

令和7年度 地域社会DX推進パッケージ事業  
(実証事業 先進無線システム活用タイプ)

# Wi-Fi 7/HiLowとLiDARセンサー、カメラ、Edge AIを活用した撃退機能付き害獣検知システムの実現 成果報告書

2026年3月31日

一般社団法人日本ケーブルラボ

# 成果報告書 目次

## I. 地域の課題と目指す姿

1. 地域の課題と目指す姿
2. これまでの取り組み状況と今後の実現ステップ
3. 実証の必要性
4. 成果 (アウトカム) 指標  
ロジックツリー  
成果 (アウトカム) 指標の設定:  
本実証  
成果 (アウトカム) 指標の設定:  
実装・横展開

## II. 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. 設置場所・基地局等
  - c. 設備・機器等の概要
  - d. 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

## III. 実施計画

1. 計画概要
  2. 検証項目・方法
    - a. 効果検証
    - b. 技術検証
    - c. 運用検証
  3. スケジュール
  4. リスクと対応策
  5. PDCAの実施方法
  6. 実施体制
- 実証
- 実証・実装・横展開

## IV. 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

1. スケジュール (実績)
2. 検証項目ごとの結果
3. 実装・横展開に向けた準備状況
4. 実装・横展開に向けた課題および  
対応策
5. (参考) 実証視察会
  - a. 概要
  - b. 質問事項と対応方針

## V. 実装・横展開の計画

1. 実装の計画
  - a. 実装において今後目指す状態
  - b. 今後3年間で実施するアクション
  - c. 実装の体制
  - d. ソリューション (変更点)
2. 横展開の計画
  - a. 横展開の体制
  - b. ビジネスモデル
3. 期待効果/資金計画
  - a. 販売主体
  - b. 導入先
4. 資金計画

## VI. 指摘事項に対する反映状況

1. 実証過程での指摘事項に対する反映  
状況
2. 成果報告会での指摘事項に対する  
反映状況

## VII. 参考資料

1. 猿の検知精度の算出方法
2. 誤検知対策
  - a. 背景学習
  - b. 検知アルゴリズム改善
  - c. 学習データ見直し
3. LiDARベース害獣検知システム
  - a. 設置状況
  - b. 仕込

## 1 地域の課題と目指す姿

### 本事業の対象とする地域課題

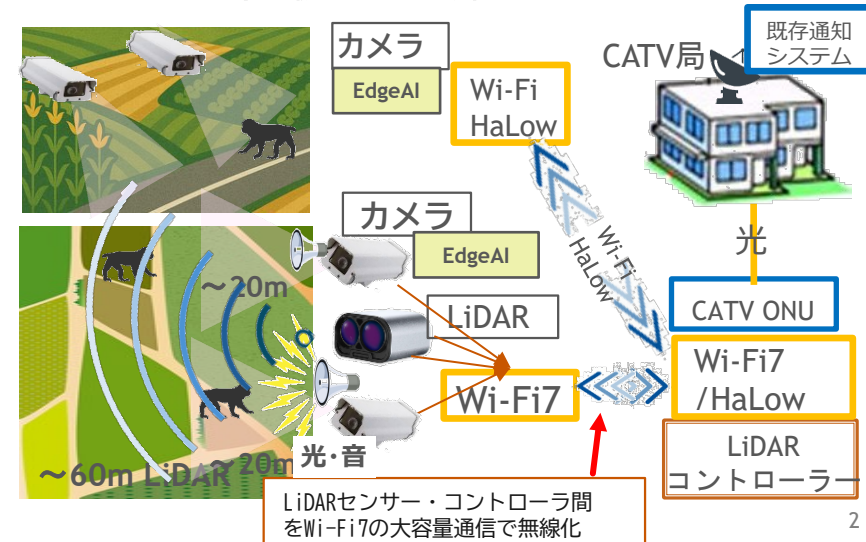
対象者	内容
a いなべ市	<ul style="list-style-type: none"> <li>猿による被害が増加しており、R6年度検知件数は1,824頭（いなべ市運営まいめるデータより）。</li> <li>大型捕獲檻を8箇所に設置し、R6年の猿の捕獲数は394頭に上るが、被害は増加傾向である。</li> <li>有害鳥獣対策の予算は、2,300万円と高額である。</li> </ul>
b いなべ市の山林近くに住む市民	<ul style="list-style-type: none"> <li>猿により、家庭菜園や田畑の農作物だけでなく、家屋や車の損壊、地域住民に対する威嚇が増加している。</li> <li>いなべ市の営農組合等への調査によると、<b>年間約700万円の被害</b>である。</li> <li>稲栽培後に大豆やその他作物を作付けしても、害獣に食べられることが続き、<b>作付けを止める</b>など、収入減となっている。</li> <li>撃退は地域住民が協力して、獣害撃退専用の花火（500円/本）を使い、居住エリアから山林に追い返しているが、市からの花火の補助金は半額であり、ひと月<b>数十万円の負担</b>となることもある。</li> </ul>
c いなべ市の獣害監視のために巡回している職員	<ul style="list-style-type: none"> <li>市の職員が毎日9時～17時まで<b>6名</b>（3名×2組）体制で農作地や<b>森林等を巡回</b>しており、負担が重く、特に、山林などの巡回では危険も伴っている。</li> <li>発見すると、速やかに市が運営している通報システムへ登録し、市民へ発見場所と時間を通知しているが、広大なエリアを2班で巡回している為、限定的な検知となり、かつ登録まで15～20分要しリアルタイム性も十分ではない。</li> </ul>

### 目指す姿

以下のシステムを活用することで、**猿による獣害のない地域を実現する。**

- 住宅地近隣では、LiDARセンサーとカメラ、Edge AIで猿を監視し、Wi-Fi 7で大容量データを伝送、CATVネットワークを経由、既存通知システムと連携し、光と音により猿の到来、侵入を撃退する撃退機能付き害獣検知システムの構築。
- 住宅地から離れた遠地では、複数のカメラ、Edge AIで猿を監視し、Wi-Fi HaLowで長距離を伝送、CATVネットワークを経由、既存通知システムと連携し、猿の到来を検知するシステムの構築。

図 Wi-Fi7/HaLowとLiDARセンサー、カメラ、Edge AIを活用した撃退機能付き害獣検知システム



## ② これまでの取り組み状況と今後の実現ステップ

これまでの取り組み		目指す姿に向けた実現ステップ		
2003~現在	2013~現在	2025	2026	2027~2030
市民参加スマホで通知	150MHz発信機での確認	実証	実装	横展開 (最終的なゴール)
 <p>「サルどこネット」運用開始 2011年度 ・いなべ市役所内に獣害対策担当組織設立</p>	 <p>・猿の生息地および行動調査の為、市が捕獲した猿に発信機を取り付け。 ・市職員が受信機を持ち山林を日々調査</p> <p>2022年度 ・行政、市民からの目撃情報を生活情報発信サイト「まいめる」を通じてメール発信</p>	 <p>・Wi-Fi7/HaLowの伝送品質検証と屋外伝送の検証 ・AI認識精度確認 ・市職員の巡回に代わりセンサーおよびカメラで検知できるか検証 ・近隣市町村で同様の課題がある鈴鹿市、桑名市、菟野町に対する実地見学会の実施</p>	 <p>・いなべ市員弁町畑新田での実装検証 ・本運用に即した機器を使用した実運用検証 ・AI学習精度向上 ・本運用開始(小規模スタート) ・近隣市町村への展開 ・(一社)日本ケーブルテレビ連盟、(一社)日本ケーブルラボが起点となり、全国ケーブルテレビ事業者に対する事例紹介による多地点展開を推進</p>	 <p>・いなべ市で確認されている17群れをカバーする監視網の構築 ・市職員による巡回の終了 ・少人化低コスト運用システムの構築 ・(一社)日本ケーブルテレビ連盟の協力も仰ぎつつ、全国ケーブルテレビ事業者に対する採用提案をし、多地点展開を推進。 ・全国の同様の課題をもつ市町村への導入</p>

### 3 実証の必要性

#### 実装する上での課題(今のままでは実装できない理由)

- 現在まで、猿に対して8つの檻による捕獲、花火等による威嚇で対応していたが、個体数の増加や市民からの苦情等も増加しており、予算や人員不足により対応が追い付いていない。
- 市職員による巡回、地域住民の相互協力による監視撃退に頼っているのが現状であり、カメラやITを活用した施策を検討する人材がいない
- 市内各所に田畑がある為、広いエリアを監視する事が物理的に困難
- 檻による捕獲と殺処分に対する市民団体による苦情・抗議が少なからずあり、それらに対応するのが負担となっている。



#### 左記課題をクリアするために、実証事業を通じて検証すること

LiDARセンサーやカメラ、Edge AIによる検知能力、Wi-Fi 7やWi-Fi HaLowによるカバーエリアの確認、そして通知、撃退システムの効果検証を実施する。

#### 技術面

- LiDARセンサーの検知精度について、検知距離、設置環境での影響の検証
- カメラとEdgeAIの組み合わせで、どれ位の距離で検知可能か、検知に要する時間等検証
- Wi-Fi7/HaLowの屋外通信品質および実用性の検証

#### 効果面

- どのような音や光で撃退できるのか、様々なパターンによる効果測定と持続性について検証する。
- 職員の負担軽減について、検知精度向上により巡回頻度の低減が可能か確認する

#### 運営面

- システムの完全自動化、既存の通報システムとの連携、光や音での撃退に対する住民の許容度の確認
- 面的に実装する上での効率的なシステム構築手法の確立

#### 展開先

- いなべ市内重点箇所全てに導入された場合の効果の仮設検証

# 4 成果 (アウトカム) 指標

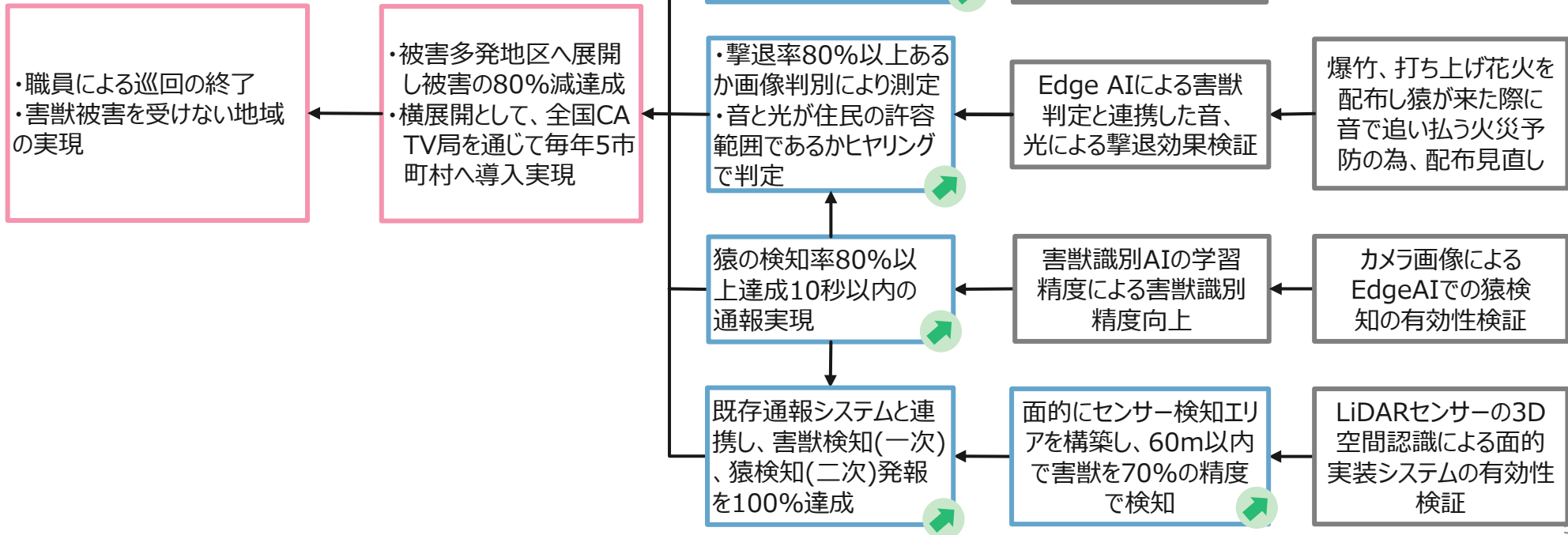
□ジックツリー

□:実装・横展開の成果指標  
□:実証の成果指標

➡ 効果・効率UP等が期待できる

最終アウトカム

中間アウトカム



I 地域の課題と目指す姿

## 4 成果 (アウトカム) 指標

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
常時自動監視による運用 (実証地区での巡回80%減)	当該地区は毎日市職員による巡回	中間:実証地区での巡回80%減 最終:巡回終了	実証開始前は毎日市内各所を巡回しており、本施策実施後の当該地区の巡回数と比較し検証する カメラでの検知並びに撃退効果が80%達成された場合、撃退に要していた自治体並びに地元住民の費用、労力が大幅に減ぜられる事となることから、撃退率80%と同様の目標値を設定。	シー・ティー・ワイが市職員に定期的にヒアリング調査を実施する
屋外でのWi-Fi7 10~50Mbps伝送速度実現 屋外でのWi-Fi HaLow 250mで画像伝送実現	Wi-Fi6の伝送速度 10Mbps以下 LoRaでは画像伝送不可	Wi-Fi7 10~50Mbps伝送 HaLow 250mで 画像伝送実現	カメラやLiDARのデータを伝送するためには、Wi-Fi6では2.4/5.6GHz一方を選択し使用するため、伝送速度が出にくかったが、Wi-Fi7では2.4/5.6GHzの併用(MLO)し速度が出やすい。 Halowで250mの距離で猿を検知したカメラ画像を伝送する。	DXアンテナが現地での実測により判定する
撃退率80%以上あるか画像判別により測定 音と光が住民の許容範囲であるかヒヤリングで判定	市民が害獣を発見時、花火や爆竹等撃退している	・撃退装置により、到来する害獣の80%以上を撃退 ・音と光が許容範囲であること	検知率の80%と同等の撃退率が必要(自治体意見) 地域住民が音や光による撃退方法に対して容認し許容できるか。	DXアンテナが、カメラ等のデータより判別すると共に住民にヒヤリング実施
猿の検知率80%以上達成 10秒以内の通報実現	なし	①センサーやカメラでの検知率80%以上 ②AI判定し10秒以内に通報	猿の行動は予測が難しく、センサーやEdgeAIでの検知は学習することで精度を向上させることとなり、不確定要素を考慮し80%以上と設定した	DXアンテナが現地での実測および記録データにより確認する
面的にセンサー検知エリアを構築し、60m以内で害獣を70%の精度で検知	なし	60m以内で70%の精度で害獣検知	設置するLiDARセンサーの検知範囲の製品規定値より想定した距離であり、農作物の成長に伴う対象物の埋ものを考慮した検知率とした	来栖川電算が現地での実測および記録データにより確認する
既存通報システムと連携し、害獣検知(一次)、猿検知(二次)発報を100%達成	データ登録がされた場合に通知されている	一次および二次検知を自動連携し100%発報する	一次検知および二次検知を本システムから出力し既存システムと連携することで可能であるため	シー・ティー・ワイが検知データと発報データとを比較し測定する

## 4 成果 (アウトカム) 指標

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
被害多発地区へ展開し被害の80%減達成	なし	2024年度比80%減	撃退対策費として年間325万円以上が行政、住民から支出されており、80%撃退によりその80%の削減効果	シー・ティー・ワイがいなべ市に対し調査
職員による巡回の終了	職員6名で8地区を毎日巡回	職員の巡回業務の終了	本実証で開発したシステムを重点箇所を設置運用することで、巡回業務の毎日の巡回業務が終了する。	シー・ティー・ワイが自治体職員の巡回職員数の状況についてヒヤリング調査する
横展開として、全国CATV局を通じて毎年5市町村へ導入実現	なし	5市町村/年の導入	いなべ市近隣の自治体へ本実証の視察会を行い、また実証の結果を基に予算化の提案を行う。 全国のCATV局に対し、日本ケーブルラボや、日本ケーブルテレビ連盟の事例共有の場などを通じて、実証の概要や結果、システムの導入提案を行い、CATV局を通じて全国自治体への横展開を行う。	CCJおよびシー・ティー・ワイのシステム提案と導入実績。 日本ケーブルラボ等が実施する各種委員会活動の場での提案実績
害獣被害を受けない地域の実現	被害多数	被害を受けない	害獣を駆除すれば目標達成はできるが、現実的には難しい為、本実証による早期発見撃退装置により実現する	シー・ティー・ワイが自治体および地域住民にヒヤリング調査する

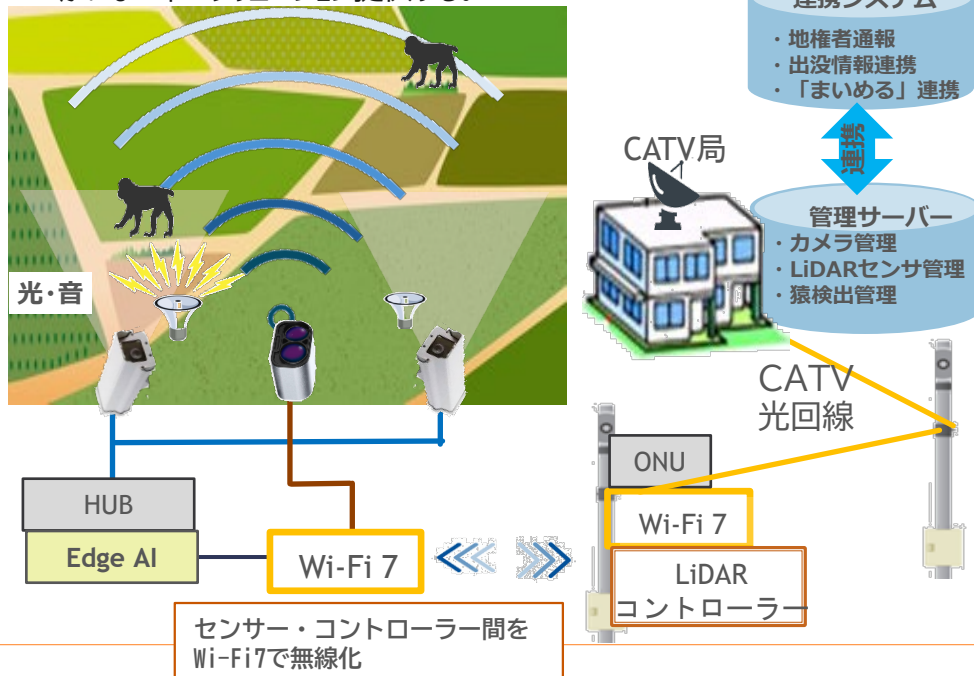
# 1 活用ソリューション

ソリューションの概要 (1/2)

## ソリューションの概要

### 住宅地近隣でのLiDARセンサー、カメラ、Edge AI、Wi-Fi 7による撃退機能付き害獣検知システム

- 住宅地近隣の農作地での害獣出没多発地区に対し、LiDARセンサーによる空間監視により群れの到来をいち早く検知し注意報を発報。更に近づきカメラ/EdgeAIにより猿と識別した場合、近隣住民に対し既存システムにて警報を発報する。
- データ伝送には安価に高速大容量通信が可能なWi-Fi 7を活用し、LiDARセンサーとコントローラ間、及びカメラ画像を含む10~50Mbpsの伝送を行う。
- 撃退対策は、近隣住民と調整のもと、複数パターンの音や光等の手段により実地検証する。
- システム対応は地元ケーブルテレビ事業者(株)シー・ティー・ワイが担当し、同社がいなべ市へソリューション提供する。



## 中間アウトカム (実証)

### 定量アウトカム

- 撃退率80%以上
- 10秒以内の害獣検知
- EdgeAIの精度向上による検知率80%以上達成

### 定性アウトカム

- 自動検知による地域住民の精神的負担軽減
- 害獣撃退用花火等コスト負担の軽減

- 中山間地の農地で課題となるのは、そこに至るまでの通信回線であり、物理的に光回線の敷設または、無線基地局の設置に関する課題となる。それら課題は、新たな回線敷設や無線中継の方法を検討する事で対応可能。倉庫や遮蔽物があっても、基地局や中継点、カメラ等設置場所を工夫することで対処可能。
- 中山間地区の農地であっても、監視する田畑内に樹木が生い茂ることはなく、監視対象となる田畑では本実験と同様にセンサー類での監視は可能。

## 中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 害獣の事前検知と撃退対策による被害減少
  - どのような音響効果が撃退効果が高いのか、有効音量はどの程度なのか、効果のある音はどの程度の期間持続するのかを検証により導き出し、持続性のある撃退効果が得られるよう設計実装する。
- 害獣の到来は視認するしかなかったが、センサーやカメラを駆使し、事前に検知し、撃退対策までの猶予を設けられるようにすることで被害抑制に寄与できる。

## II ソリューション

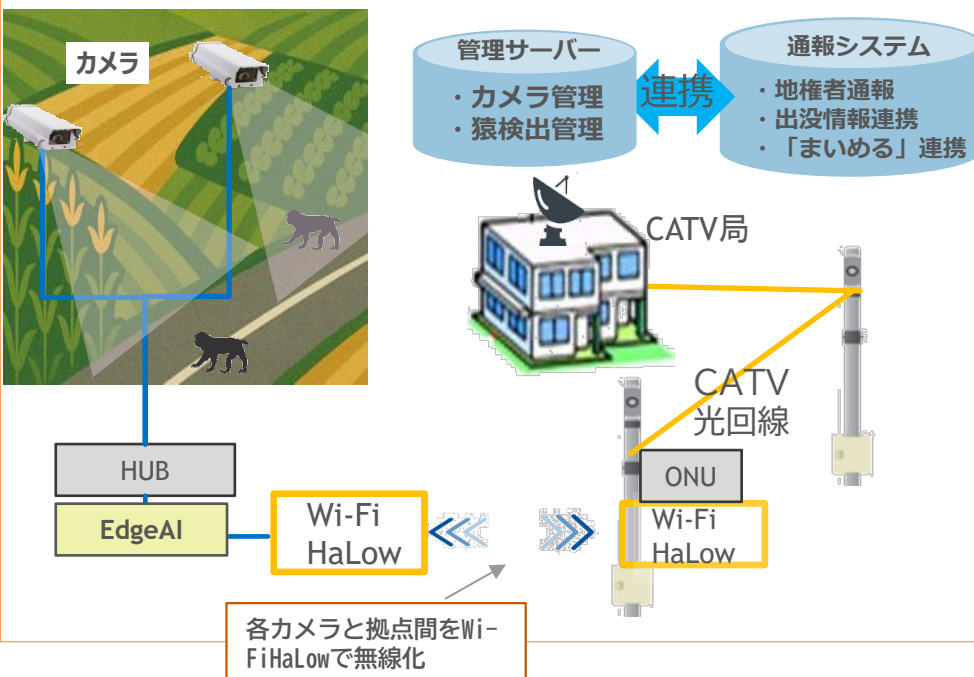
### 1 活用ソリューション

ソリューションの概要 (2/2)

#### ソリューションの概要

### 住宅地から離れた遠地でのカメラ、Edge AI、Wi-Fi HaLowによる害獣検知システム

- 住宅地から離れた遠地の農作地に対し、複数台のカメラ、Edge AIにより面的監視を行い、害獣の到来や侵入を画像分析し、猿と識別した場合、近隣住民に対し既存システムにて警報を発報する。
- データ伝送には安価に遠距離通信が可能なWi-Fi HaLowを活用し、数百kbps程度のカメラ映像等を250m伝送を行う。
- システム対応は地元ケーブルテレビ事業者(株)シー・ティー・ワイがいなべ市へソリューション提供する。



#### 中間アウトカム (実証)

##### 定量アウトカム

- 250m以上の画像伝送(画像による害獣識別が可能)実現
- EdgeAIの精度向上による検知率80%以上達成

##### 定性アウトカム

- 必要に応じ、リアルタイムに画像確認ができる
- 遠地でも害獣到来検知ができ、対応を検討できる事への安心感

#### 中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 害獣の検知による被害減少
  - 遠地にある田畑では害獣の到来を検知する事が出来なかったが、無線通信技術を使う事で、遠地でも早期検知する事が可能となり、被害抑制効果が得られることとなる。
  - 必要な時に画像で確認できる為、対策が立てやすくなる。

## ① 活用ソリューション

活用している先進技術 (1/2)

### 概要

AI

#### カメラ、Edge AI解析と活用

生成AIで使われているアルゴリズムを流用した物体検出モデルを猿の検出に利用する。メモリ消費が少なくEdge AI端末への実装が可能。

IoT

威嚇発報音 発報機器  
威嚇光 発光機器

### AI技術に関する詳細情報

#### カメラ、EdgeAI解析と活用

##### 現場（Edge）でのカメラ画像のAI解析と通知

本システムは、害獣対象である猿を瞬時に検知し、周辺地域に通報することを目的としています。軽量の物体検出AIモデルを活用することで、Edge側での高精度な検知が可能となり、監視サーバ側へ通信負荷の高い画像データを送信する必要がない。

監視カメラの映像をインプットとし、猿の画像を学習させたAIモデルによって、検知および通報（アウトプット）を実行する。

##### 使用技術の概要

使用技術カテゴリ：

CNNベースの物体検出モデル（機械学習）

使用モデル／フレームワーク：YOLO

学習環境・データ：

オンプレミス環境で学習を実施。猿の画像を数千枚使用し、ファインチューニングを行う

## ① 活用ソリューション

活用している先進技術 (2/2)

### 概要

AI

#### LiDARの点群データのAI解析と活用

LiDARセンサーからの点群データをLiDARコントローラーのEdge側でAI解析し、人や車等を省き、動物や群れを検出する。

IoT

### AI技術に関する詳細情報

#### LiDARの点群データのAI解析と活用

##### LiDARデータを用いた空間認識による害獣検知の有効性

LiDARから得られる3次元点群データによる空間情報（距離情報）は、物体の検出や追跡においてより現実の情報に近い。

そのため、LiDARを用いた手法は、カメラベースの手法と比べて、少ないデータ量でも高い性能を発揮しやすい。特に害獣検知のように、害獣が映っている画像データを十分に集めることが難しい場面では、この特徴が非常に重要となる。

背景を認識した後、背景に属さない物体（前景物）を、物体単位でまとめて検出・追跡することができる。

空間内には動物だけでなく、人や車なども含まれてしまうが、それぞれの対象が持つ物理的な特徴（高さや大きさなど、3次元点群から算出し認識可能）を活用することで、害獣以外の不要な対象を容易にフィルタリングできる。

##### 使用技術の概要

3次元解析 : SensoriZ

物体へのラベル付け : Annofab

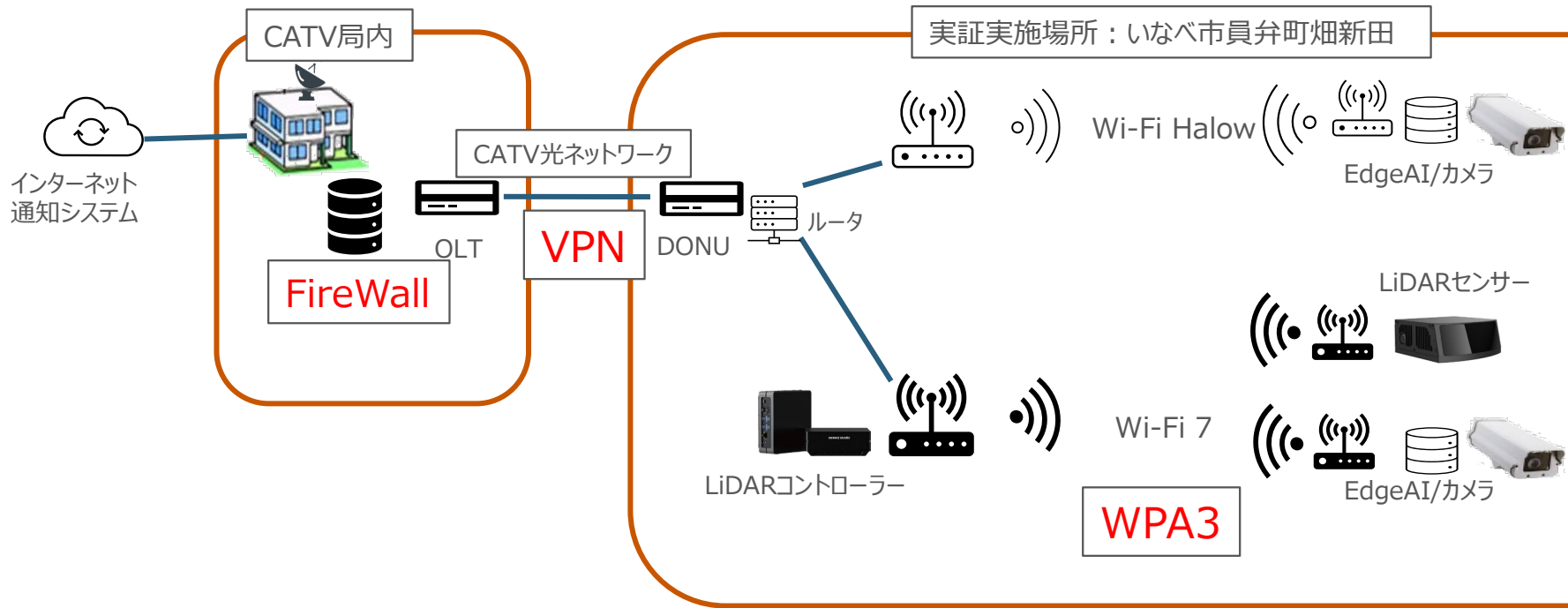
パラメータ調整及びモデル評価 : Ahab

いずれも来栖川電算製、名古屋市、福岡市などに導入されたAI解析モデルをカスタマイズし開発する。

## 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

イメージ

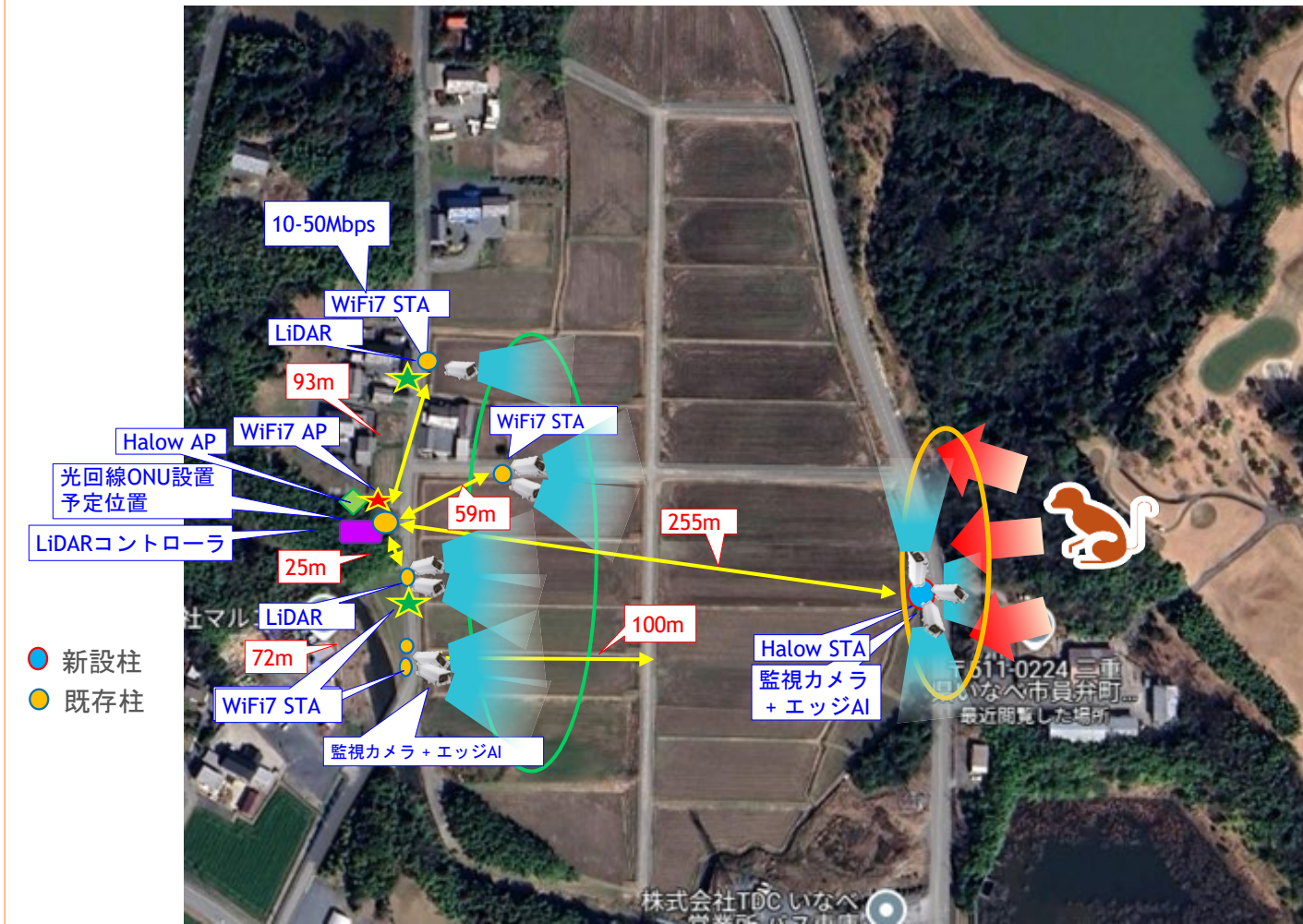


II ソリューション

## ② ネットワーク・システム構成

### b. 設置場所・基地局等

#### イメージ



設置機器の種類	台数	型番
光回線ONU	1	FTE7653
LiDARセンサー	2	M1 Plus
LiDARコントローラ	1	J4012
VPNルーター	1	RTX1220
WiFi7 AP	1	WRC-BE36QS
Halow AP	3	ACERA 330
WiFi7 STA	4	WRC-BE36QS
Halow STA	3	
監視カメラ	10	CNM3CBZ1
エッジAI	10	

## II ソリューション

# ネットワーク・システム構成

### c. 設備・機器等の概要 (1/5)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
名称	区分	型番	数量	開発供給計画認定実績の有無 <sup>1</sup>	eが○でない場合サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策の内容	機能	設置形態 (固定・可搬)	製造企業名称	本店(又は主たる事務所の所在地)
WiFi7 アクセスポイント	基地局	WRC-BE36QS	1		グローバル展開している機器であり機器の信頼性は高い。IDとパスワードによりアクセス制限を設けている。また、オープンに供給されている製品のため入手性も良く、サプライチェーンリスクはない。	WiFi7の2.4GHzと5.6GHzの屋外利用対応のアクセスポイント	固定	エリコム株式会社	大阪市中央区伏見町4-1-1 明治安田生命大阪御堂筋ビル9F
WiFi7 子機	端末	WRC-BE36QS	4		グローバル展開している機器であり機器の信頼性は高い。IDとパスワードによりアクセス制限を設けている。また、オープンに供給されている製品のため入手性も良く、サプライチェーンリスクはない。	WiFi7の2.4GHzと5.6GHzの屋外利用対応の子機	固定	エリコム株式会社	大阪市中央区伏見町4-1-1 明治安田生命大阪御堂筋ビル9F
WiFi Halow アクセスポイント	基地局	ACERA 330	3		グローバル展開している機器であり機器の信頼性は高い。IDとパスワードによりアクセス制限を設けている。また、オープンに供給されている製品のため入手性も良く、サプライチェーンリスクはない。	WiFi Halow対応のアクセスポイント	固定	古野電気株式会社	兵庫県西宮市芦原町9-52

1. e 開発供給計画認定実績の有無については、特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（令和2年法律第37号）に基づく開発供給計画認定を受けた実績を有する事業者が開発供給した機器であるか否かにより判断すること。

## II ソリューション

# ネットワーク・システム構成

### c. 設備・機器等の概要 (2/5)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
名称	区分	型番	数量	開発供給計画認定実績の有無 <sup>1</sup>	eが〇でない場合サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策の内容	機能	設置形態 (固定・可搬)	製造企業名称	本店(又は主たる事務所の所在地)
WiFi Halow 子機	端末	-	3		製造企業から直接購入。WiFi Halow対応 リスク低減のための措置、の子機 インシデントの早期検知、 インシデント発生時の適切な 対処・回復に向けた 対策を実施		固定	DXアンテナ株式会社	神戸市西区室谷 1丁目2番2号
エッジAI端末	端末	-	10		製造企業から直接購入。 リスク低減のための措置、 インシデントの早期検知、 インシデント発生時の適切な 対処・回復に向けた 対策を実施	物体検知AIを実装した制御端末	固定	DXアンテナ株式会社	神戸市西区室谷 1丁目2番2号
監視カメラ	端末	CNM3CBZ1	10		グローバル展開している 機器であり機器の信頼 性は高い。IDとパスワード によりアクセス制限を設 けている。 また、オープンに供給され ている製品のため入手性 も良く、サプライチェーンリ スクはない。	画像出力装置 IP有線タイプ、屋 外用	固定	DXアンテナ株式会社	神戸市西区室谷 1丁目2番2号

1. e 開発供給計画認定実績の有無については、特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（令和2年法律第37号）に基づく開発供給計画認定を受けた実績を有する事業者が開発供給した機器であるか否かにより判断すること。

## II ソリューション

# ネットワーク・システム構成

### c. 設備・機器等の概要 (3/5)

a 名称	b 区分	c 型番	d 数量	e 開発供給計画認定実績の有無 <sup>1</sup>	f eが○でない場合サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策の内容	g 機能	h 設置形態 (固定・可搬)	i 製造企業名称	j 本店(又は主たる事務所の所在地)
PoE HUB (伝送路設備 5ポート)		POE-SWITCH AW-FET-060P-060 JP	10		製造企業から直接購入。リスク低減のための措置、インシデントの早期検知、インシデント発生時の適切な対処・回復に向けた対策を実施	ネットワーク分岐と電源供給	固定	エレコム株式会社	大阪市中央区伏見町4-1-1 明治安田生命大阪御堂筋ビル9F
NVR	データ処理設備	16ch 16TB CNE3RF1	1		グローバル展開している機器であり機器の信頼性は高い。IDとパスワードによりアクセス制限を設けている。また、オープンに供給されている製品のため入手性も良く、サプライチェーンリスクはない。	画像録画装置	固定	DXアンテナ株式会社	神戸市西区室谷1丁目2番2号
猿用威嚇装置	端末	RT-100VF-R	4		製造企業から直接購入。リスク低減のための措置、インシデントの早期検知、インシデント発生時の適切な対処・回復に向けた対策を実施	回転灯一体型音声合成報知器	固定	株式会社パトライト	大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号

1. e 開発供給計画認定実績の有無については、特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（令和2年法律第37号）に基づく開発供給計画認定を受けた実績を有する事業者が開発供給した機器であるか否かにより判断すること。

## II ソリューション

# ネットワーク・システム構成

### c. 設備・機器等の概要 (4/5)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
名称	区分	型番	数量	開発供給計画認定実績の有無 <sup>1</sup>	eが○でない場合サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策の内容	機能	設置形態 (固定・可搬)	製造企業名称	本店(又は主たる事務所の所在地)
VPN ルーター	伝送路設備	RTX1220	1		グローバル展開している機器であり機器の信頼性は高い。IDとパスワードによりアクセス制限を設けている。 また、オープンに供給されている製品のため入手性も良く、サプライチェーンリスクはない。	VPNルーター	固定	ヤマハ株式会社	静岡県浜松市中 央区中沢町10 番1号
光回線終 端装置	伝送路設備	FTE7653	1		情報セキュリティポリシーを年次で改訂、サイバーセキュリティ対策の中心組織を整備しインデント管理、サプライチェーン体制整備の上、監査を計画的に実施。	光回線終端装置	固定	住友電気工業 株式会社	東京都港区元赤 坂1-3-13 (赤 坂センタービル ディング)

1. e 開発供給計画認定実績の有無については、特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（令和2年法律第37号）に基づく開発供給計画認定を受けた実績を有する事業者が開発供給した機器であるか否かにより判断すること。

## II ソリューション

# ネットワーク・システム構成

### c. 設備・機器等の概要 (5/5)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
名称	区分	型番	数量	開発供給計画認定実績の有無 <sup>1</sup>	eが○でない場合サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策の内容	機能	設置形態 (固定・可搬)	製造企業名称	本店(又は主たる事務所の所在地)
LiDAR コントローラー	コンピューター (AC/DC Adapterなし)	Seed reComputer J4012 (without AC/DC Adapter)	1	無	必要なソフトウェア・通信プロトコル・通信ポートのみで構成し、必要に応じてセキュリティパッチを適用し、安全な状態を維持する。管理用アカウントがなければ内部を閲覧&編集できないようにする。	LiDAR から3次元点群を受信し、そこに害獣が写っていれば、通知する。	固定	Seed Technology Co.,Ltd.	中華人民共和国 深圳
LiDAR コントローラー用 AC/DC Adapter	AC/DC Adapter	Merryking MKF-1205000C8	1	無	単なる AC/DC Adapter なので特になし。	LiDAR コントローラーへ電力を供給する。	固定	Merryking Electronics Co.,Ltd.	中華人民共和国 深圳
LiDAR センサー	センサー	RoboSense M1 Plus	2	無	必要に応じてファームウェアアップデートを実施し、安全な状態を維持する。管理用アカウントがなければ内部を閲覧&編集できないようにする。	センサーが監視している空間に写る物体の表面形状を3次元点群として抽出し、LiDAR コントローラーへ配信する。	固定	RoboSense Technology CO.,Ltd.	中華人民共和国 深圳

1. e 開発供給計画認定実績の有無については、特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（令和2年法律第37号）に基づく開発供給計画認定を受けた実績を有する事業者が開発供給した機器であるか否かにより判断すること。

### 3 ソリューション等の採用理由

#### a. 他ソリューションに対する優位性・新規性 (1/2)

ソリューション 害獣検知システム

名称	他ソリューションに対する優位性の比較	他ソリューションに対する新規性の比較
動物行動調査用テレメトリー発信機 (いなべ市採用)	<ul style="list-style-type: none"> <li>行動調査用のソリューション。発信機を付けた猿の行動監視（検知）であり、群れで行動する猿の到来、侵入を抑止できない。</li> <li>サルを捕獲し首輪装着には、檻の設置や巡回監視等が必要となる。</li> <li>一方、今回のソリューションは監視エリアに出没する全ての猿の監視と、更に撃退まで含んだソリューションであり、農作物や人的被害の回避に有効である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>今回のソリューションの新規性は以下の通りである。                             <ol style="list-style-type: none"> <li>①監視対象が、LiDARセンサーやカメラ/Edge AIを活用した広域（数十m）であること。</li> <li>②監視方法が、LiDARセンサーとカメラ/Edge AIで重層的（2段構え）であること。</li> <li>③広域監視により、害獣の到来や侵入を未然に防ぐことを目的としていること。</li> <li>④自動運転等に使用されるLiDARセンサーを獣害対策に活用すること。</li> <li>⑤猿の識別をEdge AIで行うこと。</li> <li>⑥システムが、LiDARセンサー、カメラ、Edge AI、Wi-Fi 7、音や光の撃退対策を組み合わせた24時間365日の自動監視システムであること。</li> </ol> <p>既存の仕組みは、人による検知や、単なる所在確認までであったが、本ソリューションでは上記各ポイントに新規性があると考えます。</p> </li> </ul>
首輪型害獣対策用GPSトラッカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記同様、行動調査用のソリューション。発信機を付けた猿の行動監視（検知）であり、群れで行動する猿の到来、侵入を抑止できない。</li> <li>データ伝送には中継局の設置が必要となり、用地確保や電源等建設および維持管理が必要。</li> <li>一方、今回のソリューションは監視エリアに出没する全ての猿の監視と、更に撃退まで含んだソリューションであり、農作物や人的被害の回避に有効である。</li> </ul>	

### 3 ソリューション等の採用理由

#### a. 他ソリューションに対する優位性・新規性 (2/2)

ソリューション 害獣撃退システム

名称	他ソリューションに対する優位性の比較	他ソリューションに対する新規性の比較
獣害罨対策	<ul style="list-style-type: none"><li>現在の対応としては、猿を視認した際に地域住民が撃退用花火で追い払ったり、猿を罨で捕獲し、駆除するなど実施しているが、個体数が多く根本的な解決策とは言えない。</li><li>一方、今回のソリューションは監視エリアに出没する全ての猿の監視と、更に撃退まで含んだソリューションであり、農作物や人的被害の回避に有効である。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>今回のソリューションの新規性は以下の通りである。<ol style="list-style-type: none"><li>①監視対象が、複数のカメラ、Edge AIを活用した広域（数十m）であること。</li><li>②広域監視により、害獣の到来や侵入を未然に防ぐことを目的としていること。</li><li>③猿の識別をEdge AIで行うこと。</li><li>④システムが、複数カメラ、Edge AI、Wi-Fi HaLow、音や光の撃退対策を組み合わせた24時間365日の自動監視システムであること。</li></ol></li></ul>

### 3 ソリューション等の採用理由

#### b. 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	許認可の状況	他無線通信技術との比較				
<p><b>Wi-Fi 7</b></p>	<p>Wi-Fi 7の特性である高速通信による大容量性 Wi-Fi認証機器としての汎用性</p>	<p>2.4GHz帯域、5GHz帯域の一部(W56)のみ使用するため許認可は不要。 屋外利用の為、5GHz帯域の一部(W52,W53)、6GHz帯域は使用しない。</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1127 396 1396 448">名称</th> <th data-bbox="1423 396 2022 448">比較結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1127 468 1396 586"> <ul style="list-style-type: none"> <li>LPWA</li> <li>ローカル5G</li> <li>LTE</li> </ul> </td> <td data-bbox="1423 468 2022 772"> <ul style="list-style-type: none"> <li>本ソリューションでは、Wi-Fiと同一周波数で輻輳状況の中、容量約10～50MbpsのLiDARセンサーの空間点群データを安定的にリアルタイム伝送する必要がある。また、地域住民、農家の方々が負担するコストも抑える必要があり、高速かつWi-Fi認定機器のWi-Fi 7が適している。</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	名称	比較結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>LPWA</li> <li>ローカル5G</li> <li>LTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本ソリューションでは、Wi-Fiと同一周波数で輻輳状況の中、容量約10～50MbpsのLiDARセンサーの空間点群データを安定的にリアルタイム伝送する必要がある。また、地域住民、農家の方々が負担するコストも抑える必要があり、高速かつWi-Fi認定機器のWi-Fi 7が適している。</li> </ul>
名称	比較結果						
<ul style="list-style-type: none"> <li>LPWA</li> <li>ローカル5G</li> <li>LTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本ソリューションでは、Wi-Fiと同一周波数で輻輳状況の中、容量約10～50MbpsのLiDARセンサーの空間点群データを安定的にリアルタイム伝送する必要がある。また、地域住民、農家の方々が負担するコストも抑える必要があり、高速かつWi-Fi認定機器のWi-Fi 7が適している。</li> </ul>						
<p><b>Wi-Fi HaLow</b></p>	<p>Wi-Fi HaLowの特性であるWi-Fiに比した長距離性 LPWAに比した大容量性 Wi-Fi認証機器としての汎用性</p>	<p>920MHz帯域の10%Duty内で使用するため許認可は不要</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="1127 811 1396 925"> <ul style="list-style-type: none"> <li>LPWA</li> <li>ローカル5G</li> <li>LTE</li> </ul> </td> <td data-bbox="1423 811 2022 1072"> <ul style="list-style-type: none"> <li>本ソリューションでは、容量約数百kbpsのカメラ映像を250mの区間、安定的にリアルタイム伝送する必要がある。また、地域住民、農家の方々が負担するコストも抑える必要があり、一般的な2.4/5Ghz帯Wi-Fiより長距離、LPWAより大容量、Wi-Fi認定機器のWi-Fi HaLowが適している。</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> <p>設備を構築するうえで、地域住民や農家の方々の負担コストが安価であることが重要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LPWA</li> <li>ローカル5G</li> <li>LTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本ソリューションでは、容量約数百kbpsのカメラ映像を250mの区間、安定的にリアルタイム伝送する必要がある。また、地域住民、農家の方々が負担するコストも抑える必要があり、一般的な2.4/5Ghz帯Wi-Fiより長距離、LPWAより大容量、Wi-Fi認定機器のWi-Fi HaLowが適している。</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>LPWA</li> <li>ローカル5G</li> <li>LTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本ソリューションでは、容量約数百kbpsのカメラ映像を250mの区間、安定的にリアルタイム伝送する必要がある。また、地域住民、農家の方々が負担するコストも抑える必要があり、一般的な2.4/5Ghz帯Wi-Fiより長距離、LPWAより大容量、Wi-Fi認定機器のWi-Fi HaLowが適している。</li> </ul>						

II ソリューション

④ 期待効果/資金計画\_導入先

		2026年度	2027年度	2028年度
収益	①	677.5万円	677.5万円	677.5万円
	②	420万円	—	—
	③	188万円	188万円	188万円
費用	イニシャル	420万円	—	—
	ランニング/件	188万円	188万円	188万円
	合計	608万円	188万円	188万円
資金調達方法	獣害対策費	608万円	188万円	188万円

投資の妥当性  
(現時点見立て)

導入先  
(支払元)

現状の獣害対策に関わる人件費や被害に対し、削減効果と実証以降の実装における費用対効果で十分メリットが出せる予定であり、実証結果によるものの、導入に前向きなアクションを得られている。

収益677.5万円の内訳：

- ①人件費削減：585万円 4.8時間/日 (6人×0.8時間) 削減 × 3385円/時 × 360日※ (7時間で8箇所を巡視・職員の時間給 3385円)
- ②収穫量の増加：87.5万円 (いなべ市による営農組合など農家への被害額ヒアリング調査より全体700万円の1/8箇所試算)
- ③経費の削減：5万円 対策用火火の補助が1地区最大100本 (500円×100本)



妥当性を高めるための目標

目標

実証で効果が高いと判断され、市内の他の地域で実装されることにより、獣害対策に関わる費用のさらなる低減化につながる姿を見込む。

アクション

今後猿以外の獣害への対応へ広げることを想定しており、より地域の課題解決に貢献できるシステムへ発展させていく予定である。LiDARセンサーの価格は、過去5年で車への搭載拡大等により1/3に下落。また検出距離と点密度も5倍となっていることから、今後低価格化が進み、設備費用も低廉化される見込み。本実証では、今までの検知の実績から、人や車などを検知から除外する手法の応用による開発により低廉化を実現している。

## 4 期待効果の根拠\_導入先

導入先 いなべ市

		項目	金額	算出の根拠	数量	計(金額)
効果	定量	①人件費の削減 ②収穫量の増加 ③経費の削減	①48.7万円/月 ②87.5万円/年 ③5万円/年	①4.8時間/日 (6人×0.8時間) 削減 × 3385円/時×360日 ※ (7時間で8箇所を巡視・職員的时间給 3385円) ②いなべ市による営農組合など農家への被害額。 ヒアリング調査より全体700万円の1/8箇所で試算 ③対策用花火の補助が1地区最大100本 (500円×100本)	①12か月 ②12か月 ③1年	677.5万円 <sup>1</sup> ①585万円 ②87.5万円 ③5万円
	定性	—	—	サルを自動で検知する仕組みがないため、地域で発見後は、農業組合の会員同士で組んだグループチャット等で常々情報交換しているが、自動検知される事で、住民間の情報発信作業が削減できる。	—	—
費用	イニシャル	初期費用	①36.3万円 ②110万円 ③41.3万円 ④110万円 ⑤16.5万円 ⑥69.6万円	①EdgeAI/カメラ 1セット機器費 ②1セット (LiDARセンサー1台、コントローラー1台) 機器費 ③Wi-Fi7ルータ・子機、Wi-Fi6Eルータ・子機 ④EdgeAI/カメラ、LiDARセンサー初期設定費 ⑤通信回線導入工事費 1回線 ⑥管理費及び利益	①2セット ②1セット ③1式 ④1式 ⑤1式 ⑥1式	420万円 <sup>2</sup> ①72.6万円 ②110万円 ③41.3万円 ④110万円 ⑤16.5万円 ⑥69.6万円
	ランニング	利用料	①5.5万円/年 ②132万円/年 ③13.2万円/年 ④31.8万円/年	①EdgeAI/カメラ1セット利用料 ②LiDARセンサー1台、コントローラー1台管理・利用料 ③専用光通信回線利用料 ④管理費及び利益	①2セット ②1セット ③1セット ④1式	188万円 <sup>3</sup> ①11万円/年 ②132万円/年 ③13.2万円/年 ④31.8万円/年

## II ソリューション

### ④ 期待効果/資金計画\_販売主体

		2026年度	2027年度	2028年度
収益	収益/件	—	796万円	2,620万円
	件数(導入先数)	—	2	5
	合計	—	796万円	2,620万円
費用	イニシャル	—	350.4万円	1,401.6万円
	ランニング/件	—	312.4万円/2	781万円/5
	件数(導入先数)	—	2	5
	合計	—	662.8万円	2182.6万円
資金調達方法	市町村獣害対策費	—	796万円	2,620万円

投資の妥当性  
(現時点見立て)

販売主体

本実証で開発されたシステムにより、開発費が軽減され、1市町村目の導入から利益が出せる形となる。  
このシステムを(株)シー・ティー・ワイなどCATV事業者が課題を持つ市町村へ展開することでさらに普及が進み、課題解決と共に収益性を確保する。

妥当性を高めるための目標

目標

2028年度 5市町村以上に導入  
その後毎年5市町村以上に導入

アクション

実証実施期間内に近隣市町村の視察勉強会を開催。  
2026年度に本実証後の効果検証、及びソリューションサービスを構築。(一社)日本ケーブルラボ・(一社)日本ケーブルテレビ連盟の協力のもと業界セミナーによる啓発を実施。  
2027年度に実証効果を元にいなべ市、及び近隣市町村へ導入。CATV事業者による複数の市町村への提案実施開始。  
2028年度以降、毎年5市町村以上の導入を見込む

II ソリューション

4 期待効果の根拠\_販売主体

販売主体 CATV事業者（(株)シー・ティー・ワイなど）

		項目	金額	算出の根拠	数量	計(金額)
効果	定量	①本撃退機能付き害獣検知通報システム 利用料 ②初期費用	①188万円/年 ②420万円	①EdgeAI/カメラ利用料、LiDAR解析システム利用料  ②機器費用、設置設定費用	①1式 ②1式	<b>608万円</b> <sup>1</sup> ①188万円 ②420万円
	定性	-	-	-	-	-
費用	イニシャル	①EdgeAI/カメラ ②LiDARセンサ/コントローラ ③Wi-Fi機器 ④初期設置設定費 ⑤通信回線導入費	①36.3万円 ②110万円 ③41.3万円 ④110万円 ⑤16.5万円	①EdgeAI/カメラ 1セット機器費 ②1セット（LiDARセンサー1台、コントローラ1台）機器費 ③Wi-Fiルータ・子機、Wi-FiHaLowルータ・子機 ③EdgeAI/カメラ、LiDARセンサー初期設定費 ④通信回線導入工事費 1回線	①2セット ②1セット ③1式 ④1式 ⑤1式	<b>350.4万円</b> <sup>2</sup> ①72.6万円 ②110万円 ③41.3万円 ④110万円 ⑤16.5万円
	ランニング	①EdgeAI/カメラ利用料 ②LiDAR解析システム利用料 ③通信回線	①5.5万円/年 ②132万円/年 ③13.2万円/年	①EdgeAI/カメラ1セット利用料 ②LiDARセンサー1台、コントローラ1台管理・利用料 ③専用光通信回線利用料	①2セット ②1セット ③1セット	<b>156.2万円</b> <sup>3</sup> ①11万円 ②132万円 ③13.2万円

4 費用対効果

		項目	引下げの工夫内容	コスト削減効果 (見込み額)	実行タイミング	実行主体/担当者
費用	イニシャル	開発費	今回の実証により、同様の状況やパターンの場合 は設定等を最小限に抑えることで費用を削減でき る。新たな状況がでた都度その状況をパターン化 し、次の開発費削減に繋げる。	1地点あたり初期費 用10万円（定価 110万円/地点）	26年10月～	株式会社CCJ 金森 株式会社シー・ティー・ワイ 山本
	ランニング	LiDAR解析シス テム利用料	センサー設置数に応じて管理費用を割引く。10 カ所以上で10%割引 コントローラ月額9万円、センサー月額1万円/台	15カ所の場合 センサー月額15万 円を月額13.5万 円	26年10月～	株式会社CCJ 金森 株式会社シー・ティー・ワイ 山本

## 1 実証計画

### 実証実施計画の概要

#### 対象とする課題

農作物に対する害獣による被害が増大  
作付けや収穫に影響が出ている。撃退方法は花火や爆竹を使用しているが、行政負担だけでは賄えず、地元住民のコスト負担も課題となっている。

- 24時間365日検知できる設備の構築
- 花火や爆竹の購入補助には上限があり、地元住民による負担が増加

#### 実証の概要

農作地にLiDARセンサーとカメラ/EdgeAIにより猿を識別し、早期通知と光と音による撃退システムにより、農作物に対する被害減少を検証する。

- LiDARセンサーによる早期害獣識別の可否検証
- カメラ/EdgeAIによる猿の識別と撃退システムによる被害抑制効果について検証する。
- 既存システムと連携した市民への通報が正しく行われるか検証する。
- 遠隔地に於いては、カメラ/EdgeAIによる早期発見と画像伝送および既存システムと連携した通知が正しく行われるか検証する。

### 検証ポイント

#### 効果面

- 従来は、目視により都度対応していたが、センサーやカメラを使用することで自動検知と対策が可能となり、市民が不在の際にも対応が可能となり、被害の抑制効果があるかの検証を実施

#### 技術面

- LiDARセンサーでどこまで検知可能か評価検証する
- カメラ/EdgeAIによる識別がどの程度の画質で可能か検証する。
- 猿の撃退について、どのような光および音のパターンが効果的であるか検証する

#### 運営面

- システムの完全自動化、既存の通報システムとの連携、光や音での撃退に対する住民の許容度の確認
- 面的に実装する上での効率的なシステム構築手法（可搬型等）

#### 展開先

- いなべ市内重点箇所全てに導入された場合の効果の仮説検証

## ② 検証ポイント・検証方法

### a. 効果面

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		要件	要件の妥当性の根拠
遠地の農作地をカメラとEdgeAIで監視できるか	I 遠地でも画像による監視がタイムリーにできるか	害獣到来時遅滞なく画像が伝送される事	カメラ画像によるEdgeAIの識別率による判定	害獣が識別できる画質で伝送できている事	通信コストをかければ当たり前に行えることを、通信コストをかけずに画像伝送ができれば不安要素が減る
人が不在の農地での監視がどの程度可能か	II 深夜、豪雨等気象条件により監視状況に変化があるか	24時間365日の監視の実現	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気象条件が悪い豪雨、雪などでも検知可能かデータにより判定</li> <li>・人が不在時にも機能的な問題が生じないか確認</li> <li>・深夜でも機能的な問題が生じないか確認</li> </ul>	様々な条件下でも動作	気象条件に左右されない事は採用に際し不安解消となる
威嚇装置による撃退による花火等既存撃退道具に係るコスト軽減が可能か	I 威嚇撃退装置が花火等の代用になりえるか	威嚇撃退装置による農作物への被害減少	カメラ等により威嚇撃退装置の有効性確認	威嚇撃退装置で猿が逃げる	花火等の代用として有効であれば、農作物への被害抑制ができる
市職員の巡回頻度低減による人的労力およびコスト負担軽減に寄与できるか	II 24時間365日稼働させることにより巡回が減らせるか	既存巡回回数から80%の削減	市職員による巡回状況の確認をし、本実証実施後にどれだけ巡回が必要となったかを比較する	巡回削減によるコスト削減の実績を評価	市職員の負担軽減およびコスト抑制効果の実績

## ② 検証ポイント・検証方法

### b. 技術面

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		要件	要件の妥当性の根拠
<ul style="list-style-type: none"> <li>・LiDARセンサーによる検知</li> <li>・カメラ・EdgeAIによる検知</li> </ul>	<p><b>I</b> ・どれだけ離れた場所に出没したら検知できるのか</p> <p>・何mで検知できるか。また、検知した場合の威嚇撃退装置による撃退が可能か</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・50～60mで検知</li> <li>・20m以内に近づいた場合猿と検知する</li> <li>・威嚇撃退装置による撃退成功</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LiDARセンターに取り付けたカメラ画像と比較し、検知距離を確認すると共に、AIの精度を高め遠方での害獣検知精度を高める。</li> <li>・威嚇撃退装置による撃退状況をカメラ画像により確認する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・60mでの検知</li> <li>・20m以内に近づいた際に撃退できるか</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・導入するLiDAR性能の性能</li> <li>・遠方で検知する事により対応するまでに余裕が持てることになる</li> <li>・カメラ画像品質からAIが識別可能な限界値であると想定</li> </ul>
<p>威嚇撃退装置の継続的效果</p>	<p><b>II</b> ・どのような音、光で撃退できるのか</p> <p>・継続的に効果を維持するための有効手段</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複数の音の種類、音圧、音量の変化による継続的效果が得られる</li> </ul>	<p>様々な音の種類を用意し検証</p> <p>また、音圧や音量なども変化させ効果測定を実施する。</p>	<p>継続的に撃退可能であること</p>	<p>カメラ画像等から、継続的に撃退できていることを確認</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・WiFiHaLOWによる遠地通信品質</li> <li>・WiFi7屋外利用による画像伝送</li> </ul>	<p><b>I</b> ・HaLowで何mの伝送が可能か</p> <p>・WiFi7屋外利用でどの程度の画像伝送が可能か</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・250m以上の画像伝送</li> <li>・10～50Mbpsの伝送を実現</li> </ul>	<p>現場での実測により測定する</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外での伝送に問題なく使用できる事</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・WiFiHaLowで支障なく250mの画像伝送ができると監視体制の可能性が広がる</li> <li>・WiFi7の屋外での大容量伝送の可能性</li> </ul>
<p>既存通知システムとの連携</p>	<p><b>II</b> 既存告知システムと支障なく連携できるか</p>	<p>検知アラートと連携して既存システムでも告知ができる事</p>	<p>既存システムとAPI連携を行い、本システムのアラート発報と連携し既存システムからも告知発報されるか確認する</p>	<p>自動連携ができること</p>	<p>既存システムの有効活用ができ、広く市民との情報共有が実現できる</p>

## ② 検証ポイント・検証方法

### c. 運営面

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		要件	要件の妥当性の根拠
LiDARセンサー検知による注意報発報  EdgeAI/カメラの検知による警報発報	Ⅰ 注意報・警報の発報精度及び頻度の検証	危険地域への侵入の危険性が高い動きに発報する	遠くで検知してもそのまま横移動の場合には発報しないなど発報精度の工夫を検討する。	AI認識後の猿の移動方向認識の可否検証	危険度認識率を把握することは、他の地域や自治体へ横展開する際の重要な要素となる。
	Ⅱ 撃退音の検証	猿が撃退できること。且つ住民の許容できる撃退音であること	実証での撃退音の発報を行い、効果や許容度を検証する。	猿が撃退できること。且つ住民が許容できる音や音量であること	他の地域や、他の自治体へ横展開する際の重要な要素になる
システムの操作感	Ⅰ 設定、アラート内容確認、情報閲覧しやすさ検証	地域住民が理解しやすく活用できる	地域住民に対するヒヤリングにより測定	視覚的に分かりやすく、1,2度の説明で利用できる事	複雑な機能を搭載せず、分かりやすいことが重要であり、使いやすいシステムであれば年齢に関係なく使用していただける。 導入のし易さに繋がり、横展開する際の重要な要素となる。
	Ⅱ 自動化の検証	完全自動化	検知からAI認識、発報及び既存システムとの連携がひとを介さず自動で行われる。	APIやメール連携の検証	検知から発報まで人を介さず動作し、利用者に通知が届くことは、他のエリアや自治体へ横展開する際の重要な要素となる。

## ② 検証ポイント・検証方法

### d. 展開先

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		要件	要件の妥当性の根拠
撃退機能付き害獣検知通報システムの設置及び移設の容易さ	I 猿の被害の発生エリアの変動に合わせた設置位置変更の容易さの検証	エリア移動後1週間で設置位置を変更。	電源がある前提でLiDARやEdgeAI/カメラの設定変更等に要する時間や課題を検証する。	1週間で移設	猿の群れは、エサの状況等により、移動するため、柔軟に被害の想定される場所にシステムが移設できる仕組にすることは、横展開時に重要な要素となる為。
CCJグループ会社に対する横展開	I ・シー・ティー・ワイサービスエリア内市町村へ提案 ・ケーブルネット鈴鹿のサービスエリア鈴鹿市へ提案 ・エヌ・シー・ティのサービスエリア内市町村へ提案	3自治体への採用	本実証での現場見学会や、勉強会を通じて契約締結に向けた提案を行い、予算化に繋げる。	本実証で巡回員の削減や、撃退効果が自治体の満足される効果が出ること。	本システムの導入と、現獣害対策費の費用対効果。
ケーブルラボ、ケーブルテレビ連盟を通じたソリューション展開	II 地域課題解決ソリューションの実例として報告会開催	両機関での提案実施によりサービスとして採用するケーブルテレビ事業者を通じた5市町村以上への導入	本システムのサービス導入局数カウント。	本実証で巡回員の削減や、撃退効果がサービスとして提供できる効果が出ること。	本システムの導入と、自治体の現獣害対策費の費用対効果や、ケーブルテレビ事業者として収益につながるものであること。

Ⅲ 実証

③ 実証スケジュール



## ④ リスクと対応策

	リスク		対応策
	項目	概要	
事前準備	①地域住民の理解	①新しい取り組みに対する不安やご理解いただけない可能性	①課題や今後の予測等について、行政と連携した説明会の実施による理解向上
実証	①害獣の生息地移動 ②撃退音の周辺住居への影響	①害獣の出没地区が移動し、機器設置場所に対する出没が減少または出出没しない可能性がある ②撃退音のパターンや音の種類により、周辺の住民にとって騒音となる可能性がある	①予備地域を設定し、機器の移設が比較的容易にできるよう計画しておくことで、状況に応じて検証場所を変更し、検証への影響を最小限にする。 ②撃退音は複数パターンを用意し、撃退効果と同時に、検知頻度やパターンによる騒音としての影響について検証する。
実装計画の具体化	①対策実施場所の選定および実施場所の順番 ②行政予算不足	①対策は複数年をかけ準備設備構築を行うこととなるが、利害が絡む可能性があり課題 ②議会承認が取れず予算化ができない可能性	①機器の買い取り、リース、複数年契約等柔軟な契約形態を設けることで、導入しやすい提供方法とする
他地域への展開に向けた準備	①展開先の猿の出現や、被害の状況が異なる	①地域によって猿の出現パターンや被害の状況、地形の状況が異なり、今回の実証パターンと合わない状況が考えられる。	①出現パターンについては提案時に設置場所とAI解析方法の工夫で対応。経路の状況については今回実証するLiDARセンサー・コントローラ間の無線化を含め、設置場所の柔軟化により対応する。
成果のとりまとめ	①猿の検知が想定外に困難 ②猿の学習能力が予想以上に高い ③物価、為替その他外的要因による価格高騰	①センサーやカメラでは、作物に隠れ、猿の姿が捉えきれず検知が難しい ②撃退装置では一次的な効果しか得られない ③外的要因により機器価格が上昇し横展開の見込みが立てられない	①センサー、カメラのなど設置場所、検知条件の修正 ②音量、音域、パターンを追加変更、ランダム再生等実施 ③費用対効果に関する分析

## ⑤ PDCAの実施方法

### 課題把握を実施する体制

#### 通常時

##### 週次定例会議

- 開催 金曜日13時より
- 実施方法 Web会議、必要に応じて実会議
- 主催/参加社 ケーブルラボ、CCJ、CTY、DXアンテナ、来栖川電算
- アジェンダ
  - 進捗状況
  - 実証評価
  - 課題共有/解決策
  - 実装・横展開に向けた検討事項

##### 月次進捗報告会

- 開催 月末の金曜日を月次進捗会議として開催する
- 実施方法 Web会議、必要に応じて実会議
- 主催/参加社 ケーブルラボ、CCJ、CTY、DXアンテナ、来栖川電算  
必要に応じていなべ市にも参加いただく
- アジェンダ
  - 全体進捗確認
  - 課題の共有
  - 次月の予定

#### 緊急時

##### 課題発生時の情報共有

- 開催 全体進捗に影響を及ぼす障害/課題発生時
- 実施方法 電話/メール、必要に応じてWeb会議
- 主催/参加社 ケーブルラボ、CCJ、CTYを基本  
必要に応じDXアンテナ、来栖川電算も参加

### 対策を立案・実行する体制

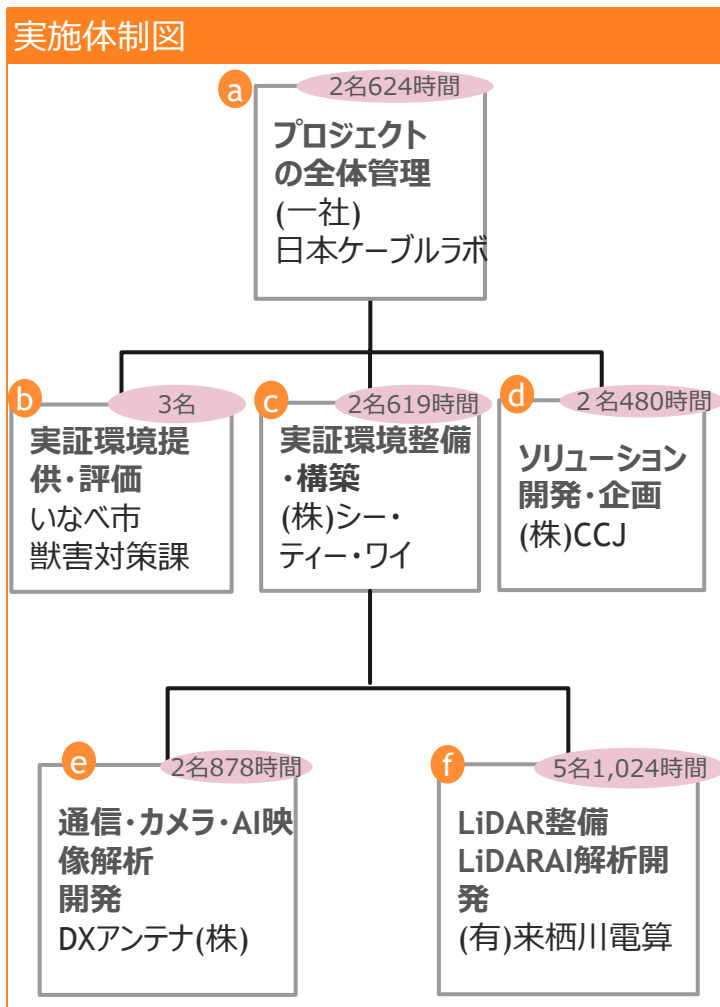
##### 課題対応、対策方針策定

- 開催条件 進捗に影響がある課題が発生した場合
- 開催 週次定例で対応できない場合
- 実施方法 Web会議
- 主催/参加者 ケーブルラボ、CCJ、CTY、DXアンテナ、来栖川電算
- その他 必要に応じていなべ市にも参加いただく

同上の対応とする

同上の対応とする

## 6 実証の実施体制

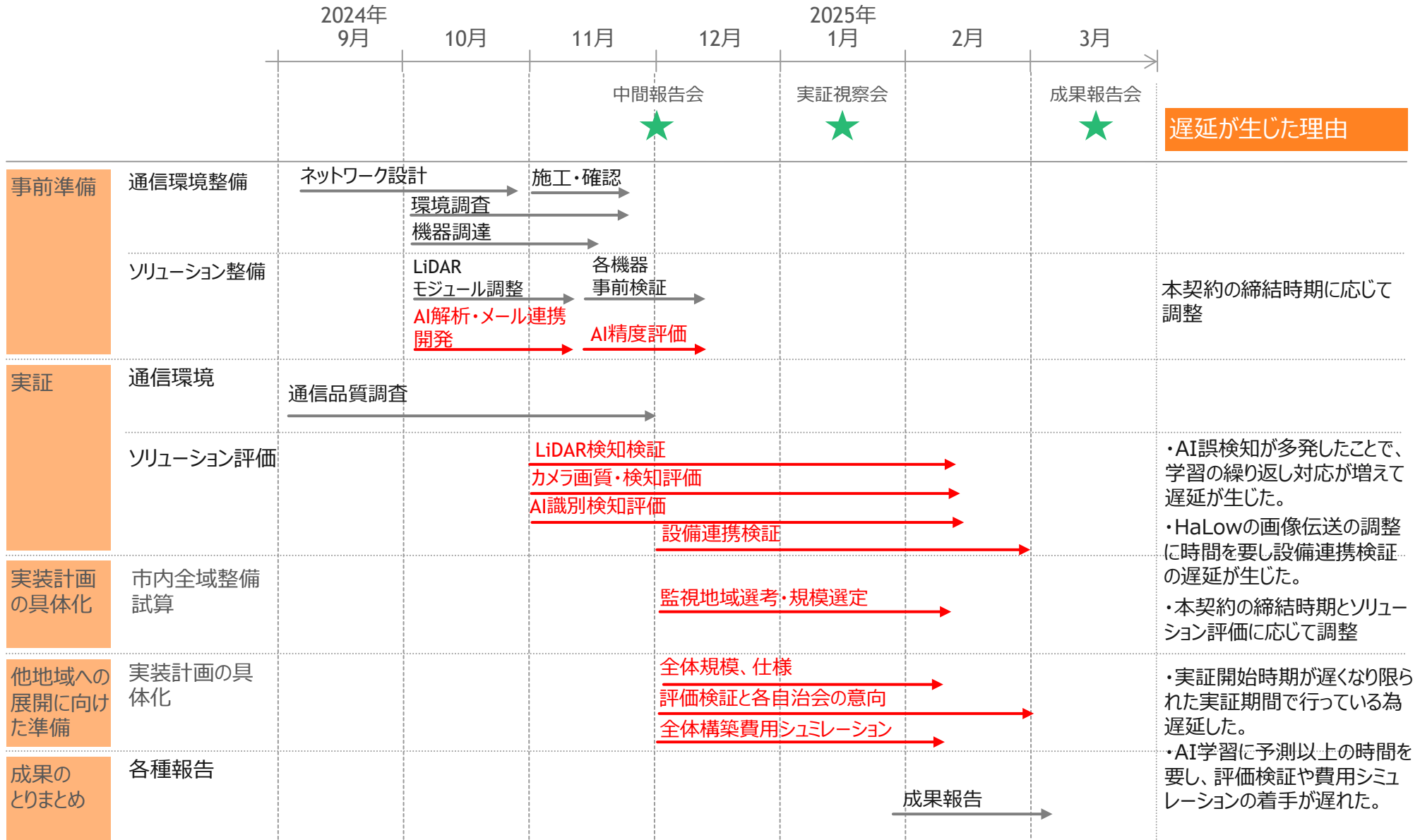


団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a 一般社団法人日本ケーブルラボ	プロジェクト全体管理	2名642時間	事業調査部 木村、岡田
b いなべ市	実証場所の提供、地域住民との合意形成		農林商工部 杉本、服部、岡本
c 株式会社シー・ティー・ワイ	I実証環境整備・構築	2名619時間	営業部 山本・山口
d 株式会社CCJ	ソリューション開発・企画	2名480時間	事業企画部 中村、金森
e DXアンテナ株式会社	通信・カメラ・AI映像解析開発	2名878時間	技術第2部 御崎、洞谷
d 有限会社来栖川電算	LiDAR整備・解析開発	5名1,024時間	研究開発部 山口、細井、森下、谷津、眞野、土井

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

① スケジュール(実績)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所



IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
遠地の農作地をカメラとEdgeAIで監視できるか	遠地でも画像による監視がタイムリーにできるか	害獣到来時遅滞なく画像が伝送される事	VPN回線とWi-Fi 7とHaLowを使って遠地でも画像の監視がタイムリーにできた。目標の害獣到来時遅滞なく画像が伝送される事に対して、結果は画像確認時に想定通りに動画でモニタできた。	一部環境の影響により画像伝送に遅延が出るがあったが、伝送方法を工夫することで概ね予測通りの伝送が行えた。ただし、より広範囲に安定的な通信を確保する為にはHaLow850MHz帯の活用を検討する事が合理的と判断する。
人が不在の農地での監視がどの程度可能か	深夜、豪雨等気象条件により監視状況に変化があるか	24時間365日の監視の実現	24時間365日の監視は可能。夜間の映像で背景の誤検知が多発したが、背景学習により改善できた。ただし、例年に比べ猿出没が少なく、また夜間は猿は行動しないため監視対象から外すこととした。	24時間365日の監視は可能だが、夜間の映像は昼間よりも画質が悪いため、夜間対応のカメラを準備する必要がある。
威嚇装置による撃退による花火等既存撃退道具に係るコスト軽減が可能か	威嚇撃退装置が花火等の代用になりえるか	威嚇撃退装置効果による農作物への被害減少	固定点からの音、光による撃退効果は難しい。音5種類（犬、狼、虎、熊、爆竹）を試したが、効果は見られなかった。その為、撃退用花火のコスト減少、農作物への被害減少にはつながらなかった。	固定点からの音、光による撃退は追い回してこない事もあり、猿の知能から脅威となりえないと判断された可能性がある。今後の課題として、固定点からではなく、音とともに人が実際に猿を追い払う行動をとることで、猿の恐怖心を学習させる手段が必要と考える。
市職員の巡回頻度低減による人的労力およびコスト負担軽減に寄与できるか	24時間365日稼働させることにより巡回が減らせるか	既存巡回回数から80%の削減	既存巡回回数から80%の削減ができれば実装に近づけたと思われるが、限られた実証実施期間中における猿の出没頻度の減少もあり、想定する検知精度、撃退効果が出なかった。また、近隣設置の捕獲檻の確認が必要なこともあり、市内巡回ルートの変更はなされず、巡回回数の減少には繋がらなかった。よって現時点での削減率は0%	獣害パトロールは市内全域を対象としており、巡回ルートに変更はないため、1地域のみでは巡回頻度は減少しなかった。今後、検知精度向上のうえ、機器設置場所を増加させることにより、巡回頻度の低減は見込める。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
・LiDARセンサーによる検知	<ul style="list-style-type: none"> <li>・どれだけ離れた場所に出没したら検知できるのか</li> <li>・何mで検知できるか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・50～60mで検知</li> </ul>	<p>目標としていた50～60mでの検知について、草やあぜの陰に隠れることなく猿の身体全体がセンサーで確認できる状況に関しては検知が可能であった。</p>	<p>今回使用したLiDARセンサーでは遠距離での猿の点群数が少ないため、これ以上の精度向上には更なるチューニング、検出手法の変更（機械学習利用など）およびLiDARセンサーの機種変更などの施策が必要。</p>
・カメラ・EdgeAIによる検知	<ul style="list-style-type: none"> <li>・どれだけ離れた場所に出没したら検知できるのか</li> <li>・何mで検知できるか。また、検知した場合の威嚇撃退装置による撃退が可能か</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・20m以内に近づいた場合猿と検知する</li> <li>・威嚇撃退装置による撃退成功</li> </ul>	<p>目標20m以内検知に対して、結果最大35m検知を達成。ただし、猿と背景の色が明確に区別できる場合に限定される為、概ね15m程度の検知となり想定が少し下回った結果であった。また、他の動物による誤検知が1,2件/日発生した。</p> <p>猿を検知後に撃退装置の自動稼働はできたが、撃退成功という目標に対して、結果は固定点からの撃退装置では効果が得られなかった。</p>	<p>15m程度での検知は可能であるが、カメラ解像度の関係で誤検知が多く発生した。背景との区別や遠方の検知などには800万画素以上のカメラ、又はPTZカメラの使用が効果的であると考える。</p> <p>撃退は、猿の生態をもっと知る必要がある。研究者の協力を仰ぎ検討が必要と判断する。</p>
威嚇撃退装置の継続的効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・どのような音、光で撃退できるのか</li> <li>・継続的に効果を維持するための有効手段</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複数の音の種類、音圧、音量の変化による継続的効果が得られる</li> </ul>	<p>目標の継続的効果に対して、固定点からの音、光による撃退効果は難しく、継続的な効果は見られなかった。</p> <p>音5種類（犬、狼、虎、熊、爆竹）を試したが、結果は同じであった。残念ながら、農作物への被害減少にはつながらなかった。</p>	<p>固定点からの音、光による撃退は、追いかけてこない事もあり、猿の知能から脅威となりえないと判断された可能性が高い。</p> <p>音や光が猿の行動に合わせ追いかける仕組みなども検討の余地はあるが、農作業への影響も考慮すると難しく、今後については、猿の行動について専門的見地が必要と考え、研究者の協力を仰ぎ検討する必要がある。</p>

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wi-Fi HaLowによる遠地通信品質</li> <li>Wi-Fi7屋外利用による画像伝送</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HaLowで何mの伝送が可能か</li> <li>WiFi7屋外利用でどの程度の画像伝送が可能か</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>250m以上の画像伝送</li> <li>10~50Mbpsの伝送を実現</li> </ul>	<p>HaLow : 255mで3fpsの動画伝送成功。                      Wi-Fi 7 : 76~128Mbpsのスループットを達成。                      HaLowは2MHz帯域幅で画質を720x576 3fpsまで下げること動画伝送が可能となった。                      Wi-Fi 7 については、設置高さを5mとしたことで、屋外で93mで94Mbpsのスループットが出せた。</p>	<p>HaLowは、Duty10%の制限で画質を下げる必要があった。                      Wi-Fi 7 は屋外ではレーダー干渉などの影響で通信が不安定になることがあった。                      今後については、より広範囲の農地への対応や高画質伝送も想定すると、HaLowに割り当てられる850MHz帯の利用を検討する事が合理的であると考える。</p>
<p>既存通知システムとの連携</p>	<p>既存告知システムと支障なく連携できるか</p>	<p>検知アラートと連携して既存システムでも告知ができる事</p>	<p>既存システムと連動し、15分間隔でメール通知成功。                      既存システムとの連携もできた。</p>	<p>利用者の確認負担を軽減するため、15分間隔のメール通知でシステムとして運用可能とわかった。                      今後の課題として、通知を受信後にカメラ画像を確認できるようにする必要がある。</p>

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

## Wi-Fi HaLowの測定結果

HaLowの目標：250m以上の画像伝送に対して、  
結果：255mで3fpsの動画伝送成功  
定量評価測定でスループットは 585kbps となった



## ② 検証項目ごとの結果

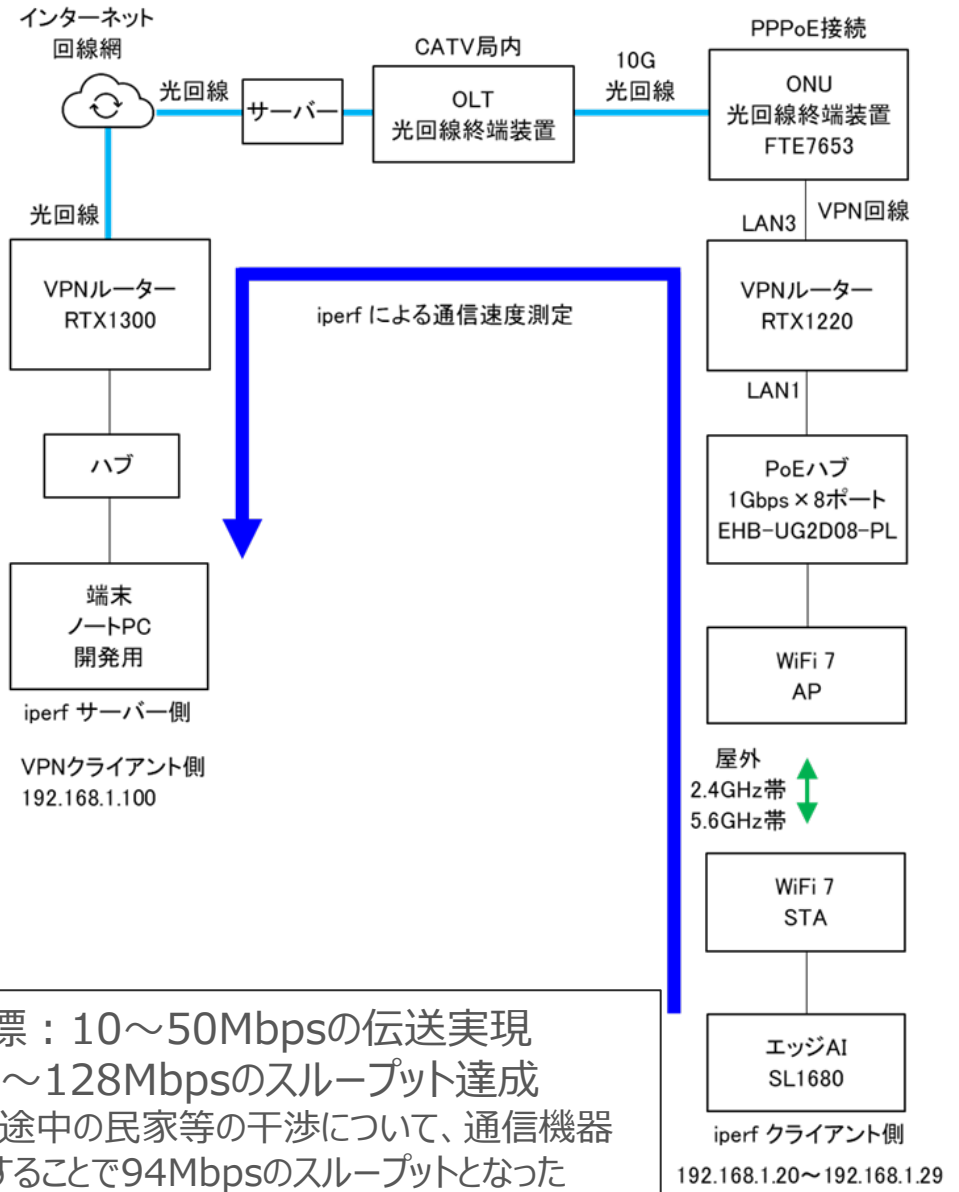
### b. 技術面

## Wi-Fi 7 の測定結果



Wi-Fi 7の目標：10～50Mbpsの伝送実現  
 結果：76～128Mbpsのスループット達成  
 B地点：中継途中の民家等の干渉について、通信機器設置高を5mとすることで94Mbpsのスループットとなった

## Wi-Fi 7 の測定システム図



#### IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

#### b. 技術面

## Wi-Fi 7 によるカメラ画像伝送の結果

録画装置 (NVR) の表示画面

画質  
解像度 : 2688×1520  
フレームレート : 30fps  
コーデック : h.264

Wi-Fi 7の目標：屋外利用による画像伝送  
結果：7台のカメラ画像について問題なく伝送できた。  
屋外利用について、近隣家屋やレーダーなどの干渉の可能性は継続する。  
Wi-Fi HaLow 850MHz帯の利用も検討できる。

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

#### Wi-Fi HaLow によるカメラ画像伝送の結果



#### 画質

解像度 : 720×576

フレームレート : 3fps

コーデック : h.265

HaLowの目標 : 250m以上の画像伝送  
実績 : 255mで3fpsの動画伝送実現  
920MHz帯のDuty10%の制限があるため、  
2MHz帯域幅で画質を下げることで動画伝送が可能とした。  
また、帯域で分割するより時分割で伝送する方が  
通信が安定することがわかった。  
今後については、HaLow専用として割り当てされる  
850MHz帯域を使用する事で、より高画質長距離  
伝送が可能となる為検討したい。

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

## 撃退装置の撃退率の結果

撃退装置の目標：撃退率80%以上

結果：固定点からの複数パターンによる音、光による撃退は難しい

### 撃退装置



回転灯の  
光による威嚇

音による威嚇

音圧：110dBspl

音の種類

- (1) 犬 (2) 爆竹
- (3) 狼 (4) 虎
- (5) 熊

撃退装置の音（犬と爆竹）に対して、猿は一瞬反応して立ち止まり、撃退装置の方を視認するが、驚き逃げ出す様子は見られなかった。



### 苦労した点

限られた実証期間、本年度の猿の出現が例年に比べ少なかった事などから、検知回数、撃退の確認が思うようにできなかった。

撃退装置の光・音に関しては、装置を固定点に設置したため、向かってこない(攻撃されない)事が分かれると逆に興味の対象となり、カメラや装置にいたずらされることもあった。

田畑での機器設置は農作業の関係から限定的となることも大きな課題となることが分かった。

今後は、猿の行動について専門的な知見を有する専門家に助言を求め対応策を検討する必要がある。

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

### 撃退装置の撃退率の結果

撃退装置の目標：撃退率80%以上

結果：固定点からの複数パターンによる音、光による撃退は難しい  
音圧を124dBsplに変えて、音5種類（犬、狼、虎、熊、爆竹）を実施  
今後は、猿の行動の専門的見地が必要で、研究者の協力を仰ぎ検討する。



TOA製IPスピーカー  
最大音圧：124dBspl

### 苦労した点

本事業で設置した撃退装置では音圧が十分でないのではと考え、別のスピーカーを用意し近隣地域で活動している猿回しを手配し効果測定を実施した。しかし、野生猿以上に人間や環境に慣れている為、高音圧の音に対してほとんど反応せず、結果的に慣れることで脅威に感じないことが再確認できた。

また、限られた実証期間、猿の出現回数も想定以下となり効果的な対策の検討ができなかった。

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

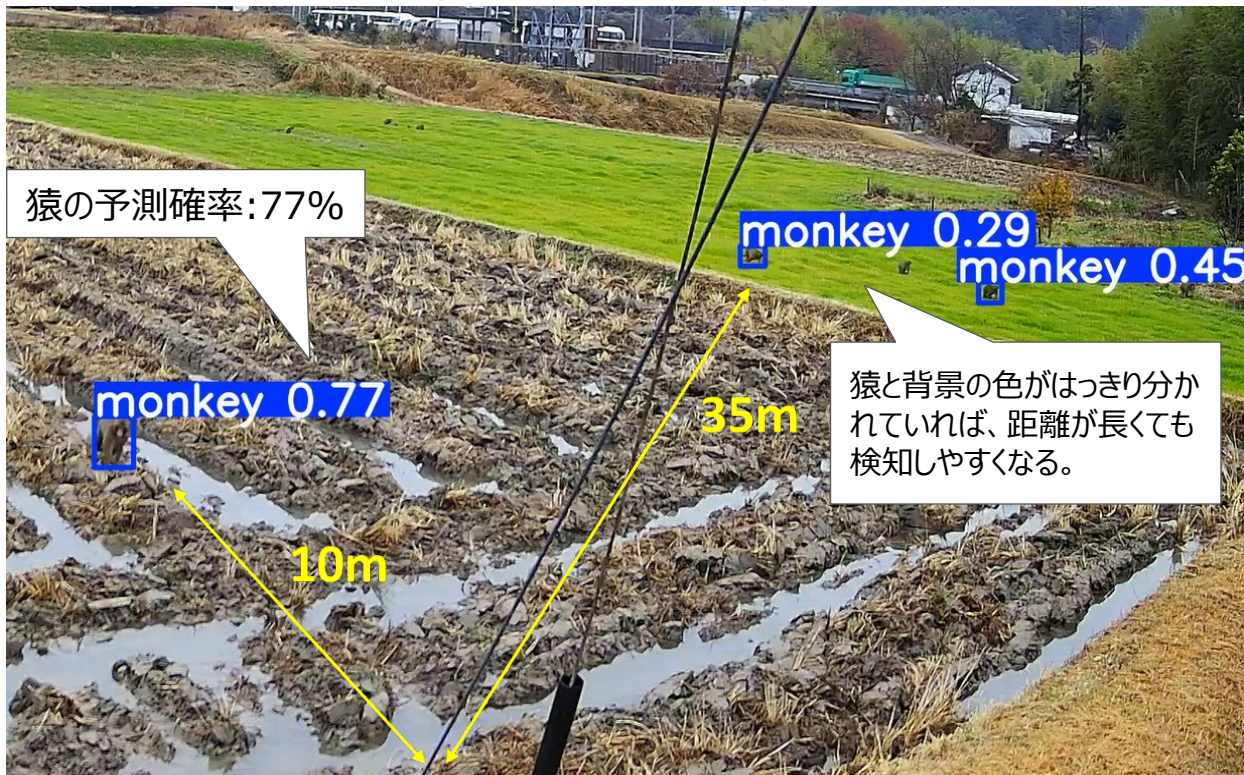
## 猿の検知距離の結果

カメラ・EdgeAIによる検知目標：20m以内に近づいた場合猿と検知する

結果：35mでの検知成功。

ただし、猿と背景の色がはっきり分かれている場合に限られる。多くの場合、田畑の土と猿の色が同系色となり15m以下でないと検知が難しい事が確認できた。遠方の検知には800万画素以上のカメラ等の利用が推奨される。

### 猿の検知イメージ画像



### 苦労した点

今回の現場では、期間中に耕運機による稲作地の耕しが行われ、土と猿の色が同色系となったり、土壌の凹凸が高くなり猿の体の一部が隠れたりするなど、AIモデルによる背景との区別や特徴抽出が困難となることが発生した。

現場の背景、猿の画像データを相当数(2000以上)学習させ検知精度向上に努めたが、データの画質にも課題があることが判明し、新たな誤検知要因が増加した。

他の動物(鳥、犬)などの追加学習、画質の悪いデータ、移動量が一定値以下のデータは破棄するようアルゴリズムを修正し検知率向上に努めた。

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

#### 猿の検知精度の算出結果

							検知率	検知精度
TP	FN	FP	TN	見逃し率	誤報率	適合率	再現率	F値
正検知	見逃し	誤検知	誤回避	%	%	%	%	%
31	0	44	14356	0	0.3	41	100	<b>58</b>

#### 猿の検知率の目標：

80%に対して、見逃しなしで100%となり目標は達成した。しかし、誤検知が増えたことで検知精度のF値は58%となり、実運用においてはユーザーの確認負担増となることから、如何に誤検知をなくすかがポイントであると判断する。

#### 考察：

- ・猿の出現数も少なかったこともあり、F値としては誤検知過多で悪い結果となった。
- ・検証を継続して期間を長くすることで猿の出現数も増えて、さらに誤検知対策をとることでF値は改善すると考える。
- ・今後の課題は、遠方の検知には800万画素以上のカメラ、又はPTZカメラで拡大して検知するシステムが必要と考える。

#### 猿検知の通報の目標：

AI検知して10秒以内に通報に対して、結果は1～2秒で達成となった。

しかし、メール通知の遅延はWi-Fi 7やHaLowなどの無線環境の影響で不安定になることがあるため、今後の課題としては、安定通信が見込まれる850MHz帯のHaLowの利用を検討したい。

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

## LiDAR ベース害獣検知システム / 解析の様子 1

- 近中距離 (0m ~ 40m) : おおよそ上手く検出 & 追跡できている。
- 遠距離 (40m ~) : 検出 & 追跡が途切れることがあるが検知に支障はない。
- 畔などの死角に害獣 (猿) が入って見えなくなることがある。
  - 畔をまたぐように LiDAR を設置したり、複数台で死角をカバーすることで対処できる。

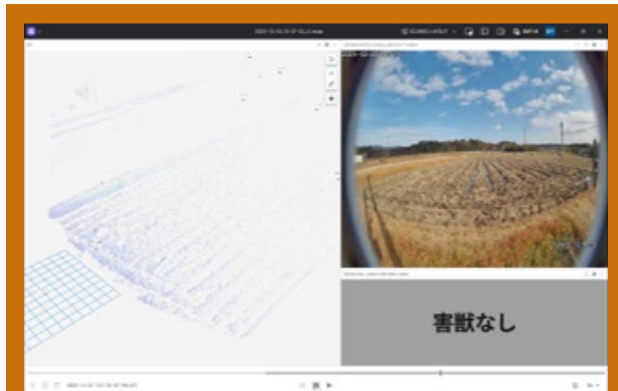


## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

## LiDAR ベース害獣検知システム / 解析の様子 2

- LiDAR を用いれば様々な物を学習なしで捉えることができる。
- 人・車：上手く検出 & 追跡できている。猿とは大きさが全く異なるので区別できる。
- 鳥：鳥と猿は大きさがそこそこ異なるが、点群を見て区別することは容易ではない。
- 近距離であれば点の密度などを活用することできそう。



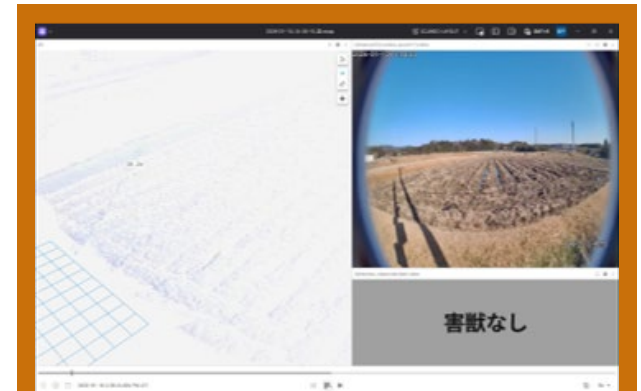
E地点 2025年12月23日 13時37分23秒

④ 草刈りをしているシーン



E地点 2026年01月06日 15時35分42秒

⑤ 車が遠ざかってゆくシー



E地点 2026年01月10日 14時30分15秒

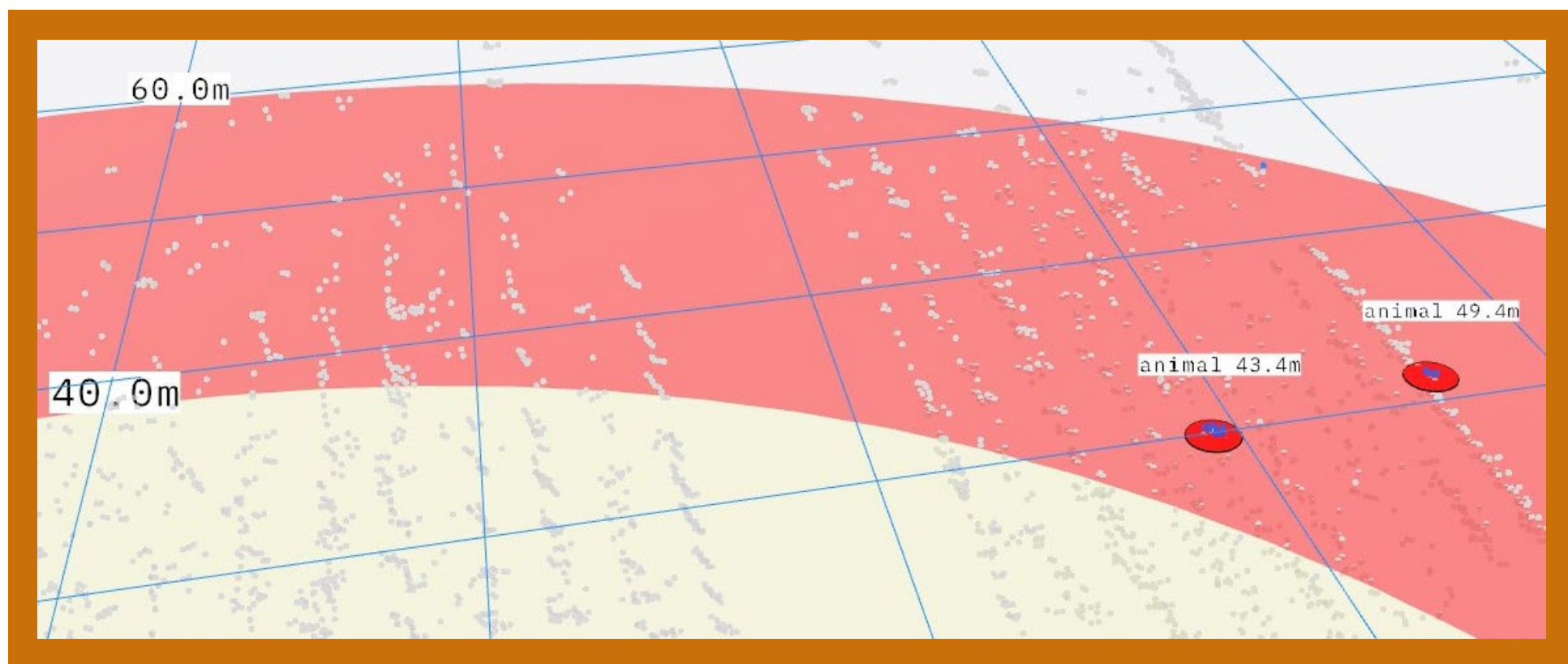
⑥ カラスが歩いているシー

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

## LiDAR ベース害獣検知システム / 解析の様子 3

- 長距離（40m ～ 60m）であっても見晴らしが良ければ十分検知できる。

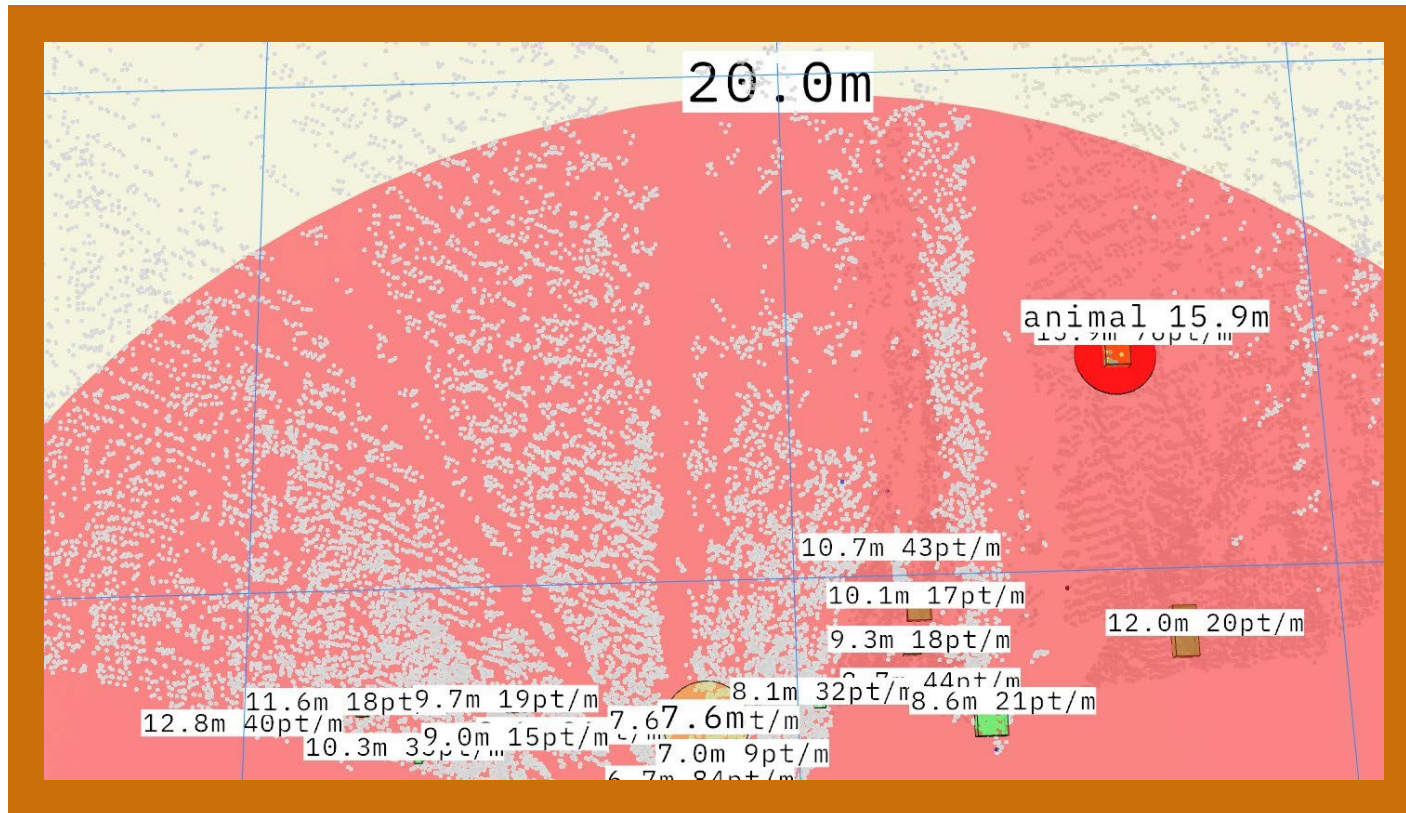


## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

## LiDAR ベース害獣検知システム / 解析の様子 4

- 点群密度を活用することで下記のような草の誤検知も抑制できる。



## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

## LiDAR ベース害獣検知システム / 収集データ

### データ収集期間 ※現時点

全体 / 2025年11月19日 ~ 2026年2月26日	99 日
収集できた日数	81 日
収集できなかった日数	18 日
機材の設置 & 調整	9 日
機材の不調	9 日

### 収集したデータの分布 ※現時点

全体	4552 クリップ	278.65 時	81 日
害獣（猿）が写っている期間を含まないクリップ	4515 クリップ	273.38 時	72 日
害獣（猿）が写っている期間を含むクリップ	37 クリップ	5.27 時	9 日

### データ収集の仕組み

LiDAR ベース害獣検知システムが物体を検知した時刻の前後に 2分 のマージンを付けた期間のデータを 1クリップ として自動的に来栖川電算のサーバーへ送信 & 記録する（インターネット回線の帯域幅に配慮する）。収集には来栖川電算製の SensoriZ を活用する。

### 正解値作成の仕組み

来栖川電算のサーバーへ蓄積されたクリップを目視確認し、猿が写っている期間をマークする。猿が写っている期間のクリップからサンプリングしたフレームデータに対して猿の位置をマークする。作成には来栖川電算製の Annofab を活用する。

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術面

# LiDAR ベース害獣検知システム / 害獣検知性能

## 害獣検知性能 ※現時点

適合率	89.8%	誤検知（害獣が写っていないにも関わらず検知される状況）の少なさを表す正確性の指標。
再現率	72.3%	検知漏れ（害獣が写っているにも関わらず検知されない状況）の少なさを表す網羅性の指標。
F-Measure	80.1%	適合率と再現率のどちらも高くなければ高くない総合的な指標。

評価データの内訳	
害獣（猿）が写っていないデータ	96.7%
害獣（猿）が写っているデータ	3.3%

害獣（猿）が写っているデータの内訳	
0 m ~ 20 m 先に最も近い害獣（猿）が写っているデータ	43.8%
20 m ~ 40 m 先に最も近い害獣（猿）が写っているデータ	39.0%
40 m ~ 60 m 先に最も近い害獣（猿）が写っているデータ	14.6%
60 m ~ 先に最も近い害獣（猿）が写っているデータ	2.6%

## 評価データ上で目標（60m の範囲で検知率 70%）を達成していることを確認

※ 検知率というと再現率を指すことが多いが、総合的な性能（F-Measure）を指す場合もある。どちらも 70% を上回った。

※ 収集したデータのうち正解値作成が完了している 2025年11月28日 ~ 2026年1月24日 のデータを用いて検知性能を評価した。ただし、関係者が現地に集まっている時間帯（評価に適さないもの）、猿が活動しない夜間（評価する必要がないもの）、雨が降っている時間帯（LiDAR センサーのウィンドウに雨粒が付着して正しく評価できないもの ※将来底をつけることで容易に対策できるもの）を除外した。

※ 出現頻度が極めて少ない害獣のデータを収集するために、動く物体がある時刻の周辺のデータを切り取って収集したため、評価データに偏りが生じている。この点に注意して解釈する必要がある。

#### IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

## ② 検証項目ごとの結果

### c. 運用面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
LiDARセンサー検知による注意報発報	注意報・警報の発報精度及び頻度の検証	危険地域への侵入の危険性が高い動きに発報する	今回構築した評価データ（60m 先の検知対象も含まれる）上での害獣検知性能は、適合率（誤発報の少なさを表す尺度）89.8%、再現率（発報漏れの少なさを表す尺度）72.3%、F-Measure（適合率と再現率の両方を加味した総合尺度）80.1% となった。適合率は高いが、本番環境での誤検知は 2～3回/日 となった。再現率はそれほど高くないが、本番環境での発報漏れはなかった。	誤発報の多くは鳥や猫などであった。より高度な幾何制約・機械学習手法・より高性能な LiDAR を活用することで改善できる。発報メールから現地の様子を素早く確認する手段を用意することで、多少の誤発報が問題にならない状況を作る必要もある。そうすれば、現時点でも十分に役に立つ可能性が高い。
EdgeAI/カメラの検知による警報発報	猿の検知率の検証	カメラでの検知率 80%以上	猿の検知率は見逃しなしで100%ではあるが、誤検知が増えたことで検知精度のF値は58%となった。誤検知による誤報回数は1日あたり2,3件程度。	猿の出現数が少なかったこともあり、F値としては誤検知過多で悪い結果となった。検証を継続して期間を長くすることで猿の出現数も増えて、継続的に誤検知対策をとることでF値は改善すると考える。
	通報の検証	AI判定し10秒以内に通報	AI検知して10秒以内に通報に対して、結果は1～2秒で達成となった。	通報の遅延は無線環境の影響で不安定になることがあるため、今後、安定通信が見込まれる850MHz帯のHaLowの利用を検討したい。
	撃退音の検証	猿が撃退できること。目撃住民の許容できる撃退音であること	固定点からの音、光による撃退は難しい。音 5 種類（犬、狼、虎、熊、爆竹）を試したが、効果はみられなかった。110dBsplの撃退音については住民からのクレームはなかった。	固定点からの音、光による撃退については、人里近い周囲環境で慣れており、花火の様に向かってくる音ではないため脅威がないことを学習したと推測される。固定点ではなく、音とともに人等が猿を追い払うことで、恐怖心を学習させる手段が重要。具体的には、電池駆動の携帯型スピーカーで爆竹音を発報しながら、人が猿を追い払う等。
システムの操作感	設定、アラート内容確認、情報閲覧しやすさ検証	地域住民が理解しやすく活用できる	通知内容については分かりやすいという回答が得られた。一方で、LINEによる通知を希望する声も多く見られた。	通知内容は現在いなべ市で発報されている「サル群れ情報」の文言を模倣したため、利用者に伝わりやすかったと考える。一方で、メールよりLINEを使用する住民が多かったため、通知方法の多様化が必要。
システムの完全自動化	自動化の検証	完全自動化	機器からの検知を受けて、登録されたメールアドレスへ自動でメール発報することが出来た。	当初計画通りであり、連携は問題ないことが確認された。今後も他システム連携についても柔軟に対応出来ると判断する。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

d. 展開先

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
撃退機能付き害獣検知通報システムの設置及び移設の容易さ	猿の被害の発生エリアの変動に合わせた設置位置変更の容易さの検証	エリア移動後1週間で設置位置を変更。	エリア移動後、各機器の設置及び設定は1週間以内に運用開始できる見込。 本実証では、建柱を行い機器を設置・運用を開始したが、LiDARセンサーやカメラそのものの重量は軽い為、既存の建物や、移動を考慮した簡易的なポールなどでの設置も可能である。	本実証で活用した先進無線を活用することで設置の自由度を向上させた上で運用ができることが分かった。
CCJグループ会社に対する横展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シー・ティー・ワイ サービスエリア内市町村へ提案</li> <li>・ケーブルネット鈴鹿のサービスエリア鈴鹿市へ提案</li> <li>・エヌ・シー・ティのサービスエリア内市町村へ提案</li> </ul>	3自治体への採用	<p>採択後、契約締結まで当初予定以上に時間を要した結果、実証開始が当初想定より後ろ倒しとなった。</p> <p>その結果、実装に向けた最低限のデータ収集および準備期間も含めスケジュールの見直しが余儀なくされた。各市町村の予算検討にはデータ不足となることから、いなべ市とも相談の上、実装計画・検討を当初予定より約1年後ろ倒しする事となった。</p>	2028年度の採用に向け、2026年度にサービス化を行い、2027年度いなべ市の実装と、グループ各社のサービスエリア内自治体への提案を開始予定。
ケーブルラボ、ケーブルテレビ連盟を通じたソリューション展開	地域課題解決ソリューションの実例として報告会開催	両機関での提案実施によりサービスとして採用するケーブルテレビ事業者を通じた5市町村以上への導入	<p>実証期間内より、ケーブルテレビ業界への横展開に向け、各種セミナーや委員会などで概要や機能について説明を行った。</p> <p>獣害の課題をもつエリアのケーブルテレビ局からは高い関心を得た。</p> <p>実施実績：ケーブルテレビ業界、周辺自治体等へ計19回の説明を実施</p>	2026年度以降も横展開に向けた取組を継続的に実施する。 実装後はその成果を基に、各ケーブルテレビ局のサービスとして提供できるモデルを構築し広く普及をはかる。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

	アクション	結果	得られた示唆・考察
実装に向けて	自治体担当者との協議	協議中	サル以外の撃退の要望あり
	サービスモデルの構築（提供方法）	2026年度検討予定	—
	自治体予算案の策定	2026年度検討予定	—
	議会承認	2026年度検討予定	—
横展開に向けて	本事業の視察参加要請・参加	1/19に東海農政局および三重県が参加 3/9に鈴鹿市が参加、3/11に菰野町が参加	2026年度のサービス構築時に再度展開。 サル以外の撃退の要望あり
	見込み客創出を目的とした講演会・セミナー開催	ケーブルラボ及びケーブルテレビ連盟が主催するセミナーや講演会で延べ12回説明を実施した。	全国各地で様々な種類の獣害被害があり、本実証内容に高い関心が寄せられたと同時に、更なる改善を行う事で被害抑制に貢献できると確信した。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

4 実装・横展開に向けた課題および対応策

	課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	・LiDARの雨粒付着の防止や Wifi 通信障害など設置環境の改善	・雨避けの設置や通信機器や配置の見直しなど	・DXアンテナ、CTY	2027年3月
	・誤検知がまだ多いため実運用に耐えられる精度になっていない。	・誤検知対策としてに猿以外の動物や背景でも学習させて精度を高めていく。	・DXアンテナ	2027年3月
	・固定点からの撃退装置による効果はなかった。	・猿の行動については専門的な知見が必要と考え、今後については研究者の協力を仰ぎ検討する。	・DXアンテナ	2027年3月
	・20m以内に近づいた猿を検知する場合もあったが、ほとんどが15m以内の検知だった。	・遠方の検知にはカメラの画質を800万画素以上にするか、PTZカメラで拡大して検知するシステムに変える必要がある。	・DXアンテナ	2027年3月
	・50-60mでも検知できるが、まだ精度改善の余地がある	・前景抽出や検出などのアルゴリズムをさらにチューニングする必要がある。	・来栖川電算	2027年3月
	・検知精度の向上	・アノテーションや精度検証による検知精度向上	・DXアンテナ、来栖川電算	2027年3月
	・システムに対する費用対効果	・システムに対する費用対効果の実現	・DXアンテナ、来栖川電算	2027年3月
	・市職員の負担軽減に対する費用対効果	・精度の向上など、巡回減が実現できる効果の実現	・DXアンテナ、来栖川電算	2027年3月
横展開に 向けて	・遠地に対する通信の安定と高画質化が必要	・26年度からHaLow専用に850MHz帯域の一部先行利用が可能となり、安定した広域高画質伝送に向け評価検討を実施	・DXアンテナ	2027年3月
	・サービスパッケージの用意	・自治体や営農組合との協議によるサービスパッケージの構築	・CTY/CCJ	2027年3月
	・導入後の実績などの共有	・CATV業界や、獣害対策関連のイベントやセミナーでの共有	・CCJ、日本ケーブルラボ	2027年10月 ※検討段階での共有は 2027年3月～

#### IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### 5 (参考) 実証視察会

#### a. 概要

開催場所:三重県いなべ市員弁町大泉新田 1 2 1 6 - 2 3 付近(集合場所 員弁コミュニティプラザ)

開催日時: 2026年1月19日(月) 13時～

デモ項目	内容	備考
①実証現地での屋外のWi-Fi7の通信状況 ②実証現地での屋外でのWi-Fi HaLowの通信状況	①屋外でのWi-Fi7 APと端末間で、10～50Mbps伝送速度実現出来ているかを測定し、画面で通信速度を確認 ②屋外でのWi-Fi HaLow 250mの距離で画像伝送実現出来ているか画面で、伝送と画像を確認	当初計画通りの結果が得られていることを確認いただいた
①構築したLiDARセンサー検知エリアにおいて、60m以内での害獣検知	①60m以内で害獣検知し通知するか (70%の精度目標) 猿がない場合は模型を設置 人の場合は人として認識し、通知しないことの実証	当初計画通り検知確認。猿(模型)と人との区別もできていたことを確認いただいた
①EdgeAIとカメラ映像での検知 ②EdgeAIによる判定と通報	①EdgeAIとカメラでの検知 (80%以上目標) ②AI判定し10秒以内に通報出来るかの実証	期間中データからより検知は100%。当日、猿の出没が叶わず認識率の測定はできなかった。また、当日人を検知するよう設定変更し、通報連動を実施し連動できた。
①音と光による撃退装置の稼働	①撃退装置を稼働 音の種類を複数発報できることを実証 音量が適正で撃退効果があるかを実証	人的に装置を稼働させ、問題ないことを確認いただいた。

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
【総務省】 スマート農業などで使用している通信回線(地域BWA等)と共用して使用することができるか	【ラボ】 可能性はあると思うが、基地局建設費、通信コストなどが課題と考える	—	—
【総務省】 1セットの価格は幾ら位か	【ラボ】 最小セットで機器購入、設置費などで200万円程度と考えるが、その他開発費や機器構成、設置場所の状況により変わる	—	—
【総務省】 いなべ市の予算確保はされているのか	【CTY】 現段階では予算措置はまだされていない。今後実証の成果含めご検討いただくこととなっている	本実証の成果と課題の解決を行い、実装に向けた提案を実施	2026年9月
【いなべ市】 LiDARセンサーで鹿の対応もできるのか	【来栖川】 LiDARセンサーの応用で可能性はある。夜間も検知できる可能性が高い	—	—
【総務省】 LiDARセンサーはどれ位の検知範囲があるか	【来栖川】 横120度 縦25度。複数のセンサーとの組み合わせで検知範囲を広げる事が可能	—	—
【地域アドバイザー】 HaLowのAPは、3台使用しているのは課題があるからなのか	【DX】 3台で伝送する方が安定しているため。将来的には1台に集約することを検討中	—	—
【地域アドバイザー】 今回は1対1を中心に実証しているのか	【ラボ】 現在HaLowは920MHz帯域を使用しており、色々制約がある中で安定通信するための措置。今後850MHz帯域が使用できる事となるので期待している	—	—

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
【総務省】 LiDARを使用している場所からの通信として、Wi-Fi7を使用しない場合、どこまでスペックダウンできるか	【来栖川】 1つのセンサーで約50Mbps程度の通信容量が必要であり、現在もデータ容量を圧縮するなど工夫している	-	-
【総務省】 他の場所で使用する場合、既存の地域BWAなどの利用も検討できると思うが問題ないか	【来栖川】 設置する場所の状況と、必要な通信容量が確保できれば可能と考える	-	-
【総務省】 LiDARセンサーとコントローラーが離れた場所にある場合の遅延は影響ないか	【来栖川】 当社のシステムは多少の遅延は影響を受けないシステムとなっている	-	-
【三重県】 費用面について、設置費と運営費についてどうか	【DX】 費用については、後日回答としたい	サービスメニューの確定後回答	2026年12月
【三重県】 いなべ市は猿にビーコンを付けているが、ビーコンを自動的に受信して通知するシステムの検討は	【DX】 周波数帯にもよるが、技術的には可能と考える	-	-
【三重県】 LiDARとビーコンを使う場合のメリット/デメリットを説明してほしい	【来栖川】 LiDARは1台で広い範囲をカバーできるが、ビーコンは検知範囲が狭く、位置情報の精度も良くない。また、群れの中に1頭がビーコン付けた猿が必要となる	-	-
【BCG】 検知精度は高くできそうだが、撃退についてはどこまで考えているのか	【DX】 検知はAI学習を続けることで精度向上が可能。撃退については現在の音と光でどれだけ効果がでるのか検証する。音の種類も変えて効果を見たい	本実証にて検証	2026年3月

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
【BCG】 撃退について80%を目標としているが、実際に80%撃退できるのか検証するのか	【DX】 猿の出現率によるが、そこまでを目標にしている	本実証で音・光による撃退を実施	2026年3月
【総務省】 撃退について、一次検知では装置を可動させていないが、必要ないと考えているのか	【来栖川】 一次検知では猿かどうかの判定は難しく、2次検知でAIが猿と判定してから装置を稼働させる事としている。今後、精度向上により一次検知でも判別できそうであれば装置稼働も可能と考えている。	—	—
【総務省】 実証フィールドについて、農作物が荒らされることはあまりないと思うが、1,2月は何を検知するのか	【CTY】 稲刈り後の落ち穂や、民家の敷地にある農作物、果物などを目当てに来る猿を検知する 【CCJ】 実際の被害は住居側に多く、稲の被害もあるが今回の主体は住居側に来る猿の検知としている	—	—
【総務省】 一次検知でメール発報するとなっているが、現在も実施しているのか	【来栖川】 地域住民には配信していないが限定メンバー向け発報し検証中	2025/12/24より連携開始	2026年3月
【総務省】 検知から対策まで連動しているのか	【来栖川】 現在は性能の調整段階となっている	検知から対策まで連動済み	—

V 実装・横展開の計画

① 実装の計画

a. 実装において今後目指す状態

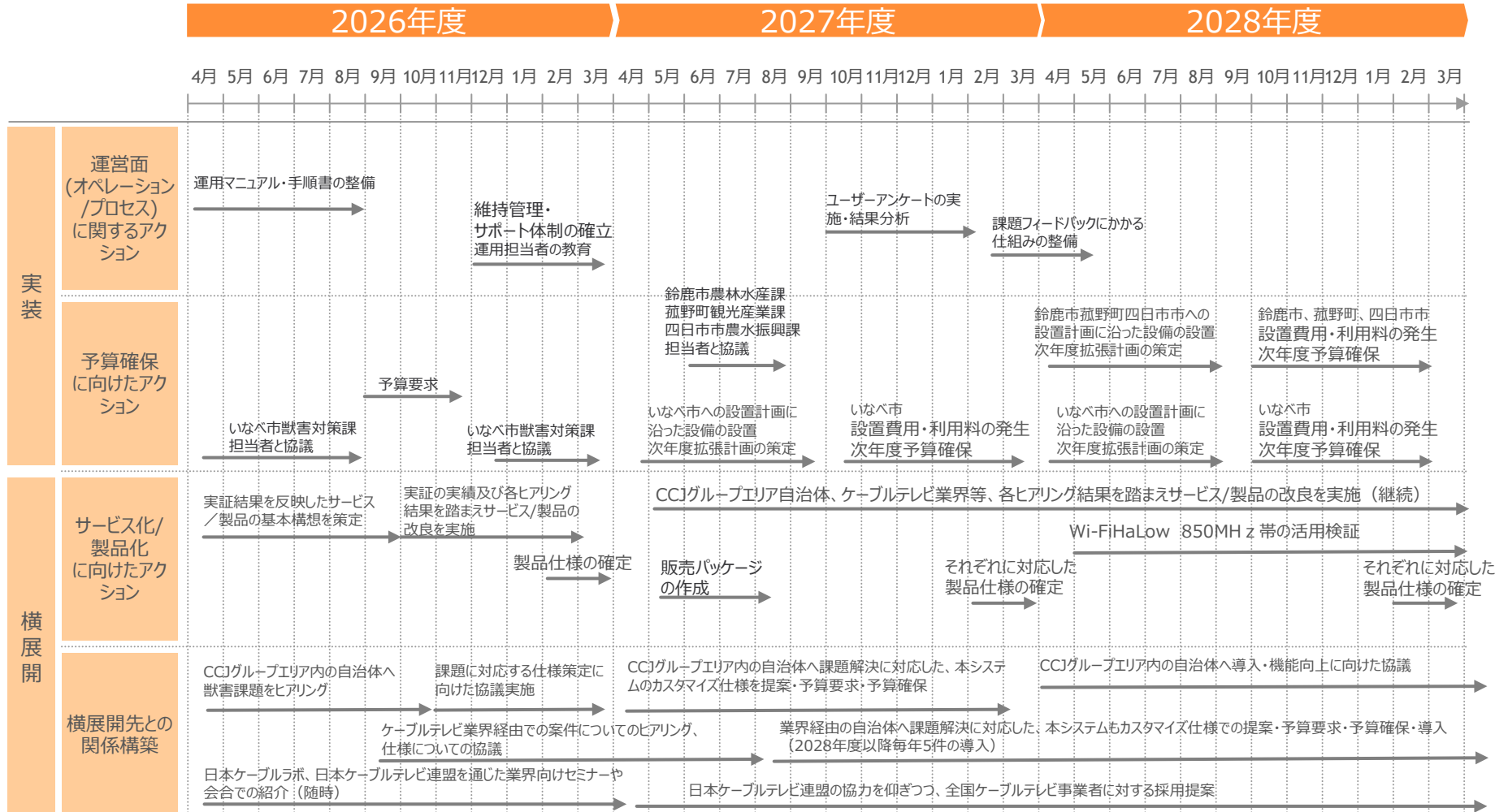
実装先	いなべ市
-----	------

	2026年度		2027年度		2028年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
運用	課題を解決したソリューションの構築サービスの提案 テスト稼働開始	課題解決完了 計画に応じた設備の設計 費用の確定・提案	計画に応じた設備の設置・調整完了 次年度整備計画の策定	設備の稼働開始 次年度計画に応じた設備の設計	計画に応じた設備の設置・調整完了 次年度整備計画の策定	設備の稼働開始 次年度計画に応じた設備の設計
予算	実装規模を確定し、次年度予算への組込計画が整っている	次年度予算確保	設置計画に沿った設備の設置 次年度拡張計画の策定	設置費用・利用料の発生 次年度予算確保	設置計画に沿った設備の設置 次年度拡張計画の策定	設置費用・利用料の発生 次年度予算確保
体制	実装実施体制による課題解決・提案	→				
ビジネスモデル	猿の獣害対策での即時通知で開始	猿以外の獣害対応の検討	猿以外の獣害対応の実証・検証	→		猿以外の獣害対応の実装

V 実装・横展開の計画

1 実装の計画

b. 今後3年間で実施するアクション



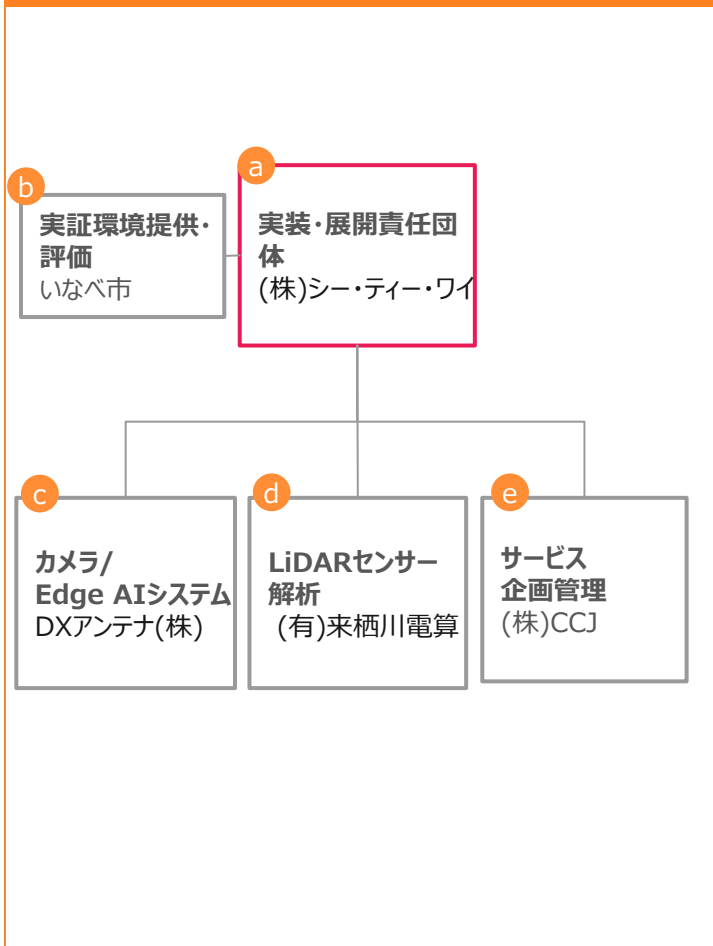
## V 実装・横展開の計画

### 1 実装の計画

#### c. 実装の体制

:実装の取組全体の責任団体

#### 実施体制図



団体名	役割	リソース
<b>a</b> (株)シー・ティー・ワイ	プロジェクトの全体管理 横展開先の自治体・業界団体との交渉担当	2名
<b>b</b> 三重県いなべ市	実装場所の提供、地域住民との合意形成	獣害対策課
<b>c</b> DXアンテナ(株)	カメラ、EdgeAIシステム、通信ソリューション、通信設備構築、AI学習等、開発担当	2名程度
<b>d</b> (有)来栖川電算	LiDARセンサー担当、アプリケーション、AI学習等担当	2名程度
<b>e</b> (株)CCJ	サービス企画管理・同業各社との交渉担当	2名程度

## ① 実装の計画

### d. ソリューション(変更点) -活用している先進技術 (1/2)

#### 概要

AI	<h4>カメラ、Edge AI解析と活用</h4> <p>生成AIで使われているアルゴリズムを流用した物体検出モデルを猿の検出に利用する。メモリ消費が少なくEdge AI端末への実装が可能。</p>
----	---

IoT	<p>固定点からの威嚇音・光による撃退については難しい事が実証により判明したため削除する。</p>
-----	---

#### AI技術に関する詳細情報

##### カメラ、EdgeAI解析と活用

##### 現場（Edge）でのカメラ画像のAI解析と通知

本システムは、害獣対象である猿を瞬時に検知し、周辺地域に通報することを目的としています。軽量な物体検出AIモデルを活用することで、Edge側での高精度な検知が可能となり、監視サーバ側へ通信負荷の高い画像データを送信する必要がない。

監視カメラの映像をインプットとし、猿の画像を学習させたAIモデルによって、検知および通報（アウトプット）を実行する。

##### 使用技術の概要

使用技術カテゴリ：

CNNベースの物体検出モデル（機械学習）

使用モデル／フレームワーク：YOLO

学習環境・データ：

オンプレミス環境で学習を実施。猿の画像を数千枚使用し、ファインチューニングを行う

## ① 実装の計画

### d. ソリューション(変更点) -活用している先進技術 (2/2)

#### 概要

AI	<b>LiDARの点群データのAI解析と活用</b> LiDARセンサーからの点群データをLiDARコントローラーのEdge側でAI解析し、人や車等を省き、動物や群れを検出する。
----	--

IoT	
-----	--

#### AI技術に関する詳細情報

##### LiDARの点群データのAI解析と活用

###### LiDARデータを用いた空間認識による害獣検知の有効性

LiDARから得られる3次元点群データによる空間情報（距離情報）は、物体の検出や追跡においてより現実の情報に近い。

そのため、LiDARを用いた手法は、カメラベースの手法と比べて、少ないデータ量でも高い性能を発揮しやすい。特に害獣検知のように、害獣が映っている画像データを十分に集めることが難しい場面では、この特徴が非常に重要となる。

背景を認識した後、背景に属さない物体（前景物）を、物体単位でまとめて検出・追跡することができる。

空間内には動物だけでなく、人や車なども含まれてしまうが、それぞれの対象が持つ物理的な特徴（高さや大きさなど、3次元点群から算出し認識可能）を活用することで、害獣以外の不要な対象を容易にフィルタリングできる。

##### 使用技術の概要

3次元解析 : SensoriZ

物体へのラベル付け : Annofab

パラメータ調整及びモデル評価 : Ahab

いずれも来栖川電算製、名古屋市、福岡市などに導入されたAI解析モデルをカスタマイズし開発する。

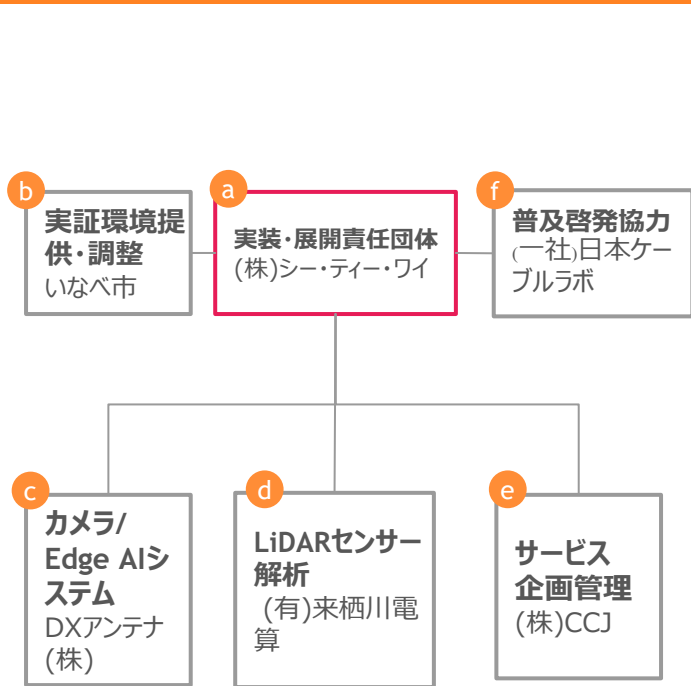
## V 実装・横展開の計画

### 2 横展開の計画

#### a. 横展開の体制

:横展開の取組全体の責任団体

#### 実施体制図

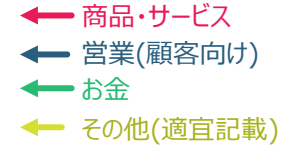


団体名	役割	リソース
<b>a</b> (株)シー・ティー・ワイ	プロジェクトの全体の管理責任団体 横展開先の自治体・業界団体との交渉等横展開に関する窓口	2名
<b>b</b> 三重県いなべ市	実証及び実証結果、効果の検討を行う 他自治体への共有やアドバイスなど	獣害対策課
<b>c</b> DXアンテナ(株)	カメラ、EdgeAIシステム、通信ソリューション、通信 設備構築、AI学習等、開発担当	2名程度
<b>d</b> (有)来栖川電算	LiDARセンサー担当、アプリケーション、AI学習等 担当	2名程度
<b>e</b> (株)CCJ	サービス企画管理・同業各社との交渉担当 普及啓発活動担当	2名程度
<b>f</b> (一社)日本ケーブルラボ	普及啓発活動協力	1名

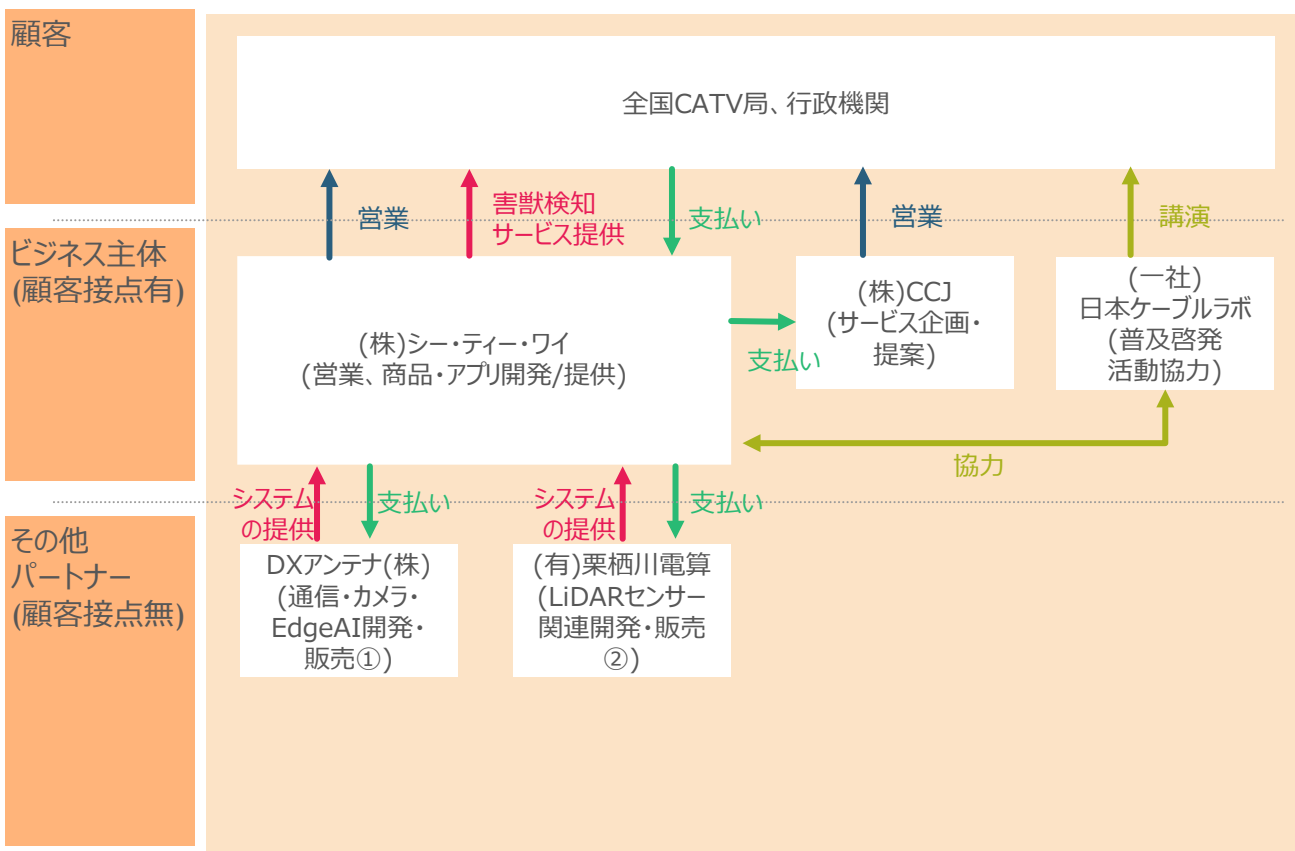
V 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

b. ビジネスモデル



ビジネスモデル図



ビジネスモデル図

概要	LiDARセンサー、カメラ、Edge AI を活用し害獣検知・通知システム	
ポイント(工夫)	マネタイズモデル	<p>【サブスクリプション】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AI解析通知システム利用料</li> <li>LiDARセンサー・コントローラ利用料</li> <li>EdgeAIカメラ利用料</li> </ul> <p>【初期費用】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設置設定費用</li> </ul>
	ターゲット顧客	<p>【獣害が課題となっている】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>全国CATV事業者</li> <li>全国自治体</li> <li>農業法人、各種団体など</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要な無線・有線回線は柔軟に対応可能</li> <li>LiDARセンサー・EdgeAIカメラはサル以外の獣害にカスタマイズ可能</li> <li>既存の通知システムに連携可能</li> <li>将来Wi-FiHaLowの新帯域に対応</li> </ul>

### 3 期待効果/資金計画

#### a. 販売主体

		2026年度	2027年度	2028年度
収益	収益/件	—	608万円	2,620万円
	件数(導入先数)	—	1	5
	合計	—	608万円	2,620万円
費用	イニシャル	—	350.4万円	1,401.6万円
	ランニング/件	—	156.2万円/1	781万円/5
	件数(導入先数)	—	1	5
	合計	—	506.2万円	2182.6万円
資金調達方法	市町村獣害対策費	—	608万円	2,620万円

#### 当初計画との変更点

当初の計画では、2025年度に地元自治体において予算を確保し、2026年度に実証実施場所での実装を予定しておりました。しかしながら、採択後の契約手続きの関係により、採択から契約締結まで一定の期間を要したことから、実証開始時期が当初想定より後ろ倒しとなりました。その結果、実装に向けた検討および準備期間も含め、全体のスケジュールを見直し、実装計画については当初予定より約1年後ろ倒しとなる形となりました。

投資の妥当性  
(現時点見立て)

販売主体

本実証で開発されたシステムにより、開発費が軽減され、1市町村目の導入から利益が出せる形となる。  
このシステムを(株)シー・ティー・ワイなどCATV事業者が課題を持つ市町村へ展開することでさらに普及が進み、課題解決と共に収益性を確保する。

妥当性を高めるための目標

目標

2028年度 5市町村以上に導入  
その後毎年5市町村以上に導入

アクション

実証実施期間内に近隣市町村の視察勉強会を開催。

2026年度に本実証後の効果検証、及びソリューションサービスを構築。(一社)日本ケーブルラボ・(一社)日本ケーブルテレビ連盟の協力のもと業界セミナーによる啓発を実施。

2027年度に実証効果を元にいなべ市、及び近隣市町村へ導入。CATV事業者による複数の市町村への提案実施開始。

2028年度以降、毎年5市町村以上の導入を見込む

### 3 期待効果/資金計画

#### b. 導入先

		2026年度	2027年度	2028年度
収益		—	672.5万円	672.5万円
	費用			
	イニシャル	—	420万円	—
	ランニング/件	—	188万円	188万円
	合計	—	608万円	188万円
資金調達方法	獣害対策費	—	608万円	188万円

#### 当初計画との変更点

当初の計画では、2025年度に地元自治体において予算を確保し、2026年度に実証実施場所での実装を予定しておりました。しかしながら、採択後の契約手続きの関係により、採択から契約締結まで一定の期間を要したことから、実証開始時期が当初想定より後ろ倒しとなりました。その結果、実装に向けた検討および準備期間も含め、全体のスケジュールを見直し、実装計画については当初予定より約1年後ろ倒しとなる形となりました。

投資の妥当性  
(現時点見立て)

導入先  
(支払元)

現状の獣害対策に関わる人件費や被害に対し、削減効果と実証以降の実装における費用対効果で十分メリットが出せる予定であり、実証結果によるものの、導入に前向きなリアクションを得られている。

収益677.5万円の内訳：

- ①人件費削減：585万円 4.8時間/日 (6人×0.8時間) 削減 × 3385円/時 × 360日※ (7時間で8箇所を巡視・職員の時間給 3385円)
- ②収穫量の増加：87.5万円 (いなべ市による営農組合など農家への被害額ヒアリング調査より全体700万円の1/8箇所試算)

妥当性を高めるための目標

目標

実証で効果が高いと判断され、市内の他の地域で実装されることにより、獣害対策に関わる費用のさらなる低減化につながる姿を見込む。

アクション

今後猿以外の獣害への対応へ広げることを想定しており、より地域の課題解決に貢献できるシステムへ発展させていく予定である。LiDARセンサーの価格は、過去5年で車への搭載拡大等により1/3に下落。また検出距離と点密度も5倍となっていることから、今後低価格化が進み、設備費用も低廉化される見込み。本実証では、今までの検知の実績から、人や車などを検知から除外する手法の応用による開発により低廉化を実現している。

## 4 資金計画

各年度の費用小計に対して、経費を負担する主体を記載してください  
(補助金等の記載も含む)  
今回の実証経費も含め記載してください

		2027年度	2028年度	2029年度
収益	価格/件	608万円/1	2,620万円/5	3,980万円/10
	総額	608万円	2,620万円	3,980万円
費用	イニシャル	350.4万円	1401.6万円	1,752万円
	ランニング	156.2万円	781万円	1,562万円
	小計	506.6万円	2182.6万円	3,414万円
資金調達方法	市町村獣害対策費	608万円	2,620万円	3,980万円

## VI 指摘事項に対する反映状況

### ① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

#### 指摘事項

#### 反映状況

・害獣識別AIの検知精度向上のために、光条件・背景環境・害獣の個体差など学習データを確立された方法論に基づいて学習データを収集する

#### 内容

検知精度向上のため、誤検知対策としてに猿以外の動物や背景も学習させて精度を高めた。  
現場の背景学習による誤検知の減少が確認できた為、更にさまざまな背景でも学習させ誤検知減少に期待できる。  
遠方の検知精度向上に関しては、画像の高解像度化が効果的であり、使用するカメラを800万画素以上にすること、または、PTZカメラで拡大し検知するシステムの検討も効果的であると考える。

#### 反映 ページ

47P,53P,  
54P

・横展開に向けて、土地条件に応じて必要なLiDARセンサー数と最も効果的な配置方法を整理し、最終報告書に反映する

田畑のように見通しが良い場所については、LiDAR センサーを水平方向に設置することで、LiDAR センサーを起点に半径 60m、水平 120° の範囲にいる害獣（猿）を検知できる。畔などの裏に死角が生じることがあるが、害獣（猿）が裏に隠れたままになることはない（検知できるタイミングが必ず発生する）ため問題ない。どうしても死角をなくしたい場合は、畔をまたぐようにセンサーを設置したり、別の位置に LiDAR センサーを追加することで対応できる。

56P, 57P

## ② 成果報告会での指摘事項に対する反映状況

### 指摘事項

### 反映状況

	内容	反映 ページ
<p>LiDAR活用の有効性と課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>動物の識別・検出能力の評価</li> <li>検知範囲の拡大や精度向上の可能性</li> <li>識別性能向上に向けた今後の技術的検討事項</li> </ul>	<p>・猿を含めた動物を検出することは十分できているが、動物の種類を識別することは十分にできているとは言えない。実際に本番環境では、検知漏れはないが、誤検知が僅かに発生している。誤検知の多くは猿ではない動物を猿であると判定したものである。より高度な特徴量（点群の形状・移動軌跡・姿勢の変化など）・センサーフュージョン（LiDARの点群とカメラ映像の両方を推論の入力とすること）・機械学習手法を活用することで検出・追跡・識別に関する性能や検知範囲を改善できる。LiDARセンサーの価格が安価になりつつあるので、より高性能なLiDARセンサーを活用することも有効と考える。</p>	<p>56P,57P, 58P,59P, 60P,61P</p>
<p>通信技術の最適化方針</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wi-Fi HaLowおよびWi-Fi 7の性能評価</li> <li>通信性能と処理性能のバランスに関する考察</li> <li>850MHz帯活用による性能向上の可能性</li> </ul>	<p>HaLow：255mで3fpsの動画伝送成功 Wi-Fi 7：76～128Mbpsのスループットを達成 HaLowではDuty10%制限のため画質フレームレートを下げて対応した。 Wi-Fi 7では屋外でレーダーや周辺の干渉で通信が安定しないことがあった。 Wi-Fi HaLow850MHz帯ではDuty制限がなくなり、出力も200mwとなることから、より高画質で安定した通信が可能と考え、有効な手段であると評価している。</p>	<p>47P,50P, 51P,76P</p>
<p>今後詰めていく内容として</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LiDAR検知精度の向上</li> <li>通信帯域拡張による高精度化</li> <li>技術全体の高度化に向けた改善方針</li> </ul>	<p>・LiDAR：より高度な特徴量・センサーフュージョン・機械学習手法を活用し、検出・追跡・識別に関する性能や検知範囲を改善する。発報メールから現地の様子を素早く確認する手段を用意することで、多少の誤発報が問題にならない状況を作る必要もある。 ・帯域拡張：HaLowで850MHz帯域が割り当てられ高画質遠距離通信が可能となり、応用範囲が広がることに期待 ・技術全体の高度化：通信環境、設備の高度化並びに組み合わせ技術による改善が期待できる</p>	<p>47P,50P, 51P,53P, 54P,76P</p>

## ① 猿の検知精度の算出方法

AIモデル単体ではなく、システム全体として「通知するべき時に通知できたか」を評価対象とする。

定義項目	説明
TP	成功：正しい検知：録画データ画面で15m以内に猿がいた時間区間内にメール通知が1つ以上ある。
FN	見逃し：録画データ画面で15m以内に猿がいた時間区間内にメール通知が1つもない。
FP	誤検知：メール通知に対して、録画データ画面で猿が存在しなければ誤検知とする。
TN	誤検知回避：録画データ画面で猿がいない時間区間内にメール通知が1つもない。
T	$T = FP + TN$ 1日の通知可能回数：400回 15分ごとにメール通知 10時間 カメラ10台分
見逃し率	$FN / (TP + FN) = 1 - \text{再現率}$ 猿検知の失敗率
誤報率	$FP/400$ 1日あたりの誤報率（誤報回数／1日の通知可能回数400回）
適合率 (Precision)	$TP / (TP + FP)$ 誤検知の少なさを表す。適合率：大 → 誤検知：少
再現率 (Recall)	$TP / (TP + FN)$ 見逃しの少なさを表す。再現率：大 → 見逃し：少（検知率）
F値 (検知精度)	$2 \times (\text{適合率} \times \text{再現率}) / (\text{適合率} + \text{再現率})$ 適合率と再現率の調和平均

## Ⅶ 参考資料

### ② 誤検知対策

#### a. 背景学習

昼間の草木の揺れや夜間の赤外線での白黒映像などの背景環境によって、誤検知が多発する問題が発生した。1日あたり数100件以上の誤検知通知が来ていた。



#### 対策

誤検知が特定の場所で発生していることから、その場所の背景を切り出して猿がいない状態の背景学習をさせることで誤検知が1日あたり数10件以下にまで削減できた。

学習させた現場の背景画像は100件以上。

## ② 誤検知対策

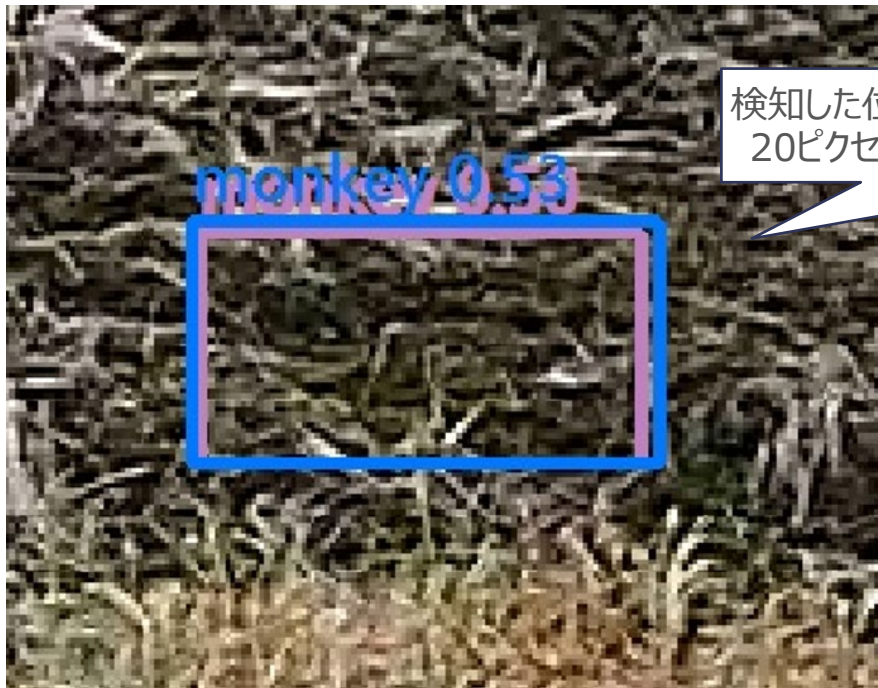
### b. 検知アルゴリズム改善

対策前：

猿の予測確率30%以上を5回検知で検知確定で通知。30fpsで全フレームを対象。

対策後：

猿の予測確率50%以上を10秒間（検知窓）で5回検知で、かつ、検知した位置の移動量が20ピクセル以上で検知確定で通知。フレームレートを10fpsに落として推論入力。

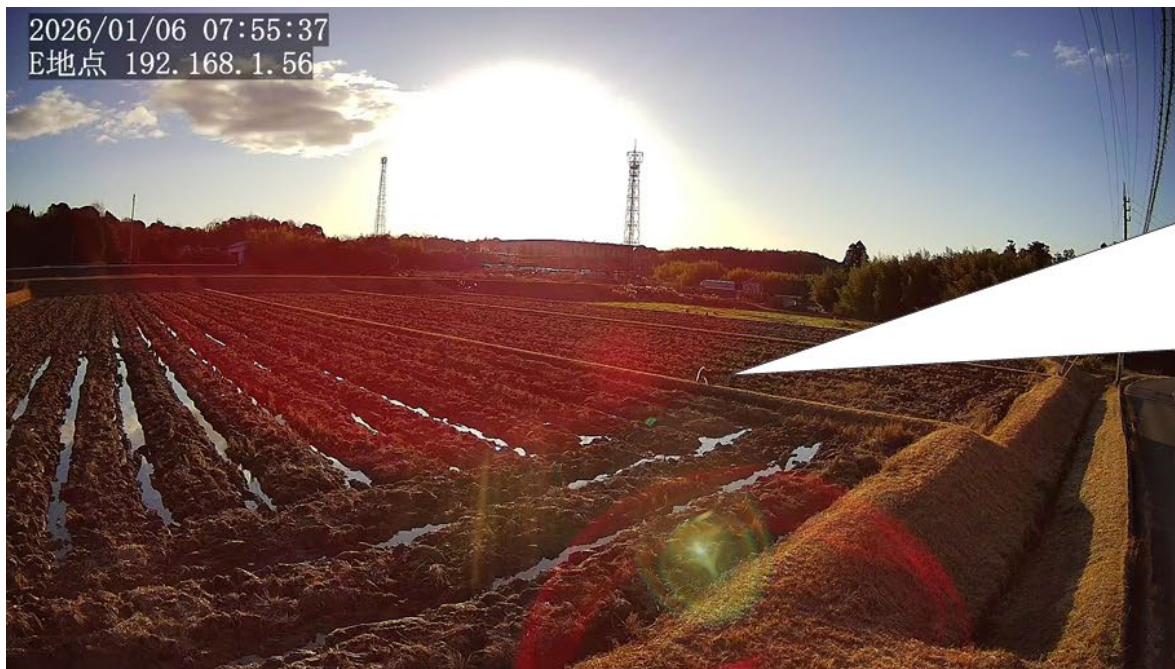


検知した位置(バウンディングボックスの座標)の移動量が20ピクセル未満は背景による誤検知として破棄する。

## ② 誤検知対策

### c. 学習データ見直し

- ・学習データの中で、猿と判別がしにくい20m以上の遠くの猿のデータを削除した。
- ・猿だけを学習したことで、ベースモデルが学習していた他のクラスの人、鳥、犬、猫などの学習結果が薄れる忘却現象が起きたことで、猿を他のクラスで誤検知することが増えていた。  
→ 猿だけでなく、他のクラスのデータもいっしょに学習させることで忘却現象を抑制した。



人の目で見ても猿と判別するのが難しいような画像は学習データから削除。



### ③ LiDARベース害獣検知システム

#### a. 設置状況

•2台の LiDAR Sensor (200m × 120°) で広範囲を監視



### ③ LiDARベース害獣検知システム

#### b. 仕組

- 3次元幾何制約を最大限に活用することで、学習なしでも高い性能と汎用性を実現

