

オンライン通信を用いた昆虫の同定手法の検討 —教育現場における専門家との接続を仮定して—

浅野 涼太 (白梅学園短期大学)

山口 勇気 (長岡技術科学大学工学部)

星野 光之介 (長岡市立科学博物館)

1. はじめに

保育や小学校教育の現場では、子どもたちとの身近な生物の関わりを重要視してきた。保育所保育指針の保育内容（環境）の（イ）内容には、「⑤身近な生き物に気付き、親しみをもつ」（1歳以上3歳未満児の保育）、⑤身近な動植物に親しみを持って接し、生命の尊さに気付き、いたわったり、大切にしたりする」（3歳以上の保育）とある。（ウ）内容の取扱いでは、様々な身近な動植物などとの関わりを通して、親しみや畏敬の念、生命を大切にする気持ち、探究心を養われるような豊かな環境を構成し、身近な動植物との関わりを深めるための援助の必要性が示されている。また、小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編の第2章理科の目標及び内容には、「(3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養うこと」とあり、児童が動植物を飼育や観察、調べることで生物への愛護や生命を尊重しようとする態度が育まれるとある。第3章の各学年の目標及び内容では、3, 4年生で身の回りの生物について焦点を当てた内容が盛り込まれており、5年生、6年生では、それを踏まえた学習が行われ、中学校理科第2分野の学習へとつながる。こうした、保育や小学校教育の現場における身近な生物として、昆虫の存在が常に注目されてきたことは言うまでもない。

一方で、昆虫をはじめとする生物多様性は急速に失われつつあり、Sánchez-Bayo & Wyckhuys (2019) は、身近な存在である昆虫の生物多様性

は世界中で脅かされているとし、今後数十年間で世界の昆虫種の40%が絶滅する可能性を示唆している。この主な要因の一つに、都市化への転換による生息地の喪失があるが (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019)、世界全体の人口の過半数は、その都市に暮らしている現状にある (United Nations, 2020)。このことから、世界の人々の過半数は、昆虫の多様性が低い地域に集中しているといえ、自然から恩恵を受けたり、自然への認識を深めたりする直接的な機会が日常的に失われつつある (Turner *et al.* 2004)。日本国内においても急速な都市化や生活様式の変化とともに子どもたちが身近な自然にまみれる経験は少なくなってきたことが指摘されている (藤崎・麻生, 2022)。こうした中、敷地内で昆虫などの生物を子どもに観察させる目的でビオトープを含む環境整備をする保育園や幼稚園、学校なども現れるようになった (e.g., 大澤ら, 2003; 柘植ら, 2013; 安藤, 2021)。明石 (2017) による幼児を対象とした研究では、子どもたちは虫採りをしている中で、まず虫の名前に興味関心を持ち、次第にその生態へと興味が広がっていったことを報告している。この際に虫の図鑑を用いた同定を実施しているが (明石, 2017)、既成の図鑑を用いた正確な同定は、初心者にとって極めて困難であることから、活動をするにあたり、専門家との連携も重要である。これまで専門家との連携事例としては、現場への専門家の派遣 (e.g., 角正, 2017; 小林・岩西, 2020) や博物館から教材の貸出 (e.g., 石田・

釋, 2016) 等があるが, 近隣に協力的な専門家や分野に関係した博物館が存在するとは限らない。この他に専門家へ写真や標本を送る, または直接持ち込む方法も考えられるが, 昆虫をはじめとした小型の節足動物は, 写真だけで同定できない事が多々ある。また, 実物を直接持ち込む場合や郵送する場合には, 時間的にも金銭的にも労力を要する。

そこで本研究では, こうした問題点の解決を目指し, Zoomによるオンライン通信とUSBデジタル顕微鏡を利用して, 現場の教員や保育士(仮定)と離れた場所にいる昆虫の専門家とを接続し, 昆虫の同定がどの程度可能であるかを検証した。

2. 調査方法

2.1. 実験に用いた昆虫

オンライン通信による昆虫の同定実験に用いた昆虫のサンプルは, ハチ目Hymenopteraアリ科Formicidae, 甲虫目Coleopteraに属する昆虫を中心に2023年6月5日に東京都小平市に位置する白梅学園大学・短期大学の中庭およびグラウンド内で見つけ採り法によって集められた。ハチ目アリ科の昆虫は地球上に約 20×10^{15} 個体生息していると

され, 乾燥炭素量は約12 megatonsに相当し, 野生の鳥や哺乳動物の合計バイオマスを上回るとされる (Schultheiss *et al.* 2022)。甲虫目は昆虫の中で最も種類数の多いグループである (黒沢ら, 2006)。このことから, 幼稚園や保育園, 学校等の活動においてもこれらのグループを目にする確率は比較的に高いと判断し, 本研究の対象とした。また, 採集場所である中庭, グラウンドは, 中央部が芝生やその他イネ科草本等が優占するオープンスペース, 周囲に樹木が植栽されていた。これは, 保育園や幼稚園の園庭, 学校の校庭等でも一般的な環境構成であると判断し, 昆虫の採集場所として選択した。

見つけ採り法によって, ハチ目アリ科の昆虫を2亜科4属5種7個体(表1-1), 甲虫目の昆虫を13亜科15属17種17個体採集された(表1-2)。採集された昆虫は, 酢酸エチルによって処理後, 展足は行わずにそのまま種別にケースへ移し, 保管したものを実験で使用した。なお, ハチ目アリ科の昆虫で7個体中2個体が他のサンプルと同種であったことから, 除外した2亜科4属5種5個体を結果, 考察に用いた。

表1-1 オンライン通信および実物を用いたアリ科昆虫の同定結果の比較

No.	オンライン通信による同定	実物による同定	正誤		
			亜科	属	種
1	フタフシアリ亜科 Myrmicinae クロナガアリ <i>Messor aciculatus</i>	フタフシアリ亜科 Myrmicinae トビロシワアリ <i>Tetramorium tsushimae</i>	○	×	×
2	フタフシアリ亜科 Myrmicinae テラニシリアゲアリ <i>Crematogaster teranishii</i>	フタフシアリ亜科 Myrmicinae ハリフトシリアゲアリ <i>Crematogaster matsumurai</i>	○	○	×
3	フタフシアリ亜科 Myrmicinae キイロシリアゲアリ <i>Crematogaster osakensis</i>	フタフシアリ亜科 Myrmicinae キイロシリアゲアリ <i>Crematogaster osakensis</i>	○	○	○
4	ヤマアリ亜科 Formicinae クロオオアリ <i>Camponotus japonicus</i>	ヤマアリ亜科 Formicinae クロオオアリ <i>Camponotus japonicus</i>	○	○	○
5	ヤマアリ亜科 Formicinae クロヤマアリ <i>Formica japonica</i> ハヤシクロヤマアリ <i>Formica hayashi</i>	ヤマアリ亜科 Formicinae クロヤマアリ <i>Formica japonica</i>	○	○	—

*アリ科昆虫の並び順は, オンライン通信による同定実験順。

*○: 実物による同定と一致, ×: 実物による同定と不一致, -: オンライン通信では同定不可

表1-2 オンライン通信、実物を用いた甲虫目昆虫の同定結果の比較

No.	オンライン通信による同定	実物による同定	正誤		
			亜科	属	種
1	ヒョウタンゴミムシ亜科 Scaritinae	ヒョウタンゴミムシ亜科 Scaritinae	○	○	—
	ヒョウタンゴミムシ <i>Scarites aterrimus</i>	ナガヒョウタンゴミムシ <i>Scarites terricola</i>			
	ナガヒョウタンゴミムシ <i>Scarites terricola</i>				
2	アオゴミムシ亜科 Callistinae	アオゴミムシ亜科 Callistinae	○	○	—
	アトワアオゴミムシ <i>Chlaenius virgulifer</i>	アトワアオゴミムシ <i>Chlaenius virgulifer</i>			
	コアトワアオゴミムシ <i>Chlaenius hamifer</i>				
3	ゴモクムシ亜科 Harpalinae	ゴモクムシ亜科 Harpalinae	○	○	—
	ケウスゴモクムシ <i>Harpalus griseus</i> (?)	ケウスゴモクムシ <i>Harpalus griseus</i>			
4	マルガタゴミムシ亜科 Zabrinae	マルガタゴミムシ亜科 Zabrinae	○	○	○
	マルガタゴミムシ <i>Amara chalcites</i>	マルガタゴミムシ <i>Amara chalcites</i>			
5	ゴモクムシ亜科 Harpalinae の 1 種	ゴモクムシ亜科 Harpalinae の 1 種	○	—	—
		アカアシマルガタゴモクムシ <i>Harpalus tinctulus</i>			
6	コフキコガネ亜科 Melolonthinae	コフキコガネ亜科 Melolonthinae	○	×	×
	クリイロコガネ <i>Miridiba castanea</i>	ナガチャコガネ <i>Heptophylla picea</i>			
7	コフキコガネ亜科 Melolonthinae	コフキコガネ亜科 Melolonthinae	○	○	—
	ピロウドコガネ属 <i>Maladera</i> の 1 種	ピロウドコガネ <i>Maladera japonica</i>			
8	タマオシコガネ亜科 Scarabaeinae	タマオシコガネ亜科 Scarabaeinae	○	○	—
	クロマルエンマコガネ <i>Onthophagus ater</i> (?)	コブマルエンマコガネ <i>Onthophagus atripennis</i>			
9	クシコメツキ亜科 Melanotinae	クシコメツキ亜科 Melanotinae	○	○	—
	クシコメツキ属 <i>Melanotus</i> の 1 種	クロクシコメツキ <i>Melanotus senilis</i>			
10	クシコメツキ亜科 Melanotinae	クシコメツキ亜科 Melanotinae	○	○	—
	クシコメツキ属 <i>Melanotus</i> の 1 種	クシコメツキ <i>Melanotus legatus</i>			
11	テントウムシ亜科 Coccinellinae	テントウムシ亜科 Coccinellinae	○	—	—
	ヒメテントウ族 Scymnini の 1 種	マルヒメテントウ族 <i>Aspidimerini</i>			
12	テントウムシ亜科 Coccinellinae	テントウムシ亜科 Coccinellinae	○	○	○
	ナミテントウ <i>Harmonia axyridis</i>	ナミテントウ <i>Harmonia axyridis</i>			
13	ヒゲナガハムシ亜科 Galerucinae	ヒゲナガハムシ亜科 Galerucinae	○	○	○
	クロウリハムシ <i>Aulacophora nigripennis</i>	クロウリハムシ <i>Aulacophora nigripennis</i>			
14	ヒゲナガハムシ亜科 Galerucinae	ヒゲナガハムシ亜科 Galerucinae	○	○	○
	ウリハムシ <i>Aulacophora indica</i>	ウリハムシ <i>Aulacophora indica</i>			
15	サルハムシ亜科 Eumolpinae の 1 種	サルハムシ亜科 Eumolpinae	○	—	—
		ドウガネサルハムシ <i>Heteraspis lewisii</i>			
16	ゴミムシダマシ亜科 Tenebrioninae	ゴミムシダマシ亜科 Tenebrioninae	○	○	×
	スナゴミムシダマシ <i>Gonocephalum japanum</i>	ヒメスナゴミムシダマシ <i>Gonocephalum persimile</i>			
17	ケシキスイ亜科 Nitidulinae	ケシキスイ亜科 Nitidulinae	○	○	○
	アカマダラケシキスイ <i>Phenolia picta</i>	アカマダラケシキスイ <i>Phenolia picta</i>			

*甲虫目昆虫の並び順は、オンライン通信による同定実験順。

*○：実物による同定と一致， ×：実物による同定と不一致， —：オンライン通信では同定不可

2. 2. オンライン通信を用いた昆虫の同定実験

オンライン通信による昆虫の同定実験は、2023年6月6日にWeb会議システムのZoomを用いて行った。現場の保育者・教員を仮定した学生側には、白梅学園短期大学の浅野研究室からJusion WiFi USBデジタル顕微鏡（カメラ解像度：1920×1080P、倍率：50 - 1000x）をノートパソコンに接続してもらい、Zoomミーティングを開始後にWebカメラを顕微鏡カメラに切り替えた（図1）。その後、アリ類の専門家、甲虫類の専門家



図1 オンライン通信を用いた昆虫の同定実験：学生側に用意したUSB式顕微鏡およびノートパソコン

がZoomミーティングに参加した事を確認し、昆虫を1頭ずつ、顕微鏡カメラで映し出した。なお、Zoomミーティングは学生側が1台、専門家側が2台の計3台のパソコンを同時に接続し、解像度は、送信・受信ともに640×360であった。学生は、専門家の指示のもと顕微鏡カメラおよびピンセットを使って昆虫を操作し、専門家はZoomで共有された映像から同定を試みた。実験での学生と専門家のやり取りについては、Zoomのレコーディング機能を用いて記録した後、文字に起こし、同定結果の確認や専門家とのコミュニケーションの内容についても記録した。

実験が終了した標本は、各専門家に輸送し、実物の標本をもとに再度同定することで、オンライン通信による同定の精度を検証した。

2.3. アンケート

オンライン通信による昆虫の同定実験終了後、実験の協力者である学生2名、専門家2名にアンケート調査を行った。学生に対しては、①機器の操作について思ったこと、②専門家の指示について、③実施してみたの問題点や改善点、④感想など、専門家には、①Zoomを通した顕微鏡カメラの状態について、②指示に対する学生の動きについて、③実施してみたの問題点や改善点、④感想などについて質問した。

2.4. 倫理的配慮

本研究は、白梅学園大学・白梅学園短期大学研究倫理審査委員会の承認を得たうえで行われた(申請番号 202237)。倫理的配慮として、実験時に本研究の目的について説明書を用い口頭で説明し、ご納得いただいうえで同意書に署名いただいた。

3. 結果

3.1. ハチ目アリ科の同定結果

オンライン通信および実物を用いたハチ目アリ科の昆虫の同定結果を表1-1に示した。亜科レベ

ルでは、全てのアリで実物を用いた同定と一致した。属レベルでは、5個体中4個体で実物を用いた同定と一致したが、オンライン通信で*Messor*属としたアリの実物を同定した結果、*Tetramorium*属であった。種レベルでは、5個体中2個体で実物を用いた同定と一致したが、オンライン通信でクロナガアリ*Messor aciculatus*としたアリの実物を同定した結果、トビロシワアリ*Tetramorium tsushimae*、オンライン通信でテラニシシリアゲアリ*Crematogaster teranishii*としたアリの実物を同定した結果ハリブトシリアゲアリ*Crematogaster matsumurai*であった。また、クロヤマアリ*Formica japonica*は、オンライン通信で近似種のハヤシクロヤマアリ*Formica hayashi*との見分けがつかず種の特定までにはいかなかった。

3.2. 甲虫目の同定結果

オンライン通信および実物を用いた甲虫目の昆虫の同定結果を表1-2に示した。亜科レベルでは、全ての甲虫で実物を用いた同定と一致した。属レベルでは、17個体中13個体で実物を用いた同定と一致したが、オンライン通信で*Miridiba*属とした甲虫の実物を同定した結果、*Heptophylla*属であった。また、*Harpalus*属、*Cryptogonus*属、*Heteraspis*属の甲虫については、オンライン通信で近似種との見分けがつかず種の同定にいたらなかった。種レベルでは、17個体中5個体で実物を用いた同定と一致したが、オンライン通信でクリイロコガネ*Miridiba castanea*とした甲虫の実物を同定した結果、ナガチャコガネ*Heptophylla picea*、オンライン通信でスナゴミムシダマシ*Gonocephalum japanum*とした甲虫の実物を同定した結果、ヒメスナゴミムシダマシ*Gonocephalum persimile*であった。また、ナガヒョウタンゴミムシ*Scarites terricola*、アトワアオゴミムシ*Chlaenius virgulifer*、ケウスゴモクムシ*Harpalus griseus*、アカアシマルガタゴモクムシ*Harpalus tinctulus*、ビロウドコガネ*Maladera japonica*、コブマルエンマコガネ

Onthophagus atripennis, クロクシコメツキ
Melanotus senilis, クシコメツキ *Melanotus legatus*,
 フタモンクロテントウ *Cryptogonus orbiculus*,

ドウガネサルハムシ *Heteraspis lewisii* は、オンライン通信で近似種との見分けがつかず種の特定ま
 ではいたらなかった。

表2-1 学生に実施したアンケート

質問内容	学生（アリの同定実験実施者）	学生（甲虫の同定実験実施者）
①機器の操作について 思ったこと	少し練習が必要であると感じた。操作に慣れてしまえば、細かいところまで見られそう。	はじめてだったので焦りました。慣れるとすぐにピントをあわせられるので操作は簡単だと思います。
②専門家の指示について	分かりやすく指示してくださった。しっかり会話し、こちら側からも呼びかけることが大切かなと感じた。	分かりやすかったです。もっとズバズバ言っていたらとさらにわかりやすく昆虫を提示できたのではと思います。
③実施してみたの問題点 や改善点	思った以上に時間がかかるなと感じた。実際に保育現場で行う場合には、子どもたちの声も入るため、周囲の環境は大切になってくるかなと思った。	事前に光量や台紙の色を調整しておく必要がある。
④感想など	専門家の方のお話も聞きながらだったこともあり、とても楽しかったです。	たのしかったです。勉強になりました（解説していただいた時）。

表2-2 専門家に実施したアンケート

質問内容	専門家（アリの同定実験実施者）	専門家（甲虫の同定実験実施者）
①Zoomを通した顕微鏡 カメラの状態について	ピントの具合、光の具合、色の濃淡について、時折、観察しづらい場面がありましたが概ね問題はありませんでした。倍率について、アリの種を同定するために立毛の本数などを確認する場面がありますが顕微鏡カメラでは難しいようです。	悪くないと思います。
②指示に対する学生の 動きについて	最初、アリの向きを変えたりする際に手間取っているように感じましたが臨機応変に対応してくれて、問題ありませんでした。	慣れが必要ですね。先に練習しておくといいと思います。
③実施してみたの問題点 や改善点	専門用語（腹柄節や前伸腹節刺など）を使用できない点で専門家側が学生に指示する際に工夫が必要であると感じました。体サイズの測定方法に工夫が必要だと感じました。アリの体サイズは頭部の先から腹部の末端までを測定しますが、アリの体が曲がった状態で測定すると誤差が生じます。観察者に真っ直ぐにしてもらえたら良いのですがピンセット等が必要なので、難しいですね。	ZOOM 同定はその場で部位を指示できますが画質に制限があり、多くの場合では静止画を撮って送ってもらうほうが分かりやすいかもしれません。
④感想など	想像していたよりも昆虫の形態を細部まで観察することができました。色については実物を確認したいと感じました。アリの同定の場合、倍率と解像度に注意する必要があります。今回、観察したアリは 2mm 以上のアリでしたが 1mm 程度の小型アリを対象として遠隔で同定ができるか気になりました。保育士や教師が教育現場で未知の昆虫に出会った時、まず検索サイトを使用すると思うので昆虫を Google Lens などの画像検索アプリで検索した結果と遠隔同定の結果と比較してみても面白いように感じました。遠隔同定の正当率が高ければ、遠隔同定の意義について議論できるように思います。	サンプルに地味な小型種が多かったので採集力が高いと感じました。一般的に初心者が拾うような虫の多くは簡易的なオンライン同定でもそれほど難しくないと考えます。

3.3. アンケート

オンライン通信を用いた昆虫の同定実験後に行った学生へのアンケート結果を表2-1に、専門家へのアンケート結果を表2-2に示した。

学生へのアンケート結果では、「①機器の操作について思ったこと」について、両者で序盤の操

作に苦戦したが、慣れると比較的に操作は難しくないとこの回答が得られた。「②専門家の指示について」は、分かりやすかったとの回答が得られた。一方で、「しっかり会話し、こちら側からも呼びかけることが大切かなと感じた」や「もっとズバズバ言っていたらとさらにわかりやすく昆虫

を提示できた」との改善案が出た。「③実施してみたの問題点や改善点」については、想像よりも時間を要すること、実際に保育現場で実施する場合の環境設定、事前の準備の必要性について、回答が得られた。「④感想など」については、専門家との会話が「楽しかった」や「勉強になった」との回答が得られた。

専門家へのアンケート結果は、「①Zoomを通した顕微鏡カメラの状態について」は、「概ね問題ない」や「悪くない」との回答が得られた。一方で、アリを同定する際に立毛の本数等といった細かな点を観察する際の倍率について課題があった。「②指示に対する学生の動きについて」は、機器や昆虫の取扱いについて、練習が必要との意見があった。「③実施してみたの問題点や改善点」は、専門用語の使用の難しさや体サイズの測定方法の工夫、画質について指摘があった。「④感想など」については、「想像よりも細部まで観察できた」や「初心者が拾うような虫の多くは簡易的なオンライン同定でもそれほど難しくないと」の回答が得られた。

4. 考察

オンライン通信を用いたアリ科および甲虫目に属する昆虫の同定実験の結果、亜科レベルまでは実物による同定と同じ精度であった。しかし、本研究で使用した機器では、属、種レベルで誤同定や同定できないものがあった。アリ科の昆虫では、トビイロシワアリをクロナガアリと誤同定したケースがあった。実験後に確認したところ、USBデジタル顕微鏡でも両者の違いの一つである前伸腹節刺の違いについては確認できたことから、両種の識別自体は、可能であったと考えられる。一方で、オンライン通信では学生が機器の操作や昆虫の取扱いに慣れていなかった点、アリの分類をする際に重要な各部位の名称といった知識が不足していた点等が同定のポイントの見落とし、誤同定につながった原因であると考えられる。ハリプトシリアゲアリをテラニシシリアゲアリと誤同定したケ

ースについても同様であると考えられ、オンライン通信では、両種を見分けるポイントである前伸腹節刺にピン트가合っていない他、専門家へのアンケートでも指摘があったように体も曲がっており、中胸背板後半を上手に映し出せていなかった。このことが誤同定につながったと考えられる。甲虫目の昆虫では、ナガチャコガネをクリイロコガネと誤同定するケースがあった。クリイロコガネは、体調18-22mm、ナガチャコガネは、体調10-15mmと大きさが異なることから（上野ら、1985）、実物をみれば同定は容易であるといえるが、USBデジタル顕微鏡では、倍率の違いで縮尺が異なり、映像から体サイズをとらえるのは難しかった。これが誤同定につながったと考えられる。同定できなかったものとして、アリ科の昆虫では、クロヤマアリが種までの同定にはいたらなかった。この種は、近似種と比較するうえで、立毛を観察する必要があるが（山根ら、2010）、専門家へのアンケートでも回答があったとおり、立毛の観察までは難しかった。本研究でのZoomの解像度は、640×360であり、この解像度では、こうした細かな点を観察する必要がある昆虫の同定は難しいと考えられる。甲虫目の昆虫では、10種で種の同定までにはいたらなかった。その内、4種については、オサムシ科Carabidaeに属する昆虫であった。オサムシ科の甲虫には、近似種が多く、同定が難しい分類群である。例えば、本研究で用いたゴモクムシ亜科Harpalinaeの甲虫であれば、頭楯の両側にある剛毛や前脛節の端棘等の違いを注意深く、時間をかけて、見比べていく必要がある（上野ら、1985）。専門家へのアンケートでの回答にもあったとおり、本研究におけるZoomの解像度では、こうした細かな点についての観察が難しかったといえる。また、昆虫を操作する側の相手がいることから専門家は、時間をかけてじっくりと観察することや細かな部分を何度も見返すことが心理的に難しかった可能性がある。この他の甲虫目の昆虫についても近似種が多く、同様のことが言える。

5. おわりに

本研究における条件下では亜科レベルまでであれば、実物による同定と同じ精度であった。このことから、USBデジタル顕微鏡、パソコン、インターネット設備があれば、ある程度の昆虫の形態によるグループ分けは、オンライン通信で十分可能であるといえる。しかし、機械や昆虫を操作する側は、ある程度の機器の操作技術や昆虫を分類するうえでのポイントを押さえておく必要がある。また、本研究では、カメラ解像度（1920×1080P）、倍率（50 - 1000x）のUSBデジタル顕微鏡を用いたが、Web会議システムのZoomの解像度は、送信・受信ともに640×360で同定を行っていたことから、受信者側は、さらに解像度の低い映像をもとに同定を行ったこととなり、同定の精度が下がった要因の一つであると考えられる。これについては、Zoomの標準 HD（720p）やフル HD（1080p）を有効にすることができれば、同定の精度をより高められる可能性がある。

実験では、オンライン通信による昆虫同定だけでなく、同定を通じて、学生と昆虫の専門家間でのコミュニケーションが多々観察された。コミュニケーションでは単なる指示だけでなく、その昆虫の生態や同定する際のポイントについても解説がなされていた。学生にとつたアンケートでは、「専門家の方のお話も聞きながらだったこともあり、とても楽しかったです。」や「たのしかったです。勉強になりました（解説していただいた時）。」といった意見もあったことから、オンライン通信による昆虫同定は、専門家と種を分類する過程で身近な生物に対する興味関心を高める効果や昆虫の知識量を高める効果についても期待できる。

謝辞

調査をするにあたり、学園関係者の皆様には暖かく見守っていただいた。この場を借りてお礼申し上げます。

【引用文献】

- 明石英子(2017)幼児教育における園庭の虫の地図づくりに関する一考察. 中部学院大学・中部学院大学短期大学部教育実践研究, 3: 173-180.
- 安藤秀俊(2021)幼児教育および初等教育におけるビオトープを活用した昆虫の飼育：モンキチョウとキアゲハを例に. 北海道教育大学紀要(教育科学編), 72: 263-270.
- 藤崎亜由子, 麻生 武 (2022) 園庭に生息する15種の虫に対する幼児の理解の発達. 保育学研究, 60: 91-102.
- 角正美雪(2017)幼稚園・保育所における出講プログラム. 伊丹市昆虫館研究報告, 5: 19-24.
- 小林 誠, 岩西 哲 (2020) 自然科学館における幼児期を対象とした環境教育の実践. 日本生態学会誌, 70: 121-128.
- 黒沢良彦, 渡辺泰明, 栗林 慧(2006)新装版山溪フィールドブックス6 甲虫. 山と溪谷社.
- 大澤 力, 濱田彩希, 菊池健夫, 中村信也, 越尾淑子, 湯山隼之助, 宮澤弘二, 浅川真里, 亀井裕幸(2003)幼児教育における身近な自然作りの一考察：東京家政大学附属みどりヶ丘幼稚園におけるビオトープ作りの検討. 東京家政大学博物館紀要, 9: 113-136.
- Sánchez-Bayo F, Wyckhuys KAG(2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8-27.
- Schultheiss P, Nooten SS, Wang R, Wong MKL, Brassard F, Guénard B(2022) The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119: e2201550119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2201550119>
- 柘植純一, 行方春香, 安井 美恵子(2013) 幼児が身近な自然と触れ合える環境の整備：幼稚園におけるバタフライガーデンの設置と活用. 環境教育, 22: 22-29.
- Turner WR, Nakamura T, Dinetti M (2004)

Global Urbanization and the Separation of Humans from Nature. *Bioscience*, 54: 585-590.

上野俊一, 黒澤良彦, 佐藤正孝 (1985) 原色日本甲虫図鑑Ⅱ. 保育者.

United Nations (2020) Population Facts. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/undes_pd_2020_popfacts_urbanization_policies.pdf (アクセス2023年11月23日)

山根正気, 原田 豊, 江口克之 (2010) アリの生態と分類: 南九州のアリの自然史. 南方新社.