

文系生徒のための科学学習補助教材（SLASH）の開発と評価

長 沼 祥太郎

九州大学教育改革推進本部

松 下 佳 代

京都大学高等教育
研究開発推進センターDevelopment and Evaluation of Science Learning Aids for Students
in a Social sciences and Humanities (SLASH) TrackShotaro NAGANUMA*¹, Kayo MATSUSHITA*²*¹University Education Innovation Initiative, Kyushu University*²Center for the Promotion of Excellence in Higher education, Kyoto University

The authors developed “Science Learning Aids for Students in a Social sciences and Humanities (SLASH) track” for high school students who could hardly recognize the relevance of science. SLASH is a test-typed learning material consisting of video clips and questions that contextualizes how science relates to the following two situations: social sciences and humanities disciplines in university and civic life. This study aimed to evaluate the effectiveness of SLASH on changes in “belief in the relevance of science.” 208 high school juniors from two schools took part in the investigation. In a post-questionnaire, students reported their sex and initial interest in various topics and rated any changes in their “belief in the relevance of science.” The relationship between the change of their belief and their sex, initial interest, and SLASH answers were analyzed. The results showed that 1) the difficulty of SLASH would be balanced for high school juniors at mid-level high school, and easy for those at advanced-level high school, 2) SLASH could change their belief positively, and 3) SLASH's positive effects were not restricted by participants' sex, initial interest, and comprehension level. It is suggested that SLASH could have a positive impact on diverse students' belief in the relevance of science.

Key words: social sciences and humanities discipline, civic life, belief in the relevance of science

1. はじめに

1. 科学学習に有用性を見出せないのは誰か

人工知能技術の発達、ビッグデータの活用、自動運転技術の実現など、科学技術が急速に発達する時代に私たちは生きている。この時代において、科学を学習する意義や有用性をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を学校教育の中で重視することは重要である。では、生徒たちは科学学習に意義や有用性を感じているのであろうか。

PISA2015では、「将来就きたい仕事で役に立つから、努力して理科の科目を勉強することは大切だ」「理科の科目を勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、私にとってやりがいがある」という項

目に肯定的に回答した高校生はそれぞれ61%、57%であった（国立教育政策研究所，2016: 135）。OECD平均は順に、69%、67%であった。同様に、TIMSS 2015では、中学3年生のうち、「理科を勉強すると、日常生活に役立つ」に62%の生徒が同意しているが、国際平均は85%である（文部科学省，2016: 7）。これらの結果を見るに、日本の生徒の結果は、他国と比較しても、決して高い数値とは言えない。2009年の学習指導要領改訂により、理科4分野の教科書において、日常生活と科学のつながりが紹介されるようになった（例えば、井口・相原ほか，2012；辰巳ほか，2012）。しかしながら、依然として4割の生徒は科学を学ぶ意義や有用性を見いだしていないのが現状である。それ

では、科学学習に意義や有用性を見出せていないのは誰であろうか。

海外においては、科学を専攻していない大学生は、科学を学習する意欲が低く、科学が自分の将来に関係がないと認識している傾向にあることが指摘されている（例えば Glynn et al., 2007）。高校教育段階で文理のコース分けを行うことが一般的である日本の教育制度を考慮すると、日本の高校においても同様のことが起きており、文系コース所属の高校生が、科学学習の意義・有用性を見出すことが難しいことは想像に難くない。なぜなら、こうした生徒の多くにとっては、自分の将来（大学での学習や自分の就く職業）と科学学習との関係性が見えにくいためである。

2. 既存の介入方法

科学学習の意義・有用性を学習者に認識させるための教材や教授法の開発研究は、これまでも国内外を問わず行われてきた。例えば、物理分野では、Peşman & Özdemir (2012) が、家庭における火災を導入として使い、家庭で起こる火災のうち、電気の使用を原因とするものがどれくらいあるのかの話をする中で、電気分野に対しての学習意欲を高めるという実践を行なっている。化学分野では、日置ほか (2017) が「アスピリン腸溶錠」を題材にした教育プログラムを開発し、この実践を通じて生徒が化学の授業で学ぶ「酸、塩基、pH」などの概念とくすりを結びつけることができるようになったことを報告している。また、生物分野でも、成人の心臓血管病の話から入り、このトピックを理解するために脂肪や炭水化物の生化学を学習させるというアプローチがある (Braund et al., 2013)。

しかしながら、自身にとって必要と感ぜない場合、これまでの多くの実践のように科学を日常生活と結びつけて示しても効果は薄いと考えられる。また、これらの実践は、特に文系生徒を対象としたものではなく、文系生徒の特徴を踏まえた介入方法は十分に開発されていないのが現状である。

3. 新たな介入の方向性

本研究では、こうした既存の介入方法の限界を乗り越えるため、「大学の人文・社会科学系学問⁽¹⁾」と「市民生活」の2つの文脈に着目し、介入方法を考える。

a. 大学の人文・社会科学系学問への着目

Glynn らは、非自然科学系の学生が科学学習の意義・有用性を見出せるように、彼らの専門領域と科学を接続することが有効であると指摘している (Glynn et al., 2007)。例えば法学部の学生であれば、将来法廷で勝つことが重要事項であり、法廷で争われる論題の中には、自然科学的知識が求められる場合がある。このことを念頭に置いて、「生態系の代謝プロセス」という科学概念を扱うというケーススタディを彼らは提案している。

Glynn らの実践は、海外の大学生を対象としているが、この考え方は日本の高校生にも適用可能と考えられる。日本では、大学入試の関係から、文系コースの生徒の多くは、大学入学後には人文・社会科学系学問を専攻する。そのため、人文・社会科学系学問の文脈の中で科学の内容を示せば、文系コース所属の生徒も科学学習に意義・有用性を見出すことができると考えられる。高校生の多くにとって、進路は重大な関心事であることが調査からわかっているため (NHK, 2012)、こうした介入が生徒の関心を喚起する可能性は十分にある。

一方で、現状では、高校化学の教科書 (井口・相原ほか, 2012; 辰巳ほか, 2012) や高校生物の教科書 (浅島ほか, 2017; 嶋田ほか, 2017) を見ても、このような人文・社会科学系学問の文脈での科学の活用を強調した記述は、筆者の調べでは見当たらなかった。

b. 市民生活への着目

別の介入の方向性として、市民生活への着目が考えられる。選挙権年齢が18歳以上にまで引き下げられた現在、政治参加を含む市民生活も高校生にとって避けられない話題である。彼らは高校在学中から、社会の中で「市民」として生きていくことが求められるようになり、2022年度からは、新科目「公共」も教えられることになっている。選挙の争点には、しばしば社会保障制度や経済政策、安全保障問題のみならず、環境やエネルギーといった科学・技術に関する問題が含まれる (小林, 2007; Weinberg, 1972)。そのため、市民生活の面からも科学・技術についての理解は理系・文系という区分によらず必要とされている。

このような、科学・技術と社会の関係は、STS (Science, Technology, and Society) 教育として展開してきた。STS 教育とは、「科学技術の高度な発展によって生じる社会問題に対処できるような意思決定能力や問題解決力

を育成する教育」である（内田・鶴岡，2014: 31）。しかしながら、日本のSTS教育は、「最先端の科学技術の解説や技術的な追体験で終わってしまっている」と指摘されている（内田・鶴岡，2014: 39）。また、このようなテーマを授業で扱うのは高校の教員にとって負担が大きく、決められた単元の中では時間的にも厳しいことが指摘されている（標葉ほか，2017）。

以上を踏まえると、文系の高校生に対して、「大学で専攻する可能性のある人文・社会科学系学問」や「市民として判断を求められる社会的論争課題」と科学との結びつきを認識でき、かつ、教員にとっても負担の少ない介入方法が必要であると考えられる。

4. 目的

そこで本研究では、大学の人文・社会科学系学問と市民生活の2つの文脈を軸に、文系生徒の科学の意義や有用性に対する認識（本研究では「科学の関連性に対する信念」と呼ぶ）をより肯定的に変化させるため、文系生徒のためのテスト型科学学習補助教材（Science Learning Aids for students in Social sciences and Humanities track: SLASH）を開発した。SLASHが「科学の関連性に対する信念」の変化に対して有効に機能しうるかを評価することが、本研究の目的である。また、教育現場において教材として使用する際の判断材料を提供するために、正答率をもとにした教材の難易度の評価も行う。これらの目的のため、開発した教材を高校生を対象に試行し、事後の質問紙への回答を用いて、SLASHの有効性を多角的に評価した。

II. SLASHの開発

1. 問題の作成方法

図1のプロセスに従って問題を作成した。

まず、問題作成に適した人文・社会科学系学問分野

を選択した。経済学、法学、哲学、地理学、考古学などの人文・社会科学系学問の研究を行っている大学院生および大学教員に対して「あなたが大学および大学院で専攻してきた学問分野あるいは現在の研究の中で、科学で学んだことが活かされた、もしくは活かされうる場面はあるか」を尋ねた。次に、この質問への回答と、高校生の多くが履修する化学基礎、生物基礎（日本学会会議，2016: 6）の教科書を参照して、学問分野を選択した。化学基礎の教科書は、浅島ほか（2017）、井口・相原ほか（2012）、生物基礎の教科書は、嶋田ほか（2017）、辰巳ほか（2012）を参照した。

この過程を経て、「心理学」「経済学」「犯罪学」「考古学」という4つの分野において、高校生が習う科学的知識・スキルの活用が見られることがわかった。具体的には、心理学は遺伝、経済学は生物多様性、犯罪学は進化論、そして考古学は炭素同位体といったトピックにおいて、化学や生物の内容とつながりがあることがわかり、この4つの分野で問題を作成することを決定した。作成時には、各分野で実際に研究が行われてきたトピックを探すために、『マンガでわかる心理学入門』（渋谷，2014）、『はじめての環境経済学』（ヒール，2005）などの書籍やウェブサイトを参照した。その後、問題文や正解の選択肢、使用した専門用語の学術的正しさを判断するため、各専門領域の大学教員や大学院生に助言を求めた（表1参照）。

次に、市民生活に関わりの深い文脈で、科学・技術の関わる社会的問題に関する設問を作成するため、PISAの公開問題（国立教育政策研究所，2007）を詳細に検討した。この検討を経て、「温室効果（温暖化）」と「遺伝子組換え作物」の問題を一部修正して使用することとした。選択の理由は、これらの問題が実社会ではしばしば、賛成派と反対派の社会的対立を生み出す論争的な問題であり、市民としての判断が問



図1 SLASHの作成から評価に至るプロセス

表1 SLASHに含まれる問題

		人文・社会科学系学問				市民生活	
トピック		心理学	経済学	犯罪学	考古学	温室効果	遺伝子組換え作物
問題の文脈		双子を用いた性格に関する心理学調査	生物多様性保全への経済学的アプローチ	犯罪者心理への進化論的アプローチ	年代および食生活をj知るための炭素の利用	温暖化と二酸化炭素排出量の関係	遺伝子組換え作物の安全性
科学の分野		生物	生物	生物	化学	地学（および化学）	生物
科学との関係		・ 遺伝（知識） ・ 科学的証拠（方法）	・ 生物多様性（知識）	・ 進化論（知識） ・ 科学的証拠（方法）	・ 炭素同位体（知識） ・ 科学的証拠（方法）	・ 温室効果、二酸化炭素（内容） ・ 科学的証拠（方法）	・ 生態系（内容） ・ 科学的探究（方法）
活用される知識・スキル	問1	遺伝の影響に関する仮説を支持する結果を予測する	生物多様性の必要性を理解する	犯罪に関する仮説を支持する結果を予測する	食物連鎖、光合成のプロセスの知識を適用する	科学的証拠を用いて温暖化と二酸化炭素排出量の増加を結びつける	実験において意図的に操作されている変数を特定する
	問2	科学的証拠から遺伝と環境の影響について結論を導く	与えられた情報から環境保護のための行動を予測する	科学的証拠の特徴を理解する	科学的証拠から発掘された骨の年代を測定する	科学的証拠を用いて温暖化に対する二酸化炭素原因説に反論する	科学研究における調査対象の選択について理解する
	問3	（該当なし）	（該当なし）	情報を組み合わせて犯罪者に関する仮説を立てる	科学的証拠から発掘された当時の食生活を予測する	二酸化炭素以外の温暖化要因を列挙する	（該当なし）
調査での使用	A校	○	○	×	×	○	○
	B校	○	×	○	○	○	○

われる問題であるからである。PISAの問題では、社会的対立という要素が強調されていないため、対立を強調して提示するよう問題文を修正した。たとえば、トピック「遺伝子組換え作物」では、遺伝子組換え作物を広めていきたいと考える「推進派」に対して、それが生態系に対して有害であるとする「反対派」が存在し、社会的対立が生じていることを明示した。

問題の作成に当たっては、調査依頼校の教員とも相談し、その内容、および倫理的・文化的な問題点の有無について確認・修正を行った。問題は採点負担を考慮して多肢選択式で作成した。これに伴い、PISAでは記述式問題として公開されていた問題も、形式を整えるために、回答例を用いて選択肢を作成し、多肢選択式問題として編集した。以下では、このようなプロセスを経て本研究で開発したテスト型教材を、「文系生徒のための科学学習補助教材（Science Learning Aids for students in a Social sciences and Humanities track：SLASH）」と呼ぶこととする⁽²⁾。

2. 問題の概要

SLASHは、単なる科学的知識・スキルの想起だけでなく、既習の科学的知識・スキルの活用も問う教材として作成することを意図した。これは、PISA調査に表れているように、現代においては単なる知識・スキルの想起だけでは対応できず、それらを新たな状況においても活用できる能力が重視されているため

ある。巻末の資料1-4に、実際に使用した問題を示す。なお、トピック「温室効果」とトピック「遺伝子組換え作物」については、国立教育政策研究所（2007）を参考にして作成したため、そちらを参照されたい。

トピック「心理学」は、自分の神経質な性格に悩む相談者に対して、双生児を実験対象とした心理学の研究のデータをもとに説明をするというシナリオである。小問を2つ用意した。第1問は、研究仮説はどのような結果によって支持されるのか、そして第2問はデータから得られる結論に基づき、相談者に対して行うべき助言を考えさせる問題である。

トピック「経済学」では、環境問題の解決に経済学がどのように役立つのかを考えさせるシナリオを用意した。小問は2つである。第1問は、環境問題の1つである生物多様性の保全がなぜ必要なのかを回答させる。第2問では、生物多様性を保全する観点から、二酸化炭素排出量の規制を企業に促すために、炭素排出権の値段を具体的にいくりに設定するかという問題を用意した。

トピック「犯罪学」では、「血縁者間における重大な犯罪事件は少ないだろう」という仮説と、1972年にデトロイトで起きた犯罪事件のデータをもとに、3つの小問を用意した。第1問では、他のデータでも研究仮説が支持されるかどうかの検証をなぜ行う必要があるのかを考えさせる。第2問は、研究仮説を支持す

るデータを特定させる問題である。第3問では、研究の仮説を生成するために、複数の情報が論理的にどのように組み合わせられたのかを回答させる。

トピック「考古学」では、発掘された骨を対象にして、炭素の性質を利用してどのようにその特徴を分析できるかを問うた。問題数は3問である。第1問は、放射性炭素年代測定の見積りの根拠について問う問題である。第2問は、さらに2つの小問からなり、炭素14、炭素13の存在比に関するデータからどのような推測が可能かをそれぞれ考えさせる問題となっている。

トピック「温室効果」は地球の平均気温の上昇と二酸化炭素の増加の関係について考えさせるシナリオである。問題は3問で、問1では、「地球の平均気温が上昇したのは二酸化炭素が増加したためである」という結論を支持するグラフの特徴を同定させるものである。問2では、問1と同じグラフを見て、そのような結論に反する部分を同定させることを生徒に求めている。問3では、温暖化に影響をおよぼす可能性のある他の要因を生徒が列挙することを求める。

トピック「遺伝子組換え作物」では、遺伝子組換え作物が生態系に与える影響がシナリオである。全体で2問から構成され、第1問では、遺伝子組換えトウモロコシが生態系に与える影響を調べるための科学的研究を提示し、その研究において意図的に変えられている条件を問う。問2は、科学研究を複数の畑で行った理由を同定させる問である。

内容の妥当性については、開発段階から、教育評価を専門とする第一、第二著者が確認しながら進め、作成した問題を調査協力校の理科教員各1名に確認してもらった。その結果、問題点は指摘されなかった。

3. 紹介動画の作成

SLASHの作成段階で、問題文の長さが課題とされた。生徒が長い問題文を読むことに慣れていないとの指摘を調査協力校の教員から受けたためである。また、SLASHは科学学習教材であるため、過度に高い読解力を前提とする長い問題文は避けるべきであると判断した。そこで、長い問題文の代わりに、各トピックへのわかりやすい導入を行う紹介動画の作成を着想した。

この紹介動画では、はじめに各トピックの専門知識を持つ研究者が登場し、次に図2に示すような概要説明スライドが画面上に映し出される。このスライドに沿って、研究者のナレーションが流れ、最後に再び研

心理学とは

- 人間の「心や行動」を理解するための学問です。
- 内気な性格は育った環境のせい？それとも親譲り？
- 社会で成功するのはどんな性格の人だろうか？
- 勉強を効果的にやるにはどうしたらいいのだろうか？
- 人の頭の良さは遺伝的に決まっているのだろうか？
- 集団が変われば、個人の行動は変わるのだろうか？
(例：クラスの中と部活)

図2 トピック「心理学」の説明スライド

究者が画面に登場して、分野の魅力を語るという動画である。実際にその分野で研究を行なっている研究者が動画に登場することで、より関心を持って動画を視聴できるよう意図した。

動画の中で使うスライド資料の下書きおよび読み上げ用の原稿を第一著者が用意し、各専門分野の大学院生や大学教員、そして第二著者と話し合いながらその内容に修正を加え、最終的に2分程度の動画としてまとめた。この動画の要約を、配布用紙にも記載し、動画をリラックスして視聴できるよう配慮した。

III. 調査方法

1. 調査協力者

公立の中堅高校であるA校（共学）および私立の進学校であるB校（男子校）に調査への協力を依頼し、開発したSLASHの試行を行った。両校とも、文系コースに所属する2年生が調査に参加した。参加した生徒は、化学基礎および生物基礎について、履修済みあるいは現在履修中の生徒であり、今回の問題の中で扱われる科学的知識・スキルについてはすでに学習済みであった。

文系コースに所属する生徒を対象にA校から185名、B校から27名の生徒が本調査に参加した。調査時期は2017年の8月下旬および9月中旬であった。調査参加者には、本調査のデータは研究目的のためだけに利用し、集団データとして処理するため、個人情報などの特定はされないこと、成績には一切関わらないことを調査前に伝え、調査協力への承諾を取った。以下のデータ分析には、後述の質問紙への回答がなかった生徒を除いて、A校184名（男子81名、女子103名）、B校24名（全員男子）のものが用いられた。

なお、B校に関しては、十分な人数が確保できな

かったため、教材の難易度や全体的な傾向を知るための単純集計のための結果報告として用いるに留め、詳細な統計的分析の対象としては用いなかった。

2. 実施概要

1つのトピックは2分程度の動画と5-6分程度の問題解答からなる。教材を配付した後、トピックごとにプロジェクターで投影された動画を視聴し問題を解いてもらった。このサイクルをA校では4回、B校では5回繰り返した(図3参照)。A校とB校でトピックの数が異なるのは、A校での実施の結果、1トピックあたりの時間が長いことが指摘され、B校での実施では、1トピックあたりの時間を短縮し、トピック数を1つ増やしたためである。各校で使用した問題は、表1を参照されたい。動画視聴と問題の解答に要した合計時間は両校共に40分程度であった。

その後、質問紙への回答を求めた。この質問紙では、以下のデータの収集を行った。

- ・性別 (A校のみ)
- ・大学で専攻したい学問分野
- ・「科学の関連性に対する信念」の変化
- ・SLASHに取り組んでの感想

「大学で専攻したい学問分野」については、「第2回大学生の学習・生活実態調査」(Benesse, n.d.)で用いられた調査票を参考とし、取り組み前の時点を回顧的に振り返って回答してもらった。「科学の関連性に対する信念の変化」尺度については3節および4節で言及する。「SLASHに取り組んでの感想」は「今回の取り組みを受けてどのようなことを感じましたか?」という問いに自由記述で答えてもらった。この自由記述は、以下の分析結果の解釈に用いることを意図したものである。この質問紙への回答をもって調査を終了し

た。調査終了後、生徒に対して正解を示し、簡単な解説を行った。以上の活動が1コマの授業時間内(50分)で終了するよう配慮した。

3. 科学の関連性に対する信念

本研究では、科学を学ぶ意義や有用性といった概念を「科学の関連性に対する信念」と概念化する。

「関連性 (relevance)」とは「どのような意義をもちうるかに関する概念」である(本田, 2004: 30)。本研究では本田の定義に倣い、「科学の関連性」を「科学がどのような意義をもちうるかを表す概念」と定義する。科学教育においてしばしば使われる「有用性」という言葉ではなく、より広く市民生活などでの関わりまでも含めた広い意味での用語として、「有用性」ではなく「関連性」を用いることとした。

「信念 (belief)」は、態度 (attitude) や感情 (emotion) と並んで、情意領域 (Krathwohl et al., 1964) の一側面として位置づく (McLeod, 1992)。さらに、数学教育の文脈では、信念の下位には、「数学に関して」「自己に関して」「数学の教育に関して」「社会的文脈に関して」が並ぶ (McLeod, 1992: 578)。江森・飯島 (2008: 21) は、「数学に関して」の信念とは、『「数学は積み上げだ」』『「数学は厳密なものだ」』などのような、その人にとっての数学という学問に対する考え方』としている。この位置付けを科学教育の文脈に適用すると、科学の意義や有用性に関する認識は、「科学に関して」の信念に該当すると考えられる。その中で、「関連性」に着目するため、『「科学に関して」』の信念ではなく、より厳密に「科学の関連性に対する信念」と概念化した。

4. 「科学の関連性に対する信念の変化」尺度

科学の関連性に対する信念の変化を測定する尺度は、足達ほか (2017) が中学生の理科学習の動機付けの測定のために開発した尺度を参照して開発した。PISA調査で用いられた「理科学習に対する道具的な動機づけ」の尺度が就職との関係に重きを置いているのに対して、足達らの尺度は、就職に限らず市民生活面を含めたより広い関連性を扱っているため、本研究の目的に合うと判断し、参照した。足達らの尺度を高校生用に修正して用いた。科学教育を専門とする第一著者と、教育評価を専門とする第二著者で内容的妥当性を検討しながら修正を行った。

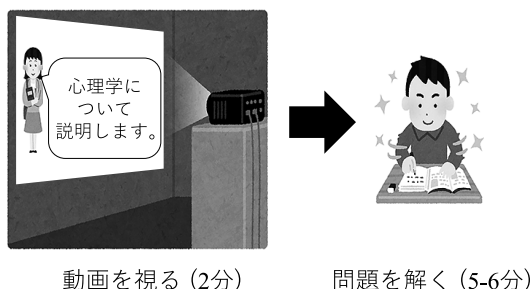


図3 実施の流れ (これを4-5回繰り返す)

1. 科学で学ぶことは私の将来に役に立つと思う
2. 科学で学ぶことは普段の生活や市民生活で役に立つと思う
3. 科学で学ぶことは私が出会う様々な問題に関係していると思う
4. 科学で学ぶことは様々な問題を私が理解するのに役立つと思う
5. 科学で学ぶことは様々な問題について私が判断するのに役立つ

図4 「科学の関連性に対する信念の変化」尺度の項目

こうして作成された「科学の関連性に対する信念の変化」尺度（図4）を使って、SLASHに取り組んだことで彼らの信念にどれだけ変化があったかを「取り組む前に比べて全くそう思わなくなった（1）」「取り組む前に比べてそう思わなくなった（2）」「取り組む前と変化はない（3）」「取り組む前に比べて強くそう思うようになった（4）」「取り組む前に比べて非常に強くそう思うようになった（5）」までの5つの選択肢の中から選ばせた。信念の「変化」を事後に問う形式としたのは、今回の介入が短期的であるため、短い間隔で質問紙調査を事前と事後に実施することは不相当であると判断したこと、また、教育現場への負担を考えたことによる。なお、生徒が調査者の意図を読み取って回答を行う可能性を考慮して、「自分が感じた通りに素直にお答えください」ということを口頭で強調して伝えた。

5. 評価の観点

SLASHを、「教材の難易度」と「科学の関連性に対する信念の変化への影響」の二つの観点で評価した。後者に関しては、生徒集団全体に対する影響の報告に加え、どのような生徒に対して有効かを検討した。

a. 教材としての難易度

それぞれの問題に対する正答率を算出した。これは、人文・社会科学系学問における問題は、本研究で新たに開発したものであるため、この教材を各教育現場で使用するか判断する際に、正答率の情報によりSLASHを評価することが必要であると考えたためである。

b. 「科学の関連性に対する信念の変化」への影響

科学の関連性に対する信念の変化への全体的な影響を評価するため、単純集計の結果を報告した。また、いくつかの要因が、科学の関連性に対する信念の変化

に与える影響を検討した。この要因とは、「性別」「SLASHの得点」「事前の関心」である。PISA調査では、今回対象とする「科学の関連性に対する信念」と類似の「理科学習に対する道具的な動機づけ」が測定されており（両者の相違については既述）、日本の生徒に関して、①男子の方が女子よりも道具的な動機づけが高い、②科学的リテラシーの得点が高いほど、道具的な動機づけが高い、ことがわかっている（国立教育政策研究所、2016）。また、事前にSLASHに含まれるトピックへの関心の有無も、影響に差を生む可能性が考えられたため、「事前の関心」も分析の軸に加えた。

VI. SLASH の評価

1. 教材としての難易度

今回の試行の結果得られた問題への回答から、教材としての難易度を評価した。

A校の結果を図5に示す。「人文・社会科学系学問」の問題のうち、最も正答率が低かったのが経済学の間1で34.2%であり、最も正答率が高かったのは経済学の間2で71.7%であった。心理学の問題は、問1、2の順に57.6%、66.3%の正答率であった。経済学の間1は、生物多様性を守る根拠を問うものであったが、資料2のように、いくつかのもっともらしい理由が全て正解というやや変則的な選択肢が正解であったため、正答するのが難しかった可能性がある。温室効果の間1、遺伝子組換え作物の間1、2に関しては、正答率は7割以上であったが、温室効果の間2、3はこれらに比べると低く、順に52.7%、35.3%の正答率であった。

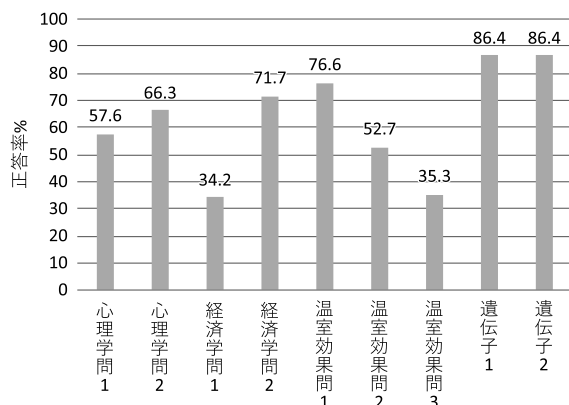


図5 A校の正答率

B校の結果を図6に示す。B校の場合、「人文・社会科学系学問」の問題のうち、心理学の間2、考古学の間1、問2-2以外は正答率が80%を超えていた。心理学の間2は、一見するとグラフはシンプルであるが、結論を導き出すにはグラフを詳細に検討する必要があるため、正答率が低かったと考えられる⁽³⁾。考古学の間2-2は、「当てはまるものをすべて」選ばせるという形式であったために、正答率が低かったと考えられる。温室効果の間1、遺伝子組換え作物の間1、2に関しては、正答率は7割以上であったが、温室効果の間2、3はA校と同様B校でも相対的に低く、順に58.3%、62.5%の正答率であった。

正答率の解釈に関しては合意された基準はないが、ここではワシントン大学の Office of Educational Assessment (OEA) で用いられている基準を参照して問題の難易度の評価を行う。OEA (n.d.) によれば、正答率が85%以上の問題は「簡単 (easy)」, 50%以下の問題は「難しい (difficult)」, この間にある問題は「ほどほど (moderate)」とされている。これに基づくと、A校の場合は、2問が「簡単」、5問が「ほどほど」、2問が「難しい」に該当していた。一方、B校の場合は、8問が「簡単」、5問が「ほどほど」であった。このように、OEAの基準に当てはめて考えると、A校の生徒にとってはバランスのとれた難易度であった一方で、B校の生徒にとっては全体的に易しめであったと考えられる。

2. 「科学の関連性に対する信念」の変化への全体的な影響

図7に、A校とB校における「科学の関連性に対する信念の変化」尺度への回答のうち、正の変化とみられる「5」あるいは「4」を選択した生徒の割合を%表示した。A校では、およそ7割の生徒が、正の変化とみられる回答であった。B校の場合、項目1と項目5では数値が低いものの、他の項目においては5割以上の生徒が正の変化とみられる回答であった。

科学の関連性に対する信念の変化に対しての生徒の回答から、平均および標準偏差を算出した。その結果、A校で平均3.76 (SD = 0.49), B校で平均3.65 (SD = 0.52) であった。95%信頼区間はA校で3.69-3.84, B校で3.44-3.86であり、両校ともに、平均値の95%信頼区間は「変化がない」という理論的な期待値3を上回っていた。そのため、両校において全体的にポジ

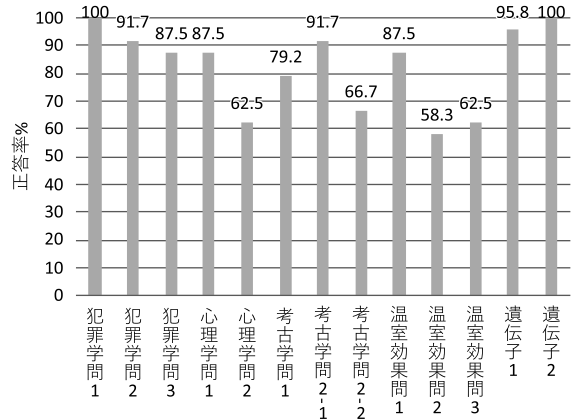


図6 B校の正答率

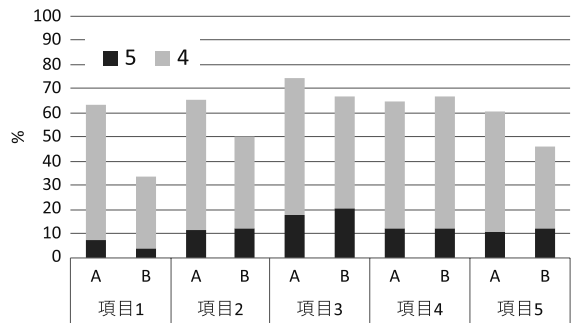


図7 回答の分布

ティブな変化があったと推察できる。

本研究で作成した尺度の信頼性について両校合わせた208名でCronbachの α 係数を算出したところ.80であり、許容可能な信頼性が担保されていた。この結果に基づき、次節の分析では、科学の関連性に対する信念の変化として5項目の平均値を使用した。

3. 「科学の関連性に対する信念の変化」に影響を与える要因の影響の検討

以下では、「科学の関連性に対する信念の変化」に対して影響を及ぼしうる要因に関して統計的に検討を行う。ただし、ここでの分析は、多くの調査協力者を確保できたA校の結果のみを用いて行う。また、自由記述の結果を一部引用しながら結果の解釈を試みる。

a. 性別による影響

性別を独立変数として、「科学の関連性に対する信

念」の変化の平均値の差の検討を行った。男子は平均3.79 (SD = 0.50), 女子は平均3.74 (SD = 0.49)であった。等分散を仮定したt検定の結果, 非有意であった ($t(182) = .64, n.s., d = 0.094$)。なお, dは効果量を表す。つまり, 性別による差があるとは言えない。また, 95%信頼区間は男子で3.68–3.90, 女子で3.65–3.84であり, いずれも「変化がない」という理論的な期待値3よりも高いことがわかる。従って, 男女ともにポジティブな変化があったと推察できる。

SLASHの有効性が性別による強い制限を受けないことは, 日本の科学のカリキュラムが男子生徒向きのものとなっているという指摘(例えば, Kato & Yoshida, 2003)を考慮すると, 好ましい知見と判断できる。

b. 正答数による影響

さらに, 正答数と科学の関連性に対する信念の変化の関係を相関分析により検討した。これにより, 正答数の多かった生徒とそうでない生徒で差があるのかどうかに関して示唆を得ることができる。なお, A校ではSLASHの得点は, 9点満点中平均5.72 (SD = 1.69), であった(1問に対して正解である場合には1点を与え, 部分正答は考慮していない)。

分析の結果, 信念の変化と得点の相関は $r = .00$ であり, 非有意であった(図8)。つまり, 得点が高い生徒の方が信念により大きな変化があった, というような傾向は見られなかった。2節の結果と合わせて解釈すると, 得点の高低に関わらず, ポジティブな変化があったと推察できる。

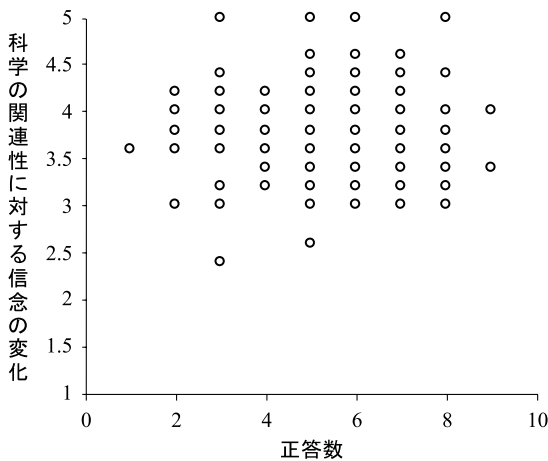


図8 散布図

このことより, 成績の芳しくない生徒に対してもSLASHの効果を期待できることが示唆された。

この結果に対して, 信念を変化させたのは動画視聴のみであったという可能性も否定できないが, 動画の内容は「人文・社会科学系学問」がそれぞれどのような分野なのかの概要説明, 「市民生活」文脈では温暖化や遺伝子組換え作物の概要説明にとどまるものであり, それら自体が信念の変化に影響を与えたとは考えにくい。そのため, 正解にたどりつけなくとも, SLASHで問題を解くという活動に能動的に関与したことで, 科学の「関連性」を認識した可能性の方が大きいだろう。このように, 必ずしも問題に正解できなくとも信念の変化に影響が見られた理由として, 問題文および選択肢を読んで理解する中で, すでに科学の関連性に対する信念に変化が生じた可能性が指摘できる。例えば心理学の問題の場合, 紹介動画が概要説明にとどまる一方, 問題文や選択肢の中には, 「遺伝」という科学用語が多く散りばめられている。すなわち, 問題文や選択肢に目を通す過程で, 科学との関連性を示す情報に度々さらされることが, 信念の変化に影響を与え, それゆえに問題に正解することの影響が見られなかったとする解釈が成り立つ。演習問題の存在が, その問題を解くために真剣に問題文と選択肢を読むことを生徒に促したとすれば, 仮に紹介動画のみを用いて同じ情報量に生徒をさらしても, 同様の効果は得られなかったと考えられる。ただし, 十分な比較研究を行ったわけではないので, 断定的な結論を下すことはできない。今後の研究が必要とされる。

c. 事前の関心による影響

次に, 事前に特定の人文・社会科学系学問に関心を持っていたことが, 科学の関連性に対する信念の変化に影響を与えるのかどうかを検討する。

まず, 生徒が本取り組み以前に, 大学で学びたい学問として列挙していた各学問分野を, 学問分野の近さにより以下のように分類した。

- 心理学系：心理学, 教育学, 保育
- 経済学系：経済学, 経営学

例えば, 「教育学」を選んだ生徒は「心理学系」に興味があるということになる。この分類に沿って, 184名の生徒を, 以下の4グループに分類した。

- グループ0：どちらの系にも関心のなかった群
- グループ1：心理学系にのみ関心があった群
- グループ2：経済学系にのみ関心があった群

グループ3：2つの系にともに関心があった群
このグループ分けに従えば、取り組み前の時点で「心理学」と「経営学」に関心があった生徒は、「グループ3」に分類される。各グループそれぞれに該当する人数、科学の関連性に対する信念の変化の平均値、標準偏差は表2の通りである。

各グループの平均値の差を、分散分析により比較した。結果を図9（エラーバーは95%信頼区間）に示す。その結果、グループ間の主効果は非有意であった（ $F(3, 180) = 1.23, n.s.$ ）。また、95%信頼区間は図9から、いずれも「変化がない」という理論的な期待値3よりも高いことがわかる。従って、事前の関心に強く依存することなく、肯定的な変化があったと推察できる。

この理由の解釈には、グループ0の生徒で、科学の関連性に対する信念の変化の平均値が理論的中央値の3を超えていた生徒による自由記述が手がかりになる（下線部は引用者）。

科学という大きな分野の中にも、いろいろな方向性の分野がたくさんあるんだと思った。理系の分

野の中にも文系の分野が入っていたり、文系の分野の中にも理系の分野が入っている学問があることがわかった。（生徒1）

複数の学問がありおもしろいと思った。心理学の中にもいろいろあり驚いた。（生徒2）

環境経済学は何をする学問なのか全く知らなかったけれど、今回で初めて知ることができた。（生徒3）

下線部の記述から、SLASHを通じて新たな分野の存在を知り、興味を持ったことが読み取られる。すなわち、人文・社会科学系学問分野を問題の文脈に含むSLASHは、キャリア教育的役割も担うことができるということである。

また、以下のコメントからは別の解釈を行うことができる。

今、生活している中でさまざまな問題があるのだとわかりました。もっと勉強した方が良いなと思いました。（生徒4）

人類がかかえる問題はたくさんあるんだと思った。（生徒5）

表2 グループ毎の人数、平均値、標準偏差

グループ	人数	平均値	標準偏差
0	67	2.19	1.03
1	52	2.29	1.15
2	49	2.45	0.96
3	16	2.31	1.23

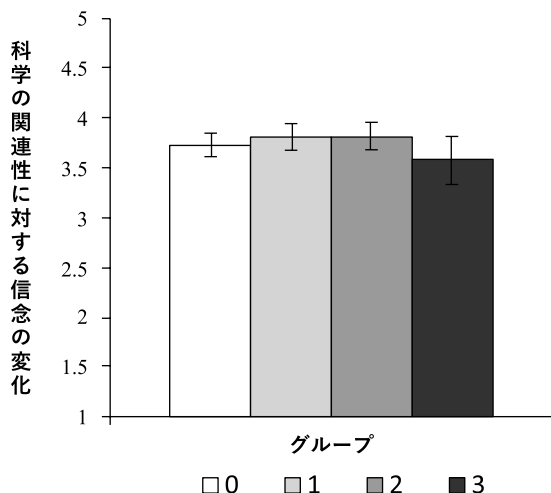


図9 関心度に着目した分散分析結果

このように、市民生活におけるトピック（温暖化や遺伝子組換え作物）が、市民としての自覚を介して、こうした信念の変化に影響を与えたという可能性もある。

以上より、今回得られた結果から示唆されるのは、SLASHは、特定の分野への事前の関心を必ずしも前提とせず、キャリア教育的な働きかけや市民としての自覚を促すことを通じて、様々な関心を持つ生徒に有効性を発揮しうるということである。

V. 結論

1. まとめと本研究の意義

本研究の目的は、大学の人文・社会科学系学問と市民生活の2つの文脈を軸に、科学学習教材を開発・試行し、「科学の関連性に対する信念」の変化に対しての有効性を評価することであった。この目的のため、心理学や経済学といった人文・社会科学系学問や温室効果など市民生活の問題で構成した「文系生徒のための科学学習補助教材 SLASH」を開発し、高校生に対して試行した。その結果、SLASHは

- ①教材全体として、普通校の高校2年生にはバランスのとれた難易度であるが、進学校の高校2年生にはやや易しめの難易度である
- ②科学の関連性に対する信念をより肯定的に変化させることに対して一定の効果がある
- ③科学の関連性に対する信念をより肯定的に変化させる上で、性別や事前の関心度、得点による大きな差はない

ことがわかった。

本研究のように、文系生徒を特に対象として、科学学習の関連性を生徒が認識できるような教材を開発・試行・評価した事例はこれまでになかった。そのため、教材の詳細な開発プロセスとその有効性を報告したことは意義が大きいと考えられる。加えて、ICTを組み込んだことで、1コマの授業時間内で、教員に負担をかけずに、新しいトピックを含む教材を問題なく実施できたことも、同様の教材開発の参考になると考えられる。

2. 今後の課題

今後の課題として以下の3つを示す。

第一に、事前の「科学の関連性に対する信念」を把握し、比較対照群も設けることで、SLASHの効果をより正確に評価することである。今回は介入が授業1コマと短時間であったため、生徒への負担を考へて、信念の変化を問う質問形式とした。担当教員に対する事前のインタビューより、生徒の多くが科学の学習に対しての意欲を失っていることを確認してはいるが、この点の把握は十分とは言えない。対照群も設けた実験デザインにより、因果関係の究明および効果量の測定を行うことが重要であろう。

第二に、本研究では、心理学、経済学、犯罪学、考古学の文脈においてSLASHを作成したが、教材としては生物領域からの出題が多くなってしまった。これは調査校における学習内容への配慮のためでもあったが、今後は、理科の他の3分野（物理学や化学、地学）を人文・社会科学系学問の文脈の中で提示する問題も作っていくことが必要である。例えば、法学（法廷における科学）、文学（サイエンス・フィクション）、哲学（科学哲学）、政治学（クライメートゲート事件）、人文地理学（地形と人々の生活）、宗教学（科学と宗教の論争）、歴史学（科学史）などはこうした教材開発において有望な領域であろう。また、市民生活面

は、市民として判断を求められるトピックとして、社会における人工知能の活用、自動運転技術の本格的な導入、エネルギー問題解決のための方法の議論などが、今後の教材開発領域として考えられる。

第三に、今回のSLASHは、文系生徒が科学学習の関連性を認識できるようにすることを目的として開発したが、「文理融合型教育」に注目が集まる昨今の教育界を見るに、今後はSLASHとは逆の方向性の、理系生徒が文系分野の学習（歴史や地理、政治・経済、英語など）の学習の関連性を認識できるような教材の開発も必要になると考えられる。そして、このような教材の開発のためには、本研究で示したのと同様に、文系的な知識・スキルが自然科学系の文脈の中でどのように活用されているかを検討する必要がある。そのために、今後はこうした教材開発に向けて、文理双方の専門家が協力しつつ学際的に教材の開発を行うことが、文理融合型教育の観点からも期待されるだろう。

注

- (1) 人文・社会科学系学問（文系）とは、社会現象や人間の活動を主たる対象とした学問分野を指す。心理学や経済学、文学や歴史学、法学、政治学などといった、人文科学と社会科学の双方が人文・社会科学系学問（文系）に含まれる。一方で、自然科学系学問（理系）は、自然現象を主たる対象とする学問分野を指す。ここでは、医学、理学、工学、農学などが含まれる。以下では、高校教育段階に関して言及する際には「理系」「文系」、大学教育を念頭に置く際には「自然科学系」「人文・社会科学系」という表現を用いて区別する。
- (2) 開発したSLASHは、今後より多くの高校教員・高校生等に利用してもらえるように、以下のURLから閲覧・使用できるようにした (<https://www.gsais.kyoto-u.ac.jp/st/slash/>)。
- (3) A校での実施を通して、心理学のグラフおよび選択肢に関して修正の余地があるとの指摘を受けた。これに伴い、B校に対して実施した心理学の問題では、「遺伝と環境どちらの影響が大きいか」という観点から一部選択肢を構成し直している。そのため、心理学問2に関して、A校とB校の単純な比較はできない。

謝辞

本研究は、博士課程教育リーディングプログラム「京都大学大学院思修館」PBR実施支援経費の援助を受けた。

文献

- 足達慶暢, 岡村華江, 鈴木達也, 草場実 (2017): 理科学習場面における動機づけモデルに関する基礎的研究 (I) メタ認知の調整効果, 高知大学教育学部研究紀要, 77, 71-78.
- 浅島誠ほか (2017): 改訂生物基礎, 東京書籍.
- Benesse (n.d.): 第2回大学生の学習・生活実態調査報告書 2012, <http://berd.benesse.jp/koutou/research/detail1.php?id=3159> (2019年8月17日閲覧)
- Braund, M., Bennett, J., Hampden-Thompson, G., & Main, G. (2013): *Teaching Approach and Success in A-level Biology: Comparing Student Attainment in Context-based, Concept-Based And Mixed Approaches To Teaching A-Level Biology*. Report to the Nuffield Foundation, York: Department of Education, University of York, <https://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/files/A%20LEVEL%20BIOLOGY%20PROJECT%20FINAL%20REPORT%20070113docx.pdf> (2019年8月17日閲覧)
- 江森英世, 飯島智隆 (2008): 数学の問題解決における情動的な経験に関する基本モデル, 群馬大学教育学部紀要自然科学編, 56, 17-26.
- Glynn, S. M., Taasobshirazi, G., & Brickman, P. (2007): Nonscience Majors Learning Science: A Theoretical Model of Motivation, *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 8, 1088-1107.
- ヒール, J. (著), 細田衛士, 赤尾健一, 大沼あゆみ (訳) (2005): はじめての環境経済学, 東洋経済新聞社.
- 日置英彰, 青木尚之, 小野智信, 増田裕充, 栗原淳一 (2017): 「化学」の授業におけるくすり教育プログラムの開発 - アスピリン腸溶錠を教材として -, 科学教育研究, 41, 1, 457-453.
- 本田由紀 (2004): 高校教育・大学教育のレリバンズ, GSS 研究論文集, 3, 29-44.
- 井口洋夫, 相原惇一ほか (2012): 新版化学基礎, 実教出版.
- Kato, A., & Yoshida, A. (2003): Gender Issues in Science Education in Japan, *Japan Society for Science Education*, 27, 4, 258-267.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964): *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook II: Affective Domain*, David McKay Company.
- 小林博司 (2007): トランス・サイエンスの時代, NTT 出版.
- 国立教育政策研究所編 (2007): 生きるための知識と技能 3 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2006年調査国際結果報告書, ぎょうせい.
- 国立教育政策研究所編 (2016): 生きるための知識と技能 6 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2015年調査国際結果報告書, 明石書店.
- McLeod, D. B. (1992): Research on Affect in Mathematics Education: A Reconceptualization, in D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning: A Project of the National Council of Teachers of Mathematics*, 575-596, Macmillan.
- 文部科学省 (2016): 国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015) のポイント, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/12/12/1380468_1.pdf (2019年8月17日閲覧)
- 日本学術会議 (2016): 提言 これからの高校理科教育のあり方, <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t224-1.pdf> (2019年8月17日閲覧)
- NHK (2012): 「中学生・高校生の生活と意識調査・2012」について, <https://www.nhk.or.jp/bunken/summary/yoron/social/pdf/121228.pdf> (2019年8月17日閲覧)
- Office of Educational Assessment (n.d.) "Understanding Item Analysis", <https://www.washington.edu/assessment/scanning-scoring/scoring/reports/item-analysis/> (2019年11月20日閲覧)
- Pesman, H., & Özdemir, Ö.F. (2012): Approach-method Interaction: The Role of Teaching Methods on the Effect of Context-based Approach in Physics Instruction, *International Journal of Science Education*, 34, 14, 2127-2145.
- 渋谷晶三 (2014): マンガでわかる心理学入門 (池田書店の漫画でわかるシリーズ), 池田書店.
- 嶋田正和ほか (2017): 改訂版生物基礎, 教研出版.
- 標葉靖子, 江間有紗, 福山佑樹 (2017): 科学技術と社会への多角的視点を涵養するためのカードゲーム教材の開発, 科学教育研究, 41, 2, 161-169.
- 辰巳敬ほか (2012): 化学基礎, 教研出版.
- 内田隆, 鶴岡義彦 (2014): 日本における STS 教育研究・実践の傾向と課題, 千葉大学教育学部研究紀要, 62, 31-49.
- Weinberg, A. M. (1972): Science and Trans-science, *Minerva*, 10, 2, 209-222.

(受付日2019年8月23日; 受理日2019年12月25日)

[問い合わせ先]

〒819-0385 福岡市西区元岡744番地
九州大学教育改革本部
長沼祥太郎
e-mail: naganuma.shotaro.062@m.kyushu-u.ac.jp

性格を決めるのは遺伝か環境か？（心理学）

<動画のまとめ>

- 心理学は、人間の「心や行動」を理解するための学問
- 主なテーマは、人間の感情や行動、考え方、学習など
- 具体的なテーマ：
 - 内気な性格は育った環境のせいなのか、それとも親譲りか？
 - 効果的に勉強するにはどうしたらいいか？
 - 集団が変われば、個人の行動は変わるのだろうか？ など

ある心理学の学会に以下のような質問が寄せられました。

Q. 私の神経質な性格は母親にそっくりです。これってやっぱり遺伝でしょうか。それとも、小さいころからずっと親を見て育ってきたからでしょうか。

動画の中でも話があったように、心理学の研究者は、性格が遺伝によるものなのか、育った環境によるものなのかに関する研究をこれまで行ってきました。その一つが、双子を比較する研究です。一卵性の双子は、遺伝子的に同一なので、顔かたちや髪・目の色などがそっくりです。一方、二卵性の双子は、遺伝子的には異なり、見た目はそれほど似ていないことが多いです。

問1. 「性格は、育った環境の中で身についたものではなく、遺伝によるものである」とすると、最も起こりえそうなことは次のうちどれですか？

- ① 同じ親に育てられた一卵性の双子は、性格が異なる
- ② 同じ親に育てられた二卵性の双子は、性格が似ている
- ③ 別々の親に育てられた一卵性の双子は、性格が似ている
- ④ 別々の親に育てられた二卵性の双子は、性格が異なる

このトピックはここで終わります。

問2. 育った環境の違いに基づいて双子を比較した結果、双子の性格がどれだけ似ているかに関して、次の結果が得られました。

双子の種類	一卵性	二卵性
同じ親に育てられた双子	~0.42	~0.22
別々の親に育てられた双子	~0.38	~0.22

*双子の性格が似ているほど、「性格の類似度」は1に近くなります。

この研究結果に基づくと、冒頭の質問（自分の神経質な性格は遺伝によるのか育った環境によるのか）についてあなたはどのように回答すべきですか？

- ① 「遺伝も育った環境も影響していませんね。」
- ② 「遺伝による影響よりも、育った環境による影響の方が大きいと考えるべきですね。」
- ③ 「育った環境による影響よりも、遺伝による影響の方が大きいと考えるべきですね。」
- ④ 「この研究からは何も言えません。」

このトピックはここで終わります。

資料1 心理学の問題

お金が生物多様性を守る？（経済学）

<動画のまとめ>

- 経済学は、社会の中でお金がどのように動いているのかなどを研究する学問
- 環境経済学は、環境問題を「お金の力」を使って解決できないかを研究する学問
- テーマ例：
 - 環境税の価格をいくらにするか？
 - いかにして生物多様性を保護するか？
 - 二酸化炭素（CO2）排出権許可証の価格をいくらにするか？ など

ここでは、お金の力を使って「生物多様性」を守ることを考えてみましょう。

問1. 生物多様性を守る根拠として適切なものはどれでしょうか？ ①～⑦のうちから一つ選んでください。

- a 新薬の開発につながる場合がある
- b より生産性の高い品種の開発につながる
- c 気候変動の影響による被害を軽減できる

- ① aのみ
- ② bのみ
- ③ cのみ
- ④ aとb
- ⑤ bとc
- ⑥ aとc
- ⑦ a, b, cすべて

このトピックはここで終わります。

問2. 以下は、二酸化炭素増加が生物多様性へ与える影響を表した図です。

この図から、生物多様性を守るためには、「二酸化炭素排出量を削減すること」が重要な対策であることがわかります。では、「お金」の力を使ってどのように二酸化炭素を削減させることができるかを考えてみましょう。

ここにふたつの工場があります。どちらの工場も二酸化炭素の排出量の削減に取り組んできましたが、目標まであと1トンの削減が必要です。

1トン削減するのに、工場Aでは2,000円、工場Bでは4,000円の費用がかかります。ただし、排出権許可証がどちらの工場にも1枚ずつ割り当てられており、これを使えば、二酸化炭素を1トン排出することが認められます。許可証を自分で使わない場合は、3,000円で他の工場に売ることができます。

このとき、**経済的利益を最も大きくするために**、工場Aと工場Bにおいて最も起こりそうな行動は次のうちどれでしょうか？

	工場A	工場B
①	削減努力をして 許可証を使用せず、許可証の足りない工場に売る	削減努力をして 許可証を使用せず、許可証の足りない工場に売る
②	削減努力をせず、 許可証を使用する	削減努力をせず、 許可証を使用する
③	削減努力をせず、 許可証を使用する	削減努力をして 許可証を使用せず、許可証の足りない工場に売る
④	削減努力をして 許可証を使用せず、許可証の足りない工場に売る	削減努力をせず、 許可証を使用する

このトピックはここで終わります。

資料2 経済学の問題

犯罪を犯すのは誰か？ (犯罪学)

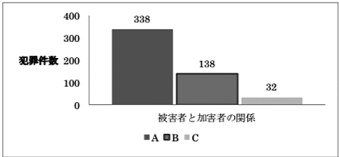
<動画のまとめ>

- 犯罪学とは、犯罪の原因や性質などについて解明し、犯罪対策に貢献することを旨とする学問
- 具体的なテーマ：人はなぜ犯罪を起こすのか？ どのような人が犯罪を犯すのか？ 犯罪者をいかに社会に復帰させるか、など

ある犯罪学者は、「血縁者間での重大な犯罪事件は少ないだろう」という仮説を立てました。この学者は、自らの仮説を検証するために、1972年にデトロイト（アメリカの都市の一つ）で発生した重大な犯罪事件の690件のうち、被害者と加害者の関係がわかっている508件の内訳を検証しました。

その際、次の3つの分類が用いられました。

- 血縁者同士
- 血縁にない知人同士
- 見知らぬもの同士



検証した結果、彼の仮説は正しかったことがわかりました。また、他の資料のデータでも、同様の傾向が見られることが判明しました。

問1. 「また、他の資料のデータでも、同様の傾向が見られることが判明しました。」（下線部）という一文が添えられているのはなぜでしょうか？

- ① この資料の作成者があまり信頼されていないから
- ② 他の資料のほうが科学的に重要だと考えられているから
- ③ 1972年のデトロイトのデータが特殊ではないことを示したいから
- ④ もっともらしいことを言いたいだけで特に書く必要はない

問2. グラフのA、B、Cには被害者と加害者の関係が入ります。下線部の仮説が正しいことがわかるのは①～④のうちどれでしょうか？

	A	B	C
①	血縁者同士	見知らぬもの同士	血縁にない知人同士
②	血縁者同士	血縁にない知人同士	見知らぬもの同士
③	見知らぬもの同士	血縁者同士	血縁にない知人同士
④	血縁にない知人同士	見知らぬもの同士	血縁者同士

問3. 下線部の仮説は以下のa～eの考えを論理的に組み合わせて立てられています。a～eを論理的に最も適切に並び替えたものは①～④のうちどれでしょうか？

- a 自然界では、環境に適応した生物の個体ほど生き残る
- b 人間も生物である
- c 自分と同じ遺伝子を持つ人を大事にすれば、その遺伝子は残りやすい
- d そのような人の心理的な特徴も、人間全体に広がる
- e 生き残った生物の個体の特徴は、その生物種全体に広がる

→ → → → → 血縁者間での重大な犯罪事件は少ないだろう

	1番目	2番目	3番目	4番目	5番目
①	a	c	b	d	e
②	b	e	d	c	a
③	a	e	b	c	d
④	c	b	d	e	a

* なお、近年では社会的環境の変化などにより、犯罪事件の傾向は変わりつつあります。
このトピックはここで終わります。

資料3 犯罪学の問題

このヒトは何者？ (考古学)

<動画のまとめ>

- 考古学とは、人類が残した文化の痕跡（例えば、土器や石器、建物やお墓等）の研究を通して、人類の活動とその変化を研究する学問
- 書物・文書として残っていない過去の出来事や、現在残っている書物・文書では分からない時代について明らかにすることができる
- ヒトの骨や食べ残しに含まれる炭素同位体を調べることで、当時のヒトの食生活や、そのヒトがいつ頃生きていたかを推測することができる

<炭素の利用・性質・役割について>

- 炭素 12 (^{12}C) : 自然界に最も多く存在
- 炭素 13 (^{13}C) : 食生活の推定
- 炭素 14 (^{14}C) : 死亡時期の推定 (放射性炭素年代測定法と呼ばれる)

	炭素12	炭素13	炭素14
時間による変化	不変	不変	約5730年経つと、半分になり、さらに5730年経つとそのまた半分になる
大気中に存在する割合	98%以上	1.1%程度	わずかに存在
考古学における役割	特になし		炭素14の存在比を確かめることで、ある動物・ヒトが死んだからどれくらい経ったのかを推定できる

➢ 放射性炭素年代測定法の仮定：ある時代において、大気中に炭素 12 と炭素 14 が 10000 : 1 の割合で存在したとき、その時代に生きた動物や植物の体内にも、死んだ時点では、10000 : 1 の割合で炭素 12 と炭素 14 が存在する。


問1. 下線部の仮定が成り立つことを説明した以下の文章を、与えられた語句を使って完成させてください。

生産者である植物が (①) を利用して (②) を行う。これにより、大気中の二酸化炭素を体内に取り込む。次に、(③)) において、(④)) が(⑤)) を摂取する。この④を更に(⑥)) が摂取する。このようなプロセスを経るため、すべての動物の体内に存在する炭素の比率が、大気中のそれと一致する。

(語句：食物連鎖、一酸化炭素、二酸化炭素、日光、光合成、呼吸、草食動物、肉食動物、植物)

問2. 今回見つかったヒトの骨(右図)に含まれる炭素の存在比を測定したところ、次の二つの事実が分かりました。

事実A	炭素 14 の存在比は、現在の存在比の 1/8 である
事実B	炭素 13 の存在比は、他の時代と比べて比較的高い



問2-1. 事実Aから推測されることは次のうちどれでしょうか？ 当てはまるものを一つ選んでください。(ただし、大気中における炭素 14 の割合は数万年前から現在まで変わらないものとします。)

- ① このヒトは、今から約 700 年前(鎌倉時代)に生きていた
- ② このヒトは、今から約 1,900 年前(弥生時代)に生きていた
- ③ このヒトは、今から約 17,000 年前(旧石器～縄文時代)に生きていた
- ④ このヒトは、今から約 46,000 年前(旧石器時代)に生きていた

問2-2. 事実Bから根拠を持って推測されることは次のうちどれでしょうか？ 当てはまるものをすべて選んでください。

- ① このヒトは、トウモロコシやヒエを食べていた
- ② このヒトは、トウモロコシやヒエは食べていなかった
- ③ この時代に、集団でトウモロコシの栽培を始めた
- ④ この時代まで人々はトウモロコシやヒエを消費できなかった

以上で全トピック終了です。お疲れ様でした。最後にアンケートにお答えください。

資料4 考古学の問題