

# 中学校における海洋エネルギー発電を取り入れたカードゲーム開発と授業実践

小熊 良一<sup>\*1</sup>, 井草 涼香<sup>\*2</sup>

## Development of a Card Game Incorporating Marine Energy Generation and its Implementation in Junior High School Lesson

Ryoichi OGUMA<sup>\*1</sup>, Suzuka IGUSA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Cooperative Faculty of Education, Gunma University,  
4-2 Aramaki-machi, Maebashi-City, Gunma,371-8510, Japan

<sup>\*2</sup>Tsutsumigaoka Elementary School,  
2227-1 Munadaka-machi, Takasaki -City, Gunma, 370-3521, Japan

### Abstract

In this study, we developed a card game incorporating marine energy education and conducted a classroom implementation at a junior high school to verify its effectiveness. The results demonstrated the following educational benefits from learning with the developed materials. ”The use of this material in lessons regarding power generation, including marine and clean energy, is effective in enhancing students' interest and engagement in learning.”, ”Introducing the current status of power generation in Japan following the activities with this material leads students to learn while thinking more proactively about environmentally friendly generation methods and electricity output.”

**Key words** : Development of Teaching Materials, Marine Energy Power Generation, Card Game , Junior High School, Technology and Home Economics

### 1. 結 言

2021年10月に第6次エネルギー基本計画が閣議決定された。そこでは、2020年10月に政府によって宣言された「2050年カーボンニュートラル」の実現に向けたエネルギー政策の筋道を示すことが重要なテーマとして挙げられている。現行の学習過程において、「持続可能な社会」の構築に関わる内容は、教育現場において取り上げるべき内容として重要視されている。技術・家庭科（技術分野）の教科書のなかでも、SDGs や環境への影響を示唆する記述が多く記載されている。

中学校学習指導要領(文部科学省, 2017)でも,教科の指導において「環境」及び「持続可能な社会」に関する記載が見受けられるが,カーボンニュートラルについての記載は非常に少なく,用語の記載も見られない。また,「持続可能な社会」に関わる体験的活動の実践も少ないのが現状である。「小学校における海洋エネルギー学習を取り入れた授業実践」(小熊, 諏訪, 2024)では,小学校におけるカーボンニュートラルの考え方に伴うクリーンエネルギーを用いた体験活動は,児童の主体的な学びを促し,興味を深め,関心を高めることに有効であり,併せて二酸化炭素の吸収促進についても考えられるような教材開発が必要だという報告されている。

そこで本研究では,昨年度までの研究を土台として,海洋エネルギーの学習を取り入れたカードゲーム開発と授業実践を中学校において行い,その効果を報告する。

近年,エネルギー教育において,カードゲームを用いた有効性が実証されている。これまでの先行研究に基づく,その効果は主に「複雑なシステムの理解」と「行動変容への接続」の2つに集約される。

第一に,エネルギーミックスのような複雑なトレードオフ構造の理解である。” Learning by playing – Teaching

---

原稿受付 2025年12月25日

<sup>\*1</sup> 群馬大学 共同教育学部 (〒371-8510 群馬県前橋市荒牧町4丁目2番地)

<sup>\*2</sup> 高崎市立堤ヶ丘小学校 (〒370-3521 群馬県高崎市棟高町2227-1)

E-mail of corresponding author: E-mail of corresponding author: r-oguma@gunma-u.ac.jp

energy simulation as a game.” (Reinhardt ら, 2011)では, コストや性能などの相反する要素を含む課題において, ゲーム形式のシミュレーションは従来の講義よりも学習者の理解を深めることが示されている. ゲーム内の制約条件を通じて, 学習者は「何かを立てれば何か立たない」という社会課題の構造を, 座学レベルではなく体験として習得することが可能となると報告されている.

第二に, 学習者の関与と行動変容である. ”Gamification to encourage sustainable behaviour: A systematic review.” (Douglas & Brauer, 2023)や”Nudges to Increase the Effectiveness of Environmental Education: New evidence from a field experiment”(依田ら, 2022)では, ゲームを通じた能動的な意思決定プロセスが, 学習者の当事者意識を高めることが確認されている. 特に依田らの実証実験では, ゲーム体験が単なる知識習得に留まらず, 家庭での実際の省エネ行動といった具体的な行動変容を促進する効果が報告されている.

### 3. カードゲームの開発

開発したカードゲームは, 海洋発電を含むクリーンエネルギーでの発電への関心を高めることをねらいとしたものである. カードゲームは, 7 種類 (火力発電, 原子力発電, 水力発電, 風力発電, 太陽光発電, 潮力発電, 海洋温度差発電) の「発電所カード」, 2 種類の「環境カード (騒音トラブル, 森林)」, 5 種類の「妨害カード (無風, 住民反対, 油田枯渇, 夜, 地震)」の計 14 種類のカードである. カードの働きを表 1 に示す.

教材のルールは, 火力発電所カードを 1 枚, 森林カードを 1 枚, CO<sub>2</sub>を模したコインを 10 枚持った状態でゲームを始める. 残りのカードを山札として裏返しにして重ね, 交互に 1 枚ずつ引いていく. 自分のターンに, 持っている発電所カードで発電することができ, 1W=1 ポイントとして電卓にポイントを加算していく. 妨害カードを使用すると相手の発電を妨害することができる. そして, 火力発電所カード, 森林カードの有無により CO<sub>2</sub>を模したコインが増減する. ゲーム終了時に累計のポイント (発電したポイントとして電卓に加算したもの) から CO<sub>2</sub>を模したコイン 1 枚につき 10 ポイントを引いたポイントが最終的なスコアとなる. スコアが高い方がゲームの勝者となる.

本研究でこの教材を開発するにあたり, まずはどの発電所をこの教材に取り入れるか検討した. 教科書に記載があるものとして火力発電, 原子力発電, 風力発電, 水力発電, 太陽光発電の 5 種類を採用し, さらにまだ知名度があまり高くない海洋発電の中から潮力発電と海洋温度差発電の 2 種類を採用した. 各発電所カードの発電量は最大発電量を参考にした. 次に各発電所に対応する妨害カードとして, 火力発電には油田枯渇カード, 原子力発電と潮力発電には地震カード, 風力発電には相手の地域を無風にするカード, 太陽光発電には相手の地域を夜にするカード, すべての発電を妨害できる住民反対カードの 5 種類を作成した. そして環境カードとして, CO<sub>2</sub>吸収のはたらきがある森林カード, 風力発電で発生した騒音を騒音トラブルとして表現した騒音トラブルカードを作成した. そして CO<sub>2</sub>をコインで代用することで, CO<sub>2</sub>が増えていく様子や森林に吸収されて減っていく様子が視覚的に分かりやすくなるようにした.

ルールを考える上では, 環境に優しい発電方法だけではなく十分な発電量をまかなうためにはどうしたらよいか考えやすくするため, 発電量に関するポイントと CO<sub>2</sub>に関するポイントを同じものとして換算できるようにした.

表1 開発したカードゲーム

種類	発電所カード				
名称	火力発電	原子力発電	水力発電	風力発電	太陽光発電
					
働き	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1000W発電可能</li> <li>・発電時にCO<sub>2</sub>を3つ排出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・500W発電可能</li> <li>・使用不可になった場合、1回休み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・100W発電可能</li> <li>・建設時に森林が奪われる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・70W発電可能</li> <li>・発電時に騒音発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・100W発電可能</li> <li>・廃棄時に100ポイント引かれる</li> </ul>
種類	発電所カード		環境カード		
名称	潮力発電	海洋温度差発電	騒音トラブル	森林	
					
働き	<ul style="list-style-type: none"> <li>・10W発電可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・5W発電可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風力発電所騒音トラブルのカード</li> <li>・風力発電建設時付加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CO<sub>2</sub>を吸収</li> </ul>	
種類	妨害カード				
名称	無風	住民反対	油田枯渇	夜	地震
					
働き	<ul style="list-style-type: none"> <li>・相手の地域を無風にする</li> <li>・相手の風力発電を使用不可にする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所建設時に使用可能</li> <li>・相手の発電所を使用不可にできる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・相手の地域の油田を枯渇させる</li> <li>・相手の火力発電を使用不可にする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・相手の時間を夜にする</li> <li>・相手の太陽光発電を使用不可にする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・相手の地域に地震を起こす</li> <li>・相手の原子力発電・潮力発電を使用不可にできる</li> </ul>

## 4. 授業実践

### 4・1 実施期日及び対象

2024年12月に群馬県内の中学校の2年生36名を対象に授業実践を行った

### 4・2 実践の概要

本授業実践は「クリーンエネルギーについて考えよう」を目標として、本教材を用いて授業を行った。授業のれとしては、導入で各発電方法の特徴について簡単に説明した。次に本教材のルール説明を行い、カードゲームを行った。授業の展開を表2に示す。

表2 授業の流れ

学習活動と予想される生徒の反応	指導上の留意点及び支援・評価
<p><b>1 本時の課題をつかむ。</b></p> <p>○各発電方法の特徴を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・火力発電は発電時にCO<sub>2</sub>が出る。</li> <li>・原子力発電は自然災害が起こったときに、放射線燃料が漏れてしまう危険性がある。</li> </ul>	<p>○エネルギー変換の学習内容を振り返り、既習事項を確認しながら本時の課題をつかむことができるようにする。</p> <p>○各発電方法の良い点と悪い点をまとめておき、簡単に比較できるようにする。</p>
<p><b>2 各発電方法の利点と欠点を整理しながらカードゲームのルールを理解し、実際にゲームを行う。</b></p> <p>○実際の発電方法の特徴と比較しながらカードゲームのルールを説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・相手の発電所を使用不可にする妨害カードがある。</li> <li>・発電量は各発電方法によって異なる。</li> </ul>	<p>○ルール説明時のカードの紹介は数種類のみにし、この発電所にはどんな妨害カードがあるのかなど考えながらゲームを行えるようにする。</p> <p>○各テーブルに1人ずつ学生を配置することで、ゲームのルールが分からなくなったときにすぐ聞くことができるようにする。</p>
<p><b>3 カードゲームを行う上で考えた理想の発電方法と日本の現状を比較する。</b></p> <p>○日本の現状では、クリーンエネルギーを使った発電よりもCO<sub>2</sub>が出る火力発電が多い理由を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境に優しい発電方法で日本の電力需要をまかなうためにはどうしたらよいのだろう。</li> </ul>	<p>○日本の現状では火力発電が多くなっていることを説明し、クリーンエネルギーが普及しない理由に目を向けさせる</p>
<p><b>4 本時を振り返り、まとめる。</b></p> <p>○本時の学習内容を振り返る。</p>	<p>○環境に優しい発電について関心が深まったか確認できるようにする。</p>

## 5. 学習の効果

### 5・1 調査の概要

本授業実践の効果を測るため、実践前と実践後に意識調査を行った。調査項目は、「クリーンエネルギー活用について意識」、「クリーンエネルギーへの興味・関心」、「海洋エネルギー発電への興味・関心」、「クリーンエネルギーの知識」、「クリーンエネルギーのイメージ」、「カードゲームの効果」の6つの項目について実施した。なお、「クリーンエネルギーの知識」、「クリーンエネルギーのイメージ」は実施前、「カードゲームの効果」は実践後のみ調査を行った。「クリーンエネルギー活用について意識」、「クリーンエネルギーへの興味・関心」、「海洋エネルギーへの興味・関心」、「カードゲームの効果」の4つの項目については、5件法で回答を求めた。「クリーンエネ

ルギーの知識」および「クリーンエネルギーのイメージ」については、記述式で調査を行った。調査対象は事前調査 53 名、事後調査 50 名であった。設問を表 3 に示す。

表 3 設問項目

○クリーンエネルギー活用について意識（事前・事後） 「クリーンエネルギー」を活用することは大切だと思いますか。
○クリーンエネルギーへの興味・関心（事前・事後） 「クリーンエネルギー」に興味や関心はありますか。
○海洋エネルギー発電への興味・関心（事前・事後） 「海洋エネルギー発電」に興味や関心はありますか。
○クリーンエネルギーの知識（事前 / 記述式） 「クリーンエネルギー」について、あなたが知っているものをすべて書いてください。
○クリーンエネルギーのイメージ（事前 / 記述式） 「クリーンエネルギー」についてのあなたのイメージを書いてください。
○カードゲームの効果（事後） カードゲームをしたことで「クリーンエネルギー」に対して興味や関心は高まりましたか。

## 5・2 調査結果

### (1) クリーンエネルギー活用について意識

図 1 は、「クリーンエネルギー活用についての意識」の調査結果である。授業前で 93.3%の生徒が「とても思う」「思う」と回答しており、高い傾向があることが分かる。授業後は、96.2%に増えているとともに「あまり思わない」「思わない」と否定的な回答している生徒がいなくなった。このことから、本授業を通して、クリーンエネルギー活用について意識が高まったものと考えられる。

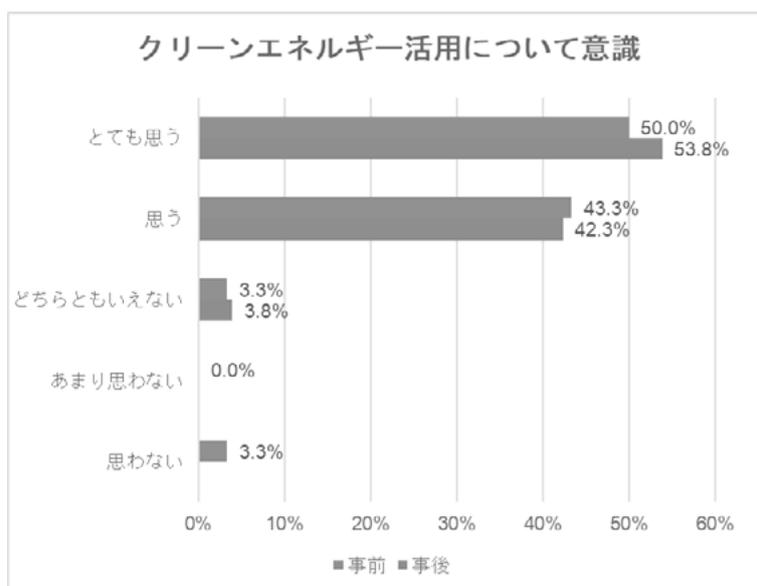


図 1 クリーンエネルギー活用への意識

### (2) クリーンエネルギーへの興味・関心

図 2 は、「クリーンエネルギーへの興味・関心」の調査結果である。授業前で 63.3%の生徒が「とても思う」「思う」と回答していたが、授業後は、72.0%に増加している。また、「あまり思わない」「思わない」と否定

的な回答している生徒の割合も減少している。このことから本授業を通して、クリーンエネルギーへの興味・関心が高まったものと考えられる。

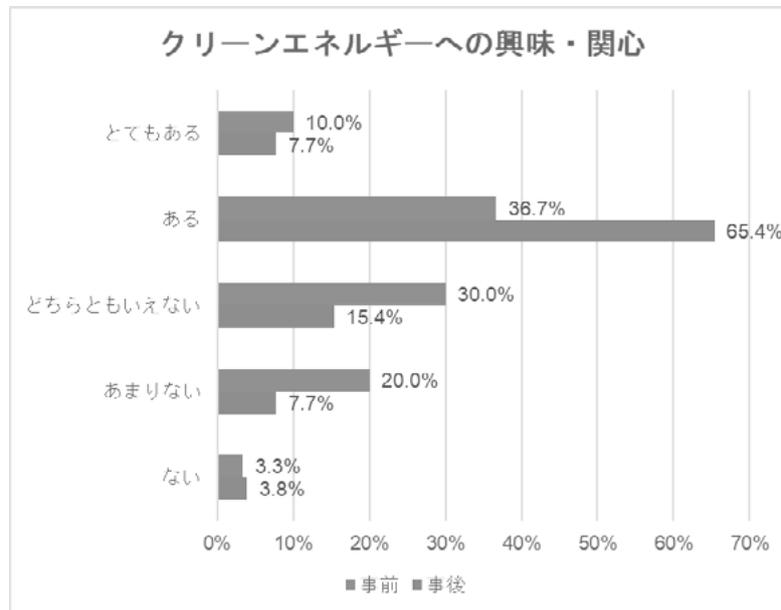


図2 クリーンエネルギーへの興味・関心

### (3) 海洋エネルギー発電への興味・関心

図3は、「海洋エネルギー発電への興味・関心」の調査結果である。授業前で63.3%の生徒が「とても思う」「思う」と回答していたが、授業後は、73.0%に増加している。また、「あまり思わない」「思わない」と否定的な回答している生徒の割合も減少している。この結果は、前述の「クリーンエネルギーへの興味・関心」と同じ傾向であることが分かる。現在、教科書では、「海洋エネルギー発電」の記述が少なく学習する機会が限られている。しかし、このことから本授業でカードゲームを使った学習をすることにより、クリーンエネルギー全般への興味・関心ともに海洋エネルギー発電への興味・関心が高まったものと考えられる。

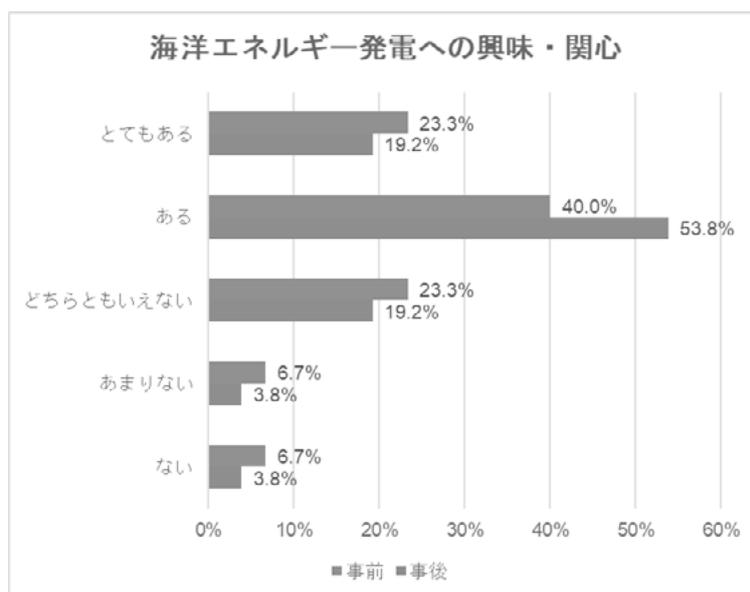


図3 海洋エネルギー発電への興味・関心

#### (4) クリーンエネルギーの知識

「クリーンエネルギー」の知識については、風力発電(22名)、太陽光発電(19名)、水力発電(18名)、バイオマス発電(13名)、地熱発電(8名)、海洋エネルギー発電(5名)、と回答していた。事前調査は全員回答できていることから、小学校高学年の段階で、「クリーンエネルギー」全般への知識はある程度あるものと考えられる。しかし、海洋エネルギー発電についての記述は少ないため、意識的に指導計画の中に入れていく必要がある。

#### (5) クリーンエネルギーのイメージ

「クリーンエネルギー」イメージについては、約9割の生徒が「環境に良い」「エコ」といった肯定的なイメージの記述をしている。また、約3割の生徒が「効率が悪い」「コスト高」「発電量が少ない」といった現実的な課題にも言及している。「持続可能」という言葉も見られ、SDGsの視点も持っていることがわかる。

#### (6) カードゲームの効果

図4は、「カードゲームの効果」の調査結果である。96.2%の生徒が「とても高まった」「高まった」と肯定的な回答している。

また、授業後の生徒の感想から「カードゲーム」を活用した授業は、生徒の認識を「理想」から「現実」へとつなげる学習効果があったと考えられる。特に生徒たちがエネルギーの「トレードオフ」を肌感覚で理解した点である。「クリーンエネルギー＝正義」というイメージから、ゲームを通して「環境には良いが、発電量が少なく頼りない」という弱点を考えるようになった。一方で、火力発電に対し、「圧倒的な発電力がある」「現状では頼らざるを得ない」という必要不可欠な側面があることに気付いた記述がみられた。

「話を聞くより楽しかった」「現状をゲームに落とし込んでいて分かりやすい」という感想もあり、「カードゲーム」を活用した学習が複雑な社会課題を自分事として捉えるのに有効だったと考えられる。

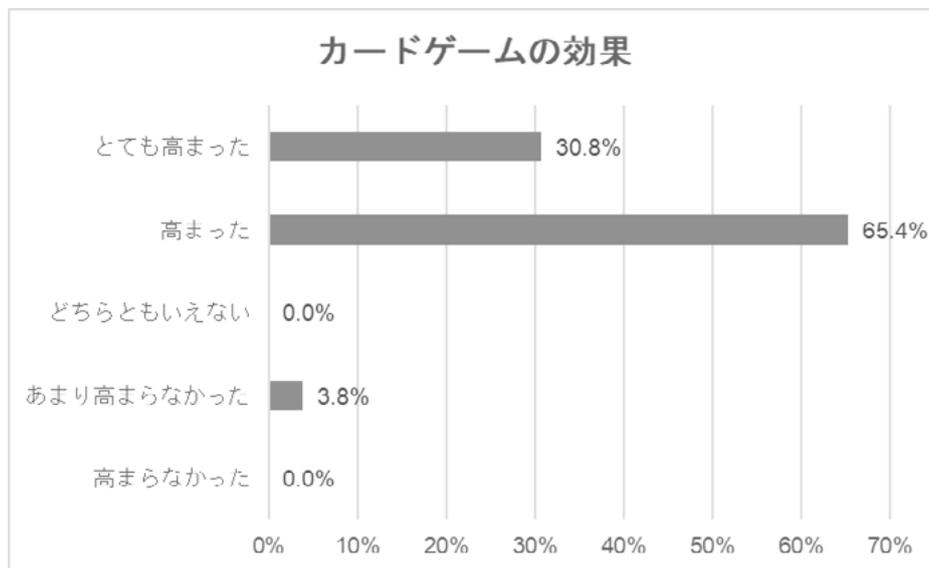


図4 カードゲームの効果

## 6. 結言

本実践においては、海洋エネルギーの学習を取り入れたカードゲーム開発を行い、授業実践を行った。

本教材で学習することにより「海洋エネルギー発電を含むクリーンエネルギーを用いた発電についての授業に本教材を用いることは、生徒の学習への興味・関心を高めることに有効である。」「2.本教材を用いた活動の後に、日本の発電に関する現状を紹介することで、環境に優しい発電方法と電力量についてより主体的に考えながら学習することにつながる。」と考えられる。

本教材が対戦型カードゲームになっているため、座学のみで終わってしまうことが多い発電所やエネルギーに対する授業が、楽しく主体的に学ぶことができる授業になった。ゲームの中で各発電方法の特徴や発電量を知ることができるようになっている。このことから、本教材を使った活動に楽しさや面白さを見だし、受講者の主体的な学びと、授業内容に対する興味・関心を引き出すことにつながった。生徒がカードゲーム内の勝敗だけにとどまらず、より深くエネルギーや発電に対して考えることができた。

今回の実践で得られた成果から、中学校において本教材を用いて授業を行うことは、海洋エネルギー発電を含むクリーンエネルギーを用いた発電について興味や関心につながると考えられる。

本研究では中学生向けに教材を開発したが、本教材のルールを単純化することで小学校でも同じ教材を使って授業ができるよう検討していきたい。また本実践のために用いたルールもとても複雑なものになっており、50分の授業で十分な理解までさせることは難しかった。そのため、中学生向けルールの簡略化も必要になってくると考えられる。

さらに、本研究ではこの教材を紙によるカードで作成したが、GIGAスクール構想によって1人1台端末という環境が整備されているため、本教材をオンライン化することも今後検討していきたい。

## 文 献

文部科学省, 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) (2017).

小熊良一, 諏訪百香, 小学校における海洋エネルギー学習を取り入れた授業実践, OTEC Vol. 29, pp.21~27 (2024)

Reinhart, C. F., Dogan, T., Ibarra, D., & Samuelson, H. W. , Learning by playing – Teaching energy simulation as a game., Journal of Building Performance Simulation, Journal of building performance simulation, vol. 5, no. 6, pp. 359-368(2011)

Douglas, B. D., & Brauer, M., Gamification to encourage sustainable behaviour: A systematic review. , Computers in Human Behavior Volume 165, pp.1-14(2023).

依田高典 他, Nudges to Increase the Effectiveness of Environmental Education: New evidence from a field experiment, RIETI Discussion Paper Series 22-E-111, pp.1-32 (2022).