



STEAM 教育の実践に向けた 全天球型発電所探索アプリの設計指針

Design Guidelines for STEAM Education for Using an Exploratory Spherical Power Plant App

田代穂香¹⁾, 瀬戸崎典夫²⁾, 藤本登³⁾, 森田裕介⁴⁾

Honoka TASHIRO, Norio SETOZAKI, Noboru FUJIMOTO, and Yusuke MORITA

- 1) 早稲田大学 人間科学研究科 (〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15, tsrhnk@ruri.waseda.jp)
- 2) 長崎大学情報データ科学部 (〒859-8521 長崎県長崎市文教町 1-14, setozaki@nagasaki-u.ac.jp)
- 3) 長崎大学教育学部 (〒859-8521 長崎県長崎市文教町 1-14, n-fuji@nagasaki-u.ac.jp)
- 4) 早稲田大学 人間科学学術院 (〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15, ymorita@waseda.jp)

概要: 本研究では、小学生を対象に全天球型発電所探索アプリを用いた STEAM 教育を実践するため、小学校教員から得た主観評価をもとにアプリの設計指針を示すことを目的とした。まず、STEAM 教育における課題発見を促すための工夫として、各発電所の全天球シーン内に「課題発見支援アイコン」を設置する。さらに、各発電方法に関するデータを簡単に比較できるよう、「基礎データ比較シーン」を作成する。また、小学生の発達段階に応じて文章表現に修正を加えるほか、九州のマップ上に県境などの情報を追加し、全天球シーン内に動画や音声データといった視聴覚メディアの素材を組み込むことで、より充実した STEAM 教材を目指す。

キーワード: STEAM 教育, 全天球コンテンツ, タブレット端末, 教材開発

1. はじめに

文部科学省[1]は、Society5.0 に向けた人材育成の一環として先端技術を積極的に活用する指針を示した。先端技術の活用において、没入感や臨場感を高める VR (Virtual Reality) は、学習者にバーチャル環境での疑似体験を提供することが可能である。VR を用いた教育の事例として、鑑賞の授業における VR 教材の活用[2]や、平和教育における全天球パノラマ VR 教材の活用[3]などが報告されており、VR 教材による学習者の興味や意欲の向上、理解の促進といった効果が示されている。また、田代らは、九州における発電システムの基礎的な理解を深める Android 端末用の全天球型発電所探索アプリを開発し、エネルギー教育教材としての活用可能性を示した[4]。さらに、田代は Android 端末用に開発された全天球型発電所探索アプリに改善を加え、Web ブラウザ上での実行を可能とすることで、教育現場での汎用性を高めた[5]。

一方、新たな学習基盤づくりとして、「S (Science), T (Technology), E (Engineering), A (Art/Arts), M (Mathematics)」を横断的に学習する、STEAM 教育が推進されている[6]。STEAM 教育では、各教科の中で教科横断的な学習を具現化することの必要性が挙げられており[7]、

様々な教科、単元を対象とした知見を蓄積していくことが重要である。また、大谷は、STEAM 教育では SDGs にあるような社会的な課題を取り上げ、その課題解決への実装を目的とした学習が望まれると述べた[8]。そこで、田代らは全天球型発電所探索アプリの STEAM 教育における活用可能性について、全科の知識を有する小学校教員を対象とした主観評価をもとに検討した[9]。その結果、各教科での活用の可能性だけでなく、日常生活と発電システムを関連させながら展開する授業や、発電所の立地条件を学ぶ授業、エネルギーミックスを題材とした授業などでの活用の可能性が示された。一方で、全天球型発電所探索アプリを実際に STEAM 教育で活用するためには、課題発見を支援する情報の提示や、比較資料の追加、学習者の発達段階に応じた文章表現の修正といった改善点も挙げられた。

そこで、本研究では小学生を対象に全天球型発電所探索アプリを用いた STEAM 教育を実践するために、アプリ改善に向けた設計指針を提案することを目的とした。

2. 全天球発電所探索アプリについて

2.1 本アプリの概要

図 1 に本アプリの概要を示す。トップ画面に表示された

九州の地図上には、発電所および変電所のアイコンが 13 個点滅している。アイコンをタップすることで、該当する施設に関する情報が画面右側に表示される。図 1 右下部に示す「安全対策」や「動画を見る」、「発電の仕組み」のアイコンをタップすると、各発電所に関連する取り組みや動画解説、発電方法の図説などが表示される。また、「入る」をタップすると、発電所の内部を示す全天球シーンに移動する。全天球シーンでは、全天球パノラマ画像をシーンの背景として配置しており、学習者のスワイプ操作による視点移動が可能である。さらに、中央上部の「基礎データ」では、電源構成の割合や再生可能エネルギーの導入比率、各発電に係るコストなど、発電に関する具体的なデータを見ることができる。なお、本アプリは統合開発プラットフォーム (Unity) を用いて開発された。

2.2 教員を対象とした主観評価による自由記述について

STEAM 教育における本アプリの活用可能性を評価するため、授業の提案および本アプリの改善すべき点について、小学校教員 21 名を対象とした主観評価を得た[9]。授業の提案に関して、各教科での活用の可能性だけでなく、日常生活と発電システムを関連させながら展開する授業や、発電所の立地条件を学ぶ授業、エネルギーミックスを題材とした授業などでの活用の可能性が示された。

本アプリの改善点に関する主観評価の結果を表 1 に示す。回答の結果、「電力データ等の追加情報」に関する記述が 13 件挙げられた。したがって、「電力量のデータ」、「働く人の思いや考え」などの情報を追加することで、実際のデータを踏まえた数学的な学びに繋がり得る可能性や、当事者意識を持った学習を促す可能性が示唆された。次に、「発達段階に応じた文章表現」に関する記述が 9 件挙げられた。「難しい言葉を避ける」、「フリガナをつ

表 1: 教員を対象とした改善点に関する主観評価

カテゴリ	件数
電力データ等の情報追加	13 件
発達段階に応じた文章表現	9 件
絞り込み・読み上げなどの機能追加	8 件
マップ情報の充実	6 件
レイアウトの設計	5 件
視聴覚メディアの充実	5 件
課題発見の支援	2 件
その他	5 件

ける」といった記述から、小学生の発達段階に配慮した資料を提示する必要性が示された。また、「絞り込み・読み上げなどの追加機能」に関する記述が 8 件挙げられた。本アプリは多くの 2D シーンと全天球シーンを組み込んでいるため、授業の目的に合わせて任意の情報を参照しながら学習できるように設計する必要性が示された。さらに、「マップ情報の充実」に関して、マップ上の掲載情報の充実を求める記述が 6 件挙げられたことより、九州のマップ上に情報を付加することで、学習者が地理的な視点も働かせながらエネルギーについて考え得る可能性が示唆された。「レイアウトの設計」に関して、「資料を比べられるように並べて表示できるといい」といった記述が 5 件挙げられ、資料の提示方法を工夫することで、広い視点を持った学習を促しうる可能性も示唆された。また、「視聴覚メディアの充実」に関して、5 件の回答が挙げられた。「大きさがイメージしにくいので、それがわかるといい」、「発電の仕組みが動くとわかりやすい」といった記述から、視聴覚メディアに工夫の余地が示された。最後に、「課題発見の支援」に関しては、「課題を探す際のヒントがほしい」といった記述が 2 件挙げられた。

3. STEAM 教育の実践に向けた本アプリの設計指針

3.1 課題発見を支援する情報の提示

STEAM 教育では、学習者が発見した課題と社会的な課題とを結びつけ、課題解決に向けた教育を実践することが重視されている。しかしながら、教員による主観評価によると、小学生のみならず教員側も、本アプリを通じた社会的な課題の発見は難しいという意見が挙げられた。そのため、STEAM 教育における課題発見を促すための工夫として、図 2 に示すように、各発電所の全天球シーン内に「課題発見支援アイコン」を設置する。各発電所の全天球シーンに入り、「？」のアイコンをタップすると、シーン内に「火力発電所はどんな場所に建設されるのだろうか」といった問いが表示される。なお、アイコンは背景の色と同化しないよう、暖色を想定している。

表 2 に、各発電所に設置する問いの一部を示す。まず、「〇〇発電所はどんな場所に建設されるのだろうか」といった、「発電所の立地条件」に関する問いを設定することで、発電方法の理解だけでなく、社会科における地理的な感覚の醸成や、発電所の安全性に関する知識の広がりなどが期待される。また、発電所と消費地の関係性に着目すること

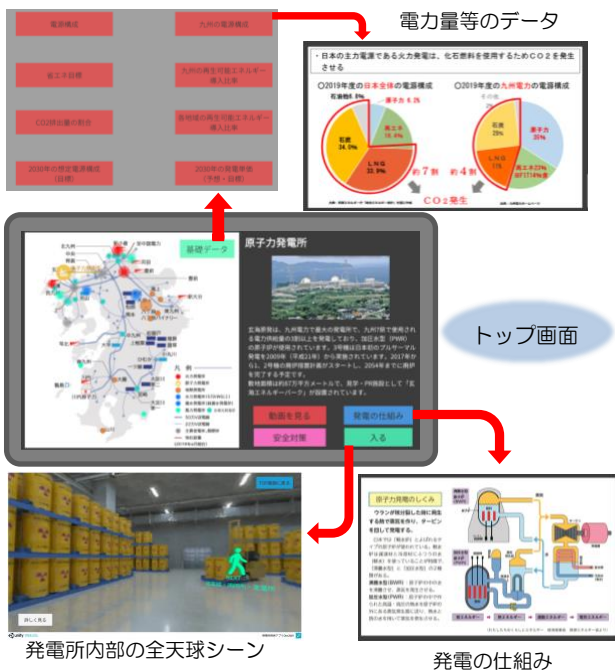


図 1: 全天球型発電所探索アプリの概要

によって、自分の住む地域や日常生活とも関連させながら学習を進めることができ、学習者が当事者意識を持って学習に取り組む可能性も期待される。原子力発電所においては、「10年後、原子力発電所の数はどうなっているのだろう」という問いを設定することで、日本のエネルギーミックスの現状に関する授業展開が期待される。

他にも、現代の具体的な電力データを踏まえて将来の電源構成を予想する授業や、原子力発電所の安全対策に関する正しい知識の獲得を狙いとした授業への広がりも期待される。また、火力発電所における蓄電池設備の全天球シーンでは、「200kWの電力って1世帯の何日分だろう」という問いを設定する。馴染みのない単位を持つデータが自分たちの生活においてどのくらいであるのかを実感させ、理科や算数を横断させながら当事者意識を持って学びを深めることを想定している。

なお、学習者が課題を解決していく過程において、教材内の情報だけでは回答が難しいような問いを設定する。そうすることで、学習者は教材内の情報を収集するだけでなく、教科書やインターネットを活用することが予想され、複雑な情報や自身の経験を踏まえた主体的な探究活動の実現が期待される。

3.2 基礎データの提示方法の変更

エネルギーについて学習するにあたって、実際のデータを取り扱うことで、STEAM教育におけるM(Mathematics)の要素が必要となるほか、発電方法の技術的な理解(Technology/Engineering)へのつながりや当事者意識の醸成も期待される。本アプリ内には、それぞれの発電方法に関する情報やそれに付随した実際のデータが多く組みこんであるものの、組み込まれた情報の項目やシーンに統制はとれておらず、発電所同士のデータの比較がしづらい設

表2：課題発見支援のための提示情報

原子力発電所	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所はどんな場所に建設されるのだろう 10年後、原子力発電所の数はどうなっているのだろう
火力発電所	<ul style="list-style-type: none"> 火力発電所はどんな場所に建設されるのだろう 200kWの電力って1世帯の何日分だろう
太陽光発電所	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電所はどんな場所に建設されるのだろう 太陽光発電だけで九州全ての電力をまかなうことはできるだろうか
地熱発電所	<ul style="list-style-type: none"> 地熱発電所はどんな場所に建設されるのだろう
風力発電所	<ul style="list-style-type: none"> 風力発電所はどんな場所に建設されるのだろう
水力発電所	<ul style="list-style-type: none"> 水力発電所はどんな場所に建設されるのだろう

計となっている。そのため、各発電方法に関するデータを簡単に比較できるよう、「基礎データ比較シーン」を作成する。具体的には、図1中央上部に示す「基礎データ」をクリックすると、図3に示す「基礎データ比較シーン」に遷移し、九州における電源構成のグラフが表示されるよう変更する。見たい発電の項目をクリックすると、その発電についての情報が右側に提示される。提示される情報は、「発電コスト」、「設備利用率」、「稼働年数」、「CO2排出量」といった同じ項目で統一することで、学習者が具体的なデータを比較しやすいよう配慮する。

なお、本アプリにおけるシーンの遷移には全てフェードアウト・フェードインのトランジションが実装されているが、当該シーンでは比較情報をシームレスに提示するため、トランジションの実装は行わない。

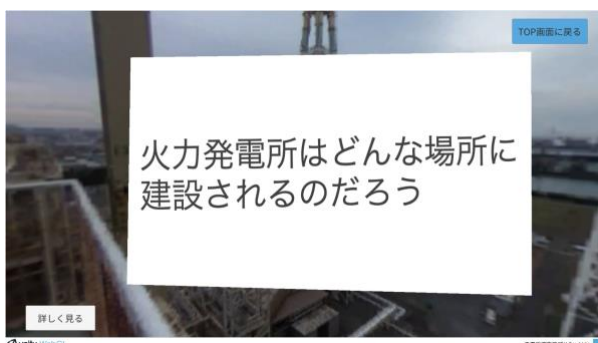
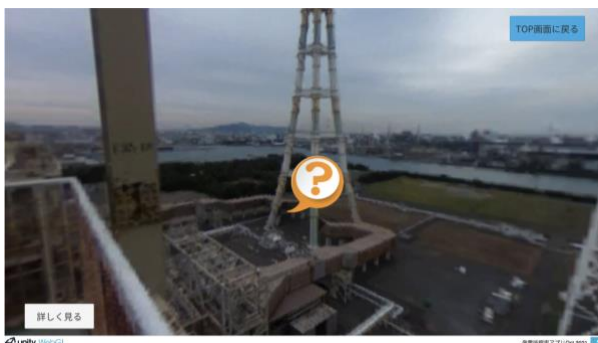


図2：課題発見を支援する情報の提示

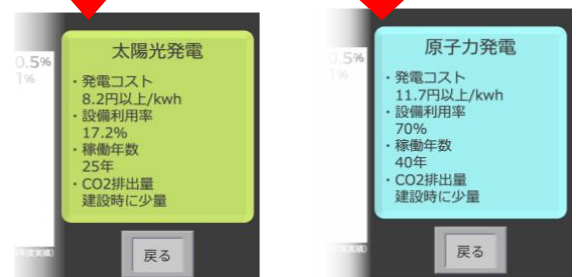
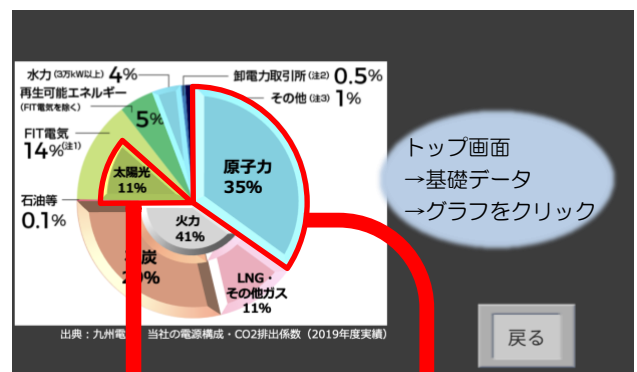


図3：基礎データ比較シーンの概要図

3.3 その他の修正項目

その他の修正項目として、文章表現の難しさについて言及した回答が一定数挙げられたため、アプリ全体を通して発達段階に配慮した文章表現を今一度見直す必要がある。具体的には、習っていない漢字には読み仮名を添えるほか、難しい文章表現は極力避け、専門用語には適宜注釈を挿入するなどして、学習者に配慮した教材を目指していきたい。

また、マップ情報の充実に関して、マップ上に県境を示し、地図帳などを用いた授業をデザインとすることで、社会科の知識への広がりも期待される。視聴覚メディアの充実に関しては、現段階でいくつかの全地球シーン内に音声情報や動画などが組み込まれているものの、全てのシーンに実装されているわけではない。そのため、より多くの素材を収集し、充実した教材となるよう目指していきたい。

4. 今後の展望

STEAM 教育における課題発見の支援という観点より、本アプリの全地球シーン内に課題発見を支援する情報を表示させるアイコンを各シーン内に設置する必要がある。課題発見の支援としての「問い」を設定するにあたっては、STEAM 教材としての幅広い活用を想定し、現職の教員を交えた議論も必要となってくるだろう。また、「基礎データ比較シーン」で提示する情報を、2D シーン内に追加していく必要がある。さらに、実践を通して、基礎データの比較シーンとしてのインターフェースを評価するとともに、学習効果を検証することが重要である。さらに、アプリ全体を通して文章表現を学校教育の観点から検討し、読み仮名や注釈を加えるなど、小学生という発達段階に配慮した教材となるように工夫する必要がある。また、九州のマップ上に県境を表示させたり、動画や音声データといった視聴覚メディアを充実させたりすることで、より充実した STEAM 教材を目指す。

なお、本アプリを活用して STEAM 教育を実践するには、教科横断的な授業のデザインや明確な学習のねらいを設定し、多角的な視点でエネルギーについて考えさせることが重要であるだろう。そのため、今後は改善を加えたアプリをもとに現職の教員との議論の場を設け、具体的な授業のデザインを考案していく必要がある。

5. まとめ

本研究では、小学生を対象に全地球型発電所探索アプリを用いた STEAM 教育を実践するため、小学校教員から得た授業提案と改善案に関する主観評価をもとに、本アプリの設計指針を示すことを目的とした。

まず、STEAM 教育における課題発見を促すための工夫として、各発電所の全地球シーン内に「課題発見支援アイコン」を設置する。さらに、各発電方法に関するデータを簡単に比較できるよう、「基礎データ」を改良し、「基礎データ比較シーン」を作成する。また、小学生の発達段階に

応じて文章表現に修正を加えるほか、九州のマップ上に付加情報として県境などを示す。さらに、全地球シーン内に動画や音声データといった視聴覚メディアの素材を組み込むことで、より充実した STEAM 教材を目指す。

実践に向けた今後の展望として、教科横断的な授業のデザインや明確な学習のねらいを設定することで、学習者の多角的な視点による学びの深まりを促すことが重要といえる。そのため、今後は改善を加えたアプリをもとに現職の教員との議論の場を設け、具体的な授業のデザインを考案していく必要があるだろう。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究(B)18H01018、科研費基盤研究(B)20H01731 の助成を受けている。

参考文献

- [1] 文部科学省:新時代の学びを支える先端技術活用推進方策(最終まとめ), https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/fieldfile/2019/06/24/1418387_02.pdf, 2019(参照日 2022.7.19)。
- [2] 白井昭子, 佐藤克美, 堀田龍也:中学校美術科の鑑賞の授業における VR 教材の活用に関する一検討, 日本教育工学会論誌, Vol. 42(Suppl), pp. 105-108, 2018.
- [3] 瀬戸崎典夫, 佐藤和紀:平和教育実践における全地球パノラマ VR 教材の効果的な活用に関する検討, 教育メディア研究, Vol. 23, No. 2, pp. 15-24, 2017.
- [4] 田代徳香, 小八重智史, 瀬戸崎典夫, 藤本登:全地球型発電所探索アプリの開発およびエネルギー学習における有用性の検討, 科学教育研究, Vol. 45, No. 4, pp. 384-392, 2021.
- [5] 田代徳香, 瀬戸崎典夫, 藤本登, 森田裕介:全地球型発電所探索アプリを用いた STEAM 教育の可能性の検討, 日本教育工学会第 40 回大会講演論文集, pp. 249-250, 2022.
- [6] 文部科学省:STEAM 教育等の教科横断的な学習の推進について, https://www.mext.go.jp/content/2_0220518-mxt_new-cs01-000016477_00001.pdf, 2019(参照日 2022.6.24)。
- [7] 松原憲治, 高阪将人:資質・能力の育成を重視する教科横断的な学習としての STEM 教育と問い, 科学教育研究, Vol. 41, No. 2, pp. 150-160, 2017.
- [8] 大谷忠:STEM/STEAM 教育をどう考えればよいか—諸外国の動向と日本の現状を通して—, 科学教育研究, Vol. 45, No. 2, pp. 93-102, 2021.
- [9] 田代徳香, 瀬戸崎典夫, 藤本登, 森田裕介:STEAM 教育における全地球型発電所探索アプリの活用可能性の検討, 日本科学教育学会研究会報告, Vol. 36, No. 6, pp. 29-32, 2022.