

日本保健物理学会シンポジウム
放射線防護標準化委員会—ガイドライン紹介—
放射性核種ごとの防護上の制限値に関する
専門研究会報告会



日 時： 平成 28 年 2 月 5 日（金） 10：00～16：30

場 所： 東京大学 本郷キャンパス 工学部 5 号館 53 号講義室

主 催： 一般社団法人日本保健物理学会

共 催： 日本放射線安全管理学会

プログラム

【第一部】放射線防護標準化委員会—ガイドライン紹介—

- 10:00-10:10 開会挨拶 吉田浩子（東北大：企画委員長）
座長 河野孝央（日本遮蔽技研）
- 10:10-10:55
放射線業務従事者に対する健康診断のあり方ガイドラインについて 服部隆利（電中研）
- 10:55-11:40
汚染した物の搬出のためのガイドラインについて
（計画被ばく状況、現存被ばく状況、緊急時被ばく状況における） 橋本 周（JAEA）
- 11:40-12:20
質疑応答
- 12:20-13:30（休憩）

【第二部】放射性核種ごとの防護上の制限値に関する専門研究会報告

- 座長 松本雅紀（放医研）
- はじめに
- 13:30-13:40 研究会の設立趣旨と活動経緯 中村尚司（東北大）
- 現状と課題の整理
- 13:40-14:00 放射性核種ごとの防護上の制限値に関して 荻野晴之（電中研）
14:00-14:20 防護上の制限値の導出に関して 早川信博（MHI NS エンジ）
14:20-14:30 質疑
- 休憩（14:30-14:50）
- 国内外の動向調査
- 14:50-15:10 線量評価に関して 岩井敏（原安進）
15:10-15:30 輸送安全基準に関して 近内亜紀子（海技研）
15:30-15:40 質疑
- まとめ
- 15:40-16:10 今後の取り組みについて 山中庸靖（元、日立製作所）
16:10-16:20 質疑
- 16:20-16:30 閉会挨拶 中村尚司（東北大）

第 1 部 放射線防護標準化委員会
—ガイドライン紹介—

座長：河野 孝央（日本遮蔽技研）

放射線業務従事者に対する健康診断のあり方
ガイドラインについて

服部 隆利（電中研）

日本保健物理学会 放射線防護標準化委員会
放射線業務従事者に対する
健康診断のあり方ガイドラインについて

電力中央研究所 放射線安全研究センター

服部 隆利

日本保健物理学会シンポジウム
2016年2月5日

電力中央研究所

© CRIEPI 2016 1

電力中央研究所

背景

- ◆ 2011年1月:放射線審議会基本本部会「国際放射線防護委員会(ICRP)2007年勧告(Publ.103)の国内制度等取入れについて(第二次中間報告)」
 - ① 放射線作業従事者の内部被ばくレベル(記録レベル、調査レベル)に係る対応方法
 - ② 放射線業務従事者の特殊健康診断の要否判定方法
 - ③ 女性作業者の妊娠期間中の線量の管理方法
- ◆ 放射線防護に精通する関係省庁と関連学会等の関係機関により共同で検討が行われること、ならびに医療又は放射線防護に精通する関連学会等の関係機関により運用方法の検討や参考値の提示が行われることが適切であり、学会等のガイドラインに基づき、判断できる仕組みを構築することが望まれている。

© CRIEPI 2016 2

電力中央研究所

放射線防護標準化委員会の対応

- ◆ 2011年1月:放射線審議会基本本部会の第二次中間報告の要望
- ◆ ICRPなどの国際標準の考え方を参照とすること
- ◆ 2012年5月30日:放射線作業従事者を対象とした3つの課題について、放射線防護の考え方を具体的に示すガイドライン等を策定する作業会の準備会を立上げ

⇒「[職業人と公衆の安全・ICRP2007年勧告国内取
入対応作業会](#)」

© CRIEPI 2016 3

電力中央研究所

作業会の構成メンバー

- ◆ 主査: 服部隆利(電中研)○
- ◆ 幹事: 岩井 敏(原子力安全推進協会)○
- ◆ 委員: 阿南 徹(原安技セ)
 - 杉浦伸之(原安協)○
 - 高田千恵(JAEA)
 - 中村年孝(関電)
 - 森 延秀(新金属協会)
 - 山本英明(JAEA)○
 - 吉澤道夫(JAEA)○

(○:放射線防護標準化委員会委員)

© CRIEPI 2016 4

電力中央研究所

目 標

- ◆ 以下の3項目について、放射線防護の責任者または必要に応じて産業医等が、具体的に対応方法を判断できるガイドライン(本文、解説、例題Q&A)を作成する。
 - ① 放射線作業従事者の内部被ばく線量管理方法-記録レベル、調査レベル等-
 - ② [放射線業務従事者の特殊健康診断の要否判定方法](#)
 - ③ 女性作業者の妊娠期間中の線量の管理方法

© CRIEPI 2016 5

電力中央研究所

策定までの経緯

- ① 2012年11月26日 作業会発足
- ② 2012年12月25日 第1回作業会 内部被ばく
- ③ 2013年3月19日 第2回作業会 内部被ばく
- ④ 2013年5月10日 第3回作業会 内部被ばく・健康診断
- ⑤ 2013年7月18日 第4回作業会 内部被ばく・健康診断
ガイドライン案「内部被ばくの線量管理方法」の策定終了、10月7日:専門部会で承認、11月6日~12月6日:公衆審査、2014年3月28日:標準化委員会で制定
- ⑥ 2013年10月29日 第5回作業会
ガイドライン案「放射線作業従事者に対する健康診断のあり方」の作成

© CRIEPI 2016 6

策定までの経緯

- ⑦ 2013年12月13日 日本産業衛生学会 放射線・原子力保健研究会の協力を得て、産業医の先生方と意見交換
- ⑧ 2013年12月20日 第6回作業会 最終修正
- ⑨ 2014年2月26日 専門部会で承認
- ⑩ 2014年4月8日～5月8日：公衆審査
- ⑪ 2014年9月25日：標準化委員会で制定

健康診断のあり方

<作業会での主な論点>

- ICRPの考え方と法令要求の関係
- 特殊健康診断の目的と実施時期
- 省略可否の判定基準の明確化
- 医師による診断、カウンセリングの扱い

産業医との意見交換(1)

- ◆ 本ガイドラインを、より実効性の高い標準とするため、日本産業衛生学会 放射線・原子力保健研究会の協力を得て、産業医の先生方による議論や意見をお聞きした。主な議論と意見は次の通り。
 - 眼の検査方法を具体的に記載した方がよい。
 - (4)線量管理に責任を有する者が放射線業務従事者に対する健康診断の必要性を認めたとき、健康診断実施規準の中に「各検査項目について本人の特段の希望があること」があることに違和感がある。
 - 下請け、二次、三次の小さな事業主や社長が「線量管理に責任を有する者」としての役割を果たす際に、実施上の課題があるのではないか。
 - 例題に安全衛生規則第44条について記載されているが、第45条についての記載も必要。電離健診の簡素化自体には賛成であるが、現実には第45条健診との関係があるため、それも含めて議論すべき。

産業医との意見交換(2)

- ◆ この議論と意見を受け、作業会では再度議論を行い、下記の方針でガイドライン案を修正することとした。
 - 眼の検査方法については、例として例題に追加する。
 - 健康診断の実施が本人の希望だけで決めることができるのではなく、産業医やそれに準ずる医師との相談の上で決まることを明確化する。
 - 健康診断の実施について、元請け事業者と下請け、二次、三次の小さな事業者との望ましい関係を例題として追加する。
 - 安全衛生規則第44条について記載している例題に、第45条についても追記する。

本ガイドラインと現行法令の関係

- ◆ 作業会では、現行法令で定められた健康診断の実施規準が将来的に再検討される可能性を視野に入れ、敢えて現行法令で要求されている健康診断を省略するための判断方法ではなく、現行法令とは別の独自の視点から、ICRPの勧告や学会の存立基盤である学術的な知見をベースにして、どのような時に健康診断を実施するべきかの判断規準を提示することとした。
- ◆ 一方、本ガイドラインを実運用することで、現行の法令違反を促してしまうとの懸念を受け、関連する現行法令を明記し、本ガイドラインの適用にあたっての注記を解説及び例題に記載した。

標準本文

【ガイドライン】

放射線業務従事者に対する健康診断のあり方

- 適用の範囲
このガイドラインは、計画被ばく状況において放射線業務従事者の健康監視を目的に実施する健康診断に適用する。
- 判断基準
線量管理に責任を有する者は、以下の場合に定期の一般健康診断に加えて放射線業務従事者に対する健康診断が必要であると判断すべきである。
 - (1) 初めて放射線業務の職に就く前
 - (2) 放射線業務の職を終了するときであって、従事した期間中に線量限度を超えて被ばくした場合
 - (3) 線量限度を超えて被ばくしたとき
 - (4) 線量管理に責任を有する者が放射線業務従事者に対する健康診断の必要性を認めたときなお、(4)の必要性については、産業医又はそれに準ずる医師の助言を得た上で判断すべきである。
 - ・ 線量限度とは、計画被ばく状況の実効線量限度又は等価線量限度を示す。

解説に
放射線業務従事者に対する
健康診断の実施規準を規定

解説の構成

1. ガイドラインの背景
2. 放射線業務従事者に対する健康診断の考え方
 - (1) ICRP の考え方
 - (2) 基本部会 中間報告
 - (3) 放射線業務従事者に対する健康診断実施の考え方
3. 放射線業務従事者に対する健康診断のあり方
 - 別紙1 放射線作業従事者の健康診断のあり方についての検討経緯
 - 別紙2 現行の法令(障防法、電離則)における規定
 - 別紙3 本ガイドライン作成の際に行われた議論の経緯

1. ガイドラインの背景(1)

わが国では、放射線障害防止法が施行された当初から、放射線業務従事者に対する健康診断については規制上、作業による異常な被ばくの実態や放射線作業環境の欠陥を発見する手法として採用してきた経緯があり、現在もこの考え方に基づき定期的な実施が義務付けられている。

しかしながら、この考え方については、国際放射線防護委員会(ICRP)など国際標準とは明らかに相違があること、またわが国の放射線防護・管理システムについても当時と比べて進展していることから、これまでも放射線審議会では放射線業務従事者に対する健康診断のあり方については様々な議論が行われてきた。(別紙1参照)

放射線審議会では、平成20年1月よりICRP2007年勧告の国内法令取入れ検討が進められているが、平成23年1月に発出された放射線審議会基本部会「国際放射線防護委員会(ICRP)2007年勧告(Publ.103)の国内制度等への取入れについて—第二次中間報告—(平成23年1月)」(以下「基本部会中間報告」)では、定期的特殊健康診断について、以下の通り提言されている。

1. ガイドラインの背景(2)

(6-a)異常な被ばくの実態の発見及び放射線作業環境の欠陥の発見を目的とした定期的特殊健康診断の意義について

放射線防護・管理システムが進展した現在において、異常な被ばくの実態の発見および放射線作業環境の欠陥を定期的特殊健康診断に求めるべきではない。

(以下、解説より抜粋)

放射線防護・管理システムおよび放射線障害防止に関する法規制は益々進展し、労働安全衛生法に基づく作業環境の定期的な評価によって放射線業務の作業環境も改善されており、放射線業務従事者に対する健康診断で放射線防護・管理システム上の欠陥が発見されるような異常な事例は、無いか極めて稀であるといえる。仮に放射線防護・管理システム上の欠陥が存在したとしても、放射線業務従事者の個人線量の評価によってその発見が可能である。このような状況から、この無いか極めて稀な事例のために定期的放射線業務従事者に対する健康診断を実施する意義は極めて少なく、放射線防護・管理システム上の欠陥の発見を定期的放射線業務従事者に対する健康診断に求めるべきではない。

(6-b)個人の線量測定の実施による放射線障害の防止の予防的効果

放射線業務従事者個人の線量測定が適切に実施され、その測定結果を基に評価された線量が実効線量限度を超えていないこと、および眼の水晶体や皮膚についての等価線量限度を超えていないことが明らかである場合、当該放射線業務従事者に確定的影響が発生することはないことから、定期的特殊健康診断の実施は不要である。

1. ガイドラインの背景(3)

(以下、解説より抜粋)

放射線業務従事者の線量限度は、放射線業務従事者の身体に確定的影響が発生することを防止するとともに確率的影響が発生する可能性を低く抑えるために、法令に規定されている。また、放射線業務従事者の線量を線量限度以下に保つことを遵守するための個人の線量管理も、既に国内制度として整備されている。これらの規制に基づいた放射線管理が適切に行われることによって、過剰な被ばくが発生していないことが明らかであれば、放射線業務従事者に確定的影響が発生することなく、個人の線量管理は確定的影響の発生を防止する上でも予防的に働いていると言える。

一方、特殊健康診断の目的は、確定的影響の発生の有無を確認することである。その内容については、法令で明確に規定されている。上述のように、放射線管理により身体に確定的影響が発生しないよう個人の線量管理が適切に実施されている現状において、個人の線量測定とは別に追加的に定期的特殊健康診断を実施しても、放射線障害やその兆候の発見は不可能である。

更に同報告では特殊健康診断の判断基準を実効線量限度又は等価線量限度とすることで、各事業所において線量管理に責任を有する者(事業主、放射線取扱主任者等)が、学会等のガイドラインに基づき検査の受検又は検診の受診の要否に關して判断できる仕組みを構築すべきとされている。

本ガイドラインは、「国際放射線防護委員会(ICRP)2007年勧告(Publ.103)」などの最新知見を反映させた内容となっている。現行法令には反映されていない内容もあることから、本ガイドラインの適用には十分注意することが必要である。

2. 放射線業務従事者に対する健康診断の考え方

(1)ICRP の考え方

- ICRP Publ.26 • ICRP Publ.60
- ICRP Publ.75 • ICRP Publ.103

(2)基本部会 中間報告

- (6-c)特殊健康診断の機会について
- (6-d)特殊健康診断の検査項目(血液検査、眼の検査、皮膚の検査)について
- (6-f)問診及び検査又は検診の要否の判断の実施者について

(3)放射線業務従事者に対する健康診断実施の考え方

放射線業務従事者に対する健康診断実施の考え方

ICRP では、放射線業務従事者に対する健康診断について、「有害な影響と線量当量限度の範囲内での被ばくとの明確な関連づけは不可能であり、放射線防護プログラムの有効性を確かめる上で医学的監視は何の役割も果たしていない。」(ICRP Publ. 26)と勧告しているのに対し、現行の法令(別紙2参照)では、作業環境の異常な被ばくの実態や放射線作業環境の欠陥を発見する手法として放射線業務従事者に対する健康診断が位置づけられ、一般有害物質の吸入等の最露と同じ時期での健康診断が必要とされてきた。

しかしながら、放射線被ばくの場合は、一般有害物質とは異なり、個人モニタリングの評価から異常な事例を発見できることから、定期的に放射線業務従事者に対する健康診断を実施する意義は乏しい。放射線業務従事者の健康監視を合理的に行うためには、現行法令とは別の独自の視点から、ICRPの勧告や学会の存立基盤である学術的な知見をベースにしてどの時に健康診断を実施すべきかの判断基準を提示する必要がある。

なお、就業前と線量限度を超えた場合の放射線業務従事者に対する健康診断については、ICRPでは「年被ばくが線量限度の3/10を超えるおそれのある作業を行う作業者は、就業前の医学検査を受けるべきである。」(ICRP Publ. 26)、「線量限度をかなり超過した人、あるいは潜在的に危険な状態に巻き込まれたかもしれない人は、事故の潜在的な大きさによっては、もし、必要なら、医師は診断検査および治療の適切な準備が確実にできるようにすべきである。」(ICRP Publ.60)と勧告しており、基本部会中間報告においても当該時期での放射線業務従事者に対する健康診断の実施を提言していることから、実施の必要があると考えられる。

3. 放射線業務従事者に対する健康診断のあり方(1)

本ガイドラインでは、ICRP 勧告と基本部会中間報告を踏まえ、計画被ばく状況において放射線業務従事者の健康監視を目的に健康診断が必要であると判断する規準を以下のとおり設定した。

(1) 初めて放射線業務の職に就く前

初めて放射線業務に就く前は、被ばく前の個人の基礎情報を提供し、線量限度を超えた時の検査結果と比較することを目的として実施する。したがって、線量限度等による数値的な判断規準は無く、初めて放射線業務に就く際は、必ず放射線業務従事者に対する健康診断を実施する。

ただし、初めて放射線業務の職に就く場合であっても、過去に他の事業所で放射線業務に従事した経験等がある場合は、過去の放射線業務従事者に対する健康診断の結果を確認することで代用できる。

3. 放射線業務従事者に対する健康診断のあり方(2)

(2) 放射線業務の職を終了するときであって、従事した期間中に線量限度を超えて被ばくした場合

放射線業務従事者の線量を線量限度以下に保つことを遵守するため、個人の線量管理が国内制度として整備されており、適切に実施されている現状において、個人の線量測定とは別に追加的に放射線業務従事者に対する健康診断を実施しても、放射線障害やその兆候の発見は不可能である。したがって、放射線業務の職を終了するときであって、従事した期間中に線量限度を超えて被ばくしたことがある場合のみ、放射線業務従事者に対する健康診断を実施する。

(3) 線量限度を超えて被ばくしたとき

(2)で述べたように、個人の線量測定とは別に追加的に放射線業務従事者に対する健康診断を実施しても、放射線障害やその兆候の発見は不可能である。したがって、放射線業務従事者が線量限度を超えて被ばくしたときは、都度、放射線業務従事者に対する健康診断を実施する。

なお、内部被ばくの場合も、放射線業務従事者に対する健康診断の判断規準は線量限度であり、内部被ばく線量と外部被ばく線量の合計値を線量限度と比較することにより、放射線業務従事者に対する健康診断の実施要否を判断する。

3. 放射線業務従事者に対する健康診断のあり方(3)

(4) 線量管理に責任を有する者が放射線業務従事者に対する健康診断の必要性を認めるとき

線量管理に責任を有する者がICRP の考え方にに基づき、以下の放射線業務従事者に対する健康診断実施規準を用い、産業医またはそれに準ずる医師の助言を得て当該健康診断の必要性を判断することができる。

<放射線業務従事者に対する健康診断実施規準>

以下のいずれかの規準を満たす場合には、1回/年の定期の一般健康診断では十分でなく、放射線業務従事者に対して健康診断を実施する。

1. 線量限度を超える可能性があり、かつ線量測定の欠陥や線量評価モデルの精度の不足などにより線量評価の結果に大きな不確実性があると判断されるとき。
2. 水晶体の等価線量が年間20mSv 以上の場合は、定期の一般健康診断の目の検査において、以下のいずれかの所見や診断があるとき。
 - a. 眼に異常所見が認められること
 - b. 眼に自覚症状があること

例題1

【例題1】

過去に他の事業所で放射線業務に従事したことのある者を採用し、自社の放射線業務に従事させる場合は、放射線業務の職に就く前の健康診断の要否をどのように判断すれば良いのでしょうか。

【回答1】

初めて放射線業務の職に就く場合は、必ず健康診断を受診させる必要があります。過去に他の事業所で放射線業務に従事したことがある場合は、当該事業所において初めて放射線業務の職に就く前に健康診断を実施していることから、この診断結果を確認すれば良く、新たに健康診断を受診させる必要はありません。

ただし、過去の健康診断結果が、①実施時期が古く、現在の健康状態が不明、②入手が難しい等、初めて放射線業務の職に就く前の健康診断の結果を確認することが困難な場合は、改めて放射線業務の職に就く前の健康診断を受診させる必要があります。

なお、本ガイドラインの適用にあたっては、現行法令に適用されていない内容も含まれることから、十分注意することが必要です。

例題2

【例題2】

内部被ばくした作業者の健康診断の要否をどのように判断すれば良いのでしょうか。

【回答2】

内部被ばくした作業者が発生した場合は、内部被ばく線量と外部被ばく線量を合計した実効線量と実効線量限度(50mSv/年、100mSv/5年)との比較により、実効線量が実効線量限度を超えた場合に健康診断が必要であると判断します。

なお、介入レベルを超えるおそれがある内部被ばくが生じた場合は、放射性物質を体外へ排出するための措置、又は皮膚・創傷面の除染等が必要となる場合があります。この判断は医師に委ねるべきですので、この場合は、健康診断とは別に医師の診断を受けさせる必要があります。

例題3

【例題3】

放射線業務の職を終了するときの健康診断の要否をどのように判断すれば良いのでしょうか。

【回答3】

従事者が放射線業務の職を終了するときは、全ての従事者を対象に健康診断の要否を判断することが必要です。健康診断の要否を判断する場合は、当該従事者が放射線業務に従事した期間中に線量限度を超えて被ばくしたことがあるか否かで判断し、線量限度を超えて被ばくしたことがある場合に、健康診断を受けさせる必要があります。

例題4

【例題4】

個人線量計が使用中に破損し、作業場所の放射線環境等から当該者の外部被ばく線量を評価しましたが、情報の一部が曖昧で線量評価の結果に不確実性があると考えられます。このような場合、健康診断の要否をどのように判断すれば良いのでしょうか。

【回答6】

線量評価の結果に不確実性がある場合については、被ばく線量を安全側に高い線量となるよう評価することにより、線量評価の結果が実効線量限度を超えているか否かで健康診断の要否を判断できます。安全側の線量評価としては、以下の方法が考えられます。

- 作業場所の放射線環境等から外部被ばく線量を評価する場合で、作業場所の滞在時間が曖昧な場合、想定される範囲のうち、高い空間放射線量率の作業場所での滞在時間が長くなるよう設定する。
- 同一作業場所と同様の作業を行った作業者の線量から評価する場合で、該当する作業者が複数いる場合、これらの作業者の線量のうち、最も高い線量を評価線量とする。
- 体外計測法で内部被ばく線量を評価する場合で、放射性物質の摂取時期が曖昧な場合、摂取が想定される期間のうち、摂取からの経過時間が長くなるよう摂取日を設定する。

例題5

【例題5】

線量管理に責任を有する者とは誰をさすのでしょうか。

【回答5】

本ガイドラインでは、各事業所毎に法令上、放射線業務従事者の線量管理に責任を有する者として任命された者(例えば**事業主、放射線管理主任者等**)を指します。ただし実施にあたっては、事業所全体の総合的な安全衛生管理を確立するという観点から、**元方事業者から関係請負人への指示・指導や健康診断実施にあたっての協力・支援**も重要です。

例題6

【例題6】

放射線業務従事者の健康診断実施規程において、水晶体の等価線量が年間20mSvとの記載がありますが、20mSvを規程とした根拠は何でしょうか。

【回答6】

放射線業務従事者の水晶体の線量限度は現行法令では150mSvですが、**国際放射線防護委員会(ICRP)ソウル声明(2011年)では、5年間の平均で年20mSv、年最大50mSvにすべきことを勧告**しました。これらを考慮し、本ガイドラインでは、眼の水晶体の等価線量が年間20mSv以上の場合に、定期の一般健康診断の眼の検査において、以下のいずれかの所見や診断があることを放射線業務従事者に対する健康診断が必要な実施規程として採用しました。

- a. 眼に異常所見が認められること
- b. 眼に自覚症状があること

例題7

【例題7】

白内障検査のやり方について教えてください。

【回答7】

通常、**白内障の検査は以下の3段階に分けて実施**されます。

- (1)問診による既往症および自覚症状の調査
- (2)視力検査
- (3)眼科学的検査(細隙灯顕微鏡などによる水晶体の混濁の検査)

このうち、(1)、(2)については放射線業務従事者全員を対象に、また(3)については(1)、(2)の調査・検査結果および当該従事者の作業状況等から白内障の疑いがある場合に実施されます。

例題8

【例題8】

放射線業務従事者の健康診断実施規程について、法令との関係を教えてください。また、このガイドラインを適用しても問題ないでしょうか。

【回答8】

本ガイドラインでは、「国際放射線防護委員会(ICRP)2007年勧告(Publ.103)」などの最新知見を反映し、**線量管理に責任を有する者の判断により必要性が認められない場合は、1年以内ごとの労働者に対する定期健康診断(労働安全衛生法第66条1(健康診断)、労働安全衛生規則第44条(定期健康診断))で十分**としています。

しかし、放射線業務従事者の健康診断については、労働安全衛生法第66条2、労働安全衛生規則第45条、電離放射線障害防止規則第56条、放射線障害防止法施行規則第22条、医師法第17条に規定されていますので、**本ガイドラインの適用には十分注意する必要がある**とあります。

例題9

【例題9】

放射線業務従事者に対する健康診断について、従事者本人から受診の希望があった場合の措置について教えてください。

【回答9】

本人から健康診断受診の希望があった場合には、線量管理に責任を有する者が、放射線業務従事者に対する**健康診断実施規程を用い、産業医またはそれに準ずる医師の助言を得て当該健康診断の必要性について判断**することになります。

なお、従事者の健康診断受診の希望については、問診票などを用いてあらかじめ把握する必要があります。

例題10

【例題10】
線量限度を超過して被ばくした放射線業務従事者に対するカウンセリングや健康診断のフォローアップ方法について教えてください。

【回答10】
放射線業務従事者が線量限度を超過して被ばくした場合には、ICRP Publ.75(279)にも記載のあるとおり、**専門家の支援を受けて産業医の特別なカウンセリングが必要**です。ただし、このようなカウンセリングは放射線業務従事者の**健康診断とは直接関連付けるべきではなく**、医師によるカウンセリングの結果、放射線障害又はその可能性が指摘された場合に必要な措置をとるのが適当です。
また、健康診断を行う場合においても、眼の水晶体の等価線量がしきい値(500mSv)より低い場合や、実効線量が一般的に発ガンの可能性が極めて小さいと言われる100mSvより低い場合には、被ばくした放射線業務従事者の**メンタルヘルスクエアを含め従事者の健康状態をケースバイケースでフォローアップ**することが適当と考えます。
例えば、平成23年10月に厚生労働省よりされた指針「東京電力福島第一原子力発電所における作業者の健康管理について」※では、関係法令に基づく健康診断の実施に加えて、一定の線量以上の放射線を被ばくした作業者について白内障検査及び各種がん検査等を実施することが規定されています(健康管理にはメンタルヘルスクエアを含む)。
※「東京電力福島第一原子力発電所における緊急作業従事者の健康の保持促進のための指針」(平成23年10月11日)上記指針では、緊急作業による実効線量が
50mSvを超える者：年1回の白内障検査
100mSvを超える者：年1回の甲状腺機能、胃がん、肺がん、大腸がんの検査(がん検査等)を各事業者が実施することとされている。

31

例題11

【例題11】
放射線業務従事者が線量限度以上に過剰に被ばくした場合の対応に関し、健康監視の観点から線量管理に責任を有する者あるいは産業医又はそれに準ずる医師が**特に留意すべき点**について教えてください。

【回答11】
放射線業務従事者が**過剰に被ばくした際には、健康監視の観点から被ばく量の重篤度評価が特に重要**で、ICRP Publ.75でも管理者と健康管理医の対応に関して留意すべき点として以下の通り言及されています。
1. 外部過剰被ばく
・線量が被ばくした臓器又は組織に関連したしきい値より低いと推定されれば、健康管理医の任務は基本的に作業者に**対し、適切な情報を提供**することであらう、しかしながら線量がこのしきい値以上であると推定されれば、特定の医学的診断と治療が必要となるかもしれない。(パラグラフ261より)
・モニタリングデータは状況に照らして注意深く解釈される必要がある。例えば**不均等過剰被ばく**の場合、個人線量計の指示値は臓器、組織あるいは身体の一部が**実際に受けた線量と大幅に異なる**かもしれない。(パラグラフ262より)
2. 内部過剰被ばく
内部被ばくの場合、放射性核種の物理化学的形質のような**摂取に際する情報を初期段階において可能な限り収集**する努力をすべきである。初期の検出物の試料は特に重要であるが、それだけでは解釈はいつも容易とは限らない。**個人モニタリング(すなわちバイオアッセイと全身計数)**からの定量的な情報および、**作業場の空気モニタリングと表面モニタリングおよびヒストリカル分析**から得られたデータのような間接的な情報が利用できるときはそれらを用いて、その状況下で最も正確な線量評価を行うべきである。(パラグラフ265より)

32

参考

33

別紙1 過去の検討経緯(1)

(1)昭和53年6月28日に放射線従事者等健康診断検討会において、就業中定期放射線健康診断の頻度は1年に1回の頻度とすることで科学技術庁に報告した。

(2)ICRP1990年勧告時点(平成9年11月)での放射線業務従事者に対する健康診断のあり方に関する検討報告では、「放射線業務従事者に対する健康診断として、通常の定期健康診断に加えて、問診(被ばく歴の評価等)、血液(白血球の数および百分率)、皮膚、眼(水晶体)の検査を、配置前、および以降は年に1回以上実施することが適当である。ただし、配置前の健康診断にあっては、眼の検査は、線量の種類等に応じて省略することとすべきである。また、定期の健康診断にあっては血液、皮膚、眼の検査は医師が必要と認めた場合に限り行うこととすべきである。」と報告された。

(3)労働省の所管行政に係る規制緩和要望およびその検討状況については、平成12年1月18日に日本労働組合総連合会からの意見・要望として、放射線業務等の有害業務は、一般の業務と比べ労働者に与える健康上の負荷が高いことから、特殊健康診断は、特別な健康診断項目により、通常の定期健康診断(年1回以上)より高い頻度(年2回以上)で実施することとなっている。したがって、健康診断間隔を1年に延長する予定はないと判断された。

34

別紙1 過去の検討経緯(2)

(4)放射線審議会(第109回)平成22年6月15日の検討内容は、現状の問題点、現行の制度を変更した場合の影響などについて検討することが必要なこと、および、現行制度での内部被ばくした場合の医師の診察・処置の必要性について基準の設定を含めて検討することが必要などとまとめられていて、最終的な方向性としては、線量限度が担保されていれば、定期的な健康診断は、特に必要ないとしている。

(5)放射線審議会(第112回)平成23年1月28日の基本部会における「国際放射線防護委員会(ICRP)2007年勧告(Pub.103)の国内制度等への取入れについて(第二次中間報告)」の取りまとめ結果では各委員から次の発言がされている。

- 放射線業務従事者の特殊健康診断は以前から意味が無いと言われ続けてきた。
- 健康診断のような項目については、できるだけ早く放射線障害防止法の改正につなげて頂くことを期待する。
- 特に、健康診断に関しては、これまでずっと議論がなされており、非常に無駄な費用が使われている。そのような無駄に使われている費用をより有効性のある健康管理に使った方が適切であると考えている。

35

別紙2 現行の法令(障防法、電離則)における規定

内容	放射線障害防止法施行規則	電離放射線障害防止規則
従事者の健康診断	・初めに管理区域に立ち入る前	・雇入れ又は当該業務に配置替えの際
従事後の健康診断の頻度	・1年を超えない期間ごと	・六月以内ごとに一回
診察又は処置	・遅滞なく、その者につき健康診断を行うこと。 ・放射性同位元素を誤って吸入摂取し、又は経口摂取したとき。 ・放射性同位元素により表面密度限度を超えて皮膚が汚染され、その汚染を容易に除去することができないとき。 ・放射性同位元素により皮膚の創傷面が汚染され、又は汚染されたおそれのあるとき。 ・実効線量限度又は等価線量限度を超えて放射線に被ばくし、又は被ばくしたおそれのあるとき。 (第2)条関連) 放射線業務従事者が放射線障害を受け、又は受けたおそれのある場合(中略)、必要な保健指導を行う。 ・放射線業務従事者以外の者が放射線障害を受け、又は受けたおそれのある場合には、遅滞なく、医師による診断、必要な保健指導等の適切な措置を講ずる。	・放射性物質を誤って吸入摂取し、又は経口摂取した者 ・皮膚等により汚染を別表第三に掲げる限度の十分の一以下にすることができない者 別表第三： ①を放出する放射性同位元素：4 Bq/cm ² ②を放出しない放射性同位元素：40 Bq/cm ² ・個部が汚染された者 ・限度を超えて実効線量又は等価線量を受けた者 ・事故が発生したとき同項の区域内にいた者 ・遅やかに、その旨を所轄労働基準監督署長に報告

36

健康診断	
問診	<p>健康診断の方法は、問診および検査又は検診とする。</p> <p>【問診の内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射線の被ばく歴の有無 被ばく歴を有する者については、 <ul style="list-style-type: none"> 作業の場所 内容 期間 線量 放射線障害の有無 放射線による被ばく状況 その他放射線に関する被ばく状況
検査項目	<ul style="list-style-type: none"> 被ばく歴の有無 被ばく歴を有する者については、 <ul style="list-style-type: none"> 作業の場所 内容 期間 放射線障害の有無 自覚症状の有無 その他放射線による被ばくに関する事項 線量およびその評価 白血球数の検査および白血球百分率の検査 赤血球数の検査および血色素量又はヘマトクリット値の検査 皮膚の検査 白内障に関する眼の検査
免除規定	<p>イ. 末梢血液中の血色素量又はヘマトクリット値、赤血球数、白血球数および白血球百分率</p> <p>ロ. 皮膚</p> <p>ハ. 眼</p> <p>ニ. その他文部科学大臣が定める部位および項目</p> <p>【定期的健康診断】</p> <ul style="list-style-type: none"> 血液、眼、皮膚の部位又は項目については、医師が必要と認める場合に限り。 <p>【初めて管理区域に入る前】</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射線業務従事者が、初めて管理区域に入る前の健康診断にあつては、眼については医師が必要と認める場合。 <p>【定期的健康診断】</p> <ul style="list-style-type: none"> 医師が必要でない認めるときは、血液、皮膚、眼の検査の全部又は一部を省略することができる。 健康診断を行うとする日の属する年の前年一年間に受けた実効線量が5ミリシーベルトを超えず、かつ、当該健康診断を行うとする日の属する一年間に受けた実効線量が5ミリシーベルトを超えるおそれのない者に対する血液、皮膚、眼の検査は、医師が必要と認めないときには、行うことを要しない。 <p>【入れ替え又は配置替え時】</p> <ul style="list-style-type: none"> 入れ替え又は当該業務に配置替えの際に行うもの、使用する線源の種類等に応じて眼の検査を省略可。

別紙3 本ガイドライン作成の際に行われた議論の経緯(1)

- 日本保健物理学会放射線防護標準化委員会では作業会を設置し、2013年5月より、3回の作業会の議論を経て、線量管理に責任を有する者(事業主、放射線取扱主任者等)が、定期健康診断に加えて放射線業務従事者に対する健康診断が必要と判断するための基準を示したガイドライン「放射線業務従事者の健康診断のあり方(案)」を作成した。
- 作業会では、本ガイドラインを、より実効性の高い標準とするため、日本産業衛生学会放射線・原子力保健研究会の協力を得て、産業医の先生方による議論や意見をお聞きした。主な議論と意見は次の通り。
 - 眼の検査方法を具体的に記載した方がよい。
 - 線量管理に責任を有する者が放射線業務従事者に対する健康診断の必要性を認めたとき、健康診断実施規程の中に「各検査項目について本人の特段の希望があること」があることに違和感がある。
 - 下請け、二次、三次の小さな事業主や社長が「線量管理に責任を有する者」としての役割を果たす際に、実施上の課題があるのではないかと。
 - 例題に安全衛生規則第44条について記載されているが、第45条についての記載も必要。電離健診の簡素化自体には賛成であるが、現実には第45条健診との関係があるため、それも含めて議論すべき。

別紙3 本ガイドライン作成の際に行われた議論の経緯(2)

- この議論と意見を受け、作業会では再度議論を行い、下記の方針でガイドライン案を修正することとした。
 - 眼の検査方法については、例として例題に追加する。
 - 健康診断の実施が本人の希望だけで決めるのではなく、産業医やそれに準ずる医師との相談の上で決まることを明確化する。
 - 健康診断の実施について、元請け事業者と下請け、二次、三次の小さな事業者との望ましい関係を例題として追加する。
 - 安全衛生規則第44条について記載している例題に、第45条についても追記する。
- 作業会では、現行法令で定められた健康診断の実施規程が将来的に再検討される可能性を視野に入れ、敢えて現行法令で要求されている健康診断を省略するための判断方法ではなく、現行法令とは別の独自の視点から、ICRPの勧告や学会の存立基盤である学術的な知見をベースにして、どのような時に健康診断を実施すべきかの判断規程を提示することとした。一方、本ガイドラインを実運用することで、現行の法令違反を促してしまうとの懸念を受け、関連する現行法令を明記し、本ガイドラインの適用にあたっての注記を解説及び例題に記載した。

汚染した物の搬出のためのガイドラインについて
(計画被ばく状況、現存被ばく状況、
緊急時被ばく状況における)

橋本 周 (JAEA)

汚染した物の搬出のための ガイドラインについて (計画被ばく状況、現存被ばく状況、 緊急時被ばく状況における)

日本保健物理学会 シンポジウム
平成28年2月5日 東京大学工学部5号館

日本保健物理学会 放射線防護標準化委員会
原子力機構) 大洗 橋本 周

2/48 検討の経緯

- 東北地方太平洋沖地震による福島第一原発事故対応において、汚染を伴う物の移動に際して、多くの課題が指摘された。
 - フォールアウト由来の放射性物質で汚染した物の汚染管理
 - 原子力安全・保安院（当時）は、「当該フォールアウトをバックグラウンドとしてみなす、当該フォールアウトの影響を考慮したクリアランス制度の運用、又はNRの判断および取扱が必要」とするガイドラインを含む「東京電力福島第一原子力発電所事故に係るフォールアウトによる原子力施設における資材等の安全規制上の取扱いについて（平成24-03-26原院第10号）」を発行した。
 - 事故後の状況を踏まえ、「管理システム作業会」で検討
 - 管理システム作業会：「表面汚染測定を用いたクリアランスの判断方法（平成23年1月20日制定）」の作成を行った、放射線防護標準委員会内の作業グループ
 - 主査：山本英明（JAEA） 副主査：服部隆利（電中研） 幹事：荻野晴之（電中研） 委員：薄井利英（JAEA）、二ツ川章二（JRIA）、宗像雅広（JAEA）

3/48 検討の経緯

- 平成24年11月13日 第1回作業会：作業会の方向性確認
- 平成25年1月31日 第2回作業会：例題の検討
- 平成26年9月5日 第3回作業会：安全基準案作成
- 平成26年11月20日 第4回作業会：ガイドライン案作成
- 平成27年3月13日 第5回作業会：ガイドライン案検討
- 平成27年4月20日 第6回作業会：ガイドライン案検討
- 平成27年6月17日 専門部会審議
- 平成27年8月18日 第7回作業会：ガイドライン案修正
- 平成27年9月4日 専門部会承認：ガイドライン案承認
- 平成27年9月18日～10月1日 標準化委員会メール審議
- 平成27年10月19日～11月19日 公衆審査

4/48 検討の経緯

- 作業会で提示された課題（抜粋）
 - 病院等のセシウムを使用していないR施設の放射性廃棄物（特にフィルター廃棄物）にセシウムが付着している場合は対象核種としなくてよいか。
 - フォールアウトの影響で管理区域内についても影響し、いまだに除染しきれていない部分もある。それらの管理区域からの持ち出しは、汚染密度基準からフォールアウトの影響と判断した場合、搬出することは可能なのか。
 - 管理区域に持ち込み資材等も予め汚染検査を行い、フォールアウトの影響が確認された物については、持ち込まないという管理を実施してきたが、持ち込めなかったものの処分方法や取扱いについてはどのようにすべきなのか。
 - 管理区域内で使用したことのない脚立を管理区域内の作業で使った。管理区域からの持ち出しの際の汚染検査で持ち出し基準を超える表面汚染が見つかった。今回は汚染が発生するような作業はなかったのだが、この脚立の取扱いはどうすべきか。
 - 福島県内で環境放射線モニタリングに動員されていた公用車を車検のために業者に引き渡そうとしたところ、念のために汚染検査でラジエーターや泥除けなど車体に汚染が見つかった。この自動車はどのように扱うべきか。

5/48 作成方針

- 被ばく状況ごとの汚染物搬出ガイドラインを作成
 - 汚染に伴う線量で規準を設定
 - サーベイメータ指示値との関係も例示
 - 3つの被ばく状況（計画・緊急時・現存）のバランスが重要
 - 線量規準
 - 搬出元、搬出先
 - 「汚染物」は、再使用を前提とした有価物に限定
 - 廃棄物は別の作業会で取扱い
- 参考資料
 - Preparedness and Response for a Nuclear Radiological Emergency(AEA, No. G3R Part7, Draft DS457, Nov. 2014)
 - M. Munakata: "Applicable limits on non-fixed surface contamination for safe transport of radioactive materials," Packaging, Transport, Storage and Security of Radioactive Material, Vol24, No.4 191-206 (2013)
 - H. Ogino, T. Hattori: "Calculation of isotope-specific exemption level for surface contamination," Appl. Radiat. Isot., 67, 1282-1285 (2009)
 - H. Ogino, T. Hattori: "Verification of validity of isotope-specific exemption levels for surface contamination using Monte Carlo calculation," Jpn. J. Health Phys., 44, 400-407 (2009)
 - 原子力安全・保安院編 平成26年 11月版 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴うフォールアウト放射線測定方法の検討一審議結果決定 JNES-RE2013-2006

6/48 概要

- 構成
 - 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
 - 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
 - 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
- 「ガイドライン」「解説書」「例題」で構成
 - ガイドライン
 - 解説書：ガイドラインの背景
 - ガイドラインの策定に参考となる考え方
 - ガイドラインの根拠となる考え方
 - ガイドラインの適用基準に相当する実用値の一例
 - 参考文献
 - 例題：ガイドラインと解説の理解のための想定質疑応答集

7/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン(案)

- 適用の範囲

このガイドラインは、計画被ばく状況における汚染した物の搬出の可否の判断に適用する。
- 判断規準

汚染した物から受ける被ばく線量が以下の線量規準を満足する場合、当該物を搬出することができる。

年実効線量 およそ0.01mSv以下*

なお、この線量規準は、免除やクリアランスを判断する際の現実的な被ばくシナリオに対する国際的に認知された線量規準である0.01mSvオーダーと同義であり、厳密に年実効線量が0.01mSv以下であることを求めるものではない。

8/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン(案)

- ✓ 適用の範囲

このガイドラインは、緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出の可否の判断に適用する。
- ✓ 判断規準

汚染した物から受ける被ばく線量が以下の線量規準を満足する場合、当該物を搬出することができる。

年実効線量 10mSv以下

なお、線量規準を満足する場合であっても、経済的および社会的な要因を考慮して、合理的に達成できる限り被ばく線量を低減する措置を講じる必要がある。また、搬出先が国外となる場合、年実効線量1mSvを満足すべきである。

9/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン(案)

- ◆ 適用の範囲

このガイドラインは、現存被ばく状況*における汚染した物の搬出の可否の判断に適用する。
- ◆ 判断規準

汚染した物から受ける被ばく線量が以下の線量規準を満足する場合、当該物を搬出することができる。

年実効線量 1-10mSv以下

なお、線量規準はおよそ1mSvの年実効線量に向けて段階的に低減し、線量規準を満足する場合であっても、経済的および社会的な要因を考慮して、合理的に達成できる限り被ばく線量を低減する措置を講じる必要がある。また、搬出先が国外となる場合、年実効線量1mSvを満足すべきである。

事故や放射線事象のあとに発生する現存被ばく状況

10/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

- ガイドラインの背景
 - 計画被ばく状況における物品搬出管理

管理区域内の放射線業務従事者の安全、区域外の公衆の安全の確保
放射線障害防止法
管理区域内の表面密度限度 α：4Bq/cm²、非α：40Bq/cm²
管理区域からの物品搬出 α：0.4Bq/cm²、非α：4Bq/cm²
 - 物品搬出基準の設定根拠

線種	代表核種	空気中最大許容濃度		表面密度限度		物品搬出基準
		μCi/cm ³	cm ⁻¹	μCi/cm ²	Bq/cm ²	
α線を放出する	Pu-239	2×10 ⁻²	2×10 ⁴	1×10 ⁴	4	0.4
	Sr-90	3×10 ⁻¹⁰				
α線を放出しない	Pb-210	1×10 ⁻¹⁰	3×10 ¹¹	1×10 ³	40	4
	混合核種	3×10 ⁻¹¹				

- 放射線審議会基本本部会が抽出した検討事項

管理区域から持ち出す物の基準については、クリアランスとの関係も踏まえて考え方の整理が必要

11/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

- ✓ ガイドラインの背景

	体表面汚染スクリーニング (対象：人)	汚染拡大防止スクリーニング (対象：物)
事故前の備え 旧防災指針 緊急被ばく医療の知識 原子力防災ポケットブック	I-131で40Bq/cm ² GM管式サーベイメータで13,000cpmに相当。緊急時汚染監視隊の幼児甲状腺線量計の検出限値(100cpm)に相当。	設定なし 搬出で受ける放射線量、管理区域からの物品持ち出し基準(α線種：0.4Bq/cm ² 、非α線種：4Bq/cm ²)を参照。
	福島第一原子力発電所事故の発生 簡易SV計アラートレベル上昇	
事故直後の措置 2011年3月～9月	GM管式サーベイメータ >100,000cpm 全身除染 13,000-100,000cpm 必要取り除染 <13,000cpm 処置不要 100,000cpmは、皮膚の急性放射線障害を予防するために実施すべきアラート値とした。通常が0.01mSv程度での線量率(μSv/h)に相当。	GM管式サーベイメータ 100,000cpm 体表面スクリーニングの全数検出と同じ基準が適用。
復興後の措置 2011年9月～標準制定日	GM管式サーベイメータ 13,000cpm (主にCS-134、CS-137)	GM管式サーベイメータ 13,000cpm (主にCS-134、CS-137)

12/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

- ◆ ガイドラインの背景
 - ◆ 放射線防護標準化委員会
「現存する被ばく状況に関する防護の安全基準(2009年)」
 - ◆ 福島事故後の放射線審議会基本本部会(2011年10月6日)
事故によって拡散した放射性物質は放射線防護方法を計画する時点で存在しており、計画被ばく状況に適用されるように完全に制御可能なものではないという認識のもと、線量を制御することにより公衆の線量限度1mSv/年を担保しようとすることは適切ではなく、現存する線量からの被ばく線量を計画的に低減させる放射線防護方法を適用する必要がある。
 - ◆ 原子力災害対策現地本部が定めた汚染拡大防止スクリーニングレベル
2011年3月20日：100,000cpm ⇒ 2011年9月16日：13,000cpm
(一般的なGM管式表面汚染サーベイメータの指示値)
 - ◆ 「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」(厚生労働省 2011年12月)
除染等作業者が作業場所から持ち出す物の搬出基準値 40Bq/cm²
(一般的なGM管式表面汚染サーベイメータの指示値13,000cpm相当)

13/48

ガイドライン紹介
計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- ガイドラインの策定に参考となる考え方
 - ICRP
 - Publication 103 (2007年勧告)
 - 2.4 Exclusion and exemption (除外及び免除)
 - Publication 104 (放射線防護の管理方針の適用範囲)
 - 4. Exemption in Planned Exposure Situation (計画被ばく状況における免除)

除外される被ばくは、除外すべき被ばくの条件が規制によって定められている(どのような被ばくが管理にまじらないか明記される)という意味で、規制されている。免除される被ばくは、たとえ規制上の管理手帳の一部を免除されるにしても、すでに放射線量の規制下に含まれている。

14/48

ガイドライン紹介
計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- ガイドラインの策定に参考となる考え方
 - IAEA
 - GSR Part3 Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards (放射線防護と放射線源の安全: 国際基本安全基準)
 - Requirement 8: Exemption and clearance (要件8: 免除とクリアランス)
 - SCHEDULE I: Exemption and clearance (付則1: 免除とクリアランス)

15/48

ガイドライン紹介
緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- ✓ ガイドラインの策定に参考となる考え方
 - ✓ ICRP
 - Publication 103 (2007年勧告)
 - 6.2 Emergency exposure situations (緊急時被ばく状況) 他
 - Publication 109 (緊急時被ばく状況における人々の防護のための委員会勧告の適用)
 - 5.2 Residual Dose (残存線量)
 - ✓ IAEA
 - GSR Part7 Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency (原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応)
 - Appendix II: Generic Criteria for Use in Emergency Preparedness and Response (付属書2: 緊急事態対応において用いる一般的判断基準)

16/48

ガイドライン紹介
緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- ✓ ガイドラインの策定に参考となる考え方
 - ✓ IAEA GSR Part7 Appendix II
 - 緊急時における確率的影響のリスクを低減させるための防護措置及びその他の対応措置に関する一般的判断基準
 - 緊急防護措置及びその他の対応措置を事項する予測線量
 - 安否口調査開始時 $H_{\text{residual}}: 50\text{mSv} / \text{当初7日}$
 - 屋内退避、避難、飲食物摂取制限等 $E: 100\text{mSv} / \text{当初7日}$
 - 飲食物流通制限、汚染管理、除染等 $H_{\text{residual}}: 100\text{mSv} / \text{当初7日}$
 - 初期の防護措置及びその他の対応措置を実行する予測線量
 - 一時移転、飲食物摂取制限等 $E: 100\text{mSv} / \text{当初一年}$
 - 飲食物流通制限、汚染管理、除染等 $H_{\text{residual}}: 100\text{mSv} / \text{妊娠期間}$
 - 放射線影響による検討影響を低減し効果的な処置を行うため、より長い期間の医学的措置を行う被ばく線量
 - 必要な臓器の健康調査、登録、カウンセリング $E: 100\text{mSv} / \text{月}$
 - 個別状況下での判断を助けるカウンセリング $H_{\text{residual}}: 100\text{mSv} / \text{妊娠期間}$
 - 確率的影響のリスクを低減させるための車両、機材及びその他の物品に対する一般的判断基準
 - 防護措置及びその他の対応措置を実行する、車両、機材及びその他の物品の仕から生じる予測線量
 - 不必要な利用の制限、必須の利用の条件 $E: 10\text{mSv} / \text{当初一年}, H_{\text{residual}}: 10\text{mSv} / \text{妊娠期間}$
 - 国際間で取引される食品及びその他の商品のための一般的判断基準
 - 国際取引を禁止する対応措置を実行する、食品及びその他の商品の仕から生じる予測線量
 - 不必要な飲食物の流通制限、必須食品の流通条件 $E: 1\text{mSv} / \text{年}, H_{\text{residual}}: 1\text{mSv} / \text{妊娠期間}$

17/48

ガイドライン紹介
緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- ✓ ガイドラインの策定に参考となる考え方
 - ✓ 原子力規制委員会
原子力災害対策指針

	体表面汚染スクリーニング (対象: 人)	汚染拡大防止スクリーニング (対象: 物)
新防災指針 2012年10月31日制定 2013年9月5日全面改正	事故後 40,000cpm (120 Bq/cm ²) 1か月後 13,000cpm (40 Bq/cm ²) 福島事故後の経験に基づいて変更。 基準を超える場合は迅速に除染。	事故後 40,000cpm (120 Bq/cm ²) 1か月後 13,000cpm (40 Bq/cm ²) 福島事故後の経験に基づいて変更。 基準を超える場合は迅速に除染。

2013年8月26日全面改正版でも同様

除染のためのOILとして設定

18/48

ガイドライン紹介
現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- ◆ ガイドラインの策定に参考となる考え方
 - ◆ ICRP
 - Publication 82 (長期放射線被ばく状況における公衆の防護)
 - 5.4 Radioactive substances in commodities (商品中の放射性物質)
 - Table.1 Quantitative Recommendations (定量的勧告)
 - Publication 103 (2007年勧告)
 - 6.3 Existing exposure situations (現存被ばく状況) 他
 - Publication 111 (原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用)
 - 3.3 Reference Levels to restrict individual exposures (個人被ばくを制限するための参考レベル)
 - 6.3 Management of other commodities (その他の物品の管理)

19/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

◆ ガイドラインの策定に参考となる考え方

◆ ICRP
Publication 82 (長期放射線被ばく状況における公衆の防護)
Table.1 Quantitative Recommendations (定量的勧告)

概念	量	数値[mSv]
介入がほとんど常に正当化される一般参考レベル	現存年線量	<~100
介入が正当化されそうにない一般参考レベル	現存年線量	<~10
商品に対する介入の免除	追加年線量	~1
行為に対する線量限度	総合された追加年線量	1
行為に対する線量拘束値	追加年線量 (長期成分に対しては)	<~1 & ~0.3 (~0.1)
行為の規制免除	追加年線量	~0.01

20/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

● ガイドラインの根拠となる考え方

- 管理区域から搬出される物の特徴
 - 管理区域から搬出される物の特徴
 - 研究開発機関及び原子力発電所の物品の搬出の現状の調査結果に基づく。
 - 搬出される物品の数は多いものの、大きさの小さいものが圧倒的に多く、搬出先となる一般区域における再使用状況は管理されていないのが一般的。
 - 車両のような大型の搬出物については数が少なく、汚染管理の徹底した作業環境からの搬出であることを考慮すれば、小型の物品と同様に、全面汚染の可能性は限りなく低いと考えられる。
 - 本解説では、大型の搬出物の全面が汚染された状況を想定せず、大型の搬出物は小型の搬出物と同等に扱えると判断し、小型の搬出物品を対象を絞って検討

21/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

● ガイドラインの根拠となる考え方

- 物品搬出とクリアランスの関係
 - 搬出先となる一般区域における再使用状況は管理されていないという意味において、管理からの解放であり、「クリアランス」の概念で捉えることが可能と考えられる。この概念の成立性を検討する。
 - クリアランスの考え方1「クリアランスされた物質から生じる放射線リスクが規制管理を要しないほど低く、クリアランスのための一般的な規程を満たすことの失敗につながる状況も発生しそうにないこと (IAEA GSR Part3.1.10.(c))」が成立することが必要である。
 - そのために、クリアランス線量規程相当の表面汚染密度レベルについて検討する必要がある。
 - クリアランスの考え方2「物質の継続した規制管理が正味の便益をもたらさず、規制管理のためのいかなる合理的な手段も個人線量あるいは健康リスクの低減の観点から価値のある収益を達成しそうもないこと (IAEA GSR Part3.1.11)」が成立することが必要である。
 - 日常的に搬出される物品の量は多く、それらのほとんどが汚染管理の徹底した作業環境からの搬出であることを考慮すれば、すべての物品に対して継続した規制管理を行うことは正味の便益をもたらすものではないと考えられる。

22/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

✓ ガイドラインの根拠となる考え方

本ガイドラインで対象とする緊急時被ばく状況においても、正当化、防護の最適化の原則は維持される。

緊急時被ばく状況における防護の最適化には、20-100 mSv の参考レベルを適用する。

すべての被ばく経路から生じる被ばく全体の線量が参考レベルを超えないことを保証するために、本ガイドラインでは、汚染した物からの被ばくに対する線量規程に参考レベルの上限値である年線量100 mSvの1/10を割り当てる。

汚染した物から受ける被ばく線量が年線量10 mSv 以下であったとしても、経済的および社会的な要因を考慮して、およそ1 mSv の年線量に向けて、合理的に達成できる限り被ばく線量を低減する措置を講じるべきである。

搬出先が国内の場合には、搬出先を問わない。

搬出先が国外の場合には、国際間で取引される商品に対する対応措置を考慮する必要があるため、IAEA 一般安全要件GSR Part 7 (7)を参考に、年線量1 mSv を満足するべきである。

23/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

◆ ガイドラインの根拠となる考え方

本ガイドラインで対象とする現存被ばく状況においても、正当化、防護の最適化の原則は維持される。

現存被ばく状況における防護の最適化には、1-20 mSvの参考レベルを適用する。そして、長期目標としては、被ばくを通常と考えられるレベルに近いあるいは同等のレベルまで引き下げるために、年線量1-20 mSvのハートの下方部分から参考レベルを選択する。

現存被ばく状況における汚染した物から受ける被ばくに対しては、線量の重畳を考慮することなく、線量規程を設定することができると考えられる。

現存被ばく状況における汚染した物からの被ばくに年線量1-10 mSvの線量規程を適用する。

汚染した物から受ける被ばく線量が年線量1-10 mSv 以下であったとしても、経済的および社会的な要因を考慮して、およそ1 mSvの年線量に向けて、合理的に達成できる限り被ばく線量を低減する措置を講じるべきである。

搬出先が国外の場合には、国際間で取引される商品に対する対応措置を考慮する必要があるため、ICRP Publ.82の商品に対する介入免除レベルを参考に、年線量1 mSv を満足するべきである。

24/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

● ガイドラインの線量規程に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例

モデル評価により線量基準に相当するサーベイメータ指示値を導出

● 表面汚染線量評価モデル

- 原子力安全委員会放射性廃棄物安全基準専門部会モデル
 - 表面が均一に汚染した円柱状金属 (R 1.27m, L 2.5m)
 - 作業形態: 運搬、積み下ろし、前処理、鋳造 核種数: 20核種
 - 評価規程: 年実効線量0.01mSv相当表面汚染密度
- IAEA TECDOC-1449 Munakataモデル
 - 使用済み燃料キャスク (R 2.3m, L 5.9m円筒)、小型輸送物 (S 0.3m立方体)
 - 作業形態: 輸送 核種数: 356種類
 - 評価基準: 単位表面汚染密度あたりの年間被ばく線量 (mSv)
- Ogino and Hattori モデル
 - 一般化形状 (手で扱う物0.1m²、近傍で扱う物1m²、遠隔で扱う物10m²)
 - 作業形態: 公衆 (成人、子ども) の取扱い 核種数: 20核種
 - 評価基準: クリアランス線量基準相当の表面汚染密度
 - 現実的なパラメータ: 0.01mSv/年 低稼働率パラメータ: 1mSv/年

25/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

- ガイドラインの線量規準に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例
- クリアランス線量規準に相当する表面汚染密度の比較検討

核種	原子力安全委員会		Munakata		Ogino and Hattori	
	丸め値	計算値	丸め値	計算値	丸め値	計算値
Ni-3	100.000	8.4E+04	1.000	1.2E+03	100	2.8E+02
C-14	1.000	2.4E+03	100	1.2E+02	1,000	5.2E+02
Cl-36	1.000	1.7E+03	100	9.3E+01	100	1.3E+02
Co-41	10.000	4.3E+03	-	-	1,000	1.4E+03
Am-241	100	4.0E+01	-	-	10	1.5E+01
Fe-55	10.000	4.4E+03	1,000	3.3E+02	1,000	4.0E+02
Co-60	10	1.7E+01	1	4.7E-01	10	4.0E+00
Ni-59	10.000	5.3E+03	1,000	1.8E+03	1,000	2.3E+03
Ni-43	10.000	9.3E+03	100	7.3E+02	1,000	1.0E+03
Zn-45	100	4.4E+01	-	-	10	2.7E+01
Sr-90	100	4.0E+01	10	4.0E+00	10	1.2E+01
Nb-94	10	2.3E+01	-	-	10	5.4E+00
Tc-99	10.000	4.2E+03	-	-	100	1.2E+02
I-129	10	1.9E+01	-	-	10	3.8E+00
Cs-134	10	2.3E+01	1	7.0E-01	10	6.3E+00
Cs-137	100	7.7E+01	1	1.7E+00	10	1.3E+01
Eu-152	100	3.5E+01	-	-	10	7.0E+00
Ba-134	100	3.2E+01	1	1.0E+00	10	8.2E+00
Pu-239	1	9.9E-01	0.1	1.4E-01	1	4.3E-01
Am-241	1	9.9E-01	0.1	1.7E-01	1	5.1E-01

26/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

- ガイドラインの線量規準に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例
- 搬出物の大きさを考慮した評価対象物の選定

本解説では、大型の搬出物の全面が汚染された状況想定せず、大型の搬出物は小型の搬出物と同等に扱えと判断し、小型の搬出物対象を絞って検討する。

- Munakataモデルの「小型輸送物」
- Ogino and Hattoriモデルの「手で扱う物」「近傍で扱う物」

表面汚染線量評価モデル	クリアランス線量規準相当の表面汚染密度 (Bq/cm ²)			評価対象物
	外部被ばく	経口摂取	経皮摂取	
Co-60	Munakata	3.1	12,000	33
	Ogino and Hattori	4.0	2,100	33

⇒対数丸めで10Bq/cm² (IAEA GSR Part3と同手法)

表面汚染線量評価モデル	クリアランス線量規準相当の表面汚染密度 (Bq/cm ²)			評価対象物
	外部被ばく	吸入摂取	経口摂取	
Cs-137	Munakata	11	1,800	8.5
	Ogino and Hattori	15	2,100	65

⇒対数丸めで10Bq/cm² (IAEA GSR Part3と同手法)

27/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

- ガイドラインの線量規準に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例
- 一般的なGM管式表面汚染サーベイメータ指示値の計算方法
- 搬出の可否の判断に用いる指示値の一例

$n - n_0 = A_s \times \epsilon_s \times W \times \epsilon_s$ JIS4504に準拠

n: 総計数率 (s⁻¹) n₀: (バックグラウンド計数率 (s⁻¹))
 A_s: 表面汚染密度 (Bq/cm²) ε_s: ベータ線に対する機器効率
 W: 放射線測定窓の有効面積 (cm²) ε_s: 表面汚染の線源効率

- Co-60 で表面が汚染した物品について
ε_s = 0.35, W = 19.6, ε_s = 0.25 ⇒ 正味計数率: 17cps ≈ 1000cpm
- Cs-137 で表面が汚染した物品について
ε_s = 0.40, W = 19.6, ε_s = 0.5 ⇒ 正味計数率: 39cps ≈ 2300cpm

● 現行法令にある物品持出基準 (アルファ線を放出しない核種については4 Bq/cm²) は、本ガイドラインと矛盾するものではない。

28/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

- 搬出の可否の判断に係る留意事項
- 指示値の平均化の範囲

被ばく線量を評価する観点からは、汚染の偏りがあっても、表面の汚染の総量が同じ、若しくは、表面全体で測定された指示値の平均値が同じであれば、汚染が表面に一樣に存在する場合と同一として扱うことができる。

サーベイメータで物品の表面を測定する場合には、物品の表面全体で測定した指示値の平均値として満足すれば良く、前ページで示したサーベイメータの指示値を一箇所で超えれば搬出不可と判断する必要はないことに留意が必要である。

例えば、Cs-137 で表面が汚染した物品については、平均正味計数率が指示値2,300cpmを下回ると同時に、物品表面の放射能分布に関する偏りに起因する最大放射能密度を制限する観点から、放射能密度が最も高いと推定される対象物表面の値が高くても2,300cpmの例えば10倍 (23,000cpm) を超えない範囲で適切なレベルに設定して、それとの比較によって特定することが考えられる。

- 現行法令との関係

現行法令とは別の独自の視点から、ICRPの勧告や学会の存立基礎である学術的知見をベースにして、汚染した物の搬出の可否の判断規準を提示することとした。一方、本ガイドラインを実運用することで、現行の法令違反を促してしまふとの懸念を受け、本ガイドラインの適用にあたっての注記を例題に記載した。

29/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

- ガイドラインの線量規準に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例
- モデル評価によりサーベイメータ指示値を導出
- 表面汚染線量評価モデル

- IAEA TECDOC-1449 Munakataモデル
使用済み燃料キャスク (R 2.3m, L 5.9m円筒)、小型輸送物 (S 0.3m立方体)
作業形態: 輸送 核種数: 356種類
評価基準: 単位表面汚染密度あたりの年間被ばく線量 (mSv)
- Ogino and Hattoriモデル
一般化形状 (手で扱う物0.1m²、近傍で扱う物1m²、遠隔で扱う物10m²)
作業形態: 公衆 (成人、子ども) の取扱い 核種数: 20核種
評価基準: クリアランス線量規準相当の表面汚染密度
現実的なパラメータ: 0.01mSv/年 低線率パラメータ: 1mSv/年

30/48

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドライン紹介 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

- ガイドラインの線量規準に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例
- 表面汚染密度から年実効線量への換算

安全側の結果を与えるモデル

- Munakataモデルの「使用済み燃料キャスク」
- Ogino and Hattoriモデルの「近傍で扱う物」

放射性核種	線量換算係数 (mSv/y)/(Bq/cm ²)		
	外部被ばく	経口摂取	吸入摂取
I-131	3.9 x 10 ³	1.1 x 10 ³	5.2 x 10 ²
Cs-134	1.5 x 10 ²	9.5 x 10 ⁴	7.4 x 10 ⁴
Cs-137	5.8 x 10 ³	6.5 x 10 ⁴	3.2 x 10 ²

放射性核種	線量換算係数 (mSv/y)/(Bq/cm ²)		
	外部被ばく	経口摂取	吸入摂取
I-131	7.7 x 10 ²	1.2 x 10 ³	1.8 x 10 ²
Cs-134	1.5 x 10 ³	1.9 x 10 ⁴	5.6 x 10 ⁴
Cs-137	6.7 x 10 ⁴	1.5 x 10 ⁴	4.8 x 10 ⁴

31/48

ガイドライン紹介
緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドラインの線量規準に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例

- 年実効線量10 mSvに相当する表面汚染密度
 - 事故直後存在比 I-131 : Cs-134 : Cs-137 = 100 : 1 : 1
 - 使用済み燃料キャスク 近傍の物
 - I-131 : 1,900 Bq/cm² I-131 : 7,600 Bq/cm²
 - Cs-134 : 19 Bq/cm² Cs-134 : 76 Bq/cm²
 - Cs-137 : 19 Bq/cm² Cs-137 : 76 Bq/cm²
- 一定時間経過後 存在比 I-131 : Cs-134 : Cs-137 = 0.01 : 1 : 1
 - 使用済み燃料キャスク 近傍の物
 - I-131 : 4.4 Bq/cm² I-131 : 39 Bq/cm²
 - Cs-134 : 440 Bq/cm² Cs-134 : 3,900 Bq/cm²
 - Cs-137 : 440 Bq/cm² Cs-137 : 3,900 Bq/cm²

一般的なGM管式表面汚染サーベイメータ指示値の計算方法

$$n - n_b = A_s \times \epsilon_s \times W \times \epsilon_s$$

JIS4504に準拠

n : 総計数率 (s⁻¹) n_b :バックグラウンド計数率 (s⁻¹)
 A_s : 表面汚染密度 (Bq/cm²) ε_s : ベータ線に対する機器効率
 W : 放射線測定器の有効面積 (cm²) ε_s : 表面汚染の線源効率

32/48

ガイドライン紹介
緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

汚染拡大防止スクリーニングレベルの一例

事故直後の場合

表面汚染線量評価モデル	年実効線量10 mSv相当の表面汚染密度 (Bq/cm ²)			汚染拡大防止スクリーニングレベル (cpm)
	I-131	Cs-134	Cs-137	
Munakata	1,900	19	19	460,000
Ogino and Hattori	7,600	76	76	1,800,000

一般的なGM管式表面汚染サーベイメータの最大レンジである100,000 cpmを上回る結果となった。この関係は、放射性ヨウ素が減衰し、放射性セシウムが支配的な状況となっても変わらない。

福島第一原子力発電所事故後から2011年9月16日まで100,000 cpmを汚染拡大防止スクリーニングレベルとして用いた現場の運用は、本ガイドラインと矛盾するものではなかったと考えられる。

搬出の可否の判断に係る留意事項

現行法令とは別の独自の観点から、ICRPの勧告や学会の存在基礎である学術的な知見をベースにして、汚染した物の搬出の可否の判断規準を提示することとした。

本ガイドラインを運用することで、現行の法令違反を促してしまうとの懸念を受け、本ガイドラインの適用にあたっての注記を例題に記載した。

33/48

ガイドライン紹介
現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドラインの線量規準に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例

モデル評価によりサーベイメータ指示値を導出

表面汚染線量評価モデル

- IAEA TECDOC-1449 Munakataモデル
 - 使用済み燃料キャスク (R 2.3m, L 5.9m円筒)、小型輸送物 (S 0.3m立方体)
 - 作業形態：輸送 核種数：356核種
 - 評価基準：単位表面汚染密度あたりの年間被ばく線量 (mSv)
- Ogino and Hattori モデル
 - 一般化形状 (手で扱う物0.1m²、近傍で扱う物1m²、遠隔で扱う物10m²)
 - 作業形態：公衆 (成人、子ども) の取扱い 核種数：20核種
 - 評価基準：クリアランス線量基準相当の表面汚染密度
 - 現実的なパラメータ：0.01 mSv/年 転換率/パラメータ：1 mSv/年

34/48

ガイドライン紹介
現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドラインの線量規準に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例

表面汚染密度から年実効線量への換算

安全側の結果を与えるモデル

- Munakataモデルの「使用済み燃料キャスク」
- Ogino and Hattori モデルの「近傍で扱う物」

放射性核種	線量換算係数 ((mSv/y)/(Bq/cm ²))		
	外部被ばく	経口摂取	吸入摂取
I-131	3.9 × 10 ⁻³	1.1 × 10 ⁻³	5.2 × 10 ⁻³
Cs-134	1.3 × 10 ⁻³	9.5 × 10 ⁻⁴	7.4 × 10 ⁻⁴
Cs-137	5.8 × 10 ⁻³	6.5 × 10 ⁻⁴	3.2 × 10 ⁻³

放射性核種	線量換算係数 ((mSv/y)/(Bq/cm ²))		
	外部被ばく	経口摂取	吸入摂取
I-131	7.7 × 10 ⁻³	1.2 × 10 ⁻³	1.8 × 10 ⁻³
Cs-134	1.5 × 10 ⁻³	1.9 × 10 ⁻⁴	5.6 × 10 ⁻⁴
Cs-137	6.7 × 10 ⁻⁴	1.5 × 10 ⁻⁴	4.8 × 10 ⁻⁴

35/48

ガイドライン紹介
現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

ガイドラインの線量規準に相当する表面汚染サーベイメータ指示値の一例

- 年実効線量1 mSvに相当する表面汚染密度
 - 存在比 I-131 : Cs-134 : Cs-137 = 0.01 : 1 : 1
 - 使用済み燃料キャスク 近傍の物
 - I-131 : 0.44 Bq/cm² I-131 : 3.9 Bq/cm²
 - Cs-134 : 44 Bq/cm² Cs-134 : 390 Bq/cm²
 - Cs-137 : 44 Bq/cm² Cs-137 : 390 Bq/cm²

一般的なGM管式表面汚染サーベイメータ指示値の計算方法

$$n - n_b = A_s \times \epsilon_s \times W \times \epsilon_s$$

JIS4504に準拠

n : 総計数率 (s⁻¹) n_b :バックグラウンド計数率 (s⁻¹)
 A_s : 表面汚染密度 (Bq/cm²) ε_s : ベータ線に対する機器効率
 W : 放射線測定器の有効面積 (cm²) ε_s : 表面汚染の線源効率

36/48

ガイドライン紹介
現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン 解説

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

汚染拡大防止スクリーニングレベルの一例

事故直後の場合

表面汚染線量評価モデル	年実効線量1 mSv相当の表面汚染密度 (Bq/cm ²)			汚染拡大防止スクリーニングレベル (cpm)
	I-131	Cs-134	Cs-137	
Munakata	0.44	44	44	21,000
Ogino and Hattori	3.9	390	390	190,000

一般的なGM管式表面汚染サーベイメータの最大レンジである13,000 cpmを上回る結果となった。この関係は、放射性ヨウ素が減衰し、放射性セシウムが支配的な状況となっても変わらない。

福島第一原子力発電所事故後から2011年9月16日以降に13,000 cpmを汚染拡大防止スクリーニングレベルとして用いた現場の運用は、本ガイドラインと矛盾するものではなかったと考えられる。

搬出の可否の判断に係る留意事項

現行法令とは別の独自の観点から、ICRPの勧告や学会の存在基礎である学術的な知見をベースにして、汚染した物の搬出の可否の判断規準を提示することとした。

本ガイドラインを運用することで、現行の法令違反を促してしまうとの懸念を受け、本ガイドラインの適用にあたっての注記を例題に記載した。

37/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
- 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
- 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
本ガイドラインの対象となる「汚染した物」とは何を指すのでしょうか。具体名を教えてください。

回答
固体状のものであって、搬出時において有価物と判断されるものです。具体的には、車両、機材及びその他の物品です。ただし、食料品は除きます。

38/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
- 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
- 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
本ガイドラインの対象となる「搬出」とは、具体的にどこからの搬出を指すのでしょうか。

回答

- 計画被ばく状況：放射線管理区域からの搬出を指します。
- 緊急時被ばく状況：事故が発生した現場あるいはその影響を受けた区域からの搬出を指します。
- 現存被ばく状況：事故の影響を受けた区域あるいは復旧作業中の区域からの搬出を指します。

39/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
- 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
- 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
本ガイドラインの解説に示された表面汚染サーベイメータ指示値の一例を用いて、現場の搬出管理を行っても良いのでしょうか。

回答

- 計画被ばく状況：本ガイドラインでは、散って現行法令とは別の独自の視点から、ICRPの勧告や学会の存立基礎である学術的な知見をベースとして、汚染した物の搬出の可否の判断規準を提示しています。現行の原子炉等規制法及び放射線障害防止法に基づく放射線管理区域からの搬出には適用できませんので注意が必要です。一方、この指示値の一例は、原子力安全委員会の「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方（平成23年4月3日）」で示された考え方に沿ったものであり、「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」（平成23年8月30日法律第110号）の下にある区域からの搬出には適用可能です。
- 緊急時被ばく状況：本ガイドラインでは、散って現行法令とは別の独自の視点から、ICRPの勧告や学会の存立基礎である学術的な知見をベースとして、汚染した物の搬出の可否の判断規準を提示しています。2011年9月16日以降に3,000cpmを汚染拡散防止スクリーニングレベルとして用いている現場の運用は、本ガイドラインと矛盾するものではありません。
- 現存被ばく状況：本ガイドラインでは、散って現行法令とは別の独自の視点から、ICRPの勧告や学会の存立基礎である学術的な知見をベースとして、汚染した物の搬出の可否の判断規準を提示しています。2011年9月16日以降に3,000cpmを汚染拡散防止スクリーニングレベルとして用いている現場の運用は、本ガイドラインと矛盾するものではありません。

40/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
本ガイドラインに従って汚染物品を搬出した場合、その後の産廃業者の測定で汚染が検出されることが考えられますが、問題ないのでしょうか。

回答

- 本ガイドラインは有価物の搬出を対象としており、直接産廃業者に持ち込まれることはありません。しかし、有価物として再使用した後に産廃業者に持ち込まれる可能性はありますが、産廃業者の汚染検出レベルは空間線量率の指示値（ $\mu\text{Sv/h}$ ）で設定されており、解説に示した指示値の一例のレベルで汚染した物品による空間線量率を保守的な仮定で評価しても、通常の測定方法であれば、産廃業者の汚染検出レベルをほとんど超えることはありません。

41/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
- 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
本ガイドラインの判断規準にある「被ばく線量を低減する措置」とは何でしょうか。具体的に教えてください。

回答
外部被ばくを低減させるためには、置き場所を明確にして、みだりに接近しないための措置を講じること、内部被ばくを低減させるためには、飲食する場所に置かず、取り扱った人は手洗いを励行することなどが挙げられます。

42/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

- 計画被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
国際原子力機関（IAEA）の国際基本安全基準（BSS）では、免除やクリアランスの線量規準として、現実的なシナリオやパラメータの場合には年間0.01mSv オーダーとし、シナリオやパラメータの発生確率が低い場合には年間1mSv としています。本ガイドラインではどうなのでしょう？

回答
汚染した物から受ける被ばくは、発生頻度が低確率ではなく現実的なものであるため、本ガイドラインでは搬出可否の判断規準を年実効線量およそ0.01mSv 以下と規定しました。なお、解説に示した指示値の一例についても、IAEA BSS で示された現実的なシナリオやパラメータの場合に適用された年間0.01mSvオーダーの線量規準に基づいて導出されています。

43/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

✓ 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
◆ 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
本ガイドラインの判断規準は、全身の「実効線量」で与えられていますが、臓器（皮膚、甲状腺など）の「等価線量」は考えなくて良いのでしょうか。

回答
皮膚については、実効線量による管理で、確定的影響が発生するしきい値を下回ることになります。また、甲状腺については、ヨウ素の内部被ばく防止のための管理が別途行われますので、本ガイドラインとしては実効線量で設定しておけば十分と考えます。

44/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

✓ 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン
◆ 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
緊急時被ばく状況/現存被ばく状況から搬出される物品には、国内の遠く離れた汚染のない地域で再使用されるものもあると思いますが、問題ないのでしょうか。

回答
搬出した物品による被ばくについては、判断規準にある年線量が長期にわたって継続することは考えにくく、健康影響の観点からは問題ないと判断しています。また、ICRPは、長期放射線被ばく状況における公衆の防護について、「介入戦略が最適化された」という理由で、事故による被影響地域の年線量が受け入れられるならば、被影響地域で生産された商品の別な場所での使用による個人の年線量は、被影響地域における線量よりも通常高くはならないであろうから、被影響地域の外の状況もまた受け入れることができるだろう。（Pub.82/ラグラフ130）」と勧告しています。

45/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

✓ 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
緊急時初期対応では、すべての物品に対する放射線測定が実施できない事態も想定されますが、どのように対処すれば良いのでしょうか。

回答
緊急時初期対応では、現場の状況に即して速やかに活動することが重要であり、すべての物品に対する放射線測定が実施できない場合には、最も汚染が懸念される物品で代表して測定するなど、合理的な方法の適用が可能です。

46/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

◆ 現存被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
放射性プルームの通過によって汚染した物品を放射線管理区域から搬出する場合、本ガイドラインにしたがって判断して良いのでしょうか。

回答
プルーム由来の核種で汚染した物品の搬出の可否は、従来利用していた核種と事故に起因する核種と異なる場合、若しくは核種が同じであっても両者を明確に区別できる場合には、本ガイドラインにしたがって判断できます。

本ガイドラインでは、現行法令とは別の独自の視点から、ICRPの勧告や学会の存立基礎である学術的な知見をベースにして、汚染した物の搬出の可否の判断規準を提示しています。現行の原子炉等規制法及び放射線障害防止法に基づく放射線管理区域からの搬出には適用できませんので注意が必要です。

また、このような状況下におけるクリアランス及びNR（放射性廃棄物でない廃棄物）については、経済産業省原子力安全・保安院の「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に係るフォールアウトによる原子力施設における資材等の安全規制上の取扱いについて」（平成24年3月30日）や、原子力安全基盤機構の報告書「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴うフォールアウトの影響の有無を判断する測定方法の検討（UNES-RE-2012-0014）」（平成24年7月）で示されているように、プルーム由来の核種も含めて判断するように規定されていますので、注意が必要です。

47/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

✓ 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
車両を持ち出したとき、運転手はずっとその車両を使用するケースが多いので、被ばく線量は大きくなるのではないのでしょうか。

回答
福島第一原子力発電所事故の経験では、警戒区域から持ち出された車のワイパー、タイヤ、窓ガラスのゴムパッキン等の車両外部に加えて、ラジエータ近傍やタイヤを外した際のブレーキディスク等の車両内部でも表面汚染レベルが高かったことが報告されています。このような車両を整備する整備士の外部被ばく線量について調査された結果（注）によれば、「緊急時対応として適用されてきたスクリーニング基準（100,000 cpm）のもとで持ち出された車を、福島県の整備工場で整備した場合の年間の整備士の外部被ばく線量は、保守的に評価しても1 mSv以下であり、通常の使用状況による車両の整備であれば、整備士の健康に特段の影響はない」と判断されています。この評価では、整備士が汚染部位からの放射線に年間120時間直接さらされるという仮定になっています（福島県の車の整備士が汚染車両を取り扱う割合について、福島県内の車両総数に対する警戒区域内の車両の割合6%を用いて、年間の作業時間2,000時間から計算）。運転手については同一車両を運転するため、年間の被ばく時間が120時間よりも長くなることも考えられますが、車の構造材によって遮蔽され低減された放射線にさらされることを勘案すると、運転手の被ばく線量は整備士の被ばく線量よりも小さくなるかと判断できます。

（注）原子力安全基盤機構、警戒区域から持ち出された車の整備による整備士の外部被ばく線量評価に関する調査報告書、平成23年12月http://www.nsr.go.jp/archive/jnes/content/000120250.pdf

48/48

ガイドライン紹介
例題

計画被ばく状況
緊急時被ばく状況
現存被ばく状況

✓ 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン

例題
ガイドラインの根拠となる考え方として、「本ガイドラインでは、汚染した物からの被ばくに対する線量規準に参考レベルの上限値である年線量100 mSvの1/10の割り当てることとした」とありますが、問題ないのでしょうか。

回答
緊急時被ばく状況においては、本ガイドラインで扱う汚染した物以外にも、事故発生現場に残った線源、プルーム、土壌に沈着した放射性核種、汚染食品など、複数の被ばく経路が存在することになります。本ガイドラインでは、これらの被ばく経路が10を超えて重畳することはありそうもないと判断できることから、すべての被ばく経路から受ける線量が参考レベルを超えないことを保証するために、汚染した物からの被ばくに対する線量規準に参考レベルの上限値である年線量100 mSvの1/10を割り当てることとしました。この考え方は、国際原子力機関（IAEA）の安全要件文書GSR Part.7でも採用されています。

第2部 放射性核種ごとの防護上の制限値に
関する専門研究会報告

座長：松本 雅紀（放医研）

研究会の設立趣旨と活動経緯

中村 尚司（東北大）

日本保健物理学会 専門研究会 放射性核種ごとの防護上の制限値

—専門研究会の設立趣旨と活動経緯—

説明者

中村尚司(東北大)

1

専門研究会設立の背景

- **放射性物質に関する防護上の制限値**
 - ・輸送物の放射能収納限度
 - ・規制免除レベル(放射能濃度、放射能)
 - ・クリアランスレベル
 - ・自然起源放射性核種の制限値
 - ・表面汚染に係わる制限値
 - ・放射性物質の危険数量(危険量D値)
 - ・その他の制限値(食品、飲料水、飼料など)

2

専門研究会設立の背景

➤ 現在の防護上の制限値導出に使用されるモデル、データベース等

- ・外部被ばく線量_換算係数
ICRP Publ.74
- ・内部被ばく線量_線量係数
ICRP Publ.68

3

専門研究会設立の背景

➤ ICRPのモデル、データベースの改訂、更新

- ・外部被ばく線量_換算係数
ICRP Publ.74⇒ICRP Publ.116
- ・内部被ばく線量_線量係数
ICRP Publ.68 ⇒ICRP Publ.XX

放射線加重係数、組織加重係数: ICRP Publ.103
呼吸器系モデル、組織内の動態挙動: ICRP Publ.130
消化管モデル: ICRP Publ.100
ボクセルファントムデータ: ICRP Publ.110
核種放出放射線データ: ICRP Publ.107

⇒ICRPにおける改訂を受けて、防護上の制限値の改訂が国際的な場(IAEA等)で行われる予定。
(例:TRANSSCなど)

4

専門研究会設立の目的

- 核種ごとの防護上の制限値に関する国際な場での再評価に先行して、先導的な調査・検討を行い、その結果の情報提供(過去の経緯も含む)
- 線量評価方法等に係わる関係者相互間の交流(情報・意見交換)の活性化

5

専門研究会の構成員

主査: 中村 尚司(東北大学名誉教授)
幹事: 松本 雅紀(放射線医学総合研究所)
委員: 山中 庸靖(元、日立製作所)
岩井 敏(原子力安全推進協会)
杉浦 紳之(原子力安全推進協会)
荻野 晴之(電力中央研究所)
近内 亜紀子(海上技術安全研究所)
谷 幸太郎(放射線医学総合研究所 企画委員2015.8~11)
早川 信博(MHIニュークリアシステムズ・ソリューション エンジニアング)
飯塚 裕幸(埼玉医科大学、企画委員会 ~2015.7)
牧平 淳智(東電、企画委員 2015.12~)

6

専門研究会の活動経緯

第1回(2014.6.4)	設立趣旨、今後の進め方、実施予定
第2回(2014.8.19)	ICRP線量評価モデル、核種ごとの防護上の制限値の例、A1,A2値、規制免除値、D値導出根拠 TRANSSCの状況等
第3回(2014.12.12)	IAEAにおける検討状況、国内における検討の経緯
第4回(2015.2.20)	国内外の動向(ICRP線量評価モデル、防護上の制限値とその導出根拠、IAEA等での検討状況、国内での検討状況)
第5回(2015.5.15) 第6回(2015.8.7) 第7回(2015.9.16)	報告書のまとめ、整理、作成に関する検討
第7回(2016.1.15)	報告会説明資料の相互レビュー

7

放射性核種ごとの防護上の制限値に関して

荻野 晴之（電中研）

日本保健物理学会シンポジウム
放射性核種ごとの防護上の制限値に関する専門研究会報告会

放射性核種ごとの防護上の制限値に関して

電力中央研究所 荻野 晴之

2016年2月5日 於東京大学

電力中央研究所

© CEESI 2016

電力中央研究所

専門研究会 報告書

目次

- ◆ 第1章 緒言
- ◆ 第2章 国内外における核種ごとの制限値の検討に係る整理
- ◆ 第3章 国内外における核種ごとの制限値の見直し動向
- ◆ 第4章 今後の国際基準策定の議論に参加するための検討
- ◆ 第5章 結言

平成26-27年度 放射性核種ごとの防護上の制限値に関する専門研究会
 主査：中村 尚司 幹事：松本 雅紀
 委員：山中 庸晴、岩井 敏、杉浦 紳之、荻野 晴之、近内 亜紀子、谷 幸太郎、
 早川 信博、飯塚 裕幸、牧平 淳智

© CEESI 2016

電力中央研究所

本発表に対応する箇所＝第2章 2.2

- ◆ 2.1 ICRPによる線量評価体系の構築
 - 2.1.1 線量評価に関連するICRP勧告の変遷
 - 2.1.2 内部被ばくに関する最近のICRPの動向
 - 2.1.3 今後のICRP第2専門委員会の動向
- ◆ 2.2 放射性核種ごとの防護上の制限値 本発表
 - 2.2.1 国際規則における核種ごとの制限値の策定経緯
 - 2.2.2 国内規則における核種ごとの制限値の策定経緯
 - 2.2.3 今後へ向けた課題
- ◆ 2.3 防護上の制限値の導出
 - 2.3.1 数値の算出方法
 - 2.3.2 数値導出上の課題

© CEESI 2016

電力中央研究所

2.2で検討経緯を整理した制限値の一覧

◆ 国際規則	◆ 国内規則
1. A型輸送物の放射能収納限度	1. 下限数量及び下限濃度
2. 規制免除レベル	2. 空气中濃度限度
3. クリアランスレベル	3. 排気・排液中濃度限度
4. 自然起源放射性核種及び表面汚染に係る制限値	4. 埋設濃度上限値
5. 危険量D値	5. クリアランスレベル
6. その他の制限量 <ul style="list-style-type: none"> ■ WHO飲料水水質ガイドライン ■ 放射線緊急時の判断基準 ■ コーデックス委員会の食糧及び飼料の規格 	6. 指定廃棄物の指定基準
	7. A ₁ 値及びA ₂ 値
	8. D値(放射線源登録制度、INES評価尺度)
	9. 汚染食品基準(暫定規制値、規格基準値)

IAEAやEC等での検討経緯
 詳細は、本発表スライド15ページ以降を参照


審議会や原安委等での検討経緯、各基準値が示された法令

© CEESI 2016

電力中央研究所

抽出した課題

- 1) 排気・排水中濃度限度
- 2) 食品放射能基準
- 3) 緊急作業者の線量制限
- 4) クリアランス
- 5) 放射化物の規制
- 6) ICRP 116の国内法令への取り入れ



専門研究会報告書54-57ページ

© CEESI 2016

電力中央研究所

課題1

- ◆ 排気・排水中濃度限度
 - 現在の濃度限度は、排気・排水口のところで排出される空気又は水を1年間連続摂取し続ける、という、およそ現実にはあり得ない仮定に基づいており、非常に安全側の設定になっている
 - これをもっと実際に即したシナリオに基づく評価を取り入れて改訂する必要がある

専門研究会報告書54ページより

© CEESI 2016

放射線審議会 基本部会の提言

◆代表的個人の公衆の線量評価への適用

- ▶ 「代表的個人」は、公衆の放射線防護の検討において、公衆を代表する線量を評価するために有効な概念であり、現実的なモデルに基づいた公衆の線量評価に代表的個人を用いることは妥当である。
- ▶ ただし、代表的個人を考慮した線量評価が困難である場合には、従来の考え方である保守的な状況の仮定やパラメータの設定に基づく公衆の線量評価を行うべきである。
- ▶ また、代表的個人の考え方を様々な状況に適用していくために、放射線防護に精通する関係学会により、その具体例等の検討や提示が行われることが適切である。

基本部会第二次中間報告45ページより

課題1

◆現実的なモデルに基づいた公衆の線量評価

- ▶ 代表的個人に対して、その空気吸入量と水の摂取量から現実的な被ばく線量を評価し、その代わり1 mSvの限度ではなくて、300 μ Svの線量拘束値を使うなどの方法が考えられる(専門研究会報告書54ページ)

◆従来の保守的な仮定の継続も可能だが

- ▶ 「代表的個人を考慮した線量評価が困難である場合」とは、具体的にどのようなケースか

◆具体例等の検討や提示が必要

- ▶ 放射線防護に精通する関係学会で、今後、どのような活動・連携が可能か

課題2

◆食品放射能基準

- ▶ 2012年4月1日より、食品中の放射能濃度基準を設定する線量規準をそれまでの年間5 mSvから1 mSvに引き下げ
- ▶ 流通する食品の汚染割合として、乳児用食品及び牛乳で100%、一般食品で50%を想定
 - 対策が進んだ現在ではあり得ない仮定
 - このような基準を維持していることが、逆に風評被害を引き起こしている一因になっていないか
- ▶ 現在は食品の汚染検査で検出される事例もごく少ないことから、早急に現実を踏まえた再検討が必要ではないか

専門研究会報告書54ページより

課題3

◆緊急時の作業従事者の被ばく限度

- ▶ 放射線審議会基本部会の第二次中間報告書
 - 国際機関において推奨される緊急作業に従事する者に許容する線量と国際的調和について
 - 緊急時被ばく状況に適用する線量の制限値の意味合いについて
 - 緊急作業に従事する者の要件について
- ▶ 平成27年7月、原子力規制庁と厚生労働省から放射線審議会に諮問
 - 妥当との答申後、技術基準が見直され、改訂規則等は、平成27年8月31日公布、来年4月1日施行

課題3

◆250 mSvは、限度か参考レベルか

- ▶ 規制庁は「限度」でなく、万一超えても「正当化」と「最適化」が認められれば配慮するという扱い
- ▶ 厚労省は「限度」として扱い、超えれば指導
- ▶ 国際的には、限度でなく、あくまでも参考のレベル

◆緊急時と通常時の線量をどう管理するか

- ▶ 両省庁とも、通常時と緊急時の被ばく線量を合算して、生涯で1,000 mSvを超えないように管理
- ▶ 5年の積算期間内に起こった事故で、積算線量が100 mSvを超えた場合、残りの期間は年5 mSvが限度
 - 次の積算期間では、生涯線量1 Svを考慮した上で、その残りの線量の範囲で被ばく管理が行われることになる

専門研究会報告書54-56ページより

課題4

◆クリアランス

- ▶ ICRPやIAEAの放射性廃棄物の規制免除に係る個人線量の規準として、10 μ Sv/年が国内法令に取り入れられたが、原子力発電所等から出る大量の廃棄物に対して考慮されたクリアランスレベルと、それよりはるかに量の少ない放射線取扱事業所から出る廃棄物のクリアランスレベルが同じで良いかどうかは議論の余地がある
- ▶ これはもともと大量の廃棄物に対してそれが集積された時の影響を考慮して決められたもので、量の違いによる検討がなされるべきであろう
 - 国による認可と検認に多額の費用が掛かる点も、一般の放射線事業所がクリアランス制度を利用する上での問題となっている

専門研究会報告書56ページより

課題5

◆放射化物の規制

- 平成10年10月30日、放射化物の取り扱いに関する課長通知
 - 「放射化物」は、放射線発生装置の使用に伴って、放射化させることを目的とせず、有意の放射能が認められるに至った放射線発生装置及び実験機器と定義され、線量測定によって管理されてきた
- 平成24年4月1日、放射化物が法令の規制対象となり、RIIによって汚染されたものと同じに放射性汚染物であると定義された
 - 放射性汚染物という表現は、「放射化物ではその中に存在する原子数のほんの一部しか放射性核種になっていない」という科学的事実を無視しており、今後変更されるべきである
 - 放射化物がクリアランス制度に組み込まれたことから、廃棄する場合には核種の同定が必要になり、従前の線量管理だけでは済まなくなっており、極めて複雑になっている
 - 日常管理でどこまでを放射化物とするのかのガイドラインを設けることは、今後の発生装置と施設の廃棄等を考える上で極めて重要

専門研究会報告書56ページより

課題6

◆ICRP 116の国内法令への取り入れ

- 放射線審議会基本部会第二次中間報告
 - 障害防止法の「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」第26条で、外部放射線の種類に応じた実効線量への換算に関する事項を規定
 - 新しい報告書が刊行された際には、規定の更新について検討すべき(同報告42ページ)
- ICRP Pub. 116「外部被ばくに対する放射線防護量のための換算係数」Ann. ICRP 40 (2-5), 2010
 - 2007年勧告で、陽子と中性子に対する放射線加重係数に変更されたことを受けて、実効線量換算係数を変更した
- 現行の告示別表の数値を変更することを至急行うべき
 - 放射線施設(特に中性子を生成する加速器施設)の遮へい設計計算に直接影響する

専門研究会報告書57ページより

以下、参考資料

放射性核種ごとの防護上の制限値

I. 国際機関における策定経緯 (報告書 p. 31~)

- 1) A型輸送物の放射能収納限度
- 2) 規制免除レベル
- 3) クリアランスレベル
- 4) 自然起源放射性核種及び表面汚染に係る制限値
- 5) 危険量D値
- 6) その他の核種ごとの制限値

II. 国内規則における策定経緯 (報告書 p. 41~)

- 1) 下限数値及び下限濃度 (放射線安全)
- 2) 空気中濃度限度
- 3) 排気・排水中濃度限度
- 4) 埋設濃度上限値
- 5) クリアランスレベル
- 6) 指定廃棄物の指定基準
- 7) A_1 値及び A_2 値
- 8) 下限数値及び下限濃度 (輸送安全)
- 9) D値 (放射線登録制度)
- 10) 汚染食品基準 (暫定規制値)
- 11) D値 (INES評価尺度)
- 12) 汚染食品基準 (規格基準値)

III. 今後へ向けた課題 (報告書 p.54~)

国際機関における策定経緯

1) A型輸送物の放射能収納限度 (TBq)

➢ IAEA放射性物質安全輸送規則 (IBSS-6)

- 初版は1961年
- 1973年改訂において、 A_1/A_2 システムと呼ばれるA型輸送物の放射能収納限度が採用される
- 1985年改訂において、現在につながるQシステムと呼ばれる輸送事故を想定した従事者の被ばくシナリオが旧英国放射線防護局(NRPB)より創案され、 A_1 値(非散逸性向け)及び A_2 値(特別形以外向け)が核種毎に定められる
 - A_1 値は外部被ばく(破損した輸送物から1 mの距離に30分間滞在)
 - A_2 値は外部被ばくに加えて、内部被ばく(吸入摂取、皮膚被ばく及びサマージョン)を考慮
 - 生涯に1回の被災を想定し、当時の従事者の線量限度50 mSvの実効線量、皮膚を含めた個々の臓器の等価線量500 mSv、目の水晶体の等価線量150 mSvを参照線量として設定
- 改訂や文書番号体系の変更(IST-1, ITS-R-1)を経て、最新版の2012年版個別安全要件SSR-6に引き継がれている
 - A_1 値及び A_2 値は、対象核種の追加や修正等による数値の見直しは行われているものの、Qシステムの基本に変更はなく現在に至り、取り入れ核種数は383個(天然ウラン、濃縮ウラン、肺吸収速度の差異等含む)

原子力中央研究所

2) 規制免除レベル (Bq/g, Bq)

▶ 欧州委員会(EC)における検討

- 1993年：欧州指令書における報告を要しない濃度及び量を確立するための原則と方法(RP-65)が出版
 - 1985年：ICRP勧告「放射性固体廃棄物処分に関する放射線防護の諸原則 (Publ. 46)」
 - 1988年：IAEA安全指針「放射線源及び行為の規制上の管理からの免除の原則(SS-89)」
- 1999年：欧州基本安全基準指令に含まれない放射性核種における免除の濃度と量(NRPB-R306)が出版
 - NRPBが、RP-65に含まれない核種について同様の手法（但し、内部被ばく評価は最新のICRPデータ）で追加計算を実施
- 通常時及び事故時における作業者並びに処分場における公衆が評価の対象
- 多くとも1トンのオーダーまでの比較的小規模な放射性物質の使用が念頭に置かれている
- 被ばく経路が複数のシナリオとして準備され、参照線量は、通常時10 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ 及び事故時1 $\text{mSv}/\text{年}$ の実効線量、50 $\text{mSv}/\text{年}$ の皮膚等価線量

© CNSFP 2016 19

原子力中央研究所

2) 規制免除レベル (Bq/g, Bq)

▶ 国際原子力機関(IAEA)における検討

- EC RP-65の規制免除レベルを1996年版のIAEA国際基本安全基準(BSS)に取り入れるとともに、RP-65に含まれていない輸送特有の核種についても同様の手法で追加計算を実施し取り入れた
 - 当時、輸送特有のシナリオについても同様の手法で試算されたものの、RP-65との差は大きくないとして、旧ST-1へはRP-65の規制免除値が取り入れられた
- 2012年版の放射性物質輸送安全規則(SSR-6)では、 A_1 値、 A_2 値と同じ383核種の規制免除レベルが取り入れられた
- 2014年、BSSが**全般的な安全要件GSR Part 3**に改訂され、NRPB-R306の規制免除レベルを追加して、**776核種**となっている

© CNSFP 2016 20

原子力中央研究所

3) クリアランスレベル (Bq/g)

▶ 欧州委員会 (EC)における検討

- 1988年：原子力施設解体からの材料再利用のために推奨する放射線学的防護の判断基準(RP-43)
- 96/29/EURATOM指令書に基づいてRP-43を見直す
- 1998年：原子力施設解体からの金属再利用に推奨する放射線学的防護の判断基準(RP-89)
 - 導出方法：表面密度 (RP-101)、質量濃度(RP-117)
- 2000年：原子力施設解体からの建屋と建屋破片のクリアランスに推奨する放射線学的防護の判断基準(RP-113)
 - 導出方法：RP-114
- 個人線量規程10 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ オーダー、集団線量規程1 $\text{mSv}/\text{年}$ 、皮膚等価線量規程50 $\text{mSv}/\text{年}$ を採用
- 2001年「クリアランス及び免除の概念の実用的な利用—第1部：行為に対する全般的クリアランスレベルへの指針(RP-122 Part 1)」

© CNSFP 2016 21

原子力中央研究所

4) 自然起源放射性核種及び表面汚染に係る制限値

▶ 欧州委員会における検討

- 2001: クリアランス及び免除の概念の実用的な利用—第2部：免除とクリアランス概念の自然放射線源への適用 (RP-122 Part 2)
 - 自然起源の放射性物質 (NORM)や鉱石の採掘や処理に伴って発生する物質について検討
 - これらの産業では大量の物質を扱うため、規制免除とクリアランスを区別せず、線量規程は300 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ を採用

▶ 国際原子力機関における検討

- 2004年: 安全指針「規制除外、規制免除及びクリアランスの概念の適用」(RS-G-1.7)
 - 人工放射性核種と自然放射性核種の取扱いを区別し、自然放射性核種については、国連科学委員会(UNSCEAR)2000年報告における世界規模での濃度分布調査結果から、1 Bq/g (但し、K-40は10 Bq/g)を一律に設定
- 2012年: 個別安全要件「放射性物質安全輸送規則」(SSR-6)
 - NORMについては規制中の各制限値の10倍を超えない範囲で、放射性核種としての利用の意図にかかわらず、SSR-6の規則の適用からは除外することとした (2009年版の旧TS-R-1までは、放射性核種として利用するために処理することが意図されていない場合に限定されていた)

© CNSFP 2016 22

原子力中央研究所

4) 自然起源放射性核種及び表面汚染に係る制限値

▶ 国際原子力機関における検討

- 非固定性の表面汚染限度値として、4 Bq/cm² (アルファ核種では0.4 Bq/cm²) が施設からの持ち出し基準に採用されているが、そのルーツはIAEAの「放射性物質安全輸送規則」(旧SS-6)の1967年版
- 1998年、欧州で使用済燃料の輸送容器表面に最大数千Bq/cm²に及ぶ汚染が発見され、輸送が数年間停止
- これを契機にIAEAでは表面汚染限度について核種毎に管理するための共同研究計画(CRP)を設置
- 2005年に技術文書「輸送物及び輸送手段の非固定性汚染の放射線学的側面」(TECDOC-1449)を発行
- 規制化の検討を実施し、今までの基準維持に加えて、オプションとして核種毎の基準を加えることが提案されたものの、最終段階で否決された経緯がある

© CNSFP 2016 23

原子力中央研究所

5) 危険量D値 (TBq)

▶ 放射線源管理指標の評価

- 2005年IAEA安全指針「放射線源の分類」(RS-G-1.9)において、放射線源が有する危険度に応じて管理のレベルを決めるためのD値が33核種について定められる
 - 線源の非管理状態のシナリオで評価し(密着保有、室内放置、飛散物の吸引・摂取・皮膚汚染及びサブマージョン)、死亡又は深刻な障害(確定的影響)の危険性を定量的指標として示す
 - 外部被ばくに対する制限D₁値と内部被ばくに対する制限D₂値の小さい方の値を以てD値を設定

▶ 国際原子力事象評価尺度の評価

- D値は、2005年以降の国際原子力事象尺度(INES)における輸送事故時の評価にも使用されることになった
- 2006年のIAEA「放射性物質の危険数量D値 (EPR-D-VALUES 2006)」で、373核種についてD値が定められる

▶ 緊急時対応範囲の評価

- 2007年IAEA安全指針「原子力又は放射線緊急事態の対策の準備」(RS-G-2.1)において、予防的措置範囲(PAZ)及び緊急防護措置計画範囲(UPZ)が定められている
 - 緊急時に内部被ばくを生じさせる核種のインベントリの10%が大気中に放出されたとした場合の、放射能量Aと当該核種の制限D₂との比の合計である $2A/D_2$ に基づいた範囲を半径として明示している

© CNSFP 2016 24

6) その他の核種ごとの制限値

- ▶ **世界保健機関の飲料水水質ガイドライン**
 - 2011年にWHOが同ガイドラインの第4版を出版
 - 線量規準0.1 mSv/年、年間摂取量730 L/年、成人の線量係数 (Sv/Bq) を用いて、191核種のレベル (Bq/L) を設定
- ▶ **国際原子力機関の放射線緊急時の判断基準**
 - 2002年安全要件「原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応」(GS-R-2)
 - 食品に対する一般的対策レベル(kBq/kg)として、一般に消費される食物並びにミルク、乳児食及び飲料について、各12核種の値を設定
 - 2011年一般安全指針「原子力又は放射線の緊急事態への準備と対応に用いる判断基準」(GS-G-2)
 - 放射線緊急時を対象に、食物、ミルク又は飲料水の初期設定の運用上の介入レベルOIL6 (線量規準10 mSv/年) を357核種について設定
- ▶ **コーデックス委員会の食糧及び飼料の規格**
 - 1995年FAO&WHO「食糧及び飼料中の汚染物質及び毒素に関するコーデックス一般規格」(CODEX STAN 193-1995)
 - 1 mSv/年の介入免除レベル、成人550 kg/年、乳児200 kg/年の摂取量を用いて、20核種のレベルを設定

国内規則における策定経緯

各被ばく状況／安全領域

	放射線安全	廃棄物安全	輸送安全
計画被ばく状況	1) 下限数量及び下限濃度 2) 空气中濃度限度 3) 排気・排液中濃度限度	4) 埋設濃度上限値 5) クリアランスレベル 6) 指定廃棄物の指定基準	7) A1値及びA2値 8) 下限数量及び下限濃度
緊急時被ばく状況	9) D値(放射線登録制度) 10) 汚染食品基準(暫定規制値)	該当無し	11) D値(INES評価尺度)
現存被ばく状況	12) 汚染食品基準(規格基準値)	該当無し	該当無し

1) 下限数量及び下限濃度 (Bq, Bq/g)

- ▶ 「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」の対象となる放射性同位元素は、その数量(Bq)及び濃度(Bq/g)のいずれもがその核種毎に原子力規制委員会が定める数量及び濃度を超えるもの
 - 下限数量及び下限濃度=規制免除値
 - 告示「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」の別表第1で、化学系等(第一覧)に応じた、数量(第二欄)と濃度(第三欄)が与えられている
 - 放射線審議会基本部会においてIAEA-BSS(1996)値の国内法令取り入れについて検討がなされ、平成17年6月1日より施行
 - それ以前の数量及び濃度
 - 数量：密封線源で3.7 MBq、非密封線源で3.7 kBqから3.7 MBqまで一桁ずつ4群（現在は、密封・非密封に関わらず、核種毎に1 kBqから1 TBqまでの10桁の数量）
 - 濃度：一律の値(74 Bq/g)（現在は、核種毎に10桁(0.1~1x10⁸ Bq/g)の濃度)

2) 空气中濃度限度 (Bq/cm³)

- 放射線業務従事者が常時立ち入る場所において、人が呼吸する空气中の放射性同位元素の一週間についての平均濃度に対して定められた濃度限度
- 告示「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」の第七条で規定、別表第2の第四欄で提示
- 職業人の線量限度である年実効線量50 mSvに相当する一週間あたりの実効線量1 mSvが参照線量
 - 5年間で100 mSvという線量限度についての考慮はない
 - IAEA安全基準で示されたものではなく、日本が独自に計算
 - 線量係数はICRP Pub. 68、呼吸率は毎分20L、作業時間は40時間(年2,000時間相当)、放射性エアロソルの粒子径(AMAD: 空気力学的放射能中央径)は5 μm
 - 詳細は、日本原子力研究所・河合ら「ICRPの内部被ばく線量評価法に基づく空气中濃度等の試算」

3) 排気・排液中濃度限度 (Bq/cm³)

- 放射性同位元素を扱う施設等が監視設備を設けて排気・排液中の濃度を監視する場合に、排気・排液口における放射性同位元素の三ヶ月間についての平均濃度に対して定められた濃度限度
- 告示「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」の第十四条で規定。別表第2で、化学系等(第一覧)に応じて、排気(第五欄)と排液(第六欄)について提示
- 公衆の線量限度である年実効線量1 mSvが参照線量
 - IAEA安全基準で示されたものではなく、日本が独自に計算
 - 年間呼吸量及び年間摂取量を使用。環境放出後の拡散は考慮せず
 - ICRP Publ. 66の呼吸気道モデル及びICRP Publ. 72までの体内動態モデルを使用。AMADは1 μm。
- 限度という位置付けではないが、発電用軽水炉施設に対しては、「線量目標値に関する指針(原子力委員会決定)」が定められている
 - 施設周辺の公衆が受ける線量が実効線量で年間0.05 mSvを超えないように、放出管理の目標値を設定

4) 埋設濃度上限値 (Bq/ton)

- ▶ 埋設事業の許可申請を行うことができる低レベル放射性廃棄物中の放射性核種濃度の最大値
 - 上限値を下回る場合でも、直ちに許可がなされるものではなく、個々の埋設施設・計画ごとに安全性が見極められ、可否を判断
 - 国内では、トレンチ処分、ヒット処分、余裕深度処分に区別
 - トレンチ・埋設物種又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則の別表第三で、3核種 (Co-60, Sr-90, Cs-137) に対して設定
 - ヒット・高規則の別表第一で、6核種 (C-14, Co-60, Ni-63, Sr-90, Tc-99, Cs-137) とα核種 (10 Bq/g) に対して設定
 - 余裕深度・核燃料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行例の第三十一条で、4核種 (C-14, Cl-36, Tc-99, I-129) とα核種に対して設定
 - IAEA基準で示されたものではなく、日本が独自に計算
 - 平成22年に、埋設濃度上限値に関する昭和62年基本部会報告の見直しが行われた結果、管理期間終了後における線量基準としては我が国でも1 mSv/年を担保するための値として、0.3 mSv/年を超えない値を採用することが処分方法により適切であるとされた
 - 関連した値として、原子力施設の廃止措置の終了確認の基準 (サイト解放基準) がある
 - 事業者は線量拘束値0.3 mSv/年を用いてALARAであることを証明できるように判断基準値を設定する (JNES報告書)

5) クリアランスレベル (Bq/g)

- ▶ 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第六十一条の二の第一項
 - 原子力事業者等は、工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質についての放射能濃度が放射線による障害の防止のための措置を必要としないものとして原子力規制委員会規則で定める基準を超えないことについて、原子力規制委員会規則で定めるところにより、確認を受けることができる
 - 確認を受けたものは、廃規法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、及びその他の政令で定める法令の適用では、核燃料物質によって汚染された物でないものとして取り扱われる
 - 製錬事業者等における工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質の放射能濃度についての確認等に関する規則の別表第一で、33核種を規定。加工事業者については、同規則別表第二に5核種 (ウラン) を規定
 - 原安委が日本独自の値を計算したが、国際的整合性等の立場から、IAEAが2004年に出版した安全指針RS-G-1.7に示された値を採用することが適切と判断された経緯がある
 - 平成24年には、放射線障害防止法が一部改正され、第三十三条の三において、許可届出使用者、届出版売業者、届出買受業者及び許可廃棄業者に適用されるクリアランス制度が規定された
 - R1汚染物について53核種、放射化物について37核種

6) 指定廃棄物の指定基準 (Bq/kg)

- ▶ 平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法
 - 特措法施行規則第十四条では、特別な管理が必要な程度に事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の指定に係る基準について、事故由来放射性物質であるCs-134についての放射能濃度及びCs-137についての放射能濃度の合計が8,000 Bq/kgと定めている
 - 基準より小さい場合には、一般の廃棄物と同様の方法によって処理されることになる
 - 放射能濃度の合計が100,000 Bq/kgを超える場合には、埋設処分の基準が別に規定されている (特措法施行規則第二十六条)
 - IAEA基準で示されたものではなく、日本が独自に計算
 - 原安委が平成23年6月3日に示した当面の考え方に基づいて、廃棄物を取り扱う作業員及び周辺住民の年間の被ばく線量が実効線量で1 mSvを下回り、埋設処分を終了した最終処分場の周辺住民の年間の被ばく線量が実効線量で0.01 mSvを下回るように設定された

7) A₁値及びA₂値 (TBq)

- 日本における放射性物質輸送に係る規制体系は、主としてIAEA輸送規則に基づいて構築されている
 - ▶ IAEA輸送規則は条約ではないため、法令取り入れに強制力を有するものではないが、IAEA輸送規則は「危険物輸送の国連勧告」(ブルーブック)に取り入れられるため、国際海事機関(IMO)及び国際民間航空機関(ICAO)の条約を通じて、海上及び航空輸送においては、IAEA輸送規則に基づき国内法令への取り入れが行われてきた経緯がある
 - ▶ 航空輸送の国際条約が2015年1月1日から発効されたことを受けて、関連する国内規則の改正が行われたところである
- 放射線障害防止法施行規則における区分(第十八条)
 - ▶ 危険性が極めて少ない放射性同位元素等として原子力規制委員会の定めるもの (L型輸送物)、原子力規制委員会の定める量を超えない量の放射能を有する放射性同位元素等 (A型輸送物)、前号の原子力規制委員会の定める量を超える量の放射能を有する放射性同位元素 (BM型輸送物又はBU型輸送物)
 - ▶ 区分の判断に用いる核種毎の制限値は、放射性同位元素等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示で、示されている
 - 第二条でL型輸送物、第三条でA型輸送物 (A₁値、A₂値)

8) 下限数量及び下限濃度 (Bq, Bq/kg)

- ▶ 1) 下限数量及び下限濃度 (計画被ばく状況—放射線安全) を参照
- ▶ 本項に係る法令としては、A1値及びA2値と同様、船舶安全法、航空法、放射線障害防止法など多岐にわたる
- ▶ しかし、原子炉等規制法では、施設関係が規制免除を取り入れていないため、核原料物質と核燃料物質関連の陸上輸送について、本項は取り入れられていない

9) D値 (放射線源登録制度) (TBq)

- ▶ 平成23年1月より、放射線源登録制度が導入
 - IAEA「放射線源の安全とセキュリティに関する行動規範」に基づく
 - 目的は、危険度の高い個々の線源を特定し、所持、在庫確認等の情報の国への報告を義務付けることで、不法な所持、譲渡、譲受を早期に探知すること
 - 密封された放射性同位元素であって人の健康に重大な影響を及ぼすおそれがあるものを定める告示
 - 告示別表第一覧に、一定の数量以上の密封された放射性同位元素の判断に用いられるD値が与えられている
 - D値以下であれば対象外、D値の10倍以上であればすべての密封された放射線源が対象となる
 - IAEAが2006年8月に出版した“Dangerous qualities of radioactive material (D-values)”で示されたD値

10) 汚染食品基準 (暫定規制値) (Bq/kg)

- 厚生労働省医薬食品局食品安全部長「放射能汚染された食品の取り扱いについて」(平成23年3月17日)
 - ❑ 当面の間、原安委の指針「原子力施設等の防災対策について」で示された指標値を暫定規制値として使用し、これを上回る食品については、食品衛生法第六条第二号で定める「有害な、若しくは有害な物質が含まれ、若しくは付着し、又はこれらの疑いがあるもの」に当たるものとして食用に供されることがないよう販売その他について十分に処置するよう注意
 - ❑ 同指針は、1980年6月に策定され、2010年8月までに14回改訂されていたが、そのうち指標値についてはチェルノブイリ事故やJCO事故の経験を踏まえて、3回改訂されていた
 - ❑ 食品からの被ばくに対する年間の許容線量は、放射性ヨウ素に対しては甲状腺線量等価線量で50 mSv、放射性セシウムに対しては実効線量で5 mSvと設定され、食品カテゴリーごとに線量が割り当てられた。また放射性ヨウ素では一日平均摂取量の全量、放射性セシウムでは半分が汚染食品として想定された。
 - ❑ この食品衛生法上の暫定規制値は、平成24年3月31日まで適用された。平成24年4月1日以降は、後述の規格基準値が適用された。

11) D値 (INES評価尺度)

- 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第六十二条の三において、事故や事象があった場合の主務大臣等への報告が義務付けられている
 - ❑ この報告を受けて、国はINES暫定値を評価し、レベル2以上に分類された事象又は事象発生国以外の公衆の関心が強く情報提供が要求される事象については、INES暫定値を速やかにIAEAに報告することになる
 - ❑ INESの国内適用は1992年より原子力発電所に対して開始されており、その後、放射性同位元素等の使用・保管・廃棄等を行う施設まで対象が拡大され、2010年4月以降は施設外の運搬まで含まれている
- INES評価は、三つの基準(基準1:人と環境に与える影響、基準2:施設における放射線バリアと管理、基準3:深層防護への影響)によって行われる
 - ❑ 人と環境に与える影響について、核種毎に定められたD値の2,500倍を超える放射能が輸送中の放射線源から放出された場合にはレベル5と評価され、同様に250倍を超える場合にはレベル4と評価される。
 - ❑ 深層防護への影響について、放射線源が有する放射能AのD値に対する比(A/D)に応じて、線源カテゴリーが4つ(0.01≦A/D<1, 1≦A/D<10, 10≦A/D<1,000, 1,000≦A/D)に分類される
 - ❑ 詳細は、IAEAが2009年に発行した「INESユーザーマニュアル(2008年版)」を参照

12) 汚染食品基準 (規格基準値) (Bq/kg)

- 厚生労働省では、暫定規制値に適合している食品について、健康への影響はないと一般的に評価され、安全は確保されているとしたものの、より一層、食品の安全と安心を確保するため、食品から許容することのできる放射性セシウムの線量を、年間5 mSvから年間1 mSvに引き下げることの基本として、薬事・食品衛生審議会において新たな規格基準値設定のための検討を行った
 - ❑ 平成24年2月24日の審議会食品衛生分科会において、食品中の放射性物質に係る規格基準値案が了承される
- 厚生労働大臣は、食品衛生法第11条第1項に基づき、「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令」及び「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令別表の二の(一)の(1)に規定に基づき厚生労働大臣が定める放射性物質を定める件」の一部の改正等を行い、食品中の放射性物質の規格基準値が設定された
 - ❑ 飲料水に対する規格基準値である10 Bq/kgに相当する年間線量の約0.1 mSvを差し引いた上で、残りの線量が一般食品に割り当てられた
 - ❑ 放射性セシウムに対する暫定規制値の設定と同様に、流通する食品の50%が汚染されていると想定された
 - ❑ 年齢や性別などにより評価対象の公衆が10区分に分けられ、区分ごとに一般食品の摂取量と経口摂取による線量係数を用いて限度値が導出され、最も低い値(13-18歳の男性:120 Bq/kg)を下回る100 Bq/kgが基準とされた
 - ❑ 乳児用食品と牛乳の規格基準値については、放射線への感受性が高い可能性があると考えられる子どもへの配慮から、独立の区分とし、一般食品の半分の50 Bq/kgとされた

防護上の制限値の導出に関して

早川 信博 (MHI NS エンジ)

2016年2月5日
日本保健物理学会シンポジウム

第2部：「放射性核種ごとの防護上の制限値に関する専門研究会」報告

現状と課題の整理：

防護上の制限値の導出に関して

早川 信博 (MHI NSエンジ)

MHI MHIニュークリアシステムズ・ソリューションエンジニアリング株式会社

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd.
All Rights Reserved.



発表内容と報告書との対応



第2章 国内外における核種ごとの制限値の検討に係る整理	
2.1 国際放射線防護委員会(ICRP)による線量評価体系の構築	8
2.1.1 線量評価に関連するICRP 勧告の変遷	9
2.1.2 内部被ばくに関する最近のICRP の動向	24
2.1.3 今後のICRP 第2専門委員会の動向	29
2.2 放射性核種ごとの防護上の制限値	31
2.2.1 国際規則における核種ごとの制限値の策定経緯	31
2.2.2 国内規則における核種ごとの制限値の策定経緯	41
2.2.3 今後に向けた課題	54
2.3 防護上の制限値の導出	58
2.3.1 数値の算出方法	58
2.3.2 数値導出上の課題	124

MHI MHIニュークリアシステムズ・ソリューションエンジニアリング株式会社 © 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd.
All Rights Reserved.

防護上の制限値



◆ A₁値およびA₂値

A型輸送物の核種ごとの収納放射能限度 [TBq] を定める値

◆ 規制免除値

通常時および事故時に、ヒトへの健康障害のリスクが無視できるレベルであり、それを取り扱う行為などを規制の枠外にできる放射能の濃度[Bq/g]および放射能[Bq]の限度値である。

◆ クリアランスレベル

施設の廃止措置等によって発生する大量の放射性廃棄物を、環境負荷低減等を目的としてリサイクルするために、放射性物質として扱う必要のない区分を設けるためのもの。

◆ 危険量D値

危険量D値は、放射性物質が管理下になくなった場合、被ばくした人が死亡又は生活の質を低下させる深刻な障害を起こし得る放射性物質の量である。

MHI MHIニュークリアシステムズ・ソリューションエンジニアリング株式会社 © 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd.
All Rights Reserved.

A₁値 および A₂値 (SSR-6(SSG-26))



◆ 基本的概念

A型輸送物の核種ごとの収納放射能限度 [TBq] を定める値

- A₁値：非散逸性の個体状放射性物質、または放射性物質を収納している密封カプセル(特別形放射性物質)に対する値
- A₂値：特別形放射性物質以外(非特別形放射性物質)の放射性物質に対する値
- A₁/A₂値は、その他の輸送物の収納限度の尺度としても利用されている。

MHI MHIニュークリアシステムズ・ソリューションエンジニアリング株式会社 © 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd.
All Rights Reserved.

A₁値 および A₂値 (SSR-6(SSG-26))



◆ 想定シナリオ(被ばく経路)

- 光子(中性子)による外部被ばく(Q_A値)
- 電子による外部被ばく(Q_B値)
 - ・ 破損した輸送物から1mの距離に30分間滞在する。
- 吸入摂取による内部被ばく(Q_C値)
 - ・ エアロゾルとして収納放射能の10⁻⁶が吸入摂取される。
- 汚染の転移による皮膚被ばく(Q_D値)
 - ・ 収納放射能の1%が皮膚に5時間付着する。
- サブマージョンによる外部被ばく(Q_E値)
 - ・ ガス状の収納放射能が100%放出され、4回/時の換気が行われる300m³の室内に30分間滞在する。

MHI MHIニュークリアシステムズ・ソリューションエンジニアリング株式会社 © 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd.
All Rights Reserved.

A₁値 および A₂値 (SSR-6(SSG-26))



◆ 収納限度Q値の導出

Q値は以下の基準に基づいて導出される。

- 事故に伴って輸送物の近傍で被ばくする従事者の実効線量又は預託実効線量は、50[mSv]の参照線量を超えてはならない。
- 事故に巻き込まれた従事者の皮膚を含めた組織・器官が受ける線量又は預託等価線量は、0.5[Sv]を超えてはならず、特別な場合として、水晶体は0.15[Sv]を超えてはならない。
- 事故後、従事者が輸送物から1[m]の場所に30分以上留まる可能性は低い。

MHI MHIニュークリアシステムズ・ソリューションエンジニアリング株式会社 © 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd.
All Rights Reserved.

A₁値 および A₂値 (SSR-6(SSG-26))


◆ 参照線量

(預託)実効線量 : 0.05 [Sv] (Q_A, Q_C, Q_E)
 皮膚を含めた個々の臓器の等価線量 : 0.50 [Sv] (Q_B, Q_D)
 水晶体の等価線量 : 0.15 [Sv]

例)

$$Q_C [TBq] = \frac{D}{1 \times 10^{-6} \cdot DC_{inh}} \times C$$

D : 参照線量 0.05 [Sv]
 1×10^{-6} : 輸送物収納量に対する吸入割合 [-]
DC_{inh} : 放射性核種ごとの吸入実効線量係数 [Sv/Bq]
C : 10^{-12} [TBq/Bq]


 収納量がQ_C値 [TBq] 以下であれば、吸入摂取被ばく経路を想定しても線量限度(参照線量)以下となる。

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved

A₁値 および A₂値 (SSR-6(SSG-26))

◆ A₁/A₂値の導出

> A₁: 特別形(飛散しないもの)
 Q_A値とQ_B値のうち、小さい値。
 $A_1 = \min(Q_A, Q_B)$

> A₂: 非特別形(飛散するもの)
 A₁値、Q_C値、Q_D値およびQ_E値のうち、最も小さい値。
 $A_2 = \min(A_1, Q_C, Q_D, Q_E)$

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved

規制免除値 (欧州委員会RP-65)

◆ 基本的概念

通常時および事故時に、ヒトへの健康障害のリスクが無視できるレベルであり、それを取り扱う行為などを規制の枠外にできる放射能の濃度[Bq/g]および放射能[Bq]の限度値である。

◆ 想定シナリオ(被ばく経路)

シナリオ	放射能濃度に関する被ばく経路	放射能に関する被ばく経路
作業者 通常時	A1.1 線源取扱いによる外部被ばく	B1.1 点線源からの外部被ばく
	A1.2 1m ³ 線源からの外部被ばく	B1.2 線源取扱いによる外部被ばく
	A1.3 気体容器からの外部被ばく	
	A1.4 粉塵、揮発性物質の吸入摂取	
	A1.5 汚染した手からの経口摂取	

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved

規制免除値 (欧州委員会RP-65)

◆ 想定シナリオ(被ばく経路)

シナリオ	放射能濃度に関する被ばく経路	放射能に関する被ばく経路
作業者 事故時	通常時と同じ 被ばく時間や発生確率を考慮すると、通常使用時の方が被ばく線量が高くなるため、本項目の計算は実施していない。	B2.1 汚染した手からの外部被ばく
		B2.2 汚染した顔からの外部被ばく
		B2.3 汚染した床面からの外部被ばく
		B2.4 汚染した手からの経口摂取
		B2.5 再浮遊放射能の吸入摂取
		B2.6 エアロゾル、ダスト雲からの外部被ばく
		B2.7 皮膚の汚染
公衆 処分場	A3.1 処分場からの外部被ばく	B3.1 処分場からの外部被ばく
	A3.2 処分場からのダストの吸入摂取	B3.2 処分場からの吸入摂取
	A3.3 処分場での経口摂取	B3.3 処分場の物の取扱いによる皮膚被ばく
		B3.4 処分場での経口摂取

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved

規制免除値 (欧州委員会RP-65)

◆ 規制免除値の導出

- 1[Bq/g]の放射能濃度または1[Bq]の放射能あたりの各被ばく経路における実効線量、皮膚等価線量を計算する。
- 各被ばく経路の実効線量、皮膚等価線量をそれぞれ被ばく経路のグループ毎に合算する。
- 個々のグループ毎の免除値を次式で計算する。

$$\text{グループ毎の免除値(放射能、放射能濃度)} = \frac{\text{線量基準値}}{\text{②合算線量}}$$

	線量基準 [mSv/年]	
	実効線量	皮膚等価線量
普通の状態(通常時)	0.01	50
最悪の状態(事故時)	1	50

④ ③で計算されたグループ毎の免除値のうち、最小値を採用する。

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved

クリアランスレベル (RS-G-1.7(SRS No.44))

◆ 基本的概念

施設の廃止措置等によって発生する大量(1トンのオーダーを超える)の放射性廃棄物を、環境負荷低減等を目的としてリサイクルするために、放射性物質として扱う必要のない区分を設けるためのもの。

◆ 想定シナリオ(被ばく経路)

シナリオ	説明	被ばく対象	関連した被ばく経路
WL	処分場の作業者又はその他の施設の作業者(鑄物工場以外)	作業者	処分場における外部被ばく
			処分場における吸入摂取 汚染物質の直接経口摂取
WF	鑄物工場の作業者	作業者	鑄物工場における機材やスクラップからの外部被ばく
			鑄物工場における吸入摂取 汚染物質の直接経口摂取

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved

クリアランスレベル (RS-G-1.7(SRS No.44))			
◆想定シナリオ(被ばく経路)			
シナリオ	説明	被ばく対象	関連した被ばく経路
WO	その他の作業員(トラック運転手など)	作業員	トラック上の機材又は積み荷からの外部被ばく
RL-C	処分場又はその他の施設の近隣住民	子供(1~2y)	処分場又はその他の施設の付近での吸入摂取
RL-A		成人(17y以上)	処分場又はその他の施設の付近での吸入摂取
RF	鋳物工場の近隣住民	子供(1~2y)	鋳物工場付近での吸入摂取
RH	汚染物質で建てられた住居の住民	成人(17y以上)	住居内での外部被ばく
RP	汚染物質で建てられた公共の場の付近の住民	子供(1~2y)	外部被ばく
			汚染した粉塵の吸入摂取 汚染物質の直接経口摂取

クリアランスレベル (RS-G-1.7(SRS No.44))			
◆想定シナリオ(被ばく経路)			
シナリオ	説明	被ばく対象	関連した被ばく経路
RW-C	私設井戸からの水の使用や汚染した河川からの魚の消費をする住民	子供(1~2y)	汚染された飲料水、魚、及びその他の食品の経口摂取
RW-A		成人(17y以上)	
SKIN	スクラップ置き場や金属リサイクル施設などの埃っぽい環境の作業場(低確率シナリオのみに適用)	作業員	埃っぽい環境の作業場で起こり得る放射性物質を含む粉塵による皮膚汚染

◆線量基準
人工起源放射性核種について、10μSv/年を基準線量に用いる場合に**現実的パラメータ**を使用し、1mSv/年を基準線量として用いる場合には**低確率なパラメータ**を使用する。なお、**皮膚被ばく**の基準線量としては**確定的影響を防ぐため50mSv/年**が用いられる。

クリアランスレベル (RS-G-1.7(SRS No.44))	
◆クリアランスレベルの導出	
各被ばく経路の線量基準に対する放射能濃度を導出	
放射能濃度が最小となる経路の値をクリアランスレベルとする。	
<被ばく経路の例> : 外部被ばく(WL,WF,WO,RH,RPシナリオ)	
$E_{ext,C} = e_{ext} \cdot t_e \cdot f_d \cdot e^{-\lambda \cdot t_1} \cdot \frac{1 - e^{-\lambda \cdot t_2}}{\lambda \cdot t_2}$	
$E_{ext,C}$: 物質中の単位放射能濃度当たりの外部被ばくによる1年間予測実効線量 [(μSv/y)/(Bq/g)] e_{ext} : 照射体系、距離、遮蔽、及び年齢層等に応じた物質中の単位放射能濃度当たりの平均実効線量率 [(μSv/h)/(Bq/g)] t_e : 被ばく時間 [h/y] f_d : 希釈係数 [-] λ : 崩壊定数 [y ⁻¹] t_1 : シナリオ開始前の減衰時間 [y] t_2 : シナリオ期間中の減衰時間 [y]	シナリオ毎にパラメータが異なる。 対象核種(基準線量)によって、一部のパラメータは、 現実的な値と低確率な値 を用いる。

危険量 D値 (EPR-D-VALUES 2006)	
◆基本的概念	
危険量D値は、 放射性物質が管理下になくなった場合 、被ばくした人が 死亡 又は生活の質を低下させる 深刻な障害 を起こし得る放射性物質の量であり、最小臨界量と化学的毒性も考慮している。 飛散しない場合(D₁値) と 飛散する場合(D₂値) に分類して評価し、低い値をD値とする。D値では以下の健康障害を考慮している。また、セキュリティ分野でも利用される。	
>	致死性の障害として、赤色骨髄、結腸障害、肺炎、重篤な皮膚影響
>	非致死性の障害として、軟組織の壊死、甲状腺の壊死・炎症、白内障、不妊・排卵・精子増殖抑制など

危険量 D値 (EPR-D-VALUES 2006)	
◆想定シナリオ(被ばく経路)	
I. ポケット	遮蔽のない線源(500gまで)をポケットに保有(10時間)し、近接の 軟組織 に影響を及ぼす。
II. 室内	室内に放置された遮蔽のない線源(1tonまで)が放置され(100時間)、 全身に被ばく する。
III. 吸引	火災、爆発によって飛散した空気中(300m ³ の室内)の放射性物質の1×10 ⁻⁴ の割合を吸引し、30分滞在し、 内部被ばく を受ける。
IV. 経口摂取	火災、爆発によって飛散した汚染により、不注意で経口摂取する場合と、汚染された飲料水を飲む場合(1000m ³ の水に全て溶解し2%/日で5日間)に、 内部被ばく を受ける。
V. 汚染	火災、爆発により飛散した放射性物質が皮膚に付着し(全放射能の内1×10 ⁻² が5時間付着)、 皮膚の外部被ばく を受ける。
VI. 浸漬	火災、爆発により、放射性の 希ガス が室内(300m ³)に充滿し、30分間滞在して 外部被ばく を受ける。

危険量 D値 (EPR-D-VALUES 2006)			
◆参考レベル(専門家アプローチ)			
参考レベルの線量は、それを超えなければ、被ばくを受けた人に 影響の発現を避けられる線量 のことである。			
外部被ばくによる重篤な確定的健康影響の発現に関する参考レベル(D ₁ 値)			
被ばく経路	影響	決定臓器・組織	参考レベル [Gy]
隣接線源からの軟組織の被ばく	軟組織の壊死	軟組織	25
表面汚染からの接触被ばく	湿性落屑	皮膚基底膜	25
遠隔線源又はイマージョンからの全身被ばく	注) 参照	胴	1
注) 数値は全身均等照射による重篤な確定的健康影響の発現に対する最小の参考線量である。			

危険量 D値 (EPR-D-VALUES 2006)

◆ **参考レベル(専門家アプローチ)**
 参考レベルの線量は、それを超えなければ、被ばくを受けた人に**影響の発現を避けられる線量**のことである。

内部被ばくによる重篤な確定的健康影響の発現に関する参考レベル(D₂値)

被ばく経路	影響	臓器・組織	放射性物質の特性	参考レベル	
				数値 [Gy]	Δ [d]
吸入又は経口摂取	造血器症候群	赤色骨髄	あらゆる放射性核種	1	2
吸入摂取	肺炎	呼吸気道胸郭領域	タイプS ^{a)} 、長寿命の高LET放射線放出体	25	365
			タイプS ^{a)} 、長寿命の ⁹⁰ Sr放出体 (⁹⁰ SrTiO ₂ ^{b)})	40	365
			その他の低LET放射線放出体	6	2
吸入又は経口摂取	甲状腺機能低下症	甲状腺	甲状腺集積放射性核種	5	365

a) タイプSは肺からの遅い吸入を指す
 b) 不溶性⁹⁰Sr化合物の特殊なケース

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved.

危険量 D値 (EPR-D-VALUES 2006)

◆ **閾値レベル(リスクアプローチ)**
 閾値レベルとは、理論的に、被ばくを受けた人の**5%に影響**を引き起こす線量である。

外部被ばくからのRBE荷重線量の閾値レベル(D₁値)

被ばく経路	影響	臓器・組織	閾値レベル [Gy-Eq]
隣接線源からの軟組織の被ばく	軟組織の壊死	軟組織	25
表面汚染からの接触被ばく	湿性落屑	皮膚真皮	10
遠隔線源又はイマージョンからの全身被ばく	注) 参照	胴	1

注) 数値は全身均等照射による重篤な確定的健康影響の発現に対する最小の閾値線量である。

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved.

危険量 D値 (EPR-D-VALUES 2006)

◆ **閾値レベル(リスクアプローチ)**
 閾値レベルとは、理論的に、被ばくを受けた人の**5%に影響**を引き起こす線量である。

内部被ばくからの預託RBE荷重線量の閾値レベル(D₂値)

被ばく経路	影響	標的臓器・組織	閾値レベル	
			数値 [Gy-Eq]	Δ [d]
吸入又は経口摂取	造血器症候群	赤色骨髄	0.2 (Z ≥ 90) 2 (Z ≤ 89)	30
吸入摂取	肺炎	呼吸気道肺胞-間質領域	30	30
吸入又は経口摂取	胃腸症候群	結腸	20	30
吸入又は経口摂取	甲状腺機能低下症	甲状腺	2	365

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved.

危険量 D値 (EPR-D-VALUES 2006)

◆ **D₁値の導出(専門家アプローチ; ^ED₁値)**
 使用するシナリオは**飛散しない線源**による以下の2つである。

- 隣接線源からの局所被ばくを対象とする“**ポケット**”シナリオ(シナリオ I)
- 遠隔線源からの全身被ばくを対象とする“**室内**”シナリオ(シナリオ II)

E_{A_I} : 軟組織に重篤な確定的健康影響を引き起こしうる初期放射能 [Bq]
 M_I : シナリオ I の質量限度 5×10^2 [g]
 $E_{A_{II}}$: 胴に重篤な確定的健康影響を引き起こしうる初期放射能 [Bq]
 M_{II} : シナリオ II の質量限度 1×10^6 [g]
 A_C : 最小臨界量 [Bq]

$E_{D_1} = \min\{E_{A_I}, E_{A_{II}}, A_C\}$

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved.

危険量 D値 (EPR-D-VALUES 2006)

◆ **D₂値の導出(専門家アプローチ; ^ED₂値)**
 使用するシナリオは**飛散した放射性核種**による以下の4つである。

- 吸入摂取(シナリオ III E)
- 経口摂取(シナリオ IV)
- 皮膚汚染(シナリオ V)
- 放射性希ガスからのイマージョン(シナリオ VI)

$E_{A_{III-VI}}$: 各シナリオで対象臓器・組織に重篤な確定的健康影響を引き起こしうる初期放射能 [Bq]
 M_{III-VI} : 各シナリオの質量限度 [g]

$E_{D_2} \equiv E_{A_{2,VI}}$ (希ガス: ⁸⁵Kr)
 $E_{D_2} = \min\{E_{A_{III-E}}, E_{A_C}, A_C\}$ (その他の核種)

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved.

危険量 D値 (EPR-D-VALUES 2006)

◆ **D₁値の導出(リスクアプローチ; ^RD₁値)**
 使用するシナリオは**飛散しない線源**による以下の2つである。

- 隣接線源からの局所被ばくを対象とする“**ポケット**”シナリオ(シナリオ I)
- 遠隔線源からの全身被ばくを対象とする“**室内**”シナリオ(シナリオ II)

R_{A_I} : 軟組織に重篤な確定的健康影響を引き起こしうる初期放射能 [Bq]
 M_I : シナリオ I の質量限度 5×10^2 [g]
 $R_{A_{II}}$: 胴に重篤な確定的健康影響を引き起こしうる初期放射能 [Bq]
 M_{II} : シナリオ II の質量限度 1×10^6 [g]
 A_C : 最小臨界量 [Bq]

$R_{D_1} = \min\{R_{A_I}, R_{A_{II}}, A_C\}$

© 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved.

危険量 D 値 (EPR-D-VALUES 2006)

◆ **D₂ 値の導出 (リスクアプローチ; ^RD₂ 値)**
 使用するシナリオは飛散した放射性核種による以下の4つである。

- 吸入摂取 (シナリオⅢR) ➢ 経口摂取 (シナリオⅣ)
- 皮膚汚染 (シナリオⅤ) ➢ 放射性希ガスからのイマージョン (シナリオⅥ)

^RA_{Ⅲ~Ⅵ} : 各シナリオで対象臓器・組織に重篤な確定的健康影響を引き起こしうる初期放射能 [Bq]
^M_{Ⅲ~Ⅵ} : 各シナリオの質量限度 [g]
^RD₂ = min{^RA_Ⅵ, A_C} (希ガス)
^RD₂ = min{^RA_{ⅢR}, ^RA_Ⅳ, ^RA_Ⅴ, A_C} (他の核種)

MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. © 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved.

危険量 D 値 (EPR-D-VALUES 2006)

◆ **D 値の導出**

それぞれの計算アプローチにおいて、D₁値とD₂値の小さい方をD値とする。

【専門家アプローチ】
 $E D = \min\{E D_1, E D_2\}$

【リスクアプローチ】
 $R D = \min\{R D_1, R D_2\}$

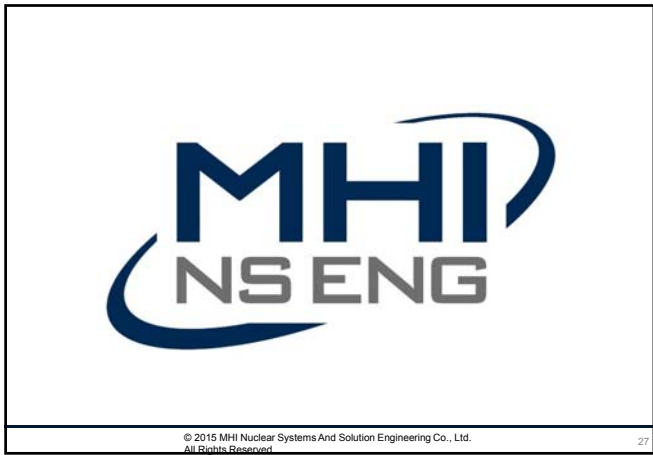
MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. © 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved.

数値導出上の課題

◆ **最新知見による見直し**

- 参照線量、被ばく経路等の見直しについては、**被ばく状況のタイプ** (計画、緊急時被ばく状況)、事故の**発生頻度**、被ばく**カテゴリー** (職業被ばく、**公衆被ばく**)等について考慮し、**輸送の実態に即して検討**する必要がある。
- ICRP最新データへの更新 (**線量換算係数**、**核データ**)
 ICRP Publ.116 (外部被ばく線量換算係数)、Publ.107 (核データ)
- 評価方法の高度化
 皮膚組成の模擬、制動放射電子の自己残留遮蔽効果など ➡ **モンテカルロ法コードの活用**
 体内におけるコンプトン散乱・光電効果 (最新換算係数ICRP116で考慮)

MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. © 2015 MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd. All Rights Reserved.



線量評価に関して

岩井 敏（原安進）

日本保健物理学会 専門研究会
放射性核種ごとの防護上の制限値

—線量評価に関して—

説明者
岩井 敏 (JANSI)

このプレゼンと報告書との対応

- 第2章 国内外における核種ごとの制限値の検討に係る整理
- 2.1 国際放射線防護委員会(ICRP)による線量評価体系の構築
 - 2.1.1 線量評価に関連するICRP勧告の変遷
 - 2.1.2 内部被ばくに関する最近のICRPの動向
 - 2.1.3 今後のICRP第2専門委員会の動向
 - 2.2 放射性核種ごとの防護上の制限値
 - 2.2.1 国際規則における核種ごとの制限値の策定経緯
 - 2.2.2 国内規則における核種ごとの制限値の策定経緯
 - 2.2.3 今後へ向け課題
 - 2.3 防護上の制限値の導出
 - 2.3.1 数値の算出方法
 - 2.3.2 数値導出上の課題
- 第3章 国内外における核種ごとの制限値の見直し動向
- 3.1 国外における核種ごとの制限値の見直し動向
 - 3.1.1 英国における検討の概要
 - 3.1.2 IAEAの輸送安全基準委員会の状況
 - 3.1.3 国外における今後の取り組み予想
 - 3.2 国内における核種ごとの防護上の制限値評価の動向
 - 3.2.1 外部被ばく評価
 - 3.2.2 内部被ばく評価
 - 3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

線量評価に関するICRP勧告の変遷
(内部被ばく)

主勧告	Pub. 1, 6, 9 決定勧告	Pub. 26 実効線量当量	Pub. 60 実効線量	Pub. 103 実効線量
標準人データ・ファントム	Pub. 2 球体ファントム	Pub. 23 解剖学的データ	Pub. 66 解剖学的データ追加、細分化・胎児データ	Pub. 110 ボクセルファントム
内部被ばく 動態挙動モデル	呼吸器系 Pub. 2 呼吸性、塵降性(不揮発性)	Pub. 19 呼吸器系モデルの原型	Pub. 30 呼吸器系モデル D, M, Y	Pub. 110 Pub. 66の改訂
	消化管系	Pub. 2 胃、小腸、大腸上部、大腸下部	Pub. 30 胃腸管モデル	Pub. 110 ヒト消化管モデル
	組織系動員	Pub. 2 骨、軟組織、脂肪、骨髄、腎臓、肝臓、脾臓、膵臓、甲状腺、乳腺、卵巣、子宮、膀胱、皮膚、骨髄、骨髄嚢、骨髄嚢、骨髄嚢、骨髄嚢	Pub. 30 骨髄嚢モデル	Pub. 110 職業人
放射線データ	Pub. 2	Pub. 30 (800核種以上)	Pub. 107 (135核種)	
線量係数 (Sv/Bq)	Pub. 2 職業人 (成人)	Pub. 30, 40 職業人 (成人)	Pub. 60 職業人 (成人)	Pub. 72 職業人 (成人)
個人モニタリング (作業員)	Pub. 10	Pub. 54 (熟習者、排洩者)	Pub. 70 (公衆の成人モデル反映)	(Pub. 103) 作業員の

線量評価に関するICRP勧告の変遷
(内部被ばく - 特殊ケース)

主勧告	Pub. 26 実効線量当量	Pub. 60 実効線量	Pub. 103 実効線量
内部被ばく	Pub. 53		Pub. 106 (Addendum3)
	放射性医薬品	Pub. 62 (Addendum1)	Pub. 80 (Addendum2)
	胚・胎児	Pub. 88	
乳児	Pub. 95		

線量評価に関するICRP勧告の変遷
(外部被ばく)

主勧告	Pub. 1, 6, 9 決定勧告	Pub. 26 実効線量当量	Pub. 60 実効線量	Pub. 103 実効線量
標準人データ・ファントム	Pub. 21 先進型スラブファントム - 四肢短縮型 Alfara-Fantoms (実用版)	Pub. 23 解剖学的データ (MIRD-5型ファントム)	Pub. 66 解剖学的データ追加、細分化・胎児データ	Pub. 110 ボクセルファントム
外部被ばく 線量換算係数	Pub. 21	Pub. 51 (Pub. 26ベース)	Pub. 74 (Pub. 60ベース)	Pub. 110 (Pub. 103ベース)

内部被ばくに関する最近および今後のICRP動向(2)

- 公衆の内部被ばくの線量係数等の改訂
 - ・公衆年齢別 (Part_1およびPart_2)
 - ・胚・胎児
 - ・乳児
- 線量計算用ファントム
 - ・成人
 - ・子供 (3か月乳児、1歳、5歳、10歳、15歳 (男/女))
 - ・胎児、妊娠女性

内部被ばくに関する最近および今後のICRP動向(1)

Occupational Intakes of Radionuclides Part1~5		
Part_1	・体内動態挙動モデルの総論 ・個人モニタリング方法論 ・新しい用語(DUPI, DUPC, S値等)	Pub.130
Part_2	14元素 (H,C,P,S,Ca,Fe,Co,Zn,Sr,Y,Nb,Mo,To)組織 系動態挙動モデル、線量係数(Sv/Bq)、 モニタリングデータ	
Part_3	14元素 (Ru,Sb,Te,I,Cs,Ba,Ir,Pb,Bi,Po,Rn,Ra,Th,U) 組織系動態挙動モデル、線量係数 (Sv/Bq)、モニタリングデータ	
Part_4	ランタノイド、アクチノイド元素	
Part_5	上記以外44元素	

国内における外部被ばく線量評価に関する動向(1)

①最近の外部被ばく線量評価方法に関するワークショップ(原研_保健物理部/原子炉工学部) ・第1回(1991) ・第2回(1996) ・第3回(2002)
②放射線防護に用いる線量概念の専門研究会 (保健物理学会)(1996)
③線量概念検討ワーキンググループ (原子力学会_放射線工学部会)(2011)

国内における外部被ばく線量評価に関する動向(2)

—最近の外部被ばく線量評価方法に関するワークショップ—

第1回 (1991)	①ICRP Pub.60による新たな線量概念と従来の線量概念の関係 の関係(放射線加重係数と線量係数、実効線量と実効線量当量、等 価線量と組織線量当量) ②高エネルギー放射線防護(大型加速器、ISS計画) 換算係数(光子、中性子、高エネルギー荷電粒子)試算 →SATIF(OECD/NEA)、ICRP Pub.116、Pub.123) ③実用量と防護量の関係(保守的か?)
第2回 (1996)	①実用量は必要か?(防護量と実用量の2本立ての体系) ②実用量と法規(1cm線量当量、70μm線量当量)
第3回 (2002)	①中性子線量計校正法に関する研究会立上げ→保健物理学会 ②中性子校正場の情報と知見のまとめ→ISO12789-1:2008等 ③国内の中性子場の情報まとめ→原子力学会から公表 ④高エネルギー中性子の線量評価の議論(ICRU実用量との関係等)

国内における外部被ばく線量評価に関する動向(3)

放射線防護に用いる線量概念の専門研究会(保健物理学会)2005

議論された課題

- ・放射線加重係数と線量係数の整合性(とくに10MeVの中
性子和陽子)
- ・放射線加重係数の持つbilocality(両地点性)
- ・線量係数Q(L)の根拠の明確化
- ・防護量と実用量の2本立て(dual)な線量体系は必要か?
(←第2回_最近の外部被ばく線量評価方法に関する
ワークショップ)

国内における外部被ばく線量評価に関する動向(4)

線量概念検討ワーキンググループ(原子力学会_放射線工学部会)
2011~2012

議論された課題

- ・福島事故後での“正しい線量概念”の理解と普及
 - ・無限平板線源における“周辺線量当量”、“個人線量当量”
と“実効線量”の関係
- ⇒日本原子力学会誌 55(2) 83-96 (2013)

国内における内部被ばく線量評価に関する動向(1)
—研究会活動—

1991-1992	体内被ばく線量評価コード専門研究会	保健物理学会
1993-1994	ICRP新呼吸気道モデル専門研究会	保健物理学会
2004-2005	ウランの健康影響専門研究会	保健物理学会
2004-2005	ファントムの開発及び利用に関する専門研究 会	保健物理学会
2006-2007	内部被ばくに評価のための体外計測器に関す る標準校正法専門研究会	保健物理学会
2007-2008	ICRP新消化管モデル専門研究会	保健物理学会
2012-2013	体外計測に関する標準計測法の策定に関する 専門研究会	保健物理学会

国内における内部被ばく線量評価に関する動向(2)
 -内部被ばく計算コード(1)-

ICRP Pub.30モデルに基づくコード

IDES	放医研
DOSDAC	原研
PIEDEC	三菱原子力
TOSDAC-1	東芝

13

国内における内部被ばく線量評価に関する動向(3)
 -内部被ばく計算コード(2)-

ICRP Publ.60主勧告以降のモデルに基づくコード

INDES/IDEC	原研(科技庁)
MONDAL3	放医研
REIDAC	JAEA
DSYS	JAEA
BRAID	JNES→規制庁

コードのV&V

14

まとめ

- 第2章 国内外における核種ごとの制限値の検討に係る整理
 - 2.1 国際放射線防護委員会(ICRP)による線量評価体系の概要
 - 2.1.1 線量評価に関連するICRP勧告の変遷
 - 2.1.2 内部被ばくに関する最近のICRPの動向
 - 2.1.3 今後のICRP専門委員会委員会の動向
 - 2.2 放射性核種ごとの防護上の制限値
 - 2.2.1 国際規則における核種ごとの制限値の策定経緯
 - 2.2.2 国内規則における核種ごとの制限値の策定経緯
 - 2.2.3 今後へ向けた課題
 - 2.3 防護上の制限値の導出
 - 2.3.1 数値の算出方法
 - 2.3.2 数値導出上の課題
- 第3章 国内外における核種ごとの制限値の見直し動向
 - 3.1 国外における核種ごとの制限値の見直し動向
 - 3.1.1 英国における検討の概要
 - 3.1.2 IAEAの輸送安全基準委員会の状況
 - 3.1.3 国外における今後の取り組み予想
 - 3.2 国内における核種ごとの防護上の制限値評価の動向
 - 3.2.1 外部被ばく評価
 - 3.2.2 内部被ばく評価
 - 3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

15

輸送安全基準に関して

近内 亜紀子（海技研）

平成28年2月5日
日本保健物理学会シンポジウム

**日本保健物理学会 専門研究会
放射性核種ごとの防護上の制限値**

**国内外の動向調査
輸送安全基準に関して**

海上技術安全研究所
近内亜紀子

本発表の報告書該当箇所

第3章 国内外における核種ごとの制限値の見直し動向

3.1 国外における核種ごとの制限値の見直し動向

3.1.1 英国における検討の概要
3.1.2 IAEAの輸送安全基準委員会の状況
3.1.3 国外における今後の取り組み予想

3.2 国内における核種ごとの防護上の制限値評価の動向

3.2.1 外部被ばく評価
3.2.2 内部被ばく評価
3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

2

目次

1. IAEA放射性物質安全輸送規則について
基礎的数値 (A₁/A₂値、規制免除値)の意味

2. 報告書内容紹介

- 国外における核種ごとの制限値の見直し動向 (英国及びIAEA、2007年頃～現在)
- 基礎的数値に関する今後の見通し

3

IAEA放射性物質安全輸送規則

- IAEA放射性物質安全輸送規則 (IAEA輸送規則)は、国連危険物輸送勧告 (モデル規則)の一部として、IAEAが国連に委託されて作成している。
- 国連モデル規則は、2年ごとに改定され、輸送方法毎の国際規定である、IMDG code (海上輸送)及びICAO-TI (航空輸送)に反映されている。
- IAEA輸送規則は、規則見直しは2年ごと(奇数年)に行い、TRANSSECで合意された場合のみ改定が行われる。
- IAEA輸送規則の各国規則への取入れは任意であるが、その内容が反映されたIMDG Code及びICAO-TIは条約によって義務化されており、結果的に各国規則に導入されている。

4

IAEA輸送規則における基礎的数値

- A₁ (特別形)/A₂ (非特別形)値
→ 輸送物分類の基準
- 規制免除値
→ 規制要否判断、BSSと同じ値 (但し、BSSの対象核種は約800核種)

↑ B型輸送物
A₁/A₂値
↓ A型輸送物
L型輸送物
規制免除値
↓ 輸送規則による規制が免除される

※BSS(Basic Safety Standards):
放射線防護に関するIAEAの安全基準

Radionuclide (except plutonium)	Activity concentration limit for transport (Bq/g)		Activity limit for exempt quantities (Bq)	Activity limit for surface contamination (Bq/cm ²)
	A ₁	A ₂		
Au-198 (99)	8 × 10 ⁴	8 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
Au-225 (14)	9 × 10 ⁴	9 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
Au-227 (18)	8 × 10 ⁴	5 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
Bi-210 (47)	2 × 10 ⁴	2 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
Ag-108 (48)	7 × 10 ⁴	7 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴ (A ₁)	3 × 10 ⁴ (A ₁)
Ag-110m (48)	8 × 10 ⁴	8 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
Ag-111 (48)	2 × 10 ⁴	8 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
Aluminum (33)	1 × 10 ⁴	1 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
Am-241 (99)	1 × 10 ⁴	1 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
Am-243 (99)	1 × 10 ⁴	1 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴ (A ₁)	3 × 10 ⁴ (A ₁)
Am-243 (48)	5 × 10 ⁴	1 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴ (A ₁)	3 × 10 ⁴ (A ₁)
As-75 (33)	4 × 10 ⁴	4 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
As-76 (48)	4 × 10 ⁴	2 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
As-77 (48)	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
Ar-41 (33)	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
As-74 (99)	4 × 10 ⁴	4 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
As-76 (99)	1 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴
As-77 (99)	3 × 10 ⁴	7 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴	3 × 10 ⁴

382核種

A₁/A₂値による輸送物の違い

A型輸送物

テクネチウム製剤

B型輸送物

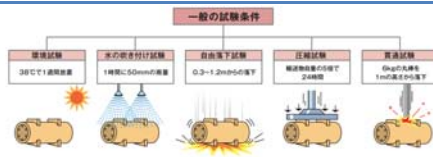
外装例

原子力委員会原子力防護専門委員会資料より抜粋

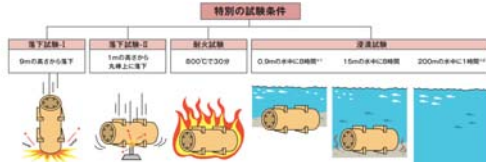
日本保健物理学会シンポジウム 放射性核種ごとの防護上の制限値 2016年2月5日

輸送物分類による試験要件の違い

A型輸送物



B型輸送物



(注) 輸送容器は、その中に収納される核燃料物質等の放射線の量及び濃度等によりP型、L型、A型、B型に区分される

本図は、B型(総合型)輸送物の技術基準に基づき試験条件

※1 部分放射性輸送物

※2 放射線の放射線量が10A₂値を超える場合

原子力エネルギー部編纂 2015.10.19現在

英国における検討の概要(報3.1.1)

- IAEA輸送規則に核種ごとの規制値が導入されたのは、1973年出版からであるが、ICRP Publ.60(1990年勧告)の出版を受けて値の見直しがなされた。そのとき英国NRPBが中心的な役割を果たした。
- ICRPにおける被ばく評価モデルの見直しを受けて、HPAは英国運輸省(DfT)の委託により、2008年頃から現行のA₁値、A₂値及び規制免除値を見直す準備を進め、その検討用ツールとして、現行値を再現するためのプログラムSEALの開発を始めた。
- その開発・検討状況については、TRANSSC 17(2008年10月)、TRANSSC 19(2009年10月)、TRANSSC 20(2010年6月)等に報告された。(TRANSSC=IAEA輸送安全基準委員会)

NRPBは、2005年4月から英国健康保護局(HPA)の一部となり、HPAIは2013年4月から英国公衆衛生庁(PHE)と名称が変更された。



TRANSSCにおける検討(報3.1.2)

2007年規則見直しサイクルに提出された基礎的数値関連提案

提案番号	提案概要	審議結果
USA/07/04	Ir-193m, Ba-135m, Ge-69の基礎的数値の第1表への追加。	現在進行中の英国のプロジェクトの一部であり、継続課題であることに留意する。
USA/07/05	基礎的数値見直しの必要性	仏国、英国、米国、独国が興味を示した。BSSの規制免除値が計算される時に値を確認することとした。
USA/07/16	天然ウランと天然トリウム中のA ₂ 値(無資源)は長寿命の子孫核種(Ra226等)の影響を考慮し、見直す必要がある	WGはU及びThの崩壊系列を考慮した計算結果を次回TRANSSCに示すことが求められた。

→ 規則改定が行われないことが決定。

2009年規則見直しサイクル

提案番号	提案概要	審議結果
JPN/09/03	BSS及びNo.40に規定された各種との比較を行い、取扱核種に差異があることを示したうえで、輸送規則においては半減期が10日以内の各種は親核種の評価に含めることとしているが、いくつかの核種は半減期が10日以上であり、親核種が第2表に含まれていないにもかかわらず規定されていないことを指摘し、第2表の核種見直しを提案	提案に同意 現在進行中のHPA作業と一緒に検討することとする。
USA/09/01	現在第2表の核種一覧に含まれていないIr-193m, Ba-135m, and Ge-69も使用頻度が高いとし、基礎的数値を第2表に追加することを提案	提案に同意 現在進行中のHPA作業と一緒に検討することとする。

→ 規則は改定されたが、基礎的数値に関する改定は、ICRP出版後に行われることとなった。

日本保健物理学会シンポジウム 放射性核種ごとの防護上の制限値 2016年2月5日

TRANSSC 20(2010年)において示された方針

- ICRPの新しい線量換算係数はまだ発行されない。
- 従って、現行の基礎的数値を維持する。
- 一方で、新しい線量換算係数が発行された際にその全核種への適用をするための検討を進める。
- 計算モデルの適切なパラメーターを決定する。(子孫核種の取扱い等)
- 再計算後、IAEA輸送規則とBSS両方の数値を更新する必要があるかを決定する(追補として)。

TRANSSC 20: Agenda item 4.7資料より引用

2013年規則見直しサイクル

No	提案国	提案概要	審議結果
2	日本	放射性核種基礎的数値導出方法検討の提案	仏提案(No.40)と統合
40	仏国	放射性核種基礎的数値検討作業部会(WG)設置の提案	日本提案(No.2)と一緒に、基礎的数値WGにて解決を目指す
45	ブラジル	短半減期核種輸送時の課題の指摘	検討は必要であるとしたが、具体的な解決策はまだまだ
50	WNTI	放射性核種基礎的数値の子孫核種の明確化	No.2及びNo.40に包含されるため削除

→ TRANSSCが、規則改定を行わないことを決定、2015年規則見直しサイクルに再提案を要請。

日本提案(No.2)の要旨

- 放射線防護専門家からなる研究プロジェクト又は研究グループは以下の実施を開始すべきである。
- 現行のQシステムにおいてA₁/A₂値を導く上であいまいが発見されたプロセスにおいて同意された方法を確立する。次の項目を含め、必要に応じA₁/A₂値計算プログラム"SEAL"に反映する。
- 子孫核種に対する同意された処理を確立する。
- 輸送に対する規制免除値を導出するために輸送特有のシナリオを評価する。
- 第2表に掲載すべき放射性核種を決定する(現行約400核種 vs BSS約800核種)。
- ICRPによる新規の線量換算係数の発行後、同意された方法に基づいてA₁/A₂値及び規制免除値を決定する。
- 計算過程の明確な記録を維持するために、SSG-26(助言文書)の付録1を改定する。SSG-26付録1-IIは、TECDOC又は技術概観書といった別の文書に置き換えることも可能である。

→ 関心国によるWGが開始された。

日本保健物理学会シンポジウム 放射性核種ごとの防護上の制限値 2016年2月5日

RASSC/TRANSSC間の意見交換

2014年6月 TRANSSC 28会期中

○TRANSSC代表

- 基礎的数値の見直し手順としては、まずは輸送規則でのみ用いられているA₁/A₂値の計算方法について見直しを行い、次に規制免除値の計算方法について見直しを行う予定。
- A₁/A₂値に関する最初のWGは2014年7月17-18日に開催される予定で、規制免除に関する作業は2015年に開始される見込み。
- これまでに、英、仏、独、日が基礎的数値計算方法の見直しを行い、いくつかの課題を特定している。
- IAEA/BSSにおいては、規制免除値は各国の差異を認めているが、国際輸送においては統一されていることが必要であることを強調。

○RASSC(放射線安全基準委員会)事務局

- BSSの規制免除値に関しては加盟国から明確化を求めるコメントが提出されており、輸送規則との違いも指摘されている。
- 現時点でRASSCは規制免除値に関する作業を実施する予定はないが、将来的には基礎的数値を議題として含む技術会合を開くことが予定されており、基礎的数値国際WGの作業後に開催するのが適当だろう。
- 基礎的数値国際WGの活動は、RASSCだけでなく、WASSC(廃棄物安全基準委員会)も関心があるだろう。

日本保健物理学会シンポジウム 放射性核種ごとの防護上の制限値 2016年2月5日

2015年規則見直しサイクル

提案ID	SSR-6	SSG-26	提案概要	結果
CA/2015/21	Table2	—	Ni-57, Sr-83の基礎的放射性核種値を追加する。	○
USA/2015/09	Table2	—	Ir-193m, Ba-135m, Ge-69のA1, A2, 規制免除放射能濃度, 規制免除放射能量をTable2に追加する。	○
USA/2015/11	Table2	—	脚注(a)からAr-42とTe-118を削除する。	○
USA/2015/12	Table2	—	脚注(a)にRu-125, Cd-109, Pd-109を追加する。	継続課題
CA/2015/17	Table2	—	親核種とその子孫核種を扱う脚注(b)の要件をどう適用するか検討する。(第2表脚注(b)の規制免除値における永続平衡の取扱い明確化)	WNTL/2015/02に統合
CA/2015/18	Table2	—	親核種の放射能のみを考慮することを規定する。(第2表脚注(b)の規制免除値における永続平衡の取扱い明確化)	WNTL/2015/02に統合
D/2015/02	Table2 脚注(b)	—	Table2脚注(b)を親核種のみ放射能/放射能濃度を規定するよう改定する。(第2表脚注(b)の規制免除値における永続平衡の取扱い明確化)	WNTL/2015/02に統合
WNTL/2015/02	Table2 脚注	—	親核種のみ放射能を考慮することを規定する。(第2表脚注(b)の規制免除値における永続平衡の取扱い明確化)	○
USA/2015/06	—	Table3, 407.1	Table3を用いる際に短寿命核種をどう取り扱うか明確化する助言文書を追加する。	継続課題
F/2015/05	—	付録 I, II	国際WGにおいて最新情報及び合意した方法でA ₁ , A ₂ 値の計算方法をレビューした。いくつかの核種について部分的な結果が得られた。できるだけ多くの核種について計算し、また、規則の表に規定されたA ₁ , A ₂ 値計算方法をSSG-26に記載するために、本作業を完了する必要がある。 WGからの提案	継続課題
USA/2015/10	Table2	—	A ₁ 値が無制限と記載されている場合の永続平衡におけるU及びThの母核系列でのA ₂ 値を計算する方法をどう明確化するか検討する。	継続課題



日本保健物理学会シンポジウム 放射性核種ごとの防護上の制限値 2016年2月5日

13

基礎的数値に関する今後の見通し(報3.1.3)

- 放射性医薬品を用いた診断・治療の高度化により、これまで規定されていなかった核種の規則化が、新たに求められている。
- 現在改定中のIAEA輸送規則においては、5核種 (Ir-193m, Ba-135m, Ge-69, Ni-57, Sr-83) の基礎的数値が表に追加される予定。
- A₁/A₂値算出の計算方法については、明確化やICRP放射線データの更新等の議論が必要。
 - ICRP放射線データの更新
 - 子孫核種の取扱い明確化
 - 作業者の被ばくシナリオ
 - 水晶体の線量限度考慮、等
- BSSに規定されている規制免除値についても、今後議論がなされる予定。RASSCとTRANSSCの協調が必要。



14



ご清聴ありがとうございました。

TRANSSC等の資料公開URL
<http://www-ns.iaea.org/committees/transsc/>

日本保健物理学会シンポジウム 放射性核種ごとの防護上の制限値 2016年2月5日

今後の取り組みについて

山中庸靖（元、日立製作所）

2016年2月5日(金) 東京大学工学部5号館53号講義室
 日本保健物理学会シンポジウム【第二部】
 放射性核種ごとの防護上の制限値に関する専門研究会報告

第3章 国内外における核種ごとの制限値の見直し動向
 3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価
 ← 本専門研究会の ともそも(抑も)

第4章 今後の国際基準策定の議論に参加するための検討
 ← まとめ(纏め)

説明担当 山中 庸靖

1

ともそも 本専門研究会は

- IAEAでは'73年から核種ごとに輸送物収納放射能を制限
- ICRP Publ.の大改訂の都度、核種ごとに制限値を見直し
- 見直準備段階で英国HPAが数値再現上の問題点を指摘
- これを受けて国内でも数値再現計算を実施し課題を把握
- 規制免除、クリアランス、D値に範囲を広げ**研究会が発足**


2

IAEA放射性物質安全輸送規則の改訂経緯

輸送規則	1973年版	1985年版	1996年版	今後改訂
誘導システム	旧Qシステム	Qシステム	Qシステム	Qシステム
シナリオ事例A1	3m×3時間	1m×30分	1m×30分	1m×30分
単位	Ci	TBq(Ci)	TBq	TBq
主動告	ICRP6,9	ICRP26(1977)	ICRP60(1990)	ICRP103(2007)
線量限度	ICRP6	ICRP26	ICRP60	ICRP103
摂取限度	ICRP2	ICRP30	ICRP66	ICRP130
放射線データ	ICRP2	ICRP38	ICRP38	ICRP107
線量換算係数	ICRP21	ICRP51	ICRP74	ICRP116
線量係数	ICRP2	ICRP30,48	ICRP68	(今後)

3

Q_A values - problem radionuclides



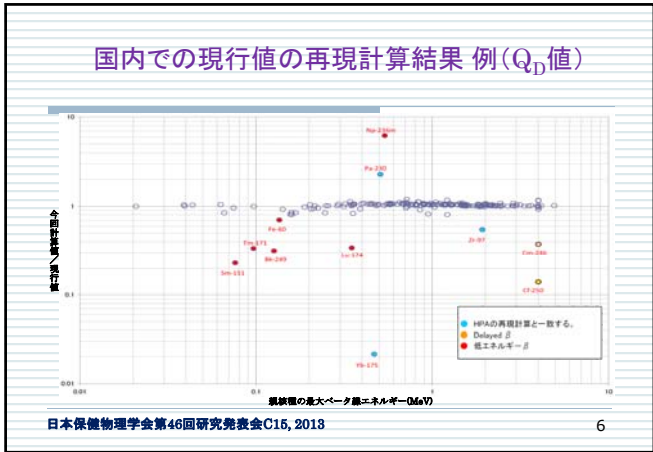
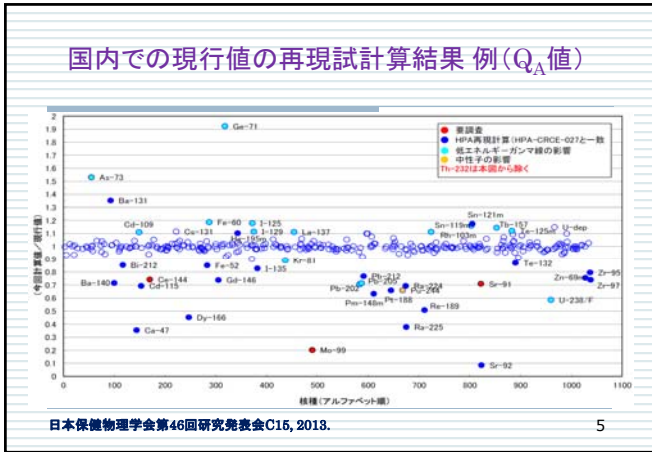
Parent radionuclide	Q _A value (TBq)				Ratio of Q _A for TS-G-1.1 to alternative methods		
	TS-G-1.1	HPA calculation method		Transient	Secular	B & B	Transient
¹³⁷ Ba	1.6	2.1	1.6	5.3	0.8	1.0	0.3
⁹⁰ Y	2.7	0.9	0.81	2.3	3.0	3.3	1.2
¹⁰⁶ Dy	34	15	13	26	2.3	2.6	1.3
²²⁶ Ra	12	4.3	1.5	10	2.8	8.0	1.2
¹⁸⁶ Re	32	16	16	26	2.0	2.0	1.2
⁹⁰ Sr	1.5	0.84	0.72	1.4	1.8	2.1	1.1

Red text indicates a factor of 2 or greater difference between TS-G-1.1 and calculations from other methods.

TRANSSC 20 - 4.7, IAEA, Vienna(2010)

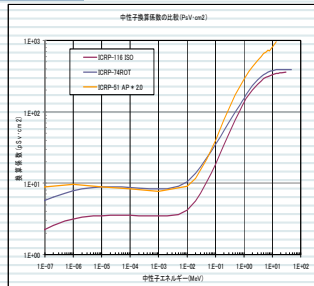
B&B: Benassal S and Bologna L (1994). Re-evaluation of QA and QB values on the basis of complete spectra for gamma, X and beta emission, ANAPA, Rome, ANPA-DIR/NOR-RT-2(94).

© HPA



自発核分裂性核種の取扱いが異なる (Q_A 値)

- (1) 過去の検討経緯
 - 2005TS-R-1ではCF-252の Q_A 値がICRP-74の換算係数で見直されたが、CF-254及びCm-248はICRP-51の換算係数のままとされている。
 - その後ICRP-116が出版されている。
- (2) 今回ICRP-116で Q_A 値を試算
 - γ 線の現行値はISO条件のため、中性子もそれに合わせた。
 - 試算結果



現行値(TBq) 試算値(TBq)

CF-252	0.13(ROT)	0.15(ISO)
CF-254	0.0014(AP×2)	0.0047(ISO)
Cm-248	0.018(AP×2)	0.07(ISO)

放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

- 子孫核種の考慮範囲に関する取り扱いの課題
- 自発核分裂性核種における中性子の取り扱いの課題
- AP, ROT, ISO等の照射条件の取り扱いの課題
- 低エネルギーの γ 線や β 線の取り扱いの課題
- 制限値の算出に用いられるシナリオの課題

3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

- (1) 輸送物放射能収納限度及び規制免除レベルの評価
 - ① Qシステムにおける 子孫核種の 取り扱い

(1) Th-232の子孫核種の取り扱い

- Th-232 → Ra-228 → Ac-228 → Th-232 → Ra-224 → Rn-220 → Po-216 → Pb-212 → Bi-212 → Tl-208 → Po-212 → 安定核種 Pb-208
- Ra-228の半減期: 5.75年 > 10日 (← 子孫核種の影響を考慮しない)
- しかし流通している精製Th-232(α 核種)にはAc-228(γ 核種)等の子孫核種が含まれる。(← タングステン・モリブデン 工業会資料等)

TS-R-1(1994 Edition (As Amended 2003)) TABLE 1 脚注(a)

(a) A_1 and/or A_2 values include contributions from daughter nuclides with half-lives less than 10 days.

TS-R-1(2005 Edition) TABLE 1 脚注(a)

(a) A_1 and/or A_2 values for these parent radionuclides include contributions from daughter radionuclides with half-lives of less than 10 days, as listed in the following:

Mg-28, Al-29, Ar-42, K-42

↑

リストは後人が便宜のため追加したもの。(Ra-228にはAc-228の影響を含まない、Th-232にはRa-228以降を含まない。)

今後、リストの見直しが必要

(2) Th系列の Q_A 値算出に関する考察

- Th-232は、1990年出版のSS-7(改)までは α 核種として評価されたが、2002年出版のTS-G-1.1以降は、 γ 線を基に Q_A 値が算出されている。← 子孫核種を考慮か?
- 傍注: Th-228までを考慮するとAc-232の Q_A 現行値1.2TBqを再現することが可能。

核種	半減期	γ 線 (MeV/Bq)	相対比率	Q_A (TBq)
Th-232	14.05y	1.29E-3	0.15%	
Ra-228	5.8a	2.47E-3	0.28%	
Ac-228	6.2h	8.66E-1	99.18%	1.2
Th-228	1.9a	3.37E-3	0.39%	
計		8.73E-1	100.00%	

3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

- (1) 輸送物放射能収納限度及び規制免除レベルの評価
 - ② Qシステムにおける 自発核分裂核種の中性子の 取り扱い

●過去の検討経緯

- 2005TS-R-1ではCF-252の Q_A 値がICRP-74の換算係数で見直されたが、CF-254及びCm-248はICRP-51の換算係数のままとされている。
- その後ICRP-116が出版されている。

●今回ICRP-116で Q_A 値を試算

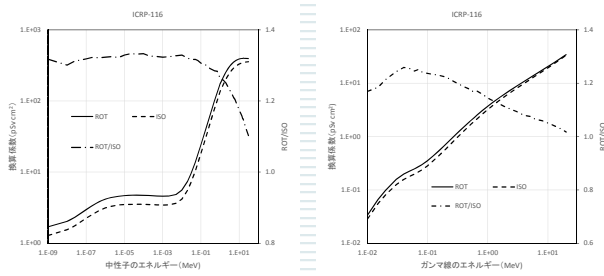
- γ 線の現行値はISO条件のため、中性子もそれに合わせて試算。

- 制限値の変遷【値 (線量換算係数・照射条件)】

核種	~1990 [TBq]	~2002 [TBq]	現行値 [TBq]	試算値 [TBq]
CF-252	0.095(51-AP)	0.047(51-AP×2)	0.13(74-ROT)	0.15(116-ISO)
CF-254	0.0029(51-AP)	0.0014(51-AP×2)	0.0014(51-AP×2)	0.0047(116-ISO)
Cm-248	0.036(51-AP)	0.018(51-AP×2)	0.018(51-AP×2)	0.07(116-ISO)

3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

- (1) 輸送物放射能収納限度及び規制免除レベルの評価
 - ③ Qシステムにおける 照射条件の 取り扱い



IAEAでの外部被ばくに係る照射条件の検討事例

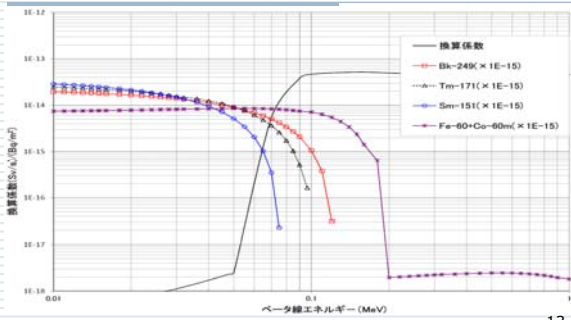
IAEA TRANSSC Extra-ordinary Meeting, Sept. 2015.

Table 3. Respective influences of MC method, new ICRP data, all radiations and field geometry. With ICRP 107 and influence of radiation field geometry for gamma dose **NOT/ISO**. Uncoloured figures still to be checked for geometry influence.

Radionuclide	Q_A (SS6-26) (ISO)	Q_A (SS6-26) (ISO)	$Q_{A,rot}$	$Q_{A,iso}$	A_1 (SSR-6)	A_1 new	Factor = A_1 new / A_1 (SSR-6)
Ir-192	1.0E	2.8E+3	2.9E+3	2.01E+00	1E+00	1E+00	1.0
Co-60	4.5E-01	7.3E+2	7.3E+2	4.26E+00	4E-01	4E-01	1.0
Kr-85	4.8E+2	1.4E+1	(3.1E+02)	(3.61E+00)	1E+01	(4)	Not realistic for kr gas
Se-90Y-90	1.0E+3	3.2E-3	7.2E-01	2.09E-01	3E-01	2E-1	0.67
Tc-99m	9.8E+0	1.0E+3	3.8E+0	6.17E+01	1E+01	1E+01	1.0
Ru/Rh-106	5.3E+0	2.2E-1	2.8E-1	1.60E-01	2E-01	2E-1	1.0
Co-134	6.0E-1	3.6E+0	9.0E-1	2.44E+00	7E-01	5E-1	0.71
Cs/Ra-137m	1.8E+0	8.2E+0	8.2E+0	3.41E+00	2E+00	2E+00	1.0
Ru-154	9.0E-1	1.6E+0	1.6E+0	1.44E+00	9E-01	8E-01	0.89
Ir-192	1.3E+0	4.6E+1	4.6E+1	3.28E+00	1E+00	8E-01	0.75
Am-241	1.3E+1	1.8E+3	1.58E+1	8.96E+01	1E+01	2E+1	2.00
U-233	5.7E+1	1.0E+3	1.25E+2	3.46E+01	4E+01	5E+1	1.25
Rn-222	6.7E-1	2.6E-1	3.27E-1	1.93E-01	3E-01	2E-1	0.67
U-234	5.9E+1	1.0E+3	2.57E+2	3.43E+02	4E+01(ISOoff)	3E+2	7.50
U-238	6.8E+1	1.0E+3	9.63E-1	2.55E-01	unlimited	unlimited	=
Np-237	2.4E+1	1.0E+3	8.8E-01	1.97E+01	2E+01	1E+01	0.5
Cf-252	1.3E-1	1.0E+3	1.3E-1	8.66E-01	1E-01	1E-01	1.0
Cm-244	1.6E+1	1.0E+3	2.45E+2	4.54E+02	2E+01	2E+2	10.00
Th-232	1.2E+0	1.0E+3	2.93E-1	2.05E-01	unlimited	unlimited	=
Th-228	7.6E-1	5.3E-1	5.13E-1	3.43E-01	5E-01	3E-1	0.6

3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

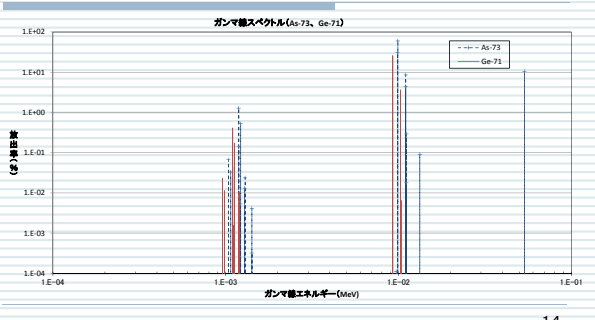
- (1) 輸送物放射能収納限度及び規制免除レベルの評価
 ④ Qシステムにおける低エネルギー放射線の取り扱い1/2(β線)



13

3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

- (1) 輸送物放射能収納限度及び規制免除レベルの評価
 ④ Qシステムにおける低エネルギー放射線の取り扱い2/2(γ線)



14

3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

- (2) 制限値の決定シナリオに関する試験計
 表 3.2.3-1 制限値の算出で用いられているシナリオの数

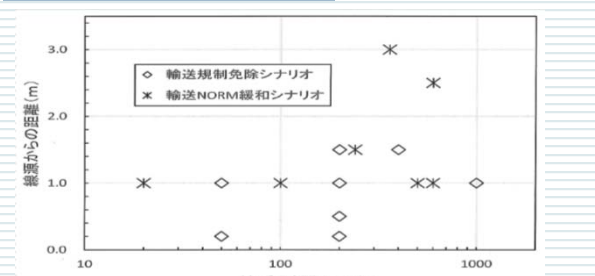
制限値の種類	放射能				放射能濃度				合計
	外部	内部	皮膚	*浸漬	外部	内部	皮膚	*浸漬	
A型輸送物の収納限度	2	1	1	1	-	-	-	-	5
規制免除	8	5	2	0	4	4	0	0	23
D値	2	2	1	1	-	-	-	-	6
クリアランス IAEA	-	-	-	-	5	13	1	0	19
クリアランス 国内(埋設処分)	-	-	-	-	10	30	3	0	92
クリアランス 国内(再利用)	-	-	-	-	19	24	6	0	

*浸漬: submersion (ガス状の同位元素に包まれた状態)

15

3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

- (2) 制限値の決定シナリオに関する試験計
 ① 輸送の規制免除で検討されたシナリオの類型比較
 図 3.2.3-6 輸送における規制免除シナリオの存在範囲の比較



16

3.2.3 放射性核種ごとの防護上の制限値の評価

- (2) 制限値の決定シナリオに関する試験計
 ② 国内でのクリアランスレベルの検討
 ウラン取扱施設におけるクリアランスレベル

日本では、ウラン取扱施設の廃止措置のため、人工起源のU-232等を含めて、原子力安全委員会のシナリオによるクリアランスレベルの検討がなされた。(2009年)

裏付け

また、国内ではIAEAのシナリオによるウラン核種のクリアランスレベルについての検討がなされ、上記の原子力安全委員会のシナリオの裏付けを得ている。(2010年)

これらの国内での経験は、国際的な検討の場で貢献するために役立つものと期待される。

IAEA SRS No. 44 のシナリオ			
略号	状況	対象	被ばく経路
WL	処分場その他施設の作業員	作業員	処分場 外部被ばく 吸入摂取
WF	積物工場の作業員	作業員	積物工場 外部被ばく 吸入摂取
WO	トラック運転手等	作業員	トラック 外部被ばく 吸入摂取
RL-C	処分場その他施設の近隣住民	子供	処分場地 吸入摂取 汚染食品 経口摂取
RL-A		成人	処分場地 吸入摂取 汚染食品 経口摂取
RF	積物工場近隣	子供	積物工場 吸入摂取 経口摂取
RH	汚染位置の住民	成人	位置内 外部被ばく 外部被ばく
RP	汚染公共場付近の住民	子供	汚染物質 吸入摂取 汚染物質 経口摂取
RW-C	汚染井戸や河川からの食品	子供	汚染食品 吸入摂取 経口摂取
RW-A		成人	汚染食品 吸入摂取 経口摂取
SKIN	埃っぽい作業場	作業員	汚染物質 皮膚汚染

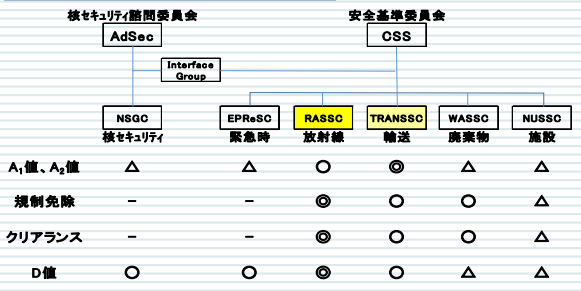
17

今後の国際基準策定の議論に参加するための検討 (まとめ に代えて)

- IAEAの基準策定委員会の関与を予想
- IAEA基準策定会合への参加方法の検討
- 準備対象の検討
- 具体的な準備計画
- 本学会の取り組み方針(案)

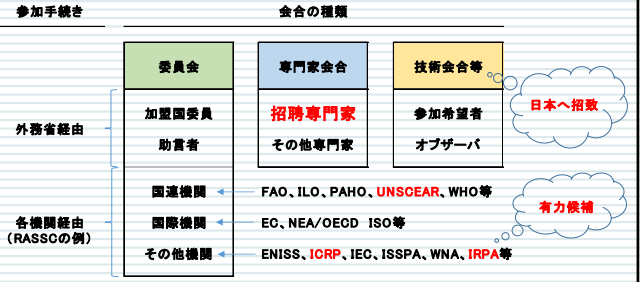
18

IAEAの基準策定委員会の関与(予想)



19

IAEAの関連会合への参加方法の検討



20

第4章 今後の国際基準策定の議論に参加するための検討

4.1 準備対象の検討(1/2)

- (1) A₁値及びA₂値
 現行の値について再現上の課題のあることが報告されており、IAEAのTRANSSCでは2007年以降のICRP出版物で現行値を見直すことが既に開始されている。IAEAの検討の場に、国内での検討結果も踏まえて参画し、貢献を果たすことが望まれる。
- (2) 規制免除レベル
 規制免除レベルはIAEAの「放射線防護と放射線源の安全：国際基本安全基準BSS」や「放射性物質安全輸送規則」で取り入れていることから、A₁値及びA₂値に続いて見直される可能性が高い。放射線障害防止法等に規制免除レベルを取り入れた際には、国内で再現計算が行われ、概ね1桁の範囲で一致することが放射線審議会の審議の場で報告されている。IAEAで規制免除レベルについて見直される場合には、日本からも参画して貢献をすることが望まれる。

21

第4章 今後の国際基準策定の議論に参加するための検討

4.1 準備対象の検討(2/2)

- (3) クリアランスレベル
 クリアランスレベルについて、日本では旧原子力安全委員会等で詳細かつ広範囲の検討を行った経験がある。今後、シナリオ等については国際的な検討を深める必要があると考えられることから、規制免除レベルが見直される場合には、それとの関係が深いクリアランスレベルもセットで見直すことを提案するなど、早い段階から関与していくことが望まれる。
- (4) D値
 D値の算出は、比較的短期間に少人数で行われた経緯から、国際的な評価が十分になされていないとは言えない。国内の放射線源登録制度にも取り入れられており、国際的な場で見直し検討が行われる場合には、日本からも参画して貢献を果たすことが望まれる。

22

第4章 今後の国際基準策定の議論に参加するための検討

4.2 具体的な準備計画

- (1) 情報を共有し維持管理する仕組みづくり
 放射線分野は国際的かつ学際的な面があり、多様な分野の専門家が関与することになるため、国内外の動向を含め情報の共有化が特に必要である。関係者が必要な情報を適時に入手できるようにするため、集中的に情報を管理するプラットフォームを構築しておくことが望まれる。
- (2) 評価に必要なツールを整備し維持管理する仕組みづくり
 放射線防護の評価に必要なツールを、常に最新の評価モデルを反映して整備し、維持管理するための組織的な取り組みが必要である。当該コードを公開し、学会等の第三者機関において検証することが重要である。
- (3) 人材を育成し常に最新の知見を学習する仕組みづくり
 学際的な放射線分野の底辺を拡大し、多様性のある若手専門家を育成し、世界の最新の知見を学習するため、例えばシンポジウム形式の勉強会等を行う場を提供することが必要である。

23

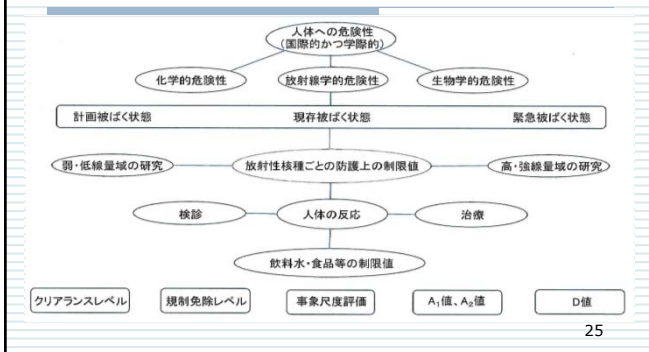
第4章 今後の国際基準策定の議論に参加するための検討

4.3 本学会の取り組み方針(案)

- 国際対応委員会には、海外の学協会等とのチャンネルを活用し、国内の専門家の意見をIAEAの場に反映する方策の構築が期待される。また、IAEAの専門家会合等に国内の専門家を多数参加可能とするため、当該会合を日本に招致するなどの方策を実現することが望まれる。
- 国内で標準的な評価手法を確立しておくことが国際的な場での主張の裏付けとして重要である。特に、放射線防護標準化委員会には、例えば内部被ばくの標準評価手法や、数値の評価に用いる標準シナリオ(評価パラメータ及び評価経路)等を確立するため、小異を尊重しつつ専門家集団としての代表意見を集約する役割が期待される。
- 放射線分野には学際的な側面があるため、企画委員会には、異分野の若手研究者が分野横断的な議論を行う場を提供し、次世代のリーダーを育成し、ネットワークを形成していくことが期待される。

24

(蛇 足) 放射線分野の学際的側面



規制免除とクリアランスの適用

非放射性	クリアランス	規制免除	規制対象	備考
種動前		種動後		
全て	1トンオーダーを超える施設建屋、大型構造物	1トンオーダーまで機器、部品、医薬品	左記を除く	
○	→●			炉規法
○		←●		障防法
主な搬出先	再利用			
○		→●		
○			←●	
主な搬出先		産業廃棄物		
放射能濃度 [Bq/g]	~ 0.1	~ 1 × 10 ³	1 × 10 ³ ~	例示
放射能 [Bq]	-	~ 1 × 10 ⁴	1 × 10 ⁴ ~	Cs-137

→● : 照射(放射化、汚染)
←● : 安全貯蔵(壊変、除染)