

空海ドローンを活用した カモと共存する地域社会づくり

九電ドローンサービス株式会社
佐賀エリア

令和 7 年 2 月 2 6 日



佐賀県は日本一の海苔の生産地であり、令和4年（2022年）の生産量は約54,415トンで、全国シェアの23.4%を占めている。また、佐賀県の手苔の生産額は約167億円と報告されている。

このように、有明海の手苔養殖は、地域経済にとって重要な産業となっており、近年、手苔の生育に悪影響を与える病害や赤潮の発生、ヒドリガモなどのカモによる食害が深刻化し、ノリの収穫量が大幅に減少している。

また、商品にカモ羽毛が混入し返品になるなどの、問題も発生している。

この問題に対処するために、ICTやドローンを活用した様々な取り組みが行われている。

西日本新聞「有明海ノリ、ピンチ「カモ」福岡や佐賀で食害拡大

2021.02.19 (<https://www.nishinippon.co.jp/item/n/695074/>) から抜粋

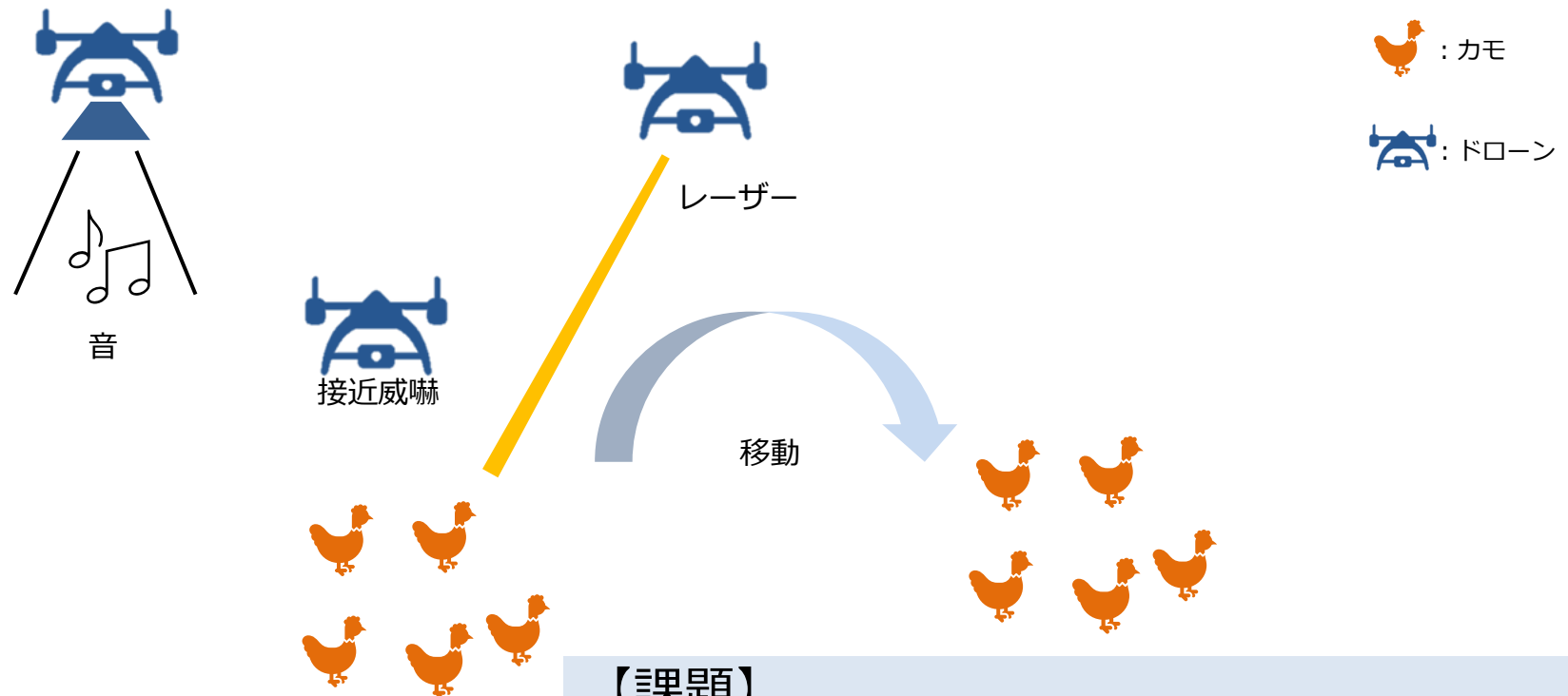
- 有明海特産の養殖ノリが、冬季に飛来するカモに食べられる被害が広がっている。沿岸4県のうち福岡、佐賀、熊本では被害の確認や報告があり、漁業者による対策を実施
- 2018年度はカモ食害で約1900万円の損害があった
- 年800万円ほどの経費がかかる
- 鹿島市では2018年度、推定約2千万円（生産額の1%相当）の被害があった
- 佐賀県も2021年度から約200万円の予算で実証実験



2. これまでのドローンを活用したカモ食害対策

カモ食害対策として、ドローンが活用されており、これらを組み合わせることでカモ食害被害を減らすことが期待されてる。

- ・ドローンを活用して、カモの誘導を実施
- ・接近威嚇、音、レーザー等でカモが移動することは実証済み



【課題】

- ・しばらくすると戻ってくる
- ・音や光に慣れて移動しなくなる
- ・別のエリアの養殖海苔や作物が食害にあう

- ・ QDS（九電ドローンサービス株式会社）では2022年から、白石町（農業振興課）、江北町（地域振興課、総務政策課）の依頼を受けカモの誘導の検証試験を実施
- ・ 白石町のため池で、ドローンと音響（スピーカー）によるカモの誘導を検証したが、効果的な対策とはならなかった。
- ・ また、カモの羽数確認に、赤外線カメラを使用したほうが視認性がよい事も確認できた。
- ・ 2023年は六角川流域に生息するカモの誘導について佐賀県と合同で検証を実施。
- ・ 佐賀県はドローンでカモを散弾銃発砲可能地点まで誘導し、散弾銃で威嚇する対策を試行。
- ・ また水上ドローンでの誘導も検証し効果があることを確認。
- ・ ドローンによるカモの誘導は可能、カモは集団を形成したまま、泳ぐ、飛び立つ等の回避行動をとった。
- ・ 誘導効果としては、水上ドローンが一番効果が高い
 - 水上ドローン 》
 - 大型ドローン 》
 - スピーカードローン
- ・ ただし、しばらくすると元の状態に戻るため一時的な誘導効果



赤外線カメラの視認性

- ・ 各種ドローンによるカモ誘導は可能でカモは回避行動をとった
- ・ 誘導効果としては水上ドローンが最も有効である。
- ・ ただし、しばらくすると元の状態に戻るため一時的な誘導効果
- ・ 赤外線カメラによるカモの生態確認（視認）は可能、ただし、葦の間に入ったカモは視認できない
- ・ 赤外線カメラを見ると、赤色でカモの個体を確認できるため、通常のカメラよりも羽数確認が容易

（水上ドローン）

- ・ カメラを搭載していなかったため、上空から別のドローンで確認しながら操作した。カメラ付きの水上ドローンが良い
- ・ 無線の届く範囲が400mであり、操縦不能とならないように注意が必要
- ・ 投入地点の選定が必要

（大型ドローン）

- ・ 特になし

（スピーカードローン）

- ・ カモが嫌がる周波数の音の検証が必要
- ・ 音量についてはより大音量のスピーカが必要

【 目 的 】

カモ食害による有明海養殖海苔の生産量低下、品質低下の諸問題を、水上ドローンを有効活用して解決できるかを検証

【ドローンを利活用した解決策】

- ・ 養殖海苔の食害となっているカモの生態調査を行い、より効率的な対策ができるようにする。
- ・ 品質低下の問題となっている、海苔に混入するカモの羽毛を水上ドローンで回収を行い、品質低下を防ぐ
- ・ 生産量低下、生産高低下の一因となっているカモの食害を、水上ドローンでカモを誘導し、カモの食害から養殖海苔を守る。

調査

- ・ カモ生態調査：飛来数、寝床、餌場、行動等

回収

- ・ カモ羽毛回収：海苔網の周辺に浮かぶ羽毛の回収

誘導

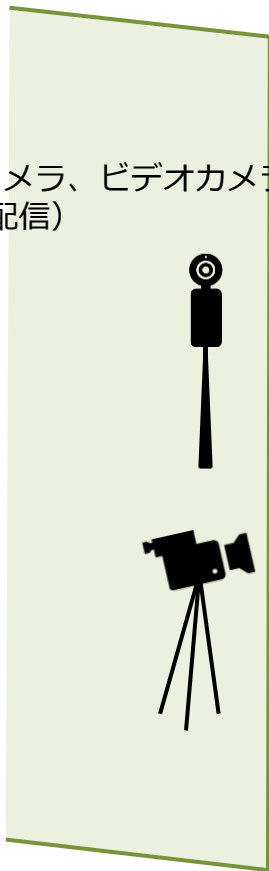
- ・ カモ誘導：海苔網の海苔を食べているカモの誘導

ドローン利活用

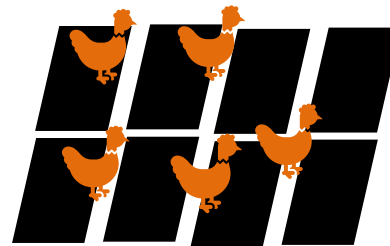
4-2. カモ生態調査へのドローン利活用

- ・ 秋期に飛来するカモを360度カメラおよび、ビデオカメラで記録（LIVE配信）
⇒ カモが飛来する方向の確認、1日の行動パターン等（日中のみ）
- ・ 赤外線カメラを搭載したドローンによる羽数調査（夜間も可能）

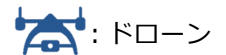
360度カメラ、ビデオカメラによる監視、生体調査
（LIVE配信）



赤外線カメラによる羽数調査、生態調査



: カモ



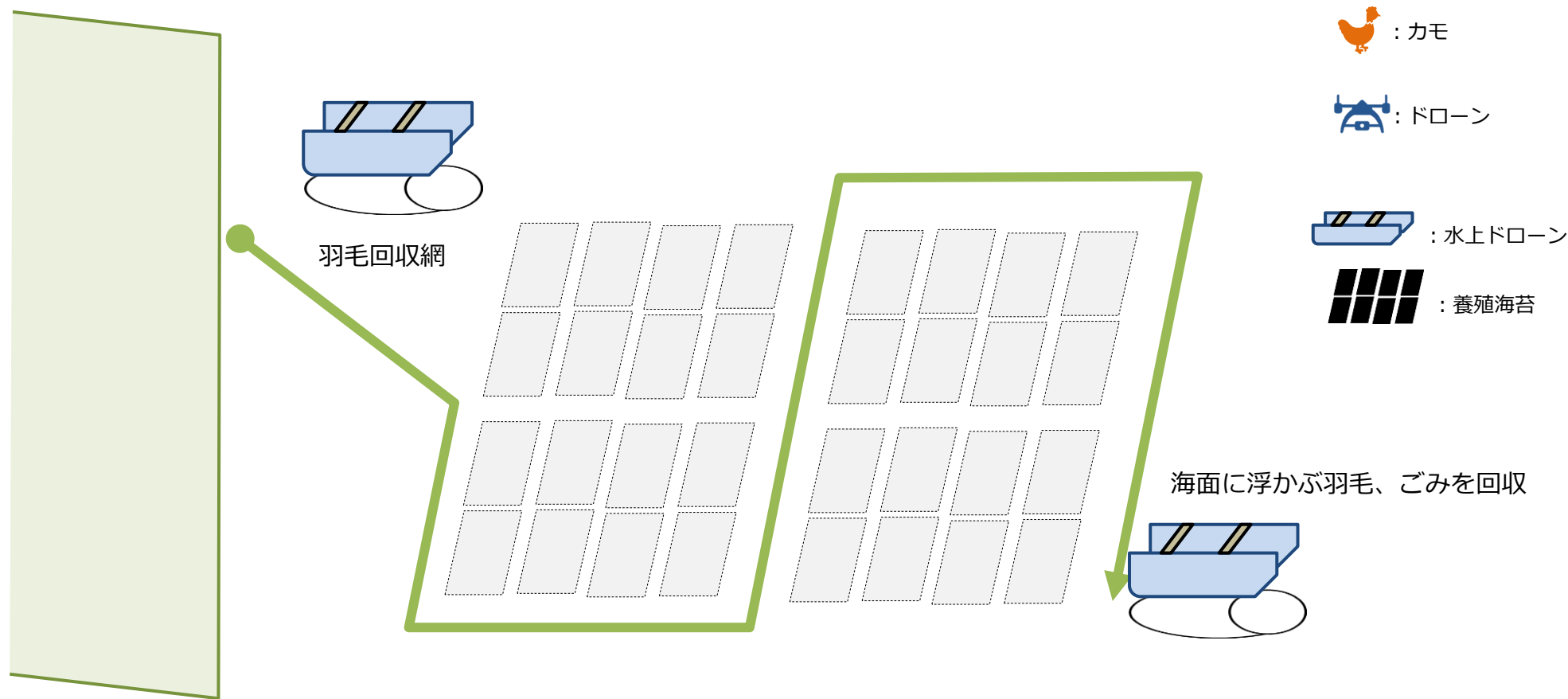
: ドローン



: 養殖海苔

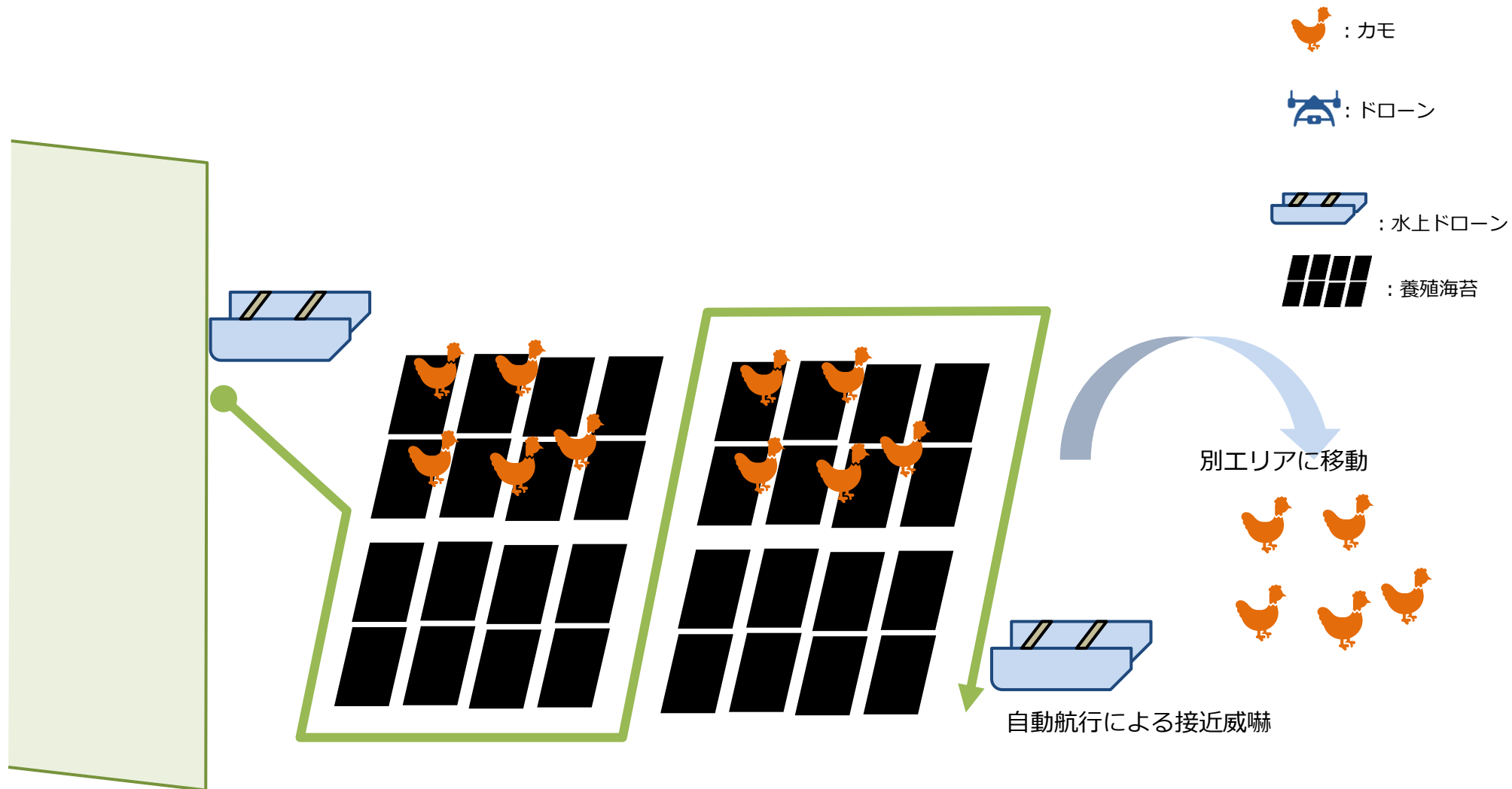
4-3. カモ羽毛回収へのドローン利活用

- ・ 水中ドローンに取り付けた網で、カモ羽毛やゴミを回収



4-4. カモ誘導へのドローン利活用

- ・ 水上ドローンを手動で操作しカモを誘導
- ・ 水上ドローンの自動航行でカモを誘導



- ・カモ食害は有明海沿岸の複数の自治体、漁業協同組合の課題となっているため、これら佐賀県有明海沿岸の関係者の協力、支援を得ながら実証
- ・鹿島市の箱崎エリアほかの、カモが休養している計4箇所の海岸を実証エリアとし、生態調査、羽毛回収、カモ誘導の実証を行った
- ・概ね良好な検証結果となったが新たな課題もわかった

調査

・カモ生態調査：飛来数、寝床、餌場、行動等 ⇒ **良好**

回収

・カモ羽毛回収：海苔網周辺に浮かぶ羽毛の回収 ⇒ **良好**

誘導

・カモ誘導：海苔網海苔を食べているカモの誘導 ⇒ **良好**

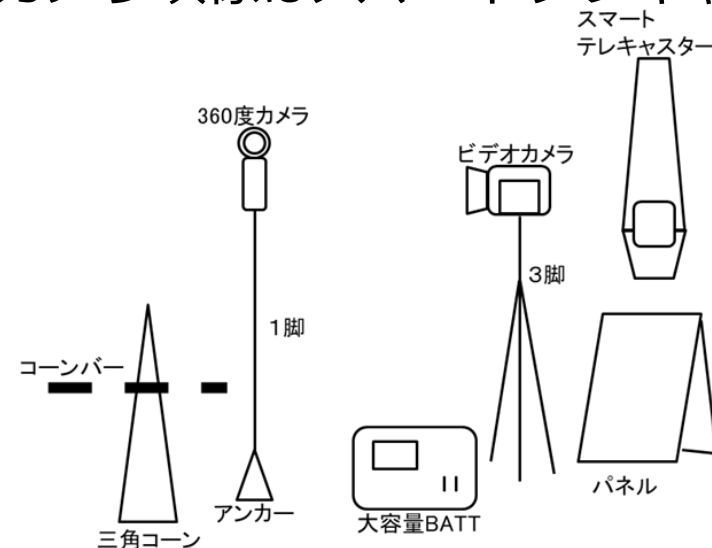
ドローン利活用結果

【検証方法】

- ・ 3つの実証エリアに機材設置
360度カメラ、ビデオカメラ、スマートテレキャスター（LIVE配信）、大容量バッテリー
- ・ 日の出から日の入りまで設置し、各所のビデオカメラ映像はスマートテレキャスターで監視
- ・ 夜間は赤外線カメラ搭載のドローンで撮影記録

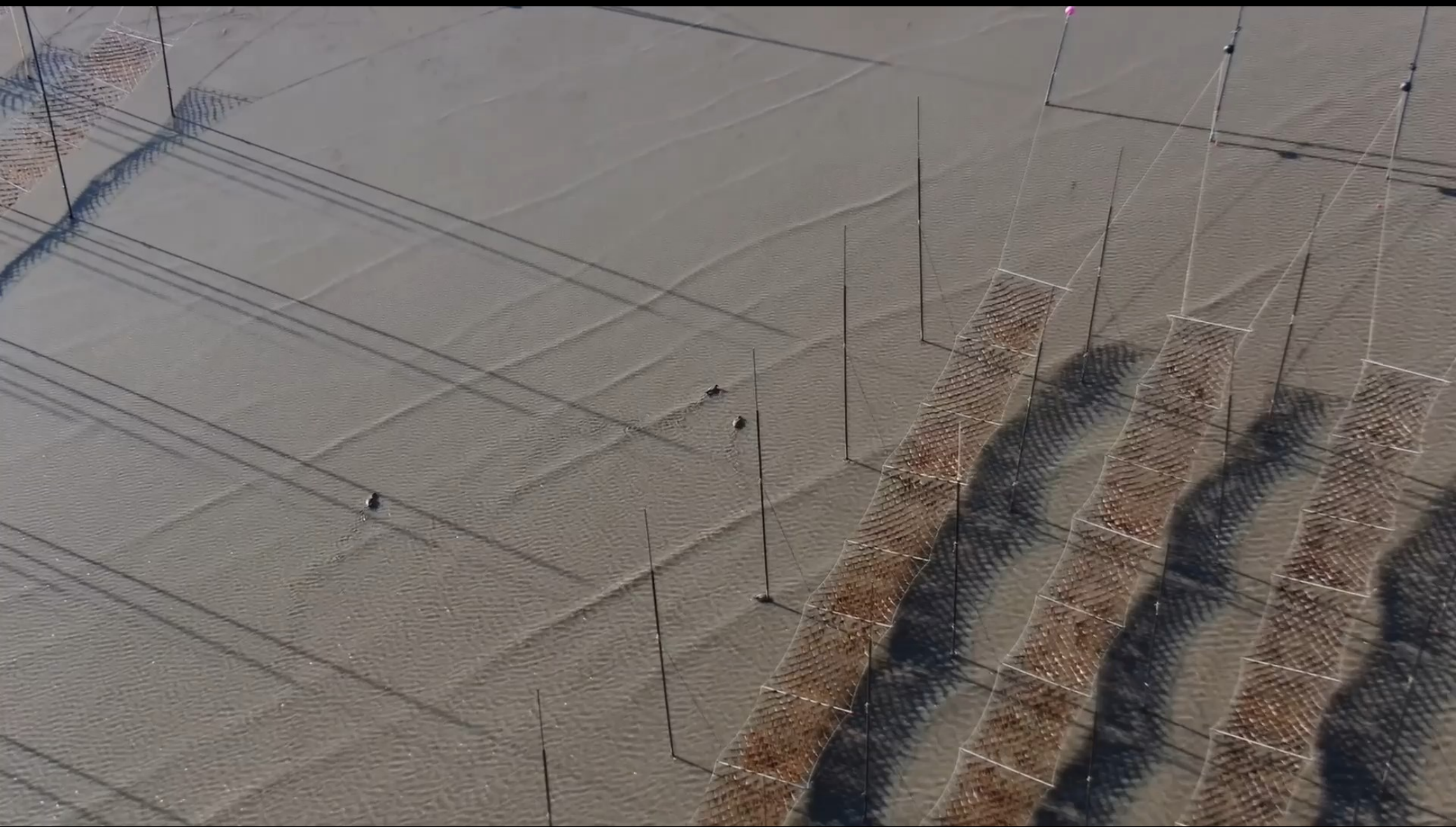
【検証結果】

- ・ 日中は360度カメラ、ビデオカメラともに長時間の撮影可能
- ・ スマートテレキャスターのLIVE配信で遠隔監視が可能
- ・ 360度カメラはメモリー容量の制限で、タイムラプスで撮影
- ・ 記録画像を解析することで、日中の行動パターンの把握が可能
- ・ 夜間も赤外線カメラで記録が可能



【課題及び対策】

課 題	対 策
カメラが固定であるため、移動追跡ができていない	遠隔監視操作での仕組みを導入 (自動追尾も視野に検討要)
夜間調査ではドローン調査のため、人による操作及び監視が必須となる	暗視（赤外線）カメラ設置による地上監視の導入
網付近でのカモ行動がわからない	網付近へのカメラ設置やドローン自動航行での定期観測及び記録
画像解析に時間を要する	A I 画像解析システムの開発
カモの種別や集団の区別ができない	A I 解析でのカモ種別判定 カモへのGPSタグ取付け等による行動把握
海苔作業支障を考慮した場所や期間に制限がある	検証用の海苔網設置や海苔栽培終了後での検証実施(関係者との一層の連携が必須)



【検証方法】

- ・水上ドローンに市販されている網をインシュロックで取り付け
- ・スクリューに絡まないこと、航行中に網が閉じないことを考慮

【検証結果】

- ・水上ドローンを航行させるとカモ羽毛を回収できた。
- ・養殖海苔網は海面表層部分で浮いた状態であるため、養殖海苔網の上を航行させることはできなかった。
- ・網の取り付けによる水上ドローン航行への影響はなかった

【課題及び対策】

課 題	対 策
海苔網近辺での網や支柱への衝突懸念のため、範囲が限定となった	手動航行での操船技術向上 自動航行での海苔網の地図を製作し航行精度向上
海苔網上での航行ができず回収できなかった	海苔網の取付け位置の把握 潮・風等の状況を正確に把握しての航行実施
双胴船の中に取付けであったため、回収範囲が狭い	双胴船の外側へ取付けることで範囲拡大
カモ羽毛の場所が不明確である	自動航行でエリア全体を航行し場所を特定



【検証方法】

- ・ 海岸及び船上から水上ドローンを海上に投入し、手動航行及び自動航行でカモを誘導

【検証結果】

- ・ 海上への投入及び回収については支障なく行えた
- ・ 水上ドローンは十分な推進力をもち、多少の風、波は問題なく操作可能
- ・ 自動航行についても支障なく行えた
- ・ ただし、養殖海苔網付近では、網や支柱への衝突が懸念されたため自動航行は実施できなかった
- ・ カモ誘導に関しては、これまで行ってきた空のドローンによる誘導よりも、効果が大きく、群れ全体が回避行動をとった

【課題及び対策】

課 題	対 策
検証回数が少なく、慣れ及び誘導方向の検証ができていない	検証用の海苔網設置や海苔栽培終了後での検証実施(関係者との一層の連携が必須)
海苔作業支障を考慮した結果、海苔網の作業区間での検証ができていない	上記に加え、空撮での海苔網地図の製作し自動航行の精度向上で対応可能



空海ドローンを活用した、食害カモの生態調査、羽毛回収、誘導の検証結果はいずれも良好な結果が得られた。一方で、カモ飛来時期、養殖海苔網作業時期等の要因で、検証期間や検証規模（エリア）が十分ではなかったため、カモの忌避要素への慣れや、意図的な方向への誘導、有明海沿岸、平野部全体のカモの生態把握まではできず、あくまでも要素技術的な検証と、効果確認となった。

また、今回の実証のメインであった水上ドローンについては、空、水中のドローンに比べて最もカモ誘導効果が確認できたが、今後以下の技術開発が必要

- ・ 養殖海苔網への衝突を避けるため**自動航行システム**精度向上
- ・ 支柱や作業船等への衝突を避けるため**センサーによる衝突回避システム**
- ・ 気温、水温、風速、波高、潮汐等のデータ収集、解析の機能
- ・ 空ドローンの空撮地図をと連携した海中マップ生成機能
- ・ Dock機能（保護、充電）
- ・ 5km程度映像伝送が可能なジンバルカメラ

いづれも、空のドローンでは既に実装されている機能であるため、水上ドローンへの実装も可能と思われる

よりマクロ的なカモ食害対策のためには、検証用養殖海苔網の設置や、海苔収穫後の網残置等、生産者、漁業協同組合からの技術開発、検証へのご理解と、協力、支援をいただくことが重要

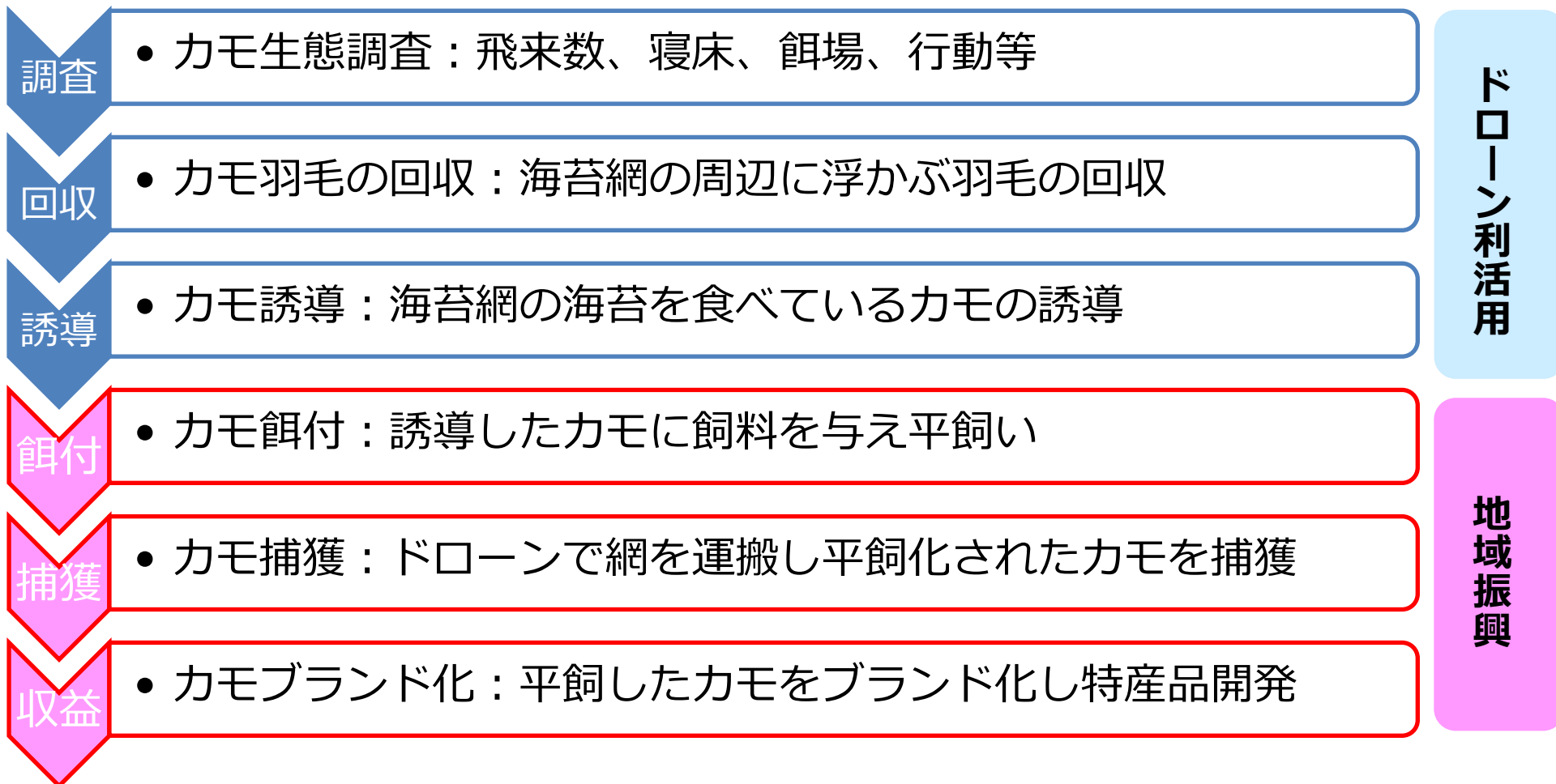
水上ドローンによる食害カモの生態調査、羽毛回収、誘導は令和7年度にはサービス化を目指していた。

今回の検証で要素技術的な検証結果は良好であったが、新たな課題も確認できたため、実用化、商業化のためには更なる技術開発とマネタイズが必要なことがわかった。

このため、実用化、商業化は令和7年から8年に先延ばしすることとした。

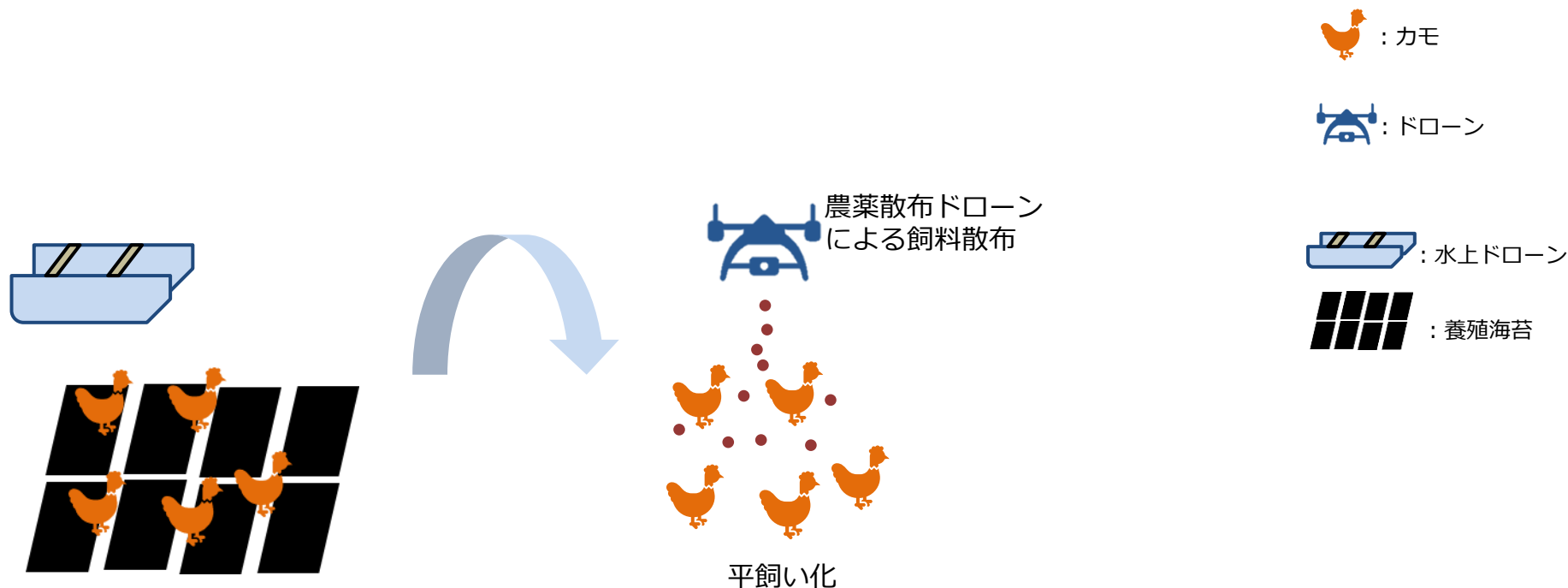
ドローンによるカモの生態調査							R 6 ○	R 7 ○	R 7⇒R 8 ○
水上ドローンによる羽毛回収							R 6 ○	R 7 ○	R 7⇒R 8 ○
水上ドローンによるカモ誘導							R 6 ○	R 7 ○	R 7⇒R 8 ○
水上ドローンの自動航行によるカモ誘導、羽毛回収							R 6 ○	R 9 ○	R 9⇒R 10 ○
技術成熟度 TRL : Technology readiness levels	1 アイデア段階	2 コンセプト設計	3 コンセプトの証明	4 研究室レベルでの技術実証	5 シミュレーション環境検証	6 フィールドでの実証	7 実用環境での実証 (製品化・サービス化前段階)	8 製品化・サービス化 (実用・商業化前段階)	9 実用化 商業化
	基礎研究段階			実証実験段階			実用化段階		

ドローンを利用による生態調査、羽毛回収、誘導の実証結果が良好だったがサービス化のために、今後も技術的課題の解決、長期間、広範囲での検証継続に加えて、補助金等に頼らないマネタイズのために、地域振興の観点からの取り組みが必要である。

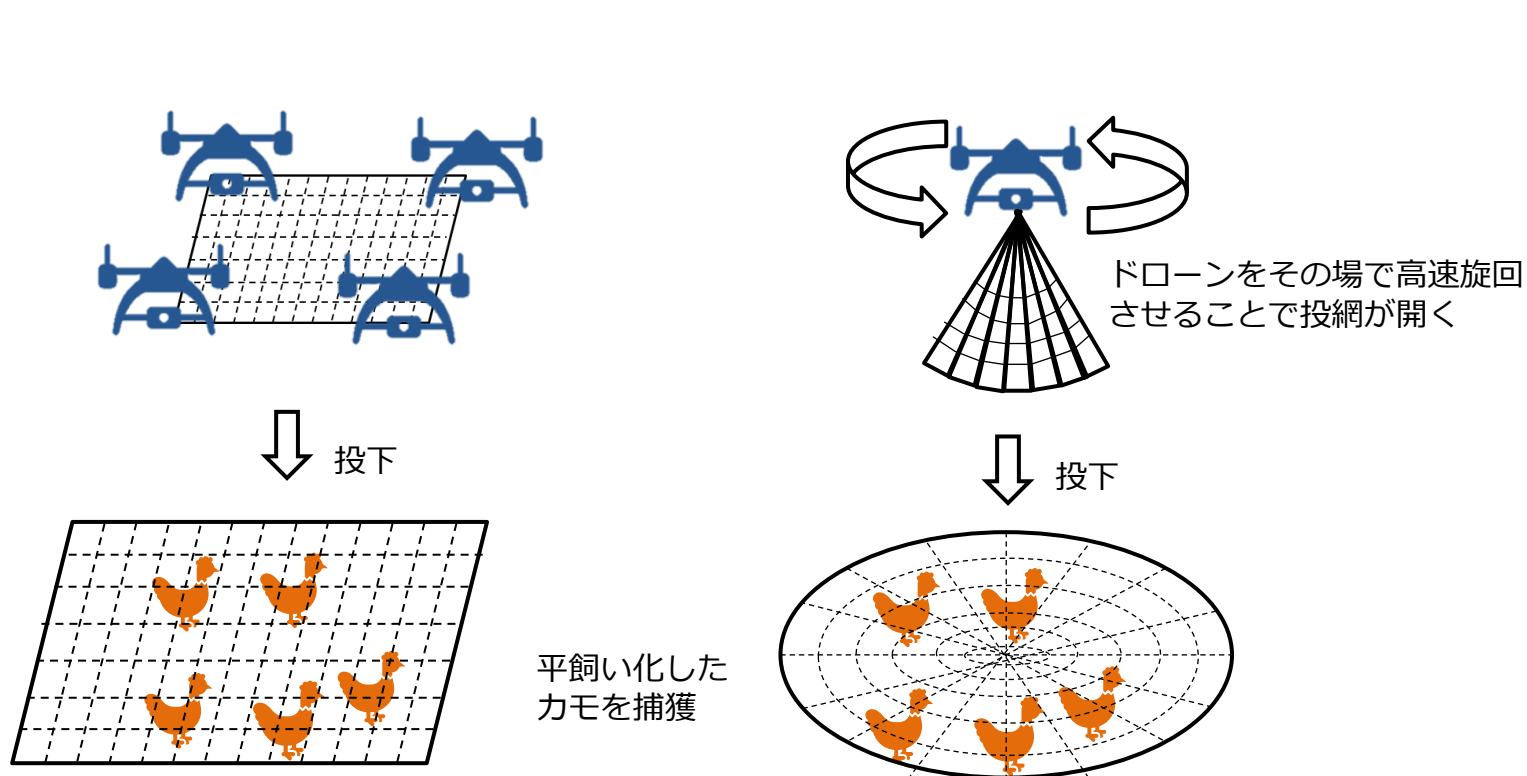


6-2. カモの平飼い化（餌付け）

- ・ 養殖海苔網から誘導された先での、もしくは海岸付近で休養中のカモに、農薬散布布ドローン等で飼料を散布し平飼い化（餌付け）
- ・ 飼料については、地域特産品である、酒かすやみかん、レンコン等を配合
- ・ 養殖海苔編み付近から遠ざけることで羽毛混入対策にもなる



- ・ 4機のドローンで網を運び、平飼い化されたカモを捕獲
- ・ もしくは投網を旋回させたドローンから投下



6-4. 食害カモのブランド化

- ・ 食害となっているカモをブランド化し佐賀県の特産品化
- ・ マイナスを掛け合わせてプラスへ
食害カモ × ミカン（廃棄物） × 酒粕（廃棄物）
⇒ ブランド化

- ・ 食害カモを追い払うのではなく平飼い化（餌付け）
- ・ 特産品であるみかん、酒粕を飼料化
- ・ ドローンを活用（誘導、えさまき、捕獲）

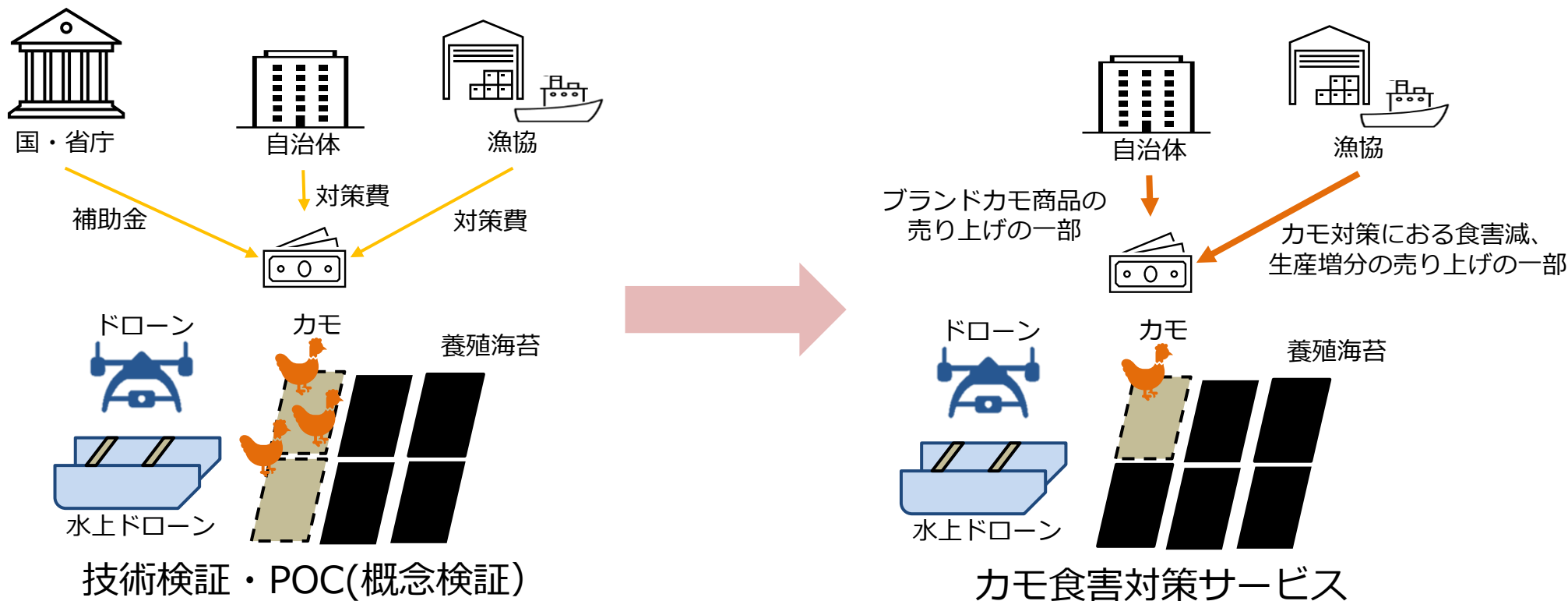


特産品開発

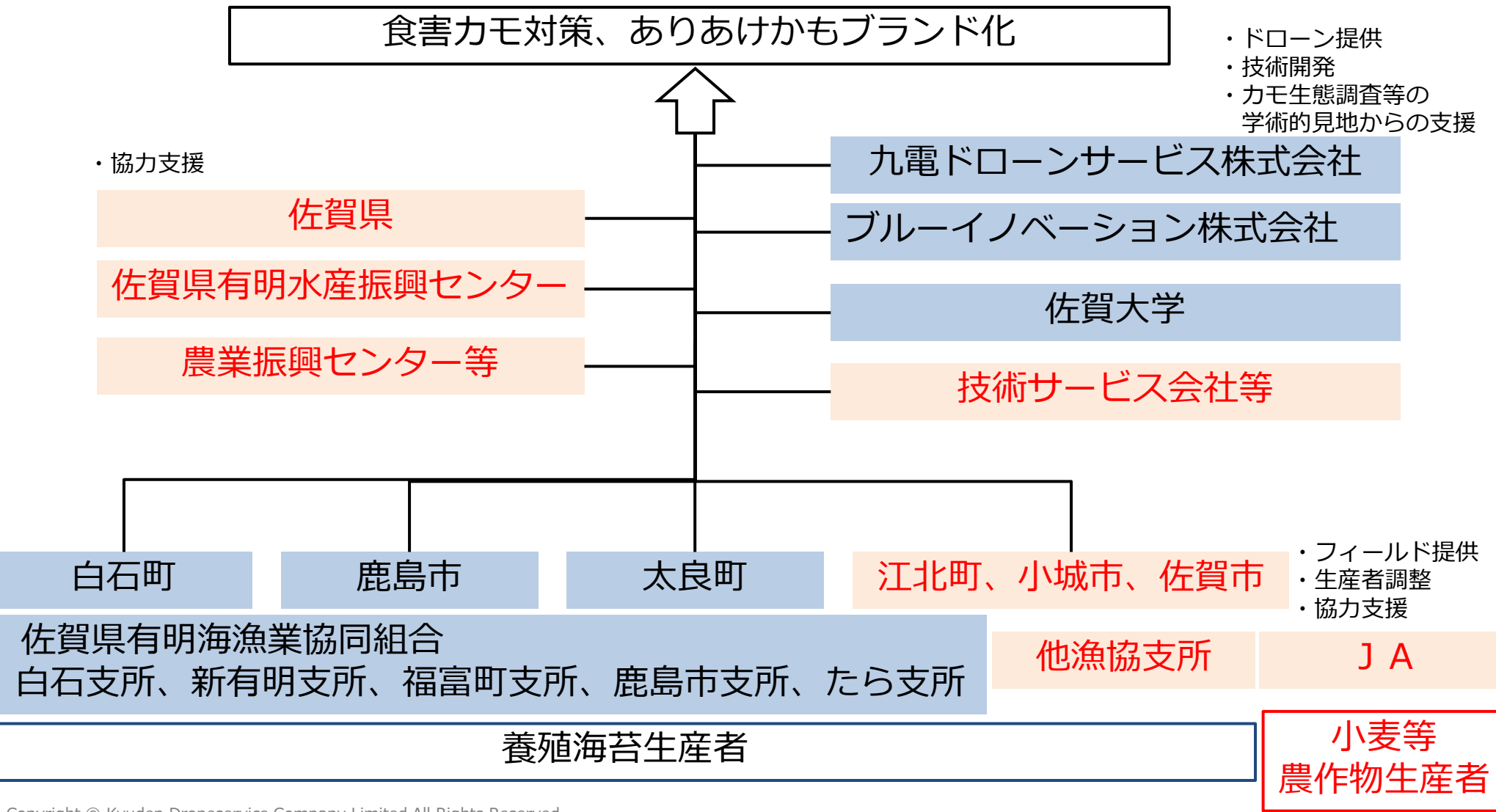
- ・ カモ料理の開発
地元特産との掛け合わせ（カモ、レンコン、カニ、酒）
- ・ ペットフード
- ・ ダイエットフード
- ・ 羽毛ふとん

ありあけかも：ブランド化

当面はカモ食害対策の技術検証、概念検証の費用は、国・省庁からの補助金、自治体・漁協からの対策費で行う
 カモ食害対策サービスリリース後は、生産増分の売り上げの一部をカモ食害対策サービス利用料へ
 加えて、食害カモのブランド化（ありあけかも）による商品売り上げの一部をサービス利用料へ



- ・ 長期的、広範囲でのカモ食害対策検証のために、関係者との連携支援体制強化
- ・ カモ食害対策だけでなく、ありあけかもブランド化の地域振興も推進できる体制





- ・ 本実証にご協力、ご支援いただきました

養殖海苔生産者のみなさま

佐賀県有明海漁業協同組合の白石支所、新有明支所、福富町支所、
鹿島市支所、たら支所のみなさま

白石町、鹿島市、太良町の自治体関係者のみなさま

佐賀大学の徳田先生

ありがとうございました。

