

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和3年度年次報告書（詳細版）

研究課題名	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完成版作成」
研究期間	令和3年4月1日～令和4年2月28日

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	竹西亜古	兵庫教育大学・教授
分担研究者	横山須美	藤田医科大学・准教授

	氏名	所属機関・職名
研究協力者	伊藤 光代	豊川市民病院 放射線科・主査
研究協力者	秋津 裕	エネルギーリテラシー研究所・代表

研究要旨	<p>分担研究では、主任研究者が目的とする一般国民の放射線健康影響に関するリテラシーの向上に向けて、放射線の専門家の視点から、放射線イメージ表現の作成に協力した。</p> <p>初年度は、放射線イメージ表現の作成に向けて、放射線の専門家が、一般国民が放射線について理解する上で必要不可欠な放射線リテラシーを探る調査を実施し、表現化するコンテンツの同定に貢献した。</p> <p>次年度は、初年度の主任研究者の一般市民のリテラシーとニーズに関する調査や研究分担者の上記研究結果から、「たとえ」を用いて作成された放射線イメージ表現の科学的正確性の反映度及び一般市民の理解促進度について、専門家を対象に半構造化インタビュー及びアンケートを実施した。アンケートの結果では、作成したイメージ表現の科学性反映について「反映できていない」とする回答は10%を下回っており、また一般市民の理解促進についても肯定的評価が否定的評価を上回った。一方、インタビュー調査では、一般国民が誤解や不快感を抱くことがないように、表現などをさらに精査する必要があることが明らかとなった。</p> <p>最終年度である本年度は、主任研究者が達成する課題として挙げた4つの項目のうち、1) 前年度の専門家調査の結果をふまえ、たとえを用いた放射線イメージ表現「こびと物語」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ことを目的とした。また、4) 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に関して、普及活動先についての提案を主任研究</p>
------	--

	者に行い、主任研究者とともに活動を実施した。
キーワード	リスクコミュニケーション、リスクメッセージ、記憶、イメージ、視覚的イメージング、アニメーション

I 研究目的

平成23年3月に起きた東京電力福島第一原子力発電所（1F）事故から10年が経過した。原子力災害（複合災害を含む）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、風評被害が問題となる。1F事故時においては、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。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。しかし、専門家の間でも、一般公衆がどのような情報を要求しているのかを十分に把握できておらず、専門家自身の知識に頼った説明を行った結果、放射線に対する不安や専門家への不信を募らす結果となった。

本研究では、効果的なリスクコミュニケーション（RC）の実現のため、放射線イメージ表現を用いた科学的情報発信の有効性に関する研究を進めてきた。初年度（令和元年度）においては、分担研究として文献調査や専門家調査から、一般公衆が必要とする必要最低限の放射線情報は何かを探り、放射線イメージ表現の候補を発掘した。次年度（令和2年度）は、初年度に開発したイメージ表現の科学的正確性及び公衆の理解促進についての専門家へのアンケート及びインタビュー調査を行い、専門的評価を実施した。最終年度となる本年度（令和3年度）は、イメージ表現を完成させるため、前年度の専門家調査の意見を踏まえ、イメージ表現のブラッシュアップを実施した。ブラッシュアップは、放射線に対する無関心層にも興味・関心を持ってもらえるようにわかりやすく、平易な言葉づかいと、科学的正確性ができるかぎり担保できるよう心掛けた。また、放射線への理解・普及活動の一環として、主任研究者とともに、開発したイメージ表現を平時の講演や緊急時の住民説明等を実施することとなるであろう専門家に見てもらい、どのような場面で開発したイメージ表現が利用できるか等の意見交換を実施した。

本研究は、放射線イメージ表現によるリスクメッセージの科学的正確性を担保し、コミュニケーションとなる放射線専門家が積極的に使用できるものとするためのものである。その意味で、RCの現場で使えるツールの開発に寄与するものであり、行政による放射線RCの向上に寄与するものである。

II 研究方法

II-1 RC教材としての放射線イメージ表現（刺激文）のブラッシュアップ

(1) 放射線イメージ表現の見直しポイント

ブラッシュアップを実施する対象の放射線イメージ表現は、令和2年度に本研究で発掘した3つのイメージ表現とした。イメージ表現は、放射性物質を「こびと」、放射線を「こびとが投げる魔法の木の実」にたとえて、① 放射線防護と基礎知識、② 外部被ばくと内部被ばく、③ 確定的影響・確率的影響を説明したものである。

リファインを実施する箇所は、令和2年度に実施した放射線専門家のWebアンケート及び半構造化インタビュー調査において、専門家からの指摘が多かった専門用語に対する説明についての科学的正確性が反映されていないとの意見があったものを抽出し、検討することとした。このほかにも、言葉や文章の順番を入れ替え、わかりやすくしたほうがよい、文章を精査や平易化したほうが良いといった指摘もあった。そこで、専門家調査から指摘の多かった以下の3つの点に着目し、イメージ表現のリファインを実施した。

- ①導入部分の説明の充実化
- ②専門用語解説部分の科学的正確性の反映の向上

③わかりやすい平易な文章への修正

(2) 関連項目の分割

令和2年度に開発した3つの放射線イメージ表現（放射線防護と基礎知識、外部被ばく・内部被ばく、放射線影響（確定的影響・確率的影響））に対して、関連した内容ごとに分割して文章構成を確認した。その後、令和2年度の専門家調査の意見項目の内容ごとに、解説に用いた用語の科学的正確性が反映されているか、一般市民が理解しやすいかを確認した。その後、各項目の前後関係や順序等が適切かを検討した。各イメージ表現について上記検討を実施した後、3つのイメージ表現に統一性を持たせるため、可能な限り、用語の統一を図ることとした。

(3) 導入部分の説明の充実化

イメージ表現の導入部分では、放射性物質及び放射線を何にたとえているのかを定義（放射性物質＝こびと、放射線＝魔法の木の実）するとともに、放射線の放出に関する特徴を示した。合わせて、放射性物質をこびととして擬人化していることから、放射線の放出が意思的でない（時間的にも、空間的にも指向性をもたない）ことも説明した。なお、この導入部分は、開発した3つのイメージ表現で同じものを使用した。

導入部分に対する専門家からの指摘として、「こびと」のたとえに対してイメージがわきにくい、意思を持ったものではなく、植物等にたとえてはどうか、からだの中に入ってくるのは気持ちが悪い、「こびと」と放射性物質の間に関連性がない、イメージが人によって異なる（良いまたは悪い）、大きさがイメージできない、たとえと専門用語を脳内で変換する必要があり、混乱しそうだというような、前提に関する指摘が、全体の指摘の28%を占めた。ほかにも、こびとと魔法の木の実が結びつかなかった、放射性物質を放射性核種と誤解して読み進めてしまったという意見もあった。しかしながら、令和2年度に主任研究者が実施した一般市民に対するこのイメージ表現を用いたWeb実験においては、こびとを用いることが、放射線の理解促進の妨げになっていないことが明らかとなった。このため、放射性物質を「こびと」、放射線を「こびとが投げる魔法の木の実」の大前提については変更しないこととした。

上記指摘や誤解を避けるため、より丁寧な説明を心がけるとともに、各イメージ表現に記載された放射性物質や放射線の種類をイメージした表現等を導入部分に集約することを試みた。

(4) 専門用語解説部分の科学的正確性の反映

令和2年度の専門家へのアンケート調査では、原案のイメージ表現に登場する20個の専門用語について、それらの科学的正確性がたとえ表現を用いたイメージ表現で反映できているかについて質問した。この質問に対して「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」の5段階で評価してもらった。その結果、いずれの項目についても、60%以上の回答者が、「反映できている」または「やや反映できている」と回答した。一方、「反映できていない」、「あまり反映できていない」と回答した者は、4%～23%であった。このことから、「反映できていない」、「あまり反映できていない」に対する回答率が比較的高い項目は、以下の通りであった。

①内部被ばく（23%）

②（体内）透過（19%）

- ③放射能 (21%)
- ④さまざまな放射性物質の存在 (16%)
- ⑤放射性物質の集積 (16%)
- ⑥放射線の種類のちがい (16%)
- ⑦半減期 (減衰) (15%)

また、アンケートの記述及びインタビュー調査では、以下の内容に関する指摘が多かった。そこで、これらの専門家の意見を参考に、科学的正確性について検討することとした。

- ①人体影響 (がん・遺伝的影響) (意見のうち、15%)
- ②被ばく (10%)
- ③DNA 損傷・修復 (7%)
- ④半減期・減衰 (6%)
- ⑤空間線量率 (6%)
- ⑥放射能・放射線 (6%)
- ⑦その他 (24%)

このほか、少数意見であるものや再度見直しを行い、修正したほうが良いと考えられる項目も含め、以下の内容について科学的正確性の反映を検討することとした。

- ①空間線量率
- ②半減期 (減衰)
- ③放射線の種類
- ④透過
- ⑤内部被ばく
- ⑥シーベルト
- ⑦発がん (LNT モデル)

(5)わかりやすい平易な文章の使用

(3)で述べたように、専門家調査において、「専門用語とたとえ話が入り混じってバランスが悪い、読みにくい」、等、文章の順番を入れ替えたほうがよいといった文章構成に関する指摘が 26%あった。文脈の効果により、放射性物質や放射線に対して、誤解を生じる可能性もあることから、これらの点を抽出し、語順の入れ替え、文章の集約等の修正を行うこととした。また、「こびと」が「魔法の木の実を投げる」といった行為が、「こびと」が意思をもって行動しているような印象を受ける、「被ばく」という用語がネガティブな印象を受ける、細胞自体は痛いと感じないといった指摘があった。このため、ネガティブなイメージを連想させるような表現や主観的な印象を与える表現については、できる限り避ける、言い換えをすることとした。

- ①用語や主語の統一
- ②ネガティブ表現の使用の回避
- ③表現の平易化
- ④ (こびとに対する) 主観的な表現の回避または注釈の追加

II-2 アニメーション脚本となるリスクメッセージの検討

上記II-1 およびII-3 に基づき、主任研究者の記憶実験の材料となるリスクメッセージの作成に関与した。イメージ表現のブラッシュアップの目的は、初歩的な放射線学習の資料として利用できるものを開発することである。同時に、本研究事業の主たる課題である放射線イメージ表現の有効性を、受け手の記憶において検証するため、適切な記憶材料となるリスクメッセージを作成することでもある。そこで、主任研究者・研究協力者とともにブラッシュアップした「こびと物語」の構成をさらに検討し、アニメーション脚本に落とし込む作業を行うこととした。

II-3 放射線イメージ表現の利用に関する意見交換

放射線理解普及活動の一環として、放射線理解普及活動を実際に実施している専門家と理解普及活動の現状や課題、完成した放射線イメージ表現の利用による一般市民の放射線理解促進効果の有無等に関して、意見交換を実施した。意見交換の対象者には、実際に平時や緊急時に一般市民に放射線による健康影響等を説明する立場となる専門家及び放射線に関する知識を習得している学生とした。具体的には、平時に高度専門教育研究等を実施するとともに、原子力災害時には原子力災害拠点病院では対応できない高度専門的な診療及び原子力災害拠点病院等への医療支援等を実施する高度被ばく医療支援センターが置かれており、原爆被曝生存者の疫学研究等も実施されている広島及び長崎大学の RC 関係者、及び藤田医科大学の医療科学部放射線学科（診療放射線技師を目指している）2年生の学生との意見交換を調整し、主任研究者とともに実施した。

（倫理面への配慮）

本研究の目的は、放射線イメージ表現をブラッシュアップし、それに基づくアニメーション脚本用のリスクメッセージを完成させることであった。目的の達成過程において、人を対象としたデータの取得は行わなかったため、対人的倫理に係る研究に相当しない。しかし、完成した「こびと物語（アニメーション版）」の意見交換は、人を対象として行われた。そのため、意見交換に先立ちアニメーションの内容や議論のテーマを参加者に伝え、同意を得る手続きを取った。

III 研究結果

III-1 RC 教材としての放射線イメージ表現（刺激文）のブラッシュアップ

(1) 関連項目の分割

各イメージ表現を内容ごとに7から8項目に分割した。

1つ目のイメージ表現である「防護と基礎知識」については、①導入1：物語の目的・注意、②導入2：放射性物質・放射線の定義・性質、③外部被ばくと空間線量率、④防護の三原則、⑤放射能の減衰、⑥放射能（Bq）、⑦半減期と分割できる。2つ目のイメージ表現である「外部被ばく・内部被ばく」に対しては、ひとつめと同様に①及び②、そして、③外部被ばく、④内部被ばく1：体内取込、⑤内部被ばく2：体内動態、⑥放射線の種類と性質、⑦単位：シーベルト、3つ目のイメージ表現である「確定影響・確率的影響」については、①及び②は他のイメージ表現と同様であり、③DNA 損傷、④確定影響影響（しきい線量）、⑤確率的影響（がん）、⑥低線量での確率的影響の解釈（がん発症要因と放射線以外の要因）、⑧放射線防護の観点からの確率的影響の考え方（LNTモデル）と分割した。

(2) 導入部分の説明の充実化

導入部分については、①自然放射線の存在及び②放射線の特徴を追記する必要があると考えた。

①に関して、原案では、被ばく防護の必要性を示すため、「こびとが大勢やってくる」ところから物語が始まっている。これは、日常とは異なる状況（事故的な放射性物質の放出）を表現している。実際には、放射性物質は自然界にも存在する。令和元年の主任研究者の一般市民調査では、多く調査対象者は、自然に放射線が存在することを知っていると回答している。一方、専門家や研究協力者等からは、身近な存在であることから自然に存在することを明記したほうが良いとの意見があった。また、防護が必要な事故的放出との対比、量的概念を意識してもらうという点からも、われわれが普段食べている食品等もふくめ、地球上のあらゆる場所に自然放射性物質が存在することを丁寧に説明することが効果的であると考えられる。

②について、原案では、こびとが魔法の木の実を「四方八方に投げる」として、放射性物質から放射線が放射状（ 4π 方向）に放出されることを表している。専門家からの意見にもあったが、これらのことと合わせて、「五感で感じるができない」ことを追加することを提案した。これにより、特に、「放射線防護と基礎知識」に関するイメージ表現において、空間線量率について説明しているが、五感で感じるができない存在の放射線をどうやってとらえられればよいのか？を、この導入部で提示し、読み手に疑問を抱かせることで、その後説明する空間線量率計を測定することで量を測ることができることや適切な方法で放射線を防ぐことができることを印象付けることができるもの考えられる。

(3) 専門用語解説部分の科学的正確性の反映

1) 空間線量率

放射線防護と基礎知識を説明したイメージ表現の原案では、空間線量率の説明として、①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表していること、②放射線（たくさんのお木の実）が飛び交う場所であるほど、（放射線が）体に当たる可能性が増え、被ばくの量が増えることのみ言及した。この原案に対して、専門家から、「空間線量率」という専門用語が突然出現する印象を受けるとの指摘があった。そこで、空間線量（率）が測定器で測定可能な量であることを追加説明することを提案した。

2) 半減期

放射線防護と基礎知識を説明したイメージ表現の原案では、半減期の説明が、放射能（Bq）の説明と放射性壊変の説明で分割されるような形式となっていた。そこで、これらを一括にまとめて説明することとした。また、「半減期」という用語は、日常的に聞きなれない言葉である。そこで、「半分に減る期間（半分に減るまでの時間）」と書いて、「半減期」というとすることを提案した。これにより、文字として頭に思い浮かべてもらうことができ、記憶に残りやすくなるのではないかと考えた。

3) 放射線の種類

内部被ばく・外部被ばくを説明したイメージ表現の原案では、放射線の種類の違いにより、影響の程度の違いを表現するため、魔法の木の実（放射線）を「栗の実」、「クルミ」、「ドングリ」とさらにたとえ、からだに当たったときの違いで放射線のからだへのダメージを表現していた。これらのお木の実にたとえたことにより、こびと（放射性物質）やこびとの投げるお木の実（放射線）の大きさをイメージしにくい、運動エネルギーは、物質の質量だけでなく、

速さにも依存するので、「(大きさの小さな) ドングリならちょっと痛いだけ」とはいえないといった専門家からの指摘があった。また、放射線を「魔法の木の実」にたとえており、さらに、それを実際の木の実にたとえるといった二重のたとえ話を導入することで混乱が生じる可能性がある。そこで、実際の木の実にたとえることをやめ、放射線の種類の説明のみを残すことを提案した。

4) (体内) 透過

専門家調査におけるアンケートの自由記述やインタビュー調査において、通り抜けるという表現が、人体にはダメージを与えないという印象を与えるという指摘があった。また、皮膚を通り抜けてダメージを与えるということは、皮膚にはダメージが与えられないといった解釈にもつながることが懸念された。そこで、「からだを通り抜けながら作用する」、「からだを通り抜けながら、ダメージを与える」といった表現に修正することで人体との相互作用と透過の現象を合わせて表現することができるものと考えられる。

5) 内部被ばく

内部被ばく・外部被ばくを説明したイメージ表現の原案では、空気中を浮遊する放射性物質の内部被ばく経路として、鼻、口からの経路を挙げていたが、傷口や皮ふからの経路も考えられることから、これらを追加することを提案した。また、空気中を浮遊するこびと（放射性物質）の大きさがイメージしにくいという専門家からの意見を踏まえ、導入部分にも、空気中を浮遊するこびと（放射性物質）が小さいことを説明しているが、再度強調するために、内部被ばくを扱っている箇所でも、「空気中にあるこびとはとても小さい」ことを示すことを提案した。このほか、内部被ばくの記載に関しては、後述するように、用語の統一や平易化も合わせて行うことで、より理解しやすいものになるものと考えられる。

6) シーベルト

内部被ばく・外部被ばくを説明したイメージ表現の原案では、シーベルトという単位の説明として、「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。」と説明した。これに関して、専門家からの指摘はなかったが、シーベルトという単位は、人体影響の大きさを表す単位であり、外部被ばくにも、内部被ばくにも使用できるとする方がより正しい表現になるものとする。そこで、外部被ばくにも、内部被ばくにも使えること、「シーベルト」は放射線の影響（ダメージ）を表す「単位」であることを示すのが適当であるとする。

7) 放射線以外のがんの発症

確定的影響・確率的影響を説明したイメージ表現の原案では、確率的影響にしきい線量がないことを説明した箇所については、「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。」とした。この表現については、「確定できないために、しきい線量がないとしているわけではない（高線量では、がんによる死亡リスクと線量が比例関係にあることが確認されている。確定的影響とはそもそも発症メカニズムが異なる。）」、「低線量の影響であることが示されていない」という専門家からの指摘があった。LNTモデルは、放射線防護の観点から、100～20mSv よりも低い線量範囲の線量と確率的影響（がん、遺伝的影響）のリスクとの関係性を示すものである。

「確率的」であることを説明するために、平成28年度の環境省の放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（統一的な基礎資料）では、確率的影響のリスクを説明する際に、抽選

器での当たりくじをたとえに用い、同じように放射線を受けた集団の中でも、疾患になる人とならない人が出てくること、誰になるかということは予想できないこと、放射線の線量が増加すれば、発症率が増加すること等を説明している。しかし、令和2年度の統一的な基礎資料では、このたとえは削除されており、リスクの定義（被害の大きさと発生する可能性（確率）との組合せ等で表されること）、相対リスクと寄与リスク、低線量率被ばくによるがん死亡リスクについて等、さらに詳細な説明となっている。すなわち、「確率的」な影響を説明するためには、丁寧な説明とかなり専門的な知識を必要とになるということである。

そこで、放射線とがんの関係を考える場合には、より慎重に、ここまでなら大丈夫という「しきい線量」を設定せずに、できるだけ余分な被ばくを避けるという考え方について示すことを提案した。

(4) 用語、文や語順の見直し

1) 用語や主語の統一

可能な限り、主語を放射性物質である「こびと」、放射線である「こびとが投げる魔法の木の実」と統一することを提案した。また、「(人体)組織」、「臓器」については、「臓器」に統一するよう提案した。

2) ネガティブ表現の使用の回避

専門家から、「(放射線)被ばく」、「傷つく」、「ダメージ」という用語の使用は、放射線に対してネガティブなイメージを持たせてしまう可能性があるとの指摘があった。「被ばく」に関しては、「外部被ばく」、「内部被ばく」という専門分野で固有な用語として使用されるもの以外は、(放射線がからだに)「当たる」、(放射線をからだに)「受ける」等を使用して表現することを提案した。

DNAが「傷つく」、人体への「ダメージ」という言葉については、専門用語としても「DNA損傷」という。そこで、これらの言葉については、修正せずに必要の方が誤解がないものと考えた。

3) 表現の平易化

「とどまる」⇒「いる」、「(人体)組織」、「体内組織」⇒「からだの中」等、より平易な表現を使用するよう提案した。

4) 主観的表現の使用の検討

放射性物質を「こびと」にたとえることで、放射性物質が意思を持ったものにとらえられる可能性があるとの指摘があった。このため、原案作成時から、その点に配慮し、たとえば、「こびと（放射性物質）は、いいこともしますが悪いこともします。」、「こびとはだれかをねらって投げているわけではありません」等を加え、意思的でないことを強調した。擬人化することで、より身近な存在としてとらえることができる可能性があることから、表現を変更しないこととした。

一方、「魔法の木の実（放射線）」が当たると「痛い」といった表現は、「だれ（何）が痛いのか？」があいまいである。ヒトは物が当たると痛いと感じるが、細胞は痛いとは感じない。そこでこれらの表現に関しては、上記にも述べた通り、たとえの重複を避ける点からも、削除することを提案した。

(5) リファインの結果

以上の見直し作業の結果、改稿された「こびと物語」3編を表1から3に原文との対応表で示す（追補資料参照）。

III-2 アニメーション脚本となるリスクメッセージの作成

III-1 でブラッシュアップされた「こびと物語」のうち、3つ目の確定的影響・確率的影響に関しては、主役が放射線や放射性物質ではなく、人体となっている。このため、こびとや魔法の木の実等のたとえを用いた表現が少ない。そこで、アニメーション脚本としては、2つの「こびと物語」（放射線防護と基礎知識、内部被ばくと外部被ばく）とすることとした。また、実験刺激として5分程度に収まるように調整した。完成した「こびと物語（アニメーション版）」の受け手の記憶形成ならび態度変容における効果は、主任研究者の成果に示されている通りである。このイメージ表現を用いた一般市民調査では一般市民は、この内容をよく理解できたことから、基礎資料としてさらなる改定を加える必要はないものとする。

III-3 放射線イメージ表現の利用に関する意見交換

藤田医科大学の診療放射線技師を目指す学生（2年生）に対して完成した「こびと物語（アニメーション版）」を見てもらい、意見を聞いたところ、わかりやすいといった意見が多かった。学生は、将来、自分が放射線について患者等にわかりやすく伝えられるかについては不安をもっているようであったが、提示したイメージ表現（アニメーション）等を用いることで、自分たちでも説明できるのではないかと考えていることがわかった。放射線の危険性については、多くがしっかりと説明したほうが良いと考えていた。これは、医療系の学生ということで、インフォームド Consentにおいては、患者の尊厳を守り、権利に配慮したものでなくてはならない。医療行為の利害と影響を考えられなければならないと考えているものと考えられる。近年、国際放射線防護委員会では、ICRP Publication 118として、倫理に関する報告書を発刊している。この中で、放射線防護が倫理的基盤の上に成り立っているものであることを示している。情報発信者がツールを有効に活用するだけでなく、患者に限らず、一般市民に対しても、このような意識をもって放射線リスクコミュニケーションが実践されれば、より一般市民の放射線への理解が促進されるのではないかと考える。

市民に対して放射線に関する講演を数多く実施している専門家からも、こびと（擬人化）するとあまりこわいイメージがない。いたずらをするような架空のキャラクターにしたほうが良いとの意見があった。また、専門家からは、「専門家の視点から作成したイメージ表現である。これまでの知識普及資料（動画）と大きな違いがみられないのではないか」、「こびとというたとえを使用するならば、こびと（放射性物質）の視点に立って話を進めた方が良かった。」といった指摘があった。一方、わかりやすく、一般市民にも理解しやすいだろうとの意見もあった。科学的正確性といった観点からは、放射線がヒトのからだに当たる場所によって影響が異なることを説明した箇所について、リンパ腺が感受性の高い場所として描かれているが、リンパ組織とは、脾臓、胸腺及びリンパ節であるとの指摘があった。この点に関しては、教育資料として用いるときには、注意が必要である。

IV 考察

令和2年度に作成した比喻を用いた放射線イメージ表現に対して、専門家からの意見を踏まえ、ブラッシュアップを実施した。ブラッシュアップは、主に、専門用語に対してたとえをもちいた表現の科学的正確性の担保、用語、語順、文章表現の見直し、主観的表現の修正を行った。主観的表現の見直しに関しては、こびと（放射性物質）が意図的に何かをしていないことを強調した。しかしながら、完成版に対する専門家の意見では、主人公であるこびとの視点から物語を作成したほうがよいとの意見もあり、人によって感じ方がさまざまであるといった印象を受けた。また、放射性物質や放射線が単なる危険なものではなく、量の問題であることを強調したが、もっと危険であることを示した方がよいといった意見や意図的に放射線が危なくないものとして扱っているように見えるなど、原案作成時から、この点に関してもさまざまな意見があった。放射線イメージ表現の発信者がどのような立場にいるのかによって受け手の印象は変わってくるものと考えられる。

分担研究者が実施した放射線イメージ表現のブラッシュアップにより、主任研究者の一般市民調査から完成したイメージ表現は、放射線の知識に触れる第一歩として、一般市民から受け入れられやすく、わかりやすい、そして、科学的正確性についても、ある程度損なわれることのないものになった。これらを有効に活用することで、放射線に関して無関心な層の放射線知識向上も狙えるものと考えられる。今後も、このイメージ表現が効果的であることを示した本研究結果も合わせて説明し、本研究で開発したイメージ表現をさらに多くの専門家に活用いただけるよう周知していくことが必要であろう。活用した際の専門家及び一般市民の意見等についても収集し、それらを反映したイメージ表現に改良することができれば、さらなる一般市民の放射線知識を向上が期待できるものと考えられる。

V 結論

令和元年度からの3年間の研究事業期間において、主として放射線専門家の立場から、イメージ表現の開発に参画した。その結果、専門家に受け入れられ、かつ一般市民の理解促進に有効なイメージ表現が開発できたといえる。

同時に一連の研究では、今まであまり調査の対象とされていなかった放射線専門家の意見や態度を明らかにできた。初年度の研究では、専門家にとって一般市民が持っていてほしい放射線知識のランキングを明らかにした。2年度の研究では、専門家が、言い換えや比喻を用いた科学的説明をどのように考えているかという新たな知見が得られた。

これらは、いずれもリスクコミュニケーションの目標を達成する上で、重要な知見であるといえる。リスクコミュニケーションの本来の目的は、単なる情報提供ではなく、リスクに関わるすべての当事者が共に考え連携することである。この連携を可能にするためには、まず“言葉が通じる”必要があり、その共通の“言葉”が、専門家が市民に求めるリテラシーである。また同時に“言葉が通じる”ためには、相手にわかりやすい“言葉”を用いる配慮も必要である。専門家のイメージ表現や比喻に対する態度が否定的過ぎることは、“言葉を通じにくくする”。

本研究から得られた知見が、放射線専門家自身が自らの情報提供を振り返るきっかけとなることを期待してやまない。

VI 次年度以降の計画

本研究班の放射線イメージ表現研究は、3年の研究事業期間内で完結した。

次年度からは新たな研究課題である「放射線イングループ・リスクコミュニケーター (Ing-RCT) の育成に向けた双方向リスクコミュニケーションゲー (IRC-game)の開発と検証」に、分担研究者として取り組む。新規課題では、大学生を Ing-RCT として育成するための有効なスキルトレーニング法として ICR-game を開発・検証し、実用的ツールとして提供することを目的とする。ICR-game は、福島への帰還や復興の様子を含む複数の状況を設定可能にしたリアル対面型ロールプレイゲームであり、IRC-game での送り手役は、自身の放射線理解を深めながら正確な情報を受け手に配慮しつつ伝える体験学習が、一方受け手役は、被災地の不安や要望を自身の問題として捉える模擬体験ができる。両者の立場を経験することで、参加者は、平常時においては同世代に向けた正確な情報発信者となり、緊急時には身近で語られる風評や偏見を否定し、拡散を抑える役目を担える Ing-RCT のスキルを身につけることができる。IRC-game は単なる体験ゲームではなく、参加者のスキル向上を行動科学的に検証できるものとして開発する。さらにゲームにおける参加者の相互作用的行動分析を行うことで、有効に機能する IRC の要点を明らかにし、一方的情報提供になりがちな講演型 RC を補う新たな行政の RC のあり方を検討する。

本研究で開発した放射線イメージ表現は、IRC-game における送り手側の情報コンテンツとして使用される。またゲーム導入部分の初期学習として「こびと物語 (アニメーション版)」を用いる予定である。

この研究に関する現在までの研究状況、業績

学会等における発表・講演の実績

1. 横山須美・竹西亜古ほか 一般市民にもってほしい放射線リテラシーに関する専門家調査 日本原子力学会秋の大会 (2019.9.11 富山) 口頭、一般、国内、査読無
2. 横山須美・竹西亜古ほか 放射線イメージ表現を用いた科学的情報発信の有効性：放射性イメージ表現に関する専門家調査 第 53 回アイソトープ放射線研究発表会(2021.7.9 online) 口頭、一般、国内、査読無

Effectiveness of Risk Messages Employing Imaging Expressions on Radiation: Refining the Imaging Expressions

Ako Takenishi¹ and Sumi Yokoyama²

¹ *Graduate School of Hyogo University of Teacher Education*

² *Center for Joint Research Facilities Support, Fujita Health University*

Keywords: Risk Communication; Risk Message; Memory; Image; Visualization; Animation

Abstract

The main study aimed to develop risk messages using the newly created scientific term “imaging expression on radiation,” and to examine their effectiveness on risk communication to people who have low concern toward radiation. This part of study purposed to refine the “imaging expression” and to create scripts for animation which would be used in the main study. According to the results of the survey conducted in last year, three radiation authorities examined the imaging expression in the point of view of scientific accuracy. They refined some terms and created two scripts for animation. The animations were used in the recognition experiment to reveal visualization effect of imaging expression on memory.

表1 「防御と基礎知識」編

No.	原文	改稿	イメージ
1 導入	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。	<p>放射線や放射性物質は、五感で感じることができないため、そのイメージを伝えることはなかなか難しいです。</p> <p>そこで、この物語では放射線についての科学的な情報を損ねることなく、できるだけ分かりやすくするために「たとえ話」をもちいました。放射性物質を「こびと」、放射線を「魔法の木の实」と表しています。「こびと」はどこにいるかわからなし、「魔法の木の实」は目で見ることはできません。</p> <p>では、そのような「こびと」と「魔法の木の实」が私たちの周りにどのようにいて、どのようなことをしているのか、そして私たちとどのような関係にあるのかを物語の各場面をイメージしながらお読みください。</p>	<p>【五感で感じることができない】</p> <p>【こびと】 【魔法の木の实】</p> <p>修正内容： こびとの定義の集約・追加 五感で感じることができないことを追加。</p>
2 自然放射線と事故の放射線の様子	<p>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。</p> <p>それぞれの「こびと」は「魔法の木の实」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、とても体が軽いため、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、たくさんの木の实が、降り注いできます。</p> <p>この「魔法の木の实」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。</p>	<p>普段、私たちの周りには、いろいろなタイプの「こびと」達がいます。空気にも、海にも、水にも、土の中にも、食べ物にも「こびと」はいます。しかし、「こびと」がどこにいるのかわかりません。</p> <p>「こびと」達は、「魔法の木の实」を持っていて、それを四方八方に投げる性質があります。</p> <p>中でも空気中にある「こびと」は、からだがとても小さくて軽いです。風に乗って、飛び交いながら「魔法の木の实」を四方八方に投げています。</p> <p>ある時、私たちの周りに、普段よりもとんでもなく大勢の「こびと」達が現れて、四方八方に「魔法の木の实」を投げながら空気中に舞い、押し寄せてきました。このため、とんでもなく多くの「魔法の木の实」が飛び交うことになりました。</p>	<p>【自然放射線の存在】</p> <p>【放射性物質、放射線の性質(放出)】</p> <p>【事故による放射性物質の放出】</p> <p>修正内容： こびとの定義の充実化 身の回りの放射線(自然放射線)の追加</p>
3 外部被ばくと空間線量率	<p>木の实は、誰かを狙って投げられているのではありません。しかし、数多くの木の实が飛び交うと、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当たることを「外部被ばく」といいます。</p> <p>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。たくさんの木の实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。</p>	<p>「こびと」は、けっして誰かを狙って「魔法の木の实」を投げているわ...ありません。けれども、「魔法の木の实」を投げるという性質があるため、なかなかこれをやめません。</p> <p>とんでもなく大勢の「こびと」達が「魔法の木の实」をせっせと投げ続けるのですから、その場にいれば、きっと私たちのからだの外側にいくつかの「魔法の木の实」が当たることになります。つまり、放射線をからだの外側から受けることを「外部被ばく」といいます。</p> <p>とんでもなく多くの「魔法の木の实」が飛び交っていても、これらは見えません。そして、「魔法の木の实」のいくつかは、私たちのからだに当たったり、通り抜けたりしますが、何も感じません。このため、どこにどのくらい飛んでいるのかわからず、避けようがありません。</p> <p>そこで、「魔法の木の实計測器」を使うことにします。すると、どこに、どのくらいの量の「魔法の木の实」が飛んでいるのかを調べることができます。</p> <p>このように、放射線も測定することができます。測定器を置いたまわりの空間にどれくらいの数の放射線が飛び交っているのかを表しているのが、「空間線量率」です。ふうつ、その場所の地上1メートルで測定した1時間あたりの量で表します。</p>	<p>【外部被ばく】</p> <p>【空間線量率】</p> <p>修正内容： 空間線量率は測定器で測定した量と整理</p>

<p>4 防護</p>	<p>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。素早く、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。</p>	<p>とんでもなく多くの「魔法の木の実」が飛んでいることがわかったなら、どうすればよいでしょうか？できるだけ当たらないようにした方がよいでしょう。</p> <p>そのためには、次の3つのことが大切です。これは、放射線からからだを護る場合も同じです。ひとつめは、「魔法の木の実」を投げている「こびと」からできるだけ遠ざかります。</p> <p>ふたつめは、「魔法の木の実」をブロックできる頑丈なものかげや建物に逃げ込み、からだを護ります。放射線なら、鉄やコンクリートでできた建物がよいでしょう。</p> <p>みつめは、「魔法の木の実」がたくさん飛び交っている場所にいる時間をできるだけ短くすることです。だから作業は短い時間で済ませます。</p>	<p>【外部被ばく防護の三原則】 【距離】</p> <p>【遮蔽】 【時間】</p> <p>修正内容： 順番入れ替え</p>
<p>5 減衰</p>	<p>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。</p>	<p>「こびと」はこのまずっと「魔法の木の実」を投げ続けているのでしょうか？ いいえ。そうではありません。</p> <p>どのような「こびと」でも、投げる「魔法の木の実」の量は、決まっています、その数は、時間とともに減っていきます。</p> <p>「こびと」が一定時間に「魔法の木の実」を投げられる数が、初めの半分になるまでにかかる時間を『半分に減る期間』と書いて「半減期」といいます。</p> <p>「こびと」にはいろいろなタイプがいて、「魔法の木の実」を投げる間隔に違いがあります。次々と素早く投げて「魔法の木の実」が早く減る「こびと」がいるかと思うと、「魔法の木の実」を時間の間隔をあけてゆっくりと投げて、長い時間「魔法の木の実」を投げ続ける「こびと」もいます。</p> <p>このため、「半減期」はこびとの種類によって異なります。</p>	<p>【減衰】</p> <p>【半減期】</p> <p>【半減期の違い】</p> <p>修正内容： 文章の順番を整理 半減期についての説明を集約</p>
<p>6 放射能 Bq</p>	<p>「一定時間に何個の木の実を投げられるか」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。</p>	<p>こびとが「一定時間に何個の木の実を投げられるか」という、「こびと」の「能力」、すなわち、放射性物質がもつ能力のことを「放射能」と言います。この能力を示すために「ベクレル」という単位を使います。</p> <p>「こびと」の能力は、「こびと」自体とも、「こびと」の投げる「魔法の木の実」とも違います。ですから、「ベクレル」で表わされる「放射能」も、「放射性物質」や「放射線」と違う意味なのです。</p>	<p>【放射能】</p> <p>【ベクレル】</p>
<p>7 放射性物質の 壊変</p>	<p>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、減らないものもいますが、どのこびとの能力も低下していきます。</p>	<p>5へ移動</p>	

7 半 減 期	<p>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。</p>	5へ移動	
------------------	---	------	--

表2 「外部被ばく・内部被ばく」編

No.	原文	改稿	イメージ
1 導入	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。	放射線や放射性物質は、五感で感じる事ができないため、そのイメージを伝えることはなかなか難しいです。 そこで、この物語では放射線についての科学的な情報を損ねることなく、できるだけ分かりやすくするために「たとえ話」をもちいました。放射性物質を「こびと」、放射線を「魔法の木の实」と表しています。「こびと」はどこにいるかわからなし、「魔法の木の实」は目で見えることはできません。 では、そのような「こびと」と「魔法の木の实」が私たちの周りにどのようにいて、どのようなことをしているのか、そして私たちとどのような関係にあるのかを物語の各場面をイメージしながらお読みください。	【五感で感じる事ができない】 【こびと】 【魔法の木の实】 修正内容： こびとの定義の集約・追加 五感で感じる事ができないことを追加。
2 自然放射線と事故の放射線	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「魔法の木の实」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、たくさんの木の实が、降り注いできます。 この「魔法の木の实」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。	普段、私たちの周りには、いろいろなタイプの「こびと」達がいます。空気にも、海にも、水にも、土の中にも、食べ物にも「こびと」はいます。しかし、「こびと」がどこにいるのかわかりません。 「こびと」達は、「魔法の木の实」を持っていて、それを四方八方に投げる性質があります。 中でも、空気中にある「こびと」は、からだがとても小さくて軽いです。風に乗って、飛び交いながら、「魔法の木の实」を四方八方に投げています。 ある時、私たちの周りに、普段よりもとんでもなく大勢の「こびと」達が現れて、四方八方に「魔法の木の实」を投げながら空気中を舞い、押し寄せてきました。このため、とんでもなく多くの「魔法の木の实」が飛び交うこととなりました。	【自然放射線の存在】 【放射性物質、放射線の性質(放出)】 【事故による放射性物質の放出】 修正内容： こびとの定義の充実化 身の回りの放射線(自然放射線)の追加
3 外部被ばく	こびとの投げた木の实が、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实は、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、かなり痛いですが、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。	「こびと」が投げた「魔法の木の实」が私たちのからだの外側に当たることを、放射線では「外部被ばく」と言います。 「こびと」が投げる「魔法の木の实」にはいろいろな種類があります。集中的に破壊する能力をもっているけれども、遠くまで飛ばないもの、あまり周囲の物とぶつからずにすつものを通り抜けながら少しずつ能力が低下していくものなどいろいろです。このように、放射線にもいろいろな種類があって、種類によってからだへのダメージが異なるのです。	【外部被ばく】 【放射線の種類】 修正内容：透過と相互作用について記載追加 「たとえ」に「たとえ」を用いることを避ける。(栗の实、クルミ、ドングリ) 「ドングリ程度ならちょっと痛い」→このようには言えない。飛ぶ速度と重さによってダメージは異なる。
4 内部被ばく ①	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、そこでも木の实を投げ続けます。そのため、こびと達の周りにある組織に木の实が当たります。体の中に入ったこびとの投げる木の实が、体内組織に当たることを「内部被ばく」といいます。	はじめに、『空気中にある「こびと」は、とても小さくてからだが軽いものですから、風に乗って空中を漂いながら、「魔法の木の实」を四方八方に投げている』としました。だから、「こびと」が私たちの鼻や口、傷口や皮膚などからからだの中へ入ることもあります。 「こびと」はからだの中でも「魔法の木の实」がなくなるまで投げ続けます。そうすると「魔法の木の实」がからだの中に当たりまくるのです。 このように、からだに入った放射性物質から出る放射線がからだに当たることを「内部被ばく」といいます。	【内部被ばく】 修正内容： 移行経路に「傷口」を追加 「こびと」(放射性物質)は小さいとはいえないので、「空気中にあるこびと」は小さいと限定。

<p>5 内部被ばく②</p>	<p>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。</p>	<p>からだの中に入った「こびと」達は「魔法の木の実」を投げながら、血液などの流れに乗って移動し、最後は尿や便と一緒にからだの外へ排泄されず。 しかし、からだの中にはある種類の「こびと」たちにとって居心地の良い場所があり、そこに「こびと」達が集まることがあります。「こびと」はそこでも「魔法の木の実」を投げ続けますから、「こびと」が集まる場所はより「魔法の木の実」を受けることになります。 「こびと」がからだの中に留まる時間が長ければ長いほど、からだの中の臓器は「魔法の木の実」を受け続けます。</p>	<p>【体内移行】 【放射線の種類による影響の違い】 修正内容： 用語の統一、平易化</p>
<p>6 からだへのダメージについて</p>	<p>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。</p>	<p>これまで、「魔法の木の実」をからだの外から受けることと、からだの中から受けることについて述べてきました。 ここでは、からだを受けるダメージについてお話しします。 からだを受けるダメージは、からだのどの臓器に、どれくらいの量の、どのような「魔法の木の実」を受けたのかによって異なります。 からだの外から「魔法の木の実」を受ける場合、すなわち、外部被ばくで、気をつけなければならない種類の放射線は、皮膚を通り抜けてからだの臓器に当たるもので、ガンマ線などです。 一方、内部被ばくの場合に気を付けなければならないのは、アルファ線などです。アルファ線は、皮膚を通り抜けることはできないので外部被ばくによる臓器へのダメージはありませんが、臓器に集中的なダメージを与えます。</p>	<p>【放射線の種類】 修正内容： 「からだを受ける～」に統一</p>
<p>7 シーベルト</p>	<p>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。</p>	<p>からだの外からにせよ、中からにせよ、また、「魔法の木の実」がどんな種類にせよ、からだ全体に与えたダメージがどのくらいなのか？を知ることができると便利です。 その量を表すときに「シーベルト(Sv)」という単位を用います。 「シーベルト」はたくさんの量を表す単位です。で、ふつう、1000分の1の『ミリシーベルト(mSv)』を用います。 これは、放射線がどんな種類だったか、からだのどの臓器に放射線を受けたか、被ばくしたときの様 子などには関係なく、から... くらいのダメージを受けたかを知るためのモノサシとなります。 そして、シーベルトという単位を用いて表す数値が大きくなるほど、からだへのダメージが大きくなります。</p>	<p>【シーベルト】 【実効線量】</p>

表3 「確定的影響・確率的影響」編

No.	原文	改稿	イメージ
1 導入	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。	放射線や放射性物質は、五感で感じることができないため、そのイメージを伝えることはなかなか難しいです。 そこで、この物語では放射線についての科学的な情報を損ねることなく、できるだけ分かりやすくするために「たとえ話」をもちいました。放射性物質を「こびと」、放射線を「魔法の木の实」と表しています。「こびと」はどこにいるかわからなし、「魔法の木の实」は目で見えることはできません。 では、そのような「こびと」と「魔法の木の实」が私たちの周りにどのようにいて、どのようなことをしているのか、そして私たちとどのような関係にあるのかを物語の各場面をイメージしながらお読みください。	【五感で感じることができない】 【こびと】 【魔法の木の实】 修正内容： こびとの定義の集約・追加 五感で感じることができないことを追加。
2 自然放射線と事故の放射線	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「魔法の木の实」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、たくさんの木の实が、降り注いできます。 この「魔法の木の实」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。	普段、私たちの周りには、いろいろなタイプの「こびと」達がいます。空気にも、海にも、水にも、土の中にも、食べ物にも「こびと」はいます。しかし、「こびと」がどこにいるのかわかりません。 「こびと」達は、「魔法の木の实」を持っていて、それを四方八方に投げる性質があります。 中でも、空気中にある「こびと」は、からだがとても小さくて軽いです。風に乗って、飛び交いながら、「魔法の木の实」を四方八方に投げています。 ある時、私たちの周りに、普段よりもとんでもなく大勢の「こびと」達が現れて、四方八方に「魔法の木の实」を投げながら空気中を舞い、押し寄せてきました。このため、とんでもなく多くの「魔法の木の实」が飛び交うこととなりました。	【自然放射線の存在】 【放射性物質、放射線の性質(放出)】 【事故による放射性物質の放出】 修正内容： こびとの定義の充実化 身の回りの放射線(自然放射線)の追加
3 DNA	こびと達の投げる「魔法の木の实」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、木の实は、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しますが、体内を通り抜ける木の实が多いと、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。	「こびと」が投げる「魔法の木の实」は、私たちのからだに当たったり、からだを通り抜けたり、「こびと」がからだの中に入って「魔法の木の实」を投げたりもします。 わたしたちのからだはたくさんの細胞からできており、これらの細胞の中には、DNA という「細胞をつくる設計図」があります。「魔法の木の实」が細胞を通り抜けるときに、この設計図を破ってしまうことがあります。 破れてしまった設計図はそのままどうすることもできないというわけではありません。 わたしたちのからだには、破けた設計図をなおす「テープ」、すなわち、「修復酵素」を備えていて、元に戻す力があるのです。 しかし、「魔法の木の实」をあまりにも多く受けると、破れた箇所をなおすのが追いつかなくなることがあります。 そうなると、細胞は死んでしましますが、ときに、設計図を間違っなおしてしまった細胞が残ってしまうことがあります。	【相互作用と透過】 【DNA 損傷・修復】 修正内容： 丁寧な説明と平易化 透過→透過と相互作用(当たる) うまくなおせない → 間違っなおす

<p>4 し き い 値</p>	<p>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。</p>	<p>細胞が死んだからといって、すぐに臓器が働かなくなるわけではありません。 私たちのからだの中では、死んだ細胞と入れ替わって、新たな細胞が生まれます。そして、もとの状態を保とうとします。 臓器が働かなくなるには、かなりの数の細胞が死ぬことになります。 そして、どれだけの量の「魔法の木の実」を受けたら、臓器が働かなくなるのかということがわかっていきます。 つまり、臓器を働けなくする放射線量がわかっています。この値を「しきい線量」といいます。</p>	<p>【しきい値】</p> <p>修正内容： 丁寧な説明と用語の統一</p>
<p>5 し き い 値 が ん</p>	<p>一方、設計図がうまく直らなかつた細胞からは、「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。</p>	<p>一方、設計図を間違っただけでなかつた細胞が残ってしまうとどのようなことがおこるのでしょうか？ このような細胞は、「がん細胞」になる場合があるのです。 がん細胞になる「場合がある」といいました。なぜなら、設計図をうまく直らなかつた細胞は、そのまま死んで新たな細胞と入れ替わる場合もあります。また、がん細胞を見つけ次第やっつける働きのある免疫細胞により、がん細胞は排除されてしまいます。 このように、がん細胞が増えて「がん」になるには様々な要因が関わっています。そして、「がん」になるまでにはとても長い時間がかかります。 そこで、放射線とがんの関係を考える場合、より慎重に、ここまでなら大丈夫という「しきい線量」を設定せずに、できるだけ余分な被ばくを避けるという考え方をします。 一方、放射線以外にも、喫煙や肥満、運動不足などの生活習慣でも「がん」になる可能性があります。 がんを引き起こすきっかけは、放射線だけではありません。日常生活の中にもたくさんあります。このため、ちょっとでも放射線を受けたら、放射線が原因で「がん」になるとはいえないのです。</p>	<p>【しきい値】</p> <p>修正内容： 丁寧な説明 文章の順番の入れ替え</p> <p>「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。を削除。</p>
<p>6</p>	<p>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。</p>	<p>削除</p>	
<p>7 確 率 的 影 響</p>	<p>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、がん細胞を見つけ次第やっ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。</p>	<p>5へ移動</p>	

<p>8 し き い 値 L N T 仮 説</p>	<p>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。</p>	<p>5 へ移動 全面的に修正</p>	<p>「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。 「誤り」とは言えない。 ちょっと受けたら、それが放射線の影響かどうかはわからない。</p>
---	--	---------------------	---