

平成 27 年度
放射性同位元素等取扱施設における
防災体制に関する調査

(原子力規制庁委託調査報告書)

平成 28 年 3 月

公益財団法人原子力安全技術センター

本報告書は、原子力規制庁の平成 27 年度放射線対策委託費による委託業務として、公益財団法人原子力安全技術センターが実施した平成 27 年度「放射性同位元素等取扱施設における防災体制に関する調査」の成果を取りまとめたものです。

この印刷物は国等による環境物品等の調達の推進に関する法律（グリーン購入法）に基づく基本方針の判断の基準を満たす紙を使用しています。

はじめに	1
第 1 章 日本国内の RI 施設の実情調査	2
1.1 調査の背景	2
1.2 調査の対象 RI 施設の選定	4
1.3 調査の質問票	4
1.4 調査を行った RI 施設の防災体制の現状	8
1.4.1 非密封 RI 施設	8
1.4.2 密封 RI 施設	17
1.5 調査の結果に基づく緊急時対応の検討	24
第 2 章 諸外国の RI 施設における防護策の詳細調査	29
2.1 調査の背景	29
2.2 文献調査	31
2.2.1 調査の結果	31
2.3 海外現地調査	44
2.3.1 カナダ	44
2.3.2 アメリカ	51
2.3.3 調査の結果	58
第 3 章 我が国の RI 施設の危険の程度に応じた規制の在り方の検討	60
3.1 基本的考え方	60
3.1.1 規制の枠組み	60
3.1.2 危険の程度に応じた RI の区分	60
3.1.3 留意点	61
3.2 区分基準の比較	61
3.2.1 D 値	61
3.2.2 密封 RI の区分基準の比較	63
3.2.3 非密封 RI の区分基準の比較	69
3.3 新しい規制区分の検討	71
3.3.1 規制区分に追加される必要のある区分	71

3.3.2	追加する区分の基準	73
3.3.3	新しい規制区分案	74

はじめに

放射線障害防止法の規制に係る放射性同位元素等を取扱う施設(以下「RI施設」という。)の防災体制について、国際的な動向を把握しつつ、適切な体制の構築を図る必要がある。

平成26年度には、我が国におけるRI施設の脅威区分の推定、地域防災計画におけるRI施設に関する計画の策定状況、諸外国のRI施設の防災体制に関する規制制度の概要等を調査した。

この成果を基に、平成27年度においては、国内外のRI施設及び同程度の脅威の核燃料・核原料を取扱う施設がいかなる脅威評価に基づき、具体的にどのような緊急時対応計画を策定し、防護策を講じているのかを調査し、我が国の規制に反映すべき課題を抽出することを目的とする。

なお、平成26年度調査においては、当時、国内7,785ヶ所のRI事業者について、IAEAが提示する簡易的脅威評価方法により許可証上の貯蔵能力等を用いて脅威を試算した結果、全ての事業者が事業所外で特段の防護策を必要としない脅威区分Ⅲ若しくはそれに満たないと推定されている。

第 1 章 日本国内の RI 施設の実情調査

1.1 調査の背景

我が国の放射線障害防止法の枠組みにおいては、事業者に対して具体的に緊急時対応計画の策定を要求していないこと等、IAEA の安全要件（「Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, Safety Standards Series No.GS-R-2」（以下、「GS-R-2」という。)) を満たしていないため、これに沿った体制を国内法令の枠組みに整備することが課題として認識されている。このため、本実情調査では、平成 26 年度調査に引き続き、必要な国内の情報を収集し、整理することとなった。

平成 26 年度調査では、IAEA の安全指針（「Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, Safety Standards Series No. GS-G-2.1」（以下、「GS-G-2.1」という。)) に示されている簡易的脅威評価方法（放散性 RI について A/D_2 の計算、非放散性 RI については線量率の計算）と許可証上の貯蔵能力などに基づき、我が国における RI 施設の脅威区分の評価を行った。その結果、我が国の RI 施設の全てが非密封 RI を取扱う施設（以下、「非密封 RI 施設」という。）・密封 RI を取扱う施設（以下、「密封 RI 施設」という。）ともに脅威区分Ⅲ若しくはそれ未満に位置づけられることが推定された。

GS-R-2 では、脅威区分Ⅲ若しくはそれ未満の場合、住民避難や屋内退避のようなオフサイト緊急防護措置は要求されない。

脅威区分Ⅲに該当する施設には緊急時の対応として、主に以下の項目が求められている。以下の（ ）の数字は、GS-R-2 内の記載項番を示す。

○脅威の評価 (3.15)

緊急時の取り決めの性質と範囲は、施設又は活動に関連した脅威の潜在的な規模と性質に見合うものでなければならない。脅威の評価では、危険にある全ての集団を同定し、脅威に関連した様々な放射線の発生確率、性質及び規模を可能な限り考慮しなければならない。

○オフサイト機関との連携 (4.40), (5.19)

緊急事態の影響緩和（損害の制御、火災の消火）に係る措置を実施するためのチームが利用でき、かつ施設内で措置を実施するための準備をしなければならない。また、敷地外の警察、医療機関、消防からの迅速な支援を受けるための取り決めがなされるとともに、

緊急事態に対処するために、自らの責務の下にある全ての活動を包含した緊急時対応計画を作成しなければならない。緊急時対応計画は、公共機関を含め、緊急事態に責務を有する他の全ての団体の緊急時対応計画と調整されなければならない。また、同計画は、規制機関に提出しなければならない。

○Emergency Action Level（以下、「EAL」という。）の策定（4.19），（4.70）

放射線の緊急事態又はその可能性があるときの迅速な影響の同定及び適切な対応レベルの決定に関し、以下を迅速に評価するための取り決めを作成しなければならない。

- ・施設の異常状態
- ・被ばくと放射性物質の放出
- ・敷地内外の放射線状況
- ・公衆の実際の被ばく又はその可能性

○緊急時対応訓練の実施（5.33），（5.39）

緊急時対応のための全ての機能、組織的なインターフェースの試験及び必要な改善を図るために、適当な間隔で緊急時対応訓練を実施し、規制機関によって評価されなければならない。

これらの要求事項に対して我が国の RI 施設に対する緊急時対応に関する規制は、十分ではないと言わざるを得ないのが現状である。

平成 27 年度調査では、我が国の RI 施設及び同程度の脅威の核燃料・核原料を取り扱う施設が、現状、具体的にどのような緊急時対応計画を策定しているか、また、放射性物質の特性¹や実際に講じている防護策²を現地調査し、今後どのような脅威評価方法に基づいて、どのような内容の緊急時対応計画を規制に導入すべきかについての検討に資することを目的としている。

¹ IAEA の GS-G-2.1 では、A/D₂での非密封の評価においては、放散性物質（dispersible material）について行うこととされており「粉末、気体、液体及び特に揮発性、可燃性、水溶性、自燃性の物質は、放散のリスクがあると考えべきである」と注釈されている。従って、平成 26 年度の非密封事業者に対する簡易的脅威評価は、化学的な特性として殆ど放散する可能性がない物質までを計算に入れており、過大に評価しているケースがあると考えられる。このため放射性物質の化学的特性や、使用の実情を現地にて調査することとした。

² 防護策とは、新たに規制に取り入れるべき、脅威区分Ⅲとしての主にオンサイトの緊急時対応計画（自主的に策定されている防護措置要領等）を示す。オフサイト機関との連携では、現状、我が国の規制では通報義務以外規定されておらず、緊急時対応計画に相当する内規が、事業所で自主的に準備されているに過ぎない。

1.2 調査の対象 RI 施設の選定

平成 26 年度に行った脅威評価³において、脅威区分Ⅲに推定された非密封 RI 施設及び密封 RI 施設について、大学、国立研究開発法人、病院、民間の製薬会社、その他の民間企業の 5 業種に分類した上で、それぞれの分類から代表的な 3 施設程度を選択し、非密封 RI 施設と密封 RI 施設別に、放射性物質の特性や実際に講じている防護策を詳細に調査することとした。

なお、実際に調査を行う施設については、全て事前に原子力規制庁の職員と協議し、決定した。

表 1.1 国内の業種別の実情調査対象 RI 施設

5 業種	非密封 RI 施設	密封 RI 施設
1 大学	◎ A 大学 :Ⅲa ◎ B 大学 :Ⅲa	
2 国立研究開発法人	◎ C 研究所 :Ⅲa D 研究所 :Ⅲa ◎ E 研究所 :Ⅲa	D 研究所 :1
3 病院		J 病院 :3 K 病院 :1
4 民間の製薬会社	F 社 :Ⅲa G 社 :Ⅲb	
5 その他の民間企業	H 社 :Ⅲb ◎ I 社 :Ⅲa	L 社 (民間減毒施設) :1

※1 非密封線源の分類における A/D2:脅威区分Ⅲa(10-100)、脅威区分Ⅲb(1-10)、脅威区分Ⅲc(0.01-1)
 ※2 密封線源の分類における A/D:セキュリティカテゴリ1(>1000)、セキュリティカテゴリ2(10-1000)、セキュリティカテゴリ3(1-10)
 ◎印:核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律と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の共管施設

1.3 調査の質問票

実情調査は、非密封 RI 施設及び密封 RI 施設別に、次ページ以降の質問票に基づき、施設見学とヒアリング形式により、全て現地で実施した。これらの質問内容には、新たに規制に取り入れるべき IAEA の要求事項が含まれている。

³ この脅威評価では、非密封 RI 施設では許可証上の貯蔵能力に基づき、施設内での貯蔵場所の区別なく足し合わせており、さらに貯蔵能力は実際の貯蔵量と桁違いに大きい傾向があるため、過大に評価されている傾向にあることに注意が必要。

(参考)

(非密封／密封 RI 施設用) 質問票

- ①【非密封】許可証上の貯蔵能力と実際の在庫量の関係が、年間を通じてどのように変化しているのか教えてください。在庫量の貯蔵能力に対する割合が平均で、また、最大るときにどのようになっているか、分かる資料があればご提供ください。
- ①【密封】密封線源は、許可証上の貯蔵能力に対して、実際の在庫量は年間を通じて変化していないと思われませんが、そのような理解で良いでしょうか。もし、異なるのであれば、事情を教えてください。
- ②【非密封】一日最大使用数量に対して、実際の使用数量がどの程度か、平均で、また、最大るときにどのようになっているか、核種別に詳細に教えてください。どのような化学形態のものを、どのような作業で取り扱っているのか。取扱う放射性物質の放散性 (dispersible) に係る核種別の特性 (気体、液体、固体、粉体、揮発性の有無、発熱の有無、化学反応がしやすい等) はどのようなものか。特に、リスクの高いと考えられる物質について教えてください。
- ②【密封】密封線源で要求される JIS 規格の 5 つの項目 (温度、圧力、衝撃、振動、パンク) は、どの等級に該当するか、分かれば教えて下さい。耐火性・耐水性はありますか？また、線源内の RI の核種ごとの形態 (気体、液体、固体、粉体、揮発性の有無、発熱の有無、化学反応がしやすい等) はどのようなものかわかれば教えてください。特に、リスクの高いと考えられる物質があれば教えてください。
- ③【非密封】取り扱っている放射性物質の中で、地震・火災・浸水・停電等が原因となって、オフサイトに拡散し得るものはあるのか。また、作業中に地震や火災等が発生し、取り扱っている RI を保管場所等に収納できない場合は、どのような影響があるのか (放熱している場合に空冷が切れて放置することになったり、化学反応性のある放射性物質が浸水したりの場合に、危険となるものなのか) 。
- ③【密封】施設内、事業所内で火災、爆発が起こりえるようなものを取り扱っていますか。あれば、具体的に教えてください。
- ④【非密封】RI を保管している場所の遮蔽能力、耐火性、耐震性及び空冷の有無はどのようになっていますか。保管設備が破損した際に、オフサイトへ飛散する可能性はあるのか。

④【密封】取り扱っている放射性物質の中で、地震・火災・浸水・停電等が原因となって、オンサイト及びオフサイトに重篤な被ばくが発生することは考えられますか。また、作業中に地震、火災等が発生し、取り扱っている RI を保管場所等に収納できない場合、どのような影響があり、どのような対応、対策を取っていますか。（使用中に地震、火災発生時の対応、プール内の水が無くなった際にどのような危険があるのか。）

⑤【非密封】どのような事故（緊急事態）を想定して、どのような対策（オンサイト及びオフサイト）をしていますか。緊急時の対応要員の計画、資機材の準備、消防機関との連絡体制をどのようにとっていますか。緊急時の初動体制・人員配置は決めていますか。決めているとすればどのような文書によって決めていますか。その十分性はどのように検証されていますか。

⑤【密封】A) RI を保管している場所の遮蔽能力、耐火性、耐震性及び空冷、プールの有無はどのようになっていますか。保管設備が破損した際に、オンサイト及びオフサイトにどのような影響がありますか。

B) どのような事故（緊急事態）を想定して、どのような対策（オンサイト及びオフサイト）をしていますか。緊急時の対応要員の計画、資機材の準備、消防機関との連絡体制をどのようにとっていますか。緊急時の初動体制・人員配置は決めていますか。決めているとすればどのような文書によって決めていますか。その十分性はどのように検証されていますか。

【以下、非密封／密封で共通】

⑥現行の放射線障害予防規程（核燃料・核原料も扱っている場合は保安規定も）の他に、オンサイトにおける緊急時対応計画（法令義務となっていない、現実的な防護措置要領や放射線緊急作業要領等）に相当する規程はありますか。もし、新たに作成するとなれば、どのようなことが負担になりますか。また、緊急時対応計画を作成するに当たり考えられる項目はありますか。

⑦緊急事態の際に次のことを行うことになっていますか。その判断基準はどのようになっていますか。

- ・敷地外のモニタリング
- ・自治体への連絡
- ・周辺住民への周知

⑧緊急時対策として、消防、警察、自治体と事前の協定や打ち合わせをしていますか。放射線源の位置を消防、警察、自治体は把握していますか。

⑨消防訓練は行っていますか。また、訓練内容と頻度はどのようになっていますか。

(以下の質問 A・B・C は、例えば原子力防災分野において、EAL の意味が分かる事業者への質問とする。)

A) 現行の放射線障害予防規程（核燃料・核原料も扱っている場合は保安規程も）に、オンサイト対応として、EAL（Emergency Action Level）に基づく防護措置を新たに追加するとなれば、どのようなことが負荷になりますか。

B) オンサイトの緊急事態対応時の活動内容は、どのようなものがありますか。また、緊急事態の際の事象進展ごとの対応は、考えられていますか。

C) 現行の放射線障害予防規程（核燃料・核原料も扱っている場合は保安規定も）に、オフサイト対応として、オフサイトのモニタリング支援及び住民とメディアへの広報を新たに追加するとなれば、どのような事項に負荷がかかりますか。

1.4 調査を行った RI 施設の防災体制の現状

国内実情調査により明らかになった RI 施設の防災体制の現状をまとめると、大きく以下 3 点に集約できる。

- 原子力施設立地地域を除く RI 事業者では、緊急時の消防、警察、医療機関との協定を締結しておらず、緊急被ばく医療の実施が可能な医療機関が必ずしも近隣になかった。また、自治体との協定締結もなかった。
- 調査対象の RI 事業者は全て消防法に基づく消防訓練が行われていたが、その多くは RI に係る事故シナリオを想定したものではなかった。
- ほとんどの非密封 RI 施設では、許可証上の貯蔵能力に対して、実際の在庫量は数%程度であった。このため、貯蔵能力を A として A/D_2 を計算すると大幅な過大評価になることが分かった。

以下に、非密封 RI 施設及び密封 RI 施設別に、質問票に対して得られた回答とヒアリングの結果をまとめる。

1.4.1 非密封 RI 施設

①許可証上の貯蔵能力と実際の在庫量の比

- ・大学・研究所：調査対象とした 2 大学、3 研究所では、許可証上の貯蔵能力と実際の在庫量の比は、ほとんどの施設で 1%未満から数%の範囲であった。
- ・民間製薬会社：調査対象とした在庫量が他の施設より比較的高い 2 民間製薬会社では、取り扱う核種が短半減期であるため(表 1.2 参照)、Mo-99 等の原料核種の受入れ、払出しが一定の短周期フローで行われ、原則として当日中に放射性医薬品として出荷するため、貯蔵が行われることは少ない。従って、いずれの施設においても許可証上の貯蔵能力から A/D_2 を計算した場合には、大幅な過大評価となることが考えられる。

表 1.2 放射性医薬品に用いられる核種、半減期等の例

放射性医薬品の使用実態（「第7回全国核医学診療実態調査(2012年度)」より引用）							
	核種	半減期	製剤種類	検査・治療 分類数	投与量/回(MBq) 上段:平均 下段:範囲	投与件数/日(件) 年間250日	実施施設数 (軒) (年間)
院内製造	¹⁸ F	110m	1	1	214 207~287	1,343	293
	¹¹ C	20.4m	7	3	425 233~700	17	31
	¹⁵ O	122s	4	2	2,875 1,319~3,258	8	14
	¹³ N	9.97m	1	2	280 370~668	7	8
体内診断用	¹⁸ F	110m	1	1	185	686	213
	⁶⁷ Ga	3.26d	1	1	104 92~111	190	757
	²⁰¹ Tl	72.9h	1	3	107 74~111	716	918
	¹²³ I	13.2h	5	7	150 6~222	736	2,067
	¹¹¹ In	2.80d	5	5	54 37~160	9	109
	¹³¹ I	8.02d	3	3	66 2~225	22	105
	^{99m} Tc	6.02h	18	13	641 60~768	2,894	4,902
	⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc (G)	65.9h-6.02h	1	—	—	—	582 *1
⁸¹ Rb- ^{81m} Kr (G)	4.58h-13.1s	1	1	200	18	113 *1	
治療用	¹³¹ I	8.02d	2	2	1,501 336~11,100	34	198
	⁸⁹ Sr	50.5d	1	1	120	6	257
	⁹⁰ Y	64.0h	1	1	984	0.8	46
	核種	半減期	製品数	検査種類	使用量/日(MBq) (年間250日)	検査件数/日(件) (年間250日)	実施施設数 (軒) (年間)
体外診断用	125I	59.4d	50	74	76	33,756	14 *1
	59Fe	44.5d	2	2	15	2,253	6 *1
<p>検査・治療分類：脳・脳脊髄液、唾液腺、甲状腺、副甲状腺、肺、心臓・血管、肝・胆道、脾・骨髄、腎・尿路、副腎、骨・関節、消化管、腫瘍・炎症、リンパ節・センチネルリンパ節、試料測定 の15分類</p> <p>投与量：検査・治療によって投与量が異なるため、平均投与量と範囲を表示。</p> <p>投与件数：年間の投与件数を1年250日として、1日当りの投与件数を表示。</p> <p>実施施設数：核種毎に1年間に検査を実施した施設数を表示、核種毎に施設の重複有り。 *1については延べ数ではなく、納入実績のある施設数。</p> <p>検査種類：下垂体機能(7)、甲状腺機能(9)、副甲状腺機能(8)、膵・消化管機能(10)、性腺・胎盤機能(7)、副腎機能(5)、腎・血圧調節機能(3)、血液・造血機能(3)、腫瘍マーカー(8)、酵素(3)、肝炎ウイルス特異抗原・抗体(1)、薬物(1)、サイトカイン(2)、心臓関連(1)、その他(6)</p> <p>検査件数：年間の検査件数を1年250日として、1日当りの検査件数を表示。</p>							

- ・その他民間会社：RIを取扱う小規模の特定許可使用者と核燃料も使用する大規模の特定許可使用者の2社を調査対象とした。いずれの会社でも、許可を受けている核種は多いものの、実態として既に使用していない核種が多くみられた。許可証上の貯蔵能力から評価したリスクに比べ、実際のリスク（実態として使用していない（今後も使用する予定のない核種）を除いたA/D₂による評価）は大幅に低くなるものと考えられる。

②許可証上の一日最大使用数量と実際の使用数量との比及び放散性に係る特性

- ・大学：使用核種により許可証上の一日最大使用数量と実際の使用数量との比にばらつきがあるが、総じて低い。形態は固体、粉末、液体であり、気体状の核種はなく、放散するリスクは低い。
- ・研究所：使用核種は限定されており、主に使用されるCo-60密封線源の比は90%程度、マイナーアクチノイド（Am-241、Am-243、Cm-244、Np-237）等の非密封線源の比は数%～50%程度である。Am、Cmは発熱性であるが強制的な除熱は必要とされない。
- ・民間製薬会社：使用核種は、表1.2に示すとおり。比は1週間を周期とした搬入・出荷により増減する。閉鎖系での使用のため、放散するリスクは低い。
- ・その他民間会社：主に、I-125、I-131の溶液を取り扱っている。1バイアル当たりの液量は、1ml～10mlと極めて少ないため、放散に係るリスクも低い。

③地震・火災・停電等を原因として、RIがオフサイトに拡散する可能性

- ・大学、研究所、民間製薬会社：取り扱うRIに比較的沸点の低いI-129や液体状のH-3、非密封のIr-192やCu-64が存在するため、地震・火災・停電が原因となって、貯蔵施設等の破損状況によっては、オフサイトへ飛散する可能性はあるものの、保管数量自体が少なく、被ばくや汚染の影響はほぼない。また、保管に当たり、沸点の低い核種に対しては、冷蔵等機能の維持に係る非常用電源を設置するなど必要な対策が講じられている。
- ・その他民間会社：いずれも一度に取り扱う数量が小さく、オフサイトへの拡散は考えにくく、施設内に留まる程度であった。

④RI保管場所の遮蔽能力・耐火性・耐震性、及び保管設備破損の際のオフサイトへの拡散可能性

調査対象とした大学、研究所、民間製薬会社及びその他民間施設では、放射線障害防

止法第 14 条の 7（使用施設の基準）及び第 14 条の 9（貯蔵施設の基準）で以下の基準が要求されている。

【使用施設の基準（概要）】

- 使用施設は、地崩れ及び浸水のおそれの少ない場所に設けること。
- 使用施設は、当該施設が建築基準法に規定する建築物又は居室である場合には、その主要構造物等を耐火構造とし、又は不燃材料で造ること。
- 使用施設には、原子力規制委員会が定める線量限度以下とするために必要な遮蔽壁その他の遮蔽物を設けること。
- 密封されていない放射性同位元素を使用する場合には、次に定めるところにより、作業室を設けること（抜粋）。
 - ・作業室の内部の壁、床その他放射性同位元素によって汚染されるおそれのある部分の表面は平滑であり、気体又は液体が浸透しにくく、かつ、腐食しにくい材料で仕上げること。
 - ・作業室に設けるフード、グローブボックス等の気体状の放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物の広がりを防止する装置は、排気設備に連結すること。

【貯蔵施設の基準（概要）】

- 貯蔵施設は、地崩れ及び浸水のおそれの少ない場所に設けること。
- 貯蔵施設には、次に定めるところにより、貯蔵室又は貯蔵箱を設けること。ただし、密封された放射性同位元素を耐火性の構造の容器に入れて保管する場合には、この限りでない。
- 貯蔵室は、その主要構造部等を耐火構造とし、その開口部には、建築基準法施行令に規定する特定防火設備に該当する防火戸を設けること。
- 貯蔵箱は、耐火性の構造とすること。
- 貯蔵施設には、基準に適合する遮蔽壁その他の遮蔽物を設けること。
- 貯蔵施設には、次に定めるところにより、放射性同位元素を入れる容器を備えること。
 - ・容器の外における空気を汚染するおそれのある放射性同位元素を入れる容器は、気密な構造とすること。
 - ・液体状の放射性同位元素を入れる容器は、液体がこぼれにくい構造とし、かつ、液体が浸透しにくい材料を用いること。

- ・液体状又は固体状の放射性同位元素を入れる容器で、き裂、破損等の事故の生ずるおそれのあるものには、受皿、吸収材その他放射性同位元素による汚染の広がりを防止するための施設又は器具を設けること。

○貯蔵施設のとびら、ふた等外部に通ずる部分には、かぎその他の閉鎖のための設備又は器具を設けること。

使用施設及び貯蔵施設は、いずれもこれらの基準を満たし、かつ、建築基準法に定められる耐震基準を満たしている。

使用施設及び貯蔵施設の基準に示されているとおり、使用施設に対して貯蔵施設は、より、フェールセーフ構造がとられていることから、本調査の対象としたいずれの RI 事業者も、貯蔵中よりも使用中に何らかの事故が発生する可能性があることについて懸念していた。

⑤事故想定と対策、緊急時対応計画・消防機関との連絡体制及び文書化と十分性の検証

- ・大学：調査対象とした 2 事業者のうち、1 事業者は、原子力災害対策特別措置法が適用される施設であるため、同法の要求事項に従い、原子力事業者防災業務計画が作成されており、消防機関をはじめ、国、自治体、指定公共機関等との連絡体制が確立されている。また、同法適用外の 1 事業者については、緊急時対応計画は定められていないものの、主に放射線災害、火災、爆発、人身災害への対応を想定した内規を作成し、国、自治体、公共機関等との連絡体制を確立している。

いずれの大学においても、これら計画の十分性は、防災訓練において検証されており、必要な場合は改善が図られている。

- ・研究所：調査対象とした 3 事業者のうち、2 事業者は、原子力災害対策特別措置法が適用される施設であるため、同法の要求事項に従い、原子力事業者防災業務計画が作成されており、消防機関をはじめ、国、自治体、指定公共機関等との連絡体制が確立されている。また、同法適用外の 1 事業者については、緊急時対応計画は定められていないものの、放射線被ばく、施設の故障、放射性物質の漏えい・放出、火災等を想定した事故対策規則を自主的に定め、国、自治体、消防機関等との連絡体制を確立している。

いずれの研究所においても、これら計画等の十分性は、防災訓練において検証されており、必要な場合は改善が図られている。

- ・民間製薬会社：調査対象とした 2 事業者では、緊急時対応計画は作成されていないものの、放射線被ばく、放射性物質及び化学物質の漏えい、地震、洪水等自然災害、火災・爆発等を想定したガイドラインや規則を自主的に作成しており、消防機関等との連絡体制が確立されている。

いずれの製薬会社においても、これらガイドラインや規則の充分性は、防災訓練において検証されており、必要な場合は改善が図られている。また、いずれの製薬会社でも消防機関等からの見学ツアーの受け入れや RI に関する教育を実施するなどにより、情報共有が図られている。

- ・その他民間会社：調査対象とした 2 事業者のうち、1 事業者については、原子力災害対策特別措置法が適用される施設であるため、同法の要求事項に従い、原子力事業者防災業務計画が作成されており、消防機関をはじめ、国、自治体、指定公共機関等との連絡体制が確立されている。一方、同法適用外の 1 事業者では、緊急時対応計画に相当する規程類は定められていないが、施設立地自治体の条例、石油コンビナート等災害防止法の枠組みの中で、消防機関、自治体等にオンラインで通報する仕組みが確立されている。また、消防機関と連携した消防訓練を定期的に行っている。ただし、想定している事故事象は、火災等一般災害に対するものである。

⑥放射線障害予防規程以外のオンサイト緊急時対応計画（法令義務はない）に係る規程の有無

調査対象とした事業者のほとんどでオンサイト緊急時対応計画に相当する内規を整備していた。以下、調査対象事業者ごとの内規の特徴を示す。

- ・大学：調査した 2 事業者ではいずれも、放射線災害、火災、爆発、人身災害が主に想定されており、防災組織体制、防災関連資機材の整備・保守点検、災害発生時における現場規制及び拡大防止措置、応急措置（放射線災害、火災など事故の種類に応じ定められている）、緊急時体制の設定と解除、復旧、教育訓練、報告等の項目から成り立っている。また、原子力災害対策特別措置法の対象ではない 1 事業者では、独自基準ではあるが、災害レベルによる災害の分類を定めており、IAEA が脅威区分Ⅲの施設に対して求めている EAL の設定に準じた考え方を取り入れていることが特徴的であった。

調査対象の 1 事業者は原子力災害対策特別措置法の対象施設であり、他 1 事業者は同法適用外であるが原子力施設立地地域に立地しているため、緊急被ばく医療体制も充実し

ていた。

- ・研究所：調査対象事業者では3事業者のうちの2事業者が、原子力災害対策特別措置法が適用される事業者であり、この2事業者については、同法で要求されている原子力事業者防災業務計画が定められていた。また、同法の規則等で求められている報告等に対応するために、対策規則が定められており、通報連絡体制が充実していた。特に勤務時間内外での通報連絡体制をそれぞれ定めており、現実に即した体制を定めていることが特徴的である。これら防災業務計画については、訓練を通して改善点を抽出し、継続的改善が図られている。原子力災害対策特別措置法の対象外の1事業者では、防災計画ではないが、事故対策規則があり、消防署への通報を含めた緊急時の体制を持っている。

- ・民間製薬会社：調査対象として2事業者のうち、1事業者では、RIの環境中への漏えい、火災、爆発、輸送中の事故等あらゆる事象を想定し、緊急時対応に関する自主的な規程が充実していた。これら危機対応に関する行動は、フロー図としてまとめられ、緊急時におけるリファレンス性を重視していることが特徴的である。また、プレスリリースに関する事業所内の取り決めがなされており、公衆への情報提供も意識していることが特徴的であった。

火災、地震への対策については、消防法により対策が求められることもあり特に詳細に対応計画が定められている。火災、地震を契機とした放射性物質の漏えい等についても同計画に付随するマニュアルで公設消防への情報提供（RIの保管状況、被ばく管理、汚染検査等に係る情報）手順が定められている。

- ・その他民間会社：調査対象とした2事業者のうち、1事業者は、原子力災害対策特別措置法が適用され、同法で要求されている原子力事業者防災業務計画が定められている。当該原子力事業者防災業務計画では、原子力災害対策特別措置法で要求されている組織体制、通報連絡体制、防災要員配置、放射線測定設備の設置及び維持、原子力防災資機材の維持・保守点検、防災訓練の実施及び評価、事業所外運搬中の事故に対する措置等が網羅的に定められている。特に本事業者では、IAEAが要求するEALに相当する基準が詳細に記載されている。また、もう一方の1事業者では緊急時対応計画に相当する規程類は作成されていないが、消防法及び石油コンビナート等災害防止法に基づき、地震及び火災対策を実施するとともに緊急時連絡網が整備されている。

⑦敷地外のモニタリング、自治体への連絡、周辺住民への周知

- ・大学：調査対象とした2事業者のうち、1事業者は、原子力災害対策特別措置法が適用され、同法に基づき、敷地外のモニタリングは、自治体が主体となって行うこととなる。また、もう一方の事業者では、立地地域の原子力事業者間で安全協力協定が締結されており、この協定により、敷地外におけるモニタリング活動を行うこともあり得る状況であり、立地地域により対応は異なることが特徴的である。周辺住民への周知は、いずれの事業者においても、自治体を經由して行われる。
- ・研究所：調査対象とした3事業者のうち2事業者が、原子力災害対策特別措置法が適用される事業者であり、敷地外のモニタリングは、同法に基づき、自治体が主体となって行うこととなる。ただし、当該事業者では、必要に応じ、事業者も現地対策本部長の指示に基づき敷地外のモニタリングを行うことが定められている。原子力災害対策特別措置法が適用されない1事業者でも同様の措置であった。いずれの調査対象事業者においても、周辺住民への周知は自治体を經由して行われる。
- ・民間製薬会社：調査対象とした2事業者のうち、1事業者では、敷地外のモニタリングについて内規に基づき、事業所長が対応を判断し、実施することを定めている。また、他方の事業者では敷地内に、法令上の義務はないもののモニタリングポストが2箇所設置されており、放射性物質の漏えいに係る監視が行われている。周辺住民への情報提供は、いずれの事業者においても自治体を經由して行われる。
- ・その他民間会社：調査対象事業者の2事業者のうち、原子力災害対策特別措置法対象の1事業者では、敷地外のモニタリング・自治体への連絡については内規の手順書に基づき行い、周辺住民への通知については原子力事業者防災業務計画に基づきプレス対応を行うことになっていた。同法適用外の他1事業者では、オフサイトへの飛散を想定していないため特別な定めや判断基準はなかった。いずれの事業者でも、周辺住民への周知は、自治体を經由して行われることとなっていた。

⑧消防、警察、自治体との事前協定、放射線源の位置の把握

- ・大学：調査対象とした2事業者のうち、1事業者では、消防、警察、自治体との協定があり、活動に関する事前の取り決めを定めている。ただし、放射線源の位置は、セキュリティの観点から非公開としており、消防等の活動は事業者の情報提供に基づき、装備の着装、立入禁止区域、放水の可否等を確認し、実施される。

- ・研究所：調査対象とした3事業者のうち、2事業者では、セキュリティの観点から線源位置について関係機関との情報共有はしていないが、緊急時には職員が公設消防を誘導し、活動が行われることになっている。また、1事業者では、建屋別の放射性同位元素の在庫量に関する情報を共有していた。
- ・民間製薬会社：調査対象とした2事業者では、特に協定は締結していなかった。ただし、1事業者では、条例に基づいて通報連絡等に関する協定を自治体と締結していた。線源位置は、1事業者では消防、警察、自治体に情報を提供しておらず、他の1事業者では消防訓練等において線源の場所を示したマップを渡し、さらに見学等も受け入れているとのことであった。
- ・その他民間会社：調査対象とした2事業者のうち、原子力災害対策特別措置法が適用される1事業者では、消防との間に活動に関する覚書を締結し、年1回の頻度で原子力施設等防火管理協議会に参加していた。また、警察とは、緊急電話連絡訓練を実施し、自治体との協定も締結しており、放射線源の位置情報は、許認可図書、立入調査、合同訓練等を通じ、提供されていた。他の1事業者では、消防、警察、自治体との事前協定はないが、消防とのコミュニケーションの場を設け、情報共有を図ると共に、施設見学の要請があれば、いつでも受け入れる体制がとられている。

⑨消防訓練内容と頻度

- ・大学：調査対象とした2事業者のうち1事業者では、各年1回の頻度で保安教育訓練（消火訓練）、総合防災訓練（防護活動本部の立ち上げ）、通報連絡訓練（自治体主導の通報訓練）を実施している。公設消防立ち会いの消防訓練もあり、消防には、汚染物質の飛散防止の観点から水を掛けないよう伝達していた。他の1事業者では、消火用ホースの延伸訓練及び自家用ポンプによる放水訓練を年2回の頻度で実施している。
- ・研究所：調査対象とした3事業者のうち1事業者では、公設消防との合同訓練を年1回、自衛消防隊招集訓練を年24回、呼吸器保護具装着訓練、消火ホース及び資機材取扱訓練を年12回、放水訓練及び炭酸ガス消火設備訓練を年1回実施している。残りの2事業者のうち、1事業者では、非常事態合同訓練を年2回の頻度で実施し、うち1回は公設消防との合同訓練として実施している。他の1事業者では、総合事故対策活動訓練を年1回、消火器取扱訓練を年1回の頻度で実施している。
- ・民間製薬会社：調査対象とした2事業者ではいずれも、年1回以上の頻度で通報訓練、

消火訓練、避難訓練等を公設消防立ち会いの下、実施している。また、1事業者ではシナリオ型訓練も行われており、大地震発生を契機に汚染や火災事象への発展を想定した訓練を行っている。

- ・その他民間施設：調査対象とした2事業者のうち1事業者では、年1回の頻度で、公設消防との合同訓練を実施しており、放射性物質の異常放出を想定した訓練も行われている。また、他の1事業者では、年1回の頻度で、協力事業者との合同訓練を実施するとともに、担当部署ごとの訓練を月1回の頻度で実施している。

A) &B) &C) オンサイト対応のEAL及びオフサイト対応のモニタリング支援と広報

この質問に対しては、9事業者のうち7事業者から回答を得た。また、ヒアリングでの意見交換から、次のような傾向を見いだすことができた。

- ・EALは、先ず国が指針やガイドラインを用意すべきとの意見が多かった。
- ・総じてオフサイトのモニタリング支援と住民・メディア対応は否定的な見解が多かった。
- ・EALの策定に当たり、放射性物質の放出シナリオ（放出経路）の想定やそれに基づく評価をする必要があるとの意見があった。
- ・公衆への情報提供は、原子力災害対応と同様、自治体を通じて実施すべきという意見が多かった。

1.4.2 密封RI施設

①許可証上の貯蔵能力と実際の在庫量の比

- ・研究所：Co-60のガンマ線照射施設を有する1事業者を調査対象とした。ここで使用する密封線源は、線源強度維持のため、毎年、線源の交換等を行っており貯蔵能力と実際の在庫量の比は、ほぼ90数%で推移している。
- ・病院：Ir-192のRALS（Remote After Loading System）やI-125のシードなどの密封線源を使用する1事業者、及びCo-60のガンマナイフ装置を使用する1事業者を調査対象とした。貯蔵能力と実際の在庫量の比はほぼ100%であった。RALS及びガンマナイフは、線源交換時を除き、年間を通じて変化なし。ただし、I-125シード線源（前立腺がん治療用）は、使用の都度発注するため、貯蔵能力と在庫量の比は0.2%程度である。
- ・民間滅菌照射施設：医療器具や実験器具等の商品を滅菌しているCo-60ガンマ線滅菌照射施設を有する1事業者を調査対象とした。ここで使用するCo-60の貯蔵能力と実際の在庫量の比は、100%弱。ただし、Co-60の半減期は、5.27年であるため、日ごとに減衰して

いる。

②密封線源で要求される JIS 規格（ISO 規格）及び放散性に係る化学特性

- ・ 研究所：照射施設のCo-60密封線源は、ISO等級E65646（カナダ製）及びE66646（英国製）に適合している。等級の数字は、左から温度、圧力、衝撃、振動、パンクに対する試験基準を表すものである。表1.3にJIS規格（ISO規格）で要求されている等級別の試験基準を示す。

なお、密封性は、溶接部分の劣化や線源表面の腐食が原因となり低下するが、ダブルカプセル線源を使用していること、また、線源プール内を常に純水に保っているため、放散の危険性はないとのことであった。

- ・ 病院：ガンマナイフ用Co-60密封線源は、JIS等級C53524に適合している。耐火性については、等級上は600度の性能であるが、メーカーの報告では、800度の性能を有している。また、性能評価は、線源メーカー及び輸入元のダブルチェック体制で行っている。
- ・ 民間滅菌照射施設：Co-60密封線源はISO等級（JIS規格に相当）E65646（カナダ製）及びE66646（英国製）に適合しており、性能評価は、線源メーカー及び輸入元のダブルチェック体制で行っているとのことであった。放散性はないが、線源は発熱性（200℃～300℃）であった。

表1.3 JIS規格（ISO規格）に示されている密封線源で要求される試験基準一覧

試験項目	等級						
	1	2	3	4	5	6	X
温度	無試験	-40℃（20min） +80℃（1h）	-40℃（20min）+180℃（1h）	-40℃（20min）+400℃（1h） 熱衝撃400℃→20℃	-40℃（20min） +600℃（1h） 熱衝撃600℃→20℃	-40℃（20min）+800℃（1h） 熱衝撃800℃→20℃	特別試験
圧力	無試験	25kPa(絶対圧)→ 大気圧	25kPa(絶対圧)→2MPa(絶対圧)	25kPa(絶対圧)→7MPa(絶対 圧)	25kPa(絶対圧)→ 70MPa(絶対圧)	25kPa(絶対圧)→ 170MPa(絶対圧)	特別 試験
衝撃	無試験	1mから50g又は 同等のエネルギー	1mから200g又は同等のエネル ギー	1mから2kg又は同等のエネ ルギー	1mから5kg又は同 等のエネルギー	1mから20kg又は同 等のエネルギー	特別 試験
振動	無試験	10min×3回 25～500Hz 最大加速度 49m/s ² (5G)	10min×3回、25～50Hz 最大加速度49m/s ² (5G)及び50 ～90Hz、振幅（p-p値）0.635mm 及び90～500Hz 最大加速度98 m/s ² (10G)	30min×3回 25～80Hz 振幅（p-p値）1.5mm 及び80～2000Hz 最大加速度196m/s ² (20G)	なし	なし	特別 試験
パンク	無試験	1mから1g又は 同等のエネルギー	1mから10g又は同等のエネル ギー	1mから50g又は同等のエネ ルギー	1mから300g又は同 等のエネルギー	1mから1kg又は同等 のエネルギー	特別 試験

③事業所内での火災・爆発等が起こり得るものの取扱い

- ・ 研究所：調査対象とした1事業者のCo-60照射施設では、火災・爆発が起こり得る有機溶媒や毒劇物でも、火災・爆発等の防止に必要な措置が講じられていれば照射対象として取り扱っている。また、当該施設において放射線を照射する場合には、空気の電離によりオゾンが大量に発生する。オゾン自体は、不燃性であるがその強酸化作用により、他の物質の燃焼を助長し、火災や爆発を生じさせることがあるため、照射時の換気に十分配慮している。
- ・ 病院：調査対象とした2事業者では、医療ガスとして、酸素・窒素及び笑気ガスを取り扱っている。また、施設のボイラー等の燃料として、灯油・都市ガスを用いている。
- ・ 民間滅菌照射施設：調査対象とした1事業者では、火災・爆発の原因になるような危険物は事業所内には無い。研究所のCo-60施設同様、照射時にオゾンが大量に発生するが、換気に十分配慮している。

④地震・火災・停電等を原因として、RI がオフサイトに拡散する可能性及び RI が保管場所等に収納できない場合の影響と対策

- ・ 研究所：地震・火災・停電等の際は、照射施設においては自動的にCo-60の線源がプール内へ下降する。最悪の場合でも、手動で下降可能。プール水も自動的に一定水位に保たれ、強制的な水の手動注入も可能。また、プール水位異常及びエリアモニタによる線量率の監視が24時間体制で行われており、フェールセーフ対策がとられている。
- ・ 病院：ガンマナイフの密封線源（Co-60）は、装置の中に組み込まれた貯蔵容器に収納されており、オフサイトへの飛散はない。また、ガンマナイフは、約20分稼働できるバッテリーを装備しているため、照射中に停電が生じた場合でも貯蔵容器に線源を収納することが可能である。よって、放射性物質がオフサイトに拡散する可能性はないと考えられる。
- ・ 民間滅菌照射施設：地震・火災の際は、地震計、火災報知器と連動し、自動的に線源がプール内へ下降する。停電に備えた予備バッテリーによる下降も可能である。また、最悪の場合、手動でも下降可能。プール水も自動的に一定水位に保たれ、強制的な水の手動注入も可能である。

⑤A) RI 保管設備の遮蔽能力・耐火性・耐震性・空冷、プールの有無及び保管設備破損の際にオンサイトとオフサイトへの影響

- ・ 研究所：調査対象とした1事業者のCo-60照射設備の線源貯蔵プールは、法令で要求される遮蔽能力・耐火性・耐震性を備え、放射線の漏えいに寄与するプールの水位異常も自動検知する機構を備えている。普段の運転時には、インターロックが機能しているため、オンサイト要員の被ばくの危険性は極めて低いが、線源交換時に人為的なミス等により被ばく事故が発生する可能性はある。
- ・ 病院：調査対象とした2事業者のうち、ガンマナイフを取り扱う当該病院では、耐火構造の建屋内にある耐火構造の貯蔵容器（ガンマナイフ照射ユニット部分）にCo-60密封線源が収納されている。また、仮に当該貯蔵容器が破損した場合においても、ガンマナイフ設置場所から敷地境界まで十分な距離があるため、オフサイトへの影響は無いと考えられる。
一方、ガンマナイフを含め、RALS、I-125シード線源等様々な密封線源を取り扱う病院では、地下階において耐火性を有する貯蔵容器、貯蔵箱内にCo-60、Ir-192、I-125等の密封線源が保管されている。これら線源は地下階でのみ取り扱われるため、仮に貯蔵容器、貯蔵箱が破損した場合においても、オフサイトへの影響は無いと考えられる。
- ・ 民間滅菌照射施設：調査対象とした1事業者のCo-60照射設備の線源プールは、上記の研究所同様に遮蔽能力・耐火性・耐震性を備えている。また、施設は、排気により負圧に保ち、オゾンを除去している。線源プールの水位異常も自動検知する機構を備え一定水位に保たれるとともに、強制的な水の手動注入も可能である。仮にプール水が無くなったとしても施設の遮蔽壁により、オフサイトに影響を及ぼすような放射線の漏えいは無い。また、施設の出入口を塞ぎ、上部ハッチから水を入れ、原子炉の様な水棺状態にする措置も可能である。

B) 事故想定と対策、緊急時対応計画・消防機関との連絡体制及び文書化と十分性の検証

- ・ 研究所：調査対象とした1事業者では、緊急時対応計画は定められていないものの、放射線被ばく、施設の故障、放射性物質の漏えい・放出、火災等を想定した事故対策規則を自主的に定め、国、自治体、消防機関等との連絡体制が確立されている。当該規則では、勤務時間内外双方の対応手順を定めている。また、事故発生時において、管理区域を設定する必要がある場合に備え、設定基準として、線量当量率、空气中放射性物質の濃度に係る基準が明確に示されている。本規則の十分性の検証は、年度毎に実施される訓練

において行われている。

- ・病院：調査対象の2事業者では、いずれも火災、地震、被ばく事故、線源の紛失等を想定し、マニュアルが定められていた。特徴として、患者の安全をいかに確保するかに重点が置かれている。また、1事業者では、組織体制や責任、応急措置等その他の全体的な対策については、予防規程運用細則にまとめられている。
- ・民間滅菌照射施設：調査対象の1事業者では、地震及び火災を想定した内規があった。内規には、指揮系統、責任分担、点検、報告について規定されていた。

⑥放射線障害予防規程以外のオンサイト緊急時対応計画（法令義務はない）に係る規程の有無

- ・研究所：調査対象の1事業所では、原子力災害対策特別措置法の適用外のため、防災計画までではないが、事故対策規則があり、消防署への通報を含めた緊急時の体制を持っている。
- ・病院：2事業者とも、内規があった。密封⑤B) 参照。RALS等の使用をしている事業者では、災害の規模やレベル分けが難しいが、内規が緊急時対応計画を網羅できるなら、新たな負担にはならないとの意見があった。
- ・民間滅菌施設：内規あり。密封⑤B) 参照。

⑦敷地外のモニタリング、自治体への連絡、周辺住民への周知

- ・研究所：非密封⑦参照。
- ・病院：調査対象とした2事業者では、いずれも、周辺住民への周知等の予定はなかった。1事業者では、判断基準はないが、事業者境界で明らかにバックグラウンドを超える線量率が検出された場合は action level となる可能性があると考えられていた。
- ・民間滅菌照射施設：調査対象とした1事業者では、敷地外モニタリングは想定されていなかった。自治体への連絡及び周辺住民への周知は、対策本部が判断することになっていた。

⑧消防、警察、自治体との事前協定及び放射線源の位置の把握

- ・研究所：調査対象とした1事業者では、線源位置について関係機関との情報共有はしていないが、実際の緊急時には職員が公設消防を誘導し、活動が行われることになってい

る。

- ・病院：調査対象とした2事業者では、いずれも、緊急時対策としての消防、警察、自治体との事前の協定等は締結されていなかった。ただし、いずれの事業者においても、線源の位置については、消防、自治体等に対して条例に基づく届出があり、把握されていた。
- ・民間滅菌照射施設：調査対象とした1事業者では、協定はなかった。放射線源の位置は、年1回の頻度で実施している最寄りの消防署員への放射線に係る教育訓練、施設説明及び見学の際に説明していた。また、緊急時においては、消防隊員の被ばく防護の観点から、職員による誘導が行われる手順となっていた。

⑨消防訓練内容と頻度

- ・研究所：調査対象とした1事業者では、年1回の頻度で、消火訓練を実施している。
- ・病院：調査対象とした2事業者とも、年1回の頻度で、避難訓練を実施していたが、いずれの事業者でも、地震や患者の様態急変を想定しており、放射線事故は想定していなかった。
- ・民間滅菌照射施設：調査対象とした1事業者では、年1回の頻度で、最寄りの消防隊員に放射線の教育訓練、施設説明・見学を実施していた。

A) &B) &C) オンサイト対応のEAL及びオフサイト対応のモニタリング支援と広報ヒアリングでの意見交換から、次のような傾向を見いだすことができた。

- ・総じて、EALは、先ず国が指針やガイドラインを用意すべき、との意見が多かった。
- ・住民広報は、却って問題や不安が発生することを心配している。
- ・密封RI施設の事故想定は難しい印象。予想以上にしっかりした設備と体制がある。
- ・密封Co-60滅菌照射施設では、EAL1がプールの水位低下、EAL2が注水不能など事象進展のレベル分けが可能であるとも考えられていた。
- ・IAEAのGS-G-2.1に示されている脅威区分Ⅲの条件には、遮蔽が失われた場合、1mで100mGy/hというものがあるが、病院で使用する装備機器では遮蔽が失われる可能性は低いため、この性質を考慮する必要がある。

1.5 調査の結果に基づく緊急時対応の検討

平成 26 年度に実施した簡易的脅威評価の結果から、我が国の RI 事業者は、IAEA の GS-R-2 における脅威区分で区分Ⅲもしくはそれ未満になることが分かっている。

脅威区分Ⅲの施設に対する IAEA の要求事項は、1.1 項調査の背景に示したとおり、主なものは以下の項目である。

- 脅威の評価
- オフサイト機関との連携
- EAL の策定
- 緊急時対応訓練の実施

(1) 脅威の評価について

平成 26 年度に実施した調査では、非密封 RI 施設に対しては貯蔵能力を用いた脅威評価、密封 RI 施設に対しては線源の中身が飛散することを仮定した脅威評価を実施したが、この仮定が適切であるかは慎重に考える必要がある。非密封線源を貯蔵施設において耐火性の容器に保管中の場合や、一般に用いられている JIS 規格に基づく密封線源では、外部に放散する可能性は低いと言って良いと考えられる。一般に、密封線源は非密封線源よりも数量が大きい傾向にあることや、諸外国における規制状況を踏まえると、単純に非密封線源の貯蔵能力を用いたり、密封線源の飛散を仮定したりするのではなく、非密封線源には使用数量を基にし、密封線源には線源そのものの危険性を基にして検討する必要があるものと考えられる。すなわち、非密封線源は使用中の飛散による被ばく、密封線源は使用中の線源からの被ばくが、實際上、最も考慮を要するシナリオであると考えられる。

本調査において実施したヒアリング調査においても貯蔵施設自体の耐火性、耐震性及び放射線の遮蔽能力は法令に基づき適切な能力を有していることが確認されており、保管中の放射性同位元素の危険性よりも、使用中の放射性同位元素の危険性が高いことが指摘されている。

このような意味では、実際の規制では、平成 26 年度に実施したような非密封 RI 施設に対して貯蔵能力を用いて脅威評価をするのではなく、施設における使用実態等を踏まえ、放射性同位元素の一日最大使用数量と、そのフローを考慮に入れ（放射性同位元素が一カ所に集積されておらず、事業所内の離れた場所（別の建屋）に保管されている場

合は、別々に評価するという考え方が可能であるため)、必要以上に過大にならないように脅威評価を行うことが望ましいと考える。

(2) オフサイト機関との連携について

緊急時におけるオフサイト機関との連携について、IAEA は、主に以下の項目を要求している。

- ・敷地外の警察、医療機関、消防からの迅速な支援を受けるための取り決めが作成されなければならない。
- ・緊急事態の発生時に対処するために、自らの責務の下にある全ての活動を包含した緊急時対応計画を作成しなければならない。
- ・緊急時対応計画は、公共機関を含め緊急事態に責務を有する他の全ての団体の緊急時対応計画と調整されなければならない。
- ・緊急時対応計画は、規制機関に提出しなければならない。

これら要求事項については、緊急時対応計画に反映し、規制当局に提出する必要があると考えられる。

緊急時対応計画について、IAEA の安全要件 GS-R-2 によると、主に以下の項目に関する記載が要求されている。() の数字は、GS-R-2 内の記載項番を示す。

- ・オンサイト対応組織の説明 (5.20)
- ・責任と権限の割り当て (5.20)
- ・緊急事態分類の判断基準 (EAL) (5.20)
- ・放射線緊急事態及びその敷地内外への影響を評価する方法と機材の説明 (5.20)
- ・施設又は状態の評価と放射性物質の放出を制限するための措置の評価 (5.20)
- ・指揮系統及び情報伝達経路 (5.20)
- ・放射線緊急事態の発生時における公衆への情報伝達の取り決めに関する説明 (5.18)
- ・関連する全ての対応組織と接触するための手順 (消防、医療、警察及びその他関連組織) (5.18)
- ・計画の実行に係わる人や組織が取るべき措置 (5.20)
- ・緊急事態の終息を宣言するための取り決め (5.20)
- ・各防護措置の解除の判断基準 (5.18)
- ・品質保証計画 (5.37)

緊急時対応設備・装備のメンテナンス (5.37)

緊急時対策のテスト (5.37)

設備一覧表 (5.20 及び 5.37)

演習、訓練 (5.37)

調査対象とした 11 事業者のうち、4 事業者は、原子力災害対策基本法が適用される事業者であるため、同法で要求されている原子力事業者防災業務計画が定められている。また、他の 6 事業者では、法令要求はないものの、緊急時対応計画に準ずるものとして内規レベルで緊急時における対策を定めている。

原子力災害対策基本法が適用される事業者において作成されている原子力事業者防災業務計画では、上記要求項目のうち、「緊急事態の終息を宣言するための取り決め (5.20)」及び「各防護措置の解除の判断基準 (5.18)」を除き、要求事項に対応する内容が定められており、本計画を以て、IAEA が要求する緊急時対応計画に代替することは可能であると考ええる。

他の 6 事業者において定められている内規についても、IAEA が要求する項目の内容についての記載はおおよそなされている。ただし、自主的に定められた内規であるため、その記載のレベルは事業者毎に異なる。また、法令要求ではないため、内規を定めていない事業者もある。そのため、IAEA が要求する項目に従い、国において、緊急時対応計画作成のためのガイドラインを事業者に示すことが望ましいと考える。

(3) EAL の策定について

我が国では RI 施設の EAL に関する法的枠組みはなく、1.4 項の国内実態調査の結果のとおり、EAL の考え方は RI 施設では理解が得られていない状況にあった。

原子力発電所の緊急事態に関しては、平成 24 年 10 月に策定された原子力災害対策指針において EAL の導入が定められ、平成 25 年 9 月の同指針の改定で原子力発電所の運転者が通報等を行う際の判断を客観化、迅速化することを目的として EAL の具体的基準が定められている。

参考として、表 1.4 に原子力災害対策指針に定められている EAL⁴を示す。表に示す

⁴ 原子力災害対策指針,平成 28 年 3 月 1 日版,6.原子炉 (1.~5.に掲げる原子炉を除く。)に係る原子炉施設参照

とおり、施設緊急事態に該当する事象が原子力災害対策特別措置法第 10 条に定める通報事象に相当し、全面緊急事態に該当する事象が同法の第 15 条に定める事象となっている。原子力災害対策指針に定められた主な EAL の内容を見ると、警戒事態、施設敷地緊急事態及び全面緊急事態の 3 レベルから構成され、それぞれのレベルの判断基準として原子炉安全系に係る機能の異常や喪失、放射線の検出及び地震等外的事象が主な EAL として定められている。しかし、GS-R-2 では脅威区分Ⅲの施設に対し、施設敷地緊急事態までを想定しているものの、全面緊急事態までは想定されていないことに注意する必要がある。

表 1.4 原子力災害対策指針に定められた EAL（原子炉を除く原子炉施設）

主な EAL	警戒事態	施設敷地緊急事態	全面緊急事態
設備故障	重要設備の故障	放射性物質又は放射線が原子力事業所外へ放出され、又は放出されるおそれ	放射性物質又は放射線が異常な水準で原子力事業所外へ放出され、又は放出されるおそれ
放射線量の検出	—	敷地境界の空間線量率 $5 \mu\text{Sv/h}$ （2 地点以上又は 10 分以上継続）	敷地境界の空間線量率 $500 \mu\text{Sv/h}$ （2 地点以上又は 10 分以上継続）等
外的な事象	震度 6 弱以上（立地道府県）、大津波警報発令時（立地道府県沿岸）等	—	—

脅威区分Ⅲに該当する RI 施設においては、設備故障及び外的な事象が EAL の判断基準になるものと考えられる。

例えば、湿式照射施設の場合、警戒事態として、保管プール水の漏えい、プールへの注水機能が 1 系統のみとなる事態、施設敷地緊急事態として、線源のプールへの下降不能、プール水の漏えいによる線源の空気中への曝露等が考えられる。ただし、その詳細な設定については、施設の設計、機能等により、異なることが考えられるため、一律的

な EAL の導入は困難と考えられる。今後、RI 施設の防災対策の一環として EAL を取り入れる場合は、諸外国における規制の方法を参考としつつ、これら基本的な考え方を国がガイドとして示し、詳細な設定は、事業者自らが行うことが必要であると考えられる。

(4) 緊急時対応訓練の実施

緊急時対応訓練の実施については、調査対象とした 11 事業者全ての事業所で消火活動等一般災害に関する訓練は行われていた。一方、放射性物質による被ばく事故や漏えい事故を想定した訓練が行われている事業者は、原子力災害対策基本法が適用される事業者を除くとほとんどで実施されていないことが分かった。

IAEA の要求では、訓練を品質保証の一環として位置づけ、緊急時対応に係る組織体制、措置、オフサイト機関との取り決め等の有効性を継続的に試験、評価するとともに必要な改善を図ることを求めている。

これらの要求に対応するよう、一般災害のみの訓練だけでなく放射性物質による被ばく事故や漏えい事故を想定した訓練を義務づける必要があると考える。

第2章 諸外国のRI施設における防護策の詳細調査

2.1 調査の背景

平成26年度に実施した我が国におけるRI施設の脅威区分の推定において、国内のほとんどの事業所が脅威区分Ⅲ又はそれ未満となることが分かっている。

脅威区分Ⅲの施設に対する安全基準は、IAEA安全要件GS-R-2では、主に当該施設敷地内の者の放射線防護、緊急事態分類体系、すなわちEAL (Emergency Action Level) の策定、緊急時対応に係るオフサイト関連機関（関連当局や消防、警察等）との十分な取り決め、緊急時対応計画の策定等が求められている。

これらIAEAの要求事項に対し、我が国の放射線障害防止法の枠組みにおいて、検討すべき課題があることが昨年度調査の結果から確認されている。また、平成28年1月に実施された、IAEAによる総合規制評価サービス（IRRS : Integrated Regulatory Review Service）においてもこれら項目への取り組みについて、勧告や提言がなされている。改善が必要とされる主な事項は以下のようなものである。

- ① 緊急時対応計画の作成に係る義務付け
- ② 緊急時対応訓練及び評価（緊急時対応計画の評価）の義務付け
- ③ 等級別アプローチに基づく緊急時対応の品質保証プログラム作成の義務付け
- ④ 緊急時におけるオンサイト職員及びその他職員に警告を発する体制の構築及び緊急時対応に係わらない者の避難及び応急処置の義務付け
- ⑤ 近隣住民に対する警報の発信に係る仕組み確認のための基準
- ⑥ 緊急時活動レベル（EAL）策定のためのガイド文書

このため、平成26年度に実施した諸外国における状況についての調査結果を踏まえ、RI規制及びRI施設における防護策について詳細な調査を行うこととした。アメリカ、イギリス、カナダ、オーストラリア、フランス及びドイツについて、インターネットを通じて入手出来た文献により各国における緊急時対応に関するRI規制の法的枠組み、規制区分、緊急時計画要求などについて調査分析を行うとともに、カナダ（Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) 及びNordion Inc.）及びアメリカ（Nuclear Regulatory Commission (NRC)）

について、現地調査を実施し、**IRRS** の指摘を踏まえて緊急時対応体制に関連した聞き取り調査を行った。現地調査に当たっては、調査が初期の目的を達成出来るよう予め質問票を送付した。

2.2 文献調査

2.2.1 調査の結果

(1) アメリカ (NRC)

10 CFR (the Code of Federal Regulations) の Part 30～39 は、放射性物質 (副産物 : byproduct material) の使用についての許可要件等を規定している。許可の共通要件を規定する Part 30 と放射性物質の防護を規定する Part 37 の他は、放射性物質の特定の使用方法別に許可要件を規定している。

即ち、

- Part 31 : 検知、測定、計測もしくは制御装置並びに発光及び空気電離用装置
- Part 32 : 放射性物質を含む物品の製造もしくは引き渡し
- Part 33 : 放射性物質の幅広い取扱 (使用法が限定された汎用使用許可)
- Part 34 : 工業用放射線撮影 (Industrial Radiography)
- Part 35 : 医学利用 (Medical Use)
- Part 36 : 照射装置 (Irradiator)
- Part 39 : 地下検層 (Well Logging)

(Part 38 は欠番)

これらのうち、Part 34、Part 35、Part 36 及び Part 39 では、緊急時対応手順 (Emergency Procedure) の策定と提出が義務付けられている。特に、Part 34、Part 36 及び Part 39 では、「運転及び緊急時対応手順書」に記載すべき項目が詳細に規定されている。

Part 30 では、規定量 (10 CFR 30.72 Schedule C) を超える放射性物質を扱う者には、「緊急時計画 (Emergency Plan) の策定」か、「放射性物質放出時にオフサイトで 1 rem (=10 mSv) を超えないことを示すこと」が求められている (30.32 (i))。

Part 33 では、二つの規定量 (10 CFR 33.100 Schedule A) を境に取扱える放射性物質の量を 3 つのグループに分け、許可をタイプ A (多量)、タイプ B (中程度量) とタイプ C (少量) に区分けしているが、緊急時対応手順についての記述はない。

なお、Part 31 及び Part 32 においても、緊急時対応手順についての記述はない。

(2) イギリス

放射性物質法⁵を England and Wales で執行する英国環境庁（Environmental Agency）は同法を環境許可規則⁶に取り込み、放射性物質の取扱活動の許可を発出している。許可の申請は、用いる線源の種類に応じて、「区分5 密封線源」を使う標準施設（standard facility）、密封線源（sealed sources）又は開放線源（open sources）について行われる⁷。

これらの線源の使用についてのガイド⁸は、異常時及び事故時の対応について規定しており、事故対応手順（procedure）を策定することを求めている。特に、高放射能密封線源⁹については、火災時を含めて、異常時事故時の対応手順を求めている。

また、放射性物質取扱に関しては、労働衛生安全法¹⁰に基づく電離放射線規則¹¹が放射性物質を取扱う際の作業者と公衆の放射線防護のための要件を定めており、英国安全衛生庁（The Health and Safety Executive）により執行されている。同規則は、予想される事故に対して過剰な被ばくを防止するため、不測事態対応計画（contingency plan）を策定すべきことを規定している（第12条）。

他方、緊急時準備公衆情報規則¹²は、事業所（施設）が規定量（同規則付属書2）を超える放射性物質を保有し、評価により放射線緊急事態（radiological emergency）¹³が予想される場合、上記の手順及び計画とは別に、事業者緊急時計画（operator's emergency plan）を策定すべきことを規定し（第7条）、地域当局はオフサイト緊急時計画を策定することを規定している（第9条）。

⁵ Radioactive Substances Act 1993 (RSA 1993)

⁶ The Environmental Permitting (England and Wales) Regulations 2010 (EPR 2010)

⁷ Application form for an environmental permit Part RSR-B1, -B2, -B4 (RSR : Radioactive Substances Regulations)

⁸ How to comply with your standard rules environmental permit for the keeping and use of Category 5 sealed radioactive sources, How to comply with your EPR RSR environmental permit - sealed sources, - open sources

⁹ high-activity sealed sources (HASS) (A_1 の 1/100 以上 (A_1 : 輸送物安全規則))

¹⁰ Health and Safety at Work etc. Act 1974

¹¹ The Ionising Radiations Regulations 1999 (IRR 1999)

¹² Radiation (Emergency Preparedness and Public Information) Regulation 2001 (REPPIR 2001)

¹³ 事故後1年での公衆被ばくが5 mSvを超える事態（同規則第2条(1)）

(3) カナダ

「原子力安全規制法 (Nuclear Safety and Control Act)」と「一般原子力安全規制規則 (General Nuclear Safety and Control Regulations)」は、1年間に 10^{15} Bq を超える U,Th,Pu を除く放射性物質 (Nuclear substance) を処理若しくは使用するプラントをクラス IB¹⁴、 10^{15} Bq を超える放射性物質を使う照射装置、遮へいが装置の一部でなく 1m 線量率で 1 cGy/min を超える照射装置、遠隔放射線治療装置及び近接放射線治療装置をクラス II として規定し、それぞれクラス I 原子力施設規則 (Class I Nuclear Facilities Regulations、以下「クラス I 規則」という。)、クラス II 原子力施設及び特定機器規則 (Class II Nuclear Facilities and Prescribes Equipment Regulations、以下「クラス II 規則」という。) によって規制し、クラス I とクラス II 以外の放射性物質の使用については、放射性物質及び放射線装置規則 (Nuclear Substances and Radiation Devices Regulation、以下「物質装置規則」という。) によって規制している。

放射性物質使用の許可に当たって、クラス I 規則は、事故的放射性物質放出時のオフサイト当局への連絡、援助などを含む対策を求め (第 6 条(k))、クラス II 規則は、予想されるオフサイトへの影響の周辺住民への情報提供計画を求め (第 3 条(r))、物質装置規則は事故時の対処策を求めている (第 3 条(g)等)。

規則を受けて、クラス II 装置の許可申請ガイド¹⁵は、申請書に緊急時対応手順 (emergency procedures) を添付することを求め、物質装置規則の許可申請ガイド¹⁶は高中リスクの使用に対して緊急時対応手順 (緊急時計画) を求めている。後者のガイドは、その付属書で 51 種 (うち非密封 13 種) の放射性物質使用法¹⁷を高リスク (14 種、うち非密封 6 種)、中リスク (20 種、うち非密封 7 種) 及び低リスク (17 種) に分類している。

規制文書 REGDOC 2.10.1 「原子力緊急時の準備と対応 (Nuclear Emergency Preparedness and Response)」は、クラス I 規則がクラス I に求める事故的放射性物質放出時の対策を「緊

¹⁴ クラス I 施設には IA (原子炉) と IB (放射性物質取扱施設) がある。

¹⁵ Licence Application Guide “Service Class II Prescribed Equipment”, RD/GD-207

¹⁶ Licence Application Guide : Nuclear Substances and Radiation Devices, REGDOC 1.6.1

¹⁷ 使用法以外に Bq 値での表記もある。

急時計画 (Emergency Plan)」にまとめることを求める。同文書は、主として 10 MW を超える原子炉を念頭に作成されたものであるが、他の施設にも適用される。

(4) オーストラリア

放射線防護原子力安全法 (Radiation Protection and Nuclear Safety Act 1998) に基づく放射線防護原子力安全規則 (Radiation Protection and Nuclear Safety Regulations 1999) は放射性物質取扱を「特定放射線施設 (prescribed radiation facility)」と「線源 (source)」に分けて許可することを規定している。

同規則は、特定放射線施設を① 10^{15} Bqを超える照射施設、②遮へいが構造物の一部でない等の 10^{15} Bq以下で 10^{13} Bqを超える照射施設、③免除値の 10^6 倍を超える非密封線源取扱施設、④免除値の 10^9 倍を超える密封線源取扱施設と規定し、線源及び線源を含む装置は特定放射線施設で規定される放射エネルギー以下のもので、28種 (うち非密封6種) の使用法が放射エネルギーの多少¹⁸⁾によって3つのグループに分けている。

各グループに属する線源または装置の種類は規則の別添 (Schedule 3C Part 1) に細かく規定されているが、グループ分けの考え方は同別添の記述から、次のように推測される。

グループ1: 事故時に職業人と一般公衆の被ばく限度を超えるおそれのないもの(10種、うち非密封2種)

グループ2: 事故時に、被ばく限度を超えるおそれがあるが、急性影響をもたらすおそれはないもの(10種、うち非密封2種)

グループ3: 事故時に、被ばく限度を超え、急性影響をもたらすおそれがあるもの(8種、うち非密封2種)

規則の別添 (Schedule 3) によれば、特定放射線施設若しくは線源の許可申請に当たっては、グループ1の大部分を除いて¹⁹⁾、いずれの場合も緊急時計画に関する情報が求められている。許可申請に関するガイド²⁰⁾は、緊急時計画策定に当たっての短いガイドを与えて

¹⁸⁾ 一部を除いて、免除値の倍数で表記されている。

¹⁹⁾ Application Form “Source License Application for Low Hazard Sources”

²⁰⁾ Regulatory Guide “Applying for a prescribed radiation facility” 及び同 “Applying for a Source License”

おり、安全管理の計画と事前措置に対するガイド²¹は、緊急時計画に盛り込むべき項目を詳細に与えるとともに、計画策定に当たっては、放射線防護シリーズの勧告「緊急時における介入」²²を参考にすべきとしている。

同勧告では、「緊急時対応計画の策定は、非管理の高危険線源、高放射能線源用遮蔽体の喪失又は破壊、産業施設又は実験室での放射性物質に関わる事故、高放射能密封線源の破壊と汚染物質の放散、非密封放射性物質の非管理放出などのシナリオに基づくべき」とし、上記の許可対象全てにおける事故を想定していると考えられる。

(5) フランス

放射性物質の使用の許可について規定する「公共衛生法典 (Code de Santé Publique, CSP)」の L 第 1333-6 条は「被ばくにより健康に影響を生じる事故が発生する可能性のある活動は「オンサイト緊急時計画 (plan d'urgence interne (PUI))」策定の対象である」とし、同法典の R 第 1333-33 条は「高放射能線源²³を取扱う場合、L 第 1333-6 条に定める内部緊急時計画の策定義務がある」とするとともに、R 第 1333-43 条が定める許可申請に添付する詳細情報には「有り得る緊急状態の同定と防止対策 (高放射能線源を保有する場合は、PUI) (ASN 決定 IX-9 項) が含まれている。

免除値²⁴の 10^{11} 倍 (密封) 又は 10^9 倍 (非密封) を超える放射性物質を保有できる施設は、公衆や環境へのリスクが大きいため、「環境法典 (Code de l'environnement)」が規定する基本原子力施設 (Installations nucléaires de base, INB) に該当し (L 第 593-1 条、同第 593-2 条、Décret n° 2007-830)、CSP ではなく、本法典による許可対象である。原子炉、核燃料サイクル施設、高エネルギー加速器なども INB であり、INB に関する政令²⁵によって、PUI の策定が義務付けられている。

²¹ Regulatory Guide “Plans and Arrangements for Managing Safety”

²² Radiation Protection Series No.7, Recommendation “Intervention in Emergency Situations Involving Radiation Exposure”

²³ A_1 の 1/100 以上 (A_1 : 輸送物安全規則)

²⁴ 日本では、放射線障害防止法施行令において「下限数量」として定義し、告示に規定。

²⁵ Decree 2007-1557, Article 20

CSP 規則の部の R 第 1333-79 条では、事業所長は放射線緊急時には状況に応じてオンサイト緊急時計画を発動して、当局に通報するとともに、「国内セキュリティ法典 (Code de la sécurité intérieure、CSI)」の L 第 741-6 条に定める「オフサイト緊急時計画 (plans particuliers d'intervention、PPI)」に従って、周辺住民に通報し、防護措置を講じることとしている。

PPI は、施設周辺の住民、財産及び環境を防護するために策定されるものであるが、CSI の R 第 741-18 条は、熱出力 10MW を超える原子炉と核燃料サイクル施設に対してのみ策定されることを求めており、放射性物質取扱い施設には求めている。即ち、INB に該当する上記の放射性物質保有施設には PUI の策定は求められているが、PPI の策定は求められていない。

(6) ドイツ

原子力安全と放射線防護に係る規則である「放射線防護規則(Strahlenschutzverordnung)²⁶」の第 51 条は重大事故時の対策として、放射線緊急時には、人及び環境への損害を最小化するため、遅滞なく全ての必要な対策を開始し、原子力規制当局及び必要であれば防災当局と公衆安全治安当局に連絡すべきであり、当局は講じられる防護措置を含めて対策を公衆に連絡すべき、としている。

また、同規則第 53 条では、事業所（施設）内で免除値の 10^7 倍を超える放射能を含む非密封放射性物質(offene radioaktive Stoffe (unsealed radioactive substances))、 10^{10} 倍を超える密封放射性物質(umschlossene radioaktive Stoffe (enclosed radioactive substances))を取扱う場合、事業所内事故に対処するために訓練された要員と必要な支援を確保して当局に報告し、公衆安全治安当局、消防等の支援組織は、放射線緊急時への対処に必要な情報と助言が提供されるべき、としている。

同規則第 3 条（定義）では、その(2)22 項で放射線緊急時(radiologischen Notstandssituation (Radiological Emergency))を EURATOM の Council Directive を参照して「公衆が年間 5 mSv

²⁶ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Ordinance on the Protection against Damage and Injuries Caused by Ionizing Radiation)

を超える被ばくをする事態」と定義しているので、上記の放射性物質質量を取扱う事業所に緊急時計画の策定が義務付けされていると考えられる。

2.2.2 文献調査の結果の考察

(1) 文献調査結果のまとめ

調査した6カ国は、内容の類似性から3つのグループに分けて考えられる。即ち、アメリカとイギリスは、それぞれの規定量を超える放射性物質の取扱いをする場合に、緊急時計画の策定を義務付けている。一方、カナダとイギリスは、主として一定量（Bq値）を超える放射性物質の取扱いを特別な許可区分として緊急時計画の策定を義務付けている。フランスとドイツは、免除値の倍数に基づいて、緊急時対策を要する施設（取扱い）を定めている。以下に、これらの類似グループ毎に検討する。

(2) アメリカとイギリス

両国の結果を表2.1に対比して示す。

表 2.1 アメリカとイギリスの RI 規制区分の対比

	アメリカ	イギリス
緊急時計画策定	規定量（10 CFR 30.72 Schedule C）を超える。ただし、オフサイトで1 rem (= 10mSv)を超えないことを示せば不要	規定量（REPIR 2003 付属書 2）を超え、評価により 5 mSv を超える場合
許可区分	使用法により区分 <ul style="list-style-type: none"> ・ 装置使用 ・ 物品製造 ・ 使用法限定汎用使用 ・ 放射線撮影 ・ 医学使用 ・ 照射装置 ・ 検層 	放射性物質の性状及び量により区分 <ul style="list-style-type: none"> ・ 密封（IAEA 線源区分 5） ・ 密封線源 ・ 開放線源

緊急時計画策定の要件である規定値は両国で大幅に異なっている。NRC の文書 NUREG

1140²⁷ によれば、10 CFR 30.72 Schedule C に示されている規定値（核種毎の Ci 数）は、同じく同 Schedule C に示されている放出率で施設外に放出された場合に 1 rem (= 10 mSv) となる放射能として与えられている。事業者はこの放出率を参考に評価を行う。

他方、英国の REPPPI 2001 に対するガイド²⁸ によれば、REPPPIR 2001 の付属書 2 に示されている規定値 (Bq 数) は施設外で 5 mSv となる核種毎の放出量²⁹ として与えられている。事業者は規則やガイドには示されていない適切な放出率を用いて評価することとなる。なお、同ガイドで英国の規定の算出過程を示すとされる文書³⁰ は、Web 上で見つけられなかった。

²⁷ NUREG 1140 “A Regulatory Analysis on Emergency Preparedness for Fuel Cycle and Other Radioactive Material Licensees”

²⁸ A guide to the Radiation (Emergency Preparedness and Public Information) Regulations 2001

²⁹ この量は 10 CFR 30.72 Schedule C の値とは比例関係にはない。

³⁰ NRPB-M1311 “Calculation to assist in the revision of IRR-85 with respect to Special Hazard Assessments (REPPPIR Schedule 2)

(3) カナダとオーストラリア

両国の結果を表 2.2 に対比して示す。

表 2.2 カナダとオーストラリアの RI 規制区分の対比

カナダ		オーストラリア	
許可区分	装置（取扱）	許可区分	施設（取扱）
クラス IB	1 年間に 10^{15}Bq を超える放射性物質を処理もしくは使用するプラント	特定放射線施設	
クラス II	10^{15}Bq を超える放射性物質を使う照射装置 遮へいが装置の一部でなく 1m 線量率で $1\text{cGy}/\text{min}$ を超える照射装置		10^{15}Bq を超える照射施設 遮へいが構造物の一部でない等の 10^{15}Bq 以下で 10^{13}Bq を超える照射施設
	遠隔放射線治療装置 近接放射線治療装置		免除値の 10^6 倍を超える非密封線源取扱施設 免除値の 10^9 倍を超える密封線源取扱施設
上記以外	高リスク（14 種） 中リスク（20 種） 低リスク（17 種）	上記以外	グループ 1（低危険、10 種） グループ 2（中危険、10 種） グループ 3（高危険、8 種）

両者の許可区分は非常に類似している。オーストラリアの区分にカナダのクラス IB に該当する区分がないのは、オーストラリアには原子力発電所や大型の研究炉がなく、かつ大量の放射性物質処理施設がないためではないかと推察される。

照射装置（施設）に関する規定は、若干の違いはあるものに全く同一と云って良く、カナダのクラス II 施設（装置）とオーストラリアの特定放射線施設は同一の考え方に基づいて決められたのではないかと考えられる。

カナダのクラス II における「遮へいが装置の一部でなく 1m 線量率で 1 cGy/min を超える照射装置」の場合、代表的密封線源核種では表 2.3 のような放射能になり、オーストラリアの特定放射線施設の「遮へいが構造物の一部でない等の照射施設」の下限である 10^{13} Bq (10 TBq) と同等である。

表 2.3 代表的密封線源核種の 1 cGy/min 相当放射能

核種	1m 線量率係数 (注) (mGy/h)/(kBq)	1 cGy/min 相当放射能
Co-60	3.6E-07	1.7 TBq
Sb-124	2.8E-07	2.1 TBq
Cs-137	9.5E-08	6.3 TBq
Ir-192	1.4E-07	4.3 TBq

(注) TECDOC 1162 Table E1.

クラス II 相当施設 (装置) では、カナダに遠隔放射線治療装置と近接放射線治療装置があり、オーストラリアにはその代わりに免除値の 10^6 倍を超える非密封線源取扱施設と免除値の 10^9 倍を超える密封線源取扱施設がある。

クラス II はサイト外での緊急時対応が求められ、密封線源の破損は考慮しないため、クラス II もクラス IB に準じて計画の審査が行われるとの情報³¹があり、主として外部被ばく事故への対応が課題であると思われる。

カナダのクラス II は全て密封線源を使う装置であり、クラス IB の非密封取扱量 (年間 10^{15} Bq を超える) 以下の使用は高リスク使用か、中リスク使用に位置付けられている (物質装置規則の許可申請ガイド)。

³¹ CNSC への現地調査

(4) フランスとドイツ

両国の結果を表 2.4 に対比して示す。

表 2.4 フランスとドイツの緊急時計画策定基準

	フランス	ドイツ
	要オンサイト緊急時計画	要放射線緊急時対応
非密封（開放）RI	免除値の 10^9 倍を超える（INB）	免除値の 10^7 倍を超える
密封（封入）RI	免除値の 10^{11} 倍を超える（INB） 高放射能線源	免除値の 10^{10} 倍を超える

これらの規定値の根拠は不明であるが、非密封線源 RI については、施設（装置）外への放出を考慮したものと考えられ、ドイツの規定値が 2 桁小さい。いずれもサイト外への影響を考えていることを考慮すると、放出量や外部での希釈効果の考え方などの違いかと思われる。サイト外での被ばくはイギリスと同様の 5 mSv 以上である。

密封線源については、考慮した影響が線源破損による放出なのか、若しくは遮へい喪失による放射線の放射なのかは判然としない。密封線源の値が非密封線源の値の 100~1,000 倍であることから、破損した密封線源からの放出率が非密封線源のその 1/100~1/1,000 と想定したものと考えれば、この値はサイト外への放出の影響を考慮して決められていると考えられる。

表 2.5 に、密封線源に対する両者の規定値（免除値の倍数）を代表的核種について Bq 数に直した結果を示す。

表 2.5 代表的密封線源核種の免除値倍数の放射能

核種	免除値	フランス 免除値× 10^{11}	ドイツ 免除値× 10^{10}	オーストラリア 免除値× 10^9
Co-60	1E-07 TBq	1E+04 TBq	1E+03 TBq	1E+02 TBq
Sb-124	1E-06 TBq	1E+05 TBq	1E+04 TBq	1E+03 TBq
Cs-137	1E-08 TBq	1E+03 TBq	1E+02 TBq	1E+01 TBq
Ir-192	1E-08 TBq	1E+03 TBq	1E+02 TBq	1E+01 TBq

10 倍の違いはあるものの、おおざっぱに見ると両者は概ね 10^{15}Bq であり、カナダあるいはオーストラリアのクラス II 相当施設（装置）で照射装置（施設）が 10^{15}Bq を超えるとしているのと同様である。表 2.5 には、参考までに、オーストラリアの特定放射線施設の基準の一つである免除値の 10^9 倍を示した。

2.3 海外現地調査

2.3.1 カナダ

(1) 規制の枠組み

カナダにおける原子力施設及び RI 施設の規制は、原子力安全規制法（Nuclear Safety and Control Act）、一般原子力安全規制（General Nuclear Safety and Control Regulations）により規制され、その規制区分は、施設の種類又は放射性物質の数量に応じ、潜在的リスクが考慮され、The CNSC's Regulatory Framework Plan で以下のとおり区分が示されている。

以下、The CNSC's Regulatory Framework Plan の抜粋

- Class IA facilities (nuclear power plants and other reactor facilities)
- Class IB facilities (for example, nuclear fuel processing facilities and waste facilities)
- Class II facilities (for example, cancer therapy facilities and particle accelerators)
- uranium mines and mills
- certification of prescribed equipment
- nuclear substances and radiation devices
- certification of packages

これら規制の枠組みにおいて、我が国の放射線障害防止法による規制の対象かつ、緊急時対応計画の策定要否の検討対象となる施設は、Class IB、Class II と考えられるため、これら 2 区分の施設に対する規制について規制当局及び事業者へのヒアリング調査を行った。以下、調査結果を示す。

(2) 施設区分の基準について

カナダにおける施設区分の基準は、Class II Nuclear Facilities and Prescribed Equipment Regulations に具体的な技術基準が示されている。表 2.6 にカナダにおける施設区分の技術基準を示す。

表 2.6 カナダにおける施設区分の基準

Class	基準
Class IB	<ul style="list-style-type: none"> ・ 年間 10^{15}Bq 以上の放射性物質の <u>処理又は使用する</u> 施設で、Class II の施設を除く。 ・ Class II 以外の粒子加速器 $A \leq 4$ 又は電子で $E \geq 50\text{MeV}$、$A > 4$ で $E \geq 15\text{MeV}/A$ ここで A は核子数、E はビームエネルギーを表す。
Class II	<ul style="list-style-type: none"> ・ 10^{15}Bq 以上の放射性物質を扱う照射施設 ・ 遮蔽設備を必要とする照射施設で、1m で $1\text{cGy}/\text{min}$ ($=600\text{mGy}/\text{h}$)以上 ・ 近接照射治療装置（～アフターローディング装置） ・ 遠隔照射治療装置（～テレコバルト装置） ・ 粒子加速器 $A \leq 4$ 又は電子で $E < 50\text{MeV}$、$A > 4$、$E < 15\text{MeV}/A$

これら施設区分は、リスクの性質により区分がなされており、Class IB は、放射性物質の放出のリスクのある施設（非密封の放射性物質の取扱施設）であり、Class II は、外部被ばくのリスクが比較的高い施設（密封の放射性物質の取扱施設）として区分されている。

これら施設の許認可に係る審査要件は、REGDOC 1.6.1 Licence Application Guide: Nuclear Substances and Radiation Devices に以下の 14 項目³²が示されており、原則全ての項目が要求されるが、例えば、密封線源施設では、環境への放出は考慮しない、すなわちオフサイトへの影響は考慮しない等のガイドがなされ、柔軟な運用が行われているようであった。

1. Management system
2. Human performance management
3. Operating performance
4. Safety analysis
5. Physical design
6. Fitness for service
7. Radiation protection

³² 2.0 Safety and control areas (REGDOC 2.1~2.14) に詳細要求事項が示されている。

8. Conventional health and safety
9. Environmental protection
10. Emergency management and fire protection
11. Waste management
12. Security
13. Safeguards and Non-proliferation
14. Packaging and transport of nuclear substances

審査要件のうち、特に 10. Emergency management and fire protection を CNSC では重要視しており、本要件に係る緊急時対応計画については、厳格な審査が行われる。

(3) 緊急時対応計画の作成について

カナダでは (2) で述べたとおり、全ての Class の施設に対して、緊急時対応計画の作成を義務づけており、当該計画のガイドラインとして、REGDOC 2.10.1 Emergency Management and Fire Protection Nuclear Emergency Preparedness and Response が用いられている。本ガイドラインの適用範囲は、Class I 施設が対象とされているが、Class II 施設においても、本ガイドラインを参考に緊急時対応計画が作成され、CNSC による審査も本ガイドラインを基準として行われるようであった。

緊急時対応計画の作成項目としては、以下が示されている。なお、ここで示す内容は、10MW を超える原子炉 (Class I A 施設) に対する追加的要求事項は除いたものである。

1. emergency response organization and staffing
 - ・緊急時対応組織 (以下、「ERO³³」という。) の確立
 - ・ERO の維持に必要な最小人数の文書化
 - ・活動に係る緊急時対応施設の設定
 - ・全ての活動、指示をトレーサビリティが確保された記録として残す
2. emergency categorization, activation and notification

³³ Emergency Response Organization の略

- ・報告事象：公共の安全に影響が生じる可能性のあるイベント
- ・異常な事象：重大な結果につながる可能性のあるイベント
- ・サイトエリア緊急時：放射性物質の放出をもたらす可能性につながる深刻な機能不全
- ・緊急時：深刻なイベントの結果として、放射性物質の継続的な大気放出

3. emergency assessment

- ・継続的に緊急性を評価し、オンサイトとオフサイト状態及びパラメータを説明（健康、安全、環境に係るオンサイト及びオフサイトへの影響や脅威等）
- ・継続的にオンサイト作業員を防護するための措置をとる
- ・継続的に公衆と環境へのオフサイトのリスクの大きさを特徴づける
- ・継続的にオフサイト関係機関と CNSC に定期的な緊急時評価のアップデートを提供する。

4. offsite response organizations interface and support

- ・オフサイトへの影響と適切な組織との対応活動を調整する計画と手順の確立
- ・他の組織や担当者との任意の取り決めや合意の文書化
- ・資源の確保及びオフサイト状況に対応するための必要なリソース量
- ・オフサイト組織の支援（専門知識、人員、緊急対応機器等）
- ・オフサイト対応に必要な事項の提供
- ・必要なデータの確立と定期送信

5. emergency personnel protection

- ・緊急時対応要員の放射線防護プログラムの開発及び文書化

6. emergency response facilities and equipment

- ・対応場所と使用するオンサイト緊急対応施設又は指定された領域の特定
- ・緊急時対応機器の識別、操作性と有効性の保証（通信機器含む）
- ・マルチシフトレスポンスの運用

7. emergency information and public communications

- ・オフサイト当局への情報提供
- ・公衆に情報提供する際のオフサイト当局との調整

8. recovery

- ・復旧に係る組織への移行プロセスの説明

- ・復旧計画における責任
- ・復旧プログラムを実施する時の人員保護
- ・事故等の原因の詳細、影響の評価

9. validation of the ER plan and procedures

- ・緊急時対応計画と手順及びシステム（機器、手順、人的要素）の検証
- ・緊急時対応計画の変更に係る検証
- ・検証結果の CNSC への提出

(4) 緊急時対応計画の評価について

カナダでは、緊急時対応計画の評価は、許可申請時及び定期的実施される訓練（机上訓練及び実働訓練）を通し、行われることとなる。特に訓練における評価では、CNSC 職員が立ち会い、緊急時対応計画の評価を行う仕組みが構築されている。

訓練は、定期的実施されており、例えば Class IB 施設の Nordion Inc. では、机上訓練を 3 年～5 年毎、フルスケール訓練を 5 年毎に実施している。これら訓練は、地元消防、救急、警察等と合同で実施されるとともに、フルスケール訓練は、CNSC と共同で行われているようであった。

(5) 緊急時対応の品質保証プログラムについて

緊急時対応に係る機能の品質保証プログラムについては、ライセンス付与条件の一つとして事業者に要求しており、その詳細は CSA286.12 に要求事項が定められている。なお、IAEA の安全要件 GS-R-2 では、以下の品質保証が要求されている。

- ① 緊急時対応計画、手順及びその他取り決めの維持、評価、更新（運用上の経験、緊急時対応訓練の経験を踏まえた評価と更新）
- ② 設備一覧表
- ③ 緊急時対応に必要な必需品の維持
- ④ 試験と計器の校正に関する取り決め

カナダの緊急時対応計画に関する要求事項では、以下の記載があり、上記 IAEA の要求

事項に対応した項目と考えられる。以下、REGDIC 2.10.1 の抜粋。

2.2.6 Emergency response facilities and equipment

All licensees shall:

In accordance with ER plans and procedures:

- identify an onsite emergency response facility or designated area to be used as a response location
- identify essential emergency response equipment, and describe how its operation and effectiveness during emergencies are assured; essential emergency response equipment includes equipment required to detect and assess hazards, and communicate response activities
- identify and have emergency response equipment and materials that are operational and available in sufficient quantities for an extended multi-shift response; they shall also be readily accessible during emergency conditions

2.2.9 Validation of the emergency response plan and procedures

All licensees shall:

- validate ER plans and procedures to demonstrate that systems as designed (equipment, procedures and personnel elements) meet performance requirements and support safe operation
- validate any changes to ER plans or procedures before implementing them, to ensure continued effectiveness
- unless otherwise specified in the licence conditions handbook, notify the CNSC of changes to ER plans and procedures, and submit the results of the validation to the CNSC as per the terms and conditions of the CNSC licence

(6) 近隣住民に対する警報の発信に係る仕組み確認のための基準について

カナダでは、Class I 施設へは、公衆に対する情報提供を要求しており、Information Program を策定し、Web、コミュニティミーティング、オープンハウス等により、緊急時のみでなく、平常時においても、公衆への情報提供を要求している。Class II 施設に対しては、基本的に密封線源使用施設であり、事故の影響がオフサイトに及ぶとの想定がないため、

CNSC では、公衆への情報提供は要求していないようであった。ただし、多くの施設では、自主的に Web サイトを通じた情報提供を行っている。

なお、医療施設については、別に情報公開プログラムの定めがあるため、CNSC では、放射線医療だけの情報提供に限定しない意図から、要求を除外しているとのことであった。

(7) 緊急時活動レベル (EAL) 策定について

EAL の策定に係り、REGDOC 2.10.1 の 2.2.2 項で緊急時対応計画の作成項目として、Emergency categorization, activation and notification が要求されており、ガイドとして、報告事象、異常な事象、サイトエリア緊急時、緊急時の定義・条件や ERO の活動条件等の記載を求めている。また、オフサイトへの通知条件等を定めることを求めており、これらが緊急時活動レベルの策定要求に該当するものである。

参考として、REGDOC 2.10.1 の 2.2.2 項に記載されているガイドの内容を示す。

Guidance

Guidance for all licensees

Criteria that define when the ERO should be activated should be clearly documented.

Licensees should follow provincial requirements, or when none exist, use the following categories, listed in order of increasing significance, to categorize various events:

- reportable event: an event affecting the nuclear facility that would be of concern to the offsite authorities responsible for public safety
- abnormal incident: an abnormal occurrence at the nuclear facility that may have a significant cause and/or may lead to more serious consequences
- site area emergency: a serious malfunction that results or may result in an emission at a later time
- general emergency: an ongoing atmospheric emission of radioactive material, or one likely within a short time frame, as a result of a more severe accident

2.3.2 アメリカ

(1) 規制の枠組み

アメリカでは、放射性物質の規制管轄権は、NRC 及び NRC との合意に基づき、管轄権を委譲された州政府 (Agreement States) にある。(NRC は、これら州政府の規制の監督、評価を行う) ただし、原子炉及び核燃料サイクル施設等については、この仕組みは無く、NRC の直轄³⁴である。加速器施設については、NRC の管轄外であり、その使用用途に応じ、州政府、DOE (Department of Energy)、FDA (US Food and Drug Administration) 等が管轄するようであった。

2016 年現在、アメリカ全体で 20,800 許認可取得者のうち、NRC の管轄が、2,800、州政府の管轄が 18,000 である。

アメリカにおける RI 施設の許可要件は、10 CFR Part 30~39 に放射性物質 (副産物: Byproduct Material) の使用についての許可要件を規定している。許可の共通要件を規定する Part 30 と放射性物質の防護を規定する Part 37 の他は、放射性物質の特定の使用方法別に許可要件を規定している。

(2) 緊急時対応計画の作成について

アメリカの規制において、緊急時対応計画の要否判断基準は極めて明確であり、潜在的にオフサイトでの被ばくの可能性があるか否かであり、その潜在的可能性とは、非密封線源かつ、10 CFR 30.72 Schedule C に定められる数量以上を保有することであり、これらに該当する施設が緊急時対応計画を策定するか、もしくは、放射性同位元素放出時にオフサイトで 1 rem (=10mSv) を超えないことを証明することが求められる。

密封線源施設においては、火災、洪水等諸々の災害を想定し、設計条件³⁵を定めており、保管施設の評価作業において、問題のない、すなわちオフサイトへの影響がないことを確認しているとの理由で緊急時対応計画を要求していない。ただし、労働災害管理の一環と

³⁴ Atomic Energy Act に定められる。

³⁵ ドリル等による意図的な攻撃に対する条件は定めていない。

して施設内の被ばくに係る防護プログラムは必要とされている。

我が国における放射線障害防止法において密封線源については、施行規則第 15 条（使用の基準）において「正常な使用状態においては、開封又は破壊されるおそれがないこと。密封された放射性同位元素が漏えい、浸透等により、散逸して汚染するおそれのないこと。」を要求しているが、具体的な耐性の基準は、定められていない。ただし、表示付認証機器についてのみ、装備する密封線源が満たすべき JIS Z4821-1 の等級が機器の種類毎に、告示で示されている³⁶。

なお、アメリカでは、密封線源の規制下限値以下のものは、ジェネラルデバイスと呼ばれ、煙感知器に使用される Am-241 や工場での測定ゲージ等が該当し、これらの規制は NRC の管轄外である。（これら装置の製造工場は NRC の管轄で規制される。）

規制下限値は、アメリカ独自のものであり、IAEA の BSS³⁷に示されているものではない。

緊急時対応計画の作成項目としては、REGULATORY GUIDE 3.67 に以下の項目が示されており、本ガイドラインは、原子炉施設も包含された共通のガイドとして使用されている。

REGULATORY GUIDE 3.67 で緊急時対応計画に要求されている項目は、以下の 10 項目である。

1. FACILITY DESCRIPTION

- ・ ライセンスを受けた活動の一般的な説明
- ・ 施設、施設の位置（ロケーション）、種類、タイプ、放射性物質の量、有害物質の量

2. TYPES OF ACCIDENTS

- ・ 緊急時対応計画の適用範囲（個人や組織）
- ・ 潜在的な事故の仮説、確率

³⁶ 設計認証等に関する技術上の基準に係る細目を定める告示（平成 17 年 7 月 4 日 文部科学省告示第 94 号）

³⁷ 電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準（BSS）は、放射線被ばくに係るリスクを防ぐための放射線源の安全に対する基本要件として、IAEA 理事会が 1994 年に承認し、1996 年に刊行した基準。

- ・ 想定事故の説明
- ・ 事故を検出し（放射線モニタ、煙検知器、プロセスアラーム等）、異常を職員に警告するための手段の説明

3. CLASSIFICATION AND NOTIFICATION OF ACCIDENTS

- ・ 緊急事態の宣言に関する取り決め
- ・ オンサイト緊急時対応組織の設置と活動
- ・ オフサイト当局への通知
- ・ NRC オペレーションセンターへの通知
- ・ 防護措置活動の開始の決定
- ・ サイトエリア緊急事態への進展に関する決定
- ・ オフサイト関連機関からの支援要請に係る決定
- ・ 緊急事態の終息宣言及び復旧モードへの移行に係る決定
- ・ サイトエリア緊急事態の宣言に関する取り決め
- ・ オフサイト機関に対する情報提供に係る説明
情報の種類（施設の状況、放射性又は有害な物質の放出等）

4. RESPONSIBILITIES

- ・ 通常状態における施設の組織
- ・ オンサイト緊急時対応組織
- ・ 施設へのオフサイト対応要員等（医療機関、救急要員、消防士等）の支援（支援のトリガー、構成の説明）
- ・ 政府機関との連携

5. EMERGENCY RESPONSE MEASURES

- ・ 緊急時対応組織の設置
- ・ 緊急時のクラスに応じた活動の決定
- ・ 放射性又は有害物質の放出に伴うモニタリングとサンプリングの方法の説明
- ・ 緩和措置を行うための手段と装置（スプリンクラーシステム、火災検知器、耐火建築材料の使用）の説明
- ・ プロセスや施設全体の機器の安全なシャットダウンを確保するためのステップ、基準及び時間の説明
- ・ 防護活動（避難命令基準、関係者への通知手段と時間、避難経路と人の輸送、

避難者の汚染発見と汚染の管理等)

- ・ 医療機関への搬送（負傷した汚染者の輸送方法の指定等）
- ・ 医療処置

6. EMERGENCY RESPONSE EQUIPMENT AND FACILITIES

- ・ コマンドセンターの設置、代替場所の説明・通信システムの説明（緊急時及びその後の復旧全体の情報に係る通信システム）・商用電話以外のオフサイトへの通信に係るバックアップ手段とその定期的な動作試験
- ・ 緊急応急処置のためのオンサイト施設や医療用品の説明
- ・ 緊急時モニタリングに係る装備の説明

7. MAINTAINING EMERGENCY PREPAREDNESS CAPABILITY

- ・ 緊急時対応手順の策定、関係者への配布とレビュープロセスの説明
- ・ 研修プログラム内容の説明
- ・ 訓練や演習規定の説明（少なくとも毎年フルスケール演習の実施等）
- ・ 2年ごとの演習（NRC等オフサイト機関を含めた訓練、NRCによる評価）
- ・ 批評：緊急時対応計画と実施手順に関する手順、施設、設備、人材育成等の批評
- ・ 独立監査：緊急時対応計画と手順を含む防災プログラムの監査。研修、緊急施設、機器、消耗品、オフサイトサポート機関とのインターフェース等を年次監査する。監査結果に基づく是正処置を行う。監査人は、緊急時対応計画の実装に直接的な責任を有していない者。
- ・ 緊急時に使用する機器、計測機器及び消耗品のメンテナンスと在庫確認

8. RECORDS AND REPORTS

- ・ 事象の記録：異常な事象を報告し、記録するための責任の割り当ての説明等
- ・ 準備に関する記録
- ・ 研修と再研修に関する記録（研修計画、テスト問題含む）
- ・ 訓練、演習及びその批評結果
- ・ 緊急時に使用する機器、消耗品の在庫と保管場所
- ・ オフサイト支援機関との合意
- ・ 緊急時対応計画のレビュー及び改訂
- ・ すべての従業員及びオフサイト機関への緊急時対応計画や手順の更新に関する

る通知

9. RECOVERY AND PLANT RESTORATION

- ・施設の復旧計画の説明
- ・放射性物質の制御施設の機能状態の評価
- ・継続的な大気放出を減少させるために必要な活動
- ・必要な修復タスクの実行
- ・復旧対応組織の位置づけ

10. COMPLIANCE WITH COMMUNITY RIGHT-TO-KNOW ACT

- ・コミュニティの知る権利法に基づく情報開示等

(3) 緊急時対応計画の評価について

緊急時対応計画の評価は、REGULATORY GUIDE 3.67 及び NUREG 1520（核燃料サイクル施設）に基づき、ライセンスの申請時や更新時に行われる。評価方法は、想定されている事故シナリオに基づき厳格に行われ、書類及び面接で行い、検査官が必要と判断した場合は、立入検査も行われる。

なお、立入検査は、新規申請時においては、Agreement States も含め、必ず行われるようであった。

(4) 緊急時対応の品質保証プログラムについて

緊急時対応計画について、事業内容に変更があった場合には、改訂が要求されるとともに、年1回のレビューを義務づけており、これが品質保証プログラムに当たるとの回答がNRCよりあった。また、REGULATORY GUIDE 3.67 で要求されている緊急時対応計画の策定項目にも、IAEA が要求する緊急時対応の品質保証プログラムに該当すると考えられる項目として、緊急時対応計画のレビュー及び改訂、評価に係る独立監査（研修、緊急施設、機器、消耗品、オフサイトサポート機関とのインターフェース等の年次監査）、緊急時に使用する機器、計測機器及び消耗品のメンテナンスと在庫確認、訓練、演習及びその批評等が定められている。

(5) 近隣住民に対する警報の発信に係る仕組みについて

アメリカでは、放射線施設に限らず 1986 年に制定されたコミュニティの知る権利法³⁸により、コミュニティに対して情報提供を行うことが要求されている。

情報の通知は、環境保護庁 (United States Environmental Protection Agency, EPA) を通して行われ、通報基準は、10 CFR 20 に定められている

オフサイトのモニタリングは NRC では要求していないが、コミュニティの知る権利法により、コミュニティごとに事業者に要求している場合もあり、事業者によるオフサイトのモニタリングが行われる可能性もある。

なお、ファーストレスポnderについては、2001 年 9 月 11 日に発生した同時多発テロ事件以降、個人線量計等が普及しているため、放射線の検知は、消防や警察で行うことも可能であるとの回答であった。

(6) 緊急時活動レベル (EAL) 策定について

EAL の策定については、緊急時対応計画の策定を要求されている施設、すなわち 10 CFR 30.72 Schedule C に定められる数量以上を保有する施設に対して要求されている。

EAL のガイドは、REGULATORY GUIDE 3.67 の APPENDIX A EXAMPLES OF INITIATING CONDITIONS に示されており、アラート開始条件及びサイトエリア緊急事態開始条件が例示されている。次頁に APPENDIX A EXAMPLES OF INITIATING CONDITIONS を示す。ただし、RI 施設については、非密封線源取扱施設を含め、NRC が管轄する施設では、現在のところオフサイトに影響を及ぼす施設は、存在せず、今後、このような施設が出てくれば EAL を要求するとのことであった。

州政府が管轄する施設では、10CFR 30.72 Schedule C に定められる量以上の I-131³⁹を取り扱う施設が 1 施設存在し、当該施設では、緊急時対応計画の策定が求められているとともに、EAL の策定も同様に求められているようであった。

³⁸SUPERFUND AMENDMENTS AND REAUTHORIZATION ACT OF 1986 (SARA) -TITLE III EMERGENCY PLANNING AND COMMUNITY RIGHT-TO-KNOW

³⁹ I-131 の規制量：10Ci(370GBq)以上

APPENDIX A

EXAMPLES OF INITIATING CONDITIONS

Conditions That Initiate an Alert	Conditions That Initiate a Site Area Emergency
1. Fire onsite that might affect radioactive material or safety systems.	1. Fire onsite that involves radioactive material or compromises safety systems.
2. Severe natural phenomenon that might affect radioactive material or safety systems (e.g., earthquake, flood, tsunami, hurricane, tidal surge, hurricane-force winds, tornado striking facility).	2. Severe natural phenomenon that actually compromises safety systems or the integrity of radioactive material (e.g., earthquake, flood, tsunami, hurricane-force winds, tornado striking facility).
3. Other severe incidents that might affect radioactive material or safety systems (e.g., aircraft crash into the facility, damage to the facility from explosives, uncontrolled release of toxic or flammable gas in the facility).	3. Other severe incidents that actually compromise safety systems or the integrity of radioactive material (e.g., aircraft crash into the facility, damage to the facility from explosives, uncontrolled release of toxic or flammable gas in the facility).
4. Elevated radiation levels or airborne contamination levels within the facility that indicate severe loss of control (factor of 100 over normal levels).	4. Elevated radiation levels or airborne contamination levels outside the facility that indicate a significant release to the environment (factor of 100 over normal levels).
5. Ongoing security event that constitutes a threat/compromise to site security, threat/risk to site personnel, or potential degradation to the level of safety of the facility. This includes the threat of an imminent hostile action to the facility.	5. Hostile action at the facility, or imminent/actual loss of physical control of the facility.
6. Spent reactor fuel accident with release of radioactive material to containment or fuel-handling building.	6. Major damage to spent reactor fuel with release of radioactive material outside of containment or fuel-handling building.
7. Discovery of a critical-mass quantity of special nuclear material in an unsafe geometry container or other condition that creates a criticality hazard.	7. Imminent or actual occurrence of an uncontrolled criticality.
8. Other conditions that warrant precautionary activation of the licensee's emergency response organization.	8. Other conditions that warrant activation of offsite emergency response organizations or precautionary notification of the public near the site.

2.3.3 調査の結果

海外現地調査の結果、カナダ、アメリカ両国では、事故時において、放射性物質が大気中に放散する可能性があるか否かで緊急時対応計画等に対する要求事項を区分していた。

非密封線源を取り扱う場合は、事故時における大気中への放散を想定し、両国とも数量によっては、緊急時対応計画の内容として、オフサイト対応を含む計画策定を要求している。

密封線源を取り扱う場合は、現行規制の中で火災、洪水等災害に対する線源自体の耐性、保管施設の耐性等に関する技術基準を定めているとともに、施設の許認可時における審査等において、その妥当性が確認・評価されるため、大気中への放散は想定する必要がない、すなわち、オフサイト対応は必要としないこととされている。よって、緊急時対応計画等の内容としては、オンサイト対応に必要な計画等の策定が要求されている。

発生装置を取り扱う場合は、カナダでは、加速粒子の原子質量数及びビームインテンシティで規制しており、事故時において標的物質の蒸散⁴⁰等、環境へ影響を及ぼす可能性が考えられる装置では、緊急時対応計画等においてオフサイト対応を含む計画の策定を要求される。

なお、アメリカでは、発生装置の規制は、NRCの管轄外であったため、今回の調査では具体的な要求事項は、分からなかった。

表 2.7 にカナダ及びアメリカにおける規制体制と要求事項の整理結果を示す。

⁴⁰ 我が国の J-PARC で発生した「ハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故」が類似事例として挙げられる。

表 2.7 カナダ及びアメリカにおける規制体制と要求事項

緊急時対応計画等の対応エリア	線源等の種別	アメリカ (NRC)	カナダ (CNSC)
オフサイト及びオンサイト	非密封線源	10 CFR 30.72 で定められた核種ごとの数量。※1	年間使用数量が 1PBq 以上の施設。
	密封線源	なし	なし
	放射線発生装置	NRC の管轄外 (州政府等が規制)	標的の蒸散等、環境影響のある可能性のある施設、すなわち $A \leq 4$ 又は電子で $E < 50\text{MeV}$ 、 $A > 4$ で $E \geq 50\text{MeV}/A$ の粒子加速器) ^{※2} (A:核子数、E:ビームエネルギー)
オンサイトまで	非密封線源	※1 以外の施設全て	年間使用量が 1PBq 未満の施設
	密封線源	許可を与えている施設全て	1PBq 以上の照射施設、それ以外の施設の二区分。
	放射線発生装置	NRC の管轄外 (州政府等が規制)	※2 以外の施設全て。

第3章 我が国の RI 施設の危険の程度に応じた規制の在り方の検討

3.1 基本的考え方

3.1.1 規制の枠組み

平成 26 年度の調査で、我が国における全ての RI 施設は、IAEA が提示する事故時にオフサイトで放射線防護のための介入を必要とする脅威区分Ⅱには該当せず、オンサイトでの対応が主となる脅威区分Ⅲかそれ未満に該当することが分かっている。

これは、RI 施設における事故が、災害対策基本法及び関連法令が規定する「放射性物質の大量の放出」がある、オフサイトでの住民防護を必要とする災害として対応されるのではなく、現行の放射線障害防止法及び関連法令が規定する「危険時の措置」に沿った、オンサイトでの対応（オフサイト機関との連携を含む）が行われるべきことを意味する。

IAEA は取扱われる RI の危険度に応じた措置を講じることを求めており、IAEA の脅威区分Ⅲで要求される緊急時対応を含めて、RI の危険の程度に応じた危険時の措置が講じられる規制の在り方、特に取り扱う RI の区分について検討する。

3.1.2 危険の程度に応じた RI の区分

現行の放射線障害防止法の RI 使用に係る規制区分は表 3.1 のようになっている。

表 3.1 現行の放射線障害防止法の RI 使用に係る規制区分

規制区分	密封 RI	非密封 RI
特定許可使用者	10TBq 以上	免除値の 10 万倍以上
許可使用者	免除値の 1,000 倍を超える	免除値を超える
届出使用者	免除値の 1,000 倍以下で免除値を超える	—

他方、IAEA は線源が危険であることを示す目安となる D 値を用いる表 3.2 のような区

分を提示している。

表 3.2 IAEA の線源区分

区分	放射能の範囲	危険の程度
1	D×1,000 以上	極めて危険
2	D×1,000 未満で D×10 以上	非常に危険
3	D×10 未満で D 以上	危険
4	D 未満で D×0.01 以上	あまり危険でない
5	D×0.01 未満で免除値を超える	ほとんど危険でない

本検討では、現行の規制区分が IAEA の区分の基準に照らして、どのように異なっているか、その場合には、どのような変更が必要であるかを検討する。

3.1.3 留意点

表 3.1 に示すように、現行の放射線障害防止法における RI 規制区分には主として免除値の倍数が使われ、一部に Bq 単位の値が用いられている。他方、IAEA の示す区分は RI の危険性の目安となる D 値に基づいている。このため、区分の比較検討に当たっては、これらの値の関係とともに、現行の RI 規制区分と矛盾がないように、規制の継続性の観点も含めて考察を行う。

3.2 区分基準の比較

3.2.1 D 値

免除値は管理下でない線源による被ばくが基準以内になるために規制が免除される値として決められている⁴¹。他方 D 値は線源が管理下になくなった場合に重篤な健康影響をもたらす RI の数量（単位：TBq）として決められており⁴²、D 値は免除値より大きい、両者には比例関係はない。

⁴¹ Commission of the European Communities, Radiation Protection 65 “Principles and Methods for Establishing Concentrations and Quantities (Exemption values) Below which Reporting is not Required in the European Directive” Doc.XI-028/93

⁴² IAEA EPR-D-VALUES 2006 “Dangerous quantities of radioactive material (D-values)”

また、D 値には、外部被ばくのシナリオ⁴³に基づいた D₁ 値と、放散のシナリオ⁴⁴に基づいた D₂ 値があり⁴⁵、外部被ばくが問題となる密封 RI では D₁ 値が、放散による内部被ばくが問題となる非密封 RI では D₂ 値が、より保守的な値となる傾向にある。⁴⁶

平成 26 年度の調査で我が国の RI 使用施設には、大量の密封 RI を取扱う施設は多数あるが、大量の非密封 RI を取扱う施設は少なく、かつ、実態上 IAEA 脅威区分Ⅱに該当する D₂ 値の 100 倍を超える施設はないため、密封線源と非密封線源に分けて規制区分を検討するために、ここでは表 3.3 のような危険度区分を考慮する。

表 3.3 RI の危険度区分（施設数は許可証上の貯蔵能力による）（注）

区分	密封 RI	非密封 RI
1	D ₁ ×1,000 以上（170 施設）	D ₂ 以上 （14 施設）
2	D ₁ ×1,000 未満で D ₁ ×10 以上 （189 施設）	
3	D ₁ ×10 未満で D ₁ 以上 （201 施設）	
4	D ₁ 未満で D ₁ ×0.01 以上 （261 施設）	D ₂ 未満で D ₂ ×0.01 以上 （446 施設）
5	D ₁ ×0.01 未満で免除値を超 える （770 施設）	D ₂ ×0.01 未満で免除値を超 える （506 施設）

注：各区分の（ ）内は平成 26 年度調査で使用したデータベースにおける施設全体の貯蔵能力に基づいた評価による施設数である。密封線源の場合は、貯蔵の場所が異なっている場合でも合算している場合があり、また、非密封線源の場合は実際の貯蔵量とは大きな隔たりがあるのがほとんどであったため、過大に評価される傾向にあることに注意が必要である。

なお、IAEA の GS-G-2.1 による脅威区分Ⅲは 100 mGy/h 以上（非放散性 RI）と、D₂×0.01

⁴³ ポケットに線源を保有(10 時間)して近接被ばく、室内に線源が放置(100 時間)されて全身被ばくの二つのシナリオ。

⁴⁴ 室内に飛散した放射性物質を吸引(30 分)し内部被ばく、汚染された水を飲み(5 日間)内部被ばく、皮膚汚染(5 時間)による外部被ばく、希ガスが室内に充満して(30 分)外部被ばく、の四つのシナリオ。

⁴⁵ ただし、上記の被ばくシナリオではなく、自発核分裂による臨界量をもとに D 値が決められている核種もある。

⁴⁶ D 値は D₁ 値と D₂ 値の小さい方を採用して決められている。核種によっては、D₁ 値と D₂ 値が同一のものもある。

(放散性 RI) 以上であり、100 mGy/h となる線源の強度は D_1 の 10 倍にほぼ相当する⁴⁷から、表 3.3 に含まれる。

3.2.2 密封 RI の区分基準の比較

密封 RI 施設では、外部被ばくが問題となるため、IAEA の示す線源の危険性を示す D 値による区分の考え方を我が国の規制に取り入れる場合、D 値による線源区分と密封 RI 施設の特許許可使用者の基準である「10TBq 以上」、許許可使用者の基準である「免除値の 1,000 倍を超える」がどのような関係にあるかを確認する必要がある。

表 3.4-1 から表 3.4-3 に密封 RI 施設の特許許可使用者の基準である 10TBq 以上と IAEA が示す D 値による線源区分の関係を確認するための、区分 3 の下限 (D_1)、区分 2 の下限 ($D_1 \times 10$)、区分 1 の下限 ($D_1 \times 1,000$) の数量分布を示す。また、表 3.5-1 及び表 3.5-2 に密封 RI 施設の特許許可使用者の基準である免除値の 1,000 倍超と IAEA が示す D 値による線源区分を確認するための、区分 3 の下限 (D_1) と免除値及び区分 4 の下限 ($D_1 \times 0.01$) と免除値の比の分布を示す。

⁴⁷ 密封線源で主に使用される Co-60、Sb-124、Cs-137、Ir-192 の D_1 値は、1m での線量率がほぼ 10 mGy/h となる数量となっている。

表 3.4-1 D₁値 (TBq) の分布

D ₁ 値(TBq)の範囲	核種数	核種
10 ⁶ 以下、10 ⁵ を超える	2	C-14, Ge-71
10 ⁵ 以下、10 ⁴ を超える	2	S-35, Pt-193
10 ⁴ 以下、10 ³ を超える	9	P-33, Ca-45, Nb-93m, Mo-93, Pm-147, Er-169, Po-210, Cm (2核種)
10 ³ 以下、10 ² を超える	9	Be-10, Cl-36, Ar-39, Tc-97m, Rh-103m, Cd-113m, Tm-171, W-185, Th-230
10 ² 以下、10 ¹ を超える	21	Zn-65, As-73, Kr (2核種), Sr-89, Pd (2核種), Cd-109, Sn (2核種), Te-125m, Cs-131, La-137, Pr-143, Tb-157, Tm-170, Tl-204, Pb-210, Bi-210, Mp-235, Cf-248,
10 ¹ 以下、10 ⁰ を超える	43	
10 ⁰ 以下、10 ⁻¹ を超える	102	
10 ⁻¹ 以下、10 ⁻² を超える	136	Co-60, Sb-124, Cs-137, Ir-192 他
10 ⁻² 以下、10 ⁻³ を超える	2	Np-236, Cm-248
10 ⁻³ 以下、10 ⁻⁴ を超える	2	Cm-247, Cf-254
合計	328	

表3.4-2 D₁値(TBq)×10の分布

D ₁ 値(TBq)×10の範囲	核種数	核種
10 ⁷ 以下、10 ⁶ を超える	2	C-14, Ge-71
10 ⁶ 以下、10 ⁵ を超える	2	S-35, Pt-193
10 ⁵ 以下、10 ⁴ を超える	9	P-33, Ca-45, Nb-93m, Mo-93, Pm-147, Er-169, Po-210, Cm (2核種),
10 ⁴ 以下、10 ³ を超える	9	Be-10, Cl-36, Ar-39, Tc-97m, Rh-103m, Cd-113m, Tm-171, W-185, Th-230
10 ³ 以下、10 ² を超える	21	Zn-65, As-73, Kr (2核種), Sr-89, Pd (2核種), Cd-109, Sn (2核種), Te-125m, Cs-131, La-137, Pr-143, Tb-157, Tm-170, Tl-204, Pb-210, Bi-210, Mp-235, Cf-248
10 ² 以下、10 ¹ を超える	43	
10 ¹ 以下、10 ⁰ を超える	102	
10 ⁰ 以下、10 ⁻¹ を超える	136	Co-60, Sb-124, Cs-137, Ir-192 他
10 ⁻¹ 以下、10 ⁻² を超える	2	Np-236, Cm-248
10 ⁻² 以下、10 ⁻³ を超える	2	Cm-247, Cf-254
合計	328	

表3.4-3 D₁値(TBq)×1,000の分布

D ₁ 値(TBq)×1,000の範囲	核種数	核種
10 ⁹ 以下、10 ⁸ を超える	2	C-14, Ge-71
10 ⁸ 以下、10 ⁷ を超える	2	S-35, Pt-193
10 ⁷ 以下、10 ⁶ を超える	9	P-33, Ca-45, Nb-93m, Mo-93, Pm-147, Er-169, Po-210, Cm (2核種)
10 ⁶ 以下、10 ⁵ を超える	9	Be-10, Cl-36, Ar-39, Tc-97m, Rh-103m, Cd-113m, Tm-171, W-185, Th-230
10 ⁵ 以下、10 ⁴ を超える	21	Zn-65, As-73, Kr (2核種), Sr-89, Pd (2核種), Cd-109, Sn (2核種), Te-125m, Cs-131, La-137, Pr-143, Tb-157, Tm-170, Tl-204, Pb-210, Bi-210, Mp-235, Cf-248
10 ⁴ 以下、10 ³ を超える	43	
10 ³ 以下、10 ² を超える	102	
10 ² 以下、10 ¹ を超える	136	Co-60, Sb-124, Cs-137, Ir-192 他
10 ¹ 以下、10 ⁰ を超える	2	Np-236, Cm-248
10 ⁻¹ 以下、10 ⁻² を超える	2	Cm-247, Cf-254
合計	328	

328核種のうち285核種が10TBq以下であり、密封線源として用いられる代表的核種 (Co-60、Sb-124、Cs-137、Ir-192) ではD₁の10倍でも10TBq以下である。また、328核種中324核種でD₁の1,000倍が10TBqを超えている。次に、表3.5-1及び表3.5-2にD₁値の免除値に対する比の分布を示す。

表3.5-1 D_i値／免除値の分布

D _i 値／免除値の範囲	核種数	核種
10 ¹² 以下、10 ¹¹ を超える	3	Cm-244, Po-210, Th-230
10 ¹¹ 以下、10 ¹⁰ を超える	3	Ar-39, C-14, Cm-242
10 ¹⁰ 以下、10 ⁹ を超える	9	Cf-248, Cm-246, Ge-71, Kr-85, Pb-210, Pt-193, Th (2核種), Tl-204
10 ⁹ 以下、10 ⁸ を超える	20	Ac-227, Am (2核種), Be-10, Ca-45, Cd-113m, Cf (2核種), Er-169, Nb-93m, Np-237, Pa-231, Pm-147, S-35, Sn-119m, Sr-90, Th (2核種), Xe (2 核種)
10 ⁸ 以下、10 ⁷ を超える	21	Am-242m, Bi-210, Cd-109, Cf (2核種), Cm (2核 種), Cs-131, Ho-166, Mo-93, P (2核種), Pd-109, Pr-143, Sr-89, Tc-97m, Th-228, Tm-170m, W-185, Y-90, Zn-69
10 ⁷ 以下、10 ⁶ を超える	53	Cs-137, Ir-192 他
10 ⁶ 以下、10 ⁵ を超える	103	Co-60 他
10 ⁵ 以下、10 ⁴ を超える	98	Sb-124 他
10 ⁴ 以下、10 ³ を超える	4	Co-58m, Sr-85m, Tc-96m, Te-132
10 ³ 以下、10 ² を超える	1	Rn-222
10 ² 以下、10 ¹ を超える	7	Ar-41, Kr (2核種), N-13, Xe (3核種)
合計	322	

表3.5-2 (D₁値×0.01) / 免除値の分布

(D ₁ 値×0.01) / 免除値の範囲	核種数	核種
10 ¹⁰ 以下、10 ⁹ を超える	3	Cm-244, Po-210, Th-230
10 ⁹ 以下、10 ⁸ を超える	3	Ar-39, C-14, Cm-242
10 ⁸ 以下、10 ⁷ を超える	9	Cf-248, Cm-246, Ge-71, Kr-85, Pb-210, Pt-193, Th (2核種), Tl-204
10 ⁷ 以下、10 ⁶ を超える	20	Ac-227, Am (2核種), Be-10, Ca-45, Cd-113m, Cf (2核種), Er-169, Nb-93m, Np-237, Pa-231, Pm-147, S-35, Sn-119m, Sr-90, Th (2核種), Xe (2核種)
10 ⁶ 以下、10 ⁵ を超える	21	Am-242m, Bi-210, Cd-109, Cf (2核種), Cm (2核種), Cs-131, Ho-166, Mo-93, P (2核種), Pd-109, Pr-143, Sr-89, Tc-97m, Th-228, Tm-170m, W-185, Y-90, Zn-69
10 ⁵ 以下、10 ⁴ を超える	53	Cs-137, Ir-192 他
10 ⁴ 以下、10 ³ を超える	103	Co-60 他
10 ³ 以下、10 ² を超える	98	Sb-124 他
10 ² 以下、10 ¹ を超える	4	Co-58m, Sr-85m, Tc-96m, Te-132
10 ¹ 以下、10 ⁰ を超える	1	Rn-222
10 ⁰ 以下、10 ⁻¹ を超える	7	Ar-41, Kr (2核種), N-13, Xe (3核種)
合計	322	

322核種のうち、310核種で D_1 値/免除値が 10^4 を超えており、密封線源で用いられる代表的核種（Cs-137、Ir-192、Co-60）ではIAEA線源区分4の下限である D_1 値の0.01倍でも免除値の1,000倍を超えている。

まとめると、

D_1 値の1,000倍（ほとんどの核種） $> 10\text{TBq}$

$10\text{TBq} > D_1$ 値（ほとんどの核種） $>$ 免除値の 10^4 倍

$10\text{TBq} > D_1$ 値の10倍（代表的核種）

D_1 値の0.01倍（代表的核種） $>$ 免除値の1,000倍

となり、「 D_1 値の1,000倍」「 D_1 値の10倍」「 D_1 値」「 D_1 値の0.01倍」は、「 10TBq 」「免除値の1,000倍」のいずれにも相当しない。

「 D_1 値の10倍」「 D_1 値」「 D_1 値の0.01倍」については、現行の規制区分はこれらに相当する量を、より多い「 10TBq 」と、より少ない「免除値の1,000倍」に分割していると考えられることも可能であり、区分IIIの下限に相当する区分基準（ 100 mGy/h 、主要核種では D_1 値の10倍程度）は現行の規制区分に含まれていると解釈出来る。

3.2.3 非密封RIの区分基準の比較

「非密封RIの特定許可使用者の基準は「免除値の10万倍以上」」としていることから、 D_2 値と免除値の10万倍の大小関係を調べた結果を表3.6に示す。

表3.6 D₂が免除値の10万倍を超える核種の数

	核種の数	核種
D ₂ > 免除値の10万倍	320	
D ₂ = 免除値の10万倍	1	Cm-247
D ₂ < 免除値の10万倍	8	Ar-41, Kr (2同位体), Np-236, Te-232, Xe (3同位体)

329核種のうち320核種のD₂値が免除値の10万倍を超えている。免除値に対するD₂値及びD₂値×0.01の比率の分布を表3.7-1及び表3.7-2に示す。

表3.7-1 D₂値／免除値の分布

D ₂ 値／免除値の範囲	核種数	核種
10 ¹³ 以下、10 ¹² を超える	1	Ar-39
10 ¹² 以下、10 ¹¹ を超える	2	Kr-85, Th-231
10 ¹¹ 以下、10 ¹⁰ を超える	3	Cs-134m, Xe-131m, Xe-133m
10 ¹⁰ 以下、10 ⁹ を超える	12	Br-76, Cs (4核種), Ir-192, Rb-81, Sb-122, Ta-178, Ta-182, Th-234, Tl-204
10 ⁹ 以下、10 ⁸ を超える	57	
10 ⁸ 以下、10 ⁷ を超える	157	
10 ⁷ 以下、10 ⁶ を超える	68	
10 ⁶ 以下、10 ⁵ を超える	20	At-211, Cm-242, I (5核種), In-114m, Ni-63, Pa (2核種), Pd-103, Ra (3核種), S-35, Te (4核種)
10 ⁵ 以下、10 ⁴ を超える	3	Cm-247, Np-236, Te-132
10 ⁴ 以下、10 ³ を超える	6	Ar-41, Kr (2核種), Xe (3核種)
合計	329	

表3.7-2 D_2 値×0.01／免除値の分布

D_2 値／免除値の範囲	核種数	核種
10^{11} 以下、 10^{10} を超える	1	Ar-39
10^{10} 以下、 10^9 を超える	2	Kr-85, Th-231
10^9 以下、 10^8 を超える	3	Cs-134m, Xe-131m, Xe-133m
10^8 以下、 10^7 を超える	12	Br-76, Cs (4核種), Ir-192, Rb-81, Sb-122, Ta-178, Ta-182, Th-234, Tl-204
10^7 以下、 10^6 を超える	57	
10^6 以下、 10^5 を超える	157	
10^5 以下、 10^4 を超える	68	
10^4 以下、 10^3 を超える	20	At-211, Cm-242, I (5核種), In-114m, Ni-63, Pa (2核種), Pd-103, Ra (3核種), S-35, Te (4核種)
10^3 以下、 10^2 を超える	3	Cm-247, Np-236, Te-132
10^2 以下、 10^1 を超える	6	Ar-41, Kr (2核種), Xe (3核種)
合計	329	

D_2 と免除値の比率を計算した 329 核種のうち 320 核種が免除値の 10 万倍以上に該当する。また、 $D_2 \times 0.01$ と免除値の比率を計算した 329 核種のうち 232 核種が免除値の 10 万倍以上に該当する。本結果から、「非密封 RI の特定許可使用者の基準である免除値の 10 万 (10^5) 倍」は概ね「IAEA 脅威区分Ⅲの下限值である D_2 値の 0.01 倍」に対応していると考えられる。

3.3 新しい規制区分の検討

3.3.1 規制区分に追加される必要のある区分

3.2.2 項及び 3.2.3 項の比較検討の結果を表 3.8 にまとめて示す。

密封 RI の特定許可使用者の現行基準 10TBq 以上及び許可使用者の現行基準である免除値の 1,000 倍を超える数量は、IAEA の示す区分 3 の下限値 (D_1 値) 及び区分 2 の下限値 (D_1 値×10) の範囲に概ね相当するものであるが、区分 1 の下限値 (D_1 値×1,000) は、現行基

準の閾値である 10TBq の 10 倍～ 10^7 倍の広い範囲に 188 核種が分布している（主な分布として 10 倍オーダーに 102 核種、100 倍オーダーに 43 核種）。また、非密封 RI では、IAEA の示す区分 3 以上（ D_2 値以上）では、 D_2 値と免除値の 10 万倍との比の多くが $10\sim 10^3$ に分布している（10 倍オーダーに 68 核種、100 倍オーダーに 157 核種、1,000 倍オーダーに 57 核種）。

現行の規制区分では、密封 RI の特定許可使用者は 10TBq 以上、非密封 RI の特定許可使用者は、免除値の 10 万倍以上 となっているため、IAEA の示す区分で密封 RI の区分 1 や非密封 RI の区分 3 以上に相当する線源も特定許可使用者に含まれる。しかしながら、現行の規制区分を用いた場合、同じ特定許可使用者でも保有する線源の危険性に著しい乖離が発生する可能性があり、一律的な規制は困難と考えられる。

よって、現行区分には密封 RI に対する「 D_1 値 $\times 1,000$ 以上」に相当する区分を、また、非密封 RI に対する「 D_2 値以上」に相当する区分を追加することが望ましいと考える。

表 3.8 現行の規制区分と IAEA の線源区分の対比

密封 RI		非密封 RI	
IAEA 区分	現行規制区分		IAEA 区分
$D_1 \times 1,000$ 以上 (170 施設)	(要追加)		D_2 以上 (14 施設)
$D_1 \times 1,000$ 未満 $D_1 \times 10$ 以上	10TBq 以上 (特定許可使用者)		
$D_1 \times 10$ 未満 D_1 以上	免除値の 1,000 倍を超える (許可使用者)		
D_1 未満 $D_1 \times 0.01$ 以上		免除値の 10 万倍以上 (特定許可使用者)	D_2 未 満 で $D_2 \times 0.01$ 以上
$D_1 \times 0.01$ 未満 免除値超	免除値の 1,000 倍以下 で免除値を超える (届 出使用者)	免除値を超える (許 可使用者)	$D_2 \times 0.01$ 未 満 で 免除値を超える

3.3.2 追加する区分の基準

密封RIに対して「 $D_1 \times 1,000$ 以上」の区分を追加する場合、この区分が特定許可使用者の基準である「10TBq以上」に含まれることから、新規制区分もTBq単位で示されることが望ましい。表3.9に示すように、密封線源で用いられる代表的核種では、 $D_1 \times 1,000$ は数十TBq～100TBqの範囲に分布すること、また、密封RIの貯蔵能力が $D_1 \times 1,000$ 以上の170施設（表3.3参照）と国内の100TBq以上の169施設のうち、164施設が $D_1 \times 1000$ 以上の170施設と重複していることから、「100TBq以上」をもって「 $D_1 \times 1,000$ 以上」に対応するとしても不合理ではない。

表 3.9 代表的密封線源核種の D_1 値とその倍数

核種	$D_1 \times 1000$	$D_1 \times 10$	D_1	$D_1 \times 0.01$
Co-60	30 TBq	300 GBq	30 GBq	300 MBq
Cs-137	100 TBq	1.0 TBq	100 GBq	1.0 GBq
Ir-192	80 TBq	800 GBq	80 GBq	800 MBq
Sb-124	40 TBq	400 GBq	40 GBq	400 MBq

非密封 RI に対して「 D_2 以上」を追加する場合、この区分が特定許可使用者の基準である「免除値の10万倍以上」のうちに含まれることから、免除値の倍数で示されることが望ましい。非密封 RI の貯蔵能力が D_2 以上の 14 施設（表 3.3 参照）の対免除値比は概ね 1,000 万倍以上であること、国内における免除値の 1,000 万倍以上の施設の数が 19 であり、うち 13 施設が非密封 RI の貯蔵能力が D_2 以上の施設と重複することを考慮すると、「免除値の 1,000 万倍以上」をもって「 D_2 以上」に対応するとしても不合理ではない。

3.3.3 新しい規制区分案

表3.1に示した現行の規制区分に、高リスクRI区分として「密封RIで100TBq以上」、非密封RIで免除値の1,000万倍以上」を追加した新しい規制区分案を表3.10に示す。

表 3.10 新しい規制区分の案

規制区分	密封 RI	非密封 RI	「危険時の措置」 レベル
高リスク	100TBq 以上	免除値の 1,000 万倍 以上	レベル A (緊急時計画)
特定許可使用者	10TBq 以上	免除値の 10 万倍 以上	レベル B
許可使用者	免除値の 1,000 倍を 超える	免除値超	レベル C
届出使用者	免除値を超え 免除値の 1,000 倍以下		レベル D

高リスク密封RIに対する「100TBq以上（ 10^{14} Bq以上）」は、放射線障害防止法令において「密封されたRIの使用をする室の出入口で人が通常出入りするものには、RIの使用をする場合にその室に人がみだりに入ることを防止するインターロックを設けること」とする基準と同じである。

表 3.10 の第 4 欄には、それぞれの規制区分毎に、危険（ハザード）の程度に応じて講じるべき「危険時の措置」のレベルを示した。いずれの区分においても、予想される事故を想定して、必要な措置を講ずることを求める。レベル A では、オンサイト緊急事態を想定し、事業所（施設）外の当局、外部機関（消防等）との関係についても考慮し、必要な支援を迅速に求められる体制を構築することが必要である。