

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：34101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K02742

研究課題名（和文）高等学校理科の生物基礎における実施率を向上させるための簡易免疫実験の提案

研究課題名（英文）Proposal for a Simple Immunity Experiment to Improve the Implementation Rate in Basic Biology in High School Science

研究代表者

中松 豊（Yutaka, Nakamatsu）

皇學館大学・教育学部・教授

研究者番号：00456617

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：5年間でのべ13校64クラスの生徒によるアンケート結果から、大学生のアシストなしに食作用をした血球を自分で見つけられた生徒が42.9%と少なかった。検討の結果、異物を墨粒から蛍光インクに変更することにより、生徒自身で食作用をした血球を見つめることができる割合が88%に向上した。当初は生きた昆虫から血球を採血することが苦手な生徒が多く見受けられたが、本学学生によるチームティーチングによって100%近い生徒が実験を行うことができた。しかし、本観察・実験の教材化にあたり、元々の目的であった昆虫本体を使わず血球を提供する教材の開発については、現在アワヨトウの血球由来の細胞培養株を使って進めている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高等学校生物基礎の教科書には5社中3社で、主に昆虫の血球を使った食作用の観察実験が採用されている。しかし山野井ら(2013)の報告によると、この実験の実施率は基礎生物のなかでも最下位に位置している。前回検討を重ねた結果「50分でできる昆虫の血球の食作用の観察」(2014)、「蛍光インクを異物として用いた昆虫の血球による食作用の観察」(2021)にまとめ、今回材料の調達方法やアワヨトウの細胞培養株の利用、さらには電子顕微鏡ではなく光学顕微鏡におけるリアルタイムで観察できる現象の観察の視点を付けたことで、全国の高等学校でこの実験を採用する割合が増えるものと思われる。

研究成果の概要（英文）：The results of a survey of 64 classes of students in 13 schools over a five-year period showed that as few as 42.9% of the students were able to find phagocytosed hemocytes without the assistance of a university student. The results of the study showed that changing the foreign substance from black grains to fluorescent ink improved the percentage of students' ability to find phagocytosed hemocytes on their own to 88%. Initially, many students had difficulty in collecting hemocytes from living insects, but with the help of our university students' team teaching, nearly 100% of the students were able to perform the experiment. However, the development of educational materials that provide blood cells instead of the insect itself, which was the original purpose of this observation and experiment, is currently underway using a cell line derived from the blood cells of *Mythimna separata* larvae.

研究分野：理科教育学 応用昆虫学

キーワード：食作用 教材開発 昆虫 血球 高等学校 生物基礎 アワヨトウ 蛍光インク

1. 研究開始当初の背景

学校の学習指導要領の改訂で基礎生物の「生物の体内環境の維持」という大項目の中に「免疫」という小項目が加わった。これに伴い高等学校の各社教科書には、昆虫を中心とした血球による食作用の実験が採用された。これまでの高等学校の教科書に記載されている食作用の実験は、供試動物体内（主に昆虫）で反応させる *in vivo* 実験が中心であったが、前回の研究で昆虫による食作用の実験をスライドガラス上で行う *in vitro* 実験を開発した（澤と中松，2014, 生物教育, 55, 14-23）。*in vitro* 実験は、異物や血球を動物体外で反応させるため、供試動物に異物を注入することや注入後の飼育を行わなくてよいことなどの手間がかからない点、反応時間以外はほとんど時間を必要としないため、全体の実験時間が短縮される点、免疫の反応過程も随時観察できる点など *in vivo* 実験に比べると、優れた点が多い画期的な方法である（図1）。しかし、高等学校においてこの実験の実施率を上げるためにはいくつかの課題がある。授業実践を行って最も大きな課題は大学生のメンターなしに、食作用をした血球を自分で見つけられる生徒が 42.9% と少なかったことである。その他、当初の目的だった、材料である昆虫が手に入らないこと、昆虫に対して嫌悪感を抱いている高校生が多いこと、血球が異物をすでに食作用した後に観察するので、臨場感に乏しく実感を伴った理解につながらないことなどが挙げられる。

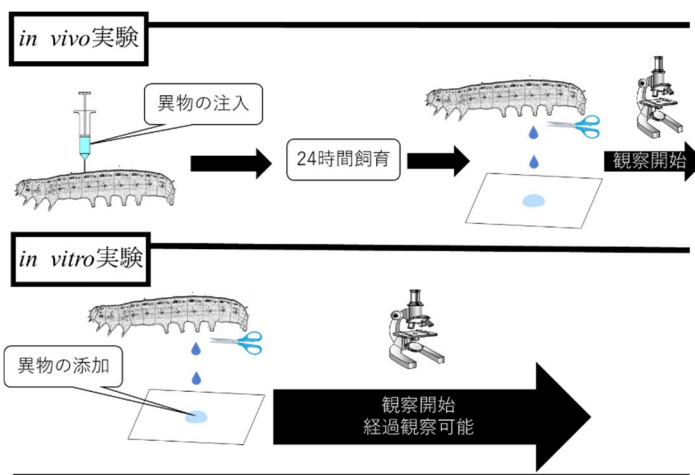


図1 *in vivo*実験と*in vitro*実験の違い

2. 研究の目的

そこで今回は課題を大きく五つに分けて研究を行う。

(1) 食作用した血球を生徒自身で見つけることができる観察・実験の教材開発

前述したように澤と中松(2014)で開発した方法で高等学校における授業実践を行った結果、自分自身で食作用した血球を見つけることができる生徒が 42.9% と、低い値が示された。そこで異物である墨粒を変更することを主眼に置いて、教材開発を進めることとした。

(2) 供試昆虫の入手について

これまでの研究から最もこの実験に適した昆虫はチョウ目の幼虫であることは示されている。その中でアワヨトウが最も適しているというデータは出ているが、その後の研究からカイコでも実施可能であることがわかった。カイコはインターネット等でも販売されているし、現在でも飼育している学校や教育機関も少なくない。これからは供給経路を明確化し、さらには他の入手しやすい昆虫でこの実験に適した昆虫を選定していきたいと考えている。

(3) 直接昆虫に触れない実験法の確立

高校生になると昆虫嫌いが多くなる(日高, 2005, 科学教育, 20, 73-78)。昆虫から血液を採取したり異物を注入する場合は、昆虫を見るだけでなく、触らなければ実験できない。これが高校生にとっては大きな障壁になり、指導する側の教員も尻込みしてしまう。そこで、教員があらかじめ血液を採取し、生徒にはこの状態で供給すれば上記の問題は解決できると考えられる。それには血液の採取とそれを保存する適切な方法が必要である。体液のメラニン化阻止、血球培養の際の培地、数時間保存する際の培地への添加剤と温度の設定など検討をしなければならないと考えている。さらに、アワヨトウには血球由来の細胞培養株がいくつか確立されている。これらを使って教材開発を行えば、昆虫嫌いの高校生にも容易に観察・実験が可能になると考えられる。

(4) 血球による食作用のリアルタイム観察

現行の教科書では血球による食作用の観察・実験は、異物を食作用した後の血球を顕微鏡で観察する場合が多い。そのため、生徒はどのようにして血球が異物を飲み込むか理解することが難しい。そこで光学顕微鏡下での *in vitro* 法を使った血球による食作用のリアルタイム観察を

検討する。この実験を行うためには血球を長時間培養しなければならないので、良く貪食する昆虫の血球の選択、血球の分離方法、培地の選択、培地への添加剤の検討などが必要になる。

(5)SEM を使った血球の観察と食作用の瞬間を観察するためのリアルタイム観察法の確立

上記の光学顕微鏡下での観察よりもより微細な構造を観察するため、in vitro 実験法によって食作用を起こした血球を固定し SEM による観察を行う。さらに、今回教材として開発予定の無固定観察技術を使った食作用の観察では、SEM の画像でなおかつ生きた細胞が墨粒を捉える瞬間を観察できる可能性があり、食作用を行ったという結果だけでなく、その過程を観察することで、実感を伴った理解につながると予想される。

3. 研究の方法

(1)蛍光インクを異物として用いた昆虫の血球による食作用の観察

供試虫

本学で継代飼育しているアワヨトウ *Mythimna separata* の 6 齢幼虫を供試した。

簡易蛍光顕微鏡の開発

高等学校において顕微鏡による蛍光像の観察は、顕微鏡が高価であるがゆえに容易に実行できない。今回は通信販売にて 1 つ 1000 円程度で販売されている UV ライト (Wind Fire 社) を使った簡易蛍光観察顕微鏡の作成を試みた。

異物の検討

昆虫において体内に血球よりも小さな異物が侵入した場合、異物に対して血球が食作用を示す。またアワヨトウ幼虫において食作用を主に担当する顆粒細胞は長径約 $8.9\mu\text{m}$ である。そこで身の回りにあるもので蛍光発色し、さらにその粒子が血球より小さいものもしくは加工して小さくできるものを選択した。

(2)供試昆虫の入手について

澤と中松(2014)でアワヨトウが最も適した材料と評価されたが、カイコなど他のチョウ目昆虫の血球の食作用も、同様の方法で再度検討した。

(3)直接昆虫に触れない実験法の確立

アワヨトウ血球の保存法

アワヨトウの体液を採取し、以下の方法で保存することによる血球の提供方法を開発した。体液をアワヨトウ幼虫の腹脚を切断して、氷上のエッペンチューブに滴下し、フェーニールチオウレアを混和した体液と混和しない体液を室温でインキュベートした。また、これらを室温(25℃)、冷蔵庫(4℃)、冷凍庫(-20℃)で保存したときの血球の食作用の有無を調べた。

細胞培養株の教材開発

農業生物資源研究所から分与していただいたアワヨトウの細胞培養株(NIAS-Ms11, NIAS-Ms21, NIAS-Ms23, NIAS-Ms24)を使って、墨粒を食作用するか否かの検定を行った。

(4)血球による食作用のリアルタイム観察

血球が異物を食作用する瞬間をとらえるため、異物として墨粒または蛍光インクを用い、血球の in vitro 観察を行った。

(5)SEM を使った血球の観察と食作用の瞬間を観察するためのリアルタイム観察法の確立

4) のさらなる詳細な観察をするため、SEM を使って観察を行った。方法は tween20 を使った、ナノスーツの技術を使い観察を行った。

4. 研究成果

(1)蛍光インクを異物として用いた昆虫の血球による食作用の観察

簡易蛍光顕微鏡の開発

高等学校において顕微鏡による蛍光像の観察は、顕微鏡が高価であるがゆえに容易に実行できない。そこで今回は通信販売にて 1 つ 1000 円程度で販売されている UV ライト (Wind Fire 社) を使った簡易蛍光観察顕微鏡を作成した(図 2)。UV ライトを図 2 の A1, A2 の矢印のようにセットするか、またはフレキシブルアームスタンドを使って図 2 の B1, B2 の矢印のようにセットする。さらに図 2 A1 の場合は、接眼レンズの下に直接 UV ライトが目に入らぬよう紫外線カットフィルムを貼付したアクリル板をセットした(図 2 A1 三角印)。

異物の検討

食作用を示す血球を容易に発見し観察するために、簡易蛍光観察顕微鏡で観察することのできる蛍光を発する異物の種類の検討を行った。

身の回りに存在し、そのままかもしくは加工した粒子が血球より小さくなる、蛍光インク（黄）、パインアメ、蛍光増白剤入りの洗剤を異物として供試し、アワヨトウ幼虫の血球を用いた *in vitro* 法を使って簡易蛍光観察顕微鏡で観察した。

ハロゲンライトを使った明視野、UV ライトを使った暗視野、両方を使った明暗視野で観察を行ったところ、蛍光インクを異物として使った実験区において暗視野で蛍光発色する像が観察され、さらに明暗視野で血球の輪郭を識別することで、食作用を示す血球を観察することができた。しかし、パインアメと蛍光増白剤入りの洗剤を使った実験区においては、暗視野で蛍光発色する像が観察できなかった。また、1 視野あたりに観察された食作用を示す血球数も蛍光インクが最も多く、パインアメや蛍光増白剤入りの洗剤はほとんど観察されなかった（図3）。

観察しやすい蛍光インクの色

蛍光インクにおいて食作用を観察する異物として適した色を調べるため、ゼブラのピンク、黄、オレンジ、緑、青を比較した。その結果、暗視野ではピンク、黄、オレンジ、緑を異物として使った実験区において蛍光発色する像が観察され、明暗視野では黄、オレンジ、緑を異物として使った実験区において食作用を示す血球を観察することができた（図4）。しかし青を異物として使った実験区については暗視野において蛍光発色する像が観察されず、明暗視野においても食作用を示した血球を観察することができなかった。

(2) 供試昆虫の入手について

今回市販されているカイコを使い、異物として墨粒を使い食作用の観察を行ったところ、貪食する顆粒細胞の数は少なかったが、食作用した血球の観察を行うことはできた（図5）。

(3) 直接昆虫に触れない実験法の確立

アワヨトウ血球の保存法

アワヨトウの体液を採取し、以下の方法で保存することにより血球を提供できる方法を開発した。アワヨトウ幼虫の腹脚を切断して、体液を氷上のエッペンチューブに滴下し、飽和フェニールチオ尿素水溶液 (PTU), TES (Tris EDTA Saline; 0.1M Tris HCl, 0.12M EDTA, 0.15M NaCl, pH7.4), ACS (Anticoagulant solution; 0.098M NaOH, 0.186M NaCl, 0.017M EDTA, 0.041M Citric acid, pH4.5) を混和した体液と混和しない体液を室温でインキュベートした。また、これらを室温 (25℃), 冷蔵庫 (4℃) で保存したときの血球の保存の可否を調べた。その結果、冷蔵庫 (4℃) の温度条件下で PTU, TES, ACS いずれかを添加すると 48 時間血球を保存することが可能となることが明らかとなった。

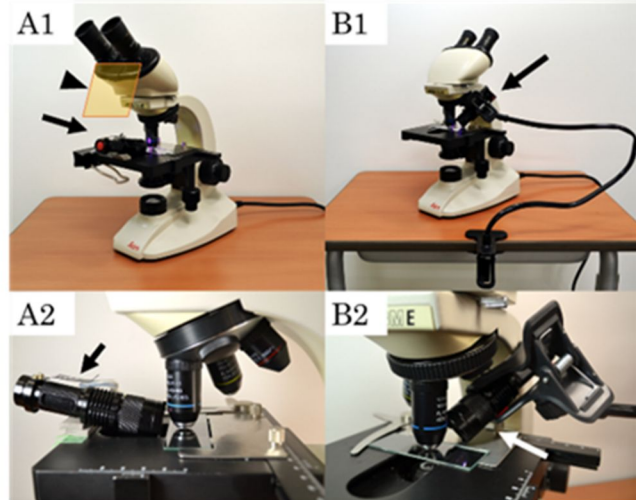


図2 簡易蛍光観察顕微鏡

AはUVライトを顕微鏡のアームとは反対側のステージ上に設置した場合を示し、BはフレキシブルアームスタンドでUVライトを固定し、顕微鏡のアーム側から照射した場合を示す。
1は簡易蛍光観察顕微鏡の全体像、2はUVライト設置場所の拡大図を示す。矢印はUVライトを示し、三角印は紫外線カットフィルムを貼付したアクリル板を示す。

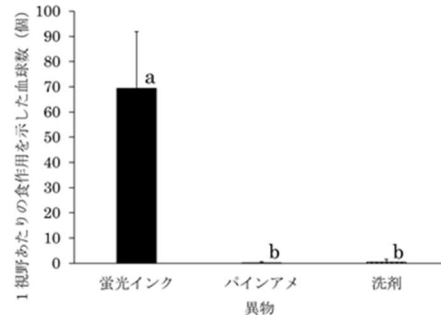


図3 蛍光発色する異物に対する1視野あたりの食作用を示した血球数棒グラフの右肩にある異なるアルファベットは有意な差があることを示し ($p < 0.01$)。縦線は標準偏差を示す。

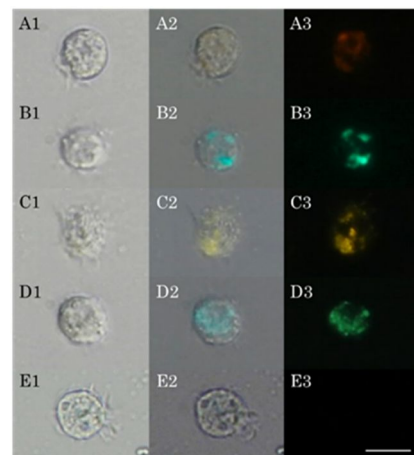


図4 異なる色の蛍光インクを異物として供試した場合の食作用を示した血球像。Aはピンク、Bは黄、Cはオレンジ、Dは緑、Eは青の蛍光インクを異物として供試した。1は明視野、2は明暗視野、3は暗視野で、スケールバーは10μmを示す。



図5 墨粒を貪食するカイコ幼虫の血球像。スケールバーは、10μmを示す。

細胞培養株の教材開発

農業生物資源研究所から分与していただいたアワヨトウの細胞培養株(NIAS-Ms11, NIAS-Ms21, NIAS-Ms23, NIAS-Ms24)を使って、墨粒を食作用するか否かの検定を行ったところ、すべての細胞培養株で食作用を示す細胞が観察された。今後はどの細胞が増殖しやすいか、食作用を示す細胞の割合、温度条件などを検討し、最も適した細胞培養株の教材開発について研究を進める。なおこの研究は科研費番号 24K05952 (研究代表: 澤友美) に引き継がれる。

(4) 血球による食作用のリアルタイム観察

血球が異物を食作用する瞬間をとらえるため、異物として墨粒または蛍光インクを用い、血球の *in vitro* 観察を行った。その結果どちらの異物を使った場合も、ともに細胞が異物を取り込む瞬間をとらえることができた(図6)。

しかし、かなり長い間顕微鏡を連続的に見なければならぬので、生徒にとっては容易なものではないと推察される。

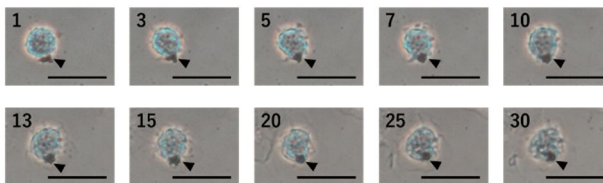


図6 墨粒を食食するアワヨトウ幼虫の血球の経時的観察像。各像の左上にある数字は、培養後の経過時間を示す。三角は、血球に取り込まれる墨粒を示し、スケールバーは、20 μ mを示す。

(5) SEM を使った血球の観察と食作用の瞬間を観察するためのリアルタイム観察法の確立

(4)のさらなる詳細な観察をするため、SEM を使って観察を行った。方法は tween20 を使った、ナノスーツの技術を使い観察を行った。しかし、血球が小さく、表面を覆う tween20 の層が厚すぎるため、うまく血球表面を観察できなかった。したがって今後血球をコートする界面活性剤の検討を行う必要がある

引用文献

澤友美・中松豊 (2014) 50 分でできる昆中の血球の食作用の観察. *生物教育*, 55(1), 14-23.

奥村雄暉, 長嶋志帆, 畑野健, 川端あづさ, 澤友美, & 中松豊. (2021). 蛍光インクを異物として用いた昆虫の血球による食作用の観察. *生物教育*, 62(3), 122-127.

中松豊, 澤友美, & 奥村雄暉. (2021). 高等学校生物基礎におけるアワヨトウ幼虫の血球を使った簡易かつ明瞭な食作用の観察・実験. *昆虫と自然/昆虫と自然編集委員会 編*, 56(3), 31-34.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 澤友美, 中松豊, 奥村雄暉	4. 巻 65
2. 論文標題 高等学校「生物基礎」におけるアワヨトウ幼虫の血球を用いた食作用の観察・実験教材の開発と出前講座	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 理科教室	6. 最初と最後の頁 43-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 1. 奥村雄暉・長嶋志帆・畑野健・川端あづさ・澤友美・中松豊	4. 巻 62
2. 論文標題 異物として用いた昆虫の血球による食作用の観察	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生物教育	6. 最初と最後の頁 122-127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24718/jjbe.62.3_122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中松豊・澤友美・奥村雄暉	4. 巻 56
2. 論文標題 高等学校生物基礎におけるアワヨトウ幼虫の血球を使った簡易かつ明瞭な食作用の観察・実験	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 昆虫と自然	6. 最初と最後の頁 31-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 澤友美・奥村雄暉・山下晟弥・松谷広志・中松豊	4. 巻 3
2. 論文標題 昆虫の血球による食作用の観察 - 色を発する異物の検討 -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 皇學館大学教育学部研究報告集	6. 最初と最後の頁 21-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 奥村雄暉・澤友美・中松豊	4. 巻 3
2. 論文標題 幼児に対する昆虫を用いた教材・教具の開発と大学生による出前授業を通して検証したその有効性について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 皇學館大学教育学部研究報告集	6. 最初と最後の頁 11-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件(うち招待講演 2件/うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Tomomi Sawa, Yuki Okumura, Hiroshi Matsutani, Yutaka Nakamatsu
2. 発表標題 PRACTICE BY UNIVERSITY STUDENTS SUPPORTING OBSERVATIONAL AND EXPERIMENTAL CLASSES USING INSECTS
3. 学会等名 56th BIOTA National Convention and Scientific Sessions and 28th Biennial Conference of the AABE (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥村 雄暉, 澤 友美, 中松 豊
2. 発表標題 蛍光インクを異物として用いた昆虫の血球による食作用の観察・実験の実践
3. 学会等名 日本理科教育学会第67回東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 二宮 功至, 澤 友美, 奥村 雄暉, 中松 豊
2. 発表標題 中学校2年生理科の魚と昆虫を用いた血球観察・実験教材の開発と授業実践
3. 学会等名 日本理科教育学会第67回東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yutaka Nakamatsu
2. 発表標題 Team teaching style for science observations and experiments by university pre-service teachers for NWU strand members
3. 学会等名 Lesson Study Approach Workshop at Potchefstroom Campus of NWU (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 澤友美, 奥村雄暉, 中松豊
2. 発表標題 昆虫の血球を使った食作用の観察・実験とその授業実践がもたらした生徒・教員・学生への効果について
3. 学会等名 日本生物教育学会第107回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中松豊, 奥村雄暉, 田中美有, 松谷広志, 西村真耶, 澤友美
2. 発表標題 蛍光インクを異物として使用した場合の昆虫の血球による食作用の in vitro観察
3. 学会等名 日本生物教育学会第107回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奥村雄暉, 澤友美, 中松豊
2. 発表標題 蛍光インクを異物として用いた昆虫の血球を使った食作用の 観察・実験における授業実践
3. 学会等名 日本生物教育学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 澤友美
2. 発表標題 専門的視点から創る生きた教材と連携
3. 学会等名 日本生物教育学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 澤友美・奥村雄暉・松谷広志・中松豊
2. 発表標題 アワヨトウの自然免疫の教材化について
3. 学会等名 第105回日本生物教育学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥村雄暉・長嶋志帆・畑野健・川端あづさ・澤友美・中松豊
2. 発表標題 蛍光インクを異物として用いた昆虫の血球による食作用の観察
3. 学会等名 第105回日本生物教育学会第全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutaka Nakamatsu
2. 発表標題 Delivery classes at elementary schools by a team of students using insects as teaching materials
3. 学会等名 The COMBER Environmental Education for Sustainable Development in Communities, Faculty of Education（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Misaki Hada, Ken Hatano, Hiroshi Matsutani, Yutaka Nakamatsu
2. 発表標題 Planning exhibitions according to learner's interest in insects by pre-service teachers in Japan: the case of the "Child Experience Festival" and "Life Lab" exhibition
3. 学会等名 Community-Based Educational Research 1st Annual Conference 2019 North West University, Potchefstroom, South Africa (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Luiza de Sousa, Yutaka Nakamatsu
2. 発表標題 Reflections of environmental learning from the Japanese lesson study to enhance collaborative teacher professional development in South Africa
3. 学会等名 Community-Based Educational Research 1st Annual Conference 2019 North West University, Potchefstroom, South Africa (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomomi Sawa, Yutaka Nakamatsu
2. 発表標題 Phagocytosis Using Armyworm Hemocytes in High School Biology: a collaboration between a school and university fostering teaching praxis and environmental learning
3. 学会等名 Community-Based Educational Research 1st Annual Conference 2019 North West University, Potchefstroom, South Africa (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Okumura, Shiho Nagashima, Yutaka Nakamatsu
2. 発表標題 Development of teaching materials to observe phagocytosis using insect hemocytes in Science and Environmental Education
3. 学会等名 Community-Based Educational Research 1st Annual Conference 2019 North West University, Potchefstroom, South Africa (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川端あづさ, 澤友美, 長嶋志帆, 中松豊
2. 発表標題 蛍光ペンのインクを用いた 誰でも一目でわかる食作用の観察・実験方法
3. 学会等名 日本生物教育学会第104回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤友美・中松豊
2. 発表標題 蛍光インクを異物として使った食作用観察
3. 学会等名 日本生物教育学会第104回全国大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

NEWS@NWU https://news.nwu.ac.za/delegation-kogakkan-university-share-insight-new-team-teaching-style

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	田中 利治 (Tanaka Toshiharu)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	澤 友美 (Sawa Tomomi)		
研究協力者	大井 崇生 (Oi Takao)		
研究協力者	奥村 雄暉 (Okumura Yuki)		
研究協力者	松谷 広志 (Matsutani Hiroshi)		
研究協力者	田中 美有 (Tanaka Miyu)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------