

研究助成実施報告書

助成実施年度	2022 年度
研究課題（タイトル）	市民の合意形成スキルの向上を目的にしたゲーム教材の開発
研究者名※	濱田 栄作
所属組織※	琉球大学 教育学部 教授
研究種別	研究助成
研究分野	都市政策、都市経済
助成金額	150 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

（ ）は、報告書提出時所属先。

大林財団 2022 年度研究助成実施報告書

所属機関名 琉球大学教育学部
申請者氏名 濱田 栄作

研究課題	市民の合意形成スキルの向上を目的にしたゲーム教材の開発
(概要) 本研究では、仮想の島における高レベル放射性廃棄物の地層処分場建設地域を選定するゲーム教材「New HLW」を開発し、処分地選定に関する合意形成を模擬体験できる授業を、次世代を担う中学生を対象に実施した。実施後のアンケート結果によると、9 割以上の生徒が「地層処分について興味関心が高まった」、7 割を超える生徒が「今後社会的な課題解決に向けた討論に参加したい」と回答したことから、「New HLW」は地層処分について興味・関心を持たせ、社会的課題に関わる態度の育成に有効であると考えられた。また、9 割近くの生徒が「根拠をもとに相手に説明する事ができた」と回答し、さらに、討論中においても補足的に情報収集を行いながら複数の根拠をもとに、活発な討論活動が行われていた。これらのことから、本教材は根拠をもとに相手に説明し、異なる立場の相手と合意形成を図る態度の育成に有効であり、本教材は活用することで合意形成スキルの向上が期待される。	

1. 研究の目的
都市計画をはじめとする様々な事業を展開するにあたり、対象地域の住民の合意は必須であるが、事業が住民にとってベネフィットだけでなく、リスクも発生させてしまう場合、その事業展開は困難になる。合意形成に関しては、事業者の信頼を基盤にした対話的な場の創出が肝要であるが、そもそも、「暗黙の了解」や「場の空気」を重宝してきた従来の日本型社会において、国民の合意形成に対する経験値は極めて低いのが現状である。 一方で、我々市民は消費者として新たなフェーズに既に立たされている。例えば「消費者保護基本法」は 36 年ぶりに改正され「消費者基本法」となり、消費者は保護される立場から自立した消費者市民としての行動が求められるようになった。消費者市民とは、現在および将来の世代にわたって社会経済情勢や地球環境に影響を及ぼし得ることを自覚して消費行動をする社会の担い手である。特に、民法改正により、成年年齢が 20 歳から 18 歳に変わり、自主的かつ合理的に行動できるための消費者教育の充実が喫緊の課題となっている。 次世代層が今後必要になる資質・能力として、経済協力開発機構(OECD)が示した Education 2030 では「異なる考え方をを持った人々と協働すること、対立やジレンマを克服する力」の育成の必要性が謳われており、合意形成スキルの育成は国際的にも重要なテーマとなっている。日本の学習指導要領でも、中学校学習指導要領解説（平成 29 年告示）理科編には、持続可能な社会をつくるっていくために“科学的な根拠に基づいて賢明な意思決定ができる態度”の育成について述べら

れている。

そこで、本研究では、高レベル放射性廃棄物の処分地選定をテーマに、市民の合意形成スキルの向上を目的としたゲーム教材を開発・実践し、開発したゲーム教材の教育的効果について検証することを目的とする。

2. 研究の経過

原子力発電所から排出される使用済燃料を再処理した後に残る高い放射能を持つ廃液はガラスとともに熔融され、ガラス固化体となる。ガラス固化体は、現在日本に 2,530 本存在し、原子力発電所等で保管されている使用済燃料が今後リサイクルされると、その数は約 27,000 本となる（2024 年 3 月末時点）。これらの高レベル放射性廃棄物は「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（最終処分法）」に基づき、地下 300 m より深くの安定した岩盤に埋設されることになっているが、最終的な処分地は未だ決まっていない。

数万年以上にわたり強い放射線を出し続ける高レベル放射性廃棄物の処分問題は、世代を越えて取り組まなければならない課題であり、次代を担う生徒が持続可能な社会の実現に向けて科学的に判断する力を育むためにも有効なテーマとなる。

萱野らは中学生を対象に授業を行い、放射性廃棄物処分地選定という普段接することがない課題であっても合意形成に向けた積極的な活動が確認できたと報告している¹⁾。また、奥村らはこれらの一連の活動がアーギュメントの体験としても有効であると述べている²⁾。アーギュメント（argument）とは、Toulmin³⁾による、主張、データ、論拠、背景、反駁、限定詞からなる論証で、欧米を中心に 1990 年代から、教育に導入されてきた。

本研究では、高レベル放射性廃棄物の地層処分問題に関する知見を深め、問題解決に向けて自分の考えをまとめ他者と協働する態度を育成するために、アーギュメントを体験できるゲーム教材を開発し、中学生を対象に本教材を用いた授業を行い、アンケート調査や活動中の画面を分析することで、本教材の有効性について検証した。

今回開発したゲーム教材「New HLW」（iPad OS）は、2009 年にスイス ITC（International Training Center）で開発された地層処分の専門家や技術者向けの放射性廃棄物処分地選定に関するアプリを、教育現場でより活用しやすい教材にカスタマイズしたものである。「New HLW」は、1 グループ 4 人で活動を行い、プレイヤーは動画で高レベル放射性廃棄物や地層処分について学びながら、仮想の島に存在する 4 つの候補地のいずれかの住民代表になり、各候補地の情報をもとに、最終候補地の選定（合意）を目指す。

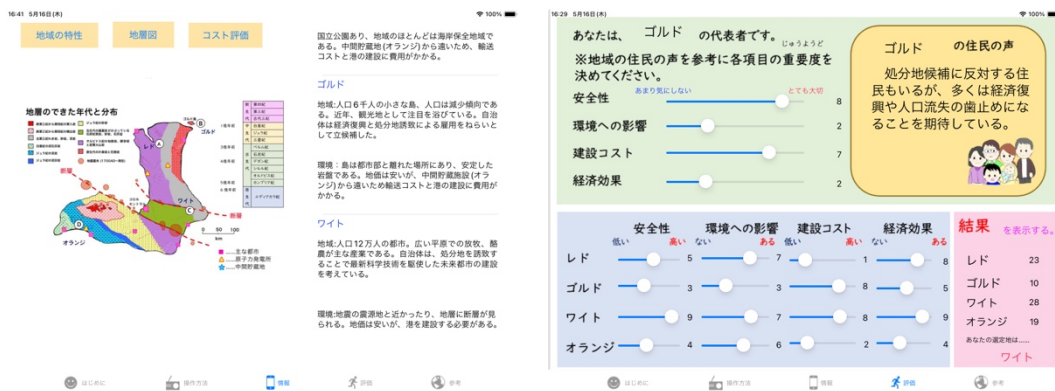
アプリは「はじめに」、「操作方法」、「情報」、「評価」、「参考」の 5 つのタブから構成されている（図 1）。「はじめに」タブでは、高レベル放射性廃棄物と地層処分に関する説明や地層処分を行う仮想島であるコロール島の概要を含んだ約 4 分間の動画を視聴し、地層処分とコロール島について理解を深める。その後、各プレイヤーに、4 つの候補地の住民代表の役が割り当てられる。各プレイヤーには割り当てられた地域住民の民意が表示され、プレイヤーの当事者意識が高められるようになっている。「操作方法」タブには、「情報」・「評価」タブの操作に関する説明が表示される。「情報」タブでは、候補地域の特性や地層図、建設コストに関する情報が記載されている。「評価」タブでは、割り当てられた地域の民意を参考に 4 項目（安全性・環境への影響・建設コスト・経済効果）についてプレイヤー自身の重要度を設定し、さらに、「情報」タブで得られた情報をもとに、各候補地を前述の 4 項目で評価する

ことで、各地域の処分地としての総合的評価結果が表示される。この結果を踏まえ、他のプレイヤーと議論し、グループで最適な候補地について合意を目指していく。なお、プレイヤー自身の意見や他のプレイヤーの選定地やその根拠をメモするものとして、討論用メモも作成した。



「はじめに」タブ

「情報」タブ（コスト評価）



「情報」タブ（地層図）

「評価」タブ

図 1 ゲーム教材の画面

参考文献

- 1) 萱野貴広, 熊野善介, 大矢恭久, 奥野健二, 池谷渉, デジタルツールとして iPod を活用したエネルギー環境学習 -高レベル放射性廃棄物処分地選定を題材に-, エネルギー環境教育研究 6, 3-10 (2012)
- 2) 奥村仁一, 萱野貴広, 高等学校理科でのエネルギー教材によるアーギュメント体験の実践的研究 -科学と実社会の関連性や理科学習の有用性の認識の変容-, エネルギー環境教育研究 16, 3-12 (2022)
- 3) S. Toulmin, The use of Argument, New York, NY.: Cambridge University Press (1958)

3. 研究の成果

沖縄県内の N 中学校の 3 年生 76 名 (3 クラス) を対象に、各クラスとも 2 校時連続 (100 分) で開発したゲーム教材を用いた授業を実施した (2023 年 12 月, 理科「科学技術と人間」)。活動内容と時間配分は表 1 のとおりであり、ゲーム教材アプリがインストールされたタブレット

(iPad) を 1 人 1 台配布し、1 グループ 4 人で活動を進めた (図 2)。

導入では、一般的なゴミ処理場の建設に対する住民の意見として、具体的な根拠を述べた住民と、根拠に欠けた住民の意見を提示し、「どちらの意見の方が納得できるか」を生徒に考えさせ、根拠を持って意見を述べることの重要性を伝えた (①)。

その後、タブレットを操作し、各候補地について評価した (②～⑤)。⑤の評価結果をもとに、同じ地域住民同士でグループ討論を行い、地層処分候補地を選定し、次の場面での討論に向けた討論用メモを作成した (⑥、⑦)。その後、違う地域住民同士でのグループ討論による地層処分候補地選定について討論を行った (合

表 1 活動内容 (時間配分)

① 導入
② 動画視聴 (4 分)
③ グループ内で地層処分候補地の役割決め
④ 地域の住民の声を参考に、4 項目 (安全性・環境への影響・建設コスト・経済効果) のプレイヤー自身の重要度設定 (1 分)
⑤ 各地域の情報を参考に各候補地の 4 項目を評価 (15 分)
⑥ 同じ地域住民同士でのグループ討論による地層処分候補地選定 (15 分)
⑦ 討論用メモの作成 (5 分)
⑧ 違う地域住民同士でのグループ討論による地層処分候補地選定 (20 分)
⑨ 全体発表
⑩ まとめ
⑪ アンケート

意形成, ⑧)。各グループでの討論の結果については、全体で共有し (⑨)、まとめでは、NIMBY 問題を取りあげ、私たちの身近にある社会的課題に対して、自分事として捉えられるような意識を高めた。活動後、各場面における感想や地層処分に関する興味・関心、討論の結果に対する納得度等を調査するために、アンケート調査を実施した (⑪)。

教材を用いた活動について 8 割を超える生徒が面白いと回答し、さらに、約 9 割の生徒がグループでの討論について面白いと回答した。一方、個人活動については 7 割を超える生徒が難しいと回答したのに対し、グループ討論についても 8 割を超える生徒が難しいと回答した。つまり、生徒は合意形成の難しさを感じながらも、割り当てられた役になりきって他者と議論することを楽しんでいたと推測される (図 3)。

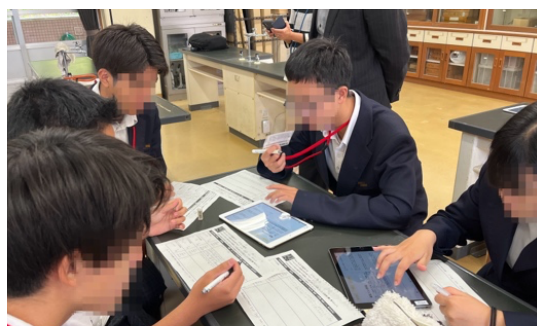


図 2 授業の様子

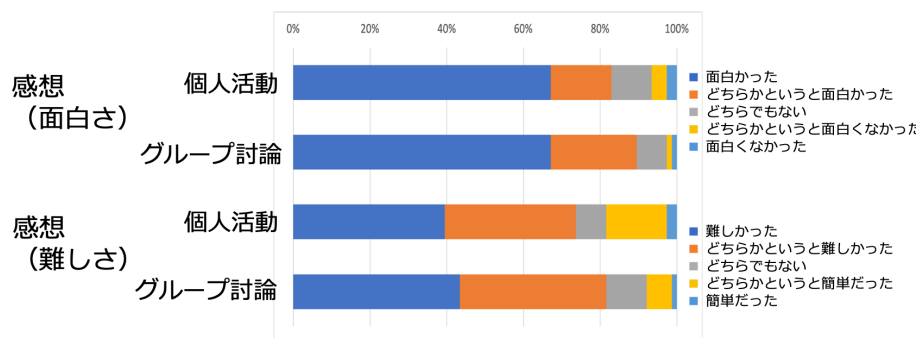


図 3 アンケート結果 (上段：面白さ, 下段：難しさ)

また、9 割近くの生徒がグループ討論の場面で根拠をもとに他者に説明することができたと回答し、8 割を超える生徒がグループ討論の結果に納得したと回答した (図 4)。なお、以上の結果について、「役割」による差は見られなかった。

根拠を持った説明

合意に対する納得

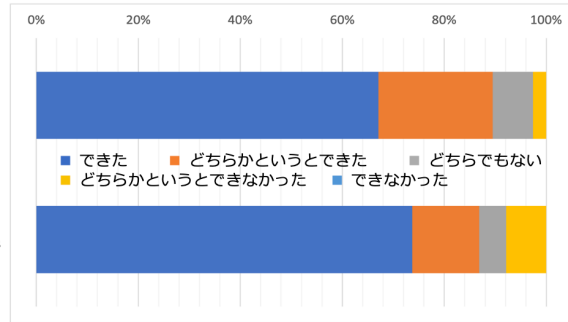


図4 アンケート結果

(上段：根拠を持った説明，下段：合意に対する納得)

高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する興味関心について、9割を超える生徒が今回の授業をきっかけに高まったと回答した。また、7割を超える生徒が、今後社会的な課題に直面したときに、その解決に向けて討論に参加したいと回答した。

生徒のタブレット操作について画面分析を行ったところ、同じ地域住民同士でのグループ討論の場面(⑥)で補足的に情報収集している生徒もあり、情報を補完し合っている様子も見られた。討論用メモ(⑦)に書かれた選定の根拠についても、88%の生徒が複数の根拠を記述していたことより、同じ地域住民同士で討論することにより、互いに情報を共有しながら、複数の根拠を集める協働的な作業ができていたと考えられる。

本研究では、仮想の島における地層処分場建設地域を選定するゲーム教材「New HLW」を用いて、高レベル放射性廃棄物の処分地に関する合意形成を目指した授業実践を行った。アンケート結果より、9割以上の生徒が「地層処分について興味関心が高まった」、7割を超える生徒が「今後社会的な課題解決に向けた討論に参加したい」と回答したことから、「New HLW」は地層処分について興味・関心を持たせ、社会的課題に関わる態度の育成に有効であると考えられる。また、9割近くの生徒が「根拠をもとに相手に説明する事ができた」と回答し、さらに、画面分析では、グループ討論によって補足的に情報収集を行いながら複数の根拠をもとに、活発な討論活動が行われていた。これらのことから、本教材は根拠をもとに相手に説明し、異なる立場の相手と合意形成を図る態度の育成に有効であると考えられる。

本研究課題による研究発表は以下の通りである。

- 濱田栄作，横田百香，前川由梨乃，後明均，波照間生子，大矢恭久，社会的課題に関する合意形成を模擬体験するタブレット学習教材の開発と実践，日本理科教育学会九州支部発表論文集，50，53-56（2024）
- 横田百香，濱田栄作，赤嶺優奈，波照間生子，大矢恭久，高レベル放射性廃棄物の地層処分をテーマとしたタブレット学習教材の実践研究，日本エネルギー環境教育学会第17回全国大会論文集，134-135（2023）

4. 今後の課題

本教材を用いて合意形成の難しさを模擬体験することは、様々な社会的な課題を自分事として

考えるきっかけとしても有効である。また、中学校学習指導要領解説（平成 29 年告示）の“科学的な根拠に基づいて賢明な意思決定ができる態度”の育成や、OECD（経済協力開発機構）の“異なる考え方を持った人々と協働すること，対立やジレンマを克服する力”の育成にもつながり，本教材は理科や社会科，総合的な学習の時間など，幅広い分野で活用できると考えられる。また，中学生だけではなく高校生や大学生でも十分に活用できる教材である。

原子力発電環境整備機構（NUMO）と経済産業省資源エネルギー庁は，高レベル放射性廃棄物の地層処分について，全国的な対話活動を実施している。また，2020 年からは，北海道の寿都町と神恵内村で特定放射性廃棄物の最終処分地選定に係る文献調査が開始され，処分地選定は新たなステージに移行している。そのような中，本ゲーム教材は，今後，候補地となる地域や周辺住民が事業に対する合意形成を図る際に，アーギュメントを活用し科学的に判断できるスキルを高める教材になることが期待される。