

令和 3 年 6 月 19 日現在

機関番号：14401  
研究種目：基盤研究(C)（一般）  
研究期間：2017～2020  
課題番号：17K01030  
研究課題名（和文）萌芽的科学技術に関するELSIを能動的に学ぶことのできるゲーム教材の開発

研究課題名（英文）ELSI

研究代表者  
水町 衣里（Mizumachi, Eri）  
大阪大学・社会技術共創研究センター・特任講師（常勤）

研究者番号：30534424  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：萌芽的科学技術に関するELSIを学ぶことのできる可能性のあるゲーム教材に関する情報収集を行った。加えて、萌芽的科学技術に関するELSIについて議論するワークショップの企画・運営に関与し、ELSI観点や教育プログラム実施に資する情報を収集した。収集したゲーム教材は、ELSIに関する教育に関わる実践者が活用しやすいように整理・分類した。また、これまでに開発した教材が教育実践の場でより活用されるように、多様な活用事例を掲載するウェブサイトを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義  
再生医療や人工知能などの萌芽的科学技術は、社会から多くの期待が寄せられている一方で、倫理的・法的・社会的課題（ELSI）も多く存在する。個別の科学技術に関する知識を深めるだけでなく、ELSI側面にも取り組むことのできる次世代を育成することが急務である。  
本研究では、萌芽的科学技術に関する知識だけを伝えるのではなく、社会に埋め込まれた科学技術としての研究を伝える教材に関する情報収集とその分類、そして、それら教材を活用した教育プログラムの体系化を行うことで、教材が活用される文脈を広げ、より多くの実践者が使用しやすい形で提供することを目指した。

研究成果の概要（英文）：We have collected teaching materials for an introduction to ELSI of emerging science and technology. Moreover, we were involved in planning and organizing a workshop to discuss ELSI of emerging science and technology, and used the knowledge gained in the workshop to develop content for the educational program. In order to spread the teaching materials to more practitioners, we have built a website to introduce the various practical examples of using teaching materials.

研究分野：科学コミュニケーション

キーワード：科学コミュニケーション 科学教育 教材開発 ELSI

## 1. 研究開始当初の背景

### 1) 萌芽的科学技术に関する ELSI を学ぶことの必要性

再生医療や人工知能といった萌芽的な科学技術には、社会から多くの期待が寄せられている。一方で、これらの科学技術が発展すると同時に、多様な倫理的・法的・社会的課題（Ethical, Legal and Social Issues: ELSI）が生み出されることが想定される。ある分野の専門家だけで解決策を探るのではなく、科学的な知識や情報をどのように社会の中に位置づけるかを、多様な立場の人々と議論しながら、解決策を見出すことが必要である（例えば、Pace et al. 2010、Kato et al. 2010）。第5期科学技術基本計画（2015）においても、科学技術イノベーションと社会との関係深化のためには、「ステークホルダーによる対話・協働」が必要であり、「倫理的・法制度的・社会的取組」を研究開発活動と連動させながら推進するとされている。

このような状況の中で、高等学校や大学の一般教養の授業などでも、萌芽的な科学技術に関する ELSI について取り扱いたいというニーズが増大しつつある。しかしながら、既存の教科・科目の枠組みの中だけでは扱いにくいテーマであること、指導できる教員が限られていることなどから、生徒や学生が萌芽的な科学技術に関する ELSI について学ぶことのできる機会は限られている。使用できる教材もテーマや対象が限定されてしまうなど、発展途上の段階にある。

### 2) ゲームを活用した教育プログラムの可能性

ゲームを通じた教育・研修はドイツで盛んであるが、近年、日本の学校教育現場においても、アクティブ・ラーニングの方法の1つとしてアナログゲーム（ボードゲームやカードゲーム）に注目が集まってきている。裁判員裁判制度（荒川 2009）や深刻な災害の発生（矢守ら 2005）など、直接体験することが難しい領域に関して扱ったゲームが存在している。ゲームを活用する利点は、模擬体験を通じて学ぶことができるということである。

## 2. 研究の目的

再生医療や人工知能などの萌芽的科学技术は、社会から多くの期待が寄せられている一方で、倫理的・法的・社会的課題（ELSI）も多く存在する。個別の科学技術に関する知識を深めるだけでなく、ELSI 側面にも取り組むことのできる次世代を育成することが急務である。

そこで、本研究の目的は、以下の3点である。

- A. 萌芽的科学技术に関する ELSI を学ぶことのできるゲーム教材俯瞰マップの作成
- B. 萌芽的科学技术に関する ELSI への議論参画能力育成を目指した教育プログラムの体系化
- C. 萌芽的科学技术に関する ELSI を学ぶことのできるゲーム教材の新規開発

## 3. 研究の方法

教材が活用される文脈を広げ、より多くの教員が使用しやすい形で提供することが必要である。そこで、以下の3つの観点から研究開発を行うこととした。

- A. 萌芽的科学技术に関する ELSI を学ぶことのできるゲーム教材俯瞰マップの作成
  - ・申請者らが既に開発してきたゲーム教材に加えて、これまでに各分野で公表されているゲーム教材を収集
  - ・ゲーム教材の目的やゲーム形式などの観点から、収集したゲーム教材を分類
- B. 萌芽的科学技术に関する ELSI への議論参画能力育成を目指した教育プログラムの体系化
  - ・萌芽的科学技术に関わる ELSI を考える上で、どのような観点を獲得することが必要なのかを洗い出し、ELSI 観点リストを作成
  - ・事前に収集したゲーム教材を用いて学習できる ELSI 観点をそれぞれ紐づけ、ELSI への議論参画能力育成を目指した対話型の教育プログラムを体系化
- C. 萌芽的科学技术に関する ELSI を学ぶことのできるゲーム教材の新規開発
  - ・ELSI 観点リストとゲーム教材俯瞰マップとを照らし合わせ、既存のゲーム教材でカバーされていない観点をテーマにしたゲーム教材を新規に開発

## 4. 研究成果

### 1) ゲーム教材に関する情報収集とその分類

萌芽的科学技术に関する ELSI を学ぶことのできる可能性のあるゲーム教材に関する情報収集を行った。2019 年度には科学コミュニケーション研究会 関西支部勉強会「シリーズ 科学技術と社会の関係をゲームで学ぶ」を 4 回開催し、収集してきた既存のゲーム教材 5 種類を取り上げた。研究会の参加者でゲーム教材を体験し、その体験を振り返り、ゲーム教材を通じて学べることや、教材開発のあり方について議論を行った。

萌芽的科学技术（再生医療、自動運転、ゲノム編集、感染症対策に使われる情報技術など）に関する ELSI について議論するワークショップの企画・運営に関与し、ELSI 観点や教育プログラム実施に資する情報を収集した。

収集したゲーム教材を、ELSI を議論するにあたり前提となる知識である「科学についての営み／科学についての知識」を伝えるもの、不確実性がある中での意思決定を体験できるもの、といった観点から分類した（イメージは右図）。

	科学の営みを理解する	不確実性がある中での意思決定	...
ゲーム中の議論を重視	『TATEWARI』 	『宇宙箱舟ワークショップブック』 	
知識の伝達を重視	『幹細胞研究やってみよう!』 		
...			

### 2) ゲーム教材を活用した教育プログラムの実施と改良

2018 年度には公民館でのサイエンスカフェという枠組みの中でゲーム教材を使用した対話型プログラムを実施した。加えて、商業施設内での親子向けワークショップにおいて、ゲーム教材を使用した教育プログラムを実施した。

上述の科学コミュニケーション研究会 関西支部勉強会「シリーズ 科学技術と社会の関係をゲームで学ぶ」において、参加者（教育実践者）から教材や教育プログラムの普及展開に関わるニーズを抽出した。また、2020 年度には学校教員が参加する研究会内でワークショップのファシリテータをつとめ、教員の理科の授業に関わるニーズを収集した。

2020 年度には、新型コロナウイルスの感染拡大という状況を踏まえ、過去に開発した教材をベースにした教育プログラムをオンライン形式で実施できるようにするために、ゲーム教材などを使ったオンラインワークショップに関する実践事例の収集や試行も行った。

### 3) 普及展開に向けた取り組み

これまでに開発した教材を、開発者ではない人でも教育実践の場で活用しやすくするため、ウェブサイト構築した。

このウェブサイトでは、教材の多様な活用事例を掲載している（下の図）。使用場面（授業での実施やイベントでの実施）や対象者（小学生、中学生、高校生、大学生）ごとの実施例を掲載することで、初めて教材を手にとる実践者がスムーズに利用できるように、実施風景がイメージしやすいようになっている。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4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 工藤充, 山崎吾郎, 水町衣里	4. 巻 6
2. 論文標題 対話ワークショップを通じた高度汎用力教育：自動運転技術の倫理的側面をテーマとして	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Co* Design	6. 最初と最後の頁 33 - 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18910/73011	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 加納圭	4. 巻 43(4)
2. 論文標題 保護者・子ども向け科学ワークショップの参加者層研究：科学・技術への関心の観点から	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 科学教育研究	6. 最初と最後の頁 291 - 298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jssej.43.291	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 水町衣里	4. 巻 68(3)
2. 論文標題 生物や価値観の多様性を扱う教育プログラム「宇宙箱舟ワークショップ」の実践を通じて生態学と社会のつなぎ方を考える	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本生態学会誌	6. 最初と最後の頁 189-197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18960/seitai.68.3_189	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 工藤充, 水町衣里, 八木絵香	4. 巻 3
2. 論文標題 萌芽的科学技术に関する公共的関与の実践・研究・教育の統合に向けて：「超スマート社会」を課題としたSTiPS大阪大学拠点の取り組み	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Co* Design	6. 最初と最後の頁 35-53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18910/67892	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 加納圭, 水町衣里, 一方井祐子	4. 巻 44
2. 論文標題 科学イベントへの参加意向と実際の参加者層の分析 - 「サイエンスカフェ」と「サイエンスとアートの融合イベント」との比較 -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 科学教育研究	6. 最初と最後の頁 254-260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jssej.44.254	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 -

[学会発表] 計9件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Kano K, Mizumachi E, Shiose T, Takeuchi S.
2. 発表標題 Public engagement-oriented science education practices and research - using TV programs broadcasted by NHK in Japan
3. 学会等名 Public Communication of Science and Technology Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加納圭, 水町衣里, 塩瀬隆之, 後藤崇志, 竹内慎一
2. 発表標題 『理科の見方・考え方』に着目した教育プログラムの開発とコンピュータ適応型テスト開発構想
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹内慎一, 加納圭, 水町衣里, 塩瀬隆之, 後藤崇志
2. 発表標題 理科教育番組と連動した科学イベントやワークショップの課題と今後の構想
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kano K, Mizumachi E, Shiose T, Takeuchi S, Goto T.
2. 発表標題 Science communication practices and research on scientific mindset and learning motivation, using TV programs broadcasted by NHK
3. 学会等名 2018 Science & You International Conference on Science Communication (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水町衣里, 一方井祐子, 加納圭
2. 発表標題 高校生を対象とした研究体験で獲得される科学的知識とその限界-PISAの評価枠組みを活用した分析-
3. 学会等名 日本科学教育学会第41回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加納圭, 土井祐磨, 後藤崇志, 水町衣里, 一方井祐子
2. 発表標題 科学的なものの見方の習得に関する評価の試行-NHK Eテレ「カガクノミカタ」連動ワークショップを事例に-
3. 学会等名 日本科学教育学会第41回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 塩瀬隆之, 水町衣里, 加納圭
2. 発表標題 教室におけるアクティブラーニング評価手法に関する教師の懸念
3. 学会等名 日本科学教育学会第41回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川上雅弘
2. 発表標題 再生医療・幹細胞研究のELSIに対する非専門家の意見変容
3. 学会等名 第17回日本再生医療学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水町衣里, 八木絵香
2. 発表標題 科学技術に関する ELSI をテーマとした「対話ツール」の開発
3. 学会等名 日本科学教育学会第44回年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	加納 圭  (Kano Kei)  (30555636)	滋賀大学・教育学部・教授   (14201)	
研究 分担者	川上 雅弘  (Kawakami Masahiro)  (30569231)	京都産業大学・生命科学部・准教授   (34304)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------