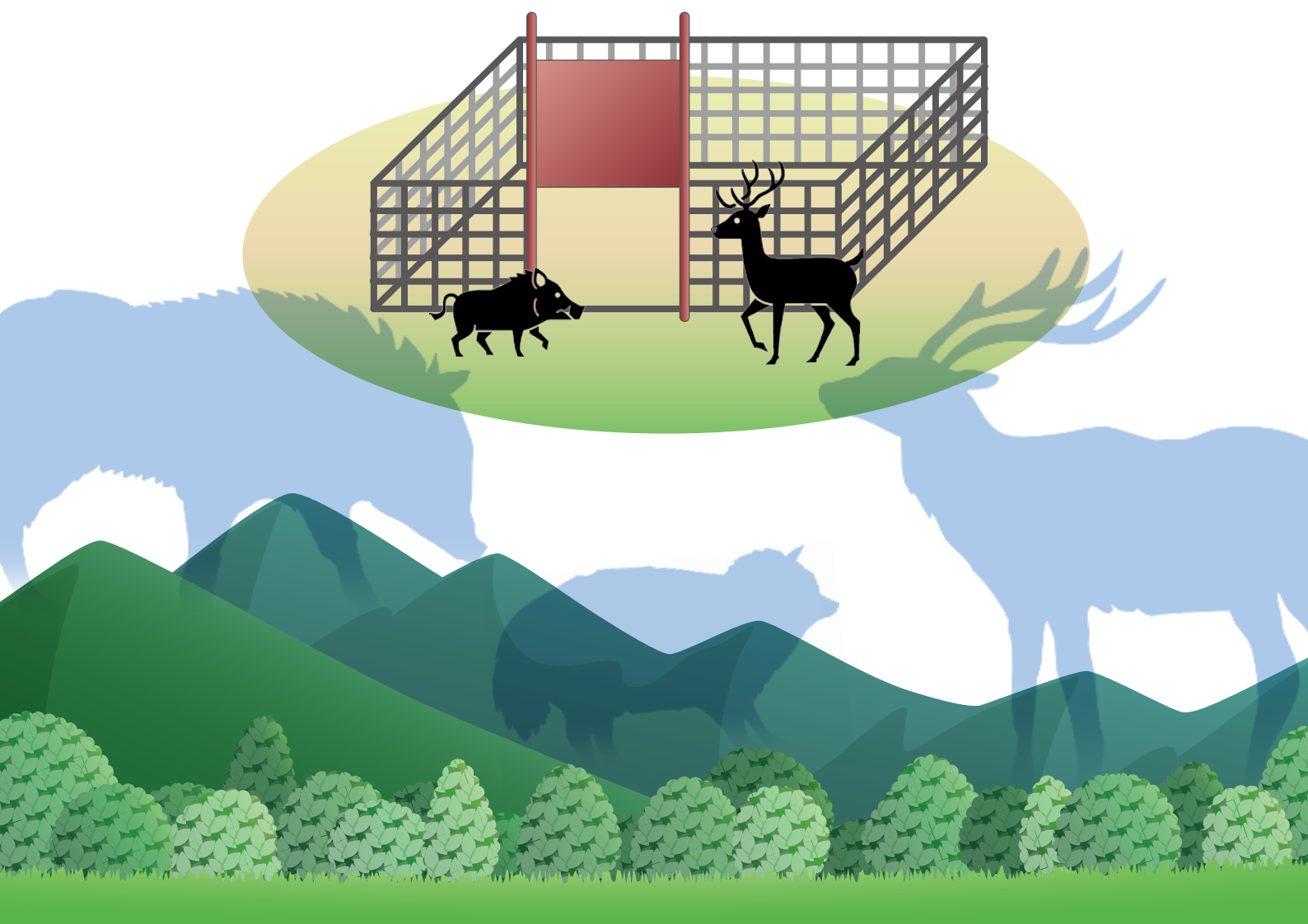


AIやIoTによる、人材育成も可能な スマート獣害対策の技術開発と 多様なモデル地区による地域への 適合性実証研究

研究成果報告集



スマート獣害対策技術の開発と、
地域への適合性実証研究コンソーシアム

目 次

はじめに 研究の内容

●研究・開発の全体像	1
中課題1 AIとIoTによる多様な檻・罠の管理システムの開発	
(1) AIにより餌付けを自動で制御する基礎システムの開発	2
(2) AIを用いた多様な檻・罠の遠隔・自動総合管理機器の実用化	4
(3) AIを用いた大型檻の遠隔・自動総合管理システムの実証と課題抽出	6
中課題2 広域の野生動物管理、地域での被害対策を効率的に進めるためのマクロとミクロの新たな獣害GISシステムの構築	
(1) マクロ、ミクロ双方の可視化と共有が可能なオープンGISシステムの開発	8
(2) 広域管理と被害対策に必要なデータ収集とシステムの課題抽出	10
中課題3 持続的な被害軽減のための次世代型防護柵の技術体系構築	
(1) 通信機能を有するスマート電気柵の開発	12
(2) 劣化したフェンスや金網を機能回復・強化する資材の開発	13
中課題4 持続的な農林業被害リスク「ゼロ」地域育成のための手法・モデルの開発・育成	
(1) 既往捕獲技術のスマート化によるシカの低密度維持手法の開発	15
(2) ローカルベンチャーによる大型檻での捕獲と利活用のビジネスモデル構築	16
(3) 効果的かつ効率的な柵とわな設置・管理技術の開発	17
(4) 営農組合、住民組織等と中核狩猟者による広域での被害軽減と維持のモデル構築	18
●まとめ	20

はじめに

野生動物による農林業被害は、種々の対策の成果が出ている地域もある一方、頭数の増加や分布の拡大により、被害が深刻化、広域化している地域もみられます。農村では高齢化や過疎化により捕獲や獣害対策の担い手も減少し、防御や捕獲を効率的に進められる技術や、政策決定に必要な多様な情報を共有できるシステムが必要とされています。

また、適切な対策を広めるためには、地域の獣害を実際に解決可能であるという社会モデルを育成することが重要と考えられます。

これらの背景を踏まえ、イノベーション創出強化研究推進事業のなかで研究コンソーシアムを形成し、これら課題を解決するための実践的な研究に取り組みました。本報告書はその成果の一端をまとめたものです。多くの関係者の皆様に手にとっていただき、地域の獣害軽減に役立てていただくことを祈念いたします。

研究代表者 兵庫県立大学自然・環境科学研究所

教授 山 端 直 人

研究の内容

1 研究目的

獣害発生地域での人材不足や地域間連携不足を解決するため、GIS、AI、IoTを用い、地域の実情に応じた効果的な対策を進めることが可能な技術開発と実証を行う。

2 研究・開発の内容

①AIとIoTによる多様な檻・罠の管理システム開発

大型檻の遠隔監視・操作やエサ管理を遠隔化・自動化するシステムやくくり罠を遠隔操作するシステム等を開発する。

②広域の野生動物管理、地域での被害対策を効率的に進めるためのマクロとミクロの新たな獣害GISシステムを構築する。

密度や被害状況、被害対策の状況など、広域の情報と、地域や集落などの被害や対策の状況を可視化し、関係者が相互に共有可能なGISシステムを開発する。

③持続的な被害軽減のための次世代型防護柵の技術体系

既往防護柵の劣化や破損を、低コストで補強可能な新型補強資材や、管理を簡素化する通信機能付き電気柵を開発する。

④持続的な農林業被害リスク「ゼロ」地域育成のための手法・モデルの開発・育成

地域の担い手による捕獲と防御の実践モデルや、獣害対策をローカルビジネスに発展させるモデル等を育成する。

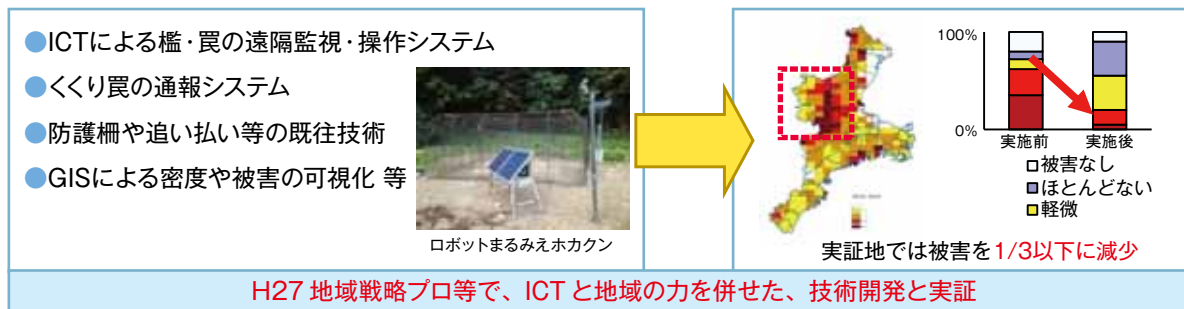
3 達成目標

集約や省力化に繋がる獣害対策技術として、AI、IoTを用いた檻・罠総合管理システム、新世代防護柵、新型GISなどの技術を開発する。並行して、モデル地区で「モデル地区獣害被害ゼロ」を実現する。

4 期待される効果・貢献

成果を商品化や技術サービスとして全国へ展開することで、被害地域の獣害軽減に貢献する。被害防止対策や捕獲技術の選択肢を増やすことで、農林水産省や自治体の獣害対策の政策にも貢献する。

研究・開発の全体像



しかし、全国では更なる課題が

- 餌付け等、檻・罠管理の負担
- 防護柵が全国で劣化
- 広域と地域の戦略不足
- 地域の人材・担い手不足
- シカの高密度化
- 対策の持続性への不安

目的

地域の実情に応じた対策をAI、IoTを用いて初心者でも利用し易く、人材育成にもつなげる技術開発を行う。その技術を広域の4地域で実証評価研究を行い、全国展開に繋げる。



- 技術・サービスを商品化し、企業等が販売・普及
- 全国の人材育成研修棟で参画機関が直接普及
- 技術マニュアルや指針、書籍による普及
- 技術委普及拠点となる社団法人による普及・研修

成果の普及 都道府県行政・普及センター、市町村、被害対策実施隊、認定鳥獣捕獲事業者等

全国の被害 170 億円の軽減に貢献

1-1 AI により餌付けを自動で制御する基礎システムの開発

研究機関名 鳥羽商船高等専門学校

要約

大型檻の管理は餌付け（檻への給餌）が重要であるが、高齢化等により地域の狩猟者や意欲のある管理者が減少する地域では、適切な餌付け作業が困難となっており、捕獲効率低下の要因となっている。

本課題では、檻の遠隔監視・操作、自動捕獲機能に加え、給餌も遠隔操作が可能であり、さらには、AIにより適切な餌付けを自動化することが可能であるため、熟練した捕獲者が不在の地域でも、効果的な檻管理を行い捕獲効率向上を可能とする。

自動給餌機の配置と吐出

- ・遠隔制御可能な給餌機を檻内、檻外に1機ずつ配置
- ・給餌機の給餌出力の調整により、給餌位置を変更する
- ・給餌の強度を3段階設け、3の場合最も遠くへ飛ばすように設定した

給餌機の制御・識別方法

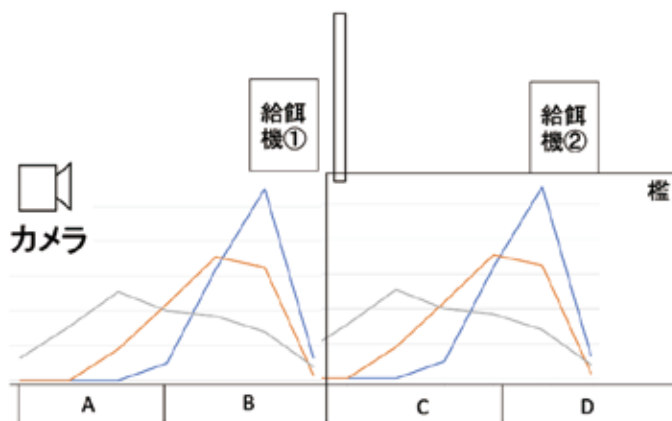
- ・給餌機制御にはマイコン（Jetson nano）を利用
- ・カメラ映像、センサ情報は通信モジュールを利用し、クラウドへ常時アップロード
- ・クラウド上で害獣抽出AIを利用して識別、位置に応じた制御信号を送信



大型檻への給餌機の配置

給餌パターン

- ・給餌上級者の給餌パターンを参考にカメラや接近センサーの情報により接近位置に応じた給餌出力と給餌時間を決定する
- ・位置Aに接近させるために給餌機①のPowerを3、給餌時間を長くする
- ・位置Aで検出されるようになったら位置Bに接近させるように給餌機①の出力を弱くしていく
- ・ゲート付近に近づいてきたら給餌機②の給餌量を多くし檻内への誘導を行う
- ・位置Dまで誘引できれば捕獲実施



給餌機の出力変化による餌の吐出位置

接近位置と給餌パターン

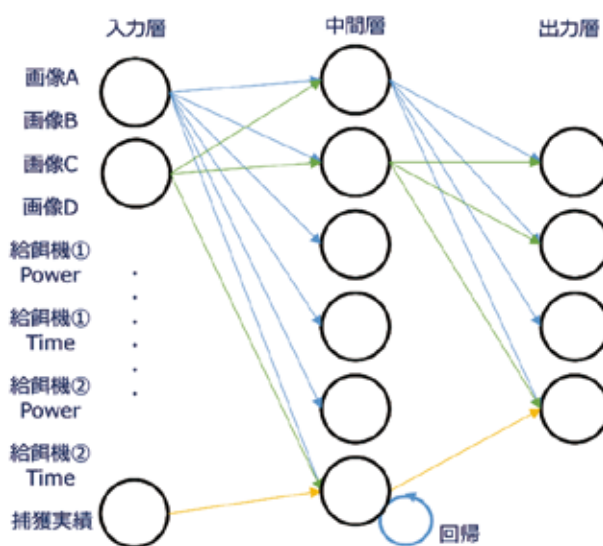
接近位置	給餌機①		給餌機②	
A	Power = 3→2	Time = Long	Power = 3	Time = Short
B	Power = 2→1	Time = Long	Power = 3	Time = Short
C	Power = 1	Time = Short	Power = 3	Time = Long
D	Power = 1	Time = Short	Power = 2→1	Time = Long

害獣の検出

- ・ 鹿を対象としてTensor Flow を利用して識別器を作成
- ・ 右に抽出結果を示す通り高い精度での検出が可能
- ・ なお檻内での検出精度が低いため別途識別器を作成



Tensor Flowによる鹿の検出結果



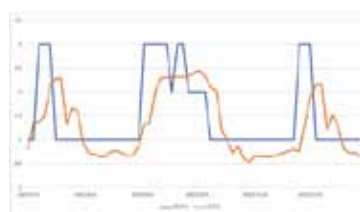
RNNによる給餌機の出力・時間の決定

RNNによる給餌場所と量の決定

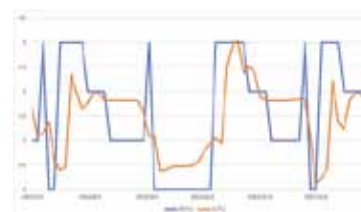
- ・ 給餌上級者の給餌パターンをモデル化しRNN（回帰型ニューラルネットワーク）による給餌場所と給餌量の決定AIを開発
- ・ これらの決定には、その瞬間の画像やセンサ検出のみならず前の給餌や捕獲情報に依存するためRNNを採用
- ・ 検出された鹿の数は、給餌間隔で正規化して比率として表現

給餌場所と量の決定結果

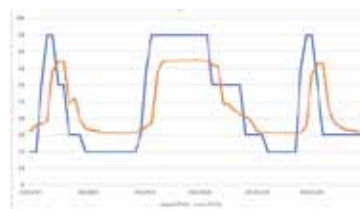
- ・ 害獣検出結果を考慮してRNNを用いて給餌場所と量を決定
- ・ 理想的な給餌パターン（青）とRNNによる決定結果（橙）を比較
- ・ おおよそ上級者の給餌パターンは再現できていることを確認
- ・ 自動での餌やりが実現することで、作業負担の軽減、捕獲率の向上が期待できる



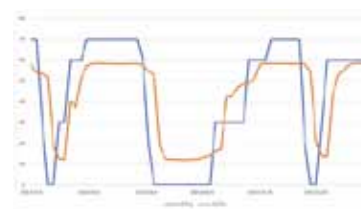
給餌機①Power



給餌機②Power



給餌機①Time



給餌機②Time

まとめ

本研究では、人工知能を活用し「鹿の抽出」と「給餌パターンの決定」を実現した。これにより給餌上級者の給餌パターンを再現できることが明らかになり、大きな負担になっている餌やり作業の軽減になり、捕獲効率のアップにつながると考えられる。

1-2 AIを用いた多様な檻・罠の遠隔・自動総合管理機器の実用化

研究機関名 株式会社アイエスイー

要 約

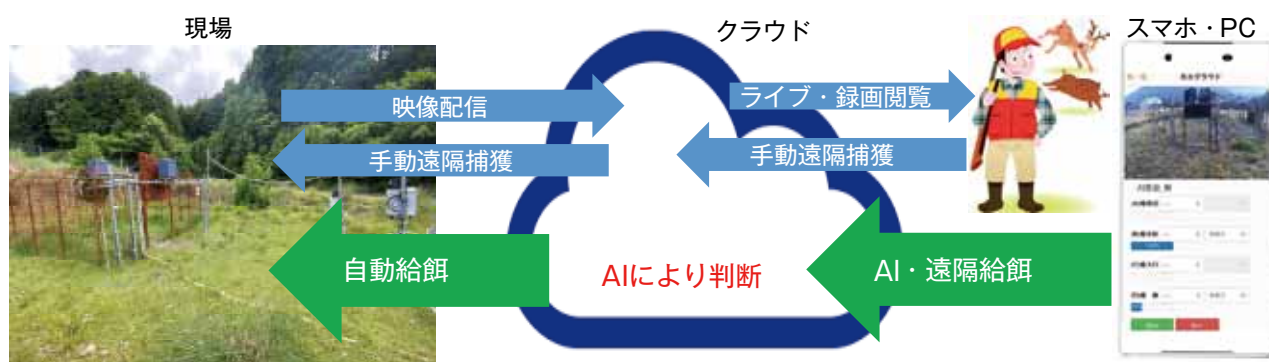
■「まるみえホカクン」によるAI・遠隔給餌機能の研究開発

檻での捕獲で最も労力と技術力が必要である定期的な餌付け作業を、本研究によりアプリで遠隔給餌や、AIによる効率的な自動給餌が可能なシステムを研究開発し、実用化を行った。

■「ほかバト」による、くくり罠のIoT遠隔ストッパーの研究開発

罠免許取得者は増加傾向にあるものの、仕事と罠猟を兼業している場合が多く、捕獲されても仕事の日に対応出来ないため罠を仕掛けられず、稼働率も伸びない。それを解決するために本研究では、捕獲不可能な日は、くくり罠が作動しないようWebアプリから遠隔でストッパーがかかり、捕獲可能な日は、遠隔でストッパーを解除できるシステムを研究開発し、実用化を行った。

「まるみえホカクン AI・遠隔給餌モデル」の研究開発



■研究開発と成果

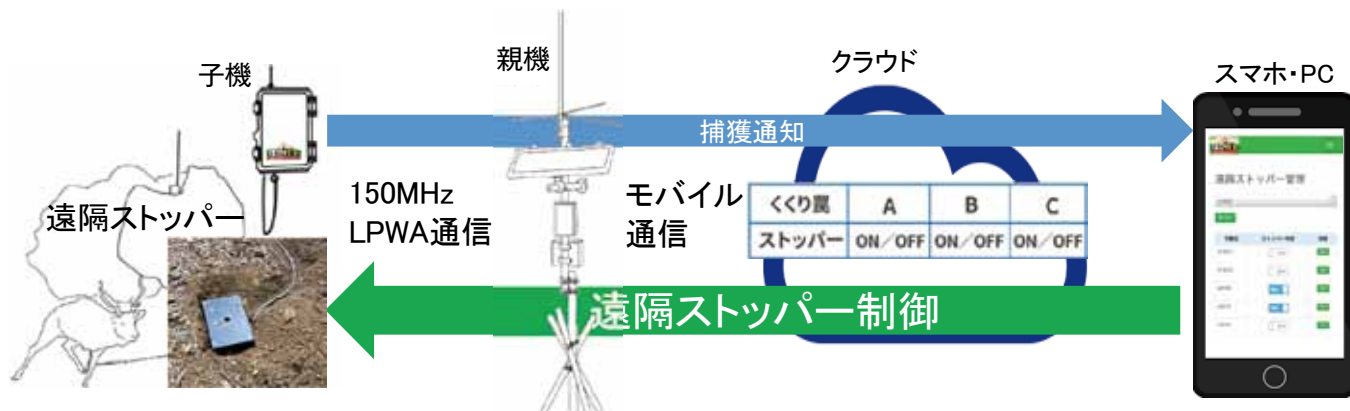
- ・ スマホやPCから遠隔にて給餌できる遠隔給餌と、AIにより獣出没場所に合わせた自動給餌が可能
- ・ 給餌機は最大4台まで連結することが可能
- ・ 餌はヘイペレットや圧ペンとうもろこし等のφ2mm～φ12mmサイズの大きさの給餌が可能
- ・ 餌を撒き散らす飛散と飛散レベルをWebで調整することで、1台の給餌機で目的の場所に給餌可能
- ・ 給餌機の餌残量はセンサーで把握しWebアプリから確認することで、補給タイミングが分かる

「まるみえホカクン AI・遠隔給餌モデル」の機能検証

今までの「まるみえホカクン」の機能は、ほぼ保持した状態で、AI・遠隔給餌が可能なシステムへと進化させることができる。

機能	クラウド まるみえホカクン	ロボット まるみえホカクン	AI・遠隔給餌モデル
ライブ映像	○	○	○
遠隔捕獲	○	○	○
録画映像	○	○	○
チャット	○	○	○
侵入検知通知	○	○	○
自動捕獲	—	○	—
AI・遠隔給餌	—	—	○

「ほかパト」による、くくり罠のIoT遠隔ストッパーの研究開発



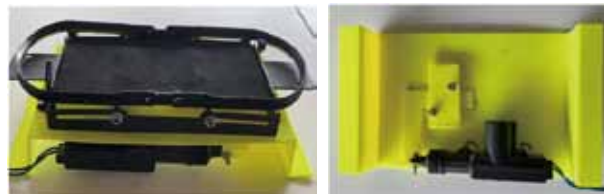
■研究開発と成果

【機能説明】

- ・WebからストッパーのOn/Offを設定すると、クラウド→親機→子機→遠隔ストッパーへと情報が伝達され、くくり罠の作動部のストッパーを動作させる。

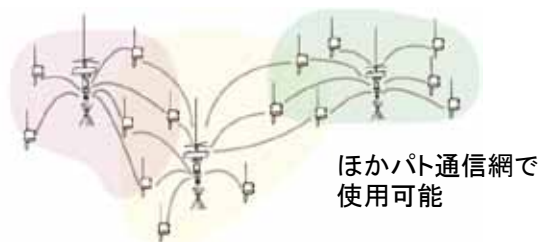
【遠隔ストッパー部】

- ・ストッパー制御はドアロックモーターを使用し、くくり罠の落としフタの2点を支えることでストッパーがかかる仕組みとなっている。極力部品点数を少なくし、シンプルかつ低コスト化が実現した。



【ほかパトとの連動】

- ・150MHz LPWA通信により広範囲で安定した動作ができ、かつ携帯圏外の罠においてもストッパー制御が可能となった。
- ・全国普及している既存のほかパト親機のソフトウェア更新のみで、遠隔ストッパー機能が搭載された子機を使用可能。



【特許申請】

- ・「くくり罠の遠隔制御システム」として特許出願を行った。



普及体制

右図は、まるみえホカクンとほかパトの普及状況です。本研究の成果は新規導入箇所併せて、既存システムの進化によって多くの普及が見込めます。

また、サポート体制も充実しています。

- ①使用・活用マニュアルの整備
- ②商品説明会の開催
- ③オンラインセミナーの開催
- ③現場フォローアップ
- ④ホームページやSNSでの周知



まるみえホカクン普及実績



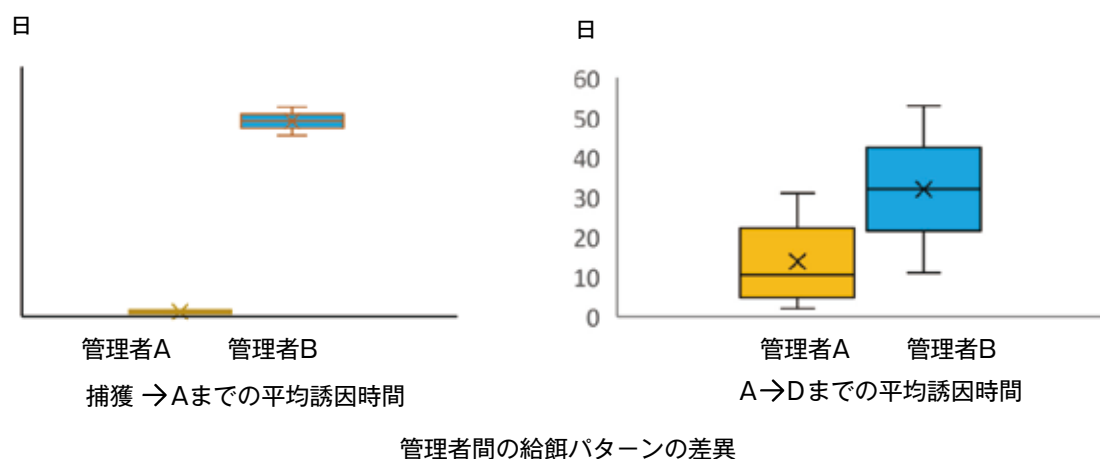
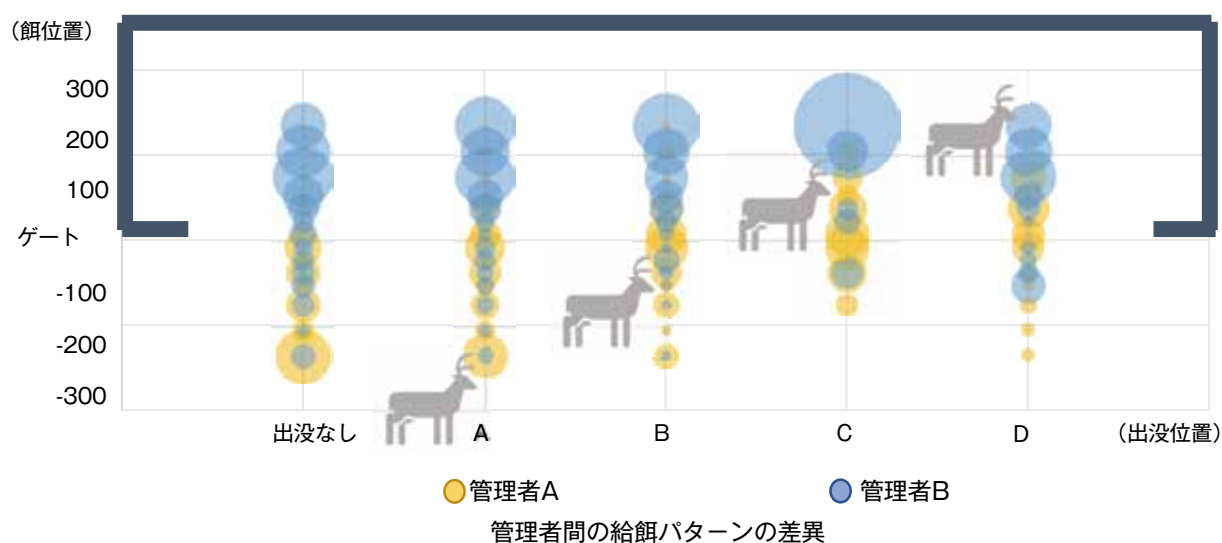
ほかパト普及実績

1-3 AIを用いた大型檻の遠隔・自動総合管理システムの実証と課題抽出

研究機関名 兵庫県立大学

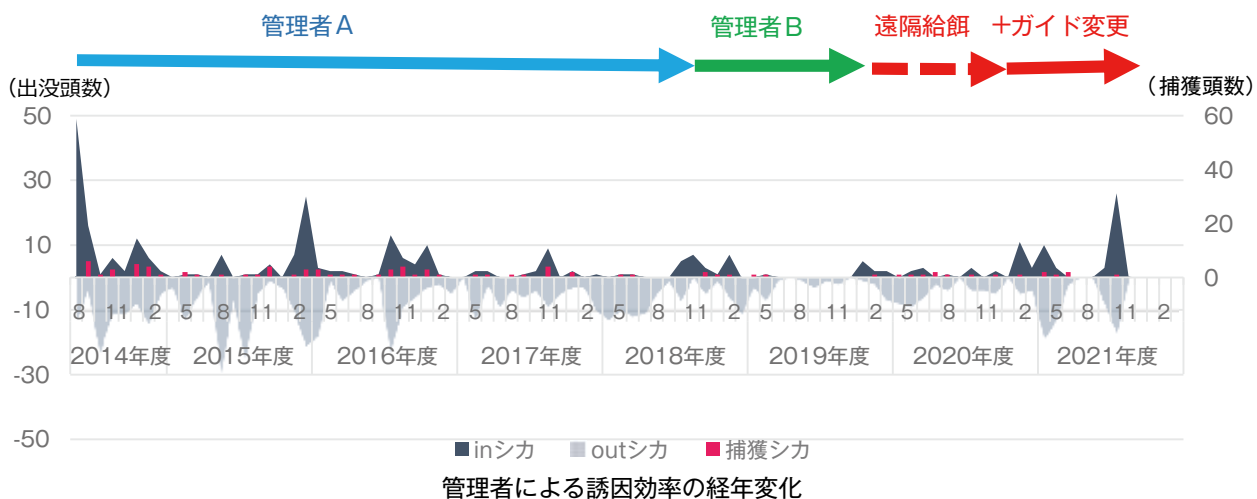
要約

- 管理者により給餌をはじめとする檻管理作業の精度には大きな差があり、それが誘因効率の差に繋がっていることが示唆された。
- 熟練者と同等の給餌を遠隔やAIによる自動で行えるよう、給餌機を開発・改良した。
- その結果、熟練者と同等程度の誘因効率を実現できた。



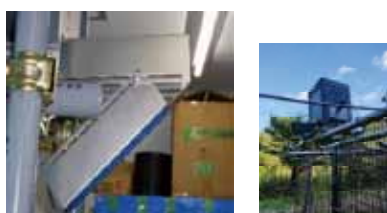
捕獲効率の高い管理者の特徴

- ・管理者Aは対象動物（シカ）の侵入状況に合わせ、給餌位置を適切に変更する給餌ができています
- ・そうでない管理者Bは動物の位置に関わらずエサを檻内部に大量に給餌している

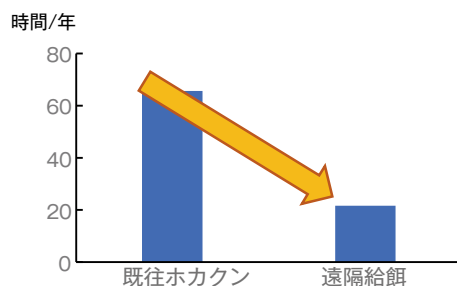


遠隔給餌による誘引効率の維持

- ・ 管理者Bでは誘因効率が低下していたが、遠隔給餌システムにより管理者Aの管理と同等程度まで誘因効率を改善できた
- ・ 開発された遠隔給餌システムにより熟練者と同等程度の誘因が可能となった。



給餌機のガイド形状の改良



遠隔給餌による省力効果

	既往ホカクン		遠隔給餌			
	給餌	移動	給餌		エサ交換	
			給餌	移動	エサ補給	移動
年間回数	96.0	96.0	96.0	0.0	17.0	17.0
作業時間平均 (分/回)	18.0	23.0	5.0	0.0	25.0	23.0
年作業時間 (時間)	28.8	36.8	8.0	0.0	7.1	6.5
合計作業時間	65.6		21.6			

遠隔給餌による給餌作業の省力効果試算

遠隔給餌による管理作業の省力効果

- ・ 遠隔給餌システムにより従来の檻管理に比べ餌付けにかかる作業が大幅に削減でき、管理の省力化が実現できることが示された。
- ・ AI給餌に移行することで管理時間はさらに短縮できると考えられる。

まとめ

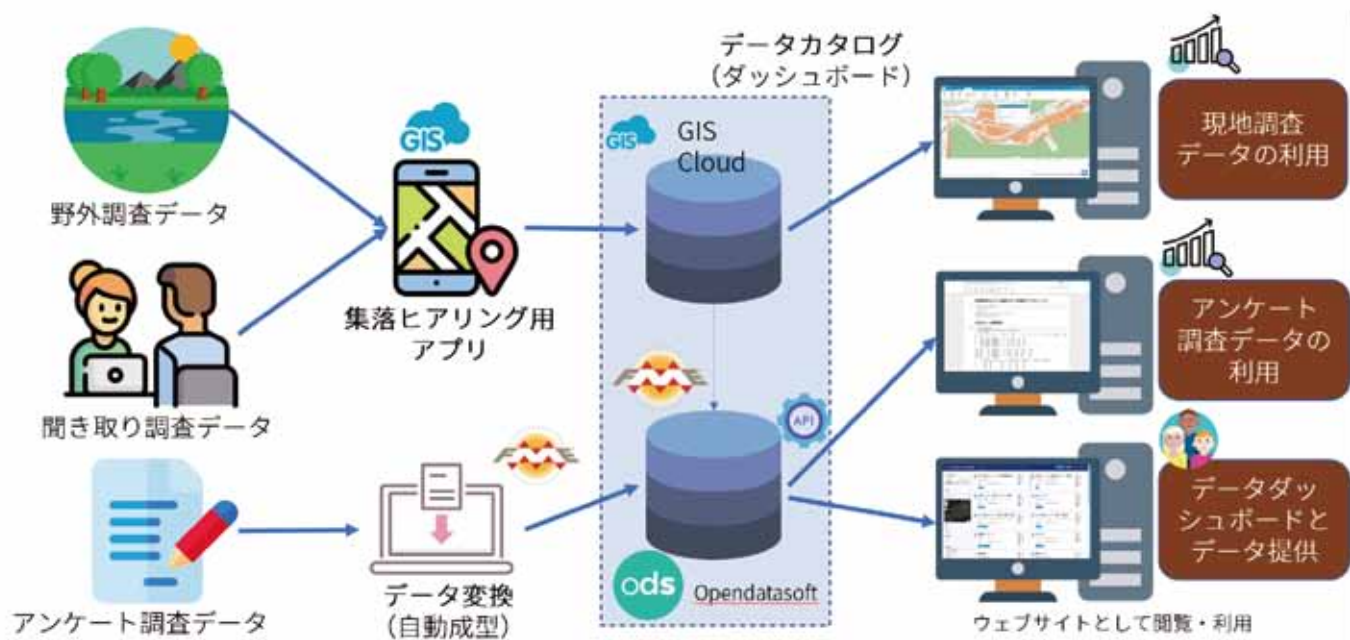
- 管理者により給餌をはじめとする檻管理作業の精度には大きな差があり、それが誘因効率の差にも繋がっていることが示唆された。
- 誘因効率の高い管理者の管理方法を給餌システムに導入できるよう、遠隔給餌システムの改良を行った。
- その結果、熟練者と同等程度の誘因効率を実現できた。
- 開発した遠隔給餌システムで管理作業の省力化が図れることが実証できた。

2-1 マクロ、ミクロ双方の可視化と共有が可能なオープン GIS システムの開発

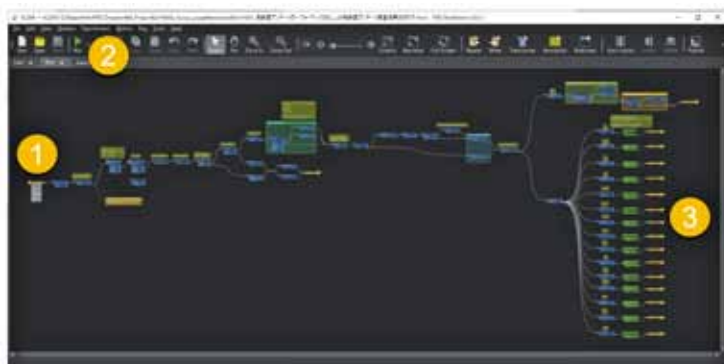
研究機関名 Pacific Spatial Solutions 株式会社

要約

- 本課題ではデータに基づく野生動物管理、地域での被害対策を進めるため、現場でのデータ収集から分析・利用まで、データの流れを整理し、データ活用のためのシステムとして整備した。
- 現場聞き取り調査のアプリケーションは、特別なソフトウェアを必要とせず、インターネット接続があれば農作物被害、対策、生息状況データの入力、確認が可能となる。
- 狩猟データおよび被害アンケート調査（いずれも兵庫県様式）結果は、表記のゆらぎなどを修正し、データベースに自動的に格納することを可能とした。
- 収集したデータを蓄積し、自動的にグラフや地図として視覚化すると同時に、ユーザーが必要に応じてデータを検索し、エクセルファイルとして提供できるシステムを構築した。
- 構築したシステムは、獣害に関するデータの収集、蓄積、活用システムとして完成しているだけでなく、個別のシステムとしても稼働可能であり、柔軟な運用が可能である。



狩猟データ&被害アンケートの自動成型

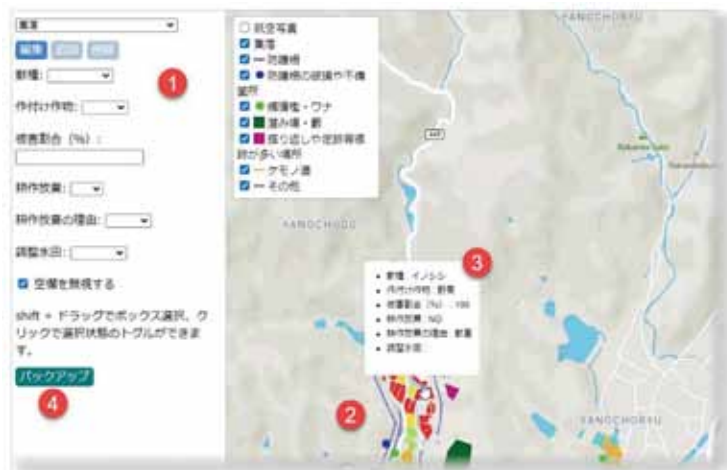


【Safe Software 社の FME* を用いた
データ処理ワークフロー】

1. アンケート調査結果の CSV ファイルを指定
 2. 実行ボタンをクリック
 3. 分析、提出に必要な様式で出力
- ★PCがあれば、誰でも実行可能

※ FME 製品ページ (<https://pacificspatial.com/fme/>)

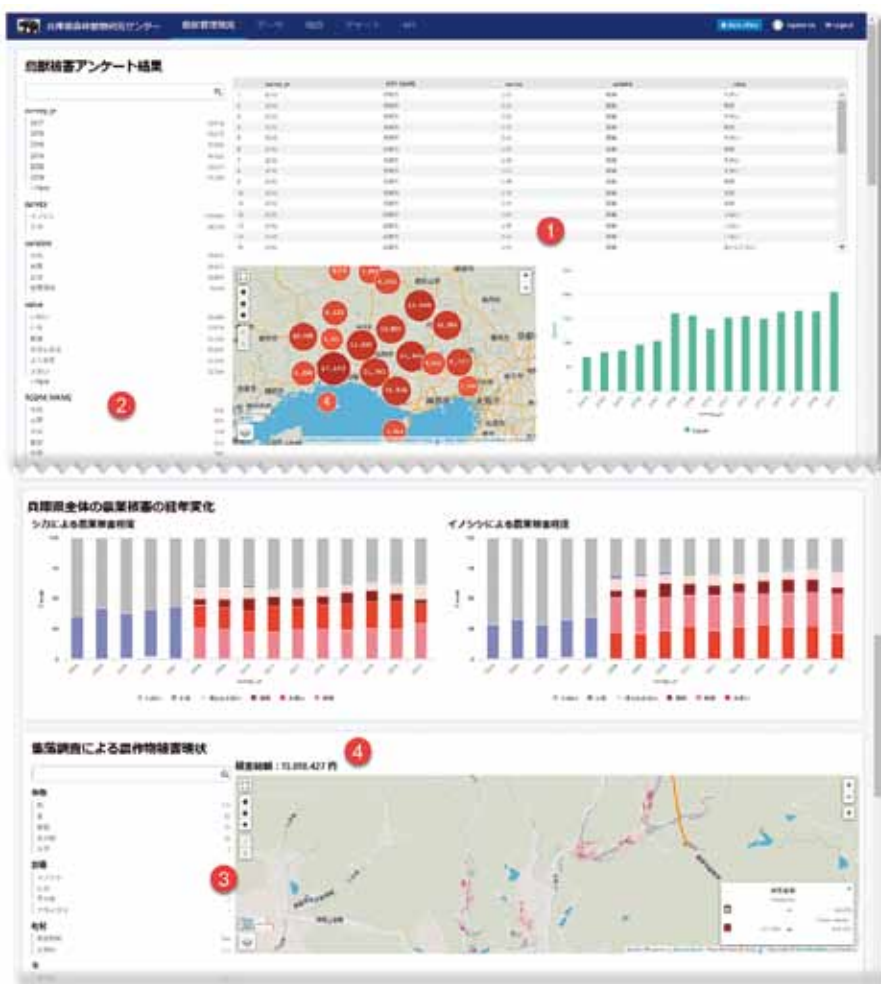
集落ヒアリング用調査アプリケーション



【ブラウザだけで入力・可視化ができる
超軽量アプリ】

1. 入力フォームは任意で設定可能&
属性入力はプルダウンなどで簡単に
例：筆ごとの被害情報、柵設置状況、
農設置状況、痕跡確認状況など
2. 入力内容はその場で地図に反映
3. 地図クリックで入力内容の確認可能
4. 調査時点など任意のタイミングでバックアップ可能（データカタログと接続すれば簡単に過去データへのアクセスも可）

データカタログ（ダッシュボード）



1. 狩猟データ&被害アンケートの自動成型機能と連携することで、自動的に毎年のデータが更新され、地図、グラフに反映
2. 担当者は必要な年度、市町村を選択するだけで、エクセル形式でデータを取得可
3. 集落ヒアリング用調査アプリケーションと連携することで、経年で調査結果を表示
4. 対策費や被害額の総額も自動で計算して表示可能

★電子データがあれば取り込みを自動化し、検索、集計、可視化が可能

※このダッシュボードは
opendatasoft
(<https://pacificspatial.com/opendatasoft/>)をベースに開発

まとめ

有効な鳥獣被害対策と野生鳥獣管理を行うには、研究者や業者だけでなく、現場で営農者と接する行政職員、データを集計し、対策を検討する担当者との連携が不可欠である。本事業で開発したシステムおよびツール群は、データの収集・蓄積・活用を容易にするだけでなく、取り組みに関わる関係者すべてが必要なデータに基づいたコミュニケーションを可能にすることが期待できる。

2-2 広域管理と被害対策に必要なデータ収集とシステムの課題抽出

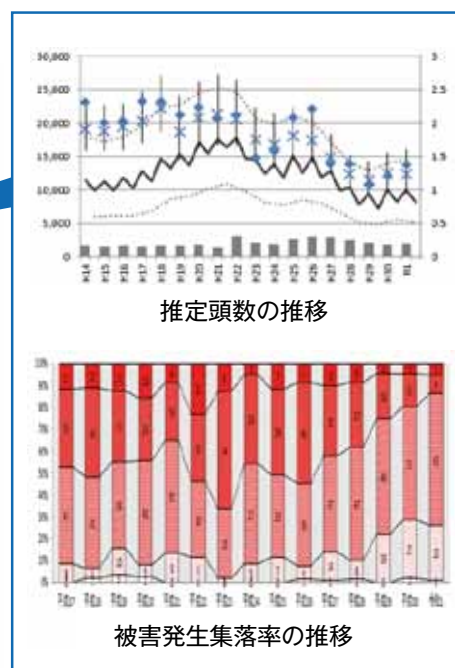
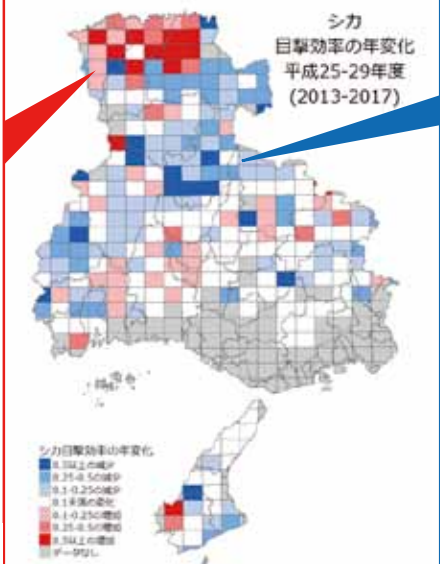
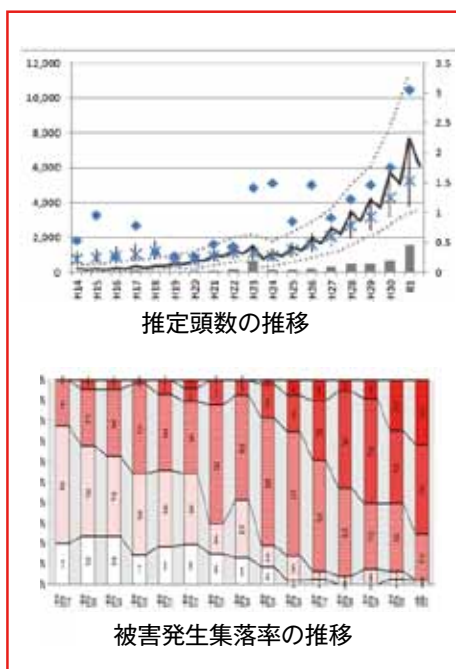
研究機関名 兵庫県立大学

要約

- 出猟報告、集落代表者へのアンケート等から県域の情報を可視化する手法を構築した。
- 集落の実踏調査、インタビューから集落の被害状況等を可視化する手法を構築した。
- 兵庫県では「野生動物管理データ集」や集落支援事業のツールとしてこれらのデータを自治体と共有できる仕組みを構築した。
- これらの情報やデータを2-1で開発するシステムに導入するよう共同でシステムの開発を進めた。

鳥獣害アンケート

出猟カレンダー

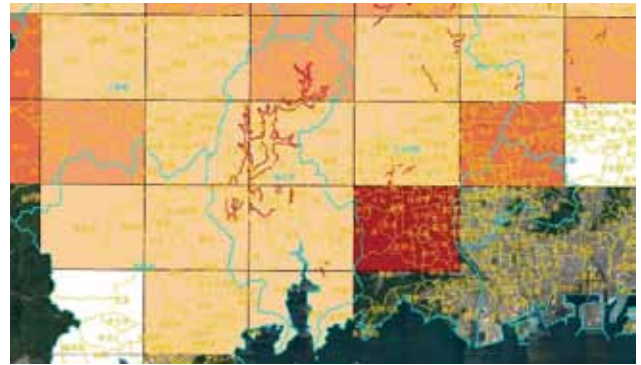


マクロな情報の可視化

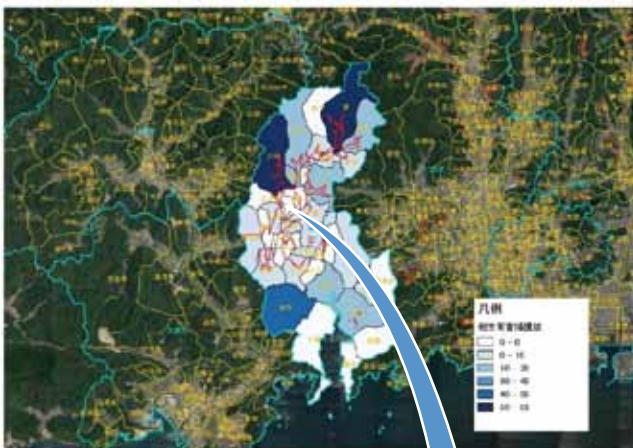
- ・集落の代表者アンケート（鳥獣害アンケート）、出猟カレンダー等の情報により、県域の被害や密度指標等を把握し可視化することが可能
- ・これらの調査項目を2-1で開発するシステムに導入する



集落の被害と防護柵の設置の分布状況



密度の指標（SPUE）と防護柵の設置状況



集落毎の有害捕獲頭数

広域（マクロ）な情報の活用例

- ・ 集落代表者によるアンケートで広域の被害分布を把握する。
- ・ 防護柵の設置ルートを行政資料から可視化する。
- ・ 出猟報告から密度指標（SPUE）を算出し可視化する。
- ・ 有害捕獲データから集落毎の有害捕獲数を可視化する。



被害発生地域に「何が不足しているか」が可視化される。

集落調査（ミクロ）の項目と可視化手法

- ・ 獣害を軽減できる集落を支援するため、被害対策に必要な項目を抽出し可視化の手法を検討した。
- ・ 防護柵の設置ルートと種類、農地単位の被害割合、耕作放棄地、檻・罠の位置と捕獲数、イノシシの掘り返し、ヤブや潜み場等が集落の被害対策を検討するために有用な項目と考えられる。



具体的な被害対策を検討する基礎資料として使用できる。また、対策の効果を可視化し関係者が共有するために使用可能である。



集落調査と可視化

まとめ

- 出猟報告、集落代表者へのアンケート等から県域の情報を可視化する手法を構築した。
- 集落の実踏調査、インタビューから集落の被害状況等を可視化する手法を構築した。
- これらを2-1で開発するシステムに導入するよう共同で開発を進めた。クラウド上で必要な情報を簡便に共有することが可能となる。

3-1 通信機能を有するスマート電気柵の開発

研究機関名 株式会社末松電子製作所

要約

- 電気柵の効果維持のために必要な電圧管理において、遠隔でも電圧値が確認できるIoT 電気柵電圧管理システムを開発した。
- LPWA通信及び既存のWiFi通信を使用することで、通信費のランニングコストが0となる。
- 電気柵の電圧値及びセンサー子機の電池残量のみをグラフ表示するシンプルなクラウドサーバーを構築し無償利用可能とした。
- 本開発品は令和4年度以降に最終製品化、量産を行い販売を開始する予定である。

電気柵の電圧を検知するセンサー部分と、LPWA通信に必要な通信モジュールを一体化し、省電力化を行い、単一乾電池2個使用することで、約500日動作可能な子機を開発した。

LPWAはprivate-LoRaを採用し見通し数kmの通信が可能で、1台の親機（GW）に対し数十台の子機（センサー）を管理することが可能。

親機（GW）においては、子機が検知した電圧データを、WiFiを通じてクラウドサーバーへ送るが、既存WiFiを活用することで通信費（ランニングコスト）がかからないシステムを実現した。

親機
(GW)



- ・小型化
- ・省電力化
- ・WiFi通信搭載

子機
(センサー)



- ・センサーと通信部分を一体化
- ・省電力化
- ・乾電池動作化

<試作品>



<プロトタイプ>



クラウドサーバーは管理する子機毎に電気柵電圧値及び子機の電源（単一乾電池）電圧値の数値をグラフで確認可能で、パソコンやスマートフォンにて確認ができる。

管理する子機毎に正常/異常の電圧しきい値を設定が可能で、異常の場合は赤色表示で警告を出すことが可能。

クラウドサーバーは電気柵電圧値及び子機電源（単一乾電池）電圧値のみを表示するシンプルな構成とすることで、無償で利用可能なクラウドシステムとした。

本開発品の電圧管理システムは、電気柵の新規/既存柵及び、メーカーの違いにも関係なく導入が可能で、親機（GW）を既存WiFiに接続すること、及びシンプルなクラウドサーバーを使用することで、通信費及びシステム使用料など、ランニングコストがかからないシステムとして運用が可能となっている。



まとめ

電気柵は漏電による電圧低下や電源装置の故障などが起こるたびに、有効な電圧維持のための管理が必要であるが、本開発品の導入により、電気柵の電圧値を遠隔で監視が可能で、効率的な電気柵の管理が可能となる。

3-2 劣化したフェンスや金網を機能回復・強化する資材の開発

研究機関名 株式会社末松電子製作所、三重県

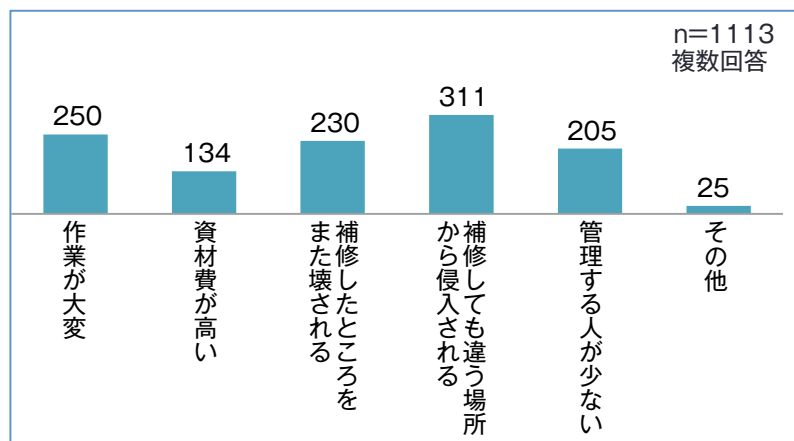
要約

- 本課題では、イノシシによるワイヤーメッシュ柵下部の破壊や、その箇所からの獣の侵入を防ぐため、既存のワイヤーメッシュ柵に簡単に取り付けられる電気柵用ガイシの開発を行った。
- ワイヤーメッシュには、縦/横の鉄線溶接により、表/裏が存在するが、どちらにおいても同じ製品で取り付け可能で、取り付けも容易であり、一般的な電気柵と比べて設置所要時間を約2割削減できる。
- 追加の金具を使用することで、電気柵用の出入口口資材（ゲート）も取り付け可能である。
- 本開発品は既存製品に比べても安価な製品として商品化し、令和3年度に試験販売開始に至っている。

ワイヤーメッシュ柵は獣害対策資材として全国に相当数が導入されているが、管理や補修などが不十分で、効果を発揮できていない柵も多い。

特に問題となるのが、イノシシによる柵下部の損傷であり、補修しても強度が不十分であれば同じ場所を壊され、強度が十分であっても部分的な対策であれば違う場所を壊される。また、十分な強度を持つ資材を長距離設置する場合は高コストとなる。

そこで、下部からの侵入や損傷を抑制するため、既存ワイヤーメッシュ柵に簡単に且つ安価に電気柵が取り付けることが可能な資材を開発した。



柵維持管理に関する問題点 引用：三重県集落代表者アンケート



イノシシによる柵下部の損傷



ワイヤーメッシュ柵は、縦線及び横線の鉄線の交差部分を溶接した、格子状の柵であるが、その向きにより表と裏が存在する。

どちらの向きでもガイシが問題なく取り付けられる構造とし、非常に簡単に取り付け/固定ができる。



電気柵用電線を固定するガイシ部においては電線のゆるみや引っ張りなどでは簡単に外れない構造となっており、緊張具等で電線を緊張させた上での支持が可能である。

出入口が必要な場合は、市販の電気柵用フックを取り付けることで、電気柵用出入口口資材が取り付け可能となっている。

本開発品の金具部分はワイヤーメッシュの線径（3.2mm～6.0mm）に関わらず取り付け可能で、試作を重ね最終形を決定した。

電線を固定するガイシ部では3Dプリンターにて試作を重ね、取り付けやすく外れにくい構造を実現した。

製品化においては、金型を起こし、素材を検討し、安価な価格設定とした。

既存商品の中で、同等機能を有するものと比較しても、シンプルかつ機能的で安価に製品化ができた。

既存ワイヤーメッシュ柵に追加で取り付けすることで安価に機能向上が図れる資材となっている。



本開発品 「メッシュガイシ」
メッシュガイシ100（長さ10cm） 143円（税込）
メッシュガイシ200（長さ20cm） 165円（税込）



末松電子製作所製 「フェンスガイシ」
同等機能一式 264円（税込）
フェンスガイシ6型 1個
FRPポール30cm 1本
フック14mm 1個

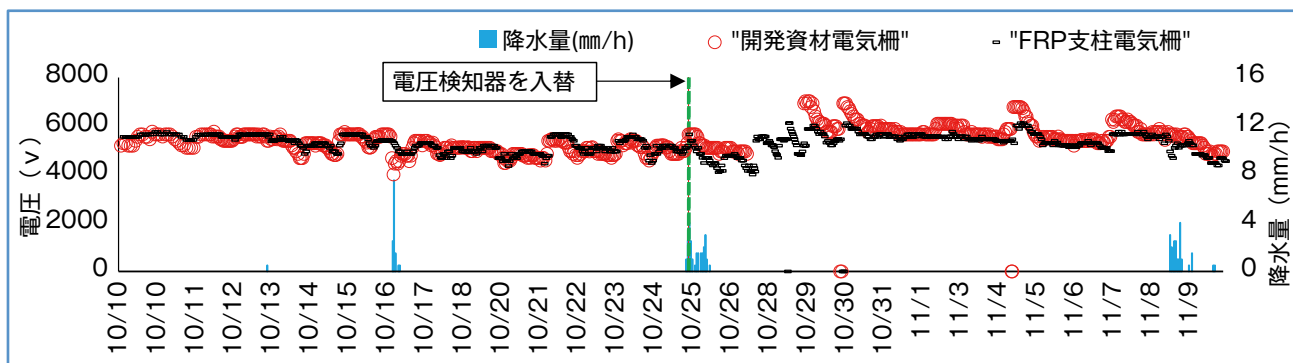
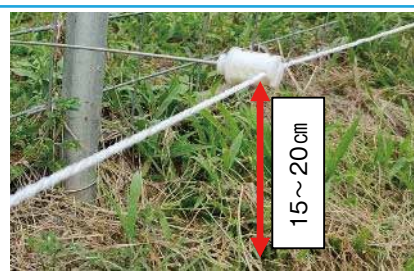
電気柵用電気線100m（ゲート2ヶ所含む）設置時の所要時間		
	開発資材	一般的な電気柵資材
設置所要時間	23分	30分
資材	開発資材：31個 FRP支柱用フック：4個 ゲートハンドル：2個	FRP支柱：30本 FRP支柱用フック：30個 ゲートハンドル：2個

ワイヤーメッシュ柵前への電気柵用電気線設置について、開発資材は、一般的な電気柵資材と比べて設置時間を2割程度軽減できる。

開発資材のワイヤーメッシュへの取り付けは約3秒/個、FRP支柱の打ち込み+FRP用フックの取り付けは約9秒/箇所、電気線の取り付け所要時間はほぼ同等だった。

電気線が地面から15～20cmの高さになるようワイヤーメッシュに取り付ける。傾斜面の場合、電気線の位置が高くないよう特に注意する。

電気線を支持するための支柱が不要であるため、電気線下は草刈り機による刈り払いが容易にできる。



開発資材を用いた電気柵の電圧は、一般的な電気柵資材（FRP支柱+FRP用フック）を用いた電気柵と同等だった。10/16の降雨時に1～1.5kv程度の電圧低下が見られたが、電圧検知器を一般的な電気柵で使用していたものと入れ替えた以降は、降雨時も大きな電圧低下は認められなくなったため、電圧検知器の個体差によるものと考えられる。

なお、開発資材を用いて電気柵を設置した試験地（水田）において、自動撮影カメラ2台、1/4～11/6の期間の撮影でニホンジカ131頭、イノシシ1頭が撮影され、農地側での撮影及び侵入痕跡はなかった。

まとめ

本開発資を使用することで、ワイヤーメッシュ柵下部に電気柵を設置することができ、これにより、イノシシによるワイヤーメッシュ柵下部の破壊や、その箇所からの獣の侵入を防ぐことが期待できる。また、低コスト且つ低労力で設置可能なため、長距離を機能強化するのに適している。

4-1 既往捕獲技術のスマート化によるシカの低密度維持手法

研究機関名 (国研) 森林機構 森林総合研究所

要約

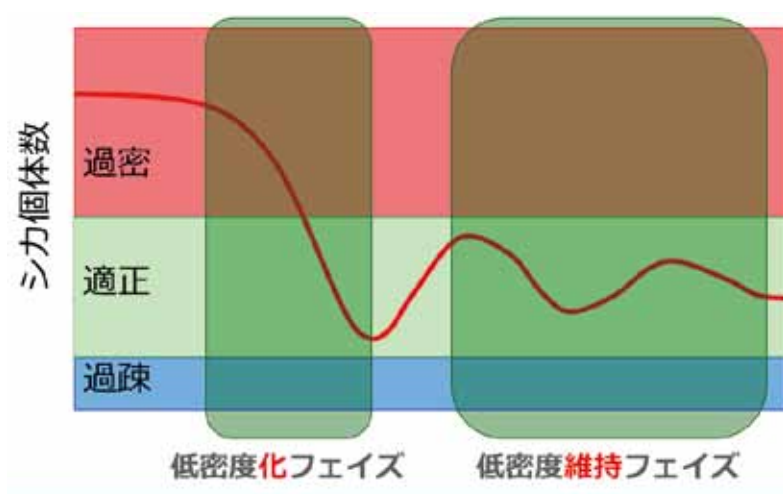
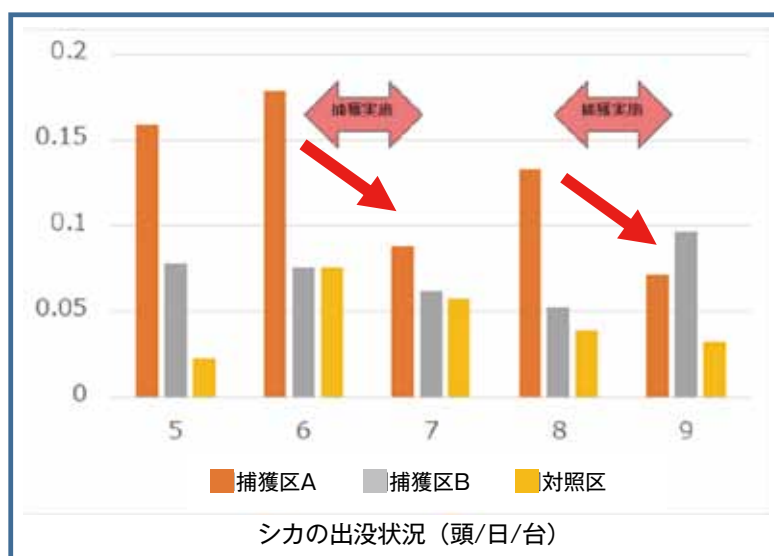
- 既往のシカ捕獲技術に遠隔通知システムを組み込むことで作業を省力化することができた。これにより、林業事業体が森林管理作業の一環として継続的にシカの個体数管理を実施できる体制を構築することができた。
- 再造林地周辺で捕獲を実施することでシカの推定生息密度が減少したことから、苗木に対する被害の軽減に役立つと考えられた。

捕獲前後のシカ推定生息密度* (頭/㎢)

	捕獲前 5月	捕獲後 11月
捕獲区A	31.9	0.0
捕獲区B	28.3	7.1
対 照 区	10.6	10.6

*糞塊除去法による推定結果

- ・ 足くくりワナによる捕獲を実施
- ・ 約2カ月間の実施期間中に両捕獲区とも3頭ずつ捕獲



フェイズによって捕獲努力量が異なるため、低密度化フェイズでは専門的捕獲従事者による集中的な捕獲を実施し、低密度維持フェイズでの持続的な捕獲を林業事業体で担うのが望ましいと考えられる。地域毎に、フェイズに合わせた連携体制の構築が必要である。

まとめ

- 遠隔通知システムの利用により、森林管理作業の一環として林業事業体が主体となり捕獲を実施する体制を構築することができた。
- 苗木への被害が頻発する再造林地周辺を中心に捕獲を実施した結果、少ない捕獲頭数でもシカの出没状況が減少したことから、被害軽減に効果があると考えられた。

4-2 ローカルベンチャーによる大型檻での捕獲と利活用のビジネスモデル構築

研究機関名 エーゼロ株式会社

要約

- 従来から、一次産業であるジビエ事業単体では、収益を上げにくいという課題があった。
- そこで、獣害対策用に開発された大型檻ホカクンを活用し、ツーリズムを試みた。
- 結果、ツアー体験者にも好評で、大幅な収益アップにもつながった。また、丁寧に説明する事で、当初懸念された、一側面だけを切り取った「残酷だ!」などの批判も見られない事がわかった。
- 今後、企業向けのツアー、家族向けオンラインツアーなどで、ホカクンを見せ、地域の課題とともに体験をしていただく予定である。

開発したツアー概要（日帰りコース）



1) 下草が鹿に食べられて、更新ができていないブナ、ミズナラを主体とした原生林をトレッキング



4) 実際に止め刺しも見てもらったが、冷やかしたりする人は見られなかった。



2) 下草が鹿に食べられ、林床が不嗜好性植物であるミツマタ、マツカゼソウばかりになった人工林（スギ、ヒノキ）を案内



5) 解体を体験



3) これらの課題解決のために開発されたホカクンで、狩猟場面を体験



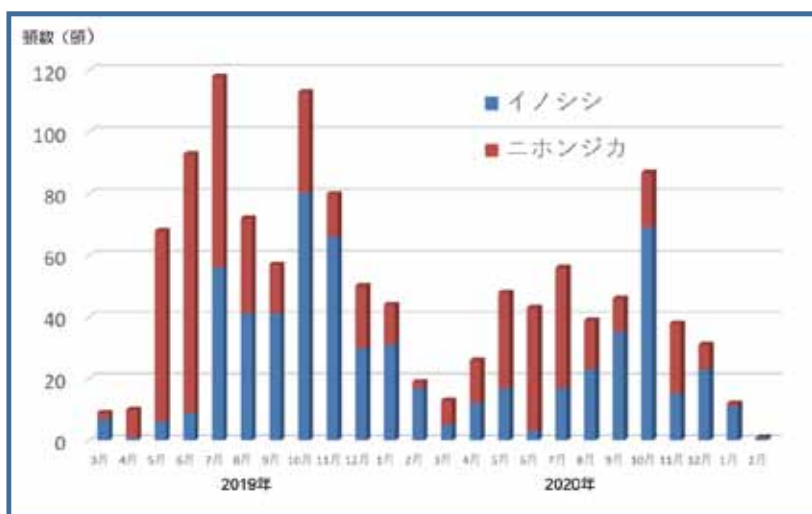
6) ジビエBBQを体験。森の生態系の一部になるイメージで。(写真は、お客様の目を引くように開発したマンガ肉)

4-3 効果的かつ効率的な柵とわな設置・管理技術の開発

研究機関名 農研機構（畜産研）

要約

- 適切に設置された防護柵の効果は維持管理等により効果が継続する
- 小規模な捕獲や単発的な捕獲だけでは出沒状況等に変化をもたらすことは困難
- そのため、柵と連動した捕獲や集中的な捕獲の実施が必要
- 経年に伴い、柵設置時とはことなる動物種が出沒する場合があります、柵の機能向上などの 対応が求められる



柵設置後の月別のイノシシ、ニホンジカの出沒状況

柵の設置の効果により周辺でのイノシシ、シカの出沒に現状傾向が確認された。

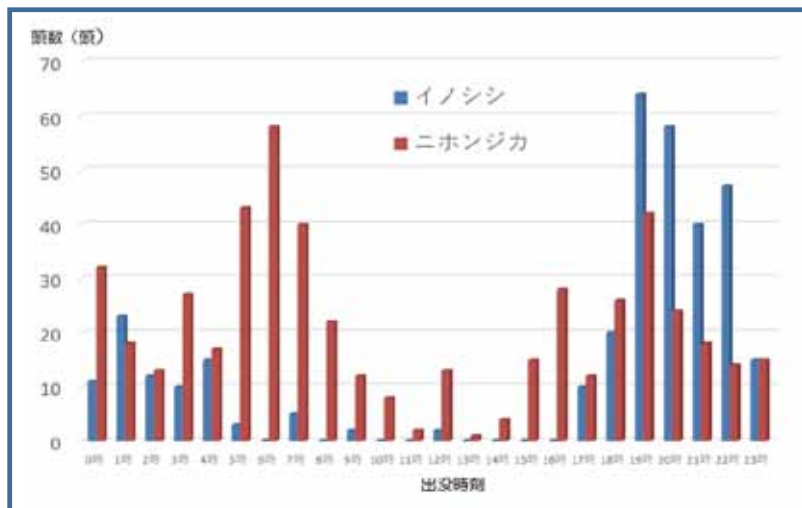
また、種によっては出沒時期が異なるため、捕獲時期を県とする必要がある。

ただし、季節変動や年変動の影響を受ける可能性がある。

イノシシ、ニホンジカの時間別の出沒状況

柵の設置と維持管理などの人の活動により、ある程度、柵周辺での警戒心が維持されている可能性が示唆された。

また、両種とも薄明薄暮の頃に出沒することが多く、柵周辺ではわなによる捕獲が有効と考えられる。



まとめ

研究開発成果による効果

柵の継続的な管理を実施し、連動して周辺でわな捕獲を行うことで、効果的かつ効率的にイノシシやシカの被害軽減を図ることが見込まれる。

なお、本研究は対馬市、長崎県対馬振興局、長崎県農山村対策課の協力のもと、長崎県農林技術開発センターが収集したデータの再分析等と現地踏査により実施しています

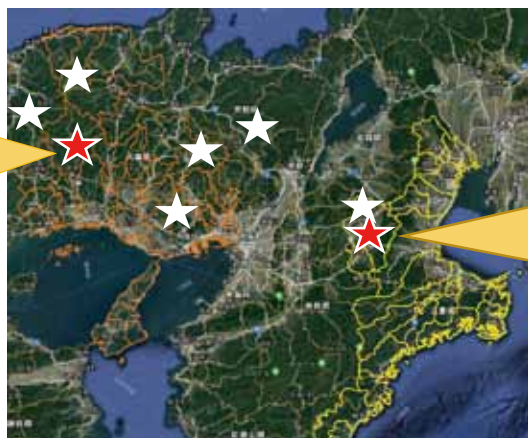
4-4 営農組合、住民組織等と中核狩猟者による広域での被害軽減と維持のモデル構築

研究機関名 兵庫県立大学

要約

- 兵庫県、三重県、京都府で、種々の管理モデルとなる集落を育成した。
- 高密度地域での住民主体管理モデル集落では加害個体捕獲が進み被害も改善した。
- 住民の獣害対策への意識も改善した。
- 学校区での広域管理モデルの地域では数年にわたり被害を抑えることに成功した。

高密度集落での
「住民」による捕獲
体制構築モデル



住民、狩猟者連携
による小学校区で
の広域管理モデル

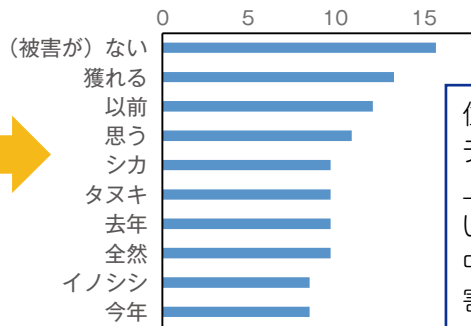
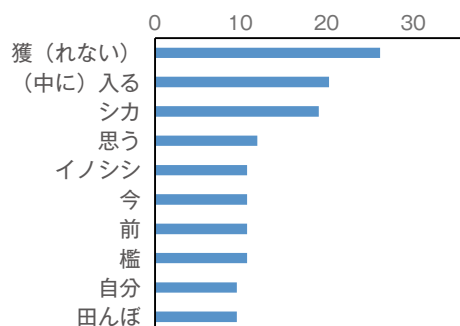
三重県と兵庫県に様々なタイプの
の実証地を設定

高密度地域での「住民」による捕獲体制構築モデル



実証集落の被害農地の状況（左 H30年 右 R2年）

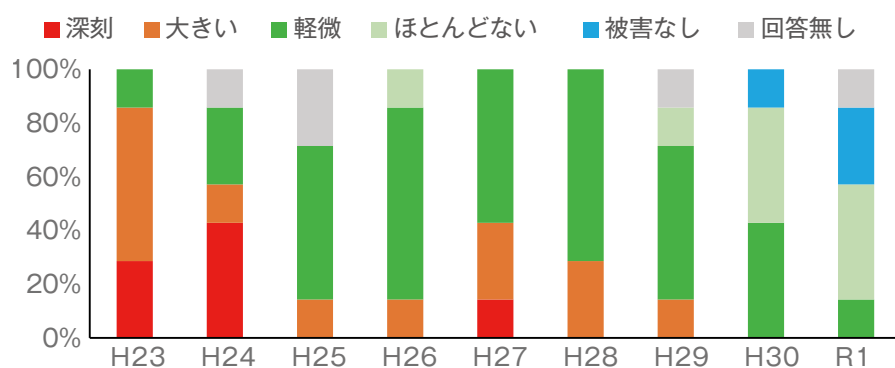
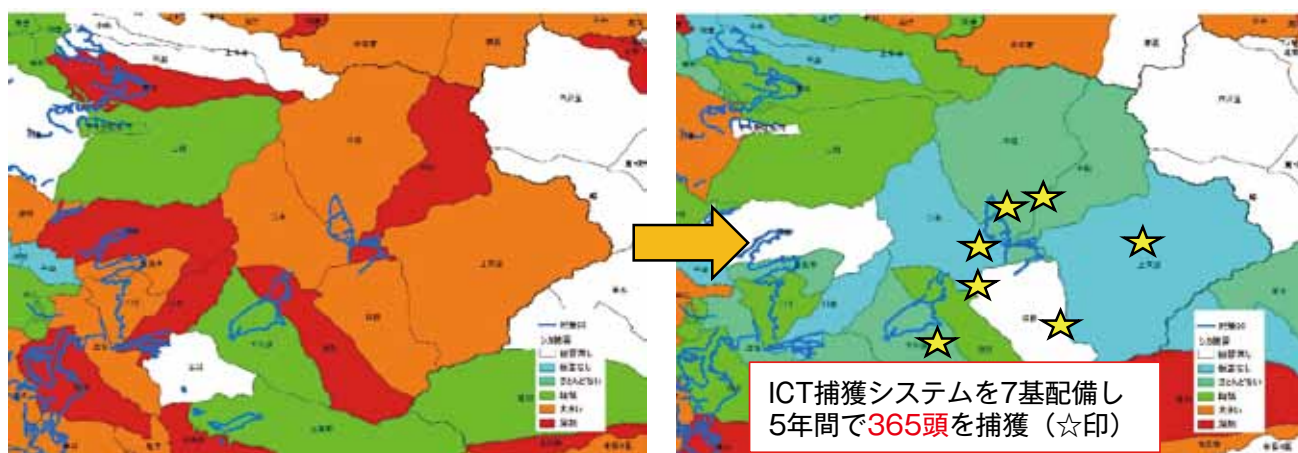
ICT 捕獲システムを集落
住民で管理。防護柵と併
用して加害個体の捕獲を
進めたことで、被害はほ
ぼ解消した



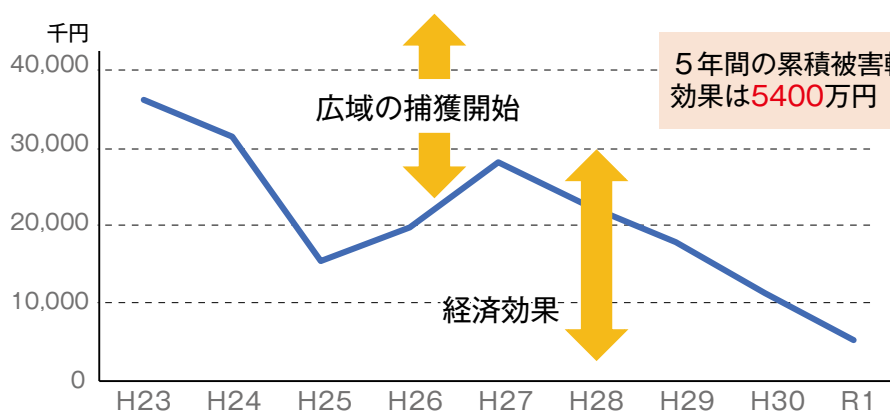
住民へのインタビューでの頻出語の変化（左 H30年 右 R2年）

住民へのインタビューの
テキストマイニングでは
上位の頻出語が「獲れな
い」「（動物が防護柵の）
中に入っている」から「被
害がない」「獲れる」と、
変化した

住民、狩猟者連携による小学校区での広域管理モデル



広域での捕獲を開始したH26年からR2の6年間で7基のICT捕獲システムにより365頭のシカを捕獲。実証地区では被害が「深刻」「大きい」という集落が減り「軽微」「ほとんどない」の集落が増加した。



実証地域の被害（シカ）発生集落の比率と推移（上段）
金額換算による被害金額の推移（下段）

5年間のコスト^{注1}は2190万円

実証集落（7集落）の累積被害軽減効果^{注2}は5400万円となった。ICT捕獲システムを導入し運営するコストが2190万円であり、高い費用対効果が確認できた。

注1：ICT捕獲システム7基、管理者の人件費、通信料、エサ代で算出
注2：山端(2017)の金額換算を使用

まとめ

ICT捕獲システムの住民主体の管理が進んだ集落では、防護柵と併せた加害個体捕獲が進むことで被害が大幅に減少し、管理に携わる住民の被害や捕獲技術に関する意識も向上した。広域管理を長期で継続した地域では小学校区全域のシカ被害が軽減した。適切な使用により被害が軽減することで、ICT捕獲システムを広域に導入する経済的な効果があることが実証できた。

まとめ：研究の成果

スマート獣害対策技術の開発と、
地域への適合性実証研究コンソーシアム

3年間の研究により、全国に普及可能な獣害対策のための商品や技術サービスが複数完成した。
また、それらの技術を使用した社会実験の結果、捕獲数の向上や被害の軽減などの成果を出すことができた。
これらの地域は他地域への導入モデルとなる。

研究成果の商品化

- ・ まるみえホカクンAI・遠隔給餌モデル
- ・ くくり罠のIoT遠隔ストッパー
- ・ マクロ、ミクロ双方の可視化と共有が可能なオープンGISシステム
（仮称）獣害ステーション
- ・ 通信機能を有するスマート電気柵
- ・ メッシュガイシ



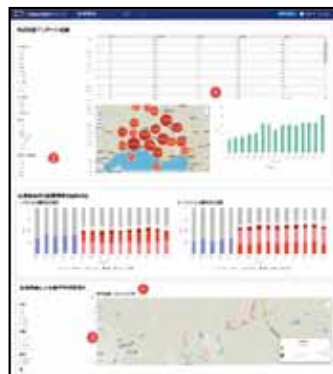
まるみえホカクンAI・遠隔給餌モデル



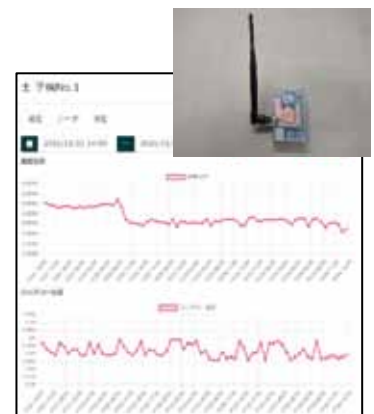
くくり罠のIoT
遠隔ストッパー

開発された技術の実証による成果

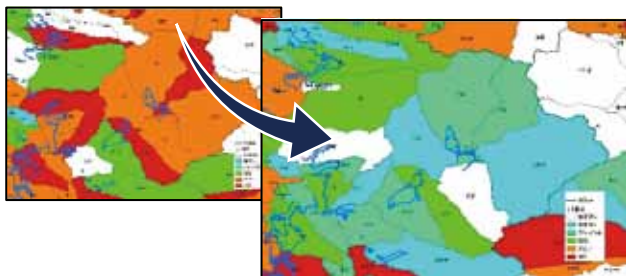
- ・ ICT捕獲システムによるオンラインツアーなどのビジネスモデル
- ・ ICT捕獲システムと防護柵の併用による被害ゼロ集落
- ・ 広域での導入による被害軽減地域



マクロ、ミクロ双方の可視化
と共有が可能なオープン GIS
システム
（仮称）獣害ステーション



通信機能を有するスマート
電気柵



長期での被害軽減を実現



オンライン捕獲ツアー



メッシュガイシ

スマート獣害対策技術の開発と、地域への適合性実証研究コンソーシアム

研究代表者：山端直人〔兵庫県立大学〕

構成員：兵庫県立大学、鳥羽商船高等専門学校、(株)アイエスイー、三重県、(国研)農研機構、
(株)末松電子製作所、(国研)森林総合研究所、Pacific Spatial Solutions (株)、エーゼロ(株)

本研究は生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行いました

ISBN978-4-600-00951-9



9784600009519

