

捕獲技術継承を目的とした箱罾仮想設置システムの開発

尾上瞳^{†1} 益子宗^{†1}

概要：近年，鳥獣被害対策においては，センサやドローン，機械学習を用いた監視・検知技術に関する研究が行われている．一方で，検知後に必要となる捕獲作業や捕獲技術の継承に着目した研究は十分とはいえない．特に箱罾の設置技術は現場環境への理解や経験に大きく依存し，初心者に対して実践的に学ぶ機会を確保することが課題となっている．そこで本研究では，捕獲技術継承を目的として，VR 技術を用いた箱罾設置の仮想訓練システムを開発した．設置時の周囲環境を再現した VR 空間内では箱罾の設置体験を行えるシステムを構築し，初心者を対象とした評価実験を実施した．実験では，従来のスライド資料による説明後に VR 体験を行い，学習効果についてアンケート調査を行った．その結果，VR 体験により設置環境の具体的な把握や学習内容を現場でどのように適用するかをイメージしやすくなる傾向が見られた．

1. はじめに

日本の野生動物による農作物被害は深刻であり，令和 5 年度の年間損失は 164 億円にのぼる [1]．特に熊本県では，減少傾向にあったイノシシによる被害額が令和 3 年度から約 0.9 億円増加している．イノシシの捕獲には箱罾，くくり罾，囲い罾が主に用いられるが，初心者には安全性や技術的な面から箱罾が一般的である．しかし，箱罾は設置に時間がかかり，高価で運搬も容易ではないため，捕獲効率の向上が重要となる．実際に，2012 年度に 460 集落で設置された箱罾の捕獲状況をみると，年間捕獲頭数が 0 頭の集落は 36% (165 集落) にのぼり，年間捕獲頭数が 2 頭以下の集落は 52% (237 集落) を占めている [2]．いわゆる「死罾」と呼ばれる，年間捕獲頭数が 2 頭以下の箱罾が半数以上を占めており，捕獲効率に大きなばらつきが存在することが明らかである．年間に多く捕獲できている集落は一部に限られている．このような捕獲効率のばらつきが生じる要因については，先行研究や現場報告においても十分に整理されておらず，具体的にどのような判断が捕獲成否に影響しているのかは必ずしも明らかになっていない．捕獲技術は現場環境への理解や経験に大きく依存するため，その判断過程を明らかにすることが重要である．このような状況に対し，熊本県宇城市の「くまもと☆農家ハンター（以下農家ハンターとする）」は，2016 年から ICT を活用した効率的な捕獲対策に取り組んでいるが，現場経験に基づく判断基準の共有や初心者でも再現可能な手順の体系化が十分ではないといった課題がある [3] (図 1) (図 2)．そこで本研究では，捕獲者の技術不足や判断の迷いを支援し，罾の設置・撤去の手間を軽減することを目的として，VR 技術を活用した箱罾仮想設置システムを開発する．

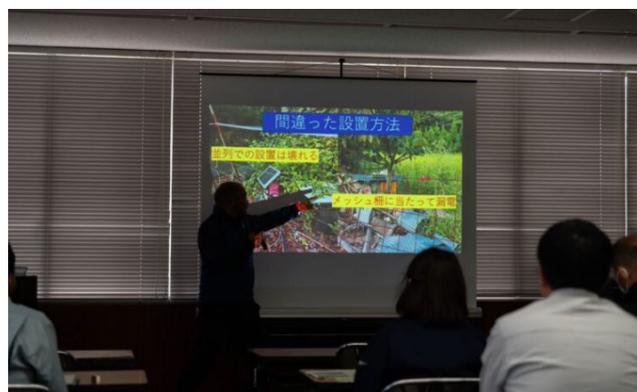


図 1 現在の講義方法（室内）



図 2 現状の講義方法（野外）

2. 関連研究

鳥獣被害対策に関する研究として，幸道らは山間で多地点連動型獣害対策デバイス MORIoT の研究開発と運用を行っている [4]．また，中島らは鳥獣被害対策用監視・防除 UAV システムの開発と評価を行っており，斎藤らは機械学習による野生動物検出システムの開発に取り組んでいる

^{†1} 芝浦工業大学 デザイン工学部

[5][6]. これらの研究はいずれも、鳥獣被害対策における監視・検知技術の高度化に着目している。一方で、現状の鳥獣被害対策全体を見ると、検知後の捕獲方法そのものや、捕獲技術の継承・人材育成に着目した取り組みは十分に行われていない。特に捕獲技術は、現場環境への理解や経験に大きく依存するため、初心者が現地で学習するには安全面や物理的制約が課題となる。このように、現場環境に応じて判断内容が変化し、経験値に依存する技能の習得においては、VRを用いた学習支援が有効な手法として挙げられている。

VR技術を用いた学習支援システムの先行研究として、前川らによるマグロ解体学習支援システムが挙げられる[7]。この研究では、日常的に体験することが困難なマグロ解体作業をVR空間で再現し、反復練習を可能とすることで、初心者および経験者の双方に対してVRの有用性を示している。さらに、VR技術を活用した学習支援システムの有効性を示した例として、佐藤らによる内視鏡下鼻副鼻腔手術シミュレーターVRシステムや、内村らによる橋梁目視点検支援VRシステムがあげられる[8][9]。これらの研究においても、実環境での実施が困難な作業について、VRを用いた事前学習や技能習得が有効であり、特に初心者教育における有用性が示された。以上の先行研究を踏まえると、捕獲技術においても、現場での物理的制約や安全性の問題を考慮した場合、VRを用いた訓練システムは実践的な知識および技能を安全かつ効率的に学習する手段として非常に有効であると考えられる。

3. フィールド調査

本研究では、箱罠設置に関する学習・訓練手法の検討に先立ち、熟練捕獲者が実際の設置現場においてどのような着眼点に基づき判断を行っているかを明らかにすることを目的として、フィールド調査および視線計測を実施した(図3)。調査は熊本県宇城市戸馳島で行い、日常的に捕獲活動を行う農家ハンターを熟練捕獲者として対象とした。複数の箱罠設置地点を視察し、設置時の判断理由を口頭で収集するとともに、ウェアラブルアイトラッカー「Pupil Neon」を用いて設置作業中の視線行動を記録した(図4)。

その結果、熟練捕獲者の判断は、設置前・設置時・設置後の3段階に整理できることが明らかとなった(図5)。特に設置前段階では、獣道の位置や通過方向、地形、踏み跡、見通しなど周囲環境の把握に多くの注意が向けられており、イノシシが自然に罠へ進入しやすい位置関係を重視していることが確認された。設置時には罠の機構の確実な作動確認が行われ、設置後には泥かけや餌配置など、警戒心を低減するための細かな調整が見られた。視線計測の結果からも、熟練者は罠本体に加えて周囲環境にも視線を分散させ、短時間で複数の要素を確認しながら総合的な判断を行って

いることが示唆された。

4. 箱罠仮想設置システムの概要

フィールド調査の結果を踏まえ、本研究では、最も基本と考えられる設置前の着眼点に着目し、VRによる箱罠仮想設置システム構築を行った。具体的には、実際の設置環境を再現したVR空間内で箱罠のオブジェクトを設置し、熟練者が重視する獣道を共有して指導できるように遠隔対応とコントローラーによる線描画機能を実装した。この機能により、熟練者が着目すべき箇所を視覚的に示すことが可能となり、設置判断に必要な着眼点を仮想空間上で効率的に学習できるものとした。本研究では、UnityおよびVRゴーグルを用いてVR訓練システムを構築した。開発環境を以下に示す。

- OS : Windows 11 Home
- Unity : Version 2022.3.62f1
- VR ゴーグル : Meta Quest 3



図3 フィールド調査の様子



図4 熟練者の視線移動の様子

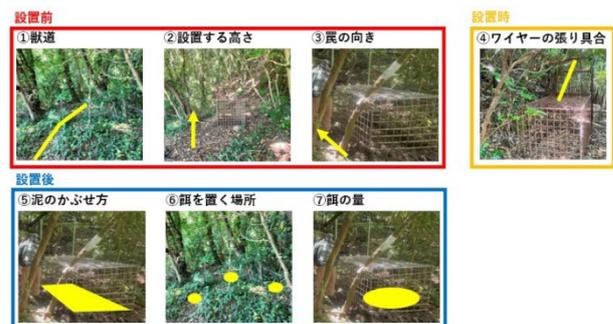


図5 熟練者の着眼点

4.1 実環境を再現した VR 空間の構築

VR 環境を構築するにあたり、本研究では複数の 3D データ化手法について比較検討を行った。具体的には、簡易的な空間記録手法である 360 度画像、一般的に用いられるフォトグラメトリに加え、次世代の 3D 表現技術として注目されている 3D Gaussian Splatting の 3 手法を対象とした。360 度画像は、全方向の風景を 1 枚のパノラマ画像として記録でき、撮影が容易で高品質な視覚情報を得られるという利点がある。一方で、奥行情報を持たないため、視点移動が制限されるという課題がある。フォトグラメトリは、複数枚の画像から空間や物体の形状を 3D モデルとして再構築する手法であり、立体感や奥行を表現でき、空間内の移動も可能である。しかし、撮影や生成に手間と時間を要する点や、質感表現が十分でない点が課題として挙げられる。3D Gaussian Splatting は、点群にガウス分布によるぼかしを適用することで、リアルかつ高速な 3D 描画を可能とする新しいレンダリング手法である。奥行表現や質感表現に優れ、空間内の移動も可能であり、フォトグラメトリと比較して手軽に高品質な空間再現が可能である。以上の比較結果から、本研究ではリアリティと実装の容易さの両立が可能な 3D Gaussian Splatting を採用した。

近年、VRChat や Arrival Space など 3D Gaussian Splatting を用いたフォトリアルな空間を体験可能なメタバースサービスが普及し始めている。その一例として Hyperscape Capture が挙げられる [10]。Hyperscape Capture は、実写的な空間を VR 空間上に再現し、クラウドレンダリングによって表示することが可能である。しかし、現状では複数人が同一空間に同時接続することができないという制約がある。本研究では初心者と経験者が同一空間内で訓練を行うことを想定しているため、3D Gaussian Splatting を用いて複数人が同時に体験できるシステムの構築を独自に行った。

具体的な実装として、まず 360 度カメラを用いて罠設置場所を撮影し、取得した映像データを 1 フレームあたり 14 枚（立方面方向 6+頂点方向 8=14 方向、画角は縦横とも 90° の正方形）の静止画像に分割した。次に、分割した画像を Postshot を用いて 3D Gaussian Splatting データへ変換した。さらに、床面の再現のために RealityScan を用いて画像をメッシュ化した。生成した Gaussian Splatting データおよびメッシュデータを Unity に取り込み、両者の位置関係を調整することで罠設置に適した VR 環境を構築した。これにより、実際の罠設置現場に近い空間条件下での訓練が可能となった (図 6)。

4.2 箱罠設置体験の再現

仮想空間上で使用する箱罠のオブジェクトは、実物の箱罠を撮影した画像を基に AI を用いて 3D モデル化し、Unity に導入した (図 7)。この手法により、形状やサイズ感を実物に近づけることを重視した。操作機能の実現には、Unity

の XR Interaction Toolkit パッケージを用いた。これにより、Meta Quest のコントローラーを用いたオブジェクトの把持、移動、設置といった操作を実装した。ユーザは HMD を装着した状態で、箱罠を地面上に配置し、設置位置や向きを試行錯誤することが可能である。このように、実際の箱罠設置作業を仮想空間内で再現することで、初心者が安全かつ繰り返し設置体験を行える訓練環境を構築した。これにより、設置前段階における箱罠の配置位置や向きに関する空間的理解を促進し、実地に赴く前の判断力向上につながることを期待される。

4.3 着眼点を視覚的に共有するための線描画機能

箱罠設置において熟練者が重視する要素の一つに、獣道の位置や地形のわずかな変化が挙げられる。しかし、これらの着眼点は言葉だけで説明することが難しく、現地での指差しや身振りによる指導に依存しているのが現状である。そこで本研究では、熟練者が仮想空間内で地面上に直接線を描画できる機能を実装し、着眼点を視覚的に共有することを目的とした。線描画機能は、Meta Quest のコントローラー操作により実行され、ユーザが指定した位置に連続した線を生成する (図 8)。描画された線は VR 空間内に保持されるため、初心者は熟練者が示した獣道や注目すべき領域を、視覚的に確認しながら学習することが可能である。これにより、従来は現地でしか行えなかった暗黙知の共有を、仮想空間上で実現した。



図 6 VR ゴーグルごしにシステムを体験する様子



図 7 VR 空間での箱罠設置の様子



図 8 VR 空間での線描画の様子



(a) ユーザ A の視点

(b) ユーザ B の視点



(c) ユーザ C の視点

(d) ユーザ D の視点

図 9 同一 VR 空間を共有している各ユーザの視点

4.4 遠隔からの指導を可能とする共有 VR 空間の構築

本システムでは、初心者（生徒）と熟練者（講師）が同一の VR 空間に同時に参加し、指導を行う利用形態を想定している。このような遠隔指導を実現するためには、複数ユーザ間で VR 空間およびオブジェクトの状態を同期する必要がある。そこで本研究では、リアルタイムなマルチユーザ同期機能を提供するネットワークミドルウェアである Photon を用いた。Photon を利用することで、遠隔地にいる複数のユーザが同一の VR 空間を共有し、箱罟の配置状況や線描画の内容をリアルタイムに同期することが可能となる（図 9）。この機能により、熟練者は現地に赴くことなく、初心者が行う罟設置の様子を確認しながら指導を行える。また、地域的制約や時間的制約を受けやすい鳥獣被害対策の指導において、遠隔対応は有効な手段であると考えられる。本システムは、こうした捕獲技術指導における地域的・時間的制約という課題に対する一つの解決策を提示するものである。

5. 箱罟仮想設置システムの評価

5.1 実験手順

実験では、まず実験参加者に対して事前アンケートへの回答を求めた。その後、現状の講習会で使用されているスライド資料を用いて、箱罟の設置場所に関する説明を行っ

た。説明終了後、理解度を確認するため、スライド説明後アンケートに回答させた。続いて、実験参加者に VR ゴグルを装着させ、操作方法の練習を行った上で、VR 環境内における箱罟設置体験を実施した。体験終了後、VR 設置後アンケートおよび総合アンケートに回答させた。なお、事前アンケートでは実験参加者の属性（年齢・性別）、VR 使用経験、罟設置に関する経験および事前知識、設置に対する自信、ならびに VR 体験時の負担に関わる要因（メガネ使用の有無、目の疲れや乗り物酔いのなりやすさ）について回答させた。

実験には、罟設置経験のない 21~23 歳の 10 名（男性 5 名、女性 5 名）が参加した。VR 使用経験については、「使ってみたことはある（1~2 回）」と回答した者が 5 名、「少し経験がある（3~10 回）」と回答した者が 4 名、「かなり経験がある（11 回以上）」と回答した者が 1 名であった。罟設置に関する事前知識については、「全く知らない」を 1、「非常によく知っている」を 5 とする 5 段階評価において、1 と回答した者が 8 名、2 と回答した者が 2 名であり、実験参加者のほとんどが事前知識を有していなかった。また、罟設置に対する自信についても 1 または 2 と回答した者が大半を占め、4 と回答した者は 1 名のみであった。

5.2 実験結果

本研究では、統計的検定における有意水準を $p < 0.1$ と設定した。これは、本研究が探索的研究として、VR 訓練の効果の有無そのものではなく、効果の傾向を把握することを目的としているためである。

アンケートは 5 段階リッカート尺度を用い、数値が大きいほど高評価を示すものとした。スライド説明後アンケートおよび VR 設置後アンケートでは、共通の評価項目として 5 項目を設定し、各項目の平均値を算出するとともに、t 検定を行った（表 1）。

まず、「箱罟の設置場所についての理解度」は、スライド説明後が 4.2、VR 設置後が 4.1 とほぼ同程度であった。 $p = 0.34 > 0.1$ であり、本研究で設定した有意水準において有意差は認められなかった。同様に、「適切な設置場所を選べる自信」についても、スライド説明後が 3.7、VR 設置後が 3.6 と大きな変化は見られず、 $p = 0.39 > 0.1$ であった。

次に、「設置に必要な情報の充実度」および「設置を検討したい度合い」は、いずれもスライド説明後から VR 設置後にかけて平均値がわずかに上昇したものの、 $p = 0.17 > 0.1$ であり、有意差は認められなかった。

一方で、「学んだ内容の現場での再現性（見込み）」については、スライド説明後の 3.4 から VR 設置後には 4.1 へと大きく向上した。この項目では $p = 0.055$ となり、本研究で設定した有意水準（ $p < 0.1$ ）において有意差が認められた。

続いて、VR 設置後アンケートでは、VR 体験特有の評価

項目を設定し、各項目の平均値を算出した（表 2）。「システムの直感性」は 4.3 と比較的高い評価を示した一方で、「掴む」「置く」「回転する」といった操作の自然さについては 3.2~3.7 と相対的に低い評価であった。また、「VR 環境と現実環境の類似度」は 3.8 と中程度の評価であった。一方で、「環境のリアリティが場所判断に与える効果」および「VR での視覚情報が場所判断に与える効果」はそれぞれ 4.3, 4.0 と高い評価が得られた。

さらに、総合アンケートでは、VR 訓練の実用性および将来的な活用可能性に関する評価を行った（表 3）。「現地訓練の VR による代替可能性」および「VR 訓練による現場訪問回数削減の見込み」はいずれも 4.1, 「VR 訓練による異設置経験回数向上の見込み」は 3.9, 「本システムを定期的な訓練ツールとして利用したい意向の強さ」は 3.8 であった。

加えて、「スライドのみ、VR のみ、または両者併用のうち、どの方法が設置場所の理解に効果的だと思うか」について、その理由とともに自由記述形式で回答させたが、全実験参加者が両者の併用を選択した。自由記述では以下のような回答が得られた。

- スライドで予習して VR で復習しながら実践するのが記憶の定着には効果的だと考えたため
- スライドの説明だけだと具体的にどのような環境なのかわからなかったが、VR を被ることで体感できた
- 情報としてインプットした後、実践を行うのが効果的だった
- スライドと VR でそれぞれ足りない部分を補完しあっていると感じたから
- スライドの文字で内容やコツを理解して、VR で山に赴くことなく気軽に実践できるため

表 1 スライド・VR 共通評価項目

評価項目	スライド後	VR設置後	p値
箱罟の設置場所についての理解度	4.2	4.1	0.34
適切な設置場所を選べる自信	3.7	3.6	0.39
設置に必要な情報の充実度	3.5	3.8	0.17
設置を検討したい度合い	3.6	3.8	0.17
学んだ内容の現場での再現性見込み	3.4	4.1	0.055

表 2 VR 体験特有評価項目

評価項目	評価値
システムの直感性	4.3
掴むインタラクションの自然さ	3.7
置くインタラクションの自然さ	3.2
回転するインタラクションの自然さ	3.6
VR中の酔い・不快感の度合い	4.5
環境のリアリティの、場所判断に対する効果	4.3
VR環境と現実環境の類似度	3.8
VRでの視覚情報（木や地面の様子）の場所判断に対する効果	4.0

表 3 総合評価項目

評価項目	評価値
現地訓練のVRによる代替可能性	4.1
VR訓練による異設置経験回数向上の見込み	3.9
VR訓練による現場訪問回数削減の見込み	4.1
本システムを定期的な訓練ツールとして利用したい意向の強さ	3.8

6. 考察

まず、「箱罟の設置場所についての理解度」の結果から、基礎的な知識理解については、スライドによる説明の時点で既に高い水準に達しており、VR 体験による顕著な変化は確認されなかった。この結果は、設置場所に関する基礎知識については、従来の座学形式によって一定程度習得可能であることを示している。一方で、本実験では VR 環境が 1 種類に限定されていたため、複数の異なる環境を提示した場合には、理解の深化が生じる余地も残されている。

「適切な設置場所を選べる自信」についても、VR 体験前後で大きな差は見られなかった。これは、本実験において体験できた環境が限定的であり、十分な試行錯誤や比較が行えなかったことが一因と考えられる。設置判断に関する自信は、単一の成功体験よりも、多様な状況への対応経験を通じて形成されるものであるため、今後は複数環境での反復的な訓練が必要である。

次に、「設置に必要な情報の充実度」および「設置を検討したい度合い」については、平均値の上昇が確認された。これは、VR 環境を用いることで、スライド資料では把握しにくかった地形の起伏や距離感といった空間情報が補完されたためと解釈できる。ただし、これらの項目では有意差が認められなかったことから、学習効果として明確に示すためには、体験内容や提示情報のさらなる充実が求められる。

「学んだ内容の現場での再現性見込み」において有意な向上が見られた点は、本研究における重要な結果である。この結果は、VR 体験を通じて、知識として理解していた内容が、実際の設置場面を想定した具体的なイメージとして結び付いたことを示している。すなわち、VR 設置訓練は、知識の理解そのものよりも、学習内容を現場でどのように活用するかという観点において効果を発揮したといえる。

VR 設置後アンケートにおける操作性の評価では、システム全体の直感性は高く評価された一方で、「掴む」「置く」「回転する」といった基本的な操作に不自然さが残ることが明らかとなった。これらの操作は訓練体験の円滑さに直結する要素であり、学習効果を高めるためには、今後の改善が不可欠である。

また、「VR 環境と現実環境の類似度」については、実験参加者が実際の設置現場を経験していないことから、判断が難しいとの意見が多く見られた。一方で、「環境のリアリ

ティ」や「視覚情報が場所判断に与える効果」に対する評価は高く、地形の起伏や獣道の見通しといった視覚の手がかりが、設置判断に有効に作用していることが示された。

「スライドとVRどちらの方法が設置場所の理解に効果的だと思うか」という質問の自由記述からは、事前にスライドで知識を整理し、VRで体験的に確認するプロセスが有効であることが示唆された。

以上の結果を踏まえると、箱罟設置は、設置手順に関する知識理解と、地形や周囲環境を踏まえた空間的・環境的判断を同時に要求する作業であるため、座学と体験的学習を組み合わせた学習プロセスが特に有効であると考えられる。VRによる箱罟設置体験は、知識理解そのものよりも、現場での再現性や判断力の向上において効果を発揮しており、VRは座学の代替ではなく、現地訓練を補完または一部代替する手段として有用であることが示唆された。スライドによる説明とVRによる設置訓練を併用することで、従来課題とされてきた実践的な知識および技能を、より効率的に提供できる可能性がある。

7. おわりに

本研究では、イノシシ被害対策における捕獲技術の継承を目的として、初心者を対象とした箱罟仮想設置VR訓練システムを開発し、その学習効果を検証した。システム構築に先立ち、熊本県宇城市戸馳島において熟練捕獲者を対象としたフィールド調査および視線計測を実施し、箱罟設置時の着眼点や判断プロセスを分析した。その結果、設置判断には地形や獣道、周囲環境の把握といった設置前段階の判断が重要であることが明らかとなり、これらの知見を反映したVR訓練環境を構築した。

評価実験では、スライド資料による座学とVRによる仮想設置体験を併用し、アンケート調査を通じて学習効果を検証した。その結果、基礎知識の理解については座学のみでも一定の効果が確認された一方、設置判断や現場での再現性といった実践的側面においては、VR体験を併用することで評価が向上する傾向が見られた。特に、学習内容を実際の現場で再現できる見込みに関する評価が大きく向上しており、VR体験が空間的・環境的判断の体得に寄与していることが示唆された。

箱罟設置は、手順や注意点といった知識だけでなく、地形や環境との関係を踏まえた総合的な判断を必要とする作業である。そのため、実環境を視覚的・空間的に体験できるVRは、座学のみでは補いにくい判断力の育成に有効であり、現地訓練を補完または一部代替する手段として有用であると考えられる。

一方で、本研究で構築したVR環境には、移動範囲や地形条件の多様性が限定的である点など、訓練環境としての課題も残された。今後は、より自由な移動が可能な環境設

計や、多様な地形・被害状況を想定したシナリオの導入が求められる。また、本システムでは複数ユーザが同一のVR空間に参加可能な同期機能を実装しており、今後はこの機能を活用し、熟練捕獲者と初心者が遠隔で同時に参加しながら指導・助言を行う訓練手法の有効性を検証することが課題である。本研究は、箱罟設置における暗黙知をVR上で可視化・共有する可能性を示した点に意義があり、捕獲技術の継承や人材育成を支援する基盤としての発展が期待される。

謝辞 本研究は、KDDI 財団デジタルイノベーション社会実装助成の支援を受けて実施されました。

参考文献

- [1] 農林水産省. ”農作物被害状況”, 2025, https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/hogai_zyoukyou/index.html, (2025-7-13).
- [2] 兵庫県森林動物研究センター「シカ・イノシシの捕獲推進のための技術と体制」ISSN(2025) 1883-8219.
- [3] くまもと☆農家ハンター.” くまもと農家ハンター | いのしし対策, ジビエ活動を農家自身の手で”, 2025, <https://farmer-hunter.com/>, (2025-7-13).
- [4] 幸道裕記, 安彦智史, 小笠原わみ, 仲倉利浩, 大柳広夢「山間で多地点連動型獣害対策デバイスMORIOTの研究開発と運用」, 第85回全国大会講演論文集(2023), pp489-490.
- [5] 中島幸一, 清尾克彦, 北上眞二, 汐月哲夫, 小泉寿男「鳥獣被害対策用監視・防御UAVシステムの開発と評価」, 研究報告コンシューマ・デバイス&システム(CDS) (2015), pp.1-8.
- [6] 斎藤寛, 小平行秀, 富岡洋一「機械学習による野生動物検出システム」会津大学(2022).
- [7] 前川美里「切断面及び切断評価の視覚提示付きマグロ解体学習支援用VRシステム」学位論文, 中央大学(2022).
- [8] 佐藤豪, 神村盛一郎, 石谷圭佑, 遠藤亜紀, 福田潤弥, 金村亮, 庄野仁志, 近藤英司, 東貴弘, 北村嘉章「バーチャルリアリティを用いた内視鏡下鼻副鼻腔手術シミュレーターによる医学教育実習の効果」『日鼻誌62(4)』(2023), pp. 598-604.
- [9] 内村俊二, 澤村修司, 宮本文穂「バーチャルリアリティを活用した橋梁目視点検支援システムの開発」, コンクリート工学年次論文集, Vol. 32, No. 2(2010).
- [10] Mogura VR. ”Meta, MRヘッドセットで現実空間を3Dスキャンする「Hyperscape Capture」ベータ版を提供開始, 2025, <https://www.moguravr.com/hyperscape-capture-beta-release/>, (2025-12-13).