

平成30年6月5日現在

機関番号：11101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26860966

研究課題名(和文) わかりやすい新たな「放射線被ばくの早見図」の提案・作成およびその有用性の評価

研究課題名(英文) Proposal and utility evaluation of new method for expressing radiation exposure dose by means of area in chart.

研究代表者

小山内 暢 (Minoru, Osanai)

弘前大学・保健学研究科・助教

研究者番号：40514138

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)： 広く利用されている「放射線被ばくの早見図」は線量の軸が対数で表示されており、一般公衆が放射線量を的確に把握するのは決して容易ではないと考えられた。本研究では、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の早見図」を新たに考案し、アンケート調査を通じて有用性評価及び図の最適化を行った。

円形を用いた面積表示の早見図が従来の対数表示による早見図よりも正確な線量把握を助けることが示され、根拠に基づいて新たな面積表示の放射線被ばくの早見図を作成・公開することができた。

研究成果の概要(英文)： A chart showing the radiation dose 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. I devised a new method for expressing the radiation exposure dose by means of area for the purpose of easier understanding. I performed questionnaire surveys to evaluate and optimize the new method.

Radiation exposure doses recognized by using the new method with circular form were closer to true values. In conclusion, the evidence-based new charts for expressing radiation dose by means of area were made up.

研究分野：放射線科学全般

キーワード：早見図 放射線被ばく リスクコミュニケーション 規制科学 放射線防護 放射線教育

1. 研究開始当初の背景

一般公衆に対する放射線についての説明の際に、医療放射線や自然放射線による被ばく線量と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」(以下「早見図」という。)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た。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、研究開始当初に見受けられた早見図は、線量の軸が対数表示(以下「対数表示図」という。)¹⁾になっているものが多かった。これは、表示すべき線量域が広いためであると推測されたが、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。また、小学校、中学校、高等学校等における放射線教育が重要視されていく中で²⁾、対数を履修しない児童や生徒にとって、対数表示による線量の正確な理解は極めて困難であると考えられた。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た。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。

2. 研究の目的

本研究では、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の早見図」(以下「面積表示図」という。)を考案・試作し、有用性の評価及び図の最適化を行った上で、面積表示図を完成させ実用化することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 面積表示図の考案・試作及び有用性の基礎調査

最初に、従来の対数表示の早見図にかわりうるものとして、円形による面積表示の早見図を考案した。考案した面積表示の早見図と併せて、従来の対数表示の早見図も作成し、両者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の基礎評価を行った。

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とした。

作成した早見図には、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、それぞれ100 mSv、2.4 mSv(世界平均)、4 Gy(4000mSv)として数値も併せて記載した。

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。なお、これらの質問項目の数値については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。

アンケート調査は、A県看護大学の看護学生2年生63名を対象として実施した。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。合計6問について質問を行い、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、「ほとんどない」から「同程度」の範囲で回答を得た。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はどの程度心配であるかを質問し、「あまり心配でない」から「かなり心配である」の範囲で回答を得た。回答には視覚的アナログ尺度を用い、バーの該当する部分に斜線を引く形式として、フルスケール(質問1から3では左端から「同程度」まで、質問4から6では左端から「かなり心配である」までの長さ)に対する斜線位置までの長さの割合を算出して解析を行った。

(2) 面積表示図の最適化

(1)の基礎調査実施後に、図形種類の最適化や更なる詳細な検討を目的として、円形及び四角形による面積表示図並びに従来の対数表示図を用いて合計約500名を対象としたアンケート調査を行い、図形種類の違いによる量・数値の認識の正確性を評価した。

対象は主として理系、文系を含む複数機関の学生(主に看護師、診療放射線技師を目指す大学生)とし、合計12回の調査を実施した。面積表示図として円形及び四角形で量の大きさを表現した図と対数表示図の3種のいずれかを配布した(図1~3)。基準の量・数値として、1、10及び100が示されており、それらと比較し、A、B、C、D(設定値はそれぞれ2、5、20、50)をいくらか認識するかの回答を選択式(選択肢:A、Bは1から10の1間隔、C、Dは10から100の10間隔)にて得た。なお、対象の一部には一般公衆や教員も含まれている。

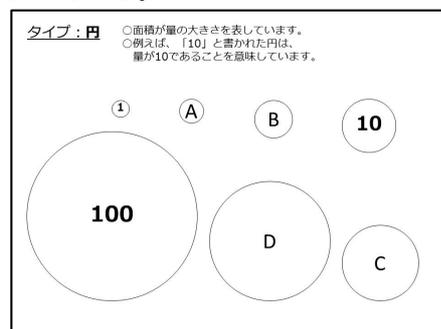


図1 円形による面積表示図

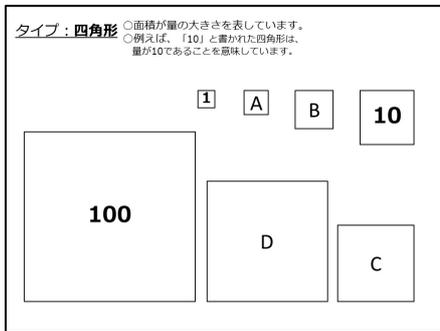


図2 四角形による面積表示図

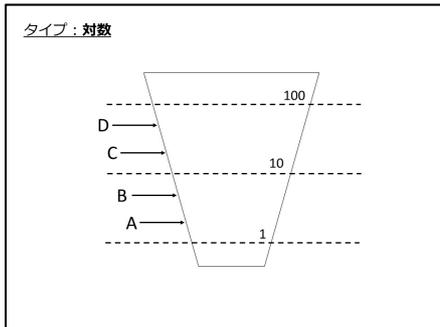


図3 従来の対数表示図

(3) 効果的な早見図作成のための情報収集

最終的な早見図に掲載する項目の参考とするため、学術大会、講演会、公開講座等に広く参加し、放射線に関する一般公衆の関心事項を調査した。また、文献収集を行い、早見図に掲載する各項目の線量を調査した。

さらに、本研究課題で作成する早見図は、放射線リスクコミュニケーションのツールとすることを目指しているため、効果的なリスクコミュニケーション手法に関する知見を得ることを目的として、積極的な情報収集を行った。具体的には、リスクコミュニケーションに関するセミナー等に参加することに加え、現在、各機関から頒布・公開されている放射線に関するリスクコミュニケーション関連資料の収集も広く行った。

(4) 面積表示図の有用性の確認

前述の面積表示図の有用性に関する調査に加え、研究代表者が担当した一般市民や医療関係者を対象とした放射線安全に関する公開講座やセミナー等においても、本研究課題で考案した面積表示の図によって線量の大きさの解説を行い、面積表示図に対する反応を確認し、実用化に向けての裏付けを行った。

(5) 早見図の完成・公開

上記の結果を踏まえ、最終的な早見図を完成させ、ウェブ上に公開することとした。さらに、必要に応じて、特殊耐水紙等に印刷した紙媒体の早見図も広く頒布する。

また、研究期間終了後も随時早見図への掲

載内容の見直しを行い、継続的に被ばく線量の正確な理解に役立てて行きたいと考えている。

4. 研究成果

(1) 面積表示図の考案・試作及び有用性の基礎調査

質問1から3の線量の理解・把握に関する質問に関しては、CT検査、PET検査及び胸のX線集団検診全てにおいて、面積表示図の方が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く捉えられた。例として、CT検査における結果を図4に示す。

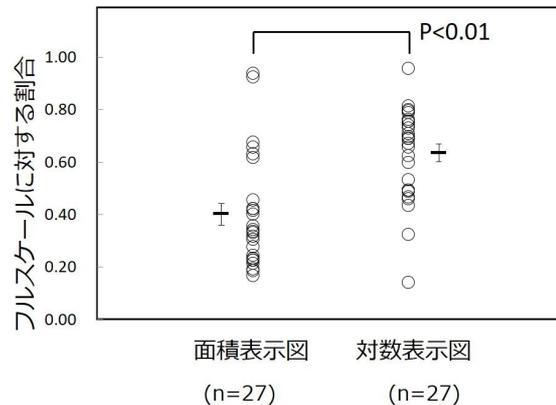


図4 CT検査での被ばく線量に関する結果

対数目盛では目盛間の値の変化が大きく、例えば、大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。このため、対数表示図では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。以上から、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は、面積表示図の方が対数表示図よりも心配の程度が小さく、質問5では有意差が認められた。このため、用いる表示図の種類によって、対象者に与える心配の程度に違いがある可能性があると考えられた。

(2) 面積表示図の最適化

A、B、C、D(設定値はそれぞれ2、5、20、50)の平均値(円形、四角形、対数)は、A(2.9、2.8、2.9) B(5.9、6.1、6.9) C(28、29、30) D(58、61、70)であった。例として、設定値が20と50であるCとDの結果を図5、6に示す。

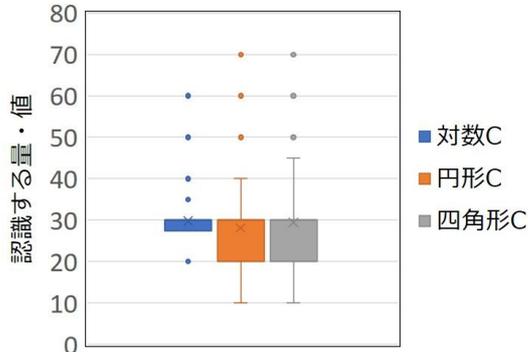


図5 設定値 20 に対する各図形の結果

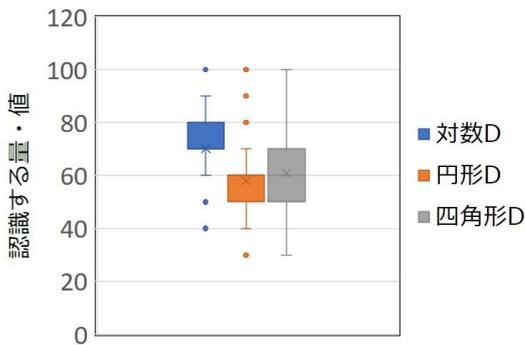


図6 設定値 50 に対する各図形の結果

また、設定値に対する相対誤差を円形、四角形、対数の3群で比較すると、Aでは対数に比べ円形の方が統計学的に有意に大きかったものの、対数に対する円形の割合としては1であり同等であった。一方で、B、C、Dでは、設定値に対する相対誤差は円形が対数よりも有意に小さく、また、相対誤差の対数に対する円形の割合もB、C、Dでそれぞれ0.5、0.8、0.4と小さかった。言い換えると、特にBとDでは、対数における相対誤差が大きいということであり、対数表示図では大目盛り間の上位にある(次の大目盛りに近い位置にある)数字が実際の値よりも大きく捉えられていたと言える。これは、(1)の基礎調査の結果の中でも述べたとおり、対数目盛では目盛間の値の変化が大きく、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ことに起因すると考えられた。

以上より、面積表示図の中でも、特に円形を用いることにより、線量の正確な理解を助けるのに有用であることが示唆された。

(3) 効果的な早見図作成のための情報収集

種々の情報収集によりリスクコミュニケーションに関する非常に多くの有益な情報が得られた。特に、放射線リスクコミュニケーションにおいては、まず初めに、放射線が日常生活の多くの場面で役立っていることを示すと効果的であること、また、効果的なリスクコミュニケーションを行うには、相手から“信頼”されるのが重要であることがわかった。これらを踏まえ、最終版の早見図に

は、各種の線量だけではなく、放射線の利用についても簡潔に記載し、また、放射線の負の影響についても明示することとした。併せて、比較的被ばく線量の多いCT検査等の医療被ばくについては、誤解が生じ必要な放射線診療を患者が拒否するといった事態にならないように、放射線防護における原則である「行為の正当化」が連想できるイラスト(天秤を用いて、リスクより利益が上回っていることを示したもの)を掲載することとした。

さらに、一般公衆の放射線影響に関する懸念の対象は、胎児に対する影響や食品中の放射性物質から受ける線量に関するものが多かったことから、それらについては、別版として早見図を作成することとした。

(4) 面積表示図の有用性の確認

研究代表者が担当した一般市民や医療関係者を対象とした放射線安全に関する、多岐にわたる公開講座やセミナー等において、面積表示の図によって線量の大きさの解説を行った。面積表示図によって説明を行った際は、参加者の興味深く熱心に聞き入る様子が見受けられた。加えて、対象として高齢者を多数含む公開講座においても、アンケート結果で「定量的な理解ができた」、「わかりやすかった」といった回答があり、面積表示図の有効性が確かめられた。

(5) 早見図の完成・公開

以上の研究結果を踏まえ、最終的な早見図として、3種類(概要版、食品中の放射性セシウムから受ける線量版、エックス線検査による胎児の線量版)を作成し、ウェブ上に公開した(図7~9)。さらに、特殊耐水紙等に印刷した紙媒体の早見図も継続的に広く頒布し、面積表示の早見図の普及に努め、被ばく線量の正確な理解に役立てて行きたいと考えている。今後も、必要に応じて、前述の3種類の早見図以外の版も作成する予定である。

また、研究期間終了後も随時最新情報の収集に努め、早見図への掲載内容の見直しを行う。

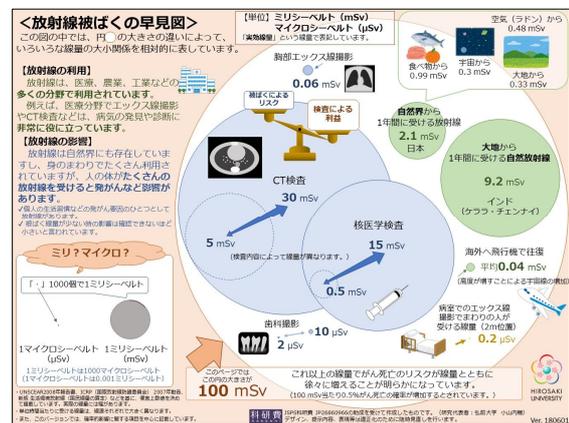


図7 放射線被ばくの早見図(概要版)



図8 放射線被ばくの早見図(食品中の放射性セシウムから受ける線量版)

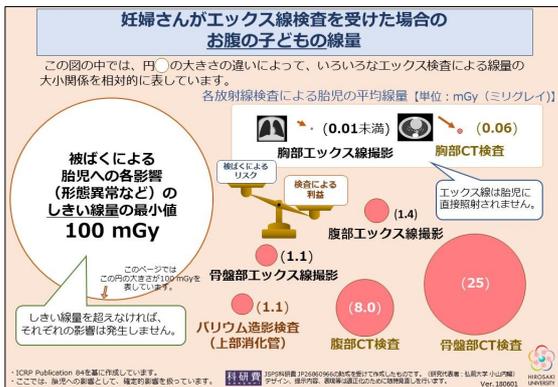


図9 放射線被ばくの早見図(エックス線撮影による胎児の線量版)

(6)面積表示図の限界

面積表示図は、対数表示図とは異なり広範囲の線量は示すことができない。今回作成した早見図(概要版)では、0.2 マイクロシーベルトから100 ミリシーベルトまでの項目を掲載しており、6桁の範囲で線量を示している。これ以上の範囲を1枚の図に示すのは難しいかもしれない。さらに、対数に馴染みのある理系学生や教育研究関係者等は、目盛り軸が示されている対数表示図の方が正確に線量を把握できる可能性もある。そのため、早見図に掲示する内容や対象者によっては、従来の対数表示図を併用することも検討したい。

(7)結語

本研究では、放射線量の正確な理解を助ける、新たな「面積表示による放射線被ばくの早見図」を根拠に基づいて作成することができた。

近年、放射線教育の場が広がりを見せている中、福島第一原子力発電所事故も経験した我が国において、今回作成した早見図は有用な放射線リスクコミュニケーションのツールとなると期待される。

<引用文献>

1) 国立研究開発法人量子科学技術研究開発

機構 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>

(2018年6月2日アクセス)

2) 文部科学省:放射線等に関する副読本。

http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/detail/1311072.htm

(2018年6月2日アクセス)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計 2 件)

小山内暢, 細川洋一郎, 對馬恵, 工藤幸清, 真里谷靖, 柏倉幾郎, 齋藤陽子. 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~. 保健科学研究, 8(1): 9-15, 2017 <査読有>

<http://hoken-kagaku.com/journal2017/article2017/2017002.pdf#search=%27%E6%97%A9%E8%A6%8B%E5%9B%B3+%E5%B0%8F%E5%B1%B1%E5%86%85%E6%9A%A2%27>

小山内暢, 工藤幸清, 岩岡和輝, 山口一郎, 對馬恵, 齋藤陽子, 細川洋一郎. 福島第一原子力発電所事故に係る食品中の放射性物質に関する現行の基準値の検証~海産物中の規制対象核種による線量への寄与割合に対する仮定の妥当性~. RADIOISOTOPES, 66(7): 259-269, 2017 <査読有>

DOI: doi: 10.3769/radioisotopes.66.259

(学会発表)(計 6 件)

小山内暢. わかりやすくお伝えします! 食品中の放射性物質に関する基準値の成り立ち. 東京都葛飾区・消費者庁(共催)「健康大学 私たちの健康は私たちの手で」, 2017

小山内暢, 工藤幸清, 對馬恵, 吉野浩教, 小原秀樹, 細川洋一郎, 齋藤陽子. 半導体式個人被ばく線量計の線量率特性~実在する仕様範囲外の低線量率場における基礎的検証~. 第7回 東北放射線医療技術学術大会, 2017

小山内暢, 對馬恵, 工藤幸清, 細川洋一郎, 齋藤陽子, 真里谷靖, 柏倉幾郎. 面積表示による新たな「放射線被ばくの早見図」の最適化~円形と四角形を用いた面積表示における量・数値の認識の正確性~. 第54回アイソトープ・放射線 研究発表会, 2017

Minoru Osanai. Food safety regarding the Fukushima-Daiichi nuclear power plant accident: Framework of food

management in Japan after the Fukushima-Daiichi nuclear power plant accident: especially concept of criteria for radionuclide activity concentrations for food. Seminar on nuclear medicine and radiation therapy, 2017

小山内暢．明日から役立つ「放射線・放射線防護の基礎」．第1回放射線看護セミナー，2016

小山内暢，細川洋一郎，對馬恵，工藤幸清，久保田 護，樽澤孝悦，真里谷靖，柏倉幾郎，齋藤陽子．わかりやすい新たな「放射線被ばくの早見図」の提案．第5回東北放射線医療技術学術大会，2015

〔その他〕

ホームページ等

http://www.hs.hirosaki-u.ac.jp/kouhou/hg/web/daigakuin/teacher_detail02.html?id=137

（所属研究機関のウェブサイト上に早見図を掲載）

6．研究組織

(1)研究代表者

小山内 暢 (OSANAI, Minoru)

弘前大学・大学院保健学研究科・助教

研究者番号：40514138