

放射線リスク論の転換は起こるのか
～ICRPの歴史とECRR勧告～

藤岡 毅

はじめに

今年（2011年）3月に起こった東北太平洋沖地震に端を発する福島第一原発事故により、世界最大規模の放射能汚染が福島県を中心に、東北・関東地域に広がった。汚染は膨大な数の人々に被曝をもたらし、被曝による健康障害について広範な関心を呼び覚ました。国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection, 以下ICRPと略記）の勧告に依拠する日本政府はこれまで年間1ミリシーベルト(mSv)だった一般国民の被曝限度を、福島において20ミリシーベルト(mSv)に引き上げた。これに対し、住民、特に子供を持つ福島県の父母たちから猛反発を受けた。放射線防護に関する国際的権威であるICRPに依拠する大部分の原子力・放射線専門家は、事故による健康障害は極めて軽微であることを強調したが、そのことは却ってICRP基準そのものへの不信感を募らせた。こうした中で急速に注目をあびるようになったのが、欧州放射線リスク委員会（European Committee on Radiation Risk, 以下ECRRと略記）の勧告である⁽¹⁾。2003年に初めて公開されたこの勧告は、既存の放射線専門家にとっては異端の少数意見に過ぎなかったが、福島第一原発事故以降、放射能汚染の深刻さが日々明らかになってくるにつれて急速に注目を集めるようになった。ICRPを擁護し、ECRRの存在を無視してきた専門家たちは、新しい状況に直面し、「ジャンクサイエンス」だとか「プロパガンダ」にすぎないという非難をECRRに浴びせかけるようになった⁽²⁾。もはやECRRは無視できない存在となったのである。

本稿の1～3章は、20年以上前にICRPへの根本的な批判を試みた科学史家・中川保雄(故人)の『放射線被曝の歴史』⁽³⁾を中心とした先行研究を、著者の関心で再整理したものである。4章はそれにもとづいた著者自身の考察である。その中で、ECRRは決してにわかに作られたものではなく、ICRPの成立と歴史の中で形成されてきた批判がICRPに対抗する新しいパラダイム⁽⁴⁾を提起するまでに発展したのだということを示した。

1. 放射線被曝研究・管理の軍事化

放射線被曝管理の始まり

第一次世界大戦以降、X線撮影やラジウム利用による診断・治療やラジウムの産業利用が普及し、放射線による業務上の災害が多発するようになった。たとえば、ラジウムの入った蛍光塗料を時計の文字盤に塗る作業をしていた米国の女子労働者が骨肉腫で死亡するという事件が1924年に多発し社会問題化した。翌年ロンドンで開かれた第1回国際放射線医学会議（International Congress of Radiology, ICR）では、このような社会的事件を背景として、放射線防護のための国際機関の設立の必要性が議論された。そして、1928年ストックホルムで開かれた第2回国際放射線医学会議において、X線とラジウムによる過剰被曝の危険性に対する勧告を行う組織として「国際X線およびラジウム防護委員会（International X-ray and Radium Protection Committee, IXRPC）」が設立された⁽⁵⁾。その翌年、「合衆国X線およびラジ

ウム防護諮問委員会（The Advisory Committee on X-Ray and Radium Protection, ACXRP）」が設立され、戦前の米国における放射線被曝管理の中心となった。

この時期の放射線被曝防護の考え方は、「耐容線量(tolerance dose)」という概念で表される。耐容線量は、これ以上の放射線照射を行うと回復不能な急性および晩発性障害を引き起こすと考えられる限界の線量で、耐容線量以下の被曝は害がないとみなされた。1934年、IXRPCは耐容線量を1日あたり0.2レントゲン(約1.7mSv)とすることを勧告した⁽⁶⁾。想定されたのは被曝作業に従事する職業人で、1日7時間、週5日労働を基準とした。翌年ACXRPは、1日あたり0.1レントゲン(約0.9mSv)、1年あたり25レントゲン(約218mSv)とする耐容線量を決定した。しかし、こうした耐容線量の考え方に遺伝学者たちは批判的であった。1927年にH.マラー（Hermann Joseph Muller）がショウジョウバエへのX線照射による突然変異の誘発に成功して以来⁽⁷⁾、遺伝学者たちはどんな微量の放射線でも線量に比例して遺伝的影響が生じると確信しており、それ以下なら安全だとする耐容線量の概念を一貫して批判した。すでに国際的権威となっていたマラーがソ連およびヨーロッパでの長期の滞在を終えて米国に帰国した1940年には、ACXRPはマラーたち遺伝学者らの批判を受け入れ、基準値をさらに10分の1に引き下げることに同意した。しかし、このような決定は、マンハッタン計画の開始とともに見送られることになるのである。

核戦争勝利を目指したマンハッタン計画下の放射線被曝研究・管理

1941年10月のホワイトハウス会談におけるルーズベルト大統領の決断により実質的に原爆開発が開始され⁽⁸⁾、放射線作業従事者の被曝による健康被害を防ぐことを目的としてきた放射線被曝管理は、核兵器開発と核戦争を遂行し勝利するための放射線被曝研究・管理へと変質していった。放射線治療の第一人者で後にマンハッタン計画の顧問となったG.ファイーラ（Giaocchino Failla）が奔走し、ACXRPが前年決定した基準値の引き下げの実行は延期させられた⁽⁹⁾。被曝線量基準値の引き下げは、原爆開発の妨げになることは明らかであった。1942年8月、米国陸軍工兵司令部の中にマンハッタン工兵管区(MED)が創設され、マンハッタン計画が本格的に始動した。同計画の下での放射線被曝研究は、核兵器が発する放射線の破壊力と核戦争における兵力の温存の条件をさぐるものであった。プルトニウムの研究・開発・生産を担ったシカゴ大学冶金研究所に作られた「プルトニウム計画保健部」では、ガン患者の全身にX線を浴びせる人体実験が行われ、40レム(400mSv)の放射線被曝までリンパ球減少は起こらない、総被曝線量300レム(3Sv)までなら障害は現われず「耐容しうる」、等などの結果が報告されたという⁽¹⁰⁾。また、プルトニウムの毒性や吸収率を調べるために多くの患者に秘密裏にプルトニウムを注入するという人体実験も行われた。この事実は1995年にニューメキシコ州の地方紙アルバカーキー・トリビューンによって暴露され、米国政府も調査の末、事実を認め謝罪している⁽¹¹⁾。さらに、核実験場でキノコ雲に突撃させ、故意に被曝させた兵士から医学データを取るという人体実験を米軍が行ってきた事実も退役兵士の証言から明らかになっている。これらの人体実験の目的は、米国国防総省への実験報告に「200レム(2Sv)までの被ばく線量であれば継戦能力はかなり維持できる」⁽¹²⁾と記されたことが

示しているように、米軍の核戦争遂行能力の向上にあったことは確かである。

米軍占領下の原爆調査とその「改竄・隠蔽」

日本の敗戦後、米軍主導ではじめられた ABCC（原爆傷害調査委員会, Atomic Bomb Casualty Commission）調査も米軍の核戦争政策の一環であった。1945年9月、原爆投下後の広島・長崎に米陸軍マンハッタン管区調査団、海軍放射線研究陣、太平洋陸軍司令部軍医団の合同調査団が占領下の広島・長崎へ入り、原爆の殺傷力を調べるための調査を行った。原爆投下直後、日本軍や帝国大学の研究者が行った被害調査報告は日本政府によって米軍に提供された。さらに政府は学術研究会議原子爆弾災害調査研究特別委員会という当時の自然科学系のほとんどの分野と陸海軍省、厚生省を始めいくつかの協力官庁を網羅する調査組織をつくり米軍の合同調査団に全面協力をした⁽¹³⁾。これらの調査は日本では「日米合同調査団」と呼ばれたが、調査団の正式名称は、「日本において原爆の効果を調査するための軍合同委員会」であり、「日米合同調査団」の名称は日本の協力を引き出すための方便でしかなかった。

その後、「日米合同調査団」を指揮した米陸軍・海軍両軍医総監は、全米科学アカデミー傘下の全米研究評議会（National Research Council, NRC）に広島・長崎原爆投下後の放射線による長期的な影響、晩発的影響研究の組織化を要請した。もちろんそれは長期的な軍事計画作成に資するためである。こうして NRC 内に、「原子傷害調査委員会(Committee on Atomic Casualty, CAC)」が組織され、CAC の支配下にある広島・長崎の現地調査機関に ABCC の名称がつけられた。米国国内で ABCC が正式に発足したのは 1946 年 11 月 14 日のことで、同月 25 日、5 名の軍医関係者を含む ABCC 予備調査隊が来日した。ABCC 設立の大統領指令が出されたのは予備隊が到着した翌 26 日である。ABCC はトルーマン大統領の指令に基づいて作られた、純粋に学術的な組織であるという主張は、「都合のよい事実だけを述べたもので、あえて言えば、歴史の改竄」(中川保雄)なのである⁽¹⁴⁾。

ABCC 予備調査報告は翌年 1 月に提出された。1948 年 3 月、ABCC 本格調査が開始され、1953 年まで続いた。これらの調査について、今日では ABCC がカウントしたガンと白血病の発症数は初期の症例が数え落とされているため少なく見積もられていること⁽¹⁵⁾や対象とした研究集団に対して設定された参照集団自体が死の灰によって内部被曝を受けており、不適切な参照集団であること等、ABCC 調査の欠陥が明らかになっている。しかし、米国原子力委員会（Atomic Energy Commission, AEC）や CAC、ABCC は、調査の結果、遺伝的影響は見出せなかったと大宣伝した。原爆の放射線被曝による健康や遺伝への影響を過少評価された ABCC のデータとその解釈は、その後確立していく原子力推進世界協力体制の理論的な支柱となったのである。

2. ICRP の設立とその初期の立場

全米放射線防護委員会(NCRP)の設立と「許容線量」概念の導入

1946年8月の米国原子力法（マクマホン法）の成立によって、マンハッタン工兵管区の役割は、発足した米国原子力委員会に引き継がれ、それ以来、米国の原子力の国家管理は軍事、民生を問わず、形式的には「民間」の米国原子力委員会が担うことになった。戦時中の原爆開発によって原子力産業が生まれ、それに従事する労働者の被曝管理は、戦時の軍事機密下ではなく、民間の他の労働者と同じ基準で行う必要が生まれた。そこで原子力委員会はそのイニシャチブで戦時中活動停止状態にあった ACXRP を「全米放射線防護委員会（The National Committee on Radiation Protection, NCRP）」として再興した。NCRP の第1回会議にはマンハッタン計画の2人の代表が参加し、NCRP の基本方針を確定した。NCRP の委員長には L.S.テイラー（Lauriston S.Taylor）が就任した。委員長と執行委員会は絶大な権限を持ち、7つの小委員会の報告には執行委員会の承認が必要であった。執行委員会は5人中4人が原子力委員会とつながっており、NCRP は原子力委員会の完全な支配下におかれた。⁽⁴⁶⁾

外部被曝を課題とした第1小委員会にはファイーラが、内部被曝を課題とした第2小委員会には K.Z.モーガン（Karl Z.Morgan）が委員長に就任した。ACXRP の「耐容線量」は、戦前からマラーら遺伝学者からの厳しい批判を受けてきたが、1947年にノーベル生理学・医学賞を受賞したマラーの国際的権威はますます高まる中、放射線の遺伝的影響に下限がないことを強調するマラーの見解は原子力委員会や NCRP にとって頭痛の種であった。そこで NCRP は「耐容線量」概念を検討し、新しい線量概念を生み出すためにマラーを取り込む方針に転換した。1947年にマラーを NCRP の第1小委員会メンバーに迎え入れ、議論の末、「耐容線量」の概念は放棄され、「許容線量（maximum permissible dose）」概念が導入された。1948年1月、NCRP の第1小委員会は、外部被曝線量に関する暫定報告（ファイーラ報告）を提出し、「許容線量」の導入と同時にこれまで週 0.7 レントゲン（約 6.1mSv）であった耐容線量を週 0.3 レントゲン（約 2.6mSv）へ引き下げ、この限度値以下で影響がある証拠はないとした。

NCRP の「許容線量」導入は、どんなに小さな線量でも突然変異などの遺伝的影響が線量に比例して現われるとした遺伝学者の科学的見解を受け入れたことを示すものだが、他方で核兵器開発や原子力の民生利用のような国家の軍事的、政治的、経済的理由で、原子力施設の労働者や一般公衆にリスクを受忍させることができるという「リスク受忍論」をその本質とするものでもある。その後、どの程度まで「受忍」または「許容」できるのかという問題、つまり現実の障害が出ないように最低限の数値をとるのか、核兵器開発や原子力産業の利益のために現実の障害が出てもやむなしとするのかという問題が鋭く問われてくるのである。

国際放射線防護委員会（ICRP）の設立

1949年8月、ソ連初の核実験が成功し、米国の核独占は崩壊した。すでに東西の冷戦は始まっており、米国は対ソ包囲のために西側諸国で共通した核政策を作り出す必要性を自覚し、その一環として放射線防護基準の国際的統一を実現しようという動きを加速させた。すでに NCRP のファイーラ報告の「許容線量」基準で核施設の運転が可能かどうかについての非公式な米・英・カナダの三国協議が行われていた。ソ連の核実験成功直後の9月、三国協議は正式の会議となり、IXRPC の再建が決定された。IXRPC は、戦前から開店休業状態にあり、1948年時点で IXRPC の委員のうちで生存していたのはスウェーデンの R.シーベルト

(Rolf Maximilian Sievert) と米国のテイラーの2人だけだった。NCRPの委員長だったテイラーはIXRPCの事務局長に就任し、IXRPC再建の中心を担った。IXRPC再建のための委員会の3分の2は三国協議の関係者で占められ、米国のNCRPや原子力委員会の意図どおりに再建が進んだ。翌1950年に戦後初のIXRPCの公式会議がロンドンで開かれ、IXRPCの名称は国際放射線防護委員会(ICRP)に変更された。

以上述べたように、設立されたICRPは過剰被曝の危険から放射線従事者を守るための科学者の組織から、「それを隠れ蓑とする原子力開発推進者による国際的協調組織へと変質させられた」(中川保雄)のである⁽¹⁷⁾。特に対ソ核戦略の強化とICRP設立とが密接に関係していることは、米国政府が水爆開発を言明し、さらに核戦争勝利を目指す「民間防衛計画」の下で「放射能は怖くない」という大キャンペーンが行われた年がICRP設立と同年であったことから推察される⁽¹⁸⁾。

ICRP1950年勧告とICRP内部の意見対立

このように、米国の原子力委員会やNCRP主導で生み出されたICRPであったが、独自の核・原子力開発の具体策をまだ持っていない多くのヨーロッパの国が参加したためすべてが米国の思惑通りに進んだわけではない。核兵器の開発や使用に反対する運動がヨーロッパで高揚したことを背景として、ICRPは「許容線量」概念を受け入れたものの、NCRPのリスク受忍論とは一線を画さざるを得なかった。被曝による社会全体への遺伝的影響を懸念するイギリスを始めとするヨーロッパ諸国の主張によって、放射線被曝の許容線量を一般人にも設定するとの合意がICRP内で成立させた。しかし、この合意は米国原子力委員会の介入によって反故となった。このように初期のICRPは米国原子力委員会やNCRPとしばしば意見対立した。ICRP1950年勧告では、「被曝を可能な最低レベルまで引き下げるあらゆる努力を払うべきである」と書かれ、米国とは独自の立場が貫かれた。

ソ連との核開発競争によって、米国は核兵器開発の迅速化と費用の節約を余儀なくされ、核実験を国内のネバダで行うようになった。しかしこれによって自国民の被曝の増大は不可避となり、核戦争政策を国民に受け入れさせる一方、被曝に対する国民の不安を取り除くために微量の放射線はなんら健康に影響がないという宣伝が強化された。NCRPでは、外部被曝を扱ったファイーラの第1小委員会の結論に対し、内部被曝を扱ったモーガンの第2小委員会は内部被曝評価の複雑さのため容易に結論を出すことができず、結論を急ぎたかった執行委員会は1951年に第2小委員会の審議を打ち切ってしまった⁽¹⁹⁾。

このように被曝の影響を過小評価したい米国の立場と核兵器禁止の運動が高まり公衆の被曝による遺伝的影響を懸念するヨーロッパ諸国の立場の違いを背景として、ICRPでは公衆の許容線量をどのように設定するかについて論争が行われた。1952年、スウェーデンのコペンハーゲンで開催されたICRPの会議では公衆の許容線量や個人の生涯被曝線量をめぐり激しい論戦がおこなわれた。議論の結果、公衆の被曝限度を10レム(100mSv)/30年という折衷案が非公式の合意となった。しかし、またしても米国原子力委員会をはじめ原子力推進派の圧力によって、非公式の合意内容は反故にされた。公表された公式発表では、公衆の被曝限度は示されず、職業被曝の許容線量0.3(3mSv)レム/週以下に引き下げる必要がある

ことを言明するにとどめられた。こうして、ICRP1954年勧告では公衆の許容線量は盛り込まれず、さらに、許容線量について「自然のレベルよりも上のあらゆる放射線被曝は絶対的に安全と見なすことができないが、無視し得るリスクをとまなう」と記述された。「無視しうるリスク」という表現は受忍論導入の足がかりとなり、「可能な最低レベルまで引き下げる」とした1950年勧告から後退するものであった。

3. 原子力推進国際体制の成立とICRPの基本パラダイムの確立

アイゼンハワー大統領の国連演説の狙い

1952年、米国は史上初の水爆実験に成功し、ソ連に対する圧倒的な軍事的優位を獲得したと思われた矢先、翌1953年、ソ連も水爆実験に成功し再び米国の優位は崩れ去った。米国は核戦略の大幅手直しを迫られ、局地紛争で劣位に立った場合の巻き返しとしてソ連中心部への核攻撃を行なうという大量報復戦略（ニュールック戦略）を採用し、ヨーロッパに戦術核を配備するとともに、核兵器の量産のためにウランやプルトニウムの大量生産体制を築き上げた。このような生産体制の増強は新しい放射線防護体制を整備する必要性を増大させた。また、ソ連は世界初の原子力発電の実用炉を開発し、イギリスやフランスも原子力発電の開発が進められたため、核兵器開発に没頭していた米国はこの分野で大きく出遅れることになった。このような遅れを取り戻し、再び原子力開発のあらゆる分野で圧倒的優位を確保するために打ち出されたのが、米国大統領アイゼンハワーの国連演説「平和のための原子力」（1953年12月）である。この演説は、米国の増大する核兵器生産とヨーロッパへの核兵器配備という現実から世界の目をそらせるという心理戦でもあったが、同時に「原子力の平和利用」というレトリックのもとで原子力の私的所有と商業利用を推し進め、原子力開発が世界的に展開されるきっかけともなった。アイゼンハワーの演説の翌月、米国は初の原子力潜水艦ノーチラスを進水させるとともに、その動力炉を発電用に転用することで原子力発電開発競争に参入した。こうした流れの中で日本においても初の原子力開発予算が計上され、原子力開発が開始された。

ビキニ事件による核兵器反対の世界的高揚

1954年3月1日、米国はビキニでの水爆実験を強行し、フォールアウトの影響でマーシャル諸島住民や1000隻に近い漁船が被曝した。マグロ漁で爆心から160kmの海域にいた第5福竜丸と23人の乗組員はフォールアウト（死の灰）を被り、その中の一人久保山愛吉は半年後死亡した。米原子力委員会はビキニ岩礁の放射能汚染を否定したが、世論に押された日本政府は、農林省の調査船「俊鷗丸」を使って汚染調査に乗り出した。21名の研究者と9名の報道関係者を乗せて爆心海域周辺を調査した「俊鷗丸」は、東西2000km、南北1000kmにわたって広がるすさまじい海洋汚染の実態を明らかにした。さらにビキニ環礁から西方約150km付近で、海水566～1610cpm/l、プランクトン1920～7220cpm/l、イカ6600cpm/g、カツオの肝臓33000～48000cpm/gという食物連鎖を通じた生物濃縮の進行を証明した⁽²⁰⁾。ビキニ事件をきっかけとして日本国内では原水爆に反対する世論が高まり、原水爆禁止署名運動に

2000 万の署名が集まるなど運動は急速に拡大し、放射能に対する危機感が世界中に広がっていった。翌年 7 月、11 人の第一級の科学者によって核兵器の廃絶を訴えるラッセル・アインシュタイン宣言がだされ、同年 8 月、初めての原水爆禁止世界大会が広島で行われた。また、フォールアウトに関する国際的関心の高まりの中で、同年末に原子放射線の影響に関する国連科学委員会（United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR）の設置が国連総会によって採択された。

BEAR 報告と ICRP1958 年勧告による基本パラダイムの確立

核兵器と核実験に対する国際的非難が日々高まっている中で、米国政府と原子力委員会は高まる国際的批判の中で依然として窮地に立たされていた。この危機を救ったのがロックフェラー財団であった⁽²⁾。1955 年秋、同財団は 50 万ドルの資金を提供し、全米科学アカデミーに「原子放射線の生物学的影響に関する委員会 (Committees on the Biological Effects of Atomic Radiation, BEAR)」設立を要請した。BEAR は、放射線の遺伝的影響、病理学的影響、気象学的影響、海洋と漁業への影響、農業と食糧供給への影響、核廃棄物の処理・処分に関する委員会の 6 つの委員会の設置し、政治的に中立な民間の科学機関の装いを凝らしたが、遺伝学と病理学の委員長と委員は、原子力委員会や ABCC 関係者らが顔を連ねた。BEAR は「遺伝学上の見地から、放射線の利用は可能な限り低くすべきであるが、合理的な被曝はやむをえない」という立場をとりつつ、フォールアウトをきっかけとして高揚した核兵器反対の運動や世論を考慮し、労働者の被曝の許容線量を年 5 レム(50mSv)に引下げ、労働者の 10 分の 1 の許容線量を公衆にあてはめるという結論を出した。実際、原子力を軍事機密下の兵器開発だけにとどめず、民需分野にも広げるためには、許容線量の引き下げは必要なことでもあった。一般公衆への許容線量適用にこれまで抵抗してきた NCRP と原子力委員会も BEAR 報告を受け入れざるをえなかった。

ICRP 内部の放射線被曝の遺伝的影響についての議論で米国の NCRP や原子力委員会の見解に異論を唱えてきたイギリスは、1952 年に初の原爆実験を行い、1956 年にはプルトニウム生産という軍事的側面もかねた商業用コールドーホール原子力発電所を完成させ、米国と並んで原子力の推進国となった。イギリスも BEAR と同様な医学研究評議会 (Medical Research Council, MRC) を作り、BEAR 報告に同調する MRC 報告を作った。こうして「原子力の平和利用」という標語の下、ICRP 内部の対立はなくなり、1957 年原子力の民生利用を管理するための国際機関、国際原子力機関(International Atomic Energy Agency, IAEA)が設立された。1958 年 8 月末、ICRP 議長シーベルトの呼びかけで第 2 回原子力平和利用会議が行われ、ICRP、IAEA、UNSCEAR をはじめ 5 つ非政府組織、6 政府組織が集まり、放射線の影響に関する研究や放射線防護基準の確立などを協調して進めることが確認された。ここに原子力推進の国際協調体制が確立し、原子力を推進する組織が放射線防護の基準を決定するという国際的な枠組みが生み出された。翌月 9 月に発表された ICRP1958 年勧告では、年 5mSv の公衆への許容線量がはじめて導入され、労働者の被曝線量も年 50mSv に引き下げられた。その一方で功利主義にもとづく「リスク・ベネフィット論」も導入され、「原子力の実際の応用を拡大することから生じるとされる利益を考えると、ある程度の被曝は容認され正当化

されてよい」とするその後半世紀以上にわたる ICRP の基本パラダイムが確立したのである。

4. ICRP の限界と ECRR の登場

ICRP の被曝基準への批判の高まり

ICRP1958 年勧告で導入されたリスクベネフィットの概念は新たな問題をひきおこした。放射性作業従事者にとって、被曝リスクは、仕事による報酬という個人的ベネフィット（実際に被るガンリスクと見合っているかという問題は別として）によって正当化される。しかし、米国が実施した核実験のフォールアウトにさらされた公衆にとって被曝に見合う個人的ベネフィットは存在しない。そこで導入されたのは、核兵器の開発によって核戦争から人類を守るといような「社会的ベネフィット」を人類が得ているという論理である。このような「社会的ベネフィット」を持ち出して人々に受忍を迫るやり方は、ICRP1965 年勧告の「経済的および社会的な考慮を計算に入れたうえ、すべての線量を容易に達成できる限り低く（as low as readily achievable : ALARA1 という）保つべきである」という表現に端的に表されている。1970 年代になると、原子力発電に反対する運動の広がりによって、安全装置の追加や定期点検を余儀なくされ、それによる原発建設コストの増大や稼働率の低下が生じた。電力会社は利益率の減少を食い止めるため、人間の命を金額で表し、安全装置などの経費とはかりにかけるコスト-ベネフィット解析を導入するようになった。ICRP1977 年勧告の「合理的に達成できる限り低く（as low as reasonably achievable : ALARA2 という）」という表現は、ICRP がコスト-ベネフィット論に立ち、その安全基準は生物学的・医学的なものから社会的・経済的なものへ転換したことを示すものである。そのことは、これまで「許容線量」と呼ばれていたものが「線量当量限度（dose equivalent limit）」と言い換えられるようになったことに現われている。「線量当量限度」は社会的に決められた基準値で個人の健康上の安全を担保するものではない。

「許容線量」と呼ぼうが「線量当量限度」と呼ぼうが、1958 年から 1977 年までの勧告においてその基準値は、放射線作業員 50mSv、公衆 5mSv の値はそのままであった。それは米軍が日本政府の協力を得て行なった広島・長崎の原爆傷害調査 ABCC の過小評価されたデータに基づいて計算されたからである。しかしこの時期、ICRP のパラダイムのよりどころである ABCC 調査の結論に対する異論が疫学者や科学者の一部から出されるようになった。小児白血病とガンの疫学的研究をすすめていたイギリスのアリス・スチュアート（Alis M. Stewart）は、1958 年に、胎児期に母親が受けた 2mSv のレントゲン被曝によって小児ガン・白血病の自然発生率が倍化することを発表した⁽²²⁾。さらに、原子力委員会傘下のローレンス・リバモア国立研究所の指導的研究者であったゴフマン（John W. Gofman）とタンプリン（Arther R. Tamplin）は、広島・長崎のデータを見直し、ICRP のガン・白血病リスクは 10～20 倍過小評価されており、基準を一桁以上引き下げるべきことを主張するにいたった（1969）⁽²³⁾。原子力委員会は内部から出た批判に手痛い打撃をこうむったが、ABCC の結論に依拠して「現在のところ修正の必要なし」とした文書を出しゴフマンらの批判をかわした。しかし、原子力委員会はこれらの批判に反論し、低線量の被曝が安全であることを立証する

ために核兵器工場で働く労働者の調査を外部の研究者に委託した。こうした委託研究の結果が原子力委員会の意に沿わないものであったためさまざまな圧力や脅しを加えられ、ついには委託研究は打ち切られた。しかし委託を受けていたトーマス・マンキューソ(Thomas Mancuso)は研究を継続し、ハンフォード核施設労働者 28000 人を対象とした調査から ICRP の 10 倍の放射線リスクがあることを示し、1976 年に発表した⁽²⁴⁾。マンキューソのデータは、被曝集団のガン・白血病の死亡率や非被曝対照集団の死亡率さらに平均被曝線量すべて測定値であり、被曝線量を推定値で求めている広島・長崎のデータより信頼できるものであったので、米国の原子力委員会や国防省にとって打撃であった。

放射線防護科学としての ICRP 基準の破綻

1974 年、米政府は新たに打ち出した「限定核戦力構想」の下で中性子爆弾の開発を開始した。その開発のためにロスアラモス国立研究所では広島・長崎の放射線スペクトルのデータの洗い流しが行なわれた。その結果、ロスアラモス国立研究所は原爆の中性子放出スペクトルはこれまで利用してきた原爆線量推定値 (T65D) と実際は大きく異なっていることに気づいた。10 数年後の 1986 年に確定された新しい原爆線量推定値(DS86)では広島原爆爆心 2km 以内の屋内での中性子被曝線量は 10 分の 1 に、長崎ではガンマ線が 3 分の 1 に下げられた。このことは現実に生じた放射線被曝傷害が、NCRP や ICRP が想定した線量よりはるかに小さい値でもたらされたということであり、それまでのガン・白血病死リスク評価が現実より低く見積もられていたことを意味する。広島・長崎のデータを根拠としてきた ICRP のパラダイムは危機に瀕したのである⁽²⁵⁾。こうした状況の中で 1979 年、史上初の原子炉溶融事故であるスリーマイル島原発事故が米国で起こり、推進派の中でも動揺が生じ、線量-影響関係評価をめぐる BEIR⁽²⁶⁾内部でも対立が生じる事態となった。これまで推進派は ABCC にもとづいて 100 レム(1Sv)以下で健康への影響はありえないとさえ主張していたが、結局、広島・長崎のガン・白血病死について低線量領域にしきい値ありの解釈は困難となり、直線性を認めざるを得なくなったのである。また、広島・長崎の被曝から 30 年以上経た 1970 年代末になって、広島・長崎のガン・白血病が増加し始め、1980 年代半ばには急増した。広島と長崎のガン・白血病の疫学的データが見直され、しきい値なし直線モデルが採用されるようになった⁽²⁷⁾。

以上のような経過をふまえて 1985 年、ICRP はパリでの国際会議で声明を発し、公衆の線量当量限度をこれまでの年 0.5 レム(5mSv)を 0.1 レム(1mSv)に引き下げることを宣言 (パリ声明) した。ICRP はこれまでリスク・ベネフィット論にもとづき、たとえば交通事故による死を 10 万人に 1 人とし、同程度の被曝によるガン死を公衆が受け入れ可能なものとみなしてきた。原爆線量推定値の誤りが明らかになった今、基準の引き下げはリスク・ベネフィット論にもとづく ICRP の論理の一貫性を保つためであり、実質的な安全性を高めるものではない。にもかかわらず、ICRP は安全性を高めるために基準を厳しくしたかのような宣伝をしたため、日本を含め多くの国はこの時期、ICRP 勧告の受け入れを決断した。

さらに、1986 年、ソ連でチェルノブイリ原発事故が発生し、史上最悪の放射能汚染を引き起こした。このような新たな事態の中で、イギリスの放射線保護庁 (National Radiological

Protection Board, NRPB) は、1987 年末に、労働者の被曝限度を年 1.5 レム (15mSv)、公衆は年 0.05 レム(0.5mSv)に引き下げる勧告をし、スウェーデンもそれに追随した。米国の NCRP は原子力産業がこうむるコスト増を理由に、つまり ALARA 原則にのっとり引き下げを拒否した。1990 年に提出された ICRP1990 年勧告は、公衆を年 0.1 レム(1mSv)とする一方、労働者には 10 レム(100mSv)/5 年かつ 5 レム(50mSv)/年という 2 重基準を採用した。ICRP は、5 年で 10 レムという労働者の基準を年 5 レムから年 2 レムへの引き下げたと大々的に宣伝した。しかし、高線量下の労働は非正規あるいは一時雇用の労働者が担っているので、2 年間で限度いっぱいの 10 レム浴びせた後解雇するという現実を考えれば、この「引き下げ」は名ばかりである。それどころかチェルノブイリ事故で生じた現実を追認し、「緊急時作業」では、全身被曝が 10 レム(100mSv)から 50 レム(500mSv)へ引き上げられたのである。もはや ICRP 勧告は安全を担保する科学的基準としてではなく、原子力産業を保護するプロパガンダ装置として機能しており、科学のパラダイムとしては破綻しているのである。

欧州放射線リスク委員会の設立と ECRR2003 年勧告

低線量被曝のガンリスクに関する ICRP モデルの特徴は、被曝線量とガン発生率との間に直線性（比例関係）を仮定し、健康への影響が現われない限界線量（閾値）は存在しないとするものである。このモデルは広島長崎におけるガンマ線による急性の高線量外部被曝の結果から割り出したガン・白血病発生率を低線量領域に外挿したものである⁽²⁸⁾。さらに放射線核種を生体内に取り込んだことによって生じる内部被曝に対する ICRP の評価は、組織に与えられる放射線の全エネルギーを組織全体で平均化する単純化された物理学的モデルによって行なわれ、内部被曝の持つ生物学的な特異的作用を無視し、内部被曝の問題を外部被曝の観点からのみ評価することでそのリスクを過少に評価している。ICRP はイギリスのセラフィールドをはじめ、ドイツ、フランス、スウェーデン等の核施設近隣に居住する子供の白血病の発生率が激増した問題を、それらが ICRP モデルが予測する数値と合わない（ICRP の 100～1000 倍の差）という理由で、白血病の増大と放射線被曝の関連を否定した。ICRP は、核実験のフォールアウトやチェルノブイリ原発事故による健康障害についても、ICRP モデルの演繹的予測数値に基づいて、その被害を極めて過少に描き出してきた。そうすることによって ICRP は核兵器工場や原子力発電に反対する住民たちの批判をかわし、軍や原子力産業の利害を擁護してきたのである。

このような現状に対し、ICRP に批判を持つ欧州議会内部の環境派グループがブリュッセルで会議を開きその決定にのっとり、自発的な市民組織として欧州放射線リスク委員会（European Committee on Radiation Risk, ECRR）が 1997 年に設立された。ECRR には 1950 年代末から ICRP 批判を続けてきたアリス・スチュワートをはじめ、医学者、物理学者、化学者、放射線専門家、放射線生物学者、疫学者、数学者などの科学者に加え、リスク社会学者や経済学者も参加した。ECRR はその活動の目的に、(1)ICRP や UNSCEAR など他の機関と独立に放射線被曝のリスクの評価をすること(2)放射線被曝がもたらす損害についての最良の科学的予測モデルを開発すること(3)予防原則にもとづいて政策的勧告の基礎を成す倫理的・哲学的枠組みを生み出すこと(4)リスクと損害のモデルを提出すること、を挙げている。1998

年2月に行なわれた欧州議会内の科学技術選択評価（Science and Technology Options Assessment, STOA）機構の会議で、カナダの著名な科学者ロザリー・バーテル（Rosalie Bertell）やスチュワート、クリス・バズビー（Chris Busby）ら ECRR の主要メンバーが発言し、ICRP が依拠してきた広島データの不備を指摘した。たとえば、研究集団と参照集団がともにフォールアウトからの内部被曝を受けているので参照集団の取り方が不適切であることや細胞は高線量では死滅し、低線量で突然変異を引き起こすので高線量から低線量への外挿は不適切であることなど ICRP の科学的根拠を揺るがす問題が指摘された⁽²⁹⁾。

2003年、ECRR はその最初の報告である ECRR2003 年勧告を公開した⁽³⁰⁾。もっぱら広島長崎のデータ評価をもとに作られた物理学的モデルをその後の被曝事象に当てはめる ICRP の演繹的手法とは対照的に、ECRR の低線量被曝モデルは、広島長崎以降に起こったさまざまな被曝事象そのものから出発する帰納的方法をとった。ECRR2003 では、セラフィールドをはじめ各国の核施設周辺における小児白血病の増加、1955～65年に集中して行なわれた大気圏内核実験のフォールアウトによる全地球的影響、チェルノブイリ原発事故後のベラルーシにおける甲状腺がんの急増、原子力施設に働く労働者とその子供への健康被害などに関する研究論文や報告が詳しく分析され、その評価に基づいて ICRP モデルの修正を提起している。特に低線量被曝の問題では内部被曝の影響を重視し、放射線のエネルギーを組織で平均化するという ICRP の単純化された物理的モデルが与える「等価線量(equivalent dose)」に修正を加え、生体内に取り込まれた種々の放射性核種とその近傍にある細胞との特異的な生物学的相互作用を考慮した新しい「生物学的等価線量(biological effective Dose)」を導入した。ICRP の高線量外部被曝モデルによる急性障害の評価については概ね ECRR も受け入れている。しかし、このモデルの低線量への外挿（線形閾値なしモデル）は、現実の被曝障害を説明できないとし、低線量領域における2相的・細胞応答的モデルを提起している。さらにバイスタンダー効果（1%の細胞への放射線照射に対し30%の細胞の染色体に影響が出る）やゲノム不安定性による遅延型影響（被曝による初期の損傷を乗り越え生き残った細胞が長期にわたって遺伝的变化が非照射時の数倍～数10倍の頻度で現われる）などの放射線生物学の新しい知見も導入され、疫学的データの生物物理学的基礎をあたえている。

ECRR の ICRP に対する批判は、その科学モデルに対してだけでなく、ICRP のコスト-ベネフィット（費用-便益法）論とその倫理的基礎である功利主義に対する哲学的・倫理的批判にまで及んでいる。それはロナルド・ドゥオーキンの『権利論』やジョン・ロールズの『正義論』、ロザリンド・ハーストハウスの『徳倫理学』などの現代の哲学・倫理的理論を援用するとともに、予防原則の民生原子力への適用を主張している⁽³¹⁾。そして ECRR は、ICRP のリスク評価が100倍から1000倍の規模で誤っているという認識の下、公衆の被曝限度を年0.1mSv、労働者は年2mSvに下げることが規制当局者に勧告している。科学モデルにとどまらず哲学的倫理的立場にまで及ぶ ECRR2003 勧告の提起は、放射線リスク論における新しいパラダイムの登場を意味している。古い ICRP のパラダイムは原子力産業の利害関係者に支持されてきたのに対し、新しいパラダイムは、原子力産業によって被害を被る住民や、原子力産業の利害とは相対的に独立な科学者や専門家の支持を受けつつある⁽³²⁾。

ECRR2003年勧告以降の展開

ECRR2003年勧告（英文）が提出されて以降、それは日本語、ロシア語、フランス語、スペイン語に翻訳された。イギリスでは ECRR2003 を検討するための公式の政府委員会 CERRIE（内部放射線被曝リスク委員会）が設立され、フランスの放射線防護原子力安全研究所（IRSN）では ECRR モデルを検証するための科学チームが設置された。これらの検討の結果、ECRR モデルが ICRP モデルに対する代替案として支持されるにはいたっていない。しかし、IRSN2005年報告は、「ECRR によって提起された問題点は十分に受け入れられるものであるが、実際は、この修正方針を正当化するとして言明された議論は、圧倒的なものではなく、その証明は、全体として、厳密な一貫した科学的アプローチの基準を満たしているとはいえない」という理由で ECRR モデルの採用を控えたのであり⁽³³⁾、ICRP に対する ECRR の批判自体には十分根拠があるとして引き続き課題であり続けている。

また、2003年以降、ECRR モデルの予測が正当であることを示す状況証拠が増大し続けている。(1)ベラルーシのガンの発症率の増大が ECRR2003 の予測の範囲で生じている（Okeanov, 2004）⁽³⁴⁾、(2)チェルノブイリ事故後のスウェーデンにおけるセシウム 137 の 100kBq/m² の汚染地域で 11%増の統計に有意なガンの増大があった（Tondel, 2004年）⁽³⁵⁾。これは ICRP と比べて 600 倍のリスクを示している、(3)ドイツにおける原子力発電所から 5km 以内の居住域の子供の中で、統計的に有意な小児ガンの発症増大が見られた（Kikk, 2007年）⁽³⁶⁾、(4)チェルノブイリ原発事故後のフェールアウトの時期に胎児であった子供たちの中で、小児白血病の 43%の増加が示された（Busby, 2009年）⁽³⁷⁾、などである。

ICRP の科学幹事であり、1990年と 2007年の ICRP 報告書の編集者であったジャック・バレンタイン（Jack Valentin）は 2009年に辞職し、ICRP のリスクモデルは内部被曝についての不確かさがあまりにも大きすぎるので（いくつかの事例では 2 桁にもなる）、人類の被曝による影響を予測するためにはふさわしくない、と声明した⁽³⁸⁾。2009年 5月、ギリシャのレソボス島での国際会議に 8カ国の物理学者、放射線専門家が参加し、ICRP モデルの破棄と ECRR2003 モデルの採用を各国政府に求めたレソボス宣言を発表した⁽³⁹⁾。翌 2010年、ECRR はウラン兵器使用に伴うフェールアウトによる被曝障害の原因を明らかにした章の追加を含む改訂版 ECRR2010 を公開した。2003年勧告には欧州の専門家（放射線生物学者、放射線専門家、医学者、物理学者、数学者、社会学者など）中心に 46人が参加したが、ECRR2010には、旧ソ連圏（ロシア、ベラルーシ、ウクライナ）の 17人に加え、米国、日本からの参加を含む 64人へと拡大し、世界的規模での広がりを見せている⁽⁴⁰⁾。チェルノブイリの悲劇を経験した旧ソ連圏の専門家の ECRR への大量参加は、何を物語っているか明らかだろう。

パラダイム転換の引き金となるかー福島第一原発事故

2011年 3月 11日の東北地方太平洋沖地震の影響を受け発生した福島第一原発事故により、1~4号機が同時に大量の放射性物質を環境にばら撒かれるという史上最悪の事態を迎えた。チェルノブイリに匹敵する、あるいはそれを超える規模で放射能汚染が進行していく中で、放射線被曝による健康被害の問題に人々の関心が急速に高まっている。ICRP のパラダイムの枠組みで対応している日本政府に対し、汚染地域の住民、特に子供を抱える父母たちによ

る不安や不満、批判が強まり、その中でICRP基準に体系的な批判を続けてきたECRR勧告への支持が急速に拡大している。内部被曝問題を焦点としてECRRのパラダイムをこれまで支持してきた少数の専門家が注目を集める状況が生まれている。科学史家や科学論者の中にもECRRの見解に注目する人たちも増大している。しかし、他方でECRRの見解は「プロパガンダ」であり、それは「ジャンク科学」だと主張する放射線専門家も存在している。たしかに、ICRPの基準ですらしばしば無視されてきた日本の現状では、ICRP基準を守れという主張は正当である。しかし、広大な地域が汚染され、内部被曝の問題が深刻になりつつある現在、ICRPモデルの直線性を強調し、低線量では影響は小さいと主張することは、重大で深刻な問題から目を逸らすことになるだろう。

放射線リスク論は、科学理論であると同時に政策的科学でもある。かつてトーマス・クーンがパラダイム転換の図式を提起した際、旧パラダイムを支持する勢力と新パラダイムを支持する勢力との分裂と論争は、あくまで科学の専門家集団内部のものであった。しかし、「ポスト通常科学」の時代と呼ばれる20世紀後半以降、政策と結びついた巨大化した科学の理論をめぐる対立は、より複雑な様相を示している。旧パラダイム（ICRPモデル）を支持する勢力には経済的・政治的に強大な力を持つ原子力産業があり、新パラダイムを支持する勢力には放射線被曝による健康被害を恐れる広範な人々が存在し、もはや狭い専門家集団内部の論争に止めることは不可能である。もしECRRが言うようにリスクが数百倍であれば、新たな悲劇がまさに今進行中である。原子力産業とそのステークホルダーの圧力の下で日本政府がICRPに依拠し続けたならば、何年か後に大量のガン・白血病死に直面することになるだろう。そのような被害の結果を目の当たりにするまで放射線リスク論における理論上の転換が起こらないとすれば科学的認識の発展とはなんと悲劇的なことだろう。その悲劇を避けるためにわれわれは今何をなすべきか問われているのではないだろうか。

文献・注

- (1) *2010 Recommendations of the ECRR :The Health Effects of Exposure to Low Doses of Ionizing Radiation*, Edited by Chris Busby with Rosalie Bertell, Inge Schmitz- Feuelhake, Molly Scott Cato and Alexey Yablokov, (Brussels: Green Audit Press, 2010) この日本語訳は以下の通り
山内知也監訳『放射線被ばくによる健康影響とリスク評価 ～欧州放射線リスク委員会 (ECRR)2010年勧告～』（ECRR2010 翻訳委員会訳，明石書店，2011年11月）
- (2) 「徹底討論 放射線リスクの真実 ～ジャンクサイエンスに惑わされないために～」
（『中央公論』2011年9月号，138－151）147頁。
- (3) 中川保雄『放射線被曝の歴史』（技術と人間，1991年）なお、この著作は『<増補>放射線被曝の歴史 ～アメリカ原爆開発から福島原発事故まで～』（明石書店，2011年10月）として最近復刊された。
- (4) 「パラダイム」という用語は、「理論的枠組み」という程度の意味合いで今日一般的に流布している一方、科学史・科学哲学の領域では、概念規定のあいまいさを指摘されたトーマス・クーン自身の「取り下げ」によって、「破綻した概念」と受け止められている。本稿で著者が、「パラダイム」という用語を使う場合も、厳密な科学史・科学哲学の概念とし

てでなく、「理論的枠組み」という意味合い以上ではない。しかし、著者は「パラダイム」という用語でクーンが示そうとした概念自体が破綻したとはみなしておらず、20世紀後半の「ポスト通常科学」の時代においてもなお議論の余地は残っていると考える。しかし、この問題は本稿の主題ではないので、その展開は別の機会に譲りたい。

- (5)同上書, 29頁。
- (6)本稿では、放射線の線量単位について、現在使われている線量のシーベルト(Sv)で表すようにする。照射線量の旧単位であるレントゲン(R)を現在の吸収線量の単位グレイ(Gy)で換算すると $1\text{ R} = 8.7\text{ mGy}$ である。線質をすべて γ 線かX線と見立てて、 $1\text{ レントゲン} = 8.7\text{ m Sv}$ 、 $1\text{ レム} = 10\text{ mSv}$ と換算した。
- (7)H.J.Muller, "Artificial Transmutation of the Gene," *Science*, Vol.66, No.1699 (July 22, 1927), pp.84-87.
- (8)日野川静江・山崎正勝編『増補・原爆はこうして開発された』(青木書店, 1997年), 41頁。
- (9)中川, 前掲書 注(3), 22頁。
- (10)同上書, 19頁。
- (11)アルバカーキー・トリビューン編『プルトニウム人体実験 : マンハッタン計画』(広瀬隆訳・解説, 小学館, 1994年)
- (12)「米の放射能人体実験 次々崩れた機密の壁 地方紙記者が追跡6年」(『朝日新聞』1994年2月1日)
- (13)笹本征男『米軍占領下の原爆調査 原爆加害国になった日本』(新幹社, 1995)。
- (14)中川, 前掲書 注(3), 46頁。
- (15)Kusano Nobuo, *Atomic Bomb injuries*, Tsukiji Shokan, 1953.
草野信男『原爆症(改訂新版)』(築地書館, 1995年)
- (16)中川, 前掲書 注(3), 16-18頁。
- (17)中川, 前掲書 注(3), 30頁。
- (18)高橋博子『封印されたヒロシマ・ナガサキ: 米核実験と民間防衛計画』(凱風社, 2008)
- (19)ECRR2010 日本語版, 前掲書 注(1), 74頁。原著, p. 38.
- (20)三宅泰雄『死の灰と闘う科学者』(岩波新書, 1972年)
- (21)中川, 前掲書 注(3), 68-73頁。
- (22)同上書, 116頁。原論文は次の通り Alice M. Stewart; J. W. Webb; D. Hewitt, "A Survey of Childhood Malignancies," *British Medical Journal*, i 1495, 1958.
- (23)同上書, 118頁。 John W. Gofman, Arthur R. Tamplin, "Low Dose Radiation and Cancer," paper presented Oct. 29, 1969 at the IEEE Nuclear Science Symposium, San Francisco.
- (24)同上書, 149-151頁。 Thomas F. Mancuso, Alice M. Stewart, and George W. Kneale, "Radiation Exposures of Hanford Workers Dying from Cancer and Other Causes," *Health Physics Journal* 33, No. 5 (November 1977): 369-384.
- (25)中川保雄は『放射線被曝の歴史』の中で、T65D から DS86 への変更により原子力推進側の深刻な危機を見て取ったが、ABCCを引き継ぐ現在の放射線影響研究所のホームページの記述では、あたかも精度を高めるための改訂であったかのような印象を与えている。

<http://www.rerf.or.jp/glossary/ds86.htm> (2011年10月19日 閲覧)

- (26)「原子放射線の生物学的影響に関する委員会(BEAR)」は1970年に名称変更し、「電離放射線の生物学的影響に関する委員会」(Committees on the Biological Effects of Ionizing Radiation, BEIR)となった。
- (27)ガン・白血病の増大はその後世界的規模でも進行しており、50～60年代の核実験によるフォールアウトによる影響が懸念されている。
- (28)高線量領域において直線性の仮定は間違いではない。また、細胞の修復機構や放射線ホルミシス論を根拠に、低線量領域では傷害が全く現われない閾値が存在し、閾値以下ではむしろ有益ですらあるという主張に対し、ICRPの閾値なしモデルは低線量でも危険性がなくなることを主張する点で積極的な歴史的意義を持っている。ICRPの閾値なしモデルの採用は、スチュワートやゴフマンのような低線量被曝の危険性を訴え続けた研究者たちの活動の成果だとも言える。
- (29)ECRR2010 日本語版, 前掲書 注(1), 78-81頁。原著, pp. 41-43.
- (30)2003 Recommendations of the ECRR :The Health Effects of Ionising Radiation Exposure at Low Doses for Radiation Protection Purposes, Edited by Chris Busby with Rosalie Bertell, Inge Schmitz-Feulhake, Molly Scott Cato and Alexei Yablokov,(Green Audit Press, 2003)
- (31)ECRR2010 日本語版, 前掲書 注(1), 第4章「放射線リスクと倫理原理」参照
- (32)たとえば、広島で被ばく体験をし、60年にわたり内部被曝の研究を続けてきた医師の肥田舜太郎は鎌仲ひとみとの共著『内部被ばくの脅威－原爆から劣化ウラン弾まで－』(ちくま新書, 2005年)の中でECRRの見解を紹介し、そのモデルを支持している
- (33)DRPH/2005-20: Health consequences of chronic internal contamination by radionuclides. Comments on the ECRR report “The health effects of ionising radiation exposure at low doses for radiation protection purposes” and IRSN recommendations., p.25.
- (34)A.E.Okeanov, E.Y.Sosnovskaya, O.P.Priatkina,”A national cancer registry to assess trends after the Chernobyl accident; Clinical Institute of Radiation Medicine and Endocrinology Research, Minsk, Belarus,”Swiss Medical Weekly 2004,134,645-649.
- (35)Tondel M.et al.,”Increase of regional total cancer incidence in North Sweden due to the Chernobyl accident?”*Journal of Epidemiology and Community Health*, 58, 1011-1016, 2004.
- (36) The 2007 “KiKK” Study – IPPNW Physicians Issue Warning, Information published by IPPNW / Ulm Physician’s Initiative – January 2008. “KiKK” stands for „Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken“ (Epidemiological Study of Childhood Cancer in the Vicinity of Nuclear Power Plants)
- (37)C.C.Busby,Very Low Dose Fatal Exposure to Chernobyl Contamination Resulted in Increases in Infant Leukemia in Europe and Raises Questions about Current Radiation Risk Models, *International Journal of Environmental Research and Public Health*,2009,6(12),3105-3114.
- (38)ECRR2010 日本語版, 前掲書 注(1), 16頁。原著, p. 5.
- (39)ECRR2010 日本語版, 前掲書 注(1), 339-342頁。原著, pp. 246-248.
- (40)ECRR2010 日本語版, 前掲書 注(1), 279-286頁。原著, pp. 181-187.