

2001. 6. 20
[技術情報室]

米国線量測定規格「複数個の線量計 による個人線量計測の実施基準」

1998年7月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

:複製, 転載,
い。また今

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001



米国線量測定規格「複数個の線量計による個人線量計測の実施基準」
(翻訳資料)

辻村憲雄¹⁾、百瀬琢磨¹⁾、篠原邦彦¹⁾

要 旨

American National Standard HPS N13.41-1997 "Criteria for Performing Multiple Dosimetry"を翻訳した。この規格は、複数個の線量計を用いて個人の被ばく線量を評価する必要がある場合の条件とその際の方法論を定めている。内容は、現在、国内で実施されている「不均等な被ばく形態における線量評価法」とほぼ同様であるが、複数個の線量計の着用が必要とされる条件、それらの身体配置並びに線量評価方法及び記録のありかた等が具体化されている。

1) 安全管理部安全対策課

目 次

	まえがき	1
1.	緒言	1
2.	対象範囲	2
3.	語義	3
4.	複数個の線量計を使う際の基準	4
5.	複数個の線量計プログラムの実施にあたっての要求事項	5
5.1	線量計の種類	5
5.2	線量計の配置	5
5.3	必要な線量計の個数	6
5.4	複数個の線量計に対する校正の留意点	6
5.5	複数個の線量計による個人線量計測の代替案	6
5.6	プログラム評価	7
6.	複数個の線量計による個人線量計測からの線量の導出	8
6.1	線量当量評価のための部位荷重係数	8
6.2	実効線量当量評価のための方法論	8
7.	結果の不確かさ	10
8.	記録	10
付録	部位荷重係数の導出	11

まえがき

この規格は、電離性放射線の存在下で行われる定常的な放射線作業条件において複数個の線量計を、どのような場合に、どのように用いるかに関する基準を与えている。さらに、放射線防護専門家によって複数個の線量計の使用が必要であると判断された場合に、実効線量当量を決定するための推奨される方法についても述べている。

この規格をまとめる段階で、ICRP Publication 60が勧告されたが、そこで勧告された実効線量の概念はこの規格には反映していない。

1. 緒言

人体が外部放射線による均等な被ばくを受ける場合には、ICRP (the International Commission on Radiological Protection)は、人体の胴体部に装着した線量計によって線量当量を評価することを、個人の実効線量当量を評価することの容認できる手段と認めた。しかし、作業内容や作業場所に特有の状況によっては、結果的に放射線場が空間的に変化するような場合がありうる。こうした変化に関連する条件としては以下に挙げるものがある。線源ジオメトリー（例えば、点状線源、線状線源、平板状線源、もしくは非均一な放射性物質の付着パターン）、線源－作業者間距離と線源に対する作業者の一般的な向き、そして作業者に対して一様ではない被ばくをもたらすような器具や他の遮蔽、である。この他にも関連する要因としては、放射線場のエネルギーや（線質）成分、作業環境下での物質と放射線の相互作用によるこれらの変化がある。

放射線サーベイによって得られるデータは、こうした要因が放射線場の変化にどのように影響するかを評価したり、さらに複数個の線量計の着用が必要であることを決定するため、必要不可欠である。こうした必要性を示す幾つかの例を以下に示す。

- (1) 手部に対してより大きな被ばくをもたらす可能性があったり、胴体部以上に被ばくの変化を引き起こすような、点状あるいは線状線源を取扱う作業
- (2) 構造、機器、他の遮蔽の結果、線源ジオメトリーや部分的な局所遮蔽における変化が生じるような施設の維持管理作業
- (3) 遮蔽の漏洩箇所（例えば、ピンホール、割れ）近傍で行われる作業、あるいは部分遮蔽を使用するような作業
- (4) 当該物質が均一に汚染されたものではない条件下で、原子炉、加速器、研究施設、あるいは放射性廃棄物を取り扱う作業。
- (5) 防護衣の使用の結果、防護された部分と防護されない部分とで被ばくが均一でなくなった場合

“Multiple Dosimetry”（以下、「複数個の線量計による個人線量計測」と記す）は、胴体、頭部、腕部及び脚部等の様々な部位の線量当量を評価するため、人体に複数個の線量計を着用させる被ばく管理である。この管理方法は、以下に挙げるような多く

の理由により実施に移される。連邦・国家の規則や管理行政による要求を満たすため、最も高い被ばくを受ける位置を同定するため、ある特定の作業の前後における放射線管理測定の効果の評価するため、他にも単一の線量計による測定では線量管理の目的のための十分な情報を与えないような状況があること、あるいは実効線量当量を評価するため等である。

複数個の線量計による個人線量計測は、放射線場の変化によって結果的に人体全域にわたる線量当量の重大な変化に結びつくような場合に、人体の異なる部位をモニターするために行われる。この変化の重大さは、被ばくした臓器・組織（例えば造血組織、水晶体等）や、適用される線量限度に依存している。

この規格に記された基準は、どのようなときに複数個の線量計を用いてモニターするか、その使用が必要と判断された場合にどこに線量計を着用するか、そして線量計の測定・評価後の結果の解釈と記録についての指針を与えるものである。

2. 対象範囲

この規格は、外部放射線による個人線量計測の目的のために、複数個の線量計を使用することを要求するものでもないし、また禁じるものでもない。1個の線量計ではなく複数個の線量計の使用を選択することは、放射線防護の専門家の専門的判断によるためである。しかし、一旦それが適切と考えられた場合には、この規格は、電離性放射線の外部の線源からの被ばくを受けるような個人の人体と末端部をモニターする目的で、どのようなときに、どのようにして複数個の線量計を用いるかという定常的な業務行為に対する適切な基準を含んでいる。こうした被ばくを受けるような状況は、医療、研究、商業、核兵器製造、核燃料製造及び原子炉で見られる。さらに、この規格では、線量計の種類を選定、人体に装着する線量計の配置、複数個の線量計の結果の解釈及び線量情報の記録について勧告している。

この規格は、放射性物質による内部沈着、人体の外部汚染、あるいは作業計画が許されないような作業条件のケースについては言及しない。また、事故の際に起こるかもしれない、放射線環境における突然のあるいは予想だにしない変化については、この規格の対象範囲を超えている。さらには、胎児のモニタリングについては述べない。何故なら、それは特別なケースであり、人体への非均一な被ばく状況に必ずしも関連するものではないためである（胎児のモニタリングは、分体、すなわち胎児に対する線量を評価し、妊娠期間中の胎児に対する積算線量当量の適切な割合を確証するという目的のためである。これは複数個の線量計による個人線量計測の例ではないので、ここでは述べない）。さらに、被ばく範囲が 1cm^2 未満（ホットパーティクルによる）の皮膚被ばくについても言及しない。

この規格では、複数個の線量計による個人線量計測の目的で着用する線量計アセンブリーは、個人線量当量を評価するよう校正され測定処理されるものであるという前

提を進める。線量計の測定処理の方法、校正及び性能基準に関する指針は、他を規格を参照すること。

3. 語義

この規格では、ANS(the American National Society)、ICRP、NCRP(the National Council on Radiation Protection)等与えられた語義を引用した。(訳者注:「線量計」、「線量当量」など、対訳の必要のない語句については省略した。)

部位(Compartments):

複数個の線量計による個人線量計測の目的において、線量計測上、重要な人体の領域を表す。体幹部を表す部位としては、頭頸部、胸部、腹部、肘より上の左右の上腕部、膝より上の左右の大腿部である。一方、末端部を表す部位としては両肘、肘より下の左右の腕部、両膝、膝より下の左右の脚部とする。水晶体も別の分かれた部位とする。

部位荷重係数(Compartment Factors):

人体全域が均等に被ばくしたときの全体リスクに対して、線量計の下側にある臓器・組織のリスクの割合を関連づけるため、様々な部位に装着した線量計による測定結果に荷重する係数。

末端部(Extremity):

手部、肘、肘より下の前腕部、膝、膝下脚部、足部

制限値(Limiting Value):

被ばく管理のため限度が設定された放射線量。制限値の例としては、線量限度、ALARAの目標線量、管理行政上の限度、特別計画被ばく限度などである。

複数個の線量計による個人線量計測(Multiple Dosimetry):

放射線被ばくに関する情報を得るため、人体に複数個の線量計を装着すること。
"multiple badge dosimetry"とか"multibadging"とも言う。

末端部の基部(Proximal Extremity):

上腕部、大腿部の接続部位近傍の腕・脚の端部。

基本線量計(Reference Dosimeter):

定常的な測定及び対象とする期間中(つまり年、四半期、月など)の実効線量当量を記録するためのモニタリングで使用される線量計個人。多くの施設では、人体の一カ所に装着した一個の線量計が"基本線量計"であるが、定常的に特定部位(例えば胴体と末端部)に複数個の線量計を装着する所もあり、この場合には装着した全ての線量計を"基本線量計"と言う。

基本線量計位置(Reference Dosimeter Location)：

基本線量計を装着する位置。一個の基本線量計を定常的に使用する施設の場合には、肩とウエストの間の胴体前面部が典型的な装着位置である。

4. 複数個の線量計を使用する場合の基準

複数個の線量計を利用することによって、非均一な放射線場で作業する作業者の実効線量当量を評価する際に、その線量の分布（人体上で最も高いところから典型的なところまで）がある程度まで確実に反映されることになる。そのため、その使用が適切と見なされた場合には、複数個の線量計はある特定期間や作業の間での放射線に対するその潜在的な被ばくが、次の二つの条件を満足するような作業者全てに行われなければならない。

- (1) 人体のいかなる部位に対する線量当量も、基本線量計位置で予想される線量当量を 30%超過する可能性がある場合、
かつ、
- (2) 非均一な放射線場によって実効線量当量の評価に有意な影響をもたらすような場合で、線量当量が制限値の10%を超過する可能性があるとき

具体例を挙げる。

(a) 複数線量計による個人線量計測が実施されなければならない場合

1時間のパイプ修繕作業のための作業前サーベイで、パイプ装着者は直立姿勢の状態、基本線量計位置で300mrem/h、膝上大腿部で400mrem/hの被ばくを受けるおそれがある。この作業では、制限値は1250mremに設定されていた。

(b) 複数線量計による個人線量計測が必要ではない場合

1時間のパイプ修繕作業のための作業前サーベイで、パイプ装着者は直立姿勢の状態、基本線量計位置で30mrem/h、膝上大腿部で40mrem/hの被ばくを受けるおそれがある。この作業では、制限値は1250mremに設定されていた。

(c) 複数線量計による個人線量計測が必要ではない場合

1時間のパイプ修繕作業のための作業前サーベイで、パイプ装着者は直立姿勢の状態、基本線量計位置で400mrem/h、膝上大腿部で500mrem/hの被ばくを受けるおそれがある。この作業では、制限値は1250mremに設定されていた。

ただし、実効線量当量をより精度良く評価するため、あるいは施設の放射線防護員の裁量によっては、いつでも複数個の線量計による個人線量計測を実施しても良い。

5. 複数個の線量計プログラムの実施にあたっての要求事項

作業開始に先立って放射線場の特徴を把握したり、作業場所内での線源に対する作業者の相対的な動きや位置を評価することは、作業者の被ばく線量をコントロールする上での重要なステップである。

複数個の線量計による個人線量計測の必要性は、放射線場の最新の特徴や予想される作業者の行動の評価等の結果を考慮した上で決定されなければならない。その後で、複数個の線量計による個人線量計測の必要性が前述した基準に基づいて適切と考えられた場合、以下の指針は包括的なプログラムを計画したり実施する際に使われる。

5.1 線量計の種類

複数の線量計による個人線量計測プログラムのために選定される線量計の種類は、被ばくする放射線の種類と強度を測定するのに適したものであること。少なくとも、使用する線量計はANSI N13.11 "Criteria for Testing Personnel Dosimetry Performance"の基準を満たさなければならない。人体の様々な部位に装着するのに適切なものを選ぶ際、線量計アセンブリの大きさと形状を考えなければならない。

5.2 線量計の配置

定常的なモニタリングで使用される線量計を基本線量計と考えるべきである。もし、複数個の線量計による個人線量計測が、ある特別の作業や業務等で必要とされる場合には、基本線量計を取り外して、複数個の線量計による個人線量計測の期間の継続の際に同じ部位に別の線量計を付けなければならない。基本線量計の位置は、共通の測定ポイントが継続されるよう常にモニターされなければならない。そして、適切であれば、線量当量は基本線量計の位置のみに対して評価することも可能である。（基本線量計以外につける）補助的な線量計は、最も高い被ばくを受けるような部位に装着され、それは作業前サーベイと線源に対する作業者の相対的な動きや位置の評価結果から決めなければならない。

複数個の線量計の身体配置は、達成できる程度に被ばく線量を低く押さえられるように線量当量を管理するという原則を守ったものでなければならない。作業効率を下げたり、被ばくを増やすような線量計の位置と利用は避けなければならない。

補助線量計の人体上の位置は、明確に文書化されなければならない。一旦、その位置を決定したら、線量計の校正や包括的性能・特性に密着した方法で着用されなければならない。

眼の水晶体に対する線量当量を対象とする場合には、現実的に眼に近いところに線量計をおかなければならない。適切な位置は頭部・頸部である。

特に鉛エプロン等の防護衣を使用した場合、線量計の配置は特別の考慮が必要である。線量計が、非組織物質の後方散乱条件に対して特別の校正がなされていないなら、

鉛エプロンが線量計のレスポンスに影響を与えるような位置に線量計を置いてはならない。眼の水晶体の遮蔽のため防護眼鏡が使用される場合も、同じ様な考慮がなされなければならない。眼の水晶体用の線量計は、直接の遮蔽されない線量当量ではなく、遮蔽された条件での線量当量を評価できるよう設置されなければならない。

5.3 必要な線量計の個数

複数個の線量計による個人線量計測を実施する際に必要な線量計の個数は、多くの要因に依存する。この要因は、作業前サーベイによる結果、すなわち放射線場の特徴付け、作業者によってなされることになる実際の作業に関する理解、放射線源に関しての作業者の相対的な位置、複数の線量計による個人線量計測を実施した結果として得られる情報のレベル、等である。着用される線量計の最小個数は2個である。それは、基本線量計の替わりの線量計と当該部位につける線量計である。決定された線量計の数は、実務手順計画書に記されたものであったり、全ての関連する条件を評価した後放射線防護の専門家によって決められたものでなければならない。

この規格では、人体の特定領域での線量当量を十分に評価するのに必要な線量計の個数を特定しない。この決定は、モニタリング機器の性能特性や放射線被ばく状況に基づき放射線防護の専門家によってなされる。入射放射線の方向分布を調べるためには、モニタリング機器の配置として、人体の前面、背面及び側面部が必要かもしれない。この情報は、より十分に被ばく状況を確認するため、線量計の校正や分析手法を改善するのにも使われるかもしれない。

5.4 複数個の線量計に対する校正の留意点

個人線量計は個人線量当量を評価するように校正されること。他の量で校正された線量計は、この規格で記された勧告を利用するため補正が必要になる場合もある。

5.5 複数個の線量計による個人線量計測の代替案

もし、予想される放射線場に関する十分な過去のサーベイ・測定データがある場合、作業が本質的に繰り返しであったり、あるいは補足線量計の使用が個人の被ばく線量を増やすような結果になるかもしれない状況での複数個の線量計による個人線量計測の実施には多くの代替案がある。代替案には以下のような例があるが、以下の例に限定したものではない。

- (1) ある作業に特有の被ばく条件の詳細かつ文書化されたサーベイ記録（例えば、線源に対する作業者の位置、向き、動き）があり、末端部や他の部位への被ばく線量が、基本線量計から得られる線量当量に被ばく予想関係に基づく係数を適用することによって、決定できるかもしれないような場合。サーベイ機器の結果は、機器のジオメトリーと作業環境下における放射線の種類に対する相対感度を考慮

に入れなければならない。

- (2) 適切な（人体等価）ファントムに対する被ばく状況に関する詳細な、文書化された評価結果があること。もし、この方法が、何度も繰り返される仕事に対する線量を評価するのに用いられる場合には、その評価をした後の被ばく状況と作業の実施手段が変わっていないことが、計画された定期的な基礎データに基づいて確認されなければならない。
- (3) 被ばく条件が当該作業と同一であり、同様な作業を行う作業者に対する複数個の線量計の使用からの詳細かつ文書化された評価データがある場合。末端部や人体の特定部位への被ばくが、基本線量計位置での個人線量当量に対して定数をかけることによって決定できるかもしれない。この方法が繰り返しの作業についての線量を評価するのに用いられる場合には、以前に評価したときから被ばくの条件と作業遂行手段が変わっていないことが、計画された定期的な基礎データに基づいて確認されなければならない。基本線量計が人体の他の部位の線量を決定するのに用いられるような場合には、過去の評価結果が無価値になるかもしれない遮蔽や他の理由を考慮した上で、それぞれの作業について人体間の相対的な被ばく関係が変化していないことを決定しなければならない。

これらの代替案のうち一つを選ぶための理論的根拠は、検証され、明確に文書化されなければならない。さらに、作業環境の放射線場の特徴と、複数個の線量計による個人線量計測の代替案の継続実施の必要性は、計画された定期的な基礎データに基づき、放射線被ばくの特徴に影響するかもしれない予想される線源の変化、実施される予定の仕事の変化、あるいは他の条件の変化に頻繁に適応して、再確認しなければならない。

5.6 プログラム評価

複数個の線量計による個人線量計測プログラムは、包括的な線量計測プログラムの必須の成分として、実施中の基礎データに基づき評価されなければならない。さらに、複数個の線量計による個人線量計測プログラムの効果は、結果が意図した目的を満足することを確認するため、実効線量当量の改善された評価を与えるため、さらに個人被ばく管理が改善されていることを証明するため、少なくとも年に1回評価されなければならない。プログラムの規定は、実用上の必要性和能力の変化に応じて修正されること。全ての決定に関する基礎データは明確に文書化されなければならない。

6. 複数個の線量計による個人線量計測からの線量の導出

適切な複数個の線量計の結果から（実効線量当量等の）個人線量当量を割り当てることは、他の被ばく状況下での結果と数値的に比較できるものでなければならない。加算したり比較したりできなければ、多くの異なる状況にわたる個人の被ばく歴の評価は難しい。

末端部や眼の水晶体に対する線量限度は、局所の確定的影響を避けるため設定されたものであるため、なんら荷重係数も使用されてはならないし、最も高い線量当量測定値が割り当てられなければならない。個人の末端部への線量当量は、他の末端部への線量とは無関係に追跡されるだろう。次の章は、人体の各部に設置した複数個の線量計による線量当量から実効線量当量を決定することに焦点を当てる。

6.1 線量当量評価のための部位荷重係数

人体の様々な位置で測定された個人線量当量の重要性は、その位置の下にある臓器・組織の放射線感受性に依存する。部位荷重係数は、それぞれの領域に対して評価されたものであり、それは人体全体が均一に照射された場合のリスク全体に対する測定位置の下の臓器・組織の部分リスクに関連している。次に示す部位と部位荷重係数は、複数個の線量計による個人線量計測の目的で、実効線量当量を評価するのに使われる。（付録Aに部位荷重係数の出典に関する追加の議論あり）

6.2 実効線量当量評価のための方法論

個人線量当量 $H_p(10)$ は、各々の位置に置かれた線量計からその部位に対して決定されるべきである。ある特定部位の線量計が無い場合には、被ばくが同程度であると判断された、近くの領域に設置された線量計を補正処理して決定した線量当量を利用しなければならない。

もし、複数個の線量計が、単一の部位領域に対する個人線量当量を評価するのに用いられるなら、その部位の個人線量当量を表すのにそれら線量計の値の平均値を使用しなければならない。

各々の部位に対して個人線量当量を決定した後、それぞれの線量当量に表1に示す対応する部位荷重係数を乗じること。各々の部位について荷重した結果を合算することによって実効線量当量を計算する。

$$H_E = \sum W_C \cdot H_{p,c}(10)$$

ここで、 H_E は実効線量当量、 W_C は部位荷重係数、 $H_{p,c}(10)$ は単一の部位に対する個人線量当量である（測定されていない場合には、ある部位の線量当量実測値の平均か、隣接した部位の線量当量の最大値を適用する）。人体の部位については表1を参照のこと。

表-1 部位荷重係数

Area of the Body	Compartment Factor
Head and Neck	0.10
Thorax, above the diaphragm	0.38
Abdomen, including the pelvis	0.50
Upper right arm	0.005
Upper left arm	0.005
Right thigh	0.005
Left thigh	0.005

例えば、ある特定の作業の実施期間中に、作業者の胸部、腹部及び左右の大腿部に線量計を装着した。線量計の測定結果は、各部位に対してそれぞれ 100、200、300及び300mremであった。表2に結果をまとめる。ここで示した方法を用いると、この作業者の実効線量当量は各部位の線量当量の荷重平均であり、152mremとなる。

診断分野では、防護衣の使用を必要とする状況がままある。そのようなケースでは、一般的には、1個をエプロン下の胴体に、もう1個をエプロン上の襟部分に線量計を付ける。後者の線量計は、遮蔽されていない頭部、上腕部及び眼の水晶体（眼の防護無し）の線量当量を評価できる。以下の線量当量が得られたと仮定しよう。放射線を取り扱うインタベンショナルな作業に1ヵ月間従事した技師の場合、エプロン内側で500 mrem、襟部で5000mremであった。エプロン内側の線量計は、胸部、腹部及び左右大腿部の線量当量を与える。部位荷重係数の合計は0.89(0.38+0.50+0.005+0.005)である。遮蔽されていない線量計は頭頸部と上腕部に適用する。この線量計による線量値に適用する部位荷重係数の合計は0.11(=0.10+0.005+0.005)である。結果的に実効線量当量は(500mrem×0.89+5000mrem×0.11)となり、995mremになる。

表-2 複数の線量計による実効線量当量の計算例

Area of the Body	Applicable Personal Dose Equivalent(mrem)	Compartment Factor	Compartment Dose (mrem)
Head and neck	100(Thorax dosimeter)	0.10	10
Thorax	100	0.38	38
Abdomen	200	0.50	100
Upper right arm	100(Thorax dosimeter)	0.005	0.5
Upper Left arm	100(Thorax dosimeter)	0.005	0.5
Right thigh	300	0.005	1.5
Left thigh	300	0.005	1.5
Total			152

7. 結果の不確かさ

測定データに基づくどの評価についても、測定値そのものの有する不確かさは評価されなければならない。これらには、校正、エネルギー依存性、方向依存性、バックグラウンド及び他の多くの不確かさが含まれる。複数個の線量計による個人線量計測の結果の場合には、リスク係数、荷重係数、個人の違い、他の不確かさも評価の際に含まれる。不確かさを評価するための許容できる方法に関する勧告は幾つかの勧告にある。評価に使用される実際の方法は、放射線防護の専門家の判断に委ねられる。

8. 記録

複数個の線量計による個人線量計測プログラムの実施によって生じる記録類は、個人線量計測プログラムを包括する手順やガイドラインに従って保存され、維持管理されなければならない。線量計の配置、使用個数、向き、個人に対する実効線量当量を評価するのに用いられた基礎データ、複数個の線量計による個人線量計測を実施するという決定に影響したサーベイ状況、プログラムの認可に関する文書は記録の例であり、標準的な実施手順書と品質管理規定に記載されなければならない。

一連の複数個の線量計による評価によって得られた個人線量当量は、内部線量計測データへの加算の可能性の必要に備えるため、及び各々の部位について決定すべき特定期間中での線量の積算を可能にするために、各々の部位に対して記録されなければならない。個人の線量計測記録は、部位の線量の各々の評価に引き続きアップデートしなければならない。直接にモニターされない部位についての記録は、前章で述べたように、近くの部位からの評価線量を反映しなければならない。

評価された皮膚と末端部の線量は、個人の末端部と皮膚線量に従って追跡されるべきである。末端部の線量当量の年一日の合計は、国の被ばく限度や他の被ばく限度に従っていることを検証するため、恒久的な記録として維持管理しなければならない。この規格に含まれる基準からの違いは、線量計測記録システム(ANSI 1972)の一部として、文書化され維持されなければならない。

付録A 部位荷重係数の導出

ICRPはPublication 26で、線量計測上の仮定に関する示唆について以下のように述べている。

「実用に共する放射線防護の体系は、もしそれを効果的に用いるつもりであれば、ある簡略化の仮定に基づく必要がある。放射線防護において問題と言える線量の範囲内で線量と効果は比例するという既に行った仮定は、例えば、有意体積、有意面積及び線量の蓄積の率に関係する問題のような重要な実用上の諸問題に適用できるある幾つかの原則を含んでいる。」（ICRP1977、文節31）

複数個の線量計によるデータを解釈する際、部位とその部位に対応する荷重係数を使用することは、人体の様々なボリュームや領域での有意な異なる線量の結果を表すための一つの簡略化である。

個人モニタリング機器から平均の臓器・組織を評価することについて、国や国際当局によるガイダンスはほとんどない。替わりに、"dose equivalent index(ICRP Publ. 77)"や"individual dose equivalent, penetrating and superficial(ICRU 1988)"のような放射線量を評価するための勧告がなされている。理想化された被ばく条件では、これらの実用線量は、限度が設定された基本的な量（ICRP Publication 26の"effective dose equivalent"やICRP Publication 60の"effective dose"）のための十分に評価できることを示してきた。数学モデルに基づき、換算係数についての様々な表やグラフが出版されてきた。それは、選ばれた理想的な状況とファントムに対する、実用線量と基礎的な量の間関係を示している。これらの結果には、単一ポイントで測定された線量はファントム中の他の場所での線量を予想でき、評価期間中を通してその関係が一定であるという仮定が暗示的に含まれている。これは単一の線量計で作業者をモニタリングする際の前提を与えている。

しかしながら、こうした仮定が不適切であるような多くの状況がある。ICRP Publication 51では、非理想化された状況下に対する理想化された状況下で得られたデータの適用を制限する係数を導入している。複数個の線量計の使用が定められた期間中に、1カ所で測定された線量が、関連した他の全ての領域に拡張できない。さらなる情報が人体における実際の線量当量分布を評価するために必要であり、つまるところ、その情報は人体に装着された付加的な線量計から得られる。

「実効線量当量」という量に含まれる基本概念は、幾つかの線量計から得た情報を、法律で定められた、あるいは作業に関連した線量限度に対して評価できるような単一の線量に結合するための適切な基礎を与えている。幾つかの線量計からそのような値を得るには、臓器線量当量の評価がなされること、そしてこれらの評価値が適当な荷重係数を用いて足し合わされることを、必要とする。どの線量計の値が、特定した臓

器の線量当量の評価として拡張されるかを確立することが不可欠である。線量計の位置に基づくこれら線量計－臓器の相互関係を定義するのに人体部位 (body compartments) が用いられる。また、その部位とは人体のボリュームとサイズに境界を置いたもので、そこでは線量分布が一定であると仮定できなければならない。最後に、受けた線量が複数個の線量計によるデータの解析と比較されなければならない領域の数を、その部位は標準化する。

「実効線量当量」を評価するようその線量が結合されるような臓器を含む7つの部位がここでは特定されている。標準化された部位を表1に示す。各々の部位は人体の体積要素を表しており、作業員や放射線防護の専門家によって一般的に理解される解剖学的な外観に沿って定義されている。各々の部位に対する荷重係数は、その部位に含まれる臓器についてICRP Publication 26で示された確率的リスク荷重係数を足し合わせることで決定された。

一般に理解されているような人体区分を用いて部位を定義することは、複数の部位にまたがる臓器や組織があるような状況を作り出す。例えば、骨表面や赤色骨髄である。これらの臓器の場合には、その全確率的荷重係数が、ICRP Publication 23に示された情報に基づき複数の異なる部位に割り当てられた。赤色骨髄については、その割り当ては、各々の部位に含まれる組織の全重量の割合に基づいた。値はまるめられ、そして基部の付属物に対して荷重係数を設定するときある程度保守的な設定をした。

骨表面に対する確率的リスク係数は、腹部、胸部及び頭頸部に均等に割り当てられた。末端部での骨表面に対するリスクは、末端部に対する非確率的限度によって実質的にコントロールされる。特定されていない「残りの組織」に当てられた0.3というICRP Publication 26の確率的荷重係数は、0.06を食道・唾液腺に、0.06を胃、0.06を肝臓、0.12を胃腸管（小腸・大腸上部・大腸下部）と割り振られた。

特別の考慮が肝臓、胃及び食道についてなされた。そのサイズ、位置が2つの部位の境界にあるため、肝臓と胃の確率的荷重係数は腹部と胸部に割り振られた。この分割の結果は、胸と腹部に置かれた線量計によってこれらの臓器に対する線量評価に影響を与えることを可能にした。もし、腹部に対する線量が胸部のそれに対して有意に異なった場合、肝臓と胃を横切って線量に変化するような変わり目ゾーンがある。これら2つの臓器から来る確率的リスクは、腹部に割り当てられた線量の60%、腹部の線量の40%から評価できる。同じ様な考慮は食道についてもなされた。食道は、咽頭から胸を通過して胃まで延びる。この臓器については、確率的リスクは頭頸部の線量の60%、胸部の線量の40%から評価できる。一つの臓器の線量当量を決定するのに、二つの領域からの線量を用いることの効果は、肝臓、胃及び食道に対する確率的リスクの荷重係数を、二つの部位に分割することで達成された。

表3は、ある部位に位置する臓器に対する確率的荷重係数を足し合わせることに

よって決定された部位荷重係数を示している。ここでは前節で述べた特別の割り当てを含んでいる。部位荷重係数は簡便さを主眼に設定されたものであり、完璧な「実効線量当量」の計算の中間的なステージを表すにすぎない。

表-3 部位荷重係数の導出根拠

Compartment Name	Associated Organs and Tissues	ICRP 26 Stochastic Risk Weighting Factor	Fraction of W_T Assigned to Compartment	Resulting Weighting Factor for Compartment
Head/Neck	Thyroid	0.03	1.0	0.03
	Bone Surfaces	0.03	0.33	0.01
	Red Bone Marrow	0.12	0.165	0.02
	Remainder			
	Esophagus	0.06	0.6	0.04
	subtotal			0.10
Thorax	Breast	0.15	1.0	0.15
	Lung	0.12	1.0	0.12
	Red Bone Marrow	0.12	0.33	0.04
	Bone Surfaces	0.03	0.33	0.01
	Remainder			
	Esophagus	0.06	0.4	0.02
	Stomach	0.06	0.4	0.02
	Liver	0.06	0.4	0.02
	subtotal			0.38
Abdomen	Gonads	0.25	1.0	0.25
	Red Bone Marrow	0.12	0.33	0.04
	Bone Surfaces	0.03	0.33	0.01
	Remainder			
	Stomach	0.06	0.6	0.04
	Liver	0.06	0.6	0.04
	Other GI Tissues	0.12	1.0	0.12
	subtotal			0.50
Proximal Extremity	Red Bone Marrow	0.12	0.14	0.005