

ECRR 欧州放射線リスク委員会 2003 年勧告

放射線防護のための低線量及び低線量率での

電離放射線被曝による健康影響、

規制当局者のために

実行すべき結論 (Executive Summary)

この報告書では、電離放射線被曝がヒトの健康に及ぼす効果に関して本委員会が見いだしているところについて概略を与え、さらに、これらのリスク評価についての新しいモデルを公表する。それは政策決定者やこの分野に関心を持つ人々に向けたものであり、本委員会によって開発されたモデルやそれが依拠した根拠について簡潔な説明を与えることを目的としている。このモデルの開発は、現在法的に制定されている放射線リスクの全ての基礎とされ、かつ支配している国際放射線防護委員会 (ICRP) の現在のリスクモデルを分析することからはじまる。本委員会は、この ICRP モデルについて、それを体内に取り入れた放射性同位元素による被曝に適用するについては、基本的に欠陥を持つものであると見なしているが、歴史的に存在している被曝データを処理するという実際的な理由のために、内部被曝に対して同位体と放射線毎に特別な荷重係数を定義することによって、その ICRP モデルにある誤差を修正することに合意した。したがって、実効線量の計算は存続する。

1. 欧州放射線リスク委員会は、ICRP のリスクモデルを批判するために設立されが、それは 1998 年 2 月に開催された欧州議会内の STOA ワークショップと明確に同一のものである；その後、それは低レベル放射線の健康影響に関して別の見方を探すべきだとの認識で一致した。本委員会は、欧州内の科学者とリスク評価専門家によって構成されているが、その他の国々の科学者や専門家からの事実の提供やアドバイスも受けている。

2. 人類の活動に関わる放射線源に起因して、体内に取り込まれた放射性同位元素によって被曝した集団において、特にガンや白血病といった、疾病のリスクが増加しているという疫学的証拠と、ICRP のリスクモデルとの間には不一致が存在していることをまず確認するところから本書は始まる。本委員会は、そのようなリスクに適用された ICRP のリスクモデルの科学的な考え方にある基礎に取り組み、ICRP のモデルは、受け入れられる科学的道筋を通じて生まれたものではないと結論する。とりわけ、ICRP は急性の外部放射線被曝の結果を、複数の点線源からの慢性的な内部被曝に適用し、これを支持するためには、もっぱら放射線作用の物理的モデルに頼ってきている。しかしながら、これらは結局において平均化してしまうモデルであり、細胞レベルで生じる蓋然的な被曝には適用できない。ある細胞は放射線にヒットされるかされないかである；最小の衝撃は一回のヒットであり、衝撃は、時間軸に沿って広がっているこの最小のヒットの回数が増えることによって増加する。したがって本委員会は、体内の線源からの放射線リスク

を評価するに際しては、内部被曝の疫学的証拠を、機械的理論に基づくモデルよりも優先させなくてはならないと結論した。

3. 本委員会は、ICRP モデルにある暗黙の原則の倫理的な基礎、したがってそれらの法的な基礎を検討する。本委員会は、ICRP の正当化は、時代遅れの哲学的推論、とりわけ功利主義的な平均的費用-便益計算に基づいていると結論する。功利主義は、行為の倫理的な正当化のための根拠としては、それが公平な社会と不公平な社会あるいは条件とを区別する能力を欠いており、すでに長い間退けられている。功利主義は、例えば、計算されるのは全体の便益だけで個々人の便益ではないという理由から、奴隷社会を正当化するためにも使われ得る。本委員会は、ロールズの正義論、あるいは国連の人権宣言にもとづく考え方等の人権に基づく哲学を、行為の結果として公衆の構成員の回避可能な放射線被曝の問題に適用するべきであると提案する。本委員会は、同意のない放射能放出は、それがもたらす最も低い線量であっても、たとえ小さくても有限の致命的な危害の確率を持つので、倫理的に正当化できないと結論する。そのような被曝が許容される事態においては、本委員会は、住民全体に及ぶ危害の総和を評価するために、関係する全ての行為と時間において「集団線量」の計算が採用されるべきであると強調する。

4. 本委員会は、「住民の放射線被曝線量」を正確に決定することは不可能であると考えている。それは放射線の種類、細胞、そして個々人にわたる平均化の問題や、それぞれの被曝は、細胞あるいは分子のレベルにおけるその効果の観点から記述されるべきであるという問題があるからである。しかし、実際上これは不可能なので、本委員会はICRP のリスクモデルを、その実効線量の計算に2つの新しい荷重係数を取り入れることでその適用範囲を拡大したモデルを開発した。それらは生物学的及び生物物理学的な荷重係数であり、それらは体内の複数の点線源に起因する細胞レベルでの電離密度、すなわち時間と空間における区別の問題を記述する。実際のところ、それらはICRP が使っている、異なった線質の放射線（例えば、アルファ線、ベータ線及びガンマ線）がもたらす異なった電離密度を調節するために採用されている放射線荷重係数の拡張である。

5. 本委員会は、放射線被曝源を概観し、自然放射線への被曝との比較によって、新しいタイプの被曝の効果を評価する試みに注意を払うことを勧告する。この新しいタイプの被曝の中には、ストロンチウム Sr-90 やプルトニウム Pu-239 といった人工同位体による内部被曝だけではなく、ミクロンメートルの範囲の大きさに集まった、完全に人工的な同位体（例えば、プルトニウム）や天然同位体の形態からは変更され（例えば、劣化ウラン）の同位体の集合体（ホット・パーティクル）による被曝も含まれる。そのような比較は、現在のところICRP の概念である「吸収線量」に基づいてなされるが、それは細胞レベルでの危害の結果を正確には評価しない。外部被曝と内部被曝との比較もまた、細胞レベルでは定量的にきわめて異なることがあるので、リスクを過小に評価してしまうという結果をもたらすだろう。

6. 本委員会は、生物学や遺伝学、またガンの研究における最近の発見は、ICRP の細胞内DNAの標的モデルが、リスク分析のよい基礎ではありえないことを示しており、放射線作用についてのそのような物理的モデルを、被曝した人々についての疫学研究よりも優先して取り扱うことはできないと主張する。最近の研究結果は、細胞に与えられる放

放射線のヒットから臨床的な発病へとつながるメカニズムについては、ほとんどまったく未解明のままであることを示している。本委員会は、被曝に関する疫学的研究の基礎を概観し、被曝に続く損害についての多くの明瞭な証拠の数々が、不適切な放射線作用の物理的モデルに基づいている ICRP によっては、考慮の外に置かれてきていることを指摘する。本委員会は、そのような研究を放射線リスクを評価するための基礎として復活させる。したがって、セラフィールドの小児白血病の発生群に見られる、ICRP モデルによる予測値と観察結果との間の 100 倍ものひらきは、そのような被曝がもたらす小児白血病のリスクの評価となって表現される。したがって、その係数は、本委員会によって、特殊なタイプの内部被曝による損害を計算するにあたっては、シーベルト単位で子供の「実効線量」を計算するのに使用する荷重係数に取り入れて評価することを通じて組み込まれることになる。

7. 本委員会は、細胞レベルでの放射線作用のモデルについて調査し、ICRP の「線形閾値無し」モデルは、外部照射に対する中程度に高い線量領域のあるエンド・ポイントについてを除いては、被曝線量の増加に対する生体の応答を表現しないと結論する。広島原爆被爆者の寿命調査研究からの外挿には、同様な被曝、すなわち急性の高線量被曝についてのリスクのみが反映される。低線量被曝に関して本委員会は、これまでに発表された研究を概観し、放射線線量に対する健康影響は、低い線量ではそれに比例して大きくなるが、これらの被曝の多くが、誘発される細胞修復や（細胞分裂時の）感受性の高い細胞相が存在するために、2 相的な線量応答になる可能性があると結論する。そのような線量応答関係は、疫学データの評価を混乱させる可能性がある。本委員会は、疫学研究の結果においては、直線関係が失われていることをもって因果関係を否定する議論を進めるべきではないことを指摘する。

8. 損害の機構についての考察を重ね、本委員会は、ICRP の放射線リスクモデルとその平均化の手法は、空間的にも時間的にも非均一性がもたらす効果を排除してしまうと結論する。すなわち ICRP のモデルは、体内のホット・パーティクルによる組織局所への高線量の被曝と、細胞分裂の誘発と中断（2 次的事象）をもたらす連続的な細胞への照射とを無視し、これら全ての高いリスクの状態を大きな組織の質量全体にわたって単純に平均してしまうのである。このような理由から、本委員会は、ICRP がリスク計算の基礎として使用している未修正の「吸収線量」には欠陥があり、それを、特殊な被曝の生物学的かつ生物物理学的な様相に基づいて荷重を強調する、修正「吸収線量」に置き換えるべきであると結論する。以上に加えて、本委員会は、ある元素からの、特に炭素 C-14 やトリチウム T の、壊変がもたらすリスクに注意を払い、そのような被曝を適切に荷重した。荷重はまた DNA に対して特に生化学的な親和性を有する元素、ストロンチウム Sr やバリウム Ba、そして、オージェ電子放出体である放射能についても加えた。

9. 本委員会は、同様の被曝はそのような被曝のリスクを決定するとの基礎に立って、放射線被曝を疾病に結びつける証拠を調査した。したがって、本委員会は被曝と疾病との関連についての全ての報告、すなわち、原子爆弾の研究から核実験降下物による被曝、核施設の風下住民、原子力労働者、再処理工場、自然バックグラウンド放射能、そして原子力事故について検討した。本委員会は、低線量での内部被曝による損害を紛れもなく示している 2 つの被曝研究にとりわけ注目した。チェルノブイリ後の小児白血病と、

チェルノブイリ後のミニサテライト DNA 突然変異についてである。これらのいずれも、ICRP のリスク評価モデルが 100 倍から 1000 倍の規模で誤っていることを示している。本委員会は、内部被曝や外部被曝によるリスクを示す事実からなる証拠を、健康への影響が予測されるあらゆるタイプの被曝に適用できる、新しいモデルでの被曝換算で荷重する根拠としている。ICRP とは違い、本委員会は、死を招くガンによる子どもの死亡率、特殊ではなく通常の健康被害に至るまで分析を行った。

10. 本委員会は、現在のガンに関する疫学調査は、1959 年から 1963 年にかけて世界中で行われた大気圏内核実験による被曝と、核燃料サイクル施設の稼働がもたらした、さらに大量の放射能放出が、ガンや他の健康被害の明確な増加という結果を与えているとの結論に達した。

11. 本委員会 ECRR の新モデルと、ICRP のモデル双方を用いて、1945 年以降の原子力事業が引き起こした全ての死者を計算した。国連が発表した 1989 年までの人口に対する被曝線量を元に ICRP モデルで計算すると、原子力のためにガンで死亡した人間は 117 万 6300 人となる。一方、本委員会のモデルで計算すると、6160 万の人々がガンで死亡しており、また子ども 160 万人、胎児 190 万人が死亡していると予測される。さらに、本委員会のモデルでは、世界的に大気圏内で核実験が行われその降下物で被曝した人々が罹患した全ての疾病を全て併せると 10% が健康状態を失っていると予測されるのである。

12. 本委員会は以下を勧告する。公衆の構成員の被曝限度を 0.1 mSv 以下に引き下げる。原子力産業の労働者の被曝限度を 5 mSv に引き下げる。これは原子力発電所や再処理工場の運転の規模を著しく縮小させるものであるが、現在では、あらゆる評価において人類の健康が蝕まれていることが判明しており、原子力エネルギーは犠牲が大きすぎるエネルギー生産の手段であるという本委員会の見解を反映したものである。全ての人間の権利が考慮されるような新しい取り組みが正当であると認められねばならない。放射線被曝線量は、最も優れた利用可能な技術を用いて合理的に達成できるレベルに低く保たれなければならない。最後に、放射能放出が与える環境への影響は、全ての生命システムへの直接・間接的影響も含め、全ての環境との関連性を考慮にいれて評価されるべきである。

付録 A

放射線学上重要な主要な同位体についての線量係数

実効線量の計算に関する規則は第 6 章に記した通りである。放射線学上重要となる主な同位体に対して、本委員会は、その規則や仮定を用いて線量係数を計算してきている。表 A 1 に、摂取及び吸入による、低線量被曝に対する線量係数を示す。これらの同位体については、一般的に、ある年齢グループ内の個人に対する実効線量 E は、次の方程式にしたがって計算される：

$$E_{\text{全体}} = E_{\text{外部}} + \sum_i k(a)_{I, \text{摂取}} I_{I, \text{摂取}} + \sum_i k(a)_{I, \text{吸入}} I_{I, \text{吸入}} \dots \dots (1)$$

表 A 1 摂取及び吸入による低線量被曝に対する種々の同位体の線量係数

同位体 (形態)	半減期	^a k(0-1) Sv/Bq	k(1-14) Sv/Bq	k(大人) Sv/Bq
H-3 (HTO)	12.3 y	1.0E-9	4.0E-10	2.0E-10
H-3 (CHT)	12.3 y	5.0E-9	2.0E-9	1.0E-9
C-14	5.7E+3 y	1.5 E-8	5.8 E-9	2.9 E-9
S-35 (無機)	87.4 d	5.0 E-10	2.0 E-10	1.0 E-10
S-35 (NS, CS 等)	87.4 d	5.0 E-9	2.0 E-9	1.0 E-9
Co-60	5.27 y	1.75 E-7	7.0 E-8	3.5 E-8
Sr-89	50.5 d	1.3 E-7	5.2 E-8	2.6 E-8
Sr-90/Y-90	29.1 y/2.76 d	4.5 E-5	1.8 E-5	9.0 E-6
Zr-95/Nb-95	64.0 d/35.0 d	2.4 E-7	9.5 E-8	4.7 E-8
Mo-99	2.75 d	1.5 E-8	6.0 E-9	3.0 E-9
Tc-99m	6.02 h	5.5 E-10	2.2 E-10	1.1 E-10
Tc-99	2.13 E+5 y	1.6 E-8	6.4 E-9	3.2 E-9
Ru-106	1.01 y	3.5 E-9	1.4 E-8	7.0 E-9
Ru-106 μ 粒子	1.01 y	1.7 E-6	7.0 E-7	3.5 E-7
Te-132/I-132	3.26 d/2.3 h	5.5 E-6	2.2 E-6	1.1 E-6
I-131	8.04 d	5.5 E-7	2.2 E-7	1.1 E-7
Cs-134	2.06 y	1.0 E-7	4.0 E-8	2.0 E-8
Cs-137	30.0 y	3.2 E-7	1.3 E-7	6.5 E-8
Ba-140/La-140	12.7 d/40 h	3.9 E-6	1.6 E-6	7.8 E-7
Pb-210	22.3 y	3.5 E-6	1.4 E-6	7.0 E-7
Bi-210	5.01 d	6.5 E-9	2.6 E-9	1.3 E-9
Po-210	138 d	6.0 E-6	2.4 E-6	1.2 E-6
Ra-226	1.6 E+3 y	1.4 E-6	5.6 E-7	2.8 E-7
U-238	4.5 E+9 y	1.8 E-7	9.0 E-8	4.5 E-8
U-238 μ 粒子	4.5 E+9 y	1.8 E-4	9.0 E-5	4.5 E-5
Pu-239	2.41 E+4 y	1.0 E-5	5.0 E-6	2.5 E-6
Pu-239 μ 粒子	2.41 E+4 y	3.0 E-4	1.5 E-4	7.5 E-5
Am-241	4.32 E+2 y	1.0 E-6	4.0 E-7	2.0 E-7

^a胎児に対する係数には、更に 10 倍したものをを用いる

ここに示した全線量Eについて、E_{外部}は外部被曝線量であり、第 6 章の規則にしたがって計算される。内部被曝線量は、摂取及び吸入した同位体からの寄与の和によって与えられるが、表中の異なる年齢グループ(a) 毎に示した線量係数k(a)_{I,摂取}とk(a)_{I,吸入}とを利用することになる。

本委員会は、放射線学上重要な全て同位体の対する線量係数を、完全な一覧として公表する予定である。(訳注：式(1)において I は放射能を意味する。)

この翻訳について

訳者の下手な解説で、この「放射線リスク欧州委員会 ECRR2003 年勧告」の価値を下げてしまうことを恐れず、この翻訳について思うところを、この場をかりて若干述べさせていたいただきたい。

この書を最初に手にしたときには、ある奇異なものすら感じたのであったが、章を読み進むにつれ、また二度、三度と読むにつれ、その内容はこの訳者を完全にその虜にし、翻訳することを決意させた。他にある放射線影響に関する書物とは異なり、本書は、チェルノブイリ事故による被害や、セラフィールド再処理工場がもたらしている実際の被害から出発している。国際放射線防護委員会 ICRP の由来も含め、全てを臓器レベルで平均化した吸収線量とそれをあれこれ装飾することによって派生する、シーベルトを単位とする種々の線量によって放射線影響を表現しようとする、その ICRP 線量体系を根底から批判的に扱っている。ヒロシマが教えるものは急性的な外部被曝の影響であるが、低線量域における生物学的プロセスの果たす役割を強調しつつ、慢性的な内部被曝の影響を理解するための独自の放射線荷重係数を実用のために提案している。このような内部被曝と外部被曝との区別は、最近になって検査が可能になったミニサテライト DNA 突然変異によっても支持されている。放射線影響の疫学に共通して見られる問題点を、ブラッドフォード・ヒル卿の規範から点検し、さらに ICRP が実際上採り入れている功利主義的立場を、権利論や正義論、徳倫理学等の立場から徹底的に点検している。致死ガンのみリスクではなく、胎児死亡を含む致死ガン以外のリスク評価に関する最初の試みを提案している。ヒトの被曝だけでなく生態系と自然環境全体に対する放射能汚染を問題にする姿勢を明確にしている。90年代後半に明らかになった遺伝的不安定性やバイスタンダー効果、あるいはホルミシスについての概観を与え、セカンド・イベント理論を含む、新しい線量応答曲線についての考察を進めている、等々。

これらに関し、各章のいずれもが非常な迫力をもって読者に訴えるのを感じた。すなわち、新たに確認されているヒトに対する放射線影響の疫学研究の結果と、90年代以降の放射線生物学における新しい諸発見とに基づいて、DNAの発見以前に、しかも軍事機密と絡んで生まれた ICRP の放射線リスクモデルを、どのように「修正」すべきであるのか、という歴史的な問題にひとつの解答を与えているのである。(誤解のないように述べておくが、いわゆるその線形閾値無しモデルを本書が批判するのは、放射性廃棄物のすそ切りや、低線量被曝切り捨てのためではなく、その逆である。)このような意味で、本書は ICRP に対する単なる批判の書ではなく、核開発と核被害とがはじまった二〇世紀を終えた二一世紀の冒頭という歴史的な文脈において、核と核被害に関する歴史的見解を与えているものであると考えられる。

このような迫力が単なる観照によって得られるはずもなく、現実の核被害と闘う住民とともにあり、劣化ウラン・非劣化ウラン兵器の使用禁止を訴える国際的な運動の中心にあるなかでつくられた内容である。そして何十年間にもわたる放射線影響に関する大論争の産物でもある。読了後にこの ECRR2003 の立場から、これまでの主たる放射線影響の報告書類を再検討したいという欲求に駆られたのであるが、それはこの ECRR2003 の著者らが、それら全てをつぶさに既に検討してきているということの小さな反応でしかないことに間もなく気づかされた。このような意味で、この書を読むこと

によって、二〇世紀に人類が始めてしまった核開発・原子力利用がもたらした（これからもたらす）被害と、それに関する論争についての一大パノラマを読者は眺望することが出来るだろう。したがって、放射線の影響について、その真実を知りたいと考える全ての人にこの書を読んでいただきたい。そして現行法令が基礎とする ICRP1990 勧告のみならず、ICRP が 2005 年に出すと伝えられている「新勧告」とも読み比べてもらいたい（彼らは集団線量を破棄しようとするらしい！）。ECRR2003 勧告は、我々の社会がどのような放射線防護の体系を採るべきであるのかを、我々自身と我々の子孫の問題としてとらえ、行動するための不可欠な基礎になるであろう。放射線被曝を問題にする場合に、絶えず加害者・当局者側の責任を曖昧にする働きをする ICRP 線量体系に対する全面的な批判がここにある。

ECRR のステートメントに関して、ひとつだけ留保をつけさせてもらうならば、原爆の線量についても、また中性子のもたらす危険性についても、これらは外部被曝の問題であるが、決して全てが明らかにされている訳ではないということである。遠距離における原爆線量、そして中性子の線質係数の問題は、未だ完了していないように思えるからである。そして一言付け加えるならば、水分子に関係するラジカルだけでなく、蛋白質等に形成される長寿命ラジカルも突然変異に寄与することが実証科学的に確認されてきている（放射線影響の教科書類の書き直しが要請されることになるだろう）。

ECRR は現在、劣化ウラン・非劣化ウラン兵器が、イラクで、ボスニアで、アフガニスタンでもたらしている被害、ならびにチェルノブイリ原発事故による被害についての別の報告書を準備しているということである。自らの非力も省みず、これらについても注目をしていきたいと訳者らは考えている。

さて、この書は「美浜・大飯・高浜原発に反対する大阪の会（美浜の会）」における活動を通じて我々の知るところとなった。翻訳は、主に 1980 年代に大阪大学自然科学研究会（自然研）において活動した者達を中心になって ECRR2003 翻訳委員会を結成し、「美浜の会」としてもそれに参加して進めた。第一次の訳を終えた段階で、監訳者（山内）がその一文一文を検討・コメントし、再検討を要請し、互いに納得できるところまで文章を練るといふ泥臭いスタイルをとった。また訳者の予断を排するために、その日本語から元の英文が予測できる程度に逐語訳であることを原則にした。専門用語に関しては、広い分野からの、多くの方々から御教授いただいた。心よりお礼を申し上げます。また最終校正の段階において杉本弘一氏（自然研）の協力を得た。第一次訳の分担は以下の通りである：

第 1～3 章（山内）、第 4 章（藤岡 毅；自然研）、第 5～8 章（山内）、第 9 章（関戸 衛；自然研）、第 10～11 章（美浜の会）、第 12 章（斎藤寛之；自然研）、第 13～15 章以降（山内）。

訳者らの不勉強と浅学のために、この翻訳には未だ多くの誤解も含まれていると思われるが、是非とも適宜ご指摘していただきたいと考えている。

訳者を代表して

山内 知也
2003 年夏、ストラスブルにて

訳の改訂にあたって 及び世界ウラン兵器会議決議文

ハンブルグ大学において開催された、ウラン兵器に関する国際会議に参加する機会を得た（2003年10月16-19日）。その主目的ということではなかったが、その場で、このECRR2003年勧告の中心的な編集者であるクリス・バスビー博士にお会いして話をする事ができた。本訳書の冒頭においた「日本語版へのメッセージ」は、この時にお願いして、後にいただくことのできたものである。短い時間ながらも直接話をする事が実現し、訳者自身の本書に対する理解も格段に深まったように感じている。これを契機にして、主として第1章から第9章までの各章の訳を改訂した。もっとも大きな変更点はECRRを「欧州放射線リスク委員会」と訳し直したことである。また、逐語訳になりこだわったために読みにくくなっていた多くの部分について、意味を取りやすいように書き直した。少しは自然な日本語を与えることができたように思っている。また、分かりにくいと思われる用語についての訳注も適宜増やした。

このECRR2003年勧告がどのような影響を与えつつあるのかについては、もちろん訳者らにとっても関心のあるところである。ハンブルグの会議が出した決議にECRR2003が言及されていることを知った。その3本の決議文は、劣化ウラン弾がもたらししている影響に関しての資料としても興味深いものであるので、資料として末尾にその拙訳をつけることにした（原文は<http://www.uraniumweaponsconference.de/>を参照。）

ひるがえって、この翻訳についてであるが、嬉しいことに、先の版に関して何人かの読者から幾つかの応答をいただくことができた。その中でも特に重要なものは、劣化ウラン弾による被害にも関係するものであるが、ECRRが原子状ウランと比較してその微粒子に与えている1000倍ものリスクの根拠に関係するものであった。臓器毎の「吸収線量」をベースにして議論を進める必要性を指摘していただいたのであるが、これに対する訳者の今の考えを少し書かせていただきたい。

「単位質量当たり吸収されたエネルギーの量」に基づいて放射線影響を計量しようとする方法論は、何十年間も続いている試みであることは理解しているつもりであるが、この考え方にしたがつと、8 MeVのアルファ線1本と4 MeVのアルファ線2本とは等価であると厳密に見なされる（少し極端な例を考えると、8 MeVのアルファ線1本と500 keVのアルファ線16本とが等価であると見なされる。これは訳者がICRPに対して抱いている長年の疑問である。）。2本のアルファ線であれば、1本目のヒットによって影響を受けた細胞に2本目のアルファ線がヒットすることは可能であるが、1本だけではこのような効果はもちろん見込めない。バイスタンダー効果を念頭におくと、1本目のヒットによって影響を受ける細胞の個数、すなわち、2本目のヒットに対して有効となるターゲットの大きさは、その発見以前に考えられていたよりも大きくなっているのも事実である。そして、さらに重要な事実は、「吸収線量」だけで議論を進めようとすると、このような飛跡の相関に関しては、考えることすら不可能になってしまうことである。その一方において、微粒子という化学形態が、2本以上の相関をもった飛跡のある細胞の集団に与えやすいことは容易に理解される。

それでは、「吸収線量」以外のどのような量によって（特に内部被曝についての）

放射線影響は計量されるべきなのか？多くの放射線専門家の方々に、「吸収線量」という、ある一つの方法論に満足することなく、このような放射線飛跡間の相関問題を、解くべき問題として是非とも考えていただきたいと訳者らは考えている。

改訂とは銘打ったものの、このような短期間に訳者らの不勉強と浅学とが解消されているようなことは望むこともできないことである。したがって、この改訂訳にも未だ多くの誤解も含まれていると思われるのであるが、是非とも適宜ご指摘していただきたいと考えている。

訳者を代表して

山内 知也

2003年11月25日、ストラスブルにて

(翻訳資料 1)

世界劣化ウラン/ウラン兵器会議第 1 号決議
ハンブルグ、ドイツ
第 2 稿：2003年10月19日

ICRP リスクモデルに関する会議声明

1) 本会議は、劣化ウランのような小さな放射性微粒子からの内部放射線被曝に対して、国際放射線防護委員会 (ICRP) のリスクモデルを適用することを退ける。その理由は、そのような微粒子からの被曝によっては生体組織に局所的に高い密度の電離がもたらされるからであり、このことは ICRP が受け入れている外部放射線線量モデルによる平均化の方法によっては適切にモデル化できないからである。この ICRP モデルが依拠している知見は、誤りであり、時代遅れである。このモデルは、炎を前にして暖をとることと熱い石炭を食べてしまうことを比較するようなものでしかない。

これに加えて、あるひとつのウラン微粒子に近接する生体組織が、複数の放射線飛跡を受けることは、遺伝子の変化を引き起こすより高いリスクをもたらすことになる。なぜならば最初の放射線へのヒットに反応している最中の細胞が、再びヒットされるからである。今ではこれが科学的知見になっている。5 マイクロメートルよりも小さなウラン粒子からは、一日あたり 2 回のヒットがもたらされる。

2) 本会議は、さらに小さい劣化ウランの微粒子は、リンパ系を通じて身体のあらゆる部分に輸送されることが可能であると考えている。そのために、最終的にはあらゆるガンがもたらされるようになるにもかかわらず、リンパ腫や白血病の観察が支配的になっているのだと考えている。

3) そのような小さな微粒子は胎盤に進入することが可能であり、そして、おそらくそれによる放射線は胎児に影響を与えるのであろう。

4) 本会議は、欧州放射線リスク委員会 (ECRR) に対し、内部放射線被曝のリスク評価のためにその委員会が 2003 年に開発した、その公衆衛生的なモデルを劣化ウランによる健康影響の分析のために、拡張することを強く主張する。我々は他のあらゆる独立系グループがこの重要な問題について発言することを呼びかける。

「自由大学」に関する会議声明

本会議は、独立した研究と教育とをになう機関、「自由大学」を設立する緊急の必要性があると考え。そこにおいては産業の急速な拡張や有害物質及び放射線物質の環境への放出に関係する、現在の深刻な健康と環境、そして経済問題がとり込まれるであろう。

そのような大学は、多国籍企業や政府、そして軍からの資金によって研究が制約をうけることに束縛されないという意味において「自由」であり得る。

そのような大学の最初のプロジェクトのひとつは、特に劣化ウランの影響を含む、低線量の人造放射線と健康との関係についての調査になるであろう。

本会議に参加した科学者は、互いに劣化ウランと健康との問題に関係する新しい研究やアイデアについての情報を提供するネットワークになるであろう。本会議に参加した科学者は、ハンブルグウラン兵器委員会 (Hamburg Commission on Uranium Weapons) と名付けた新しい機関を設立することに合意する。

(第2稿：2003年10月19日)

(翻訳資料2)

世界劣化ウラン/ウラン兵器会議第2号決議 ハンブルグ、ドイツ 最終稿：2003年10月25日 科学者声明

ウラン兵器の使用がもたらしている結果に関して、以下の決議文に記しているところは疑問の余地のない事実であることを本会議はここに断言する。

ウラン弾はその衝撃と同時にセラミックや他のウラン酸化物の微粒子に転換される。その直径は0.001～1.0マイクロメートルの範囲にあり、平均的な直径は0.01マイクロメートルである。

そのような物質は完全に新しいものであり、その持つ性質や効果を、ウラン鉱山事業や加工工程において発生するウランダストに関する従来の研究と科学的に関連づけることは不可能である。

ウラン酸化物は数百マイル(数千キロメートル)にわたって飛翔することができる。

劣化ウランのダストがその標的の近くに留まるということはなく、地球物理学的なメカニズムにしたがって広い範囲に飛散する。これはその紛争から10年経ったイラクの砂漠において見出された(バスビー(Busby)、イラクのデータ)。また、それは使用されてから13ヶ月後のコソボのジャコブの通りの粉塵の中に見つかっている(バスビー、日本テレビ、BBC)。国連環境計画(UNEP)によれば、それはウラン弾の使用から13ヶ月経ったコソボで採取された全サンプルの46%に確認されており、ボスニアでもモンテネグロでもまた発見されている。

酸化ウランのセラミックス微粒子がそのような移動をするのは、乾燥した天候によってそれらが再浮遊するからである。このことはトリウムTh-234に対するウランU-238やプロトアクチニウムPa-234mの同位体比を測定することによって実証されている(バスビー、ストラスプール2001)。ウラン酸化物のセラミックス微粒子は、コソボの濾過前の水の中にも見つかっており(UNEP)、ボスニアとモンテネグロではUNEPによって直接

大気中で測定されている。このように、その微粒子は紛争から長時間が経った後でも吸入されることが可能である。それらがかつて使用された全域において、あらゆる人があるリスクの下におかれることになり、それはその使用や汚染から数年に及ぶ。このことは、2001年にプリエスト (Priest) がコソボで実施した尿検査によって実証されているところであり、その際に診断を受けた20人は全員が汚染されていることが判明した。また、被曝から10年後に行われた湾岸戦争帰還兵の尿検査によっても証明済みである (ドラコビッチ (Durakovic)、シャルマ (Sharma))。

リスク評価に関わる諸機関や軍が利用している国際放射線防護委員会 (ICRP) モデルは、劣化ウランによる被曝線量は、観察し得る健康影響をもたらすには低すぎるものであると予測している。しかしながら、このICRPモデルは内部放射線に対しては適切なものではない。というのは体内に取り込まれた微粒子からの放射線は、生体組織の局所に高い被曝線量を与えるからである。ICRPモデルは外部放射線と平均的線量とを使ったひとつの近似でしかない。

ウラン酸化物の微粒子への被曝がもたらす健康影響については動かしがたい証拠が存在している。このなかには1991年の湾岸戦争後に、ガンや白血病、リンパ腫が急激に増加していることを示しているイラクのガン登録がある。そのイラクのガン登録データが示している事実として、1991年の時点では、小児白血病の発症ピークは通常0歳から4歳のグループに見られていたの対し、1991年の戦争当時に誕生した集団では、5歳から9歳のグループにピークがあった。そして、この中には本会議で発表されたイラクにおける先天傷害 (birth defect) の増加、湾岸戦争帰還兵の子供における同様の増加が含まれる。

* ガンやリンパ腫、白血病を含む湾岸戦争症候群の遺伝学的要素が存在する。

* 2001年5月に行われたイタリアのコソボとボスニア平和維持活動に参加した軍人の調査によると、バルカンに駐留した兵員のリンパ腫が明瞭かつ有意に3倍に増加し、それは通常の軍人集団と比べて7.5倍過剰であった。

* 英国議会において英国医療研究審議会 (Medical Research Council) が報告したように、英国の湾岸戦争帰還兵におけるリンパ腫は、マッチングした参照集団と比べて、統計学的に有意な2倍の過剰になっている。

* 1995年から2001年間のサラエボガン登録によると、リンパ腫と白血病が10倍以上増加していることが記されている。

* ボスニアとコソボに駐留したスペインとポルトガルの兵士の間で、リンパ腫と白血病とが統計学的に有意に増加していることを示す証拠がある (本会議で発表されたスペインのデータ、エディ・ゴンザルス (Eddie Gonzales) によるポルトガルのデータ)。

最後に、劣化ウランの微粒子の生物学的効果に関する科学的な証拠としては、さらに健康影響に関係するものとしては、次のような理論的あるいは細胞学的 (細胞生物学的) な証拠があげられる：

* 1マイクロメートルの微粒子が30マイクロメートルの範囲にある組織に与える線量は、1年当たりにして、約500から1000 mSv (ミリシーベルト) である (バスビーと矢ヶ崎の計算によれば、5 mg吸引すれば、直径が1マイクロメートルならば 10^9 個の粒子を、直径が0.1マイクロメートルならば 10^{11} 個の粒子を取り込むことになる。これは成人のリンパ系のそれぞれの細胞に一個の粒子をもたらすの

に十分である。)

* 末梢リンパ球における2動原体染色体異常と環状染色体異常とを調べた英国の湾岸戦争帰還兵に対する染色体検査は、異常が5倍から10倍に増加していることを示している。他の研究とも合わせて考えると、これは100から500 mSvの外部被曝に相当すると考えることが可能である。また、これは外部線量に対するフィルムバッジの記録線量が500 mSvであったチェルノブイリの消防士において確認されている染色体異常と同様のものである。これはほとんどの国における法的な線量限度の500倍である。

* 最近の研究によってウラニルイオン (UO_2^{++}) がDNAと強く結合することが示されている、これは何年も前から染色技術の基礎になっている事実である。

* 最近の理論的な考察によれば、ウランのような高い原子番号を持つ元素の粒子は、外部からの自然放射線のエネルギーを集中させ、光電子による高い密度の電離によって組織の局所に損傷をもたらすことが示された。年間の線量が1 mSvであれば、1マイクロメートルのウラン粒子によって吸収され、局所的に散乱される電子による線量は1000 mSvに達する。

会議に参加した科学者一同

2003年10月25日

(翻訳資料3)

世界劣化ウラン/ウラン兵器会議第3号決議

ハンブルグ、ドイツ

2003年10月19日採択

汚染地域の包括的な調査が必要である

本会議は、イラクとアフガニスタンにおける劣化ウランによる汚染を包括的な調査に取り組むことが、焦眉の課題として必要になっていることを強調する。それには環境の全ての要素(水や大気、土壌)並びに、人々の健康に関する側面が含まなければならない。このような劣化ウランの汚染評価の実施に関しては、国連環境計画(UNEP)や世界保健機関(WHO)が責任を負うべきであると我々は認識している。彼らには、これらの調査や他の必要とされる研究を、意味のある時間のわく内において遂行し、結果を公衆に対して公表することが期待されており、かつ、そのような責任に問われている。特に、そのような調査の結果が、どこかの政府であるとか国際原子力機関(IAEA)のような機関によって**変更されてしまわないように**することが期待され、かつ、責任も問われている。

汚染地域にいる人々に対する、全ての医学調査を伴う、疫学研究もまた開始されるべきである。それには尿中の劣化ウラン分析や生体組織片検査、染色体検査、そして細胞遺伝学的検査が含まれるべきであるが、これらだけにかぎってはならない。医薬品や医師の手当を含め、既に影響を受けたり、現在影響を受けている人々に対する処置が高度に必要とされている。

(2003年10月19日)

**ECRR 欧州放射線リスク委員会 2003 年勧告
放射線防護のための低線量電離放射線被曝の健康影響**

翻訳：ECRR2003 翻訳委員会

連絡先： ECRR2003 翻訳委員会監訳者：山内知也

658-0022 神戸市東灘区深江南町 5-5-1

神戸大学海事科学部/神戸大学大学院自然科学研究科

環境応用計測科学（山内研究室）気付

発行：美浜・大飯・高浜原発に反対する大阪の会（美浜の会）

530-0047 大阪市北区西天満 4-3-3 星光ビル 3 階（代表：小山英之）

TEL 06-6367-6580 FAX 06-6367-6581

URL: <http://www.jca.apc.org/mihama/>

2003 年 10 月 1 日（翻訳第一稿）

2003 年 12 月 1 日（翻訳第二稿）

（頒価 1200 円）