

論文

生態系ボードゲーム『EcoPyra-エコピラ-』

イベントによる参加者の意識変化

佐々木 媛都 北村 亘

著者らは、様々な生き物同士がつながっていることを理解させることに焦点を当て、生き物同士の捕食-被食関係を表現することのできる生態ピラミッドをモチーフにしたボードゲーム『EcoPyra-エコピラ-』の開発を行ってきた。本研究では、科学コミュニケーションの質を高めるために、ボードゲームデザインと、自然観察などを含むイベント全体のデザインの改良を目的として、エコピラを用いた全11回の科学コミュニケーションのイベントを開催し、参加者の意識変化について分析を行った。

キーワード：科学コミュニケーション、ワークショップ、ボードゲーム、生物多様性

1. はじめに

科学技術と一般社会をつなぐ活動としては、科学コミュニケーションが上げられる^[1]。科学コミュニケーションとは、科学について市民がもつさまざまな思いを知り、科学者自身が社会リテラシーを高めることや、科学と社会の望ましい関係について、市民と科学者がともに考えていくことと捉えられている^[2]。

近年、科学コミュニケーションの一環としてボードゲームの利用が注目を集めている。例えば、科学リテラシーの知識を獲得するためのツールとしてカードゲームに着目した研究や^[3]、複雑な生態系の構造を教えるためにボードゲームを用いたことで、有意に理解や知識の定着が向上したという研究がある^[4]。

著者らは、様々な生き物同士がつながっていることを理解することに焦点を当て、生き物同士の捕食-被食関係を表現することのできる生態ピラミッドをモチーフにしたボードゲーム『EcoPyra-エコピラ-』(以下エコピラ)の開発を行ってきた^[5]。

本研究では、エコピラを用いて、科学コミュニケーションのイベントを開催し、参加者の生態系に対する意識変化について分析を行った。科学コミュニケーションの質を高めるために、ボードゲームデザインや、自然観察などを含むイベント全体のデザインの改良を目的とする。

2. EcoPyra- エコピラ - について

エコピラは生態ピラミッドをモチーフとしたオリジナルボードゲームであり、生き物同士の関係性の理解を深められるよう設計されている^[5]。ゲーム内で生き物が描かれた生き物タイルを集めることで、手元に生態ピラミッドを再現することができる(図1)。

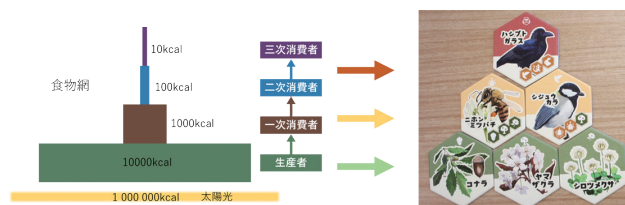


図1 生態ピラミッドを可視化したエコピラの手札

エコピラでは上位捕食者が赤、中間捕食者が黄色、生産者が緑で色分けされている(生態ピラミッドの図はエッセンシャルキャンベル生物学2011を参考に作成)

2.1 ゲームルール

開発当初のルール^[5付録1]からイベントを重ね、参加者の意見の反映や、生態系についての知識理解の妨げにならないよう調整をした。大きな変更点は以下のとおりである[付録1 EcoPyraの説明書(第4版)参照]。

- ・ストーリーの変更
- ・役の変更
役から調査メモへの名称変更
各種ボーナスを調査メモへ統合
- ・調査メモの種類の追加
生態ピラミッドを含めた15種類とした
- ・共通の場合は19枚全て植物から始める
- ・サイコロの目に対応した山札を廃止

SASAKI Himeto

東京都市大学環境情報学研究科環境情報学専攻2022年度
1年生

KITAMURA Wataru

東京都市大学環境学部環境創生学科准教授

- ・捨て札の廃止→入れ替えの実装
- ・終了条件の変更

本研究では、上記ルールを初級ルールと呼ぶ。さらに、アイコンを用いた、追加ルール「食物網」を作製した。なお、イベントの対象年齢や開催方法に伴い、ルールを大幅に変更した例がある(3.6, 3.7節)。

3. 科学コミュニケーションの実施

3.1 開催イベント

2022年5月-12月にかけて11回のイベントを開催した(表1)。それぞれのイベントを時系列順に並べ、22-1から22-11までのNo.を付けた。

イベントの対象は、小学校4-6年生の子どもとその保護者とし、子どもと保護者の参加を必須とした(22-6, 22-7, 22-10, 22-11を除く)。なお、きょうだいがいる場合は、対象学年から外れている場合でも参加を許可した。イベントは下記3つを組み合わせる回ごとにデザインした。

(1) エコピラで遊ぶ

イベント開始前に机の上にエコピラを並べて置き、5分程度のルール説明を行った後に各機で遊んでもらった。遊んでいる最中はスタッフが見回り、質問がある場合やゲームに支障が出そうな場合には、適宜助言を行った。1ゲーム15-20分程度を目安として、1回目のゲームが終わった時点で、追加ルール「食物網」[付録1 EcoPyrの説明書(第4版)参照]を説明し、2回目のゲームに入った。なお追加ルールを適用するかは参加者の任意とした。

(2) 講義

エコピラで用いる生き物の捕食-被食関係や、まとまりを示した調査メモの内容をすべて取り入れて講義を行った。なぜエコピラを作ったのか、どのようなことが学べるのか、生態ピラミッドについての知識などを含めて、



図2 いきものつながりクイズ

15分程度で解説した。

(3) 自然観察

歩きながら、飛翔する鳥類や子どもたちが見つけた昆虫類などの解説を行い、特にエコピラに登場する生き物同士のつながりについて理解を深めるよう意識した。イベント22-1, 22-9では、二子玉川ルーフガーデン^[6]を1時間程度散策した。イベント22-3, 22-8では東京都市大学横浜キャンパス内の保全緑地(以下、保全林)^[7]を1時間程度散策した。

イベント22-3, 22-4, 22-5, 22-8, 22-9において、前後でいきものつながりクイズ(図2)を実施した。エコピラ内で用いる調査メモの内容をクイズ形式にしたものであり、遊ぶことでこれらの知識が身に付き、正答率が上がることを期待している。

22-1, 22-2, 22-3, 22-4, 22-5, 22-8, 22-9において、参加する小学生と保護者のそれぞれにアンケートを行った。アンケートでは、個人属性のほかにイベントに参加した理由や、デジタルゲームやボードゲームを遊ぶ頻度、勉強になったことなどを聞いた。また、自然観察を行っ

表1 エコピラを用いた科学コミュニケーションイベントの一覧

No.	イベントタイトル	開催日	開催場所	部	参加人数			イベントの流れ				
					小学生	保護者	その他	クイズ	エコピラ	講義	自然観察	クイズ
22-1	ゲームで！もりの生き物のつながりを学ぼう ～親子で学ぶエコピラ体験会～	2022/5/22	東京都市大学 二子玉川夢キャンパス	午前	7	7	0	○	○	○	○	○
				午後	4	4	1	○	○	○	○	○
22-2	ゲームで！もりの生き物のつながりを学ぼう ～親子で学ぶエコピラ体験会～	2022/7/23	東京都市大学 二子玉川夢キャンパス	午前	6	7	0	○	○	○	○	○
22-3	ゲームで、森の生き物の、つながりを学ぼう！	2022/9/3	よこはま森の楽校	午後	6	6	0	○	○	○	○	○
22-4	森の生き物のつながりを楽しく学ぼう！	2022/9/10	世田谷区立教育総合センター	午後	11	11	0	○	○	○	-	○
22-5	ゲームで！森の生き物のつながりを学ぼう！	2022/9/11	東京都市大学 科学体験教室	1回目	2	1	0	○	○	-	-	○
				2回目	5	5	1	○	○	-	-	○
				3回目	6	6	0	○	○	-	-	○
22-6	エコピラ すくすく保育園	2022/9/29	社会福祉法人 長幼会 すくすく保育園	午前	0	0	16	-	○	-	-	-
22-7	「葛西臨海公園の鳥類園のいきものたち」 ～生態系や生物の多様性を守る大切さを知ろう～	2022/10/29	葛西臨海公園	10:00～15:00	5	0	29	-	○	-	-	-
22-8	ゲームで、森の生き物の、つながりを学ぼう！	2022/11/26	よこはま森の楽校	午後	15	12	0	○	○	○	○	○
22-9	ゲームで！もりの生き物のつながりを学ぼう ～親子で学ぶエコピラ体験会～	2022/12/4	東京都市大学 二子玉川夢キャンパス	午前	4	4	0	○	○	○	-	○
				午後	1	1	0	○	○	-	○	○
22-10	エコピラ 小林研究室	2022/10/4	東京都市大学 建築学科 小林研究室	午後	0	0	12	○	○	-	-	○
22-11	エコピラ 入学前ガイダンス	2022/12/17	入学前ガイダンス	1回目	0	0	41	○	○	-	○	○
				2回目	0	0	27	○	○	-	○	○

た場合はその頻度と楽しかった点などを聞いた。

3.2 二子玉川夢キャンパス (22-1, 22-2, 22-9)

二子玉川夢キャンパスとは、二子玉川にある東京都市大学の所有するキャンパスである。気軽に利用できるフリースペースや、ものづくりや実験に取り組める設備があり、科学体験などのワークショップなどさまざまなイベントを開催している^[8]。二子玉川夢キャンパスでのイベントは5月(22-1)、7月(22-2)、12月(22-9)の合計3回実施し、自然観察ありの10:00-12:00と自然観察なしの13:30-15:00の2回に分けて開催した(図3)。なお、7月は暑さによる参加者の体調不良を防ぐため、午前中の開催のみとした。本イベントは、二子玉川夢キャンパスホームページからの申し込みによる募集を行った。

22-1では、小学生11名、保護者11名、幼児1名の合計15名が参加した。22-2は午前のみ実施し、小学生6名、保護者7名の合計13名が参加した。参加者には研究目的の説明を行い、了承を得たうえで、手元の撮影および、音声の録音を行った。手元の撮影は、ゲーム内のタイルの動きを記録することを目的として、GoProとスマートフォンを用いて行った。音声の録音は、ハイラブル株式会社のBamiel^[9]を用いた。Bamielとは、「ヒートマップでコミュニケーションの場を見える化するサービス」であり、机の周辺に設置することでどの机が盛り上がっているかを可視化することができる(図4)。今後、エコピラを遊ぶ中でどのタイミングで参加者が盛り上がり、楽しんでいるかを分析することが可能である。22-9では、小学生5名、保護者5名の合計10名が参加した。午後は参加者が1組のみであり、以前のイベントに参加した経験があったため、エコピラを遊ぶ時間を長めに取り、自然観察を行った後アンケートを行った。



図3 二子玉川夢キャンパスでのイベント7月開催

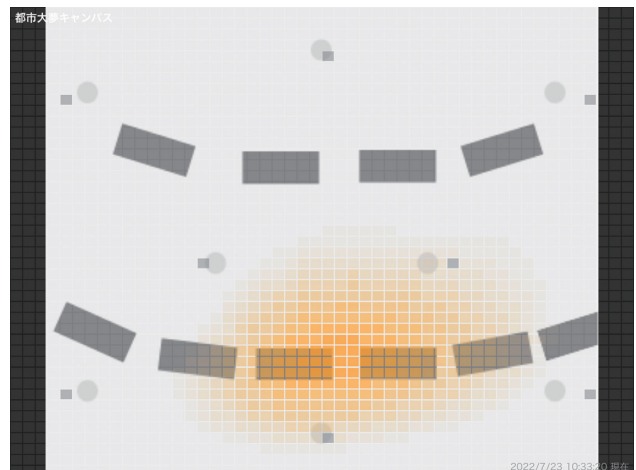


図4 Bamielで可視化された盛り上がりのヒートマップ

3.3 よこはま森の楽校 (22-3, 22-8)

「よこはま森の楽校」とは、森に関わるきっかけづくりとして市内大学や企業と連携し、森の魅力や役割を伝える、体験型イベントのことである^[10]。本イベントでは市民が森に関わるきっかけづくりとして、ゲームを用いて生態系の仕組みを学ぶことを目的とした。また、大学構内の保全林についての講義を行うことで自然環境への関心を高め、参加者の身近な環境(横浜市)の現状と改善案を考えた。夏(22-3)と冬(22-8)の2回実施し、どちらも13:00-15:00の2時間のイベントを開催した(図5)。よこはま森の楽校の事業であるため、東京都市大学横浜キャンパス周辺の小学校13か所(牛久保、北山田、すみれが丘、都筑、中川、中川西、東山田、南山田、山田、荏田、茅ヶ崎東、茅ヶ崎、つづきの丘)を対象に募集を行った。

22-3では、小学生6名、保護者6名の合計12名が参加した。22-8では、小学生15名、保護者12名の合計27名が参加した。



図5 よこはま森の楽校でのイベント11月開催

3.4 世田谷区立教育総合センター (22-4)

世田谷区立教育総合センターは子ども、保護者、教員への支援を通じて学校や子ども全体を支える拠点施設である^[11]。世田谷区民が利用することができ、各教科の知識や考え方を統合的に活用して課題の解決をめざすSTEAM教育（科学、技術、工学、芸術、数学）のイベントなどを開催している。

本イベントは、世田谷区の幼児・児童・生徒およびその保護者を対象とした「世田谷区立教育総合センターSTEAM教育事業」において実施した（図6）。

9月に13:00-15:00の2時間のイベントを開催し、小学生11名、保護者11名の合計22名が参加した。



図6 世田谷区立教育総合センターでのイベント

3.5 科学体験教室 (22-5)

科学体験教室とは、東京都市大学で開催される小学生とその保護者を対象としたイベントである。教育・研究成果を公開し、理科や科学に対する興味、好奇心を喚起することを目的に開催している^[12]。

本イベントでは40分のイベントを3回に分けて実施した（図7）。1回目は小学生2名、保護者1名の参加があった。2回目は小学生5名、保護者5名、3回目は小学生6名、保護者6名の参加があった。なお、2回目のみ講義を行った。



図7 科学体験教室でのイベント2回目の様子

3.6 すくすく保育園 (22-6)

社会福祉法人長幼会すくすく保育園は、横浜市都筑区にある保育園である^[13]。現在、エコピラは小学校高学年から対象年齢となっているが、対象年齢を広げたときでも遊べるのか確かめるため、エコピラを頒布した。9月上旬から園内で年長児・年中児が自由時間に遊び、その後、9月29日に訪問し、様子を観察した（図8）。当日は年長児14名と保育士2名が参加した。

他のイベントと異なり、対象年齢が幼児であったため、保育士からの助言のもと、ルールを変更した。

- ・サイコロをタイルが隠れる程度の大きさにする（サイコロが小さいと振る「加減」が難しいので、大きい方がわかりやすく、トラブルになりにくいと感じたため）
- ・調査メモを複数種類出さず、「生態ピラミッド」を最も早く集めた人が勝利
- ・生態ピラミッドを作ることを理解してから、調査メモを使用する
- ・残りの調査メモは全て並べ、自分が何を集めたいか、自分の持ち札を見ながら考え、集めたいものを目指してサイコロを振る
- ・調査メモがすべて獲得された時点でゲーム終了



図8 すくすく保育園でのイベント

3.7 葛西臨海公園 (22-7)

10月に葛西臨海公園で行われたSDGs FES in EDOGAWA^[14]において、葛西臨海公園鳥類園と共同で、ブース出展を行った（図9）。

葛西臨海公園は東京都江戸川区に所在する都立公園であり^[15]、本イベントでは葛西臨海公園に生息する水生生物や鳥類の紹介とともに、エコピラで遊ぶブースを設けた。葛西臨海公園に生息する生物種を対象とし、エコピラ葛西臨海公園版を作製した（図10）。

他のイベントと異なり事前予約制ではなく、訪れた人

に対しその場で遊んでもらうスタイルであったため、対象年齢は特に設けず、ルールも短時間でできるように変更した。主な変更点は以下の通りである。

- ・生き物タイルを45枚すべて並べる
- ・制限時間3-5分の間に、サイコロを投げて、生き物タイルを集める（時間は対象年齢によって変更）
- ・集めた生き物タイル同士のつながりについて調査メモを使って確認する

10-15時まで出展した。ブースを訪れた正確な参加者数は不明だが、アンケートは34名の回答が得られた。なお、小学生以外は、その他としてまとめた。



図9 葛西臨海公園でのイベント

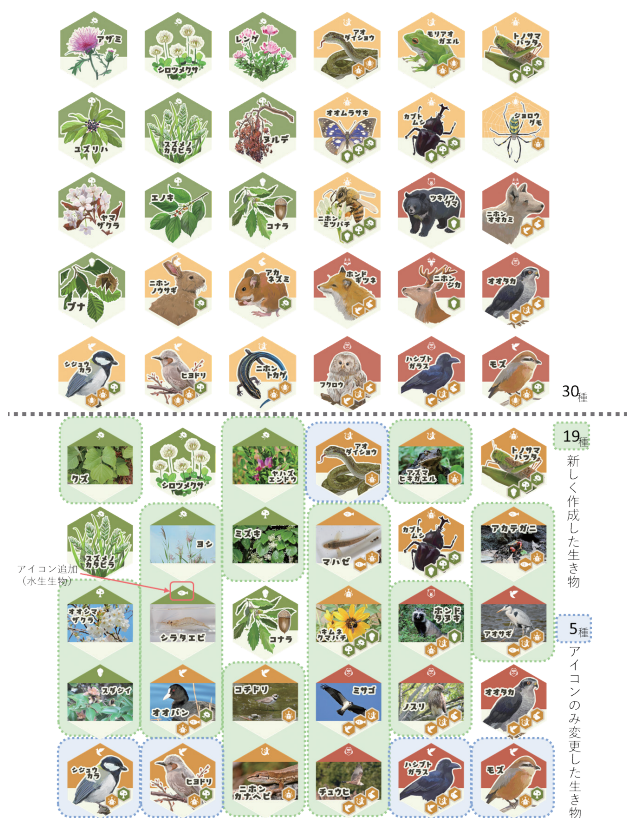


図10 エコピラ葛西臨海公園版 生き物タイル

3.8 東京都市大学小林研究室 (22-10)

東京都市大学建築都市デザイン学部建築学科小林研究室の協力のもと、大学生を対象にイベントを行った（図11）。現在、エコピラは小学校高学年から対象となっているが、年齢を上げた場合でも楽しんでもらえるかどうかを確かめることを目的としてイベントを開催した。また、参加者は日常的にボードゲームを遊んだことのある経験者が多い。教員を含め、12名が参加した。



図11 小林研究室での様子

3.9 東京都市大学入学前ガイダンス (22-11)

4月から東京都市大学環境学部の新入生となる高校3年生を対象に、2グループに分けてイベントを行った（図12）。22-10同様、年齢を上げた場合でも楽しんでもらえるかどうかを確かめることを目的としてイベントを開催した。1回目は41名が参加し、エコピラで遊んでから保全林散策に向かったグループであり、2回目は27名が参加し、保全林散策を行ってからエコピラを遊んだグループである。最初にアイスブレイクとして、いきものタイルを各々1枚選んでもらい、自己紹介と一緒に選んだ理由を紹介することで交流を深めた。その後、エコピラの説明に入った。



図12 入学前ガイダンスでの様子

4. 結果と考察

4.1 アンケート記述（小学生と保護者）

イベント 22-1, 22-2, 22-3, 22-4, 22-5, 22-8, 22-9において、参加する小学生と保護者のそれぞれにアンケートを行った。それぞれの記述は「勉強になったこと」「自然観察」「イベントデザイン」「ボードゲームデザイン」「リピート」「商品化希望」の6つに分類した。

（1）勉強になったこと

勉強になったことでは、イベントやボードゲーム全体を通じて、得た知識に特に焦点を当てている記述を分類した。「草木を食べる生物とのつながり」「生態ピラミッドができることが大切」といった、捕食-被食関係に対する記述がみられ、エコピラが目指している生き物同士のつながりを知るという意図が伝わっていると考えられる。「オオムラサキが国蝶だと初めて知った」「知らない植物の名前がおぼえられた」という単純な知識が深まったという意見もあった。

（2）自然観察

自然観察では、自然観察から学んだことや、その影響についての記述を分類した。「都筑区に森や自然が残っていることに驚いた」「ショッピングセンターで自然観察ができることに驚いた」といったように、身近で自然観察ができることやそのような場所が存在することが印象的だったという記述がみられた。イベントを開催することで、身近な自然に興味を持つきっかけになっていると考えられる。今後、長期的な意識・行動変化をみることで、イベントを開催した効果測定をすることを目指すたい。

「ゲームで遊んでから自然観察をしたため、食物網が頭に入っていた」というボードゲームとの相乗効果を感じた参加者もあり、今後も自然観察の有無による学習効果の変化を分析していきたい。

「普段から鳥がたくさん鳴いているのに気が付いていなかった。勿体ないことをしていた」「普段から意識してみようと思った」「いろんな鳥には気が付いていたが、プロから名前を聞けて楽しかった」という記述がみられた。自然観察では主に鳥類の観察と解説をしているため、鳥類に関する回答が多かったと考えられる。身の回りの生き物に興味を持つきっかけとなった参加者と、興味を持っていたが具体的な名前を知るといった体験ができたという参加者もあり、多様な参加者へのアプローチになっていることが分かった。

（3）イベントデザイン

イベントデザインは、ボードゲームを用いたイベント

に対する記述などを分類した。「子ども向けに気軽に生態ピラミッドが学べる」「子供と一緒に楽しく学びながら遊べる」「ゲームの形だと子どもが楽しみながらできる」といった回答があった。エコピラは子どもが楽しみながら学ぶことはもちろん、保護者にとっても学びのある体験を提供することを目指しており、今回のイベントではおおむね達成できたといえる。「アナログ（ボードゲーム）で、手を使って考えるこのイベントがとても大切だと思う」というアナログの価値を高く評価した意見もあった。

また、イベントへの参加のしやすさについて「姉弟の年齢差が大きく、対象年齢に収まるイベントを探すのが難しい」「子供を連れて行くことに敷居が高く感じる」という意見も見られた。今回は小学校4-6年生を対象に募集を行ったが、募集時に幼児向けルールがあることを記載することで、幅広い年齢層にアプローチできる可能性がある。この場合は22-6で用いていた幼児向けルールをイベント内で提供できるようにすることが必要であると考えている。

（4）ボードゲームデザイン

ボードゲームデザインでは、ルールに対する記述などを分類した。保護者からは「生態系についてのゲームが少ないため、ゲーム形式で勉強できて良かった」「ルールを子供の年齢によって変更できる点が良い」といった記述がある一方で、小学生から、「目標のタイルを集めるのが難しい」という評価も見られた。追加ルールに関しては保護者からも「意外と難しかった」という意見が出ていることを合わせると、初級ルールと追加ルールをどちらも紹介し、遊ぶ際の選択は任意という説明方法は適していると考えられる。

サイコロを用いることに関しては、「ゲーム性があった楽しめた」という意見がある一方で、「サイコロの目によって意味が欲しい」という意見もある。目によって獲得できる生き物タイルを変化させるといったルールを追加することは可能であるが、さらに難易度が上がってしまう可能性が高く、入手性を鑑みても現状では6面サイコロを用いるのが妥当だと考えている。

「イラストがかわいい、写真のようにリアル」というボードゲームのイラストについての言及も見られ、参加者のモチベーションを維持する一つの要因となっていると考えている。

（5）リピート

リピートでは、複数回参加している参加者の記述を分類した。「以前よりも説明がわかりやすい」「ルールがパワーアップしていてよかった」という記述がみられた。ルール説明はイベントを重ねていく中で、シンプルで簡単そうだと思ってもらえるよう伝えることに留意してき

た。慣れるまでの情報を絞り、適切なタイミングで次のルールを伝えることが、わかりやすいという評価につながったのだと考えられる。ルールの変更については、追加ルールを2回目以降に伝えるよう工夫したことが評価につながっていると考えている。

(6) 商品化希望

商品化希望では、発売をしてほしいという内容の記述を分類した。「家庭でも引き続きゲームをしたい」「今日やったゲームが売っていたら買ってもらいたい」という記述がみられ、継続してエコピラで遊びたいという意欲を喚起することができていることが推察された。

今後もイベントを開催するとともに、SNS^[16,17]を活用することや、ホームページを制作することで、情報発信をしていきたいと考えている。

4.2 アンケート記述（園児、高校生、大学生）

イベント22-6、22-7、22-10、22-11は対象が小学生と保護者のみではないため、記述をイベントごとに分析した。22-6では対象年齢が年長児・年中児のため、一緒に遊んだ時の様子を観察した。また、保育士からレポートを挙げてもらった。22-7では、10-70代以上と幅広い対象年齢に対してエコピラ葛西臨海公園版を遊んだ感想を聞いた。22-10では大学生に対して、主にルールの追加や変更について口頭にて調査を行った。22-11では、環境分野に興味のある高校生に対して、勉強になったことや、気づいたこと、エコピラの改善点、活用できそうな事柄についてGoogleフォームにて回答してもらった。

22-6では、保育士からのレポートにより以下の様子が見られた。

- ・「集める」という作業が分かりやすく、目的意識が明確で、単純なのが良く感じる
- ・調査メモはまだ集めたい気持ちが先行しているが、少しずつ内容を理解し始めている。
- ・短時間短期間だが、興味関心の広がりの方が早く、続ければ深い興味になると感じた。散歩に出たときのこれからの気づきに期待したい。
- ・タイルを全部並べて順番にサイコロを振り、生態系ピラミットを目指したが、自分の気になる動物が目に行き、「それが欲しい」となったため、先に調査メモを出して目指すようにやってみようと思う。

幼児は、サイコロを転がすという作業よりも、集めるという作業がわかりやすく、まずはいきものタイルをあつめることで興味関心を深めてもらうという遊び方が良いとわかった。

年中児になると、生態ピラミッドを集めることを目指

せるが、自分の気になる動物が欲しいという気持ちが先行してしまうため、調査メモを出すタイミングを調整する必要がある。

実際に一緒に遊んだ年長児は、生態ピラミッドが緑3枚黄2枚赤1枚の合計6枚で構成できることを理解していて、自分の興味のある動植物を集めながらも、生態ピラミッドを達成できるように集めることができていた。また、全く別のルールとして、いきものタイルを交互に出し合うじゃんけんのようなルールを編み出していた年長児もいた。

現状のルールをベースとしながらも園児向けのルール調整が容易にでき、実際に楽しく遊びながら関心を深める様子が見られた。これを基に、今後、ルールブックを作成する際には園児から遊べるよう調整したルールの記載を検討していきたい。

22-7では、ルールが大幅に異なったが、「ピラミッドの具体的な動物名を知れた」「植物系の生産者がいることがやはり生態系にとって大切だった」といった生き物同士のつながりについて学べたという記述がみられた。また、「葛西臨海公園にこんなに生き物がいるとは思わなかった、びっくりした」という葛西臨海公園に生息する生き物に興味関心を寄せる回答も見られ、エコピラ葛西臨海公園版を遊ぶことで、より多くの人が生物多様性について理解を深めることという目標に寄与することができていると推察される。

22-10では、初級ルールと追加ルールで遊んだ後に、各々新しいルールを作製して遊ぶ様子が見られた。最初に並べるタイルを黄色タイルのみにするアレンジや、タイルを敷き詰めずに穴をあけたマップから始めるなどの工夫が見られた。年齢差による有利不利がない点や、アナログゲームであることでコミュニケーションが促進される点などが評価されていた。

大学生にはクイズは簡単すぎるといった声もあり、難易度の高い問題も交えることで効果測定を正確に行えるようにすることが必要だと考えられる。

今後の展開として、外来種の導入、都会版の作成、動植物のスケール感を理解してもらうために映像を見せるなどのアイデアがでた。このように、エコピラを題材とした科学コミュニケーションについて考えることで、イベントの教育効果が変化する例についても検討していく必要がある。

22-11では、高校生から難易度に関して、「簡単すぎず、ちょうど良い難易度でしっかりと食物連鎖のピラミッドが分かった。」「小学生用のゲームが合うのか疑問だったが、思ったよりも楽しかった」といった意見が多く見られた。改善点としては、「動植物がいつ活動しているか、どこにいるかなどを裏面に記載する」「タイルの裏に動植物の生態や鳴き声などを載せる」といった情報量を増

やしたほうが良いという回答が多くあった。

環境分野に興味のある高校生向けのエコピラを用いた科学コミュニケーションをデザインするには、知識が深められるようタイルや調査メモの情報量を増やしたほうが継続して遊んでもらうことができると考えられる。

4.3 いきものクイズの正答率

開催したイベントのうち、22-3, 22-4, 22-5, 22-8, 22-9において事前事後でクイズ（図2）を実施し、正答率の変化と正答率に与える影響を検討した。全5回のイベントで96名からクイズの回答を収集し、そのうち事前事後の双方のクイズ共に無回答だった2名分を除いた94名分を分析した（事前クイズ未回答4名、事後クイズ未回答6名を含む）。

事前と事後のテストの正答数（平均±SD）はそれぞれ7.57±1.93点と8.55±1.73点であり、両者には有意な差があった（Mann-Whitney のU検定 $p<0.001$, 図13）。正答数に何が影響を与えるかを確かめるため、正答数を目的変数とし、事前事後、親子、イベントの種別、およびそれぞれの交互作用を説明変数とした重回帰モデルを作成して分析を行った。その結果、事前事後（ $p=0.003$ ）と親子（ $p=0.022$ ）は正答数と有意な関係性が見られた（図14）。一方で、イベントの種別および交互作用については有意差が見られなかった（表2）。

これからイベントを実施することにより、生態系に関する理解度は高まると考えられた。親と子では親の方が事前も事後も理解度が高いが、交互作用で有意差が見られなかったことを考えると点数の上昇幅は親子で変わっていないことが示された。しかし、事後における親の平均点（8.68±1.45）は最大値（10点）に近いので、クイズが簡単すぎて傾向をうまく測定できていない可能性もある。今後は引き続き現在の設問によるデータを取得しつつ、難易度の高い問題も交えることで効果測定を正確に行えるようにすることが好ましい。

イベントの種別による正答数の差は見られなかった。しかし、イベントの種別と事前事後には交互作用がある傾向が見られている（ $p=0.075$ ）。現在、各イベントへの参加者の数があまり多くないことと考え合わせると、今後もクイズの回収が進んで行けば、事前事後の正答率に影響を与えるようなイベントの形式が明らかになることを示唆しているかもしれない。

5. 今後の展望

本研究では、科学コミュニケーションの質を高めるために、ボードゲームデザインと、自然観察などを含むイベント全体のデザインの改良を目的として、エコピラを用いた全11回の科学コミュニケーションのイベントを開催し、参加者の意識変化について分析を行った。

表2 各種要因がクイズの正答数に与える影響

説明変数	F値	p値
事前事後	9.091	0.003 *
親子	5.346	0.022 *
イベントの種別	0.594	0.735
事前事後：親子	0.892	0.347
事前事後：イベントの種別	1.966	0.075
親子：イベントの種別	1.065	0.383
事前事後：親子：イベントの種別	0.750	0.587

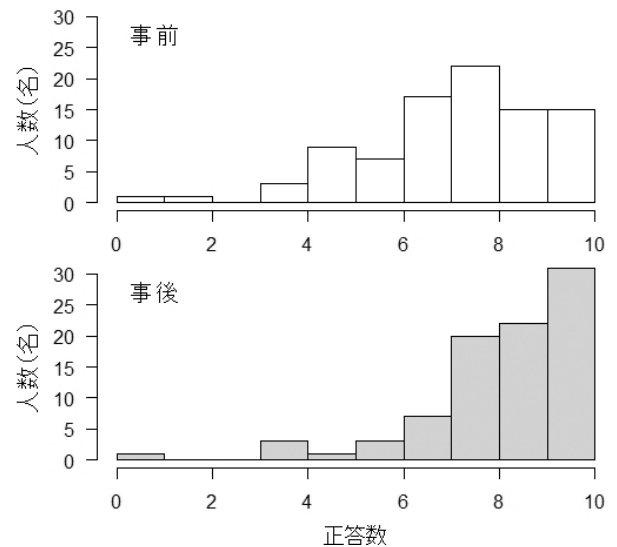


図13 事前事後の正答数の頻度変化

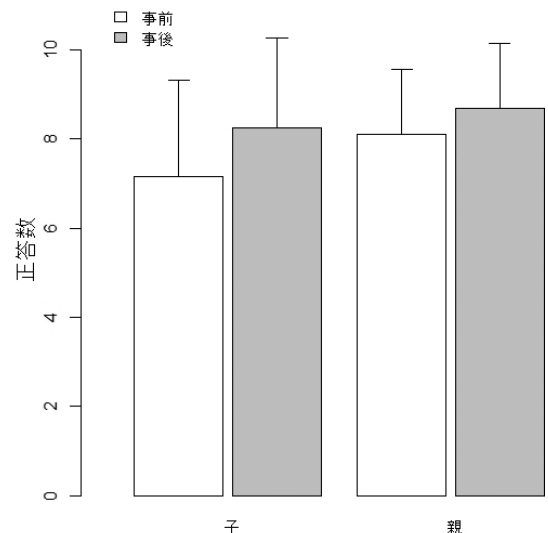


図14 事前事後の正答数の親子による違い

今後の展望として、エコピラを用いて、より学習効果の高い科学コミュニケーションの検討を行うために、小学校への配布や継続的な学習効果を検証する必要がある。配布に際してはパッケージの作成、長期的な学習効果については追加学習ができるホームページの作成を目指す。

ていきたい。また、地域版エコピラの開発をすることで、住んでいる地域や親しんでいる自然環境に目を向けることができる学習教材を提供することを目指していきたい。

多くのイベントを通じて、エコピラの普及に努めていくとともに、小学生と保護者のサンプルサイズを増やしていくことで、イベントの効果を検証し、エコピラを用いた科学コミュニケーションによる生物多様性の理解を目指す。

謝辞

本研究を進めるにあたり、各イベントで多くの方にご協力をいただきました。二子玉川夢キャンパスでは浦田充起氏（本学学長室）をはじめとしたスタッフの皆さま、Bamielの技術を提供してくださった水本武志氏（ハイラブル株式会社）、データ収集にご協力いただいた大島有香氏（株式会社フォーカスシステムズ）、よこはま森の楽校では山崎紘子氏、大嶽尚己氏（横浜市環境創造局みどりアップ推進課）、世田谷区立教育総合センターでは岡田直久氏、高木和俊氏（株式会社そごう・西武）、森田尚実氏（世田谷区教育委員会事務局）、すすく保育園では片岡純子氏、水野恭一氏、葛西臨海公園では関口あゆ美氏（公益財団法人東京都公園協会）、吉田祐一氏、古口大雅氏（NPO法人生態教育センター）、本学建築都市デザイン学部建築学科小林研究室の小林茂雄教授および学生の皆さま、入学前ガイダンスでは馬場健司教授、岡田啓准教授、参加の皆様に感謝を申し上げます。また、イベント全体を通して本学学長室の地域連携担当である黒木留見子氏、諸星あゆみ氏には様々な助言をいただきました。他にも、イベントやアンケートにご協力いただいた参加者の皆さま、イベント運営にあたり北村研究室の皆さまにご協力いただきました。心より御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 林衛, 加藤和人, 佐倉統, 「なぜいま「科学コミュニケーション」なのか?-特集にあたって-」, 遺産 59 (1), pp.30-34, 2005
- [2] 「基礎科学に対する市民的パトロネージの形成」成果物, 研究者のための科学コミュニケーション Starter's Kit (2023年2月9日確認)
<https://www.cshe.nagoya-u.ac.jp/scicomkit/01/index.html>
- [3] 標葉靖子, 江間有沙, 福山佑樹, 「科学技術と社会への多角的視点を涵養するためのカードゲーム教材の開発」, 科学教育研究, 41 巻 2 号, pp. 161-169, 2017
- [4] García-Barrios, L., Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2016). Azteca chess: Gamifying a complex ecological process of autonomous pest control in shade coffee. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 232, 190-198.
- [5] 佐々木媛都, 北村亘, 「生態ピラミッドを可視化したボードゲーム『EcoPyr-a-エコピラ-』の開発」, 東京都市大学横浜キャンパス情報メディアジャーナル 2022. 3, 第 23 号
- [6] 二子玉川ライズとは, 二子玉川ルフガーデン (2023年2月9日確認)
<https://www.rise.sc/whatsrise/environment/>
- [7] 橋田祥子, 飯島健太郎, 北村亘, 吉崎真司. (2016). 横浜市における学校林を活用した環境教育の実践と地域連携について. *日本緑化工学会誌*, 42 (1), 224-227.
- [8] 二子玉川 夢キャンパス, 夢キャンパスとは (2023年2月9日確認)
<https://yumecampus.tcu.ac.jp/about/>
- [9] ハイラブル株式会社, Bamiel (バミエル) (2023年2月9日確認)
<https://www.hylable.com/bamiel/>
- [10] 横浜市, 横浜みどりアップ計画[2019-2023] (2023年2月9日確認)
https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/midori-koen/midori_up/midori2019.html
- [11] 世田谷区, 教育総合センター (2023年2月9日確認)
<https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/kusei/012/007/d00194589.html>
- [12] 東京都市大学, 科学体験教室 (2023年2月9日確認)
<https://www.tcu.ac.jp/guidance/programs/experience/>
- [13] 社会福祉法人 長幼会 すくすく保育園 (2023年2月9日確認)
<https://cyouyou-kai.jp/sukusuku/>
- [14] SDGs Month in EDOGAWA, SDGs FES in EDOGAWA (2023年2月9日確認)
<https://www.city.edogawa.tokyo.jp/e083/kuseijoho/keikaku/sdgs/month/event/sdgs-fes/index.html>
- [15] 葛西臨海公園 (2023年2月9日確認)
<https://www.tokyo-park.or.jp/park/format/index026.html>
- [16] Twitter, EcoPyr (2023年2月9日確認)
https://twitter.com/Ecopyra_
- [17] Instagram, EcoPyr (2023年2月9日確認)
https://www.instagram.com/ecopyra_boardgame/

付録1 EcoPyra の説明書（第4版）

【ストーリー】

あなたは不思議な森を調査する「〇〇探検隊」です。
手元には博士から預かった、生き物たちのつながりが書かれている
「調査メモ」があります。

この生き物のつながりを調査することで、
博士からポイントをGETできます。

たくさんの生き物たちのつながりを見つけて、多くのポイントを集め、
最も優秀な調査隊員を目指しましょう！

【生き物タイル】45枚+白紙3枚

六角形のタイルを「生き物タイル」とよびます。このゲームでは
サイコロを投げて、これを手元に集めることを「調査」と呼びます。



①生き物アイコン

②生き物の名前

③エサアイコン

追加ルール（10p〜）で使用します。

【調査メモ】18枚

博士から預かったカードを「調査メモ」とよびます。
このゲームではこのポイントが高い人が勝利します。
「調査」をすることで、
決められた生き物タイルを集めていくと
手に入れることができます。

①調査メモの名前

②生き物タイルの組み合わせ

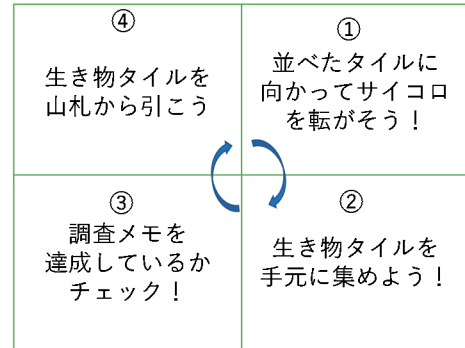
③博士からもらえるポイント（勝利点）

④調査メモの解説



ゲームのルール（初めての方向け）

【調査の流れ】



【ゲームの終了】

山札がなくなったら調査終了！

ポイントが高かった人が今回の最も優秀な調査隊員です！

もし獲得したポイントが同じだった場合は
引き分けです。もう一回調査に出かけてみましょう。



3 →次のページから、詳しいゲームの準備の説明にはいります

【不思議な森（共通の場合）と山札の準備】

- 生き物タイルの緑をよく混ぜてランダムに下記図のように大きな六角形になるようにならべます。
- これをこのゲームでは「不思議な森」とよびます
- 余った緑タイル3枚も含めて、残りの生き物タイルを全て山札にします

【調査メモの準備】

- 生態ピラミッド（no.1）を人数分重ねて並べます。
使わない生態ピラミッド（no.1）は箱に戻してください。
- ほかの調査メモをランダムに5枚並べます。
残りの調査メモ（no.2〜15）はよく混ぜて山札にします。



不思議な森（共通の場合）の並べ方

調査メモの並べ方

これで場の準備は完了です。

4

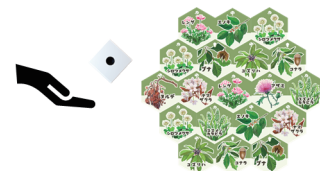
【調査の流れ】

- サイコロを投げる
- 生き物タイルを手元に置く
- 調査メモを確認する
- 山札を引く

という順番ですすんでいきます。

【詳しい調査の流れ】

- 不思議な森の生き物タイルに向けてサイコロを振ります。
調査したい生き物に向かって、やさしく投げましょう。



- サイコロが載った生き物タイルを不思議な森（共通の場合）から、自分の手元にもってきます。
タイルにのらなかった場合はもう一回投げましょう。



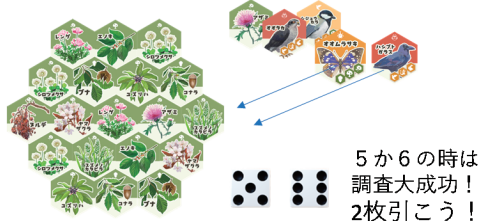
アザミカレンゲか...
アザミにしよう！

5

- ③ 自分の手元にある生き物タイルと調査メモを見比べて、書かれた生き物タイルがそろっていたら、その調査メモを獲得してください。その後、山札から新しい調査メモを補充してください。ただし、生態ピラミッドは人数分尽きるまで、新しい調査メモの補充は行いません。常に6種類の調査メモを、場に並べることになります。



- ④ 山札から1枚引いて新しい生き物タイルを置いてください。サイコロの5,6の目が出たときには更にもう1枚山札を引くことができます。新しい生き物タイルは、基本的に穴を埋めるようにおいてください。穴がない場合は好きな場所に置きます。



- ①～④が終わったら次のプレイヤーの番です。これを繰り返して、調査メモをたくさん集めることを目指しましょう。

6

調査のときの約束

このゲームで、「調査」をするときには約束が2つあります。

【調査の約束1】

手元におけるタイルは6枚まで！

右図のように
緑の生き物タイルは3枚まで
赤黄色のタイルは合わせて3枚まで

合計6枚までの生き物たちを手元に置いておくことができます。



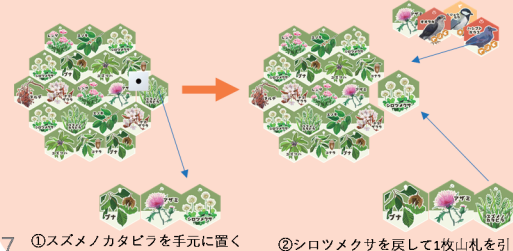
【調査の約束2】

入れ替えをして沢山の生き物を調査せよ！

6枚のタイルを入れ替えて沢山の生き物を調査しましょう。

入れ替えしたタイルは不思議な森に戻します。
※入れ替えをした場合も、サイコロの目に従って山札からタイルを引きます。

例) スズメノカタビラに1のサイコロが乗った場合



- ①スズメノカタビラを手元に置く ②シロツメクサを戻して1枚山札を引く

【ゲームの終了】

生き物タイルの山札がなくなったら調査終了！
得点が高かった人が今回の最も優秀な調査隊員です！

もし同じだった場合は引き分けになります
もう一回調査に出かけてみましょう。

まだ誰も調査メモを取っていない場合 (pointが0点の場合)
はだれが一番早く調査メモを取れるか競争しましょう。

【Q&A】

Q 「③調査メモを達成しているかチェック！」の時、調査メモを補充した場合、新しく出てきた調査メモをすでに達成していた場合は？

A 連続して同じプレイヤーがとることができます。難しい調査に挑戦したい場合は、次の自分の番が来た時に取ることができます。

Q 「①並べたタイルに向かってサイコロを転がそう！」の時、複数のタイルの上の乗ってしまった場合は？

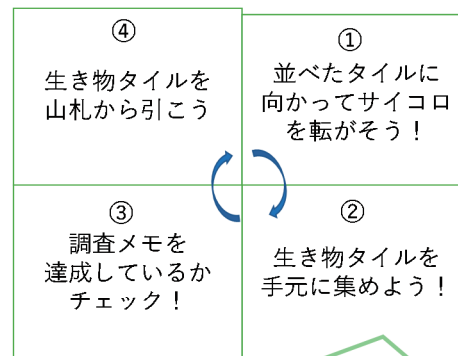
A 複数タイルにまたがるときは、そのなかから一つ選ぶことができます。

8

ゲームのルール (慣れてきた人向け)

【調査の流れ】

メインの流れは一緒です。②の時に一つルールが追加されます。



追加ルール【食物網】

アイコンを見て、エサがあれば手元に置こう！



たとえば
ヒヨドリを調査するためには、
そのエサになるマークを持つ
ユズリハなどを先に手元に置いておく
必要があります。

サイコロが乗っても取れない時があります。調査の難易度UP！
取れなくても山札からタイルを引いて次の人の番になります。

9

調査メモ一覧（合計18枚）



カードリスト（合計45枚）

