

- I. 宇宙開発と放射線環境
- II. 放射線規制法（旧放射線障害防止法）の改正理念と変更点
- III. 放射線リスクを検討する際の交絡因子調整の重要性
- IV. 高輝度光源施設の特徴と安全上の留意点
- V. 研究用原子炉の特徴と利用時の留意点

## I. 宇宙開発と放射線環境

### 1. 21世紀の宇宙開発

1961年にロシアの Yuri Gagarin が世界初の有人宇宙飛行に成功してから半世紀以上が経過しました。その間、米国航空宇宙局（NASA）は、Apollo 計画で月面着陸を実現し、Skylab での長期宇宙滞在、Space Shuttle での宇宙往還システムの確立などを果たしました。一方、ロシアは Salyut で宇宙ステーションの開発に先鞭を付け、続く Mir の長期運用により、宇宙滞在に関わる様々な技術や宇宙環境を利用した研究の成果を蓄積しました。そして、20世紀の終わりには、ロシア、NASA、欧州宇宙機関（ESA）、カナダ宇宙庁（CSA）および日本の宇宙航空研究開発機構（JAXA）が共同で、Mir の技術をベースとした国際宇宙ステーション（ISS）の建設を開始し、現在まで 20 年にわたって運用を続けてきました。

21世紀になると、ISS のような低軌道宇宙における飛行技術の開発・運用は民間に任せ、宇宙環境を利用した産業や観光を促進しようとする動きが強まってきました。実際に、ISS を利用した宇宙旅行ができるようになり、2001年の Dennis Tito 氏（米国）を皮切りに 7 人の民間人が ISS に 1~2 週間滞在しました。また、独自の宇宙往還機で高度約 100 km の短時間飛行を提供するサービスをいくつかの民間企業が提示しています<sup>[1]</sup>。

そうした動きを背景に、各国／地域の宇宙機関は、月や火星などへの深宇宙ミッションに照準を絞りつつあります。NASA は 2030 年代に有人火星探査を行うことを計画しており、ESA も 2001 年に策定したオーロラ計画に沿って有人太陽系探査の実現に向けた要素技術の開発に取り組んでいます。JAXA でも、有人での月面探査を多国間協力のもとで実施することを検討しています。また、中国では、1992 年に発表した有人宇宙飛行計画に沿って、独自の宇宙ステーションの建設に向けた宇宙飛行を繰り返し実施しています。ただし、どの計画についても、十分な資金を確保（ファンディング）できるかが課題となっています。

### 2. 宇宙の放射線環境

宇宙環境での滞在には、地上でほとんど経験したことのない様々な線質の放射線、特に生物影響の大きい陽子、重イオン、それらから二次的に発生する中性子等、いわゆる高 LET 放射線による被ばくが伴います。地上では、大気（水換算で 10m 厚相当）と地球の磁場が宇宙からの放射線（宇宙線）を効果的に遮っていますので、宇宙線による被ばくは 0.03 $\mu$ Sv/h 程度、年間で約 0.3 mSv ですが、高度が高くなるにつれて宇宙線による被ばくは増えてきます（図 1）。例えば、民間ジェット機の巡航高度（高度 10~12 km）では数  $\mu$ Sv/h、ISS（高度約 400 km）では 20  $\mu$ Sv/h 以上、1 日あたり 0.4~1 mSv と、地上でのレベルの数百倍になります。

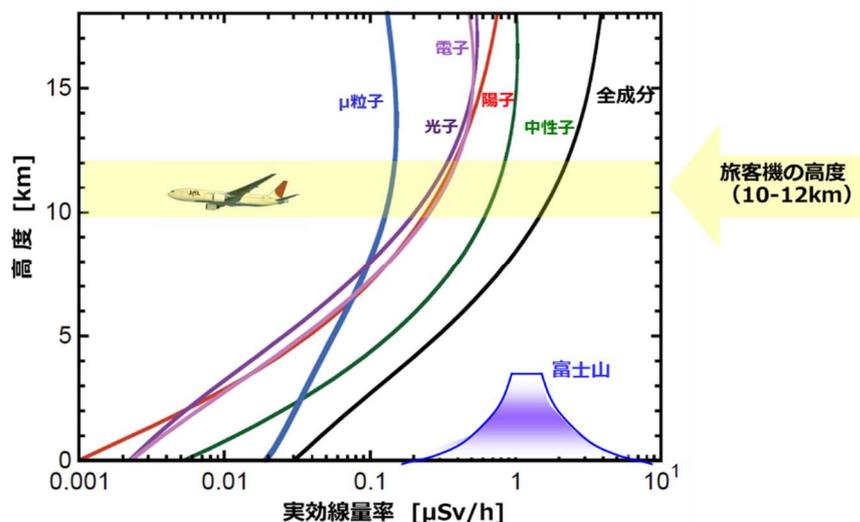


図 1. 宇宙線成分の実効線量率の高度による変化; 国際宇宙ステーションの高度（約 400km）の線量率は 20  $\mu$ Sv/h を上回ります。

宇宙線は、その起源に基づいて、銀河宇宙線、太陽宇宙線（陽子から鉄まで）、捕捉放射線帯（バンアレン帯）粒子の3つに大きく区分されます。捕捉放射線帯とは、銀河宇宙線や太陽宇宙線や大気との相互作用で生じた2次荷電粒子が地球磁場に捕捉された帯状になっている電子や陽子のことです。なお、地磁気の軸と自転軸にずれがある関係で、ブラジル上空に捕捉放射線帯（内帯）が垂れ下がっている領域（SAA: South Atlantic Anomaly）があり、ISSがこのSAAを通過する時には線量率が顕著に増加します。したがって、船外活動は、通常この領域を通過するタイミングを避けて行われます。

各宇宙機関では、宇宙環境での被ばくの増加を適切に防ぐため、宇宙飛行士に対する被ばく管理の規程を設けて対応しています。その柱は、各機関が独自に定めた「運用基準」で、その基準値と実際の被ばく線量（予測値または実測値）を比較することによって安全性等を判断し、必要であれば運用制限を行うこととされています。現在JAXAがISS搭乗宇宙飛行士に対して設定している運用基準の1つである生涯実効線量制限値（表1）は、放射線被ばくによるがん死亡のリスクの増加を3%以内に抑えるという考え方に基づいて導出されています<sup>[2]</sup>。

表1. 国際宇宙ステーション（ISS）に搭乗する日本人宇宙飛行士に対して運用されている生涯実効線量制限値<sup>[2]</sup>。

初めて宇宙飛行を行った年齢	男性 (Sv)	女性 (Sv)
27～30 歳	0.6	0.5
31～35 歳	0.7	0.6
36～40 歳	0.8	0.65
41～45 歳	0.95	0.75
46 歳以上	1.0	0.8

宇宙飛行士の被ばくに関する大きな懸念事項として、巨大な太陽フレアに伴う急激な線量の増加があります。太陽フレアの発生を事前に予測することは現状では難しいため、太陽モニタリングや宇宙天気予報などのデータを参考にできるだけ早くその発生を検知し、宇宙船内の飛行士に遮へいのより厚い場所へ移るよう促すシステムが準備されています。また、太陽フレアの影響を正確に予測して無駄のない的確な対応を取れるようにするための研究も進められています<sup>[3]</sup>。

地球の磁気圏を出た深宇宙では、銀河宇宙線に由来する高エネルギー粒子、特に重イオンによる被ばく線量が増します。火星ミッションでは、地球からの往復飛行（片道180日×2回）と火星表面での滞在期間（500日）の合計約2年半で1Svを超える被ばくを受けると予測され、飛行士の健康への悪影響（がん、心血管疾患、白内障等）が危惧されています。夢のある有人宇宙探査の実現に向け、それらの問題を克服するための研究開発の進展が待たれます。

◆参考資料

- [1] 例えば、<https://www.virgingalactic.com/>（accessed on 20 February 2018）
- [2] 有人サポート委員会宇宙放射線被曝管理分科会：国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士放射線被ばく管理規程. 宇宙航空研究開発機構, 2013年6月.
- [3] 太陽地球圏環境予測（PSTEP）, <http://www.pstep.jp/>（accessed on 20 February 2018）

広島大学原爆放射線医科学研究所  
教授 保田浩志  
再教育項目：話題

## Ⅱ. 放射線規制法（旧放射線障害防止法）の改正理念と変更点

### 1. 法改正の背景

我が国は、平成 28 年 1 月 11～22 日に、IAEA（国際原子力機関）によって実施された IRRS（総合的規制評価サービス：Integrated Regulatory Review Service）を受けました。その報告書には「福島第一原発事故後の法改正では、放射線源規制については手をつけられていない」「放射線障害防止法で規制される放射線源による緊急事態を想定した準備と対応は非常に限定されている」「放射線源に対するセキュリティ対策は IAEA のセキュリティ勧告を十分に満たすものにはなっていない」ことが含まれていました。そこで我が国は、放射線障害防止法令を改正して、リスクの高い放射線源の危険時の措置の充実強化や、セキュリティ対策の追加を含め、放射線に対する規制を再構築することを決定しました。法律の改正は炉規法等の改正と一括で行われ、平成 29 年 4 月 14 日に公布されました。施行規則等の具体的な変更内容については原子力規制委員会に設置された「放射性同位元素使用施設等の規制に関する検討チーム」で平成 28 年 6 月より議論されてきました。その後、パブリックコメント等の手続きを経て、改正された施行規則が平成 30 年 1 月 5 日に公布されました。今回の法令改正は 2 段階施行になっていて、第一段階は一部の項目を除き平成 30 年 4 月 1 日より施行されます。第二段階は平成 31 年 9 月頃に施行されることが公表されています。主な変更点については、次項以降で説明します。なお、詳細については参考資料 1 を参照してください。

### 2. 主な変更点（第一段階）

#### ○報告義務の強化【全事業者が対象】

これまで施行規則で規定されていた原子力規制委員会への事故報告が、事業者の義務として法律上に規定されるようになります。具体的な改正点は以下のとおりです。

- 事業者の責任をより明確化するため、運搬を委託された者の報告義務は除外される
- 放射性同位元素等が管理区域内で漏えいした場合の除外規定に「排気設備の機能が適正に維持されている場合」と「表面密度限度までの漏えい」が追加される

各報告事項の目的、解釈及び運用上の留意点については「原子力規制委員会への事故等の報告に関する解釈」が制定されています。詳細は参考資料 2 を参照してください。古い通知は今後、段階的に廃止される予定となっています。

#### ○危険時の措置の強化【全事業者が対象】

危険時に、周辺住民や報道機関等への積極的な情報公開及び安全・安心に係る説明を適確に実施できるように、危険時の情報提供に関することが規定されました。放射線障害予防規程等に求められるようになった主要な項目及び内容は以下のとおりです。

- 情報提供を実施する組織及び責任者
- 外部への情報提供方法・外部からの問合せ対応方法（web の活用・問合せ窓口の設置など）
- 外部へ提供する情報の内容（発生日時及び発生した場所、外部への影響の有無、原因、再発防止策など）

#### ○教育訓練【許可届出使用者・許可廃棄業者が対象】

新規放射線業務従事者の教育訓練時間数は一律に規定されていたところですが、使用の目的及び方法が限定的な放射性同位元素装備機器等を 1 台しか使用していない許可届出使用者を念頭に置いて、各項目の時間数が短縮されました。しかし、ただ短縮されているのではなく、事業者が RI 等の使用の実態に応じて適切な時間数を定めることが求められています。また、法令と、法令を踏まえて定められている放射線障害予防規程の内容を関連付けて教育訓練を行えるように「放射線障害の防止に関する法令」と「放射線障害予防規程」の課目が統合されました。課目と時間数は以下のとおりです。

- 放射線の人体に与える影響（30 分以上）
- 放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い（1 時間以上）
- 放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程（30 分以上）

また、これまで 1 年以内であった再教育訓練の実施間隔が、年度毎に 1 回と改められました。

### 3. 第一段階の改正に伴う放射線障害予防規程の変更

今回の法令改正に伴って経過措置が適用されますが、各事業所は平成 31 年 8 月 30 日までに放射線障害予防規程の変更を届け出る必要があります。詳細は参考資料 2 を参照してください。なお、原子力規制庁は、定める記載事項を追加するだけでなく、現状の組織や管理、権限・役割等の実態を洗い出した上で、記載事項や放射線障害防止に関し必要な措置が組織的に行われるように、積極的な見直しが行われることを期待しているということです。

### 4. 主な変更点（第二段階）

#### ○防護措置(セキュリティ対策)の強化 【特定 RI の許可届出使用者及び許可廃棄業者が対象】

特定 RI の防護措置が義務づけられます。具体的な内容については、対象となる事業所に個別に説明会が実施されたため、本稿では省略します。

#### ○法律名の変更及び法目的の追加強化

現行の法律は「放射線障害の防止」の観点から規制の要求が行なわれていますが、今後（平成 31 年 9 月頃）、法の目的に「特定放射性同位元素の防護」が追加されます。その時点で、法律名が「放射性同位元素等の規制に関する法律」に変更されます。ここでの「防護」という言葉は「放射線防護」ではなく「セキュリティ（盗難防止）」という意味で使われていることに注意が必要です。

### 5. おわりに

全事業所の新たな放射線障害予防規程は、今年度あるいは来年度の初めまでには変更されることとなります。ユーザーにとっての大きな変更点は教育訓練になりますが、その他、各事業所で実態に応じた内容の見直しも行われることが想定されるため、放射線障害予防規程の変更内容に注意を払っておく必要があります。

#### ◆参考資料

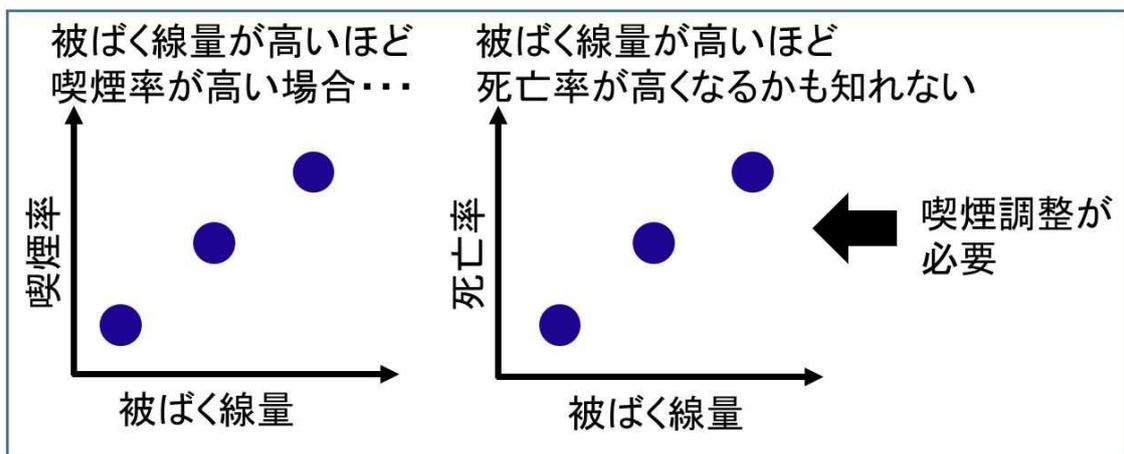
- [1] 原子力規制庁、放射線障害の防止に関する法令改正の説明会  
[https://www.nsr.go.jp/activity/ri\\_kisei/kiseihou/setsumeikai.html](https://www.nsr.go.jp/activity/ri_kisei/kiseihou/setsumeikai.html)
- [2] 原子力規制委員会の運営に関する原子力規制委員会決定「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律関連」  
[http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/kettei/01/01\\_06.html](http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/kettei/01/01_06.html)

アイソトープ総合センター  
助教 桧垣正吾  
再教育項目：法令・安全取扱

### Ⅲ. 放射線リスクを検討する際の交絡因子調整の重要性 —我が国の放射線業務従事者疫学に基づく最新知見—

現在の放射線防護基準は、国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection, ICRP）の勧告に基づいています<sup>[1]</sup>。また、この基準は主に短時間に高線量を被ばくした原爆被爆者を対象とした健康影響調査結果を元に定められています。しかしながら、低線量・低線量率の放射線による健康影響については多くの調査が実施された<sup>[2]</sup>にもかかわらず、いまだ不確定な部分が多いのが現状です。この理由の一つとして、放射線リスクの適切な評価を阻害する交絡因子の調整が不十分であることが挙げられます。

交絡因子とは、調べようとする要因以外の要因が結果に影響を及ぼしていることをいいます。例えば、喫煙率が死亡率に影響を与える、ということはよく知られています<sup>[3]</sup>。ここで放射線リスクを検討する際に、被ばく線量が高い者ほど喫煙率が高いという状況があった場合、放射線の影響がなくても被ばく線量が高い者ほど死亡率が高いという、放射線による“見かけの傾向”が見られることとなります。放射線リスクを検討するためには、喫煙の影響を除外する必要があります、このことを「喫煙調整」といいます。



放射線影響協会では国の委託による放射線疫学調査を1990年より実施しています。調査対象者は1999年3月末までに放射線業務に従事した日本人であり、このうちの一部の対象者について生活習慣等のアンケート調査を実施しました。アンケート調査の結果、被ばく線量の増加と共に喫煙率が増加する傾向が見られました<sup>[4]</sup>。この傾向は、ブルーカラー従事者がホワイトカラー従事者より喫煙率が高いこと<sup>[5]</sup>を反映したと考えられます。

放射線疫学においては放射線によるリスク（ここでは死亡）を、被ばくしていない者の死亡率（バックグラウンド死亡率）と比べた、1Sv当たりの死亡率増加分の比率として過剰相対リスク（Excess Relative Risk, 以下 ERR/Sv）として表すことが多くあります。例えば ERR/Sv が1であれば、1Svを被ばくした際に死亡率が1倍上乘せされる（つまり2倍になる）ことを示しています。この ERR/Sv を喫煙調整の前後で比較すると、ほとんどの死因において喫煙調整が ERR/Sv を下げる、即ち見かけの放射線リスクが下がるという結果が得られました<sup>[6,7]</sup>。交絡因子は喫煙等の生活習慣だけでなく、社会経済状態も交絡因子となり得ます。喫煙に加えて、さらに教育年数も調整した場合、死因によっては ERR/Sv がほとんどゼロとなりました<sup>[6,8]</sup>。これらの結果を以下に示します。

表 喫煙、教育年数調整前後での死因別 ERR/Sv と 90%信頼区間（放影協報告書<sup>[6]</sup>より抜粋）

調整	全死亡	白血病を除く全がん	非新生物疾患
基本調整のみ※	0.50 (-0.34, 1.35)	0.78 (-0.65, 2.20)	0.75 (-0.67, 2.17)
基本調整 +喫煙	0.08 (-0.71, 0.86)	0.31 (-1.03, 1.65)	0.26 (-1.06, 1.59)
基本調整 +喫煙、教育年数	-0.17 (-0.93, 0.58)	0.08 (-1.22, 1.39)	-0.06 (-1.33, 1.21)

※基本調整：年齢、地域の調整

諸外国においては統計学的検出力の増加を目的として、異なる国のデータを統合した解析も行われてきましたが<sup>9,10)</sup>、それらにおいては死亡率に大きな影響を与える喫煙が調整されておらず、全がんから肺がんを除外して ERR/Sv の変化を見るという間接的な方法が用いられています。Cardis らの結果<sup>9)</sup>では白血病を除く全がんの ERR/Sv が 0.97 (0.27, 1.80) であり、ここから肺がんを除外した場合に 0.59 (-0.16, 1.51) と減少することが示されています。このことは高線量群において喫煙率が高いこと、即ち喫煙の交絡が存在することを示唆しており、実際に喫煙調整ができた場合は ERR/Sv が減少すると考えられます。

放射線リスクの検討に当たっては、放射線以外のリスク要因を調整により除外することが必要であり、日本のデータはその重要性を示しているのです。

#### ◆参考資料

- [1] ICRP publications. <http://www.icrp.org/publications.asp>, 2018年2月13日閲覧
- [2] Effects of Ionizing Radiation volume 1. 2006, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, [http://www.unscear.org/docs/publications/2006/UNSCEAR\\_2006\\_Annex-A-CORR.pdf](http://www.unscear.org/docs/publications/2006/UNSCEAR_2006_Annex-A-CORR.pdf), 2018年2月13日閲覧
- [3] Katanoda K, Marugame T, Saika K, Satoh H, Tajima K, Suzuki T, Tamakoshi A, Tsugane S and Sobue T. 2008, Population attributable fraction of mortality associated with tobacco smoking in Japan: a pooled analysis of three large-scale cohort studies J. Epidemiol. 18 251-64
- [4] Murata M, Miyake T, Inoue Y, Ohshima S, Kudo S et al. 2002, Life-style and other characteristics of radiation workers at nuclear facilities in Japan: base-line data of a questionnaire survey J. Epidemiol. 12 310-9
- [5] Sterling T and Weinkam J. 1990, The confounding of occupation and smoking and its consequences Soc. Sci. Med. 30 457-67
- [6] 原子力規制委員会原子力規制庁委託調査報告書、低線量による人体への影響に関する疫学的調査（第V期調査 平成22年度～平成26年度）。2015, 公益財団法人放射線影響協会
- [7] Kudo S, Ishida J, Yoshimoto K, Mizuno S, Ohshima S, Furuta H and Kasagi F. 2018 Direct adjustment for confounding by smoking reduces radiation-related cancer risk estimates of mortality among male nuclear workers in Japan, 1999-2010 J Radiol Prot, 38 357-71
- [8] Kudo S, Ishida J, Yoshimoto K, Ohshima S, Furuta H and Kasagi F. 2017, The adjustment effects of confounding factors on radiation risk estimates: findings from a Japanese epidemiological study on low-dose radiation effects (J-EPISODE) J. Mol. Genet. Med. 11 275
- [9] Cardis E et al. 2007, The 15-country collaborative study of cancer risk among radiation workers in the nuclear industry: estimates of radiation-related cancer risks Radiat. Res. 167 396-416
- [10] Richardson D et al 2015 Risk of cancer from occupational exposure to ionizing radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS) BMJ. 351 h5359

公益財団法人放射線影響協会 放射線疫学調査センター 統計課  
課長 工藤伸一  
再教育項目：人体影響

#### IV. 高輝度光源施設の特徴と安全上の留意点

近年、SPring-8等の高輝度光源施設での実験を行われる方が増えています。高輝度光源施設で使用される電磁波を放射光と呼びます。高エネルギー加速器を用いて超高速に加速された電子などの荷電粒子が、磁場により進行方向が曲げられたとき、その接線方向に電磁波が発生されます(シンクロトロン放射原理)。この発生された電磁波を放射光(シンクロトロン放射光)と呼び、これは高輝度で指向性の強い白色光であり、赤外線からX線領域までの広いエネルギー領域を持っています。この放射光を分光する事で、波長可変な高輝度単色光源として高輝度光源施設において様々な実験等に使用されます。

現在、高輝度光源施設におけるX線領域のエネルギーを持つ電磁波を使った研究が盛んになっています。一般にX線を使用する人に対しては、労働安全衛生法及び電離放射線障害防止規則等の法令が適用となり、東京大学ではX線コースの受講により使用できるようになります。ところが、高輝度光源施設は放射線発生装置であり、実験装置等は放射線管理区域内にあるため、X線領域のエネルギーを持つ電磁波の使用に関しても放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(放射線障害防止法)及び関係法令が適用されます。このため、高輝度光源施設で実験、研究をする人は、東京大学に於いては現在のRI-Xコースの講習を受けた放射線業務従事者の資格が必要となります。

高輝度光源施設であるSPring-8を使用する場合、ユーザー登録が必要となり、ホームページからおこなう事ができます。続いて申請課題から実験者に必要な課題を選択し、申請して下さい。申請が採択されてから必要な提出書類を提出する事となります。

SPring-8で課題が採択された場合、通常「放射光利用ユーザー」として国立研究開発法人理化学研究所播磨事業所(以下「理研播磨」)の放射線業務従事者として登録する必要があります。東京大学の放射線業務従事者であれば、理研播磨に外来放射線作業者登録申請書(図1)を毎年度初回来所時の10日前までに提出する必要があります。この申請書は、所属する研究室等の所属長の押印をしてから部局の放射線管理室等に申請するもので、放射線取扱主任者の押印及び所属機関代表者(科所長等)の押印が必要となります。放射線管理室等では申請者が放射線業務従事者として登録されていること、法令に基づく放射線管理を受けていること(特殊健康診断、教育訓練等)を確認してから放射線取扱主任者が押印し、さらに所属機関代表者の職印を押印します。放射線取扱主任者が出張等で不在の場合があるので、日程に十分な余裕を持って申請を行って下さい。また、理研播磨に試料等を持ち込む場合、それぞれに対応した申請を各自行ってください。なお、オンラインで行えるものもありますが、紙の書類が必要なものがあるので注意してください。

理研播磨に到着後、受付、放射線安全教育(放射線予防規定教育)を受けることとなります。この際、所属部局の個人被ばく線量計(所属機関線量計)を必ず持参してください。持参の確認後SPring-8/SACLAの個人被ばく線量計が貸与され管理区域に立ち入ることができるようになります。所属機関線量計を忘れた場合、管理区域に立ち入ることができず、利用実験等に参加および実験ができなくなりますので、注意してください。

図1. 外来放射線作業者登録申請書記入例<sup>[1]</sup>

ほかの高輝度光源施設においても、同様な管理方法をとっているので申請書等の日程に注意してください。

一般に大型実験施設では、強いフェイルセーフ機構が働いており、被ばく事故の可能性は低いのですが、装置等の間違った使用により被ばく事故の危険がありえるので、注意して実験等を行ってください。放射線管理上の重要な点は以上ですが、全国から多くの方が出入りしているため、整理整頓に勤めるとともに、実験施設の使用空間が限られており、配管、配線等が実験装置をまたいでいる場合があるため、感電、打撲などに注意してください。

#### ◆参考資料

- [1] 外来放射線作業者登録申請書記入例 (理化学研究所 播磨事業所 安全管理室ホームページより)  
[https://harimariken01.spring8.or.jp/info/pdf/RW\\_sample\\_e.pdf](https://harimariken01.spring8.or.jp/info/pdf/RW_sample_e.pdf)

## V. 研究用原子炉の特徴と利用時の留意点

本稿では日本国内の大学が所管するふたつの研究用原子炉とひとつの臨界集合体実験装置を紹介します。これらは教育、訓練、研究用の共同利用施設として公開されているので、それぞれの特徴を理解した上で有効に活用してください。

### 1. 京都大学原子炉実験所と原子炉、臨界集合体実験装置 (引用・参考 <http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/>)

京都大学原子炉実験所は、昭和 38 年に原子力に関する研究・教育を目的とする全学共同利用研究所として京都大学に附置されました。京都大学研究用原子炉 (以下 KUR と記載)、臨界集合体実験設備 (以下 KUCA と記載) 等を運用し、施設を公開しています。

KUR は日本唯一の大学附置中型熱中性子研究炉かつ単独の大学が所有する研究炉としては世界で最も大きなもののひとつで、これまで学術や教育における基礎基盤の役割を果たしてきました。スイミングプールタンク型の原子炉で、炉心は約 20%濃縮ウランの板状燃料要素と黒鉛反射体要素とからなり、軽水を減速・冷却材とした熱出力 5,000kW、平均熱中性子束は約  $3 \times 10^{13}$  n/cm<sup>2</sup>s です。付属する実験設備には、実験孔 (4 本)、照射孔 (4 本)、熱中性子設備 (重水、黒鉛)、圧気輸送管 (3 基)、水圧輸送管、傾斜照射孔、また、貫通孔および炉心内には照射中の試料温度を制御できる精密制御照射管、週単位で照射が行われる長期照射設備があります。



KUR 炉室

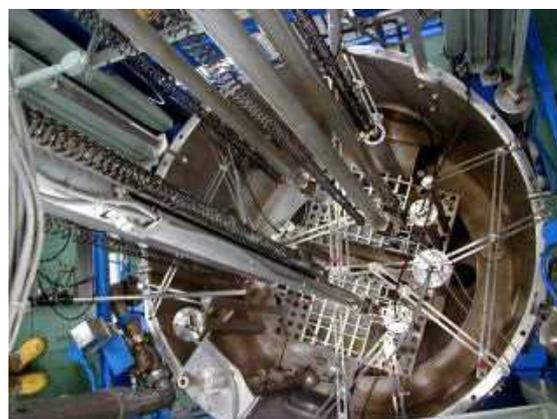


重水中性子照射場

一方、KUCA は世界的にも珍しい複数架台方式の装置で、A 架台、B 架台、C 架台 (A, B 架台は固体減速架台、C 架台は軽水減速架台) と 1 基の付設加速器で構成されています。ほぼ出力ゼロの臨界集合体実験装置として、原子炉の炉心そのものの研究教育を行うことができる点が大きな特徴です。ユーザー自らが設計した炉心について、自らが燃料体を組み上げ、さらに自ら原子炉の運転を行うことができる、このような実習・訓練を行える施設は極めて稀で、貴重な原子力人材育成の場ともなっています。



固体減速架台 (B 架台)



軽水減速架台 (C 架台)

※KUR および KUCA の共同利用についてはこちら (<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/visitor/researcher>) を参照。

## 2. 近畿大学原子力研究所と原子炉（引用・参考 <http://www.kindai.ac.jp/rd/research-center/aeri/>）

近畿大学原子力研究所は、昭和 35 年に原子力に関する研究・教育を目的とする全学共同利用研究所として設立されました。近畿大学原子炉（以下 UTR-KINKI と記載）は昭和 36 年に臨界に到達し（熱出力 0.1W）、我が国最初の民間原子炉・大学原子炉として運転を開始しました。その後、昭和 49 年に熱出力を 1W に増加し、昭和 59 年には小動物用照射設備、中性子ラジオグラフィ用設備および拡大垂直照射設備が新設されています。原子炉は生体遮蔽タンクで囲まれており、原子炉運転中でも炉室に立ち入ることが可能です。炉室に接した制御室に原子炉の運転・制御用のコンソールがあり、起動、停止、出力調整などの操作が容易で、学生の運転訓練にも適するよう設計されています。これまで学生の原子炉教育・訓練、広範な分野の原子力研究、また各種の原子炉研修会・講習会にも活用され、大きな成果を上げています。



UTR-KINKI 外観



運転制御室

※UTR-KINKI の共同利用についてはこちら(<http://www.kindai.ac.jp/rd/research-center/aeri/guide/outside.html>)を参照。

## 3. 研究用原子炉の利用における留意点

原子炉等規制法の適用を受ける上記のような原子力施設の場合、ユーザーには保安規定に基づく保安教育の受講が義務づけられています。たとえば京都大学原子炉実験所の場合、放射線障害防止法に基づく教育とあわせて「放射線の人体に与える影響」「放射性物質及び放射線発生装置による放射線障害の防止に関する法令」「放射性物質及び放射線発生装置の安全な取扱い（放射線施設）」「放射線管理に関すること」「放射線障害予防規程及び実施細則」「原子炉等規制法関係法令及び保安規定に関すること」「非常の場合にとるべき処置に関すること」「原子炉施設の構造、性能及び運転に関すること」「原子炉施設の構造、性能及び運転に関すること（実験施設）」「核燃料物質等の取扱いに関すること（核防護を含む）」「放射性廃棄物及び核燃料物質等によって汚染された物の取扱いに関すること」「放射性物質及び放射線発生装置の安全な取扱い（施設見学）原子炉棟、ホットラボ棟、トレーサ棟、放射性廃棄物処理棟」の各教育訓練項目の事前受講が定められています。

また、いわゆる放射線施設に適用される改正放射線障害防止法では一部の施設にセキュリティー対応の義務が課されたばかりですが、原子炉等規制法の適用を受ける原子力施設ではきわめて厳しい対応が従前より求められてきました。入室者の身分や所持品の厳重な確認、施設内での写真撮影の制限、署名に基づく守秘義務の遵守などがあり、施設管理者の指示と禁止事項を正確に理解した上で、当該施設を利用することが強く求められています。

新規制基準への適合を受け、平成 29 年度から大学が所管する研究用原子炉の運転が再開されました。これらの施設の特徴を活かして、高いレベルでの安全を維持しつつ、教育、訓練、研究開発などの多様な目的での利用拡大を期待します。

環境安全本部  
教授 飯本武志  
再教育項目：核燃料物質・原子炉