

放射線イメージ表現を用いた科学的情報発信の有効性

竹西亜古（兵庫教育大学・教授）

研究要旨

本研究の目的は、放射線関心が低い一般国民に対するリスクコミュニケーションで用いるために、放射線に関する新たな科学的表現「イメージ表現」を用いたリスクメッセージを開発し、その有効性を検証することである。本年度の研究課題では、昨年度開発した「イメージ表現を含むリスクメッセージ」の有効性を次の 2 つの研究項目によって明らかにした。第一の研究項目では、心理学の再認記憶実験を用いてイメージ表現の有無を操作した 2 種類のメッセージを比較した。その結果、受け手の感じる科学的正確性には差がなかったが、直後再認、24 時間後再認、48 時間後再認のいずれにおいても、イメージ表現を含むメッセージの方が記憶における優位性を示した。イメージ表現を含むメッセージは、記憶の形成および保持のいずれにおいても有効であることが明らかになった。第二の研究項目（分担研究者担当）では専門家を対象とした質問紙調査と半構造化面接調査によりイメージ表現の科学的正確性および使用意志を確認した。調査の結果、正確性に欠けるとみなされた表現はなかったが、意味内容をより明確にするためにリファインが必要な点も少数見いだされた。

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

研究協力者

宇根崎博信（京都大学複合原子力科学研究所・教授）、渥美寿雄（近畿大学理工学部・教授）、中島裕夫（大阪大学放射線科学基盤機構・助教）、竹西正典（京都光華女子大学健康科学部・教授）、高橋克也（農林水産省政策研究所・上席研究官）、伊藤光代（豊川市民病院放射線科・主任）、澤田有紀（みお法律事務所・弁護士）

I. 研究目的

本研究が 3 年間で達成しようとする目標は、小学校高学年児童から大人まで、直感的に理解でき、しかも科学的に誤っていない放射線の説明を作成し、その有効性を明らかにすることである。本研究では、このような説明を「放射線イメージ表現」と呼ぶ。福島以来、放射線という言葉は全国民の知るところとなった。その一方で、当事者ゆえに科学的知識を求め学んだ被災地の人々と一般国民の間には、放射線理解に大きな格差が生じていると考えられる。

本研究は、この理解の格差を縮めるため、放射線という言葉は知っていても、その中身をまるで知らない人々に向けて、最も初歩的な放射線の仕組みや働きを、身近なたとえやイメージを用いて説明する表現手法を開発する。なお、ここで追求するイメージ表現は、あくまでも言語表現

である。言語は記憶として貯蔵され、口頭や SNS での伝達に用いられる。その意味で、人の情報伝達において最も基本的な形である。さらに言語で開発されたイメージ表現は、他のメディア表現への加工・展開が容易である。開発された表現を原作として用いることで、アニメやマンガ等も視野に入れたメディアミクス型のリスクコミュニケーションをも視野に入れることができよう。

このようなイメージ表現の開発に向けて前年度（令和元年度）の研究では、イメージ表現化するコンテンツを絞り込むため 3 調査を行った。これらの結果から、国民のニーズと専門家考える最低限のリテラシーの両者が反映され、さらに Web 上に流布する不正確なイメージに対抗するため必要と考えられるコンテンツを同定した（図 1）。

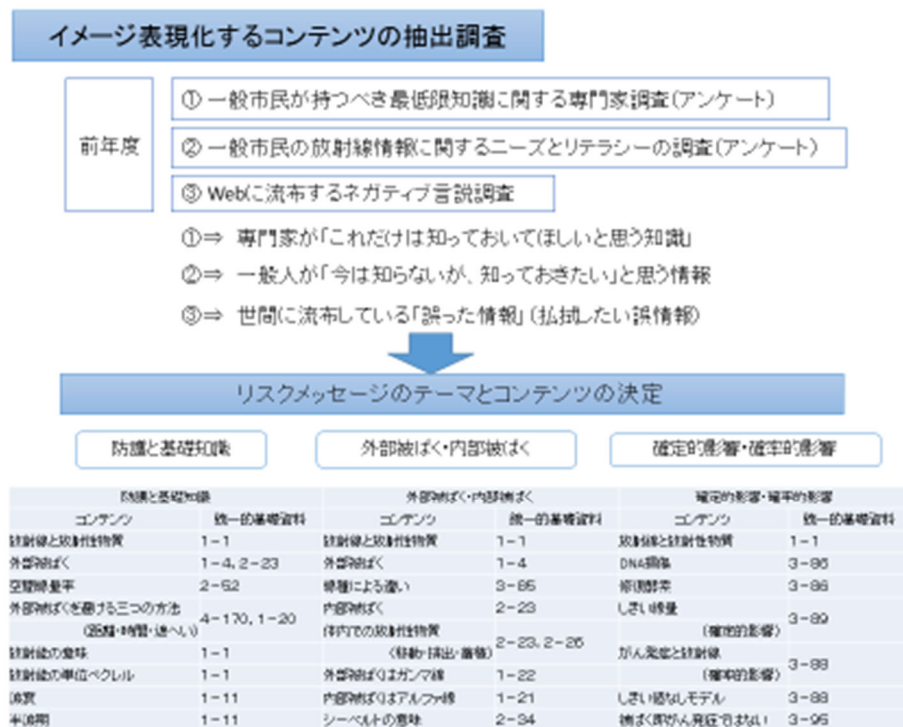


図 1 イメージ表現コンテンツの決定手続き

その上で、各コンテンツのイメージ表現化を行い、「放射線防護と基礎」「外部被ばく・内部被ばく」「確定的影響・確率的影響」の 3 テーマごとに、物語風のリスクメッセージに構築した。物語では、放射性物質を“風にのって飛ぶ極小さなこびとで、いいことも悪いこともする”とし、放射線を“こびとが投げる魔法の木の実”とし、放射線や放射性物質の科学的振る舞いをイメージ表現化した。（「こびと物語」追補資料 1～3）

本年度は、このイメージ表現を用いたリスクメッセージが、一般国民の放射線リスク理解を促進しうるかを情報の受け手の記憶に焦点を当てた心理学的手法により検証し、広く放射線情報提供の現場で使用できるものとして確立することを目指し、2つの研究項目を立てた。研究項 1 では、「こびと物語」がイメージ表現を用いないリスクメッセージに比べて、「正確な記憶の形成」

と「忘却への抵抗」の 2 点において優れているかを心理学の再認記憶実験を用いて検証する。研究項目 2 では、放射線専門家を対象とした質問紙調査と半構造化面接調査により、イメージ表現の科学的正確性を確認するとともに、情報提供での利用意図などを明らかにする（第二の研究項目は分担研究者の担当であるため、分担研究者詳細報告で述べる）

研究項目 1 では、「正確な記憶の形成（記銘：memorizing）」と「忘却への抵抗（保持：retention）」の両面において、イメージ表現を用いたリスクメッセージ「こびと物語」の有効性を検証する。そのために、実験 1「記憶の形成に関する実験」および実験 2「記憶の保持に関する実験」を設定、実施した。

実験 1 では、まず「イメージ表現を用いたリスクメッセージ（実験刺激）」と「イメージ表現を用いない従来の科学的説明（統制刺激）」に対する受け手の印象評価の差を調べるとともに、刺激操作の妥当性を確認する。その上で、再認記憶実験において「こびと物語」が正しい記憶の形成により有効であるかを検討する。実験 2 では、刺激提示から記憶測定までの遅延時間を 24 時間および 48 時間に延ばした再認実験を行い、忘却に対してそれぞれのメッセージが持つ抵抗力を明らかにする。さらに実験 2 では、上述の 1 回目の再認に加えて、再度メッセージを提示した後に直後再認となる 2 度目の再認実験を設定し、再学習効果を検討する。これらの一連の実験を通じて、「イメージ表現を用いたリスクメッセージ」が科学的に正確な情報の記銘と保持に有効な情報提供方法であることを明らかにする。

II. 研究方法

(1) 統制刺激の作成

イメージ表現を用いたリスクメッセージ「こびと物語」の比較対象となる、イメージ表現を用いないリスクメッセージ（統制刺激）を作成した。統制刺激は、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）」¹⁾（以下、統一的資料と略す）を原本に、リスクメッセージに含めることが決まったコンテンツの記載箇所を抜き出し、「こびと物語」と同じ順序に並べて無理なく通読できる形に編集したものをを用いた。メッセージに含まれるコンテンツと、統一的基礎資料の記載箇所との対応を表 1 に、作成されたリスクメッセージを追補資料 4～6 に示す。

表 1 リスクメッセージに含めたコンテンツと統一的基礎資料の記載箇所の対応

防護と基礎知識		外部被ばく・内部被ばく		確定的影響・確率的影響	
コンテンツ	統一的基礎資料	コンテンツ	統一的基礎資料	コンテンツ	統一的基礎資料
放射線と放射性物質	1-1	放射線と放射性物質	1-1	放射線と放射性物質	1-1
外部被ばく	1-4, 2-23	外部被ばく	1-4	DNA損傷	3-86
空間線量率	2-52	線種による違い	3-85	修復酵素	3-86
外部被ばくを避ける三つの方法 （距離・時間・遮へい）	4-170, 1-20	内部被ばく	2-23	しきい線量	3-89
放射能の意味	1-1	体内での放射性物質 （移動・排出・蓄積）	2-23, 2-26	（確定的影響） がん発症と放射線	3-88
放射能の単位ベクレル	1-1	外部被ばくはガンマ線	1-22	（確率的影響） しきい値なしモデル	3-88
減衰	1-11	内部被ばくはアルファ線	1-21	被ばく即がん発症ではない	3-95
半減期	1-11	シーベルトの意味	2-34		

注）統一的基礎資料の番号は「章－頁」の順

(2) 刺激動画の作成

イメージ表現を含むリスクメッセージ「こびと物語」（実験刺激）と、含まないメッセージ「統一的基礎資料（再編）」（統制刺激）のそれぞれを、実験参加者に提示するための動画にした。動画は、文字情報＋音声情報（音読）からなるものであった。実験刺激も統制刺激も 3 つのテーマ「防護と基礎知識」「外部被ばく・内部被ばく」「確定的影響・確率的影響」ごとに 3 動画、合計 6 動画が提示刺激として作成された（図 2）。動画の画面には 2 から 4 行で意味のまとまりがあって読みやすい形で分割された文が呈示され、提示と同時に進行で女性のアナウンサーによる音読が流れた。提示時間は動画により多少の差があるが、4 分 50 秒から 5 分 10 秒の範囲であった。



図 2 実験で提示された刺激動画（実験刺激 3、統制刺激 3）

(3) 実験参加者

実験 1～3 はいずれも Web サイトに設定され、参加者が URL にアクセスすることで行われた。参加者の抽出は 2 段階で行われた。スクリーニング（第 1 段階）の対象者は、全国に居住する 140 万人の Web 調査モニターから、性別（2 区分）・年代（5 区分）・地域ブロック（5 区分）の計 50 セルにおいて人口構成比を算出し、割り当てを行って抽出した。（人口構成比は令和 2 年 1 月 1 日住民基本台帳年齢階級別人口（都道府県別）（日本人住民）に基づいた）

これらの抽出者（27,437 人）に、研究の趣旨、研究倫理に関する説明、実験の概略、参加報酬、を記載したスクリーニング・メールを送り、参加への同意・意思確認を行った（図 3）。参加同意が得られた 23,722 人から無作為抽出された対象者に、後日サイトの URL が記載された 2 度目のメールを送付して参加を促した。スクリーニングから本実験まで時間差があること、特に実験 2 では最初の刺激提示から 24 時間後、48 時間後の再アクセスが必要になることを踏まえて、実際の参加者数が実験ごとの必要データ数を下回らないように、その 2 倍にあたる人数を対象に URL メールを送った。その上で、実験参加時間に制限を設けて、必要回答数に至るまでを先着順に参加者とした。上記の手続きにより、実験 1 では 600 人に URL メールを送付して 336 人が有効実

験参加者となった。実験2では、24時間遅延条件で1996人に送付し927人が、48時間遅延条件では2104人に送付し938人が有効参加者となった。

株式会社日本リサーチセンターでは、以下の内容のWEB実験を予定しております。

- この実験は環境省委託事業「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。
 - 実験は、「放射線リスクの伝え方に関する学術的なもの」で、兵庫教育大学によって実施されています。
 - 実験では、放射線に関する説明文を読んで、回答していただきます。結果は、報告書にまとめられ、環境省のホームページで公表されます。
 - お答えいただいた調査でのご回答内容は、個人の特定性を排除した状態でデータ処理され、あなたのお名前などの個人情報やご回答内容が個人を特定できる形で公表されることはございません。また、セールス等に利用されることも決してございません。
 - 実験には3つの条件が設定されており、参加者は条件(1)～(3)にランダムに当てはめられます。つまり、参加に同意くださったあなたに、どの条件が当たるかは分かりません。なお、参加希望者が多数の場合は、抽選とさせていただきますので、あらかじめご了承ください。
 - 条件(1)に当たった場合、URLが送付されるのは「11月5日（木）の19時ごろ」です。
 - 条件(2)あるいは(3)に当たった場合、1回目のURLが送付されるのは「11月18日（水）の19時ごろ」です。2回目のURLは、条件(2)の場合翌日19日（木）の同時刻ごろ、(3)の場合は翌々日20日（金）の同時刻ごろに送付されます。
 - それぞれ、URLが届いてから3時間以内に回答をお願いします。
 - 実験へのご参加をお願いする方には、後日、メールにて改めてご案内させていただきます。(2)および(3)の条件に当たった方には、1回目のアクセス時に2回目の説明をします。
 - 調査中に音声流れますので、機器やデバイス等のスピーカーまたはヘッドフォンを使用し、音声が出る設定にしてください。
 - 各セッションについて、途中で中断せずに、1回で調査を終えるようにしてください。
- 〈再度ご確認ください〉
- * 放射線に関する内容です。不快に思われることがあるかもしれません。
 - * 時間をおいて2回の参加が必要になる場合がございます。
 - * 時間等の都合で2回の参加が難しい方は、あらかじめご了承ください。

図 3-1 スクリーニング・メール

【必須】

SQ7 以上をふまえて、各条件について参加をご検討いただき、同意いただける場合は、各条件の「同意する」にチェックを入れてください。（それぞれ1つつ）

		同意する	同意しない
【条件(1)】参加者は、送られるURLに「1度だけアクセス」して、回答します。 （回答に要する時間は30分程度です） ★進呈ポイント：100円相当のポイント	→	☒	☒
【条件(2)】参加者には、2回URLが送られ、「2回のアクセス」が求められます。1回目のアクセスの後「24時間後に」2回目のURLが送られ回答します。 （1回目には要する時間は10分程度、2回目には要する時間は30分程度です） ★進呈ポイント：200円相当のポイント（最後まで回答した場合のみ）	→	☒	☒
【条件(3)】参加者には、2回URLが送られ、「2回のアクセス」が求められます。1回目のアクセスの後「48時間後に」2回目のURLが送られ回答します。 （1回目には要する時間は10分程度、2回目には要する時間は30分程度です） ★進呈ポイント：300円相当のポイント（最後まで回答した場合のみ）	→	☒	☒

図 3-2 同意／非同意の表明

(4) 倫理面への配慮①

実験参加者を募集するスクリーニング・メールにおいて参観者の人権および心理感情面への配慮を示し、実験に参加する上でのコストと報酬の説明を行った上で、自由意思に基づく協力を依頼し、同意を得た者のみが参加する手続きを取った。（上記参照）

(5) 再認テスト

再認テストは、記憶を実験的に検討する手法のひとつである。再認テストでは、あらかじめ参加者に提示した記憶材料の一部を再認テスト問題として提示し、元の記憶材料に「あったか／なかったか」を尋ねる。その際、記憶の正確性を検証するために、提示されていない情報、つまり元の材料にはなかった情報（distractor item）を問題に含めるのが通常である。従って再認テストへの回答者の反応は「元にあった情報（target item）にあったと答える（正答）」「元にあった情報（target item）になかったと答える（誤答）」「元になかった情報（distractor item）にあったと答える（誤答）」「元になかった情報（distractor item）になかったと答える（正答）」のとなる。

今回の実験では、より細かく記憶の状態を測定するため、記憶の確信度に応じた 5 段階尺度を採用し、回答の選択肢を「あった」「たぶんあった」「わからない（どちらともいえない）」「たぶんなかった」「なかった」とした。その上で確信度に応じた点数化を行うこととし、「あった」「なか

った」が正答の場合は 2 点、誤答の場合は-2 点を与え、「たぶんあった」「たぶんなかった」が正答の場合は 1 点、誤答の場合は-1 点を与え、正答得点を算出することにした。なお「わからない（どちらともいえない）」は 0 点とした（表 2 参照）。

再認テスト問題はテーマごとに設定され、実験刺激と統制刺激の間では同じものが用いられた。ただし、刺激文で用いられた語句が異なる場合、内容を同一としつつ、語句のみ刺激に対応させた。再認テスト問題はテーマごとに 10 問設定され、うち 5 問が target item、5 問が distractor item であった。なお distractor item は、刺激文にあった情報の否定形にするなどして逆を意味するものを用いた（追補資料 1～6 に記載）。

表 2 再認テストの正誤得点

再認テスト問題	回答者の反応				
	あった	たぶんあった	おぼえていない	たぶんなかった	なかった
刺激文にあった情報	2	1	0	-1	-2
刺激文になかった情報	-2	-1	0	1	2

(6) 倫理面への配慮②

無意味語等を記憶材料とした実験とは異なり、今回の再認テスト問題には客観的な正誤がある。参加者の記憶違いをそのままにしておくことは、放射線に関する誤った記憶を放置することになりうる。そこで実験の最後に、テスト問題の答合わせと簡単な解説を行う一連の画面を設定し、1 問ずつ参加者が正解を確認できる工夫を行った（図 4）。

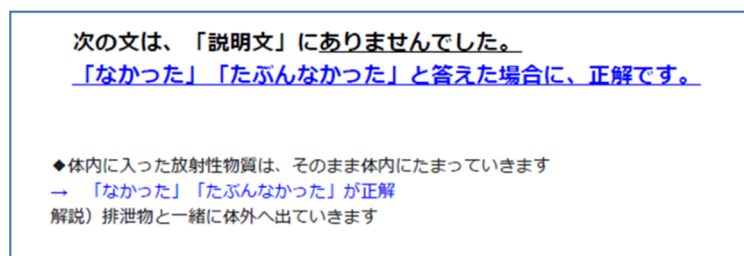


図 4 答合わせと解説

(7) 遅延課題の作成

再認実験によって記憶の形成を検討するパラダイムでは、刺激提示から再認テストまでに数分の遅延をおくことが一般的である。その理由は、人の情報処理段階の特性にある。記憶材料として提示された情報は、まず大脳辺縁系海馬で短時間保持され、その後、皮質に送られ既存の回路に加えられる。前者の時点での記憶を短期記憶、後者の段階の記憶を長期記憶と呼ぶ。記憶の形成とは後者の長期記憶を指すが、刺激提示から遅延を置かずに再認を行った場合、短期記憶とし

て保持されている直前の情報（記憶材料の終わりの部分）が優位に想起される現象が知られている。そのため短期記憶として保持される時間（刺激によって異なるが 1～数分程度）に、無関連な遅延課題を挿入する手続きが取られる。そこで本実験では、遅延課題として〈2 枚の写真を並べた間違い探しクイズの動画〉を作成した。1 ペアあたり 50 秒の提示と 10 秒の答合わせで 1 分の課題を 3 ペア設定し、3 分の遅延課題として用いた。



図 5 遅延課題（例）

（8）リスクメッセージ評価尺度

実験刺激と統制刺激それぞれのリスクメッセージに対する受け手の評価を測定するための質問項目（13 項目）を作成し、5 段階で回答を求めた（図 6）。

		そう思う	ややそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	そう思わない
全体的に分かりやすかった	→	●	●	●	●	●
かみくだいた説明だと感じた	→	●	●	●	●	●
表現が平明だった	→	●	●	●	●	●
内容が頭に入りやすかった	→	●	●	●	●	●
専門用語が多いと感じた	→	●	●	●	●	●
科学的に正確な内容だと感じた	→	●	●	●	●	●
科学的な根拠が示されていると感じた	→	●	●	●	●	●
内容がイメージしやすかった	→	●	●	●	●	●
頭の中に具体的なイメージが浮かんだ	→	●	●	●	●	●
内容が明確に伝わってきた	→	●	●	●	●	●
このような説明の仕方は、信頼できる	→	●	●	●	●	●
科学的な説明を聞くなら、今回のような説明の仕方がよい	→	●	●	●	●	●
このような説明の仕方なら、放射線の他の内容も聞いてみたい	→	●	●	●	●	●

図 6 リスクメッセージ評価尺度

（8）実験パラダイム

1) 実験1

実験1のパラダイムを図6に示す。サイトを訪れた参加者は6つの刺激動画のいずれか1つにランダムに割り当てられ視聴した。その後、3分間の遅延課題の実行を挟んで、再認テスト問題10問に回答した。テスト問題の提示順は参加者ごとにランダム化されていた。その後、テスト問題の正解と解説を読んだ。続いて、リスクメッセージの評価に関する質問項目に回答し、意見・感想の記述（任意）を行った。

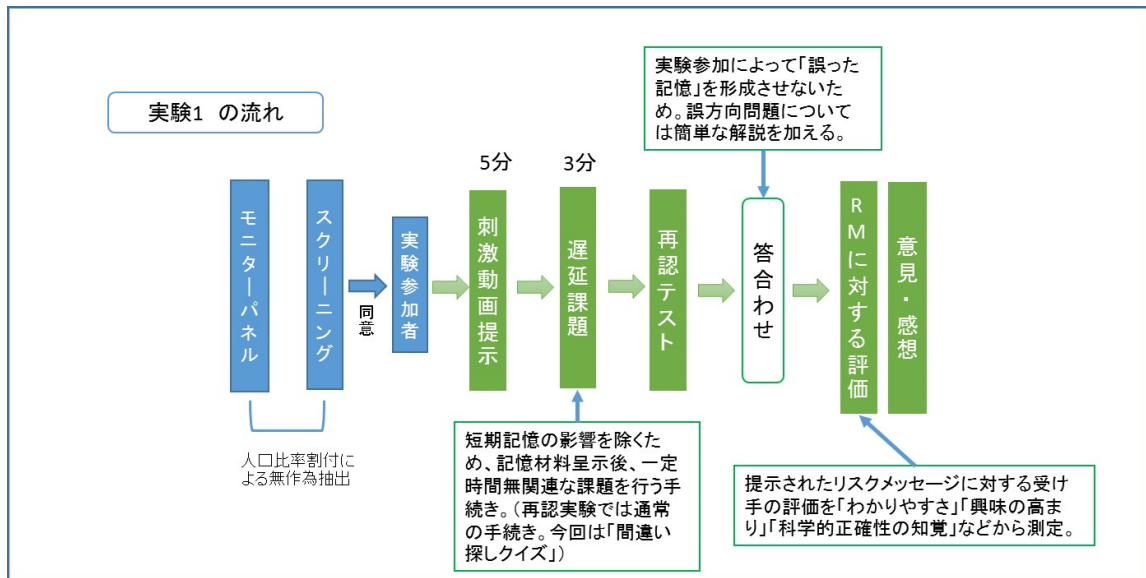


図6 実験1の流れ



図7 実験2の流れ（24時間遅延条件・48時間遅延条件）

2) 実験2

実験 2 の参加者は、6 つの刺激動画にランダムに割り当てられ視聴した後、2 回目の実験参加について説明を受けた。実験 2 の参加者は、再認テスト問題までの遅延時間を、24 時間とする群と 48 時間とする群に分けられていた。それぞれ 24 時間後、48 時間後に、2 回目の URL メールが送付され、受け取ってから 3 時間以内にアクセスし参加することが求められた。

2 回目にサイトを訪れた参加者は、「前回の動画について質問する」との教示のもと再認テスト問題に回答した（再認テスト①）。その後、3 分の遅延課題を挟んで、再度、刺激動画が提示された。この動画は、1 回目に視聴したものと同一のものであった。再び 3 分の遅延課題を挟んで、再認テスト問題（再認テスト②）に回答した。2 つの再認テスト問題は同一の 10 問であるが、問題の提示順は、その都度ランダム化された。その後、答合わせと解説の画面を経て、意見・感想の記述（任意）を行った。

（9）教示と実験手続き

1) 実験 1

① 実験参加者が URL をクリックすると以下の教示が提示された。この教示はすべての刺激条件で共通であった。

共通教示）これから「放射線リスク」に関する説明文を、映像と音声で提示します。提示される文章をよく読んでください。視聴し終わったら、すぐに次の画面に進んでください。「次へ」をクリックして、ページが切り替わった時点で動画と音声はスタートします。音声もお聞きいただきたいので、機器やデバイス等のスピーカーまたはヘッドフォンを使用し、音声が出る設定にしてください。音声が出る設定にしていいただいたら、「次へ」をクリックしてください。

② 続いて、実験刺激・統制刺激ごとの教示が提示された。

実験刺激の教示）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。視聴中は、メモなど取らないでください。視聴は 1 度だけで、いったん始めたら、一時停止をせずに最後まで通して読んでください。「おわり」が出たら、すぐに次の画面に進んでください。

統制刺激の教示）この説明文は、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、科学的正確さを追求して作られたものです。読んでください。視聴中は、メモなど取らないでください。視聴は 1 度だけで、いったん始めたら、一時停止をせずに最後まで通して読んでください。「おわり」が出たら、すぐに次の画面に進んでください。

③ 刺激動画のうち 1 つが提示された。なお、②の教示は刺激動画が実験刺激か統制刺激かに連動していた。

③ 遅延課題に関する教示に続いて遅延課題の動画が提示された

共通教示) 続いて、簡単なクイズに参加していただきます。間違いさがしクイズが 3 問です。

すべてのクイズを終えてから、「次へ」をクリックしてください。終了したらすぐに次の画面に進んでください。

④ 以下の教示のもと再認テスト問題が提示され、回答がなされた。

共通教示) 今から、先ほど、映像と音声で提示した文章についてお尋ねします。

実験刺激の教示) 以下の文は、「こびと」を「放射性物質」、「木の実」を「放射線」にたとえた物語の中にあったでしょうか。文そのものがあつた場合でも、意味内容としてあつた場合でもかまいません。なお、以下の文では、たとえを外してあります。それぞれの文が「あつた」と思う程度を答えてください。

統制刺激の教示) 以下の文は、放射線に関する説明文の中にあったでしょうか。文そのものがあつた場合でも、意味内容としてあつた場合でもかまいません。それぞれの文が「あつた」と思う程度を答えてください。

⑤ 再認テストの答合わせと解説が 1 問 1 画面で提示された。

⑥ リスクメッセージに対する受け手評価尺度が提示され、回答がなされた。

⑦ 実験全般に対する意見・感想の自由記述欄が提示され、任意で記述がなされた。

⑧ 実験終了が告げられ、参加へのお礼が述べられた。

2) 実験 2

1 回目の参加時に、実験 1 の①～③の手続きが行われた（教示は実験 1 と同じであるが、「昨日（一昨日）見ていただいた」等状況に合わせた）。2 回目の参加時に、まず④が行われ、その後③を挟んで、再度①～⑤が行われた。⑥の評価は実施せず、⑦、⑧が行われた。

(10) 分析の方法

1) 実験 1

a) 条件間のメッセージ評価の差の検討

13 項目全体に対し 1 要因 2 レベル（実験刺激群・統制刺激群）の多変量検定を行った。その上で項目ごとに t 検定を実行した。

b) 記憶の形成状態の検討

実験有効参加者 336 人の再認テスト問題への回答を表 2 のルールに基づき点数化し、個人ごとに正答得点を算出した。正答得点に対し、2*3 要因配置分散分析（実験刺激群・統制刺激群*3 テーマ）を実行した。

2) 実験 2

実験計画上、24 時間遅延条件と 48 時間遅延条件は **between-subject** であった。また実験 1 の参加者とも独立であるため、これらの 3 条件を比較することが可能である。実験 2 では、2 つの分析で記憶保持の状態を検討する。ひとつは「忘却への抵抗」であり、最初の刺激動画視聴から再認テストまでの遅延時間操作が記憶に及ぼす影響を検討するものである。これは、実験 1 すなわち直後再認テストの正答得点を基準とし、そこから 24 時間後（実験 2 の 24 時間遅延条件の正答得点）、48 時間後（実験 2 の 48 時間後の正答得点）の変化を分析することで明らかにできる。もうひとつは「再学習効果」である。再学習効果とは、先行した学習が後続の学習の効果を高める現象であり、いわゆる復習することで記憶の定着が促進されることである。実験 2 では、24 時間遅延条件、48 時間遅延条件のそれぞれで、一度目の再認テストの後に、再度、刺激動画を視聴した後に、2 度目の再認テストが設定されていた。これら 2 度目の再認テストの正答得点と実験 1 の正答得点を比較することで、それ以前の学習がない初学習時の正答得点、初学習から 24 時間後に再学習した場合の正答得点、初学習から 48 時間後に再学習した場合の正答得点を比較することができる。以上の分析に用いるデータ比較のまとめを図 8 に示す。

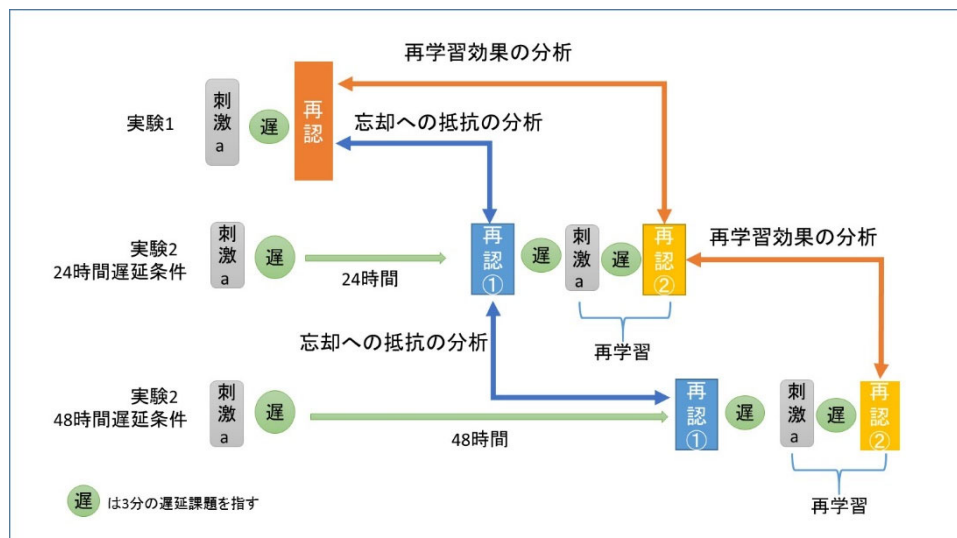


図 8 「忘却への抵抗」と「再学習効果」の分析方法

a) 忘却への抵抗

24 時間遅延条件の有効参加者 927 人、48 時間遅延条件の有効参加者 938 人の再認テスト①の回答を表 2 のルールに基づき点数化し、個人ごとの正答得点を算出した。実験 1 の②で得られた正答得点（直後再認の正答得点）を基準として、24 時間遅延条件の正答得点、48 時間遅延条件の正答得点を、実験刺激群と統制刺激群で比較するため、2*3 要因配置分散分析（刺激；実験・統制*経時点；直後・24 時間後・48 時間後）を実行した。さらに、テーマによる差を検討するため、テーマの要因を加えた同様の 2*3*3 要因配置分散分析（刺激；実験・統制*経時点；直後・24 時間後・48 時間後*3 テーマ）を実行した。

b) 再学習効果

24 時間遅延条件の有効参加者 927 人、48 時間遅延条件の有効参加者 938 人の再認テスト②の回答を表 2 のルールに基づき点数化し、個人ごとの正答得点を算出した。実験 1 の②で得られた正答得点（直後再認の正答得点）を基準として、24 時間遅延条件の正答得点、48 遅延条件の正答得点を、実験刺激群と統制刺激群で比較するため、2*3 要因配置分散分析（刺激；実験・統制*経時点；直後・24 時間後・48 時間後）を実行した。さらにテーマの要因を加えた同様の 2*3*3 要因配置分散分析（刺激；実験・統制*経時点；直後・24 時間後・48 時間後*3 テーマ）を実行した。

III. 研究結果

(1) リスクメッセージに対する受け手の評価（実験 1）

実験刺激「こびと物語」と統制刺激「統一的資料」のそれぞれに対する受け手の印象評価を検討するため 13 項目に対する多変量検定を行ったところ、有意差が認められた($F(12,323)=7.91$, $p<0.001$)ため、項目ごとの t 検定を実行した。結果を表 3 に示す。

表 3 メッセージに対する印象評価の違い

	こびと物語	統一的資料	F値	有意確率
全体的に分かりやすい	3.90 1.11	3.50 1.18	10.03	0.002
かみくだいた説明だ	4.10 0.99	3.44 1.18	31.65	0.001
表現が平明だ	3.63 0.97	3.49 1.02	1.65	n.s.
頭に入りやすい	3.80 1.12	3.35 1.20	12.64	0.001
専門用語が多い	2.63 1.23	3.25 1.17	22.56	0.001
科学的に正確だと思う	3.66 0.96	3.63 0.95	0.08	n.s.
科学的根拠が示されている	3.31 1.02	3.46 1.00	1.98	n.s.
イメージしやすい	3.90 1.04	3.31 1.20	22.84	0.001
具体的イメージがわく	3.85 1.04	3.11 1.14	38.67	0.001
内容が明確に伝わる	3.83 1.02	3.46 1.06	10.82	0.001
説明の仕方が信頼できる	3.71 0.97	3.63 0.97	0.59	n.s.
今回のような説明がよい	3.77 1.10	3.51 1.17	4.66	0.032
このような説明なら他も聞きたい	3.81 1.02	3.40 1.18	11.71	0.001

上段の数値は平均値、下段は標準偏差、こびと物語 n=172, 統一的資料 n=164

13 項目のうち 9 項目で平均値に有意差が認められた。平均値で統一的資料がこびと物語を上回った項目は「専門用語が多い」であった。こびと物語が統一的資料を上回った項目は「全体的

に分かりやすかった」「かみくだいた表現だと感じた」「内容が頭に入りやすかった」「内容がイメージしやすかった」「頭の中に具体的イメージが浮かんだ」「内容が明確に伝わってきた」であり、理解のしやすさに対する肯定的評価が相対的に高かった。また「科学的な説明を聞くなら、今回のような説明の仕方がよい」「このような説明の仕方なら、放射線の他の内容も聞いてみたい」の 2 項目でもこびと物語の平均値が統一的資料より高く、肯定的評価を得ていた。

一方、「科学的に正確な内容だと感じた」「科学的な根拠が示されていると感じた」「このような説明の仕方は、信頼できる」の 3 項目では、こびと物語と統一的資料の間に有意差は見られなかった。また「表現が平明だった」においても、こびと物語と統一的資料の間に差は認められなかった。

（2）直後再認テストによる記憶の形成状態（実験 1）

刺激動画の提示から 3 分の遅延課題を挟んだ直後再認テストの正答得点の平均値を、こびと物語と統一的資料で比較した。なお、再認テストは 10 問あったため正答得点は 20 点から 0 点の範囲を取った。こびと物語の平均正答得点は 8.73、S.D.は 5.87、統一的資料の平均正答得点は 6.98、S.D.は 6.21 であり、検定の結果、有意差が認められた ($t(1,334)=7.11, p<0.01$)。結果を図 9 に示す。

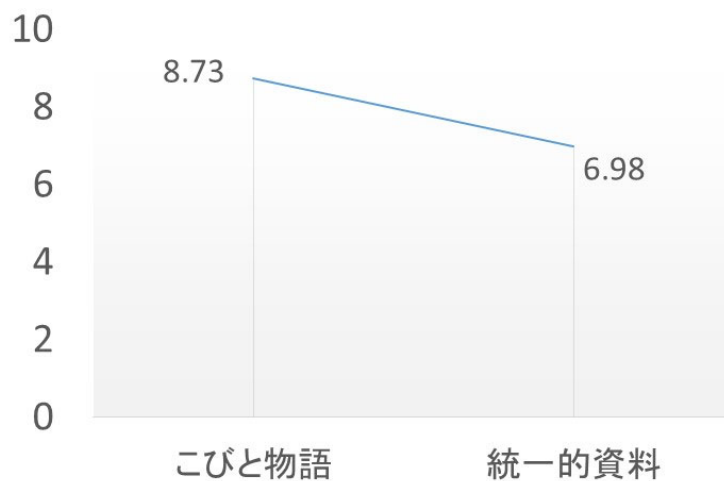


図 9 直後再認テストの正答得点

（3）テーマごとにみた記憶の形成状態（実験）

直後再認テストの正答得点を用いて、2*3 要因配置分散分析を行った。その結果、刺激の主効果 ($F(1,330)=8.83, p<0.01$)、テーマの主効果 ($F(2,330)=8.18, p<0.01$) が認められ、交互作用は認められなかった。結果を図 10 に、下位分析結果を表 4 に示す。

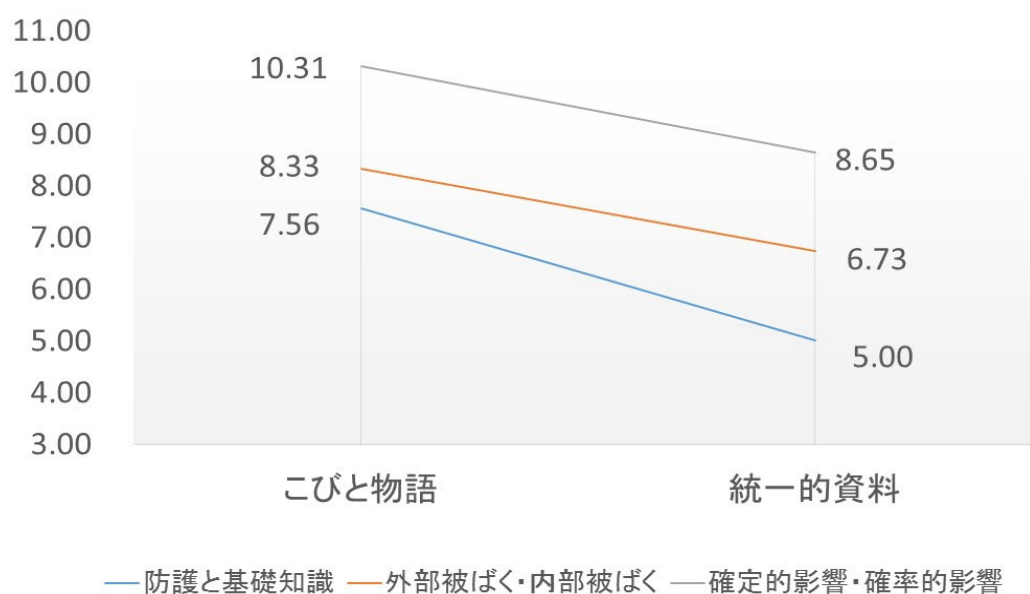


図 10 テーマ別にみた直後再認テストの正答得点

表 4 テーマごとにみた正答得点の比較

テーマ	刺激	平均値	標準偏差	n	t値	p<
防護と基礎知識	こびと物語	5.26	4.74	378	4.481	0.001
	統一的資料	3.78	4.16	356		
外部被ばく・内部被ばく	こびと物語	6.81	5.85	371	2.257	0.05
	統一的資料	5.88	5.28	362		
確定的影響・確率的影響	こびと物語	8.51	5.94	339	3.609	0.001
	統一的資料	6.93	5.89	395		

(4) 忘却への抵抗（実験 2：保持の検討①）

実験 1 の直後再認テストのデータおよび実験 2 の再認テスト①のデータを用いて、2*3 要因配置分散分析を実行した。その結果、刺激の主効果 ($F(1,2195)=25.57, p<0.001$)、経時点の主効果 ($F(2,2195)=22.94, p<0.001$) が認められた。交互作用は認められなかった。結果を図 11 に、下位分析の結果を表 5 に示す。

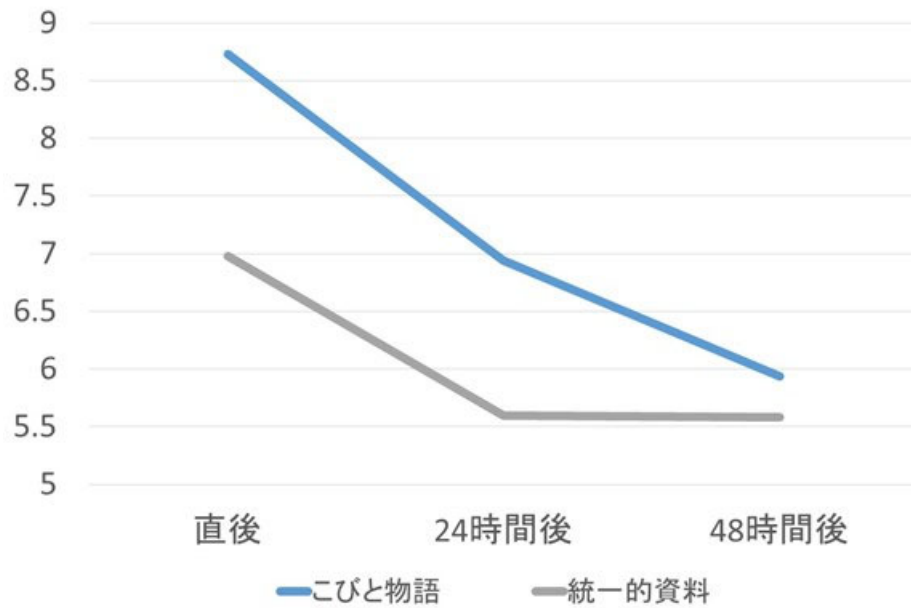


図 11 直後、24 時間後、48 時間後の正答得点

表 5 各経時点での正答得点の比較

刺激提示からの経時点	刺激	平均値	標準偏差	n	t値	p<
直後再認	こびと物語	8.73	5.87	172	2.656	0.01
	統一的資料	6.98	6.21	164		
24時間後再認	こびと物語	6.94	5.64	459	3.773	0.001
	統一的資料	5.60	5.25	468		
48時間後再認	こびと物語	5.94	5.45	457	2.51	0.05
	統一的資料	5.08	5.04	481		

(5) テーマごとにみた忘却への抵抗（実験 2：保持の検討①）

テーマの要因を加えて、2*3*3 要因配置分散分析を実行した。その結果、刺激の主効果 ($F(1,2183)=32.39, p<0.001$)、経時点の主効果 ($F(1,2183)=21.84, p<0.001$)、テーマの主効果 ($F(1,2183)=50.79, p<0.001$) が認められた。交互作用は 2 次、3 次ともに見られなかった。図 12-1, 2, 3 に示す。

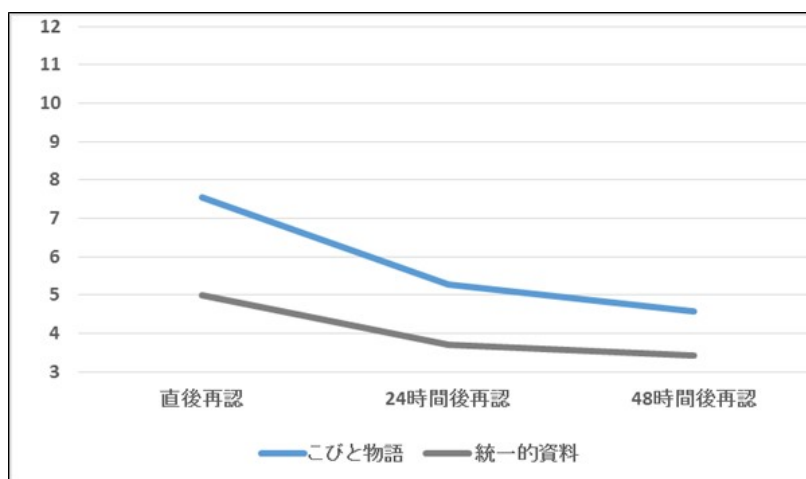


図 12-1 防護と基礎知識

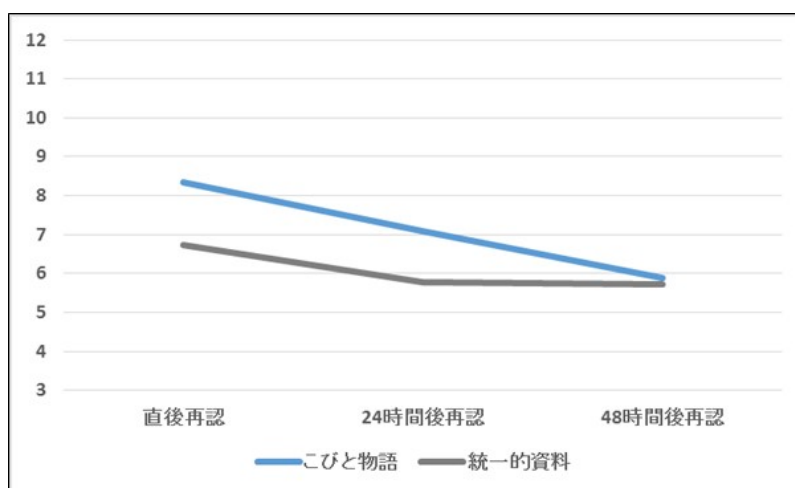


図 12-2 外部被ばく・内部被ばく

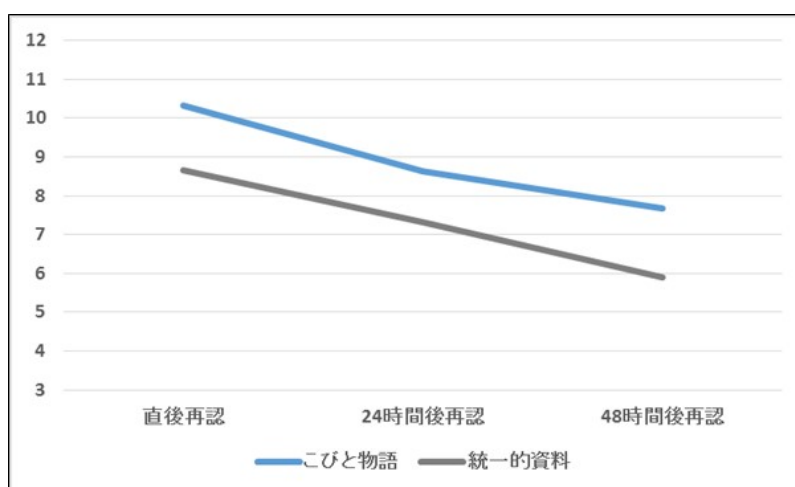


図 12-3 確定的影響・確率的影响

(6) 再学習効果（実験 2：保持の検討②）

実験 1 の直後再認テストのデータおよび実験 2 の再認テスト②のデータを用いて、2*3 要因配置分散分析を実行した。その結果、刺激の主効果（ $F(1,2195)=31.27, p<0.001$ ）が認められた。経時点の主効果、交互作用は認められなかった。結果を図 13 に、下位分析の結果を表 6 に示す。

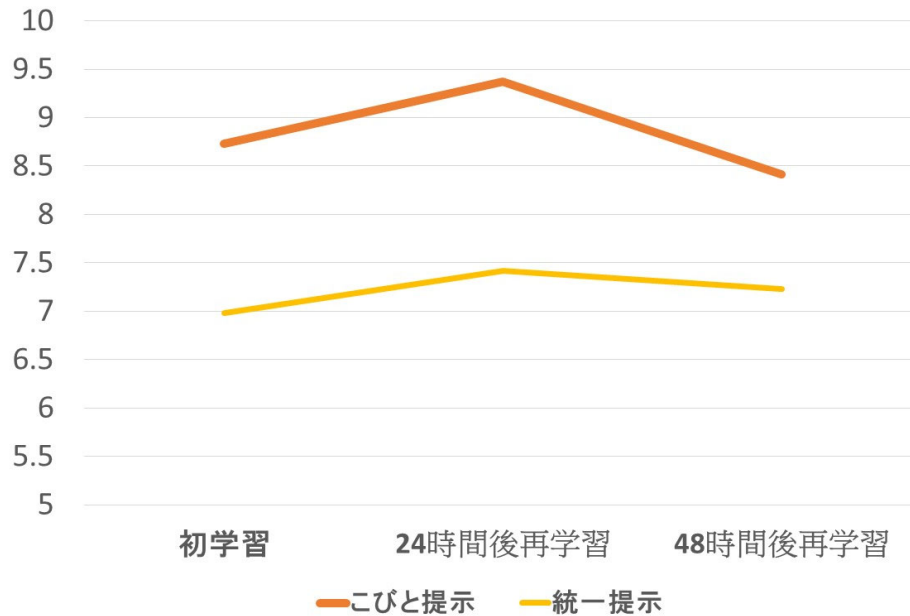


図 13 初学習、24 時間後再学習、48 時間後再学習における正答得点

表 6 各経時点における正答得点の比較

再学習の経時点	刺激	平均値	標準偏差	n	t値	p<
初学習	こびと物語	8.73	5.87	172	2.656	0.01
	統一的資料	6.98	6.21	164		
24時間後再学習	こびと物語	9.37	6.05	459	4.897	0.001
	統一的資料	7.42	6.08	468		
48時間後再学習	こびと物語	8.41	6.39	457	2.93	0.01
	統一的資料	7.23	5.95	481		

(5) テーマごとにみた再学習効果（実験 2：保持の検討②）

テーマの要因を加えて、2*3*3 要因配置分散分析を実行した。その結果、刺激の主効果（ $F(1,2183)=39.63, p<0.001$ ）、テーマの主効果（ $F(1,2183)=57.27, p<0.001$ ）が認められた。経時点の主効果には傾向が見られた（ $F(1,2183)=2.84, p=0.059$ ）、交互作用は 2 次、3 次ともに見られなかった。図 14-1, 2, 3 に示す。

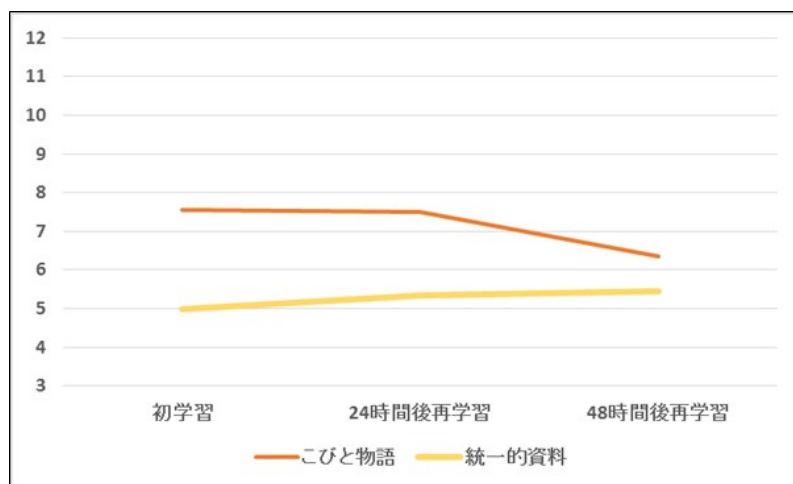


図 14-1 防護と基礎知識

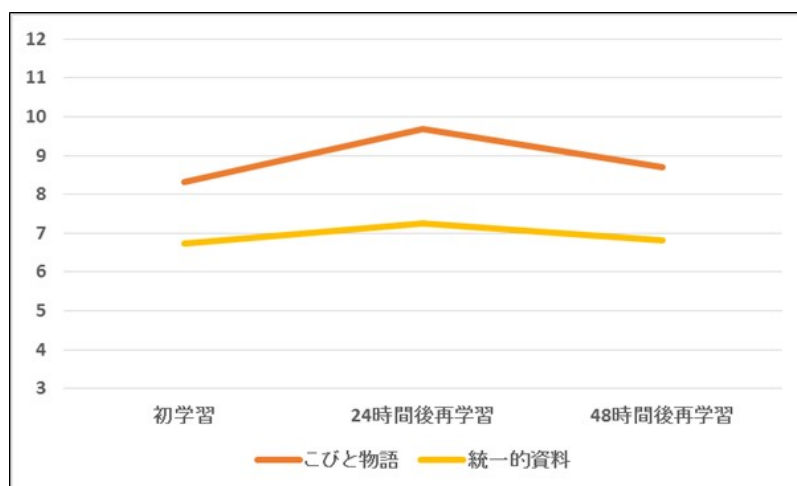


図 14-2 外部被ばく・内部被ばく

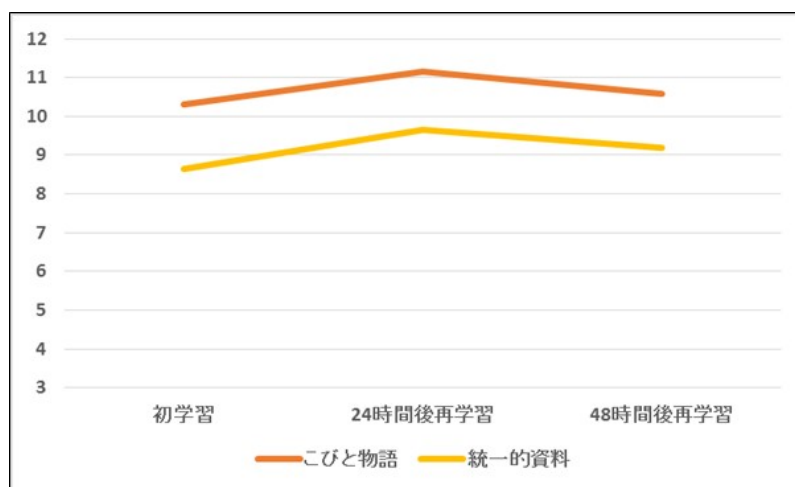


図 14-3 確定的影響・確率的影響

IV. 考察

本年度の研究課題（研究項目 1）では、昨年度開発した「イメージ表現を用いたリスクメッセージ（こびと物語）」の有効性を、再認記憶実験を用いて検討した。実験にあたっては、イメージ表現を用いない従来の科学的説明によるリスクメッセージを統制刺激とし、比較対象として用いた。統制刺激は「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」を原本に用い、そこから実験刺激と同一のコンテンツに関する説明を抽出し、実験刺激と同じ順序で通読可能な形に編集して作成された。実験刺激、統制刺激とも、「防護と基礎知識」「外部被ばく・内部被ばく」「確定的影響・確率的影響」のテーマごとにリスクメッセージを作成し、それぞれを視覚的文字情報と音声情報からなる刺激動画にした。実験は、これらイメージ表現の有無を操作した刺激動画によるリスク情報提供が、情報の受け手である実験参加者の記憶を正確に形成できるのか、さらに正確に保持されるのかに焦点をあてた。

実験 1 は、刺激動画の提示後 3 分間の遅延課題を挟んで再認テストを行った「直後再認テスト」によって、はじめて当該リスク情報に接した際の受け手の記憶の形成について検討した。10 問の再認テストの正答得点の平均値（範囲 20 点から-20 点）を実験刺激群と統制刺激群で比較したところ有意差が認められ（ $t(1,334)=7.11, p<0.01$ ）、イメージ表現を用いたリスクメッセージ（こびと物語）を視聴した群の平均値（ $\bar{x}=8.73, S.D.=5.87$ ）が、イメージ表現を用いないリスクメッセージ（統一的資料）を視聴した群の平均値（ $\bar{x}=6.98, S.D.=6.21$ ）を上回った。今回の結果から、イメージ表現を用いたリスク情報提供は、用いないものに比べて、受け手の正確な記憶の形成を促進することが明らかになった。

続いて、テーマによる差違の有無を検討するため、テーマの要因を加えた分散分析を行ったところ、刺激の主効果（ $F(1,330)=8.83, p<0.01$ ）、テーマの主効果（ $F(2,330)=8.18, p<0.01$ ）が認められた。テーマによって記憶の形成状態は異なった。しかし、いずれのテーマにおいてもイメージ表現を用いたリスクメッセージの正答得点が有意に高くなり、より正確に記憶が形成されたことが示された。

一方テーマによる正答得点の違いでは、「確定的影響・確率的影響」が最も高く、次いで「外部被ばく・内部被ばく」、「防御と基礎知識」の順になった。この違いを生じさせた原因については今後の検討が必要であるが、現時点での推測では放射線情報以外の既存知識の影響があったのではないかと考えられる。「確定的影響・確率的影響」のリスクメッセージでは、放射線の科学的性質に関する説明のみならず、DNA や細胞機能さらにはがんリスク要因に関する説明が含まれていた。再認テストでは刺激動画にあったかなかったかを回答するように教示したが、これらの放射線以外の既存知識を援用することで正答を推測できる問題が含まれていた。本来の記憶実験では既存知識の援用を防ぐため、無意味語を用いることが主である。今回のように意味ある内容を記憶材料にした場合、既存知識の影響をいかに取り除くかが課題となる。今回はスクリーニングの段階で放射線に関する専門知識の有無をチェックし、専門知識がないと回答したもののみが参加資格を得るようにしていたが、がん発症に関する既存知識の統制が不十分であったと考えられる。

しかしながら上記の点は、イメージ表現の有無による記憶の差違に影響を及ぼすものではない。なぜならば 2 要因の交互作用（テーマによってイメージ表現の有無の影響が変化すること）が見られなかったためである。それ以上に今回の結果は、イメージ表現を用いたリスクメッセージが

情報提供内容の違いにかかわらず有効であり、より正確な記憶の形成に寄与できるものであることを示している。

実験 1 のもうひとつの目的は、受け手のリスクメッセージに対する印象が、イメージ表現の有無によって、どのように異なるかを検討することであった。13 項目のリスクメッセージ評価尺度を用いて、受け手の印象評価を測定した。その結果、次の 3 点が明らかになった。1 点目は、イメージ表現の有無にかかわらず、科学的正確性・信頼性に関する受け手の印象評価は変わらなかったことである。イメージ表現を用いた「こびと物語」は、放射性物質を「こびと」、放射線を「こびとの投げる魔法の木の实」に喩え、放射性物質の性質や放射線の振る舞いを「こびと物語の世界線」でイメージし物語風にしたものであった。リスクコミュニケーションの現場では、比喩やイメージを用いることで内容の正確性が低下し、受け手に誤った理解を与えてしまうといった危惧感もある。しかし今回の結果は、慎重に吟味され精緻な検討過程を経たイメージ表現が、純粋な科学的解説と同等の科学的正確さや信頼感を受け手に感じさせることを示した。2 点目はイメージ表現を用いたリスクメッセージは、イメージしやすく頭にはいりやすいという評価をされたということである。この評価は、イメージ表現を用いたリスクメッセージが実際に記憶を促進した結果と同期している。一般的な国民は放射線情報に対して、難しく理解しにくいというネガティブな印象を持ちがちであるとする、イメージ表現を用いることでその印象を幾分たりとも緩和することができるといえる。3 点目は、イメージ表現を用いることで、放射線情報に関する関心を高めうることである。イメージ表現を用いたリスクメッセージを視聴した受け手は、「科学的な説明を聞くなら、今回のような説明の仕方がよい」「このような説明の仕方なら、放射線の他の内容も聞いてみたい」という印象を相対的に強く持った。このことからイメージ表現による情報提供が糸口になり、より詳しい情報へ接触に受け手が能動的になることが期待される。

実験 2 では、イメージ表現を用いたリスクメッセージの有効性を、形成された記憶の経時的変化において検証した。記憶は時間とともに不確かなものになっていく。これを記憶の減衰あるいは忘却と呼ぶ。記憶が忘却されずに残っている状態を保持とよぶ。実験 2 では、イメージ表現の有無による保持の違いを、2 つの分析で明らかにした。ひとつめは忘却への抵抗の分析であり、経時による正答得点の落ち方が緩やかであるほど忘却への抵抗が強く、保持がされているとする分析である。ふたつめは再学習効果の分析である。再学習効果とは、ある材料に対して一度記憶を形成した後、再び同じ材料を憶える作業（再学習）を行うことで、最初の記憶時に形成された記憶がどの程度保持されているかを検討する方法である。つまり最初に形成された記憶が保持されていれば、その分が新たな記憶の下積みとなるため、正答得点が上がることになる（図 15 参照）。

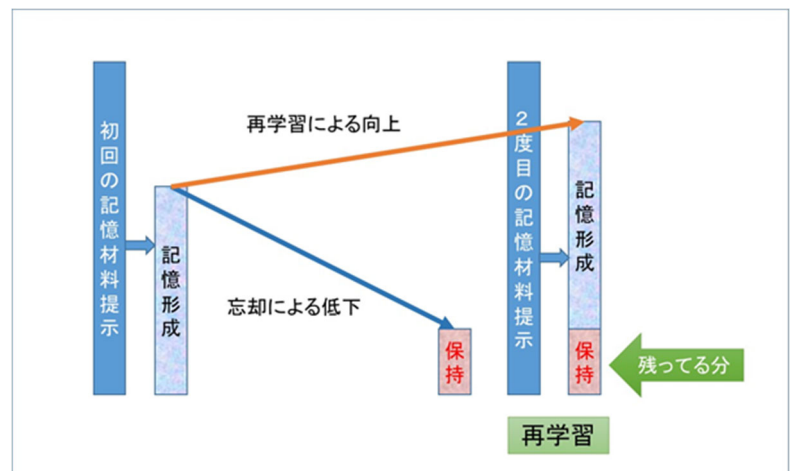


図 15 忘却と再学習

実験 2 では、経時条件として 24 時間後、48 時間後を設定した。ただし実験の手続き上、回答可能時間を 3 時間と設定していたため、実際に回答が得られた時点は 24～27 時間後と 48～51 時間後であった。経時は被験者間で操作されたため、同一の参加者が 2 つの経時時点に回答したものではない。また実験 1 で得られた直後再認テストの正答得点データを直後経時条件として分析に用いたため経時点要因は 3 レベルであった。

忘却への抵抗の分析では、刺激動画提示から 24 時間後、48 時間後に設定された再認テストの正答得点が、直後再認テストからどのような変化をたどるかを対象とした。イメージ表現の有無と経時点による 2×3 の分散分析の結果、刺激の主効果 ($F(1,2195)=25.57, p<0.001$) と経時点の主効果 ($F(2,2195)=22.94, p<0.001$) が認められた。イメージ表現を用いたリスクメッセージ、イメージ表現を用いないリスクメッセージのいずれも、経時とともに正答得点が減少しており、忘却が生じていることがわかる。しかし減少していく程度は、イメージ表現を用いたリスクメッセージの方が緩やかであった。さらに各時点での正答得点の平均値を比較すると、いずれの時点においてもイメージ表現を用いたリスクメッセージの方が、用いないリスクメッセージより高く、記憶の保持がなされていることが明らかになった。この結果は、テーマを要因に加えた分析でも同様であった。 $2 \times 3 \times 3$ 分散分析の結果、刺激の主効果 ($F(1,2183)=32.39, p<0.001$)、経時点の主効果 ($F(1,2183)=21.84, p<0.001$)、テーマの主効果 ($F(1,2183)=50.79, p<0.001$) が認められた。実験 1 の結果と同様テーマによる差違はあったが、どのテーマにおいてもイメージ表現を用いたリスクメッセージは、相対的に忘却への抵抗が強く、保持に優れていることが示された。

再学習効果の分析では、最初の刺激動画提示から 24 時間後、48 時間後に、再度同じ刺激動画を提示して行った直後再認テストの正答得点を対象とした。イメージ表現の有無と経時点の 2×3 分散分析の結果、刺激の主効果 ($F(1,2195)=31.27, p<0.001$) が認められた。経時点の主効果、交互作用は認められなかった。図 13 のグラフの形状からは 24 時間後の正答得点が向上しているが、統計的有意水準には至らなかった。再学習効果の分析で保持が明確に得られなかった理由は今後の検討課題としたい。一方いずれの経時点においても、イメージ表現を用いたリスクメッセージの正答得点が、イメージ表現を用いないリスクメッセージの正答得点より有意に高かった。この結果は、イメージ表現を用いたリスクメッセージの記憶の形成における優位性を繰り返し示したもののといえる。次に、テーマの要因を加えて $2 \times 3 \times 3$ 分散分析を実行した。その結果、刺激の主効果 ($F(1,2183)=39.63, p<0.001$)、テーマの主効果 ($F(1,2183)=57.27, p<0.001$) が認められた。ここでもテーマによる違いはあるが、イメージ表現を用いたリスクメッセージが記憶において優位であることが示された。また経時点の主効果が傾向として見られた ($F(1,2183)=2.84, p=0.059$) ため、今後再学習効果の分析によって記憶の保持を検討する際の手がかりとしたい。

V. 結論

本研究で開発を目指した「放射線イメージ表現」を用いたリスクメッセージを、情報の受け手の記憶から検討した結果、「記憶の形成（記銘:memorizing）」と「忘却への抵抗（保持:retention）」の両方において有効性が確認された。イメージ表現を用いたリスクメッセージは、科学的正確性においてイメージ表現を用いない従来の科学的説明と同等に受けとめられたが、情報提供直後の記

憶の形成においてより正確であり、さらに 24 時間後、48 時間後においても従来の説明より正確な記憶を保持することができた。また、イメージ表現を含むリスクメッセージは、受け手から理解しやすいという評価を受けて、放射線情報に対する関心を高めうることも示唆された。以上のことから、リスクコミュニケーションの現場でイメージ表現を使用することで、従来とは異なる手法の情報提供を展開することが可能であり、特に無関心層に向けたメディアミックス的戦略の端緒となりうるといえる。

VI. 次年度以降の計画

国民に向けての放射線リスクコミュニケーションの現状を振り返ると、専門家による講演やシンポジウム形式が多用され、提供される情報量は必ずしも少なくない。そこでは参加者の理解をいかに向上させ、適切なリスク認知に基づく行動選択を促進させうるかが大きな課題となる。この点において、次年度は、「イメージ表現を用いたリスクメッセージ（こびと物語）」のメディアミックス的展開にむけて、有効な実践的使用のあり方を実験的に検討する。検討の第 1 の目的は、放射線に興味が高く無関心である人々(無関心層)に対して、こびと物語をメディアミックス的に展開することの実践的有効性を明らかにすることである。こびと物語は、さまざまなメディアコンテンツに加工できる一種の原作となることを意図して開発された。そこで本課題では、その一形態として YouTube で発信しうるアニメーションに加工し、無関心層への訴求効果を心理学的記憶実験によって検討する。第 2 の目的は、こびと物語の有効性をメディアコンテンツの種類と受け手の属性との関連で検討し、こびと物語が有効に機能する対象を同定することである。記憶材料としてのこびと物語を「アニメーション+音声」「音声のみ」の 2 刺激に設定した記憶実験を行い、受け手の属性および心理的特徴との関連で分析する。それにより如何なる属性や特徴をもった対象層への実践にこびと物語が有効であるのか、さらにはどのような層にどのようなメディアコンテンツによる提示が有効かを明らかにすることができる。

これらの実験に加えて、イメージ表現を適切に用いたリスクコミュニケーションのあり方について共通理解を形成するために、一般国民に対するリスクコミュニケーションの養成を目指し、リスクコミュニケーション研究実施教員が在籍している研究機関において、こびと物語とその効果性に関する心理学的知見を伝える活動を行う。

VII. この研究に関する現在までの研究状況、業績

ア) 論文・雑誌等

- 1)
- 2)

イ) 学会発表等

1) 一般市民にもってもらいたい放射線リテラシーに関する専門家調査 横山須美ほか 日本原子力学会 2019 秋の大会（富山）

2)

ウ) 書籍・総説

1)

2)

エ) 受賞

1)

2)

オ) 特許

1)

2)

カ) 環境行政への活用・貢献実績

1)

2)

VIII. 引用文献

1) 環境省「放射線による健康影響等に関する統一的資料（令和元年度版）
<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r1kisoshiryo/r1kisoshiryoh.html> (2020 年 10 月最終アクセス)

2)

Effectiveness of Risk Messages Employing Imaging Expressions on Radiation

Ako Takenishi, Ph.D.

Professor of Hyogo University of Teacher Education

Key word: Risk Communication, Risk Message, Memory, Image

Abstract:

This 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. Two tasks were set during the current year to demonstrate the effectiveness of risk messages with imaging-expression, which were developed last year. Using the recognition experiments in psychology, the first task aimed to compare the recipients’ memory of the messages with or without imaging expression. The results showed that the participants’ perceptions of the scientific correctness of both messages were similar, and the memory of messages with imaging expressions exceeded those without them at three moments: immediately, 24 hours, and 48 hours later. The messages with imaging expression were effective in retention as well as in memorizing. The second task consisted in revealing the specialists’ perceptions of scientific correctness and their intention to use imaging-expressions, employing the questionnaire and the semi-structured interview method. The results showed that although no expression was perceived as insufficient correctness, some expressions needed to be refined to enhance meaning.