

国際放射線防護委員会勧告

“線量は容易に達成できるかぎり低く保  
つべきである”という委員会勧告の意味  
合いについて

社団法人 日本アイソトープ協会  
財団法人 仁科記念財団

国際放射線防護委員会勧告

“線量は容易に達成できるかぎり低く保  
つべきである”という委員会勧告の意味  
合いについて

ICRP Publication 22

国際放射線防護委員会  
専門委員会4の報告

1973年4月に主委員会によって採択されたもの

社団法人 日本アイソトープ協会  
財団法人 仁科記念財団

本書は ICRP Publication のうち、褐色表紙の Recommendation シリーズの 1 冊で、“Implications of Commission Recommendations that Doses be Kept as Low as Readily Achievable. — ICRP Publication 22, 1973 の全訳であり、日本アイソトープ協会、仁科記念財団の協力で翻訳し、ICRP の了承を得て出版するものである。

訳出にあたっては、ICRP 勧告や報告の翻訳において今まで用いてきた訳語を原則として用いた。たとえば、risk (危険度, 危険), harm (害), damage (損傷), hazard (危険性), cost (費用), benefit (利益) 等。ただし、detriment (以前には障害) は、本書では特定の定義をつけて用いているために、“損害”という訳語をあてた。また、population dose は、これまで“集団線量”としていたが、本書では“世界の全人口の総被曝”と定義されたので“世界人口線量”とし、collective dose に“集団線量”をあてることとした。集団として 1 つの国の住民全体をとる場合にはいわゆる“国民線量”である。

なお、付録Ⅱの文献で、その後に公刊されたものを訳補として追加し、読者の参考に供することとした。

Nishina | Japan  
Memorial | Radioisotope  
Foundation | Association

Japanese Translation Series of ICRP Publications  
*Publication 22*

Translated by

The Committee for Japanese Translation of ICRP Publications,  
Japan Radioisotope Association

---

Fumio YAMAZAKI (Chair)    Hidehiko TAMAKI (Vice-chair)  
Masami IZAWA \*            Tatsuji HAMADA            Eizo TAJIMA

---

Presumed the founding committee members.

\* Former ICRP member.

## 目 次

まえがき .....	1
緒 言 .....	2
A. 委員会勧告の基礎 .....	3
線量制限の基本原則 .....	6
B. ICRP Publication 9 の52項の実際への適用 .....	9
C. 結 論 .....	13
D. 用語の説明 .....	14
文 献 .....	16
付録 I ICRP Publication 9 からの抜粋 .....	17
付録 II 費用 - 利益解析の使用 .....	21
文 献 .....	25
付録 III 簡略化した費用-利益解析 .....	26



## まえがき

国際放射線防護委員会 (ICRP) は1971年の会合において、専門委員会4 (委員会勧告の適用に関する専門委員会) に対して、ICRP Publication 9 の52項の意味合いをはっきりさせるための報告を作ることを要請した。52項は次のとおりである。

“(52) どんな被曝でもある程度の危険を伴うことがあるので、委員会は、いかなる不必要な被曝も避けるべきであること、および、経済的および社会的な考慮を計算にいれたうえ、すべての線量を容易に達成できるかぎり低く保つべきであることを勧告する。線量限度は、予測しうる被曝状況をもたらすような線源の設計と操作との計画のためのものであることに注目すべきである。制御されていない線源からの被曝についての“対策レベル”は、他の考慮によって決まる…”

この報告は、ICRP 専門委員会4の委員のうち、次の4名からなる作業班により作られたものである。

L. Rogers, 班長

H. J. Dunster

C. Polvani

D. J. Stevens

## 緒 言

(1) 多年にわたり ICRP および他の類似の団体の勧告には、すべての放射線被曝は合理的に達成できるかぎり、制限値よりもずっと低い値に保つという要請を含んでいた。表現は時によって、また場所によって違ってはいたが、その意図は同一であった。しかし実際上は、これが定性的な要請であるため、解釈にある程度の困難が生じ、そのため、同じ目的をもつもっと定量的な表現を望む要求が起こっていた。最初、委員会は、これは専門家の判断にゆだねるのが最も妥当なことであって、定量的な説明を導入しようとするどんな試みも融通性の喪失という好ましくない結果になるであろうと考えたのである。しかし今日では、委員会は、もっと詳しく ICRP の意図を説明することが望ましいことであろうと感じている。

## A. 委員会勧告の基礎

(2) 放射線防護に関する ICRP 勧告の基礎となっている諸原則は、約40年の期間にわたって発展をとげてきた。放射線防護が始まったのは、20世紀初頭における医業においてであった。急性効果と重篤な晩発効果の両方とも、人が X線や天然の放射性核種からの放射線にかなりの大線量被曝した場合に、直接観察された。急性効果は、後にしきい線量という名で知られるようになったあるレベルの線量を超えた場合にかぎって観察される、という事実は明白であった。皮膚紅斑がこの種の効果の一例であった。これに反して、悪性腫瘍といった重篤な晩発効果は、大きなグループがかなりの線量に被曝した後にはじめて観察されるような低い頻度で起こるものなので、放射線との関連を判断することはもっと困難であった。そのため、このような晩発効果に関するしきい線量の存在を実証することは、今日まで全く不可能であった。約50ラドから数100ラドというかなりひろい線量範囲で、被曝がふえると危険はふえるというふうに危険のレベルと被曝レベルとは関係があるようにみえる。過去20年間の放射線防護に対する基本的な取り組み方を決定してきたのは、この考察、およびこれに加えて、生物学的危険と線量との間には、最低の線量レベルにいたるまで直線関係が成立するという控え目な仮定の採用であった。

(3) ICRP Publication 9<sup>1</sup> のいくつかの項で危険度について仮定をおき、これを現行の ICRP 勧告の基礎としている。付録 I にこれら諸項を引用している。これら諸項では、放射線被曝後に誘発される悪性の影響にはしきい線量はないかもしれないこと、および、これらの悪性の影響の発生確率と線量との関係は直線的であるという可能性に注意を喚起している。

(4) これらの仮定をした結果、どんなレベルの放射線被曝でも危険がないと

( 4 )

はみなすことができず、もし放射線被曝をもたらすような活動をおこなおうと望むならば、次の条件を満足することを目標としなければならない。

(a) 放射線被曝に由来する損害\* を、この被曝をもたらす活動から個人および社会が受ける利益と比べて重要さにおいて少ないようになしうること。

(b) これ以上さらに損害を低減することは、そのような低減を達成するために必要とされる努力に比べて、重要さが少ないこと。

(5) これら諸原則は、制御されている線源からの被曝に適用すべき線量制限を記述した、ICRP Publication 9 の47項中にある ICRP の方針に含まれている。要約すると、この方針は次のようなものである。[(a)(b)等の区分はここで行ったものであるが、文章は ICRP Publication 9 のとおりである]\*\*

(a) 線量制限を行った結果の危険度†が、被曝をもたらした行為の利益との関連において、適切に小さいと判断される程度のもとなすべきである。

(b) この制限は、危険度をそれ以上減らしても、そのために払わねばならぬ努力を正当化するとは考えられないほど十分低いレベルに設定されなければならない。

(c) 職業上の被曝にあっては、その危険性は、高い安全水準の大部分の産業、または科学に関する職業において容認される以上の危険性であるべきではない。

(d) 人工放射線源からの公衆の構成員に対する被曝の危険度は、日常生活において通例容認されている他の危険度よりは小さいか同じであるべきであり、他の方法では受けることのできない利益という面から考えて、正当化されるものとなすべきである。

---

\* この報告の21項、用語の説明を参照のこと。

\*\* 訳注：ただし、訳文は Publication 9 のものそのままではない。

† ICRP Publication 9 での危険度 (risk) という言葉の使い方は、この報告での損害 (detriment) の使い方と同じである。

(6) ICRP Publication 9 の47—49項\* (付録 I 参照) で委員会は、委員会の勧告する線量制限の体系の基礎になっている方針を述べている。これらの項は線量制限の全体の体系について述べており、それには、不必要な被曝を避け、すべての被曝を容易に達成できるかぎり低く保つという、52項の一般的でとりわけ重要な勧告も包含している。

(7) 52項にある委員会の勧告は、以前の ICRP 勧告とは言葉づかいの点で異なることに注意することが大切である。British Journal of Radiology (1955) の Supplement 6<sup>2</sup>として刊行された委員会勧告には、次のような表現が含まれていた。

“最大許容線量として勧告された値は、人生の他の危険性と比較して小さい危険を伴うようなものであるとはいうものの、これらの値を導く基礎となった証拠が不完全なものであること、および、ある種の放射線の影響は非可逆的かつ蓄積的であることからみて、すべての種類の電離放射線に対する被曝を可能な最低レベルにまで (to the lowest possible level) ひきさげるあらゆる努力を払うべきであることを強く勧告する。”

ICRP Publication 1 (1959)<sup>3</sup> のこれに対応する勧告は、その45項にあり、次のように書かれている。

“この章\*\* で勧告される最大許容線量は最大の値であることを強調しておく。委員会は、すべての線量を実行可能なかぎり低く (as low as practicable) 保つべきこと、および、どんな不必要な被曝もすべて避けるべきであることを勧告する。”

これら勧告はだんだんと発展してきて、ICRP Publication 9 の52項に達したのである。“可能な (possible)” という言葉は順に “実行可能な (practica-

\* 訳注：原文は47～50項となっているが、50項は“基本方針”とは関係のない項である。

\*\* 訳注：Publication 1 のC章「最大許容線量」をさし、45～70項が含まれる。

ble)”, “容易に達成できる(readily achievable)”とおきかえられた。勧告はまた内容をひろげて, “容易に達成できるかぎり低く”したと考える被曝のレベルを決定する際に考慮に入れるべき, 2つの特定の考察をはっきりさせるようになった。これらの考察とは, 経済的考察と社会的考察である。その他の, たとえば倫理的考察のごとき考察も, この言葉づかいで除外しているわけではなく, 事実“社会的”という形容詞のなかに含まれているものと考えてよい。

### 線量制限の基本原則

(8) ICRP Publication 9 の52項の何らかの 解釈を試みる前に, 線量制限についての現在最善のやり方の基となっている基本原則を見ておくことが望ましい。最大許容線量および線量限度の値で長くひき続いて被曝すると, 個人あるいは公衆の健康に対し損傷を与えるいくぶんかの危険があるかもしれないという可能性を排除しえないことが, 長年の間に明らかにされてきた。しかも他方, これら小さい線量の危険が零である可能性もまた排除することはできない。そこで, 最大許容線量および線量限度の値は, その線量を与える行為から生ずる利益との関連で正当とされるレベルに線量を保ち, しかもその線量は, 容易に達成できるかぎり線量限度よりずっと低いものとする ことを目的とした, 線量制限体系の一部と考えるなければならない。特定な場合において, ある被曝をどの程度までやむをえないとするか, および線量を限度値以下に減らすことをどの程度まで実行可能とするかは, 一般的に適用されるこれらの限度値とは別個のものである。

(9) 作業員あるいは公衆の構成員の被曝を伴うような行為は, 人々の間に線量, したがって損害のある分布をもたらし, 一方, それを与える利益もまたある分布を生ずる。しかしながら, 一般的にいてこの2つの分布は同一ではない。そこで, 損害の分布を正当化するために利益の分布を使うことが妥当であ

るのは、社会が容認可能と考えるある最大値以下に個人に対する損害が制限される場合に限られる。これは産業の進展における共通問題であり、放射線防護の分野にかぎられた問題でないことはもちろんである。

(10) したがって、ある線量制限の体系を履行するときの第一の要請は、この体系によって委員会が勧告する最大許容線量と線量限度が確実に守られるべきである、ということである。第二の要請は、この体系によって不必要な被曝による線量が避けられるべきであるということである。これは、放射線と放射性物質の応用で、何の利益もなくしたがって全く正当化されないものを排除するという意味に解されるべきであり、そして、この項でこれから扱う、正当化しうる被曝に由来する線量の低減とは別個のものにしておくべきである。第三の要請は、その線量制限の体系はお互いに関連のある次の2つの条件を十分に満たすほどに線量を低くできるように、特定の諸行為の作業管理を、個々にまたその組合せについて、規定するものであるべきである。この2つの条件とは、

- (a) 経済的および社会的考慮を計算に入れたうえ、線量を容易に達成できるかぎり低くすべきであること。
- (b) 線量はこれらの行為の期待される利益によって正当化されるべきであること。

この体系を履行する際には、現状だけでなく、起こりそうな将来の趨勢に関する情報も考えに入れることが必要である。

(11) 10項の第一、第二の要請の適用は比較的簡明なので、この報告では主として第三の要請の適用に関することを扱う。ある線量をもっと低減することの経済的および社会的な利得が、この低減を達成するための経済的および社会的な費用と等しいように線量を選ぶことによって、この線量が、経済的および社会的考慮を計算に入れたうえ、容易に達成できるかぎり低いものであるといえるような点を決めることは可能である。このレベルの線量を予期される利益によって正当化するためには、次にもっと一般的な費用 - 利益解析を用いるこ



## B. ICRP Publication 9 の 52 項の実際への適用

(12) ICRP Publication 9 の 52 項は、前章に述べた概念を表したものであり、次の 2 つの別の勧告として読むべきものである。

(a) どんな被曝でもある程度の危険を伴うことがあるので、委員会は、いかなる不必要な被曝も避けるべきであることを勧告する。

(b) どんな被曝でもある程度の危険を伴うことがあるので、委員会は、経済的および社会的な考慮を計算に入れたらうえ、すべての線量を容易に達成できるかぎり低く保つべきことを勧告する。

これは、この項を次のように読むとすれば、あいまいさのないものとなるであろう。

“どんな被曝でもある程度の危険を伴うことがあるので、委員会は、すべての不必要な被曝は避けるべきであること、および、経済的および社会的な考慮を計算に入れたらうえ、正当化しうる被曝からのすべての線量を容易に達成できるかぎり低く保つべきであることを勧告する。”

(13) 線量の低減が容易に達成できるものかどうかを決定するには、その低減によってもたらされる社会的利得と、低減を達成するための社会的費用の両方を考察する必要がある。今までのところ委員会は、線量低減の社会的利得を推定するための仮定として、直線的な線量-危険度関係にかわるべきものを何も示唆していない。定量的線量限度値を設定するには、この直線関係の傾斜は、計りうる量の効果を生ずるのに十分な線量レベルから直線的に補外して得られると仮定するのが慎重なやり方である。しかしながら、このようにして導かれる直線関係を、線量低減の社会的利得の算定に用いることは、線量限度値設定に用いるのに比べ、あまり満足すべきものとはいえない。その理由は、直

( 10 )

線の関係というものは、線量を単位量だけひきさげるときの社会的利得が線量レベルおよび線量率レベルに無関係に同じであるという意味をもつからである。現実にはありそうなどんな非直線的線量—危険度関係も、ある低線量および低線量率の範囲では、線量を単位量だけひき下げるときの社会的利得が、実際に人への影響が観察された大線量からの直線的補外で得られる値よりも低いことを意味する。したがって、大線量からの直線的補外によると、このような低線量および低線量率での線量低減の社会的利得を過大に推定することになるであろうし、また、対応する社会的利得とバランスしない努力を払うことになるであろう。

(14) 線量制限を実際に用いる際には、個人個人の線量と被曝した人の数との両方を考慮に入れなければならない。これは、線量という量に加えて、ある線量を受ける人の数とその線量との積の合計という量によって行うことができる。この量は、この合計が世界人口について行われるときには、世界人口線量\* (population dose) とよばれる。ある特定のグループについて行われるときには、それを集団線量 (collective dose) とここではよぶことにする。世界人口線量と集団線量の単位は man-rem である。この報告書のなかで線量という言葉は、個人または集団に対する線量預託を含むものとして用いられている。

(15) man-rem で表された世界人口線量 (または集団線量) という概念は、総損害の尺度として、世界人口に対しても、職業人と公衆の構成員とかのようないくつかのグループに対しても、ひろく用いられてきている。この概念がこのように使えるのは、線量率に無関係に、直線的なしきい値のない線量—危険度関係が成り立つときだけである。このような条件は認めるとしても、なお現実にはいくぶんかの修正が必要である。

---

\* この報告書の21項、用語の解説を参照のこと。

(16) したがって、世界人口線量または集団線量の概念を意志決定の過程で用いる際には、個人に対する線量の考察も同時に行うべきである。個人の線量が低くて、たとえばその地域の自然バックグラウンドの変動ほどに小さい場合には、個人に対する危険度は非常に小さくて、この放射線の線量が加わっても加わらなくてもその人の健康と福祉はあまり変化しないであろう。しかし、個人の線量が対応する線量限度に近いレベルでは、時に起こるであろう過度の線量を避ける必要性、規制当局によって指示される制限、および個人に対する放射線の危険度をもっと努力しなかったとした場合のレベルよりはるかに低くしたいという願望の3つを考へて、実際上は、集団線量だけの考察から考えられるよりも大きい努力を払って、線量低減を行わなければならないことになる。

(17) ある放射線の源に由来する総損害を、前から存在し、あるいは潜在的損害（これは自然バックグラウンド放射線によるものも含む）の大きさと比較することなく評価しようとする目的には、集団線量あるいは世界人口線量を算定する際に、どんなに小さくてもすべての線量を合計しなければならない。しかし実際上は、該当する線量限度よりもずっと小さい個人線量のレベルでは、合計値への追加によって世界人口線量の推定値が2～3倍以上にはならないことが明らかな場合、または未考慮の損害が、その線源から期待される利益と比較して問題にしなくてよいことが明らかになった場合、その点を越えて合計を行う必要はないであろう。この判断はそれぞれの場合に応じて行われる。

(18) つぎに、集団線量を man-rem で表すだけでなく、たとえば損害あるいは金銭といった社会および経済用語で表現して、集団線量を低減することの利点があるが、この低減を達成するために必要な損害あるいは費用と直接に比較できるようにすることが役に立つ。付録Ⅲに述べた方法は、こうすることによって直接的に使うことができる。線量限度に近い範囲の個人線量では、さらに努力することの必要度は、man-rem に対応する金額をたとえば10倍程度に増すことで表すことができる。man-rem に対応すると考えうる金額の、発表され

たいくつかの推定値を付録Ⅱに示してある。 人口入量 (man-rem) (8)

(19) man-rem に対応する金額の推定値は、大まかな指針となるにすぎないけれども、方法の一貫性を保つのにかなり役立つであろう。これはかなりな程度の専門家の判断をもって適用しなければならない。とくに、この適用によって線量が人為的に均一化されるであろうと想像してはならない。これら推定値は、当然のことながら、非常にひろい範囲の値をとりうるものである。

見るとは人口入量 (man-rem) の推定値を示した。この推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。

人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。

人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。

人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。人口入量の推定値は、標準的な線量率 (man-rem/year) の推定値と人口入量の推定値の積として算出される。

## C. 結 論

(20) 主委員会が勧告した線量制限の体系は、最大許容線量と線量限度の数値を含むが、それにとどまるものではない。どんな被曝でも、ある程度の危険、したがってある程度の損害を伴うことがあるので、線量制限の包括的な体系は次に示す主要目標をめざすものである。

- (a) 確実に線量限度を満足すること。
- (b) 不必要な被曝の源の使用を避けること。
- (c) ある決まった諸行為の作業管理を、個々にまたその組合せについて想定し、その結果の線量を、経済的および社会的な考慮を計算に入れたうえで、合理的\*に達成しうるかぎり低く保つこと。
- (d) これらの線量が、それによってはじめて受けられる利益で確実に正当化されるようなやや一般的なわくぐみを与えること。

この線量制限の体系は、予期しうる被曝状況をもたらす源についての計画と操業のよりどころとすることを意図したものであることに注意すべきである。制御されない線源からの線量に関する対策レベルの設定は、ICRP Publication 9 のC章に論じてある別の考察によって決まる。

---

\* 容易に (readily) という副詞を合理的に (reasonably) という言葉にかえることにしたが、これは、合理的にという言葉の方が委員会の意図をよりよくあらわすことが明らかになったからである。

## D. 用語の説明

(21) この報告中の用語は、大部分普通の意味で使っているが、いくつかの用語は説明を要する。

### 危険度 (risk, R)

この報告で危険度という言葉は、ある個人がある線量を受けた結果、悪性の影響をこうむる確率を意味する。1番目の影響をこうむる確率を  $p_1$  とすれば  $R=1-\prod_i(1-p_i)$  となる。異なる効果が互いに排他的であれば、この表現は短くなって  $R=\sum_i p_i$  となる。この簡単な方程式は、効果が互いに排他的でなくとも、すべての  $p_i$  について  $p_i \ll 1$  である場合には近似的に正しい。

### 損害 (detriment, G)

集団内の“損害”とは、個々の型の悪性の影響の確率だけでなく、それら影響の重篤さも考慮に加えた、ある線量で生ずる害の“期待値”という数学的概念と定義されるものである。影響をこうむる確率を  $p_i$  とし、その重篤さを加重係数  $g_i$  で表すものとすれば、人数  $P$  から成るグループ中の損害  $G$  は  $G=P\sum_i p_i g_i$  である。

### 世界人口線量 (population dose)

これは人の集団の、全身あるいは特定器官の総被曝をはかる尺度である。 $H$  から  $H+dH$  の間の線量を受けた人の数を  $N(H)dH$  とすれば、世界人口線量は

$$\int HN(H)dH$$

で与えられる。この積分は世界の総人口につき、線量分布全体にわたり行われる。ある場合には、ある部分集団——これは目的によっては一国あるいは一地域の集団となろうが——についての、世界人口線量の成分をはっきり知ることが役に立つであろう。その場合、この成分のことは、この部分集団に関する集団線量 (collective dose) とよびうる。

文 献

1. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (1966) (Adopted 17 September 1965) ICRP Publication 9, Pergamon Press, Oxford.
2. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (1955) (Revised 1 December 1954) *British Journal of Radiology, Supplement* 6, British Institute of Radiology, London.
3. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (1959) (Adopted 9 September 1958) ICRP Publication 1, Pergamon Press, London.

## 付 録 I ICRP Publication 9 からの抜粋

## 危険度の仮定

(29) 委員会の勧告は、放射線に対するいかなる被曝にも白血病その他の悪性腫瘍を含む身体的効果および遺伝的効果を発現させる危険がいくらかあるという慎重な仮定に基づいている。最低レベルの線量にいたるまで、病気や不具合をひき起こす危険は、個人に蓄積される線量とともに増大するという仮定が行われている。この仮定は、まったく“安全な”放射線の線量というものとは存在しないということを意味している。委員会は、これは控え目な仮定であり、いくつかの効果の発現には必要な最小線量、つまりしきい線量があるかもしれないことを認めている。しかし、積極的に肯定する知識がないので、低線量でも傷害の危険があると仮定するという方針が放射線防護の基礎として最も合理的であると委員会は考える。

(30) 放射線障害の危険が蓄積線量に正比例するという仮定に基づけば、自然バックグラウンド放射線による被曝が何らかの身体的または遺伝的傷害をひき起こす確率をもち、これは人工の被曝が加わらなくても存在するということになる。そのうえ放射線被曝でひき起こされると考えられるものと同じ傷害の発生する危険が、放射線と全く無関係な他の環境的要因や生まれつきもっている原因によってつけ加わるかも知れない。そこで、照射と他の要因との間に相乗的作用が何もないとすれば、傷害の全危険は照射（自然線源または人工線源からの）による危険プラス環境その他の原因による危険の合計になるろう。

(31) ……

(32) ……

( 18 )

(33) ……

(34) 放射線に対するどんな被曝も有害な効果を起こす危険を伴うと委員会は考える。しかし、電離放射線への被曝が含まれる活動をしないですまそうと望むのでない限り、ある程度の危険が存在することを認識しなければならず、かつ、考えられる危険が、このような活動から得られる利益からみてその人および社会にとり容認できると思われるレベルにまで放射線量を制限しなければならない。このような線量は“許容線量”が意味していたと同じ意味で、「容認できる線量」とよんでもよいかもしれない。

(35) もし、線量とある効果の危険との間の数量的関係がわかっていたとするならば、社会あるいは個人は、放射線被曝を必要とする個々の事情を考慮に入れて、容認できる危険の程度を判断することができよう。理想的には、このような判断には、その行為のもたらす利益または必要性と、与えられる被曝の危険との比較が関係することになり、この比較にはその社会における他の危険の判断も関係してくるであろう。さらに、この被曝を制限することの困難さを考慮に入れなければならないであろう。

(36) もし、線量—効果関係がわかり、ある決まった状況下で容認できると考えられる危険の程度を決定することができたとすれば、それによって、この危険に対応する「容認できる線量」を決めることが可能であろう。しかし現在の段階では、線量と危険との関係は精密には知られていないし、また利益を数的に評価することも普通は可能ではない。こういう事情ではあるが、計画のための実際的な助言が引続き必要なので、委員会は適切な線量制限を勧告する仕事を続ける責任を認めている。

(37) ……

(38) ……

## ICRP の線量制限体系の基礎となる方針

(47) 被曝源が制御をうけている条件下では、はっきり決まった線量制限を設け、被曝にともなう危険がその行為の結果得られる利益との関連において適切に小さいと判断されるほどにすることが、望ましくかつ合理的である。そのうえ、この制限は、危険をそれ以上減らすためにさらに努力をする必要があるとは考え得られないほど十分低いレベルに設定されなければならない。職業上の被曝にあっては、それによる危険は、高い安全水準の大部分の他の産業または科学に関する職業において容認されている以上の危険であるべきではない。公衆の構成員に対する人工放射線源からの危険は、日常生活において通例容認されている他の危険より小さいか同じであるべきであり、他の方法では受けることのできない利益という面から考えて正当とされるものであるべきである。

(48) いったん線量限度が設定されると、正常の作業においてはそれらの線量をこえることがないように、被曝源の使用を計画することを目標とすべきである。線量限度はそのほかに、被曝源における作業のやり方が適切かつ十分かどうかをチェックするという批判的役割をもっている。被曝限度を少しだけ超過したときには、1人または複数の個人がある約束された線量をわずかにこえたということよりも、被曝源制御の失敗があったということの方が、一般にはもっと重大である。

(49) 制御できる線源からの被曝に対する線量限度は、制御されていない線源による被曝の危険の評価に一般に使うつもりのものではないということを強調しておくべきである。

(50) ……

### 制御されていない線源からの被曝に対する対策レベル

(51) 予測しない被曝が起こるような条件下では、もはや妥当な危険をなん

らかの利益と比較することが問題なのではない。その代り、被曝の量を制限し  
かつ復旧の機会を増大するためにはどんな救済処置を取りうるかについての問  
題が起ってくる。このような場合、救済措置にともなう危険または社会的負  
担をどの程度許すかは、措置をとることによる危険の軽減の程度と比べて判断  
しなければならない。救済処置が問題となるような状況は非常にまちまちであ  
ろうから、すべての場合に適切であるような“対策レベル”を委員会が勧告す  
ることはできない。しかし、救済処置をとる責任を有する国家機関への指針と  
して、委員会は今回、対策レベルを設定するさいに考慮すべき問題点を取り扱  
った1章を加えることにした。

#### 制御できる線源からの被曝に関する線量の制限

(52) どんな被曝でもある程度の危険を伴うことがあるので、委員会は、い  
かなる不必要な被曝も避けるべきであること、および、経済的および社会的な  
考慮を計算にいれたらえ、すべての線量を容易に達成できるかぎり低く保つべ  
きであることを勧告する。線量限度は、予測しうる被曝状況をもたらすような  
線源の設計と操作との計画のためのものであることに注目すべきである。制御  
されていない線源からの被曝についての対策レベルは、他の考慮によって決ま  
る。……

## 付 録 Ⅱ 費用-利益解析の使用

ある一つの活動について提案された放射線被曝のレベルが容認できるものかどうかは、費用-利益解析を行って決めるべきである。この表現は、しばしば解釈されているように、この報告書の5項の条件(a)と(b)のうち、条件(b)で要求される、より限定されたバランスについてよりもむしろ、条件(a)により要求される決め方をより正確に表している。条件5(a)は、核エネルギーを発電に利用するかどうかとか、一般消費財に放射性物質を使用することが許されるかどうかというような、基本的政策決定に大きくかかわりあっている。条件5(b)は、ある許された活動が、その結果起こる放射線被曝が容易に達成できるかぎり低くなるように実行されているかどうかを決定するために使うことができる。

費用-利益解析の技法は高度に専門的なものであるが、ここでの議論のためには、5項の(a)に適用される型の費用-利益解析において問題となる利益を社会にとってのすべての利益(個人および個人のグループにとっての特定の利益を含むが、それだけには限定されない)を含むものとひろく定義する。そのような利益は有形のもの(tangible, すなわち特定することができ、そして、少なくとも理論的には金銭あるいはその他の単位で量化できるもの)および無形のもの(intangible, すなわち人間の願望を満たすのに役立つものと認められるが、形式的に量化されないもの)の両方であるであろう。費用はある一つの操業のマイナスの面すべての合計としてひろく定義する。これには計画された活動の建設、操業、保守、検査、改造、終業に使われる品物とサービスとのすべての対価、および、すべてのその他の出費、損失、債務および副次的な悪影響(健康の破壊と環境の破壊を含む)が、それが有形か無形かにかかわらず含まれる(人間の不幸をもたらすどんな影響も含む)。

上に列挙した要因の多くのものは、5項(b)で決めた条件による決定を行う際には考慮しなくてもよいものであろう。この決定のためには、これ以上被曝を減らすための費用（前項で定義したところの）の増加分が被曝の低減と比べて正当化されないほどに、十分低いレベルの被曝、したがって十分低い損害でこの活動が行われているかどうかが問題となる。それを決める際、この活動の総利益を考えるのではなくて、この活動がある一つの被曝レベルで行われるときの利益と他の被曝レベルで行われるときの利益との間に生ずる微分利益を考えて費用-利益解析が行われることになる。計画された操業または活動で起こる被曝のレベルを減らすためにとられるべき諸方策間の優劣を比較する際に必要な情報の項目は、次のようなものである。

- (a) 一つの被曝レベルから他のレベルになったときの損害の差
- (b) 計画された活動を一つの被曝レベルで行うために必要な、すべての品物とサービスの費用と、他のレベルで行うために必要な費用との差。考慮すべき間接費用のなかには、たとえばあらかじめ定められた限度が満たされていることを示すのに必要なモニタリングと書類作成のような、規制上の活動と要件の費用がある。ある場合には、この間接費用は、被曝がある特定のレベル以上になることがないようにするのに必要な、工学上および管理上の方策のための直接費用を、大幅に上まわるかもしれない。こうして、“容易に達成できるかぎり低い”被曝レベルの決定には、本質的にいろいろな被曝レベルにおける微分費用と微分利益とを知ればよい。

### 無形の諸因子の相対的重要性

放射線被曝の健康に対する費用の相対的重要性と、経済的因子およびその他の社会的因子との比較にはつねに、非常に主観的な価値判断が伴う。このような判断は非常に大幅に変わるものであって、これらの判断がそれによって潜在

的に影響を受ける人々の見解を適切に反映しているかぎりにおいて妥当とみなしうる。利益も費用もともに、実行可能なかぎり定量化され、説明されることが非常に望ましい。それと同時に、多くの倫理的因子、人的因子および環境の諸因子は定量化できないものであること、そして、費用-利益解析を行う際には、主観的ではあるが学識にもとづいた判断によってそれらの諸因子に重きをおかねばならぬ、ということを経験的に認識しなければならない。以前にこのような判断を行ったことがあれば、これらの無形因子について大まかな数値が決まり、これらの値は、その後の決定に用いることができると同時に方法の一貫性をたもつのに役立つであろう。

### 電離放射線被曝の費用の推定値

電離放射線被曝にもとづく、人の健康に対する遺伝的危険度と身体的危険度の定量的な上限推定値については、多数の発表がある<sup>1)-3)</sup>。ICRP は1971年のロンドンにおける会合のあと、危険度推定値の使い方に関する次のような声明を発表した<sup>4)</sup>：

#### 危険度推定値の使用

“ICRP は、個人または集団のある与えられた被曝に起因すると思われる実際の症例数を算定するために危険度推定値を使用することについて議論した。ICRP の勧告は線量-効果関係の直線性——最低のレベルに至るまで——という用心深い仮定にもとづいたものであり、この仮定は被曝条件が予測できるような線源の設計および操作を計画するための慎重な仮定であると考えていることを繰り返したい。このような計画に際しては、あるやり方の利益と比較し、または放射線被曝を伴わない代りのやり方の危険性と比較すべき、危険性の上限と考えられる値を算定するだけで十分なことが多い。

“しかしながら、こうした手法が用心深く行われれば行われるほど、それ

は放射線の危険度を過大評価することになり、そのために、放射線被曝を含むやり方に代ってもっと危険なやり方を選ぶ結果となりうることを認識することがますます重要になる。そこで、代りのやり方を選択するにあたって放射線の危険度推定値を用いるさいには深い注意を払うべきであり、かつ低線量における実際の危険度は意識的に用心深くとした仮定から示されるものよりもおそらくはるかに低いという可能性をはっきり認識すべきである。

“この件に関するもっと詳細な論議については、ICRP Publication 8, とくにその報告書の“結論”の1.1から1.4項までを参照されたい。”

危険度推定値の有用性を改善する一つの方法は、これを、無形の諸因子についての考慮を含めたとくで、金額で表された損害の推定値に変換することである。このような推定値は、それがいかに大ざっぱなものであっても、意志決定過程への一つのインプットとしてある程度の定量的手段を提供する。

1 man-rem の世界人口線量あるいは集団線量に付随すると思われる、損害を避けるための金額の推定値が、多数発表されている。次の表には、このよう

著 者	ドル/man-rad	文 献
Dunster and McLean	10—25	5
Hedgran and Lindell	100—250	6
Otway	200	7
Lederberg	100—250	8
Cohen	250	9
Sagan	30	10

な推定値をまとめて示してある。これら推定値は、その理由づけが確かとはいえないにもかかわらず man-rad あたり10ドル～250ドルの間にすべておさまっている。一般的にいって大きい方の値は、低線量、低線量率における線量-危険度関係の算定にあたって、より控え目な方法をとったときのものである。

これらすべての推定値は、該当する線量限度よりもずっと低い線量という状況のもとに導かれたものである。個人線量が許容値を超えそうで、これの低減

を考へるときには、これとは違つた、通常はもっと高い値があてはまる。

この表にあるような値は、付録Ⅲに記述してある簡単な形の微分費用-利益解析にじかに使うことができる。

#### 文 献

1. The Evaluation of Risks from Radiation (1966) ICRP Publication 8, Pergamon Press, Oxford.
2. Radiosensitivity and Spatial Distribution of Dose (1968) ICRP Publication 14, Pergamon Press, Oxford.
3. Ionizing Radiation: Levels and Effects (1972) A Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York.
4. ICRP Commission Statement (1971) On "Use of Risk Estimates", *Health Physics* 21, 615-616.
5. DUNSTER, H. J. and MCLEAN, A. S. (1970) The use of risk estimates in setting and using basic radiation protection standards, *Health Physics* 19, 121.
6. HEDGRAN, A. and LINDELL, B. (1970) PQR—A special way of thinking?, *Health Physics* 19, 121.  
訳補: *Acta Radiologica, Suppl.* 310, 163—172 (1971).
7. OTWAY, H. J., BURNHAM, J. B. and SOHRDING, R. K. (1970) Economic vs. biological risk as reactor design criteria. Presented at the IEEE Nuclear Science Symposium.  
訳補: H. J. OTWAY, The quantification of social values, LA-4860, 1—13 (1972)
8. LEDERBERG, J. (1971) Squaring an infinite circle: radiobiology and the value of life. *Bull. Atomic Sc.* 27, No. 7, 43—46.
9. COHEN, J. J. (1970) Plowshare: new challenge for the health physicist. *Health Physics* 19, 633.
10. SAGAN, L. A. (1972) Human costs of nuclear power. *Science* 177, 487—493.

## 付 録 Ⅲ 簡略化した費用-利益解析

電離放射線被曝が関与している一つの製品とか一つの操業の、正味の利益  $B$  は次の式で表すことができる。

$$B = V - P - S - D$$

$V$  は総価値、 $P$  は基礎的生産費用、 $S$  はある決められた安全レベルを達成するための、社会的費用を含めた費用、 $D$  はこの製品の生産、使用、廃棄による総損害を表す項である。

放射線被曝が関与している特定の操業または製品については、 $V$  と  $P$  とは一定と考えることができるから、利益  $B$  を最大にするために  $S$  と  $D$  とを選択することとなる。こうなるのは和  $S + D$  が最小のときである。次にこの解析に2つの条件を適用するのが適切である。その一つは、任意の個人の受ける線量が該当する最大許容線量または線量限度を下まわらすべきであるという条件である。この条件は、任意の個人に対する損害を制限するものであって、これは、利益の分布と損害の分布が異なるとき、利益と損害とを個人のグループについて合計しようとする場合には必要である。2番目の条件は、利益  $B$  が正であることを要求するもので、つまり計画された操業または製品によって、社会は正味の利得を受けるという条件である。

費用-利益解析の一般的方法では、 $V$  も  $P$  も変数である異なる作業を比べて、利益を最大にするというのが次の段階である。しかし、この報告書では主に、“経済的および社会的考慮を計算に入れたうえ、容易に達成できるかぎり低く” という句の解釈が主目的であるから、一つの与えられた操業または操業群について利益を最適にすることだけを考えることとする。

もし操業を変更して、放射線被曝を反映する1つの変数  $E$  が変わるようにす

ると、最大の利益は次の式が満たされるときに得られる：

$$\frac{dS}{dE} = -\frac{dD}{dE}$$

このとき、 $V$ と $P$ とは一定と仮定する。

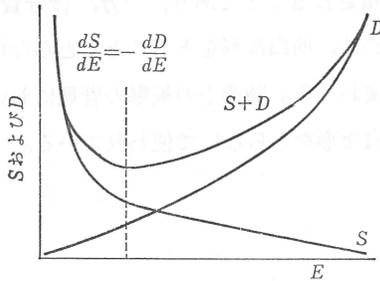


図1 微分費用-利益解析

$E$ ：被曝を反映する変数、たとえば man-rem

$S$ ： $E$ をある値にするための総費用

$D$ ： $E$ のある値に付随する損害の総費用

もっと普通の言葉で表すと、この条件が達成されるのは、図において $E$ を減らしていった、さらに微分量だけ減らすための費用が、その結果得られる損害の低減値よりも初めて大きくなったときである。この点は明らかに、“危険をそれ以上減らすためにさらに努力をする必要があるとは考え得られない”点である (ICRP Publication 9, 47項)。もし、経済的および社会的費用がすべて、 $S$ の数値にも $D$ の数値にも適正に反映しているとすれば、この点はまた、“経済的および社会的な考慮を計算に入れたうえ、容易に達成できるかぎり低く”という句を定義づける点でもある。なぜなら、線量をこれ以上低くすると、放射線からの損害の低減量を上まわる経済的および社会的な不利益が加わるからである。

もし $E$ を、この報告書の15項に記したように man-rem で表すと、 $D$ は金額で表すことができる。個人の線量を該当する最大許容線量または線量限度以下に保つという条件は明白な形で適用することができ、この限度に近い線量

の被曝を妨げることは、man-rem 値が高いレベルの個人線量値からなる場合、それにあてはめるべき金額を人為的に大きくとることによって行うことができる。第二の条件、つまり  $B$  が確実に正であるようにするという条件は、通常は国のレベルで適用されることであり、一方、微分費用-利益解析の方式で得られる最適化の手法は、明白な形をとることもとらないこともあるが、それぞれの場合に応じて使われる。職業上の被曝の管理においては、この微分方式は日常の決定の際明白な形をとらないで使われている。

“線量は容易に達成できるかぎり  
低く保つべきである”という委員  
会勧告の意味合いについて

¥ 350

---

昭和50年10月30日 初版第1刷発行  
昭和56年8月1日 初版第2刷発行

編集者 日本アイソトープ協会  
および 財団法人 仁科記念財団  
発行 財団法人

〒113 東京都文京区本駒込二丁目28番45号  
電話 (03) 946-7111(代表)

---

印刷・製本 大洋印刷産業株式会社