

Title	高エネルギー放射線の線量測定に関する国内相互比較 第2報 JAPAN準標準線量計によるCo-60ガンマ線線量の 相互比較及び高エネルギー電子線線量の相互比較
Author(s)	白貝, 彰宏; 加藤, 義雄; 橋詰, 雅
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1974, 34(6), p. 428-432
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17036
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

高エネルギー放射線の線量測定に関する国内相互比較

第二報 JAPM 準標準線量計による Co-60ガンマ線線量の
相互比較および高エネルギー電子線線量の相互比較

放射線医学総合研究所物理研究部

白貝 彰宏 加藤 義雄 橋 詰 雅

(昭和49年2月13日受付)

(昭和49年3月15日最終原稿受付)

Intercomparison of High Energy Radiation Dosimetry in Japan

II. Intercomparison of JAPM Sub-standard Dosimeters and Absorbed
Dose for High Energy Electrons

by

Akihiro Shiragai, Yoshio Kato and Tadashi Hashizume

Division of Physics, National Institute of Radiological Sciences, Chiba Chiba-Shi

Research Code No.: 203

Key Words: Intercomparison Cobalt-60 High energy electrons Dosimetry

To unify the absorbed dose for ^{60}Co γ -rays in radiotherapy, JAPM sub-standard dosimeters have been installed in eleven district centers since 1971. An intercomparison of JAPM dosimeters was attempted, in early 1972, by using mailed LiF-TLD. LiF-TLDs were irradiated in water or water-equivalent phantoms by using ^{60}Co teletherapy unit. The standard deviation of the absorbed doses was $\pm 2.8\%$. The absorbed doses given at three centers deviated appreciably from the ones at other centers. The two of these three centers do not possess a checking source yet. For the other center, which possesses the checking source, comparison was repeated after re-calibration of the JAPM dosimeter. It resulted in the same value as in the first intercomparison.

The absorbed dose for high energy electrons was also compared in early 1972, by using mailed LiF-TLD. Absorbed doses were estimated at eleven institutions. The standard deviation of the mean value was $\pm 3\%$. The mean values of absorbed dose conversion factors used at each institution were 0.890 and 0.833 at 2 cm depth in water for 10 and 20 MeV electrons, respectively. These values are in good agreement with the values given in ICRU Report 21.

序 論

治療用のリアックやベータトロンが普及するにつれて、高エネルギーX線や電子線の線量測定

法の確立が強く望まれるようになってきた。1964年にはHPAの勧告⁷⁾が出されるなど、多くの研究者によつて線量測定法を確立させるための努力

がなされてきた。ICRUは1969年に0.6から50 MeVまでのX線, γ 線の線量測定法¹⁰⁾を, 1972年には1から50MeVまでの電子の線量測定法¹¹⁾をまとめた。

これらの動きに呼応して, 各国でも関連学会等において高エネルギー放射線の線量測定法に関する検討, 勧告がなされるようになってきた⁸⁾⁹⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。わが国においても線量統一をめざす動きはすでにあったが²⁾⁴⁾⁵⁾¹²⁾, 日医放射学会物理部会が1971年に「放射線治療における⁶⁰Coガンマ線および高エネルギーX線の吸収線量の標準測定法」¹⁴⁾を示したことによつて, はじめて線量測定の見準化への一歩を記した。同物理部会は同時に全国11ヶ所を地区センターとして, 平岡らが開発した0.6ccの電離容積をもつJAPM標準標準電離箱線量計⁶⁾を配備し, 各地域の施設の線量計を比較校正することにより国内の⁶⁰Coガンマ線, 高エネルギーX線の線量の統一をはかることを計画した¹⁵⁾。この線量計のコバルト校正定数は放医研において統一して値づけされた。一部ではすでに比較校正業務が行なわれている。

つづいてさらに高エネルギー電子線についてもいづれ標準測定法が示されるであろうが, そうすればJAPM線量計は⁶⁰Coガンマ線, 高エネルギーX線のみならず, 高エネルギー電子線の線量測定についても標準線量計としての役割をはたすことになるであろう¹³⁾。

そこで我々は各地区センターのJAPM線量計の現状を, ⁶⁰Coガンマ線線量を比較することにより調査することを計画した。また1972年5月にICRU Report 21が出版されたことにより高エネルギー電子線についても吸収線量を評価できる施設が増してきたことをも考慮し, 別にその相互比較も行うこととした。これらの相互比較はLiF-TLDの郵送法¹⁹⁾を使用して1973年2月から3月にかけて行なつた。

実験方法

使用したLiF-TLD素子は根本特殊化学 K.K. 製 (K.K. 日本無線医理学研究所発売) NTL—50—P (Lot No. 50—26—1) である。1回照射

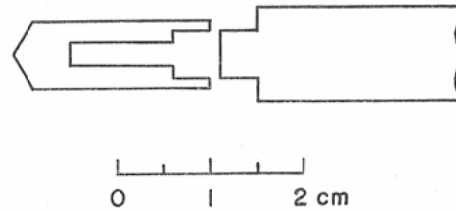


Fig. 1. Lucite capsule for LiF phosphor

分から10mgづつ5つ取り出し, KYOKKO TLD Reader 1200で測定し, その5回の読みの平均値を1測定値とした。

JAPM 線量計; ⁶⁰Co 遠隔治療装置により10×10cm²の表面照射野で, 水ファントムまたはMixDPファントム中で200R照射してもらつた。TLDカプセルはルサイト製で, Fig. 1に示すようにJAPM線量計の電離箱部と全く同じ形, 大きさをしており, LiF封入部の大きさは2.6mm ϕ ×11mmである。照射用5回分, 既知線量照射した郵送変化点検用4回分(内2回分は各地区センターで200R追加照射してもらおう), BG用を1組として各地区センターに郵送した。

高エネルギー電子線; LiF 60mgを薄いポリエチレンの袋に約1×1cm²の大きさにつつんで1素子とした。照射用5箇, 既知線量照射した郵送変化点検用4箇(内2箇は各施設で200rad追加照射してもらおう)。BG用2箇を1組として各施設に郵送した。水又はMixDPファントムを使用して, 表面照射野10×10cm²(又はこれに近い大きさ), エネルギー10, 15(又は16), 20MeV, 深さ2cmで200rad照射してもらつた。この実験にあつては治療用リニアック, ベータトロンをもつわが国の全施設に対してアンケート調査を行ない, 吸収線量を評価しているか出来るとの回答をえた11施設のみを対象とした。

両実験において郵送変化点検用を2種類にしたのは, 各施設への郵送中にレスポンス変化が起つたのか, 施設で照射後にそれが起つたのかを区別点検し, 補正するためである。本研究の第1報¹⁹⁾における相互比較では郵送変化点検用のうち, 施設で追加照射してもらおうものは用意しなかつた

が、結果は郵送上問題はなく、それに対する補正は必要としなかつた。今回は一応さらに慎重を期したものである。

実験結果および考察

実験に使用した LiF-TLD 素子のレスポンスは、照射された線量領域では線量に対して比例関係にあつた。従つて TLD Reader の読み値で比較を行なつた。

両相互比較とも、どの施設に対する TLD も郵送中レスポンスに変化はなく、補正を必要としなかつた。

JAPM線量計による ^{60}Co ガンマ線線量の相互比較の結果を Fig. 2 に示す。(a) は地区センター間の平均値を 1 とした時の各地区センターの

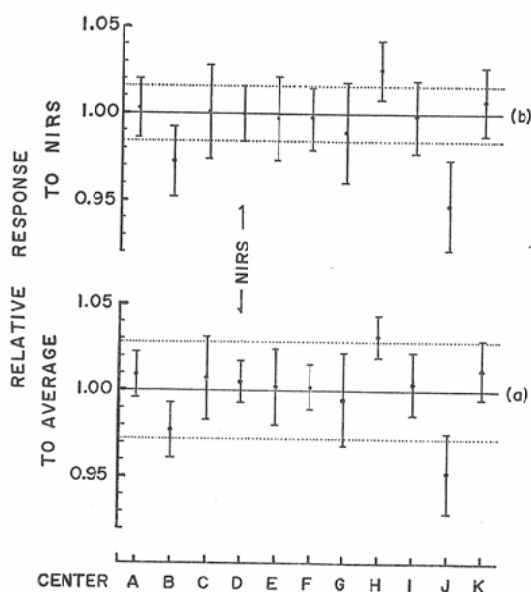


Fig. 2. Intercomparison of absorbed dose for ^{60}Co γ -ray among eleven district centers in Japan where JAPM sub-standard dosimeters have been installed

相対値を示す。平均値の標準偏差は $\pm 2.8\%$ で、その幅を 2 本の点線で示した。平均値と 3% 以上の違いを示した地区センターは 2 カ所であつた。

(b) はコバルト校正定数を最初に放医研で値づけた関係上、放医研の値に規格化した時の相対

値を示してみたものである。放医研の値自身に $\pm 1.6\%$ の標準偏差があり、それを 2 本の点線で示した。

放医研の値と 2% 以上の違いを示した地区センターが 3 カ所あつた。

以上のように JAPM線量計の現状調査の結果、B, H, J の 3 地区センターの線量が他に比して特に異常な値となつてゐることがわかつた。

Bセンターからは「JAPM線量計による ^{60}Co ガンマ線線量測定値が時により異なる」との私信を受けているが、B, Jセンターは共にチェツキング線源をそなえていず、線量計の経時的变化の検査が出来ていないために、その原因の追求を困難にしている。Hセンターについては、チェツキング線源があるにもかかわらず、相互比較の結果は、最初放医研の値に対して 1.03 と大きな値を示し、その標準偏差も $\pm 3\%$ 以上あつた。そこで線量計を放医研で再度比較校正したが、コバルト校正定数は以前と同じであつた。Fig. 2 にはその後あらためて Hセンターについてのみ行なつた相互比較の結果が示してあるのだが、 1.02 とわずかに放医研の値に近づき、標準偏差が $\pm 1.7\%$ と小さくなつたにすぎず、根本的な問題は他にあるように思われる。さらに詳細な検討を行なう予定である。

高エネルギー電子線については、各施設で使用された線量計、ラド変換係数 C_B の値とともに、施設間の 200rad 当りの TLD レスポンスの平均値を 1 とした時の相対値としての吸収線量の相互比較の結果を Fig. 3 に示す。(a) は 10 MeV 電子線についてのみの比較で、 C_B の平均値は 0.890 ± 0.017 で、吸収線量の平均値の標準偏差は $\pm 3.4\%$ であつた。いくつかの報告^{1) 2) 20)}と同様に、この LiF-TLD も我々の予備的実験では、現在対象としている高エネルギー電子線の範囲では水の単位吸収線量当りのレスポンスにエネルギー依存性はなかつたので、さらに $15, 16, 20\text{ MeV}$ 電子線の吸収線量をも含めて比較してみた。その結果が (b) に示されている。TLD レスポンスの平均値は 0.7% 程増加したが、その標準偏差は \pm

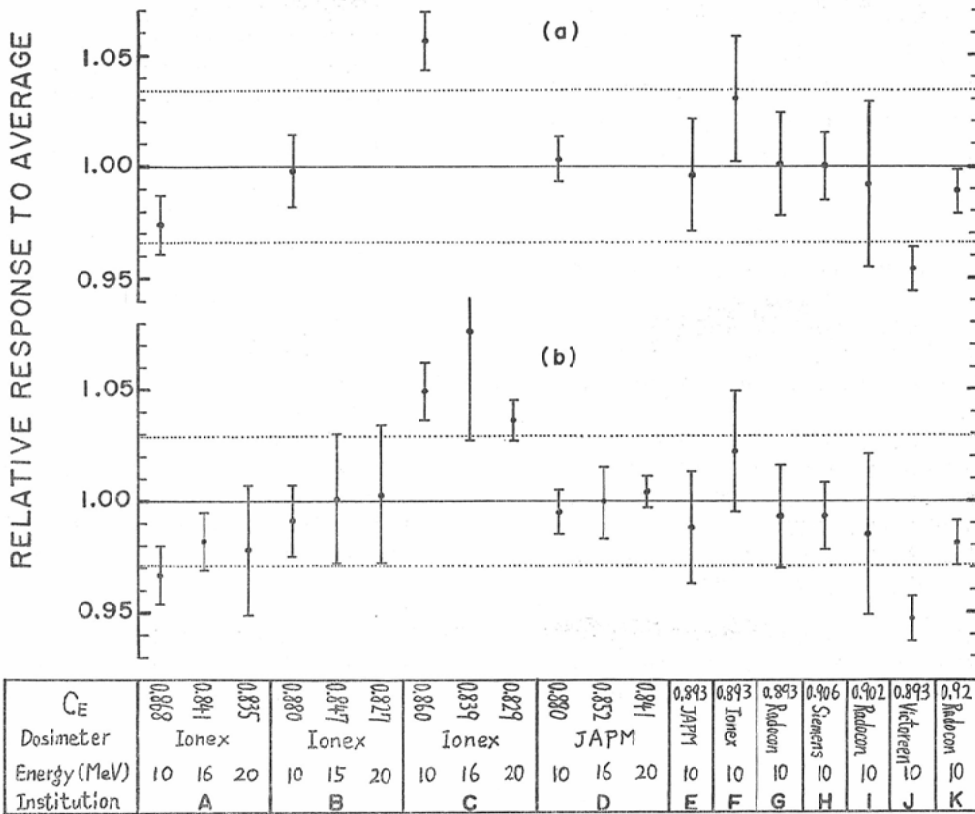


Fig. 3. Intercomparison of absorbed dose for high energy electrons, made in early 1973

2.9%と小さくなった。

高エネルギー電子線の吸収線量の測定に際しては、JAPM線量計により、 ^{60}Co ガンマ線線量等価“R”値測定については全国的に統一されることになるが¹³⁾、さらに複雑な問題が含まれてくる。主なものとしては、入射エネルギーの決定、深さによる C_E の決定、イオン再結合損失に対する補正、擾乱に対する補正などがある。そこで我々はアンケート調査をも併用し、それらの諸点についても検討を加えた。Fig. 3 で見たように、 C_E の値については10MeV では水中2 cmで平均値 0.890、標準偏差± 1.9%、20MeV では水中2 cmで 0.833であり、それぞれ ICRU Report 21 の 0.893、0.835という値とよく一致していた。また吸収線量も標準偏差± 3%程度で一致したことは、吸収線量での評価を行なっていない施設の

多かつた1年前¹⁹⁾に比べ、その評価技術の大きな進歩のあとがうかがえる。とはいえ、それらの値も絶対値としてはかなりの違いがあり、さらに、照射した線量を C_E で割った値に対する TLD レスポンスでみると約10%程度の違いの間にはばらついている。これは電子線エネルギーの決定をはじめとして、“R”の測定、 C_E や諸補正項の決定などが相互に関連しあつた形での問題点を反映しているものである。これらの諸点について十分な検討を加えている施設はまだ少く、その上全国的にみればまだ線量計の読みでしか線量をみていない施設もかなりある。従つて、例えば C_E の値について統一的にある値を推奨しようとする場合、諸施設の値の平均値を採用するのか、あるいはある権威づけられた施設の値を採用するのか、慎重な判断を要するであろう。高エネルギー電子線の

吸収線量の全国統一のために早急にその測定方法の確立，指導が望まれる。

本研究の一部は1972年度文部省科研費の援助を受けたことを記して感謝の意を表します。また本研究を行なうにあたり，御協力下さった多くの施設の関係者の方々に感謝いたします。

文 献

- 1) Almond, P.R. and McCray, K.: Phys. Med. Biol. 15 (1970), 335—342.
- 2) Antoku, S., Takeshita, K. and Kusumoto, G.: Nippon Acta Radiol. 29 (1970), 1294—1303.
- 3) Binks, C.: Phys. Med. Biol. 14 (1969), 327—328.
- 4) 橋詰 雅, 丸山隆司: 文部省科研費による研究報告集録 (放射線影響編), (1965), 177.
- 5) 橋詰 雅, 加藤義雄, 樋口喜代治: 第29回日医放射学会抄録集, (1970), 216—217.
- 6) 橋詰 雅, 松沢秀夫, 田中栄一, 川島勝弘, 平岡武: 第30回日医放射学会抄録集, (1971), 460—461.
- 7) HPA: Phys. Med. Biol. 9 (1964), 457—463.
- 8) HPA: Phys. Med. Biol. 14 (1969), 1—8.
- 9) HPA: HPA Report Series No. 4 (1971).
- 10) ICRU REPORT 14 (1969).
- 11) ICRU REPORT 21 (1972).
- 12) 加藤義雄, 白貝彰宏, 隈元芳一, 丸山隆司, 吉田吉一, 橋詰雅: Nippon Acta Radiol. 29(1969), 7—11.
- 13) Kawashima, K., Hiraoka, T., Matsuzawa, H. and Hashizume, T.: NIRS Annual Report 1972, NIRS-12 (1973), 4—5.
- 14) 日医放射学会物理部会: Nippon Acta Radiol. 31 (1971), 723—772.
- 15) 日医放射学会: Nippon Acta Radiol. 31 (1971), 9月号, 会告 5.
- 16) the Nordic Association of Clinical Physics: Acta Radiol. Therapy Phys. Biol. 11 (1972), 603—624.
- 17) SCRAD of the American Association of Physicists in Medicine: Phys. Med. Biol. 11 (1966), 505—520.
- 18) SCRAD of the American Association of Physicists in Medicine: Phys. Med. Biol. 16 (1971), 379—396.
- 19) 白貝彰宏, 安徳重敏, 星野一雄, 加藤義雄, 橋詰雅: Nippon Acta Radiol. 34(1974), 42—47.
- 20) Suntharalingam, N. and Cameron, J.R.: Phys. Med. Biol. 14 (1969), 397—410.