。

### (2) 作業環境の測定結果

ビーム運転中、管理区域内の人が常時立入る場所における空間線量はハドロン実験ホールのスイッチャード脱出口前が高く $\gamma$ 線:1.1  $\mu$ Sv/h、中性子線:0.62  $\mu$ Sv/hであったが、異常はなかった。ただし、ハドロン実験ホールの一次ビームラインと二次ビームラインの境界やハドロン第2機械棟は運転中局所的に線量が高くなる部分があるため、作業者の立入を制限する措置をとった。ハドロン第2機械棟は1階のイオン交換樹脂の機器表面が最大4.0 mSv/h、その近傍の空間線量が最大200  $\mu$ Sv/hであった。表面密度及び空気中濃度は、それぞれ管理基準値未満であった。

### (3) 変更申請、施設検査等

5月18日に放射線エリアモニターのインターロック検査、5月24日に施設管理責任者と管理区域責任者による解放した遮へい体や二次ビームラインインターロックの復旧確認、5月25日に施設管理責任者によるPPS自主検査を行った。6月7-8日には定期自主検査(線量当量率測定)を行った。ハドロン実験施設で使用予定のエックス線発生装置の機械等設置届を9月28日に労基署に提出し、11月28日にエックス線発生装置特別教育が行われ、12月2日にハドロン実験ホールK1.8BRエリアにX線発生装置の管理区域を設定し、施設管理責任者のもと安全性の確認を行った。2017年3月22日には新增設等計画書の工事期間が終了し、施設検査のための自主検査を行った。

### (4) 管理区域の変更、その他

ハドロン第2機械棟はビーム運転に伴う冷却水等の放射化により室内の空間線量が管理基準

値を超えるため、ビーム運転中(6月1日～7月1日)は建屋全体を立ち入り制限区域に指定した。施設公開のため、7月29日-31日の間ハドロン実験ホール搬入エリアを第2種管理区域に区分変更するとともに、7月30日-31日の間ハドロン実験施設屋外を飲食可能場所に指定した。

2017年1月24日に日本アイソトープ協会から購入された規制免除密封微量線源 Ba-133 線源 (100 kBq) を受け入れた。2017年3月8日に米国エナジーソリューション社からリサイクル鉄 18 個をハドロン実験ホールに搬入した。

(萩原 雅之)

表 2.2.5-1 2016 年度のハドロン実験施設の二次ビーム利用時間(h)

BL	No.	Subject	Run#68	Run#69
			May27-Jun1	Jun1-Jun30
K1.8	E07	Systematic study of double strangeness system with an emulsion-counter hybrid method	238	
K1.8BR	E31	Spectroscopic study of hyperon resonances below KbarN threshold via the (K-,n) reaction on deuteron	196	
	E57/E62	Measurement of the strong interaction induced shift and width of the 1st state of kaonic deuterium at J-PARC/Precision spectroscopy of kaonic helium 3 3d->2p Xrays	76	
KL	E14	KL→π0νν experiment	510	

表 2.2.5-2 2016 年度にハドロン実験施設で実施された主な管理区域内作業

作業区分	作業期間と内容
一次ビームライン機器 メンテナンス作業	BS2 のチェーンクランプ交換作業 (3/14-4/21) 第 2 放射化物保管庫へ放射化物の保管作業 (5/12) 中流・下流部チェーンクランプ交換作業 (7/23-2017.2/10)
新規ビームライン増設の ための準備工事	SY-HD 壁コンクリート打設工事 (7/25-9/30) HD ホール B ラインコンクリート打設工事 (11/4-2017.3/22)
排気・排水設備のメンテ ナンスや改修工事	ハドロン第 2 機械棟のデミナー交換作業 (4/18) HM2 サブトンネル廃液移送ポンプ交換 (7/26-29) HM2 吸気フィルターの改修工事 (11/18-24) HD ホールプレフィルター交換 (11/21) HD ホール HEPA フィルター交換 (2017.2/20) HM2 一次ビームライン送風機継手交換作業 (2017.3/2) HM2 排気モニタリング設備を HM2 から HM3 へ移設 (2017.3/8)
放射化物等の受入、払出	表示付認証機器 (2 個) と規制免除微量密封線源を廃棄手続きのため 放射線測定棟へ回収 (5/19) RI 協会への引渡 (6/21) RI 廃棄物の RI 協会への引渡 (10/17,2017.2/22) KEK から放射化物 (電磁石 2 台) の受入(6/15-16) KEK から High-p 用鉄遮へい体 (放射化物) 182 個 受入 (2017.3/2-23) KEK から High-p 用鉄遮へい体 (放射化物) 35 個受入 (3/24)

## 2.2.6 ニュートリノ実験施設

### (1) ニュートリノ実験施設の概要と運転状況

ニュートリノ (NU) 実験施設は加速された陽子を炭素標的に衝突させ、発生した  $\pi$  中間子が崩壊して出来るニュートリノを生成させる実験装置である。ニュートリノは J-PARC 内の前置検出器および岐阜県のスーパーカミオカンデによって検出され、測定される。ニュートリノ実験施設は 2009 年 3 月に完成後、東日本大震災およびハドロン実験施設の事故の影響で一時停止した期間があったが、順調に運転を継続している。2014 年から行われている反ニュートリノを生成させる実験により、2016 年 8 月にはニュートリノの「CP 対称性の破れ」が 90% の確率であり得ることを示唆する実験結果が得られている。

### (2) 2016 年度の施設内の放射線管理の状況

ニュートリノ実験施設では、2016 年度は 178 件の作業計画書が提出され、定期的な保守点検ではない 49 件について放射線安全 S と作業責任者による作業の調整等が行われた。さらに 19 件の作業について放射線安全 S が作業時に立ち会い、安全指導や汚染検査を行った。

ニュートリノ実験施設において、加速器運転中に管理区域内の常時人が立ち入る場所で最も空間線量率が高かったのは、ターゲットステーション (TS) 棟地上階のサービスエリア上部の稼動シールド上 (ニュートリノターゲット直上付近) で、 $\gamma$  線  $0.7 \mu\text{Sv/h}$ 、中性子線  $1.6 \mu\text{Sv/h}$  であった。この場所は施設設計時の加速器周辺空間線量率の評価において最大の線量となる場所に最も近い測定点である。他には地下機械室入口の気密扉前でも  $0.1 \mu\text{Sv/h}$  程度の中性子が測定されている。NU3 棟汚染検査室でも運転中の空間線量率が  $0.9 \mu\text{Sv/h}$  程度あり、運転中にゲートモニターの使用が出来ない状況が継続している。有効な対策をニュートリノグループと検討中である。

加速器停止時にメンテナンス等に人が立ち入る機械室等では、脱酸素装置周辺の空間線量率上昇が多くみられ、表面線量率で  $3.6 \text{mSv/h}$ 、周辺空間線量率も  $170 \mu\text{Sv/h}$  となった。脱酸素装置は夏季メンテナンス中に交換作業が行われたが、3 ヶ月程度の運転で交換前と同程度まで線量率が上昇した。ビーム強度が上がっていることもあり、地下機械室全域で空間線量率はこれまでよりも大幅に上昇している。地下機械室ではアラームメータによる被ばく管理のほか、線量が高い箇所への一時的な立入り制限措置を行っている。

地下機械室では、ポンプ類のメンテナンス作業、放射性物質を含むスラッジが付着した脱酸素装置の交換作業など、比較的高い線量の場所で作業が行われる機会が増えている。作業計画について詳細に検討を行った上で、被ばく量の予測や被ばく低減対策を十分行うことが今後重要となっていくと考えられる。

NU2 の DP タンクでは、以前から一般排水の濁度上昇などの問題を生じていた汚泥の清掃作業が行われた。放射性物質を含む水・汚泥を取り扱うため、適切な作業方法及び防護具の検討を行った後に作業が行われ、トラブルなく完了することができた。

(高橋 一智)

## 2.2.7 排気及び排水の管理データ

### (1) 気体廃棄物(放射性ガス及び放射性塵埃)について

2016年度に各施設から大気中に放出された放射性ガス及び放射性塵埃の核種別の3月間放出量及び平均濃度を表2.2.7-1及び表2.2.7-2に、各施設の放出管理値を表2.2.7-3に示す。各施設から放出された気体廃棄物は、放出管理値及び排気中濃度限度を十分に下回っていることを確認した。

### (2) 液体廃棄物について

2016年度に各施設の廃液貯留槽に貯留されている液体廃棄物は、廃液中の放射能濃度を測定し、排水中濃度限度を超えないことを確認した後、JAEA原子力科学研究所(原科研)の第2排水溝から太平洋に放出した。また、ニュートリノ第3設備棟の廃液貯留槽から、排水中濃度限度を超えた液体廃棄物を許可廃棄業者(原科研処理場)に引き渡した。

各施設の3月間の放出量及び平均濃度を表2.2.7-4に、許可廃棄業者に引き渡した液体廃棄物の放射エネルギーを表2.2.7-5に、各施設の放出管理値を表2.2.7-6に示す。各施設の年間放出量は、放出管理値を十分に下回っていた。

(荒川 侑人)

表 2.2.7-1 各施設における放射性ガスの放出 (1/2)

施設名	排気筒名	核種	2016 年度							
			第 1 四半期		第 2 四半期		第 3 四半期		第 4 四半期	
			放出量*1 (Bq)	平均濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )						
リニアック 施設	リニアック棟	<sup>41</sup> Ar	2.5E+10	<8.5E-04	2.3E+09	<8.5E-04	2.9E+10	<9.5E-04	3.0E+10	<9.5E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<5.1E-05	0.0E+00	<6.1E-05	0.0E+00	<5.2E-05	0.0E+00	<5.2E-05
	L3BT 棟	<sup>41</sup> Ar	5.7E+09	<1.8E-03	4.6E+08	<1.8E-03	5.5E+09	<1.9E-03	5.7E+09	<1.9E-03
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<5.1E-05	0.0E+00	<6.5E-05	0.0E+00	<5.2E-05	0.0E+00	<5.2E-05
3GeV シンクロトロン 施設	3GeV シンクロトロン棟	<sup>41</sup> Ar	6.6E+09	<6.4E-04	2.3E+09	<6.4E-04	7.1E+09	<7.5E-04	9.4E+09	<7.5E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<5.1E-05	0.0E+00	<5.7E-05	0.0E+00	<5.2E-05	0.0E+00	<5.3E-05
	3NBT 棟	<sup>41</sup> Ar	5.3E+09	<7.4E-04	7.0E+08	<7.4E-04	6.6E+09	<8.7E-04	7.5E+09	<8.7E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<5.1E-05	0.0E+00	<5.6E-05	0.0E+00	<5.2E-05	0.0E+00	<5.3E-05
50GeV シンクロトロン 施設	第 1 機械棟	<sup>41</sup> Ar	9.9E+08	<2.0E-04	2.6E+07	<2.0E-04	3.9E+09	<2.1E-04	4.8E+09	<2.1E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04
	第 2 機械棟	<sup>41</sup> Ar	5.5E+08	<2.0E-04	5.5E+07	<2.1E-04	7.2E+08	<2.0E-04	7.9E+08	<1.9E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04
	第 3 機械棟	<sup>41</sup> Ar	1.1E+09	<2.0E-04	1.2E+07	<2.1E-04	1.2E+09	<2.1E-04	1.7E+09	<2.1E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04
	HD 第 1 機械棟	<sup>41</sup> Ar	7.0E+08	<2.0E-04	0.0E+00	<2.1E-04	3.0E+08	<6.0E-04	3.4E+08	<6.0E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04
放射線 測定棟	<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	
物質・生命科学 実験施設		<sup>41</sup> Ar	4.9E+10	<1.4E-04	1.3E+08	<1.4E-04	8.6E+10	2.4E-04	1.3E+10	<9.1E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	1.6E+10	<7.3E-05	4.4E+10	1.3E-04	3.7E+10	1.0E-04	0.0E+00	<7.3E-05
ハドロン 実験施設	HD 第 2 機械棟	<sup>41</sup> Ar	2.2E+10	1.7E-03	1.0E+07	<2.6E-04	2.4E+06	<2.0E-04	2.7E+06	<5.4E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04
	HD 第 3 機械棟	<sup>41</sup> Ar	0.0E+00	<5.9E-04	6.1E+06	<6.0E-04	6.9E+07	<5.9E-04	4.2E+06	<5.9E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04
	HD 実験 ホール	<sup>41</sup> Ar	8.0E+09	<5.9E-04	6.7E+08	<5.7E-04	1.4E+07	<6.3E-04	6.2E+07	<6.3E-04
		<sup>3</sup> H (HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<2.0E-04	0.0E+00	<2.0E-04

\*1 検出下限以上の放出量の合計。検出下限未満の場合は 0 とした。

表 2.2.7-1 各施設における放射性ガスの放出 (2/2)

施設名	排気筒名	核種	2016 年度							
			第 1 四半期		第 2 四半期		第 3 四半期		第 4 四半期	
			放出量*1 (Bq)	平均濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )						
ニュートリノ 実験施設	第 2 設備棟	<sup>41</sup> Ar	4.0E+08	<2.0E-04	1.7E+07	<2.4E-04	2.4E+08	<2.3E-04	4.1E+08	<2.2E-04
		<sup>3</sup> H(HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04
	TS 棟	<sup>41</sup> Ar	5.1E+09	<2.0E-04	3.6E+06	<2.0E-04	4.8E+09	<2.4E-04	1.5E+10	4.7E-04
		<sup>3</sup> H(HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	1.3E+09	<1.3E-04
		<sup>3</sup> H(HT)*2	8.1E+09	2.4E-04	3.5E+09	9.7E-05	2.4E+09	7.6E-05	4.4E+09	1.4E-04
	第 3 設備棟	<sup>41</sup> Ar	2.6E+08	<2.0E-04	4.5E+07	<2.3E-04	6.0E+08	<2.5E-04	1.3E+09	<2.3E-04
		<sup>3</sup> H(HTO)	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04	0.0E+00	<1.3E-04
		<sup>3</sup> H(HT)*2	1.3E+08	<5.1E-05	-	-	2.3E+08	<6.4E-05	6.8E+08	8.0E-05

\*1 検出下限以上の放出量の合計。検出下限未満の場合は 0 とした。

\*2 検出下限以上の場合のみ評価した。

表 2.2.7-2 各施設における放射性塵埃\*1の放出(1/3)

施設名	排気筒名	核種	2016年度							
			第1四半期		第2四半期		第3四半期		第4四半期	
			放出量*2 (Bq)	平均濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )						
リニアック 施設	リニアック棟	全β	-	<3.9E-10	-	<3.9E-10	-	<4.0E-10	-	<3.9E-10
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.6E-09	0.0E+00	<1.4E-09	0.0E+00	<1.7E-09	0.0E+00	<1.6E-09
	L3BT棟	全β	-	<3.9E-10	-	<3.9E-10	-	<4.0E-10	-	<3.9E-10
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.7E-09	0.0E+00	<1.8E-09	5.1E+03	<1.7E-09	0.0E+00	<1.7E-09
		<sup>82</sup> Br*3	-	-	-	-	4.1E+03	<2.4E-09	-	-
		<sup>197</sup> Hg*3	-	-	-	-	1.7E+03	<3.6E-09	-	-
3GeV シンクロトロン 施設	3GeV シンクロトロン棟	全β	-	<3.9E-10	-	<3.9E-10	-	<4.0E-10	-	<3.9E-10
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.7E-09	0.0E+00	<1.7E-09	0.0E+00	<1.7E-09	0.0E+00	<1.6E-09
		<sup>197</sup> Hg	6.8E+04	<3.2E-09	0.0E+00	<2.7E-09	8.6E+04	<3.0E-09	2.3E+05	<3.5E-09
		<sup>82</sup> Br*3	-	-	-	-	1.1E+04	<1.4E-09	7.3E+04	<1.9E-09
	3NBT棟	全β	-	<3.9E-10	-	<3.9E-10	-	<4.0E-10	-	<3.9E-10
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.8E-09	0.0E+00	<1.8E-09	0.0E+00	<1.6E-09	0.0E+00	<1.8E-09
		<sup>197</sup> Hg	5.7E+04	<2.7E-09	0.0E+00	<2.2E-09	1.1E+05	<3.2E-09	1.7E+05	4.2E-09
		<sup>82</sup> Br*3	5.1E+03	<1.4E-09	-	-	4.5E+04	<1.8E-09	5.5E+04	<1.8E-09
50GeV シンクロトロン 施設	第1 機械棟	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.6E-08	0.0E+00	<1.8E-08	0.0E+00	<1.6E-08	0.0E+00	<1.8E-08
		<sup>197</sup> Hg	1.6E+05	<2.6E-08	0.0E+00	<2.2E-08	7.9E+04	<2.8E-08	5.1E+05	<2.6E-08
		<sup>82</sup> Br*3	-	-	-	-	3.3E+05	<1.6E-08	6.9E+05	<1.9E-08
	第2 機械棟	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.8E-08	0.0E+00	<1.6E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.7E-08
		<sup>197</sup> Hg	3.3E+05	<2.4E-08	0.0E+00	<2.5E-08	5.8E+04	<2.4E-08	2.4E+05	<2.5E-08
		<sup>82</sup> Br*3	-	-	-	-	1.1E+05	<1.8E-08	1.8E+05	<1.5E-08
	第3 機械棟	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.9E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.7E-08
		<sup>197</sup> Hg	4.9E+05	<2.7E-08	0.0E+00	<2.5E-08	8.1E+05	<2.9E-08	7.9E+05	<3.0E-08
		<sup>82</sup> Br*3	5.1E+04	<1.4E-08	-	-	2.6E+05	<1.7E-08	5.5E+05	<1.7E-08

\*1 揮発性核種を含む。

\*2 検出下限以上の放出量の合計。検出下限未満の場合は0とした。全βは放出量の評価を行っていない。

\*3 検出下限以上の場合のみ評価した。

表 2.2.7-2 各施設における放射性塵埃\*1 の放出 (2/3)

施設名	排気筒名	核種	2016 年度							
			第 1 四半期		第 2 四半期		第 3 四半期		第 4 四半期	
			放出量*2 (Bq)	平均濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )						
50GeV シンクロトロン 施設	HD 第 1 機械棟	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.9E-08	0.0E+00	<1.6E-08	0.0E+00	<1.8E-08	0.0E+00	<1.8E-08
		<sup>197</sup> Hg	1.5E+05	<3.0E-08	0.0E+00	<2.9E-08	2.3E+05	<3.1E-08	4.1E+05	4.5E-08
	放射線 測定棟	<sup>82</sup> Br*3	7.0E+04	<1.8E-08	-	-	1.3E+05	<1.9E-08	2.3E+05	2.5E-08
		全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.8E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.9E-08
物質・生命科学 実験施設	全β	-	<3.9E-10	-	<3.9E-10	-	<3.8E-10	-	<3.9E-10	
	<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.7E-09	0.0E+00	<1.6E-09	0.0E+00	<1.6E-09	0.0E+00	<1.5E-09	
	<sup>125</sup> I	1.2E+05	3.4E-10	7.6E+04	<3.7E-10	2.5E+05	7.1E-10	3.2E+05	9.1E-10	
	<sup>197</sup> Hg	4.1E+06	1.2E-08	0.0E+00	<2.8E-09	3.2E+06	9.1E-09	3.2E+06	9.1E-09	
	<sup>82</sup> Br*3	5.3E+04	<1.5E-09	-	-	9.6E+04	<1.7E-09	3.6E+05	<1.9E-09	
	<sup>123</sup> I*3	-	-	-	-	3.3E+05	<3.1E-09	-	-	
	<sup>195m</sup> Hg*3	6.8E+04	<2.1E-09	-	-	-	-	-	-	
	<sup>197m</sup> Hg*3	6.5E+05	<3.8E-09	-	-	2.2E+05	<2.8E-09	2.8E+05	<2.8E-09	
<sup>203</sup> Hg*3	-	-	-	-	3.4E+04	<3.8E-10	-	-		
ハドロン 実験施設	HD 第 2 機械棟	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.8E-08	0.0E+00	<1.5E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.8E-08
		<sup>197</sup> Hg	1.5E+04	<2.7E-08	2.9E+04	<2.3E-08	0.0E+00	<2.8E-08	0.0E+00	<3.1E-08
		<sup>125</sup> I*3	-	-	3.4E+03	<2.4E-09	-	-	-	-
	HD 第 3 機械棟	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.8E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.6E-08
		<sup>197</sup> Hg	0.0E+00	<2.5E-08	0.0E+00	<2.3E-08	0.0E+00	<2.5E-08	0.0E+00	<2.7E-08
	HD 実験 ホール	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.5E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.6E-08	0.0E+00	<1.7E-08
		<sup>197</sup> Hg	0.0E+00	<2.6E-08	0.0E+00	<2.8E-08	0.0E+00	<3.6E-08	0.0E+00	<3.5E-08

\*1 揮発性核種を含む。

\*2 検出下限以上の放出量の合計。検出下限未満の場合は 0 とした。全βは放出量の評価を行っていない。

\*3 検出下限以上の場合のみ評価した。

表 2.2.7-2 各施設における放射性塵埃\*1の放出(3/3)

施設名	排気筒名	核種	2016年度							
			第1四半期		第2四半期		第3四半期		第4四半期	
			放出量*2 (Bq)	平均濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )						
ニュートリノ 実験施設	第2 設備棟	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.8E-08
		<sup>197</sup> Hg	6.8E+05	<4.9E-08	0.0E+00	<2.6E-08	5.7E+05	<3.2E-08	8.1E+05	4.6E-08
		<sup>82</sup> Br*3	-	-	-	-	-	-	9.8E+04	<1.7E-08
		<sup>203</sup> Hg*3	5.0E+03	<2.4E-09	-	-	-	-	-	-
	TS棟	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.8E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.7E-08	0.0E+00	<1.6E-08
		<sup>197</sup> Hg	4.2E+06	1.2E-07	0.0E+00	<2.6E-08	3.2E+06	1.0E-07	9.3E+06	2.9E-07
		<sup>82</sup> Br*3	-	-	-	-	1.6E+05	<2.2E-08	3.9E+05	<2.5E-08
		<sup>195m</sup> Hg*3	2.1E+05	<6.1E-08	-	-	5.9E+04	<1.9E-08	2.7E+05	<5.6E-08
		<sup>197m</sup> Hg*3	-	-	-	-	-	-	3.6E+05	<4.4E-08
		<sup>203</sup> Hg*3	5.6E+04	<2.6E-09	-	-	-	-	8.6E+03	<3.1E-09
	第3 設備棟	全β	-	<3.9E-09	-	<3.9E-09	-	<4.0E-09	-	<3.9E-09
		<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.8E-08	0.0E+00	<1.6E-08	0.0E+00	<1.6E-08	0.0E+00	<1.7E-08
		<sup>197</sup> Hg	1.8E+06	8.1E-08	0.0E+00	<2.6E-08	3.8E+06	2.9E-07	8.4E+06	9.9E-07
		<sup>82</sup> Br*3	-	-	-	-	8.8E+03	<2.1E-08	7.9E+04	<3.9E-08
		<sup>125</sup> I*3	8.0E+03	<2.3E-09	-	-	1.9E+03	<4.2E-09	4.0E+03	<5.1E-09
		<sup>193m</sup> Hg*3	1.4E+05	<2.2E-07	-	-	4.1E+05	<2.4E-07	1.8E+06	<2.9E-07
		<sup>195</sup> Hg*3	1.1E+06	<1.6E-06	-	-	2.3E+06	<1.5E-06	4.4E+06	<1.8E-06
		<sup>195m</sup> Hg*3	9.3E+04	<6.9E-08	-	-	3.4E+05	<9.2E-08	7.3E+05	<1.0E-07
		<sup>197m</sup> Hg*3	2.0E+05	<6.4E-08	-	-	1.5E+05	<6.9E-08	1.4E+06	1.6E-07
		<sup>203</sup> Hg*3	1.1E+05	4.9E-09	9.8E+03	<3.0E-09	9.4E+03	<3.8E-09	4.6E+04	<8.6E-09

\*1 揮発性核種を含む。

\*2 検出下限以上の放出量の合計。検出下限未満の場合は0とした。全βは放出量の評価を行っていない。

\*3 検出下限以上の場合のみ評価した。

表 2.2.7-3 各施設における気体廃棄物の放出管理値\*

施設名	排気筒名	核種	放出管理値	
リニアック施設	リニアック棟	<sup>41</sup> Ar 換算	2200GBq/3 月	
	L3BT 棟		1900GBq/3 月	
3GeV シンクロトロン施設	3GeV シンクロトロン棟		310GBq/3 月	
	3NBT 棟		330GBq/3 月	
50GeV シンクロトロン施設	第 1 機械棟		300GBq/3 月	
	第 2 機械棟		310GBq/3 月	
	第 3 機械棟		310GBq/3 月	
	HD 第 1 機械棟		240GBq/3 月	
物質・生命科学実験施設				2500GBq/3 月
ハドロン実験施設	HD 第 2 機械棟		2000GBq/3 月	
	HD 第 3 機械棟		2000GBq/3 月	
	HD 実験ホール		1900GBq/3 月	
ニュートリノ実験施設	第 2 設備棟		330GBq/3 月	
	TS 棟		330GBq/3 月	
	第 3 設備棟		39GBq/3 月	

\* 全有検出核種について、排気中濃度限度比から <sup>41</sup>Ar 換算放出量を算出し合算した値とする。(2015 年 5 月 1 日センター長通達)

放出管理値は、排気風量、気象パラメータなどから、裕度をもって算出した。放出管理値を超えない限り事業所境界における 3 月間平均濃度は空気中の濃度限度を超えるおそれはない。

表 2.2.7-4 各施設における液体廃棄物の放出

施設名	核種	2016 年度								
		第 1 四半期		第 2 四半期		第 3 四半期		第 4 四半期		年間 放出量*1 (Bq)
		放出量*1 (Bq)	平均濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )							
リニアック施設	<sup>3</sup> H(水)	0.0E+00	<1.3E-01	0.0E+00	<1.3E-01	0.0E+00	<1.3E-01	0.0E+00	<1.4E-01	0.0E+00
	<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<2.3E-02	0.0E+00	<2.6E-02	0.0E+00	<2.2E-02	0.0E+00	<2.6E-02	0.0E+00
3GeV シンクロトロン施設*2	<sup>3</sup> H(水)	2.6E+07	3.5E+00	4.0E+07	5.8E-01	1.3E+06	5.7E-02			6.7E+07
	<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<2.3E-02	0.0E+00	<2.2E-02	0.0E+00	<2.4E-02			0.0E+00
50GeV シンクロトロン施設	<sup>3</sup> H(水)	7.0E+07	2.4E+00	3.5E+08	1.3E+00	6.3E+07	1.2E+00	2.9E+06	2.2E-01	4.9E+08
	<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<1.9E-02	0.0E+00	<2.2E-02	0.0E+00	<2.2E-02	0.0E+00	<2.2E-02	0.0E+00
物質・生命科学 実験施設	<sup>3</sup> H(水)	6.1E+08	4.4E+00	4.8E+08	2.5E+00	2.9E+08	3.2E+00	5.8E+08	8.1E+00	2.0E+09
	<sup>7</sup> Be	1.9E+07	1.4E-01	3.8E+06	2.0E-02	1.6E+05	1.7E-03	0.0E+00	<2.2E-02	2.3E+07
ハドロン 実験施設*2	<sup>3</sup> H(水)	9.1E+07	4.0E+00	1.1E+09	5.0E+00	2.5E+07	1.1E+00			1.2E+09
	<sup>7</sup> Be	0.0E+00	<2.2E-02	1.6E+07	7.3E-02	0.0E+00	<2.6E-02			1.6E+07
ニュートリノ 実験施設	<sup>3</sup> H(水)	5.2E+10	4.0E+01	3.9E+10	3.9E+01	6.9E+09	3.5E+01	4.6E+10	3.8E+01	1.4E+11
	<sup>7</sup> Be	7.0E+06	5.4E-03	1.5E+07	1.5E-02	0.0E+00	<2.3E-02	3.5E+07	2.9E-02	5.7E+07
	<sup>22</sup> Na	0.0E+00	<3.5E-03	3.0E+05	3.0E-04	0.0E+00	<3.4E-03	1.4E+06	1.2E-03	1.7E+06
	<sup>54</sup> Mn	0.0E+00	<2.8E-03	1.4E+07	1.4E-02	7.2E+05	3.6E-03	6.7E+05	5.6E-04	1.5E+07

\*1 検出下限以上の放出量の合計。検出下限未満の場合は0とした。

\*2 排水のなかった期間は斜線で示した。

表 2.2.7-5 許可廃棄業者に引き渡した液体廃棄物

施設名	建家名	引渡日	廃液量 (m <sup>3</sup> )	核種	放射能量 (Bq)
ニュートリノ 実験施設	第3設備棟	2016年 7月26日	16	<sup>3</sup> H(水)	9.2E+09
				<sup>7</sup> Be	2.2E+06
				<sup>14</sup> C	2.0E+07
				<sup>22</sup> Na	1.2E+06
				<sup>54</sup> Mn	3.6E+05
		2017年 1月24日	16	<sup>3</sup> H(水)	7.0E+09
				<sup>7</sup> Be	5.8E+06
				<sup>14</sup> C	1.6E+07
				<sup>22</sup> Na	1.3E+06
				<sup>52</sup> Mn	1.5E+05
				<sup>54</sup> Mn	9.6E+05

表 2.2.7-6 各施設における液体廃棄物の放出管理値\*1

施設名	核種		
	<sup>3</sup> H、 <sup>14</sup> C 以外の核種*2	<sup>3</sup> H	<sup>14</sup> C
リニアック施設	0.2GBq/年	0.8TBq/年	3.6GBq/年
3GeV シンクロトロン施設	0.2GBq/年	0.8TBq/年	3.6GBq/年
50GeV シンクロトロン施設	0.2GBq/年	0.8TBq/年	3.6GBq/年
物質・生命科学実験施設	1.2GBq/年	0.8TBq/年	3.6GBq/年
ハドロン実験施設	0.6GBq/年	0.8TBq/年	3.6GBq/年
ニュートリノ実験施設	1.2GBq/年	0.8TBq/年	3.6GBq/年

\*1 2015年5月1日センター長通達

各施設の放出管理値の和は、J-PARC放射線障害予防規程で定めている放出管理基準値の1/5を超えない値である。

\*2 <sup>60</sup>Co および <sup>137</sup>Cs については、それぞれ 0.12GBq/年とする。

## 2.2.8 放射性同位元素等の管理データ

J-PARCで2016年度末までに使用許可を取得した放射性同位元素は、物質・生命科学実験施設における「密封された放射性同位元素」（密封放射性同位元素）のみである。

J-PARC放射線障害予防規程（「予防規程」）等に基づき、密封放射性同位元素の定期自主点検（数量及び保管状況の確認）を年2回以上実施している。2016年度においても、放射線安全セクション立会いの下で定期自主点検を実施し、異常のないことを確認している。

2017年3月31日現在での密封放射性同位元素の保有数は、13個であった。保有する密封放射性同位元素の内訳（種類及び数量）を表2.2.8-1に示す。

表示付認証機器および規制免除密封微量線源については、「放射線安全ガイドブック」に基づき、J-PARCが保有している表示付認証機器及びJ-PARCセンターが保有している規制免除密封微量線源の保管状況等の確認を年1回実施している。表示付認証機器及び規制免除密封微量線源の保有数量は2017年3月31日現在で15台及び155個であった。表示付認証機器の種類及び台数を表2.2.8-2に示す。

（飛田 暢）

表 2.2.8-1 J-PARCが保有する密封放射性同位元素の種類及び数量

種類 核種	使用許可 数量		期首在庫 (2016. 4. 1)	期末在庫 (2017. 3. 31)	受入日	払出日	備 考
	1個あたりの数量	個数					
<sup>93</sup> Zr	47 MBq	1	0	0	-	-	
<sup>129</sup> I	3 MBq	1	1	1	2009. 6. 5	-	
<sup>99</sup> Tc	37 MBq	1	1	1	2009. 6. 5	-	
<sup>99</sup> Tc	50 MBq	1	1	1	2009. 6. 5	-	
<sup>237</sup> Np	26 MBq	1	0	0	-	-	
<sup>237</sup> Np	5.2 MBq	1	0	1	2017. 1. 13	-	1個受入れ
<sup>237</sup> Np	1 MBq	1	0	0	-	-	
<sup>241</sup> Am	950 MBq	2	1	1	2016. 2. 26	-	
<sup>243</sup> Am	950 MBq	1	0	0	-	-	
<sup>244</sup> Cm	1.8 GBq	6	3	1	2009. 6. 5	2017. 1. 10	2個払出し
<sup>244</sup> Cm+ <sup>246</sup> Cm	1.8 GBq+15 MBq	4	2	1	2009. 11. 13	2017. 1. 10	1個払出し
<sup>252</sup> Cf	3.7 MBq	1	1	1	2008. 5. 15	-	
<sup>241</sup> Am	480 MBq	1	0	1	2016. 4. 28	-	1個受入れ
<sup>243</sup> Am	60 MBq	1	0	1	2016. 4. 28	-	1個受入れ
<sup>243</sup> Am	120 MBq	1	0	1	2016. 4. 28	-	1個受入れ
<sup>243</sup> Am	240 MBq	1	0	1	2016. 4. 28	-	1個受入れ
<sup>137</sup> Cs	100 MBq	2	0	0	-	-	
<sup>137</sup> Cs	200 MBq	2	0	1	2017. 3. 30	-	1個受入れ
<sup>137</sup> Cs	950 MBq	2	0	0	-	-	
合計個数			10	13			

表 2.2.8-2 J-PARCが保有する表示付認証機器の種類及び台数

No.	表示付認証機器の 認証番号	表示付認証機器の名称	台数 (核種別台数)		最終届出日
1	㊦ 017	放射線標準ガンマ線源 401CE	5台	<sup>60</sup> Co (3台) <sup>137</sup> Cs (2台)	2010. 11. 24
2	㊦ 077	ベータ線源 303CE	9台	<sup>90</sup> Sr (9台)	2010. 11. 24
3	㊦ 041	照射線量率ガンマ線源 456CE	1台	<sup>137</sup> Cs (1台)	2010. 11. 24
合計台数			15台	-	-

### 2.2.9 放射化物の管理データ

J-PARCにおける放射化物は、予防規程等に基づき、放射化物であって「放射線発生装置を構成する機器又は遮蔽体として用いるもの」を放射化物保管設備で保管している。放射化物は、耐火性の放射化物保管容器に入れて保管している。ただし、放射化物が大型機械等であってこれを放射化物保管容器に入れることが著しく困難な場合は、汚染の広がりを防止するための措置（ビニールシート養生等）を講じている。なお、保管していた放射化物を放射線発生装置に戻した場合は、放射化物の管理対象から外している。2016年度にハドロン実験施設で放射化物保管設備を2箇所増設した、2016年度末時に保管した放射化物の種類及び数量を表2.2.9-1に示す。

(吉野 公二)

表 2.2.9-1 J-PARCで保管されている放射化物の種類及び数量

施設名	放射化物保管設備	保管している放射化物の カテゴリー別個数、核種及び数量			
		カテゴリー	A	B	C
3 GeV シンクロ トロン施設	3 GeVシンクロトロン棟 高放射化物保管室	カテゴリー	A	B	C
		個数	56	53	-
		種類(核種)及び数量 (Bq)	<sup>54</sup> Mn 3.0×10 <sup>11</sup>		
	3-NBT棟 放射化物保管室	カテゴリー	A	B	C
		個数	7	4	2
		種類(核種)及び数量 (Bq)	<sup>54</sup> Mn 2.0×10 <sup>9</sup>		
物質・生命科学 実験施設	放射化機器保管室	カテゴリー	A	B	C
		個数	-	1	6
		種類(核種)及び数量 (Bq)	<sup>54</sup> Mn 5.2×10 <sup>13</sup> <sup>203</sup> Hg 6.0×10 <sup>8</sup>		
	大型機器取扱室	カテゴリー	A	B	C
		個数	5	26	1
		種類(核種)及び数量 (Bq)	<sup>54</sup> Mn 7.2×10 <sup>11</sup> <sup>58</sup> Co 3.2×10 <sup>11</sup> <sup>60</sup> Co 7.0×10 <sup>12</sup> <sup>203</sup> Hg 9.6×10 <sup>4</sup>		
ハドロン 実験施設	放射化物保管庫	カテゴリー	A	B	C
		個数	-	7	-
		種類(核種)及び数量 (Bq)	<sup>185</sup> Os 6.6×10 <sup>10</sup>		
	第二放射化物保管庫	カテゴリー	A	B	C
		個数	-	6	-
		種類(核種)及び数量 (Bq)	<sup>60</sup> Co 7.0×10 <sup>10</sup>		
	HD放射化物保管棟	カテゴリー	A	B	C
		個数	37	4	-
		種類(核種)及び数量 (Bq)	<sup>60</sup> Co 2.7×10 <sup>7</sup> <sup>152</sup> Eu 3.4×10 <sup>8</sup>		
ニュートリノ 実験施設	放射化物保管庫	カテゴリー	A	B	C
		個数	3	10	-
		種類(核種)及び数量 (Bq)	<sup>54</sup> Mn 4.1×10 <sup>8</sup> <sup>60</sup> Co 2.0×10 <sup>12</sup>		

カテゴリー

A：線量当量率が表面から10cmの位置で0.6μSv/h以下、表面密度が表面密度限度の1/10以下のもの

B：線量当量率が表面から10cmの位置で0.6μSv/hを超え、表面密度が表面密度限度の1/10以下のもの

C：表面密度が表面密度限度の1/10を超えるもの

### 2.2.10 放射性廃棄物の管理データ

J-PARCにおいて放射性廃棄物（固体及び有機廃液）を廃棄する方法は、保管廃棄設備に保管廃棄するか許可廃棄業者に引き渡すかのいずれかである。リニアック施設、3GeVシンクロトロン施設、物質・生命科学実験施設はJAEA原科研バックエンド技術部(原科研処理場)に、50GeVシンクロトロン施設、ニュートリノ実験施設、ハドロン実験施設は、日本アイソトープ協会に放射性廃棄物を引き渡している。2016年度に各施設から許可廃棄業者に引き渡した放射性廃棄物の数量と年度末に放射性廃棄物を保管廃棄設備に保管廃棄した数量を表2.2.10-1と表2.2.10-2に示す。

(西川 功一)

表 2.2.10-1 許可廃棄業者に引き渡した放射性廃棄物の種類及び数量

施設名	可燃物	難燃物	不燃物	非圧縮性 不燃物	プレ フィルタ	ヘパ フィルタ	チャコール フィルタ	有機廃液	備考
	本数(50L換算)				L				
リニアック施設	0	0	0		0	0	0	0	
3GeVシンクロトロン施設	0	0	0		0	0	0	0	3GeVシンクロトロン棟
	16	0	14		0	0	0	0	3-NBT棟
物質・生命科学実験施設	137	0	6		1640		0	0	
50GeVシンクロトロン施設	5	29	13	0	0	0	0	75	
ハドロン実験施設	21	121	9	12	93	164	56	0	
ニュートリノ実験施設	16	44	7	55	0	0	0	0	

表 2.2.10-2 各施設で保管廃棄している放射性廃棄物の種類及び数量

施設名	可燃性	難燃性	不燃性	非圧縮性 不燃物	フィルタ	有機廃液	備考
	L						
リニアック施設	0	0	2000	0	0	0	
3GeVシンクロトロン施設	0	0	0	0	0	0	3GeVシンクロトロン棟
	0	0	120	0	0	0	3-NBT棟
物質・生命科学実験施設	760	0	0	0	0	0	
50GeVシンクロトロン施設	0	0	0	0	0	0	
ハドロン実験施設	0	0	100	50	0	0	
ニュートリノ実験施設	0	0	0	0	0	0	

## 2.3 周辺環境の放射線管理

J-PARC周辺の環境放射線及び環境試料のモニタリングとして、事業所境界における中性子線及び $\gamma$ 線測定、事業所内における地下水及び雨水の測定を継続して実施している。なお、事業所境界における中性子線及び $\gamma$ 線測定の一部については、原科研の放射線管理部環境放射線管理課（環境放管課）に依頼して実施している。

事業所境界における中性子線及び $\gamma$ 線測定では、2011年に福島第一原発事故が発生してすでに5年の歳月が経ったが、いまだに事故由来の放射性セシウムによる $\gamma$ 線の影響が見られる。環境試料のモニタリングにおいては、測定対象核種を含め、ガンマ線放出核種は未検出であった。

（沼尻 正晴）

### 2.3.1 環境放射線のモニタリング

原科研と事業所境界を同一とする J-PARC では、合理的に環境モニタリングを行うため、J-PARC 及び原科研双方の予防規程等に基づき、原科研環境放管課に環境に係る線量測定の一部を依頼している。測定は、積算線量計、モニタリングポスト等によって実施されており、積算線量計としては、エッチピット線量計 (TH-1199) 及びガラス線量計 (SC-1) が使用されている。原科研環境放管課に依頼している線量測定点 (積算線量計) を図 2.3.1-1 に、2016 年度の測定結果を表 2.3.1-1 に示す。

放射線安全セクションは、エリアモニタや管理区域周辺サーベイなどで異常な放射線レベル上昇を検出したときに、近傍の事業所境界で速やかな線量評価ができるよう積算線量計によるモニタリングを行っている。中性子線測定はエッチピット線量計 (TH-1199)、 $\gamma$  線測定は TLD (UD-804PQ) により測定<sup>1)</sup>を行っている。その測定点を図 2.3.1-1 に示す。エッチピット線量計での測定結果は、全ての測定点で検出下限 ( $100 \mu\text{Sv}$ ) 未満であった。2012 年度から 2016 年度までの  $\gamma$  線の測定結果を図 2.3.1-2 に示す。

中性子の積算線量測定については、TLD による測定も行っている。TLD による中性子線の測定は、中性子線+ $\gamma$  線に感度がある素子と  $\gamma$  線のみに感度がある素子を用い、その差分を中性子線として評価している。図 2.3.1-3 に測定結果の推移を示す。2005~2010 (第 3 四半期) までは、おおむね  $20\sim 60 \mu\text{Sv}/3$  月程度の値で推移していた<sup>2)</sup>。2011 年 3 月の福島第一原発事故発生後、松葉等に付着した放射性物質に起因する影響により、TLD の応答に対する  $\gamma$  線の寄与が大きくなった<sup>注1)</sup>。そのため、「中性子+ $\gamma$  線」と「 $\gamma$  線」の差分である中性子の寄与が相対的に低下した結果、中性子線量の測定結果が大きくばらつくようになった<sup>注2)</sup>。2015 年以降は、 $\gamma$  線の影響が小さくなり、測定値も一定に落ちつく傾向を示している。

また、放射線発生装置の稼働状況を勘案して、電離箱サーベイメータ、レムカウンタを用いた事業所境界での測定を行っている。その測定点を図 2.3.1-1 に、 $\gamma$  線の測定結果を表 2.3.1-2 に示す。放射線発生装置の停止時の  $\gamma$  線の測定においては、 $\text{LaBr}_3$  検出器を用い  $\gamma$  線スペクトルの測定を併用している。レムカウンタでの測定結果は、全ての測定点で  $0.1 \mu\text{Sv}/\text{h}$  未満であった。

福島第 1 原発事故の影響で測定点付近の松葉等に放射性物質が付着したことにより環境中の  $\gamma$  線レベルが大きく上昇した。事故後、5 年を経過した 2016 年度においても  $\gamma$  線の影響が見られる。

(沼里 一也)

#### 参考文献

- 1) 放射能測定法シリーズ 熱ルミネッセンス線量計を用いた環境  $\gamma$  線量測定法, 日本分析センター, 1999, 49p.
- 2) J-PARC センター 放射線安全セクション, J-PARC 放射線管理年報, JAEA-Review 2012-050, 2012, pp. 28-33.

注1)  $\gamma$  線の積算線量 (3 月) は、福島第一原発事故前は  $150 \mu\text{Sv}$  前後でほぼ一定だったが、事故直後の測定では  $1100\sim 2100 \mu\text{Sv}$  となった。

注2) 2011 年以降の測定値については、中性子に対する検出下限が大幅に上昇したものと考えられる。このように、 $\gamma$  線の影響が大きい環境での本測定法の検出下限値を評価することは、課題として残っている。

表 2.3.1-1 環境放管課に依頼した事業所境界の線量測定結果

設置期間	日数	新川東		新川北		八間道路		MP-18-J	
		$\gamma$ 線 <sup>*1</sup>	中性子線 <sup>*2</sup>						
		(μSv)							
4/1 ~ 5/10	39	263	×	165	×	291	×	351	×
5/10 ~ 6/1	22	144	×	92	×	165	×	195	×
6/1 ~ 7/1	30	204	×	132	×	231	×	271	×
7/1 ~ 8/2	32	209	×	134	×	238	×	280	×
8/2 ~ 9/1	30	197	×	127	×	224	×	263	×
9/1 ~ 10/4	33	212	×	136	×	237	×	284	×
10/4 ~ 11/1	28	169	×	110	×	191	×	237	×
11/1 ~ 12/1	30	181	×	118	×	211	×	254	×
12/1 ~ 1/5	35	207	×	137	×	238	×	289	×
1/5 ~ 2/1	27	157	×	103	×	181	×	214	×
2/1 ~ 3/1	28	162	×	108	×	186	×	226	×
3/1 ~ 4/4	34	198	×	132	×	228	×	277	×

\*1  $\gamma$ 線の単位は $\mu\text{Sv}$ である。

\*2 測定結果は、5cm厚鉛箱内に設置したガラス線量計(SC-1)の値を差し引いた値  
 ×は、検出下限(100 $\mu\text{Sv}$ )未満を示す。

表 2.3.1-2 放射線安全セクションによる事業所境界の $\gamma$ 線の測定結果

測定日	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5	PS-6	PS-7
2016/4/26	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2016/5/20	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2016/6/10	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2016/7/15	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2016/8/26	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2016/9/14	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2016/10/27	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2016/11/11	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2016/12/9	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2017/1/27	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2017/2/10	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G
2017/3/17	0.4	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G	B.G

単位： $\mu\text{Sv/h}$  B.Gは、電離箱サーベイメータを使用しているため0.2 $\mu\text{Sv/h}$ とした。

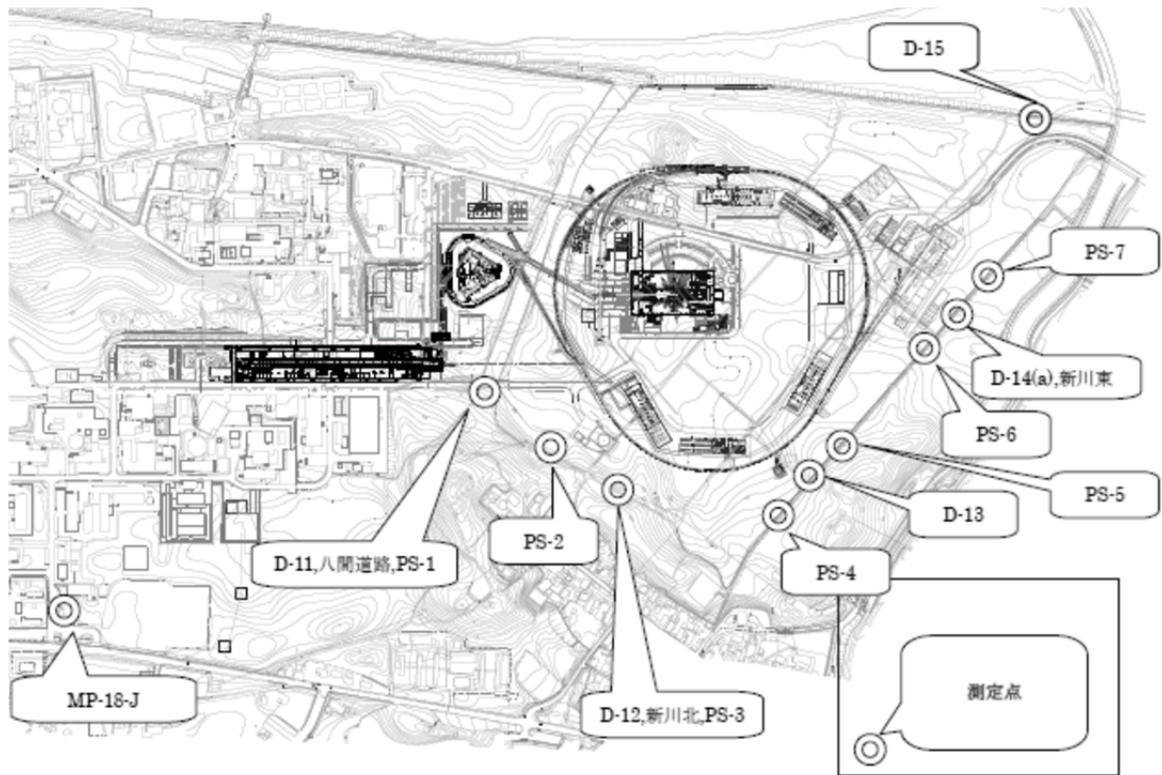


图 2.3.1-1 測定点

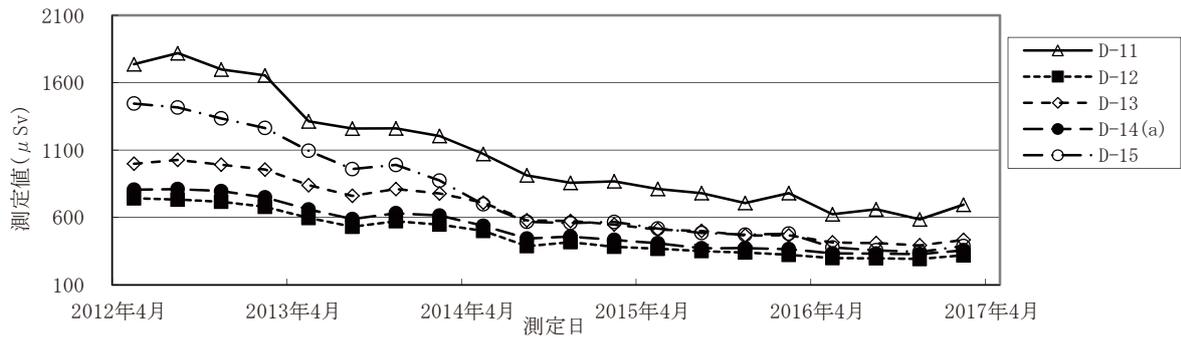


図 2.3.1-2 放射線安全セクションによる事業所境界のγ線の積算線量測定結果  
(3 月間積算)

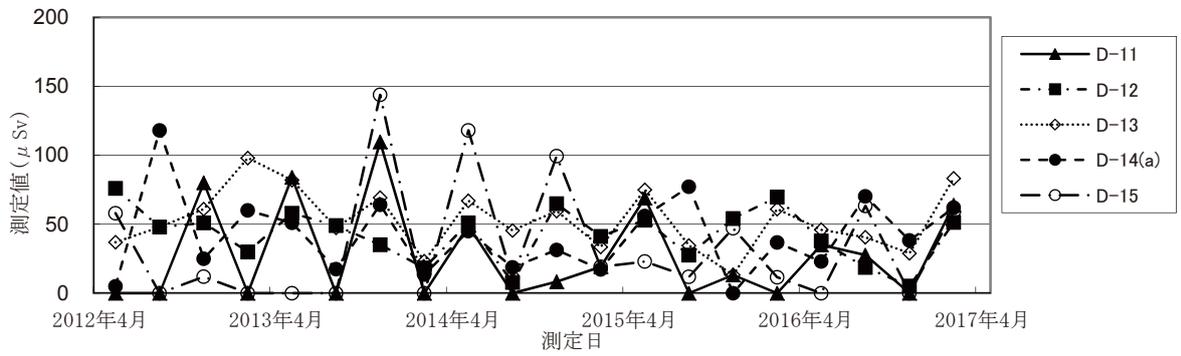


図 2.3.1-3 放射線安全セクションによる事業所境界の中性子線の TLD による積算線量測定結果  
(3 月間積算)

### 2.3.2 環境試料のモニタリング

J-PARCにおける環境試料のモニタリングとしては、四半期毎に採取している地下水試料の<sup>3</sup>H測定及びγ線波高分析等を実施してきた。採取している地下水等の測定点（観測用井戸）を図2.3.2-1に示す。また、地下水中の<sup>3</sup>H濃度変動の大きな要因として雨水からの移行があることから、地下水の一部の採取地点においては、3月間の雨水中の<sup>3</sup>H濃度の測定も併行して実施してきた。

<sup>3</sup>H測定では、採取した地下水及び雨水をトリチウム分析法<sup>1)</sup>に準拠して試料処理（蒸留）を行った。測定試料は、バイアルに蒸留後の試料40cm<sup>3</sup>と液体シンチレータ（ウルチマゴールドLLT）60cm<sup>3</sup>を加えて作製した。測定は、2015年度に整備した日立製作所製の低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタ（LB-7）を用い、1試料あたり30分測定を12サイクル実施した。そのときの検出下限濃度は、約6×10<sup>-4</sup>Bq/cm<sup>3</sup>程度であった。地下水中の<sup>3</sup>H濃度を表2.3.2-1に示す。また、雨水中の<sup>3</sup>H濃度を表2.3.2-2に示す。

γ線波高分析では、採取された地下水を2リットルのマリネリ容器に移し、Ge半導体検出器で80,000秒測定した。測定対象核種は、J-PARCの建設場所を考慮し、J-PARCで生成されると思われる核種にFP（フィッシュンプロダクト）を加えた<sup>7</sup>Be, <sup>22</sup>Na, <sup>46</sup>Sc, <sup>48</sup>V, <sup>51</sup>Cr, <sup>54</sup>Mn, <sup>59</sup>Fe, <sup>56</sup>Co, <sup>57</sup>Co, <sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co, <sup>126</sup>I, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>144</sup>Ce, <sup>203</sup>Hgのガンマ線放出核種とした。

2016年度に測定した環境試料では測定対象核種を含め、ガンマ線放出核種は未検出であった。  
(関 一成)

#### 参考文献

- 1) 放射能測定法シリーズ トリチウム分析法, 日本分析センター, 2002, 127p.

表 2.3.2-1 地下水中<sup>3</sup>H濃度

採取年月	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	W-8	W-9	W-10	W-11
2016/5	1.4E-03	1.3E-03	1.6E-03	<5.3E-04	1.3E-03	1.1E-03	1.3E-03	8.1E-04	7.8E-04	1.3E-03	2.3E-03
2016/9	1.3E-03	1.0E-03	1.5E-03	<5.4E-04	1.2E-03	8.3E-04	6.7E-04	6.1E-04	1.6E-03	1.1E-03	2.2E-03
2016/11	1.1E-03	1.1E-03	1.3E-03	<5.6E-04	1.1E-03	8.4E-04	<5.3E-04	<5.4E-04	1.2E-03	6.3E-04	1.6E-03
2017/1	8.2E-04	9.3E-04	1.7E-03	<5.6E-04	9.6E-04	<8.3E-04	<5.6E-04	<6.0E-04	9.9E-04	<8.0E-04	2.0E-03

単位：Bq/cm<sup>3</sup>

表 2.3.2-2 雨水中<sup>3</sup>H濃度

採取四半期	W-2	W-3	W-5	W-8	W-11
第1四半期	8.8E-04	8.1E-04	1.3E-03	1.7E-03	1.6E-03
第2四半期	8.1E-04	1.1E-03	2.0E-03	6.1E-04	1.5E-03
第3四半期	7.3E-04	<5.7E-04	<5.8E-04	<5.8E-04	<5.8E-04
第4四半期	1.5E-03	6.8E-04	9.3E-04	7.2E-04	6.6E-04

単位：Bq/cm<sup>3</sup>

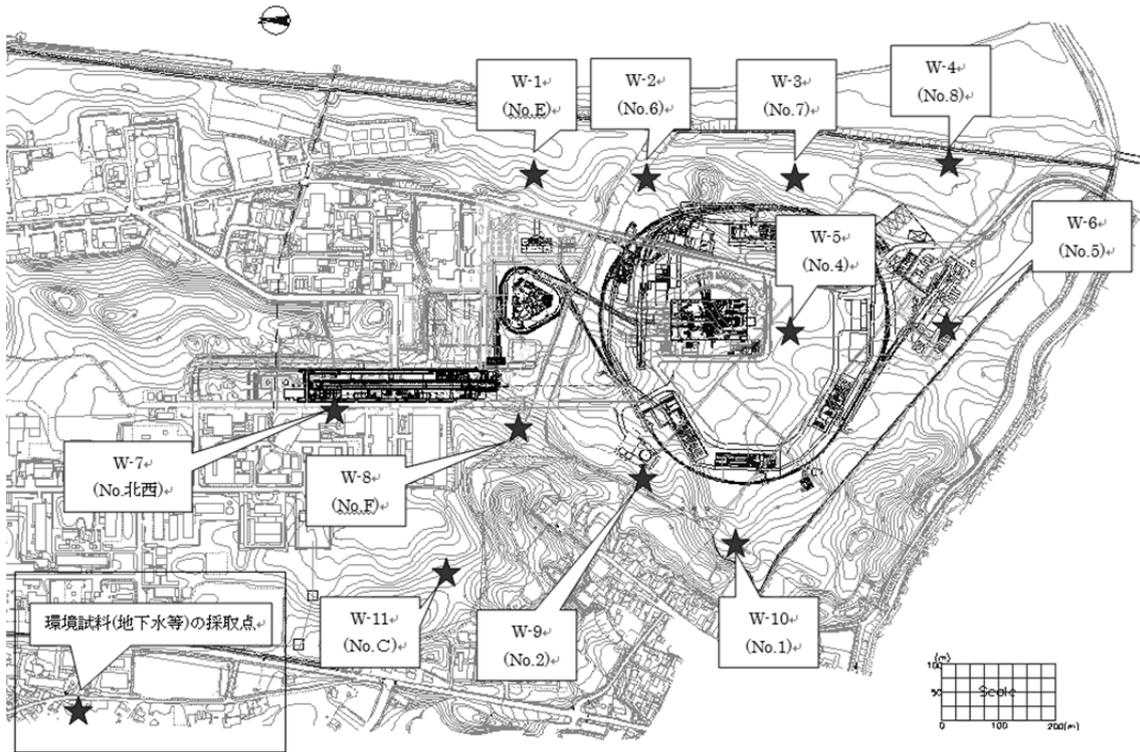


図 2. 3. 2-1 地下水等の測定地点

## 2.4 個人線量の管理

個人線量の管理として、外部被ばく線量の測定、内部被ばく線量の測定、放射線業務従事者の登録管理を行っている。

2016年度における外部被ばくの年間測定対象者は3,275人であり、予防規程に定められた線量限度及び予防規程細則で定められた年間被ばく管理目標値を超える被ばくはなかった。なお、OSLバッジによる外部被ばく線量の測定、バイオアッセイ法及び体外計測法による内部被ばく線量測定及び確認検査は、原科研線量管理課に依頼して実施している。

(春日井 好己)

### 2.4.1 外部被ばく線量の測定

放射線業務従事者に対する外部被ばく線量の測定は、OSL バッジ (OSL 線量計+エッチピット線量計) により、4 月 1 日を始期とする 3 月毎 (女子は 1 月毎) に 1cm 線量当量 (実効線量及び妊娠中の女子の腹部表面の等価線量) 及び 70  $\mu$ m 線量当量 (皮膚の等価線量) について、原科研線量管理課に依頼して実施している。眼の水晶体の等価線量については、1cm 線量当量又は 70  $\mu$ m 線量当量のうち大きい方の測定値を記録している。

2016 年度における外部被ばくの年間測定対象実人員は、3,275 人であった。不均等被ばく測定用 OSL 線量計による頭頸部の不均等被ばくの測定及びリングバッジによる身体末端部位の測定はなかった。OSL バッジによる測定が困難な場合に行う線量の推定評価の事例はなかった。OSL バッジの紛失等のトラブルを減らすための取り組みとして、OSL バッジ用ストラップの配布のほか、定期交換や教育訓練の際に OSL バッジの取り扱いに係る注意事項の周知を行っている。2016 年度における外部被ばく測定件数を表 2.4.1-1 に示す。

また、J-PARC 外で放射線作業を行う J-PARC センター職員等に対し、必要に応じて所外用 OSL バッジの貸与を行っている。2016 年度の所外用 OSL バッジの貸与者は 23 人、測定件数は 25 件であり、有意な外部被ばくはなかった。

(西藤 文博)

表 2.4.1-1 外部被ばく測定件数

測定評価対象		件 数			
測定器	測定区分	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期
OSL バッジ	定 期	2,172	2,929	2,941	3,169
	推 定	0	0	0	0
	小 計	2,172	2,929	2,941	3,169
不均等被ばく 測定用 OSL 線量計	定 期	0	0	0	0
	推 定	0	0	0	0
	小 計	0	0	0	0
リングバッジ	定 期	0	0	0	0
	推 定	0	0	0	0
	小 計	0	0	0	0
合 計	定 期	2,172	2,929	2,941	3,169
	推 定	0	0	0	0
	合 計	2,172	2,929	2,941	3,169

## 2.4.2 内部被ばく線量の測定

放射線業務従事者に対する内部被ばく線量の測定は、放射線作業状況及び作業環境中の空気中放射能濃度等から計算評価を行い、有意な内部被ばく線量（3月間につき2mSvを超える線量）を受けるおそれのある者に対して実施している。また、内部被ばく線量測定の対象とならなかった者のうち、有意な内部被ばくがなかったことを確認するために行う検査は、各施設から代表者を選定して実施している。また、外来業者等に対し、必要に応じて、第1種管理区域入域前後に内部被ばくの有無を確認するために行う入退域検査を実施している。これらの内部被ばく線量測定及び確認検査は、原科研線量管理課に依頼して実施している。

内部被ばくに係る放射線作業状況調査を四半期毎に（女子は毎月）実施した結果、2016年度において、有意な内部被ばく線量を超えるおそれのある者はいなかったため、内部被ばく線量の測定対象者は0人であった。

内部被ばく線量測定の対象とならなかった者のうち、有意な内部被ばくがなかったことを確認するため、各施設から代表者を選定して確認検査を実施した。確認検査は、体外計測法（ホールボディカウンタによるγ線測定）により28人、バイオアッセイ法（尿サンプルのトリチウム、全β線測定）により28人について実施した。確認検査の結果、有意な内部被ばくはなかった。

第1種管理区域入域前後に内部被ばくの有無を確認するために行う入退域検査を必要とする事例はなかった。2016年度における内部被ばく測定及び検査件数を表2.4.2-1に示す。

（西藤 文博）

表 2.4.2-1 内部被ばく測定及び検査件数

検査対象		件 数			
		第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
線量測定		0	0	0	0
確認検査	体外計測	14	14	14	14
	バイオアッセイ	22	22	22	22
入退域検査	体外計測	0	0	0	0
合 計		36	36	36	36

### 2.4.3 個人被ばく状況

2016年度の実効線量に係る被ばく状況を表2.4.3-1に示す。年間の総線量は35.4人・mSv、最大実効線量は5.7mSvであった。

2016年度(2015年度)の実効線量に係る四半期別の被ばく状況を表2.4.3-2に示す。総線量は第2四半期が最大で13.9人・mSvであり、四半期の最大実効線量は4.1mSvで第3四半期に発生している。最大実効線量については50GeVシンクロトロン施設加速器トンネルの入射部コリメータ付近における保守作業による被ばくであった。

2016年度の施設別の被ばく状況を表2.4.3-3に示す。施設別の被ばく状況は、50GeVシンクロトロン施設が最大で、総線量は14.7人・mSv、最大実効線量は5.7mSvであった。50GeVシンクロトロン施設は入射部のコリメータ等の機器が高い線量を持っており、メンテナンス等のための立ち入りにより被ばくが生じる。50GeVシンクロトロン施設に次いでハドロン実験施設での被ばくが高くなっており、これは1次ビームライン内のチェーンランプの交換作業の中で高い線量を持った機器の保守作業が行われたためである。

J-PARC放射線業務従事者数の推移を表2.4.3-4及び図2.4.3-1に示す。放射線業務従事者数は全体的に増加傾向にある。2014年度の放射線業務従事者数は前年度と比較して急増している。これはハドロン事故の再発防止策のためハドロン実験施設の大幅な改修が行われたためである。

放射線業務従事者の被ばく線量の推移を表2.4.3-5及び図2.4.3-1に示す。全従事者の被ばく総線量は、東日本大震災が発生後となる2011年度及びハドロン事故の起きた2013年度に高くなっているが、いずれもその次年度には半分程度まで減少している。しかし震災以降はビームパワーの増強に伴い被ばく線量も増加傾向にあり、今後もビーム増強による被ばく線量の上昇も予想される。そのため被ばくを極力低減させるための被ばく管理を徹底し、今後も被ばく状況の推移を注視していく必要がある。

(西川 功一)

表 2.4.3-1 実効線量に係る被ばく状況

(平成 28 年度)

作業区分	放射線業務従事者 実人員 (人)	線量分布 (人)					総線量 (人・mSv)	平均 実効線量 (mSv)	最大 実効線量 (mSv)
		0.1mSv 未満	0.1mSv 以上 1mSv 以下	1mSv を超え 5mSv 以下	5mSv を超え 15mSv 以下	15mSv を超え るもの			
JAEA 職員等	328	325	2	1	0	0	2.4	0.01	1.2
KEK 職員等	327	302	23	1	1	0	12.5	0.04	5.7
ユーザー	1,118	1,118	0	0	0	0	0	0	0
外来業者	1,519	1,466	51	2	0	0	20.5	0.01	1.6
全作業者	3,275	3,194	76	4	1	0	35.4	0.01	5.7

\* 年度中に作業区分を変更した場合、作業区分ごとに1名として集計。

表 2.4.3-2 四半期別の実効線量に係る被ばく状況

(平成 28 年度)

管理期間	放射線業務従事者 実人員 (人)	線量分布 (人)					総線量 (人・mSv)	平均 実効線量 (mSv)	最大 実効線量 (mSv)
		0.1mSv 未満	0.1mSv 以上 1mSv 以下	1mSv を超え 5mSv 以下	5mSv を超え 15mSv 以下	15mSv を超え るもの			
第1 四半期	1,990	1,969	21	0	0	0	5.8	0.00	0.3
第2 四半期	2,589	2,529	60	0	0	0	13.9	0.01	0.8
第3 四半期	2,661	2,634	26	1	0	0	8.8	0.00	4.1
第4 四半期	2,829	2,799	30	0	0	0	6.9	0.00	0.7
年 間 *	3,275 (3,026)	3,194 (2,921)	76 (103)	4 (2)	1 (0)	0 (0)	35.4 (35.4)	0.01 (0.01)	5.7 (1.9)

\* 括弧内の数値は、平成 27 年度の値。

表 2.4.3-3 施設別の実効線量に係る被ばく状況

(平成 28 年度)

施設名	有検出者数 (人)	総線量 (人・mSv)	最大線量 (mSv)
リニアック施設	1	0.1	0.1
3GeV シンクロトロン施設	6	2.8	1.2
50GeV シンクロトロン施設	37	14.7	5.7
物質・生命科学実験施設	9	1.6	0.3
ハドロン実験施設	20	11.8	1.1
ニュートリノ実験施設	14	4.4	0.9

表 2.4.3-4 作業者区分別放射線業務従事者数の推移

作業者区分	放射線業務従事者数 (人)		
	2014 年度	2015 年度	2016 年度
職員等	596	601	655
外来業者	2,293	1,585	1,519
ユーザー	1,053	840	1,118
合計	3,942	3,026	3,292

\* 年度中に作業区分を変更したものがいる場合、作業区分別に 1 名として集計した。なお、合計は実人数を記述している。そのため、作業区分別の総計と合計と一致しない場合がある。

表 2.4.3-5 作業者区分別被ばく線量の推移

作業者区分	総線量 (人・mSv)		
	2014 年度	2015 年度	2016 年度
職員等	12.7	16.2	14.9
外来業者	15.3	19.2	20.5
ユーザー	0.2	0.0	0.0
合計	28.2	35.4	35.4

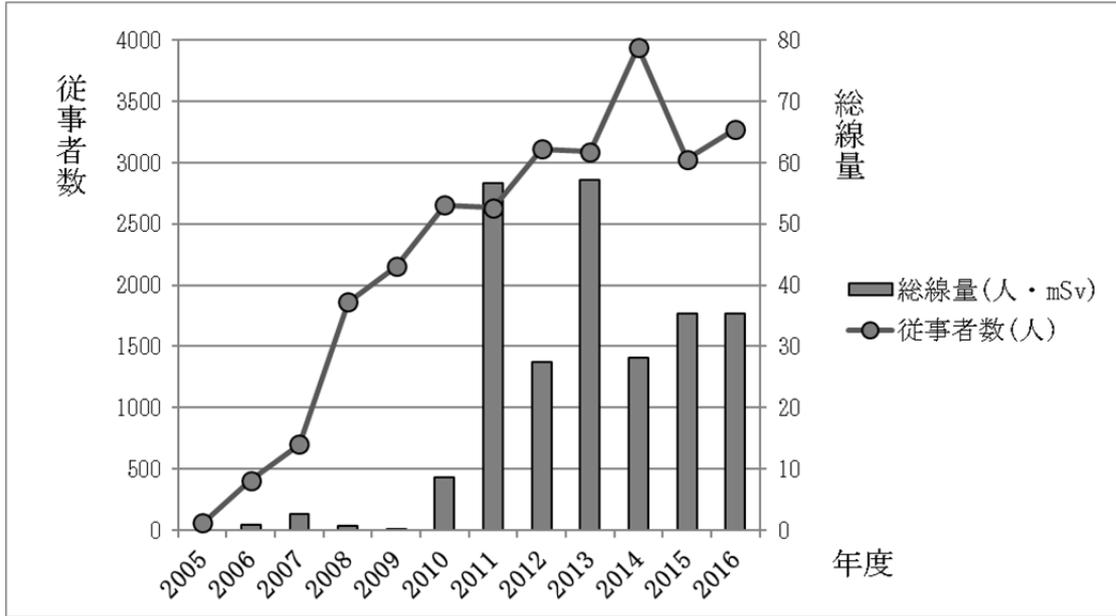


図 2.4.3-1 J-PARC 放射線業務従事者数と総線量の推移

## 2.4.4 放射線業務従事者の登録管理

### (1) 認定登録時の管理

J-PARCの管理区域内で放射線作業に従事する職員等、ユーザー及び外来業者について、J-PARCの放射線業務従事者としての認定登録手続きを行った。登録にあたっては、「認定登録依頼書兼管理区域立入許可願」により、放射線業務従事者としての要件を満たしていることを放射線安全セクションで確認した後、安全ディビジョン長が従事者として認定している。なお、職員等及び外来業者には、認定登録時にOSLバッジを発行しているが、ユーザーには、その利便性等を考慮し、予め認定登録のみを行うことを可能としており、認定後、実際にユーザーが実験を行う時にOSLバッジを発行している。また、OSLバッジの発行にあたっては、入退出管理システムへデータを入力し、OSLバッジ内の個人識別用素子に入域場所、入域許可コード等のデータを書き込むことで、管理区域への入退出管理に対応している。

### (2) 認定解除時及び年度更新時の管理

従事者認定の解除にあたっては、「認定解除依頼書」により、解除手続きを行った。なお、放射線作業の従事予定が3ヵ月以上ない職員等及び外来業者には、原則として従事者認定を解除するよう指導している。

ユーザー及び外来業者は、認定登録手続きの有効期間を単年度としているため、「認定解除依頼書」が提出されなくても、年度末には自動解除の手続きを行っている。翌年度も継続で放射線作業を行う場合は、「認定登録更新依頼書」の提出を受け、健康診断及び教育訓練歴を確認し、年度更新手続きを実施している。

### (3) 放射線業務従事者登録数の推移等

2016年度の放射線業務従事者認定件数を表2.4.4-1、解除件数を表2.4.4-2に示す。職員等は、2016年度より総合科学研究機構(CROSS)職員が職員等扱いとなり、作業者区分の変更をしたため、第1四半期の新規者数が増加している。ユーザーは、海外を含め多くの施設(国内:69の大学、15の研究機関、55の企業、海外:61の大学・研究機関)からの実験者を受け入れている。また、外来業者は、短期間の作業に伴い、登録・解除を繰り返すことが多い。特に、夏のメンテナンス期間にあたる第2四半期に登録・解除件数が非常に多くなっている。

(沼里 一也)

表 2.4.4-1 放射線業務従事者認定件数（2016 年度）

四半期毎 登録者区分	第 1 四半期		第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期	合 計
	新規者	更新者				
職員等	107		8	13	11	139
ユーザー	617	135	35	227	188	1067
外来業者	140	573	695	187	154	1176
合 計	864	708	738	427	353	2382

表 2.4.4-2 放射線業務従事者解除件数（2016 年度）

四半期毎 登録者区分	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期	合 計
職員等	1	10	6	48	65
ユーザー	19	2	33	0	54
外来業者	35	406	173	165	779
合 計	55	418	212	213	898

## 2.5 放射線安全管理設備の管理

放射線安全管理設備の製作、点検・保守、整備については、建設時の予算の関係からJAEAとKEKとで所掌を分担し行っているが、一体的運用を行うためにその設計思想、運用方針は統一されている。

放射線安全管理設備に関わる故障・トラブルの発生件数の推移については、経年劣化を考慮する段階となっていることが示唆されている。そのため、経年劣化に備え様々な機器の計画的な更新及び運用経験による機器の改修等が行われた。

(関 一成)

### 2.5.1 放射線安全管理設備の概要

J-PARCの放射線安全管理設備については、建設時の予算の関係から、リニアック施設、3 GeVシンクロトロン施設、物質・生命科学実験施設の放射線安全管理設備はJAEAが、50 GeVシンクロトロン施設、ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設の放射線安全管理設備はKEKが製作を行ったが、一体的運用を行うためにその設計思想、運用方針は統一されている。

放射線安全管理設備は、放射線監視設備、入退出管理設備、放射線集中監視システムから成る。

放射線監視設備は、加速器の運転にともなって発生する放射線により変動する線量当量率を測定するエリアモニタ、排気中のガス状及びダスト状の放射性物質の量を測定する排気モニタ、加速器トンネル内または作業環境中のガス状放射性物質の量を測定する室内ガスモニタから構成される。エリアモニタには、管理区域境界における積算線量を測定し、所定のしきい値を超えた場合にビーム運転を自動的に停止するインターロック機能も含まれている。

入退出管理設備は、管理区域への入域制限、立入り記録の作成・保存を行う。放射線業務従事者や見学者が管理区域へ入域する際には、入域者の立入り許可条件を判断し、立入りできない区域への入域制限を行う必要がある。入退出管理設備は、個人線量計と一体となったID素子及び見学者等に貸与されるIDカードにより入域制限を行う。放射線発生装置室への入室に際しては、発生装置使用中に立入りを禁止するインターロックが設置されている。法令に規定されたインターロック機器としては、非常停止スイッチ、発生装置室通常口ドア、パーソナルキー（PK）等が設置され、自主的に設置されたインターロック機器である放射線エリアモニタ、電流モニタ等と共にパーソネル・プロテクション・システム（Personnel Protection System, PPS）を構成している。また、発生装置室への立入りに際しては入域者全員に警報付きポケット線量計（APD）の携帯を義務付けている。入退域管理設備は、PK, APDと連動した発生装置室への入域管理、及び退域時のPK返却の確認、APD指示値の読み取りを行う。また、発生装置使用室など汚染が予想される区域を退出する際には、作業員や搬出物品の汚染を検査する必要がある。このような区域の出口には、体表面モニタ、搬出物品モニタ、ハンドフットクロスモニタが設置され、自動で汚染を検査することが可能である。

放射線集中監視システムは、放射線監視設備が測定したデータ及び入退出管理設備が管理した入退出情報を収集・記録し集中監視するとともに、一定期間保管する。

表 2.5.1-1 に、2016 年度の放射線安全管理設備に関わる故障・トラブルの発生件数を示す。

JAEAの放射線安全管理設備の全体の傾向として、2007年度の運用開始以降、設備の初期不良が解消された後、安定期が見られたが、2014年度頃から徐々に経年劣化の兆候が見られている。2016年度における放射線監視設備では、モニタ検出器の経年劣化が起因と推定される故障が増加し、また、放射線集中監視システムでも、情報表示端末の部品レベルでの故障件数が増加した。

KEKの放射線安全管理設備の全体の傾向でも、JAEAと同様に初期不良の解消後、安定期を経て、経年劣化の兆候が見られている。なお、2014年度以降の設備の増強により管理対象機器の台数増加に伴い、故障・トラブルの件数にばらつきが見られる。2016年度における集中監視システムでは、サーバ計算機とローカル計算機のハード更新に伴い、ソフト更新も同時に行っているため、ソフトの初期不良によるトラブルがあった。入退出管理設備については、屋外に設置されているIDリーダが夏季に停止する事象が発生した。この事象の解消に向けた取り組みの詳細を

「5.12 IDリーダーとその収納容器の放熱対策」で述べる。

(佐藤 浩一)

表 2.5.1-1 放射線安全管理設備に係わる故障・トラブルの発生件数

	放射線監視設備		入退出管理設備		放射線集中監視システム	
	JAEA	KEK	JAEA	KEK	JAEA	KEK
2007年度	20	—	30	—	36	—
2008年度	13	5	42	237	23	12
2009年度	9	37	17	319	9	52
2010年度	2	22	23	192	12	6
2011年度	9	11	21	144	12	5
2012年度	8	11	24	74	16	9
2013年度	7	13	54	17	23	4
2014年度	10	18	46	63	18	4
2015年度	10	8	33	35	11	9
2016年度	12	5	31	38	15	16

## 2.5.2 放射線安全管理設備の点検・保守

J-PARCにおける放射線安全管理を適切に行うにあたり、放射線安全管理設備及び放射線管理用測定機器の点検・保守・校正は必要不可欠である。J-PARCでの放射線安全管理設備及び放射線管理用測定機器の点検・保守・校正は、維持管理予算の制約から「当該設備・機器を整備した側が担当する」という原則に基づいて、JAEAとKEKが分担して実施している。

### (1) 放射線安全管理設備

放射線安全管理設備は、放射線監視設備、入退出管理設備、放射線集中監視システムにより構成されている。これらの設備は、原則として連続稼働設備であるため、各機器の健全性が確保され、機能が維持されていることを毎年度1回の定期点検で確認している。放射線エリアモニタの線源校正などについては、所掌区分に応じて、原科研線量管理課又はKEK放射線科学センターに依頼して実施している。また設置後10年を経過し経年劣化の兆候とも考えられる故障の増加がみられるため、それらの更新作業を合わせて実施している。

放射線監視設備、放射線集中監視システムは、加速器の運転中に稼働が必要な設備のため、加速器が長期間停止する夏期のメンテナンス期間中に点検を実施している。

入退出管理設備については、原則、加速器の運転に伴いトンネル等の管理区域への入退出が少なくなる後期の運転期間中に点検を実施している。

2016年度において点検・保守の対象とした放射線安全管理設備の種類及び保有台数を表2.5.2-1に示す。

### (2) 放射線管理用測定機器

サーベイメータ、放射能自動測定装置、液体シンチレーション式計数装置、 $\gamma$ 線核種分析装置等の放射線管理用測定機器は、使用頻度に関係なく常に正常な測定が行えるよう維持する必要がある。これらの測定機器については、日常点検を規定の頻度（サーベイメータ類で週1回、その他の測定機器では測定又は使用のつど）で行うとともに、定期点検・校正を毎年度1回の頻度で実施している。なお、サーベイメータの定期点検については、所掌区分に応じて、線量管理課又は放射線科学センターに依頼して実施している。また、線量管理課又は放射線科学センターにて校正設備が整っていない $^{125}\text{I}$ 用サーベイメータ、電離箱式サーベイメータ（ $\beta$ 線用）や可搬型ガスモニタについては、製造メーカーで点検校正を実施している。

2016年度において点検又は保守の対象とした放射線管理用測定機器の種類及び保有台数を表2.5.2-2に示す。

(大谷 友一)

表 2.5.2-1 2016 年度に点検・保守の対象とした放射線安全管理設備

設備・装置		種類	保有台数	
			J A E A	K E K
放射線監視設備	線量当量率モニタリング設備	中性子線用エリアモニタ	20	18
		γ線用エリアモニタ	30	18
	排気モニタリング設備	排気ガスモニタ	6	11
		排気ダストモニタ	7	13
		トリチウム捕集装置	5	10
	室内空気モニタリング設備	室内ガスモニタ	8	10
	空気サンプリング設備	ルーツプロア	10	0
		排気ガスサンプラ	0	20
		排気ダストサンプラ	0	9
入退出管理設備	汚染管理装置	体表面モニタ	4	6
		搬出物品モニタ	4	9
		ハンドフットモニタ	9	9
	被ばく管理装置	警報付ポケット線量計 (APD)	250	281
		APD 自動貸出装置	5	5
放射線集中監視システム		サーバ計算機	2	3
		放射線管理用端末	3	4
		入退出管理用計算機	3	4

表 2.5.2-2 2016 年度に点検・保守の対象とした放射線管理用測定機器

種類		保有台数		
		J A E A	K E K	
サーベイメータ	表面汚染検査用 (α線用)		5	0
	表面汚染検査用 (β線用)		44	23
	表面汚染検査用 (H, C 用)		1	0
	表面汚染検査用 ( <sup>125</sup> I 用)		1	4
	γ・X線用	電離箱式	16	7
		NaI(Tl)シンチレーション式	28	6
		GM管式	12	7
		GM管式 (高線量率計)	9	2
	β線用	電離箱式	1	0
中性子線用	比例計数管式 (レムカウンタ)	14	3	
放射能自動測定装置		3	1	
液体シンチレーション式計数装置		2	1	
γ線核種分析装置		2	3	
放射能測定装置		4	2	

### 2.5.3 放射線安全管理設備の増設、新規整備及び更新等

放射線安全管理設備及び放射線管理用測定機器は、施設の運転・利用状況などに応じて改修・増設及び新規整備を行っている。また、昨今では経年劣化による故障・トラブルが増加傾向にあり、適宜修理に対応するとともに、予防保全のための設備・機器更新を順次行っている。

2016年度においてJAEAでは、放射線監視システムのプログラム改修、ルーツフロアの制御プログラムの改造、情報表示用WEBシステムの改修を行った。KEKでは、ハドロン第1機械棟設置の排気モニタユニットの更新、放射線監視用ローカル計算機、入退出管理用ローカル計算機の更新を行った。

表2.5.3-1に2016年度に新たに整備した放射線安全管理設備及び放射線管理用測定機器を示す。

(齋藤 究)

表 2.5.3-1 2016年度に新たに整備した放射線安全管理設備及び放射線管理用測定機器

	設備・機器名	型式	台数
JAEA	可搬型ガスモニタ	DGM-233B	1
	ダストサンプラ	TH-D5136-Alter	1
	ガスモニタ	MGR-RC74	1
	ガスサンプラ	NAG-TA7C1634C1	1
	ペーパーレスレコーダ	GX20-2J	2
	IDリーダ	TH-HASR-MRD2	2
	伝送器	NEJ1Y012-112YY-S	5
	伝送器	NEJ1Y112-112YY-S	4
	半導体検出器	NDT12312-1YYYY-S	1
KEK	放射線監視用ローカル計算機	POWER MASTER Server S4023	4
	入退出管理用ローカル計算機	POWER MASTER Server S4023	4
	放射線監視システム テストベンチ	—	1式
	電離箱式サーベイメータ	AE-133V/Λ2+	2
	GMサーベイメータ	TGS-1146	2
	IDリーダ	ES-822	2式
	IDリーダ収納容器	ES-5087	1

## 2.6 関連業務

関連業務には、放射性同位元素等による放射性障害防止に関する法律（放射線障害防止法）等に係る申請・届出、検査対応、内部規程等の改訂、放射線安全に関する委員会活動、放射線安全教育がある。

放射線障害防止法等に係る申請・届出については、2016年度中に行った各施設の申請内容をまとめた。

検査対応については、2016年度内に実施された施設検査（2件）について記した。

内部規程等の改訂では、2016年度中に行った放射線障害予防規程及び同細則等の変更について記述した。

委員会活動では、2016年度の放射線安全委員会、放射線安全評価委員会及び作業部会の審議項目についてまとめている。

放射線安全教育では、管理区域入域前に行う入域前教育訓練、職員等に対して年1回行う再教育訓練、関連資料（ハンドブック、教育用ビデオ）の整備、理解度確認の実施等についてまとめた。

（春日井 好己）

### 2.6.1 放射線障害防止法に係る申請

放射性同位元素等の許可使用に係る変更の許可を申請するため、放射線障害防止法に基づき、原子力規制委員会宛てに許可使用に係る変更許可申請書を提出している。2016年度は、8月5日付で申請を行い、9月27日付で許可を得たほか、12月14日付で申請を行い、2017年2月2日付で許可を得た。各施設における主な変更の内容について、表2.6.1-1に示す。

また、変更許可申請を行うときには、新增設等に対する事前了解を得るため、茨城県原子力安全協定に基づき、茨城県宛てに新增設等計画書を提出している<sup>注)</sup>。2016年度は、物質・生命科学実験施設における遮へい体構造の変更（高速ミュオン実験装置の新設準備）、ハドロン実験施設における遮へい体構造の変更（ビームラインの新設準備）について、7月に新增設等計画書を提出した。

（西藤 文博）

---

<sup>注)</sup> 放射線障害防止法第12条の8に規定する施設検査の実施を伴うものに限る。

表 2.6.1-1 各施設における主な変更の内容

[8月5日付申請]

施設	変更の内容
Li	・最大エネルギーの増加 (400→420MeV)
MLF	・密封された放射性同位元素の追加 ( $^{137}\text{Cs}$ ) ・遮へい体構造の変更 (高速ミュオン実験装置の新設準備) ・汚染検査を行える設備の新設、廃止
HD	・最大粒子数の増加 ( $3.8 \times 10^{16} \rightarrow 4.0 \times 10^{16}$ 個/h) ・遮へい体構造の変更 (ビームラインの新設準備) ・排気監視設備の移設 (ハドロン第2機械棟→ハドロン第3機械棟)

[12月14日付申請]

施設	変更の内容
MLF	・気体廃棄物処理設備のガスホルダー増設

## 2.6.2 施設検査

2016年1月29日申請、2016年4月18日許可となった、リニアック施設初段加速器試験装置の放射線発生装置室の出入口の変更、物質・生命科学実験施設中性子実験装置BL23の新設に対する施設検査を2016年6月21日受検し、6月27日付けで合格となった。

2016年8月5日申請、2016年9月27日許可となった、物質・生命科学実験施設高速ミュオン実験装置の新設準備(遮へい体設置)に対する施設検査を2016年11月4日受検し、11月7日付けで合格となった。

(齋藤 究)

## 2.6.3 内部規程等の改訂

J-PARCの放射線安全に係る内部規程のうち、放射線安全セクションが事務局として改訂案などの取りまとめを行っているものを以下に示す。

- ① 大強度陽子加速器施設（J-PARC）放射線障害予防規程
- ② 大強度陽子加速器施設（J-PARC）放射線障害予防規程細則
- ③ 大強度陽子加速器施設（J-PARC）放射性物質等事業所内運搬規則
- ④ 大強度陽子加速器施設（J-PARC）エックス線装置保安規則
- ⑤ 大強度陽子加速器施設（J-PARC）放射線安全評価委員会規則
- ⑥ J-PARCセンター事故等通報規則

これらの内部規程は、J-PARCの変更許可申請の状況、施設の運用状況及び法令改正等に合わせて、適宜、見直し改訂を行ってきた。

2016年度に内部規程を改訂した回数は、「大強度陽子加速器施設（J-PARC）放射線障害予防規程細則」が1回、「大強度陽子加速器施設（J-PARC）エックス線装置保安規則」が1回であった。

J-PARCにおける放射線作業等の実運用を行う上で必要な手続き及び様式等を纏めた「放射線安全ガイドブック」及びJ-PARCの放射線管理に関する実務内容を纏めた「放射線管理要領」について、より効率的かつ円滑に運用ができるように全体のレビュー・改訂を実施した。

(関 一成)

## 2.6.4 委員会活動

J-PARCは、JAEA・KEKの2者申請による放射線事業所である。J-PARCの放射線安全に関する重要な事項を両機関で一元的に検討するために、両機関の長の諮問会議としてJ-PARC放射線安全委員会が組織されている。またJ-PARCセンター内で放射線安全に関する事項を検討するために、放射線安全評価委員会が設置されている。

2016年度における放射線安全関係の委員会活動については、J-PARC放射線安全委員会が3回、放射線安全評価委員会が4回開催された。

また、放射線安全評価委員会には、特定の技術的項目を審議するための作業部会が設けられているが、2016年度は、運転手引専門部会のほか、特別部会として、使用済中性子標的容器の運搬容器に関する特別部会、High-p/COMET 特別部会が開催された。

表 2.6.4-1 に、2016 年度の放射線安全関係の委員会活動をまとめた。

(増川 史洋)

表 2.6.4-1 2016 年度 放射線安全関係委員会の開催状況

J-PARC 放射線安全委員会 (3 回)		
回	開催日	主な内容
第 25 回	2016. 05. 12	物質・生命科学実験施設、ハドロン実験施設の変更許可申請方針
第 26 回	2016. 10. 25	物質・生命科学実験施設の変更許可申請方針
第 27 回	2017. 03. 30	ハドロン実験施設における次期標的について
放射線安全評価委員会 (4 回)		
第 12 回	2016. 04. 15	物質・生命科学実験施設、ハドロン実験施設の変更許可申請
第 13 回	2016. 08. 04	J-PARC放射線障害予防規程細則の改訂、J-PARCエックス線装置保安規則の改訂、ハドロン実験施設におけるエックス線装置の利用
第 14 回	2016. 10. 19	物質・生命科学実験施設の変更許可申請、MLF 運転手引の改訂
第 15 回	2017. 03. 13	ハドロン実験施設における次期標的について

### 作業部会

回	開催日	主な内容
使用済中性子標的容器の運搬容器に関する特別部会		
第 1 回	2016. 08. 25	運搬容器の概念及び設計方針について
第 2 回	2016. 11. 8	運搬容器の詳細設計の説明、落下解析結果の報告、標的容器の運搬手順、保守方法について
第 3 回	2017. 03. 22	特別試験等の解析結果の最終報告、運搬容器の所内登録、運搬シナリオについて
High-p/COMET 特別部会		
第 3 回	2017. 02. 01	High-P ビームラインにおける放射線安全管理について
運転手引専門部会		
第 1 回	2016. 10. 5	MLF 運転手引改訂について
第 2 回	2017. 3. 31	注意体制の見直しについて

## 2.6.5 放射線安全教育

### (1) 入域前教育訓練

「J-PARC管理区域入域前教育訓練」(入域前教育)は、放射線業務従事者として管理区域に入域する者を対象とした放射線安全教育である。入域前教育の内容は、J-PARC放射線障害予防規程及び関連する内部規則並びにJ-PARCの安全設備等であり、法令で定められているその他の教育訓練項目については、事前に所属元で受講することとしている。職員・外来業者を対象とした入域前教育は、原則として毎週月曜日及び水曜日に実施している。ユーザーを対象とした入域前教育は、ユーザーの利便性を考慮して、ユーザーズオフィスに依頼して適宜実施している。なお、外来業者及びユーザーは、毎年度、改めて入域前教育を受講する必要がある。

入域前教育は、放射線安全セクションが作成したビデオを使用して実施する。職員・外来業者とユーザーでは管理区域に入域する目的や場所が異なるため、ビデオは職員・外来業者用とユーザー用(日本語・英語版)をそれぞれ用意している。また、入域前教育の受講時にはJ-PARC放射線作業ハンドブック(日本語・英語版)(図2.6.5-1参照)を配布している。なお、ビデオ及び放射線作業ハンドブックの内容は、規程類の改正内容の反映や、アンケート等で収集した意見を参考にして、毎年度更新している。

2016年度の入域前教育の受講者数は、JAEA・KEK職員等が93名、ユーザーが1124名、外来業者が1573名であった。2016年度の月別受講者数を表2.6.5-1に、2012年度から2016年度までの年度別受講者数を図2.6.5-2に示す。

### (2) 再教育訓練

「J-PARC放射線業務従事者再教育訓練」(再教育)は、J-PARC放射線業務従事者のうち、JAEA・KEK職員等を対象とした放射線安全教育である。2016年度の再教育の内容は、「J-PARCにおける放射線管理体制と福島原発事故での住民への放射線影響」、「放射線安全セクションからの注意事項等」であり、法令に定められている全ての教育訓練項目が含まれたものとなっている。2016年度は、第1回を9月27日に、第2回を11月11日に原科研の大講堂において実施した。また、KEKつくばキャンパスで実施した再教育や、大講堂での再教育に参加できなかった受講対象者については、第1回の再教育の映像を教育資料として使用した。なお、外国人職員等を対象とした英語による再教育については10月26日に実施した。

2016年度の再教育の受講対象者は616名であり、年度内に全員が受講を完了した。

### (3) 理解度確認

理解度確認は、受講者が教育の内容をどの程度理解したかを把握するため、入域前教育及び再教育の受講時に実施しているものである。理解度確認の内容は10問程度の正誤問題であり、受講者は、教育の最後に表示される解答を確認して各自で採点を行い、退出時に提出する仕組みとなっている。2016年度の理解度確認では、ほとんどの受講者が9割以上の正答率であった。また、理解度確認に併せて、教育の内容に関する要望・意見を受講者から募集している。理解度確認の集約結果や、受講者から頂いた要望・意見を参考にして、受講者にとって教育の内容が、より分かりやすいものとなるように、今後も改善を図っていく予定である。

(荒川 侑人)

表 2.6.5-1 月別入域前教育受講者数 (2016 年度)

受講者身分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
JAEA・KEK職員等	40	7	19	2	1	2	5	5	1	4	5	2	93
ユーザー	279	187	201	2	7	14	19	146	63	69	84	53	1124
外来業者	694	57	225	247	84	84	59	16	27	36	33	11	1573
月計	1013	251	445	251	92	100	83	167	91	109	122	66	2790

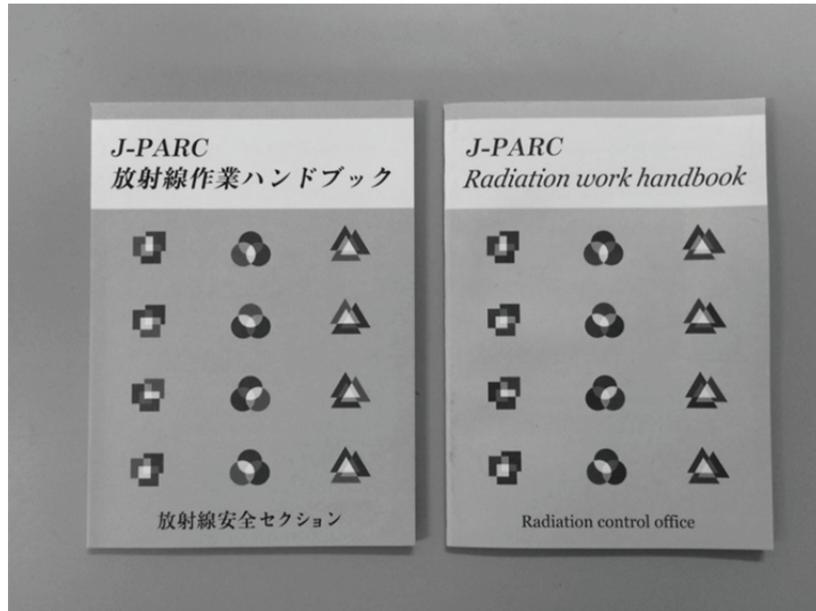


図 2.6.5-1 J-PARC放射線作業ハンドブック

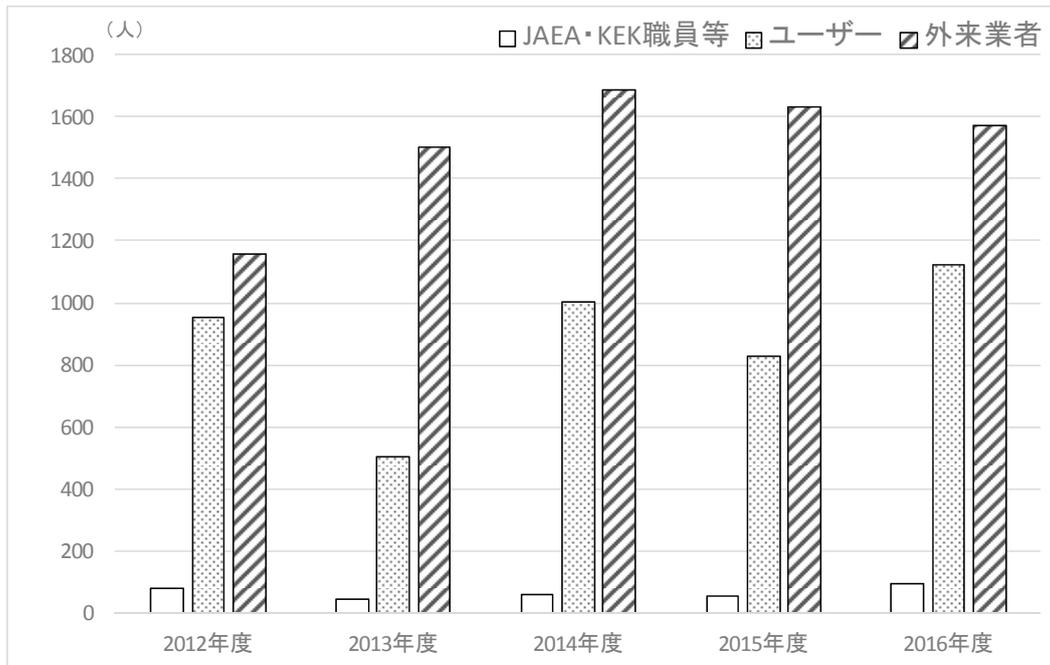


図 2.6.5-2 年度別入域前教育受講者数 (2012 年度～2016 年度)

### 3. 一般安全に関わる活動

一般安全関係の業務としては、(1)一般安全管理：一般安全検討会や各種安全専門部会等の活動、安全審査・現場査察、規定・要領等の作成と改正検討、講習会の開催等 (2)安全衛生管理：センター安全衛生会議の開催、安全衛生に係る教育訓練、安全巡視等 (3)危機管理：事故トラブル対応、地震対応、連絡系統図の管理・更新、緊急時対応用品の管理・保守等 (4)安全対策活動：安全情報・水平展開への対応等 を実施している。安全文化醸成に関わる活動については、4章に記載する。

2016年度は、加速器施設、および、物質・生命科学実験施設、ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設でそれぞれ高い稼働率を達成し、2015年度にも増して活発な研究活動が行われる1年となった。安全ディビジョンでは、2013年のハドロン実験施設の事故以降取り組んできた様々な安全の取り組みをさらに向上させるための検討を続けると共に、1)安全体感教育の導入、2)「Mindful of others」活動の呼びかけ、3)労働安全衛生コンサルタントからのサポート、4)センター安全衛生会議をより実効的な内容とするための各種検討、5)化学物質等リスクアセスメント実施に向けた方法検討と実施要領の制定、6)液化水素標的使用ガイドラインの作成、などの新たな取り組みも進めた。

今後も、原科研およびKEK東海キャンパスとも連携し、各施設やセクション、一般安全検討会/専門部会等と協力して、J-PARCに適したより実効的な安全活動を目指して、改善のための検討を継続する。

(別所 光太郎)

### 3.1 管理体制及び業務内容

J-PARCはJAEAとKEKが共同で管理・運営する施設であることから、一般安全管理については、両機関において締結された「大強度陽子加速器施設の運営に関する基本協力協定」及び「大強度陽子加速器施設の一般安全管理等に関する実施協定（一般安全に関する実施協定）」に基づき、放射線安全管理を除く安全管理（一般安全管理）に関する業務と、緊急時の通報連絡などに係る業務をJ-PARCセンター 安全ディビジョン 一般安全セクションが中心となって実施している。

J-PARCセンターにおける一般安全管理に係る諸規定の整備、法令に基づく届出、緊急時の通報連絡及び対応等については、上述の一般安全管理等に関する実施協定において以下のように定められており、これらに基づき安全管理業務を遂行している。

- a) J-PARCセンター長は、J-PARCの労働安全衛生法、高圧ガス保安法、その他安全衛生に関する法令に基づく一般安全管理に関し、JAEA/KEK両機関の関係内部規定と整合したJ-PARC諸規定を整備する（ただし、消防法並びに電気事業法に関するものを除く）。
- b) J-PARCが設置されているJAEA原科研の長（原子力科学研究所長）及びKEK東海キャンパスの長（東海キャンパス所長）は、J-PARCセンター長の依頼により、a)の安全管理等に関する法令に基づく届出、申請及び報告に関する業務を行う。
- c) 緊急時の通報連絡等及び地元自治体との原子力安全協定に基づく対応については、原科研の事故対策規則、地震対応要領、原子力安全協定によるものとする。
- d) J-PARCセンター長は、J-PARCにおいて災害・事故等が発生した場合の通報連絡及び現場対応について、J-PARC諸規定及び体制を整備するとともに、現場における対応を総括する責任を有する。

2016年度における、一般安全管理体制及び一般安全に係る責任者等を図3.1-1及び表3.1-1に示す。

一般安全に係る主要な業務内容は以下のとおりである。なお、2016年度から新たに始めた取り組みを下線で示す。

#### (1) 一般安全管理

- ・一般安全検討会（数回／年）：安全審査、規定類の制定・改定、専門部会活動
- ・電気、機械、高圧ガス、環境（化学薬品）、レーザーの各安全専門部会活動：申請・届出状況の確認、安全審査・現場査察、水平展開対応（調査・対策検討）、規定・要領などの作成・改正検討
- ・高圧ガス安全連絡会（概ね1回／月）：高圧ガス施設の安全及び保安に関する報告、確認、情報交換など
- ・特別部会：専門部会の範囲を超える特定事案の安全審査等対応（必要に応じて設置）
  - 2016年度は「水素標的特別部会」を開催
- ・労働基準監督署、公設消防、自治体（茨城県、東海村）への申請・検査・届出等対応（原科研 保安管理部/KEK 東海管理課の窓口業務）
- ・教育訓練：クレーン、玉掛け、電気などに関連した安全衛生教育・講習会の開催

- ・安全体感教育（2016年度から）
- ・教育訓練記録の作成、教育訓練システム（原科研）への入力・登録
- ・廃油・廃薬品処分、化学薬品在庫量調査、薬品保管庫パトロール

## (2) 安全衛生管理

- ・センター安全衛生会議（1回／3ヵ月）：安全衛生管理実施計画・報告、安全衛生教育訓練報告、巡視・点検報告、事故等の報告、規定類の改正などに係る審議・報告
- ・安全衛生管理実施計画：年間計画作成、実績報告
- ・安全衛生に係る教育訓練：新構成員安全衛生講習会
- ・教育資料：安全衛生ガイドブック・ユーザー教育資料の作成・更新
- ・安全巡視：センター長（4回／年）、安全衛生管理者、衛生管理者（原科研／東海キャンパス）、産業医（原科研／東海キャンパス）
- ・規定類の制定・改定対応、管理業務

## (3) 危機管理

- ・事故トラブル対応：事故対応、事故トラブル情報の整理
- ・J-PARC非常事態総合訓練対応
- ・地震対応：地震後点検対応、自主防災訓練対応
- ・連絡系統図の管理・更新
- ・事故現場指揮所、津波避難場所、地震対策指揮所の運営・機材の管理・点検保守
- ・消防法に基づく立入調査対応
- ・危険物等の公設消防への届出等の対応
- ・消火器更新、防火設備点検、中央監視装置情報の更新等の管理
- ・各種訓練の実施（年1回以上）：消火器取扱い、AED取扱い、空気呼吸器取扱い
- ・AED、ストレッチャー、空気呼吸器などの機材の管理・点検保守

## (4) 安全文化醸成活動（活動の詳細は4章に記載）

- ・安全ポータルサイトによる情報提供
- ・ヒヤリハット活動（情報の集約、整理・分類、情報提供）
- ・安全文化醸成研修会、加速器施設安全シンポジウム
- ・請負業者等安全衛生連絡会
- ・「Mindful of others」活動（2016年度から）
- ・安全関連規定・要領集の刊行
- ・安全情報、外部情報、水平展開への対応：センター内周知、調査・対応・報告対応
- ・安全監査対応

（中根 佳弘）

表 3.1-1 一般安全に係る責任者等 (2016 年度)

責任者等名	選任条件	責任者等氏名
安全衛生管理統括者	センター長 (職位指定)	齊藤 直人
安全衛生管理副統括者	副センター長のうちから センター長が指名	石井 哲朗
センター安全衛生管理 担当者	安全ディビジョン長 (職位指定)	宮本 幸博
安全衛生管理者	センター安全衛生管理担 当者の意見を聴いて、セ ンター長が指名	富澤 哲男、菅原 正克
一般安全検討会 委員長	安全ディビジョン長 (職位指定)	宮本 幸博
専門部会 部会長	センター長指名	高圧ガス専門部会：榎田 康博 電気保安専門部会：岡村 勝也 機械安全専門部会：小栗 英知 環境安全専門部会：別所 光太郎 レーザー安全専門部会：坂佐井 馨

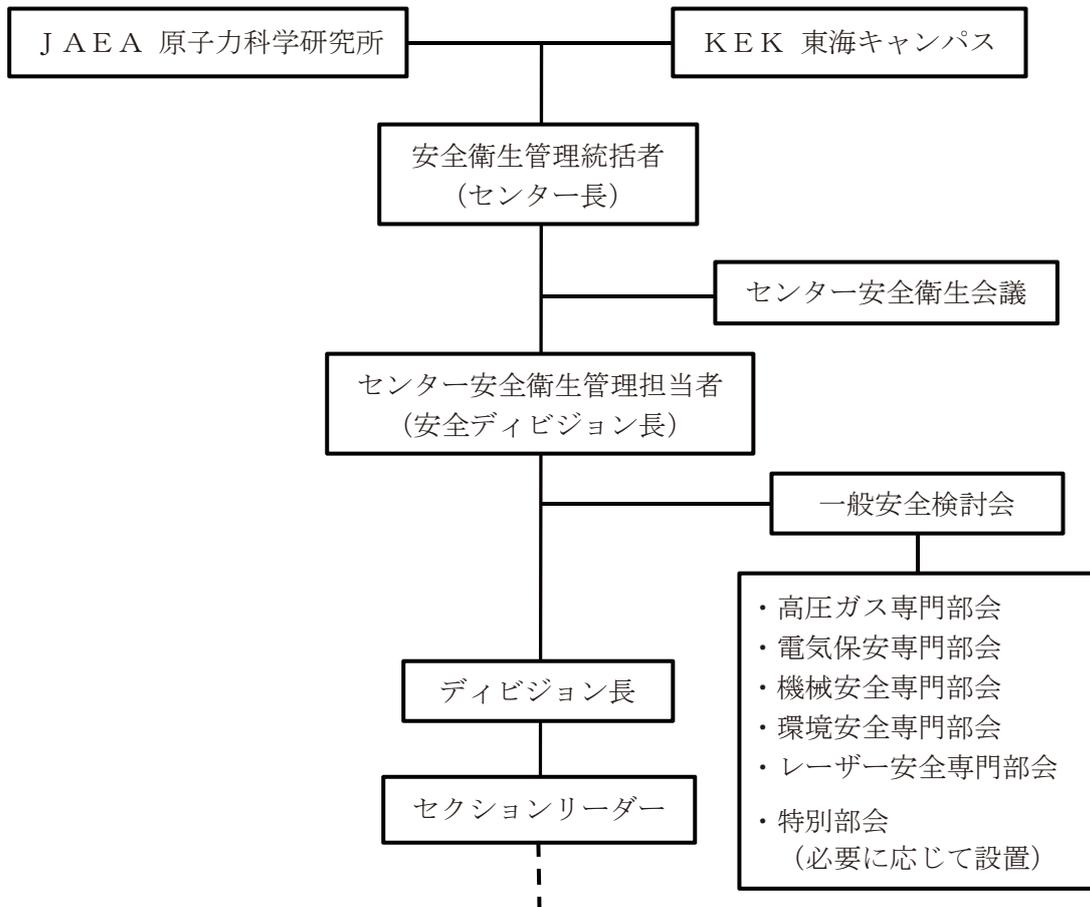


図 3.1-1 一般安全に係る安全管理体制図 (2016 年度)

## 3.2 一般安全検討会等活動

### 3.2.1 一般安全検討会

J-PARCの一般安全に係る安全管理体制は、図3.1-1に示すとおりであり、安全衛生管理統括者（センター長）の安全衛生に関する諮問機関として一般安全検討会を設置している。

一般安全検討会委員は、3.2.2に示す各専門部会の部会長のほか、J-PARCセンター構成員の中からセンター長が指名した者で構成される。委員は、委員長を含め17名である。

一般安全検討会では、安全衛生管理統括者の諮問に応じ、安全衛生管理上重要な設備等の安全審査、規定類の制定・改定・廃止に係る審議と答申を行う。

2016年度における一般安全検討会の開催状況を表3.2.1-1に示す。

（富澤 哲男）

表 3.2.1-1 2016年度 一般安全検討会の開催状況

回	開催日	主な内容
第20回	2016/05/02	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般安全検討会名簿の確認</li> <li>・ 地震対応要領の一部改正の審議</li> <li>・ 2015年度各専門部会活動報告</li> </ul>
第21回	2016/07/11	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地震対応要領の一部改正の審議</li> <li>・ 防火・防災管理要領の一部改正の審議</li> <li>・ 特殊自動車取扱手引の一部改正の報告</li> <li>・ クレーン運転手引の一部改正の報告</li> <li>・ 水素標的特別部会の活動状況報告</li> <li>・ 化学物質リスクアセスメント実施に関する検討状況報告</li> </ul>
第22回	2016/08/09	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 派遣労働者の労働安全衛生に関する通達の制定</li> <li>・ 計画外停電対応要領の制定</li> </ul>
第23回	2017/01/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 化学物質等リスクアセスメント実施要領の制定</li> <li>・ リスクアセスメント実施要領の一部改正の審議</li> <li>・ 電気工作物保安規定の一部改正の審議</li> </ul>

### 3.2.2 専門部会

専門部会は、J-PARCセンター一般安全検討会運営要項に基づき設置されており、高圧ガス、電気、機械（クレーン、運搬機器等）、環境（化学物質等）、レーザーの専門的事項の審議等を行う。

専門部会は、一般安全検討会委員長の諮問に応じ、それぞれに定められた安全確保のための任務を行う。部会員の構成は、専門部会ごとにJ-PARCセンター一般安全検討会専門部会運営要項において定められている。また、同要項により、部会長はセンター長が指名することになっている。

常設の専門部会としては、以下に示す5つの専門部会がある。常設の各専門部会の活動については3.2.2.1～3.2.2.5に示す。

- ・ 高圧ガス専門部会
- ・ 電気保安専門部会
- ・ 機械安全専門部会
- ・ 環境安全専門部会
- ・ レーザー安全専門部会

常設の専門部会の任務範囲を超える特定事案等に対しては、必要に応じて、特別部会を設置することができる。2016年度は、水素を標的として使用する実験において、その安全性を確認する際に参照する基準（ガイドライン）を作成することを目的とした「水素標的特別部会」を設置した。この特別部会の活動については3.2.2.6に示す。

（富澤 哲男）

### 3.2.2.1 高圧ガス専門部会

高圧ガス専門部会の部会員は、一般高圧ガス保安技術管理担当、冷凍高圧ガス保安技術管理担当、J-PARCセンター構成員で高圧ガス製造設備又は冷凍設備の安全維持に責任を有する者、一般安全セクションリーダー、その他、部会長の推薦に基づき安全ディビジョン長が認めた専門的知識を有する者で構成される。2016年度の部会員は、部会長を含め9名である。

高圧ガス専門部会では、一般安全検討会の委員長の諮問に応じ、高圧ガスに対する安全を確保するための保安計画、年間計画策定等、必要な施策に関して安全衛生上重大な影響があると思われる事項、高圧ガス製造装置の設置及び変更に関してセンター長が必要と認めた事項、J-PARCセンター高圧ガス製造施設等安全管理規定及び関連規則、基準等の制定、改定及び廃止に係る審議と答申を行う。

高圧ガス専門部会活動を補完するため、J-PARCセンター高圧ガス製造施設等安全管理規定に基づき、各製造施設の保安係員、冷凍保安責任者等による高圧ガス安全連絡会が設置されている。高圧ガス安全連絡会は、月1回を基本に開催され、各製造施設の安全及び保安に関する報告、確認、情報交換等を行っている。

2016年度における高圧ガス専門部会及び高圧ガス安全連絡会の開催状況を表3.2.2.1-1に示す。  
(柴山 実)

表 3.2.2.1-1 2016年度 高圧ガス専門部会及び高圧ガス安全連絡会の開催状況 (1/2)

回	開催日	主な内容
第15回 高圧ガス 専門部会 (メール)	2017/03/27	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2016年度のJ-PARCセンター高圧ガス保安計画の実績報告</li> <li>・高圧ガス安全連絡会議事録(12回分)の報告</li> <li>・保安パトロールの報告</li> <li>・ボンベ(可搬式高圧ガス容器)管理に関する調査結果の報告</li> </ul>
第1回 高圧ガス 安全連絡会	2016/04/13	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ボンベ(可搬式高圧ガス容器)管理の再確認</li> <li>・危機管理講演会の報告</li> </ul>
第2回 高圧ガス 安全連絡会	2016/05/11	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ボンベ(可搬式高圧ガス容器)管理についての議論</li> <li>・保安パトロール実施場所の確認</li> </ul>
第3回 高圧ガス 安全連絡会	2016/06/08	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ボンベ(可搬式高圧ガス容器)管理についての確認</li> <li>・高圧ガス連絡会名簿の確認</li> <li>・保安パトロールの実施</li> </ul>

表 3.2.2.1-1 2016 年度 高圧ガス専門部会及び高圧ガス安全連絡会の開催状況 (2/2)

回	開催日	主な内容
第 4 回 高圧ガス 安全連絡会	2016/07/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ ボンベ（可搬式高圧ガス容器）管理に関する調査依頼内容についての確認</li> <li>・ 標準ガスボンベについての連絡</li> <li>・ 高圧ガス連絡会名簿の確認</li> </ul>
第 5 回 高圧ガス 安全連絡会	2016/08/17	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ 今後のボンベ（可搬式高圧ガス容器）管理に関する調査依頼内容についての確認</li> <li>・ 標準ガスボンベの管理についての報告</li> </ul>
第 6 回 高圧ガス 安全連絡会	2016/09/21	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ ボンベ（可搬式高圧ガス容器）管理に関する調査依頼についての最終確認</li> <li>・ 高圧ガス容器管理台帳(案)についての内容確認</li> </ul>
第 7 回 高圧ガス 安全連絡会	2016/10/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ 保安パトロール実施場所の確認</li> <li>・ 高圧ガス容器管理台帳(案)についての報告</li> </ul>
第 8 回 高圧ガス 安全連絡会	2016/11/09	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ ボンベ（可搬式高圧ガス容器）管理に関する調査依頼配信報告</li> <li>・ 保安パトロールの延期報告</li> </ul>
第 9 回 高圧ガス 安全連絡会	2016/12/14	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ 高圧ガス保安法・規定の解釈変更についての報告</li> <li>・ ミュオン冷凍保安責任者代理の交代報告</li> <li>・ KEK 所有の高圧ガス容器調査についての報告</li> </ul>
第 10 回 高圧ガス 安全連絡会	2017/01/11	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ 高圧ガスボンベ調査集計についての報告</li> <li>・ 高圧ガス貯蔵量の合算規定見直しについての報告</li> </ul>
第 11 回 高圧ガス 安全連絡会	2017/02/08	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ 高圧ガス安全連絡会の名簿についての報告</li> <li>・ 保安パトロールの実施</li> </ul>
第 12 回 高圧ガス 安全連絡会	2017/03/08	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事等に関する計画の進捗状況及び各施設からの報告</li> <li>・ 2016 年度高圧ガス専門部会開催についての報告</li> <li>・ 2017 年度高圧ガス製造施設年間計画について</li> </ul>

### 3.2.2.2 電気保安専門部会

電気保安専門部会の部会員は、J-PARCセンター内に所掌施設を有するディビジョン又はセクションの電気工作物管理担当者、安全ディビジョン一般安全セクション員、その他部会長の推薦に基づき、安全ディビジョン長が認めた専門的知識を有する者から構成される。2016年度の部会員は、部会長を含め13名である。

電気保安専門部会では、一般安全検討会委員長の諮問に応じ、電気工作物の工事、維持及び運用に係る安全を確保するための保安計画、年間計画策定等、必要な施策に関して安全衛生上重大な影響があると思われる事項、施設の安全確保のための安全パトロール、点検及び法令に基づく検査等に関する事、J-PARCセンター電気工作物保安規定及び関連規則、基準等の制定、改定及び廃止に係る起案、審議等に関する事の実務を行う。このうち、安全パトロールについては、昨年度までは電気工作物管理担当者等を中心におのおのの職場毎に実施していたが、施設の安全確保の更なる向上を図るため、今年度より電気保安専門部会が主体となって立案・計画し、専門部会として実施することにした。

2016年度における電気保安専門部会の開催状況を表3.2.2.2-1に示す。また、2016年度に実施した電気保安巡視の実施状況を表3.2.2.2-2に示す。

(金子 清二)

表 3.2.2.2-1 2016年度 電気保安専門部会の開催状況

回	開催日	主な内容
第1回	2016/6/7	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気保安専門部会名簿の確認</li> <li>・ 電気工作物保安規定等に基づく責任者等の確認</li> <li>・ 電気保安巡視の実施についての検討</li> <li>・ 電気工作物管理担当者を対象とした電気安全教育の実施について</li> <li>・ 電気安全教育資料の活用について</li> </ul>
-	2016/7/28	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気安全教育の実施（対象：電気工作物管理担当者）</li> </ul>
第2回	2016/7/28	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気保安巡視運用手順の確認</li> <li>・ 電気トラブル事象紹介</li> <li>・ 安全衛生コンサルタントの導入についての検討</li> </ul>
第3回	2016/12/15	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2016年度第1回電気保安巡視結果報告</li> <li>・ 2016年度第2回電気保安巡視についての検討</li> <li>・ 電気工作物保安規定改正に係る審議</li> <li>・ 電気トラブル事象紹介</li> <li>・ 労働安全衛生コンサルタント導入への要望・提案について</li> </ul>
第4回	2017/3/22	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2016年度第2回電気保安巡視結果報告</li> <li>・ 来年度の電気保安専門部会の活動内容について</li> </ul>

表 3.2.2.2-2 2016 年度 電気保安巡視の実施状況

回	開催日	参加人数	巡視施設・建家
第 1 回	2016/9/21	10 名	《ニュートリノ実験施設》 ニュートリノ第 1 設備棟、ニュートリノ第 2 設備棟、 ニュートリノ第 3 設備棟、ニュートリノ入域管理棟、 ニュートリノターゲットステーション棟、 ニュートリノモニター棟、ニュートリノ実験準備棟、 ニュートリノモニター設備棟、ヘリウム液化機棟
第 2 回	2017/2/6	10 名＋労働安全衛生コンサルタント 1 名	《3 GeV シンクロトロン施設》 3 GeV シンクロトロン棟

### 3.2.2.3 機械安全専門部会

機械安全専門部会の部会員は、所掌施設を有するディビジョン又はセクションのクレーン等管理責任者又はクレーン等管理者、並びに安全ディビジョン一般安全セクション員、その他、部会長の推薦にもとづき、安全ディビジョン長が認めた専門的知識を有する者で構成される。2016年度の部会員は、部会長を含め10名である。

機械安全専門部会では、クレーン及び特殊自動車等の運搬機器並びに工作機械等の使用に関し、災害の発生予防及び安全を確保するための保安計画、年間計画策定等、必要な施策における安全衛生上重大な影響があると思われる事項、施設の安全確保のための安全パトロール、点検及び法令に基づく検査等に関する事、J-PARCセンタークレーン及び特殊自動車使用規定及び関連規則、基準等の制定、改定及び廃止に係る審議と答申を行う。

2016年度の機械安全専門部会の開催状況を表3.2.2.3-1に示す。

(粕谷 研一)

表 3.2.2.3-1 2016年度 機械安全専門部会の開催状況

回	開催日	主な内容
第17回	2016/06/24	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機械安全専門部会名簿の確認</li> <li>・クレーン管理担当者、クレーン担当者及び各指名者の確認</li> <li>・2015年度の機械安全専門部会活動状況について報告</li> <li>・2016年度の機械安全専門部会活動予定について確認</li> <li>・J-PARCセンター特殊自動車取扱手引の改正についての方針を確認</li> </ul>
第18回 (メール)	2016/07/01～ 2016/07/06	<ul style="list-style-type: none"> <li>・J-PARCセンター特殊自動車取扱手引、J-PARCセンタークレーン運転手引の一部改正についての審議</li> </ul>
トラブル等 調査	2017/02/14	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成29年1月に発生したハドロン実験施設及びニュートリノ実験施設におけるクレーン作業でのトラブル事象について、当該施設担当者から聞き取り調査を行い、対策等について協議し、その結果について安全ディビジョン長に報告</li> </ul>

### 3.2.2.4 環境安全専門部会

環境安全専門部会の部会員は、化学薬品等取扱主任者、J-PARCセンター一般安全検討会専門部会運営要項で定めた各ディビジョンの保管庫等管理責任者、部会長の推薦に基づき安全ディビジョン長が認めた専門的知識を有する者から構成されている。2016年度の部会員は、部会長を含め13名である。

環境安全専門部会では、化学薬品及び化学物質の導入・取扱いについて、安全衛生上重大な影響があると思われる事項の審議、化学薬品及び化学物質の保管・取扱い、定期的な安全パトロールや点検及び検査の実施、更に保安・年間計画の策定、規則等の制定・改定・廃止に係る審議と答申を行う。

2016年6月の労働安全衛生法改正により、化学物質等のリスクアセスメントが義務化されたことを受け、化学物質等リスクアセスメント実施要領（案）を作成し、J-PARCセンター内の数回の説明会、環境安全専門部会での意見交換等を経て修正を重ね、最終的に一般安全検討会での審議を経て、平成29年1月18日に要領が制定された。

また、今年度の新たな取り組みとして、日頃体験することのない、酸やアルカリの怖さ、ガラス器具災害、エアゾールの引火、粉じん爆発、可燃性液体による引火及び発火、静電気による火災など体感することにより、危険に対する感受性の向上、安全意識の高揚を図ることを目的に、株式会社クレハいわき事業所 技能研修センターにて、化学安全に関する安全体感教育を実施した。

2016年度における環境安全専門部会の開催状況を表3.2.2.4-1に示す。また、化学安全体感教育の実施状況を表3.2.2.4-2及び図3.2.2.4-1～3.2.2.4-2に示す。

(菅原 正克)

表 3.2.2.4-1 2016年度 環境安全専門部会の開催状況 (1/2)

回	開催日	主な内容
第43回	2016/06/29	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ J-PARCリニアックSDTL加速空洞アセトン洗浄作業についての審議</li> <li>・ 労働安全衛生法改正による「化学物質のリスクアセスメント」についての審議</li> </ul>
保管庫巡視	2016/06/29	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ HENDEL棟、高温工学特別研究棟、J-PARCリニアック棟、絶縁油取扱棟、3GeVシンクロトン棟 (薬品ラベル、管理者変更の修正等の指摘)</li> </ul>
第44回	2016/09/30	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「化学物質等リスクアセスメント実施要領（案）」についての審議</li> </ul>
保管庫巡視	2016/09/30	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放射線測定棟、ヘリウム回収機械棟、第1ヘリウム圧縮機室、2次冷却系ポンプ室、第1搬入棟、第2搬入棟、ハドロンホール、ハドロン実験準備棟、ハドロン第1機械棟、ハドロン第2機械棟、MR第1電源棟、MR第3電源棟 (薬品ラベル、転倒防止、様式の指摘)</li> </ul>

表 3.2.2.4-1 2016 年度 環境安全専門部会の開催状況 (2/2)

回	開催日	主な内容
第 45 回	2016/12/21	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「化学物質等リスクアセスメント実施要領 (案)」についての審議</li> <li>・ニュートリノ実験準備棟における黒塗料塗布作業についての審議</li> </ul>
保管庫巡視	2016/12/21	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物質・生命科学実験施設、MR 第 1 機械棟、MR 第 2 機械棟、ニュートリノ施設 (様式、転倒防止等の指摘)</li> </ul>
第 46 回	2017/03/27	<ul style="list-style-type: none"> <li>・部会員の交代についての報告</li> <li>・化学安全体感教育の報告</li> <li>・水銀関連法案についての報告</li> </ul>
保管庫巡視	2017/03/27	<ul style="list-style-type: none"> <li>・旧リニアック建家、陽子加速器開発棟、ヘリウム液化装置専用機械室、RNB 実験準備棟、C o 6 0 照射室建家、第 2 研究棟 (管理者変更の修正、薬品ラベル等について指摘)</li> </ul>

表 3.2.2.4-2 2016 年度 化学安全体感教育の実施状況

	開催日	参加人数	教育内容
化学安全体感教育	2017/03/15	20 人	<ul style="list-style-type: none"> <li>・酸アルカリの怖さ、ガラス器具での災害、エアゾールの引火、粉じん爆発、可燃性液体による引火及び発火、薬品混合による発火、静電気による火災、酸欠の怖さ、トラッキング現象の怖さなど体感した。</li> </ul>



図 3.2.2.4-1 粉じん爆発体感



図 3.2.2.4-2 エアゾールの引火

### 3.2.2.5 レーザー安全専門部会

レーザー安全専門部会の部会員は、レーザー安全管理者、所掌施設を有するディビジョン及びセクションのレーザー機器管理者、安全ディビジョン一般安全セクション員、低温セクション員、その他部会長の推薦に基づき安全ディビジョン長が認めた専門知識を有する者で構成される。2016年度の部会員は、部会長を含め9名である。

レーザー安全専門部会では、J-PARCセンターにおいてレーザー機器を取り扱う業務に従事する労働者の障害を防止するため、レーザー機器の設置等に係る安全審査及び安全パトロールの実施、定期的な安全検査及び教育訓練の実施、レーザー関連規定類の制定及び改定並びに廃止に係る起案、審議、必要に応じて一般安全検討会委員長の諮問する事項の審議と答申を行う。

2016年度のレーザー安全専門部会開催状況を表3.2.2.5-1に示す。また、2016年度に実施したレーザー機器設置等に係る現場査察の実施状況を表3.2.2.5-2に示す。

(柴山 実)

表 3.2.2.5-1 2016年度 レーザー安全専門部会の開催状況

回	開催日	主な内容
第1回	2016/04/18	・「パルスレーザー光照射システム」使用申請に係る審議
第2回 (メール 審議)	2016/05/25	・「荷電変換試験用レーザー」使用申請に係る審議 (2016年3月30日現場査察での指摘事項対策後のメール審議)
第3回	2016/06/03	・ $^3\text{He}$ ガス偏極レーザー」使用申請に係る審議
第4回	2016/11/10	・「レーザーラマン分光システム」設置申請に係る審議
第5回	2017/02/24	・「ユーザー実験用励起レーザー」設置申請に係る審議 ・「荷電変換用レーザー試験装置」設置申請に係る審議
第6回	2017/03/14	・「ユーザー実験用励起レーザー」設置申請に係る再審議

表 3.2.2.5-2 2016 年度 現場査察実施状況

実施日	案件	場所
2016/04/18	「 $^3\text{He}$ ガス偏極レーザー」設置申請	物質・生命科学実験棟 第一実験ホールSEOPキャ ビン
	「ラマンスペクトル測定システム」追加申請	物質・生命科学実験棟 BL11レーザーキャビン
2016/04/28	「3次元YVO <sub>4</sub> <sup>※1</sup> レーザーマーカ	HENDEL棟N26号室
	「 $^3\text{He}$ ガス偏極レーザー」変更申請	物質・生命科学実験棟 第一実験ホールSEOPキャ ビン
2016/06/03	「超低速ミュオン生成用レーザーシステム」変更 申請	物質・生命科学実験棟 超低速ミュオンライン レー ザーキャビン
2016/06/08	「 $^3\text{He}$ ガス偏極レーザー」使用申請	物質・生命科学実験棟 ビームライン (BL22)
2016/11/25	「レーザーラマン分光システム」設置申請	物質・生命科学実験棟 ビームライン (BL15)
2017/03/14	「ユーザー実験用励起レーザー」使用申請	物質・生命科学実験棟 ビームライン (BL22)
2017/03/22	「荷電変換用レーザー試験装置」設置申請	陽子加速器開発棟 レーザー開発室1

※1 YVO<sub>4</sub> : イットリウム・バナジウム・オキサイド (Yttrium Vanadium Oxide)

### 3.2.2.6 水素標的特別部会

J-PARCセンター一般安全検討会運営要項に基づき、水素標的特別部会が設置された。本特別部会は、環境（化学）安全、高圧ガス安全、放射線安全、一般安全、実験施設などの関係者12名で構成され、水素（重水素を含む）標的を使用する実験に関して、実験実施者が準拠し、ディビジョンやセクションでその安全性を確認する際に参照する、J-PARCとしての基準（ガイドライン）を作成することを目的とした。

第1回の特別部会では、実験設備の耐圧気密試験・設計強度確認試験の方法、防爆対策等の措置が必要な危険箇所設定の考え方（水素濃度の基準、機器からの距離確保など）、危険箇所として定義された領域における措置（電気機器を使用する場合には必要なインターロックを設けるなど）等の事項について議論し、方針を決定した。また今回のガイドラインは、主として、ハドロン実験施設で使用する液化水素標的設備の安全性評価を十分に行うことができる基準として作成することを確認した。

第2回では、各種検査の実施方法に関する詳細、危険箇所での実施を義務付ける防爆対策（インターロック等）の内容の詳細等について議論した。

その後のメール審議において、危険箇所として確保すべき距離やその評価方法などについて十分な議論を行い、特別部会全体としての合意に至った。

この結果を踏まえ、ガイドラインの最終版を平成29年2月7日に確定し、「J-PARC液化水素（重水素を含む）標的使用ガイドライン」として2月8日付けで安全ポータルサイトに掲載し、J-PARCセンターとしての運用を開始した。

2016年度の水素標的特別部会の開催状況を表3.2.2.6-1に示す。

（粕谷 研一）

表 3.2.2.6-1 2016年度 水素標的特別部会の開催状況

回	開催日	主な内容
第1回	2016/07/01	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハドロン実験施設における液化水素標的を用いる実験の設備概要の紹介</li> <li>・J-PARC液化水素（重水素を含む）標的使用ガイドライン（案）の説明及び審議</li> </ul>
第2回	2016/12/14	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MLFの水素システムについての概要の説明</li> <li>・J-PARC液化水素（重水素を含む）標的使用ガイドライン修正案についての審議</li> </ul>
メール審議	2016/12/15～ 2017/02/07	<ul style="list-style-type: none"> <li>・J-PARC液化水素（重水素を含む）標的使用ガイドライン修正案についての審議</li> </ul>

### 3.3 センター安全衛生会議

センター安全衛生会議は、J-PARCセンター安全衛生管理規定に基づき設置され、安全衛生管理統括者、安全衛生管理副統括者、安全衛生管理者、センター安全衛生管理担当者、ディビジョン長、安全ディビジョン副ディビジョン長、セクションリーダー、その他安全衛生管理統括者が必要と認める者で構成される。安全衛生管理統括者（センター長）が主宰し、メンバーは主宰を含め35名である。

センター安全衛生会議では、センターの安全衛生管理の実施計画及び実施状況、職場の巡視・点検、職場の安全衛生教育訓練、作業基準、装置、作業及び化学物質等の危険性又は有害性の調査及び措置、災害及び事故対策、セクション安全衛生会議の状況、その他安全衛生管理に関し必要な事項に関することを評議する。

原則として3ヵ月に1回以上開催している。共通的な議題は、安全衛生実施計画の実施状況確認、J-PARCセンターで発生した事故等の報告、前回のセンター長巡視結果報告、安全衛生管理者巡視点検報告、教育訓練の実施報告、一般安全関連規定類の改正についてである。また、今年度からの新たな取り組みとして、有用な情報共有と明るく活発な議論のできる場を目指し、ディビジョン（セクション）安全確認検討会及び各セクションで実施したパトロールにおける良好事例の紹介、専門部会の活動紹介等を実施するとともに、労働安全衛生コンサルタントに同席頂き、安全衛生管理に関する助言や安全講話を頂いた。

2016年度の開催状況及び共通的な議題以外の議題を表3.3-1に示す。

(粕谷 研一)

表 3.3-1 2016年度 センター安全衛生会議の開催状況

開催日	その他の議題
2016/06/23	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ J-PARCセンター安全文化醸成研修会報告</li> <li>・ J-PARCセンター版 Stop Work 「Mindful of others」活動について</li> <li>・ 労働安全衛生コンサルタントによる安全指導</li> </ul>
2016/09/16	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ J-PARCセンター請負業者等安全衛生連絡会報告</li> <li>・ 専門部会の活動紹介（環境安全専門部会）</li> <li>・ 脚立の安全な使い方の紹介</li> </ul>
2016/12/09	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ J-PARCセンター非常事態総合訓練報告</li> <li>・ 自主防災訓練報告、消火器取扱訓練報告</li> <li>・ 専門部会の活動紹介（電気保安専門部会）</li> <li>・ 吊り荷落下注意の紹介</li> </ul>
2017/03/03	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成 29 年度安全衛生管理実施計画</li> <li>・ 加速器施設安全シンポジウム報告</li> <li>・ 専門部会の活動紹介（機械安全専門部会）</li> <li>・ カッターナイフの正しい使用法</li> <li>・ 安全コンサルタント 安全講話</li> </ul>

### 3.4 教育・講習

#### 3.4.1 教育・講習

##### (1) 新構成員安全衛生講習会

J-PARCセンターに新たに配属となった新構成員に対し、業務・実験作業等を安全に行うためのルール、事故等が発生した場合の対応（避難、通報・連絡）及び遵守する規定類、安全に関する相談・連絡先などについて教育することを目的に、新規配属者を対象とした安全衛生講習会を開催した。

本講習会は、安全担当副センター長、安全ディビジョン長、安全副ディビジョン長による安全講話の後、ビデオ講習を受講し、終了後に理解度確認のための小テストを実施している。受講者にはJ-PARCセンター安全衛生ガイドブックと安全カードを配布している。

##### (2) クレーン運転士安全衛生教育及び玉掛け業務従事者安全衛生教育

J-PARCセンターでは、クレーン、玉掛けの免状等所持者及び関連する作業を行う者に対し、法定で5年ごとの受講が推奨されている安全衛生教育を受講義務化することにより、クレーン作業における安全について再認識させることとしている。そのため、免状等取得後5年を経過した者、又は安全衛生教育受講後5年を経過した者を対象に、クレーン運転士安全衛生教育及び玉掛け業務従事者安全衛生教育を開催した。

これらの教育はJ-PARCセンターから日本クレーン協会茨城支部に出張講習を依頼し、開催している。また、センターで開催する教育に参加できない者を対象に、原科研主催の教育への参加を促している。教育・講習等の開催状況を表3.4.1-1に示す。

(菅原 正克)

表 3.4.1-1 2016 年度 教育・講習会の開催状況

開催日	主な内容
2016/04/27	新構成員安全衛生講習会 参加者 46 名
2016/07/26	玉掛け業務従事者安全衛生教育 参加者 13 名（原科研主催）
2016/07/27	新構成員安全衛生講習会 参加者 14 名
2016/08/30	クレーン運転士安全衛生教育 参加者 3 名（原科研主催）
2016/10/26	新構成員安全衛生講習会 参加者 12 名
2016/11/25	玉掛け業務従事者安全衛生教育 参加者 32 名（J-PARC主催）
2017/01/30	クレーン運転士安全衛生教育 参加者 17 名（J-PARC主催）
2017/02/22	新構成員安全衛生講習会 参加者 10 名

### 3.4.2 教育資料

#### (1) 安全衛生ガイドブック

J-PARCセンター安全衛生ガイドブックは、J-PARCセンター構成員が行う作業の安全を確保するため、遵守すべき項目及び手続きなどをまとめたものである。

このガイドブックは、J-PARCセンターの安全衛生管理体制、規定類の改定、又は手続き等に変更があった場合、速やかに内容を改訂している。

ガイドブックは安全ポータルサイトに掲載し、いつでも見られるようになっている。また、3.4.1(1)で述べた新構成員安全衛生講習会において、受講者に配布している。

2016年度におけるガイドブックの主な改訂状況を表3.4.2-1に示す。

#### (2) ユーザー向け一般安全教育資料

J-PARCは共同利用研究施設であることから、ユーザーに対しても、実験作業等を安全に行うためのルール、事故等が発生した場合の対応（避難、通報・連絡）、遵守する規定、安全に関する相談・連絡先などについて教育を行っている。

教育は、ユーザーズオフィスにおいて、ユーザーを受け入れる際にJ-PARC全体及びユーザーが実験を行う実験施設ごとに、日本語ビデオ又は英語ビデオを用いて行っている。

今後も適宜改訂を行い、受講者であるユーザーへの負担を減らし、また分かりやすい教育資料とすることで、安全に実験ができるよう、教育資料の改善を図っていく。

(菅原 正克)

表 3.4.2-1 ガイドブック改訂状況（主要改訂のみ）

改訂年月	改訂内容
2016/04	事故対策活動体制、作業標準、届出書類等の内容変更
2016/07	レーザー取扱いの注意事項（鏡の持ち込み削除）の変更
2017/02	化学物質等リスクアセスメント実施要領の制定による変更

### 3.4.3 安全体感教育

J-PARC 構成員の危険に対する感受性の向上、安全意識の高揚を図ることを目的として、2016年度から、新たな教育として安全体感（危険作業体感）教育を実施している。前年度に安全体感教育を受け入れ可能な外部機関を検討し、福島県いわき市のクレハ（株）と茨城県筑西市の日立化成テクノサービス（株）を、教育内容及び予算の条件に合う会社として選定した。

訓練の概要及び2016年度の実施状況を表3.4.3-1及び表3.4.3-2に、各教育の様子を図3.4.3-1～3.4.3-10に示す。参加者からは「普段できないことを体験できて良かった」、「改めて危険を認識することができた」など好意的な感想が多く寄せられ、危険に対する感受性の向上や安全意識の高揚に大変有効であることが確認できた。次年度以降も継続して実施し、多くの構成員に参加頂く予定である。

(和田 光二)

表 3.4.3-1 安全体感教育の概要

目的	現場で体験できない一般作業における危険な状況の体感型教育（訓練）を行うことにより、危険に対する感受性の向上、安全意識の高揚を図る。
対象者	センター構成員
教育時間	3 時間
教育内容	クレハ（株）及び日立化成テクノサービス（株）の両会社とも同様な訓練内容であるが、例としてクレハ（株）の教育項目を示す。 (1) オリエンテーション (2) 保護具・服装点検 (3) 重量物運搬危険 (4) 安全帯衝撃 (5) 脚立昇降危険 (6) 引火 エアゾールガス (7) 低圧電気危険 (8) Vベルト巻込まれ (9) 過電流危険 (10) トラッキング現象の怖さ (11) 粉じん爆発 (12) 飛来落下衝撃 (13) 墜落衝撃 (14) 講習の振り返り、指差し唱和、終了挨拶

表 3.4.3-2 2016 年度安全体感教育の実施状況

	開催日	実施場所	参加人数
第1回	2016/5/25	クレハ（株）	20名
第2回	2016/8/30	日立化成テクノサービス（株）	20名
第3回	2016/11/18	クレハ（株）	20名
第4回	2017/2/17	日立化成テクノサービス（株）	18名



図 3.4.3-1 オリエンテーション



図 3.4.3-2 服装確認



図 3.4.3-3 安全帯衝撃



図 3.4.3-4 脚立昇降危険



図 3.4.3-5 溶剤爆発・粉塵発火



図 3.4.3-6 回転体危険 チェーン巻込まれ



図 3.4.3-7 作業姿勢・運搬 重量物運搬



図 3.4.3-8 脚立昇降危険



図 3.4.3-9 トラッキング現象の怖さ



図 3.4.3-10 電気危険 感電

### 3.5 訓練

J-PARCセンター安全衛生管理実施計画に基づき、万一の事故等に備え、各種訓練を実施している。

2016年度における訓練一覧及び各訓練の様子を表3.5-1及び図3.5-1～3.5-7に示す。2016年度からの新たな取り組みとして安全体感教育を実施しているが、この教育訓練の詳細については3.4.3節で報告しているため、ここでは省略する。

(和田 光二)

表 3.5-1 2016年度 訓練一覧 (1/2)

訓練名	実施日	参加人数	訓練内容
事故対策チーム員訓練	2016/04/27	59人	J-PARC施設での火災や放射線事故発生を想定した、事故対策チーム員のEMC連絡訓練
空気呼吸器取扱訓練	2016/06/21	19人	実機を使用した空気呼吸器の装着/脱装の訓練
事故対策チーム員訓練	2016/07/08	33人	J-PARC施設での火災や放射線事故発生を想定し、事故対策チーム員の事故現場指揮所での活動を訓練
MLF施設における異常事象対応訓練	2016/08/05	約60人	排気筒から放射性物質が異常放出したとの想定で、J-PARCセンター構成員等の避難、漏えい収束、通報等の対応を訓練
ハドロン実験施設における異常事象対応訓練	2016/08/10	51人	排気筒から放射性物質が異常放出したとの想定で、J-PARCセンター構成員等の避難、漏えい収束、通報等の対応を訓練
ハドロン実験施設における異常事象対応訓練	2016/08/17	55人	実験ホールで火災が発生したとの想定で、J-PARCセンター構成員等の避難、漏えい収束、通報等の対応を訓練
事故対策チーム員訓練	2016/08/17	59人	J-PARCハドロン実験施設における異常事象対応訓練に合わせて、事故対策チーム員のEMC連絡訓練

表 3.5-1 2016 年度 訓練一覧 (2/2)

訓練名	実施日	参加人数	訓練内容
J-PARC 非常事態総合訓練	2016/10/28	308 人	MLF 管理区域内で火災が発生し、作業員が心肺停止となる事象を想定。救急医療対応及び搬送、原科研消防及び公設消防による消火確認など、外部機関との連携を意識した訓練を実施（訓練の詳細については 4.3 節を参照）
事故対策チーム員訓練	2016/10/28	59 人	J-PARC における非常事象総合訓練に合わせて、事故対策チーム員の EMC 連絡訓練
原科研自主防災訓練	2016/11/02	575 人	震度 6 弱の地震が発生し、大津波警報が発令された想定で、避難場所への避難と人員掌握を訓練
消火器取扱訓練	2016/11/29	49 人	原科研自衛消防隊の講師により、ABC 粉末消火器を用いた消火の受講者による実習
AED 取扱訓練	2016/12/15	15 人	AED メーカー講師から説明を受け、人形を使った救命の手順を受講者による実習
事故対策チーム員訓練	2016/12/15	59 人	新システムでの動作確認を兼ねた訓練として、事故対策チーム員の EMC 連絡訓練



図 3.5-1 空気呼吸器取扱訓練 (2016/06/21)  
空気呼吸器装着訓練



図 3.5-2 事故対策チーム員訓練 (2016/07/08)  
現場指揮所



図 3.5-3 ハドロン異常事象対応訓練  
(2016/08/10) 現場指揮所



図 3.5-4 J-PARC非常事態総合訓練  
(2016/10/28) 火災発生場所



図 3.5-5 原科研自主防災訓練 (2016/11/02)  
津波避難集合場所



図 3.5-6 消火器取扱訓練 (2016/11/29)  
消火器取扱実技訓練



図 3.5-7 AED 取扱訓練 (2016/12/15)  
AED 取扱実技訓練

### 3.6 安全巡視

J-PARCセンターの安全衛生を確保するため、J-PARCセンター安全衛生管理規定に基づき、J-PARCセンター長、安全衛生管理者、各セクションリーダーがそれぞれの立場で巡視及び点検を行っている。

J-PARCセンター長は、J-PARCセンターの所掌する施設・作業環境等について年4回以上巡視し、その結果を原科研保安管理部長及び東海キャンパス安全衛生推進室長に通知している。安全衛生管理者は、J-PARCセンターの所掌する施設・作業環境等について月1回以上巡視し、その結果をセンター安全衛生管理担当者（安全ディビジョン長）に報告している。

J-PARCセンター長巡視及び安全衛生管理者巡視の実施状況について以下に示す。

（富澤 哲男）

#### 3.6.1 センター長巡視

J-PARCセンターの所掌する施設すべてについて、建家の使用状況、安全衛生の維持管理状況に応じて、巡視の頻度を1年ごとから5年ごとの5ランクに分け、1回の巡視が2時間程度になるように巡視対象を計画している。1回の巡視では、センター長をはじめ、副センター長、安全ディビジョン長等、安全衛生管理者及び一般安全セクション員で各班7名程度の2班体制で行っている。2016年度は、良好事例の抽出に重点をおいて実施するとともに、労働安全衛生コンサルタントにも同行頂き、専門家の視点から多くの助言を頂いた。巡視の結果についてはセンター安全衛生会議で報告し、共有している。また、指摘・注意事項については、巡視対象となったセクションリーダー又はセクション安全衛生管理担当者に連絡し、措置を依頼した。

2016年度のセンター長巡視の実施状況を表3.6.1-1に示す。

（粕谷 研一）

表 3.6.1-1 2016年度 センター長巡視の実施状況

実施日	実施場所
2016/06/23	・ J-PARC 研究棟、高温工学特別研究室建家、HENDEL棟、第3研究棟、旧リニアック建家、陽子加速器開発棟、研究炉実験管理棟
2016/09/16	・ J-PARCリニアック棟、絶縁油取扱棟、L3BT棟、3GeVシンクロトロン棟、50GeVシンクロトロン施設（MR第1・第2・第3機械棟、MR第1・第2搬入棟）、中央制御棟、加速器運転準備棟、3NBT棟
2016/12/09	・ 物質・生命科学実験施設（物質・生命科学実験棟、長尺ビームライン棟、革新型蓄電池実験棟、2次冷却系ポンプ室、第1ヘリウム圧縮機室、カードル置場、第2ヘリウム圧縮機室）
2017/03/03	・ ハドロン実験施設（実験ホール、K1.8BR測定棟、KL測定棟、K1.8測定機械棟、実験準備棟、第2機械棟、入出管理棟）、ニュートリノ実験施設（ターゲットステーション棟、モニター棟、実験準備棟）

### 3.6.2 安全衛生管理者巡視

安全衛生管理者は、J-PARCセンター長がセンター安全衛生管理担当者（安全ディビジョン長）の意見を聴いて、衛生管理者の免状を取得しているJ-PARCセンター構成員から2名を指名することになっており、JAEA側とKEK側からそれぞれ1名が指名されている。

安全衛生管理者は、J-PARCの施設・作業環境等の安全及び衛生を確保し、J-PARCセンター構成員の安全衛生に関する技術的事項を管理するため、毎月1回以上、J-PARCセンターが所掌するそれぞれの施設、作業場所を巡視し、改善のための指摘、指導を行っている。その場で措置できるものは直ちに対応してもらい、組織的な対応が必要なもの、予算措置が必要なものなどは、セクションリーダー又はセクション安全衛生管理担当者に連絡し、処置を依頼する。巡視結果については、センター安全衛生管理担当者へ報告するとともに、センター安全衛生会議で紹介し、共有を図っている。

2016年度における安全衛生管理者巡視の実績を表3.6.2-1に示す。安全衛生管理者の巡視回数は、JAEAの安全衛生管理者が30回（実施月上段）、KEKの安全衛生管理者が25回（実施月下段）、となっている。

（富澤 哲男）

表 3.6.2-1 2016年度 安全衛生管理者巡視実績（1/2）

実施月	巡視場所	回数
2016/04	HENDEL棟	1
	MR第2搬入棟	1
2016/05	J-PARCリニアック棟、研究炉実験管理棟、第1～3研究棟	2
	ハドロン施設、放射線測定棟	1
2016/06	第3研究棟、リニアック建家、陽子加速器開発棟、加速器機器調整建家	2
	長尺ビームライン棟、革新型蓄電池実験棟、J-PARC研究棟、HENDEL棟、高温工学特研、MR第3機械棟	3
2016/07	HENDEL棟、物質・生命科学実験棟、ニュートリノ入域管理棟、J-PARC研究棟	2
	ニュートリノ第1設備棟	1
2016/08	物質・生命科学実験棟、中央制御棟	2
	中央制御棟、ニュートリノモニター棟、ニュートリノ実験準備棟、MR第3電源棟	3
2016/09	J-PARCリニアック施設、3GeVシンクロトロン棟、ニュートリノ第1、第2設備棟、ニュートリノ入域管理棟、ニュートリノターゲットステーション棟、陽子加速器開発棟	6
	J-PARCリニアック棟、MR施設、3NBT棟、中央制御棟、加速器運転準備棟	2

表 3.6.2-1 2016 年度 安全衛生管理者巡視実績 (2/2)

実施月	巡視場所	回数
2016/10	J-PARCリニアック棟、 3GeVシンクロトロン棟、物質・生命科学実験棟	2
	MR第2電源棟	1
2016/11	HENDEL棟、J-PARC研究棟	2
	ニュートリノ第2設備棟	1
2016/12	J-PARCリニアック棟、 3GeVシンクロトロン棟、物質・生命科学実験棟、高温工学特研	4
	J-PARCリニアック棟、MR第3機械棟、 ニュートリノ第1, 第2設備棟	3
2017/01	リニアック建家、陽子加速器開発棟、研究炉実験管理棟	2
	中央制御棟、MR第1電源棟	2
2017/02	3GeVシンクロトロン棟、リニアック建家、高温工学特研、 HENDEL棟	3
	MR第2搬入棟、MR第1電源棟	2
2017/03	3GeVシンクロトロン棟、物質・生命科学実験棟	2
	ハドロン施設、放射線測定棟、長尺ビームライン棟、ニュートリノ第1 設備棟、MR第3電源棟、C o - 6 0 照射室、RNB実験準備棟、第2 研究棟	5
年度計	JAEAの安全衛生管理者	30
	KEKの安全衛生管理者	25

### 3.7 規定類の改正

J-PARCセンターの一般安全に関する規定類については、J-PARCでの安全を確保するため、大強度陽子加速器施設の一般安全管理等に関する実施協定に基づき、各種規定類を定めている。これらの規定類は、J-PARCセンターでの安全衛生に関する決定事項、組織の改編等を反映するため、適宜改正を実施し、常に最新のルールとして活用できるように維持している。また、改正等の際には、一般安全検討会等において、その妥当性について審議を行っている。

2016年度におけるJ-PARCセンターで定める一般安全に関する規定類一覧を表3.7-1に示す。また、2016年度の規定類改正の実施状況及び新規制定の状況を表3.7-2及び表3.7-3に示す。

(粕谷 研一)

表 3.7-1 J-PARCセンターで定める一般安全に関する規定類一覧

分 類	規定類名称
安全衛生管理に関すること	安全衛生管理規定 一般安全検討会運営要項、専門部会運営要項 労働災害等報告マニュアル 作業標準実施要領 騒音レベル管理要領 リスクアセスメント実施要領 危険予知（KY）活動及びツールボックスミーティング（TBM）実施要領 安全に関する水平展開実施マニュアル
機械の管理に関すること	クレーン及び特殊自動車使用規則 クレーン運転手引、特殊自動車取扱手引 工作機械の設置運用指針
高圧ガス設備の管理に関すること	高圧ガス製造施設等安全管理規定 高圧ガス製造施設手続きマニュアル
レーザーの管理に関すること	レーザー機器の取扱いマニュアル
化学物質の管理に関すること	化学安全管理規定 化学物質等リスクアセスメント実施要領
電気設備に関すること	電気工作物保安規定
危機管理に関すること	事故対策活動要領、事故対策チーム活動マニュアル 事故等通報規則 計画外停電対応要領 地震対応要領
防火・防災に関すること	防火・防災管理要領

表 3.7-2 2016 年度 規定類改正の実施状況 (1/2)

施行日	規定類名称	主な改正理由
2016/04/01	安全衛生管理規定	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力コード特別研究棟建家について、居室配置換えによる建家管理変更に伴う記載の削除</li> </ul>
	一般安全検討会専門部会運営要項	<ul style="list-style-type: none"> <li>J-PARCセンターの組織改編に伴う変更（運営推進支援セクションが業務ディビジョンでなくなるため、記載の見直し）</li> </ul>
	地震対応要領	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力コード特別研究棟建家について、居室配置換えによる建家管理変更に伴う記載の削除</li> <li>ハドロン放射化物保管棟について、新規建家設置に伴う記載の追加</li> </ul>
	防火・防災管理要領	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力コード特別研究棟建家について、居室配置換えによる建家管理変更に伴う記載の削除</li> <li>ハドロン放射化物保管棟について、新規建家設置に伴う記載の追加</li> </ul>
	事故対策チーム活動マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故対策活動要領改正に伴う修正（サブ指揮所の記載の削除）</li> </ul>
2016/05/12	地震対応要領	<ul style="list-style-type: none"> <li>点検確認者の対象者について、一般安全セクション員から安全ディビジョン員に変更</li> </ul>
2016/06/10	労働災害等報告マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>原科研の組織改編に伴う変更（総務第1課 → 総務・共生課）</li> </ul>
2016/07/19	クレーン運転手引	<ul style="list-style-type: none"> <li>暴風後及び地震後の点検の明確化（作業を行なうときの点検条件の追加、作業日誌に記入することの追加）</li> <li>クレーン運転・玉掛け作業日誌の保存期間の追加</li> </ul>
	特殊自動車取扱手引	<ul style="list-style-type: none"> <li>原科研フォークリフトの運転管理要領の新規制定に伴い、フォークリフトに係る労働安全衛生規則第151条の2から第151条の26の条文を追加</li> <li>以下を追加 参考様式1 フォークリフト作業計画 参考様式2 フォークリフト定期自主検査記録表</li> </ul>
2016/08/01	地震対応要領	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規建家設置（加速器運転準備棟）に伴う記載の追加</li> <li>建家名が記載された図表を要領から分離し、参考資料とした。</li> </ul>

表 3.7-2 2016 年度 規定類改正の実施状況 (2/2)

施行日	規定類名称	主な改正理由
2016/08/01	防火・防災管理要領	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規建家設置（加速器運転準備棟）に伴う記載の追加</li> <li>・建家名が記載された図表を要領から分離し、参考資料とした。</li> </ul>
2017/01/06	事故対策チーム活動マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地対策本部への情報伝達方法変更に伴う修正（メールから共有サーバアップデートへ変更）</li> <li>・事故現場指揮所の機材更新に伴う配置図等の修正（電話機の変更）</li> <li>・様式の追加（アップロード確認票）</li> </ul>
2017/01/18	リスクアセスメント実施要領	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化学物質等を取り扱う作業のリスクアセスメントについては、今回新たに制定した要領に従って実施することを追記</li> </ul>
2017/02/02	電気工作物保安規定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原科研電気工作物保安規則改正に伴い、日常点検及び定期点検の基準等における、点検項目を明確化</li> </ul>

表 3.7-3 2016 年度 新規制定の実施状況

施行日	規定類名称	新規制定理由
2016/08/26	計画外停電対応要領	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原科研の計画外停電対応要領において、対象を RI 施設に拡大する改正に伴い、J-PARC 施設を含む原科研構内において計画外に停電及び電圧低下が発生した場合に、原科研への連絡・報告を迅速かつ的確に行うため、J-PARC 施設の点検に係る基本的事項について定めた。</li> </ul>
2017/01/18	化学物質等リスクアセスメント実施要領	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改正労働安全衛生法に基づく化学物質等による危険性又は有害性等のリスクアセスメントの義務化（平成 28 年 6 月 1 日施行）に伴い、リスクアセスメント対象の化学物質等を取り扱う作業における、作業者の危険又は健康障害の防止についての要領を定めた。</li> </ul>

#### 4. 安全文化醸成に関わる活動

J-PARCにおいては、ハドロン実験施設の事故などを通じ、「施設の安全は、関係者一人一人の努力によって達成されるものである」ことを再認識し、各人の安全意識・安全スキルの向上を目指して、安全文化醸成活動に積極的に取り組んでいる。

J-PARCの安全文化醸成活動としては、安全情報の共有に係る取組み、安全意識の高揚に係る取組み、教育訓練などがあり、各活動について、新たな取組みを、順次、導入している。また、これらの活動に対し、内部レビュー及び外部有識者によるレビューを実施することで、継続的な改善に努めている。

2016年度においては、「安全活動は、明るく、楽しく、創造的に」というスローガンを掲げ、良好事例の積極的な抽出等により、現場側の主体的、創造的な取組みを促した。また、現場力の向上を目指し、J-PARCセンターとして、安全体感教育の本格導入、放射線防護実習の試行等を進めるとともに、7月から「Mindful of others（危ない！と思ったら、声をかけよう。）」活動を展開している。さらに、J-PARC非常事態総合訓練においては、ブラインドシナリオでの訓練を実施し、現場対応能力における課題等を抽出した。

(宮本 幸博)

## 4.1 J-PARC安全ポータルサイト

J-PARCセンターでは、組織全体の安全意識の浸透を目的に、常に安全情報を発信し、職員やユーザーが常に安全情報を確認することができる「J-PARC 安全情報サイト」を2013年12月25日に開設した。その後も、コンテンツの充実、機能の追加を続けている。本稿では、2016年度に始めた新たな取り組みや今後の課題、利用の状況について紹介する。

### (1) SSI(Server Side Include)<sup>注)</sup>の導入

Web サイトにおいてコンテンツの充実は重要である。しかし、コンテンツの充実は同時に、ページ構成の変更や追加の手間の増加を招く。この問題の解決のために、WEB サーバー機能の一つである、SSI(Server Side Include)の導入を行った。SSI の利用により、サイト内の各ページで共通の内容を一つのファイルにまとめることが可能となり、その結果ソースの可読性の向上や、ページやサイト構成の変更が容易となった。(詳細については、5.16 参照)

### (2) その他の取り組みについて

安全意識向上のために、脚立の安全な使い方資料や、電気安全教育資料といった安全関連教育資料の充実を行った。また、緊急時の対応状況をまとめた津波警報・注意報発令時の対応整理表や、自治体や省庁等から情報提供されているハザードマップや台風・集中豪雨等啓発ページへのリンクの追加を行った。さらに、「J-PARC交通危険場所マップ」などの安全関係の新規コンテンツや、2015年度の安全ディビジョンの活動内容をまとめた「J-PARC安全管理年報」の掲載、安全関連教育資料、安全関連情報ページへのリンクの追加などを行ったほか、放射線障害防止法に基づくJ-PARCの使用許可の内容を広く知ってもらうため、放射性同位元素等使用許可証の掲載を行った。

### (3) 今後の課題について

Web サイトを有効に活用してもらうには、目的とするページに容易に移動できることが重要であり、この問題の解決にはページ構成の最適化が必要となる。(1)で述べたSSIの導入により、ページ構成の変更や追加など大規模なページ構成の見直し作業が容易になったことから、ページ構成の最適化について適宜実施していきたい。

### (4) 利用状況について

安全ポータルサイトのトップページへの月間アクセス数の推移を図4.1-1に示す。毎月800～1200件程度の継続的な利用があった。今後も安全情報の収集やコンテンツや機能の追加、ページ構成の最適化を行っていくことにより、より多くのセンター関係者の方々に利用してもらえるサイトを目指したい。

(藤原 一哉)

<sup>注)</sup> WEB サーバー機能の一つであり、WEB ページ (html ファイル) の任意の場所に特定のコマンドを挿入することにより、そのコマンドの部分に Web サーバーが実行したコマンド結果を出力または指定した別のファイル情報に置き換えて表示してくれる技術のことである。

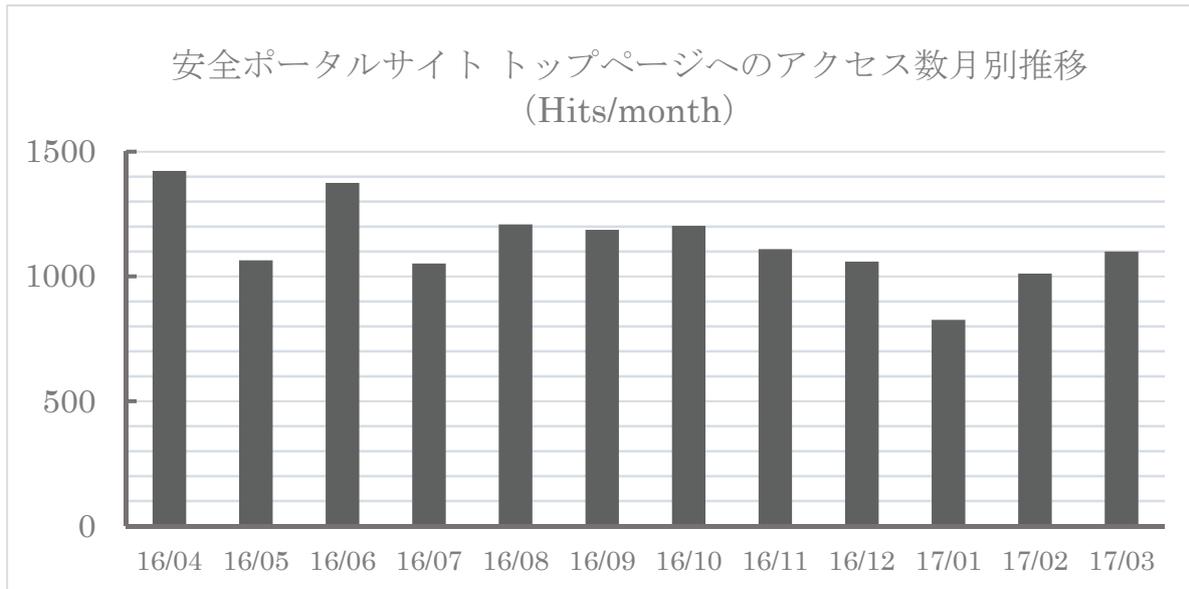


図 4.1-1 安全ポータルサイトトップページアクセス数

## 4.2 ヒヤリハット活動

事故やトラブルに至らないものの、直結してもおかしくない一歩手前の「ヒヤリハット事例」の情報を共有・周知することで、同様の事故やトラブルが起こらないよう意識する「ヒヤリハット活動」は、安全活動上の有効な手法の一つである。

一般安全セクションでは、従来から、報告書様式を利用して各セクションからヒヤリハット情報を報告してもらう方法で情報を収集してきたが、さらに効果的にヒヤリハット活動を展開したいとの考えで、安全ポータルサイトを活用したヒヤリハット情報の共有を2014年度から進めており、2015年7月からは、より気軽に個人ベースでも軽微な事象も含めて情報を提供してもらえるよう、電子メールで簡易にヒヤリハット情報を提出できるコーナーも設けている(図4.2-1参照)。報告されたヒヤリハット情報は、トラブル等の情報とともに、安全ポータルサイト上に「最近のトラブル・ヒヤリハット」という資料にまとめて掲示している。またJ-PARCおよびJAEA、KEK等で起きたトラブルやヒヤリハットのうち、安全情報等として共有された事象についても、(1)事象の概要、(2)写真やイラスト、(3)事象の問題点、(4)再発防止策、(5)ポイントなどの形に整理し、提供している。

2017年3月末現在、46件の情報が安全ポータルサイト上に掲載されている。これらの情報は、センター会議や各セクションでの会議、またメーリングリスト等によりセンター内に周知している。

このように、積極的に情報を提出してもらえる環境を整えたことで、ヒヤリハット情報の報告数も幾分増えてきたが、日常かつ積極的に提出されているとまでは言い難い状況にあり、トラブル発生時に周知される安全情報などを一般安全セクションでまとめた情報や、ヒヤリハットキャンペーン期間(毎年12月ごろ～約1ヵ月間)に現場からまとめて報告される内容が多くを占めている。日常かつ積極的にヒヤリハット情報を提供したいと思わせる環境づくりのため、ヒヤリハット情報を迅速かつ判りやすく周知するとともに、現場の教育で活用しやすいよう、分類ごとに整理して周知することにより、活動の有用性を広く認識してもらうことが重要だと考えている。2015年度末から安全ポータルサイト上で新たにはじめた「気がかり情報」、「良好事例」などの取り組み(図4.2-1参照)も含め、ヒヤリハット情報を全員で共有し、事象発生の原因を理解し、類似事象を含め再発を防止することで事故等の発生を最小限にし、J-PARC全体の安全を向上させることに貢献するという実感をJ-PARCで作業を行う全員がもてるよう、継続的に工夫を重ねながら取り組んでいくことが重要である。

(粕谷 研一)

## ■ ■ トラブル・ヒヤリハット

### 事例紹介 (J-PARC以外含む)

分野別分類(準備中)

### 最近のトラブル・ヒヤリハット (J-PARC以外含む)

掲載順 [↓DL](#) [PDFファイル]

発生状況による分類 [↓DL](#) [PDFファイル]

### ヒヤリハット情報提供のお願い

軽微な事象も含め、情報を提供してください。  
(ヒヤリ・ハット報告様式(原科研様式)) [↓DL](#) [XLSXファイル]

必要な情報をメールに記載して、[hiyari@ml.j-parc.jp](mailto:hiyari@ml.j-parc.jp) 宛にお送りいただくことでも結構です。(写真添付歓迎)  
J-PARC全体の安全向上のために、お気軽に情報をお寄せください。

### 「気がかり情報」提供のお願い

J-PARCにおいて、安全上の気がかり事項や場所などがございましたら、[こちら](#) よりお気軽に情報をお寄せください。

## ■ ■ 良好事例

### 良好事例紹介 一覧

(参考資料)

H28年度安全巡視等における良好事例について(2017/5/25) (安全情報交換会) [↓DL](#) [PDFファイル]

## ■ ■ ヒヤリハット関連資料

トラブル・ヒヤリハットから(2017/5/25) (安全情報交換会) [↓DL](#) [PDFファイル]

夏期メンテナンス期間中の作業の安全確保に向けて(2015/7/9) (センター会議) [↓DL](#) [PDFファイル]

安全について(2015/5/14) (センター会議) [↓DL](#) [PDFファイル]

安全に関する最近の話題(2014/9/4) (センター会議資料より抜粋) [↓DL](#) [PDFファイル]

H25年度安全衛生講習会資料「ヒヤリハット、トラブル、事故例より学ぶ」より抜粋? [↓DL](#) [PDFファイル]

Safety & Health Lecture in 2013FY "Lessons from the Previous Incidents" [↓DL](#) [PDFファイル]

## ■ ■ 災害・ヒヤリハット発生事例 リンク集

[KEK 安全ヒヤリハットポケット集 \(JLAN, KEK-LAN からのみアクセス可\)](#)

[KEK 安全ヒヤリハットポケット集 \(English\) \(JLAN, KEK-LAN からのみアクセス可\)](#)

[職場のあんぜんサイト ヒヤリ・ハット事例](#)

[安全衛生情報センター 各種災害・ヒヤリハット事例](#)

[日本財団法人図書館 ヒヤリハット事例集](#)

[日本クレーン協会 \(17.ヒヤリハット事例\)](#)

[高圧ガス保安協会・事故情報](#)

[厚生労働省 化学物質による災害発生事例について](#)

図 4.2-1 安全ポータルサイト上の、ヒヤリハット情報募集ページ (抜粋)

### 4.3 J-PARC非常事態総合訓練

J-PARCでは、J-PARC放射線障害予防規程第48条第6項に基づき、毎年度、非常事態総合訓練を実施している。2016年度は、「物質・生命科学実験施設において加速器停止中に火災が発生した」との想定で、敷地を同じくする原科研と合同で10月28日に実施した。緊急時の判断力・対応能力、及び現場からの情報発信能力の向上を図るため、J-PARCの訓練としては初めて、現場で指揮・活動を行う職員等に対してシナリオをブラインドとし、実際の事故時の状況に近い形での訓練とした。また、初期消火活動を行っていた者が、対応後に気分が悪くなり心肺停止になったとする複合事象も想定し、AEDを使用した蘇生措置活動も実施した。情報発信においては、初動対応における情報伝達や、事故現場指揮所に集約される火災現場・救急現場における対応状況が原科研の現地対策本部へ円滑に情報発信が出来ることの確認を行った。訓練の概要を表4.3-1に示す。

訓練を実施するにあたり、訓練の内容を聞かされていない現場の参加者に「今現在、この場所でどのような事象が発生し、どのような状況にあるのか」といった説明を、どのような方法で参加者に説明すると判りやすいのか、との課題があり、一般安全セクション内で検討を重ねた結果、以下の方法で実施することとした。

- (1) 必要に応じ訓練参加者への状況説明を行う役割の者（今回「黒衣」と称した）を、主要な場所へ配置（表4.3-2）
- (2) 黒衣からの情報収集により訓練の進捗状況を把握し、黒衣役へのイベントのキュー出しや訓練全体の事象の進展をコントロールするための場（ここでは「裏指揮所」と称した）を設置（図4.3-1）
- (3) 実際のイベントの経過時間を十分考慮した裏方用のシナリオ（ブラインドシナリオ）の作成

訓練中、裏指揮所と黒衣間で長距離トランシーバーやPHS等を用いた情報伝達を行い、各イベントの進行の調整及び進行状況の共有を図った（図4.3-1）。

今回はシナリオをブラインドとしたため、裏方担当者が訓練内容の設定、火災現場や救急現場の状況を訓練参加者に説明しながらの訓練となったが、参加者に状況を説明することの難しさを改めて認識した。発災現場の対応状況としては、初期消火活動、心肺蘇生活動、怪我人搬送等については問題なく対応できたが、事故現場からの情報が事故現場指揮所に殺到した時間帯に指揮所内で情報を整理できなくなり、本部への情報伝達が滞ってしまった、といった課題が明らかとなった。

今回の訓練では、当初の目的であった「実際の事故に近い状況」が再現され、非常に有意義な訓練となった。今回明らかとなった課題について改善を進めるとともに、訓練で得た経験を今後の危機管理対応へ役立てていく予定である。

最後に訓練の様子を図4.3-2から図4.3-7に示す。

（金子 清二）

表 4.3-1 訓練の概要

番号	事 象
(1)	火災報知器の発報
(2)	対応者が火災受信機にて発報場所を確認。その後、現場へ急行
(3)	想定火災現場にて発煙を確認。対応者が通報連絡（公設消防 119、原科研緊急電話 6222、シフトリーダー）
(4)	事故現場指揮所、現地対策本部立ち上げ
(5)	対応者が初期消火
(6)	自衛消防隊が到着し、消火活動を開始
(7)	初期消火対応者が煙にまかれ気分が悪くなり、現場から離れた場所で安静にする。
(8)	初期消火対応者の症状が急変。心肺停止に陥る。
(9)	胸骨圧迫及び AED による心肺蘇生により意識が回復
(10)	患者の医療機関への搬送（模擬）
(11)	プレス発表（模擬）

表 4.3-2 黒衣等役割分担表

【黒子メンバー】

役割・担当	内 容
発災現場黒子（火災関連）	火災現場の監視（初期消火・通報の確認、自衛・公設消防へのキューだし等）
発災現場黒子（救急関連）	救急現場の監視（心肺停止時の現場対応の確認・サポート等）
現場黒子遊撃	発災現場担当（火災、救急）双方のサポート、裏指揮所との情報伝達対応
MLF 玄関黒子	警報盤確認時の対応。消防隊及び救急隊到着時・入域時の対応（時間調整など）
事故現場指揮所黒子	指揮所立上げの連絡、排気停止・再開時のアクション、指揮所内の情報提供等
現地対策本部黒子	119通報時の受信対応、公設正門到着時対応、プレス対応者への連絡等

【裏指揮所メンバー】

役割・担当	内 容
リーダー（取り纏め）	全体サポート（訓練全体の監視・調整、キューだしのタイミングのコントロール等）
電話（火災現場）	（火災現場⇄裏指揮所）の電話対応
電話（救急現場）	（救急現場⇄裏指揮所）の電話対応
電話（指揮所、現地対策本部）	（事故現場指揮所・現地対策本部⇄裏指揮所）の電話対応
トランシーバー対応	（現場⇄裏指揮所）のトランシーバー対応
伝令、メモ	ログ記録、電話不通などで緊急時に直接現場に駆け付ける。
写真（現場）	現場（火災、救急）の写真撮影
写真（玄関）	MLF 玄関周辺の写真撮影

【MLF訓練関係者】

役割・担当	内 容
全体監視、写真	訓練全体の監視と写真撮影
シフトリーダー役	初動はシフトリーダー役（事故現場指揮所立上げ以降、訓練監視）
発見者、通報連絡、怪我人対応	火報発報場所の確認、火災確認後の通報連絡、怪我人発生時の初期対応
発見者、初期消火、怪我人役	火報発報場所の確認、初期消火活動、黒衣からの指示以降怪我人役を担当

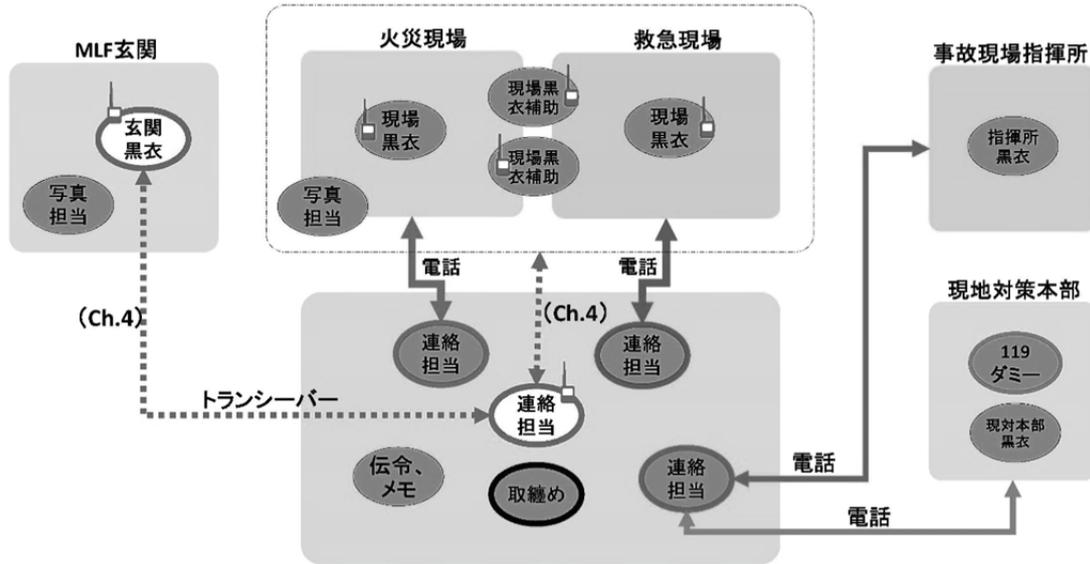


図 4.3-1 裏指揮所体制図

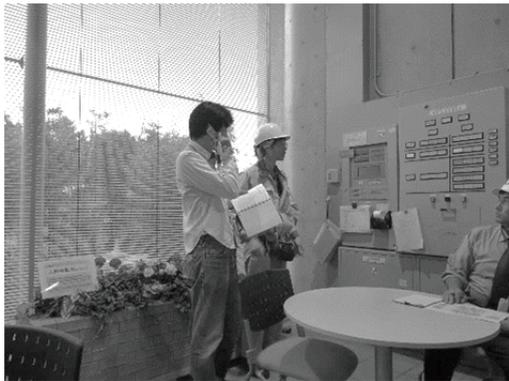


図 4.3-2 警報盤の確認



図 4.3-3 初期消火の様子



図 4.3-4 消防隊到着の様子



図 4.3-5 現場検証の様子



図 4.3-6 AED による心肺蘇生活動



図 4.3-7 患者搬送の様子

#### 4.4 放射線安全 e ラーニング教育

放射線安全セクションでは、2015年度から e ラーニング教育を導入し、放射線業務従事者の安全意識向上を教育訓練の一環として実施している。e ラーニングのシステムは情報システムセクションで管理しているものを使い、教材については放射線業務従事者管理サブグループで作成した。

2016年度は e ラーニング教育を、2016年5月25日～6月16日の期間で行った。内容は放射性汚染物の取り扱いに関するもののほか、適切な保護具の使用方法や選択方法に関するものである。453人が受講し受講率は96%であった。具体的な内容を表4.4-1に示す。また、図4.4-1に例として e ラーニング画面の一部を示す。

学習の終わりには10問の理解度確認テストを設け、全て正解しなければ受講を完了できないこととし、学習内容が十分に習得できていることを確認した。

来年度以降も、年に1～2回の頻度で e ラーニング教育を行うことを予定している。今回はより現場で役立つ教育内容としており、e ラーニングに続いて実習(4.5参照)を行うことで、充実した教育とすることができた。今後も J-PARC センターとして安全上の教育が足りないと思われる点などを重点的に教育することで、安全文化の醸成に役立てる。

(高橋 一智)

表 4.4-1 e ラーニングの内容

第1章	放射性汚染物の取り扱いの基礎知識	・ 放射汚染物の取扱いに際して使用される保護具などについて
第2章	ゴム手袋の着脱	・ ゴム手袋の着脱手順、着脱時の注意事項等
第3章	呼吸保護具・防護衣等の着脱	・ 各防護具の選択方法、注意事項 ・ 防護具の着脱手順
第4章	放射性汚染物の取り扱い時の注意事項	・ 放射性汚染物取り扱い前や取り扱い中に注意すべき事項
第5章	場所に対する防護	・ グリーンハウスを使った防護の具体例



図 4.4-1 eラーニング画面の一部

## 4.5 放射線防護実習

2016年度より新たな取り組みとして、放射線防護実習を実施した。本実習は5月～6月に配信したeラーニング（4.4 放射線安全eラーニング教育を参照）で学習した「管理区域内作業で使用する代表的な放射線防護衣、防護具等の正しい取り扱い方法」について、理解度を深めて頂くことを目的として開催した。

実習の内容については、「ゴム手袋の取り扱い」、「半面マスクの取り扱い」、「全面マスク及びタイベックスーツの取り扱い」の3項目を対象とし、放射線業務従事者管理SG員が防護具等の着脱手順とポイントを実演しながら説明したあと、受講者にも実際に着脱の体験をしてもらった。特に、ゴム手袋やタイベックスーツは汚染面に注意しながら脱ぐこと、マスクを装着する際は、装着前に弁などの点検を行い、装着後は空気漏れがないか確認することを重要点として指導した。実習は、7月19日と8月5日の2回実施し、合計8名が受講した。実習での様子を図4.5-1に示す。また、受講者には、実習を受講した証としてカード型の修了証を配布した。

実習終了後にはアンケートを実施し、「実際に防護具等を装着することで、eラーニングの内容がより理解できた」などの感想を頂いたとともに、今後の実施してほしい実習についての要望もあった。それらの意見を参考に受講者が増えるよう工夫し、多くの放射線業務従事者に実習を通して放射線防護の知識を向上してもらえよう取り組んでいく。

（荒川 侑人）



図 4.5-1 放射線防護実習の様子

## 4.6 J-PARC安全文化醸成研修会

2013年5月23日に発生した、ハドロン実験施設の放射性物質漏えい事故をふまえ、再び事故を起こさないこと、今後もより安全なJ-PARCを目指す決意をあらたにする、安全文化を醸成することを目的として、「平成28年度 J-PARC安全文化醸成研修会」を、2016年5月20日、原科研 大講堂において開催した。KEKつくばとKEK東海キャンパスにもTV会議中継し、大講堂と合わせ317名の参加があった。

はじめにJ-PARCセンター 齊藤センター長より、ハドロン事故から3年がたち、センター全体の安全がどれだけ成長できたのか、体制、システム等取り組んできたことの紹介と、それらの体制等を血の通ったシステムにするには、日々検証努力が必要であると述べられ、「安全は研究者の当然の責務と位置づけ、日々精進すること」と講話があった。

続いて外部からの講演者として、西日本旅客鉄道株式会社（JR西日本）安全研究所 研究主幹 阿部 啓二氏をお招きし、「航空と鉄道における安全の取組み」と題するご講演を頂いた。その中でヒューマンエラーについて「エラー自体が問題ではなく、それによって引き起こされる損害が問題であり、損害が生じる前にエラーを是正する事ができれば、エラーがなかったことと同じである。エラーの要因を避けよう、絶滅しようとすることは現実的ではなく、エラーを無くすのではなく、事故に繋がる事を防ぐことが本質である」と述べられ、スレット&エラー・マネジメント（予測→認識→回復）が紹介された。またJR西日本の取組として、マニュアルでは対応できないような緊急時の対応力や、現場力の訓練について紹介があり、最後に「安全文化の構築、向上は、根拠や目標のない精神論や、掛け声ではなしえず、目標を共有することが大事で、リスクアセスメントやヒヤリハット等を活用し、情報共有をすることで、結果的に安全文化が構築され、安全意識も向上する」と締めくくられた。

講演後の挨拶として、J-PARCセンター 石井副センター長より、「安全性が向上すれば研究成果も上がる、そのためには自主的で主体的な活動でないといけない」、「連携の強化も必要であり、人の能力を個人及び集団として発揮できれば、安全文化が高まり研究成果も上がる。このような方向で、安全活動は明るく楽しくやっていきたい」と締めくくられた。

2016年度における安全文化醸成研修会の様子を図4.6-1～4.6-2に示す。

(菅原 正克)



図 4.6-1 センター長講話



図 4.6-2 JR西日本 阿部 啓二氏による講演

## 4.7 加速器施設安全シンポジウム

J-PARCセンターでは、加速器施設における安全管理の経験や課題、取り組みについて関係者で情報を交換するため、「加速器施設安全シンポジウム」を毎年開催している<sup>1)</sup>。

第4回加速器施設安全シンポジウムは、2017年1月26日～27日の2日間にかけて、いばらき量子ビーム研究センター・2階多目的ホールで、研究機関・大学・民間企業等を含む131名が参加して開催された。今回のシンポジウムでは、加速器施設における「緊急時対応」と「電気安全」をテーマとして取り上げ、各機関での様々な安全の取り組み等も含め、計12件の口頭発表が行われた。J-PARCセンターからは、「Int. Technical Safety ForumとDOE Accelerator Safety WSの報告」(石井 哲朗・安全統括副センター長)、「加速器トンネル入域における通電安全対策について」(藤井 芳昭・素粒子原子核副ディビジョン長)、「J-PARCにおける緊急時対応の取り組み」(宮本 幸博・安全ディビジョン長)の3件の発表が行われた。

加速器施設における「緊急時対応」に関しては、各施設における緊急時の連絡体制・対応体制が紹介されるとともに、増築した建屋と既設増築の火災報知器の連携上の問題点や、医療用加速器では装置停止が患者の生命にも関わることから予定外の停止を極力減らすための品質管理の取り組みと装置トラブル時の対応体制など、おのおの施設の状況による様々な観点からの問題点への取り組みについて報告された。また、「電気安全」に関しては、過去の具体的なトラブル事例とそこから学ぶべき教訓、十分な現場確認と具体的な教育や自主的な災害対応訓練の重要性、などが意識共有され、有意義な情報交換の場になったと感じられた。

口頭セッションの合間には、各施設での安全に関わる取り組みや、研究施設や研究活動の紹介等を含む11件のポスター発表が行われ、J-PARCセンターからは、「海外研究機関におけるFire Safetyの取組紹介」、「J-PARCにおける非常事態対応訓練の取り組み」、「J-PARC加速器」、「J-PARCハドロン実験施設」、「ハドロン実験施設の放射性物質漏えい防止対策」の報告が行われた。また、26日夜に開催された懇親会では、加速器施設の安全管理や施設維持等の業務に携わる参加者同士が情報交換や親睦を深める貴重な機会となっており、今後、活動の連携などにつながっていくことが期待される。

シンポジウム後に行った参加者へのアンケートからは、次回以降も参加したいなど好意的な感想を多くいただいた。今後も適切なトピックス話題や企画等を工夫しながら継続することで、加速器研究分野における安全にかかわる情報交換・交流の場としての役割を果たしていくことが望まれる。

(別所 光太郎)

### 参考文献

- 1) 別所光太郎、J-PARC安全管理年報(2015年度)、加速器施設安全シンポジウム、JAEA-Review 2016-032, KEK Internal 2016-12, p.93, (2016).

## 4.8 「Mindful of others」活動

2013年5月に発生したハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故の反省から、J-PARCセンターではハード・ソフト両面の安全対策を実施してきたが、センター構成員のみならず、センター内で作業に関わる請負業者等の方々に対しても、如何にして怪我や災害の元となる不安全行動を抑えることができるか、との課題があった。

2014年度の作業標準の導入、2015年度の3H（初めて、変更、久しぶり）要素への対応に続き、海外で実施されているストップワークの導入に関して安全ディビジョン内で議論を始めたが、強制力を伴って作業を中断させるには契約上の制約等もあり、法令等で権限が認められている海外のストップワーク活動をそのまま導入するのは困難であると判断された。また、規制するばかりではモチベーションの低下や形骸化が進行するため、自発的な安全活動が良いのでは、との方向性が確認された。そこで、強制力を持たせず、また作業者に安全意識を想起させる、との観点から、普段の作業においてやってしまいそうな、また誰がみても不安全なことが明らかな行動について作業者がお互いに気を配り、もしこれらの不安全な行動をしている人に気づいたら声をかけ、また声を掛けられた人も「危険を回避できた」と相手に感謝する気持ちを持つよう、とする「Mindful of others」活動をセンター内で展開することになり、2016年6月末から実施している。誰がみても不安全なことが明らかな行動の具体例として、保護具の未着装、脚立の天板上に乗る、吊り荷の下に入る、の3つを例示し、請負業者やユーザーの目にとまるよう、建家の玄関や管理区域の入口にポスター（図4.8-1参照）を掲示した。また作業前の教育時にも活動内容を紹介し、周知している。

「Mindful of others」活動を展開した2016年度における事故トラブル発生件数は2015年度と同じであった（図4.8-2参照）が、この活動は短期的に効果が表れるような活動ではないため、長期的にみていく必要がある。一方、J-PARCで始めたこの活動は、J-PARCと敷地を同じくする原科研においても「おせっかい運動」という名称で、原科研の安全活動としても採用されたことから、「Mindful of others」活動の有効性が高く評価されたものと考えられる。

（富澤 哲男・中根 佳弘）



図 4.8-1 「Mindful of others」ポスター

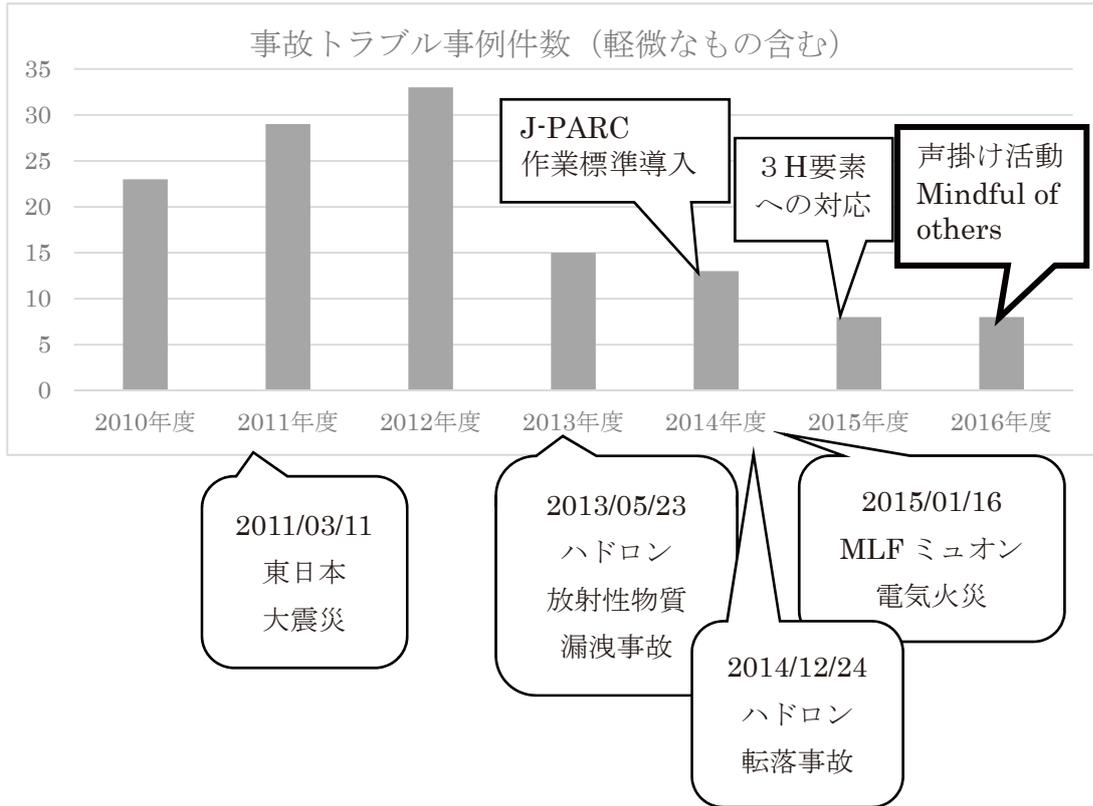


図 4.8-2 「Mindful of others」活動までの事故トラブル件数の推移

## 4.9 請負業者等安全衛生連絡会

J-PARCで作業を行う年間常駐業者、年間契約請負業者、工事・作業が発生する契約を有する事業者と、J-PARCセンター構成員が「安全確保を徹底する」という安全意識の共有や、作業時の安全に関する情報共有をめざし、「J-PARC請負業者等安全衛生連絡会」を2015年度から開催している。

第2回となる2016年度の請負業者等安全衛生連絡会は7月6日に開催され、66社74名の業者と28名のJ-PARC関係者が参加した。図4.9-1に連絡会の様子を示す。

はじめに、J-PARCの近況、最近の事故・トラブル事例と教訓、J-PARCで作業する際の注意事項について、石井安全統括副センター長より紹介があった。事故・トラブル事例の報告では、作業中に指を挟んだ事象や転倒などによる負傷事故と、クレーン誤操作による物損などの事象について、その発生原因や背景について説明がなされた。次に、J-PARCで定めている作業標準について紹介があり、3H（初めて、変更、久しぶり）の作業について特に注意していただきたいと説明された。更に、2016年度からの新たな安全への取り組みである「Mindful of others」についての紹介があり、「危ない行為を見たら、直接関係ない作業者に対しても声を掛けていただき、また声を掛けてくれた人には感謝して頂きたい」との説明があった。

これらの説明の後、J-PARCで安全に作業を行うための意見・提案を参加者から頂く意見交換の場を設けた。「連絡用にPHSを借りられないか」などのご意見を頂き、連絡会後にJ-PARC内で検討し、可能な対応を実施した。

参加された業者へのアンケートでは、ほぼすべての参加者から「役立つ：70%」「どちらかと言えば役立つ：27%」との回答をいただき、安全意識の高揚に役立つ機会となったものと思われる。

継続的な安全意識の共有のため、一般安全セクションから連絡会登録業者の皆様に、J-PARCの近況を伝える「J-PARCニュース」に、安全に関する話題と、折々のことばを添えて月1回の頻度でメールを配信しており、このような取り組みを継続することにより、J-PARCの作業に関わる業者の方々とJ-PARC関係者が一体感を持って、安全な作業環境を構築することに役立っている。

(菅原 正克)



図 4.9-1 2016 年度 請負業者等安全衛生連絡会の様子

## 4.10 その他の活動

### (1) 安全関連規定・要領集の刊行

J-PARCセンターでは、安全関連の規定類等について安全ポータルサイトに掲載することでセンター内への共有を図ってきたが、各作業現場や作業を監督する立場の方々が、必要に応じて規定類の内容を迅速かつ容易に参照・確認ができるよう、紙媒体での「安全関連規定・要領集」の配布を2015年度より実施している。本資料集は、J-PARCセンターの放射線安全および一般安全に関する規定・要領等をまとめたものであり、2016年度版を2017年2月に発行した。2016年度版では2015年度より3種類の規定等（J-PARCセンター通報基準、J-PARCセンター化学物質等リスクアセスメント実施要領、J-PARCセンター計画外停電対応要領）が追加となり、計30種類の規定・要領等を収録している。各施設に配布し、作業現場付近の打ち合わせ室や、ディビジョン長・セクションリーダーの手元などに常備して活用してもらっている。今後も、毎年更新版を発行する予定である。

### (2) 良好事例の抽出活動

J-PARCセンターでは、安全活動を真の意味で定着させるために、2016年度から「安全活動は、明るく、楽しく、創造的に」というスローガンを挙げて、良好事例の抽出活動の取り組みを始めた。この活動は、厄介で大変だがやらなくてはならないといったネガティブな活動ではなく、良い所を誉め合い、工夫した所を自慢し合うポジティブな活動を行うことにより、日々の安全衛生パトロールや安全衛生会議の活性化を目指したものである。2016年度は、センター長巡視で38件の良好事例が抽出された。また、各セクションのセクションリーダー巡視等で抽出された良好事例は20件であった。抽出された良好事例は、安全衛生会議の場での紹介や、J-PARC安全ポータルサイトに掲載することにより、センター全体への周知を行っている。今後も、この活動を通じて、J-PARCセンターの安全活動の定着化を行っていく。

### (3) J-PARC安全監査

J-PARCセンターでは、ハドロン放射性物質漏えい事故後の安全強化策の一環として、J-PARC運営会議の諮問に基づく外部有識者による安全監査を年1実施している。

2016年度のJ-PARC安全監査は、11月22日に外部監査員2（2014年度より継続）を招いて実施された。J-PARC全体および各施設（ニュートリノ実験施設、ハドロン実験施設、物質・生命科学実験施設、加速器施設）での安全の取り組みの状況について、J-PARCセンターおよび各施設から、説明と聞き取り調査が行われた。監査員からは、全体としては概ね適切に対応できているとの評価をいただいた。また、現場主体の自律的活動の更なる推進、安全上の貢献を認める仕組みの導入、作業や手続きの合理化による負担低減など、多くの貴重な提言をいただいた。

### (4) 国際諮問委員会（IAC）

ハドロン放射性物質漏えい事故以後、J-PARCの安全について、毎年IAC（International

Advisory Committee) に報告している。安全を最優先とし、スタッフ自身の安全意識を高揚するとともに、「Mindful of Others 活動」を通して、周囲で働く人達の安全も意識する取り組みは高く評価された。また、安全文化を根付かせるためには、継続した取り組みが重要であるとのコメントを頂き、下記の提言を頂いた。

- ・ 事故後の安全に対する取り組みを継続して進めること。
- ・ 目前に危険な状態があった場合に作業を停止させる「Stop Work」の制度の導入を検討すること。

(藤原 一哉・別所 光太郎)

## 5. 技術開発・研究および特記すべき管理事例

技術開発及び研究としては、J-PARCのビーム増強及び保守作業の安全性向上に向けた各種データの取得、蓄積及び解析やJ-PARCセンターの安全システム強化に向けた設備・機器・ソフトウェア等の整備、増強、改善に取り組んでいる。2016年度においては、J-PARCの稼働開始から10年を経たこともあり、設計寿命に近づいた安全管理設備・機器の更新等に伴う機能向上への取組みも始まっている。

本年報では、放射線防護研究、放射線監視設備の信頼性・機能向上、安全情報の共有、万一の緊急時対応、特記すべき管理事例など、非常に多岐に渡った報告について記述している。これらは、各ディビジョン員が「J-PARCの安全」という目標に向け、様々な角度からアプローチした成果であり、国内外の加速器施設にとって、参考となる知見、工夫等を多く含むものである。

(宮本 幸博)

## 5.1 核変換実験施設向け輸送トンネル内の運転時線量測定

前年度に引き続き、核変換実験施設向け輸送トンネル内の運転時線量測定を行った。

リニアック施設の加速器トンネルには、将来計画として核変換実験施設にビームを輸送するためのトンネルが途中まで建設され、その末端はコンクリートブロックで閉じられている。核変換実験施設が建設される際には、このブロック外側の土壌が掘り返され工事が行われる。その際、リニアックの運転を停止するまでにどの段階まで工事を進められるかの判断材料のひとつとして、ブロック外側の線量は重要なデータとなる。

しかしながら建設工事前にブロック外側の線量を直接測ることは極めて困難であるため、内側（輸送トンネル内）のビーム運転中の線量測定を積算線量計により行った。積算線量計には、中性子用に TLD（Panasonic 製 UD-813PQ）及びエッチピット、ガンマ線用にガラス線量計を用い、TLD には鉛・Cd 付きモデレータ（UDS-893P-1）を併用した。検出器の設置位置を図 5.1-1 に示す。

測定は 2016 年 11 月 5 日から翌年 3 月 12 日の間に 7 回行った。この間のビーム運転は、MLF、ニュートリノ実験施設にそれぞれ、150～155kW（3GeV）、350～450kW（30GeV）のビームを同時供給するためのものであった。測定結果を前年度の測定結果と併せて表 5.1-1 に示す。またこれらの測定結果の相互比較のために、加速粒子数  $1 \times 10^{20}$  個当たりの TLD による中性子線量を表 5.1-2 に示す。

本年度行った 7 回の測定の平均値（加速粒子数  $1 \times 10^{20}$  個当たりの中性子線量（TLD））は、ビームラインから近い順に、位置 A： $1.10 \times 10^4$ ，位置 B： $3.12 \times 10^3$ ，位置 C： $1.37 \times 10^3$ （ $\mu\text{Sv}$ ）であり、各位置における再現性も 20%以内に収まっている。但し、前年度の測定と比較すると 1.6～1.7 倍程度の線量となっている。この原因の一つとしては、本年度の夏期メンテナンス期間に、ACS 部において口径が他の真空機器より小さくコリメータになっていた CT を入れ替え、他の機器と同じ口径にしたことで、ビームロスの分布が変わったためであると考えられる。今後の出力増強による線量の変化を引き続き注視する必要がある。

（増川 史洋）

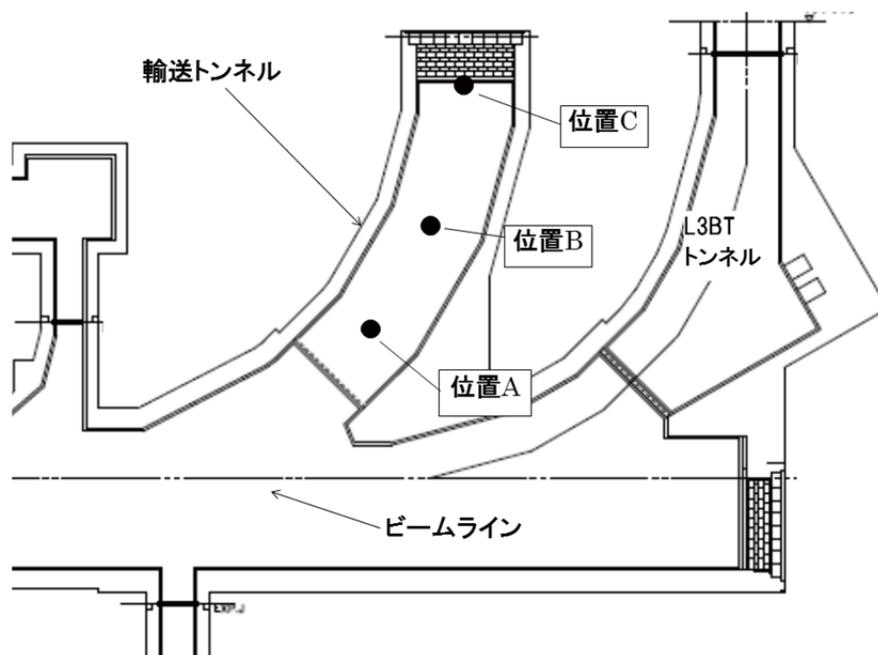


図 5.1-1 積算線量計による線量測定位置

表 5.1-1 輸送トンネル内の中性子・ガンマ線線量測定値 ( $\mu\text{Sv}$ )

番号	加速粒子数 ( $\times 10^{20}$ 個)	位置 A			位置 B			位置 C		
		TLD	エッチ ピット	ガラス ( $\gamma$ )	TLD	エッチ ピット	ガラス ( $\gamma$ )	TLD	エッチ ピット	ガラス ( $\gamma$ )
1	2.14	23434	—	—	6580	—	—	2776	—	—
2	2.06	22241	—	—	5982	—	—	2757	—	—
3	1.62	19769	—	—	5534	—	—	2360	—	—
4	1.63	17589	—	—	5067	—	—	2151	—	—
5	1.87	18165	—	—	5247	—	—	2437	—	—
6	2.05	23941	19367	6130	6573	6400	1727	2908	1933	497
7	2.03	21399	19500	6846	6703	6200	1743	2956	1900	525
8	4.95	31778	—	5484	9536	—	1556	4013	—	425

各測定期間は以下の通り

番号	測定期間	番号	測定期間
1	2016/11/01 14:00 - 2016/11/09 9:00	5	2016/11/30 17:00 - 2016/12/07 9:00
2	2016/11/08 16:00 - 2016/11/16 7:00	6	2017/02/01 18:00 - 2017/02/08 9:00
3	2016/11/17 14:00 - 2016/11/24 9:00	7	2017/03/01 18:00 - 2017/03/08 9:00
4	2016/11/24 18:00 - 2016/11/30 9:00	8	2015/11/05 17:00 - 2015/11/12 7:00

\* 薄灰色の欄は前年度の測定値

表 5.1-2 加速粒子数  $1 \times 10^{20}$  個あたりの中性子線量 (TLD) ( $\mu\text{Sv}$ )

番号	加速粒子数 ( $\times 10^{20}$ 個)	位置 A	位置 B	位置 C
		TLD	TLD	TLD
1	2.14	1.10E+04	3.08E+03	1.30E+03
2	2.06	1.08E+04	2.90E+03	1.34E+03
3	1.62	1.22E+04	3.42E+03	1.46E+03
4	1.63	1.08E+04	3.11E+03	1.32E+03
5	1.87	9.72E+03	2.81E+03	1.30E+03
6	2.05	1.17E+04	3.21E+03	1.42E+03
7	2.03	1.05E+04	3.30E+03	1.45E+03
平均	1.91	1.10E+04 $\pm 18.0\%$	3.12E+03 $\pm 16.9\%$	1.37E+03 $\pm 12.7\%$
8	4.95	6.42E+03	1.93E+03	8.11E+02

\* 薄灰色の欄は前年度の測定値

## 5.2 3 Ge Vシンクロトロン施設・コリメータ交換作業の放射線管理

3 Ge Vシンクロトロン施設には、陽子ビームを周回加速させる際のビームロス出局在化させるためにコリメータが設置されている。図 5.2-1 に示すように上流部第 1 コリメータから下流に向かって 6 台設置されている。各コリメータの内部はビームを削ることにより放射化し、放射線量は上流側が高く下流に行くにつれて低くなっている。

2016 年 4 月 5 日、メンテナンス中に最下流部の第 6 コリメータより真空リークが発生し、修理をすることになった。修理にあたっては、第 6 コリメータを覆っている遮へい体を取り外す必要があり、遮へい体を取り外すことで高線量の作業エリアになると予想されたため、作業立会を実施した。

第 6 コリメータ周辺のサーベイを実施した結果、遮へい体に覆われているため空間線量が最大  $10 \mu\text{Sv/h}$  程度であったが、第 5・第 6 コリメータが連結されている遮へい体を取り外された後では、最大  $60 \mu\text{Sv/h}$  に上昇した。エアパレットにより第 6 コリメータ本体が引き出されると、ダクト開放部分の空間線量は  $200 \mu\text{Sv/h}$  であった。

高線量率計であるテレテクタを使用して、内部の線量測定を実施した。図 5.2-2 に示すように第 6 コリメータ内部に、スポット状の放射化した箇所（陽子ビームを周回加速する際の内周側）があり、表面の線量当量率は  $40\text{mSv/h}$  であった。なお、その他の箇所の線量当量率は  $10\text{mSv/h}$  であったが、これは  $40\text{mSv/h}$  のスポット箇所からの寄与であると考えられる。線量当量率が非常に高かったことから、第 6 コリメータは遮へい体で覆われている状態のまま、高放射化物保管室に保管することとし、新たなコリメータダミダクトに交換することとなった。

また、ダクト内部には  $40\text{mSv/h}$  のスポット箇所でも  $0.5\text{Bq/cm}^2$  と若干の汚染が確認（ゲルマニウム検出器で測定した結果、 $^{51}\text{Cr}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{56}\text{Mn}$ 、 $^{56}\text{Co}$ 、 $^{57}\text{Co}$ 、 $^{58}\text{Co}$ 、 $^{60}\text{Co}$  が検出された。）されたためゴム手袋着用を指示した。第 6 コリメータは、汚染拡大を防止するためダクト開放部分を表面保護シートで養生するように指示した。また、ダクト内部のトリチウムスミアを実施し、液体シンチレーションカウンタで測定した結果、 $^3\text{H}$  は未検出であった。

交換作業にあたっては、隣接する第 5 コリメータの開放部分からの影響により、空間線量が  $200 \mu\text{Sv/h}$  程度の高いエリアがあったため、作業者に不用意に立ち入らないように指示するとともに、作業者の被ばく線量が偏らないようにローテーションで作業しつつ、作業毎の被ばく線量を APD の値で常時確認し記録するように指示した。

交換作業は 2016 年 4 月 13 日に完了し、14 日には利用運転が再開された。一連の作業に係る総被ばく量は  $0.8 \text{人} \cdot \text{mSv}$  であり、作業者の被ばく線量は最大で  $110 \mu\text{Sv}$  であった。なお、第 6 コリメータの取り外し作業に最も時間を要したが、作業中の空間線量は最大でも  $10 \mu\text{Sv/h}$  程度であったため、取り外し作業における被ばく線量はごく僅かであった。

今後はビーム出力の増強に伴い、3 Ge Vシンクロトロン施設における作業では、より高線量の作業エリアにおける作業が見込まれることから、将来を見据えて施設側と協議しつつ、更なる被ばく低減に努めていく。

(渡辺 雄一)

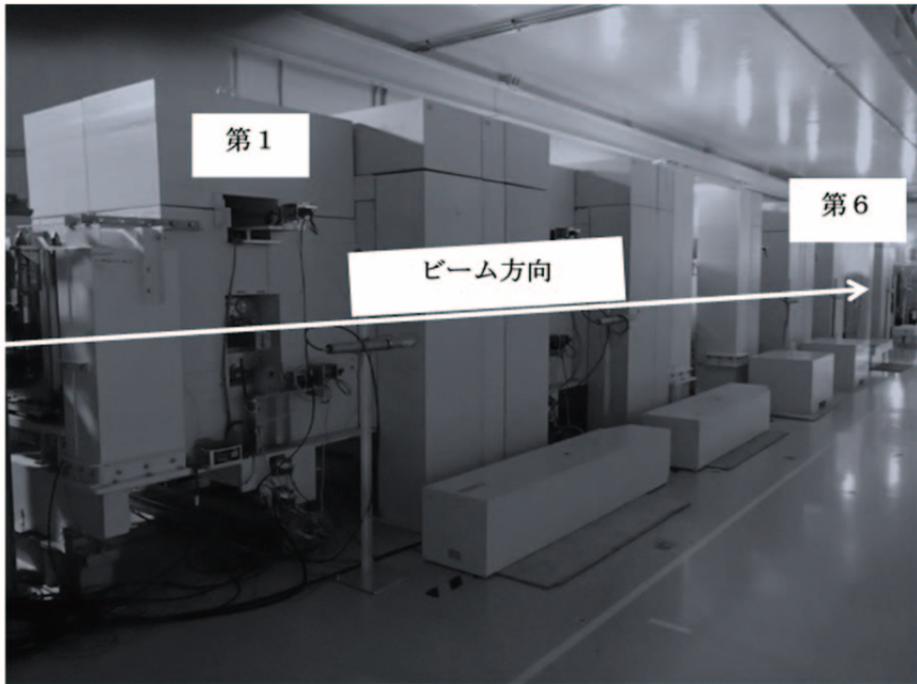


図 5.2-1 コリメータ配置の様子

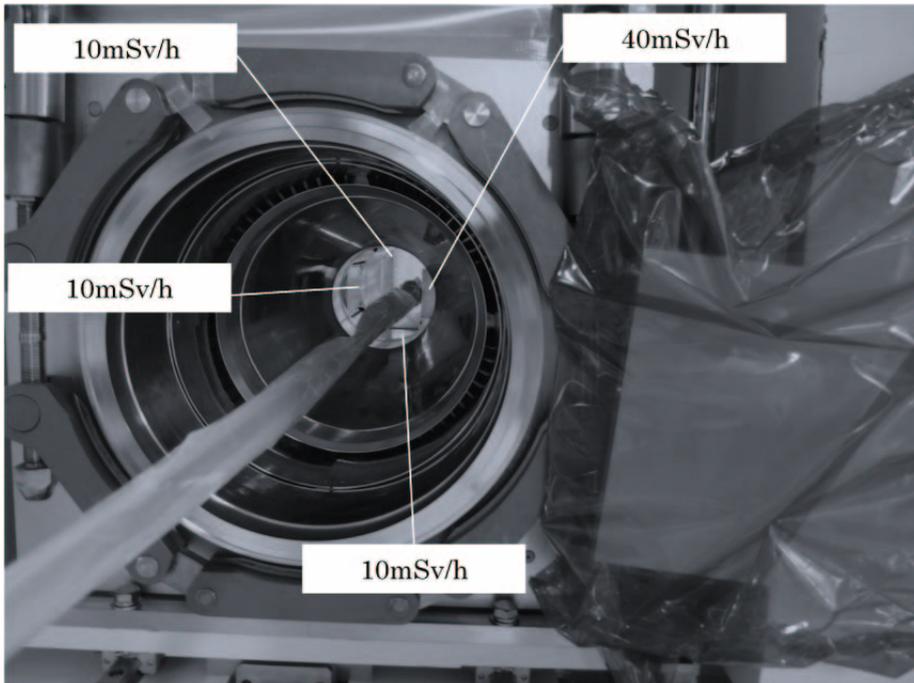


図 5.2-2 コリメータ内部の線量等量率

### 5.3 50 GeVシンクロトロンのトンネル内における放射化した空気による被ばく量の測定

高出力の陽子加速器では運転時に生じる放射線で空気が放射化する。そのため、加速器の運転時は放射化した空気を加速器トンネル内で循環させている。また、加速器トンネル内に人が入る場合には加速器を停止させ、空気中放射能がある程度減衰してから、排気を行ってトンネル内の空気中放射能濃度を低くしている。このように空気中放射能濃度が高い状態では人は通常は加速器トンネル内に入ることにはできないが、もし人がトンネル内にいた場合に、放射化した空気からどれくらいの被ばくをするのかの調査を開始した。放射化した空気の主な核種はサブマージョン核種 ( $^{41}\text{Ar}$  など) である。これらは主に外部被ばくに寄与することから、加速器トンネル内においてファントムを用いた線量計を使った外部被ばくの測定を試みた。したがって、今回は  $^3\text{H}$  と  $^7\text{Be}$  は測定の対象ではない。

50 GeVシンクロトロンの平面図を図 5.3-1 に示す。加速器運転中のトンネル内の空気は3つある機械棟のサブトンネルを通過して循環している。このうち第1機械棟のサブトンネルはビームロスが大きい入射点から離れているため直達の中性子が少ないことと入射点で生じた放射化した空気がこのサブトンネルに集まりやすいことが予想されたため、このサブトンネルの奥に人型ファントムを設置した。ファントムの表面に半導体検出器のポケット線量計 ( $\gamma$ 線測定) とガラス線量計 ( $\gamma$ 、 $\beta$ 線測定) を設置した。そして、場の線量の測定として熱中性子にも感度がある熱蛍光線量計 (TLD) およびエッチピット付きの OSL 線量計をファントムの近くに設置した。設置期間は11月16日から12月14日までの28日間で、その期間の加速器の運転時間は約20日間であった。加速器はニュートリノ実験施設へビーム供給の運転で出力は約350~420kWであった。また、第1機械棟に設置してある空気モニター (NaI 検出器) のガンマ線スペクトルも取得するようにした。

ファントム表面に設置したポケット線量は 0.15mSv ( $\gamma$ 線)、同様に設置したガラス線量計は 0.18mSv ( $\gamma$ 線) であった。またガラス線量計による  $\beta$ 線の  $70\mu\text{m}$ 線量当量は 0.44mSv であった。場の測定としてファントム近くの壁に設置した TLD は 0.23mSv ( $\gamma$ 線)、OSL は 0.14mSv ( $\gamma$ 線) であった。熱中性子は両線量計ともに未検出 (0.1mSv 未満) であった。OSL の  $\beta$ 線の  $70\mu\text{m}$ 線量当量は 1.71mSv であった。空気モニターのガンマ線スペクトルから  $^{41}\text{Ar}$  と  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$  の空気中濃度限度の比の和を求めると 0.22 であった。この比の和をもとに被ばく量を推算すると 2.5mSv 相当になった。

場の線量で熱中性子がなかったことから直接の放射線の影響を受けない状態で測定できたと考えられる。線量計のガンマ線量の値は空気モニターから推算された線量よりも低かったが、その違いの原因については検討中である。設置した線量計が有意にベータ線量を検出したことから  $\beta$ 崩壊するサブマージョン核種の影響を受けていたことがわかるが、線量計による違いの原因は検討中である。

(中村 一)

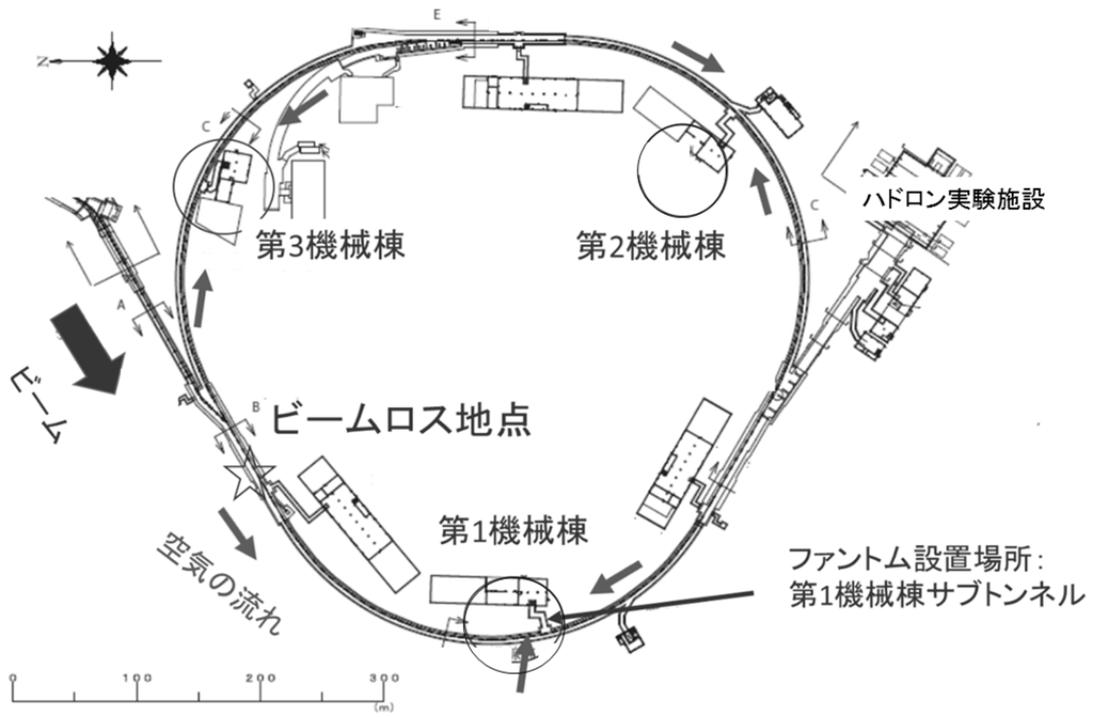


図 5.3-1 50 GeVシンクロトロントンネル平面図

## 5.4 使用済み水銀ターゲット保管容器の線量測定

物質・生命科学実験施設（MLF）では、水銀を内包する水銀ターゲット容器（ターゲット）に陽子ビームを入射することで核破砕反応を起こし、この反応により発生する中性子を利用して幅広い研究が行われている。

ターゲットは、陽子ビームの入射により損傷を受けるため定期的な交換が必要であり、これまでに4回の交換作業が行われた。交換作業は、ターゲットから水銀を抜き取った後に、放射化機器取扱室（ホットセル）内で遠隔操作により行われる。使用済みターゲットは、保管容器に収納され、放射化物保管設備である放射化機器保管室に保管される。

2016年度は、使用済みターゲット（1号機、3号機、5号機、7号機）が収納された保管容器表面の線量測定を行った。表5.4-1にターゲットの使用履歴を、表5.4-2に2015年度と2016年度に実施した保管容器の線量測定結果を示す。また、図5.4-1に保管容器の線量測定箇所を示す。

使用済みターゲットは、保管容器収納前にターゲット表面の線量測定を実施している。その測定では、ビームが入射するターゲット先端部が最大値（数百 Sv/h）を示したのに対して、使用済みターゲットを収納した保管容器の測定では、ターゲット先端部以外の部分で高い線量が確認された。これは、保管容器がターゲットの複雑な形状と重量バランスを考慮して製作されているため、ターゲット先端部に厚みを設けていることや鉛、鉄のウエイトが配置されているなど全体的な厚みが均一でないことが原因である。

ビーム運転に伴い高度に放射化されるターゲット（材質：SUS316L）の生成核種は、 $^{51}\text{Cr}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{57}\text{Co}$ 、 $^{58}\text{Co}$ 、 $^{60}\text{Co}$  等と多岐にわたるが、1年の減衰期間を過ぎたころから、線量に寄与する主な核種は、 $^{60}\text{Co}$ （半減期 5.3 年）と  $^{54}\text{Mn}$ （半減期 312 日）になることが想定されている。今後も、可能な限り保管容器の線量測定を実施し、実測データの線量減衰から、線量に寄与する主たる核種が想定核種であることを確認する。

本測定データを関係者と共有することで、今後の保管容器等の設計製作に反映されることが期待できる。

（吉野 公二）

表 5. 4-1 ターゲットの使用履歴

ターゲット	1号機	3号機	5号機	7号機
使用期間	2008年5月 ～ 2011年3月	2011年12月 ～ 2014年6月	2014年10月 ～ 2015年4月	2015年10月 ～ 2015年11月
使用時間 [ h ]	3,925	7,455	1,646	309
ビーム積算強度 [ MWh ]	471	2,050	670	159

表 5. 4-2 保管容器の線量測定結果

保管容器に収納される ターゲット		1号機	3号機	5号機		7号機	
測定日		2016年7月	2016年7月	2015年9月	2016年7月	2016年1月	2016年7月
測定箇所※ 及び 線量率 (mSv/h)	ターゲット先端	< 6.0	< 6.0	< 6.0	< 6.0	< 6.0	< 6.0
	ターゲット上面	130	210	950	160	890	210
	ターゲット下面	140	170	-	70	2,250	660
	ターゲット側面	70	590	650	360	280	150

※ 測定箇所は、保管容器に収納されるターゲットの部位を記載

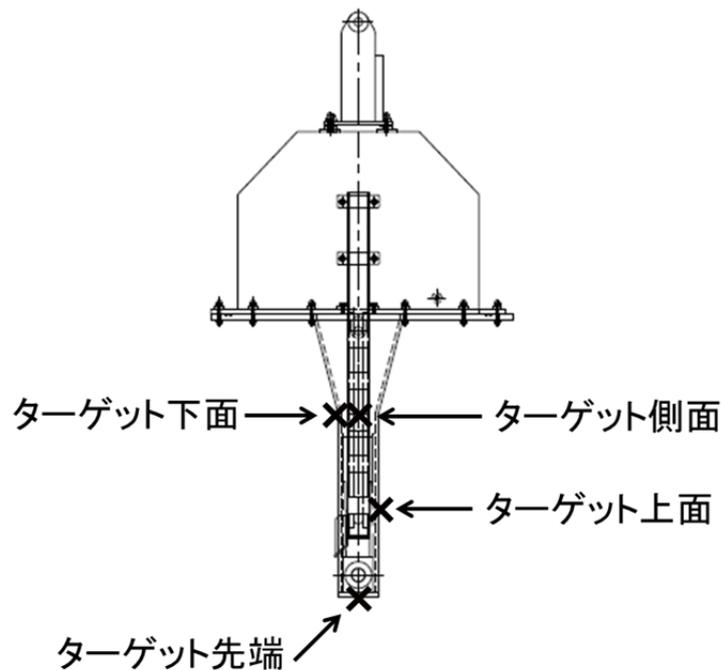


図 5. 4-1 保管容器の線量測定箇所

## 5.5 ハドロン実験施設の金標的監視用ヘリウムガス中に生成される放射性核種の挙動解析

J-PARCハドロン実験施設では、2013年の事故後の設備安全強化の一環として、万一標的損傷等の異常が発生した場合にもそれを迅速に検知可能とするため、標的の容器を經由して循環するヘリウムガス中の放射能レベルを連続監視するシステムを導入した。2015年4月のシステム稼働開始以降継続的に、ハドロンセクションと放射線安全セクションが協力して、ビーム運転中に観測されるガンマ線スペクトルとその経時変化の解析に取り組んでいる。本報では、前報<sup>1)</sup>以降の検討から新たに明らかになった放射性核種の挙動解析の結果を中心に報告する。

システムの概要は、前報<sup>1,2)</sup>に示した。標的容器内のヘリウム気体は、ステンレス製配管を通じて専用のGe半導体検出器およびNaI(Tl)検出器に達し、ガンマ線スペクトルと計数率が常時モニターされている。(Ge検出器による測定：0.5 keV/ch x 4096 ch, 60 min)

ビーム運転を開始する前、24 kW および 42 kW ビーム運転中に測定された循環ヘリウムガスのガンマ線スペクトルを、図 5.5-1 (a) ~ (c) に示す。また、図 5.5-2 (a), (b) には、ビーム強度と主なガンマ線ピークの強度の関係を示した。511 keVの消滅放射線、<sup>10</sup>C, <sup>19</sup>O, <sup>20</sup>O, <sup>20</sup>F, <sup>23</sup>Ne, <sup>24</sup>Ne, <sup>24</sup>Na (<sup>24</sup>Ne 娘), <sup>41</sup>Ar 等のガンマ線は、ビーム強度に対して単調に強度が増大する傾向を示した。(図 5.5-2(a)) 一方、<sup>192</sup>Au (<sup>192</sup>Hg 娘核種), <sup>191m</sup>Hg, <sup>192</sup>Hg, <sup>193</sup>Hg, <sup>195</sup>Hg 等のガンマ線はビーム強度が 27 kW を超えた条件でのみ検出され、これ以上のビーム強度ではビーム強度と共に計数率が急激に増大する特徴が見られた。(図 5.5-2(b))

ここで、前者の特徴を示した核種群は、核反応によりビーム窓または標的に生成される核種のうちで、気体状化学種を生成しやすい元素の核種が選択的に気相に移行したものと考えられ、これらの核種は固体中に生成された後に一定程度の割合が定常的に気相に移行することを示している。一方、後者の特徴を示した核種群は、金標的を構成する <sup>197</sup>Au の核反応から生成され、初期的には Hg 核種として金の表面から気相に移行してその後もヘリウム気体中に存在しているものと考えられる。図 5.5-2 (b) に示す特徴的な挙動は、ビーム強度と共に金標的の最高到達温度が上昇して Hg の蒸気圧も上昇し、核種が固体から気相に放出されやすくなるためであると考えれば、説明が可能である。<sup>3)</sup> さらに定量的な解析と考察を行い、気相における放射性核種の挙動の特徴をより詳細に明らかにすることを目指す。

(別所 光太郎)

- 1) 別所光太郎, J-PARC 安全管理年報 (2015 年度版), JAEA-Review 2016-032, KEK Internal 2016-12, pp. 111-112 (2016).
- 2) R. Muto *et al.*, EPJ Web of Conferences, 153, pp. 07004-1 - 07004-6 (2017).
- 3) 別所光太郎, 北川潤一, 萩原雅之, 武藤亮太郎, 倉崎るり, 渡辺丈晃, 齋藤究, 春日井好己, 第 18 回「環境放射能」研究会 Proceedings, KEK Proceedings 2017-6, pp. 339-344 (2017).

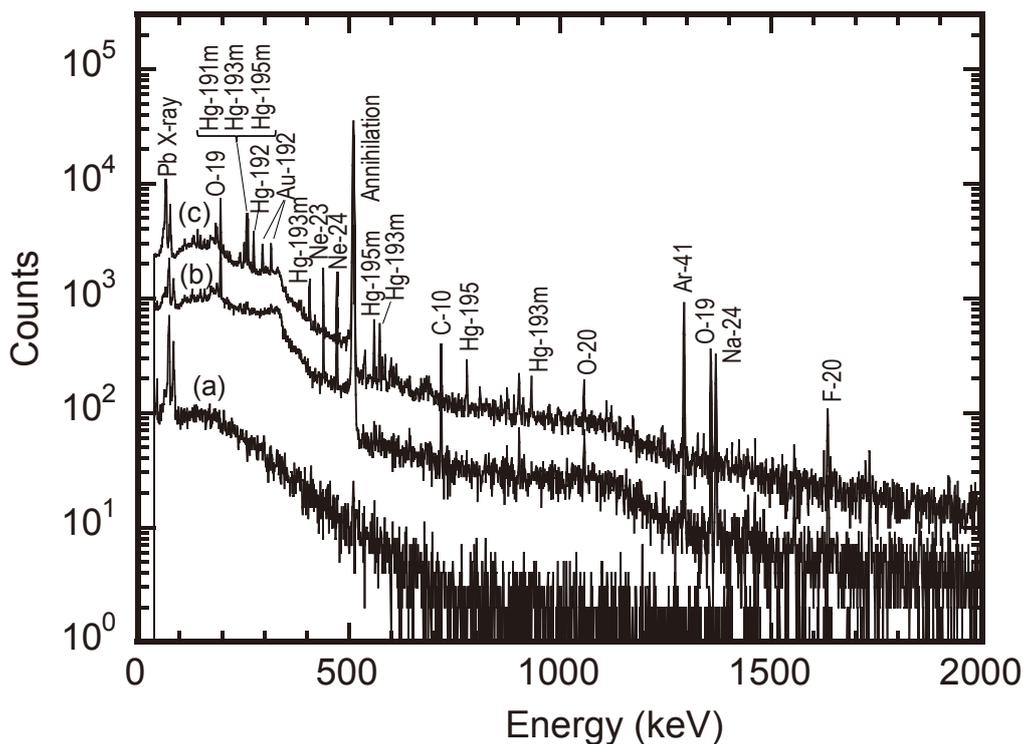


図 5.5-1 循環ヘリウムガスのガンマ線スペクトル(例) <sup>3)</sup>

(a) ビーム運転開始前, (b) 24 kW ビーム運転中, (c) 42 kW ビーム運転中, データ積算 : 3, 600s

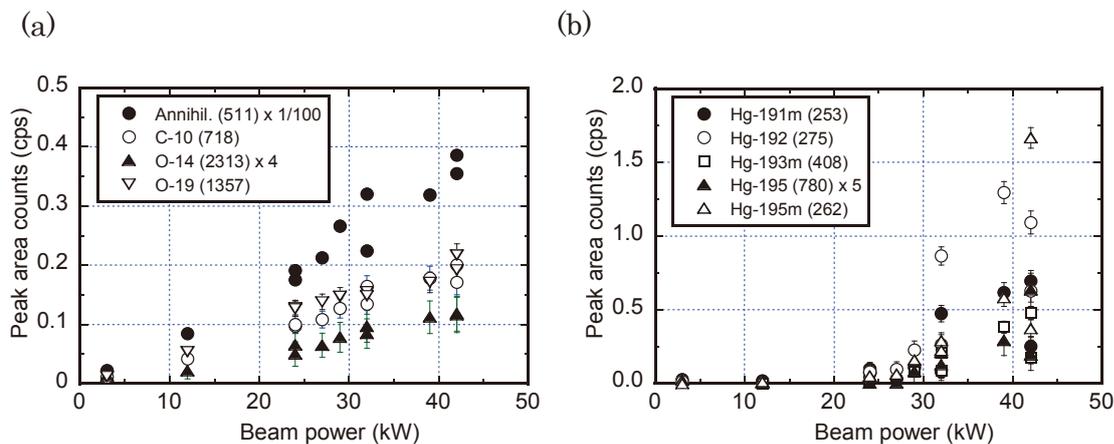


図 5.5-2 ヘリウムガス中から検出されたガンマ線ピークの強度とビーム強度の関係 <sup>3)</sup>

## 5.6 空気中の $^{197}\text{Hg}$ 濃度測定についての検討

### (1) J - P A R Cにおける $^{197}\text{Hg}$ の生成と放射線管理

加速器施設においては、加速粒子および二次粒子により、加速器周辺の様々な物質が放射化し、放射性物質が生成する。J - P A R Cにおいては、各施設の出力が向上しはじめた頃から  $^{197}\text{Hg}$  が使用室内の空气中放射能濃度測定や、排気中放射能濃度測定により検出されるようになり、現在では複数の施設で  $^{197}\text{Hg}$  が排気中放射能濃度の代表核種となっている。

$^{197}\text{Hg}$  等の水銀元素は、気化しやすい化学的性質を有しているが、一方で、壁などの構造材に付着し、ゆっくり遊離するため、換気を行っても室内の空气中濃度が下がりにくい特徴を持っており、放射線管理上、重要な放射性同位元素となっている。

また、 $^{197}\text{Hg}$  の生成原因・過程には、未だに不確定な要素が多くあるため、生成量の低減や放出管理の観点からも今後詳細に調査する必要がある。

### (2) J - P A R Cにおける空气中 $^{197}\text{Hg}$ 測定の定量方法

現在 J - P A R Cセンターでは、 $^{197}\text{Hg}$  の定量について、活性炭フィルタ (CHC-50) を使い捕集したものを Ge 半導体検出器で測定し、市販されているソフトウェアを使用した定量を行っている。 $^{197}\text{Hg}$  は 1st peak が 77.4keV (放出比 18.7%)、2nd peak が 191keV (0.632%) であり、検出に十分な量の  $\gamma$  線を出す 77.4keV のピークを検出判定、定量に使っている。

$^{197}\text{Hg}$  をはじめとした中性子過少な水銀の同位体は Au に壊変する。EC 壊変により Au に壊変した原子は、特性 X 線を放出して基底状態となるが、この特性 X 線が  $^{197}\text{Hg}$  の定量に大きな影響を及ぼす。Au の K $\beta$  線は 78keV 前後のエネルギーを持ち、特に K $\beta_1$ , K $\beta_3$ , K $\beta_5$  は、通常の Ge 半導体検出器では  $^{197}\text{Hg}$  の 77.4keV と弁別ができないため、77keV の 1st ピークで定量を行った場合には、水銀の放射性同位体が EC 壊変を起こした際に放出される Au の特性 X 線が定量の妨害要素となり得る。表 5.6-1 に示した比で放出される KX 線の寄与分を過大評価している可能性が高い。

### (3) 現在の $^{197}\text{Hg}$ 定量について改善すべき点

より正確な測定のためには、Au の KX 線の寄与を差し引く必要がある。 $^{197}\text{Hg}$  の定量を行う場合は、次の 2 点を改善すべきである。(1)  $^{197}\text{Hg}$  以外の水銀の放射能から、77keV の特性 X 線の放出数を算出し、定量時に差し引く。(2)  $^{197}\text{Hg}$  自身も EC 壊変により Au の特性 X 線を放出するため、 $^{197}\text{Hg}$  からの 77keV  $\gamma$  線放出比である 18.7% を使って定量するのではなく、KX 線放出比を加味した 31.6% を使って定量を行う必要がある。

(高橋 一智)

表 5.6-1 EC 壊変する水銀の主な放射性同位体と KX 線の放出比

核種	半減期 (h)	KX 線放出比 (%)			
		K $\beta_1$	K $\beta_3$	K $\beta_5$	合計
$^{197m}\text{Hg}$	23.8	0.94	0.489	0.025	1.45
$^{197}\text{Hg}$	64.1	8.32	4.32	0.221	12.9
$^{195m}\text{Hg}$	41.6	5.1	2.65	0.136	7.89
$^{195}\text{Hg}$	9.9	8.9	4.61	0.236	13.7
$^{193m}\text{Hg}$	11.8	12.9	6.67	0.341	19.9
$^{193}\text{Hg}$	3.8	6.25	12.1	0.320	18.7

## 5.7 加速器施設のコンクリート中に生成する放射性核種の分析

加速器のビームロスにより生成した二次粒子は、加速器トンネル中の機器や周囲のコンクリート壁を放射化させる。加速器運転停止期間にはメンテナンス等のためトンネル内で作業を行うことから、放射化した機器や設備からの残留放射線によって生じる被ばく線量の評価が重要となる。また、加速器トンネルのコンクリート壁の放射化は施設のクリアランス評価にも重要である。J-PARCでは、加速器トンネル内のコンクリート壁の放射化量の将来的な予測・評価に役立てるため、リニアック、RCS、MRの運転時に線量が上がると想定されるビームダンプや入射点、ビームの分岐点を中心とした10箇所のコンクリート壁に、コンクリート試料を充填した観測孔を設け、2010年から継続的にその照射試料の放射化量の測定を行っている<sup>1), 2)</sup>。

J-PARCの加速器トンネルでは、ビームロスの大きいMR入射コリメータ部が最も強く放射化しており、コンクリートの放射化に寄与する二次中性子のフラックスがコンクリート中で指数関数的に減衰することから、コンクリート壁表層部において最も高い放射能が観測されている。また、図5.7-1にMRでの典型的なコンクリート壁表面の放射能とビーム運転後に検出された放射性核種の割合を示すが、入射コリメータ部はニュートリノ実験施設やハドロン実験施設への出射部よりも二桁以上高い値を示している。図5.7-2に冷却時間に対するMR入射コリメータ部のコンクリート壁表面の放射能(Bq/g)とクリアランスレベルとの割合を示す。ビーム停止から3年以内ではコンクリートの放射能は<sup>7</sup>Beが支配的であるが、3年を過ぎた時点からは<sup>22</sup>Na、<sup>60</sup>Co、<sup>152</sup>Euが主要核種となる。これらの核種は比較的寿命が長いため、クリアランスレベルを下回るまでに数年から数十年の冷却時間を要する。一方、J-PARCの加速器トンネルの他の測定点に関しては、今のところコンクリートの放射能がクリアランスレベルを超えている箇所はなかった。

継続的に施設から発生する放射線、放射能を監視する事は作業者の被ばく管理、生成される放射能の環境への影響を正確に評価する上で非常に重要である。これまでコンクリート試料の化学分析、シミュレーション計算との比較、金属試料の放射化による中性子束の推定など、多様な観点からコンクリート試料の分析を行っており、今後もトンネル内の線量評価に有用なデータを蓄積していく予定である。

(萩原 雅之)

### 参考文献

- 1) 金井敦史, 萩原雅之, 関一成, 三浦太一, J-PARC加速器トンネルにおけるコンクリート壁の放射化とその深度分布. Proceedings of the 13th Workshop on Environmental Radioactivity, 2012, pp. 263-269.
- 2) 北川潤一, 萩原雅之, 三浦太一, 金井敦史, 関一成, J-PARC加速器トンネル内、及びその周辺における放射化とその時間変化. Proceedings of the 14th Workshop on Environmental Radioactivity, 2013, pp. 386-392.

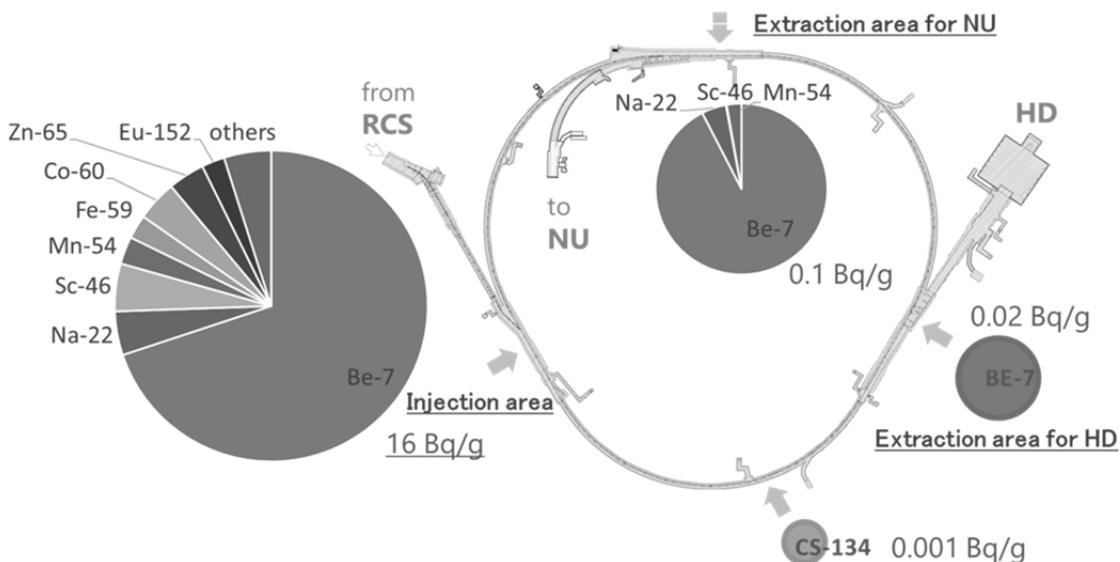


図 5. 7-1 MR トンネルに設置した観測孔の位置と最も浅い位置に配置したコンクリート試料の放射能とその核種の割合

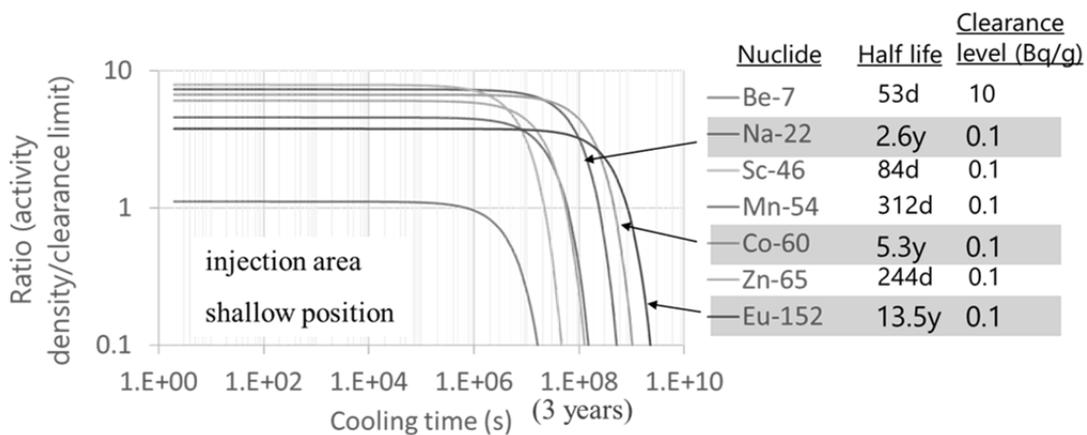


図 5. 7-2 冷却時間に対する MR 入射部の最も浅い位置に配置したコンクリート試料の放射能 (Bq/g) とクリアランスレベルとの割合

## 5.8 ニュートリノ実験施設における液体廃棄物の考察

ニュートリノ実験施設は2009年3月に完成し、2010年1月に本格的なニュートリノビームを生成してから現在まで、大きなトラブルを起こすことなく運転を継続している。ビームの出力及びPOT（標的に照射された陽子の数：protons on target）も順調に蓄積されている。今後もハイパーカミオカンデ実験等を見据えて更なる出力の増強を予定しているため、ターゲット等の冷却水の放射化量の増加が懸念され、施設から放出する液体廃棄物の管理がより一層厳しくなると思われる。そのため、これまでの運転実績と液体廃棄物の放出量の関係性を調査した。

ニュートリノ実験施設には、ニュートリノ第2設備棟（NU2）とニュートリノ第3設備棟（NU3）にそれぞれ2基ずつ廃液貯留槽が備え付けられている。ターゲット及び電磁ホーン、崩壊領域上流の冷却水等はNU2の廃液貯留槽に移送し、崩壊領域下流及びビームダンプの冷却水等はNU3の廃液貯留槽に移送している。廃液貯留槽に溜められた液体廃棄物は、放射能濃度を測定したのち、原科研の第2排水溝から一般環境（太平洋）に放流する。なお、高濃度の液体廃棄物の一部は、許可廃棄業者（原科研廃棄物処理場）に引き渡している。

ニュートリノ実験施設において、放射化により生成し冷却水中に存在する核種は、 $^3\text{H}$ 、 $^7\text{Be}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{54}\text{Mn}$  が代表的であるが、 $^7\text{Be}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{54}\text{Mn}$  は冷却水系統に組み込まれているイオン交換樹脂により大半が吸着除去される。そのため、廃液貯留槽に溜められた液体廃棄物中の主な放射性核種は $^3\text{H}$ であり、今回の考察は $^3\text{H}$ のみに着目することとした。年度別の $^3\text{H}$ 放出量について、図5.8-1に示す。

$^3\text{H}$ 放出量の変化を見てみると、2013年度にハドロン事故の影響による運転停止のための減少を除き、ここ数年で増加傾向にあるのが分かる。2016年度の放出量は、許可廃棄業者への引き渡しも含めて $1.5 \times 10^{11}$  Bqであり、2010年度と比べ、約5.8倍に増加した。

また、ニュートリノ実験施設の運転実績と $^3\text{H}$ 放出量の相関を調べるため、同期間中におけるPOTと $^3\text{H}$ 放出量の積算値について比較をした。POTは2012年度から2016年度で約 $1.5 \times 10^{21}$  POTの積算値であり、2011年度までの積算値は約 $1.5 \times 10^{20}$  POTであったため、約10倍の増加率である。 $^3\text{H}$ 放出量の積算値は2012年度から2016年度で $5.5 \times 10^{11}$  Bqであり、2011年度までの $5.3 \times 10^{10}$  Bqに比べこちらも約10倍の増加率であった。したがって、POTの増加に伴う $^3\text{H}$ の生成量は比例関係にあるということが確認できた。

2016年度における $^3\text{H}$ 放出量は、J-PARCで定めているニュートリノ実験施設の放出管理値（ $8.0 \times 10^{11}$  Bq）の20%程度であるが、今後も継続して注意深く観察し、適切な液体廃棄物管理を行っていく。

（荒川 侑人）

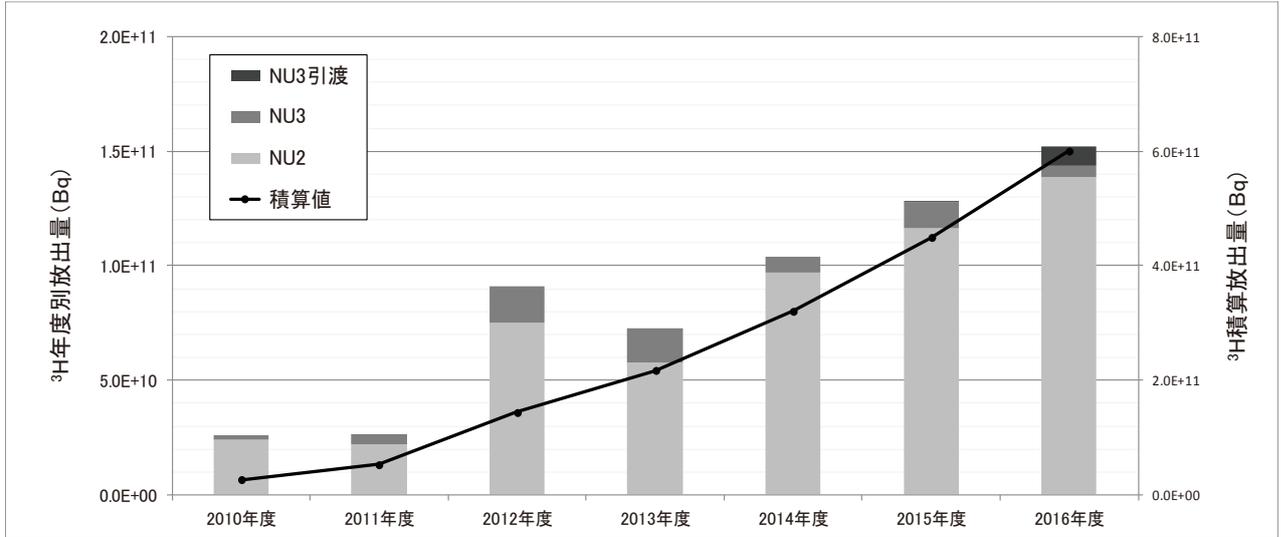


図 5.8-1  $^3\text{H}$  放出量の推移

## 5.9 地下水中トリチウム濃度の経時変化

J-PARCは、大強度の陽子を加速するため加速器トンネル内には高いレベルの放射線が発生する。そのため、加速器トンネルは、分厚い遮蔽体に覆われ地下（地中）に建設された。

J-PARCの加速器トンネルの周辺に存在する地下水中の $^3\text{H}$ の放射能濃度について、J-PARC施設稼働前の2005年から継続的にモニタリングを実施してきた。

J-PARC事業所境界の西部には、東海村宿地区があり、その付近の地下水中の $^3\text{H}$ の放射能濃度について経時変化を纏めた。地下水の採取点を図5.9-1に示す。

$^3\text{H}$ の放射能濃度測定は、採取した地下水をトリチウム分析法<sup>1)</sup>に準拠して前処理（蒸留）を行った。測定試料は、バイアルに前処理した試料40cm<sup>3</sup>と液体シンチレーター（ウルチマゴールドLLT）60cm<sup>3</sup>を加え製作した。測定は、日立製作所製（旧アロカ製）の低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタ（LB-5またはLB-7）を用いた。

モニタリングを開始した2005年頃はJ-PARC周辺の他事業所から放出された $^3\text{H}$ の影響により、地下水中の $^3\text{H}$ 濃度は比較的高い濃度であった。これは、原子力施設の排気筒から放出された $^3\text{H}$ を含む気体廃棄物が降雨によりウォッシュアウトされ地下水へ移行したためと考えられる。

J-PARCは、2006年10月からリニアック施設が稼働し、順次、3GeVシンクロトロン施設、物質・生命科学実験施設、50GeVシンクロトロン施設、ハドロン実験施設及びニュートリノ実験施設が稼働し、2009年4月までに全施設が稼働を開始した。

2016年度は、物質・生命科学実験施設、ニュートリノ実験施設及びハドロン実験施設へ高い稼働率で加速器の運転が行われた。

近年の地下水中の $^3\text{H}$ 濃度は、検出下限濃度以下の測定結果を含め、2005年頃と比べ低い濃度である。東日本大震災後、他事業所の原子力施設は稼働しておらず、2011年12月から再稼働したJ-PARCからの影響が少ないことがモニタリング結果によって確認できる。

2005年からモニタリングしたJ-PARC西側の採取点W8、W9、W10の地下水中の $^3\text{H}$ 測定結果を図5.9-2に示す。今後も継続的に地下水のモニタリングを実施し、データの蓄積に努めていきたい。

（関 一成）

### 参考文献

- 1) 放射能測定法シリーズ トリチウム分析法, 日本分析センター, 2002, 127p.

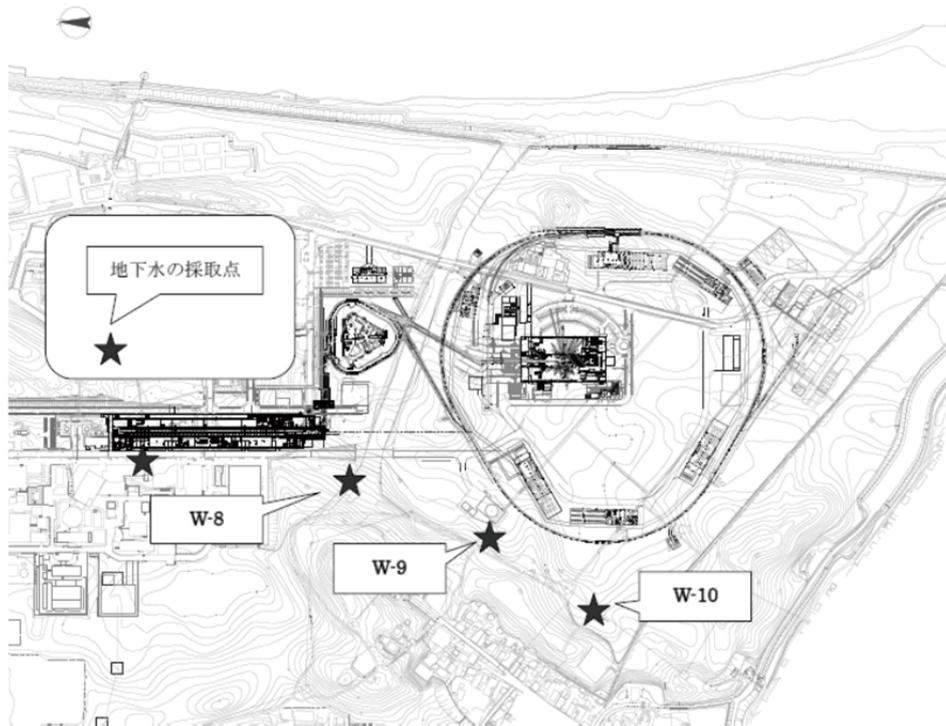


図 5.9-1 地下水の採取地点

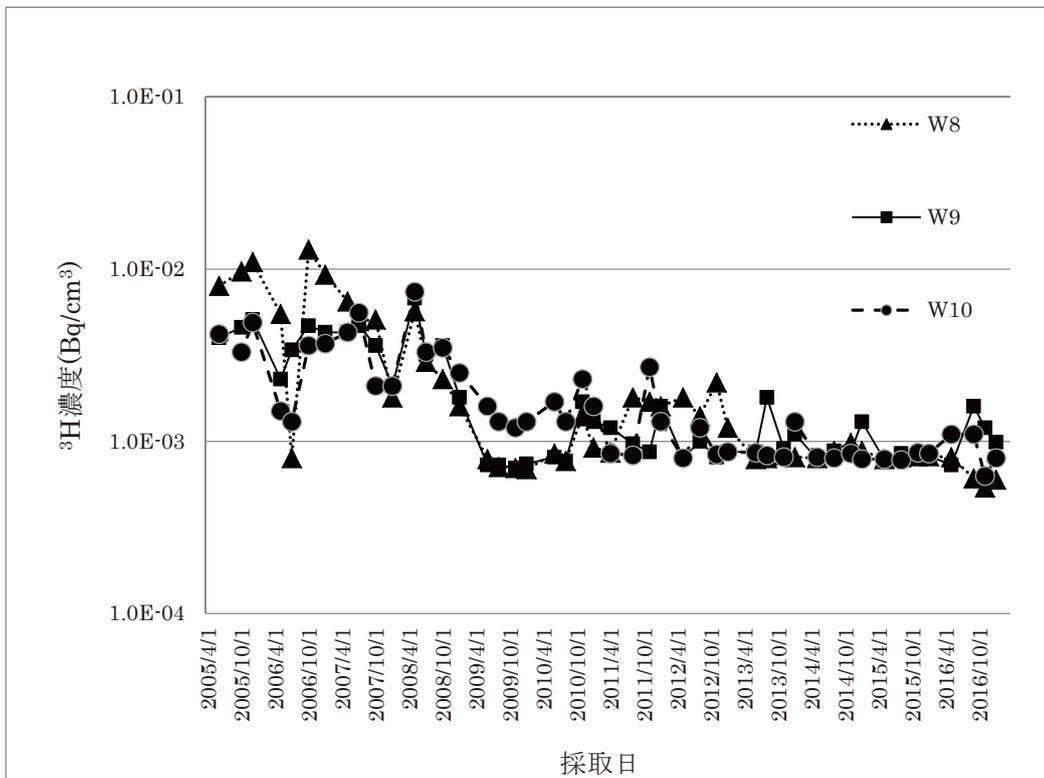


図 5.9-2 地下水中の<sup>3</sup>H濃度の経時変化

## 5.10 放射線監視システムの更新

JAEAの放射線集中監視システム（集中監視システム）は、放射線監視システム（放監システム）及び入退出管理システム（入退システム）で構成されている。放監システムは、各施設に設置されている線量当量モニタリング設備、室内空気モニタリング設備、排気モニタリング設備及び放射線監視盤から構成され、施設内、施設周辺の線量及び空气中放射性物質濃度等を監視するシステムである。集中監視システム用サーバの老朽化に対応するため、先行して入退システムの更新を行い、最新のオペレーティングシステム（OS）及びデータベース（DB）ソフトを用いて2014年度に運用を開始した。2016年度には、運用中の入退システム用サーバに、更新した放監システム用プログラムを統合し、集中監視システム用サーバとして運用を開始した。

放監システム更新に合わせて、これまでの運用経験から監視画面の改修や機能の改善を図るとともに、今後J-PARCの出力増強に伴う放射線モニタの増設等に柔軟に対応するためDB構造の変更を行った。

### (1) 集中監視システムの二重化制御機能

入退システム用サーバは処理の連続性を確保するためA系、B系の二重化構成のシステムで構成されている。集中監視システム用サーバとして統合するにあたり、放監システムも二重化制御機能を前提とした設計とした。更新前の集中監視システムでは、運用系サーバと待機系サーバで冗長化を図っていたが、更新後の集中監視システムでは、サーバによる冗長化に加えSolarisゾーンを利用した仮想環境内に入退システムと放監システムを構築し、システムごとにクラスタ構成を取ることによってシステムごとの冗長性も図っている。また、仮想環境によりサーバA系を入退管理システム、サーバB系を放監システムとして運用することができる。これにより、サーバのどちらかに不具合が生じた場合を除いて、通常は両系サーバが常に働いている状態になることから、従来のように不具合時のバックアップのみを担う待機系サーバがなくなり、両系のハードスペックの能力を有効に活用できるようになった。図5.10.1に更新前後を比較した集中監視システムの二重化制御機能を示す。

### (2) 放監システムの機能改善

放監システムの主な機能改善として、①トレンドグラフの自動更新機能を追加し、5秒、10秒、60秒のうち任意の更新周期を選択し、最新のトレンドグラフを表示できるようにした。②警報機能を拡張し、運用に合わせて端末毎に警報毎の出力の有無を設定できるようユーザーインターフェース画面を設けた。③インターロック積算表示機能を拡張し、リアルタイムデータでしか確認できなかったインターロック積算値をテキストデータで出力できるようにした。

### (3) 放射線モニタ増設に対応するデータベース構造の変更

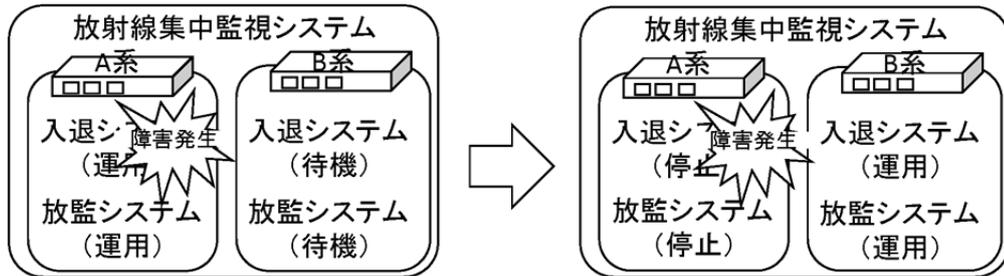
将来の放射線モニタの増設対応として、施設と施設毎の最大モニタデータチャンネル数をあらかじめ決めていたDB構造を次の通りに変更した。①放射線監視盤1面あたり最大30チャンネルのモニタデータを1つのDBテーブルとして管理する。②各放射線監視盤から取り込んだモニタデータは、サーバ計算機内で個別のDBとして保存する。③個別DBテーブルを統合し、同一施設グループのデータとして取り扱える構造とする。④1つのDBテーブルは複数グループに分割しないものとする。

これらの変更により、これまでの施設毎に決められていた最大モニターデータチャンネル数の上限がなくなり、30チャンネル毎に放射線監視盤を設けることで、放射線モニタを増設することができるようになった。同様に、新規施設の建設に伴うモニターグループの追加についても、これまでは新規施設を追加することは大幅なDB改造が必要となり容易にできなかったが、放射線監視盤を設けることで新規施設のモニターグループとして追加できるようになった。

(増山 康一)

**更新前**

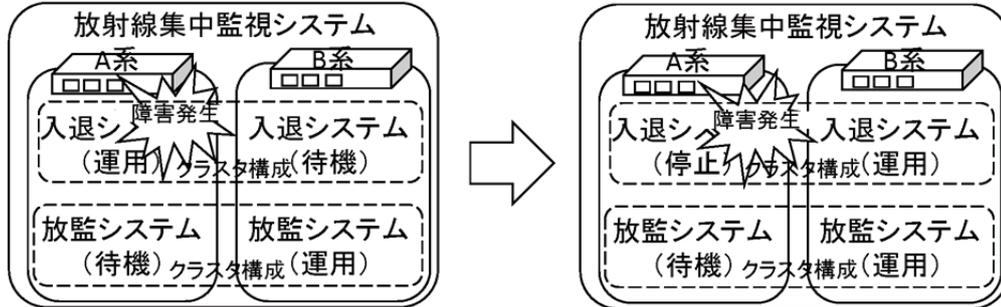
A系のサーバのシステムに障害が発生した場合、A系サーバは全て停止し、B系サーバが全業務を引き継ぐ。



平常運用時は稼働系サーバが全業務を行っており待機系サーバはハードが有効に使用されていない。

**更新後**

A系のサーバのシステムに障害が発生した場合、障害が発生したシステムは停止し、もう一方のシステムへ業務が引き継がれる。問題ないシステムの待機系は維持される。



平常運用時は入退・放監システムをそれぞれ運用し、待機系サーバが無くハードが有効に使用される。

図 5.10-1 集中監視システムの二重化制御機能

## 5.11 ID リーダ後継機の製作

J-PARCの入退出管理設備では、管理区域への作業者の入退出管理に非接触 ID リーダ (ID リーダ) を使用している。ID リーダは、各施設の管理区域入口等に設置してある。作業者は管理区域へ入域または、退域する際に OSL バッジケース内に挿入した個人識別用素子 (ID タグ) を ID リーダに近づけることで作業者情報を読み込ませる。読み込んだ作業者情報は上位システムに伝送され、作業者の当該管理区域への入退出の判定を行っている。また、ID リーダは作業者の入退出管理の他に、APD、パーソナルキーの貸出判定及び、認証型キーボックスからの鍵の貸出管理にも使用されている。現在、リニアック施設、3 GeV シンクロトロン施設、物質・生命科学実験施設では、扉管理装置や ID 認証用に単体で設置されている ID リーダと、APD 貸出装置やキーボックス等の装置に組み込まれている ID リーダとを合わせて 66 台が設置、運用されている。これらの ID リーダは、製造より 10 年以上経過しており構成する主要部品の廃型により部品調達が困難になりつつあることから、ID リーダの後継機の製作を行った。

後継機の製作にあたり、66 台すべてを一度に更新することは予算上難しいため、既設 ID リーダと並行して運用することを想定し、既設 ID リーダとの互換性を設計上の最重要課題とした。具体的な互換性としては、①既設 ID リーダとの同時運用ができること、②既設の APD 貸出装置やキーボックス等の装置に組み込みができること、③上位システムとのデータ伝送ができること、④既設 ID タグから情報を読み込めることである。また、ID リーダを構成する部品に関する情報を集める中で、既設 ID タグの後継型が海外で流通していることが分かった。今後の日本国内への流通および置き換えが予想されるため、後継型 ID タグへの更新についても念頭におき、その互換性を考慮して製作した。後継機の写真を図 5.11-1 に示す。

2017 年度より入退管理設備の更新計画がスタートする。まず初めに物質・生命科学実験施設の APD 貸出装置が更新され、今回製作した ID リーダが組み込まれた APD 貸出装置に更新する予定である。

(増山 康一)



図 5.11-1 後継機の写真

## 5.12 ID リーダとその収納容器の放熱対策

夏期の気温上昇時や冬期の気温低下時に、屋外に設置した ID リーダが誤作動で停止してしまうことが頻繁に発生していた。これまで暫定的な措置として、冬期については ID リーダの収納容器内に断熱材を仕込むことで防寒対策を施し、夏期については収納容器に遮光板を取り付けることで直射日光による温度上昇を抑える対策を施したため、ID リーダの誤作動の発生件数は大幅に減少したが、2016 年度についてはニュートリノ搬入棟前とハドロン入域管理棟前の ID リーダにおいて、夏期（7 月～9 月）の気温上昇時に、それぞれ 1 回、7 回動作停止する事象が発生していた。

ID リーダで採用している CPU の動作保障温度は 0℃から 60℃のため、ID リーダ内の CPU や AC 電源で発生した熱に加え、直射日光等による熱が ID リーダ内に蓄積し、外部へ十分に排熱されないことが ID リーダの動作停止に起因するものと判断し、新たに放熱対策を施した ID リーダとその収納容器の開発を行うこととした。

具体的には（1）ID リーダ及び（2）ID リーダ収納容器について、以下の改良を行った。

### （1）ID リーダ（図 5.12-1 参照）

- ・より大きな排熱ファンを採用するとともに、通気穴を増やすことで効率的に熱源を除熱するための気流を確保した。
- ・発熱する CPU や AC 電源等の配置を見直して除熱効率を上げた。具体的には、大きな熱源の CPU 近傍に排熱ファンを配置して CPU から発生した熱を速やかに排熱し、併せて熱源となりうる AC 電源を通気穴と排熱ファンの間に配置し、効率的に除熱できるようにした。一方、熱に強くない記憶媒体（SSD）は空気の気流上や熱源から離すとともに、メンテナンス性を考慮し着脱しやすい構造とした。

### （2）ID リーダ収納容器（図 5.12-2 参照）

- ・ID タグをガラス面越しにかざして読み取れるようするとともに、遮熱板を背面や側面に配置することにより、収納容器に直射日光があたらない構造になるようにした。また、防寒対策として、収納容器内には断熱材を配置した。
- ・サーモメータ付ファンを設置することにより、ID リーダ収納容器内の温度が上昇した場合は速やかに除熱できる仕様とした。なお、サーモメータ付ファンは 30℃で稼動するよう設定してある。

2017 年 3 月 11 日には屋内ではあるが、連続稼動確認のため放射線測定棟に新型 ID リーダを設置した。また、2017 年 3 月 23 日にニュートリノ搬入棟前の ID リーダ収納容器の放熱対策を施した新型に更新した。なお、新型の ID リーダ収納容器の効果を確認するため、ID リーダ本体は新型 ID リーダに交換せず、旧型 ID リーダにて運用している。2017 年 3 月 23 日の更新以降、2017 年 8 月 31 日現在まで、当該 ID リーダでは稼動停止は発生していない。2017 年度にハドロン実験施設の ID リーダ及び ID リーダ収納容器を新型に更新する予定である。

（長畔 誠司）



図 5. 12-1 ID リーダ内部

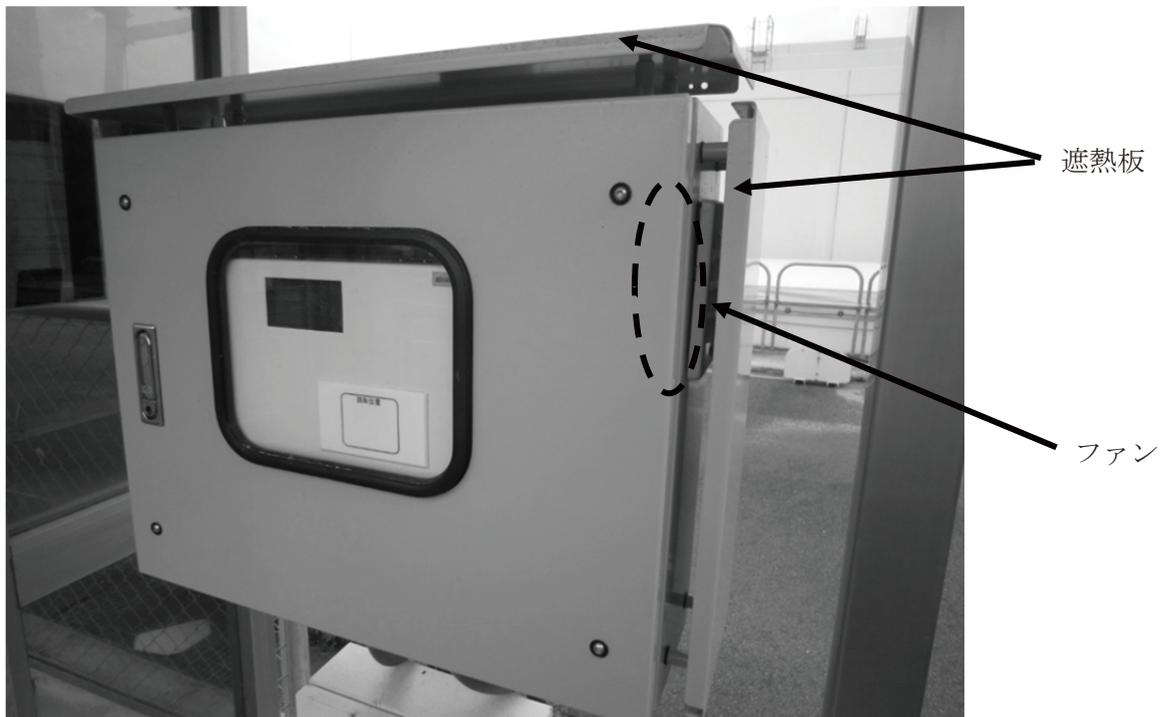


図 5. 12-2 ID リーダ収納容器

## 5.13 ルーツブロー制御プログラムの改造

J-PARCの放射線安全管理設備のうち空気サンプリング設備であるルーツブローの制御プログラムの改造を行った。ルーツブローは、排気モニタリング及び作業環境モニタリングを行うための吸引ポンプとして使用されており、リニアック棟、L3BT棟、3GeVシンクロトロン棟、3-NBT棟、物質・生命科学実験施設毎に正副2台の全10台が設置されている。

従来のルーツブローシーケンス設計に対する考え方を以下に示す。

- ① 正副（運転号機、予備号機）2台の同時運転は行わず、単独運転のみとする。
- ② 連動排風機の運転によりルーツブロー排気ダンパが開となり運転可能とする。
- ③ 連動排風機停止により自動停止し、連動排風機運転により自動起動する。
- ④ ルーツブロー運転、停止及び運転号機の切替操作は、オペレータ（セクション員）が行う。
- ⑤ 負圧低警報<sup>注1)</sup>、負圧高警報<sup>注2)</sup>、故障警報<sup>注3)</sup>の発生によりルーツブローは停止する。

上記④に基づいて、これまでは運転号機が何らかの異常により停止した場合でも、予備号機への切替操作は、オペレータが手動により行っていた。しかしながら手動切替に伴うサンプリングの中断時間を最小限にするため、自動切替機能を追加することとした。

追加した機能は以下のとおりである。

- ① 負圧低警報及び故障警報により、運転号機を停止し、予備号機を自動的に運転する。
- ② 負圧高警報では、運転号機を停止するが、この場合は予備号機の自動運転は行わない。運転号機、予備号機とも停止させる。（膜付検出器保護のため）
- ③ 故障復帰後の自動復帰は行わない。（警報保持機能により、オペレータがリセット操作を行わない限り警報状態を保持）

なお、建設時の受注メーカーの違いにより、自動制御盤の機器構成が異なる。リニアック棟、L3BT棟、3GeVシンクロトロン棟の自動制御シーケンスは、リレー回路で構成されている。一方、3-NBT棟、物質・生命科学実験施設の自動制御シーケンスは、PLCにより構成されているため、改造方法についてもハードリレーの追加とラダープログラム変更の違いが生じた。

この改造により、ブローの運転号機に何らかのトラブルが発生した場合でも、負圧高警報以外は自動的に予備号機が起動するため、連続した空気サンプリングが可能となった。

（佐藤 浩一）

注1) サンプリング系統内が大気圧側に近くなる警報

注2) サンプリング系統内が真空側に近くなる警報

注3) 電動機のサーマルトリップ（過負荷）や三相欠相による警報

## 5.14 被ばく管理データベースの冗長化

放射線安全セクションでは、J-PARC放射線業務従事者の認定登録や解除、個人被ばく線量等の管理業務を円滑に行うため、被ばく管理データベースを運用している。今般、放射線業務従事者数の増加に伴い、被ばく管理データベースの利用頻度が高まっていることから、何らかの障害が発生し、被ばく管理データベースが使用不可の状態になった際は、遅滞なく復旧させることが求められる。そこで、被ばく管理データベースの冗長化として、既存のサーバ（以下、「定常運用サーバ」と言う。）に加えて、新たにバックアップサーバを構築した。

図 5.14-1 に、被ばく管理データベースのシステム構成の概略を示す。定常運用サーバは、1 台の物理サーバ上に仮想環境が構築され、仮想的に作られたハードウェアとして、データベースサーバと web サーバが設置されている。仮想環境の管理は、別の物理サーバ（vCenter サーバ）によって行われている。

バックアップサーバの構築にあたっては、システムの運用や保守作業等を考慮して、定常運用サーバと同様の構成とすることが望ましい。そこで、バックアップサーバの物理サーバは、定常運用サーバと同じ機器(Dell PowerEdge R515)を用いた。また、仮想環境の構築や、データベースサーバや web サーバ内にインストールする OS やソフトウェア等についても、定常運用サーバと同様の構成とした。さらに、データベース管理システム (MySQL) の機能を利用して、定常運用サーバのデータベースが更新された際には、バックアップサーバのデータベースにリアルタイムでコピー (レプリケーション) されるようにした。

放射線業務従事者の管理業務に資するため、今後も引き続き、被ばく管理データベースの改良を、ソフト・ハードの両面から進めていく。

(西藤 文博)

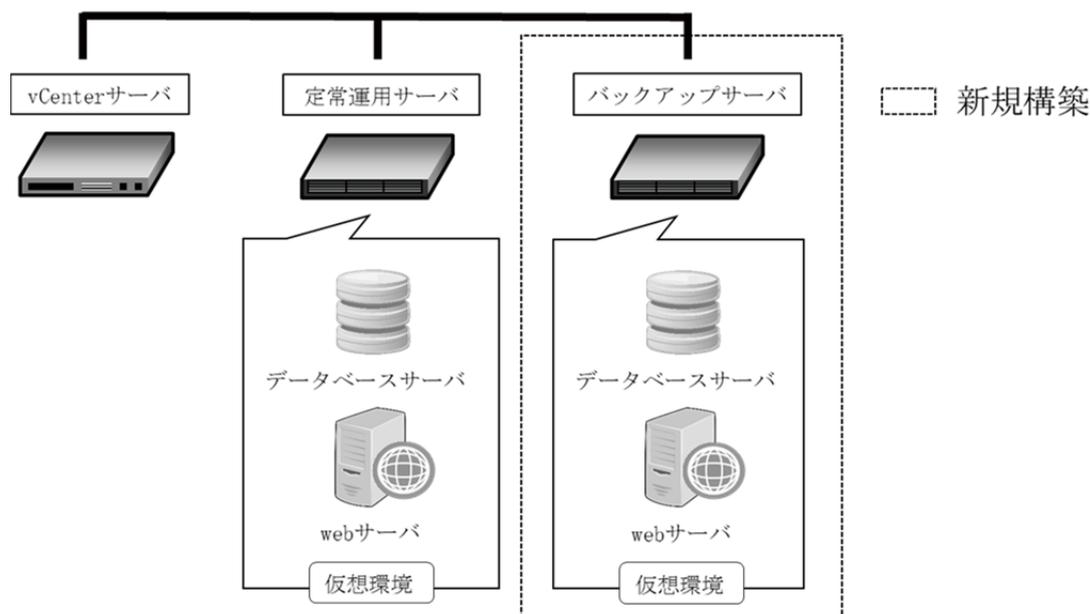


図 5.14-1 被ばく管理データベースのシステム構成の概略

## 5.15 緊急連絡システム（EMC）サービスの機構外サーバーへの切替

JAEA各拠点で使用されている緊急連絡システム（EMC: Emergency Call System）は、2009年から大洗と敦賀の両拠点に設置されたサーバーで並立運用・管理されてきたが、システム更新ができなくなった敦賀サーバーが2015年11月に停止し、翌月から大洗サーバーのみの運用に変更された。このため緊急時連絡のバックアップ構成を取ることができず、また大洗サーバーも2016年度に同様の状況となることから、年度末までに機構外サーバーでの運用に切り替えることとなった。そのため、J-PARCセンターにおいても切替作業を実施し、2016年11月から新たなEMCサービスでの運用を開始した。

### (1) 概要

緊急連絡システムは、基本的に2拠点並立稼働のサーバーを有し、登録されたユーザー情報から構成されたグループに対し、複数の連絡先・媒体への連絡が取れることが必須条件である。この条件を満たした緊急連絡システムを提供することが可能な外部業者インフォコム株式会社と、各拠点単位でネットワークサービスの賃貸借（ASP: Application Service Provider）契約を結び、従来の大洗と敦賀の両拠点サーバーで並立運用・管理されてきた状態に近い形で外部運用を行うこととなった。新旧システムの比較表を表5.15-1に示す。

サーバーへの登録は各拠点毎に実施している。新システムへの移行に伴い、ユーザー情報や連絡先情報を旧システムから移植する作業が必要となり、J-PARCにおいても11月からの運用開始に備え、10月中旬に実施した。移行スケジュールを表5.15-2に示す。

EMCとしての基本的な機能に関しては従来のシステムと大きく変わらないが、バックアップ構成を取れなくなっていたサーバーについて、地域が異なる複数サーバーによる並立運用となったこと、同時に連絡可能な回線数が増えたこと、外注化により最新のシステムを用いた運用となり、これまで同一のURLアドレスからログインしていたスーパーユーザー・人事管理者・一般ユーザーの入口がそれぞれ独立したURLアドレスからのログインに変更され、管理面での負担が軽減されたことや、スマートフォンのアプリケーションを活用した連絡機能などが改善されている。

### (2) まとめ

老朽化し、並立運用出来ていなかった旧システムから機構外サーバーへ切り替えたことで、安定したサーバー環境での運用・管理が可能となった。また計画的に切替作業を実施したことで、継続的な緊急連絡体制を維持しつつ、新システムへスムーズに移行することができた。

（富澤 哲男）



## 5.16 J-PARC安全ポータルサイトの技術的改善提案について

「J-PARC安全情報サイト」では、様々な安全活動に関するコンテンツの充実を行ってきた。しかし、コンテンツの充実に伴い、ページ構成の変更や追加の手間が多く、大規模なページ構成の変更が困難であるなどといった、様々な問題があった。そこで、安全ポータルサイト管理グループで検討し、安全ポータルサイトの技術的な改善提案を行った。

### (1) 安全ポータルサイトの改善点の抽出

安全ポータルサイトの管理グループで検討した結果、以下のような改善要望事項が挙げられた。

#### ① 安全ポータル内各ページのヘッダーおよびフッター部分の共有化

各ページのヘッダー部およびフッター部（図 5.16-1 参照）は、ほとんどのページが共通の内容となっている。特にヘッダー部分は、各ページへのリンクが掲載されており、ページ構成の変更を行うと、すべてのページのヘッダー部分を修正する必要があるため、大幅なページ構成の変更の大きな障害となっていた。そこで、共通部分の共有化により、一つのファイルの修正で各ページの共通部分を修正できることを目指して方法を検討した。

#### ② 更新情報・お知らせページの簡略化

多数存在する更新情報やお知らせの各ページも、他のページと同様のレイアウトをとっていた。その結果、①のような問題を抱えたファイルが数多く生成され、それらのページの修正作業を実施すると、かなりの手間となっていた。そこで、お知らせ・更新情報の各ページについては、共通部分を持たない、簡略化した形にすることを検討した。

#### ③ その他の改善提案

特に注目してほしい情報が、ほかの情報に埋もれ、見落とされてしまう危険性があるため、注目情報をトップページに大きく掲載できるような、バナーの設置についての提案があった。また、各資料（教育資料、規定等）掲載ページのレイアウトが統一されていなくわかりにくいところもあったため、統一して見やすくすることを検討した。

上記のような改善提案要望事項をもとに、業者に依頼してサイト全体の改修作業を実施した。

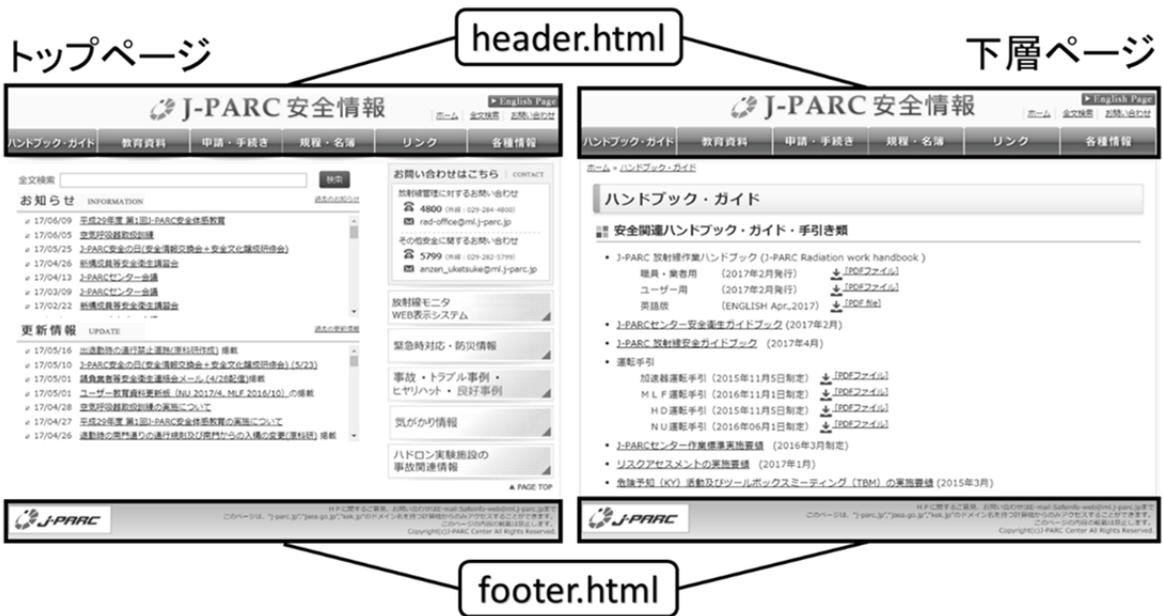
### (2) 改善結果

改修作業をふまえ、次のようなことが可能となった。ヘッダー部分とフッター部分の共有化については、サーバー機能の一つである SSI 機能を使用することで、共通部分を一つのファイルにまとめ、そのファイルを修正することにより、各ページの共通部分が自動的に変更になるようになった。お知らせページについては、簡略化したページを作成し、ページ構成等の変更に影響を与えない形となった。その他にも、トップページ中央部にスライド式のバナーの設置や、各資料掲載ページの掲載レイアウトの統一を行い、よりわかりやすくなった。

### (3) 今後について

今回の、改善作業の結果、安全ポータルサイトの大規模なページ構成の変更が容易となった。これを受けて、2017年度の4-5月にかけて、安全ポータルサイトの全面的な修正作業の実施を行った。これらの詳細については、2017年度の安全管理年報内で述べる予定である。

（藤原 一哉）



ヘッダー部分、フッター部分の内容が記載されている、  
共通ファイルの内容が各ページに読み込まれる。

図 5.16-1 安全ポータルサイトの共通部分の共有化イメージ

## 編集後記

本報告書は、J-PARCセンターにおける放射線安全と一般安全管理に関わる活動をまとめた「J-PARC安全管理年報」として2014年度から毎年発行しているものです。2016年度報告では、従来から改善を続けながら着実に進められてきた各種の放射線安全・一般安全管理業務の詳細に加え、2016年度から新たに始めた取り組みや、業務に関連する技術開発や研究活動、より質の高い安全確保をめざす検討などの取り組みについても、多く記載しました。安全ディビジョン員が保有する主な資格リストも付録に追加し、さらに充実した内容となったものと考えています。

ハドロン実験施設での事故から4年が経過し、各施設が順調に稼働して活発な研究活動が行われる状態となっていますが、「安全無くして研究成果なし」の気持ちを忘れずに研究・業務に取り組むことが今後も求められます。この報告書が、今後のJ-PARCセンターでの活動に役立つことを願います。

(別所 光太郎)

## 謝辞

本年報の作成にあたり、原稿を通読して貴重なコメントをいただいた石井哲朗副センター長、山本風海セクションリーダー（加速器ディビジョン加速器第2セクション）に感謝の意を表します。

## 編集委員

委員長	別所 光太郎	(安全ディビジョン副ディビジョン長：KEK)
副委員長	春日井 好己	(放射線安全セクションリーダー：JAEA)
	中根 佳弘	(一般安全セクションリーダー：JAEA)
委員	齋藤 究	(放射線安全セクション：KEK)
	西藤 文博	(放射線安全セクション：JAEA)
	富澤 哲男	(一般安全セクションサブリーダー：JAEA)
アドバイザー	宮本 幸博	(安全ディビジョン長：JAEA)
事務局	沼里 一也	(放射線安全セクション：JAEA)
	藤原 一哉	(一般安全セクション：KEK)

## 付録 1 発表リスト

### 【定期刊行物（論文誌）発表論文等】（2016.1.1～2016.12.31）

1. Hagiwara, M., Iwamoto, Y., Iwase, H., Yashima, H., Satoh, D., Matsumoto, T., Masuda, A., Nakane, Y., Tamii, A., Shima, T., Hatanaka, K., Nakamura, T., “Characterization of Hundreds of MeV  ${}^7\text{Li}(p,n)$  Quasi-Monoenergetic Neutron Source at RCNP Using a Proton Recoil Telescope and TOF Technique”, JPS Conf. Proc. 11, 050004 (2016).
2. Masumoto, K., Matsumura, H., Kosako, K., Bessho, K., Toyoda, A., “Reevaluation of Photon Activation Yields of  ${}^{11}\text{C}$ ,  ${}^{13}\text{N}$ , and  ${}^{15}\text{O}$  for the Estimation of Activity in Gas and Water Induced by the Operation of Electron Accelerators for Medical Use”, J. Radiat. Prot. Res., Vol. 41, 2016, pp.286 - 290.

### 【研究会 Proceedings 等】（2016.4.1～2017.3.31）

1. 金井敦史, 北川潤一, 萩原雅之, 関一成, 三浦太一, “J-PARC加速器におけるコンクリート遮へい体内の中性子束深度分布の測定”, KEK Proceedings 2016-8 (第17回「環境放射能」研究会 Proceedings), 2016, pp.245-250.

### 【講演・発表】（2016.4.1～2017.3.31）

1. Nakane, Y., Bessho, Y., Miyamoto, Y., Ishii, T., " Preventive Measures Against the Megathrust Earthquake and Tsunami in the J-PARC", Presentation at International Technical Safety ", International Technical Safety Forum 2016 (ITSF 2016), Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Hamburg, Germany, May 9-13, 2016.
2. Bessho, K., Nakane, Y., Kasugai, Y., Miyamoto, Y., Ishii, T., "Drills for the Various Emergency Situations in the J-PARC Accelerator Facilities", International Technical Safety Forum 2016 (ITSF 2016), Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Hamburg, Germany, May 9-13, 2016.
3. 増山康一, 田島孝浩, 吉野公二, 佐藤浩一, 関一成, 春日井好巳, 宮本幸博, “J-PARC水銀ターゲット容器交換作業における放射線管理の現状と課題”, 日本保健物理学会第49回研究発表会, 青森県弘前市, 2016年6月30日-7月1日.

4. 中根佳弘, 岩元洋介, 萩原雅之ほか, “96-387MeV 準単色中性子による各種中性子モニタのエネルギー応答測定”, 日本原子力学会 2016 年秋の大会, 久留米シティプラザ, 2016 年 9 月 7 日-9 日.
5. 橋詰拓弥, 岡崎徹, 佐波俊哉, 萩原雅之, 林裕晃, 小林育夫, “蛍光飛跡検出器 (FNTD) の中性子線量測定における測定精度の評価およびその改善策”, 日本原子力学会 2016 年秋の大会, 久留米シティプラザ, 2016 年 9 月 7 日-9 日.
6. 中尾徳晶, 佐波俊哉, 梶本剛, 李恩智, 執行信寛, 八島浩, 萩原雅之, 山崎寛仁, Froeschl Robert, Brugger Markus, “CERN/CHARM における 24GeV 陽子を用いた遮蔽実験 (1) 実験概要と放射化検出器による測定”, 日本原子力学会 2016 年秋の大会, 久留米シティプラザ, 2016 年 9 月 7 日-9 日.
7. 梶本剛, 佐波俊哉, 中尾徳晶, 李恩智, 執行信寛, 萩原雅之, 八島浩, 山崎寛仁, Froeschl Robert, Brugger Markus, “CERN/CHARM における 24GeV 陽子を用いた遮蔽実験 (2) 有機液体シンチレータによる中性子エネルギーレスヘクトルの測定”, 日本原子力学会 2016 年秋の大会, 久留米シティプラザ, 2016 年 9 月 7 日-9 日.
8. 李恩智, 執行信寛, 佐波俊哉, 中尾徳晶, 梶本剛, 萩原雅之, 八島浩, 山崎寛仁, Froeschl Robert, Brugger Markus, “CERN/CHARM における 24GeV 陽子を用いた遮蔽実験 (3) 放射化検出器のアンフォールディング法による中性子エネルギーレスヘクトル”, 日本原子力学会 2016 年秋の大会, 久留米シティプラザ, 2016 年 9 月 7 日-9 日.
9. Hagiwara, M., Iwase, H., Iwamoto, Y., Satoh, D., Matsumoto, T., Masuda, A., Yashima, H., Nakane, Y., Nakashima, H., Sakamoto, Y., Shima, T., Tamii, A., Hatanaka, K., Nakamura, T., “Shielding experiments of concrete and iron for the 244 MeV and 387 MeV quasi-mono energetic neutrons using an organic scintillator (at RCNP, Osaka Univ.)”, 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France, October 3-6, 2016.
10. Nakane, Y., Iwamoto, Y., Hagiwara, M., Iwase, H., Satoh, T., Masuda, A., Matsumoto, T., Nunomiya, T., Yashima, H., Sato, D., Nakashima, H., Shima, T., Tamii, A., Hatanaka, K., Nakamura, T., “Dose measurements through the concrete and iron shields under the 100 to 400 MeV quasi-monoenergetic neutron field (at RCNP, Osaka Univ.)”, 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France, October 3-6, 2016

11. Muto, R., Agari, K., Aoki, K., Bessho, K., Hagiwara, M., Hirose, E., Ieiri, M., Iwasaki, R., Katoh, Y., Kitagawa, J., Minakawa, M., Morino, Y., Saito, K., Sato, Y., Sawada, S., Shirakabe, Y., Suzuki, Y., Takahashi, H., Tanaka, K., Toyoda, A., Watanabe, H., Yamanoi, Y., “Monitoring system for the gold target by radiation detectors in Hadron experimental facility at J-PARC”, 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France, October 3-6, 2016.
  
12. 中村一, 萩原雅之, 長畔誠司, 豊田晃弘, 吉富寛, “J-PARC 陽子シンクロトロンの中のファントムを用いた被ばく量の測定”, 日本放射線安全管理学会第 15 回学術大会, 岡山県岡山市, 2016 年 11 月 30 日-12 月 2 日.
  
13. 長畔誠司, 佐々木慎一, 飯島和彦, 岸本祐二, 萩原雅之, 齋藤究, 大山隆弘, “端窓型 GM 計数管を用いたダストモニタの開発”, 日本放射線安全管理学会第 15 回学術大会, 岡山県岡山市, 2016 年 11 月 30 日-12 月 2 日.
  
14. 高橋一智, 萩原雅之, 佐藤浩一, 春日井好己, 光野冬樹, “大強度陽子加速器における空気中の  $^{197}\text{Hg}$  濃度測定についての検討”, 日本放射線安全管理学会第 15 回学術大会, 岡山県岡山市, 2016 年 11 月 30 日-12 月 2 日.
  
15. 橋詰拓弥, 岡崎徹, 佐波俊哉, 萩原雅之, 林裕晃, 小林育夫, “蛍光飛跡検出器 (FNTD) の飛跡読み取りにおける光子線の影響”, 日本放射線安全管理学会第 15 回学術大会, 岡山県岡山市, 2016 年 11 月 30 日-12 月 2 日.
  
16. 橋詰拓弥, 岡崎徹, 佐波俊哉, 萩原雅之, 林裕晃, 小林育夫, “蛍光飛跡検出器 FNTD の荷電粒子飛跡読み取りにおける  $\gamma$  線影響”, 第 31 回固体検出器研究会, 量子科学技術研究開発機構関西光科学研究所, 2017 年 3 月 9 日-10 日.
  
17. 別所光太郎, 北川潤一, 萩原雅之, 武藤亮太郎, 倉崎るり, 渡辺丈晃, 齋藤究, 春日井好己, “J-PARC ハドロン実験施設の金標的監視用ガス中放射能の解析”, 第 18 回「環境放射能」研究会, 高エネルギー加速器研究機構, 2017 年 3 月 14 日-16 日.
  
18. 橋詰拓弥, 岡崎徹, 佐波俊哉, 萩原雅之, 文珠四郎秀昭, 林裕晃, 小林育夫, “蛍光飛跡検出器 (FNTD) の粒子飛跡読み取りにおける X/ $\gamma$  線照射の影響”, 日本原子力学会 2017 年春の年会, 東海大学, 2017 年 3 月 27 日-29 日.

## 付録2 安全ディビジョン員が保有する主な資格

資格の種類	保有人数
技術士（総合技術監理部門）	1
技術士（原子力・放射線部門）	3
技術士補（原子力・放射線部門）	2
第1種放射線取扱主任者	22
第2種放射線取扱主任者	1
核燃料取扱主任者	4
衛生工学衛生管理者	8
第一種衛生管理者	16
作業環境測定士	10
エックス線作業主任者	11
ガンマ線透過写真撮影作業主任者	5
クレーン運転士	5
床上操作式クレーン運転技能講習修了	8
クレーン運転特別教育修了	2
小型移動式クレーン運転技能講習修了	1
玉掛技能者	15
フォークリフト運転技能講習修了	7
電気主任技術者（第3種）	1
高圧・特別高圧電気取扱特別教育修了	4
低圧電気取扱特別教育修了	4
電気工事士（第2種）	3
高圧ガス製造保安責任者（乙種化学）	1
高圧ガス製造保安責任者（乙種機械）	2
高圧ガス製造保安責任者（丙種化学特別）	2
第2種冷凍機械責任者	4
第3種冷凍機械責任者	3
第一種圧力容器取扱作業主任者	2
二級ボイラー技士	2
ガス溶接技能者	3
甲種危険物取扱者	4
乙種危険物取扱者（第1～第6類）	12
有機溶剤作業主任者	9
特定化学物質取扱作業主任者	6
酸素欠乏危険作業主任者	9
甲種防火管理者	5
消防設備士	2
普通救命講習修了	9
技能士（機械保全）	1
内部監査員（ISO9000）	2

## 付録3 略語

## 【施設に関するもの】

略称	英語名	解説
LI	Linac	リニアック（直線加速装置）施設：負水素イオンビームを 400MeV まで加速
RCS	3GeV rapid cycling synchrotron	3GeV シンクロトロン施設：H <sup>+</sup> に変換して 3GeV まで加速
MLF	Materials and Life Science Experimental Facility	物質・生命科学実験施設：H <sup>+</sup> ビームによって生成した中性子やミュオンを用いた研究
MR	50GeV main ring	50GeV シンクロトロン施設：H <sup>+</sup> ビームを最大 50GeV まで加速
HD	Hadron Experimental Facility	ハドロン実験施設：MR からのビームで生成される中間子の研究
NU	Neutrino Experimental Facility	ニュートリノ実験施設：MR からのビームで生成されるニュートリノの研究

## 【設備に関するもの】

略称	英語名	解説
PPS	Personnel Protection System	人員安全保護システム：人間の出入り管理、非常停止スイッチ、扉センサーなど（PPS 発報時はビームが停止される。）
AA	Authorized Access	通常入域（ビーム停止中）
CA	Controlled Access	立入制限。入域許可が必要、制御室に連絡
NA	No Access	立入禁止（ビーム運転、待機状態）
MPS	Machine Protection System	機器保護システム：機器が損傷しないよう異常が生じた場合ビームを停止させる。

付録4 放射線安全関連「英語用語集」

【役職に関するもの】

J-PARCセンター長	Director of the J-PARC Center
副センター長	Deputy director
安全担当副センター長	Deputy director for Safety
ディビジョン長	Division head
セクションリーダー	Section leader
放射線取扱主任者	Radiation protection supervisor

【組織に関するもの】

放射線安全委員会	Radiation safety committee
放射線評価委員会	Radiation safety review committee
安全ディビジョン	Safety division
加速器ディビジョン	Accelerator division
物質・生命科学ディビジョン	Materials and life science division
素粒子原子核ディビジョン	Particle and nuclear physics division
業務ディビジョン	Administration Division
原子力科学研究所	Nuclear Science Research Institute (NSRI)

【場所に関するもの】

放射線管理区域	Radiation controlled area / Controlled area
第1種管理区域	1 <sup>st</sup> class controlled area
第2種管理区域	2 <sup>nd</sup> class controlled area
立入禁止区域	Off-limit controlled area
立入制限区域	Restricted controlled area
インターロック区域	Interlocked area
表面汚染低減区域	Low surface contamination area
警戒区域	Warning controlled area
発生装置使用室	Accelerator room
RI 使用施設	Radioisotope handling facility
廃棄施設	Waste disposal facility
貯蔵施設	Storage facility
保管廃棄設備	Waste storage facility
排水設備	Drainage facility
排気設備	Exhaust facility
放射化物保管設備	Storage facility for induced radioactive material

【J-PARC施設に関するもの】

物質・生命科学実験施設	Materials and life science experimental facility
ハドロン実験施設	Hadron experimental facility
ニュートリノ実験施設	Neutrino experimental facility
中央制御室	Central control room
中央制御棟	Main control building / Central control building
放射線監視室	Radiation monitoring room
放射線測定棟	Radiation measurement building

【放射線管理上の担当者及び従事者等に関するもの】

施設管理責任者	Facility manager
放射線発生装置責任者	Radiation generator manager
建築物管理責任者	Building Manager
設備管理責任者	Utility Manager
放射線担当者（施設）	Radiation safety liaison
管理区域責任者（放射線安全）	Radiation controlled area manager
総括管理区域責任者	General Manager of Radiation Controlled Areas
ビームライン担当者（施設）	Beam line liaison / Beam line representative
放射線作業責任者	Radiation work manager
放射線作業従事者	Radiation worker
特例立入者	Exceptional worker
一時立入者	Non-radiation worker

【放射線管理に関する用語】

放射線障害予防規程	Local radiation protection rule
放射線障害予防規程（細則）	Detailed rule of local radiation protection
[加速器、MLF、HD、NU] 運転手引	Operational rule for [Accelerators, MLF, HD, NU]
エックス線保安規則	Safety rule for X-ray generators
放射性物質等事業所内運搬規則（運搬規則）	Transportation rule for radioactive materials in J-PARC site
事故等通報規則	Rule for report of the incident, etc.
放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律	The Law concerning prevention of radiation hazards due to radioisotopes etc.
放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行令	Enforcement ordinance concerning prevention of radiation hazards due to radioisotopes etc.
放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則	Enforcement regulations concerning prevention of radiation hazards due to radioisotopes etc.
放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（告示）	Notices, etc, stipulating quantities, etc, of radioisotopes releasing radiation (public notice)
放射線安全委員会	Radiation safety committee
放射線安全評価委員会	Radiation safety review committee
被ばく管理目標値	Administrative dose control
RI の譲渡・譲受	Transfer and receipt of radioactive isotopes
黄色実験着	Yellow coat
防護着	Protective suit
表示付認証機器	Certified apparatus with indication

【放射線管理設備に関するもの】

個人線量計	Personal dose meter
APD	Alarm pocket dose meter
ハンドフットクロスモニタ	Hand foot clothes monitor
体表面モニタ	Body surface contamination monitor
物品モニタ	Article contamination monitor

【放射能及び放射線量に関するもの】

線量当量率	Radiation dose rate
表面密度	Concentration of surface contamination
空气中濃度限度	Derived air concentration
実効線量	Effective dose
等価線量	Equivalent dose
1 cm 線量当量	1 centimeter dose equivalent

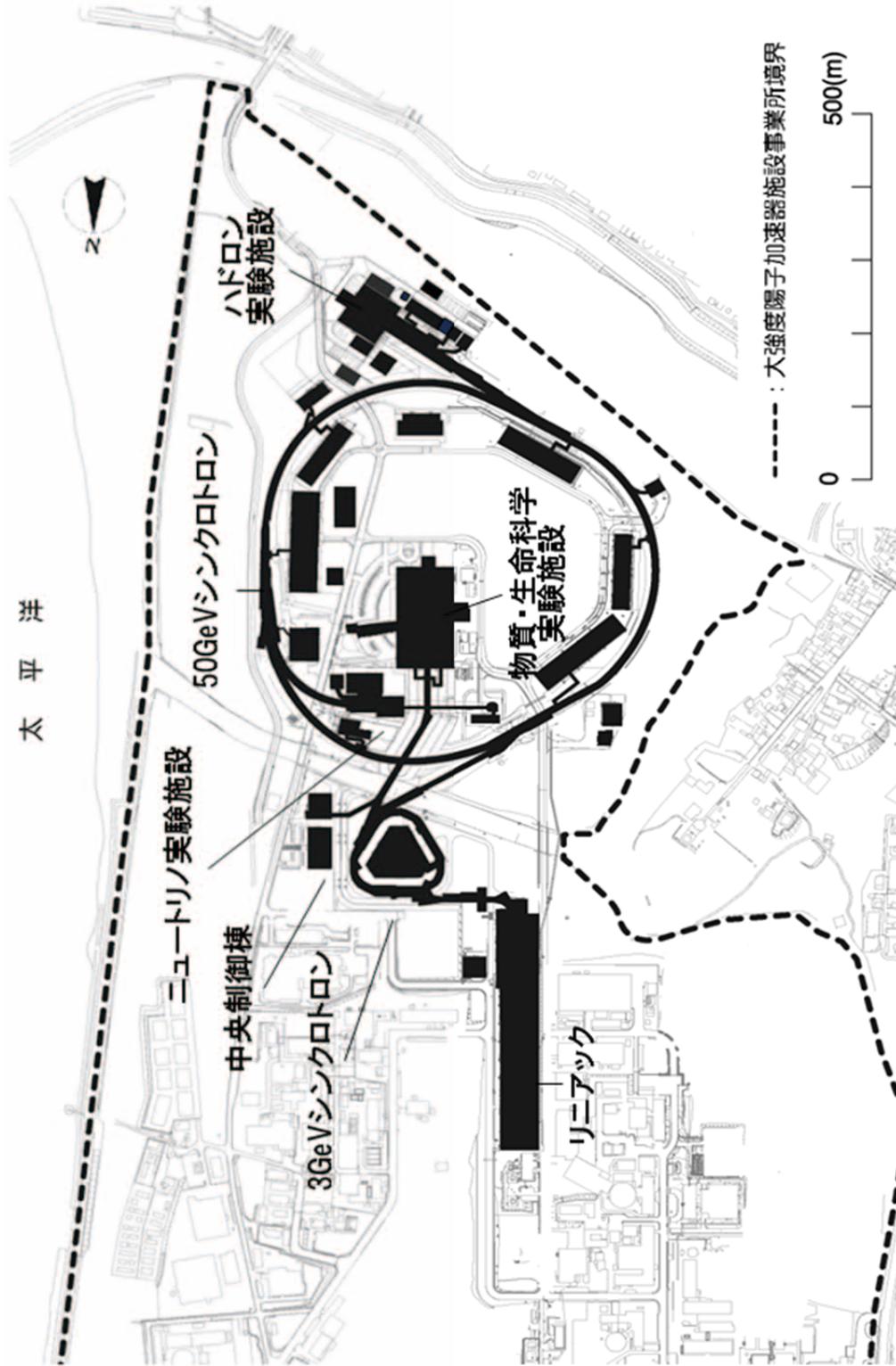
【健康及び放射線影響に関するもの】

特定健康診断（放射線）	Radiological medical examinations
血液検査	Blood test
皮膚検査	Dermatology examination
眼（水晶体）検査	Ophthalmology examination
身体的影響	Somatic effects
遺伝的影響	Genetic effects
確定的影響	Deterministic effects
確率的影響	Stochastic effects
急性影響	Acute effects
晩発影響	Late effects

【緊急時対応関係】

非常事態総合訓練	Emergency drill
J－P A R C事故対策活動要領	Accident Countermeasure Guidelines of J-PARC
原子力科学研究所事故対策規則	Accident Countermeasure Regulations of NSRI
(J－P A R C)基本体制、注意体制、事故体制	Normal, Alert and Emergency statuses in J-PARC
(原科研)警戒体制、非常体制	Precaution and Emergency statuses in NSRI
事故現場指揮所	On-site Command Office (in an accidental site)
現地対策本部	NSRI Accident Measures Headquarter

付録5 J-PARC配置図



# 国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質량	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m <sup>2</sup>
体積	立方メートル	m <sup>3</sup>
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s <sup>2</sup>
波数	毎メートル	m <sup>-1</sup>
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m <sup>2</sup>
比体積	立方メートル毎キログラム	m <sup>3</sup> /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m <sup>2</sup>
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 <sup>(a)</sup> , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m <sup>3</sup>
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m <sup>2</sup>
屈折率 <sup>(b)</sup>	(数字の)	1
比透磁率 <sup>(b)</sup>	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。  
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン <sup>(b)</sup>	rad	1 <sup>(b)</sup>	m/m
立体角	ステラジアン <sup>(b)</sup>	sr <sup>(e)</sup>	1 <sup>(b)</sup>	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
周波数	ヘルツ <sup>(d)</sup>	Hz		s <sup>-1</sup>
力	ニュートン	N		m kg s <sup>-2</sup>
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
静電容量	ファラド	F	C/V	m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-2</sup>
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V	m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>3</sup> A <sup>2</sup>
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
磁束密度	テスラ	T	Wb/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
セルシウス温度	セルシウス度 <sup>(e)</sup>	°C		K
光照射量	ルーメン	lm	cd sr <sup>(e)</sup>	cd
放射線量	グレイ	Gy	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
放射性核種の放射能 <sup>(f)</sup>	ベクレル <sup>(d)</sup>	Bq		s <sup>-1</sup>
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト <sup>(g)</sup>	Sv	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
酸素活性化	カタール	kat		s <sup>-1</sup> mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。  
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。  
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。  
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。  
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。  
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。  
 (g) 単位シーベルト (PV, 2002, 70, 205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-1</sup>
表面張力	ニュートンメートル	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
角加速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s <sup>-2</sup>
角加減	ラジアン毎秒	rad/s	m m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> =s <sup>-1</sup>
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s <sup>2</sup>	m m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup> =s <sup>-2</sup>
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-3</sup>
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup>
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
電荷密度	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>	m kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
電表面積	クーロン毎立方メートル	C/m <sup>3</sup>	m <sup>-3</sup> s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> mol <sup>-1</sup>
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg <sup>-1</sup> s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup>
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m <sup>4</sup> m <sup>-2</sup> kg s <sup>-3</sup> =m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m <sup>2</sup> sr)	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> kg s <sup>-3</sup> =kg s <sup>-3</sup>
	カタール毎立方メートル	kat/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> mol

表5. SI 接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10 <sup>24</sup>	ヨタ	Y	10 <sup>1</sup>	デシ	d
10 <sup>21</sup>	ゼタ	Z	10 <sup>2</sup>	センチ	c
10 <sup>18</sup>	エクサ	E	10 <sup>3</sup>	ミリ	m
10 <sup>15</sup>	ペタ	P	10 <sup>6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>12</sup>	テラ	T	10 <sup>9</sup>	ナノ	n
10 <sup>9</sup>	ギガ	G	10 <sup>12</sup>	ピコ	p
10 <sup>6</sup>	メガ	M	10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10 <sup>3</sup>	キロ	k	10 <sup>-18</sup>	アト	a
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h	10 <sup>-21</sup>	ゼプト	z
10 <sup>1</sup>	デカ	da	10 <sup>-24</sup>	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60 s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10 800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648 000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm <sup>3</sup> =10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
トン	t	1 t=10 <sup>3</sup> kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 <sup>-19</sup> J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 <sup>-27</sup> kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 <sup>11</sup> m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100 kPa=10 <sup>5</sup> Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 <sup>-10</sup> m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm <sup>2</sup> =(10 <sup>12</sup> cm) <sup>2</sup> =10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デシベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 <sup>-7</sup> J
ダイン	dyn	1 dyn=10 <sup>-5</sup> N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm <sup>-2</sup> =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> =10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
スチルブ	sb	1 sb=1cd cm <sup>-2</sup> =10 <sup>4</sup> cd m <sup>-2</sup>
フオト	ph	1 ph=1cd sr cm <sup>-2</sup> =10 <sup>4</sup> lx
ガリ	Gal	1 Gal=1cm s <sup>-2</sup> =10 <sup>-2</sup> ms <sup>-2</sup>
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm <sup>2</sup> =10 <sup>-8</sup> Wb
ガウス	G	1 G=1Mx cm <sup>-2</sup> =10 <sup>-4</sup> T
エルステッド <sup>(a)</sup>	Oe	1 Oe <sub>e</sub> =(10 <sup>3</sup> /4π)A m <sup>-1</sup>

(a) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「△」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 <sup>10</sup> Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 <sup>-4</sup> C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 <sup>-2</sup> Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 <sup>-2</sup> Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 <sup>-9</sup> T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 <sup>-15</sup> m
メートル系カラット		1 メートル系カラット=0.2 g=2×10 <sup>-4</sup> kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858J (「15°C」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ)
マイクロ	μ	1 μ=1μm=10 <sup>-6</sup> m

