

**東電福島第一原発作業員の
長期健康管理等に関する検討会
報告書**

平成 27 年 5 月 1 日

目次

I	開催要綱及び参集者	3
II	検討の経緯	5
III	緊急作業従事者の長期健康管理及び線量管理等において実施すべき事項	6
第1	緊急作業従事者の健康診断等、離職後も含めた長期的な健康管理...	6
第2	緊急作業従事期間中の健康管理.....	10
第3	緊急作業中の原子力施設内の医療体制確保.....	12
第4	通常被ばく限度を超えた者に係る中長期的な線量管理.....	15
第5	緊急作業従事期間中の被ばく線量管理.....	21
第6	特例緊急作業に従事する者に対する特別教育の在り方.....	26
IV	参考資料	40

I 開催要綱及び参集者

1 趣旨

東京電力株式会社福島第一原子力発電所においては、多くの労働者が緊急作業に従事しており、放射線への被ばくによる健康障害の発生が懸念されることから、これらの労働者に対し、離職後も含めた長期的な健康管理を行うことが必要となっている。

また、緊急被ばく限度を一時的に引き上げていた間に、通常の5年間の被ばく限度である100ミリシーベルトを超えた者がいるため、次期線量管理期間における線量管理の方法について検討を行う必要がある。

このため、厚生労働省労働基準局安全衛生部長の下に有識者の参集を求め、緊急作業従事者の線量管理や健康管理等の在り方について検討するものである。

2 検討項目

- (1) 健康診断等、離職後も含めた長期的な健康管理の在り方
- (2) 緊急作業時の被ばく線量が100ミリシーベルトを超えた緊急作業従事者に係る次期線量管理期間以降（平成28年4月以降）の線量管理の在り方
- (3) 緊急作業従事期間中の健康管理の在り方
- (4) その他

3 構成

- (1) 本検討会は、厚生労働省労働基準局安全衛生部長が、以下の参集者の参集を求めて開催する。
- (2) 本検討会には座長を置き、座長は検討会の議事を整理する。
- (3) 本検討会の参集者は、必要に応じ追加することができる。
- (4) 本検討会は、参集者以外の者に出席を求めることができる。

4 その他

- (1) 本検討会は、原則として公開する。ただし、個人情報、企業秘密情報を取り扱うなどの場合においては非公開とすることができる。
- (2) 本検討会の事務は、厚生労働省労働基準局安全衛生部電離放射線労働者健康対策室において行う。

参集者（五十音順）

明石真言	国立研究開発法人放射線医学総合研究所理事
児玉和紀	公益財団法人放射線影響研究所主席研究員
杉浦紳之	公益財団法人原子力安全研究協会 放射線環境影響研究所長
祖父江友孝	大阪大学大学院医学系研究科社会環境医学講座 環境医学教授
伴 信彦	東京医療保健大学東が丘看護学部教授
前川和彦	東京大学名誉教授 認定特定非営利活動法人災害人道医療支援会理事長
道永麻里	公益社団法人日本医師会常任理事（産業保健）
○ 森 晃爾	産業医科大学産業生態科学研究所教授 産業医実務研修センター長

○：座長

オブザーバー

佐藤 暁	原子力規制委員会原子力規制庁 原子力規制部原子力規制企画課長
------	-----------------------------------

II 検討の経緯

- 第1回 平成26年12月26日（金）
 - 現状の把握と、論点提示
 - 論点に関するフリーディスカッション

- 第2回 平成27年1月15日（木）
 - 第1回での質問等への回答
 - 論点ごとの検討

- 第3回 平成27年2月20日（金）
 - 報告書骨子案提示
 - 報告書骨子案の検討

- 第4回 平成27年3月13日（金）
 - 骨子案の議論を踏まえた報告書案の提示
 - 報告書案の検討

- 第5回 平成27年4月17日（金）
 - 第4回の議論を踏まえた報告書案の検討

Ⅲ 緊急作業従事者の長期健康管理及び線量管理等において実施すべき事項

当検討会は、緊急作業従事者の長期健康管理及び線量管理等において、第1から第6に示した内容を踏まえた対策を実施すべきであるという結論に達した。

第1 緊急作業従事者の健康診断等、離職後も含めた長期的な健康管理

1 基本的考え方

大臣指針^(注)で定められている通常被ばく限度を超えた緊急作業従事者に対する追加の健康診断の内容等について、最新の知見に基づき、妥当性をレビューし、必要な変更を検討した。

また、今後、仮に緊急作業を実施する事態が発生した場合の対応についても検討した。

(注) 東京電力福島第一原子力発電所における緊急作業従事者等の健康の保持増進のための指針(平成23年10月11日 公示第5号)

2 がん検診等の対象者

大臣指針に基づくがん検診等の対象者については、以下のとおりとなっているが、これらについて変更の必要はない。

- (1) 放射線業務従事者に対しては、一般健康診断及び電離放射線健康診断の実施が義務付けられている。
- (2) 事業者は、緊急作業に従事している間に受けた放射線の実効線量が50ミリシーベルトを超える者に対しては、(1)に加えて白内障に関する眼の検査(細隙灯顕微鏡による。)を1年に1回実施する^(注)。
- (3) 事業者は、緊急作業に従事している間に受けた放射線の実効線量が100ミリシーベルトを超える者に対しては、(2)に加えてがん検診、甲状腺検査を1年に1回実施する^(注)。

(注) 大臣指針に基づき、現に職業についていない者又は放射線業務以外の業務に従事している者(緊急作業に従事させた大企業に現に所属している者を除く。)に対しては、国が費用を援助する。

また、国は、全ての緊急作業従事者の被ばく線量記録及び健康診断結果を保存するためのデータベースを運用している。さらに、全ての緊急作業従事者に対して保健指導等を実施する支援窓口を設置するとともに、(2)及び(3)の者に対して被ばく線量記録や健康診断結果が記載された「特定緊急作業従事者等被ばく線量等記録手帳」を希望者に交付している。

3 2 (3) のがん検診等の項目について変更すべき事項

2 (3) のがん検診等の項目については、一般住民に対して実施されているがん検診^(注1)に加え、100 ミリシーベルトを超える被ばくをした者に対する追加の検査として妥当なものを選択している。最新の知見を踏まえ、がん検診等について、以下の点を変更すべきである（別紙1参照）。

(1) がん検診の変更点

- ア 胃がん検診：事業者は、胃エックス線透視検査又は胃内視鏡検査を1年に1回実施するとともに、ヘリコバクター・ピロリ抗体検査^(注2)を1人につき1回のみ実施する。なお、抗体検査で陽性であった者に対しては、ヘリコバクター・ピロリ菌の駆除などの適切な治療を勧奨する。
- イ 肺がん検診：事業者は、胸部エックス線検査及び喫煙者に対する喀痰細胞診を1年に1回実施するとともに、これらの検査の結果及び被ばく線量等から医師が必要と認めた場合には、胸部CT検査^(注3)を実施する。なお、通常のCTは被ばく線量が大きいため、低線量CT検診を喫煙者には1年に1回、非喫煙者には3年に1回程度実施するよう推奨する。
- ウ 大腸がん検診：事業者は、大腸がん検診として、便潜血検査を1年に1回実施するとともに、この検査の結果及び被ばく線量等から医師が必要と認めた場合には、大腸内視鏡検査^(注4)を実施する。なお、頻度としては、10年に1回程度を目安とする。

(2) その他の検査に関する変更点

- ア 甲状腺の検査：事業者は、頸部超音波検査を実施するとともに、この検査の結果及び被ばく線量等から医師が必要と認めた場合には、採血による甲状腺刺激ホルモン（TSH）、遊離トリヨードサイロニン（free T₃）、遊離サイロキシシン（free T₄）の検査^(注5)を実施する。なお、頸部超音波検査の頻度は、3年から5年に1回程度を目安とする。
- イ 感染症検査：事業者は、肝炎検査（HBs 抗原、HCV 抗体）^(注6)を実施する。検査は1人につき1回のみ実施する。なお、検査結果を踏まえ、適切な治療を勧奨する。
- ウ 慢性腎臓病^(注7)の検査：事業者は、腎機能検査（尿素窒素、クレアチニン、尿酸）、血清電解質検査（Na, K, Cl, Ca, P）を1年に1回実施する。

(3) 保健指導に関する変更点

- ア 事業者は、2(3)の対象者のうち喫煙者に対する保健指導において、禁煙指導^(注8)を実施する。その際、希望する者に対しては、禁煙外来を紹介する。

- (注1) 健康増進法第19条の2に基づく健康増進事業として市町村ががん検診を実施している。検査の項目は、「がん予防重点健康教育及びがん検診実施のための指針」(平成20年4月1日付け健発第0331058号)において、胃がん、子宮がん、肺がん、乳がん、大腸がんが定められている。これらは対策型検診としての有効性が認められているものであるため、大臣指針では、その中から、女性特有の疾病を除いたものを採用している。
- (注2) 胃がんの予防措置として有効という観点から実施する。
- (注3) 肺がん検診として一般住民に対する対策型検診には取り入れられていないが、100ミリシーベルトを超える被ばくをした者に対する追加検査としては利益が不利益を上回ると判断される。
- (注4) 大腸がん検診として一般住民に対する対策型検診には取り入れられていないが、100ミリシーベルトを超える被ばくをした者に対する追加検査としては利益が不利益を上回ると判断される。
- (注5) 放射線による健康影響(甲状腺機能低下症)を調べるための検査であるため、甲状腺等価線量が一定以上(およそ数グレイ以上)の者に対して実施することが推奨される。
- (注6) 肝臓がんの予防措置として有効という観点から実施する。
- (注7) 放射線被ばくとの因果関係が確立されているわけではないが、いくつかの文献で、放射線被ばく線量に有意な関連が見られる。
- (注8) 放射線被ばくと喫煙には、相互作用(joint effect)が観察されているため、禁煙指導を実施することは有効である。

4 ストレスチェックの実施

(1) 事業者は、緊急作業従事者の事故当時の職場環境を踏まえ、可能な限り、緊急作業従事者全員に対してストレスチェック^(注1)を実施すべきである^(注2)。

(2) 原子力事業者及び元請事業者は、関係請負人がストレスチェックの結果を集団的に分析し、職場環境改善に生かす対応(集団対応)を行う場合、必要に応じ、関係請負人の支援を行うことが望ましい^(注3)。

(注1) 労働者個人に対して産業医等によりストレスチェックを実施し、結果を本人に通知するとともに、高ストレスであって、面接指導が必要とされた者から申出があれば医師による面接指導を行い、必要に応じて就業上の措置を実施する。改正労働安全衛生法により、平成27年12月1日から義務化される。(50人未満の事業場については当分の間努力義務。) ストレスチェックは、法令上、労働者に受ける義務は規定されていないが、特別の理由がない限りは全員が受けることが望ましいものである。

(注2) 関係請負人に対する働きかけについては、東京電力及び元請事業者に対して協

力を要請することも考えられる。

(注3) 原発での作業においては、作業員の出入りが激しいことや他の職場と掛け持ちすることもあり、発注者又は元請事業者が、集団対応を実施することは難しいという特徴がある。

第2 緊急作業従事期間中の健康管理

1 基本的考え方

東電福島第一原発での緊急作業期間中、厚生労働省は、労働安全衛生法第66条第4項の規定に基づき、東京電力に対して臨時の健康診断の実施を指示した。この経験を踏まえ、今後、仮に緊急作業を実施する事態となった場合に、その期間中に必要となる臨時健康診断の内容を検討した。

2 緊急作業期間中の健康診断等

- (1) 事業者は、短時間に通常被ばく限度を超えて実効線量又は等価線量を受けた労働者に、直ちに、医師の診察又は処置^(注1)を受けさせる。
- (2) 事業者は、通常被ばく限度を超える被ばくを受ける作業に従事している間1月以内ごとに1回及び当該従事者が緊急作業から他の作業に配置換え又は離職した際に、次に掲げる項目について医師による健康診断(以下「緊急時電離放射線健康診断」という。)を行う。
 - ア 自覚症状及び他覚症状の有無の検査^(注2)
 - イ 白血球数及び白血球百分率の検査
 - ウ 赤血球数の検査及び血色素量又はヘマトクリット値の検査
 - エ 甲状腺刺激ホルモン (TSH)、遊離トリヨードサイロニン (free T₃)、遊離サイロキシシン (free T₄) の検査
 - オ 白内障に関する眼の検査
 - カ 皮膚の検査
- (3) 緊急時電離放射線健康診断のうち、定期に行うものについては、医師が必要でないと認めるときは、(2)のイからカに掲げる項目の全部又は一部を省略することができる^(注3)。
- (4) 事業者は、緊急時電離放射線健康診断の際に、当該労働者が前回の健康診断後に受けた線量を医師に示す。
- (5) 事業者は、(2)の健康診断の結果に基づき、緊急時電離放射線健康診断個人票を作成し、これを30年間保存する。ただし、当該記録を5年間保存した後において、厚生労働大臣が指定する機関に引き渡すときはこの限りではない。
- (6) 緊急時電離放射線健康診断の結果、異常の所見があると診断された労働者についての医師からの意見聴取は、次に定めるところにより行う。
 - ア 緊急時電離放射線健康診断が行われた日から速やかに行うこと
 - イ 聴取した医師の意見を緊急時電離放射線健康診断個人票に記載すること
- (7) 事業者は、緊急時電離放射線健康診断の結果、放射線による障害が生じて

おり、若しくはその疑いがあり、又は放射線による障害が生ずるおそれがあると認められる者については、その障害、疑い又はおそれなくなるまで、就業する場所又は業務の転換、被ばく時間の短縮、作業方法の変更等健康の保持に必要な措置を講じる。

(注1) 短時間に放射線による急性障害を起こす可能性のある線量(300 ミリシーベルトから 400 ミリシーベルト程度)以上の線量を受けた者については、直ちに次に定める検査を実施する。

- ①染色体異常の検査、②白血球数及び白血球百分率の検査、③赤血球数の検査、④血色素量又はヘマトクリット値の検査。

実施頻度は、①については被ばく直後に1回実施し、②から④については被ばくがあった直後から6～12時間毎に1回、数日間実施する。

(注2) 緊急作業が長期化したときの健康上のリスクとして、睡眠不足、食欲減退、疲労の蓄積、熱中症等が挙げられるが、これらに対する健診項目として、アの自覚症状及び他覚症状の有無の検査を実施する。

(注3) 自覚症状及び他覚症状の有無の検査については、月に1回程度の実施が必要。その他の検査については、医師の判断により実施するが、緊急時の被ばく限度の範囲内に被ばく線量が管理されていれば、急性の放射線影響は発生する可能性は低いことに留意する。一方で、緊急作業従事後に他の放射線業務に従事する際の健康管理に活用するため、緊急作業から離職する際は必ず実施する。

第3 緊急作業中の原子力施設内の医療体制確保

1 基本的考え方

- (1) 東電福島第一原発事故では、事故直後、東京電力は、原発構内での被ばく量評価、除染、トリアージ、初期救命措置、搬送先の選択等の対応を行う医師、看護師、診療放射線技師等の専門スタッフを独力で確保できず、厚生労働省が医師等の派遣の斡旋等を実施した。現在は医師等による「ネットワーク」が構築され、医師等の斡旋を行っている。
- (2) 今回の原発事故の教訓を踏まえ、平成26年1月改正の防災基本計画に、原子力事業者は、関係官庁と、緊急時の医療に精通した医師等のネットワークを活用した医療従事者の派遣又は斡旋について緊密な関係を維持する旨が盛り込まれた。
- (3) これに応えるために、全国の原子力施設の事故に即応する、「緊急時の医療に精通した医師等のネットワーク」（以下、単に「ネットワーク」という。）を新たな形で構築するための方策を救急医療の専門家、原子力事業者等の有識者に対するヒアリングを実施して検討した。（有識者ヒアリング結果のとりまとめは第3回資料5参照。）

2 各原子力施設の設備等

- (1) 事業者は、事故時にも放射線防護上の安全が確保できるように、原子炉から十分な離隔距離がある建屋内に、事故後、医療対応に必要な医療資材・設備を持ち込み、応急処置室を設置できる場所^(注)を確保する。
- (2) 事業者は、必要な医療資材・設備の整備に当たっては、専門医の意見を聴取し、事故後に持ち込む物を特定して事前に準備及び確保策を検討しておくべきである。

(注) 応急処置室の設置場所は、以下の項目を満たすことが望ましい。

- ① 換気施設、二重扉等、放射性物質の流入を防止できること。
- ② 温水シャワー等を備えた前室等、汚染傷病者の除染処置ができること。
- ③ 空調設備を備え、水・電気が使用できること。
- ④ 汚染物・排泄物の回収ができること。

3 緊急時に原子力施設内に派遣される登録医療スタッフ等の募集・養成

- (1) ネットワークの運営主体（以下「運営主体」という。）は、事故が発生した原子力施設内へ、緊急作業期間中に派遣^(注1)されることを前提とした医師、救命救急士、看護師、診療放射線技師、保健師等の医療スタッフのほか、放射線管理を担当する人材やロジスティクスを担当する人材（以下「医療スタッフ等」という。）を募集し、その養成を行う。

(2) 医療スタッフ等は、実地研修を含む複数回の研修^(注2)により養成し、知識及び技術を維持するために定期的な講習の受講を求める。

(注1) 被災地の医療機関は一般住民を含めた災害対応に追われ、原子力施設での被災者に対応することは困難となることが予想されるため、被災地以外の地域から原子力施設内に医療スタッフ等を派遣する。

(注2) 研修には、以下の項目を含むべきである。

- ① 救急・災害医学に関する知識・技能
- ② 緊急作業期間中における医療ニーズ
- ③ 放射線とその生物影響
- ④ 個人線量評価の方法（放射線測定機器の取扱いの知識を含む。）
- ⑤ 放射線防護の知識と技術（特に防護服、防護マスク等の取扱い）
- ⑥ 汚染された患者の除染
- ⑦ 汚染拡大防止策（救急処置室や患者動線の養生）
- ⑧ トリアージ（身体、放射線）、重症度・緊急度の判断、搬送先の選択
- ⑨ 内部被ばくの予防及び治療薬剤の投与
- ⑩ 原子力施設の構造、所内の緊急時の体制、医療設備、緊急避難時の動線等
- ⑪ 緊急作業従事者のメンタルヘルスケア、労働衛生管理

4 医療スタッフ等の派遣及び身分保障

(1) 運営主体は、養成した医療スタッフ等を派遣候補者名簿に登録^(注1)するものとする。

(2) 運営主体は、原子力事業者の要請に基づき、派遣候補者名簿^(注2)に登録された医療スタッフ等に直接、待機要請、派遣要請等を行う。

(3) 原子力施設内における派遣医療スタッフ等に対する放射線防護及び管理、身分保障（謝金、保険等）については、必要な費用を含め派遣先となる原子力事業者の責務とする。

(注1) 運営主体は、医療スタッフ等が円滑に派遣されることができるよう、事前に所属する医療機関に対して必要な情報を提供し、派遣の了解を得ておく。

(注2) 派遣される医療スタッフ等は異動が多いため、確実に連絡先を追跡できる仕組みが必要である。

5 原子力施設内外の患者の搬送、受入れ等の関係を強化するための協議組織及び被災労働者搬送訓練等

(1) 他省庁の事業により、すでに複数の連絡会議やネットワーク等の協議組織が存在するため、運営主体は、原子力施設からの被災労働者の搬送と受入れ医療機関の特定に特化した対応について協議^(注1)することとする。

(2) 運営主体は、原子力施設から地域医療機関への汚染を伴う被災労働者の搬

送と医療機関での受入れに特化した訓練^(注2)を実施する。

(注1) 既存の協議組織に加わる形でも差し支えない。

(注2) 訓練の実施に当たっては、以下の事項に留意する。

- ① 道府県外から原子力施設内に派遣される医療スタッフ等も訓練に参加する。
- ② 地域医療機関への搬送のみならず、高度な被ばく医療実施機関までの搬送訓練も行う。
- ③ 過酷事故にも対応できるよう、現状より厳しい訓練シナリオを設定する。

6 ネットワークの全国の原子力施設への対象拡大のための運営方法

運営主体は、医療スタッフ等が公務として事故対応に従事できるよう、公的な団体であるべきである。また、既存の被ばく医療に関する技術、人材、機材の活用を図るべきである。

7 今後の進め方

- (1) 平成27年度に、厚生労働省の委託費により、対象となる原子力施設を限定したモデル的な事業を実施する。これにより、本格実施に向けた課題の整理と対策の検討を行う。
- (2) 平成28年度以降、モデル事業の成果を踏まえ、全原子力施設を対象とする事業とすることを旨すとともに、事業者責任を踏まえ、事業者の自主事業に対する事業費の一部補助への移行等を検討する。

第4 通常被ばく限度を超えた者に係る中長期的な線量管理

1 基本的考え方

東電福島第一原発での緊急作業時の被ばく限度が 100 ミリシーベルトから 250 ミリシーベルトに引き上げられていた時期に、被ばく実効線量が 100 ミリシーベルトを超えた者について、次期線量管理期間以降（平成 28 年 4 月以降）に放射線業務に従事するために必要な被ばく線量管理の方法を検討した。

また、今後、仮に緊急作業を実施する事態となった場合における対応についても検討した。

2 生涯線量の考え方

(1) ICRP1990 年勧告では、毎年ほぼ均等に被ばくしたとして全就労期間中に受ける総実効線量が約 1 シーベルトを超えないように、放射線防護体系を構築すべきとし、5 年間の平均値が年当たり 20 ミリシーベルト（5 年間 100 ミリシーベルト）という実効線量限度を勧告している。さらに、ICRP は、実効線量の制限により、ほとんど全ての組織・臓器に確定的影響を及ぼさないとしつつ、眼の水晶体と皮膚の等価線量限度を勧告している。

(2) ICRP 声明（2011 年）で指摘されている白内障及び循環器疾患に関する組織反応による健康影響^(注1)については、健康診断^(注2)及びその結果に基づく事後措置を適切に実施することで管理すべきである。

(注1) ICRP 声明（2011 年）において、循環器疾患しきい線量が 0.5 グレイ程度であるかもしれないことが指摘されているが、科学的な信頼性が十分でないため、同声明は注意を喚起し、最適化による線量低減を強調するにとどまっている。また、白内障に関するしきい値として示されている 0.5 グレイについては、白内障の発症率が年齢とともに高まることを踏まえると、これだけで生涯線量として管理すべきとまではいえない。

(注2) 電離放射線健康診断の白内障の眼の検査、一般定期健康診断での自覚症状及び他覚症状の有無の検査、血圧の検査、血中脂質検査及び心電図の検査

3 事故発生時の次の線量管理期間以降に、生涯線量を超えないように管理する方法

(1) 基本的考え方

ア 福島第一原発事故で緊急被ばく線量が 100 ミリシーベルトを超えた者は 174 人であり、雇用事業者も明確で、個別作業者の累積被ばく線量を厳格に管理できることから、作業者ごとに被ばく限度の設定を行う方法を採用する^(注1)。この被ばく限度は上限値であり、事業者は、被ばく線量を可能な限り少なくすべきである。

イ なお、今後、仮に緊急作業を実施する事態となった場合での管理方法も同様とするが、対象者の雇用実態等が福島第一原発事故と大きく異なる場合、対応をあらためて検討する。

(2) 5年当たりの被ばく限度の管理

ア 事業者は、生涯線量（1シーベルト）から累積線量（緊急線量と通常線量の合算）を減じた残余の線量を全就労期間の最終年齢（18歳から50年間と仮定して68歳）^(注2)から年齢を減じた残余の就労期間で除することによって得られる値をもとに^(注3)、5年当たりの被ばく限度を労働者ごとに個別に設定する^(注4)^(注5)。

イ 事業者は、アによって計算された5年当たりの被ばく限度について、その後の被ばく線量をより詳細に反映するため、5年ごとに再計算する。

ウ 事業者は、線量管理期間の累積線量がアによって計算された5年当たりの被ばく限度を超えないように管理するとともに、各年の線量が1年当たりの被ばく限度（50ミリシーベルト）を超えないように管理する。

エ 事業者は、ア及びイによって計算された5年当たりの被ばく限度を当該労働者に通知する。また、当該労働者が放射線業務に従事する際に、その限度を超えないように管理するとともに、被ばく線量をできるだけ少なくするように努める。

(注1) ICRP の Pub. 75 において、「引き続き被ばくが許される場合には、事業者は、作業者と協議しかつ規制機関の要件に従って、残りの管理期間に適用される正式な線量制限の制度を確立することが適切であろう。」「被ばく限度が関係する残りの期間に比例して一時的な線量制限を行うことが適切であるかもしれない。」とされていることから、生涯1シーベルトから累積線量を減じた線量を、残りの線量管理期間の長さで除する方法を採用する。

(注2) 生涯の就労期間を18歳から50年間と仮定して設定している。一般企業の就労期間より長いが、保守的な計算として採用した。

(注3) 事業者ごとに被ばく限度の考え方が異なることは望ましくないため、統一した計算方法を示す必要がある。なお、線量管理の方法は、対象者が原子力発電事業以外での放射線業務に従事する場合にも適用可能なものとする必要がある。

(注4) 被ばく限度は、5ミリシーベルト単位（端数切捨て）で設定する。

(注5) 計算例は以下のとおり。

例1：緊急線量500mSv、通常線量100mSv（累積線量600mSv）、年齢45歳の場合：

① $(1000\text{mSv}-600\text{mSv})/(68\text{歳}-45\text{歳})=17.4\text{mSv/年}$

② 5年ごとの被ばく限度： $17.4\text{mSv/年} \times 5\text{年}=87\text{mSv}$ （切捨てにより85mSv）

この場合、1年当たりの被ばく限度（50mSv）についてはそのまま適用する。

例2：緊急線量500mSv、通常線量100mSv（累積線量600mSv）、年齢23歳の場合：

① $(1000\text{mSv}-600\text{mSv})/(68\text{歳}-23\text{歳})=8.9\text{mSv/年}$

- ② 5年ごとの被ばく限度： $8.9\text{mSv}/\text{年} \times 5\text{年} = 44.5\text{mSv}$ (切捨てにより 40mSv)
この場合、1年当たりの被ばく限度 (50mSv) より小さくなるため、1年当たりの被ばく線量は、5年当たり被ばく限度を超えることはできない。

例3：緊急線量 200mSv 、通常線量 100mSv (累積線量 300mSv)、年齢 45 歳の場合：

- ① $(1000\text{mSv} - 300\text{mSv}) / (68\text{歳} - 45\text{歳}) = 30.4\text{mSv}/\text{年}$
② 5年ごとの被ばく限度： $30.4\text{mSv}/\text{年} \times 5\text{年} = 152\text{mSv}$

この場合、特別な線量制限は不要であり、通常の被ばく限度を適用する。

4 事故発生時を含む線量管理期間内での通常被ばく適用作業での放射線管理の方法

(1) 東電福島第一原発での対応

緊急作業従事者が通常作業に従事する際の緊急被ばく線量と通常被ばく線量の合算の考え方については、当時の被ばく状況^(注1)を踏まえ、厚生労働省は、平成23年4月28日通達により、合算線量が5年当たり100ミリシーベルトを超えない範囲で管理するよう指導する文書を発出した。

(2) 基本的考え方

- ア ICRP Pub. 75^(注2)は、緊急被ばく後の通常被ばく限度について、被ばく限度の法的位置づけを理解しつつ、柔軟なやり方で扱われるべきであるとしている。一方で、ICRP1990年勧告^(注3)は、リスクの推定値が均等に分布した線量を前提にした推計モデルにより計算されたものであることから、生涯線量限度の使用を勧告せず、5年間の管理期間ごとに被ばく限度を設定することを勧告している。
- イ これらを踏まえ、今後、仮に緊急作業を実施する事態となった場合において、(1)と同様の考え方を採用することが困難な場合^(注4)、原子力施設^(注5)の安全な運転等を担保するためにやむを得ない場合に限り、緊急被ばく線量と通常線量を合算した線量に対する通常被ばく限度の適用に関して、必要最小限の裕度を与えるという考え方を採用すべきである。
- ウ ICRP Pub. 75^(注6)は、年実効線量が5～10ミリシーベルトを超える場合には、必ず外部被ばく線量をモニタリングすべきであると勧告している。これを踏まえ、放射線審議会では、被ばく線量測定が義務づけられる放射線管理区域の設定値(下限値)として、年5ミリシーベルト(3月当たり1.3ミリシーベルト)を意見具申^(注7)している。
- エ これらを踏まえると、通常被ばく限度に対する裕度は、年5ミリシーベルトを超えない範囲内であるべきである。^(注8)なお、これは上限値であり、事業者は、被ばく線量をできるだけ小さくすべきとともに、3に定める方法により、生涯線量が1シーベルトを超えないように管理される

べきである。

(3) 具体的運用方法

厚生労働省は、今後、仮に、緊急作業を実施する事態となった場合に備え、事業者に対して以下の事項を指導すべきである。

- ア 事業者は、緊急被ばく線量と通常被ばく線量を合算した線量が通常被ばく限度である5年100ミリシーベルトを超える者について、原子力施設の安全な運転等を担保するために必要不可欠な要員に限り、追加的に、年間5ミリシーベルトを超えない範囲で通常の放射線業務に従事させることができる。
- イ なお、アの取扱いにより、通常被ばく線量のみの累計が通常被ばく限度（1年50ミリシーベルトかつ5年100ミリシーベルト）を超えることは認められない。
- ウ 事業者は、アの放射線業務に従事する者に対して、あらかじめ、医師による診察を受けさせるとともに、法令に基づく線量管理及び健康管理を行う。
- エ 事業者は、アの放射線業務において受ける線量を3に定める次の線量管理期間以降の被ばく限度の設定時の計算に算入するとともに、被ばく線量をできるだけ小さくするように努める。

(注1) 東電福島第一原発事故時の状況

- ① 福島第一原発事故時の緊急被ばく限度は、緊急時にやむを得ないものとして250ミリシーベルトとされた経緯がある。確率的影響のリスクを下げるために可能な限り被ばく線量を均等にするという観点から、同一管理期間中に緊急被ばく限度を大きく超える被ばくを認めることは望ましくないと判断した。
- ② 同原発事故では、100ミリシーベルトを超えた労働者が174人であり、かつ、そのほとんどが東京電力の社員であったため、他の原子力施設における運転・保安要員の確保には大きな影響を与えなかった。

(注2) ICRP Pub. 75 パラグラフ61～62、パラグラフ148。(第1回資料17参照)

- (61) 引き続き被ばくが許される場合には、事業者は、作業者と協議しかつ規制機関の要件に従って、残りの管理期間に適用される正式な線量制限の制度を確立することが適切であろう。線量限度が関係する残りの期間に比例して一時的な線量制限を行うことが適切であるかもしれない。
- (62) 事故の結果としてかなりの被ばくがあったが、関連する期間の全線量が該当する線量限度を超えていない作業者のその後の管理にも、考慮を払う必要がある。残りの期間内に通常の作業の実務を継続すると合計線量が関連する線量限度を超えるかもしれないような状況下では、管理者はこのようなことが起こらないように作業者の業務の変更を決定してもよい。委員会は規制機関が線量限度に付与した法的な位置づけを認識しているが、そのような状況は柔軟なやり方で扱われる

べきであると勧告する。したがって、管理者が前項で述べたものと同様な手はずを実施できるように、規定を作るべきである。

- (148) 全てのカテゴリーに含まれる作業者は、受けた線量と予想される健康影響について、要求した場合には知らされるべきである。緊急時に受けた線量のために、電離放射線を扱う作業におけるその作業者の将来の雇用が妨げられるべきではない。しかしながら、作業者が確定的影響のしきい値程度またはそれを超える緊急時被ばくを受けた場合には、その作業者は、医師にみせるべきである。

(注3) ICRP 1990年勧告(抜粋)

- (163) 放射線治療時の患者の線量を除き、平常状態で受ける線量のレベルでは、確率的影響の管理は、長期間にわたる集積線量に基づいて行うことができよう。しかしながら、そのような長い管理期間では、その期間のあとの方ではより少ない線量となるだろうという、常に実現するとは限らない期待のもとに、その期間の最初の頃に線量と体内摂取量の急激な集積を許す、という間違った使い方ができる。<略>

- (165) 職業被ばくに対する線量限度には生涯線量の限度も含めてはどうかということが、ときに示唆されてきた。委員会は生涯限度を実際に運用する上での困難を認識している。困難の一つは、全就労期間のうちごく一部の期間だけかなりの被ばくを受けるような作業に従事する作業者に対する限度の解釈の仕方に関連している。また、生涯限度を超えた作業者の将来の長期間雇用についても決定しなければならない。委員会のリスク推定値は就労年齢の範囲にわたり均等に分布した線量について求められたものである点から、短期間の限度も必要となろう。これらの困難と163項で指摘した点から、委員会は、生涯限度の使用を勧告しないこととする。

- (166) また、数年という期間に集積される全線量という形で限度を設定し、一方、この数年間の年平均よりも大きい年限度を残すことにより、柔軟性がもたらされるであろうことも示唆されてきた。この場合も、線量限度から生ずるものと同様の実際上の問題が幾分生ずるであろうが、生涯線量の場合ほど重大ではないであろう。期間を5年とすれば、上述の困難は適切に限定され、しかも十分な柔軟性を得られる、と委員会は確信する。短期契約の作業者に対しては、平均すべき期間を雇用契約の期間を超えない期間とすることを、規制機関は考慮してもよいかもしれない。委員会は、いかなる1年間にも実効線量は50mSvを超えるべきでないという付加条件付きで、5年間の平均値が年当たり20mSv(5年間に100mSv)という実効線量限度を勧告する。5年間という期間は、例えば始期を定めた暦上の5年間という具合に、規制機関が決めなければならないであろう。<略>

- (注4) 運用する原子力施設の数が少ない原子力事業者の場合で、緊急作業により原子力施設の要員の多数が100ミリシーベルトを超えてしまった結果、それら要員を放射線業務から外してしまうと、他の原子力施設の安全な運転や事故を起こした

原子力施設の安全確保に支障がある場合など。

(注5) 事故を起こした原子力施設も含まれる。なお、100 ミリシーベルトを超えた要員を放射線業務から外してしまうと事故を起こした原子力発電所の安全確保に支障がある場合の対応は、緊急被ばく限度の引き下げ又は廃止の際、別途検討されるべきである。

(注6) ICRP Pub. 75

(209)〈略〉この判断を特定の線量値で置き換える必要があるならば、グループ中にあ
る個人の年実効線量が5mSvと10mSvの間のある選ばれた値を超えるグループは、
外部放射線について必ずモニタすべきであり、その線量が航空機搭乗員の場合のよ
うに何か特別のやり方でもっと便利に算定できる場合を除き、線量を正式に算定す
べきである、と委員会は勧告する。

(注7) 「ICRP1990年勧告(Pub. 60)の国内制度等への取入れについて(意見具申)」(平成
10年6月 放射線審議会)

(注8) 5ミリシーベルトは、通常被ばく限度の1年当たりの平均値である20ミリシーベ
ルトの25%に相当し、裕度の範囲としては適当である。

第5 緊急作業従事期間中の被ばく線量管理

1 福島第一原発事故時の緊急被ばく限度設定及び適用の経緯

- (1) 原子力緊急事態宣言があった後に、労働者の健康リスクと、周辺住民の生命・財産を守る利益を比較衡量し、特別な緊急被ばく限度として250ミリシーベルトを電離則の特例省令で規定した。
- (2) 制定当時は同原発内の全ての緊急作業を対象としたが、被ばく線量の低減を踏まえ、段階的に適用作業を限定（平成23年11月1日）した上で、原子炉の安定性が確保された段階（ステップ2の完了時（平成23年12月16日））で特例省令は廃止された。

2 基本的考え方

(1) ICRPの正当化原則

- ア 100ミリシーベルトは従来、緊急被ばく限度として採用されていた限度であり、通常被ばく限度5年100ミリシーベルトとの関係も考えると、これを超える緊急被ばく限度を設定するためには、その線量を受けてまで緊急作業を行わなければならないことを正当化する理由が必要である。
- イ 国際基準で規定されている100ミリシーベルトを超える緊急被ばく限度が適用される緊急作業の内容を踏まえると、緊急作業における一般作業（注1）者に最も的確に当てはまるものは、「破滅的な状況」の回避である。
- ウ このような被ばく限度の適用は、原子力施設が破滅的な状況に至ることを回避することを主たる目的とする作業（注2）のために必要な知識・経験を有する者（注3）のみを対象とし、原則として原子力事業者の労働者に限るべきである。

(2) 緊急被ばく限度の考え方

- ア 複数の原子炉の炉心が溶融する過酷事故であった東電福島第一原発事故においても、緊急被ばく限度250ミリシーベルトで緊急対応が可能であった経験を踏まえると、今後、仮に、緊急作業を実施する際に、これを超える線量を受けて作業をする必要性は現時点では見いだしがたい。
- イ なお、ヒトに関する急性被ばくによる健康影響に関する文献からは、リンパ球数減少のしきい値は250ミリグレイ程度から500～600ミリグレイ程度の間にあると考えられるが、この間のデータ数が少ないため、しきい値を明確に決めることは難しい（注4）。このため、緊急作業中のリン

パ球数の減少による免疫機能の低下を確実に予防するという観点から、東電福島第一原発事故時に、しきい値を確実に下回る 250 ミリシーベルトを緊急被ばく限度として採用したことは、保守的ではあるが妥当といえる。(詳細は別紙 2 参照。)

ウ さらに、既存の緊急作業時の眼の水晶体の等価線量限度 (300 ミリシーベルト) 及び皮膚の等価線量限度 (1 シーベルト)^(注 5) については、適切に保護具^(注 6) が着用されれば、イの実効線量の制限により、これを超えるおそれはないため、変更する必要はない。

(3) 原子力災害の危機管理の観点

原子力発電所での「破滅的な状況」発生の判断基準として、原子力災害対策特別措置法において、原子力緊急事態又はそれに至るおそれの高い事態が発生した場合が定められており、原子力災害に対する危機管理の観点から、直ちに必要な対応を実施する必要がある。(詳細は第 3 回資料 6 参照。)

(4) ICRP の最適化の原則

ア 被ばく線量の最適化の観点から、作業の進捗状況、作業員の被ばく線量の推移等に応じて、速やかな適用作業の限定、ある時点以降の新規入場者に対する被ばく限度の段階的な引下げ等を実施する。

イ さらに、原子力緊急事態宣言の解除前であっても、原子炉の安定性が確保された時点 (福島第一原発事故でのステップ 2 の完了時に相当する時点を想定) で速やかに廃止する。

(注 1) 医師、救急救命士、警察官、消防官といった専門職種以外の作業員。

(注 2) 原子力施設が破滅的な状況に至ることを回避する作業のほか、施設内の労働者の放射線による健康障害を防止するための作業も含まれる。

(注 3) 高度な知識、経験や技能を要しない機器の操作等の作業については、作業に従事する人数を増加させることで、一人当たりの被ばく線量を抑制することが可能である。これらの者に対しては、通常被ばく限度 (1 年当たり 50 ミリシーベルトかつ 5 年当たりミリシーベルトを適用する。

(注 4) 1 シーベルトを下回る急性被ばくのヒトへの影響に関する文献からは、250mGy 程度の被ばくでは、明確なリンパ球の減少は認められない (Bond 1965, Brucer 1959)。一方、600mGy 程度以上の被ばくでは、際だったリンパ球の減少 (Nickson 1951)、一定程度のリンパ球数の減少 (Brucer 1959, Bond 1965) を認める文献がある。ラットにおいては、250mGy の放射線照射直後にリンパ球が 30%程度減少し、500mGy の照射直後にリンパ球が 60%程度減少するというデータがある (Suter 1947)。こ

これらの文献からは、リンパ球数減少のしきい値は 250mGy 程度から 500～600mGy 程度の間にあると考えられるが、この間のデータ数が少ないため、しきい値を明確に決めることは難しい。(別紙 2 参照。)

(注 5) 電離則第 7 条第 2 項に定める緊急作業時における被ばく限度

(注 6) ベータ線による被ばくの防止のため、眼の水晶体に関しては全面マスク、皮膚に関しては全身型化学防護服、防水具、長靴等を適切に着用する。

3 緊急作業期間中の被ばく線量管理

(1) 特例緊急被ばく限度の設定

ア 厚生労働大臣は、事故の規模、周囲への影響その他の事情を勘案し、緊急作業において 100 ミリシーベルトの被ばく限度によることが困難であると認めるときは、250 ミリシーベルトを超えない範囲内で、被ばく限度（以下「特例緊急被ばく限度」という。）を別に定める^(注 1)ことができる。

イ アに定める場合において、原子力災害対策特別措置法（以下「特措法」という。）第 15 条第 1 項に定める原子力緊急事態が発生した場合又はそれに至るおそれの高い事態^(注 2)（以下「原子力緊急事態等」という。）が発生した場合は、厚生労働大臣は、直ちに 250 ミリシーベルトを特例緊急被ばく限度として定める^(注 3)。

(2) 特例緊急作業従事者の限定

ア 特例緊急被ばく限度が適用される作業（以下「特例緊急作業」という。）に従事する労働者（以下「特例緊急作業従事者」という。）は、原子力事業者により、原子力事業者防災業務計画で定める原子力防災組織の要員として指定されている者（以下「原子力防災要員」という。）に限る。なお、原子力防災要員以外の労働者に対しては、通常被ばく限度（1 年当たり 50 ミリシーベルトかつ 5 年当たり 100 ミリシーベルト）が適用される。

イ 原子力防災要員は、原則として原子力事業者の労働者であるが、法令に基づき、原子力事業者が原子力事業所における原子力災害の発生又は拡大を防止するために必要な原子力防災組織の業務の一部を委託する場合は、当該委託事業者の労働者も原子力防災要員に含まれる^(注 4)。委託業務の決定に当たっては、東電福島第一原発事故の教訓を踏まえ、最適な範囲とする必要がある。

ウ 原子力防災要員の選定に当たっては、事業者は、特例緊急作業に係る

労働条件を明示した上で双方合意の上で労働契約を締結するとともに、今後、仮に緊急作業を実施する場合、実際の作業への配置に当たっては、労働者の意向に可能な限り配慮すべきである。

(3) 被ばく線量管理の最適化

- ア 事業者は、特例緊急作業従事者について、事故の状況に応じ、労働者が電離放射線を受けることをできるだけ少なくするように努める^(注5)。
- イ 事業者は、特例緊急作業従事者について、厚生労働大臣に対して、定期的に、緊急作業従事者の被ばく状況^(注6)を報告する。
- ウ 厚生労働大臣は、事故の状況、緊急作業の内容その他の事情を勘案し、特例緊急被ばく限度をできるだけ速やかに廃止^(注7)する。

(4) 作業終了後のフォローアップ

事業者は、特例緊急作業に従事し、又は従事したことのある労働者について、当該労働者が受けた健康診断の結果の写しを遅滞なく厚生労働大臣に提出するとともに、線量記録等を記載した線量等管理実施報告書を定期的に厚生労働大臣に提出する^(注8)。

(注1) 現行の緊急時被ばく限度を超える新たな限度の設定については、労働者の保護を所管する厚生労働大臣の判断を担保するため、特例の被ばく限度を厚生労働大臣が定める仕組み（厚生労働大臣告示を想定。）とする。

(注2) 特措法第10条（通報事象）に基づく特措法施行令第4条第4項第1号から第3号に定める事象（①原子力施設の敷地境界で5マイクロシーベルト/時が検出された場合、②排気筒、排水溝等において基準以上の放射性物質が検出された場合、③管理区域外の場所で50マイクロシーベルト/時を超えた場合）等（詳細は第4回資料3参照）。福島第一原発事故では、通報事象が発生してから、原子力緊急事態に至るまでの時間は1時間程度であった。（第3回資料6参照）

なお、原子力緊急事態等が発生し、放射線や放射性物質が原子力施設の敷地外に放出されている状況下では、作業場所における空間線量率も大幅に増加していることが想定される。

(注3) 事態に適切に対応するため、通報事象の前駆事態である警戒事態（異常事象が発生した段階）での厚生労働省職員の緊急時対応センターへの派遣などの必要な措置を講ずる。

(注4) 「原子力災害対策特別措置法に基づき原子力事業者が作成すべき原子力事業者防災業務計画等に関する命令」第2条第3項に基づき、原子力事業者が原子力事業所における原子力災害の発生又は拡大を防止するために必要な原子力防災組織の業務の一部を委託する場合。（緊急時対策活動の現場で機器損傷等の想定外事

象が発生した場合における損傷機器等の復旧作業など）（詳細は第4回資料4参照）

- (注5) 「すべての被ばくは社会的、経済的要因を考慮に入れながら合理的に達成可能な限り低く抑えるべきである」という ICRP 勧告の考え方を述べたもの。具体的には、線量計や保護具等の事前準備を含めて、特例緊急作業時の適切な放射線管理、線量測定（内部被ばく線量測定を含む。）や保護具の着用等の措置を確実に実施することが求められる。
- (注6) 10日に1回程度を想定（福島第一原発事故時の指導事項と同様。）。報告事項は、事故直後は、年間の通常被ばく限度である50ミリシーベルト、5年間の通常被ばく限度である100ミリシーベルトを超えた作業者の人数等とし、事故後一定期間後は、緊急作業従事者全員の線量分布等とする。
- (注7) 被ばく線量の最適化の観点から、作業の進捗状況、作業員の被ばく線量の推移等に応じて、速やかな適用作業の限定、ある時点以降の入場者に対する特例緊急被ばく限度の段階的な引下げ等を実施することを含む。さらに、特措法第15条に定める原子力緊急事態宣言の解除前であっても、原子炉の安定性が確保された時点（福島第一原発事故でのステップ2の完了時を想定）で速やかに廃止する。
- (注8) 東電福島第一原発での緊急作業従事者と同様に、厚生労働省に設置するデータベースに被ばく線量及び健康診断結果等を蓄積し、長期健康管理のためのフォローアップを実施する。

第6 特例緊急作業に従事する者に対する特別教育の在り方

1 基本的考え方

- (1) 特例緊急作業従事者に対して、放射線による健康影響等のリスクを理解させるとともに、作業内容、保護具の取扱い等を教育することにより、作業中の被ばく線量を低減させることを目的とする。
- (2) 教育の対象者
 - ア 特例緊急作業従事者に対する特別教育は、原子力緊急事態宣言の対象となる原子力施設の「破滅的な状況」を回避することを主たる目的とした作業のために必要な知識や技能を有する者であって、原子力事業者が原子力事業者防災業務計画で定める原子力防災要員を対象とする。
 - イ 特例緊急作業従事者に対する特別の教育は、原子炉施設又は加工施設等での放射線業務従事者に対する特別の教育^(注)の受講者に対して実施するものとする。
 - ウ なお、緊急作業実施中には、特例緊急被ばく限度を適用する必要はないが、建設重機の運転者などの特殊技能者が通常被ばく限度が適用される放射線業務に従事する必要がある場合が想定される。この場合は、速やかに通常の放射線業務従事者の特別教育^(注)を実施した上で、作業に従事させることになる。

(注) 電離則第52条の6及び第52条の7に定める特別の教育。

2 教育の実施内容

- (1) 事業者は、特例緊急作業に労働者を就かせるときは、当該労働者に対し、次の科目について、特別の教育を行う。(詳細は別紙3参照)
 - ア 学科教育
 - ① 原子力施設における特例緊急作業に係る作業に使用する施設及び設備の構造及び取扱いの方法に関する知識
 - ② 原子力施設における特例緊急作業に係る作業の方法に関する知識
 - ③ 電離放射線の生体に与える影響及び被ばく線量管理の方法に関する知識
 - ④ 関係法令
 - イ 実技教育
 - ① 原子力施設における特例緊急作業に係る作業に使用する施設及び設備の構造及び取扱い
 - ② 原子力施設における特例緊急作業に係る作業の方法
- (2) 事業者は、特別の教育の科目の全部又は一部について十分な知識及び技能を有していると認められる労働者については、当該科目についての特

別教育を省略することができる。

- (3) 事業者は、(1) のアに定める学科教育の科目について、教育実施後に変更が生じた場合には、当該変更箇所について再教育を行う^(注)。
- (4) 事業者は、(1) のイに定める実技教育の科目について、その技能を維持するため、1年以内ごとに1回、定期的に、再教育を行う^(注)。

(注) 事業者は、教育を実施する際、適切な方法により、受講者の理解度を確認すべきである。

がん検診等の検査項目及び頻度

検査名	検査項目	検査頻度
胃がん検診	ア 胃エックス線透視検査又は胃内視鏡検査 イ ヘリコバクター・ピロリ抗体検査	ア：1年に1回 イ：各人につき1回
肺がん検診	ア 胸部エックス線検査 イ 喫煙者には、喀痰細胞診 ウ 上記アの検査の結果及び被ばく線量等から医師が必要と認めた場合には、胸部 CT 検査	ア及びイ：1年に1回 ウ：喫煙者に対しては1年に1回、非喫煙者に対しては3年に1回程度
大腸がん検診	ア 便潜血検査 イ 上記アの検査の結果及び被ばく線量等から医師が必要と認めた場合には、大腸内視鏡	ア：1年に1回 イ：10年に1回程度
甲状腺の検査	ア 頸部超音波検査 イ 上記アの検査の結果及び被ばく線量等から医師が必要と認めた場合には、採血による甲状腺刺激ホルモン(TSH)、遊離トリヨードサイロニン(free T ₃)及び遊離サイロキシシン(free T ₄)の検査	ア：3年から5年に1回
その他の検査	ア 肝炎検査 (HBs 抗原、HCV 抗体) イ 腎機能検査 (尿素窒素、クレアチニン、尿酸)、血清電解質検査 (Na, K, Cl, Ca, P)	ア：各人につき1回 イ：1年に1回

被ばく線量と造血機能低下に関する文献のレビュー結果

【文献】

<国際放射線防護委員会 (ICRP) 文献>

- 1 ICRP2007年勧告 (ICRP 2009) の表 A.3.1 では、造血機能の低下のしきい値として、0.5Gy (1回の短時間被ばくで受けた総線量) を示している。その詳細説明として、ICRP Pub. 41 (ICRP 1984) では、以下のデータを検討した上で、「骨髄には再生能力があるので、職業被ばくの場合検出可能な造血機能の低下に関するしきい値は、おそらく年当たり 0.4Sv を超えるところにあり、また致命的な骨髄形成不全に関するしきい値は、たぶん年当たり 1Sv を超えることを意味している」としている。
 - (1) 1Gy を超える全身照射により、白血球数の最も減少する時期が、ヒトでは2週目から5週目にみられ、その(減少の)速さは線量の増大とともに増すとしている (Bond et al. 1965)。さらに、被ばくした人の50%を60日以内に死亡させるのに要する急性照射の吸収線量は正確にはわかっていないが、2.5~5Gy の範囲になると推定されとしている (Bond et al. 1965)。さらに、ヒトでは、0.5~1Gy 以下の吸収線量では、造血機能の枯渇をほとんど生じないので、生存には影響を及ぼさないと記述もある。
 - (2) さらに、照射の分割を行った場合、吸収線量でラットでは 0.5Gy/日 (Lamerton 1966)、イヌでは 0.05~0.1Gy/日を照射されても生存することができるとし、ヒトについては正確にはわかっていないが、事故あるいは治療目的の全身照射の効果に関するデータによると、数ヶ月による遷延照射では、造血系は3~10Gy の照射に耐えるとしている。
- 2 ICRP Pub. 118 (ICRP 2012) パラグラフ 66 では、マヤック核施設の追跡調査の中で、年間被ばく線量が 0.25Gy 未満かつ累積線量が 1.0~1.5Gy の健康な若い男性については、造血機能低下の証拠はないとしている。年間被ばく線量が 0.25~0.5Gy かつ累積線量が 1.5~2.0Gy の被ばくにより、血小板減少症 (thrombocytopenia) と不安定な白血球減少症 (unstable leukopenia) が導かれたとしている。

さらに、パラグラフ 668 では、急性被ばくのしきい値である約 0.5Gy と慢性被ばくの線量率 0.4Gy/年は造血の抑制に対する推奨値 (recommended value) として維持されるとしている。

<ヒトに関する文献>

- 3 ある放射線医学のテキストでは、一般にリンパ球の減少は500mSv で起こるとされているが、その根拠が何であるかをはっきり示している文献はほとんどないとしつつ、米国の対応を紹介している（明石 2004）。
- (1) 米国のエネルギー省により運営されている訓練センターである Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) の見解では、「1958 年のオークリッジの Y12 プラントで起きた事故に関する内部文書に示された被ばく以前の検査結果があり、物理学的に正確に評価できたデータ (Brucer 1959)、ロスアラモス I と II、アルゴンヌ、オークリッジの事故、マーシャル諸島などのデータ (Bond et al. 1965) から、リンパ球減少のしきい値を 500mSv とした。」としている。
- 4 1958 年のオークリッジの Y12 プラントで起きた事故で被ばくした者を対象とした文献 (Brucer 1959) では、低線量被ばくの 3 人について、68.6rad (686mGy) の一人は、リンパ球数は 2,000 を超え続け、放射線影響の明確なパターンは見られなかったとし、原因不明の白血球増加症 (leucocytosis) の既往歴があるもう一人の 68.5rad (685mGy) の者については、3 日目にリンパ球数が 1,220 と最低となり、22.8rad (228mGy) の者については、被ばく後 2～4 週間後に緩やかなリンパ球増加症が何らかの理由で認められたとしている。
- 5 実験室での事故と核実験でのマーシャル諸島などの被ばくに関するレビュー (Bond et al. 1965) では、全身被ばく線量が 100rad (1,000mGy) 以下の場合には、医学的に注意すべき臨床徴候を示すことはないが、実験室での実験においては、50～100rad (500～1,000mGy) の被ばくにより、穏やかなリンパ球の減少があり、何週間にもわたって検出されるとした。
- 実験室での事故 (ロスアラモス I と II、アルゴンヌ、オークリッジ、被ばく線量は 10.8～68rad (108～680mGy) の計 10 人) においては、血液検査での顕著な変化は認められなかったとしている。マーシャル諸島核実験でのグループ III (78rad (780mGy)、28 人) では、最初の数日間にリンパ球数が基準値の 75%程度まで減少したとしている。
- 6 放射線治療を受けた者を対象とした文献 (Nickson 1951) では、60rad (600mGy) の全身被ばくにより、血液の一つ又は複数の細胞要素に際だった影響があったとし、リンパ球数は血液中の要素で唯一、一致した反応を示し、被ばく線量が 27rad (270mGy) だった者を除き、線量が 60～120rad (600～1,200mGy) のグループで、照射後 4 日目に末梢血でリンパ球数の減少があったとしている。(Nickson 1951 の Fig. 2.1-2.5 参照)

<動物に関する文献>

- 7 ラットに関する文献 (Bond. et al. 1965, Suter 1947) によれば、リンパ

球数に関する全身被ばくの影響として、最も低い被ばく線量データである 25rad (250mGy) を含めて、照射 24 時間後に、全ての線量について際だった減少が見られるとしている。より詳細には、250mGy の照射直後には、リンパ球数の約 30%の減少が認められるが、1 週間程度で通常のレベルに戻る。一方、500mGy の照射直後には、リンパ球数の約 60%の減少が認められ、通常レベルに戻るためには、1 か月程度必要であった。(Suter 1947 の Fig. 10 参照)

さらに、リンパ球数の減少の程度については、ラット、サル、イヌについて同様であるとしている。(Suter 1947 の Fig. 3 参照)

<我が国の放射線生物学テキスト>

- 8 一方、複数の我が国の放射線生物学のテキストでは、250mSv をリンパ球の減少が観察される下限値としており、ヒトのリンパ球での染色体異常が観察される下限の線量が 250mSv 程度というレビュー論文がある(米井, 張, 2001)。
- (1) 「放射線被ばくにより末梢血中のリンパ球は、アポトーシスによる細胞死を起こすため、(骨髄からの) 供給の低下を待たずに被ばく直後からリンパ球は減少する。リンパ球減少のしきい値は 0. 25Gy である(杉浦, 山西 2013)。」
 - (2) 「0. 25Gy 以下の線量ではあきらかな自覚症状はなく、臨床検査によっても異常値は現れない。0. 5Gy の被ばくでは、末梢血のリンパ球が減少する。1 Gy では、リンパ球のみならず、白血球全体が減少する(江島, 木村 2002)。」
 - (3) 「25rad (250mGy) 位の照射でも、すでに照射後 15 分位からリンパ球の減少が認められる。この急激な減少は、照射後 48 時間頃まで続き、あとで緩やかな減少となる。従って、48 時間のリンパ球数測定が放射線障害の診断に用いられる。」(北畠, 森田 1991)
 - (4) 「普通の臨床検査の方法でリンパ球の減少を検出できる最低の線量は、全身急性被ばくの場合で、0. 25Sv 程度である。」(吉澤 1984)

【考察】

- 1 ICRP で引用されている文献の多くは急性被ばくに関するものではなく、1Sv を下回る線量での急性被ばくによるヒトの造血機能の低下に関する実証的な研究は、事故や核実験での限られたケースの分析か、医療放射線被ばくのケースに限られ、また、時期が古いものも多い。
- 2 ヒトに関するデータは、250mGy 程度の被ばくでは、明確なリンパ球の減少は認められない (Bond 1965, Brucer 1959)。一方、600mGy 程度以上の被ばくでは、際だったリンパ球の減少 (Nickson 1951)、一定程度のリンパ球数の

減少 (Brucer 1959, Bond 1965) を認める文献がある。ラットにおいては、250mGy の放射線照射直後にリンパ球が 30%程度減少し、500mGy の照射直後にリンパ球が 60%程度減少するというデータがある (Suter 1947)。

- 3 これらの文献からは、リンパ球数減少のしきい値は 250mGy 程度から 500～600mGy 程度の間にあると考えられるが、この間のデータ数が少ないため、しきい値を明確に決めることは難しい。一方で、ICRP は、おそらく、「造血機能の低下」のしきい値として 500mGy の照射によりリンパ球数が約 60%減少した現象をとらえていると考えられる。つまり、リンパ球数が 30%程度減少しても、それが直ちに急性障害として所見を有するわけではないことなどから、ICRP は、「造血機能の低下症」という臨床所見のしきい値として 500mGy を採用したと考えられる。
- 4 これら知見を踏まえた上で、以下の理由から、東電福島第一原発事故時に、緊急作業における被ばく限度として、250mSv が緊急被ばく限度として採用したことは妥当であると考えている。
 - (1) 緊急作業においては、短時間に被ばく限度まで被ばくすることを念頭に限度値を設定する必要がある。造血機能低下によるリンパ球数の減少は、一定以上になると、免疫機能を低下させ、細菌又はウイルスによる感染症のリスクが高まる。
 - (2) また、東電福島第一原発の事故の経験を踏まえると、緊急作業期間中は、狭隘な場所に多人数が長時間滞在すること、シャワー等が十分に使用できないこと、食事が十分でないことなど、感染症のリスクを高める要因が多いことについても留意する必要がある。
 - (3) このため、緊急作業中のリンパ球数の減少による免疫機能の低下を確実に予防するという観点から、同原発事故時に、しきい値を確実に下回る 250mSv を緊急被ばく限度として採用したことは、保守的ではあるが妥当といえる。
 - (4) なお、複数の原子炉の炉心が溶融する過酷事故であった東電福島第一原発の事故においても 250mSv で緊急対応が可能であった経験を踏まえると、今後、仮に、緊急作業を実施する際に、250mSv を超える線量を受けて作業をする必要性は現時点では見いだしがたい。

【参考文献】

- Bond, V.P. et al. *Mammalian Radiation Lethality*. Academic Press, New York, 1965.
Brucer, M. *The Acute Radiation Syndrome A Medical Report on the Y-12 accident*.
United States Atomic Energy Commission, Oak Ridge Institute of Nuclear
Studies, Oak Ridge, Tennessee, 1959.
ICRP. "The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological

- Protection.” *ICRP Publication 103* (2009)
- ICRP. “Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation.” *ICRP publication 41. Annals of the ICRP*, 14, No.3 (1984)
- ICRP “ICRP Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context” *ICRP Publication 118*(2012)
- Lamerton, L.F. “Cell proliferation under continuous irradiation.” *Radiat. Res.* **27**, 119, 1966.
- Nickson, J.J. “Blood Changes in Human Beings Following Total-Body Irradiation” in *Industrial Medicine on the Plutonium Project*. Stone, R.S. (ed.) McGraw-Hill Book Company, New York, 1951. pp. 308-337.
- Suter G.M. *Response of Hematopoietic System to X-rays*. United States Atomic Energy Commission, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Oak Ridge, Tennessee, 1947
- 明石真言. 青木芳朗, 前川和彦編. “緊急被ばく医療テキスト” 医療科学社 2004 年
- 江島洋介, 木村博. “放射線生物学” オーム社 2002 年
- 北畠隆, 森田皓三. “放射線生物学” 通商産業研究所 1991 年
- 杉浦紳之, 山西弘城. “放射線生物学” 通商産業研究社 2013 年
- 吉澤康雄. “放射線健康管理学” 東京大学出版会 1984 年
- 米井修治、張秋梅. “低線量の健康影響－低線量放射線の生物影響と細胞応答－. 日本放射線学術学会雑誌第 58 巻第 10 号. pp. 1328-1334 (2001)

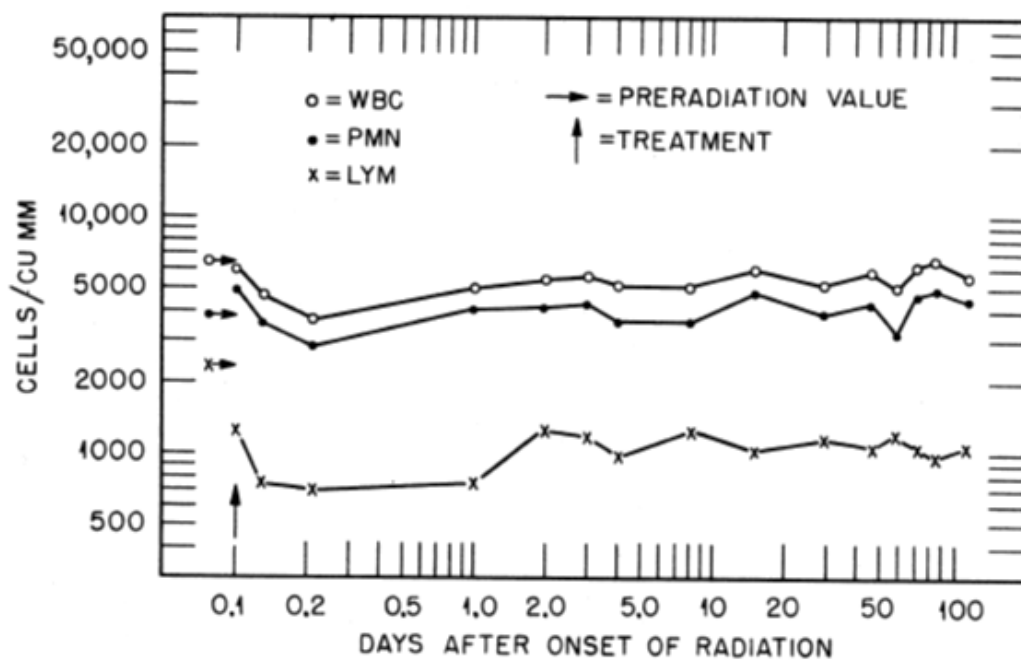


Fig. 2.1—Case 1, responses of blood elements following a single exposure of the entire body to 60 r.

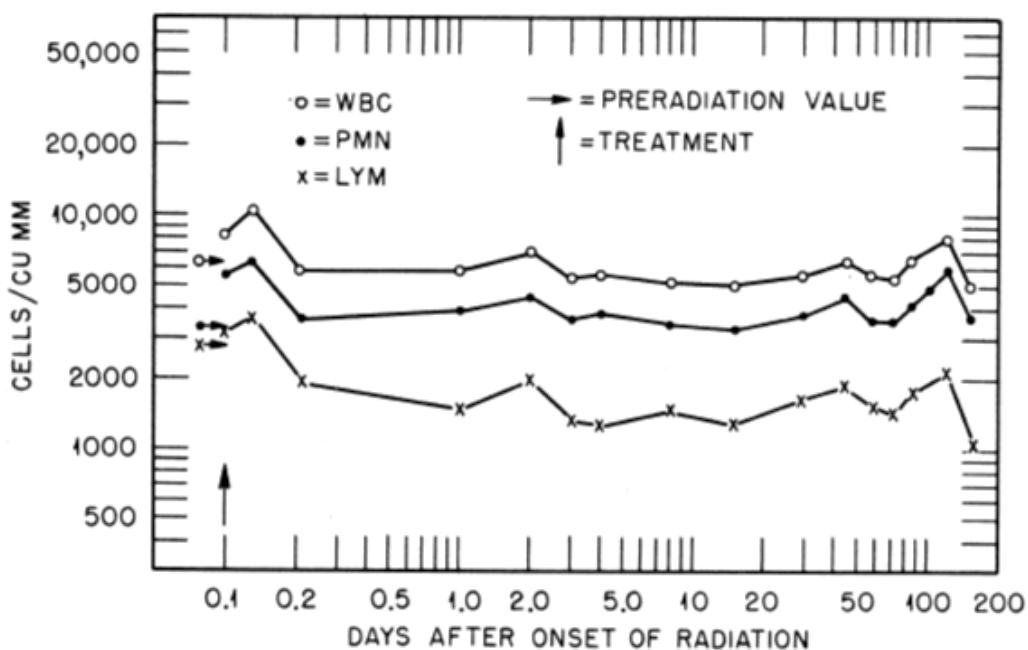


Fig. 2.2—Case 2, responses of blood elements following a single exposure of the entire body to 60 r.

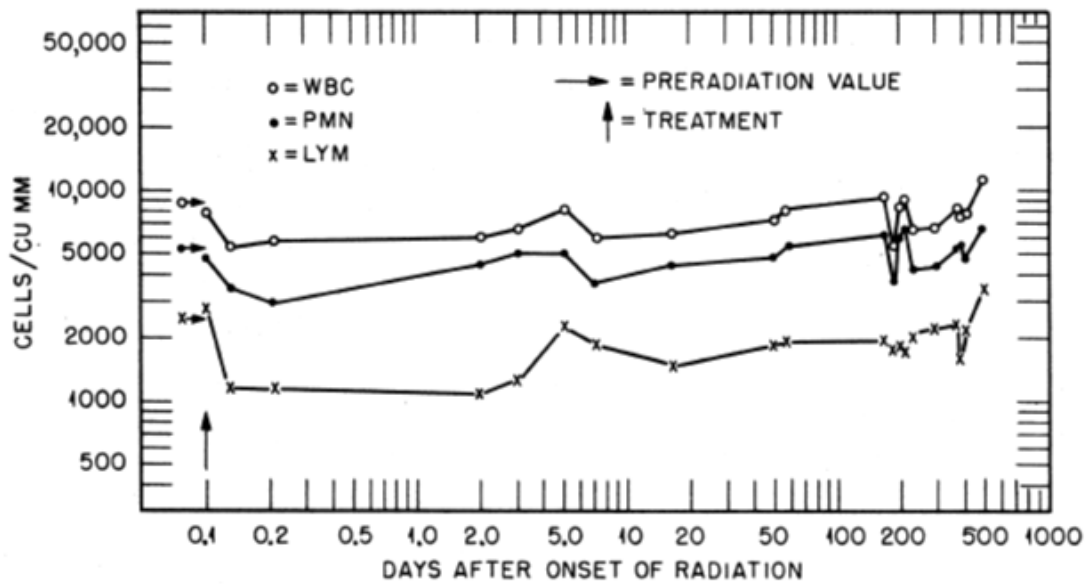


Fig. 2.3—Case 3, responses of blood elements following a single exposure of the entire body to 60 r.

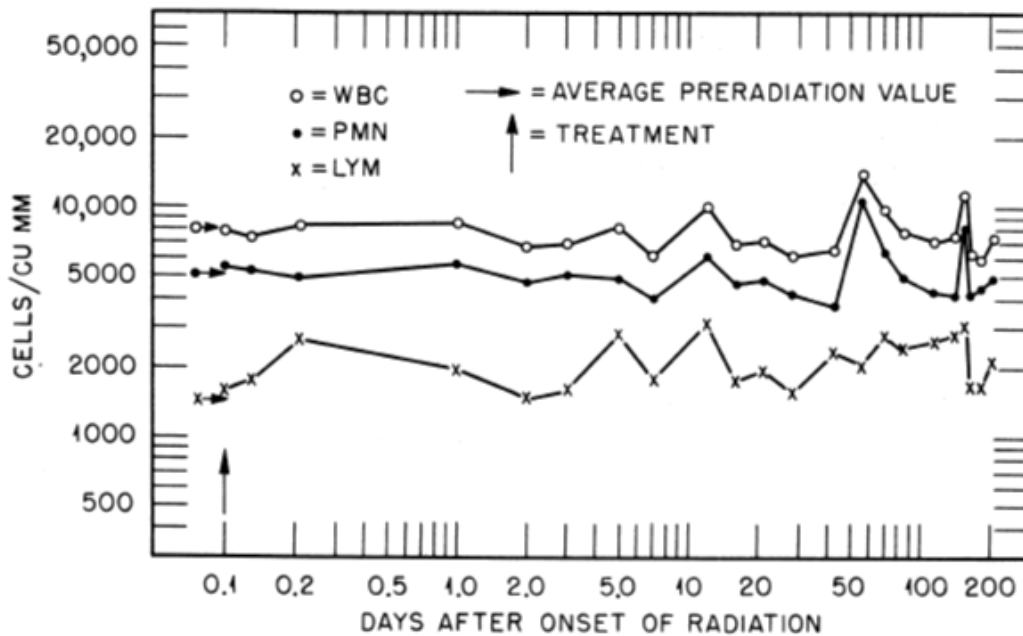


Fig. 2.4—Case 4, responses of blood elements following a single exposure of the entire body to 60 r.

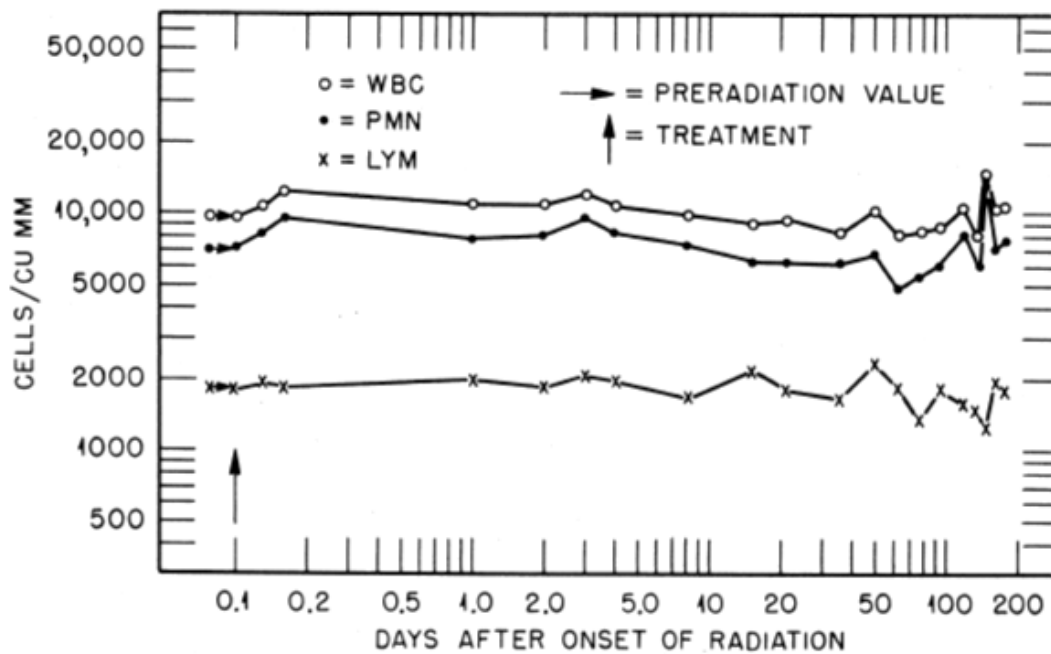


Fig. 2.5—Case 5, responses of blood elements following a single exposure of the entire body to 27 r.

Suter 1947 より引用

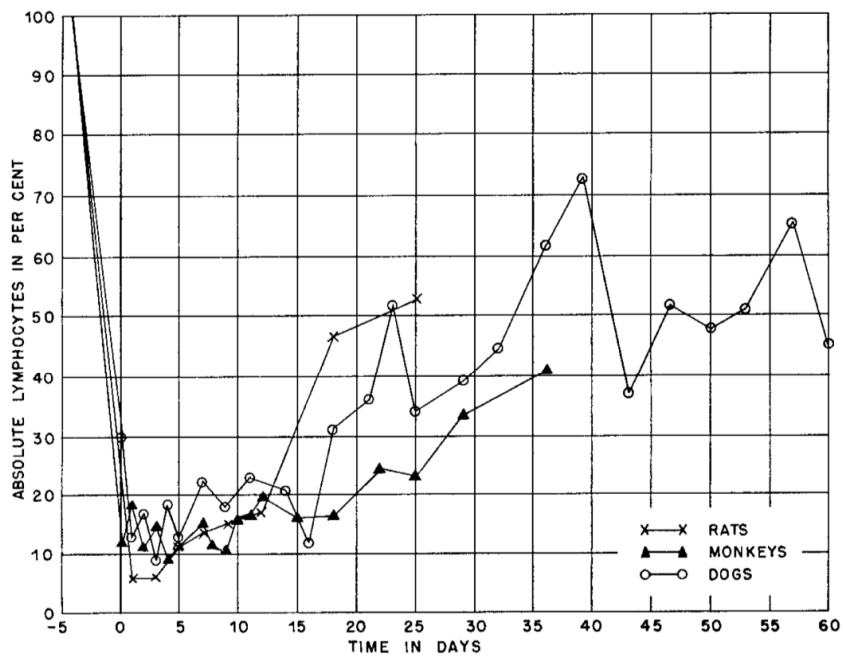


Figure 3. Absolute lymphocytes (300 r).

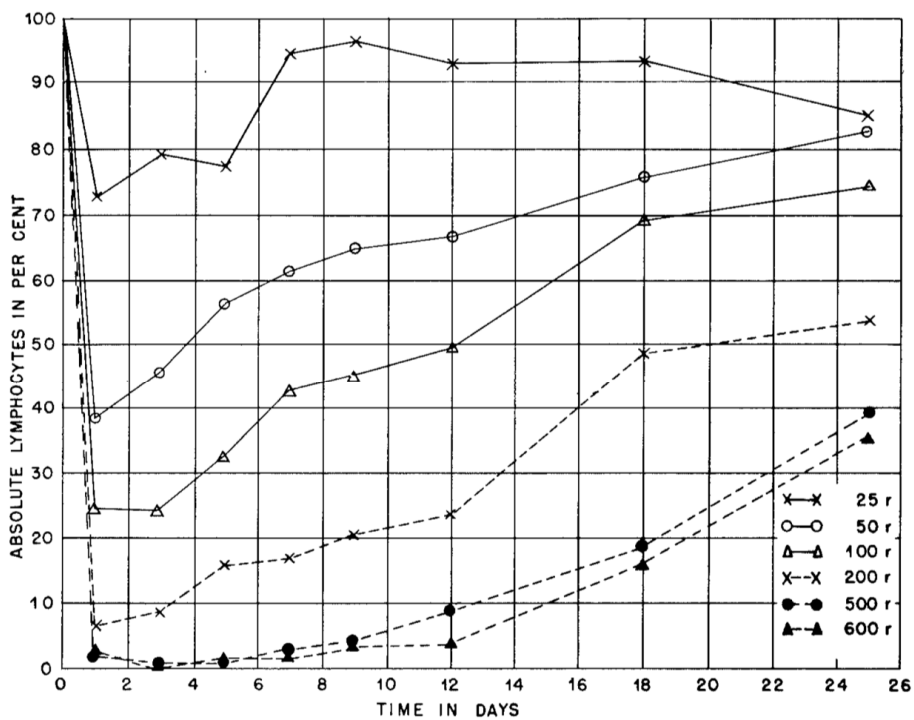


Figure 10. Absolute lymphocytes.

特例緊急作業従事者に対する特別教育

【学科教育】

科目	範囲	時間
①原子力施設における特例緊急作業に係る作業に使用する施設及び設備の構造及び取扱いの方法に関する知識	○炉心損傷の防止、格納容器の閉じ込め機能等の維持、放射性物質の拡散抑制に係る設備及びその他原子力施設における重大事故に対処するための施設及び設備 ^(注1) の構造及び取扱いの方法	2時間程度
②原子力施設における特例緊急作業に係る作業の方法に関する知識	○緊急連絡体制、参集の体制、緊急時の措置の方法 ○情報の収集及び共有の方法 ○想定される重大事故 ^(注2) の概要とそれに対処するための作業の方法 ○その他重大事故に対応するために事前に準備すべき事項 ^(注3) ○緊急作業時に使用する放射線測定器の構造及び取扱いの方法 ○緊急作業時における外部放射線による線量当量率、空気中の放射性物質の濃度の監視の方法 ○作業場所等の汚染の状態の検査及び汚染への対処の方法 ○緊急作業時における身体等の汚染の状態の検査及び汚染の除去の方法 ○緊急作業時に使用する保護具の性能及び使用方法 ○傷病者に対する応急手当の方法	3時間程度
③電離放射線の生体を与える影響及び被ばく線量の管理の方法に関する知識	○電離放射線が生体の細胞、組織、器官及び全身に与える確定的影響及び確率的影響 ○緊急作業時及び緊急作業終了後の健康管理の内容 ○緊急作業時における被ばく限度、特例緊急被ばく限度の内容 ○緊急作業時における被ばく線量測定及び被ばく線量測定の結果の確認及び記録等の方法 ○緊急作業終了後の線量管理の方法	1時間程度
④関係法令	○安衛法、安衛令、安衛則、電離則及び関連告示並びに関連する指針における特例緊急作業の関係部分	0.5時間程度

合計	6.5 時間程度
----	----------

(注1) 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(平成二十五年六月二十八日原子力規制委員会規則第六号)又は再処理施設の性能に係る技術基準に関する規則(平成二十五年十二月六日原子力規制委員会規則第二十九号)で規定する「重大事故等対処施設」、「重大事故等対処設備」等をいう。

教育にあたっては、作業者ごとに、緊急作業時において予定される作業に使用する施設又は設備について重点的に実施する。

(注2) 原子力施設に対する新規制基準適合性に係る審査において想定されている重大事故

(注3) 東京電力福島第一原発事故の教訓を踏まえた事前準備事項等。(平成24年8月10日付け基発第0810第1号に記載されている事項を含む。)

【実技教育】 (注1)

科目	範囲	時間
①原子力施設における特例緊急作業に使用する施設及び設備の取扱い(注2)	○炉心損傷の防止、格納容器の閉じ込め機能等の維持、放射性物質の拡散抑制に係る設備及びその他重大事故に対処するための施設及び設備の取扱い	3 時間程度
②原子力施設における特例緊急作業に係る作業の方法	○想定される重大事故に対処するための作業 ○緊急作業時に使用する放射線測定器の取扱い ○緊急作業時における外部放射線による線量当量率、空気中の放射性物質の濃度の監視及び作業場所等の汚染の状態の検査及び汚染に対する対応 ○緊急作業時における作業者の身体等の汚染の状態の検査及び汚染の除去 ○緊急作業時に使用する保護具の取扱い ○傷病者に対する応急手当	3 時間程度
合計		6 時間程度

(注1) 実技科目の全部又は一部については、原子力施設における防災訓練に合わせて実施しても差し支えない。

(注2) 教育にあたっては、作業者ごとに、緊急作業時において予定される作業に使用する施設又は設備について重点的に実施する。

IV 参考資料

- 資料 1 原子力施設内での緊急作業中の労災被災者対応のあり方に関する有識者ヒアリング結果取りまとめ（第 3 回資料 5）
- 資料 2 作業者の緊急時被ばくに関する国際放射線防護委員会（ICRP）勧告の主な記述（第 1 回資料 17）
- 資料 3 原子力緊急事態への対応について（第 3 回資料 6）
- 資料 4 被ばく線量を考慮した緊急作業の考え方について（第 4 回資料 3）
- 資料 5 緊急作業に従事する対象者に関する考え方について（第 4 回資料 4）