令和5年度 地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業)

Wi-Fi HaLow™とカメラ画像を活用した獣害被害削減の実現
成果報告書

2024年3月15日

アイテック阪急阪神株式会社

成果報告書の構成

I. 地域の現状と課題認識
  1. 地域の現状
  2. 地域の抱えている課題
  3. これまでの取組状況
II. 目指す姿
  1. 将来的な目指す姿
  2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ
  3. 成果 (アウトカム)指標
    a. ロジックツリー
    b. 成果(アウトカム)指標の設定
III. ソリューション
  1. ソリューションの概要
  2. ネットワーク・システム構成
    a. ネットワーク・システム構成図
    b. Webサイト
    c. 設置場所・基地局等
    d. 通信状況等
    e. 設備・機器等の概要
    f. 許認可等の状況
  3. ソリューション等の採用理由
    a. 地域課題への有効性
    b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ
    c. 無線通信技術の優位性
  4.費用対効果
    a. ソリューションの費用対効果
    b. 導入・運用コスト引き下げの工夫
IV. 実証
  1. 実証計画
    a. 実証計画の概要
    b. 検証方法
    c. 住民説明会および住民報告会
  2. 検証ポイントと結果
  3. 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察
    a. 効果検証
    b. 技術検証
    c. 運用検証
  4. ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策
  5. 実証に要した経費
  6. 実証における費用対効果の実績と普及に向けた見立て
  7. 実証スケジュール
  8. 実証の実施体制
V.実装・横展開の計画
  1. 実装計画・スケジュール
    a. 実装に向けた具体的計画
    b. 実装の体制
    c. ビジネスモデル
  2. 資金計画
  3. 他地域への横展開の方策
  4. 普及啓発活動
    a. 普及啓発に関する取り組み
    b. 住民報告会
    c. 実証視察会

❶ 地域の現状

島根県雲南市

特徴		水と緑に囲まれた県内随一の農業地帯。有機農業の取り組みが盛んで、新鮮で安全な農産物や食材が豊富に生産されている県内有数の製造業の集積地。
人口	総数	36,007人 (2020年)
	構成	0～14歳:　4,033人 15～64歳: 17,535人 65歳～:　14,439人
主要産業		米や畜産、野菜、花き栽培等の農業および林業

地域の現状の詳細

内容

Ⓐ 人口減少と高齢化の進展

- 高齢化率が1980年から2020年にかけて14.3%から40.1%に上昇、2030年時点では44.2%まで上昇が見込まれる。

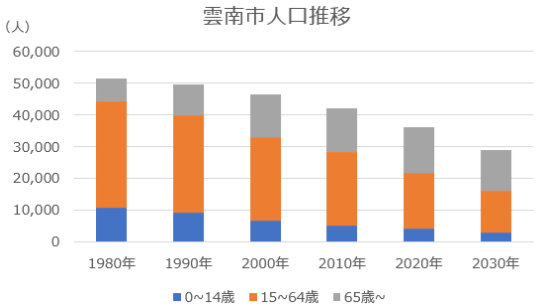
Ⓑ 獣害被害額の増加

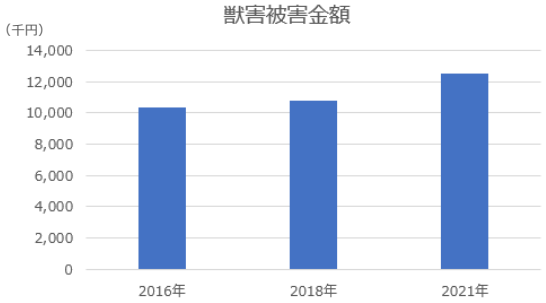
- 被害額が2016年から2021年にかけて21.1%上昇、この上昇率のまま推移した場合、10年後の2031年には2016年から77.5%まで上昇が見込まれる。

Ⓒ 地域自主組織と雲南市の協働

- 雲南市内に地域自主組織が30団体あり、2022年には雲南市と２つの基本協定を締結。より一体となって協働で獣害対策等のまちづくりに取り組んでいる。

地域状況をイメージできるグラフ・図・表



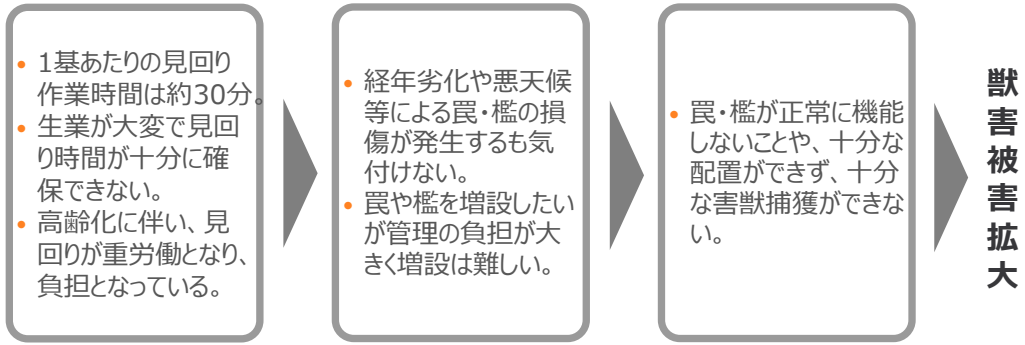


❷ 地域の抱えている課題

課題

対象者	内容
ⓐ 中山間地域に住む高齢者	• 今回実証を行う地域（飯石地区粟谷集落）では罠や檻等の獣害対策設備が20基設置され、3名で管理を行っており、1基あたり約30分、1日あたり約10時間要している。 • 見回り作業員の高齢化が進み、生業を行いながらの管理のため、管理不十分となり、設備が経年劣化等で正常に機能していない場合があり、設置できる数には限界がある。
ⓑ 市職員や地域自主組織	• 獣害被害は拡大し続けているため、出没や被害状況の情報把握が十分にできず、効果的な対策の検討ができていない。 • 現状罠・檻の設置の捕獲以外での対策として被害対策の講習会などを実施しているが、防除や環境整備を実施したいが、出没・被害情報の把握が不十分で、守るべき農地などが広範囲のため、効果的な対策の実施場所が明確にできてない。

イメージ



雲南市での被害金額と面積

	平成28年度	平成30年度	令和3年度
被害金額	10,328千円	10,809千円	12,503千円
被害面積	2,965a	3,082a	3,158a

❸ これまでの取組状況

	2016～2017年度	2018～2020年度	2021～2022年度
取組概要	• 雲南市猟友会の協力により有害鳥獣駆除班を編成。 • 市が奨励金制度や助成金制度を行い、駆除を推進。	• 雲南市猟友会の協力により有害鳥獣駆除班を編成。 • 小動物捕獲用の小型檻やイノシシ食肉加工施設を整備。 • 鳥獣の生態や対策についての研修会実施。	• 雲南市猟友会の協力により有害鳥獣駆除班を編成。 • 中型動物捕獲用の箱罠を設置。
成果	• 罠・檻の狩猟免許取得者が増加傾向。	• 駆除班員は増加傾向。 • 集団の農地を囲う取り組みについて理解が広まりつつある。	• 捕獲等数は以前より増加または維持。 • 防除対策（ワイヤーメッシュ・電気柵）への助成などにより対策は広がっている。
見えてきた課題	• 銃免許所持者の駆除班員や農家の高齢化等により、捕獲や罠・檻等の設置、追い払いが十分に対応できない状況になりつつある。 • ニホンザルやカラス、サギ等は他の鳥獣に比べて防護柵の設置等に要する費用が多額になるため設置が進まない。	• 班員や住民の高齢化により設置した捕獲機材の維持管理や追い払いが困難。 • 過去に導入した捕獲機材の経年劣化や有効活用の進め方が見いだせない。	• 捕獲・対策も以前より実施しているが、出没や被害が増えてきている。 • 班員や住民の高齢化により設置した捕獲機材の維持管理や追い払いが困難。 • 過去に導入した捕獲機材の経年劣化や有効活用の進め方が見いだせない。 • 農地以外の被害に対する対策も必要になっている。 • 空き家や耕作放棄地にある放任果樹の管理が不十分。 • 非農家の意識向上を図る必要がある。

❶ 将来的な目指す姿

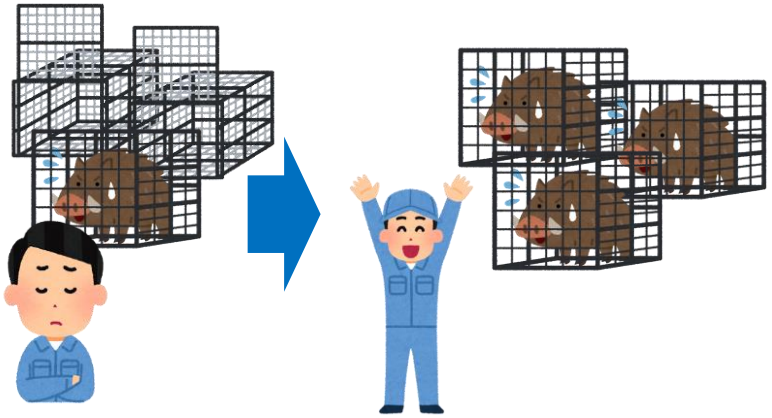
以下２点を実現し、獣害被害を削減する。

- 罠や檻等の管理を効率化。生業しながらでも十分な管理体制を構築し、常に罠や檻が機能することで害獣捕獲率を向上。
- 十分な検討を踏まえた上での罠や檻等設備の設置・増設による害獣捕獲率を向上。

遠隔監視で管理が効率化。
罠の増設が可能に！

AI情報で有効な対策を検討可能に。
効果的と思われる檻・罠の設置場所を
立案！

検討・立案した設置場所に罠を設置
して捕獲率向上！

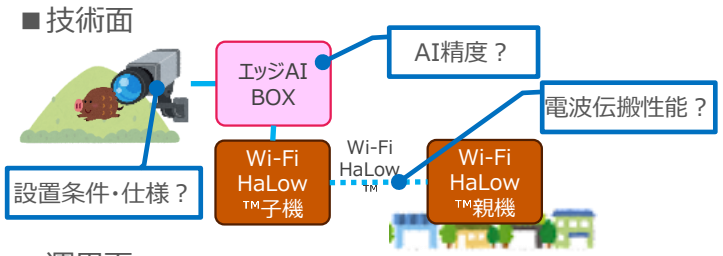


❷ 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

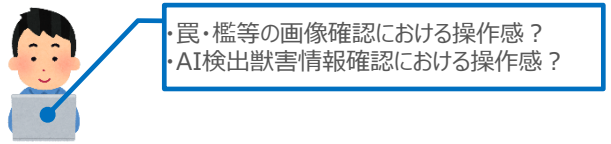
2023~2025

基礎検証

■技術面



■運用面



雲南市飯石地区での基礎検証

- カメラやWi-Fi HaLow™の有用性検証
- 実証を通じたカメラやWi-Fi HaLow™機器の設置条件や課題確認
- 害獣検出AIの認識精度確認
- 実証を通じた本運用におけるユーザー目線の課題確認
- 本運用に向けた収支計画の立案

実運用検証

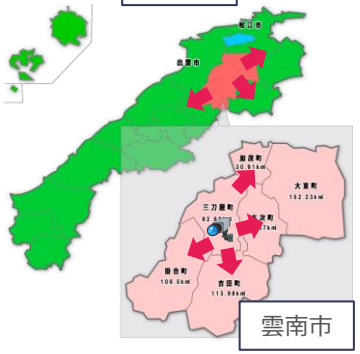
・基礎検証時の課題を解消
・利用者範囲を広げた操作確認等

雲南市飯石地区での実運用検証

- 本運用に即した機器を使用した実運用検証
- 本運用開始（スモールスタート）

2025~2027

横展開（利用拡大）

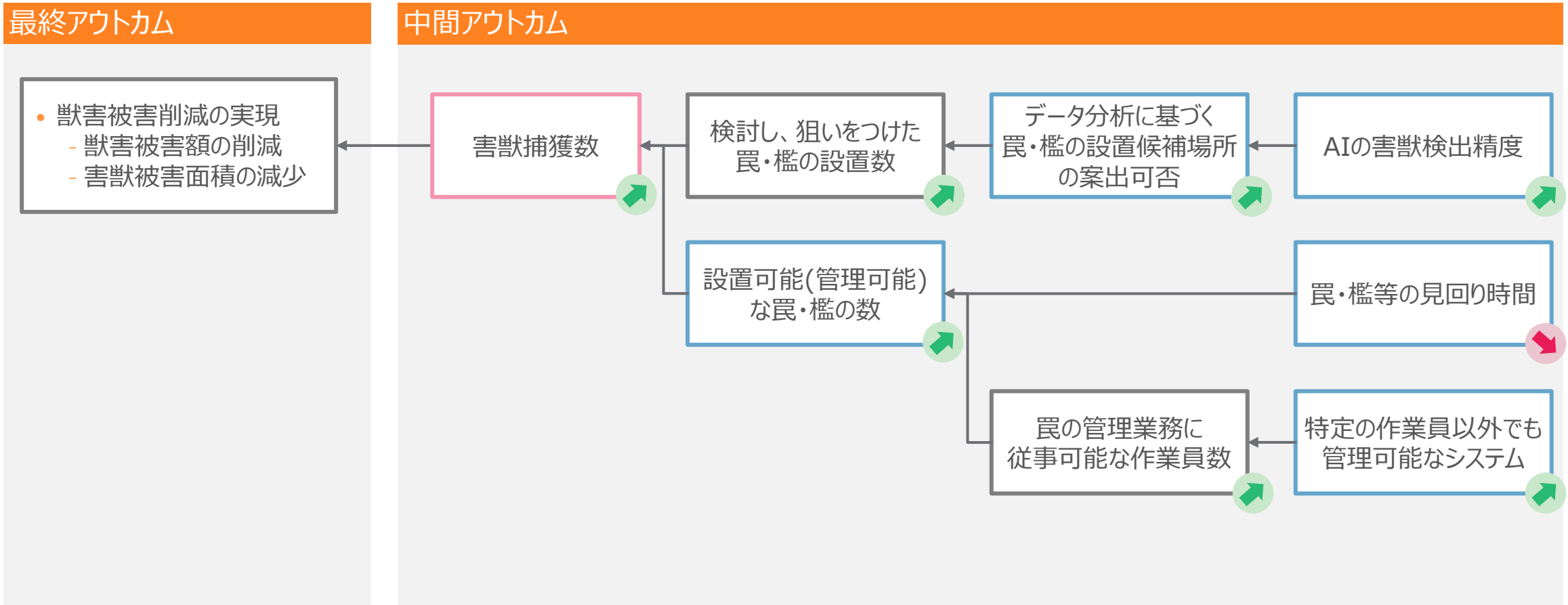


横展開等による利用拡大

- 飯石地区内での運用拡大(カメラ増設等)
- 他地区、島根県他市等への横展開

❸ 成果 (アウトカム) 指標

a. ロジックツリー



❸ 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
害獣捕獲数	2,000頭（2023年度捕獲目標）	9,000頭（2027年度）	罠・檻の設置は1人あたり30基までとされており、飯石地区粟谷集落では3人で90基まで設置できる。本実証による効果で檻・罠の設置数を20基から90基への増設を見込む。（4.5倍増） そのため、雲南市が掲げる獣害防止計画で設定している捕獲目標値も4.5倍に設定。捕獲数は雲南市全体での数値。	雲南市が従来実施している市職員による住民等への聞き取り調査により測定する。

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

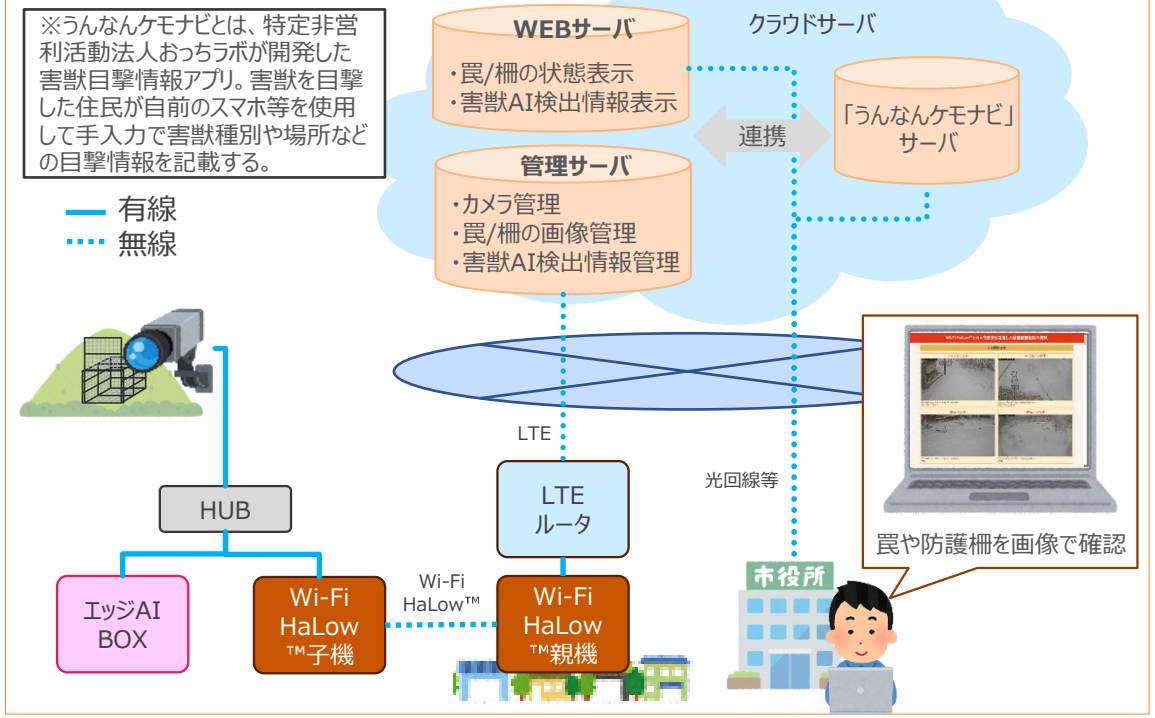
成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
AIの害獣検出精度	なし	90% （2024年度）	獣や人が映り込むことが予想されるが、猪など予め設定した害獣のみを検出することとし、画像に映り込んだ獣を分母として、検出に成功した確率を求める。目標値は雲南市職員の意見に基づき設定した。	今回実証で構築するシステムによる検出結果と目視確認の突合により検出精度を算出する。
罠・檻等の見回り時間	30分(1基あたり平均)	6分(1基あたり)	実装時の目標設置台数である90基を現状と同じ作業時間（10時間）で確認するための作業時間を逆算した時間を目標値とした。	実際の見回り作業員による実証時システムの操作時間を測定する。
特定の作業員以外でも管理可能なシステム	0名	地域住民でも運用・管理が可能なこと	雲南市飯石地区の住民（地域自主組織の中心メンバー4名）が今回実証システムを利用できるようにする。	アンケート調査を実施し、実証システムによる管理可否を確認する。
データ分析に基づく罠・檻の設置候補場所の案出可否	なし	取得データに基づき罠・檻の設置場所候補を案出できること	害獣の検出情報に基づき設置場所を検討することができなかったが、定量的な情報を収集することにより、設置場所の候補を案出できるようにする	実証で得られたデータに基づき設置場所の候補を案出できるか確認する
設置可能(管理可能)な罠・檻の数	20	90 （2027年度）	罠・檻の設置は1人あたり30基までとされており、飯石地区粟谷集落では現状3人で90基まで設置できるが20基に留まっているため、現在と同等の作業時間で管理できる90基を目標値とした。	実際の見回り作業員による実証時システムの操作時間を測定し、現在と同じ時間で全て管理可能か確認する。

① ソリューションの概要

ソリューションの概要

罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視

獣害対策設備付近に設置したカメラの画像を遠隔確認することで当該設備の見回り作業負荷軽減を実現する。また、捕獲時はカメラ画像から捕獲した害獣種別や数が確認できるため、初動対応時に必要な人員数や道具を準備して対応することが可能となる。



中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- 罠・檻等の見回り作業時間

定性アウトカム

- 特定の作業員以外でも管理を可能とし、現在担当している作業員の作業負荷を軽減

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

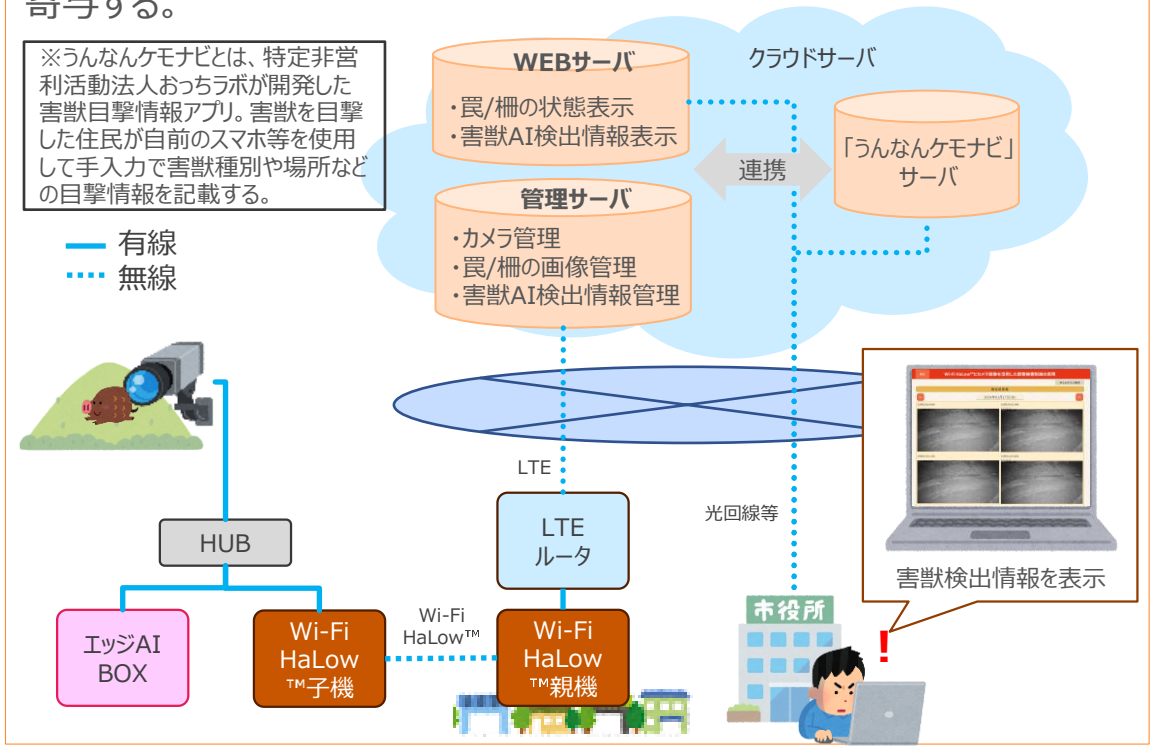
- 罠・檻の見回り作業を簡略化
  - 従来では現地まで行かないと状況がわからなかった罠や檻が、自宅や役所等インターネット環境下から画像で確認できることで、見回りにかかる移動時間を大幅に圧縮することが可能となる。

① ソリューションの概要

ソリューションの概要

害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握

撮影したカメラ画像から画像AIで害獣種別判定し、撮影位置や害獣種別・写真等の情報を地域住民へ連携する仕組みを構築することで害獣出現場所の予測や効果的な設備設置箇所検討および設置に繋げ、被害減少に寄与する。



中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- 90%を超えるAIの害獣検出精度

定性アウトカム

- データ分析に基づく罠・檻設置候補場所の案出可否

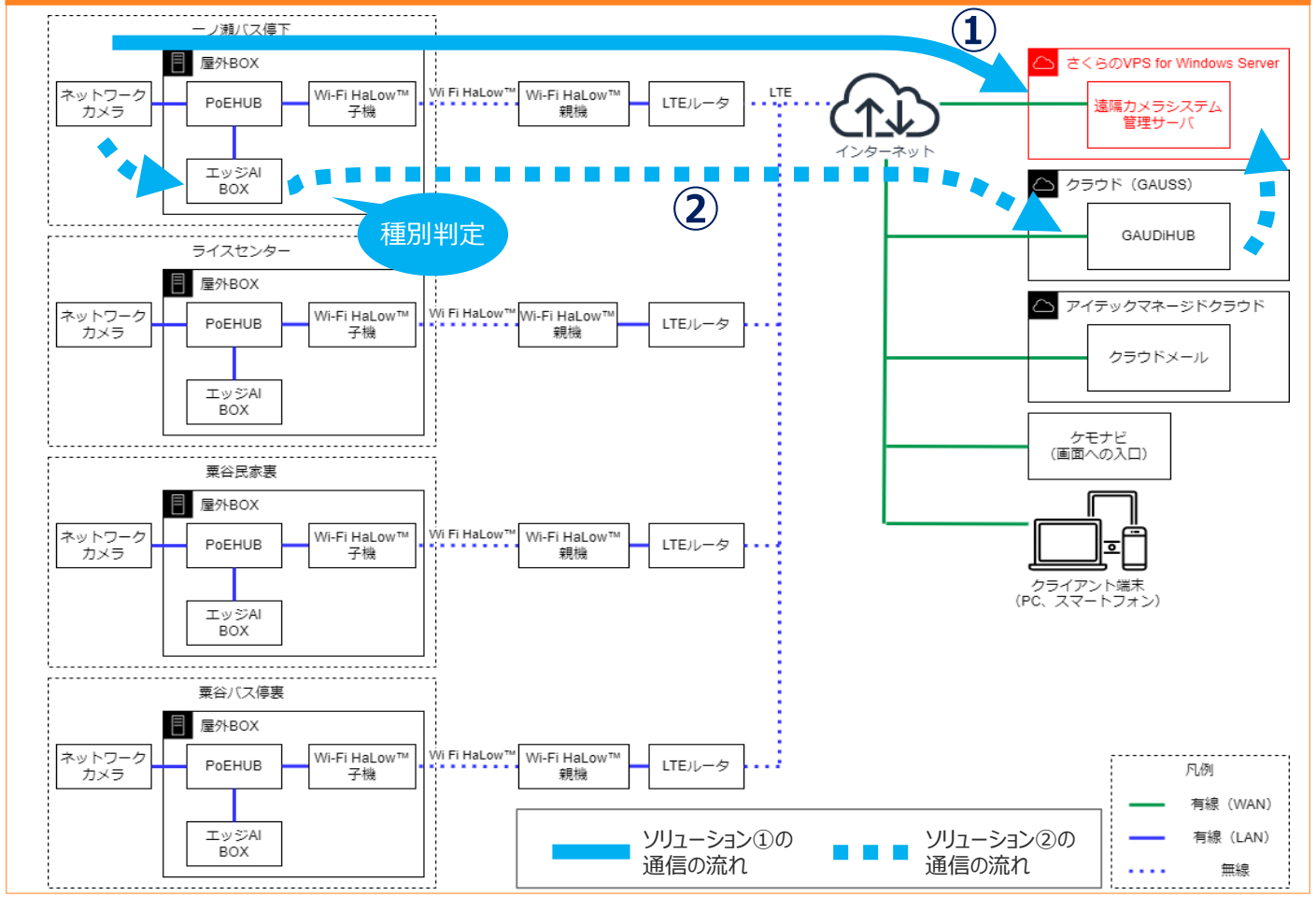
中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 有効な場所への罠・檻設置による害獣捕獲率の向上
  - これまで定量的な判断材料がなく、罠・檻等の害獣捕獲設備の設置場所における協議ができなかったが、当該ソリューションにより議論することが可能となる。

❷ネットワーク・システム構成

a.ネットワーク・システム構成図（1/2）

システム構成図



システム概略

ソリューション①：罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視

管理サーバは、LTE通信およびWi-Fi HaLow™通信を経由してカメラへ接続し、カメラの撮影画像を取得する。管理サーバは、取得したカメラの撮影画像を蓄積し、クライアント端末に向けてWeb公開する。

ソリューション②：害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握

カメラ側に設置したエッジAI BOXにてカメラの撮影画像を取り込み、映り込んだ害獣を検出して種別判定し、検出情報と検出時のカメラ画像をWi-Fi HaLow™通信とLTE通信を経由してGAUDiHUBに送信する。
GAUDiHUBでは、取得した検出情報とカメラ画像を管理サーバに対して送信する。
管理サーバは、受信した検出情報とカメラ画像を蓄積し、クライアント端末に向けてWeb公開する。また、メール通知する。

❷ ネットワーク・システム構成

a.ネットワーク・システム構成図（2/2）

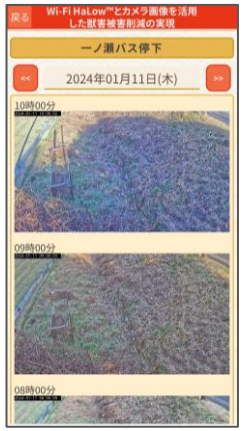
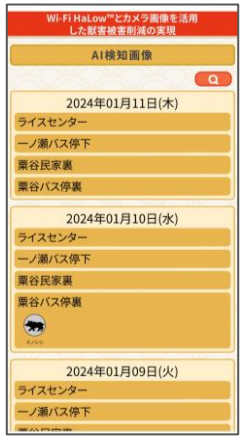
システム構成要素

構成要素	役割
ネットワークカメラ	監視箇所を撮影する。 管理サーバとエッジAI BOXからの画像取得リクエストを受信し、その受信時刻の画像データを応答する。
エッジAI BOX	ネットワークカメラの画像を取り込み、AIで害獣の有無を検出し、その種別を判定する。害獣を検出した場合、一定周期でGAUDiHUBへ検出情報と画像データを送信する。 本ソリューションでは、イノシシ、ニホンザル、ニホンジカ、アナグマ、アライグマ、ツキノワグマの6種の害獣を検出し、種別判定する。
Wi-Fi HaLow™ 親機（アクセスポイント） 子機（ブリッジルータ）	親機と子機間でWi-Fi HaLow™を用いてデータ通信を実施する。 子機はカメラおよびエッジAI BOXと有線LANにて接続する。親機はカメラと離れた箇所に設置し、LTEルータと有線LANにて接続する。
LTEルータ	Wi-Fi HaLow™親機と有線LANで接続されている。 LTE通信経由でインターネット上の各サーバに対してデータ通信を実施する。
GAUDiHUB	エッジAI BOXより検出情報と画像データを受信する。 エッジAI BOXからの受信データをもとに、遠隔カメラシステム管理サーバ向けの通信電文を生成し、送信する。
遠隔カメラシステム管理サーバ	ネットワークカメラから定期取得した画像データをサーバ内部に保存する。 また、GAUDiHUBから受信した電文をもとに、AI検出データを登録し、AI検出画像をサーバ内部に保存する。 内部保存データをもとに罠・檻の遠隔監視と、害獣のAI検出それぞれのWebサイトを公開する。また、1時間毎にメール通知する。
クライアント端末	インターネットに接続し、うんなんケモナビ画面のWebリンクを経由して、遠隔カメラシステム管理サーバのWeb画面（罠・檻の遠隔監視画面、害獣のAI検出画面）を表示する。一般のパソコンまたはスマートフォンのブラウザを用いる。

❷ネットワーク・システム構成

b.Webサイト

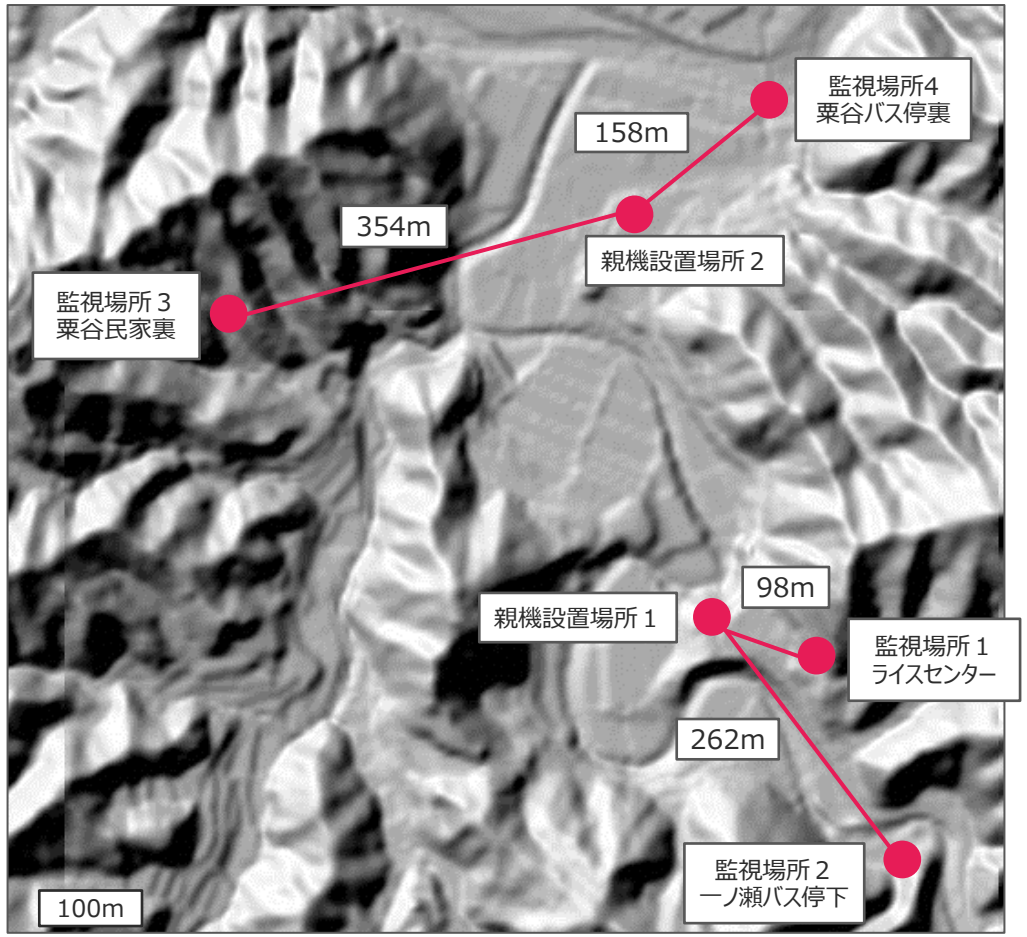
遠隔カメラシステムのWebサイト

ソリューション	Webサイトの画面（スマートフォンでの表示例）	説明
罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	① ② 	①定期画像表示画面 サーバのマスタデータに登録されている全カメラの最新の定期取得画像が表示される。それぞれの画像をクリックすると定期過去画像表示画面に遷移する。 ②定期過去画像表示画面 選択したカメラの１日分の定期取得画像が一覧表示される。
害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握	①  ② ③	①検出日表示画面 AI検出情報を日付ごと、カメラごとに集約して表示される。動物のアイコンをクリックすると、検出時間表示画面に遷移する。 ②検出時間表示画面 選択したカメラの1日間のAI検出情報が1時間ごとに集約して表示される。動物のアイコンをクリックすると、全検出画像表示画に面遷移する。 ③全検出画像表示画面 選択したカメラの1時間分のAI検出画像が表示される。

❷ネットワーク・システム構成

c.設置場所・基地局等（1/8）

機器設置場所（陰影起伏図）



機器設置場所一覧

- 監視場所１ 「ライスセンター」
  カメラ、Wi-Fi HaLow™子機、エッジAI BOX
- 監視場所2 「一ノ瀬バス停下」
  カメラ、Wi-Fi HaLow™子機、エッジAI BOX
- 監視場所3 「粟谷民家裏」
  カメラ、Wi-Fi HaLow™子機、エッジAI BOX
- 監視場所４ 「粟谷バス停裏」
  カメラ、Wi-Fi HaLow™子機、エッジAI BOX
- 親機設置場所１ （ライスセンター用、一ノ瀬バス停下用）
  Wi-Fi HaLow™親機２台、LTEルータ２台
- 親機設置場所２ （粟谷民家裏用、粟谷バス停裏用）
  Wi-Fi HaLow™親機２台、LTEルータ２台

❷ネットワーク・システム構成

c.設置場所・基地局等（2/8）

監視場所	説明	撮影画角
ライスセンター	【監視場所の概要】 ライスセンター敷地内南東に位置した山裾 【獣害被害状況】 米ぬかが多く、昨年度多くイノシシが出没 検証以前から檻を設置 【検証対象に選定した理由】 檻がすでに設置されている場所でかつ電源の取得が可能なため 【撮影画角と被写体距離】 カメラ設置の地上高約2m、檻との距離約5m 【施工方法】 機器取付用のポールを新規設置（掘削土圧埋め戻し） 【電源取得】 ライスセンター屋外コンセントより取得 【Wi-Fi HaLow™子機の位置】 標高86m、地上高5.68mの位置に設置 【Wi-Fi HaLow™親機との距離】 98m	

機器設置状況

私有地のため写真なし

❷ネットワーク・システム構成

c.設置場所・基地局等（3/8）

監視場所

一ノ瀬バス停下

説明

【監視場所の概要】
ポンプ場北面

【獣害被害状況】
昨年度イノシシが出没した場所
検証以前から檻を設置

【検証対象に選定した理由】
檻がすでに設置されている場所でかつ電源の取得が可能なため

【撮影画角と被写体距離】
カメラ設置の地上高3.5m、檻との距離約8m

【施工方法】
機器取付用のポールを新規設置（上下水道ポンプ場フェンスに固定）

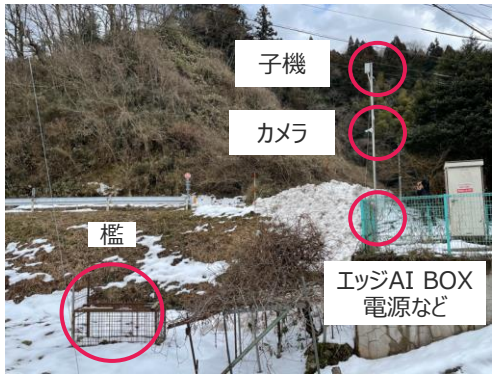
【電源取得】
柱電柱より新規で定額引き込み

【Wi-Fi HaLow™子機の位置】
標高81m、地上高5.39mの位置に設置

【Wi-Fi HaLow™親機との距離】
262m

撮影画角

機器設置状況



❷ネットワーク・システム構成

c.設置場所・基地局等（4/8）

監視場所

粟谷民家裏

説明

【監視場所の概要】
住民様敷地内山裾

【獣害被害状況】
イノシシが掘り返したとみられる跡が多くみられる
　→検証期間中に檻を追加設置

【検証対象に選定した理由】
イノシシの出没が多く有りかつ電源の取得が可能なため

【撮影画角と被写体距離】
カメラ設置の地上高約3.0m、画角内奥部との距離約15m

【施工方法】
機器取付用のポール設置（掘削土圧埋め戻し）

【電源取得】
電柱防犯灯電源より取得

【Wi-Fi HaLow™子機の位置】
標高74m、地上高5.68mの位置に設置

【Wi-Fi HaLow™親機との距離】
354m

撮影画角

機器設置状況

私有地のため写真なし

❷ネットワーク・システム構成

c.設置場所・基地局等（5/8）

監視場所

粟谷バス停裏

説明

【監視場所の概要】
住民様敷地内山裾

【獣害被害状況】
イノシシが掘り返したとみられる跡が多くみられる

【検証対象に選定した理由】
イノシシの出没が多く有りかつ電源の電源の取得が可能なため

【撮影画角と被写体距離】
カメラ設置の地上高約3.0m、画角内奥部との距離約17m

【施工方法】
機器取付用のポールを新規設置（掘削土圧埋め戻し）

【電源取得】
住民様宅屋外コンセントより取得

【Wi-Fi HaLow™子機の位置】
標高55m、地上高5.68mの位置に設置

【Wi-Fi HaLow™親機との距離】
158m

撮影画角

機器設置状況

私有地のため写真なし

❷ネットワーク・システム構成

c.設置場所・基地局等（6/8）

親機設置場所

ライスセンター
一ノ瀬バス停下

設置状況

説明

【場所を選定した理由】
電源取得可能かつ監視場所への見通しが可能のため

【施工方法】
機器取付用のポールを新規設置（掘削土圧埋め戻し）

【電源取得】
電柱防犯灯電源より取得

【Wi-Fi HaLow™親機の位置】
標高80m、地上高4.99mおよび5.68mの位置に設置
親機同士の離隔690mm

❷ネットワーク・システム構成

c.設置場所・基地局等（7/8）

親機設置場所

粟谷民家裏
粟谷バス停裏

設置状況

Wi-Fi HaLow™親機
上部　粟谷バス停裏
下部　粟谷民家裏

説明

【場所を選定した理由】
電源取得可能かつ監視場所への見通しが可能のため

【施工方法】
既設コンクリート柱に設置

【電源取得】
消防倉庫Dライト電源より取得

【Wi-Fi HaLow™親機の位置】
標高59m、地上高12.95mおよび13.64mの位置に設置
親機同士の離隔690mm

❷ネットワーク・システム構成

c.設置場所・基地局等（8/8）

親機から子機方向への電波見通し状況

監視場所	親機からの見通し状況の写真	監視場所	親機からの見通し状況の写真
ライスセンター（距離98m）		一ノ瀬バス停下（距離262m）	
粟谷民家裏（距離354m）		粟谷バス停裏（距離158m）	

❷ネットワーク・システム構成

d.通信状況等（1/6）

Wi-Fi HaLow™通信の現地調査および調整結果

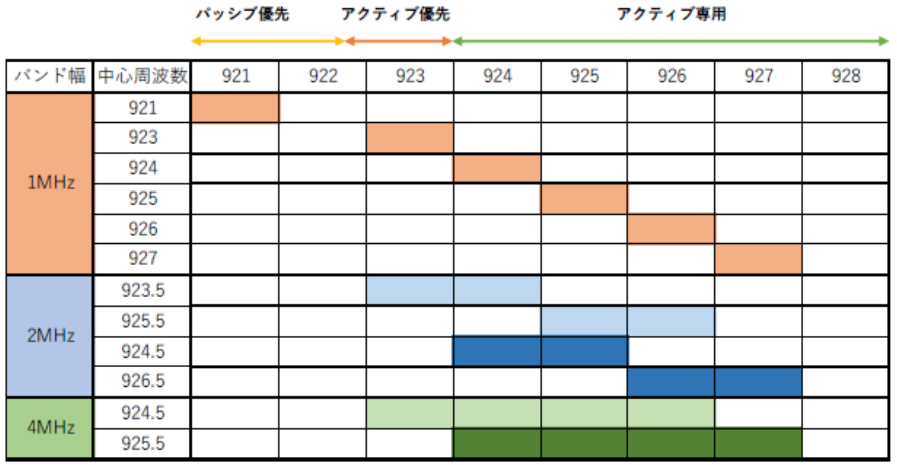
【現地調査の観点】
現地設置済みの各箇所（４組）の Wi-Fi HaLow™ 親機（以降AP）と子機（以降BR）の通信状況を確認し、同時に通信しても相互干渉が最小限となることを目的として調査を実施。

【現地調査内容と測定結果】
① 単体性能の測定
一対のAP/BRのみ動作させ、他の機器は通信していない状態での性能（平均スループット）を測定した。

	測定ポイント	バンド幅	周波数	MCS	リンク速度	電界強度	平均スループット
1	ライスセンター	4MHz	925.5MHz	5	12,000 Kbps	-69 dBm	1,014 Kbps
2	一ノ瀬バス停下	2MHz	923.5MHz	7	7,222 Kbps	-69 dBm	497 Kbps
3	粟谷民家裏	4MHz	924.5MHz	4	9,000 Kbps	-73 dBm	590 Kbps
4	〃	2MHz	923.5MHz	7	7,222 Kbps	-76 dBm	553 Kbps
5	粟谷バス停裏	2MHz	926.5MHz	7	7,222 Kbps	-72 dBm	596 Kbps

ここで、比較的良い通信条件（外来ノイズが少なく・アンテナ間の見通しが確保できている近距離通信）での、バンド幅4MHzの標準的性能を約 1Mbps、同2MHzを約500Kbps、同1MHzを約250Kbpsする。測定結果No.3（粟谷民家裏）平均スループット590Kbpsは、バンド幅4MHzとしては遅く、より帯域占有の少ない2MHzバンド幅での結果553Kbpsと大差がなかった。よって、粟谷民家裏は2MHzバンド幅での運用が適切と判断した。

② 複数AP同時動作時の性能測定
Wi-Fi HaLow™における無線チャンネル（中心周波数・バンド幅）は、下図に示すように定義されている。バンド幅2MHz及び4MHzを利用する際は、異なるチャンネルを利用する場合であっても、ほとんどの場合、使用周波数が部分的に重複、又は隣接する。実証事業の無線環境では、920MHzの電波が相互に届く範囲に複数APを設置するため、それらが同時に稼働した場合の影響を確認した。APが同一箇所に設置される以下の組合せで調査を実施した。
a. ライスセンターと一ノ瀬バス停下
b. 粟谷民家裏と粟谷バス停裏



❷ネットワーク・システム構成

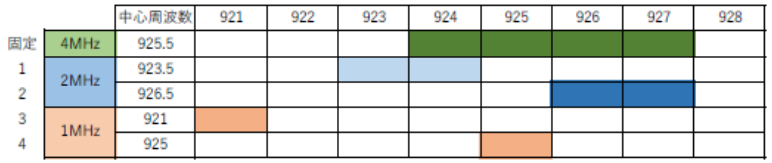
d.通信状況等（2/6）

Wi-Fi HaLow™通信の現地調査および調整結果

a. ライスセンターと一ノ瀬バス停下

ライスセンターをバンド幅4MHz／925.5MHz とし、一ノ瀬バス停下側の設定を順次変更して性能測定した。

	バンド幅	周波数	ライスセンター	一ノ瀬バス停下	補足
1	2MHz	923.5MHz	387 Kbps	205 Kbps	部分的に重複（1MHz 幅）
2	2MHz	926.5MHz	952 Kbps	481 Kbps	完全に重複（2MHz 幅）
3	1MHz	921MHz	752 Kbps	135 Kbps	重複ナシ
4	1MHz	925MHz	1,020 Kbps	240 Kbps	完全に重複（1MHz 幅）

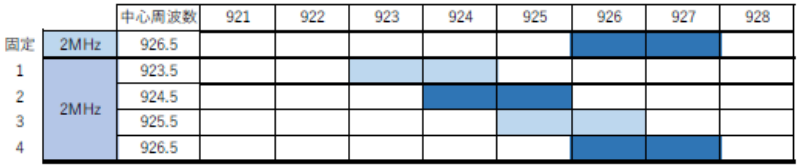


各測定条件における使用周波数の重複状況図

b.粟谷民家裏と粟谷バス停裏

粟谷民家裏をバンド幅2MHz／926.5MHzとし、粟谷バス停裏側の設定を順次変更して性能測定した。

	バンド幅	周波数	粟谷民家裏	粟谷バス停裏	補足
1	2MHz	923.5MHz	439 Kbps	459 Kbps	重複ナシ
2	2MHz	924.5MHz	438 Kbps	427 Kbps	重複ナシ（但し、隣接する）
3	2MHz	925.5MHz	266 Kbps	266 Kbps	部分的に重複（1MHz 幅）
4	2MHz	926.5MHz	538 Kbps	557 Kbps	完全に重複（2MHz 幅）



各測定条件における使用周波数の重複状況図

各組において、期待性能に対して著しく速度が低下している箇所を赤文字でしている。２組の測定結果いずれもが、両者の使用周波数が部分的に重複するとき大きく性能低下し、使用周波数が完全に重なる条件で最も良好な性能を発揮した。本実証事業での環境では、近傍APと使用する無線周波数を完全に重ねることが、最良条件と判断した。

❷ネットワーク・システム構成

d.通信状況等（3/6）

Wi-Fi HaLow™通信の現地調査および調整結果

【現地調整結果】
現地調査の結果、各Wi-Fi HaLow™を以下の設定とした。

	測定ポイント	アンテナ高さ		距離	バンド幅	周波数	平均スループット（参考値）
		BR 側	AP 側				
1	ライスセンター	5.68m	5.68m	98m	4MHz	924.5MHz	1,014 Kbps
2	一ノ瀬バス停下	5.39m	4.99m	262m	2MHz	923.5MHz	497 Kbps
3	粟谷民家裏	5.68m	13.64m	354m	2MHz	926.5MHz	553 Kbps
4	粟谷バス停裏	5.68m	12.95m	158m	2MHz	926.5MHz	596 Kbps

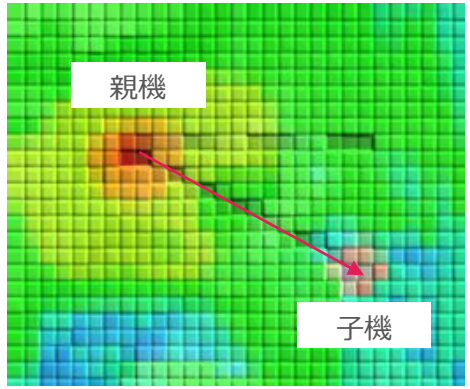
※実測日：2023/11/27～2023/11/29

❷ネットワーク・システム構成

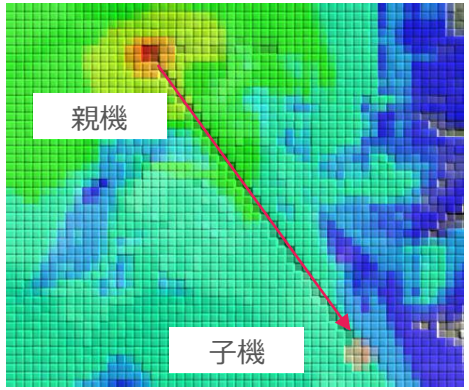
d.通信状況等（4/6）

Wi-Fi HaLow™通信の電波シミュレーション（電波強度）

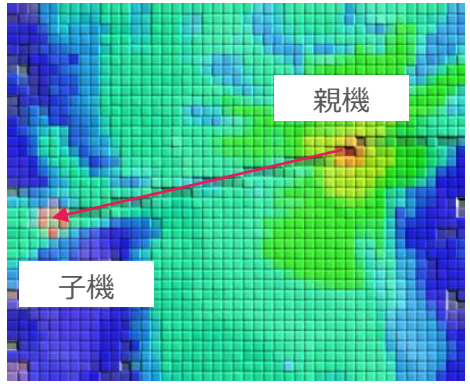
ライスセンター



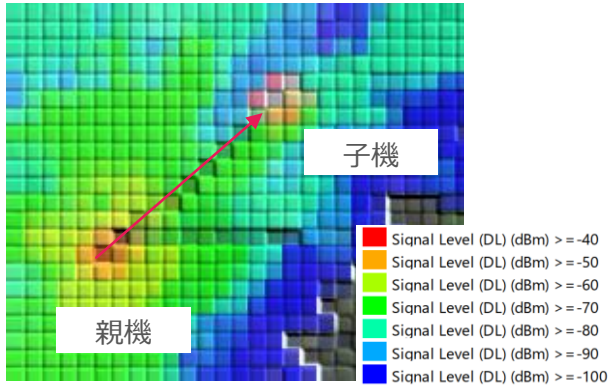
一ノ瀬バス停下



粟谷民家裏



粟谷バス停裏



シミュレーション結果と実測値の比較

ライスセンター（距離：98m）
バンド幅：4MHz　シミュレーション値：　-82.24dBm　／　実測値：　-69dBm
建物で遮蔽されているが、距離が近く、実際には想定よりも影響が小さかったため、シミュレーション値を上回る電波強度での通信となった。

一ノ瀬バス停下（距離：262m）
バンド幅：2MHz　シミュレーション値：　-76.92dBm　／　実測値：　-69dBm
シミュレーション値を上回る電波強度での通信となった。

粟谷民家裏（距離：354m）
バンド幅：2MHz　シミュレーション値：　-79.06dBm　／　実測値：　-76dBm
シミュレーション値を上回る電波強度での通信となった。

粟谷バス停裏（距離：158m）
バンド幅：2MHz　シミュレーション値：　-73.7dBm　／　実測値：　-72dBm
シミュレーション通りの電波強度で通信できることを確認できた。

全体
距離が近い箇所では、シミュレーションよりも遮蔽物の影響が小さい傾向にあった。また距離が200m以上遠くなると、シミュレーション値との乖離が少し生じた。距離が200～300m以上離れている場合は、実際の電波調査を行う必要があると考える。

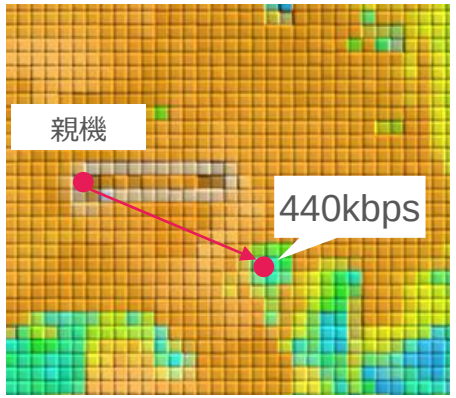
※実測値は、設置工事後（2023/11/27～2023/11/29）に調査した値。

❷ネットワーク・システム構成

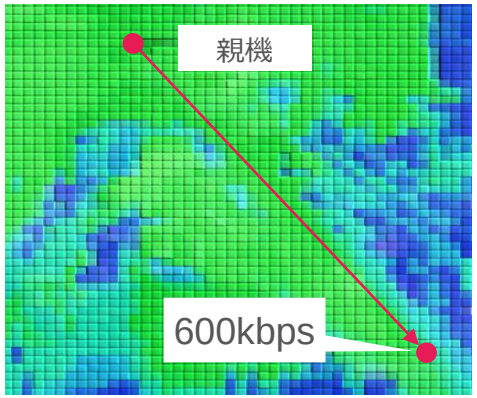
d.通信状況等（5/6）

Wi-Fi HaLow™通信の電波シミュレーション（スループット）

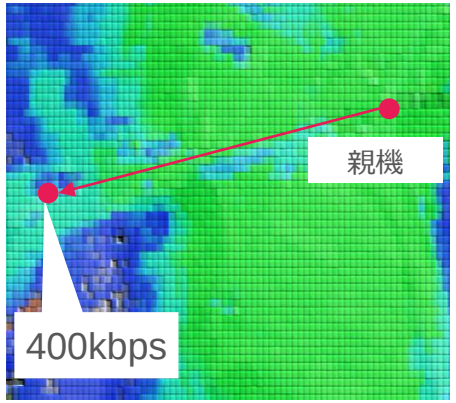
ライスセンター



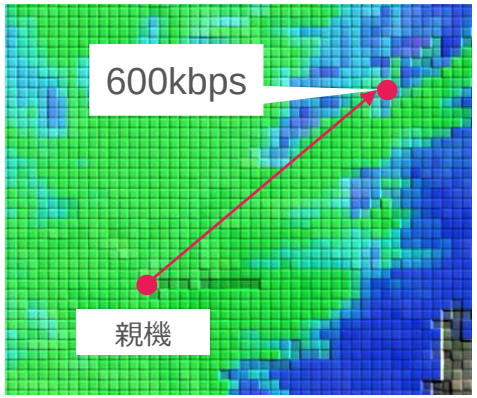
一ノ瀬バス停下

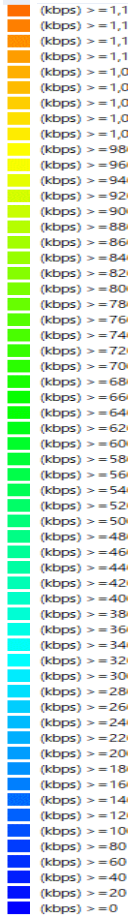


粟谷民家裏



粟谷バス停裏





シミュレーション結果と実測値の比較

ライスセンター（距離：98m）
バンド幅：4MHz　シミュレーション値：　440kbps／　実測値：　1014kbps
建物で遮蔽されているが、距離が近く、実際には想定よりも影響が小さかったため、シミュレーション値を上回る速度での通信となった。

一ノ瀬バス停下（距離：262m）
バンド幅：2MHz　シミュレーション値：　600kbps／　実測値：　497kbps
電波強度はシミュレーション値を上回ったが、実際にはシミュレーションを下回る速度での通信となった。

粟谷民家裏（距離：354m）
バンド幅：2MHz　シミュレーション値：　400kbps／　実測値：　553kbps
電波強度の差異はなかったが、実際にはシミュレーションを上回る速度で通信できた。

粟谷バス停裏（距離：158m）
バンド幅：2MHz　シミュレーション値：　600kbps／　実測値：　596kbps
シミュレーション通りの速度で通信できることを確認できた。

全体
距離が近い箇所では、シミュレーションよりも遮蔽物の影響が小さい傾向にあった。また距離が200m以上遠くなると、シミュレーション値との乖離が少し生じた。距離が200～300m以上離れている場合は、実際の電波調査を行う必要があると考える。

※実測値は、設置工事後（2023/11/27～2023/11/29）に調査した値。

❷ネットワーク・システム構成

d.通信状況等（6/6）

Wi-Fi HaLow™通信の実績（2023/12/11～2021/1/12）

【Duty比上限に接する通信の発生頻度】

Wi-Fi HaLow™のDuty比（10%、送信時間制限）に接する状態の通信が数時間単位で発生した。概ね通信は問題なくできたものの、実際の通信量に対して、利用可能帯域の余裕が少ない状況であったと推定される。ただし、Duty比に接する通信のうち数回は、保守作業による通信量増加が原因である。

ライスセンターでDuty上限に接する通信があった日時

12/11 06:41	12/12 14:16	12/12 17:36	12/13 12:56	12/13 17:33	12/14 05:19
12/14 07:16	12/14 11:51	12/14 12:00	12/14 21:26	12/15 09:01	12/15 17:51
12/16 04:26	12/16 09:36	12/16 17:06	12/17 10:16	12/18 08:41	12/19 17:51
12/20 00:31	12/20 17:49	12/20 22:01	12/21 13:46	12/21 15:51	12/22 05:21
12/25 03:46	12/25 09:46	12/25 17:26	01/03 06:30	01/05 00:05	01/10 03:48
01/11 14:00	01/12 06:48	01/12 07:43	01/12 10:08	01/12 15:09	

一ノ瀬バス停下でDuty上限に接する通信があった日時

12/11 15:28	12/14 09:27	12/21 04:22	12/21 14:24	12/22 13:05	12/22 13:59
12/28 09:27					

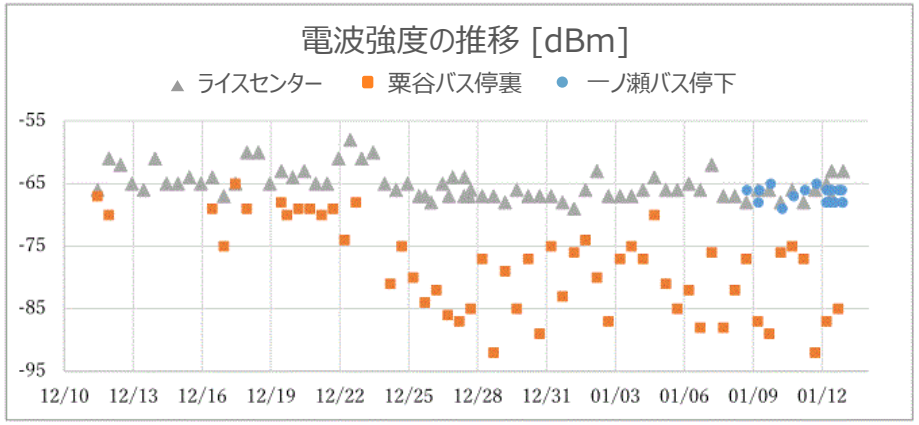
粟谷バス停裏でDuty上限に接する通信があった日時

12/24 00:05	12/24 14:12	12/25 00:42	12/25 06:22	12/25 12:32	12/25 14:22
12/25 20:32	12/26 04:45	12/26 11:15	12/26 17:33	12/26 23:50	12/27 07:50
12/27 13:45	12/27 17:50	12/27 22:00	12/28 05:45	12/28 14:20	12/28 16:50
12/29 02:15	12/29 05:45	12/29 11:05	12/29 19:10	01/06 10:01	01/06 19:14
01/09 10:14	01/10 01:27	01/10 10:12			

※粟谷民家裏は機器故障によりログを取得できなかった。

【電波強度の推移】

12/24以降、粟谷バス停裏の電波強度か大きく落ち込んでいた。（約20dBmの低下）天候の影響を受けている可能性が推測される。



※粟谷民家裏は機器故障によりログを取得できなかった。

【Wi-Fi HaLow™通信の実績】

本実証実験においてはWi-Fi HaLow™通信を利用しても、大きな問題なく通信が実施できた。一方、Duty比に接する通信が数回発生していることから、本実証実験のデータ通信量にてWi-Fi HaLow™通信を1対Nで利用する場合はDuty比に接するリスクが増加すると思われる。また、粟谷バス停裏にて電波強度の大きな変動が見られることから、遮蔽物がある箇所での通信距離の延長は難しいと考える。

❷ネットワーク・システム構成

e.設備・機器等の概要

以下別紙参照

- 機器一覧および仕様書
- 工事部材一覧および仕様書
- ソフトウェア仕様

❷ネットワーク・システム構成

f.許認可等の状況

許認可の種類	現在の状況	今後の計画/スケジュール
当該実証で使用する無線はWi-Fi HaLow™のため、許認可は不要。	ー	ー

③ ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性（1/2）

ソリューション　罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視

対象の課題

ⓐ

設置した獣害対策設備の見回り管理作業は非常に作業コストがかかる。

また、作業員の高齢化に伴い見回りができず管理不十分となり、設備が経年劣化等で正常に機能せず捕獲できない事象が発生。

課題解決への有効性

罠や檻等の獣害対策設備付近にカメラを設置し、カメラ画像による遠隔確認で状態を確認できる仕組みを構築することで獣害対策設備の見回り作業コスト軽減を実現する。これにより機能不全の獣害対策設備を無くし、捕獲率を向上させる。

また、捕獲時はカメラ画像から捕獲した害獣種別や数が確認できるため、初動対応時に必要な人員数や道具を準備して対応することも可能となる。

他ソリューションに対する優位性

名称	比較
トレイルカメラ LPWA+罠センサ	トレイルカメラは、カメラ画像を内蔵SDカードに記録し、後から現場でSDカードの記録内容を確認するものであり手間がかかる。中にはLTE対応製品もあるが、設置環境が山中などの場合、圏外で遠隔監視できない場合がある。 また、LPWA+罠センサによる監視方法もあるが、この場合捕獲有無は確認できるが、罠・檻等の設置状態までは把握できないため毎日の見回り作業の代替にはならない。 本ソリューションは、キャリア通信環境下でなくとも無線ネットワークを形成し、画像で遠隔監視することが可能なため、従来の見回り作業の代替手段として、作業時間圧縮・作業負担軽減が期待できる。

③ ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性（2/2）

ソリューション　害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握

対象の課題

ⓑ

罠や檻を設置するも一向に獣害被害は減少せず、設置場所を変更しようにも根拠となる情報がなく、検討ができていない。

課題解決への有効性

撮影したカメラ画像を画像AIで害獣種別判定し、撮影位置や害獣種別・写真等の情報を地域住民へ連携する仕組みを構築することで自動的かつ安全に情報を収集し、害獣出現場所の予測や効果的な設備設置箇所検討および設置に繋げ、被害減少に寄与する。

他ソリューションに対する優位性

名称	比較
トレイルカメラ	害獣検出は赤外線センサによるものとなるため人間や害獣指定ではない動物でも反応し記録することからデータ確認に手間がかかる。 本ソリューションでは画像AIを活用し予め検出対象とした害獣のみを検出し、所定システムへ自動的に登録されるため苦労せず情報を収集・確認することが可能となる。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ（1/2）

ソリューション　罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視

対象の課題

ⓐ

設置した獣害対策設備の見回り管理作業は非常に作業コストがかかる。

また、作業員の高齢化に伴い見回りができず管理不十分となり、設備が経年劣化等で正常に機能せず捕獲できない事象が発生。

先進性・新規性

マグネットセンサ等を使用した罠・檻の作動時の遠隔検出システムは普及しているが、画像を遠隔で監視するソリューションはこれまで適当な無線インフラがなく実績がまだ多くない。

本ソリューションで使用するWi-Fi HaLow™は2022年9月から日本国内で利用可能になったばかりであり、当該無線により画像による罠・檻の遠隔監視を実現し、見回りコストを削減できる点で先進性がある。

実装・横展開のしやすさ

本ソリューションは全て汎用性の高い機器のみでシステムを構築することが可能であり、Wi-Fi HaLow™の環境構築は従来のWi-Fi環境構築と同じ要領で実現できるため容易である。

また、遠隔カメラシステムはSaaSでの提供のため、サービス利用開始が容易である。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ（2/2）

ソリューション　害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握

対象の課題

b

罠や檻を設置するも一向に獣害被害は減少せず、設置場所を変更しようにも根拠となる情報がなく、検討ができていない。

先進性・新規性

罠や檻を有効な場所へ設置するための検討データを適切に収集するには、AIによる検出精度が重要である。今回開発・使用する画像AIは運用開始後の追加学習や精度向上のための学習作業を、開発したAIベンダーではなく、駆除班員や市職員自身で実施可能なものであるという点で先進性がある。これにより、運用後に害獣種別の精度を向上させたい場合に、利用者自身によってコストをかけずに対応できるようになる。

実装・横展開のしやすさ

本実証で開発した害獣検出AIモデルは流用が可能なため、横展開利用が可能である。また、害獣検出AIおよび遠隔カメラシステムはそれぞれSaaSでの提供のため、サービス利用開始が容易である。

❸ ソリューション等の採用理由

c.無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴
Wi-Fi HaLow™	キャリア通信環境に縛られず、山間部でも利用可能な長距離通信かつ画像伝送が可能な通信速度を有する。

他無線通信技術との比較

名称	比較結果
• ローカル5G • sXGP • LPWA	本ソリューションでは約500KB～1MBの静止画像を安価に長距離送信する必要があり、そのためには基地局整備が不要、かつ画像伝送可能な通信速度を有し、長距離通信が可能なWi-Fi HaLow™が適している。

通信方式	通信速度	通信距離	費用	
ローカル5G（Sub 6）	4K等の高精細かつ滑らかな動画の伝送が可能。 ○	～700m程度 △	1,000万以上 ×	
sXGP（プライベートLTE）	HD解像度程度の動画の転送が可能。 ○	～200m程度 △	500万以上 △	
Wi-Fi HaLow	HD解像度程度の静止画の転送が可能 ○	～1km程度 ○	100万以下 ○	本ソリューションに最適
LPWA	センサーデータ送信向け。静止画送信は不可能。 ×	1 km ～ 20 km程度 ○	100万以下 ○	

❶ 実証計画

a.実証計画の概要

目的

檻・罠付近にWi-Fi HaLow™環境を構築し、カメラ画像による檻・罠の遠隔監視および画像AIによる害獣検出情報の有用性を検証する。

- 技術的にカメラ画像での運用が可能かどうか、画質の精度を検証
- 実装に向けて、導入による檻・罠等獣害対策設備の管理作業工数の削減割合を検証
- 技術的に画像AIが判定した害獣検出情報が有用かどうか、画像AIの精度を検証

アウトカム

- AIの害獣検出精度
- 罠・檻等の見回りにかかる作業工数
- 特定の作業員以外でも管理可能なシステム
- データ分析に基づく罠・檻の設置候補場所の案出
- 設置可能（管理可能）な罠・檻の数

検証の概要

効果検証

- Wi-Fi HaLow™で送られてきたカメラ画像の目視確認により、従来1基あたり約30分要していた檻・罠の目視確認作業時間をどの程度削減可能か検証を実施
- 従来手動で行っていた害獣目撃情報入力が本システムで自動的に同等の入力がされ、今回の限られたカメラ台数でどの程度情報が集約できるか検証を実施

技術検証

- カメラ画像の品質について、遠隔業務に適用可能な品質を担保できているか、実際の檻・罠を管理員からの品質に関する評価により検証
- AI検出精度について、取得情報を目視確認し、正答率評価により検証

運用検証

- 今回用意したアプリケーションの操作が、現在の体制で運用可能か検証

❶ 実証計画

b.検証方法

検証方法			
	効果検証	技術検証	運用検証
検証期間	2023年12月11日～2024年1月26日	2023年11月7日～2024年1月29日	2023年12月11日～2024年1月26日
検証方法	住民説明会を実施し、概要およびWebサイトの紹介を行い、実際に利用していただいた。住民報告会にて、聞き取り調査および書面アンケート調査を実施し、各ソリューションについて効果検証を行った。 また結果に対し、自治体の獣害対策担当者（雲南市/島根県）による評価を実施した。	住民説明会を実施し、概要およびWebサイトの紹介を行い、実際に利用していただいた。住民報告会にて、聞き取り調査および書面アンケート調査を実施し、技術検証を行った。AI精度については、全カメラの全動作時間の画像を目視確認してAI検出結果と突合し、精度算出を行った。 また結果に対し、自治体の獣害対策担当者（雲南市/島根県）による評価を実施した。	住民説明会を実施し、概要およびWebサイトの紹介を行い、実際に利用していただいた。住民報告会にて、聞き取り調査および書面アンケート調査を実施し、各ソリューションについて運用検証を行った。 また結果に対し、自治体の獣害対策担当者（雲南市/島根県）による評価を実施した。
目標達成の判定方法	各検証項目の検証結果を分析し、目標を達成できたか以下の３段階で判定する。 〇：　目標値を満たしている。 △：　目標値を満たしていないが、現状の結果においても、検証条件の見直しや長期的に継続した場合に目標値を達成できる。 ×：　目標値を満たしておらず、現状の結果から将来的な目標達成が困難。		
自治体の獣害対策担当者からの評価	以下の各自治体担当部署に本実証事業の計画策定への協力、住民報告会への参加、検証結果に対する評価をいただいた。 ・ 雲南市：　島根県雲南市　農林振興部　林業振興課　林業・鳥獣対策グループ ・ 島根県：　島根県東部農林水産振興センター　雲南事務所　林業部林業普及第二課		

❶ 実証計画

c.住民説明会および住民報告会（1/2）

住民説明会

概要	おっちラボにて住民説明会を実施し、検証への協力を依頼した。
日時	• 2023年11月29日　粟谷谷自治会の常会（16世帯出席）に参加して説明 • 2023年12月3日　　粟谷郷自治会の常会（22世帯出席）に参加して説明
説明内容	• Webサイトの操作方法 • メール通知「ケモノ注意報」の説明 • 実証事業に関する諸注意、住民報告会の開催とアンケート協力依頼

地域自主組織への協力依頼

概要	雲南市およびおっちラボにて、飯石地区の地域自主組織「雲見の里いいし」へ検証への協力を依頼した。
日時	2023年12月11日　雲見の里いいしの役員会へ参加して説明
ご意見等	• 雲南市議会の12月定例会でも獣害対策についての質問が沢山出ており、地域としても雲南市全体としても切実な課題。是非本事業を市としてもアピールいただき、対策についても本腰を入れていただきたい。 • せっかく本事業が始まったのだから、今後はハンターとの連携をしっかりやっていきたい。（今は猟期なので）日々回っておられるハンターの方々は、ケモノの動きを正確に把握している。彼らにとっても良い情報になるはず。 • 獣害は、農業をやる者をがっかりさせてしまう。その結果、耕作を放棄する人も増えてしまう。周囲がそんな状況だと、移住してこられた方も、ここでの生活をあきらめてしまう。もはや地域全体の課題。様々な情報を組み合わせ、色々な対策を行っていくことが必要。これに限らず、次の展開に期待したい。 • カメラに映る個人情報の話も出たが、そういうことばかりを気にしてしまうと効果的な対策は進まない。住民さんや自治会への説明、説得は我々も最大限協力させていただくので、どうか実り多いものにして欲しい。期待している。

❶ 実証計画

c.住民説明会および住民報告会（2/2）

住民報告会

概要	おっちラボ、雲見の里いいし協力のもと住民報告会を実施。 成果報告を行い、検証内容に対して聞き取り調査および書面アンケート調査を実施。
日時と場所	2024年1月30日　19:30～21:00 粟谷生活改善センターにて実施
参加者	実証団体：10名（アイテック阪急阪神、雲南市、おっちラボ） 実証協力：6名（雲見の里いいし、島根県） 近隣住民：20名
内容	１．実証実験の概要と途中経過に関する報告 概要説明および実際にAI検出された害獣の様子に関する報告を実施 ２．ディスカッション 実証ソリューション自体に関する質疑、および今後の獣害対策への応用可能性に向けたご助言、獣害被害の現状に関するご意見を交えたディスカッションを実施。 ３．アンケート 実証ソリューションを評価するための書面アンケートを実施。（回答数：20）

※住民報告会の詳細は「Ⅴ実装・横展開の計画　4.普及啓発活動　b.住民報告会」にも記載。

❷ 検証ポイントと結果

a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	Ⅰ カメラ映像遠隔確認による作業時間の削減	1基あたり6分の作業時間	1基あたりの作業時間は約13分/日で、約43%の削減効果となり、目標値の半分程度であった。 本ソリューションの利用にて、遠隔で罠や檻等の確認作業を行うと、現地に行く頻度を減らすことができるとの回答が得られた。従来は1日1～2回頻度で「餌の減り具合」を確認しているが、今回の検証箇所となったライスセンターでは平均して3～4日に1回の頻度で餌の補充が必要な状況であった。作業時間は遠隔確認（1回3分）と現地作業（1回30分）を頻度で平均して算出した。	今回検証した2箇所においては見回り時間の削減効果があることを確認できたが、害獣の出没頻度に依存して罠・檻への餌補充等が必要な確率が変動するため、継続した検証が必要である。 とくに檻は山沿いに設置されていることが多く、山道を通る管理は高齢者にとって重労働であり、本ソリューションは管理時間の削減効果以上に住民にとって意義があるものと考える。
害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握	Ⅱ 自動的に害獣検出情報を蓄積、見える化	検討会を開催し、害獣動向を分析して罠・檻の設置場所方針を案出できること	実際に粟谷民家裏にて檻の追加設置が行われたことから、目標を達成したと言える。 粟谷民家裏では、本ソリューションにて害獣の出没時刻と様子（画像）を見える化できたことでイノシシの行動経路が特定でき、効果的な檻の設置の設置位置が検討できた。 また書面アンケート調査においても、対策に向けた有意義な知見が得られるとの回答が多数であったことから、本ソリューションが、獣害対策の検討材料として有効であることが示せた。	効果が確認できたものの、検証期間である冬は春～秋に比べて出没量が1/10程度で、有意なデータとするには実際の出没数が少なかったこともあり、十分な検証ができたとは言い難い状況である。少なくとも実際に獣害被害を減らすには、本実証事業の内容だけでは解決が困難であり、継続した課題の改善および規模の拡張が必要と言える。

❷ 検証ポイントと結果

b.技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	Ⅰ 画像品質	画像の品質について、実証協力する市職員や住民等90%以上が満足する。	書面アンケート調査では「時々確認しづらい」が60%、「確認しづらいことが多い」が40%であり、目標未達であった。 画像品質に関して、日中の晴天時の画像品質自体は十分良好であったが、夜間や悪天候時は十分な品質を確保できたとは言えない結果となった。	大多数の住民がスマホの小さな画面で確認しているため、ズームアップしても十分に詳細確認できなかったと思われる。 画像が見やすいかどうかは「カメラの夜間撮影性能」「撮影画角（撮影距離）」「Webサイトの表示方法（画面の大きさ）」の3要素に大きく依存すると考えられる。いずれにも課題があるが、檻の遠隔監視に条件を絞ることで、十分な品質確保は可能である。
害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握	Ⅱ AI精度	害獣のAI検出正答率90%以上	現地（本番環境）での検出率は53%で目標未達であった。 実際に出没した種別内訳では約9割がアライグマ（タヌキ）であり、非常に偏りの大きい結果であった。 また、背景の草木や人工物を誤って害獣だと検出してしまった誤検出が多発し、誤報率（検出結果が誤っていた確率）は55 %であった。	当初の想定より遥かに困難であることが判明したが、短期間で出没数が少ない状況ながら地道なAI学習対応を続けたことで、最終的にはアライグマ（タヌキ）とイノシシのAI検出に成功した。AIの技術的観点では大きな成果が得られたと考える。 一方で、獣害対策に役立つレベルには達しておらず、本ソリューションで獣害被害を減らすためには長期的な継続が必要である。

② 検証ポイントと結果

c.運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	Ⅰ アプリ操作感	実装時に市職員や住民が遠隔での画像確認の操作を迷うことなく実行できる。	近隣住民の大多数が問題なく操作できる状況のため、目標達成と考える。 操作性に関する書面アンケートでは、56%が使いやすいとの回答であった。住民報告会でも、ほぼ全員が問題なく操作できる状況であった。 また地域での情報共有や行動に関する書面アンケートでは、89%が役立つと回答。	本ソリューション自体に狩猟関係者以外からも高い関心が寄せられていることがわかった。デジタル技術を活用したソリューションであっても、住民が自主的に活用していくことができる可能性を示せたと考える。
害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握	Ⅱ アプリ操作感	実装時に市職員や住民が検出情報閲覧の操作を迷うことなく実行できる。	近隣住民の大多数が問題なく操作できる状況のため、目標達成と考える。 操作性に関する書面アンケートでは、67%が使いやすいとの回答であった。住民報告会でも、ほぼ全員が問題なく操作できる状況であった。 また地域での情報共有や行動に関する書面アンケートでは、83%が役立つと回答。	本ソリューション自体に狩猟関係者以外からも高い関心が寄せられていることがわかった。デジタル技術を活用したソリューションであっても、住民が自主的に活用していくことができる可能性を示せたと考える。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

a.効果検証：カメラ映像遠隔確認による作業時間の削減（1/4）

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	カメラ映像遠隔確認による作業時間の削減	1基あたり6分の作業時間	カメラ画像での罠・檻等害獣捕獲設備の遠隔確認システムで、従来目視で1基ずつ見回り確認していた作業について、同システムにより、普段見回りを行っている市職員や住民に確認してもらい、状況が正確に把握可能か検証	作業時間を8時間(80%)削減

検証結果

近隣の狩猟関係者（檻の管理者、猟師）に聞き取り調査を行った結果、本ソリューションにて遠隔で檻の状態（動物がかかっているか、餌が減っているか）の確認が可能となり、省力化（現地に行く頻度の低減）に繋がるとの回答が得られた。

とくに檻は山沿いに設置されていることが多く、山道を通る管理は高齢者にとって重労働であり、本ソリューションは管理時間の削減効果以上に住民にとって意義があるものと考える。

成果指標項目	結果と分析	目標達成状況
罠・檻等の見回り時間 ↘	本ソリューションの利用にて、遠隔で罠や檻等の確認作業を行うと、現地に行く頻度を減らすことができるとの回答が得られた 従来は1日1～2回頻度で「餌の減り具合」を確認しているが、今回の検証箇所となったライスセンターでは平均して3～4日に1回の頻度で餌の補充が必要な状況であった。このためライスセンターをもとに、遠隔確認（1回3分）と現地作業（1回30分）で作業時間を平均すると、1基あたりの作業時間は約13分/日と算出され、約43%の削減効果となり、目標値の半分程度である。 今回検証した2箇所においては見回り時間の削減効果があることを確認できたが、害獣の出没頻度に依存して罠・檻への餌補充等が必要な確率が変動することも確認できたため、継続した検証が必要と考える。	△

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

a.効果検証：カメラ映像遠隔確認による作業時間の削減（2/4）

詳細結果

調査結果（檻や罠の状況の遠隔確認例）

餌の減少確認

餌の補充直後

餌の減少（2日後）

※前日の夜に害獣が出没している。

罠の作動確認

罠の作動前

罠の作動後

※実際には檻の背後から害獣が接触して罠が作動したため、捕獲はできていない。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

a.効果検証：カメラ映像遠隔確認による作業時間の削減（3/4）

詳細結果

調査結果（住民ヒアリング）

住民ヒアリング項目	回答
檻・罠の管理作業時間の削減ができそうか。 現地に行く頻度を減らすことができそうか。	• 餌の減り具合や動物がかかっているかどうか確認できれば、現地に行く頻度を減らすことができる。 • 罠の確認や餌を食べたかどうかの確認の省力化ができて良い。
檻・罠の管理について、現状の負担はどの程度か。	• 現状では1日に1回～2回、「餌の有無」「動物がかかっているか」「檻が正常動作しているか」を確認している。粟谷集落では18台を2～3人で管理している。飯石地区内の他集落も含めると全体で30～40台になる。 • 檻がある場所は、山道が多い。管理が大変である。 • 効果をみて檻の移動も検討しているが、高齢者が多く、移動ができていない。檻の移動には最低でも成人男性2名は必要で、かつ檻の移動が山中のため重労働となり、なかなか実施できていない。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

a.効果検証：カメラ映像遠隔確認による作業時間の削減（4/4）

課題と考察

課題	考察および対応策
システム構成再検討による低価格化	【考察】 　檻の遠隔監視だけの効果としては、本ソリューションで構築したシステムはオーバースペックである。檻の遠隔監視は、主に檻の管理者や猟師を対象とするソリューションであり、聞き取り調査からもAI検出の機能と必ずしも併用する必要がないが、檻の遠隔監視だけに絞った場合、現在のシステム構成での横展開は困難である。 【対応策】 　ローカル側機器の構成を再検討することで、本ソリューションの効果を担保したまま、低コストでの廉価版ソリューションを構築する。Wi-Hi HaLow™通信機能を内蔵した低消費電力で動作するカメラをメーカーと共同開発し、本ソリューションのWebサイトと組み合わせることで実現する。また、振動センサや赤外線センサとも組み合わせることで、定期撮影だけでなく、不定期（動物が檻に接触した瞬間など）での撮影機能の開発を検討する。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

a.効果検証：自動的に害獣検出情報を蓄積、見える化（1/4）

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握	自動的に害獣検出情報を蓄積、見える化	検討会を開催し、害獣動向を分析して罠・檻の設置場所方針を案出できること	本実証で構築したシステムで収集した害獣種別や場所等の情報を市職員や住民等が確認し、検討会開催可否を判定する。なお判定にあたっては、害獣の生態に詳しい地元猟友会の猟師や島根県の専門官等の助言を仰ぐ。	検討会を開催し、害獣動向を分析して罠・檻の設置場所方針を案出できること

検証結果

住民報告会での聞き取り調査の結果、自動的に害獣検出情報を蓄積、見える化することで、実際に檻の設置に関する検討および移設が実施され、本ソリューションが獣害対策検討に効果があることを示せた。ただし検証期間である冬は春～秋に比べて出没量が1/10程度で、有意なデータとするには実際の出没数が少なかったこともあり、十分な検証ができたとは言い難い状況である。

一方、獣害被害は住民にとって深刻な問題であるため、獣害対策に求められる期待値が高く、より具体的かつ直接的な効果を出すための助言を多くいただいた。「近隣で獣害被害にあっているか」というアンケートでは13/20があると回答した。少なくとも実際に獣害被害を減らすには、本実証事業の内容だけでは解決が困難であり、継続した課題の改善および規模の拡張が必要と言える。

成果指標	結果と分析	目標達成状況
データ分析に基づく罠・檻の設置候補場所の案出可否	本ソリューションにて害獣の出没時刻と様子（画像）を見える化できたことで、実際に粟谷民家裏にて檻の設置が行われた。また、書面アンケート調査においても、対策に向けた有意義な知見が得られるとの回答が多数であったことから、本ソリューションが、獣害対策の検討材料として有効であることが示せたと考える。	○

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

a.効果検証：自動的に害獣検出情報を蓄積、見える化（2/4）

詳細結果

調査結果（住民ヒアリング）

住民ヒアリング項目	回答
害獣の動向把握はできそうか。罠や檻の設置場所を考える検討材料になりそうか。	• イノシシの動き方が分かれば、檻の作動タイミングが分かり、捕獲精度の向上につながる可能性がある。 • ソーラー駆動など可搬性のある仕組みでないと使いづらい。カメラの移動ができれば、柔軟に場所を変えて調査できるため使いやすい。 • もっと広い画角（360度カメラなど）で撮影できればありがたい。また、AI検出した害獣が同一個体なのかどうか判別できればありがたい。スポットで観測するのではなく、面で出没情報を確認したい。 • 動物の種別によって習性や危険性が異なるため、種別ごとに捕獲精度を上げられるように使い方を変えるべき。 • 「ターゲットとなる獣によって対策は変わる。状況を把握するだけであれば、赤外線で十分。AIの活用の意義は？」（書面回答） • 「必要な情報（クマ）がない。無意味なところを撮っている。」（書面回答）

検証期間中、粟谷民家裏のAI検出画像を確認し、実際に檻の設置（移設）に繋がった。

検証開始当初

イノシシの検出

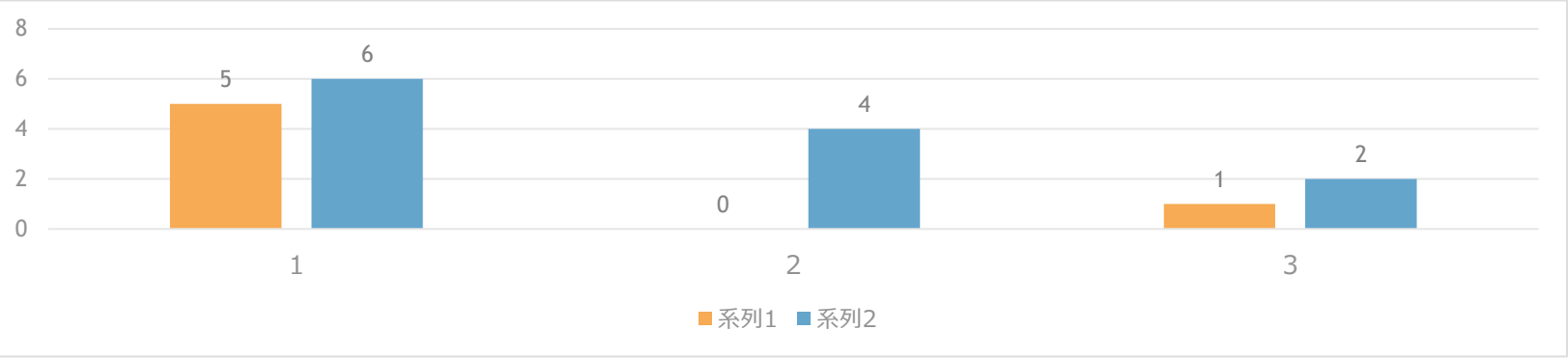
檻設置（2024/1/17）

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

a.効果検証：自動的に害獣検出情報を蓄積、見える化（3/4）

詳細結果

調査結果（住民ヒアリング）

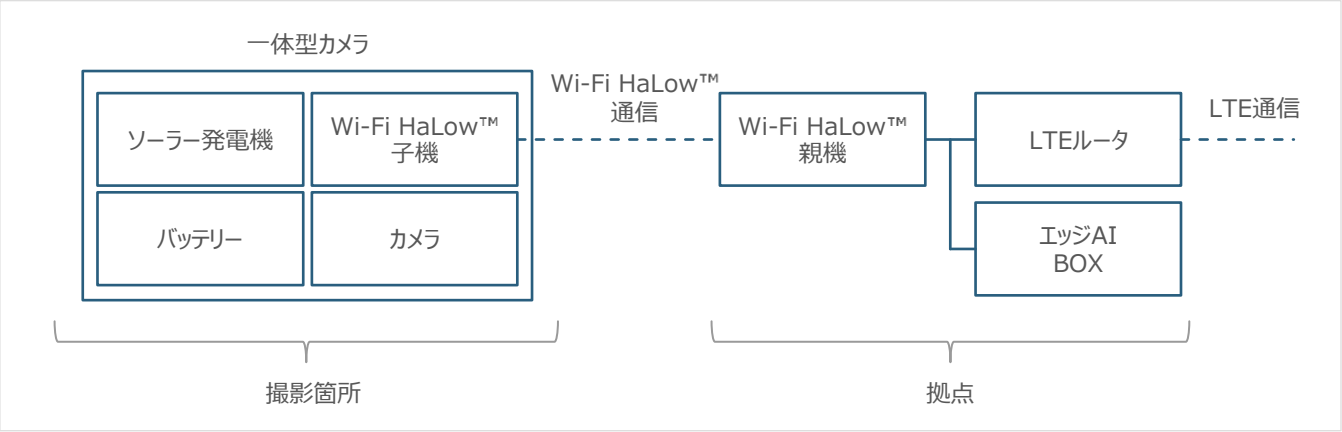
住民ヒアリング項目	回答
今までわからなかった害獣の行動などの知見が得られるか。（書面アンケート調査）	
撮影頻度（約30秒毎）は十分だったか。画像ではなく動画で確認したいか。	• 檻の周囲でどのような動きがあるのか、必要に応じて動画で取り出せるような仕組みがあれば、気になる箇所の詳細が確認できる。 • 銃を扱う猟師としては、リアルタイムで動画を確認したいのではないか。
その他	• 昼間の安心・安全という観点では、サルとクマの情報が重要である。 • （人間に対して危害を加える危険性があるため）できるだけサルの出没情報が欲しい。サルを撮影して、検出精度を上げるためにはどうすればよいのか。 • リアルタイムで害獣の出没が確認できれば、安全のために音を鳴らして帰宅するなどの対策につながる。 • 今回のカメラは高い位置に取り付けているため、イノシシにとっては学習しづらく警戒されにくい。 • 動画を一か所に集めて県や市等のレベルで管理して共有することはできないか。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

a.効果検証：自動的に害獣検出情報を蓄積、見える化（4/4）

課題と考察

課題	考察および対応策
可搬性のあるシステム構成	【考察】 害獣の動向把握をするためには、様々な箇所での短期的な検証が必要であるため、可搬性のあるローカル側機器が必要である。本ソリューションでは、撮影箇所に「ネットワークカメラ」「Wi-Fi HaLow™子機」「エッジAI BOX」が必要で、AC100Vの電源供給が必須であった。また、Wi-Fi HaLow™の通信のために地上高約6mのポール建柱を行った。 【対応策】 電源不要のローカル側機器構成を検討する。エッジAI BOXは消費電力が大きいため電源が必要である。Wi-Fi HaLow™親機側の拠点にエッジAI BOXを配置し、Wi-Fi HaLow™通信経由で取得したカメラ画像に対してAI検出を行う構成にすることで、撮影箇所の機器点数を減らして電源不要で稼働させる。具体的には、ソーラー発電＋バッテリーで稼働するWi-Fi HaLow™通信機能内蔵のカメラをメーカーと共同開発することで実現する。 撮影箇所によってはWi-Fi HaLow™通信が困難である場合もあり得るため、別の通信方法を用いたシステム構成も合わせて検討していく。



❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

a.効果検証：自治体の獣害対策担当者からの評価

検証結果に対する評価

	罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握
雲南市	檻の遠隔監視は見回り回数の減少を可能とし、省力化の効果は大きいと考えられる。さらに、カメラの画像により出没している獣種、頻度、侵入箇所、滞在時間や行動が把握できることから、よりよい設置場所の選定や潜み場の撤去などをの実施につながると考えられる。	聞き取り調査やセンサーカメラに比べて、AIでの獣種判別やスマートフォンでの情報共有を行うことで、目撃情報の把握数を充実させるのには有効な手段であると思うが、今回は設置数が少なく限定的な場所の情報に留まっている。 害獣目撃情報の充実により地域が対策を行うためには、点ではなく面的な情報把握が必要であり、設置範囲を拡大するための設備の改良やコスト低減が必要と思われる。
島根県	新たな通信規格やAI等を組み合わせた遠隔監視システムを構築したことは、実際にわな見回りの省力化につながっており、有意義な知見が得られたのではないかと考える。 特にわなの遠隔監視で広く使われているLPWAでは困難であった画像の送信ができたことで、わなの動作結果だけではなく、出没時間や出没場所、わなへの餌付け度合い、対象獣種以外の出没状況などを把握し、檻の設置場所を変更する、餌付けのタイミングを図れるといった捕獲者の動きに繋がっており、有用であると考える。	目撃情報の充実化という点では、実証時期が冬季に近く、出没自体が少なかったことやカメラ設置台数が少なかった点もあり、十分な動向把握はできていないと考える。 地域への普及にあたっては、システム自体が大型のものとなっているため、システムの小型化や可搬性などを考慮したパッケージにすることが必要である。

③ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：画像品質（1/4）

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	画像品質	画像の品質について、実証協力する市職員や住民等90%以上が満足する。	画像を市職員や住民に確認いただき遠隔で罠の状態監視を行うのに十分な品質であるかアンケート評価を行う。	市職員や住民等に向けたアンケートで遠隔業務に適用可能な品質を確保できているとの回答率90%以上

検証結果

検証の結果、日中の晴天時の画像品質自体は十分良好であったが、夜間や雨天時などに十分な画像品質を確保することはできなかった。また、スマホでの確認では拡大して詳細確認する必要があるという課題がある。

本ソリューションにて画像が見やすいかどうかは「カメラの夜間撮影性能」「撮影画角（撮影距離）」「Webサイトの表示方法（画面の大きさ）」の3要素に大きく依存すると考えられる。いずれにも課題があるが、檻の遠隔監視に条件を絞ることで、十分な品質確保は可能である。

成果指標	結果と分析	目標達成状況
設置可能（管理可能）な罠・檻の数	画像品質に関して、日中の晴天時の画像品質自体は十分良好であったが、夜間の画質が悪く、悪天候時は非常に見づらい状況となった。また、ほとんどの住民がスマホの小さな画面で確認しているため、ズームアップでも詳細確認しづらかったと思われる。 撮影画角に関するアンケート回答では、檻の管理者や猟師からは画角を広範囲化する要望は少なかった。檻の遠隔確認だけに用途を絞れば、近距離で撮影することで（確認に必要レベルの）画像品質は確保できる。（効果検証：カメラ映像遠隔確認による作業時間の削減で試算した）「罠・檻等の見回り時間」平均13分/基、作業時間を8時間/日で試算すると、管理可能数は約37基/人/日となる。3人で管理した場合は111基/日で目標値90基を上回る。ただし現状では毎日3人で管理できる体制ではないため、平均1.5人/日が作業できるとすると56基/日程度となる。	△

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：画像品質（2/4）

詳細結果

調査結果（画像品質の低下例）

赤外線撮影による画質低下

檻の設置箇所の夜間は非常に暗くなり、カメラは赤外線撮影となる。被写体との距離が離れているため、カメラ内蔵の赤外線LEDでは光量が不十分で、昼間に比べて鮮明さが低下している。また赤外線撮影では、画像が白黒画像になるため、「地面」「落ち葉」「草・葉」「木」「動物」などの判別が、拡大しても難しくなる。

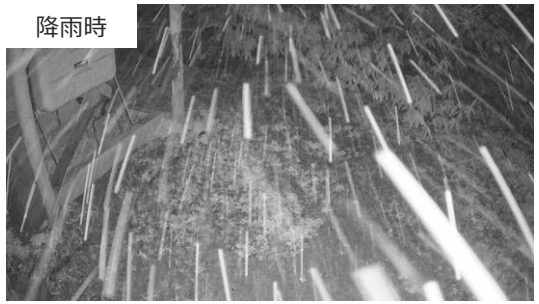
昼間

夜間

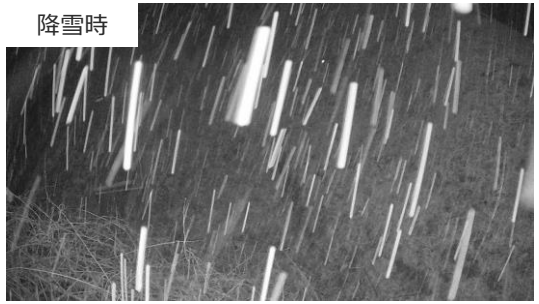
天候の影響

夜間は光量不足のためシャッタースピードが遅くなり、雨に反射した赤外線が白いラインとして画像に映り込んでしまう。また、激しい雨の場合はカメラレンズに水滴が付着して、鮮明に撮影できない場合もあった。
本事象は、AI検出機能にて誤検出の原因にもなった。

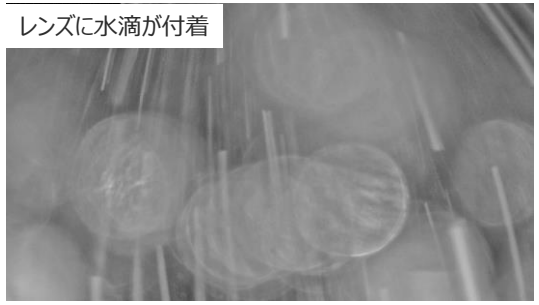
降雨時



降雪時



レンズに水滴が付着

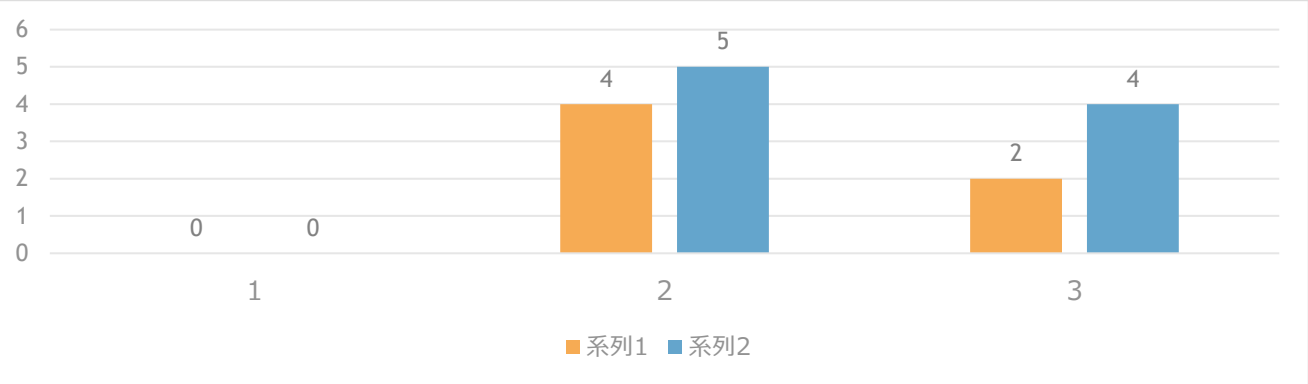
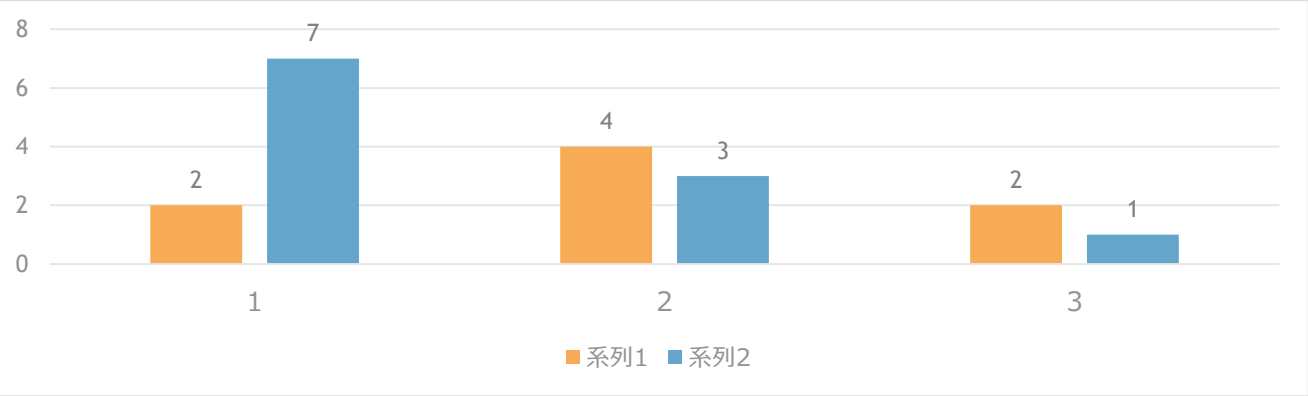


❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：画像品質（3/4）

詳細結果

調査結果（住民ヒアリング）

住民ヒアリング項目	回答
天候や時間帯によってWebサイトの画像から檻の状況が確認しづらいことはあったか。 （書面アンケート調査）	
カメラの撮影範囲（距離感）は適切だったか。 （書面アンケート調査）	

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：画像品質（4/4）

課題と考察

課題	考察および対応策
夜間画質の向上	【考察】 AI検出の実証実験も兼ねて広い範囲を撮影したため、被写体までの距離が遠くなり、カメラ内蔵の赤外線LEDの光量では不十分だったことが主な原因である。 【対応策】 別途、夜間用の赤外線LED追加にて光量増加することで対応できる。また、檻の遠隔監視用途に絞れば、画角を狭めて近距離撮影することで、夜間でも十分な画質が確保できる。合わせて悪天候時の画質改善も見込まれる。
スマホ画面で画像の詳細確認が難しい	【考察】 カメラの撮影画質に関わらず、スマホ画面で確認される方が多いため、現在の画角では檻の様子を詳細確認するためには（ピンチアウト操作で）拡大表示してもらう必要がある。 【対応策】 固定画角であるため、檻の遠隔確認用途ではWebサイト上で自動的に檻部分のみを拡大表示する機能を実装することで、視認性の改善が可能である。

③ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（1/14）

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握	AI精度	害獣のAI検出正答率90%以上	今回実証で構築するシステムによる検出結果と目視確認の突合によりAI検出精度を算出する。	今回実証で構築するシステムによるAI検出結果と目視確認の突合で正答率90%

検証結果

現地（本番環境）での検出率は目標未達であったが、今後の継続したAI学習によって精度向上が期待できることを示せた。
AIでの害獣検出に関して多くの知見と課題が見つかった。当初の想定より遥かに困難であることが判明したが、検証期間中に地道なAI学習対応を続けたことで、最終的にはアライグマ（タヌキ）とイノシシのAI検出に成功した。AIの技術的観点では非常に大きな成果が得られたと考える。
一方で、獣害対策に役立つレベルには達しておらず、本ソリューションで獣害被害を減らすためには長期的な継続が必要である。

項目	結果と分析	目標達成状況
AIの害獣検出精度	現地（本番環境）での検出率は53%で目標未達だが、短い検証期間（学習期間）であることを考慮すると、今後継続して学習を続けることで目標達成することが可能であると考える。種別毎の内訳では約9割がアライグマ（タヌキ）であり、非常に偏りの大きい結果であったため、他種別のAI検出を行うためには継続した検証が必要である。 一方、背景の草木等の形状によって誤検出が多発する課題が見つかった。結果的に誤報率（検出結果が嘘であった割合）が高くなり、住民の信頼感を低下させてしまった。背景の形状変化の影響が当初の想定以上に大きいため、誤検出数を削減するには最低でも1年以上の学習データ収集が必要と考える。	△

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（2/14）

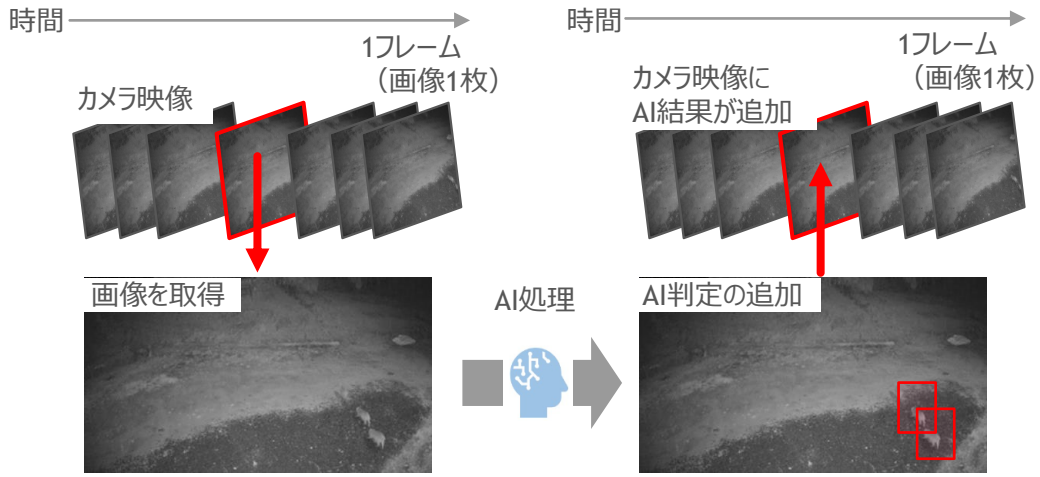
詳細結果

AIモデルの学習とテスト

AIによる害獣検出のしくみ

エッジAI BOXに学習済みAIモデルを適用し、AIが画像に映っている害獣を検出する。

- カメラから得られた1枚ずつの画像に対してAI処理を行い、AI判定結果を出力する。（前後のAI判定結果との連携は取っておらず、対象物の動きや速度などからの判定はしていない。）
- AI学習には物体検出アルゴリズム「YoloV5」に独自アルゴリズムを加えたものを用いている。
- AI学習として登録する形状は、矩形(四角形）のみを用いる。



AIモデルの作成と適用履歴

本検証では随時AIモデルの学習アップデートを行い、以下のVer.1～5のモデルを作成し、各エッジAI BOXへ適用した。本ソリューションでは、全箇所で共通のAIモデルを利用した。

Ver	現地適用日	学習内容
1	2023/11/7	・以下の動画データを島根県から提供いただき学習した。 イノシシ、サル、シカ、アナグマ、アライグマ、ツキノワグマの6種の定点カメラ映像。 ・Webから収集した画像を学習した。 野生で生息している6種を時間問わず撮影されている画像を収集した。また、撮影距離や解像度も制限つけずに多様のデータを収集した。
2	2023/11/17	Ver.1では実際の現場で害獣を検出できなかったため、検出精度を上げるために現地カメラ内のSDカードに録画した現場映像を用いて追加学習した。
3	2023/11/29	現場映像を用いて、人間や他の動物を害獣以外のものとして追加学習した。
4	2023/12/13	現場映像を用いて、追加学習を実施した。
5	2024/1/10	積雪時の現場映像を用いて、追加学習を実施した。

※本検証ではタヌキが頻出したため、アライグマとして学習させた。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（3/14）

詳細結果

AIモデルの学習とテスト

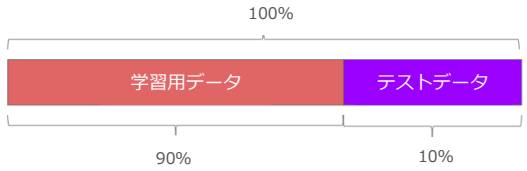
AIモデル学習の流れ

本検証では以下の流れでAIモデル学習を行った。（Ver.2～5）

1. 現場のカメラ映像をエッジAI BOXでAI判定し、検出結果画像をクラウドへアップロードする。（検出有無にかかわらず30秒毎にアップロードする。）
2. クラウドで保存されている検出結果画像を開発環境へダウンロードする。
3. 画像を目視確認して、害獣の映り込み有無を判定する。
4. カメラ内蔵SDカードに録画した動画から、実際に害獣が映り込んでいる時間帯の動画データを取得する。
5. 動画データを学習ツールに登録し、動画から画像に変換する。
6. 画像毎に害獣の有無を矩形で登録する。（教師データの作成）
7. 登録データをもとにAI学習を行い、AIモデルを作成する。
8. 開発環境でAIモデル自身のテストを行う。
9. AIモデルをエッジAI BOX（本番環境）へ適用する。

AIモデルのテスト手法

開発環境でのAIモデル自身のテストにはホールドアウト法を用いており、教師データを「学習用」「評価用」に９対１の割合で分割し、学習済みAIモデルの精度を評価した。



AIモデルのテスト精度評価算出方法

AIモデル自身のテストの精度評価算出方法として、クラス分類を「AI検出結果」と「正解データ」の軸にまとめた下記の混合行列を用いて算出した。
※正解データとは、目視で害獣出没が確認できたものを指す。

		AI検出結果	
		(A)対象物あり（Positive）	(B)対象物なし（Negative）
正解データ	(イ)対象物あり（Positive）	True Positive（TP） 対象物を検出（正解）	False Negative（FN） 対象物を未検出（不正解）
	(ロ)対象物なし（Negative）	False Positive（FP） 対象物を検出（不正解）	True Negative（TN） 対象物を未検出（正解）

指標	内容	算出式
正解率	全体のデータの中で正しく分類できたTPとTNがどれだけあるかという指標。この値が高いほど性能が良い。	(TP+TN) / (TP＋FP＋FN＋TN)
偽陰性率（未検出率）	実際にはPositiveであるサンプルの内、Negativeであると判定された割合。この値が低いほど性能が良い。	FN / (TP+FN)
偽陽性率（誤検出率）	実際にはNegativeであるサンプルの内、Positiveであると判定された割合。この値が低いほど性能が良い。	FP / (FP+TN)

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（4/14）

詳細結果

AIモデルの学習とテスト

AIモデル別のテスト結果

AIモデル自身のテストでは、学習を追加するごとに正解率が向上する結果となった。

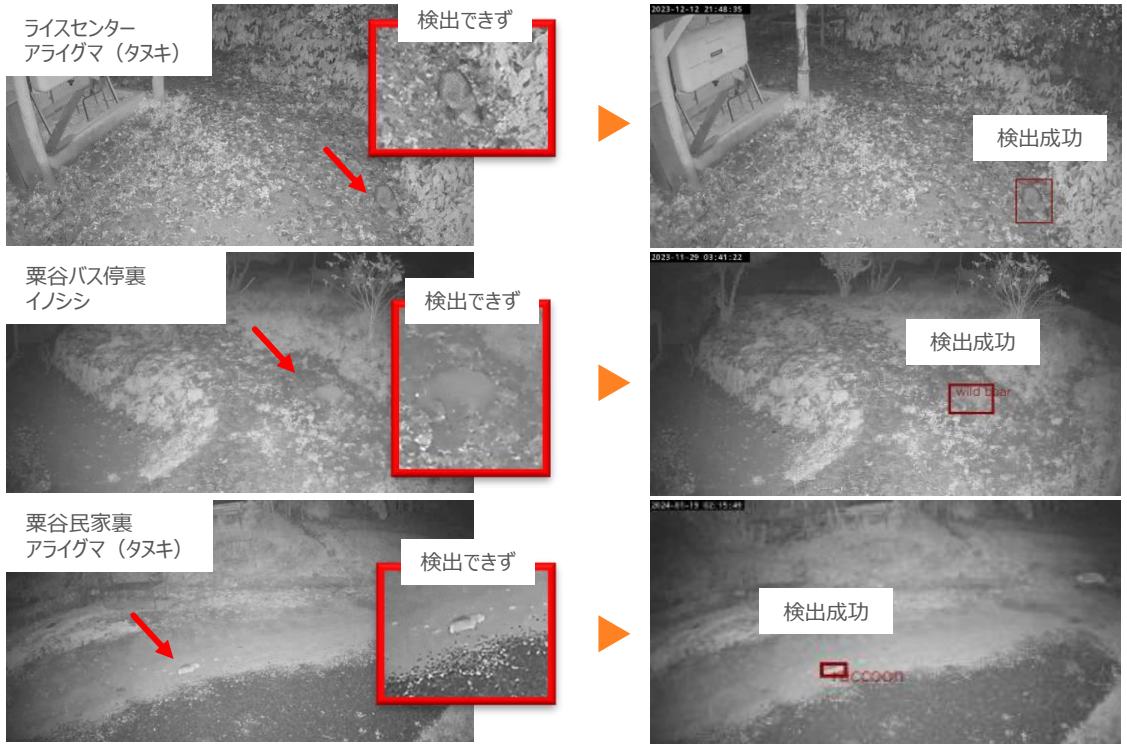
Ver	学習量（枚）	正解率	偽陰性率	偽陽性率
1	6458	75.6%	15.3%	–
2	8511	81.0%	10.5%	–
3	9843	86.9%	8.1%	–
4	11265	86.4%	7.8%	–
5	17016	89.0%	5.4%	–

- Ver.1では、本実証の対象4箇所の現場画像ではない画像で事前学習を行い、その画像に対するテストで正解率75.6%のAIモデルが作成された。
- Ver.2以降は、現場画像を追加して学習を行ったAIモデルに対してテストを行った。
- 追加学習を重ねるごとに正解率、偽陰性率ともに改善傾向となった。

テスト時の害獣検出例

追加学習を繰り返すことで、テストにおいて害獣を検出できるようになった。

Ver.1 のテスト結果　　Ver.5 のテスト結果



❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（5/14）

詳細結果

現地（本番環境）でのAI検出結果

検証方法

エッジAI BOXから（検出有無にかかわらず）30秒毎にクラウドへアップロードされた全ての画像と別途取得した動画を目視確認して、害獣の映り込み有無を判定し、AI検出結果との突合比較を行った。

AI検出精度の算出方法

AIモデルのテスト手法とは異なる以下の方法でAI検出精度を算出する。

- 画像1枚ずつではなく、滞在時間に関わらず「1回の出没回数」としてAI検出結果をカウントする。（動画から目視確認）
- 1回の出没の中で検出と未検出が繰り返されるが、1画像でも検出できれば成功と判断する。
- カウントの集約粒度を1回＝1時間と換算して、1検出可能回数（検出機会）とする。

【理由】

- 害獣が1回出没すると、滞在時間が異なるうえ、動き方が様々（走り回る、横切る、餌を食べる、土を掘り返すなど）であり、統一条件で検証できない。
- 目視確認の結果、1回の出没における滞在時間は約2～5分であり、1時間以内に複数回出没することは、ほぼなかった。
- Webサイトの表示およびメール通知の情報集約単位が1時間であり、エンドユーザ（住民）にとって1時間＝1回という認知単位となる。

AI検出精度算出のデータと指標

データ	内容
出没数	目視確認の結果、実際に害獣が出没していた回数。
正解数	AI検出結果のうち、実際に害獣が出没しており、検出に成功していた回数。
未検出数	実際に害獣が出没したが、AI検出できていなかった回数。検出漏れの回数。（未検出数 ＝ 出没数 － 正解数）
誤検出数	AI検出結果のうち、害獣が映っていなかった回数。
総時間	各カメラのエッジAI BOXでAI検出が動作していた総稼働時間。総稼働時間＝総検出可能回数と換算する。

指標	内容	算出式
検出率	検出機会に対して、実際にAI検出に成功した確率。	正解数 / 出没数
誤検出率	総時間（総検出可能回数）に対して、誤検出が発生してしまった確率。	誤検出数 / 総時間
誤報率	AI検出結果のうち、誤検出だった確率。（検出結果が嘘であった割合）	誤検出数 / (正解数 ＋ 誤検出数)

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（6/14）

詳細結果

現地（本番環境）でのAI検出結果

検出率

AIモデルごとの検証期間で結果は異なるが、全て通しての最終的な検出率は53%であった。

冬のため出没数自体が減少傾向にある中でも、地道なAI学習を行ったことにより、短い検証期間ながら害獣をAI検出することに成功した。学習を繰り返したことでAI検出できるようになったが、Ver.5では積雪等による背景変化の影響で未検出が増加しており、未知の状況に対しては検出困難な結果となった。検証期間によって条件（出没頻度や見え方）が異なっているため、安定した検出を行うことはできなかった。

種別毎ではアライグマ（タヌキ）が最も多く出没した。主にライスセンターにて出没し、カメラにも鮮明に映り込んでいたため、多くの検出成功事例を得た。しかし、未検出も多く、未知の状況に対しては検出困難である。
イノシシは粟谷民家裏、粟谷バス停裏に何度か出没した。イノシシは不鮮明かつ学習量も少ないため当初は検出が難しい状況であったが、最終的には検出できるようになった。
なお、サルは1回のみ出没を確認できたが、シカ、アナグマ、ツキノワグマは明確にカメラに映り込むことはなかった。そのため検出率算出からは全て除外している。

Ver	検出率			
	総合	種別毎		
			イノシシ	アライグマ
1	–	正解数	0	0
		出没数	0	0
		検出率	–	–
2	**100%**	正解数	0	2
		出没数	0	2
		検出率	–	**100%**
3	**61%**	正解数	0	44
		出没数	5	67
		検出率	**0%**	**66%**
4	**40%**	正解数	1	18
		出没数	5	42
		検出率	**20%**	**43%**
5	**44%**	正解数	4	4
		出没数	4	14
		検出率	**100%**	**29%**
1～5	**53%**	正解数	5	68
		出没数	14	125
		検出率	**36%**	**54%**

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（7/14）

詳細結果

現地（本番環境）でのAI検出結果

検出率（監視場所毎）

Ver		検出率							
		イノシシ				アライグマ			
		ライスセンター	一ノ瀬バス停下	粟谷民家裏	粟谷バス停裏	ライスセンター	一ノ瀬バス停下	粟谷民家裏	粟谷バス停裏
1	正解数	0		0		0		0	
	出没数	0		0		0		0	
	検出率	–		–		–		–	
2	正解数	0		0		1		1	
	出没数	0		0		1		1	
	検出率	**–**		–		**100%**		**100%**	
3	正解数	0		0	0	40		2	2
	出没数	0		1	4	56		3	8
	検出率	**–**		**0%**	**0%**	**71%**		**67%**	**25%**
4	正解数	0	0	1	0	16	0	2	0
	出没数	0	0	5	0	38	0	4	0
	検出率	**–**	**–**	**20%**	**–**	**42%**	**–**	**50%**	**–**
5	正解数	0	0	4	0	0	0	4	0
	出没数	0	0	4	0	0	2	9	3
	検出率	**–**	**–**	**100%**	**–**	**–**	**0%**	**44%**	**0%**
1~5	正解数	0	0	5	0	57	0	9	2
	出没数	0	0	10	4	95	2	17	11
	検出率	**–**	**–**	**50%**	**0%**	**60%**	**0%**	**53%**	**18%**

※一ノ瀬バス停下は機器調整のためVer.1～3までは未稼働
※粟谷バス停裏は機器調整のためVer.1～2までは未稼働。

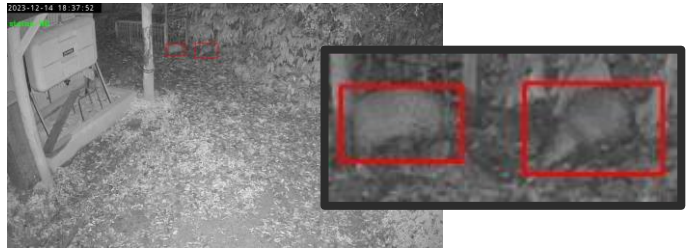
❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（8/14）

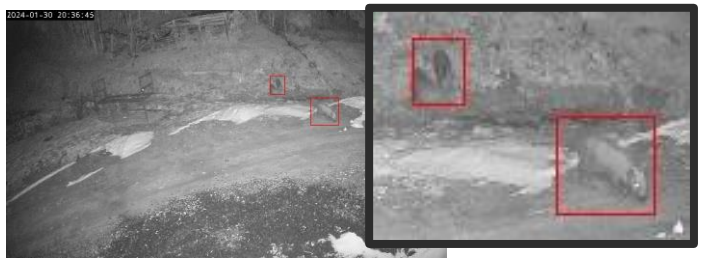
詳細結果

現地（本番環境）でのAI検出結果

正常ケース（検出成功）



ライスセンターではアライグマ（タヌキ）が檻周辺に何度も出没して、餌を食べている様子が検出結果から確認できた。



粟谷民家裏では何度かイノシシが出没して周囲を駆け巡っていたが、学習によって徐々に検出できるようになった。

異常ケース（未検出）

AIは矩形画像で学習されている。矩形画像として、見え方（背景と害獣態勢の組合せ）が未知だった場合、AIで検出することが困難であった。
また、白黒画像のため背景との判別がしづらいことも要因と推定される。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（9/14）

詳細結果

現地（本番環境）でのAI検出結果

誤検出率と誤報率

検証を通しての最終的な誤検出率は1.5%であったが、誤報率は55%となった。

背景の草木や人工物を誤って害獣だと検出してしまった誤検出は、（害獣が出没していない時間も含めた）総稼働時間からすると多くはないが、背景の形状変化にともない散発的に発生した。とくに草木の形状や残雪の形状が、学習済みの害獣の形状に類似している場合があり、誤検出が発生してしまったと推定される。Ver.3からは草木や残雪などの背景物体を「害獣ではないもの」として学習させることで、誤検出を抑制させる対策をとった。しかし、誤検出を防ぎきることはできず、Ver.5では積雪の影響で誤検出数が増大する結果となった。

Ver.4以降は検出数が少なくなり、誤検出数が増加した結果、非常に高い誤報率となってしまった。誤報率が高くなると、実際に本ソリューションを利用する住民の信頼度が低下するが、本検証では全ての検出結果をWebサイト掲載、メール通知した。

Ver	誤検出率	
1	誤検出数	0
	総時間	336
	誤検出率	**0.0%**
2	誤検出数	0
	総時間	570
	誤検出率	**0.0%**
3	誤検出数	1
	総時間	936
	誤検出率	**0.1%**
4	誤検出数	7
	総時間	2,305
	誤検出率	**0.3%**
5	誤検出数	82
	総時間	1,902
	誤検出率	**4.3%**
1～5	誤検出数	90
	総時間	6,049
	誤検出率	**1.5%**

Ver	誤報率	
1	誤検出数	0
	検出数	0
	誤報率	**0%**
2	誤検出数	0
	検出数	2
	誤報率	**0%**
3	誤検出数	1
	検出数	45
	誤報率	**2%**
4	誤検出数	7
	検出数	26
	誤報率	**27%**
5	誤検出数	82
	検出数	90
	誤報率	**91%**
1～5	誤検出数	90
	検出数	163
	誤検出率	**55%**

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（10/14）

詳細結果

現地（本番環境）でのAI検出結果

異常ケース（草木や設置物の誤検出）

学習時には含まれていなかった草木や農作機を誤って検出。Ver.3以降で人間や他の動物を害獣以外のものとして追加学習したが、背景の形状変化に影響されて誤検出を防ぐことができていない。とくに日射状況による陰影の変化が長期的に起きており、本検証期間での対応は困難であった。

異常ケース（積雪の誤検出）

学習時に積雪や雪解けの画像が含まれていないため、害獣に似た形状の残雪を誤って検出している。白黒画像では地面と害獣の境界線が曖昧であり、雪の場合はとくに類似した模様が濃淡として表れやすく、誤検出してしまったと推定される。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（11/14）

詳細結果

調査結果（住民ヒアリング）

住民ヒアリング項目	回答
AI検出の結果について	• 雪を誤検出してしまっているが、その程度のレベルのAIなのか。 • （AI精度向上には）数をこなす必要があると感じたが、動物園の動物を使って学習するのは無理なのか。 • 「動物のシルエットでAIが感知するのであれば、草のかたまりを感知したりしなかったりするようではまだまだ使えないと思いました。」（書面回答）

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（12/14）

課題と考察

課題	考察および対応策
カメラ画角の統一化によるAI検出精度向上	【考察】 事前学習に用いた画像のカメラ画角と、実際の現場のカメラ画角が大きく異なっていたため、事前学習の効果が発揮されず、実際に現場で撮影した画像を用いた学習が必要となった。害獣の見え方がカメラ画角によって異なってしまうため、違った見え方の害獣が出没した際はAI検出が困難である。 【対応策】 今後、AI検出対象の監視場所を増やす場合は、カメラ画角（高さ、角度、被写体との距離）をある程度統一して展開（またはパターン化して展開）していくことで、AIモデルの汎用化を目指す。 事前学習の画角 実際の現場のカメラ画角
誤検出の削減（誤報の削減）	【考察】 屋外の背景状況の変化（雪解けの形状、草木、農機具、雨の軌跡等）が検出精度に大きく影響し、誤検出が多く発生した。最低でも１年間を通した背景状況の学習が必要であるが、それでも誤検出を完全になくすことは困難である。 【対応策】 現在のAI検出の機能とは別で、AI検出結果に対して以下のフィルタリングを実施することで、誤検出の流出を削減する。 ・ 動きの制限： 検出結果が一定時間動かないものは、害獣でないと判断して除外する。 ・ 大きさの制限： 画角内で一定の大きさ以上のもの（画角の大部分を占めるなど）は、害獣でないと判断して除外する。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（13/14）

課題と考察

課題	考察および対応策
撮影画像の鮮明さ向上	【考察】 カメラから被写体までの距離が遠く、画像に映った害獣の体型や色が判別しづらく、種別判定が困難であった。とくに夜間は白黒画像で不鮮明さが増している。カメラを近づけたりズームすることで改善は可能だが、撮影範囲を狭めてしまう。 【対応策】 カメラから被写体までの距離が遠い場合にはPTZカメラ（光学ズームとの縦横に撮影方向制御が可能なカメラ）を用いて以下のような撮影を行うことで、被写体の鮮明さを向上させる。 ・ PTZカメラに複数の拡大撮影するパターンを登録し、一定時間毎に各パターンを撮影する。（パトロール撮影） ・ 広範囲を映しておき、動体検出した場合に、該当箇所を拡大撮影する。（自動追尾撮影）
学習データの収集方法の再検討	【考察】 本実証では定期的にカメラから画像をアップロードし、目視確認後に必要な動画をカメラ内蔵SDカードから取得する手段をとっていた。この手法はWi-Fi HaLow™の通信データ量の制限内で実施可能であったが二度手間となる。 【対応策】 学習データ収集時のみ、大容量通信が可能なLTEルータ（2TB/月）をカメラと同じ個所に設置して、リアルタイム動画としてクラウドにアップロードすることで、学習データ収集を効率化する。横展開の初期は学習量が十分でないため、高額な通信ランニングコストが発生してしまう可能性があるが、撮影箇所と学習量の増加にともない、未知の場所のみ集中的に学習データ収集することで効率化が図れると考える。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：AI精度（14/14）

課題と考察

課題	考察および対応策
学習データの選別の効率化	【考察】 学習のために24時間/日×カメラ台数分のデータを作業員がすべて目視確認する必要があった。今後もAI検出精度向上のためには、人力による学習作業が必要である。 【対応策】 エッジAI BOX側の処理で、特定の速度で動いている物体に対する履歴を残すことで、目視確認の作業効率化を図る。
学習データの選別時の人為ミス削減および品質均等化	【考察】 AI学習作業では、画像に映った害獣を矩形で選択して登録作業を行うが、以下のような課題がある。 ・ 画像が不鮮明のため、害獣ではない物体を誤って害獣として登録してしまう。 ・ 登録する基準が個人によってばらつきが存在する。 【対応策】 AI学習作業のルールを、今後の移管も見据えて再検討する。 ・ 登録された内容を見直しする作業を徹底し、他者による再確認を実施する。 ・ 判断基準を明確化する。 ・ AIモデルへの学習追加分のみの検出精度を算出し、劣化していないか改善具合を確認する。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

b.技術検証：自治体の獣害対策担当者からの評価

検証結果に対する評価

	罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握
雲南市	カメラの画質などは監視を行うのに十分なものであり実装することが可能なものであると考えるが、獣害対策のためには設置数増が重要であることから、より多くの場所に設置可能となるようコスト面での検討やカメラを移動可能にするなどの改善が求められる。	害獣の目撃及び出没情報を充実させるためには、例えば遠赤外線カメラと併用することで出没を確認してから獣種はRGB画像を見て判読するなど、より多くの情報を効率的に把握するための工夫が必要と思われる AIの精度を向上させることは必要であるが、カメラと一体的に装備するよりも、遠隔で取得した画像やセンサーカメラの映像を集約してその解析を実施するなどの方法に変えていくなどを検討願いたい。
島根県 鳥獣専門調査・指導員	AI精度（検出・検出）については十分な精度を確保できたとは言えない。誤報が多いと通知情報に対する地域住民の信頼性も低くなり、通知があることに対して煩わしさを覚えることが想定されるなど、非常に重要な部分である。引き続きデータの取得、学習を継続して精度を高めていただきたい。	

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

c.運用検証：アプリ操作感 ＜罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視＞ （1/4）

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	アプリ操作感	実装時に市職員や住民が遠隔での画像確認の操作を迷うことなく実行できる。	所定のwebサイトへアクセスし、罠や檻等を１基ずつ確認する作業の実際の操作について、アイテック阪急阪神担当者が事前に作成するマニュアルをもとに迷わず操作可能か検証。	市職員や住民等に向けたアンケートで「操作が難しい」「わかりづらい」の回答がないこと

検証結果

住民報告会でのアンケート調査の結果、本ソリューション自体に狩猟関係者以外からも高い関心が寄せられていることがわかった。アプリ操作感のアンケート結果では必ずしも高評価ではなかったが、実際に住民報告会中もスマホでWebサイトを確認されている方が多くいた。

本実証事業にて、デジタル技術を活用したソリューションであっても、住民が自主的に活用していくことができる可能性を示せた。

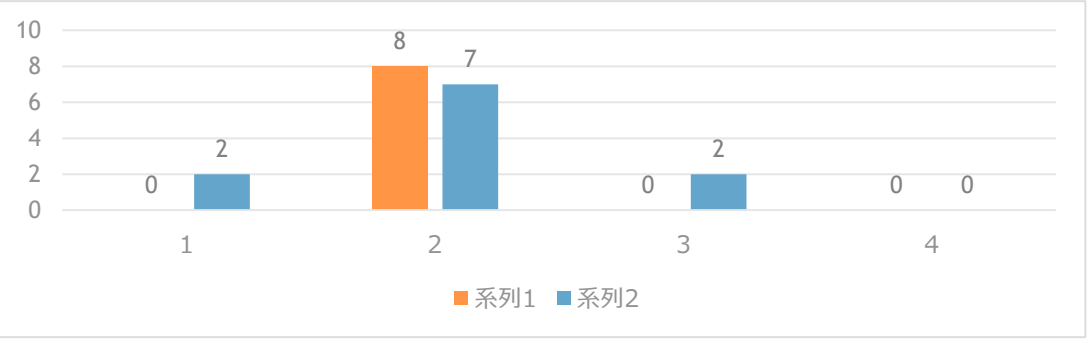
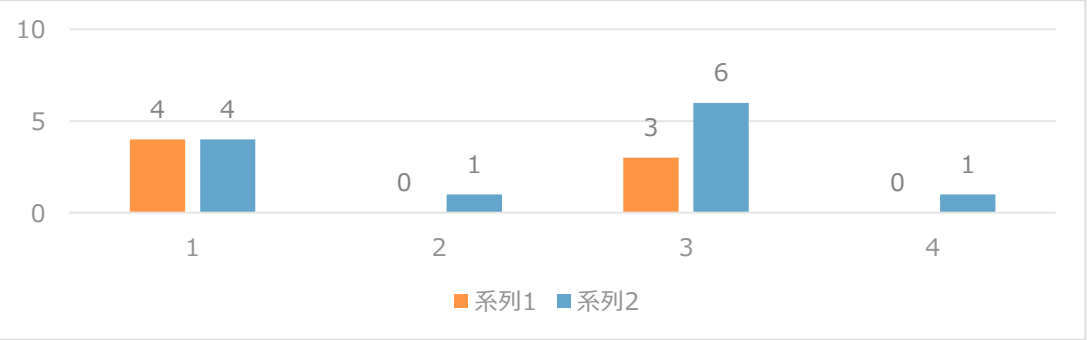
項目	結果と分析	目標達成状況
特定の作業員以外でも管理可能なシステム	本ソリューションが、地域での情報共有や自発的な行動に役立つとのアンケート回答が得られた。また、閲覧頻度に関するアンケートでも「毎日」または「必要に応じて・不定期」との回答が大多数を占め、本ソリューションが住民にとって関心高く、身近な存在になり得る可能性を示せた。 アプリ操作感については必ずしも全員が高評価ではなかったが、ほぼ全員がマニュアルなく操作できている状況のため、特定の作業員に依存しないシステム構築ができていると言える。	○

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

c.運用検証：アプリ操作感 <罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視> （2/4）

詳細結果

調査結果（住民ヒアリング）

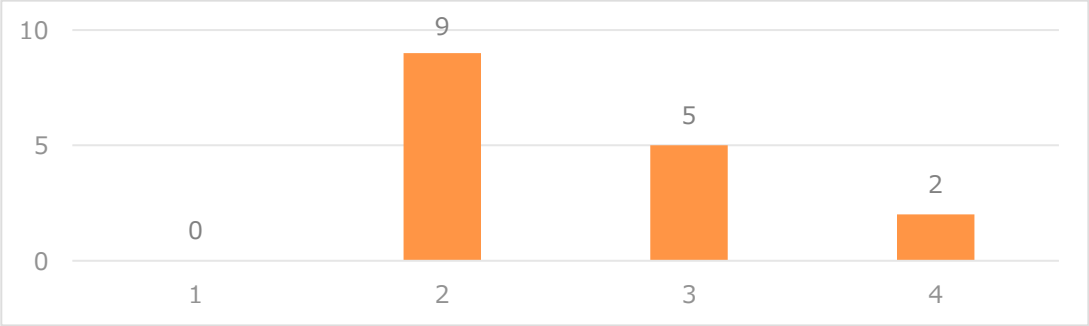
住民ヒアリング項目	回答
本ソリューションは地域での情報共有や自発的な行動に役立つか。 （書面アンケート調査）	
設置台数を増やした場合、どのくらいの頻度でWebサイトを確認したいか。 （書面アンケート調査）	

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

c.運用検証：アプリ操作感 ＜罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視＞ （3/4）

詳細結果

調査結果（住民ヒアリング）

住民ヒアリング項目	回答
Webサイトは使いやすかったか。 （書面アンケート調査）	

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

c.運用検証：アプリ操作感 ＜罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視＞ （4/4）

課題と考察

課題	考察および対応策
カメラ台数が増加した際の管理方法	【考察】 今回は対象カメラが４台だけのため、サムネイル表示による選択をインタフェースとしたが、カメラ台数が増加した際には改善が必要である。 【対応策】 毎日全台のを見回るという性質上、タグ付け（設置罠の種類、エリアなど）による一覧表示の絞り込み機能を開発することで改善を図る。また、うんなんケモナビが採用している地図表示によるカメラ選択インタフェースも検討する。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

c.運用検証：アプリ操作感＜害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握＞（1/4）

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握	アプリ操作感	実装時に市職員や住民が検出情報閲覧の操作を迷うことなく実行できる。	所定のwebサイトへアクセスし、害獣検出情報を確認する作業の実際の操作について、アイテック阪急阪神担当者が事前に作成するマニュアルをもとに迷わず操作可能か検証。	市職員や住民等に向けたアンケートで「操作が難しい」「わかりづらい」の回答がないこと

検証結果

住民報告会でのアンケート調査の結果、本ソリューションが住民にとって関心が高く、身近な存在になり得る可能性を示せた。アプリ操作感のアンケート結果では必ずしも高評価ではなかったが、実際に住民報告会中もスマホでWebサイトを確認されている方が多くいた。

また、メール通知についても多くの方が受信しており、メール受信をきっかけにWebサイトを表示して確認する流れが浸透していた。メール通知には誤検出による誤報も多く含まれていたが、アンケート回答では必要性を評価いただけた。また、サルやクマなどのメール通知は子どもの安心・安全に繋がるとのご意見もいただけた。

本実証事業にて、デジタル技術を活用したソリューションであっても、住民が自主的に活用していくことができる可能性を示せた。

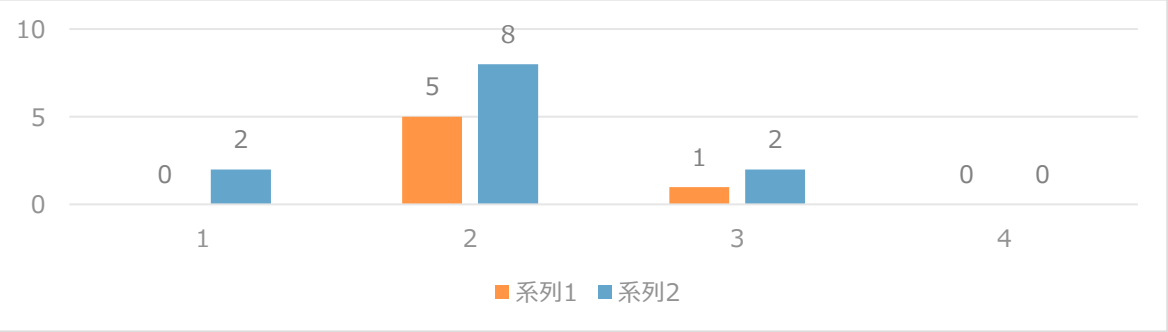
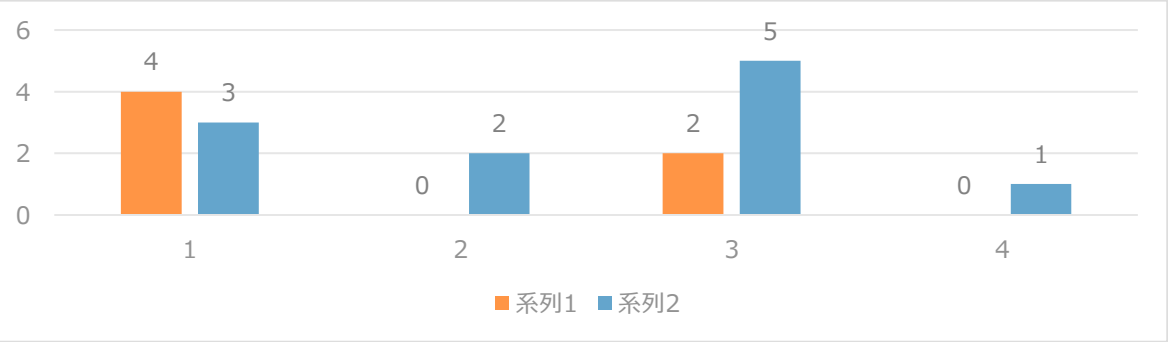
項目	結果と分析	目標達成状況
特定の作業員以外でも管理可能なシステム	本ソリューションが、地域での情報共有や自発的な行動に役立つとのアンケート回答が得られた。また、閲覧頻度に関するアンケートでも「毎日」または「必要に応じて・不定期」との回答が大多数を占め、本ソリューションが住民にとって関心高く、身近な存在になり得る可能性を示せた。 アプリ操作感については必ずしも全員が高評価ではなかったが、ほぼ全員がマニュアルなく操作できている状況のため、特定の作業員に依存しないシステム構築ができていると言える。	○

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

c.運用検証：アプリ操作感＜害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握＞（2/4）

詳細結果

調査結果（住民ヒアリング）

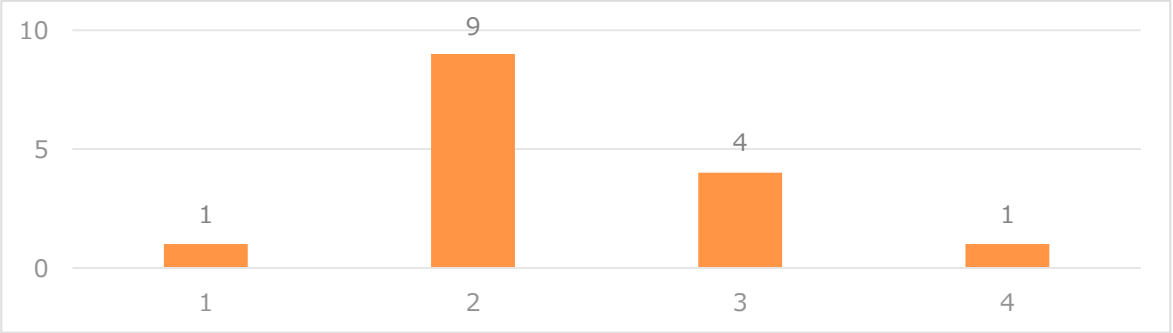
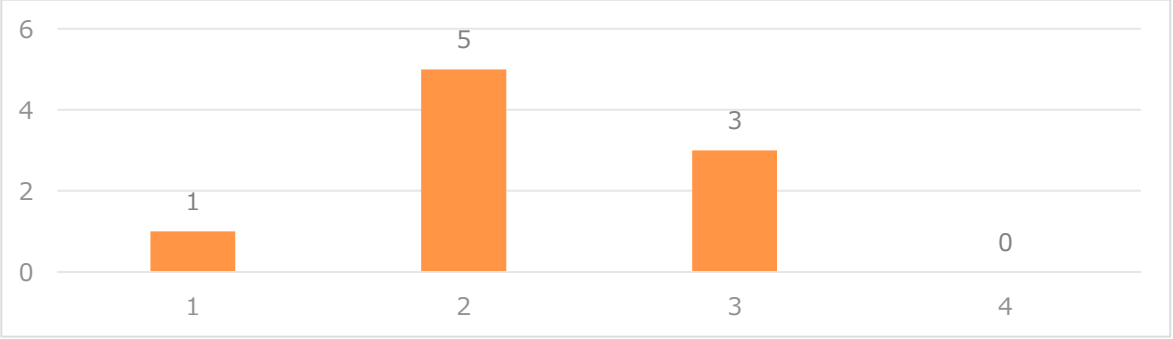
住民ヒアリング項目	回答
本ソリューションは地域での情報共有や自発的な行動に役立つか。 （書面アンケート調査）	
設置台数を増やした場合、どのくらいの頻度でWebサイトを確認したいか。 （書面アンケート調査）	

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

c.運用検証：アプリ操作感＜害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握＞（3/4）

詳細結果

調査結果（住民ヒアリング）

住民ヒアリング項目	回答
Webサイトは使いやすかったか。（書面アンケート調査）	
メール通知は役立つか。（書面アンケート調査）	

※事前の住民説明会にてメール通知希望者を募り、AI検出結果を自動でメール通知する実証を行った。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

c.運用検証：アプリ操作感＜害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握＞（4/4）

課題と考察

課題	考察および対応策
誤検出データの除去	【考察】 実証実験では全ての検出データを自動でWebサイトに掲載し、メール通知していたが、実運用においては誤検出データは不要かつ迷惑な情報である。AI検出の精度が向上しても誤検出を完全になくすことは不可能である。全自動では、誤検出データを除去する対策が困難である。 【対応策】 AI検出結果（種別判定結果）を即時性の有無で分類し、即時性が必要な種別（サルやクマなど）の検出時は自動でWeb掲載/メール通知し、それ以外の種別は管理者の判定アクションを加えた上でWeb掲載できるようにするなどのシステム改修を検討する。全自動ではなく、人の手を介したシステム運用が必要となってしまうため、実際の運用にあたっては企業側/自治体側/住民側で検討が必要である。効果検証でのヒアリング結果においても、害獣種別ごとに対策が異なるとの助言があり、システムとしても柔軟に対応していく必要があると考える。

❸ 検証ポイント毎の詳細結果および課題と考察

c.運用検証：自治体の獣害対策担当者からの評価

検証結果に対する評価

	罠や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	害獣目撃情報の充実化による害獣動向把握
雲南市	有害鳥獣駆除班の檻等の管理省力化のための運用は実施可能であり、今後の檻の増設などにつながると考える。 一方で、被害状況や出没箇所の把握により、より効果的な設置場所の選定などが可能となるよう、設置場所やコスト面での改善を検討したい。	今回は捕獲檻に対する設置が中心であったが、防護柵や被害把握に向けてより多くの場所で設置できるよう、例えばで電源や設置場所確保がしやすい多くの民家から山側や農地に向けてカメラを設置して地区全体で情報を充実させる運用を考えていきたい。
島根県 鳥獣専門調査・指導員	アプリは、PCやスマートフォンのいずれも直感的に操作できるUIであったと考える。また、サイト上でいつ、どこで、どの獣種が撮影されたかを見れることが、狩猟者以外の住民からも高い関心が寄せ得られており、評価できると考える。 今後は、捕獲者以外の住民向けに罠以外の農地や通学路といった場所にカメラを追加設置することや、地図上で撮影情報などが見える化されれば、より満足度が高まると考える。	

④ ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

効果検証項目

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	• システム構成再検討による低価格化	• 檻の遠隔監視だけに絞った場合のローカル側機器構成を再検討する。通信機能を内蔵した低消費電力で動作するカメラを用いて、本ソリューションと同等のシステムを構築する。	• アイテック阪急阪神	• 24年4月~9月
横展開に向けて	• 可搬性のあるシステム構成	• 電源不要のローカル側機器構成を検討する。エッジAI BOXは消費電力が大きいため電源が必要である。Wi-Fi HaLow™親機側の拠点にエッジAI BOXを配置し、Wi-Fi HaLow™通信経由で取得したカメラ画像に対してAI検出を行う構成にすることで、撮影箇所の機器点数を減らして電源不要で稼働させる。具体的には、ソーラー発電＋バッテリーで稼働するWi-Fi HaLow™通信機能内蔵のカメラをメーカーと共同開発することで実現する。	• アイテック阪急阪神	• 24年9月~12月

④ ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

技術検証項目

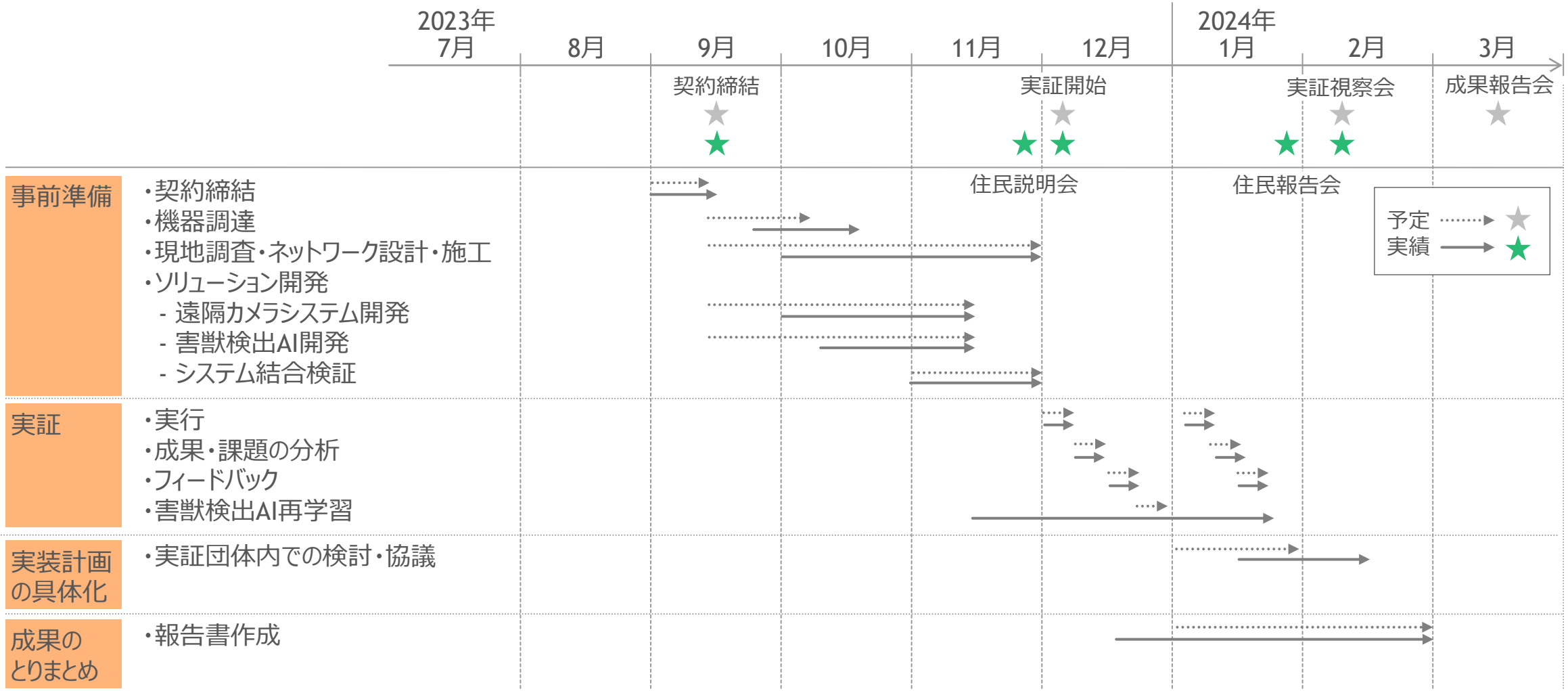
	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	• 夜間画質の向上	• 夜間用の赤外線LED追加にて光量増加することで対応する。また、檻の遠隔監視用途に絞れば、画角を狭めて近距離撮影することで、夜間でも十分な画質が確保できる。合わせて悪天候時の画質改善も見込まれる。	• アイテック阪急阪神	• 24年7月~9月
	• 誤検出の流出防止	• 現在のAI検出の機能とは別で、AI検出結果に対してフィルタリングを実施することで、誤検出の流出を削減する。検出結果が一定時間動かないものは、害獣でないと判断して除外する。画角内で一定の大きさ以上のもの（画角の大部分を占めるなど）は、害獣でないと判断して除外する。	• GAUSS	• 24年4月~6月
横展開に向けて	• カメラ画角の統一化によるAI検出精度向上	• 横展開に向けて、カメラ画角（高さ、角度、被写体との距離）をある程度統一して展開（またはパターン化して展開）していくことで、AIモデルの汎用化を目指す。	• アイテック阪急阪神、GAUSS	• 24年4月~25年3月

④ ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

運用検証項目

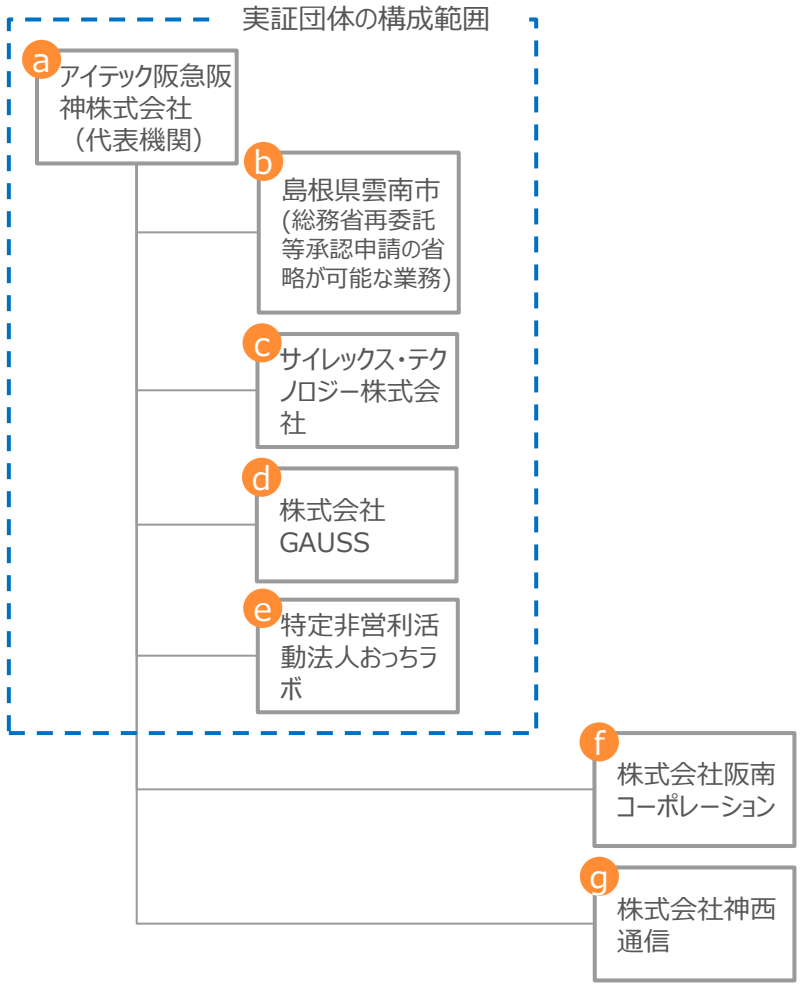
	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	• 誤検出データの除去	• AI検出結果（種別判定結果）を即時性の有無で分類し、即時性が必要な種別（サルやクマなど）の検出時は自動でWeb掲載/メール通知し、それ以外の種別は管理者の判定アクションを加えた上でWeb掲載できるようにするなどのシステム改修を検討する。全自動ではなく、人の手を介したシステム運用が必要となってしまうため、実際の運用にあたっては企業側/自治体側/住民側でオペレーションを検討していく。	• アイテック阪急阪神	• 24年4月~9月
横展開に向けて	• カメラ台数が増加した際の管理方法	• 毎日全台のを見回るという性質上、タグ付け（設置罠の種類、エリアなど）による一覧表示の絞り込み機能を開発することで改善を図る。また、うんなんケモナビが採用している地図表示によるカメラ選択インタフェースも検討する。	• アイテック阪急阪神	• 24年7月~9月

⑦ 実証スケジュール


2023年
7月
8月
9月
10月
11月
12月
2024年
1月
2月
3月
契約締結
実証開始
実証視察会
成果報告会
住民説明会
住民報告会
予定
実績
事前準備
・契約締結
・機器調達
・現地調査・ネットワーク設計・施工
・ソリューション開発
- 遠隔カメラシステム開発
- 害獣検出AI開発
- システム結合検証
実証
・実行
・成果・課題の分析
・フィードバック
・害獣検出AI再学習
実装計画の具体化
・実証団体内での検討・協議
成果のとりまとめ
・報告書作成

⑧ 実証の実施体制

実施体制図



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a アイテック阪急阪神株式会社	・プロジェクト全体管理 ・システム開発、構築 ・実証とりまとめ	13名x 226.7時間	ファシリティ事業本部 営業：石川　卓磨 技術：生田　泰三
b 島根県雲南市	実証場所の提供 地域住民との合意形成	ー	農林振興部　林業振興課 山本　章平
c サイレックス・テクノロジー株式会社	Wi-Fi HaLow™ネットワーク構築支援	2名 × 116時間	ビジネスディベロップメントセンター 江刺家　哲也
d 株式会社GAUSS	害獣検出AI開発	6名× 237.8時間（SE）	営業企画本部 中村　亮介
e 特定非営利活動法人おっちラボ	現地コーディネート	3名×40時間	森・畑・空き家コーディネーター 三輪　信介
f 株式会社阪南コーポレーション	Wi-Fi HaLow™電波伝搬シミュレーション	1名 × 68時間	設備サポート部 和気　敏弘
g 株式会社神西通信	現地施工支援	5名 × 139.2時間	工事部 中村　知博

❶ 実装計画・スケジュール

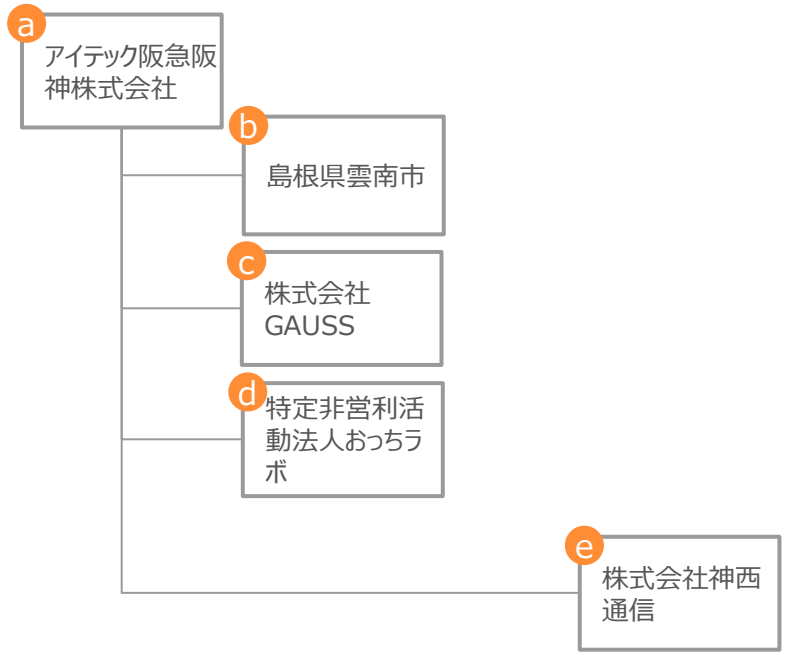
a.実装に向けた具体的計画

2024~2025	2025~
実装準備	実装・横展開準備
2023年度の実証で明らかとなった実装に向けた課題への対応策を実施・評価し、有効性を再確認して実装に進めるか判断を行う。 【技術面】 • ローカル側機器の構成見直し（カメラ性能、通信経路の最適化） • 誤検出防止対策の実装（ソフトウェア改良） 【コスト面】 • ローカル側機器の構成見直しによるイニシャルコスト低減 • 施工方法および工事部材の再検討によるイニシャルコスト低減 • AIモデル汎用化による将来的なAI学習コスト削減 • 猟師向け、住民向けソリューションの分離と最適化によるコスト削減 【運用面】 • 本実証地域での継続検証について、自治体および地域と協議 • ソリューション改善に向けた住民ヒアリングの継続 【その他】 • 地域の獣害対策以外（林業分野など）への活用方法の検討	本実証地域でのスモールスタートによる本運用開始させる。地域自主組織と協力し、地域で本ソリューションを自主的に活用してもらい、カメラ増設などの利用拡大へつなげる。 また、当該事例を元に雲南市内の他地域および県内外への横展開提案を進める。 横展開においては１つのソリューションとして作り込みを目指して、ハードウェア／ソフトウェア、運用、保守など内容を検討する。 自社だけではなく引き続き他社との連携も模索する。 関西圏においては阪急阪神HDグループのネットワークや農林水産省が行っている農業農村情報通信環境整備準備会への取り組みに参加し拡大を目指す。 ランニングコストについてはエッジAIボックスを買い取ることでレンタル費を削減する、AI学習を１年間で行うことで2年目以降の通信費を低減する、カメラ毎だった通信系統を統合してWi-Fi HaLow™親機1台あたりの通信エリアを拡大することで通信費を低減することを検討する。

❶ 実装計画・スケジュール

b.実装の体制

実施体制図

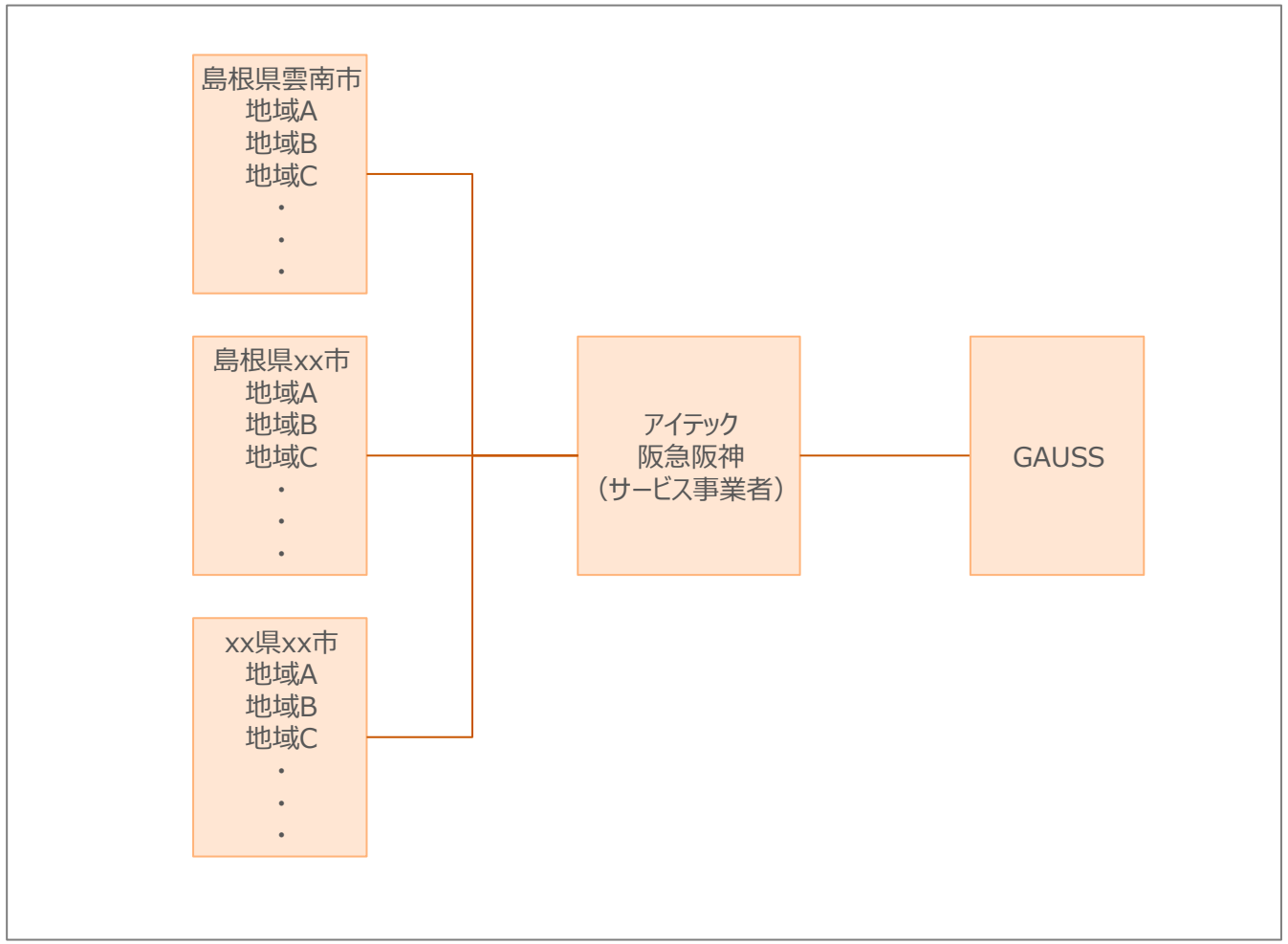


団体名	役割	リソース
a アイテック阪急阪神株式会社	・プロジェクト全体管理 ・システム構築	6名
b 島根県雲南市	・実装場所の提供、地域住民との合意形成	3名
c 株式会社GAUSS	害獣検出AI開発支援	3名
d 特定非営利活動法人おっちラボ	現地コーディネート	2名
e 株式会社神西通信	現地施工支援	3名

b d は島根県雲南市内での実装・横展開時のみに限る

❶ 実装計画・スケジュール

c.ビジネスモデル



概要	GAUSSが提供するAIサービスを含めて、アイテック阪急阪神が機器提供と共に当該サービスの事業者となり、各市・各地域へパッケージ販売を行う。
収益化モデル	導入自治体を広げることでサービスを汎用化しつつ機能改善を行い、サービス利用料により収益化。
費用負担	導入する各地域もしくは市 • ハードウェア費 • 設置施工費 • サービス利用料

❸ 他地域への横展開の方策

対象（地域・業界団体等）	現在の取組状況	今後の取組予定	効果の見立て
島根県雲南市（飯石地区粟谷集落を除く他の地域）	• 近隣地区の猟師の皆様に住民報告会等へ参加いただき、取組内容の普及へ協力いただいた。	• 毎月開催されている地域自主組織の連絡協議会内での本実証取組み紹介他地区への横展開に向けた協議の実施による導入提案（2024年度上期）	ソリューションを共同利用することで、1地区あたりの映像管理クラウドサーバ等の年間利用料を分散することが可能
島根県（雲南市を除く他市）	• 島根県東部農林水産振興センターの鳥獣対策担当者に住民報告会等へ参加いただき、取組内容を紹介、評価いただいた。	• 島根県鳥獣対策担当部署と連携し、本実証の取組み紹介を通じた導入提案（2024年度上期）	今回実証で発生する初期開発費用が抑えられ、低コストで当該ソリューションの利用開始が可能
全国自治体	• 実証事業のプレスリリース（2023/12/8） • 岡山市への取組紹介および現地視察（2023/11/20） • 姫路ケーブルテレビへの取組紹介および現地視察（2024/1/16）	• 自治体向け展示会等への出展（2024年度中） • 関西圏をはじめとした全国自治体（農政局、県、市町村の鳥獣対策担当部署）を中心に本実証の取組み紹介を通じた導入提案（2024年度中） • 営業活動で使用する営業ツール（アイテック新聞）の作成	今回実証で発生する初期開発費用が抑えられ、低コストで当該ソリューションの利用開始が可能

④普及啓発活動

a.普及啓発に関する取り組み

取組概要	取組状況	今後の取組予定	効果の見立て
島根県内において他市や他自治体へ当該ソリューションを紹介する機会を設置し、普及啓発活動を実施	• 雲南ソーシャルチャレンジ大発表会での取組紹介（2023/12/10） • エフエム山陰でのラジオ放送（2023/12/20、22） • おっちラボWebサイト（note）での取組紹介 • 雲南市SNS（Facebook）での紹介 • 日本郵政ローカル共創イニシアティブSNS（X、Instagram）での紹介	• 市報、HPでの広報 • 県開催の鳥獣対策研修会での紹介 • 地域自主組織連絡協議会及び地区研修会等での事業説明	ソリューションの有効性を示すことで、同様の課題に直面する他自治体からも引き合いが見込まれる
アイテック阪急阪神が従来営業活動を実施している全国自治体へ当該ソリューションの提案を実施	• 実証事業のプレスリリース（2023/12/8） • 農業農村情報通信環境整備準備会に関わり他自治体の状況ヒアリング	• 自治体向け展示会等への出展	ソリューションの有効性を示すことで、同様の課題に直面する全国自治体からも引き合いが見込まれる

④普及啓発活動

b.住民報告会（1/3）

住民報告会の概要

【日時】
2024年1月30日（火）　19:30～21:00
※大雪警報のため1月24日から延期して実施

【場所】
粟谷生活改善センター
（島根県雲南市三刀屋町粟谷７１）

【参加者】
・ 実証団体
　アイテック阪急阪神　5名
　雲南市　3名
　おっちラボ　2名
・ 実証協力
　雲見の里いいし　4名
　島根県　2名
・ 近隣住民
　狩猟関係者　8名
　狩猟関係者以外　12名

※粟谷郷の約1/3世帯が出席

住民報告会の実施事項

飯石地区の住民の皆様を対象に本事業の概要説明と途中経過の報告を実施し、実装ソリューションに対する評価、および今後の獣害対策への応用可能性に向けたご助言をいただいた。

１．実証実験の概要と途中経過に関する報告
概要説明および実際にAI検出された害獣の様子に関する報告を実施。
２．ディスカッション
実証ソリューション自体に関する質疑、および今後の獣害対策への応用可能性に向けたご助言、獣害被害の現状に関するご意見を交えたディスカッションを実施。
３．アンケート
実証ソリューションを評価するための書面アンケートを実施。（回答数：20）

④普及啓発活動

b.住民報告会（2/3）

住民報告会での質疑

質疑内容	回答
動物がたくさん出てこないと（学習して）検出できないのか。春ごろの獣害被害が気になるが、検出できそうか。	精度向上には最低でも1年以上の学習が必要と考えている。次の春～夏の段階での精度向上は難しい。
サルの検出情報があったが、画像からサルを確認できなかったのはなぜか。できるだけサルの情報が欲しい。	草木を誤って検出しており、その情報がWebサイトに表示され、メール通知されている。現状では誤検出をなくすことは困難で、今後はAI検出精度向上およびシステム改善にて減らしたい。 本検証でサルは1度しか撮影できず、現状では学習も難しい状況のため、あらためて学習方法を検討したい。
一ノ瀬バス停下は、撮影方向の反対側にクマが出没している。そこを検出して、通知があると子どもの安全に良いので助かる。	一ノ瀬バス停下は、檻の遠隔監視を検証するために現在の画角とした。 ＜雲南市＞ 別途、雲南市でトレイルカメラを設置すると動物が写っていたことが確認された。AI検出精度向上のためにも、動物が出没する可能性が高い場所を候補とすることは重要と考える。
AI検出精度向上というのは、大元のAIを育てるのか、各場所ごとにAIを適用させて育てるのか、どちらのことを指しているのか。	当初計画では、画像検出のAIエンジンに様々な動物画像を覚えさせることで汎用的に検出できると想定していたが、実証を始めるとまったく検出できないことがわかった。AIモデルは共通のものを使っているが、4箇所の実際の画像を使って学習させているため、今は場所ごとにAIをカスタムしているのに近い状況である。箇所を増やして学習させ続けることで、将来的に汎用的なAIモデルになると想定している。
新しい通信技術としてWi-Fi HaLow™を使うということが今回の実証事業の決まりなのか。	新しい通信技術には他の選択肢（ローカル5Gなど）もあるが、本ソリューションではWi-Fi HaLow™が最適と判断した。Wi-Fi HaLow™が使えるかどうか検証することも本実証事業の目的の1つであった。

※実証ソリューションの効果検証、技術検証、運用検証に関する内容は「Ⅳ検証　2.検証項目・検証結果」に掲載。

④普及啓発活動

b.住民報告会（3/3）

住民報告会でのご意見/ご助言

- 鳥獣害対策は住民にとって死活問題である。すぐに解決できないが、今回のような施策を積み重ねることが必要ととらえている。
- 他の地域では、3人のハンターを常駐させる取り組みを実施している。飯石地区も、もっと声を上げて対策に取り組んでいくべきだと考えている。いくら農作物を育てても獣に食べられてしまうと意欲が下がってしまう。これを解決しかければ移住してきた人が定住してくれない。
- 「実験が始まるまでに「農作物被害を減らせるか」から「動物の恐怖を減らせるか」に関心が変わってしまった。もはや、「野菜を取られて困った」というレベルではなく、「玄関そばまで掘り返されて怖い」という段階にある。」（書面回答）
- 「害獣被害を減らせて行けるようにしていただけれたらと思います。」（書面回答）

※実証ソリューションの効果検証、技術検証、運用検証に関する内容は「Ⅳ検証　２.検証項目・検証結果」に掲載。

住民報告会の総括

＜雲見の里いいし＞

今回の実証事業の効果については、住民報告会のアンケートからも十分に感じられた。この取り組みを受けて、住民がどのように動くかが重要で、それを受けて行政が動いていけるような流れになれば良いと考える。住民報告会にも約1/3世帯が出席され、粟谷郷だけでなく粟谷谷の方も出席されていた。実際にスマホで画像を確認している方がいたことからも、獣害対策に対する関心の向上が感じられた。

一方、住民にとっての「効果」とは、直接的に獣害被害が減ったかどうかという理解になる。本事業は長期的な取り組みのため、今の問題を短期的に解決できず、住民にとって効果がないと感じる部分もある。住民の意見としては、今日明日の安心・安全の実現を望んでいる。

＜雲南市＞

行政としては獣害対策を年間単位で考えているが、住民にとっては今日明日の話で課題を抱えている。この取り組みをもとに獣害対策を頑張ろうと思ってもらえるサービスにすることが必要である。

本事業の成果について、猟師目線で害獣を捕獲するという点では効果があるものだったと考える。一方、住民の安心・安全という観点では、あまり効果が得られなかったと考える。対策はどちらかの視点にフォーカスして検討していった方が効果があると考える。

＜アイテック阪急阪神＞

地域自主組織である雲見の里いいし様にご協力いただき住民報告会を開催できたことは、双方にとって非常に大きな意義があったと考える。実証フィールドの提供および検証評価へ協力いただいただけでなく、改善に向けた貴重な現場のご意見を頂戴できた。今回の取組みを継続するために実証団体ができることを洗い出し、自治体と協力して次のアクションを検討していく。

④普及啓発活動

c.実証視察会（1/4）

実証視察会の概要

【日時】
2024年2月8日（木）　13:00～15:30

【場所】
旧飯石小学校
（島根県雲南市三刀屋町多久和５２８）

【参加者】
- 視察員
  - 総務省　2名
  - BCG　1名
  - 阪神電気鉄道　1名
- 実証団体
  - アイテック阪急阪神　7名
  - 雲南市　4名
  - おっちラボ　3名
- 実証協力
  - 雲見の里いいし　3名

実証視察会の実施事項

実証ソリューションにおける有用性の理解と評価をいただき、次年度以降の取り組みへ向けた支援策実施のご検討をいただくため、以下の内容を実施。

１．飯石地区の紹介
雲見の里いいし様による飯石地区の紹介を実施。
２．実証ソリューションの概要説明
実証ソリューションの概要説明を実施。
３．機器設置場所の現地見学
ライスセンターと一ノ瀬バス停下へ移動して、現地の機器取付状況や周辺を見学。
４．成果と課題の報告
住民報告会から得た成果と課題を報告。
５．全体質疑およびディスカッション
全体を通した質疑の実施および本取り組みに関するディスカッションを実施。

④普及啓発活動

c.実証視察会（2/4）

実証視察会での質疑

質疑内容	回答
カメラ増設や将来的にシステムを受け入れて管理・運用していくにあたり、課題や住民側の声はあるか。（総務省）	• カメラを増やして欲しい、位置を動かせるようにして欲しいという意見は住民側からもあった。粟谷だけで檻は２０台近くあるので檻ごとに設置するとか、安全面で通学路に設置したいとか、そういった課題解決とセットであれば住民側も受け入れやすいと思う。（雲見の里いいし）
本実証ではカメラ毎に通信系統を完全分離していたが、将来的にWi-Fi HaLow™を使っての増設、横展開は可能か。またどこに課題があると考えているのか。（総務省）	• 本実証ではAI解析結果に基づいて30秒に1回の頻度で画像データを送信した。 Wi-Fi HaLow™が1分間で6秒しかデータ送信できない制限の中、画像2枚で3～4秒を要した。画質や撮影方法、送信タイミング、ユーザ側の使い方など、ソリューションの詳細を見直すことで、Wi-Fi HaLow™の活用には改善の余地はあると考えている。（アイテック阪急阪神）
本実証では猟師の負担軽減が一番のICT効果であると思うが、具体的にどの程度の作業を軽減できたか検証はできたか。（総務省）	• 負担軽減について、定量的な効果測定までできなかった。（アイテック阪急阪神） • 遠隔で餌の状況が確認できたので、見回りが効率化できたという話は猟師間でできた。どのような動物が捕獲できたかわかるだけでも、猟師の手配が楽になる。一方、検証時期が冬のため鳥獣が少なく、具体的な監視効率化の確認はできなかった。（雲見の里いいし） • 継続活用するには、効果を分かりやすい形に残して市の議会や幹部にも説明していくことが重要である。本実証では住民側の手間の削減量がポイントであると思う。技術的な課題もあるが、どれだけ住民の手間が減ったかという評価にも取り組んで欲しい。（総務省）

④普及啓発活動

c.実証視察会（3/4）

実証視察会での質疑

質疑内容	回答
横展開や社会実装という点においてコストはどこが負担する考えか。費用対効果を数字で示して、民間企業の事業として展開できる方法を議論して欲しい。（総務省）	• 雲南市側、地域側の負担を含めて、協議中である。（アイテック阪急阪神）
猟師と住民のニーズが異なると思うが、システム提供側と猟師・住民側で意見交換はあったか。（総務省）	• 住民報告会にて初めて住民の声を聴く機会があり、様々なニーズを頂戴できたことも成果と考えている。今回の知見を活かして次年度以降どのように進めるか協議をスタートしている。（アイテック阪急阪神） • 便利な機能をつけすぎて使わない例が多いので、実際に使われる住民の意見を聞いて実装していって欲しい。（総務省）
本ソリューションで獣害被害が削減できそうという感覚はあるか。（BCG）	• 効果はあると感じている。今はどうしてもウリ坊からとっていくのが主流だが、親を狙って確保できるようになると思う。獲っても獲っても減らないと感じるが、こうした取り組みを継続することが良いと考えている。（雲南市）
技術面ではどこまでできると良いか。何か足してほしい機能はないか。（BCG）	• コストやAI精度の課題はあるが、猟師が使えるという面と地域課題を解決できるという面で、今回の鳥獣対策は良いと思う。今回の技術を他にも活用するなど、範囲を広げて一般住民が使うにはどうすればよいか、行政、住民、企業の3者が一体となって考えていきたい。最初に思いつければよいが、やっていく中で感じていったところも多い。（雲南市） • 水位監視や見守りにも本実証の技術が使えるが、様々な部署を巻き込む必要があるため、まずは鳥獣対策から取り組んで良かったと思う。今回の技術や効果を広めて欲しい。（総務省）
今後の改善として、ソーラー発電での稼働は可能であるのか。（総務省）	• メーカーにて試作段階である。次年度以降に投入して試したい。（アイテック阪急阪神）

④普及啓発活動

c.実証視察会（3/4 ）

実証視察会でのご感想

＜総務省＞

- 飯石地区の「ここで暮らしていきたい」という考えが素晴らしい。高齢化が進んでいる中で、地域自らここで暮らしていくために鳥獣対策を進めていくという取り組みを続けて欲しい。

＜雲南市＞

- 害獣の確保の有無、確保した個体の大きさ、確保に何名必要か、道具の要否等、事前にカメラで確認できるので効率化できる。また獣害の動きを実際に見ることがなかったので、これまで得られなかった知見を猟師側で得られるようになった。メール通知機能付きの罠では、文章や静止画だけで現地状況が十分にわからないことが多かったが、動きを把握できるようになり狩猟の考え方が変わってくるところもあった。昨年は熊の出現が多く、この一帯でも熊が確認されることが多くなった。AIで獣害が特定できるようになると、心構えも変わってくるので良い。これまでは檻や罠の設置位置を猟師の経験と勘に頼ってきたが、今回の技術で客観的に検証できることで、罠の設置位置に関する教材にも活用できる。
- 最近では広島県側から鹿が山を越えてきている。今はまだ草が多くて農作物被害が少ないが、下草が少なくなると木の皮が食べるようになり、林業側にも影響でるため危機感を持っており、今回の技術が使えるのではないかと考えている。
- 雲南市では、どの地域にうかがっても鳥獣被害対策について必ず言われる。市としても環境整備等に取り組んでいるが、なかなか被害が減らない。これまでの取り組みは猟師の勘と経験に頼っている状況だが、狩猟免許をとったばかりの方の学習がうまく進めば効果的に捕獲できるようになり、被害を減らすことができる。その点においてAIや通信技術を活用してなんとか被害を減らしていきたい。林業が衰退し、人と動物の住むエリアの境界線がなくなってきており、獣側が人間を恐れなくなっている。押し返していくのは困難かもしれないが、今起きている被害を少しでも減らしていく努力は引き続きやっていきたい。今回は短期間での取り組みだが、実装できるような仕組み作りが必要と感じている。
- 実証実験には向いていない時期で、農作物を確保する、皆さんの安心安全を確保するという点においてまだまだハードルは高いが、実装・横展開できるよう願っている。なんとか鳥獣被害を減らして欲しいという声を一日でも早く解消していきたい。

＜雲見の里いいし＞

- 今回の取り組みでは、害獣の個体の移動経路も確認できるようになり、猟師目線で役立っている。
- 検証期間としては一番悪い状況だった。農作物の収穫時期になるともっと鳥獣が多くなる。今回は誤検出が多かったが、本来は一度に5～6匹出る。そんな中でここまでよくやってくれたという印象。人間側の待ち伏せ能力を高めるためにはこういう技術に頼るしかない。住民としては追い込まれており、どうしようもない状況である。