

放射線イメージ表現を用いた科学的情報発信の有効性

イメージ表現を用いたリスクメッセージの評価に関する放射線専門家への調査

横山 須美（藤田医科大学・准教授）

研究要旨

令和元年度の成果を踏まえ、主任研究者とともに、一般の人々を対象とした 3 つの放射線リスクメッセージを作成した。作成した放射線リスクメッセージの内容は、①放射線の基礎知識と放射線防護、②放射線被ばく、③放射線の健康影響である。これと並行して、放射線リスクメッセージの専門的評価を行うため、医療または原子力分野の放射線関連の研究に携わる者、教員、事業所の放射線管理業務や広報業務に携わる者等に対してアンケート調査及びインタビュー調査を実施した。アンケート調査及びインタビュー調査ともに、評価項目は、放射線リスクメッセージまたは、その中で用いられている専門用語に対するたとえについて、科学的正確性の反映及び一般の人々の理解促進度とした。

アンケートは、リスクメッセージ内の 20 の専門用語とそのたとえについて、各評価項目を 5 段階で回答してもらった。結果に対して、因子分析を行い、共通因子を抽出した。これらの共通因子ごとに、年齢、性別、職種による差があるかを探るため、分散分析を実施した後、多重比較を行った。インタビューでは、半構造化形式で実施し、得られた意見を項目ごとにとりまとめた。

アンケートでは 395 名から回答を得た結果、科学的正確性の反映についても、一般の人々の理解促進についても、いずれのたとえも平均が 3.5 以上となり、放射線リスクメッセージに用いた各用語については、概ね科学的正確性を反映しており、これらを用いた説明により一般の人々の理解が進むと考えていることが明らかとなった。インタビューでは、11 名の専門家から意見を聴取した結果、導入部分のたとえに関する意見が多く寄せられた。また、各項目や用語については、「確率的影響」、「内部被ばく」、「半減期・放射能の減衰」、「空間線量率」、「放射線・放射能」に関する説明について、理解が困難な部分や誤解を生む可能性が指摘された。

キーワード： 専門家調査、放射線リスクメッセージ、科学的正確性、人々の理解促進、放射線健康影響

研究協力者 伊藤 光代（豊川市民病院・主査）

I 研究目的

東京電力福島第一原子力発電所（1F）事故時には、多くの人々が放射線及び放射線影響に対して不安を抱くとともに、風評被害が問題になった¹⁾。このため、福島県内外において、放射線について、正しい科学的知識を普及するため、専門家により各地でさまざまな放射線に関する説明会が開催された²⁾。また、政府等からも多くの放射線に関する広報資料や説明資料等が出版された³⁻⁵⁾。1F 事故から 10 年が経過した 2021 年 2 月の消費者庁の意識調査において、被災地の食品購入をためらう人の割合が年々減少しているものの、安全性が確保されているにも関わらず約 8%が「ためらう」と回答している⁶⁾。このような調査の現状からも、より一層の専門家による放射性物質や放射線に関する情報提供の重要性がわかる。

一方、放射線や放射線影関連の専門家が、一般の人達に放射線や放射線の影響、防護について伝えようとしたとき、より正確に、誤解のないように、多くの専門用語を使用して、慎重かつ詳細な説明を行おうとする。しかし、放射線関連の専門家といえども、医療、原子力等に分野の違いや研究者、教員、技術者、医療従事者等、さまざまな専門性を有しており、知識基盤が異なり、そのアプローチはさまざまである。この結果、1F 事故後に専門家が行った放射線に関する説明において、人々を困惑させる結果となった。一般の人々の困惑の原因の一つとして、説明を行う際に専門家個人の経験によるところが大きかったことが考えられる。より良い放射線リスクコミュニケーション（RC）の実現のためには、受け手のニーズはもちろんのこと、専門家が持つ背景知識を集約し、情報発信方法の改善を重ね、必要最低限の情報を放射線イメージ表現として共有することが重要である。

令和 2 年度の分担研究者が実施する研究では、主任研究者に協力して作成した放射線イメージ表現の科学的正確性の反映と一般の人々の理解促進の観点から、専門家の意見を聴取し、その有効性を探ることを目的とした。

II 研究方法

1. 放射線イメージ表現(刺激文)の作成

主任研究者らと協力して、たとえを用いた 3 つの放射線イメージ表現を作成した。内容は、① 放射線の基礎知識と放射線の防護、②外部被ばくと内部被ばく及び③放射線健康影響(確定的影響と確率的影響)である。これらは、令和元年度の本事業において、専門家へのアンケート調査で一般の人々が放射線及びその影響を理解する上で必要不可欠と考えるとともに、一般市民へのアンケート調査で知らないが、知りたいと回答した上位項目を用いたものである⁷⁾。

これらの放射線イメージ表現に対して、さまざまな分野の多数意見を集約するため、定量的評価として、たとえを用いた専門用語に関するアンケート調査を実施した。また、専門家が回答に至った経緯や理由等の心理構造を探るとともに、改善案や放射線RC経験等を聴取し、放射線イメージ表現をより良いものにするための今後の修正に活かすため、定量的評価として、豊富な放射線 RC の経験を持つ専門家にインタビュー調査を実施した。

2. 専門家アンケート調査

2.1 アンケート形式及び内容

放射線イメージ表現に関するアンケートは、Google Form で作成した。関係各所の代表者に依頼文とともに、作成したアンケートサイトの QR コード及び URL を送付した。なお、回答者の匿名性を高めるため、電子メール等の個人情報を含めることなく、回答を取得した。

放射線イメージ表現に関するアンケートでは、専門用語についてたとえを用いた 20 のイメージ表現に対して、専門家が①科学的正確性を反映している、②一般市民の理解が進むと考えるかどうかを調査した。調査したイメージ表現を表 1 に示す。①及び②は、各 5 段階(科学的正確性の反映:「反映できている」、「やや反映できている」、「どちらともいえない」、「あまり反映できていない」、「反映できていない」、理解促進:「理解が進む」、「やや理解進む」、「どちらともいえない」、「あまり理解が進まない」、「理解が進まない」)での回答を得た。

このほか、「あなた自身が一般の人に、放射線に関する説明をすると思ってください。その際あなたは、1.と 2.で示したイメージ表現を使いたいと思いますか。」という質問を行い、「使いたい」、「やや使いたい」、「どちらともいえない」、「あまり使いたくない」、「使いたくない」の 5 段階で回答を得た。また、使いたくないと回答した人を対象に、その理由を記述にて回答を得た。

アンケートでは、上記内容についての回答への回答者属性の影響を調べるため、回答者の年代(20 歳代、30 歳代、40 歳代、50 歳代、60 歳代、70 歳代以上)、性別(男性、女性、決めたくない)、専門領域(放射線・原子力関連の研究者、放射線・原子力関連の教員、放射線・原子力施設等の安全管理、放射線・原子力施設等の広報、診療放射線技師、その他(記述))についても調査した。このほか、①市民向けの講義・講座の実施の有無、②家族やプライベートで話をするかどうかについて、4 段階(よくある、ときどきある、まったくない)で回答を得た。アンケート調査形式の一例を図 1 に示す。

なお、アンケート調査では、たとえを用いて表している専門用語に対して回答を得たが、参考として、アンケートの最後に、インタビュー調査及び一般市民記憶実験に用いた放射線イメージ表現全文を添付した。アンケート全文を付録に添付する。

2.2 対象者数

上記属性を踏まえ、放射線防護・影響に関する研究室を持つ大学、研究機関、電力会社の原子力発電所管理部門及び広報部門、医療関係者等の中でも放射線リスクコミュニケーションに携わる可能性のある分野の専門家を対象とした。対象人数は、日本保健物理学会会員数(約 600 名)⁸⁾及び日本原子力学会⁹⁾(約 6500 名)のうち、関連部会 20 部会中 3 部会/連絡会(保健物理・環境科学部会、放射線工学部会、シニアネットワーク連絡会等、約 1000 名)を参考に、全体を 2000 名程度と考え、回答率 20%程度を見込んだ。アンケートの回答の依頼については、分担研究者より、個別に関連機関の関係者へ電子メール等を活用して協力を仰いだ。結果、395 名(男性:325 名、女性:69 名、不明:1)より回答を得た(回答率:20%)。アンケート回答者の職種内訳及び年代内訳を図 2 及び図 3 に示す。その他に含まれる回答者は、線量モニタリングサービスの技術者、放射線科医、複数に該当する者等である。市民向け講演の実施やプライベートでの家族への説明の実施内訳については、図 4 に示した。

表 1 たとえを用いたイメージ表現に用いた用語の科学的正確性の反映及び一般の人々の理解促進に関する調査項目（専門用語⇒たとえ表現）

No	専門用語 ⇒ たとえを用いた表現
1	放射能 ⇒ こびとが魔法の木の実を投げる能力。
2	放射線の放出 ⇒ こびとは魔法の木の実を四方八方に投げる。
3	透過 ⇒ こびと達の投げる魔法の木の実は、人の体内を通り抜ける。
4	被ばく線量の増加 ⇒ たくさんの木の実が飛び交う場所であるほど、体に当たる可能性が増える。
5	外部被ばく防護の三原則（距離をとる） ⇒ こびとから遠ざかる。
6	外部被ばく防護の三原則（時間を短くする） ⇒ 木の実の飛び交う場所にいる時間をできるだけ短くする。
7	外部被ばく防護の三原則（遮蔽） ⇒ 木の実をブロックできる物のかげにかくれる。
8	さまざまな放射性物質があること ⇒ 木の実を次々と素早く投げるこびと、ゆっくりした間隔で投げるこびとなど、いろいろいる。
9	放射能の減衰 ⇒ どの種類のこびとも木の実を投げ続けると、投げられる数が減っていくこと。
10	外部被ばく ⇒ こびとの投げた木の実が、外から人の体に当たること。
11	内部被ばく ⇒ 体の中に入ったこびとの投げる木の実が、体内組織に当たること。
12	線種のちがい ⇒ こびと達の投げる木の実は、栗の実、クルミ、ドングリなどいろいろある。大きな栗の実が飛んできて当たったら、かなり痛い。ドングリ程度なら、ちょっと痛いだけである。
13	放射性物質の集積 ⇒ 体内には、特定のこびとにとって居心地のいい場所があり、そこに集まることがある。
14	組織の感受性 ⇒ 木の実が体内組織のどこに当たるかで、ダメージが変わってくる。
15	DNA ⇒ 細胞を作る設計図。
16	DNA 損傷 ⇒ 木の実が細胞を通り抜ける際に細胞を作る設計図（DNA）を破ってしまうことがある。
17	修復酵素 ⇒ 設計図（DNA）の破られた部分をなおすテープ。
18	DNA 修復 ⇒ 通常、テープは設計図の穴を直しているが、体内を通り抜ける木の実が多いと、追いつかない。そうすると、死んでしまう細胞や、設計図がうまく直せない細胞が出くる。
19	しきい線量 ⇒ どのくらいの量の木の実が通り抜けたら、臓器が働けなくなるほど細胞が死んでしまうのかを示す量。
20	放射線によるがんの発症 ⇒ 設計図がうまく直らなかった細胞からは、がん細胞ができることがある。

[illegible]

図 1 たとえを用いたイメージ表現に関する科学的正確性の反映及び一般の人々の理解促進に関する専門家アンケート（一部抜粋）

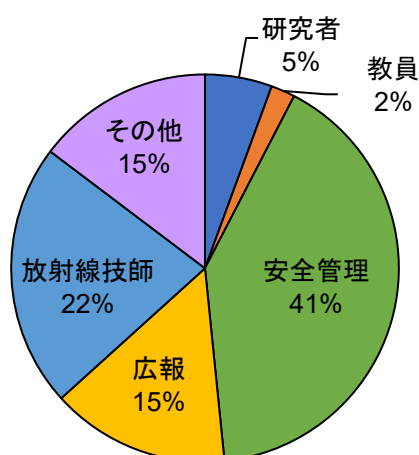


図 2 放射線イメージ表現に対する専門家アンケート調査の回答者の職種内訳

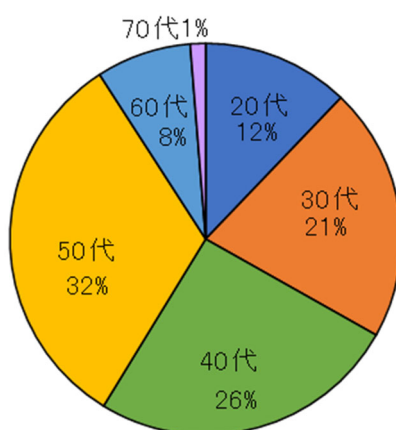


図 3 放射線イメージ表現に対する専門家アンケート調査の回答者の年齢内訳

(a) 市民向けの講演や講座で話をする

(b) 家族や友人にプライベートで話をする

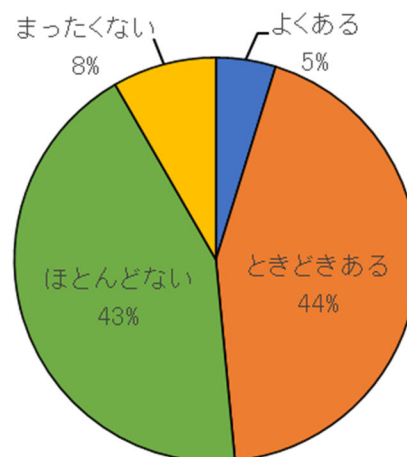
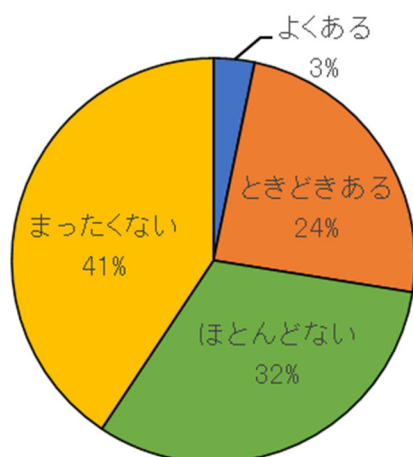


図 4 市民向け講演やプライベートでの説明

2.3 分析方法

各専門用語をたとえに置き換えることで、「科学的正確性が反映できていると考えるか」を質問し、反映できていると考えられる順に、「反映できている」を 5 点、「やや反映できている」を 4 点、「どちらともいえない」を 3 点、「あまり反映できていない」を 2 点、「反映できていない」を 1 点とし、1～5 点を割り当てた。同一の用語に対して、たとえに置き換えることで「一般市民の理解が進むと考えるか」を質問し、「理解が進む」を 5 点、「やや理解進む」を 4 点、「どちらともいえない」を 3 点、「あまり理解が進まない」2 点、「理解が進まない」を 1 点とし、1～5 点を割り当てた。また、放射線イメージ表現を利用したいかどうかについては、「使いたい」を 5 点、「やや使いたい」を 4 点、「どちらともいえない」を 3 点、「あまり使いたくない」を 2 点、「使いたくない」を 1 点として 1～5 点を割り当てた。

統計解析には、spss vr. 27 を用いた。まず、イメージ表現に用いた専門用語に対して因子抽出を実施した。因子の抽出には最尤法を用い、斜向回転（プロマックス回転）を行った（kappa は 3）。因子抽出後は、因子ごとに名前を割り当て、各因子に対する各属性の影響を調べるために、因子ごとに平均値を算出し、分散分析を実施し、その後、下位検定となる多重比較検定を Tukey の方法により実施した。

3. 専門家インタビュー調査

3.1 インタビュー形式及び内容

上述の 3 つの放射線イメージ表現の全文をインタビュー対象者に事前に送付し、半構造化インタビューを実施した。インタビュー調査では、これらの放射線イメージ表現に関する質問項目の一部を事前に準備するとともに、これらの質問項目以外にも、対象者から自由な意見を聴取した。

事前に準備した質問は、アンケート調査と同様に、①イメージ表現に使用している「たとえ」が専門用語の科学的正確性を反映しているか、②一般市民の理解が進むか、③文章の構成や流れは適切であるか、④改善が必要な場合はその改善案の提示である。

3.2 対象者数

対象者数は、11 名とした。このうち、6 名が原子力関係者であり、5 名が医療関係者であった。男性は 7 名であり、女性は 4 名であった。いずれも、1F 事故以降、住民説明会や講演会等で放射線及びその健康影響について説明を実施した経験を豊富に有する専門家である。

（倫理面への配慮）

藤田医科大学の医学研究倫理委員会及び利益相反委員会に申請し、承認を得た（審査番号 HM20-363 及び CI20-500）。アンケートは分担研究者が開設した Web サイトにアクセスしてもらう方法での回答とし、個人情報取得しないこととした。インタビューでは、取得した個人情報に対しては、対照表を作成し、対照表は、分担研究者が藤田医科大学で定められた方法で適切に管理、研究関係者には匿名化したものを提供した。

III 研究結果

1. 専門家へのアンケート調査結果

1.1 放射線イメージ表現への科学的正確性の反映

1.1.1 各項目の記述統計結果

専門家が、各イメージ表現に対して、科学的正確性が反映できていると考えるかどうかに対して得点化したものの平均値を表 2 に示す。

表 2 科学的正確性の反映に関するアンケート結果の各項目の平均値

調査項目	度数	平均値	±	標準偏差
1. 放射能	395	3.70	±	1.20
2. 放射線の放出	395	4.04	±	1.10
3. 透過	395	3.74	±	1.23
4. 被ばく線量の増加	395	4.24	±	0.98
5. 外部被ばく防護の三原則（距離をとる）	395	4.50	±	0.86
6. 外部被ばく防護の三原則（時間を短くする）	395	4.53	±	0.83
7. 外部被ばく防護の三原則（遮蔽）	395	4.44	±	0.84
8. さまざまな放射性物質があること	395	3.79	±	1.12
9. 放射能の減衰	395	3.83	±	1.13
10. 外部被ばく	395	4.31	±	0.97
11. 内部被ばく	395	3.65	±	1.29
12. 線種のちがい	395	3.82	±	1.11
13. 放射性物質の集積	395	3.90	±	1.17
14. 組織の感受性	395	4.05	±	0.99
15. DNA	395	4.46	±	0.79
16. DNA 損傷	395	4.16	±	0.98
17. 修復酵素	395	4.15	±	0.95
18. DNA 修復	395	3.94	±	1.04
19. しきい線量	395	3.81	±	1.13
20. 放射線によるがんの発症	395	4.18	±	0.93

質問したイメージ表現 20 項目の平均値は、 3.65 ± 1.29 から 4.53 ± 0.83 となった。いずれの項目も 5 段階評価のうち、3.5 以上であった。専門家は、放射線イメージ表現のたとえを用いた専門用語について、概ね反映できていると回答したといえる。最も高得点となった項目は、No. 6 の外部被ばく防護の三原則（時間を短くする）であり、最も低得点であったものは、No.11 の内部被ばくに関する項目であった。

平均値の上位 5 項目を見ると、4 項目が外部被ばく及び外部被ばく防護の三原則に関するものであった。次に、平均値が高い項目は、DNA 損傷修復に関するもので、上位 10 項目のうち、3 項目を占めた。

放射線の放出(No.2)等、放射線に関する基礎的な知識に関する項目の平均値が全体的に低い値となった。

1.1.2 因子分析結果

イメージ表現に用いた用語の科学的正確性の反映に関する因子分析結果を表 3 に示す。科学的正確性の反映については、3 因子が抽出できた。それぞれの因子の項目をみると、第 1 因子は、「放射能」、「放射線の放出」、「放射能の減衰」などを説明したものであり、放射性物質及び放射線の基礎的な知識であった。第 2 因子は、「修復酵素」、「DNA」、「DNA 修復」、「DNA 損傷」といった生物影響に関するものであった。第 3 因子は、放射線防護(外部被ばくの三原則)に関係する「時間」、「距離」、「遮蔽」等であった。そこで、これらの 3 因子を「基礎知識」、「生物影響」及び「防護」と命名することとした。なお、外部被ばく(No.10)及び組織の感受性(No.14)については、因子間の相関が、いずれの因子もほぼ同等となることから、以降の分析から除いて分析することとした。

これらの因子ごとの平均値を表 4 に示す。平均値は、「防護」に関する項目が最も高く、次に「生物影響」、最後が「基礎知識」の順になった。

1.1.3 属性による違い

属性(性別、年代、職種)ごとの平均値を表 5 に示す。イメージ表現の科学的正確性の反映に関して、各因子の平均値に対する属性による回答の違いを明らかにするため、一元配置分散分析(F 検定)による属性グループ間の平均値の有意差を表 6 に示す。年代及び職種に対しては、Tukey 法を用いた多重比較検定を行い、属性グループ間で比較した結果を表 7 及び 8 に示す。

(1) 性別

表 6 に示す通り、男女間では、「生物影響」に対し、有意な差がみられた($F(1, 392) = 6.358, p < 0.05$)。表 5 より、男性の平均値は 4.23 ± 0.74 、女性の平均値は 3.97 ± 0.92 であり、女性の方が低い傾向を示した。一方、「基礎知識」及び「防護」の 2 因子については、有意差はみられなかった。

(2) 年代

表 6 に示す通り F 検定の結果、年代間で「基礎知識」と「生物影響」に対して有意差がみられた(基礎知識: $F(5, 389) = 3.605$, 生物影響: $F(5, 389) = 2.969, p < 0.05$)。表 7 に示す多重比較の結果から、「基礎知識」に対しては、20 代と 50 代または 60 代との間に、「生物影響」に対しては、20 代と 60 代の間に有意差がみられ($p < 0.05$)、20 代の平均値がいずれも高い傾向を示した。

(3) 職種

表 6 より職種間で「基礎知識」及び「防護」に有意な差がみられた(基礎知識 $F(5, 389) = 3.116$, 防護: $F(5, 389) = 3.279, p < 0.01$)。しかし、表 8 に示すように、その後の多重比較では、「基礎知識」に対しては、職種間に有意な差がみられなかった。「防護」に対しては、安全管理とその他で有意な差がみられた。安全管理の平均値は 4.63 ± 0.61 、その他の平均値は 4.30 ± 0.95 であり、安全管理の平均値の方が高かった。

表 3 たとえを用いた放射線イメージ表現(用語)の科学的正確性の反映に対する因子分析結果

調査項目		因子 1	因子 2	因子 3
放射線の基礎	2. 放射線の放出	0.742	-0.008	0.051
	1. 放射能	0.713	0.033	0.033
	8. さまざまな放射性物質があること	0.671	-0.03	0.09
	3. 透過	0.623	-0.013	0.11
	12. 線種のちがい	0.614	0.033	-0.025
	9. 放射能の減衰	0.598	0.086	0.071
	11. 内部被ばく	0.577	0.142	-0.02
	13. 放射性物質の集積	0.467	0.172	0.144
	19. しきい線量	0.446	0.289	0.035
	4. 被ばく線量の増加	0.445	-0.044	0.299
	10. 外部被ばく	0.381	0.124	0.322
	14. 組織の感受性	0.343	0.29	0.201
DNA 損傷	15. DNA	-0.203	0.861	0.062
	17. 修復酵素	0.09	0.74	0.042
	16. DNA 損傷	0.156	0.678	0.056
	20. 放射線によるがんの発症	0.105	0.645	-0.003
	18. DNA 修復	0.303	0.602	-0.057
防護	5. 外部被ばく防護の三原則(距離をとる)	0.028	0.016	0.883
	6. 外部被ばく防護の三原則(時間を短くする)	0.024	0.065	0.811
	7. 外部被ばく防護の三原則(遮蔽)	0.135	0.037	0.645

因子抽出法: 最尤法

回転法: Kaiser の正規化を伴うプロマックス法 カッパ 3

表 4 たとえを用いた放射線イメージ表現の科学的正確性の反映に対する因子ごとの平均値

抽出因子	平均値	±	標準偏差
基礎知識	3.91	±	0.81
生物影響	4.18	±	0.78
防護	4.49	±	0.76

表 5 科学的正確性の反映に対する属性ごとの各因子の平均値

属性	グループ	度数	基礎知識			生物影響			防護		
性別	男性	325	3.93	±	0.78	4.23	±	0.74	4.51	±	0.73
	女性	69	3.78	±	0.92	3.97	±	0.92	4.43	±	0.89
年代	20 代	48	4.26	±	0.43	4.45	±	0.54	4.75	±	0.42
	30 代	83	3.97	±	0.84	4.33	±	0.76	4.51	±	0.77
	40 代	101	3.93	±	0.83	4.14	±	0.80	4.54	±	0.77
	50 代	127	3.78	±	0.81	4.06	±	0.81	4.38	±	0.81
	60 代	31	3.60	±	0.91	3.97	±	0.83	4.40	±	0.77
	70 代以上	5	3.90	±	0.74	4.04	±	0.30	4.27	±	0.89
職種	研究者	22	3.59	±	0.85	4.14	±	0.65	4.27	±	0.96
	教員	8	3.36	±	0.75	3.95	±	0.78	4.08	±	0.87
	安全管理者	161	4.06	±	0.74	4.29	±	0.73	4.63	±	0.61
	事業所広報	59	3.82	±	0.86	4.04	±	0.85	4.35	±	0.84
	放射線技師	87	3.90	±	0.77	4.22	±	0.64	4.56	±	0.67
	その他	58	3.77	±	0.90	4.01	±	1.01	4.30	±	0.95

表 6 科学的正確性の反映に対する属性グループ間の分散分析結果（F 検定の有意差）

	基礎知識	生物影響	放射線防護
性別	0.153	0.012*	0.399
年代	0.003**	0.012*	0.073
職種	0.009**	0.117	0.007**

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

表 7 科学的正確性の反映に対する年代間での違い(Tukey 法による多重比較)

(a) 因子名:基礎知識

年代	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	70 代>
20 代						
30 代	0.337					
40 代	0.158	0.999				
50 代	0.005**	0.538	0.541			
60 代	0.004**	0.223	0.933	1.00		
70 代以上	0.926	1.00	0.966	1.00	0.999	

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

(b) 因子名:生物影響

年代	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	70 代>
20 代						
30 代	0.965					
40 代	0.222	0.563				
50 代	0.038*	0.125	0.965			
60 代	0.076	0.213	0.872	0.990		
70 代以上	0.870	0.96	1.00	1.00	1.00	

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

(c) 因子名:防護

年代	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	70 代>
20 代						
30 代	0.474					
40 代	0.627	0.999				
50 代	0.040*	0.821	0.541			
60 代	0.326	0.984	0.933	1.00		
70 代以上	0.747	0.983	0.966	1.00	0.999	

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

表 8 科学的正確性の反映に対する職種間での違い(Tukey 法による多重比較)

(a) 因子名:基礎知識

職種	研究者	教員	安全管理	広報	放射線技師	その他
研究者						
教員	0.982					
安全管理	0.107	0.155				
広報	0.873	0.659	0.298			
放射線技師	0.588	0.450	0.670	0.989		
その他	0.955	0.763	0.174	0.343	0.918	

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

(b) 因子名:生物影響

職種	研究者	教員	安全管理	広報	放射線技師	その他
研究者						
教員	0.992					
安全管理	0.958	0.837				
広報	0.996	1.00	0.343			
放射線技師	0.997	0.934	0.989	0.738		
その他	0.985	1.00	0.158	0.999	0.578	

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

(c) 因子名:防護

職種	研究者	教員	安全管理	広報	放射線技師	その他
研究者						
教員	0.990					
安全管理	0.288	0.333				
広報	1.00	0.933	0.140			
放射線技師	0.607	0.524	0.976	0.579		
その他	1.00	0.973	0.046*	0.999	0.328	

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

1.2 放射線イメージ表現の使用による一般の人々の理解促進

1.2.1 各項目の記述統計結果

専門家が、放射線イメージ表現（用語）の使用により、一般の人々の理解が進むかについて、5 段階で回答を得た結果として、各項目の平均値を表 9 に示す。

質問したイメージ表現（用語）20 項目の平均値は、 3.66 ± 1.16 から 4.45 ± 0.82 となった。科学的正確性の反映と同様に、いずれの項目も 5 段階評価のうち、3.5 以上となり、専門家は、放射線イメージ表現（用語）を使用することについて、一般の人々の理解が概ね進むと回答したといえる。最も高得点となった項目は、科学的正確性の反映と同様に No. 6 の外部被ばく防護の三原則（時間を短くする）であり、最も低得点であったものは、No.3 の透過に関する項目であった。

平均値の上位 5 項目は、科学的正確性の反映の回答で挙がった項目と同じであり、4 項目が外部被ばくに関するもの、1 項目が DNA に関する質問であった。

1.2.2 因子分析結果

放射線イメージ表現（用語）を用いることで一般の人々の理解が進むかについて、科学的正確性の反映に関する質問と同様に因子分析を実施した。結果を表 10 に示す。科学的正確性の反映と同様に、3 因子が抽出できた。それぞれの因子の項目をみると、第 1 因子は、科学的正確性の反映の場合と同様に「放射線の放出」、「放射能」、「さまざまな放射性物質があること」などを説明したものであり、放射性物質及び放射線の基礎的な知識であった。第 2 因子は、「修復酵素」、「DNA」、「DNA 修復」、「DNA 損傷」といった生物影響に関するものであった。第 3 因子は、放射線防護（外部被ばくの三原則）に係る「時間」、「距離」、「遮蔽」等であった。そこで、これらの 3 因子を科学的正確性の反映と同じように、第 1 因子を「基礎知識」、第 2 因子を「生物影響」及び第 3 因子を「防護」と命名した。これらの因子ごとの平均値を表 11 に示す。平均値は、「防護」に関する因子が最も高く、次に「生物影響」、そして、「基礎知識」の順になった。

1.2.3 属性による違い

属性（性別、年代、職種）ごとの平均値を表 12 に示す。放射線イメージ表現の使用により一般の人々の理解が進むかに関して、一元配置分散分析（F 検定）による属性間の有意差を表 13 に示す。年代及び職種に対して Tukey 法を用いた多重比較検定を行い、属性間を比較した結果を表 14 に示す。

(1) 性別

表 13 より、いずれの因子に対しても有意差はみられなかった。

(2) 年代

表 13 に示すように、年代間ですべての因子に有意差がみられた（基礎知識： $F(5, 389)=4.174$ ，生物影響： $F(5, 389)=2.501$ ，防護： $F(5, 389)=3.119$ ， $p<0.05$ ）。表 14 に多重比較の結果を示したが、「基礎知識」に対しては、20 代と 50 代または 60 代との間、30 代と 50 代の間に、「防護」に対しては、20 代と 50 代の間に有意差がみられた（ $p<0.05$ ）。平均値は、20 代の平均値がいずれも高い傾向を示した。なお、「生物影響」に対しては、多重比較を行った結果からは年代間での有意な差はみられなかった。

(3) 職種

表 13 より、いずれの因子に対しても有意差はみられなかった。

表 9 たとえを用いた放射線イメージ表現に対する一般の人々の理解促進に関する各項目の平均値

調査項目	度数	平均値	±	標準偏差
1. 放射能	395	3.71	±	1.15
2. 放射線の放出	395	4.02	±	1.01
3. 透過	395	3.66	±	1.16
4. 被ばく線量の増加	395	4.21	±	0.93
5. 外部被ばく防護の三原則（距離をとる）	395	4.42	±	0.87
6. 外部被ばく防護の三原則（時間を短くする）	395	4.45	±	0.82
7. 外部被ばく防護の三原則（遮蔽）	395	4.43	±	0.81
8. さまざまな放射性物質があること	395	3.85	±	1.04
9. 放射能の減衰	395	3.86	±	1.10
10. 外部被ばく	395	4.24	±	0.90
11. 内部被ばく	395	3.68	±	1.19
12. 線種のちがい	395	3.85	±	1.12
13. 放射性物質の集積	395	3.87	±	1.15
14. 組織の感受性	395	3.99	±	0.99
15. DNA	395	4.25	±	0.92
16. DNA 損傷	395	4.11	±	0.98
17. 修復酵素	395	4.11	±	0.96
18. DNA 修復	395	3.92	±	1.06
19. しきい線量	395	3.70	±	1.10
20. 放射線によるがんの発症	395	4.04	±	0.95

表 10 一般の人々の理解促進に対する因子分析結果

因子	調査項目	第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子
放射線の基礎	1. 放射能	0.822	-0.005	0.015
	2. 放射線の放出	0.758	-0.106	0.231
	9. 放射能の減衰	0.727	0	0.092
	8. さまざまな放射性物質があること	0.716	0.091	0.055
	3. 透過	0.631	0.073	0.084
	12. 線種のちがい	0.591	0.14	0.064
	13. 放射性物質の集積	0.529	0.208	0.12
	19. しきい線量	0.498	0.429	-
	11. 内部被ばく	0.473	0.175	0.093
	14. 組織の感受性	0.413	0.241	0.194
DNA 損傷	17. 修復酵素	0.007	0.84	0.077
	15. DNA	-0.117	0.815	0.125
	16. DNA 損傷	0.054	0.802	0.121
	18. DNA 修復	0.177	0.784	-
	20. 放射線によるがんの発症	0.19	0.613	0.049
防護	6. 外部被ばく防護の三原則（時間を短くする）	-0.028	0.089	0.902
	5. 外部被ばく防護の三原則（距離をとる）	0.101	0.058	0.777
	7. 外部被ばく防護の三原則（遮蔽）	0.145	0.072	0.692
	4. 被ばく線量の増加	0.32	-0.004	0.522
	10. 外部被ばく	0.27	0.116	0.504

因子抽出法: 最尤法

回転法: Kaiser の正規化を伴うプロマックス法 カッパ 3

緑: 外部被ばく防護の三原則、黄色: DNA 損傷・修復（生物影響）、赤: 放射線の基礎知識

表 11 たとえを用いた放射線イメージ表現の一般の人々の理解促進に対する因子ごとの平均値

因子名	平均値	±	標準偏差
基礎知識	3.82	±	0.87
生物影響	4.09	±	0.86
防護	4.35	±	0.76

表 12 たとえを用いた放射線イメージ表現の一般の人々の理解促進に対する属性ごとの平均値

		度数	基礎知識			生物影響			防護		
性別	男性	325	3.83	±	0.84	4.11	±	0.83	4.36	±	0.74
	女性	69	3.75	±	0.97	3.97	±	0.98	4.32	±	0.84
年代	20 代	48	4.20	±	0.56	4.32	±	0.08	4.67	±	0.37
	30 代	83	3.96	±	0.85	4.25	±	0.1	4.36	±	0.73
	40 代	101	3.85	±	0.87	4.08	±	0.08	4.38	±	0.78
	50 代	127	3.62	±	0.88	3.94	±	0.08	4.18	±	0.86
	60 代	31	3.59	±	1.01	3.95	±	0.16	4.40	±	0.63
	70 代以上	5	3.74	±	0.88	3.60	±	0.38	4.40	±	0.68
職種	研究者	22	3.52	±	0.87	4.00	±	0.85	4.30	±	0.66
	教員	8	3.68	±	0.94	4.15	±	0.75	4.25	±	0.64
	安全管理者	161	3.92	±	0.82	4.15	±	0.81	4.40	±	0.70
	事業所広報	59	3.71	±	0.88	3.96	±	0.9	4.20	±	0.88
	放射線技師	87	3.89	±	0.85	4.19	±	0.75	4.43	±	0.66
	その他	58	3.68	±	0.99	3.91	±	1.07	4.26	±	0.93

表 13 一般の人々の理解促進に対する属性グループ間の分散分析結果(F 検定の有意差)

	基礎知識	生物影響	防護
性別	0.450	0.212	0.761
年代	0.03*	0.001**	0.009**
職種	0.161	0.313	0.415

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

表 14 一般の人々の理解促進に対する年代間での違い(Tukey 法による多重比較)

(a) 因子名:基礎知識

年代	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	70 代>
20 代						
30 代	0.626					
40 代	0.180	0.955				
50 代	0.001**	0.061*	0.348			
60 代	0.026*	0.322	0.685	1.00		
70 代以上	0.864	0.994	1.00	1.00	0.999	

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

(b) 因子名:生物影響

年代	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	70 代>
20 代						
30 代	0.998					
40 代	0.621	0.769				
50 代	0.105	0.113	0.827			
60 代	0.437	0.564	0.978	1.00		
70 代以上	0.471	0.558	0.817	0.949	0.954	

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

(c) 因子名:防護

年代	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	70 代>
20 代						
30 代	0.214					
40 代	0.230	1.00				
50 代	0.002**	0.514	0.357			
60 代	0.631	1.00	1.00	0.680		
70 代以上	0.974	1.00	1.00	0.987	1.00	

*は有意差水準 0.05 以下 **は有意水準 0.01 以下

1.3 たとえの利用

たとえを用いた放射線イメージ表現を利用したいかどうかについて、5 段階で回答を得た結果、全体の平均値(度数 395)は、 3.14 ± 1.19 となった(表 15)。図 5 に 100 分率で示した回答分布を示す。「使いたい」または、「やや使いたい」と回答した人は 42.9%であり、「あまり使いたくない」または「つかいたくない」と回答した人は、32.3%であった。

性別、年代、職種間での比較を行った結果、性別及び職種間では有意差はみられなかった(表 16)。年代間では有意な差がみられた($F(5, 389)=2.862, p<0.05$)。年代としては、20 代と 50 代で有意差がみられ(表 17)、20 代の平均値は 3.63 ± 0.94 であり、60 代の平均値は 2.94 ± 1.41 であった。

利用したくないと回答した人からその理由について記述式で回答を得た結果、126 名より回答があった。内容の一例を以下に示す。

- ・「こびと」=「悪いもの」、「危険なもの」というイメージが受け入れがたい。
- ・「こびと」は善人のイメージがある。
- ・正確な表現にならず、誤解を与える。
- ・放射線の特長(集積)がわかりにくい。
- ・目に見えないものを木の実に例えることでイメージしにくい。
- ・放射性物質の量、分裂、生成が説明できていない。
- ・「こびと」と「木の実」は本来の放射線・放射能の関係性を表していない。
- ・「透過する」と「当たる」(ダメージを与える)がうまく説明できない。
- ・数的感覚が入ってこない。

図 6 に記述回答内容を 10 区分に分類し、その内訳を示す。たとえを利用することへの誤解や正確性の担保ができないといった回答が最も多く、次いで、全体として科学的正確性が反映されていない、個別には、被ばく、放射線、放射線の基礎知識全体に対する説明の正確性の欠如の順となった。

2. 専門家へのインタビュー調査結果

11 名の専門家にインタビューした結果、全体及び個別箇所に対して、74 の意見があった。得られた意見を分類し、その内訳を図 7 に示す。全体的に文章を精査したほうがよいという意見が全体の 26%を占め、最も多かった。続いて、個別の内容に対する意見として、確率的影響、被ばく、DNA、半減期・減衰、空間線量率、放射線・放射能の説明不足や明瞭化に関するものであった。また、過去に作成されたコンテンツとして、「ぼくは『ほうしゃせん』」¹⁰⁾、「はじめましてほうしゃせん」¹¹⁾等を参考にしてはどうかとの意見もあった。インタビュー調査での専門家からの具体的な意見の一例を以下に示す。

- ・専門用語がすぐに登場する。
- ・たとえと専門用語が交互に出てきて混乱する。
- ・難解な用語や専門用語が多数使用されている(具体的には、体内組織、臓器等)。
- ・異なる内容の話でも、用語は統一したほうが良い。
- ・使用する用語によって受け手の印象が左右される。マイナスイメージを与えないように注意して言葉を選ぶべき。
- ・映像化(イラスト化)をしたほうがよい。
- ・「こびと」のサイズ感をイメージしにくい。

- ・ 量的な把握ができない(イメージできるとよい)。
- ・ 放射線の特性として、放射線(「魔法の木の実」)が目視できないことを説明しなくて良いか。
- ・ 目に見えないものをクルミやドングリに例えるのはどうか。
- ・ はじめに読んだときに、「こびと」(放射性物質)を放射性核種・放射性同位元素と誤解してしまった。
- ・ 空間線量率の説明が唐突である。十分な説明が必要である。
- ・ 防護の三原則の説明の順番を考えたほうが良い。(距離、時間、遮蔽⇒距離、遮蔽、時間)
- ・ 内部被ばくについては、口(経口)、鼻(吸入)以外に傷口からの経路がある。
- ・ 「体に当たる」が、「体を通り抜ける」ということがわかりにくい。
- ・ 確率的影響についての説明はよく検討すべき。(しきい値がない≠確率的影響)
- ・ 低線量での影響について、他リスクと比較するような記載にしたほうがよい。
- ・ 常に、身のまわりに放射性物質は存在する。『「こびと」が大勢やってくる。』という記載のみであると、放射性物質が存在していないような誤解がある。自然放射線にも触れたほうが良い。
- ・ 減衰、半減期については、丁寧な説明が必要である。

表 15 たとえを用いた放射線イメージ表現の利用に対する回答の平均値

属性	属性グループ	度数	利用したいか		
性別	男性	325	3.16	±	1.18
	女性	69	3.09	±	1.22
年代	20 代	48	3.63	±	0.94
	30 代	83	3.13	±	1.15
	40 代	101	3.21	±	1.24
	50 代	127	3.01	±	1.15
	60f 代	31	2.94	±	1.41
	70 代以上	5	2.20	±	1.10
職種	放射線・原子力関連の研究者	22	2.55	±	1.1
	放射線・原子力関連の教員	8	2.38	±	1.06
	放射線・原子力施設等の安全管理	161	3.23	±	1.15
	放射線・原子力施設等の広報	59	3.17	±	1.25
	診療放射線技師	87	3.17	±	1.14
	その他	58	3.17	±	1.29
全 体		395	3.14	±	1.19

表 16 放射線イメージ表現の利用に対する属性グループ間の分散分析結果(F 検定の有意差)

イメージ表現の利用	
性別	0.657
年代	0.015*
職種	0.077

表 17 放射線イメージ表現の利用に対する年代間での違い(Tukey 法による多重比較)

年代	20 代	30 代	40 代	50 代	60f 代	70 代以上
20 代						
30 代	0.190					
40 代	0.328	0.998				
50 代	0.025**	0.975	0.796			
60f 代	0.112	0.968	0.868	1.00		
70 代以上	0.103	0.515	0.419	0.658	0.784	

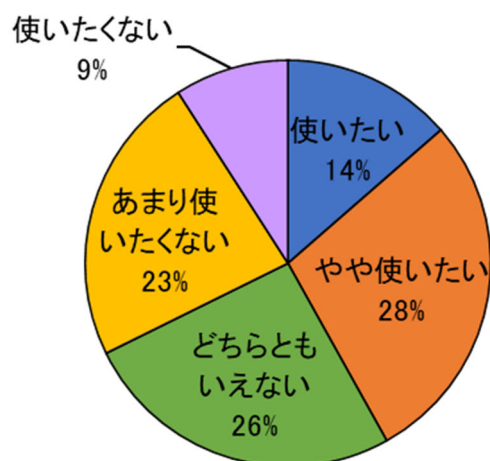


図 5 たとえを用いた放射線イメージ表現の利用に対する回答結果

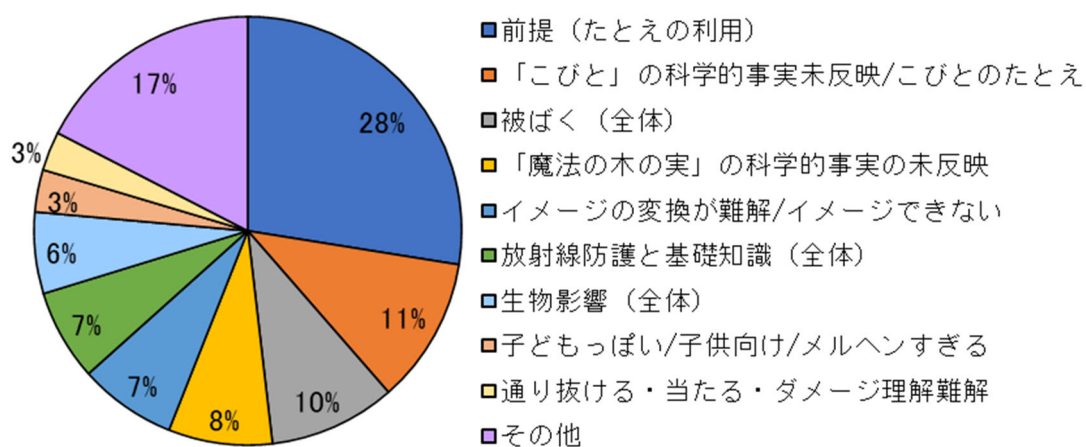
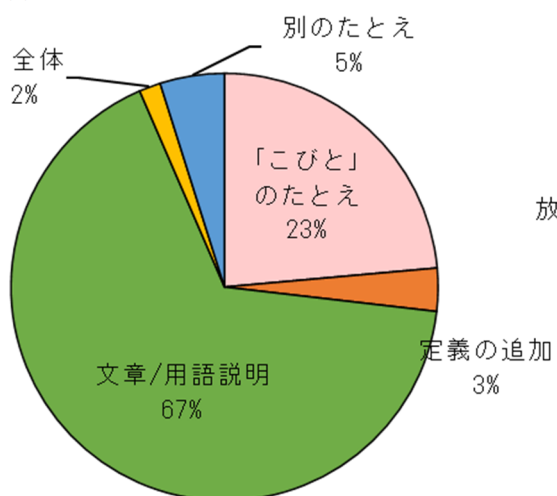


図 6 利用したくないと回答した人の記述式回答の内訳

(a) 全 体



(b) 文書/用語説明に関する内容の内訳

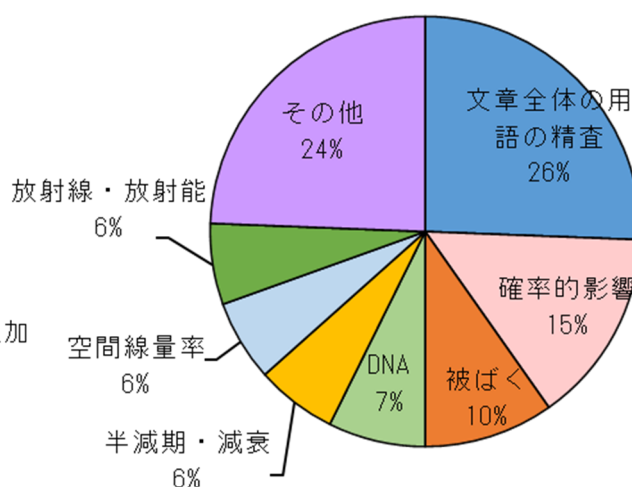


図 7 専門家へのインタビューでの意見の内訳

IV 考察

1. アンケート調査結果

1.1 抽出された因子

アンケート調査の結果から抽出した 3 つの共通因子ごとの平均点で、外部被ばく防護が最も高くなった。この原因としては、説明が比較的容易で明解に伝えられるためと考えられる。一方、放射線の基礎知識については、アンケートの記述回答やインタビューの結果から、一般の人々が科学的意味合いを理解することが難しく、説明によって理解度が大きく異なる可能性があるためと考えられる。専門家が、科学知識を正確に伝えたい/伝えなければならないと考えていることも要因と考えられる。

「内部被ばく」については、放射線の基礎知識と同群に分類された。これは、内部被ばくの説明において、体内への摂取や移行が複雑なため、説明が難しく、正確性を必要とし、また、一般の人々にとっても理解が難しいと判断したためと考えられる。

いずれの因子も、科学的正確性の反映と一般の人々の理解促進について相関をみた結果、各因子の相関係数は、「基礎知識」が 0.86、「生物影響」が 0.84、「防護」が 0.76 となり、正の相関があった。このことから、専門家は、科学的正確性が高いものほど、一般の人々の理解が進むと考えていることが明らかとなった。すなわち、専門家は、説明の際に、科学的正確性を非常に重要視していると言える。

1.2 属性の影響及び属性グループ間の比較

アンケート調査結果を性別、年代及び職種の 3 つの属性から比較した。この結果、年代による違いが顕著に表れた。いずれの共通因子も平均点は、若年層ほど高い傾向を示した。20 代の回答者は、1F 事故時にはまだ学生であり、実際に一般の人々や住民への説明等を行っていない世代である。一方、50 代及び 60 代は、1F 事故時に住民への説明会等で中心的な役割を担った世代である。事故当時に自身が一般の人々から多くの質問を受けるとともに、一般の人々へ放射線をわかりやすく説明することの難しさを実感しているのではないかと考えられる。このため、評価が厳しくなったものと考えられる。

また、たとえを用いた放射線イメージ表現の使用により一般の人々の理解が進むと考えられるかという質問に対しても、若年層の方が理解が進むと考えていることが明らかとなった。これらのことから、たとえを用いた放射線イメージ表現の使用は、若年層に受け入れられやすい説明は受け入れやすい傾向にあると考えられる。

職種別の違いは、一部にその他の職種と事業所広報の間で有意差がみられたものの、それ以外では、明確な違いはみられなかった。しかしながら、事業所の広報関係者は全体的に高い得点となっており、広報関係者への放射線イメージ表現の利用を働きかけることで、有効なイメージ表現の活用が期待できる。

2. 前提のたとえに対する意見

専門家へのアンケート調査及びインタビュー調査の両調査において、「こびと」を「放射性物質」、「魔法の木の実」を「放射線」という「たとえ」については大前提とした上で、内容について意見を聴取した。しかし、前提や誘導部分に対しても多くの意見が寄せられた。

特に、「たとえ」を用いることで、正確性に欠ける、誤解を生じるといった意見が多かった。

また、「こびと」を放射性核種・放射性同位元素と誤解をしたという意見もあった。これに対しては以下のことが原因であると考えられる。導入部分で、「こびと」が放射性物質であり、「魔法の木の実」が放射線であることを説明しているものの、導入部分の最後に記載されている。前段の説明に埋もれてしまい、「こびと」の位置づけが不明瞭になった可能性がある。できるだけ、早い段階で「こびと」と「魔法の木の実」がそれぞれ何を表しているのかを定義づけることで解決できる可能性がある。また、各イメージ表現の中でも、通り抜けること（透過）やさまざまな種類があること等、「こびと」（放射性物質）及び「魔法の木の実」（放射線）の特徴を説明している。これらも、導入部分の部分で合わせて説明することで、より放射性物質と放射線のイメージを明確化できるものとする。

「こびと」のサイズ感をイメージしにくいという意見については、原因として以下のことが考えられる。ひとつは、人によってイメージする「こびと」が異なる。また、イメージ表現の中で、導入部分において、「こびとはとても体が軽い」と定義しているが、その大きさは定義されていない。もうひとつは、「被ばく」を説明する際に、「こびと達の投げる木の実は、栗の実、クルミ、ドングリなどいろいろある」としていることである。ここで、具体的な木の実が記載されていることから「こびと」がこれらの木の実を投げるができる大きさと印象付けられたものと考えられる。この解決策としては、専門家からも意見があったように、映像化することが効果的である。映像化すれば、受け手に関係なく、こびとの大きさを定義できる。また、たとえである「魔法の木の実」をさらに、別のものだとえることをしており、二重のたとえが用いられていることも混乱をまねいた可能性がある。できるだけ、イメージ表現は、「こびと」と「魔法の木の実」を用いて放射性物質及び放射線を表現するよう、これらの表現を精査することも必要である。

3. 文章及び用語の精査

文章全体に対して、「難解な用語が多い」、「用語を統一したほうがよい」といった意見があった。本イメージ表現を作成するにあたり、対象者は一般の人々として、中学生が理解できるレベルの用語を使用することを心がけた。しかしながら、日常的に使用しない用語等は、難解な印象を持つ傾向にある。また、文字として視覚的にとらえることでその意味を理解できる場合もあるので、日常的に使用しないような用語、たとえば、「(体の) 組織・体内組織」は、「体の臓器」に統一する、「(がんの) 発症」は「がんになる」とすることで、読みやすい文章となるものと考えられる。

たとえと専門用語が交互に出てきて混乱するといった意見があった。これは、たとえと専門用語を用いた説明内容が一文に混在していることが原因として考えられる。例えば、外部被ばくの説明において、「こびとの投げた木の実が、外から人の体に当たることを「外部被ばく」といいます。」としている。「外部被ばく」とは、放射性物質から放出された放射線が体に当たる（放射線を体に受ける）ことである。「こびと」を用いた「たとえ」を、一度、放射線の話に直して、文章を分割して説明するよう修正することで、「こびと」の話をしているのか、「放射線」の話をしているのかをより明確にすることができるものとする。

4. 個別の用語に対する意見

専門家アンケート調査及びインタビュー調査の中で、個別の用語及び内容の説明に対して、意見があったものは、「確率的影響」（放射線による発がん）、「内部被ばく」、「DNA」、「半減期・減衰」、「空間線量率」、「放射線・放射能」に関するもの等であった。

特に、「確率的影響（がんの発症/がんと放射線量の関係）」の説明については、「確定できない」という表現が理解しがたいといった意見や、これまで一般の人々への RC を実施してきて「なぜ、がんでは「しきい線量」がないのか。」という点に疑問を持たれたことがない、「しきい線量がない」のは、発がんメカニズムより考えられていることであり、他の影響と区別できないことではない、しきい線量がないため、がんの発症が線量と比例して増加するように読めるといった意見があった。放射線量と発がんリスクに関しては、多くの人の関心が集まる内容である。詳細な量的イメージを引用することは、余計に間違いを引き起こす原因となってしまう可能性もある^{12, 13)}ので、詳細な量的表現をひかえるものの、低線量での放射線影響は、他の生活習慣等の要因による影響との区別がつかないほど小さいことを説明できるように文章を修正する必要がある。

「内部被ばく」及び「半減期・減衰」に関しては、IV 2 に示したように、二重のたとえを避けること、導入部分において、「こびと」と「魔法の木の实」を丁寧に説明しておくことで解決できるものとする。

「DNA」に関連した説明に関しては、「設計図」に「穴があく」という表現と、それを「テープで直す」という言葉の使い方に違和感がある。別の部分では、「設計図」が「破れる」という表現もあり、言葉が統一されていないといった意見があった。この部分に関しては、用語の統一と用いる言葉について検討を行う必要がある。

「空間線量率」については、これまでの研究で一般の人々が知らないが知りたい用語として挙げていることから、放射線イメージ表現の中で説明が必要であると考えられる。この部分が唐突な印象を与えないように、説明する内容を、空間線量率が線量計で測定された量であること、一般的な測定条件、空間線量（率）が高くなると、人が被ばくする線量も高くなる可能性があることの3つに着目し、前後文章のつながりやより詳しい説明を加えながら、丁寧に文章を修正及び追記をする必要があろう。

V 結論

1F 事故より 10 年が経過したが、今後、トリチウムの海洋放出や廃炉等も進められることから、一般の人々の放射線リテラシー向上は、風評被害を避けるために、ますます重要となる。

令和 2 年度の分担研究者の研究により専門家から多くの意見を聴取できた。専門家調査において「こびと」＝放射性物質というたとえを用いることによる誤解を懸念する声も多かった。

「たとえ」を用いることで、正確な情報が欠落することは否定できないが、専門用語を用いてどんなに正確に説明しても、受け取り手がすべてを理解することができなければ、情報が不足してしまう。常にわかりやすさと精度の間にはトレードオフの関係がある。

本研究で作成したイメージ表現に対して、今回得られた放射線イメージ表現への専門家からの貴重な意見を参考にして、用語の精査等を行い、修正すること、また、これまであまり放射線になじみのなかった一般の人々の放射線知識獲得の導入として対象を明確にすることで本イメージ表現の利用価値が高まると考えられる。

専門家がたとえを用いることに、否定的ではないものの、正確性を重視する傾向が強く、たとえを用いたイメージ表現を利用することに対して積極的になれない一面もあることが明らかとなった。中でも、実際に RC 経験のある 50 代や 60 代の専門家は、比較的抵抗感が強いものと考え

られる。一方、若年層の専門家は、これらの年代の専門家よりも、放射線イメージ表現による一般の人々の理解が進むと前向きにとらえている。これらの年代の専門家に、本研究で作成した放射線イメージ表現を活用してもらえるように働きかけることで、活用の幅が広がるものと考えられる。一方、若年層の専門家は、経験の不足が課題で、一般の人々が誤解を生じる可能性もある。イメージ表現の内容について十分に説明をした上で活用を促す必要がある。

謝辞

本研究を実施するにあたり、電力会社の広報担当者及び放射線安全管理担当者、放射線関連分野に所属する大学等教員、国立研究法人等の研究者、線量測定サービス会社、診療放射線技師の皆様には、インタビュー調査及びアンケート調査にご協力いただきました。心より感謝申し上げます。

VI 次年度以降の計画

最終年度である令和 3 年度は、令和 2 年度の専門家調査の結果をふまえ、研究協力者の助言を得て、文章及び用語の精査を行い、こびとのとえを用いた放射線イメージ表現をブラッシュアップし、イメージ表現を用いた放射線健康影響のリスクメッセージを完成させる。

第 1 四半期には、修正案を完成する。考察で述べた「導入部分」において、「こびと」（放射性物質）及び「魔法の木の実」（放射線）に対して誤解を生じないように、イメージを具体化するために、放射性物質及び放射線の特徴を明記する。また、科学的正確性の反映として、特に生物影響に関する放射線イメージ表現については、発がんの考え方、低線量放射線による発がんリスクと生活習慣等による発がんリスク等を整理する。このほか、専門家調査で指摘のあった用語である「内部被ばく」、「半減期・減衰」、「空間線量（率）」に関連した部分については、考察で示したように、たとえを用いた表現と専門用語の説明が混同しないように、文章や用語の精査を行うとともに、マイナスイメージや読み手が不快にならない表現等を模索する。また、作成案に対して、主任研究者の研究協力者等からも意見を聴取し、案を完成させる。第 2 四半期には、主任研究者が実施する映像化に合わせ、映像に適した言葉の使い方等について確認を行う。必要に応じて、リスクメッセージのさらなる修正を行う。

第 3 四半期には、放射線イメージ表現を適切に用いることができるリスクコミュニケーターの養成に資するため、リスクコミュニケーションの実践家に向けてこびと物語とその効果性を伝える普及活動を行う。これに関しては、主任研究者と連携して実施する。

第 4 四半期には、研究最終年度として、3 年間の研究取りまとめを行う。

表 18 令和 3 年度計画

	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期
イメージ表現 ブラッシュアップ	修正案作成 専門家意見聴取 完成	映像化に合わせた 修正・助言		
RC 普及活動			普及活動への協力	
総まとめ	学会発表			まとめ

この研究に関する現在までの研究状況、業績

なし

引用文献

- 1) 工藤大介他, 東日本大震災に伴う風評被害：買い控えを引き起こす消費者要因の検討 1 社会心理学研究 30(1) 35-44 (2014).
- 2) 日本原子力学会「原子力安全」調査専門部会放射線影響分科会, 活動中間報告書 (2012) など.
- 3) 環境省, 放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 (令和元年度版 HTML 形式) (2019)など, <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r1kisoshiryo/r1kisoshiryohtml.html>, 2021 年 4 月 28 日閲覧.
- 4) 環境再生プラザ, まんが「なすびのギモン」, <http://josen.env.go.jp/nasubinogimon/>, 文部科学省, 小学生のための放射線副読本 (平成 30 年 10 月改訂) (2018).など
https://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/attach/_icsFiles/file/20200306_mxt_kouhou02_01.pdf, 2021 年 4 月 28 日閲覧.
- 5) 消費者庁, 食品と放射能 Q&A (2020 年 6 月改訂) (2020)など,
https://www.caa.go.jp/disaster/earthquake/understanding_food_and_radiation/material/, 2021 年 4 月 28 日閲覧.
- 6) 消費者庁, 風評被害に関する消費者意識の実態調査(第 14 回)について(2021),
<https://www.caa.go.jp/notice/entry/023300/>, 2021 年 4 月 28 日閲覧.
- 7) 竹西亜古, 令和元年度放射線健康管理・健康不安対策事業 (放射線の健康影響に係る研究調査事業) 放射線イメージ表現を用いた科学的情報発信の有効性報告書 (2020).
- 8) 日本保健物理学会, 学会案内, <http://www.jhps.or.jp/cgi-bin/info/page.cgi>, 2021 年 4 月 26 日閲覧.
- 9) 日本原子力学会, 日本原子力学会の概要, https://www.aesj.net/about_us/outline
- 10) 量子科学技術研究開発機構, QSTchannel, 放射線の知識と教養 (一般向け),
<https://www.youtube.com/watch?v=Isocv7lccvI&t=11s>, 2021 年 4 月 26 日閲覧.
- 11) 原子力安全システム研究所, はじめまして ほうしゃせん, <http://www.inss.co.jp/book/1083.html>, 2021 年 4 月 26 日閲覧
- 12) 竹西亜古他, 医療被ばくに関するリスク情報の記憶, 保健物理, 55(2) 71-85 (2020).

- 13) 竹西亜古他, リスクの科学的情報提供における記憶の正確性- 飲料水の放射性物質規制を対象にした実験的研究一, 兵庫教育大学紀要, 54(2) 147-157 (2019).

Effectiveness of Risk Messages Employing Imaging Expressions on Radiation

Scientific evaluation of risk messages by radiation expert survey

Sumi Yokoyama, PhD.

Fujita Health University • Associate Professor

Key word: Radiation Expert survey, Radiation Risk Messages, Scientific Accuracy, Promotion of Public Understanding, Radiation Protection, Radiation Exposure, Biological Effects

Abstract

Three radiation risk messages regarding external radiation exposure protection, external and internal exposures, and radiation biological effect (tissue reaction and radiation-induced cancer) were created for the public. In these messages, radioactive materials and radiation were replaced by elves and magical nuts. A questionnaire and interview surveys for radiation experts including researchers and technical experts in medical and nuclear fields were conducted to analyze the scientific accuracy of these messages and the technical terms used in the messages and its effect on promoting public understanding.

In the questionnaire, each endpoint was answered on a 5-point scale for twenty technical terms in the risk message. Factor analysis was performed for the results of responses from 395 experts, and three common factors such as basic knowledge, external exposure protection and biological effect were extracted. After performing an analysis of variance, multiple comparisons were performed to find differences in age, gender, and occupation for each of these common factors. The interview with eleven experts was conducted in a semi-structured format.

As a result of the questionnaire, the average was 3.5 or more in both the reflection of scientific accuracy and the promotion of public understanding. In the interview, there were many opinions for the elves and magic nuts in the introduction. In addition, there was an opinion that some words would be difficult to understand for the public. The messages will need to be brushed up for better public understanding.

資料 1 実験刺激「防護と基礎知識」

あなたの所に、おとぎ話に出てくるような「こびと」が大勢やってきました。彼らは、いいこともしますが、悪いこともします。

それぞれの「こびと」は「魔法の木の実」をたくさん持っていて、それを四方八方に投げています。「こびと」は、とても体が軽いので、風に乗って空中を飛びます。そのため、大勢のこびと達が空中に舞い散ると、たくさんの木の実が、降り注いできます。

この「魔法の木の実」が「放射線」です。投げている「こびと」が「放射性物質」です。このように、放射線は、放射性物質から飛び出してくるものです。

木の実は、誰かを狙って投げられているわけではありません。しかし、数多くの木の実が飛び交うと、そのうちのいくつかは、その場にいる人に当たります。放射線が外から体にあたることを「外部被ばく」といいます。そして、その場の地上1メートルで測定した1時間あたりの放射線量を「空間線量率」といいます。たくさんの木の実が飛び交う場所であるほど、体に当たる可能性が増えます。つまり空間線量率の高い場所ほど、被ばくの量が増えるのです。

木の実ができるだけ体に当たらないようにする、つまり「外部被ばく」をさけるためには、次のことが大事です。ひとつめは、こびとから遠ざかることです。ふたつめは、木の実の飛び交う場所、つまり空間線量率の高い場所にいる時間をできるだけ短くすることです。その場から逃げるのが難しい場合は、木の実をブロックできる物のかげにかくれます。これが三番目の方法です。木の実には種類があるので、それによってブロックできる物も異なるのですが、コンクリートなら、どの種類でもブロックできます。鉄製のものも、ほとんどの木の実をブロックできます。もし木の実がたくさん飛んで来たら、鉄やコンクリートでできた建物の中に逃げ込みましょう。

逃げ込んだ建物からは、永遠に出られないのでしょうか？ いいえ。こびとの投げる木の実の量、つまり放射線量は、時間とともに減ってきます。「一定時間に何個の木の実を投げられる」という、こびとの「投げる能力」を「放射能」と言います。「放射能」は、こびとの持つ能力なので、こびと自体すなわち「放射性物質」とも、こびとの投げる木の実すなわち「放射線」とも違う意味です。この能力を示す単位を「ベクレル」と言います。

実は、こびとは何種類かいます。木の実を次々と素早く投げるこびと、ゆっくりした間隔で投げるこびとなど、いろいろいます。しかしどの種類のこびとも、木の実を投げ続けると、投げられる数が減っていきます。早く減るものもいれば、非常に長い時間、減らないものもありますが、どのこびとの能力も低下していきます。

ベクレルで表される放射能が低下していくということです。ベクレルの値が、最初の半分になったときを「半減期」といいます。「半減期」とは、放射能が半分になるまでにかかる時間のことです。このように放射能は、時間とともに減っていき、それに伴って放射線量も減っていきます。

再認テスト問題

Target items 5 問

- ・放射線は、放射性物質から飛び出してくるものです
- ・放射線が外から体にあたることを「外部被ばく」といいます
- ・外部被ばくをさけるには、空間線量率の高い場所にいる時間をできるだけ短くすることです
- ・一定時間に、どれだけ放射線を出せるかという、放射性物質の能力を放射能といいます
- ・放射能は時間とともに減っていき、それに伴って放射線量も減っていきます

Distractor Items 5 問

- ・地上 1 メートルで測定した 1 時間あたりの放射能を、空間線量率といいます
- ・放射線は飛んでくるため、放射性物質から離れても、被ばくはされられません
- ・どのような物質を使っても、遮へいできない種類の放射線があります
- ・放射能を示す単位を「シーベルト」といいます
- ・半減期とは、ある時間が経って、半分の量になった放射線量のことです

追補資料 2 実験刺激「外部被ばく・内部被ばく」

あなたの所に、おとぎ話に出てくるような「こびと」が大勢やってきました。彼らは、いいこともしますが、悪いこともします。

それぞれの「こびと」は「魔法の木の実」をたくさん持っていて、それを四方八方に投げています。「こびと」は、とても体が軽いので、風に乗って空中を飛びます。そのため、大勢のこびと達が空中に舞い散ると、たくさんの木の実が、降り注いできます。

この「魔法の木の実」が「放射線」です。投げている「こびと」が「放射性物質」です。このように、放射線は、放射性物質から飛び出してくるものです。

こびとの投げた木の実が、外から人の体に当たることを「外部被ばく」といいます。こびと達の投げる木の実は、栗の実、クルミ、ドングリなどいろいろあります。これらが、外から飛んで来て体に当たったときのことを想像してください。大きな栗の実が飛んできて当たったら、かなり痛いです。ドングリ程度なら、ちょっと痛いだけでしょう。つまり放射線には種類があって、種類によって体へのダメージが異なるのです。

一方、空中を飛んでいるこびと自体が、鼻や口から体内に入ることがあります。体内に入った

こびと達は、そこでも木の実を投げ続けます。そのため、こびと達の周りにある組織に木の実が当たります。体の中に入ったこびとの投げる木の実が、体内組織に当たることを「内部被ばく」といいます。

体に入ったこびと達は、血液などの流れにのって体内を移動し、最終的には、おしっこやうんこと一緒に体外に出て行きます。しかし、体内にとどまる時間が長いと、たくさんの木の実が体内組織に当たり、体へのダメージが大きくなります。また体内には、特定のこびとにとって居心地のいい場所があり、そこに集まることがあります。集まった場所は、集中して木の実が当たるので、ダメージが大きくなります。

木の実が体内組織のどこに当たるかでも、ダメージが変わってきます。このように、「被ばく」が体におよぼすダメージは、放射線の種類と当たった組織によって変わります。

体へのダメージを考える時、外部被ばくと内部被ばくでは、注意すべき木の実が異なります。外から体に当たって痛い木の実とは、皮膚を通り抜けてダメージを与える放射線のことで、ガンマ線と呼ばれます。外部被ばくで問題になるのは主にガンマ線です。一方、内部被ばくの時、ダメージが大きい木の実とは、アルファ線です。アルファ線は、皮膚を通りぬけないので外部被ばくのダメージはありませんが、体内では組織に集中的なダメージを与えます。

木の実が当たったとき、つまり被ばくしたときのダメージが、放射線の種類や当たった組織に限らず、外部被ばくでも内部被ばくでも、同じように測ることができると便利です。シーベルトは、そのためにあみ出された単位です。ふだんは、千分の一の単位である「ミリシーベルト」がよく使われます。「被ばく量は〇〇ミリシーベルト」という意味は、放射線の種類や体の組織、また被ばくしたときの様子に関係なく、その分のダメージを体が受けたということです。この数値が大きくなるほど、体へのダメージが大きくなります。

再認テスト問題

Target items 5 問

- ・放射線は、放射性物質から飛び出してくるものです
- ・体の中に入った放射性物質から出る放射線が、体内組織に当たります。
- ・体内には、特定の放射性物質にとって居心地のいい場所があり、そこに集まることがあります
- ・外部被ばくで問題になるのは主にガンマ線です
- ・「被ばく量は〇〇ミリシーベルト」という意味は、放射線の種類や体の組織、また被ばくしたときの様子に関係なく、その分のダメージを体が受けたということです

Distractor items 5 問

- ・放射線が外から体にあたることを「内部被ばく」といいます
- ・空中を飛んでいる放射線が、鼻や口から体内に入ることがあります
- ・体内に入った放射性物質は、そのまま体内にたまっていきます
- ・「被ばく」が体におよぼすダメージは、放射線の種類だけで決まります
- ・皮膚を通り抜けないアルファ線では、人体へのダメージはおきません

追補資料 3 実験刺激「確定的影響・確率的影響」

あなたの所に、おとぎ話に出てくるような「こびと」が大勢やってきました。彼らは、いいこともしますが、悪いこともします。

それぞれの「こびと」は「魔法の木の実」をたくさん持っていて、それを四方八方に投げています。「こびと」は、とても体が軽いので、風に乗って空中を飛びます。そのため、大勢のこびと達が空中に舞い散ると、たくさんの木の実が、降り注いできます。

この「魔法の木の実」が「放射線」です。投げている「こびと」が「放射性物質」です。このように、放射線は、放射性物質から飛び出してくるものです。

こびと達の投げる「魔法の木の実」は、人の体内を通り抜けていきます。ごくごく小さいので、細胞の中も通り抜けて行きます。細胞内には DNA という「細胞を作る設計図」がありますが、木の実は、細胞を通り抜ける際、この設計図を破ってしまうことがあります。一方、細胞には、破られた部分をなおす「テープ」すなわち「修復酵素」が自然に備わっています。通常、テープは設計図の穴を直してしまいましたが、体内を通り抜ける木の実が多いと、追いつかない事態になります。そうすると、死んでしまう細胞や、設計図がうまく直せない細胞が出てきます。

細胞が死んだからといって、健康に影響が出るとは限りません。人の体内では、死んだ分を補うように細胞が増えるようになっています。また、臓器は非常に多くの細胞からできているので、一定数以上、細胞が死なないと、臓器そのものが動けなくなることはありません。どれだけの量の木の実が通り抜けたら、臓器が働けなくなるほど細胞が死んでしまうのか、つまり、ある臓器を働けなくする放射線の量が分かっています。これを「しきい線量」といいます。

一方、設計図がうまく直らなかった細胞からは、「がん細胞」ができることがあります。しかし、ある臓器に必ず「がん」ができる放射線量は、確定できません。がんになるかどうかについて、放射線量の「しきい線量」はないということです。

ではなぜ、がんでは「しきい線量」がないのでしょうか。その理由は、ふたつあります。

ひとつは、病気としての「がん」の発症には、さまざまな要因が関わっていることです。喫煙や肥満・運動不足などの生活習慣も、がん発症の可能性を上げます。このようなことから、がんの発症を単純に放射線量だけできめることが難しいためです。

もうひとつの理由は、単純に放射線量だけで決めることが難しいからこそ、より慎重になろうということです。ここまでなら大丈夫という「しきい線量」を設定しないことで、できるだけ余分な被ばくを避けようとする考えです。この考えは、あくまで、余分な被ばくをさけるためなので、「しきい線量がないから、わずかな量でも放射線を受けたら、がんになる」というのは誤りです。

再認テスト問題

Target items 5 問

- ・放射線は、放射性物質から飛び出してくるものです
- ・細胞には、破られた部分をなおす「テープ」すなわち「修復酵素」が自然に備わっています。通常、テープは設計図の穴を直してしまいます。
- ・細胞が死んだからといって、健康に影響が出るとは限りません
- ・ある臓器を働けなくする放射線の量が分かっています。これを「しきい線量」といいます
- ・ここまでなら大丈夫という「しきい線量」を設定しないことで、できるだけ余分な被ばくを避けようとする考えです

Distractor items 5 問

- ・細胞に備わっている修復酵素は、放射線による影響を完全に直すことができます
- ・どのくらいの放射線量を受けたら、がんが発症するかを予測できます
- ・たばこや食事、肥満・運動不足などの生活習慣が、がん発症におよぼす影響はわかっています
- ・DNA がうまく直らなかった細胞からは、常に「がん」が発症します
- ・「しきい線量がないから、わずかな量でも放射線を受けたら、がんになる」と考えるほうが正しいです

追補資料 4 統制刺激「防護と基礎知識」

電球の明るさは「ルーメン」や「ワット」という単位で表されています。その光を人は受け取り、明るさとして感じます。そのときの単位が「ルクス」です。よく耳にするベクレルとシーベルトという放射線に関する単位もこの関係に似ています。例えば、岩石等が放射線を出すとき、この

岩石を「放射性物質」といいます。

体の外にある放射性物質から、放射線を受けることを外部被ばくと呼びます。

地表にある放射性物質や空気中の放射性物質、あるいは衣服や体表面に付いた放射性物質等から放射線を受けることです。

空間線量率というのは、空間中の放射線量を測定したもので、1時間当たりのマイクロシーベルトで表示されています。空気中に漂っている放射性物質からの放射線も検出していますし、大地に落ちた放射性物質からの放射線も検出しています。通常、測定器は地上1 m くらいの高さに置かれることが多いです。

外部被ばくの線量を少なくするためには、3つの方法があります。

1つ目は離れるという方法です。放射性物質で汚染した土を取り除いて、生活の場から離す、という方法がこれに当たります。

2つ目は遮へいです。屋内ににいるということや、放射性物質で汚染した土とその下の汚染していない土を入替え、汚染していない土を遮へい材として用いることもこの方法に当てはまります。アルファ線は、紙1枚で止まります。ベータ線は、エネルギーによりますが、プラスチック1 cm、アルミ板2～4 mm 程度で止まります。ガンマ線・エックス線は鉄等を用いて遮へいすることができます。

3つ目は、空間線量率が高い所にいる時間を短くするという方法です。

放射性物質は放射線を出しますが、その能力を「放射能」といいます。この放射線を出す能力の大きさを「ベクレル」という単位で表します。

放射線を出すことでエネルギー的に安定な状態となった物質は放射線を出しません。時間がたてば放射性物質の量が減り、放射能も弱まります。こうして放射能が弱まり、はじめの半分になるまでの時間を半減期と呼びます。半減期は放射性物質の種類によって異なります。例えばヨウ素131の半減期は約8日、セシウム134の半減期は約2年、セシウム137の半減期は約30年です。

再認テスト問題

Target items 5問

- ・ 岩石等が放射線を出すとき、この岩石を「放射性物質」といいます
- ・ 体の外にある放射性物質から、放射線を受けることを外部被ばくと呼びます
- ・ 外部被ばくをさける方法のひとつは、空間線量率が高い所にいる時間を短くすることです
- ・ 放射性物質は放射線を出しますが、その能力を「放射能」といいます

- ・時間がたてば放射性物質の量が減り、放射能も弱まります

Distractor items 5 問

- ・地上 1 メートルで測定した 1 時間あたりの放射能を、空間線量率といいます
- ・放射線は飛んでくるため、放射性物質から離れても、被ばくはされられません
- ・どのような物質を使っても、遮へいできない種類の放射線があります
- ・放射能を示す単位を「シーベルト」といいます
- ・半減期とは、ある時間が経って、半分の量になった放射線量のことです

追補資料 5 統制刺激「外部被ばく・内部被ばく」

電球の明るさは「ルーメン」や「ワット」という単位で表されています。その光を人は受け取り、明るさとして感じます。そのときの単位が「ルクス」です。よく耳にするベクレルとシーベルトという放射線に関する単位もこの関係に似ています。例えば、岩石等が放射線を出すとき、この岩石を「放射性物質」といいます。

体の外にある放射性物質から、放射線を受けることを外部被ばくと呼びます。

物質にエネルギーを与える密度は、放射線の種類によって異なりますが、ベータ線やガンマ線に比べ、アルファ線はごく狭い範囲の物質に集中的にエネルギーを与えます。このような電離作用の密度の違いにより、同じ吸収線量であっても細胞が受ける損傷の大きさが異なります。

内部被ばくには、放射性物質が食べ物と一緒に取り込まれる、呼吸と共に取り込まれる、皮膚から吸収される、傷口から体内に入ると、注射等による放射線医薬品の摂取があります。体に取り込まれた放射性物質は体内で放射線を放出します。放射性物質の種類によっては、特定の臓器に蓄積することがあります。

一旦放射性物質が体内に入ると、排泄物と一緒に体外に排泄され、時間の経過と共に放射能が弱まるまで、人体は放射線を受けることになります。外部被ばくと内部被ばくの違いは、放射線を発するものが体外にあるか、体内にあるかの違いであり、体が放射線を受けるという点では同じです。

アルファ線は生体組織に対する透過力が弱く、皮膚の角質層を透過できないため、アルファ線による外部被ばくは問題になりません。しかし、アルファ線を放出する放射性物質による内部被ばくの場合は、組織内で局所的にたくさんの電離、すなわち、高密度の電離を起こし、集中的にエネルギーを与えます。

一方、ガンマ線は体の奥の重要な臓器まで到達します。こうしたことから、外部被ばくで問題に

なるのは主にガンマ線です。

放射線を受けた人体にどのような影響が現れるかは、外部被ばく、内部被ばく、全身被ばく、局所被ばくといった被ばくの様態の違いや、放射線の種類の違い等によって異なります。そこで、いかなる被ばくも同じシーベルトという単位で表すことで、人体への影響の大きさの比較ができるようになります。

外部被ばくで1ミリシーベルト受けた、ということと、内部被ばくで1ミリシーベルトを受けた、ということは、人体への影響の大きさは同じとみなされます。また体外から1ミリシーベルト、体内から1ミリシーベルトを受けたら、合わせて2ミリシーベルトの放射線を受けた、ということができます。

再認テスト問題

Target items 5 問

- ・岩石等が放射線を出すとき、この岩石を「放射性物質」といいます
- ・体に取り込まれた放射性物質は体内で放射線を放出します
- ・放射性物質の種類によっては、特定の臓器に蓄積することがあります
- ・外部被ばくで問題になるのは主にガンマ線です
- ・いかなる被ばくも同じシーベルトという単位で表すことで、人体への影響の大きさの比較ができるようになります

Distractor items 5 問

- ・体の外にある放射性物質から、放射線をうけることを内部被ばくといいます
- ・空中を飛んでいる放射線が、呼吸とともに体内に入ることがあります
- ・体内に入った放射性物質は、そのまま体内にたまっていきます
- ・「被ばく」が人体におよぼす影響は、放射線の種類だけで決まります
- ・皮膚を通り抜けないアルファ線では、人体に影響はおきません

追補資料 6 統制刺激「確定的影響・確率的影響」

電球の明るさは「ルーメン」や「ワット」という単位で表されています。その光を人は受け取り、明るさとして感じます。そのときの単位が「ルクス」です。よく耳にするベクレルとシーベルトという放射線に関する単位もこの関係に似ています。例えば、岩石等が放射線を出すとき、この

岩石を「放射性物質」といいます。

細胞は生命の設計図ともいえる DNA を持っています。この DNA に放射線が当たると、当たった量に応じて DNA の一部が壊れることがあります。

細胞には、DNA 損傷を修復する機能があり、DNA が損傷を受けると、修復酵素が駆けつけて、こうした傷を修復します。修復には、完全に修復される場合と一部が不完全に修復される場合があります。

放射線が少し当たって、多少細胞が死んでも、残りの細胞だけで十分に組織や臓器が機能すれば、臨床症状は現れません。放射線の量が増え、死亡する細胞が増加すると、その組織や臓器の機能が一時的に衰え、臨床症状が出る場合があります。しかし、その後、正常の細胞が増殖すれば、症状は回復します。さらに大量の放射線を浴び、組織や臓器の細胞の損傷が大きい場合には、永久に機能喪失や形態異常が起こる可能性があります。このように、細胞死によって起こる確定的影響には、これ以上放射線を浴びると症状が現れ、これ未満では症状が現れないという線量が存在します。この線量のことを「しきい線量」と呼びます。

DNA の修復が不完全な細胞が生き長らえた場合には、突然変異を起こし、がんや遺伝性影響等の確率的影響が生じる可能性があります。

そのため、放射線防護において、確率的影響にはしきい線量はないと仮定されています。この仮定に基づくと理論上どんなに低い線量でも影響が発生する確率はゼロではないことになります。

100 ～ 200 ミリシーベルト以下の低線量域については、放射線被ばくによる確率的影響を疫学的に検出することが極めて難しく、国際放射線防護委員会(ICRP)は、低線量域でも線量に依存して影響があると仮定して、放射線防護の基準を定めています。

私たちは様々ながんの原因に囲まれて暮らしています。アメリカのデータですが、食事やたばこが、がんの発生に密接に関わっているという知見が得られています。放射線を受けると、これに放射線によるリスクが上乗せされるので、がん発生リスクという面からだけいえば、放射線を受けないに越したことはないということになります。

放射線の健康影響、特に放射線の確率的影響を考える際には、「リスク」＝「発がん、もしくはがんで死亡する確率」という使われ方が一般的です。この場合、「リスクがある」＝「必ず被害を受ける」ということではないことに注意が必要です。

再認テスト問題

Target items 5 問

- ・岩石等が放射線を出すとき、この岩石を「放射性物質」といいます
- ・細胞には、DNA 損傷を修復する機能があり、DNA が損傷を受けると、修復酵素が駆けつけて、こうした傷を修復します
- ・放射線が少し当たって、多少細胞が死んでも、残りの細胞だけで十分に組織や臓器が機能すれば、臨床症状は現れません
- ・確定的影響には、これ以上放射線を浴びると症状が現れ、これ未満では症状が現れないという線量が存在します。この線量のことを「しきい線量」と呼びます
- ・放射線防護において、確率的影響にはしきい線量はないと仮定されています

Distractor items 5 問

- ・細胞に備わっている修復酵素は、放射線による影響を完全に直すことができます
- ・どのくらいの放射線量を受けたら、がんが発症するかを予測できます
- ・たばこや食事、肥満・運動不足などの生活習慣が、がん発症におよぼす影響はわかっています
- ・DNA の修復が不完全な細胞からは、常に「がん」が発症します
- ・「リスク」＝「発がん、もしくはがんで死亡する確率」という場合、「リスクがある」＝「必ず被害を受ける」ということに注意が必要です

一般市民向け放射線イメージ表現の有効性に関する専門家調査について

福島第一原子力発電所事故の当事者と一般国民の間には、放射線理解に大きな格差が生じました。その格差が風評被害や偏見を生み、被災地の人々に疎外感すら感じさせています。

本研究は、この理解の格差を縮めるため、最も初歩的な放射線の仕組みや働きを、身近なたとえや可視化イメージを用いて説明する表現手法を開発することを目的としています。

このアンケートの結果は、一般の人々に対する放射線情報提供やリスクコミュニケーションの基礎資料として活用させていただきます。上記以外の目的には使用いたしません。

お忙しいこととは存じますが、何卒、ご協力くださいますようお願い申し上げます。
(所要時間は15分程度です。)

***必須**

アンケート調査対象者の皆様

一般市民向け放射線イメージ表現の有効性に関する専門家調査について

本研究は藤田医科大学の医学研究倫理審査委員会で審査され、学長の許可を得て実施しています。

① 研究概要

(1) 研究目的

本研究は、この理解の格差を縮めるため、最も初歩的な放射線の仕組みや働きを、身近なたとえや可視化イメージを用いて説明する表現手法を開発することを目的としています。

(2) 研究の対象者

本研究の参加にあたり、十分な説明を受けた後に、十分な理解の上に、本人の自由意志による文書同意が得られた方。放射線関連の教育または業務（管理、企画・運営、広報等）に従事したことがある方。

(3) 方法

この研究は非介入研究です。

放射線イメージ表現に対する専門性の有効性に関する評価は以下の2つの方法で実施します。

- 1) 半構造化インタビュー調査
- 2) Webでのアンケート調査

(4) 研究期間

倫理審査委員会承認日から2025年9月30日までを予定しています。

(5) 外部への試料・情報の提供

共同研究機関に提供する場合、匿名化して情報を電子媒体にて提供します。対応表は、本研究の研究責任者が保管・管理します。

② 研究に用いる試料・情報の種類

- ・放射線リスクイメージ表現の科学的正確性が反映されているか
- ・放射線リスクイメージ表現の内容及び文脈を一般市民が理解できるかどうか
- ・放射線リスクイメージ表現の総合的な有効性
- ・放射線リスクイメージ表現の効率的な利用方法等
- ・個人特性（性別、職種、専門分野、放射線関連のリスクコミュニケーションへの関与の程度、作成したイメージ表現の利用の有無）
- ・その他、イメージ表現作成に有効と考えられる内容

③ 利用する者の範囲

得られた情報は、④に示した研究責任者及び共同研究機関にのみが利用します。

④ 試料・情報の管理について責任を有する者の氏名及び共同研究施設等

研究責任者

藤田医科大学 研究支援推進本部 共同利用研究設備サポートセンター

准教授 横山 須美

関連施設及び共同研究施設

兵庫教育大学大学院 生徒指導実践開発コース 教授 竹西 亜古

農林水産政策研究所 食料・環境領域 主任研究官 高橋 克也

関西原子力懇談会 副部長 森口 田香

京都光華女子大学 教授 竹西 正典

神戸大学 社会システムイノベーションセンター フェロー 若城 康伸

豊川市民病院 放射線技術科 主査 伊藤 光代

⑤ 除外の申出

試料・情報が本研究に用いられることについて研究の対象となの方にご了承いただけない場合には、研究対象から除外させていただきます。下記の連絡先までお申し出ください。その場合でも、お申し出により、研究の対象となる方その他に不利益が生じることはありません。

本研究に関するご質問等がありましたら下記との連絡先までお問い合わせ下さい。

また、ご希望があれば、他の研究対象者の個人情報及び知的財産の保護に支障がない範囲内で、研究計画書及び関連資料を閲覧することが出来ますのでお申下さい。

⑥ お問い合わせ先
上記のお問い合わせにつきましては、下記の担当者へ電子メール、電話、郵送にて、ご連絡ください。

藤田医科大学 研究支援推進本部 担当者： 横山 須美
愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪1-98
Tel: 0562-93-9411、e-mail: sumi0704@fujita-hu.ac.jp

⑦ 研究機関の名称及び長
藤田医科大学 学長 才藤 栄一

1. アンケートに回答することに同意します。（同意されない方は、アンケートを終了してください。） *

当てはまるものをすべて選択してください。

☐ 私は、以上の内容を十分に理解しましたので、この研究に参加することに同意します。

最も初歩的な放射線の仕組みや働きを、身近なとえや可視化イメージを用いて説明する表現を作成しました。このイメージ表現では、放射性物質を「ごびと」に、放射線を「魔法の木の実」に例えています。この「たとえ」をお認めいただいた上で、以下の表現について、お尋ねします。質問項目の「左にある専門用語」を説明する際に、「右のイメージ表現」を使うことは、どの程度、科学的正確性を反映できていると思いますか。

1. 放射能 ⇒ ごびとが魔法の木の実を投げる能力。 *

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

2. 放射線の放出 ⇒ ごびとは魔法の木の実を四方八方に投げる。 *

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

3. 透過 ⇒ ごびと達の投げる魔法の木の実は、人の体内を通り抜ける。 *

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

4. 被ばく線量の増加 ⇒ たくさんの木の実が飛び交う場所であるほど、体に当たる可能性が増える。 *

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

5. 外部被ばく防護の三原則（距離をとる）⇒ こびとから遠ざかる。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

6. 外部被ばく防護の三原則（時間を短くする）⇒ 木の実の飛び交う場所に
いる時間をできるだけ短くする。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

7. 外部被ばく防護の三原則（遮蔽）⇒ 木の実をブロックできる物のかげに
かくれる。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

8. さまざまな放射性物質があること ⇒ 木の実を次々と素早く投げるこび
と、ゆっくりした間隔で投げるこびとなど、いろいろいる。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

9. 放射能の減衰 ⇒ どの種類のこびとも木の実を投げ続けると、投げられ
る数が減っていくこと。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

10. 外部被ばく ⇒ こびとの投げた木の実が、外から人の体に当たること。
*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

11. 内部被ばく ⇒ 体の中に入ったこびとの投げる木の実は、体内組織に当たること。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

12. 線種のちがい ⇒ こびと達の投げる木の実は、栗の実、クルミ、ドングリなどいろいろある。大きな栗の实が飛んできて当たったら、かなり痛い。ドングリ程度なら、ちょっと痛いだけである。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

13. 放射性物質の集積 ⇒ 体内には、特定のこびとによって居心地のいい場所があり、そこに集まることがある。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

14. 組織の感受性 ⇒ 木の実が体内組織のどこに当たると、ダメージが変わってくる。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

15. DNA ⇒ 細胞を作る設計図。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

16. DNA損傷 ⇒ 木の実が細胞を通り抜ける際に細胞を作る設計図 (DNA) を破ってしまうことがある。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

17. 修復酵素 ⇒ 設計図（DNA）の破られた部分をなおすテープ。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

18 DNA修復 ⇒ 通常、テープは設計図の穴を直しているが、体内を通り抜ける木の実が多いと、追いつかない。そうすると、死んでしまう細胞や、設計図がうまく直せない細胞が出る。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

19. しきい線量 ⇒ どれくらいの量の木の実が通り抜けたら、臓器が働けなくなるほど細胞が死んでしまうのかを示す量。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

20. 放射線によるがんの発症 ⇒ 設計図がうまく直らなかった細胞からは、がん細胞ができることがある。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 反映できている
☐ やや反映できている
☐ どちらともいえない
☐ あまり反映できていない
☐ 反映できていない

2. 次に、放射線専門家が、放射線知識を持たない一般人の人に説明する場合を想像してください。その際、質問項目の「左にある専門用語」を、「右のイメージ表現」に置きかえて説明することで、どの程度、一般人の人の放射線理解がすすむと思いますか。

1. 放射能 ⇒ こびとが魔法の木の実を投げる能力。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解が進む
☐ やや理解が進む
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解が進まない
☐ 理解が進まない

2. 放射線の放出 ⇒ こびとは魔法の木の実を四方八方に投げる。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
☐ やや理解がすすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすすまない
☐ 理解がすすまない

3. 透過 ⇒ こびと達の投げる魔法の木の実は、人の体内を通り抜ける。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
☐ やや理解がすすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすすまない
☐ 理解がすすまない

4. 被ばく線量の増加 ⇒ たくさんの木の実が飛び交う場所であるほど、体に当たる可能性が増える。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
☐ やや理解がすすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすすまない
☐ 理解がすすまない

5. 外部被ばく防護の三原則（距離をとる）⇒ こびとから遠ざかる。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
☐ やや理解がすすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすすまない
☐ 理解がすすまない

6. 外部被ばく防護の三原則（時間を短くする）⇒ 木の実の飛び交う場所にいる時間をできるだけ短くする。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
☐ やや理解がすすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすすまない
☐ 理解がすすまない

7. 外部被ばく防護の三原則（遮蔽）⇒ 木の実をブロックできる物のかけにかくれる。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
☐ やや理解がすすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすすまない
☐ 理解がすすまない

8. さまざまな放射性物質があること ⇒ 木の実を次々と素早く投げるこびと、ゆっくりとした間隔で投げるこびとなど、いろいろいる。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
☐ やや理解がすすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすすまない
☐ 理解がすすまない

9. 放射能の減衰 ⇒ どの種類のこびとも、木の実を投げ続けると、投げられる数が減っていくこと。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
- ☐ やや理解がすすむ
- ☐ どちらともいえない
- ☐ あまり理解がすすまない
- ☐ 理解がすすまない

10. 外部被ばく ⇒ こびとの投げた木の実が、外から人の体に当たること。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
- ☐ やや理解がすすむ
- ☐ どちらともいえない
- ☐ あまり理解がすすまない
- ☐ 理解がすすまない

11. 内部被ばく ⇒ 体の中に入ったこびとの投げる木の実が、体内組織に当たること。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
- ☐ やや理解がすすむ
- ☐ どちらともいえない
- ☐ あまり理解がすすまない
- ☐ 理解がすすまない

12. 線種のちがい ⇒ こびと達の投げる木の実は、栗の実、クルミ、ドングリなどいろいろある。大きな栗の実が飛んできて当たったら、かなり痛い。ドングリ程度なら、ちよっと痛いだけである。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
- ☐ やや理解がすすむ
- ☐ どちらともいえない
- ☐ あまり理解がすすまない
- ☐ 理解がすすまない

13. 放射性物質の集積 ⇒ 体内には、特定のこびとによって居心地のいい場所があり、そこに集まることがある。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
- ☐ やや理解がすすむ
- ☐ どちらともいえない
- ☐ あまり理解がすすまない
- ☐ 理解がすすまない

14. 組織の感受性 ⇒ 木の実が体内組織のどこに当たるかでも、ダメージが変わってくる。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすすむ
- ☐ やや理解がすすむ
- ☐ どちらともいえない
- ☐ あまり理解がすすまない
- ☐ 理解がすすまない

15. DNA ⇒ 細胞を作る設計図。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすむ
☐ やや理解がすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすまない
☐ 理解がすまない

16. DNA損傷 ⇒ 木の実が細胞を通り抜ける際に細胞を作る設計図 (DNA) を破ってしまうことがある。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすむ
☐ やや理解がすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすまない
☐ 理解がすまない

17. 修復酵素 ⇒ 設計図 (DNA) の破られた部分をなおすテープ。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすむ
☐ やや理解がすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすまない
☐ 理解がすまない

18. DNA修復 ⇒ 通常、テープは設計図の穴を直しているが、体内を通り抜ける木の実が多いと、追いつかない。そうすると、死んでしまう細胞や、設計図がうまく直せない細胞が出る。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすむ
☐ やや理解がすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすまない
☐ 理解がすまない

19. しい線量 ⇒ 木の実が通り抜けたら、臓器が働けなくなるほど細胞が死んでしまう量。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすむ
☐ やや理解がすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすまない
☐ 理解がすまない

20. 放射線によるがんの発症：設計図がうまく直らなかった細胞からは、がん細胞ができることがある。*

1つだけマークしてください。

- ☐ 理解がすむ
☐ やや理解がすむ
☐ どちらともいえない
☐ あまり理解がすまない
☐ 理解がすまない

3.あなた自身が一般の人に、放射線に関する説明をすると思ってください。その際あなたは、1.と2.で示したイメージ表現を使いたいと思いますか。
1つだけマークしてください。

- ☐ 使いたい
- ☐ やや使いたい
- ☐ どちらともいえない
- ☐ あまり使いたくない
- ☐ 使いたくない

上の質問で「使いたくない」、「あまり使いたくない」と答えた方にお伺いします。その理由を教えてください。

あなた自身について

あなた自身についてお答えください。

2.性別 *

1つだけマークしてください。

- ☐ 男性
- ☐ 女性
- ☐ 決めたくない

3.専門領域 *

1つだけマークしてください。

- ☐ 放射線・原子力関連の研究者
- ☐ 放射線・原子力関連の教員
- ☐ 放射線・原子力施設等の安全管理
- ☐ 放射線・原子力施設等の広報
- ☐ 診療放射線技師
- ☐ その他

「その他」を選択された方はご専門の領域をご記入ください。

1. 年齢 *

1つだけマークしてください。

- ☐ 20代
- ☐ 30代
- ☐ 40代
- ☐ 50代
- ☐ 60代
- ☐ 70代以上

a. 市民向けの講演や講座で話をする *

1つだけマークしてください。

- ☐ 1. よくある
- ☐ 2. ときどきある
- ☐ 3. ほとんどない
- ☐ 4. まったくない

4. 一般の人々を対象に、放射線の話をすることがありますか。（放射線を扱う学部等の学生は含めないでください）

b. 家族や友人にプライベートで話をする*

1つだけマークしてください。

- ☐ 1. よくある
☐ 2. ときどきある
☐ 3. ほとんどない
☐ 4. まったくない

参考までに、作成した放射線イメージ表現を表示させていただきます。

なお、本アンケートの最後のページにある「送信」ボタンをクリックいただかないと、アンケートの回答が集計できません。

お手数をおかけしますが、「必ず」最後のページまでお進みください。

-

この物語は、放射線についての科学的な情報を、できるだけ分かりやすくするために、「たとえ話」として作られたものです。物語の各場面を、できるだけ頭の中で目に見えるようイメージして、読んでください。

あなたの所に、おとぎ話に出てくるような「こびと」が大勢やってきました。彼らは、いいことかもしれませんが、悪いこともあります。

それぞれの「ごひと」は「魔法の木の実」をたくさん持って、それを四方八方に投げています。「ごひと」は、とても体が軽いので、風に乗りて空中を飛べます。そのため、大勢のごひとと達が空中に舞い散ると、たくさんのお木の実が、降り注いできます。

この「魔法の木の実」が「放射線」です。投げている「ごひと」が「放射性物質」です。このように、放射線は、放射性物質から飛び出しているものです。

木の実は、誰かを狙って投げられているわけではありません。しかし、数多くの木の実が飛び交うと、そのうちのいくつかは、その場にいる人に当たります。放射線が外から体にあたることを「外部被ばく」といいます。

そして、その場の地上1メートルで測定した1時間あたりの放射線量を「空間線量率」といいます。たくさん木の実が飛び交う場所であるほど、体に当たる可能性が増えます。つまり空間線量率の高い場所ほど、被ばく量が增えるのです。

木の葉ができるだけ体に当たらないようにする、つまり「外部はよく」をさけるためには、次のことが大事です。ひとつめは、こびとから遠ざかることです。ふたつめは、木の葉の飛び交う場所、つまり空間線量率の高い場所にいる時間をできるだけ短くすることで、その場所から逃げるのが難しい場合は、木の葉をブロックできる物のかけにかくれま
す。これが三番目の方法です。

木の実は種類があるので、それによってブロックでできる物も異なるのですが、コンクリートなら、どの種類でもブロックできます。鉄製のものも、ほとんどの木の実をブロックできます。木の実がたくさん飛んできたら、鉄やコンクリートでできた建物の中に逃げ込みましょう。

逃げ込んだ建物からは、永遠に出られないのでしょうか？

いいえ。ごびとの投げける木の量の、時間とともに減ってきます。
「一定時間に何個の木の実を投げられる」という、ごびとの「投げける能力」を「放射能力」と言います。「放射能力」は、ごびとの持つ能力なので、ごびと自体すなわち「放射性物質」とも、ごびとの投げける木の実すなわち「放射線」とも違う意味です。この能力を示す単位を「ベクレル」と言います。

実は、こびとは何種類かいます。木の実を次々と素早く投げるこびと、ゆっくりとした間隔で投げるこびとなど、いろいろなこびとがいます。しかしこの種類のこびとも、木の実を投げ続けるこびと、投げる数が増えるにつれて、早く減るものもあれば、非常に長い時間、減らないものもあります。このこびとの能力も低下していきます。

ベクレルで表される放射能が低下していくということです。ベクレルの値が、最初の半分になったときを「半減期」といいます。「半減期」とは、放射能が半分になるまでにかかる時間のことをいいます。このように放射能は、時間とともに減っていき、それに伴って放射線量も減っていきます。

こびと達の投げた木の実は、外から人の体に当たることを「外部被ばく」といいます。こびと達の投げた木の実は、栗の实、クルミ、ドングリなどいろいろあります。これらが、外から飛んで来て体に当たったときのことを想像してください。大きな栗の实が飛んできて当たったら、かなり痛いです。ドングリ程度なら、ちょっと痛いだけでしょう。つまり放射線には種類があって、種類によって体へのダメージが異なるのです。

一方、空中を飛んでいるこびと自体が、鼻や口から体内に入る場合があります。体内に入ったこびと達は、そこでも木の実を投げ続けます。そのため、こびと達の周りにある組織に木の実が当たります。体の中に入ったこびとの投げた木の実が、体内組織に当たると、内部被ばく」といいます。

体に入ったこびと達は、血液などの流れにのって体内を移動し、最終的には、おしっこやうんこと一緒に体外に出て行きます。しかし、体内にとどまる時間が長いと、たくさん木の木の実は体内組織に当たり、体へのダメージが大きくなります。また体内には、特定のこびとにとって居心地のいい場所があり、そこに集まることもあります。集まった場所は、集中して木の実が当たるので、ダメージが大きくなります。

木の実が体内組織のどこに当たっても、ダメージが変わってきます。このように、「被ばく」が体におよぼすダメージは、放射線の種類と当たった組織によって変わります。

体へのダメージを考える時、外部被ばくと内部被ばくでは、注意すべき木の実が異なります。外から体に当たって腐い木の実は、皮膚を通り抜けてダメージを与える放射線のことで、力ンマ線と呼ばれます。外部被ばくで問題になるのは主にガンマ線です。一方、内部被ばくの時、ダメージが大きい木の実は、アルファ線です。アルファ線は、皮膚を通りぬけないので外部被ばくのダメージはありませんが、体内では組織に集中的なダメージを与えます。

木の実が当たったとき、つまり被ばくしたときのダメージが、放射線の種類や当たった組織に限らず、外部被ばくでも内部被ばくでも、同じように測ることができる単位です。シーベルトは、そのためにあみ出された単位です。ふだんは、千分の一の単位である「ミリシーベルト」がよく使われます。「被ばく量は〇〇ミリシーベルト」という意味は、放射線の種類や体の組織、また被ばくしたときの様子に関係なく、その分のダメージを体が受けたということとす。この数値が大きくなるほど、体へのダメージが大きくなります。

こびと達の投げた「魔法の木の実」は、人の体内を通り抜けていきます。ごくごく小さいので、細胞の中も通って行きます。細胞内にはDNAという「細胞を作る設計図」がありますが、木の実は、細胞を通り抜ける際、この設計図を壊ってしまうことがあります。一方、細胞には、破られた部分をおおす「テープ」すなわち「修復酵素」が自然に備わっています。通常、テープは設計図の穴を直してしましますが、体内を通り抜ける木の実が多いと、追いつかない事態になります。そうすると、死んでしまう細胞や、設計図がうまく直せない細胞が出てきます。

細胞が死んだらといって、健康に影響が出るとは限りません。人の体内では、死んだ分を補うように細胞が増えるようになっていきます。また、臓器は非常に多くの細胞からできているので、一定数以上、細胞が死なないと、臓器そのものが動けなくなることはありません。どくらいの量の木の実が通り抜けたら、臓器が働けなくなるほど細胞が死んでしまうのか、つまり、ある臓器を働けなくする放射線の量が分かっています。これを「しきい線量」といいます。

一方、設計図がうまく直らなかった細胞からは、「がん細胞」ができることがあります。しかし、ある臓器に必ず「がん」ができる放射線量は、確定できません。がんになるかどうかについて、放射線量の「しきい線量」はないということです。

ではなぜ、がんでは「しきい線量」がないのでしょうか。その理由は、ふたつあります。

ひとつは、病気としての「がん」の発症には、さまざまな要因が関わっていることです。たとえば、人の体の中では、がん細胞を見つけた芽やつける免疫細胞の働きがあります。また、喫煙や肥満、運動不足などの生活習慣も、がん発症の可能性を上げます。このようなことから、がんの発症を単純に放射線量だけできめることが難しいためです。

もうひとつの理由は、単純に放射線量だけで決めることが難しいからこそ、より慎重になるということとです。ここまでなら大丈夫という「しきい線量」を設定しないことで、できるだけ余分な被ばくを避けようとする考えです。この考えは、あくまで、余分な被ばくをさけるためなので、「しきい線量がないから、わずかな量でも放射線を受けたら、がんになる」というのは誤りです。

以上となります。アンケートへのご協力ありがとうございました。

ご意見、質問等、ございましたら、下記までお寄せください。

研究機関名： 藤田医科大学
分担研究者： 横山 須美（准教授）
連絡先：

研究機関名： 兵庫教育大学大学院
主任研究者： 竹西亜古(教授)
連絡先：

本研究は、環境省委託事業「令和2年度放射線健康管理・健康不安対策事業（放射線の健康影響に係る研究調査事業）」において実施しています。

このコンテンツは Google が作成または承認したものではありません。

Google フォーム