



シリーズ：放射線施設・設備に関する知識の伝承

第2回 放射線施設に付随する設備の基礎

佐藤 弘之

1. はじめに

これまで、さまざまな密封されていない放射性同位元素（以下 RI）を使用する施設の計画から設計、建設、申請手続き、施設検査等のお手伝いをさせていただきました。

このプロセス毎に、さまざまな立場のお客様と打ち合わせをさせていただき、その時々の方々の考え方や管理手法等を教えていただきました。

この書面をお借りして、お礼を申し上げますと共に、いままで教えていただいたことを『放射線施設に付随する設備の基礎』に記載させていただきます。

2. 施設を設計する場合の基本事項

RI 施設の主要な設備である排水設備、排気設備、施設の遮蔽は、使用する RI の種類と、使用量により決定される。RI 施設を新設する場合、施設の利用者から使用する核種と使用数量（1 日、3 月間、年間）を提出していただき、集計して施設の計画に入ることになるが、利用者から提示された使用数量は多めに積み上げられる傾向があり、防護設備に大きな影響を及ぼすことがあるので注意したい。

一般的な使用数量の関係を下記に示す。

- ・ 3 月間最大使用数量 ≤ 1 日最大使用数量 × 91
- ・ 年間最大使用数量 ≤ 3 月間最大使用数量 × 4

使用数量の決め方は、核種に対し 1 日、3 月間、年間使用数量を決め、すべての使用室で使用方法が一般的であるが、動物実験のような RI の排水、排気への混入率が高い場合や RI 施設が大規模の場合には、使用する条件を決め、使用する核種及び数量を規制することがある。

使用核種、使用数量の決め方の例を表 1～4 に示す。

使用数量の決め方は、施設の規模にもよるが施設が大きくなればなるほど RI を使用する使用室が増

表 1 一般的な決め方

核種	1 日最大 使用数量 (MBq)	3 月間最大 使用数量 (MBq)	年間最大 使用数量 (MBq)	使用場所
核種 A	10	30	120	RI 実験室 1 測定室 培養細胞室
核種 B	15	100	200	
核種 C	5	100	100	
核種 D	10	200	500	

表 2 使用数量を内数として使用制限する方法

核種	1 日最大 使用数量 (MBq)	3 月間最大 使用数量 (MBq)	年間最大 使用数量 (MBq)	使用場所
核種 A	10	30	120	RI 実験室 1 測定室 動物実験室 動物飼育室
核種 B	15	100	200	
核種 C	5	100	100	
核種 D	10	200	500	

但し、動物実験室、動物飼育室の 1 日、3 月間、年間使用数量は、上記使用数量の 1/10 とし内数とする。

動物飼育や動物実験等のような排水設備への RI の混入率や排気中への RI の飛散率が厳しい場合には、使用数量を限定することにより、各設備への影響を抑えることができる。また、RI の管理は、限定数量である内数と本数との管理が必要となる。

え、使用する RI の種類も増えるため、上に示した表 2～4 に示した方法か、その組み合わせの方法で決定することになる。

このように、使用する RI の使用数量や使用する場所を限定した場合、日常の RI の管理や法定帳簿の作成にかかる負担が大きくなってしまっているので注意したい。

3. 排水設備

3.1 法的に要求される構造

排水設備とは、『排液処理装置（濃縮機、分離機、イオン交換装置等の機械又は装置をいう）、排水浄化槽（貯留槽、希釈槽、沈殿槽、ろ過槽等の構築物をいう）、排水管、排水口等液体状の RI 等を浄化し、又は排水する設備』と規定されている。

排水設備の基準は、下記の通り法律で規制されて

表3 使用場所をグループ化し制限する方法

核種	使用場所	1日最大 使用数量 (MBq)	3月間最大 使用数量 (MBq)	年間最大 使用数量 (MBq)
核種A	A, B	10	30	120
核種B	C	15	100	200
核種C	A, C	5	100	100
核種D	D	10	200	500
核種E	A	10	30	120
核種F	D	15	100	200
核種G	A, D	5	100	100
核種H	A, C	10	200	500
使用場所A	RI 実験室 1, RI 実験室 2, 処理室,			
使用場所B	試料調整室, 測定室 A, 短半減期実験室,			
使用場所C	分子イメージング室, 細胞培養室,			
使用場所D	高レベル実験室 1, 標識実験室,			

使用場所をグループ化する方法は、RI を使用する部屋が多い場合に、RI の使用方法や使用形態に応じた使用場所をグループ化し、そのグループ毎に使用する RI の種類と使用数量を決める。

表4 使用核種をグループ化する方法

グループ	核種	核種毎の使用数量			グループの最大使用数量		
		1日最大 使用数量 (MBq)	3月間最大 使用数量 (MBq)	年間最大 使用数量 (MBq)	1日最大 使用数量 (MBq)	3月間最大 使用数量 (MBq)	年間最大 使用数量 (MBq)
A	核種A	10	30	120	25	150	600
	核種B	15	100	200			
	核種C	5	100	100			
	核種D	10	200	500			
B	核種E	10	30	120	20	180	720
	核種F	15	100	200			
	核種G	5	100	100			
	核種H	10	200	500			
グループAの使用場所	RI 実験室 1, RI 実験室 2, 処理室,						
グループBの使用場所	高レベル実験室 1, 標識実験室,						

使用する RI の種類が多い場合、すべての RI を使用すると遮蔽、排水設備、排気設備が大きくなってしまいます。RI の使用目的や使用形態に合わせて RI をグループ化し、そのグループ毎に使用数量を決める。

いる。

イ 排水設備の能力

排水設備の能力は、下記のいずれかに該当するものとする。

- ①排水口における排液中の RI の濃度を濃度限度以下とする能力を有すること。
- ②排水監視設備を設けて排水中の RI の濃度を監視することにより、事業所等の境界における排水中の RI の濃度を濃度限度以下とする能力を有すること。
- ③①又は②の能力を有する設備を設けることが著しく困難な場合にあっては、排水設備が事業所等の境界の外における線量を線量限度以下とする能力を有することについて、原子力規制委員会の承認を受けること。

下とする能力を有することについて、原子力規制委員会の承認を受けること。

一般的な排水設備のフローを図1に示す。

排水設備は、貯留槽、希釈槽を設置し、RI の物理的半減期を利用して減衰させ、若しくは希釈槽において希釈処理し、排液の濃度が濃度限度以下であることを確認し、一般排水へ放流する設備である。

排水する排液の放射能濃度は、排水する都度測定し濃度限度以下であることを確認する。

ロ 排水設備の構造及び材料

- ①排水設備は、排液が漏れにくい構造とする。
- ②排液が浸透しにくく、かつ、腐食しにくい材料を用いる。

排水設備の貯留槽・希釈槽の材質は、ステンレスパネルの全溶接構造や一体型内外面エポキシ樹脂ライニング鋼板等が広く用いられている。配管については、配管内面の腐食を考慮して硬質塩化ビニル管、水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管等が用いられている。

ハ 排水浄化槽について

- ①排液を採取することができる構造又は排液中における RI を測定できる構造とする。
- ②排液の流出を調整する装置を設ける。
- ③排水浄化槽の上部の開口は、ふたができる構造とし、又はその周囲にさくその他の人がみだりに立ち入らないようにする施設を設けること。

排水設備の貯留槽・希釈槽側面にサンプリングコックを設け、排液をサンプリングできる構造又は使用する核種に応じた水モニタを設置し RI の濃度を測定できるようにする。

また、排液の流出を調整する装置は、各槽にポンプとバルブを設置し流出を調整する。

排水設備の貯留槽・希釈槽は、点検用マンホールを設置し施錠できる構造とする。排水設備の貯留槽・希釈槽及び配管等が万が一破損した場合を想定し、排水設備を防液堤で囲み、排液の排水処理設備からの流出を防止する。この場合、防液堤の高さは、最低でも貯留槽・希釈槽 1 槽分の保有水量を確保する高さ設定する。排水設備にみだりに立ち入れないように防液堤に沿ってフェンスを設置し管理区域とする。

排水設備を建物の地下へ設置する場合は、建物の

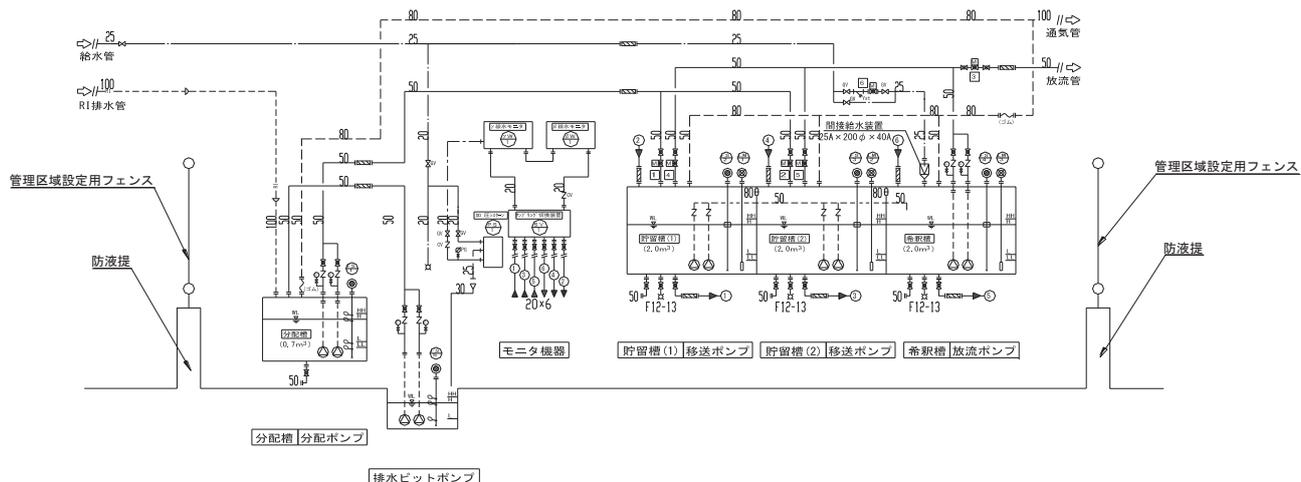


図1 RI排水設備フロー図

外壁から建物内に染み込む湧水がある場合には排水設備の排水とのコンタミを防ぐため防液提を設けコンタミを防ぐ。また、排水設備の床下に湧水ピットがある場合は、排水設備の排水が湧水ピットへ流出しないように排水設備の床の防水対策を行う必要がある。

3.2 排水設備の貯留槽・希釈槽の容量の設定

貯留槽・希釈槽の容量を決めるためには、下記に示すファクターを基に算出する。

- ①使用する核種と使用数量
- ②貯留槽の数

RIの半減期を利用し減衰処理することと、貯留槽の排水の濃度を測定しているときに測定している貯留槽に排水が流入することを防ぐために2槽以上必要とする。

- ③RI施設で発生する1日の排水量

1日の排水量の目安は、RI施設に立ち入る放射線業務従事者の人数×100~250(L/人)

- ④RIの排水への混入率

動物実験・動物飼育は、1日最大使用数量すべて(100%)が排水へ混入するものとする。ただし、動物の糞尿及び敷き藁等を回収する場合には1%でよい。

また、廃棄作業室において有機廃液を焼却処理する場合には、有機廃液焼却装置の1日の処理量がすべて排水へ混入するものとする。

その他、原液及びRI濃度の高い排水は、保管廃棄することで排水への混入率を1%とする。

表5 告示別表第2の抜粋

第1欄		第6欄
放射性同位元素の種類		廃液中又は排水中の濃度限度 (Bq/cm ³)
核種	化学形等	
³ H	元素状水素	6 × 10 ¹
³ H	メタン	
³ H	水	
³ H	有機物 (メタンを除く)	
³ H	上記を除く化合物	

- ⑤排水の濃度限度

告示別表第2第6欄の値とし、化学形等が複数ある場合には、1番厳しい濃度限度を使用する。表5にトリチウムの表を示す。

計算式は、下記に示す。

$$A = a \times (k/100) \times \int_0^T \exp(-\lambda T_1) dT_1 \times \exp(-\lambda T_2) \times 1/V$$

$$= a \times k/100 \times t/0.693 \times [1 - \exp(-0.693/t \times T_1)] \times \exp(-0.693/t \times T_2) \times 1/V$$

R = A / MPC

- A: 減衰後の放射能濃度 (Bq/cm³)
- a: 1日最大使用数量 (Bq)
- k: 排水への混入率 (%)
- T: 貯留槽の流入日数 (日)
- T₁: RIの流入日数 (日)
- T₂: 減衰期間 (日)
- λ: 崩壊定数 (=0.693/半減期)
- t: 半減期
- V: 貯留槽の容量 (cm³)
- R: 放射能濃度と法定濃度限度との割合
- MPC: 排水濃度限度 (Bq/cm³) (告示別表第2(第六欄)の値)

各核種の減衰後の放射能濃度 A と排水濃度限度との割合を算出し、割合の合計が1以下であれば、その設備の能力が法令を満足することになる。

また、割合の合計が1を超えた場合には、希釈槽において希釈処理することにより排水設備から放流

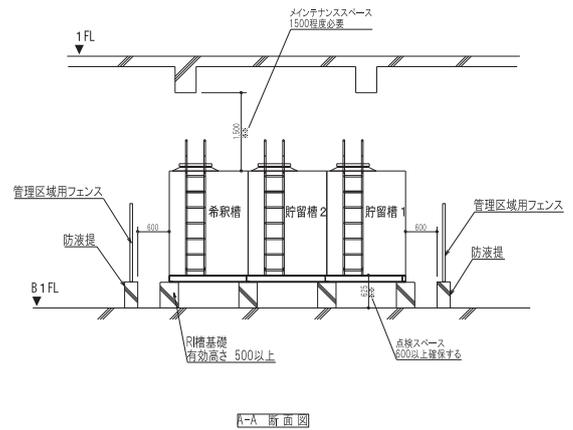
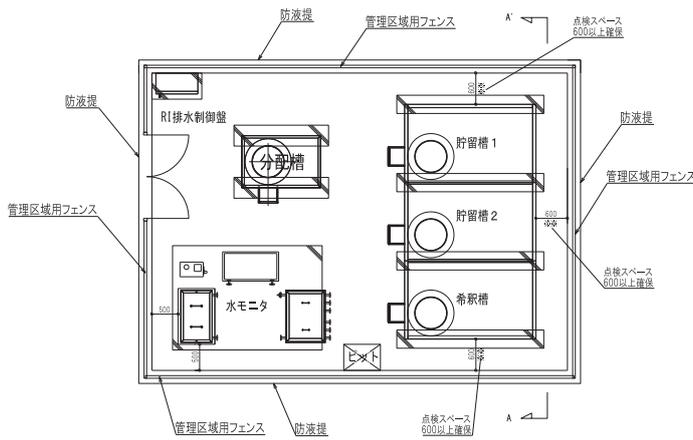


図2 RI排水処理設備配置例

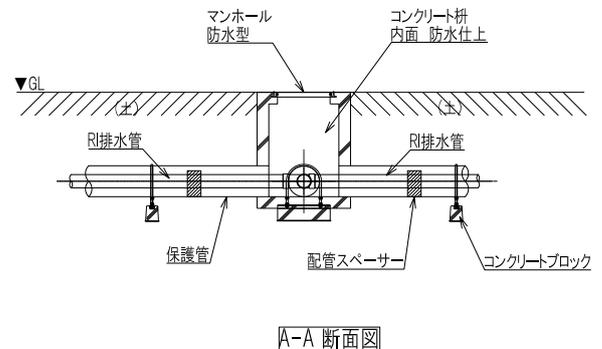
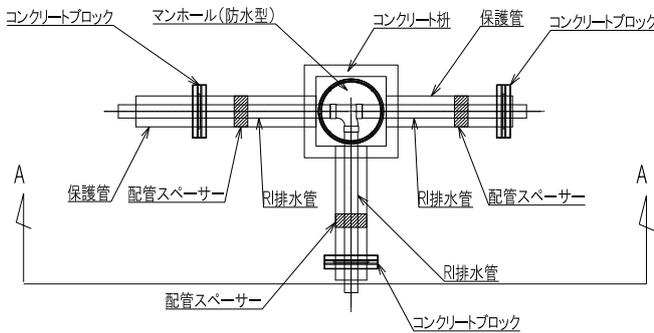


図3 二重配管の例

するときの排水の割合の合計を1以下とせねばならない。

原子力規制庁においては、希釈前の割合の合計を幾つまでにせよとの指導はないが、希釈処理等の作業手間を考えると最高でも希釈処理前の割合の合計を5以下になるような設備にすることが望ましい。

3.3 排水処理設備の設置について

排水設備は、放射線障害防止法施行規則第20条(測定)に規定されている通り、放射線の量及びRIの汚染の状況の測定を1月を超えない期間ごとに1回行うことと規定されている。また、排水設備の健全性を確保するため定期的なメンテナンスを行う必要がある。そのため、排水設備の機器配置においては、メンテナンスできるスペースを確保する。

RI排水処理設備配置例を図2に示す。

また、使用施設から排水処理設備までの排水管は、天井内、ピット内に配管を敷設し点検可能な構造とする。排水管を土中に埋設する場合は、地震等で破

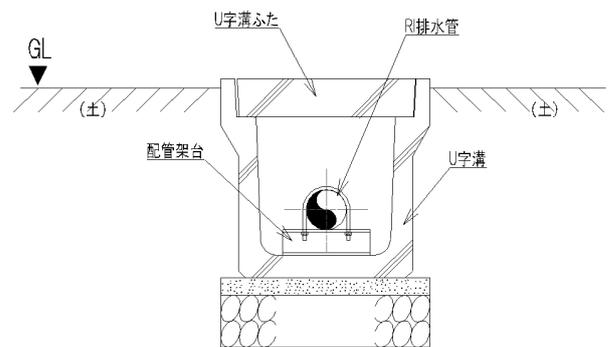


図4 トラフ(U字溝)配管の例

損、配管の点検を考慮し二重配管(図3)とするかトラフ(U字溝)内に配管(図4)を行う。

4. 排気設備

RI施設の空調設備は、汚染された空気を実際に排出できる第1種換気方式(給気・排気とも機械換気で強制的に行う換気方式)とする。概要を図5に

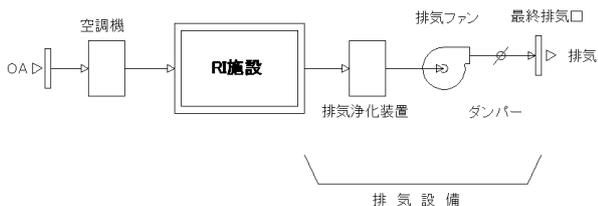


図5 第1種換気方式

示す。

また、RIの使用方法・実験機器の運転条件・発熱量等を考慮して空調（排気）の系統分けを行う。

空調系統が複数になった場合でも最終排気口を1箇所にとめることをお勧めする。

最終排気口が複数になる場合には、各々の排気口において排気口のRI濃度と濃度限度との割合の和が1以下となるようにしなければならない。

4.1 法的に要求されている構造

排気設備とは、『排気浄化装置、排風機、排気管、排気口等気体状のRI等を浄化し、又は排気する設備』と規定されている。

排気設備の基準は、下記の通り法律で規定されている。

イ 人が常時立ち入る場所における空気中のRIの濃度を濃度限度以下とすること。

人が常時立ち入る場所の空気中濃度は、1週間についての平均濃度で規定されているため、排気設備の1日の稼働時間と1週間の稼働日数を基に1週間の排気量を算出し評価する。

ロ 排気口における排気中のRIの濃度を濃度限度以下とすること。

排気口における排気中のRI濃度は、3月間における平均濃度で規定されているため、排気設備の3月間の稼働時間を基に3月間の総排気量を算出し評価する。また、排気浄化装置に装着されているフィルターの捕集効率を考慮する。

ハ 排気監視設備を設けて排気中のRIを監視することにより、事業所の境界の外側の空気中のRIの濃度を濃度限度以下とする。

ニ 上記ロ、ハの能力を有する排気設備を設けることが著しく困難な場合にあっては、排気設備が事業所等の境界の外側における線量を線量限度以下とする能力を有することについて、原子

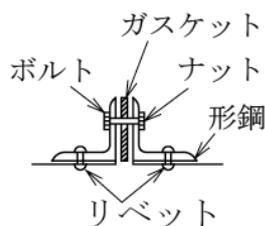


図6 アングルフランジ継手工法

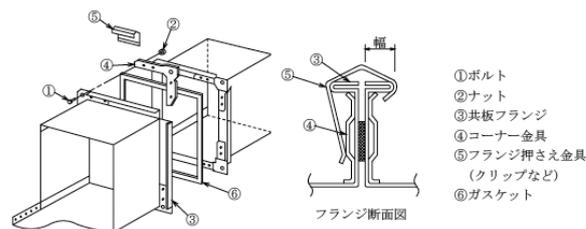


図7 共板フランジ工法

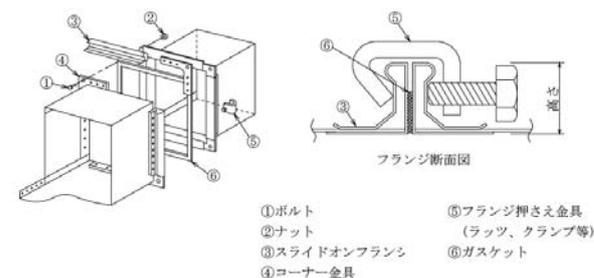


図8 スライドオンフランジ工法

力規制委員会の承認を受けること。

ホ 排気設備は、排気口以外から気体が漏れにくい構造とし、かつ、腐食しにくい材料を設けること。

RI施設の排気設備の気密性をとるためには、ダクト本体、継手のシールが重要である。

ダクトの接続方法は、アングルフランジ継手工法（図6）、共板フランジ工法（図7）、スライドオンフランジ工法（図8）がある。

ダクト及び継手部のシール方法について、下記に示す。

(1) Nシール（図9）

フランジ部のダクト折り返し部分 4隅部をシールする。

(2) Aシール（図10）

ダクト縦方向のはぜ部分をシールする。

(3) B シール (図 11)

ダクト接続部をシールする。

(4) C シール (図 12)

ダクトの組立構成材、補強材等の部品であるリベット、ボルト、タイロッド等がダクトを貫通する部分をシールする。

RI 施設のダクトについては、ダクトの機密性を確保するため N シール + A シール + B シールを推奨する。

ダクトの材質は、亜鉛鉄板、塩化ビニルライニング鋼板、ステンレス鋼板等があるが、耐腐食性、内面の平滑性を考慮すると塩化ビニルライニング鋼板、耐薬品性ではステンレス鋼板をお勧めする。

へ 排気設備には、その故障が生じた場合において RI によって汚染された空気の広がりを急速に防止する装置を設けること。

排気設備が故障した場合に RI で汚染された空気を排気設備から流出させないために、ダンパーを排気ファンと最終排気口の間に取り付ける。一般的な空調フローを図 13 に示す。

4.2 各部屋の排気量の設定について

RI 施設の部屋の排気量の設定は、使用する RI の種類と使用数量より 1 週間の平均濃度を算出し、空气中濃度と濃度限度との割合の和を 1 以下とする排気量とする。

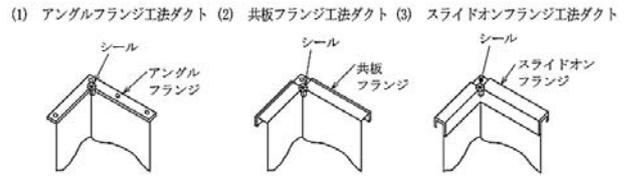


図 9 N シール

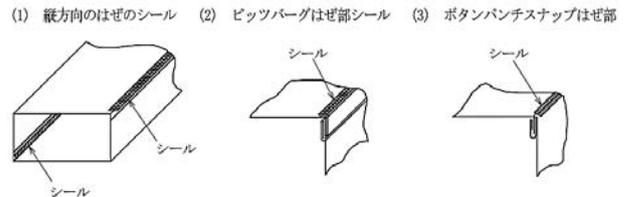


図 10 A シール

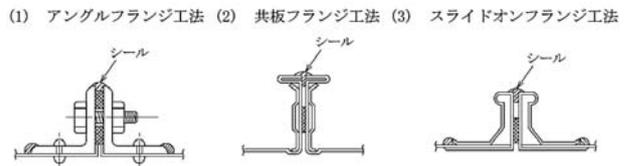


図 11 B シール

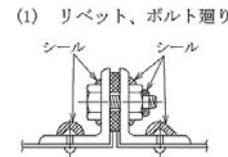


図 12 C シール

(ダクト及びシール等の図は、国交省 公共建築設備工事標準図より)

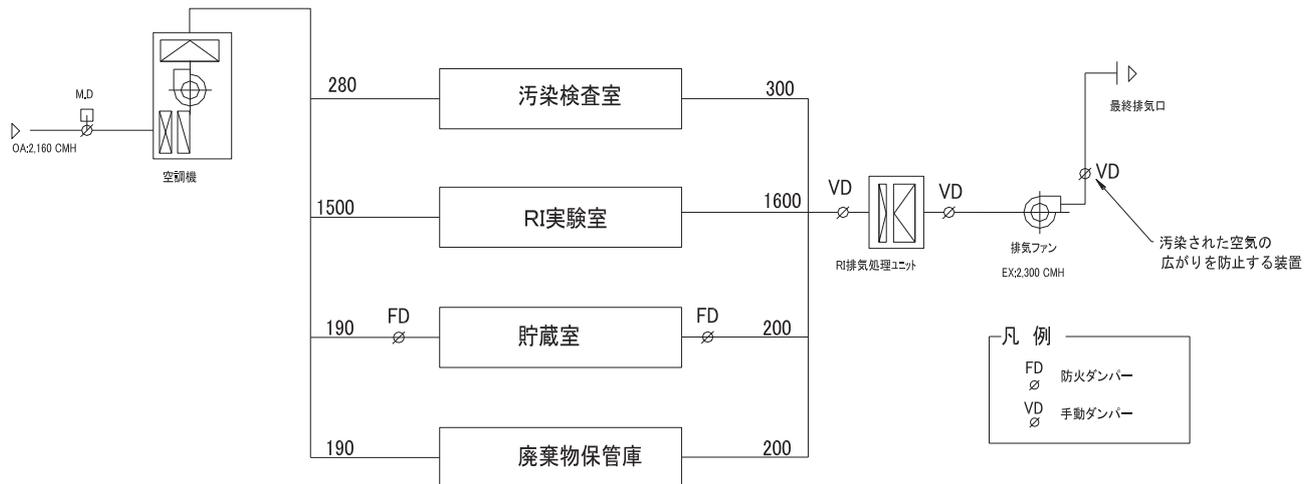


図 13 空調フロー図例

但し、外部被ばくと内部被ばくの合計が、それぞれの限度値との割合の和を1以下とする必要があるため、外部被ばくを考慮して排気量を設定する。

できれば、空気中のRIの濃度と濃度限度との割合の和を0.4~0.5程度となる排気量としたい。

常時立ち入る場所の排気量を設定するためのファクターを下記に示す。

- ①使用する核種と使用数量
- ②RIの空気中への飛散率(表6)
- ③空調設備(排気設備)の1日の稼動時間, 1週間の稼動日数
- ④空気中濃度限度

告示別表第2 第4欄の値。

核種に対し化学形が複数ある場合は、第4欄の値で一番厳しい数値を使用する。表7にトリチウムの表を示す。

計算式は、下記に示す。

$$A1 = a \times n \times k / 100 \times 1 / V$$

$$R1 = A1 / (MPC1)$$

- A1: 室内の空気中放射能濃度 (Bq/cm³)
- a: 1日最大使用数量 (Bq)
- n: 1週間の使用日数 (日/週)
- k: 飛散率 (%)
- V: 使用室の1週間当たりの排気量 (cm³/週)
- R1: 空気中濃度と濃度限度との割合
- MPC1: 空気中濃度限度 (告示別表第2(第4欄)の値) (Bq/cm³)

また、使用室に設置するフードや安全キャビネット等の必要排気量が上記の計算で求めた排気量より大きい場合には、フードや安全キャビネットの必要排気量を使用室の排気量とする。

給気量の設定は、RI施設全体を陰圧にする必要があるため、排気量×0.95程度で設定する。

4.3 最終排気口の排気量の設定について

最終排気口の排気量は、各排気システムの各部屋の排気量の合計とする。

各排気システムの排気浄化装置のフィルターの構成は、排気システムにおいて使用するRIの種類に応じて決定する。

最終排気口における排気中濃度と濃度限度との割合の和は、将来使用するRIの変更や数量の増量等を考慮して0.6~0.7程度に設定する。

排気口のRI濃度の算出するためのファクターを下記に示す。

表6 常時立ち入る場所の空気中への飛散率

条件	飛散率 (%)	備考
使用するRIの形態が液体・固体の場合	1	フード・グローブボックス等での取り扱いでは0.1%
使用するRIの形態が気体の場合	100	フード・グローブボックス等での取り扱いでは10%
動物飼育	100	
動物飼育(動物飼育装置を使用)	10	
動物飼育(動物飼育装置を使用し、糞尿及び敷き藁を回収する場合)	1	
動物実験	100	
動物実験(糞尿及び敷き藁を回収する場合)	10	
廃棄作業(有機廃液焼却)	100	1日の焼却処理量 100%

表7 告示別表第2の抜粋

第1欄		第4欄
放射性同位元素の種類		空気中濃度限度 (Bq/cm ³)
核種	化学形等	
³ H	元素状水素	1 × 10 ⁴
³ H	メタン	1 × 10 ²
³ H	水	8 × 10 ⁻¹
³ H	有機物(メタンを除く)	5 × 10 ⁻¹
³ H	上記を除く化合物	7 × 10 ⁻¹

表8 排気口に対するRIの飛散率

条件	飛散率 (%)	備考
使用するRIの形態が液体・固体の場合	1	
使用するRIの形態が気体の場合	100	
動物飼育	100	
動物飼育(糞尿及び敷き藁を回収する場合)	10	
動物実験	100	
動物実験(糞尿及び敷き藁を回収する場合)	10	
廃棄作業(有機廃液焼却)	100	1日の焼却処理量 100%

- ①使用する核種と3月間使用数量
- ②RIの排気口へ飛散する割合(表8)
- ③空調設備(排気設備)の3月間当たりの稼動時間
- ④排気システムごとの排気フィルターの種類(表9)
- ⑤排気中の濃度限度

告示別表第2第5欄の値とし、核種に対し化学形が複数ある場合には、第5欄の値の1番厳しい値を使用する。表10にトリチウムの表を示す。

計算式は、下記に示す。

表9 フィルターの捕集効率

核種又は使用条件	フィルターの種類と捕集効率 (%)			備考
	HEPA フィルター	チャコール フィルター 1インチ厚	チャコール フィルター 2インチ厚	
³ H, ¹⁴ C (³⁵ Sを含む場合もある)	0	0	0	
上記核種及びヨウ素以外の核種で液体・固体状のもの	99	0	0	
気体状で使用するもの	0	0	0	
放射性ヨウ素	0	80	90	

表10 告示別表第2の抜粋

第1欄		第5欄
放射性同位元素の種類		排気中又は空気中の 濃度限度 (Bq/cm ³)
核種	化学形等	
³ H	元素状水素	7 × 10 ¹
³ H	メタン	7 × 10 ⁻¹
³ H	水	5 × 10 ⁻³
³ H	有機物 (メタンを除く)	3 × 10 ⁻³
³ H	上記を除く化合物	3 × 10 ⁻³

$$A2 = am \times k / 100 \times 1 / \sqrt{V2} \times (1 - f / 100)$$

$$R2 = A2 / (MPC2)$$

- A2: 排気口の放射能濃度 (Bq/cm³)
- k: 排気口への飛散率 (%)
- am: 3月間使用数量(評価数量) (Bq)
- V2: 排気口における3月間の排気量 (cm³/3月)
- f: フィルターの効率 (%)
- R1: 排気口の放射能濃度と濃度限度との割合
- MPC2: 排気中濃度限度 (Bq/cm³)
(告示別表第1(第五欄)の値)

なお、規制庁は、『使用する核種・化学形及びその物質の特性等に関し明確な根拠資料等を有している場合は、個別の飛散率又は透過率を使用してもよい。』と指導している。明確な根拠がある場合には、あらかじめ規制庁に相談することをお勧めする。

4.4 その他注意すべき事項

RI施設の個別空調としてエアコンを取り付ける場合には、エアコンから排出されるドレン水はRIで汚染される可能性があるためRI排水設備へ排水する。

また、クリーンルームや製剤を合成するホットラボ室のような実験室を陽圧にしなければならない場合には、実験室の手前にパスルームを設け室圧を調整する(図14)。

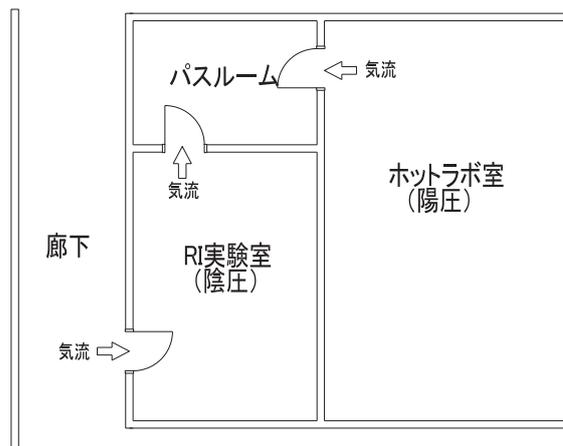


図14 気流の考え方

5. 放射線防護設備について

RI施設の放射線防護は、使用するRIの放出する放射線の種類(γ線, β線, α線)により大きく変わる。

また、使用室の実験機器(フード, 実験台)を管理区域境界に面する壁面に設置した場合、距離減衰を見込めない。そのため、管理区域の壁の遮蔽が厚くなることがあるので機器配置に注意する必要がある。

5.1 線量限度について

放射線障害防止法に規定されている線量限度等を下記に示す。

- ①常時立ち入る場所 1 mSv/週
- ②管理区域境界の設定値 1.3 mSv/3月
- ③事業所境界 250 μSv/3月
- ④事業所内の居住区域 250 μSv/3月
- ⑤居住区域内にある病室 1.3 mSv/3月

告示5号第25条第1項に常時立ち入る場所に対し『外部放射線に被ばくするおそれがあり、かつ、空気中のRIを吸入摂取するおそれがあるときは、それぞれの線量限度又は濃度限度に対する割合の和が1となるようなその線量又は空気中の濃度をもって、その線量限度又は濃度限度とする。』と規定されているので注意したい。

例えば、常時立ち入る者の実効線量が0.6 mSv/週、使用室の空気中濃度と濃度限度との割合の和が0.35であった場合は、0.6 mSv/週 ÷ 1 mSv/週 + 0.35 = 0.95 となり、1を超えることが無いので法律を満足する。

管理区域境界は、常時立ち入る場所と同様に外部実効線量が 1.3 mSv/3 月との割合と 3 月間の RI の空气中濃度と濃度限度の 10 分の 1 の割合の和が 1 以下となる実効線量及び空气中濃度と規定されている。(告示 第 4 条) 管理区域境界において、内部被ばくのおそれがある場合には注意したい。

事業所境界、事業所内の居住区域、事業所内にある病室については、外部線量と空气中濃度との複合評価は必要無い。

5.2 遮蔽計算を行うための条件設定及び手順

①線源の設定

- ・使用施設の線源設定は、使用する RI の 1 日最大使用数量とする。

実験台、フード等の中央に線源が存在するものとする。

- ・貯蔵施設（貯蔵室若しくは貯蔵箱）の線源設定は、貯蔵数量が存在するものとする。

貯蔵数量は、超短半減期核種等の特別な条件が無ければ年間使用数量を貯蔵数量とする。

線源は、貯蔵室若しくは貯蔵箱の中央に存在するものとする。

- ・保管廃棄設備（廃棄物保管室）の線源設定は、1 日最大使用数量が全て（100%）が廃棄物へ廻ったものとする。

廃棄物量の算出は、1 日最大使用数量を 3 月間使用数量まで使用したものとし、1 年分の廃棄物量を算出する。詳細は、『放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル』（（公財）原子力安全技術センター編）等を参照のこと。

線源場所は、保管廃棄設備（廃棄物保管室）の中央にあるものとする。

②線源と評価点の距離

- ・常時立ち入る場所については、使用室、貯蔵施設・保管廃棄設備に立ち入った場合の実効線量を算出する。それぞれの施設に立ち入った時の線源から距離は 0.5 m とする。

- ・管理区域、事業所境界、事業所内居住区域については、評価点と各線源（使用・貯蔵・保管廃棄設備）との距離で評価する（表 11）。

③評価時間

遮蔽計算の評価時間の概要を表 12 に示す。

④遮蔽体について

- ・常時立ち入る場所については、直接取り扱う

表 11 線量計算の評価距離

評価場所	使用施設	貯蔵施設	保管廃棄設備
人が常時立ち入る場所	使用室	0.5 m	線源から評価点までの距離
	貯蔵施設	線源から評価点までの距離	0.5 m
	保管廃棄設備	線源から評価点までの距離	線源から評価点までの距離
管理区域	線源から評価点までの距離	線源から評価点までの距離	線源から評価点までの距離
事業所境界	線源から評価点までの距離	線源から評価点までの距離	線源から評価点までの距離
事業所内居住区域	線源から評価点までの距離	線源から評価点までの距離	線源から評価点までの距離

表 12 評価時間

	人が常時立ち入る場所	管理区域境界	事業所境界 事業所内の居住区域 事業所内にある病室
使用施設	40 時間 / 週	500 時間 / 3 月	500 時間 / 3 月 ※ 1 2184 時間 / 3 月
貯蔵施設	1 時間 / 週	500 時間 / 3 月	2184 時間 / 3 月
保管廃棄施設	1 時間 / 週	500 時間 / 3 月	2184 時間 / 3 月

※ 1 動物飼育室等 RI が 24 時間 使用室に存在する場合

RI と作業者との間にプロテクター等の遮蔽体を使用する場合には、その遮蔽を考慮する。

- ・貯蔵施設、保管廃棄設備において鉛等の遮蔽容器等を用いる場合には、その遮蔽効果を考慮する。
- ・各線源の放射線が評価点までに壁を通過する場合には、その壁の遮蔽効果を考慮する。ただし、壁に窓や扉がある場合には、遮蔽が無いものとすることもある。

⑤評価点の設定 (図 15)

- ・常時立ち入る場所の評価点は、使用施設・貯蔵施設・保管廃棄設備からの寄与が大きくなると想定される場所を評価点とする。
- ・管理区域境界は、使用施設・貯蔵施設・保管廃棄設備の線源の直近の管理区域境界を評価点とする。また、床下、直上階の管理区域境界の評価を見逃すことがあるので注意したい。
- ・事業所境界、事業所内居住区域、事業所内の病室についても管理区域と同様に各線源からの寄与が大きくなると想定される場所を評価点とする。また、独立した放射線施設が複数ある場合には、それぞれの施設からの寄与を複合して評価する。

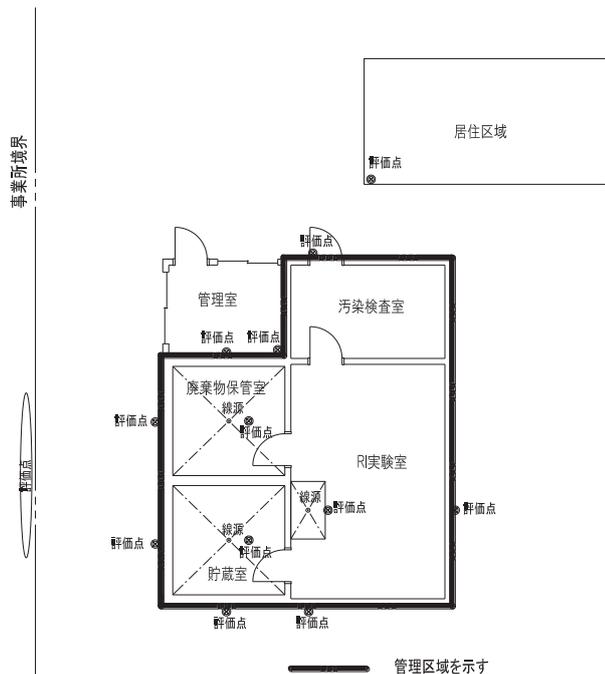


図 15 遮蔽計算評価点

5. 放射線モニタリングシステムについて

RI 施設内の放射線モニタリングシステムは、放射線施設内で作業する従事者の安全、施設内での RI の取扱いの監視、施設を取り巻く環境の保全を目的に利用されている。放射線モニタの測定項目と放射線モニタの関係を下記に示す (表 13)。

放射線障害防止法施行規則第 14 条の 11 において、『施設から排出される空气中、排液中の RI 濃度を監視し、濃度限度以下とすること』、第 20 条第 1 項の二『排気設備の排気口、排水設備の排水口、排気監視設備のある場所及び排水監視設備のある場所における RI による汚染の状況の測定は、排気し、又は排水する都度 (連続して排気し、又は排水する場合は、連続して) 行うこと』と規定されている。

排気口での排気は、連続して排気されているため、ガスモニタで連続測定することをお勧めする。また、ガスモニタの選定は、使用する核種に適した排気モニタを選定する。

表 13 放射線モニタの種類と利用目的

測定の種類と目的		放射線モニタの種類	備 考
施設の放射線量	施設内の放射線量率の連続監視及び作業員への注意喚起	高線量用 γ 線エリアモニタ	放射線発生装置室内等に設置
		γ 線エリアモニタ	RI 使用施設、貯蔵施設、廃棄施設等に設置
		中性子線エリアモニタ	放射線発生装置室内等に設置
施設内の空気中濃度の測定	施設内の空気中の RI 濃度の連続測定及び内部被ばくの算出	ルームガスモニタ	RI 使用室
		ルームヨウ素モニタ	RI 使用室
		ルームダストモニタ	RI 使用室
事業所の境界等における放射線の線量	事業所境界、事業所内の放射線線量率の連続監視	γ 線モニタリングポスト	事業所境界の付近に設置
		中性子線モニタリングポスト	事業所境界の付近に設置
管理区域外への RI による汚染拡大防止	手、足又は衣服に付着した RI による汚染の拡大防止	ハンドフットクロズモニタ	汚染検査室に設置
		物品搬出モニタ	汚染検査室に設置
放射線施設からの線源紛失防止	患者に装着された密封 RI のトイレからの流出防止、密封線源の間違っての持ち出し防止	トイレモニタ	密封治療病室のトイレ
		ゲートモニタ	密封治療施設の出入り口
排水の放射性同位元素の濃度	施設の排水設備の排水中の RI の濃度の測定	β 線水モニタ	RI 排水処理設備
		高エネルギー β 線水モニタ	RI 排水処理設備
		γ 線水モニタ	RI 排水処理設備
排気中の放射性同位元素の濃度	施設の排気口から排出される排気中の RI 濃度の連続監視	β (γ) 線ガスモニタ	RI 排気設備
		γ 線ガスモニタ	RI 排気設備
		オートマチックヨウ素モニタ	RI 排気設備
		α 線ダストモニタ	RI 排気設備
		β 線ダストモニタ	RI 排気設備

排液のRI濃度の測定では、RI排水設備から排出する排液をあらかじめ測定し、排液の濃度が濃度限度を超えていないことを確認する必要がある。排液の測定は、手動でサンプリングし測定器を用いて測定することができるが、測定作業及び測定の記録の作成、排液の放流記録の作成が必要となり非常に手間がかかる。そのため、排水モニタを設置することをお勧めする。

また、その他の放射線モニタについても、日々の線量の状況把握、従事者の線量管理、汚染拡大防止、法定帳簿作成等の放射線管理者の業務の効率化と放射線管理業務の軽減を図る上で有効である。

6. 施設の保守点検について

RI施設の排気設備、排水設備、防護設備は、故障した場合には汚染の拡大や放射線の漏洩等施設周辺の環境へ大きな影響を及ぼすことがある。

そのため、RI施設の重要設備である排水設備、排気設備、防護設備等を正常な状態で維持するため保守点検が必要となる。

設備の点検は、大きく分けて日常点検と定期的な点検に分けることができる。

日常点検は、日々の施設の状況に大きな変化がないか、設備機器の異常振動・異常音は無いかなど、視聴覚的な点検となる。

定期的な点検は、施設の要求されている条件を保っているかを確認し、調整する。設備点検項目を表14に示す。

施設の点検のなかで、点検内容が専門的である点検項目は設備業者、RI専門業者、放射線モニタの

表14 設備点検項目

点 検 項 目	
1, 空調設備	温調機器の点検
	自動制御機器の点検
	各部屋の給・排気量の測定・調整
	気流の確認・調整
	排気ダクトの点検
	排気浄化装置の点検
2, 排水設備	排気浄化装置のフィルター交換
	排水管の点検（漏れ）
	RI排水処理設備の点検
3, 防護設備	RI槽（貯留槽・希釈槽）の清掃
	床・壁・天井の表面材の点検
4, 放射線モニタ	床・壁・上階床のしゃへい体の確認
	機器の動作確認
	測定器の測定値の健全性確認

メーカーに依頼する必要がある。

また、点検の頻度は、大まかに年1～2回程度必要になる。

7. 終わりに

いままで、お客様から教えていただいたことを書かせていただきましたが、筆者の文才ではうまく表現できないところが多々あり、読みにくいところがあったことをお詫びすると共に、1つでも皆様のためにお役に立てたら幸いです。

（株）千代田テクノル