

保安教育テキスト

(改訂 平成 30 年 4 月)

京都大学

複合原子力科学研究所

《 目 次 》

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. 保安教育の位置づけ | 1 |
| 2. 放射線の人体に与える影響 | 2 |
| 3. 関連法令・規定等 | 5 |
| 3. 1 放射線障害防止法及び予防規程等 | 5 |
| 3. 2 原子炉等規制法及び保安規定等 | 8 |
| 3. 3 核燃料物質使用施設保安規定と核物質防護 | 14 |
| 4. 放射性汚染物の取扱い | 20 |
| 5. 原子炉の性能・構造・安全性 | 26 |
| 6. 核燃料物質の安全取扱い | 33 |
| 7. 非常の場合の対応 | 37 |
| 8. 施設・装置の安全取扱い法 | 39 |
| 8. 1 ホットラボラトリ | 39 |
| 8. 2 圧気輸送管の取扱い (TC P n 含む) | 42 |
| 8. 3 トレーサ棟における実験 | 50 |
| 8. 4 精密制御照射装置 (SSS) | 54 |
| 8. 5 主な照射設備を用いる実験 | 56 |
| 8. 6 重水中性子照射装置 | 61 |
| 8. 7 各種ビーム実験装置 | 71 |
| 8. 8 オンライン同位体分離装置 (ISOL) | 72 |
| 8. 9 ガンマ線照射施設における実験 | 73 |
| 8. 10 中性子源発生装置 (ライナック) 棟における実験 | 76 |
| 8. 11 エックス線装置の取扱い | 77 |
| 8. 12 低速陽電子ビームシステム (B-1) | 79 |
| 8. 13 実験孔照射装置 (B-2) | 81 |

1. 保安教育の位置づけ

京都大学複合原子力科学研究所（以下「研究所」という）は、放射線施設として、「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*（以下「障害防止法」という）」の規制を受け、また、研究用原子炉を有する原子炉施設として、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律*（以下「原子炉等規制法」という）」による規制を受けている。本教育は、研究所において、障害防止法及び原子炉等規制法¹に基づく放射線業務従事者としての認定を受ける者に対し、法令・諸規定等により求められる保安及び安全上の教育を統合して実施するものである。

研究所では、放射線業務従事者を以下の規定によって定めている。

- ①放射線障害予防規定（障害防止法に基づく）
- ②原子炉施設保安規定（原子炉等規制法に基づく）
- ③核燃料使用施設保安規定（原子炉等規制法に基づく）

これらの規定ではそれぞれに異なる「管理区域」が設定され、それぞれ異なる「放射線業務従事者」が定義されている。本教育はこのうち①と②に基づく放射線業務従事者としての認定を受ける者に対する教育であり、③に基づく放射線業務従事者としての認定を受けるためには、別途定められた教育を受講する必要がある。

本教育には、放射線業務従事者として認定されるために必要な教育と、研究所における放射線取扱施設・原子炉施設等を使用するために必要な教育が含まれる。なお、原子炉施設保安規定に定められた部室員や、特定設備及び臨界実験装置の使用者等は、「年度教育訓練実施計画」に定められた教育を別途受講する必要がある。

研究所の所員等（所員、研究所が受け入れた学生、研究生、研究員又は研修員）以外の者が研究所の施設を使用する場合には、次の(1)～(3)に示す事項が必要である。

- (1) 当該者の所属機関において障害防止法に基づく放射線業務従事者として登録されていること。
- (2) ②に基づく放射線業務従事者として認定されるために必要な教育を受講していること。
- (3) 研究所における放射線取扱施設・原子炉施設等を使用するために必要な教育を受講していること。

なお、所員等以外の者に対する被ばく管理は、研究所の管理区域内における被ばくに限定し、その被ばく線量は当該者の所属機関の放射線取扱主任者を通して当該者に通知される。

* 障害防止法及び原子炉等規制法の改正を行う「原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律」が平成29年4月14日に公布となり、この法律に従い各種規則等の整備が進められている（3年以内にすべての改正法が施行となる予定）。この法改正に伴い、研究所の各種規定類（予防規定、保安規定及びこれらの下部規定）も順次改定が行われることから、これら規定類を参照の際には常に最新版であることを確認すること。

2. 放射線の人体に与える影響

1. 基本的事項

放射線の生物作用の標的は遺伝子(DNA)であり、放射線の人体影響は分子レベルでのDNA損傷から始まり、細胞レベル、組織・臓器、個体の各レベルを経て臨床症状として現れる。放射線の人体影響は、急性障害とその結果としての死、長期間後に遅れてあらわれる発ガン等の晩発障害、さらに次世代にあらわれる遺伝的影響の3つに大別される。

2. 放射線影響の修飾因子

- 放射線の種類
α線・β線・γ線・X線・中性子線などの種類により影響が異なる。
- 放射線の線量と線量率
- 被ばくの様式
外部被ばく・内部被ばく
- 被ばくした身体の部位
全身被ばく・局所被ばく
- 被ばくの時間配分
急性被ばく・慢性被ばく

3. 放射線の人体影響の分類

1) 身体的影響と遺伝的影響

身体的影響：放射線により体細胞におきた障害により生じるもので、放射線を受けた個人にあらわれる影響。

遺伝的影響：放射線により生殖細胞に突然変異が起きて生じるもので、放射線を受けた人の子孫にあらわれる影響。

2) 確定的影響と確率的影響

確定的影響(非確率的影響)：ある量以上の放射線をうけないと起こらない影響。
この時の限界線量をしきい値という。

確率的影響：うける線量がゼロでない限り小さい確率であるが起こるとされている影響。

4. 放射線感受性

1) ベルゴニー・トリポンドーの法則

雄ネズミの生殖組織に対する放射線影響の研究から、ベルゴニーらは、組織の放射線感受性に対して<放射線に対する細胞の感受性は増殖の活動力の程度に比例し分化の程度に逆比例する>ということを発表した。

つまり、細胞分裂の頻度の高いものほど

細胞分裂の数が多いものほど

形態・機能が未分化なものほど放射線感受性が高い。

2) 組織の放射線感受性の差

感受性が高いもの : 生殖腺、骨髄、リンパ組織、脾臓、胸腺、胎児の組織
中程度のもの : 皮膚、胃、腸管、眼、肝臓
低いもの : 筋肉組織、結合組織、血管、脂肪組織、神経組織、骨

5. ヒトの放射線急性障害と放射線死

全身被ばくしたヒトの障害は被ばく線量により症状、転帰がほぼ決まっている。

0.25Gy以下 : 症状なし
0.25~0.5Gy : リンパ球の一時的減少
1~2Gy : 放射線宿酔、リンパ球の明らかな減少
2~6Gy : 造血障害

初期 / 1-2時間後から放射線宿酔が起こり、1-2時間続く。

潜伏期 / 第1週 リンパ球、顆粒球の減少。症状なし。

増悪期 / 第2週 紅斑、脱毛、食欲不振、発熱、全身倦怠感

第3週 口内炎、喉頭炎

第4週 下痢、衰弱、感染

回復期 / 1ヶ月後~数ヶ月

ヒトのLD₅₀₍₃₀₎ (半数致死線量。半数が被ばく後30日以内に死に至る線量) は 4 Gyと推定されている。

6~10Gy : 造血機能障害による死
10~数10Gy : 被ばく後数時間で激しい嘔吐、下痢。消化管障害で2週間以内に全員死亡。
50Gy以上 : 全身けいれんを起こし1~5日後に死亡。(中枢神経死)
数百Gy以上 : 24時間以内に死亡。(分子死)

6. 臓器・組織の確定的影響としきい線量

皮膚 脱毛は3Gy以上、被ばく後3ヶ月で一過性、同時に一過性紅斑
3~6Gyで2週間後に紅斑・色素沈着、
7~8Gyで1週間後に水泡、
10Gy以上で1週間後に紅斑、水泡、潰瘍形成、
20Gy以上で難治性潰瘍その後皮膚ガンへ移行

生殖器 精巣 : 0.15Gyで一過性の不妊(一時的な精子数の減少)、
3~6.5Gyで永久不妊

卵巣 : 0.65~1.5Gyで一過性の不妊、2.5~6Gyで永久不妊

眼の水晶体 水晶体混濁は2Gy、白内障は5Gy。

白内障は被ばく後約5年で発症し、潜伏期間は線量や照射期間に関係ないとされる。

7. 放射線被ばくの遺伝的影響

ヒトでの放射線被ばくの遺伝的影響は確認されていない。
動物実験では、X線照射後に性染色体に生じた突然変異の発生率は線量とともに増加することが証明されており、このことより、しきい値がないことは正しいと考えられている。
放射線被ばくによる遺伝的影響は、自然発生の遺伝的影響と質的には変わらないとされている。
ICRPによる遺伝的影響の確率の推定法は、マウスの低LET放射線低線量率照射のデータから推定している。

8. 放射線被ばくによる発がん

- 1) ヒトを対象にした疫学調査の結果（原爆被爆者の調査）で100mSv以上の被ばくで統計学的に有意な癌の過剰発生が認められている。
- 2) 50～100mSvの線量の被ばくでは、癌の発生率は増加していない。
- 3) 放射線防護の観点から、被ばく線量と癌発生率の関係は、しきい線量のない比例関係で表すとする安全側に立つという見解がとられている。

9. 個人被ばくの線量限度

放射線による人体への影響については、被ばく線量が非常に高いレベル(数百ミリシーベルト)については認められているが、微量の放射線(数ミリシーベルト以下)では何らかの影響が認められたケースはこれまでに確認されていない。放射線防護の立場からは、たとえ確率はごくわずかでもうけた線量に比例して障害は生ずるとする方が安全であり、このような仮定にたって放射線防護の対策がとられている。

放射線を取扱う職業人や一般人の放射線被ばくに対して、1990年に国際放射線防護委員会(ICRP)では、放射線防護上被ばく線量について線量限度を勧告している。わが国でもこの勧告に示された個人被ばく線量限度を平成13年4月から採用している。

| 対象 | 放射線業務従事者 | 一般公衆 (業務所境界) |
|-----------|------------------------------------|-----------------|
| 実効線量 (全身) | 100mSv / 5年 50mSv / 1年 | 1mSv / 1年 |
| 女子(妊娠可能者) | 5mSv / 3ヶ月 | |
| 等価線量 | | |
| 目の水晶体 | 150mSv / 1年 | 15mSv / 1年 |
| 皮膚 | 500mSv / 1年 | 50mSv / 1年 |
| 手先・足先 | 500mSv / 1年 | |
| 妊娠・出産まで | 申告後の残りの妊娠 期間中、腹部表面に おいて 2mSv | |

3. 関連法令・規定等

3. 1 放射線障害防止法及び予防規程等

1. 本節の概要

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（以下「障害防止法」という）の目的は、原子力基本法にのっとり、放射性同位元素や放射線発生装置の取り扱いを規制することにより、放射線による障害を防止し、公共の安全を確保することにある。障害防止法の下には、“法律施行令（政令）、法律施行規則（規則）、告示”があり、さらにこれらを補完するものとして関係局長、課長などから出された通達がある。法律は立法機関である国会において根本的なこと、原則的なことを定め、細かいことは順次、政令、規則、告示に定められている。

原子力基本法では、この障害防止法のほか、核燃料物質の安全管理及び原子炉の運転管理を行うために核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という）が定められている。研究所は、原子炉を有する原子力施設として原子炉等規制法と放射線施設として障害防止法の両方の規制を受けている。ここでは障害防止法とその関連規定について概要を記す。

2. 障害防止法の概要

まず、「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（障害防止法）」では、放射線障害の防止のための基本的な考え方と承認の手続き、使用者の義務などが述べられている。使用者にかかわる主な項目は以下の通りである（平成32年4月までに施行される内容も含んでいる）。

第1章 総則 目的 放射線、放射性同位元素、放射線発生装置などの定義

第2章 使用の許可と使用の届出のための手続きと使用の許可の基準など

第3章 表示付認証機器について

第4章 使用者の義務 施設検査、定期検査、使用施設の適合基準義務、使用や保管の基準、運搬の基準、廃棄の基準、測定、放射線障害予防規程の作成、教育訓練、健康診断、特定放射性同位元素の防護、記帳、原子力規制委員会への報告、危険時の措置など

第5章 放射線取扱主任者の選任、義務などに関する事

第6章 許可届使用者の義務 PDCAサイクル

第7章 登録認証機関

第8章 雑則

第9章 罰則

次に、「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施行令（政令）」では、障害防止法の規制内容について具体的方法が示されている。

第1章 放射性同位元素などの定義（数量および濃度による定義）

放射線発生装置の定義（周辺での最大線量当量率による定義）

- 第2章 許可の申請と届出のために必要な記載事項
- 第3章 承認の条件としての技術的基準に関すること
具体的な数字は告示で決められている

「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施行規則（規則）」では、法に定められた規制条件を実現するために、放射線取り扱い施設の現場において、具体的に実現すべき項目と実現の方法について、詳しく決められている。放射性同位元素の使用量、核種等の変更や施設の新設等の申請には以下の第1～3章を中心に検討して変更申請書が準備される。

第1章 定義
(用語の定義)

管理区域 作業室 汚染検査室 排気設備
放射線業務従事者 放射線施設 実効線量限度
等価線量限度 空气中濃度限度 表面密度限度 など

第2章 許可の申請

第3章 使用施設等の基準、使用・保管・運搬の基準等

例えば使用施設の基準として、
耐火構造、線量限度（管理区域、敷地境界）、汚染検査室の設置、
インターロックの設置、標識、業務従事者の線量低減、
作業室での飲食の禁止、など

第4章 測定等の義務

外部被ばく線量の測定（1 cm線量当量、70 μm線量当量）等
放射線障害予防規程に定めるべき内容に関すること
教育訓練の期間・項目等
健康診断の内容
記帳すべき項目

第5章 放射線取扱主任者

選任、代理者の選任、試験に関すること等

最後に、「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（告示）」では、放射線管理の現場で規制の対象となる以下の諸項目について、具体的な数値があげられている。

放射性同位元素として扱うべき数量及び濃度
管理区域の条件
実効線量限度
空气中濃度限度
表面密度限度
排気・排水中の濃度限度 など

3. 放射線障害予防規程および同実施細則

「放射線障害予防規程（以下「予防規程」という）」は、「障害防止法」及び「電離放射線障害防止規則（以下「電離則」という）」に基づき、研究所における放射線管理を徹底し、放射線

障害の発生を防止するために定められ、文部科学大臣に届出されたものである。法令で規定されている予防規程に定めるべき主な事項と、研究所の予防規程の中でそれに対応する箇所を次に示す。

- (1) 取扱いに従事する者に関する職務及び組織に関すること。(予防規程：第1，2章)
- (2) 放射線取扱主任者その他の取扱いの安全管理に従事する者に関する職務及び組織に関すること。(第1，2章)
- (3) 放射線取扱主任者の代理人の選任に関すること。(第1章)
- (4) 放射線施設の維持及び管理に関すること。(第3，4章)
- (5) 放射線施設(又は管理区域)の点検に関すること。(第4章)
- (6) 放射性同位元素又は放射線発生装置の使用に関すること。(第5章)
- (7) 保管、運搬又は廃棄に関すること。(第5，6章)
- (8) 放射線の量等の測定、記録、保存に関すること。(第7，8章)
- (9) 教育及び訓練に関すること。(第10章)
- (10) 健康診断に関すること。(第9章)
- (11) 傷害を受けた者等に対する保健上必要な措置に関すること。(第9章)
- (12) 危険時の措置に関すること。(第11章)
- (13) その他放射線障害の防止に関し必要な事項。(第12章等)

また、「放射線障害予防規程実施細則(以下「実施細則」という)」は、上述の予防規程第10条第1項に基づき、放射線障害防止のために遵守すべき事項をさらに詳細に定めたものである。実施細則の内容は以下に示す通りである。

第1章 総則

趣旨、適用範囲、管理区域立入者の遵守義務、安全管理

第2章 管理区域等

管理区域、立入制限区域

第3章 放射性同位元素等の使用、保管・貯蔵、運搬、廃棄

R I 等取扱上の基本的事項、R I 等の取扱いに必要な手続事項、
R I 等取扱上の遵守事項、放射線発生装置及びγ線照射装置等の使用

第4章 放射線安全管理

被ばく管理、施設・環境安全管理、線源管理、その他

第5章 記帳

放射線同位元素出納簿、保管簿、使用簿
γ線照射装置使用簿
放射線発生装置使用簿
放射性廃棄物処理簿、一時保管簿、保管廃棄簿

第6章 施設の維持及び管理

施設責任者等、施設の点検、修理・改造

放射性同位元素、放射線発生装置等の使用及び放射線施設の維持・管理等のために必要な様式一覧は実施細則の別表に掲げてある。

3. 2 原子炉等規制法及び保安規定等

1. 原子炉等規制法の概要

表記の「原子炉等規制法」とは「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」の略称であり、「保安規定」とは「原子炉施設保安規定」の略称である。両者の内容を認識するのが本節の目的である。

原子炉等規制法は、原子力基本法の本質にのっとり制定され、合計12の章より構成されている。

そのうち、研究所における原子炉関係・核燃関係の事項等に関連する章は

- ① 「第4章 原子炉の設置、運転等に関する規制」
- ② 「第5章の3 核燃料物質等の使用等に関する規制」
- ③ 「第5章の4 原子力事業者等の責務」
- ④ 「第6章の2 国際規制物資の使用等に関する規制等」

に、ほぼ限られる。

原子炉等規制法に伴う種々の政令・省令がある。

まず、政令である法律施行令は法律と同じ名称（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令）になっている。ここでは、法律施行令という名の通りの事項が定められている。例えば、特有な用語の定義、各種の許可申請・届出の手續、原子炉の分類、核燃料物質の種類や数量などが含まれる。

次に、省令である規則は、①に関しては「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則（以下「試験炉規則」という）」がある。これはKUR及びKUCAの安全規制の骨格を構成する総府令である。試験炉規則に定められている事項を列記すると次のようになる。

各種定義、各種許可申請の詳細、各種の検査、溶接に関する事項、運転計画実施、記録とその保存、管理区域と線量制限、施設の巡視点検、核燃料・放射性物質の運搬・貯蔵・廃棄、防護措置、保安規定、核物質防護規定、原子炉主任技術者の選任、危険時の措置、報告の徴収、解体・解散

また、①に関して、「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」もあり、これは試験研究用等原子炉の位置、構造及び設備が災害の防止上支障がないことを原子力規制委員会が判断する基準（許可の基準）である。この規則は、福島第一原子力発電所の事故を踏まえて新たに策定された原子力規制委員会規則である。いわゆる「新規制基準」は、この規則を指している。

このほか、①に関しては、「試験研究の用に供する原子炉等の性能に係る技術基準に関する規則」という原子力規制委員会規則があり、試験研究用等原子炉が維持しなければならない性能に係る技術基準を定めている。

②に関しては「核燃料物質の使用に関する規則」という総府令がある。研究所では「実験用核燃」と称する燃料に関する規則であって、KUR及びKUCAの運転に用いる燃料は本規則から除かれる。定められている事項は①に定められた事項に類似のものであるが、原子炉主任技術者でなく核燃料物質取扱主務者となっている。

④に関しては「国際規制物資の使用等に関する規則」という総府令がある。「国際規制物資」とは、核兵器の不拡散に関する国際条約等に基づき保障措置の適用その他の規制を受ける核

原料物質、核燃料物質、原子炉その他の資材又は設備であり、総理府告示によりその詳細が定められている。これを受けて、研究所ではKUR燃料、KUCA燃料、実験用核燃料等に関して「計量管理規定」を定めており、規定の名称のとおり、核燃料物質等の流れを定量的に厳格に管理している。

なお、③に関しては、原子炉等規制法において、原子力事業者等は「原子力施設における安全に関する最新の知見を踏まえつつ、核原料物質、核燃料物質及び原子炉による災害の防止に関し、原子力施設の安全性の向上に資する設備又は機器の設置、保安教育の充実その他必要な措置を講ずる責務を有する」と記載している。これに関する政令・省令は策定されていない。

2. 保安規定等

1) 保安規定の概要

保安規定は、原子炉等規制法第37条の定めるところに基づき、原子炉設置者（京都大学総長）が申請して原子力規制委員会の承認を受けたものであり、KUR及びKUCAに関して一体の保安規定になっている。保安規定に記載すべき内容は試験炉規則第15条に規定されている。以下に研究所における保安規定の内容を概説する。

<原子炉施設保安規定で定めた事項>

- 第1章 総則
- 第2章 組織及び職務
- 第3章 研究炉の取扱い
- 第4章 臨界装置の取扱い
- 第5章 放射性廃棄物の廃棄
- 第6章 放射線管理
- 第7章 教育訓練
- 第8章 異常又は非常の場合の措置
- 第9章 施設定期自主検査、定期的な評価、改造等及び保守業務
- 第10章 品質保証
- 第11章 保安に関する記録

2) 安全組織

組織に関して定められた条文から組織を図示すると図3.2-1のようになる。総長の下に所長が全体を統括し、その下に6部・3管理室構成になっている。原子炉安全委員会は、所長を議長とし、学内外の学識経験者若干名、KUR原子炉主任技術者、KUCA原子炉主任技術者及び放射線取扱主任者により構成され、原子炉施設の保安に関する事項を審議するという、高い権限と責任を有する委員会である。

KUR原子炉主任技術者及びKUCA原子炉主任技術者は原子炉主任技術者免状を有する者の中から総長が選任し、原子力規制委員会に届出された者であって、保安の監督をその役目としている。原子炉主任技術者は研究所の安全組織系統とは、性格的に独立した立場から、職員等に対して保安上の必要な指示を与えるほか、保安上必要な措置の実施について、所長に意見を申し出るものとなっている。放射線障害予防規定によって位置づけられる放射線取扱主任者及び核燃料物質使用施設保安規定にて位置づけられる核燃料取扱主務者も、概ね原子炉主任技術者と同様の

性格を有している。中央管理室は、原子炉施設の保全及び運転の管理のための監視及び指示、保安のための教育訓練の実施、保安のための教育訓練の実施、各部門間の連絡調整並びに異常時における指示を行うために置かれている。

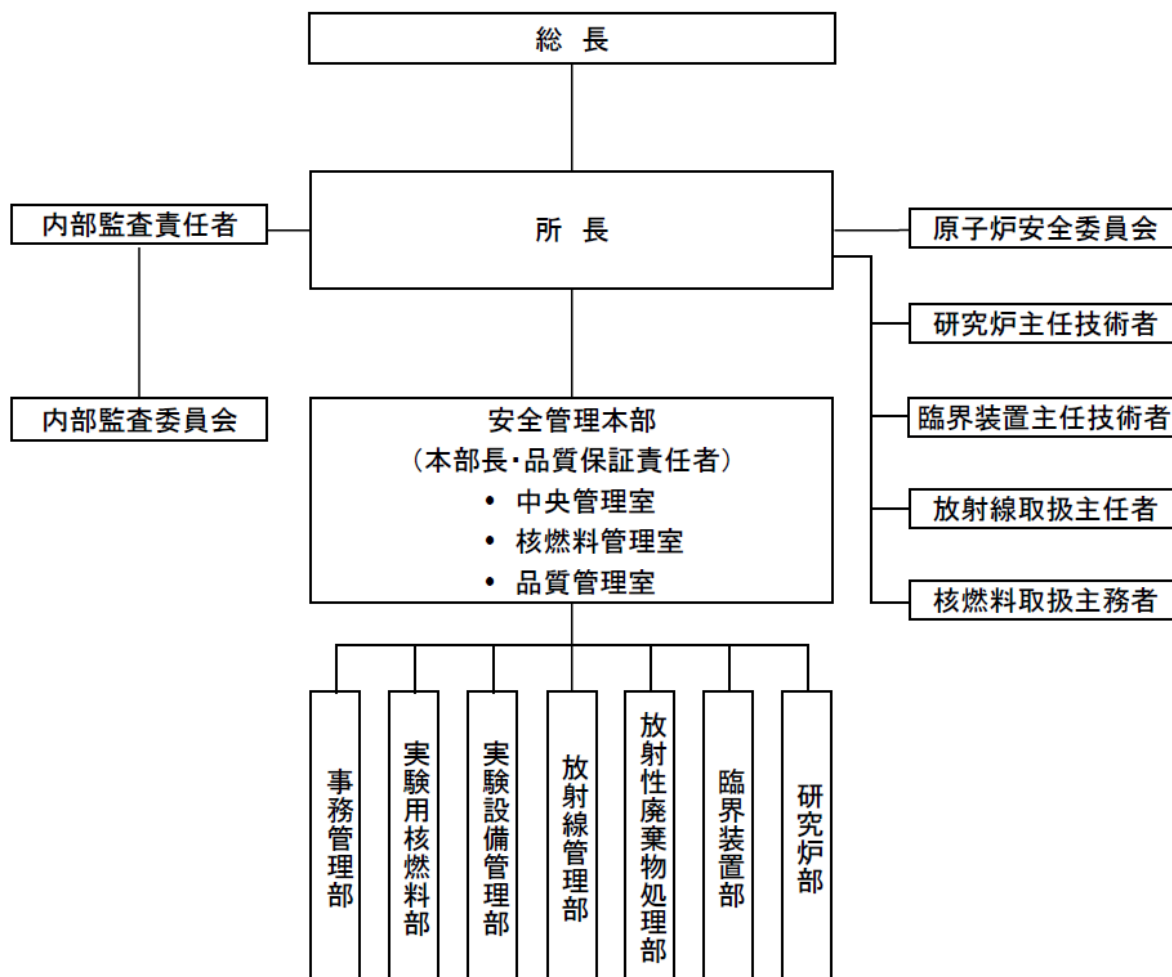


図3.2-1 原子炉施設に関する安全組織図
(保安規定に記載されていない組織も併せて記載してある。)

3) 放射線管理に関すること

保安規定では、管理区域、保全区域、周辺監視区域が設定されており、それらの関係は図3.2-2のようになる。予防規定で設定されている管理区域と保安規定で設定されている管理区域とは異なることに留意する必要がある。なお、研究所では後者は前者の部分区域になっている。

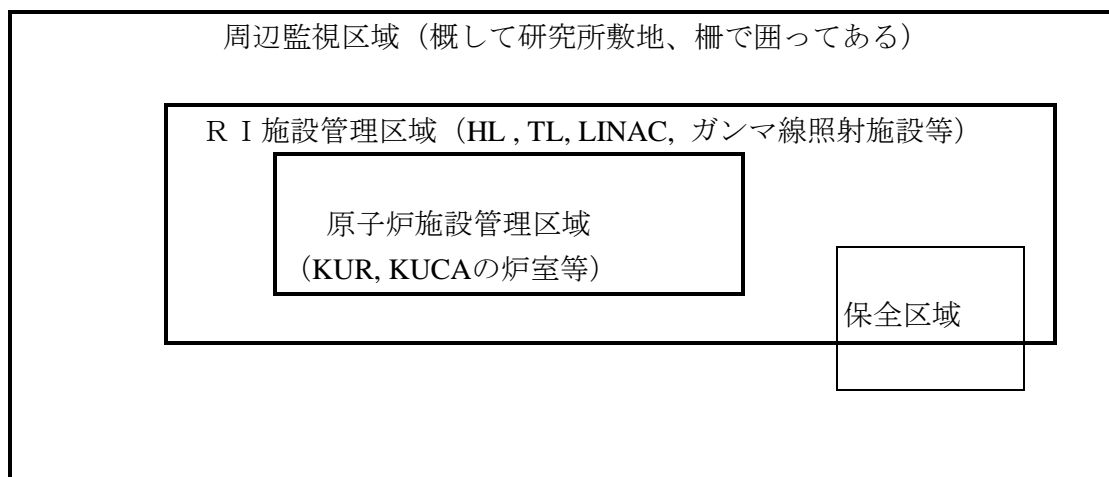


図3.2-2 管理区域、周辺監視区域等の概念図

管理区域に関する出入り管理等に関しては、管理区域出入口に掲示された放射線管理上の注意事項を遵守しなければならない。

4) 保安指示書

表記の「保安指示書」は「原子炉施設保安指示書」の略称であり、原子炉施設の点検、運転及び操作、核燃料物質等の取扱いその他原子炉施設の取扱いについて、保安規定第17条の定めるところに基づき定められている。原子炉施設の利用等に必要な書式は保安指示書に掲げられている。

5) その他施設の使用者に必要な事項

以下、施設の利用者に必要とされる主要な条項を保安規定から抜粋する。

第3章 研究炉の取扱い

第8節 研究炉の使用

(使用の許可)

第48条 研究炉を使用して実験を行おうとする者及び第46条の特性測定、機器の調整又は検査のために運転を必要とする研究炉部長は、KUR実験記録等の使用申込書を提出し、所長の許可を受けなければならない。

2 前項の許可には、安全のため必要な使用上の制限条件を付することができる。

3 所長は、第1項の許可を与えるに当たっては、安全委員会の安全審査を経なければならない。ただし、当該使用に係る実験が既に安全に実施された実験と比較して、より安全であるか、又は極めて類似した条件の実験であると研究炉主任技術者が認めた場合は、この限りでない。

(実験の実施)

第49条 研究炉の使用の許可を受けた者(以下「研究炉使用者」という。)は、その使用に際して、研究炉の実験に対するKUR実験記録等の交付を受け、当直運転主任に提示しなければならない。

- 2 研究炉使用者は、実験に当たっては、外部放射線に係る線量及び放射性廃棄物の発生をできるだけ少なくするように努めなければならない。
- 3 研究炉部長は、研究炉使用者の実験が第1項のKUR実験記録等に従い安全に行われていることを確認しなければならない。

(実験後の報告)

第50条 研究炉使用者は、実験を終了したときは、KUR実験記録等に必要事項を記録し、中央管理室長に報告しなければならない。ただし、KUR実験記録については、実験終了時に当直運転主任に確認を得なければならない。

(物品の持込み)

第50条の3 原子炉室内には不要な物品を持ち込んで서는ならない。

- 2 原子炉室内に可燃性物品を持ち込む必要がある者は、持ち込む可燃性物品について研究炉部長に届け出なければならない。ただし、可燃性物品を原子炉室内に放置することなく、直ちに持ち出す場合はこの限りではない。
- 3 前項の可燃性物品を原子炉室内に持ち込む場合であって、保安指示書に定めるところの制限を逸脱するおそれのある場合は、火災影響低減のために必要な措置について記入した KUR 可燃性物品持込許可願を予め提出し、研究炉部長の許可を得なければならない。
- 4 前項の許可には、安全のため必要な使用上の制限条件を付することができる。
- 5 研究炉部長は、原子炉室内に持ち込まれた可燃性物品を適切に管理しなければならない。

(使用許可の取消し、使用の停止)

第51条 所長は、研究炉使用者がその使用に関し、故意又は過失によって、この規定又はこれらに基づく当該職員の保安上の指示に重大な違反を犯した場合、その者に係る研究炉の使用の許可を取り消し、又は一定期間、研究炉及び臨界装置を使用させないことができる。

第7章 教育訓練

(教育訓練の実施方針)

第130条 所長は、原子炉施設に係る安全及び作業員等に係る放射線安全を確保するため、教育訓練を実施する。

- 2 中央管理室長は、前項の教育訓練についての実施計画を年度毎に作成し(以下「年度教育訓練実施計画」という。)、当該主任技術者がその内容を精査したのち、所長の承認を受けな

ればならない。

- 3 中央管理室長は、前項の年度教育訓練実施計画の作成に当たっては、放射線業務従事者としての認定に必要な教育訓練は別表第18、研究炉部運転班員及び臨界装置部運転員に対する教育訓練は別表第19、部員及び室員並びに原子炉施設の保全の業務に従事する者に対する教育訓練は別表第20、品質保証活動に係る教育は別表第21に基づかなければならない。
- 4 年度教育訓練実施計画を年度途中に変更する必要がある場合の手続きは、第2項に準じるものとする。

(放射線業務従事者としての認定に必要な教育訓練)

第131条 中央管理室長は、放射線業務従事者としての認定に必要な教育訓練を、年度教育訓練実施計画に基づいて実施しなければならない。

(部員及び室員並びに原子炉施設の保全の業務に従事する者に対する教育訓練)

第132条 研究炉部長、臨界装置部長、放射性廃棄物処理部長、放射線管理部長、実験設備管理部長及び事務管理部長並びに中央管理室長、核燃料管理室長及び品質管理室長（以下「各部室長」という。）は、それぞれの部員及び室員並びに原子炉施設の保全の業務に従事する者に対し、当該者が従事する業務に照らし合わせて必要となる教育訓練を、年度教育訓練実施計画に基づいて実施しなければならない。

(原子炉施設使用者に対する教育訓練)

第133条 中央管理室長は、原子炉施設を使用して実験を行おうとする者に対し、当該実験の内容に照らし合わせて必要となる教育訓練を、年度教育訓練実施計画に基づいて実施しなければならない。

3. 3 核燃料物質使用施設保安規定と核物質防護

1. 核燃料物質使用施設保安規定の制定について

- 1999年9月30日の J C O 臨界事故が契機となって原子炉等規制法が改正（法第56条の3関係）され、原子炉等規制法施行令第16条の2に基づく保安規定を有する核燃料物質使用施設の条件は以下のように改正された。

（改正前）

以下の核燃料物質を有する者

- (1) Pu：1g以上（密封 Puの場合450g-Pu以上）
- (2) 3.7 TBq以上の使用済燃料
- (3) U量1 ton以上の六フッ化ウラン
- (4) U量3 ton以上の液体状ウラン及びその化合物

（改正後）

上記各号に、以下の事項が追加。

- (a) U-233：500g以上
- (b) 5%以上の濃縮ウランで、700g-U235以上
- (c) 5%未満の濃縮ウランで、1,200g-U235以上

- 研究所の核燃料物質使用施設では、施行令改正後の(b)に相当するため、平成12年9月29日付けて「核燃料物質使用施設保安規定」を制定した（最新版は平成21年6月15日付）。

保安規定の対象施設及び設備：

- ・ 特別核燃料貯蔵室（臨界装置棟）： XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

- 保安規定の構成

使用施設保安規定の対象となっている特別核燃料貯蔵室では、当該核燃料の貯蔵のみを目的としているため、保安活動の内容は、放射線管理、保守管理（定期的な点検、検査）が主体となっており、原子炉施設に比べるとごく限定されている。

| | |
|-------|--------|
| 第 1 章 | 総則 |
| 第 2 章 | 保安管理組織 |
| 第 3 章 | 保安教育 |
| 第 4 章 | 放射線管理 |
| 第 5 章 | 放射線測定 |
| 第 6 章 | 保守管理 |

| | |
|--------|-----------------|
| 第 7 章 | 核燃料物質の受渡し、貯蔵、運搬 |
| 第 8 章 | 放射性廃棄物の管理 |
| 第 9 章 | 非常時の措置 |
| 第 10 章 | 品質保証 |
| 第 11 章 | 記録及び報告 |

2. 核物質防護について

2.1 核物質防護とは

核燃料物質は、エネルギー資源等の平和利用目的のみならず、潜在的に兵器への転用といった非平和目的の利用可能性を有している。また、核燃料を用いた原子炉施設や核燃料取り扱い施設に内在されている放射性物質が、悪意をもって環境に放出されることにより、社会に多大な影響を及ぼす可能性もある。

このため、核燃料物質が不法に盗取されたり、核燃料物質を使用している施設が不法に破壊されることを防ぐために、ある特定の種類、量を超える核燃料物質については、「**核物質防護**」と総称される様々な措置を施して、これらの不法行為を防ぐということが法令で定められている。

核物質防護の目的のうち、核燃料物質（核物質）の盗取防止という概念は古くからあり、核兵器の拡散を防ぐための核不拡散体制の中では、制度的（ソフト的）なアプローチである保障措置（核燃料に関する定期的な報告の提出、IAEAによる定期的な査察、など）と、物理的（ハード的）なアプローチである核物質防護¹（核物質を強固な建物内に保管する、監視装置・警報装置を施す、など）を組み合わせている。

一方、原子力施設への妨害破壊行為の防止という概念は、比較的新しい概念で、既存の核物質利用施設を破壊することにより、放射性物質による環境影響・人体影響を引き起こし、ひいては社会騒乱を引き起こすということを防止するもの（いわばテロ対策に近いもの）である。

2.2 核物質防護規定

ある特定の種類、量を超える核燃料物質を利用している施設については、法令により、施設・核燃料物質に対する核物質防護措置を「核物質防護規定」として取りまとめ、国の認可を得ることが要求されている。

¹ 「核物質の物理的防護」という意味で、“Physical Protection”、略して「PP」とも称されている。

現在、研究所では、KUR関連施設、KUCAを対象とした「原子炉施設核物質防護規定」と、原子炉燃料以外の核物質（実験用核燃料物質等）を対象とした「使用施設等核物質防護規定」が定められている。

2.3 核物質防護のための取り組み

2.3.1 防護のための区域分け：立入制限区域、周辺防護区域と防護区域

核物質防護のためには、防護の対象となる核燃料物質の種類、量などに応じて、適切な区分分け（区分I～III）を行い、建物、施設ごとに区域を分けて管理が行われる。

（未照射の核物質）

| | | 区 分 | | |
|----------------|----------------------|----------|-----------------------|------------------------|
| | | I | II | III |
| プルトニウム | | 2キログラム以上 | 500グラムを超え 2キログラム未満 | 15グラムを超え 500グラム以下 |
| * 濃縮 ウラン | 20%以上 | 5キログラム以上 | 1キログラムを超え 5キログラム未満 | 15グラムを超え 1キログラム以下 |
| | 10%以上 20%未満 | | 10キログラム以上 | 1キログラムを超え 10キログラム未満 |
| | 天然ウランの比率 を超え10%未満 | | | 10キログラム以上 |
| ウラン-233 | | 2キログラム以上 | 500グラムを超え 2キログラム未満 | 15グラムを超え 500グラム以下 |

* 濃縮ウランについては、ウラン-235の量を示す。



（照射済核物質）

| 核物質の種類 | |
|---|---|
| 核物質を照射して、1メートル離れた地点での空気吸収線量率が1グレイ毎時以下のもの | 未照射核物質の区分に従う |
| 核物質を照射して、1m離れた地点での空気吸収線量率が1グレイ毎時を超えるもの（濃縮度が10%未満の濃縮ウランを除く）（ガラス固化体に含まれるものは除く）注1* | 未照射核燃料の区分から1ランク下げることが可能 （照射前に区分Ⅲのものは同ランクとする） |
| 天然ウラン、劣化ウラン、トリウム、濃縮度が10%未満の濃縮ウランを照射して、1メートル離れた地点での空気吸収線量率が照射直後において1グレイ毎時を超えるもの | 区分Ⅱ |

注1* 核物質を照射して1メートル離れた地点での空気吸収線量率が1グレイ毎時を超えるガラス固化体に含まれる核物質は、「防護対象特定核燃料物質」から除かれる。

核燃料物質の区分

研究所では次のとおり核物質防護のための区域が設定されている。

- 防護区域：強固な壁等で核物質を格納して防護する。
→ 

- 周辺防護区域：特定の防護区域の周りに設けられるもので、柵等で防護区域を囲い、人の侵入を確認できる装置等を設置。
→ KUCA棟（フェンス内部）
- 立入制限区域：防護区域・周辺防護区域の周辺に設けられるもので、人の立ち入りを制限するための区域。柵などの障壁によって区画される（平成24年の法令改正により追加）。
→ 敷地内の全域（周辺監視区域内部）²

2.3.2 法令で要求されていることから

核物質防護においては、法令でさまざまな措置が要求されている。大きくわけてハード面とソフト面の措置があり、実験、運転管理など施設を利用する場合には、特にソフト面での要求事項について十分に理解しておく必要がある。

1) ハード面での要求事項

施設に応じて、警戒装置、監視装置、出入管理装置等が設けられている。

2) ソフト面での要求事項

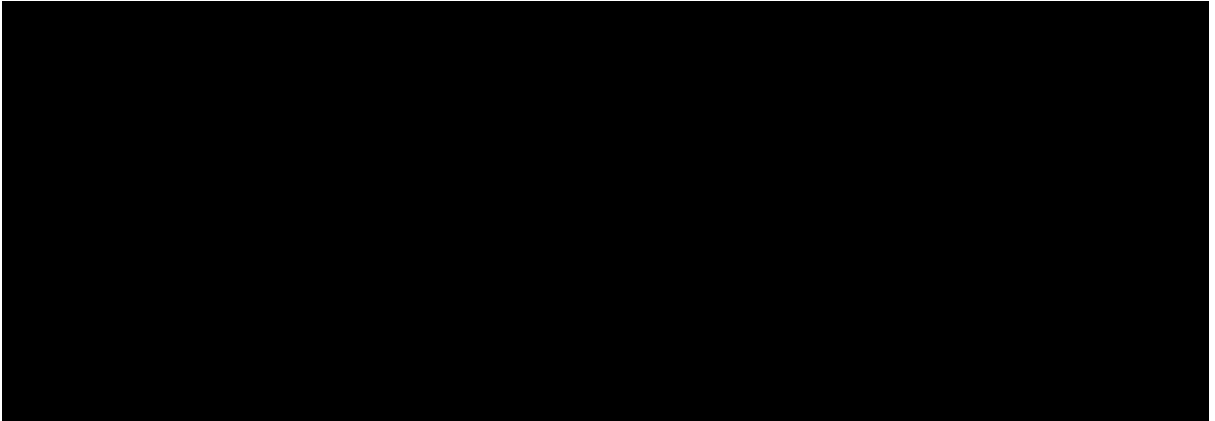
ソフト面では、出入管理、情報管理、核物質防護規定・下部規定の策定及び遵守、教育訓練がある。これらのうちで、基本となることからは、出入管理と情報管理である。

■ 出入管理

防護区域、周辺防護区域、立入制限区域へは、立ち入りが認められたものしか立ち入ることができない。また、認められた者であることを示すもの（許可証など）を所持して掲示する必要がある。このため、研究所では、立ち入りが認められた者に対して各種の立入者証を発行している。

これらの立入者証は、各々の区域への立ち入りの許可証であるとともに、一部の立入者証については、区域出入口での認証機能がつけられている。

² 現時点（平成24年10月現在）は周辺監視区域フェンス内部を立入制限区域として管理。今後一部変更予定あり。



立入者証の例（左：職員用常時立入者証、右：KUCA棟への臨時立入者証）

注意：構内では立入者証をかならず身につけて掲示してください！

立入者証には、**常時**立入者証と**臨時**立入者証があり、次のように区別されている。

- 常時立入者：研究、業務等で当該区域に常時立ち入る必要のある者で、他の付き添いなしでの立ち入りが認められている者。常時立入者証には顔写真を貼付。
- 臨時立入者：研究、業務等で当該区域に一時的に立ち入る必要のある者。
【防護区域については、常時立入者の付き添いのもとで各区域への立ち入りが認められる】

また、次のような色分けにより、所持者の身分等が判別できるようにしている。

- 職員：青色
- 学生、研究員等：緑色
- 共同利用者：黄色（常時、臨時あり）
- 上記以外の防護区域、周辺防護区域への臨時立ち入り者：紫色
- 上記以外で、防護区域、周辺防護区域に立ち入らない者：赤色

また、防護区域、周辺防護区域への立ち入りに際しては、妨害破壊行為の防止、核燃料物質の不正な持ち出しの防止の観点から、人物、荷物、車両に対する物品検査を実施している。

■情報管理

核物質防護に関連する情報を「核物質防護秘密」及び「管理情報」に区分分けし、管理し

ている。これらの情報を知りえる者については、法令に基づく守秘義務が課せられている。

■核物質防護規定・下部規定の策定及び遵守

原子炉施設、核燃料物質等使用施設について、核物質防護規定及び下部規定（実施細則、情報管理要領、教育訓練計画等）を定めている。これらの防護規定の遵守状況については規制当局による年1回の検査が行われる。

■教育訓練

上記防護規定にのっとり、保安教育、再教育等を通じた教育と、緊急時における対応に関する訓練（核物質防護訓練）が行われる。

2.4 緊急時の連絡について

核物質防護上の緊急事態については、治安当局（警察）との連携が重要です。また、速報性が重要視される場合もありますので、防護区域、周辺防護区域において、妨害破壊行為や核燃料物質の盗取の可能性のある事態を発見した場合は、速やかに守衛所警備員、核燃料管理室に通報してください。特に、妨害破壊行為や核物質の盗取が明らかな場合は、まず治安当局に連絡し、守衛所警備員、核燃料管理室に連絡してください

4. 放射性汚染物の取扱い

1. 放射性汚染物の取扱いの概要

実験室等において固体あるいは液体の放射性汚染物が生じた場合には、そのまま放置しないで直ちに所定の要領に従って取扱い、正しく分類したうえで廃棄物容器・廃液容器に収納すること。この際、容器の表面を汚染させないように注意すること。

ここでは廃棄に当たっての要点を述べるが、放射性汚染物の取扱いについて不明な点が生じた場合は、容器に収納する前に放射性廃棄物処理部(以下「処理部」という。内線2380)に問い合わせること。

厳守事項： ○汚染物の区分 ○廃棄の記録

以下に述べる放射性汚染物の分類は、日本アイソトープ協会指定の分別収納を基準としたものである。この分類に従って分別収納されていない放射性汚染物、及び廃棄の記録が整備されていない放射性汚染物は収集できないため、容器に分別収納すること及び廃棄の記録を行うこと等を厳守されたい。

2. 固体汚染物

2-1 可燃物・難燃物・不燃物

- イ. RI使用に基づく固体汚染物は可燃・難燃・不燃を区別し、必ず別々の容器に収納すること。
- ロ. 可燃物とは綿手袋、木片、ろ紙等をいい、難燃物とは照射用カプセル、プラスチック類等をいい、不燃物とはガラス器具、金属片、塩化ビニール類等をいう。難燃物、不燃物の例を表4-1に示す。
- ハ. 廃棄物容器には放射性汚染物以外のものは絶対に入れないこと。

表4-1 放射性汚染物の分類と収納容器

| 放射性汚染物の材質 | 収納すべき容器に記載されている記号及び文字 |
|---|-----------------------|
| 難燃物；プラスチック類 (例 ポリエチレン、酢ビ、ポリスチレン) | ポリビン・照射カプセル (P) |
| 不燃物①；ゴム・塩ビ・アクリル類・金属片 (例 ゴム・ビニール製品、注射針) | ゴム・塩ビ・アクリル・金属片 (R) |
| 不燃物②；ガラス・せともの類 (例 ガラス、陶磁製品) | ガラス・せともの (G) |

2-2 非圧縮性不燃物

不燃物のうち次の①～⑤に示したものについては非圧縮性不燃物として区別して取り扱うので、その廃棄については処理部と事前に協議すること。

- ①土砂・コンクリート等、②金属塊、③ガラス・せとの塊類、
- ④建家の床材・ダクトの切断片、⑤その他①～④に類似したもの。

2-3 湿ったもの

ぬれたウエス等湿った汚染物は、十分乾燥させてから固体廃棄物容器に入れること。

2-4 スラリー状のもの

かゆ状、泥状等水分を多量に含む汚染物は乾燥させた上で固体汚染物とすること。

2-5 長半減期 β 核種(CI-36、Sr-90、Tc-99、I-129)で汚染された放射性汚染物

これらの核種で汚染された汚染物は他の β ・ γ 核種で汚染されたものと区別して別途収集するので、事前に処理部と打ち合わせの上、処理部で別途支給する専用容器に収納すること。この際これら4核種以外で汚染された放射性汚染物と混在させないようにすること。

2-6 核燃料物質・ α 放射体を含むもの等

核燃料物質で汚染された固体汚染物、 α 放射体を含む固体汚染物はすべて不燃物として取扱い、処理部で別途支給する核種ごとに定めた専用の容器(缶詰用缶)に収納すること。共同利用者が所内に持ち込んだものについては各自の所属機関に持ち帰ること。また、原子炉施設から発生する汚染物については事前に処理部と協議すること。

2-7 重金属などの有害物質を含むもの

特定の重金属その他有害物質などを含む固体廃棄物はすべて不燃物として取扱い、処理部で別途支給する専用の容器(缶詰用缶)に収納すること。また、共同利用者が所内に持ち込んだものについては所属機関に持ち帰ること。

2-8 建屋・フード等のフィルタ

放射性物質で汚染したフィルタを廃棄する場合には、事前に処理部と協議すること。

2-9 放射性汚染物記録票

汚染物を廃棄容器に収納するときは、必ず収納のつど、所定の放射性汚染物記録票(固体)に必要な事項を記入すること。

3. 液体汚染物

3-1 実験廃液

RI使用に基づく廃液はその液性に対応した廃液容器(ポリビン)に分別して入れ、絶対に直接「放射性流し」(表示あり)には捨てないこと。廃液を多量の水でうすめながら「放射性流し」に捨てることも同様に厳禁。

3-2 器具洗浄液

廃液を所定の廃液容器に入れた後、器具洗浄する場合には、洗びんを使用してなるべく少量の洗浄水で行い、2～3回目位までの放射能濃度が比較的高い洗浄液は廃液容器に入れること。それ以後のすすぎ水は「放射性流し」(表示あり)に捨てること。

器具洗浄に洗剤を使用した場合には2～3回目位までの洗浄液は発泡性廃液用の廃液容器(ポリビン)に入れ、それ以後のすすぎ水は「放射性流し」に捨てること。

3-3 放射性流し

冷却水及び非放射性廃水を「放射性流し」に絶対に流さないよう注意すること。

3-4 核燃料物質・ α 放射体を含む廃液

核燃料物質・ α 放射体を含む廃液は、原則として、蒸発固化した後、処理部で別途支給する核種ごとに定めた専用の容器に収納すること。廃液を「放射性流し」に捨てることは厳禁する。共同利用者が所内に持ち込んだものについては、核燃料物質及び α 放射体をできるだけ回収して所属機関に持ち帰ること。

3-5 重金属等の有害物質を含む廃液

特定の重金属その他有害物質等を含む廃液は、原則として、蒸発固化した後、処理部で別途支給する専用の容器に収納すること。廃液を「放射性流し」、「非放射性流し」に捨てることは厳禁する。

共同利用者が所内に持ち込んだものについては、重金属等の有害物質をできるだけ回収して所属機関に持ち帰ること。

3-6 有機溶媒またはトリチウムを含む廃液

有機溶媒またはトリチウムを含む廃液を廃棄しようとする場合は、あらかじめ処理部と協議すること。「放射性流し」には絶対に捨てないこと。

3-7 放射性汚染物記録票

液体放射性汚染物を廃棄容器に収納するときは、必ずそのつど、所定の放射性汚物記録票（液体）に必要事項を記入すること。

4. 気体汚染物

多量の放射性気体（ガス・エアロゾル）が発生するおそれのある場合には、放射線管理部及び処理部とあらかじめ協議すること。

5. 特別の汚染物

5-1 大型汚染物

実験台の汚染防止に用いたろ紙等その容積が大きくて、所定の容器に封入することが困難な場合は、あらかじめ、処理部と協議すること。

5-2 高レベルの汚染物及び廃液

線量率の高い固体汚染物（線量率が $500 \mu\text{Sv/h}$ 以上）及び高レベル廃液（ 20kBq/cm^3 以上）を廃棄する場合は、必ずあらかじめ処理部と協議すること。

5-3 備品

備品を放射性汚染物として廃棄する場合は、あらかじめ放射線管理部、処理部及び用度掛と協議すること。

5-4 水槽の汚泥等

廃水貯槽、ピット等に沈積した汚泥等の取却扱いについては、処理部と協議すること。

5-5 動物性汚染物

イ. 実験動物屍体とその排泄物、培地に用いた寒天状物質等は、すべて常温で長期間の保管に耐えるよう開腹等して十分乾痕させた後、所定の容器に収納すること。この際、乾燥度合と収納方法について処理部の指示に従うこと。

ロ. 毛及び生体組織片は灰化して廃棄容器に収納するか、あるいは凍結乾燥後動物用容器に収納すること。「流し」に捨ててはならない。

5-6 毒・劇物、人体からの排泄物・血液・血清及び、病原体の付着したもの等

次の①～④に示したものを含む放射性汚染物を廃棄する場合は、あらかじめ、放射線管理部及び処理部と協議すること。

- ①毒・劇物、爆発物及び自然発火するおそれのあるもの
- ②可燃性液体
- ③人体からの排泄物・血液・血清及び病原体の付着したもの
- ④腐敗又は多量の気体を発生する恐れのあるもの

次に記録票の書式の例を示す。

A No 105301

※印は必ず記入のこと

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--|
| R . R | H . L | T . L | W . D | L . A | C . A | γ | R . C | I . L | |
| 固体 放射性汚染物記録票 | | | | | | | | | |
| ※ 容器番号 | | | | | | | | | |
| ※ 廃棄者氏名 | | | | ※ 廃棄日時 | | 年 月 日 | | | |
| ※ 廃棄物質名 | | (ガラス、ゴム手袋 カプセル等具体的に) | | | | | | | |
| ※ 核 種 | 数量kBq | | | ※ 核 種 | 数量kBq | | | | |
| 1 | | | | 4 | | | | | |
| 2 | | | | 5 | | | | | |
| 3 | | | | 6 | | | | | |
| ※ 来 歴 | | 照射番号 | | RI届番号 | | | | | |
| 容器表面の1cm線量当量率 | | 廃棄前 _____ μSv/h | | | | | | | |
| | | 廃棄後 _____ μSv/h | | | | | | | |

注意 1. 廃棄するたびに記入のこと。
2. 核種欄不足のときは次の組を使用のこと。 京都大学原子炉実験所

A No 100251

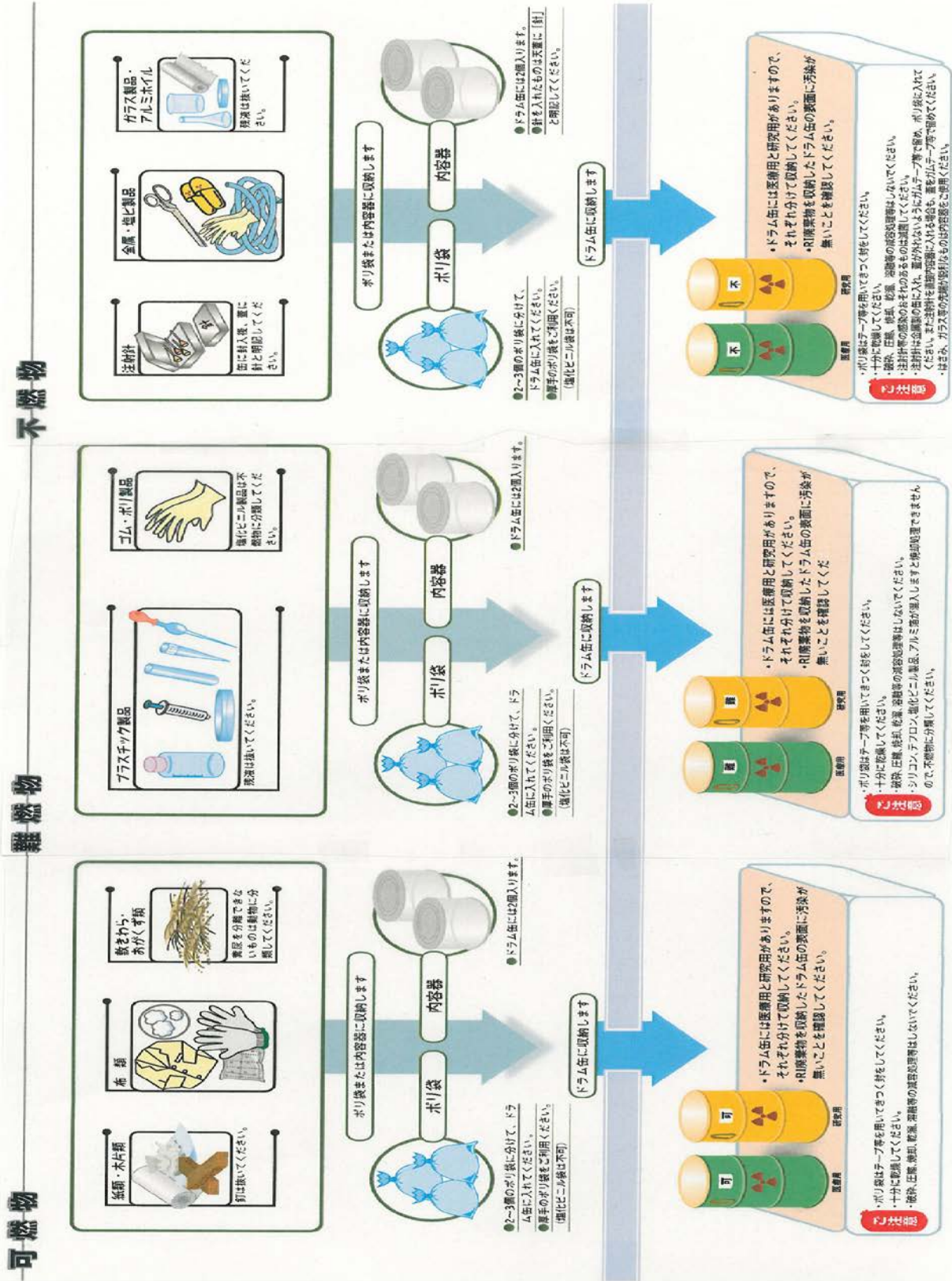
※印は必ず記入のこと

| | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------|--------|--|--------|-------|--------|-------|
| R . R | H . L | T . Lp | T . Lc | T . Lb | W . D | L . A | C . A | γ |
| 液体 放射性汚染物記録票 | | | | | | | | R . C |
| ※ 容器番号 | | | | | | | | |
| ※ 廃棄者氏名 | | | | 印 | ※ 廃棄日時 | | 月 日(年) | |
| ※ 廃液量 | | ml | | ※ 核 種 | 数量 kBq | | | |
| | | 1 | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | |
| ※ 来 歴 | | 照射番号 | | RI届番号 | | | | |
| 該当するものを丸で閉んで下さい。 1. 加えた物理的、化学的操作(有 無) 固、液、気 → 液 粉砕、切断、溶解()、無 溶解(酸、アルカリ、水、有機溶媒)、無 分解(抽出、クロマト、沈殿、蒸発)、無 | | | | 2. 廃液 I 水溶液(酸、アルカリ、中性) 有機溶液(溶媒名) II 発泡性、有毒性、爆発性、 無 3. その他 | | | | |
| pH | | 主な共存塩 | | | | | | |
| 容器表面の1cm線量当量率 | | 廃棄前 _____ μSv/h | | | | | | |
| | | 廃棄後 _____ μSv/h | | | | | | |

注意 1. 廃棄するたびに記入のこと。
2. 該当する事項がない場合には必ず無に○またはなしと記入のこと。 京都大学原子炉実験所

参考として、日本RI協会のRI廃棄物分類表を以下に示す。

R I 廃棄物の分類と容器の使い方 (1/2)



R I 廃棄物の分類と容器の使い方 (2/2)

動物

動物死体・糞・ホジネートしたもの

動物死体、おがくず類

糞尿を分離できないものは動物物に分別してください。

十分乾燥してください。

チャック付ポリ袋

動物収納容器

チャック付ポリ袋

ドラム缶に収納します

●ドラム缶には2個入ります。

無機液体

実験廃液

pHは必ず測定し、2~12を
確認してください。

液量は胃口までとし、蓋はしっかり締めてください。
肩口で5リットルまでです。

同封のポリ袋、緩衝材に入れます

ドラム缶に収納します

ポリビン

ドラム缶に収納します

土壌・建築廃材・
多量の活性炭

陶器・機械機器・
多量のガラス板

土壌については、土壌汚染対策法で定められている特定有害物質に該当しかつことを要確認してください。

厚手のポリシート、ポリ袋で包むか、
内容物に収納してください

ポリ袋、ポリシート、内容物

厚手のポリシート、ポリ袋を
利用ください。(強化ビニールのものは不可)

ドラム缶には2個入ります。
●厚手のポリ袋をご利用ください。
(強化ビニール袋は不可)

ドラム缶に収納します

ポリ袋、金属製ペール缶

ドラム缶に収納します

非圧縮性不燃物

時計の文字盤・針

ポリ袋にまとめてペール缶に
収納してください

ポリ袋、金属製ペール缶

ドラム缶に収納します

ドラム缶に収納します

●RI廃棄物を収納したドラム缶の表面に汚染が無いことを確認してください。

●動物はチャック付ポリ袋に入れ、内面に収納し、さらにチャック付ポリ袋に入れてください。

●動物収納容器を必ずご使用ください。

●破片、圧縮、粉砕、乾燥、溶融等の減容処理はしないでください。

●水

●RI廃棄物を収納したドラム缶の表面に汚染が無いことを確認してください。

●高濃度の液体、可燃性液体は収納しないでください。
pHは2~12にしてください。pH調整には塩素を含む試薬を使用しないでください。
pH調整によって液体の温度が高くなりすぎないようにご注意ください。
指定のポリリムを使用してください。

●水

●ドラム缶には医療用と研究用がありますので、
それぞれ分けて収納してください。

●RI廃棄物を収納したドラム缶の表面に汚染が無いことを確認してください。

●ポリ袋はテープ等を用いてきつく封をしてください。

●1か月に破棄してください。

●容器込みの重量は50kg程度にしてください。50kgを超える場合、ドラム缶の蓋にその重量を記載してください。

●全製薬のペール缶は推奨です。ご希望の際は別途お問合せください。

●水

5. 原子炉の性能・構造・安全性

1. はじめに

原子炉の利用は、炉を運転する者、放射線の管理をする者、運転や実験により生ずる放射性廃棄物の処理に携わる者、測定器や実験装置の整備をする者、事務職員など多くの所員の努力と、利用者の積極的な協力があって初めて円滑に行い得るものであります。私達は少しでも多くの方に有効に利用していただけるよう、常に努力しているところですが、それでも装置の状況や外乱などのやむを得ない事情により実験が中断されたり、場合によっては中止しなければならないことも起こり得ます。原子炉施設の運転管理においては、安全の確保が最重要事項であり、共同利用の際においても安全を確保しつつ、研究を円滑に実施することが重要となります。利用者においては、この重要な役割の一部を担っておられることに十分留意され、必ずルールに則った利用を行っていただき、有意義な研究成果を得ていただくよう期待しております。

以下は、主として研究炉（KUR）及び関連実験装置の利用者のための原子炉の性能・構造・安全性を含む保安に関する説明です。臨界集合体実験装置関係の利用者は、以下の説明から安全の基本を理解して下さい。臨界集合体実験装置（KUCA）の利用者のためには、別途テキストがあるほか、特にそのための保安教育も重ねて行われます。

2. KURの原理と構造

(1) 型式：スイミングプール系研究炉

低濃縮ウラン燃料、軽水減速軽水冷却、熱中性子炉。

(2)

。。

(3) 出力：最大定格熱出力5,000 kW。

(4) 燃料：ウランシリサイド (U_3Si_2) 粉末をアルミニウム母材中に分散させたウランシリサイド・アルミニウム分散型燃料をアルミニウムで被覆したMTR型燃料要素（燃料板は僅かにわん曲している）。高出力運転時は炉心タンク水（軽水）が燃料要素内を上から下へ流れて強制冷却する。

(5) 制御装置：制御棒（中性子吸収体）は、ボロン入りステンレス鋼で、粗調整用4本、微調整用1本。これらは炉頂の制御棒駆動機構のモーターと歯車機構により駆動される。粗調整棒は駆動機構の下部の電磁石でつり下げられており、原子炉が緊急停止する時にはこの電磁石の励磁電流が切れて重力で落下する。

(6) 冷却装置：減速材と冷却材を兼ねる炉心タンク水は常時循環し、イオン交換による浄化を行っている高純度の軽水であり、ここに異物を混入させたりその純度を劣化させることは厳禁である。

一次循環ポンプにより炉心は強制冷却され、その熱は熱交換器により二次冷却水に伝えられる。二次冷却水には井戸水を用い、同じく強制循環されて、屋外の冷却塔により放熱

する。

このほか、緊急時の給水装置として、高架水槽貯水の重力により自然落下を利用した緊急給水システムがある。このことにも関連して炉運転中、所内での水の不用意な大量使用は差し控えるとともに、漏水など水関係の異常には注意を要する。

- (7) 計測系統及び運転制御台：炉出力や冷却水温度などの重要な計測表示、記録及び運転操作は炉室内2階の研究炉制御室において集中的に行われる。研究炉制御室は運転員が長時間滞在するため、放射線管理上特別な区域となっている。
- (8) 実験孔及び照射装置：原子炉内にはB-1～B-4、E-1～E-4、T-1、T-2、重水設備、黒鉛設備、水圧輸送管、圧気輸送管、傾斜照射孔、精密制御照射管などの実験孔、照射孔が装備されている。このうち、B-1～B-4、E-2～E-4、T-1、黒鉛設備にはそれぞれ実験設備が据付けられている。さらにそのうち一部は炉室の貫通窓を通して外の実験室まで中性子を導き実験するようになっている。また圧気輸送管の試料挿入、取出しはホットラボラトリ実験室において行う。これらの各設備についての注意事項は別章にて述べる。
- (9) 炉室：炉室は、いわゆる原子炉格納施設ともなっており、気密構造である。コンクリートの円筒型建家に鋼板の外張りを施してあり、炉室内の空気は換気空調装置により、炉運転中、炉室外大気圧より水柱で数cm負圧に保持制御されている。炉室からの排気はモニタリングした後、スタックより放出される。炉室内での放射性ガス・有毒ガスの発生や火災には特に注意しなければならない。事故時など、必要な事態においては、換気経路を気密遮断することにより、炉室を封鎖できるようになっている。

3. KURの安全装置及び保安機器

KURを安全に運転し、また異常時にはこれを直ちに停止して安全を確保するため、種々の安全装置が装備されている。これらのうち、利用者にもある程度関連のあるものについて、以下に簡単に説明する。以下「スクラム」というのは電磁石電流を切って制御棒を落下させる炉の緊急停止のことであり、また「一せい挿入」というのは、制御棒が駆動装置により自動的に挿入されて炉が停止する動作である。

(1) 停電によるスクラム：

炉運転及び計装の主要部は電氣的装置であり、停電時には作動しないので、安全のためスクラムするようになっている。これらは明らかな停電のほか、我々人間の目には検知しがたい程度の瞬間的な電圧降下にも働くことがある。停電時には、重要計器や装置には別途非常用発電機よりの給電が、 以内に開始されるようになっている。この非常電源によって、重要な計測器などのほか研究炉制御室からの放送などの連絡の機能は維持される。

(2) 地震によるスクラム：

KURは当初の設計の基本方針として、微弱な地震に対しても炉をとめるようになっている。軽微な地震においては、必要な点検調査を行ったうえ、再起動が行われる。

(3) 実験孔、照射孔のシャッター開によるスクラム：

予定外に実験孔、照射孔などのシャッターや扉が開けられるとスクラムするので注意すること。

(4) マニュアル・スクラム：

炉室内には数ヶ所、運転員や操作者の保護のために押ボタン式などのマニュアル・スクラム・スイッチが設けられている。これらを不用意に押したり、これらの電気回路などを損傷しないよう注意しなければならない。

(5) 圧気輸送管に関する警報及び一せい挿入：

圧気輸送管（ニューマ）No. 1、No. 2及びNo. 3における試料挿入、取出しはホットラボラトリ各実験室で行えるようになっているが、これらの操作にミスがあったり、または装置が正常に作動しなかった場合、警報発生や炉停止となることがある。すなわち、炉心部に挿入されたニューマの試料は、高出力運転中はその核発熱に対する強制冷却を行わなければならない。これには炭酸ガスの強制循環により必要な冷却がなされるようになっているが、試料の取出し時に当たっては、このガス循環を一旦停止してから取出し操作がなされる。この冷却停止期間が長引くと、カプセルが溶融するので警報発生、さらに長引くと炉は一せい挿入となる。操作ミスや操作・動作の不調など何らかの原因によりこの冷却停止期間が延びた時は、直ちに研究炉制御室への連絡や緊急取出しなどの処置を行うことが必要である。このニューマ装置は、炉心に直結した装置を利用者自身が操作するという実験の便宜を優先して設計されたものであるが、当然炉の運転員が状況を正確に把握することが必要であり、利用者においては、僅かな異常あるいは不調についても研究炉制御室に報告するように心がけられたい。(6) 炉室内排水及び排気関係：

炉室内の排水はすべて地下のサンブを経て炉室外に排出される。特に、放射性排水及び放射性排水となる可能性がある排水は必ずサンブに一旦貯水された後、運転員の操作によって初めて炉室外に排出される。この排水操作の際、炉水の漏洩など異常を検知することも考えられている。したがって、不用意な排水は厳禁であり、炉室内での水の使用は計画的かつ所定量のみを利用するようにしなければならない。これらはすべて実験申込みの段階（実験記録提出）で計画を記載することとなっている。

炉室内で不用意に放射性ガスや放射性ダストを発生することは、周辺への影響、利用者や運転員への影響をもたらし、重大な問題となる。このため、炉室内空気及び炉室からの排気は常にモニターされている。これらのガス、ダストが発生する可能性のある場合は、実験記録提出に当たって必ずその説明を定量的に記載しなければならない。

(7) 炉室負圧に関する注意：

前にも述べたとおり、炉運転中は炉室内は外気圧よりも負圧となっている。この圧力差は僅かに水柱数cmであるが、これが扉などに巨大な力を加える。この時加わる風圧が台風時なみとなることから察せられる筈である。この力に対しては、炉室入口（パーソナルエアロック）を二重扉にして、同時には開かないようにしたインターロック機構の働きによって人体の安全が確保されている。逆にいえば、このインターロック機構の働きがないと二重扉の保証がなくなり、掛金が外れた瞬間、二重扉は猛烈な勢いで開き、極めて危険である。このため、パーソナルエアロックの両側にはこの機構の動作を示すランプ（緑と赤）が設けられている。そこで炉室の出入りに当たっては、必ずこのランプ表示に注意すると共に、扉正面に取り付けられた緑色の大きなボタンを、まず押してから扉を開けるようにすることと、扉を開く時はなるべく正面に立たないようお願いしたい。

(8) その他：

炉室内には種々の重要かつ保安に関係のある装置、機器、スイッチなどが設置されてお

り、所員といえども担当者以外はその操作が許されていないものが多い。また利用者などの行動許可区域についても、放射線管理などの理由から種々の規制がなされている。実験に当たっては、これらの点についても十分留意されたい。

4. KURの運転

KURは、通常の利用週においては、火曜日の午前9時から起動前点検を開始し、必要に応じて炉心配置変更などの作業を行った後、起動し、出力1MWでの連続運転を約2日間行い、木曜日に出力を5MWとした運転（医療照射）を約6時間実施した後、同日夕方に停止する予定です。この運転計画は、所外利用者の実験希望とそれらのマシンタイムの配分及び所内利用者の実験申込み等に基づき、運転週の3週間前又は2週間前の木曜日に開かれるKUR運転計画会議において基本線が決められる。各利用者は実験計画を無断で変更することはできない。安易に変更することは、ほかの利用者に迷惑を与えるのみでなく、保安上も重大な障害となり得るので、原則として認められていない。また、所側からの注意事項などが、実験記録や照射記録あるいは実験計画書の備考欄などに記入されている場合、これを確実に守られたい。

KUR炉室の換気は通常、炉運転開始の直前から炉運転終了後約2時間までの間行われる。（時には非運転時に炉室換気を行っていることもある。）

KURの運転は運転指令書に基づき、交替制の当直運転班体制を採っており、これに対し、KUR管理班員やKUR主任技術者などが保安上の問題に関するバックアップ体制を採っている。

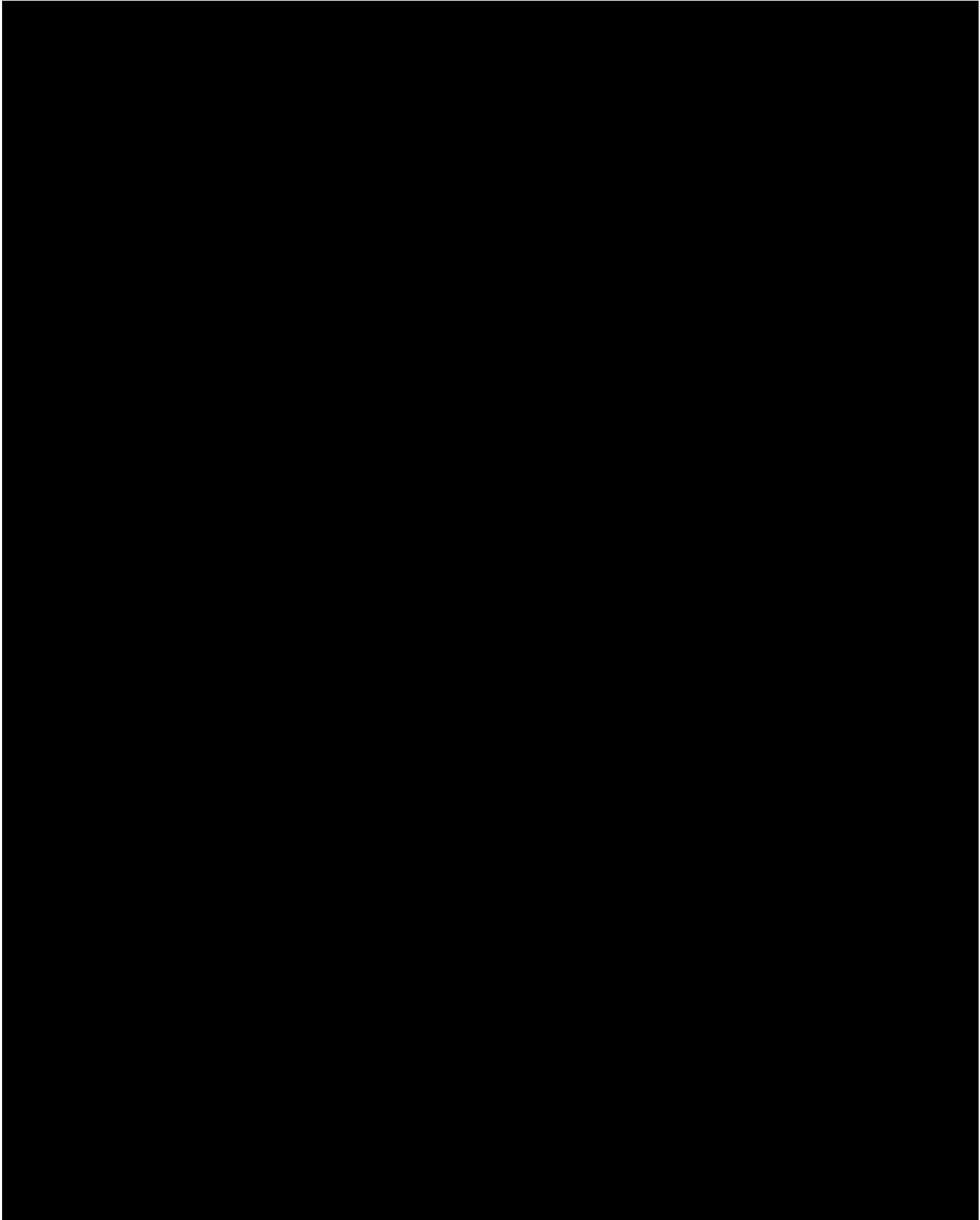
さらに中央管理室（電話内線2400）は24時間態勢で、昼間の職員及び夜間宿直制により、重要警報装置などの集中監視と常時連絡可能な態勢を敷いている。

5. KUR実験設備・照射設備の利用

- 基本的には、実験の所内担当者と事前に十分な打ち合わせを行い、実験時には担当者や研究炉制御室（電話内線2340）と密接に連絡をとり、その指示に従って安全に実験を行っていただきたい。
- 全般に炉室内が大変錯綜しており、常々不用品の片づけや使用装置の整理整頓、装置及び周辺の清掃を励行することを特にお願いしたい。電気配線の整備、仮設配線の保全、撤去、不用金属片や有害物の片づけ、ガラス器具類の保全と片づけ、危険な重量物の固定、補強と撤去など利用者が自主的に行わない場合には必要に応じ強制的にお願いしなければならないことになる。利用経験ができて熟達してくるにつれ、これらの整理、清掃の点が疎かになる傾向にあってはならないと考える。
- 温度計も含めて水銀は、こぼれると原子炉や付属施設の腐食、破損をもたらす原因となるので、炉室内での使用は禁じられている。同様に薬品類（例えば鉛蓄電池の硫酸）についても厳重に注意されたい。
- 火災対策の強化として、原子炉室内への物品の持込みに対して制限を行っている。原子炉施設保安規制第50条の3に物品の持込みに対する記載があるので、これを確実に守られたい。原子炉室内には不要な物品を持ち込まないことを原則として、原子炉室内に易燃性物品を持ち込む必要がある場合は、持ち込む易燃性物品について研究炉部長に届け出なければならない。ただし、易燃性物品を原子炉室内に放置することなく、直ちに持ち

出す場合はこの限りではない。可燃性物品を原子炉室内に持ち込む場合であって、保安指示書の制限を逸脱するおそれのある場合は、KUR可燃性物品持込許可願を予め提出し、研究炉部長の許可を得る必要があるので十分注意していただきたい。実験や作業に可燃性物品を持ち込む必要がある場合は、事前に所内連絡者と相談していただきたい。

- 竜巻対策の強化として、研究炉が1MWを超える出力で運転中およびその運転の停止後24時間において、竜巻発生確度2の情報を受信したら直ちに該当する駐車場の車両を退避させることにしている。車両退避指示の放送があったら、該当する駐車場に車両を駐車している人はすみやかに緊急時駐車場へ車両を退避されたい。



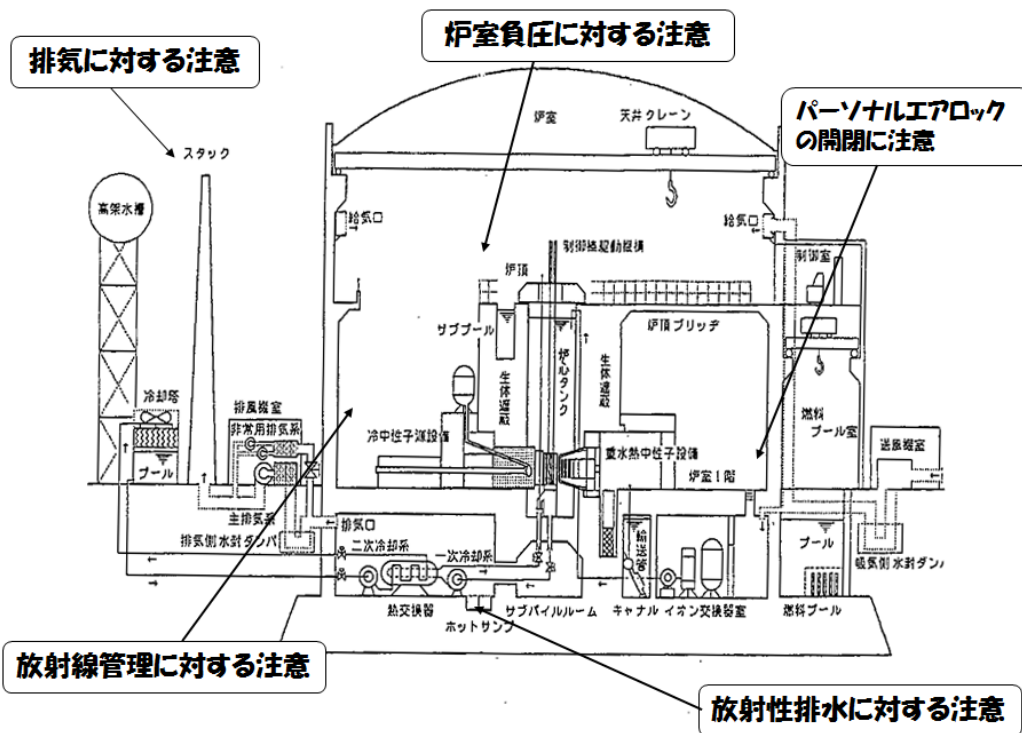


図5-4 京大炉(KUR)の建屋立断面

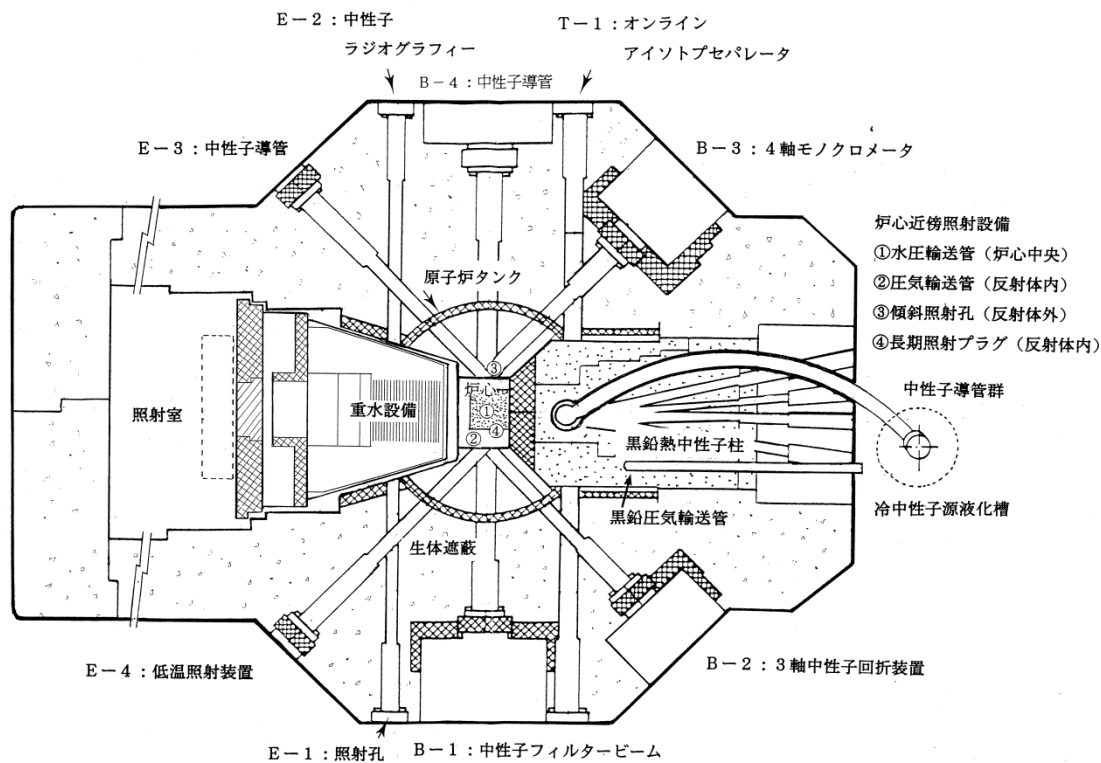


図5-5 京大炉(KUR)炉体水平断面図

6. 核燃料物質の安全取扱い

1. 実験用核燃料物質の概要

実験用核燃料物質（以下、「実験用核燃」という。）の取扱いに関しては、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」により法的規制を受けているが（第3章参照）、実験に用いる少量の実験用核燃を取扱う場合は、所内の申し合わせにより、「実験用核燃料物質取扱要領」（平成16年7月改訂、以下「取扱要領」という）に基づいて行うように決められている。使用上の注意事項は、取扱要領に詳しく記載されているので、ここでは一般的な注意事項について述べる。

2. 実験用核燃の使用施設

実験用核燃（非密封プルトニウムを除く）を使用できる建物は以下の通りである。

原子炉棟研究炉室

原子炉棟ホットラボラトリ（スーパーミラー中性子導管実験室を含む）

トレーサ棟（生物別棟を含む）

中性子発生装置室

廃棄物処理棟（固形廃棄物倉庫を含む）

臨界集合体棟

特別核燃料貯蔵室

これらの建物以外では使用できないので注意すること。

3. 核燃料物質

核燃料物質として以下のものが定義されている。

(イ) 天然ウラン (N)

^{235}U の ^{238}U に対する割合が天然の混合率であるウラン(天然ウラン)及びその化合物。

(ロ) 劣化ウラン (D)

^{235}U の ^{238}U に対する割合が天然の混合率に達しないウラン(劣化ウラン)及びその化合物。

(ハ) トリウム (T)

トリウム及びその化合物。

(ニ) (イ)～(ハ)の物質の、1種類又は2種類以上を含む物質で原子炉で燃料として使用できるもの。

(ホ) 濃縮ウラン (E)

^{235}U の ^{238}U に対する割合が天然の混合率をこえるウラン(濃縮ウラン)及びその化合物。

(ヘ) プルトニウム (P)

プルトニウム及びその化合物。

(ト) ウラン233 (A)

^{233}U 及びその化合物。

(チ) (ホ)～(ト)の物質の1種類又は2種類以上を含む物質

これらのものを使用する場合は、量の多少にかかわらず、定められた手続きを行うこと。

4. 核燃バッチ番号

各核燃料物質には、管理のために「核燃バッチ番号」が付けられている。

- (イ) 同一形状、同一種類の核燃料物質でも、独立して使用されるものは、各々に別の「核燃バッチ番号」を付ける。
- (ロ) 親から小分けされたものは、別の「核燃バッチ番号」を付ける。
- (ハ) 核燃バッチ番号の付け方：核種、国名（供給当事国：「国籍」とも呼ばれる）、登録年度、通し番号、対象となる二国間協定の記号を組み合わせたものをつける。

| H | U | 94 | 03 | K | <table border="0"> <tr> <th style="text-align: left;">核種</th> <th style="text-align: left;">国名</th> </tr> <tr> <td>H：高濃縮ウラン</td> <td>U：アメリカ</td> </tr> <tr> <td>N：天然ウラン</td> <td>A：オーストラリア</td> </tr> <tr> <td>D：劣化ウラン</td> <td>C：カナダ</td> </tr> <tr> <td>A：ウラン233</td> <td>Q：イギリス</td> </tr> <tr> <td>P：プルトニウム</td> <td>I：IAEA</td> </tr> <tr> <td>T：トリウム</td> <td>J：日本</td> </tr> <tr> <td>E：低濃縮ウラン</td> <td>F：フランス</td> </tr> <tr> <td>O：その他</td> <td>X：中国</td> </tr> <tr> <td></td> <td>W：ユーラトム</td> </tr> </table> | 核種 | 国名 | H：高濃縮ウラン | U：アメリカ | N：天然ウラン | A：オーストラリア | D：劣化ウラン | C：カナダ | A：ウラン233 | Q：イギリス | P：プルトニウム | I：IAEA | T：トリウム | J：日本 | E：低濃縮ウラン | F：フランス | O：その他 | X：中国 | | W：ユーラトム |
|----------|-----------|----|------|------|---|----|----|----------|--------|---------|-----------|---------|-------|----------|--------|----------|--------|--------|------|----------|--------|-------|------|--|---------|
| 核種 | 国名 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H：高濃縮ウラン | U：アメリカ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N：天然ウラン | A：オーストラリア | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D：劣化ウラン | C：カナダ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A：ウラン233 | Q：イギリス | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P：プルトニウム | I：IAEA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T：トリウム | J：日本 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E：低濃縮ウラン | F：フランス | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O：その他 | X：中国 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | W：ユーラトム | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 核種 | 国名 | 年度 | 通し番号 | 日米協定 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5. 実験用核燃の使用上の注意

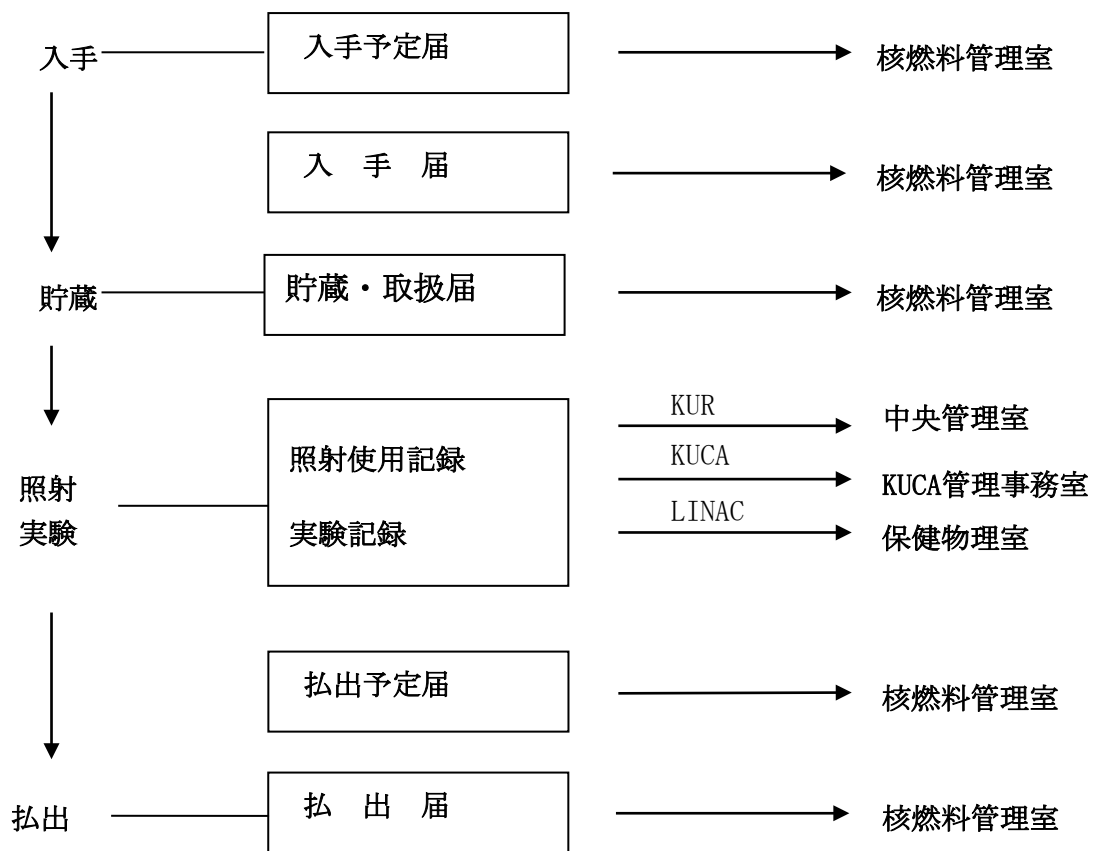
実験用核燃を実験、業務等で使用する場合は、所定の手続きが必要であるため、十分な時間的余裕をもって、事前に所内担当者、核燃料管理室、実験用核燃料部と相談の上、実験計画を立てて、定められた場所で、定められた方法で使用する。実験計画を立てる上で主な注意点は下記のとおりである。

- 1) 実験用核燃の使用に際しては、使用承認を受けた使用の目的及び方法、種類及び数量の範囲内であることを事前に確認すること。
- 2) 共同利用研究者及び所員以外の者が核燃料物質を使用するときは、原則として、所員と共同で行うこと。
- 3) 共同利用研究に必要な実験用核燃を所内に持ち込む場合は、図6-1の流れに沿って手続きを行うこと。

6. 安全管理のための組織

実験用核燃を安全に管理するための組織は図6-2のようになっている。「核燃料物質使用施設保安規定」に基づく「実験用核燃料部」が、法規制に対応すると共に、微量の実験用核燃についても合わせて総括的に管理し、利用者が行う受入、使用、貯蔵、払出の手続きを支援している。

管理の方式としては、バッチ番号のついたすべての個々の実験用核燃に「当該核燃料管理者」を定め、それを収納する貯蔵庫には「貯蔵庫管理者」、さらに貯蔵庫が置かれている各棟には「棟核燃料担当者」を配置し、一括管理を行っている。



*各様式は核燃料管理室のホームページからダウンロードできるので（研究所・所内Webサーバー）、「核燃料物質記録」を添えて提出すること。

図6-1 核燃料物質の入手から払出までの手続きの流れ

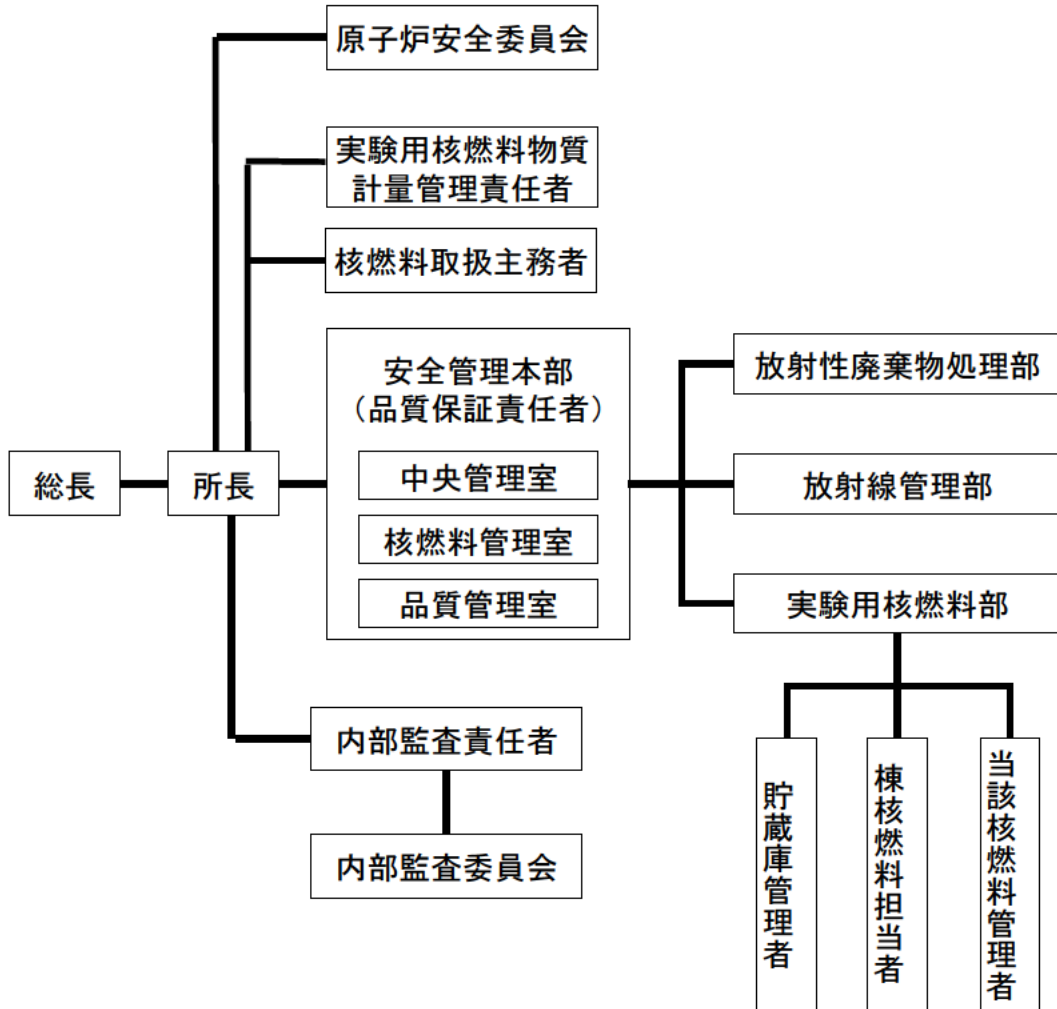


図6-2 実験用核燃を管理するための組織

7. 非常の場合の対応

1. 異常または非常の場合の対応

異常または非常の場合における対応の原則は以下の通りである。

- ・異常を発見した者は、**中央管理室（内線2400又は072-451-2400）に連絡**すること。
- ・異常時には、**中央管理室からの指示（所内放送等）に従って行動**すること。

次に異常または非常の場合の対応を個別に示す。

○火災の場合：発見者は中央管理室（内線2400または072-451-2400）および守衛棟（内線119または072-451-2323）へ連絡すること。地元消防機関に直接通報しないこと。消火器等により初期消火を行うこと。なお、管理区域内での消火に際しては、原則として放水は禁止されており、最適消火器による消火活動が必要である。

○停電の場合：研究炉は自動停止し、炉室は相当に暗くなるが、10秒程後には非常電源が自動的に働き始め、安全系統、照明灯、放送系統等に給電される。それまでは、怪我の危険があるため、原則的として移動しないこと。

○地震の場合：20ガル（震度3程度）で研究炉は自動停止する。遮蔽体・実験設備等の倒壊に注意すること。

○汚染の発生：汚染の拡大を防止するため、大声で他者の協力を求め、自身は動き回らないこと。直ちに放射線管理部（内線2333または072-451-2333）または中央管理室（内線2400または072-451-2400）に連絡し、その指示に従うこと。

○炉室汚染：炉室内が大規模に汚染された場合は、炉室の給気ダクト、排気ダクト、出入口を封じきる場合がある。この場合は、原則として炉室から退避することになるため、中央管理室若しくは炉制御室からの放送に十分留意し、その指示に従って行動すること。

○大量被ばく：大量の被ばくを受けた者や受けた恐れのある者は、直ちに放射線管理部（内線2333または072-451-2333）または中央管理室（内線2400または072-451-2400）に連絡し、その指示に従うこと。

○避難：避難が必要な場合、共同利用者、学生、来訪者等は原則として事務棟会議室に待避すること。

2. 非常時の組織

非常時、異常時への対応は、放射線障害予防規定及び原子炉施設保安規定に基づいて行う。

ただし、災害の規模が大きくなり「原子力事業者防災業務計画」に定められた緊急事態に至った場合には、同計画に定められた緊急時組織（図7-1）により対応する。なお、緊急事態はその程度に応じて以下の3つに区分されており、「原子力事業者防災業務計画」において原子炉施設の状況がどの緊急事態に該当するかを判断するための「緊急時活動レベル(EAL)」を定めている。

警戒事態 (Alert)

その時点では、公衆への放射線による影響やそのおそれが緊急のものではないが、原子力施設における異常事象の発生又はそのおそれがある段階

施設敷地緊急事態 (Site Emergency)

原子力施設において、公衆に放射線による影響をもたらす可能性のある事象が生じたため、原子力施設周辺において緊急時に備えた避難等の主な防護措置の準備を開始する必要がある段階（原子力災害対策特別措置法第10条に該当）

全面緊急事態 (General Emergency)

原子力施設において、公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じたため、確定的影響を回避し、確率的影響のリスクを低減する観点から、迅速な防護措置を実施する必要がある段階（原子力災害対策特別措置法第15条に該当）

予防規定及び保安規定で定める緊急時組織と、防災業務計画で定める緊急時組織は同じ組織である。

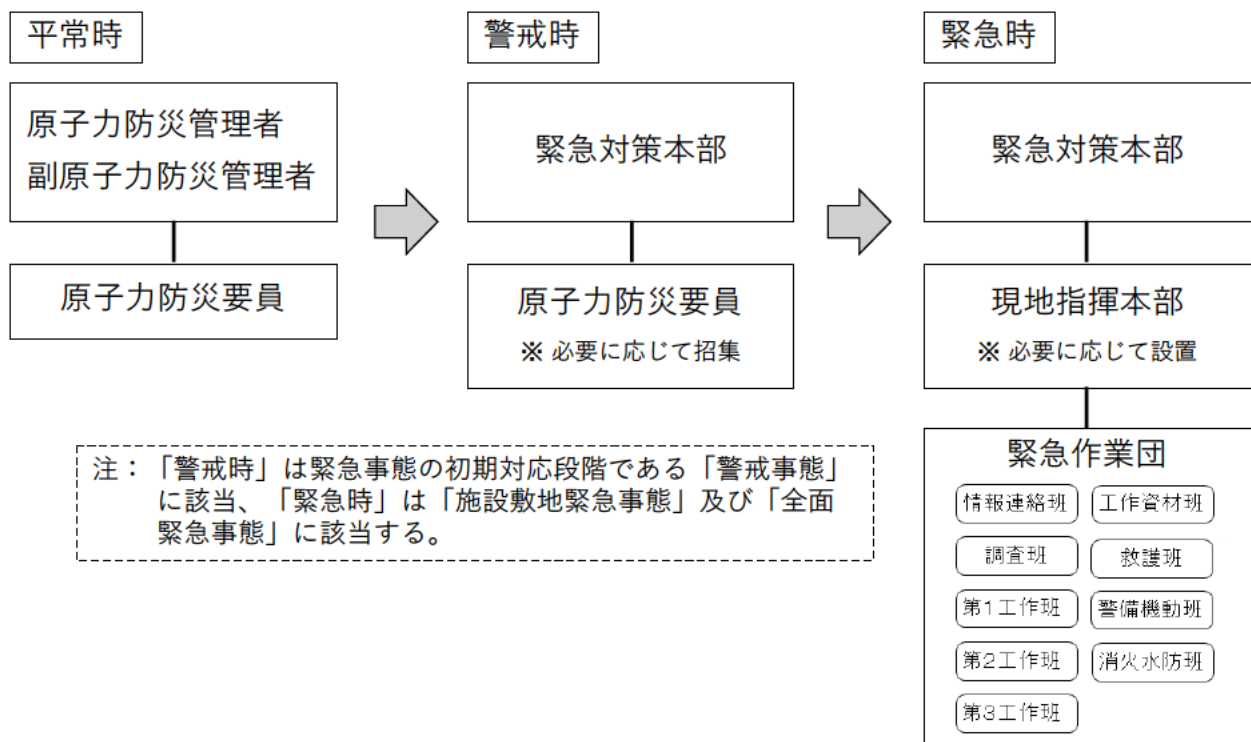


図 7-1 緊急時の組織（原子力防災組織）

8. 施設・装置の安全取扱い法

所内には様々な実験施設や装置が設置されており、安全にそれらを利用して実験を行うためにそれぞれの施設や装置ごとに取り扱い方法が定められている。本章ではこれらの実験施設及び装置を使用する際に必要な注意事項等について記載する。なお、実験施設及び装置の使用にあたって必要な書類の種類や提出期限については共同利用掛のwebページにて確認するとともに、各必要書類の様式が最新版であることを確認した上で提出すること。

8. 1 ホットラボラトリ

1. 書類提出

- 1) KURなどで照射し生成した放射性試料を、照射後その週の内にホットラボラトリにて使用または貯蔵したい時は、「KUR照射使用記録」などの所定の書類の各実験予定欄に必要な事項を記載して、定められた期日までに中央管理室（所外の共同利用者は共同利用掛）に提出すること。
- 2) 上記の照射した試料の使用または貯蔵が翌週以降にまたがる時は、「放射性同位元素取扱届」（「放射線障害予防規定実施細則参照」と「非密封放射性同位元素の使用の毎日帳簿」（ただし、貯蔵のみの場合は不要。放射線障害予防規定実施細則を参照のこと））に必要な事項を記載して、定められた期日までに保健物理室（所外の共同利用者は共同利用掛）に提出すること。
- 3) ホットラボラトリに設置されている実験台、フード、測定器、器具など、および薬品の使用を希望する場合は、あらかじめ「ホットラボラトリ使用計画調書」に必要な事項を記載し、ホットラボ管理室（所外の共同利用者は共同利用掛）に提出すること。
- 4) ホットラボラトリでRI（放射化物）の使用を終了した時は、使用室及び設備の整理・点検後、「ホットラボラトリの使用記録(A)」もしくは「ホットラボラトリの使用記録(B)」に必要な事項を記載して、ホットラボ管理室に提出すること。使用したRIを廃棄する場合は「放射性汚染物記録票（固体）」（放射性廃液のある場合は「放射性汚染物記録票（液体）」）に必要な事項を記入して「放射性汚染物記録票（固体）」の(B)票を所定のポストに入れ(A)票は各自保管し、「放射性汚染物記録票（液体）」はホットラボ管理室に提出すること。

2. 圧気輸送管による試料の照射

圧気輸送管は試料を封入したポリエチレンキャプセルを炭酸ガスの圧力でチューブ内を炉心近傍まで輸送し、試料に中性子を照射するための装置である。つまり、ホットラボラトリ内にあつてKURを直接利用する装置であるため、その取り扱いには十分な注意が必要である。使用の際は「8.2 圧気輸送管の取扱い」をよく読んで使用すること。

3. ホットケープ・ジュニアケープの使用上の注意

- 1) ホットケープ及びジュニアケープの背面扉の開閉は、必ず各管理担当者（連絡はホットラボ管理室へ、電話内線：2330、2388）立会いのうえ行うこと。
- 2) ホットケープのマニプレータ（遠隔操作具）の使用は、管理担当者の指導の下で行うこと。
- 3) ホットケープ室にあるクレーンの使用を必要とする場合は、管理担当者に操作を依頼すること。
- 4) ホットケープ・ジュニアケープ室でRIを使用する時は、必ず実験台の上、実験台及びフード前の床にポリエチレンろ紙（ポリエチレン面が下）を敷いて汚染の予防を行うこと。
- 5) ホットケープやジュニアケープの使用を終了した時は、使用したRIを廃棄するか所定の貯蔵施設に移動した後、サーベイメータにより汚染の状況を調べ、その結果を「ホットラボラトリ使用記録(B)」に記載して、ホットラボ管理室に提出すること。汚染が発見された場合は、保健物理室（電話内線：2333、PHS：2240）に通報して放射線管理部員の指示に従うこと。
- 6) ジュニアケープは基本的に α 放射体の使用を想定しているので、利用希望者は事前に室担当者に相談すること。

4. セミホット実験室の使用上の注意

- 1) セミホット実験室でRIを使用する時は、必ず実験台の上、実験台及びフード前の床にポリエチレンろ紙（ポリエチレン面が下）を敷いて汚染の予防を行うこと。
- 2) セミホット実験室の使用を終了した時は、ポリエチレンろ紙を所定の手続き（「8.1.6 放射性汚染物の廃棄時の注意」を参照）に従って廃棄し、実験室の汚染の状況を各自サーベイメータで調べ「ホットラボラトリ使用記録(A)」に記載して、ホットラボ管理室に提出すること。この際、もし汚染が発見された時は、保健物理室に通報して放射線管理部員の指示に従うこと。
- 3) 使用済みの液体及び固体の放射性廃棄物は、所定の手続きに従って処分すること。
- 4) 冷却水や非放射性廃液を放射性流しに捨てないこと。

5. 測定室の使用上の注意

- 1) 測定室への入室時には履物を履き替え、実験着（黄衣）を脱いで入室すること。（ただし、測定室内も放射線管理区域であり、飲食、喫煙、化粧をしてはならない）
- 2) 測定室に持ち込むRI試料は、飛散しないようにポリエチレン袋などを用いて密封すること。（照射キャプセルは直接測定室に持ち込んではいない。）
- 3) 不必要なRI試料を測定室に放置しないこと。
- 4) 測定室における測定器校正用標準線源の使用や、測定器の時間外（夜間、休日など）使用に関しては、測定器管理担当者に申し出たうえ、その指示に従うこと。

6. 放射性汚染物の廃棄時の注意

- 1) 固体のRIを廃棄する場合は「放射性汚染物記録票（固体）」に必要事項を記入して「放射性汚染物記録票（固体）」の(B)票を所定のポストに入れ(A)票は各自保管すること。

- 2) 液体のRIを廃棄する場合は「放射性汚染物記録票（液体）」に必要事項を記入してホットラボ管理室に提出すること。
- 3) 汚染予防のために用いたポリエチレンろ紙は、20cm四方に折りたたんで、所定の場所に廃棄すること。この際、「放射性汚染物記録票（固体）」に必要事項を記入して「放射性汚染物記録票（固体）」の(B)票を廃棄するポリエチレンろ紙に貼付し、(A)票は各自保管すること。
- 4) 高線量廃棄物の廃棄については室担当者に相談し、その指示に従うこと

7. その他の注意

- 1) 各実験室のフードの利用（RIの使用）は、ホットラボ管理区域入口の「原子炉棟換気表示盤」でフード排気が運転していることを確認のうえ行うこと。原子炉稼動中は基本的には連続運転されているが、原子炉停止中や時間外の使用に関しては、ホットラボ管理室入口扉にある「フード排風機運転計画表」に使用予定を記入すること。排風機の運転および停止操作は所員が行う。原子炉停止中や時間外における所外の共同利用者の使用の際には、事前に所内連絡者と使用予定について相談すること。
- 2) 発煙もしくは蒸気の発生するおそれのある操作は必ずフード内で行い、フード内が十分に吸引されていることを確認したうえで行うこと。多量の酸の蒸発は室等管理者に事前に相談すること。また、スクラバー付きフードの使用の際には事前に担当者に連絡し、取り扱い方法を理解した上で、循環水の残量に注意し使用すること。循環水の追加が必要となった場合は、担当者に連絡すること。
- 3) RIを貯蔵するときは、所定の貯蔵箱に所員が貯蔵すること。この際、必ず表面線量や液漏れの有無等の安全性を確認すること。
- 4) RIを使用した器具の洗浄には専用の洗剤のみを使用すること。また、洗浄水は器具ひとつにつき2回までの分は所定の廃液容器に入れ、3回目からのすすぎ水は「弱レベル放射性流し」に捨ててもよい。器具洗浄室では放射性廃液を流してはいけない。なお、強い酸性およびアルカリ性の溶液は中和して廃棄すること。
- 5) 試薬などの化学物質を使用、保管する場合には、京都大学化学物質管理システム（KUCRS）を用いて使用、保管の記録を行うこと。所外の共同利用者が化学物質を使用、保管する場合は、事前に所内連絡者と相談すること。特に劇物や毒物の使用保管にあたっては、所内連絡者の立ち会いのもとで十分に気をつけて取り扱うこと。
- 6) 実験室又は測定室でRIを数日にわたり使用する時は、その使用の場所に「RI使用中」（表示用紙は保健物理室にある）の表示をすること。
- 7) α 放射体、超ウラン元素、核燃料物質の使用や廃棄に関しては、室等管理者と（核燃料物質の場合は核燃料管理室とも）相談すること。
- 8) 高圧ガス（ボンベ）の使用にあたっては、ボンベの管理担当者に事前に相談し、所定の位置にて使用すること。

8. 2 圧気輸送管の取扱い

圧気輸送管（ニューマ）とは、炉心近傍で試料の中性子照射を行うための装置である。炉心近傍の照射孔とホットラボラトリ内のニューマステーションがチューブで接続されており、試料が封入されたポリエチレンキャプセルを炭酸ガスの圧力で、ニューマステーションから照射孔まで輸送することができる。つまり、原子炉内に試料を輸送することで中性子照射を行う装置であるので、取り扱いには十分な注意が必要である。また、炉心近傍での照射を行う圧気輸送管の他に、黒鉛設備での照射を行う黒鉛設備圧気輸送管も利用することができる。

8. 2. 1 圧気輸送管（Pn-1、Pn-2、Pn-3）

1. 構造及び特徴

圧気輸送管は、ポリエチレン製のキャプセル（図8.2-1参照）に封入した試料を、炭酸ガスの圧力を利用して炉心近傍まで輸送する装置で、簡単に試料の中性子照射が行える。この照射装置は、独立した3系統（Pn-1、Pn-2、Pn-3）からなっており、それぞれの圧気輸送管の炉心内の位置を図8.2-2に、またステーションの配置図を図8.2-3に示す。熱出力5,000 kWにおける中性子束及び照射温度等の値は試料や炉心位置などによっても変わるが、代表的な値を表8.2-1、表8.2-2に示す。

また、圧気輸送管による中性子照射位置（Pn-3）での代表的な中性子スペクトルを図8.2-4に示す。

表8.2-1 圧気輸送管の諸特性

| | Pn-1 | Pn-2 | Pn-3 |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| 熱中性子束 ϕ_{th} (n/cm ² /sec) | 1.9×10^{13} | 2.8×10^{13} | 2.3×10^{13} |
| 熱外中性子束 ϕ_{epi} (n/cm ² /sec) | 6.5×10^{11} | 1.1×10^{12} | 8.4×10^{11} |
| 高速中性子束 ϕ_f (n/cm ² /sec) | 3.2×10^{12} | 6.0×10^{12} | 4.8×10^{12} |
| 金箔によるカドミ比 | 6.8 | 5.8 | 6.2 |
| ガンマ線量率 (Gy/hr) | 6.0×10^5 | 1.2×10^6 | 7.0×10^5 |

表8.2-2 5,000 kWでの照射時間と照射中の雰囲気温度

| 照射時間 | 10分 | 30分 | 60分 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| Pn - 1 | 48 - 55°C | 53 - 60°C | 59 - 67°C |
| Pn - 2 | 60 - 69°C | 70 - 80°C | 76 - 87°C |
| Pn - 3 | 53 - 60°C | 63 - 72°C | 70 - 80°C |

なお、照射中の温度上昇による試料の変質、キャプセルの溶融をさけるため、照射中は炭酸ガスによる強制循環冷却を行っている。

2. 使用状況

所外、所内ともに使用頻度が高く、放射化分析、RI製造等、広範囲の利用がある。

3. 操作方法

照射操作は圧気輸送管操作有資格者が行う。カプセル挿入に先立ちインターフォンでKUR制御室にPn設備名、照射番号及び照射時間を告げる。

4. 異常時の処置

照射中、試料やカプセルの異常な温度上昇をさけるため、炭酸ガスによる冷却を行っている。この冷却系が停止すれば、約60秒で自動的に制御棒の一斉挿入が動作し、KURは停止する。従って、照射中実験者は原則として操作盤付近で待機しなければならない。異常が発生した場合は、実験者は、KUR制御室（2340又はインターフォン）と連絡をとって、EMERGENCY RETURNでカプセルを取り出す。非常時の取り出し操作を行った場合、必ずカプセルの帰還及び異常の有無を確かめること。制御室からの操作の場合は、特に注意すること。その他の異常事態を含む異常時の処置についての詳細は、保安指示書を参照し適切な処置をすること。

5. 照射の条件

1) 試料の照射容器（カプセル） 図8.2-1参照

[材質]：高密度ポリエチレン

[寸法]：内径25 mm、長さ101 mm

[保管場所]：ホットラボ準備室

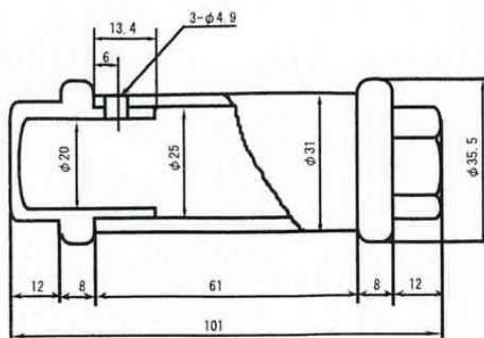


図8.2-1 圧気輸送管用カプセル

2) 試料封入法

カプセルに入れる試料は10 g以下とし、直接カプセルに入れずにポリエチレン製の袋や容器などに入れる。試料が、粉末、水溶性物質、ガス発生物質、発熱物質である場合は十分に注意する。特に核燃料物質の場合には、石英管に封入すること。なお、試料のまわりに十分緩衝材（綿、ガーゼ等）を詰めること。

カプセルへの試料の封入は原則として実験者が行う。まず、「ニューマカプセル通しゲー

ジ」に上からカプセルを入れ、カプセルがスムーズに通ることを確認する。カプセルの両端を持ち、少しねじって蓋がどちら側かを確認し、蓋と本体の接合部分に油性マジックで合いマークを入れる。カプセルの蓋部分を専用ボール盤の六角ソケットに入れ、固定ハンドルを手前に引いてカプセルを固定し、ボール盤のスイッチを入れ、回転ハンドルを回して120° 間隔で穴を3か所空ける。試料、緩衝材を本体に入れ、合いマークをそろえて蓋を閉める。リベットを穴3か所にしっかりと押し込み固定する。カプセルの両端を持ち、少しねじって蓋が固定されていることを確認する。

3) カプセルの開封

カプセルの開封は原則として実験者が行う。必ずホットラボ施設のフード内、もしくはグローブボックス内で行うこと。試料が粉末の場合には、試料の飛散に十分注意すること。

4) 試料以外の充填物

容器や被覆用カドミウムなど、試料以外のものをカプセルに封入する場合、その物質名、量、形状、誘導放射能などについても詳しく「KUR照射使用記録」に記載する。

カドミウムの被覆照射は、厚さ1.0 mm以下、一重巻とし、かつ試料を含めた全重量は10 g以下とする。

5) 照射時間

カプセルの照射時間は、1,000 kW運転時は4時間、5,000 kW運転時は1時間までとする。ただし、カドミウム被覆照射の場合には1,000 kW運転時は5分、5,000 kW運転時は1分までとする。1,000 kW未満の出力での運転時には、出力に応じて1時間を超えた照射が可能である。炉心構成によっては、照射時間に制限を加えることがある。また、KURの出力変更をまたいだ照射は行わないこと。

6) 照射申込み時の注意

照射後の予想放射能が 3.7×10^{10} Bqを超える場合は、原則としてPn-2にて照射を行う。核燃料の照射はPn-2でしか行えない。なお、Pn-3では30分以上の照射はできるだけ行わず、数分以下の短時間照射を優先的に行う。また、Pn-1, 3のステーションはPn-2に比べて遮蔽能力が低いため、Pn-1, 3にて長時間照射を計画する場合には生成放射エネルギーに十分注意すること。

6. ドライアイス照射

試料を低温に保ちながら照射するためにドライアイス入り照射が可能である。詳細は実験設備管理部ホットラボ班に問い合わせること。

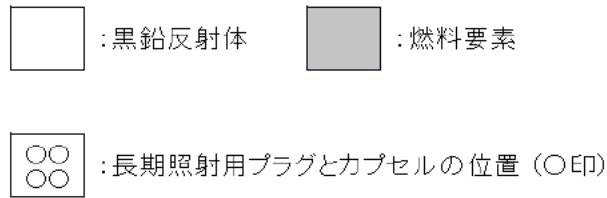
7. その他

圧気輸送管Pn-1ステーションには、照射後のカプセルをトレーサ棟に輸送できる圧気輸送管設備（トレーサー棟 エクステンション ニューマ）がある。この使用を希望する時は、あらかじめその旨を「KUR照射使用記録」に記入する。なお、カプセルの線量は表面から10 cmの位置において100 μ Sv/hr以下とする。詳細は実験設備管理部トレーサ棟班に問い合わせること。

黒鉛熱中性子側

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|-----|---|-----|----------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| い | | R | | | | | SSS | | |
| ろ | | | | A | | B | | ○○ ○○ | |
| は | | | | | Hyd | | | | |
| に | | | | C | | D | | | Pn-2 |
| ほ | | | | | | | | | Pn-3 |
| へ | | | | | | | | | Pn-1 |

重水熱中性子側



A, B, C, D: 粗調整棒 R: 微調整棒 Hyd: 水圧輸送管照射用プラグ
 SSS: 精密制御照射用プラグ Pn-1, Pn-2, Pn-3: 圧気輸送管 #1, #2, #3

図8.2-2 圧気輸送管の炉心内の位置

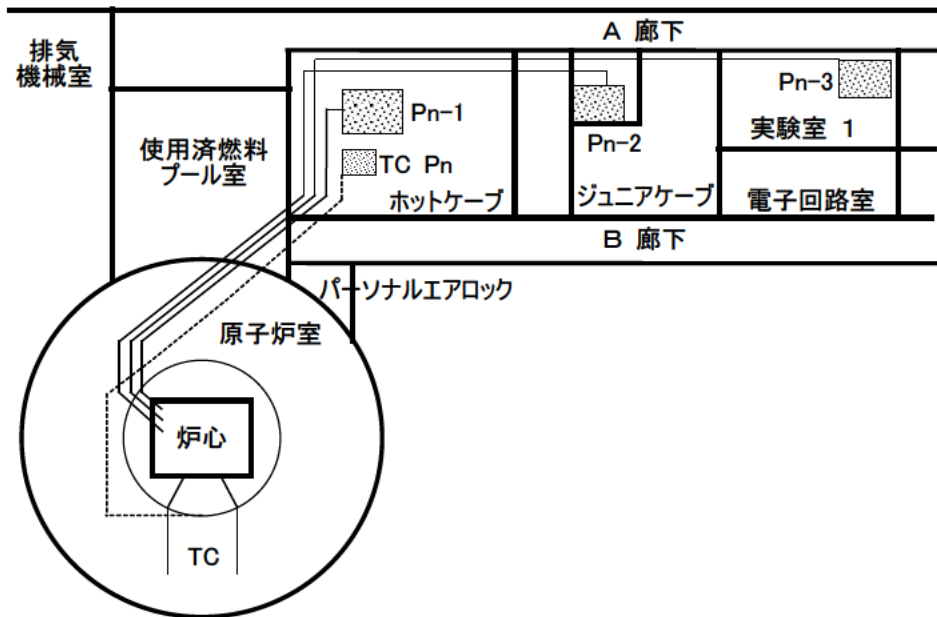


図8.2-3 ステーションの配置図

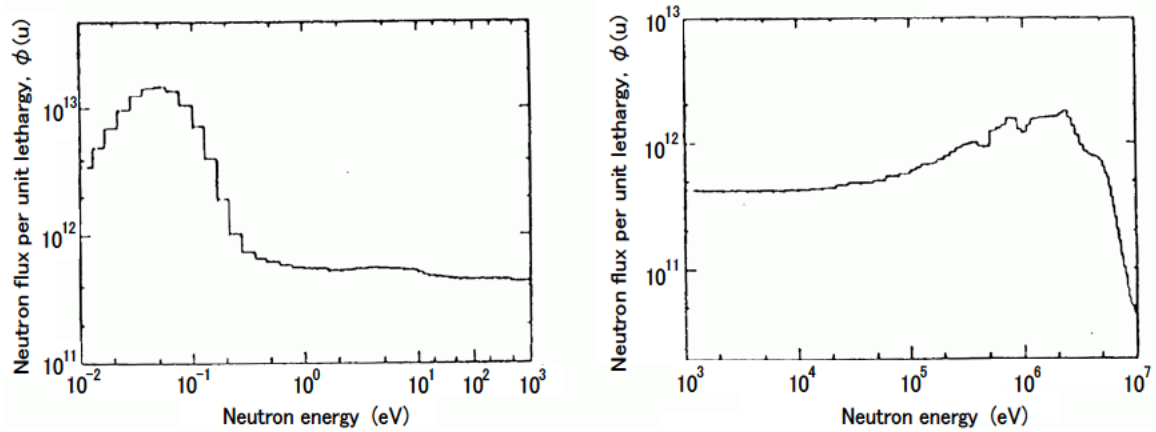


図8.2-4 圧気輸送管の代表的中性子スペクトル (Pn-3, 5,000 kW)
 (左) 1,000 eV以下 (右) 1,000 eV以上でのスペクトル

8. 2. 2 黒鉛設備圧気輸送管 (TC Pn)

1. 構造及び特徴

炉心タンク内の圧気輸送管の照射と比べて、より軟らかい中性子スペクトル場での照射を簡単に行う目的のために設置された。照射用カプセルは炉心タンク内の圧気輸送管と同一のもの（図 8.2-1参照）を用い、カプセルの輸送には炭酸ガスの圧力を利用している。照射中のカプセルの炭酸ガスによる強制冷却は行わない。特徴としては最大3個までのカプセルを同一時間帯に挿入し、最底部のカプセルを残したまま、それより上部のカプセルを取り出せるように設計されている。最長照射時間はKURの連続運転時間内とする。カプセル挿入及び取出し時のバルブ類の開閉はパソコンと制御器により自動制御され、また、照射の状況はパソコンの画面に表示される。黒鉛設備圧気輸送管系統の構造概略図等を図8.2-5～7に示す。

2. 照射上の特性

炉心に最も近い位置での5,000 kW運転時での平均の中性子束等の特性は下記の通りである。

| | |
|----------|---|
| 熱中性子束 | : $\phi_{th} = 3.6 \times 10^{11}$ (n/cm ² /sec) |
| 熱外中性子束 | : $\phi_{epi} = 5.4 \times 10^8$ (n/cm ² /sec) |
| 高速中性子束 | : $\phi_f = 7.2 \times 10^7$ (n/cm ² /sec) |
| 照射中雰囲気温度 | : 運転初期40 °C、運転終了前55 °C |
| ガンマ線量率 | : $D = 2 \times 10^3$ R/hr |

圧気輸送管 (Pn-1) と比べると ϕ_{epi}/ϕ_{th} 比で1/20、 ϕ_f/ϕ_{th} で1/1,000である。なお、 D/ϕ_{th} 比は同程度である。

3. 使用上の注意

カプセルは原則として3個まで同一時間帯に照射できる。上部のカプセルは下部のものより常に先に、あるいは同時に取出すことができるが、下部のカプセルのみを優先的に取出すことはできない。また、すでに下部にカプセルがあり、その照射の残り時間が4分以下の場合は、緊急取出し時を除いてカプセルの挿入を含めて全ての操作が出来ない。

4. 照射の手順

以下の手順で、タッチパネルの表示に従って操作すればカプセルの照射ができる。

- 1) 照射可能であることが確認して、図8.2-7に示すステーションの挿入孔の蓋を開けてカプセルを挿入する。
- 2) タッチパネルの表示を見ながら「所属」、「氏名」、「照射番号」、「照射時間」などを入力し、「照射」ボタンを押下すれば、ピストンの移動、バルブの開閉が自動的に行われてカプセルが照射位置まで搬送される。
- 3) マイクロホンのスイッチをONにしておくと、カプセルが照射位置に到着したかどうか音によって確かめることができる。

- 4) あらかじめ設定した照射時間を経過すると、カプセルは自動的にステーションのフード内に返送される。
 - 5) 何らかの理由で照射中の全カプセルをただちに取出す必要が生じた時は、制御盤の蓋に取り付けられているマニュアルリターンボタンを押せば、パソコンの制御とは無関係に全カプセルがフードまで返送される。
 - 6) 照射番号などの入力した情報、照射開始時間、照射時間は全てデータベースサーバーに記録保存され、webブラウザを用いてその内容を閲覧することができる（所内のみ）。
 - 9) カプセル輸送のための炭酸ガスの圧力が不足している時は、タッチパネルに警告の表示が出るので、実験設備管理部ホットラボ班員に連絡し、指示を受けること。
 - 10) その他のエラーメッセージや警告が表示された場合や不明な点があれば、実験設備管理部ホットラボ班員に連絡し、指示を受けること。
- なお、その他の事項は前項の「圧気輸送管（Pn-1, Pn-2, Pn-3）について」に準じる。

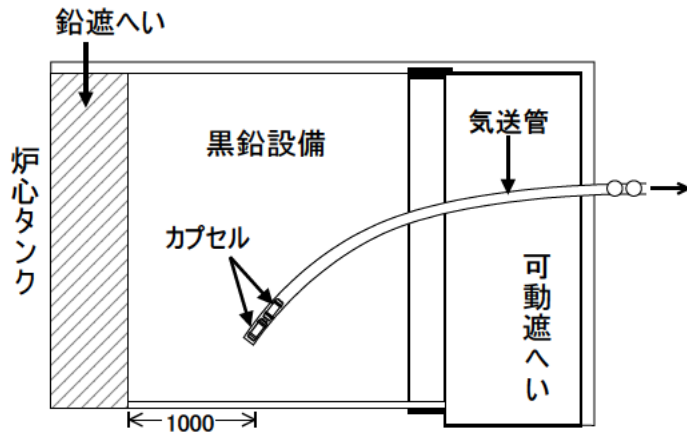


図 8.2-5 黒鉛設備内気送管配置図

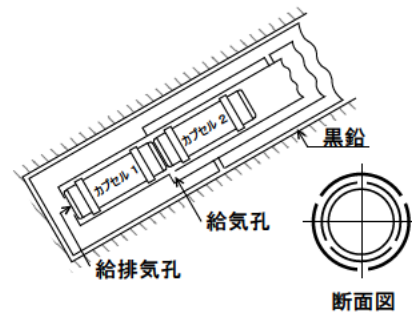


図 8.2-6 照射位置詳細図

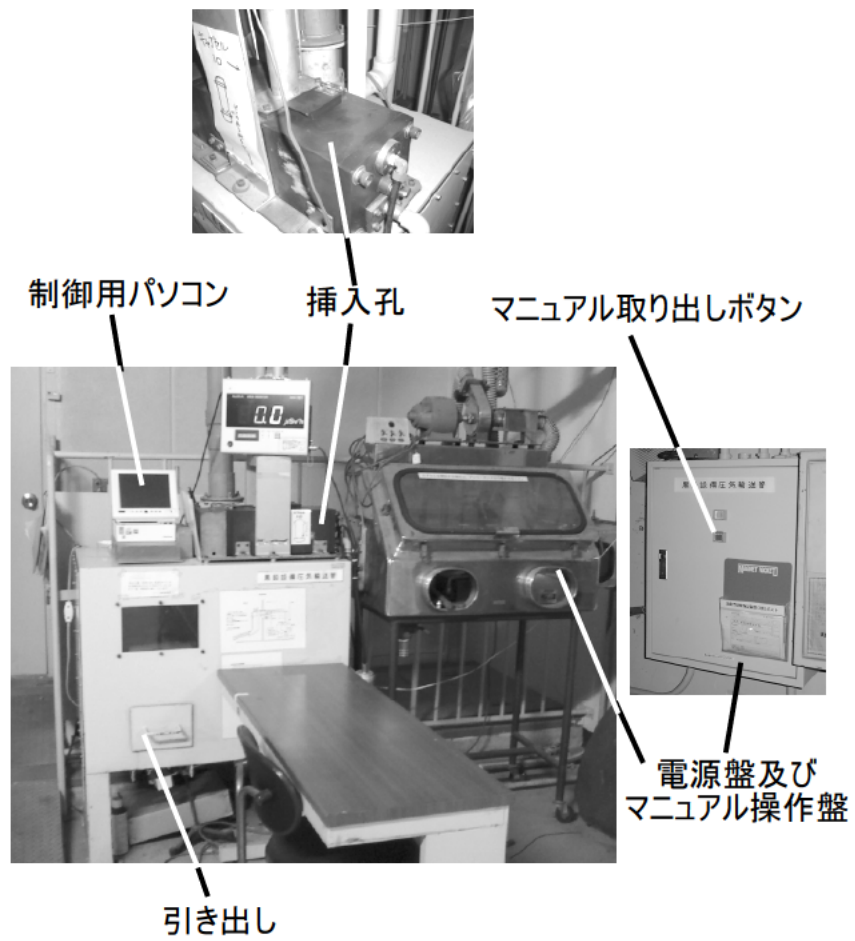


図 8.2-7 TC Pnステーション

8. 3 トレーサ棟における実験

1. トレーサ棟の概要

トレーサ棟には、図8.3-1に示すとおり、物理系、化学系及び生物系の各実験室並びに小実験室があり、各種の実験機器が備えられ、原子炉で照射した試料などの物理的、化学的及び生物学的研究を行うことができる。

トレーサ棟はR I 及び核燃料物質の使用施設・貯蔵施設で、密封及び非密封状態のR I と核燃料物質の使用・貯蔵が可能であるが、そのためには種々の手続や条件を厳守して行わなければならない。これらは、「放射線障害予防規定」及び「放射線障害予防規定実施細則」並びに「実験用核燃料物質取扱要領」に詳しく述べられているので、それらを熟読すること。

ここではR I 及び核燃料物質の使用等に関し、トレーサ棟に関係の深い事項を述べる。

2. トレーサ棟におけるR I の取扱い

1) R I の使用ができる実験室

非密封R I が使用できる実験室を表8.3-1に示す。各室で使用できる数量・核種などの条件については、「R I 使用の要点」に記載されているので参照のこと。また、密封R I についても別途定められているので、使用に際しても「R I 使用の要点」を参照のこと。

2) R I 使用禁止の場所

トレーサ棟玄関、控室、廊下、除染室、便所、二階排気機械室、地下物品保管室など

表8.3-1 非密封RIが使用できる実験室

| 分類 | 実験室名 |
|-----------|---|
| 小実験室系作業室 | 低放射能測定室、スペクトロメータ室No. 1～No. 3、環境動態実験室No. 1、No. 2、準備室 |
| 物理実験室系作業室 | 物理実験室No. 1～No. 5 |
| 生物実験室系作業室 | 生物実験室No. 1～No. 4 |
| 化学実験室系作業室 | 化学実験室No. 1～No. 3 |
| 生物別棟系作業室 | 生物実験室No. 5～No. 8 |

3) R I 取扱い上の一般的注意

- ① トレーサ棟の各実験室の流しはすべて「放射性流し」であるため、冷却水を使用する際は、事前に室管理者に相談の上行うこと。
- ② R I 使用で生じた放射性廃液の処分は、室管理者および処理部の指示を受けて行うこと。「放射性流し」には、R I 使用器具の3回目以降の洗浄液のみ流してよいが、廃液が高濃度である場合、3回目以降の洗浄液であっても放射性物質が残留する可能性があるため、放射性流しへの廃棄には留意すること。
- ③ R I の取扱量は、できるだけ少量とするようあらかじめ実験計画をたて、とくに廃液の少量化に努めること。

- ④ R I の飛散による汚染が生じないよう厳重に注意すること。汚染の可能性のある作業は、必ずフード内で、ポリエチレンシートを敷くなど、十分な汚染対策を講じたのち行うこと。また後片付けを必ず行うこと。
- ⑤ R I 使用中は、R I の存在場所、核種、数量、使用者名簿等の必要事項を、使用実験室ドアに標識等を用いて明示すること。
- ⑥ 非密封R I 又はR I フードの使用時には、管理区域内出入り口付近にある「トレーサ棟実験室使用状況」において、その旨を明示すること。
- ⑦ R I で汚れた手などの除染は、除染室入口脇にある R I 流しで行うこと。緊急時以外、除染室のシャワーは使用しないこと。
- ⑧ 実験室等で汚染が生じた場合は、室管理者に直ちに連絡するとともに、放射線管理部の指示を受けて除染すること。
- ⑨ 使用していないR I は、廃棄又は持ち出す物を除き、トレーサ棟R I 貯蔵室に収納すること。この際所定の手続きや保管作業を行うこと。
- ⑩ R I 貯蔵室及び貯蔵箱は施錠されているので、利用の際には管理担当者に連絡し、指示を受けること。
- ⑪ 化学実験室 No. 1 に圧気輸送管ターミナルが設置されており、使用に際しては照射使用記録に記載のうえ管理者の了解を得ること。カプセルの開封は化学実験室のフード内で行い、汚染等に注意すること。
- ⑫ トリチウムを取扱う場合は、所内連絡者と十分協議すること。

3. 放射性廃棄物の取扱い（第4章参照）

- 1) 放射性廃棄物の量はなるべく少なくするよう努めること。
- 2) 放射性廃棄物は放射能のレベル、種類、物理・化学的状态などによって収納容器の種類や取扱い方が異なるので実施細則を遵守すること。取扱い方法が不明の場合は担当所員を通じて処理部と相談すること。
- 3) 可燃性及び不燃性固体廃棄物を収納する際は、下記の事項を遵守すること。
 - ① 不燃性と可燃性の区別等、第4章で記載されている区別を厳守して行うこと。
 - ② 収納のつど所定の放射性汚染物記録票に必要事項を記入すること。
(記録票は収納容器のそばに置いてある。)
 - ③ 放射性廃棄物以外の物は廃棄物容器に絶対に収納しないこと。

4. トレーサ棟における核燃料物質の取扱い（第6章参照）

一般的な事項のほか、特に次のことに注意すること。

- 1) 試料調整等のために核燃料物質が収納されている容器を開封する際は、化学実験室No. 1～No. 3のフード、若しくは、化学実験室No. 2のグローブボックス内にて行なうこと。
- 2) 作業に際しては、汚染拡大防止を実施すると共に、線量当量率が1 mSv/hを超える場合には、放射線防護措置をとる。
- 3) 核燃料物質の貯蔵は、R I 貯蔵室内の所定の核燃料貯蔵庫に限られる。各貯蔵庫は施錠され、それぞれ貯蔵庫ごとに管理担当者が定められているので、貯蔵に際してはあらかじめ管理担当者と相談すること。また、各貯蔵庫に明示されている貯蔵上の注意事項を遵守すること。

と。

- 4) 核燃料物質を含む廃液又は固体状廃棄物は、所定の専用容器に収納すること。備え付けの放射性同位元素の廃棄物容器に廃棄してはならない。

5. トレーサ棟各室及び大型装置の使用に関する一般的注意

- 1) 一般的事項として、以下の事項に留意すること。
 - ① 冷却水のように多量の水を連続的に使用する場合には、各室管理者と十分相談の上行うこと。また、漏水には注意すること。
 - ② 各室は空調、照明を含め、節電に努めること。
 - ③ 物品の持出しは必ずその物品の管理担当者に連絡の後、所定の手続きに従って行うこと。
 - ④ 機の移動などを含む大幅な模様替えは、室管理者に相談の上行うこと。
 - ⑤ 大型装置の使用に際してはあらかじめ各装置の管理担当者と相談の上行うこと。
 - ⑥ 実験の開始、終了時には必ず清掃、整理整頓を行うこと。当然のことながら火気、高圧ガス、高電圧、有毒ガスなどに十分注意すること。
 - ⑦ 管理区域内では飲食、喫煙及び化粧を行わないこと。
 - ⑧ 地下物品保管室には、R I 汚染物及び汚染されている可能性のある物は置かないこと。
- 2) 化学実験室の使用はほぼホットラボ棟実験室に準じるが、詳細は各室管理者と相談すること。
- 3) 生物実験室の使用に際しては、特に以下の点に注意すること。
 - ① 動物の飼育は所定の場所で行うこと。使用希望者はあらかじめ所内連絡者（共同利用者の場合）又は各室管理者と打合せが必要である。
 - ② 病原性の生物は原則として使用できない。
 - ③ 組換えDNA実験（P2レベルまで）は、所定の場所で行うこと。実験希望者は、あらかじめ必ず組換えDNA実験安全主任者と打合わせる必要がある。

トレーサ棟

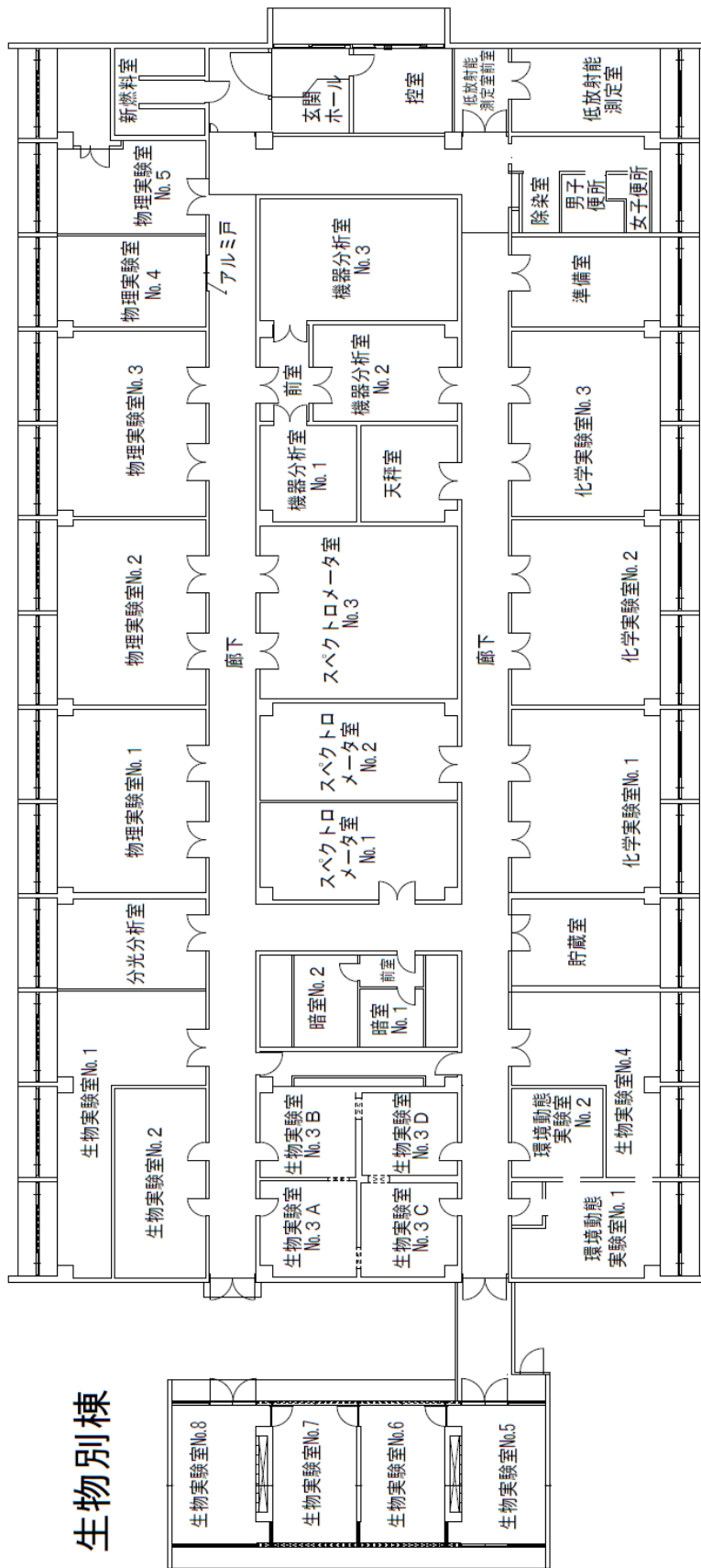


図8.3-1 トレーサ棟平面図

8. 4 精密制御照射装置 (SSS)

1. 構造及び特徴

精密制御照射装置は、ヒーターにより試料温度をコントロールしながら、照射できる高温材料照射装置である。中性子スペクトルを照射位置、反射体の材質を変えることによって可変できる。また、照射位置の容積が大きく（φ38mm、高さ60mm）、信号線を炉頂から導入できるので照射下での動的試験も可能。通常温度制御照射には、φ10mm×20mm以内の試料が望ましい。

熱出力5000 kWにおける代表的な中性子束等は次の通りである。

※中性子束密度

中性子エネルギー $E \leq 1 \text{ eV}$: $2.2 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$

” ” $\geq 0.1 \text{ MeV}$: $9.4 \times 10^{12} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$

全中性子束密度 : $3.8 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$

※核発熱(A1換算)量 : 1 W以下、0.25W以上

精密制御照射管A位置の中性子スペクトルを図8.5-1に示す。

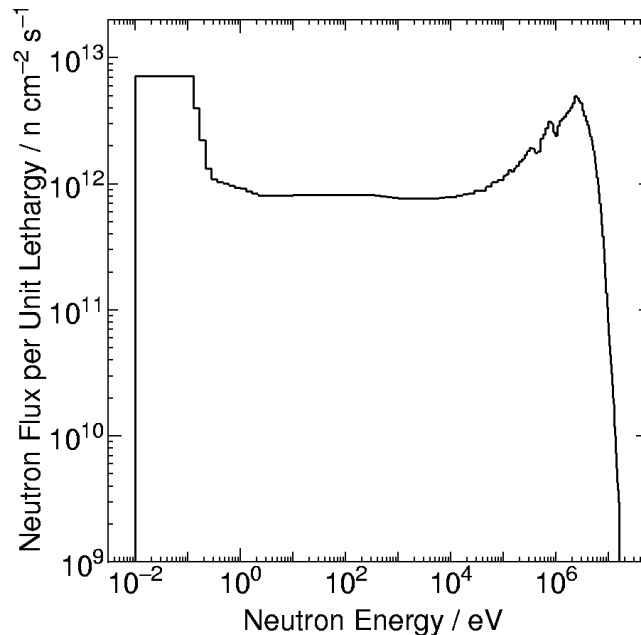


図8.5-1 精密制御照射管A位置の中性子スペクトル

2. 利用方法

半期ごとに共同利用者の希望を調査して温度・時間等の照射条件が決定する。利用を希望する実験者は、①SSS照射記録、②誘導放射能計算書、③放射性同位元素取扱届、④試料（銅箔でバンドルしたもの）、⑤試料リストを期日までに担当者に提出する。担当者は、必要書類をとりまとめ、実験記録とSSS計画書を添付して中央管理室に提出する。照射及び照射中の監

視は、当番者（保守管理者+当番有資格者）が行なう。照射は、複数の利用者の試料をまとめて相乗りで実施される。

照射を終了した試料は、一定期間冷却された後、カプセルから取り出され実験者に返される

8. 5 主な照射設備を用いる実験

－水圧輸送管、傾斜照射孔、炉心内照射－

1. 概要

京都大学研究用原子炉（KUR）は、種々の実験・照射研究ができる原子炉であり、多くの中性子ビーム実験孔に加えて、幾つかの中性子照射設備が設けられている。表8.6-1は、KURに設置されている主な実験・照射設備の一覧である。

表8.6-1 KURの主な実験・照射設備

| 設備の名称 | 略称呼び名 | 主な実験・照射 |
|-------------|-------|----------------|
| 水圧輸送管 | Hyd | 高中性子束照射 |
| 傾斜照射孔 | S1 | 大型試料照射用 |
| 炉心内照射 | LI | 炉心内での長期にわたる照射 |
| 重水設備 | D20 | 標準熱中性子場、医療照射 |
| 黒煙設備 | TC | 冷中性子源 |
| 貫通孔No. 1 | T-1 | ISOL、短寿命核実験用 |
| 水平照射孔No. 2 | E-2 | 中性子ラジオグラフィ用 |
| 水平照射孔No. 3 | E-3 | 中性子導管実験照射用 |
| 水平照射孔No. 4 | E-4 | LTL、低温照射装置 |
| ビーム実験孔No. 1 | B-1 | 低速陽電子ビームシステム |
| ビーム実験孔No. 2 | B-2 | B-2実験孔照射装置 |
| ビーム実験孔No. 3 | B-3 | クリスタルモノクロメータ設置 |
| ビーム実験孔No. 4 | B-4 | 中性子導管実験照射用 |
| 圧気輸送管No. 1 | Pn-1 | カプセルを用いて簡便な照射 |
| 圧気輸送管No. 2 | Pn-2 | カプセルを用いて簡便な照射 |
| 圧気輸送管No. 3 | Pn-3 | カプセルを用いて簡便な照射 |
| 黒鉛設備圧気輸送管 | TCPn | カプセルを用いて簡便な照射 |

ここでは、KURにおける主な照射設備として、(1)水圧輸送管(Hyd)、(2)傾斜照射孔(S1)、(3)炉心内照射(LI)を取り上げ、その構造及び特長、試料及び取扱操作の留意点、照射条件、異常時の処置などについてまとめる。

2. 水圧輸送管 (Hyd)

a. 構造及び特徴

水圧輸送管は、KUR炉心内の中央部に位置し、照射設備の中でも熱中性子のみならず高速中性

子についても最も高い中性子束が得られる設備である（熱中性子束： 8×10^{13} n/cm²/s、高速中性子束： 4×10^{13} n/cm²/s）。試料は、KUR炉心中央部に挿入されるため、試料の挿入、取出し操作に当たっては原子炉の反応度に急激な変化を与えないよう十分注意を要する。

b. 試料及び取扱操作の留意点

照射試料は、アルミニウム製のカプセルに封入し、図8.6-1に示すように、駆動ワイヤーによってKUR炉心内に送り込まれる。操作そのものはKUR運転班員が行うが、実験者は原則として試料の挿入・取出し操作に立ち会う必要がある。照射が終了すれば、放射線管理部員の立会いの下にKUR運転班員が試料の取り出しを行う。この際取り出されたカプセル上部のサブプールの蓋の上での線量率が2 mSv/hを超えた場合は、線量率がバックグラウンド程度まで下がる位置までポートを炉心側に戻し、減衰を待つこと。サブプールに取り出された照射後の試料カプセルは、カプセル移送管を通じてホットケープ室へ移送される。実験者は、試料の取り出しがあることをあらかじめ担当の実験設備管理部員に連絡の上、試料の取り出し操作に立ち会うこと。後日、ホットケープ室においてカプセルを開封後、試料は実験室へ持ち込まれる。一連の照射、実験が終了すれば、「KUR照射使用記録」の実施欄に必要事項を記入の上、中央管理室（共同利用掛）へ報告／提出すること。

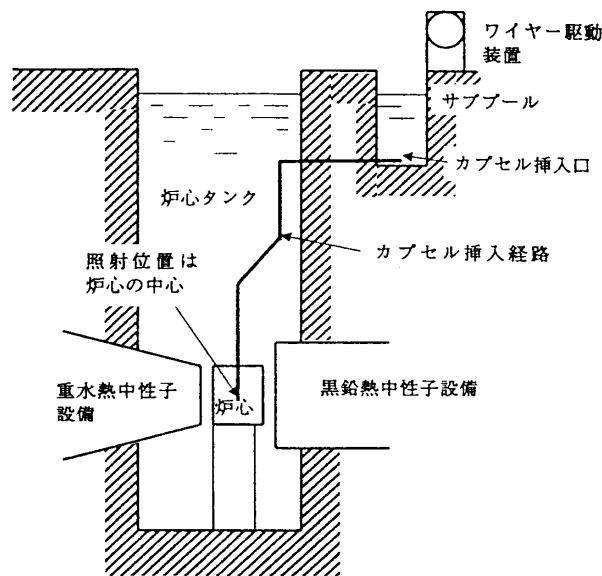


図8.6-1 水圧輸送管照射設備の概略図

c. 照射条件

水圧輸送管照射用のアルミニウムカプセルの内容積／寸法は、内径22mm（一部分は16mm）、長さ77mmである。試料は原則として石英ガラス封入またはアルミニウム管圧接封入とする。封入内圧は0.5気圧程度の減圧とし、ヘリウムガスに置き換えるのが望ましい。試料重量については特に制限はないが、ボイドによる原子炉の反応度効果を軽減するためカプセル内には純水を満たすと共に、水中に沈むようにする。炉心への試料挿入に当たりKUR運転班員がカプセルの内容を安全性の立場から点検する。

試料が粉末、水溶性、ガス発生物、発熱物質（発熱計算も必要）の場合は十分注意を要する。また、リチウム、ホウ素及びその化合物は、発熱と反応度変化をもたらすので、あらかじめ圧気輸送管などで予備照射を行った結果をふまえて照射申込みをすることが望まれる。

試料以外のもをカプセルに封入する場合でも、その物質名、量、形状、誘導放射能などを「KUR照射使用記録」に記載、添付する。また、カドミウム試料（被覆）照射は、全量を8グラム、面積にして10平方センチ以下とする。

照射時間は、原則として5時間以上数10時間程度、マシンタイムに余裕があり、安全性が確認できた場合には一週間を限度とする照射も可能である。

d. 異常時の処置

実験中に、汚染、被ばくなど、異常事態が発生した場合は、直ちにKUR制御室（電話2340）、中央管理室（電話2400）、設備担当者に連絡し、その指示に従う。

3. 傾斜照射孔 (S1)

a. 構造及び特徴

傾斜照射孔 (S1) は、図8.6-2に示すように、炉頂横のサブプールより炉心近傍に向かって試料を斜め方向に挿入していく照射設備で、孔の直径は約10cmで、その内部は水で満たされている。傾斜照射孔は炉心周辺の反射体の外側に位置しているため、水圧輸送管の場合に比べると中性子束は低く、高速中性子束になると二桁近く小さくなっている（熱中性子束： 4×10^{12} n/cm²/s、高速中性子束： 4×10^{11} n/cm²/s 1,000 kW時）。即ち、ここでは高速中性子に比べ低速中性子の割合が多くなっている。傾斜照射孔では、原子炉に与える反応度の影響は少ないので、試料の挿入、取り出し操作はKUR運転員の承認を得た上で、実験者が行う。

b. 試料及び取扱操作の留意点

傾斜照射孔内は純水で満たされており、照射中に試料を含む照射物が水中に溶出しないようにする必要がある。試料以外の充填物、重り、容器などの誘導放射能についてもあらかじめ計算を行い、取出し／取扱い時の放射線量に注意すること。照射試料から1 m 離れた位置での線量が20 μ Sv/hを超える場合には、サブプール内に試料を留めたのち（原則としてその週の末までが限度）、誘導放射能の減衰を待ってサブプールから取り出し、実験室へ移動させる。この運搬操作、運搬容器の手配も実験者側で行うので、これらを十分考慮して一連の照射・実験計画を立てる必要がある。

c. 照射条件

照射に用いる試料容器が所定のポリエチレン製である場合は、照射時間は5時間以内、アルミニウム製容器（実験者側で用意）の場合は、1時間以内とする。照射試料は空気抜き用の小さな穴を10箇所以上あけた所定のポリエチレン製容器（内容積：～500ml、内径～70mm、高さ～110mm）に詰めて、水中に沈むように所定の鉛粒などの重りを充填し、8m余りの長さをもつタコ糸とアルミニウム線の両方を使って吊り下げながら、照射孔に挿入する。ただし、5,000 kW運転時においては12分以内、1,000 kW運転時においては1時間以内の照射については水糸2本での吊り下げでも可とする。また、試料に熱電対、ケーブル等を取り付けた状態での照射も可能である。

d. 異常時の処置

実験中に、汚染、被ばくなど、異常事態が発生した場合は、直ちにKUR制御室（電話2340）、

中央管理室（電話2400）、設備担当者に連絡し、その指示に従う。

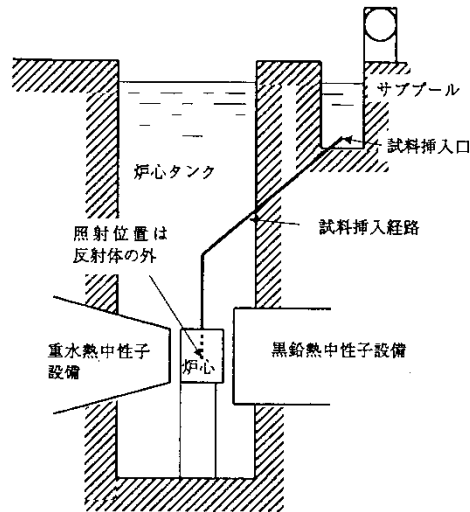


図8.6-2 傾斜照射孔の概略図

4. 炉心内照射 (LI)

a. 構造及び特徴

KURの燃料要素の形状をした特製の長期照射用プラグ内に、アルミニウム製の二重管カプセルに封入した試料を挿入し、KUR炉心内において週を単位とする長期にわたり照射を行うことができる。図8.6-3は、炉心内照射用プラグの概形を示している。最大とする照射期間は12運転週であり、その間必要に応じて試料や照射カプセルについて目視並びに寸法検査が行われる。熱中性子束、高速中性子束は水圧輸送管設備に次いで高く、何れもそれぞれの半分程度である（熱中性子束： 5×10^{13} n/cm²/s、高速中性子束： 1.4×10^{13} n/cm²/s。なお、中性子束はプラグ内の位置により異なるので注意のこと）。

長期照射試料の炉心への挿入、取り出しは、炉心配置変更作業を伴うため、研究炉の運転、実験計画の都合により、炉心への試料挿入日、取出し日に変更される場合がある。

b. 試料取扱操作の留意点

照射用試料は、中央管理室を窓口として照射二週間前の月曜日(当日が休日の場合は前週末)までに、長期照射担当者に引き渡し、炉心への挿入作業日までにカプセル封入が完了されていなければならない。試料が放射性である場合には、前以て中央管理室または長期照射担当者によく打ち合わせておく必要がある。

試料のカプセル封入はTIG溶接法にて行われ、カプセル内はヘリウムガスに置換して、溶接後ヘリウムリークテストを行う。二週間以上照射の場合は、溶接部のX線透過試験も行っている。

照射後の試料／カプセルは、炉心配置変更作業を経てホットケープ室へ移送され、開封、試料の取り出しが行われる。

c. 照射条件

照射試料を封入する容器は、二重管カプセルを原則とする。カプセルの材質はアルミニウムで、その内径は18mm、長さは233mmである。炉心内照射は、通常一週間から四週間の運転単位で

行われ、最高12運転週単位まで実施可能である。炉心内照射／実験に当たり、過去にその実績を持たない場合には、炉心内照射に対する安全審査上、予備照射／実験が求められるので、この点をよく留意して実験計画を立てる必要がある。

d. 異常時の処置

実験中に、汚染、被ばくなど、異常事態が発生した場合は、直ちにKUR制御室（電話2340）、中央管理室（電話2400）、設備担当者に連絡し、その指示に従う。

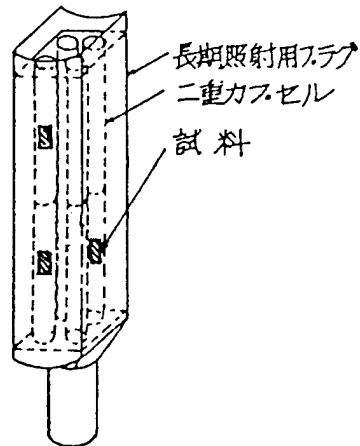


図8.6-3 長期照射用プラグの概略図（照射位置については図8.2-2参照）

8. 6 重水中性子照射設備

1. はじめに

重水中性子照射設備の取り扱いについて、設備の管理及び利用に関する各種操作に必要な手順及び方法並びに注意事項などを記述するものとする。

重水中性子照射設備は、原子炉施設の部分と実験装置の部分から構成されている。重水タンク設備、重水設備遮蔽扉（以下「上下遮蔽扉」という）、重水設備照射室（以下「照射室」という）及び重水設備照射室出入口遮蔽扉（以下「出入口遮蔽扉」という）、重水給排水設備などは原子炉施設であり、重水設備大型試料輸送システムを構成する重水設備大型試料輸送台車（以下「輸送台車」という）、治療用コリメータ、簡易治療室、小型試料自動照射システム（以下「照射システム」という）等は実験装置である。

重水中性子照射設備は、連続運転中に照射条件（以下「照射モード」という）を自由に変更される特徴を持っている。また、連続運転中に照射室内へ入ることも可能である。これらの特徴を活かせる利用形態は、以下の4つに分けられる。

- ・ KUR 連続運転中の利用
 - (i) 輸送台車利用
 - (ii) 照射システム利用
- ・ KUR の停止を伴う利用
 - (iii) 低出力利用
 - (iv) 実験体系の交換に停止を必要とする利用

2. 照射モードの設定

照射モードの設定は、スペクトルシフタおよび重水シャッタへの重水の出し入れ、並びに2組のカドミ熱中性子フィルタの開閉を行うことにより、連続運転中に変更することができる。

スペクトルシフタの操作は、KUR 実験記録及びKUR 照射記録に沿って計画され、「重水中性子照射設備の管理及び使用計画書：重水設備保安指示書；付属参考資料3」（以下「使用計画書」という）に記載された条件で行う。計画書で指定された照射モードとその時間帯以外は自由に変更できる。なお、この操作は重水設備保守管理者、重水設備利用操作有資格者が行うことができるが、操作した場合は、「重水中性子照射設備の操作記録及び実験条件確認表：重水設備保安指示書；付属参考資料6」（以下「実験条件確認表」という）に記録する。

3. 照射システムの取り扱い

1) 基本的な考え方

照射システムは、連続運転中に照射室の外から照射試料の出し入れができる装置である。

この利用については、KUR 実験記録に従う他には、取扱資格や操作記録などの制限を設けない。照射システムの設置は、位置調整が必要なことから、起動前に行うことを原則とする。

2) 操作及び制限

照射システムの操作はコントロールパネルにより行う。以下の制限の下に利用する。

- ・ 試料の最大の寸法は、幅10cm、高さ10cm、長さ20cm程度、重量は1kg以下。
- ・ 試料の設置は、脱落等が無きよう慎重かつ確実に行うこと。

- ・操作時以外は、照射システム出入口の遮蔽扉は確実に閉めておくこと。

3) 設置の方法

以下の要領で設置を行う。

- ・照射室内の所定の位置に合わせて設置する。
- ・設置後、搬送用の手すりは必ず外す。
- ・操作試験を行い、設置に問題が無いことを確認する。

4. 大型試料輸送システムの取り扱い方法

1) 安全連錠回路

KURを10kWを超える高出力連続運転中に医療照射をはじめとする大型試料を用いた実験を、重水設備において行う場合の手順、方法、注意事項などを説明する。なお、これを行う場合には、高出力で連続運転中に照射室内に入り、輸送台車とその駆動部を手動で連結させる必要がある。これに関連して以下の2つの状態に関して条件を設定し、その一部に連錠回路（インターロック）を設けている。

① 出入口遮蔽扉を「開」にする条件。

- (1) スペクトルシフタ1, 2, 3及び重水シャッタータンクが満水であること。(連錠回路)
- (2) 上下遮蔽扉が全閉であること。(連錠回路)

② 輸送台車を照射室内で照射位置方向に遠隔操作する条件

- ・上下遮蔽扉が「全開」であること。

③ 大型試料輸送システムの利用制限

- ・試料の最大の寸法は、幅200cm、高さ180cm、長さ200cm程度、重量は2 t以下

連錠回路に関係する標準的な操作及びその手順の詳細については2)および3)に示す。

2) 出入口遮蔽扉を「開」にする手順及び方法(高出力連続運転中)

- ① 上下遮蔽扉を「全閉」にする。
- ② スペクトルシフタ1, 2, 3及び重水シャッタータンクを「満水」にする。
- ③ 出入口遮蔽扉を「開」にする。

なお、①、②は並行して操作可能である。

3) 輸送台車の操作及びその手順

(照射室への移動)

- ① 輸送台車をコントローラを用いて電動で照射室内の待機場所まで移動させる。
- ② コントローラ(小)を照射室貫通部に配置する。

(待機場所と照射位置の間の移動操作)

- ① 出入口遮蔽扉を「全閉」にする。
- ② スペクトルシフタ1, 2, 3及び重水シャッタータンクの重水を必要などころだけ空にする。
- ③ Cdフィルタを必要に応じて開閉させる。

以下の操作は、①、②、③の操作が完了してから行う。

- ④ 上下遮蔽扉を「全開」にする。
- ⑤ 輸送台車を遠隔操作により待機位置と照射位置の約90cmを前後に移動させる。
 - ・照射位置に達した時刻を「照射開始時刻」とする。
 - ・照射位置からの移動開始時刻を「照射終了時刻」とする。

(照射室外への移動操作)

- ① 輸送台車を遠隔により照射位置から待機位置まで移動させる。
- ② 上下遮蔽扉を「全閉」にする。
- ③ スペクトルシフタ1, 2, 3及び重水シャッタタンクを「満水」にする。
 - ②および③の操作は並行して行うことができる。
- ④ 出入口遮蔽扉を「開」にする。
- ⑤ 輸送台車をコントローラを用いて電動で照射室の外に移動させる。
- ⑥ 出入口遮蔽扉を「全閉」にする。
 - 輸送台車の炉心側は放射化しているのでその表面線量に注意して取り扱う。

4) 立ち入り制限など

高出力運転中の照射室内への立入時間の合計は週4時間以内とする。

5. 個別の機器の操作方法及び注意事項など

以下に述べる操作は操作盤のkey“ON”ではじめて可能となる。操作盤の各機器の操作部位の配置は、炉心側から照射室外側に向かって配置されている各機器の配置と対応している。すなわち、炉心に近い順に(操作盤に向かって右から)、スペクトルシフタ1, 2, 3及び重水シャッタタンク、カドミフィルタ1、カドミフィルタ2、上下遮蔽扉、輸送台車、出入口遮蔽扉である。なお、操作できる釦は赤の枠で囲まれたものである。

以下の説明における表現の意味

{ } : 操作部の釦の上を書いてある表示。

「 」: 釦の表面に書いてある表示。上下に分かれている場合は「上/下」と示す。

1) スペクトルシフタ、重水シャッタの操作

操作は<D20 Shutter, Spectrum Shifter3, 2, 1>操作部で行う。

- ① {Operation Position}の「Console/Local」釦を押し「Console」を点灯させる。
- ② {Operation Inhibit}の「On/Off」釦を押し「Off」(黄)にする。
- ③ {Motor Valve Close}の「/Lim」釦を押し「Lim」(赤)にする。
- ④ 警報バイパス釦を押し。⑦の操作まで警報バイパス釦を押し続けながら行う。
- ⑤ {D20 Pump Run}の「 」釦を押し赤色(Run)にする。
- ⑥ スペクトルシフタ1, 2, 3及び重水シャッタタンク全てが満水になった後、さらに2分D20 PumpをRunし続ける。
- ⑦ {D20 Pump Stop}の「 」釦を押し緑色(Stop)にする。
- ⑧ 警報バイパス釦を放す。

- ⑨地下実験室のV-10, V-11, V-12, V-13の手動バルブを必要に応じて「閉」にする。
 ⑩{Motor Valve Open}の「 /Lim」 釦を押し「Lim」 (黄)にする。
 「空」にするには⑩の状態ですV-10, V-11, V-12, V-13の手動バルブを「開」にする。

表8.7-1 重水タンク、スペクトルシフタ、重水シャッタへの重水の給排水関係

| | 容量(リットル) | 給水時間 | 排水時間 | 備考 |
|--|----------|--------|--------|-------------------------|
| 重水タンク | 1500 | 14分20秒 | 23分20秒 | |
| スペクトルシフタ1 | 38.5 | 45 秒* | 55 秒+ | 安全監視制 御盤の水位 表示で確認 |
| スペクトルシフタ2 | 77.6 | 70 秒* | 65 秒+ | |
| スペクトルシフタ3 | 115.4 | 95 秒* | 140 秒+ | |
| 重水シャッタ | 80.6 | 70 秒* | 95 秒+ | |
| スペクトル1, 2, 3と重水シャッタを合わせた給排水時間 給水 260秒 排水 255秒 | | | | '09. 3. 30 |

電動弁 (MV-4) の開閉時間 (開閉とも) 15 秒
 ミニタンク実効容量 (オーバーフローから下側の容量) 4.07 リットル (全体積 4.58 リットル)
 配管容量 (約20m) 約 16 リットル

2) カドミ熱中性子フィルタの操作

カドミフィルタ1は<Cadmium Shutter 1>操作部、
 カドミフィルタ2は<Cadmium Shutter 2>操作部で以下の共通の操作で行う。

- ①{Operation Inhibit}の「On/Off」 釦を押し「Off」 (黄)にする。
 ②「開」: {Open}の「 /Lim」 釦を押し続け「Lim」 (黄)にする。表示: 600. x mm
 ③「閉」: {Close}の「 /Lim」 釦を押し続け「Lim」 (緑)にする。表示: 2. x mm

表8.7-2 カドミフィルタ1及びカドミフィルタ2の開閉関係

| | 全開時間 | 全閉時間 | 開口寸法 |
|----------|------|------|-------|
| カドミフィルタ1 | 93秒 | 93秒 | 60 cm |
| カドミフィルタ2 | 93秒 | 93秒 | 60 cm |

3) 上下遮蔽扉の操作

(「閉」にする方法)

<D20 Beam Shutter>操作部の左側のラインで行う。

- ①{Operation Inhibit}の「On/Off」 釦を押し「Off」 (黄)にする。
 ②{Up(Close)}の「Up/Lim」 釦を約60秒間押し続け、「Lim」 (緑)にする。
 ③{Lock Pin Lock}の「 」 釦を数秒間押し続け、{Lock Pin Locked}の「L1, L2/R1, R2」 を緑にする。
 ④{Close}の「Close/Closed」 釦を押し、「Closed」 (緑)を確認する。

(「開」にする方法)

<D20 Beam Shutter>操作部の右側のラインで行う。

- ① {Operation Inhibit} の「On/Off」 釦を押し「Off」 (黄)にする。
- ② {Up(Open)} の「Up, Lim」 釦を押し、「Lim」 (緑)にする。
- ③ {Lock Pin Unlock} の「 」 釦を数秒間押し続け、{Lock Pin Unlocked} の「L1, L2/R1, R2」を黄にする。
- ④ {Down (Open)} の「Down/Lim」 釦を約60秒間押し続け、「Lim」 (黄)にする。

表8.7-3 重水設備遮蔽扉（上下遮蔽扉）の開閉関係

| | 全閉時間 | 全開時間 | 移動距離 | 重 量 |
|-------|------|------|--------|-------|
| 上下遮蔽扉 | 60秒 | 60秒 | 165 cm | 約 7トン |

4) 大型試料輸送台車の操作

コントローラを用いて行う。

なお、照射位置で輸送台車は自動的に停止する。

表8.7-4 大型試料輸送システムの操作関係

| | 所 要 時 間 | | 備 考 |
|-----------|---------|---------|--------------|
| 大型試料輸送台車 | 前進： 30秒 | 後進： 30秒 | 水平移動距離 90cm |
| 施療室スライド機構 | 前進： 38秒 | 後進： 38秒 | 水平移動距離 120cm |
| 施療室シャッター | 巻上： 45秒 | 巻下： 45秒 | 上下移動距離 340cm |

5) 出入口遮蔽扉の操作

(「安全監視操作盤」で行う場合)

<Entrance Shielding Door>操作部で行う。

- ① {Operation Inhibit} の「On/Off」 釦を押し「Off」 (黄)にする。
 - ② 「開」: {Open} の「Right」「Left」 釦を押し続け、必要な広さまで開く。
 - ③ 「閉」: {Close} の「Right」「Left」 釦を押し続け、必要な広さに閉じる。
- 操作は出入口遮蔽扉が動く空間に障害物等が無いことを確認した後行うこと。
全開及び全閉で出入口遮蔽扉は自動的に停止する。

(「現場操作盤」で行う場合)

- ① 安全監視操作盤 {Operation Inhibit} の「On/Off」 釦を押し「Off」 (黄)にする。
 - ② 「開」: 現場操作盤 {Open} の「Right」「Left」 釦を押し続ける。
 - ③ 「閉」: 現場操作盤 {Close} の「Right」「Left」 釦を押し続ける。
- Console/Localの切り替え及び「Power Reset」は、両操作盤で可能である。
なお、「開閉」の操作は照射室前の現場操作盤で行うことを原則とする。

表8.7-5 照射室出入口遮蔽扉（出入口遮蔽扉）の開閉関係

| | 全閉時間 | 全開時間 | 移動距離 | 重 量 |
|-----------|------|------|--------|-------|
| 出入口遮蔽扉 左扉 | 105秒 | 105秒 | 110 cm | 約30トン |
| 右扉 | 105秒 | 105秒 | 110 cm | 約30トン |

6. 非常時の操作法及び注意事項など

スペクトルシフタ1, 2, 3及び重水シャッタタンク、熱中性子フィルタ、上下遮蔽扉、出入口遮蔽扉のうち手動により可能なものの操作を示す。これらの操作は停電時等の非常時を想定している。

1) 重水の給排水関係

重水タンク並びにスペクトルシフタ1, 2, 3及び重水シャッタタンクへの給排水関係の排水時は、電動弁(MV-4)を必ず「開」にする必要がある。このことから、MV-4はイオン交換器室において手動でも「開閉」可能としている。これ以外の給排水系統のバルブは全て手動バルブであり、停電時には排水操作だけを行うことができる。

2) 熱中性子フィルタの操作

①カドミフィルタ1の「開閉」

地下実験室エレベータ前バルブステージに登り、炉心に向かって左側の手動ハンドルで行う。ハンドルの場所は奥まったところにある。

②カドミフィルタ2の「開閉」

地下実験室エレベータ前バルブステージに登り、炉心に向かって右側の手動ハンドルで行う。ハンドルの場所は奥まったところにある。

3) 上下遮蔽扉の操作

①「開」操作は、地下エレベータ前のバルブステージ下の油圧機構ボックス内のリリースバルブを開放する。

②「閉」操作は、地下エレベータ前のバルブステージ下の油圧機構ボックス内の手動ポンプを操作する。

③「Lock Pin」を「Lock」する操作は、照射室内の配管カバーを取り外し、専用の操作棒により操作する。ただし、運転停止中に行うことを原則とする。

4) 出入口遮蔽扉の操作

出入口遮蔽扉の「開」及び「閉」の操作方法は、左右の出入口遮蔽扉の側面下部に飛び出している駆動部のフタを開け、直列の駆動モーターの駆動軸に手動ハンドルを取り付け、「開」あるいは「閉」を行う。なお、操作は出入口遮蔽扉が動く空間に障害物が無いことを確認した後行うこと。

7. 重水中性子照射設備の管理と利用

1) 原子炉本体設備と実験装置の区分

- ①本体 : (1 F 部) 重水タンク設備、上下遮蔽扉、照射室、出入口遮蔽扉
(地階部) 重水給排水設備、配管設備
- ②実験装置 : 小型試料自動照射システム、大型試料輸送システム、安全監視システム

2) 設備の管理

① 管理の方針

設備の安全性を効率的にかつ確実に保持し、設備の有効利用を促進する。このため、本体設備に関する部分は研究炉部と、また、実験装置については利用者との連携を取り実施する。

② 管理体制

設備の定期点検など : 保守管理者グループで実施する。

- (1) 設備の年次点検作業及び補修、改修作業の計画、実行
- (2) 設備の特性測定関係作業の計画、実行
- (3) その他、利用に関係しない保守管理に関係するすべての作業

利用に関する点検など : 保守管理責任者が作成する使用計画書に従って当番管理者が行う。

- (1) 起動前点検 : その週の最初の研究炉起動前
- (2) 終了点検 : その週の最後の実験終了時

3) 設備の利用

① 利用の方針

照射条件の設定は、利用操作有資格者が利用者の希望に合わせて自由に行えることを原則とする。ただし、照射モードが使用計画書で指定された場合を除く。

② 利用の形態

連続運転中の利用 : 小型試料自動照射システム利用 と大型試料輸送システム利用
一旦停止を伴う利用 : 低出力や上記装置以外の体系での利用

③ 利用の体制

照射レーン利用 : 利用操作有資格者と利用者で利用する。
大型試料輸送システム利用 : 台車当番操作者と同補助者(利用者)で利用する。
一旦停止を伴う利用 : 当番管理者と利用者を中心に利用する。

4) 重水設備保守管理者グループ

設備の利用は、重水設備保守管理責任者(保守管理責任者)、重水設備当番管理者(当番管理者)、重水設備利用操作有資格者(利用操作有資格者)、重水設備大型試料輸送台車当番操作者(台車当番操作者)、大型試料輸送台車操作補助者(台車操作補助者)と、利用者との協力によって行われる。

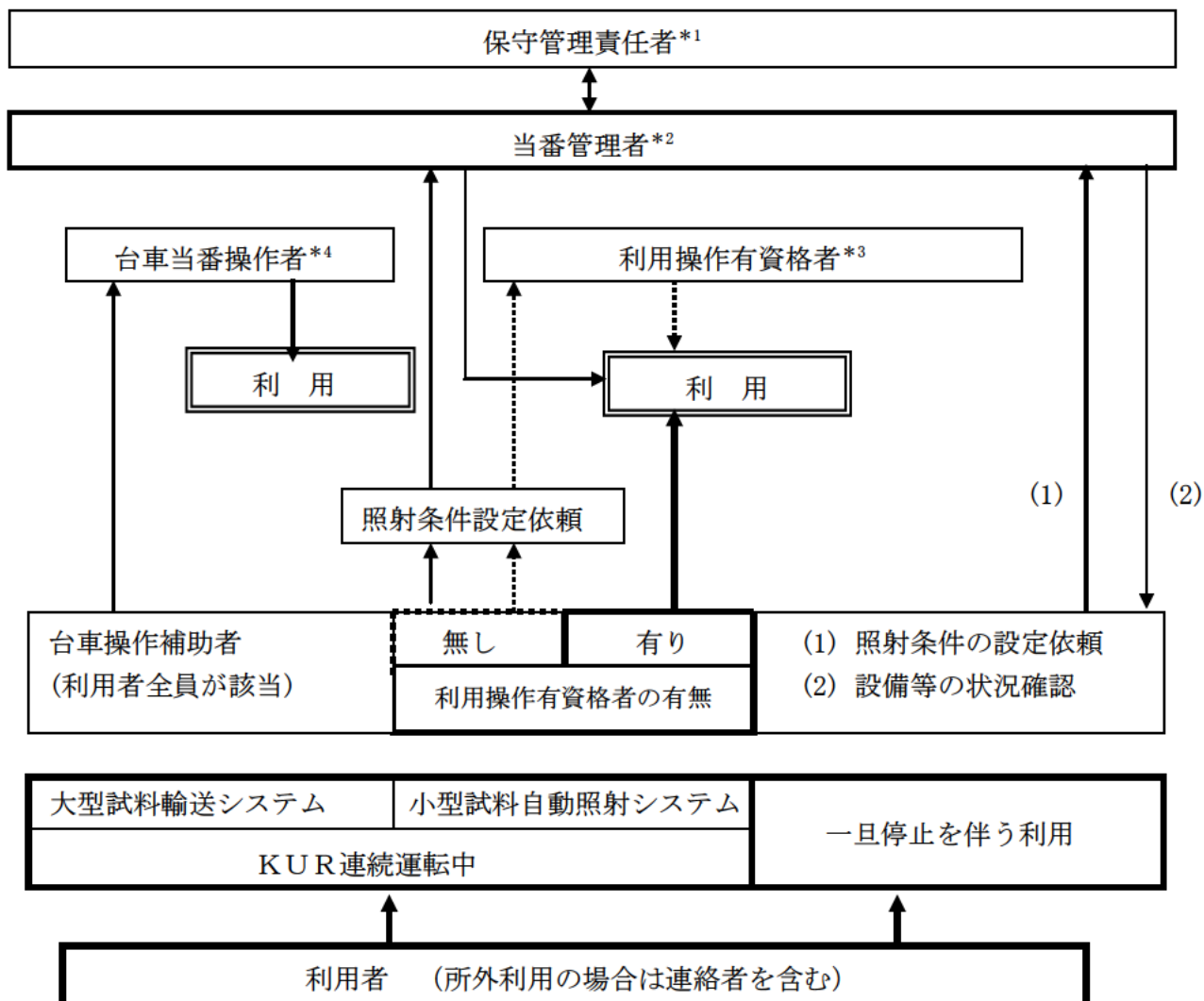


図8.7-1 重水中性子照射設備の一般利用時の役割関係

① 保守管理責任者 *1

設備の利用に先立ち、週単位の使用計画書を作成する。使用計画書は利用週の前の週の水曜日までに中央管理室長に提出する。

② 当番管理者*2

当番管理者はその週の起動前及び終了点検を実施する。また、起動時の照射条件（照射モード）の設定を行う。さらに必要に応じて照射レールの取付けあるいは取外しを行う。また、必要に応じて保守管理責任者への連絡を行う。利用者グループの中に、利用操作有資格者が不在の場合は、当番管理者が照射条件の設定を行う。

③ 利用操作有資格者*³

所員の利用者は、利用操作有資格者になることを原則とする。所外利用者の所内連絡者には、有資格者の人を原則として含むように配慮する。利用操作有資格者は利用時の照射条件設定を行うことができる。

④ 台車当番操作者*⁴

大型試料輸送台車の利用がある場合に、台車当番操作者は輸送台車利用に関する作業、すなわち、必要な場合の照射レールの取外しあるいは取付け、利用時の照射条件設定などを行う。操作は台車操作補助者と共同して行う。

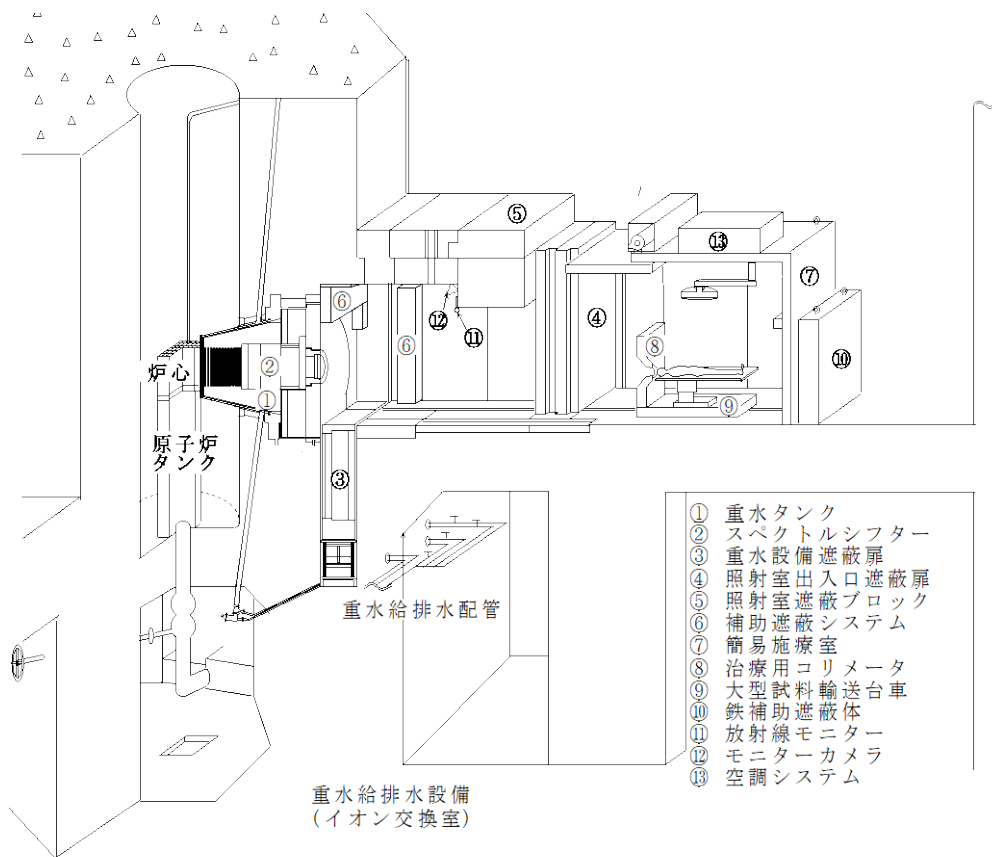


図8.7-2 重水中性子照射設備の全体概要図

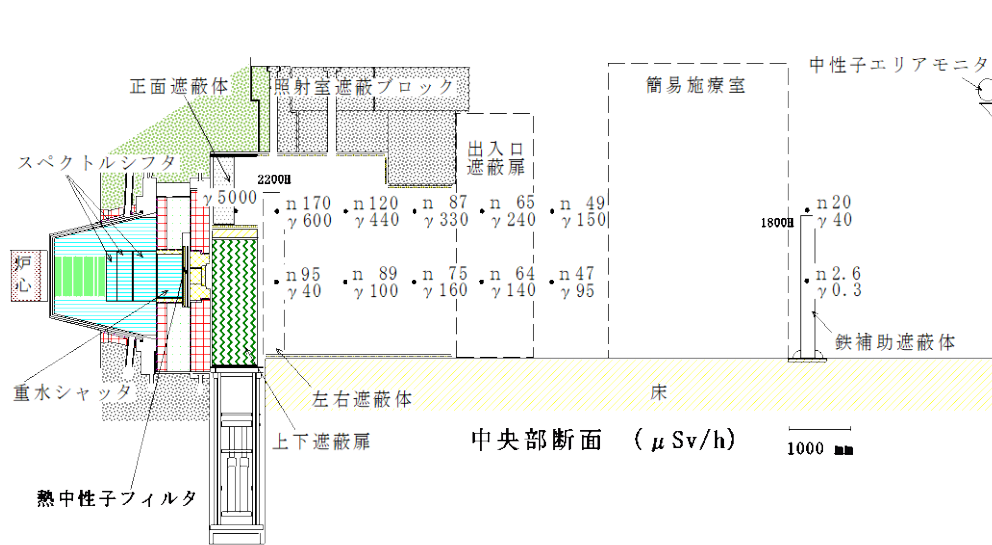


図8.7-3 重水設備照射室内及びその周辺の放射線量率分布（垂直断面）

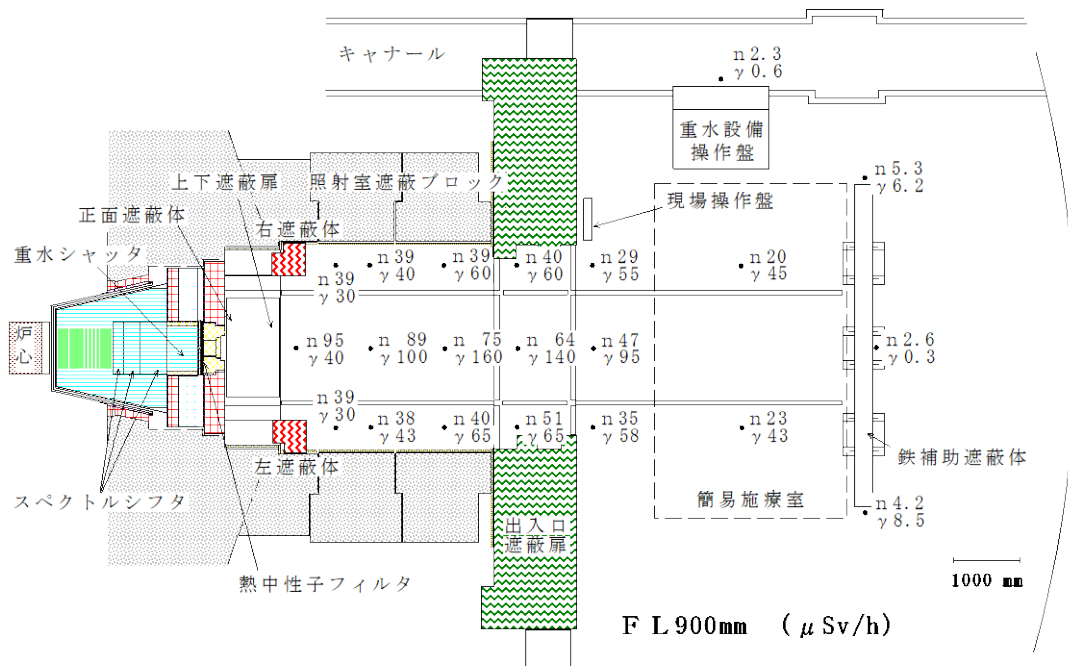


図8.7-4 重水設備照射室内及びその周辺の放射線量率分布（水平断面）

8. 7 各種ビーム実験装置

1. 一般的注意

KURにおけるビーム実験用実験孔は以下の通りである。

熱中性子実験孔

B-3：汎用中性子回折装置

B-4：スーパーミラー中性子導管（熱中性子ラジオグラフィ装置）

E-2：熱中性子ラジオグラフィ装置

E-3：ニッケルミラー中性子導管

冷中性子実験孔

CN-1：単色冷中性子実験孔

CN-2：ニッケルミラー中性子導管（中性子小角散乱装置）

CN-3：スーパーミラー中性子導管（中性子光学実験用汎用装置）

熱中性子実験孔は炉心周辺からの熱中性子を、冷中性子実験孔は冷中性子源装置（CNS）からの冷中性子を利用するものであるが、CNSは停止しており、いずれの実験孔でも熱中性子ビームが主な利用となる。実験者の保安確保の観点からは実験孔による本質的な差異はなく、以下の一般的な注意事項を遵守されたい。

- 1) 「原子炉施設保安規定」第48条～第50条の規定に従い、所定の申し込み及び実験後の報告を行うと共に、実験に当たっては、外部放射線に係る線量被曝及び放射性廃棄物の発生をできるだけ少なくするよう努められたい。なお原子炉室内への持ち込みはKUR 易燃性物品持込許可願を予め提出し、研究炉部長の許可を得なければならない。
- 2) 立ち入り場所の線量を常に確認し、不必要な被曝は避けること。特に、ダイレクトビームが照射する、モノクロメータ、ビームストッパー、中性子ラジオグラフィ試料周辺に立ち入る場合には注意を要する。
- 3) 所内責任者との連絡を密にし、異常発見時には速やかな連絡を行うと共に、安全な場所に待避すること。
- 4) 冷中性子導管実験室に出入りする際には、立ち入り記録に記帳すること。

8. 8 オンライン同位体分離装置 (ISOL)

KURのT-1孔に設置されたオンライン同位体分離装置(Isotope Separator On-Line)は、 ^{235}U の中性子照射によって生成される短寿命の核分裂生成物を、オンラインで質量分離し、イオンビームとして連続的に取り出す装置である。ISOLのビームラインにはテープ式の核分裂片収集/輸送装置が備えられ、質量分離された核分裂生成物を放射線検出器設置場所まで自動的に繰り返し移送することができ、原子核構造研究のための精密な原子核分光実験などが可能である。また、静電型後段加速装置により、ビームを再加速し物質中に注入することも可能であり、物性研究などに用いられている。

ISOLを安全に利用するためには、『KUR-ISOL INSTRUCTION MANUAL』等を参考にして、ISOLの構等を熟知しておくことが必要である。特に、以下のことに十分留意すること。

- ・ 共同利用実験を行う場合は、必ず所員と共同で行うこと。
- ・ 利用者は、別途、教育訓練を受けなければならない。
- ・ ISOLを操作するためには、ISOL操作有資格者の認定を受ける必要がある。
- ・ 関係者以外は、むやみに装置エリアに立ち入らないこと。必要な場合には、現場に掲示されているISOL管理者の了解を得ること。
- ・ 運転中は、イオン源室内が高線量となるので絶対に入らないこと。また、放射線モニタの表示に注意し、異常の無いことを確認すること。
- ・ 高電圧が印加されている部分があるので充分注意すること。また、後段加速装置の使用時は、防護ケースの扉を開けないこと。
- ・ ビームラインの近傍も線量が高くなる場所があるので、なるべく近づかないこと。
- ・ 異常が発生して予備警報が鳴った場合は、直ちに管理者に通報すること。

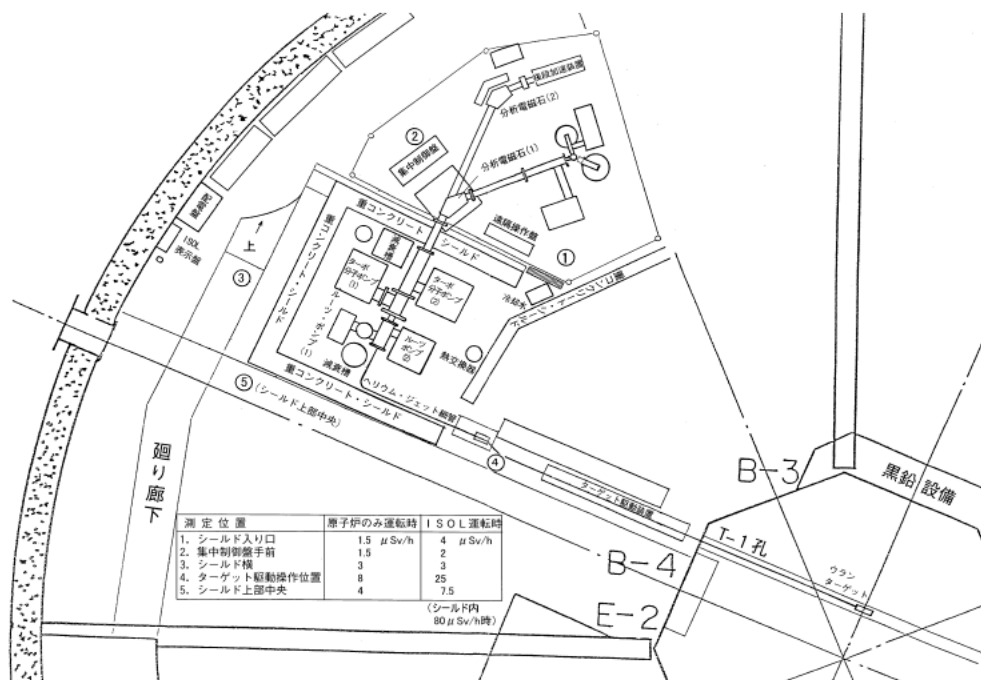


図8.9-1 オンライン同位体分離装置全体配置図

8. 9 ガンマ線照射施設における実験

ガンマ線照射施設にはコバルト60ガンマ線照射装置が設置されており、純粋な γ 線による照射実験とそれに付随する実験を行うことが出来る。

ガンマ線照射施設は、図8.9-1に示すとおり、照射室、迷路、測定室、準備室、操作室、管理室、および校正室から構成されている。このうち校正室は主に管理業務で用いられる部屋であり、出入口も他の部屋とは異なるため、一般の実験者が立ち入ることはない。 γ 線照射およびそれに付随する実験においては、それ以外の部屋が用いられる。

それぞれの部屋の用途は下表の通りである。

| 名称 | 種別 | 用途 |
|------------|---------|--|
| 管理室 | 非管理区域 | 各種資料の保管場所であるとともに、共同利用者の控室として用いられる。実験者は管理室に自由に立ち入って、照射の合間の休憩や、データ整理等の作業に利用することができる。飲食・化粧等の際はこの部屋を利用する（喫煙は不可）。 |
| 準備室 操作室 | 放射線管理区域 | 試料の調製や照射装置制御盤の操作に用いられる。 |
| 測定室 | | 電子スピン共鳴装置および紫外可視分光光度計が設置されており、照射試料に対する各種測定を行うことができる。 |
| 照射室 迷路 | | 実際の γ 線照射が行われる。迷路は、照射室に対するアプローチとなる通路である。非常に強いガンマ線に曝されるため、照射中に立ち入ることは出来ない。 |

管理室以外の部屋は放射線管理区域（以下、管理区域）に属しているため、立入に際しては所定の手続きが必要である。

本施設の主要装置であるコバルト60ガンマ線照射装置は、放射性同位元素 ^{60}Co を線源とする押上式の照射装置である。線源は通常地下の格納容器に収められているが、制御盤の照射ボタンを押すことで、格納容器の鉛製シャッターが開き、その後線源が照射室内に上昇することで γ 線照射が開始される。

^{60}Co の半減期は、約5.27年であるため、およそ5年を目処に線源の更新が行われており、その際、最大で414 TBqの線源が装荷される。直近の線源更新は2008年2月に行われており、その直後に36 kGy/hの最大線量率が得られた。照射室内は4.3 m × 3.5 mの広さを有し、常温照射のみならず、各種クライオスタットを持ち込むことによって低温から極低温（77–1.5 K）での照射もできるようになっている。また、隣接する測定室との間に湾曲した貫通孔があり、ここを通じて測定用のケーブル等を照射室外に取り出すことが出来る。

コバルト60ガンマ線照射装置を用いた照射実験の手続きおよび注意事項は下記のとおりである。

- (1) 実験の目的に応じた照射実験の計画を立案する。照射室内の主要な位置における線量率は事前に測定されており、コバルト 60 ガンマ線照射装置使用責任者(以下、使用責任者)から提供されている。この資料から、線量率の値や時間経過にともなう減衰率を計算し、必要な線量が得られる照射位置および照射時間を検討する。
- (2) 上記の計画に基づいて、使用者は、「コバルト 60 ガンマ線照射装置使用申請書」に必要事項を記入し、照射希望日 1 週間前までに使用責任者に提出するとともに、使用方法などについて相談する。
- (3) 使用者は、ガンマ線照射施設に設置された「使用予約・実施表」に使用予定を必ず記入し、他の実験者の妨げとならないようにする。
- (4) ガンマ線照射施設内では非密封 RI は使用できない。密封 RI は照射室内に限って使用できる。使用を希望する者は、放射性同位元素取扱届 (RI 届) に必要事項を記入の上、放射線管理部長に届け出る。
- (5) ガンマ線照射施設内管理区域の出入口扉は常時自動ロックされた状態にある。管理区域の出入りは入退室管理システムにより行う。
- (6) 管理区域内では喫煙、飲食、化粧を行わない。
- (7) 実際に照射実験を行う際は、承認を受けた「コバルト 60 ガンマ線照射装置使用申請書」を掲示すると共に、使用者の氏名・連絡先をホワイトボードに記入する。
- (8) 照射開始時に既に他の照射実験が行われている場合は、現在の照射が照射中断可能であるか、相乗り照射が可能であることを必ず確認する
- (9) 照射室および迷路に立ち入る際は必ず入退室ボタン「IN」を押す。これによって入室中に誤って照射が開始されることはなくなる。退室時に照射室内に誰も居ないことを確認してから「OUT」のボタンを押した後、扉をロックする。万一、照射室内でブザー音が聞こえた場合、誤って照射が開始されたことを示しているのので、直ちに出入口扉まで移動し非常扉(手動)を開けて退室する。ブザー音が鳴り終わるまで(約 10 秒間)照射動作は開始されないのので、その間に落ち着いて脱出する。
- (10) 試料の設置後、ガンマ線照射を始める前に、照射台上にあるシャッターロックを「UNLOCK」の位置にする。また、ガンマ線照射装置の使用を終了し、他の照射が行われていない場合は、シャッターロックを忘れずに「LOCK」の位置にする。
- (11) 寒剤として液体窒素を使用する際は、オゾンによる爆発を防ぐため、2 時間毎を目安に全量交換する。
- (12) 照射開始時および照射終了時は、日時や運転記録計の数値等を「コバルト 60 ガンマ線照射装置使用記録」に記入する。
- (13) 相乗り照射を終了した場合には、他の実験者の試料に対する照射を継続して行うため、照射室退室後忘れずに線源照射ボタンを押して照射を再開する。
- (14) 使用者は、ガンマ線照射装置の使用終了後、使用責任者または所内連絡者立ち会いの下に使用終了を確認する。
- (15) 自動照射装置が作動しなくなった時は使用責任者または関係者へ連絡する。なお、この

- 場合、マニュアル操作により照射の中止および続行が可能である。
- (16) 火災などの非常時には、出入口扉横に掲示してある注意および手順に従って直ちに行動する。

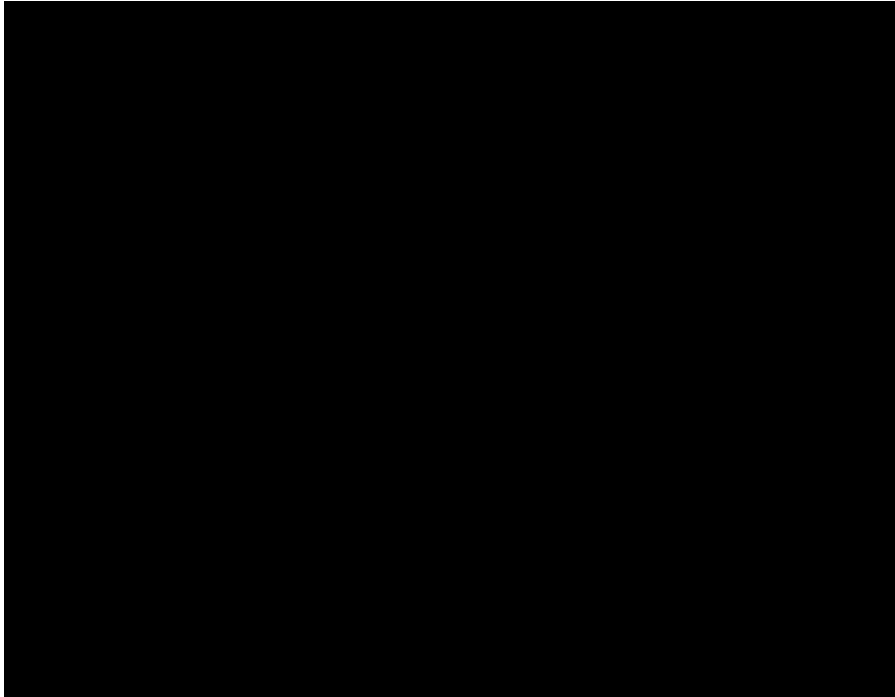


図8.9-1 ガンマ線照射施設平面図

8. 10 電子線型加速器（ライナック）棟における実験

1. 電子線型加速器の概要

通称ライナックと呼ばれ、小型ライナックとしては世界的にも珍しい、波長の長いLバンド周波数（1.3 GHz）の大電力マイクロ波で電子を加速する装置である。発生できる電子ビームのエネルギーは6～46 MeV、パルス幅は2 ns～4 μ s、パルスの繰返し1～360 Hzとなっており、シングルバンチの発生も可能であるなど、広い可変範囲を持つことも特徴の一つとなっている。最高ビームパワー10 kW、平均電流330 μ Aは小型ライナックとしては国内最高である。多種多様な量子ビーム源として、電子線、X線、中性子線による材料照射、中性子飛行時間分析法を用いた核データの取得、 (γ, n) (γ, p) 反応によるRIの製造やその応用、テラヘルツ帯コヒーレント放射光による物理実験、超微弱ビーム実験などに広く利用されている。棟内管理区域では密封RI線源や実験用核燃料を使用できるほか、ターゲット室のみ非密封RI（簡易密封）の取扱いが可能である。本装置の利用希望者は研究所の共同利用研究として申し込みマシンタイムの割り当てを受けるほか、マシンタイムに余裕があれば随時の所内利用も受け付けている。

2. 利用上の注意

- (1) 本装置の利用者は、年度当初に安全教育（保安教育ビデオの視聴及びライナックでの現場教育）の受講が必要となる。「京大炉ライナック安全の手引き」の冊子を作成しているので、所員か共同利用者かによらずすべての利用者はこれを熟読し、安全な利用に努めること。注意事項の最新情報もこの手引きに記載されている。
- (2) 利用に先立ち放射線発生装置等使用記録を担当部署に提出すること。なお、RI製造や核燃料物質を使用する場合は該当する届出書類も必要となる。
- (3) 新しい実験を希望する場合は、計画段階からライナック担当者と十分な打ち合わせを行う。
- (4) 加速器室及びターゲット室に入る場合は必ず安全鍵を抜き着帯すること。これによりインターロックがかかり遮へい扉は閉まらず電子ビームも出ない。万一、室内に閉じ込められた場合は、遮へい扉横の赤い緊急脱出ボタンを押すか、備え付けのハンドルを使うことで中から開けることができる（同時にビームも止まる）。
- (5) ターゲット室への入室は放射性ガス濃度が基準値以下に低下してから行い、サーベイメータを携行して空間線量を確認する。架台など放射化物の移動や保管はライナック担当者の指示に従う。
- (6) 高線量となる場所では立入制限を行っているため各部屋の掲示に注意する。
- (7) マイクロ波発生装置や入射器には、運転中、最大で数百キロボルトの高電圧がかかっているため、高電圧の標識がある場所には近づかないこと。
- (8) 火災や地震等の緊急事態が発生した場合は、ライナック運転鍵を抜き緊急停止させると共に、緊急通報手順に従い通報を行う。可能であれば消火器による初期消火を行う。
- (9) 加速器の起動やビーム条件の変更はライナック担当者が行うが、定常状態での運転状況の監視、中性子発生装置使用簿の記帳、及び加速器停止は実験者が行う。実験終了後はライナック棟内を点検すると共に、遮蔽扉の閉鎖、消灯、出入口を施錠する。
- (10) 制御室には緊急連絡通報組織図やライナック操作マニュアル、安全の手引きが備え付けられているので、必要に応じて参照すること。

8. 1.1 エックス線装置の取扱い

1. 主要なエックス線装置

本所では、以下の主要なエックス線装置を有している(2017年5月現在)。実験者はX線回折等の機器を利用することが可能である。

表8.12-1 エックス線装置

| 種類等 | 型式 | 設置場所 |
|---------------|-----------------------|-----------------------------------|
| X線透過検査装置 | 理学電機 RF100GS | S M中性子導管実験室 |
| X線透過検査装置 | トーレック TRIX-150WE-OC | S M中性子導管実験室 |
| X線回折装置 | RINT-2100 | HL 第2機器分析室 |
| 診断用X線高電圧装置 | 島津製作所 UD150L-40E | イノベーションリサーチラボラトリ 医療棟 1F 中性子照射室 |
| 全身用X線CT診断装置 | 日立メディコ ECLOS | イノベーションリサーチラボラトリ 医療棟 2F CT室 |
| X線小角散乱装置 | NANOPIX | 研究棟 114 物理実験室 |
| X線小角散乱装置 | NANO-Viewer | 研究棟 114 物理実験室 |
| 回転対陰極X線発生装置 | RIGAKU RU-300 | X線回折装置室 |
| 回転対陰極X線発生装置 | RIGAKU RU-200 | X線回折装置室 |
| 回転対陰極X線発生装置 | RIGAKU ATX-H | パルス中性子室 |
| 高周波X線発生装置 | マックサイエンス M06XHF22 | TL棟機器分析室 No.3 |
| X線回折装置 | リガク SmartLab | 冷中性子源実験室 |
| 蛍光X線分析装置 | PANalytical Epsilon5 | HL 第1機器分析室 |
| 工業用X線装置 | SOFTEX M-150WE | イノベーションリサーチラボラトリ 医療棟 3F 入室準備室 |
| バッテリー式携帯型X線装置 | ミカサエックスレイ TRB9020H | イノベーションリサーチラボラトリ 医療棟 1F 中性子照射室 |

2. 法的な規制など

労働安全衛生法及び労働安全衛生法施行令の規定に基づき電離放射線障害防止規則（電離則）が定められている。電離則に於いて研究所及び実験者は下記の項目に従わなければならない。

- ・実効線量が 1.3mSv/3 月間を越えるおそれのある区域には管理区域を設定する。
- ・被ばく限度は 100mSv/5 年間を越えずかつ 50mSv/年間を越えてはならない。女性は 5mSv/3 月間を越えてはならない。
- ・放射線装置は放射線装置室へ設置しなければならない。ただし外部放射線による 1cm 線量率が 20 μ Sv/時を越えないよう遮蔽された装置に関しては例外とする。
- ・放射線装置に電力を供給している場合にはその旨を関係者に周知させる措置を講じる。

- ・放射線装置を放射線装置設置室以外の場所で使用する時には、放射線源、焦点、被照射体から 5m 以内の場所に立ち入ってはならない。ただし実効線量が 1mSv/週以下の場所を除く。

3. 安全取扱いについて

1) X線被ばくの防止

次の事項を励行すること。

X線管球シャッター開閉及び通電中の警報確認・遮蔽扉の完全閉状態の確認・インターロック、セーフティリリースの安全管理・同室者への使用の連絡。

なお緊急時には停止ボタンを迅速に使用すること。

2) 感電の防止

高圧電源を使用していることを充分理解し、保守時の電源停止を励行すること。

3) X線管球の冷却

X線管球は高熱になる為、陽極への冷却水の供給を忘れないこと。また通電直後に触れないこと。

4) ベリリウム窓

X線管球のベリリウム窓は化学的な毒性が強い為、手で触れない。

8. 1 2 低速陽電子ビームシステム (B-1実験孔)

1. 構造及び特徴

原子炉炉心のガンマ線による対生成反応で生じる陽電子をビームとして引き出し、陽電子消滅分光法による材料分析に使用することを目的とした装置である。炉心近傍で生成した陽電子を熱エネルギーまで減速した後、数10 eV程度のエネルギーでビームラインに引き出し、磁場を用いて試料位置まで約10 m輸送する。陽電子は試料中の電子と再結合して0.511 MeVの2本のガンマ線を放出して消滅するが、ガンマ線の放出時間やエネルギー分散から陽電子消滅寿命やドップラー広がり測定でき、これらの方法を用いて材料中の空隙に関する情報を得ることが可能である。

本ビームラインには図に示すように輝度増強装置およびビームパルス化装置が備えられている。陽電子生成部で生成した初期ビームは30 mmφ程度のビーム径であるが、アパーチャでビーム径を低減できる他、輝度増強装置を用いることで5 mmφ程度のビーム径が得られる。原子炉を利用して生成する低速陽電子ビームは連続ビームであるが、パルス化装置を用いて陽電子の試料への入射時刻を制御することにより、陽電子消滅寿命の計測を可能にしている。試料チェンバーには、陽電子消滅ガンマ線検出器としてBaF₂シンチレーション検出器またはGe半導体検出器が設置できる検出器ポートが3箇所ある。これらを単独で、もしくは組み合わせて使用することで、陽電子消滅寿命 (PALS)、陽電子消滅ガンマ線ドップラー広がり (DBAR)、陽電子消滅ガンマ線同時計数ドップラー広がり (CDB)、陽電子消滅時間-運動量相関 (AMOC) の測定が可能である。試料位置での陽電子ビーム強度は、原子炉1 MW運転時に 8×10^5 e⁺/sである。陽電子の試料への入射エネルギーは最大30 keVまで可変であり、試料の比重にもよるが、試料表面から数ミクロンまでの領域の空孔型欠陥の深さ分布を得ることが可能である。

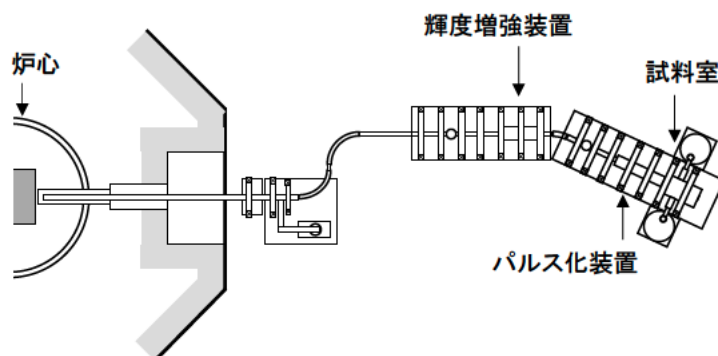


図8.12-1 低速陽電子ビームシステムの概要図

2. 操作方法

本装置を使用する実験者は、あらかじめ実験内容について装置担当者と打ち合わせを行い、装置担当者が実施する装置の取扱いに関する教育訓練を受講する。本装置の取り扱いは基本的に装置担当者が行う。ただし測定試料の交換作業については、装置担当者立ち会いの下で実験者自身が行えることとする。

3. 異常時の処置

真空異常発生時には安全システムが異常を検知し真空バルブが自動的に閉じられる。真空異常を含め異常発生時には陽電子加速用高圧電源を停止する。その後、装置担当者に連絡し処置を依頼する。

4. 測定条件

- ・加速エネルギー：0.5～30keV（輝度増強時は最大25keV）。
- ・試料サイズは輝度増強しない場合で15 mm角程度を要する。
- ・典型的な測定所要時間は以下の通りである。

陽電子寿命測定：入射エネルギー1点につき0.5時間程度。

ドップラー広がり測定：入射エネルギー30点程度のエネルギースキャン測定で2時間程度。

8. 1.3 B-2 実験孔照射装置

1. B-2 実験孔照射装置の概要

B-2 実験孔を利用した、大きな試料（6 cm × 6 cm × 30 cm）の照射が可能な中性子照射装置である。B-2 実験孔照射装置全体の概略図を図 1 に示す。照射可能な試料の重量は輸送台を含めて 10 kg までとなっている。試料の照射位置は、炉心に最も近い場所から約 3.5m までの距離で変更可能となっている。したがって、実験に応じて照射する中性子束密度を変更することができる。また、照射試料に信号線などを接続して中性子をしながらリアルタイムでのモニタリングも可能となっている。照射試料の上流側にポリエチレン遮蔽体などを設置することで、中性子のスペクトルを変更して照射することもできる。

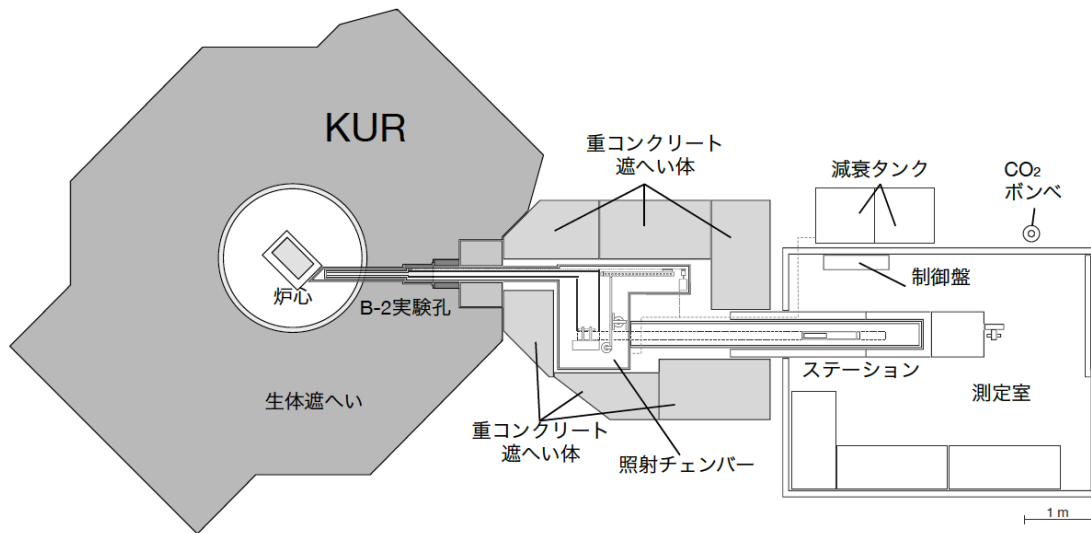


図 1. B-2 実験孔照射装置全体の概略図

2. B-2 実験孔照射装置の特性

B-2 実験孔照射装置では、サイズが 6 cm × 6 cm × 30 cm まで、重量が 10 kg までの試料を輸送台に載せて B-2 実験孔内で中性子照射を行うことができる。1 MW 運転時における照射可能な熱中性子線束は図 2 に示すとおりであり、最も炉心に近い位置で約 10^{12} n/cm²/s、最も炉心から遠い位置で 10^8 n/cm²/s の熱中性子線束での中性子照射が可能である。5 MW 運転時にはこの 5 倍の熱中性子線束での照射が可能である。照射位置は実験に応じてユーザーが任意に決めることができる。照射位置までの試料の移動に時間を要するため（最も炉心に近い位置では約 2 分）、短時間の照射を行う場合は試料移動中の照射も考慮する必要がある。

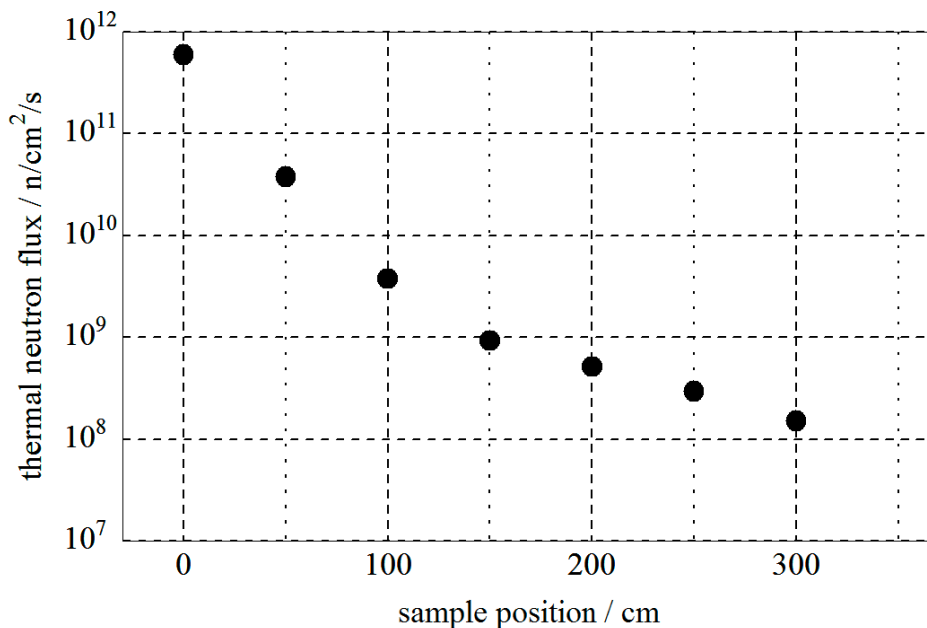


図 2. B-2 実験孔内の照射位置と熱中性子線量の相関
(1 MW 運転時)

3. B-2 実験孔照射装置の利用条件

試料は炉心に近い位置まで運搬されて照射されるため、照射により爆発、分解、発熱、放射性ガス、腐食性ガスの発生のおそれのないことが確認された試料のみ照射可能とする。照射による影響が不明確な試料については、圧気輸送管照射設備などを用いて発熱や放射性物質の生成量などについて確認する必要がある。

照射可能な試料のサイズは 6 cm × 6 cm × 30 cm まで、重量は 10 kg までとなっている。ただし、1 kg を超える重量をもつ試料の場合は、輸送台の動作に影響を与えるおそれがあるため、輸送台底面に重量が均等に分散するように試料を設置する必要がある。照射時間は原則として 10 時間以内とするが、中性子線束の高い照射位置での照射においては試料とともに輸送台の照射影響を考慮して照射時間を設定する必要がある。

オンライン照射を行う際には、KUR の非運転時に輸送台にチューブや信号線が接続された状態で動作確認を行い、照射動作に問題がないことを確認する必要がある。また、照射する試料だけでなく、オンライン照射に用いるチューブや信号線についても、照射によって著しい劣化、爆発、分解、発熱、放射性ガスや腐食性ガスの発生のおそれがないことが確認されたものである必要がある。

B-2 実験孔照射装置を用いた実験を行う場合は、「KUR 実験記録」の各実験予定欄に必要事項を記載して、定められた期日までに中央管理室（所外の共同利用者は共同利用掛）に提出すること。また、照射で生成した放射性試料を照射後その週の内にホットラボラトリにて使用または貯蔵したい時は、「KUR 照射使用記録」の各実験予定欄に必要事項を記

載して、定められた期日までに中央管理室（所外の共同利用者は共同利用掛）に提出すること。

なお、B-2 実験孔照射装置は炉室内に設置されているため、実験者は原子炉施設の放射線業務従事者でなければならない。

4. B-2 実験孔照射装置の取扱い等

B-2 実験孔照射装置の操作は B-2 実験孔照射装置操作有資格者が行う。操作方法や照射条件、異常時の処置などについての詳細は原子炉施設保安指示書を参照すること。