


2020年 2月12日

意見書

福島県放射線健康リスク管理アドバイザー

山下 後一 

1 私の経歴等

私は、長崎大学医学部を卒業後、第一内科で内科学を専攻し1990年10月に同大学医学部附属原爆後障害医療研究施設教授に就任し、2013年4月から長崎大学理事・副学長を務め、2018年3月に定年退職した。

その後も長崎大学学長特別補佐の職責とともに、福島県立医科大学副学長・理事長特別補佐として現在に至り、2019年4からは量子科学技術研究開発機構量子医学・医療部門の高度被ばく医療センター長を兼務している。

この間、2011年3月末から福島県立医科大学特命教授を拝命し、同年7月から2013年3月まで長崎大学を休職し、福島県立医科大学副学長ならびに放射線医学県民健康管理センター長を務めた。

専門は、内分泌・甲状腺学、放射線災害医療学、国際放射線保健学であり、この間、チェルノブイリやセミパラチンスク¹での海外ヒバクシャ医療協力と分子疫学調査研究を主導し、WHOジュネーブ本部・放射線プログラム専門科学官、日本内分泌学会理事・監事、日本甲状腺学会理事長、日本学術会議会員などを歴任した。

2011年3月の震災後からは、福島県放射線健康リスク管理アドバイザー、ならびに同年4月から現在まで内閣官房原子力災害専門家グループの一員を務めている。

【主な経歴】

- ・1978. 3 長崎大学医学部卒
- ・1978. 6 長崎大学医学部第一内科 研修医
- ・1980. 4 長崎大学大学院医学研究科進学(1989.3医学博士取得)
- ・1984. 7 UCLA Cedars-Sinai Medical Center 内分泌研究員
- ・1987. 4 長崎大学医学部第一内科 助手
- ・1989. 7 長崎県立多良見成人病センター 内科医長
- ・1990. 9 長崎大学医学部第一内科 助手
- ・1990.10 長崎大学医学部 教授

¹ 旧ソビエト連邦の核実験場があった地区、現在はカザフスタン共和国に位置する。

- ・2001.6 日本内分泌学会理事
- ・2003. 4 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 教授
- ・2004.12 WHOジュネーブ本部・放射線プログラム専門科学官
- ・2006.12 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 教授
- ・2009. 4 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 研究科長
- ・2009.11 日本甲状腺学会理事長(2013.11まで)
- ・2011. 3 福島県放射線健康リスク管理アドバイザー
- ・2011. 3 福島県立医科大学 理事長付特命教授
- ・2011. 4 内閣官房政策調査員
- ・2011. 4 内閣府 日本学術会議連携会員
- ・2011. 4 日本内分泌学会監事
- ・2011. 7 福島県立医科大学 副学長、特命教授
- ・2011.10 内閣府 日本学術会議会員
- ・2013. 4 長崎大学 理事(国際・附置研究所担当)・副学長(福島復興担当)
(2017. 9まで)
- ・2013. 4 福島県立医科大学 副学長(非常勤)
- ・2017.10 長崎大学学長特別補佐
- ・2019.4 量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門
高度被ばく医療センター長

2 総論

(1)過去の原子力発電所事故の知見

2011年3月11日に発生した東日本大震災とそれに続く福島第一原子力発電所の事故(福島原発事故)は、巨大自然災害により原発事故が発生したという点で、米国スリーマイル島や旧ソ連のチェルノブイリでの原子力発電所事故と大きく様相を異にした。一方で、人的被害の大きかったチェルノブイリ原発事故の経験や広島・長崎での原爆後障害研究を含めた放射線疫学や被ばく医療と健康管理に関する調査研究の成果が、原発事故に伴う混乱の収束や放射性物質による被害の軽減に大いに役立ったことは紛れもない事実である。これまでの放射線疫学や被ばく管理に関する研究や国際的な放射線健康リスク管理に関する考え方を整理しながら論じたい。

東日本大震災以前も、原子力事故の発生に備えた体制整備や発生時の対応策については、国内外でさまざまな制度設計がなされ、事前に事故を想定した訓練もされてきた。特にチェルノブイリ原発事故以降は、国際原子力機関(IAEA)²や世界保健機関(WHO)が緊急被ばく医療体制やネットワークを構築し、原発事故後の防護や対応策のガイドラインづくりをリードしてきた。私自身もWHO放射線プログラムの専門家としてジュネーブ本部に勤務し、チェルノブイリ原発事故20周年のWHO報告書(Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes-Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group “Health”)の取り纏めにも携わった。

チェルノブイリ事故では、事故後5年を経て小児甲状腺がんが大幅に増加した。これは原発事故発生直後に、放射性ヨウ素に汚染されたミルクや食材を摂取し続けたことによる内部被ばくが主因と考えられた。また、避難等による生活環境の変化に伴う心理的・社会的影響の甚大さや健康に与える影響が顕著であることも、チェルノブイリ原発事故に関する研究結果として国際的なコンセンサスとなっている。こうした知見が、原発事故等の非常時における安全確保や放射線防護の在り方について政策決定するうえでの科学的な根拠となっている。

(2) 原子力事故時の放射線防護における国際的なコンセンサス

原発事故等の非常時に講じるべき対策については、東日本大震災以前から、国際的なコンセンサス、特に、学術的な論文解析に基づく「原子放射線に関する国連科学委員会(UNSCEAR)³」の蓄積データを基に、IAEAやWHO、そして「国際放射線防護

² IAEA (International Atomic Energy Agency 国際原子力機関)

- ・国際レベルでの基本安全基準、原子力の平和利用を確立するために設立された国際機関
- ・国際連合の関係機関として、原子力の平和利用と核分裂性物質の国際的な管理を目的とする。オーストリアのウィーンに本部があり、総会、理事会および事務局から組織されている。1953年にアメリカのアイゼンハワー大統領が国連総会で「平和のための原子力」と題する演説を行い、核戦争に発展する危機を回避する狙いから、原子力の平和利用を訴えた。そのために必要な国際機関の設立を提唱し、1957年に国際原子力機関(IAEA)が発足した。核の問題は政治的な色彩が極めて強いため、国連の専門機関ではなく、やや距離を置いた国際機関と位置づけられている。国際原子力機関の目的は、原子力の平和利用を促進すると同時に、軍事技術への転換を防止すること。主に加盟国の原子力発電所を対象に、その軍事利用を未然に防ぐ保障措置(セーフガード)を行い、核分裂性物質の国際的な管理を目指している。放射線利用促進と同時に、防護体系の基準時等を策定している。

³ UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 原子放射線の影響に関する国連科学委員会)

- ・線源と影響に関する科学的データの取りまとめ
- ・1950年代初頭に頻繁に行われた核実験による環境影響および人間への健康影響を世界的に調査するために、1955年12月に国際連合にUNSCEARが設置された。当委員会は、その後、大気圏内核実験の縮小に伴い、調査対象を放射線に係わる人類と環境への重要事項すべてとし、国連総会に報告を行うとともに、適宜詳細な報告書を刊行している。内容は、自然放射線、人工放射線、医療被ばくおよび職業被ばくからの線量評価、放射線の身体的・遺伝的影響とリスク推定に関する最新の情報を総括したものである。この報告書はICRPへの基礎資料となる一方、世界の放射線関係者の拠り所となっている。

委員会(ICRP)⁴」などの勧告や規制に関する基本方針が存在した。

その取り決めには、それぞれの分野の専門家が関与している。放射線の健康影響に関しても、各領域の専門家が科学的なデータを蓄積・検証し、更新し、放射線リスク評価やリスク管理を包括的に行っており、国際的なコンセンサスが存在する。放射線の人体影響については、特に、広島・長崎の長きにわたる原爆被爆者健康調査の外部被ばく影響の疫学調査の結果が、放射線リスク評価や防護基準の一つとなっているほか、すでに触れたチェルノブイリ原発事故後の系統的な疫学調査が実績となって、国際的な防護基準の策定に反映されている。

繰り返しになるが、今回のような複合災害であっても原発事故の非常事態に対応する上で重要なことは、これまでの科学的な知見に基づいた国際的なコンセンサスが存在し、他のリスク回避とのバランスを考える必要があるということである。特に、放射線影響を科学的かつ網羅的に調査しているUNSCEARの学術的報告内容が重要であり、専門委員らにより精選された学術論文や研究成果を基に、さらに専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行う民間の国際学術組織であるICRPが、放射線防護に関する種々の政策提言やガイドライン策定を長きにわたり担当してきた。ICRP勧告とは独立して、IAEAは基本的な安全指針(BSS; Basic Safety Standard)を関係事項ごとに順次策定し、放射線事故や原子力事故に際しての避難や防護の基準を勧告している。さらにWHOが保健医療に関する健康影響評価と緊急被ばく医療ネットワーク(REMPAN; Radiation Emergency Medical Preparedness and Network)に関して取り纏めていた。たとえば、事故直後の放射性ヨウ素被ばくによる甲状腺への被ばく線量低減・阻止に関するガイドラインの策定や、防護薬・治療薬の備蓄計画、そして生物学的な線量評価の精度管理などが国際条理で定期的に協議されてきた。

特に、科学的知見に基づく、確率論的な放射線リスク評価については、原爆被爆者約12万人にわたる長期疫学調査を行ってきた放射線影響研究所の蓄積されたデータが重要であり、一度の被ばくでは、固形がんや白血病のリスクは100~200mSv以上から直線関係リスクが推計され、それ以下では有意差は検出されていない。

さらに他の国際的なデータを勘案して、UNSCEARが低線量の放射線生物影響の

⁴ ICRP (International Commission on Radiological Protection 国際放射線防護委員会)

- ・ 防護の枠組み
- ・ イギリスの独立公認慈善事業団体であり、1928年設立の「国際X線及びラジウム防護委員会」を基に、1950年に独立して対象を電離放射線に広げ、今の名称となった。ICRPの事業目的は、科学的、公益的観点に立って、電離放射線の被ばくによるがんやその他疾病の発生を提言すること、及び放射線照射による環境影響を低減することにある。ICRPは、主委員会と常設の45委員会(放射線影響、被ばく線量、医療放射線防護、勧告の適用)及びそのタスクグループで事業を進めている。メンバーはボランティアで参加する世界の専門家である。事業の成果は、委員会勧告や委員会報告としてICRPから出版される。そのうち、放射線防護の考え方(理念)、被ばく線量限度、規制のあり方等に関する主委員会の勧告は、世界各国の放射線被ばくの安全基準作成の際に尊重されている。ICRPの活動資金は、放射線防護に関心のある多くの機関からの寄付と出版物の印税で賄っている。福島原発事故について、タスクグループ84(TG84)は2012年10月に報告書「日本の原発事故の初期の教訓に対するICRPの放射線防護システム」をまとめた。

調査研究を始めとして、疫学調査研究解析による放射線と発がんリスク、さらに放射線誘発がんの疫学的検討など、膨大な研究成果の取り纏めをおこなっている。その結果からも人における100～200mSv以下での発がんリスクは証明されていない。これら放射線影響の研究成果から、高線量域における線量依存効果の疫学データを、100mSv以下の低線量域に応用し、その集団リスクを帰納的に推理することは不適切とされている。

一方、防護の考え方は、できるだけ無益無用な被ばくを避けることを原則として閾値無し直線関係LNT (Linear Non-Threshold) の影響仮説を採用し、100mSv以下でもその防護量を年間、あるいは生涯被ばくの積算線量に置き換えて安全を担保する政策を採用している。この原則がALARA (As Low As Reasonable Achievable) という考え方である。

(3)放射線リスクコミュニケーションとクライシスコミュニケーション

ア 事故前の放射線リスクコミュニケーション

ただ、非常時の対策については、専門家の間では議論されても、国民の間では理解が得られるような機会は少なく、緊急被ばく医療への関心は低かった。

放射線リスクコミュニケーションについては、原子力安全神話の影響もあり国内では真剣に取り上げられることは少なかったように感じる。はじめに、リスクコミュニケーションを定義すると、「対象のもつリスクに関連する情報を、リスクに関係する人々(ステークホルダー)に対して可能な限り開示し、たがいに共考することによって、解決に導く道筋を探す思想と技術」(参考1)となり、平時の学習と研鑽により実践されるものと考えられる。放射線リスクコミュニケーションとは放射線のリスクを扱うものであり、その影響すなわち環境リスクから生命リスク(遺伝子や細胞、臓器)まで様々であり、特に、健康リスク、精神心理的リスク、さらに社会リスク、経済リスクなど幅広い内容を含む情報の共有と相互理解が目指される。

長崎大学では、2010年に『リスクコミュニケーションの思想と技術』、2011年に『リスク認知とリスクコミュニケーション』という、放射線リスクコミュニケーションに関する2つの出版物を刊行したが、福島原発の事故時には原子力事故対応の教科書的役割を果たす刊行物は他になかった(2012年に、合冊の『放射線リスクコミュニケーション;健康影響を正しく理解するために』として出版)。

また2011年2月には、長崎大学などがWHOの緊急被ばく医療ネットワーク国際専門家会議(第13回WHO-REMPAN会議)を長崎で開催し、原発事故への対応訓練等を行い、放射線事故対策のノウハウを蓄積していた。しかし、「原発事故と原爆は同義であり、白血病やがんを発症し、死に直結する」という短絡的な思考パターンが広く存在し、報道機関も含めて正しい科学知識、特に、放射線生物学、放射線疫学の理解は皆無に近い状況にあった。すなわち、平時の放射線リスクコミュニケーションが欠落し

ていた。結果として、東日本大震災当時は、環境汚染に伴う放射線被ばくの健康影響を実態以上に深刻に受け止め、他のリスク回避行動とのバランスを欠いた過剰な反応をする土壌が日本にはあったといえる。

イ 事故時のクライシスコミュニケーションの在り方等

平時の放射線リスクコミュニケーションと危機的状況下でのクライシスコミュニケーションとは全く異なる概念である。事故初期の住民対応は原子力災害対策指針の中で準備された危機管理におけるルーリング、すなわちガバナンスの下で行われる。

平時の放射線リスクコミュニケーションと非常事態でのクライシスコミュニケーションの在り方が全く異なるという点を以下で説明する。

① 平時の放射線リスクコミュニケーションでは、放射線医学総合研究所(現在の量子科学技術研究開発機構)が事故前からホームページで紹介しているように「生活の中の放射線被ばく線量」とそれに追加した線量率の考え方や日本全土の自然放射線(線量率)が基礎知識となる。さらに、世界各国の大地からの年間平均自然放射線(UNSCEAR2000(参考2))も自然界に存在する放射能からの日常被ばくを理解する為の平時のリスク情報であった。あるいは計画的な医療被ばくのときの放射線リスクコミュニケーションなどである。

しかし、普段からこれら放射線の基礎知識がない、あるいは不十分な中で、現実問題として原子力災害が突然に引き起された場合、公衆被ばくの阻止や低減に向けた初期対応は、避難、屋内退避などに応じた非常事態対応、すなわちクライシスコミュニケーションが必要となる。それ以外の居住地域での放射線リスク管理も平時と異なる線量基準、あるいは参考レベルに沿った対応となる。今回の福島原発事故がまさにそれである。

② 本邦では、原子力災害対策特別措置法に基づく、国、地方自治体、事業者レベルでの原子力災害対策マニュアルに沿った非常事態対応が準備されていたが、現地災害対策本部(オフサイトセンター)の避難に伴い、福島県内では判断に資する情報が不足し、政府、原子力安全委員会等からの指示等も具体的に現場に届かなかつた。こうした中、専門家の一人として3月19日から福島県放射線健康リスク管理アドバイザーを委嘱され、限られた情報の中での非常事態対応として、県民への放射線健康リスク説明を引き受けたのだが、クライシスコミュニケーションが必要とされる非常事態時の住民への説明は初めての経験であった。混乱と混迷が重なる渦中では、緊急時被ばく状況であると認識し、20mSvから100mSvの幅をもつ間での防護を考慮した活動となる。しかし、専門家が共通理解していた参考レベル(年間100mSvに達するような線量では、防護対策が正当化される)という考え方は周知されておらず、その説明に苦慮した。なぜなら平時の公衆被ばく線量限度は年間1mSvであるから、そのギャップについてほとんど理解されなかつたからである。当時、参考とした放射線の人体影響の

尺度図は、アメリカエネルギー省が平時に活用している線量レベルごとの6段階の線量の考え方であり、4月中旬以降は、放射線防護の線量の基準の考え方(ICRP103(参考3))の勧告を受けて原子力安全委員会が作成)を参考に、平時ではない事故発生直後から事故継続時、さらに事故収束後の環境汚染による現存被ばく状況という異なるフェーズに応じた線量レベルを参考に、他のリスク(避難リスクや二次的な精神・身体影響、経済リスクなど)との比較から、クライシスコミュニケーションを実践した。すなわち、年間1mSvや年間20mSvを超える被ばく線量でも年間100mSv以下であれば、その健康リスクは無視できるか、あるいは他のリスクに隠れて検出されないという白、黒の明確なラインとして100mSvという参考レベルとして説明した。また、放射線の健康影響はその被ばく線量に依存することから、健康影響量と防護量の違いを説明したが、実際に予想される公衆被ばくは、はるかにそれよりも低いものであると当時から判断されていた。しかし、まさに「覆水盆に返らず」という被ばくの状況から、「放射線はどこまでなら安全か」をゼロリスクの考え方では説明することはできず、種々の情報が錯綜する渦中においては、平時と非常事態での許容される国際的コンセンサス下での線量レベルの考え方の違いについての理解を得る事は困難であった。

ウ ポストクライシス時のリスクコミュニケーション

危機的状況を脱した後のポストクライシス時のリスクコミュニケーションとは、ある意味、「現存被ばく状況」下でのコミュニケーションとなり、平時のリスクコミュニケーションとは同じ状況ではない。すなわち事故前の平時でのリスクと事故後のポストクライシス時のリスクの対応には大きな違いがある。すでに被ばくを余儀なくされたという状況下では、健康不安や恐怖が深刻であり、より科学的知見を用いた実際の健康リスクと防護基準との関係、その影響の不確定、不確実性について、国際的なコンセンサスに基づき説明しなければならない。

すなわち、ポストクライシス時における環境中の微量な放射線は無視してはならないものの、逆に過剰過敏な反応も可能な限り避ける方策についてのコミュニケーションが必要であった。そのために、防護基準がより安全側に立って制定されていること、年間20mSvの被ばく線量の意味、放射線以外の他のリスクとの比較等についての説明を行った。特に医療関係者はじめ、現場での放射線リスクや防護の相談に係る関係者への啓発と教育を多方面で多角的に展開してきた。そして、福島復興に向けた集団リスクの説明から、順次個別対応の放射線リスクコミュニケーションへと変化している。

以上、事故時、クライシス時、そしてポストクライシス時においては、年間100mSv以下では、がん発症のリスクが高まるとの確立した知見はないということ、さらにポストクライシス時での健康リスクの問題については、緊急被ばく医療に関する国際的なコンセンサスに沿った専門的アドバイスを、県内各地での講演と質疑応答で対応した。依頼

された福島県内での講演や説明会に際しては、時々刻々と変化する環境放射能モニタリングのデータや関連情報を咀嚼しつつ対応してきた。

(4)福島原発事故対応の概況

今回の事故では「想定外」という言葉がよく使われた。実際、福島第一原発事故では、国内の事前の準備や訓練で想定していたこと以上の事象が生じた。たとえばオフサイトセンター自体が避難を余儀なくされ全く機能しなかったし、防護指示から安全な避難指示等の移行に関する混乱も生じた。未曾有の大震災と原発事故という複合災害のため、本来、市民に提供されるべき適切な情報の伝達が十分でなかったばかりでなく、真偽のほどが不明な健康影響情報が拡散し、また後から後から事故そのものに関する予期せぬ情報が出て来て、結果として政府が発信する情報や専門家への信用が失墜し、事態を紛糾させる結果ともなった。すなわち、政府や専門家に対する信頼関係の構築が困難な事故後の混乱期にあっては、リスクの大小を冷静に議論するのではなく、極端に言うところ「危険か、危険でないか」の二者択一の議論が席卷したことで、クライシス期とポストクライシス期のいずれにおいても、現場でのガバナンスや情報共有のあり方、信頼関係の構築などが大きな課題であった。特に、低線量・低線量率被ばくの健康影響に対するリスク対応の中での放射線リスクコミュニケーションは、関与するステークホルダーの多様性と時間の経過による情勢変化に伴い、その取り組み方法などが多岐にわたった。すなわち、流布される情報の正誤の確認、その伝達手段と内容の違いなどから最終的な受け手のリスク認知の違いと複雑性への配慮が、総合的に求められるという初めての経験であり、今なお困難な状況が続いている。

長崎大学では、当初、文部科学省の要請により、3月13日夜に緊急被ばく医療に関わる第一陣のチームを福島県に送り出し、放射線医学総合研究所の指揮下で、福島県立医科大学を拠点に福島第一原発やその周辺からの緊急被ばく医療への対応にあたった。3月17日と18日には、福島県の要請により高村昇教授と私を相次いで福島県立医大に派遣し、幹部や職員向けの放射線健康リスクについての啓もう活動を実施すると同時に、翌19日午後、福島県庁で幹部職員らへの放射線・放射能の説明と健康リスクの説明を行った。その後、私と高村教授は、福島県から「放射線健康リスク管理アドバイザー」に任命され、被ばくの健康影響に関する科学的に正しい情報を県民に伝えるという職務を任されることとなった。19日夕方には県庁でのぶら下がり記者会見に初めて応じ、その後は県の調整に従い、各地で住民への放射線健康リスクについて説明し質疑応答に対応した。3月20日以降の県民の健康影響の危険は少ないという認識のもと、説明をした。また、安定ヨウ素剤の予防的服用は、放射性ヨウ素の吸入を事前に阻止し、甲状腺への被ばくをブロックする為に予め服用するようにマニュアル化されていて、本来、避難に伴って服用すべきものであるが、すでに避難が完了し

ていた。このため、ヨウ素剤の予防服用についての必要性はないと3月19日の記者会見で意見を述べている。

3月20日のいわき市平体育館での避難者への説明会を皮切りに、福島県下各市町村で、被ばくの影響に関する啓発活動を行った。大勢の聴衆を前に、まずは落ち着いて行動することの大切さと正確な情報の入手と冷静な判断の必要性を大きな柱に、時間の制約の中でも聴講者との質問に丁寧にお答えした。

情報不足と混乱の渦中において、クライシス時の沉着冷静な対応を県民に期待して、放射線健康影響について情報提供を行い、概して冷静な質疑応答が4月中旬まで続いた。これらの講演や説明会では、国際的なコンセンサスに基づき放射線健康リスクの説明を行っている。

こうした講演会での説明の根拠は、先にも述べたように、科学的な根拠に裏打ちされた研究成果と国際機関によるガイドラインに沿ったものであり、非常事態での健康リスクはどこまで許容されるかを前提とした国際的なコンセンサスである。東日本大震災当時で言えば、2007年版の「ICRP103勧告書」が非常事態での放射線被ばくの防護対策の考え方を明示しており、日本政府が直後に出した避難指示や屋内退避指示、6月に日本学術会議が出した会長談話もこれに沿ったものだった。

原発事故等での住民被ばくの恐れがある場合、ICRP103勧告によると参考レベルの最大値は急性で受ける若しくは年間を通して受ける100mSvであるとされており、また、原子力安全委員会がとりまとめた「原子力施設等の防災対策について(平成22年8月一部改訂)」によれば、外部被ばくによる実効線量が10～50mSvの場合における防護対策の内容は、住民は自宅等の屋内へ退避されることとされ、50mSv以上の場合には、住民は、指示に従いコンクリート建家の屋内に退避するか、又は避難することとされている中、誰も年間100mSv以上のところに滞在する事は許されないという考え方に沿って説明をした。すでに3月12日以降15日までに避難指示対応は完了していた(その後年間20mSvを超すと予想された地域の計画的避難区域が指定)。

放射能による健康への影響(リスク評価)については、広島、長崎の原爆被爆者データ、UNSCEARの科学的知見に加えて、IAEAやWHOのガイドラインに基づいて当初から説明をしている。

また、急性一過性被ばくの原爆被爆者と、チェルノブイリ原発事故の健康影響に対する国際的、科学的コンセンサスを得た放射線健康リスクに基づき説明をし、同時に、原発事故後の非常事態対応時の線量限度に沿った説明を行なっている。

各所で開かれた講演会では聴講者の質問などに極力丁寧に答えたが、もともとの聴衆間の知識量に大きな差があるうえ時間的な制約があるなかでは、「一度の被ばく

による線量」と「長期にわたって被ばくしたときの積算線量」の身体影響の違い⁵などを正確に理解させることは難しく、新聞やテレビなどで伝えられる、放射能に関わるさまざまな単位の違いやその数値の意味について理解を促すことも困難な状況であった。そのような中ではあったが、福島県立医科大学を通じて、後方支援体制を構築し、同時に放射線リスクに関する情報発信を実施し、政府の方針とも齟齬のない放射線健康リスクに関する説明を続けてきている。

⁵ 一過性の放射線被ばくと慢性の放射線被ばくの健康影響についての考え方の相違

同じ線量を被ばくする場合、生物学的には、一度に瞬時に被ばくする場合と、ゆっくり時間をかけて被ばくする場合とでは、単位時間あたりの遺伝子損傷や修復の進み具合、そして細胞反応、その結果引き起こされる健康影響は大きく異なる。例えば、1mSvを瞬時に被ばくした場合に引き起こされる遺伝子損傷は、一日あたり、生体内の新陳代謝の結果生じる活性酸素による遺伝子損傷よりもすでに低いレベルだが、年間1mSvの場合は、その値をさらに365日で割ることになるので、普段の生活の中で自然に生じている遺伝子損傷のレベルと比較すると、はるかに低いレベルとすることができる。では、私たちの体の一個の細胞に日々引き起こされているこれらエネルギー代謝、すなわち新陳代謝で生じる細胞内の遺伝子損傷はどの程度なのか。実験的に観察される遺伝子損傷の数から推定すると、低く見積っても年間約100mSv程度を被ばくしたのと同程度の損傷数となる。これは、おおよそ1時間あたり10 μ Sv程度と換算される。その為に、例えば、年間20mSv程度の積算被ばく線量であっても、各臓器の個々の細胞内での新陳代謝の影響に埋没してしまい、健康影響が放射線被ばくのせいなのかどうか検知できないことになる。

なお、日本医師会座談会(2011年4月)、福島県医師会報誌(2011年4・5月号)や日本防火・危機管理促進協会での自治体職員への講演会(2011年4月)などでは、UNSCEARの科学的な「放射線健康影響線量」とICRPの政策的提言の「放射線防護線量」の考え方の違いを中心に説明している。非常事態においては、短期間での避難や屋内退避が放射線防護上求められるが、その上でICRPも住民の被ばく線量は、年間100mSvを超えない範囲で線量の低減に向けた努力を勧告している。しかし、平時の年間1mSvとの公衆に対する追加参考レベルに対して、突然の非常事態では100mSvの参考レベルを基にして説明し、すでに避難された福島県の一般住民は誰もこのレベルにははるかに届かない被ばく線量であろうことを、その安全材料の一つとして説明したが、理解は困難であったと考えられる⁶。政府からの住民の安全確保に関する年間20mSvの避難指示基準が出される前までは、ICRP勧告に沿った説明を当初から実施してきた。4月中旬以降は、原発事故が発生し「覆水盆に返らず」の状況のなかで、それを乗り越えて復興に向かう際の環境汚染に伴う公衆の被ばくリスクの説明を行い、計画的避難区域の指定後からは、ICRPとIAEAの現存被ばく状況における放射線防護の基準値を考慮して活動してきた。さらに、学校での線量限度から、できるだけ早く余分な積算被ばく線量を1mSv/年以下に近づけるといふ政府指示に従って行動している。

また、結果としてみても、ICRP103勧告書に準拠して説明しているのも、国際的コンセンサスに沿っている。私自身は、放射線健康リスク管理アドバイザーの立場で、主と

⁶ 非常時の100mSvと平常時の1mSvの隙間(つなぎ)の考え方(線量レベルと健康影響の関わり)

ICRPでは、UNSCEARの科学的エビデンスを基本に、国際的な専門家のコンセンサスを受けて、各国に防護の指針を提言している。ICRPは、人が受ける被ばくを、被ばく状況が管理できる計画被ばく状況、核テロや事故等非常事態(緊急時被ばく状況)、そして事故後の回復や復旧の時期(現存被ばく状況)の3つに区分し、放射線から人々や環境を守る為に、参考となる線量レベル(幅)を示している。計画被ばく状況では、身体的障害(通常一度に500から1000mSv被ばくした場合の確定的影響;別名組織反応)を起こす可能性のある被ばくは、絶対にならないように防護対策を計画する。その上で、将来起こるかもしれないがんのリスクの増加もできるだけ低く抑えることを、放射線防護の目的としている。この考え方の基本は、高い線量を受けた場合、1000mSv当たり10%(瞬時、短期間の被ばく)または5%(何年にもわたる被ばく)程度、がん発生率の増加があると疫学調査の結果に基づく。なお、100mSv以下では、科学的には確認されていないが、高線量被ばくの場合と同じ割合でがんの発生率が増加(=100mSvで1%または0.5%)する、と放射線防護上想定している。そのため、放射線や放射性同位元素を扱う場所の管理をすることにより、一般人の被ばく線量は年間1mSv以下になるようにしている(公衆の線量限度)。また、放射線を扱う業務に従事し、被ばく線量を常時観測できる人には、5年間に100mSv(年間最大50mSv)という被ばく線量限度を定めている(職業被ばくの線量限度)。一方、万一事故や核テロにより大量の放射性物質が環境に洩れるような非常事態が起こった場合には、緊急時被ばく状況と定義して、「重大な身体的障害を防ぐ」ことに主眼をおいて対応する。

このため、事故が起きた場合には上記の線量限度は適用せず、一般人の場合、ICRP2007年勧告では、緊急時被ばく状況において計画される最大残存線量の参考レベルについては、典型的には予測線量として20mSvから100mSvの幅の中にあるとの見解が示されており、それ以下に被ばく線量を抑えるように防護活動を実施する。また、緊急措置や人命救助に従事する人々については、状況に応じて、500~1000mSvを制限の目安とすることもあり得る。その後、回復・復旧の時期に入ると、住民の防護目安は、緊急時の目安線量よりは低く、平常時の線量限度までの、年間1~20mSvの間に設定することになる。このように、100mSv以下での放射線防護の考え方は、実際の放射線の発がんリスクだけの問題だけではなく、事故後の避難やストレスその他の発がんリスク要因も加味して、総合的に現存被ばく状況下での線量管理の在り方について、被ばく線量の幅をもった参考レベルとして示されている。

して健康リスク評価に基づく放射線の健康影響についての話をしているが、それに影響を及ぼす外部被ばくのみならず内部被ばくについても説明し、食の安全管理の話にも言及した。より一層、食品の安全と安心を確保するため、国際的なコンセンサスを得たチェルノブイリでの内部被ばくに関する我々の研究成果に基づき、食品から許容することのできる放射性セシウムの線量が、年間5mSvから年間1mSvに引き下げられたことの意味を解説し、現時点で振り返ってもその内容は妥当なものであったと考えている。

3 福島原発事故後の各局面における対応について

以下では、事故後の各局面における私の対応の概要、発言の趣旨等について述べたい。

(1) 2011年3月の原子力発電所事故直後、福島県から放射線健康リスク管理アドバイザーを委嘱され、受諾した経過

3月15日夕方、文部科学省からの要請で福島県へ派遣していた長崎大学緊急被ばく医療チームから、福島市内での放射性降下物の計測報告を受け、17日には福島県立医科大学(福島医大)と福島県からの招聘要請を受け、福島医大と長崎大学の両大学学長間での支援協力の承認がなされたことにより、翌18日に福島医大への緊急被ばく医療の対応支援と、放射線リスクについての医療関係者への説明を目的として福島県に派遣されることになった。

(2) 2011年3月18日、福島県立医科大学教職員を対象とした講話について

県内医療の中核機関である福島医大が、病院インフラの重大な被害に加え、原発事故と放射性物質に対する教職員らの未経験と不安等から病院機能そのものの継続が困難となり深刻な状況に陥っていた。

そのため、医大災害対策本部から依頼を受けて、放射線災害医療の専門家、そしてチェルノブイリ原発事故後の医療協力の経験から、教職員を対象に直面している福島原発事故の緊急時対応をどう考えればよいかについて、私と他の2名(高村、松田)の長崎大学教授が講話を行った。

「放射線被ばくの直接影響と降下物による間接影響の違いの話」と「低線量被ばくに伴う健康リスクの話」をし、事故後の被ばくでリスクが高いのは事故処理にあたっている現場での作業員や緊急事態対応者であること、その高度被ばく医療への対応が医大で求められること、これに対して医大は原発から60km離れているので、計測されている環境放射能レベルではここにいる教職員らは自らの健康影響を懸念する必要がないこと、医大としては長期にわたる県民への健康対応が求められるなどの趣旨の話をした。

(3)2011年3月19日、佐藤雄平県知事との面会について

福島医大から福島県への挨拶と災害対策本部の視察を依頼され、自治会館を訪問し、県の関係職員と面談した。

その折、知事が居られたので初対面のご挨拶をした。短時間の面会ではあったが、知事を激励し、県民への健康リスク面では、情報が乏しい現場状況ではあるものの不安や過度の心配、さらに混乱や低迷による他のリスクの方が、放射線リスクよりはるかに大きいことを説明した。

その後、県の関係職員との面談の中で、高村教授と私が放射線健康リスクの専門家として、「福島県放射線健康リスク管理アドバイザー」への就任を依頼され、承諾した。

(4)2011年3月19日、放射線健康リスク管理アドバイザーを受諾した直後の記者会見について

19日夕方、県からの突然の記者会見の要請に応じ、記者の質問に答える形での会見を行った。当日の福島市内での空間線量からは福島市内での健康影響は考えられないというスタンスの発言を行った。

放射線健康リスク管理アドバイザーの立場で緊急事態のICRPの勧告に従い、避難指示である年間100mSvを超えてはならない参考レベルとして話をしている。国際的な防護基準は、事故直後数日間そこに居続けると10mSvを超すと予想されると屋内退避、50mSvを超すと予想されると避難指示であり、その後は緊急時の参考レベルとして年間20から100mSvの幅(参考レベル又は拘束値)で、できるだけ低い線量参考レベルが設定されることになっている。事故後1週間の被ばく線量が最も懸念され、一時的に高い値を示したとしても、その後時間の経過とともに空間線量率は減衰、低減すると予想されていた。

問答の詳細は記憶にないが、原発事故の状況から予断を許さないものの、不安と恐怖の中であっても冷静な対応を呼びかけることを意識していた。

その中でヨウ素剤についての記者からの質問に対しては、3月19日、すでに放射性ヨウ素の最大放出は終了し、避難、屋内退避が完了後での安定ヨウ素剤の服用の意味はないという趣旨の説明をした。放射性ヨウ素の内部被ばくを低減阻止する甲状腺ブロックの服用タイミングを逸した以上、甲状腺被ばくの阻止効果が期待されない後追い服用の副作用と混乱を防ぐ意味でも、その時点では服用する必要はないと考えていた。

また、当時、混乱の一因と考えられていた数値の意味、具体的には1ミリシーベルトや1マイクロシーベルトといった数値がどのような意味をもつのかについて説明した。

私がアドバイザーを引き受けた理由は、第一に医学的な立場から放射線健康リスク

管理に関する専門的なアドバイスをするものである。恐怖と不安の渦中にいる福島県民に対して正確な放射線情報が乏しい状況下で、国際的なコンセンサスに基づいて回答したものである。

(5)2011年3月20日、いわき市で行った講演について

県からの依頼により、いわき市平体育館で、長崎大学の高村昇教授とともに放射能と放射線の違い、大量被ばくと低線量被ばくの影響の違い、さらに放射性降下物を浴びた場合の影響などについて、原爆医学調査研究や、チェルノブイリ原発事故後の医療協力と国際機関での活動経験をベースに説明した。

原発事故による放射能を火山の爆発の灰に例えて説明し、火山の近くにいると火砕流で火傷や重傷を負うが、離れていると火の粉、もっと離れると灰と同じなので洗い落とせるという例を用いて、いわき市の放射線リスクの現状について説明した。

すでに危険な地域の原発周辺住民に対しては、避難と屋内退避指示が出され、3月20日のいわき市の平体育館での説明会と質疑応答は、その場におられた避難者が対象であり、発言の一部が誇張され、後日非難の対象となる誤りは、その場の状況と全体の流れを正しく理解していないことによる。原発事故から1週間を経過している中で、放射線被ばくによる直接リスクは、避難等により最小限に抑えられていると判断していた。

(6)2011年3月21日、福島市で行った講演について

県からの依頼により、福島テルサで講演をした。

異様な雰囲気の中で大勢の市民の前での初めての講演と質疑応答であり、緊迫した中で住民のリラックスを図る意図での発言内容で、事故から10日目であり、測定すれば値が計れる放射能の特徴や放射線のことを伝えている。その数値の読み方による混乱を避ける為に、平時と異なる非常事態の線量基準について言及した。環境放射能モニタリングのデータがその後広く周知される事を予見し(爆発による一過性の空間線量増加であり、着実に減少している事実を踏まえて)、発言している。

また、突然の原発事故により福島市にも放射能が降り注いだ、被ばくには外部被ばくと内部被ばく、そして汚染があること、チェルノブイリの経験から特に汚染したミルクや食物を避けること、現在の福島市の放射能レベルから急性放射線障害はないこと、過度の不安や精神心理的影響の方が将来の健康リスクが大きいこと、冷静沈着な行動が大切なことなどの趣旨の話をした。

それに加えて、復興を視野に入れて発言し、長期戦となる原発事故後の取組とこれからの課題については、原爆医療やチェルノブイリでの自らの経験を元に話をしたものである。心の在り方次第で、将来の自立自活、尊厳ある復興を目指すための力の源についての発言で、目の前の最大の危機を乗り越えるためのエールを届ける趣旨で、

広島、長崎からの応援団という発言もした。

これらの原発事故直後の講演を行った当時、福島市の対象住民への放射線被ばくによる直接リスクは、避難等により最小限に抑えられていると判断していた。国際的なコンセンサスに沿った適切な避難指示がなされ、食の安全管理措置が講じられることなどにより、福島市での放射線健康リスクは他の生命リスクと比較しても、極めて低く押さえることができ、むしろ放射能や放射線に対する理解不足や、恐怖心に囚われ続けることによる二次的なリスクのほうが大きいことが懸念されると考えていた。

福島県全体での原発事故初期対応では、二次的な健康リスクの回避、すなわち急性期を過ぎた後の復興期における精神心理的影響の甚大さも含めて説明する必要があると判断せざるを得ない緊迫した状況であった。

まずは落ち着いて行動することの大切さと、正確な情報を入手し、冷静に判断することの必要性を大きな柱に説明したうえで、聴講者からの質問にも極力丁寧にお答えした。

こうした講演会での説明の根拠は、科学的な根拠に基づく研究成果と国際機関によるガイドラインであり、非常事態での健康リスクはどこまで許容されるかを前提とした国際的なコンセンサスであった。具体的には、「ICRP109(参考4)と111勧告書(参考5)」が“最新の基準”であった。

すでに危険な地域の原発周辺住民に対しては、避難と屋内退避指示が出されており、21日は福島市内の緊迫した状況下での市民への現場説明会であった。私の発言の一部が誇張され、後日非難の対象となっていることは承知しているが、その誤りは、全体の流れを正しく理解していないことによると思われる。

(7)2011年5月3日、二本松市で行った講演について

5月3日の講演では、すでに放射線の直接的な健康影響がない、あるいは検出できない状況下で、避難に伴う種々のストレスや社会経済的問題などが大きく、その一例として、家族の問題や経済的問題に言及している。当初の緊迫したクライシスコミュニケーションの時期から、双方が理解を深めるポストクライシス期の放射線リスクコミュニケーションへと時間の経緯とともに状況が変化していることも考慮して、当然アドバイザーの役目もリスク・ベネフィットを総合的に考えた復興支援に重きを置いて説明していた。混乱の中であればこそ、自己責任下での適切な行動が必要であるとの趣旨の発言をした。

リスクゼロの世界はないのと同様に、生病老死も避けられない。事故を起こした当事者は当然責任があるが、責任論だけに終始しては、被災者の自立自活、自尊の精神が損なわれてしまう危惧があった。県民が大変な状況である事は十二分に承知しているが、訴訟の問題だけでは済まされず、被災者の安寧と自立自活した頑張りを基本としないと、尊厳の回復は生まれないとの趣旨で説明をした。

当時の空間線量の推移からも安全であるとの認識の下で、怒号と非難の中で市民への講演と質疑応答を行なった。身の危険さえも感じる異様な雰囲気の中で、県職員に守られて退席したが、会場外ではビラが配布され、市民以外の参加者らのアジェンションもあり、信頼関係を構築できるような会場の雰囲気ではなかった。多種多様な価値観をもつ聴衆に対して、放射線リスクの科学的根拠を正確に伝えることの難しさを痛感した。

(8)2011年5月20日、東日本大震災復興支援第1回シンポジウム 講演「チェルノブイリ原発事故の教訓から福島原発事故の健康影響を考える」で行った講演について

5月20日の東京の講演での発言は、長崎ヒバクシャ医療国際協力会(NASHIM)主催による3回シリーズの初回であり、被爆地長崎の専門家、そしてチェルノブイリ医療協力の医師として、放射能や放射線、そして健康影響について科学的知見を紹介したものである。その目的と趣旨は、東京においても正しく放射能や放射線のことを理解し、正しく恐れること、論理的に考えることの重要性を伝えることであり、「東北の復興無くして、日本の復興無し」の強い思いから、福島への継続した応援の大切さについて講演したものである。

(9)その他、福島県内での講演会について

4月から5月中旬にかけて、県からの依頼により、福島県内の様々な市町村において、住民への原発事故後の放射線リスクの講演をした。

すでに住民の避難が完了している状況下であり、放射能や放射線の影響について、原発から離れて居住している被災者に対する直接的な放射線健康リスクはないこと、それよりも過度な不安や恐怖、心配等の精神的心理的影響が大きいことから、放射能や放射線についての正しい情報と知識を得て、正しく怖がることが大切なこと、混乱と混迷の中での前向きな考え方が必要であることなどについて話をした。(この間の質疑応答内容の取りまとめが『正しく怖がる放射能』長崎文献社2011年6月25日初版(参考6)。)

原発事故直後の講演会、4月から5月中旬にかけての講演会の説明内容は、今から振り返ってみても、「ICRP109と111報告書」に準拠して説明しており、国際的なコンセンサスに沿っている。

4 補足事項

以下、これまでに十分触れられなかった「福島県民健康調査の甲状腺検査」について補足したい。

福島原発事故の混乱と混迷の時期に、チェルノブイリ原発事故の再来、さらに小児

甲状腺がん増加への懸念と不安が蔓延し、これらに対応するために長期にわたる健康見守り事業を確立することを目的に、過去の原爆被爆者やチェルノブイリの経験から県民健康管理調査(のちに「県民健康調査」に名称変更)事業が立ち上がった。

その詳細調査の一つとして、甲状腺検査が開始された。そのスキームは、客観的かつ論理的な手法を用いることで、長期にわたる子供達の健康見守り事業とすることであった。

甲状腺検査の中での先行検査はベースライン調査と位置付けられる。診断手法や精度管理の標準化と検査者の技術向上を図り、大規模な甲状腺超音波集団検査の日本初導入により、当初から甲状腺異常所見発見のスクリーニング効果⁷やハーベスト効果⁸を予測していた。

そのため、先行検査終了時点での評価は予想通りであり、学術論文としても公表した。県民健康調査検討会でも先行調査での結果を評価しているが同様な見解であり、その後の本格検査の結果からも、放射線被ばくの影響を示唆する見解は得られていない。

5 結語

複合災害である福島原発事故に遭遇し、長崎大学での原爆医療やチェルノブイリ医療を経験した放射線災害医療の一専門家として、発災後一週間目に福島に派遣された。その直後に福島県放射線健康リスク管理アドバイザーを拝命し、県民に対する放射線健康リスクの説明の最前線に立った。その行動規範の拠り所は、UNSCEAR、IAEA、WHOそしてICRPなどの国際的なコンセンサスであり、医師としての倫理指針であった。

なかでもICRPでは、福島原発事故後直ぐに放射線防護の考え方を配信し、その後いち早くタスクグループ84を立ち上げ、海外と日本の専門家が合同でこれまでの勧告内容の検証作業に入り、従来の防護基準では公衆被ばく対応が困難であることから18項目についての問題を提起している。その中で、防護線量の考え方は放射線防護や管理には有効に使用されてきたが、一般公衆との意思疎通の目的には不向きであるためより簡易で理解しやすい量や単位の必要性が指摘されている。さらにICRPのタスクグループ93が立ち上がり、これまでの防護基準であった「ICRP109と111報告書」の改訂作業が行われ、パブリック・コメントの手続も終了し最終報告書が取りまとめ中である。これら事故後の参考レベルの範囲内での復興の考え方からも事故当時の緊急被ばく対応は理にかなっていたといえる。

原発事故に際しての避難や屋内退避に続く、ヨウ素の事故後の防護基準改定を例

⁷ それまで検査をしていなかった方々に対して一気に幅広く大規模な検査を行うと、無症状で無自覚な病气や有所見(正常とは異なる所見)が高い頻度で見つかること。

⁸ 生涯にわたり臨床症状を示さない例も含めて、初回大規模検査時においては数多くを発見し、その後の発見数を大幅に凌駕してしまうこと。

に挙げると、IAEAは福島原発事故を受けてBSS-GSR7の改訂版を2015年11月に公表した。現在、この国際的なコンセンサスに従った原子力事故対応が標準化されつつある。また、WHOでは原発事故時のヨウ素による甲状腺ブロックの改訂版を2017年に公表した。福島原発直後の放射性ヨウ素の甲状腺内部被ばく線量推計から考えても、当時の対応についてはこれら国際機関のガイドラインとの矛盾や非合理性はない。

福島県放射線健康リスク管理アドバイザーとして、事故直後から常々発言していることは、正しい知識により正しく放射線による健康リスクを理解すべき(正しく怖がる)ことの重要性である。その上で、守られるべきは乳幼児・子ども、妊婦であり、長きにわたる復興の困難さを視野に入れていた。もう一つが、チェルノブイリと福島との異同であり、被ばく線量の違いとその後の対応に大きな違いがあることである。私は、福島県民に対して、不安と不満、悲観論を増長させ、過度に危険な状況であると吹聴する誤った見解には、批判を恐れず正しい主張、すなわち国際的なコンセンサスを得た健康影響の基準や評価を元に、自立自活と復興支援を目指し、現場活動を継続している。一過性の低線量被ばくや慢性の微量被ばくによるリスク(年間20mSv以下という現存被ばく状況におけるリスク)は、ほぼ皆無で無視できるものであるにもかかわらず、種々の行動制限や精神心理的な悪影響が大きな不利益と二次的な健康障害を人々に与える。その事をチェルノブイリでも経験し、2011年4月以降県民健康(管理)調査事業の立ち上げ準備を行った。その目的は県民の長期にわたる健康見守り事業であり、当事者が困難を乗り越え、また多くの関係者が協力できる体制づくりである。

私は、これまで要請を受けた各種の説明会や講演会等において、放射線災害医療の専門家として、科学的な根拠に裏打ちされた研究成果と国際機関によるガイドラインに沿った説明を行ってきたものであり、科学的な妥当性を欠いたり、非人道的な説明は一切していない。日本の専門家集団がいち早く、原発事故の健康リスクについて最新の科学的知見を取りまとめた内容とも整合性がとれたものであった(参考7)。

私の原発事故前と後での一連の学術論文内容と私自身の発言に齟齬はなく、それぞれの目的と対象に沿った科学的論拠と推論を提示している。福島県に招聘された後も、科学的な分析から県下の状況を時々刻々と評価し対応し情報発信をしている。

私自身が政治的判断を下したことはなく、自主避難を妨害したり、そのような指示を出した事も一度もない。この間、外部からの暴力的な言葉や態度での非難や中傷、煽りなどには反論せず、粛々と真摯に県民の不安と恐怖に向き合い、事故後2年間は県民健康見守り事業の立ち上げ運営に鋭意取り組んできた。

【参考文献・資料】

- 1 木下富雄(2016)『リスク・コミュニケーションの思想と技術』ナカニシヤ出版,p.27.

- 2 UNSCEAR(2000)“UNSCEAR2000 Report to the General Assembly,with Scientific Annexes”UNSCEAR.
- 3 ICRP(2007)“ICRP Publication 103 The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”ICRP.
- 4 ICRP(2009)“ICRP Publication 109 Application of the Commission’s Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations”ICRP.
- 5 ICRP(2009)“ICRP Publication 111 Application of the commission’s Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency”ICRP.
- 6 山下俊一(監修)(2011)『正しく怖がる放射能の話』長崎文献社.
- 7 長瀧重信(企画)(2011)医学のあゆみ『原発事故の健康リスクとリスク・コミュニケーション』医歯薬出版株式会社.