

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12381

研究課題名(和文) 科学技術ガバナンスの主体となるための市民リテラシーに関する大学教育プログラム

研究課題名(英文) University education program on citizen literacy for promoting science and technology governance

研究代表者

坂本 美紀 (Sakamoto, Miki)

神戸大学・人間発達環境学研究科・教授

研究者番号：90293729

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)： 指導法に関する研究成果として、未来の科学技術ガバナンスを担う市民のための科学リテラシーの具体的な内容を明確化し、個々のリテラシーについての指導法を提案することができた。また、評価法に関する研究成果として、上述の科学リテラシーの測定課題と評価ルーブリックを開発することができた。科学技術や環境に関する公共的な問題の解決に関わるリテラシーのうち、解決策の創出に焦点を当て、遺伝子医療技術を扱う科学技術の社会問題を対象にした測定課題を作成し、日本の大学生を対象に、リテラシーの獲得状況に関する調査を実施した。分析の中で、策定した評価ルーブリックを修正・精緻化し、完成させた。

研究成果の概要(英文)： Our research result on the teaching method was clarification the specific contents of scientific literacy for future citizens responsible for science and technology governance and to propose teaching methods and a university education program for individual literacy. Our research result regarding the evaluation method was the development of a measurement task and an evaluation rubric for scientific literacy. In this research, we focused on scientific literacy to create solutions to socioscientific issues. We chose socioscientific issues related to genetic medical technology and created a Japanese version of the measurement task for scientific literacy, the analysis framework, and the evaluation rubric. We also conducted surveys of Japanese university students to investigate their achievement of such scientific literacy. Having analyzed the survey results, we revised and completed the evaluation rubric. The survey results provided suggestions on socioscientific issues-based instruction.

研究分野：教育心理学, 科学教育

キーワード：socio-scientific issue 科学リテラシー 科学教育

## 1. 研究開始当初の背景

社会と科学技術革新との関係深化を目指す国際的潮流を踏まえ、各国の科学技術政策において、科学技術ガバナンスの重要性が認知されている。市民や地域社会は、科学技術の開発と利用に関する公共的なガバナンスの主体の一つであり、積極的な役割を果たすことが期待されている。具体的には、科学・技術や環境に関する公共的な問題 (Socioscientific Issues; SSI) に対し、科学・技術の利点と問題点を理解した上で、適切な判断を下す、その際に、多種多様なステイクホルダーの存在に目を向ける、説得的なコミュニケーションを行う、等。このような行動を支える科学リテラシーが、現代社会の市民には必要とされているのである。

国外の科学教育コミュニティにおいては、SSI での意思決定を科学リテラシーの不可欠な要素に含め、SSI を科学のカリキュラムに組み入れることの重要性が認知されている。しかし、SSI での推論や意思決定を調査した研究からは、大学生や教員志望の大学生であっても、推論のレベルにばらつきがある実態が示されている。従って、SSI に対し、科学的根拠に基づきそれらのトレードオフ関係を踏まえた上で、社会的意思決定を下す力を育成するには、明示的かつ体系的な教育が必要なのである。中学校などいくつかの教育段階で、SSI を導入した教育実践が行われているものの、研究知見はまだ十分とは言えず、体系的な指導法や成果の評価法を提供するには至っていない。

以上より、未来の科学技術ガバナンスを担う市民のための科学リテラシーの具体的な内容を明確化し、その指導法および評価法を確立することが、日本の科学教育研究における喫緊の課題である。先述した、SSI を導入した教育実践は、有力な手立てと考えられるが、日本独自の社会的背景や教育的・文化的風土を踏まえた上での指導法や評価法を提供するには至っていない。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、大学における市民教育の一環として、科学技術ガバナンスへの参画に必要なリテラシーを育成する教育プログラムについて、その指導法と評価法を提案することであった。具体的には、科学技術ガバナンスへの市民参画に必要な科学リテラシーの一側面として、科学・技術の利点と問題点を理解し、それらの対立やトレードオフ関係を踏まえて適切な判断を下す力を取り上げ、それらの指導法と評価法を提案することを試みた。

## 3. 研究の方法

本研究の方法は、次の5点であった。(1) SSI を解決するリテラシーの育成に関わる教育プログラムと評価枠組みの作成に向け、科学教育や科学コミュニケーション、学習科学及

び関連領域の学術論文と関連図書を収集し、レビューした。(2) 大学生にとって身近な SSI をテーマに、利害関係者間の意見の対立、ベネフィットとリスクのトレードオフ等を踏まえた上で、自分なりの解決策を提案することを目標とした、知識創出型の協調学習を行う教育プログラムのプロトタイプを開発した。(3) 教育プログラムでは、課題に関する科学的知識に加えて、人間の思考の特性ならびに科学的な結論導出手法、論証構造など、思考に必要な知識・スキルを獲得させた上で、意思決定のプロセスに参加させた。(4) SSI に対する解決策の創出を測定する課題の日本語版を作成するとともに、学習者が創出した解決策の分析枠組みと評価ルーブリックを策定した。大学生で採取した実例を分析する中で、策定したルーブリックを修正・精緻化した。(5) リテラシーの獲得に関する測定を行い、実証データに基づいて指導法と評価法を提案した。

## 4. 研究成果

### (1) 指導法に関する研究成果: 科学技術ガバナンスへの市民参画に必要な科学リテラシーの明確化と指導法の提案

指導法に関する研究成果として、未来の科学技術ガバナンスを担う市民のための科学リテラシーの具体的な内容を明確化し、その個々のリテラシーについての指導法を提案することができた。科学リテラシーの具体的な内容としては、まず、科学の知見に立脚した科学的な問いを生成する力、ならびに科学的アーギュメンテーションに対する認識論的理解、の2点をとりあげた。前者では、質問生成に重点をおいた介入授業の成果について検討し、The 16th Biannual EARLI Conference for Research in Learning and Instructionにおいて発表した。後者では、ライティングのアーギュメンテーションの指導法を提案すると同時に、相互評価場面の分析事例をもとに学習者が認識論的理解の獲得するプロセスを解明した。この成果をThe 31th International Congress of Psychologyにおいて発表した。

これらの基礎研究ならびに学習科学及び関連領域の学術論文と関連図書をレビューした結果をもとに、科学リテラシーのもう一つの側面として、科学的根拠、特に科学・技術の利点と問題点を理解し、それらの対立やトレードオフ関係を踏まえて適切な判断を下す力に焦点を当て、教育プログラムのプロトタイプを開発した。

### (2) 評価法に関する研究成果: 科学技術ガバナンスへの市民参画に必要な科学リテラシーの測定課題と評価ルーブリックの開発

評価法に関する研究成果として、科学技術ガバナンスへの市民参画に必要な科学リテラシーの測定課題と評価ルーブリックを開発することができた。科学技術や環境に関す

る公共的な問題(SSI)の解決に関わるリテラシーのうち、解決策の創出に焦点を当て、遺伝子医療技術を扱う科学技術の社会問題を対象にした測定課題を作成した。課題では、先行研究のレビュー結果を元に、具体的な個別状況を描写したシナリオを2本作成し、回答者自身の意見を明確にした上で、異なる立場を想定させ、解決策を記述させた。併せて、先行研究のレビュー結果を元に、学習者が創出した解決策の分析枠組みと評価ルーブリックを策定した。

作成した課題を用いて、日本の大学生を対象に、リテラシーの獲得状況に関する調査を実施した。その際、先行研究に準じて、遺伝に関わる概念的知識を評価する課題を加えた。リテラシー課題で大学生が記述した解決策について、量的分析として、(a)インフォーマル推論のパターンの観点からの分類、(b)アーギュメント(論証構造)の観点からの分析を行った。(a)については、代表的な先行研究の手法に依拠し、理性と論理に基づいて意見等を構築する**合理主義的推論**、共感や同情の感情に関わった**感情的推論**、即時の感情や反応に基づく**直観的推論**の3つのパターンで評定し、シナリオが内包するジレンマの強弱が推論にもたらす影響を、合わせて検討した。(b)については、論証構造の複雑さとアーギュメントの多視点性の2つの指標で評価した。前者の評価は、先行研究のものを、日本語の実態に合わせて調整し、作成したルーブリック(Table 1,2参照)に依拠して行った。後者の評価は、正当化の数から構造の複雑さを評価した先行研究の方法を参考に、意見を正当化する際の証拠の利用状況を、なし、単数、複

Table1 論証の各構成要素の評定基準

構成要素	定義
主張	賛否の表明
証拠	主張を支持するために述べられたシナリオ中の事実、回答者の知識や予想
保証・裏付け	証拠と主張の関係を示す、証拠の裏付けをする、証拠の内容がもたらす結果を推論する、など
限定詞	・主張(または証拠、保証・裏付け)が成立する条件を規定する ・賛否の条件を表明
反駁	・想定反論、異なる考え方への言及 ・再反論

Table 2 論証構造の複雑さの各レベルの定義

レベル	定義
0	無回答
1	主張(反論時は想定する反対意見)のみ
2	証拠を挙げる
3	証拠および保証・裏付けを含む
4	限定詞または反駁を含む
5	証拠、保証・裏付け、反駁を含む

数の3段階で評定した。また、(c)SSIに対する賛否が、解決に向けた思考とその表現方法に与える影響について検討した。

中核となる知見である分析結果(b)では、大学生が記述したアーギュメントの質に関し、証拠の提示による最低限の論証は行うものの、多種類の構成要素を用いた頑健性の高いアーギュメントは少数にとどまったという全体傾向と、各シナリオ内で、反論では立論より論証構造のレベルが低下したこと(Figure 1参照)、また、視点の異なる証拠を挙げて主張の正当性を高めた記述が立論でも半数程度に過ぎず、そのような記述の割合が反論ではさらに減少すること(Figure 2参照)が示された。

各分析結果を要約すると、(a)通常ならば合理的な判断が可能な大学生であっても、ジレンマが強い状況では感情的判断に傾きがちであること、(b)SSIについて多様な視点から思考することと、その結果を説得力の高い形式で表現することは、多くの大学生にとって難易度の高い課題であること、(c)当該のSSIに対する賛否の意見は、論証構造のレベルには影響しないが、推論パターンの出現率では賛否の影響が見られたこと(Figure 3a, 3b参照)、以上が明らかになった。

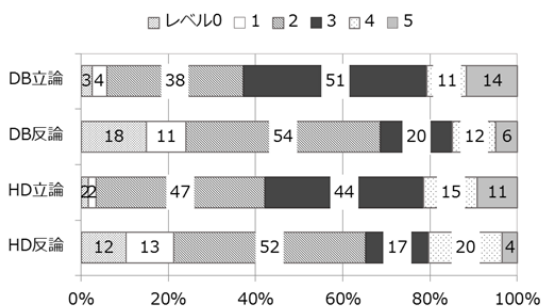


Figure 1. 各シナリオの立論と反論におけるアーギュメントレベルの分布(名)

Note: DB=ジレンマ弱シナリオ, HD=ジレンマ強シナリオ. (坂本ら, 2016 日本科学教育学会研究会研究報告31巻4号 より転載)

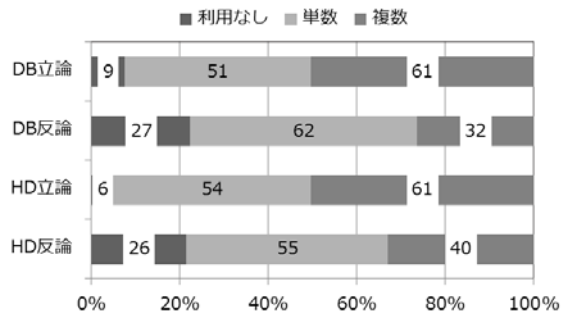


Figure 2. 各シナリオの立論と反論における証拠の利用状況(名)

Note: DB=ジレンマ弱シナリオ, HD=ジレンマ強シナリオ. (坂本ら, 2016 日本科学教育学会研究会研究報告31巻4号 より転載)

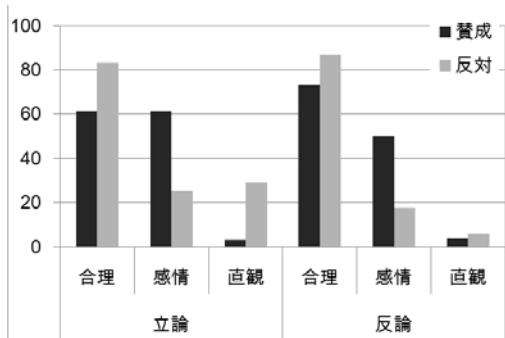


Figure 3a 問題に対する賛否の意見ごとの推論パターンの出現率: ジレンマ弱シナリオ (坂本・山口, 2017, 日本発達心理学会第28回大会発表論文集 より転載)

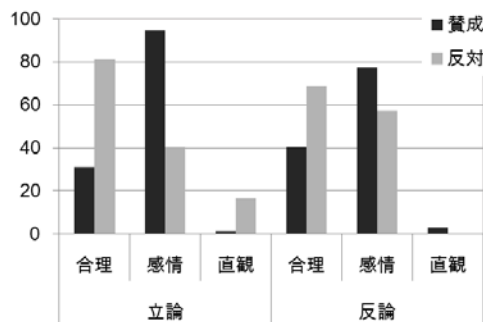


Figure 3b 問題に対する賛否の意見ごとの推論パターンの出現率: ジレンマ強シナリオ (坂本・山口, 2017, 日本発達心理学会第28回大会発表論文集 より転載)

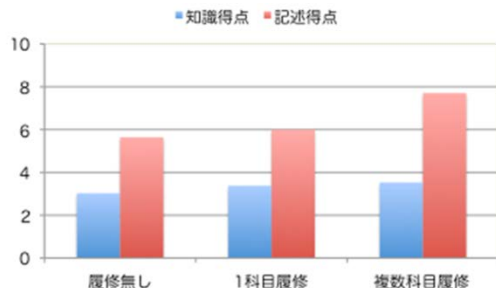


Figure 4. 高校での生物関連科目履修状況ごとの知識理解問題の得点 (坂本・山口, 2017, 日本教育心理学会第59回総会発表論文集 の掲載データより作成)

分析結果(a)を ESERA 2017 Conferenceで, (b)を日本科学教育学会研究会で, (c)を日本発達心理学会で, それぞれ発表した。

同時に測定した遺伝に関わる概念的知識と解決策創出との関連については, (c-1)概念的知識の獲得状況を小問レベルで検討し, 総得点について, 性差ならびに現在の専攻による差, 高校時代の生物関係科目の履修状況による差を検討した。(c-2)大学生が記述した解決策を, 遺伝に関する内容知識を用いたもの, その他の理由を用いたもの, 理由記述なし, の3カテゴリーに分類し, 内容知識の活用における性差, 専攻差, ジレンマの強弱による差を検討した。(c-3)解決策ならびに想定

反論を踏まえた反駁の解決策を, アーギュメントの観点から分析し, 概念的知識の獲得状況とアーギュメントの質, より具体的には論証構造のレベルとの関連について検討した。

主要な分析結果について述べる。まず, (c-1)については, 選択肢問題と記述式問題のどちらの得点にも, 性差ならびに現在の専攻による差はなかった。高校時代の生物関係科目の履修状況による差が記述得点で認められ, 複数科目履修者の得点が他の2群を上回っていた(Figure 4参照)。(c-3)の分析では, 概念的知識を評価した課題の得点をもとに, 参加者を内容知識の豊富な群とそうでない群に分割し, 創出した解決策について, 論証構造の複雑さのレベルを比較した。その結果, 内容知識による論証構造のレベルの差が, ジレンマが強く感情的判断に傾きがちなシナリオでの立論等の指標で有意となり, 知識と解決策創出の関連が示唆された。前段で紹介した分析(b)において, 論証構造のレベルの指標で, 現在の専攻による差が認められなかった結果を考え合わせると, 現在の専攻の文理にかかわらず, 遺伝に関する構造化された多くの知識を持つことにより, SSIについての思考の結果を, より説得力の高い形式で表現できるようになることが示された。分析結果(c-1)(c-2)を日本教育心理学会で, (c-3)を日本科学教育学会年会で, それぞれ発表した。

最後に, 評価ルーブリックに関する成果について述べる。上記の分析に先立ち, 先行研究に基づいて評価ルーブリックを策定した。Table 1,2はその一部である。大学生で採取した実例を分析する中で, 個々の評価ルーブリックを修正・精緻化し, 実証データに基づいた評価法を最終提案した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

坂本美紀・山口悦司・稲垣成哲 遺伝子医療技術を扱う科学技術の社会問題に対するアーギュメントの分析 日本科学教育学会研究会研究報告 31(4), 2016, 31-36.

[学会発表] (計 6 件)

Sakamoto, M., Yamaguchi, E., Nakashin, S., Yamamoto, T., Murayama, I., Kamiyama, S., Muratsu, K., & Inagaki, S. Intervention study on theory-inspired questions as an epistemic activity in science. *Poster presented at the 16th Biannual EARLI Conference for Research in Learning and Instruction*. 2015年 8月, Limassol (Cyprus).

Sakamoto, M. & Yamaguchi, E. Epistemic practice to improve elementary students' construction of scientific arguments: A case analysis of the effects caused by

commenting on peers' arguments using epistemic criteria. *Poster session presented at the 31th International Congress of Psychology*, 2016年7月, パシフィコ横浜 (神奈川県横浜市)

坂本美紀・山口悦司 遺伝子医療技術を扱うジレンマ課題に対する大学生の論述 日本発達心理学会第28回大会 2017年3月, 広島国際会議場ほか (広島県広島市)

Sakamoto, M. & Yamaguchi, E. Informal reasoning for socio-scientific issues concerning dilemmas faced by genetic medical technologies. *ESERA 2017 Conference*, 2017年8月, Dublin, Ireland.

坂本美紀・山口悦司・山本智一 遺伝子医療技術の社会問題に対する大学生のアーギュメントと知識の関係 日本科学教育学会第41回年会 2017年8月, サンポート高松 (香川県高松市)

坂本美紀・山口悦司 科学技術の社会問題に対する大学生の意志決定と知識活用: 遺伝子医療技術を事例として 日本教育心理学会第59回総会 2017年10月, 名古屋国際会議場 (愛知県名古屋市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

坂本 美紀 (SAKAMOTO MIKI)  
神戸大学・大学院人間発達環境学研究所・教授  
研究者番号: 90293729

(2) 研究分担者

山口 悦司 (YAMAGUCHI ETSUJI)

神戸大学・大学院人間発達環境学研究所・准教授

研究者番号: 00324898

伊藤真之 (ITO MASAYUKI)

神戸大学・大学院人間発達環境学研究所・教授

研究者番号: 40213087

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし