

令和 2 年度放射線対策委託費  
(放射線安全規制研究戦略的推進事業費)  
放射線安全規制研究推進事業

包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究  
成果報告書

令和 3 年 3 月

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構



## 目次

1	研究事業の概要	
1.1	背景と目的	1
1.2	研究内容	2
1.3	研究計画	4
1.3.1	調査研究1：初動対応手順の検討とマニュアル等の作成	4
1.3.2	調査研究2：医療機関での受け入れ体制整備	4
1.3.3	調査研究3：専門的支援体制等の整備	5
1.3.4	検証1：モデル地域での検証	5
1.4	実施体制	5
2	【調査研究1】初動対応手順の検討とマニュアル等の作成	
2.1	本年度の研究計画	10
2.2	検討の経緯と内容	10
2.2.1	CBRNE テロ災害の初動対応の教育	11
2.2.2	CBRNE テロ災害訓練	12
2.3	結果	13
2.3.1	CBRNE テロ災害の初動対応の教材の作成	13
2.3.2	CBRNE テロ災害での初動対応手順の作成	14
2.3.3	CBRNE テロ災害での初動対応における課題	17
2.3.4	CBRNE テロ災害対応の教育における課題と対策	22
2.4	考察	23
2.4.1	CBRNE テロ災害に関する教材の活用	23
2.4.2	CBRNE テロ災害の初動対応手順	24
2.5	結論	24
	資料 2-1 令和2年度第1回 CBRNE テロ災害対処千葉連携研修会	25
	資料 2-2 特殊災害（CBRNE）教育訓練	27
	資料 2-3 放射線テロ想定訓練	30
	資料 2-4 一次トリアージ・除染訓練	31
	資料 2-5 CBRNE 災害図上訓練	34
3	【調査研究2】医療機関での受け入れ体制整備	
3.1	本年度の研究計画	37
3.2	検討の経緯	37

3.3	結果	39
3.3.1	原子力災害医療に関する研修の体系化	39
3.3.2	原子力災害医療に関する高度専門研修	44
3.3.3	原子力災害医療に関する研修で使用する標準テキスト改訂	44
3.3.4	原子力災害医療に関するオンラインでの研修の検討	46
3.3.5	オンライン研修のための実習キット	48
3.3.6	標準テキストの公開後の利用状況	48
3.3.7	被ばく医療の初期診療のフローチャートとマニュアルの活用	48
3.3.8	医療機関での初期診療における安全管理	50
3.4	考察	52
3.4.1	原子力災害医療の研修の今後の展望	52
3.4.2	包括的被ばく医療に関する課題と今後の展望	53
3.5	結論	54
	資料 3-1 オンラインでの測定器取り扱い実習のハンドアウト	55
	資料 3-2 オンラインでの除染実習のハンドアウト	58
4	【調査研究 3】専門的支援体制の整備	
4.1	本年度の研究計画	62
4.2	検討の経緯	62
4.3	結果	62
4.3.1	検知システム等の機動性向上	62
4.3.2	情報共有システムを活用した専門的支援	66
4.3.3	災害医療との連携	67
4.4	考察	69
4.5	結論	70
5	【検証 1】モデル地域での検証	
5.1	本年度の研究計画	71
5.2	検討の経緯	71
5.2.1	初動対応機関の研修	71
5.2.2	原子力災害医療の研修	72
5.3	結果	72
5.3.1	初動対応機関の研修	72
5.3.2	原子力災害医療の研修	73
5.4	結論	76

6 まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 77

別添資料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・別-1～443



## 2. 【調査研究 1】 初動対応手順の検討とマニュアル等の作成

### 2.1. 本年度の研究計画

原子力災害、RN テロ・災害あるいは RI 輸送中の事故時の初動対応と関係機関の多機関連携について、実効性向上を目的とし、今年度は、RN テロ・災害等を想定した初動対応機関との研修あるいは実際に放射線計測等を行う訓練を実施し、昨年度までに作成した教材、初動対応手順（フローチャート）、マニュアルを見直し、最新の情報を踏まえ改訂する。また、傷病者の搬送等に関連した資料等を作成する。

### 2.2. 検討の経緯と内容

原子力災害と放射線取扱事業所等での労災事故、放射線テロでは、初動対応に様々な相違がある。まず、原子力災害は原子力施設の立地隣接地域でのみ初動対応が求められるが、全国に所在する事業所での労災事故や放射線テロでは、発災場所が限定されない。そして原子力災害では、事象の進展や防護措置など対応が想定されていることが多いが、労災事故や輸送中の事故、放射線テロでは、事象そのものが被ばく事故や汚染事故など多様であり、対応する組織の対応能力もそれぞれの組織で異なる。そのため、平時の体制整備として、原子力防災体制として実施されている原子力災害対策重点区域（24 道府県）のそれ以外の地域の初動対応機関の資器材や教育の体制は異なっている。しかしながら、放射線防護措置、放射線測定、除染などの基本的な技能や放射線、放射線防護等の基本的な知識が必要である事については同じである。今年度は、東京オリンピック・パラリンピックの開催が延期となり、競技会場がある地域の初動対応機関では、RN テロ・災害等を想定した研修、訓練について関心がさらに高まっていた。

また、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策による緊急事態宣言の発出に伴う研修開催の制限、新しい生活様式での研修や訓練の実施が必要となり、オンラインでの研修の実施も必要となった。感染症対策と相まって、生物剤テロへの関心も高まった。そこで、モデル地域での研修等（【検証 1】）では、オンラインによる研修も実施し、その方法やオンライン向けの教材などの新たな作成にフィードバックした。

これらの相違や必要な対応を踏まえ、原子力災害、放射線事故、放射線テロ災害等に関連する訓練、研修、演習、学会等に参加あるいは開催し、最新の情報を収集し、初動対応のためのフローチャートとマニュアル、教材、傷病者の搬送等に関連した資料等を作成した。教材は研修等で使用し、項目の追加や修正等を行った、また、フローチャート、教材等は、研究協力者、研究参加者が 2 回の検討会で検討し、取りまとめた。本事業で作成したフローチャートやマニュアル、検討内容は、初動対応計画等に参考となるように、初動対応機関が実施する教育や訓練で、紹介、説明した。

なお、検討会は、調査研究 1 および 3、検証 1 をまとめて開催した。

## 1. 第1回検討会

日時：2021年1月18日(月) 14:00 – 16:00

方式：リモート会議

議題：議題1 CBRNE テロ災害のテキスト改訂と新規作成

議題2 マニュアルと汚染対策（患者搬送時の養生）資料について

議題3 CBRNE テロ災害関連の研修について

議題4 オンライン基礎研修の開催報告

議題5 CR 警報器の活用と専門的支援について

## 2. 第2回検討会

日時：2021年2月17日(水) 14:00 – 15:00

方式：リモート会議

議題：議題1 前回議事録確認

議題2 CBRNE テロ災害のフローチャートの検証

議題3 情報共有システムについて

議題4 その他

### 2.2.1. CBRNE テロ災害の初動対応の教育

これまで抽出した CBRNE テロ災害での初動対応機関向けの教育に関する課題を元に、CBRNE テロ災害に必要な研修項目、講義項目を検討し、講義資料等の教材を作成した。今年度は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策として、集合型の研修の開催が制限されたことから、オンラインによる研修を実施した。オンラインの研修では、講義時間が長すぎると集中して聴講することが困難になる傾向があると考え、一つの講義時間を20～30分に設定し、これまで作成した「放射線テロ災害対処」と「化学剤テロ災害対処」は対象者の習得レベルを考慮した短縮版を作成した。さらに研修会での講義で実際に使用したのち、必要な項目の追加や修正を行った。また、感染症対策が日常となったこともあり、生物剤テロへの関心が高まったことから、「生物剤テロ災害対処」の講義資料を新たに作成した。

さらに、昨年度実施した救急車の養生実習の内容を反映させ、汚染がある傷病者の搬送時の救急車とヘリコプターの汚染拡大防止対策である養生に関する資料を作成した（別添資料）。

#### (1) CBRNE 災害対処千葉連携研修会（資料 2-1）

CBRNE 災害対処千葉連携研修会は千葉県警察本部、千葉市消防局、量研が中心となって、千葉地域での CBRNE テロ災害対処の能力向上のために 2014 年度から開催



している研修会である。今年度は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策のため、千葉市消防局と量研のみで実施した。講義と測定器の取り扱い実習はオンラインで実施し、図上訓練と一次トリアージ・除染訓練は、集合して実施した。一次トリアージ・除染訓練については、訓練後検討会をオンラインで実施した。これにより、オンラインでの研修の開催方法を検討し、今年度作成した講義資料、初動対応のフローチャートとマニュアルについても検討し、改訂に反映した。

表 2-1 2020 年度 CBRNE 災害対処千葉連携研修会 開催一覧

	日時	方式	内容	参加人数（人）		
				千葉市消防局	県内消防	量研
1	2020年8月25日 9:30 - 12:00	オンライン	講義「化学テロ災害対処」 講義「爆発物テロ災害対処」 デモンストレーション「化学剤検知」 講義「放射線テロ災害対処」 講義「生物テロ災害対処」 デモンストレーション「汚染検査」	177	155	6
2	2020年9月18日 9:30 - 12:00	オンライン	講義「消防局の特殊災害対応」	159	171	3
3	2021年1月29日 9:00 - 12:00	実働	一次トリアージ・除染訓練	33	参加なし	3
4	2021年2月22日 9:30 - 11:00	オンライン	一次トリアージ・除染訓練後の検討会		参加なし	3
5	2021年3月29日 9:00 - 12:00	図上訓練	化学剤、放射性物質、爆発物の複合によるテロ災害	26	参加なし	4

(2) 特殊災害（CBRNE）教育訓練（資料 2-2）

警察機動隊員への特殊災害教育訓練に参加する機会があった。放射線、化学剤、爆発物、生物剤によるテロ発生時の初動対応について本年度作成した資料を用いて講義を行い、化学剤検知、放射線検知のそれぞれの実習、爆発物、化学剤、放射性物質の3つの脅威がある想定での検知活動を中心とした訓練を実施し、教材の検証と活用方法を検討した。

2.2.2. CBRNE テロ災害訓練

昨年度作成した CBRNE テロ災害の初動対応について All Hazard Approach でのフローチャートとマニュアルに関して、訓練を通して検証し、改訂に反映した。

(1) 放射線テロ想定訓練（資料 2-3）

洋上の船舶で発生した爆発物、放射線テロの実働訓練に参加する機会があった。こ

れにより、爆発物テロと放射線テロの複合テロ災害でのトリアージ等について検討し、初動対応のフローチャートとマニュアルの改訂について検討した。

(2) 一次トリアージ・除染訓練（資料 2-4）

本年度作成したフローチャートの手順を用いて、消防機関による一次トリアージと除染の実動訓練を実施した。一次トリアージと除染の手順を確認し、化学テロ災害あるいは放射線テロ災害で多数傷病者発生時に、1 時間でどの程度の人数を除染できるのか確認したり、トリアージや除染を担当する部隊人数と器材の配置、動線などを検証した。

(3) CBRNE 災害対応訓練

消防機関による化学テロ災害を想定した実動訓練により、本年度作成したフローチャートの手順の出動から現場検知活動、救助、医療機関への搬送、活動隊員の PPE の脱装までを検証した。本訓練の参加者からの意見をマニュアルの改訂に反映した。

(4) CBRNE テロ災害図上訓練（資料 2-5）

CBRNE 災害対処千葉連携研修会の一つとして、図上訓練を実施した。想定は、化学剤、放射性物質、爆発物の 3 つの脅威が存在するシナリオとし、All hazards approach による初動対応の手順を検証した。

## 2.3. 結果

昨年度までに作成した教材と本年度作成した教材を用いて、原子力災害、放射線事故、放射線テロ災害等での初動対応について、研修を実施し、教材の活用方法を検証し、教材の改訂に反映させ、講義資料として完成した。オンラインでの研修方法についても実施方法を検討し、課題を整理した。また、CBRNE テロ災害の All hazard approach の視点で、昨年度作成した初動対応のフローチャートとマニュアルを訓練で検証し、参加者等の意見を含め、改訂した。

### 2.3.1. CBRNE テロ災害の初動対応の教材の作成

(1) 講義資料作成（別添資料）

消防、警察等の初動対応機関向けの CBRNE テロ災害対処に関する講義資料として昨年度作成した教材を一部改訂し、さらに生物剤テロ災害対処の教材を新たに作成した。また、オンライン研修では、一つの講義時間が長くなると、集中力の低下などが懸念されたため、「放射線テロ災害対処」と「化学剤テロ災害対処」は講義時間が 20 ～30 分となる短縮版を作成した。形式としては、原子力災害時の医療体制に関する標準テキストと同様にスライドとその解説を作成し、講義聴講後にも復習や自己学習が可能となる教材とした。CBRNE テロ災害対処の全ての初動対応に関する基礎的な知識のための教材が完成した。

表 2-2 本事業で作成した初動対応機関向けの教材

	資料
1	放射線テロ災害対処
2	放射線テロ災害対処（短縮版）
3	化学剤テロ災害対処
4	化学剤テロ災害対処（短縮版）
5	爆発物テロ災害対処
6	生物剤テロ災害対処

(2) 救急車・ヘリコプターの搬送時の汚染拡大防止対策（別添資料）

放射性物質が衣服や体表面に付着した傷病者を搬送する際には、救急車やヘリコプターの汚染拡大防止対策が不可欠となる。平成 30 年度に本事業で参考資料として「原子力災害、放射線事故・テロ・災害時の患者搬送における汚染拡大防止」を作成したが、量研で実施している NIRS 放射線事故初動セミナーで実施している救急車の養生実習での指導内容も反映させ、新たに「救急車・ヘリコプター 搬送時の汚染拡大防止対策」の資料を作成した。

2.3.2. CBRNE テロ災害での初動対応手順の作成

昨年度、All hazard approach による初動対応手順も考慮して、CBRNE テロ災害の初動対応手順のフローチャートとこのフローチャートの各項目についての解説を「CBRNE テロ災害初動対応マニュアル」として作成した。今年度、このフローチャートについて再度検討し、傷病者の処置の流れとして、緊急性が高い場合は、除染よりも救命処置を優先することをより明確にした（図 2-1）。

マニュアルの解説についても、訓練の参加者から、レベル B 防護装備でのバッグバルブマスクによる呼吸補助は困難であること、化学剤への処置で「新鮮な空気」という表記が何を指しているのか、具体的な除染方法などの質問があったため、レベル B 防護装備では、2人で呼吸補助を実施することや新鮮な空気とは化学剤の混入がない空気であることなどの説明を解説に追記した。

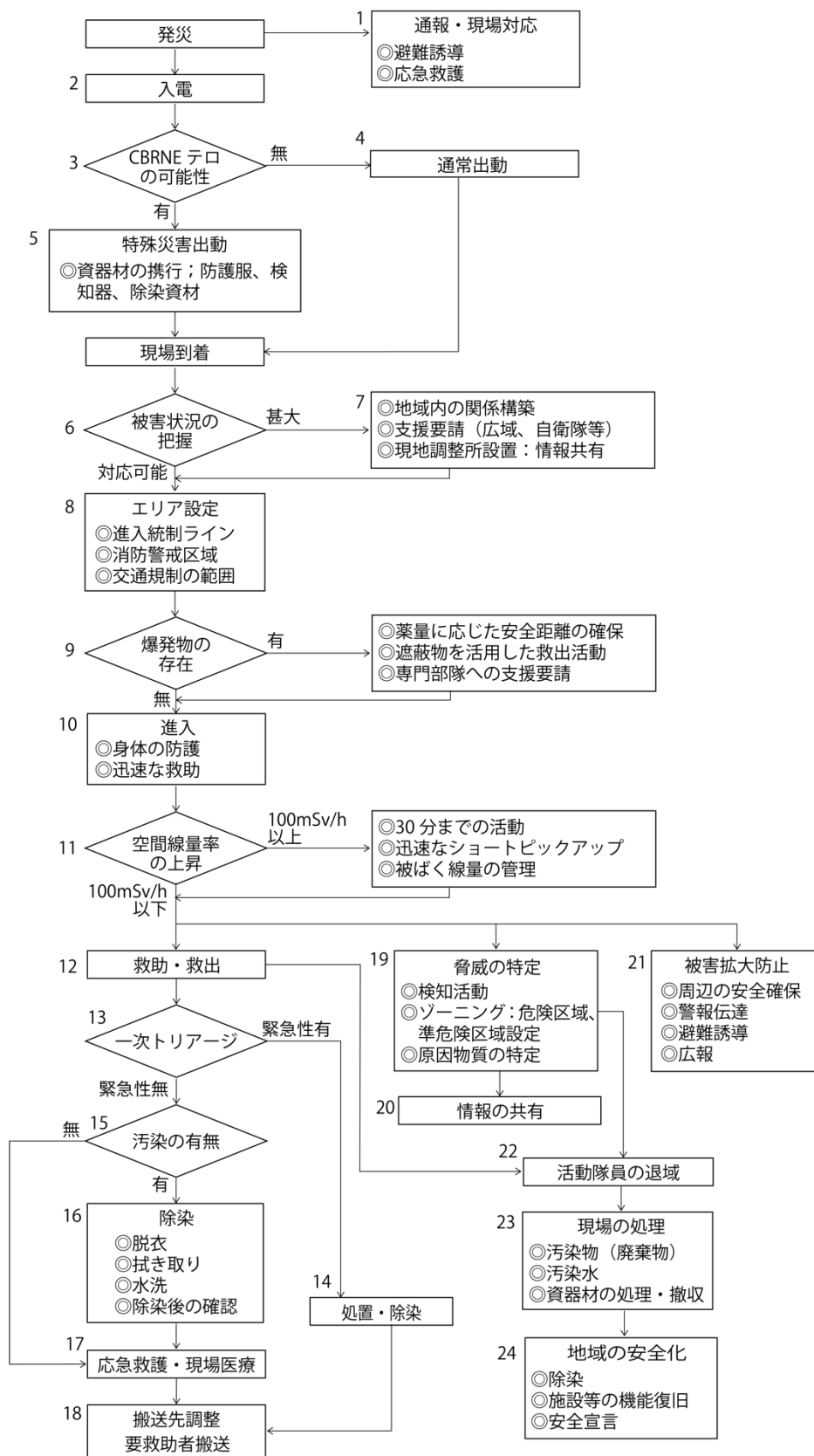


図 2-1 初動対応のフローチャート

ダーティボムを想定した幾つかの実働訓練に参加し、爆発による外傷と放射性物質による汚染がある状況での一次トリアージの手順について検討した。多くは、トリアージの方法としては START 法を採用していたが、爆傷での救命処置は外出血のコントロールが優先される<sup>1</sup>。このため、START 法以外のトリアージ方法として、SALT 法 (Sort-Assess-Lifesaving Interventions-Treatment and/or Transport (並び替え-評価-救命処置-搬送))<sup>2</sup>、MPTT 法 (Modified physiological triage tool)<sup>3</sup>、MPTT-24 (MPTT 法から GCS を取り除いたもの) がある。

さらに、化学剤も同時に使用された場合には、神経剤については、自動注射器による解毒剤の投与が、医師・看護職員以外の現場対応者によっても実施できる状況となっており<sup>4</sup>、現場での処置の重要な項目である。神経剤による症状の確認と自動注射器による解毒剤投与の判断も必要になる。そこで、一次トリアージと除染の部分の手順について、MPTT-24 によるトリアージを取り入れたフローチャートを作成した (図 2-2)。ウォームゾーンの中にも緊急性のある負傷者の処置エリア、緊急性はないが継続した観察と介助が必要な負傷者の除染エリア、緊急性はなく、介助も不要である負傷者の除染エリアに分けて負傷者の処置、除染を実施することを明記したフローチャートとした。

一次トリアージ・除染訓練を実施した消防局では、MPTT-24 でのトリアージとは呼吸数と脈拍数の数値が異なる。数値は各地域の消防組織で使用しているものに合わせるべきである。この訓練での症状想定が、化学剤テロの訓練では、歩行の可否、意識状態で判断でき、爆発物・放射線テロの訓練では、大量出血、歩行の可否、意識状態で判断できるようにしたため、概ね混乱なく、想定通りのトリアージができていた。実際には黒タグ判断や自動注射器による解毒薬の投与、止血や呼吸補助の実施により他の被災者への処置が困難になる場合などがあり、今回のように迅速な対応には救急

---

<sup>1</sup> 米国の Tactical Combat Casualty Care (TCCC)<sup>1</sup>- 3)および Tactical Emergency Medical Services(TEMS)<sup>4</sup>)に基づいた“MARCH”が望ましい。このアルゴリズムは、M:Massive hemorrhage(大量出血の制御)、A:Airway(気道確保)、R:Respiration(緊張性気胸の解除と呼吸管理)、C:Circulation(静脈路確保とショックの治療)、H:Head injury(低酸素や低血圧などによる頭部外傷の悪化を回避)/Hypothermia(低体温の治療と回避)で構成される。通常の救急医療の外傷救護においては、ABCDE の順番で救護・処置がなされるが、銃撃・爆弾テロに対する救護においては、気道確保・呼吸・循環の前に、四肢からの大量出血を制御する必要があるというアルゴリズムである。

<sup>2</sup> 2008 年にアメリカから発表されたトリアージ方法。大災害やテロなど大勢の死傷者が出ている場合のトリアージ方法である。

<sup>3</sup> 2017 年にイギリスから発表された方法。Vassallo J, Smith JE, Wallis LA Major incident triage and the implementation of a new triage tool, the MPTT-24 BMJ Military Health 2018;164:103-106.

<sup>4</sup> 化学災害・テロ対策に関する検討会 「化学災害・テロ時における医師・看護職員以外の現場対応者による解毒剤自動注射器の使用に関する報告書」令和元年 10 月 30 日

隊との連携が不可欠であり、更なる検証が望まれる。

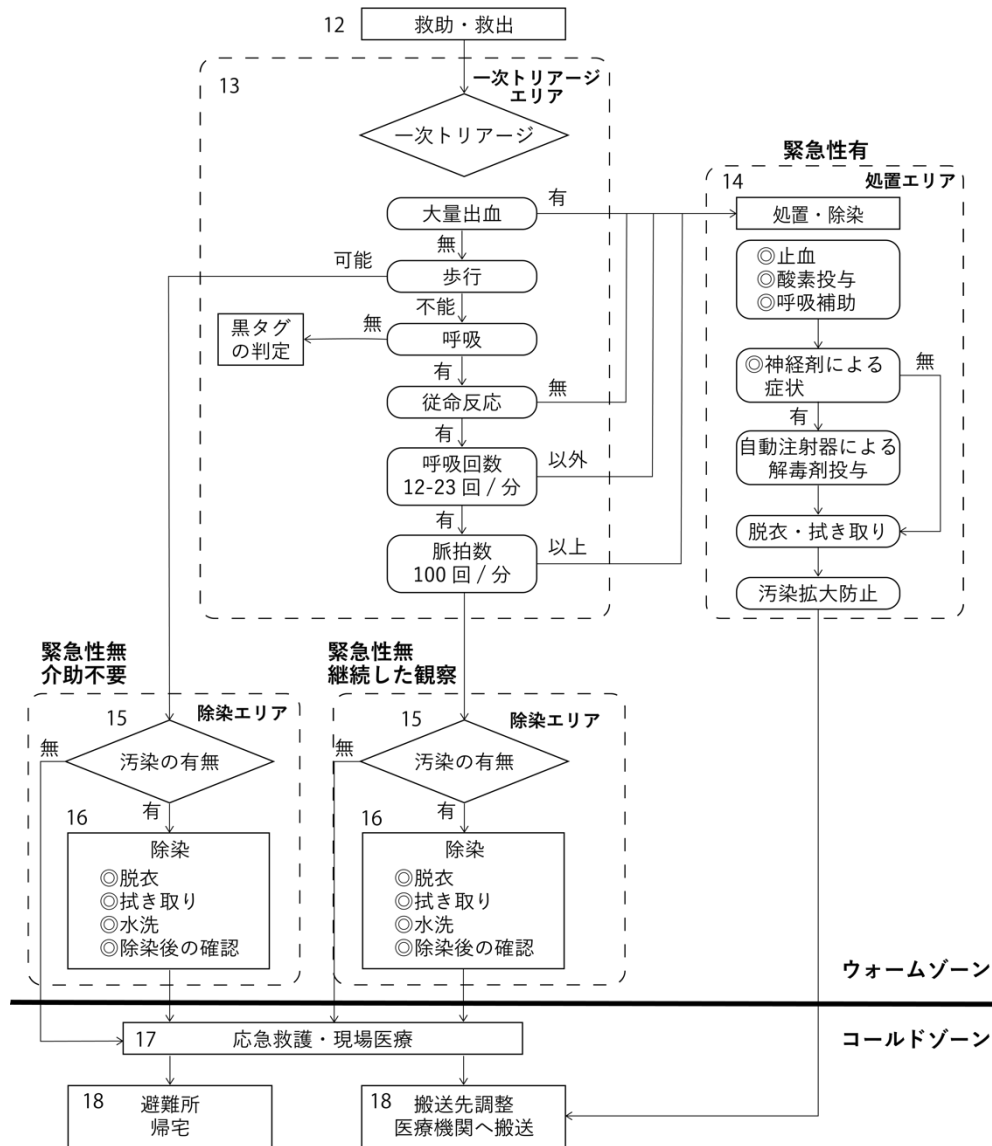


図 2-2 一次トリアージ・除染のフローチャート

### 2.3.3. CBRNE テロ災害での初動対応における課題

#### (1) 被ばく管理

放射線テロ想定訓練では、1 回目は想定として 100mSv/h を超える現場であったが、努めて被ばく線量を局限する認識が低く、被災者及び隊員共に高線量を被ばくする活動となっていた。また、活動後の個人線量計の値を確認する着意に欠けていた。この点は 2 回目の訓練では修正され、高線量地域からのショートピックアップ及び脱衣後 Cold zone で指揮本部へ報告ができていた。

2 回目の訓練では、爆発現場に進入後 1~2 分程度で個人線量計が鳴動 (40mSv) し

た想定を2名に付与したが、同じ行動をしていた隊員の被ばく量が撤退線量を超えた状況をその後の活動に反映させず、2名は現場から離脱するのみとなった。この2名は warm zone での待機後、線量限度のアラーム設定を 60mSv に変更し、再度現場対処を行っているが、現場の線量率と被ばく線量の関係を判断することで 100 $\mu$ Sv/h 以下の現場での活動を継続することも可能である。個人線量計のアラームと現場から撤退すべき状況の判断と被ばく線量限度との関係を整理しておくことが望まれる。なお、個人線量計 40mSv のアラーム鳴動後に 100 $\mu$ Sv/h 以下の現場で時間管理を徹底して活動することは、要救助者の状態や人数等を考慮すると許容できると思われる。

Hot zone での活動と Warm zone、Cold zone での活動でそれぞれの線量限度が設定されることもあり得ると思われる。可能な限り被ばく線量は少なくすることが原則であり、不要に緊急時対応の 100mSv を全員に適応するべきではないが、活動時に緊急時対応の線量限度 100mSv を全員位適応する場合は、実際の被ばく線量を可能な限り低減して活動することが徹底されるべきである。

## (2) 高線量率の現場での対応

放射線テロ想定訓練では、空間線量率により進入経路の指示を色分けしているのは視覚的に分かり易く、他の機関と連携する場合でも情報共有がなされるので非常によいが、この色分けの意味と指示要領等について関係機関での事前の認識共有及び共通のマニュアル化も必要となる。ただ、100 $\mu$ Sv/h 以上の現場と 100mSv/h 以上の現場では時間管理が全く異なることと致死線量の被ばくをする危険性が異なることから、この区別を現場において明確に認識共有できるよう表示することが必要である。

1回目では、100mSv/h 以上の区域でターニケットによる止血を実施し、100mSv/h 以下の区域 (40~50mSv/h) までショートピックアップ、その後現場でのトリアージ等を実施していた。2回目はさらに扉による放射線の遮蔽効果が期待できたより低い線量率の区域 (30~100 $\mu$ Sv/h) にショートピックアップした後にターニケットでの止血、トリアージなどを実施していた。現実としては、ターニケットは爆発後数分以内に処置することで救命率が上がるものであるため、爆発から数十分経過してからのターニケットによる止血効果にはあまり期待できない。このため、負傷者の被ばくの低減および活動隊員の被ばくの低減の観点ではより空間線量率が低い区域へのショートピックアップを先に実施する方が、効果があると思われる。ただし、現場の状況で、拍動性の出血が持続しているような場面であれば、高線量の現場でも止血処置を優先することも必要であるが、マニュアルで簡単にパターン化することは困難であり、今後このような現場における救命率を上げる対策に関する検討の深化が望まれる。

## (3) 多数傷病者の除染

ある消防機関の CBRNE テロ災害対処の活動計画では、化学テロ災害でも放射線テロ災害でも目標は1時間で200人の除染である。今回の除染の訓練での結果は以下である。

- ①化学テロ災害での除染結果；31分で100名の除染を実施
- ②放射線テロ災害での除染結果：30分で87名の除染を実施

今回の検証では目標値をほぼ達成できる見込みがあった。

脱衣にかかる時間が訓練であったため非常に短く、実際には一人当たりの脱衣にかかる時間は長いと予想される。また、汚染が付着している場合は拭き取りによる除染が必要となり、より多くの被災者の除染を実施するには、除染のエリアを増やす、汚染検査の人数を増やす必要がある。

除染不要の被災者や歩行可能者にできるだけ自分で行動してもらえよう、大きな文字の表示や誘導ロープの展張等、被災者の流れを円滑にさせる処置が必要である。これら得られた知見は、実動訓練を実施した消防機関のマニュアルに反映することになっている。さらに、他の消防機関でもマニュアルに反映されるよう情報共有を図る。

#### (4) 汚染検査

化学剤の汚染検査としては、検知紙を利用したが、揮発性のものであれば、目視及び検知紙での確認はできず、ほぼ全ての被災者の水洗による除染は不要であり、有毒ガスの内包を防止するための脱衣は念のため実施する必要がある。この判断の訓練が今後は必要であり、実行できれば大量被災者発生時の迅速適切な対応が可能と考える。

放射線テロ災害の想定でも、脱衣による除染後、汚染検査を実施し、40,000cpm以下は汚染無しと判断して、ふき取りによる顔面等の除染を実施しないことがある。しかし、この数値は原子力災害時の除染の基準（OIL4）であり、この数値以下でも放射性物質の付着は存在しており、汚染拡大防止の処置（除染あるいは被覆）は必要である。さらに、warm zone での応急処置、汚染検査、除染後に汚染が残存していても cold zone へ搬出し、cold zone の救急救命士による観察と処置のため全身を被覆していたシートを再度開いていたため、汚染拡大することになったりしており、処置の手順も整理する必要があった。

一次トリアージ・除染訓練では、放射線テロ災害の汚染検査は、汚染検査の担当が明確でなかったことから一次トリアージエリアと除染エリアの入り口で2度検査することになっていたため、脱衣前の汚染検査の担当の活動部隊を調整しておく必要がある。ただし脱衣エリアが十分に確保でき、一次トリアージエリアでの被災者の滞留が起きないのであれば、脱衣前の汚染検査を省略して全員脱衣、脱衣後の汚染検査とすることも一考である。しかし、被災者が多数である場合は、脱衣前の簡易汚染検査により、要除染と除染不要の被災者を区別することで脱衣エリアでの滞留を防止することが可能であると推察される。この点は更なる検証が必要である。

なお、放射線テロ災害時の除染の基準値が明文化されていない。専門機関として助言、支援する場合にも、ある程度、判断基準を定めておくべきである。

#### (5) CBRNE テロ災害時の負傷者対応



CBRNE テロ災害図上訓練の想定は、爆発による外傷、神経剤による症状の発症、放射性物質による汚染とした。爆発による大量出血に対する止血、神経剤による症状に対する新鮮な空気のエリアへの早急な救助と解毒剤の投与が放射性物質による汚染への対応より優先されることは徹底されており、ホットゾーンでの止血の実施は検討されていた。神経剤による症状（痙攣や呼吸停止など）に対する自動注射器での解毒剤投与をホットゾーンで実施するのか、救助後のウォームゾーンで実施するのか、明確に計画されていない課題があった。想定では、救助までの時間によって、神経剤による症状が悪化してしまうことから、一度に救助できる要救助者の人数とその後の救助に要する時間によっては、迅速なショートピックアップと現場での早急な解毒剤の投与が必要と判断される可能性もある。この際、被災者が残存する発災現場の空気の汚染をいかに軽減するかが課題となり、液体で存在する化学剤を汚染拡散防止シート等で覆い揮発を防止する等、被害極限のための検討も必要である。現時点では、明確な判断基準はなく、また、レベル B 装備の手袋での自動注射器の取り扱いには慣れていないという課題も抽出され、マニュアルに反映した。

#### (6) 動線の交差

化学剤テロ災害でも放射線テロ災害でも、除染する被災者と除染不要の被災者の動線が交差するエリアの設置で、また、緊急性ある被災者の除染所は入口と出口が同じで、汚染区域と非汚染区域の区分が不明朗であったため、汚染された被災者と隔離した動線を整理して交差しないようにすることを提案した（図 2-3）。

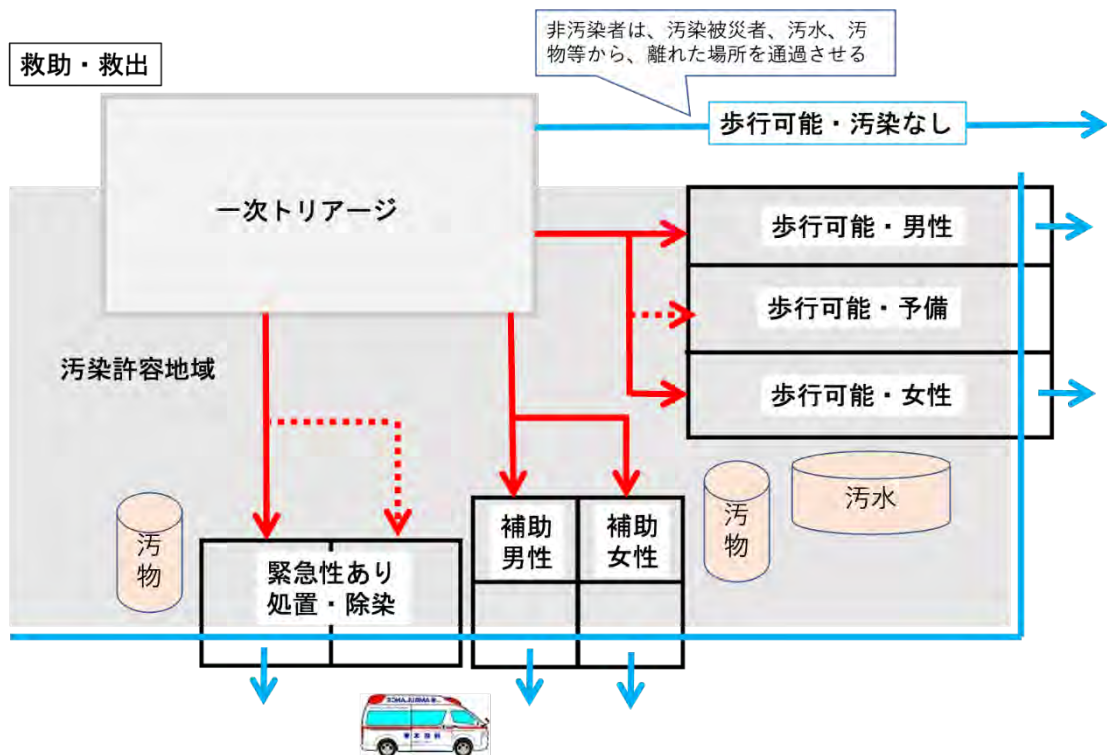


図 2-3 動線の案

(7) 除染エリアの設営

一次トリアージ・除染訓練では、緊急性ある被災者の処置・除染をテント内で実施していた、意識がある被災者は脱衣をするためプライバシーの保護が必要であるが、意識のない重傷者ではその必要はなく、むしろ重傷者は汚染物質が付着している可能性が高く、この場合、閉鎖された天幕内は有毒ガスが充満し危険となる可能性があるため、テントの必要性については検討すべきである。

(8) また、放射性物質の汚染が手指にあり、一番高い汚染であれば、まずは手指の拭き取りをしてから脱衣をした方が汚染拡大防止となる。歩行可能者の場合、必ずしも脱衣の後に拭き取りによる除染という流れではないことも考慮すべきである。All hazards approach

一次トリアージ・除染訓練では、化学剤テロ災害と爆発物・放射線テロ災害の想定が事前に分かっている状況から開始したため、一次トリアージエリアでの検知は、化学剤の検知のみ、あるいは放射線の検知のみとなっていた。化学剤と放射性物質が同時に使用された場合なども想定して、テロ災害の状況の評価が確定するまでは、化学剤も放射線も同時に検知する方が良い。そのため、どちらの脅威も検知することが必要であるとの認識を強調してマニュアルを普及させる必要がある。

CBRNE テロ災害図上訓練では、通報内容には爆発による多数傷病者の発生、化学剤による症状の発生を示していることから、爆発物、化学剤への対応ほか、爆発物と

放射性物質を組み合わせたダーティボムの可能性も念頭に、放射線への対応も出動時から開始されていた。集結場所、ゾーニングは爆発物、化学剤への対応を優先し、検知器材は、化学剤、放射線の両方を使用開始していた。被災者の汚染検査場所、誘導経路は検討されていたが、検討時間が不足していたためか、被災者の汚染検査、除染方法の具体的な方法と実施体制については、検討がなかった。今回の想定であれば、脱衣、拭き取りによる除染の後、放射性物質の汚染検査、化学剤の残存を確認する検知紙による検査が必要となる。しかし、放射線測定器と検知紙の両方を同時に使用する想定がなされていないことから、迅速性を重視した簡易除染及び除染に引き続く残存確認のための検知の実施要領については検討が必要である。

#### (9) 爆発物テロ災害での安全確保

CBRNE テロ災害図上訓練の想定では未爆発の不審物件があるため、2回目の爆発による被害も想定した対応が求められる想定であった。不審物から距離を取る事による安全確保のほか、建物の構造や不審物の位置などによる危険性の判断について、警察との連携に関しても考慮されつつ検討がなされていたことは、より実践的であった。今後は、配備されているシールドなどのより有効な活用方法について検討が必要である。

### 2.3.4. CBRNE テロ災害対応の教育における課題と対策

#### (1) オンラインでの研修の実施

今後もオンラインでの研修開催は推奨される状況である。講義については、一度に数百人の参加も可能となることから、非常に効率的に実施できる。また、録画機能を使用すると、当日のウェブセミナーに参加できなかった職員も、後日録画を視聴することで、同じ講義を受講することが可能である。

今回実施したオンラインでの研修では、参加者の聴講の様子を画面上で確認できることで、講義を違和感なくでき、双方向の質疑応答ができたことでより学習効果があったと思われる。

測定器の取り扱いと汚染検査はデモンストレーションを行なった。測定器が準備できた参加者は、各自で測定器を使用した実習として参加し、質疑応答を行った。デモンストレーションは、ウェブカメラで、手元や測定器の表示画面を映し出した。画面が暗いことで微妙な色の違いなどが分かりにくい部分があった。また、ウェブカメラはズーム機能がなく、手元を映し出すときは、カメラに測定器を近づけたりしたことで、画面が揺れてしまった。また、カメラには手振れ補正機能もないことから、カメラを動かすものの画面がブレてしまい、フォーカスが合わないこともあった。三脚の使用や複数台のウェブカメラを配置して、カメラを切り替えるなどの対応でより鮮明かつ多くの情報を提供できるとと思われる。

参加者が実施している汚染検査の状況も画面で確認でき良かったが、双方向でのや

りとりが少なく、参加者に状況や具体的な検査の方法を双方向で確認しながら実施すべきであった。

このオンラインでのデモンストレーションと実習の経験から、より見やすい画像でオンラインでの実習等を実施できるよう原子力災害時の医療の研修を含め、ウェブカメラの設置方法やビデオカメラの使用要領などを工夫した。

## (2) 初学者と専門部隊との研修の同時開催

消防向けの研修の講義では、事前に解説付きの資料を配布し、手元に資料がある状況での聴講であったため、講義内容は初学者でも理解できたと思われる。短時間での講義では、集中して聴講できていた様子であった。しかし説明を初学者向けに合わせたため、CBRNE テロ災害対処の基本的知識を有する参加者にとっては、物足りないことは否めない。

受講生の特性(CBRNEに関する基礎知識の程度、職務に応じた関心事項の差異等)により、同じテキストを使用しつつ、充当する時間の軽重を調整する必要があり、短縮版を作成した。

## 2.4. 考察

昨年度までに作成した教材やマニュアルをさらに改訂し、実際に研修や訓練で使用することで検証した。CBRNE テロ災害に関する教育や教材、初動対応手順、それぞれの今後の展開、活用について考察した。

### 2.4.1. CBRNE テロ災害に関する教材の活用

原子力防災体制が整備されていない重点区域以外の地域における機関が CBRNE テロ災害対応をする場合は、被ばく医療、原子力災害時の対応の基礎知識や資器材を有していることは稀であると思われるが、近年は、CBRNE テロ災害対応のための資器材の配備や教育の機会が増えているようである。昨年度までに CBRNE テロ災害時の初動対応に関連する項目を整理し、安全と危険、リスク、防護対策の効果、および相互の関係性と判断方法、効率的かつ効果的な資器材の使用法等について教育、研修のための教材を作成した。今年度は、これらの教材を最新の知見や研修で得られた知見等を反映させて改訂し、新たな教材を作成したことで、放射線、放射性物質、爆発物、化学剤、生物剤の脅威を網羅する教材一式が揃った。さらに放射性物質による汚染がある傷病者を救急車やヘリコプターで搬送する際の汚染拡大防止対策のための資料も作成できた。これで CBRNE テロ災害の初動対応の基本的知識を習得するための教材は揃ったと推測する。今後は、この教材を多くの人が活用できるように、原子力災害時の医療の研修に関する標準テキストと同様に、これらの教材をダウンロードできるようにウェブサイトに掲載する。本研究事業の研究協力者は、消防、警察、自

衛隊、医療機関等でテロ災害、被ばく医療に携わってきた経歴があり、知見が生かされた教材、資料となっている。

#### 2.4.2. CBRNE テロ災害の初動対応手順

昨年度作成した CBRNE 全ての脅威を考慮した対応を展開した初動の手順のフローチャートと各項目の解説のマニュアルについて、研究協力者と実際に使用した初動対応機関の関係者から聴取した意見等を反映し、改訂した。このフローチャートを用いた実働訓練、図上訓練では、この初動対応におけるフローチャートが十分に活用できることを確認できた。救命率向上のためには、現場対応での迅速な医療処置の実施あるいは早期の医療介入に繋げる必要がある。しかし、放射性物質、化学剤、爆発物による外傷が同時に発生した場合は、多くの観察と評価、判断が必要となり、それぞれに時間を要してしまう。フローチャートを使用する以外に、測定器の取り扱いや除染の方法、トリアージの具体的な数値、隊員や資器材の配置、エリアの設定と動線などの個別の要素を確実に実行できるように演練することも必要である。これらは CBRNE テロ災害に関する教育の充実との相乗効果により対処能力の更なる向上が見込める。

#### 2.5. 結論

これまで抽出した課題を元に、CBRNE テロ災害への初動対応に必要な知識と技能を習得する講義や研修のための教材を作成、改訂し、原因物質が判明しない初動対応での All hazards approach も含めた対応手順のフローチャートとマニュアルを完成した。CBRNE テロ災害の発生現場では、対応者の安全を確保した上で、検知、除染、現場医療等を実施し、医療機関へ迅速に搬送する体制が求められる。この現場活動の「病院前医療体制」は、放射線テロ災害のみでなく、化学テロ、爆弾テロなどと共通するところもあるため、これらの対策および関係機関と連携して、教育や訓練等を含めた体制の強化、整備が求められる。そのため、作成した教材等が最大限に活用されるようウェブサイトでの公開や研修等での活用を図る。本事業は本年度で終了するため、第三者評価を事業として実施することはできないが、今後は、多くの組織や機関で活用されることで、第三者による評価とフィードバックが得られることを期待し、最新の知見や状況に応じて、更なる改訂ができるように関連する事業等で継続することも図る。

## 資料 2-1

### 令和 2 年度第 1 回 CBRNE テロ災害対処千葉連携研修会

#### 1. 開催日

2020 年 8 月 25 日（火） 9:30 – 12:00

#### 2. 開催方法

オンラインによるウェブセミナー（zoom meeting を使用）

#### 3. 参加機関・参加方法

千葉市消防局（177 名）、千葉県内消防（155 名）、量子科学技術研究開発機構（6 名）  
オンラインでの接続は 35 ヶ所程度（重複あり）

消防署や講堂等に職員が集合し、プロジェクターに投影あるいは PC やタブレットの画面を共有して、数人から数十人が聴講した。

#### 4. 講師

岩熊真司（東洋紡、量研機構）

北村尚（量研機構）

富永隆子（量研機構）

#### 5. 研修概要

9:30 – 9:35 開催あいさつ、通信確認

9:35 – 10:00 講義 1 「化学テロ災害対処」（25 分）

10:00 – 10:20 講義 2 「爆発物テロ災害対処」（20 分）

10:25 – 10:35 デモンストレーション「化学剤検知」（10 分）

10:40 – 11:05 講義 3 「放射線テロ災害対処」（25 分）

11:05 – 11:25 講義 4 「生物テロ災害対処」（20 分）

11:30 – 11:50 デモンストレーション「汚染検査」（20 分）

各消防署で準備した RadEye B20 を使用予定

11:55 – 12:00 閉会あいさつ

※講義、デモの間には適宜休憩をいれる。

#### 6. 研修内容

##### (1) 講義

対象者が CBRNE テロ災害対処の初学者が多いことから、安全規制研究事業「包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究」で作成した「化学テロ災害対処」「爆

発物テロ災害対処」「放射線テロ災害対処」「生物テロ災害対処」の教材をそれぞれ講義時間 20 分から 25 分の基本的内容に改定し、使用した。

(2) デモンストレーション「化学剤検知」

擬剤を使用して、救助隊などに配備されている化学剤検知器 (LCD3.3) および化学剤検知紙の色の変化をデモンストレーションし、現場活動での検知器と検知紙の特性に合わせた使用方法について説明した。

(3) デモンストレーション「汚染検査」

各消防署に配備されている RadEye B20 (表面汚染計) とマントルを使用して、測定器の使い方と汚染検査の方法についてデモンストレーションし、測定器とマントルを準備できた消防署では、参加者数名が汚染検査を実施した。

## 資料 2-2

### 特殊災害（CBRNE）教育訓練

#### 1. 参加者

警察本部機動隊員 約 20 名

講師：岩熊真司（東洋紡）

山本荘一郎、時田健一（エスティジャパン）

富永隆子（量研機構）

#### 2. 教育訓練概要

##### 1 日目

10:00 ~ 12:00 講義「CBRNE について」（山本）

昼食

13:00 ~ 13:50 講義「放射線テロ災害対処」「生物剤テロ災害対処」（富永）

休憩

14:00 ~ 17:00 実習「各種検知器の取り扱い」（山本、時田、富永）

##### 2 日目

9:30 ~ 10:20 講義「化学テロ災害対処」（岩熊）

10:20 ~ 11:00 簡易机上演習（岩熊）

11:00 ~ 12:15 実働訓練（岩熊、山本、時田、富永）

昼食

13:30 ~ 15:00 実習（岩熊、山本、時田、富永）

#### 3. 準備資器材

##### (1) 放射線測定器

RadEye PRD-ER 2 台

RadEye B20 4 台

RadEye SPRD 2 台

##### (2) チェッキングソース（法規制外密封放射性同位元素）

Co-60 0.4M Bq 1 個

Co-60 3.4K Bq 1 個

Sr-90 2.3K Bq 1 個

Cs-137 0.4M Bq 1 個

Am-241 4K Bq 1 個

Am-241 6K Bq 1 個

γ 線種 0.4MBq 1 箱 (Am-241 40.5kBq, Ba-133 40.3kBq, Cs-137



40.9kBq, Co-57 39.9kBq, Hg-203 84.5kBq, Mn-54 41.1kBq, Na-22 38.2kBq, Y-88 43.2kBq)

- (3) パウチマントル 20 枚
- (4) 検知紙 (2×1cm) 50 枚
- (5) ガーゼ5枚入り 10 袋、キムタオル 15 枚、ゴム手袋 6 双
- (6) 検知棒：現地で材料調達し作成
- (7) 使い捨てマスク 100 枚
- (8) 消毒用エタノール 500ml

#### 4. 教育訓練内容

##### (1) 講義「CBRNE について」

過去の CBRNE テロ災害の事例を説明し、化学剤や爆発物等に対する検知器の概要や検知原理の説明がなされた。



##### (2) 講義「放射線テロ災害対処」「生物剤テロ災害対処」

放射線テロ災害対処のテキストは昨年度作成し、生物剤テロ災害対処の資料は、本年度作成した資料を使用し、現場対応要領について効率的に知識を付与することができた。

##### (3) 講義「化学テロ災害対処」

昨年度作成したテキスト (40 分用) を使用し、40 分間の講義を実施した。途中活発な質問があり、受講者の関心が高い項目について重点的に講義ができたが、やや時間不足となり警察の活動に必要な事項に焦点を絞って講義を実施した。



##### (4) 簡易机上演習

化学テロ、爆発物テロの単独の脅威の想定その他、その後の実動訓練に合わせてダーティボムの爆発前と爆発後の想定で初動対応について質問し、考えさせ発表する形式で講義を実施した。

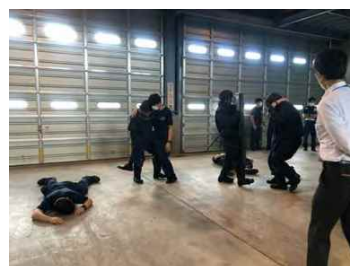
##### (5) 実習「各種検知器の取り扱い」

化学剤、生物剤、爆発物、放射性物質のそれぞれの検知器の概要と使用方法を簡単に説明し、擬剤や規制対象外の放射性物質を用いて実際に測定した。実際の反応を確認できたことで、それぞれの剤や放射性物質の反応や測定器の取り扱い方法について、実践的な実習となった。



(6) 実働訓練「爆発物等の初動対応」

爆発物、化学剤、放射性物質を複合させた想定で、爆発物の分析、処理を前提に実施したが、ダーティボムとして放射線の検知、化学剤の検知も実施した。しかし、放射線及び化学剤を検知していたにもかかわらず、現場への進入・救助にあたり、呼吸器保護装備を装着せず、爆発物に対する対応のみに終始し、汚染検査や汚染拡大防止等も実施されていなかった。



(7) 実習「化学剤検知」

擬剤を用いた検知を行い、検知器による揮発した有毒化学剤の検知、及び検知紙による汚染箇所の確認について、実際に検知器により検知するまでの時間や検知紙の反応色を実体験させた。



(8) 実習「汚染検査」

パウチしたマントルを使用した汚染検査を実施した。さらに表面汚染計で測定し、空間線量計で測定した値を単位の相違、数値の相違として確認したことで、汚染検査と空間線量率の測定の相違を体験させた。

**資料 2-3**  
**放射線テロ想定訓練**

1. 日時

2020年10月6日(火)9:30 - 17:00

2. 開催概要

09:30～09:40 訓練説明  
09:40～10:00 訓練設定、装備装着  
10:00～11:30 簡易想定訓練：1  
11:30～12:00 前段訓練統裁部検討会 AAR : After Action Review  
12:00～13:00 昼休憩  
13:00～13:10 訓練説明  
13:10～13:30 訓練設定、装備装着  
13:30～15:00 簡易想定訓練：2  
15:00～16:00 後段訓練統裁部検討会 AAR  
16:00～17:00 全体検討会 AAR

3. 訓練想定

洋上の船舶で爆発テロが発生し、負傷者 9 名が発生した。爆発現場では放射線を検知し、負傷者は爆傷、汚染がある。化学剤の検知はなく、負傷者に化学剤による兆候は認めない。

4. 訓練概要

- ① 進入：発災から通報受信後、対応部隊が船舶に到着し、CBRNE テロを想定して化学剤検知器、放射線測定器、ガス検知器、個人線量計を携行して進入開始。進入経路及び空間線量率の上昇に伴う危険度を矢印と色で視覚的に明示している。
- ② 救助と放射線検知活動：100 $\mu$ Sv/h を発災現場で確認し、ホットゾーンを設定。爆発現場では最大 100mSv/h を示す中、歩行不能となった 9 名の被災者を緊急処置及び搬出の優先順位を判断しながら救助にあたった。
- ③ 搬出及び除染活動：背後より抱きかかえ隊員 1 名で 1 名の被災者のショートピックアップ及び隊員 2 名による担架搬送によりウォームゾーンまで搬出、その後、脱衣、拭き取りによる除染を実施し、コールドゾーンに控える救命士へと引き渡し迅速な救命処置を実施した。

## 資料 2-4

### 一次トリアージ・除染訓練

#### 1. 日時

2021年1月29日(金) 9:00 - 12:00

#### 2. 参加者

##### (1) 消防局

WZ活動隊 18人、除染隊 5人、負傷者役 10名

##### (2) 量研機構

放射線緊急事態対応部；訓練指導 3名（岩熊真司、北村尚、富永隆子）

#### 3. 訓練概要

事前に大型除染システムなどは展開済み

9:00 - 9:10 講義；一次トリアージ・除染フロー

9:10 - 9:20 講義；化学テロ災害、放射線テロ災害での除染手順

9:20 - 9:30 移動

9:30 - 9:45 PPE 装着

9:45 - 10:30 訓練；化学テロ災害での除染

10:30 - 10:45 休憩

10:45 - 11:30 訓練；放射線テロ災害での除染

11:30 - 11:50 訓練；PPE 脱衣

11:50 - 12:00 評価、撤収

#### 4. 訓練内容

(1) 講義；CBRNE テロ災害時の WZ 活動隊の活動内容としてフローチャート（共通事項）を解説し、化学テロ災害、放射線テロ災害の各項目を説明した。

(2) PPE 装着；WZ 活動隊、除染隊は、化学テロ災害時もしくは放射線テロ災害時の PPE を装着。

(3) 訓練；化学テロ災害での除染

① 要救助者の想定；脱衣用の感染防護衣を着用し、想定  
の症状はカードに記載したものを各自が提示した。

緊急性有り（赤タグ）；マネキン 3体

要介助（黄色タグ）；13名

歩行可能者（緑タグ）；87名



図 症状カード

- ② 模擬汚染：擬剤をマネキンあるいは感染防護衣に塗布し、化学剤検知紙で汚染の有無、除染後の確認ができるようにした。



図 一次トリアージ  
状態の確認と検知紙での汚染検査



図 一次トリアージ  
状態の確認とターニケットの止血



図 赤タグの処置  
状態の確認と検知紙での汚染検査

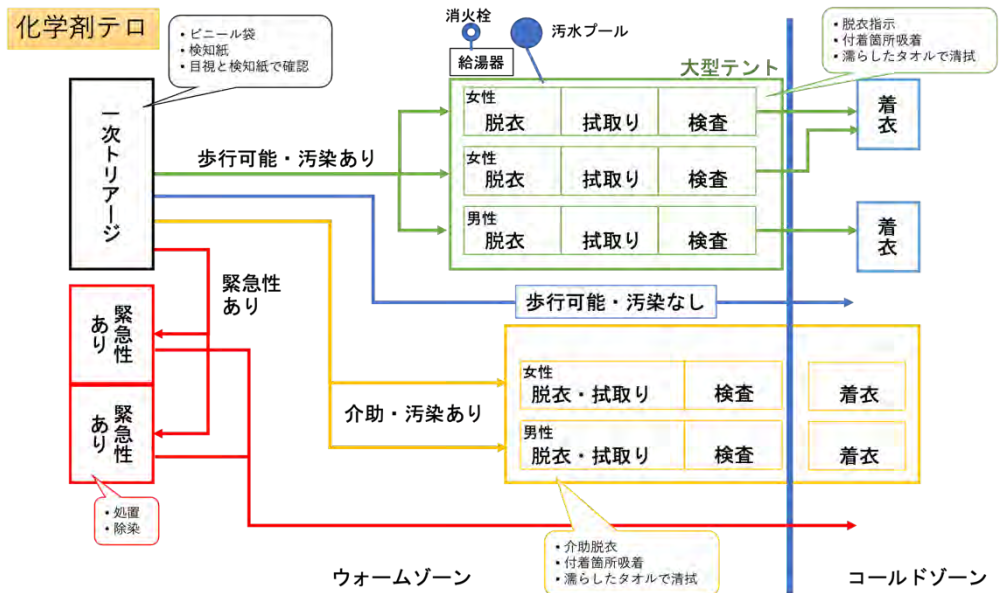


図 除染  
襟元に汚染付着あり、ハサミで切って脱衣の介助

③ 配置と動線

(4) 訓練；放射線テロ災害（ダーティボム）での除染

- ① 要救助者の想定；脱衣用の感染防護衣を着用し、想定症状はカードに記載し



たものを各自が提示した。

緊急性有り（赤タグ）；マネキン3体

要介助（黄色タグ）；13名

歩行可能者（緑タグ）；87名

- ② 模擬汚染：パウチしたマントルをマネキンあるいは感染防護衣の内側に貼付して体表面汚染検査ができるようにした。汚染は RadEye B20 で 150cpm 以上とした。脱衣前の汚染検査は簡易汚染検査（頭部、顔面、両手、両側靴底）とした。

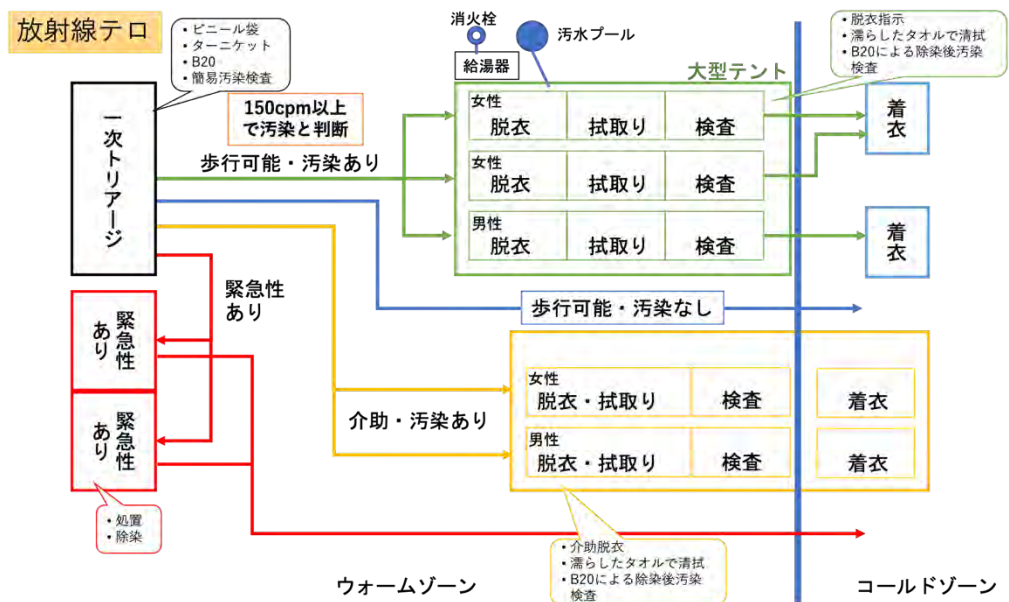


図 赤タグの処置状態の確認と脱衣、汚染検査



図 除染後の汚染検査  
脱衣後は確実に汚染検査を実施

- ③ 配置と動線



- (5) 訓練；PPE 脱衣

化学テロ災害、放射線テロ災害での脱衣時の注意点について説明し、二人ひと組で脱衣を実施した。脱衣後に表面汚染計で汚染の有無を確認し、個人線量計の値を確認して終了。



図 PPE 脱衣  
脱衣時の注意点を説明後、二人 1 組で脱衣を実施

## 資料 2-5 CBRNE 災害図上訓練

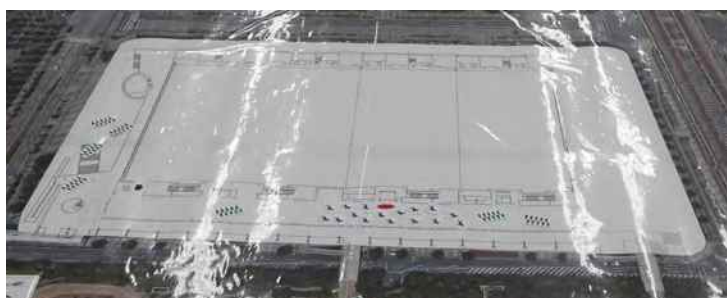
1. 日時、場所  
2021年3月9日(火)9時~12時 千葉市消防局作戦室
2. 参加機関・参加人数  
千葉市消防局；訓練参加者 21名、ファシリテーター 2名、調整 3名  
量研機構；ファシリテーター 4名  
千葉県庁；見学 3名
3. 演習範囲  
発災から現場保存（病院搬送前）までの現場活動
4. 演習目的  
災害発生から活動終了までの現場初動対応者が行う活動を対象に、各部隊が連携して対応する。机上演習には2つの目的を設定する。  
目的 1：演習参加者は各部隊の活動計画（マニュアル）と現場の裁量に鑑みかつ他機関と連携して、演習班ごとに部隊の活動目的達成のための最善の活動手順を検討する。  
目的 2：化学剤、放射性物質、放射線、爆発物の複合した脅威に対する初動対応を整理する。
5. 演習シナリオ概要
  - 想定発生日は7月末の平日、夏の日中。
  - 幕張メッセでは大規模イベント開催中につき、千葉県警はイベント警備を実施中。
  - イベント来場者から幕張メッセ警備へ、エスプラナード中央付近に不審物が留置されているとの通報がある。
  - 警備員が現認に向かう途上、エスプラナード中央付近で爆発により負傷者が発生する(9時30分)。
  - メッセ職員その他からの 110 番および 119 番通報により県警、消防が出動(消防は多傷病出動)。DMAT 派遣要請。
  - 現着した消防救助隊等が現場に進入したところ負傷者近くで放射線を検知、同刻不審物件捜索を行っていた警察官がエスプラナード南西側入り口付近にて不審物を発見。
  - 化学剤、放射線検知により消防は NBC 対応へ切替、県警は NBC 隊が出動。不審物件発見のため県警爆処理隊が出動。併せて消防より放医研へ現場支援要請。

- 県警爆処理隊は、不審物件の検査、検知、処理（移動）に 50 分の時間を必要とする。
- 県警 NBC 隊は不審物件の周辺の線量率の測定、現場捜査のみ実施する。要救助者の救助は行わない。

以後爆発等の活動危険が伴う状況にて、現実的な部隊展開、迅速な負傷者救出と医療介入、汚染検査や除染等被災者対応、現場保存等について演習にて検討する。

## 6. 被災者数と想定

- ・ イベントホール内滞在者：北西側非常口から脱出したため、全員負傷汚染無し
- ・ エスプラナード滞在者：100 人 無傷、神経剤（サリン）症状あり（軽症（縮瞳））、放射性物質の汚染あり、神経剤の汚染なし（被災者は検知器、検知紙では反応なし）
- ・ 負傷・汚染あり：16 人（青色 1～16）、症状は救助の時間により変化する（要救助者一覧のファイル参照）。



スプラナード滞在者（歩行可能緑 100 人）と負傷者（歩行不能青色 1～16）は地図上にポストイットを貼付しておく。

## 7. 処置のタイミングと容態の変化

### ① 救助・処置なし

要救	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0 分後	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
10 分後	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
20 分後	Black	Black	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
30 分後	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
40 分後	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black



② 10:10（40分後）までに救助・処置（呼吸補助、止血、解毒剤投与）した場合

要救	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0分後	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
10分後	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
20分後	Black	Black	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
30分後	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
40分後	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

8. ダーティボム 放射性物質＋神経剤(想定)

放射性物質： $^{137}\text{Cs}$ (セシウム 137) 1GBq、神経剤：サリン 500ml



### 3. 【調査研究2】医療機関での受け入れ体制整備

#### 3.1. 本年度の研究計画

全国の医療機関の被ばく医療の診療能力の向上により迅速かつ適切な被ばく医療を提供する手段の開発を目的とする。

研修体系のフォローアップとテキストの改訂として、昨年度提案した原子力災害医療の研修の体系化に基づいて実施される研修の状況をウェブ配信等により調査し、研修の課題を整理し、作成した標準テキストを改訂する。また、昨年度提案した医療機関での対応手順、初期診療マニュアルを見直し、最新の情報を踏まえ改訂する。被ばくあるいは汚染のある傷病者の医療機関での受け入れに必要な体制整備のために作成した初期診療マニュアル等の活用方法について検討する。

#### 3.2. 検討の経緯

調査研究2を担当する研究協力者、研究参加者による検討会を4回開催（第1回～第4回）し、以下の項目について議論した。

- 原子力災害医療に関する研修の体系化と研修制度
- 原子力災害医療に関する研修で使用する標準テキスト改訂
- 原子力災害医療に関するオンラインでの研修実施方法
- 標準テキストの公開後の利用状況
- 被ばく医療の初療のフローチャートとマニュアルの活用
- 医療機関での初期診療における安全管理

研修体系のフォローアップとテキスト改訂、さらにオンラインでの研修実施の検討のため、下記の研修を実施、研究協力者、研究参加者にウェブ配信した。今年度は、新型コロナウイルス（COVID-19）感染症対策のため、集合して開催する研修の開催が制限され、中止したことから、オンラインでの研修についても、実習と机上演習を含めて、その実施方法や教材について検討し、検証した。新型コロナウイルス（COVID-19）感染症対策は、今後も終息するまでの数年および別のパンデミックが発生した場合にも、研修による人材育成の継続性の課題となると予想される。

さらに、年度当初には新型コロナウイルス（COVID-19）感染症対策のため、入院患者の診療をする医療機関から、準備のために病棟のゾーニング、職員へのゾーニングとPPE着脱の講習会の依頼があり、これまでの放射線防護や放射線管理、PPE着脱に関連した教材や講義資料を活用した教育方法についても検討した。

【実施した研修】

1. 原子力災害医療派遣チーム研修
2. オンライン原子力災害医療基礎研修
3. オンライン原子力災害医療派遣チーム研修
4. オンライン講師養成研修

【ウェブ配信した研修】

1. 原子力災害医療中核人材研修
2. 原子力災害医療派遣チーム研修
3. オンライン原子力災害医療基礎研修
4. オンライン原子力災害医療派遣チーム研修
5. オンライン講師養成研修

検討会の開催日程は下記の通りである。全てリモート会議形式とした。

1. 第1回検討会

日時：2020年9月29日(火) 15:00 - 16:30

方式：リモート会議

議題：議題1 今年度の計画

議題2：研修ウェブ配信に関する検討

議題3：オンライン研修の検討

議題4：テキスト改訂案

2. 第2回検討会

日時：2020年10月29日(木) 14:00 - 16:00

方式：リモート会議

議題：議題1 第1回検討会議事録確認

議題2 新研修体系の各研修の目的と目標

議題3 甲状腺簡易計測研修について

議題4 オンライン研修の開催について

議題5 標準テキストのダウンロード状況

3. 第3回検討会

日時：2020年12月18日(金) 14:00 - 15:30

方式：リモート会議

議題：議題1 第2回検討会議事録確認

議題2 オンライン基礎研修の開催について

議題3 講師養成研修開催について

議題4 研修制度とステップアップ案

#### 4. 第4回検討会

日時：2021年2月10日(水) 14:00 – 16:00

方式：リモート会議

議題：議題1 第3回検討会議事録確認

議題2 オンラインでの研修の開催について

議題3 研修管理システムの使用感について

議題4 その他

### 3.3. 結果

#### 3.3.1. 原子力災害医療に関する研修の体系化

今年度は、昨年までに提案した研修の体系化における各研修の目的と目標、対象者、内容を整理した(表3-1)。「原子力災害医療中核人材研修」「原子力災害医療派遣チーム研修」「ホールボディカウンター研修」の実習と机上演習の内容については、これまで各高度被ばく医療支援センターで実施されてきた内容を基に整理した。さらに、2018年度に提案した原子力規制庁の委託事業として実施してきた原子力災害医療の研修体系化(図3-1)を【検証1】での研修の実施の結果も踏まえて、再度検討し、2019年度は修正案(図3-2)を提案した。今年度はさらに研修制度と運用方法の検討を踏まえ、さらに修正案(図3-3)を提案した。

「簡易甲状腺計測研修」は、これまで量研機構でのみ実施してきたが、原子力災害時に相当数の被験者に対して甲状腺簡易計測を行う人材の育成を目的として再設定し、「原子力災害医療基礎研修」の受講修了者でも、受講できるように研修内容を再検討し、講義用の標準テキストと実習のハンドアウトを作成した。

研修体系化の昨年度提案したものと変更した点としては、「簡易甲状腺計測研修」は、「原子力災害医療基礎研修」修了すれば受講できることとし、「講師養成研修」は、中核人材研修の講師として活躍できる人材の教育を目的としていることから、「原子力災害医療中核人材研修」修了のみでも受講できることとした。

各研修にはコースコードを付与し、コードは昨年提案と変更していない。

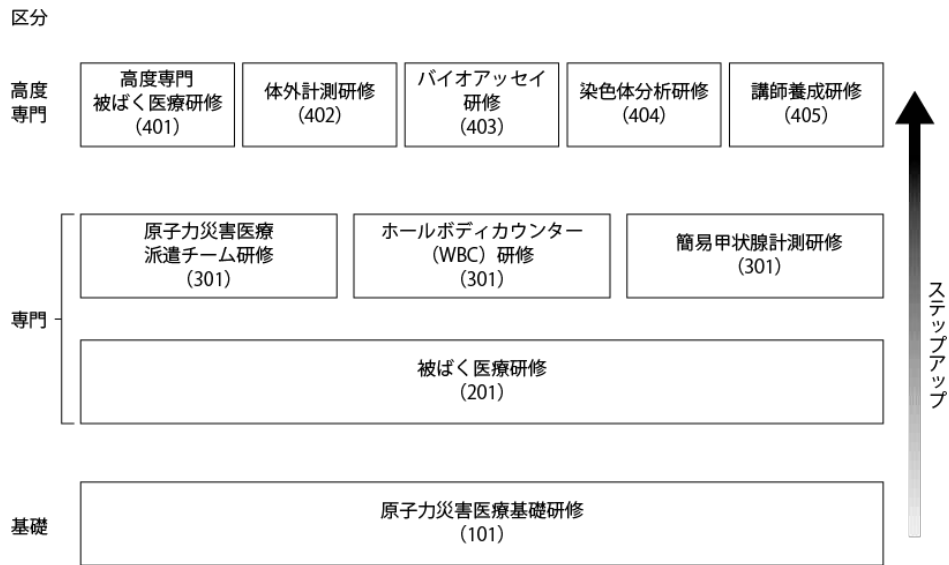
研修制度としては、各研修の修了証の有効期限を修了年度から3年後の年度末とし、有効期限内に同じ研修もしくは上位の研修を受講修了することで、研修体系化の研修受講歴があるものとするを提案した。また、講師養成研修修了後には、本研修制度の講師として認定、登録し、研修での指導歴として3年で最低3回以上の指導歴を有することで、講師資格を更新することを提案した(図3-4)。

来年度以降は、提案した原子力災害医療に関する研修の体系化で各地域、高度被ばく医療支援センター、原子力災害医療・総合支援センター等で開催予定である。研修の体系化としてのステップアップ案と研修制度は、基幹高度被ばく医療支援センターに設置された「被ばく医療研修認定委員会」に提案した。同委員会で基準等が設定さ

れ、研修および受講者の修了認定がなされる予定である。さらに研修と人材の一元管理のシステム（被ばく医療研修ポータルサイト）も基幹高度被ばく医療支援センターで構築しており、来年度から稼働する予定である。

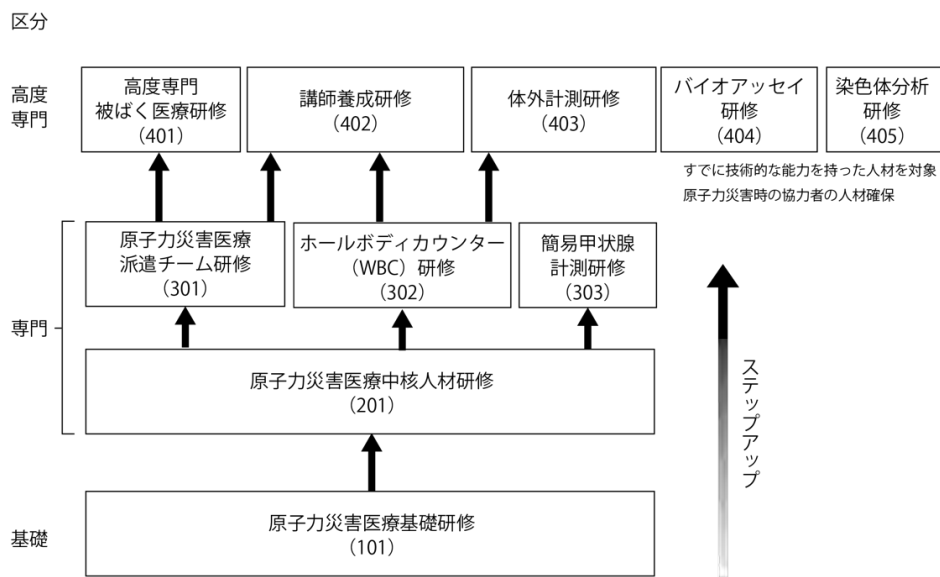
表3-1 各研修の目的、目標、対象者、内容一覧

区分	研修名	コード	目的	目標	対象者	講義	机上演習	実習	実習の内容
基礎	原子力災害医療基礎研修	101	原子力防災に関係する基礎知識、測定器の知識の習得	放射線の基礎、影響、防護、汚染検査、除染、安定ヨウ素剤、避難退避時検査、送迎と屋内退避について理解する。	原子力防災に関わる関係機関の職員	原子力防災体制 放射線の基礎 放射線の影響 放射線防護 汚染検査・除染 安定ヨウ素剤 避難退避時検査 避難と屋内退避の支援	なし	なし	なし
		201	疫病学、汚染のある患者を医療機関で対応するために必要な知識と技能の習得	医療機関で受け入れの準備や初期対応、放射線障害の診断と治療、搬送計画、メンタルヘルス、放射線管理委員の役割について理解する。 放射線測定器の取り扱い、測定方法、除染の技能を習得する。	原子力災害での被災医療機関に携わる医療従事者、医療関係者	医療機関の原子力災害対策 医療機関での初期対応 医療機関での搬送と治療 放射線測定器の取り扱い 原子力災害時のメンタルヘルス 放射線管理委員の役割 原子力災害事例	次の施設と説明を含む机上演習を実施すること。 1.原子力災害医療拠点病院での汚染を伴う可能性のある患者の受け入れに関し、受け入れ準備、診療手順、被災者への搬送計画について検討する。 2.原子力災害時の住居対応に関し、医療機関等での受け入れ準備、多数汚染者への対応について検討する。 3.原子力災害事例	放射線測定器の取り扱い 防護準備 医療機関の養生 除染 蛍光顕微鏡を使用した除染 診療費の汚染検査 WBC計測 被災医療	GMカウンター、NaIシンチレーションカウンター等の使用方法 医療機関で使用するPPEの着脱 医療機関の養生方法 蛍光顕微鏡を使用した除染 診療費の汚染検査 WBCでの計測 受け入れから外来処置終了までの一連の流れを実施
専門	原子力災害医療連携チーム研修	301	原子力災害医療連携チームの活動に必要な知識と技能の習得	原子力災害医療連携チームの活動	原子力災害医療連携チームの要員	原子力災害医療連携チームの活動	なし	被災医療機関等での受け入れ	被災医療機関等での受け入れ
		302	原子力災害医療拠点病院で対応するための知識と技能の習得	原子力災害医療拠点病院の被災医療機関で対応するための知識と技能の習得	原子力災害医療連携チームの要員	原子力災害医療連携チームの活動	なし	被災医療機関等での受け入れ	被災医療機関等での受け入れ
高度専門	原子力災害医療連携チーム研修	401	原子力災害医療連携チームの活動に必要な知識と技能の習得	原子力災害医療連携チームの活動	原子力災害医療連携チームの要員	原子力災害医療連携チームの活動	なし	被災医療機関等での受け入れ	被災医療機関等での受け入れ
		402	原子力災害医療連携チームの活動に必要な知識と技能の習得	原子力災害医療連携チームの活動	原子力災害医療連携チームの要員	原子力災害医療連携チームの活動	なし	被災医療機関等での受け入れ	被災医療機関等での受け入れ
高度専門	原子力災害医療連携チーム研修	403	原子力災害医療連携チームの活動に必要な知識と技能の習得	原子力災害医療連携チームの活動	原子力災害医療連携チームの要員	原子力災害医療連携チームの活動	なし	被災医療機関等での受け入れ	被災医療機関等での受け入れ
		404	原子力災害医療連携チームの活動に必要な知識と技能の習得	原子力災害医療連携チームの活動	原子力災害医療連携チームの要員	原子力災害医療連携チームの活動	なし	被災医療機関等での受け入れ	被災医療機関等での受け入れ
高度専門	原子力災害医療連携チーム研修	405	原子力災害医療連携チームの活動に必要な知識と技能の習得	原子力災害医療連携チームの活動	原子力災害医療連携チームの要員	原子力災害医療連携チームの活動	なし	被災医療機関等での受け入れ	被災医療機関等での受け入れ
		406	原子力災害医療連携チームの活動に必要な知識と技能の習得	原子力災害医療連携チームの活動	原子力災害医療連携チームの要員	原子力災害医療連携チームの活動	なし	被災医療機関等での受け入れ	被災医療機関等での受け入れ



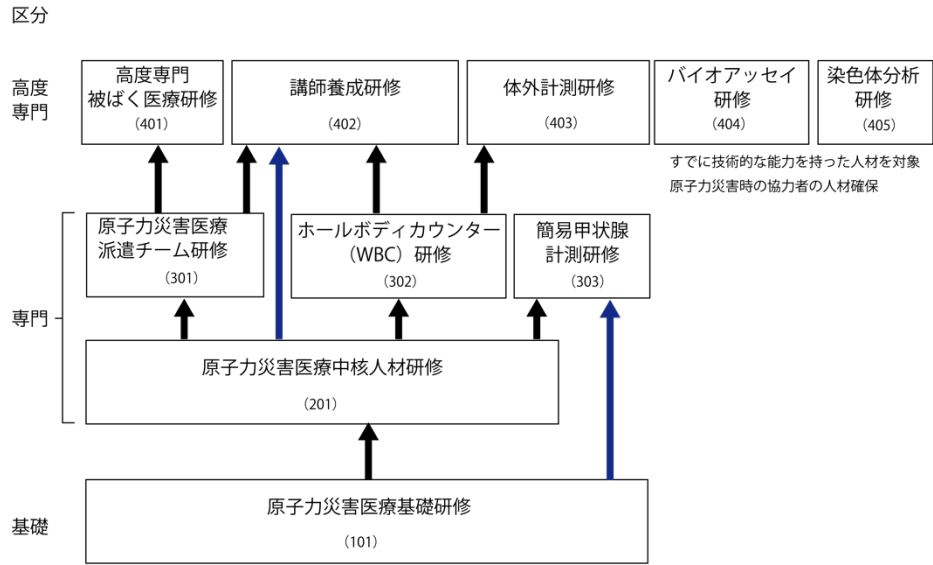
( ) 内の数字はコースコード

図 3-1 2018 年度に提案した原子力災害時の医療に関する研修体系化案



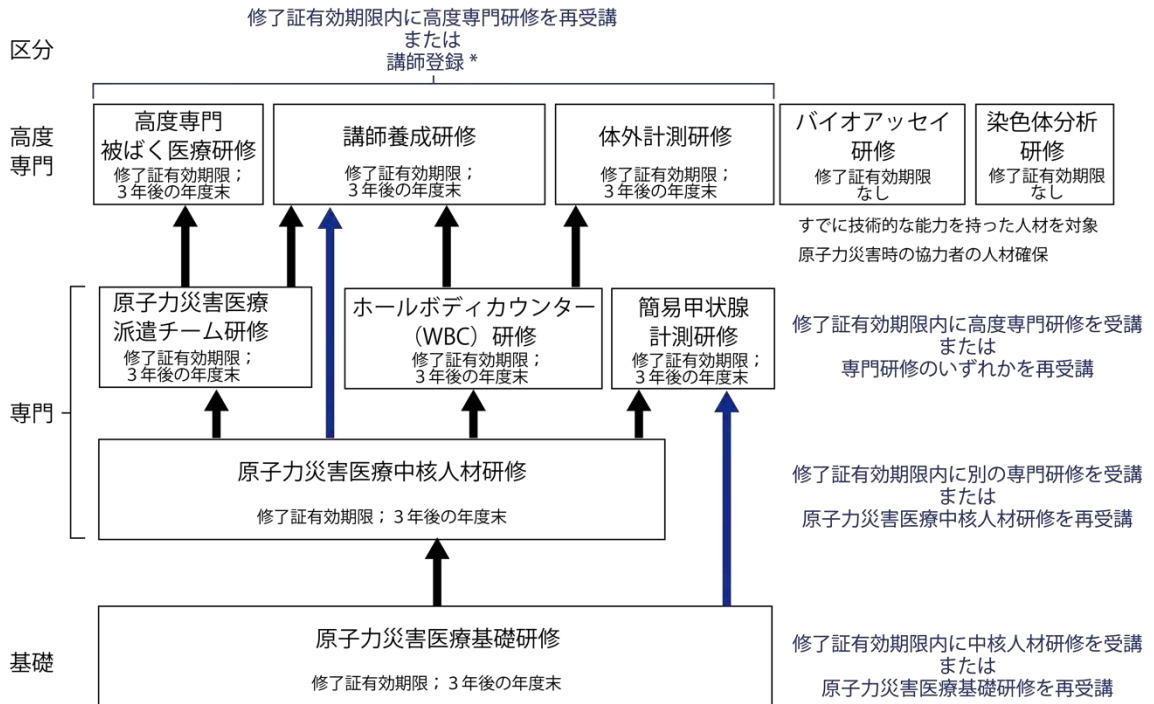
( ) 内の数字はコースコード

図 3-2 2019 年度に提案した原子力災害時の医療に関する研修体系化案



( ) 内の数字はコースコード

図 3-3 本年度修正した原子力災害時の医療に関する研修体系化案  
青矢印が新たに提案してステップアップの経路



\* 講師は直近3年間で講師経験を3回以上の研修で経験すること

図 3-4 研修体系化での有効期限等



### 3.3.2. 原子力災害医療に関する高度専門研修

昨年までには、高度専門研修の「講師養成研修」については内容等を提示しておらず、さらに基幹高度被ばく医療支援センターでも、研修が実施されなかったことから、この研修については、原子力災害医療中核人材研修の7つの実習について、指導のポイントを整理して、受講者に伝達する研修内容とした。本年度は試行的にオンラインで主に

前述の新たな研修体系化の中で高度専門研修として、高度被ばく医療支援センターと原子力災害医療・総合支援センターの職員を対象とした研修を提案している。昨年度に本研究事業において、「バイオアッセイ研修」と「染色体分析研修」を実施したが、本年度は、「高度専門被ばく医療研修」「体外計測研修」「バイオアッセイ研修」「染色体分析研修」は、基幹高度被ばく医療センターの委託事業として実施された。

### 3.3.3. 原子力災害医療に関する研修で使用する標準テキスト改訂

本年度は、これまで作成した標準テキストを使用して、基礎研修、原子力災害医療中核人材研修、原子力災害医療派遣チーム研修を実施して使用し、標準テキストを改訂した(別添資料)。主な改訂は、次のとおりである。これまで作成した標準テキストを表3-2に示す。前述の研修体系化の基礎、専門の研修でこれらの標準テキストを使用することが、「被ばく医療研修認定委員会」で認定される研修としての条件の一つとなっている。

- ・ 避難所等の運営について、感染症対策を追加
- ・ 放射性同位元素等の規制に関する法律(RI規制法、RI法)の名称変更に伴う修正
- ・ 簡易甲状腺計測研修の内容変更に伴う修正
- ・ 原子力災害医療派遣チーム研修の講義タイトルの変更
- ・ その他：誤字等の修正

#### 【改訂した標準テキスト】

- ・ 原子力災害医療基礎研修1 原子力防災体制
- ・ 原子力災害医療基礎研修2 放射線の基礎
- ・ 原子力災害医療基礎研修4 放射線防護
- ・ 原子力災害医療基礎研修8 避難と屋内退避の支援
- ・ 原子力災害医療中核人材研修6 放射線管理要員の役割
- ・ 原子力災害医療派遣チーム研修1 原子力災害医療派遣チーム
- ・ 原子力災害医療派遣チーム研修2 原子力災害医療派遣チームの活動
- ・ 専門-WBC・甲状腺5 原子力災害対応

- ・ 専門-WBC・甲状腺 6 甲状腺簡易検査
- ・ 専門-WBC・甲状腺 甲状腺簡易検査実習ハンドアウト

表 3-2 作成した標準テキスト一覧

テキスト	
原子力災害医療基礎研修	
1	原子力防災体制
2	放射線の基礎
3	放射線の影響
4	放射線防護
5	汚染検査・除染
6	安定ヨウ素剤
7	避難退域時検査
8	避難と屋内退避の支援
原子力災害医療中核人材研修	
1	医療機関の原子力災害対策
2	医療機関での初期対応
3	放射線障害の診断と治療
4	外部被ばくと内部被ばくの線量評価
5	原子力災害時のメンタルヘルス
6	放射線管理要員の役割
7	原子力災害事例
原子力災害医療派遣チーム研修	
1	原子力災害医療派遣チーム
2	原子力災害医療派遣チームの活動
3	原子力災害時のリスクコミュニケーション
専門研修 WBC・甲状腺	
1	線量評価の概念
2	体外計測法
3	バイオアッセイ法
4	公衆の線量評価
5	原子力災害対応
6	甲状腺簡易検査
7	実習ハンドアウト
医療機関向け研修	
1	原子力災害拠点病院等 研修資料

#### 3.3.4. 原子力災害医療に関するオンラインでの研修の検討

2019年度は新型コロナウイルス感染症対策のため、集合して開催する従来の研修の開催が制限されたことから、オンラインでの研修実施の需要が急速に高まった。しかし、原子力災害医療の研修は、測定器の取扱い、除染などの実習と机上演習も研修内容に含まれていることから、オンラインでの研修実施には、実習と机上演習をオンラインで実施する方法を検討する必要がある。

そこでオンライン研修について、方法、メリット、課題、実習と机上演習の具体的方法について次のように検討、整理した。

##### (1) 方法

- Liveでのオンライン配信：大学のオンライン講義のようにウェブ会議システムを利用した研修
- Live配信した講義をビデオ録画し、いつでも視聴できるようにウェブサイト配信
- 既存のパワポの標準テキストに音声入力し、いつでも視聴できるように配信
- e-learning用の教材を別途作成

##### (2) メリット

- Liveでのオンライン配信では、参加者と双方向のやり取りが可能で、質疑応答が可能。また、参加登録により、修了認定が可能。実際に講義をするので、講師の習熟度の向上も可能。
- ビデオの配信、パワポ資料の配信、e-learningでは、いつでも誰でも気軽に自己学習できる。

##### (3) 課題

- Liveでのオンライン配信では、参加登録などがこれまでの研修生募集とは異なる方法となる。また、受講者が自身でPC、カメラ、マイク、ネット環境、ウェブ会議システムのアプリのインストールなど準備が必要となる。ただし、web開催の学会などを参考にでき、新しい生活様式が定着してくるとハードルは下がると思われる。
- 実習方法の検討が必至
- 机上演習は、ウェブ会議でグループ毎にホストを分けて実施可能か否か
- 参加状況の確認
- 習熟度の確認方法、修了認定
- 自己学習の場合は、視聴の確認ができないと修了認定ができない。

##### (4) 実習と机上演習のオンライン研修での具体的方法の検討

- 遠隔地で実習参加のためのキットの郵送が必要
- PPEの着脱：受講者にPPE一式を事前に郵送して配布。オンラインで解説し

ながら PPE 着脱する。

- 測定器の使用法：各原子力災害拠点病院が保有する測定器を使用。オンラインで解説しながら、測定器の基本的な使用方法を習得する。
- 除染：除染に必要な資材一式（ガーゼ、ラミシート、吸水性シート、綿球、デイスポ鍬子、デイスポ膿盆、ビニール袋、創傷モジュール、空気式マネキン（足のみ）など）を事前に郵送して配布。可能であれば各原子力災害拠点病院でマネキンを準備する。空気式マネキンに創傷ムラージュを貼付し、オンラインで解説しながら、受講者が各自で除染を実施する。
- 施設の養生：デモンストレーションを見せ、オンラインで Q&A 対応。あるいは各施設でグループごとに参加しているのであれば、各施設の養生を実施。
- 机上演習：ウェブ会議をグループ毎で開催し、画面共有も使用して、議論できるようにする。グループ毎の発表は、別のウェブ会議室で全員参加として切り替える。多少、手間がかかる。
- PPE の着脱、測定器の使用法、除染、机上演習ができれば、派遣チームも実習を含めてオンラインで開催可能。
- 中核人材研修は、各施設でグループによる参加とし、各施設での受け入れから除染終了までの手順について、リモートで指導、助言できるようになれば、オンラインで開催可能。

それぞれの項目を検討し、本事業では、Live でのオンライン配信を試行的に実施することとした。課題としてあげた参加状況の確認は、リモート会議のツールによっては、リアルタイムでアクセス状況を確認でき、事後にアクセスしていた時間を確認することも可能である。



図 3-5 リアルタイムでのアクセス状況の確認



図 3-6 実施後のアクセス状況の確認

### 3.3.5. オンライン研修のための実習キット

前述の検討の結果、オンライン研修での「測定器の取扱い」と「除染」の実習について実施方法を検討し、それぞれの実施のためのハンドアウトを作成した(資料 3-1、資料 3-2)。

### 3.3.6. 標準テキストの公開後の利用状況

作成した標準テキストは、誰でもがダウンロードし、活用できるように量研機構のウェブページで 2020 年 3 月より公開した。活用状況を把握するためにダウンロードを希望する者には、勤務地 (47 都道府県)、勤務先属性、使用目的を申請した後にダウンロードサイトの ID とパスワードを送付する仕組みとした。また、それぞれのテキストのダウンロードのためのクリック数を把握できる。2020 年 3 月から 2021 年 2 月までにダウンロードのための登録数は 199 件、すべての資料のダウンロードのためのクリック数は 1,679 件であった。月毎の登録数 (図 3-7) とクリック数 (図 3-8) を示す。

原子力災害医療研修テキストのダウンロード

URL : <https://www.qst.go.jp/soshiki/101/37231.html>

テキストダウンロード申請

<https://www.qst.go.jp/ques/questionnaire.php?openid=18&check>

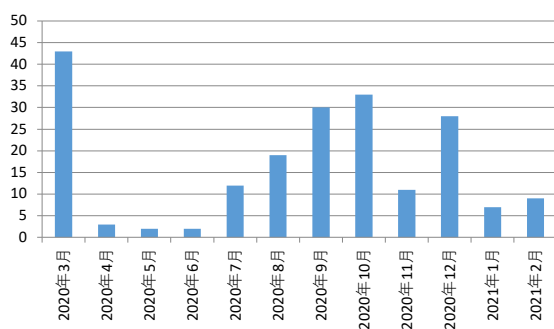


図 3-7 月毎の登録数

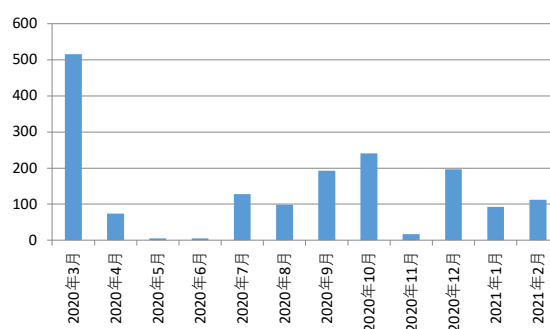


図 3-8 月毎のクリック数

### 3.3.7. 被ばく医療の初期診療のフローチャートとマニュアルの活用

原子力災害時の医療の研修と比較して、原子力災害以外の研修として、これまで作成した教材や診療マニュアルなどを活用する研修の機会が非常に少ないことから、以下の項目による放射線テロ災害医療セミナーについて検討した。セミナーでは、初期診療のフローチャートと汚染の程度や部位を記載できる記録用紙 (図 3-9) も活用する予定である。

【放射線テロ災害医療セミナーの項目】

(1) 講義

- ① 放射線の基礎
- ② 放射線防護・管理の基礎
- ③ CBRNE テロでの防護・安全管理の概要
- ④ 放射線の人体影響（急性障害、局所被ばく）
- ⑤ 放射線の人体影響（晩発性影響、疫学調査）
- ⑥ 爆発物テロでの医療対応
- ⑦ 医療機関における緊急被ばく医療
- ⑧ 染色体分析による被ばく線量評価
- ⑨ 内部被ばく線量評価（体外計測、バイオアッセイ法）
- ⑩ 放射線事故、テロにおけるリスクコミュニケーション

(2) 机上演習；放射線テロ（高線量被ばく、内部被ばく、体表面汚染の全てがある）のシナリオで実施

シナリオ案；男性1名が公園のベンチで1時間ほど昼食を取っていたが、悪心があり、トイレに向かったところ、ベンチから10mほどのところで、ベンチの下に放置されていた鞆が爆発し負傷した。

検討項目；医療機関のゾーニング、職員の役割分担、初療

(3) 実習

- ① 放射線測定器の取扱；遮蔽、距離、速度を考慮した実習
- ② 汚染検査；管理区域内での高線量の場合での汚染検査も体験
- ③ 防護装備着脱
- ④ 除染；蛍光剤を使用した除染および高濃度の汚染がある場合の対応
- ⑤ 施設養生
- ⑥ シナリオに基づいた緊急被ばく医療；机上演習の想定で医療機関での初療を実施、創傷部に金属片（Co-60）、内部被ばく、高線量被ばく

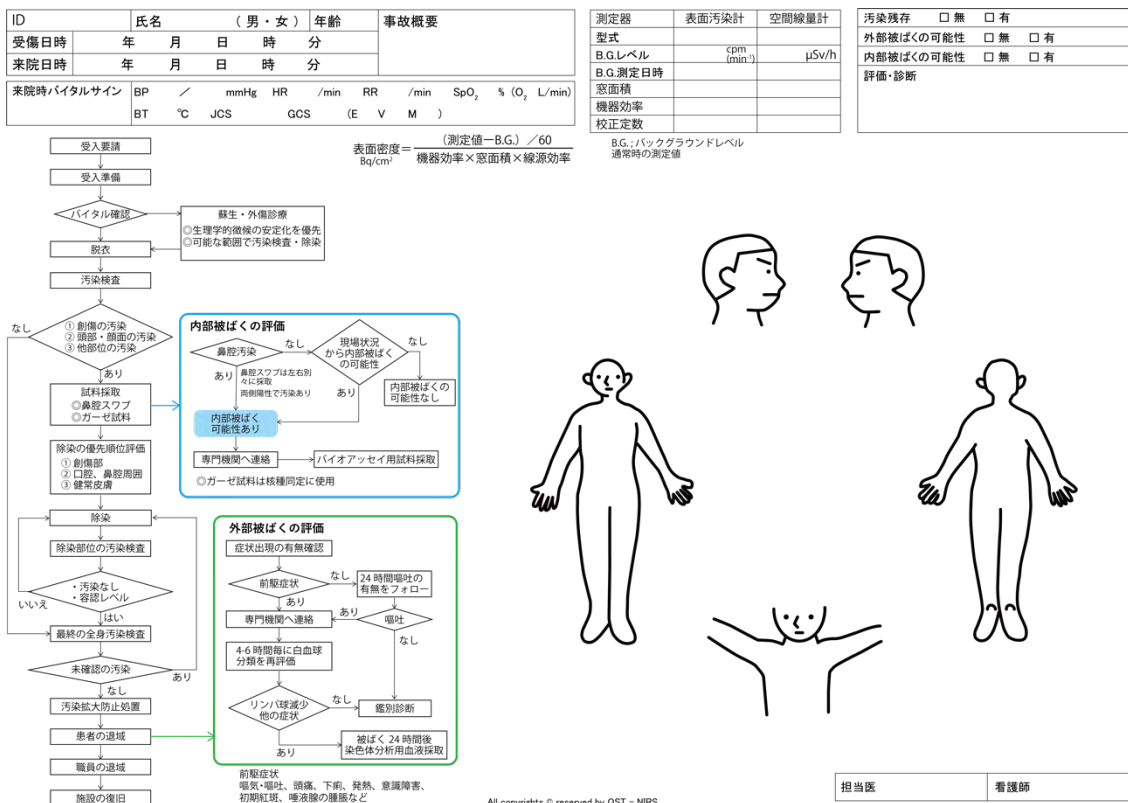


図 3-9 フローチャートと記録用紙

### 3.3.8. 医療機関での初期診療における安全管理

今年度は、年度当初に新型コロナウイルス（COVID-19）感染症対策のため、入院患者の診療をする医療機関に対して、これまでの放射線防護や放射線管理、PPE 着脱に関連した教材や講義資料を活用した、病棟のゾーニング、職員へのゾーニングと PPE 着脱の講習会を実施した。講習会は、実際に対応にあたる看護師を中心とし、病棟のレイアウトに合わせたゾーニングをその場で検討し、助言しながら、必要なゾーンの設定、動線の確認を行った。PPE の着脱については、放射線管理のための PPE 着脱の指導要領に加え、感染症対策のための手指衛生や相違点の説明を整理し、下記の指導を実践した。原子力災害医療の研修では、通常感染症対策に放射線管理の考え方を加えていくことを説明するが、その逆の教育方法である。これらは、パンデミック禍における被ばく医療と感染症対策の両立として、原子力災害時の医療における研修でも、指導要領として標準化されることも望まれる。

#### 1. PPE 着用の順番と指導ポイント

- (1) 手指衛生：手洗い、アルコール消毒、PPE を取り出すのは消毒後の手指で実施

- (2) ガウン着用：紐や側腹部で結ぶと外しやすくなる。
- (3) ビニールエプロン：二重に着用する場合
- (4) シューカバー：着用する場合
- (5) マスク：鼻梁に隙間ができないように調整する。
- (6) 帽子：髪が出ないようにする。
- (7) フェイスシールド
- (8) 手袋：二重に着用。内側の手袋中にガウンの袖を入れる。

## 2. PPE 脱衣の順番と指導ポイント

- (1) ビニールエプロン：二重に着用している場合
- (2) サージカルマスク：N 95 マスクの上につけている場合
- (3) フェイスシールド：汚染されている前面に触れない。
- (4) 帽子：髪に触れないようにする。
- (5) ガウン：裏返ししながら脱ぐ。外側は極力触れないようにする。
- (6) 外側の手袋：ガウンと一緒に外す。
- (7) 手指衛生：内側の手袋のまま、アルコール消毒する。
- (8) シューカバー：片方ずつ脱ぎ、脱いだ方の足はコールドゾーンへ出す。なるべく外側や特に床と接触していた部分に触れないようにする。
- (9) 手指衛生：内側の手袋のまま、アルコール消毒する。
- (10) マスク：汚染された前面に触れないようにする。
- (11) 内側の手袋：汚染された表に素手で触れないようにする。
- (12) 手指衛生：手洗い、アルコール消毒

昨年度に検討課題としていた医療機関の職員の安全確保についても検討した。対応する職員の安全確保は必須であり、CBRNE テロ災害で、最初に化学剤の脅威を否定できない場合は、化学防護服の着用、全面マスクと吸収缶による呼吸保護が望ましい。また、これらの着用には、事前に練習して、適切に着用できるようになっておく必要がある。一方で、全面マスクは高価で、対応する全職員分を準備することは困難であり、また、全面マスクを装着した状態で患者対応をすることは症状の確認が難しく、患者の不安感を増長する点において好ましくなく、使い捨てのサージカルマスクよりも安全性があり、重装備にはならない程度の簡易防毒マスクも必要となるものと思われた。化学剤への対応で、後から放射性物質による汚染が判明しても、十分に対応可能であると考えられる、繊維状活性炭が使用された簡易防毒マスクが開発されていたため、使用感を確認した。確認方法としては、医療関係者 18 名に対し簡易防毒マスクを装着してもらい、今後の改善に資する事項についてアンケート調査を実施した。

装着感では、全般、肌触り、重量感を確認したが、肌触りで 2 名の否定的意見の他、



概ね特に違和感なし及び良好との回答であった(図 3-10)。密着感では、間隙、圧迫感、大きさを確認したが、顎部に間隙ができるもの3名、圧迫感1名の他、概ね特に違和感なし及び良好との回答であった(図 3-11)。安定性では、顔を動かした時及び会話時を確認したが、会話時にずれを感じるもの2名の他、概ね特に違和感なし及び良好との回答であった。(図 3-12) 装脱着の容易性では、装着し易さ、締め紐の具合、外し易さを確認したが、締め紐の具合で6名の者がマスクから外れやすい、締め難いとの意見があり、改善の余地がある。装着については2名の否定的意見があったが、習熟により解決できるものと思われる(図 3-13)。

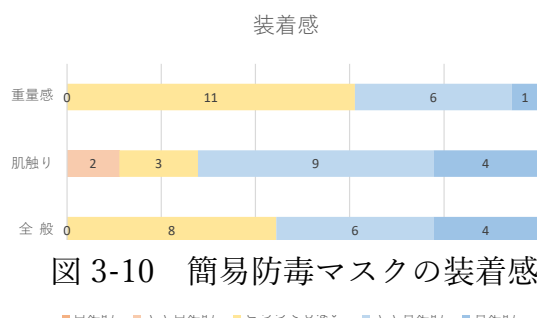


図 3-10 簡易防毒マスクの装着感

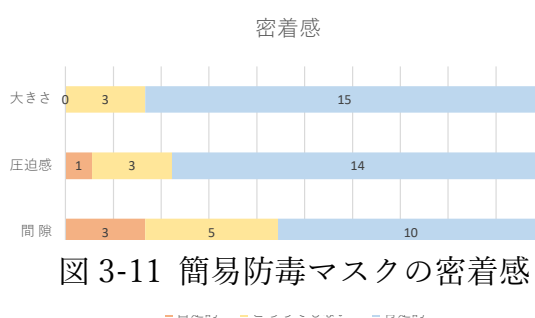


図 3-11 簡易防毒マスクの密着感

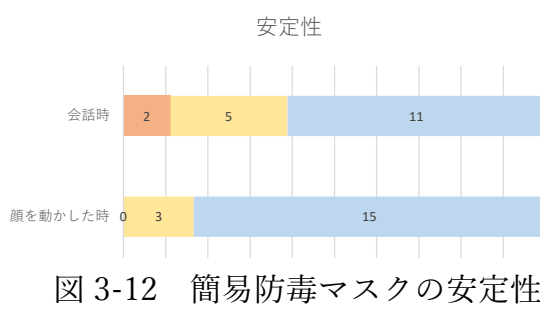


図 3-12 簡易防毒マスクの安定性

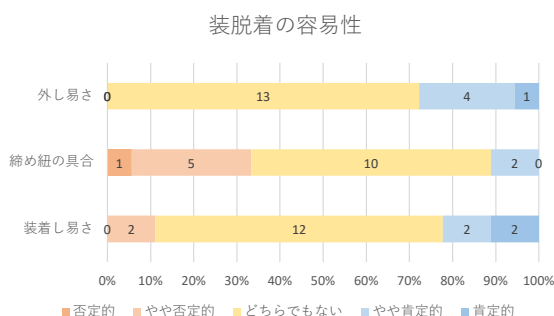


図 3-13 簡易防毒マスクの装脱着の容易性

### 3.4. 考察

#### 3.4.1. 原子力災害医療の研修の今後の展望

本事業で提案した原子力災害医療の研修として体系化案、標準テキスト、研修制度により、今年度は原子力災害医療基礎研修、原子力災害医療中核人材研修、原子力災害医療派遣チーム研修、講師養成研修を開催した。特にオンラインで原子力災害医療基礎研修、原子力災害医療派遣チーム研修、講師養成研修はオンラインで実施したことで、今後の研修開催方法の選択肢が増えたと考える。オンラインでの実習と机上演習についても、工夫次第で効果的に実施できることを示すことができた。今後、さらに実施方法や実習のキットなどの開発や、オンラインと対面式の研修を組み合わせたハイブリッド型の研修により、効果的な研修ができると期待する。

研修制度については、本事業で提案した研修制度、研修体系を基に基幹高度被ばく医療支援センターに設置される被ばく医療研修認定委員会において研修の認定基準や研修終了の基準等が決定された。令和3年度より新体系化の研修が実施されることになっていることから、本研究事業の成果が原子力防災体制整備において活用される見込みである。

今年度、多くの研修の開催自体が制限されたことから5～8月までの標準テキストのダウンロード数は非常に少なかったが、9月以降に研修が徐々に再開された後は、標準テキストのダウンロード数が増加している。このため、各地域で被ばく医療研修認定委員会が認定した研修が開催されるようになると、標準テキストの利用が進み、本事業の成果が広く活用されると見込まれる。

昨年度までにできていなかった講師養成研修の内容を検討し、試行的に実施したことで、中核人材研修の実習の指導のポイントについては、実習の指導をこれまで担ってきた講師間の認識は、ほぼ共通していることが確認できた。今後は、これらの共通認識を、講師として活躍する新たな人材にも習得してもらうようにする必要がある。

高度専門研修のうち、体外計測研修は基幹高度被ばく医療支援センターの事業で実施された。

### 3.4.2. 包括的被ばく医療に関する課題と今後の展望

外部被ばく、内部被ばく、放射性物質による汚染の傷病者に対する処置、診断、治療は、原子力災害でも放射線事故、テロでも発生原因にかかわらず同じである。そのため、医療機関での処置については、事故や災害発生の原因ごとに区別する必要はない。しかし、その教育に関して、原子力災害対策重点区域（24道府県）とそれ以外の地域（23都県）では、機会に差があり、それぞれ別の教育方法を用意する必要がある。また、原子力災害対策重点区域以外の地域において、被ばく医療の教育や訓練を実施するには、CBRNEテロ災害対応などの動機付けが重要である。なお、これまでの被ばく医療における放射線管理やゾーニング、PPE着脱の指導要領に感染症対策を追加することで、パンデミック禍における原子力防災、被ばく医療の実践にも役立つ。今後は、パンデミック禍における放射線事故、テロ、災害への対応、原子力防災、被ばく医療についても対策を講じることが不可欠である。さらに、原子力災害対策重点区域（24道府県）以外の地域の医療機関に対しては、感染症対策に加える放射線管理や汚染拡大防止対策を整理して、相違点を説明、助言することで、効果的な教育が可能であると考えられる。

今年度検討した放射線テロ災害医療セミナーは、令和3年度から量研機構で実施する予定である。また、テロ災害時の医療機関における初期診療では、放射線と放射性物質のみでなく、化学剤や生物剤に対しても防護措置が必要である。放射性物質の汚染拡大防止対策、防護措置として、個人防護装備を使用するが、医療機関ではサージ

カルマスクあるいは防塵マスクを選択することが多いが、揮発性の化学剤に対しては、まずは呼吸保護が重要である。放射性物質、生物剤、化学剤のどの脅威に対しても、今回検証した簡易防毒マスクは、非常に有効であり、診療を妨げることなく使用できると考える。

### 3.5. 結論

研修体系化、研修制度、標準テキストを完成させたことから、令和3年度から新しい研修体系による研修が開催できる準備が整ったことは、本事業の成果である。

また、原子力災害以外の被ばく医療については、医療機関向けの研修教材を作成し、初期診療の手順を検討し、フローチャートと初療マニュアルを作成した。今後は、これらの成果物を多くの人が活用できるように公開し、放射線テロ災害医療セミナーを実施していく予定である。

## 資料 3-1

### オンラインでの測定器取扱い実習のハンドアウト

#### 1. 資器材

消耗品として輸送により提供する資器材（除染実習と同じ）

No.	品名	個数
1	空気式マネキン（脚） （模擬汚染、傷ムラージュ貼付済）	1
2	8折ガーゼ（5枚入り）	1

受講者（原子力災害拠点病院）が準備する資器材

No.	品名	個数
1	GM サーベイメーター	1台

#### 2. 準備

除染実習の前に実施することを前提とする。

##### (1) 実習準備（各受講者）

- ① 各受講者に GM サーベイメーターを準備してもらう。
- ② 空気式マネキン（脚）に空気を入れ、膨らませます。
- ③ 可能であれば、手元が写るように PC 等のカメラを設定する。

##### (2) 実習配信準備（講師）

- ① 配信用機材（iPad）の画角を調整し、アプリ等を立ち上げ、配信準備する。マイクは iPad の方を使用する（発言中の画面がメインになるため）。
- ② 空気式マネキン（脚）に空気を入れ、膨らませます。
- ③ GM サーベイメーターを準備する。

#### 3. オンライン測定器取扱い実習手順

##### (1) GMサーベイメーター取扱い

- ① GMサーベイメーターの電源を入れる。  
HVやバッテリー残量等自動でチェックされる。
- ② 時定数3、レンジ300としバッググラウンドを測定する。  
※天然の放射性同位元素等があるため、測定値がゼロにはならないことを理解する。



##### (2) 測定方法

- ① マネキン脚の創傷部を測定
- 1) 創傷部から2～3cm程度離して測定する。
  - 2) 創傷部から15cm程度離して測定する。



※距離の違いによる測定値の違いを確認する。

- ② マネキン脚全体を表面から2～3cm程度離して測定
- 1) ドレープの縁から縁までを毎秒3cm程度で動かす。
  - 2) ドレープの縁から縁までを毎秒20cm程度で動かす。



※検出器の移動速度の違いによる測定値の違いを確認する。

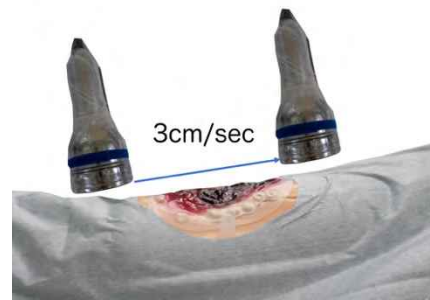
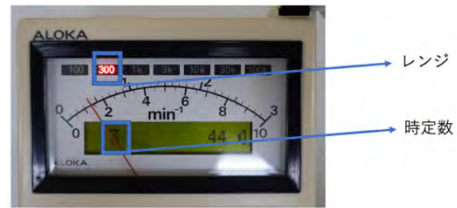
- ③ マネキン創傷部から2 cm程度離して
- 1) 時定数3にして、測定する。
  - 2) 時定数30にして、測定する。
- 時定数切り替え時には「RESET」を押すこと。
- ※時定数の違いによる針の動きを確認する。

#### 4. オンライン汚染検査実習手順

- ① 全身の汚染検査を実施する場合、優先順位としては1) 創傷、2) 顔

面、3) その他全身(背部も忘れずに測定)となることを説明する。

- ② GMサーベイメーターを時定数3、レンジ300としてBGを測定する。
- ③ マネキン脚表面から2~3cm離して、毎秒3cm程度の速度で測定する。
- ④ 有意な測定値を示したら最大値を見つける。
- ⑤ 創傷部をガーゼ(5枚)で覆い、汚染検査する。数値の違いを確認する。



汚染検査については、除染前、1回目除染後、2回目除染後、以降除染後、処置完了時行う。

なお創傷部と検出器の間にガーゼなどの有無により測定値が変わるので注意すること。ガーゼ等があるために検出器との距離が開いたり、ガーゼが遮蔽体になる。

## 資料 3-2 オンラインでの除染実習のハンドアウト

### 1. 資器材

消耗品として輸送により提供する資器材

No.	品名	個数
1	空気式マネキン（脚） （模擬汚染、傷ムラージュ貼付済）	1
2	ディスプレイ	1
3	膿盆	1
4	ボトル（ポリ洗瓶）	1
5	メッキドレープ小(60×60cm)	2
6	メッキドレープ大(90×90cm)	2
7	メッキドレープ丸穴 12cm	1
8	8折ガーゼ（5枚入り）	2
9	テープ	1
10	テープ幅広	1
11	肌色テープ	1
12	滅菌カップ入り綿球	1
13	吸水シート	3
14	ビニール袋 15L（10枚入り）	1

受講者（原子力災害拠点病院）が準備する資器材

No.	品名	個数
1	GM サーベイメーター	1台
2	ゴミ袋	適宜
3	ゴム手袋	3双

### 2. 準備

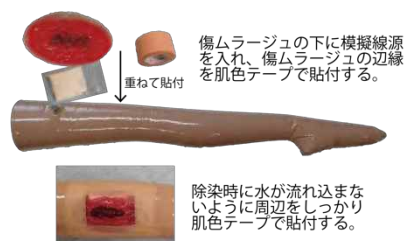
#### (1) 創傷汚染の作成

- ① 模擬汚染の元（玉川温泉の華 1包 10g）  
をチャック式ポリ袋に入れる。



玉川温泉の華（1包 10g）  
をチャック式ビニール袋  
（A-4）に入れる。

- ② 傷ムラージュの下に模擬汚染を入れ、空気式マネキン（脚）に肌色テープで貼付する。



傷ムラージュの下に模擬線源  
を入れ、傷ムラージュの辺縁  
を肌色テープで貼付する。

除染時に水が流れ込まない  
ように周辺をしっかりと  
肌色テープで貼付する。

GM サーベイメーターで 200～300cmp 程度を検知する。除染効果は検証できない模擬創傷である。

(2) 資器材の送付

模擬汚染付の創傷を貼り付けた空気式マネキン（脚）は、空気を抜いて、折りたたむ。資器材一式を段ボールに入れ、受講者へ送付する。

(3) 実習準備（各受講者）

- ④ 各受講者に GM サーベイメーターを準備してもらう。
- ⑤ 空気式マネキン（脚）に空気を入れ、膨らます。
- ⑥ ポリ洗瓶に水を入れる。
- ⑦ その他の資器材を使用できるように机に並べる。



- ⑧ 可能であれば、手元が写るように PC 等のカメラを設定する。

(4) 実習配信準備（講師）

講師以外にホスト側で操作するアシスタントがいた方が良い。

- ① 配信用機材（カメラ、iPad）の画角を調整し、アプリ等を立ち上げ、配信準備する。画角は、ゴミ袋などの周辺の資器材まで写るようにする。ビデオカメラを使用する場合は録画していないとスリープするか電源が落ちてしまう。
- ② 空気式マネキン（脚）に空気を入れ、膨らます（2つ準備する）。
- ③ メッキドレープを創傷部の上下どちらか一方に巻き付け、辺縁をテープで1周貼付する。
- ④ ボトル（ポリ洗瓶）に水を入れる。
- ⑤ 受講者に配布した資器材一式を机上に準備する。
- ⑥ ディスポ白衣を着用し、ゴム手袋二重（内側はテープで目張り）で装着する。

3. オンライン除染実習手順

- ① 受講者は基本的にカメラは on、マイクはミュートとし、質問時はマイクを on にすることを説明する。人数が少ない場合はマイク on のまま実施してもよい。



② テーブル上にすべての機材を広げるよう指示し、資器材を説明する。模擬汚染は天然の放射性同位元素であることも説明する。

③ ゴム手袋を二重に装着し、内側はテープで目張りしていることとする。

④ 机上にメッキンドレープ 90×90cm (1枚あるいは2枚) を広げ、ゴミ入れとしてビニール袋を準備する。

⑤ マネキン脚全体と創傷部の汚染検査をする。

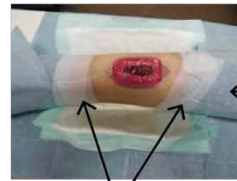
**除染の準備**

丸穴メッキンドレープ (テープ付)



丸穴メッキンドレープ (テープ付) で除染する部位以外を被覆する。

上下にメッキンドレープ



水が流れ込まないようにドレープの縁をテープでとめる。

除染時に水がかからないように、メッキンドレープを除染する部位の上下に巻きつける。

⑥ 汚染箇所が判明したら、除染範囲以外の部分をドレープ等で覆い、汚染拡大防止する。穴あきメッキンドレープを創傷部に合わせて貼付する。創傷

部の上下をメッキンドレープ 60×60cm で被覆しても良い。

⑦ ディスポ膿盆に吸水シートを置き、マネキン脚の下に入れる。創傷部に被せたメッキンドレープをつたって除染の水がディスポ膿盆に流れ込むようにする。



吸水シートを折り曲げて、水が溢れないようにする。

メッキンドレープを上下に巻き付けた

場合は、流れた水を受け止めるように膿盆を脚の下に置く。脚が転がらないようにテープで固定しても良い。



水が膿盆の吸水シートに流れるようにメッキンドレープを調整する。

⑧ ディスピンと綿球 (ガーゼでも良い) を使用し、ポリ洗瓶で水をかけながら除染する。

⑨ メッキンドレープ、吸水シートを取り除く。

⑩ 外側の手袋を交換する。

⑪ 汚染検査する (汚染は残存)。除染の効果がなくなるまで2、3回除染を繰り返すことを説明する。実習時間が短い場合は、メッキンドレープはそのままで汚染検査しても良い。



足の下に吸水シートと膿盆を置き、水を受け止める。

⑫ ガーゼで創傷部を被覆する。メッキンドレープを取り除く時に創傷部にお線をつけないようにする。

⑬ 質疑応答

#### 4. オンライン実習（派遣チーム）手順

- ① 除染キットの内容を解説
- ② 前述のオンライン除染実習の手順通りに実施

#### 5. 資器材取り扱い注意点

##### (1) テープの跡

丸穴メッキドレープなどのテープ跡が残ってしまう。市販のテープ剥がしを使用して拭き取ることが可能。



丸穴メッキドレープ（テープ付）剥がすと、テープが残ってしまう。

##### (2) 汚染の元

天然の放射性同位元素（玉川温泉の華）を使用しているが、チャック付ビニール袋から漏れないように、ビニール袋の口の部分をしっかりとテープを貼り付ける。

## 4. 【調査研究3】専門的支援体制等の整備

### 4.1. 本年度の研究計画

専門的支援の充実による初動対応、被ばく医療の実効性向上を目的とする。

専門機関、染色体および物理学的線量評価のネットワークを活用した被ばく線量評価、被ばく医療等の専門的支援に必要な項目、課題を整理する。平常時、災害時に活用できる専門的支援における情報共有システムについて課題等を整理し、システム的设计を完了する。また、既存の広域災害救急医療情報システム（EMIS）や健康危機管理支援ライブラリー（H-CRISIS）との連携についても検討する。

### 4.2. 検討の経緯

昨年度は、G20 大阪サミットでの実際の対応を含め、現地派遣の専門家による脅威や原因物質の検知結果を派遣元の災害対策本部等で共有できるシステムとして CBRNE クラウドシステム等の最新の検知器、検知システムを使用した検討を行った。これを踏まえ、さらに機動的に原因物質を検知できる方法を検討した。

情報共有システムについては、既存の広域災害救急医療情報システム（EMIS）の項目等を確認し、現在の体制に合わせて原子力災害拠点病院、原子力災害医療協力機関の情報を更新することを提案した。

量研機構で運用している「緊急被ばく線量評価情報共有・伝達システム」を本年度に改修する予定であったことを利用して、量研機構からの専門家派遣時の情報共有、量研機構以外の高度被ばく医療支援センター、原子力災害医療・総合支援センターの派遣者との情報共有について、検討し、システムの項目について概要的设计を完了した。

これらは、研究協力者、研究参加者が2回の検討会で検討し、取りまとめた。なお、検討会は、調査研究1および3、検証1をまとめて開催した。

### 4.3. 結果

#### 4.3.1. 検知システム等の機動性向上

本研究事業で検討した検知システムは放射線モニタリングシステム（ラジプローブシステム）と CBRNE 情報共有システム(CBRNe クラウドシステム)であり、各システムの概要を示す。

##### 1. 放射線モニタリングシステム（ラジプローブシステム）

可搬型の機材は、放射線測定器と制御用スマートフォン、通信機器から構成され、測定結果等を地上通信もしくは、衛星通信でクラウドサーバーにも伝送する。伝送された情報は、モニタリングマップ、核種分析のスペクトル、線量率時間変化、積算線量、中性子線量、周辺映像が一画面として、サーバーにア

アクセスできるパソコンやタブレット等で閲覧可能である。さらに、制御用のパソコンを用いることで、放射線測定器として、高線量 $\gamma$ 線・中性子線検出器、携帯型ゲルマニウム半導体検出装置（高精度測定装置）、高感度小型線量計（CsI(Tl)シンチレーション検出器）を接続できる。これらは環境モニタリング、核種分析など用途に応じて選択する。



図 4-1 ラジプロシステムの概要

## 2. CBRNE 情報共有システム(CBRNe クラウドシステム)

CBRNE 情報共有システムは、化学剤検知器と放射線測定器をネットワーク化させて、検知情報、位置情報等をクラウドサーバーに転送し、このクラウドサーバーを通じて測定現場の携帯端末と対策本部等の遠隔地の端末で情報共有ができるシステムである。本システムでは、化学剤検知器は、イオンモビリティ・スペクトロメーターであり、放射線測定器は、空間線量率、各種識別が可能である器材を使用している。さらに、以下のマニュアル類を横断的に検索でき、検知結果とリンクし、警戒区域や新入統制ライン等を地図上に表示できる。

- ・ 緊急時応急処置指針（Emergency Response Guidebook：通称 ERG）
- ・ 総務省消防庁 BC 災害マニュアル（平成 28 年度 救助技術の高度化等検討会報告書）からの引用
- ・ 総務省消防庁特殊災害室「医療機関、研究機関その他の放射性同位元素等取扱施設等における消防活動上の留意事項に関する検討会」の報告書からの引用、および添付資料個票（RI, 装備機器, 発生装置）
- ・ 爆発物探知ハンドブックからの引用（元 科学警察研究所爆発研究室 中

村順先生監修)



図4-2 CBRNeクラウドシステムの概要

#### 4.3.1.1. 専門家派遣での活用

放射線モニタリングシステム（ラジプロブシステム）は、量研の研究成果の一つであり、原子力災害や放射線テロ災害での活用も考慮している。

原子力災害時には原子力災害医療派遣チームが全国各地から被災した道府県の原子力災害拠点病院やその他の地域で活動することが想定されており、活動時の安全危険情報として活動地域の放射線モニタリングの結果を活動しているチームが共有できると、より安全に安心して活動できることになる。

放射線テロ災害時には、傷病者を受け入れる医療機関でのエリアモニターとして使用することも可能である。この場合も処置エリアのモニタリングにより、RNテロ災害の対応に慣れていない医療機関に対して、放射線管理の助言に役立つと考える。また、RNテロ災害の現場活動でも、放射線の検知結果をリアルタイムで共有できることから、初動対応機関に対して、より早く放射線管理や放射線防護に関して助言ができることになる。RNテロ災害や被ばく医療の専門家は少数であり、専門家が即座にRNテロ災害の現場や傷病者を受け入れている医療機関に派遣され助言できる体制ではないため、遠隔地で放射線モニタリングの結果を共有でき、放射線管理や防護、被ばく医療について助言できるのは非常に有用である。

#### 4.3.1.2. 初動対応での活用

これらのシステムの運用方法は、検知を担当する者が検知現場に持参して測定することを前提としている。しかし、実際の運用を図上訓練や実動訓練で検討すると、CBREN テロ災害の活動計画では、検知隊の活動開始は、発災現場から 100m 以上離れた場所からとなることが多い。このため負傷者が倒れている場所に到着するのに時間がかかったり、発災現場のある程度の範囲の検知をするには時間がかかったりすることになる。また、被災者が多数いる場合は、検知活動よりも救助を優先した場合、検知結果の判明が遅れる可能性がある。そこで、無人のクローラーに CBRNe クラウドシステムの検知器とスマートフォンを搭載し、無線操作により安全な位置から発災現場の検知が可能となる工夫をした (図 4-3)。また、クローラーに搭載するスマートフォンと遠隔地の PC あるいはタブレットでリモート会議ツールを利用して通信することで、操作側と発災現場の被災者とが双方向で会話をしたり、呼びかけたり、カメラによる症状や状況を確認することが可能となる (図 4-4)。これにより検知を担当する隊員よりも早い段階で現場の検知や状況確認が可能となる。CBRNE テロ災害訓練で使用していたものを確認したところ、ある程度見通しがよく、走行経路に障害物などがなければ、この目的を十分に達することができていた (図 4-5)。



図 4-3 CR 警報ユニットとクローラー

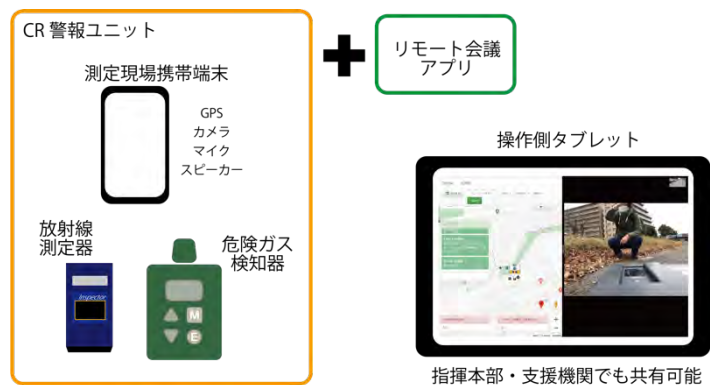


図 4-4 CR 警報ユニットとリモート会議アプリ  
遠隔地で現地の被災者と通話ができる。



図 4-5 訓練でのクローラー型 CR 警報ユニット  
無線操作により被災者に接近

#### 4.3.2. 情報共有システムを活用した専門的支援

2018年度は、量研機構で運用している「緊急被ばく線量評価情報共有・伝達システム」の機能の中で、専門家派遣で活用できる機能としては、複数の職員間での情報共有としての掲示板機能とラジプローブシステムの閲覧機能を提案し、情報共有システムに派遣先である量研放医研以外の場所からアクセスが可能となるように設定を変更した。これを基に、昨年度は、情報共有システムのページの構成として、ログイン画面、掲示板、放射線モニタリング、EMIS、原子力災害拠点病院の基本情報等、原子力災害医療派遣チームの活動状況を提案した。今年度は、ページ構成を再検討（図4-6）し、各構成ページの機能を検討し、システムの概要として設計を完了した。

また、原子力災害医療派遣チームの派遣と待機の状況、チームの派遣先、活動状況の共有が必要と思われるが、情報共有システムを構築するには、原子力災害医療派遣チームの活動の具体的運用方法の整理が必要である。

また、健康危機管理支援ライブラリー（H-CRISIS）は、健康危機管理事態発生時の地方公共団体や保健所等への情報配信、健康危機事例のデータベース、災害等健康危機管理事態発生時に被災地へ保健師等を派遣するための広域派遣調整データベース等から構成されていることから、EMISと同様にサーバーにホスティングすることで、遅滞なく必要な情報にアクセスできることが望まれる。

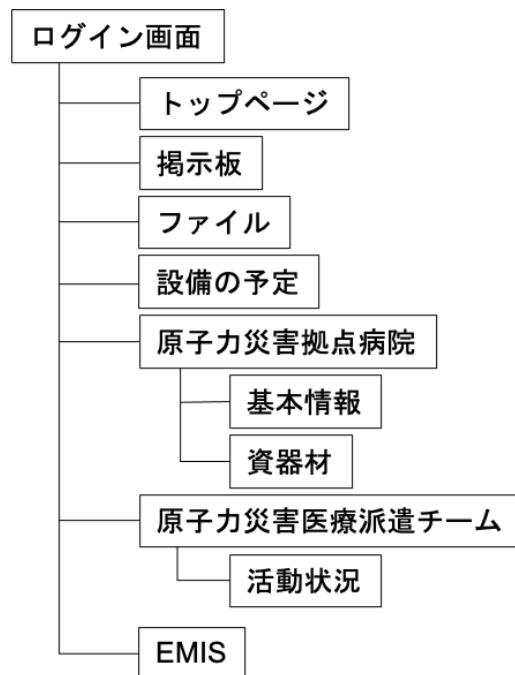


図4-6 情報共有システムのページの構成案

#### 4.3.2.1. 情報共有システムの各ページの概要と機能

##### ① ログイン画面

登録者一人一人に ID とパスワードを付与。権限は、管理者、個人、施設の 3 つの区分とする。管理者はシステム全ての設定、管理、ID の発行が可能とする。個人はグループ設定し、所属するグループの掲示板等を閲覧可能とする。施設は拠点病院、原子力災害医療派遣チーム等の基本情報の入力、変更が可能とする。

##### ② トップページ

各個人でレイアウト変更可能とし、所属するグループに対して許可されているページにアクセスできる (図 4-7)。

##### ③ 掲示板

所属するグループで情報共有できる。時系列での表示、スレッド形式での表示ができる。後からグループに追加された個人も過去の情報を閲覧できる。グループの入れ替え等は管理者が行う。文字情報はファイル出力可能とし、クロノロジーとして保存できる。

##### ④ ファイル

フォルダ型の階層構造があり、そのフォルダにファイルを保管できる。災害時にも必要なマニュアルや指針、ガイドラインにアクセスできる。

##### ⑤ 設備の予定

所属するグループの車両や計測器など大型の機材の使用状況、予定、派遣先が把握できる。

##### ⑥ 原子力災害拠点病院

全ての原子力災害拠点病院の所在地等の基本情報、測定器などの資器材の基本情報を検索、確認できる。

災害時には、被ばく患者の受け入れ可能状況がリアルタイムで確認できる。

##### ⑦ 原子力災害医療派遣チーム

原子力災害医療派遣チームの所属先、チームの構成員が検索でき、災害時は、派遣先や派遣期間などリアルタイムの活動状況が確認できる。

##### ⑧ EMIS

広域災害救急医療情報システム (EMIS) のサーバーにホスティングする。別途、健康危機管理支援ライブラリー (H-CRISIS) のサーバにもホスティングする。





図 4-7 トップページのイメージ

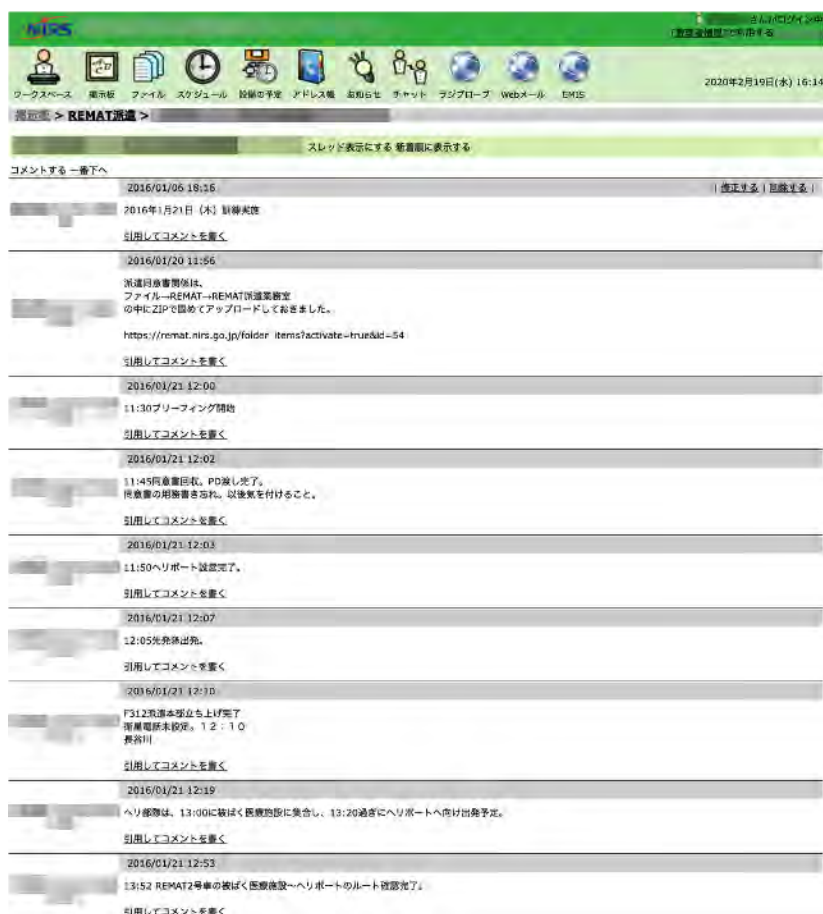


図 4-8 掲示版のイメージ

#### 4.3.3. 災害医療との連携

日本 DMAT 事務局が運用している既存の広域災害救急医療情報システム (EMIS) の項目等を確認したところ、医療機関の検索結果として、以前の被ばく医療機関の情報が表示される状況であり、現在の原子力災害時の医療体制で各道府県が指定している原子力災害拠点病院、原子力災害医療協力機関の情報を更新するための情報提供が必要であった。このため、DMAT 事務局に原子力災害拠点病院、原子力災害医療協力機関の公表されている情報を提供したが、EMIS のシステム改修には所管省庁への申し入れが必要であることが判明した。このため本事業では、EMIS に最新の情報が反映されるように、省庁間での調整を提案する。

他に災害時の医療派遣チームとしては、集団災害が発生した場合、被災地域の精神保健医療ニーズの把握、他の保健医療体制との連携、各種関係機関等とのマネジメント、専門性の高い精神科医療の提供と精神保健活動の支援を行う災害派遣精神医療チーム (DPAT; Disaster Psychiatric Assistance Team) や、災害発生後の健康危機管理・公衆衛生学的支援を行う災害時健康危機管理支援チーム (DHEAT; Disaster Health Emergency Assistance Team) などがある。いずれも原子力災害時の活動については明確な規定等はない状況である。原子力災害時に、原子力災害派遣医療チームと様々な医療チームが連携するためには、それぞれの活動の場所、活動の内容、役割分担、相互に協力や支援を要請する活動を明確にすることが不可欠である。

#### 4.4. 考察

検知システムを活用した初動対応の現場での検知活動について、クローラーに搭載し、無線による遠隔操作により、これまで以上に迅速かつ安全に負傷者や現場の状況が確認できる。実際に運用するには走行経路の選択や遠隔操作の技術の向上が必要であり、転倒防止あるいは転倒時の復帰方法なども課題として残る。従来通りに検知システムを発災現場に持ち込む場合でも、リモート会議のツールを使用することで、現場の状況や被災者の症状の程度などを、クラウドサーバーを通して遠隔地の専門機関で確認することができることは、放射線の測定結果だけでなく、負傷の程度や被害状況からも適切な助言が可能となることが期待される。さらなる改良ができれば、活用場が拡大する。

情報共有システムの設計は、これまで量研で実施した訓練やイベントへの専門家派遣で使った情報共有システムの活用方法をもとに、必要な機能を検討し、量研機構で運用している「緊急被ばく線量評価情報共有・伝達システム」を基として、必要な機能を入れた概要の設計を行なった。実際にシステムを構築するには、原子力災害拠点病院等の基本情報の入手、利用者の登録といった作業が必要となる。また、実際の運用方法についても詳細な検討が必要である。

#### 4.5. 結論

原子力災害、RN テロ・災害、RI 事業所等での労災事故などにおける専門的支援の方法について、検知システムの活用、情報共有システムの利用、災害医療との連携の各項目について実際の活動や訓練等によって検討した。検知システムは、さらに改良することで活用の場が増える。また、実際に原子力災害時に情報共有システムを使用するには、基本的な情報を収集し、システムを構築する必要がある。

## 5. 【検証1】モデル地域での検証

### 5.1. 本年度の研究計画

最終年度である本年度は、【調査研究1】、【調査研究2】で作成した教材や標準テキストを使用して、原子力災害対策重点区域（24道府県）及びそれ以外の地域（23都県）で研修等を実施し、調査研究1～3へ反映し、教材等を完成する。

### 5.2. 検討の経緯

本事業で検討し、作成した教材や標準テキスト、フローチャート、マニュアルを使用した研修や訓練を実施し、使用したことで得られた課題や参加者等から得られた意見をもとに資料等を改訂し、教材等を完成させた。これらは、研究協力者、研究参加者が2回の検討会で検討し、取りまとめた。なお、検討会は、調査研究1および3、検証1をまとめて開催した。

#### 5.2.1. 初動対応機関の研修

COVID-19感染症の全国的な感染拡大のため、従来型の集合研修の開催が困難となったことから、オンラインでの研修を含め、感染症拡大防止対策を講じた実習、訓練を実施した。量研機構に依頼があったCBRNE災害対処に関連する研修を活用し、原子力災害、RNテロ災害での消防や警察等の初動対応、多機関連携に関連する必要な知識と検知器材の使用についての技能を習得できるように教材を作成し、オンラインでの実習を含めた研修を実施した。今年度は感染症対策を始めとする生物剤テロについても関心が高まったことから生物剤テロ対処の教材を新規に作成した（【別添資料】参照）。さらに、初心者が多く参加することもあり、オンラインでの講義向けに講義時間を20～30分に短縮した化学剤テロ災害対処と放射線テロ災害対処の教材を作成した。

また、昨年度作成した初動対応手順のフローチャートおよび解説のマニュアルを見直し、この手順に沿ったCBRNE訓練での検証により得られた知見を初動対応の手順としてフローチャートおよび解説のマニュアルに反映し、資料を完成させた（【調査研究1】参照）。

#### 【実施した研修と訓練】

1. CBRNE災害対処千葉連携研修会
2. 特殊災害（CBRNE）教育訓練
3. 放射線テロ想定訓練
4. 一次トリアージ・除染訓練
5. CBRNE災害対応訓練

## 6. CBRNE テロ災害図上訓練

### 5.2.2. 原子力災害医療の研修

昨年度【調査研究2】で提案した新たな体系化による研修を、標準テキストを用いて開催し、標準テキストの改訂に反映した。COVID-19 感染症の全国的な感染拡大のため、従来型の集合研修では、密集回避のためオブザーバーの参加に制限があったり、各地域の移動が制限されたりしたため、9月に実施した原子力災害時医療中核人材研修と原子力災害医療派遣チーム研修をオンラインで配信し、研究協力者が視聴して、研修内容と標準テキストによる講義を検証した。さらにオンラインでの原子力災害医療基礎研修、原子力災害医療派遣チーム研修、講師養成研修を実施し、座学、実習、机上演習について、オンラインでの研修実施の可能性について検証した。高度専門研修の染色体分析研修、体外計測研修、バイオアッセイ研修は、基幹高度被ばく医療支援センターの委託事業の一環で実施され、来年度以降も継続される見込みである。

また、オンライン原子力災害医療基礎研修の開催に際して、令和3年度より稼働予定である被ばく医療ポータルサイトでの受講申込、修了証の発行を検証した。

#### 【実施した研修】

1. 原子力災害医療派遣チーム研修
2. オンライン原子力災害医療基礎研修
3. オンライン原子力災害医療派遣チーム研修
4. オンライン講師養成研修

#### 【ウェブ配信した研修】

1. 原子力災害医療中核人材研修
2. 原子力災害医療派遣チーム研修
3. オンライン原子力災害医療基礎研修
4. オンライン原子力災害医療派遣チーム研修
5. オンライン講師養成研修

## 5.3. 結果

### 5.3.1. 初動対応機関の研修

昨年度までに作成した「放射線テロ災害対処」「化学剤テロ災害対処」「爆発物テロ災害対処」の教材および今年度作成した「生物剤テロ災害対処」と短縮版の「放射線テロ災害対処」「化学剤テロ災害対処」の教材は、初心者から専門部隊まで、CBRNE テロ災害に関する様々な知識レベルの参加者に対応するため基礎知識からやや専門的な内容まで網羅しているおり、講義の対象者に応じて、説明や解説を変更すること

や講義後の質疑応答によって補足することで、多くの初動対応機関の職員に活用できる教材であった。

オンラインでの研修は、一度に 200～300 名が参加でき、非常に効率的に実施できた。ただし、検知器等の取扱は、デモンストレーションが中心となることから、実践的に機材の取り扱いを習得するには、オンラインでのデモンストレーションと集合しての実習を組み合わせて実施することが、効果的に技術を習得できると考える。

訓練、机上演習に参加したり、準備したりする段階で、令和元年度（平成 31 年度）に作成した教材と初動対応手順のフローチャートを再検討し、改訂した。この改訂したフローチャートを用いて、研修や机上演習、実動訓練を実施したところ、初動対応手順と一次トリアージ・除染のフローチャートについては、問題なく使用できた。

### 5.3.2. 原子力災害医療の研修

使用した標準テキストについては、今年度改訂したテキストも含め、問題なく使用できたことを確認し、各 30 分の講義時間も適切であったと確認できた。

オンライン原子力災害医療基礎研修の参加者に被ばく医療研修ポータルサイト及び研修時間、テキストについてアンケート調査した。参加者 26 名中回答者は 11 名（42%）であった。

アンケート内容は、全体の研修時間と各講義の研修時間について「短い」「ちょうど良い」「長い」の 3 択とし、テキストの分量は全体と各テキストについて「多すぎる」「ちょうど良い」「少なすぎる」の 3 択とし、テキストの内容は全体と各テキストについて「難しい」「ちょうど良い」「簡単すぎる」の 3 択とした。

オンライン研修全体への意見として、リモートでの 5 時間の研修は拘束時間が長く辛い、講師からは参加者の反応がわからず一方通行感があるという意見があった。各講義の時間は 30 分としたが、時間もテキストの分量も全てちょうど良いという回答であった。原子力防災体制と放射線の影響に関しては、テキストの内容が難しいとの回答が 1 名ずつあった。

被ばく医療研修ポータルサイトの使用については、「便利である」との意見が多かった。しかし、所属機関を入力する際にリストでの自施設を探すのが困難だった、操作の説明が必要などの意見があった。当サイトについては、量研機構高度被ばく医療センターで次年度以降も引き続き、運営、保守管理、改修などを実施していく予定であり、操作性の改善などが望まれる。

#### (1) 原子力災害医療派遣チーム研修

方式；従来型の集合での研修

開催日：2020 年 9 月 25 日

修了人数：7 名

プログラム：

開始		終了		タイトル
9:00	-	9:30	講義 1	原子力災害医療派遣チームの活動
9:30	-	10:00	講義 2	原子力災害時の救護所活動
10:00	-	10:30	講義 3	原子力災害時のリスクコミュニケーション
10:30	-	10:40	休憩	
10:40	-	12:10	机上演習	
12:10	-	13:10	昼食	
13:10	-	15:10	実習	
15:10	-	15:40	移動	
15:40	-	16:10	閉講式	

(2) オンライン原子力災害医療基礎研修

開催日：2020年12月24日13:00～18:00

方式：リモート会議システムを使用（Cisco Webex Events を使用）

講師側(パネリスト)のビデオは on であり、受講者(参加者)のビデオとマイクは off となっていることから、講師からは受講者の表情が確認できない。

参加者：26名(講師含む)

申込方法 被ばく医療研修ポータルサイトから応募

テキスト；本事業で作成した標準テキストを使用した。参加者は事前に高度被ばく医療センターの Web ページからダウンロードするように案内した。

プログラム：

開始	終了	時間	タイトル
13:00	- 13:10	0:10	開講式
13:10	- 13:40	0:30	講義 1 原子力防災体制
13:40	- 14:10	0:30	講義 2 放射線の基礎
14:10	- 14:20	0:10	休憩
14:20	- 14:50	0:30	講義 3 放射線の影響
14:50	- 15:20	0:30	講義 4 放射線防護
15:20	- 15:40	0:20	休憩
15:40	- 16:10	0:30	講義 5 汚染検査・除染
16:10	- 16:40	0:30	講義 6 安定ヨウ素剤
16:40	- 16:50	0:10	休憩
16:50	- 17:20	0:30	講義 7 避難退域時検査

17:20 - 17:50	0:30	講義 8 避難と屋内退避の支援
17:50 - 18:00	0:10	修了式

(3) オンライン原子力災害医療派遣チーム研修

日時：2021年1月22日(金)12:30～17:00

方式：リモート会議システムを使用（Cisco Webex Meetings を使用）

受講者は1箇所の会場に集合し、講師1名が補助した。受講者と講師は双方向で質疑応答が可能であった。

参加者：6名(講師含む)

オブザーバー参加者：7名

テキスト：本事業で作成した標準テキストを使用した。参加者は事前に高度被ばく医療センターのWebページからダウンロードするように案内した。

机上演習の資料は事前にメール配布した。

プログラム：

開始	終了	時間	タイトル
12:30	12:40	0:10	開講式 概要説明
12:40	13:10	0:30	講義 1 原子力災害医療派遣チームの活動
13:10	13:40	0:30	講義 2 原子力災害時の救護所活動
13:40	13:50	0:10	休憩
13:50	14:50	1:00	机上演習
14:50	15:10	0:20	休憩
15:10	15:40	0:30	講義 3 原子力災害時のリスクコミュニケーション
15:40	15:50	0:10	休憩
15:50	16:50	1:00	実習
16:50	17:00	0:10	閉講式

(4) オンライン講師養成研修

日時：2021年2月3日(水)13:30～15:50

方式：リモート会議システムを使用（Cisco Webex Meetings を使用）

参加者：16名(講師含む)

資料：原子力災害医療中核人材研修の7つの実習の指導のポイントを簡潔にまとめた資料を配布

プログラム：

開始	終了	時間	タイトル
13:30	13:40	0:10	開講式 挨拶、全体の流れを説明



13:40	-	13:50	0:10	講義 1	放射線測定器の取り扱い実習のポイント
13:50	-	14:10	0:20	講義 2	防護装備着脱実習のポイント
14:10	-	14:20	0:10	講義 3	医療施設養生実習のポイント
14:20	-	14:35	0:15	休憩	移動
14:35	-	14:45	0:10	講義 4	WBC 計測実習のポイント
14:45	-	15:00	0:15	休憩	移動
15:00	-	15:10	0:10	講義 5	傷病者汚染検査実習のポイント
15:10	-	15:20	0:10	講義 6	除染実習のポイント
15:20	-	15:40	0:20	講義 7	被ばく医療実習のポイント
15:40	-	15:50	0:10	閉講式	ご挨拶

#### 5.4. 結論

原子力災害に関する研修は、原子力災害対策指針、原子力災害拠点病院等の施設要件で、教育研修、訓練等の実施について言及されている。しかし、RI 事業所での事故や RN テロ・災害等に関連する教育は、関係機関の独自の研修があるのみで、原子力災害の研修や訓練と統一されたものは実施されていない。特に初動対応期間においては、オリンピック・パラリンピックの国際イベントを控え、テロ災害対処への関心が増している。そこで、初動対応機関向けに、CBRNE テロ災害対処の知識習得のための教材と対応手順のフローチャートを作成し、その内容が現場のニーズに合致していることを確認した。今後は、初動対応の各機関、CBRNE テロ災害対処の専門家等に内容をさらに検証いただき、可能であれば、継続して改訂していきたい。

原子力災害医療の研修については、これまで作成した標準テキストは、研修の目的に合致して使用できることを確認した。また、新しい研修体系での各研の項目についても、研修の目的に合致していることが確認できた。

さらに、需要が増えると思われるオンラインでの研修の方法についても、座学のみでなく、実習や机上演習についても検証ができ、実習の教材、指導方法を工夫することで、研修の目的に沿ったオンラインでの実習や机上演習の実施の可能性についても検証することができた。オンラインでの研修の可能性については、前述のとおりである（【調査研究 2】参照）。今後は、オンラインでの研修と集合しての研修の利点を合わせたハイブリッド形式での研修の開催も検討、実施されると良い。

## 6. まとめ

本研究事業は、2018年度から2020年度の3年間の計画で、包括的被ばく医療の体制構築のために、原子力災害、放射線テロまたは核攻撃（以下、RN テロ・災害）、放射線障害防止法の対象事業所（以下、RI 事業所）での放射線事故や労災事故など、それぞれの相違を明確にした上で、発生場所あるいは CBRNE テロ災害を含む災害の種類によって区別されることなく、その事象に対して All hazards approach による適切な初動対応や緊急被ばく医療が実施されるように、初動対応機関、医療機関の体制整備、人材育成に資する課題、解決策、システム、教材等を提案することが目的である。この包括的な被ばく医療の体制構築には、これまでの緊急被ばく医療体制、原子力災害医療体制、原子力防災体制などを鑑み、原子力災害への対応の充実と強化、原子力災害以外の RN テロ・災害、労災事故、放射線事故などへの対応能力の向上が必要となる。そこで、本研究事業では、初動対応機関、医療機関、専門機関に分けてそれぞれの対応の充実と強化のための方策を調査、検討し、課題の抽出と整理を行い、体制構築や人材育成に必要な資料、教材の作成、教育方法や専門機関と専門組織等の支援体制や連携について提案した。

【調査研究1】では、避難退域時検査及び簡易除染マニュアルの実効性のある運用についての課題と解決のために必要な情報、All hazards approach も含めた対応手順の作成のために必要な情報を整理し、CBRNE テロ災害での初動対応のフローチャートと各項目の解説のマニュアル、搬送時の汚染拡大防止のための資料を作成した。従来の方法での研修の他、オンラインでの研修でも使用できるように初動対応機関等が使用できる教材を作成した。

これらの資料、フローチャート、マニュアルは、今年度の検証等で、複数の初動対応機関の訓練で使用され、訓練参加者等の関係者からの意見等のフィードバックをすでに反映した。

【調査研究2】では、これまでに提案した原子力災害での被ばく医療に関する研修の新たな体系化を見直し、量研機構高度被ばく医療センターに設置された被ばく医療研修認定委員会に研修制度として提案した。作成した標準テキストとオンラインでの研修の教材を用いた研修を実施し、標準テキストの改訂を行った。標準テキストは令和3年度より、被ばく医療研修認定委員会が認定する研修での使用が必須となり、広く活用される予定である。原子力災害以外の被ばく医療については、初療のためのフローチャートとマニュアルを作成した。また、パンデミック禍での原子力災害では、放射線管理と感染症対策の両立が必要であり、これまでのゾーニング、PPE 着脱の教材、資料、教育方法が活用できた。今後は、放射線管理と感染症対策の両立が標準的な教育となることがこれまで以上に望まれる。

【調査研究3】では、専門的支援体制として既存のネットワークと検知システムの活用について検討し、情報共有システムによる原子力災害時の専門的支援を実施する機関と現場医療間の情報共有や連携について考察し、課題と解決策を提案した。

【検証1】では、本事業3年間で作成した教材、研修内容で、実際に研修や訓練を行うことで、参加者からのフィードバックが得られ、包括的被ばく医療の体制構築に必要な人材育成の方法、教材等について調査研究1～3に反映できる課題を見出し、標準テキストや教材を改訂し、完成させた。

本研究事業で作成した教材や資料は、量研機構のWebページで公開し、ダウンロードできるようにすることで、全国の初動対応者、医療従事者等の知識、技術の向上、対応機関が包括的に被ばく医療を実践できる対処能力の実効性の向上に貢献できるようにする。また、本研究事業の研究協力者は、消防、警察、自衛隊、医療機関等でテロ災害、被ばく医療に携わってきた経歴があり、知見が生かされた教材、資料となっている。本事業は本年度で終了するため、次年度以降に第三者評価を事業として実施することはできないが、今後は、多くの組織や機関で活用されることで、第三者による評価とフィードバックが得られることを期待し、最新の知見や状況に応じて、更なる改訂ができるように関連する事業等で継続することも図る。

さらに原子力災害医療の研修で使用する標準テキストについては、基幹高度被ばく医療支援センターで継続して使用状況、内容について検証し、改訂していく予定である。

令和 2 年度放射線対策委託費  
(放射線安全規制研究戦略的推進事業費)  
放射線安全規制研究推進事業

包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究  
成果報告書

別添資料

令和 3 年 3 月

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

初動対応機関のための教材

放射線テロ災害対処	別-1
化学テロ災害対処	別-40
爆発物テロ災害対処	別-73
生物剤テロ災害対処	別-89
放射線テロ災害対処 (短縮版)	別-128
化学テロ災害対処 (短縮版)	別-157
救急車・ヘリコプター 搬送時の汚染拡大防止対策	別-182
CBRNE テロ災害初動対応マニュアル	別-202
原子力災害医療研修の標準テキスト (改訂分)	
原子力災害基礎 1-原子力防災体制	別-220
原子力災害基礎 2-放射線の基礎	別-245
原子力災害基礎 4-放射線防護	別-266
原子力災害基礎 8-避難と屋内退避の支援	別-286
原子力災害中核人材 6-放射線管理要員の役割	別-305
原子力災害派遣チーム 1-原子力災害医療派遣チーム	別-324
原子力災害派遣チーム 2-原子力災害医療派遣チームの活動	別-342

- 専門-WBC・甲状腺 5 -原子力災害対応・・・・・・・・・・別-362
- 専門-WBC・甲状腺 6 -甲状腺簡易検査・・・・・・・・・・別-387
- 専門-WBC・甲状腺 7 -甲状腺簡易検査実習ハンドアウト・・別-399
- 原子力災害・放射線テロ災害 医療対応対応マニュアル・・別-415



# 放射線テロ災害対処

初動対応者のための基礎知識

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

## 内容

- 初動対応の目標
- 放射線、放射性物質、放射能
- 測定器
- 放射線テロ災害対処
  - 外部被ばく対策
  - 内部被ばく対策
  - 汚染対策
- 要救助者対応



## 初動対応の目標

### ❖ 医療優先 → 防ぎ得た死をなくす

- \* 被ばく・汚染だけで緊急に治療が必要なことはない
- \* 除染は救命処置にならない

### ❖ 無用な被ばくをしない

- \* 救助者の安全確保、被ばく線量管理（放射線防護）

### ❖ 二次災害の予防

- \* 汚染拡大防止
- \* 関係機関での安全・危険情報の共有
- \* 公衆の保護

2

放射線テロ災害に限らず、CBRNEテロ災害が発生した場合は、完璧な対応は難しく、大過ない対応が求められる。

放射線テロ災害では、被ばく、汚染だけでは、化学テロとは異なり、緊急に治療が必要なことはなく、除染は救命処置にならないため、放射線以外の脅威（化学剤や爆発、外傷など）に対する医療処置を優先し、防ぎえた死をなくすことが目標となる。次に、救助者と要救助者、被災者の無用な被ばくをしないための安全確保、被ばく線量管理が目標となる。そして、汚染拡大防止や関係機関間の安全、危険情報の共有、公衆の保護による二次災害の予防が目標となる。

## 放射線

放射性物質から出てくる**エネルギー**  
を持った粒子や電磁波  
ガンマ線  
ベータ線  
アルファ線 など



- 五感で感じられない
- 測定器で検知できる

いつの間にか被ばくする。  
どこに放射線・放射性物質が  
あるか、測定器がないとわか  
らない。  
線源に近いと放射線は強い。

3

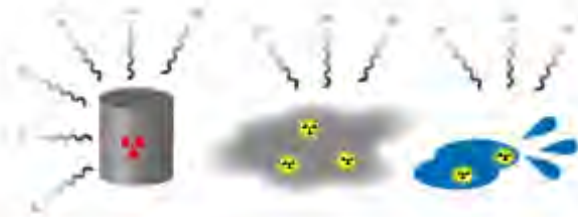
放射線とは、放射性物質から放出されるエネルギーを持った粒子や電磁波である。種類としては、高いエネルギーを持つ電磁波のガンマ線、エックス線と高速で動く粒子線のアルファ線、ベータ線などがある。中性子線は、電荷を持たない放射線である。放射線は原子核が不安定な状態から安定な状態に変化（壊変）するときに放出されたり、原子核以外では発生装置からも放出される。

原子は原子核とその周りを回る電子から構成されており、原子核はプラスの電荷を持つ陽子と電荷を持たない中性子で構成されている。原子核がエネルギー的に不安定な場合、安定になろうとして放射線を放出する。原子核から放射線を放出することを壊変といい、壊変は大きく分けると $\alpha$ （アルファ）壊変と $\beta$ （ベータ）壊変になる。

放射線は五感で感じることはできないが、測定器で検知、計測ができる。

## 放射性物質

### 放射線源



### 放射線を出す物質

気体、液体、固体、エアロゾル（液滴）

放射性物質を漏れないように容器に密封したものが密封線源

4

放射性物質とは、放射線を出す物質のことである。形状としては気体、液体、固体、エアロゾル（液滴）がある。放射性物質を漏れないように容器に密封したものを密封線源といい、この放射性物質を放射線源ということもある。

## 放射能



放射性物質が**放射線を出す能力**

数値が大きいほど、放射性物質からたくさんの放射線が出ている。

5

放射性物質が放射線を出す能力のことを放射能という。放射能の単位はBq（ベクレル）であり、数値が大きいほど放射性物質からたくさんの放射線が出ていることになる。放射能は、単位時間当たりに放射性物質に含まれている原子核が「どれだけ壊れるか」で定義され、1 Bqは1秒間当たり1個の原子核が壊れることを表す。Bqは単独で使う以外に、単位体積、単位面積あるいは単位重量当たりの放射能を表す、 $\text{Bq}/\text{cm}^3$ 、 $\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\text{Bq}/\text{kg}$ などで使われる。

## 測定器



6

放射線測定器の種類、性能は様々である。測定する目的に合ったものを選択する必要がある。

活動する場所の外部被ばくの危険性の評価には、ガンマ線の空間線量率を測定する器材を用いる。

表面汚染の程度は、単位面積当たりの放射性物質の密度に依存する。そのため、表面汚染計で放射能の程度を評価する。

放射性物質を特定するにはスペクトルグラムを分析する。

## 放射線テロ災害対処

### ❖被ばく対策（外部被ばく・内部被ばく）

\*空間線量率測定、個人線量計、呼吸保護、ゾーニング



### ❖汚染拡大防止

\*汚染検査、個人防護装備、養生、ゾーニング、除染



放射線テロ災害の現場では、被ばく対策と汚染拡大防止が重要である。

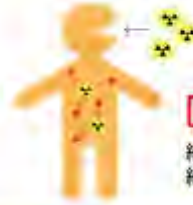
# 被ばく

放射線をあびること



## 外部被ばく

放射性物質（線源）から放出される放射線を**体の外から**浴びること。  
被ばく後、身体には放射線は残らない。



## 内部被ばく

身体に取り込んだ（吸入、摂食）放射性物質からの放射線を**体内**で浴びること。

8

放射線の事故、災害時には、「被ばく」と「汚染」が生じる。  
被ばくとは、放射線を浴びることであり、体の外から放射線を浴びるのが外部被ばくであり、放射性物質を身体に取り込んで体の中から放射線を浴びることが内部被ばくである。

# 外部被ばく対策

9

放射線テロ災害の現場対応では、放射線を完全に遮蔽して被ばくしないようにすることはできない。そのため、外部被ばく対策は、放射線の測定、被ばく管理が重要になる。



## 個人線量計の装着

- \* 被ばく線量の積算値
- \* 活動開始時から装着
  - ❖ アラーム設定
  - ❖ 装着の向きを確認
  - ❖ 防護服の中に装着
- \* 携帯電話、PHS、高出力トランシーバーなどの近辺では誤計数の可能性



10

外部被ばく対策の一つは、個人線量計を装着し、活動中の被ばく線量の積算値を管理することである。放射線の関与が疑われる状況で、個人線量計を装着する。被ばく線量は、現場で放射線を検知した後で測定を開始しても、測定開始前の被ばく線量を確認することができない。

管理としては、被ばく線量限度以下での活動を補助するために、アラーム（警報）を設定する。電子式個人線量計は機種によってはアラームを2段階に設定することも可能である。アラーム音が小さいこともあり、活動中に聞き取れない可能性もあるため、可能であれば振動による発報の機能があるとよい。

個人線量計は汚染させないように防護服の中に装着するか、ビニール袋に入れて装着する。装着の方向を間違えないようにする。

機種によっては、高出力トランシーバーやスマートフォンの電波によって誤計数の可能性があるため、これらの装置と同じポケットには入れないなどの注意が必要である。

## 消防活動時の被ばく線量限度

外部被ばくと内部被ばくを合わせた線量限度

区分		個人被ばく線量計 警報設定値
通常の 消防活動	1回の活動あたりの 被ばく線量の上限 <b>10 mSv 以下</b>	左記の値未満で設定
人命救助等の 緊急時活動	被ばく線量限度 <b>100 mSv</b>	30 ~ 50 mSv の範囲で設定
繰り返し活動 を行う場合	決められた5年間の線量が 100 mSv (ただし、任意の1年に50 mSvを超えるべきでない。)	左記の条件を確実に満たす ように設定する。

原子力施設等における消防活動対策マニュアル  
(2014.3. 消防庁 消防・救助技術の高度化等検討会報告書)

11

消防活動時の被ばく線量限度と個人被ばく線量計の警報設定値を示す。

通常の活動時の警報設定値は8~9mSvとする。緊急時の警報設定値は、鳴動後に退避する間も被ばくするため、退避時の被ばく線量も考慮して30~50mSvとする。

出典

原子力施設等における消防活動対策マニュアル

(2014.3. 消防庁 消防・救助技術の高度化等検討会報告書)

## 放射線検知<sub>活動</sub>

**\*放射線の存在を確認する（警報）**

❖放射線が関わることを認識する

**\*放射線量率を測る（分析）**

❖ゾーニング、被ばく管理

❖複数の検知器



12

外部被ばく対策の一つとして放射線検知活動がある。

まず、放射線の関与が疑われる現場では、空間線量計や表面汚染計によって放射線の存在を確認する。バックグラウンドレベル以上の放射線が検知されたら、放射線が関与している。

放射線を検知したら、放射線量率（空間線量率）を測定し、詳細な危険の程度を分析する。

## ゾーニング

- \*危険区域（ $100\mu\text{Sv/h}$ 以上）の設定
- \*放射線計測、放射線管理ができる状態で進入
- \*放射線源から離れるほど安全

13

線量率に応じてゾーニングと外部被ばく管理を行う。外部被ばく対策のためのゾーニングは、危険区域を $100\mu\text{Sv/h}$ 以上の区域で設定し、準危険区域をバックグラウンド以上から $100\mu\text{Sv/h}$ の区域で設定する。準危険区域、危険区域に進入する場合は、放射線の測定器の持参と個人線量計の装着は必須である。

また、危険区域あるいは準危険区域では、放射線源からは離れるほど放射線量は弱くなるため、安全である。

## 放射線測定器到着までの目安

情 況	暫定的安全境界域
屋 外	
非遮蔽あるいは破壊された危険性のある線源	周囲30m
危険性の高い線源からの漏洩	周囲100m
危険性の高い線源を巻き込んだ火災、爆発、煙霧	周囲300m
ダーティーボム（爆発後、未爆発）	爆発から防護するため半径400m以上
屋 内	
危険性の高い線源の破壊、遮蔽消失、漏洩	現場の部屋と隣接する部屋（上下階を含む）
危険性の高い線源を巻き込んだ火災などで、建物内に換気システムなどにより放射性物質が蔓延する可能性	建物全体と上記周囲
放射線学的モニタリングに基づく拡大	
地上1mでの空間線量率 100 $\mu$ Sv/h	左記の計測値が計測される範囲

- 空間線量率>100mSv/h；救命活動のため、30分以内
- 空間線量率>0.1mSv/h；安全境界線
- 注意：測定器が“0”を示したエリアは、放射線レベルが高く、非常に危険

14

先着隊の到着時に放射線測定器がない場合は、状況に応じて暫定的に安全境界域を設定する必要があり、その目安を表に示す。

この表の数値は、ある程度大きな線源（例えば100TBq Cs-137など）が存在している場合を想定している。

## 時間管理

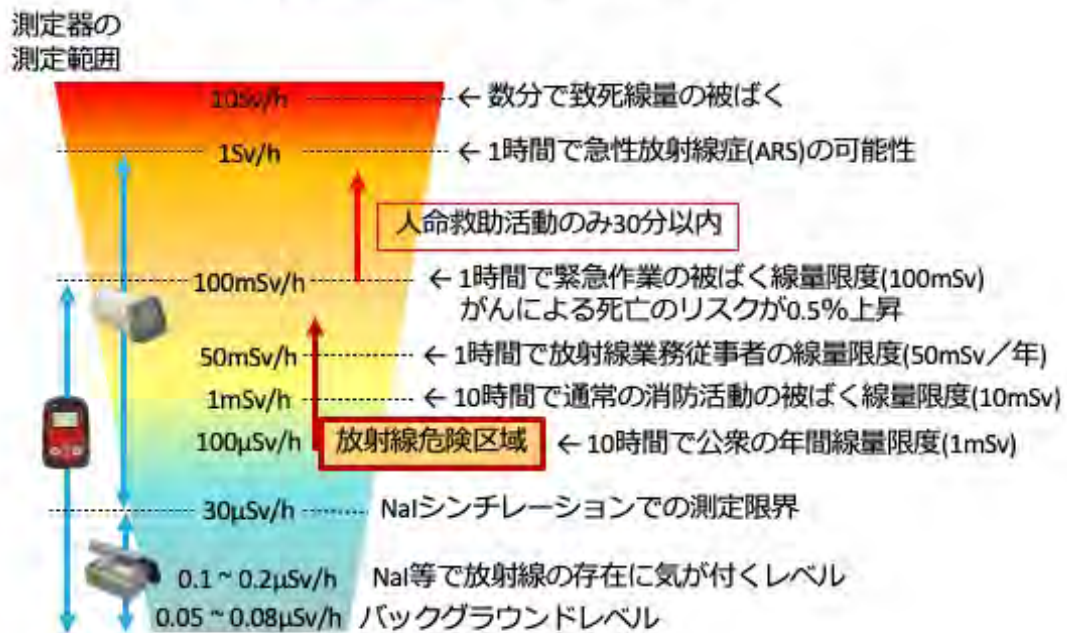
\*現場の空間線量率に応じて、線量限度を  
超えないように管理

\*100mSv/h以上の場所での活動は  
30分以内

15

活動現場の空間線量率に応じて、各個人が被ばく線量限度を超えないように活動内容、活動時間を管理する必要がある。また、100mSv/h以上の空間線量率の場所では、人命救助などの緊急作業のみ立ち入ることができ、活動時間は30分以内とすることが望ましい。

## 空間線量率と危険性



16

空間線量計は、測定器の機種等によって測定範囲が異なる。放射線危険区域（100µSv/h以上）を設定する場合は、このレベル以上を計測できる空間線量計が必要である。

例えば、100µSv/hの場所に1時間滞在した場合の被ばく線量はおよそ100µSvとなり、10時間の滞在で、公衆の年間線量限度の1mSvとなる程度である。放射線危険区域を設定したら、区域内に進入する場合は、放射線測定器、個人線量計を装着し、必ず放射線管理ができる装備で進入する。区域への入退域管理をしっかりと実施する。

100mSv/h以上の場所は、それ以上の線量率の場所が存在する可能性もあり、場合によっては数分～1時間程度で急性障害を引き起こす可能性のある高線量被ばくをする可能性があるため、進入は人命救助活動のみとし、活動時間は30分以内とすることが望ましい。

## 外部被ばくの防護三原則

時間 活動計画、時間管理

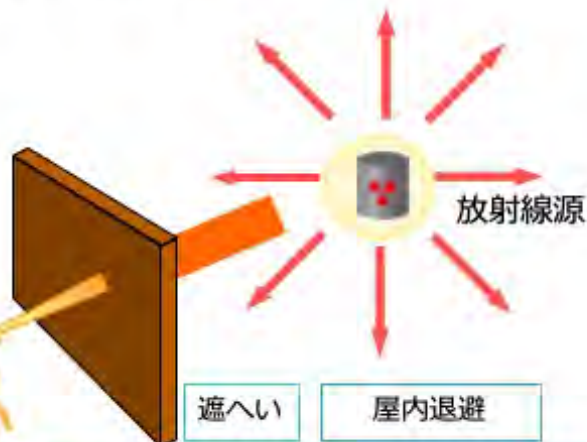
### 作業時間を短く

被ばく量は時間とともに増えます。  
活動時間を短くします。

距離 避難

### 線源からできるだけ離れる

放射線の強さは遠くに離れると弱くなり、  
線量は距離の2乗に反比例して減ります。  
ゾーニングによる危険区域の設置で距離を  
とります。



### 放射線に応じた遮へい体を線源と人の間に置く

物体によって空気と比べて放射線を弱めてくれます。  
建物の壁などは遮へい体になります。

17

外部被ばく防護のポイントは「時間」「距離」「遮へい」である。被ばくする時間を短くする、放射線源からの距離をとる、放射線を遮へいすることで、被ばく線量が低減できる。

放射線にさらされる活動時間を短くすることで被ばく線量を少なくできる。

放射線は、放射線源からの距離の二乗に反比例して減少するため、放射線源からの距離をとることで被ばく線量を少なくすることができる。逆に、放射線源からの距離が半分の位置(1/2の距離)に近づくと放射線量は元の位置の4倍になり、急激に空間線量が上昇することになるため、特に危険区域での活動時には注意が必要である。

放射線源との間に遮へい物があると放射線量は減少する。コンクリートの壁、鉄や鉛の金属の板などがあれば、遮へい材として使用できる。放射線源の位置、形状が明確であれば、鉛のブロックなどで線源を囲むことによって周辺の空間線量率を低減することもできる。



## 鉛入り防護服

- ❖ 遮蔽効果なし
- ❖ 重くて活動性低い
- ❖ 時間がかかると余計に被ばくする



エネルギー(keV)	遮へい効果(%)
60 (Am-241)	94.2
662 (Cs-137)	9.4
1250 (Co-60)	4.4

防護服一式に含まれる鉛ベストは鉛3mm相当

18

鉛入りのインナーベストや放射能防護服があるが、その遮へい効果を実際に確認した結果を示している。防護服一式に含まれる鉛ベストは鉛3mm相当でしかなく、アメリシウム-241から放出される低エネルギーの放射線に対しては遮へい率95%前後と、有効であるが、セシウム-137やコバルト-60に対しては遮へい率が10%以下となる。また、鉛ベストの側面(脇腹部分)は鉛が入っておらず、側面から被ばくをした場合、遮へい効果は期待できない。

防護服一式の総重量等による機動性の低下により、活動時間が延長し、被ばく線量が増大することも考えられる。

出典

総務省消防庁 スタート！RI119 消防職員のための放射性物質事故対応の基礎知識（平成23年3月（平成27年3月一部改定））

❖放射線の遮蔽効果はどれにもない

❖汚染の付着防止の効果はどれも同じ

レベル	A	B	C	D
適用する状況	最高レベルの防護を要する場合	皮膚の危険がより低い場合	空気中の有害物質が少ない場合	化学物質暴露の危険がない場合
防護装備	<ul style="list-style-type: none"> <li>完全に密封された化学防護服と自給式呼吸器 (SCBA)</li> <li>陽圧式化学防護服</li> <li>*爆発の危険がある場合は着用しない。 →ダーティボムの事案では着用しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>呼吸保護に関してはレベルAと同じ装備 (供給式) だが、スーツから露出</li> <li>化学防護服 (皮膚防護はレベルA程度を必要としない)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>供給式以外のガスマスク (吸収缶を装着したもの)</li> <li>化学防護服</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常の作業衣</li> <li>マスクは必要ないレベル</li> </ul>
				<b>放射線災害の場合 汚染対策</b>

19

化学防護服は、どのレベルのものであっても放射線の防護効果はない。皮膚に放射性物質が付着することを防止する効果は、どれも同じである。また、陽圧式化学防護服は爆発の危険がある場所では着用しないことが望ましく、ダーティボムの事案では着用しない方が良い。

放射線テロ災害の現場では、放射性物質の汚染が付着した場合に、すぐに脱衣し、廃棄できる防護服の方が望ましく、防護服は汚染対策のための装備である。

放射線による外部被ばくに関しては、防護服ではなく、個人線量計と放射線測定器による放射線管理と時間管理を行う。

# 内部被ばく対策

20

放射線テロ災害の現場での内部被ばく対策は体内に放射性物質を取り込まないようにすることである。

# 呼吸保護

❖ 体内に放射性物質を吸入しない

❖ 放射性物質の浮遊がある／疑われる



空気呼吸器



全面マスク  
フィルタ  
(吸収缶)



半面マスク  
フィルタ  
(吸収缶)

❖ 汚染対応（汚染検査、搬送など）



使い捨て  
防じんマスク  
(N95マスク)



サージカルマスク

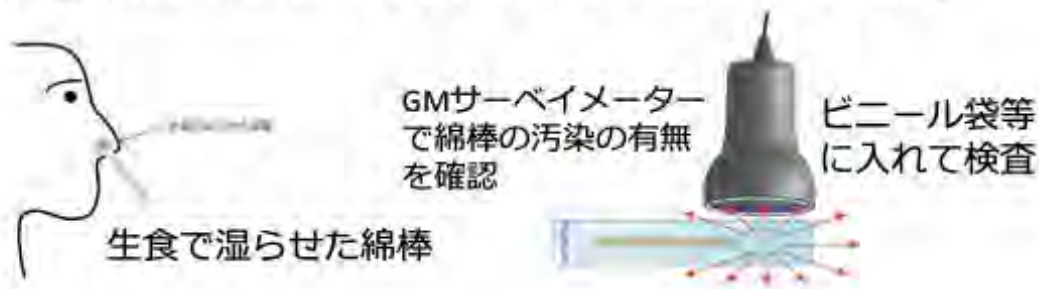
内部被ばく対策として、呼吸によって放射性物質を吸入しないように、呼吸保護が重要である。

屋内で持続的な放射性物質が放出されている場合は、活動中は常に呼吸保護が必要である。屋外では、一時的な放射性物質の散布であれば、時間が経過すると放射性物質は拡散して、多量の放射性物質を吸入する危険性は低下すると考えられる。

しかし、放射性物質の浮遊がある場合あるいは疑われる場合（周辺に汚染がある場合など）は、空気呼吸器、防塵フィルタを使用する。汚染検査や汚染した患者の搬送、応急救護などウォームゾーンでの活動は、使い捨て防塵マスクでの対応が良い。医療機関での処置など放射性物質が浮遊する可能性が少ない場合は、サージカルマスクでの対応が良い。

## 鼻腔スワブ

- ❖内部被ばくの有無の確認
- ❖鼻腔を傷つけないように左右別々に採取
- ❖汚染があれば、内部汚染の可能性があるため、詳細な検査（ホールボディカウンターなど）を実施



22

放射線テロ災害での現場活動が終了した後、内部被ばくの有無を簡易的に検査する方法が鼻腔スワブである。

放射性物質を吸入した場合、鼻腔や口腔の粘膜に放射性物質が付着する。そこで、鼻腔や口腔を生理食塩水等で湿らせた綿棒で擦り、綿棒に汚染が付着しているか検査する。綿棒に汚染があれば、放射性物質を吸入している可能性があるため、より詳細な検査としてホールボディカウンターやバイオアッセイ法による検査を実施する。

## 汚染

放射性物質が付着



汚染に接触  
⇒ 汚染拡大



放射性物質の吸入 = 内部被ばく

↓  
汚れた大気の場合に滞在

↓  
頭部、顔面の汚染

23

汚染とは、体の表面や衣服、資器材に放射性物質が付着することである。汚染に接触すると汚染は広がって行く。また、噴霧、放出された放射性物質を吸入すると内部被ばくすると同時に、頭部、顔面の汚染も存在する場合が多い。このため顔面等の汚染が確認されたら内部被ばくの可能性を疑う。また、汚染を伴う現場では内部被ばくへの対策として呼吸保護を考慮する。

表面汚染では危険な

## 外部被ばくはしない



全身または皮膚の被ばくの症状は出ない

24

表面汚染が皮膚や衣服にあっても、健康影響が出るような外部被ばくはしない。

$\beta$ 線核種による高濃度の汚染では、放射線皮膚障害が発症した事例があるが、通常のGMサーベイメーターで測定できる範囲内の汚染の程度では、全身または皮膚に被ばくの症状は出ない。

# 汚染対策 (汚染拡大防止)

25

放射線テロ災害現場の汚染対策は、放射性物質の拡散、汚染の拡大を防止することである。



# 個人防護装備

- \*皮膚、衣類への付着を防止
- \*外部被ばくは防護しない



破れる



安全のため、  
靴カバー使用なし

ゴム製の靴底  
野外での活動でも破れない



タイベックスーツ

ゴーグル  
マスク

ゴム手袋  
(二重)  
目張り

靴カバー

個人防護装備は、皮膚や衣類への放射性物質の付着を防止するものであり、放射線の外部被ばくを防護するものではない。

基本的には不織布の防護服（タイベックスーツ）、ゴーグル、マスク、ゴム手袋（二重）、靴カバーを装着する。内側のゴム手袋と靴カバーの端はタイベックスーツに袖や裾にテープで目張りし、放射性物質の侵入を防ぐ。

野外での活動では、不織布の靴カバーは破損するため、ゴム製の靴底の靴カバーを使用する方が良い。

# 呼吸保護

**\*浮遊した放射性物質による内部被ばくに注意**



27

表面汚染から浮遊した放射性物質を吸入することには注意が必要であり、そのような現場活動時には、呼吸保護を確実に実施する。

## 養生

\*資器材への付着を防止

\*汚染検査用の測定器もビニールで養生



28

資機材に放射性物質が付着するのを防止するためにビニールシート等で器材を被覆する。このことを養生ともいう。

特に汚染検査に使用する測定器は、汚染され易いので、ビニール袋でしっかりと養生する。

資器材を養生した場合は、ビニールやテープなどで動作が制限されていないか、正常に動作するか確認する。

# 封じ込め

\*汚染を直接触らないようにする



29

放射性物質が付着し、除染できない場合は、汚染を直接触らないように、ビニールシートや防水シートなどで覆い、放射性物質が拡散しないように封じ込める。

# ゾーニング

\*100 $\mu$ Sv/h以下でも汚染区域がある

\*汚染はホットゾーン、ウォームゾーン

\*汚染を持ち出さない

30

放射性物質による汚染区域であっても、空間線量率が100 $\mu$ Sv/hまで上昇しないこともあるため、空間線量率による放射線危険区域以外にも汚染による放射線危険区域を設定する必要がある。汚染がある現場はホットゾーンであり、汚染検査や除染を行う場所はウォームゾーンとなる。ウォームゾーン、ホットゾーンは汚染がある区域となるため、進入時には汚染対策の個人防護装備を着用し、退出時には汚染検査、除染を実施して、コールドゾーンに汚染を持ち出さないようにする。

# 汚染検査

\*汚染の持ち出しを防止

\*表面汚染計



簡易汚染検査

- ❖ 頭部、顔面、肩、手指の汚染検査  
\* 汚染が付着しやすい部位を検査
- ❖ 検査時間を短縮

31

放射性物質の汚染検査は、表面汚染計を用いて測定し、汚染があれば除染して、汚染をコールドゾーンに持ち出さないようにする。

隊員や被災者の汚染検査は、全身の汚染検査が基本である。全身の汚染検査は、頭からつま先まで検査したら、背部の汚染検査を行う。GMサーベイメーター1台では、10～15分程度時間がかかる。前面と背面を同時に2台のサーベイメーターで測定すると所要時間は5～10分程度に短縮される。

汚染検査の対象者の人数や状態、測定器の使用可能な台数などの状況に応じて簡易汚染検査を実施する。

簡易汚染検査は、放射性物質が付着しやすい頭部、顔面、肩、手指、足（靴底）の汚染検査を実施する。これらの身体の一部の検査は、1～2分程度で実施でき、検査時間を短縮することができる。多数の対象者を短時間で検査する場合に用いられる。

## 表面汚染の測定

❖プローブ（検出部）を汚染しないようにビニール袋、ラップ等で覆う

❖消音



32

測定器のプローブ（検出部）に放射性物質が付着しないように通常はビニール袋やラップなどで覆い、汚染したらこのビニール袋等を交換する。また、被災者の放射線被ばくに対する不安を考慮して、サーベイメータは消音にする。

測定時は、測定の対象物から一定の距離を保つこと、角度を一定に保つこと、ゆっくり動かすことに注意する。

計測する表面からの距離が離れると計数値は小さくなる。また、距離が異なると正確な評価ができなくなる。

GMサーベイメータは、検出部の窓以外からはベータ線が入射しない。表面と検出部の角度が異なると検出部との距離も異なる。そのため、表面と検出部の角度を一定に保つ。

表面汚染検査では、検出部は1秒間に5～10cmの距離を動かす。速度が速すぎると、指示値が表示される前に汚染のない箇所に移動してしまい、汚染を見逃してしまう。

# 除染

## \*脱衣

❖脱衣した衣類はビニール袋に入れて汚染拡大防止

## \*拭き取り

33

汚染のある衣服を脱がせることで、体表面の汚染の約90%を取り除くことができる。搬送時に傷病者を包んだ毛布やシーツ、衣類は、取り除いた後にビニール袋へ入れ、汚染が拡大しないようにする。汚染した衣類などを触った後は、他の箇所を触る前に素早く外側のゴム手袋を交換する。

脱衣で除染できなかった皮膚や資器材の汚染は、濡れたガーゼやタオルなどで拭き取る。拭き取りに使用したガーゼやタオルは放射性物質が付着しているため、ビニール袋へ入れ、汚染が拡大しないようにする。



# 要救助者対応

34

放射線テロ災害で要救助者がいる場合は、その対応を優先する。

## まず避難、救出

- \*外部被ばく →とりあえず被ばくを低減
- \*内部被ばく →可能な限り吸入しない
- \*体表面汚染 →付着の機会を少なく
- \*その他の脅威→離れることで危険を回避

35

放射線災害での現場対応では、要救助者をまず避難、救助し、発災現場から可能な限り離れた安全な場所に移動させることが優先である。

外部被ばくについては、現場から離れることで被ばくを低減でき、内部被ばくも可能な限り吸入する放射性物質の量を減らすことができる。体表面汚染は、放射性物質の付着する機会を少なくする。また、放射線以外の化学剤や爆発物等の脅威についても現場を離れることで危険を回避できる。

## ❖外傷等（放射線以外の原因）の 応急処置

- \*放射線の影響は現場では出現しない。
- \*大量出血に対する止血帯（ターニケット）

36

外部被ばくと内部被ばくは現場での症状出現はほぼないため、被ばくに対する現場の医療活動はない。体表面汚染は、生命の危険には関与せず、除染は救命処置にはならない。このため、放射線テロ災害での現場医療での救命処置は、放射線以外の原因である外傷や化学剤等への症状の改善が目的となる。これらの救命処置は、除染よりも優先される。

特に大量出血に対する止血帯の使用は、救命に大きく関与する。

# 汚染検査

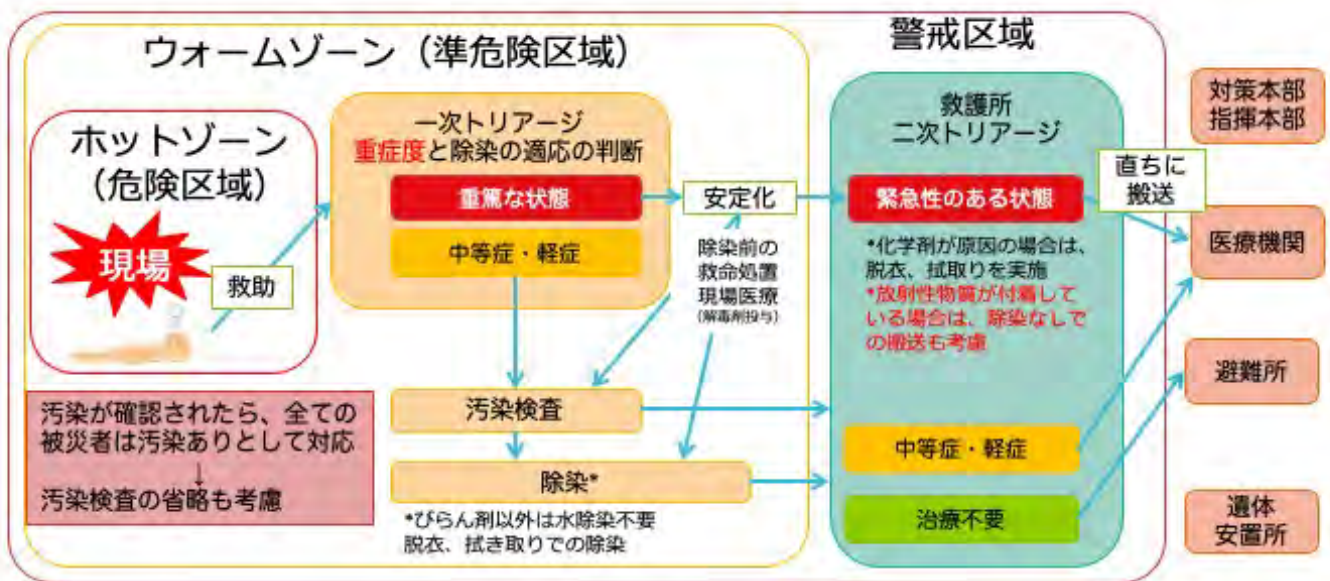
❖避難、救助してきた人々には汚染が付着している可能性がある。

❖可能な限り、汚染検査を実施

37

放射線の発災現場から避難、救助してきた人々には、放射性物質が付着している可能性がある。応急処置等で状態が安定している（緊急の処置が不要）場合や外傷等がなく医療処置が不要な場合は、可能な限り汚染検査を実施し、汚染拡大防止対策を実施する。

## 現場でのトリアージ



38

要救助者を危険区域から救助し、一次トリアージを行う。一次トリアージでは、重症度と除染の適応を判断する。重篤な状態であれば、安定化のための応急処置を実施し、汚染検査をせずに脱衣のみで直ちに医療機関に搬送する。

中等症、軽症であれば、汚染検査を実施し、必要に応じて除染する。放射性物質の付着では、生命に危機的状況となることはなく、化学剤への対処と異なり、除染は救命処置とはならない。

危険区域で放射性物質による汚染が確認されたら、すべての被災者に汚染があると脱衣等の対応をする。汚染検査を実施していなくても、脱衣をすることで、汚染拡大防止となる。

## 放射線テロ災害対処

### ❖被ばく対策（外部被ばく・内部被ばく）

\*空間線量率測定、個人線量計、呼吸保護、ゾーニング



### ❖汚染拡大防止

\*汚染検査、個人防護装備、養生、ゾーニング、除染



放射線テロ災害対処で重要なのは、被災者、活動隊員に対して、被ばく対策と汚染拡大防止の措置を実施することである。

# 化学剤テロ災害対処

初動対応者のための基礎知識

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

## 内容

- ・化学剤の基礎
- ・化学剤からの防護
- ・化学剤の検知
- ・化学テロ災害対応

# 化学剤の基礎

1. 有毒化学の種類と特性
2. 身体への影響
3. 有毒化学剤の防護
4. 有毒化学剤の検知

2

有毒化学剤について、その種類と特性、身体への影響、防護、検知について、基本的な内容を解説する。

現場対応として重要なのが、自分自身の安全確保と要救助者の人命救助である。

さらに化学剤には拡散する特性があるため、その二次被害拡大を防止することが現場対応に求められる。



## 化学剤の種類と特性

	名称	外観	臭気	蒸気密度 (空気比)	持久度	半数致死量 mg・min/m <sup>3</sup>
神経剤 神経系	タブン	無色液	無臭	5.6	数日	400
	サリン	無色液	無臭	4.8	数時間	100
	ソマン	無色液	無臭	6.3	数日	50
	VX	無色液	無臭	9.2	数日～週	10
びらん剤 皮膚・ 呼吸器系	マスタード	無色液 (淡黄)	にんにく臭	5.5	数日～週	1,500
	ルイサイト	無色液 (褐色)	ゼラニウム臭	7.1	数日	1,500
血液剤 細胞系	青酸	無色液・気	アーモンド臭	0.9	数分～時	2,500
	塩化シアン	無色液・気		2.1	数時間	10,000
窒息剤 呼吸器系	ホスゲン	無色気	干し草臭	3.5	数分～時	3,000
	塩素	無色液・気	刺激臭	2.5	数時間	6,000
	クロル ピクリン	無色液・気	刺激臭	5.7	数時間	2,000

3

化学剤にはいくつかの種類があり、それぞれ特性が大きく異なるため、種類ごとに対応の仕方も異なることを意識しなければならない。

少量で人体に影響があるもの、匂いや色がないものが危険な化学剤である。表は軍用化学剤である。血液剤、窒息剤は産業毒性物質として、事業所、工場などで使用されている。神経剤、びらん剤は殺傷目的で合成されたものである。

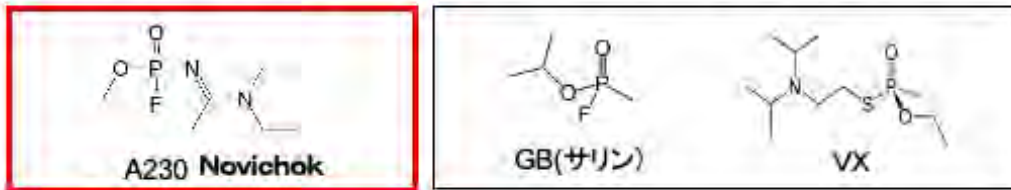
ほぼ全ての化学剤は空気より重い。そのため、特に室内においては低い位置に滞留するため低い姿勢でいると危険である。

持久度は、揮発しやすさであり、持久度が短いものは有毒ガスとして揮発しやすく、持久度が長いものは、汚染物質として残留し除染が必要となる。

半数致死量は数値が小さいほど、危険である。産業毒性物質は、半数致死量が大きく、匂いもあるため、何らかの匂いがした時点で防護措置を講じることにより被害を局限できる。

## Novichok (ノビチョク)

- ❖ 1970年代にソ連が開発した神経剤で、第4世代の化学兵器
- ❖ 派生の化学物質は100種類以上。VXの5～8倍の毒性
- ❖ 液体、固体（超微粒子）の各種存在
- ❖ バイナリーとして安全性、安定性が高く取扱いが容易
- ❖ 速効性（30秒から2分）～遅効性（パウダー状で約18時間）
- ❖ エージングが数分と短く、拮抗薬PAMの効果期待できない
- ❖ 不可逆的な神経損傷を起こし、永久的な障害の可能性



新たな神経剤として登場したのが、ノビチョクである。

ソビエト連邦が開発したと言われているが、構造式が明らかとなっており、有機化学合成の技術があれば製造は可能である。

100種類以上の派生型があると言われており、基本的には検知器による検知は困難である。

これまで最も毒性が高いと言われていたVXのさらに5～8倍の毒性と言われており、極めて脅威が高い。

パウダー状で使用された場合、10数時間後に発症する例もあり、使用されたことすら不明のまま被害が拡大する可能性もある。

## 神経剤の特徴

- ❖ 化学剤の中で**最も毒性が強く**致死的
- ❖ 神経組織に作用  
**縮腫**、涎、鼻汁、呼吸困難、嘔吐、頭痛、全身痙攣、失禁、呼吸停止
- ❖ 呼吸器からの**吸入**又は皮膚からの**浸透し** **速やかに**症状が現れる
- ❖ 通常、**無色**、**無臭**で五感による検知は困難
- ❖ 汚染持久度の長いものと短いものがある。

5

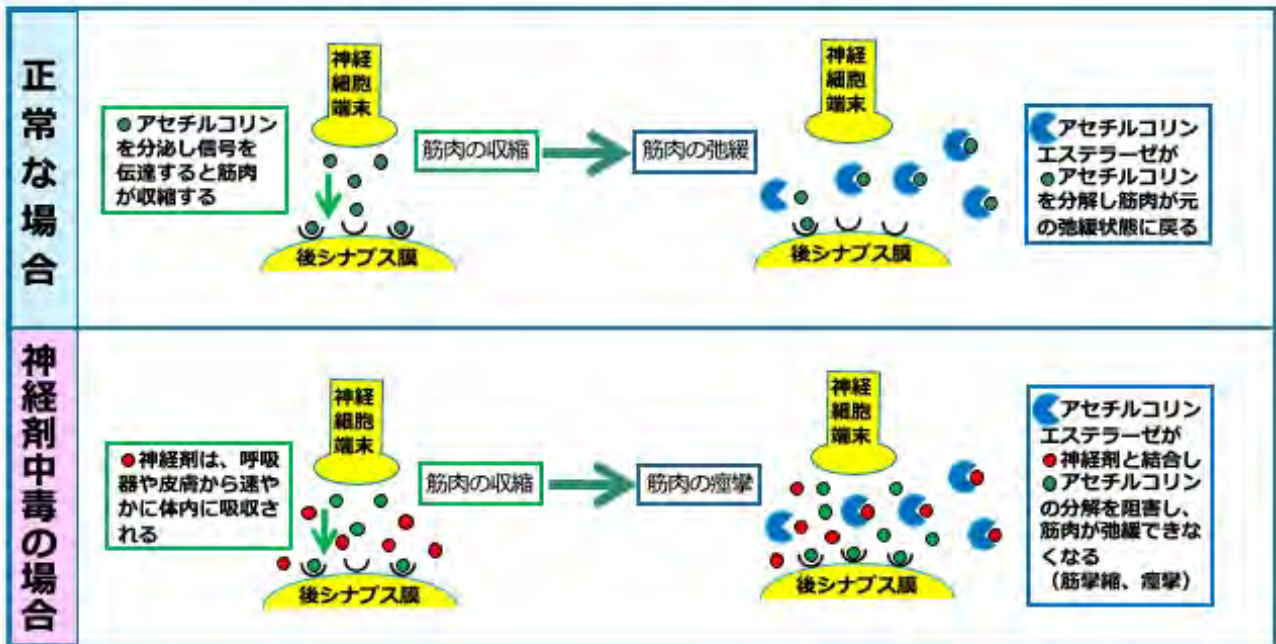
神経剤は吸入後、時間の経過とともに症状が進行する。最初に発現するのが縮腫である。その後、流涎、鼻汁の出現があり、呼吸困難、呼吸停止に至る。

経路としては、吸入が主であるが、液滴が直接皮膚に触れた場合、10数分で浸透し同様の症状を発症する。

通常は無色、無臭で五感による検知は困難である。

持久度が短いサリンは揮発して有毒ガスとなりやく呼吸器保護が重要となるが、持久度が長いVXはほとんど揮発することなく、呼吸器の保護は重要ではないが、数mgの液滴の付着で致死的である。

# 神経剤の人体への作用



6

神経剤の人体への作用としては、神経伝達物質（アセチルコリン）が元に戻ろうとする時必要な物質（コリンエステラーゼ）を阻害し、筋肉が元の状態に戻れず、弛緩、収縮できなくなる（筋攣縮、痙攣）ことで影響が出現し、瞳孔収縮、分泌過多、痙攣、心肺停止に至る。神経剤とコリンエステラーゼの結合は時間が経つと離れなくなり、この現象をエイジングと言う。この神経剤とコリンエステラーゼの結合を解除するか、過剰な神経伝達物質の伝達を阻止する働きをするのが拮抗剤である。

## 神経剤に対する応急処置

- ❖ アトロピン(直接的な治療剤)
  - \* アセチルコリン過剰状態を受容体側でブロック
- ❖ パム(直接的な治療剤)
  - \* アセチルコリンエステラーゼから神経剤を解離吸着
  - \* 解離できなくなる現象をエージングと言い、エージングが起きる前に投与する必要がある
- ❖ ジアゼパム(二次時的な影響(痙攣)の治療)
  - \* 直接神経剤には作用せず、痙攣で生じる脳障害を抑制
- ❖ 気道確保及び呼吸補助(根本的治療までの対処療法)
  - \* 呼吸停止状態を補助することで救命が可能



7

神経剤には拮抗薬がある。抗コリン剤であるアトロピンは、末梢性ムスカリン作動部位(全ての副交感神経末端と、汗腺への交感神経末端)において過剰のアセチルコリンの効果を阻止することにより作用する。

PAMは神経剤とコリンエステラーゼの結合を解除し、コリンエステラーゼを再生することにより作用する。

ジアゼパムは抗痙攣薬で直接神経剤には作用しないが、痙攣持続で生じる脳障害を抑制する。

現場で対応できることとして、化学剤を吸入する状況から少しでも早く救出し、清浄な空気を吸入させることである。

# 自動注射器の使用判断モデル

- ① 化学テロの蓋然性・自力で動くことができない傷病者3名以上  
・重症外傷事案以外（爆発や出血がない）
- ② 神経剤の症状（鼻汁、流涎、視覚異常、眼痛・流涙、呼吸苦）
- ③ 化学剤検知器で神経剤の陽性アラートの発報

全て該当

- ・いずれかが該当しない又は該当に迷い
- ・化学剤検知器がない

専門家の助言

対象者：一般市民の傷病者及び対応中の部隊員のうち体調が悪化した者（小児を除く）  
優先順位：自力での移動不能者→当初移動可能であったがその後移動不能となった者

医師及び看護職員以外の  
**実動部隊の公務員**

**自動注射器使用**

迅速に医療機関に搬送

8

神経剤による症状（鼻汁、流涎、視覚異常、眼痛・流涙、呼吸苦）が発生している場合、新鮮な空気を投与する。また自動注射器により拮抗薬（アトロピン、パム）の投与の条件に該当するか判断する。

＜自動注射器の使用判断モデル＞

- ① 化学テロの蓋然性；自力で動くことができない傷病者3名以上、重症外傷事案以外（爆発や出血がない）
  - ② 神経剤の症状（鼻汁、流涎、視覚異常、眼痛・流涙、呼吸苦）
  - ③ 化学剤検知器で神経剤の陽性アラートの発報
- ①～③を満たさない場合は、専門家の助言

自動注射器使用の対象者：一般市民の傷病者、部隊員のうち体調が悪化した者（小児を除く）

出典：化学災害・テロ対策に関する検討会「化学災害・テロ時における医師・看護職員以外の現場対応者による解毒剤自動注射器の使用に関する報告書」（令和元年10月30日）

## びらん剤の特徴

- ❖ 熱傷状の水疱を生じ、皮膚、口、鼻、喉、肺、目に障害を及ぼす特に湿った部位に影響する
- ❖ 吸入により肺を損傷し、肺水腫により死に至る
- ❖ マスタードは無痛、ルイサイトは激痛を伴う
- ❖ 蒸気曝露では、目の刺激症状、充血、上気道の刺激症状が起きる
- ❖ マスタードは数時間後に発症し、皮膚細胞が液化壊死する
- ❖ 独特の臭気により存在を察知することができる
- ❖ 持続性であり、汚染が必要である（人員、地域、施設）

9

びらん剤は第二次大戦時の化学剤である。国内各地から旧軍の化学弾が発掘または海中から発見されることがある。

症状としては、熱傷の症状と類似した皮膚症状が出現する。

発赤の徴候が1時間後、その後2～3時間で紅斑が現れ、10数時間後に水疱が発生する。

マスタードは当初無痛のため汚染に気づかないが、ルイサイトは付着すると痛みがあるため、直ぐに覚知することが可能である。

## びらん剤に対する応急処置

- ❖ マスタードの解毒薬はなく、**対症療法**が主体
- ❖ ルイサイトには、BALが内部臓器の傷害を軽減
- ❖ 迅速な除染、水洗、ふき取りが有効
- ❖ 皮膚の損傷には、通常の熱傷と同様の処置



R S D L (Reactive Skin Decontamination Lotion)



個人用除染具（自衛隊装備）

10

マスタードには解毒薬はなく、皮膚のびらんに対する対症療法が主体となる。

ルイサイトにはBAL（British Anti-lewisite）が、内部臓器の傷害を軽減する効果がある。

被服の上からの汚染であれば、汚染面を皮膚に付着させないように脱衣する。

皮膚に付着した場合は、迅速な除染剤による除染、または水洗、ふき取りが有効である。

皮膚細胞の液化壊死の症状に対しては、通常の熱傷と同様の処置を施す。



## 血液剤（シアン化物）の特徴

- ❖ 細胞の酸素代謝を直接阻害（細胞の窒息）
- ❖ めまい、頭痛、嘔吐、頻呼吸、皮膚紅潮、痙攣、昏睡、呼吸困難、心肺停止
- ❖ 数秒で発症し、高濃度時は10分程で心肺停止
- ❖ アーモンド臭により嗅覚での検知が可能
- ❖ 持久効果はない（除染の必要はない）
- ❖ 産業毒性物質（メッキ、プラスチック工場等）
- ❖ 気道確保、拮抗薬（亜硝酸アミル）の吸入が有効
- ❖ 口による人工呼吸厳禁、吐物も危険

11

窒息性化学物質の塩化シアン及び青酸は、作用速度が極めて早く、細胞の酸素代謝を直接阻害する。

症状としては、眼や鼻、喉に刺激性の痛みを感ずる、頭痛、めまい、吐き気を起こす、胸部圧迫感、呼吸困難、痙攣がある。

処置は、亜硝酸アミルの吸入、呼吸補助の実施である。現場では、早期に酸素投与、呼吸補助をする。

メッキ工場、写真工業等での漏洩事故、またはアクリル製品工場等での火災で発生する。この化学剤は、持久効果はなく、除染の必要はない。

## 窒息剤の特徴

- ❖ 肺泡毛細血管床の透過性を亢進し肺細胞を損傷
- ❖ 気道、肺泡から組織液が漏出し肺水腫により窒息
- ❖ 咳、胸部圧迫感、頭痛、嘔吐、皮膚の青紫変色、泡を含んだ痰、肺水腫、呼吸困難、心肺停止
- ❖ 低濃度では24時間以上の潜伏期（遅発性）の場合あり
- ❖ 特有の臭気により嗅覚での検知が可能
- ❖ 持久効果はない（除染の必要はない）
- ❖ 産業毒性物質（ポリウレタン原料）
- ❖ 解毒薬はなく、呼吸管理等の対処療法

12

窒息剤のホスゲン、塩素、クロルピクリンは、呼吸により肺の中に入り、気道、肺細胞を損傷し、気道、肺泡から組織液が漏出し肺水腫により窒息する。

症状は咳、胸部圧迫感、頭痛、嘔吐、皮膚の青紫変色、泡を含む痰、の症状を呈し、肺水腫、呼吸困難、心肺停止に至る。

激しい刺激を伴い即効性であるが、低濃度の場合、24時間以上の潜伏期を経て発症する場合がある。

特有の臭気または激しい刺激臭により嗅覚での検知が可能である。揮発性が高いので液体から有毒ガスが発生しやすいが、身体への付着物に対する除染の必要はない。

染料、ポリウレタン製品、ポリカーボネート樹脂等の原料に広く使用され、フロンの過熱でも発生することがある。

## 防護のレベル

	レベルA	レベルB	レベルC	レベルD
外観				
概要	全身を化学防護服で覆い、自給式空気呼吸器で呼吸保護し、陽圧で汚染物の被服内侵入を防止	化学防護服を装着し、自給式空気呼吸器で呼吸保護、ポンベ交換が容易で連続使用が可能	化学防護服を装着し、吸収缶式防護マスクで呼吸保護、低酸素、高濃度環境下では使用が制限	危険物質がないことが確認され、化学防護服及び呼吸保護の必要がない場合

13

レベルAは、自給式空気呼吸器と耐化学防護服で全身を覆い、呼吸による陽圧により汚染物の侵入を防護できるため、最も防護性が高いが、生理的負担が大きいことと、ポンベ交換が困難であるため、30分程度の活動時間に限られる。空気呼吸器は防護服の内側にある。

レベルBは、自給式空気呼吸器と耐化学防護服で全身を防護し、空気呼吸器は防護服の外側にあるため、ポンベ交換により比較的長時間の活動が可能となるが、完全に気密させるためには、マスク、手袋、ブーツとの接合部をテープで目張りする必要がある。

レベルCは、吸収缶式の防護マスクに耐化学防護衣で全身を防護し、吸収缶の破過（通常10時間程度）まで活動が可能であるが、酸素濃度が低い場合、低分子量の有害物質（青酸等）では使用できず、高濃度の有毒ガス環境下では使用時間が短くなる。

どのような危険物質があるか不明だが迅速に要救助者を危険な地域からショートピックアップするにはレベルAが、被災者の状況（生存者の存在）から判断し、比較的長時間汚染地域内で活動するためにはレベルCが、その中間の用途でレベルBが適している。

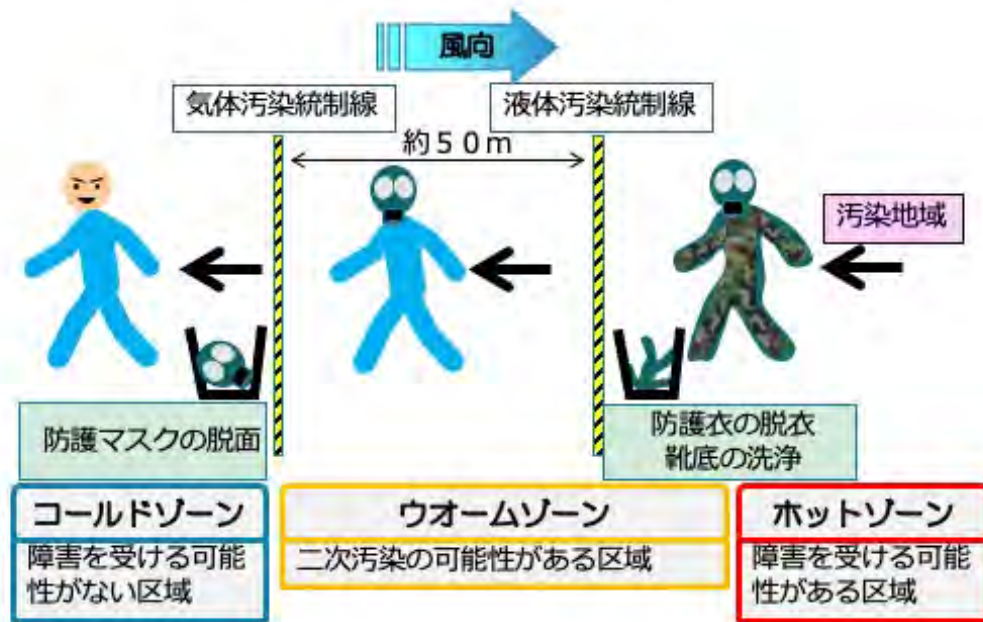
## 戦闘用防護衣（レベルC）



14

自衛隊及び警察のNBC部隊が保有する防護衣は、長時間（10時間程度）汚染環境内で活動するのに適している。これを可能にするため、呼吸器は活性炭式の吸収缶で、微粒子状の有害物質を濾過し、活性炭で有毒ガスを吸着する。防護衣は、生理的負担を軽減するため機能性の布帛により通気性を有しつつ、気状・液状の有毒化学剤から防護することが可能である。

# 脱面・脱衣の位置



15

汚染区域から退出してきたら、ウオームゾーンで防護衣を脱衣し、液状の有毒化学剤を拡散させない様に留意する（液体汚染統制線）。

有毒ガスは流動するので、防護マスクは風上側の安全な区域まで約50m程移動して、コールドゾーン（期待汚染統制線）で呼吸保護具を外す。

## 有毒化学剤の検知

- ❖ 見えない敵をいかに見るか（見えないから怖い）
- ❖ 検知器が反応しなければ大丈夫なのか
- ❖ 検知器がなければ何もわからないのか

16

見えない敵をいかに見る（知る）か、検知器だけが検出手段ではない。

VXなどはほとんど揮発しないため、ガスを検知する機器では検知が難しい。検知器だけで全てを検知できるものではない。

最も早く現着する消防隊員が検知器を保有しているとは限らないため、検知器以外での化学剤の存在を確認する手段を理解しておく必要がある。

## 徴候による化学剤の存在の判断

- ❖ 視覚、嗅覚
  - \* 異様な液体、不自然な容器、異臭
- ❖ 動植物の異変
  - \* 死骸、異常な行動、植物の変色
- ❖ 自覚症状
  - \* 鼻水、胸喉の締め付け感、息苦しい、目がボンヤリ、チカチカ、暗く感じる
- ❖ 被災者の症状
  - \* 流涎、鼻汁、縮腫、嘔吐、痙攣、失禁、呼吸困難

17

初動対応者が現着した際、視覚・嗅覚、動植物の状況等、普段と違う徴候に注意をはらうと共に、自覚症状がないかも留意する必要がある。

また、被災者の状況・様態は危険物質の存在を判断する非常に重要な情報源である。

これらの情報は、関係機関で共有すると共に、保健所、市町村等関係機関、専門機関（日本中毒情報センター）情報提供し、原因物質の特定・分析、対処要領等の支援を受けることが重要である。

# 検知紙

- ◆微量 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) の化学剤を数秒以内で検知
- ◆びらん剤 (赤)、G剤 (黄)、V剤 (濃緑) を検知
- ◆水以外の有機溶媒等に偽陽性を示す

アセトン、トルエン、マロン酸ジエチル → 黄色  
サリチル酸メチル、水酸化ナトリウム → 赤色  
ジエチルアミン、アミノブタノール → 深緑色



18

検知紙は、液状化学剤に反応して、発色する。液状のものがあるということは、除染が必要ということである。びらん剤は赤色、G剤は黄色、V剤は濃緑色となる。化学剤以外でも発色するので、疑陽性を示す場合がある。しかしながら訓練では、このような化学物質を擬剤として使用し、実戦的な訓練が可能となる。



## CBRNテロ災害の特徴

- ❖ 大量の傷病者が発生、現場以外に被害が拡大
- ❖ 地域・施設が一時的に使用不能となり経済的損失
- ❖ 発災当初の即時の認知が困難
- ❖ 対処要員が二次被害を受ける可能性
- ❖ 対応にあたり専門的知識が必要
- ❖ 迅速な判断、対応、統制、多機関の連携が必要
- ❖ パニックを防止する適切な情報発信が重要

19





CBRNテロの特性として、一度に大量の傷病者が発生し、現場周辺から風下方向への流動や、汚染物質が付着した人員の移動により被害が拡散する可能性がある。また、地域・施設が一時的に使用不能となり経済的な損失も伴う。

CBRN兵器は軍事的には大量破壊兵器（WMD：Weapons of Mass Destruction）と言われているが、目に見えないため、発災当初の使用の認知が困難で、CBRN対応のスイッチが入り難い。また、通常災害の準備で対応すると、対処要員が二次被害を受けることになる。

したがって、対応にあたり専門的知識が必要であり、また、被災者の救命のためには迅速な判断、対応が必要となり、また、強制力を持った統制、警察、消防、自治体、事業所、医療機関、専門機関、自衛隊等、多機関の連携も必要となる。

また、被害拡大防止のため、近隣住民等に速やかに危険を伝達し、避難または屋内退避等を促す必要があるが、パニックを防止するような情報発信、広報に努めることが重要である。

## 化学テロの主な散布手段

	携行型	噴霧装置	時限式散布	無人機等
外観				
特性	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 化学剤をペットボトルやスプレー等で散布</li> <li>2 地下鉄サリン事件では、ビニール袋で携行し散布</li> <li>3 携行・秘匿性に優れている反面、自曝する可能性</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 化学剤を大型の噴霧装置で大量に散布</li> <li>2 松本サリン事件では、加熱式噴霧器を荷台に設置して使用</li> <li>3 多量の化学剤を噴霧できるため広範囲にわたる被害</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 爆発力の小さい爆薬に化学剤を入れた容器を抱かせて時限装置等で起爆させて散布</li> <li>2 携行・秘匿性に優れており、同時多発的に使用可能</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 化学剤を無人機等に搭載したタンク等から散布</li> <li>2 車両等に搭載して移動後、警戒線等を容易に超えて比較的広範囲にわたる被害</li> </ol>

20

化学剤の散布手段としては、地下鉄サリン事件で使用された携行型は、最も簡単で、閉鎖空間で使用すれば甚大な被害につながるが、使用者本人が自爆する可能性もある。

松本サリン事件で使用された噴霧装置では、大量の化学剤を散布することが可能で、影響範囲は広範囲（松本サリン事件では800m×570m）に及ぶ。

爆発物と複合的に化学剤が使用された場合、対応に多大な労力を要し、テロの目的である恐怖を与えるには最も効果的な方法である。

ドローンを使用した場合は、使用者の安全、秘匿を確保しつつ犯行に及ぶことが可能であり、また、警戒を厳重にしている要点であっても攻撃が可能となる。

## サリン事件の被害状況

	地下鉄サリン事件	松本サリン事件
死亡者数	13名	8名
負傷者数	6,300名	143名
被害範囲	消防職員、病院職員等に大量の二次被害発生	南北800m、東西570mに拡散
散布要領	サリン約500gを入れたビニール袋2～3個を新聞に包み傘で突き刺して電車内に散布	車両に搭載した散布装置からサリン約12Lを気化させ約10分間屋外で放出

21

地下鉄サリン事件では、13名の死亡者と6,300名に及ぶ負傷者が発生した。負傷者の内、99%は二次被害であり、救助に当たった消防隊員も135名が二次被害を受けた。このため、二次被害を防止するための教育訓練が行われてきたが、二次被害を恐れる余り、現場対応に非常に時間を要するようになった。CBRNによる被害は、汚染環境下にいる時間経過と共に重篤化する。

二次被害を出さないよう準備し、迅速な対応により、救命率を向上させなければならない。

また、松本サリン事件では、放出したサリンが南北800m東西570mに拡散して被害者が発生しており、風下に危険地域が広がるのがわかる。

また、被害防止として、窓を閉めていた部屋からは被害者が出でず、風下地域の住民は避難するよりも屋内で窓を閉鎖し密閉した方が安全が確保できる。

## 初動対応：判断

どの情報をもってCBRNテロのスイッチを入れるか

- ❖ 通常可燃物を取り扱わない場所での爆発
- ❖ 通常有害物質が存在しない場所での中毒症状
- ❖ 同時、同一箇所、同一症状の複数患者の発生
- ❖ テロ災害が疑われたら、最悪を想定
  - \* 二次攻撃の可能性
  - \* 有毒化学剤、放射性物質、生物剤の存在

22

事案が発生した場合、CBRNテロなのか、通常の事故なのか判断する必要がある。

通常、可燃物等がない場所での爆発、通常有害物質がない場所での中毒症状、同時、同一箇所、同一症状の複数患者の発生等の徴候は、CBRNテロを疑って対応を開始しなければならない。

CBRNテロを疑った場合、二次攻撃、化学剤、放射性物質、生物剤の存在等最悪を想定すべきである。

## 初動対応：出動準備

誤情報、混乱、情報不足が常態

- ❖ 有毒化学物質、放射性物質を検出する器材の準備
- ❖ 呼吸保護具の準備、化学防護衣の装着、ゴム手袋（ニトリル製）
- ❖ 火災対応装備（空気呼吸器、火炎防護服）でも可
- ❖ 情報不十分な状態での出動
- ❖ 風向がわかれば極力風上側から接近、拠点の決定

23

CBRN対応装備を保有していれば、化学剤、放射性物質、生物剤に対応できるよう全て携行する。

これらを保有しない消防署では、初動の速さが勝負であるので、とりあえず、空気呼吸器とゴム手袋（ニトリルなど耐化学薬品のもの）、火炎防護服等通常の準備の延長線上で出動し、現場では、呼吸器の確実な保護、不審な液体等に絶対に接触しない、生存者のいないような高濃度の閉鎖空間には近づかないことに留意する。当初の情報は不正確、不十分、誤報であることが多く、現場の状況の確認、通報者等からの情報収集が重要となる。

また、安全を確保するため、風向に注意し、極力風上側からの接近に努める。

## 初動対応：現着後

時間との勝負、迅速に救助することが重要

- ❖ 現場情報の入手
  - \* 被害者の位置、症状→被災者の状況は重要な情報源
  - \* 通報者からの聞き取り
- ❖ 現着後10分以内が勝負
- ❖ 二次被害を過剰に避けると被災者の命を失う
- ❖ 除染を待たせない→すぐに脱衣、ふき取り

24

入電時に全ての正しい情報が得られるわけではない。何らかの異常が発生していることを察知し、安全対策を講じて迅速な対応が求められる。

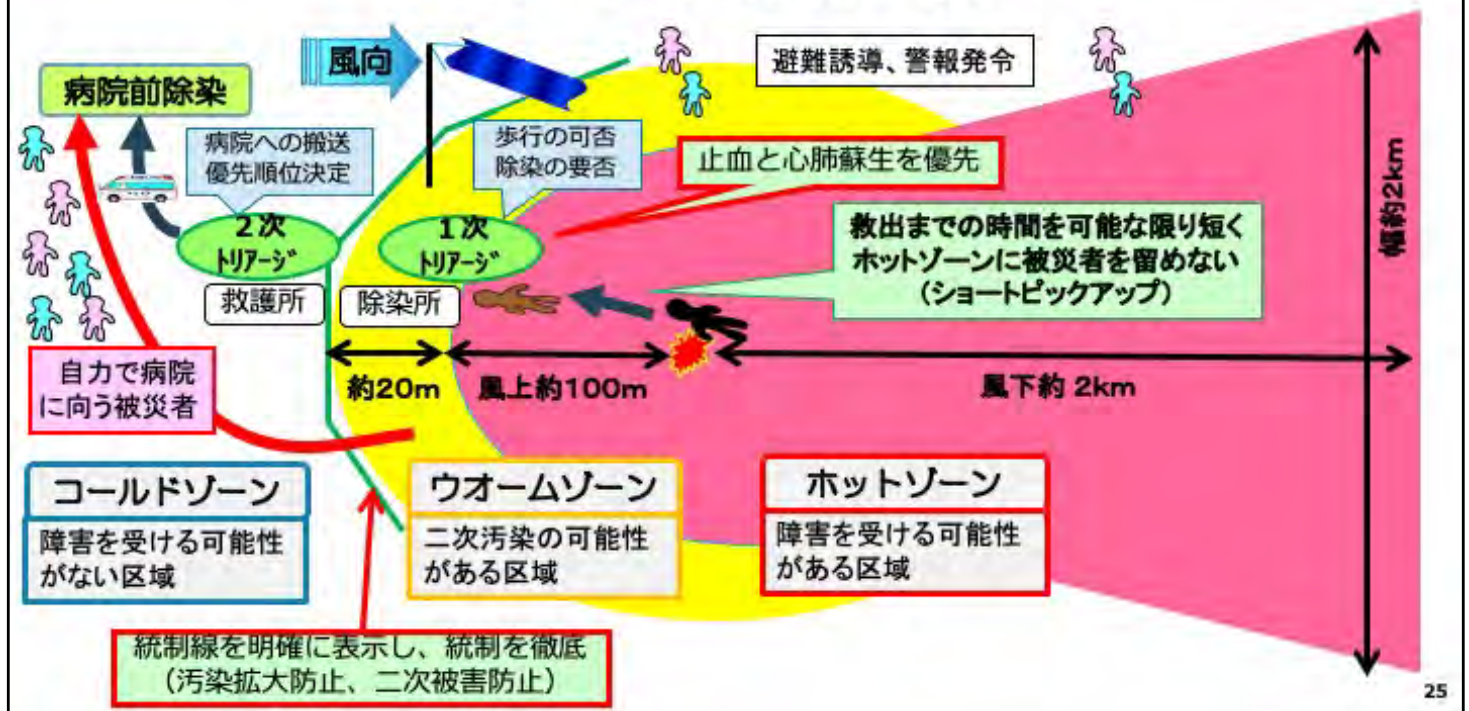
現着後、通報者や施設管理者等からの聞き取りも重要であるが、被害者の状況からの判断も重要である。

被害者の状況から、有害物質が使用されたこと、使用された場所、が判明し、その後速やかな汚染箇所からの被災者のショートピックアップが重要となる。

できれば現着後10分以内には危険地域から被災者を引き離すことを追及するべきである。

その後の除染も、できるだけ早く脱衣と皮膚への付着が確認されたら、ふき取りを行うことも救命のために重要となる。

# ゾーニングの一例



25

以下の条件をホットゾーンとし、ホットゾーンを基準にウォームゾーン及び統制線、コールドゾーンを決定する。

## ホットゾーン

- 化学剤収納容器等の残留物が目視で確認（液体等）できる場所及び液体等による曝露危険がある付近一帯
- 建物の区画、構造及び空調などの設備上、化学剤が拡散したと思われる場所
- 人が倒れている、人がうずくまっている付近一帯
- 簡易検知により反応がでる付近一帯
- 小動物等の死骸や枯木草が確認できる付近一帯
- 曝露者のものと思われる吐しゃ物、血液等がある付近一帯

## ホットゾーンでの活動時の注意点

- 倒れている者又はうずくまっている者を発見したら、合図、無線等で現場指揮本部に報告する。
- 陽圧式化学防護服装着時の曝露者の呼吸状態の観察方法の一つとしてティッシュ等の軽い物を倒れている人の鼻に当て呼吸状

- 態を確認する方法がある。
- 症状の悪化防止のため曝露者にエスケープフード等を装着させ、救助することも考慮する。
  - 自給式空気呼吸器のボンベの交換は、隊員及び資機材の除染後、コールドゾーンにて実施する。ただし、使用資機材の除染に時間を要する場合又は除染が困難な場合は、使用資機材を1次トリアージポスト付近の活動に支障がなく破損の恐れがない場所に一次保管し、活動終了後除染を実施する（ウォームゾーンでの活動においても同様）。
  - 原因となる物質をそれ以上漏洩、拡散等させないようにする。

### 実施要領

- 実施可能な場合に、ビニール等（容器なら密閉容器に入れる。）で覆う。
- 事後の警察の捜査に支障のないよう考慮して処置を行う。

### 進入統制ラインの設定

#### 1. 目的

簡易検知活動を経て各ゾーンが設定される前に、危険な事象が発生している若しくは発生する可能性がある地域と安全な地域とを区別することにより、活動隊員の安全を確保するとともに、曝露者（疑いがある者を含む。）の退出を規制し、二次曝露（曝露者が媒体となった被害の拡大）を防止する。

#### 2. 実施要領

各ゾーンが設定され、ウォームゾーンとコールドゾーンの境界が明確にされるまでの間、周囲の状況を確認し危険がない場所（異常がある場所から目安とし



て120m 以上離れた風上側の場所を参考) に進入統制ラインを設定する。

ロープ、標識、カラーコーン、立入禁止テープ等に加え、文字情報より、設定した進入統制ラインを関係機関や要救助者に対しても明確に分かるように表示する。

### 3. 留意事項

必ずしも検知結果に基づき設定しなければならないものではなく、設定時点の災害状況（臭気の有無、負傷者のいる位置等）から指揮者が「危険」と判断したところを基準に設定し、適宜確認して安全を確保するとともに、必要に応じて変更を行う。

各ゾーンが設定され、ウォームゾーンとコールドゾーンの境界が明確にされたとき、当該境界線が危険側への出入りを統制する新たなラインとなる。

各ゾーン設定後は、現地調整所において関係機関と共有する必要がある。

## 迅速な医療介入

- ❖ ショートピックアップ
  - \* 危険な地域からの迅速な救出
- ❖ 一時トリアージ
  - \* 迅速な分類（歩行の可否、除染の要否）
  - \* いかにか早く医療介入するか
- ❖ 二次トリアージ
  - \* 病院搬送の優先順位の決定
- ❖ 二次被害防止のための除染
  - \* 脱衣、ふき取り、状況により水除染

26

救命にあたり最も重要な事は、迅速な医療介入である。

まずは、CBRNによる汚染物質が存在する危険な地域からの迅速な救出であり、ショートピックアップする。この際、大量出血を伴っていた場合、止血を最優先すべきである。

次に一次トリアージを実施し、必要に応じて心肺蘇生、気道確保である。状況により（縮瞳、分泌亢進、痙攣）の処置（拮抗剤の投与）を実施する。

汚染検査、除染後に二次トリアージを行い、状態、緊急度に応じて病院搬送の優先順位を決定する。最大多数に最善を尽くすため、様態により治療・搬送の優先順位を決めるが、逐次変化する様態に注意をはらう必要がある。

二次被害の防止のためには、除染により原因物質を除去する（病院前除染）ことが最善であるが、完璧な除染が出来ない場合もあるため、医療機関では、簡易マスクによる呼吸保護を実施しておく。

## 除 染

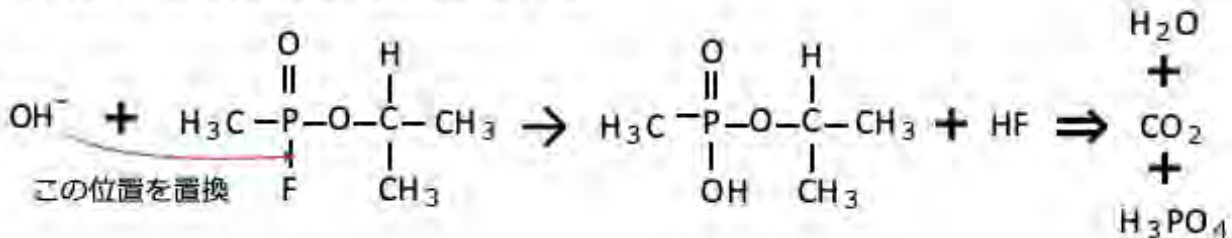
- ❖ 除染が先か、救護が先か
  - \* 止血、心肺蘇生を優先
  - \* 神経剤症状対処（拮抗剤の投与）
- ❖ 除染はどこで実施するべきか
  - \* 現場除染と病院前除染
- ❖ どのように除染すればいいのか
  - \* 大量の被災者を効率的に除染するには→脱衣・ふき取りを主体
  - \* 除染が必要な被災者の選別
- ❖ 除染後の汚染被服、汚水をどうすべきか
  - \* 汚染物、汚水は全て回収しビニール袋等で密閉保管
  - \* できるだけ汚水を出さない→ふき取りを主体

27

救命が目的であり、除染を優先したため死亡してしまうことのないよう被災者の様態をよく観察し、止血、心肺蘇生、気道確保、神経剤の症状への処置を迅速に判断し対応しなければならない。除染の目的は、被災者の被害を局限することと、二次被害の発生を防止することであり、現場での除染及び病院での除染（処置室に搬入前の除染）に区別される。汚染された傷病者が自力で病院に行く可能性があり、病院前除染は必ず必要である。大量の被災者が発生した場合、本当に除染が必要な被災者の除染を待たせることがあってはならない。汚染物質が身体に付着した被災者のみが除染対象であり、有毒ガスを吸入して発症した被災者は除染する物質が付着していないので除染の必要はない。除染が必要な被災者であっても、脱衣とふき取りにより現場での除染は十分である。水洗による除染は効果的ではあるが、時間を要する事、汚水が発生すること、低体温のリスク等の問題を有している。

## 除染と汚水の発生

❖ 除染剤で分解して無害化する



❖ 拭き取り、脱衣は汚染物質が残る⇒ビニール袋に密封保管

❖ 水洗は、毒物が移動するだけ⇒汚水が発生⇒密封容器に回収

28

水洗による除染は、効果が高いが、汚水が発生し二次被害の可能性があるため下水に放出することはできない。

この汚水は除染剤により無害化されるが、下水への排出基準への適合を確認するまで放出することはできない。

脱衣や拭き取りにより発生した汚染物はビニール等の密封容器に入れ、ウオームゾーンで一時保管し、処置について自治体と協議する。

これら汚染物の処理は、高温焼却炉での焼却か、除染剤による無害化の後、廃棄する等の処置が必要となる。

## 被害者大量発生時の除染

- ❖ 脱衣：10分以内が理想。汚染面を皮膚に付けない→約90%除去
- ❖ 応急除染：拭き取る手段で直ちに汚染を除去→約99%まで除去
  - \* ドライ：紙おむつ等の吸着素材で皮膚から汚染を除去
  - \* ウェット：水（ガーゼ、スポンジ等）で濡らし、拭き取る
- ❖ 水的除染：消防車2台を並べ、ミスト状でスプレー（15～90秒）
  - \* タオル等で皮膚に押し込まない様に摘み取って拭き取る→99.9%
- ❖ 完全除染：専用の除染ユニットや多くの資器材を使用
  - \* 準備に時間を要し、除染にあたり汚水が発生する

29

最も効率的な除染は脱衣である。迅速な脱衣による除染が重要である（理想としては10分以内）。これにより約90%の除染が可能であり、汚染の皮膚浸透を防ぎ、衣服からの蒸発・気化による二次被害を防ぐことができる。

脱衣は汚染面が皮膚に触れない様注意し、汚染面を包み込むように脱衣する。可能であればハサミで被服を切断し脱衣を容易にする。

皮膚の露出部位、または被服を浸透し皮膚が汚染されている場合は、ふき取りにより除染をする。この際、紙おむつ等に使用されている吸着素材または濡れたガーゼで湿らせた後拭き取る方法により、約99%の除染が可能である。

水的除染は、被服に付着した汚染がシャワーで皮膚へと移動するので、シャワー前に必ず脱衣することが必要である。

現場での完全除染は、専用の除染ユニットや多くの資器材を使用するため準備に時間を要し、除染に当たり汚水が発生するため、汚水の回収保管が必要となる。

また、救助者を冷たい水で除染することは、体温を下げるなど、状態を悪化させることになるため、全身に水をかける除染は推奨しない。

## 除染の必要性

- ❖ 被災者の9割は液体の付着ではなく、ガスの吸引
- ❖ 歩行可能な被災者は、皮膚の汚染はほぼない



大量の被災者の中で本当に除染が必要なのは誰か

- ❖ 歩行可能な被災者は除染を待たない
- ❖ 救急車を待たず勝手に病院に押し寄せる



二次被害防止のための病院前除染

30

障害が発生している被害者全てが除染対象となるわけではない。除染が必要な化学剤の汚染物質（液体）に直接接触した被害者は、発生現場のすぐ近くにいた人員のみであり、大半は除染の必要がない有毒化学剤のガスを吸引し発症した被害者である。神経剤の場合は、ある程度時間が経った後に、歩行可能な被災者（神経剤による症状がない被災者）には皮膚の汚染はないと判断できる。被服や靴底が汚染された歩行可能被害者は、消防が準備した除染を待つことなく、自力でまたはタクシー等を使用して病院に向かうことを止めることはできない。したがって、病院では二次被害を防止するためゲートコントロールを厳正に実施し、汚染の有無の確認と除染の実施が必要である。

## まとめ

- ❖ 見えない敵を見極め、正しく認識すればCBRNは怖くない
- ❖ CBRNE事態は100%阻止も100%完璧な対応も困難
- ❖ いかなる事態も大過なく合格点がとれる対応
- ❖ 警察、消防、自衛隊、自治体、専門機関の連携が不可欠
- ❖ 想像したくない最悪を考え、空振は幸運と思い万全の備え

31

CBRNテロは目に見えない有害物質であるため、非常に恐怖心を煽り、この恐怖心がテロを行う側の目的でもある。

この見えない物質の存在を見極め、関連する知識により正しく認識すれば、安全を確保しつつ被災者の救助が可能である。

しかしながら、CBRNEテロ災害対処は、常に受け身であるため、完璧な阻止も完璧な対応も困難である。

これに対応するファーストレスポンドーは、いかなる事態でも、大過ない対応、つまり被災者の防ぎ得る死をいかになくすかである。このため、消防、警察、自治体、自衛隊、事業所管理者、専門機関の連携が不可欠であり、この連携を有効に発揮するため、日頃からの関係機関による、最悪事態を想定した机上演習及び実践的な訓練が重要となる。

# 爆発物テロ災害対処

初動対応者のための基礎知識

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

## 内容

- ・爆弾テロの概要
- ・爆弾テロ災害対応



## 爆発物テロの特性

- ❖ 爆弾テロは最も蓋然性が高く、テロの70%を占める
- ❖ 市販薬品とインターネット情報で作成可能
- ❖ 最も蓋然性が高いのは有機過酸化物による爆破テロ
- ❖ 二段攻撃、化学剤、放射性物質等、複合的危険の存在の可能性



HMTD(有機過酸化物)



IED (Improvised Explosive Device)

2

世界で発生しているテロの約7割は爆発物によるもので、誰でも手に入れることのできる市販薬とインターネット情報で爆発物を作成することが可能である。

紛争地域では、軍用爆弾と起爆装置を組み合わせたIEDが使われることが多いが、我が国において最も蓋然性が高いのは、市販薬で容易に製造できる有機過酸化物である。

また、テロは対応する側が最も嫌がる手段を使うため、爆発の二段攻撃や、爆発物に化学剤や放射性物質を組み合わせたダーティボムも警戒する必要がある。

## 爆発物テロ未然防止対策

### ❖ 未然防止

- \* 巡回強化、職務質問の徹底
- \* 監視カメラの増設
- \* アナウンス、ポスター等による協力要請

### ❖ 不審物対応

- \* 触れず、速やかに遠ざかり、警察に通報
- \* 周囲の人への注意喚起、避難誘導
- \* 処置は専門家に任せる

3

爆発物テロを未然に防止するためには、まず、不審物を設置させる隙を与えないことである。特に集客施設等テロの対象となる場所では、監視や不審者への警戒を強化すると共に、イベントへの参加者等に対しても、不審物・不審者への警戒の協力を促すことも未然防止のため重要である。

不審物を発見した場合、不用意に触れることなく、速やかに遠ざかり、警察に連絡すると共に、周囲に人にも注意喚起を促し、パニックに陥ることなく冷静に避難することが重要である。

爆発の可能性のある不審物からは十分な距離を設けて立ち入り禁止とし、専門部隊である警察の爆発物処理班の出動を待つ。

## 爆発物テロ初動対応

- ❖ 二次爆発物の存在に留意し行動する
- ❖ 爆発物の疑いのある不審物に近づかない
- ❖ 救助のためやむを得ない場合は
  - \* 建物等の隠蔽物を最大限利用する
  - \* 爆処理用の盾等を使用する
  - \* 車両、土嚢、水缶等遮蔽物を使用する
  - \* いかなる場合も20m以内には近づかない

4

爆発物テロは、当初の爆発による被害者を助けるファーストレスポonderに攻撃を与える二段階攻撃が行われる可能性がある。したがってテロが疑われた場合、爆発物の疑いのある不審物には掩護物を利用する等、十分に注意を払う必要がある。

人命救助のためやむを得ない場合、前スライドの避難命令距離以内に入ることを避け、爆発物に内包された金属片から防護するため建物等の遮蔽物の最大限利用、防護盾、車両、土嚢、水缶等の遮蔽物を使用し、極力低い姿勢で要救助者を救出する。

## 爆発物の種類

区分	爆燃物質	爆ごう物質		
法的区分	火薬	一次爆薬	二次爆薬	三次爆薬
代表例	黒色火薬 無煙火薬	有機過酸化物 TATP,HMTD DDNP(雷管)	TNT、C4 ヘキソーゲンRDX ペンスリットPETN ニトログリセリン 含水爆薬	硝酸アンモニウム ニトロメタン
起爆源	点火具	点火玉	雷管、一次爆薬	二次爆薬
伝播速度	数100m/s以下	数1,000m/s～10,000m/s		
圧力	密閉度に依存	10～数10 GPa		
用途	推進薬、発射薬	発破、地雷、榴弾、魚雷		

5

過去には、花火等に使用されている黒色火薬を集めて密閉容器に入れて爆破させるケもあったが、これらは爆燃物質と言われ爆発威力は限定的である。

紛争地域における爆弾テロであれば、爆轟物質といわれる軍用のTNTが使用されることが多いが、外国からわが国に持ち込み可能な爆薬としてプラスチック爆薬（RDX、C4）等がある（韓国大統領暗殺未遂、大韓航空機爆破など）。

西側先進国では、最近ではTNTは使用されず、パリ、ロンドン、ブリュッセル、ボストン、ニューヨークで発生した爆発物テロでは、いずれも有機過酸化物が使用されている。

## 爆発の影響

- ❖ 空気を圧縮し衝撃波を形成、全方向に音速を超えて伝搬
- ❖ 閉鎖空間における爆発は、衝撃波が反射し被害が拡大
- ❖ 水中での爆発は影響が強く、危険距離が3倍となる
- ❖ 爆風圧、熱、破片、有害物質により多様な傷病者が発生
- ❖ 爆発物の内容物（金属片等）は、初速千m/s以上で飛散する
- ❖ 爆発物の近くの物体は、大きな物でも数百m/sで飛散する

6

爆発の影響は、爆風による殺傷と爆風に伴い金属片等が飛散し、これによる殺傷効果がある。

爆風は、爆発物に近い程致命的であり、また閉鎖空間や水中ではその効果が増大する。

爆発物の内容物（ボールベアリング等）は初速千m/s以上で飛散し、これは拳銃等の弾丸よりも危険である。

また、爆風により窓ガラスやテーブル等も数百m/sの速度で飛散し身体に衝突した場合、生命の危険がある。

## 爆発による被害（爆傷）

区 分	損傷の原因	症 状
一次爆傷	衝撃波による損傷	鼓膜破裂、肺挫傷、眼球破裂、 腹腔内出血、腸管穿孔、脳震盪
二次爆傷	飛散物による損傷	多発性穿通創、体内遺物、 皮膚軟部組織損傷、外傷性剥離骨折
三次爆傷	吹き飛ばされる損傷 建物の崩壊による損傷	内出血、脳損傷、脊椎脊髄損傷、 骨折、胸腹部骨盤損傷
四次爆傷	その他の損傷 主に熱傷及び有害ガス	熱傷、煙及び粉塵による呼吸症状、 一酸化炭素等中毒

7

爆発による被害の原因は、一次爆傷から四次爆傷がある。

一次爆傷は、爆発による衝撃波による損傷で、避難命令距離以内で爆発を受けた場合で、致死的である。

二次爆傷は、爆発物に内包された金属片または爆破により破壊されたガラス片等の飛散物による損傷である。銃で撃たれた場合と同様の殺傷力があり、身体の重要部位または穿通・穿刺により大量出血した場合、致死的であるが、防護盾等で防護可能である。

三次爆傷は、爆風に身体が吹き飛ばされ、床や壁面にたたきつけられることによる損傷で、低い姿勢または伏せることにより回避が可能である。また、建物の崩壊による損傷もこれに含まれるが、堅固な建造物の柱等の活用が有効である。

四次損傷は、爆発に伴い発生したガス、熱傷、煙、粉塵等による呼吸症状、及び一酸化炭素中毒であり、通常の火災対応と同様である。

## 爆薬量と避難距離

爆発物の種類 (容器、車両等の種類)	爆発物 TNT換算薬量(kg)	避難命令距離(m)	避難推奨距離(m)
鉄パイプ、圧力鍋	2.3	21	366
ベスト	9.2	34	518
スーツケース	23	46	564
軽自動車	227	98	580
バン、RV車	454	122	732
2tトラック	1,814	195	1,159
4tトラック	4,536	263	1,555
大型トレーラー	27,216	479	2,835

出典：爆発物検知・CBRNEテロ対策ハンドブック

8

避難命令距離は、建物内に避難する場合の距離で、避難推奨距離は屋外で避難する場合の距離の基準である。

避難命令距離は、建物の強度に依存するが大きな被害や崩壊などが発生しない建物の中にいて、かつ窓から離れている場合の距離である。日本の木造家屋は、この避難距離では半壊し、爆破片が壁を貫通する可能性もあることから、この距離はビルなど堅固な建造物を対象として避難距離と考えたほうが良い。

避難推奨距離は、爆発物に仕込まれた金属片等が飛散する距離、またはガラスの破損等による危険の恐れがある距離に相当する。

西側先進国で、空港、地下鉄、バスなどの爆破にはいずれも有機過酸化物が5kg程度使用されている。これは自爆ベルトやデイバッグなどに入れて怪しまれず持ち込める量のためである。

## 遮蔽物による防護

❖ 飛散物から防護するために遮蔽物が必要

❖ 建造物の頑丈な柱等による遮蔽  
頑強な建造物の影（通視できない所）の利用

❖ 防護盾、土嚢等による遮蔽  
防護盾の使用、土嚢壁の設置

❖ 避難命令距離以内には立ち入らない  
爆発破片からの防護（二次爆傷からの防護）  
爆風からの防護困難（一時爆傷からの防護効果なし）

遮蔽物素材	厚さ
鋼板	5mm
ポリカーボネート	10mm
コンクリート	20mm
砂	125mm
直径9.5mm鋼球 衝突速度500m/s	

9

人命救助等止むを得ない場合、遮蔽物を最大限利用する着意が必要となる。

建造物の頑丈な柱の陰や床が低くなっている構造等を利用し、不審物が爆発した場合であっても飛散物が身体を直撃しないよう防護することが重要である。

建造物の利用が困難な場合、防護盾の使用や土嚢の設置が有効である。防護盾は、直径9.5mmの鉄球が500m/sで飛散することを過程した場合、

鋼板であれば約5mm、ポリカーボネートであれば約10mmで防護可能である。また、土嚢であれば砂を詰め約125mmの厚さにすることで防護できる。

これは2次爆傷（破片効果への防護）であり、防護盾がある場合であっても避難命令距離以内に入ってはいけない。



## 爆発物テロによる負傷者への対応

- ❖ 医療関係者は爆破地点付近に極力近づかない
- ❖ 二次爆発に留意する
- ❖ 多数傷者発生に対するトリアージが重要
- ❖ 創傷部の迅速な止血が救命率を左右する
- ❖ 体表が軽傷でも臓器損傷の可能性を疑う
- ❖ 化学剤、放射性物質等による汚染を疑う

10

爆発による負傷者への対応として、応急救護、現場医療があるが、医療関係者がテロ現場に派遣された場合は、極力爆破地点付近には近づかないことである。

さらに爆発物の他、化学剤や放射性物質などが同時に使用される可能性にも留意する。爆発物テロ発生時には、多数傷病者が発生するため、救命率の向上にはトリアージも重要なポイントであり、現場での迅速な止血が有効である。さらに爆傷では体表の損傷が軽微でも臓器損傷が隠れている可能性があることに留意する。

トリアージ、現場医療、搬送、医療機関の選定、広域搬送等には、関係機関の連携が必要である。

## 爆傷（多数傷）のトリアージ

区分	症状
緊急治療群 (赤タグ)	気道閉塞、呼吸困難、非代償性ショックの徴候のある患者
待機治療群 (黄タグ)	代償性ショックの有無に関わらず内臓臓器損傷の患者
治療不要群 (緑タグ)	鼓膜損傷や難聴などの歩行可能な傷病者
救命困難群 (黒タグ)	呼吸停止、心肺停止の患者

出典：CBRNEテロ災害対応ポケットブック

11

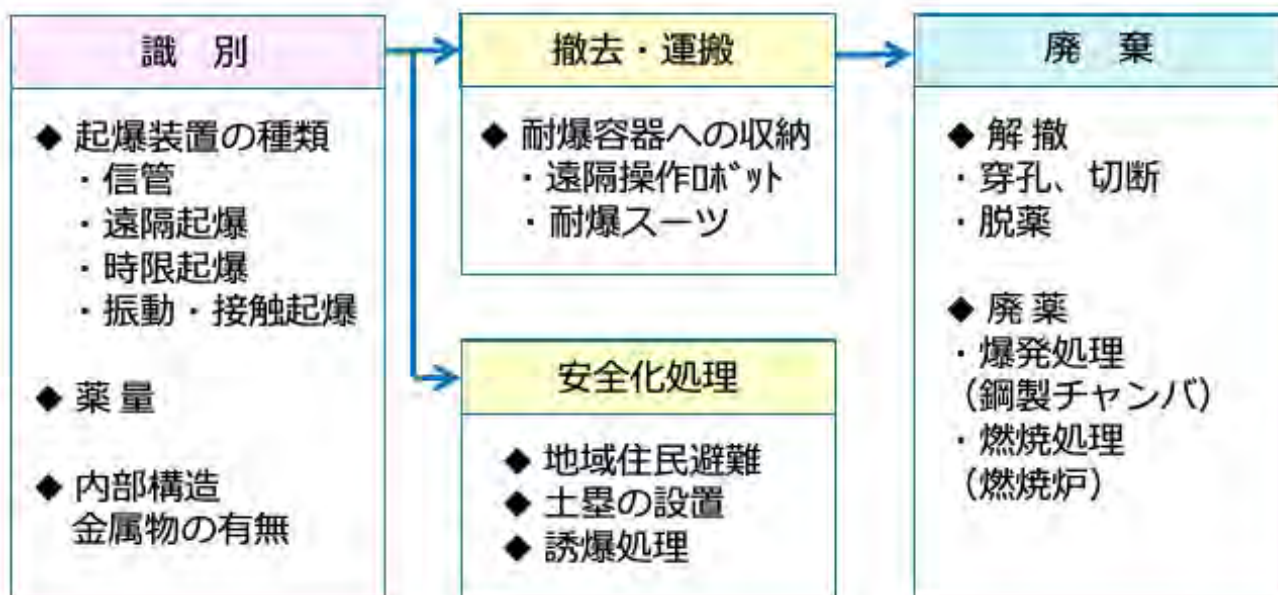
爆発が発生した場合、多くの被害者が一度に発生する。このため、現場ではトリアージが重要となる。

現場では、止血及び心肺蘇生等の応急処置を速やかに実施した後、医療機関への搬送を行う。

この際、気道閉塞、呼吸困難、非代償性ショックの徴候のある患者の搬送を優先し、次いで内臓臓器破損の疑いがある患者となる。

多数傷対応の場合、生命に影響がない鼓膜破損や難聴等の歩行可能者は自力による医療機関への受診を推奨する。

## 爆発物処理の概要



12

爆発物処理は専門部隊の仕事である。その概要は、まず識別であり、起爆装置の種類を確認し爆発の緊急度を確認すると共に薬量を確認し爆発の影響度を推定する。爆発物を移動させることが可能と判断した場合、耐爆容器に収納し、処理可能な施設へ運搬する。

移動させることが非常に危険である場合、地域住民を避難させ、土塁等により周りを取り囲み、誘爆により処理を行う。

廃棄は、解体が可能であれば穿孔・切断により爆薬を抜き取り焼却処理を行う。解体が困難な場合、薬量に応じた鋼製チャンバの中で爆破処理する。

## 爆発物の探知方法と特性

探知方法	トレース探知	バルク探知	液体物検査	ボディスキャナ
対象	手指、被服等に付着する微量の爆薬成分	爆薬、起爆装置等の有無	危険な液体か安全な液体かの識別	被服内に隠し持つ爆発物の探知
方法	インフラ赤外線法 質量分析法 増幅蛍光ポリマー 爆弾探知犬	X線透過像 X線CT X線回析	レーザーラマン X線後方散乱 赤外分光	X線 ミリ波
特徴	極微量検出 低誤報率 量の判別は困難	形状情報から判断 材質識別 高処理速度	液体物種類判別 容器材質種類判別	高処理速度 被ばく問題 プライバシー問題

13

不審物は各種探知方法により、爆発物か否か、危険性の程度等を判断する。

トレース検知は、微量な爆薬成分を探知する技術で、pg（ピコグラム）オーダーの検知が可能である。これは爆発物を取り扱った人物の手や服はもちろんの事、手や服が触れた部分にも次々と痕跡が転写され追跡が可能な程精度が高い。

バルク探知は、X線を使用するもので、形状から判断する。

液体物検査は容器に入った液体爆薬を探知するもので、空港等で機内持ち込みの場面等で目にすることが多い。

ボディスキャナはX線または身体に影響のないミリ波を使用し高速で被服内に隠し持つ不審物を探知するものである。

## 爆発物からの防護

### 防護装備



ヘルメット



防爆盾



簡易防護服  
重量約6kg

- ◆ 距離
- ◆ 遮蔽
- ◆ 低い姿勢



ターニケット

### 専門部隊装備



爆発物処理用具



防爆スーツ  
最大45kg

14

爆発物からの防護装備として、ヘルメット、防護盾、また、飛散する金属片等から防護可能な簡易防護服等がある。

専門部隊が使用し、爆発物に緊迫する際の装備として、遠隔操作や防弾板で防護されたマジックハンド、車両タイプの爆発物処理用具、防爆スーツ等がある。

この他、爆発物から身体を防護する着意として、できる限り距離をとり近付かない、遮蔽物の最大限の利用、低い姿勢の保持が原則である。

また、爆発による被災者は四肢切断、動脈損傷等、大量出血を伴う場合が多い為、救助にあたりターニケットの準備も重要である。

## 耐爆防護容器

- ❖ 空港や鉄道等公共施設に設置
- ❖ 緊急時の処置として一時的に保管
- ❖ 爆発しても周囲への被害を局限
- ❖ 数kg程度の爆発物の爆風と爆発破片を防護



耐爆防護容器  
(直径60cm高さ100cm)

15

耐爆防護容器は、空港や鉄道等公共施設にごみ箱と共用で設置し、爆発物にも対応できるように設計された容器である。

諸外国では比較的多くみられるが、我が国で見ることはいまだ少ない。

これは、緊急時の処置として不審物を一時的に保管するもので、この容器内で爆発しても周囲に爆風や飛散物が飛散せず、被害を局限することが可能である。

写真の容器で、数kgの薬量の爆発物から防護が可能である。しかしながら、爆発物をこの容器に入れるため移動させる時に危険が伴う。

耐爆能力は大きさにより、爆薬TNTで、0.72kg、1.36kg、2.5kgの3種類あり、建物被害を爆風ピーク圧で16kPaとすると、距離でそれぞれ6.5m、8m、9.5mとなり、重量は200～300kgとなる（中村順）

## まとめ

- ❖ テロの7割は爆発物による
- ❖ 爆発は最初の爆発の後の2次攻撃に留意する
- ❖ 不審物に不用意に近づかない
- ❖ 人命救命等止むを得ない場合、遮蔽物を最大限利用する
- ❖ 止血、心肺蘇生を安全な場所で速やかに実施する
- ❖ 爆発物処理は専門部隊に任せる
- ❖ 放射性物質、有毒化学剤等の併用を疑う

16

世界で発生するテロの内、約7割は爆発物によるテロである。爆発は最初の1回だけでは終わらず、続いて起きる2次攻撃の被害を局限しなければならぬ。

不審物から迅速に離隔することが原則であるが、1次爆発で負傷した傷病者の救出のためやむを得ない場合は、遮蔽物を最大限利用することが重要である。

救助にあたっては、不審物の爆発の影響のない所で、止血、心肺蘇生を速やかに実施することが優先される。

爆発物の処理は専門部隊に任せ、爆発に伴い放射性物質や湯毒化学剤等が併用された複合攻撃も疑う着意が必要である。

# 生物剤テロ災害対処

初動対応者のための基礎知識

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。



## 内 容

- ❖ 生物テロを考える状況
- ❖ 生物剤はウイルス、バクテリア（細菌）、毒素に分類
- ❖ 生物剤として使用される剤種の条件と過去の使用例
- ❖ 生物剤の散布要領（明示的攻撃・秘匿的攻撃）とその特徴
- ❖ 生物剤テロの徴候と症状区分
- ❖ 生物剤に対する防護
- ❖ 生物剤の検知
- ❖ 生物剤の除染
- ❖ 医療機関等におけるゾーニング
- ❖ 生物剤による遺体の対応

2

危害を加えるために用いられる微生物や毒素を生物剤と呼び、また、それを意図的に用いることを生物剤テロと呼ぶ。パニックによる社会混乱、権力構造の破壊等により主義主張を強要を図る等の目的で生物剤は使用される。本資料は、これら生物剤が意図的に使用された場合の初動対応者の基礎的な知識についてまとめた。

また、最近の新型コロナウイルス感染症（COVID19）のような患者対応においても適用ができるものと考えられる。

## 生物剤テロの徴候

生物剤テロの現場では被害者は発生しないが、潜伏期間後に下記の様相を呈する

- ❖ 健康な人々の間に急速に特定の疾患、共通の症状の患者が広がる
- ❖ 発熱、呼吸器症状、消化器症状で受診する人が急増する
- ❖ 患者数が短期間の内に増加し減少する
- ❖ 感染症は始まる時期、パターンにと特徴的なものがない
- ❖ 通常の流行期でない時期の感染症が多発している
- ❖ 患者が一か所から多く発生
- ❖ 急速に重篤化し、生命の危険がある患者の発生
- ❖ 余り見られない病気の発生（肺炭疽、野兔病、ペスト）

3

生物剤テロの特徴は、一部の毒素を除き、一般に潜伏期が1日～数日あり、この間は生物テロに遭遇したことを覚知、認知することは通常困難である。

また、潜伏期間後に症状が出現した場合であっても、自然発生の疾病との違いを当初の段階から見極めるのは容易ではない。さらに潜伏期間に感染性をもつ病原体であれば、より一層感染が拡大し、覚知は困難となる。特定の疾患あるいは共通の症状（発熱、呼吸器症状、消化器症状など）の患者が増加する、流行期でない時期の感染症の多発、患者が1カ所（地域）から多く発生、といった項目は保健所等でのサーベイランスを有効に活用すべきである。

人為的に発生したテロによるものと判定するには、列举の8項目の特性によく注目する必要がある。

当初より判定容易な特異な例として、犯行声明があり、明確に散布の状況が確認できる場合（明示的攻撃）、また可視可能な不審な粉末の散布または郵送等初期段階で認知できる場合がある。

## 生物剤の種類

### ❖ ウイルス

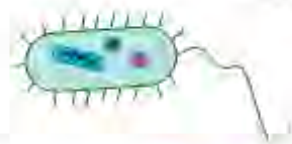
- \* タンパク質の外殻と遺伝子である核酸 (DNA、RNA)から構成
- \* 自己増殖ができない

### ❖ 細菌

- \* 細胞を持ち、自己複製能力を持った微生物
- \* 自己増殖できる

### ❖ 毒素

- \* 動植物、菌類及び貝類が生産する有毒化学物資
- \* 化学兵器に似た効果
- \* 一般に症状の発症まで半日～数日
- \* 二次感染はないが、微量でも死に至る極めて強い毒性を有する



生物剤の種類としては、ウイルス、細菌などの病原体、毒素がある。

ウイルスとは、タンパク質の外殻と遺伝子である核酸 (DNA、RNA)から構成される、極微小な感染性の構造体である。自己増殖ができず、他の生物の細胞を利用して自己を複製し、増殖する。ウイルスが感染することで宿主 (感染した生物) の恒常性、活動に影響を及ぼし、病原体としてふるまうことがある。

細菌とは、細胞を持ち、自己複製能力を持った微生物で、一つの細胞しかない単細胞生物である。糖などの栄養と水があり、適切な環境下では自己増殖できる。人の体には多くの種類の細菌があり、皮膚の表面や腸内の環境を保っていたり、発酵などにより人の生活に有用な細菌も存在するが、人体に進入して感染症を起こす有害な細菌もある。

毒素とは、動植物、菌類及び貝類が生産する有毒化学物資で、化学兵器に似た効果を有するが、一般に症状の発症まで半日～数日を要する。また、散布後は増殖せず、二次感染はないが、微量でも死に至る極めて強い毒性を有する。

## 使用される生物剤の条件

区 分	条 件	代表例
被害が大きい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・感染力が強い（接触、飛沫、空気）</li> <li>・重症度、致死率が高い</li> <li>・ヒト-ヒト感染（パンデミック）</li> </ul>	天然痘 ペスト
対処が困難	<ul style="list-style-type: none"> <li>・症状が非特異的</li> <li>・特殊診断が必要又は診断が困難</li> <li>・自然流行との区別が困難</li> <li>・潜伏期の伝染</li> </ul>	炭疽
取り扱いが容易	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エアロゾル化、粉末化が容易</li> <li>・保存性、効果の持続性</li> <li>・大量生産が安価で容易</li> <li>・ワクチン、予防内服薬（攻撃側）</li> </ul>	炭疽
過去の使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・模倣</li> </ul>	炭疽、リシン

5

ウイルス及び細菌は何万種類も存在するが、生物テロに使用される可能性が高い物は、限定される。生物テロに使用される条件は、以下が考えられる。

散布により感染力が強く、罹患した場合の重症度、致死率が高く、また人から人への感染によりパンデミックを引き起こす可能性が高い、いわゆる非常に大きな恐怖心を与えること。

初期の段階において自然流行の他の疾患との見分けがつきにくく、また潜伏期の無症状において伝染する等、適切な医療対応が困難であること。

使用する側にとって、散布が容易であり、大量生産・保存が容易、ワクチンや予防薬により使用側の人には感染を免れること。

過去に使用されており、その効果が既知であることも使用される蓋然性が高くなることが考えられる。

## 生物剤の散布手段

	明示的攻撃 Overt Attack	秘匿的攻撃 Covert Attack
1 航空機からの爆弾投下・噴霧	○	○
2 生物剤搭載の砲弾・ミサイル	○	○
3 無人航空機（ドローン）気球による散布	○	○
4 車両等からの散布・噴霧		○
5 水源、飲食物の汚染		○
6 郵便物等による送付	○	
7 感染した昆虫・動物（ベクター）の放出		○
8 感染した人からの拡散		○

6

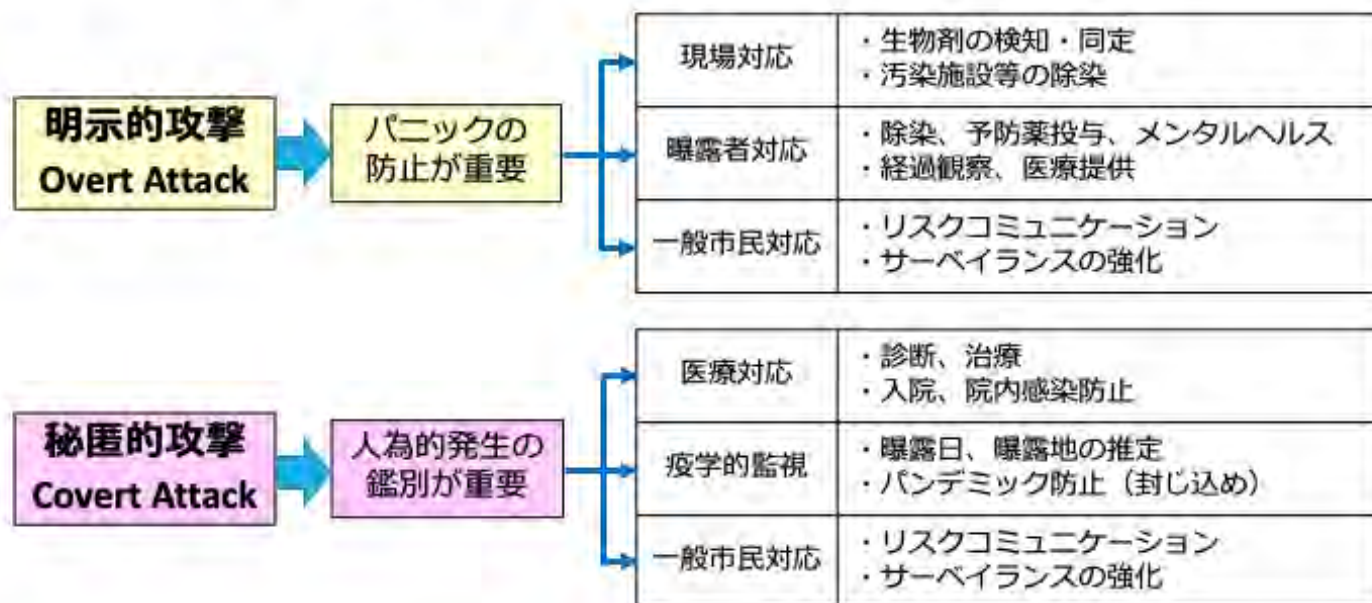
生物剤の散布手段としては、戦場における航空機からの爆弾投下や噴霧、砲弾、ミサイル攻撃から、平時の無人機（ドローン）や車両による散布、水源や飲食物の汚染、郵便物による送付は実際に米国で行われて死者も発生してる。

感染した昆虫・動物の使用は、旧日本軍731部隊が研究し実用レベルにあったと言われている。

感染した人からの拡散は、自爆テロの場合と、本人が意図しない場合、また自暴自棄に陥った感染者による拡散の場合がある。

これらは、発生を明らかにし、脅迫またはパニックを引き起こす明示的攻撃と、当初の発生の覚知が困難で、患者の発生拡散とともに覚知しパンデミックを引き起こす秘匿的攻撃に区分できる。

## 明示的攻撃と秘匿的攻撃における対応



7

明示的攻撃と秘匿的攻撃では、その対応は全く違ったものとなる。

明示的攻撃では、まずパニックを防止し冷静に対応することから始まり、生物剤の同定、被害拡散防止のために除染、曝露者への予防薬投与等医療提供、メンタルヘルス、一般市民に対する情報提供による被害拡散・パニック・風評被害の防止、サーベイランスの強化による再発防止や救助漏れの防止が重要となる。

秘匿的攻撃では、まず患者の発生を自然発生かテロによるものの鑑別が重要となる。診断治療情報の共有、患者の隔離、曝露地点の推定と封じ込めによるパンデミックの防止、一般市民に対する正確な情報提供による被害拡大とパニックの防止、サーベイランスの強化による感染広がりの収束、再発防止が重要となる。

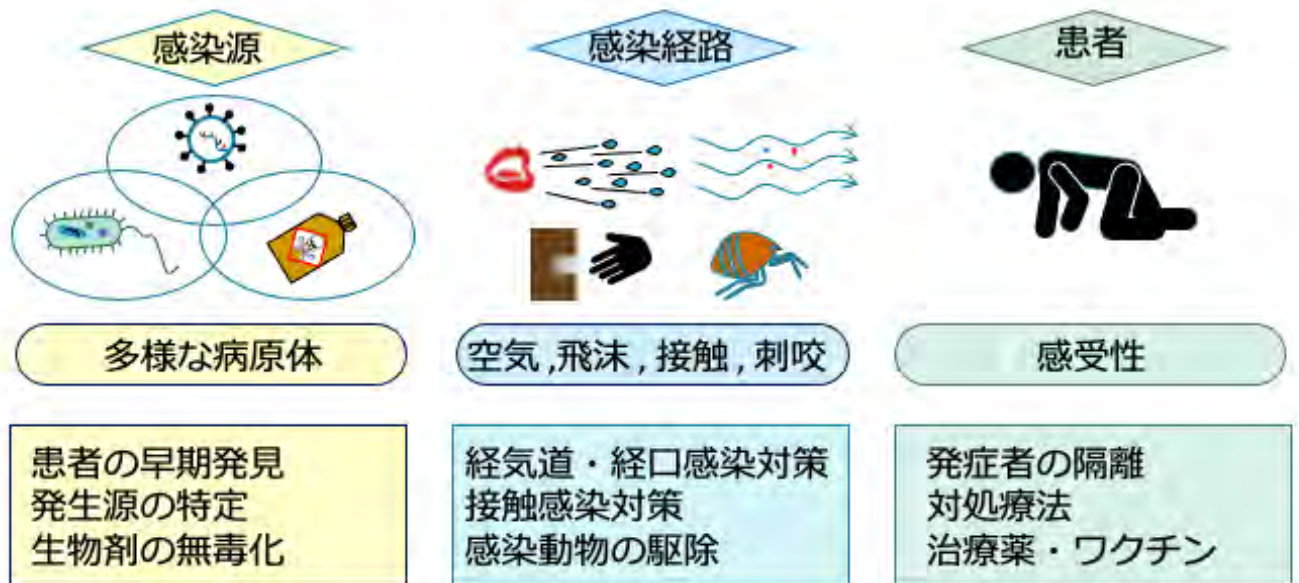
## 生物剤による症状の区分

症候群	各群の特徴	病原体例
急性皮膚 粘膜・出血症候群	皮膚、粘膜症状（発疹、潰瘍など）又は出血症状（紫斑、鼻出血、消化管出血など）	皮膚炭疽、ペスト、ウイルス性出血熱、天然痘、腎症候性出血熱、T-2マイコトキシン
急性呼吸器症候群	咳、痰、咽頭痛、呼吸困難など呼吸器症状	肺炭疽、肺ペスト、野兔病、Q熱、オウム症、コクジジオイデス症、リシン中毒、ウエルシュ毒素中毒
急性胃腸症候群	下痢、嘔吐、腹痛など消化器症状	赤痢、サルモネラ食中毒、コレラ、腸管出血性大腸菌0157感染症、クリプトスポリジウム症
急性神経症候群	意識障害、麻痺、けいれん、髄膜刺激症状など	ポツリヌス症、ベネズエラ馬脳炎、ニパウイルス、サキシトキシン
急性非特異症候群	発熱、頭痛、筋肉痛、全身倦怠感、肝脾腫、リンパ節腫大、肝機能障害、黄疸など	ウイルス性出血熱や天然痘の初期、腺ペスト、腸チフス、ブルセラ症

8

生物剤により発症する症状の区分として、皮膚疾患、呼吸器疾患、胃腸疾患、神経疾患、その他の特異症候群がある。各症候群の特徴からどのような病原体の可能性があるかを推察し、病原体に応じた治療方針の決定に資することができるが、症状が生物剤テロによるものか否かは、疾病の特殊性、罹患者の発症場所、発症時期の偏りや傾向の分析が必要となる。

## 生物剤テロ対応における考慮すべき3要素



9

生物剤テロ対応における考慮すべき3要素は、感染源、感染経路、罹患した患者への対応である。

感染源への対応は、ウイルス、細菌、毒素のそれぞれの特性に応じた対応が必要となる。初動対応として、被害の拡大防止には、生物剤テロにより罹患した患者のテロ被害であることの覚知、散布された場所や発生源あるいは散布手段の特定、散布現場の無害化等をいかに早くするかが重要となる。

感染経路への対応は、空気感染、飛沫感染、接触感染のそれぞれの対策による感染予防策が必要である。空気感染では、N95規格以上のマスクの装着、飛沫・接触感染では、手洗いの励行、人が触れる箇所の消毒の徹底である。さらに飛沫感染の感染拡大防止にはマスク着用が有効である。媒介動物が存在する場合は駆除または刺咬防止が必要となる。

罹患した患者への対応として、さらなる感染拡大を防止するための隔離、治療薬の投与、治療薬がない場合は対処療法により早期の治癒に努める。また、ワクチンがある場合は接種の基準、ない場合のワクチン開発も重要となる。



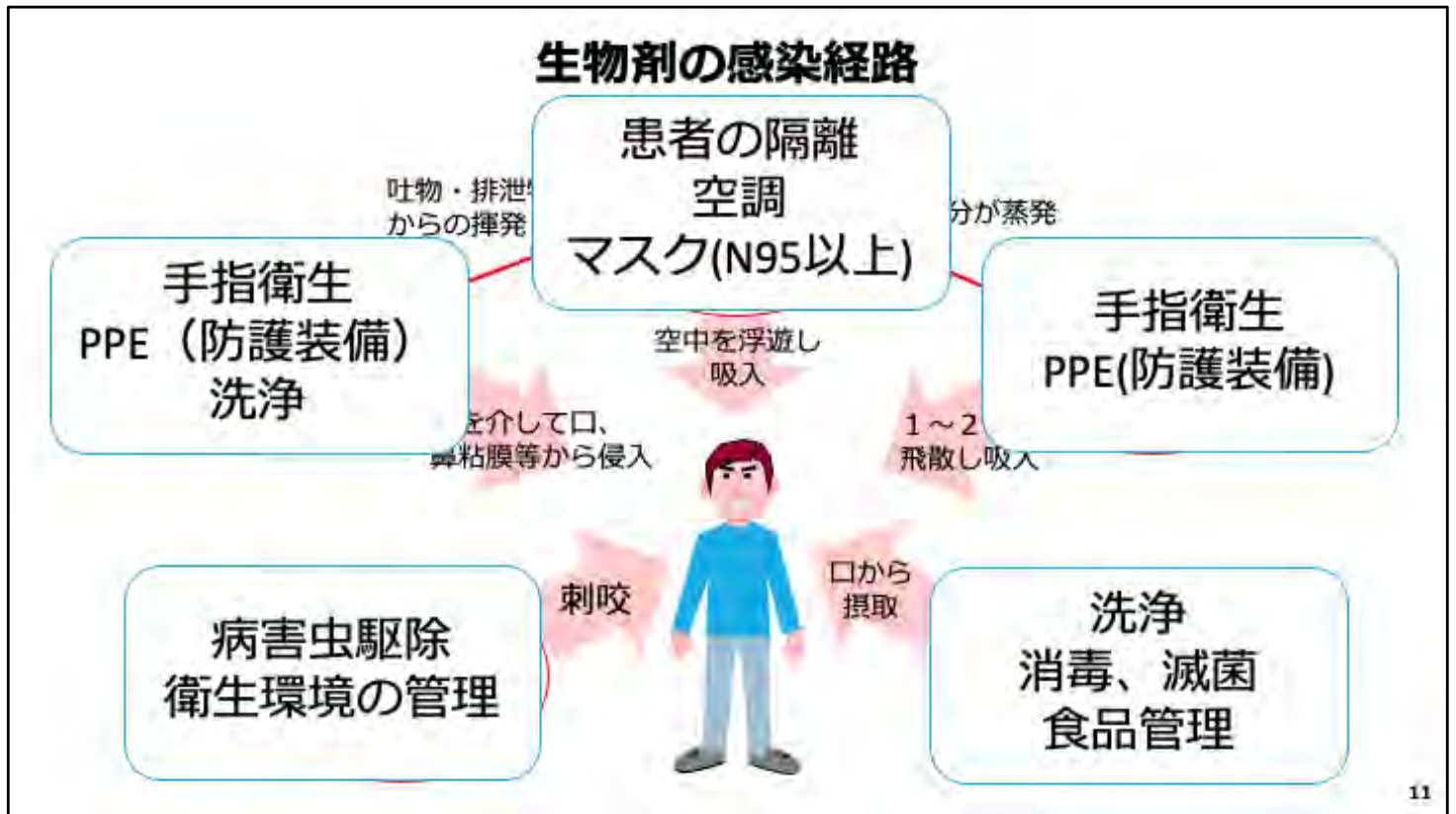
## 生物剤の感染経路



10

生物剤の感染経路は、呼吸による感染、粘膜からの感染、飲食物からの感染、媒介生物からの感染、および接触による手指を介し口、鼻、目等粘膜からの感染がある。

## 生物剤の感染経路



11

生物剤からの防護方法として、これら感染経路の存在を認識し、手洗いの重要性と呼吸器保護による空気感染、飛沫感染の防止、媒介生物の駆除あるいは刺咬対策、感染性のある飲食物への留意を徹底することにより防護が可能となる。

## 明示攻撃時の現場対応時の着意事項

- ① 現地調整所における関係者との情報共有
- ② 防護装備の装着
- ③ 空調の停止、窓、出入り口を閉鎖等、汚染拡散を防止
- ④ 汚染の可能性がある被災者の行動制限
- ⑤ 脱衣及び清拭による除染
- ⑥ 救急車の養生または搬送者をシート等で包み汚染拡大を防止
- ⑦ 汚染された器材、防護衣等はビニールに密閉
- ⑧ 手指の洗浄が完全に終了するまで、顔（目、鼻、口）を手で触れない
- ⑨ 施設、器材、廃棄物等を除染
- ⑩ 対応要員、曝露の可能性がある人員等の経過観察

12

明示的攻撃の場合の現場での初動対応の着意事項について下記に示す。

- ① 現地調整所を安全が確保できる位置に設置し、関係者と情報を共有する。
- ② 呼吸保護具、手袋、防護衣で全身を覆い接合部をテープで目張りする。
- ③ 室内であれば、空調を停止し、窓、出入り口を閉鎖し汚染拡散を防止する。
- ④ 発災現場では発症しないので、曝露の可能性がある人員の行動を制限する必要がある。
- ⑤ 除染は、脱衣を基本とし汚染水を発生させず、露出部位は清拭し、汚染物はビニール袋に封入する。
- ⑥ 病院搬送時は、救急車を養生し、車内及び車載器材等の汚染を防止する。救急車の養生をする余裕がない場合、搬送者を養生シート等で包む。
- ⑦ 汚染された器材、防護衣等はビニールに密閉し、現場に一時集積保管する。

- ⑧ 手で触れるあらゆる場所が汚染されていると認識し、手指の洗浄が完全に終了するまで、顔（目、鼻、口）を手で触れない。
- ⑨ 施設、器材、廃棄物等を除染剤（アルコール、過酢酸、次亜塩素酸水、オゾンガス等）用いて除染する。
- ⑩ 対応要員、曝露の可能性のある人員等の経過観察を確実に実施する。

## 防護装備の装脱着時の注意事項

装着	
フェイスシールド	結膜の保護にはゴーグルが適している
マスク	N95以上の高性能マスク
防護服	フードがない時は、帽子で頭髪の汚染を防止
手袋 (二重)	内側はテープで袖と目張り 外側は目張りせず適宜交換
シューカバー	床面は汚染されているので必要 シューカバーと防護衣をテープで目張りする 着用しない場合は靴底の除染を確実に実施



脱衣	
①	二重手袋の外側を外す
②	内側の手袋を消毒する
③	顔に触れないよう注意しフェイスシールドを外す
④	テープの目張りを外し、防護衣の外側を巻き込むように脱ぐ
⑤	シューカバーを脱ぎ、清浄な側の床面に足を置く
⑥	マスクの外側に触れないようにゴムひもを持って外す
⑦	内側の手袋を外し手指を消毒する

13

防護装備の着衣時の順番はあまり考慮する必要はないが、着衣前に必ず手洗い、手指消毒をしてから着衣する。

結膜の保護にはゴーグルの方が適しているが、顔の露出部分はフェイスシールドの方が少なくなる。マスクはN95以上の高性能マスクを着用し、マスクと顔の間隙をなくすように密着させて装着する。防護服は、全身を覆うタイプの防護衣、ガウンタイプの防護衣などがあり、基本的に長袖、足元まで被覆するものがよい。また、フードあるいは帽子で頭髪も覆う。手袋は二重に装着することを基本として、内側の手袋はテープで袖に目張りする。外側の手袋は、一つの処置後、汚染が付着したと考えられる場合には、適宜交換する。床面は基本的に飛沫等で汚染されていると想定し、シューカバーを必要である。シューカバーを着用しない場合は、靴底の除染を確実に実施する。

防護装備の脱衣時が最も汚染拡大のリスクがあり、手順が重要である。

①まず、外側の手袋を外す。

②内側の手袋のまま手指消毒し、脱衣時に汚染拡大のリスクを

低減させる。

③内側の手袋を装着したまま、顔とフェイスシールドの外側の面に触れないようにフェイスシールドを外す。

④内側の手袋とシューカバーのテープの目張りを外し、防護衣が裏返るように、汚染が付着した外側を巻き込みながら脱ぐ。この時、シューカバーも同時に脱衣しても良い。

⑤シューカバーを脱ぐときは、片足ずつ脱ぎ、清浄な床面に足を置くようにする。椅子を用意して脱衣すると転倒防止になる。

⑥マスクの外側に触れないようにゴム紐を持ってマスクを外す。

⑦内側の手袋を外し、手指を消毒する。

## 洗淨・消毒・滅菌

	洗淨	消毒	滅菌
定義	対象物からあらゆる異物を除去すること 十分な洗淨は消毒レベルに匹敵	病原微生物の感染性をなくすか、病原微生物を減少させること	すべての微生物を死滅させるか、完全に除去すること (原則 $10^{-6}$ 以下の無菌性保証水準※を達成)
方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>•水</li> <li>•熱水</li> <li>•洗剤</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•物理的消毒法 (加熱、紫外線、放射線)</li> <li>•化学的消毒法 (消毒薬)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•高圧蒸気滅菌 (オートクレーブ)</li> <li>•ガス滅菌 (酸化エチレンガス、低温蒸気ホルムアルデヒド)</li> <li>•放射線滅菌</li> </ul>
適応	生体 器材 汚染区域の土壌 建造物 等	生体(消毒薬のみ) 器材 汚染区域の土壌 建造物 等	器材

※無菌性保証水準(SAL: Sterility Assurance Level)とは、滅菌後に、生育可能な1個の微生物が製品上に存在する確率

14

現場や資器材、人体に付着した生物剤を除去する、あるいは病原性をなくす除染方法としては、洗淨、消毒、滅菌の3つの操作がある。

洗淨とは、対象物から有機物や血液、体液などの目視できる汚染である異物を除去することである。水や熱水、洗剤を使用し、拭き取りや洗い流す。十分な洗淨は消毒レベルに匹敵し、人体、器材、汚染区域の土壌や建造物等に適応できる。

消毒とは、物理的あるいは化学的手段によって、病原微生物の感染性をなくすか、減少させることである。物理的消毒法には、加熱、紫外線照射、放射線照射がある。日本で市販されている消毒薬はハロゲン系薬剤、酸化剤、アルコール類、アルデヒド類、フェノール類、四級アンモニウム塩、両界面活性剤、クロルヘキシジンの8種類で、使用に際しては対象とする微生物、医療器具、使用部位、毒性を考慮しなければならない。

滅菌とは、芽胞を含むすべての微生物を死滅させ、完全に除去することである。滅菌保証レベルは、個々の製品に付着している1個の微生物が滅菌後に生き残る確率が100万分の1 ( $10^{-6}$ ) 以下と

されている。滅菌方法としては、高圧蒸気滅菌（オートクレーブ）が広く普及している。非耐熱性器具の場合は、酸化エチレンガス滅菌（EOG滅菌）が行われてきたが、毒性、環境汚染が問題となってきたおり、低温蒸気ホルムアルデヒド滅菌（LTSF滅菌）が一般的となっている。放射線照射は、常温、包装の状態での滅菌が可能である。

殺菌とは、病原性細菌などの微生物を死滅させる事。程度は定義されていない。

除菌とは、洗浄や濾過などによって対象物から菌を除いて減らす事、対象、程度を含まない概念である。

抗菌とは、菌の増殖を阻止する事、その程度や対象を含まない概念、経産省の定義では対象を細菌のみとしている。



## NBCテロにおけるゾーニングの相違

	生物剤テロ		化学剤テロ	放射線テロ
	ヒトヒト感染症	炭疽菌等		
統制線の設定	感染者を隔離した地域の境界	目視または検知器で確認できた境界	検知、被災者の状況 発災現場から120m	BGレベル以上、汚染拡大の可能性のある地域の境界
ホットゾーン (危険区域)	発症者の隔離地域 病原体の付着等が 想定される地域	病原体の飛散の可能性がある地域	汚染される可能性がある地域	100 $\mu$ Sv/h以上または汚染の地域
風下危険地域	設定不要	風下への流動の脅威は比較的少ない	危険なガス雲が風下方向に広く流動	設定不要
ウォームゾーン (準危険区域)	ホットゾーンに隣接しており、かつ汚染の可能性がない地域 PPEの脱衣、除染区域を設定			
汚染拡大防止	ホットゾーンの中は基本的の汚染していると想定し対応		検知紙、検知器での検査	表面汚染検査
	汚染者と非汚染者の動線を交差させない 防護装備着用と除染			

15

炭疽菌以外の生物剤は、目視や検知器を使用して現場をゾーニングするのは困難である。初動対応では、生物剤が付着している可能性のある区域、物質、人を区別して隔離し、感染拡大防止する必要がある。この時の区域は、基本的に汚染区域と非汚染区域に分け、動線が交差しないようにする。

炭疽菌芽胞が散布（封書の開封等）された場合、散布現場では目視可能である場合があるが、飛散し被服、皮膚等に付着した炭疽菌芽胞は目視及び検知は困難であり、現場付近にいた関係者は全て汚染されていることを疑い、また、室内であれば建物ごと汚染区域とみなして封鎖する必要がある。

毒素により発生した被災者の救出に当たっては、毒物の特定と拡散防止に処置は必要であるが、感染者との接触による二次汚染の恐れはなく、ゾーニングと被災者の隔離は必要ない。

患者あるいは遺体に付着している吐物や血液などの体液は、感染性がある可能性があるため、原因が不明で、感染症が疑われる場合は、汚染物に触らない、汚染拡大しない措置が求められる。汚染物周辺のゾーニング、被覆、消毒をする。

生物剤テロ、化学剤テロ、放射線テロでの初動対応におけるゾーニングの相違を表に示す。この他、屋内であれば空調も考慮する必要がある。

参考資料：

事態対処研究会「実戦CBRNeテロ・災害対処」東京法令出版, 2018

箱崎幸也「CBRNEテロ・災害対処ポケットブック」診断と治療社, 2020

CBRNEテロ対処研究会「必携NBCテロ対処ハンドブック」診断と治療社, 2008

## 生物剤による遺体の対応

### ❖ 遺体の処理

\* 遺体の全体を非透過性納体袋に収容・密封することが望ましい

### ❖ 法令上の対応

\* 死亡後24時間以内の火葬が可能

❖ 感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律第30条第3項

❖ 新型コロナウイルス感染症を指定感染症として定める等の政令第3条

❖ 通常、24時間以内の火葬は禁止（墓地、埋葬等に関する法律第3条）

16

感染症により死亡した遺体には細菌やウイルスなどの病原性のあるものが付着しているため、体液等が漏洩しないように、非透過性納体袋に収容、密封することが望ましい。

また、通常は死亡後24時間以内の火葬は禁止（墓地、埋葬等に関する法律第3条）されているが、感染症法で死亡後24時間以内の火葬が可能とされている（感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律第30条第3項）。

## まとめ

- ❖ 生物剤テロ対応は、まずテロ発生の覚知が必要
- ❖ 生物剤にはウイルス、バクテリア、毒素があり対応要領が異なる
- ❖ 生物剤は過去に殺傷、擾乱目的で実際に使用されている
- ❖ テロの要領には明示攻撃と秘匿攻撃がある
- ❖ 生物剤テロ対応は、まずは感染防止を徹底する
- ❖ 生物剤を検知する器材は各種あるが、現場での検知は限定される
- ❖ 生物剤の除染は、洗浄、消毒、滅菌がある
- ❖ 被害拡大防止のためのゾーニングが必要である。

# 参考資料

## ウイルス

❖ タンパク質の外殻と内部の核酸（DNA、RNA）だけの単純な構造で、非常に小さく（数10nm）、自己増殖ができず、他生物の細胞内で自己を複製して増殖する。

区分	病名	症状	潜伏期間	感染経路	致死率
天然痘ウイルス	天然痘	紅斑→丘疹→水疱→膿疱→結痂→落屑と規則正しく移行する皮膚症状 発疹は、顔面、頭部に多い	7～16日 平均12日	飛沫感染 衣類などによる接触感染 や、まれに空気感染	20～ 50%
ウイルス性出血熱	エボラ出血熱	発症は突発的 粘膜（消化管）出血、結膜炎(red eyes)	2～21日	感染動物の血液などの体液との接触感染	50～ 90%
	マールブルグ病	粘膜（消化管）出血、体幹有意の斑状皮疹	2～10日	接触感染	24～ 88%
	クリミア・コンゴ出血熱	粘膜（消化管）出血、羞明、めまい	1～13日	接触感染	10～ 40%
	ラッサ熱	比較的緩徐な発症 粘膜（消化管）出血、難聴	2～21日	接触感染	約1%
コロナウイルス	SARS 重症急性呼吸器症候群	咳嗽、進行性の呼吸困難、下痢	2～10日 平均5日	飛沫および接触感染	14～ 15%
	COVID-19 新型コロナウイルス感染症	発熱や呼吸器症状、全身倦怠感 一部は呼吸困難等の症状が重症化	1～14日	飛沫および接触感染	-

19

ウイルスとは、タンパク質の外殻と遺伝子である核酸（DNA、RNA）から構成される、極微小な感染性の構造体である。自己増殖ができず、他の生物の細胞を利用して自己を複製し、増殖する。ウイルスが感染することで宿主（感染した生物）の恒常性、活動に影響を及ぼし、病原体としてふるまうことがある。

天然痘ウイルスは、200～300nmのエンベロープを有するDNAウイルスで、アルコール、ホルマリン、紫外線で容易に不活化される。

ウイルス性出血熱とは、エボラ出血熱、マールブルグ病、ラッサ熱、クリミア・コンゴ出血熱の4種類を指す。臨床症状は、発熱や頭痛、咽頭痛などのインフルエンザ様症状で突発的に発症し、下痢や腹痛などの消化器症状も認められる。これらの出血熱ウイルスはすべてエンベロープを持ち、消毒抵抗性は高くない。0.05%(500ppm)次亜塩素酸ナトリウムなどで速やかに失活される。特異的な治療法はなく、対症療法である。

エボラウイルスは、短径が80～100nm、長径が700～1,500nmで、U字状、ひも状、ぜんまい状等多形性を示す。発症

前の感染者は感染源になることはほとんどない。感染予防は、感染者や感染動物の血液、排泄物などの体液や、感染者が触れた可能性のある物品に触れないようにする。エボラ出血熱では、発症3日目ごろから皮下の天井出血、躯幹部出血、粘膜・消化管出血が出現する。

マールブルグウイルスは、エボラウイルスと酷似している。マールブルグ病では、発症2～7日目ごろから躯幹部優位の掻痒を伴わない斑点状丘疹が出現する。重症例では発症5-7日目に多部位の出血が現れる。

クリミア・コンゴ出血熱ウイルスは、粒子径90～110nmの球状を呈する1本鎖RNAウイルスである。2～3日ごより粘膜および皮膚の点状出血が見られる。

ラッサウイルスは、粒子径110～130nmの球状を呈する1本鎖RNAウイルスである。比較的緩徐に進行する。

SARSコロナウイルスは、径約100nmのスパイクのあるエンベロップを有する、1本鎖RNAウイルスである。ヒト-ヒト感染は、飛沫や濃厚な接触感染が主体で、空気感染も起こりうる。悪寒、発熱、頭痛、筋肉痛などのインフルエンザ様症状で発症し、3～7日後に乾性咳嗽が出現する。約20%は呼吸不全が増悪し、その半数以上が人工呼吸器管理を要し、さらにその半数が死亡する。SARSの致死率は、年齢群によって0～50%と幅があり、全体では14～15%と推定されている。WHOによると24歳以下では1%未満、25歳～44歳では6%、45歳～64歳では15%、65歳以上では50%以上と推定された。

COVID-19（新型コロナウイルス感染症）は、2019年12月に中華人民共和国湖北省武漢市において確認された、スパイクのあるエンベロップを有する直径約100～200nmの1本鎖RNAウイルスである。頭痛、高熱、倦怠感、咳などのインフルエンザ様症状から、重症例では呼吸困難を主訴とする肺炎に進行する。アルコールなどで失活

する。

感染症法では、天然痘、ウイルス性出血熱は一類感染症、SARSは二類感染症、新型コロナウイルス感染症は指定感染症である。

参考資料：厚生労働省検疫所FORTH（フォース）ホームページ、国立感染症研究所ホームページ、バイオテロ対応ホームページ



## 細菌

❖ 細胞を持ち自己複製能力を持った微生物で、数 $\mu\text{m}$ の単細胞からなる生物で、単糖などの栄養と水があり、適切な環境の下で自分自身で増殖し、人の細胞に侵入するか、毒素を出して細胞を傷害することにより発症する。

病名	症状	潜伏期間	感染経路	致死率	対処要領
炭疽 (肺炭疽)	感冒様症状で初発 頭痛、筋肉痛、悪寒、発熱、胸痛、呼吸困難、チアノーゼ、失見当識、錯妄、意識障害	感染後 2~60日	芽胞による空気感染	無治療：90% 治療：50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10%ホルムアルデヒド (30%ホルマリン) : 1~1.5 L/m<sup>2</sup>, 2時間, 10°C以上</li> <li>• 4%グルタルアルデヒド (pH8.0~8.5) : 1~1.5 L/m<sup>2</sup>, 2時間, 10°C以上</li> <li>• 3%過酸化水素水 : 0.5L/m<sup>2</sup>, 2時間</li> <li>• 1%過酢酸 : 0.5 L/m<sup>2</sup>, 2時間</li> <li>• 焼却</li> <li>• オートクレーブ処理 : 121°C, 20~30分</li> </ul>
ペスト	腺ペスト：リンパ節腫脹、高熱、筋肉痛、敗血症 肺ペスト：腺ペストの末期や敗血症の経過 高度な頭痛、嘔吐、高熱、呼吸困難、血痰、重篤な肺炎	腺ペスト：3~7日 肺ペスト：2~3日	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ノミの刺し傷、傷口</li> <li>• 飛沫感染</li> <li>• 菌のエアロゾールの吸入</li> </ul>	腺ペスト：30~60% 肺ペスト：腺ペストより高い	<ul style="list-style-type: none"> <li>• オートクレーブ処理</li> <li>• 高温焼却</li> <li>• すべての消毒薬が有効</li> <li>• 80°C・10分間の熱水も有効</li> </ul>
野兔病	悪寒、戦慄、頭痛、筋肉痛、関節痛、リンパ節腫脹、麻疹疹用皮膚、多形滲出性紅斑、肺炎、胸膜炎	3日をピークとした1週間以内	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 接触感染節足動物媒介</li> <li>• 水系 (汚染河川等)</li> <li>• 呼吸器感染</li> </ul>	抗菌薬を使用しない場合5~15% 抗菌薬使用で2%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 焼却</li> <li>• オートクレーブ処理</li> <li>• 煮沸消毒</li> <li>• 環境などは0.5%次亜塩素酸ナトリウムや70%アルコールなどで消毒</li> <li>• 塩素で殺菌される</li> </ul>

20

細菌とは、細胞を持ち、自己複製能力を持った微生物で、一つの細胞しかない単細胞生物である。糖などの栄養と水があり、適切な環境下では自己増殖できる。人の体には多くの種類の細菌があり、皮膚の表面や腸内の環境を保っていたり、発酵などにより人の生活に有用な細菌も存在するが、人体に進入して感染症を起こす有害な細菌もある。

炭疽の病原体は、炭疽菌 (*Bacillus anthracis*) であり、炭疽菌は好気性のグラム陽性桿菌で、芽胞を形成する。長さ1~8 $\mu\text{m}$ 、幅1~1.5 $\mu\text{m}$ の大型の細菌であり、芽胞も1 $\mu\text{m}$ 程度である。炭疽菌は待機中で数時間内に芽胞を形成し、熱、化学物質、pH、紫外線などに抵抗性を示す。感染経路によって皮膚炭疽、吸入炭疽 (肺炭疽)、腸炭疽の3種類に分類される。炭疽は家畜に起こる疾患で、人畜共通感染症である。炭疽菌は生体内に侵入し、芽胞が発芽して増殖を始めると種々の毒素を産生し、それによって出血、浮腫、および壊死などを惹起し、病態は急速に進展する。汚染された可能性のある衣服は速やかに脱衣して、バッグ等に入れて消毒やオートクレーブ処理を行う。芽胞を効果的に消毒するのは極めて

困難であり、消毒作業の効果を確認するのはスワブを採取して培養によって確かめる。

ペストは、ペスト菌(*Yersinia pestis*)に感染して起こる疾患である。ペスト菌は腸内細菌科のエルシニア属に分類されるグラム陰性の多形形態を示す桿菌である。主にマウス、ラットなどの齧歯類が保菌し、ノミを介してヒトに感染する。ノミの刺し口よりペスト菌が感染するとリンパ節に移行し腺ペストを発症し、飛沫感染を起こすと肺ペストを発症する。ペスト菌の薬剤感受性は良好であり、主にアミノグリコシド系、ニューキノロン系、およびテトラサイクリン系の抗菌薬が用いられる。ペスト菌にはすべての消毒薬が有効で、アルコール、両性界面活性剤、第四級アンモニウム塩などを用いる。また、80°C・10分間の熱水も有効である。汚染物は、高圧蒸気滅菌用耐熱性袋に入れ、速やかにオートクレーブで滅菌するか、高温焼却する。

野兔病は野兔病菌 *Francisella tularensis* による感染症であり、グラム陰性の多形性を示す桿菌で通性細胞内寄生菌である。本菌は大きさ0.2 $\mu$ m × 0.2~0.7 $\mu$ mと小形の桿菌である。野兔病菌は、エアロゾルでの感染が10~50個の少量で成立し、罹患率と致死率が高い。3日間をピークとする1週間以内の期間を潜伏期として、悪寒、戦慄、頭痛、筋肉痛、関節痛などの非特異的な感冒様症状を主体として発症する。39~40°Cの発熱に前後して病原菌の侵入部位に関連した局所のリンパ節腫脹が出現する。3週目ころに一過性に蕁麻疹様、多形浸出性紅斑などの多彩な皮疹(野兔病疹)が現れる。ヒト-ヒト感染はない。汚染材料は焼却あるいはオートクレーブ滅菌、煮沸消毒する。環境などは0.5%次亜塩素酸ナトリウムをや70%アルコールなどの清拭で消毒を行う。また、野兔病菌は塩素で殺菌されるので、河川や貯水池が汚染されても塩素消毒が施されている水道水が汚染される可能性は低い。

参考資料：厚生労働省検疫所FORTH（フォース）ホームページ、国立感染症研究所ホームページ、バイオテロ対応ホームページ

## 毒 素

- ❖ 毒素とは、動植物、菌類及び貝類が生産する有毒化学物資で、化学兵器に似た効果を有するが、一般に症状の発症まで半日～数日を要する。また、散布後は増殖せず、二次感染はないが、微量でも死に至る極めて強い毒性を有する。

病 名	症 状	潜伏期間	致死量	対処要領
ボツリヌス症	全身の筋力低下、複視、散瞳、呼吸困難	数時間～2週間程度 大半は12～36時間	1～2ng/kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空気中で12時間以内で失活</li> <li>・日光下1～3時間で失活</li> <li>・80℃・30分で失活</li> <li>・塩素濃度：3ppm・20分で失活、0.4ppm・20分で8割失活</li> </ul>
リシン	筋力低下、肺水腫、低血圧、呼吸困難	吸入後4～8時間	吸入3～5μg/kg	熱、次亜塩素酸塩
ブドウ球菌 エンテロトキシンB	発熱、体幹痛、咳、嘔吐、下痢	吸入後3～12時間 経口摂取2～3時間		次亜塩素酸塩
トリコセシンマイ コトキシシン	紅斑、鼻汁、めまい、嘔吐、下痢、ショック	数分～ 数時間		次亜塩素酸塩
サキシトキシシン	口唇の知覚麻痺、四肢の弛緩性麻痺、呼吸麻痺	食後30～1時間	静注10μg/kg 吸入5mg min/m <sup>3</sup>	アルカリ性では不安定

21

細菌、カビ、動物、植物などの毒素は、体内では増殖しないが、微量でも毒性が強く、死に至る。

ボツリヌス症は、ボツリヌス菌が産生する毒素により発症する運動神経・筋の麻痺性疾患である。ボツリヌス菌は、偏性嫌気性グラム陽性桿菌で、芽胞を形成する。世界各地の河川の泥、土壌中に存在する。ボツリヌス菌の毒素は、神経伝達部位におけるアセチルコリン放出を抑制し、全身の横紋筋、平滑筋の筋力低下に伴う様々な症状が出現する。潜伏期間は毒素量あるいは芽胞の量、感染経路に左右され、数時間～2週間程度とされる。大半は12～36時間の間に発症。ボツリヌス毒素は消化管あるいは呼吸器系の上皮から吸収可能であるが、健常皮膚からは侵入しない。安定性は低く、空気中では12時間以内、日光下では1～3時間で失活する。また、80℃・30分で失活し、水中では塩素濃度3mg/L(3ppm)、20分で失活し、0.4mg/L(0.4ppm)では20分で8割失活する。治療はボツリヌス毒素に対する抗血清の早期投与が第一選択である。

リシンは、トウゴマから抽出され、比較的容易に大量の毒素を

得られる。リシンのエアロゾルの吸入では、8時間の潜伏期後に息切れ、胸部圧迫感、咳嗽、発熱、悪寒、筋肉痛を起こす。36～72時間で肺水腫による呼吸不全で死亡する。リシンの経口摂取では、嘔吐、下痢、腹痛、ショックを起こす。致死率は常に高い。熱や次亜塩素酸で失活する。

ブドウ球菌エンテロトキシンB (staphylococcal enterotoxin B; SEB) は黄色ブドウ球菌により産生され、食物中に産生された毒素により毒素型食中毒を起こす。熱に対して抵抗性が強く、100°C、30分程度の加熱では消失しない。次亜塩素酸塩は毒素を無効にする効果がある。

トリコセシンマイコトキシン (trichothecens mycotoxins; T2) は、カビのfusarium, trichoderma, myrotecium, stachybotrysなどが産生する毒素である。この毒素はタンパクと核酸の同化を阻害し、細胞成長を直接障害する。吸入、接触、経口で暴露され、数分～数時間で症状が出現する。皮膚では、灼熱感、発赤、疼痛、びらん出血が出現し、上気道症状では鼻や咽頭の痛み、鼻汁、鼻出血が出現する。下気道症状では呼吸困難、喘鳴、血痰が出現し、他に流涙、眼のかすみがあり、高濃度暴露では、めまい、協調障害、低血圧などのショックを引き起こし、死亡する。抗毒素などの治療薬はなく、次亜塩素酸塩で除染する。

サキシトキシン (麻痺性貝毒) は、赤潮の原因である渦鞭毛藻が産生する毒素で、マガキ、ホタテガイ、ムラサキガイ、アサリなど、主に二枚貝がこれを接触して体内に蓄積し、毒化する。フグ毒のテトロドトキシンに構造が似ており、毒性発現機序は同じである。毒素が細胞膜のNaチャンネルに付着し、Naの細胞内への流入を妨げ、興奮の伝達を妨げることで中毒症状を呈する。死因は、呼吸麻痺で経過が早いですが、迅速で適切な呼吸管理が行われれば、24時間後に呼吸は回復し、四肢麻痺も5日目には消失する。

調理加熱では毒素は失活しない。中性あるいは弱酸性溶液中では加熱に対して安定だが、アルカリ性では不安定である。

参考資料：

CBRNEテロ対処研究会「必携NBCテロ対処ハンドブック」(診断と治療社、2008)

Ramesh C. Gupta; Handbook of Toxicology of chemical warfare agents (Elsevier, 2015)

## 致死量

化学物質・毒素	マウスの静注での LD <sub>50</sub> (mg/kg)	化学物質・毒素	マウスの静注での LD <sub>50</sub> (mg/kg)
ボツリヌス毒素	0.00001	カプサイシン	0.40
リシン	0.005	ストリキニーネ	0.41
テトロドトキシン	0.01	シアン化カリウム	2.60
サキトキシン	0.01	マスタード	3.30
VX	0.012	アフラトキシン	9.5
ソマン(GD)	0.066	ヘロイン	21.8
サリン(GB)	0.10	マリファナ	42
タブン(GA)	0.15	クロロアセトフェノン	81

クロロアセトフェノン (CN, chloroacetophenone) は  
催涙剤の一種

22

化学物質と毒素のマウスに静注した場合のLD<sub>50</sub>（半数致死量、50%のマウスが死亡する用量）を示す。この表から、生物が産生する毒素は、非常に毒性が強いことが分かる。

参考資料：Ramesh C. Gupta; Handbook of Toxicology of chemical warfare agents (Elsevier, 2015)

## 過去の使用例

WWⅡ	ベスト保菌の蚤の散布 ベスト菌、コレラ菌、炭疽菌 チフス菌の食物、井戸混入、保菌鼠の放出	
1943年	ウイルス：ペネズエラ馬脳炎 細菌：炭疽菌、野兔病、ブルセラ菌、Q熱リケッチア 毒素：ポツリヌス毒素 黄色ブドウ球菌毒素	
1970年	T2マイコトキシン	ベトナム、ラオス
1978年	ロンドン、リシン	共産党政府による暗殺
1979年	兵器工場から炭疽菌漏出、66名死亡	ロシア
1984年	サルモネラ菌(674名感染) 赤痢、腸チフス	カルト教団
1991年	炭疽菌 (8500L) ポツリヌス毒素 (19000L) アフラトキシン (2200L)	イラクが保有

23

この過去の使用例であるが、古くは紀元前から蛇毒による殺害を始め、感染者が使用していた毛布や病死した遺体を感染させる目的で使用する等、古くから攻撃手段として使用されている。第二次世界大戦以降では、戦争で用いる兵器として開発されており、戦後も毒素や菌を使用したテロが発生、及び兵器目的で貯蔵中の炭疽菌の漏洩事故が発生している。



## オウム真理教によるバイオテロの計画

時期	剤種	目 標	散布法	結 果
1990年 4月	ボツリヌス毒素	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 霞ヶ関の官公庁</li> <li>・ 他の宗教団体本部</li> <li>・ 横須賀の米海軍基地</li> </ul>	車両に装着した散布機から	・ ボツリヌス菌の培養に問題があり失敗
1992年	エボラウイルス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 不明</li> </ul>	未遂	・ ザイールでのウイルス取得を計画するが失敗
1993年 6～7月	炭疽菌	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 亀戸オウム道場周辺</li> </ul>	道場ビル屋上に設置した散布機から	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 散布機の故障？</li> <li>・ ワクチン株を使用</li> <li>・ 周辺住民が異臭</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国会議事堂</li> <li>・ 皇居</li> <li>・ 東京タワー</li> </ul>	車両に装着した散布機から	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ノズルの目詰まりにより失敗</li> </ul>
1995年 3月	ボツリヌス毒素	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地下鉄霞ヶ関駅</li> </ul>	アタッシュケースから	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 被害の発生無し</li> </ul>

24

我が国では、オウム真理教がバイオテロを計画し、具体的にその準備を行っており、一部使用もされた。

幸いにも、培養や菌株の差異、散布要領の不備等により被害者は出ていないが、松本サリン事件（1994年）、地下鉄サリン事件（1995年）による検挙がなければ、その後研究を継続しサリン事件以上の被害者が発生してた。

## 過去のパンデミック

感染症	時代	被害
ペスト	14世紀：ヨーロッパで「黒死病」と呼ばれるペスト大流行	ヨーロッパだけで全人口の4分の1～3分の1にあたる2500万人の死亡といわれる
インフルエンザ	1918年：スペインかぜが大流行	4000万人以上が死亡(当時の世界人口18億人)
	1957年：アジアかぜの大流行	世界で200万人以上の死亡と推定
	1968年：香港かぜの大流行	世界で100万人以上の死亡と推定
	2009年：新型インフルエンザの大流行	世界の214カ国・地域で感染を確認 1万8449人の死亡者 (WHO、2010年8月1日)
新興感染症	1981年：エイズ (HIV)	過去20年間で6500万人が感染 2500万人が死亡
	2002年：SARS (重症急性呼吸器症候群)	9ヶ月で患者数8093人、774人が死亡
再興感染症	1935～：結核が日本での死亡原因の首位 1950年：抗生物質により発生減少 現在：抗生物質抵抗性結核菌出現	世界で20億人が感染、毎年400万人が死亡
	1950～：殺虫剤DDT等による蚊根絶計画 現在：DDT抵抗性のハマダラ蚊が出現	世界で年間3～5億人感染、100～200万人死亡

25

過去の自然発生によるパンデミックでは、人口の3分の1にも及ぶ極めて多くの人々が死亡している。

現在も世間を騒がせている新型コロナウイルス感染症 (COVID19) も自然発生が人為的かは定かでないが、まさにこの生物剤によるパンデミックである。

これらの病原体がテロにより人為的に使用された場合、同様の規模の被害が発生する可能性がある。

## 感染経路の種類

感染の種類	特性	様相	病 例
飛沫感染	飛沫粒子（5 μm以上） 飛距離は数mで床に落ちる	咳、くしゃみ等で放出した飛沫が、鼻粘膜、口腔粘膜、結膜に付着	インフルエンザ、風疹、髄膜炎、肺炎、百日咳、MARS、SARS、COVID19
空気感染	飛沫核（5 μm以下） 空気中に浮遊し空気の流れにより拡散	飛沫粒子が蒸発した核または吐物、排泄物からの揮発	天然痘、結核、麻疹
接触感染	発症者への直接接触、 発症者が触れた物を介した伝搬	手に付着した後、目・鼻・口粘膜、または口腔より体内	黄色ブドウ球菌感染症、ロタウイルス、ノロウイルス、流行性角結膜炎
担体感染	汚染された食品、水等	飲食により感染	食中毒、ボツリヌス毒素
媒介生物感染	蚊、ダニ、鼠等保菌生物により伝搬	保菌生物が刺咬することにより皮膚から体内	マラリア、黄熱病、日本脳炎、発疹チフス、ジカウイルス

26

それぞれの感染経路の特性と対応を詳しく解説する。

飛沫感染は咳や声を発する際、咽喉より発する飛沫で、粒径は5 μm以上で、飛距離数mで沈降する。新型コロナウイルス感染症やインフルエンザ、風疹などがある。

空気感染は、粒径5 μm以下の微細な粒子で空気中に長時間浮遊し呼吸により感染する。天然痘や結核、麻疹などがある。

接触感染は飛沫や体液等により汚染された部位に触れ、汚染された手指から目、鼻、口粘膜、または口腔より体内へと侵入するもので、感染経路としては最も多い。新型コロナウイルス感染症の主要な感染経路でもあり、冬季の嘔吐下痢症の原因であるノロウイルスや黄色ブドウ球菌、流行性角結膜炎などがある。

担体感染は、毒素や病原体を含んだ飲食物を食することによって体内に侵入するものである。毒素や食中毒がこれにあたる。

媒介生物感染は、保菌生物に刺咬されることにより罹患する。マラリア、ジカウイルス、黄熱病、日本脳炎などがある。

## 感染経路に応じた対策

感染の種類	対 策
飛沫感染	入念な手洗い、マスク、手袋、ゴーグル、ガウン、フェイスシールド、キャップの装着 感染者との離隔（2m以上）
空気感染	患者の隔離、病室の空気管理（陰圧、浄化フィルタ）、マスク（N95以上）
接触感染	入念な手洗い、手袋、マスク、ガウン 患者に接触する器材・寝具等を専用使用、血液・体液・汚物の厳正な管理
担体感染	担体の洗浄、消毒、滅菌、食品管理
媒介生物感染	病害虫駆除、衛生環境の管理

27

それぞれの感染経路に応じた対策を示す。

飛沫感染では、数m離隔した場合感染することはない。そのため飛沫が飛ぶ距離以上離れることで感染防止となり、概ね2m程度の離隔を推奨している。新型コロナウイルスの感染拡大防止の一つである「ソーシャルディスタンス」という概念である。

空気感染では、完全に密閉された部屋での隔離、またはN99規格等高性能のマスクによる呼吸器保護が必要となる。

接触感染は、手指衛生により防護できるため、こまめな手指洗浄、手指消毒が極めて有効である。

担体感染は、安全が確保された飲食物以外は食しないことで防護できる。

媒介生物感染は、媒介生物の駆除、長袖等の着用による皮膚の露出を避けることである程度の防護可能であるが、媒介生物が衣服の中に侵入することもあり、完全に防護することは困難である。蚊などは虫除けスプレーなどで防護することも可能である。

## 検 査

検査方法	概 要	特 性
PCR検査	前処理により遺伝子を抽出し、試薬で特定遺伝子部位を切断し増幅させる	検体が微量であっても正確な検出が可能であるが、前処理等に専門性が必要であり、時間を要する
免疫学的検査 (抗原検査)	対象病原体（抗原）に特異的に反応する抗体に結合させ検出する	現場で迅速な判定が可能であるが、感度は高くない（偽陰性）
抗体検査	対象病原体に対して体内で生産された抗体を検出する	検体採取時の感染の有無、過去の感染の有無が判断可能
質量分析	レーザー照射し、遊離、浮遊した物質の浮遊時間と重さから生物剤を識別する	大型の測定器材となり、ライブラリの整備が必要
検鏡、培養	採取した試料中の病原体を培養して増殖させ、顕微鏡で判定する 細菌の場合は、試料を染色し、培養せずに検鏡することも可能	検鏡は比較的容易であるが、培養には専門技術と時間を要する。 検鏡は、ウイルスには対応困難

28

生物テロの場合、病原体の特定と感染症の診断の方法として、上記表の検査があげられ、いずれも試料の採取が必要である。

PCR検査は、試料から病原体の遺伝子を抽出し、病原体特有の遺伝子配列を増幅して検出する。感度、特異度により診断の精度が左右される。感度は感染者のうち、検査結果で陽性となる割合で、検体採取によって病原体の採取量が非常に少ない場合は感度が低下する。特異度は感染していない者のうち、検査結果で陰性となる割合で、試料の処理等で変わることがある。

抗原検査は、対象となる病原体に特異的に反応する抗体を使用して検出する。多くの場合、感度は高くなく、未知の病原体に対しては特異的な抗体の生産に時間を要する。

抗体検査は、感染者の体内で生産された抗体を検出する。抗体の種類により検体採取時の感染の有無、過去の感染の有無（既往歴）を診断できるが、未知の病原体については、抗体を同定するまでに時間を要する。

質量分析は、採取した試料にレーザー照射し、遊離、浮遊した物質の浮遊時間と重さから生物剤を識別する。測定器材は大型であ

り、ライブラリの整備が必要となり、検知感度が低く、実用化に至っていない。

採取した試料をプレパラートに固定、染色し、顕微鏡で観察することで細菌を判定することは比較的容易である。ウイルスや毒素は検鏡できない。病原体を培養することで、増殖する培養液や培地の違いにより特定することも可能である。培養により増殖した病原体を検鏡することでウイルスの種類を特定することもできる。

# 放射線テロ災害対処

初動対応者のための基礎知識

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

## 内容

- 初動対応の目標
- 放射線、放射性物質、放射能
- 測定器
- 放射線テロ災害対処
  - 外部被ばく対策
  - 内部被ばく対策
  - 汚染対策
- 要救助者対応

# 初動対応の目標

## ❖医療優先 → 防ぎ得た死をなくす

- \*被ばく・汚染だけで緊急に治療が必要なことはない
- \*除染は救命処置にならない

## ❖無用な被ばくをしない

- \*救助者の安全確保、被ばく線量管理（放射線防護）

## ❖二次災害の予防

- \*汚染拡大防止
- \*関係機関での安全・危険情報の共有
- \*公衆の保護

2

放射線テロ災害に限らず、CBRNEテロ災害が発生した場合は、完璧な対応は難しく、大過ない対応が求められる。

放射線テロ災害では、被ばく、汚染だけでは、化学テロとは異なり、緊急に治療が必要なことはなく、除染は救命処置にならないため、放射線以外の脅威（化学剤や爆発、外傷など）に対する医療処置を優先し、防ぎえた死をなくすことが目標となる。次に、救助者と要救助者、被災者の無用な被ばくをしないための安全確保、被ばく線量管理が目標となる。そして、汚染拡大防止や関係機関間の安全、危険情報の共有、公衆の保護による二次災害の予防が目標となる。



# 放射線テロ災害対処

## ❖被ばく対策（外部被ばく・内部被ばく）

\*空間線量率測定、個人線量計、呼吸保護、ゾーニング



## ❖汚染拡大防止

\*汚染検査、個人防護装備、養生、ゾーニング、除染



3

放射線テロ災害の現場では、被ばく対策と汚染拡大防止が重要である。

# 被ばく

放射線をあびること



## 外部被ばく

放射性物質（線源）から放出される放射線を**体の外から**浴びること。  
被ばく後、身体には放射線は残らない。



吸入摂取

経口摂取  
経皮（創傷）吸収

## 内部被ばく

身体に取り込んだ（吸入、摂食）放射性物質からの放射線を**体内**で浴びること。

放射線の事故、災害時には、「被ばく」と「汚染」が生じる。

被ばくとは、放射線を浴びることであり、体の外から放射線を浴びるのが外部被ばくであり、放射性物質を身体に取り込んで体の中から放射線を浴びることが内部被ばくである。

# 汚染

放射性物質が付着



汚染に接触  
⇒汚染拡大



放射性物質の吸入 = 内部被ばく

↓  
汚れた大気の場合に滞在

↓  
頭部、顔面の汚染

5

汚染とは、体の表面や衣服、資器材に放射性物質が付着することである。汚染に接触すると汚染は広がって行く。また、噴霧、放出された放射性物質を吸入すると内部被ばくすると同時に、頭部、顔面の汚染も存在する場合が多い。このため顔面等の汚染が確認されたら内部被ばくの可能性を疑う。また、汚染を伴う現場では内部被ばくへの対策として呼吸保護を考慮する。

表面汚染では危険な

**外部被ばくはしない**



全身または皮膚の被ばくの症  
状は出ない

6

表面汚染が皮膚や衣服にあっても、健康影響が出るような外部被ばくはしない。

$\beta$ 線核種による高濃度の汚染では、放射線皮膚障害が発症した事例があるが、通常のGMサーベイメーターで測定できる範囲内での汚染の程度では、全身または皮膚に被ばくの症状は出ない。

# 外部被ばく対策

7

放射線テロ災害の現場対応では、放射線を完全に遮蔽して被ばくしないようにすることはできない。そのため、外部被ばく対策は、放射線の測定、被ばく管理が重要になる。

## 個人線量計の装着

- \* 被ばく線量の積算値
- \* 活動開始時から装着
  - ❖ アラーム設定
  - ❖ 装着の向きを確認
  - ❖ 防護服の中に装着
- \* 携帯電話、PHS、高出力トランシーバーなどの近辺では誤計数の可能性



外部被ばく対策の一つは、個人線量計を装着し、活動中の被ばく線量の積算値を管理することである。放射線の関与が疑われる状況で、個人線量計を装着する。被ばく線量は、現場で放射線を検知した後で測定を開始しても、測定開始前の被ばく線量を確認することができない。

管理としては、被ばく線量限度以下での活動を補助するために、アラーム（警報）を設定する。電子式個人線量計は機種によってはアラームを2段階に設定することも可能である。アラーム音が小さいこともあり、活動中に聞き取れない可能性もあるため、可能であれば振動による発報の機能があるとよい。

個人線量計は汚染させないように防護服の中に装着するか、ビニール袋に入れて装着する。装着の方向を間違えないようにする。

機種によっては、高出力トランシーバーやスマートフォンの電波によって誤計数の可能性があるため、これらの装置と同じポケットには入れないなどの注意が必要である。

# 消防活動時の被ばく線量限度

外部被ばくと内部被ばくを合わせた線量限度

区分		個人被ばく線量計 警報設定値
通常の 消防活動	1回の活動あたりの 被ばく線量の上限 <b>10 mSv 以下</b>	左記の値未満で設定
人命救助等の 緊急時活動	被ばく線量限度 <b>100 mSv</b>	30 ~ 50 mSv の範囲で設定
繰り返し活動 を行う場合	決められた5年間の線量が 100 mSv (ただし、任意の1年に50 mSvを超えるべきでない。)	左記の条件を確実に満たす ように設定する。

原子力施設等における消防活動対策マニュアル  
(2014.3. 消防庁 消防・救助技術の高度化等検討会報告書)

9

消防活動時の被ばく線量限度と個人被ばく線量計の警報設定値を示す。

警報が鳴動したら、速やかに安全な場所に退避する。

通常の活動時の警報設定値は8~9mSvとする。緊急時の警報設定値は、鳴動後に退避する間も被ばくするため、退避時の被ばく線量も考慮して30~50mSvとする。

出典：原子力施設等における消防活動対策マニュアル  
(2014.3. 消防庁 消防・救助技術の高度化等検討会報告書)

## 放射線検知活動

\*放射線の存在を確認する（警報）

❖放射線が関わることを認識する

\*放射線量率を測る（分析）

❖ゾーニング、被ばく管理

❖複数の検知器



10

外部被ばく対策の一つとして放射線検知活動がある。

まず、放射線の関与が疑われる現場では、空間線量計や表面汚染計によって放射線の存在を確認する。バックグラウンドレベル以上の放射線が検知されたら、放射線が関与している。

放射線を検知したら、放射線量率（空間線量率）を測定し、詳細な危険の程度を分析する。



## ゾーニング

- \*危険区域（ $100\mu\text{Sv/h}$ 以上）の設定
- \*放射線計測、放射線管理ができる状態で進入
- \*放射線源から離れるほど安全

11

線量率に応じてゾーニングと外部被ばく管理を行う。外部被ばく対策のためのゾーニングは、危険区域を $100\mu\text{Sv/h}$ 以上の区域で設定し、準危険区域をバックグラウンド以上から $100\mu\text{Sv/h}$ の区域で設定する。準危険区域、危険区域に進入する場合は、放射線の測定器の持参と個人線量計の装着は必須である。

また、危険区域あるいは準危険区域では、放射線源からは離れるほど放射線量は弱くなるため、安全である。

## 時間管理

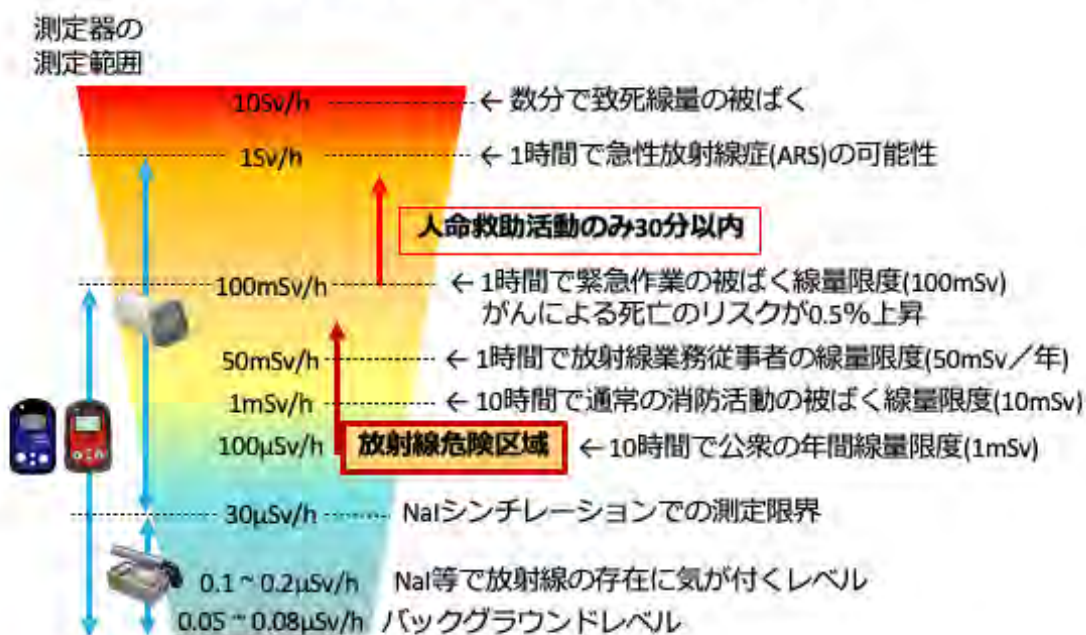
\*現場の空間線量率に応じて、線量限度を超えないように管理

\*100mSv/h以上の場所での活動は  
30分以内

12

活動現場の空間線量率に応じて、各個人が被ばく線量限度を超えないように活動内容、活動時間を管理する必要がある。また、100mSv/h以上の空間線量率の場所では、人命救助などの緊急作業のみ立ち入ることができ、活動時間は30分以内とすることが望ましい。

# 空間線量率と危険性



13

空間線量計は、測定器の機種等によって測定範囲が異なる。放射線危険区域（ $100\mu\text{Sv/h}$ 以上）を設定する場合は、このレベル以上を計測できる空間線量計が必要である。

例えば、 $100\mu\text{Sv/h}$ の場所に1時間滞在した場合の被ばく線量はおよそ $100\mu\text{Sv}$ となり、10時間の滞在で、公衆の年間線量限度の $1\text{mSv}$ となる程度である。放射線危険区域を設定したら、区域内に進入する場合は、放射線測定器、個人線量計を装着し、必ず放射線管理ができる装備で進入する。区域への入退域管理をしっかりと実施する。

$100\text{mSv/h}$ 以上の場所は、それ以上の線量率の場所が存在する可能性もあり、場合によっては数分～1時間程度で急性障害を引き起こす可能性のある高線量被ばくをする可能性があるため、進入は人命救助活動のみとし、活動時間は30分以内とすることが望ましい。

# 外部被ばくの防護三原則

**時間** 活動計画、時間管理

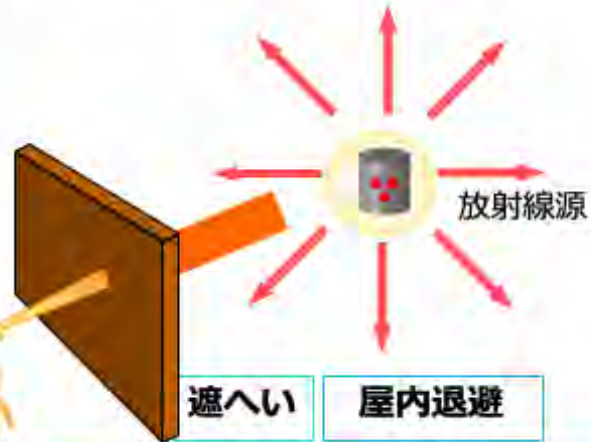
**作業時間を短く**

被ばく量は時間とともに増えます。  
活動時間を短くします。

**距離** 避難

**線源からできるだけ離れる**

放射線の強さは遠くに離れると弱くなり、  
線量は距離の2乗に反比例して減ります。  
ゾーニングによる危険区域の設置で距離を  
とります。



**放射線に応じた遮へい体を線源  
と人の間に置く**

物体によって空気と比べて放射線を弱めてくれます。  
建物の壁などは遮へい体になります。

14

外部被ばく防護のポイントは「時間」「距離」「遮へい」である。被ばくする時間を短くする、放射線源からの距離をとる、放射線を遮へいすることで、被ばく線量が低減できる。

放射線にさらされる活動時間を短くすることで被ばく線量を少なくできる。

放射線は、放射線源からの距離の二乗に反比例して減少するため、放射線源からの距離をとることで被ばく線量を少なくすることができる。逆に、放射線源からの距離が半分の位置(1/2の距離)に近づくと放射線量は元の位置の4倍になり、急激に空間線量が上昇することになるため、特に危険区域での活動時には注意が必要である。

放射線源との間に遮へい物があると放射線量は減少する。コンクリートの壁、鉄や鉛の金属の板などがあれば、遮へい材として使用できる。放射線源の位置、形状が明確であれば、鉛のブロックなどで線源を囲むことによって周辺の空間線量率を低減することもできる。

❖放射線の遮へい効果はどれにもない

❖汚染の付着防止の効果はどれも同じ

レベル	A	B	C	D
適用する状況	最高レベルの防護を要する場合	皮膚の危険がより低い場合	空気中の有害物質が少ない場合	化学物質暴露の危険がない場合
防護装備	<ul style="list-style-type: none"> <li>完全に密封された化学防護服と自給式呼吸器 (SCBA)</li> <li>陽圧式化学防護服</li> <li>*爆発の危険がある場合は着用しない。 →ダーティボムの事案では着用しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>呼吸保護に関してはレベルAと同じ装備 (供給式) だが、スーツから露出</li> <li>化学防護服 (皮膚防護はレベルA程度を必要としない)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>供給式以外のガスマスク (吸取缶を装着したもの)</li> <li>化学防護服</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常の作業衣</li> <li>マスクは必要ないレベル</li> </ul>
				<b>放射線災害の場合 汚染対策</b>

化学防護服は、どのレベルのものであっても放射線の防護効果はない。皮膚に放射性物質が付着することを防止する効果は、どれも同じである。また、陽圧式化学防護服は爆発の危険がある場所では着用しないことが望ましく、ダーティボムの事案では着用しない方が良い。

放射線テロ災害の現場では、放射性物質の汚染が付着した場合に、すぐに脱衣し、廃棄できる防護服の方が望ましく、防護服は汚染対策のための装備である。

放射線による外部被ばくに関しては、防護服ではなく、個人線量計と放射線測定器による放射線管理と時間管理を行う。

# 内部被ばく対策

16

放射線テロ災害の現場での内部被ばく対策は体内に放射性物質を取り込まないようにすることである。

# 呼吸保護

❖体内に放射性物質を吸入しない

❖放射性物質の浮遊がある／疑われる



空気呼吸器



全面マスク  
フィルタ  
(吸収缶)



半面マスク  
フィルタ  
(吸収缶)

❖汚染対応（汚染検査、搬送など）



使い捨て  
防じんマスク  
(N95マスク)



サージカルマスク

内部被ばく対策として、呼吸によって放射性物質を吸入しないように、呼吸保護が重要である。

屋内で持続的な放射性物質が放出されている場合は、活動中は常に呼吸保護が必要である。屋外では、一時的な放射性物質の散布であれば、時間が経過すると放射性物質は拡散して、多量の放射性物質を吸入する危険性は低下すると考えられる。

しかし、放射性物質の浮遊がある場合あるいは疑われる場合（周辺に汚染がある場合など）は、空気呼吸器、防塵フィルタを使用する。汚染検査や汚染した患者の搬送、応急救護などウォームゾーンでの活動は、使い捨て防塵マスクでの対応が良い。医療機関での処置など放射性物質が浮遊する可能性が少ない場合は、サージカルマスクでの対応が良い。

# 汚染対策 (汚染拡大防止)

18

放射線テロ災害現場の汚染対策は、放射性物質の拡散、汚染の拡大を防止することである。



# 個人防護装備

- \*皮膚、衣類への付着を防止
- \*外部被ばくは防護しない



破れる



安全のため、靴カバー使用なし  
野外での活動でも破れない



タイベックスーツ

ゴーグル  
マスク

ゴム手袋  
(二重)  
目張り

靴カバー

個人防護装備は、皮膚や衣類への放射性物質の付着を防止するものであり、放射線の外部被ばくを防護するものではない。

基本的には不織布の防護服（タイベックスーツ）、ゴーグル、マスク、ゴム手袋（二重）、靴カバーを装着する。内側のゴム手袋と靴カバーの端はタイベックスーツに袖や裾にテープで目張りし、放射性物質の侵入を防ぐ。

野外での活動では、不織布の靴カバーは破損するため、ゴム製の靴底の靴カバーを使用する方が良い。

## 養生

\*資器材への付着を防止

\*汚染検査用の測定器もビニールで養生



20

資機材に放射性物質が付着するのを防止するためにビニールシート等で器材を被覆する。このことを養生ともいう。資機材への放射性物質の付着を未然に防止する。

特に汚染検査に使用する測定器は、汚染され易いので、ビニール袋でしっかりと養生する。

資器材を養生した場合は、ビニールやテープなどで動作が制限されていないか、正常に動作するか確認する。

# 封じ込め

\*汚染を直接触らないようにする



\*ビニール袋などに入れる

21

放射性物質が付着し、除染できない場合は、汚染を直接触らないように、ビニールシートや防水シートなどで覆い、放射性物質が拡散しないように封じ込める。  
放射性物質が付着した物や人から、汚染が拡大しないようにする。

# ゾーニング

\*100 $\mu$ Sv/h以下でも汚染区域がある

\*汚染はホットゾーン、ウォームゾーン

\*汚染を持ち出さない

22

放射性物質による汚染区域であっても、空間線量率が100 $\mu$ Sv/hまで上昇しないこともあるため、空間線量率による放射線危険区域以外にも汚染による放射線危険区域を設定する必要がある。汚染がある現場はホットゾーンであり、汚染検査や除染を行う場所はウォームゾーンとなる。ウォームゾーン、ホットゾーンは汚染がある区域となるため、進入時には汚染対策の個人防護装備を着用し、退出時には汚染検査、除染を実施して、コールドゾーンに汚染を持ち出さないようにする。

# 汚染検査

\*汚染の持ち出しを防止

\*表面汚染計



簡易汚染検査

- ❖ 頭部、顔面、肩、手指の汚染検査  
\*汚染が付着しやすい部位を検査
- ❖ 検査時間を短縮

23

放射性物質の汚染検査は、表面汚染計を用いて測定し、汚染があれば除染して、汚染をコールドゾーンに持ち出さないようにする。

隊員や被災者の汚染検査は、全身の汚染検査が基本である。全身の汚染検査は、頭からつま先まで検査したら、背部の汚染検査を行う。GMサーベイメーター1台では、10～15分程度時間がかかる。前面と背面を同時に2台のサーベイメーターで測定すると所要時間は5～10分程度に短縮される。

汚染検査の対象者の人数や状態、測定器の使用可能な台数などの状況に応じて簡易汚染検査を実施する。

簡易汚染検査は、放射性物質が付着しやすい頭部、顔面、肩、手指、足（靴底）の汚染検査を実施する。これらの身体の一部の検査は、1～2分程度で実施でき、検査時間を短縮することができる。多数の対象者を短時間で検査する場合に用いられる。

# 除染

## \*脱衣

❖脱衣した衣類はビニール袋に入れて汚染拡大防止

## \*拭き取り

汚染のある衣服を脱がせることで、体表面の汚染の約90%を取り除くことができる。搬送時に傷病者を包んだ毛布やシーツ、衣類は、取り除いた後にビニール袋へ入れ、汚染が拡大しないようにする。汚染した衣類などを触った後は、他の箇所を触る前に素早く外側のゴム手袋を交換する。

脱衣で除染できなかった皮膚や資器材の汚染は、濡れたガーゼやタオルなどで拭き取る。拭き取りに使用したガーゼやタオルは放射性物質が付着しているため、ビニール袋へ入れ、汚染が拡大しないようにする。

# 要救助者対応

25

放射線テロ災害で要救助者がいる場合は、その対応を優先する。

## まず避難、救出

- \*外部被ばく →とりあえず被ばくを低減
- \*内部被ばく →可能な限り吸入しない
- \*体表面汚染 →付着の機会を少なく
- \*その他の脅威→離れることで危険を回避

26

放射線災害での現場対応では、要救助者をまず避難、救助し、発災現場から可能な限り離れた安全な場所に移動させることが優先である。

外部被ばくについては、現場から離れることで被ばくを低減でき、内部被ばくも可能な限り吸入する放射性物質の量を減らすことができる。体表面汚染は、放射性物質の付着する機会を少なくする。また、放射線以外の化学剤や爆発物等の脅威についても現場を離れることで危険を回避できる。



## ❖外傷等（放射線以外の原因）の 応急処置

\*放射線の影響は現場では出現しない。

\*大量出血に対する止血帯（ターニケット）

27

外部被ばくと内部被ばくは現場での症状出現はほぼないため、被ばくに対する現場の医療活動はない。体表面汚染は、生命の危険には関与せず、除染は救命処置にはならない。このため、放射線テロ災害での現場医療での救命処置は、放射線以外の原因である外傷や化学剤等への症状の改善が目的となる。これらの救命処置は、除染よりも優先される。

特に大量出血に対する止血帯の使用は、救命に大きく関与する。

# 汚染検査

❖避難、救助してきた人々には汚染が付着している可能性がある。

❖可能な限り、汚染検査を実施

28

放射線の発災現場から避難、救助してきた人々には、放射性物質が付着している可能性がある。応急処置等で状態が安定している（緊急の処置が不要）場合や外傷等がなく医療処置が不要な場合は、可能な限り汚染検査を実施し、汚染拡大防止対策を実施する。

# まとめ；放射線テロ災害対処

## ❖被ばく対策（外部被ばく・内部被ばく）

\*空間線量率測定、個人線量計、呼吸保護、ゾーニング



## ❖汚染拡大防止

\*汚染検査、個人防護装備、養生、ゾーニング、除染



29

放射線テロ災害対処で重要なのは、被災者、活動隊員に対して、被ばく対策と汚染拡大防止の措置を実施することである。

# 化学剤テロ災害対処

初動対応者のための基礎知識

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

## 内容

- ・化学剤の基礎
- ・化学剤からの防護
- ・化学剤の検知
- ・化学テロ災害対応

# 化学剤の基礎

1. 有毒化学の種類と特性
2. 身体への影響
3. 有毒化学剤からの防護
4. 有毒化学剤の検知

2

有毒化学剤について、その種類と特性、身体への影響、防護、検知について、基本的な内容を解説する。

現場対応として重要なのが、自分自身の安全確保と要救助者の人命救助である。

さらに化学剤には拡散する特性があるため、その二次被害拡大を防止することが現場対応に求められる。

## 化学剤の種類と特性

	名称	外観	臭気	蒸気密度 (空気比)	持久度	半数致死量 mg・min/m <sup>3</sup>
<b>神経剤</b> 神経系	タブン	無色液	無臭	5.6	数日	400
	サリン	無色液	無臭	4.8	数時間	100
	ソマン	無色液	無臭	6.3	数日	50
	VX	無色液	無臭	9.2	数日～週	10
<b>びらん剤</b> 皮膚・呼吸器系	マスタード	無色液 (淡黄)	にんにく臭	5.5	数日～週	1,500
	ルイサイト	無色液 (褐色)	ゼラニウム臭	7.1	数日	1,500
<b>血液剤</b> 細胞系	青酸	無色液・気	アーモンド臭	0.9	数分～時	2,500
	塩化シアン	無色液・気		2.1	数時間	10,000
<b>窒息剤</b> 呼吸器系	ホスゲン	無色気	干し草臭	3.5	数分～時	3,000
	塩素	無色液・気	刺激臭	2.5	数時間	6,000
	クロルピクリン	無色液・気	刺激臭	5.7	数時間	2,000

3

化学剤にはいくつかの種類があり、それぞれ特性が大きく異なるため、種類ごとに対応の仕方も異なることを意識しなければならない。

少量で人体に影響があるもの、匂いや色がないものが危険な化学剤である。表は軍用化学剤である。血液剤、窒息剤は産業毒性物質として、事業所、工場などで使用されている。神経剤、びらん剤は殺傷目的で合成されたものである。

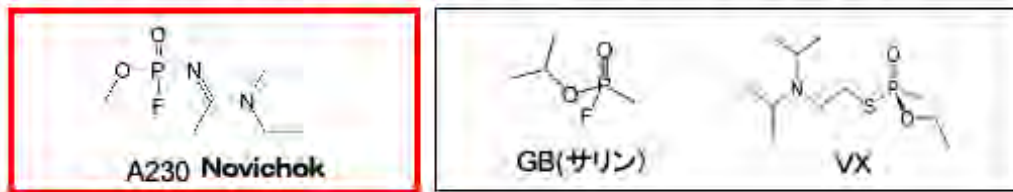
ほぼ全ての化学剤は空気より重い。そのため、特に室内においては低い位置に滞留するため低い姿勢でいると危険である。

持久度は、揮発しやすさであり、持久度が短いものは有毒ガスとして揮発しやすく、持久度が長いものは、汚染物質として残留し除染が必要となる。

半数致死量は数値が小さいほど、危険である。産業毒性物質は、半数致死量が大きく、匂いもあるため、何らかの匂いがした時点で防護措置を講じることにより被害を局限できる。

## Novichok (ノビチョク)

- ❖ 1970年代にソ連が開発した神経剤で、第4世代の化学兵器
- ❖ 派生の化学物質は100種類以上。VXの5～8倍の毒性
- ❖ 液体、固体（超微粒子）の各種存在
- ❖ バイナリーとして安全性、安定性が高く取扱いが容易
- ❖ 速効性（30秒から2分）～遅効性（パウダー状で約18時間）
- ❖ エージングが数分と短く、拮抗薬PAMの効果が期待できない
- ❖ 不可逆的な神経損傷を起こし、永久的な障害の可能性



新たな神経剤として登場したのが、ノビチョクである。

ソビエト連邦が開発したと言われているが、構造式が明らかとなっており、有機化学合成の技術があれば製造は可能である。

100種類以上の派生型があると言われており、基本的には検知器による検知は困難である。

これまで最も毒性が高いと言われていたVXのさらに5～8倍の毒性と言われており、極めて脅威が高い。

パウダー状で使用された場合、10数時間後に発症する例もあり、使用されたことすら不明のまま被害が拡大する可能性もある。

## 神経剤の特徴

- ❖ 化学剤の中で**最も毒性が強く**致死的
- ❖ 神経組織に作用  
**縮瞳**、涎、鼻汁、呼吸困難、嘔吐、頭痛、全身痙攣、失禁、呼吸停止
- ❖ 呼吸器からの**吸入**又は皮膚からの**浸透し** **速やかに**症状が現れる
- ❖ 通常、**無色**、**無臭**で五感による検知は困難
- ❖ 汚染持久度の長いものと短いものがある。

5

神経剤は吸入後、時間の経過とともに症状が進行する。最初に発現するのが縮瞳である。その後、流涎、鼻汁の出現があり、呼吸困難、呼吸停止に至る。

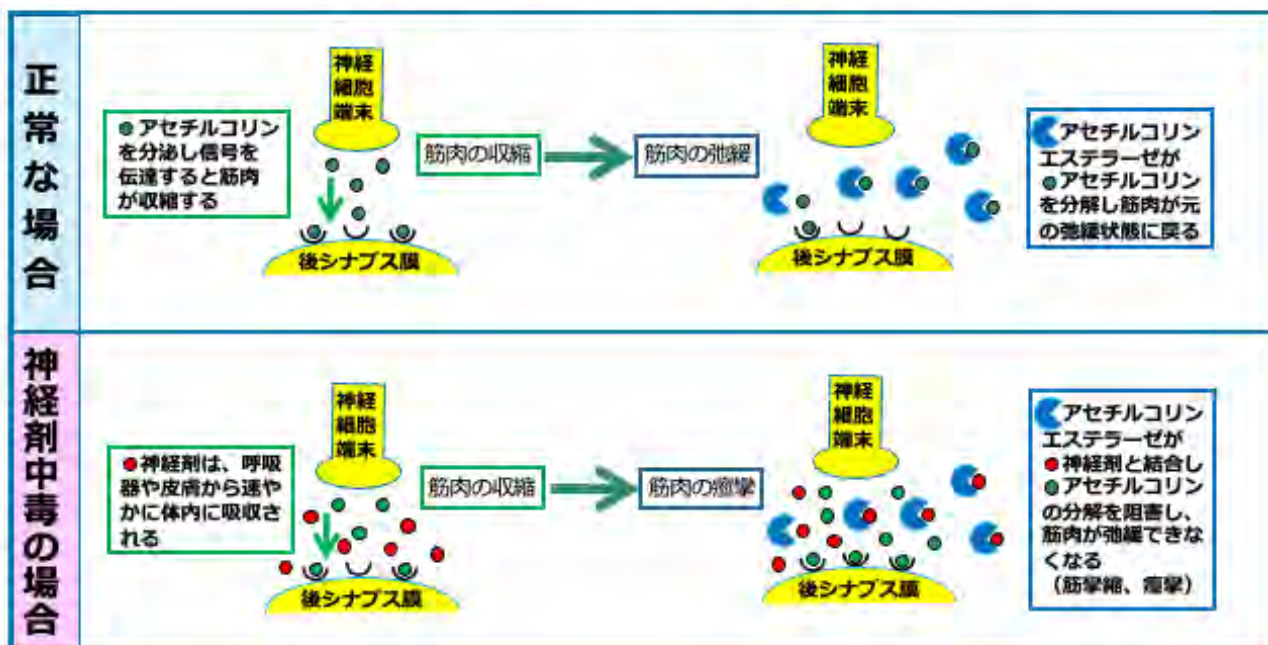
経路としては、吸入が主であるが、液滴が直接皮膚に触れた場合、10数分で浸透し同様の症状を発症する。

通常は無色、無臭で五感による検知は困難である。

持久度が短いサリンは揮発して有毒ガスとなりやく呼吸器保護が重要となるが、持久度が長いVXはほとんど揮発することなく、呼吸器の保護は重要ではないが、数mgの液滴の付着で致死的である。



# 神経剤の人体への作用



6

神経剤の人体への作用としては、神経伝達物質（アセチルコリン）が元に戻ろうとする時必要な物質（コリンエステラーゼ）を阻害し、筋肉が元の状態に戻れず、弛緩、収縮できなくなる（筋攣縮、痙攣）ことで影響が出現し、瞳孔収縮、分泌過多、痙攣、心肺停止に至る。神経剤とコリンエステラーゼの結合は時間が経つと離れなくなり、この現象をエイジングと言う。

この神経剤とコリンエステラーゼの結合を解除するか、過剰な神経伝達物質の伝達を阻止する働きをするのが拮抗剤である。

## 神経剤に対する応急処置

- ❖ アトロピン(直接的な治療剤)
  - \* アセチルコリン過剰状態を受容体側でブロック
- ❖ パム(直接的な治療剤)
  - \* アセチルコリンエステラーゼから神経剤を解離吸着
  - \* 解離できなくなる現象をエージングと言い、エージングが起きる前に投与する必要がある
- ❖ ジアゼパム(二次時的な影響(痙攣)の治療)
  - \* 直接神経剤には作用せず、痙攣で生じる脳障害を抑制
- ❖ 気道確保及び呼吸補助(根本的治療までの対処療法)
  - \* 呼吸停止状態を補助することで救命が可能



神経剤には拮抗薬がある。抗コリン剤であるアトロピンは、末梢性ムスカリン作動部位(全ての副交感神経末端と、汗腺への交感神経末端)において過剰のアセチルコリンの効果を阻止することにより作用する。

パム(PAM)は神経剤とコリンエステラーゼの結合を解除し、コリンエステラーゼを再生することにより作用する。

ジアゼパムは抗痙攣薬で直接神経剤には作用しないが、痙攣持続で生じる脳障害を抑制する。

現場で対応できることとして、化学剤を吸入する状況から少しでも早く救出し、清浄な空気を吸入させることである。

# 自動注射器の使用判断モデル

- ① 化学テロの蓋然性・自力で動くことができない傷病者3名以上  
・重症外傷事案以外（爆発や出血がない）
- ② 神経剤の症状（鼻汁、流涎、視覚異常、眼痛・流涙、呼吸苦）
- ③ 化学剤検知器で神経剤の陽性アラートの発報

全て該当

- ・いずれかが該当しない又は該当に迷い
- ・化学剤検知器がない

専門家の助言

対象者：一般市民の傷病者及び対応中の部隊員のうち体調が悪化した者（小児を除く）  
優先順位：自力での移動不能者→当初移動可能であったがその後移動不能となった者

医師及び看護職員以外の  
**実動部隊の公務員**

**自動注射器使用**

迅速に医療機関に搬送

8

神経剤による症状（鼻汁、流涎、視覚異常、眼痛・流涙、呼吸苦）が発生している場合、新鮮な空気を投与する。また自動注射器により拮抗薬（アトロピン、パム）の投与の条件に該当するか判断する。

＜自動注射器の使用判断モデル＞

- ①化学テロの蓋然性；自力で動くことができない傷病者3名以上、重症外傷事案以外（爆発や出血がない）
- ②神経剤の症状（鼻汁、流涎、視覚異常、眼痛・流涙、呼吸苦）
- ③化学剤検知器で神経剤の陽性アラートの発報
- ①～③を満たさない場合は、専門家の助言

自動注射器使用の対象者：一般市民の傷病者、部隊員のうち体調が悪化した者（小児を除く）

出典：化学災害・テロ対策に関する検討会「化学災害・テロ時における医師・看護職員以外の現場対応者による解毒剤自動注射器の使用に関する報告書」（令和元年10月30日）

## びらん剤の特徴

- ❖ 熱傷状の水疱を生じ、皮膚、口、鼻、喉、肺、目に障害を及ぼす特に湿った部位に影響する
- ❖ 吸入により肺を損傷し、肺水腫により死に至る
- ❖ マスタードは無痛、ルイサイトは激痛を伴う
- ❖ 蒸気曝露では、目の刺激症状、充血、上気道の刺激症状が起きる
- ❖ マスタードは数時間後に発症し、皮膚細胞が液化壊死する
- ❖ 独特の臭気により存在を察知することができる
- ❖ 持続性であり、汚染が必要である（人員、地域、施設）

9

びらん剤は第二次大戦時の化学剤である。国内各地から旧軍の化学弾が発掘または海中から発見されることがある。

症状としては、熱傷の症状と類似した皮膚症状が出現する。

発赤の徴候が1時間後、その後2～3時間で紅斑が現れ、10数時間後に水疱が発生する。

マスタードは当初無痛のため汚染に気づかないが、ルイサイトは付着すると痛みがあるため、直ぐに覚知することが可能である。

## びらん剤に対する応急処置

- ❖ マスタードの解毒薬はなく、**対症療法**が主体
- ❖ ルイサイトには、BALが内部臓器の傷害を軽減
- ❖ 迅速な除染、水洗、ふき取りが有効
- ❖ 皮膚の損傷には、通常の熱傷と同様の処置



R S D L (Reactive Skin Decontamination Lotion)



個人用除染具（自衛隊装備）

10

マスタードには解毒薬はなく、皮膚のびらんに対する対症療法が主体となる。

ルイサイトにはBAL（British Anti-lewisite）が、内部臓器の傷害を軽減する効果がある。

被服の上からの汚染であれば、汚染面を皮膚に付着させないように脱衣する。

皮膚に付着した場合は、迅速な除染剤による除染、または水洗、ふき取りが有効である。

皮膚細胞の液化壊死の症状に対しては、通常の熱傷と同様の処置を施す。

## 血液剤（シアン化物）の特徴

- ❖ 細胞の酸素代謝を直接阻害（細胞の窒息）
- ❖ めまい、頭痛、嘔吐、頻呼吸、皮膚紅潮、痙攣、昏睡、呼吸困難、心肺停止
- ❖ 数秒で発症し、高濃度時は10分程で心肺停止
- ❖ アーモンド臭により嗅覚での検知が可能
- ❖ 持久効果はない（除染の必要はない）
- ❖ 産業毒性物質（メッキ、プラスチック工場等）
- ❖ 気道確保、拮抗薬（亜硝酸アミル）の吸入が有効
- ❖ 口による人工呼吸厳禁、吐物も危険

11

窒息性化学物質の塩化シアン及び青酸は、作用速度が極めて早く、細胞の酸素代謝を直接阻害する。

症状としては、眼や鼻、喉に刺激性の痛みを感じる、頭痛、めまい、吐き気を起こす、胸部圧迫感、呼吸困難、痙攣がある。

処置は、亜硝酸アミルの吸入、呼吸補助の実施である。現場では、早期に酸素投与、呼吸補助をする。

メッキ工場、写真工業等での漏洩事故、またはアクリル製品工場等での火災で発生する。この化学剤は、持久効果はなく、除染の必要はない。

## 窒息剤の特徴

- ❖ 肺泡毛細血管床の透過性を亢進し肺細胞を損傷
- ❖ 気道、肺泡から組織液が漏出し肺水腫により窒息
- ❖ 咳、胸部圧迫感、頭痛、嘔吐、皮膚の青紫変色、泡を含んだ痰、肺水腫、呼吸困難、心肺停止
- ❖ 低濃度では24時間以上の潜伏期（遅発性）の場合あり
- ❖ 特有の臭気により嗅覚での検知が可能
- ❖ 持久効果はない（除染の必要はない）
- ❖ 産業毒性物質（ポリウレタン原料）
- ❖ 解毒薬はなく、呼吸管理等の対処療法

12

窒息剤のホスゲン、塩素、クロルピクリンは、呼吸により肺の中に入り、気道、肺細胞を損傷し、気道、肺泡から組織液が漏出し肺水腫により窒息する。

症状は咳、胸部圧迫感、頭痛、嘔吐、皮膚の青紫変色、泡を含む痰、の症状を呈し、肺水腫、呼吸困難、心肺停止に至る。

激しい刺激を伴い即効性であるが、低濃度の場合、24時間以上の潜伏期を経て発症する場合がある。

特有の臭気または激しい刺激臭により嗅覚での検知が可能である。揮発性が高いため液体から有毒ガスが発生しやすいが、身体への付着物に対する除染の必要はない。

染料、ポリウレタン製品、ポリカーボネート樹脂等の原料に広く使用され、フロンの過熱でも発生することがある。

## 防護のレベル

	レベルA	レベルB	レベルC	レベルD
外観				
概要	全身を化学防護服で覆い、自給式空気呼吸器で呼吸保護し、陽圧で汚染物の被服内侵入を防止	化学防護服を装着し、自給式空気呼吸器で呼吸保護、ボンベ交換が容易で連続使用が可能	化学防護服を装着し、吸収缶式防護マスクで呼吸保護、低酸素、高濃度環境下では使用が制限	危険物質がないことが確認され、化学防護服及び呼吸保護の必要がない場合

13

レベルAは、自給式空気呼吸器と耐化学防護服で全身を覆い、呼気による陽圧により汚染物の侵入を防護できるため、最も防護性が高いが、生理的負担が大きいことと、ボンベ交換が困難であるため、30分程度の活動時間に限られる。空気呼吸器は防護服の内側にある。

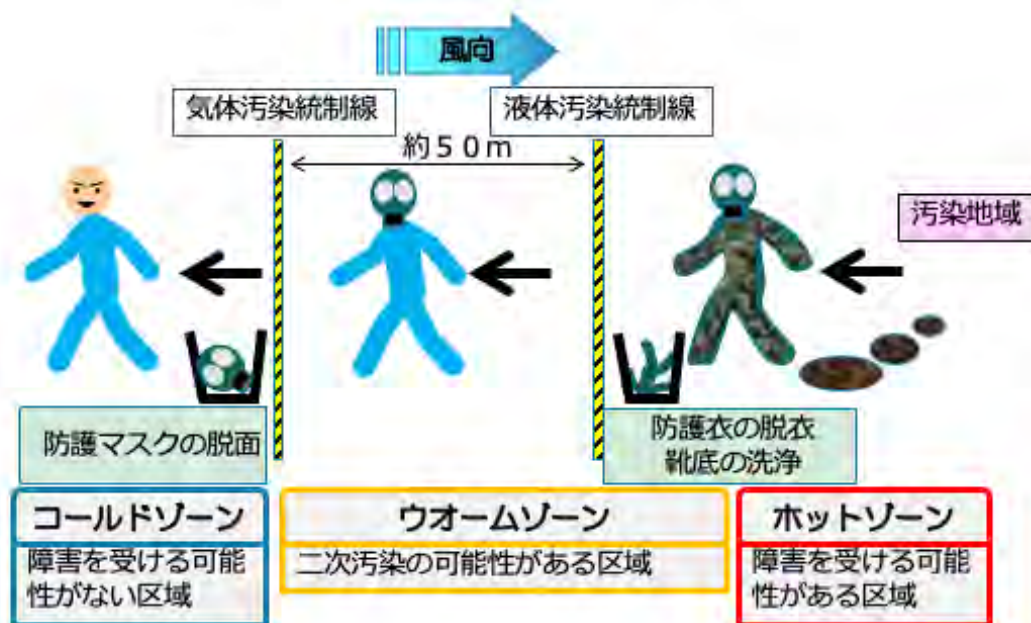
レベルBは、自給式空気呼吸器と耐化学防護服で全身を防護し、空気呼吸器は防護服の外側にあるため、ボンベ交換により比較的長時間の活動が可能となるが、完全に気密させるためには、マスク、手袋、ブーツとの接合部をテープで目張りする必要がある。

レベルCは、吸収缶式の防護マスクに耐化学防護衣で全身を防護し、吸収缶の破過（通常10時間程度）まで活動が可能であるが、酸素濃度が低い場合、低分子量の有害物質（青酸等）では使用できず、高濃度の有毒ガス環境下では使用時間が短くなる。

どのような危険物質があるか不明だが迅速に要救助者を危険な地域からショートピックアップするにはレベルAが、被災者の状況（生存者の存在）から判断し、比較的長時間汚染地域内で活動するためにはレベルCが、その中間の用途でレベルBが適している。



## 脱面・脱衣の位置



14

汚染区域から退出してきたら、ウォームゾーンで防護衣を脱衣し、液状の有毒化学剤を拡散させない様に留意する（液体汚染統制線）。

有毒ガスは流動するので、防護マスクは風上側の安全な区域まで約50m程移動して、コールドゾーン（期待汚染統制線）で呼吸保護具を外す。

## 徴候による化学剤の存在の判断

- ❖ 視覚、嗅覚
  - \* 異様な液体、不自然な容器、異臭
- ❖ 動植物の異変
  - \* 死骸、異常な行動、植物の変色
- ❖ 自覚症状
  - \* 鼻水、胸喉の締め付け感、息苦しい、目がボンヤリ、チカチカ、暗く感じる
- ❖ 被災者の症状
  - \* 流涎、鼻汁、縮腫、嘔吐、痙攣、失禁、呼吸困難

15

初動対応者が現着した際、視覚・嗅覚、動植物の状況等、普段と違う徴候に注意をはらうと共に、自覚症状がないかも留意する必要がある。

また、被災者の状況・様態は危険物質の存在を判断する非常に重要な情報源である。

これらの情報は、関係機関で共有すると共に、保健所、市町村等関係機関、専門機関（日本中毒情報センター）に情報提供し、原因物質の特定・分析、対処要領等の支援を受けることが重要である。

# 検知紙

- ◆微量 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) の化学剤を数秒以内で検知
- ◆びらん剤 (赤)、G剤 (黄)、V剤 (濃緑) を検知
- ◆水以外の有機溶媒等に偽陽性を示す

アセトン、トルエン、マロン酸ジエチル → 黄色  
サリチル酸メチル、水酸化ナトリウム → 赤色  
ジエチルアミン、アミノブタノール → 深緑色






16

検知紙は、液状化学剤に反応して、発色する。

液状のものがあるということは、除染が必要ということである。

びらん剤は赤色、G剤は黄色、V剤は濃緑色となる。化学剤以外でも発色するので、疑陽性を示す場合がある。しかしながら訓練では、このような化学物質を擬剤として使用し、実戦的な訓練が可能となる。

## 化学テロの主な散布手段

	携行型	噴霧装置	時限式散布	無人機等
外観				
特性	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 化学剤をペットボトルやスプレー等で散布</li> <li>2 地下鉄サリン事件では、ビニール袋で携行し散布</li> <li>3 携行・秘匿性に優れている反面、自曝する可能性</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 化学剤を大型の噴霧装置で大量に散布</li> <li>2 松本サリン事件では、加熱式噴霧器を荷台に設置して使用</li> <li>3 多量の化学剤を噴霧できるため広範囲にわたる被害</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 爆発力の小さい爆薬に化学剤を入れた容器を抱かせて時限装置等で起爆させて散布</li> <li>2 携行・秘匿性に優れており、同時多発的に使用可能</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 化学剤を無人機等に搭載したタンク等から散布</li> <li>2 車両等に搭載して移動後、警戒線等を容易に超えて比較的広範囲にわたる被害</li> </ol>

17

化学剤の散布手段としては、地下鉄サリン事件で使用された携行型は、最も簡単で、閉鎖空間で使用すれば甚大な被害につながるが、使用者本人が自曝する可能性もある。

松本サリン事件で使用された噴霧装置では、大量の化学剤を散布することが可能で、影響範囲は広範囲（松本サリン事件では800m×570m）に及ぶ。

爆発物と複合的に化学剤が使用された場合、対応に多大な労力を要し、テロの目的である恐怖を与えるには最も効果的な方法である。

ドローンを使用した場合は、使用者の安全、秘匿を確保しつつ犯行に及ぶことが可能であり、また、警戒を厳重にしている要点であっても攻撃が可能となる。

## サリン事件の被害状況

	地下鉄サリン事件	松本サリン事件
死亡者数	13名	8名
負傷者数	6,300名	143名
被害範囲	消防職員、病院職員等に大量の二次被害発生	南北800m、東西570mに拡散
散布要領	サリン約500gを入れたビニール袋2～3個を新聞に包み傘で突き刺して電車内に散布	車両に搭載した散布装置からサリン約12Lを気化させ約10分間屋外で放出

18

地下鉄サリン事件では、13名の死亡者と6,300名に及ぶ負傷者が発生した。負傷者の内、99%は二次被害であり、救助に当たった消防隊員も135名が二次被害を受けた。このため、二次被害を防止するための教育訓練が行われてきたが、二次被害を恐れる余り、現場対応に非常に時間を要するようになった。CBRNによる被害は、汚染環境下にいる時間経過と共に重篤化する。

二次被害を出さないよう準備し、迅速な対応により、救命率を向上させなければならない。

また、松本サリン事件では、放出したサリンが南北800m東西570mに拡散して被害者が発生しており、風下に危険地域が広がるのがわかる。

また、被害防止として、窓を閉めていた部屋からは被害者が出ておらず、風下地域の住民は避難するよりも屋内で窓を閉鎖し密閉した方が安全が確保できる。

## 初動対応：判断

どの情報をもってCBRNテロのスイッチを入れるか

- ❖ 通常可燃物を取り扱わない場所での爆発
- ❖ 通常有害物質が存在しない場所での中毒症状
- ❖ 同時、同一箇所、同一症状の複数患者の発生
- ❖ テロ災害が疑われたら、最悪を想定
  - \* 二次攻撃の可能性
  - \* 有毒化学剤、放射性物質、生物剤の存在

19

事案が発生した場合、CBRNテロなのか、通常の事故なのか判断する必要がある。

通常、可燃物等がない場所での爆発、通常有害物質がない場所での中毒症状、同時、同一箇所、同一症状の複数患者の発生等の徴候は、CBRNテロを疑って対応を開始しなければならない。

CBRNテロを疑った場合、二次攻撃、化学剤、放射性物質、生物剤の存在等最悪を想定すべきである。

## 初動対応：出動準備

誤情報、混乱、情報不足が常態

- ❖ 有毒化学物質、放射性物質を検出する器材の準備
- ❖ 呼吸保護具の準備、化学防護衣の装着、ゴム手袋（ニトリル製）
- ❖ 火災対応装備（空気呼吸器、火炎防護服）でも可
- ❖ 情報不十分な状態での出動
- ❖ 風向がわかれば極力風上側から接近、拠点の決定

20

CBRN対応装備を保有していれば、化学剤、放射性物質、生物剤に対応できるよう全て携行する。

これらを保有しない消防署では、初動の速さが勝負であるので、とりあえず、空気呼吸器とゴム手袋（ニトリルなど耐化学薬品のもの）、火炎防護服等通常の準備の延長線上で出動し、現場では、呼吸器の確実な保護、不審な液体等に絶対に接触しない、生存者のいないような高濃度の閉鎖空間には近づかないことに留意する。

当初の情報は不正確、不十分、誤報であることが多く、現場の状況の確認、通報者等からの情報収集が重要となる。

また、安全を確保するため、風向に注意し、極力風上側からの接近に努める。

## 初動対応：現着後

時間との勝負、迅速に救助することが重要

- ❖ 現場情報の入手
  - \* 被害者の位置、症状→被災者の状況は重要な情報源
  - \* 通報者からの聞き取り
- ❖ 現着後10分以内が勝負
- ❖ 二次被害を過剰に避けると被災者の命を失う
- ❖ 除染を待たせない→すぐに脱衣、ふき取り

21

入電時に全ての正しい情報が得られるわけではない。何らかの異常が発生していることを察知し、安全対策を講じて迅速な対応が求められる。

現着後、通報者や施設管理者等からの聞き取りも重要であるが、被害者の状況からの判断も重要である。

被害者の状況から、有害物質が使用されたこと、使用された場所、が判明し、その後速やかな汚染箇所からの被災者のショートピックアップが重要となる。

できれば現着後10分以内には危険地域から被災者を引き離すことを追及するべきである。

その後の除染も、できるだけ早く脱衣と皮膚への付着が確認されたら、ふき取りを行うことも救命のために重要となる。



## 迅速な医療介入

- ❖ ショートピックアップ
  - \* 危険な地域からの迅速な救出
- ❖ 一時トリアージ
  - \* 迅速な分類（歩行の可否、除染の要否）
  - \* いかに早く医療介入するか
- ❖ 二次トリアージ
  - \* 病院搬送の優先順位の決定
- ❖ 二次被害防止のための除染
  - \* 脱衣、ふき取り、状況により水除染

22

救命にあたり最も重要な事は、迅速な医療介入である。

まずは、CBRNによる汚染物質が存在する危険な地域からの迅速な救出であり、ショートピックアップする。この際、大量出血を伴っていた場合、止血を最優先すべきである。

次に一次トリアージを実施し、必要に応じて心肺蘇生、気道確保である。状況により（縮瞳、分泌亢進、痙攣）の処置（拮抗剤の投与）を実施する。

汚染検査、除染後に二次トリアージを行い、状態、緊急度に応じて病院搬送の優先順位を決定する。最大多数に最善を尽くすため、様態により治療・搬送の優先順位を決めるが、逐次変化する様態に注意をはらう必要がある。

二次被害の防止のためには、除染により原因物質を除去する（病院前除染）ことが最善であるが、完璧な除染が出来ない場合もあるため、医療機関では、簡易マスクによる呼吸保護を実施しておく。

## 除 染

- ❖ 除染が先か、救護が先か
  - \* 止血、心肺蘇生を優先
  - \* 神経剤症状対処（拮抗剤の投与）
- ❖ 除染はどこで実施すべきか
  - \* 現場除染と病院前除染
- ❖ どのように除染すればいいのか
  - \* 大量の被災者を効率的に除染するには→脱衣・ふき取りを主体
  - \* 除染が必要な被災者の選別
- ❖ 除染後の汚染被服、汚水をどうすべきか
  - \* 汚染物、汚水は全て回収しビニール袋等で密閉保管
  - \* できるだけ汚水を出さない→ふき取りを主体

23

救命が目的であり、除染を優先したため死亡してしまうことのないよう被災者の様態をよく観察し、止血、心肺蘇生、気道確保、神経剤の症状への処置を迅速に判断し対応しなければならない。

除染の目的は、被災者の被害を局限することと、二次被害の発生を防止することであり、現場での除染及び病院での除染（処置室に搬入前の除染）に区別される。汚染された傷病者が自力で病院に行く可能性があり、病院前除染は必ず必要である。

大量の被災者が発生した場合、本当に除染が必要な被災者の除染を待たせることがあってはならない。汚染物質が身体に付着した被災者のみが除染対象であり、有毒ガスを吸入して発症した被災者は除染する物質が付着していないので除染の必要はない。

除染が必要な被災者であっても、脱衣とふき取りにより現場での除染は十分である。

水洗による除染は効果的ではあるが、時間を要する事、汚水が発生すること、低体温のリスク等の問題を有している。

## 被害者大量発生時の除染

- ❖ 脱衣：10分以内が理想。汚染面を皮膚に付けない→約90%除去
- ❖ 応急除染：拭き取る手段で直ちに汚染を除去→約99%まで除去
  - \* ドライ：紙おむつ等の吸着素材で皮膚から汚染を除去
  - \* ウェット：水（ガーゼ、スポンジ等）で濡らし、拭き取る
- ❖ 水的除染：消防車2台を並べ、ミスト状でスプレー（15～90秒）
  - \* タオル等で皮膚に押し込まない様に摘み取って拭き取る→99.9%
- ❖ 完全除染：専用の除染ユニットや多くの資器材を使用
  - \* 準備に時間を要し、除染にあたり汚水が発生する

24

最も効率的な除染は脱衣である。迅速な脱衣による除染が重要である（理想としては10分以内）。これにより約90%の除染が可能であり、汚染の皮膚浸透を防ぎ、衣服からの蒸発・気化による二次被害を防ぐことができる。

脱衣は汚染面が皮膚に触れない様注意し、汚染面を包み込むように脱衣する。可能であればハサミで被服を切断し脱衣を容易にする。

皮膚の露出部位、または被服を浸透し皮膚が汚染されている場合は、ふき取りにより除染をする。この際、紙おむつ等に使用されている吸着素材または濡れたガーゼで湿らせた後拭き取る方法により、約99%の除染が可能である。

水的除染は、被服に付着した汚染がシャワーで皮膚へと移動するので、シャワー前に必ず脱衣することが必要である。

現場での完全除染は、専用の除染ユニットや多くの資器材を使用するため準備に時間を要し、除染に当たり汚水が発生するため、汚水の回収保管が必要となる。

また、救助者を冷たい水で除染することは、体温を下げるなど、状態を悪化させることになるため、全身に水をかける除染は推奨しない。

## まとめ

- ❖ 知識と状況判断に基づき、正しく認識すればCBRNは怖くない
- ❖ CBRNE事態は100%阻止も100%完璧な対応も困難
- ❖ いかなる事態も大過なく合格点がとれる対応
- ❖ 警察、消防、自衛隊、自治体、専門機関の連携が不可欠
- ❖ 想像したくない最悪を考え、空振は幸運と思い万全の備え

25

CBRNテロは目に見えない有害物質であるため、非常に恐怖心を煽り、この恐怖心がテロを行う側の目的でもある。

この見えない物質の存在を見極め、関連する知識により正しく認識すれば、安全を確保しつつ被災者の救助が可能である。

しかしながら、CBRNEテロ災害対処は、常に受け身であるため、完璧な阻止も完璧な対応も困難である。

これに対応するファーストレスポンドーは、いかなる事態でも、大過ない対応、つまり被災者の防ぎ得る死をいかになくすかである。このため、消防、警察、自治体、自衛隊、事業所管理者、専門機関の連携が不可欠であり、この連携を有効に発揮するため、日頃からの関係機関による、最悪事態を想定した机上演習及び実践的な訓練が重要となる。

# **救急車・ヘリコプター 搬送時の汚染拡大防止対策**

**国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構**

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制整備に関する調査研究）において作成されました。

## 目次

1.目的 .....	1
2.準備 .....	1
(1) 資器材 .....	1
(2) その他 .....	1
3.傷病者の汚染拡大防止対策 .....	2
4.救急車の養生の手順 .....	3
(1) 概要 .....	3
(2) 床の養生 .....	3
(3) 壁の養生 .....	5
(4) ドアの養生 .....	7
(5) 搭載機器（医療機器等）の養生 .....	8
(6) 座席、椅子 .....	9
(7) ストレッチャーの養生 .....	10
5.ヘリコプターの養生 .....	12
(1) 概要 .....	12
(2) 床の養生 .....	13
(3) 座席、椅子の養生 .....	13
(4) 天井、壁、操縦席側との境界の養生 .....	13
(5) ドアの養生 .....	13
(6) 搭載機器の養生 .....	15
6.搬送後の汚染検査と除染 .....	16
7.空調 .....	16
8.最後に .....	16





## 1. 目的

放射性物質が付着した傷病者を搬送するにあたっては、放射性物質の汚染拡大防止と資器材の早期の復旧（放射性物質の付着がなく、通常の業務に使用できるようにする）のため、搬送車両等（救急車やヘリコプター、航空機）への汚染拡大防止対策を講じることが望ましい。対策は、搬送車両や搭載機材等への放射性物質の付着の防止のためのシートなどを使用した「養生」をする。本資料はその対策について解説する。

なお、車両や航空機の養生は、現着までに実施していることが望ましいが、傷病者の状態が緊急性が高く、養生が間に合わない場合は、傷病者の汚染拡大防止対策を行い、養生は、医療器材、床部分など最低限にとどめ、省略することも考慮する。

## 2. 準備

### (1) 資器材

ビニール養生シートやポリエチレンろ紙シートは、予め必要な長さにカットしてそれぞれの搬送車両に準備しておくことで、短時間で養生作業が可能となる。形状に合わせてシートをカットしておく場合は、どの部分のシートか明示しておく。

#### ・ ビニール養生シート

ビニール養生シートは、床や器材に放射性物質の液が浸透して拡散するのを防止する。

床には厚み 0.2~0.3mm、器材等には厚み 0.1~0.2mm など、使用する場所の必要な強度によってシート厚を変えることも考慮する。

#### ・ ポリエチレンろ紙シート

特殊シート状のろ紙の片面に、ポリエチレンをラミネート加工したもの。ろ紙面を上にして使用し、床面に放射性物質の液が浸透して拡散するのを防止する。

#### ・ 不織布シート（防水加工）

防水加工された不織布のシートで、医療機関等ではドレープやシーツなどとして使用されている。ロール状になっているものもある。ポリエチレンろ紙シートの代用としても使用出来る。

#### ・ テープ付養生シート

養生テープがシートの端面にラミネートされており、壁等に貼り付けた後、折り畳まれたシートを広げることで、養生作業が効率的にできる。

#### ・ 養生テープ

粘着力が弱く、剥がしても粘着剤が残らない。複数の色のテープを準備することで、エリアの範囲をテープで示すことができる。

#### ・ ビニール袋

資器材の養生に使用する。様々な大きさの袋を準備する。傘用の細長いビニール袋もベルト等の養生に使用できる。

- ・ ハサミ

養生の作業を複数で実施する場合は、複数のハサミを準備しておくことで効率よく作業ができる。

(2) その他

車両の養生とストレッチャーや座席など同時に手分けして実施すると効率よく作業ができる。

### 3. 傷病者の汚染拡大防止対策

搬送する傷病者に放射性物質が付着している場合は、その部分をシートやガーゼなどで被覆して接触による汚染拡大を防止する（図1）。放射性物質の付着が全身あるいは広範囲におよび、個別の被覆が困難である場合は、全身を搬送シート等で被覆して汚染拡大を防止する（図2）。事業者によっては、搬送用の袋状になったシート等を保有していることもあり、使用可能な場合もある。このシートは全身の被覆ができるとともに複数箇所にファスナーがついており、血圧測定などで腕のみをシートの外に容易に出せる。

搬送する傷病者の放射性物質の付着部位や全身が搬送シート等で被覆され、汚染拡大防止の処置が講じられている場合は、車両や航空機の養生は状況に応じて不要となる場合がある。



シート等で放射性物質が付着している部分を被覆する。



図1. 傷病者の汚染拡大防止対策の例

## 4. 救急車の養生の手順

### (1) 概要

内部の次の箇所を養生する。取り外し可能な機器等は、車外で養生する方が作業効率が良い。運転席側は基本的に養生しないが、座席などの部分に養生シートや大きめのビニール袋を被せて養生しても良い。

- 床
- 壁
- ドア
- 搭載機器（医療機器等）
- 座席、椅子
- ストレッチャー

養生シート、ポリエチレンろ紙シート、ビニール袋などを養生テープで固定する場合は、テープの隙間から放射性物質が内側に入り込まないように、辺縁を貼り付ける。また、ハンドルの操作など動かして使用する器材は、養生後に通常の動作が可能か、確認をすること。

### (2) 床の養生

床は養生シートで養生後にポリエチレンろ紙シートで二重に養生する。雨天時などで床面や靴が濡れている場合は、養生シートが滑りやすくなるため、特に注意が必要である。

ストレッチャーの架台が動かせる場合は、架台を動かし、架台の下の部分に養生シートを敷き、シートの辺縁をテープで床に固定する。

架台を元に戻し、人が乗車して移動する部分の床を養生シートをテープで床に固定する。養生シートの上にポリエチレンろ紙シートを敷き、テープで固定する。床面に凹凸がある場合は、形状に合わせて養生シートとポリエチレンろ紙シートで養生する。

架台を動かしてもテープやシートが剥がれないことを確認する。ストレッチャーの架台は、養生シートで養生する。ストッパーの部分は、シートを切り抜き、隙間ができないようにテープで辺縁を固定する。

乗車口のステップ部分の養生は、養生シートを大きめにカットし、ステップの形状に合うように切り込みを入れながら、大きさを合わせてテープで固定する。シートの裏側にテープを貼って床に固定すると、シートがずれにくくなる。足を乗せる部分には、ポリエチレンろ紙シートを敷き、テープで固定する。ドアの留め具部分は、シートを切り取り、四辺をテープで固定し、ドアのロック、開閉に支障がないようにする。



図 2. 救急車の床の養生

ストレッチャーの架台の下は、養生シートで養生し、そのほかの部分には、養生シートとポリエチレンろ紙シートで二重に養生する。



図 3. ステップ部分の養生

ステップ部分は、養生シートを大きめにカットし、ステップの形状に合わせて切り込みを入れながら、テープで固定する。ドアの留め具部分は、シートを切り取り、辺縁をテープで固定する。

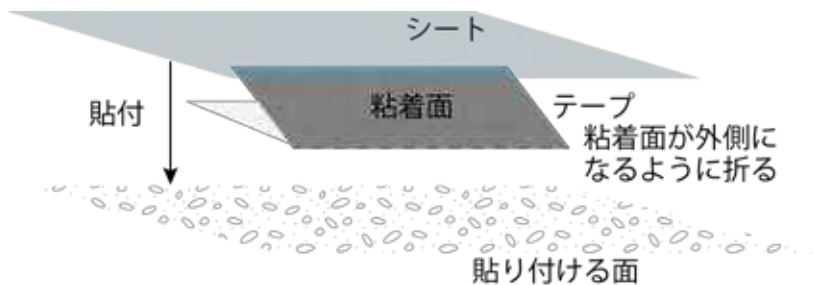


図 4. テープの使い方

養生シートの内側を車両の床などに固定する場合、テープの粘着面が外側になるように折り曲げて貼付すると、両面テープのように使用できる。

### (3) 壁の養生

壁は、テープ付養生シートを使用して養生する。テープ付養生シートは、後方ドア以外の車内の壁の3面を覆うことが可能である。天井側にテープ付養生シートのテープを貼付し、壁3面に貼付した後、シートを広げる。シートの側面、下側を壁と床にテープで固定する。

通気口は塞がないようにする。

モニター等の医療器材が設置されている側の養生は、モニターの操作やケーブルを出すための切り込みをシートに入れる。フラップ状の切り込みを入れても良い。切り込みを入れる部分にテープを貼付し、テープの部分に切り込みを入れる。

天井の養生は基本的に不要であるが、搬送時に天井に触れる可能性があるならば、空調が妨げられないようにテープ付養生シートあるいは養生シートで養生する。

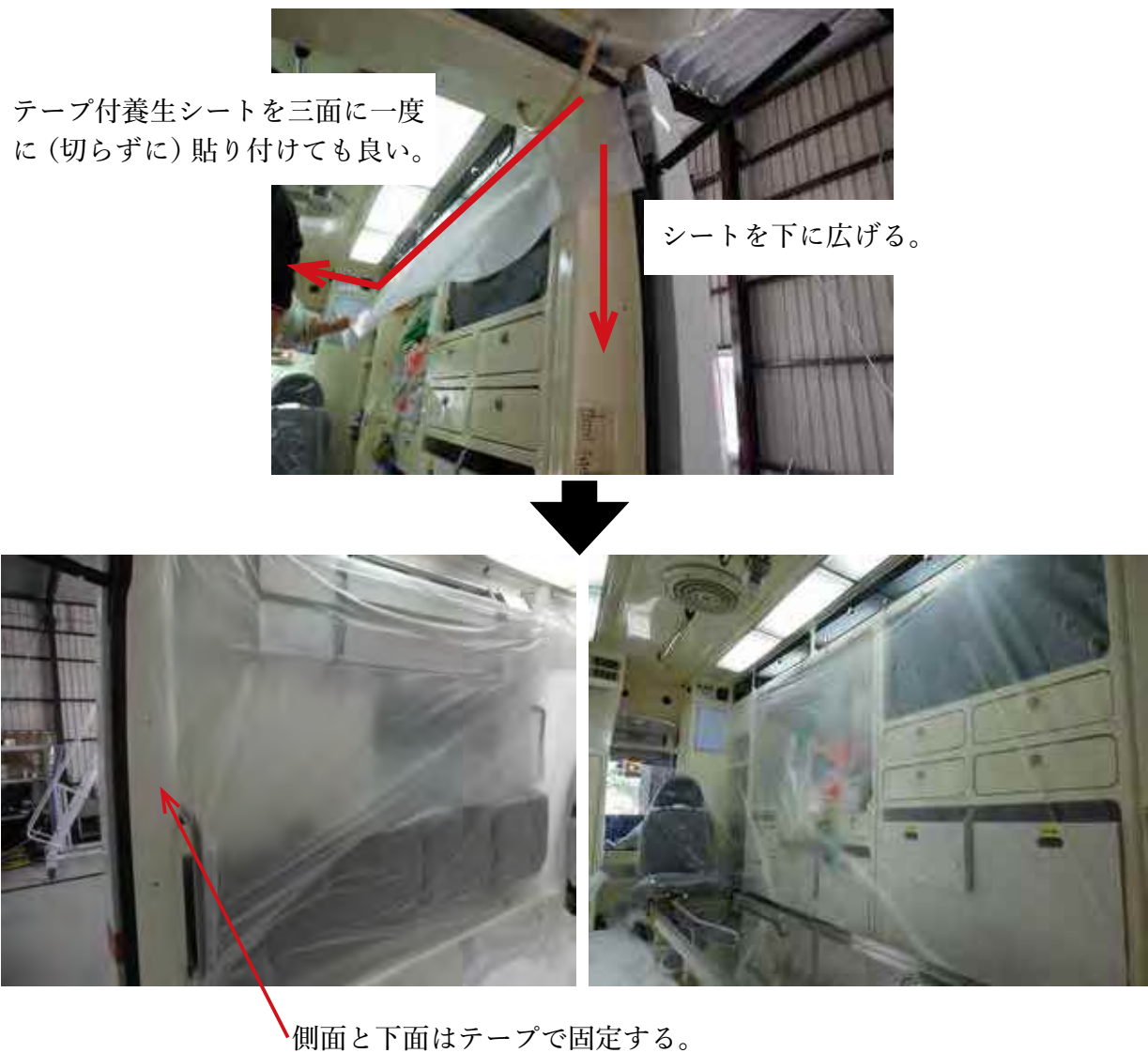


図5. 壁の養生

養生する壁の端から、天井側にテープ付養生シートを貼り付ける。その後、シート部分を下に広げ、側面と下側はテープで床の養生シートに貼付する。



テープ付養生シートの下面は、  
床にしっかりとテープで固定す  
る。

図7. 運転席との隔離

運転席側とはテープ付養生シートで隔壁を作り、放射性物質が運転席側に拡散しないようにする。



図6. 天井の養生

空調の通気口を塞がないようにテープ付養生シートを貼る。取手や資機材を吊り下げ  
る部分は使用できるように別途シートで養生する。

#### (4) ドアの養生

側面のドア部分は、人の出入りがあるため、壁のテープ付養生シートに切り込みを入れる。その内側に新たにテープ付養生シートを被せるように天井側から貼付する。ドアは、養生シートあるいはテープ付養生シートで全体を養生する。取手部分は、握ってシートやテープが剥がれない程度に余裕を持たせる。

後方ドアはテープ付養生シートで全面を養生し、辺縁を風で煽られないようにテープでドアに貼付する。

ドアの養生後、開閉の動作に支障がないか確認する。



図 8. ドア部分の養生

空調の通気口を塞がないようにテープ付養生シートを貼る。取手や資機材を吊り下げる部分は使用できるように別途シートで養生する。



図 9. ドアの養生

ドアのハンドル部分は、開閉時に使用できるようにシートに余裕を持たせて養生する。ドアの四辺のテープ付養生シートは、風で煽られないようにテープで固定する。

## (5) 搭載機器（医療機器等）の養生

医療器材は、個別にビニール袋などで被覆しておくことで使用時の放射性物質の付着を防止できる。ケーブルなどは、細長いビニール袋で養生する。

モニター類の前面の壁のテープ付養生シートには、モニター類を使用する際にケーブルなどを引き出したり、器材を操作したりするために切り込みを作る。



図 10. 医療器材の養生

医療器材は器材ごとにビニール袋で養生する。ビニールで被覆後はモニター画面の操作が可能なことを確認する。

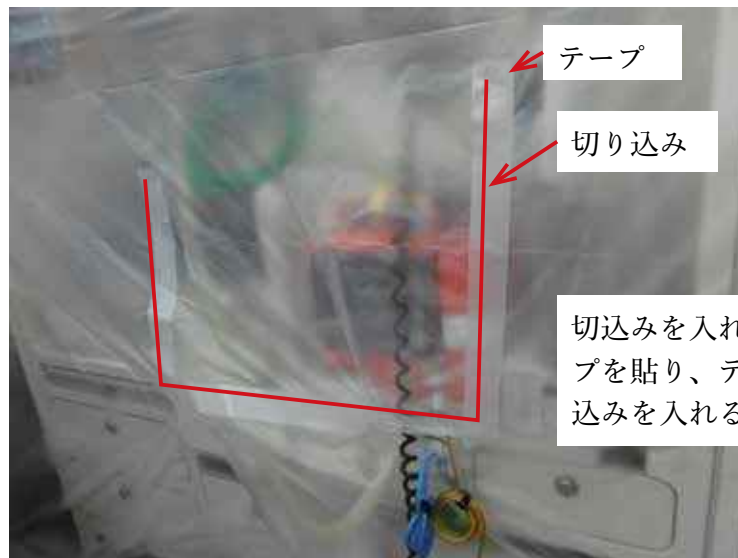


図 11. 医療器材部分の壁の養生

医療器材の前面の壁のテープ付養生シートには、切り込みを入れて、器材を使用できるようにする。切り込みはフラップ状にすると、使用時以外は、養生しておくことが可能となる。切り込み部分からケーブルなどを引き出す。





図 12. 搭載器材の養生

モニター類以外の救急車に搭載している器材も可能な限りビニール袋等で養生する。

#### (6) 座席、椅子

大きなビニール袋を被せて、ビニールの口部分を隙間ができないようにテープを貼付する。ベルトは細長いビニール袋で養生する。

座面のビニール袋は破損することがあるため、不織布シートやポリエチレンろ紙シートで二重に養生する方が良い。

ビニール袋の継目は、隙間ができないようにテープで貼り合わせる。



図 13. 椅子の養生

椅子は、座席部分と背もたれ部分に大きめのビニール袋を被せ、繋ぎ目をテープで隙間がないように貼り合わせる。

座った時にビニールがずれないようにする。

## (7) ストレッチャーの養生

ストレッチャーは、クッション、担架部分、本体に分けて養生する。

クッション部分は、ビニール袋で全体を被覆する。担架部分に固定するベルクロ部分は、穴を開けて、固定できるようにする。

ベルトは細長いビニール袋で被覆する。

担架部分は、養生シートで養生する。

本体は、養生シートを上からかけて、手が触れる部分を被覆する。

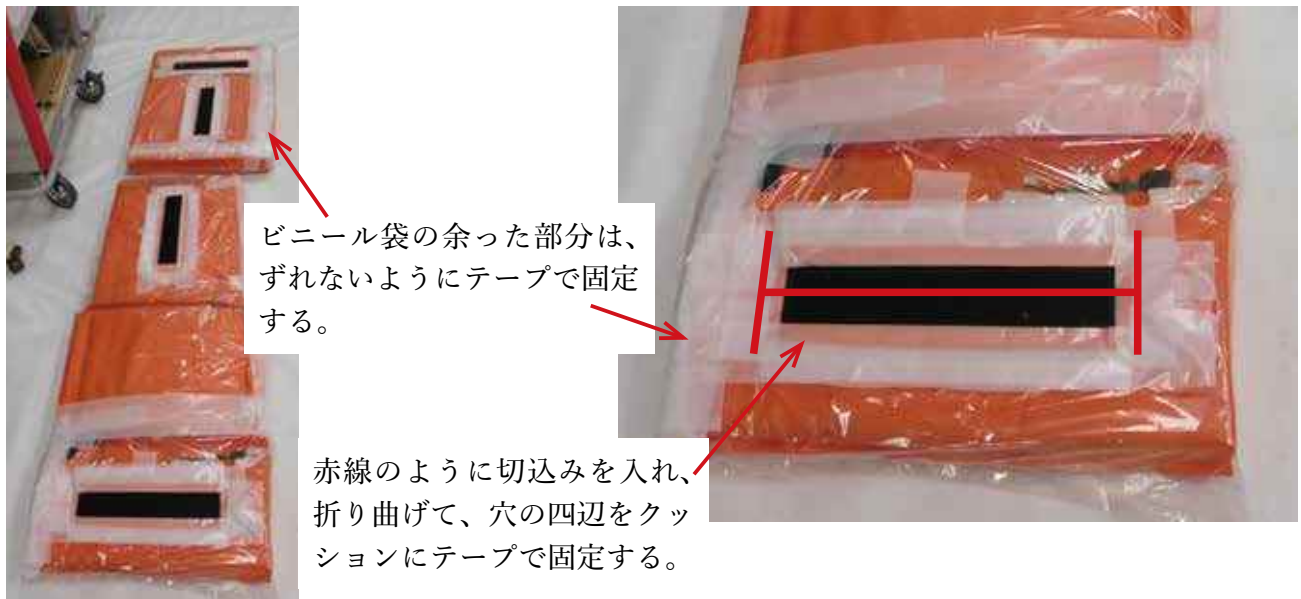


図 14. クッションの養生

クッションは、ビニール袋で全体を被覆し、ベルクロ部分を切り抜いて担架に固定できるようにする。

座面や背面等を立てたりして使用する場合も考慮し、シートは余裕を持たせて被せる。シートがずれないように、動作の妨げにならない部分の数カ所をテープで固定する。

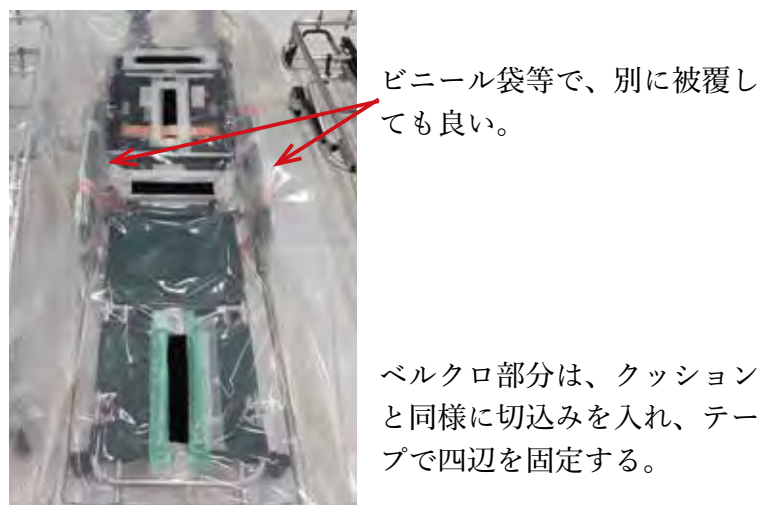


図 15. 担架部分の養生

養生シートを全体に被せ、ずれないようにシートの内側と担架をテープで固定する。ベルクロ部分を切り抜いて担架に固定できるようにする。

担架部分の固定用の器具の部分は、テープを貼り、テープの真ん中に切り込みを入れる。



赤線部分を、シートの内側とストレッチャーの枠部分をテープで固定している。

図 16. ストレッチャー本体の養生

担架部分と同様に、養生シートを全体に被せ、ずれないようにシートの内側とストレッチャーの枠の部分をテープで固定する。



図 17. ベルトの養生

ベルトは細長いビニール袋で被覆する。ベルトの長さ調整ができるようにビニール袋を長めにしておく。



クッションは不織布シートでさらに養生すると、滑りにくくなる。



養生シートは2枚重なる。

図 18. ストレッチャーの養生

ストレッチャー本体に担架部分とクッションを取り付ける。養生シートは2枚重なっている。

## 5. ヘリコプターの養生

### (1) 概要

ヘリコプターの養生は、運行に支障のない範囲で次の箇所を実施する。取り外し可能な機器等は、機外で養生する方が作業効率が良い。操縦席側は基本的に養生しない。

- 床
- 座席、椅子
- 天井、壁、操縦席側との境界
- ドア
- 搭載機器（医療機器等）

ヘリコプターの形状に合わせた養生シートのパーツを予め作成しておき、養生を実施するときは、パーツを貼り合わせると、効率的に実施できる。パーツを準備する場合は、厚めの養生シート（シート厚 0.3mm）を使用するのが良い。

養生シート、ポリエチレンろ紙シート、ビニール袋などを養生テープ（養生テープ、以下「テープ」）で固定する場合は、風で煽られて剥がれたりしないように、またテープの隙間から放射性物質が内側に入り込まないように、辺縁を貼り付ける。また、ハンドルの操作など動かして使用するドアや器材は、養生後に通常の動作が可能か、確認をすること。

ベルトや器具などの部分は、切り抜いておく。



図 19. ヘリコプター養生のパーツ

養生シートをヘリコプターの形状に合わせて、パーツを作成する。パーツ同士を貼り合わせる部分はベルクロテープを貼付しておくことで養生の作業が効率的にできる。機体にもパーツの貼付位置の印を付けておくが良い。

## (2) 床の養生

機外に出せる搭載器材は取り外した方が効率よく養生ができる。床は基本的に養生シートのみで養生する。床が広く、滑り易い場合は、ポリエチレンろ紙シートで二重に養生しても良い。床にある器具の部分は使用できるように、養生シート等を切り抜いておく。辺縁はテープで機体に貼付する。

## (3) 座席、椅子の養生

機体に固定したまま養生する場合は、養生シートで養生し、ベルトが使用できるようにしておく。座面あるいは椅子全体を、養生シートの上からポリエチレンろ紙シートまたは不織布シートで被覆しても良い。

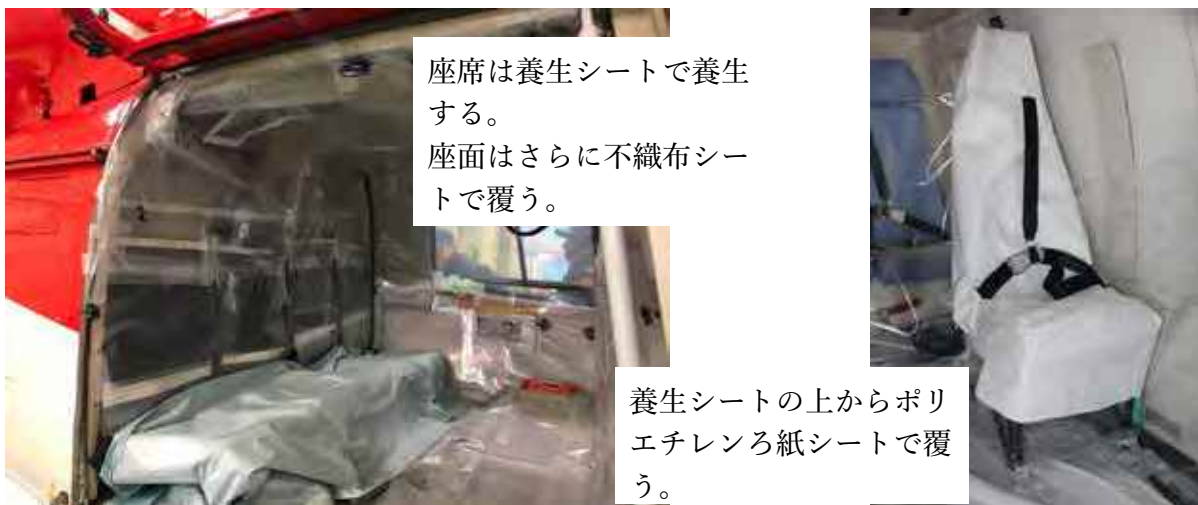


図 20. ヘリコプター座席の養生

座席は、養生シートで全体を覆う。ベルトを着用できるようにしておく。ベルトは細長いビニール袋で養生しても良い。養生シートの上から不織布シートあるいはポリエチレンろ紙シートで覆っても良い

## (4) 天井、壁、操縦席側との境界の養生

天井、壁は養生シートで養生し、辺縁はテープで機体にしっかり貼付する。必要な器材が使用できるように、養生シートを切り取る。切り取る部分にテープを貼付し、テープの中央に切り込みを入れると、シートの辺縁が補強される。

操縦席との間は、天井から床まで隔壁を作るように養生シートを貼付する。

## (5) ドアの養生

ドアが取り外せる場合は、取り外して養生すると効率が良い。全体的に丸みがあるため、養生シートに余裕を持たせて、貼り付ける。留め具やハンドル部分は、養生シートを切り取り、使用できるようにする。養生後に機体の取り付け、動作確認をする。



器具の部分は、シートを切り抜く。辺縁は風であおられないようにテープで機体に貼付する。



操縦席との境界は、天井から床まで隔壁を作るように養生シートを貼る。

図 21. ヘリコプター天井と操縦席との境界の養生

天井部分も養生シートで養生する。危惧がある部分は、使用の妨げにならないぐらいの穴を養生シートにあけ、穴の四辺をテープで機体に固定する。操縦席との境界は養生シートで隔壁を作る。



図 22. ヘリコプター壁の養生

壁を養生シートで養生したら、辺縁は風であおられないようにしっかりと機体にテープで貼り付ける。

ロック部分やハンドル部分は養生シートに切り込みを入れる。

切り取った部分の上から、フラップ状に養生シートを貼り付ける。



図 23. ヘリコプタードアの養生

ドアは可能であれば機体から外して養生すると効率的にできる。全体として丸みがあるため、養生シートに余裕を持たせて、貼り付ける。ロックやハンドルの部分は、切り込みを入れて、使用できるようにする。

## (6) 搭載機器の養生

搭載機材は、養生シート、ビニール袋など、器材の形状に合わせて養生する。担架あるいはバックボードなどは、ビニール袋で養生し、傷病者が滑らないように、ビニール袋の上からポリエチレンろ紙シートまたは不織布シートで養生する。

モニター類は、救急車の医療器材と同様に、ビニール袋を被せて養生した後、動作確認する。



図 24. ヘリコプター養生の完成後

大型のヘリコプターの養生後の状態。座席や担架を設置している。

なお、この養生では壁は下半分の部分を養生しており、床は養生シートの上にポリエチレンろ紙シートで二重に養生している。

## 6. 搬送後の汚染検査と除染

搬送終了後には、養生シートを放射性物質が付着している可能性のある内側の面（車内側）を包み込むように、ゆっくり丁寧に剥がす。その後、車両または機体内部、資機材の汚染検査を行う。汚染があれば拭き取りで除染する。

養生シート等を剥がす時は搬送時と同様に个人防护装備を着用する。使用済みのシート等は放射性物質が付着している場合は、放射性物質が付着した廃棄物として、処理する。シートの汚染検査が確実に実施できており、放射性物質の付着がない場合は、通常の廃棄物として処理することも可能であるが、廃棄方法は、自治体等の指示に従う。

## 7. 空調

全身の被覆、防護装備の着用状況では、長時間の搬送による熱負荷での発汗、体温上昇による生理的負荷を回避するため、搬送中の空調は基本的に使用する。環境への放射性物質の放出がない場合は外気循環、環境への放射性物質の放出がある場合は内気循環でエアコンを使用する。エアコンの送風口は塞がない。環境中への放出の有無が不明な場合は、内気循環を原則とする。

エアフィルタは、汚染の可能性があるため、交換することが必要となる。

## 8. 最後に

放射性物質が付着している傷病者の搬送における車両等の汚染拡大防止対策について解説した。車両等の養生については、傷病者の緊急度、災害の規模、準備にかかる時間などを考慮して、傷病者の被覆のみにする、あるいは床面の養生のみに省略することも可能である。養生にかかる時間は、あらかじめ訓練等で確認しておくことが望ましい。



# CBRNEテロ災害 初動対応マニュアル

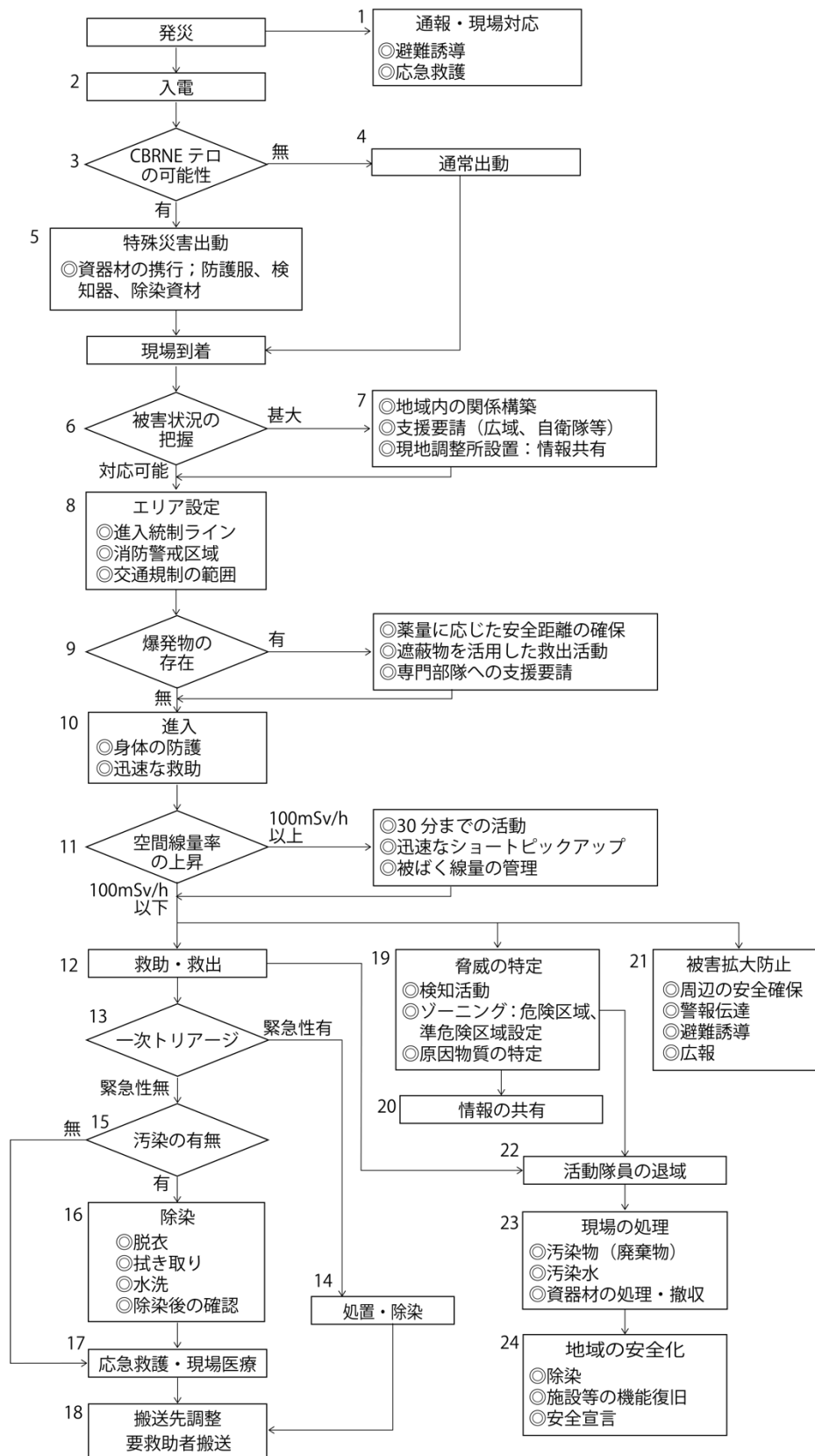
Ver. 202103

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費(放射線安全規制研究戦略的推進事業費)放射線安全規制研究推進事業(包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究)において作成されました。

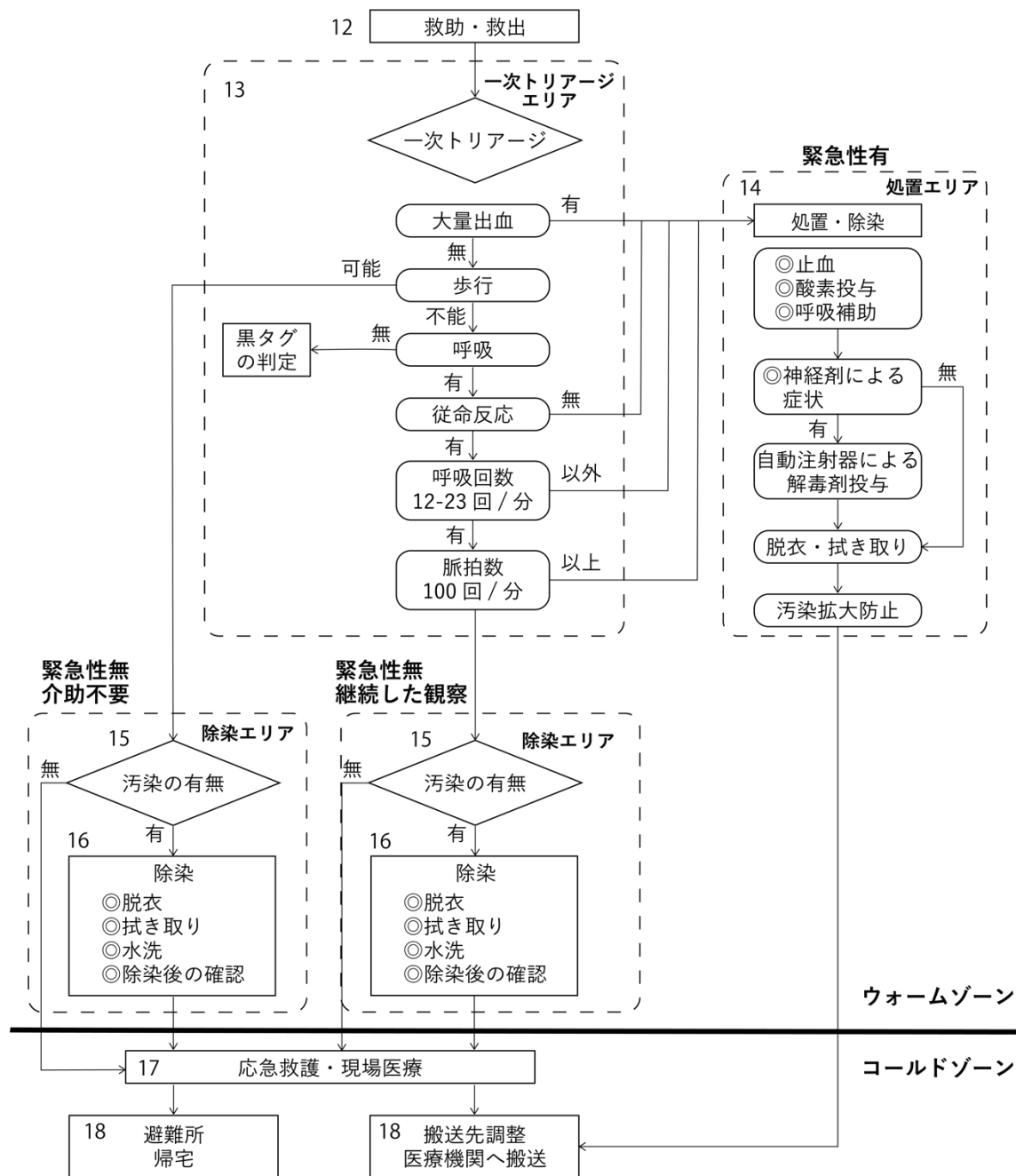
## 目次

対応フローチャート .....	1
災害現場、災害医療の CSCATTT .....	3
1. 通報・現場対応 .....	4
2. 入電 .....	4
3. CBRNE テロの可能性の判断 .....	4
4. 通常出動 .....	4
5. 特殊災害出動準備 .....	5
6. 被害状況の把握 .....	6
7. 被害甚大時の対応 .....	6
8. エリア設定 .....	7
9. 爆発物存在時の対処 .....	8
10. 進入 .....	8
11. 空間線量率の上昇 .....	9
12. 救助・救出 .....	9
13. 一次トリアージ .....	9
14. 処置・除染 .....	10
15. 汚染の有無 .....	10
16. 除染 .....	11
17. 応急救護・現場医療 .....	11
18. 搬送先調整、要救助者搬送 .....	11
19. 脅威の特定 .....	11
20. 情報の共有 .....	12
21. 被害拡大防止 .....	12
22. 活動隊員の退域 .....	13
23. 現場の処理 .....	14
24. 地域の安全化 .....	14

対応フローチャート



一次トリアージ・除染フローチャート（詳細）



※ 化学剤による呼吸停止の場合は、呼吸なしでの黒タグの判定ではなく、緊急性有りとして、蘇生することを原則とする。

参考資料

Vassallo J, Smith JE, Wallis LA Major incident triage and the implementation of a new triage tool, the MPTT-24 BMJ Military Health 2018;164:103-106.

### 災害現場、災害医療の CSCATTT

災害時には、「医療ニーズ」が「供給能力」を上回った状態であり、最大多数の救命、一人でも多くの救える命を救うことが目標になる。そのために、トリアージ (Triage) を行い、医療資源を投入すべき傷病者を選別し、治療 (Treatment) や搬送 (Transportation) の順位を決定します。これらの医療行為を行う体制を整えるために、指揮命令系統の確立 (Command & Control)、安全確保 (Safety)、情報収集と伝達 (Communication)、評価 (Assessment) が重要とされ、このコンセプトが CSCATTT である。

		C	S	C	A	T	T	T
	項目	指揮と調整	安全	情報共有	評価	トリアージ	治療	搬送
1	現場対応				○			
2	通報・入電	○		○	○			
3	CBRNE テロの可能性				○			
4	通常出動		○					
5	特殊災害出動		○					
6	被害状況の把握				○			
7	支援要請等	○						
8	エリア設定		○					
9	爆発物の存在		○					
10	進入		○					
11	空間線量率の上昇		○		○			
12	救助・救出		○					
13	一次トリアージ					○		
14	処置・簡易除染						○	
15	汚染の有無				○			
16	除染				○			
17	応急救護・現場医療						○	
18	搬送先調整・要救助者搬送	○						○
19	驚異の特定				○			
20	情報の共有	○		○				
21	被害拡大防止	○	○	○				
22	活動隊員の退域		○					
23	現場の処理	○	○		○			
24	地域の安全化	○	○					

1. 通報・現場対応
  - (1) 施設管理者または現場警備担当者等  
可燃物のない場所での爆発、同症状の複数患者の発生、異臭や不審物、不審な液体等を確認した場合、CBRNE テロを疑って行動する。
  - (2) 通報  
発生場所、被災者数、被災者の様態、原因（爆発、火災、異臭、煙、不審な液体）を通報する。
  - (3) 避難誘導  
発災場所の風上方向を基準に、避難方向を明確に示し、冷静沈着な行動を促す。
  - (4) 応急救護  
CBRNE テロを疑った場合、発災場所に不用意に近づかない。周辺の被災者の様態を確認し、化学剤の徴候がなければ、大量出血及び心肺停止患者については応急的な止血及び蘇生を行う。
  
2. 入電
  - (1) 被害状況の確認  
不正確、不足した情報であることが多い、また多数傷病者が発生した場合は、複数の通報となる。
  - (2) 確認項目  
発生場所、被災者数、被災者の様態、原因（爆発、火災、異臭、煙、不審な液体）
  
3. CBRNE テロの可能性の判断
  - (1) 化学テロ  
同一場所での複数の同一症状、異臭、不審な液体、可燃物等扱っていない場所での爆発
  - (2) 生物テロ（秘匿的攻撃、パンデミックは含まない）  
不審な粉
  - (3) 放射線テロ（核兵器によるテロ等は含まない）  
不審な粉、可燃物等扱っていない場所での爆発、不審物の放置
  - (4) 爆発物テロ  
可燃物等扱っていない場所での爆発、不審物の放置
  
4. 通常出動
  - (1) 携行品、装備等  
通常出動となった場合でも、呼吸保護装備、防護手袋（ニトリル系）は携行し、事象の変化が生じた場合、あるいは化学テロを疑った場合は直ちに着用する。

(2) 継続的な情報収集

専門機関及び警察等関係機関との情報共有、及び現場状況の変化等継続的な情報収集に努める。

(3) 現着後特殊災害と判明した場合

呼吸保護装備を装着し、身体の露出部位をなくし、特に手袋は二重に装着し、不審な液体等に絶対に触れないように注意して風上側から接近し、被災者のショートピックアップが可能であれば短時間で実施する。また、可能な範囲で応急救護を実施し、専門部隊の応援を要請する。

5. 特殊災害出動準備

(1) 携行資材の準備

CBRNE テロ発生を判断し、特殊災害出動となった場合、複合使用等最悪を想定し全ての CBRNE 脅威に対応できるよう準備する。

(2) 防護服

a レベル A 防護服

化学テロ災害時、現場到着後直ちに発災場所に進入し、最も危険な発災点から歩行不能被災者を迅速にショートピックアップする場合に適する。

b レベル B 防護服

化学テロ災害時、ホットゾーン及びウオームゾーンにおける被災者の搬送、除染、検知をする場合に適する。(30 分以上行動する場合はボンベ交換が必要)

c レベル C 防護服

化学テロ災害時、ホットゾーン及びウオームゾーンにおける被災者の搬送、除染、検知をする場合に適する。しかしながら、長時間（一般的に 1 2 時間有効、高濃度の有毒ガスが存在する場合はこれより短時間となる）行動する場合は吸収缶の交換が必要となる。また、酸素が欠乏している場合及び吸収缶の適用ガス以外の有毒ガスが存在している場合は使用できない。

d 簡易防護服（タイベック）

放射線テロまたは生物テロ災害時、身体の汚染を防止する場合に適する。なお、ゴム手袋、靴カバー、防護マスク（N95 以上）を装着し、結合部はテープによる目張りをする。

化学テロ災害時は、化学防護服としての性能を有する簡易防護服を着用し、防毒マスクによる呼吸保護を実施する。

(3) 検知器

原因となる脅威が特定できていない場合は、全ての検知器材を活用する。特に放射線の個人線量計は、どの場合でも必ず装着する。



a 化学剤

化学剤検知器、分析器、検知紙、可燃性ガス測定器、酸素濃度測定器、有毒ガス測定器

b 放射線

個人線量計、線量率計（空間線量測定用、汚染密度測定用）

個人線量計および空間線量率計は出動時から電源を入れ、測定を継続しながら出動する。

c 生物剤

簡易検査チケット、テストストリップ

(4) 除染器材

a 乾的除染

ビニール袋（汚染物回収用）、はさみ、ふき取り用紙タオル、毛布等

b 水的除染

除染剤（器資材除染用）、紙タオル、ビニール袋（汚染物回収用）、除染テント、毛布、汚水回収用ポンプ、汚水回収用容器等

6. 被害状況の把握

(1) 優先事項

発災現場に残された被害者の迅速なショートピックアップを最優先とし、到着後の情報収集、現場確認及び測定器による確認は、努めて速やかに実施する。

(2) 情報収集

通報者、現場施設責任者、目撃者等から情報を収集する。

(3) 現場確認

被害者の概数及び被害様相により化学剤の可能性の有無を判断し、放射線の有無については検知器により迅速に確認する。さらに不審物（爆発物、化学剤など）に注意し、二次攻撃に留意する。

7. 被害甚大時の対応

(1) 地域内の関係構築（顔の見える関係構築）

先着隊の活動計画では対応ができないほど被害が甚大である場合は、県内外の消防本部、警察、自衛隊等へ支援要請をすることとなるが、各組織への支援要請の方法、手順は事前に把握し、カウンターパートを確認しておく必要がある。

(2) 現地調整所の開設；情報共有

当初現着消防隊の指揮所に情報を集約・共有し、逐次現着する関係機関の各指揮所を当初の現場指揮所近傍に開設する。自治体による担当者の現着後、現地調整所として開設し、情報の集約、現状把握、行動方針の決定、役割分担の調整、広報等を

組織的に実施する。

(3) 広域支援要請

多数被害、汚染物質の存在及び被害拡大の可能性が確認された場合、直ちに消防本部に通報し、増援、NBC 災害対応部隊の支援を要請する。自衛隊への支援要請は、支援要請の内容、目的等を明確にし、地区担当自治体担当者から都道府県防災担当者（知事権限）へ連絡し、都道府県防災担当者（知事権限）から災害派遣要請をする。

8. エリア設定

(1) 進入統制ライン

発災現場の状況を確認し、各ゾーンが設定される前に、危険な事象が発生しているもしくは、発生する可能性がある地域と安全な地域とを区別し、活動隊員の安全を確保する。また、この進入統制ラインから発災現場への進入は防護装備の着用、検知器材の携行が必須である。

放射線テロ災害の場合は、バックグラウンドレベル以上の空間線量率が検知される、あるいは放射性物質の飛散による汚染が疑われる地域との境界で設定するのが原則である。

化学テロ災害の場合は、要救助者が倒れている場所から風上 120m で設定するのが原則である。

(2) 立入禁止区域等

現場での消防活動、捜査等を効果的に行うために必要なエリアを確保し、住民や一時滞在者等の安全確保を図り、外周を標識等により明示する。消防警戒区域、立入禁止区域等がそれぞれ担当の消防、警察により設置される。区域内からの退避および区域内への出入りを禁止または制限する。

(3) 交通規制の範囲

緊急車両、救急車の傷病者搬送等の円滑な通行の確保、住民や通行者の二次災害防止のため、発災現場を中心に十分広い区域において、交通規制する。交通規制は警察によって実施される。

## 9. 爆発物存在時の対処

### (1) 安全距離の確保

不審物の大きさから概略を判断（人員可搬型のテロの場合、薬量 5kg 以下が大  
半）し、爆発物の薬量に応じた安全距離を確保する（下表）。なお、いつ爆発する  
かわからないことを常に意識して行動する。

爆発物の種類 (容器、車両等の種類)	爆発物 TNT 換算薬量 (kg)	避難命令距離 (m)	避難推奨距離 (m)
鉄パイプ、圧力鍋	2.3	21	366
ベスト	9.2	34	518
スーツケース	23	46	564
軽自動車	227	98	580
バン、RV 車	454	122	732
2tトラック	1,814	195	1,159
4tトラック	4,536	263	1,555
大型トレーラー	27,216	479	2,835

出典：火薬学会爆発物探知専門部会編 爆発物探知・CBRNE テロ対策ハンドブック

### (2) 専門部隊への支援要請

警察（爆発物処理班）への出動を要請する。専門部隊到着までの間、要救助者の様  
態（大量出血、化学剤併用による症状の出現等）の確認し、専門部隊到着時間と要  
救助者の救命のための時間的猶予を判断する。

### (3) 遮蔽物等を利用した救出

建築物、構築物の壁、柱、堅固な施設付帯物、ソファ等々の遮蔽物、防爆盾、車両  
等遮蔽に活用できるものは全て活用し、救命のための時間的余裕のない被災者の  
ショートピックアップに努める。遮蔽物があっても 20m 以内に近付いてはいけな  
い。

## 10. 進入

### (1) 身体の防護

呼吸器と皮膚が防護されていれば化学剤及び生物剤からは防護可能である。レベ  
ル A 防護服であれば、爆発、強度の放射線を除き、身体の防護は可能である。

### (2) 迅速な救助

CBRNE テロ災害の場合の被災者は、汚染物質からの離隔、及び拮抗剤の投与（神  
経剤の場合）、心肺蘇生、止血（大量出血の場合）、を可能な限り迅速に行うことが  
救命率を向上させる。

## 11. 空間線量率の上昇

### (1) 空間線量率の測定

出勤時から放射線の測定を実施し、バックグラウンド以上の放射線を検知した場合、あるいは個人線量計で数値が上昇した場合は、放射線の測定を継続する。100mSv/h以下の地域では、個人線量計による被ばく線量管理を行い、被ばく線量が100mSvを超えないように活動計画を立て、救助等必要な活動を実施する。

### (2) 100mSv/hを超える地域での活動

100mSv/h以上の地域では、活動時間を30分以下に制限し、人命救助のみを行い、迅速なショートピックアップを行う。

### (3) 放射線防護の3原則

#### a 時間の原則

時間に比例し被ばく線量が蓄積されるため、迅速な活動に徹する。

#### b 距離の原則

放射線源から離れれば著しく低減するため、放射線発生源の近くを避ける。

#### c 遮蔽の原則

建造物、車両等が遮蔽物として利用できれば努めて活用する。

## 12. 救助・救出

### (1) 処置の優先順位

拍動性出血を確認した場合、止血を最優先する。原因物質（化学剤）により汚染されている地域における心肺停止患者は、風上側にショートピックアップした後、あるいはウォームゾーンに救助した後、速やかに心肺蘇生の処置を行う。

### (2) 歩行不能患者

化学剤または放射性物質が存在する地域からの離隔を迅速に実施する。多数傷の場合、レスキューキャリアマット（患者を包み込みロープで引きずるタイプの救出具）を活用すると効率的である。

### (3) 歩行可能患者

避難方向を明確に示し、冷静沈着な避難を促す。視覚障害、意識レベルの低下、錯乱している場合、歩行を補助する。

## 13. 一次トリアージ

### (1) 緊急度の判断

生命維持に必要なバイタルサイン（大量出血、意識状態、呼吸、心拍、痙攣）を確認し迅速な処置を実施する。詳細は一次トリアージ・除染フローを参照のこと。呼吸数、心拍数の判断基準の数値は各機関の数値に合わせる。

### (2) 拮抗薬投与の判断

神経剤による症状（鼻汁、流涎、視覚異常、眼痛・流涙、呼吸苦）が発生している場合、新鮮な空気を投与する。また自動注射器により拮抗薬（アトロピン、パム）の投与の条件に該当するか判断する。

<自動注射器の使用判断モデル>

- ① 化学テロの蓋然性；自力で動くことができない傷病者3名以上、重症外傷事案以外（爆発や出血がない）
- ② 神経剤の症状（鼻汁、流涎、視覚異常、眼痛・流涙、呼吸苦）
- ③ 化学剤検知器で神経剤の陽性アラートの発報
- ④ ①～③を満たさない場合は、専門家の助言

※対象者：一般市民の傷病者、部隊員のうち体調が悪化した者（小児を除く）

#### (3) 除染の必要性の判断

歩行の可否と汚染物質の付着状況により除染要領（脱衣、ふき取り、水洗）を分類する。汚染物質が付着していない有毒ガスを吸引しただけの患者（顔面等に汚染物質の付着がない場合）は除染の必要がなく、速やかコールドゾーンに誘導する。

### 14. 処置・除染

一次トリアージにおいて緊急性があると判断された場合は、直ちに止血、呼吸補助を行い、脱衣と被覆による汚染拡大防止措置を実施する。

拮抗薬の投与の条件を満たしている場合は、直ちに自動注射器を使用する。

### 15. 汚染の有無

#### (1) 化学剤による汚染の検査

化学剤による汚染は液体の付着によるものであるため、目視、検知紙による検査が有効である。化学剤検知器による検査はウオームゾーン内では汚染空気存在の可能性があり、汚染検査において疑陽性の誤報が出る場合がある。

#### (2) 放射性物質による汚染の検査

放射線測定器を体表面から1cmの距離を維持し、1秒間で5～6cmの速度で動かし確認する。また、 $\alpha$ 線放出核種による汚染の場合、汚染検査は難しく、汚染拡散予測等の状況によっても汚染の有無を判断せざるを得ない。

#### (3) 生物剤による汚染の検査

炭疽菌の場合、鼻腔スメア、または被服等に付着した白い粉のスメアにより検査できる場合があるが、それ以外の生物剤の場合、除染の要否を確認するための汚染検査は困難である。生物剤テロが発生した場合、その近傍の拡散予測範囲にいた人員は全員除染対象となる。

## 16. 除染

### (1) 脱衣による除染

一番外側の衣服の脱衣及び脱靴で概ね 90%の除染が可能であり、脱衣した被服等はビニールの袋に入れてウオームゾーンに一時保管する。

### (2) 拭き取りによる除染

露出皮膚及び被服の浸透が疑われる場合、ふき取りにより除染する。この際、RSDL等の除染具があれば使用する。脱衣とふき取りにより 99%の除染が可能である。

### (3) 水洗による除染

水洗が最も効果があるが、時間を要し、低体温、汚水発生等の問題を有する。大人数の迅速な除染の要領として、消防車等からシャワー状に放水し汚染人員を通過させて除染をする方法（ラダーパイプ）もある。

### (4) 除染後の確認

化学剤は化学剤検知器あるいは検知紙を用い、放射性物質は表面汚染計で除染効果を確認する。

## 17. 応急救護・現場医療

### (1) 応急救護

呼吸補助、止血、創傷の応急処置を実施する。

### (2) 現場医療

現場に医療チームがいる場合は、気管挿管、拮抗薬の投与などを実施する。

## 18. 搬送先調整、要救助者搬送

### (1) 搬送先調整

地域の災害医療体制、計画に基づいて、搬送先を選定、調整する。

### (2) 要救助者搬送

放射性物質が付着している場合は、汚染拡大防止として被覆し、搬送する。

通常の救急搬送と同様の車内活動は実施する。

搬送後には、救急隊員と救急車内の汚染検査を実施する。

## 19. 脅威の特定

### (1) 検知活動

#### a 化学剤の検知

化学剤検知器及び検知紙等を使用し、汚染物質の特定及び汚染範囲の決定を行う。

この際、被災者の症状、証言、不審物の状況等も総合的な判断要素とする。

#### b 放射線の検知

放射線量率計により放射線強度を測定し危険範囲を決定する。また、スメア法（ふ

き取り)により汚染の有無、範囲を決定する。核種が判明できる検知器があればその結果を医療従事者に通報する。

c 生物剤の検知

白い粉の散布等、明示的なテロ以外では発災現場での検知は困難である。明示的な散布の場合、抗原抗体反応を利用した簡易検査キットやテストストリップで特定の生物剤の検知が可能である。秘匿的な散布の場合、数日から十数日経過後発症するため、保健機関による疫学調査により特定せざるを得ない。

(2) ゾーニング

a 危険区域 (ホットゾーン)

原因物質に直接接触する可能性のある区域で、不審物の存在、検知器による反応を示す一帯、歩行不能者が倒れている一帯で、発災地点から約 100m 距離を目安とする地域に設定し、立ち入り禁止テープ、カラーコーン等で表示する。有毒ガスを発生する原因物質が存在する場合(液滴など)は、汚染拡散防止のシート等で覆う。

b 準危険区域 (ウォームゾーン)

直接的な危険は少ないが、救出活動等により二次汚染の可能性のある地域で、ホットゾーンの風上側 100m~120m の地域に設定し、除染活動等を行う。

c 安全区域 (コールドゾーン)

危害が及ばない安全な区域で救護所や現場指揮本部、現地調整所等を設置する。

(3) 原因物質の特定

分析装置または専門機関に採取試料を後送し剤種を特定する。

20. 情報の共有

(1) 現地関係機関の活動に関する情報

現地関係機関の部隊等の編成、装備、能力、救出、検知等活動状況の現状、支援要請、増援部隊等の状況等について関係機関で情報を共有し、効率的・効果的な活動に資する。

(2) 災害に関する情報

被害者の人数、様態、歩行不能者の位置、有害物質の特性、散布量、汚染範囲、二次被害、被害拡大の状況等の情報を集約し、迅速な救出活動による救命率の向上に資する。

(3) 住民に関する情報

現場付近に存在した歩行可能者の状況、危険が予測される区域の住民等の状況、警報発令、避難誘導、避難場所の状況等の情報を共有し、被害の拡大を防止する。

21. 被害拡大防止

(1) 周辺の安全確保

CBRNE テロ災害では危険区域は発生現場だけでなく風下方向に拡散し、大気の状態が安定しており風速2～5 m/sの場合、風下数 km に拡散する可能性がある。

スマホアプリの WISER(The Wireless Information System For Emergency Responders)を使用し、気象、化学剤等の条件の入力で風下危険区域が算定できる。

(2) 警報伝達

発災現周辺では、拡声器等により避難を呼びかけ、迅速な避難を促す自治体を通じ、周辺住民に対し警報を伝達し、屋内待機又は避難指示を徹底すると共に、警察による交通統制、地域封鎖との連携を図る。伝達手段としてエリアメール、テレビ、ラジオ、防災無線などを活用する。

(3) 避難誘導

汚染の流動方向から迅速に離脱する方向に誘導するため、避難方向、避難場所、危険個所の回避を明確に伝わるよう努める。また、パニックによる二次被害を防止するため、冷静沈着な対応を促す。

(4) 広報

周辺住民の安全を確保するための情報発信を最優先し、住民の不安を除去するため、適時・正確な情報発信に努める。この際、広報の窓口を一本化し、整理された公式見解の発表を行う。

22. 活動隊員の退域

(1) 二次汚染の有無の確認

活動時に付着した汚染の有無を検知器、検知紙を用いて確認する。特に靴、要救助者に触れた箇所は汚染されていると判断する。

(2) 防護衣の脱衣

汚染面に身体が触れないように脱衣する。また、化学テロ対応時は、脱衣した場所から風上側に約 50m移動した地点で呼吸保護具を外すことが望ましい。脱衣した防護衣は十分に除染するかビニール袋に入れウォームゾーンに一時保管する。

(3) 残留汚染の確認と除染

防護装備の脱衣後は、化学剤検知器及び放射線測定器により、身体の汚染の有無を確認する。

身体に汚染を確認した場合、直ちに洗浄（石鹼水の使用が望ましい）し、被服に汚染を確認した場合は、直ちに脱衣しビニール袋に封入しウォームゾーン内で一時的に保管する。

汚染地域内で使用した検知器、救助具等はウォームゾーンで確実に除染する。

(4) 汚染状況及び汚染物質等の表示

退域時には、汚染された地域・施設等はその後の除染を容易にするため可能な範囲



で汚染状況及び汚染範囲を表示する。また、活動により発生した汚染廃棄物等は、密閉容器等により安全化し所要の表示をする。

## 23. 現場の処理

### (1) 汚染物（廃棄物）の処理

救助活動、検知活動等で発生した汚染物、及び発災現場の汚染物等は、密閉容器への封入により危険物質の漏洩がないことを確認後、焼却処分できる施設に移送する。移送が困難な汚染物は、現場にて除染剤により無害化する。この際発生する汚水についても回収する。輸送の可否、一時保管、処分要領等について自治体の指示に従い実施する。

### (2) 汚水の処理

除染により発生した汚水は極力回収して密閉容器に封入し、じ後の処置について、自治体の指示に従う。

回収した汚水を放出する場合は、専門機関による安全性と排出基準への適合について確認し、安全の確認後、自治体の許可を得て下水に放水する。

### (3) 資器材の処理

養生が施されている場合、汚染面を包むように養生シートを外しビニール袋に密封する。

放射性物質による汚染がある場合は、原則としてふき取または水洗を実施する。除染できない場合は、廃棄、交換することが原則となる。化学剤による汚染があり、養生が施されていない場合、5%次亜塩素酸でのふき取りを実施する。布製部位は原則として廃棄し交換することが望ましい。

水除染が不適な精密器材等は事前にビニール等で養生することが望ましい。

## 24. 地域の安全化

### (1) 地域等の除染

化学剤により汚染された地域の除染は、大量の除染剤が必要となるため自衛隊の支援を要請する。地域の除染により発生する汚水は通常回収が困難であるため、除染開始前に自治体と除染要領について協議する。

除染剤は腐食性があるため、除染が適さない部位については、化学剤の種類により放置して揮発させることが適する場合もある。

放射性物質による地域の汚染を除去する場合は、吸引、除土、水洗（汚水回収）等の手段がある。

### (2) 安全宣言

除染後、検知器等を使用し残留する危険物質の有無を確認する。

安全宣言は、専門機関の助言を得ながら自治体が判断する。

参考資料

1. 消防庁 「テロ災害等の対応力向上としての止血に関する教育テキスト(受講者用)」平成 30 年 3 月
2. 消防庁 「テロ災害等の対応力向上としての止血に関する教育テキスト(指導者用)」平成 30 年 3 月
3. 化学災害・テロ対策に関する検討会 「化学災害・テロ時における医師・看護職員以外の現場対応者による解毒剤自動注射器の使用に関する報告書」令和元年 10 月 30 日

# 原子力防災体制

原子力災害医療 基礎研修

原子力災害基礎-1

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

Ver.202101

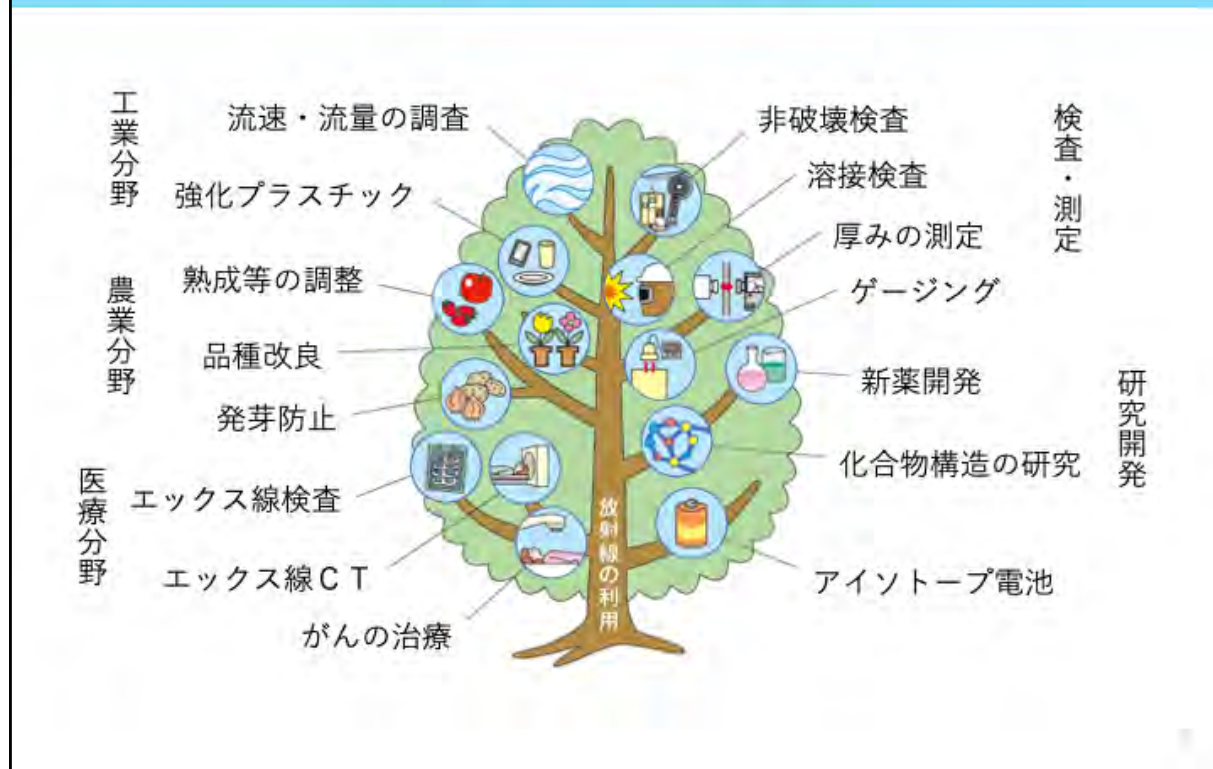
本資料は、原子力規制庁平成31年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

時間：30分

内容

- 放射線の様々な利用
- 放射線事故・災害の種類
- 原子力災害
- 関連文書
- 原子力災害対策指針
- 原子力災害対策重点区域
- 緊急事態の段階
- 緊急事態区分及び緊急時活動レベル(EAL)
- 運用上の介入レベル(OIL)
- OILの初期設定値と防護措置の内容
- 原子力災害時の防護の考え方・基準
- 安定ヨウ素剤の予防服用の体制
- 緊急時モニタリング
- 避難退域時検査及び除染
- 原子力災害時の医療体制

## 放射線の様々な利用



放射線は、医療のみならず、農業、工業などの様々な分野で利用されています。

医療の分野では、診断に利用するX（エックス）線撮影、X（エックス）線の透過度の差から臓器を画像化するCT（コンピューター断層撮影）、注射器、手術用の手袋やガウンなどの滅菌、ガンの治療にも利用されています。

農業分野では、放射線を照射することで突然変異を惹起して、病気に強い品種や栄養価値を高めた品種の開発などの品種改良やジャガイモの発芽防止にも利用されています。また、不妊化した成虫を野外に放し、繁殖を抑制することによる害虫の駆除にも役立っています。

工業の分野では、自動車のタイヤなどの高分子化合物に放射線を当てると、熱が強くなり、機械的強度も増します。また、医療のX（エックス）線撮影と同じように物を壊さないで内部を検査する非破壊検査や連続的に物の厚さや密度を測るのにも利用されています。

また、半減期を使用した年代測定や放射性物質の熱を使用したアイソトープ電池等にも利用されています。

出典：原子力・エネルギー図面集2016

## 放射線事故・災害の種類



原子力災害は、原子力発電所や原子力施設などの事故・災害です。原子力災害対策特別措置法では、原子力災害とは、原子力緊急事態により国民の生命、身体または財産に生ずる被害を指します。ここでいう原子力緊急事態とは、原子力事業者の原子炉等の運転等により放射性物質または放射線が異様な水準で当該原子力事業者の原子力事業所外へ放出された事態を指します。

その他、放射線の事故・テロ・災害には、放射線源による外部被ばく、放射性物質の拡散による汚染と内部被ばくを生じるものがあります。爆発物を使用した放射性物質の拡散の場合は、被災者に放射性物質による汚染や体内への吸入等による内部被ばくに加えて爆傷の被害が生じます。また原子力施設の破壊行為や核兵器の使用では、外部被ばく、内部被ばく、汚染の全てが混在することになります。

放射線事故や災害の種類は、

- 原子力施設の事故
- 放射性物質及び放射線の使用施設の事故
- 核物質や放射性物質の輸送中の事故
- 小規模な核兵器

原子力発電所や放射線使用施設への破壊行為、いわゆるテロ

放射性物質を意図的なまき散らし、いわゆる、ダーティボムなど、様々種類が考えられます。

# 原子力災害

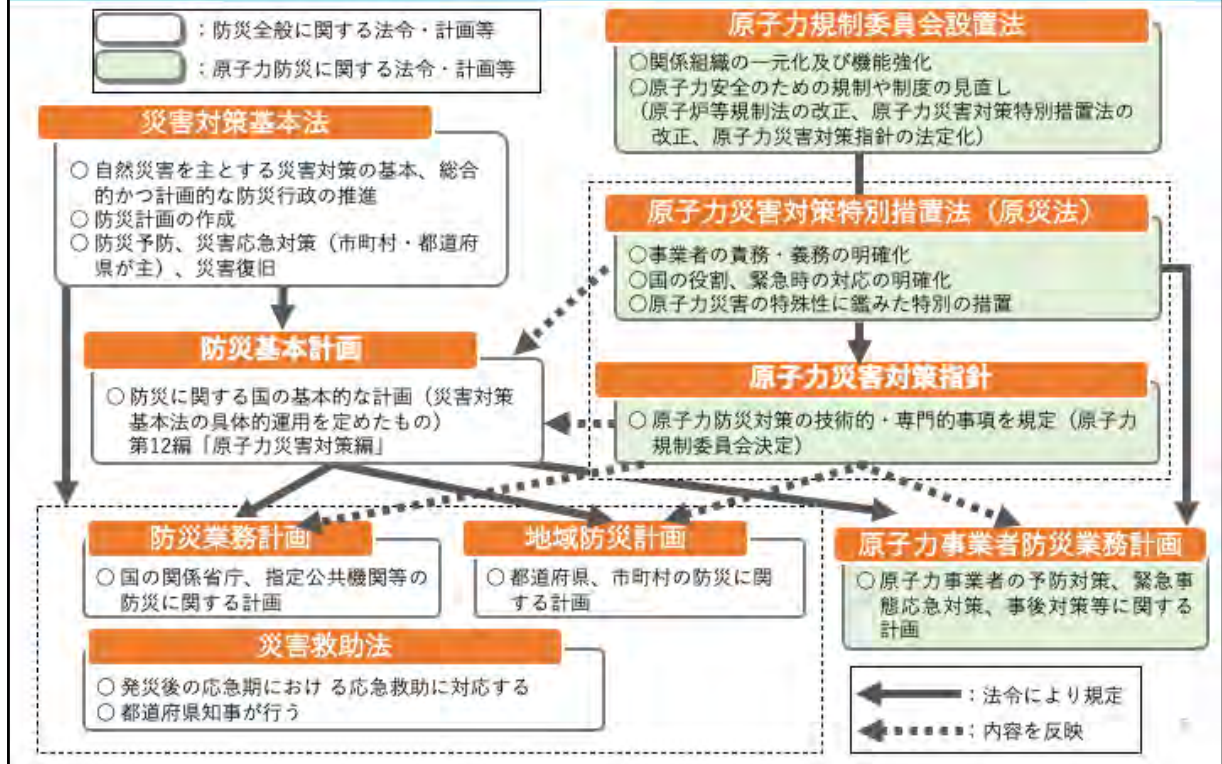


原子力発電所では、ウランが核分裂して発生する熱を発電に利用しています。この核分裂によって生じたものが核分裂生成物で、放射性物質を多く含んでいます。主に、キセノン、クリプトンなどの放射性希ガス、ヨウ素-131、ヨウ素-133、セシウム-134、セシウム-137、ストロンチウム-90など粒子状物質の気体や液体が生じます。事故で燃料のペレットや被覆管が破損すると、これらの放射性物質が外部へ漏れ出ます。

福島第一原子力発電所の事故では、津波によって全電源が喪失し、そのために原子炉を冷却できなくなり、原子炉内の温度や圧力が上昇して大量の放射性物質が環境中に放出されました。放出された気体状の放射性物質は、雲のような状態で大気中を流れます。このプルームから降ってきた放射性物質が地表に沈着したり、野菜などの食物に取り込まれます。そこで、プルームが通過した地域にいと汚染したり、プルームからのガンマ線や地表からのガンマ線による外部被ばくをしたり、吸入や食事から内部被ばくをしたりします。

原子力災害時における医療対応には、通常の救急医療、災害医療に加えて被ばく医療の考え方が必要となります。すなわち、被ばく線量、被ばくの影響が及ぶ範囲、汚染の可能性等を考慮して、被災者等に必要な医療を迅速、的確に提供する事です。

# 原子力防災に関する主な法令及び計画



原子力災害も他の災害と同じように「災害対策基本法」と、「災害対策基本法」等の特別法である、「原子力災害対策特別措置法」が基本になります。

また、「災害対策基本法」に基づき、中央防災会議は、内閣の重要政策に関する会議の一つとして、内閣総理大臣をはじめとする全閣僚、指定公共機関の代表者及び学識経験者により構成され、防災基本計画の作成や、防災に関する重要事項の審議等を行います。

この防災基本計画は、政府の防災対策に関する基本的な計画で、災害の種類に応じて、災害予防・事前準備、災害応急対策、災害復旧・復興という災害対策の時間的順序に沿って記述され、国、地方公共団体、住民等、各主体の責務を明確にするとともに、それぞれが行うべき対策をできるだけ具体的に記述されています。その第12編が原子力災害対策についてです。

さらに、原子力災害対策指針は、「原子力災害対策特別措置法」に基づき、原子力規制委員会が、原子力災害策を円滑に実施するために、専門的・技術的事項について定めたものです。

この防災基本計画及び原子力災害対策指針に基づき、指定行政機関及び指定公共機関は防災業務計画を、地方公共団体は地域防災計画を作成し、災害に備えます。

## 原子力災害対策指針

- 原子力災害対策指針は、原子力災害対策特別措置法に基づき、原子力事業者、指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長、地方公共団体、指定公共機関及び指定地方公共機関その他の者が原子力災害対策を円滑に実施するために定めるもの。
- 国民の生命及び身体の安全を確保することが最も重要であるという観点から、緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する放射線の重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するための防護措置を確実なものとする。
- 原子力災害特別措置法では、本指針で次の事項を定めるとされている。
  - 一 原子力災害対策として実施すべき措置に関する基本的な事項
  - 二 **原子力災害対策の実施体制**に関する事項
  - 三 原子力災害対策を重点的に実施すべき区域の設定に関する事項
  - 四 前三号に掲げるもののほか、**原子力災害対策の円滑な実施の確保に関する重要事項**

本指針は、原子力災害対策特別措置法(平成11年法律第156号。以下「原災法」という。)第6条の2第1項に基づき、原子力事業者、指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長、地方公共団体、指定公共機関及び指定地方公共機関その他の者が原子力災害対策を円滑に実施するために定められたものです。

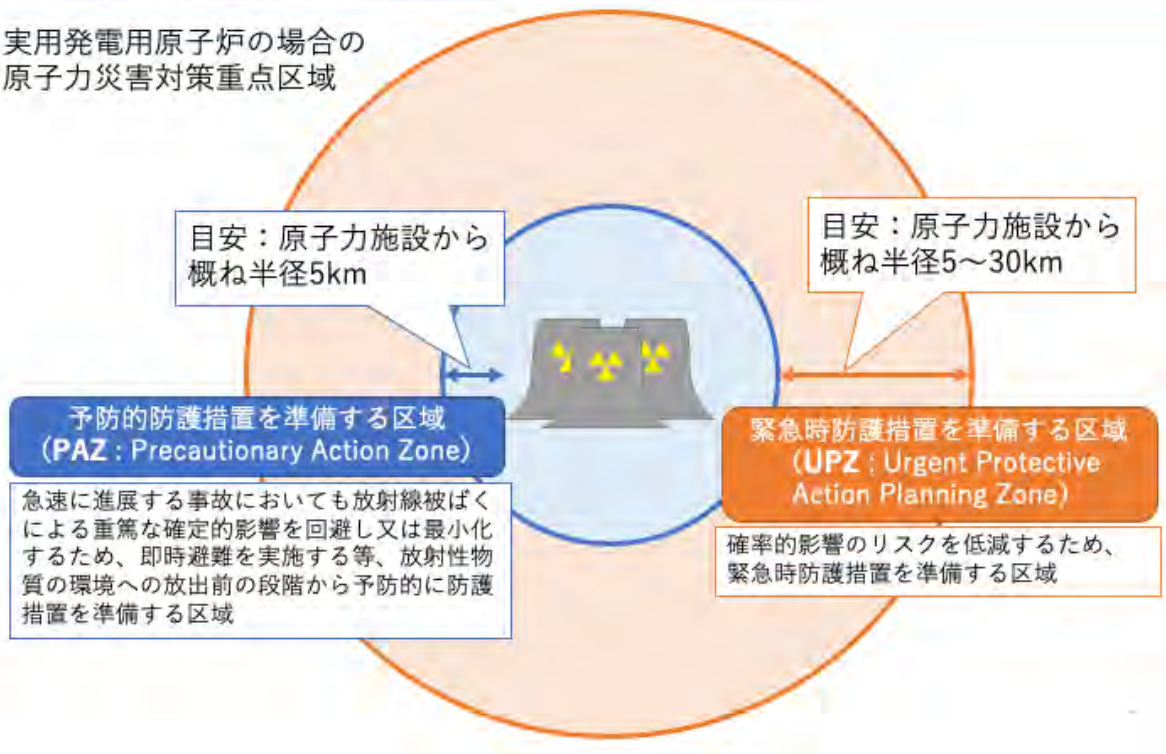
本指針の目的は、「国民の生命及び身体の安全を確保することが最も重要であるという観点から、緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する放射線の重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するための防護措置を確実なものとする」とあります。

この指針を十分に理解し、関係者間で共通認識としておくことは、原子力災害に対応するにあたって、極めて重要です。また、様々な防護措置等についても基本的事項、実施体制等が策定されています。



# 原子力災害対策重点区域

実用発電用原子炉の場合の  
原子力災害対策重点区域



## 予防的防護措置を準備する区域 (PAZ : Precautionary Action Zone)

PAZとは、急速に進展する事故においても放射線被ばくによる重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、緊急事態の区分に応じて、即時避難を実施する等、通常の運転及び停止中の放射性物質の放出量とは異なる水準で放射性物質が放出される前の段階から予防的に防護措置を準備する区域です。発電用原子炉施設に係るPAZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、PAZの最大半径を原子力施設から3～5 kmの間で設定すること（5kmを推奨）とされていること等を踏まえ、「原子力施設からおおむね半径5km」を目安としています。

## 緊急防護措置を準備する区域 (UPZ : Urgent Protective Action Planning Zone)

UPZとは、確率的影響のリスクを低減するため、緊急防護措置を準備する区域です。発電用原子炉施設に係るUPZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、UPZの最大半径は原子力施設から5～30kmの間で設定されていること等を踏まえ、「原子力施設からおおむね半径30km」を目安としています。

ただし、炉規法第43条の3の33の規定に基づく廃止措置計画の認可を受け、かつ、照射済燃料集合体が十分な期間冷却されたものとして原子力規制委員会が定めた発電用原子炉施設については、原子力災害対策重点区域の範囲は原子力施設からおおむね半径5kmを目安とし、当該原子力災害対策重点区域の全てをUPZとしています。

## 緊急事態の段階

### 1. 準備段階

- ・原子力事業者、国、地方公共団体等がそれぞれの行動計画を策定
- ・関係者に周知
- ・訓練等で検証・評価し、改善

### 2. 初期対応段階

- ・情報が限られた中でも、放射線被ばくによる重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置等の実施

### 3. 中期対応段階

- ・放射性物質又は放射線の影響を適切に管理
- ・環境放射線モニタリングや解析による放射線状況の把握
- ・初期対応段階で実施した防護措置の変更・解除や長期にわたる防護措置の検討

### 4. 復旧段階

- ・復旧段階への移行期に策定した被災地域の長期的な復旧策の計画に基づき、通常の社会的・経済的活動への復帰の支援

緊急事態においては、事態の進展に応じて、関係者が共通の認識に基づき意思決定を行うことが重要です。

すなわち、緊急事態への対応の状況を、準備段階・初期対応段階・中期対応段階・復旧段階に区分し、各段階の対応の詳細について検討しておくことが有効です。

・準備段階では、原子力事業者、国、地方公共団体等がそれぞれの行動計画を策定して関係者に周知するとともに、これを訓練等で検証・評価し、改善する必要があります。

・初期対応段階では、情報が限られた中でも、放射線被ばくによる重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置等の対応を行う必要があります。

・中期対応段階では、放射性物質又は放射線の影響を適切に管理することが求められ、環境放射線モニタリングや解析により放射線状況を十分に把握し、それに基づき、初期対応段階で実施した防護措置の変更・解除や長期にわたる防護措置の検討を行う必要があります。

・復旧段階では、その段階への移行期に策定し被災した地域の長期的な復旧策の計画に基づき、通常の社会的・経済的活動への復帰の支援を行う必要があります。

## 緊急事態区分及び緊急時活動レベル(EAL)

- 緊急事態区分の判断基準：緊急時活動レベル(Emergency Action Level；EAL)
- 緊急事態区分
  - 原子力施設の状況に応じた3区分
  - 各区分での原子力事業者、国及び地方公共団体の果たすべき役割の明確化
    - **警戒事態**；その時点では公衆への放射線による影響やそのおそれがあるものの、原子力施設における異常事象の発生又はそのおそれがあるため、情報収集や、緊急時モニタリングの準備、施設敷地緊急事態において早期の避難等の防護措置の実施が必要な者の避難等の防護措置の準備を開始する必要がある段階
    - **施設敷地緊急事態**；原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性のある事象が生じたため、原子力施設周辺において緊急時に備えた避難等の主な防護措置の準備を開始する必要がある段階
    - **全面緊急事態**；原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じたため、重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置を実施する必要がある段階

緊急事態の初期対応段階においては、情報収集により事態を把握し、原子力施設の状況や当該施設からの距離等に応じ、防護措置の準備やその実施等を適切に進めることが重要です。このような対応を実現するため、以下のとおり、原子力施設の状況に応じて、緊急事態を、警戒事態、施設敷地緊急事態及び全面緊急事態の3つに区分し、各区分における、原子力事業者、国及び地方公共団体のそれぞれが果たすべき役割を明らかにしています。この緊急事態の区分を判断するための基準として用いるのが緊急時活動レベル(Emergency Action Level；EAL)です。

これらの緊急事態区分に該当する状況であるか否かを原子力事業者が判断するための基準として、原子力施設における深層防護を構成する各層設備の状態、放射性物質の閉じ込め機能の状態、外的事象の発生等の原子力施設の状態等に基づき緊急時活動レベル(Emergency Action Level；EAL)を設定しています。

## 運用上の介入レベル（OIL）

- OIL（Operational Intervention Level）とは、防護措置導入の判断に用いられる測定器による測定値などより求めたレベル
- OILは、事故の態様、放出放射性核種の別、気象条件、被ばくの経路（外部、吸入、食物摂取）等を仮定して、包括的判断基準（個々の防護措置の実施によって予想される線量あるいは既に受けてしまった線量によって表わされる判断基準）に相当する計測可能な値として導き出される。
- OILとしては、空間線量率、表面汚染密度、食品中の放射性核種濃度から初期設定値が定められている。

緊急時活動レベル（EAL）の他に、放射性物質の放出後、緊急時モニタリングの結果等の実測値に基づいて防護措置を実施する必要があります。この防護措置を実施すべき基準が、運用上の介入レベル（OIL）です。

次項に初期設定値と防護措置の内容を記載しています。

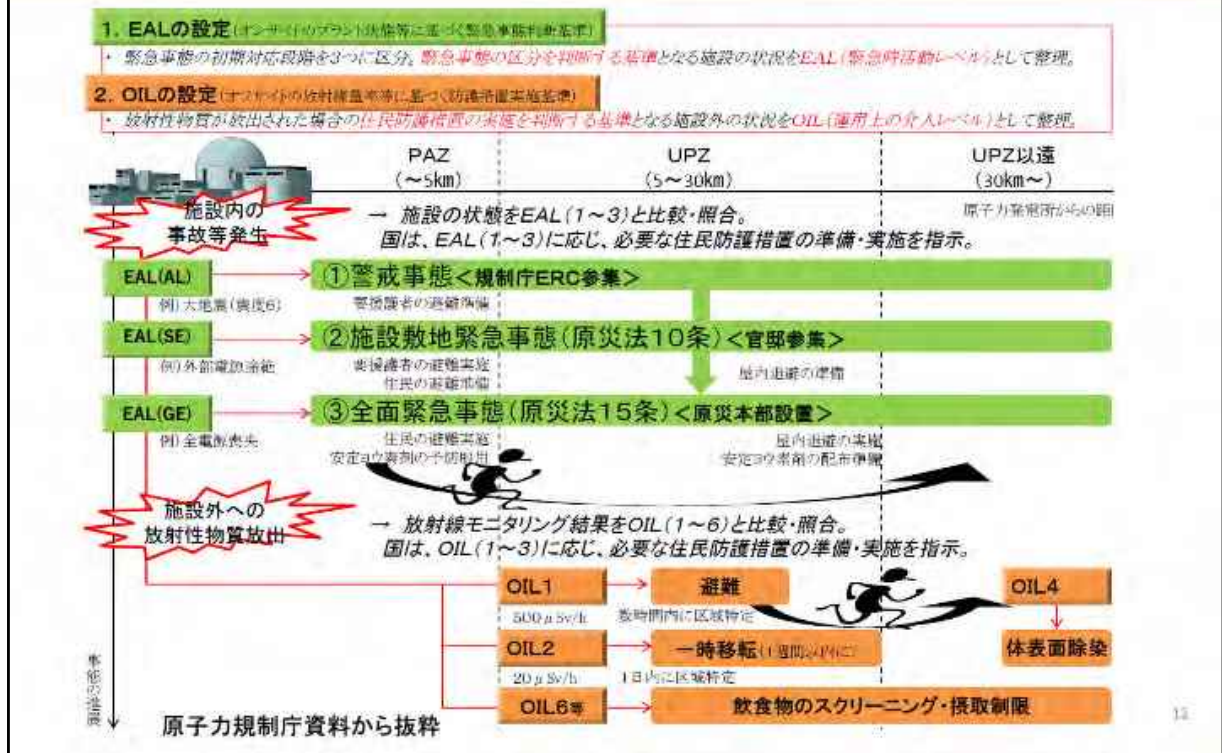
## OILの初期設定値と防護措置の内容

	基準の種類	基準の概要	初期設定値 <sup>1</sup>	防護措置の概要		
緊急防護措置	OIL 1	地表面からの放射線、放射性物質の吸入等による被ばくを防止するため、住民等を避難や屋内退避等させるための基準	地上1mでの線量率 <sup>2</sup> 500 $\mu$ Sv/h	数時内に区域を特定し、避難等を実施		
	OIL 4	経口摂取、皮膚汚染からの被ばくを防止するため、除染を講じるための基準	$\beta$ 線：40,000cpm <sup>4</sup> $\beta$ 線：13,000cpm <sup>4</sup> 【1ヶ月後】	避難者のスクリーニング、除染		
早期防護措置	OIL 2	地表面からの放射線、放射性物質の吸入等による被ばく影響を防止するため、地域生産物 <sup>5</sup> の摂取を制限、住民等を1週間程度内に一時移転させるための基準	地上1mでの線量率 <sup>2</sup> 20 $\mu$ Sv/h	生産物の摂取制限、1週間程度内に一時移転		
飲食物摂取制限 <sup>7</sup>	飲食物のスクリーニング基準	OIL6による飲食物の摂取制限を判断する基準として、飲食物中の放射性核種濃度測定を実施すべき地域を特定する際の基準	地上1mでの線量率 <sup>2</sup> 0.5 $\mu$ Sv/h <sup>15</sup> (BGによる寄与も含めた値)	数日内に飲食物中の放射性核種濃度の測定区域を特定		
	OIL 6	経口摂取による被ばく影響を防止するため、飲食物の摂取を制限する際の基準	核種 <sup>8</sup>	飲料水 牛乳・乳製品	野菜類、穀類、肉、卵、魚、他	基準を超えるものは摂取制限
			ヨウ素	300Bq/kg	2,000Bq/kg <sup>6</sup>	
			セシウム	200Bq/kg	500Bq/kg	
			プルトニウム、超U元素 $\alpha$ 核種	1Bq/kg	10Bq/kg	
ウラン	20Bq/kg	100Bq/kg				

- ※ 1 「初期設定値」とは緊急事態当初に用いるOIL の値であり、地上沈着した放射性核種組成が明確になった時点で必要な場合にはOIL の初期設定値は改定される。
- ※ 2 本値は地上1mで計測した場合の空間放射線量率である。実際の適用に当たっては、空間放射線量率計測機器の設置場所における線量率と地上1mでの線量率との差異を考慮して、判断基準の値を補正する必要がある。
- ※ 3 我が国において広く用いられている $\beta$ 線の入射窓面積が20cm<sup>2</sup>の検出器を利用した場合の計数率であり、表面汚染密度は約120Bq/cm<sup>2</sup>相当となる。他の計測器を使用して測定する場合には、この表面汚染密度より入射窓面積や検出効率を勘案した計数率を求める必要がある。
- ※ 4 ※ 3と同様、表面汚染密度は約40Bq/cm<sup>2</sup>相当となり、計測器の仕様が異なる場合には、計数率の換算が必要である。
- ※ 5 「地域生産物」とは、放出された放射性物質により直接汚染される野外で生産された食品であって、数週間以内に消費されるもの（例えば野菜、該当地域の牧草を食べた牛の乳）をいう。
- ※ 6 実効性を考慮して、計測場所の自然放射線によるバックグラウンドによる寄与も含めた値とする。
- ※ 7 その他の核種の設定の必要性も含めて今後検討する。その際、IAEAのGSG-2におけるOIL6値を参考として数値を設定する。
- ※ 8 根菜、芋類を除く野菜類が対象。
- ※ 9 IAEAでは、飲食物摂取制限が効果的かつ効率的に行われるよう、飲食物

中の放射性核種濃度の測定が開始されるまでの間の暫定的な飲食物摂取制限の実施及び当該測定の対象の決定に係る基準であるOIL3等を設定しているが、我が国では、放射性核種濃度を測定すべき区域を特定するための基準である「飲食物に係るスクリーニング基準」を定める。

# EAL・OILに基づく防護措置のイメージ



緊急時活動レベル (EAL)、運用上の介入レベル (OIL) に基づく防護措置のイメージです。

## 【警戒事態：EAL (AL)】

- PAZの施設敷地緊急事態要避難者は、避難の準備を行い、そのほかの住民は情報収集を行います。
- UPZの住民は、情報収集を行います。

## 【施設敷地緊急事態：EAL (SE)】

- PAZの施設敷地緊急事態要避難者は避難し、そのほかの住民は避難の準備および安定ヨウ素剤を服用する準備を行います。
- UPZの住民は、屋内退避の準備を行います。

## 【全面緊急事態：EAL (GE)】

- PAZの住民は、国や地方公共団体からの指示に従い、安定ヨウ素剤を服用し、避難します。
- UPZの住民は、屋内退避を行います。また、避難の準備および安定ヨウ素剤を服用する準備を行います。

緊急事態のうち全面緊急事態 (EAL (GE)) に至り、異常な量の放射性物質が放出された場合には、緊急時モニタリングの結果などによって、適切な防護措置を実施します。

### ●放射性物質の異常な量の放出後の防護措置

UPZの住民が行う防護措置を実施する判断基準として、空間放射線量率や

環境中の放射性物質の濃度などで表される「運用上の介入レベル」(OIL:Operational Intervention Level)が設定されています。これらの基準値は、緊急事態当初に用いられ、地上に沈着した放射性物質の種類が明確になった時点で必要に応じて改定されます。



# 原子力災害時の防護の考え方・基準

		PAZ	UPZ	UPZ外
警戒事態	地方公共団体	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難準備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難準備への協力</li> </ul>
	国	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難準備の指示</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難準備への協力の要請</li> </ul>
施設敷地緊急事態	地方公共団体	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難</li> <li>住民避難の準備</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>屋内退避の準備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難の受け入れ</li> <li>住民の避難準備への協力</li> </ul>
	国	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難の指示</li> <li>住民避難の準備の指示</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備の指示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋内退避の準備の指示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難の受け入れ要請</li> <li>住民の避難の準備への協力の要請</li> </ul>
全面緊急事態	地方公共団体	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>住民避難</li> <li>住民等への安定ヨウ素剤の服用の指示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>屋内退避</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備</li> <li>防護措置基準に基づく防護措置への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>住民避難の受け入れ</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備</li> <li>防護措置基準に基づく防護措置への対応</li> </ul>
	国	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民避難の指示</li> <li>地方公共団体への安定ヨウ素剤の服用の指示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋内退避の指示</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備の指示</li> <li>防護措置基準に基づく防護措置への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民避難の受け入れ要請</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備の指示</li> <li>防護措置基準に基づく防護措置への対応</li> </ul>

原子力発電所の事故が発生した場合、防護措置が開始されます。

防護措置は、緊急時活動レベル（EAL）に基づいた緊急事態区分に基づいて予め定められている防護措置と、緊急時モニタリング等で得られた測定値を基準値とした運用上の介入レベル（OIL）に基づいて実施されます。

緊急時活動レベル（EAL）に基づいた防護措置の考え方

予防的防護措置を準備する区域（PAZ）においては、確定的影響を回避するために、警戒事態において、施設敷地緊急事態要避難者の避難準備を行い、施設敷地緊急事態において、施設敷地緊急事態要避難者の避難、住民避難の準備及び安定ヨウ素剤の服用の準備を行い、全面緊急事態にいたった場合は、住民避難及び安定ヨウ素剤服用が指示されます。

また、緊急時防護措置を準備する区域（UPZ）においては、確率的影響のリスクを低減するために、施設敷地緊急事態において、屋内退避の準備を行い、全面緊急事態において、屋内退避及び安定ヨウ素剤の服用の準備を行います。

放射性物質の放出後、UPZ及びUPZ外においては、OILに基づいて、防護措置が実施されます。

施設敷地緊急事態要避難者

避難の実施に通常以上の時間がかかり、かつ、避難の実施により健康リスクが高まらない災害時要援護者等（傷病者、入院患者、高齢者、障害者、外国人、乳幼児、妊産婦その他の災害時に援護を必要とする者をいう。）、安定ヨウ素剤を事前配布されていない者及び安定ヨウ素剤の服用が不適切な者のうち、施設敷地緊急事態において早期の避難等の防護措置の実施が必要な者をいいます。

## 安定ヨウ素剤の予防服用の体制

- 放射性ヨウ素は、身体に取り込まれると、甲状腺に集積し、数年～十数年後に甲状腺がん等を発生させる可能性がある。このような放射性ヨウ素による内部被ばくは、安定ヨウ素剤をあらかじめ服用することで低減することが可能である。このため、放射性ヨウ素による内部被ばくのおそれがある場合には、安定ヨウ素剤を服用できるよう、その準備をしておくことが必要である。
- 服用の指示は、原子力規制委員会が判断する。  
[服用の方策] 投与指示は、原子力規制委員会が判断
  - PAZ：事前配布し、原則として、避難の際に服用の指示に基づき服用し、服用できない者は、施設敷地緊急事態において避難する。
  - PAZ外：避難や一時移転等と併せて、原子力施設の状況等に応じて必要性を判断して配布・服用を指示。

原子力発電所で事故が発生した場合、放射性ヨウ素を含む放射性物質が環境中に放出される場合があります。放射性ヨウ素が体内に取り込まれると甲状腺に集積し、将来ガンなどを発生させる可能性があります。

そのため、事前に安定ヨウ素剤を服用すると、血中のヨウ素濃度が高くなり、甲状腺ホルモンの合成が一時的に抑えられ、甲状腺へのヨウ素の取り込みが抑制されます。これが、安定ヨウ素剤の予防服用です。

安定ヨウ素剤の服用に当たっては、甲状腺に対する被ばく防止以外に効果がないこと、抑制効果は1日程度しか続かず、服用するタイミングが重要なこと、副作用の可能性があること、避難や屋内退避等の防護措置と組み合わせて実施されることにも注意しなければなりません。

通常は、市販されている丸薬を大人が2丸、小児が1丸、3歳未満には、ヨウ化カリウムゼリー剤またはヨウ化カリウム末から調整した水薬を服用してもらいます。

服用の指示は、原子力規制委員会が判断し、予防的防護措置を準備する区域（PAZ）においては、事前に配布し避難の際に服用します。緊急時防護措置を準備する区域（UPZ）においては、プラントの状況、空間放射線量率等に応じて避難や一時移転等の防護措置が講じられ、その際に服用が指示されます。

## 緊急時モニタリング

- 国、地方公共団体、原子力事業者及び関係指定公共機関は、緊急時モニタリング実施計画に基づいて緊急時モニタリングセンターの指揮の下、緊急時モニタリングを実施する。初期モニタリングにおいては、**OILによる防護措置の判断に必要な空間放射線量率の測定**を重視する。また、**放射性ヨウ素を中心とした空气中放射性物質濃度の測定**も行う。
- 緊急時モニタリングの結果は、緊急時モニタリングセンターで妥当性を判断した後、国が一元的に集約し、必要な評価を実施して、OILによる防護措置の判断等のために共有し、活用する。また、国は、集約及び共有した全ての緊急時モニタリング結果を分かりやすく、かつ迅速に公表する。

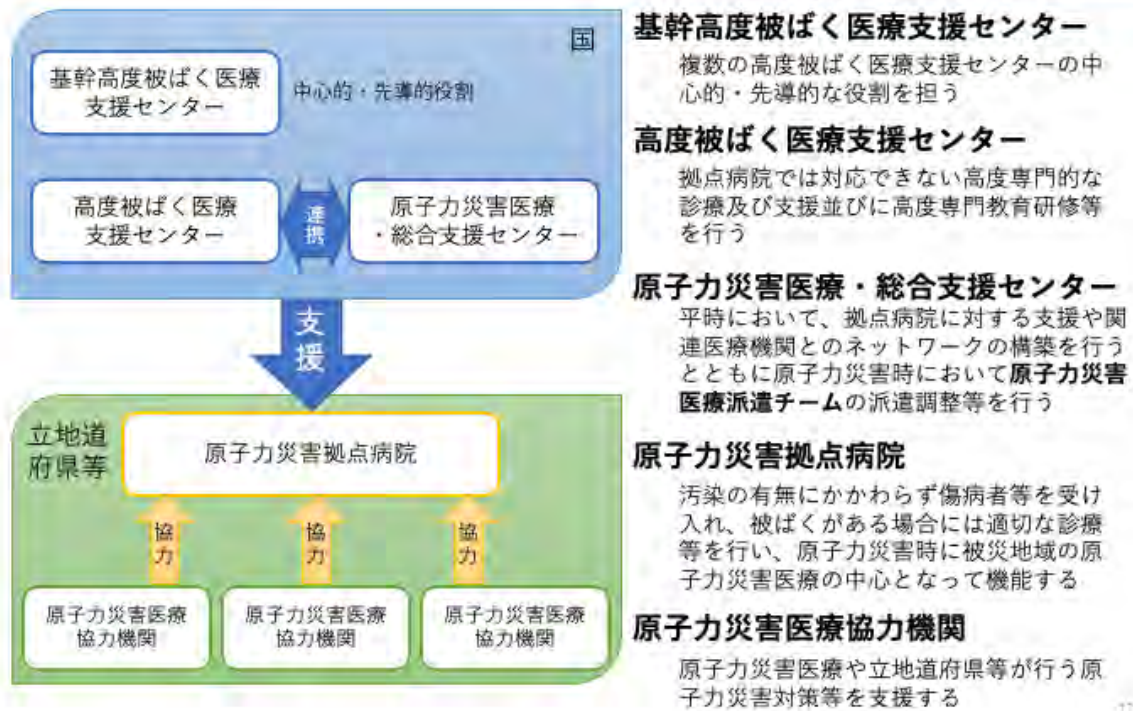
施設敷地緊急事態において、国は、地方公共団体の協力を得て、緊急時モニタリングセンターを立ち上げ、動員計画に基づき必要な動員の要請を行い、緊急時モニタリングを開始する等の初動対応を行います。

## 避難退域時検査及び除染

- 避難退域時検査等による汚染程度の把握は、吸入及び経口摂取による内部被ばくの抑制及び皮膚被ばくの低減、汚染の拡大防止のためには不可欠であり、医療行為を円滑に行うためにも実施しなければならない。
- 避難退域時検査等の実施に当たっては、それが必要な対象全てに対して実施できるような場所を選定するべきであり、この避難退域時検査等は、可能な限りバックグラウンドの値が低い所で行うことが望ましい。
- なお、OILに基づく防護措置としての避難又は一時移転の対象となった住民等については、原子力災害対策重点区域の境界周辺から避難所等までの場所において、避難退域時検査を行い、基準値を超えた場合には簡易除染等を行うことが必要である。

立地道府県等は、OILに基づく防護措置として避難又は一時移転を指示された住民等(ただし、放射性物質が放出される前に予防的に避難した住民等を除く。)を対象に避難退域時検査及び簡易除染を実施します。なお、避難退域時検査及び簡易除染は、避難や一時移転の迅速性を損なわないよう十分留意して行います。また、避難退域時検査及び簡易除染によって健康リスクが<sup>3)</sup>高まると判断される住民等については、体調等が悪化しないように十分配慮します。

# 原子力災害時の医療体制



原子力災害時における医療対応には、被ばく線量、被ばくの影響が及ぶ範囲、汚染の可能性等を考慮して、被災者等に必要な医療を迅速、的確に提供することが必要となります。そのためには、各地域の状況を勘案して、各医療機関等が各々の役割を担うことが必要であり、平時から救急・災害医療機関が被ばく医療に対応できる体制と指揮系統を整備・確認しておくことが重要です。

次の体制が整備されています。

- 原子力災害時において、被災地域の原子力災害医療の中心となって機能し、汚染の有無にかかわらず傷病者等を受け入れ、被ばくがある場合には適切な診療等を行う「原子力災害拠点病院」
- 原子力災害医療や立地道府県等が行う原子力災害対策等を支援する「原子力災害医療協力機関」
- 拠点病院では対応できない高度専門的な診療及び支援並びに高度専門教育研修等を行う「高度被ばく医療支援センター」
- 複数の高度被ばく医療支援センターの中心的・先導的な役割を担う「基幹高度被ばく医療支援センター」
- 平時において、拠点病院に対する支援や関連医療機関とのネットワークの構築を行うとともに原子力災害時において原子力災害医療派遣チームの派遣調整等を行う「原子力災害医療・総合支援センター」
- 拠点病院等に所属し、原子力災害が発生した立地道府県等内において救急医療等を行う「原子力災害医療派遣チーム」

## 各地域の担当



量子科学技術研究開発機構は、基幹高度被ばく医療支援センターと高度被ばく医療支援センターに指定されています。

弘前大学、福島県立医科大学、広島大学、長崎大学は、高度被ばく医療支援センターと原子力災害医療・総合支援センターに指定されています。

原子力災害医療・総合支援センターの担当地域は次のようになっています。

- 弘前大学；北海道、青森県、宮城県
- 福島県立医科大学；福島県、新潟県、茨城県、神奈川県、静岡県
- 広島大学；富山県、石川県、福井県、岐阜県、滋賀県、京都府、大阪府、鳥取県、島根県、岡山県、山口県、愛媛県
- 長崎大学；福岡県、佐賀県、長崎県、鹿児島県

## まとめ

- 原子力施設においては、原子力災害の発生を未然に防止するため、炉規法\*、原災法等に基づき、原子力災害予防対策が講じられる。
- しかし、原子力災害予防対策を講じているにもかかわらず、原子力災害が発生した場合には、原子力事業者、国、地方公共団体等が、住民の健康、生活基盤及び環境への影響を、事態の段階に応じた最適な方法で緩和し、影響を受けた地域が可能な限り早く通常の社会的・経済的な活動に復帰できるよう、様々な行動をとらなければならない。
- これらの行動が、事態の段階に応じて有効に機能するためには、平時から、適切な緊急時の計画の整備を行い、訓練等によって実行できるように、準備を十分に行っておく必要がある。

\*核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律

## 確定的影響の包括的判断基準(IAEA)

包括的判断基準	防護措置あるいは他の措置の例
急性外部被ばく (10時間未満) 赤色骨髓*1: 1 Gy 胎児: 0.1 Gy 体組織*2: 25 Gy (深部0.5cm) 皮膚*3: 10 Gy (100cm <sup>2</sup> )	線量が予測されたら、包括的判断基準以下に線量を保つための予防的緊急防護措置 (困難な状況下においても) ・ 公衆への情報提供及び警告 ・ 早期除染等の防護活動を予防的に行う
急性摂取による内部被ばく AD (Δ) (Δ=30日間*4) 赤色骨髓: 0.2 Gy (原子番号90以上の核種*5) 2 Gy (原子番号89以下の核種*5) 甲状腺: 2 Gy 肺*7: 30 Gy 結腸: 20 Gy 胎児*8: 0.1 Gy	もし被ばくを受けたら、以下を実施: ・ 迅速な医療診断、問診及び所要の処置 ・ 汚染管理 ・ 直ちに体内除染*6 (適用可能な場合) ・ 長期医療追跡調査の登録 ・ 包括的な心理カウンセリング

出典: IAEA GSR Part7 TABLE II.1.

\*1 均一な放射場での強い透過性放射線の照射によって生じる赤色骨髓、肺、小腸、生殖腺、甲状腺、水晶体に対する外部被ばく  
 \*2 (手やポケットに入れて携帯される放射源などとの) 接触により、組織の深さ0.5cm で100cm<sup>2</sup>にもたらされる線量  
 \*3 線量は、表皮から40mg/cm<sup>2</sup>の深度 (すなわち0.4mm) で100cm<sup>2</sup>の皮膚組織に対するものである。  
 \*4 AD (Δ)は、被ばくした人の5%に健康影響を生じるような摂取量(I<sub>50</sub>)

によって期間Δの間にもたらされる吸収線量を指す。  
 \*5 放射性核種の摂取量閾値の違いを考慮するため異なる基準を使用。  
 \*6 体内除染に対する包括的判断基準は、体内除染なしの予測線量に基づく。  
 \*7 本文書の目的上、「肺」とは、気道の肺胞-間質領域(AI)を意味する。  
 \*8 子宮内での成長期間における吸収線量。

国際的には、重篤な確定的影響を回避する為の包括的判断基準Generic Criteria (以下GC)、確率的影響のリスクの低減に関する緊急のGC、確率的影響のリスクの低減に関する早期のGC、飲食物制限に関するGC、の4つのGCが定められて、GCを達成するべく種々の基準値が定められている。



## 確率的影響の包括的判断基準(IAEA)

包括的判断基準		防護措置あるいは他の措置の例
以下の包括的判断基準を超える予測線量：緊急防護措置と他の対応措置を実施する		
甲状腺等価線量	50mSv (最初の7日間)	安定ヨウ素剤予防服用
実効線量	100mSv (最初の7日間)	屋内退避、避難、除染、食物やミルク、水の摂取制限、汚染管理、公衆の安心確保
胎児等価線量	100mSv (最初の7日間)	
以下の包括的判断基準を超える予測線量：緊急時の早い段階での防護措置と他の対応措置を実施する。		
実効線量	100mSv (年間)	一時的避難、除染、食物やミルク、水の摂取制限、汚染管理、公衆の安心確保
胎児等価線量	100mSv (子宮内発育全期間)	
以下の包括的判断基準を超えて受けた線量：放射線に起因する健康影響を検出し効率よく対処するため、長期医療対策を実施する。		
実効線量	100mSv (月間)	(医療追跡調査の基礎としての) 特定の放射線感受性の高い臓器の等価線量に基づくスクリーニング、カウンセリング
胎児等価線量	100mSv (子宮内発育全期間)	個々の状況で告知に基づく決定を実施するためのカウンセリング

出典：IAEA GSR Part7 TABLE II.2.

確率的影響に関する包括的基準に関しては、ALARAの概念に従い、可能な限り無理なく達成することを目標としています。

ALARAとは、国際放射線防護委員会が1977年勧告で示した放射線防護の基本的考え方を示す概念であり、“as low as reasonably achievable”の略語です。

## 飲食物に関する包括的判断基準(IAEA)

包括的判断基準		防護措置あるいは他の措置の例
食物、牛乳、飲料水の摂取および他の商品の使用により以下の包括的判断基準を超える予測線量：防護措置と他の対応措置を実施する		
実効線量	10mSv (年間)	食物、牛乳、飲料水の消費、流通、販売を制限し、他の商品の仕様と流通を制限する。 必要な食物、牛乳、飲料水をできるだけ早く交換するか、代替品が入手できない場合は影響を受ける人々を避難させます。食物、牛乳、飲料水を摂取あるいは他の商品を使用した可能性のある人の線量を推定して、表II.2に従って、医療上の注意が必要な線量になったかどうかを判断します。
胎児等価線量 (子宮内発育全期間)	10mSv	

出典：IAEA GSR Part7 TABLE II.3.

食品、牛乳、飲料水を制限すると、脱水症状、深刻な栄養失調、その他の深刻な健康への影響が生じる可能性があります。したがって、必要不可欠な食品、牛乳、飲料水は、代替品がある場合に限り制限されるべきです。

# IAEAと原子力災害対策指針のOIL比較

	IAEA (EPR-NPP-OILs)			原子力災害対策指針			
	包括的判断基準 (実効線量)	初期設定値		初期設定値			
避難等	100mSv/週	OIL1	1,000 $\mu$ Sv/h	OIL1	500 $\mu$ Sv/h 【GC: 50mSv/週に相当】		
除染	皮膚線量10Gy/10時間 100mSv/週	OIL4	$\gamma$ 線: 1 $\mu$ Sv/h $\beta$ 線: 60,000cpm	OIL4	$\beta$ 線: 40,000cpm 【GC: 50mSv/週に相当】 $\beta$ 線: 13,000cpm (1ヶ月後の値)		
一時移転等	100mSv/年	OIL2	100 $\mu$ Sv/h (炉停止後10日間) 25 $\mu$ Sv/h (11日以降)	OIL2	30 $\mu$ Sv/h 【GC: 20mSv/年に相当】		
飲食物 摂取制限	10mSv/年	OIL3	1 $\mu$ Sv/h	飲食物に係るスクリーニング基準	0.5 $\mu$ Sv/h 【GC: 5mSv/年に相当】		
	10mSv/年	OIL7	核種	飲料水 牛乳 食べ物	核種	飲料水 牛乳・乳製品	野菜類、穀類、肉、魚、その他
			I-131			1,000Bq/kg	
	10mSv/年	OIL6 (GSG-2より、 核種合計 で評価 I $\leq$ 1)	357核種ごとの値を設定。 うち、 I-131: 3,000Bq/kg Cs-137: 2,000Bq/kg U-238: 100Bq/kg Pu-239: 50Bq/kg		OIL5 (放射性ヨウ素は 甲状腺等価線量 50mSv、それ以外は 実効線量5mSv/年)	放射性セシウム	200Bq/kg
Cs-137			200Bq/kg	ウラン		20Bq/kg	100Bq/kg
健康調査対象 スクリーニング	幼児の甲状腺 等価線量100mSv	OIL8	0.5 $\mu$ Sv/h	OIL8	—		

\*：根菜、芋類を除く野菜類が対象

出典：平成 30 年 4 月 11 日 原子力規制庁 資料2 「包括的判断基準 (GC) 及び運用上の介入レベル (OIL)について」

# 放射線の基礎

原子力災害医療 基礎研修  
原子力災害基礎-2

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
Ver.202012

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

講義時間；30分

内容

- 放射線、放射能、放射性物質
- 放射線の種類
- 放射線の性質
- 原子の構造と周期律
- 壊変
- 物理学的半減期
- 放射性核種と半減期
- 放射線的作用
- 放射線的作用と放射線測定器
- 放射線の単位
- 補助単位
- 身の回りの放射線
- 大地の放射線
- まとめ

# 放射線、放射能、放射性物質

**放射線**  
放射性物質から出てくるエネルギー  
ガンマ ( $\gamma$ ) 線  
ベータ ( $\beta$ ) 線  
アルファ ( $\alpha$ ) 線 など

空間中、物質を通過するときのエネルギーの放出あるいは伝播

X線は原子核の外で発生する電磁波  
放射線発生装置から放出される。  
(病院や検診でのレントゲン撮影)

**放射線源  
放射性物質**  
放射線を出す物質  
気体、液体、固体、エアロゾル（液滴）といった形状がある。  
放射性物質を漏れないように容器に密封したものが密封線源

**放射能**  
放射性物質が放射線を出す能力  
数値が大きいくほど、放射性物質からたくさんの放射線が出ている。

**五感で感じられないが、測定器で検知できる**

放射線の事故、災害対応、マニュアルを使用する際には、放射線、放射性物質、放射能という用語を知っておく必要があります。

放射線とは、放射性物質から出てくるエネルギーです。種類としては、高いエネルギーを持つ電磁波のガンマ線、エックス線と高速で動く粒子線のアルファ線、ベータ線などがあります。中性子線は、電荷を持たない放射線です。放射線は原子核が不安定な状態から安定な状態に変化（壊変）するときに放出したり、原子核以外では発生装置からも放出されます。

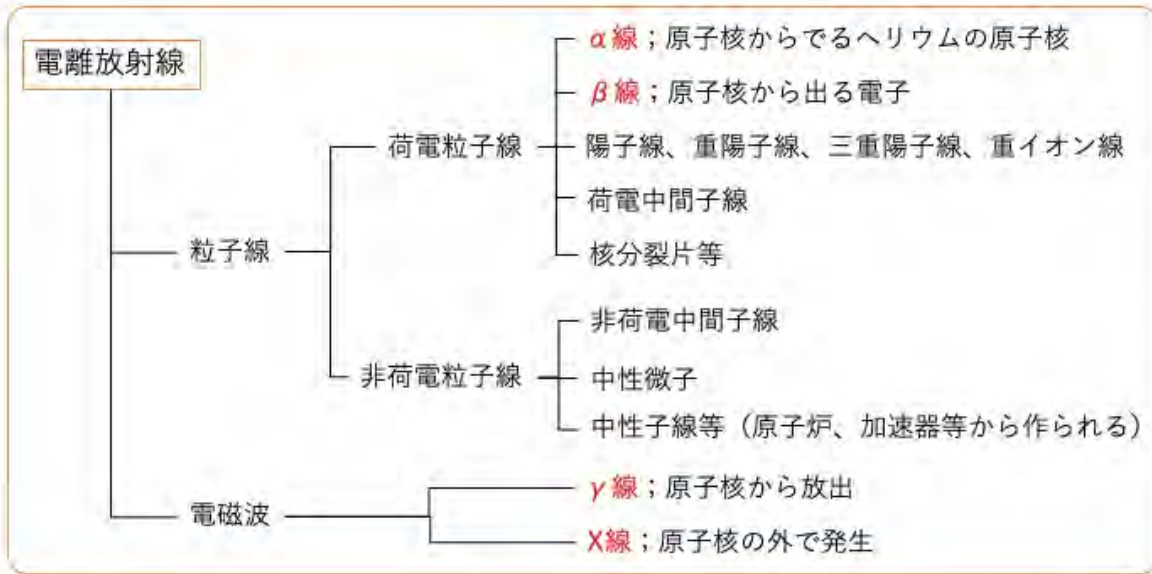
原子は原子核とその周りを回る電子から構成されており、原子核はプラスの電荷を持つ陽子と電荷を持たない中性子で構成されています。原子核がエネルギー的に不安定な場合、安定になるうとして放射線を放出します。原子核から放射線を放出することを壊変といい、壊変は大きく分けると $\alpha$ （アルファ）壊変と $\beta$ （ベータ）壊変があります。

放射線は五感で感じることはできませんが、測定器で検知、計測ができます。

放射性物質とは、放射線を出す物質のことです。形状としては気体、液体、固体などがあります。放射性物質を放射線源ということもあります。

放射性物質が放射線を出す能力のことを放射能といいます。放射能の単位はBq（ベクレル）であり、数値が大きいくほど放射性物質からたくさんの放射線が出ていることとなります。

# 放射線の種類



非電離放射線 ————— 紫外線、可視光線、赤外線、マイクロ波、電波

※一般的に放射線といった場合は、電離放射線を指す。

放射線には、物質を構成する原子を電離（+電荷のイオンと-電荷の電子に分離）する能力を持つ電離放射線と原子を電離する能力を持たない非電離放射線があります。

放射線と一般的にいった場合は、電離放射線を指します。

電離放射線には、粒子の粒の流れの粒子線と光の仲間の電磁波があります。

粒子線の仲間には、α（アルファ）線、β（ベータ）線、中性子線等が含まれます。

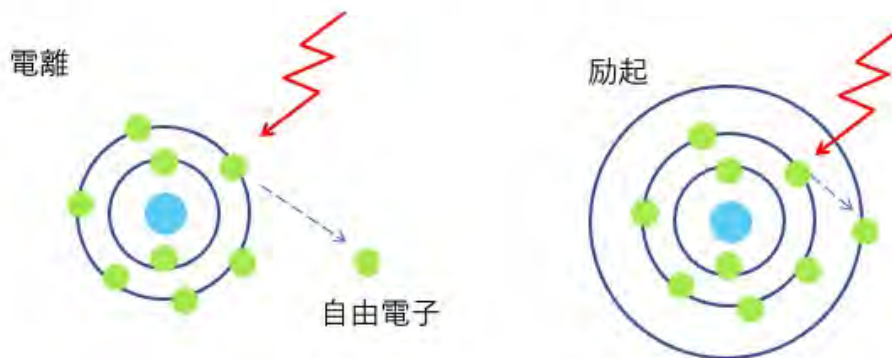
α（アルファ）線は、原子核から放出された陽子2個と中性子2個とが一つになった、ヘリウムの原子核の流れです。β（ベータ）線は、原子核から放出された電子の流れです。

中性子線は、原子核を構成する、中性子の流れです。

電磁波には、X（エックス）線、γ（ガンマ）線があります。X（エックス）線は原子核の外側で発生し、γ（ガンマ）線は原子核の内側で発生し、発生機構で区別しています。

## 電離と励起

- 放射線が物質を通過するとき、放射線が原子や分子にぶつかり相互作用が起こる。
  - 電離：分子（原子）がエネルギーを受けて電子を放出したり、外から電子を得ること
  - 励起：軌道電子が原子から出ず、外側の軌道に移ること



放射線は、物質を通過する際に、物質を構成する原子や分子と互いに影響を与え合います。これが放射線と物質の相互作用です。

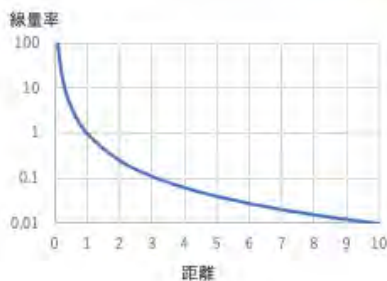
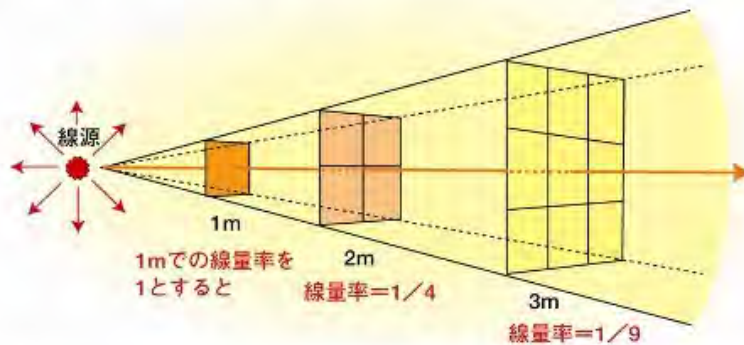
放射線が物質中を通過する場合、持っているエネルギーにより、原子が持つ軌道電子をはじき出して、陽電荷を帯びた状態の原子（または陽イオンの分子）と自由な電子（自由電子）とに分離します。軌道電子が原子の外に弾き出してしまうことを電離と言います。

軌道電子が原子から飛び出さず、外側の軌道に移ることを励起と言います。励起原子では、外側の軌道電子が内側の空の軌道に移ろうとします。内側の軌道電子が持つエネルギーは小さいので、電子は余分なエネルギーを光（電磁波）の形で放出します。この励起原子から出る光は蛍光と呼ばれます。

## 放射線の性質；等方性

### 等方性

放射線は、放射性物質（線源）から全方向に均一に放出される。



放射線の密度は線源からの距離の二乗に反比例して減少する（逆二乗則）。

線源からの距離が2倍だと線量率は1/4となり、1/10の距離であれば線量率は100倍となる。

放射性物質からの放射線は光と同様に全方向に均一に放出され、これを等方性といいます。

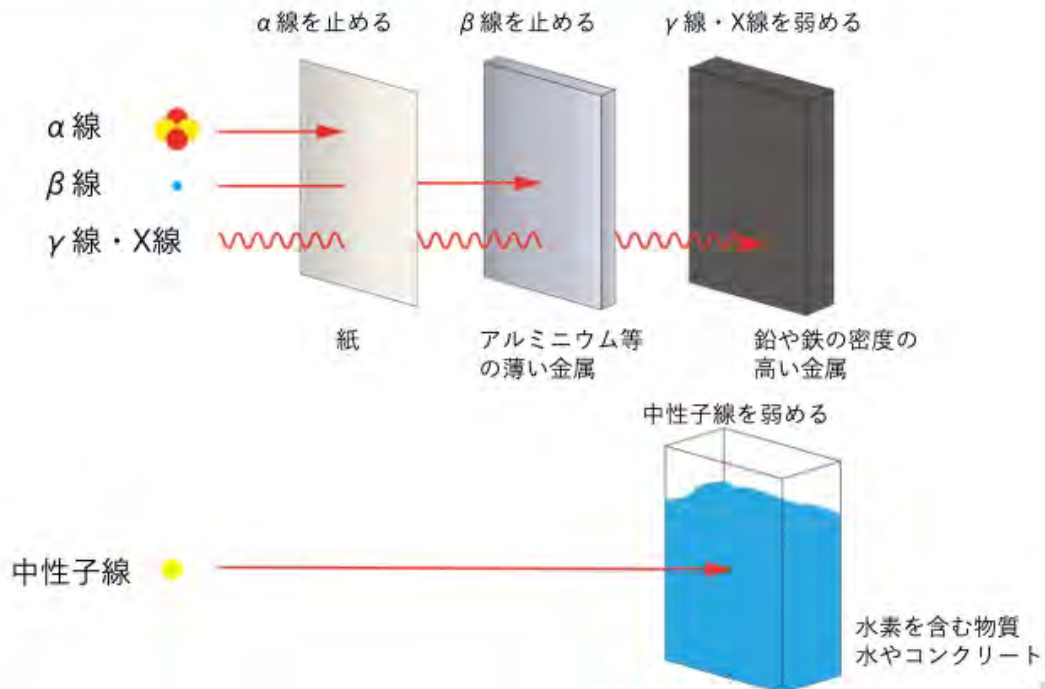
電球の近くでは明るく、遠くでは暗いのと同様に、放射性物質の近くでは放射線の量は多く、遠くでは少なくなります。放射線の密度は放射性物質からの距離の二乗に反比例することから「逆二乗則」といいます。

例えば、1mの距離の放射線量率を1とすると、2mの距離では4分の1、3mの距離では1/9になります。

なお、逆二乗となるのは放射線源が点線源かそれに近い場合で、点線源とみなせない場合は、必ずしも当てはまらないことには注意が必要です。（例えば、地表などに沈着した放射性物質や空気中の放射性物質からの放射線、リニアック、コリメートされた線源形状、加速器等からのビーム状の放射線等）



## 放射線の性質；透過力



放射線には物質を通り抜ける力（透過力）があります。物質内に入った放射線（電荷を持つ粒子や電磁波）は、電気、磁気的作用によってエネルギーを失い、最終的には止まります。つまり、遮へい物によって放射線を遮ることができます。

アルファ線は、透過力が弱いので、紙一枚で止めることができます。ベータ線は、核種ごとのエネルギーに依存しますが、アルミニウムやアクリルなどの薄い板で止めることができます。ガンマ線、X線は、透過力が大きく、密度の高い鉛や鉄の板で弱めることができます。中性子線は、電荷を持たないため、透過力が大きいですが、水素原子の弾性衝突で止めることができます。そのため、水素原子の密度が高い、水やコンクリートで弱めることができます。

出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料平成29年度版」を改変

# 原子の構造と周期律

原子



原子核  
● 陽子；+（プラス）の電荷を持つ  
● 中性子；電荷を持たない

電子；-（マイナス）の電荷を持つ

化学的性質；陽子の数で決まる。

質量数 = 陽子 + 中性子

同位元素；陽子の数が同じで、中性子の数が異なる元素

元素の周期律表

		族																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
周期	1	1 H 1.008																	2 He 4.003
	2	3 Li 6.941	4 Be 9.012	原子番号 元素記号 原子量										5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
	3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
	4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
	5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc (99)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
	6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0	
	7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 (237-287)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (267)	108 Hs (271)	109 Mt (272)	110 Ds (276)	111 Rg (281)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (289)	115 Mc (290)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)

( ) につけた数字は、その元素の代表的な放射能半減期の質量数である (IUPAC)

文部科学省 「一家に1枚 元素周期表 (第10版)」より作成

原子は原子核とその周りを回る電子から構成されています。原子核はプラスの電荷を持つ陽子と電荷を持たない中性子で構成されています。

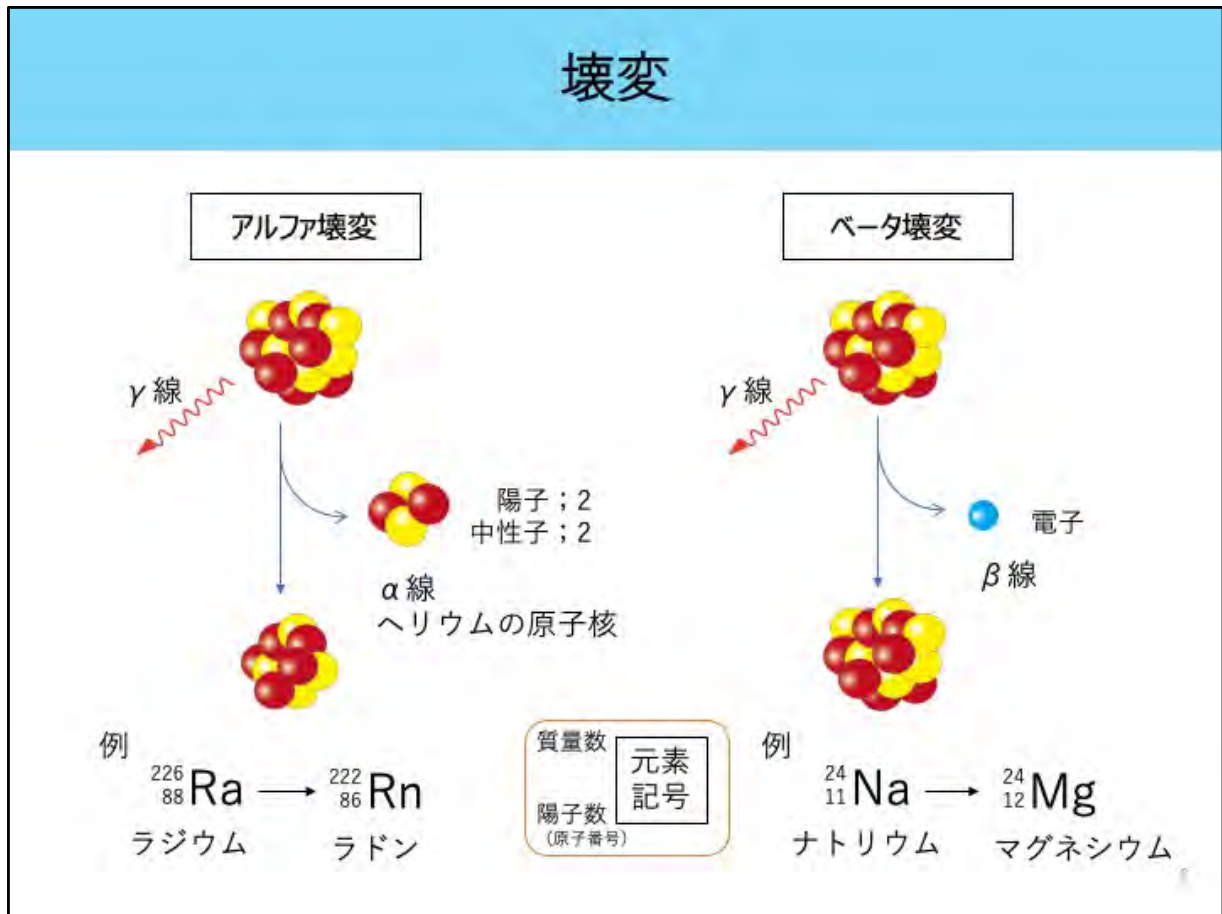
原子の化学的性質は陽子の数で決まります。例えば炭素は陽子が6個の元素ですが、中性子が5個のもの、6個のもの、7個のもの、8個の炭素などが存在しています。

陽子と中性子の数を足したものを質量数と呼びます。

例えば陽子が6個の炭素は、中性子が5個のものは質量数11、中性子が6個のものは質量数12、中性子が7個のものは質量数13、中性子が8個のものは質量数14となります。陽子の数が同じで、中性子の数が異なる元素を放射性同位元素と言います。

これらの原子を区別して呼ぶ場合は、元素名のあとに質量数を付けて、炭素11、炭素12、炭素13、炭素14と呼びます。

# 壊変



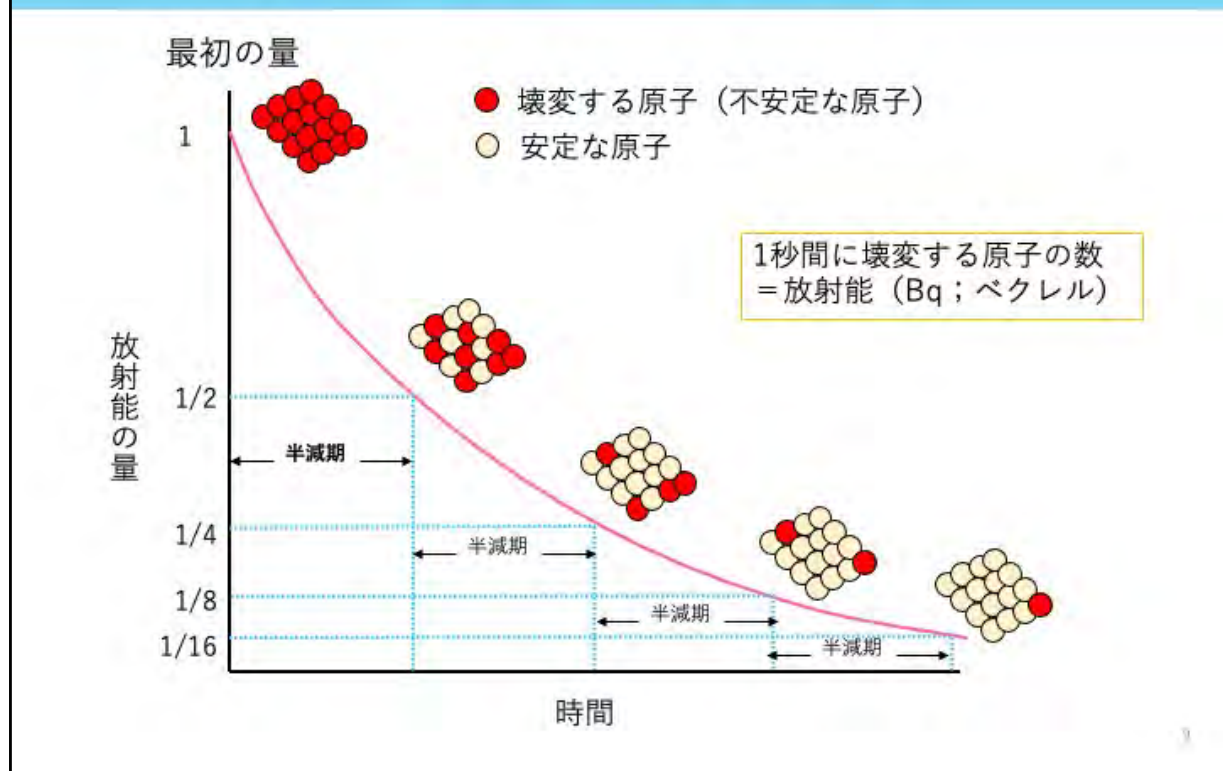
原子核がエネルギー的に不安定な場合、安定になろうとして放射線を放出します。原子核から放射線を放出し、別の原子核に変化する現象を壊変といいます。壊変は大きく分けると $\alpha$ 壊変と $\beta$ 壊変になります。

$\alpha$ 壊変は、原子核から陽子2個と中性子2個が一塊の粒子（ヘリウムの原子核）となって放出される壊れ方で、このヘリウムの原子核が $\alpha$ （アルファ）線です。多くの場合、 $\alpha$ 線の放出に伴って電磁波である $\gamma$ 線も放出されます。比較的質量数の大きい原子核で起こり、質量数が4、原子番号（陽子の数）が2つ減ります。

$\beta$ 壊変は、原子核から電子が放出される壊れ方で、この電子が $\beta$ 線です。 $\alpha$ 壊変同様、多くの場合、 $\beta$ 線の放出に伴って電磁波である $\gamma$ 線も放出されます。 $\alpha$ 壊変を起こす質量数より小さい原子核で起こり、質量数は変わらず、原子番号（陽子の数）が1つ増えます。中性子線はウランやプルトニウムが核分裂したときや、 $\alpha$ 壊変に伴って放出される中性子です。

例えば、炭素14は、窒素14に宇宙線の一つである中性子が当たり、陽子を追い出してできる自然界に存在する放射性物質です。原子核には陽子が6個、中性子が8個ありますが、両者の数のバランスが悪く、エネルギー的に不安定な状態です。一つの中性子が陽子になると、陽子も中性子も7個ずつになって安定します。このとき、余分なエネルギーが電子として放出されます。これが $\beta$ 線の正体です。つまり、炭素14は $\beta$ 線を出すことで、陽子数が7個の窒素に戻り、エネルギー的に安定になります。

## 物理学的半減期



放射能の単位にはBq (ベクレル) が用いられます。放射能は、単位時間当たり放射物質に含まれている原子核が「どれだけ壊れるか」で定義され、1 Bqは1秒間当たり1個の原子核が壊れることを表します。Bqは単独で使う以外に、単位体積、単位面積あるいは単位重量当たりの放射能を表す、 $Bq/cm^3$ 、 $Bq/cm^2$ 、 $Bq/kg$ などを使います。

放射性核種が壊れて別の原子核に変わるということは、時間の経過とともに放射物質に含まれる放射性核種の数も段々減っていくこととなります。したがって、放射能も段々減っていきます。この変化の時間は、核種(放射性物質)の種類ごとに決まっており、元の放射性物質が半分に減少するまでの期間を「物理学的半減期」と呼んでいます。

半減期は放射性核種の種類によって異なり、数十億年という長いものから1秒以下の短いものまで色々あります。

# 核分裂反応

- 核分裂反応；不安定核が分裂してより軽い元素を二つ以上作る反応

- U-235原子核に低速の中性子が当たるといったん複合核を形成した後、2個の核分裂片XとYに分裂し、その際2～3個の中性子が放出される。
- 核分裂によって膨大な熱エネルギーが発生する。



- 核分裂生成物；核分裂反応によって発生する核分裂片

- 核分裂では、原子番号の和と質量数の和は、いずれも分裂の前後で保存されるが、A、B、a、bの値が一意的には定まらず、分裂パターンは多様化し、核分裂生成物の質量数は、72～162まで広く分布する。

熱中子による核分裂で生じる主な核分裂生成物

生成物	U-235収率	Pu-239収率	半減期
セシウム133	6.70%	7.02%	安定
ヨウ素135	6.28%	6.54%	6.57h
ジルコニウム93	6.30%	3.80%	1.53My
セシウム137	6.19%	6.61%	30.17y
テクネチウム99	6.05%	N/A	211ky
ストロンチウム89	4.73%	1.72%	50.53d
ストロンチウム90	5.75%	2.10%	28.9y
ヨウ素131	2.83%	3.86%	8.02d
プロメチウム147	2.27%	N/A	2.62y
サマリウム149	1.09%	1.22%	安定
ヨウ素129	0.54%	1.37%	15.7My
キセノン133	6.70%	7.02%	5.2475d

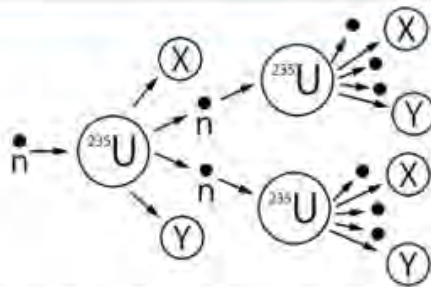
U-235原子核に低速の中性子が当たるといったん複合核を形成した後、2個の核分裂片XとYに分裂し、その際2～3個の中性子が放出されます。さらに核分裂を伴って膨大な熱エネルギーが発生します。これを核分裂反応といい、核反応の一つです。核分裂はU-235だけでなく、Th-232やU-233、U-238、Pu-239でも起こります。

核分裂片は核分裂生成物（FP; Fission Products）と呼ばれます。核分裂生成物の大部分は、強い放射能を帯びており、放射性廃棄物になります。核分裂では、原子番号の和と質量数の和は、いずれも分裂の前後で保存されますが、A、B、a、bの値が一意的には定まらず、分裂パターンは多様化し、核分裂生成物の質量数は、72～162まで広く分布します。

ウラン238、カリウム40のように半減期が長い放射性物質は、遠い昔に宇宙で作られ、地球が誕生する時に地球に取り込まれたものです。

セシウム137、ストロンチウム90、ヨウ素131、プルトニウム239は、原子力発電所が事故を起こすと環境中に放出されることがあります。

## 臨界



- **連鎖反応**；核分裂の際に放出された中性子が、近くのU-235原子核に当たると、そこでも核分裂が起こる。このように中性子が担い手となって次々にねずみ算式に次々と増大しながら進む反応
- **臨界**；中性子の数が増えもせず、減りもしない状態で、核分裂の連鎖反応が一定に持続している状態
  - 原子炉は連鎖反応が徐々に進み、それを制御できるようにした装置
  - U-235の濃度や量が少ないと核分裂で生じた中性子が次のU-235に当たらないので、連鎖反応が起こらない。

核分裂の際に放出された中性子が、近くのU-235原子核に当たると、そこでも核分裂が起こります。このように中性子が担い手となってねずみ算式に次々と増大しながら進む反応を連鎖反応と言います。

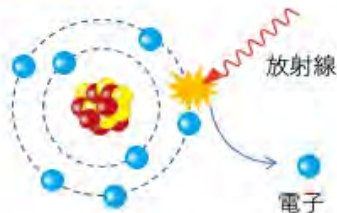
原爆は連鎖反応が瞬時に進むようにしたものであり、原子炉は連鎖反応が徐々に進み、それを制御できるようにした装置です。

中性子の数が増えもせず、減りもしない状態で、核分裂の連鎖反応が一定に持続している状態を臨界と言います。U-235の濃度や量が少ないと核分裂で生じた中性子が次のU-235に当たらないので、連鎖反応が起こりません。連鎖反応が起こるためには、一定量以上のU-235が必要になります。その最小量を臨界量と言います。

臨界量は、核燃料の種類、濃度、量、形状、溶液の有無などのによって変わります。そのため、臨界量以上の核燃料を1箇所に集めると、連鎖反応が一気に進み、危険です。これが臨界事故となります。

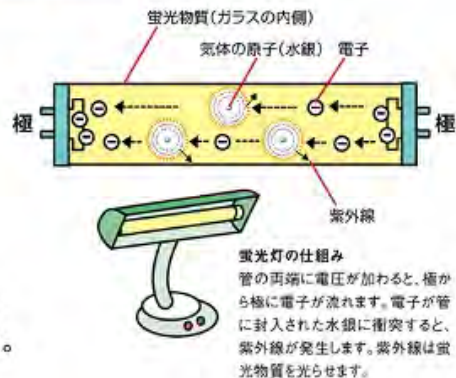
# 放射線の作用

**電離作用** 電子をはじき出す



直接作用；物質を直接電離する。  
間接作用；物質との相互作用によって発生した二次電子によって間接的に電離する。

**蛍光作用** 光を出させる



**透過作用**

物質を通り抜ける



放射線が物質中を通過する場合、持っているエネルギーにより、原子が持つ軌道電子をはじき出して、陽電荷を帯びた状態の原子（または陽イオンの分子）と自由な電子とに分離します。これを電離作用といいます。

電離放射線の中には、直接物質を電離するものと、間接的に電離するものがあります。

$\alpha$ （アルファ）線、 $\beta$ （ベータ）線等の電気を持った粒子線は、物質を直接電離します。特に $\alpha$ 線は、 $\beta$ 線等の数百倍の密度の電離を引き起こします。

$\gamma$ （ガンマ）線、X（エックス線）は、物質との相互作用によって発生した二次電子によって、物質を間接的に電離します。

蛍光作用とは、紫外線や放射線などが特別な物質に当たった時、その物質から特殊な光を出させる働きのことです。

透過作用とは、前述の通り物質を通り抜ける作用です。物質を通り抜けるときに、放射線（電荷を持つ粒子や電磁波）は、電気、磁気的作用によってエネルギーを失い、最終的には止まります。

放射線の他の作用として写真作用や化学作用もあります。写真作用の原理は、原則としてフィルムの写真と同じです。放射線が写真乳剤中の原子・分子に電離作用を及ぼしてイオンや自由電子を発生させます。このイオンを還元すると像として残ります。この像を現像、定着すると放射線の写真ができます。

出典；「原子力・エネルギー図面集2015」より改変

## 放射線の作用と放射線測定器

検出方法	測定器の例	主な測定対象放射線
気体の電離作用を利用	電離箱式サーベイメータ	γ線
	GM計数管式サーベイメータ	β線, γ線
固体の電離作用を利用	電子式ポケット線量計	γ線
蛍光作用を利用	シンチレーション式サーベイメータ	γ線, α線
	TLD、蛍光ガラス線量計	γ線, β線

放射線は人間の五感に感じないので、なんらかの手段によって検出する必要があります。放射線の検出（測定器）は、電離作用、蛍光作用などを利用して、放射線を検出し、測定することができます。

放射線の検出方法と測定器の例及び主な測定対象放射線を示します。

気体の電離作用を利用した放射線測定器に、電離箱式サーベイメータがあります。電離箱式サーベイメータは、放射線の電離作用によって生じた、電離箱内の空気中を流れる電流を測定することにより、放射線の量を測る測定器です。

GM計数管式サーベイメータも放射線の電離作用を利用した測定器ですが、GM計数管は信号を増幅しているため電離箱よりも感度がよく、微量な放射線の測定に適しています。

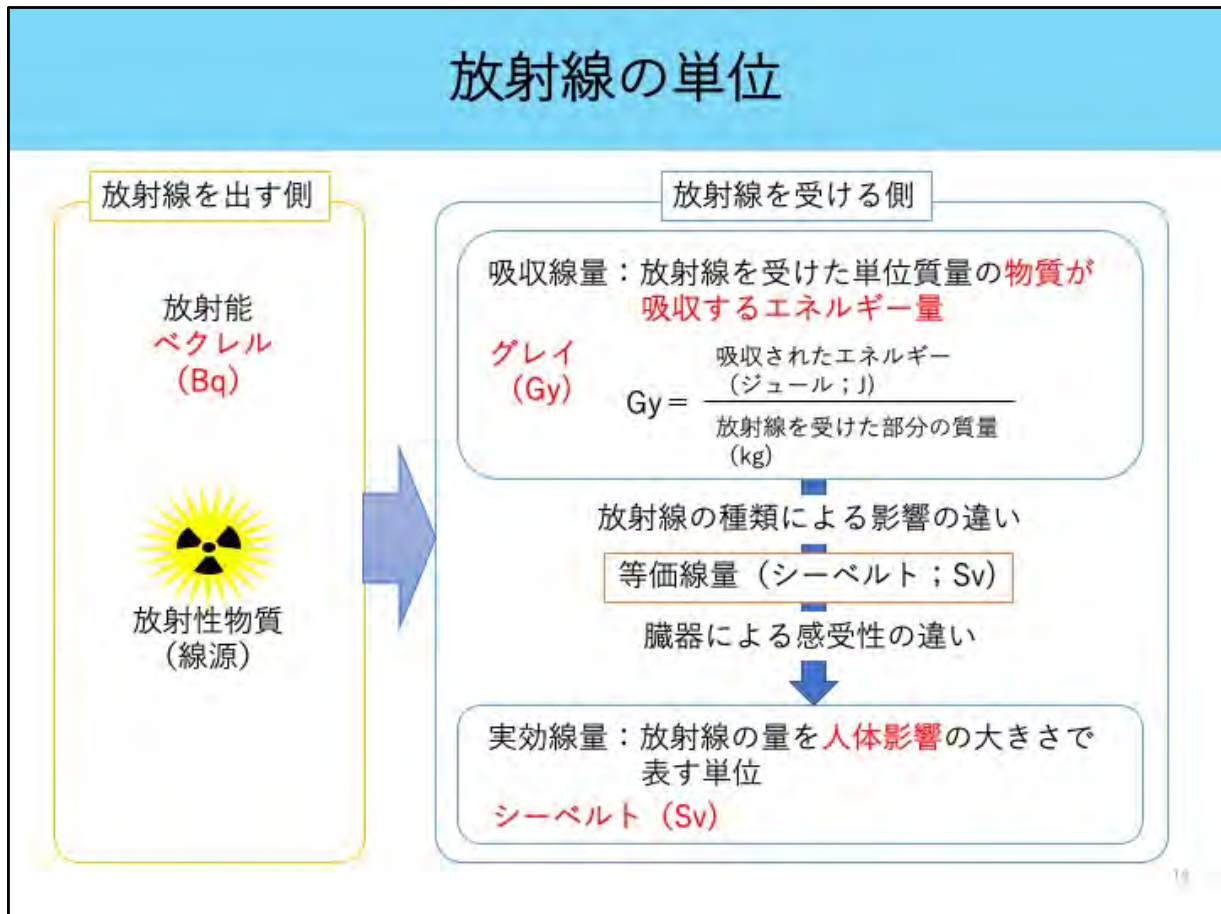
個人線量計の一つである電子式ポケット線量計は固体（半導体）の電離作用を利用した測定器です。同じ作用を利用したものに、γ線のエネルギーの違いから放射性核種の種類を判別するために用いられるゲルマニウム半導体γ線スペクトロメータがあります。

蛍光作用を利用した放射線測定器に、シンチレーション式サーベイメータがあります。シンチレーション式サーベイメータはシンチレータと呼ばれる蛍光物質が出す光を電気信号に変えて計測することにより、放射線の量を測定する測定器です。

TLD（熱ルミネセンス線量計）及び蛍光ガラス線量計は、放射線を照射した後、に所要の処理を施すことにより蛍光を発する作用を利用しています。



# 放射線の単位



放射線が物質に当たった場合、放射線の「エネルギーがどれだけ物質に吸収されたか」を表す量を吸収線量といいます。吸収線量の単位にはGy（グレイ）を用います。1 Gyは、物質1 kg当たり1ジュールのエネルギーが吸収されたときの放射線量です。

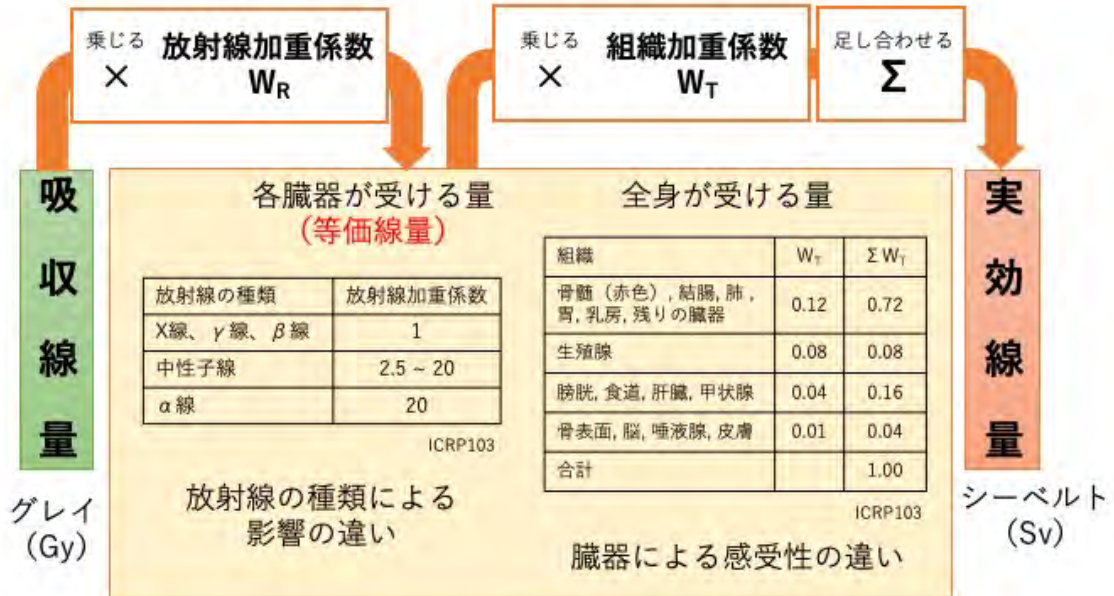
人が被ばくしたとき、放射線が人体に与えた影響の大きさを表す単位がSv（シーベルト）です。人体への影響は、各組織・臓器に対する影響と全身に対する影響とに分けて評価します。各組織・臓器に対する影響を「等価線量」、全身に対する影響を「実効線量」といいます。等価線量、実効線量ともにSvで表します。

放射線による各組織・臓器への影響は、吸収線量が同じでも、受けた放射線の種類やエネルギーによって異なることが知られています。この放射線の種類やエネルギーによる影響の違い（放射線荷重係数）を考慮して、各組織・臓器への影響を評価した線量が等価線量です。甲状腺の等価線量、水晶体の等価線量といった使われかたをします。各組織・臓器は、受けた等価線量が同じでも、その部位により影響の現れ方（感受性）が異なります。各組織・臓器の等価線量にこの影響の現れ方の違い（組織荷重係数）を加味して全身について合計したものが実効線量です。防災業務活動では実効線量を測定します。

Svは単独で使う以外に、単位時間当たりの線量としてのSv/h（1時間当たりの線量）やSv/年（年間当たりの線量）のような使い方があります。自然界のバックグラウンド線量率は $\mu\text{Sv/h}$ 又は $\text{nSv/h}$ で表され、緊急時の防護対策では $\text{mSv/h}$ や $\text{mSv}$ が多く使われます。

出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料平成29年度版」より改変

# 放射線の影響と単位



15

人が被ばくしたとき、放射線が人体に与えた影響の大きさを表す単位がSv (シーベルト) です。

人体への影響は、各組織・臓器に対する影響と全身に対する影響とに分けて評価します。各組織・臓器に対する影響を「等価線量」、全身に対する影響を「実効線量」で表します。等価線量、実効線量ともに単位はSvです。

放射線による各組織・臓器への影響は、吸収線量が同じでも、受けた放射線の種類やエネルギーによって異なることが知られています。この放射線の種類やエネルギーによる影響の違い (放射線荷重係数) を考慮して、各組織・臓器への影響を評価した線量が等価線量です。甲状腺の等価線量、水晶体の等価線量といった使われかたをします。

各組織・臓器は、受けた等価線量が同じでも、その臓器により影響の現れ方 (感受性) が異なります。各組織・臓器の等価線量にこの影響の現れ方の違い (組織荷重係数) を加味して全身について合計したものが実効線量です。防災業務活動では実効線量を測定することになります。

出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料平成29年度版」より改変

## 補助単位（接頭語）

- 非常に大きな数値や小さな数値を扱う場合、その数値をそのまま表現したら分かりにくいので、補助単位（接頭語）を使用する。

大きい数値を表す補助単位

補助単位	よみ	大きさ
k	キロ	$10^3$
M	メガ	$10^6$
G	ギガ	$10^9$
T	テラ	$10^{12}$

小さい数値を表す補助単位

補助単位	よみ	大きさ
m	ミリ	$10^{-3}$
$\mu$	マイクロ	$10^{-6}$
n	ナノ	$10^{-9}$
p	ピコ	$10^{-12}$

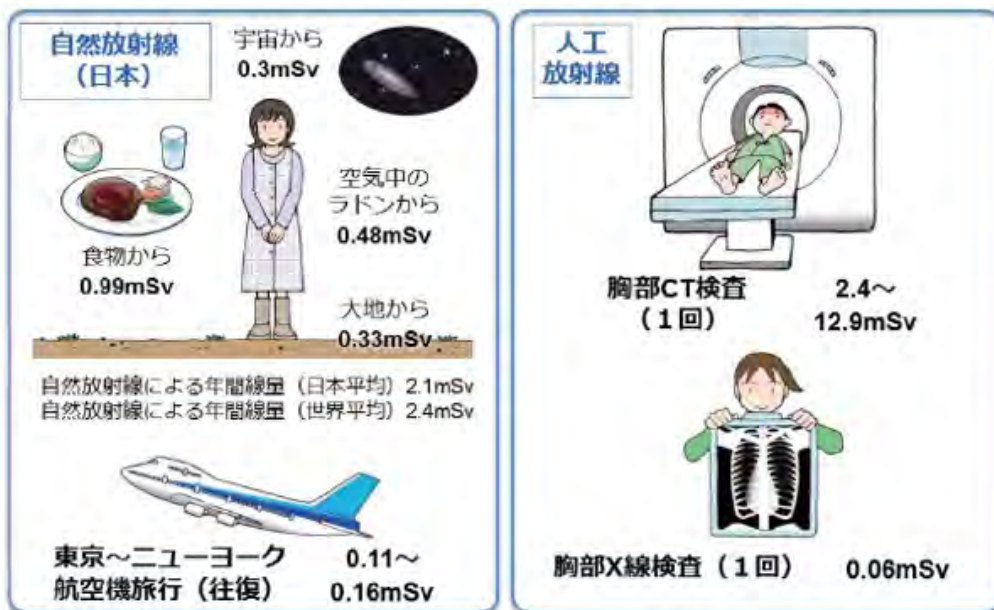
$$1 \text{ Sv} = 1000 \text{ mSv} = 1000000 \text{ }\mu\text{SV}$$
$$1 \text{ }\mu\text{SV} = 0.001 \text{ mSv} = 0.000001 \text{ Sv}$$

Bq、Sv、Gyなどの単位の他に、接頭語が使われます。

これは、放射線分野で扱う数値が非常に大きいものから小さいものまであり、その数値をそのまま表現したら分かりにくいいため、特に、M（メガ、百万倍）、m（ミリ、千分の一）、 $\mu$ （マイクロ、百万分の一）、n（ナノ、十億分の一）などの接頭語が多く使われます。

1Svは1000mSvであり、1,000,000 $\mu$ Svということになります。

## 身の回りの放射線



mSv : ミリシーベルト

出典：国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告、原子力安全研究協会「新生活環境放射線 (平成23年)」、ICRP103 他より作成

17

日常生活をする中で、知らず識らず、私たちは放射線を受けています。

宇宙からそして大地から受ける自然放射線による外部被ばくや、食物や空気中のラドンから受ける自然由来の放射性物質から受ける内部被ばくは、合計すると年間で2.4mSv になります(世界平均)。また日本においては放射線検査等で受ける医療被ばくの割合が大きいことが知られています。これは一回の検査あたりの被ばく量が多いCT検査が広く普及していることや胃がん検診で上部消化器検査が行われているためと考えられます。

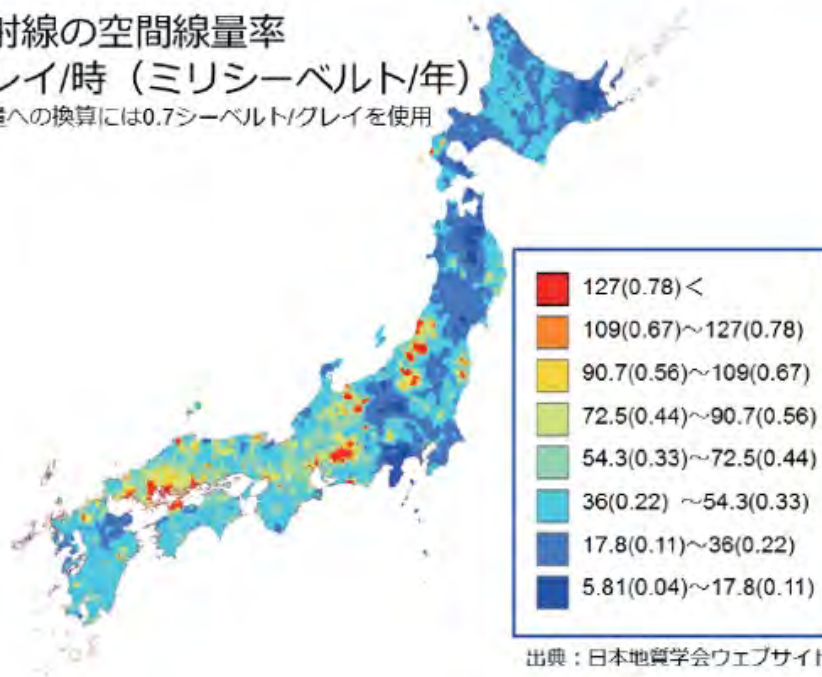
日本人が欧米諸国に比べて食品からの線量が高い理由は、魚介類を多く摂取する日本人の食生活が関係しています。魚介類にはポロニウム210が多く含まれているため、その分、実効線量が大きくなっています。一方、ラドン・トロンによる被ばくが少ないのは、日本家屋は通気性が良く、地中から屋内に侵入したラドン・トロンが速やかに屋外に拡散するためと考えられています。

出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料平成29年度版」

# 大地の放射線

自然放射線の空間線量率  
ナノグレイ/時 (ミリシーベルト/年)

・実効線量への換算には0.7シーベルト/グレイを使用



出典：日本地質学会ウェブサイトより

18

日本国内でも、大地からの放射線レベルにはわずかに差があります。

関東ローム層が大地からの放射線を遮へいする関東平野では、おおむね大地からの放射線量は少なくなっています。一方、花崗岩が直接地表に露出した地質が多い西日本では、東日本より大地からの放射線の量が高い傾向にあります。

最も高い岐阜県と最も低い神奈川県では年間0.4ミリシーベルトの差があるといわれています。しかし、だからといって、西日本に住んでいる人達に、放射線による悪影響がある、ということではありません。そのような事実はありません。この高低差はあくまで、低い自然放射線のレベルの中での高低差であって、日常生活の範囲での話です。事故時などのレベルは、これよりもはるかに高いレベルになります。

自然放射線量を計算で求めるには、大地に含まれるウランとトリウムとカリウム（放射性K-40）の濃度を用いますが、すでに公表されている元素の濃度分布図である地球化学図のデータを用いることができます。

地上1mの高さでの線量率D(nGy/h)の計算

$$D = 13.0 C_K + 5.4 C_U + 2.7 C_{Th}$$

ここでCK(%), CU(ppm), CTh(ppm)はそれぞれカリウム、ウラン、トリウムの濃度です。単位はナノグレイ(nGy)であるのでこれをマイクログレイ( $\mu$ Gy)に換算して表したのが上図です。

出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料平成29年度版」（日本地質学会ウェブサイトより引用）  
産総研地質調査総合センターウェブサイト  
(<http://www.geosociety.jp/hazard/content0058.html>)  
参考：<https://gbank.gsj.jp/geochemmap/>  
<https://gbank.gsj.jp/geochemmap/setumei/radiation/setumei-radiation.htm>

## まとめ

- 放射線 ( $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、X線、n線) と放射能 (放射線を出す能力)
- 放射線の作用による、電離 (電子の放出) と励起 (外側の軌道に移転)
  - 電離作用、蛍光作用→放射線測定器、透過作用→X線撮影、CT
- 等方性による距離の2乗減衰と遮蔽減衰 ( $\alpha$ :紙、 $\beta$ :アルミ、 $\gamma$ :鉛、n:水)
- $\alpha$ 壊変 ( $\alpha$ 線+ $\gamma$ 線)、 $\beta$ 壊変 ( $\beta$ 線+ $\gamma$ 線)、核分裂 (n線+ $\gamma$ 線)
- 臨界 (連鎖反応に至る限界) →連鎖反応 (核分裂が次々に増大)
- 放射線により透過力が違う。
- 核種毎固有の半減期を有し、放射能は1半減期で1/2、2半減期で1/4
- 放射線の単位
  - ベクレル(放射能の単位)
  - グレイ(物質が吸収したエネルギーを表す単位)
  - シーベルト (放射線量、被ばく線量の単位)
- 自然界にも放射線は存在する。
  - 日本の年間自然放射線の量 2.1mSv
  - 世界の年間自然放射線の量 2.4mSv



# 放射線防護

原子力災害医療 基礎研修  
原子力災害基礎-4

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
Ver.202012

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

時間：30分

内容

- 原子力災害時の放射線防護の目的
- 防護の三原則
- 被ばく線量限度
- 放射線測定器
- 外部被ばく防護の三原則
- 外部被ばく対策
- 空間線量率個人被ばく線量
- 個人被ばく線量計
- 個人被ばく線量管理
- 遮へいの効果
- 遮へいと屋内退避
- 放射能防護服
- 内部被ばく経路の防護
- 吸入摂取の防護
- 鼻スワブ検査
- 汚染対策
- 汚染と被ばく線量

## 原子力災害時の放射線防護の目的

- 無用な被ばくをしない
  - 確定的影響の防止と確率的影響のリスクを合理的に達成できる程度に減少させる
  - 外部被ばくの防護
  - 内部被ばくの防護
- 二次災害の予防
  - 対応者の無用な被ばくの防止
  - 汚染拡大防止：汚染検査、除染
  - 関係機関での安全・危険情報の共有
- 住民の保護
  - 広報：情報提供（内容、方法）
  - 避難退域時検査
  - 避難
  - 屋内退避

原子力災害時の放射線防護の目的は、外部被ばく防護と内部被ばく防護による無用な被ばくをしないことと、二次災害の予防です。具体的には、確定的影響の防止と確率的影響のリスクを合理的に達成できる程度に減少させることとなります。このために、原子力災害時には、放射線防護を実施します。

放射線防護の方法は、外部被ばくの防護と内部被ばくの防護に分けられます。さらに二次災害の予防として汚染拡大防止対策を講じます。

## 防護の三原則

### 正当化

便益  
(ベネフィット、メリット) >> 放射線のリスク

**防護の最適化** 個人の被ばく線量や人数を、経済的及び社会的要因を考慮に入れた上、合理的に達成できる限り低く保つこと

ALARA(As Low As Reasonably Achievable)

### 線量限度の適用

職業人 (実効線量)	一般公衆 (実効線量)
1年間 50mSv かつ	1年間 1mSv
5年間 100mSv	

がんや遺伝性影響では、影響の現れ方が確率的であり、現在の放射線防護では、低線量域でも直線しきい値なし(LNT)モデルを適用しているため、安全と危険を明確に区分することはできません。そこで、国際放射線防護委員会(ICRP)は、どんなに小さくても有限のリスクがあるものとして、「リスクを容認できること」を基準に、防護のレベルを考えることを推奨しています。その防護の三原則が、「正当化」「線量限度の最適化」「線量限度の適用」です。

正当化とは、放射線を使う、被ばくの変化をもたらす行為や活動に対して、もたらされる便益(ベネフィット、メリット)が放射線のリスクを上回る場合のみ認められることです。

放射線を伴う行為のメリットが放射線のリスクを上回る場合は、合理的に達成可能な限り被ばく量を減らして、放射線を利用します。これがALARAの原則です。防護の最適化とは、社会的、経済的なバランスも考慮しつつ、できるだけ被ばくを少なくするよう努力するということで、必ずしも被ばくを最小化することではありません。

線量限度は計画被ばく状況に適用されます。ICRPの2007年勧告では、職業人の実行線量限度は5年間で100mSv、特定の1年間に50mSvと定めています。一般公衆の場合は、実行線量限度は年間1mSvです。線量限度は、管理の対象となるあらゆる放射線源からの被ばくの合計が、その値を超えないように管理するための基準値であり、安全と危険の境界を示す線量ではありません。

## 被ばく線量限度

電離放射線障害防止規則による線量限度

区 分	実効線量限度	等価線量限度
業務従事者	100 mSv/5年 (50mSv/年) 女子 5mSv/3月 妊娠中の女子 (出産までの内部被ばく) 1mSv	水晶体：100 mSv/5年 (50mSv/年) 皮膚：500mSv/年  妊娠中の女子 (出産までの腹部表面) 2mSv
	緊急作業：100mSv	水晶体：300mSv 皮膚：1Sv
一般公衆	1mSv/年	水晶体：15mSv/年 皮膚：50mSv/年

※ 国家公務員の場合は、人事院規則10-5（職員の放射線障害の防止）で被ばく線量限度が定められている。

ICRPの放射線防護の考え方及びその勧告に基づき、放射線障害の防止に関する法令で放射線を職業的に扱う人（放射線業務従事者）に対し、線量限度を定めています。国家公務員の場合は、人事院規則10-5（職員の放射線障害の防止）で被ばく線量限度が定められています。また、放射線業務従事者である個人の線量のほか、公衆に対する線量の寄与を把握するため、事業所の境界や、放射線を取り扱う管理区域の境界など、場所についての線量も定められています。

放射線業務従事者の線量限度は、男性では1年間で50mSv、5年間で100mSv、女性の場合は、3ヶ月で5mSvと定められています。人命救助などの緊急作業では100mSvです。一般公衆の線量限度は、1年間で1mSvです。

原子力災害や放射線事故、災害の現場活動では、被ばくを”0（ゼロ）”とすることはできません。このため、線量限度を越えないように活動計画では被ばく線量を管理しなければなりません。また、無用な被ばくをしないように対処することも重要です。

## 放射線測定器

対象	測定方法	測定する放射線	測定器
空間線量率	1時間あたりの線量 測定場所ごとの短時間測定	ガンマ線	NaIシンチレーション式 サーベイメーター 電離箱式サーベイメーター GM計数管式サーベイメーター
		中性子線	<sup>3</sup> He計数管式（レムカウンタ）
表面汚染	直接法 (対象物を直接測定) 間接法 (スミア法など)	アルファ線	ZnSシンチレーション式 サーベイメーター
		ベータ（ガンマ）線	GM計数管式サーベイメーター
個人被ばく 線量	積算線量	ガンマ線	電子個人線量計
		中性子線	警報付き個人線量計

放射線を測定する場合、測定する目的と測定の対象とする放射線の種類によって、適切な測定機器を選ぶ必要があります。適切な放射線測定器を選ばないと、過剰な被ばくをしたり、身体汚染を起こすこととなり、注意する必要があります。

放射線を測定する目的は、

- ・空間放射線量率の測定
- ・表面汚染の測定
- ・個人被ばく線量の測定 があります。

空間放射線量率の測定に適している測定器は、ガンマ( $\gamma$ )線を測定する場合は、NaIシンチレーション式、電離箱式、GM計数管式です。中性子線の空間放射線量率を測定する場合、<sup>3</sup>He計数管式（レムカウンタ）です。

アルファ( $\alpha$ )線を放出する放射性物質の表面汚染の測定に適しているのは、ZnSシンチレーション式が、ベータ( $\beta$ )線（ガンマ( $\gamma$ )線）を放出する放射性物質の表面汚染の測定に適しているのはGM計数管式です。

個人被ばく線量の測定に使用される、電子式個人線量計は、活動中に被ばく線量ができ、さらに、設定した線量に至るとアラーム等で警報を発する、警報付個人線量計（アラームメータ）もあります。

## 外部被ばく防護の三原則



### 時間

作業時間を短くする。

被ばく線量は時間とともに増えます。被ばく時間を短くすることで被ばく線量を少なくできます。



### 距離

線源からできるだけ離れる。

放射線の強さは遠くに離れると弱くなり、線量は距離の2乗に反比例して減ります。



### 線源

### 遮へい

線源と人の間に遮へい体を置く。

物体を間に置くと放射線を弱めてくれます。建物の壁などは遮へい体になり、空間線量率が低くなります。

外部被ばく防護のポイントは「時間」「距離」「遮へい」です。被ばくする時間を短くする、放射線源からの距離をとる、放射線を遮へいすることで、被ばく線量が低減できます。

放射線にさらされる活動時間を短くすることで被ばく線量を少なくできます。放射線は、放射線源からの距離の二乗に反比例して減少します。そのため放射線源からの距離をとることで被ばく線量を少なくすることができます。逆に、放射線源からの距離が半分の位置(1/2の距離)に近づくと放射線量は元の位置の4倍になり、急激に空間線量が上昇することになるため、特に危険区域での活動時には注意が必要です。

放射線源との間に遮へい物があると放射線量は減少します。コンクリートの壁、鉄や鉛の金属の板などがあれば、遮へい材として使用できます。放射線源の位置、形状が明確であれば、鉛のブロックなどで線源を囲むことによって周辺の空間線量率を低減することもできます。

## 外部被ばく対策

### 空間線量率の測定

活動する場所の安全確認、管理  
危険区域の設定



### 個人線量計の装着

線量限度以下での活動、個人被ばく線量の管理  
アラームの設定：線量限度以上の被ばくを避ける



### 時間管理

現場の空間線量率に応じて、線量  
限度を超えないように管理

$$\text{被ばく線量} = \text{空間線量率} \times \text{活動時間}$$



外部被ばくの対策には、空間線量率を測定して、活動する場所の安全確認と管理をします。

個人被ばく線量計を装着して、被ばく線量管理を行います。

活動時間は、活動する場所の空間線量率に応じて、線量限度を越えないように管理します。

## 空間線量率と個人被ばく線量

### 実効線量

放射線被ばくによる全身の影響を表す。計算により算出し、直接測定はできない。

被ばく管理のために、実効線量の代わりに実際に測定できる線量当量を用いる。

### 周辺線量当量（空間線量）；Sv シーベルト

環境モニタリングで用いられる。  
人体の組織を模した直径30cmの球の表面から深さd\*で生じる線量当量測定を行った空間の線量を表す。



### 個人線量当量；Sv シーベルト

個人モニタリングで用いられる。  
人体のある指定された点における深さd\*の線量当量測定器を体に身につけて測定するときの単位



\*深さd：実効線量1cm、水晶体3mm、皮膚70μm

実効線量は計算によって算出される量で、直接測定することはできません。そこで、被ばく管理のために、実効線量の代わりに実際に測定できる量（実用量）として、周辺線量当量と個人線量当量を用います。

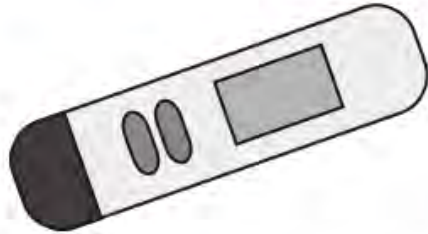
空間線量計は周辺線量当量を示し、個人線量計は個人線量当量が示されま

す。

周辺線量当量は、人体の組織を模した直径30cmの球の表面から1cmの深さにおける線量（1cm線量当量）で表されます。人体の組織の多くは体表面から1cmより深いところにあるので、結果的に周辺線量当量は実効線量よりも高い値となります。そのため周辺線量当量を用いることで、安全側での被ばく管理ができます。



## 個人被ばく線量計



電子式個人線量計



汚染させないように防護服の中あるいはビニール袋などに入れて装着する。

- 活動中の被ばく線量の積算値
- 装着の方向を確認する。
- アラームの設定ができる。
- アラーム音は小さいため、聞こえない場合がある。
- 誤計数の可能性があるため、携帯電話、PHS、高出力トランシーバーなどの装置の近辺での使用は十分注意する。

電子式・直読式の個人線量計を用いると、被ばくの積算線量がリアルタイムで表示されるので、一定期間ごと、あるいは作業ごとに、自分の線量を知ることができます。また、被ばく線量があらかじめ設定した値に達すると、アラームや振動で着用者に知らせてくれる、アラーム付きのポケット線量計もあります。放射線の事故や災害などの緊急時の対応にはアラーム付きのポケット線量計を使用します。

男性は胸部に、女性は妊娠の可能性も考慮し腹部に付けることが一般的です。個人線量計は汚染させないように防護服の内側に、向きを確認して装着します。誤計数の可能性があるため、携帯電話、PHS、高出力トランシーバーなどの装置の近辺での使用は十分注意します。

個人線量計には、光刺激ルミネッセンス（OSL）線量計、ガラス線量計といったタイプのももあります。これらは、一ヶ月等の一定期間、身につけて、積算線量を測定するもので、リアルタイム値は表示されません（現像しないと分からない写真フィルム、のようなイメージに近いです）。

# 個人被ばく線量管理

## 個人被ばく線量の測定記録票の例

記録年月日	平成 年 月 日 ( 曜日 )							
記録者氏名								
測定条件	①天候 ( 晴れ、曇り、雨、雪 )      ②その他 (                      )							
作業場所								
作業者氏名	線量計型式及び番号		作業前指示値 ( $\mu$ Sv)	作業後指示値 ( $\mu$ Sv)	被ばく線量 ( $\mu$ Sv)	作業時間		
	型 式	番 号				作業前時刻	作業後時刻	作業時間

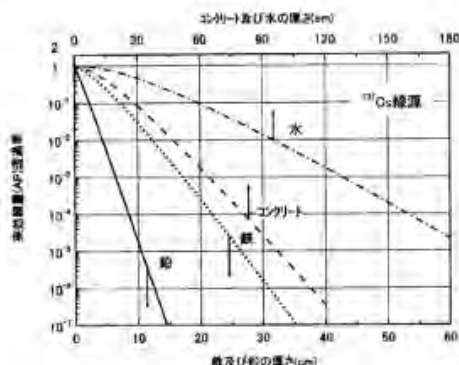
注：被ばく線量 = 作業後指示値 - 作業前指示値

活動時の個人被ばく線量を記録します。

個人線量計の中には、電源を切ると測定結果がリセットされてしまうものやホルダーに戻すとリセットされるものもありますので、注意が必要です。

## 遮蔽の効果

核種	鉛(cm)		鉄(cm)		コンクリート(cm)	
	半価層	1/10価層	半価層	1/10価層	半価層	1/10価層
Co-60	1.2	4.0	2.0	6.7	6.1	20.3
I-131	0.7	2.4	-	-	4.6	15.3
Cs-137	0.7	2.2	1.5	5.0	4.9	16.3



放射線は透過する物質の密度が高いほど減衰する。

遮へい材の遮へい効果を表すのに半価層及び1/10価層がよく用いられています。半価層は入射 $\gamma$ 線の線量率を1/2に減じるのに必要な遮へい物の厚さ、1/10価層は入射ガンマ( $\gamma$ )線の線量率を1/10に減じるのに必要な遮へい物の厚さになります。

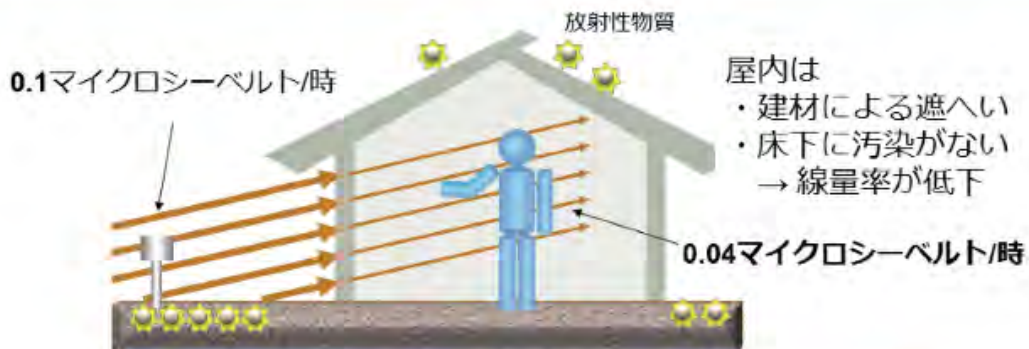
ガンマ( $\gamma$ )線では、実効線量透過率を1/10程度にするのに、鉛や鉄を用いても数cmの厚さが必要なこと、コンクリートでは同程度の遮へい効果を得るには、20cm前後の厚さが必要となることが分かります。

実効線量透過率とは遮へい体がない場合のガンマ( $\gamma$ )線の実効線量率と遮へい体がある場合のガンマ( $\gamma$ )線の実効線量率の比をいいます。この図は、線源から5m離れた場所に遮へい物を置いたときに、その後方でどれだけ実効線量透過率が低下するかを示しています。例えば、Co-60線源の場合、厚さ30cmの鉄では、その後方で実効線量透過率は約 $10^{-4}$ 、すなわち、1万分の1に低下します。

出典；JAERI-Data/Code 2000-044 実効線量評価のための光子・中性子・ベータ線制動放射線に対する遮へい計算定数

総務省消防庁 スタート！RI119 消防職員のための放射性物質事故対応の基礎知識（平成23年3月（平成27年3月一部改定））

## 遮へいと屋内退避



場所	低減係数*
木造家屋（1～2階建）	0.4
ブロックあるいはレンガ家屋（1～2階建）	0.2
各階450～900m <sup>2</sup> の建物（3～4階建）の1～2階	0.05
各階900m <sup>2</sup> 以上の建物（多層）の上層	0.01

\*建物から十分離れた屋外での線量を1とした時の、建物内の線量の比

原子力災害時の防護措置として屋内退避があります。これは、屋内では建材による遮へいの効果、床下には汚染がないことから屋外よりも空間線量率が低くなるためです。

屋内での線量率を求める場合は、建築物による遮へいや床下に汚染がないことを考慮して、近くの屋外線量率の値に低減係数を乗じて、屋内の空間線量率を推定します。

低減係数は、建材の種類によって異なります。木造家屋は、外からの放射線の約6割を低減します。ブロックやレンガの家屋、鉄筋コンクリート家屋ではより遮へい効果が高まります。また、高層階になるに従い、土壌表面の放射性物質からの距離が離れるため、放射線量も少なくなります。

出典；環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料平成29年度版」

原子力安全委員会「原子力施設等の防護対策について」（昭和55年6月（平成22年8月一部改訂））

## 鉛入り防護服



人体ファントム（人体模型）に個人線量計を装着し、防護服の有無による遮へい効果を、3種類（Am-241 (60keV)、Cs-137 (662keV)、Co-60 (1250keV)）の線源を用いて確認した。

エネルギー(keV)	遮へい効果(%)
60	94.2
662	9.4
1250	4.4

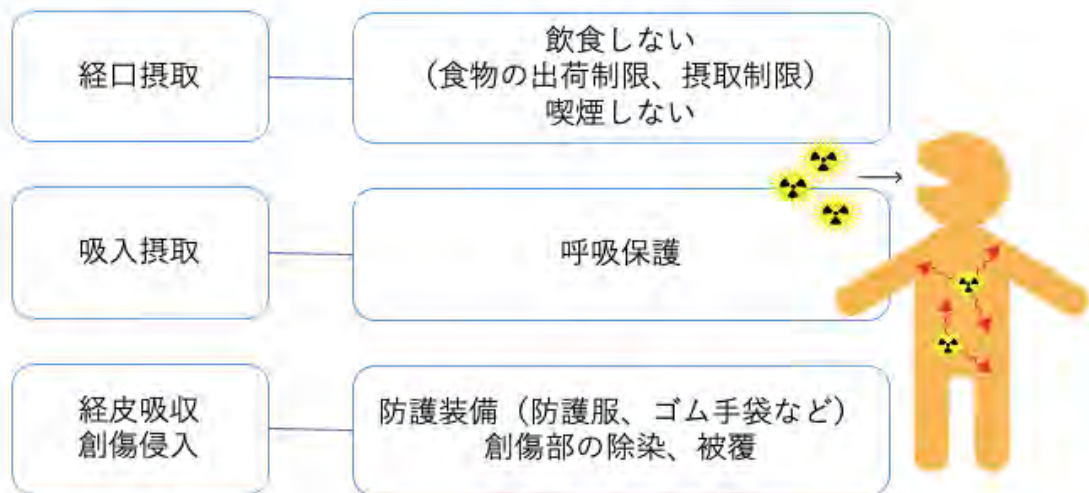
防護服一式に含まれる鉛ベストは鉛3mm相当でしかなく、アメリカシウム-241や放射線といった低エネルギーの放射線に対しては遮へい率95%前後と、有効であると言えるが、セシウム-137やコバルト-60に対しては遮へい率が10%以下となる。

鉛入りのインナーベストや放射能防護服がありますが、その遮へい効果を実際に確認した結果を示しています。防護服一式に含まれる鉛ベストは鉛3mm相当でしかなく、アメリカシウム-241や放射線といった低エネルギーの放射線に対しては遮へい率95%前後と、有効であると言えますが、セシウム-137やコバルト-60に対しては遮へい率が10%以下となります。また、鉛ベストの側面(脇腹部分)は鉛が入っておらず、側面から被ばくをした場合、遮へい効果は期待できません。

防護服一式の総重量等による機動性の低下により、活動時間が延長し、被ばく線量が増大することも考えられます。

出典；総務省消防庁 スタート！RI119 消防職員のための放射性物質事故対応の基礎知識（平成23年3月（平成27年3月一部改定））

## 内部被ばく経路の防護



内部被ばくの経路には、経口摂取、吸入摂取、傷口や皮膚から体内に入る経皮摂取の三つがあります。そのため、内部被ばくを防ぐためには、この三つの経路から、放射性物質が体のなかに取り込まれないようにします。

経口摂取を防ぐには、汚染している区域で飲食、喫煙等をしない、手や物品を舐めるなど、口を使った作業をしないようにします。

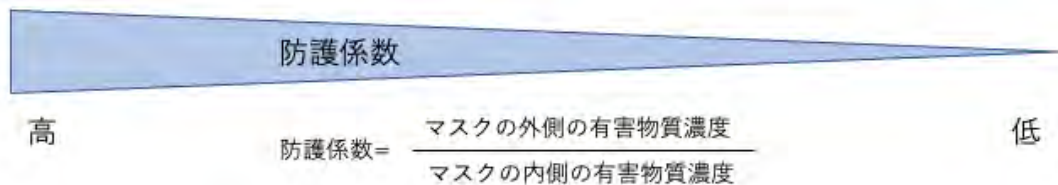
吸入摂取の防止は、次のページに例示するマスクなど、必要に応じて、呼吸保護具を着用します。

経皮摂取の防止ですが、傷口や皮膚からの放射性物質の取り込みを防ぐためには、傷口であれば保護（カバー、覆い）をする、皮膚については、次のページに例示する身体用の防護装備（つなぎ服、ゴム手袋等）を着用するなどして、放射性物質が直接、皮膚に接触しないようにします。

以上の3つは、人の内部被ばくにつながる三つの経路を断つという、身体に関する防護ですが、放射性物質そのものに対する防護としては、「閉じ込め」、「除染」、「整理・整頓（線源の管理）」の、内部被ばく防護の三原則があります（数は諸説あり）。これらはいずれも、「汚染状況の把握と拡大・飛散の防止」という、シンプルな原則に基づくもので、考え方は難しくないのでありますが、いずれも放射線計測・測定を伴うため、放射性物質の取扱い・管理について不明な場合には、放射線管理要員の助言を得ることがよいでしょう。

## 吸入摂取の防護

防護性能は、顔面とマスクの密着度合にも左右される。



吸入摂取の防護には、呼吸保護具（マスク）を装着します。このマスク性能を表す数値として防護係数があります。防護係数が高いほどマスク内への粉じんの漏れ混みが少ないことを示しています。

原子力災害時の対応では、使用するマスクは、空気中に舞っている放射性物質の種類と濃度によりますが、汚染の程度が低ければ、サージカルマスクやN95マスクで対応します。

放射性物質濃度が高い場合、放射性ヨウ素、 $\alpha$ 線放出核種等の場合には、チャコールフィルター（活性炭フィルター）等によりる過可能な、半面マスクや全面マスクを使うこともあります。

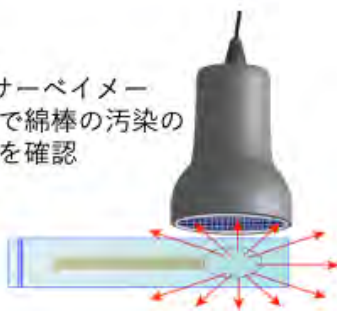
なお、派遣チームで標準的に利用することは想定されませんが、事業所内の状況によっては、陽圧式呼吸保護具など、特殊な装備が使われることもあります。

マスク着用の際の注意点ですが、写真の例であれば、サージカル・N95などでは、鼻筋に当たる部分を密着させる（針金部を曲げて調整する）こと、面体のあるマスク（写真の例は全面マスク）では、顔にしっかり密着させることです。

## 鼻腔スワブ（鼻スメア）検査



GMサーベイメーターで綿棒の汚染の有無を確認



- 綿棒を生食で湿らせ、鼻腔を傷つけないように採取
- 左右別々に採取
- 採取部位、日時、氏名等を記入
- 汚染があれば、内部汚染の可能性があるため、詳細な検査（ホールボディカウンターなど）を実施

19

放射性物質を吸入した場合、鼻腔の粘膜に放射性物質が付着します。そこで、内部被ばくの可能性を確認する場合に鼻腔スワブの汚染検査で確認する方法があります。綿棒を生食で湿らせて、鼻腔を擦ります（綿棒を生食等で湿らせる方が粘膜を傷つけません。）。綿棒やスワブに汚染があれば、放射性物質を吸入した可能性があるため、ホールボディカウンターでの計測などで、詳細な検査を行います。



## 汚染対策

放射線あるいは放射性物質のみが原因の場合、放射性物質の付着防止のために防護服はタイベックスーツが選択される。  
(どんな防護服でも外部被ばくは防護できない)

タイベックスーツ

二重のゴム手袋

テープで目張り

くつカバー

靴底が全面ゴム製になったものだと野外での活動でも破れない

ゴーグル  
マスク(シールド付)

必要に応じて吸収缶付きマスクを着用

・放射線を防ぐものではない  
+ 放射性物質の吸入、付着を防ぐことが目的

表面汚染対策としては、防護衣、マスク、ゴーグル、ゴム手袋、靴カバーを装着します。

適切な防護装備の選択には、作業環境の線量率、汚染（表面汚染密度）、放射性物質の種類（核種）等を勘案します。

例えば、汚染が低い場合は、白衣、綿手及びマスク等で十分ですが、汚染が高い場合には、より重い装備を選択する必要があります。対象となる放射性物質の種類や、作業環境の情報が得られず、不明である場合は、重装備を選びます。

汚染することが前提である場合や可能性が高い場合は、ゴム手袋を二重にし、外側のゴム手袋を交換していくなどの運用も必要です。

## 汚染と被ばく線量

$$H = A \times D \times T \times K \quad (\text{nSv})$$

- A : 単位皮膚表面汚染密度あたりの吸収線量 [(nGy/h)/(Bq/cm<sup>2</sup>)]  
(皮膚表面から70μm直下) で 図 (参考資料) より読取ります  
D : 汚染した箇所の表面汚染密度 (Bq/cm<sup>2</sup>)  
T : 皮膚被ばくの継続時間 (h)  
K : 吸収線量 (Gy) から皮膚の被ばく線量 (Sv) への換算係数 (1Sv/Gy)

皮膚が表面密度120Bq/cm<sup>2</sup>のI-131に汚染し、汚染してから除染が完了するまで2時間かかったときの皮膚の被ばく線量は、

$$\begin{aligned} H &= A \times D \times T \times K \\ &= 1,400 \times 120 \times 2 \times 1 \\ &= 336,000 \quad (\text{nSv}) \\ &= 0.34 \quad (\text{mSv}) \end{aligned}$$

皮膚の被ばく線量の計算式；  $H = A \cdot D \cdot T \cdot K$  (nSv)

- A : 単位皮膚表面汚染密度あたりの吸収線量  
[(nGy/h) / (Bq/cm<sup>2</sup>)] (皮膚表面から70μm直下) で 図 (参考資料を参照) より読取ります  
D : 汚染した箇所の表面汚染密度 (Bq/cm<sup>2</sup>)  
T : 皮膚被ばくの継続時間 (h)

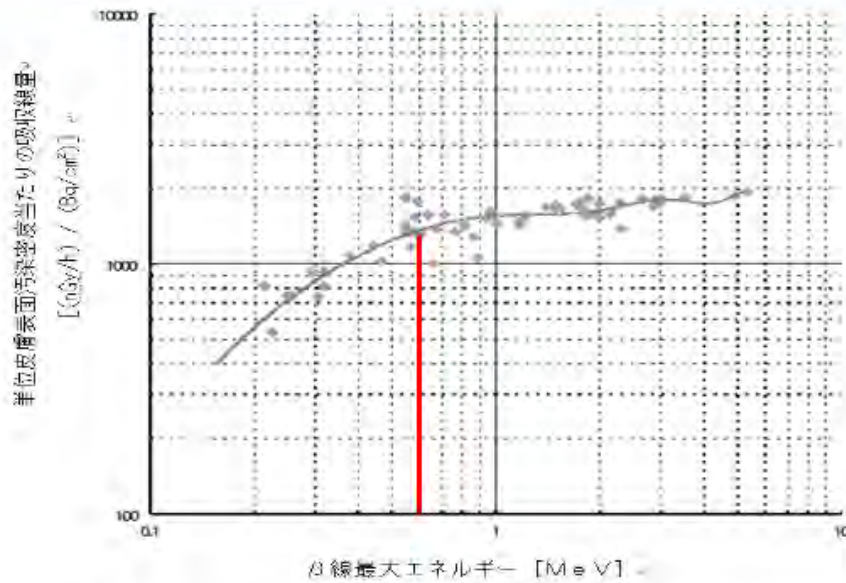
例として、I-131が表面汚染密度120 Bq/cm<sup>2</sup>で汚染して、汚染してから除染が完了するまでに2時間かかったときの、皮膚の被ばく線量は0.34mSvとなります。

放射線業務関係者の皮膚に関する等価線量限度500mSv (緊急時においては1Sv(1,000mSv)) にくらべて、小さいことが分かります。

## まとめ

- 防護の三原則；正当化、防護の最適化、線量限度の適用
- リスクの容認(便益>>リスク、可能な限り低く(ALARA)、線量限度の適用)
- 目的に応じた測定器の使用(空間線量率Sv/h、表面汚染cpm、個人被ばく線量Sv)
- 外部被ばく防護三原則:出来るだけ短時間、距離を離隔、遮蔽体を使用
- 個人被ばく線量計:防護服内側、胸部(男)腹部(女)、向き確認、電波機器から離す
- 半価層:鉛1.2cm(Co-60)、0.7cm(Cs-137)であり、鉛ベスト(3mm)では、遮蔽の効果10%、屋内退避が有効
- 内部被ばく防止:口、鼻、皮膚、創傷からの侵入防止、汚染の把握・拡大飛散防止
- 放射性浮遊物;空気呼吸器・吸収缶マスク、汚染検査等;防塵マスク(密着注意)
- 汚染対策:防護衣、マスク、ゴーグル、ゴム手袋(二重)、靴カバー、テープ目貼り

## 参考



例えば、  
I-131の場合、β線の  
エネルギーを  
0.6MeV (横軸) とする  
と、単位皮膚表面汚  
染密度あたりの吸収  
線量 (縦軸) は  
約1,400 (nGy/h) /  
(Bq/cm<sup>2</sup>) と読みます。

図1-5 単位皮膚表面汚染密度あたりの吸収線量とβ線最大エネルギーとの関係 (出典: ICRU Report 156, 1997 改)

# 避難と屋内退避の支援

原子力災害医療 基礎研修

原子力災害基礎-8

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

Ver.202012

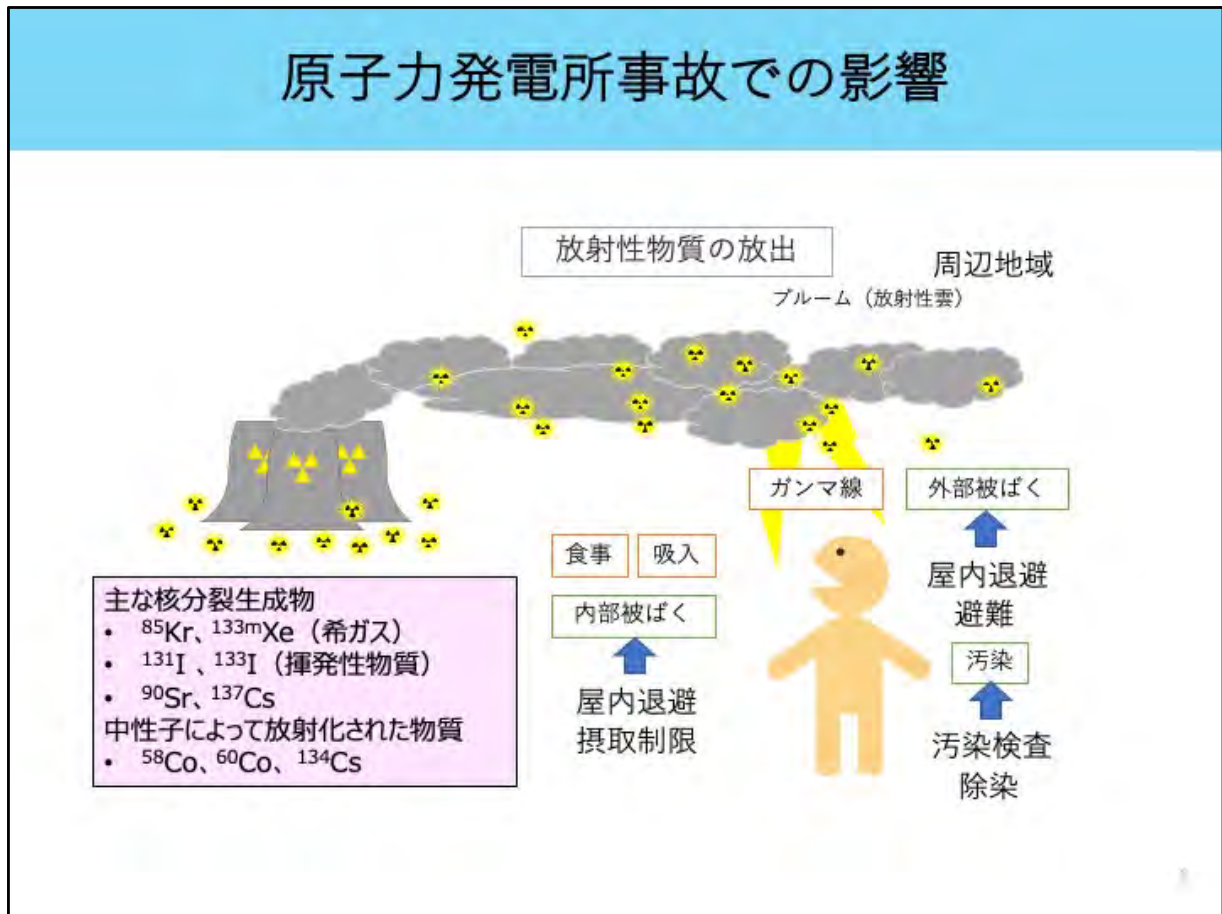
本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

時間；30分

内容

- 原子力発電所事故での影響
- 原子力災害時の防護措置
- 原子力発電所事故時の防護
- 防護措置の効果
- 屋内退避時の注意点
- 医療・福祉施設の避難
- 避難時の注意点
- 避難退域時検査
- 汚染検査
- 原子力災害時の病院避難
- 避難時の防護対策
- 車椅子の汚染検査
- 受け入れ先医療機関での対応
- 屋内退避・避難時のチェックリスト

# 原子力発電所事故での影響



原子力発電所では、ウランが核分裂して発生させる熱を発電に利用しています。この核分裂によって生じたものが核分裂生成物で、放射性物質を多く含んでいます。

原子力災害では、事故で燃料のペレットや被覆管が破損すると、大量の放射性物質が環境中に放出されます。

放出された気体状の放射性物質は、雲のような状態で大気中を流れます。このプルームから降ってきた放射性物質が地表に沈着したり、野菜などの食物に取り込まれます。そこで、プルームが通過した地域にいと汚染したり、プルームからのガンマ線による外部被ばくをしたり、吸入や食事から内部被ばくをしたりします。このため、原子力施設周辺の住民等に対する放射線の重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するための防護措置を講じる必要があります。

# 原子力災害時の防護措置

	主体	PAZ	UPZ	UPZ外
警戒事態	地方公共団体	・住民への情報伝達 ・施設敷地緊急事態要避難者の避難準備	・住民への情報伝達	・施設敷地緊急事態要避難者の避難準備への協力
	国	・施設敷地緊急事態要避難者の避難準備の指示		・施設敷地緊急事態要避難者の避難準備への協力の要請
施設敷地緊急事態	地方公共団体	・住民への情報伝達 ・施設敷地緊急事態要避難者の避難 ・住民避難の準備 ・安定ヨウ素剤の服用の準備	・住民への情報伝達 ・屋内退避の準備	・住民への情報伝達 ・施設敷地緊急事態要避難者の避難の受け入れ ・住民の避難準備への協力
	国	・施設敷地緊急事態要避難者の避難の指示 ・住民避難の準備の指示 ・安定ヨウ素剤の服用の準備の指示	・屋内退避の準備の指示	・施設敷地緊急事態要避難者の避難の受け入れ要請 ・住民の避難の準備への協力の要請
全面緊急事態	地方公共団体	・住民への情報伝達 ・住民避難 ・住民等への安定ヨウ素剤の服用の指示	・住民への情報伝達 ・屋内退避 ・安定ヨウ素剤の服用の準備 ・防護措置基準に基づく防護措置への対応	・住民への情報伝達 ・住民避難の受け入れ ・安定ヨウ素剤の服用の準備 ・防護措置基準に基づく防護措置への対応
	国	・住民避難の指示 ・地方公共団体への安定ヨウ素剤の服用の指示	・屋内退避の指示 ・安定ヨウ素剤の服用の準備の指示 ・防護措置基準に基づく防護措置への対応	・住民避難の受け入れ要請 ・安定ヨウ素剤の服用の準備の指示 ・防護措置基準に基づく防護措置への対応

原子力発電所の事故が発生した場合、防護措置が開始されます。

緊急時活動レベル（EAL）に基づいた防護措置の考え方

予防的防護措置を準備する区域（PAZ）においては、確定的影響を回避するために、警戒事態において、施設敷地緊急事態要避難者の避難準備を行い、施設敷地緊急事態において、施設敷地緊急事態要避難者の避難、住民避難の準備及び安定ヨウ素剤の服用の準備を行い、全面緊急事態にいたった場合は、住民避難及び安定ヨウ素剤の服用が指示されます。

また、緊急時防護措置を準備する区域（UPZ）においては、確率的影響のリスクを低減するために、施設敷地緊急事態において、屋内退避の準備を行います。また、放射性物質の放出後に一時移転等が必要になった場合に備えて、安定ヨウ素剤の緊急配布の準備、避難退域時検査及び簡易除染の準備、食品摂取制限の準備などを行います。放射性物質の放出後、UPZ及びUPZ外においては、OILに基づいて、防護措置が実施されます。

PAZの医療機関は施設敷地緊急事態で、避難を開始することになります。

## 施設敷地緊急事態要避難者

避難の実施に通常以上の時間がかかり、かつ、避難によって健康リスクが高くなる要配慮者等（傷病者、入院患者、高齢者、障害者、外国人、乳幼児、妊産婦その他の災害時に援護を必要とする者をいう。）、安定ヨウ素剤を事前配布されていない者及び安定ヨウ素剤の服用が不適切な者のうち、施設敷地緊急事態において早期の避難等の防護措置の実施が必要な者をいいます。

# 原子力発電所の事故時の防護



放射性物質が環境中に放出された場合、大気中あるいは地表の放射性物質からのガンマ線によって外部被ばくします。屋内に滞在した場合は、建物の壁や屋根によって放射線を遮ることができ、被ばく線量を低減できます。建物は木造建屋よりもコンクリート建屋の方が放射線の遮へい効果があります。

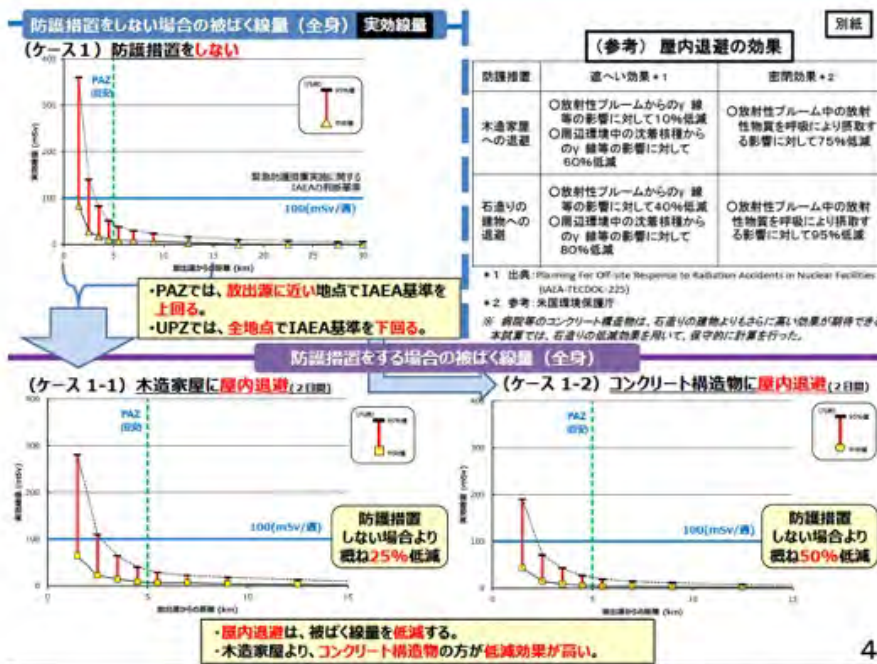
また、窓や扉を閉めることで、大気中の放射性物質が建物の中に入ってくることを防ぎ、放射性物質の吸入を防ぐことによって内部被ばくの防護ができます。

原子力災害が起こった時の防護の基本は、屋内退避と避難です。これらの行動の基準は、原子力災害対策指針（原子力規制委員会）に定められており、国や地方公共団体によって指示されます。医療機関や介護福祉施設等の避難に支援が必要な機関では、地域防災計画等によって定められている屋内退避や避難をします。

原子力災害時には、空間線量率が毎時500マイクロシーベルトを超えた地域は、直ちに避難をします。また、毎時20マイクロシーベルトを超えた地域は、1週間を目処に一時移転します。これらは、防護措置の実施を判断する基準として運用上の介入レベル(OIL)として設定されています。



# 防護措置の効果（全身の被ばく線量）



出典：緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算について（案）平成26年5月28日 原子力規制委員会

屋内退避の防護効果を示します。ここでは、セシウム137が100テラベクレル、その他核種がセシウム137と同じ割合で換算された量、さらに希ガス類が全量、環境中に放出されるような仮想的な事故を想定しています。

防護措置をしない場合に比べて、屋内退避は被ばく線量を低減することができます。さらに木造家屋より、コンクリート構造物の方が被ばく線量の低減効果は高いです。

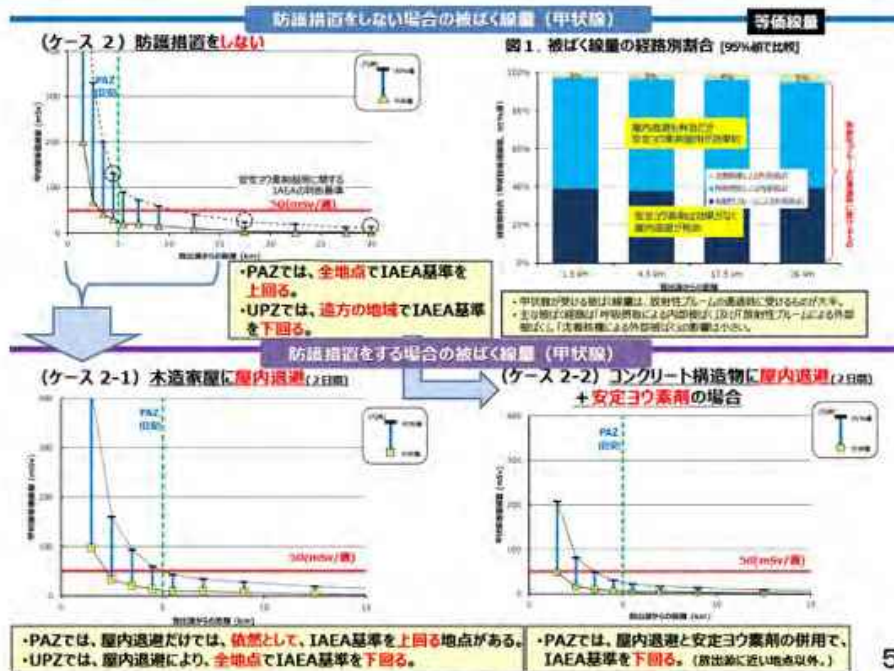
このように、一時的には、屋内退避による防護効果が期待できるため、PAZでは、予防的な避難を行うことによって、かえって健康リスクが高まるような要配慮者については、無理な避難を行わず、屋内退避を行うとともに、適切に安定ヨウ素剤を服用することが合理的です。

病院等のコンクリート建物に対して放射線防護機能を付加することで、より一層の低減効果を期待できます。

避難勧告・避難指示、屋内退避が長期に及ぶと予想される場合は、避難に切り替えることが必要です。

出典：緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算について（案）平成26年5月28日 原子力規制委員会

# 防護措置の効果（甲状腺）



出典：緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算について（案）  
平成26年5月28日 原子力規制委員会

屋内退避による甲状腺の被ばく線量の低減効果を示します。  
木造家屋に屋内退避した場合より、コンクリート建屋への屋内退避と安定ヨウ素剤の服用の併用によって、さらに甲状腺の被ばく線量を低減する効果が高くなります。

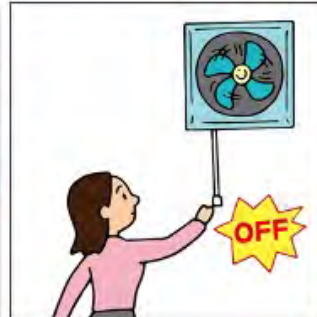
出典：緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算について（案） 平成26年5月28日 原子力規制委員会

## 屋内退避時の注意点

窓を閉める



換気扇を止める



冷暖房器具  
を止める。



空調を止める。



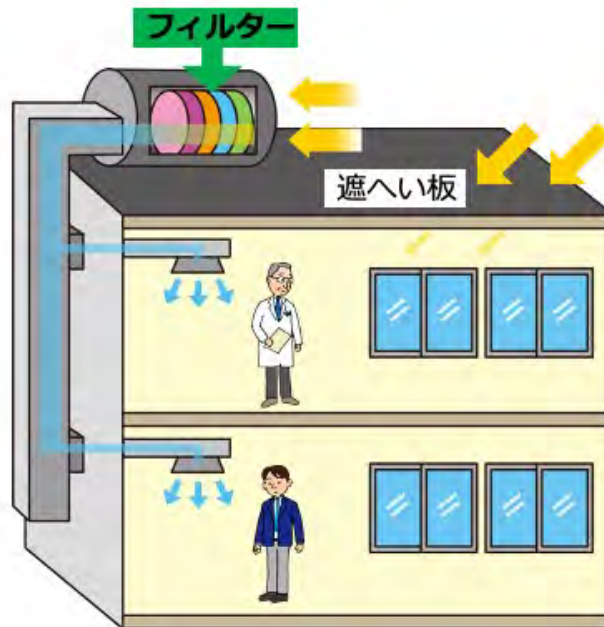
屋内退避が指示されたときの注意事項は、外気を取り入れないことがポイントです。

- ・窓や扉を閉める。
- ・換気扇を止める。（空気の流れを止める。）
- ・冷暖房器具を止める（外気を取り込みを止める）。ただし熱中症の危険がある場合は、冷房器具の使用を継続する。家庭用のエアコンなど外気を取り入れない（熱交換だけを行う物）は、使用することができます。
- ・大きな建物などに設置されている、換気装置を止める。

その他

- ・テレビ、ラジオ、防災無線、広報車等から、正確な最新の情報を入手します。
- ・外から建物の中に入るとき、手洗い等を行います。
- ・食品を汚染させないように、食品をタッパ、ラップ、冷蔵庫等に保管します。
- ・避難、一時移転の防護措置が指示された場合に備えて、避難の際に持ち出す物品を準備します。

## 屋内退避時の注意点



避難や一時移転を実施した方が良いが、避難により健康リスクが高まる災害時要配慮者（傷病者、入院患者、高齢者、障害者、外国人、乳幼児、妊産婦等）等、実施が困難な場合、国及び地方公共団体の指示により屋内退避が実施されます。その際、一般的に遮へい効果や建家の気密性が比較的高いコンクリート建屋への屋内退避が有効です。さらに、空気の清浄装置や遮へい材の設置も考慮されます。

特に、屋内退避を実施している期間は、食料、医薬品及び日常生活の必需品等支援を受ける必要があるため、事前に市町村や道府県等の関係機関と十分調整し、実効性のある計画を策定する必要があります。

原子力緊急事態が発生した場合は、道府県や市町村の災害対策本部と連絡を密にし、上記の支援物資の提供や放射線防護について留意し、必要な情報の提供を絶えず受けます。情報が提供されない場合は、退避者側から取りに行くことも大切です。

## 医療・福祉施設の避難

- 施設内にいた患者、職員は基本的に汚染されていない。
- 放射性物質の放出後に外出した職員あるいは外から来た家族等は汚染の可能性がある。
- 放射線防護の観点から、汚染検査よりも迅速な避難が優先される。



病院や福祉施設において、屋内退避から避難に防護措置が切り替わったときは、避難者に医師や看護師が同行します。

医師や看護師は、避難先へ避難者に関する情報をできるだけ早い段階に提供することも必要です。

防災計画として、避難先と受け入れの調整を事前に実施しておくことが推奨されます。

## 避難時の注意点



戸締まりを忘れずにする。



近所の人に避難するよう声をかける。



皮膚を出さない服装をする。



常用薬、お薬手帳は必ず携行する。



元栓を閉め、ブレーカーを忘れずに落とす。

原子力災害が起こった時の防護の基本は、屋内退避と避難です。避難の時には、放射性物質が、万が一、環境中に放出された場合の対策も必要です。

外部被ばくの対策として、屋外の滞在時間をなるべく短くします。避難する場合には、車やバスなどを使用します。

内部被ばくの対策として、放射性物質を吸入しないようにマスクを使用します。マスクがない場合は、ハンカチなどで口を覆うと放射性物質の吸入が少なくなります。

汚染の対策として、帽子、手袋、コートなどの長袖の衣類を一枚多く着用します。これは、汚染が髪や皮膚に付着することを防ぎ、汚染した場合には脱衣することで放射性物質を取り除くことができます。

避難する際には、戸締まりをして、電気のブレーカーを落とし、ガス・水道の元栓を閉め、近所の人に声をかけることも必要です。

医療・衛生関係では、常用薬、お薬手帳、粉ミルク、紙おむつなどは忘れずに必ず携行しましょう。

## 避難退域時検査



避難時の検査

避難時に国の基準を超える汚染をしていないことを確認するために、避難退域時検査が行われます。特に、避難の初期は迅速性が重んじられ、避難車両の検査が中心に行われ、検査結果がOILの基準を超えている場合は、除染が実施されます。

## 汚染検査



GMサーベイメーターを使用して、体表面の放射性物質の付着の有無を調べます。これを汚染検査と言います。  
測定器のプローブを体表面から1～2cmほど離して、毎秒5～6cm動かしながら検査します。



頭からつま先まで腹側と背側の両方を検査します。靴底も忘れずに検査します。



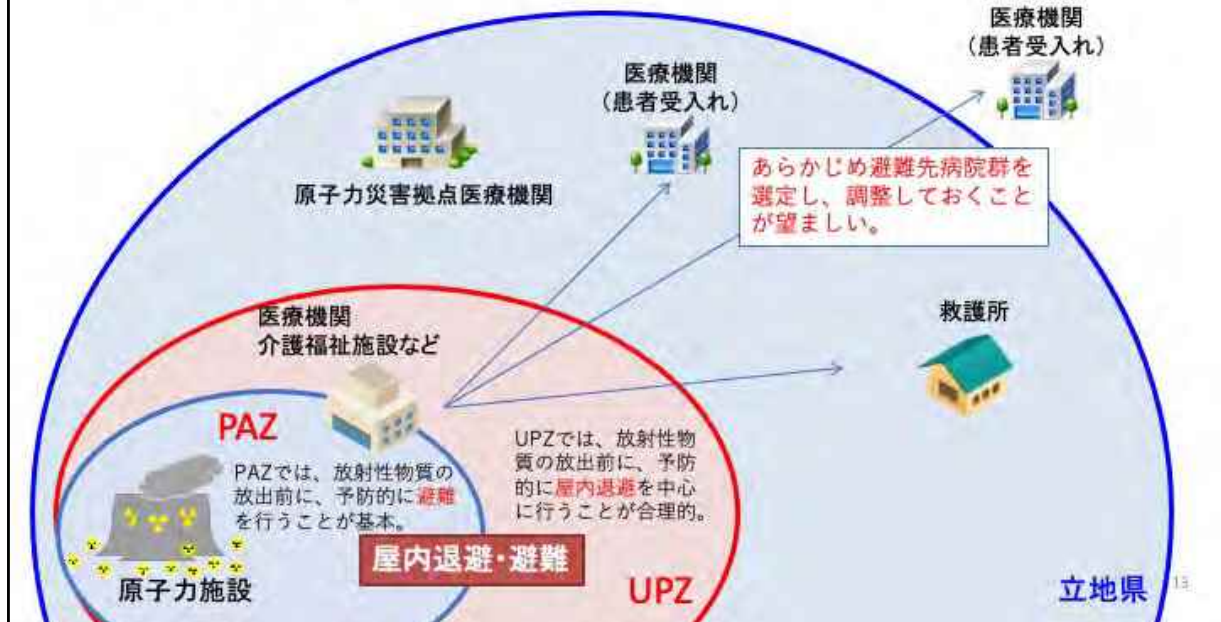
車椅子やストレッチャーに乗っている場合も、全身の汚染検査をできる限り実施します。

汚染検査には、GMサーベイメーターなどの表面汚染計を使用します。人の汚染検査の場合、手や靴底の汚染検査が重要で、手指の汚染は内部被ばくの可能性を示唆し、靴底の汚染は、歩行した範囲の汚染を示唆します。  
ストレッチャーや車椅子での避難時にもできる限り汚染検査を実施します。



# 原子力災害時の病院避難

地元自治体からの指示に基づき、屋内退避、避難を行う。  
搬送手段は、原則地元自治体が確保する。



入院患者は、施設敷地緊急事態要避難者であることから、PAZに立地する医療機関や介護福祉施設などは、施設敷地緊急事態となった時点で避難を開始することになります。また、避難先の選定には時間を要するため、平時にあらかじめ避難先病院群を選定し、調整しておくことが望ましいです。

搬送手段は、原則地元自治体が確保することになります。

## 避難時の防護対策

- 避難時の外部被ばくの対策
  - 屋外の滞在時間を短くする
  - 車やバスなどを利用する
- 避難時の内部被ばく対策
  - マスク、ハンカチ
- 避難時の汚染対策
  - 帽子
  - 手袋
  - コートなどの長袖の洋服



ストレッチャー等での搬送時には、使い捨てのシーツを上からかけておくと、毛布や衣服の汚染防止になる。



避難時の服装  
汚染した場合は、帽子、マスク、上着、手袋を脱ぐ。

医療・福祉施設の避難時にも、外部被ばく、内部被ばくの防護対策が必要です。これらの防護対策は入院患者も病院職員なども同じです。ストレッチャーでの搬送時には、使い捨てのシーツを上からかけておくと、毛布や衣服の汚染防止になります。

## 車椅子の汚染検査



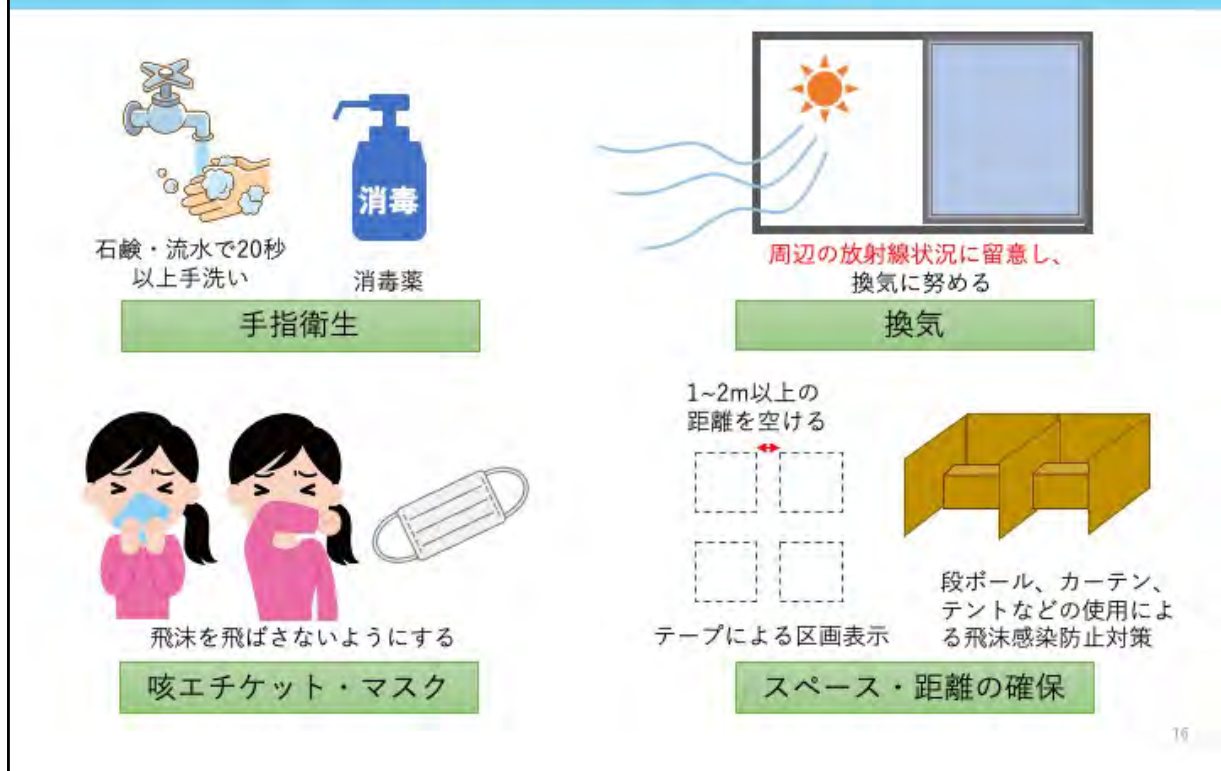
15

車椅子を使用している避難者の汚染検査は、車椅子に乗ったまま行うか、車椅子から移動できる場合は、別の椅子や車椅子に移動してから汚染検査を行います。

車椅子を養生する場合は、車輪の養生は難しく、汚染が付着します。そのため、汚染がある区域から汚染がない区域へ移動する場合は、車椅子を変えることで汚染拡大防止ができます。また、移動中に手や衣類が車輪に触れないように注意が必要です。

ストレッチャーでの搬送の場合も同様です。

## 避難所での感染症対策



新型コロナウイルス感染症などの感染症流行下では、避難所でも感染症対策が不可欠となります。災害時でも、避難者および避難所運営スタッフの感染拡大防止と感染予防が重要です。

### 1) 手指衛生

避難者および避難所運営スタッフは、頻繁な石鹸やハンドソープを使用した手洗いなどの手指衛生を徹底します。水が使用できない場合は、手指消毒薬などを使用します。

また、物品やトイレ等は、定期的に、および目に見える汚れがある時には、洗剤等を用いて清掃するなど、避難所の衛生環境をできる限り整えます。

### 2) 換気

UPZ外の避難所では、外気を取り入れる場合は、周辺の放射線状況を確認し、プルームが到達していない、内部被ばくの危険が少ないなどであれば、感染症対策のため、十分な換気に努めます。

### 3) 咳エチケット、マスク

飛沫の拡散防止のため、マスクの着用が推奨されます。また咳エチケット等の基本的な感染対策を徹底することが求められます。

### 4) スペース・距離の確保

避難者同士が十分な距離（最低限1m以上）を確保できるように避難所のレイアウトを調整します。また、テープによる区画表示、パーティション、カーテン、テントなどを利用して、飛沫感染を防ぐ工夫も求められます。

なお、新型コロナウイルス感染症を発症したと疑われる避難者については、専用スペースを確保する必要があるが、軽症者等であっても原則として一般の

避難所に滞在することは適当でないことに留意する必要があります。

出典

内閣府：避難所における新型コロナウイルス感染症への対応について

内閣府：避難所における新型コロナウイルス感染症へのさらなる対応について

内閣府：避難所における新型コロナウイルス感染症への対応の参考資料について

URL <http://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/>（内閣府 防災情報のページ）

## 受入れ先医療機関での対応

- 基本的に、放射性物質が環境中に放出される前に避難が開始されるので、汚染されている可能性は小さい。
- そのため、受け入れ医療機関での安全確保、汚染対策は基本的に不要である。
  - 対応者の安全確保
    - 汚染検査と除染の対応者は個人線量計、防護装備を準備する。
      - 被ばく対策：空間線量計と個人線量計による管理
      - 汚染対策：防護装備
  - 施設の受入れ準備
    - 汚染対策
      - 汚染が院内に広がらないように汚染検査、除染のエリアを設置する。
  - 受入れ
    - 汚染検査と除染（必要な場合）を行なったのち、汚染のない区域へ移動する。

医療・福祉施設等の避難の場合、入院患者や高齢者にとって長距離の避難は負担となります。また、屋内に滞在していたのち、車両での避難である場合は、身体表面の汚染はほとんどないことが予想されます。そのため、受け入れ先の医療機関等では、汚染検査に時間をかけることで、避難してきた入院患者や高齢者等の負担を増幅することがないようにすべきです。

避難者の汚染が想定される場合には、汚染検査を実施し、必要に応じて除染します。

## まとめ

- 原子力災害時の防護措置はEAL及びOILを組み合わせて実施
- 避難は、放射線・放射性物質から遠ざかることによって防護
- 屋内退避は、建物の気密性や遮へい効果を利用して防護
- 屋内退避の注意点
  - 扉・窓を閉める
  - 換気扇を止める
  - 正確で最新の情報の入手
  - 避難等を実施すべき際の屋内退避
  - 支援を確実に受けられる体制の整備
- 避難時の注意点
  - 皮膚を出さない服装
  - 戸締まりやガスの元栓等を閉める
  - 避難退域時検査
  - 救護所
- 原子力災害時の医療機関の避難では、あらかじめ避難先病院群を選定し、調整しておくことが望ましい。

# 放射線管理要員の役割

原子力災害医療 専門研修  
中核人材-6

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
Ver.202012

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

時間：30分

内容

- 放射線管理要員とは
- 放射線防護の必要性
- 放射線防護と放射線管理
- 放射線施設
- 放射性同位元素等の規制に関する法律
- 放射線障害の防止に関するその他の主な法令
- 放射線安全管理の組織
- 放射線安全管理技術
- 線源管理
- 環境管理
- 非密封放射性同位元素を取扱う施設の安全管理
- 個人管理
- 記帳・記録
- 健康診断
- 教育・訓練
- 緊急時・危険時の対応
- 医療処置と放射線管理



## 放射線管理要員とは

- ❖ 放射性物質を取り扱う事業所内で、放射性物質による人への影響を考慮し、安全で合理的な管理を行う専門家
- ❖ 放射線管理要員は、放射線生物学、物理学、化学、法令の知識を有する。
- ❖ 事業所における事故時には、被ばく患者の身体汚染検査、除染及び被ばく線量の測定、並びに医療機関や搬送車両等の設備、資機材の汚染防止及び汚染検査に協力する。
- ❖ 患者に随行し、事故の状況、患者の被ばく・汚染状況を搬送先の医療機関に提供する。

放射線管理要員とは放射性物質を取り扱う事業所内で、放射性物質による人への影響を考慮し、安全で合理的な管理を行う専門家のことです。放射線管理要員は、放射線生物学、物理学、化学、法令の知識を有しています。放射線管理要員は、被ばく患者の身体汚染検査、除染及び被ばく線量の測定、並びに医療機関や搬送車両等の設備、資機材の汚染防止及び汚染検査に協力します。また、被ばく患者を医療機関に搬送する際には、汚染の状況を測定し、傷病の状態を勘案して、できる限りの汚染の拡大防止措置を講じます。また、患者に随行し、事故の状況、患者の被ばく・汚染状況を搬送先の医療機関に提供し、汚染の拡大防止等に協力します。事業所は、積極的に放射線管理要員の育成に務めることが求められています。ここでは、まず放射線取扱事業所での放射線管理について説明します。

## 放射線防護の必要性

### ❖ 放射線障害の歴史

- ◇ 1895年 RöntgenによるX線発見
- ◇ 1896年 Becquerelにより最初の生物影響の報告（皮膚障害）
- ◇ 1901年 Curieによる皮膚障害の報告
- ◇ 1902年 放射線による皮膚がんの報告
- ◇ 1911年 放射線による白血病の報告
- ◇ 1920年代 ダイヤル・ペインター（ラジウム）の骨肉腫
- ◇ 1930年代 トロトラストによる肝がん、白血病

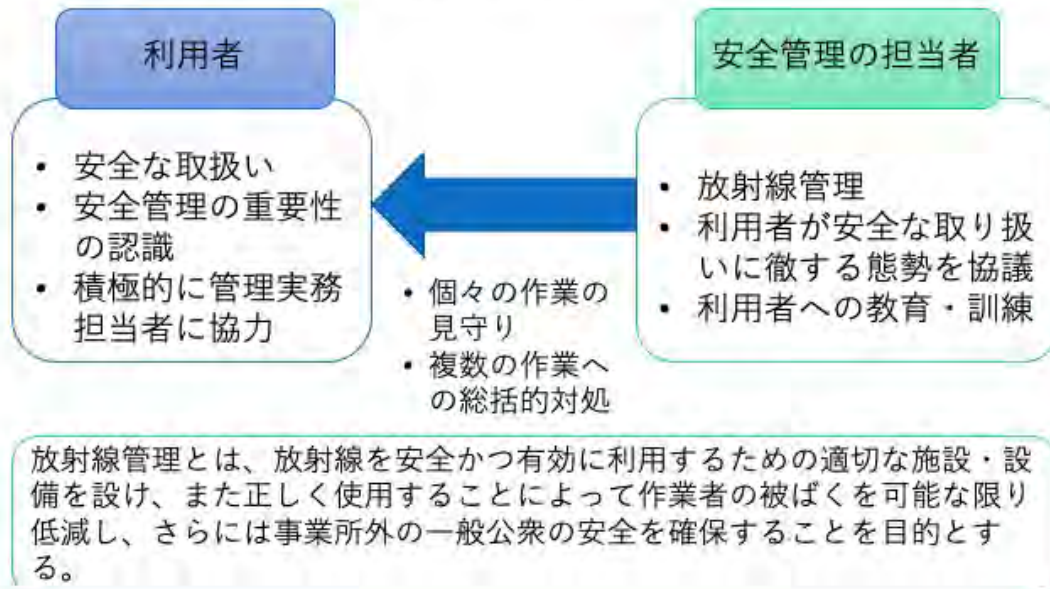
### ❖ 放射線防護

- ◇ 放射線の利用に伴う障害の防止が必要となった。
- ◇ 放射線利用に関わる線量をはっきりと定義し、放射線の影響と量的関係を知り、効率的な利用を促進するとともに障害を防ごうという動きが起こった。
- ◇ 国際的な機関が設置されるに至った。

1895年にレントゲン博士によりX線が発見されて以降、1896年にベクレル博士が放射能を発見し、以後多くの放射線に関する研究が進められてきました。それと同時に1896年にはベクレル博士によって放射線により皮膚に紅斑が生じた報告がなされ、1901年にはキュリー博士による皮膚障害が報告され、以降も放射線による皮膚がん、白血病の報告、ダイヤルペインターのラジウムによる骨肉腫、トロトラストによる肝がん、白血病といった様々な放射線障害の報告があります。このように放射線の発見直後から、研究者たちは放射線にさらされた皮膚の紅斑や脱毛、潰瘍が生じることを認めていました。放射線の医学利用が発展していきましたが、他方では、放射線利用に伴う障害が問題となっていました。そのため、放射線利用に関わる線量をはっきりと定義し、放射線の影響と量的関係を知り、効率的な利用を促進するとともに障害を防ごうという動きが起こりました。さらに国際放射線単位測定委員会（ICRU）、国際放射線防護委員会（ICRP）、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）、国際原子力機関（IAEA）、経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）といった国際機関が設置されるに至りました。

## 放射線防護と放射線管理

- ❖ 放射線・アイソトープの利用に際しては、放射線防護、放射線の安全確保を常に心がけ、その方策を実践



放射線・アイソトープ利用に際しては、放射線防護、放射線安全の確保を常に心がけ、その方策を実践しなければなりません。

利用に直接携わる者は成果を早急に求めるあまり、時として防護・安全の方策をおろそかにすることが懸念されます。これを防止するためには、第三者による放射線管理が必要です。しかし管理のみで、防護・安全をもれなく確保することは困難であり、利用者の安全な取扱いが実行される必要があります。

安全管理の担当者は、利用者が安全取扱いに徹する態勢を協議または必要に応じて教育・訓練によって醸成し、個々の作業を見守るとともに、複数の作業に対しては、総括的に対処することが求められます。さらに利用者が安全管理の重要性を理解して積極的に管理実務担当者に協力する関係を構築することが強く求められます。

医療機関でも放射線・アイソトープを利用している場合は、放射線の安全管理が求められます。しかし医療機関での放射線安全については、専門部署がなく診療放射線技師または医師が業務の傍らに行っているのがほとんどの現状です。医療機関で被ばく医療を実施する場合には、診療放射線技師が放射線管理の役割を担うことが求められます。

## 放射線施設

- ❖ 放射線発生装置使用施設
- ❖ 密封された（密封）放射性同位元素使用施設
- ❖ 密封されていない（非密封）放射性同位元素使用施設
- ❖ 核燃料物質・核原料物質使用施設
- ❖ 医療施設
- ❖ その他施設

放射線施設は多種多様存在します。

- 放射線発生装置使用施設
- 密封された（密封）放射性同位元素使用施設
- 密封されていない（非密封）放射性同位元素使用施設
- 核燃料物質・核原料物質使用施設
- 医療施設
- その他施設

複数の許可を所持する施設もあります。例えば、放射線発生装置使用施設のなかの非密封放射性同位元素使用施設です。

ただし、放射線事故・災害で汚染患者に対応する救急外来等は、通常放射線施設としては許可された場所ではない施設、区域で実施することになります。対応者の安全、その他の施設の利用者等の安全を確保するために、患者受け入れ時の放射線管理は重要です。

# 放射線障害の防止に関する法規制

## 原子力基本法（昭和30年12月19日 法律第186号）

原子力利用によって社会福祉と生活の向上に寄与することを目的とし、原子力の研究、開発、および利用は平和目的に限り、安全の確保、民主・自主・公開の原則のもとに、国際協力に資することが基本方針

## 放射性同位元素等の規制に関する法律

放射線障害の防止及び特定放射性同位元素からの防護と公共の安全確保が目的

## 核原料物質、核燃料物質および原子炉の規制に関する法律

エネルギー利用の個別法

放射性同位元素等の規制に関する法律施行令

施行令

放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則

施行規則

放射線を放出する同位元素の数量等を定める件

告示

我が国の原子力平和利用に関わる基本の法律が1955年に制定・公布されています。これが、「原子力基本法（昭和30年12月19日 法律第186号）」で、原子力利用によって社会福祉と生活の向上に寄与することを目的とし、原子力の研究、開発、および利用は平和目的に限り、安全の確保、民主・自主・公開の原則のもとに、国際協力に資することを基本方針としています。原子力利用は、エネルギー利用と放射線・アイソトープ利用に大別されます。

エネルギー利用の個別法は、「核原料物質、核燃料物質および原子炉の規制に関する法律」（原子炉等規制法）で、放射線・アイソトープ利用の個別法は、「放射性同位元素等の規制に関する法律」が定められています。

放射性同位元素等の規制に関する法律関係法令は、法律、その条項を受けて細目を示した施行令、施行規則で構成されており、さらにこれらを補完するために特定の事項について告示が定められています。

## 放射線障害の防止に関するその他の主な法令

### ❖ 原子力関係

- ◇ 核原料物質、核燃料物質および原子炉の規制に関する法律
- ◇ 原子炉等規制法施行令

### ❖ 労働関係

- ◇ 労働安全衛生法
- ◇ 電離放射線障害防止規則（労働省令）
- ◇ 作業環境測定法
- ◇ 職員の保健および安全保持（人事院規則）
- ◇ 職員の放射線障害の防止（人事院規則）

### ❖ 医療関係

- ◇ 医療法
- ◇ 医療法施行規則（厚生省令）
- ◇ 薬事法

### ❖ 輸送関係

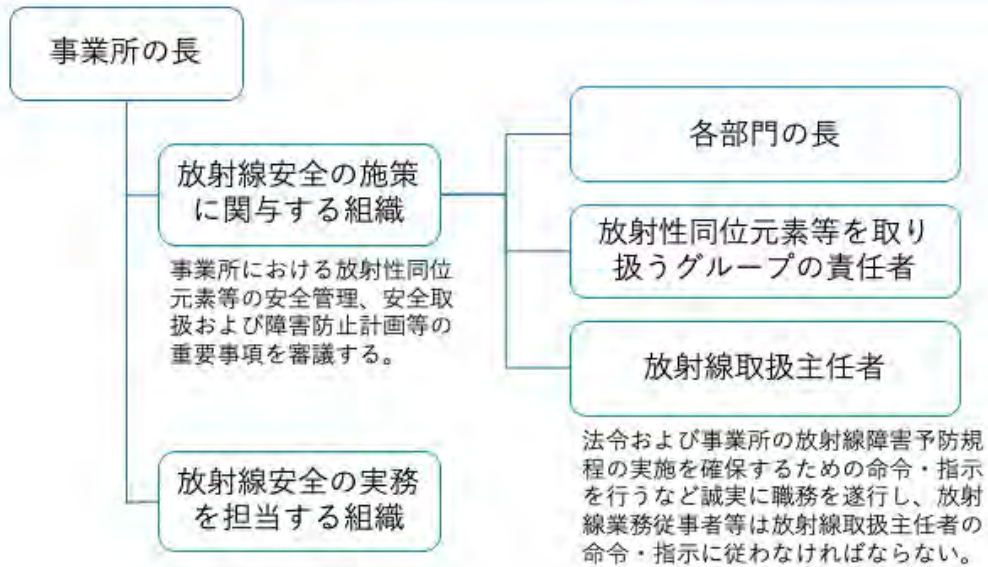
- ◇ 放射性同位元素等車輛運搬規則（運輸省令）

### ❖ その他

- ◇ 計量法
- ◇ 建築基準法
- ◇ 建築基準法施行令
- ◇ 消防法

行政機関は放射線障害の防止および防護に関する事項を、各関係の関係法令に組み込んでおり、放射性同位元素等の規制に関する法律はそれらの技術的基準とみなされています。

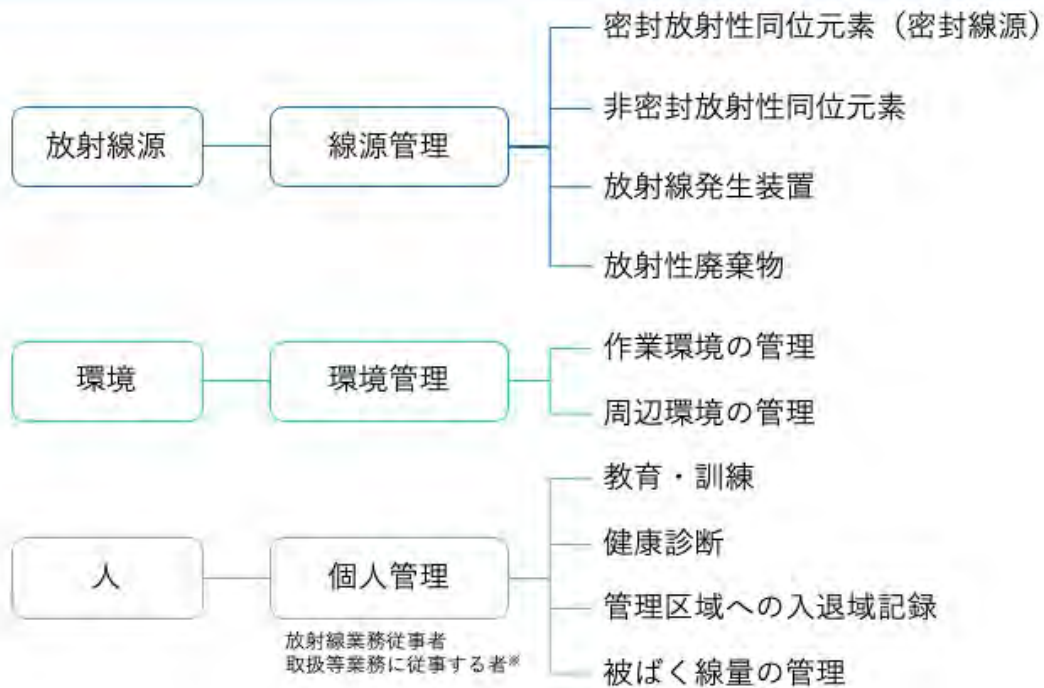
## 放射線安全管理の組織



事業所における放射線安全管理の体制は、最高責任者である事業所の長を頂点として、放射線安全の施策に関する組織と放射線安全管理の実務を担当する組織によって構成されます。

また、事業所の長は放射線安全を確保するために、その事業所の実態に適合した管理組織、管理基準等を定め、法令（法第21条、則第21条）に基づく放射線障害予防規程を作成して、原子力規制委員会に届け出ます。

# 放射線安全管理技術



\*X線装置の使用・検査、原子炉の運転なども含む業務

放射線の防護・安全を確保するための管理対象は放射線源と環境と人で、それぞれの放射線管理を線源管理、環境管理、個人管理といいます。事業所の内部で行う放射線安全管理は、日常的に行う教育・訓練、放射線施設の点検に、異常時・危険時の措置のように臨機に行う業務によって遂行されます。

線源管理として、密封放射性同位元素、非密封放射性同位元素、放射線発生装置、放射性廃棄物の管理を行います。環境管理としては、作業環境の管理、周辺環境の管理を行います。個人管理としては、教育訓練の実施、定期的な健康診断、管理区域への入退域記録、外部被ばく線量と内部被ばく線量の管理を行います。



# 線源管理

## 密封放射性同位元素 (密封線源)

通常の使用状態では放射性同位元素が外部に漏出する事はないので、放射線（外部被ばく）の防護（時間・距離・遮へい）に留意する。

## 非密封放射性同位元素 (非密封線源)

放射性同位元素による汚染とその体内摂取による内部被ばくに留意する。

## 放射線発生装置

運転を停止すると放射線の発生が停止する。運転中は、放射線の防護が必要である。運転中に生成した放射化物が残留するものもあり、放射化物（非密封放射性同位元素）にも放射線防護の措置が必要である。

## 放射性廃棄物

非密封放射性同位元素によって汚染された物。除染によって発生した物は二次放射性汚染物として取り扱う。法令に定める排気中あるいは排水中の放射性同位元素の種類に対する濃度限度以下であれば、放射線施設の排気・排水設備から一般環境に放出できる。

密封放射性同位元素（密封線源）は、通常の使用では放射性同位元素が容器の外部に漏出することはないので、放射線（外部被ばく）の防護（時間、距離、遮へい）に留意して管理します。

非密封放射性同位元素（非密封線源）は、放射性同位元素等による汚染とそれに関連して発生する体内摂取による内部被ばくが起り得るため、その発生と放射線の防護に留意して管理します。

放射性発生装置は、運転を停止すると放射線の発生が停止します。運転中に生成した放射化物が残留するものもあります。前者では放射線に留意し、後者では放射線と残留する放射化物にも放射線防護措置が必要となります。

放射性廃棄物は非密封放射性同位元素によって汚染された物です。放射性汚染物の汚染を除去（除染）すると、汚染除去の行為によって発生したものは、二次放射性汚染物として取り扱います。極めて低濃度の気体状・液体状の放射性廃棄物は、法令に定める排気中あるいは排水中の放射性同位元素の種類に対する濃度限度以下であれば放射線利用施設の排気・排水設備から一般環境に放出できます。

## 環境管理

### ❖ 環境の放射線管理の目的

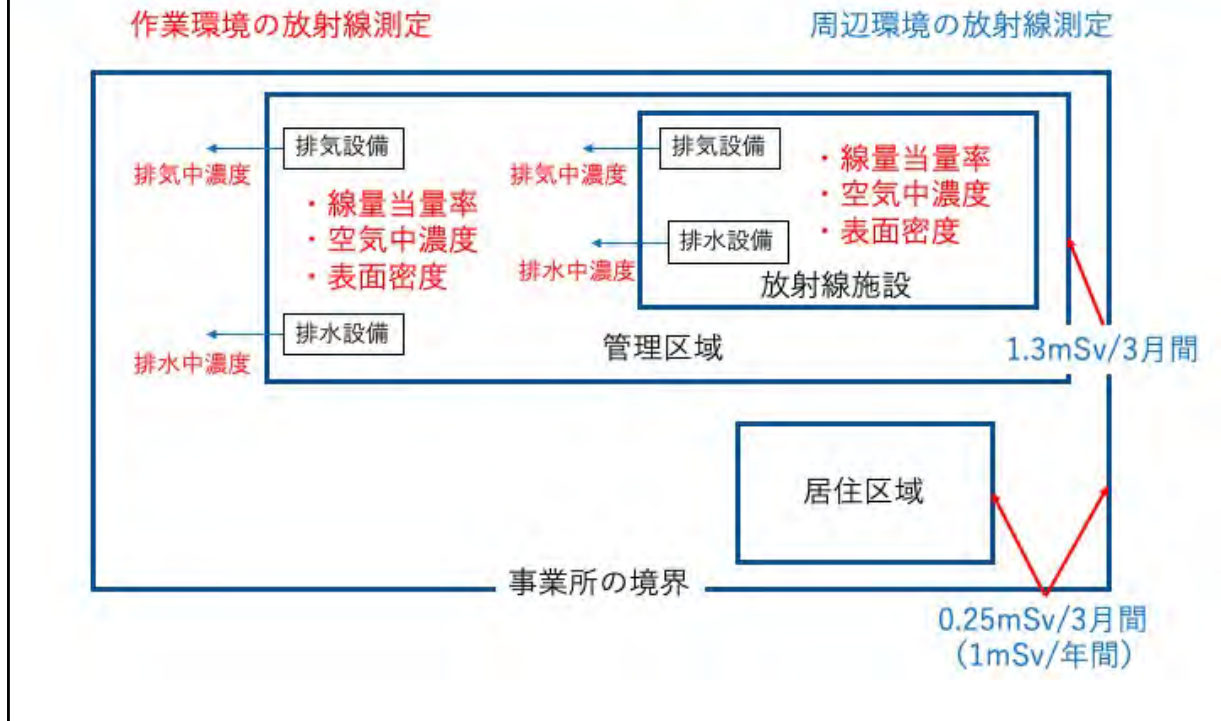
- ◇ 放射線障害の防止；放射線作業従事者等の作業環境の管理
  - ◆ 放射線管理区域とその境界の放射線管理
- ◇ 公共の安全確保；公衆が生活する一般環境の保全のための管理
  - ◆ 公衆の生活圏の境界における線量が公衆の被ばく線量限度(1mSv/年)を超えないようにする

### ❖ 放射線の測定

- ◇ 放射線の量；管理区域とその境界および事業所の境界の線量当量率または線量当量
- ◇ 空気汚染；管理区域特に作業室および排気設備の排気口における空気中および排気中の放射性同位元素の濃度
- ◇ 水汚染；排水設備から排出する放射性廃液中の放射性同位元素の濃度
- ◇ 表面汚染；管理区域とその境界および持ち出し物品等の表面の放射性同位元素の密度

放射線の防護・安全に関わる放射線管理の目的は、放射線障害の防止し特定放射性同位元素を防護して、公共の安全確保です。放射線障害防止とは放射線業務従事者の作業環境の管理で、放射線施設、特に管理区域とその境界の放射線管理です。公共の安全確保とは公衆の生活する一般環境の保全のための管理で、公衆の生活圏の境界における線量が、公衆の被ばく限度(1mSv/年)を越えないようにすることです。放射線量のモニタリングの場所は、管理区域内、管理区域境界、事業所の境界になります。空気汚染については、管理区域特に作業室および排気設備の排気口における空気中および排気中の放射性同位元素の濃度を測定します。水汚染については、排水設備から排出する放射性廃液中の放射性同位元素の濃度を測定します。表面汚染については管理区域とその境界および持ち出し物品等の表面の放射性同位元素の密度を測定します。

## 非密封放射性同位元素を取扱う施設 の安全管理



管理区域には、密封放射性同位元素のみを取り扱う施設のように放射線の管理のみを行う区域と、非密封放射性同位元素を取り扱う施設のように放射線と汚染の管理を行う区域があります。

非密封放射性同位元素を取り扱う施設では、汚染の管理として床、物品などの表面密度、空気中の放射性同位元素の濃度の管理を行います。表面汚染は、直接法であるサーベイ法（直接物品の表面を測定）と間接法であるスミア法（物品の表面をろ紙等でぬぐい、ろ紙等を測定）があります。

上図は、非密封放射性同位元素を取り扱う施設での作業環境および周辺環境の測定について示しています。

放射線管理区域は、外部放射線量が実効線量で3月間につき $1.3\text{mSv}$ を超え、3月間についての空気中の放射性同位元素の平均濃度が告示別表第2、第4欄に示す濃度限度の $1/10$ を超え、表面密度限度の $1/10$ を超えるおそれのある場所と定められています。

空気中の放射性同位元素の平均濃度が告示別表第2

[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/science/anzenkakuho/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2012/04/02/1261331\\_15\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/anzenkakuho/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2012/04/02/1261331_15_1.pdf)

# 個人管理

## ❖ 被ばく線量の管理

- ◇ 個人モニタリング
- ◇ 外部被ばく線量の測定
  - ◆ 個人線量計による測定
  - ◆ 個人線量計の着用部位；男子は原則として胸部、女子は原則として腹部
- ◇ 内部被ばく線量の測定
  - ◆ 体外計測法、バイオアッセイ法、空气中濃度計算法
  - ◆ 吸入摂取、経口摂取した場合またはそのおそれのある場所に立ち入る者に3月を越えない期間ごとに実施

## ❖ 管理区域への入退域の時刻等の記録

## ❖ 健康診断

- ◇ 初めて管理区域に立ち入る前の健康診断
- ◇ 管理区域に立ち入った後に定期的健康診断
- ◇ 問診と検査または検診（放射性同位元素等の規制に関する法律と労働安全衛生法で異なる）

## ❖ 教育・訓練

- ◇ 放射性同位元素等の取扱業務に従事する者が、取扱技術を習得し、管理区域における作業習慣を会得するため

放射線障害防止法では、「放射性同位元素等の取扱い、管理またはこれに付随する業務」であり、厚生労働省令や人事院規則ではそのほかX線装置の使用・検査、原子炉の運転なども含む業務が放射線業務です。

事業所の所長は放射線業務従事者、取扱い等の業務従事者になろうとする者に教育・訓練および健康診断を受けさせます。管理区域立入後は健康診断を一定期間ごとに、また教育・訓練（再教育）を前回の教育訓練を行った日の属する年度の翌年度の開始日から1年以内に受けさせます。

管理区域に立ち入る者は、入退域の時刻等を記録し、管理区域で受けた放射線の量を外部被ばく線量と内部被ばく線量として測定します。

## 記帳・記録

- ❖ 目的；現在さらに将来の状況の想定・評価に役立たせる
- ❖ 基本的な記帳・記録の種類
  - ◇ 個人（放射線業務従事者）
    - ◆ 健康診断の記録 永年保存
    - ◆ 被ばく線量の測定記録 永年保存
    - ◆ 教育・訓練の記録 1年ごとに閉鎖、5年間保存
  - ◇ 線源（放射性同位元素、放射線発生装置） 1年ごとに閉鎖、5年間保存
    - ◆ 放射性同位元素の受入れ、保管、使用、運搬、廃棄、払い出し
    - ◆ 放射性発生装置の使用
  - ◇ 環境（放射線施設の内外） 1年ごとに閉鎖、5年間保存
    - ◆ 放射線の量、汚染の状況（表面の放射性同位元素の密度）
    - ◆ 排気中、排水中の放射性同位元素の濃度
    - ◆ 放射線施設の点検及び保守・管理

記帳・記録の目的は、単に過去の事実を書き記し、集積するのではなく、現在さらに将来の状況の想定・評価に役立たせることにあります。

基本的な記帳・記録の種類は、下記の通りです。

個人（放射線業務従事者）

健康診断の記録 永年保存

被ばく線量の測定記録 永年保存

教育・訓練の記録 1年ごとに閉鎖、5年間保存

線源（放射性同位元素、放射線発生装置） 1年ごとに閉鎖、5年間保存

放射性同位元素の受入れ、保管、使用、運搬、廃棄、払い出し

放射性発生装置の使用

環境（放射線施設の内外） 1年ごとに閉鎖、5年間保存

放射線の量、汚染の状況（表面の放射性同位元素の密度）

排気中、排水中の放射性同位元素の濃度

放射線施設の点検及び保守・管理

# 健康診断

## ❖ 実施時期

放射性同位元素等の規制に関する法律	労働安全衛生法（電離則）・人事院規則
1年を越えない期間ごと	6月以内ごとに

## ❖ 初めて管理区域に立ち入る前

- ◇ 問診；放射線の被ばく歴の有無
- ◇ 検査または検診；末梢血の白血球数、白血球百分率、赤血球数、血色素量またはヘマトクリット値、白内障（眼）の検査、皮膚の検査

## ❖ 定期的健康診断

- ◇ 問診；放射線の被ばく歴の有無
- ◇ 検査または検診；末梢血の白血球数、白血球百分率、赤血球数、血色素量またはヘマトクリット値、白内障（眼）の検査、皮膚の検査
- ◇ 医師の判断等
  - ◆ 検査または検診の項目については、医師が必要と認める場合に限り実施する。（放射性同位元素等の規制に関する法律）
  - ◆ 検査または検診の全部または一部を省略することができる。（労働安全衛生法）

放射線の取り扱いにかかる業務に就く場合には、放射性同位元素等の規制に関する法律

、労働安全衛生法および人事院規則の法令により特定の健康診断を受診することが義務付けられています。

実施時期は、放射線障害防止法では1年を越えない期間ごと、労働安全衛生法（電離則）・人事院規則では6月以内ごととされています。

健康診断の内容は、初めて管理区域に立ち入る前に行う者では、放射線の被ばく歴の有無、末梢血の白血球数、白血球百分率、赤血球数、血色素量またはヘマトクリット値、白内障（眼）の検査、皮膚の検査を行います。定期健康診断では、初めて管理区域に立ち入る前に実施する健康診断の項目と変わりませんが、放射性同位元素等の規制に関する法律では、問診以外は医師の判断により必要と認める場合に限り実施するようになっています。

## 教育・訓練

### ❖ 教育及び訓練の項目と最低時間数

	放射線の人体に与える影響	放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い	放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程
放射線業務従事者	30分	1時間	30分
取扱等業務従事者			

平成30年原子力規制委員会告示第1号

事業者等は、管理区域に立ち入る者および放射性物質あるいは放射線発生装置の取り扱い業務に従事する者に対して、次の項目の教育訓練を行わなければなりません。

- (1) 放射線の人体に与える影響
- (2) 放射性同位元素等または放射線発生装置の安全な取扱い
- (3) 放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程

教育訓練の時期は、放射線業務従事者に対しては、管理区域に初めて立ち入る前、および立ち入った後では前回の教育訓練を行った日の属する年度の翌年度の開始日から1年以内に行います。取り扱い等の業務従事者には、取り扱い等の業務を開始する前、および開始後では前回の教育訓練を行った日の属する年度の翌年度の開始日から1年以内に行います。

教育訓練の時間数を上記の表に示しています。

このように放射線業務従事者あるいは放射性物質の取り扱いの業務従事者は、放射線の人体影響や放射線障害予防規程などの知識と技術を有しています。

## 緊急時・危険時の対応

- ❖ 事業所で被ばく患者が発生した場合には、放射線管理要員は、以下のことに協力する。
  - ◇ 被ばく患者の身体汚染検査
  - ◇ 除染及び被ばく線量の測定
  - ◇ 医療機関や搬送車両等の設備、資機材の汚染防止及び汚染検査
- ❖ 被ばく患者、搬送機関関係者、医療関係者、処置室、搬送車両等（船舶及び航空機を含む。）の汚染の拡大防止措置等（養生など）を含めた放射線管理に必要な措置を行い、事業者を含む関係機関に汚染の有無を報告する。
- ❖ 患者に随行し、事故の状況、患者の被ばく・汚染状況に関する情報を搬送先の医療機関に提供する。

事業所で被ばく患者が発生した場合には、放射線管理要員は、被ばく患者の身体汚染検査、除染および被ばく線量の測定、医療機関や搬送車両等の設備、資機材の汚染防止および汚染検査に協力します。さらに、被ばく患者、搬送機関関係者、医療関係者、処置室、搬送車両等（船舶及び航空機を含む。）の汚染の拡大防止措置等（養生など）を含めた放射線管理に必要な措置を行い、事業者を含む関係機関に汚染の有無を報告します。また、患者に随行し、事故の状況、患者の被ばく・汚染状況に関する情報を搬送先の医療機関に提供します。



## 医療処置と放射線管理

- ❖ 医療機関で被ばく患者を受け入れる場合は、放射線管理要員として、その医療機関が放射性同位元素等を取扱う医療機関であれば、放射線施設責任者あるいは放射線管理を担当している者または診療放射線技師がその役割を担うことが望ましい。
- ❖ 蘇生や救命処置は最優先であり、被ばく患者の傷病の状態を勘案して、できる限りの汚染拡大防止措置を講じる。
  - ◇ 患者受入れ時の放射線管理は、規制法に基づく平常時の管理ではなく「災害・事故対応の一部」でもある。
  - ◇ 管理区域からの退出基準；平常時であれば電離則第31条、十分な実績、治療法が確立している内用療法では退出基準がある。
- ❖ 被ばく患者対応をした医療チームや施設の放射線管理も担当する。
  - ◇ ホットゾーン等で処置した医療従事者の汚染検査、放射性廃棄物の管理、施設等の汚染検査など

医療機関で被ばく患者を受け入れる場合、その医療機関が放射線等を取り扱う施設でもある場合は、放射線施設の責任者や放射線管理を担当する者、診療放射線技師など、放射線管理、放射線防護、放射線計測を理解している職員が、被ばく医療の放射線管理の役割を担うことが望ましいです。また、事業所から随行してきた放射線管理要員との調整、協力も必要です。汚染または被ばくした患者を受け入れる際には通常状態ではないので、通常法放射線管理とは違うことを認識する必要があります。医療処置を行う際には、蘇生や救命処置は最優先であり、被ばく患者の傷病の状態を勘案して、できる限りの汚染拡大防止措置を講じる必要があります。そのためには、災害・事故対応、医療処置やその他の対応との連携、調整が大切です。また、管理区域からの退出基準は、平常時であれば電離則第31条、十分な実績、治療法が確立している内用療法では退出基準があります。被ばく医療では、傷病者の状態や必要な処置を勘案して、このような基準を参考に対応します。

## まとめ

- ❖ 放射線を取扱う施設、事業所では、放射線管理を実施します。
- ❖ 放射線管理とは、放射線を安全かつ有効に利用するための適切な施設・設備を設け、また正しく使用することによって作業者の被ばくを可能な限り低減し、さらには事業所外の一般公衆の安全を確保することを目的とします。
- ❖ 事故等で被ばく患者が発生した場合には、放射線管理要員が汚染検査、除染等の汚染拡大防止措置、医療機関等への情報提供、処置等に協力します。
- ❖ 医療機関で被ばく患者を受け入れる場合は、放射線管理要員として、その医療機関が放射性同位元素等を取扱う医療機関であれば、放射線施設責任者あるいは放射線管理を担当している者または診療放射線技師がその役割を担うことが望ましいです。

# 原子力災害医療派遣チーム

原子力災害医療 専門研修  
派遣チーム-1

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
Ver.202101

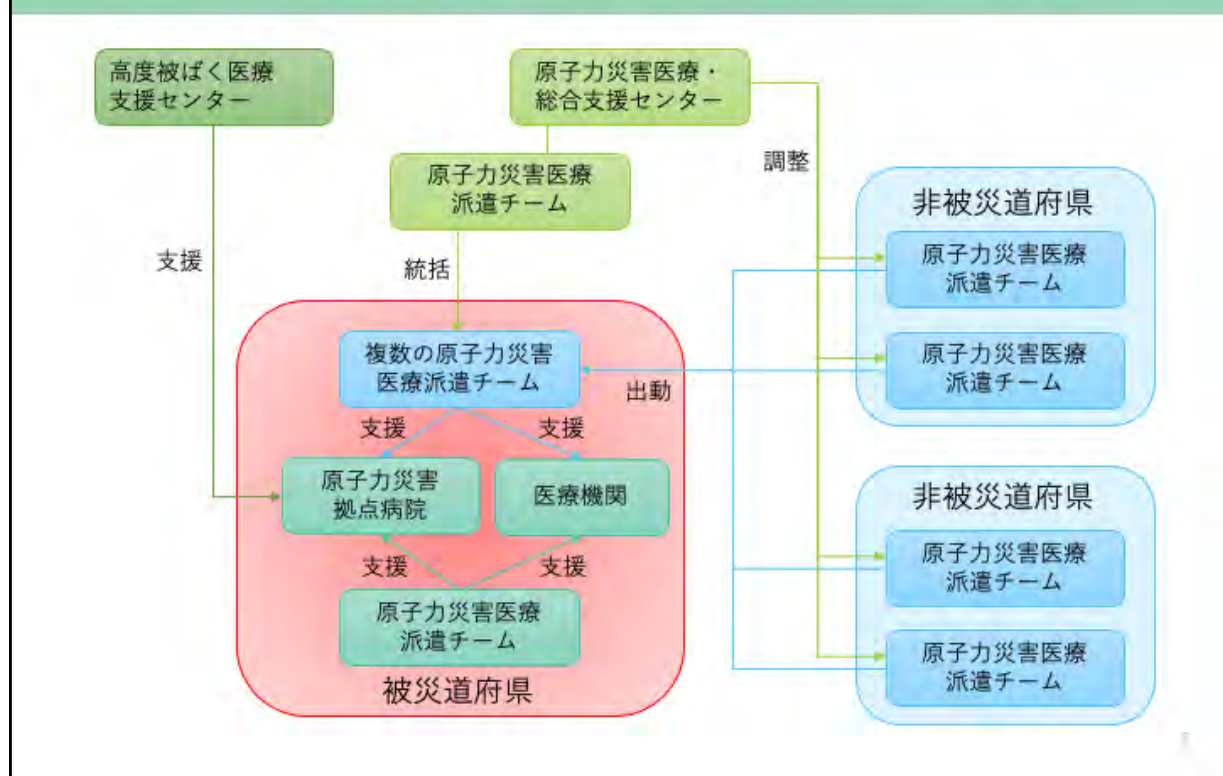
本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被災者医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

時間；30分

内容

- 基本方針
- 関係機関・組織
- 派遣チームの準備
- 資機材
- 派遣チーム受入準備
- 原子力災害発生時の活動の流れ
- 待機要請
- 派遣要請・出動
- 基本的活動
- 安全確保
- 連絡、記録の作成と保管
- 活動の終了
- 費用の支弁

## 原子力災害医療派遣チーム活動の基本方針



原子力災害医療派遣チーム（以下「派遣チーム」という。）の活動は、平時に派遣チームを保有する医療機関と当該医療機関を管轄する道府県との間で締結された協定（以下「協定」という。）及び地域防災計画等に基づきます。

原子力災害医療・総合支援センター、非被災道府県から派遣チームを出動させることが基本となります。ただし、被災道府県の原子力災害医療調整官が必要性を判断した場合には、被災道府県内の派遣チームを出動させることもできます。

派遣チームの出動先は、被災道府県の原子力災害拠点病院を基本とし、派遣先の機関の長の指揮下で支援活動を行います。

その活動は、例えば汚染のある患者に対する救急医療等の提供など、原子力災害医療に係る活動の支援を基本としますが、出動先の原子力災害拠点病院で対応できない被ばく傷病者等が発生した場合には、高度被ばく医療支援センターまたは原子力災害医療・総合支援センターへ搬送する際の搬送支援を行います。また、原子力災害の発生時に被災道府県または被災道府県内の市町村が事前に策定した原子力防災に係る各種計画の実行に際して、他の関係する対処要員よりも派遣チームによる対応の方がより適切と判断される場合（例えば医療機関における避難計画を実施しようとした際や避難所等での救護活動を行おうとした際に計画上の人員確保が困難と判断される場合）等には、必要に応じて原子力災害時の医療ニーズに可能な範囲で柔軟に対応します。

# EAL・OILに基づく防護措置のイメージ



緊急時活動レベル（EAL）、運用上の介入レベル（OIL）に基づく防護措置のイメージです。

## 【警戒事態：EAL（AL）】

- ・PAZの施設敷地緊急事態要避難者は、避難の準備を行い、そのほかの住民は情報収集を行います。
- ・UPZの住民は、情報収集を行います。

## 【施設敷地緊急事態：EAL（SE）】

- ・PAZの施設敷地緊急事態要避難者は避難し、そのほかの住民は避難の準備および安定ヨウ素剤を服用する準備を行います。
- ・UPZの住民は、屋内退避の準備を行います。

## 【全面緊急事態：EAL（GE）】

- ・PAZの住民は、国や地方公共団体からの指示に従い、安定ヨウ素剤を服用し、避難します。
- ・UPZの住民は、屋内退避を行います。また、避難の準備および安定ヨウ素剤を服用する準備を行います。

緊急事態のうち全面緊急事態（EAL（GE））に至り、異常な量の放射性物質が放出された場合には、緊急時モニタリングの結果などによって、適切な防護措置を実施します。

### ●放射性物質の異常な量の放出後の防護措置

UPZの住民が行う防護措置を実施する判断基準として、空間放射線量率や環境中の放射性物質の濃度などで表される「運用上の介入レベル」

(OIL:Operational Intervention Level) が設定されています。  
これらの基準値は、緊急事態当初に用いられ、地上に沈着した放射性物質の  
種類が明確になった時点で必要に応じて改定されます。

## 関係機関・組織

機関・組織	役割
原子炉施設等が立地する道府県と原子力災害対策重点区域がある道府県	
立地道府県等	
原子力災害医療調整官	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域の医療事情に詳しい者</li> <li>・ 医療機関、消防機関等に対して搬送する患者の汚染や推定被ばく線量に基づいて、その搬送先を適切かつ迅速に指示</li> <li>・ 必要に応じて、他の立地道府県等に対して派遣チームの派遣を要請</li> </ul>
原子力災害拠点病院	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 被ばくがある場合の適切な診療等の提供</li> </ul>
原子力災害医療協力機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子力災害での医療対応や立地道府県等が行う原子力災害対策等を支援</li> </ul>
原子力災害医療派遣チーム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子力災害が発生またはそのおそれがある被災道府県において救急医療等を行うことのできる専門的な研修、訓練を受けた医療チーム</li> </ul>
国等	
原子力災害医療・総合支援センター	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子力災害医療派遣チームの保有と派遣調整</li> <li>・ 教育・研修、訓練の実施</li> </ul>
高度被ばく医療支援センター	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 被ばく患者の線量評価や診療等に関する指導、助言、支援等を行う専門派遣チームを保有</li> </ul>
基幹高度被ばく医療支援センター	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高度被ばく医療支援センターの中心的・先導的役割</li> <li>・ 地域の中核となる医療従事者等、高度被ばく医療支援センター、原子力災害医療・総合支援センターの医療従事者、専門技術者等への高度専門的な教育研修</li> </ul>
緊急事態応急対策等拠点施設（オフサイトセンター；OFC）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原災本部長指示、各種対策の実施</li> <li>・ オフサイト対策の支援に係る連絡調整</li> <li>・ 自治体との具体的対策の検討・調整</li> </ul>
原子力規制庁緊急時対応センター（ERC）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 官邸の意思決定を支える情報分析、現地の対応状況のフォローアップ</li> </ul>

原子力災害とは、原子力施設の事故等に起因する放射性物質または放射線の環境への異常な放出により生じる被害を意味します。原子力災害対策特別措置法（以下「原災法」）では、原子力施設外における放射性物質または放射線の放出が一定の水準を超えた場合には、原子力緊急事態（原災法第2条第2号に規定する「原子力緊急事態」をいう。）に該当するものとされ、緊急事態応急対策が講じられます。こうした事態における原子力災害医療の対応には、通常の救急医療、災害医療に加えて被ばく医療の考え方が必要となります。この原子力災害医療を提供するのが、原子力災害拠点病院、原子力災害医療協力機関、原子力災害医療・総合支援センター、高度被ばく医療支援センター、基幹高度被ばく医療支援センターとなります。この中で、原子力災害拠点病院、原子力災害医療協力機関、原子力災害医療・総合支援センターは原子力災害医療派遣チームを保有します。高度被ばく医療支援センターは専門派遣チームを保有します。

また、原子力災害医療調整官は、地域の医療事情に詳しい者とし、原子力災害医療調整官を長とする複数者からなるグループを組織して立地道府県等が設置する災害対策本部内に配置することとなっています。この原子力災害医療調整官は、医療機関、消防機関等に対して搬送する患者の汚染や推定被ばく線量に基づいて、その搬送先を適切かつ迅速に指示します。その際、救急医療体制を活用し、医療機関に対して傷病者を受け入れるように指示し、その受入れを確認します。特に、重篤な傷病者については指定された原子力災害拠点病院等に搬送できるようにします。また、原子力災害医療調整官は、必要に応じて、他の立地道府県等に対して派遣チームの派遣要請を行い、立

地道府県等内の原子力災害拠点病院等へ派遣します。



## 原子力災害医療派遣チームの準備

- ❖ 構成員
  - ◇ 医師、看護師、放射線防護関係者、業務調整員等の4名以上
  - ◇ 被ばく医療に必要な知識、技能を保有する者
- ❖ 資機材；7日程度の活動に必要な分量
  - ◇ 備蓄、保管、点検、校正を適切に実施
- ❖ 規程
  - ◇ チームの編成、召集、資機材や車輛の管理、整備、安否確認や情報共有、連絡体制、補償に関する事項
  - ◇ 出動手続き、活動手順、連絡方法等のマニュアル
- ❖ 教育・研修、訓練、ネットワーク構築
  - ◇ 原子力災害医療・総合支援センターが実施する研修を定期的受講、派遣調整や派遣の訓練に参加
  - ◇ 道府県内で構築される医療ネットワーク会議等及び地域原子力災害時医療連携推進協議会等に参加
- ❖ 道府県との協定締結
  - ◇ 医療機関と管轄する道府県とが派遣チームの運用に関する協定締結
    - ◆ 派遣要請等の手続き、運用、費用支弁、補償
- ❖ 記録の作成・保管
  - ◇ 構成員の教育・研修の受講記録の作成、保管

原子力災害医療派遣チーム（以下、派遣チーム）は4名以上で、原子力災害が発生またはそのおそれがある場合に提供される医療に必要な知識、技能を保有する医師、看護師、放射線防護関係者、業務調整員等から構成されます。

資機材は、移動時間も含めて7日程度の活動に必要な分量を基本として整備し、定期的に点検を行います。

派遣チームの編成や招集、資機材や車輛の管理及び整備、安否確認や情報共有、連絡体制、補償に関する事項など必要とされる規程をあらかじめ院内で整備します。また、派遣チームの出動手続きや活動手順、連絡方法等を定めたマニュアル類を事前に院内で整備しておくことが望ましいです。

原子力災害医療・総合支援センターが主催する派遣チーム研修などの教育・研修を定期的受講し、派遣調整訓練や派遣訓練等、道府県内で構築される医療ネットワークの会議等及び担当地域の原子力災害医療・総合支援センターが主催する地域原子力災害時医療連携推進協議会等に積極的に参加します。

派遣チームを保有する医療機関は、管轄する道府県と派遣チームの運用に関する協定をあらかじめ締結します。また、派遣チームの構成員の教育・研修の受講記録を作成、保管します。

参考：「原子力災害医療派遣チーム活動要領」 平成29年3月29日 原子力規制庁原子力災害対策・核物質防護課

## 資機材

項目	品目
車輛	構成員全員の乗車が可能 構成員が休憩、宿泊できるスペース
通信機器	衛星携帯電話など複数の通信手段
個人防護装備	防護服等、個人線量計、安定ヨウ素剤
放射線測定器	空間線量計、表面汚染計
除染用資機材	ガーゼ、膿盆、洗浄用ボトル、吸水シートなど
養生用資機材	ビニール袋、ビニールシート、ろ紙シート、養生用テープなど
医療資機材	救急医療、災害医療に必要な資機材
生活必需品	食料、水など7日分

原子力災害医療派遣チームの資機材です。

放射線測定器等は、定期的に点検、校正して、常に使用できることを確認しておきます。また、生活必需品は、移動時間も含め7日程度の活動に必要な分量を備蓄します。

参考 DMAT隊員養成研修会 DMAT標準資器材リスト

<http://kenkyuukai->

[113.skillupjapan.tv/images/sys%5Cinformation%5C20110510100123-](http://kenkyuukai-113.skillupjapan.tv/images/sys%5Cinformation%5C20110510100123-)

[6B6B6D40DD150D47D0FB91F8E7521B5C6FD7E359DEF65B6C1DEF4A07C657661C.pdf#search='DMAT資器材](http://kenkyuukai-113.skillupjapan.tv/images/sys%5Cinformation%5C20110510100123-6B6B6D40DD150D47D0FB91F8E7521B5C6FD7E359DEF65B6C1DEF4A07C657661C.pdf#search='DMAT資器材)

## 派遣チーム受入準備

- ❖ 複数の派遣チームの支援を受け入れることを想定
  - ◇ 派遣チームの待機場所、活動控室、宿泊や食事の提供場所等の体制整備
  - ◇ 院内外のスタッフの役割分担、資機材の配置等の工夫
- ❖ 情報提供・共有
  - ◇ 災害対策に係る体制、職種別の院内関係者名簿、院外からの支援者名簿、資機材等の配置場所
  - ◇ 原子力規制委員会の「緊急情報メールサービス」、管轄の道府県からの連絡による原子力災害の発生、事態推移等を速やかに把握、共有
  - ◇ 原子力災害医療・総合支援センター、高度被ばく医療支援センターとの連絡体制
- ❖ 院内原子力災害医療コーディネーター
  - ◇ 外部からの原子力災害医療の支援受入れの調整
- ❖ 職種別院内コーディネーター
  - ◇ 医師、看護師、診療放射線技師、薬剤師などの職種ごとに受入れの調整
- ❖ 複数の派遣チームと協働して活動を行うための研修の実施

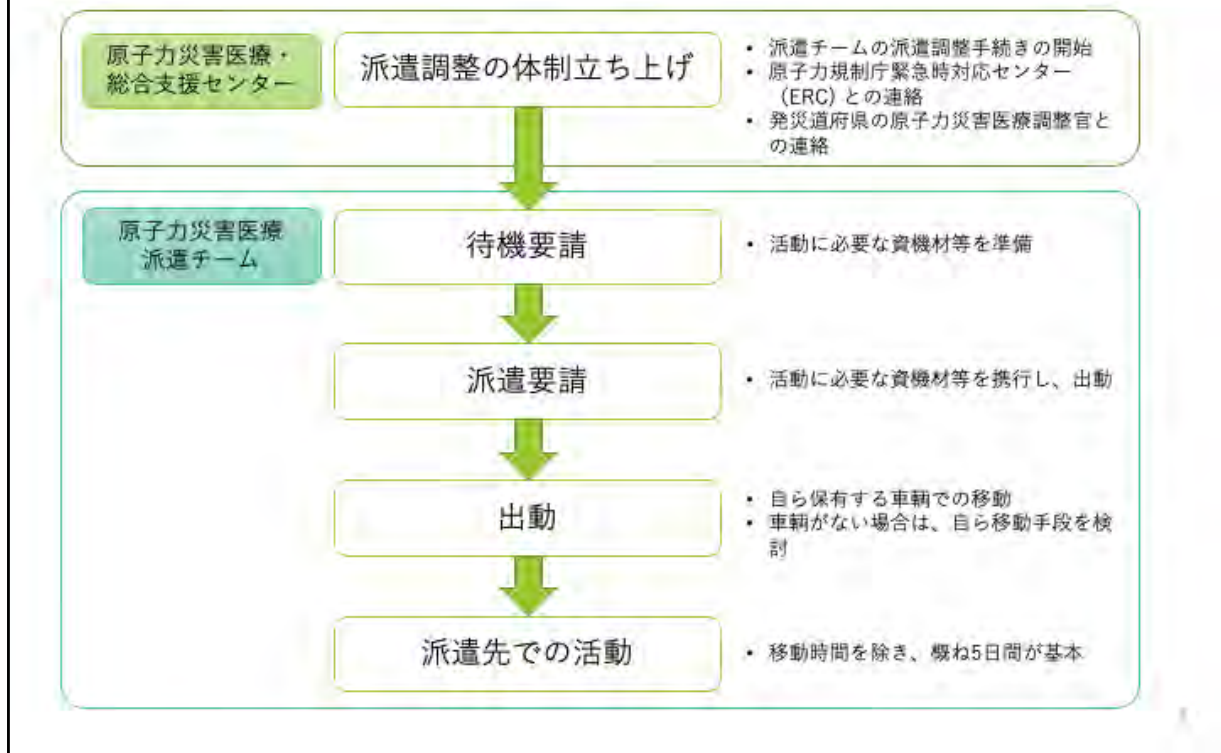
派遣チームの支援を受け入れる可能性のある原子力災害拠点病院等の医療機関は、複数の派遣チームの支援を受け入れることを想定し、外部からの原子力災害医療の支援受入に関する院内原子力災害医療コーディネーター（以下「院内コーディネーター」という。）を定めます。また、必要に応じて、医師、看護師、診療放射線技師、薬剤師といった職種ごとに受入に関する職種別院内コーディネーターを定めます。

体制整備としては、派遣チームの受入待機場所、活動控室、宿泊や食事の提供場所等、災害対策に係る体制、職種別の院内関係者名簿、院外からの支援者名簿、資機材等の配置場所の情報提供体制、原子力規制委員会の「緊急情報メールサービス」、管轄の道府県からの連絡による原子力災害の発生、事態推移等を速やかに把握、共有する体制、原子力災害医療・総合支援センター、高度被ばく医療支援センターとの連絡体制を構築します。

また、複数の派遣チームと協働して活動を行うための研修を実施し、他の機関が主催する訓練等にも積極的に参加します。

派遣チームの緊密な医療ネットワーク構築を目的とする道府県内の医療ネットワークに係る会議や地域を担当する原子力災害医療・総合支援センターが主催する地域原子力災害時医療連携推進協議会等に積極的に参加します。

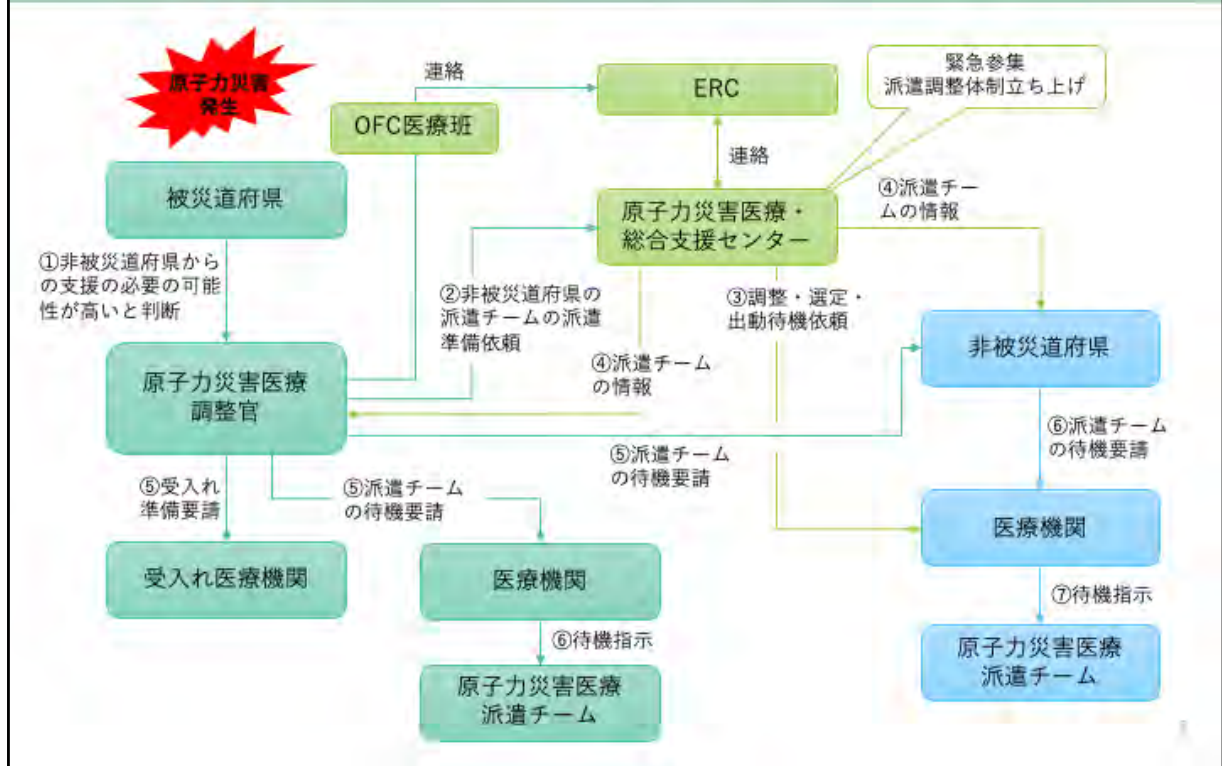
# 原子力災害発生時の活動の流れ



原子力規制委員会防災業務計画に基づき、事故警戒本部が原子力規制庁緊急時対応センター（ERC）に設置された場合には、警戒事態が発生した道府県を担当する原子力災害医療・総合支援センターは事務局員を当該支援センターに緊急参集させるなど派遣チームの派遣調整手続きを開始できる体制を速やかに構築します。また、原子力統合防災ネットワークシステムの接続を確認するとともに、ERC 及び警戒事態が発生した道府県の原子力災害医療調整官と緊急に連絡がとれる体制を構築します。

原子力災害医療・総合支援センターが派遣チームを保有する医療機関と調整し、派遣候補となる派遣チームを選定し、医療機関に対して出動待機を依頼します。その後、派遣チームは活動に必要な資機材等を準備し、派遣要請がなされた場合は、出動します。

# 待機要請



原子力災害が発生またはそのおそれがある場合であって、非被災道府県からの原子力災害医療に係る活動の支援が必要になる可能性が高いと被災道府県が判断した場合には、被災道府県の原子力災害医療調整官は被災道府県を担当する原子力災害医療・総合支援センター（以下、総合支援センター）に対し、非被災道府県の派遣チームの派遣準備の調整を依頼すると同時にOFC医療班を通じてERCにも連絡します。

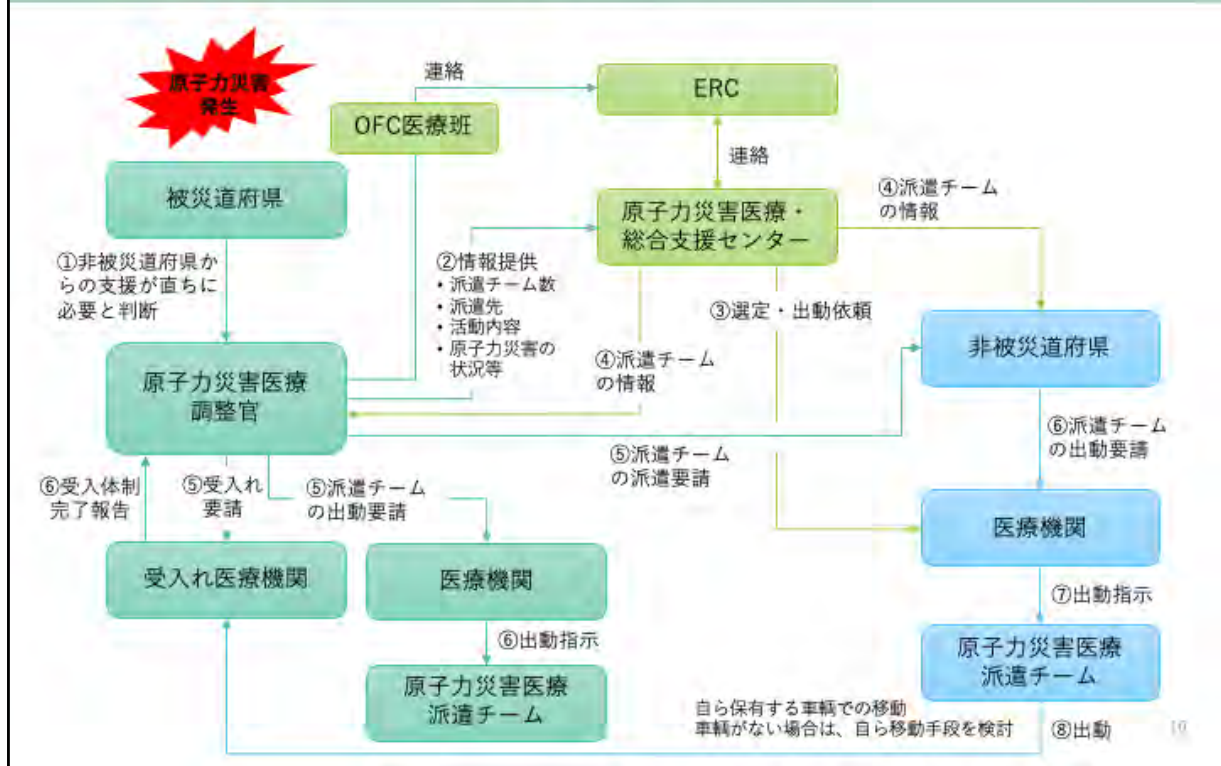
被災道府県を担当する総合支援センターは、非被災道府県の派遣チームを保有する医療機関と調整、派遣チームを選定し、派遣チームを保有する医療機関に対して当該チームの出動待機を依頼します。さらにその派遣チームの情報を被災道府県の原子力災害医療調整官、出動待機を依頼された医療機関を管轄する道府県及びERC医療班にも伝達します。

被災道府県の原子力災害医療調整官は、非被災道府県に派遣チームの待機要請を行い、支援受入医療機関に対し、派遣チームの受入準備の要請を行います。受入準備の要請を受けた派遣チームの支援受入医療機関は、速やかに院内の受入準備を開始します。

管轄の非被災道府県から待機の要請を受けた医療機関の長は、派遣候補となる派遣チームの構成員に対して待機を指示し、派遣チームの構成員は、活動に必要な資機材等を準備し、出動に備えます。

国は被災道府県からの派遣要請がない場合であっても、緊急の必要性があると認めるときは、非被災道府県に対して派遣チームの待機を要請することができます。

## 派遣要請・出動



非被災道府県からの原子力災害医療に係る活動の支援が直ちに必要であると被災道府県が判断した場合には、被災道府県の原子力災害医療調整官は被災道府県を担当する総合支援センターに対し、必要とされる派遣チーム数、派遣先、活動内容、原子力災害の状況等に関する情報を提供し、派遣チームの派遣調整を依頼すると同時にOFC医療班を通じてERCにも連絡します。被災道府県を担当する総合支援センターは、原子力災害の規模、被災道府県の所在地や派遣先となる原子力災害拠点病院等の地理的な位置関係等を考慮し、出動待機を要請された派遣チームの中から必要とされる派遣チームを迅速かつ適切に選定し、当該チームを保有する医療機関に対し、派遣チームの出動を依頼します。また、選定した派遣チームの情報を被災道府県の原子力災害医療調整官、当該チームを保有する医療機関を管轄する道府県及びERC 医療班にも伝達します。

被災道府県の原子力災害医療調整官は、出動を依頼された派遣チームを保有する医療機関を管轄する非被災道府県に対し、派遣チームの派遣を要請します。さらに、派遣チームの支援受入医療機関に対し、派遣チームの受入を要請します。受入医療機関は、受入体制が整った段階でその旨を被災道府県の原子力災害医療調整官に伝達します。

管轄の非被災道府県から派遣要請を受けた派遣チームを保有する医療機関の長は、派遣チームの構成員に対して出動を指示し、出動を指示された派遣チームの構成員は活動に必要な資機材等を携行し出動します。

派遣チームを出動させる医療機関は、管轄の道府県、被災道府県を担当する総合支援センターを通じて、派遣チームの出動時刻と現地到着予定時刻等について、被災道府県の原子力災害医療調整官に伝えます。

## 基本的活動

- ❖ 1チームの活動は、移動時間を除き、概ね5日間
  - ◇ 長期の活動が必要と判断される場合
    - ◆ 被災道府県の原子力災害医療調整官は、原子力災害医療・総合支援センターの協力を得て、活動期間の延長あるいは交替について調整
- ❖ 支援受入医療機関での活動
  - ◇ 支援受入医療機関の長の指揮下で活動
  - ◇ 汚染のある患者に対する救急医療等の提供
  - ◇ 高度被ばく医療支援センター等への搬送支援
  - ◇ 必要に応じて原子力災害時の医療ニーズに可能な範囲で柔軟に対応
- ❖ 業務の支援体制
  - ◇ 生活必需品等は、基本的に派遣チーム自らが準備、調達
  - ◇ 業務調整員の同行
    - ◆ 移動、食料、宿泊、入浴等の手配・確保
    - ◆ 活動内容の確認、調整
    - ◆ 活動に必要な医薬品や資機材、水等の調達
    - ◆ 活動内容や活動に要した費用等の記録
    - ◆ 医療機関の院内コーディネーター等と十分に調整して、派遣チームが円滑に活動できるように努める

派遣チームの1チームあたりの活動期間は移動時間を除き概ね5日間を基本とします。ただし、さらに長期に活動することが必要であると判断される場合には、被災道府県の原子力災害医療調整官は、派遣チームの派遣調整の手続きと同様、被災道府県を担当する原子力災害医療・総合支援センターの協力を得て、活動期間の延長または交替について調整します。

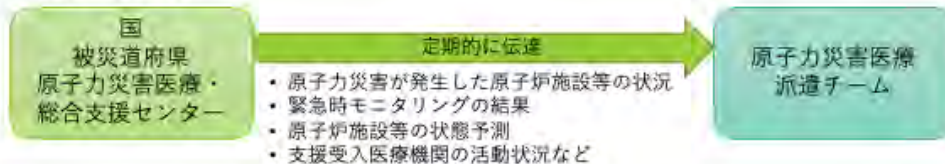
支援受入医療機関での活動は、その医療機関の長の指揮下で行います。汚染のある患者に対する救急医療等の提供、高度被ばく医療支援センター等への搬送支援など原子力災害医療に係る活動の支援が基本となります。また、事前に策定されている各種計画において、派遣チームによる対応の方がより適切と判断される場合（例えば医療機関における避難計画を実施しようとした際や避難所等での救護活動を行おうとした際に計画上の人員確保が困難と判断される場合）等には、必要に応じて原子力災害時の医療ニーズに可能な範囲で柔軟に対応します。

なお、原子力災害医療・総合支援センターの派遣チームが出動した場合は、出動先の組織の長の指示のもと、複数の派遣チームの活動について統括するとともに、必要に応じて他の保健医療関連チームとの活動調整を行います。

関係機関からの支援がなくても単独で活動を続けられるよう、派遣チームの移動時間及び活動期間に必要な食料・飲料水、その他の生活必需品等については、派遣チームが自ら準備・調達することを基本とします。また、後方支援の業務を担う業務調整員の同行が望ましいです。

# 安全の確保

## ❖ 情報共有体制



## ❖ 防護装備

- ◇ 個人被ばく線量計（電子式が望ましい）
- ◇ 個人被ばく線量管理；作業時間、累積線量等を記録
- ◇ 放射性物質による汚染の恐れがある場合は、マスク、防護服等を装着
- ◇ 安定ヨウ素剤の携行

国、被災道府県及び原子力災害医療・総合支援センターは、原子力災害が発生した原子炉施設等の状況、緊急時モニタリングの結果や原子炉施設等の状態予測、支援受入医療機関の活動状況など必要な情報を迅速かつ的確に把握するとともに、これらの情報を派遣チームに定期的に伝達する体制を確保します。また、緊急に対応が必要な場合に迅速に連絡がとれる体制も確保します。

派遣チームを出動させた医療機関の長は構成員一人ひとりに対し、線量管理の観点から個人線量計を貸与し、作業時間、累積線量等を記録します。また、放射性物質による汚染の恐れがある場合は、マスク、防護服等を装着します。原子力施設の状況により放射性ヨウ素を含む放射性物質の放出の可能性が高まった場合に備えて、安定ヨウ素剤を携行します。



## 連絡、記録の作成と保管

### ❖ 活動状況

- ◇ 派遣チームの放射線防護関係者は派遣チームを出動させた医療機関の長及び医療機関を通じて被災道府県を担当する原子力災害医療・総合支援センターに対し定期的に報告

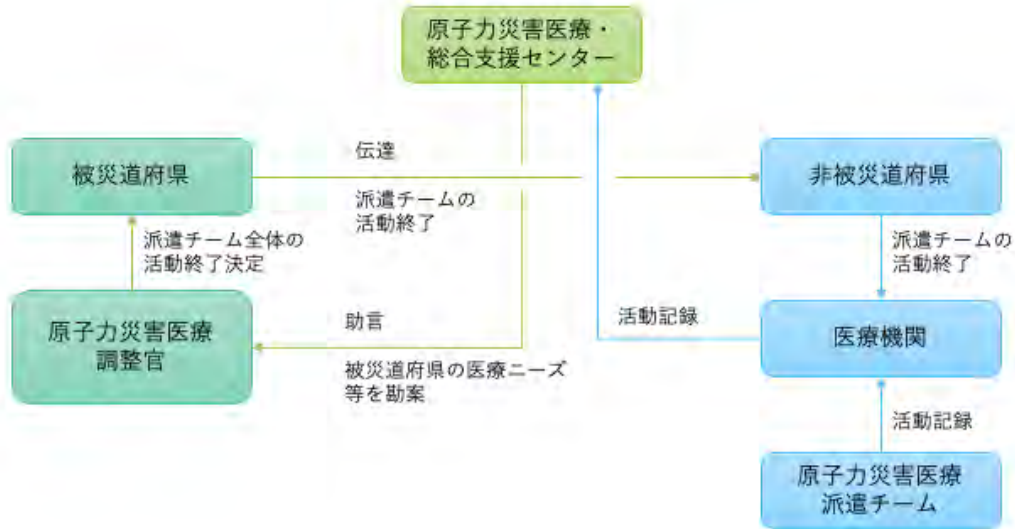
### ❖ 活動記録

- ◇ 個々の構成員の作業期間
- ◇ 日々の作業時間
- ◇ 作業内容
- ◇ 個人累積線量
- ◇ 環境放射線の測定記録
- ◇ 移動経路、移動手段
- ◇ 所要経費、宿泊費用
- ◇ 購入・借用した資機材等

出動先での活動状況について、派遣チームの放射線防護関係者は派遣チームを出動させた医療機関の長及び医療機関を通じて被災道府県を担当する原子力災害医療・総合支援センターに対し定期的に報告する。また、可能な範囲で詳細な記録を作成し、紛失または他のものによる改ざん等を受けない措置を講じるよう努めます。

派遣チームの放射線防護関係者は、活動終了後に派遣チームを出動させた医療機関の長に活動記録を提出します。また、個人情報保護に配慮した上で医療機関を通じて被災道府県を担当する原子力災害医療・総合支援センターにも活動記録の概要を提出します。

## 活動の終了



出動した個々の原子力災害医療派遣チームの活動の終了は、派遣調整または派遣中の段階であらかじめ調整された（計画された）活動の終了時点を基本とします。

被災道府県における派遣チーム全体の活動の終了は、被災道府県の医療ニーズ等を勘案しつつ、被災道府県を担当する原子力災害医療・総合支援センターの助言も踏まえ、被災道府県の原子力災害医療調整官が決定します。被災道府県が派遣チーム全体の活動の終了を決定した場合には、被災道府県から派遣チームを出動させた医療機関を管轄する道府県に対し、派遣チームの活動の終了を伝達します。

派遣チームの活動の終了を伝達された道府県は、派遣チームを出動させた医療機関に対し、派遣チームの活動の終了を伝達します。派遣チームを出動させた医療機関の長は、被災道府県における全ての派遣チームの活動終了後に、その全記録を集約して被災道府県を担当する原子力災害医療・総合支援センターに報告します。

## 費用の支弁

### ❖ 原則

- ◇ 派遣チームを出動させた医療機関を管轄する道府県が当該医療機関に支弁
- ◇ 派遣チームを出動させた医療機関を管轄する道府県は、派遣チームの派遣要請を行った被災道府県に対し、上記費用を求償できる。

### ❖ 災害救助法が適用された場合

- ◇ 要請を受けた非被災都道府県は、災害救助法第20条に基づき、被災道府県に対しその費用を求償できる。
- ◇ 災害救助法第20条に基づき派遣チームの活動に要した費用を求償された被災道府県は、同法第18条により求償した非被災道府県に対して費用を支弁する。

### ❖ 災害救助法が適用されない場合

- ◇ 被災道府県が非被災道府県あるいは医療機関に費用を支弁
- ◇ 原子力事業者が賠償責任を負う。

派遣チームの活動に要した費用は、原則として、派遣チームを出動させた医療機関と医療機関を管轄する道府県があらかじめ締結した協定に基づき、管轄の道府県が当該医療機関に支弁します。派遣チームを出動させた医療機関を管轄する道府県は、派遣チームの派遣要請を行った被災道府県に対し、費用を求償できます。

災害救助法が適用された場合は、要請を受けた非被災都道府県は、災害救助法第20条に基づき、被災道府県に対しその費用を求償し、被災道府県は、同法第18条により求償した非被災道府県に対して費用を支弁します。

災害救助法が適用されない場合は、非被災都道府県が協定に基づき医療機関に費用を支弁した時は、非被災都道府県は、被災道府県に対してその費用を求償できます。協定を締結していない時は、被災道府県は、当該医療機関に対して活動に要した費用を直接支弁します。派遣チームの活動費用は、原則として、原子力事業者が賠償責任を負います。

## まとめ

- ❖ 原子力災害医療・総合支援センター、非被災道府県から派遣チームを出動させることが基本
- ❖ 医師、看護師、放射線防護関係者等の4名以上から構成され、移動時間を除く5日間の活動が基本
- ❖ 移動手段、資機材等は自身で準備
- ❖ 関係機関との情報共有、連絡体制は必須
- ❖ 活動記録の作成、保管

# 原子力災害医療派遣チーム の活動

原子力災害医療 専門研修  
派遣チーム-2

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
Ver.202101

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

時間；30分

内容

- 原子力災害医療協力機関の支援活動
- 原子力防災体制における救護所活動
- 救護所活動の流れ
- レイアウト、導線1
- レイアウト、導線2
- 役割分担
- 救護所活動に必要な防護装備
- 救護所活動での資機材
- 受付・トリアージ・スクリーニング
- 被災地住民行動記録票（例）
- 身体汚染
- 甲状腺簡易検査の方法
- 行動調査
- 行動調査・問診の内容
- 住民対応 外部被ばく線量推定
- 移動型WBC車両の紹介
- 多数傷病者発生時の救護所活動

## 原子力災害医療協力機関の支援活動

- ❖ 指定避難所等に設置した救護所においては、必要に応じて避難してきた周辺住民等に対する救護や避難等の指示を受けた住民で避難退域時検査を受けていない住民に対する検査及び簡易除染等を行うとともに、被災状況の確認を行う。また、必要に応じて安定ヨウ素剤を配布し、予防服用させる。
- ❖ 原子力災害医療協力機関の支援活動（下記のうち一つ以上を実施）
  - ◇ 被ばく傷病者等の初期診療及び救急診療
  - ◇ 被災者の放射性物質による汚染の測定
  - ◇ 原子力災害医療派遣チームを保有し、派遣
  - ◇ 救護所に医療従事者を派遣
  - ◇ 国からの指示に基づき、避難住民等に対し、防護措置を実施すべき基準以下であるか否かを確認する検査（避難退域時検査）を実施できる放射性物質の検査チームの派遣
  - ◇ 立地道府県等が行う安定ヨウ素剤配布の支援
  - ◇ その他、原子力災害発生時に必要な支援

原子力災害医療協力機関は、原子力災害時に立地道府県等や原子力災害拠点病院が行う原子力災害対策に協力できる機関であり、次の支援活動のうち一つ以上を行います。

1. 被ばく傷病者等の初期診療及び救急診療
2. 被災者の放射性物質による汚染の測定
3. 原子力災害医療派遣チームを保有し、派遣
4. 救護所に医療従事者を派遣
5. 国からの指示に基づき、避難住民等に対し、防護措置を実施すべき基準以下であるか否かを確認する検査（避難退域時検査）を実施できる放射性物質の検査チームの派遣
6. 立地道府県等が行う安定ヨウ素剤配布の支援
7. その他、原子力災害発生時に必要な支援

この中で、原子力災害時などの緊急時に設置させる救護所で行う支援活動としては、**2および4～6**があります。また、その他の支援としては、救護所・避難所等での行動調査の聴取や避難者等の心理的不安の解消、事故に関する正確な情報の伝達などがあります。

ここでは、救護所・避難所等で実施する医療に関連した支援活動を解説します。

## 原子力防災体制における救護所活動

対象；主に施設周辺の住民

活動① 健康状態の把握(感染症対策を含む)、救護、健康相談

活動② 汚染状況の把握、必要に応じた除染

活動③ 避難状況の確認；住民の行動軌跡の聴取

活動④ 安定ヨウ素剤の服用の支援

地方公共団体は関係機関の協力を得て、必要に応じて救護を行う場所等を指定し、周辺住民等を対象とした簡易な測定等によるスクリーニングを行うとともに、以下の情報の収集等を行います。

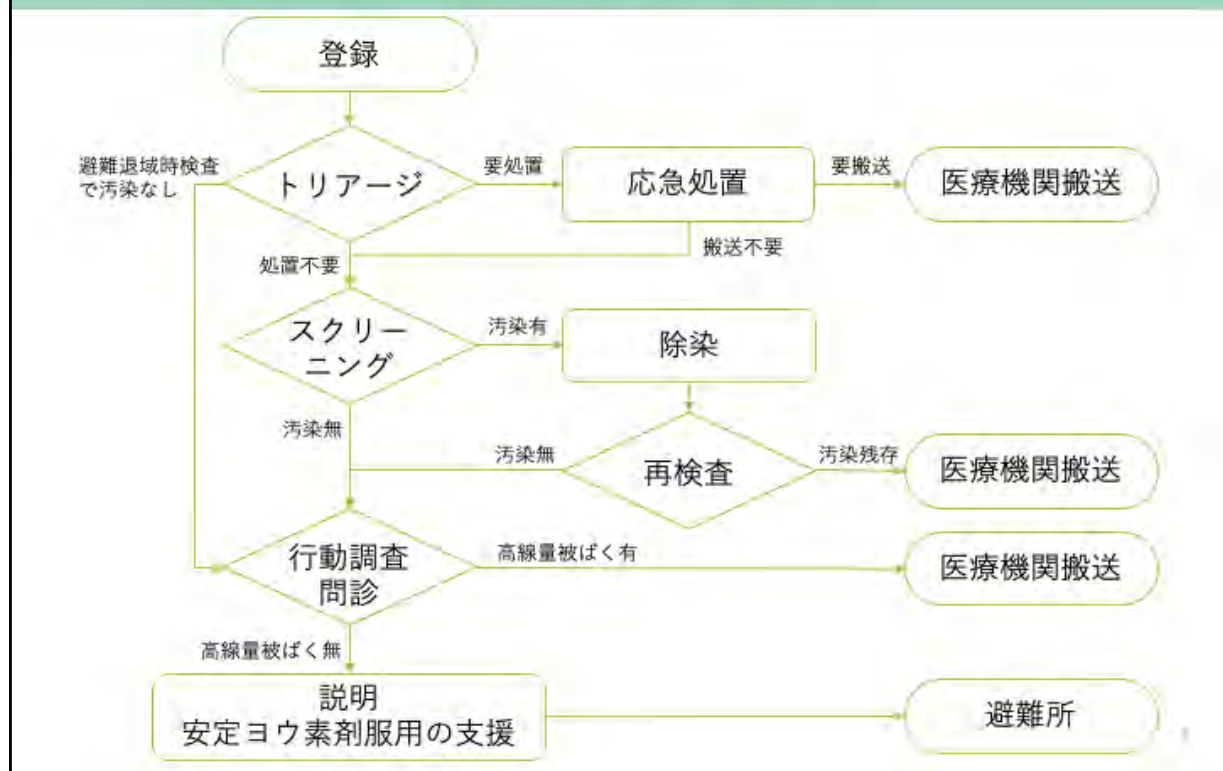
(i)避難した周辺住民等に対し放射線被ばくによる健康影響について説明を行うとともに、住民からの健康相談への対応を行います。なお、新型コロナウイルス感染症のような感染症流行下では、発熱や咳嗽、呼吸苦、その他症状を有していないかを確認し、感染が疑われる場合は、保健所や医療機関等と連携し、他の者との距離の確保や導線の分離、医療機関への搬送などの感染拡大防止の対策を講じる。

(ii)体表面の汚染レベルや甲状腺等の体内の汚染レベルを測定し、避難所等に到達するまでの汚染状況を把握します。汚染の程度に応じて、ふき取り等の簡易な除染等の処置や医療機関への搬送の決定を行います。

(iii)避難した周辺住民等の登録とスクリーニングレベルを超える周辺住民等の把握を行います。

(iv) 安定ヨウ素剤の服用指示がある場合は、安定ヨウ素剤の服用の支援を行います。これは、安定ヨウ素剤の服用に関連した問診を行い、安定ヨウ素剤服用ができない被災者、慎重投与となる被災者を把握します。

## 救護所活動の流れ



救護所の基本的な流れは、周辺住民の登録、移動中に怪我や具合の悪くなった人に応急処置を行うため、**および感染症流行下では感染が疑われる者への感染拡大防止対策を実施するための**トリアージ、汚染の有無を測定するスクリーニングより除染が必要とされた人への除染及び再測定、外部被ばく線量を推定するための行動調査・問診、最後に救護所で行われたスクリーニングの結果等の説明となります。

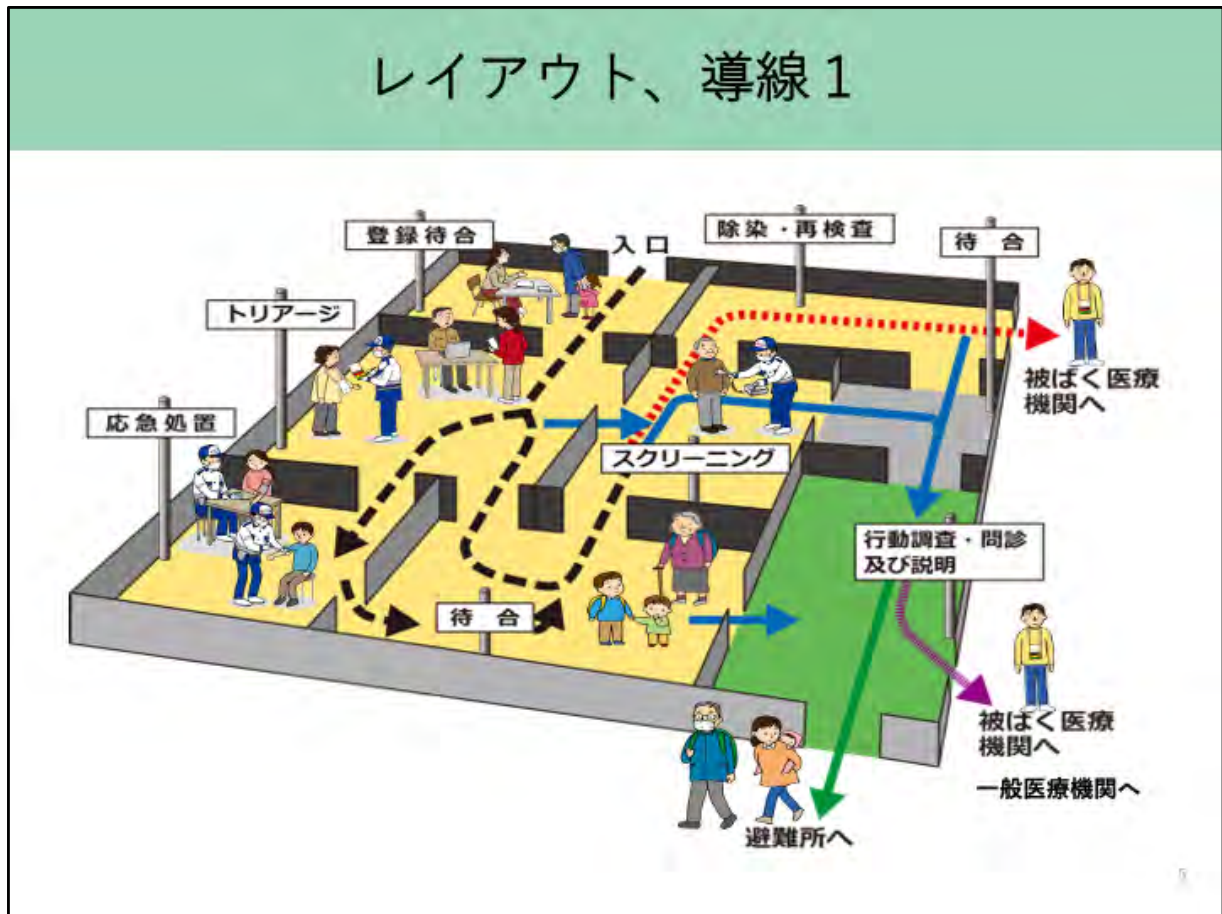
特に傷口が汚染している場合や除染しきれなかった場合、また、大量の被ばくの可能性がある場合は、**被ばく傷病者等の初期診療及び救急診療を実施するとして登録されている**原子力災害医療協力機関あるいは原子力災害拠点病院等の医療機関へ搬送します。**また、大量の被ばくの可能性がある場合には、原子力災害拠点病院に搬送します。**

避難退域時検査で、除染の必要が無かった場合は、スクリーニングを実施せず、行動調査に移る場合もあります。

状況に応じて、安定ヨウ素剤の服用の支援も行います。



## レイアウト、導線 1

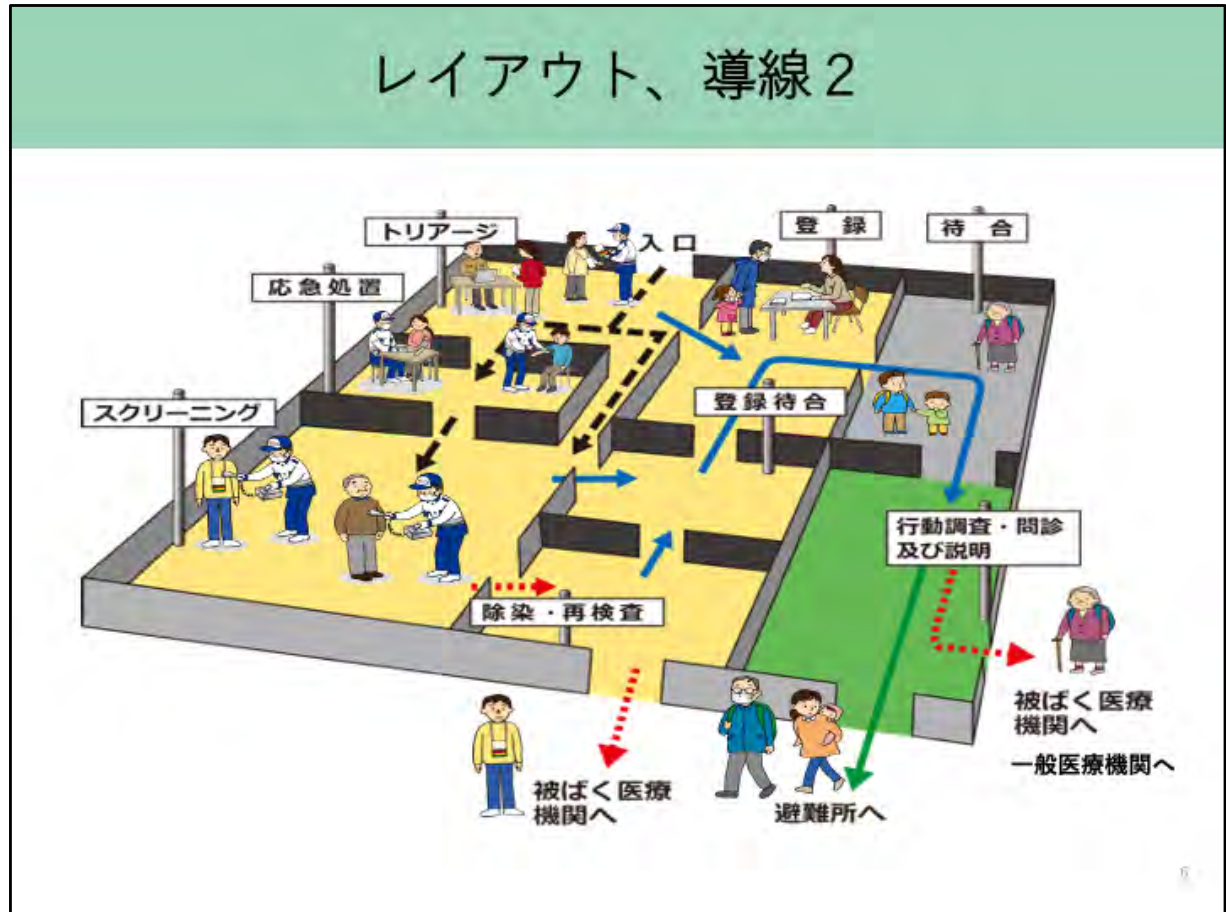


被災者が集まる避難所にスクリーニング等を行うための救護所を開設します。

救護所には、受付、待機場所、スクリーニング、除染、行動調査、説明、応急処置等のエリアを設けます。次に汚染した人の通路と汚染していない人の通路を区別します。汚染が拡大しないように検査の流れは一方通行にします。

待機場所は汚染エリアと非汚染エリアの中間にあり、緩衝地帯としての役割も果たします。検査の流れを円滑に行うために各エリアの標識を表示したり、被災者を誘導する要員を配置することも重要です。汚染した人の通路は、ポリエチレンシート等で覆います。また、傷病者の応急処置のための場所を確保します。

## レイアウト、導線 2



スクリーニングを優先して実施する場合のレイアウトの例です。

汚染のある避難者と汚染のない避難者の導線が極力重ならないように工夫してレイアウトします。また、除染で使用したウェットティッシュやタオルなどは、ビニール袋などに入れて汚染拡大しないようにして、部屋の隅の方に保管します。

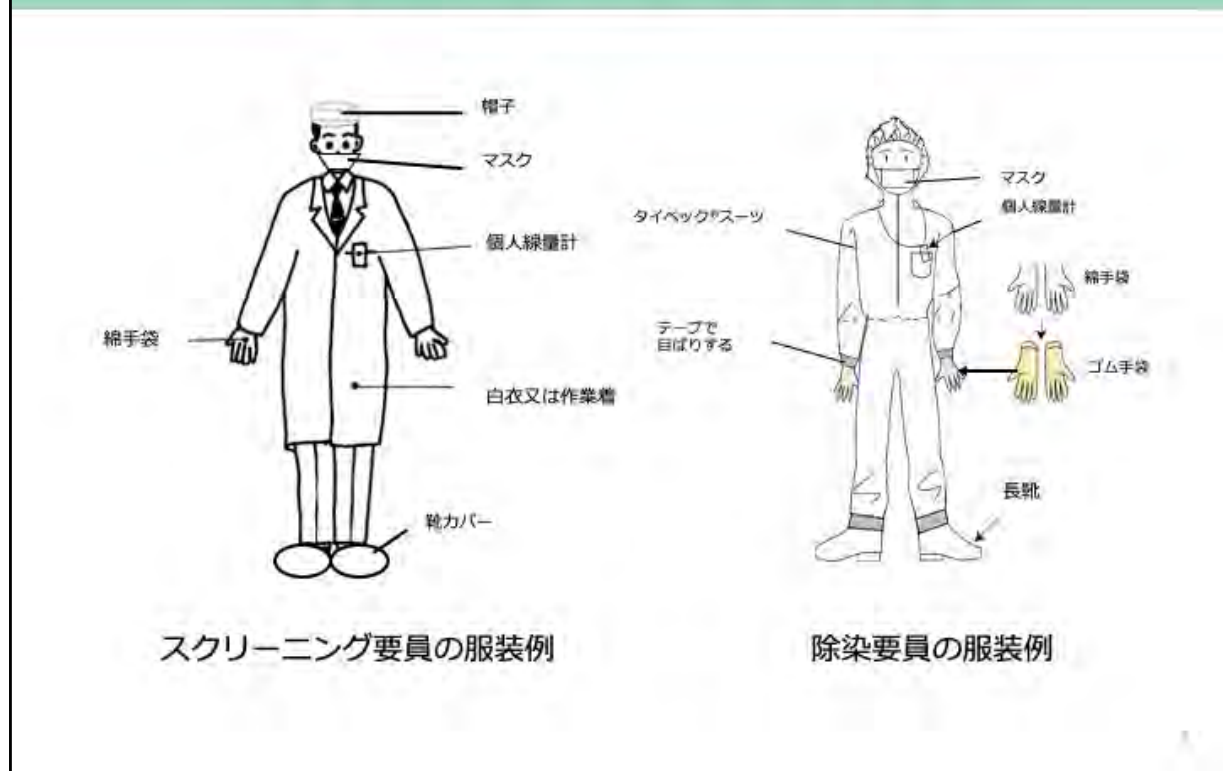
## 役割分担

チーム	役割
設置運営チーム	救護所の開設と運営、被災者の受付及び登録、トリアージ、誘導、情報収集、連絡
スクリーニングチーム	放射性物質による汚染検査、開口部の汚染検査による内部被ばくのおそれのある被災者のふるい分け
除染チーム	除染、脱衣後の再検査、甲状腺計測、鼻腔スワブ検査実施、汚染衣服の保管
調査・説明チーム	行動調査、説明、被ばく医療機関への搬送の判断、健康相談
医療チーム	医療処置の必要な被災者の応急処置、安定ヨウ素剤配布

救護所の活動を円滑かつ効率的に実施するために、以下のチームを設けることが考えられます。

- ①設置運営チーム  
救護所の開設と運営、被災者の受付及び登録、トリアージ、誘導、情報収集、連絡
- ②スクリーニングチーム  
放射性物質による汚染検査、開口部の汚染検査による内部被ばくのおそれのある被災者のふるい分け
- ③除染チーム  
除染、脱衣後の再検査、甲状腺計測、鼻腔スワブ検査実施、汚染衣服の保管
- ④調査・説明チーム及び  
行動調査、説明、被ばく医療機関への搬送の判断、健康相談
- ⑤医療チーム  
医療処置の必要な被災者の応急処置、安定ヨウ素剤配布

## 救護所活動に必要な防護装備



### スクリーニング要員の服装例

身体表面汚染検査は、スクリーニングチームが行い、検査員、記録者からなります。要員はマスク、帽子、綿手袋、白衣や作業着を着用し、個人線量計等を所定の位置に装着します。検査員は検査を受ける人には触れないようにし、またサーベイメータが汚染しないように注意します。

### 除染要員の服装例

除染チームは、住民の誘導、汚染検査、除染介助、記録などを行います。チーム要員は汚染防護服（例えば、タイベック®スーツ）、キャップ、マスク、綿手袋、ゴム手袋、長靴（もしくは靴にシューズカバーをかける）を着用します。また、要員は個人線量計を男性は胸部、女性は腹部に装着します。

被災者が自分で除染をしている間は、指導を行い、汚染拡大防止に心がけます。また、随時サーベイメータでチーム要員自身の衣服等の汚染を検査し、ゴム手袋が汚染した場合は交換します。

新型コロナウイルス感染症などの感染症流行下では、飛沫感染の予防策としてフェイスシールドやフェイスガードなどを使用することも考慮します。

## 救護所活動での資機材

品目	用途
机、椅子など	救護所のレイアウトに必要な機材
筆記具	受付、問診等記録
記録用紙	受付、行動記録票、汚染検査記録票、など
放射線測定器	空間線量計（活動場所の安全確保）、表面汚染計
防護装備	白衣、帽子、マスク、綿手袋、靴カバー タイベックスーツ、マスク、ゴーグル、ゴム手袋、靴カバー
除染用資機材	ガーゼ、洗浄用ボトル、ビニール袋など簡易除染のための資機材
養生用資機材	ビニールシート、ろ紙シート、養生用テープなど汚染検査場所、 除染場所の汚染拡大防止対策
医療資機材	応急処置に必要な医療機材、 <b>手指衛生用の消毒薬、マスク</b>
通信機器	対策本部や医療機関、消防機関等への連絡

救護所活動に必要な資機材を示しています。救護所での活動内容によって適宜必要な資機材を準備します。

感染症流行下では、感染拡大防止・感染予防対策として、医療資機材の他に、避難者が使用するための、手指衛生のための消毒薬（消毒用エタノールなど）や飛沫拡散防止のためのマスクを準備します。また、これらの衛生材料は、新型コロナウイルス感染症以外でもインフルエンザや食中毒の流行下においても積極的に活用することが望まれます。

## 受付・トリアージ・スクリーニング

- ❖ 受付；被災者本人が氏名、住所等を被災者登録票に記載
- ❖ トリアージ；傷病等がないか確認
  - ◇ 創傷等あれば、創傷部位の汚染検査と創傷の処置
  - ◇ 救護所での応急処置では不十分であれば、医療機関へ搬送
- ❖ 避難退域時検査後に救護所に来ている場合は、スクリーニングは不要
- ❖ 避難退域時検査を未実施の場合は、スクリーニングを実施
  - ◇ 汚染があれば除染
  - ◇ 除染の基準はOIL4のレベルに準拠

救護所に避難してきた被災者は、まず受付で登録を行います。その際、傷病者の登録を優先的に行いますが、受付などで住民が戸惑ったりしないように誘導する担当者を置くことも必要です。登録手続きは、被災者登録票等を用いて行います。また行動調査票等や汚染検査記録票等も渡しますが、これらの登録票は被災者1人につき1組の登録票を渡します。

記入の際には助言や指導が必要であり、そのための人員の配置が必要です。この登録は、後の追跡調査などの大切な資料になります。受付では被災者本人に氏名、住所などの簡単な記入のみを行わせ、ここでも被災者を受付前で長時間待たせることのないようにします。

なお、被災者登録票や汚染検査記録票は、項目の重複を避けるなど平常時にその様式等について検討しておくことが重要です。

被災者登録は上記のように行っていますが、救護所には数十から数百人といった多数の被災者が避難することになります。その中には避難中にけがをしたり、具合が悪くなったりする人たちがいるかもしれません。このような場合は早期に医療処置を必要とし、外傷があれば創傷汚染の有無を速やかに評価します。また、汚染検査や行動調査などを行う際に介助が必要な被災者もいるかもしれません。受付の段階で多数の被災者の中から処置を優先する必要がある傷病者を的確に選別する（トリアージ）ことが必要です。トリアージにより医療処置が必要となれば応急処置のエリアへ誘導します。創傷があっても全身状態に問題がなければ速やかに汚染検査エリアへ誘導し、創傷汚染の有無を含め、汚染検査を優先して行います。介助が必要な被災者には誘導要員などが付き添い検査を行っていきます。創傷部に汚染があれば、

速やかに医療機関へ移送します。

なお、新型コロナウイルス感染症などの感染症流行下では、発熱や咳嗽、呼吸苦などの症状を発症していないかなども確認し、感染が疑われる場合は、他の避難者とは距離（最低1m以上）をとり、マスクを着用させ、可能であれば、医療機関へ搬送します。

登録を完了した被災者は、市町村係員の指示に従い、スクリーニングチームにより、身体汚染の有無についてのふるい分け（スクリーニング）の検査を受けます。被災者登録票等や汚染検査記録票等は、汚染検査や処置が終了するまで被災者本人に持たせます。





## 身体除染

### 身体除染の原則

除染は、本人による脱衣が基本

### 除染の留意事項

- ①できるだけ早く除去
- ②汚染の拡大防止
- ③内部被ばくの防止
- ④創傷汚染者は傷の手当て後、原子力災医療協力機関等の医療機関へ

除染は汚染検査後、出来るだけ早期に行うことが重要です。時間が経過すると放射性物質が落ちにくく、体内に入ってしまうこともあります。まず、創傷部があれば、そこに汚染があるか否かを判断し、創傷部に汚染がある被災者は最優先で除染が必要です。そのため、創傷汚染のある被災者は創傷の応急処置を行い、汚染拡大防止のため汚染部位を被覆し、速やかに原子力災害医療協力機関等の医療機関へ搬送します。

## 甲状腺簡易検査の方法



1. 体表面汚染が無いことを確認した後、被検者の咽頭下部（写真）にプローブを密着させた状態で保持し、時定数10秒で指示値が安定したときの数値【測定値（A）】を読み取る。

（補足説明）

- プローブの先端はガーゼ等を被せて、汚染を確認した場合には速やかに外せるようにしておく。
- 可能であれば、プローブを頸部に密着させる前に被検者の頸部前面をウエットティッシュ等で軽く拭う。
- 一度リセットをした場合、指示値が安定するのは30秒後以降（時定数10秒の場合）



2. 着衣の汚染が無いことを確認した後、大腿部中央付近にプローブを密着させた状態で保持し、時定数10秒で指示値が安定したときの数値【測定値（B）】を読み取る。

**正味値 = 測定値（A） - 測定値（B）**



スクリーニングレベルと比較

※測定室内の空間線量率も定期的に測定する。

放射性ヨウ素が放出された場合やスクリーニングで開口部周囲に汚染が認められた場合など放射性ヨウ素の吸入が疑われる場合は、頸部を除染した後、甲状腺の線量を $\gamma$ 線量率測定用のNaI（T $\ell$ ）シンチレーション式サーベイメータ（例えば、TCS-161、171等）を用い、頸部に密着して測定します。甲状腺の位置と形状を示します。

甲状腺の被ばく線量が100mSvの場合、放射性ヨウ素131を3,000Bq程度摂取していると推定します。実際にはサーベイメータの指示値( $\mu$ Sv/h)から放射性ヨウ素131の甲状腺沈着量(Bq)を求めるためにあらかじめ換算係数を求めておく必要があります。この量を超えると被ばく医療機関で検査する必要があります。

## 行動調査

### 行動調査の目的

外部被ばく線量の推定

### 行動調査の内容

被災者の健康状態の確認

被災者が救護所に来るまでの行動の調査

### 聞き取り者

保健師、看護師等医療関係者

### 服装

白衣、手袋（使い捨て）、個人線量計

行動調査は、被災者の健康状態を確認し、また外部被ばく線量を推定し、残存汚染の程度を考え合わせて被災者を被ばく医療機関へ送るかどうか判断することを目的として行います。身体汚染検査後スクリーニングレベル未満の場合、もしくは除染後の再検査後に行います。

外部被ばく線量は行動調査と環境モニタリング情報等により推定されます。この行動調査は、除染チームや医療チームの中で、保健師や看護師等の医療職に従事している者が行うことが望まれます。

被災者登録票や汚染検査記録票等を参照しつつ、下記の項目について聞き取り、行動調査票等に記入します。聞き取り者は、白衣を着て、白衣の胸ポケット（女性は腹部）に個人線量計等を装着して被災者と対応します。

## 行動調査・問診の内容

### 健康状態の確認

- ①急性放射線症の前駆症状はないか？
- ②健康上の問題はないか？

### 事故発生後から救護所に来るまでの行動調査

- ①どこにいたのか？
- ②何時間そこにいたのか？
- ③服装は？
- ④雨に濡れたか？
- ⑤飲食をしたか？

現在の健康状態；急性放射線症の前駆症状などが現れていないか確認し、高線量被ばくの可能性をチェックします。また、その他に健康上の問題がないか確認します。

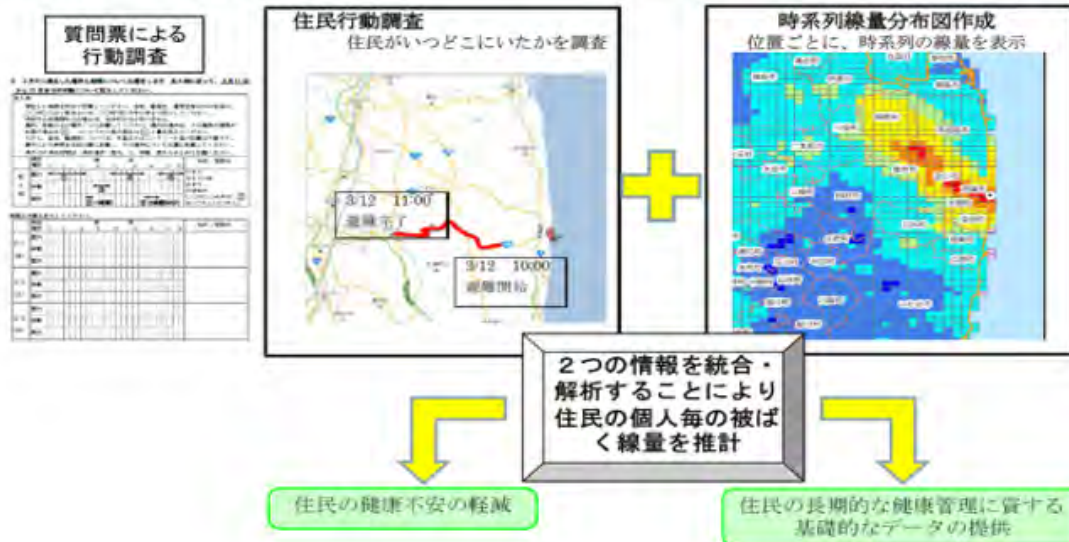
事故発生後から、救護所に来るまでに、以下のことを確認します。これらの情報から、外部被ばくの線量評価を行います。

- どこにいたか（場所、屋外か屋内か、建物の種類はコンクリートか木造か）。
- そこにどのくらいの時間いたか。
- どのような服装でいたのか。
- もし居場所が時間的に変わっていたら、それぞれについて①、②を確かめます。
- 天候によっては、雨や水に濡れたか否か。
- 飲食をしたかどうか。授乳婦の場合授乳をしたか？回答によっては、以後の授乳を継続するか人工乳にしてもらうか指導をする必要があります。

さらに、安定ヨウ素剤の服用指示が出され、服用の必要がある場合は、安定ヨウ素剤の服用ができない被災者、服用に注意が必要な被災者を確認するための問診を実施します。

## 住民対応 外部被ばく線量推定

全県民（約202万人）を対象に福島県が調査した、原発事故発生直後からの各個人の行動パターンが、放射線医学総合研究所が開発した外部被ばく線量評価システムに入力され、個人の外部被ばく線量が評価される。



16

東京電力福島第一原子力発電所では、福島県民を対象に原発事故発生直後からの各個人の行動パターンを調査した情報を時系列で作成された線量分布図の情報と統合して、各個人の被ばく線量を推計しました。

この外部被ばく線量の推定には、事故発生直後からの行動調査が不可欠です。そのため救護所では外部被ばく線量推計のための行動調査を実施します。

## 移動型WBC車輛の紹介

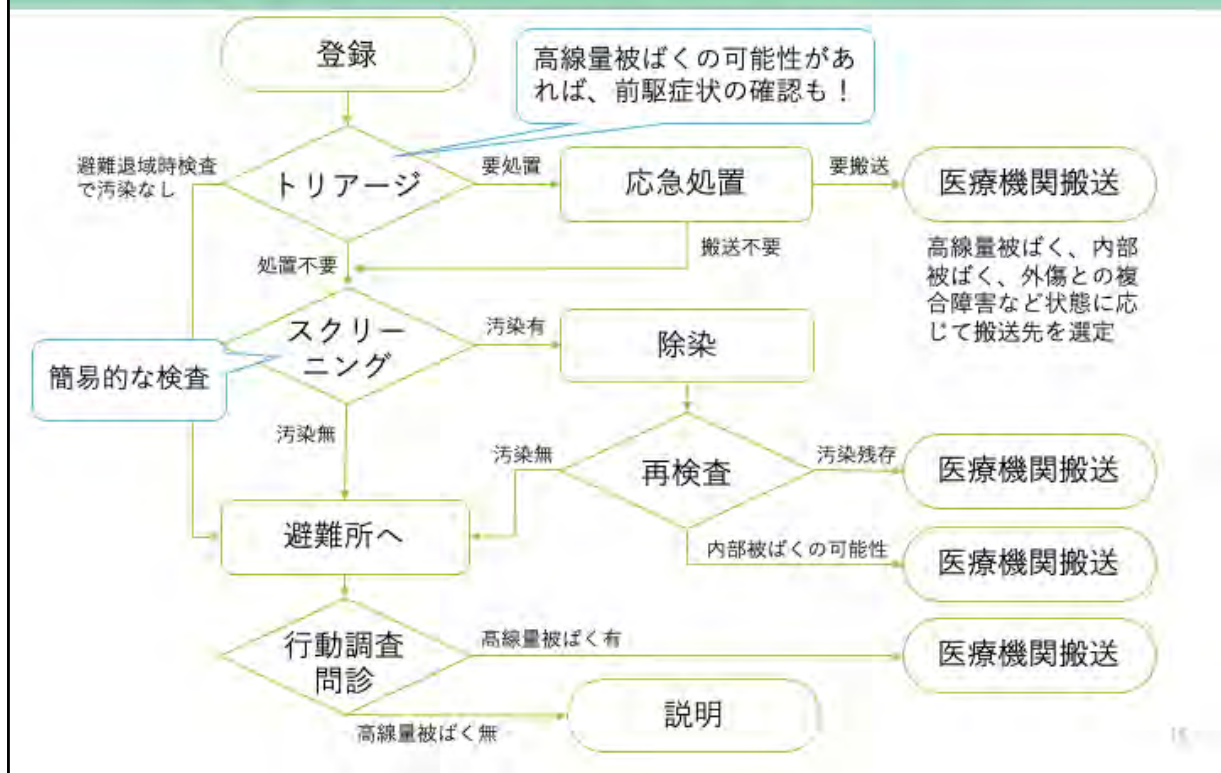
- ❖ いくつかの自治体では、救護所で内部被ばく検査を行うため、移動型WBC車輛を導入しています。
- ❖ 救護所での身体表面汚染検査によって顔面の汚染があったり、放射性プルームの吸入が疑われる場合は、このWBCによって内部被ばくの検査ができます。
- ❖ 内部被ばくがあれば、原子力災害拠点病院等へ搬送し、より精密な評価を行います。



いくつかの自治体では、救護所で内部被ばく検査を行うため、移動型WBC車輛を導入しています。救護所での身体表面汚染検査で、顔面の汚染が検出されたり、放射性プルームの吸入が疑われる場合は、この移動型WBC車輛に搭載しているWBCで内部被ばくの検査ができます。

この移動型WBC車輛での検査は、簡易検査となるため、体内の放射性物質が検出された場合は、原子力災害拠点病院等へ搬送し、内部被ばくの精密な評価が必要となります。

## 多数傷病者発生時の救護所活動



多数の汚染した被災者が発生したり、多数の負傷者が発生した場合の救護所での活動の流れの一例を示します。状況によって変更が必要です。

トリアージでは、被災者の状態を確認することと同時に高線量被ばくの可能性がある場合は、前駆症状等の有無を確認します。

高線量被ばくや内部被ばく、外傷等の複合障害があれば、状態に応じて搬送先医療機関を選定します。汚染がある傷病者と汚染がない傷病者は別の医療機関に搬送できるように調整しておくことが望ましいです。

多人数のスクリーニングを実施する場合は、頭部、顔面、手指の汚染が付着しやすい部位の汚染検査のみを実施し、短時間で多人数のスクリーニングが可能な体制で実施します。頭部や顔面の汚染があり、鼻腔スワブ等の検査で、内部被ばくの可能性がある場合は、速やかに内部被ばくの精密な検査、処置ができる医療機関へ搬送します。

行動調査や問診は、避難所に移動後に実施することで、救護所に多人数が滞留することなく、対処できるようにします。

## まとめ

### ❖ 救護所活動

- ◇ 必要に応じて避難してきた周辺住民等に対する救護
- ◇ 感染症流行下での感染拡大防止、感染予防
- ◇ 避難退域時検査を受けていない住民に対する検査及び簡易除染
- ◇ 被災状況の確認
- ◇ 必要に応じて安定ヨウ素剤を配布、予防服用の支援

### ❖ 受付・登録

- ❖ トリアージ；傷病者の把握
- ❖ スクリーニング；汚染者の把握
- ❖ 簡易除染の実施
- ❖ 行動調査・問診；外部被ばく線量の推定
- ❖ 説明
- ❖ 甲状腺の簡易検査

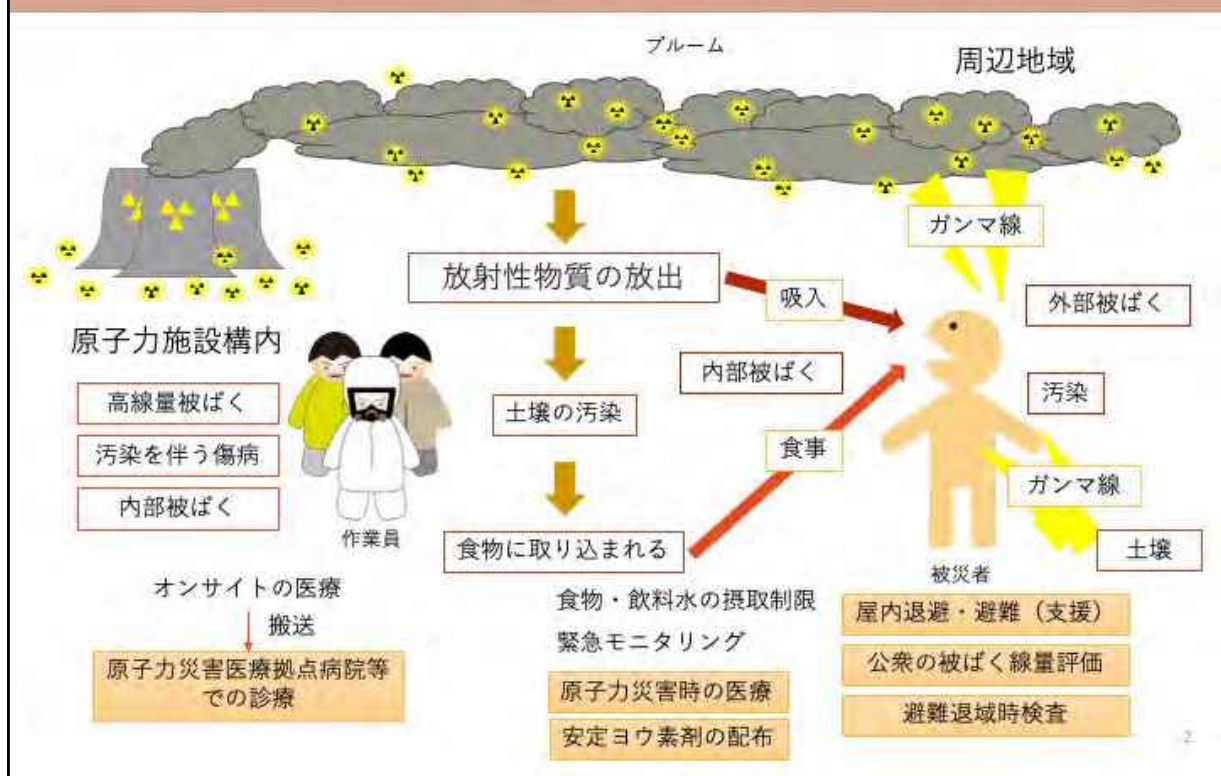


# 原子力災害対応

原子力災害 専門研修  
WBC・甲状腺-5

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

# 原子力災害

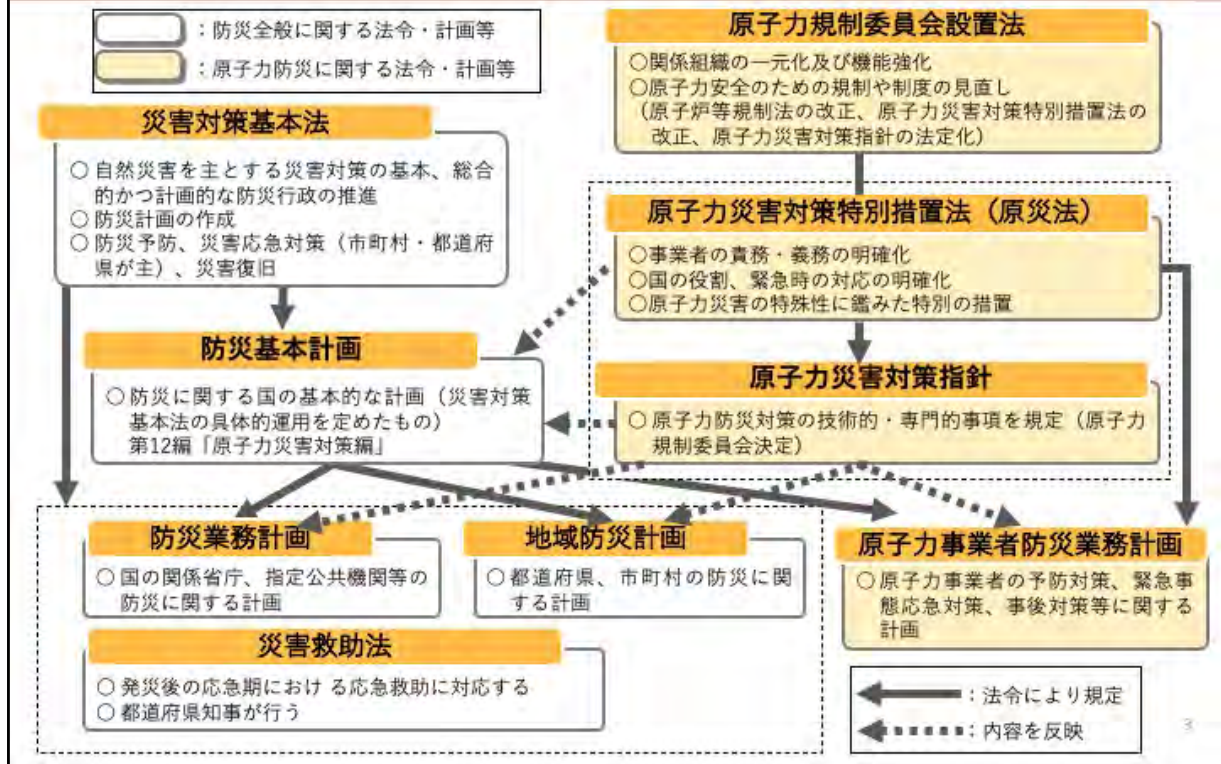


原子力発電所では、ウランが核分裂して発生する熱を発電に利用しています。この核分裂によって生じたものが核分裂生成物で、放射性物質を多く含んでいます。主に、キセノン、クリプトンなどの放射性希ガス、ヨウ素-131、ヨウ素-133、セシウム-134、セシウム-137、ストロンチウム-90など粒子状物質の気体や液体が生じます。事故で燃料のペレットや被覆管が破損すると、これらの放射性物質が外部へ漏れ出ます。

福島第一原子力発電所の事故では、津波によって全電源が喪失し、そのために原子炉を冷却できなくなり、原子炉内の温度や圧力が上昇して大量の放射性物質が環境中に放出されました。放出された気体状の放射性物質は、雲のような状態で大気中を流れます。このプルームから降ってきた放射性物質が地表に沈着したり、野菜などの食物に取り込まれます。そこで、プルームが通過した地域にいと汚染したり、プルームからのガンマ線や地表からのガンマ線による外部被ばくをしたり、吸入や食事から内部被ばくをしたりします。

原子力災害時における医療対応には、通常の救急医療、災害医療に加えて被ばく医療の考え方が必要となります。すなわち、被ばく線量、被ばくの影響が及ぶ範囲、汚染の可能性等を考慮して、被災者等に必要な医療を迅速、的確に提供する事です。

# 原子力防災に関する主な法令及び計画



原子力災害も他の災害と同じように「災害対策基本法」と、「災害対策基本法」等の特別法である、「原子力災害対策特別措置法」が基本になります。

また、「災害対策基本法」に基づき、中央防災会議は、内閣の重要政策に関する会議の一つとして、内閣総理大臣をはじめとする全閣僚、指定公共機関の代表者及び学識経験者により構成され、防災基本計画の作成や、防災に関する重要事項の審議等を行います。

この防災基本計画は、政府の防災対策に関する基本的な計画で、災害の種類に応じて、災害予防・事前準備、災害応急対策、災害復旧・復興という災害対策の時間的順序に沿って記述され、国、地方公共団体、住民等、各主体の責務を明確にするとともに、それぞれが行うべき対策をできるだけ具体的に記述されています。その第12編が原子力災害対策についてです。

さらに、原子力災害対策指針は、「原子力災害対策特別措置法」に基づき、原子力規制委員会が、原子力災害対策を円滑に実施するために、専門的・技術的事項について定めたものです。

この防災基本計画及び原子力災害対策指針に基づき、指定行政機関及び指定公共機関は防災業務計画を、地方公共団体は地域防災計画を作成し、災害に備えます。

## 原子力災害対策指針

- ❖ 原子力災害対策指針は、原子力災害対策特別措置法に基づき、原子力事業者、指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長、地方公共団体、指定公共機関及び指定地方公共機関その他の者が**原子力災害対策を円滑に実施するために定めるもの**。
- ❖ 国民の生命及び身体の安全を確保することが最も重要であるという観点から、緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する**放射線の重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するための防護措置を確実なものとする**。
- ❖ 原子力災害特別措置法では、本指針で次の事項を定めるとされている。
  - 一 原子力災害対策として実施すべき措置に関する基本的な事項
  - 二 **原子力災害対策の実施体制**に関する事項
  - 三 原子力災害対策を重点的に実施すべき区域の設定に関する事項
  - 四 前三号に掲げるもののほか、**原子力災害対策の円滑な実施の確保に関する重要事項**

本指針は、原子力災害対策特別措置法(平成11年法律第156号。以下「原災法」という。)第6条の2第1項に基づき、原子力事業者、指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長、地方公共団体、指定公共機関及び指定地方公共機関その他の者が原子力災害対策を円滑に実施するために定められたものです。

本指針の目的は、「国民の生命及び身体の安全を確保することが最も重要であるという観点から、緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する放射線の重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するための防護措置を確実なものとする」とあります。

この指針を十分に理解し、関係者の間で共通認識としておくことは、原子力災害に対応するにあたって、極めて重要です。また、様々な防護措置等についても基本的事項、実施体制等が策定されています。

## 原子力災害対策指針の主な内容

### (1) 原子力災害対策に係る基本的事項

- 指針の位置づけ
- 原子力災害の特徴
- 放射線被ばくの防護措置の基本的考え方

### (2) 原子力災害事前対策に係る事項

- 緊急時の意思決定のための基準となる**EAL・OIL**の設定
- 避難準備等の事前対策を講じておく区域である**PAZ**(施設から5キロを目安)
- **UPZ**(施設から30キロを目安)の導入
- 情報提供, モニタリング, 被ばく医療等の体制整備, 教育, 訓練等の事前準備

### (3) 緊急事態応急対策に係る事項

- 迅速に状況把握するための緊急時モニタリングの実施
- 住民等への迅速かつ的確な情報提供
- **EAL・OIL**に基づく適切な防護措置(**屋内退避, 避難, 安定ヨウ素剤の服用等**)の実施

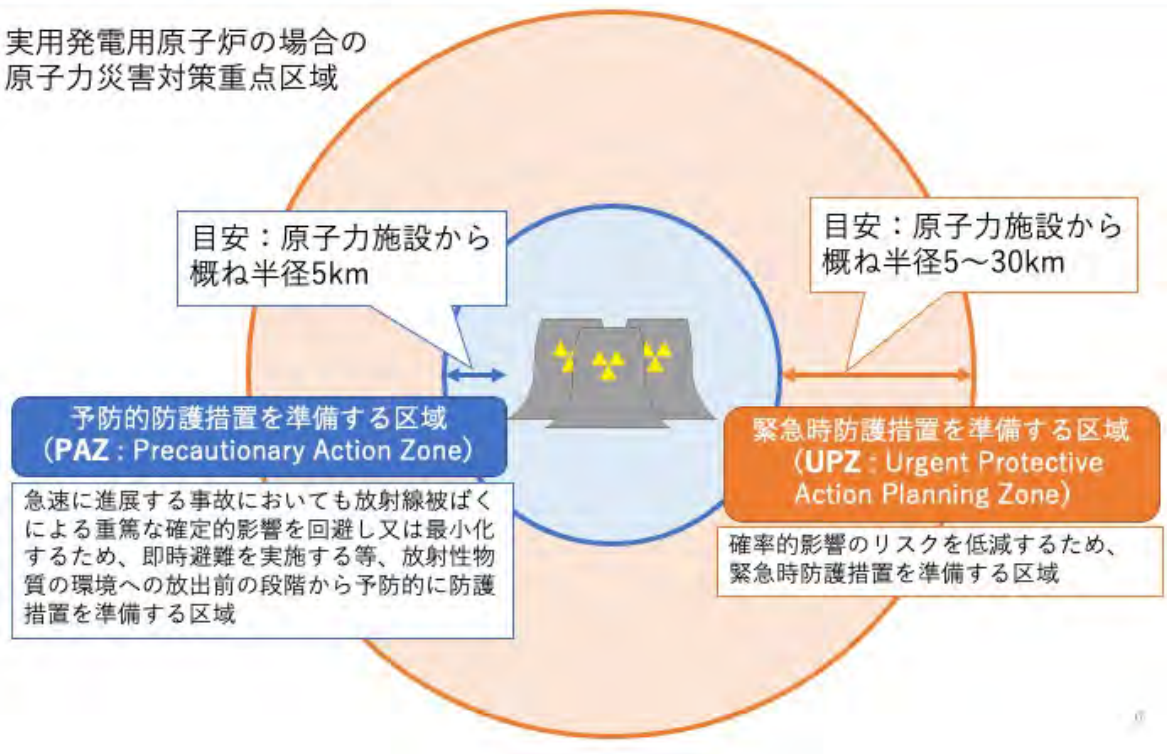
### (4) 原子力災害中長期対策に係る事項

- 放射線による健康・環境への影響の長期的な評価
- 影響を最小限にするための除染措置の実施

原子力災害対策指針の主な内容を示しています。

# 原子力災害対策重点区域

実用発電用原子炉の場合の  
原子力災害対策重点区域



## 予防的防護措置を準備する区域 (PAZ : Precautionary Action Zone)

PAZとは、急速に進展する事故においても放射線被ばくによる重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、緊急事態の区分に応じて、即時避難を実施する等、通常の運転及び停止中の放射性物質の放出量とは異なる水準で放射性物質が放出される前の段階から予防的に防護措置を準備する区域です。発電用原子炉施設に係るPAZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、PAZの最大半径を原子力施設から3～5 kmの間で設定すること(5kmを推奨)とされていること等を踏まえ、「原子力施設からおおむね半径5km」を目安としています。

## 緊急防護措置を準備する区域 (UPZ : Urgent Protective Action Planning Zone)

UPZとは、確率的影響のリスクを低減するため、緊急防護措置を準備する区域です。発電用原子炉施設に係るUPZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、UPZの最大半径は原子力施設から5～30kmの間で設定されていること等を踏まえ、「原子力施設からおおむね半径30km」を目安としています。

ただし、炉規法第43条の3の33の規定に基づく廃止措置計画の認可を受け、かつ、照射済燃料集合体が十分な期間冷却されたものとして原子力規制委員会が定めた発電用原子炉施設については、原子力災害対策重点区域の範囲は原子力施設からおおむね半径5kmを目安とし、当該原子力災害対策重点区域の全てをUPZとしています。

## 緊急事態の段階

### 1. 準備段階

- ◇ 原子力事業者、国、地方公共団体等がそれぞれの行動計画を策定
- ◇ 関係者に周知
- ◇ 訓練等で検証・評価し、改善

### 2. 初期対応段階

- ◇ 情報が限られた中でも、放射線被ばくによる重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置等の実施

### 3. 中期対応段階

- ◇ 放射性物質又は放射線の影響を適切に管理
- ◇ 環境放射線モニタリングや解析による放射線状況の把握
- ◇ 初期対応段階で実施した防護措置の変更・解除や長期にわたる防護措置の検討

### 4. 復旧段階

- ◇ 復旧段階への移行期に策定した被災地域の長期的な復旧策の計画に基づき、通常の社会的・経済的活動への復帰の支援

緊急事態においては、事態の進展に応じて、関係者が共通の認識に基づき意思決定を行うことが重要です。

すなわち、緊急事態への対応の状況を、準備段階・初期対応段階・中期対応段階・復旧段階に区分し、各段階の対応の詳細について検討しておくことが有効です。

・準備段階では、原子力事業者、国、地方公共団体等がそれぞれの行動計画を策定して関係者に周知するとともに、これを訓練等で検証・評価し、改善する必要があります。

・初期対応段階では、情報が限られた中でも、放射線被ばくによる重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置等の対応を行う必要があります。

・中期対応段階では、放射性物質又は放射線の影響を適切に管理することが求められ、環境放射線モニタリングや解析により放射線状況を十分に把握し、それに基づき、初期対応段階で実施した防護措置の変更・解除や長期にわたる防護措置の検討を行う必要があります。

・復旧段階では、その段階への移行期に策定し被災した地域の長期的な復旧策の計画に基づき、通常の社会的・経済的活動への復帰の支援を行う必要があります。

## 緊急事態区分及び緊急時活動レベル(EAL)

- ❖ 緊急事態区分の判断基準：緊急時活動レベル(Emergency Action Level；EAL)
- ❖ 緊急事態区分
  - ◇ 原子力施設の状況に応じた3区分
  - ◇ 各区分での原子力事業者、国及び地方公共団体の果たすべき役割の明確化
    - ◆ **警戒事態**；その時点では公衆への放射線による影響やそのおそれが緊急のものではないが、原子力施設における異常事象の発生又はそのおそれがあるため、情報収集や、緊急時モニタリングの準備、施設敷地緊急事態において早期の避難等の防護措置の実施が必要な者の避難等の防護措置の準備を開始する必要がある段階
    - ◆ **施設敷地緊急事態**；原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性のある事象が生じたため、原子力施設周辺において緊急時に備えた避難等の主な防護措置の準備を開始する必要がある段階
    - ◆ **全面緊急事態**；原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じたため、重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置を実施する必要がある段階

緊急事態の初期対応段階においては、情報収集により事態を把握し、原子力施設の状況や当該施設からの距離等に応じ、防護措置の準備やその実施等を適切に進めることが重要です。このような対応を実現するため、以下のとおり、原子力施設の状況に応じて、緊急事態を、警戒事態、施設敷地緊急事態及び全面緊急事態の3つに区分し、各区分における、原子力事業者、国及び地方公共団体のそれぞれが果たすべき役割を明らかにしています。この緊急事態の区分を判断するための基準として用いるのが緊急時活動レベル(Emergency Action Level；EAL)です。

これらの緊急事態区分に該当する状況であるか否かを原子力事業者が判断するための基準として、原子力施設における深層防護を構成する各層設備の状態、放射性物質の閉じ込め機能の状態、外的事象の発生等の原子力施設の状態等に基づき緊急時活動レベル(Emergency Action Level；EAL)を設定しています。



## 運用上の介入レベル（OIL）

- ❖ OIL（Operational Intervention Level）とは、防護措置導入の判断に用いられる測定器による測定値などより求めたレベル
- ❖ OILは、事故の態様、放出放射性核種の別、気象条件、被ばくの経路（外部、吸入、食物摂取）等を仮定して、包括的判断基準（個々の防護措置の実施によって予想される線量あるいは既に受けてしまった線量によって表わされる判断基準）に相当する計測可能な値として導き出される。
- ❖ OILとしては、空間線量率、表面汚染密度、食品中の放射性核種濃度から初期設定値が定められている。

緊急時活動レベル（EAL）の他に、放射性物質の放出後、緊急時モニタリングの結果等の実測値に基づいて防護措置を実施する必要があります。この防護措置を実施すべき基準が、運用上の介入レベル（OIL）です。

次項に初期設定値と防護措置の内容を記載しています。

## OILの初期設定値と防護措置の内容

	基準の種類	基準の概要	初期設定値 <sup>1)</sup>			防護措置の概要
緊急防護措置	OIL 1	地表面からの放射線、放射性物質の吸入等による被ばくを防止するため、住民等を避難や屋内退避等させるための基準	地上1mでの線量率 <sup>2)</sup> 500 $\mu$ Sv/h			数時間内に区域を特定し、避難等を実施
	OIL 4	経口摂取、皮膚汚染からの被ばくを防止するため、除染を講じるための基準	$\beta$ 線：40,000cpm <sup>3)</sup> $\beta$ 線：13,000cpm <sup>4)</sup> 【1ヶ月後】			避難者のスクリーニング、除染
早期防護措置	OIL 2	地表面からの放射線、放射性物質の吸入等による被ばく影響を防止するため、地域生産物 <sup>5)</sup> の摂取を制限、住民等を1週間程度内に一時移転させるための基準	地上1mでの線量率 <sup>2)</sup> 20 $\mu$ Sv/h			生産物の摂取制限、1週間程度内に一時移転
飲食物摂取制限 <sup>4)</sup>	飲食物のスクリーニング基準	OIL6による飲食物の摂取制限を判断する基準として、飲食物中の放射性核種濃度測定を実施すべき地域を特定する際の基準	地上1mでの線量率 <sup>2)</sup> 0.5 $\mu$ Sv/h <sup>15)</sup> (BGによる寄与も含めた値)			数日内に飲食物中の放射性核種濃度の測定区域を特定
	OIL 6	経口摂取による被ばく影響を防止するため、飲食物の摂取を制限する際の基準	核種 <sup>1)</sup>	飲料水 牛乳・乳製品	野菜類、穀類、肉、卵、魚、他	基準を超えるものは摂取制限
			ヨウ素	300Bq/kg	2,000Bq/kg <sup>6)</sup>	
			セシウム	200Bq/kg	500Bq/kg	
			プルトニウム、超U元素 $\alpha$ 核種	1Bq/kg	10Bq/kg	
ウラン	20Bq/kg	100Bq/kg				

- ※ 1 「初期設定値」とは緊急事態当初に用いるOILの値であり、地上沈着した放射性核種組成が明確になった時点で必要な場合にはOILの初期設定値は改定される。
- ※ 2 本値は地上1mで計測した場合の空間放射線量率である。実際の適用に当たっては、空間放射線量率計測機器の設置場所における線量率と地上1mでの線量率との差異を考慮して、判断基準の値を補正する必要がある。
- ※ 3 我が国において広く用いられている $\beta$ 線の入射窓面積が20cm<sup>2</sup>の検出器を利用した場合の計数率であり、表面汚染密度は約120Bq/cm<sup>2</sup>相当となる。他の計測器を使用して測定する場合には、この表面汚染密度より入射窓面積や検出効率を勘案した計数率を求める必要がある。
- ※ 4 ※ 3と同様、表面汚染密度は約40Bq/cm<sup>2</sup>相当となり、計測器の仕様が異なる場合には、計数率の換算が必要である。
- ※ 5 「地域生産物」とは、放出された放射性物質により直接汚染される野外で生産された食品であって、数週間以内に消費されるもの（例えば野菜、該当地域の牧草を食べた牛の乳）をいう。
- ※ 6 実効性を考慮して、計測場所の自然放射線によるバックグラウンドによる寄与も含めた値とする。
- ※ 7 その他の核種の設定の必要性も含めて今後検討する。その際、IAEAのGSG-2におけるOIL6値を参考として数値を設定する。
- ※ 8 根菜、芋類を除く野菜類が対象。
- ※ 9 IAEAでは、飲食物摂取制限が効果的かつ効率的に行われるよう、飲食物

中の放射性核種濃度の測定が開始されるまでの間の暫定的な飲食物摂取制限の実施及び当該測定の対象の決定に係る基準であるOIL3等を設定しているが、我が国では、放射性核種濃度を測定すべき区域を特定するための基準である「飲食物に係るスクリーニング基準」を定める。

# 原子力災害時の防護の考え方・基準

		PAZ	UPZ	UPZ外
警戒事態	地方公共団体	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難準備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難準備への協力</li> </ul>
	国	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難準備の指示</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難準備への協力の要請</li> </ul>
施設敷地緊急事態	地方公共団体	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難</li> <li>住民避難の準備</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>屋内退避の準備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難の受け入れ</li> <li>住民の避難準備への協力</li> </ul>
	国	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難の指示</li> <li>住民避難の準備の指示</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備の指示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋内退避の準備の指示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設敷地緊急事態要避難者の避難の受け入れ要請</li> <li>住民の避難の準備への協力の要請</li> </ul>
全面緊急事態	地方公共団体	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>住民避難</li> <li>住民等への安定ヨウ素剤の服用の指示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>屋内退避</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備</li> <li>防護措置基準に基づく防護措置への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民への情報伝達</li> <li>住民避難の受け入れ</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備</li> <li>防護措置基準に基づく防護措置への対応</li> </ul>
	国	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民避難の指示</li> <li>地方公共団体への安定ヨウ素剤の服用の指示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋内退避の指示</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備の指示</li> <li>防護措置基準に基づく防護措置への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民避難の受け入れ要請</li> <li>安定ヨウ素剤の服用の準備の指示</li> <li>防護措置基準に基づく防護措置への対応</li> </ul>

原子力発電所の事故が発生した場合、防護措置が開始されます。

防護措置は、緊急時活動レベル（EAL）に基づいた緊急事態区分に基づいて予め定められている防護措置と、緊急時モニタリング等で得られた測定値を基準値とした運用上の介入レベル（OIL）に基づいて実施されます。

緊急時活動レベル（EAL）に基づいた防護措置の考え方

予防的防護措置を準備する区域（PAZ）においては、確定的影響を回避するために、警戒事態において、施設敷地緊急事態要避難者の避難準備を行い、施設敷地緊急事態において、施設敷地緊急事態要避難者の避難、住民避難の準備及び安定ヨウ素剤の服用の準備を行い、全面緊急事態にいたった場合は、住民避難及び安定ヨウ素剤服用が指示されます。

また、緊急時防護措置を準備する区域（UPZ）においては、確率的影響のリスクを低減するために、施設敷地緊急事態において、屋内退避の準備を行い、全面緊急事態において、屋内退避及び安定ヨウ素剤の服用の準備を行います。

放射性物質の放出後、UPZ及びUPZ外においては、OILに基づいて、防護措置が実施されます。

施設敷地緊急事態要避難者

避難の実施に通常以上の時間がかかり、かつ、避難の実施により健康リスクが高まらない災害時要援護者等（傷病者、入院患者、高齢者、障害者、外国人、乳幼児、妊産婦その他の災害時に援護を必要とする者をいう。）、安定ヨウ素剤を事前配布されていない者及び安定ヨウ素剤の服用が不適切な者のうち、施設敷地緊急事態において早期の避難等の防護措置の実施が必要な者をいいます。

# EAL・OILに基づく防護措置のイメージ



緊急時活動レベル（EAL）、運用上の介入レベル（OIL）に基づく防護措置のイメージです。

**【警戒事態：EAL（AL）】**

- ・PAZの施設敷地緊急事態要避難者は、避難の準備を行い、そのほかの住民は情報収集を行います。
- ・UPZの住民は、情報収集を行います。

**【施設敷地緊急事態：EAL（SE）】**

- ・PAZの施設敷地緊急事態要避難者は避難し、そのほかの住民は避難の準備および安定ヨウ素剤を服用する準備を行います。
- ・UPZの住民は、屋内退避の準備を行います。

**【全面緊急事態：EAL（GE）】**

- ・PAZの住民は、国や地方公共団体からの指示に従い、安定ヨウ素剤を服用し、避難します。
- ・UPZの住民は、屋内退避を行います。また、避難の準備および安定ヨウ素剤を服用する準備を行います。

緊急事態のうち全面緊急事態（EAL（GE））に至り、異常な量の放射性物質が放出された場合には、緊急時モニタリングの結果などによって、適切な防護措置を実施します。

●放射性物質の異常な量の放出後の防護措置

UPZの住民が行う防護措置を実施する判断基準として、空間放射線量率や

環境中の放射性物質の濃度などで表される「運用上の介入レベル」  
(OIL:Operational Intervention Level) が設定されています。  
これらの基準値は、緊急事態当初に用いられ、地上に沈着した放射性物質の  
種類が明確になった時点で必要に応じて改定されます。



## 甲状腺簡易測定

### 【甲状腺簡易測定とは...】

原子力災害が発生し、放射性ヨウ素等の放射性物質が環境中に放出された場合、周辺住民の内部被ばくの状態を速やかに確認し、防護措置を講じる必要がある。その一環として、甲状腺に集積した放射性ヨウ素を簡易的な方法で測定することにより、被ばく線量の程度を迅速に把握するための検査。

### 【対象者】

UPZ内において放射性核種による顕著な汚染が認められた地域からの避難住民の内、**退域時避難検査で有意な汚染が認められた者等が想定される。**  
※乳幼児は検査は困難(同じ家族の者を代わりに検査)

### 【いつ、どのように行うのか...】

事故発生から**概ね1週間以内**に、空間線量率測定用NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いて行うことが**想定される。**  
※放射性ヨウ素が甲状腺に集積するまでに約1日かかることも考慮

### 【どこで行うのか...】

避難所または事前に指定した他の公共施設等が**想定される。**

14

原子力災害が発生し、放射性ヨウ素等の放射性物質が環境中に放出された場合、周辺住民の内部被ばくの状態を速やかに確認し、防護措置を講じる必要があります。その一環として、甲状腺に集積した放射性ヨウ素を簡易的な方法で測定することにより、被ばく線量の程度を迅速に把握するための検査が甲状腺簡易測定です。

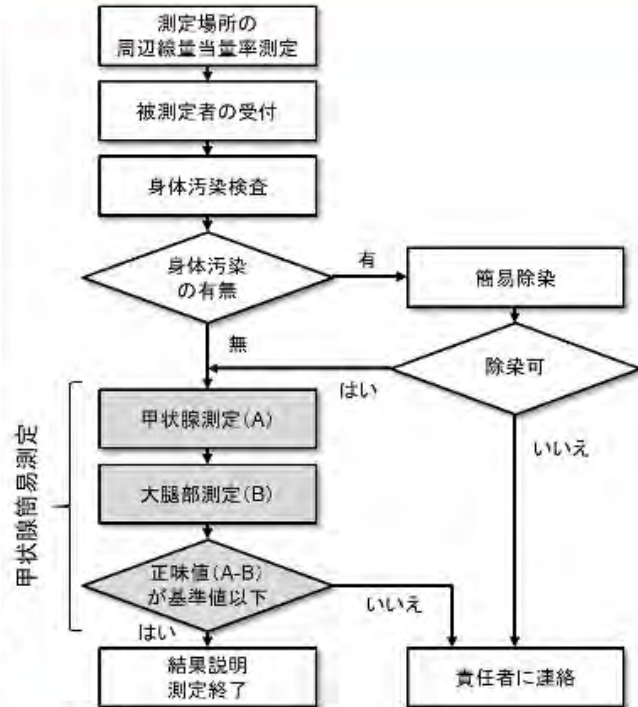
事故発生から概ね1週間以内に、空間線量率測定用NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いて行うことが想定されます。また、実施の時期は、放射性ヨウ素が甲状腺に集積するまでに約1日かかることも考慮する必要があります。



# 甲状腺簡易測定の方法



※本マニュアルは検討段階のもの



本研修では、この甲状腺簡易測定の方法を学びます。フォローチャートの甲状腺測定、大腿部測定、正味値の計算を実習で行います。

福島第一原子力発電所事故による放射性核種の環境中への初期放出量推定値 (Bq)

核種	半減期	1号機	2号機	3号機	合計
Xe-133	5.2d	$3.4 \times 10^{18}$	$3.5 \times 10^{18}$	$4.4 \times 10^{18}$	$1.1 \times 10^{19}$
Cs-134	2.1y	$7.1 \times 10^{14}$	$1.6 \times 10^{16}$	$8.2 \times 10^{14}$	$1.8 \times 10^{16}$
Cs-137	30.0y	$5.9 \times 10^{14}$	$1.4 \times 10^{16}$	$7.1 \times 10^{14}$	$1.5 \times 10^{16}$
Sr-89	50.5d	$8.2 \times 10^{13}$	$6.8 \times 10^{14}$	$1.2 \times 10^{15}$	$2.0 \times 10^{15}$
Sr-90	29.1y	$6.1 \times 10^{12}$	$4.8 \times 10^{13}$	$8.5 \times 10^{13}$	$1.4 \times 10^{14}$
Te-129m	33.6d	$7.2 \times 10^{14}$	$2.4 \times 10^{15}$	$2.1 \times 10^{14}$	$3.3 \times 10^{15}$
Te-132	78.2h	$2.5 \times 10^{16}$	$5.7 \times 10^{16}$	$6.4 \times 10^{15}$	$8.8 \times 10^{16}$
Pu-238	87.7y	$5.8 \times 10^8$	$1.8 \times 10^{10}$	$2.5 \times 10^8$	$1.9 \times 10^{10}$
Pu-239	24065y	$8.6 \times 10^7$	$3.1 \times 10^9$	$4.0 \times 10^7$	$3.2 \times 10^9$
Pu-240	6537y	$8.8 \times 10^7$	$3.0 \times 10^9$	$4.0 \times 10^7$	$3.2 \times 10^9$
Pu-241	14.4y	$3.5 \times 10^{10}$	$1.2 \times 10^{12}$	$1.6 \times 10^{10}$	$1.2 \times 10^{12}$
<b>I-131</b>	<b>8.0d</b>	$1.2 \times 10^{16}$	$1.4 \times 10^{17}$	$7.0 \times 10^{15}$	$1.6 \times 10^{17}$
<b>I-132</b>	<b>2.3h</b>	$1.3 \times 10^{13}$	$6.7 \times 10^6$	$3.7 \times 10^{10}$	$1.3 \times 10^{13}$
<b>I-133</b>	<b>20.8h</b>	$1.2 \times 10^{16}$	$2.6 \times 10^{16}$	$4.2 \times 10^{15}$	$4.2 \times 10^{16}$

原子力安全に関するIAEA関係会議に対する日本国政府の報告書—東京電力福島原子力発電所の事故について(添付IV-2表5)

2011年の福島第一原子力発電所事故において、環境中へ放出された放射性核種の推定値を示しています。原子力発電所の事故では様々な放射性核種が環境中に放出されます。放射性ヨウ素であるI-131、I-132、I-133も放出される放射性核種です。

## 甲状腺とヨウ素

- ❖ ヨウ素は甲状腺ホルモンの成分で、体内ではほとんどが甲状腺内に存在する。
- ❖ 甲状腺ホルモンは、新陳代謝を促したり、子供では成長を促進する。
- ❖ 甲状腺は、頸部前面に位置し、重さ15～20 g、3～5 cmの蝶が羽を広げたような形をしてる。
- ❖ 放射性ヨウ素を体内に取り込んだ場合、肺や消化管から体循環に入り、10～30%が甲状腺に集積し、残りは尿中に排泄される。



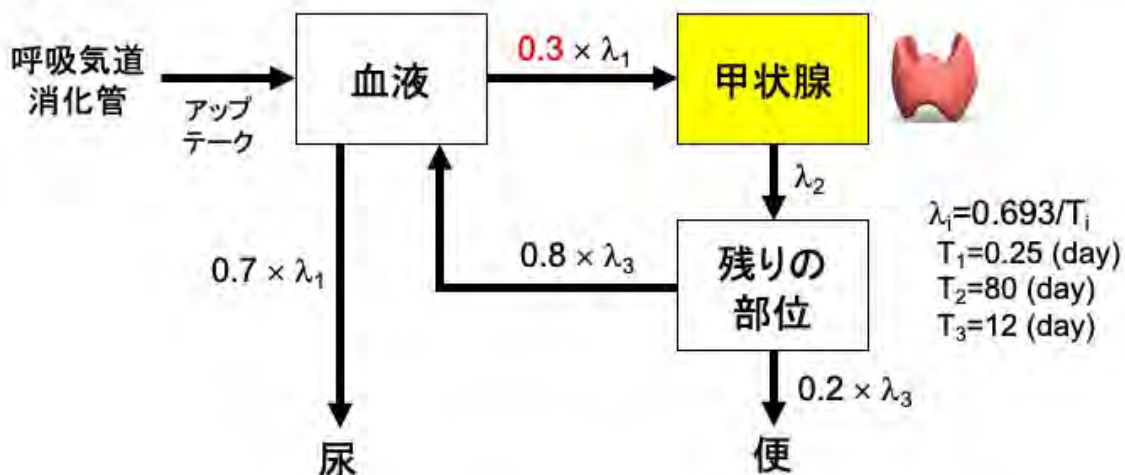
ヨウ素は甲状腺ホルモンの成分で、体内ではほとんどが甲状腺内に存在します。

甲状腺ホルモンは、新陳代謝を促したり、子供では成長を促進します。甲状腺ホルモンは、全身の細胞に作用して、呼吸量、エネルギー産生量が増大します。

甲状腺は、頸部前面に位置し、大人では15～20g、3～5cmの蝶が羽を広げたような形をしています。

## ヨウ素の体内動態

ICRP Publ.56



血中のヨウ素から甲状腺へのアップテークは、ICRPモデルでは30%に設定されているが、日本人被検者の調査では15~20%の範囲を示すものが多い。

放射性ヨウ素を吸入または経口摂取した場合、肺や消化管から血液の中に入り、吸収された放射性ヨウ素の10~30%が甲状腺に集積します。甲状腺に集積しなかった放射性ヨウ素は腎臓から尿中に排泄され、体の外にでます。甲状腺に集積した放射性ヨウ素からはベータ線が放出されるので、甲状腺の細胞が障害を受けやすくなります。

安定ヨウ素剤を適切なタイミングで服用しておくことで、放射性ヨウ素が甲状腺へ集積するのが阻害されます。このため、原子力災害時に放射性ヨウ素の環境中への放出の可能性がある場合は、事前に安定ヨウ素剤を服用します。

## 内部被ばく線量係数

吸入摂取による線量係数(単位摂取量BqあたりのmSv)

核種	評価対象	乳児	1歳児	5歳児	10歳児	15歳児	成人
$^{134}\text{Cs}$	全身	1.1E-05	7.3E-06	5.2E-06	5.3E-06	6.3E-06	6.6E-06
$^{137}\text{Cs}$	全身	8.8E-06	5.4E-06	3.6E-06	3.7E-06	4.4E-06	4.6E-06
$^{131}\text{I}$	全身	1.7E-04	1.6E-04	9.4E-05	4.8E-05	3.1E-05	2.0E-05
	甲状腺	3.3E-03	3.2E-03	1.9E-03	9.5E-04	6.2E-04	3.9E-04

※吸収タイプはいずれもタイプF,  $^{131}\text{I}$ の化学形は元素状ヨウ素の数値を引用(ICRP Publ.71)

同じ1Bqの $^{131}\text{I}$ が甲状腺に存在した場合...



吸収線量: 小さい



吸収線量: 大きい

$$\text{吸収線量} = \frac{\text{吸収エネルギー}}{\text{被吸収体の重量}}$$

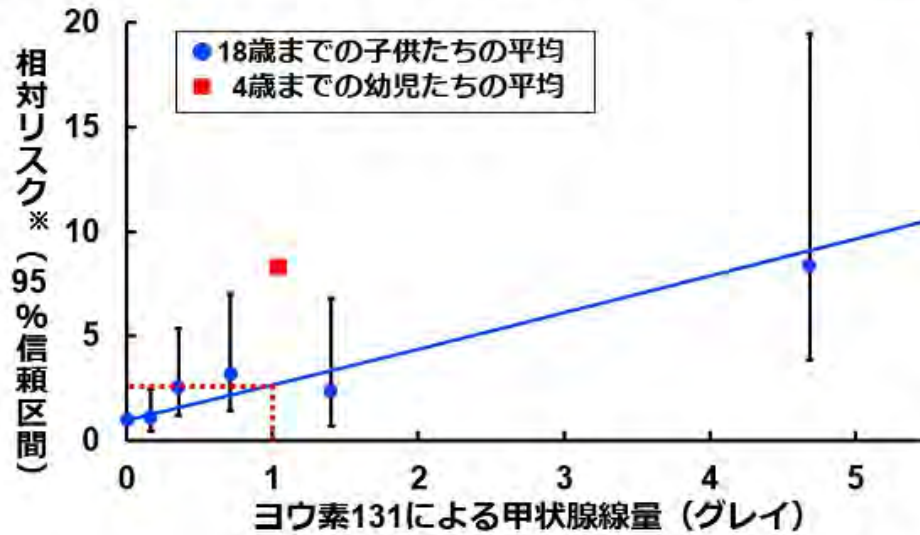
標準人モデル上の甲状腺重量は、  
1歳児が1.78g, 成人が20g

ヨウ素の甲状腺内部被ばくが重要!!  
(特に小児)

この表は単位摂取量Bqあたりの被ばく線量mSvを表しています。同じ摂取量でも、甲状腺重量が小さいほど甲状腺吸収線量は大きくなります。

## 甲状腺がんと線量との関係 - チェルノブイリ原発事故 -

甲状腺がんとヨウ素131による被ばく線量の線量効果関係  
(ウクライナにおけるチェルノブイリ原発事故のコホート研究により推定)



出典：Brenner et al., Environ Health Perspect 119, 933, 2011より作成

※相対リスクとは、被ばくしていない人を1としたとき、被ばくした人のがんリスクが何倍になるかを表す値です。

(引用)放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料(令和元年度版)

チェルノブイリ原発事故による子供たちの内部被ばく線量と甲状腺がんのリスクの関係については、図のような研究結果が示されています。それは、甲状腺が1グレイの放射線を受けると、甲状腺がんになる可能性が約3倍になるというものです。この研究では、この3倍という数値は18歳までの子供たちの平均であり、幼児 (< 4歳) の場合には、これよりも高くなる (図の■) とされています。



国	人数 (千人)	平均実効線量 (mSv)		平均甲状腺 線量 (mGy)
		外部 被ばく	内部被ばく (甲状腺以外)	
ベラルーシ	25	30	6	1,100
ロシア	0.19	25	10	440
ウクライナ	90	20	10	330

mSv : ミリシーベルト mGy : ミリグレイ

出典 : 国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告より作成

(引用)放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料(令和元年度版)

チェルノブイリ原発事故に際して避難を余儀なくされた人々では、甲状腺の被ばく線量は高く、平均で約490ミリグレイと推定されています。避難地域以外の旧ソビエト連邦に居住していた人々の平均甲状腺被ばく線量は約20ミリグレイであり、そのほか欧州諸国に暮らす人々の線量(約1ミリグレイ)よりもはるかに高い結果になりました。

子供では平均甲状腺被ばく線量がさらに高いと推定されています。これは、事故直後から2~3週間にわたって、ヨウ素131で汚染した牛乳を飲んだこと等が主な原因です。

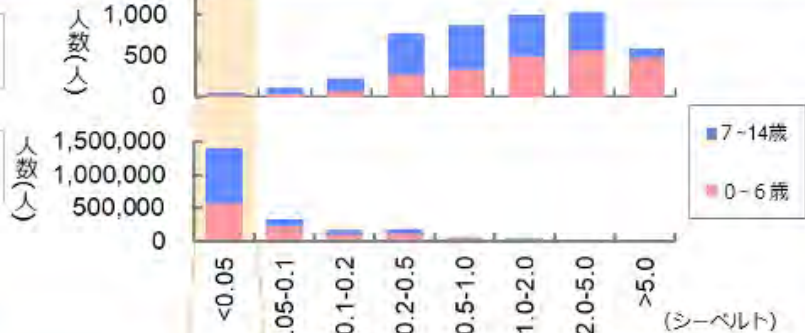
甲状腺被ばく以外の内部被ばくと外部被ばくの実効線量は、平均で約31ミリシーベルトでした。それぞれベラルーシでは約36、ロシアでは約35、ウクライナでは約30ミリシーベルトでした。平均甲状腺被ばく線量同様、平均実効線量はウクライナやロシアよりもベラルーシにおいて高いことが分かっています。

小児の甲状腺被ばく線量

チェルノブイリ原発事故

ベラルーシで1986年  
に避難した集団

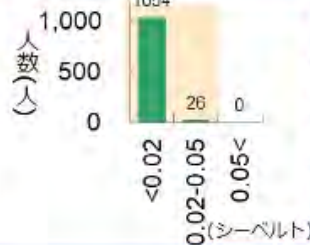
ベラルーシ全体  
(避難者を除く)



出典：国連科学委員会（UNSCEAR）報告書2008年報告より作成

東京電力福島第一  
原子力発電所事故

※このデータは、限られた  
住民に対して行われた調査  
によるものであり、全体を  
反映するものではない。



計算方法

「小児甲状腺簡易測定調査結果の概要について」（平成23年8月17日 原子力被災者生活支援チーム医療班）にある「小児甲状腺簡易測定結果」を、「スクリーニングレベル0.2 $\mu$ Sv/h（1歳児の甲状腺等価線量として100mSvに相当）」（平成23年5月12日 原子力安全委員会）を用いて比較のために改算（Gy = Sv）。

出典：原子力災害専門家グループ「福島県産の食品の安全性について」  
※計測方法や測定地の空間線量率から判断して検出限界は0.02Sv程度。

（引用）放射線による健康影響等に関する統一的基础資料（令和元年度版）

東京電力福島第一原子力発電所事故で、子供たちの甲状腺が放射性ヨウ素によりどのくらいの被ばくをしたのか、正確に評価することは大変難しいですが、事故後約2週間の時点で行われた小児甲状腺被ばく線量のスクリーニング調査の結果を用いると、おおよそのことが推定できます。

この事故後2週間の時点でのスクリーニング調査は、甲状腺線量が高いと予想された川俣、いわき、飯舘の15歳以下の1,080人の子供たちに対し、サーベイメータを用いて行われたものです。

その結果、原子力安全委員会（当時）が設定したスクリーニングレベルを超える子供はいないこと、検査を受けた子供全員の甲状腺被ばく線量が50ミリシーベルト以下であることが分かりました。

国連科学委員会（UNSCEAR）によるチェルノブイリ原発事故での甲状腺被ばく線量に関する解析では、50ミリシーベルト以下の線量域は最も小さい線量域として扱われています。小児甲状腺がんの発生の増加が見られたベラルーシでの小児甲状腺被ばく線量は、特に避難した集団で0.2～5.0あるいは5.0シーベルト以上といった値が示されており、福島県で調査された甲状腺被ばく線量より二桁も大きい値となっています。



## おわりに

- 確実な検査体制の構築が不可欠。初動対応者の役割が重要。
- 関係機関(国, 自治体, 事業者, 警察, 消防, 自衛隊, 指定公共機関など)間の緊密な連携が不可欠。
- 様々な可能性を考慮して万全の準備を！被ばくの観点からは初期被ばく線量の把握が重要。

# 甲状腺簡易検査

原子力災害 専門研修

WBC・甲状腺-6

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

## 甲状腺簡易検査

### 【甲状腺簡易検査とは...】

原子力災害が発生し、放射性ヨウ素等の放射性物質が環境中に放出された場合、周辺住民の内部被ばくの状態を速やかに確認し、防護措置を講じる必要がある。その一環として、甲状腺に集積した放射性ヨウ素を簡易的な方法で測定することにより、被ばく線量の程度を迅速に把握するための検査。

### 【対象者】

UPZ内において放射性核種による顕著な汚染が認められた地域からの避難住民の内、**退域時避難検査で有意な汚染が認められた者が想定される。**  
※乳幼児は検査が困難(同じ家族の者を代わりに検査)

### 【いつ、どのように行うのか...】

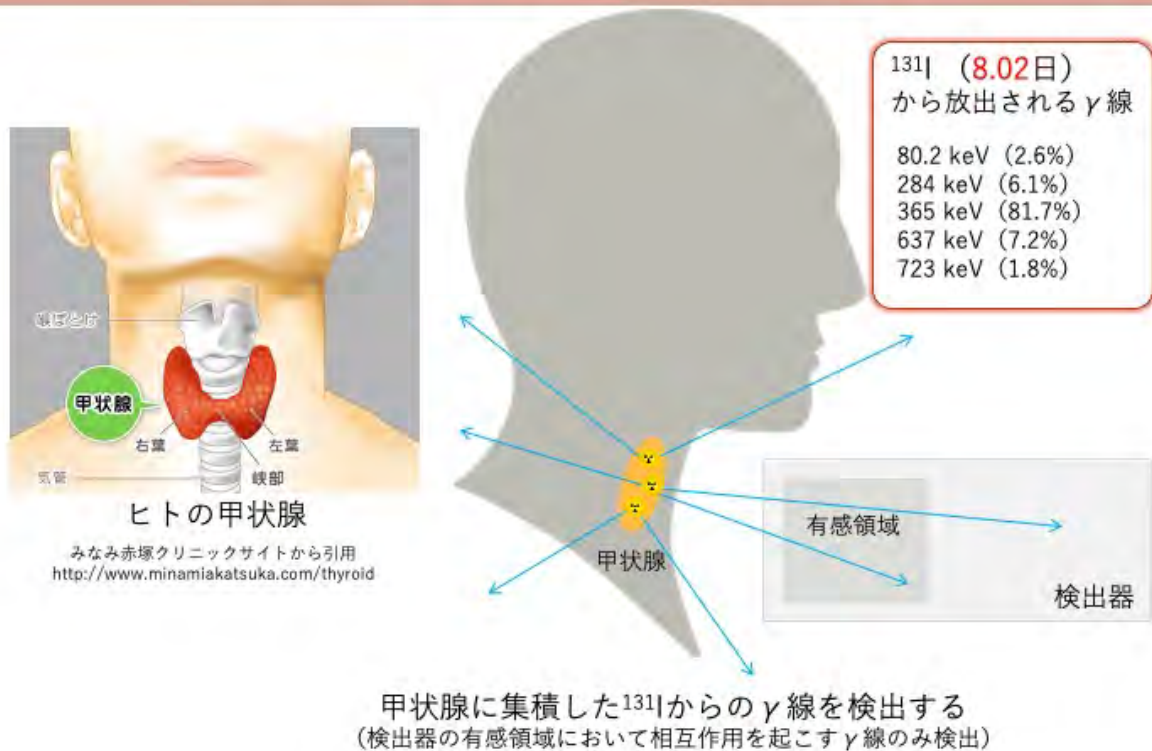
事故発生から**概ね1週間以内**に、空間線量率測定用NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いて行う。  
※放射性ヨウ素が甲状腺に集積するまでに約1日かかることも考慮

### 【どこで行うのか...】

避難所または事前に指定した他の公共施設等。

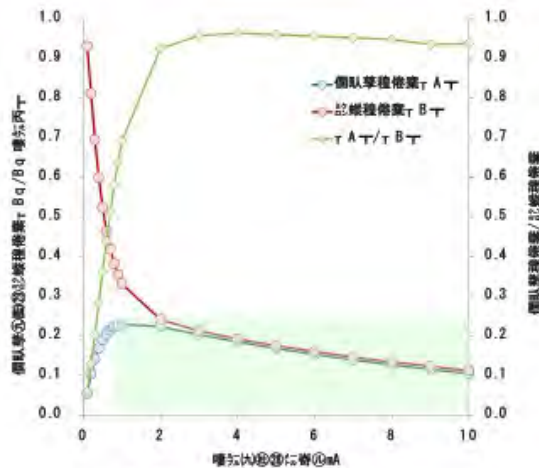
原子力災害によって環境中に放出された放射性ヨウ素による内部被ばくの状態を把握するために、甲状腺簡易検査を実施する必要があります。想定される対象者は、避難住民の退域時検査で有意な汚染が認められたもので、概ね事故後1週間以内にNaI(Tl)サーベイメータを用いて実施することとしています。

## 甲状腺中ヨウ素の測定原理(1)

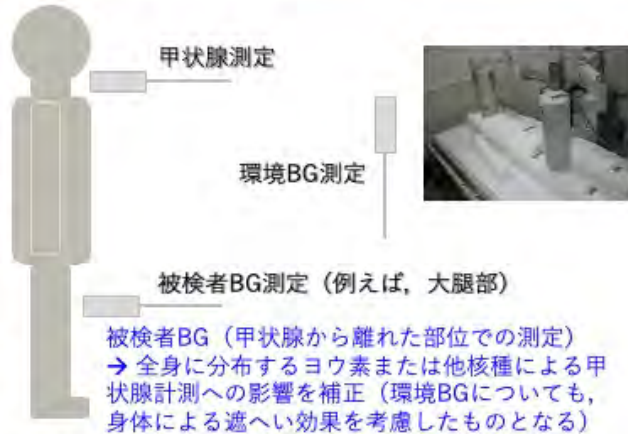


ヨウ素は甲状腺ホルモンの合成に必要な元素であり、原子力災害で放出されるI-131などの放射性ヨウ素も甲状腺に選択的に取り込まれます。I-131は物理学的半減期8.02日で崩壊しながら、さまざまなエネルギーの $\gamma$ 線を放出するため、それらを体外に設置した放射線検出器で測定することで甲状腺に残留するI-131の放射能を定量することができます。

## 甲状腺中ヨウ素の測定原理(2)



**$^{131}\text{I}$ の甲状腺への蓄積**  
 (成人による蒸気状ヨウ素の吸入の場合)  
 ※MONDALによる計算



TMT Handbookから引用 (左: 甲状腺測定, 右: 被検者BG測定)

吸入したI-131は、肺から血液中に吸収され、徐々に甲状腺へと移行していきます。

グラフに示すように、I-131の甲状腺残留率は吸入摂取から約1日かけて上昇するため、それ以降のなるべく早い時期に甲状腺計測を実施することが望ましいといえます。

甲状腺以外の全身に分布しているヨウ素や他の核種による甲状腺計測への影響を補正するために、被験者のBG測定も実施する必要があります。

甲状腺を対象とした測定値から、被験者BGの測定値を引いた正味の測定値を算出し、その値に基づいて甲状腺線量を評価します。

## 測定器

### ○甲状腺簡易検査用



TCS-172B (日立製)



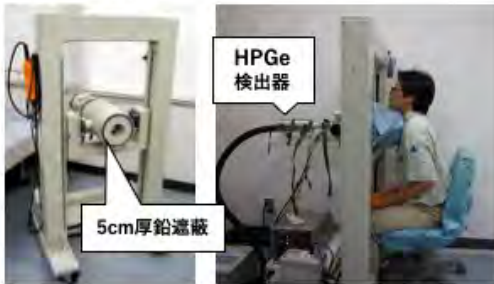
PMT シンチレータ

### 機器の仕様

- 測定放射線： $\gamma$ 線
- シンチレータ：25.4  $\Phi$  × 25.4 mm NaI(Tl)
- 時定数：3, 10, 30秒
- 測定エネルギーレンジ：50 keV-3 MeV
- 測定範囲（線量当量率）：BG-30  $\mu$ Sv/h
- 測定範囲（計数率）：0-30 ks<sup>-1</sup>
- エネルギー特性：<sup>137</sup>Csに対して $\pm 15\%$ 以下

※内部で波高スペクトルにG関数を演算して線量率を計算

### ○詳細検査用



5cm厚鉛遮蔽

HPGe  
検出器

### 機器の仕様

- 検出器：N-type HPGe x1式  
(Type: LOAX-70450/30P, ORTEC社製)
- 電気冷却装置 (X-Cooler II, ORTEC社製)
- 鉛シールド (5 cm厚)
- 主な測定部位：甲状腺
- 検出限界値：約40 Bq (<sup>131</sup>I, 3分測定)

甲状腺簡易検査には、取り扱いが簡便なNaI(Tl)サーベイメータを使用します。波高スペクトルにG関数を演算して計算される線量率 ( $\mu$ Sv/h) が読み取れるため、これをスクリーニングレベルと直接比較することで、詳細検査の必要性の有無を判断します。測定時間は約30秒です。

詳細検査では、高純度Ge半導体検出器によって測定した波高スペクトルから、I-131から放出される365keVのカウント数が解析できます。鉛遮蔽等を使用した数分間の測定によって、より正確な評価が可能となります。

## 甲状腺簡易検査の方法



1. 体表面汚染が無いことを確認した後、被検者の咽頭下部（写真）にプローブを密着させた状態で保持し、時定数10秒で指示値が安定したときの数値【測定値（A）】を読み取る。

（補足説明）

- プローブの先端はガーゼ等を被せて、汚染を確認した場合には速やかに外せるようにしておく。
- 可能であれば、プローブを頸部に密着させる前に被検者の頸部前面をウエットティッシュ等で軽く拭う。
- 一度リセットをした場合、指示値が安定するのは30秒後以降（時定数10秒の場合）



2. 着衣の汚染が無いことを確認した後、大腿部中央付近にプローブを密着させた状態で保持し、時定数10秒で指示値が安定したときの数値【測定値（B）】を読み取る。

**正味値 = 測定値（A） - 測定値（B）**



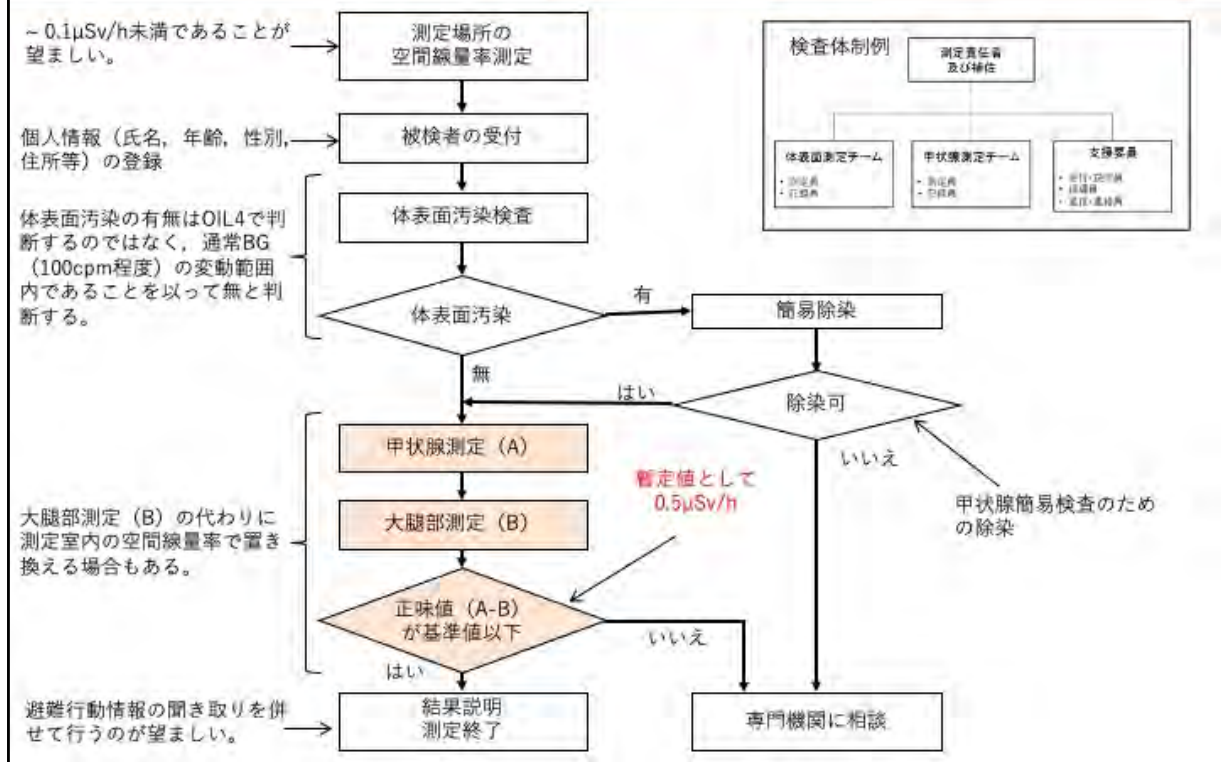
スクリーニングレベルと比較

※測定室内の空間線量率も定期的に測定する。

環境中に放出された放射性ヨウ素の吸入が疑われた場合は、頸部の体表面汚染がないことを確認した後で、NaI(Tl)サーベイメータのプローブを頸部に密着させて測定します。

甲状腺を対象とした測定値から大腿部を対象とした被検者BG測定値を引いた正味値をスクリーニングレベルと比較します。

# 甲状腺簡易検査の流れ



甲状腺簡易検査の実施にあたり、通常よりもバックグラウンドの線量率が高くなっている場合には、できる限り低い場所を探すことで測定の不確かさを低減することができます。

被検者の受付では、氏名、年齢、性別、住所等の情報を登録し、体表面汚染検査に進みます。

体表面検査で汚染が認められた場合には簡易除染を実施し、汚染がなくなったことを確認してから甲状腺測定、大腿部での被検者BG測定を実施します。甲状腺の測定値から被検者BGの測定値を差し引いた正味値がスクリーニングレベル以下であれば、結果を説明して終了しますが、スクリーニングレベルを上回っていれば専門機関に相談の上、詳細検査等を実施することになります。



## 乳児・幼児・小児の測定



(左から、4歳男児、8歳女児、11歳女児)

(1歳男児)

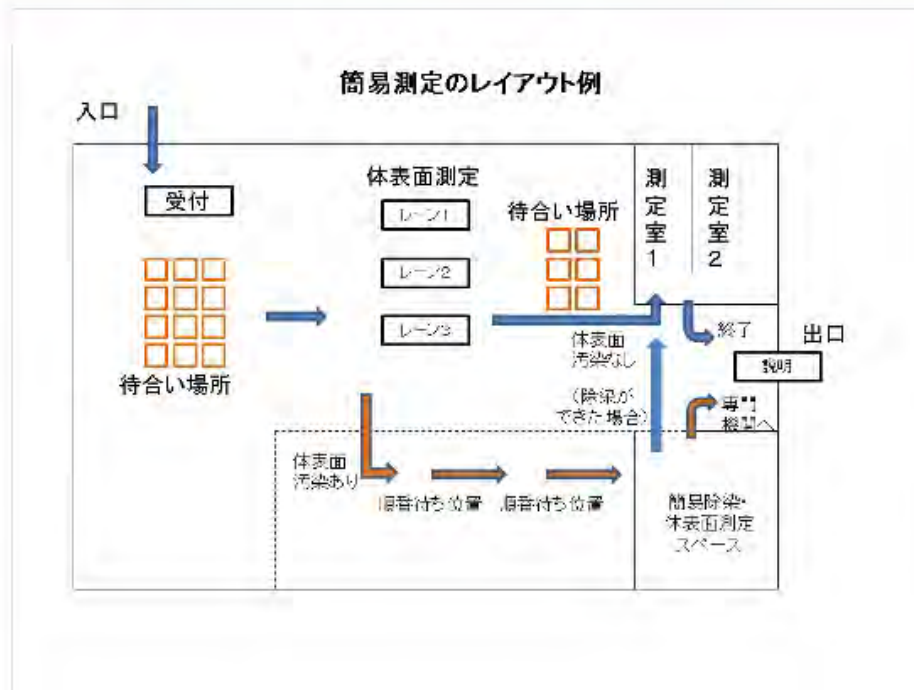
**就学前小児の甲状腺検査に関しては今後の検討課題…**

甲状腺を測定する際には、サーベイメータのプローブを頸部に密着させて測定します。

しかし、特に1歳児の場合には頸部が短くプローブを密着させることができない可能性があります。

このような状況で正確に測定することは難しく、不確かさが大きくなってしまったため、より良い測定方法を検討していくことが課題となっています。

# 測定場所のレイアウト例



甲状腺測定場所のレイアウトの例を示します。

# 甲状腺簡易検査の記録様式例

簡易測定法による甲状腺の放射性ヨウ素測定記録（例）

測定年月日	測定 系	計 数 値
検査状況	使用機種	校正日
測定対象市	標準のバックグラウンド値(例) [a Sw/h]	標準のバックグラウンド値(例) [a Sw/h]
測定場所	標準のバックグラウンド値(例) [a Sw/h]	標準のバックグラウンド値(例) [a Sw/h]

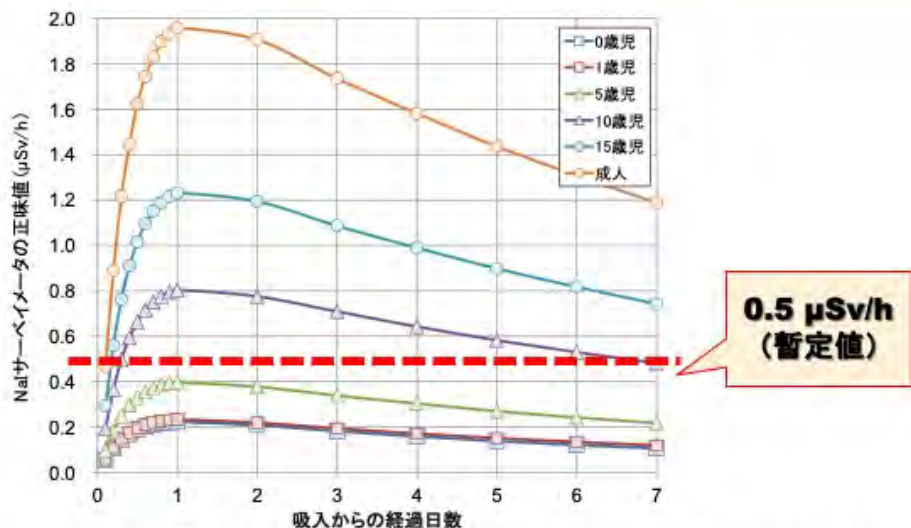
  

測定対象氏名 姓 名	年齢	性別	住所または所在地	対象地区等	測定時刻	人数	甲状腺	甲状腺	測定後の値 [a Sw/h]	備考
						(a)	(b)	(b/a)		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										

使用するNaI(Tl)サーベイメータの定期点検が1年以内に行われていることを確認

甲状腺簡易検査の記録様式の例を示します。  
 使用するNaI(Tl)サーベイメータについては、定期点検が1年以内に行われていることを確認する必要があります。

## 甲状腺簡易検査の基準値



甲状腺等価線量100mSvに相当する<sup>131</sup>I残留量に対するNaI(Tl)サーベイメータの指示値  
(ただし、 $1\mu\text{Sv/h}=30\text{kBq } ^{131}\text{I}$ の関係を年齢に関係なく用いた)

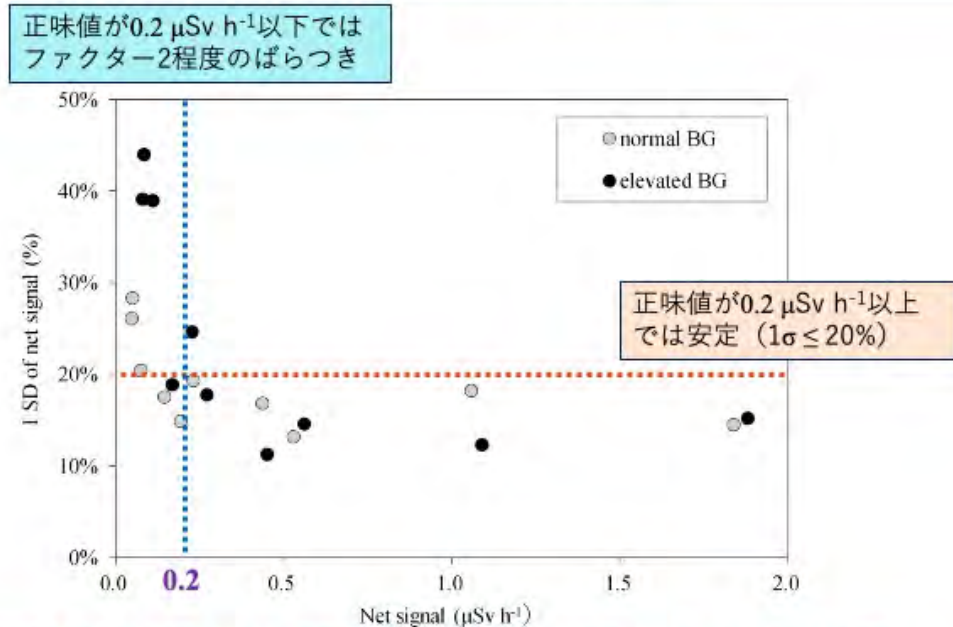
(補足)  $1\mu\text{Sv/h}\leftarrow 30\text{kBq } ^{131}\text{I}$ の換算係数は成人の頸部を模擬したファントムで得られたものである。小児では検出感度が成人よりも高くなるため、成人と同じ<sup>131</sup>I甲状腺残留量でも指示値が高くなる。また、 $\gamma$ 線放出率の高い<sup>132</sup>I(<sup>132</sup>Teの子孫核種)の単位量当たりの検出感度が<sup>131</sup>Iよりも高く、線量係数は<sup>131</sup>Iよりも低いため、<sup>131</sup>Iのみと仮定して線量評価を行う場合よりも実際は線量が低くなると考えられる。ただし、サーベイメータの検出感度や測定精度の個体差が大きい( $\pm 20\%$ 程度)ことも留意する必要がある。

グラフは、甲状腺等価線量100mSvに相当する摂取があった後に甲状腺計測を実施した場合の指示値 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) の変化を年齢別に示したものです。

例えば、スクリーニングレベルを $0.5\mu\text{Sv/h}$ に設定した場合、甲状腺計測によってスクリーニングレベルを下回っていれば、特に甲状腺がんのリスクが高いとされる0歳児、1歳児及び5歳の甲状腺線量は100mSv未満であると判断することができます。

ただし、甲状腺簡易検査や線量評価にはさまざまな不確かさを伴うため、それらを考慮したスクリーニングレベルの設定について今後も検討が必要です。

## 甲状腺簡易検査実習からのフィードバック (甲状腺簡易検査精度の考察)



### 甲状腺線量率正味値とその測定グループ間のばらつき ( $1\sigma$ ) の関係

甲状腺簡易検査実習 (平成29年度) で取得されたデータ

K. Yajima et al. Radiat. Prot. Dosim. (2018)から引用した図を加工

この実習の目的は、参加者がNaI(Tl)サーベイメータを使用した甲状腺簡易検査の方法を習得することですが、同時に甲状腺簡易検査における技術面・運用面での問題点を特定するためのデータ解析も実施しています。スライドに示したグラフは、平成29年度実習において測定された正味値に対する測定グループ間のばらつき ( $1\text{SD}$ ) を示しています。正味値が $0.2 \mu\text{Sv h}^{-1}$ 以上の場合、通常BG ( $\sim 0.06 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ) と高レベルBG ( $\sim 0.5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ) のいずれの環境下においても、20%未満のばらつきで安定した測定が可能であることが示唆されました。

# 甲状腺簡易検査 実習ハンドアウト

原子力災害 専門研修  
WBC・甲状腺-7

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

## 甲状腺簡易検査実習準備 1



### 模擬被検者（発泡スチロール製マネキン）

頸部下部の内側に甲状腺中ヨウ素放射能を模擬するためのガンマ線ポイント線源を設置

K. Yajima et al. Radiat. Prot. Dosim. (2018)から引用

模擬被検者として発泡スチロール製のマネキン12体を使用しています。  
12体のうち、10体のマネキンの頸部下部の内部に甲状腺中放射性ヨウ素を模擬した密封線源を設置し、2体はblankとします。

## 甲状腺簡易検査実習準備 2

班 No.

### 甲状腺簡易検査実習用 記録用紙

測定日 :       年    月    日	測定員 : _____
測定場所 : _____	記録員 : _____
機器番号 : _____	
校正日 :       年    月    日	環境BG : _____ [μSv/h]
校正定数 : _____	基準値 :       0.5       [μSv/h]
測定開始時刻 (       :       )	測定終了時刻 (       :       )

被検者 番号	単位 : μSv/h				基準値 超過 ✓記入
	①被検者 BG	②甲状腺 測定値	③正味値 (③=②-①)	④補正値 (④=③×校正定数)	
あ					
い					
う					

模擬被検者の測定は、甲状腺及び大腿部を想定して1回ずつ実施します。  
 甲状腺を想定した測定では、マネキンの頸部下側に正面からNaIサーベイメータのプローブを軽く密着させます。  
 一方、大腿部を想定した測定は、マネキンの頸部内部に設置した密封線源の影響を受けにくい指定の位置で実施し被検者BG測定値とします。  
 甲状腺の測定値から被検者BG測定値を差し引いた正味値を、スクリーニングレベル（例えば $0.5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ）と比較します。



# 甲状腺簡易検査実習

## 実習の目的

原子力災害時の公衆の内部被ばくモニタリングとして甲状腺中の放射性ヨウ素の測定が必要である。

本実習では、NaI (TI)サーベイメータを用いた甲状腺簡易測定方法の習得を目的とする。

「今後の研修等に活用するため、本実習において実習状況の写真を撮らせて頂いたり、測定記録の解析などを後日させて頂きますが、予めご了承下さい。」

# Nal (TI) シンチレーションサーベイメータの使い方

TCS-172B(日立製)の場合



電源On&Off



時定数の設定



3秒→10秒→30秒→3秒



バッテリーチェック: BATT= ■■■■



HVチェック: HV=OK



## Nal(Tl) シンチレーションサーベイメータの使い方

The diagram shows a NaI(Tl) scintillation survey meter with several callout boxes:

- 計数音 (ON/OFF)**: Callout to the speaker icon.
- 電源 (ON/OFF)**: Callout to the power button.
- 測定レンジ (上・下切替)**: Callout to the range selection buttons.
- 検出部 (プローブ)**: Callout to the probe assembly.
- 光電子増倍管 (PMT)**: Callout to the PMT tube in the probe.
- 信号処理部**: Callout to the meter's internal processing unit.
- 測定モード**: Callout to the mode selection buttons, listing:
  - 線量率 (Sv/h)
  - 計数値 ( $s^{-1}$ )

Technical specifications for the NaI(Tl) crystal are listed in a box at the bottom:

- NaI(Tl) 結晶の大きさ:  
直径 25.4 mm × 厚さ 25.4 mm
- 測定エネルギー範囲: 50 keV ~ 3 MeV
- 測定範囲(周辺線量当量率): BG ~ 30  $\mu$ Sv/h

Two images on the right show the NaI(Tl) crystal: the top one is the unlit crystal, and the bottom one is the lit crystal, labeled **NaI(Tl)シンチレータ**.

## 時定数と測定時間

時定数:  $T$ , 測定時間:  $t$ の場合,  
測定時間  $t$  後の指示値は最終指示値の  
 $(1-\exp(-t/T))$ 倍を示す

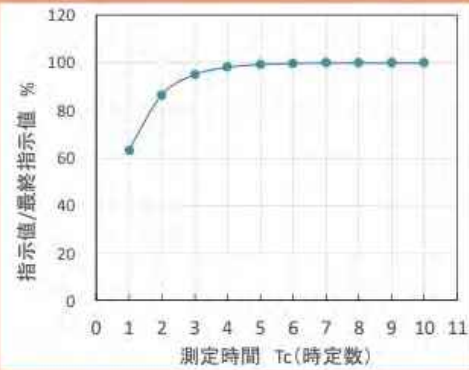
(例) 時定数: 3秒の場合,

測定時間: 3秒経過後: 最終指示値の0.63倍

6秒経過後: 最終指示値の0.86倍

9秒経過後: 最終指示値の0.95倍

→ **指示値の安定する測定時間  
リセット後、時定数の3倍程**



- 時定数が短い: 変化に対して敏感だが揺らぎが大きい。
- 時定数が長い: 変化に鈍感だが揺らぎが平均化されて値が読みやすくなる。しかし、測定に時間がかかる。

測定する対象, 緊急度等その目的に応じて時定数を選択する必要がある。

**本日の甲状腺測定: 時定数10秒、指示値の安定する目安 ~30秒**

## サーベイメータ取扱い時の注意事項

### 使用時:

- 電源投入後、必ずHV(高圧)、BATT(電池)を確認する
- 測定レンジ(アナログ)は最低レンジに合せ、オーバーフローしたらレンジを上げる
- サーベイメータのプローブは養生し、汚染防止を図る
- 測定室内のBG測定を細目に行う

### 管理時:

- 定期的な校正を行う(1回/1年)
- 常温、日光に当たらない場所で保管する
- 長時間使用しない場合は電池を抜き、液濡れを防止する

## 甲状腺簡易測定方法



1. 体表面汚染が無いことを確認した後、被検者の咽頭下部(写真)にプローブを密着させた状態で保持し、**時定数10秒で指示値が安定した**ときの数値【**測定値(A)**】を読み取る。

(補足説明)

- プローブの先端はティッシュペーパー等を被せて、汚染を確認した場合には速やかに外せるようにしておく。
- 可能であれば、プローブを頸部に密着させる前に被検者の頸部前面をウエットティッシュ等で軽く拭う。
- 一度リセットをした場合、指示値が安定するのは30秒後以降(時定数10秒の場合)



2. 着衣の汚染が無いことを確認した後、大腿部中央付近にプローブを密着させた状態で保持し、**時定数10秒で指示値が安定した**ときの数値【**測定値(B)**】を読み取る。

**正味値 = 測定値(A) - 測定値(B)**



**スクリーニングレベルと比較**

※測定室内の空間線量率も定期的に測定する。

## 実習概要

- ❖ NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータを用いて空間線量率(BG)が異なる環境において模擬被検者の甲状腺簡易測定を行う。
- ❖ 甲状腺測定値から被検者BGを差し引いて正味値を求め、スクリーニング判定する。
- ❖ 今回は被検者BGとして大腿部測定のため台の下に空間線量率を用いる。



模擬被検者マネキン  
(発泡スチロール製)



# 実習室配置

場所: 研修棟1階 実習室1



あ ... 被検者位置 甲状腺測定1, 甲状腺測定2

あ ... 被検者位置 甲状腺測定3

## 模擬被検者の測定



今回、被検者BGは台の下中程の高さで測定する

**被検者BG**  
(大腿部など甲状腺から離れた部位)  
全身に分布するヨウ素または他核種による甲状腺測定への影響を補正。環境BGについても、身体による遮へい効果を考慮したものとなる



プローブを咽頭下部(喉仏と鎖骨の間あたり)に密着。軽く触れる程度で強く押し付けないこと。



## 実習手順①

### I. 測定準備

- (1) 2名1組の班に分かれる。甲状腺測定における役割(測定員と記録員)を分担する。
- (2) 各班ごとにNaI(Tl)サーベイメータ 1台、記録用紙、ボード、筆記用具をピックアップする。また、必要に応じてストップウォッチ、計算機などを使用する。
- (3) サーベイメータの電源を入れ、バッテリー(BATT)、高圧(HV)に異常がないか確認する。また、指示値に異常がないか確認する(無表示など)。
- (4) 時定数を**10秒**に設定する。  
(測定時間の目安～おおよそ**時定数×3**)

I. 測定準備



II. 甲状腺測定1



実習室内準備(一時退室)



III. 甲状腺測定2



実習室内準備(一時退室)



IV. 甲状腺測定3

## 実習手順②

### II. 甲状腺測定1

- (1) 記録用紙に必要事項を記入する(測定日、測定員・記録員(班・受講番号)、サーベイメータの機器番号・校正日・校正定数)
- (2) 模擬被検者マネキン(被検者)の「あ」、「い」・・・の前にA班、B班・・・の順にならぶ
- (3) 測定開始時刻を記録用紙に記入する。
- (4) 被検者BGを測定し、指示値が安定したら値を読んで記入する。  
(測定時間の目安～おおよそ時定数×3)
- (5) 被検者の甲状腺測定位置にプローブを合わせ、指示値が安定したら値を読んで甲状腺測定値に記入する。
- (6) 全ての被検者に対して(4)～(5)を実施する。すべての測定が終わったら測定終了時刻を記録用紙に記入する
- (7) 甲状腺測定値から被検者BGを差し引いて正味値を求める。正味値とスクリーニングレベル( $0.5 \mu\text{Sv/h}$ を仮定)を比較し、判定を行う

**正味値**  
( $\mu\text{Sv h}^{-1}$ )

=

**甲状腺**  
**測定値**

-

**被検者BG**  
**測定値**

補正值  
= 正味値 ×  
NaIサーベイ  
校正定数

大腿部測定は  
マネキン台下  
の空間線量率  
で代用



**スクリーニングレベル (暫定  $0.5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ )  
と比較**

# **原子力災害・放射線テロ災害 医療対応マニュアル**

本資料は、原子力規制庁平成 31 年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

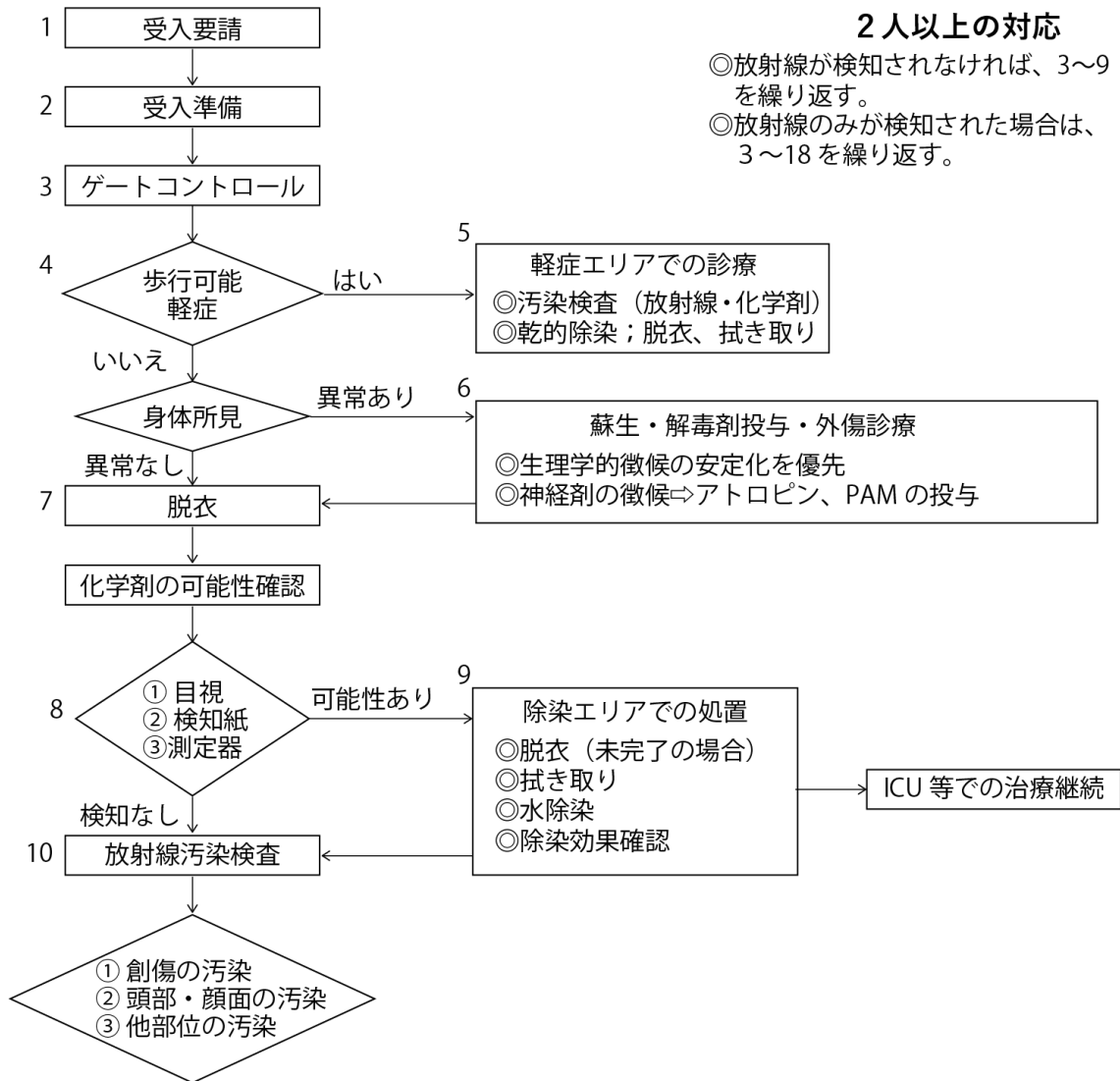
## 目次

1. 受入要請.....	3
2. 受入準備.....	3
3. ゲートコントロール.....	10
4. 歩行可能・軽症の判断.....	10
5. 軽症エリアでの診療.....	10
6. 蘇生・外傷診療.....	11
7. 脱衣.....	11
8. 化学剤の可能性の確認.....	12
9. 除染エリアでの処置.....	13
10. 放射線汚染検査.....	14
11. 試料採取.....	15
12. 除染の優先順位評価.....	16
13. 除染.....	16
14. 除染部位の汚染検査.....	17
15. 最終の全身汚染検査.....	17
16. 解剖学的評価.....	17
17. 汚染拡大防止処置.....	17
18. 患者の退域.....	17
19. 職員の退域.....	18
20. 施設の復旧.....	18

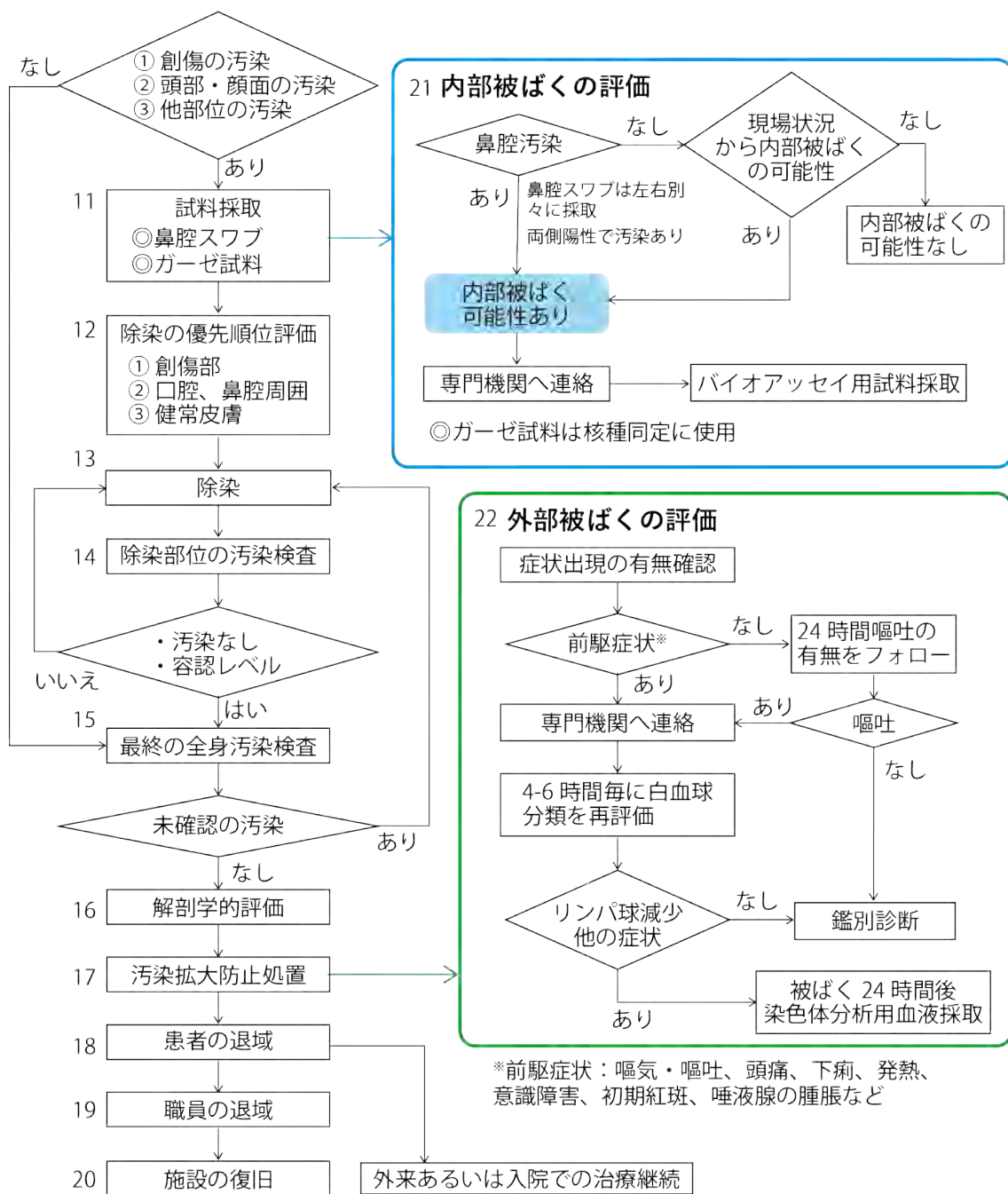


21.	内部被ばくの被ばく線量評価と治療.....	18
22.	外部被ばくの被ばく線量評価.....	19

## 対応フロー



次ページに続く



## 1. 受入要請

### (1) 受信

現場において、放射線が検知された場合、または放射線による被ばくあるいは放射性物質による汚染の可能性が示唆された場合に、その傷病者の受入要請がなされたら、原子力災害あるいは放射線テロ災害対応体制を立ち上げる。

### (2) 確認する情報

現場で放射線が検知され場合には、通常の入受時に確認する項目（バイタルサインや身体所見等）の他に、表1の情報を確認する。空間線量計で放射線を検知しない場合でも、放射性物質の拡散による汚染の可能性があり、爆発物が関与している場合は、Dirty bombの可能性を考慮する。

表1 確認する情報

	確認項目
傷病者	体表面汚染の有無
	汚染の部位、程度
	脱衣の有無
	嘔吐の有無、発症時刻
現場状況	現場での放射線検知結果
	現場における内部被ばくの可能性
	現場における外部被ばくの可能性
	核種（現場での核種同定ができる場合）

## 2. 受入準備

### (1) 職員参集・役割分担

院内の原子力災害医療あるいは緊急被ばく医療等の対応体制を立ち上げ、職員を参集し、状況をブリーフィングする。対応者の役割は表2の通り。ただし、人員配置の人数は、医療機関の実状に合わせて決める。

表2 人員配置、役割分担

	担当（人数）	役割
コールドゾーン	統括・リーダー（1）	・診療方針の決定、指示 ・臨時の放射線管理区域の設定、解除の宣言
	看護師（1）	・コールドゾーンとウォームゾーン間の資材の受け渡し ・看護記録、試料情報の記録
	診療放射線技師（1）	・対応者の被ばく線量管理・記録 ・対応エリアの放射線管理

ウォームゾーン	看護師（１）	・ウォームゾーンとホットゾーン間の資材、試料の受け渡し
	診療放射線技師（１）	・ホットゾーンから出てくる職員、試料の汚染検査 ・傷病者の汚染検査の記録 ・診療後のウォームゾーンの汚染検査
ホットゾーン	医師（２）	・診療 ・除染
	看護師（２）	・診療の支援 ・試料をウォームゾーンの担当者へ渡す ・看護
	診療放射線技師（２）	・傷病者の汚染検査 ・診療後のホットゾーンの汚染検査

## (2) 診療エリア設定と養生

事前に診療エリアを決定しておき、搬入口から診療エリアまでの養生の範囲を計画しておく。診療エリアは、コールドゾーン、ウォームゾーン、ホットゾーンの区別を明確にして、患者の動線が一方通行となるように配置する。受入エリアは臨時の管理区域として設定する。

- **コールドゾーン**：放射性物質の汚染が全くない区域。診療に必要な医療資機材を配置。
- **ウォームゾーン**：放射性物質による汚染が拡大する可能性がある区域。ホットゾーンからの試料等の汚染検査を実施。コールドゾーンからの資材、ホットゾーンからの試料の中継。この区域からコールドゾーンへ退域する人、物品は全て汚染検査を実施する。
- **ホットゾーン**：放射性物質による汚染がある区域。基本的に汚染がある物品はこの区域内に止める。

養生とは、施設および資機材をビニールシート等で被覆し、放射性物質が付着するのを防止することである。資材一覧を表3に示す。養生には、時間を要するため、受け入れ決定後に養生を始めると患者到着までに間に合わない可能性があり、予め施設の養生をしておく事が望ましい。しかし、予めの養生が困難であり、受け入れまでに養生が完了しなかった場合は、ホットゾーンとウォームゾーンからの人、物品の移動については、汚染検査を徹底し、コールドゾーンへ汚染を拡大しないようにする。診療後にホットゾーンとウォームゾーンの汚染検査と除染を行う。この場合は、ホットゾーンとウォームゾーンの汚染検査、除染が終了するまで、一定期間使用できなくなる。

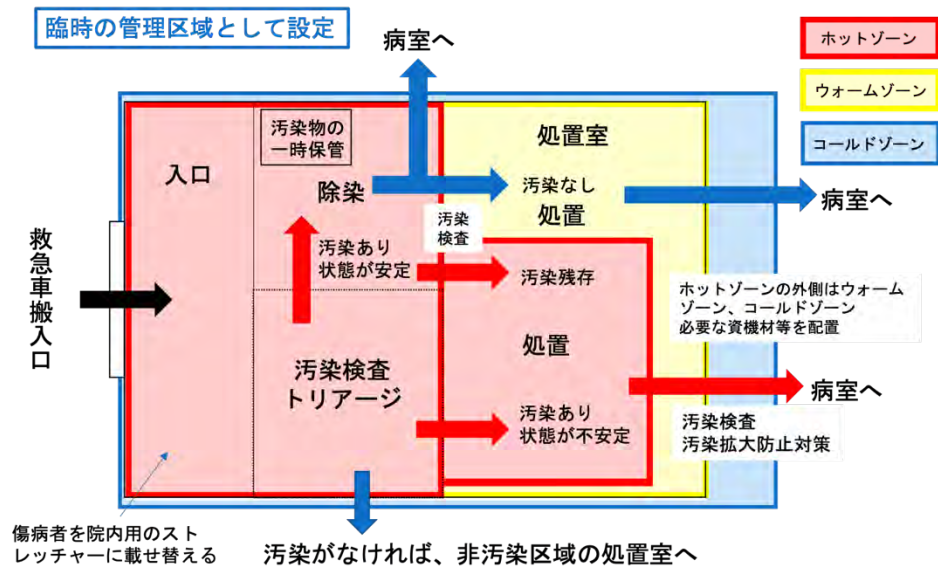


図1 診療エリアの設定 (例)

診療エリアのホットゾーン、ウォームゾーン、コールドゾーンを配置し、動線を決めておく。

汚染が残存した場合は、被覆などの汚染拡大防止対策を講じて、ホットゾーンから退域し、病室等へ移動する。

① 施設の養生

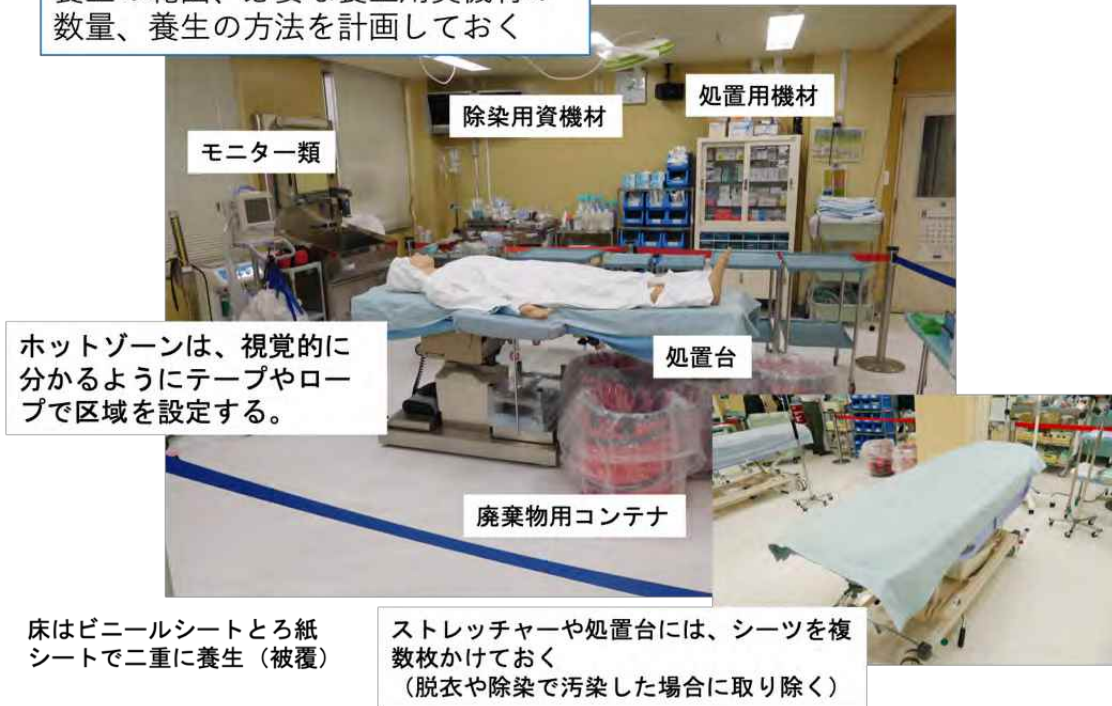


シートの縁はテープで床に隙間なく貼付する。  
ビニールシートの下に放射性物質が入り込まないようにする。

図2 廊下の養生 (例)

搬入口から処置室までの廊下等をビニールシートで養生する。ただし、搬入口で患者を院内用のストレッチャーに載せ換え、外部から同行してきた関係者が院内に入る場合には汚染検査を実施するのであれば、廊下の養生は省略できる。

養生の範囲、必要な養生用資機材の数量、養生の方法を計画しておく



床はビニールシートとろ紙シートで二重に養生（被覆）

ストレッチャーや処置台には、シーツを複数枚かけておく  
(脱衣や除染で汚染した場合に取り除く)

図3 処置室の養生（例）

ビニールシートとろ紙シートでホットゾーンとウォームゾーンの床を覆う。



図4 病室の養生（例）

全身の汚染が残存している場合など、病室の汚染拡大防止が必要な場合は、病室の床、ベッド等を養生する。

## ② 機材の養生

### ❖ ポータブルX線撮影装置



### ❖ 超音波診断装置



### ❖ 表面汚染計



### ❖ モニター等

表示が分かるように透明のビニール袋等で覆う  
ケーブルなども可能であれば、細長いビニール袋等で覆う



図5 機材の養生（例）

ホットゾーンで使用する機材はビニール袋やラップ等を使用して養生する。養生後に機材が正常に動作することを確認する。

## (3) 個人防護装備

放射性物質が衣服、皮膚に付着するのを防止する防護衣等（図6）と被ばく線量管理のための個人線量計を装着する。防護衣としてはディスポのガウン、タイベックスーツ等を着用する。個人線量計は、診療時にリアルタイムで被ばく線量が確認できるデジタル式個人線量計もしくは警報付きのデジタル式個人線量計を装着する。

なお、化学剤への対応も必要である場合は、化学防護服を着用する。また、呼吸保護としては、防毒用の吸収缶を使用する。

## (4) 測定器の動作確認

全ての放射線測定器の電源を入れ、正常に作動するか確認し、診療エリアでのバックグラウンドを測定する。記録用紙に各測定器のバックグラウンド値を記載する。個人線量計は積算値が0（ゼロ）になっていることを確認する。アラーム音や振動の程度は事前に確認する。



表面汚染計は、本体および検出部（プローブ）をビニール袋あるいはラップなどで覆い、放射性物質の付着を防止する。プローブ先端が汚染した場合は、ビニール袋やラップを交換する。



図6 個人防護装備（例）

防護衣には前後に氏名を記載する。また、ホットゾーン担当者は赤、ウォームゾーン担当者は青など色分けすると区別しやすい。

外側のゴム手袋は、汚染したらすぐに交換する。

## (5) 資機材

表3 養生資材

品名	使用方法
ビニールシート	床に敷く。 周辺とシートの重なる部分は養生テープで隙間なく目張りする。 水がかかると滑りやすくなるため注意が必要。
ろ紙シート	ビニールシートの上に敷く。 周辺とシートの重なる部分は養生テープで隙間なく目張りする。 破れやすいため、ろ紙シート単独では使用しない。
養生テープ	シート等の目張り。 粘着力強くなく、剥がした時に張った箇所の材質が剥がれない。
ビニール袋	モニター類をカバーする。
エプコシート	一辺が養生テープとなっており、壁等の養生に使用する。

ラップ	聴診器等の小さな機材の養生に使用する。
ハサミ	

表4 個人防護装備

品名	備考
防護衣	タイベックスーツやディスポガウン、アイソレーションガウンなど
ディスポ術衣	ディスポガウン、アイソレーションガウンの場合に着用
帽子	頭髮、耳介の防護
ゴーグル	マスクと一体型のものでよい
マスク	医療機関での対応ではサージカルマスク、または使い捨て防塵マスク
ゴム手袋	二重に装着、内側の手袋は防護衣の袖にテープで目張り 外側の手袋は、処置中に汚染したら交換
シューズカバー	防護衣にテープで目張り
個人線量計	防護衣の中に装着

化学剤への対応が必要な場合は、化学防護服、防毒マスク、手袋、長靴等を準備する。ただし、それぞれの化学物質の耐透過性能等は様々であるため、適切な性能の防護装備を着用すること。

表5 除染用資機材

品名	備考
滅菌ドレープ	除染部位の周囲の汚染拡大防止
滅菌ドレープ 120φ穴開きテープ	
ディスポピン (ディスポ鑷子) 23cm	
ネオ・パール EB20-3 (綿球)	
ガーゼ	
歯ブラシ	
サージカルテープ	
トランスポア サージカルテープ	
吸水シート (大人用紙おむつなど)	除染した水の吸水
膿盆	
エアータイプの洗髪器	膿盆の代用
オレンジオイル	希釈して使用
シャワーボトル	
ポリ袋 (各種サイズ)	

※創傷処置に必要な資材も準備する。

表6 試料採取用資材

品名	用途
綿棒	鼻腔スワブ用
ガーゼ	汚染部位の拭き取り、核種同定用
ヘパリン採血管	染色体分析用 (10ml)
尿容器	バイオアッセイ用、スポット尿、24 時間尿
ラベル	患者氏名、ID、採取日時（時刻も正確に記載）、採取部位、試料の種類、表面汚染の有無を記入

表7 放射線測定器

種類	測定する放射線	数量
空間線量計	$\gamma$ 線	処置室内に1台+予備1台
表面汚染計	$\beta$ ( $\gamma$ ) 線	汚染検査担当者の人数分+予備1台
	$\alpha$ 線	可能であれば1台
個人線量計	$\gamma$ 線	対応する職員の数分

測定器は年1回校正していることを確認する。

各線量計の予備の電池も準備しておく。

### 3. ゲートコントロール

院内施設への入り口は1カ所にする。テロ災害の現場から、負傷者は公設消防による搬送ではなく、自力で来院することもある。また、テロ災害ではなく、通常の外来受診のために来院する者もいる。このため、ゲートコントロールではテロ災害の負傷者か、否かを分けて誘導する。

さらに現場での除染の有無、歩行の可否で適切なエリアに誘導する。

### 4. 歩行可能・軽症の判断

ゲートコントロールで歩行が可能な軽症者を選別し、軽症エリアに誘導する。

歩行不能で、身体所見に異常がある負傷者は、蘇生・外傷診療のエリアに誘導する。歩行不能で身体初見に異常がない負傷者は、脱衣エリアに誘導する。

### 5. 軽症エリアでの診療

軽症エリアでの診療は、まず化学剤と放射線の検知を行う。検知の結果、化学剤が検出されたら、脱衣と目視できる汚染（化学剤の付着）に対して拭き取りを実施する。放射線が検出されたら、放射性物質の付着があるため、脱衣とその部位を拭き取る。脱衣と拭き取りは可能な限り負傷者自身に実施してもらう。

脱衣とふき取りを行ったタオル等は化学剤や放射性物質が付着しているので、ビニール袋等に入れ、汚染拡大防止に務める。

汚染検査と除染後に、負傷等の処置を行う。検知、除染を実施している間もバイタルの変化に注意しながら観察は継続する。バイタルや意識状態が変化し、重症化したら直ちに蘇生・外傷診療のエリアに移動させる。

## 6. 蘇生・外傷診療

放射線の被ばく以外の原因により全身状態およびバイタルサインが不安定であれば、蘇生および外傷診療を優先し、状態を安定させる。化学剤による急性中毒の根本治療は、薬物分析に基づいて行うのが理想であるが、治療に間に合うように分析結果を取得するのは困難である。そのため、臨床診断と緊急治療としては、トキシドローム（表8）による状態の把握と病歴聴取を行い、化学剤による徴候があれば、速やかに緊急対応を行う。特に、コリン作動生トキシドローム、オピオイドトキシドローム、窒息性トキシドロームは解毒薬が知られており、直ちに薬剤を投与する。

放射線による影響は被ばく直後には発生せず、また体表面の汚染では影響を生じさせる可能性は極めてわずかであり、汚染検査や除染よりも全身状態の安定化が優先される。

治療の継続が必要であれば、引き続き病室で治療を継続する。

表8 トキシドローム

分類	症状と徴候	解毒薬
コリン作動性 トキシドローム	縮腫、流涙、流涎、喘鳴、徐脈、低血圧、腹痛・嘔吐、便失禁、尿失禁、筋繊維速攣縮など	硫酸アトロピン PAM
オピオイド トキシドローム	意識障害、縮腫、換気量減少、低血圧、低体温	ナロキソン
窒息性トキシドローム ・ 単純性窒息 ・ 化学性窒息性物質 （一酸化炭素、シアン化水素、アジ化水素等）	頻脈、低血圧、チアノーゼ、呼吸困難感など	酸素 ヒドロキシコバラミン チオ硫酸ナトリウム 亜硝酸ナトリウム
刺激性トキシドローム	咳、くしゃみ、鼻汁、呼吸困難など	
腐食性物質 トキシドローム	粘膜刺激症状、気道刺激など	

トキシドロームは様々なものがあるが、ここでは、米国 AHLS を参考にテロで使用されやすい中毒を中心に記載している。

## 7. 脱衣

現場で脱衣しないまま搬送された場合は、外側の衣類を脱衣させる。脱衣により露出部以外の汚染は除去できる。濡れた衣服の場合は、放射性物質が溶解して、浸透している可能性も考慮する。なお脱衣時に、衣類に付着している放射性物質が浮遊する可能性がある場合は、患者にマスク等を着用させ吸入による内部被ばくを防護する。脱衣後の衣類は、ビニール袋等に入れて、放射性物質が拡散しないようにする。

#### 放射性物質の拡散を防止した脱衣の方法（例）

- ① 事前にストレッチャーにはラミシートを4～6枚ほど重ねて敷いておく。
- ② 衣服をハサミで切る。
- ③ 患者を側臥位にして、ストレッチャーに敷いているラミシート1枚で衣服を丸め込みながら患者の背中側に寄せる。
- ④ 患者を③と反対側の側臥位にして、さらにラミシートで衣服を丸め込みながらラミシートと衣服を一緒に取り除く。
- ⑤ 脱衣を介助したスタッフは外側のゴム手袋を交換する。



図7 脱衣の方法（介助が必要な場合）

脱衣後の衣類、靴、シート、毛布等は必ずビニール袋へ入れる。粉塵が舞い散るようであれば、患者にマスクを装着して内部被ばくを防止する。

#### 8. 化学剤の可能性の確認

化学剤の可能性を確認する方法は、前述の臨床症状の他に、目視による剤の付着の有無確認、検知紙による確認、検知器材による測定の方法がある。

(1) 目視による確認

液滴、粉末等の物質が付着していないか、皮膚のびらんや水疱などが出現していないか、確認する。

(2) 検知紙

台紙から検知紙を引剥し（図8）、被服や装備品に貼付するか、液滴等の汚染が疑われる場所に直接接触させ、液体を吸い取らせる。化学剤により発色するので、色と標準発色（図9）を比較し、化学剤の種類を特定する。化学剤の除染が完全に行われたかどうかの確認には使用しない。液状化学剤による汚染状況を確認するのに適しており、安価である。

注意点として、水酸化ナトリウム、石油製品等でも変色し、偽陽性となる。



台紙から引剥して使用する。

図8 検知紙

シールになっているので被覆や装備品に貼付できる。

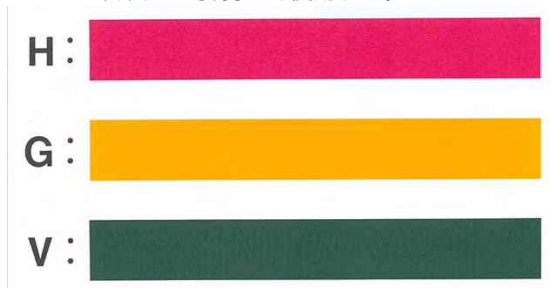


図9 検知紙の発色

H：びらん剤、G：G剤（タブン、サリン、ソマン）、V：VX

(3) 検知器

各地域の消防機関等で使用されているのは、LCD3.3 とケミプロ 100 である。どちらもイオンモビリティスペクトル（IMS）技術を用いて化学物質の蒸気を識別する。

その他に、赤外分光吸光検出器（HazMatID Elite など）、ラマン散乱分光検出器（ACE-ID など）、ガスクロマトグラフ質量分析装置（GC/MS）、遠隔検知装置などがあるが、高価である。

9. 除染エリアでの処置

ここでは化学剤に対する除染を実施する。

ここに至るまでに脱衣が未完了であれば、脱衣を完了する。脱衣により約 90% の化学剤は除去できる。

脱衣後に、目視で化学剤の付着が確認できれば、水とタオルで拭き取りを行う。拭き取りはRSDL（拭き取り除染剤）や除染剤を使用すると、RSDL 溶液などの除染剤が化学物質と反応し、化学剤を中和することができる。

水除染は、除染テントなどの専用設備を用いて、汚染のある部位を流水で除染する専門除染の一つである。除染エリアでの処置時に化学剤が残存している可能性が高い糜爛剤などには有効であるが、生命危機が迫っている負傷者には実施しない。除染は、適切な个人防护装備（化学防護服と呼吸保護具）を装着して行う。

除染効果の確認としては、化学剤の検知器、検知紙を使用して、化学剤が検知されないことを確認する。化学剤が確認されたら、再度除染する。

## 10. 放射線汚染検査

### (1) 汚染検査の順番

次の順序で体表面の汚染検査を実施する。汚染が確認された場合は、記録用紙（図 10）に詳細（汚染の部位を○などで囲む、計測値）を記載する。

- ① ルート確保や聴診、触診をする部位
- ② 創傷部
- ③ 顔面、口腔周囲
- ④ 頭部から足先まで
- ⑤ 背面も頭部から足先まで

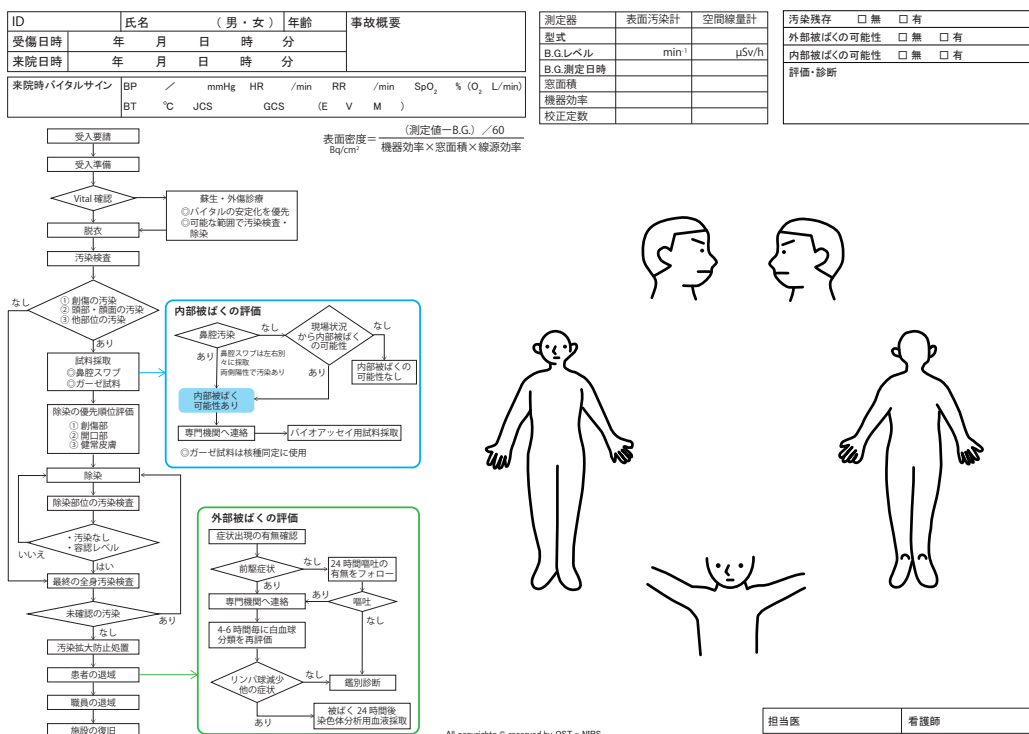


図 10 診療記録用紙の一例

汚染箇所、除染後の汚染の状況、使用する測定器の情報を記載する。

## (2) 汚染検査の方法

測定器の検出部（プローブの先端）を体表面から 1～2 cm 離し、その距離を保ちながら毎秒 5 cm 程度の速度で動かす。プローブの窓の部分でしか放射線を検知できないため、検知していない部分がないようにプローブを左右もしくは上下に動かす。

汚染を検知したら、汚染の中心部分の位置で測定器を保持し、針あるいは数値が安定するまで待ち、正確な汚染の程度を測定する。

時定数を選択できる測定器（日立アロカメディカル TGS-146B 等）であれば、最初は時定数 3 秒として汚染検査し、汚染を検知したら時定数 10 秒として汚染の程度を正確に測定する。

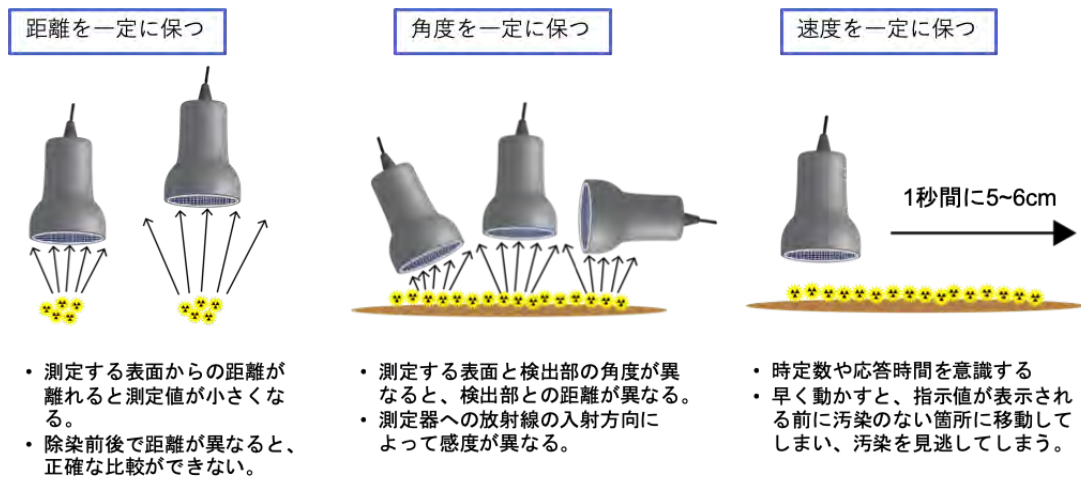


図 11 表面汚染検査時の注意点

## 11. 試料採取

体表面汚染がある場合は、放射性物質を吸入した可能性の有無の確認のための鼻腔スワブ検査と、核種同定のための汚染部位のガーゼ試料の採取を行う。採取した試料にはラベル（患者氏名、ID、採取日時（時刻も正確に記載）、採取部位、試料の種類、表面汚染の有無を記入）を貼付する。

(1) 鼻腔スワブ検査：綿棒で左右の鼻腔を別々の綿棒で拭き、放射性物質の付着の有無を確認する（図 12）。左右の鼻腔スワブが陽性で、鼻腔に放射性物質の付着がある場合は、放射性物質の吸入が疑われる。鼻腔スワブ検査が陰性であっても、現場の状況から放射性物質の吸入が疑われる場合は、内部被ばくの可能性を考慮



する。内部被ばくの可能性がある場合は、専門機関（量研機構高度被ばく医療センター等）に連絡する。

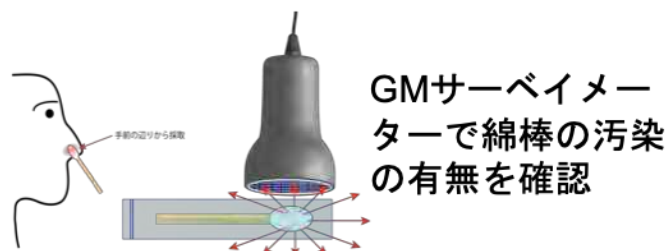


図 12 鼻腔スワブ検査

左右の鼻腔を別々に綿棒で拭い、汚染の有無を確認する。

- (2) ガーゼ試料：汚染部位をガーゼで拭き取り、核種同定のために専門機関へ渡す。核種同定の試料は内部被ばくがある場合には薬剤選択の情報となり、表面汚染については正確な表面汚染密度の評価の情報となる。

## 12. 除染の優先順位評価

汚染箇所が複数ある場合は、1) 創傷、2) 開口部（顔面）、3) 健常皮膚の順番で除染の優先順位を評価する。汚染がある創傷が複数箇所ある場合は、汚染の程度が高い方から除染する。

## 13. 除染

除染する場合は、周囲に汚染拡大防止の措置を講じて、次の要領で除染する。

### (1) 創傷部の汚染

- ① 汚染がない部分をラミシート等で被覆する。
- ② ボトルで水をかけながら創傷部を洗い流す。水は全て吸水シート等で吸水する。
- ③ ラミシートや吸水シートを取り除く。
- ④ 除染を繰り返す場合は、①～③を繰り返す。



図 13 創傷部の除染  
汚染のない部分はシート等で被覆し、汚染拡大防止する。  
水は吸水シートで吸水する。

## (2) 開口部（顔面）の汚染

- ① 口腔内の汚染はうがいで除染する。
- ② 鼻腔内の汚染は鼻をかんで除染する。
- ③ 耳介、外耳道はガーゼ、綿棒等で拭き取り、除染する。

※皮膚や粘膜を傷つけるような除染は行わない。

## (3) 健常皮膚の汚染

- ① 濡れたガーゼやタオルで汚染箇所の外側から内側に向かって拭き取る。
- ② ガーゼやタオルは一度の拭き取りで交換する。
- ③ 除染できない場合は、石鹸、ボディソープなど使用して除染する。

## 14. 除染部位の汚染検査

除染後には周囲の汚染したシート等を取り除き、除染した部位の汚染検査を実施する。除染前と除染後で測定器の検知部までの距離が変わらないように注意する（距離を一定にする）。汚染検査の結果、汚染が残存している場合は、除染を繰り返す。ただし、除染を2～3回繰り返して、除染前後で数値に変化がない場合は、除染を終了する。除染後の数値を記録用紙に記載する。

## 15. 最終の全身汚染検査

全ての除染が終了したら、全身の汚染検査（頭部から足部まで、前面と背面）を実施し、汚染の見逃しを防ぐ。未確認であった汚染箇所があれば、除染する。

## 16. 解剖学的評価

全身の汚染検査と除染が終了したら、原則として各身体部位を前面（腹側）から後面（背側）を視診、聴診、触診により診察し、神経学的所見も詳細に評価する。

汚染が残存している部位の触診は、診察後にゴム手袋を交換するか、ディスポシートを利用して直接触れないように工夫する。

## 17. 汚染拡大防止処置

汚染が残存している場合は、ガーゼ等で被覆し、直接汚染に接触しないように汚染拡大防止処置を実施する。汚染が残存している創傷部のガーゼは、ガーゼ交換時には、汚染のある廃棄物として廃棄する。

## 18. 患者の退域

全ての処置が終了したら、ホットゾーンから退域し、病室等へ移動する。

ホットゾーンからの退域は、ストレッチャーをウォームゾーンとの境界まで移動させ、新しいストレッチャーに患者を移動させる。

ウォームゾーンからコールドゾーンに移動する時に、ストレッチャーの車輪部分の汚染検査を実施し、汚染がないことを確認する。

## 19. 職員の退域

処置後にホットゾーンの職員が退域する手順は以下の通り。

- ① 外側のゴム手袋を外す。
- ② 手袋、シューズカバーのテープの目張りを取る。
- ③ 防護衣の裏面が外側になるように巻きながら脱ぐ。
- ④ シューズカバーをひっくり返すように裏面が外側になるように片足ずつ脱ぐ。足は、ホットゾーンには着地させず、靴底の汚染検査を行ってから、ウォームゾーンに着地する。
- ⑤ 帽子、ゴーグル、マスクを外す。
- ⑥ 内側のゴム手袋を外す。
- ⑦ 全身の汚染検査を実施する。
- ⑧ 汚染があれば、ホットゾーンに戻り除染する。その後汚染検査を実施する。
- ⑨ 個人線量計の値を確認して、記録する。

※防護衣、シューズカバーは、ハサミで切って脱衣しても良い。

## 20. 施設の復旧

処置が終了したら、汚染のある廃棄物はビニール袋等に入れ、封をして放射性物質が飛散しないようにする。廃棄物は、行政の指示に従って廃棄する。廃棄方法が決定するまでは、汚染拡大に注意して保管する。

職員がホットゾーンから退域したら、ホットゾーンおよびウォームゾーンの資機材と床の汚染検査を実施する。汚染がある箇所は、養生を慎重に取り除き、養生のシートは汚染のある廃棄物としてビニール袋等に封入する。養生をしていない箇所の汚染は、拭き取りによる除染を行う。除染あるいは養生を取り除いた後は汚染検査を行う。

全ての汚染検査が終了したら、臨時の管理区域を解除する。

## 21. 内部被ばくの被ばく線量評価と治療

鼻腔に汚染が認められた場合は、内部被ばくの可能性が高い。鼻腔に汚染がなくても現場の状況から内部被ばくが疑われる場合もある。内部被ばくが疑われたら、内部被ばくの被ばく線量評価（診断）を行う。

内部被ばくの被ばく線量評価の方法は、体外計測法とバイオアッセイ法がある。体外計測法は、ホールボディカウンタなどの測定機器が必要であり、医療機関にない場合はバイオアッセイ法の試料を採取する。

バイオアッセイ法の試料は、24 時間尿（事故発生時から）、全量の便であり、基本的には 5 日間採取する。採取した試料は専門機関（高度被ばく医療支援センター）へ渡す。

内部被ばくがある場合は、核種（放射性物質）に応じた薬剤を選択し、投与を開始する。核種毎の治療方法を表 9 に示す。

① バイオアッセイ用試料の採取

尿試料

- 採取容器：1ℓ または 2ℓ の容器を準備
- 排尿 1 回分ずつ採取
- 24 時間の全量を検体として採取（事故発生時を開始時刻とする）
- 容器に採取日時、患者氏名を記載
- 採取後は、交差汚染防止や液漏れ対策のため、ポリエチレン袋で二重に封入
- 輸送時は箱に入れ、転倒防止の対策を行い、可能であれば冷蔵輸送

便試料

- ポリエチレン袋、タッパー容器を準備
- 排泄 1 回ごとに全量を採取
- 5 日間連続して採取
- 便器にポリエチレン袋を養生テープ等で固定し、採取
- 採取後は、交差汚染防止や液漏れ対策のため、ポリエチレン袋で二重に封入し、タッパー容器等に密封
- 採取日時、患者氏名を記載
- 輸送時は箱に入れ、転倒防止の対策を行い、可能であれば冷蔵輸送

22. 外部被ばくの被ばく線量評価

現場の状況より外部被ばくが疑われる場合は、外部被ばく線量評価を実施する。なお、外部被ばくが疑われなくても、前駆症状の有無などの所見は確認する。

外部被ばく線量評価の方法は、臨床症状、臨床検査からの推定、染色体異常の分析がある。臨床症状、検査所見と被ばく線量の相関を表 10 に示す。前駆症状がある場合は、4～6 時間毎に末梢血の白血球分画を評価し、リンパ球数の減少の有無、程度を確認する。

染色体異常分析は、被ばく 24 時間後に採血（ヘパリン採血管 10ml）を実施し、専門機関（量研機構）へ渡す。採血管は凍結しないこと。

① 染色体分析用血液試料の採取

- 被ばく後 24 時間以降、4 週間未満に採血

- 極端な高線量被ばくが疑われる場合は、血球数が減少する前、輸血前に採血
- ヘパリン採血管で7～10ml 採血
- 困難な場合は1 ml（全血培養のための最大量）～3 ml（分離リンパ球培養のための標準量）の間で採血
- ヘパリン採血管がない場合は、使用した抗凝固剤を明記
- 患者氏名、採取日時を記載
- 室温（18～24℃が最適、凍結させない）で検査実施機関（高度被ばく医療支援センター等）に輸送
- 確認事項：質問票（図 14）の項目を確認



表9 放射性物質による内部被ばく時の選択薬剤

核種	物理学的特徴	直後の治療	用法・用量
アメリカシウム Am-241	物理学的半減期：432.2年 実効半減期：45年（骨） 放射線：α線、γ線 蓄積臓器：肝臓、肺、骨、 骨髄	第一選択；Ca-DTPA 第二選択；Zn-DTPA	1回1gを生食100mlに溶解し、30分で1日1回静注 週5日連続投与 混合療法：1回目Ca-DTPA1g、2回目以降Zn-DTPA1g を4日間投与。その後超ウラン元素の排泄率の増加が見 られなくなるまで1週間に2回(1回あたりZn-DTPA1g) 投与。 Ca-DTPAは妊娠または妊娠している可能性のある女性に は、投与しないことが望ましい。Zn-DTPAは妊娠または 妊娠している可能性のある婦人には治療上の有益性が危 険性を上回ると判断される場合に投与すること。 小児への投与は14mg/kg、0.5g/日を超えないこと。
セシウム Cs-134	物理学的半減期：2.0648年 実効半減期：96日 放射線：β線、γ線 蓄積臓器：全身	プルシアンブルー	水とともに1回3gを1日3回 内服 妊娠または妊娠している可能性のある女性には治療上の 有益性が危険性を上回ると判断される場合に投与す ること。 小児（2歳から12歳）への投与は、1回1gを1日3回 （2歳で0.21g/kgから12歳で0.32g/kg）
セシウム Cs-137	物理学的半減期：30.1671年 実効半減期：110日 放射線：β線、γ線 蓄積臓器：全身		
コバルト Co-57	物理学的半減期：271.74日 実効半減期：170日 放射線：電子、γ線 蓄積臓器：肝臓	Ca-DTPA 消化管の汚染には、 硫酸マグネシウム、 水酸化アルミニウム、	Ca-DTPAは1回1gを生食100mlに溶解し、30分で1日 1回静注 妊娠または妊娠している可能性のある女性には、投与し ないことが望ましい。

	コバルト-58 (Co-58)	物理学的半減期：70.86 日 実効半減期：65 日 放射線：β線、γ線 蓄積臓器：肝臓	硫酸バリウムを経口投与	小児への投与は、14mg/kg。0.5g/日を超えないこと。
	コバルト-60 (Co-60)	物理学的半減期：5.2713 年 実効半減期：1.6 年 放射線：β線、γ線 蓄積臓器：肝臓		
ヨウ素	ヨウ素-125 (I-125)	物理学的半減期：59.4 日 実効半減期：53 日 放射線：電子、X線 蓄積臓器：甲状腺	ヨウ化カリウム 代替療法； ヨウ化ナトリウム、 ヨウ化マグネシウム  (摂取後 4 時間以内に投 与)	成人ではヨウ化カリウムとして 1 回 100mg を経口投与す る。 妊婦又は妊娠している可能性のある女性には、治療上の 有益性が危険性を上回ると判断される場合に投与し、原 則として反復投与を避けること。本剤は胎盤関門を通過 し、胎児の甲状腺腫及び甲状腺機能異常を起こすことが ある。 妊娠後期に本剤を投与した妊婦より産まれた新生児に は、甲状腺機能検査を実施し、甲状腺機能の低下を認め た場合には、甲状腺ホルモン補充療法等の適切な処置を 行うこと。
	ヨウ素-129 (I-129)	物理学的半減期：1570 万年 実効半減期：120 日 放射線：β線、X線、γ線 蓄積臓器：甲状腺		
	ヨウ素-131 (I-131)	物理学的半減期：8.0207 日 実効半減期：7.5 日 放射線：β線、γ線 蓄積臓器：甲状腺		
プルトニウム	プルトニウム-238 (Pu-238)	物理学的半減期：87.7 年実効 半減期：50 年 放射線：α線、X線、γ線 蓄積臓器：骨、肝臓	DTPA  アメリカシウムの項目参照	
	プルトニウム-239 (Pu-239)	物理学的半減期：24110 年 実効半減期：50 年 放射線：α線、X線、γ線 蓄積臓器：骨、肝臓		



	プルトニウム-240 (Pu-240)	物理学的半減期：6564年 実効半減期：50年 放射線：α線、X線、γ線 蓄積臓器：骨、肝臓			
	ポロニウム-210 (Po-210)	物理学的半減期：138.376年 実効半減期：37日 放射線：α線 蓄積臓器：肝臓、脾臓、腎臓	ジメルカプロール 消化管の汚染には、 硫酸マグネシウム、 水酸化アルミニウム、 硫酸バリウムを経口投与	ジメルカプロール； 2-3mg/kg筋注 4hr毎（初回は50mg を超えないこと）。3日以上 の投与を行わないこと。 禁忌：妊婦、肝不全、腎不全	
	ストロンチウム-85 (Sr-85)	物理学的半減期：64.853日 実効半減期：62日 放射線：γ線 蓄積臓器：骨	第一選択； 塩化アンモニウム グルコン酸カルシウム 第二選択； アルギン酸ナトリウム その他； 炭酸カルシウム、 リン酸カルシウム、 水酸化アルミニウム、 硫酸マグネシウム、 硫酸バリウム、 リン酸アルミニウム	・塩化アンモニウム：1日6g（8時間ごとに2g）経口投与。 代償性アシドーシス、重度の腎機能障害、肝機能障害には禁忌。 ・グルコン酸カルシウム：1日6-10g経口投与、または、1日2g/500ml（5%ブドウ糖液）を6日間静注。 高カルシウム血症、高カルシウム尿症、循環作動薬の使用 者、カルシウムに相乗効果をもたらす薬剤の使用 者には禁忌。 ・アルギン酸ナトリウム：1日1回10g経口投与、または、1日2回1回5g経口投与。腎機能障害には禁忌。	
	ストロンチウム-89 (Sr-89)	物理学的半減期：50.53日 実効半減期：50日 放射線：β線 蓄積臓器：骨			
	ストロンチウム-90 (Sr-90)	物理学的半減期：28.79年 実効半減期：4.6年 放射線：β線 蓄積臓器：骨			
	トリチウム (H-3)	物理学的半減期：12.32年 実効半減期：8日 放射線：β線 蓄積臓器：全身	水分摂取による尿中排泄 の促進、利尿剤	水分摂取（3-4L/日）、利尿剤	

DTPA；Diethylenetriaminepentaacetic acid プルシアンブルー；フェロシアン化第二鉄

表 10 臨床症状、検査所見と被ばく線量

		急性放射線症の重症度と被ばく線量					
		軽症(1~2Gy)	中等度(2~4Gy)	重症(4~6Gy)	極めて重症(6~8Gy)	致死的(>8Gy)	
血液細胞	リンパ球数 ( $\times 10^3/\text{mm}^3$ ) (被ばく後 3-6 日)	0.8 ~ 1.5	0.5 ~ 0.8	0.3 ~ 0.5	0.1 ~ 0.3	0.0 ~ 0.1	
	顆粒球数 ( $\times 10^3/\text{mm}^3$ )	>2.0	1.5 ~ 2.0	1.0 ~ 1.5	$\leq 0.5$	$\leq 0.1$	
	血小板数 ( $\times 10^3/\text{mm}^3$ )	60 ~ 100 10 ~ 25 %	30 ~ 60 25 ~ 40 %	25 ~ 35 40 ~ 80 %	15 ~ 25 60 ~ 80 %	<20 80 ~ 100 % <sup>*1</sup>	
潜伏期	長さ (日)	21 ~ 35	18 ~ 28	8 ~ 18	$\leq 7$	なし	
臨床症状	下痢	なし	なし	稀	被ばく後 6 ~ 9 日に出現	被ばく後 4 ~ 5 日に出現	
	脱毛	なし	中等度、被ばく後 15 日以降	中等度ないし完全 11 ~ 21 日	完全 11 日以降	完全 10 日以前	
	その他の症状	倦怠感 衰弱	発熱、感染、出血、 衰弱	高熱、感染、出血	高熱、嘔吐、めまい、 見当識障害、 血圧低下	高熱、 意識障害	
予後	致死率 死亡時期 <sup>*2</sup>	0 6~8 週以降	0 ~ 50 % 6~8 週以降	20 ~ 70 % 4~8 週以降	50 ~ 100 % 1~2 週以降	100 % ~2 週	

\*150Gy を越すような高線量被ばくの場合は、血球減少の前に死亡する。 \*2 治療内容により死亡率、死亡時期は変化する。