

## 事業者ニーズに対応した岐阜県における野生生物調査システムの開発 Development of Gifu Prefecture Wildlife Research System to Operator's Needs

戸松 準貴<sup>1</sup> 廣瀬 康之<sup>1</sup> 田島 孝治<sup>1</sup> 川端 光昭<sup>1</sup> 馬淵 洋介<sup>2</sup>  
Junki Tomatsu Yasuyuki Hirose Koji Tajima Mitsuaki Kawabata Yosuke Mabuchi

### 1. 研究の背景と目的

近年、日本における生物多様性は危機的状況にあり、野生生物の保全は緊急を要する重大な課題となっている。ニホンジカやイノシシなど、野生鳥獣の分布が全国的に拡大しており、希少な高山植物の食害、生態系被害、生活環境被害、農林水産被害などが深刻な状況になっている。また、野生鳥獣が鳥インフルエンザや CSF (Classical Swine Fever, 豚熱, 豚コレラ) などの感染症の病原体の感染経路となっており、被害が深刻となっている。このため、これらの捕獲の担い手の確保・育成、捕獲技術の開発、生息環境管理、被害防除、広域的な管理などの取り組みを進めることが急務となっている[1]。

2018年9月7日、岐阜県の養豚場で死亡豚が増加しているとの届出が同県にあり、翌日に同県における病勢鑑定及び農研機構農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究部門で実施した遺伝子解析においても CSF ウイルス特有の抗原が確認されたことで、「豚コレラに関する特定家畜伝染病防疫指針」が制定され、1992年以來 26年ぶりの CSF の患者と判定された[2]。

2024年5月28日時点での、飼育豚および野生イノシシの CSF への感染状況を示す。1都20県の養豚場の飼育豚および、1都2府33県における野生イノシシから CSF への感染が確認されており、同日時点でも事態は収拾に至っておらず、CSF ウイルスへの感染は全国に拡大している[2]。

しかし、一部地域では CSF ウイルスへの対策が進み、断続的に CSF 陰性が確認されている事例もある。2021年4月、農林水産省によって「豚熱感染確認区域におけるジビエ利用の手引き」が公布されたことで、CSF ウイルスの感染確認後に禁止されていた野生イノシシ肉のジビエ利用が条件付きで可能になるなど、状況は日々変化している[3]。このような社会情勢で、汎用的な野生生物調査システムを考えている中、今回は CSF の感染経路の一つとして考えられる



	<b>Breeding pigs</b> Iwate Miyagi Yamagata Ibaraki Tochigi Gunma Saitama Tokyo Kanagawa Yamanashi Nagano Gifu Aichi Fukui Shiga Mie Nara Wakayama Hyogo Saga Okinawa
	<b>Wild boars</b> Akita Iwate Miyagi Yamagata Fukushima Ibaraki Tochigi Gunma Saitama Tokyo Kanagawa Niigata Toyama Ishikawa Fukui Yamanashi Nagano Gifu Shizuoka Aichi Mie Shiga Kyoto Osaka Hyogo Nara Wakayama Tottori Shimane Okayama Hiroshima Yamaguchi Tokushima Kagawa Kochi

図1 飼育豚と野生イノシシへの CSF 感染状況

1 岐阜工業高等専門学校 NIT, Gifu College

2 岐阜県建設研究センター CRCR

野生イノシシを取り上げて検証する。野生イノシシに対して、感染確認検査、防護柵の設置、ワクチン投与などが行われている。しかし、野生イノシシの移動範囲や他の個体との接触など、生態について不明な点が多いという問題点がある。そこで、岐阜県では、感染検査確認情報や、防護柵・罠の設置情報、ワクチンの散布情報などを、位置情報と合わせて WebGIS 上にマッピングする野生イノシシ調査システムの開発を行っている[4]。

本システムは、岐阜県農政部家畜防疫対策課、岐阜県建設研究センター、岐阜高専の三者共同で開発を行っている。三者の関係を図2に示す。岐阜高専廣瀬研究室のマネジメントチームが主体となり、岐阜県の担当者と機能に関する打ち合わせ、相談を行い、ヒアリング調査によって本システムの評価を行っている。評価の結果を受けシステムの改修を行うことで、システムの安定的な運用と継続的な発展を促すことを目標としている。今回は、システムの改善を行い、追加した機能と今後の社会的展開について報告する。

### 2. 野生イノシシ調査システムの概要

本研究は2019年から研究を行っており、現在も改善と検証を行っている[4][5]。本システムの概要を以下に示す。

#### 2.1 使用するユーザ

本システムでは、情報に過不足なく、必要十分な情報を集積できるシステムにするため、ユーザごとに情報の表示・編集についての権限が分けられている。

本システムには、①捕獲イノシシ情報、②罠設置情報、③ワクチン散布情報、④CSF 感染確認地点情報の4種類の情報が保存される。これらの情報は、主に狩猟者、委託事業者、行政担当者の三者が表示・編集を行う。そのため、表1に示すように権限を設定し、必要な情報を取得したり、意図しない情報の編集が発生したりしないように設計した。

#### 2.2 登録する情報

本システムを開発する際、岐阜県からは当初、捕獲イノシシ情報には100項目、罠設置情報には50項目、ワクチン散布情報では20項目を記録したいとの提案があった。しかし、野外でスマートフォンなどを用いてシステムを使用することが想定されていたため、三者間での協議を行い、項目数を限定して入力するようにした。また、実際に運用を

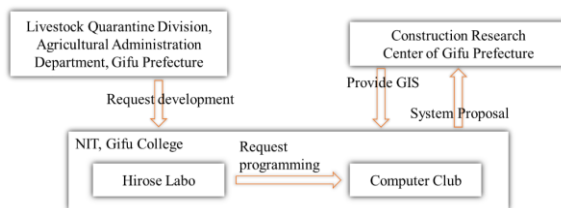


図2 システム開発のマネジメント

表1 ユーザの権限

区分	狩猟者	委託事業者	行政担当者
①	編集可	表示のみ	編集可
②	編集可	表示のみ	編集可
③	非表示	編集可	編集可
④	表示のみ	表示のみ	編集可

表2 登録する情報

区分	内容
①	・捕獲したイノシシの情報 ・性別、体長、遠沈管番号などを記録
②	・設置した罠の情報 ・撤去時に情報を更新
③	・散布したワクチンの情報 ・回収時に情報を更新 ・ワクチン業者以外には非公開
④	・CSFの陽性確認の情報 ・記録から半年間赤色の円で表示

行い、フィードバックや運用の変化に合わせて入力項目を変化させ、現在は以下の項目を登録することができるようになっている。また、各項目についての概要を表2に示す。

#### ① 捕獲イノシシ情報

調査目的の調査捕獲、害獣駆除としての有害捕獲、死亡した状態での捕獲といった捕獲区分、位置、罠の種類、性別、体重、遠沈管番号、現地画像といった計13項目を登録する。

#### ② 罠設置情報

設置年月日、撤去年月日、設置位置、罠の種類、捕獲の有無の計5項目を登録する。情報は罠の設置時に登録し、その罠を撤去する際に情報の編集を行う。

#### ③ ワクチン散布情報

散布年月日、散布位置、散布数、回収年月日などの計8項目を登録する。情報はワクチンの散布時に登録され、回収する際に摂食数などの情報を更新する。また、ワクチン散布情報はワクチン業者と行政担当者のみが情報の閲覧・登録を行うことができ、そのほかのユーザには非公開にする。

#### ④ CSF感染確認地点情報

捕獲日、位置、体長などの6項目を登録する。情報が登録されると、登録された位置から半年間、半径10kmの範囲が赤色の円で表示される。

### 2.3 使用する WebGIS

本システムでは、地図画像の配信や情報の記録を行うため、岐阜県建設研究センターふるさと地理情報センターが提供する WebGIS サービスである、「県域統合型 GIS ぎふ」を使用している。同 GIS サービスには、第1世代から第3世代までの3つのバージョンが存在するが、第1・2世代は2020年までにサービス終了することが決定していたため、本システムの開発開始と同時期に運用が開始された第3世代のシステムを使用している。

### 2.4 システムの使用例

2.2で示した登録項目より、野生生物調査システムに期待される動きを図3に示す。本システムは以下に示す流れで使用されることを想定している。

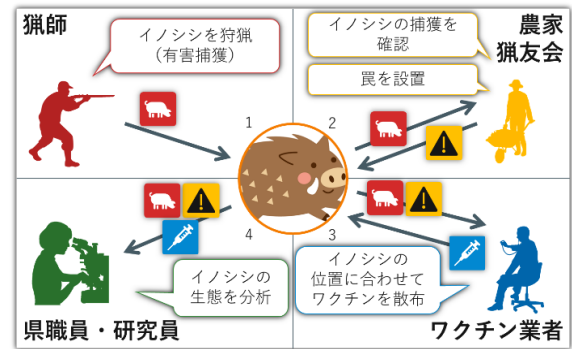


図3 システムの使用例

1. 狩猟者が有害捕獲または死亡状態で確認されたイノシシの情報を WebGIS に登録する。
2. WebGIS から得られたイノシシの捕獲情報から、イノシシが生息しそうな場所に罠を設置し、情報を WebGIS に登録する。
3. ワクチン業者は、登録されたイノシシの捕獲情報や罠設置情報から、イノシシの位置に合わせてワクチンを散布し、情報を WebGIS に登録する。
4. 県職員や研究員は、登録された情報をもとに、イノシシの生態を分析する。

### 2.5 システムの使用状況・CSFの現状

2024年6月11日時点で、93個のアカウントによって、捕獲イノシシ情報3,083件、罠設置情報175件、ワクチン散布情報1,904件の計5,162件のデータが登録されている。比較を行うため、2023年6月11日までに記録された情報を確認すると、捕獲イノシシ情報1,758件、罠設置情報158件、ワクチン散布情報1,786件の計3,702件のデータが登録されており、1年間で1,460件が新たに登録されている。

陽性個体のみに着目すると、2024年6月11日までに1,604体、2023年6月11日までに1,397体の陽性個体が確認されていることより、岐阜県だけでもこの1年間で新たに207体のCSF陽性個体が確認されている[6]。

これらのことより、発生から約6年が経過した現在でも終息に至っていないことが示され、継続したCSF対策が必要であると考えられる。

## 3. システムの改修・改善

### 3.1 改修内容の決定

事業者ニーズに対応したシステムへ改善を行うため、2023年12月に行ったシステム改修後のヒアリング調査の結果をもとに、システムの改修内容を決定する。表3にヒアリング調査で寄せられた意見の一部を示す。ヒアリング調査での意見・要望の内容をもとに、改修内容の決定を行った。改修内容について次に示す。

1. オフラインでの情報の登録  
オフライン状態でも一部の機能のみに絞ってシステムの機能を使用できるようにした。
2. 管理用エリアメッシュ情報の表示  
岐阜県独自の管理用エリアメッシュがあり、利用者はこれを元に入力・管理をしている。メッシュデータの作成を行い、データをアプリに展開したときに発生した描画時の問題を修正した。

表3 ヒアリング調査の結果  
意見・要望

- ・衛星写真のレイヤを追加してほしい
- ・オフラインでも使用したい
- ・登録項目を追加したい
- ・マニュアルが欲しい
- ・地図の開始地点を設定したい
- ・使い方の講習をしてほしい
- ・管理用エリアメッシュ情報を表示したい
- ・設定メニューで地図が見えない

## 3. 入力項目の調整

これまでデータの備考欄に入力されていた「捕獲者」「検体到着予定日」を項目として入力できるようにし、行政担当者が検体到着予定日でのフィルターを行った情報の一覧表示を行えるようにした。

## 4. ベースレイヤの追加

衛星写真のレイヤを追加する前段階として、目標物となるものが表示される地図画像レイヤをベースレイヤとして選択できるように改修した。

## 5. 設定メニューの改善

使用する端末の画面解像度によってベースマップ表示時に、情報種別の選択メニューが画面の殆どの部分を占有してしまい、地図が見づらかった問題を、設定メニューの表示ボタンを設け、タップした時に展開するようにすることで、見やすさを改善した。

## 6. 画像の拡大表示の実装

登録情報の表示画面で、ユーザがアップロードした画像をタップすることで画像の拡大表示を行えるように改修した。

今回は、この中でも、オフラインでの情報の送信と、メッシュ情報の表示について着目して説明する。

## 3.2 オフライン状態での情報の登録

現在のシステムは、デバイスにアプリケーションのインストールを必要としない Web アプリ方式を採用している。そのため、山間部などで携帯電話回線が圏外になり、インターネットへ接続されていない状態になった場合には一切の機能を使用することができないという問題点がある。

そのため、オフライン状態でも情報の入力が行えるようにするためのアプリを開発した。今回開発するアプリでは、ユーザがオフライン時に情報の入力を行い、オンライン状態に戻った後に、ユーザが操作を行うことなく自動的にサーバへ入力データを送信する機能を持つ。

本システムの構成図を図4に示す。今回は、同一のコードを用いて、iOS、Androidの両方でアプリを動作させることを可能にするため、フレームワークとして、React Nativeを使用した。また、オンライン復帰時の入力データの自動送信のトリガーとして、プッシュ通知の仕組みを使用した。プッシュ通知の送信には Firebase Cloud Messaging を用いた。

## 3.3 管理用エリアメッシュ情報の表示

岐阜県では、狩猟やワクチンの散布を行う際、地図を一定の間隔で区切り、その範囲ごとに番号を付与して作業を行う。この時、区切られたそれぞれの範囲のことをメッシュと呼ぶ。

以前の改修で、メッシュ表示機能の実装、メッシュ部分に任意の文字列を表示できるような改修を行った。しかし、その後岐阜県から提供されたデータをインポートすると、使用する座標系の差異による描画不良や、表示したいデータがメッシュデータに含まれていないなどの問題で、機能の活用ができていなかった。そこで、岐阜県からメッシュデータの基となる情報を提供してもらい、岐阜高専廣瀬研究室のマネジメントチームがメッシュデータを作成した。

作成したデータをシステムにインポートすると、システムの動作が非常に重くなり、正常な動作が困難となってしまった。改修を行う前は、メッシュデータの圧縮ファイルをブラウザでパースし、描画を行っていたため、読み込まれたすべてのメッシュ要素が表示される仕様になっていた。しかし、ワクチン散布時に参照するワクチンメッシュは、約1kmごとの四角形に区切られており、1万件以上の要素が描画されてしまっていた。これにより、ブラウザの描画時の負荷が高くなり、正常な動作が困難になってしまったと考えた。

この状態を改善するため、描画量の調整を行った。登録情報のピンを描画を行う際、表示している範囲のみのデータを取得・描画したり、画面外に行った要素は画面上から削除したりする制御を行っていた。そこで、行政担当者がアップロードしたメッシュデータを一度サーバ上のデータベースへ保存し、メッシュデータの場合も同様に範囲内のみのメッシュデータの検索・描画、画面外に行った時のDOM要素の削除などを行うようにした。また、今回扱うメッシュは、ワクチン散布時などに使用するものであるため、マップを極端に縮小した状態では描画されなくても問題がないと考え、一度に描画されるメッシュの数に上限を設けることにした。

部分的なメッシュの描画の実装後、スマートフォンのWebブラウザ上で実際にメッシュを表示させ、メッシュのラベルが読み取れる程度のズームで表示されるメッシュの数を調査すると、大体200個から250個程度描画されたため、パソコンでシステムを使用する際や、デバイスの差異にある程度対応するために、その倍の数である500個を上限として設定を行った。

## 4. システムの評価

今回の改修で、新たにスマートフォン用のアプリを開発したため、アプリをユーザが使用できる状態に展開できていないことや、2024年1月から3月にかけて改修内容を公開したため、システムの利用者に対するアンケート・ヒアリング調査を行うことができていない。そのため、本研究で行ったシステムの改修について、その動作の検証を行うことで、システムの実用性について評価する。

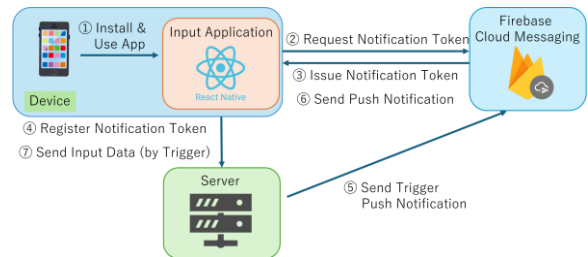


図4 システム構成図

表 4 動作の検証結果

状態	Foreground	Background	Quit
iOS	○	○	△
Android	○	○	○

#### 4.1 オフライン状態での情報の登録

今回開発したアプリが正常に動作するかを確認するためのテストを行った。今回使用したプッシュ通知用ライブラリである React Native Firebase のドキュメントによると、スマートフォン上で動作するアプリでは、画面上で動作している「Foreground」、バックグラウンドで動作している「Background」、完全に終了している「Quit」の 3 つの状態があり、それぞれの状態でプッシュ通知の受信時の動作が異なることが分かった[5]。そのため、開発したアプリに情報を入力し、サーバからトリガーとなるプッシュ通知を送信した。スマートフォンの OS、アプリの状態ごとの送信結果を表 4 に示す。iOS 環境でアプリを完全に終了した場合、ユーザが再度アプリを開くまでデータが送信されなかったが、その他の状態ではユーザが操作を行うことなく正常にデータが送信される結果となった。これは、iOS のセキュリティシステムによって、アプリが起動していない状態での動作が阻害されたことが原因であると考えた。

しかし、ほとんどの状態で動作していることや、iOS 環境でも運用でカバーできる範囲であると考えられるため、機能面的には十分実用に耐えうると考えた。

#### 4.2 管理用エリアメッシュの表示

メッシュ情報の表示では、改修後のプログラムで、大量のメッシュが表示されることが抑制されることや、改修前後で発生したリソースの使用量の変化を比較する。まず、描画上限数が正常に機能しているかを確認する。岐阜県全域が表示されるように地図を縮小し、その時のワクチンメッシュの表示を確認した。改修前の画面を図 5 に、改修後の画面を図 6 に示す。改修前では、大量のメッシュが表示されているのに対し、改修後には表示数の上限が働き、メッシュが描画されなくなったことが分かる。次に、リソース使用量の変化を比較する。岐阜県全域が表示されるように中心位置とズームレベルを設定し、地図画面のリロードを行う。その後、捕獲情報などを含めた情報の取得が完了するまで待機し、その時の DOM 要素の数と、Google Chrome で確認することのできるタブのメモリ使用



図 5 改修前の地図画面



図 6 改修後の地図画面

表 5 全体表示時のリソース使用状況

	DOM 要素数	メモリ使用量
改修前	32,068	571 MB
改修後	197	136 MB

表 6 ズーム後のリソース使用状況

	DOM 要素数	メモリ使用量
改修前	32,068	571 MB
改修後	741	136 MB

量を確認した。その後、140 個程度のメッシュが表示されるまで地図をズームし、同様に DOM 要素の数とメモリ使用量を確認した。その結果を表 5,6 に示す。

表 5 より、岐阜県全域が表示される程度に縮小した場合に、改修後では DOM 要素数もメモリ使用量も抑えられていることが分かる。また、表 6 よりズームした場合には、改修前には DOM 要素数が変化しなかったのにも関わらず、改修後には表示されている範囲のみに必要な量の要素が描画されていることが分かる。

これらのことより、今回行った改修により、メッシュ情報の表示時に発生していた問題が改善されたと考える。

#### 5. 今後の展開

本研究では、2023 年に行ったヒアリング調査をもとに、事業者のニーズを充足するような更新プログラムの開発を行った。アプリの公開後には従来と同様にヒアリング調査を行い、より事業者のニーズを満たしたシステムへ改善を行うとともに、日々変化する CSF の現状に合わせたシステムの開発を行い、社会実装へとつなげたいと考えている。

また、以前改修を行なったジビエ利用に関する機能を発展させ、より安全なジビエ利用を促進させたり、他生物種や自然災害の分野にも発展させたりすることで、地域の発展や防災減災につながるのではないかと考えている。

#### 謝辞

本研究は、岐阜県からの受託研究の一部で、岐阜工業高等専門学校地域連携協会の研究助成を受けたものです。

#### 参考文献

- [1] 環境省, "令和 6 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書", 2024.
- [2] 農林水産省, "国内における豚熱の発生状況について", <https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/csf/domestic.html>, 2024.6.10
- [3] 農林水産省, "豚熱感染確認区域におけるジビエ利用の手引き", 2020.
- [4] 廣瀬康之・丹羽拓実・榎本紘之ほか, "岐阜県における野生生物調査システムの開発", 電気情報通信学会・情報処理学会, 第 18 回情報科学技術フォーラム(FIT2019), O-034, 2019.9.
- [5] 戸松準貴・廣瀬康之・小川恭平ほか, "岐阜県における野生生物調査システムの新たな社会的展開", 電気情報通信学会・情報処理学会, 第 22 回情報科学技術フォーラム(FIT2023, CO-004, 2023.9.
- [6] 岐阜県, "野生いのししの豚熱 (CSF) 感染確認検査について", <https://www.pref.gifu.lg.jp/page/106039.html>, 2024.6.11
- [7] Invertase Limited, "Cloud Messaging | React Native Firebase", <https://rnfirebase.io/messaging/usage>, 2024.6.11