カードゲームを用いた生物多様性教育の実践的研究

渡邊 司*・斎藤 睦子*・鈴木 裕子*・皆川 泰臣*・小河原 信介*

一ノ瀬 友博**・五箇 公一***

SAPIX 環境教育センター*・慶應義塾大学環境情報学部**・国立環境研究所***

Practical Research on Biodiversity Education through Playing a Card Game

Tsukasa WATANABE*, Chikako SAITO*, Yuko SUZUKI*, Yasuomi MINAGAWA*

Shinsuke OGAWARA*, Tomohiro ICHINOSE**, Koichi GOKA***

Environmental Education Center, SAPIX*

Faculty of Environment and Information Studies, Keio University**

National Institute for Environmental Studies***

(受理日 2018 年 8 月 8 日)

We developed a card game called “My Nature” to foster learning about biodiversity. This game simulates one of the issues concerning biodiversity; namely, various human activities that lead to reducing native species and increasing non-native species. In our study, we had second- and third-grade elementary students play the game. The contents of this educational program included (1) a lecture on the issue of non-native species and the meaning of biodiversity, (2) playing the card game, (3) a discussion or writing about what the children had learned or understood, and (4) homework on conceptualizing a new card that suggests an action to preserve native species. The educational effects were as follows. (1) Students enjoyed the game and integrated their game experiences with practical concerns. (2) Students understood the relationship between biodiversity and humans, recognized humans’ responsibilities towards biodiversity, and became motivated to conserve biodiversity. (3) Students who conceptualized new cards had the opportunity to observe nearby nature, think about the relationship between the issues concerning biodiversity and their daily lives, and to find solutions to the issues concerning biodiversity themselves. However, the educational effects were not necessarily observed among all of the students, and therefore, we must improve the educational curriculum.

Key words : biodiversity education, non-native species, card game, elementary students

I はじめに

生物種の絶滅をはじめ、近年における生物多様性の著しい減少は世界的な問題となっている。その直接的な原因には乱獲や開発、環境汚染、外来生物による生態系攪乱などが挙げられる（生物多様性政策研究会 2002）が、社会的な要因には生物多様性の恩恵の認識不足や、生物に関する基本的な知識を身に付ける機会の減少も指摘されている（環境省 2010）。谷村（2014）は、大阪市の調査で20代市民に生物多様性の認識が不足していることを報告し、小学生段階から生物の多様性、関係性に着目した学習を展開し、自然環境保全の意欲を高める環境教育を推進する必要があると主張している。また、2010年の生物多様性条約第10回締約国会議で採択され

た愛知目標においても、「人々が生物多様性の価値と行動を認識する」ことが第1番目として挙げられ、教育や普及啓発の重要性が示されている（環境省 2012）。

庄子・長島（2014）は、私たちの生活が生物多様性の恵みに支えられていることへの理解と、一人ひとりの主体的な行動を促す取り組みを進める必要があると述べ、生物多様性教育を「環境教育の1分科であり、生物多様性を正しく理解するための知識を習得する教育」と定義している。そして、小学生に対しては、生物種の多様性を扱う（生態系や遺伝子は扱わない）ことや、その中で特に郷土種や外来種を取り上げること、生物多様性が人類にもたらす恩恵を伝えることを挙げている。筆者らは、小学生を対象とした生物多様性教育の方針として、生物種の多様性の意義を理解させた上で、人間活動が生

物多様性を脅かしている事実を知らしめ、児童らのできる範囲で生物多様性保全の行動を喚起したいと考えた。

しかしながら、環境問題の中でも、地球温暖化や大気汚染などに比べて、生物多様性の問題はわかりにくく啓発が難しいこと（中静 2005）や、日常生活において実感がしにくく普及が進んでいないこと（五箇 2010）が指摘されている。筆者らも、私塾において小学5年生を対象に講義形式の環境教育講座を実施してきたが、さまざまなテーマの中で「生物多様性」の回が最も児童に不評であり、その理由として最も多かったのが「難しかったから」であった（渡邊ら 2014）。湊（1992）は、小学生の環境教育として「親しむ→知る→大切にする」というステップを提案し、「親しむ」における自然体験が、次のステップである「知る」を生きた知識にするとしている。特に生物多様性の理解においては、その素地としての自然体験が重要であると考えられる。ところが庄子・長島（2015）は、自然体験の重要性を認めつつも、そのための場所や機会が不十分であると指摘している。山野井ら（2016）も同様の指摘の上で、学校内で行う授業の中でも利用できる教材の開発が必要と述べている。児童にとって豊かな自然体験ができる条件は十分に整っておらず、現実的には自然体験以外の教育手法も必要といえよう。

Greenblat（1994）は、現実世界をシミュレートしたゲームは、学習者が没頭し能動的に学習することや、システムとしての特性を表現できるため全体像を理解しやすいことから、教育において有用であるとしている。広瀬（1997）も、シミュレーションゲームは知識の具体性や現実性を向上させ、関心や動機の喚起、問題の認識などに有効であるとしている。環境教育においてもゲームの有効性は報告されており（佐藤 2000、大竹・広瀬 2005、中村 2010、福山ら 2012）、広瀬（2008）は環境教育におけるシミュレーションゲームの特長として、自然と人間との相互連関を能動的に体験できると述べている。そこで筆者らは、人間活動と生物多様性との関係を学ばせるツールとして、オリジナルのカードゲームを開発した。

また、Greenblat（1994）は、教育の実践において、ゲームを単体で用いるより、講義や視聴覚教材等の他の技法と関係した方がよいとも述べている。筆者らも、ゲームの学習効果をより高めるための基礎知識を習得させたり、ゲームでは扱いきれない部分を補完したりするために、講義が必要であると考えた。

そして、ゲームと講義を組み合わせた生物多様性教育を実践した。その教育効果をここに検証する。ただし、本実践への参加は希望者制であり、比較的関心の高い児童が多いと考えられることに注意が必要である。

Ⅱ 生物多様性カードゲーム「マイ・ネイチャー」

1 ゲームの名称、主旨および題材

筆者らは、生物多様性教育のためのオリジナルのカードゲームを「マイ・ネイチャー」と名づけ、人間活動と生物多様性との関係を学び取らせることを主旨とした。そして、その具体的な題材として、生物多様性を脅かす要因の1つである外来生物の問題を取り上げた。植物の栽培や動物の飼育、あるいは公園や学校などの身近な場所で動植物を目にすることは多くの児童に経験があると思われるが、それらの中には外来生物も多く、関わりの深い問題と考えたためである。田部・加藤（2013）や斎藤ら（2016）も、外来生物は生物多様性問題の中で最も児童にとって身近であることから、生物多様性教育や環境教育の題材として取り上げる重要性を主張している。

2 ゲームの設計および意図

本ゲームは、在来生物側の緑プレイヤーと外来生物側の黒プレイヤーに分かれて対戦する。生物種によって異なる得点が設定された「生き物カード」を、双方が手持ちのカードの中から選んで出す。さらに、人間活動を表す「アクションカード」を手持ちのカードの中から出すことができ、これによって生き物カードの得点が増減する。勝負は、双方が出した生き物カードの得点に、アクションカードによる増減を加味した最終的な合計得点の大小によって決まる。この得点は、地域の自然環境における在来生物もしくは外来生物の優位性を表しており、緑プレイヤーは在来生物の、黒プレイヤーは外来生物の生息にとって有利な条件を整えることが勝利の意味となる。なお、生き物カードやアクションカードを出すには「みなもとカード」が必要となる。

つまり、生き物カードは在来生物と外来生物の競合を、アクションカードは人間活動が生物多様性に及ぼす影響を、みなもとカードは生き物の生息に必要なすみかや、人間活動に必要な人員や労力を表しており、ゲームによりそれらのことを学び取れるように意図されている。

本ゲームのカードの種類を図1、内容を表1に示した。

1) みなもとカード

みなもとカードは2種類あり、生き物カードを出すには「すみか」のみなもとカード（以下「すみかカード」と記す）、アクションカードを出すには「人」のみなもとカード（以下「人カード」と記す）が、それぞれ指定された枚数（「コスト」と呼ぶ）必要となる。

2) 生き物カード

生き物カードは、緑プレイヤーの在来生物、黒プレイヤーの外来生物ともそれぞれ、植物2種（陸生植物・水生植物：各1種）、無脊椎動物2種（昆虫のコウチュウ目・

チョウ目：各1種）、脊椎動物5種（魚類・両生類・爬虫類・鳥類・哺乳類：各1種）から成る。食物連鎖の上位の生き物ほど得点が高いが、コストも大きく、より広大なすみかが必要であることを表している。外来生物のカードは競合する在来生物のカードの得点を1点減じる効果を持ち、現実の競合関係をゲーム上で表している。

3) アクションカード

アクションカードは、自分の生き物カードに対しては加点などのプラスの効果、相手の生き物カードに対しては減点などのマイナスの効果を持つ（個々のカードの効果については表1を参照されたい）。効果の大きいアクションカードほどコストも大きく、その活動を行う人間の数や労力がより多く必要であることを表している。

緑プレイヤーのアクションカードには、「ビオトープ」や「雑木林ボランティア」といった、地域の自然環境や里山の保全活動などを取り上げた。それらの活動は実際に在来生物の保護や外来生物の駆除につながるもので、それをゲーム上で得点の増減として表現している。黒プレイヤーのアクションカードには、「水をよごす」「家を建てる」「自動車で出かける」「輸入」などの人間活動を取り上げた。それらは現実には在来生物の減少や、外来生物の繁殖の助長につながるもので、それをゲーム上で得点の増減として表現している。また、それらの人間活動は現在の社会において重要なものばかりであり、人間の利便性と生物多様性保全のジレンマを暗示している。そして、これらのアクションカードは開発や環境汚染、里山の荒廃など、外来生物以外の生物多様性の問題も幅広く包含している。

図1 生物多様性カードゲーム「マイ・ネイチャー」のカードの種類

3 ゲームの手順

本ゲームの手順は次のとおりである。

- ① 緑プレイヤーと黒プレイヤーを決め、お互いが向かい合って座る（各プレイヤーの人数は1～2名が適正）。
- ② それぞれ紙に持ち点「20」と書く。
- ③ 自分のカードをすべて持ち、よく切ってから裏向きにして置く（これを山札という）。
- ④ 山札の上から順に5枚カードを引き、相手から見えないように持つ（これを手札という）。
- ⑤ 先攻と後攻を決める。
- ⑥ 【先攻】手札の中からみなもとカードをすべて場（対決のためのカードを出すところ）に出す。
- ⑦ 【先攻】生き物カードを出す。ただし、コストに見合う枚数のすみかカードが場になければ、出せない。また、各々のコストをまかなえるすみかカードが場に出ていれば複数枚出してもよく、戦略的に取捨選択して出さなくてもよい。
- ⑧ 【後攻】⑥⑦と同じことをする。
- ⑨ 【先攻】アクションカードを出す。ただし、コストに見合う枚数の人カードが場になければ、出せない。また、生き物カードと同様に複数枚出してもよく、戦略的に取捨選択して出さなくてもよい。
- ⑩ 【後攻】⑨と同じことをする。
- ⑪ 場に出されたカードで、双方の得点を算出する。得点の大きい方が勝ちとなり、負けたプレイヤーは、負けた点数分だけ自分の持ち点を減らす（紙に書く）。
- ⑫ 負けたプレイヤーの生き物カードを場から取り除き、「捨て場」に置く。場のアクションカードは双方とも捨て場に置く。みなもとカードと勝ったプレイヤーの生き物カードはそのまま場に残し、次の勝負（ターン）

図2 「マイ・ネイチャー」のゲームプレイにおける勝負の一例。合計得点は緑4点、黒5点で、黒プレイヤーの勝ちとなり、緑プレイヤーは持ち点を1点引かれる。

表1 生物多様性カードゲーム「マイ・ネイチャー」のカード内容

<緑プレイヤー（緑縁のカード）>

種類	カード名	分類		生息域	枚数	コスト	得点	効果
生き物	オミナエシ	植物	陸生	草地	1	1	2	-
	アサザ		水生	水	1	1	2	-
	ゴマダラチョウ	無脊椎動物 (昆虫)	チョウ目	草地・森	1	2	3	-
	ヒラタクワガタ		コウチュウ目	森	1	2	3	-
	メダカ ¹	脊椎動物	魚類	水	1	2	3	-
	ニホンアカガエル		両生類	水・草地・森	1	3	4	-
	ニホンイシガメ		爬虫類	水・草地	1	3	4	-
	オオルリ		鳥類	森	1	3	4	-
	ホンドギツネ		哺乳類	草地・森	1	4	5	-
アクション	雑木林ボランティア				1	1	-	自分の場の【森にすむ ³ 生き物】をそれぞれ+1する
	多自然型護岸				1	1	-	自分の場の【水にすむ生き物】とオミナエシをそれぞれ+1する
	生き物や自然を学ぶ				1	2	-	自分の場の【生き物】1枚を+3する。さらに、(後攻のみ)黒プレイヤーが場に出した【アクション】カード1枚を捨てさせる
	エコロード				1	2	-	自分の場のニホンアカガエル、ニホンイシガメ、ホンドギツネから1枚を選び+3する。または、捨て場にあるニホンアカガエル、ニホンイシガメ、ホンドギツネから1枚を選び、山札に加えてきり直す
	ビオトープ				1	3	-	自分の場の【生き物】1枚を+2する。さらに、相手の場の【生き物】1枚を捨てさせる
	ナショナル・トラスト				1	3	-	自分の場にあるすべての【生き物】をそれぞれ+2する
みなもと	すみか				10	-	-	-
	人				5	-	-	-

<黒プレイヤー（黒縁のカード）>

種類	カード名	分類		生息域	枚数	コスト	得点	効果
生き物	セITアカワダチソウ	植物	陸生	草地	1	1	2	相手の場のオミナエシを-1する
	ホテイアオイ		水生	水	1	1	2	相手の場のアサザを-1する
	アカボシゴマダラ ²	無脊椎動物 (昆虫)	チョウ目	草地・森	1	2	3	相手の場のゴマダラチョウを-1する
	スマトラオオヒラタクワガタ		コウチュウ目	森	1	2	3	相手の場のヒラタクワガタを-1する
	カダヤシ	脊椎動物	魚類	水	1	2	3	相手の場のメダカを-1する
	ウシガエル		両生類	水・草地	1	3	4	相手の場のニホンアカガエルを-1する
	ミシシippアカミミガメ		爬虫類	水・草地	1	3	4	相手の場のニホンイシガメを-1する
	ソウシチョウ		鳥類	森	1	3	4	相手の場のオオルリを-1する
	アライグマ		哺乳類	草地・森	1	4	5	相手の場のホンドギツネを-1する
アクション	水をよごす				1	1	-	自分の場の【水にすむ生き物】をそれぞれ+1する。さらに、相手の場の【水にすむ生き物】をそれぞれ-1する
	家を建てる				1	1	-	相手の場の【森にすむ生き物】と【草地にすむ生き物】をそれぞれ-1する。さらに、自分の場のセITアカワダチソウを+1する
	自動車で出かける				1	2	-	相手の場のニホンアカガエル、ニホンイシガメ、ホンドギツネから1枚を選び、それを捨てさせる
	園芸・ペット飼育				1	2	-	自分の場のホテイアオイ、スマトラオオヒラタクワガタ、ミシシippアカミミガメから1枚を選び+3する
	生き物をほかの地域へ移す				1	3	-	相手の場の【生き物】を1枚選んで黒プレイヤーの手札にする。残りのゲームの間、そのカードは黒プレイヤーの【生き物】として使える
	輸入				1	3	-	自分の場にあるすべての【生き物】をそれぞれ+2する
みなもと	すみか				10	-	-	-
	人				5	-	-	-

¹ 日本在来のメダカは2013年にキタノメダカとミナミメダカの2種に分けられたが、本ゲームは2010年に発行されたため反映されていない。² アカボシゴマダラは、奄美大島と徳之島に在来亜種が存在するが、本ゲームでは国内で確認されている大陸亜種を指す。³ 「～にすむ」は、カードの生き物の生息域を示す。

でも使用する（意図的に取り除くことはできない）。

- ⑬ 戦況を見て、手札にはないカードが欲しい場合は、新たなカードを補充するために、不要なカードを捨て場に置く（何枚でもよい）。
- ⑭ 手札に残ったカードとの合計が5枚になるように、山札の上から順に新たにカードを引く。
- ⑮ ⑪で勝ったプレイヤーが次のターンの先攻となる（相手の出したカードを見てから戦略を考えられる後攻の方が有利なため、前のターンで勝った方を不利な先攻とする）。
- ⑯ ⑥からの手順を繰り返す。

- ⑰ 得点が先に0点になった方が敗者となり、ゲームが終了する。

勝負における場の一例を、図2に示した。また、その他のルールは次の通りである。

- ・双方から生き物カードが場に1枚も出されなかった場合は、そのまま次のターンに進む。
- ・場のカードの得点が同じ場合、引き分けとなり、双方の生き物カードとアクションカードを捨て場に置き、次のターンに進む。
- ・山札、手札、場の生き物カードとアクションカードが全部なくなったら、持ち点が残っていても敗者となる。

- ・双方同時に使えるカードが全部なくなったら、持ち点の少ない方が敗者となる。

Ⅲ 「マイ・ネイチャー」を用いた教育実践

1 目的および方法

筆者らの生物多様性教育の講座（以後、本講座と記す）は2時間で、①生物多様性に関する講義（40分）、②ゲーム（60分）、③ふりかえり（20分）という流れで実施した。講義で外来生物の問題や生物種の多様性の意義に関する基礎的な知識を習得させた上で、ゲームを通して人間活動と生物多様性との関係を学ばせ、それらを通して生物多様性保全の行動を喚起することを目的とした。なお、本ゲームの開発と講座の初実践は2010年であるが、その結果を踏まえて内容を改良した2012年および2013年の実践について報告する。

1) 2012年

実施日：2012年6月10日（日）

会場：Y-SAPIX 東大館（東京都渋谷区）

SAPIX 横浜校（神奈川県横浜市）

回数：各会場で午前・午後の2回、合計4回

受講者：首都圏在住の小学2年生63名および小学3年生54名（学年は混在で実施）

講座の内容は、次のとおりである。

① 講義

本ゲームは外来生物と在来生物の対戦であり、そこに影響を及ぼす人間活動を表現することはできるが、生物種の多様性の意義、すなわち私たちの生活が多様な生物種の存在によって支えられていることを表現するのは設計上、不可能であった。また、本ゲームを理解するには、そもそも外来生物や在来生物とは何か、それら

がなぜ競合関係にあるのかといった基本的な知識が前提となる。そこで最初に、講義で外来生物の問題や生物種の多様性の意義を伝えた。講義の内容を表2に示す。まずは、外来生物と在来生物を見分けるクイズを出題することで、興味を喚起した。次に、外来生物が引き起こす問題を解説するとともに、問題の根源はそもそも外来生物を持ち込み、外来生物が増えてしまうような条件をつくっている人間にあることを伝えた。そして、在来生物の絶滅はなぜ問題なのかという疑問を投げかけつつ、生物種の多様性の意義を説明した。

② ゲーム

講義の後、本ゲームのルールを説明した上で、児童4名（受講人数が4の倍数でない場合は一部3名）で1グループとしたテーブルごとに、隣同士の2名を1組として、向かい合う組と対戦する形でゲームを行った。1回のゲームごとに緑プレイヤーと黒プレイヤーを交代させ、時間のある限り繰り返しプレイさせた。

③ ふりかえり

ゲームを用いた教育においては、面白さや勝敗の喜び、くやしただけで終わらせないために、ゲーム後に報告や討論、分析、検討などを行って体験をふりかえる「ディブリーフィング」により、学習効果をより高めることが重要であるといわれている（中村 1998）。環境教育においても、大竹・広瀬（2007）が、ゲーム後のディブリーフィングの効果を実証している。そこで、ゲーム後、各グループに大人のファシリテーター1名を配置して「ゲームから分かったこと」を議題に討論させた。

そして、講座の最後に講義形式で、カードゲームで取り上げている外来生物や、生物多様性を減少させる人間活動についておさらいをし、それらの問題を解決するた

表2 生物多様性カードゲーム「マイ・ネイチャー」のプレイ前に行った講義の内容

過程	展開および内容	ねらい
導入	1. 外来生物と在来生物の見分けクイズ ニホンイタチとフェレット、ニッポンバラタナゴとタイリクバラタナゴなど、姿の似た生き物の写真を並べて見せ、どちらが外来生物かを当てさせる	身近な外来生物の存在を知らしめ、関心を持たせる
展開1	2. 外来生物が引き起こす問題 ①人間への危害や病気の媒介 ②農作物被害 ③在来生物との競合や駆逐 ④在来生物との交雑による遺伝子攪乱	地域に本来いなかった生物が持ち込まれることにより何が起きるかということと、その問題を理解させる
	3. 外来生物問題はなぜ起きたか ・メダカとカダヤシの形態の違い ・カダヤシが持ち込まれた理由 ・カダヤシが増加し、メダカが減少している原因 ①食べ物をめぐって競合する ②カダヤシがメダカを直接攻撃して駆逐する ③メダカよりカダヤシの方が水質悪化に耐性がある ④水草に卵を産むメダカと違い、胎生のカダヤシはコンクリート張りの水路や河川でも繁殖できる	メダカとカダヤシを例に、この問題の根源はそもそも外来生物を持ち込んだ人間にあること、また在来生物が減り、外来生物が増えてしまうような条件を、非意図的であれ人間がつくっていることを伝え、人間の責任を認識させる
展開2	4. 生物多様性（生物種の多様性）の恩恵 ・食品や医薬品、分解や浄化等における生物の利用 ・バイオミミクリー（バイオミメティクス）	さまざまな生物種の存在が人間の生活や命を支えていることを理解させる
まとめ	5. 生物多様性保全の必要性～カードゲームへの導入	生物多様性を減少させている人間活動を見直す必要性を認識させ、そのことをより深く学ぶカードゲームへのモチベーションを高める

めの行動の重要性を伝えた。

④ アンケート

本講座の教育効果を検証するため、講座終了時に、受講した児童にアンケートを実施した。「Q1. 前半の授業（私塾で実施する講義であり学校教育での授業と同義ではないが、児童には取ってなじみのある表現を使った）はわかりましたか？」「Q2. ゲームのルール説明はわかりましたか？」「Q3. マイ・ネイチャーはおもしろいですか？」「Q4. 今日学んだことを生かして、生物多様性を守るために何かしたいと思いますか？」を「はい」「いいえ」「どちらともいえない」の選択制で、Q4の「はい」回答者のみ「Q5. どんなことですか？」を自由記述で回答させた。質問内容について、未習の漢字にはふりがなをふり、意味を理解できない児童には個別に説明した。

⑤ 家庭学習（オリジナルカードの考案）

筆者らは、講座の場だけでなく、家庭に帰ってから課題に取り組ませることで学びが深まることを報告している（渡邊ら 2014）。本講座では、家庭学習課題として、在来生物を守るための活動を表す緑プレイヤーのアクションカードを自分で考案することを提示した。A4サイズに拡大した枠のみのアクションカードを左側に印刷し、「このカードをつくった理由」を書く欄を右側に設けたA3判のワークシートを児童に持ち帰らせた。完成したワークシートは、SAPIXの校舎に直接提出もしくは指定した住所に郵送するよう伝えた。ただし、この家庭学習は強制ではなく、任意とした。提出されたワークシートは、筆者らが評価のコメントを書いて返却した。

2) 2013年

実施日：2013年10月20日（日）・27日（日）

会場：Y-SAPIX 東大館（東京都渋谷区、両日）

サピックスホール（東京都中央区、10月20日）

回数：各日・各会場で午前・午後の2回、合計6回

受講者：首都圏在住の小学3年生81名

講座の内容は、基本的には2012年に準じたが、ふりかえりについては後述するように、討論がうまくいかなかったため、方法を変更した。

Petraneck et al. (1992) は、ゲーム後のふりかえりとして討論の他に作文の有用性を主張し、考えを整理して文章にすることで学びが深まるとしている。また、討論での発言が苦手な人にも表現の機会を与えられるという利点も挙げており、討論であまり意見が出ないのであれば、作文の方がよいのではないかと考えた。そこで、2013年は「今日の講座でわかったこと」を各自で記述する時間を設け、その後発表させることで共有化を図ることにした。なお、ふりかえりの対象をゲームに限定すると、難しく感じられ記述できない児童もいる可能性があると考え、講座全体を対象とした。また、2013年は講座終了時のアンケートを実施せず、ふりかえりで記述

させた用紙を回収し、テキストマイニングソフトKH Coder（樋口 2004）で共起ネットワーク分析を行って教育効果を検証した。共起ネットワークとは、文章中の出現パターンの似通った単語を線で結んだ図である。単語は4回以上出現したものを対象とし、描画する共起関係数は60に設定した。なお、文章の分析にあたり、次の前処理を行った。誤字・脱字は修正し、未習のため平仮名で書かれた単語は漢字に修正した。「生物」「生き物」「生きもの」「いきもの」はすべて「生物」に統一し、「多様性」は1つの単語として扱った。

2 結果と考察

1) アンケート

2012年のアンケート結果を表3に示した。

「Q1. 前半の授業（講義）はわかりましたか？」に対しては、ほとんどの児童が「わかった」と答え、外来生物の問題や生物種の多様性の意義に関する基礎的な知識を習得させることは概ねできたと考えられる。ただし、小学2年生では「わからないところがあった」もしくは「ぜんぜんわからなかった」と答えた児童が7名（1割以上）いた。「Q2. ゲームのルール説明はわかりましたか？」に対しても、ほとんどの児童が「わかった」と答えたが、小学2年生4名が「わからないところがあった」と答えた。小学3年生は、Q1・Q2とも1名のみ「ぜんぜんわからなかった」と答えた。小学2年生に理解が不十分な児童がやや多く見られたことについて、本講座は2学年混在で実施したため、児童の理解力の差が大きく、学齢の低い2年生の一部の児童には難しく感じられた可能性がある。複数の学年を混在させることは不適切であり、言葉遣いや話す速さなど、それぞれの学年に応じた配慮をしながら実施する必要があると思われる。

「Q3. マイ・ネイチャーはおもしろいですか？」に対しては、小学2年生1名を除くすべての児童が「おもしろい」と答えた。ゲーム中の児童の様子としても、終始熱中しており、途中で飽きたりやる気をなくしたりしている児童は見られなかった。Greenblat (1994) や Hirose et al. (2004) は、参加者がゲームに没頭することで、学習の意欲や効果がより高まるとしている。本ゲームも、児童を楽しませ、興味や集中力を持続させることが、学習にとってプラスになった可能性が考えられるが、ゲームのそのような効果については、より詳細な検証が必要であろう。

「Q4. 今日学んだことを生かして、生物多様性を守るために何かしたいと思いますか？」に対しては、いずれの学年においても約7割の児童が「はい」と答え、その児童らには生物多様性保全の行動を喚起することができた。また、その児童らに「Q5. どんなことですか？」と尋ねた自由記述回答を分類した。いずれの学年も「生物や自然の保護・保全」に関する記述が最も多く、本講座を

表3 生物多様性カードゲーム「マイ・ネイチャー」を用いた教育実践の終了時アンケート結果（2012年）

Q1 ～ Q4（選択）			Q5.（Q4の「はい」回答者のみ）どんなことですか？（自由記述）			
質問項目 選択肢	人数（括弧内：割合）		記 述 内 容 の 分類	記述例（原文のまま掲載）	人数 ¹ （括弧内：割合 ² ）	
	2 年生 (N=63)	3 年生 (N=54)			2 年生 (N=45)	3 年生 (N=38)
Q1. 前半の授業はわかりましたか？						
①わかった	56 (89%)	53 (98%)	生 物 や 自 然 の 保 護 ・ 保 全	生き物を大切にする。 自然を大切にする。 草や花をぬかないで虫を大切にしたい。 川や海などをきれいにする。	20 (44%)	11 (29%)
②わからないところがあった	6 (10%)	0 (0%)				
③ぜんぜんわからなかった	1 (2%)	1 (2%)				
Q2. ゲームのルール説明はわかりましたか？						
①わかった	59 (94%)	53 (98%)	水 利 用 の 見 直 し	水をよごさないようにする。 石けんや水をむだづかいしない。 あまりせんざいをつかわないようにする。	8 (18%)	8 (21%)
②わからないところがあった	4 (6%)	0 (0%)				
③ぜんぜんわからなかった	0 (0%)	1 (2%)				
Q3. マイ・ネイチャーはおもしろいですか？						
①おもしろい	62 (98%)	54 (100%)	責 任 あ る ペ ッ ト 飼 育	ペットをにがさないようにする。 外来生物をかったときはすてない。	2 (4%)	2 (5%)
②あまりおもしろくない	0 (0%)	0 (0%)				
③ぜんぜんおもしろくない	1 (2%)	0 (0%)				
Q4. 今日学んだことを生かして、生物多様性 を守るために何かしたいと思いますか？						
①はい	45 (71%)	38 (70%)	自 動 車 利 用 の 見 直 し	車を使いすぎないようにする。 あまり車ででかけないようにする。	2 (4%)	1 (3%)
②いいえ	5 (8%)	2 (4%)				
③どちらともいえない	13 (21%)	14 (26%)				
Q4. 今日学んだことを生かして、生物多様性 を守るために何かしたいと思いますか？						
①はい	45 (71%)	38 (70%)	そ の 他	ごみのポイすてをしない。 出されたごはんはさいごまで食べる。 木からできている紙を大切にしたい。	2 (4%)	8 (21%)
②いいえ	5 (8%)	2 (4%)				
③どちらともいえない	13 (21%)	14 (26%)				
無記入					11 (24%)	10 (26%)
¹ 1 人が複数の分類に該当する記述をした場合、各分類の人数に加算した。						
² Q4 の「はい」回答者に対する割合						

¹ 1人が複数の分類に該当する記述をした場合、各分類の人数に加算した。² Q4の「はい」回答者に対する割合

通して生き物や自然の大切さを認識、あるいは再認識したと思われる。次いで「水利用の見直し」に関する記述が多く、「責任あるペット飼育」「自動車利用の見直し」に関する記述もいくつか見られた。これらは、講義やゲームで具体的に上げている内容であり、それらから学んだことをヒントにしたことが考えられる。しかし、いずれの学年においても、回答を求められた（Q4で「はい」を選択した）児童の約4分の1が無記入であった。これらの結果から、生物多様性保全の行動が喚起されなかった児童や、喚起されても、その具体的行動まで考えることができない、あるいは言葉でうまく表現できない児童が相当数いることが示唆される。榎本（1994）は、日常生活における環境配慮行動には、身近で実践的な対処知識を持っていることが重要であるとしている。生物多様性保全の具体的行動を各自に考えさせるだけでなく、考えついた児童に発表させる時間を設けることで、他の児童にも行動を喚起できる可能性がある。

2) ふりかえり

2012年のふりかえりでは、児童に「ゲームから分かったこと」を議題に討論させようとしたが、あまり意見が出されず、活発な討論にはならなかった。学齢的にまだこうした討論に慣れていないか、あるいは初対面での遠慮もあったかもしれないが、いずれにしても討論によるふりかえりは困難と考えられた。

2013年のふりかえりで児童に記述させた「今日の講座でわかったこと」の文章について、共起ネットワーク分析を行った結果を図3に示した。児童らの記述は、大きく3つのグループに分類されると考えられた。グループ1は「外国」「日本」「メダカ」「カダヤシ」といった語が挙げられている。グループ2は「カード」を中心と

して「アクション」「緑」「黒」「すみか」「多い」といった語が結ばれている。グループ3は「人間」を中心として「外来」「在来」「生物」「多様性」「知る」などの語が結ばれている。

各グループに挙げられた語が含まれる記述を選び出し、その数と代表的な記述の例（ただし、すべてのタイプを網羅してはいない）を表4に示した。

グループ1の記述では、主に講義での学習によって、外来生物が在来生物にとっての脅威となっていることや、外来生物を持ち込んだ人間の責任が認知されていることが窺える。

グループ2の記述では、ゲームでの体験を現実結びつけて理解していることが窺える。例えばある児童（f, g）は、すみかカードが足りず生き物カードが出せなくて負けた体験から、現実においても生き物が生きるには豊かな自然が必要であるということを学び取っている。また別の児童（h, i）は、アクションカードが勝敗を左右した体験から、実際の人間の行為が生物多様性の減少にも保全にも大きく寄与することを学び取っている。

グループ3では、在来生物と外来生物との競合関係に人間が影響を与えていること（k, l, m）、生物多様性の大切さやそれが失われることの問題（n, o, p）、生物多様性を保全する必要性（q, r）などが書かれている。これらの記述をした児童は、本講座を通して生物多様性と人間との関係についての気づきが得られたことが窺える。とりわけ、一部の児童（k, m, r）は生物多様性問題に対する人間の責任を強く認識した記述をしている。斎藤ら（2016）は、外来生物問題の責任の所在が私たち人間自身にあることを明確にしながら、日々の生活を通して環境を見つめ直していくという視点が、環境教

図3 生物多様性の講義およびゲーム後のふりかえり「今日の講座で分かったこと」の記述の共起ネットワークとグループ分類(2013年)

表4 生物多様性の講義およびゲーム後のふりかえり「今日の講座で分かったこと」の共起ネットワーク分析によるグループ分類および記述例（2013年）

グループ 記述例（原文のまま掲載） ¹⁾	人数（括弧内：割合） ²⁾ (N=78、回収率 96%)
1. 講義で学習したこと a. 昔に人が外国から日本に持ちこんだ生物でも、こまったところがあり、私たちがせきにんをとらなければいけないことを知りました。 b. 外国が外国からつれてきた動物のせいなので、日本の動物がいなくなってしまうかもしれない。ということに、びっくりした。 c. メダカは、川ぎしやすいろ、田んぼのあぜのコンクリート化、水のよごれ、外来生物のカダヤシなどのえいきょうにより、ぜつめつが心ばいするほどメダカのかずがへっていること。 d. カダヤシは、よごれた所でも生き残れるのでメダカよりも強くて、メダカが減っていくという事。 e. メダカはもともと日本にいたざいらい生物。けれどカダヤシはかのように虫を食べるために、来た外らい生物ですがたはにているけれど、本当の生活では、くらしかたがちがかった。	15 (19%)
2. ゲームでの体験を現実に結びつけて理解したこと f. すみかカードがないと勝てない（自然がゆたかではないと生き物が生きれない）とわかった。 g. いくつというカードでもすみかがなければだせないのですみかがだいじだとおもいました。 h. 黒いカードは、みどりにこうげきすることが多い。緑のカードは、なかまを守っていた。アクションカードが、ぎやく点につながったことから、人の力が大きいことが分かった。 i. アクションカードで+にも-にもなるので人の行いがだいじだと思いました。弱いカードでもたくさんいれば強くなる。 j. アクションカードが悪い事をしているとかんじました。なぜなら、車などで、生きものをころしてしまっただからです。 自分は、生きものを車などでひいたりしたくないので気をつけないといけないうんだなと、今日、はじめてかんじました。	32 (41%)
3. 生物多様性と人間との関係についての気づき k. 外来生物がざいらいせいぶつをおっぱらったり、あらそったりしてしまっただのは人げんのせいということをしりました。 l. 外来生物がざいらい生物をたおしていたげんいんのほとんどが人間にかんけいしていたのでびっくりしました。 m. 人がやっていることで、生き物がめいわくしているしぜつめつも、していることをあらためて知った。 n. 人間の食たくや身近なところまでも、生物多様性という事は必ようだと感じました。 o. 「生物多様性」が大事な事で種類がへると人間にとって不都合な事が起こってしまう事を知りました。 p. 生物多様性をみだしているのは人間で生物多様性がなくなってしまうたら、人間の生活にもかかわる。 q. 人間たちは生きものたちにとても助けられているので生きものをたいせつにしようと思いました。 r. 生物多よう性を守るのをこわすのも人間だと思い、守らなければいけないと思いました。そして生き物のすみやすいかんきょうをつくらなければならないと思いました。	34 (44%)
上記のグループに当てはまらないもの ³⁾	10 (13%)
無記入	0 (0%)

¹⁾ それぞれのグループに分類された記述の中から代表的なものの選び、文意がほぼ同じものは1つに絞って選び出した。ただし、同一グループ内においても多様な表現があり、すべてのタイプの記述を網羅してはいない。なお、a~rの記述は、すべて異なる児童のものである。

² 1人が複数のグループに該当する記述をした場合、各グループの人数に加算した。

複数のグループに該当する記述をした児童の数は、グループ1と2:2名、グループ1と3:5名、グループ2と3:4名、グループ1と2と3:0名であった。

³ 文意がグループ1～3のいずれにも該当しないと判断したものは、すべてここに分類した。

グループ1～3のいずれかに該当する記述をした児童は70名、いずれのグループにも該当しない記述のみをした児童は8名であった。

表5 生物多様性カードゲーム「マイ・ネイチャー」を用いた教育実践後の家庭学習におけるアクションカード（在来生物を守るための行動）の考案例（2012年・2013年）

児童	カード名（行動）	効果	説明	コスト	このカードをつくった理由
A	ぬまをまもる	自分のカードで2まいえらび、それに+3する。	かもなどの鳥のえさがたくさんあるようにするため。	4	りんしの森で、ぬまのところに行くと、かもがえさをさがしてもなかったから。何かいもチャレンジしたけどとれなかった。それをみてえさがあつたらよかったなと思ったから。
B	ヤゴをたすける	じぶんのばのぜんぶの【いきもの】を+1する。さらにあいてのばの【いきもの】カードを2まいすてさせる。	ヤゴがながされないようにブルまえのおそうじのときにたすける。	2	きんじょのおじさんがやっていてヤゴがかつこよかったからやってみたいとおもった。
C	がいらいせいぶつをすてない（にがさない）	自分の場の【水にすむ生きもの】を+5にする。	がいらいせいぶつは、ざいらいせいぶつをたべてしまうので。にがさないようにして、ざいらいせいぶつをまもることができる。	3	こうえんの池にがいらいせいぶつのかめがたくさんいて、ざい来生ぶつのかめのことがしんばいになったから。
D	水をきれいに	自分のぜんぶのいきものカードを+3できる。相手のぜんぶのいきものカードを-2できる。	自分が水をきれいにするとざいらい生物をふやすことができる。	6	外らい生物がいたら水はきたなくてもいいけどざいらい生物がいたら水をきれいにしようと思うかもしれないから。
E	ゴミをひろう	全部の生きものに+4。	ゴミをひろうというんなところきれいになる。	3	みんなにゴミをすてないようにしてほしかったから。
F	紙を大切に	自分のばの【生きもの】を、それぞれ+2する。さらに、あいてのばの【生きもの】を1つだけ-1する。	紙のもとになる木を切る回数を少なくするだけで、森の生きもののすみかをまもることができる。	2	森や林にある木をいっぱい切ったら、森にすむ生きものたちがすみかをなくしちゃうから、木を切る回数を少なくしたり、紙を大切にしたいと思いました。
G	ざいらいせいぶつのいえ	あいてのばにあるいきものカードをすべてすてさせる。さらにじぶんのばのいきものカードをいちまいえらび+10させる。	ざいらいせいぶつのようないえをつくとがいらいせいぶつにおいかけているざいらいせいぶつがにげこむことができる。	1	ざいらいせいぶつはちいさくて、がいらいせいぶつはおおきいから、てつのおりでどあがちいさいえだとがいらいせいぶつがなかにはいれないから。
H	バリケード	自分の場にあるすべての【生き物】を、それぞれ+2にする。	人が日本のまわりにバリケードをはったら外来生物がはいてこれなくなる。	3	日本のまわりにバリケードをはれば、外来生物がはいてこれなくてざい来生物がへらなくてすむから。

育において重要であるとしている。

グループ1の記述をした児童は約2割、グループ2とグループ3はそれぞれ約4割であり、それぞれの教育効果がすべての児童に認められたわけではないが、その後の発表によりある程度共有することができるのではないと思われる。

3) 家庭学習（オリジナルカードの考案）

2012年と2013年に家庭学習課題とした、緑プレイヤーのアクションカードの考案例を表5に示した。

児童A、B、Cは、自らの身近な自然体験をヒントにしてカードを考案している。児童D、E、Fは、人間のどのような行為が生き物に悪影響を与えているかを考え、それを防ぐための方法として身近でできる行動を提示している。児童G、Hは、自分なりのアイデアを考え出している。このように、在来生物を守るためのアクションカードを考案させる家庭学習は、身近な自然を見つめ直したり、生物多様性問題を自分の生活と結びつけて考えたり、生物多様性問題の解決策を自分なりに考えたりする機会になり得ると考えられる。

ただし、ワークシートの提出率は、2012年が15%（18名）、2013年が6%（5名）と低かった。家庭学習を任意にすると取り組む児童は少なく、また持参もしくは郵送しなければならぬ面倒さも、提出率が低かった要因と

して考えられる。その後の実践において、講座の中でアクションカードを考案させた際には、すべての児童ができたことから、課題そのものは困難ではないと思われる。すべての児童にアクションカードを考案させるには、①講座を2回に分けて、2回目に児童らに家庭で考案したアクションカードを持参させ、それらを発表させたり、児童らの考えたアクションカードを既存のアクションカードと差し替えてゲームをプレイさせたりする、②機会的な制約等により講座を1回限りにせざるを得ない場合は、講座の中でアクションカードを考案、発表させる時間を設けるといった方法が考えられる。

IV まとめ

筆者らは、小学生への自然体験によらない生物多様性教育のツールとして、カードゲーム「マイ・ネイチャー」を開発した。そして、首都圏に住む小学2・3年生の希望者を対象に、講義とゲームを組み合わせた講座を実施し、講義で外来生物の問題や生物種の多様性の意義に関する基礎的な知識を習得させた上で、ゲームを通して人間活動と生物多様性との関係を学ばせ、生物多様性保全の行動を喚起することを目的とした。それらの教育効果は概ね確認できたが、必ずしもすべての児童に認められたわけではなかった。また、家庭学習としてオリジナル

カードを考案させることは、身近な自然を見つめ直したり、生物多様性問題を自分の生活と結びつけて考えたり、生物多様性問題の解決策を自分なりに考えたりする機会となることが示唆された。しかし、家庭学習に取り組んだ児童はごく少数であった。筆者らが目的とする教育効果をより多くの児童に浸透させる方法として、本講座を通して得られた理解や気づき、生物多様性保全の具体的行動を全体で共有する時間を設けることや、すべての児童にアクションカードを考案する機会を設けるようなプログラム上の工夫が考えられる。

謝辞

「マイ・ネイチャー」のゲーム設計は、地球温暖化カードゲーム「マイアース」をベースにしており、本ゲームの開発にあたり多大なご協力をいただいた、合同会社マイアース・プロジェクトに感謝申し上げます。

引用文献

- 榎本博明, 1994, 「環境情報としての実践的対処知識の重要性について」, 『環境教育』, 3(2): 62-67.
- 福山佑樹・中原淳・森田裕介, 2012, 「社会的ジレンマ体験を目的としたカードゲーム教材が協力行動意図に与える影響の検討」, 『日本教育工学会論文誌』, 36(Suppl.): 125-128.
- 五箇公一, 2010, 『クワガタムシが語る生物多様性』, 集英社, 東京, p1-9.
- Greenblat, C.S. 著, 新井潔・兼田敏之訳, 1994, 『ゲーミングシミュレーション作法』, 共立出版, 東京, 235pp.
- 樋口耕一, 2004, 「テキスト型データの計量的分析 -2つのアプローチの峻別と統合-」, 『理論と方法』(数理社会学会), 19(1): 101-115.
- 広瀬幸雄, 1997, 『シミュレーション世界の社会心理学』, ナカニシヤ出版, 京都, 229pp.
- Hirose, Y., Sugiura, J., and Shimomoto, K., 2004, Industrial waste management simulation game and its educational effect. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 6(1): 58-63.
- 広瀬幸雄, 2008, 「環境心理学からの新たな環境教育プログラム」, 『環境情報科学』, 37(2): 36-40.
- 環境省, 2010, 『生物多様性国家戦略2010』, 304pp.
- 環境省, 2012, 『平成24年版 環境・循環型社会・生物多様性白書』, <http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h24/> (2018.6.15アクセス)
- 湊秋作, 1992, 「自然公園設置につながった小学校における環境教育の実践」, 『環境教育』, 2(1): 34-42.
- 中村美枝子, 1998, 「ゲーミングシミュレーションのディブリーフィング」, 新井潔編著『ゲーミングシミュレーション』, 日科技連出版社, 東京, p187-189.
- 中村紗織, 2010『『家庭ごみ処理ゲーム』の教育的意義と可能性 — 参加型アクション志向学習を取り入れた環境教育の提案 —』, 『日本家庭科教育学会誌』, 52(4): 291-296.
- 中静透, 2005, 「生物多様性とはなんだろう?」, 日高敏隆編『生物多様性はなぜ大切か?』, 昭和堂, 京都, p1-39.
- 大竹庫一・広瀬幸雄, 2005, 「高等学校における環境教育としての産業廃棄物ゲームとその教育評価」, 『シミュレーション&ゲーミング』, 15(1): 15-23.
- 大竹庫一・広瀬幸雄, 2007, 「高等学校における産業廃棄物ゲームの実施とその教育効果 —ディブリーフィングの方法と効果に注目して—」, 『環境教育』, 16(2): 14-23.
- Petranek, C.F., Corey, S., Black, R., 1992, Three Levels of Learning in Simulations: Participating, Debriefing, and Journal Writing. *Simulation & Gaming*, 23(2): 174-185.
- 斎藤達也・小柳知代・小山明日香, 2016, 「外来種の生態学と環境教育: 外来植物の問題を通じて人と自然の関わりを見つめ直す」, 『環境教育学研究』, 25: 3-15.
- 佐藤真紀子, 2000, 「ゲームを導入に用いた家庭科における環境教育の実践例」, 『日本家庭科教育学会誌』, 43(3): 199-202.
- 生物多様性政策研究会, 2002, 『生物多様性キーワード事典』, 中央法規出版, 東京, 247pp.
- 庄子加奈子・長島康雄, 2014, 「小学校理科における生物多様性教育の位置づけ-生物の扱いに着目して-」, 『仙台市科学館研究報告』, 第23号: 38-44.
- 庄子加奈子・長島康雄, 2015, 「義務教育課程における生物多様性教育の位置づけ」, 『仙台市科学館研究報告』, 第24号: 43-48.
- 田部俊充・加藤美由紀, 2013, 「小大連携による環境教育研究の取り組み ~生物多様性の理解~」, 『日本女子大学紀要 人間社会学部』, 24: 63-72.
- 谷村載美, 2014, 「生物多様性保全の観点から環境保全行動を促進する環境教育プログラムの開発」, 『大阪市教育センター研究紀要』, 第206号: 1-32.
- 渡邊司・斎藤睦子・鈴木裕子・皆川泰臣・小河原信介, 2014, 「私塾における『環境』教科の実践と評価」, 『環境教育』, 24(1): 77-90.
- 山野井貴浩・佐藤千晴・古屋康則・大槻朝, 2016, 「ゲンジボタルの国内外来種問題を通して生物多様性の保全について考える授業の開発」, 『環境教育』, 25(3): 75-85.