

【原著】

新たな「放射線被ばくの早見図」の提案 ～対数表示から面積表示へ～

小山内暢^{*1} 細川洋一郎^{*1} 對馬恵^{*1} 工藤幸清^{*1} 真里谷靖^{*2}
柏倉幾郎^{*1} 齋藤陽子^{*1}

(2017年1月24日受付, 2017年4月11日受理)

要旨: 医療放射線や自然放射線による被ばく線量や線量に応じた人体への影響を示す「放射線被ばくの早見図」が多くの場面で用いられてきたが、現在見受けられるものは線量の軸が対数目盛になっており決して平易な表示方法ではない。今回我々は、より正確に理解しやすい表示方法として、線量を面積で表す「面積表示の放射線被ばく早見図」を新たに考案した。63名を対象としたアンケート調査を実施し、考案した面積表示の早見図の有用性を評価した。対数表示または面積表示のいずれかの早見図を対象者に配付し、CT検査、PET検査、胸のX線集団検診における被ばく線量がどの程度であると捉えるかを視覚的アナログ尺度にて評価した。いずれの質問でも面積表示の図を用いた方が被ばく線量は有意に小さく捉えられており、かつ実際の値に近い結果であった。本調査により、考案した面積表示の放射線被ばくの早見図が線量の正確な理解に有用であることが示唆された。

キーワード: 放射線被ばく, 被ばく線量, 早見図, 面積表示, 対数表示

I. はじめに

一般公衆に対する放射線についての説明のために、医療放射線や自然放射線による被ばく線量と人体への影響を示す「放射線被ばくの早見図」(以下、早見図)が広く利用されている。特に福島第一原子力発電所事故後、放射線影響への関心が高まり、多くの局面でさまざまな早見図を目にするようになってきている。このように、早見図は、被ばく線量や被ばくによる人体影響を理解する上で重要な資料として扱われている。しかし、現在見受けられる早見図は、線量の軸が対数表示(以下、対数表示図)¹⁾になっているものが多い。これは、表示すべき線量域が広いためであると推測されるが、この表示方法による放射線量の把握は、一般公衆にとって容易ではないと考えられる。このため、被ばくの程度や被ばくによる影響の誤解が生じ、放射線に対する過剰な不安を抱いたり、逆に線量や影響を過小に認識したりする可能性があると考えられる。早見図は一般公衆に、簡便に、しかも正確に放射線の線量を認識させることが重要である。

本研究では、新たなわかりやすい早見図を作成し、その有用性を評価することを目的とした。今回、我々は、より正確に理解しやすい表示方法として、線量を面積で表す「面積表示の放射線被ばく早見図」(以下、面積表示図)を考案し、看護大学で担当している講義において、従来の対数表

示図と新たに考案した面積表示図を用いて放射線の量的把握に関するアンケート調査を行った。その結果、意義ある知見が得られたため、面積表示図の有用性の考察を加え報告する。

II. 方法

本研究では対数表示及び面積表示の早見図を作成し、これらの図を用いたアンケート調査を実施して今回新たに考案した対数表示図の有用性評価を行った。

1. 早見図の作成

早見図は、今回の調査用として、一部の項目のみを記載した簡略版を、対数表示図、面積表示図の2つの方法で作成した。早見図はPowerPoint 2007(マイクロソフト社)を使用し作成した。作成した早見図をFig. 1に示す。対数表示図は従来のものを踏襲して作成し(Fig. 1a)、面積表示図は線量を円の面積で表現して作成した(Fig. 1b)。参考項目として、がんの過剰発生が認められない線量、自然放射線による年間の被ばく線量及び半致死線量(LD50/60: lethal dose50/60)を掲載した。具体的には、がんの過剰発生が認められない線量は100 mSv²⁾、自然放射線による年間の被ばく線量は世界平均の2.4 mSv³⁾、また、LD50/60は4 Gy(4000 mSv)⁴⁾を採用し早見図上に数値も記載した。なお、今回は便宜上、早見図に「エックス線・ガンマ線の実効線量」とタイトルを記載したが、厳密にはアルファ線等の光子以外の線量も含まれているため、今後、より適切な表現を検討したい。質問項目として、今回は、コンピュータ断層撮影(computed tomography: CT)検査、陽電子放出断層撮影(positron emission tomography: PET)検査及び胸のX線集団

*1 弘前大学大学院保健研究科 Hirotsaki University Graduate School of Health Sciences

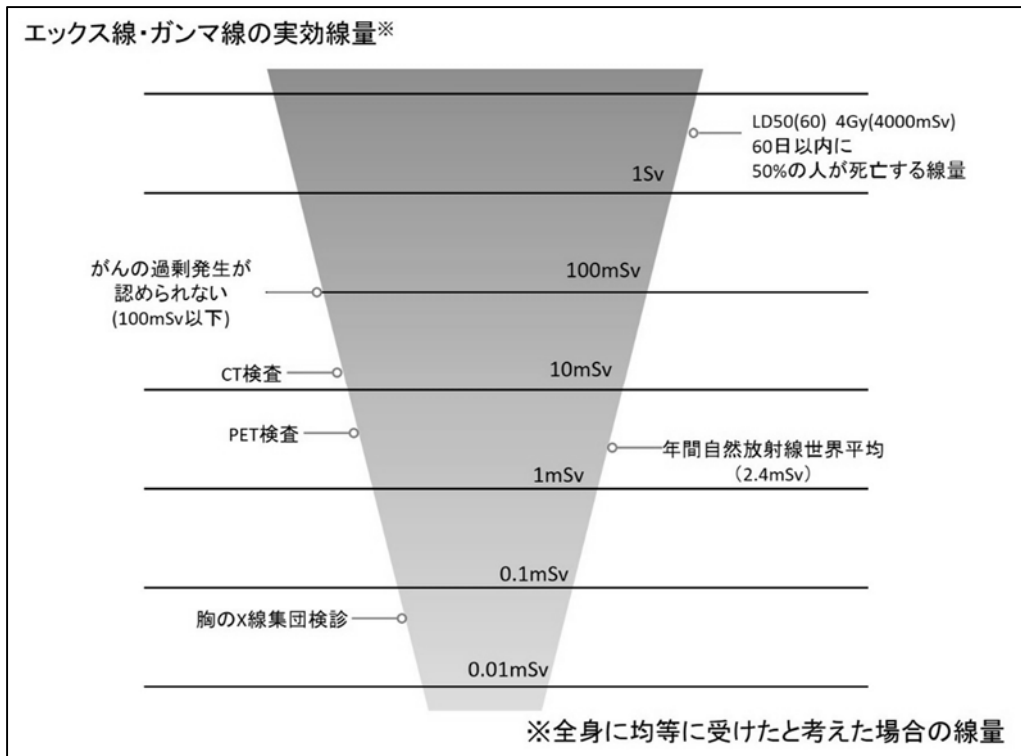
〒036-8564 青森県弘前市本町 66-1 TEL:0172-33-5111
11-1, Honcho, Hirosaki-shi, Aomori, 036-8564, Japan

*2 むつ総合病院 Mutsu General Hospital

〒035-8601 青森県むつ市小川町 1-2-8 TEL0175-22-2111
1-2-8, Kogawa-machi, Mutsu-shi, Aomori, 035-8601, Japan

Correspondence Author: ominoru@hirosaki-u.ac.jp

(a)



(b)

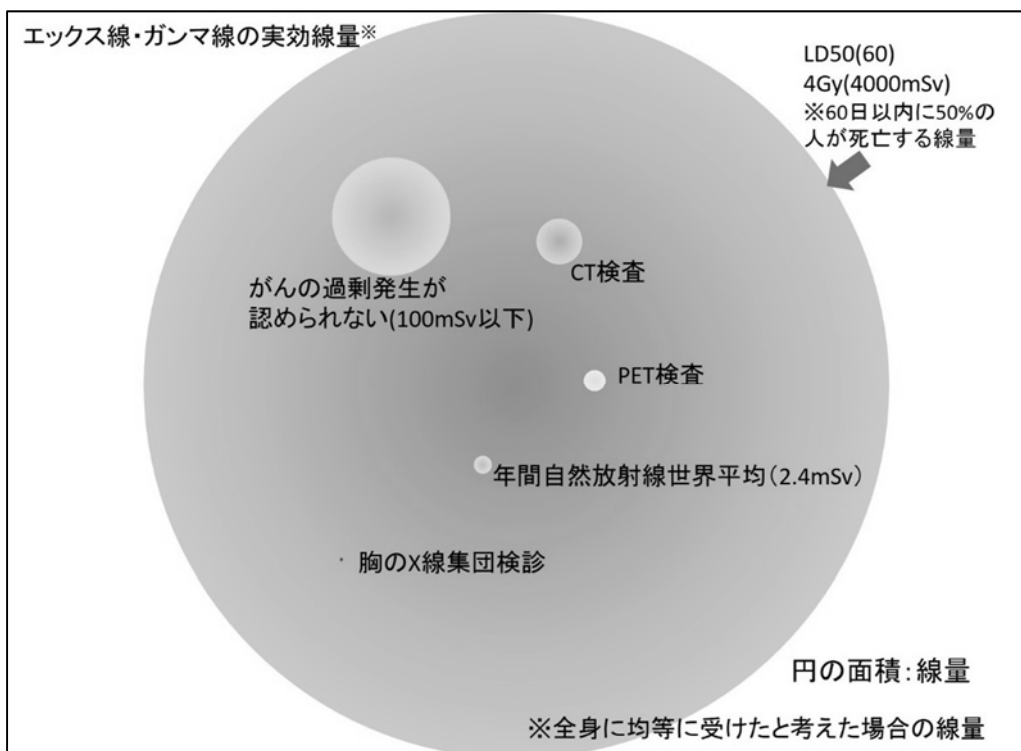


Fig. 1 The quick charts used in questionnaire.

(a) Logarithmic chart, (b) Area chart

These charts were printed to A4 paper in color, and handed out.

検診による被ばく線量を取り上げ、それぞれの被ばく線量は文献値^{5, 6)}を参考にした上で、便宜上 15 mSv, 3.5 mSv 及び 0.05 mSv として早見図を作成した。本調査は視覚的に情報を与える“図”としての有用性評価を目的としており、

計算によって線量が比較されないように質問項目に関する線量は図上に記載せず、かつ対数表示図で数値が目盛上に重ならない値とした。

2. アンケート調査

①対象

A 県看護大学の看護学生 2 年生 63 名である。

②調査方法及び内容

早見図及び質問用紙を配布し、早見図をもとに各質問に回答するよう対象者に説明して回答を得た。早見図は対数表示図と面積表示図を同枚数ずつ無作為に混合し、どちらか一方を各対象者に配布した。

質問は Fig. 2 に示したように合計 6 問について行った。質問 1 から 3 ではそれぞれ、CT 検査、PET 検査及び胸の X 線集団検診による被ばく線量が「がんの過剰発生が認められない」レベルの線量と比較してどの程度であるかを質問した。また、質問 4 から 6 ではそれぞれ、CT 検査、PET 検査及び胸の X 線集団検診による被ばくほどの程度心配であるかを質問した。回答には視覚的アナログ尺度を用いて、質問用紙中の上部 (例) (Fig. 2) に示すように、バーの該当する部分に斜線を引く形式とした。なお、アンケートは無記名式であり、「放射線被ばくと放射線防護」の講義の前(直前)に実施した。

以下の質問に対して、バー上の当てはまる部分に斜線を引いて下さい。

例)
ほとんどない 同程度

質問 1.
CT 検査での被ばく線量は、「がんの過剰発生が認められない」レベルの線量と比較してどの程度ですか?
ほとんどない 同程度

質問 2.
PET 検査での被ばく線量は、「がんの過剰発生が認められない」レベルの線量と比較してどの程度ですか?
ほとんどない 同程度

質問 3.
胸の X 線集団検診での被ばく線量は、「がんの過剰発生が認められない」レベルの線量と比較してどの程度ですか?
ほとんどない 同程度

質問 4.
CT 検査による被ばくほどの程度心配ですか?
あまり心配でない かなり心配である

質問 5.
PET 検査による被ばくほどの程度心配ですか?
あまり心配でない かなり心配である

質問 6.
胸の X 線集団検診による被ばくほどの程度心配ですか?
あまり心配でない かなり心配である

Fig. 2 The questionnaire used in this study.

3. 解析方法

質問用紙の回収後、バー全長に対するバー左端から斜線まで長さの割合 (以下、バー全長に対する割合) を算出し、student's *t*-test または Mann-Whitney U test にて解析を行い、面積表示図と対数表示図を比較した。なお、有意水準を 5% 未満とした。

4. 倫理的配慮

アンケートへの協力は任意であることを説明し、協力しなくても不利益のないことを説明し同意を得た。本研究は弘前大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得ている。

III. 結果

早見図の配布枚数は、対数表示図が 31 枚、面積表示図が 32 枚であり、質問用紙の回収率は 100% であった。なお、回答の大小関係が、CT 検査、PET 検査、胸の X 線集団検診の順になっていないものは、明らかに調査方法を理解していないものと考えられるため、集計対象から除外した (対数表示図: 4 名、面積表示図: 5 名)。また、質問 2 (対数表示図配付群) と質問 3 (面積表示図配付群) で、1 名ずつ無回答があった。

面積表示図と対数表示図それぞれのバー全長に対する割合の分布を設問毎に Fig. 3 に示す。

質問 1 (CT 検査での被ばく線量は、「がんの過剰発生が認められない」レベルの線量と比較してどの程度であるか) において、バー全長に対する割合の平均値は、面積表示図で 0.40、対数表示図では 0.64 で有意差があった ($P < 0.01$, Fig. 3a)。なお、実際の割合は 0.15 である (15 mSv/100 mSv)。

質問 2 (PET 検査での被ばく線量は、「がんの過剰発生が認められない」レベルの線量と比較してどの程度であるか) において、バー全長に対する割合の平均値は、面積表示図で 0.22、対数表示図では 0.44 で有意差があった ($P < 0.01$, Fig. 3b)。なお、実際の割合は 0.035 である (3.5 mSv/100 mSv)。

質問 3 (胸の X 線集団検診での被ばく線量は、「がんの過剰発生が認められない」レベルの線量と比較してどの程度であるか) において、バー全長に対する割合の平均値は、面積表示図で 0.069、対数表示図では 0.16 で有意差があった ($P < 0.01$, Fig. 3c)。なお、実際の割合は 0.0005 である (0.05 mSv/100 mSv)。

質問 4 から 6 の CT 検査、PET 検査及び胸の X 線集団検診による被ばくほどの程度心配であるかを尋ねた質問において、質問 5 (PET 検査による被ばくほどの程度心配であるか) ではバー全長に対する割合の平均値は、面積表示図で 0.25、対数表示図では 0.37 と面積表示図の方が小さく、かつ有意差が認められた ($P < 0.05$, Fig. 3e)。質問 4 及び 6 では有意差が認められなかったが、バー全長に対する割合の平均値はいずれも面積表示図のほうが対数表示図よりも小さかった (Fig. 3d 及び Fig. 3f)。なお、バー全長に対する割

合の平均値は、質問 4 では、面積表示図で 0.39、対数表示図では 0.51 であった。また、質問 6 では、面積表示図で

0.14、対数表示図では 0.19 であった。

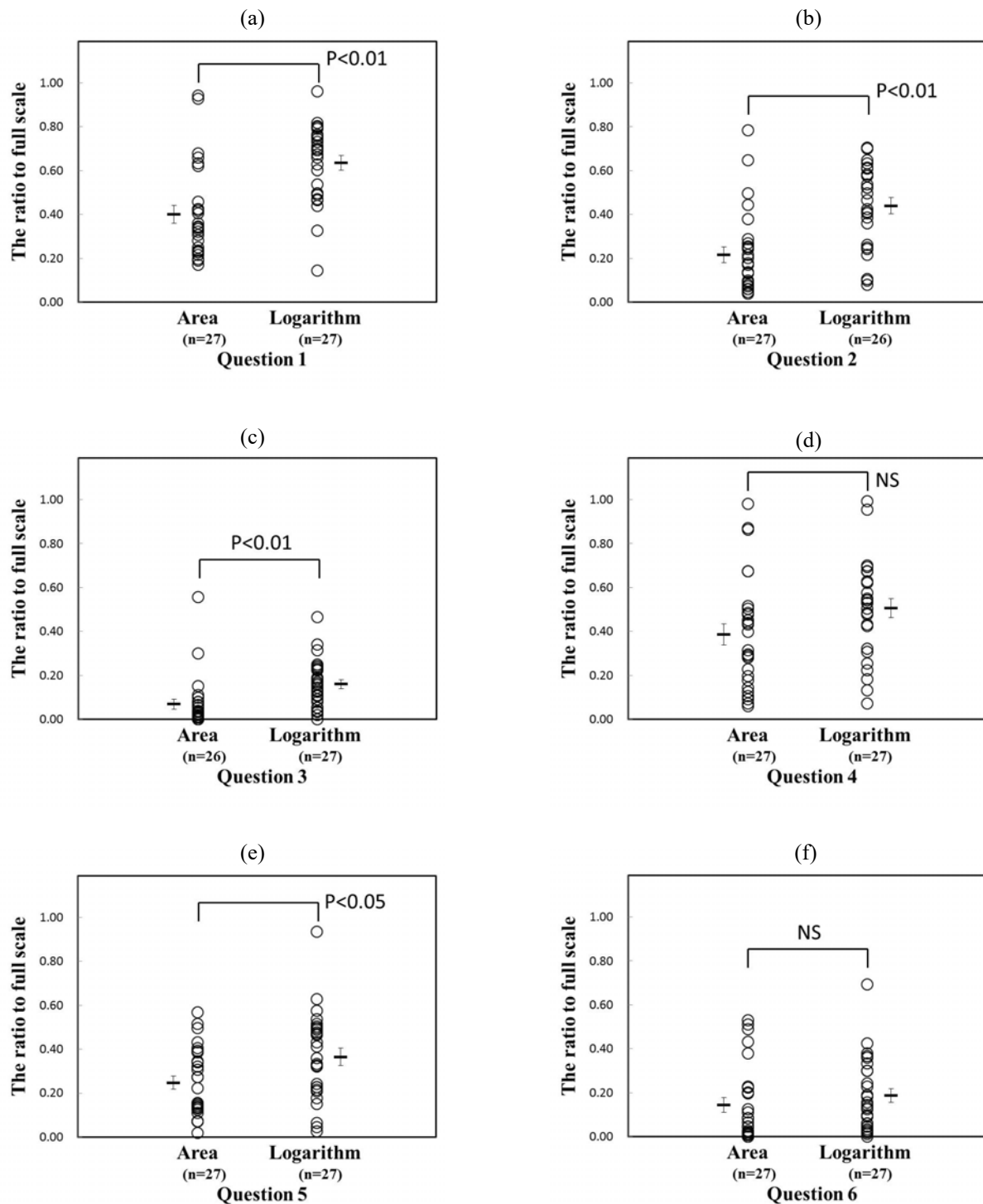


Fig. 3 Comparison of the ratio to full scale between in area chart and in logarithmic chart. Mean and standard error are also shown. In questions 1-3, (a)-(c) indicate the results regarding the radiation exposure dose of CT, PET and chest X-ray examination, respectively. In questions 4-6, (d)-(f) indicate the results regarding the anxiety about exposure with CT, PET and chest X-ray examination, respectively.

IV. 考察

被ばく線量をはじめとした放射線量に関する概念は、単位の複雑さもあって、理解し難く、またその内容を放射線に馴染みのない一般公衆へ伝えることは極めて難しいと感じられることが多い。福島第一原子力発電所事故後は、いわゆる公開講座等において被ばく線量や被ばくによる影響の説明が行われる機会が非常に多くなっており、多くの国民にとってわかりやすい資料が特に現在の日本で求められていると思われる。現在見受けられる「放射線被ばくの早見図」は線量の軸が対数表示になっているが、視覚的情報からではわかりにくい表示方法である。例えば、Fig. 4aに示す対数目盛上で、0.5に相当する部分は矢印部分であるが、これは直感的には理解し難いと考えられる。

本研究では、より正確に理解しやすい新たな放射線被ばくの早見図として、我々が考案した面積表示の放射線被ばくの早見図の有用性を、アンケート調査の結果をもとに評価した。

アンケート調査における質問1から3は線量の理解・把握に関する質問であり、いずれの質問でも面積表示図では対数表示図を用いた場合よりも有意に被ばく線量が小さく捉えられ、かつ面積表示図の方が対数表示図よりも実際の値に近い結果であった。これは、対数表示図において実際の線量よりも大きく捉えられたことと同義である。対数目盛では目盛間の値の変化が大きく、例えば、目盛がひとつ上がる度に値が10倍になるため、普通目盛のグラフと比較した場合、ある2点のプロットは非常に近くなる。例えば、Fig. 4bに示す普通目盛上の0.5に相当する部分と比較して、Fig. 4aに示す対数目盛上の0.5に相当する部分は1に近い。よって、対数表示図ではCT検査等の各放射線検査による被ばく線量が「がんの過剰発生が認められない」レベルの線量と近く感じ取られ、面積表示図よりも線量が大きく捉えられたと考えられた。以上より、従来用いられてきた対数表示の早見図よりも、今回我々が考案した面積表示の早見図の方が、より正確な被ばく線量の理解を助けることが示唆された。

質問4から6の、CT検査、PET検査及び胸のX線集団検診による被ばくはどの程度心配であるかを尋ねた質問において、パー全長に対する割合の平均値は、質問5では面積表示図の方が対数表示図よりも有意に小さい値であった。しかし、質問4及び6では平均値は面積表示図の方が対数表示図よりも小さかったが、有意差が認められなかった。これらの質問は「心配の程度」を尋ねているが、心配の程度は主観的なものであり、さらに今回の調査では基準となる指標がなかったため、回答の幅が大きくなったと考えられた。しかしながら、パー全長に対する割合の平均値はいずれの質問でも、面積表示図の方が対数表示図よりも小さい値であったため、用いる表示図によって、対象者に与え

る心配の程度に違いがある可能性がある。

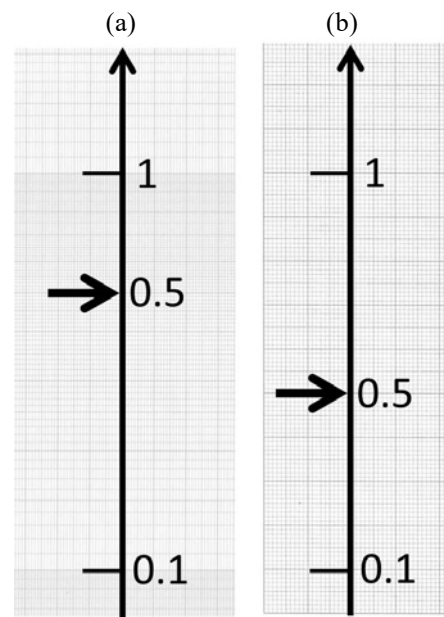


Fig. 4 An example of scale.
(a) logarithmic scale (b) normal scale.

今回は、面積表示の早見図として円で面積を表現したものを作成したが、この他にも、よりわかりやすい表示方法の形態が考えられる。例えば、円によって線量を表現した早見図では、対数表示図と異なり広範囲に及ぶ種々の線量を表現することが困難であるかもしれない。これを解決する策として、Fig. 5のように一部を拡大する方法もあると考える。さらに、外円の中の円を面積の小さい順に直線上に配置する等、円の配列方法も検討する必要があると考えられる。加えて、被ばく線量に幅がある場合の表示方法の検討も行い早見図を作成する予定である。例えば、ある検査による被ばく線量は5~10 mSvと幅がある場合には、Fig. 6のように大小2つの円を用いて表現することも検討したい。また、今回の検討では、面積表示方法として円を用いたが、Fig. 7に示すように平行四辺形等で面積を表現することも有用であると考えられる。これらの検討により、より正確に線量を捉えることができる早見図の形態を明らかにできるものと考えられる。

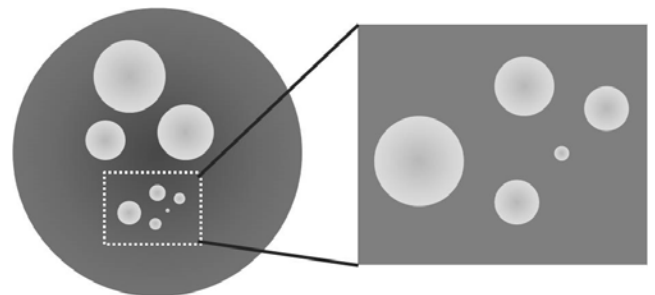


Fig. 5 An innovation to show extensive range of dose.

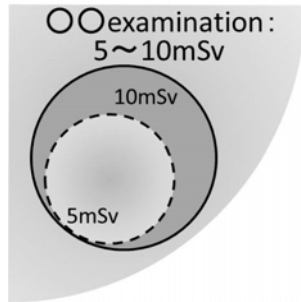


Fig. 6 An idea for display when the radiation dose has a range.

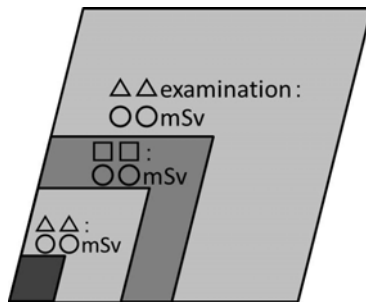


Fig. 7 An idea to show area by a shape other than circle.

次に本研究の限界を述べる。アンケート調査に付随する一般的な問題として、特定集団の結果に対する一般化の妥当性という事項がある。本研究の対象は、「放射線被ばくと放射線防護」の講義を受講する前の大学生であったが、一般公衆よりも放射線に関する知識がある可能性がある。従って、今後は、もっと広範な放射線に関する知識が乏しい一般公衆を対象に検討を行う必要があると考えられた。

以上のように、更なる検討や改良が必要であるものの、今回の研究において、これまで用いられてきた対数表示の早見図に取って代わる面積表示の早見図を提案し、その有用性を客観的に評価することができた。

V. 結語

今回我々は、面積表示の「放射線被ばくの早見図」を新たに考案し、有用性をアンケート調査によって評価した。従来の対数表示の早見図と比較して面積表示の早見図の方が、より正確な被ばく線量の理解を助けることが示唆された。

謝辞 本研究の遂行にあたりアンケート調査にご協力いただいた皆様に深謝いたします。

本研究はJSPS 科研費 26860966 の助成を受けたものです。

利益相反 本論文に関連して、申告すべき利益相反はありません。

引用文献

- 1) 放射線医学総合研究所：「放射線被ばくの早見図」について。
<http://www.nirs.qst.go.jp/information/news/2013/0729.html>.
(2017-01-12)
- 2) 土居雅広, 神田玲子, 他：第1章 10 低線量放射線の健康影響推定の難しさ. 改訂版 虎の巻 低線量放射線と健康影響. pp.42-43, 医療科学社, 東京, 2012.
- 3) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes, Exposures from natural radiation sources. p111, United Nations, New York, 2000.
- 4) 日本アイソトープ協会：第3章放射線防護の生物学的側面. 国際放射線防護委員会の1990年勧告. pp.14-30, 丸善, 東京, 1991.
- 5) 放射線医学総合研究所：医療被ばくリスクとその防護についての考え方 Q&A.
<http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9445802/www.nirs.go.jp/rd/faq/medical.shtml>. (2017-01-12)
- 6) 原子力安全研究協会：第4章医療被ばく. 新版 生活環境放射線 (国民線量の算定). pp.108-122, 原子力安全研究協会, 東京, 2011.

【Original article】

**A new method for expressing radiation exposure
by means of area in chart**

MINORU OSANAI*¹ YOICHIRO HOSOKAWA*¹ MEGUMI TSUSHIMA*¹
KOHSEI KUDO*¹ YASUSHI MARIYA*²
IKUO KASHIWAKURA*¹ YOKO SAITO*¹

(Received January 24, 2017 ; Accepted April 11 , 2017)

Abstract: A chart showing the medical exposure dose, the natural radiation dose and the relations between radiation exposure doses and influences on the human body has been used. At present, a logarithmic axis is used as a longitudinal axis which scales a radiation dose. However, the logarithmic axis makes it difficult for the public to understand a radiation exposure dose. We devised a new method for expressing the radiation exposure dose by means of area for the purpose of easier understanding. We performed a questionnaire survey to evaluate the new method. We investigated how subjects recognized each radiation exposure dose of CT, PET and chest X-ray examinations in a chart prepared by the past method or the new method with a visual analog scale. The subjects in looking at the chart prepared by the new method estimated radiation exposure to be smaller than the exposure that the subjects in looking at the chart as in the past estimated. Radiation exposure doses recognized by using the new method were closer to true values. In conclusion, it is suggested that the new method for expressing the radiation exposure dose by means of area in the chart is useful to understand radiation dose correctly.

Keywords: Radiation exposure, Radiation dose, Quick chart, Area display, Logarithmic display