



心理学基礎実験のための動物実験教材開発の試み： メダカを用いた実験室外オペラント条件づけ

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 北海道教育大学 公開日: 2019-03-28 キーワード: 作成者: 林, 美都子 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00006751

心理学基礎実験のための動物実験教材開発の試み

— メダカを用いた実験室外オペラント条件づけ —

林 美都子

北海道教育大学函館校認知心理学研究室

A Trial of Teaching Materials Developed for a Unit of Elementary Psychological Experiments: Procedures for Operant Conditioning in the Classroom Using *Oryzias Latipes*

HAYASHI Mitsuko

Laboratory of Cognitive Psychology, Hokkaido University of Education, Hakodate Campus

概 要

本研究では、本格的な動物実験設備のない大学において、古典的条件づけやオペラント条件づけを学ぶために、実際に動物実験を行うことが可能かどうか、またその利点や問題点を検討することを目指した。そこで、林（2013）を参考に、心理学初学者の大学生を対象に、メダカを用いた実験室外オペラント条件づけ実験を心理学基礎実験法の授業の一環として実施した。その結果、動物実験のための特別な施設のない、一般的な研究室や心理学実験室においても、学生たちが動物実験を体験学習することは充分可能であると示された。ただし、学生たちは生き物や動物の扱いにかなり不慣れであり、林（2013）で提案されている実験室外オペラント条件手続きよりも簡便な実験手続きやクリア基準を用いる必要性が明らかになった。メダカに輪くぐりを身につけさせることが出来たクリア群と出来なかった非クリア群に学生たちを分け、輪くぐり訓練時の学生たちの様子をビデオ録画に基づき分析したところ、非クリア群には、実験中のおしゃべりや騒音、輪や強化子の投与時におけるメダカの状態無視、実験水槽への無意味な振動の付与等の問題行動が多かった。

本研究は、林（2013）で提案されたメダカを用いた実験室外オペラント条件づけ手続きを用いて、心理学の学習を目指す大学生らを対象に、専用設備がなくとも条件づけに関する動物実験やその学びが可能か、その問題や意義を検討すること

を目指すものである。本研究では、オペラント条件づけを、心理学基礎実験法の各種基礎的な教材、例えばミュラー・リヤーの錯視図形や触2点閾などと同じような基礎テーマのうちの1つとして取り上げ、学生たちに実験を体験させた。実験室外

におけるオペラント条件づけ実験については、山本・獅々見 (1994) によって提唱されたキンギョを用いたものが有名であるが、本研究では、メダカを用いることにより、山本・獅々見 (1994) よりもさらに省スペースで簡便な手続きを可能とし、条件づけ成立までの期間についてもキンギョより短縮が期待できる。

心理学における動物実験の意義は、かねてよりさまざまに指摘されている (林, 2013; 牧野, 1993; 八木, 1975) が、近年、国家資格として公認心理師資格が認められたことで、今後さらにその重要性和意義が増す可能性がある。心理学に関する初の国家資格である公認心理師は平成27年9月9日に法的に認められ、第1回目の公認心理師試験は平成30年9月9日に実施された。今後、どのような資格として実際に発展していくかは合格者たちの今後の活躍を待たねばならないが、受験資格等から判断して医療現場での活躍が意識されていることや、条件づけ理論に基づいて発展した認知行動療法が重用されていることなどが特徴的である。つまり、公認心理師の活躍にともない、これまで以上に認知行動療法やその基礎である条件づけ理論が注目を集める可能性が指摘できる。

認知行動療法の学習に当たっては必ずしも動物実験を伴う条件づけ理論の学習が必須というわけではないが、その基礎と根幹をなしていることから、可能であれば座学だけでなく体験的な学習を通じてより深い理解を得ることが望ましいであろう。しかし林 (2013) にも指摘されているように、実際に動物実験を行うとなると、被験体の購入や飼育、実験場所、実験用具の整備などに多大な資金や時間、手間などが必要となり、困難に感じることも多い。

そのような問題を解決するため、日本心理学会認定心理士資格認定委員会 (2015) では、コンピュータ上の仮想動物スニッフィーを用いた動物実験なども提案されている。大変興味深い試みであるが、本物の生き物を用いて実験することに意義がある可能性もある。

そこで本研究では、実験室外環境として、動物

実験用の専門施設を持たない大学や各種学校の教室内を想定し、被験体動物には、比較的場所をとらず、臭いや餌の問題が生じにくくて飼いややすく、また林 (2013) でもっとも学習期間が短かったメダカを用いて、大学生を対象とした動物実験の実習を試みることにした。

[方法]

実験者 心理学専攻の大学2年生21名。3名で1グループを構成し、計7グループであった。1グループにつき、下記のヒメダカ1尾のオペラント条件づけを担当させた。

被験体 研究室にて孵化させて育成し、実験経験のないヒメダカ (*Ambystoma mexicanum*) 7尾。いずれも生後約11カ月で体長は2~3cm程度であった。

実験装置 約17.5cm×10.5cm×10.5cmの市販のプラスチック水槽を用いた。水質保全のため、水槽に水草を入れたが、実験時には水草をとりだした。輪は、市販の針金で5cm、4cm、3cmのものを作成しメダカの学習が進んだ時により小さな輪を用いる準備をしていたが、結果的に本実験では5cmのもののみを用いることとなった。一次強化子にはイトミミズを原料とし、小さな粒状となっている市販のメダカの餌を一試行につき約1~3粒程度用いた。実験手続きを簡易にするため、二次強化子是用いなかった。反応時間を手動で測定するためにストップウォッチ、さらに、実験の様子を撮影するためにデジタルカメラの動画機能を用いる、もしくはデジタルビデオカメラを用いた。

手続き 2段階に分けてメダカの輪くぐりオペラント条件づけ訓練を行った。いずれの訓練を始める前にも、まず水草を取り出し、水槽の位置とビデオカメラを固定して撮影準備を行った。また、準備後約10分程度はそのままの状態とし、メダカの様子を良く見て、メダカが落ち着いていることを確認してから実験を開始するようにした。

まず、輪くぐり慣らし訓練として、5cmの輪

を20分間水槽にいれっぱなしにし、被験体が輪くぐりをする度に餌を与えた。20分間に被験体が輪をくぐる回数を測定した。被験体が輪の存在に慣れ、輪におびえたり警戒したりする様子がないこと並びに、少なくとも2回以上輪をくぐる様子が観察されたら、次の段階に進んで良いものとした。

続いて、輪くぐり学習訓練を実施した。5 cmの輪を水中に挿入後、被験体が輪をくぐったら輪を取り出して餌を与えた。この作業を一日に3試行繰り返した。輪を入れてからくぐるまでの時間を手でストップウォッチを用いて測定した。輪の大きさは5 cmから開始し、20秒以内の平均輪くぐり時間が2日続いたら小さな輪へと、すなわち4 cm、3 cmと進める予定であったが、実際には5 cmのみで実験を終了した。5分以上くぐらなかったときには一旦輪を引き上げてやり直した。

[結果]

輪くぐり慣らし訓練 表1には、輪くぐり慣らし訓練にて、訓練を開始してからの日数別に20分間に各グループのメダカA～Fが何回輪をくぐるか測定した結果を示した。ハイフンは、20分間一度もくぐらなかったことを意味した。また、メダカEでは、担当グループが輪くぐり慣らし訓練を行わずに、輪くぐり学習訓練に進んだため、慣らし訓練のデータがない状態となった。

輪くぐり環境にメダカが慣れるのに、平均6.17日、すなわち約1週間かかることが示された。もっとも早く慣れを示したのは、メダカGで初日に21回輪くぐりを行った。もっとも慣れるのに時

間がかかったのは、メダカCで13日であった。

輪くぐり回数という点で慣れの有無を考えた場合は、メダカA、D、Gは20回を超える一方、メダカB、C、Fは一桁代の回数を示しており、各被験体間の差が大きく示された。なお、慣らし訓練においては2回以上輪をくぐる様子を示すことが次の段階に進む条件の一つであったが、複数回輪をくぐっても、メダカがおそろおそろ警戒しながらの場合は、慣れたと判断しなかった。実際、2回以上くぐっていても警戒しながらの場合、翌日の試行において輪くぐり回数が減ったり、全く輪くぐりをしなかったり等の行動が示されたため、概ねその判断は正しかったとみなした。

輪くぐり学習訓練 図1から図6には、それぞれメダカA、B、C、D、F、Gの5 cm輪を用いた輪くぐり訓練時における平均輪くぐり秒数と所要訓練日数を示した。なお、メダカEに関するグラフがないのは、一度も輪をくぐらないまま輪くぐり実験開始後7日目に死亡したためであった。

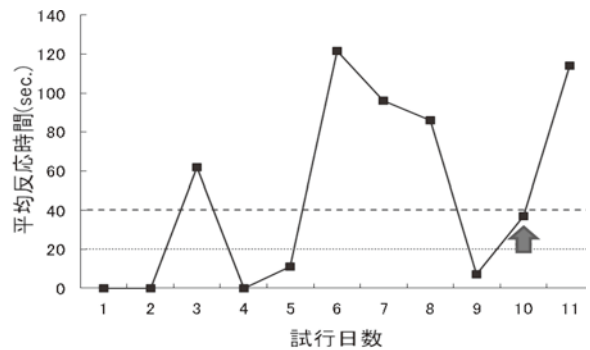


図1. メダカAの輪くぐり学習訓練における平均輪くぐり秒数（5 cm輪）
（平均0秒は試行未生起 / 矢印は訓練完了を示す）

表1. ヒメダカの輪くぐり慣らし訓練における20分間の輪くぐり回数

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目	11日目	12日目	13日目
メダカA	4	8	3	21									
メダカB	-	1	2	1	-	3	2						
メダカC	-	3	-	-	-	-	1	6	1	-	2	-	4
メダカD	2	2	1	-	22								
メダカE	No trial												
メダカF	-	2	2	1	1	-	6						
メダカG	21												

※ハイフンは、20分間1回もくぐらなかったことを示す

林 (2013) の輪くぐり訓練完了条件である「平均輪くぐり時間が20秒以内であることが2日続く」をクリアできた個体は、メダカDのみであり、

11日間かかった。そこで、実験途中で、完了条件を「平均輪くぐり時間が40秒以内であることが2日続く」と緩和したところ、メダカAは10日目、

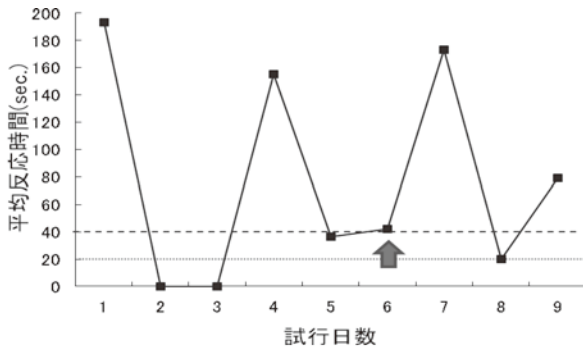


図2. メダカBの輪くぐり学習訓練における平均輪くぐり秒数 (5 cm輪)
(平均0秒は試行未生起 / 矢印は訓練完了を示す)

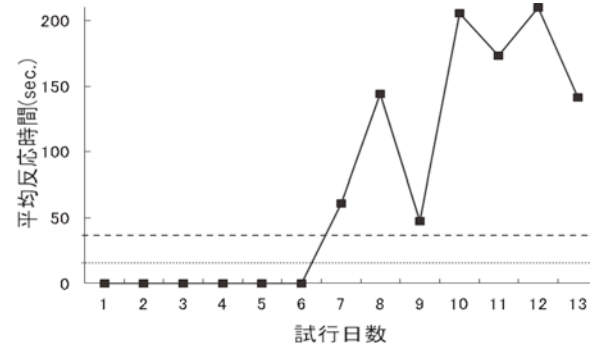


図3. メダカCの輪くぐり学習訓練における平均輪くぐり秒数 (5 cm輪)
(平均0秒は試行未生起を示す)

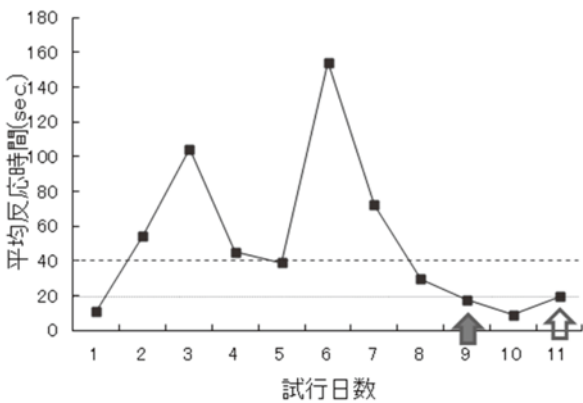


図4. メダカDの輪くぐり学習訓練における平均輪くぐり秒数 (5 cm輪)
(平均0秒は試行未生起 / 黒塗り矢印は緩和クリア条件での、白抜き矢印は20秒条件での訓練完了を示す)

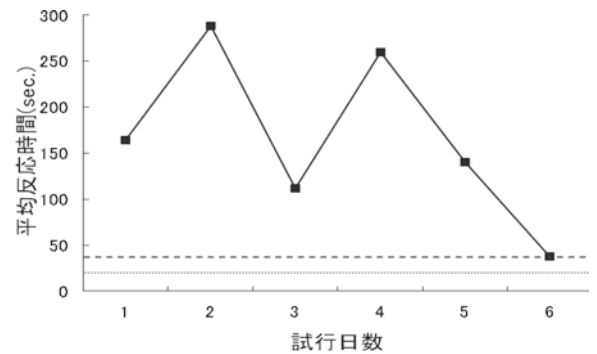


図5. メダカFの輪くぐり学習訓練における平均輪くぐり秒数 (5 cm輪)
(平均0秒は試行未生起を示す)

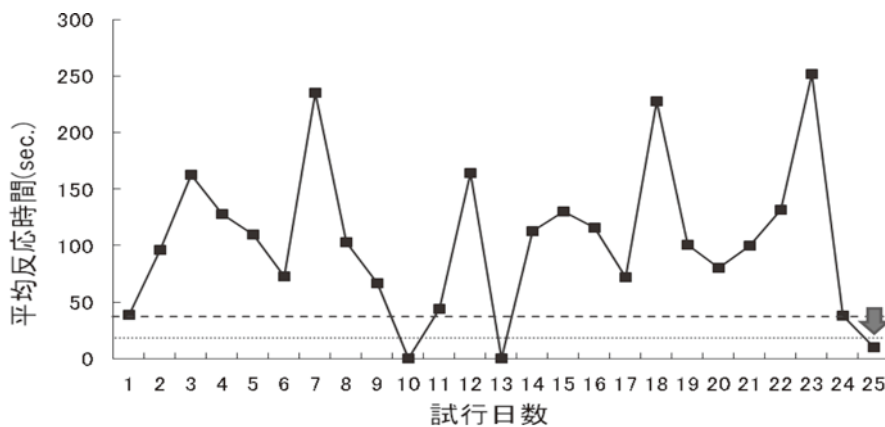


図6. メダカGの輪くぐり学習訓練における平均輪くぐり秒数 (5 cm輪)

メダカBは6日目、メダカDは9日目、メダカGは25日目に輪くぐり訓練の完了が示された。メダカC、メダカFは緩和条件においても完了は確認されず、いずれも最終実験日の翌日に死亡した。

つまり、「平均輪くぐり時間が40秒以内であることが2日続く」ことを訓練完了条件とした場合、メダカの輪くぐり訓練の完了には、平均12.5日を要することが示された。

実験者に関する分析 先述のとおり、メダカの輪くぐり学習訓練データを整理したところ、輪くぐり訓練を完了した実験者グループと完了出来なかったグループがあった。そこで、実験者のどのような行為が、メダカの輪くぐり学習訓練を妨げたのか分析を行うこととした。

結果の処理 まず、メダカの輪くぐり訓練を完了したグループと完了出来なかったグループを、それぞれクリア群と非クリア群として分類した。メダカA、メダカB、メダカDを担当していた3グループを、クリア群とした。次に、メダカC、メダカG、メダカFを担当した3グループを非クリア群とした。メダカGは25日目に輪くぐり訓練を完了しているが、クリア群に分類した3グループよりも完了までかなりの日数を要しており、これは訓練開始初期においては、メダカGやメダカFを担当したグループ同様の問題行動が含まれていたためではないかと考えたからであった。

分析対象期間は、実験開始から5日目までとした。これは、6日目に、メダカBがもっとも最短で輪くぐり訓練を完了していたためであった。

分析は、メダカの輪くぐり訓練の様子を録画したビデオに基づいて行った。ビデオには、主にメダカ水槽が固定で写されており、メダカと輪、エサやりの様子、水槽や水面の揺れ、人間の音声などが確認可能であった。ビデオを見ながら問題行

動を確認し、箇条書きでカードに書きだして、どのような種類の問題行動であるか分類した。その結果、次のような5種類の問題行動が示された。

1つ目は、訓練中の水槽を囲んで雑談や大声で笑う、携帯電話の着信音が響く、教室の開け閉めが乱暴に行われて扉の音がうるさい等の「騒音」であった。

2つ目としては、メダカの様子を気にせずにふるまう「状態無視」が挙げられた。メダカがおびえているのに水槽の上に手をかざしたり、餌を落としたり、輪を入れたり抜いたり動かしたりしてメダカを驚かせたりする行為が目立った。タイミングの問題とも言え、メダカが輪に近付くか否かためらうそぶりを見せている時にタイミング悪く驚かせるようなことをしてしまい、その後、メダカが輪に近付くことを回避するようになり、水槽の隅に行ってしまう様子が多く観察された。

3つ目として、「振動」を与える問題行動が確認された。水槽に意図的もしくは無意図的に触れる、水槽を置いている机におつかるなどして水槽を揺らし、メダカに警戒心もしくは恐怖心を抱かせていた。4つ目は、訓練中のメダカが輪をくぐりそうになったり輪をくぐったりすると喜びすぎて大声を出したり大声でメダカに呼びかけたりしてメダカを驚かせる「掛け声」であった。5つ目に、輪くぐり用に水中に入れられた輪が揺れたり震えたりする「輪のブレ」が示された。クリア群では、特に指示をしていなかったにも関わらず、実験初期の段階で、自主的に割り箸などに輪を固定して、輪のブレが最小限となるよう工夫がなされていた。非クリア群では、輪は手持ちされ、肘を机につけて固定するなどの工夫も見られなかった。

輪くぐり学習訓練実施時の問題行動 表2には、輪くぐり学習訓練を実施している際に生じた問題

表2. 輪くぐり学習訓練クリア群と非クリア群の問題行動生起頻度

	騒音	状態無視	振動	掛け声	輪のブレ
クリア群	98	26	35	7	3
非クリア群	172	145	84	28	20
直接確率計算	**	**	**	**	**

** : p<.01 各セルのN : 225

行動の生起頻度を上記に示した5種類の問題行動カテゴリ別にカウントして示した。カテゴリごとに、クリア群と非クリア群との間の生起頻度を直接確率計算で分析したところ、どのカテゴリにおいても、1%の有意水準でクリア群より非クリア群の方が問題行動を多く行っていた。

[考 察]

本研究では、林（2013）で提案されたメダカを用いた実験室外のオペラント条件づけ手続きを実際に心理学基礎実験の授業内でテーマの1つとして実施し、心理学動物実験の教材として実際に使用可能であることを示した。学生が本物の生物を用いた心理学的動物実験に不慣れであることも示され、実験中にメダカの学習を妨げるような、さまざまな問題行動をなすことも明らかとなった。このことは、学生に本物の生物を用いた心理学動物実験を経験させることで、学ばせられることが多くあることを示唆しており、例え簡易な手続きであっても実際に動物を用いて実験を体験することの意義が示されたとも言えそうである。

本研究の結果、林（2013）に引き続き、メダカを用いれば、かなり簡略化した手続きでもオペラント条件づけが成立することが示された。基本的にメダカは食欲旺盛な生物であるため、餌と懐中電灯の光等を対呈示して二次強化子を生成するプロセスを省略し、輪くぐり行動もしくはその類似行動の後に餌を直接与えることにしても、十分にオペラント条件づけが成り立つことが確認された。ただし、メダカは警戒心が強い生き物でもあるため、輪の存在に慣らすためのプロセスは省略しないほうが良いであろうことも示唆された。本研究で、輪くぐり慣らし訓練を省略してすぐに輪くぐり訓練を行ったメダカEは、ストレスのせいも、一度も輪をくぐらないまま死亡した。

また、教材化する際に必要な基礎的なデータと重要な示唆がいくつか得られた。まず一つ目として、輪くぐり学習訓練の完了条件についてである。本研究では、実験者としての学生たちの様子

とメダカの学習状況を鑑みて、輪くぐり学習訓練の完了条件を、林（2013）の提案よりも緩く設定しなおした。条件づけ実験に不慣れな初学者対象の場合は、手続きの不備により被験体が戸惑い、学習が抑制されることもあるため、あまり厳しい条件設定にしない方が実践的であると考えられる。

次に二つ目として、教材として用いるにあたり重要な、所要日数の目安が得られた。輪のある実験環境にメダカが慣れるのに約1週間、輪くぐりの学習訓練に約2週間、つまり約1カ月を見れば良いことが示された。心理学基礎実験法の教材として扱うにも、小中高生らの夏休みの課題として扱うにも適切な期間であろうと考える。

なお、林（2013）では、本研究で用いたよりも厳しい条件下で輪くぐり学習が約1週間程度で成立することが報告されている。条件づけ実験に慣れた実験者であったため、本研究より短期間で成立したのであろう。実験所要時間に関しては、メダカの個体差、水槽の設置場所、実験者（学生）の態度、慣れ等の影響も受ける。あらかじめ、実験者（学生）に、実験結果に影響を与えうる問題行動について注意喚起をしておくか否かも、実験期間に影響するであろう。

三つめは、上記と少し関係するが、本研究における実験者たちの問題行動に関する分析から、動物実験の際に気をつけるべき点、実験開始前に実験者たちに伝えるべき事柄に関する示唆が得られた。具体的な指示としては、次のようなものが考えられる。「実験中は出来るだけ静かな環境を保つ」「メダカの様子を良く観察して、不用意に驚かせたり怖がらせたりしない」「エサや輪の出し入れ方法はあらかじめ練習し、投与のタイミングにも気をつける」「水槽に振動を与えたり、励ますつもりでも掛け声をかけたりするとメダカにとってはストレスになりうる」「輪が揺れる/揺れていると、メダカは怖がって近寄ってこなくなる」

実験室外環境であるため、実験中に誰かが教室に出入りしたり歩き回ったりする事態も考えられる。非クリア群のビデオでは、実際に何度かそのような状況が確認された。「●●時まで実験中：

入室の際は静かにして下さい」「携帯電話はマナーモードに設定して下さい」などの貼り紙を用意させるのも良いかもしれない。また、くぐろうとする輪が揺れるとメダカは遠巻きに様子を見守って、なかなか近寄ってこない。「肘を机につけて、輪を支えるように」と指示をあらかじめ出すか、クリア群が行っていたように、割りばしなどで輪を支える台を作成するのも良い考えである。

なお、これらの諸注意に関しては、あらかじめ実験者たちに伝える方法もあるが、教材として考えた場合には、明確な指示はわざと与えず、体験や実験結果を踏まえて考えさせるのも一案である。被験体がメダカであったためなのか、それとも単純に自分が実験者の立場になると実験参加者側の視点が欠けてしまうのか、クリア群と非クリア群との比較からは、被験体が輪くぐりに集中出来るように配慮することに欠けた行動をとる実験者が一定数いることが示された。本研究のような動物実験を通じて、そのことを体験的に気づいてもらうことは、人間を対象とした実験や調査を行う場合にも汎化するのではないだろうか。もしかすると「実験」という状況が、被験体が生き物であることを忘れさせ、備品か何かを取り扱うような態度を誘発させてしまうのかもしれない。

内省を促すタイミングの目安としては、先述の訓練完了日数が参考になる。目安日を超えてもメダカが輪くぐり訓練を完了しないときは、実験者である自分たちの動物実験手続きや態度に問題はなかったか、本研究の問題行動カテゴリなどをヒントとして示せば、教科書を読んでいるだけでは気づきにくいのが実は条件づけ理論でとても重要なこと、例えば、条件づけの対象をよく観察することの大切さ、単に好子を与えればオペラント条件づけが成り立つわけではなく、タイミングや渡し方も重要であること等を体感的に理解する良い機会となりうるであろう。

状況が許せば、実験を開始して1週間ごとに反省会や情報交換会などを開き、実験者が実験手続きや態度を改めたり、工夫したりすることでメダカの学習速度が変化することを確認するのも興味

深い。

今回は、1つの実験グループに1匹のメダカを配分したが、複数のメダカを担当させることで、さらに多くのことが学べる可能性もある。実験手続きや態度の違いによる効果、メダカの学習能力や性格などの個体差の影響などである。また、複数匹を担当することで、本研究のメダカE担当グループのように、担当した被験体が死亡したために何もデータが得られなくなる可能性も低くなる。

今後、本研究で取り上げたような心理学動物実験を体験した場合としなかった場合で、条件づけ理論の理解度に変化が見られるか等について、暗記テストやレポート等を実施して検討してみたい。

引用文献

- 林美都子 (2013). キンギョ, アホロートル, メダカを用いた実験室外オペラント条件づけの試み 北海道教育大学紀要 (教育科学編) 64, 173-180.
- 日本心理学会認定心理士資格認定委員会 (編) (2015). 認定心理士資格準拠 実験実習で学ぶ心理学の基礎 金子書房
- 八木晃 (1975). 心理学における動物実験の意義 八木晃 (編) 心理学研究 5 動物実験 東京大学出版会
- 山本和紀・獅々見照 (1994). サカナの条件づけ I 動物心理学研究, 44, 36 (日本動物心理学会第54回大会発表要旨).

(函館校准教授)

