

光・超音波・音による動的な野生動物威嚇システムの試作と評価

嗟峨貴楽¹ 高木正則² 藤井慎也³ 市川尚²

概要：近年、全国各地で野生動物による農作物被害が深刻化している。岩手県においても、野生動物による農作物被害が甚大なものであり、対策が必要とされている。農作物被害の対策として、電気柵などの動物撃退機器やトレイルカメラでの監視、捕獲機器による動物の捕獲など様々な対策方法がある。しかし、動物撃退機器は使用方法を誤ることで人間に危険が及ぶ可能性や、同じ機器を繰り返し使用することで野生動物が慣れてしまうという問題がある。また、トレイルカメラ単体では動物の種類の特定に留まる。その他に有効な対策として集団の追い払いがあるが、効果があっても人間に危険が及ぶ可能性や夜間の追い払いは困難である。そこで、本研究では、通信機能付きトレイルカメラを用いて、動物の検知を行い、画像データから動物の種類を判別、判別結果に従って動物種ごとに有効な威嚇の出力が可能な情報システムを開発した。また、開発した情報システムの動作検証を行い、動物の検知から威嚇の出力までのどの程度の時間を要するのかを確認する評価実験を行った。その結果、動物が出現してから 30 秒以内に威嚇を出力できることが確認された。

キーワード：獣害対策、威嚇

Prototyping and Evaluation of a Dynamic Wild Threatening System for Wild Animal by Threat Light, Threat Sound, and Threat Ultrasound

KIRAKU SAGA^{†1} MASANORI TAKAGI^{†2}
FUJII SHINYA^{†3} ICHIKAWA HISASHI^{†2}

1. はじめに

近年、全国各地で野生動物による被害が深刻化している。特に農作物への被害は甚大であり、平成 30 年度の野生動物による農作物被害金額は 161 億円となっている[1]。岩手県においても野生動物による農作物の被害金額は約 3.8 億円に及ぶ。先行研究[2]では岩手県紫波町のリンゴ農園にトレイルカメラを設置し、平成 30 年 5 月中旬から 11 月中旬にかけてタヌキ (114 枚)、シカ (7 枚)、キツネ (2 枚)、ハクビシン (3 枚) など多くの野生動物が撮影された。

野生動物による農作物被害に対しては、光、音、花火を発する威嚇装置や擬似鳥、カカシによる対策が行われている。しかし、対策当初は効果が現れるが、害がないことが分かると慣れが生じ、効果の継続が困難であることが報告されている[3]。また、獣害対策の成功事例として、三重県では野生動物の出没時に集落全体の人が集団で追い払いを行っている[4]。しかし、この方法では人に危険が及ぶ可能性があることに加え、夜間に出没する野生動物への対策が困難であると考えられる。

そこで、本研究では、威嚇機器による野生動物への威嚇の忌避効果の持続及び、追い払いを目的とする人の負担の軽減を目的とし、動物の種類や過去の威嚇履歴に応じて適

切な威嚇方法を決定し、連続して同じ威嚇を出力することなく、自動で威嚇を行う野生動物威嚇システムを提案した。本システムでは、通信機能付きトレイルカメラ「ハイクカム」を用いて、野生動物の農地への侵入をリアルタイムに検知し、検知した動物の種類に応じて光や超音波、音などの威嚇方法から適切な方法を自動で選択して威嚇する。本稿では、威嚇システムの開発と、システムの開発にあたり、簡易環境にて行った実験、カメラでの検知から威嚇の出力までの時間を測るために行った実験について述べる。

なお、本研究は本学の研究倫理審査委員会で審議していただいたうえで、委員会から提示された京都大学野生動物センターの「野生動物を研究する際のガイドライン」[5]に基づいて研究を進めている。

2. 関連研究

亀坂ら[5]は、サルの群れを検知する人工知能システムを搭載した害獣捕獲システムを試作している。亀坂らが試作したシステムはサル群れを検知するものということ、また、捕獲を目的としたものであるため、本研究は威嚇を目的としている点で異なる。中島ら[3]は、鳥獣被害の軽減を目的に鳥獣被害対策用監視・防除 UAV システムの開発を行っている。中島らの開発したシステムでは鳥獣をリアル

¹ 岩手県立大学大学院
Graduate School of Iwate Prefectural University
² 岩手県立大学
Iwate Prefectural University

³ 株式会社ビーネクストテクノロジーズ
BeNEXT Technologies Inc.

タイムに検知し、鳥獣の周りを周回飛行し、鳥獣を追払おうとするものである。しかし、鳥獣を対象として周回飛行のみで威嚇する方法となっているため、動物種ごとに有効な威嚇を自動で選択して出力する本研究とは異なる。

3. 獣害対策と本研究の位置づけ

農林水産省や環境省では、著しく増加又は減少した野生鳥獣の地域個体群について、科学的知見を踏まえ、明確な保護管理の目標を設定し、総合的な対策を実施する特定鳥獣保護管理計画を提示している。計画は、ニホンジカやイノシシ等の地域的に著しく増加している種の地域個体群、またはクマ類等の地域的に著しく減少している種の地域個体群を対象とし、地域個体群の長期にわたる安定的維持を目的として都道府県が策定するものである。

計画を実現するための対策は主に個体数管理、生息環境管理、被害防除対策の3つに分類される。表1にこれら3つの対策の概要を示す。

それぞれの対策は相互に関連を持っており、3つの対策を総合的に行うことが効率的に計画を遂行することにつながる[6]。

本研究は野生動物への威嚇を行うものであるため、獣害対策の被害防除対策に分類される。被害防除対策の主な対策の1つである集団による追払いでは、人に危険が及ぶ可能性があることや夜間の対策が困難であることが問題であると考えられる。また、爆音機など単一の威嚇では、忌避効果が持続しにくいという問題点に着目し、システムの威嚇機器により自動で動物種ごとに有効な威嚇を行うことで人への危険を排除し夜間の威嚇を可能とし、いくつかの威嚇を使い分けることで忌避効果の持続が期待される。

本研究の前提として、個体数管理、生息環境管理の被害防除対策以外の対策も並行して行うことで、より農作物被害の軽減につながることを期待される。

表1. 獣害対策の分類

Table1. Classification of animal damage measures

対策名	概要	主な対策
個体数管理	目標設定を踏まえた適切な捕獲や、地域の実情に応じた狩猟制限等の設定による個体数調整	・狩猟 ・捕獲など
生息環境管理	鳥獣の採餌環境の改善等による生息環境の保全・整備	・野生動物の餌となるような物(規格外の果実など)を農地付近に廃棄しないなど
被害防除対策	防護柵の設置、追払い等の被害防除対策の実施	・電気柵 ・爆音機 ・集団による追い払いなど

4. 動的な野生動物威嚇システム

4.1 システムの概要

図1に本研究で提案するシステムの概要図を示す。農地に設置したハイクカムで動物の検知・撮影が自動で行われ、株式会社ハイクが提供するクラウドサービス「HykeWorks」[7] (以後、ハイクワークス) に送信される。システムのデータ抽出モジュールでは、クローンにより、10秒間隔でハイクワークスの画像に更新があったか確認を行う設定となっている。更新があった場合、画像データを抽出し、画像解析モジュールにより画像解析の後、動物が写っていた場合のみ、通知モジュールで利用者に通知、威嚇モジュールに動物種の情報を送信する。威嚇モジュールでは、受け取った情報から威嚇機器(LED電球、簡易的な音を発することのできる装置、超音波ジェネレータからなる)に光、超音波、音のいずれかその動物種に有効な威嚇を選択し出力する。

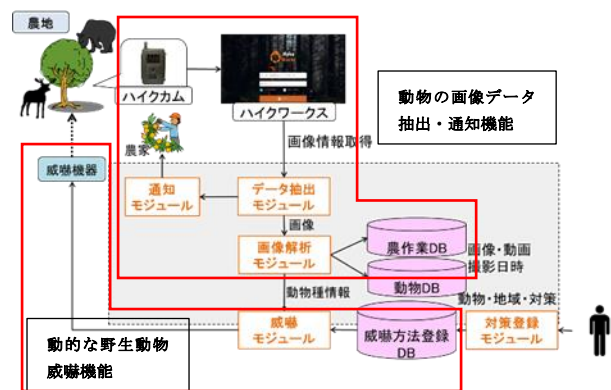


図1. システム概要図

Figure1. System overview diagram

4.2 動物の画像データ抽出・通知機能

農地に設置したハイクカムで撮影された検知画像はハイクワークスに送信され、ハイクワークスで提供されているサービスにより、Webサイトやスマートフォンのアプリからいつでも撮影画像を確認が可能となっている。また、APIにより、ハイクワークスから直接画像の取得が可能となっている。本システムでは、10秒毎にデータ抽出モジュールにより、ハイクワークスに新しい画像の有無を確認する。新しい画像があった場合は画像と撮影日時などの画像のメタ情報を取得し、データベースに保存する。その後、取得した画像に対して画像解析モジュールで画像解析を行い、動物が写っていた場合には、動物データベースに動物の画像URLと動物の種判別の結果を格納する。このデータを元に通知モジュールによって撮影された動物の画像と動物の種情報を記載したWebページのURLを通知モジュールによって、利用者に通知を行うことで、利用者は撮影された動物の画像と種類をすぐに確認できる。また、自動

で威嚇を出力するための情報として、威嚇モジュールに動物の種判別の結果(「deer」(シカ),「raccoon」(タヌキ),「fox」(キツネ),「cat」(ネコ),「human」(ヒト),「Unknown」(その他),「notshow」(何も写っていない)などの文字列から、威嚇対象以外(ネコ,ヒト,何も写っていない)を除いたものの文字列)を渡す。Web ページでは、手動で威嚇方法が選択できる機能も備えているため、手動による威嚇も可能となっている。また、農作業の際などにヒトが撮影された場合は農作業データベースに画像を分類し、保存しておく。撮影画像に何も写っていなかった場合は、利用者への通知は行わない。

4.3 動的な野生動物威嚇機能

威嚇方法は、現時点では実装の面から、野生動物に有効である「光、音、超音波」の3つとした。動物の自動検出・通知機能により、野生動物が検知されたと確認された場合、動物の種情報を文字列で受け取る。威嚇モジュールでは、検知された野生動物種に対して有効な威嚇方法の中で過去の威嚇履歴を参照し、前回の威嚇と異なる威嚇の中で最も威嚇の効果が期待できる威嚇をモジュールが自動で選択し威嚇の出力を行う。威嚇の出力後、威嚇の履歴として、威嚇方法、威嚇日時、動物種、動物の反応または効果など、必要なデータを威嚇履歴データベースに格納する。自動で威嚇の出力を行った際に野生動物に効果がなくそのまま野生動物が居続ける場合も考えられる。その場合は、ハイワークスに画像が保存されていくので、その度に別の威嚇が出力される。システムによる自動での威嚇の他に、利用者が Web ページから威嚇方法を選択し、手動で威嚇を出力することも可能とする。

```

https://s3-ap-northeast-1.amazonaws.com/hykeworks/yUXuIGwk0YnJdsQMsEP2kNiLVHhsc
sS-143/20210114132909064278-ima07241.jpg
プログラム実行時間: 81.23353600502014
モデル予測の所要時間: 0.7439053058624268
deer=0.31, raccoon=0.55, unknown=0.08
[('raccoon', 0.5547579), ('bear', 0.31477398), ('unkown', 0.08036356)]
https://s3-ap-northeast-1.amazonaws.com/hykeworks/yUXuIGwk0YnJdsQMsEP2kNiLVHhsc
sS-143/20210114130421296570-ima07237.jpg
プログラム実行時間: 83.70941376686096
モデル予測の所要時間: 0.7263224124908447
deer=0.51, raccoon=0.32, unknown=0.08
[('bear', 0.5063158), ('raccoon', 0.32164434), ('unkown', 0.08263598)]
https://s3-ap-northeast-1.amazonaws.com/hykeworks/yUXuIGwk0YnJdsQMsEP2kNiLVHhsc
sS-143/20210114121705481675-ima07233.jpg
プログラム実行時間: 88.08230066293438
モデル予測の所要時間: 0.7296504974365234
deer=0.33, raccoon=0.51, unknown=0.08
[('raccoon', 0.514744), ('bear', 0.32753083), ('unkown', 0.09153838)]

```

図2. 画像解析結果の例

Figure2. Example of image analysis result

5. 威嚇システムの開発

5.1 ハイワークスとのAPI連携

ハイワークスのAPIにより、ハイワークスに保存されている画像と画像の付加情報(日時など)を本システムで扱える形式で取得する機能を開発した。

5.2 データ抽出・画像解析モジュール

データ抽出・画像解析モジュールは開発言語として、Python

を用いて開発を行った。画像認識のライブラリには「tensorflow keras」、画像認識アルゴリズムには「ResNet50」を用いた。学習済みモデルの作成には、先行研究や本研究で行った農地での試行撮影で撮影された、野生動物が写っている画像や、野生動物や人が何も写っていない農地の画像を用いた。画像解析結果の例を図2に示す。実行結果は、プログラムの実行時間、モデル予測の所要時間、その下に画像認識結果のそれぞれの確率が表示される。

5.3 威嚇モジュール・威嚇機器

威嚇システムは開発言語として、PHP と JavaScript を用いて開発を行った。図3威嚇機器の配線図を示す。

光による威嚇はLED電球を利用している。光による威嚇は現時点では、簡易実験環境のみを想定したもののため、今後、実地での実験の段階まで進められた場合には、より

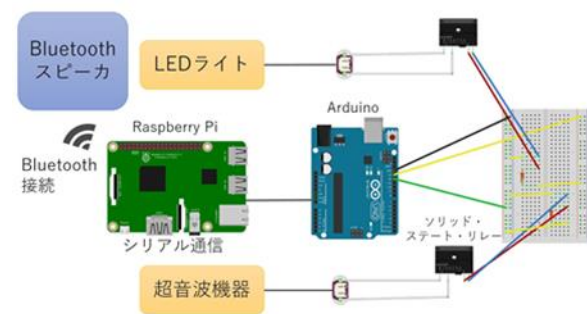


図3. 威嚇機器の配線図

Figure3. Wiring diagram of menacing equipment

強力で野生動物に対して忌避効果の見込める機器の利用を検討している。

音、超音波による威嚇は、ある程度の性能のあるスピーカーから、システムのサーバに保存された様々な威嚇音(動物の鳴き声や雷鳴など)やいくつかの周波数の超音波を選択するという形で、多くの種類の威嚇音・超音波の出力を可能にする。現時点では、簡単な電圧操作で1つの音を発する機器による威嚇か、1種類の超音波を発するモジュールによる威嚇かを選択して出力を行っている。

6. ペットでの簡易実験

6.1 実験概要

令和元年度に、本研究で開発した威嚇機器の動作確認と動的な威嚇による動物の反応の調査を目的として、著者が飼育するペット(猫)を対象に簡易実験を3度行った。実験時の様子を図4に示す。また、表2には、それぞれの実験の概要を示す。実験では、エサの近くに威嚇機器を設置し、猫がエサを食べる際に様々な威嚇を行った。威嚇はペットがエサを食べに来るのを著者が目視できたら手動で威嚇方法を選択して出力した。どの実験に関しても同じ配置での実験を行った。



図 4. 実験時の配置図

Figure4. Layout plan at the time of experiment

表 2. 各簡易実験の概要

Table2. Outline of each simple experiment

	日時	主な目的	威嚇方法
実験 1	2019 年 9 月 2 日 午前 3 時から 4 時	威嚇機器の動作確認とペットの威嚇に対する反応の調査	本研究で開発した威嚇機器を用いた威嚇
実験 2	2019 年 10 月 19 日 午前 2 時から 4 時 45 分	威嚇機器以外の威嚇音に対するペットの反応の調査	猫の喧嘩する際の鳴き声
実験 3	2020 年 1 月 2 日 午前 3 時から 5 時 30 分	スピーカを変更した際の威嚇音に対するペットの反応・猫以外の鳴き声に対するペットの反応を調査	猫以外の動物の鳴き声・猫の喧嘩をする際の鳴き声

6.2 ペットでの簡易実験 1

2019 年 9 月 2 日に威嚇機器の動作確認とペットの威嚇に対する反応の確認を目的として、エサを食べに来たペットに対して、威嚇機器の光、音、超音波の 3 つの方法を用いて威嚇を行い、反応の観察を行った。結果を表 1 に示す。威嚇には本研究で開発した威嚇機器を使用し、それぞれの威嚇の出力を行った。威嚇の結果、光、音による威嚇では反応を示したもののすぐにエサを食べ続けた。一方で、超音波には全く反応を示さなかった。これは、家の中で飼っているペットは野生動物と違い普段から超音波を聞いている可能性があるためだと考えられる。音による威嚇に関しては驚く反応が見られたため、音量や音の種類を変更することで威嚇に効果が見込める可能性があると考えた。

表 3. 実験 1 の結果

Table3. Results of Experiment 1

時間	威嚇の種類など	威嚇実行時間	ペットの行動・反応
3:00:00	実験開始		
3:25:30			餌を食べ始める
3:25:35	光による威嚇	約 5 秒	機器の方を見るがすぐに餌を食べ進める
3:26:10	音による威嚇	約 5 秒	驚いた反応を見せるがすぐに餌を食べ進める
3:26:25	超音波による威嚇	約 5 秒	特に反応を示さなかった
3:27:00			餌を食べ終える
4:00:00	実験終了		

6.3 ペットでの簡易実験 2

2019 年 10 月 19 日に威嚇音を変えることでどのような変化が見られるのかを確認し、威嚇機器の威嚇音での威嚇の種類の検討を目的として、エサを食べているペットに対してノートパソコンに保存した猫が喧嘩している際の鳴き声をノートパソコンにスピーカを繋ぎ、ペットが餌を食べに来た際に出力を行った。結果を表 4 に示す。

表 4. 実験 2 の結果

Table4. Results of Experiment 2

時間	威嚇の種類など	威嚇実行時間	ペットの行動・反応
2:00:00	実験開始		
2:40:20			餌を食べ始める
2:40:30	猫の喧嘩の際の鳴き声による威嚇	約 10 秒	驚き、機器の方を見る
2:41:00			餌の方を見るが、再度食べずに立ち去る
4:45:00	実験終了		

威嚇を出力後、エサを食べることを止めた。その後、2 時間程度様子を観察していたが、その間、再度エサを食べ始めることはなかった。このことから、単に大きい音だけではなく、鳴き声など変化を加えることで威嚇効果が見込める場合もあると考えられる。

6.4 ペットへの簡易実験 3

2020 年 1 月 2 日にスピーカを変更した際(Bluetooth スピーカを用いた威嚇)の威嚇音に対するペットの反応の調査と、猫以外の鳴き声による威嚇で効果が見込めるのかを検証することを目的として実験を行った。結果を表 5 に示す。

今回の実験環境では、スピーカを変更しても威嚇に対して動物が反応を示すことは確認できた。また、様々な動物

表 5. 実験 3 の結果

Table3. Results of Experiment 3

時間	威嚇の種類など	威嚇実行時間	ペットの行動・反応
3:00:00	実験開始		
3:40:20			餌を食べ始める
3:40:25	ライオンの鳴き声による威嚇	約 5 秒	特に反応なし
3:40:40	ゾウの鳴き声による威嚇	約 5 秒	特に反応なし
3:40:55	猫の喧嘩をする際の鳴き声による威嚇	約 10 秒	機器の方を見て立ち去る
5:30:00	実験終了		

の鳴き声で威嚇を試したところ、ライオンやゾウなど聞いたことのない鳴き声には反応を示さないが、2 回目の実験同様、猫の鳴き声には反応を示し、エサを食べるのを止め、その後、2 時間以上エサを食べることはなかった。以上から、音の変化で威嚇効果が見込める可能性が高いと考えられる。

6.5 ペットでの簡易実験 4

2020 年 6 月 8 日から 6 月 12 日に動的に威嚇方法を変更することで忌避効果の持続を検証するための前段階として Bluetooth スピーカを用いた単一の威嚇（雷の音）に対し、どれ程の期間で慣れが生じてしまうのかを確認することを目的として実験を行った。威嚇音の決定に関しては、事前にペットに対し威嚇音の出力をいくつか行い、雷の音に対して反応があったため、雷の音を選択した。実験 4 の結果

表 6. 実験 4 の結果
Table6. Results of Experiment 4

日時	威嚇実行時間	反応
6 月 8 日 22 時 32 分	約 5 秒	威嚇開始時に驚き、餌を食べるのを止めた
6 月 9 日 1 時 24 分	〃	威嚇後、音源の方を見て立ち去る
6 月 9 日 22 時 18 分	〃	威嚇後、音源の方を見て立ち去る
6 月 10 日 0 時 36 分	〃	餌を食べている時から音源の方を気にし、威嚇後立ち去るが驚く様子はなかった
6 月 10 日 23 時 55 分	〃	威嚇後に立ち去り、音源の方を何度か振り返る

を表 3 に示す。

最初の威嚇に対しては驚く反応を示したが、その後の威嚇音に対しては驚く反応は示すことがなかった。よって、忌避効果としては 2 回目以降ですぐに薄れていることが考えられる。また、特徴的なペットの行動として、音源の方向を何度も確認する様子が見られた。音源の位置を確認させないことも威嚇の忌避効果の持続につながる可能性があると考えられる。

7. ハイワークスの精度検証

7.1 農地における試行撮影

本システムで画像解析モジュールの作成を行うにあたり、ハイワークスで提供されているサービスである画像の自動タグ付け機能の効果検証と電気柵を設置した農地付近に野生動物が出没するのを確認することを目的として、2020 年 9 月 11 日に岩手県紫波町の農地付近にハイカムを設置し、野生動物の撮影を行っている。設置の様子を図 4 に示す。撮影の結果としては、10 枚程度の熊が撮影された。

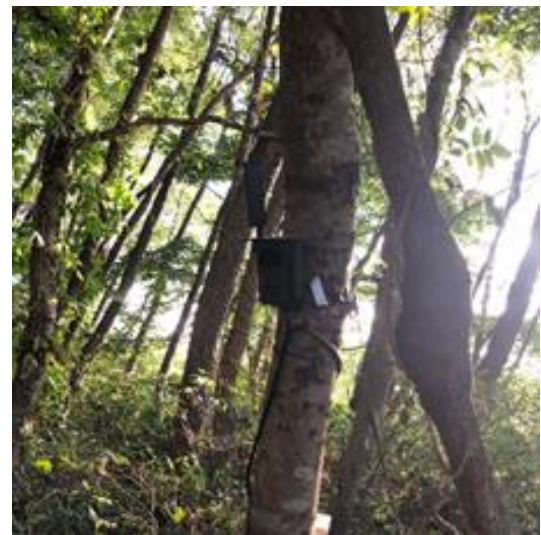


図 5. ハイカムの設置の様子

Figure5. Installation of hike cam

このことから、まずは電気柵を設置した農地付近であっても、全く野生動物が出没しないわけではないことが身近な農地でも確認された。また、撮影された熊の画像に対する自動タグ付け機能の結果としては、全ての画像に対して熊とタグ付けはされず、ほとんどの画像に対してはタグ付けもすることができなかった。タグ付けできなかった画像の例を図 5 に示す。図 5 のように、今回行った試行撮影では、カメラの設置場所が林の中ということもあり、対象動物が木々の裏に写ってしまったり、撮影できていても鮮明に対象動物を捉えることができなかったりしたために、タグ付けが上手くいかなかったと考えられる。また、撮影で



図 6. 撮影された動物の例(クマ)

Figure6. Example of photographed animal (bear)

きた動物が少なかったため、先行研究で撮影された野生動物の画像を用いてタグ付けの精度検証を行うこととした。

7.2 先行研究で収集した画像による精度検証

8.1 より、撮影ができた野生動物の数が少なく、精度検証を行うには野生動物の画像が足りなかったため、先行研究で収集した野生動物の画像を用いてハイワークスの自動タグ付け機能の精度検証を行うこととした。結果を表 7 に示す。

表 7. 自動タグ付け結果

Figure7. Automatic tagging results

動物	タグ付け試行枚数	タグ付け可能枚数
クマ	9 枚	1 枚
タヌキ	207 枚	72 枚
シカ	14 枚	14 枚
キツネ	2 枚	1 枚
ネコ	7 枚	5 枚
計	239 枚	93 枚

計 239 枚の画像に対して動物種問わずタグ付けが可能であった画像の枚数は計 93 枚であった。動物種を問わずに集計したのは、ハイワークスに熊やタヌキのタグが実装されていないことや、本研究では、まず動物の認識漏れをなくしたいという考えもあったためである。タグ付けができた例とできなかった例を以下に示す。

タグ付けが可能であった画像とできなかった画像の比較を行った結果、ある程度開けた場所で対象動物を捉えることができれば、タグ付けが可能であることが分かった。しかし、対象動物が遠すぎたり、光や結露で画像がぼやけたりするとタグ付けができない傾向にある。そこで、実際に農地など、外のフィールドで動物の検



図 7. タグ付けの成功例

Figure7. Tagging success example

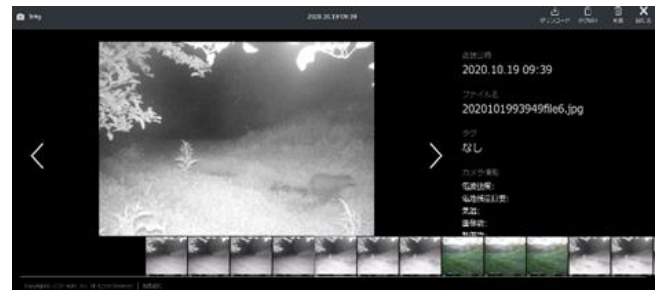


図 8. タグ付けの失敗例

Figure8. Tagging failure example

知を行う際には、カメラの数を増やしてできる限り鮮明に対象動物を捉えられる可能性を増やすことで、動物の検知画像の解析の精度が挙げられるのではないかと考えた。また、ハイワークスの提供するサービスではなく、動物の検知漏れが少なくなるような画像解析モジュールを著者が開発を進める方針とした。

8. システムの動作検証

8.1 システムの屋外での動作確認

2021 年 10 月 21 日に本研究で開発したシステムを農地などに設置して屋外で動作させる際の通信環境で動作させた際に、不具合なくカメラで検知・撮影から威嚇の出力までを自動で行うことができるか確認を行うために大学周辺の屋外で実験を行った。詳細としてはこれまでの動作確認では、カメラで自動的に撮影を行い、その画像に対して画像解析モジュールで画像認識を行うのではなく、ハイワークスの専用のクラウドサービスのハイワークスに直接、過去に撮影された動物画像を手動でアップロードしてその後自動で威嚇の出力までを行えるかまで確認を行っていた。そこで、自動撮影された画像に対しても問題なくシステムが動作するかを確認できていなかった。また、実際に屋外に設置した際にはポケット Wi-Fi など自前の通信環境を用いるため、多少通信環境も異なるため、上記の点について確認を行うために、屋外での動作検証を行った。

動物を撮影して威嚇を行うことはすぐには不可能であるため、動作確認として、人が撮影された際に光の出力をするようシステム側の設定を変更し、実際に動作するかを

確認した。結果として、人が撮影された際に、光を出力できることが確認された。しかし、カメラで検知・撮影を行ってから、威嚇の出力までにかかなり時間がかかってしまっているように思えたので、実際、カメラで検知・撮影からどのくらいの時間を要するのかを計測する必要があると考えた。

8.2 撮影から威嚇の出力までの時間の計測

2021年10月28日にクラウド上に画像が保存されてから、どの程度の時間で威嚇の出力が行えるのかを計測するためにシステムの動作実験を行った。

以前、カメラで検知・撮影を行ってから、クラウド上にアップロードされるまでの時間は簡単に計測済みであったため、実験では、画像のアップロードを手動で行い、アップロードが完了した際に計測を開始し、システムで画像解析の後、威嚇機器から威嚇が出力されるまでの時間の計測を行った。

本実験外で簡単に行ったカメラで検知・撮影からクラウドにアップロードされるまでの時間を合わせた計測の結果を表8に示す。

表 8. 計測結果

Table8. Measurement result

No	検知・撮影からアップロードまでの時間	アップロードから威嚇の出力までの時間 (秒)	左のうち画像解析にかかった時間
1	10.16	11.7	5.14
2	8.93	9.58	5.08
3	9.43	9.95	5.14
4	9.78	9.18	5.41
5	9.35	11.05	5.54
6	9.86	8.99	5.36
7	9.6	9.18	5.54
8	9.11	8.9	5.12
9	8.83	9.82	5.14
10	8.63	9.61	5.14

表8のアップロードから威嚇の出力までの時間はストップウォッチを用いて手作業で計測を行ったため、多少の誤差はあると考えられるが、アップロードから威嚇の出力までにはおよそ10秒かかるということが分かった。よって、この実験から、本システムで動物の検知・撮影から威嚇の出力を行う際には、カメラでの検知・撮影からアップロードまでにかかる約10秒と、クーロンでクラウドに画像がアップロードされたか確認を行う5秒程度と実験で得られたアップロードから威嚇の出力までにかかる約10秒を足

して30秒程度での威嚇の自動出力が可能であることが分かった。

9. おわりに

本稿では、野生動物への忌避効果の持続及び、追い払いを行う人の負担軽減を目的として、動物の種類や過去の威嚇履歴に応じて動的に威嚇方法を変更する野生動物威嚇システムを提案した。システムの開発では、現状のシステム(簡易的な光・音・超音波を出力できる機器)を威嚇システムにより、画像解析結果で得られた動物種から、それぞれに対して別の威嚇を自動で出力できるように開発を行った。

システムを用いた実験では、システムの動作確認や、威嚇の出力にどの程度時間を要するのか確認を行う実験を行った。実験の結果から、屋外でのシステム動作が可能であることが確認できた。また、カメラで検知・撮影から威嚇の出力までは、およそ30秒であることが確認できた。

今後は、できる範囲で画像解析の精度の向上を図っていく。また、多くの威嚇音を出力できる威嚇機器は未実装なので、威嚇機器の改善についての調査と検討を行い、実装を行う。加えて、カメラの検知・撮影から威嚇の出力までの30秒が屋外に設置した際に問題の有無を確認するために実験を行いたいと考えている。システムの屋外での利用実験に向けて方法など検討を行い、システムの実践と評価実験を行う。

参考文献

- [1] 農林水産省：全国の野生鳥獣による農作物被害状況について(令和元年度), https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/hogai_zyoukyou/index.html (2021年11月25日参照)
- [2] 小笠原袖子, 高木正則, 周藤祐汰：通信機能付きトレイルカメラを用いた野生動物適応型威嚇システムの試作と評価, 情報処理学会第81回全国大会論文集, Vol.2019, No.1, p.483-484, 2019
- [3] 中島幸一, 清尾克彦, 北上真二, 汐月哲夫, 小泉寿男：鳥獣被害対策用監視・防除UAVシステムの開発と評価, 情報処理学会研究報告, Vol.2015- MBL-76, No.10, 2015
- [4] 地域主体の獣害対策と成功事例, 山端 直人- https://www1.pref.shimane.lg.jp/admin/region/kikan/chusankan/sympo/H27_gisshinpo.data/kityouhp.pdf (9月11日参照)
- [5] 京都大学野生動物センター, 野生動物を研究する際のガイドライン-<https://www.wrc.kyoto-u.ac.jp/guidelines/wild.html>
- [6] 亀阪亮紀, 星野孝総：農作物の獣被害防止システムの試作と検討, 第34回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, p.384-389, 2018
- [7] 環境省, 鳥獣保護管理の現状と課題, <https://www.env.go.jp/council/12nature/y124-01/mat03.pdf> (2021年11月25日参照)
- [8] 株式会社ハイク, ハイクワークス：<https://hyke.work/> (2021年11月25日参照)