

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01984

研究課題名（和文）疑似科学に関する議論を媒介にした科学リテラシー教育のプラットフォーム構築の研究

研究課題名（英文）A platform building study for science literacy education through discussion on pseudosciences

研究代表者

石川 幹人（Ishikawa, Masato）

明治大学・情報コミュニケーション学部・専任教授

研究者番号：20298045

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、科学性評価サイトに新たにコミュニケーター機能を開発導入し、科学リテラシー教育のオンラインプラットフォームを構築した。それを使用した社会情報面の研究では、サイトに寄せられるコメントや議論の分析、実験的な議論の場におけるコミュニケーターの効果の比較対照研究を重ね、コミュニケーターには議論の極性化が抑えられる効果があることが明らかになっている。教育心理面では、言説の誤解傾向を学習者の特性に応じて究明し、なかでも批判的思考尺度を使った研究では、直感的思考が高い人が、分析的思考が高い人に比べて確証バイアスが際立って高いことが示され、科学リテラシー教育の改善に寄与する知見が得られている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般市民の健康意識が向上した昨今、健康増進や安全維持をうたう疑似科学をろうした悪徳商法がますます問題となっている。市民が疑似科学に惑わされない構図を社会的に形成することは急務になっている。疑似科学研究はこれまで、科学哲学や科学基礎論の分野にとどまっていた。本研究のような実践レベルの取組みは稀有であり、次のような特色と意義がある。

本プラットフォームが、科学コミュニケーションの実用的な場として教育に利用できる。科学コミュニケーションにおける問題の解決法を分析するデータが得られる。その解決法を実用的な場において評価ができる。さらに、科学リテラシー教育に使用できる教材の開発へと応用できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we have newly developed the communicator function in the science assessment site (Gijika.com) to build up an online platform for science literacy education. Social information researches using the platform revealed that the communicator was useful for suppressing the polarization of discussion by analyzing the information obtained from experimentally controlled bulletin boards. Educational psychology researches investigated the statement misunderstanding tendency of learners corresponding to their specific characters. In particular, the research using critical thinking scale revealed that intuitive people are much more corroboratively biased than rational people. Those researches brought us some knowledge contributing to improving the science literacy education.

研究分野：認知科学

キーワード：科学コミュニケーション 疑似科学信奉 科学教育 批判的思考 科学リテラシー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 今日の日本における健康食品市場は1兆円規模の一大産業となっている。テレビや新聞・雑誌における健康食品広告の量は、今世紀に入ってとくに右肩上がりとなっており、健康食品広告がマスメディアを支えているという側面さえも指摘できる。ところが、健康食品広告では不健全な事態が進行している。一部の健康食品には健康維持効果を示す科学的データがあるが、多くの健康食品についてはデータがない(あるいはきわめて少ない)。それにもかかわらず健康食品の事業者は、効果が高いことは「科学的に明らかだ」という疑似科学的印象を形成し、市民の購買意欲を刺激している。

消費者庁は、特定保健用食品や機能性表示食品の制度などによって、健康維持効果の科学的根拠判断の重要性を周知する政策を次々と打ち出しているが、事態はあまり改善されない。「リスクをおかしてでも発売するような企業だけが生き残る業界」とまで言われるほどの状態である。その主たる要因は、市民が広告を閲覧するときに過度に科学性を読み取ってしまう認知的特性にある。事態の改善には、情報を受け取る市民側の科学リテラシー教育、とくに批判的思考教育を推進することが必要である。

(2) 研究代表者は、以前の研究によって、科学性を評定する複数の基準を用い、疑似科学であるかどうかを段階的に判断する方法を確立した。科学と疑似科学の識別は、科学哲学分野で境界設定問題とされる難問であるので、「科学性の程度を評定する」という着想で取組み、疑似科学とされるものを取りあげ、それぞれの科学性を評定するサイトを構築し、広くインターネットでその判断結果を情報共有してきた。

科学性評定サイトでは、評定を行った後も、閲覧者からのコメント、疑問や批判などで逐次フィードバックを受けており、それらを通じた科学コミュニケーションの増進が図られている。実際に、熱心な閲覧者との議論や、サイト情報を活用した科学コミュニケーションの実践例報告などがなされ、学会等でも一定の評価を受けていた。

2. 研究の目的

(1) 双方向メディアを介した科学コミュニケーションには大きな期待が寄せられているものの、その実現にはプライバシー侵害や迷惑行為被害の問題の解決など、実現に向けたさまざまな対策が必要である。科学性評定サイトでは、記述内容が高度でときに理解が難しいことや、進行する議論の行方が明瞭でなくそこに参画する敷居が高いことが、問題点として指摘されていた。このままでは、サイトの閲覧はされるものの、一般市民が広く参加した「サイト上での科学コミュニケーション」に発展するまでには至らないし、科学リテラシー教育への展開もままならない。

その状況を打開するために、閲覧者の知識や技能に応じて科学性評定サイトを段階的に利用する方法を着想した。具体的には、サイトコミュニケーターを募って指定テーマについて議論を交わしてもらい、他の閲覧者にはその議論の展開から指定テーマの知見を学び、ゆくゆくはサイトコミュニケーターとして参画してもらうという循環を形成する。また、サイトコミュニケーターは基本的な倫理教育と科学リテラシー教育を受けた認証制とし、一定の威信(プレスティージ)をもって議論をリードしてもらう。このコミュニケーター機能を実現し、サイト上での科学コミュニケーションを活性化するとともに、科学教育研究の実践的事例データ収集のためのプラットフォームとして確立することが、本研究の目的の1つである。

(2) 本プラットフォームでは、コミュニケーターの議論履歴データ、一般閲覧者の閲覧履歴や信念変更履歴データ、アンケート情報などが収集できることで、次のような研究に活用できる。教育心理面では、疑似科学信奉が何によってもたらされるか、どんな議論を目にすることによって信念が変更されるかなど、科学リテラシー教育上の豊富な知見が得られること、社会情報面では、各々の疑似科学テーマに対して異なる姿勢をとる行為者(アクター)が、どのような手順を踏めば健全な議論を展開できるかをはじめとし、インターネットサイトというオンライン環境での科学コミュニケーションや科学リテラシー教育の利点と限界が明らかになることである。これらも本研究の、もう1つの目的となる。

3. 研究の方法

(1) 科学性評定サイトの閲覧訪問者数を増進させながら、コミュニケーター機能やデータ収集機能を新たに増強し、科学コミュニケーションを活性化させる。と同時に、その蓄積された諸データを分析し、疑似科学信奉や信念変更にまつわる教育心理学的特性と、その信奉をコミュニケーションによって健全化させる社会情報学的手法について知見を得る。その知見を活かした科学リテラシー教育教材の作成・公開を通して、結果として当該サイト全体を、科学教育のオンラインプラットフォームとして整備する。

(2) コミュニケーター機能には、次の4つをシステム開発する。 コミュニケーター資格認証:疑似科学信奉に関する心理学的知見や科学性評定条件などの理解をテストして認証を与える。 コミュニケーター登録:アクターとしての立場などの属性を登録して必要な画面で表示をする。 議論スレッドの設定・進行:コミュニケーターが複数集まって議論を行う場(スレッド)を設定でき、進行に応じて各スレッドがどんな議論の状態かを可視化する。 議論への閲覧者による投票:議

論の進行に応じて閲覧者の納得を投票可能とし、どんな議論が閲覧者に対して影響力があるか可視化する。さらに、データ収集・表示機能について、上記コミュニケーター機能の履歴情報を収集・表示する機能に加え、コミュニケーターと閲覧者から得られるアンケート情報を収集・分析表示する機能を実現する。

(3) ウェブサイト上の行動には、サイトの環境（匿名性）や個人の特性（プライバシー意識）が影響することが数多くの研究において指摘されており、とくに匿名性は攻撃的言動・炎上現象の原因とされている。既存のサイト閲覧者の投稿や別途のアンケート調査の分析をもとに、サイトの特性およびプライバシー意識や疑似科学態度などの心理特性と、そこにおけるコミュニケーション行動の関連について分析を行う。

(4) 疑似科学への態度は、科学的知識の多寡だけでなく、個人の認知スタイルや宗教的信心を含む個人特性との関連性が認められており、その背景において推論過程の諸特性に影響を受けることが指摘されている。とくに比較文化的に興味深いのは、日本人では、合理的思考態度を持つ個人は、非合理信念を比較的強く示すという西洋圏とは異なる傾向が見られることである。これらの知見にもとづき、合理的・批判的思考の態度を中心に、疑似科学への態度および認知的バイアスなどの関連について明らかにするために、サイト閲覧者の投稿や別途 Web 調査パネルの分析をもとにした検討を行う。



図 1 . Gijika.com のトップページの一部



図 2 . Gijika.com の掲示板表示の例

4. 研究成果

(1) 科学性評定サイトに新たにコミュニケーター機能を開発導入し、そのサイトコミュニケーターの議論や、来訪者の投稿や議論評価の履歴やアンケート情報を収集・蓄積する機能を整備して、科学リテラシー教育のオンラインプラットフォームを構築できた。それをもとに疑似科学信奉の心理的背景や信念変更の社会情勢的状况について分析でき、科学コミュニケーションや科学リテラシー教育の増進方法を編み出すとともに、その成果をサイトに反映させる実験研究環境が充実した。このオンラインプラットフォームはスマホでの閲覧も可能な閲覧インターフェースをもつ新サイト Gijika.com に全面改訂して公開（図1）し、旧サイトからの移行を果たした。

掲示板機能でとくに工夫されている点は、図2に示すように、公開教材によって一連の学習が済んでいると、投稿の際に が最大4つ表示されプレステージになる（コミュニケーターになる要件の1つでもある）。また投稿には、意見や質問、司会による議事進行などの属性が先頭に表示される。さらに、各投稿について「同感！」や「理解不能」などの評価を投票できる機能や、投稿に対する投稿を階層表示できる機能などが、完備している。この成果を2019年度の科学教育学会年大会で発表したところ、発表賞を受賞できた。

加えて、サイトに寄せられるコメントに対応し、従来の評定の信頼性をあげることで、新規項目の評定もさらに追加し、閲覧者のさらなる増加を達成した。新たに評定追加した項目は「がんもどき（がん放置療法）」、「水素水」、「コエンザイム Q10」、「ダンスセラピー」、「イチョウ葉エキス」、「遺伝子組換え危険説」、「血液クレンジング」である。このうち「ダンスセラピー」については、メタ分析論文として整備し、英文学術誌に投稿した。また、本研究期間中（3年間）のサイト閲覧者数はのべ130万人（300万ページビュー、800コメント）となっており、研究開始前1年半の4倍に増大した。

(2) 科学的トピックに関する掲示板でのコミュニケーションがトピックに関する理解の増進や科学リテラシーの獲得につながるかどうかを検証すること、および議論を整理する役割としてのコミュニケーター（司会進行役）の機能を検証するため、科学性評定サイトの掲示板プラットフォームを用いた実験研究を実施した。具体的には「深海には絶滅したとされている古代の生物の子孫がまだ生き残っている」、「銀河系内には地球と同じような生命を持つ惑星が存在する」というテーマについて話し合う掲示板をそれぞれ2つずつ用意し、被験者41名（大学生）をこれら4つの掲示板（うち2つにコミュニケーターが参加）のいずれかにランダムに割り当てディスカッションを行わせた。そして「トピックに対する態度」、「批判的思考態度」、「コミュニケーション態度」の3観点から評価した。

実験の結果、まず「トピックに対する態度」については、コミュニケーターがいない掲示板ではテーマに対する被験者の態度変化が起こらないといった態度の成極化（極性化）現象がみられた。コミュニケーターありの掲示板では両方の立場からの意見に触れやすく、その結果、集団極性化が抑制されたと考えられる。次に「批判的思考態度」については、コミュニケーターなしの掲示板では実験前後で批判的思考態度尺度における被験者の得点変化がほとんどみられないか得点が低下していたのに対し、コミュニケーターありの掲示板では得点向上がみられた。具体的には右の図4のように、個人ごとの批判的思考態度について、コミュニケーターの有無と測定時期（pre, post）を独立変数とする2要因分散分析を行ったところ、有意な交互作用が得られた（ $F(1, 32) = 4.45, p = .04, \eta^2 = .12$ ）。また、単純主効果検定の結果、コミュニケーターあり条件のみ実験前後で有意な得点の増加がみられた（ $F(1, 32) = 6.05, p = .02$ ）。

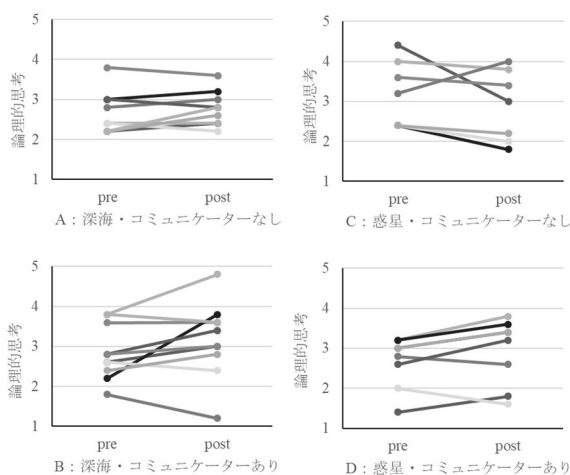


図3. 批判的思考態度（論理的思考）の態度変化

最後に各掲示板での「コミュニケーション態度」であるが、議論の攻撃性について掲示板ごとの有意差が確認され、いずれもコミュニケーターあり条件よりもなし条件において得点が高かった。コミュニケーターがいる掲示板では匿名性による攻撃性の高まりが抑制されたと考えられる。本研究で得られた成果は、2020年度の日本科学教育学会年大会での発表をもとにして、同学会の論文誌に投稿する予定である。

(3) 前項に記述したように、コミュニケーター機能をもった掲示板などの本プラットフォーム機能は、さまざまな実験研究に利用できている。しかし、自発的な来訪者にコミュニケーターの認証を獲得してコミュニケーターの役割を果たしてもらうことは、予想以上に難しいことが判明した。

その理由をアンケート調査等から読み解くと、第1に、コミュニケーターの認証には、公開教材によるそれなりの学習時間が必要であり、自発的な来訪者の多くにはそこまで労力をかけてまで、議論に参加したいという動機が十分でない。第2に、自発的な来訪者の中には議論に対する

意欲が高い方が一部にいるが、その多くはコミュニケーターの認証獲得に抵抗がある（あるいは認証をプレステージと感じていない）。第3に、その議論に対する意欲が高い方には、少数ながらコミュニケーターの認証獲得に至る方がいるが、科学的な理解のもとでコミュニケーターの役割が果たせるところまで、学習が十分至っているとは言えない。

今後の反省点としては、知識だけでなくコミュニケーター技能を学ぶコースウェアの開発、楽しみながら学習できる教材形式の工夫、コミュニケーター業務に対するインセンティブの考案などが必要と思われる。とくに、誤謬論の理解に大きな課題があると認識される。サイトのコメントからそこに内在しがちな誤謬のタイプを整理し、その一部は教材にも反映しているが、認証を取得した学習者であっても当該の誤謬に陥る事例が見られている。以上から、科学リテラシー教育の課題が明確になったと言える。

(4) 心理面の研究では、疑似科学的言説の受容に対して、認知スタイル等の個人差が与える影響とその文化差について、日本および西洋文化圏を対象とする調査（参加者総数 $N = 1,316$ ）を実施した（ただし、この調査には本科研費プロジェクト以前に行われたものも含まれている）。この調査ではとくに、宗教的信念や陰謀論信念と関与することが示されている「思考の二重過程理論」における分析的思考、東洋において顕著にみられる包括的認知が、超常現象や疑似科学に対する信奉の度合いをどの程度説明するか、またその影響力に文化差があるかどうかを検討した。

その結果、宗教および陰謀論信念と同様に、分析的思考は超常・疑似科学信奉と負の関連があることが示され、加えて包括的認知傾向の強い個人は信念を持ちやすいことが明らかになった。また、分析的思考の影響力には文化差が見られ、分析的思考と信念の負の関連性は、とくに西洋において強く、日本のような東アジア文化圏ではその影響が弱いことが明らかとなった。これは、それらの非合理的言説に対する文化的規範の違いが関与している可能性が指摘された。本研究で得られた結果は、学術論文として投稿済みである。

(5) さらに、疑似科学に対する青少年の態度が、SNS 上のさまざまな情報に接触によって促進されるかどうかについて、高校生 200 名を対象とするウェブ調査および中高生 294 名に対する質問紙調査を実施し、LINE や Twitter の利用状況と疑似科学への態度、超常信奉、論理的思考力および関連が予想される心理行動特性について検討した。この結果をもとに、測定尺度項目の改良や精選を行い、SNS 上のコミュニケーションや情報接触が疑似科学信奉に及ぼす影響について、広く一般の Twitter ユーザーを対象とする 2 つのウェブ調査（調査 1：1,935 名、調査 2：1,071 名）で検討した。

調査 1 の結果、Twitter の利用頻度が多いほど疑似科学を信奉しないこと、Twitter の利用動機によって疑似科学信奉との関連が異なることが示された。また調査 2 では、直観性の低い人では Twitter で趣味娯楽情報に触れるほど疑似科学を信奉し、公共情報に触れるほど疑似科学を信奉しないことが示された。加えて、自由記述で得られた一般市民の疑似科学の認識についても検討し、疑似科学の認識が大きく超常現象系と医療健康系の情報について精緻化されていることや、これらが専門家の疑似科学の認識とは齟齬が見られることも明らかにした。以上の成果を、論文「Twitter 利用と疑似科学信奉との関連」として発表した。

(6) また、ワクチン有害説を対象事例として、確証バイアスの影響と批判的思考との関連に関する研究を行った。yahoo クラウドソーシングで 800 人を募集し、770 人（参加率 96%、男性 486 人、女性 283 人、その他 1 人）の参加が得られた。チェック質問により、妥当な回答をフィルタリングして、有効データ 467 を対象として分析を行った。

参加者をネガティブな事前信念の群、ポジティブな事前信念の群に分け、両群を質問に対する回答文章ごとに評価を比較した。たとえば、質問「ワクチンに含まれるチメロサルで水銀中毒になったり、自閉症になったりすることがある」を解説する文章について比較したところ、参加者が文章を評価する際に、より自分の事前信念に寄せて評価する確証バイアス傾向があると、統計的に有意に判明した。

加えて、批判的思考尺度 CRT-2 の違いによる確証バイアス程度の差を分析した。参加者の中から CRT-2 全問を正しく回答した群、全問を直感的に間違った群を抽出し、文章の評価を事前信念に寄せる傾向の有無を同様に確認した。その分析の結果、たとえば、質問「実はインフルエンザワクチンには、インフルエンザに対する予防効果はないので、接種する意味がない」において、直感的に間違った群では、ワクチンに対するポジティブな事前信念を持っている参加者がワクチンに対するネガティブな事前信念を持っている参加者より質問に反対する文章を高く評価した。このような統計的な分析から、CRT-2 全問を直感的に間違った群は全問を正しく回答した群より確証バイアスの傾向が高いと結論できた（情報コミュニケーション学会大会で発表）。

こうした知見が、科学リテラシーの重要要素である批判的思考を高める教材の開発に活かせ、良好な科学コミュニケーションの実現に向けた手がかりになる。

(7) 最終年度の終了にあたり、本プラットフォームを使用した追加実験を重ねて企画し、順次実施している。それから得られた知見にもとづいて新たな企画を立て、今後の科学研究費の応募につなげていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 山本輝太郎・石川幹人・菊池聡	4. 巻 42
2. 論文標題 疑似科学を中心としたオンライン上議論における誤謬の分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 341-342
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 山本輝太郎・石川幹人	4. 巻 32(6)
2. 論文標題 科学議論における「誤った論法」の分析と教材化～誤謬論を中心に	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究報告	6. 最初と最後の頁 5-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 菊池聡・佐藤広英	4. 巻 7(2)
2. 論文標題 Twitter利用と疑似科学信奉との関連	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 信州大学人文科学論集	6. 最初と最後の頁 71-86
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 山本輝太郎・佐藤広英・菊池聡	4. 巻 43
2. 論文標題 疑似科学的言説に対する科学リテラシー向上を目的としたオンラインプラットフォームの開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 501-502
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 眞嶋良全(Majima, Y.)	4. 巻 -
2. 論文標題 Why do you believe in pseudoscience or disbelieve in science?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Adapting Human Thinking and Moral Reasoning in Contemporary Society	6. 最初と最後の頁 116-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4018/978-1-7998-1811-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山本輝太郎・佐藤広英	4. 巻 44
2. 論文標題 科学トピックに関する掲示板コミュニケーションが批判的思考態度に及ぼす影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計4件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 楊瑞卿・山本輝太郎・石川幹人
2. 発表標題 確証バイアスの影響と批判的思考との関連に関する研究
3. 学会等名 情報コミュニケーション学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菊池聡
2. 発表標題 疑似科学信奉の多面性と批判的思考の関連性
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤広英・菊池聡
2. 発表標題 Twitter利用と疑似科学信奉との関連(1)利用頻度、利用動機の観点から
3. 学会等名 日本教育心理学会第61回総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菊池聡・佐藤広英
2. 発表標題 Twitter利用と疑似科学信奉との関連(2)接触する情報の観点から
3. 学会等名 日本教育心理学会第61回総会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>疑似科学を科学的に考える：科学性評定サイト https://gijika.com/ 本プラットフォームの公開サイト兼、成果公開サイトとなっている</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	佐藤 広英 (Satou Hirotsune) (00598691)	信州大学・学術研究院人文科学系・准教授 (13601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	菊池 聡 (Kikuchi Satoru) (30262679)	信州大学・学術研究院人文科学系・教授 (13601)	
研究分担者	長田 恭一 (Osada Kyoichi) (30271795)	明治大学・農学部・専任教授 (32682)	
研究分担者	眞嶋 良全 (Majima Yoshimasa) (50344536)	北星学園大学・社会福祉学部・教授 (30106)	