

テクノロジーマップの整備に向けた調査研究  
(アナログ規制の見直しに向けた技術実証等) における技術実証

## 技術実証報告書

実証類型番号 12 :

遠隔操作、カメラ等を活用した特定技能・経験を有する者が行う  
業務代替の実証

株式会社 Ridge-i

2024年1月31日

## 内容

1	技術実証の概要	3
1.1	目的	3
1.2	対象業務（法令）	3
1.3	全体像	3
1.3.1	システムの全体像	3
1.3.2	本技術実証で検証した対象業務	4
1.3.3	デジタル技術活用後の業務フローとデジタル技術導入箇所	5
1.4	実施体制・期間	6
1.4.1	実施体制	6
1.4.2	実施期間	6
2	技術実証内容の詳細	7
2.1	技術実証の方法	7
2.1.1	①現場業務の遠隔化 × ア) セッターの温度管理の方法	7
2.1.2	①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断の方法	12
2.1.3	①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別の方法	16
2.1.4	②判断業務の自動化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断の方法	24
2.1.5	②判断業務の自動化 × ウ) ひなの健康状態判別の方法	29
2.1.6	アンケート・ヒアリング	34
2.2	実施場所等	35
2.2.1	実証実施場所の概要	35
2.2.2	①現場業務の遠隔化 × ア) セッターの温度管理の実証場所等	36
2.2.3	①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断の実証場所等	38
2.2.4	①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別の実証場所等	40
2.3	実施条件等	42
2.3.1	①現場業務の遠隔化 × ア) セッターの温度管理の実施条件等	42
2.3.2	①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断の実施条件等	43
2.3.3	①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別の実施条件等	45
3	技術実証の結果	46
3.1	結果の評価ポイント・方法	46
3.1.1	評価方法および評価の付け方	46
3.1.2	①現場業務の遠隔化の評価ポイントおよび方法	47
3.1.3	②判断業務の自動化の評価ポイントおよび方法	50
3.1.4	実証の拡張性に関する評価ポイントおよび方法	52
3.2	結果および評価・分析	53
3.2.1	技術実証の実施結果	53
3.2.2	技術実証の評価結果	74
3.2.3	技術実証の結果分析	109
	用語集	115
	添付資料	119

# 1 技術実証の概要

## 1.1 目的

ふ化場（人工のふ化の方法により、種卵（鶏の受精卵）をふ化する事業場）の職員事務所や自宅等実際の現場から離れた環境にいる職員が、監視カメラやセンサー、画像診断等を活用した遠隔モニタリングシステムを介してふ化場業務に関わる情報を閲覧することで、実際と同等の精度で業務を実施できるか検証した。

さらに、遠隔モニタリングシステムで取得したデータ（ふ卵機の温度、種卵在庫数、ひなの見た目情報等）や過去データ（ひなの商品化率等）を活用したデータ分析用 AI モデルを構築し、技能・経験を有する者（技能者）と同等の精度でふ化場業務に関わる判断を遠隔化かつ自動化できるかを検証することで、職員が現場に常駐して実施しなければならなかった巡視や判断を遠隔化かつ自動化する業務モデルの構築可否の考察と、それが可能な場合の業務効率化・省人化への有効性を確認した。

## 1.2 対象業務（法令）

養鶏振興法第7条第1項第2号（農林水産省）に定める「ふ化場における技能・経験を有する者の業務」

## 1.3 全体像

### 1.3.1 システムの全体像

本技術実証で構築したシステムの全体像を以下に示す。

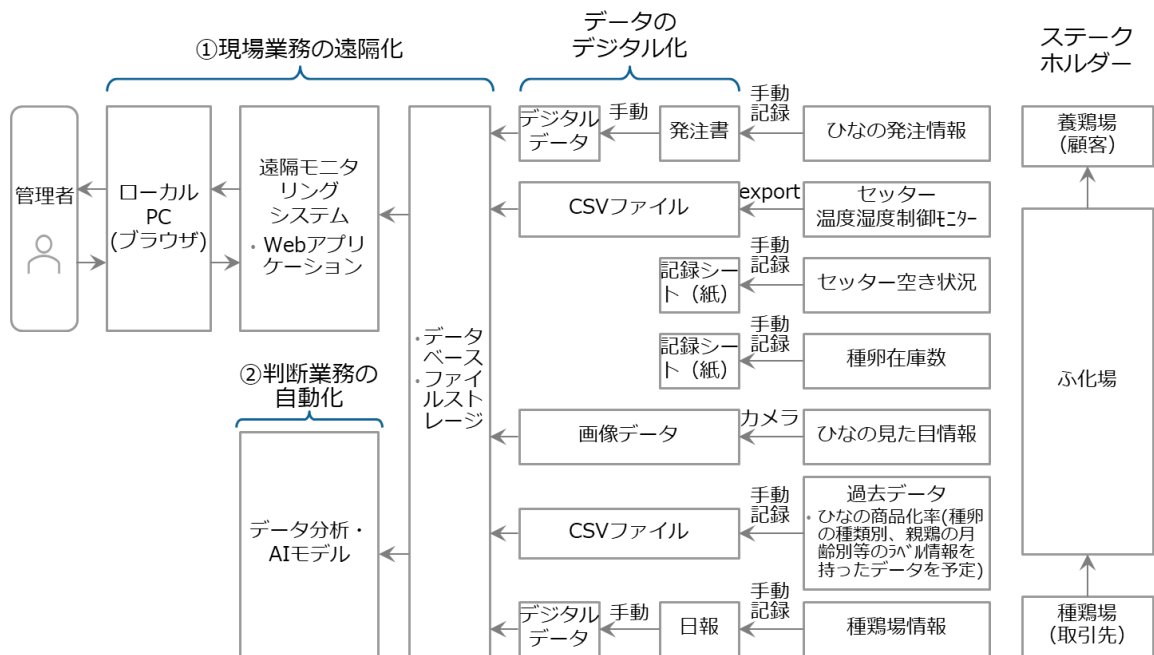


図 1 構築したシステムの全体像

### 1.3.2 本技術実証で検証した対象業務

本技術実証で検討した対象業務は以下の表 1 に示すア)～ウ) の 3 つとし、①現場業務の遠隔化と②判断業務の自動化の 2 つの実証項目を実施することで、技能者の遠隔での業務実施および判断業務の自動化の実現性を検証した。

実証対象となるふ化場に常駐する技能者が行っている業務の説明を以下のア)～ウ) に示す。

#### ア) セッターの温度管理

セッター（自動ふ卵機）（図 2）にて種卵を保温する際に、温度・湿度・空調用ダンパー（セッターへの空気流量調整装置）の数値および機械の故障の監視を行う。



図 2 セッター（自動ふ卵機）

出典：たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場 HP より

#### イ) セッターへ投入する種卵数判断

ひな受注数を基に、入卵予定日にセッターへ投入する種卵数の推計を行う。

#### ウ) ひなの健康状態判別

発生したひなを目視で確認し、状態不良が見られるひなについては、触ってひなの状態（大きさ、弾力、奇形の有無等）の確認を行う。

本技術実証の実証項目の説明を以下の①、②、表 1 に示す。

#### ①現場業務の遠隔化

ふ化場において業務上の判断に必要なデータ（ふ卵機の温度、種卵在庫数、ひなの見た目情報、ひなの商品化率等の過去データ）をデジタル化した上で、遠隔モニタリングシステムで見える化し、技能者が遠隔においても現場と同等の判断を実施できるかを検証した。

#### ②判断業務の自動化

上記でデジタル化、また遠隔モニタリングシステムで取得したデータについて、統計的処理・画像解析・機械学習技術を用いて、技能者と同等の判断を自動で実施できるかを検証した。

表 1 本技術実証の対象業務と実証項目

対象業務	①現場業務の遠隔化	②判断業務の自動化
ア) セッターの温度管理	○	— ※
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	○
ウ) ひなの健康状態判別	○	○

※ 実証にあたって実施したふ化場 2 施設への現地視察および追加ヒアリングにおいて、セッターの時間帯別温度設定値は基本的に 1 パターンであり、温度制御は自動化されていることを確認した。既に判断が必要な業務である温度制御は自動化されているため、「ア) セッターの温度管理」についての②判断業務の自動化は実証対象外とした。ただし、セッターの温度異常があった場合の対応は業務として残るため、①現場業務の遠隔化は実証対象とした。

### 1.3.3 デジタル技術活用後の業務フローとデジタル技術導入箇所

デジタル技術活用後の業務フローイメージとデジタル技術（遠隔モニタリングシステム、データ分析用 AI モデル）導入箇所を図 3 に示す。

デジタル技術の活用により、従来の業務が遠隔地でも現場と同等の精度で実施可能となることを目指す。また、データ収集やデータ分析基盤の構築により判断業務の自動化を可能とし、技能者の負担軽減を図ることができるようにする。

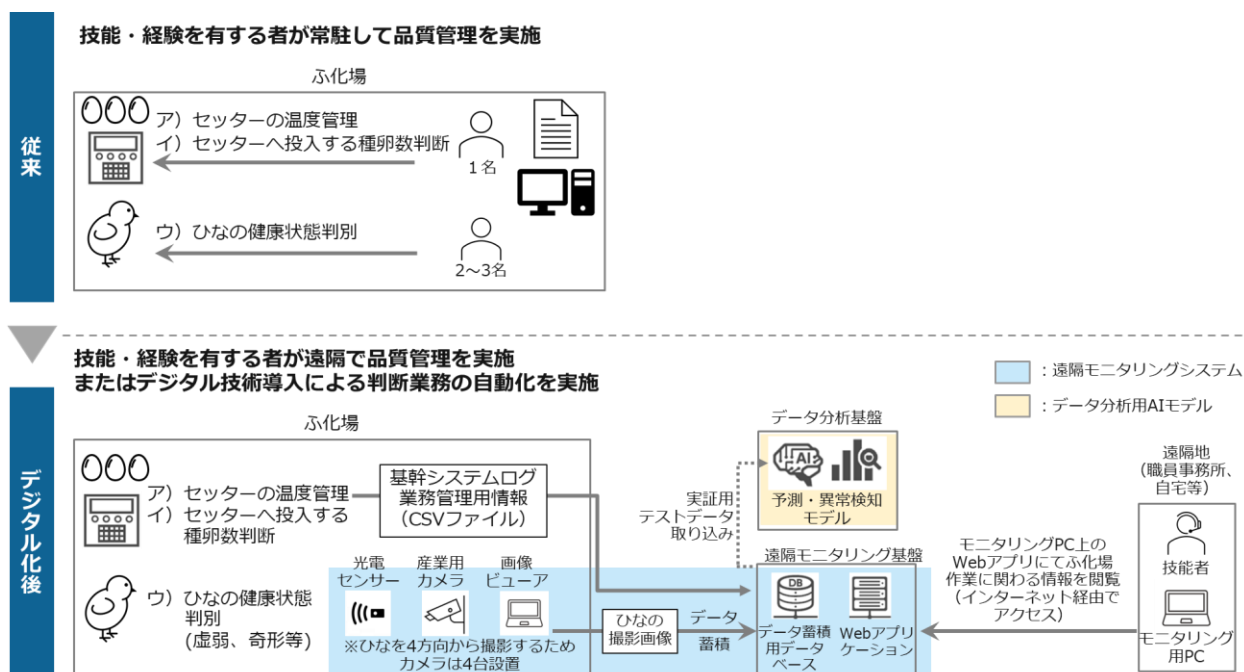


図 3 デジタル技術活用後の業務フローイメージとデジタル技術導入箇所

## 1.4 実施体制・期間

### 1.4.1 実施体制

本技術実証における実施体制を図4に示す。

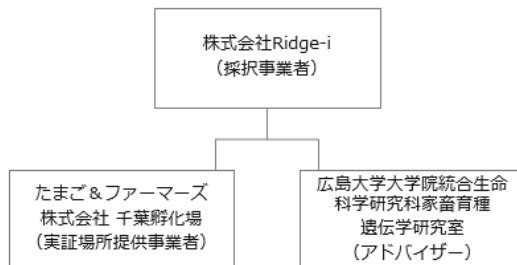


図4 実施体制

表2 事業者毎の実施業務・役割

事業者名	実施業務・役割
株式会社 Ridge-i	実証事業の運営、開発、コンサルティング、実証の実施
たまご&ファーマーズ株式会社 千葉孵化場（実証場所提供 事業者）	実証場所の提供、実証用データの提供、ヒアリング協力、実証 実験の協力
広島大学大学院統合生命科 学研究科家畜育種遺伝学研 究室（アドバイザー）	種類や系統の異なる鶏間の本技術実証で検証した技術（本 技術実証技術）の適用可能性に関する評価

### 1.4.2 実施期間

2023年11月7日（火）～2024年1月31日（水）

## 2 技術実証内容の詳細

### 2.1 技術実証の方法

#### 2.1.1 ①現場業務の遠隔化 × ア) セッターの温度管理の方法

##### (1) 本実施項目の詳細

現在、技能者はセッターの管理項目である温度・湿度・ダンパーの情報を定期的（例：半日に1回）なモニタリング、またセッターから発報されるアラートの情報を基にセッター内の状況の判断をしている。

本技術実証では、ふ化場が保有するセッターの温度・湿度・ダンパー・アラートの情報をデータベースに取り込み、技能者が遠隔モニタリングシステムで、PC でアクセス可能な Web アプリケーションを通じて、設定値と差が大きい場合にアラートを確認することができるようにする。

それにより遠隔地でも現場と同等の精度でセッターの温度管理業務を実施できるかを検証した。

##### (2) 開発・活用した要素技術

本技術実証において開発したシステムに活用する要素技術は表 3 の通りである。

表 3 要素技術一覧

技術名称	概要
Amazon Lightsail	Amazon Web Services (AWS) が提供するクラウドコンピューティングプラットフォームであり、クラウドに Web アプリケーションを構築するための仮想プライベートサーバー（VPS）。
Google Drive	Google が提供するクラウドストレージおよびファイル共有サービスである。Google Drive を利用することで、ユーザーはオンライン上でファイルを保存、同期、共有することが可能。
Google Apps Script	Google Drive に格納されたファイルを監視し、AWS にアップロードするアプリケーションを提供。

表 4 Amazon Lightsail の説明

項目	内容
名称	Amazon Lightsail
概要（再掲）	クラウドに Web アプリケーションを構築するための仮想プライベートサーバー（VPS）
主な機能	・インスタンス クラウド上の仮想サーバー。メモリ、GPU、CPU、および他の要件を満たすようにユーザーが構成可能。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マネージドデータベース</li> </ul> クラウド上に MySQL または PostgreSQL データベースを立ち上げ、クラウドのデータベースを管理することが可能。
本技術実証で利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インスタンス</li> </ul> 遠隔モニタリングシステムのアプリケーションが実行される場所。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・マネージドデータベース</li> </ul> 遠隔モニタリングシステムのデータの格納、管理、検索を行う。

表 5 Google Drive の説明

項目	内容
名称	Google Drive
概要（再掲）	Google が提供するクラウドストレージおよびファイル共有サービスである。Google Drive を利用することで、ユーザーはオンライン上でファイルを保存、同期、共有することが可能。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データの保存</li> </ul> オンラインストレージへのデータ保存が可能。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ファイルの共有</li> </ul> Google Drive 上のデータを他のユーザーと共有可能。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・複数のデバイスからのアクセス</li> </ul> ウェブブラウザ、モバイルアプリ（iOS、Android）、デスクトップアプリ（Google Drive for desktop）を通じてアクセス可能。
本技術実証で利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ファイルの共有</li> </ul> ユーザーPC に保存したデータをクラウド上のデータストレージに反映する。

表 6 Google Apps Script の説明

項目	内容
名称	Google Apps Script
概要（再掲）	Google Drive に格納されたファイルを監視し、AWS にアップロードするアプリケーションを提供。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Google Drive ファイルの監視</li> </ul> Google Apps Script を使用して、指定した Google Drive フォルダ内のファイルの変更や新しいファイルの追加を監視する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・自動実行と定期的な監視</li> </ul>



	<p>Google Apps Script のタイマーを使用して、アプリケーションを定期的に実行し、Google Drive 内の変更を監視する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•AWS へのファイルアップロード</li> </ul> <p>Google Apps Script 内で AWS の Lightsail にファイルをアップロードするための API リクエストを作成し、ファイルをアップロード。</p>
本技術実証で利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Google Drive ファイルの自動実行と定期的な監視</li> <li>•AWS へのファイルアップロード</li> </ul>

(3) 開発・活用した技術・システムの内容（具体的構成、機能・性能 等）

ア) セッターの温度管理で開発したシステム構成図を図 5 に示す。

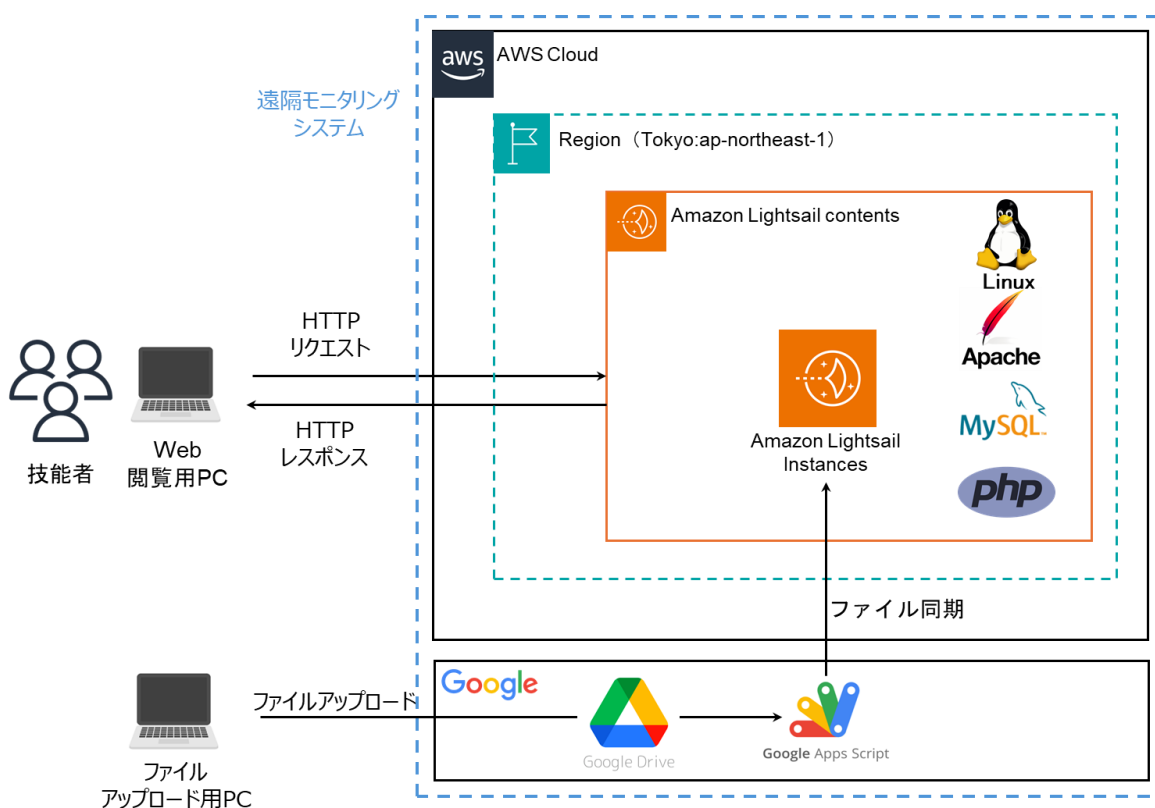


図 5 ア) セッターの温度管理 システム構成図

表 7 システム構成図の構成の概要

技術名称	概要
Amazon Lightsail	LAMP（Linux、Apache、MySQL、PHP）スタックに基づいた Web アプリケーションを構築。
Linux	オープンソースのオペレーティングシステムで、高いカスタマイズ性、安定性、セキュリティを提供。

Apache Web Server	Apache をウェブサーバーとして採用し、ウェブコンテンツの提供とリクエストの処理を行う。
MySQL データベース	オープンソースのリレーショナルデータベース管理システムで、データの保存、検索、管理を効率的に行う。
PHP	サーバーサイドスクリプト言語で、バックエンド処理を担当し、動的な Web ページの生成やデータベースの操作を行う。
Web 閲覧用 PC	Amazon Lightsail 上の Web アプリケーションに対して、HTTP アクセス・レスポンスが可能であり、本技術実証で用いるシステムの UI 操作を行うことができる。
ファイルアップロード用 PC	Google Drive と同期されており、画像または CSV ファイルの取得、保存を行う。

#### (4) 開発・活用したシステムの画面概要

開発した遠隔モニタリングシステムの画面内容および表示項目の説明を図 6、7、表 8、9 に示す。温度・湿度・ダンパーのモニタリング画面を図 6 に、アラートのモニタリング画面を図 7 に示す。

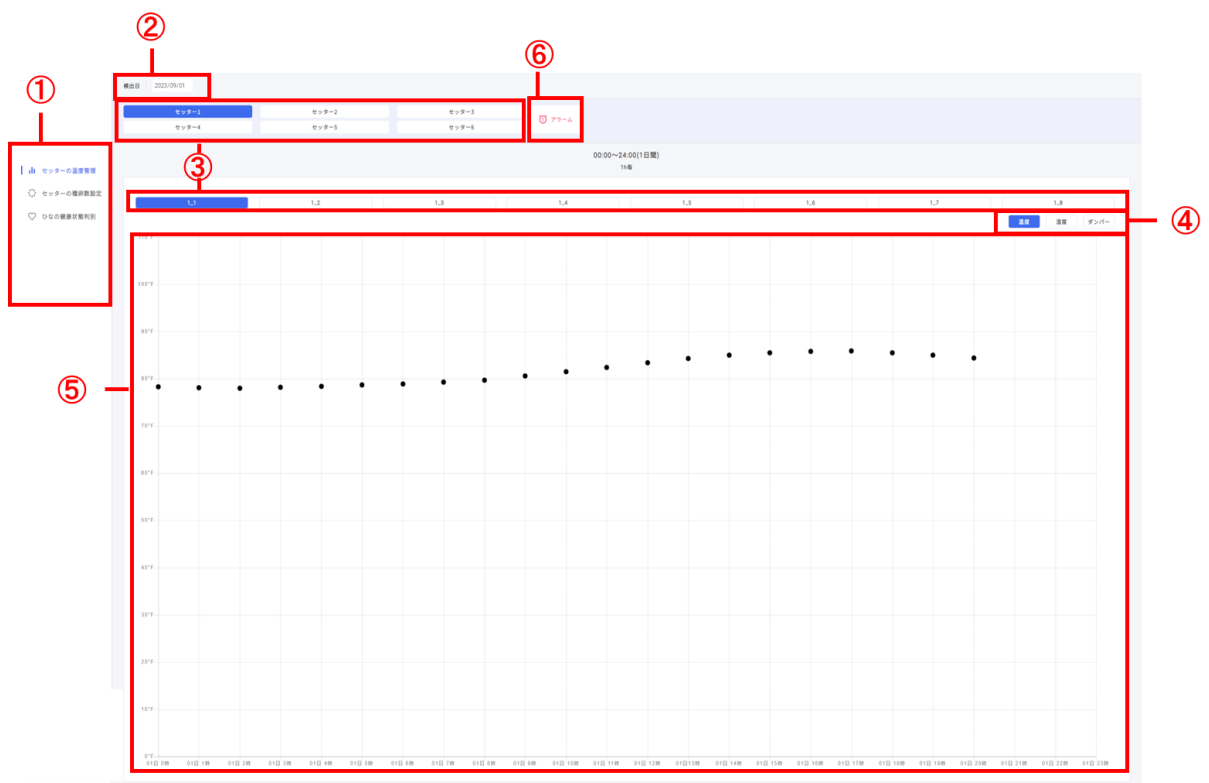


図 6 温度・湿度・ダンパーのモニタリング画面

表 8 温度・湿度・ダンパーのモニタリング画面 画面内容と表示項目の説明

画面内容	表示項目の説明
①	【メニュー選択】 作業メニューの選択を行う。
②	【検出日選択】 データを確認したい日を選択する。
③	【セッター選択】 セッターの大番号、小番号を選択し、温度・湿度・ダンパーのデータを確認したいセッターを選択する。
④	【表示項目選択】 温度・湿度・ダンパーのうち、表示したい項目を選択する。
⑤	【温度・湿度・ダンパー表示】 選択日の1時間毎の温度・湿度・ダンパーのデータを表示する。実際のシステムでは5分間隔でデータ更新を行う予定。
⑥	【アラート表示への切替え】 選択日のアラート表示に切り替える。

※表中の①～⑥は図 6 中に記載のものと同じ項目とする。

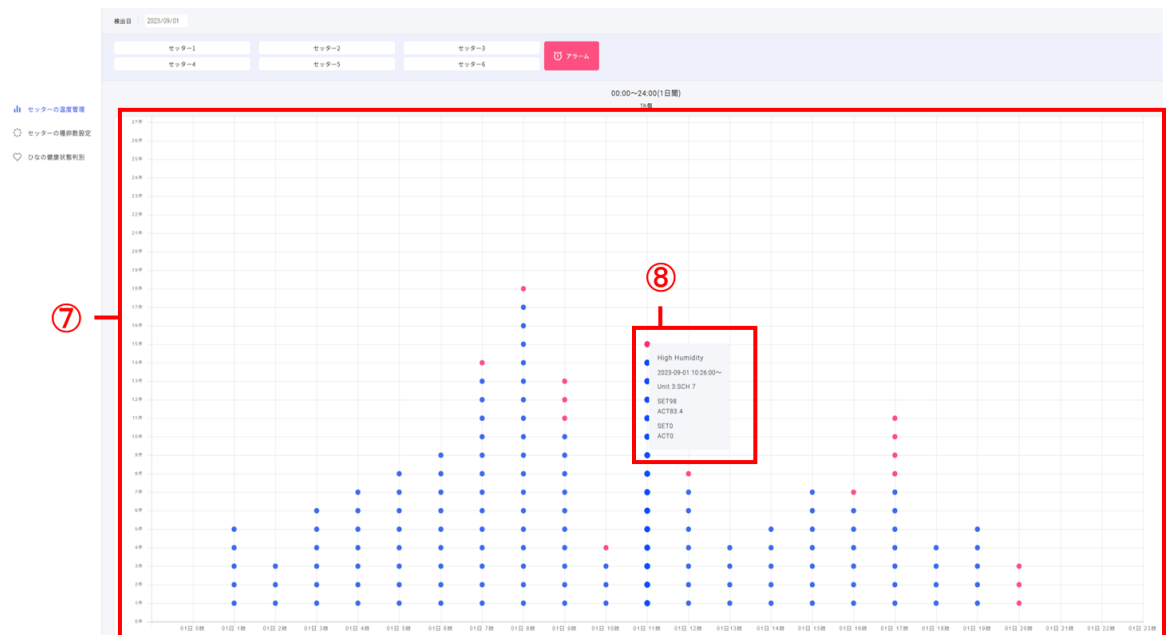


図 7 アラートのモニタリング画面

表 9 アラートのモニタリング画面 画面内容と表示項目の説明

画面内容	表示項目の説明
⑦	<p>【アラート表示】</p> <p>選択日の1時間毎のアラートのデータを●で表示する。                      青●が確認時点で完了しているアラート、赤●が未完了のアラートを示す。</p>
⑧	<p>【アラート内容詳細表示】</p> <p>●にマウスカーソルを合わせると、アラート詳細（発報日、完了日、セッターの番号、温度、湿度）を確認できる。</p>

※表中の⑦、⑧は図 7 中に記載のものと同じ項目とする。

(5)開発・活用した技術・システムの開発・準備期間

開発内容および開発期間は以下の通りである。

表 10 ア) セッターの温度管理開発内容および期間

開発内容	期間
データ設計・取得・整形	2023/11/7～2023/12/1
システム設計（インフラ・データベース・アプリ）	2023/11/10～2023/11/20
システム開発（インフラ・データベース・アプリ）	2023/11/21～2023/12/19
システムテスト・改修	2023/12/6～2024/1/10
ふ化場での技術実証	2023/12/27, 2024/1/11

2.1.2 ①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断の方法

(1) 本実施項目の詳細

現在、技能者は受注情報、種鶏場情報、過去の商品化率等のデータを基に入卵個数の予測を行っている。受注羽数が商品羽数を上回ると商品不足が生じ、逆に商品羽数が受注羽数を上回ると商品超過が生じる。特に商品不足は追加のひな手配が必要となり、大きな影響がある。どちらの場合でも、予測と実績の差異を最小限に抑えることが望ましい。

本技術実証では、ふ化場が保有するひなの受注情報、種鶏場情報、種卵在庫予想数、ひなの商品化率等の過去に収集したアナログ情報およびメーカー標準商品化率をデジタルデータとしてデータベースに取り込み、技能者が遠隔モニタリングシステムで、PC でアクセス可能な Web アプリケーションを通じて、確認ができるようにする。

それにより、遠隔地でも現場と同等の精度でセッターへ投入する種卵数判断を実施できるかを検証した。

(2) 開発・活用した要素技術

本技術実証に開発・活用した要素技術は 2.1.1(2)で示した、ア) セッターの温度管理と同様である。

(3) 開発・活用した技術・システムの内容（具体的構成、機能・性能等）

本技術実証に開発・活用したシステムの内容は 2.1.1(3)で示した、ア) セッターの温度管理と同様である。

(4) 開発・活用したシステムの画面概要

開発したシステムの画面内容および表示項目の説明を図 8～10、表 11～13 に示す。受注情報画面を図 8 に、入卵予定表作成画面を図 9 に、種鶏場情報画面を図 10 に示す。

No.	入卵日 ↑	発生日 ↑	鶏種	発注羽数	入卵予定表作成
30	2022-04-01	2022-04-22	ジュリアライト	26,000	作成
32	2022-04-05	2022-04-26	ジュリアライト	50,500	作成
33	2022-04-08	2022-04-29	ジュリアライト	50,500	作成
34	2022-04-12	2022-05-03	ジュリアライト	87,700	作成
36	2022-04-22	2022-05-13	ジュリアライト	67,000	作成
38	2022-04-26	2022-05-17	ジュリアライト	50,500	作成
42	2022-05-06	2022-05-27	ジュリアライト	47,000	作成
44	2022-05-10	2022-05-31	ジュリアライト	51,000	作成
45	2022-05-13	2022-06-03	ジュリアライト	50,500	作成
47	2022-05-20	2022-06-10	ジュリアライト	50,500	作成
48	2022-05-24	2022-06-14	ジュリアライト	47,000	作成
49	2022-05-27	2022-06-17	ジュリアライト	50,500	作成
51	2022-06-03	2022-06-24	ジュリアライト	47,000	作成

図 8 受注情報画面

表 11 受注情報画面 画面内容と説明

画面内容	表示項目の説明
------	---------

①	【メニュー選択】 作業メニューの選択を行う。
②	【入卵日時選択】 入卵日を選択する。
③	【鶏種選択】 画面上に表示する鶏種（ジュリアライト、ボリスブラウン）の選択を行う。
④	【作成日選択】 入卵予定表の作成日の選択を行う。本技術実証時は過去データを使用するため、実証用選択日を入力するが、将来的には作成日が自動で入力される。
⑤	【受注リスト表示】 受注リストから、入卵日以降の受注情報が表示される。 No.・・・受注 No.を示す。 入卵日・・・ふ化を目的としてセッターに種卵を入れる日である。 発生日・・・ふ化したひなが発生する日である。 鶏種・・・鶏の種類（商品名）を示す。 受注羽数・・・受注羽数を示す。
⑥	【作成ボタン】 受注リストより入卵予定表を作成する項目を選択する。入卵予定表とは入卵予定日、入卵予定の種卵数、受注情報が記載された表のことである。

※表中の①～⑥は図8中に記載のものと同じ項目とする。

No.	ロット	入卵時週令	種卵在庫予想数	標準商品化率	実績商品化率	至近同ロット商品化率	想定商品化率	想定商品羽数	想定入卵数量
170	F69	62	82596	40%	39%	42%	41 %	13000	31707
349	F71	31	117330	42%	42%	0%	42 %	13000	30952

図9 入卵予定表作成画面

表12 入卵予定表作成画面 画面内容と表示項目の説明

画面内容	表示項目の説明
⑦	【入卵予定表作成 参考情報】 入卵予定表の作成に必要な情報が表示される。

	<p>ロット・・・入卵日に入卵する可能性のある種卵の種鶏のロット（同じ時期に発生した種鶏のグループ）が自動で表示される。</p> <p>入卵時週令・・・入卵時の種鶏の週令が表示される。</p> <p>種卵在庫予想数・・・入卵時の種卵在庫予想数が表示される。</p> <p>標準商品化率・・・種鶏メーカーが提示する週令毎の標準商品化率が表示される。</p> <p>実績商品化率・・・たまご&amp;ファームズ株式会社千葉孵化場の2014～2020年平均の商品化率実績が表示される。</p> <p>至近同ロット商品化率・・・作成日から最も近い日の同ロットの商品化率の実績が表示される。</p>
⑧	<p>【ユーザー入力項目】</p> <p>入卵数を設定するためにユーザーが入力する項目を示す。</p> <p>想定商品化率・・・ロット別の商品化率の想定値を示す。</p> <p>想定商品羽数・・・ロット別の商品羽数の想定値を示す。</p>
⑨	<p>【想定入卵数量計算結果】</p> <p>ユーザー入力項目から出力される入卵数量の計算値。想定商品羽数を想定商品化率で除して算出する。</p>

※表中の⑦～⑨は図9中に記載のものと同じ項目とする。

⑩

[ロットF71詳細] ✕

作成日より  日前まで表示 検索

鶏種	ロット	月日	日令	週令	産卵数	産卵率	卵重g	食下量ml	飲水ml	舎内温度最 高℃	舎内温度最 低℃	外気温度最 高℃	外気温度最 低℃
ジュリア ライト	F71	2022-04- 11	221	31	14989	96%	59.2	125.1	218.8	28	17		
ジュリア ライト	F71	2022-04- 10	220	31	14912	96%	59.4	125	216.8	28	16		
ジュリア ライト	F71	2022-04- 09	219	31	14858	95%	59.8	124.9	186.6	24	14		
ジュリア ライト	F71	2022-04- 08	218	31	15056	97%	59.7	124.9	198.2	20	15		
ジュリア ライト	F71	2022-04- 07	217	31	14974	96%	59.7	129.6	220	24	14		
ジュリア ライト	F71	2022-04- 06	216	30	14981	96%	59.7	129.6	178.6	23	16		

図 10 種鶏場情報画面

表 13 種鶏場情報画面 画面内容と表示項目の説明

画面内容	表示項目の説明
⑩	【種鶏場日報表示画面】 入卵表作成画面のロット（図 9 の⑦枠の中の青字の部分）をクリックすると表示される。 作成日を起点とし、至近の各ロットの種鶏場日報データが表示される。

(5) 開発・活用した技術・システムの開発・準備期間

開発内容および開発期間は以下の通りである。

表 14 セッターへ投入する種卵数判断システム 開発内容および期間

開発内容	期間
データ設計・取得・整形	2023/11/7～2023/12/7
システム設計（インフラ・データベース・アプリ）	2023/11/15～2023/12/15
システム開発（インフラ・データベース・アプリ）	2023/11/21～2023/12/27
システムテスト・改修	2023/12/11～2024/1/5
ふ化場での技術実証	2024/1/11

2.1.3 ①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別の方法

(1) 本実施項目の詳細

現在、技能者はふ化したひなの健康状態を目視または手の触覚を使い確認をし、健康状態の良・不良の判別をしている。

本技術実証では、ふ化場のひなをカメラで撮影したものをデジタルデータとしてデータベースに取り込み、技能者が遠隔モニタリングシステムで、PC でアクセス可能な Web アプリケーションを通じて、確認ができるようにする。

それにより、現場と同等の精度で、ウ) ひなの健康状態判別を実施できるかを検証した。

(2) 開発・活用した要素技術

本技術実証に活用する技術は表 15 の通りである。

表 15 要素技術一覧

技術名称	概要
Amazon Lightsail（再掲）	クラウドに Web アプリケーションを構築するための仮想プライベートサーバー（VPS）。



Google Drive（再掲）	Google が提供するクラウドストレージおよびファイル共有サービスである。Google Drive を利用することで、ユーザーはオンライン上でファイルを保存、同期、共有することが可能。
Google Apps Script（再掲）	Google Drive に格納されたファイルを監視し、AWS にアップロードするアプリケーションを提供。
産業用カメラ	工場内の製造工程のモニタリングや画像処理による検査に対応したカメラ。
カメラ撮影用ソフト	産業用カメラの設定変更、ひなの撮影、PC 上での閲覧、任意フォルダに保存する際に用いるソフトウェア。
光電センサー	コンベヤ上に流れるひなを検知して自動撮影を行うために必要なトリガー信号を出力する可視光線装置。

表 16 産業用カメラの説明

項目	内容
名称	産業用カメラ
概要	工場内の製造工程のモニタリングや画像処理による検査に対応したカメラ
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高速、高解像度での画像撮影 Gigabit Ethernet インターフェース規格 IEEE802.3ab を介した撮影が可能。</li> <li>・トリガー撮影機能 外部信号装置（光電センサー）からの出力をトリガーとした自動撮影に対応。</li> <li>・カメラ撮影用ソフトとの連携による各種調整機能 カメラ撮影用ソフトと連携させることで、機械学習における画像処理に適した設定を行うことが可能。</li> </ul>
本技術実証で利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高速、高解像度での画像撮影</li> <li>・トリガー撮影機能</li> <li>・カメラ撮影用ソフトとの連携による各種調整機能</li> </ul>

表 17 カメラ撮影用ソフトの説明

項目	内容
----	----

名称	カメラ撮影用ソフト
概要（再掲）	産業用カメラの設定変更、ひなの撮影、PC 上での閲覧、任意フォルダに保存する際に用いるソフトウェア。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影調整機能 撮影環境および機械学習における画像処理に適した画像の照度補正・色補正等を行うことが可能。また、トリガー信号による自動撮影時の撮影枚数や撮影間隔を任意の値で指定することが可能。</li> <li>・PC 上でのモニタリング機能 複数カメラで撮影した画像を PC 上で画面分割して表示することが可能。</li> </ul>
本技術実証で利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影調整機能</li> <li>・PC 上でのモニタリング機能</li> </ul>

表 18 光電センサーの説明

項目	内容
名称	光電センサー
概要（再掲）	コンベヤ上に流れるひなを検知して自動撮影を行うために必要なトリガー信号を出力する可視光線装置。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物体検出機能 可視光線による物体検出が可能。</li> <li>・距離測定 可視光線が物体に当たり戻ってくる時間を計測することで物体までの距離を測定可能。</li> </ul>
本技術実証で利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物体検出機能</li> </ul>

(3) 開発・活用した技術・システムの内容（具体的構成、機能・性能等）

ウ) ひなの健康状態判別で開発したシステム構成図を図 11 に、カメラ撮像装置の写真を図 12 に、カメラ撮像装置の平面図、側面図を図 13 に示す。

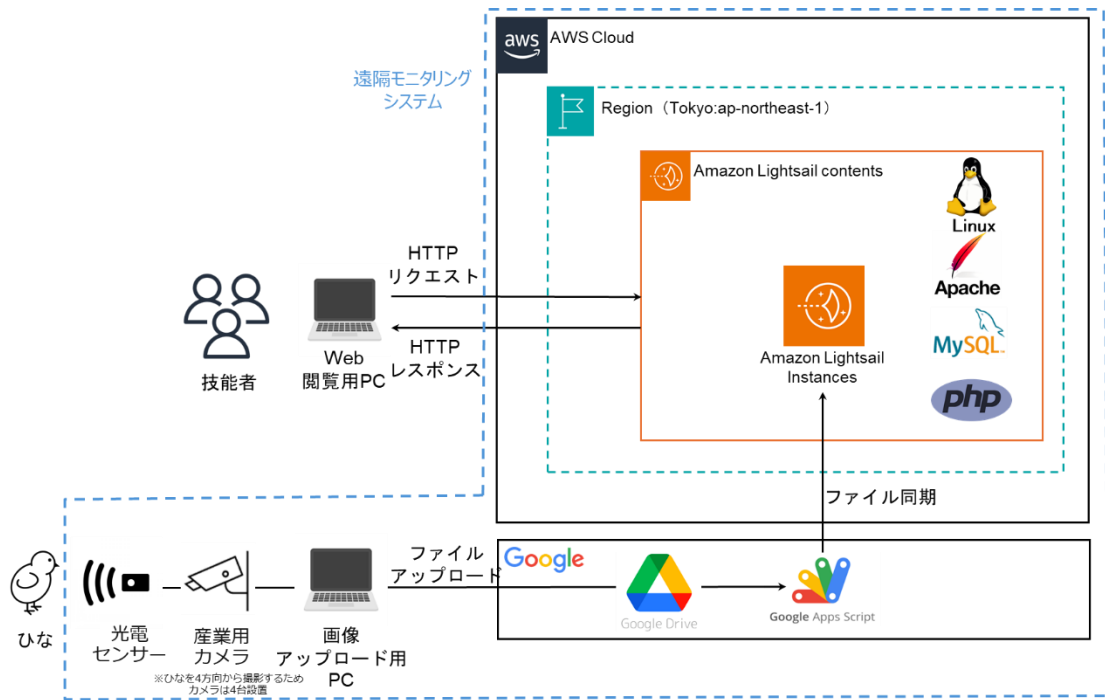


図 11 ウ) ひなの健康状態判別 システム構成図

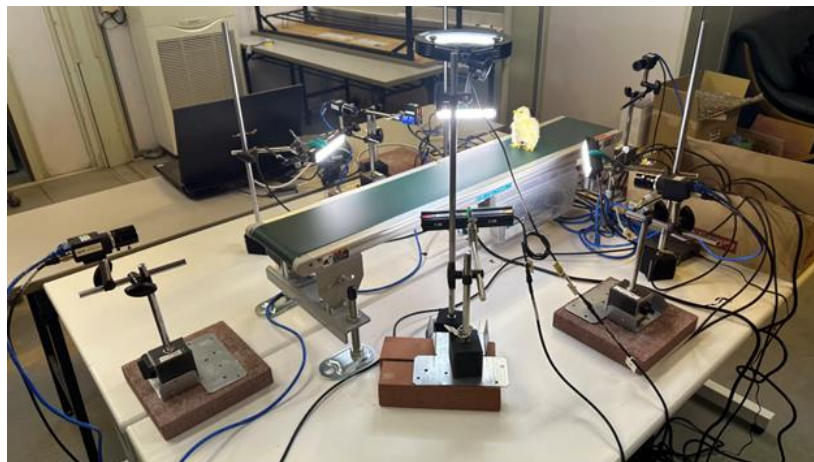


図 12 カメラ撮像装置写真

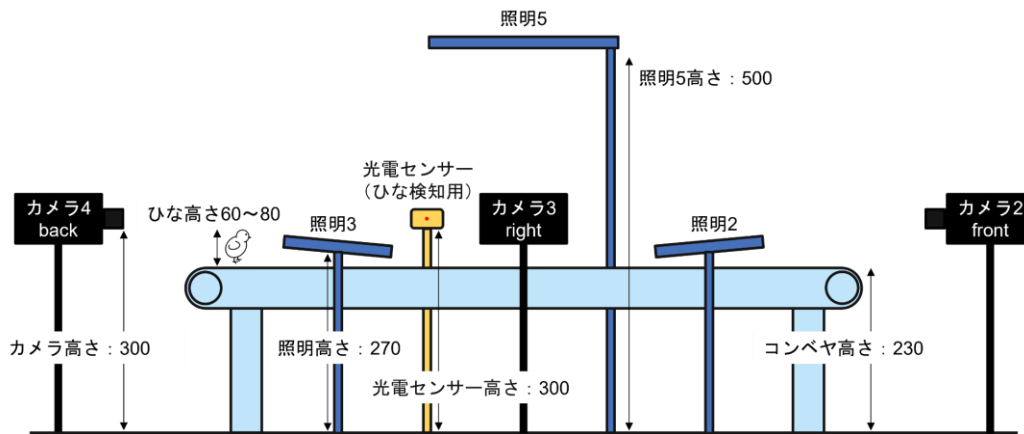
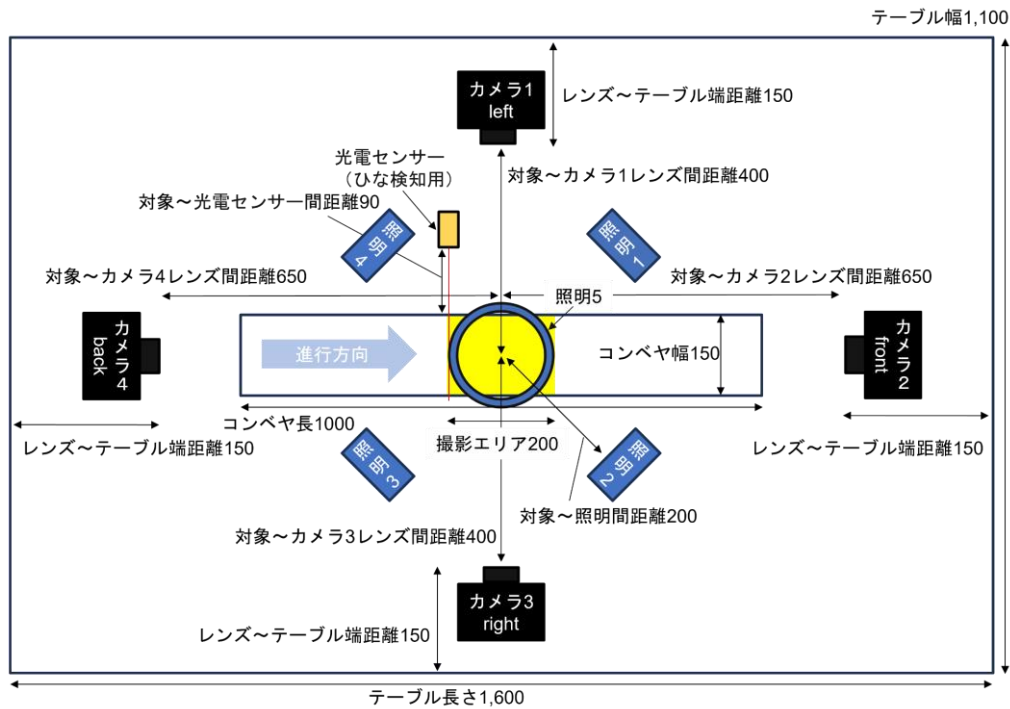


図 13 カメラ撮像装置 平面図、側面図

表 19 カメラ撮像装置 各機器仕様

項目	メーカー名・型式	サイズ	主な仕様
カメラ 1~4	東芝テリー BG160MCG	W29×H29×D40	画素数：1.6MP 解像度：1,440×1,080 フレームレート：72fps バルクトリガー機能
カメラレンズ 1, 3 (8mm レンズ)	VS テクノロジー VS-0818VM	-	焦点距離：8mm F 値：最大 1.8
カメラレンズ 2, 4	VS テクノロジー	-	焦点距離：12mm

(12mm レンズ)	VS-1218VM		F 値 : 最大 1.8
カメラ用スタンド	ホーザン L-505	H235	-
カメラ 1~4 固定アダプター	東芝テリー CPTBUBG	W29×H32×D6	-
照明 1~4	レイマック IDBA-HMS150W	W170×H25×D30	バー型照明 1,000 段階調光対応
照明 5	レイマック IMAR-200DW	Φ200×D27.5	リング型照明 1,000 段階調光対応
照明 1~4 固定スタンド	レイマック IHA-MB-B-C2-500	H555	-
照明 5 固定スタンド	レイマック IHA-150A/MB-B-500	H555	-
光電センサー	オムロン E3JK-DR12-C 2M	-	検出方式 : 拡散反射式 光源 : 赤色発光ダイオード
撮像ソフト	東芝テリー Teliviewer	-	照度、色補正 シャッタースピード調整 複数画像表示
コンベヤ	オークラ輸送機 EMH シリーズ	機長 1,000×呼称幅 150	変速範囲 : 0.25~24.5 (m/min) ※実証時は 17.4 に設定

#### (4) 開発・活用したシステムの画面概要

開発したシステムの画面内容、表示項目の説明を図 14、15、表 20、21 に示す。CSV データ読み込み画面を図 14 に、ひなの健康状態判別画面を図 15 に示す。

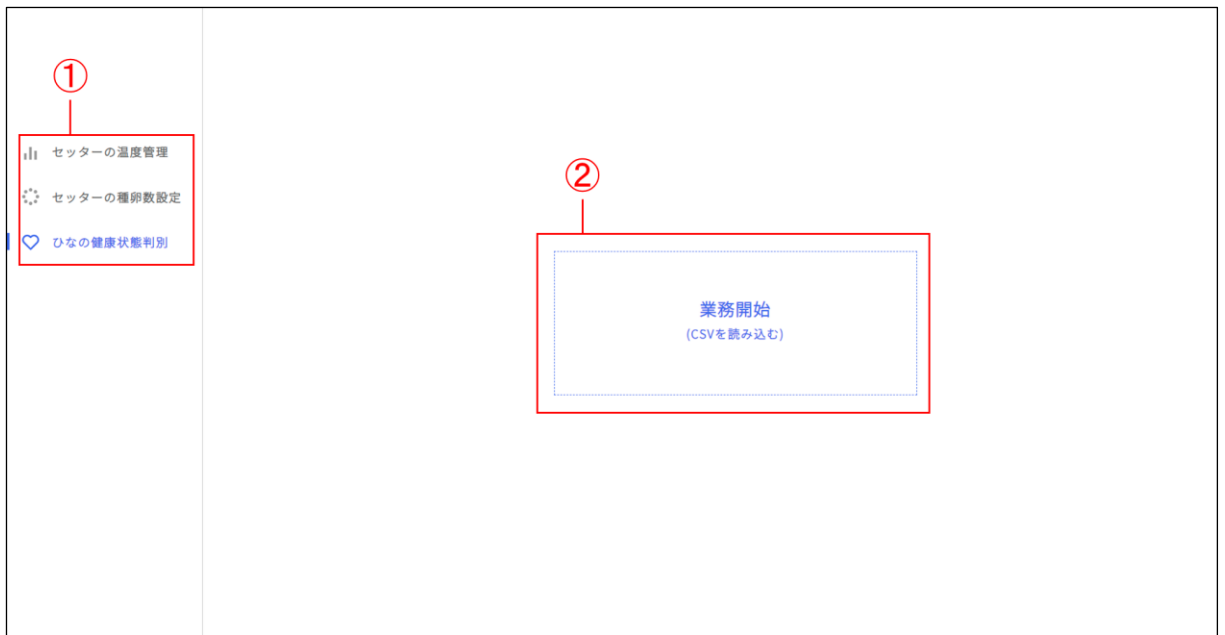


図 14 CSV データ読み込み画面

表 20 CSV データ読み込み画面 画面内容と表示項目の説明

画面内容	表示項目の説明
①	【メニュー選択】 作業メニューの選択を行う。
②	【業務開始】 発生日、コンベヤ No、予定発生数のデータを CSV ファイルから読み込む。

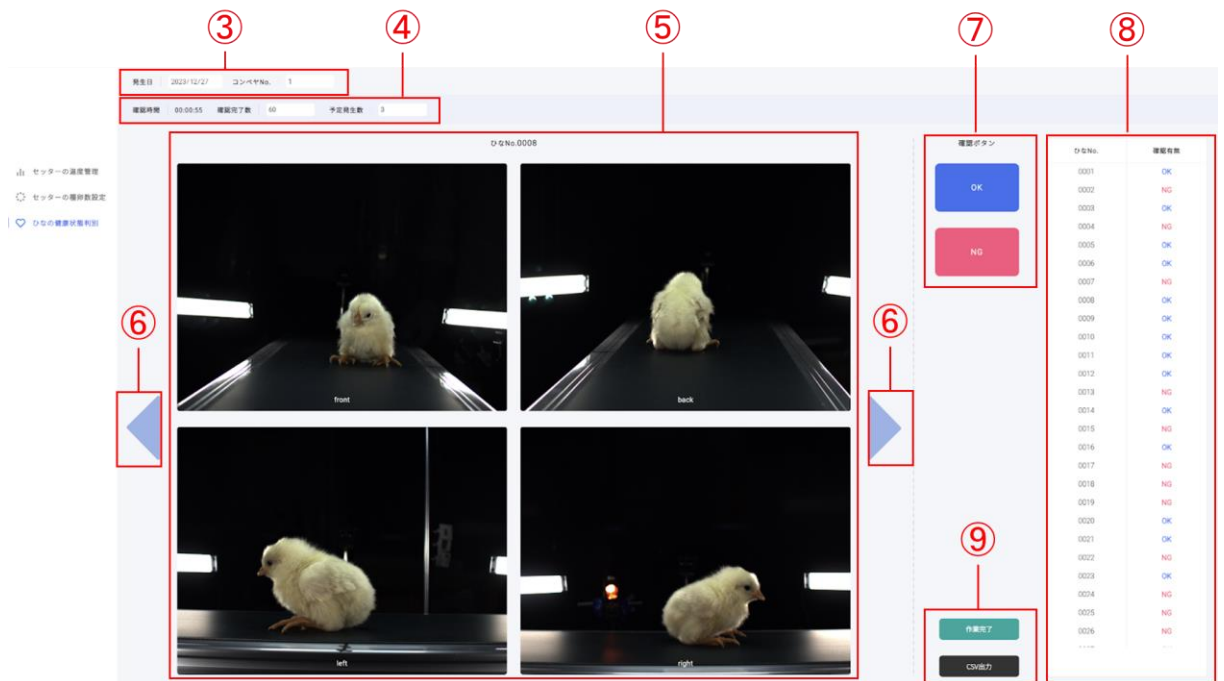


図 15 ひなの健康状態判別画面

表 21 ひなの健康状態判別画面 画面内容と表示項目の説明

画面内容	表示項目の説明
③	【発生日およびコンベヤ No 表示】 撮影対象となるひなの発生日と、ひなが流れるコンベヤ情報を表示する。
④	【撮影画像の確認状況表示】 表示されているひな画像の健康状態判断にかかっている時間（確認時間）、当日何羽を確認する予定か（予定発生羽数）、現在何羽目まで確認をしているか（確認完了数）を表示する。
⑤	【撮影画像表示】 コンベヤ上を流れるひなを 4 方向（正面・背面・右面・左面）から撮影した画像を表示する。
⑥	【表示画像切り替え】 現在見ているひな No. の前後のひな画像を表示するために使用する。
⑦	【健康状態選択】 ⑤に表示されたひなの健康状態（「OK(正常)」 or 「NG(異常)」）の選択を行う。
⑧	【健康状態の選択結果表示】 ⑦で選択した健康状態の結果をひな別に表示する。

⑨	<p>【作業ログ出力】</p> <p>健康状態判別を行ったひなの「発生日」「コンベヤ No」「健康状態の選択結果」「健康状態判断に要した時間」「撮影画像の保存先リンク」を一覧で出力する。</p>
---	---

#### (5) 開発・活用した技術・システムの開発・準備期間

開発内容および開発期間は表 22 の通りである。

表 22 ひなの健康状態判別 開発内容および期間

開発内容	開発期間
撮影機材準備	2023/11/7～2023/11/27
データ設計・取得・整形	2023/11/7～2023/12/1
システム設計（インフラ・データベース・アプリ）	2023/11/15～2023/11/20
システム開発（インフラ・データベース・アプリ）	2023/11/21～2023/12/22
システムテスト・改修	2023/12/11～2023/12/26
ふ化場での技術実証	2023/12/27

#### 2.1.4 ②判断業務の自動化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断の方法

##### (1) 本実施項目の詳細

本技術実証では、「①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへの投入する種卵数判断」において遠隔モニタリングシステムを構築するために収集したデータを用いる。このデータには、過去のひなの受注データ、ひなの入卵・発生データ、種鶏場での産卵時の環境データが含まれる。これらの情報を基に構築された AI モデルを使用し、技能者に同等の精度でセッターへの種卵投入数の判断が可能かどうかを検証した。

本実施項目の内容について説明を行う前に、ふ化場におけるセッターへの種卵数判断のプロセスを説明する。これは、顧客からの注文に基づくひなの入卵から商品化までの一連の主要業務フローである（図 16 左図参照）。

##### ① 入卵個数を設定する。

- 注文に基づき入卵数予測ロジック（入卵数を設定するためひなの商品化率を予想するための考え方）を使用して必要な入卵個数を設定する作業。
- 現在、たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場では、過去の商品化率等を基に経験豊富なスタッフの判断で入卵個数を設定している（図 16 右図参照）。

##### ② セッターに卵を投入後、温度・湿度管理、転卵等を行い、ひなを発生させる。

##### ③ 不具合があるひなを除去する。

- 奇形、虚弱、へそじまり、といった種鶏場で育成する際に健康に育つ可能性の低い個体を取り除く。



④ 商品羽数が確定する。

- 受注羽数が商品羽数を上回ると商品不足が生じ、逆に商品羽数が受注羽数を上回ると商品超過が生じる。特に商品不足は追加のひな手配が必要となり、大きな影響がある。
- どちらの場合でも、予測と実績の差異を最小限に抑えることが望ましい。

本技術実証実験では、過去のデータで学習した機械学習モデルを開発し、入卵数予測ロジック部分を種卵数判断モデルにて代替可能かを評価する。

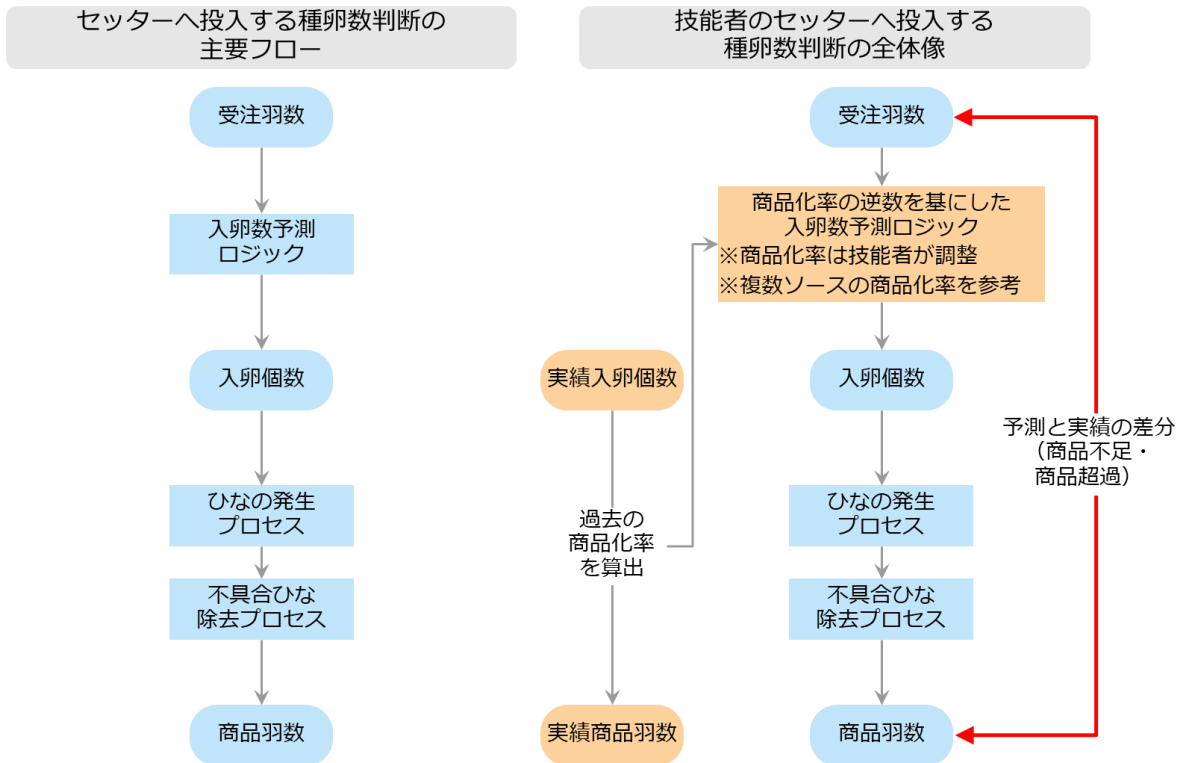


図 16 イ) セッターへ投入する種卵数判断の概要

(2) 開発・活用した要素技術

本技術実証に活用する技術は表 23 の通りである。

表 23 多変量線形回帰モデルの説明

項目	内容
名称	多変量線形回帰モデル (Multiple variable linear regression model)
概要	複数の独立変数 (入力パラメータ) を使用して、依存変数 (目的変数) の値を予測する統計・機械学習モデルである。このモデルは、各入力変数と目的変数との関係を数学的に表現し、これらの関係性を通じて新しいデータに対する予測を行う。モデルは、データのパターンを学習するために最小二乗法や最尤法等の手法を使用して、独立変数の係数を

	決定する。
主な機能・用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>・予測: 新しいデータに対する依存変数の値を予測する。</li> <li>・関係性の分析: 独立変数と依存変数の間の関係を数学的に理解し、どの変数が目的変数に最も影響を与えるかを判断する。</li> <li>・トレンドの特定: データセット内のトレンドやパターンを特定し、これらの洞察をビジネスや研究の意思決定に活用する。</li> </ul>
本技術実証で利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・予測</li> </ul>

種卵数判断モデルの決定に当たり、線形回帰、サポートベクターマシン（SVM）、決定木といった機械学習モデルを比較検討した。データセットが限られている状況下でのこれらモデルの適用性を評価した結果、線形回帰がその単純さから小規模データに対しても効果的であることが確認された。一方、SVM や決定木のようなモデルはデータ量の不足により最適な学習が困難であった。これは、今回のような限定的なデータセットには簡素なモデルの方が適している可能性を示唆する。将来的にデータ量の増加が見込まれる場合には、再度アプローチの探求は有益である。

### (3) 開発・活用した技術・システムの内容（具体的構成、機能・性能等）

イ) セッターへ投入する種卵数判断で開発したモデルの学習および推論の全体フローを図 17 に示す。

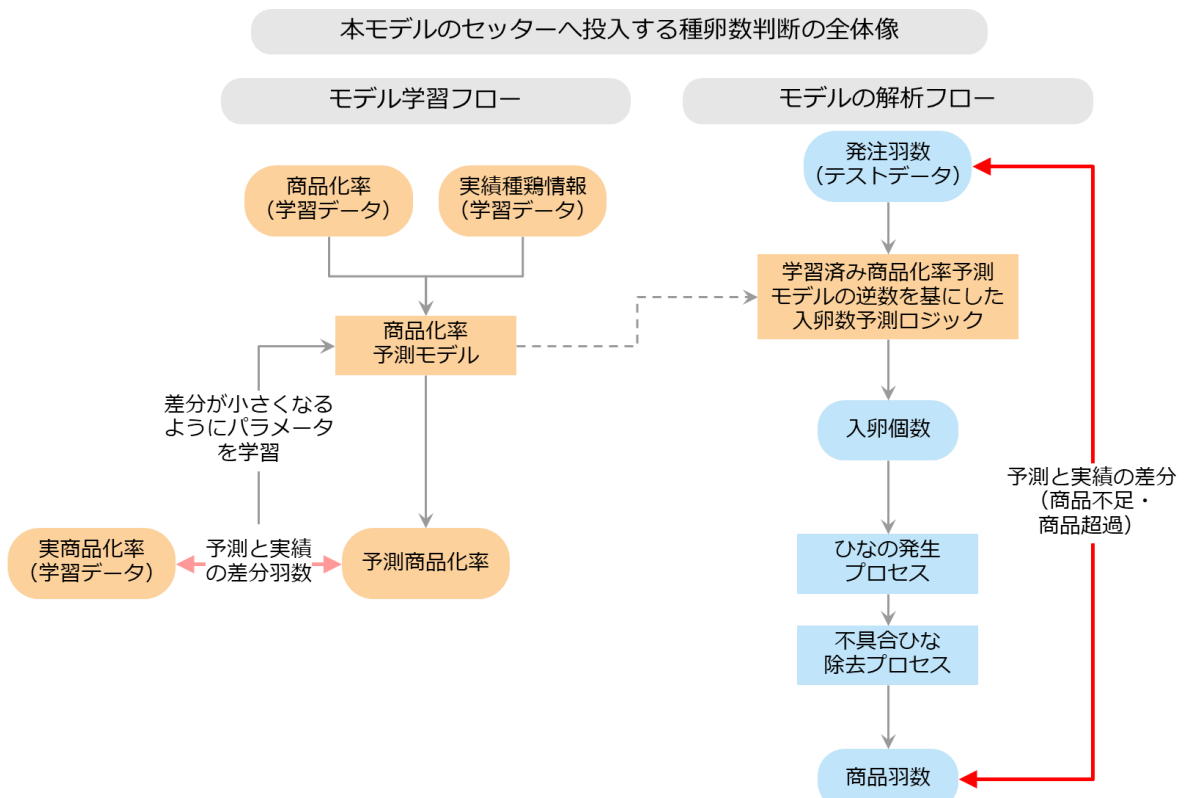


図 17 イ) セッターへ投入する種卵数判断 開発したモデルの全体フロー

多変量線形回帰モデルの学習・評価の手順は以下の 1~4 に示す通りである。

1. データの準備:

- 変数定義：各特徴量（日令情報、貯卵日数情報、鶏舎の温度情報等）とターゲット変数（予測商品化率）を定義する。
- データクリーニング：欠損値や外れ値を処理する。
- 特徴量のスケールリング：データのスケールを統一する（例：標準化、正規化）。
- カテゴリ変数のエンコーディング：ワンホットエンコーディングにする（例：鶏種毎に 0,1,2,...を割り振る）。

2. データの分割:

- データを学習データとテストデータに分割する。
- 分割結果は表 25 参照。

3. モデルの学習:

- 選択したモデルを学習データで訓練する。
- 訓練プロセスでは、モデルがデータからパターンを学習し、これを使って予測する。
- 予測結果と学習データの正解値の差が小さくなる線形モデルを構築する。

4. モデルの性能評価:

- テストデータに対して、平均二乗誤差（MSE）を使ってモデルの予測能力を評価する。

- 予測値と実際の値の差の二乗の平均であり、この指標はモデルの予測誤差を直感的に理解しやすい形で提供する。誤差が小さいほど予測精度が高いことを示し、特に大きな誤差に重みを置くため、モデルが大規模な予測ミスをしていないかを効果的に判断できる。
- 様々なモデルやデータセットに対して一貫した評価基準を提供する。これは、異なるソースからのデータや異なる種類の予測モデル間での直接的な比較を可能にし、モデルの性能を標準化しやすくする。

$$\text{MSE(平均二乗誤差)} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (y_i - \hat{y}_i)^2$$

本商品化率予測モデルにおいて入出力に用いた変数項目を表 24 に示す。

表 24 入出力の変数項目

入出力	変数項目
入力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鶏種</li> <li>・前回商品化率 (%)</li> <li>・日令 (日令_min、日令_max) ※</li> <li>・貯卵日数 (貯卵日数_min、貯卵日数_max)</li> <li>・産卵率 (産卵率_min、産卵率_max、産卵率_mean_y)</li> <li>・卵重 g (卵重 g_min、卵重 g_max、卵重 g_mean_y)</li> <li>・食下量 ml (食下量 ml_min、食下量 ml_max、食下量 ml_mean_y)</li> <li>・舎内温度最高℃ (舎内温度最高℃_y_min、舎内温度最高℃_y_max、舎内温度最高℃_y_mean)</li> <li>・舎内温度最低℃ (舎内温度最低℃_y_min、舎内温度最低℃_y_max、舎内温度最低℃_y_mean)</li> </ul>
出力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・予測商品化率</li> </ul>

※モデルの入力データには日令を用いることで精度を高めつつ、Web アプリケーションにはユーザビリティを考慮して週令を表示するというアプローチを取る。

商品化率予測モデルでは、「①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断」において遠隔モニタリングシステムを構築するために収集したデータを使用する。このデータセットから欠損データクリーニングし、残ったデータを分割して利用する。分割後の件数は表 25 の通りである。

表 25 商品化率予測モデルのデータセット

データ	学習データ	テストデータ	合計
データ分割 1	221 (89.5%)	26 (10.5%) ※以下、テストデータ	247 (100%)

		1と表記する。	
データ分割 2	185 (74.9%)	62 (25.1%) ※以下、テストデータ 2と表記する。	247 (100%)

#### (4) 開発・活用した技術・システムの開発・準備期間

開発内容および開発期間は表 26 の通りである。

表 26 セッターへ投入する種卵数判断 開発内容および期間

開発内容	開発期間
データ設計・取得・整形	2023/11/20～2023/12/7
データ分析	2023/11/27～2024/1/10
AI モデル技術調査・検討	2023/11/20～2023/12/15
AI モデル開発（学習・評価含む）	2023/12/4～2024/1/5
AI モデル改善	2024/1/4～2024/1/10
AI モデルテスト	2024/1/4～2024/1/12
AI モデル結果まとめ	2024/1/4～2024/1/17

#### 2.1.5 ②判断業務の自動化 × ウ) ひなの健康状態判別の方法

##### (1) 本実施項目の詳細

現在、技能者はふ化したひなの健康状態を目視または手の触覚を使い確認をし、健康状態の判別をしている。

本技術実証では、「①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別」で取得したひなの画像を用いて構築した AI モデルにより、ひなの健康状態判別が自動かつ現場と同等の精度で実施できるかを検証した。

ひなの健康状態判別業務が一部でも自動化が可能となることで、現在に比べ技能者の作業や判断の負担軽減を図ることができる。

##### (2) 開発・活用した要素技術

本技術実証に活用する技術は表 27 の通りである。

表 27 YOLO v7 の説明

項目	内容
名称	YOLO v7
概要	YOLO v7 は、リアルタイム物体検出のためのディープラーニングベースのアルゴリズムである。YOLO シリーズは、高速かつ高精度な物体検出を可能にすることで知られている。このモデルは、画像内の物体を検出し、そのクラスと位置を同時に予測する。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物体検出： リアルタイムでの処理に適しており、高速な検出速度を実現する。</li> <li>・複数クラスの検出： 一つの画像内で複数の物体を同時に検出し、それぞれのクラスを識別する。</li> </ul>
本技術実証で利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物体検出： ひなの写った画像からひなの領域を検出する。これには、ひなの位置と数の同時識別が含まれる。</li> </ul>

表 28 Vision Transformer (ViT) の説明

項目	内容
名称	Vision Transformer (ViT)
概要	元々自然言語処理で使用されていた Transformer モデルを画像認識タスクに応用したものである。画像を小さなパッチに分割し、それらをシーケンスとして扱い、自己注意機構を用いて特徴を抽出する。このアプローチにより、ViT は画像の重要な部分に焦点を当て、高い精度で画像認識を行うことができる。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自己注意機構： 画像を小さなパッチに分割し、それぞれのパッチから特徴を抽出し、異なるパッチ間の関連性を識別し、重要な特徴に焦点を合わせる。</li> <li>・画像分類： 大規模なデータセットでの事前学習により、様々な画像分類タスクで高い精度を達成する。</li> </ul>
本技術実証で利用する機能	<p>以下を用いた異常検出</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自己注意機構</li> <li>・画像分類</li> </ul> <p>ひなの領域画像から異常な特徴を識別するために、ViT を使用する。各</p>

	パッチの特徴を分析し、健康なひなと異常なひなの間の差異を学習する。
--	-----------------------------------

画像分類モデルの選定において、Vision Transformer (ViT) と畳み込みニューラルネットワーク (CNN) の二つのモデルを比較検討した。ViT は画像内の異なる部分間の関係を直接捉えることができるため、ひなの体の各部位の状態を総合的に評価するのに適していると考えられる。これは ViT が画像を小さなパッチに分割し、それらの間での関連性を自己注意機構を用いて分析する能力によるものである。一方、CNN は主に局所的な情報を捉える特性を持つため、ひなの体の構造に関わる特徴を十分に活用することが難しいと判断した。したがって、ViT の方がひなの健康状態をより包括的かつ正確に判断するのに有効であると考え、本技術実証において採用することにした。

(3) 開発・活用した技術・システムの内容 (具体的構成、機能・性能等)

ウ) ひなの健康状態判別で開発したモデルの全体像を図 18 に示す。

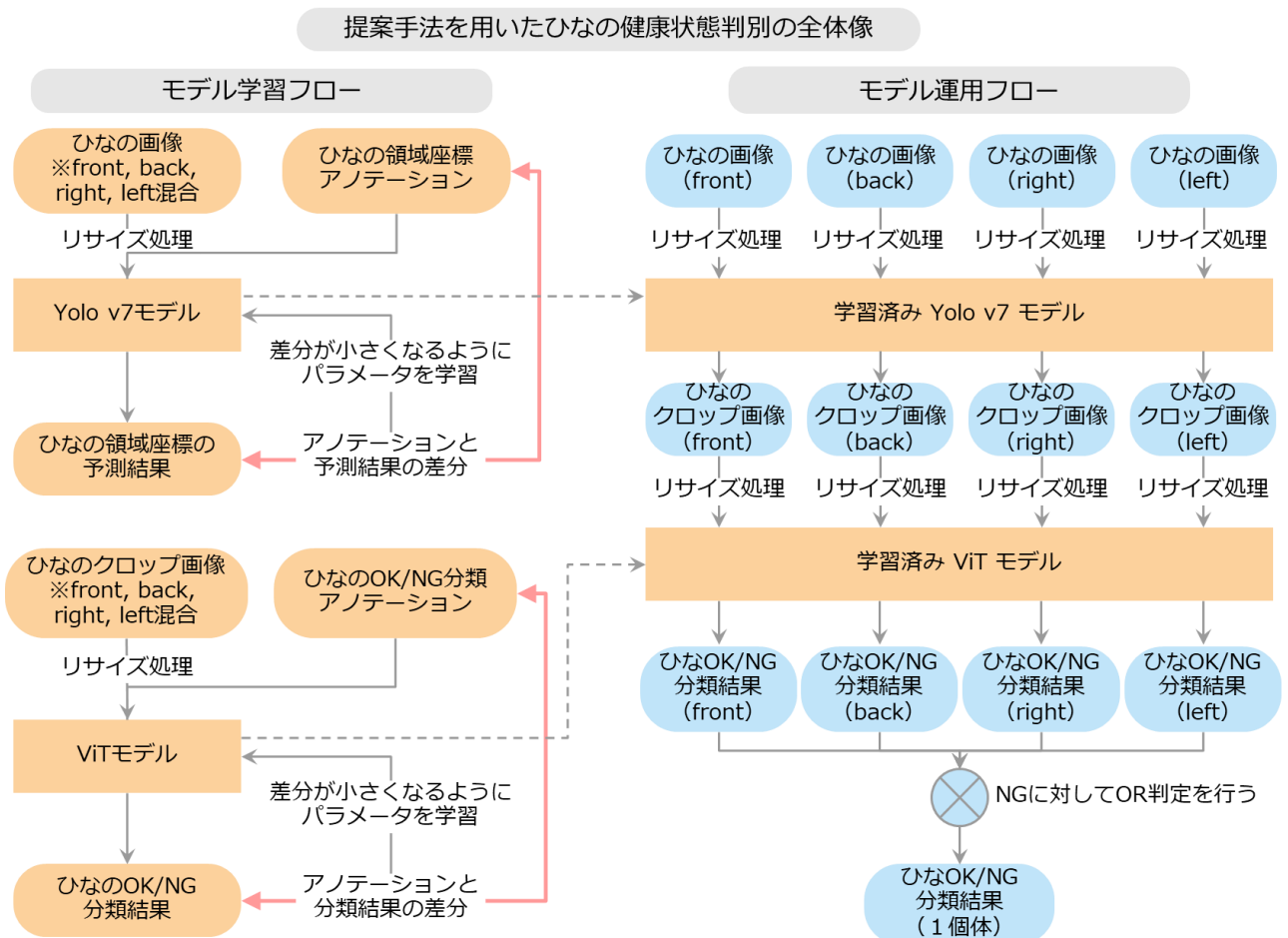


図 18 ウ) ひなの健康状態判別 開発したモデルの全体像

ひなの画像のデータセットに対して YOLO v7 を学習する場合の手順は以下の 1~4 に示す通りであ

る。

1. データの準備:

- データの収集：「①現場業務の遠隔化 × ウ）ひなの健康状態判別」で取得したひなの画像を集める。
- アノテーション：画像内のひなの位置を囲むバウンディングボックスを指定する。

2. データの分割:

- データを学習データとテストデータに分割する。本技術実証では、学習データ・評価データが 83%、テストデータが 17%である。

3. モデルの学習:

- 選択したモデルを学習データで訓練する。
- モデルの予測座標結果と学習データのバウンディングボックス正解値の差が小さくなるように学習を進める。
- 学習済みモデルのエポック数の選定は、評価データを活用して実施する。

4. モデルの性能評価:

- モデルをテストデータで評価する。
- 性能指標（F1、Precision、Recall）を使ってモデルの予測能力を評価する。
- F1 スコアは Precision（適合率）と Recall（再現率）の調和平均であり、分類モデルが一方に偏らず、均衡ある性能を評価できる。
- Precision（適合率）はモデルが正と予測したケースの中で実際に正である割合を、Recall（再現率）は実際に正であるケースの中でモデルが正と判定した割合を示す。これらはモデルのエラータイプ（偽陽性と偽陰性）に対する感度を評価するために重要である。

ひなのクローズアップ画像のデータセットに対して Vision Transformer（ViT）モデルをファインチューニングする場合の手順は以下の 1～4 に示す通りである。

1. データの準備:

- データの収集：①現場業務の遠隔化×ウ）ひなの健康状態判別の実証で取得したひなの画像に対して、YOLO v7 の学習で作成したひなのバウンディングボックスでクローズアップした画像を使用する。
- アノテーション：画像毎に健康状態を OK/NG を指定する（ふ化場技能者がラベル付を行う）。

2. データの分割:

- データを学習データ・評価データとテストデータに分割する。本技術実証では、学習データ・評価データが 90%、テストデータが 10%である。

3. モデルの学習(ファインチューニング):

- 選択したモデルを学習データで訓練する。
- モデルの予測座標結果（OK/NG）と学習データの正解値（OK/NG）の損失関数誤差が小さくなるように学習を進める。



- 学習済みモデルのエポック選定は、評価データを用いて行う。
4. モデルの性能評価:
- モデルをテストデータで評価する。
  - 性能指標（F1、Precision、Recall）を使ってモデルの予測能力を評価する。

学習済みの YOLO v7 モデルおよび ViT モデルを使用したひなの画像に対する解析の流れは以下の 1～3 に示す通りである。

1. 画像の取得:
  - 撮像装置を使用して、ひなを前後左右の 4 方向（前面、背面、右側面、左側面）から撮影し、ひなの全体的な外観を捉えた 4 枚の画像（正面、後面、右面、左面）を取得する。
2. モデルの適用:
  - 各画像に対して、学習済みの YOLO v7 モデルと ViT モデルを順に適用する。
  - YOLO v7 モデルはひなの位置と存在を検出し、ViT モデルはひなの健康状態（OK/NG）を分類する。
3. 結果の集約と判定:
  - 各方向から撮影された画像に基づいた 4 つの OK/NG 分類結果を集約する。
  - 何かの画像で NG と判定された場合は、そのひなを NG とラベル付けする。つまり、ひなが少なくとも一方向の画像で NG と判定されれば、全体として NG と判断される（OR 判定）。
  - この結果により、一羽当たりの最終的な OK/NG ラベルが決定される。

ひなの健康状態判別モデル（YOLO v7）の学習には、以下のデータセットを使用する。

表 29 YOLO v7 のデータセット

データ	学習データ	評価データ	テストデータ
2023 年 12 月 1 日 データ	876	296	12
2023 年 12 月 15 日データ	—	—	228
合計	876 (62%)	296 (21%)	240 (17%)

ひなの健康状態判別モデル（ViT）の学習には、以下のデータセットを使用する。

表 30 ViT のデータセット

データ	学習データ	評価データ	テストデータ
2023年12月1日 データ	876	296	12
2023年12月15 日データ	800	140	228
合計	1676 (71%)	436 (19%)	240 (10%)

(4) 開発・活用した技術・システムの開発・準備期間

開発内容および開発期間は表 31 の通りである。

表 31 ひなの健康状態判別 開発内容および期間

開発内容	開発期間
データ設計・取得・整形	2023/11/7～2023/12/7
データアノテーション	2023/11/24～2023/12/8
データ分析	2023/11/24～2023/12/8
AI モデル技術調査・検討	2023/11/7～2023/11/30
AI モデル開発（学習・評価含む）	2023/12/1～2023/12/27
AI モデル改善	2023/12/25～2024/1/12
AI モデルテスト	2023/12/25～2024/1/12

2.1.6 アンケート・ヒアリング

(1) 本実施項目の詳細

本技術実証で検証した技術（本技術実証技術）が、業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるかについて明らかにするため、国内のふ化場にアンケートを実施した。また、回答者の中から一部のふ化場については個別ヒアリングを実施した。

アンケート実施結果は 3.2.1.6 に記載する。

表 32 アンケート概要

対象	国内の採卵鶏およびブロイラーのふ化場を対象とする。 日本種鶏孵卵協会の会員の中からふ化場を保有する企業（全 51 社）に対しアンケートを実施し回答を得られた 20 社を対象とする。
実施期間	2023 年 12 月 15 日（金）～2023 年 12 月 27 日（水）
実施方法	Web アンケート
主な質問項目	国内ふ化場に以下の観点でアンケート項目を作成し、アンケートを実施した。 A. 技術導入ニーズの有無 B. 技術上の導入可能性 C. 運営上の導入可能性

## (2) アンケート・ヒアリング期間

アンケート・個別ヒアリング期間は表 33 の通りである。

表 33 アンケート・個別ヒアリング期間

開発内容	開発期間
アンケート項目作成	2023/11/20～2023/12/7
アンケート実施	2023/12/15～2023/12/27
個別ヒアリング実施	2023/12/20～2024/1/5
結果まとめ	2023/12/22～2024/1/12

## 2.2 実施場所等

### 2.2.1 実証実施場所の概要

実証の実施場所の基本情報を表 34 に記載する。選定理由としては、電子データと紙データが混在しており、デジタル化の実証のための課題抽出に適していると判断したこと、また同施設で扱う種卵の種類が 2 種類であり、ひなの健康状態判別の実証においても他施設への拡張性に資する実証結果が得られると考えたためである。

表 34 実証実施場所

	たまご&ファーマーズ株式会社 千葉孵化場
ひなの用途	採卵鶏用
導入設備	セッター：JAMESWAY ACI Single-Stage 36 台、

	入卵数：4万卵/1台、導入時期 2001年
デジタル化水準	電子データと紙データが混在
遠隔確認	遠隔でのデータ確認不可
種卵の種類	2種類 (ジュリアライト 白玉鶏、ボリスブラウン 赤玉鶏)

## 2.2.2 ①現場業務の遠隔化 × ア) セッターの温度管理の実証場所等

### (1) 実証実施場所

たまご&ファーマーズ株式会社 千葉孵化場 施設外駐車場内プレハブ

### (2) 日付

2023年12月27日(水)

2024年1月11日(木)

※主要項目は2023/12/27に実施。表37の確認項目の項目11、13のみ2024/1/11に実施をした。理由としては、一定間隔おきに自動更新する機能のテストがシステムトラブルにより2023/12/27の現地実証で実施ができなかったためである。

### (3) 当日のタイムスケジュール

表 35 2023年12月27日タイムスケジュール

時間	内容
12:30 - 13:00	準備作業
13:00 - 14:00	システムテスト
14:00 - 14:45	1人目：ア) セッターの温度管理に関する技術実証 ((4)の内容を技能者が確認)
14:45 - 15:30	2人目：ア) セッターの温度管理に関する技術実証 ((4)の内容を技能者が確認)
15:30 - 16:15	3人目：ア) セッターの温度管理に関する技術実証 ((4)の内容を技能者が確認)

表 36 2024年1月11日タイムスケジュール

時間	内容
14:45 - 15:00	1人目：ア) セッターの温度管理の技術実証テスト実施 ※イ) セッターへ投入する種卵数の判断の実証後に実施。

### (4) 実証概要

技術実証では技能者毎に開発した Web アプリケーションを使用してもらい、表 37 ア) セッ

ターの温度管理 技術実証確認項目に沿った項目の回答記述を技能者が行う。

表 37 ア) セッターの温度管理 技術実証確認項目

項目	担当	確認項目	技能者 選択項目
1	Ridge-i	特定のストレージに格納された温度・湿度・バンカーの情報が記されたファイルを、一定間隔でクラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロード可能である / アップロード可能でない
2	Ridge-i	特定のストレージに格納された故障アラートの情報が記されたファイルを、一定間隔でクラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロード可能である / アップロード可能でない
3	Ridge-i	アップロードされたファイルは、いつのどのデータかを識別可能に管理されているか	管理されている / 管理されていない
4	Ridge-i	アップロードされたファイルデータは Web アプリケーションから参照できるようにデータベースで管理されているか	管理されている / 管理されていない
5	技能者	Web アプリケーションの温度管理画面は、技能者にとって理解しやすいレイアウトか	理解しやすい UI である / 理解しやすい UI でない
6	技能者	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーデータが参照できるか	参照できる / 参照できない
7	技能者	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの異常に技能者が気づけるか	気づくことができる / 気づくことができない
8	技能者	Web アプリケーションからセッターの故障が確認できるか	確認できる / 確認できない
9	技能者	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの異常が確認できるか	確認できる / 確認できない
10	技能者	異常のデータについてセッターの温度・湿度・バンカーの詳細を見ることができるか	参照できる / 参照できない
11	技能者	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの状態データは一定間隔で最新の情報に更新可能か	更新可能である / 更新可能でない
12	技能者	Web アプリケーションからセッターの故障アラートに作業員が気づけるか	気づくことができる / 気づくことができない

13	技能者	Web アプリケーションからセッターの故障アラートは一定間隔で最新の情報に更新可能か	更新可能である / 更新可能でない
14	技能者	Web アプリケーションを使用することで、ふ化場施設内と同等の判断が可能か	同等の判断が可能である / 同等の判断が可能でない
15	技能者	Web アプリケーションを使用した判断は、ふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	同等の作業負荷である / 同等の作業負荷でない

#### (5) 技術実証の様子

本技術実証において、技能者にヒアリングをしている様子の写真を図 19 に示す。



図 19 技術実証の様子

#### 2.2.3 ①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断の実証場所等

##### (1) 実証実施場所

たまご&ファーマーズ株式会社 千葉孵化場 施設外駐車場内プレハブ

##### (2) 日付

2024年1月11日(木)

##### (3) 当日のタイムスケジュール

表 38 2024年1月11日タイムスケジュール

時間	内容
10:00 - 10:30	準備作業

10:30 - 13:00	システムテスト
13:00 - 14:00	1 人目：イ) セッターへ投入する種卵数判断に関する技術実証 ((4)の内容を技能者が確認)
14:00 - 14:45	2 人目：イ) セッターへ投入する種卵数判断に関する技術実証 ((4)の内容を技能者が確認)

(4) 実証した技術実証項目

技術実証では技能者毎に開発した Web アプリケーションを使用してもらい、表 39 イ) セッターへ投入する種卵数判断 技術実証確認項目に沿った項目の回答記述を技能者が行う。

表 39 イ) セッターへ投入する種卵数判断 技術実証確認項目

項目	担当	確認項目	選択項目
1	Ridge-i	特定のストレージに格納された入卵数設定の情報が記されたファイルを、クラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロードできる / アップロードできない
2	Ridge-i	アップロードされたファイルは、いつのどのデータかを識別可能に管理されているか	管理されている / 管理されていない
3	Ridge-i	アップロードされたファイルデータは Web アプリケーションから参照できるようにデータベースで管理されているか	管理されている / 管理されていない
4	Ridge-i	Web アプリケーションの管理画面は、技能者にとって理解しやすいレイアウトか	理解しやすい UI である / 理解しやすい UI でない
5	技能者	Web アプリケーションから受注リストの情報が参照できるか	参照できる / 参照できない
6	技能者	Web アプリケーションから入卵数の設定に必要なデータが参照できるか	参照できる / 参照できない
7	技能者	Web アプリケーションから各ロットの商品化率の判断ができるか	判断が可能である / 判断が可能でない
8	技能者	Web アプリケーションから各ロットのひな発生予想数の判断ができるか	判断が可能である / 判断が可能でない
9	技能者	Web アプリケーションを使用することで、ふ化場施設内と同等の判断が可能か	同等の判断が可能である / 同等の判断が可能でない
10	技能者	Web アプリケーションを使用した判断は、ふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	同等の作業負荷である / 同等の作業負荷でない

(5) 技術実証の様子

本技術実証において、技能者がテストをしている様子の写真を図 20 に示す。



図 20 技術実証の様子

2.2.4 ①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別の実証場所等

(1) 実証実施場所

たまご&ファーマーズ株式会社 千葉孵化場 事務所

※カメラ撮像装置での撮像は施設外駐車場内プレハブで実施

(2) 日付

2023年12月27日(水)

(3) 当日のタイムスケジュール

表 40 2023年12月27日タイムスケジュール

時間	内容
8:30 - 9:00	準備作業
9:00 - 10:00	システムテスト
10:00 - 10:45	1人目:ウ) ひなの健康状態判別に関する技術実証 ((4)の内容を技能者が確認)
10:45 - 11:30	2人目:ウ) ひなの健康状態判別に関する技術実証 ((4)の内容を技能者が確認)
11:30 - 12:15	3人目:ウ) ひなの健康状態判別に関する技術実証 ((4)の内容を技能者が確認)

(4) 実証した技術実証項目



技術実証では技能者毎に開発した Web アプリケーションを使用してもらい、表 41 ウ) ひなの健康状態判別 技術実証確認項目に沿った項目の回答記述を技能者が行う。

表 41 ウ) ひなの健康状態判別 技術実証確認項目

項目	担当	確認項目	技能者 選択項目
1	Ridge-i	撮像装置を用いることで、コンベヤ上を流れるひなを複数方向から撮影可能か	撮影可能である / 撮影可能でない
2	Ridge-i	撮像装置で撮影した画像は特定のストレージに格納され、一定間隔でクラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロード可能である / アップロード可能でない
3	Ridge-i	アップロードされたファイルはいつのどのデータかを識別可能に管理されているか	管理されている / 管理されていない
4	Ridge-i	アップロードされたファイルデータは Web アプリケーションから参照できるようにデータベースで管理されているか	管理されている / 管理されていない
5	技能者	Web アプリケーションのひなの健康状態判別画面は、ユーザーにとって理解しやすいレイアウトか	理解しやすい UI である / 理解しやすい UI でない
6	技能者	Web アプリケーション上のひなの画像が参照できるか	参照できる / 参照できない
7	技能者	Web アプリケーション上のひなの画像の解像度は判断上十分なものか	十分な解像度である / 十分な解像度でない
8	技能者	Web アプリケーションからひなの健康状態データは一定間隔おきに最新の情報を更新可能か	更新可能である / 更新可能でない
9	技能者	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	同等の判断が可能である / 同等の判断が可能でない
10	技能者	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	同等の作業負荷である / 同等の作業負荷でない
11	技能者	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の作業量（ひな羽数の判断）を実施可能か	同等の作業量を実施可能である / 同等の作業量を実施可能でない
12	技能者	Web アプリケーション上の画像を参照することで、ひなの健康状態が判断（OK/NG のラベル付が）できるか	判断できる / 判断できない

(5) 技術実証の様子

本技術実証において、技能者がテストをしている様子の写真を図 21 に示す。

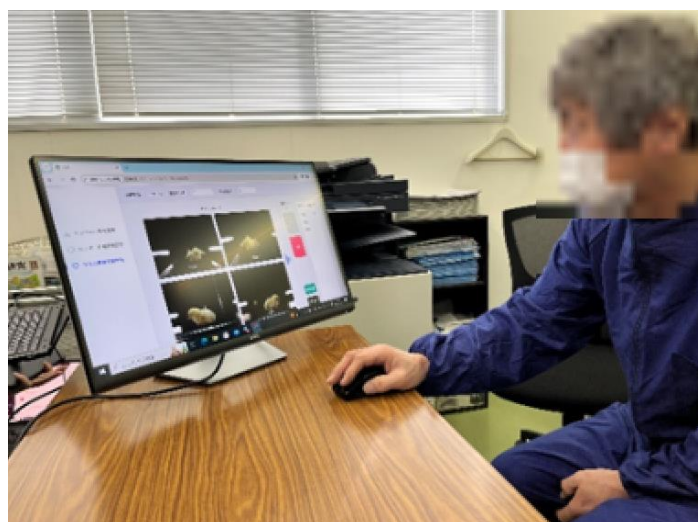


図 21 技術実証の様子

## 2.3 実施条件等

### 2.3.1 ①現場業務の遠隔化 × ア) セッターの温度管理の実施条件等

#### (1) テスト対象者の選定

実証場所であるたまご&ファームズ株式会社千葉孵化場より、本技術実証の対象業務に係る技能者を 3 名選定する（表 42）。対象者人数は実証時にテスト協力が可能な最大人数で決定した。

表 42 ア) セッターの温度管理のテスト実施者概要

	1 人目 (技能者 A)	2 人目 (技能者 B)	3 人目 (技能者 C)
役職 (正社員・パート等)	工場長	正社員	正社員
ふ化場の業務経験年数	30 年	1 年	20 年
ア) セッターの温度管理の業務経験年数	30 年	1 年	20 年
保有資格等	種鶏孵卵技師	種鶏孵卵衛生管理士	種鶏孵卵衛生管理士
その他経歴	育成農場、鶏の養鶏場への搬送業務で計 11 年間の経験あり	育雛農場で 10 年間の経験あり	特になし

#### (2) ハードウェア仕様、通信環境

Web アプリケーション使用時のハードウェア仕様、通信環境を表 43 に示す。

表 43 テスト環境の概要

PC仕様	OS : Windows 10 Pro 64bit CPU : intel core i5 vPro 8 <sup>th</sup> Gen メモリ : 16.0 GB
通信速度	接続方式 : Wi-Fi データ転送速度 : 上り 68.23Mbps、下り 60.73Mbps ※2023/11/21 Ridge-i 計測

※テスト環境は全参加者共通とする。

### (3) テストデータ

技術実証で使用するデータの種類とそのソースを表 44 に記載する。データ取得が可能な至近 3 ヶ月のデータより、12 日間を選定した。セッターのデータダウンロード速度の制約により、データの時間刻みは 1 時間とした。

表 44 ①現場業務の遠隔化 × ア) セッターの温度管理 テストデータ

データ形式	CSV ファイル
取得元	たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場内セッターより期間を指定しエクセルファイル形式でダウンロード。Ridge-i にて CSV ファイルに変換。
日付	2023 年 9/1、9/7、9/14、9/21 2023 年 10/1、10/7、10/14、10/21 2023 年 11/1、11/7、11/14、11/21 計 12 日分
データ数	49 データ/日 (セッター毎のデータ 48 データ、警報データ 1 データ) 計 588 データ
時間間隔	1 時間刻み
記載項目	日にち、時間、温度 (設定値、実測値)、湿度 (設定値、実測値、最大値、最小値)、ダンパー (設定値、実測値、自動)、各種アラート

## 2.3.2 ①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断の実施条件等

### (1) テスト対象者の選定

実証場所であるたまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場より、本技術実証の対象業務に係る技能者を 2 名選定する (表 45)。対象者人数は実証時にテスト協力が可能な最大人数で決定した。

表 45 イ) セッターへ投入する種卵数判断のテスト実施者概要

	1 人目 (技能者 D)	2 人目 (技能者 B)
役職 (正社員・パート等)	正社員	正社員
ふ化場の業務経験年数	30 年	1 年
イ) セッターへ投入する種 卵数判断の業務経験年数	25 年	1 年
保有資格等	—	種鶏孵卵衛生管理士
その他経歴	—	育雛農場で 10 年間の 経験あり

(2) ハードウェア仕様、通信環境

Web アプリケーション使用時のハードウェア仕様、通信環境を表 46 に示す。

表 46 テスト環境の概要

PC 仕様	OS : Windows 10 Pro 64bit CPU : intel core i5 vPro 8 <sup>th</sup> Gen メモリ : 16.0 GB
通信速度	接続方式 : Wi-Fi データ転送速度 : 上り 68.23Mbps、下り 60.73Mbps ※2023/11/21Ridge-i 計測

※テスト環境は全参加者共通とする。

(3) テストデータ

技術実証で使用するデータの種類とそのソースを表 47 に記載する。取得データより、季節毎に 3 日間を選定した。入卵予定表の作成が 1 日毎のため、データの時間刻みは 1 日とした。

表 47 ①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断 テストデータ

データ形式	エクセルファイル、PDF ファイル
データ内容	入卵予定表、入卵および発生の実績データ、ジュリアライト標準商品化率、種鶏場日報 : エクセルファイル たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場平均商品化率実績 : PDF ファイル
入卵日	春季 2022 年 4/1、4/8、4/26 夏季 2022 年 7/8、7/15、7/22 秋季 2022 年 10/4、10/11、10/21 冬季 2022 年 12/27、2023 年 1/3、1/6

	計 12 日分 ※鶏種は全てジュリアライトとする
実証用作成日	春季 2022 年 3/1、3/8、3/26 夏季 2022 年 6/8、6/15、6/22 秋季 2022 年 9/4、9/11、9/21 冬季 2022 年 11/27、12/3、12/6 ※入卵日の1ヶ月前
テストデータ数	12 データ
時間間隔	1 日刻み
記載項目	入卵日時、鶏種、実証用作成日、受注羽数、ロット、入卵時週令、種卵在庫予想数、標準商品化率、実績商品化率、至近同ロット商品化率、想定商品化率、想定商品羽数、想定入卵数量

### 2.3.3 ①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別の実施条件等

#### (1) テスト対象者の選定

実証場所であるたまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場より、本技術実証の対象業務に係る技能者を3名選定する(表 48)。対象者人数は実証時にテスト協力が可能な最大人数で決定した。

表 48 ウ) ひなの健康状態判別のテスト実施者概要

	1 人目 (技能者 A)	2 人目 (技能者 C)	3 人目 (技能者 B)
役職 (正社員・パート等)	工場長	正社員	正社員
ふ化場の業務経験年数	30 年	20 年間	1 年
ウ) ひなの健康状態判別の業務経験年数	20 年	15 年間	1 年
保有資格等	種鶏孵卵技師 (日本種鶏孵卵協会)	種鶏孵卵衛生管理士	種鶏孵卵衛生管理士
その他経歴	育成農場、鶏の養鶏場への搬送業務で計 11 年間の経験あり	特になし	育雛農場で 10 年間の経験あり

#### (2) ハードウェア仕様、通信環境

Web アプリケーション使用時のハードウェア仕様、通信環境を表 49 に示す。

表 49 テスト環境の概要

PC仕様	OS : Windows 10 Pro 64bit CPU : intel core i5 vPro 8th Gen メモリ : 16.0 GB
通信速度	接続方式 : Wi-Fi データ転送速度 : 上り 68.23Mbps、下り 60.73Mbps ※2023/11/21 Ridge-i 計測

※テスト環境は全参加者共通とする

### (3) テストデータ

技術実証で使用するデータの種類とそのソースを以下に記載する。

表 50 ①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別 テストデータ

データ形式	PNG ファイル
取得元	実験用撮像装置にて取得したひなの画像データ
ラベル	正常データおよび異常データ
日付	実証日当日撮影のデータ
データ数	正常 : 4 データ/羽×30 羽分 異常 : 4 データ/羽×30 羽分 計 240 データ
異常ラベル	小さい × 5 羽 虚弱 × 5 羽 弾力 × 5 羽 へそじまり × 5 羽 色 × 5 羽 奇形 × 5 羽

## 3 技術実証の結果

### 3.1 結果の評価ポイント・方法

本項目では実証結果の評価ポイント、方法を記載する。

#### 3.1.1 評価方法および評価の付け方

本技術実証の評価方法および評価の付け方を表 51 に示す。

表 51 評価方法および評価の付け方

評価方法	具体的実施事項	評価の記載方法	評価の付け方
リスト化	事業者が利用したソフトウェアや機器等の	○×	リスト化した結果より、Ridge-i 独自に評価する。

	一覧を作成する。		
アンケート	国内のふ化場へのアンケートを実施する。	○×	国内ふ化場のアンケートにおいて過半数以上の回答を得られるかで評価する。 A.技術導入ニーズの有無 ○：アンケートの回答が過半数 ×：アンケートの回答が半数以下 B.技術上の実現可能性 ○：技術上の課題のあるふ化場が過半数 ×：技術上の課題のあるふ化場が半数以下 C. 運営上の導入可能性 ○：最も割合の多い投資可能な金額がコスト試算額以上 ×：最も割合の多い投資可能な金額がコスト試算額未満
定性評価	技術実証を行い、技能者により評価を行う。	○×	技能者により過半数の回答を得られるかで評価する。 ○：技能者の回答が過半数 ×：技能者の回答が半数以下
定量評価	技術実証を行い、人の業務精度とモデル精度を定量的に比較する。	評価の方法・ポイントで示す評価指標	モデル結果を評価指標により定量的に評価する。
機器の動作確認	システムの機能の動作確認を行う。	○×	○：機器の動作が可能な場合 ×：機器の動作ができない場合
考察	考察を行い評価する。	○×	専門家や技能者へのヒアリングを行い考察した結果より、Ridge-i が独自に評価する。
総合評価	小項目の評価結果より総合的に評価する。	○×	各小項目の評価項目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する ○：小項目の○の数が過半数 ×：小項目の○の数が半数以下

### 3.1.2 ①現場業務の遠隔化の評価ポイントおよび方法

本技術実証における①現場業務の遠隔化の評価ポイントおよび方法について表 52 に記載する。

表 52 ①現場業務の遠隔化の評価ポイントおよび方法

評価項目		評価方法
大項目	小項目	
(1)業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるか。	(1)-1 利用する計算機資源、ソフトウェア・ライブラリ、センサー等は一般的に入手容易な技術を用いているか。	<p>&lt;リスト化&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用する Web サーバーおよび計算機サーバーは、クラウドを活用することで、インターネット通信が可能であれば利用できることを実証で確認する。</li> <li>● 利用したソフトウェア、ライブラリについては、その一覧をリスト化し、オープンソースソフトウェア等の一般的な利用可否を記載する。</li> <li>● 利用したセンサー機器等について、手配可能なメーカーと入手価格をリスト化する</li> </ul>
	(1)-2 全国のふ化場のうち一定割合以上で本技術実証技術の導入可能性があるか。	<p>&lt;アンケート&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術導入ニーズの有無、技術上の導入可能性（例：通信環境、設備機能の制約）、運営上の導入可能性（例：投資対効果）についてアンケート項目を作成し、国内のふ化場にアンケートを実施して結果をまとめる。</li> </ul>
	(1)-3 取得した各種データは管理しやすいデータフォーマット・レイアウトとなっているか。	<p>&lt;定性評価&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● アプリケーション上で表示されるデータについて、そのデータフォーマットや画面レイアウトは管理しやすいかを技能者 2～3 名でテストを実施し定性評価を行う。</li> </ul>
	(1)-4 上記以外に、導入を阻害する重要な要素は何か。その影響度合いはどの程度か。	<p>&lt;考察&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 上記以外に、導入を阻害する要素と影響度合いについて考察し、結果をまとめる。</li> </ul>
(2)現行の業務と同等以上の精度で業務内容を実施可能であるか。	(2)-1 各業務について、技能者が現場で行っていた判断の精度と同等以上であるか。	<p>&lt;定性評価&gt;</p> <p>遠隔で判断に必要なデータは確認できるか、また同じ業務が可能であるかについて、技能者 2～3 名でテストを実施し、定性評価を行う。</p>



	(2)-2 遠隔からアクセスする Web アプリケーションは、技能者が効率的に確認できる UI・UX となっているか。	<p>&lt;定性評価&gt;</p> <p>遠隔モニタリングシステムのアプリケーション上で判断に必要なデータが一覧で見え、効率的に確認できるかを、技能者 2～3 名でテストを実施し、定性評価を行う。</p>
(3) セッターへ投入する種卵数の判断について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるか。	(3)-1 遠隔で判断に必要なデータが取得可能か、またそれらは閲覧可能か。	<p>&lt;リスト化、定性評価&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ひなの健康状態判別に必要なデータは何かを技能者 2～3 名へヒアリングし、その結果をリスト化する。</li> <li>● 遠隔モニタリングシステムを活用し、必要なデータが取得可能か、閲覧可能かを、技能者 2～3 名でテストを実施し、定性評価を行う。</li> </ul>
	(3)-2 技能者が、遠隔でセッターへ投入する種卵数の判断が行えるか。	<p>&lt;定性評価&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠隔モニタリングシステムを活用しセッターへ投入する種卵数の判断が行えるかを、技能者 2～3 名でテストを実施し定性評価を行う。</li> </ul>
	(3)-3 天候や設置場所に関わらず必要なデータを得られるか。	<p>&lt;アンケート&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● セッターへ投入する種卵数の判断業務のデータの取得、閲覧、業務判断に天候や設置場所の影響があるかについてアンケートを実施し、結果をまとめる。</li> </ul>
(4) ひなの健康状態判別について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるか。	(4)-1 遠隔で判断に必要なデータが取得可能か、またそれらは閲覧可能か。	<p>&lt;リスト化、定性評価&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ひなの健康状態判別に必要なデータは何かを、技能者 2～3 名へヒアリングし、その結果をリスト化する。</li> <li>● 遠隔モニタリングシステムを活用し必要なデータが取得可能か、閲覧可能かを、技能者 2～3 名でテストを実施し定性評価を行う。</li> </ul>
	(4)-2 技能者が、遠隔でひなの健康状態の判断が行えるか。	<p>&lt;定性評価&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠隔モニタリングシステムを活用し、ひなの健康状態判別が行えるかを、技能者 2～3 名でテストを実施し、定性評価を行う。</li> </ul>
	(4)-3 カメラ等により必要十分なデータを取得できるか。	<p>&lt;リスト化&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 業務の判断に必要なデータを取得するために必要なデバイスの種類や台数等の結</li> </ul>

		果をまとめる。
	(4)-4 必要な動画像の解像度であるか。	<定量評価> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠隔モニタリングシステムの動画像がひなの健康状態判別を行うために十分かを、技能者 2～3 名でテストを実施し、定性評価を行う。</li> </ul>
	(4)-5 天候や設置場所に関わらず必要なデータを得られるか。	<アンケート> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ひなの健康状態判別業務のデータの取得、閲覧、業務判断に天候や設置場所の影響があるかについて考察し、結果をまとめる。</li> </ul>
(5)機械（セッターや遠隔で情報収集する機器等）の状態について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるか。	(5)-1 遠隔で判断に必要なデータが取得可能か、またそれらは閲覧可能か。	<リスト化、定性評価> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 機械の状態確認の業務内容、業務の判断に必要なデータとは何かを、技能者へのヒアリングで確認する。</li> <li>● 遠隔モニタリングシステムを活用し必要なデータが取得可能か、閲覧可能かを、技能者 2～3 名でテストを実施し、定性評価を行う。</li> </ul>
	(5)-2 遠隔で機械の状態の判断が行えるか、故障等のモニタリングが可能か。	<機能の動作確認> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 指定したフォルダに定期的に格納されるデータが読み込まれ、閲覧可能となるか、機能の動作確認を行う。</li> <li>● 指定フォルダに規定された頻度でデータ格納されなかった時に、アラートが上がるか、機能の動作確認を行う。</li> <li>● 格納されたデータの値がある条件を満たした時に、異常と判断し、アラートが上がるか、機能の動作確認を行う。</li> </ul>
	(5)-3 セッターの温度管理を遠隔で可能か。	<定性評価> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠隔モニタリングシステムを活用しセッターの温度管理が行えるかを、技能者 2～3 名でテストを実施し定性評価を行う。</li> </ul>

### 3.1.3 ②判断業務の自動化の評価ポイントおよび方法

本技術実証における②判断業務の自動化の評価ポイントおよび方法について表 53 に記載する。

表 53 ②判断業務の自動化の評価ポイントおよび評価方法

評価項目		評価方法
大項目	小項目	
(6) 業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるか	(6)-1 利用する計算機資源、ソフトウェア・ライブラリ、センサー等は一般的に入手容易な技術を用いているか	<p>&lt;リスト化&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用する計算資源については、クラウドを活用することで、インターネット通信が可能であれば利用できることを実証で確認する。</li> <li>● 利用したソフトウェア、ライブラリについては、その一覧をリスト化し、オープンソースソフトウェア等の一般的な利用可否を記載する。</li> <li>● 利用したセンサー機器について、手配可能なメーカーと入手価格をリスト化する。</li> </ul>
	(6)-2 全国のふ化場のうち一定割合以上で本技術実証技術の導入可能性があるか	<p>&lt;アンケート&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術導入ニーズの有無、技術上の導入可能性（例：通信環境、設備機能の制約、設置スペース）、運営上の導入可能性（例：投資対効果）についてアンケート項目を作成し、国内のふ化場にアンケートを実施して結果をまとめる。</li> </ul>
(7) 現行の業務と同等以上の精度で業務内容を実施可能であるか	(7)-1 人手による判定業務をデジタル化モデルにより代替することで作業時間の短縮につながるか。そのため十分に低い誤検出の水準を有するか	<p>&lt;定量評価&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 技能者の作業時間を計測し、モデルの計算速度等と定量比較を行う。</li> <li>● 人の目標と実績の誤差、モデル結果の目標と予測の誤差について定量比較を実施する。</li> </ul>
	(7)-2 デジタル化モデルが誤検出を行った場合、人手によりバックアップを行う等の対処方法が確立されているか	<p>&lt;考察&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● モデルの誤検出に対する対策方法について考察を行う。</li> </ul>
(8) 種鶏場（親鶏を飼育交配させて種卵を採取する場所）や他のふ化場と綿密な情報共有は可能か	(8)-1 実証対象となるふ化場の状況（卵の投入状況、発生ひな数等）共有を目的とし、システムにアクセス許可した施設外の外部環境（例：種鶏場や他のふ化場、養鶏場）からシステム内のデータを閲覧する機能を有するか	<p>&lt;機能の動作確認&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 施設外の外部環境である1か所（例：弊社オフィス）からのデータ閲覧が可能か、機能の動作確認を行う。</li> </ul>
	(8)-2 実証対象となるふ化場の品質管理を目的とし、システムにアクセスを許可	<p>&lt;機能の動作確認&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 施設外の外部環境である1か所（例：</li> </ul>

	した施設外の外部環境（例：種鶏場や他のふ化場、養鶏場）からシステムに対してデータを書き込む機能を有するか	弊社オフィス）からのデータ入力が可能か、また、入力されたデータが閲覧可能か、機能の確認を行う。
(9) セッターに投入する種卵数の自動判定が可能か	自動でセッターへ投入する種卵数の判断が行えるか	<p>&lt;定量評価&gt;</p> <p>学習に用いた期間とは独立のテスト期間を設定し、テスト期間において技能者により判定した投入種卵数と実績のひなの商品化率により得られたひなの発生数と目標値の誤差と、モデルにより予測した投入種卵数とひなの商品化率より得られたひなの商品数と目標値の誤差を比較し、両者の二乗平均平方根誤差により定量的評価を行う。</p> <p>※ひなの商品数の目標数値について、安全率や歩留まり率はふ化場にヒアリングして事前に求めておくことを想定。</p>
(10) ひなの品質管理の自動化が可能か	自動でひなの健康状態判別が行えるか	<p>&lt;定量評価&gt;</p> <p>学習に用いた期間とは独立のテスト期間を設定し、テスト期間において技能者により判定した健康状態の判定結果と、モデルにより予測した健康状態の判定結果を定量比較し、Precision、Recall、F1 スコアにより評価する。</p>

### 3.1.4 実証の拡張性に関する評価ポイントおよび方法

本技術実証における実証の拡張性の評価ポイントおよび方法について表 54 に記載する。

表 54 実証の拡張性の評価項目および評価方法

評価項目		評価方法
大項目	小項目	
(11) 実証技術の拡張性はあるか	(11)-1 ブロイラーと採卵鶏間、また、それぞれの種類や系統の異なる鶏間の孵卵場における技術の適用が可能か	<p>&lt;考察&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 専門家へヒアリングを行い、国内の種鶏業者にブロイラーと採卵鶏の違い、系統の異なる鶏間の違いについて、考察をする。</li> </ul>
	(11)-2 現場への導入コストの試算や費用対効果等の普及性はあるか	<p>&lt;アンケート&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 現場への導入コストについて試算する。</li> <li>● 本技術実証技術への投資可能金額につ</li> </ul>

		いてアンケートを実施し、コスト試算結果と比較をする。
	(11)-3 残された要素技術的な課題	<考察> 要素技術的な課題について考察を記載する。
	(11)-4 その他導入への留意点	<考察> その他導入への留意点について考察を記載する。

## 3.2 結果および評価・分析

### 3.2.1.技術実証の実施結果

#### 3.2.1.1 ①現場業務の遠隔化×ア) セッターの温度管理の実施結果

##### (1) 技術実証実施結果

本技術実証における Ridge-i および技能者による技術実証確認項目における評価を通じて、改善点はあるが、システムは有用であることを確認した。確認結果を表 55～57 に示す。

表 55 ア) セッターの温度管理 技術実証確認項目 (Ridge-i による確認項目)

項目	技術実証確認項目	評価結果
1	特定のストレージに格納された温度・湿度・バンカーの情報が記されたファイルを一定間隔でクラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロード可能である ※約 5 分間隔でデータベースにアップロードされたというログを確認
2	特定のストレージに格納された故障アラートの情報が記されたファイルを一定間隔でクラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロード可能である
3	アップロードされたファイルはいつのどのデータかを識別可能に管理されているか	管理されている
4	アップロードされたファイルデータは Web アプリケーションから参照できるようにデータベースで管理されているか	管理されている
5	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの状態データは一定間隔おきに最新の情報を更新可能か	更新可能である
6	Web アプリケーションからセッターの故障アラートは一定間隔おきに最新の情報を更新可能か	更新可能である

表 56 ア) セッターの温度管理 技術実証確認項目 (技能者による確認項目)

項目	技術実証確認項目	1 人目 (技能者 A)	2 人目 (技能者 B)	3 人目 (技能者 C)	可能と評価した 回答数
1	Web アプリケーションの温度管理画面は、ユーザーにとって理解しやすいレイアウトか	理解しやすい UI である	理解しやすい UI である	理解しやすい UI である	3/3
2	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーデータが参照できるか	参照できる	参照できる	参照できる	3/3
3	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの異常に作業員が気づけるか	気づける	気づける	気づける	36/36
4	Web アプリケーションからセッターの故障が確認できるか	確認できる	確認できる	確認できる	3/3
5	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの異常が確認できるか	確認できる	確認できる	確認できる	3/3
6	異常のデータについてセッターの温度・湿度・バンカーの詳細を見ることができるか	参照できる	参照できる	参照できる	3/3
7	Web アプリケーションからセッターの故障アラートに作業員が気づけるか	気づける	気づける	気づける	36/36
8	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	同等の判断が可能である	同等の判断が可能でない	同等の判断が可能である	2/3
9	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	同等の作業負荷である	同等の作業負荷である	同等の作業負荷である	3/3

項目 3、7 についてたまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場の計 12 データを基に評価を行った。過去のアラートデータの一部にフラグをつけ、技能者アラートの一覧および温度・湿度・ダンバーのデータを表示するシステムを実際に操作し、フラグをつけたアラートの確認およびアラートに該当する温度・湿度・バンカーの異常に気づけるかの評価を行った。

表 57 ア) セッターの温度管理 技術実証確認項目  
(表 56 項目 3 および 7 の各 12 データ回答結果)

項目	データ 日付	Web アプリケーションからセッターの 温度・湿度・パンカーの異常に 作業員が気づけるか 回答結果			Web アプリケーションからセッターの 故障アラートに 作業員が気づけるか 回答結果		
		1 人目 (技能者)	2 人目 (技能者)	3 人目 (技能者)	1 人目 (技能者)	2 人目 (技能者 B)	3 人目 (技能者 C)
1	9/1	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
2	9/7	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
3	9/14	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
4	9/21	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
5	10/1	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
6	10/7	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
7	10/14	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
8	10/21	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
9	11/1	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
10	11/7	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
11	11/14	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
12	11/21	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける	気づける
合計		36/36			36/36		

(2) 技術実証時の技能者からのコメント

技能者に業務において本 Web アプリケーションを使用する場合の、良い点（業務が改善される点）および改善点（業務上支障がある点）についてヒアリングを行った結果を表 58 に示す。ヒアリングの結果、コメントが得られた項目のみを記載する。

表 58 ア) セッターの温度管理 技能者からのコメント

項目	技術実証確認項目	コメント内容
1	Web アプリケーションの温度管理画面は、ユーザーにとって理解しやすいレイアウトか	【良い点】 ・グラフで表示されており、わかりやすい（技能者 A）

		<p>[改善点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・温度、湿度、ダンパーの基準設定値がわかるよう画面上で表示されているとなお良い（技能者 A）</li> <li>・対象となるセッターのボタンを全て画面上に表示するのではなく、プルダウン等で選択して表示されると見やすくかつ操作もしやすい（技能者 B）</li> <li>・セッター 1 ～ 6 を選択した後にさらにユニットを選択するが、ユニット選択ボタンはグラフの下ではなくセッター選択ボタンのすぐ下部に設置してもらったほうが操作性はよくなる（技能者 B）</li> </ul>
2	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーデータが参照できるか	- (コメントなし)
3	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの異常に作業員が気づけるか	<p>[改善点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・トラブルや作業漏れを未然に防ぐ観点から、プレヒーティングや移卵等曜日が決まっている作業時は、作業開始・終了時間をスヌーズ機能で通知してくれるとなお良い（技能者 A）</li> <li>・アラートのポップアップをクリックすると該当セッターの温度表示ページに画面遷移される構成だとなお良い（技能者 A）</li> <li>・重要度毎にアラートの色を変更して表示できるとなお良い（ex. 緊急：赤、経過観察：緑）（技能者 A）</li> </ul>
4	Web アプリケーションからセッターの故障が確認できるか	- (コメントなし)
5	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの異常が確認できるか	- (コメントなし)
6	異常のデータについてセッターの温度・湿度・バンカーの詳細を見ることができるか	- (コメントなし)
7	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの状態データは一定間隔おきに最新の情報を更新可能か	<p>[改善点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現状は 1 時間刻みだが、5 分刻み程度で情報が更新・表示されるとよりリアルタイムな対応が可能となるためなお良い（技能者 A,B）</li> </ul>
8	Web アプリケーションからセッターの故障アラートに作業員が気づけるか	- (コメントなし)
9	Web アプリケーションからセッターの故障アラートは一定間隔おきに最新の情報を	- (コメントなし)



	更新可能か	
10	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	<p>[良い点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ふ化場施設内と同じ情報が見れるため、同等の判断が可能 (技能者 A)</li> </ul> <p>[改善点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・データの更新機能が確認できないため、現在の状況が確認できず同等の判断ができない (技能者 B)</li> </ul>
11	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	<p>[良い点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・セッターの詳細情報を PC で確認することができるのが良い。現在の業務では、ふ化場で確認できる情報はアラート有無の情報のみで、詳細な温度・湿度・ダンバーの情報がわからない。夜間に詳細な情報をアラートと合わせて確認できると、現地に行かなければいけないアラートが少し様子を見てもよいアラートかの判断の助けになり、駆けつけの削減につながる可能性がある(技能者 A)</li> <li>・実際にセッターも確認項目が多く、同等程度の負荷 (技能者 B)</li> <li>・現状は会社に来ないとセッターの状態を確認できないため遠隔で確認できるのは便利 (技能者 C)</li> </ul>

### 3.2.1.2 ①現場業務の遠隔化×イ) セッターへ投入する種卵数判断の実施結果

#### (1) 技術実証実施結果

本技術実証における Ridge-i および技能者による技術実証確認項目における評価を通じて、改善点はあるが、システムは有用であることを確認した。確認結果を表 59～61 に示す。

表 59 イ) セッターへ投入する種卵数判断 技術実証確認項目 (Ridge-i による確認項目)

項目	技術実証確認項目	評価結果
1	特定のストレージに格納された入卵数設定の情報が記されたファイルをクラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロード可能である
2	アップロードされたファイルはいつのどのデータかを識別可能に管理されているか	管理されている
3	アップロードされたファイルデータは Web アプリケーションから参照できるようにデータベースで管理されているか	管理されている

表 60 イ) セッターへ投入する種卵数判断 技術実証確認項目（技能者による確認項目）

項目	技術実証確認項目	1 人目 (技能者 D)	2 人目 (技能者 B)	可能と評価した 回答数
1	Web アプリケーションの管理画面は、ユーザーにとって理解しやすいレイアウトか	理解しやすい UI である	理解しやすい UI である	2/2
2	Web アプリケーションから受注リストの情報が参照できるか	参照できる	参照できる	2/2
3	Web アプリケーションから入卵数の設定に必要なデータが参照できるか	参照できる	参照できる	2/2
4	Web アプリケーションから各ロットの商品化率の判断ができるか	判断が可能である	判断が可能である	2/2
5	Web アプリケーションから各ロットのひな発生予想数の判断ができるか	判断が可能である	判断が可能である	2/2
6	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である	24/24
7	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	同等の作業負荷である	同等の作業負荷である	2/2

項目 6 についてたまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場の種卵数判断に必要な過去データ計 12 データを基に、技能者に Web アプリケーションによりセッターへ投入する種卵数の予測をすることで評価を行った。結果

を表 61 に示す。

表 61 イ) セッターへ投入する種卵数判断 技術実証確認項目 (表 60 項目 6 の回答結果内訳)

項目	データ 日付	項目 6 Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か 回答結果	
		1 人目 (技能者 D)	2 人目 (技能者 B)
1	4/1	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
2	4/8	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
3	4/26	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
4	7/8	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
5	7/15	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
6	7/22	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
7	10/4	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
8	10/11	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
9	10/21	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
10	12/27	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
11	1/3	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
12	1/6	同等の判断が可能である	同等の判断が可能である
合計		24/24	

(2) 技術実証時の技能者からのコメント

技能者に業務において本 Web アプリケーションを使用する場合の、良い点 (業務が改善される点) および改善点 (業務上支障がある点) についてヒアリングを行った結果を表 62 に示す。ヒアリングの結果、コメントが得られた項目のみを記載する。

表 62 イ) セッターへ投入数種卵数判断 技能者からのコメント

項目	技術実証確認項目	コメント内容
1	Web アプリケーションの管理画面は、ユーザーにとって理解しやすいレイアウトか	[良い点] ・今までは手作業で必要な資料を探していたので、1 画面で確認できるのは便利 (技能者 D) ・通常の業務では excel 表を使っているため、アプリのほうが情報がすっきりと表示されているため確認しやすい (技能者 D)
2	Web アプリケーションから受注リストの	-

	情報が参照できるか	(コメントなし)
3	Web アプリケーションから入卵数の設定に必要なデータが参照できるか	<p>[改善点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロット情報も表示されているとなお良い (技能者 D)</li> <li>・現状は産卵数全数の中で異常な卵 (ひび割れ、小さい) を除いて計算しているため、Web アプリケーション上でもそれらが差し引かれた値が表示されるとなお良い (技能者 B)</li> </ul>
4	Web アプリケーションから各ロットの商品化率の判断ができるか	<p>[良い点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現状判断する際に見ているデータが一覧で並べて表示されているためわかりやすい (技能者 D)</li> </ul> <p>[改善点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・減耗状況 (死亡化率) の情報も表示されているとなお良い (技能者 B)</li> </ul>
5	Web アプリケーションから各ロットのひな発生予想数の判断ができるか	<p>[改善点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「1 日の産卵数」「ロットの羽数」「貯卵日数」「減耗状況」の情報も表示されているとなお良い (技能者 D)</li> </ul>
6	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	<p>[良い点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・判断用データさえ手元の PC で確認ができればふ化場内で作業をする必要がないため、同等の判断は可能 (技能者 D)</li> </ul>
7	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	<p>[良い点]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Web アプリケーションの方が負荷が少ない (必要情報をすぐ検索できるため時間の短縮になる) (技能者 D)</li> <li>・負荷は現状の excel 作業時と同等程度だが、アプリの方が情報がまとまっているため必要な情報を探しやすい感覚がある (技能者 B)</li> </ul>

### 3.2.1.3 ①現場業務の遠隔化×ウ) ひなの健康状態判別の実施結果

#### (1) 技術実証実施結果

本技術実証における Ridge-i による技術実証確認項目では、システムの課題は見当たらなかった。技能者による技術実証確認項目では、本技術実証のシステムに課題があり、ふ化場と同等の判断や作業量の実施が可能でないという結果であった。確認結果を表 63～68 に示す。

表 63 ウ) ひなの健康状態判別 技術実証確認項目 (Ridge-i による確認項目)

項目	技術実証確認項目	評価結果
1	撮像装置を用いることで、コンベヤ上を流れるひなを複数方向から撮影可能か	撮影可能である
2	撮像装置で撮影した画像は特定のストレージに格納され、一定間隔でクラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロード可能である
3	アップロードされたファイルはいつのどのデータかを識別可能に管理されているか	管理されている
4	アップロードされたファイルデータは Web アプリケーションから参照できるようにデータベースで管理されているか	管理されている

表 64 ウ) ひなの健康状態判別 技術実証確認項目 (技能者による確認項目)

項目	技術実証確認項目	1 人目 (技能者 A)	2 人目 (技能者 C)	3 人目 (技能者 B)	可能と評価した 回答数
1	Web アプリケーションのひなの健康状態判別画面は、ユーザーにとって理解しやすいレイアウトか	理解しやすい UI である	理解しやすい UI である	理解しやすい UI である	3/3
2	Web アプリケーション上のひなの画像が参照できるか	参照できる	参照できる	参照できる	3/3
3	Web アプリケーション上のひなの画像の解像度は判断上十分なものか	十分な解像度である	十分な解像度である	十分な解像度である	3/3
4	Web アプリケーションからひなの健康状態データは一定間隔おきに最新の情報を更新可能か	更新可能である	- (技能者 A で 確認済み)	- (技能者 A で 確認済み)	1/1
5	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	同等の判断が可能でない	同等の判断が可能でない	同等の判断が可能でない	0/3
6	Web アプリケーションを使用	同等の作業負荷で	同等の作業負荷で	作業負担が大きい	2/3

	した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	ある	ある		
7	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の作業量（ひな羽数の判断）を実施可能か	同等の作業量を実施可能である	同等の作業量を実施可能でない	同等の作業量を実施可能でない	1/3
8	Web アプリケーション上の画像を参照することで、ひなの健康状態が判断（OK/NG のラベル付）ができるか	表 65 に結果を記載	表 65 に結果を記載	表 65 に結果を記載	- (技能者により 正当数の差異 があるため-とする)

表 65 ウ) ひなの健康状態判別 技術実証確認項目

(表 64 項目 8 ひなの健康状態判別の回答結果内訳)

凡例：(事前の目視ラベルと一致：緑色、事前の目視ラベルと不一致：赤色)

ひな No	事前の目視ラベル 結果 (正解) OK=正常 (健康) NG=異常 (不健康)	異常ラベル	1 人目 (技能者 A)	2 人目 (技能者 C)	3 人目 (技能者 B)	事前の目視 ラベル結果に 対する正答数
1	OK	-	OK	OK	NG	2/3
2	NG	色	OK	NG	OK	1/3
3	OK	-	NG	OK	NG	1/3
4	NG	へそじまり	NG	NG	NG	3/3
5	NG	弾力	OK	OK	OK	0/3
6	OK	-	NG	OK	NG	1/3
7	OK	-	OK	NG	OK	2/3
8	OK	-	OK	OK	OK	3/3
9	NG	小さい	NG	OK	NG	2/3
10	OK	-	NG	OK	OK	2/3
11	OK	-	OK	OK	NG	2/3

12	NG	色	NG	OK	NG	2/3
13	NG	奇形	NG	NG	OK	2/3
14	OK	-	OK	OK	OK	3/3
15	NG	虚弱	NG	NG	NG	3/3
16	NG	弾力	OK	OK	OK	0/3
17	OK	-	NG	NG	NG	0/3
18	NG	小さい	NG	NG	NG	3/3
19	NG	弾力	OK	NG	OK	1/3
20	OK	-	OK	OK	OK	3/3
21	NG	弾力	OK	OK	OK	0/3
22	NG	奇形	NG	NG	NG	3/3
23	NG	小さい	OK	OK	OK	0/3
24	OK	-	NG	NG	OK	1/3
25	NG	小さい	OK	NG	OK	1/3
26	OK	-	OK	NG	OK	2/3
27	NG	へそじまり	OK	OK	OK	0/3
28	OK	-	OK	OK	OK	3/3
29	OK	-	OK	OK	NG	2/3
30	NG	奇形	NG	NG	NG	3/3
31	NG	色	OK	OK	OK	0/3
32	OK	-	OK	OK	OK	3/3
33	NG	虚弱	NG	NG	NG	3/3
34	NG	へそじまり	OK	OK	OK	0/3
35	OK	-	OK	NG	OK	2/3
36	OK	-	OK	OK	OK	3/3
37	NG	奇形	NG	NG	NG	3/3
38	OK	-	OK	OK	OK	3/3
39	NG	弾力	OK	OK	NG	1/3
40	OK	-	OK	OK	OK	3/3

41	NG	小さい	NG	NG	NG	3/3
42	OK	-	OK	OK	OK	3/3
43	OK	-	OK	OK	OK	3/3
44	NG	弾力	NG	NG	NG	3/3
45	NG	色	NG	NG	NG	3/3
46	OK	-	OK	OK	OK	3/3
47	OK	-	OK	NG	OK	2/3
48	NG	へそじまり	OK	OK	OK	0/3
49	OK	-	OK	OK	OK	3/3
50	OK	-	OK	OK	NG	2/3
51	OK	-	OK	NG	OK	2/3
52	NG	色	NG	NG	NG	3/3
53	NG	弾力	OK	OK	OK	0/3
54	OK	-	OK	OK	OK	3/3
55	NG	奇形	NG	NG	NG	3/3
56	OK	-	OK	OK	OK	3/3
57	NG	虚弱	NG	NG	NG	3/3
58	OK	-	OK	NG	OK	2/3
59	NG	へそじまり	OK	OK	NG	1/3
60	OK	-	OK	OK	OK	3/3
	正答数		41 / 60	39 / 60	40 / 60	-
	正答率		68.3%	65.0%	66.7%	-
	最短確認時間 (1羽当たり)		1秒	2秒	1秒	-
	最長確認時間 (1羽当たり)		22秒	24秒	24秒	-
	平均確認時間 (1羽当たり) ※		7.3秒	8.6秒	9.6秒	-

※アンケート結果より、国内のふ化場の1羽当たりの平均確認時間は0.9秒程度。



表 66 ウ) ひなの健康状態判別 技術実証確認項目  
 (上記の技能者別回答結果を混同行列を用いて分類した表)

凡例：(事前の目視ラベルと一致：緑色、事前の目視ラベルと不一致：赤色)

		1 人目 (技能者 A) の回答	
		OK	NG
事前の 目視ラベルの 結果	OK	25 (41.7%) (正常なひなを正常と判断できた)	5 (8.3%) (正常なひなを異常と判断した)
	NG	14 (23.3%) (異常なひなを正常と判断した)	16 (26.7%) (異常なひなを異常と判断できた)

		2 人目 (技能者 C) の回答	
		OK	NG
事前の 目視ラベルの 結果	OK	22 (36.7%) (正常なひなを正常と判断できた)	8 (13.3%) (正常なひなを異常と判断した)
	NG	13 (21.7%) (異常なひなを正常と判断した)	17 (28.3%) (異常なひなを異常と判断できた)

		3 人目 (技能者 B) の回答	
		OK	NG
事前の 目視ラベルの 結果	OK	23 (38.3%) (正常なひなを正常と判断できた)	7 (11.7%) (正常なひなを異常と判断した)
	NG	13 (21.7%) (異常なひなを正常と判断した)	17 (28.3%) (異常なひなを異常と判断できた)

表 67 ウ) ひなの健康状態判別 技術実証確認項目  
 (異常ラベル毎の正答率の結果)

異常ラベル	1 人目 (技能者 A)	2 人目 (技能者 C)	3 人目 (技能者 B)	正答率平均値 <sup>※</sup>
小さい	3/5(60%)	3/5 (60%)	3/5 (60%)	60%
虚弱	1/5 (20%)	2/5 (40%)	2/5 (40%)	33%
弾力	3/5 (60%)	3/5 (60%)	3/5 (60%)	60%
へそじまり	1/5 (20%)	1/5 (20%)	2/5 (40%)	27%
色	3/5 (60%)	3/5 (60%)	3/5 (60%)	60%

奇形	5/5 (100%)	5/5 (100%)	4/5 (80%)	93%
----	------------	------------	-----------	-----

※平均正答率= (1 人目の正答率+2 人目の正答率+3 人目の正答率)/判定者数 で算出

## (2) 技術実証時の技能者からのコメント

技能者に業務において本 Web アプリケーションを使用する場合の、良い点（業務が改善される点）および改善点（業務上支障がある点）についてヒアリングを行った結果を表 68 に示す。ヒアリングの結果、コメントが得られた項目のみを記載する。

表 68 ウ) ひなの健康状態判別 技能者からのコメント

項目	技術実証確認項目	コメント内容
1	Web アプリケーションのひなの健康状態判別画面は、ユーザーにとって理解しやすいレイアウトか	- (コメントなし)
2	Web アプリケーション上のひなの画像が参照できるか	- (コメントなし)
3	Web アプリケーション上のひなの画像の解像度は判断上十分なものか	- (コメントなし)
4	Web アプリケーションからひなの健康状態データは一定間隔おきに最新の情報を更新可能か	- (コメントなし)
5	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	[同等の判断が不可と判断した理由] <ul style="list-style-type: none"> <li>・大きさの判断は比較対象がないと分からない（画像に映るひなが 1 羽ずつのため）（技能者 A）</li> <li>・弾力を画像から判断するのは困難（技能者 A）</li> <li>・ひなを裏返してみないとわからないお腹周りが画像では見えず、へそまりの判断が困難（技能者 C）</li> <li>・現場作業では刺激を与えて動かかして虚弱度合いを判断しており、画像ではその確認ができない（技能者 B）</li> </ul>
6	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	[改善点] <ul style="list-style-type: none"> <li>・1 つのひなに対して 4 つの静止画像を 1 つずつ拡大して見る必要があるため、操作の負担がある（技能者 B）</li> </ul>
7	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の作業量（ひな羽数の判断）を実施可能	[良い点] <ul style="list-style-type: none"> <li>・見慣れると確認スピードは上がりそう（技能者 A）</li> </ul>

そうか	<p>[同等の作業量が不可と判断した理由]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現場の手作業では複数羽を同時に見ることができるが、画像では1羽ずつしか見ることができない（技能者 B、C）</li> </ul>
-----	--

### 3.2.1.4 ②判断業務の自動化×イ) セッターへ投入する種卵数判断の実施結果

種卵数判断モデルの定量評価として商品化率予測の分析結果ならびに入卵個数予測の分析結果を示す。なお、分析に用いたデータは、「2.1.4 ②判断業務の自動化×イ) セッターへ投入する種卵数判断」の表 25 学習およびテストデータを用いる。

#### 【商品化率予測の分析結果】

種卵数判断モデルと技能者による商品化率の予測性能を MSE（平均二乗誤差）を基に比較した実験結果（表 69）より、以下のことが言える。

- テストデータ 1 では、技能者の予測の MSE は 0.00055 であるのに対し、種卵数判断モデルの予測の MSE は 0.00042 である。これは種卵数判断モデルが技能者よりも商品化率の予測誤差が小さいことを示している。ただし、その差は僅かである。
- テストデータ 2 では、技能者の予測の MSE は 0.00065 であるのに対し、種卵数判断モデルの予測の MSE は 0.00029 である。この結果は、学習データが減少したにもかかわらず、種卵数判断モデルが技能者の予測よりも小さな予測誤差を維持していることがわかる。また、テストデータ 1 と比較して、MSE の差がより大きくなった。

本分析結果によれば、異なる学習データ割合においても、種卵数判断モデルは技能者の予測と比較して一貫して低い予測誤差を示していることが認められる。特に、テストデータの割合を増加させ、データの多様性を高めたテストデータ 2 において、技能者と種卵数判断モデルの性能差が観察された。これは、様々なデータ環境下においてもモデルが安定した予測精度を維持する可能性を示唆する。ただし、本技術実証におけるデータ量は限定的なため、今後はテストデータの範囲を拡大し、結果のばらつき及び傾向をさらに詳細に分析することが推奨される。

表 69 技能者と種卵数判断モデルの商品化率予測値 MSE（平均二乗誤差）の比較

テストデータ	技能者 商品化率予測	種卵数判断モデル 商品化率予測
テストデータ 1	0.00055	0.00042
テストデータ 2	0.00065	0.00029

※背景緑は技能者と本モデルを比較した際、値が小さい方を示している

種卵数判断モデルの定性評価として残差プロットを用いる。残差プロットは、予測値と正解値との差（残差）を視覚化するグラフである（図 22、23）。今回は技能者とモデルそれぞれの予測精度をプロットする。

縦軸には「商品化率の誤差」(残差)、横軸には「入卵個数(個)」が表示される。

【定性分析結果】

- 両テストデータにおいて、残差プロットは同様の傾向を示している。これは、異なるデータセットにおいても、モデルの予測性能が概ね一貫していることを示唆している。
- 種卵数判断モデルによる残差の分布は、技能者によるものと比較して、横軸に近く分布している。これは、種卵数判断モデルの方が実際の入卵個数をより正確に予測していることを示している。残差が小さいほど、予測の精度が高いことを意味する。
- 技能者による残差の分布は、0以上の範囲に安全方向に振られている傾向がある。これは、技能者が実際の入卵個数をより慎重に、または保守的に予測していることが読み取れる。

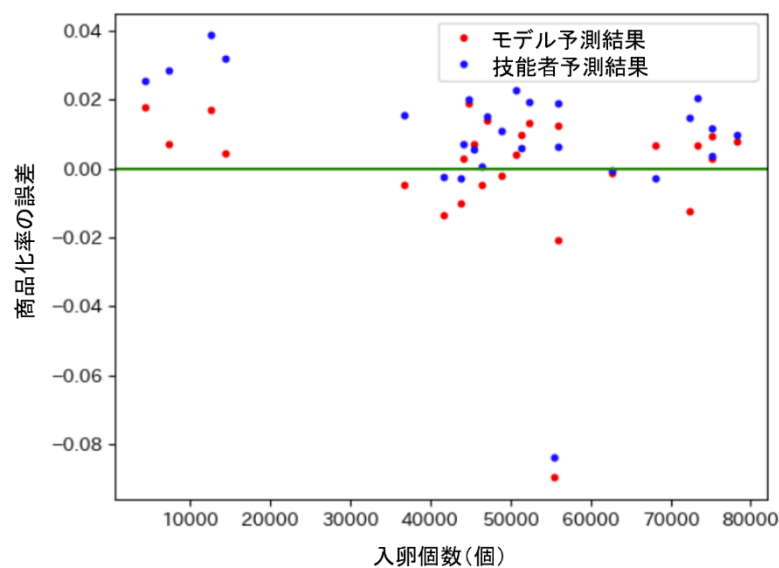


図 22 テストデータ 1 に対する残差プロット

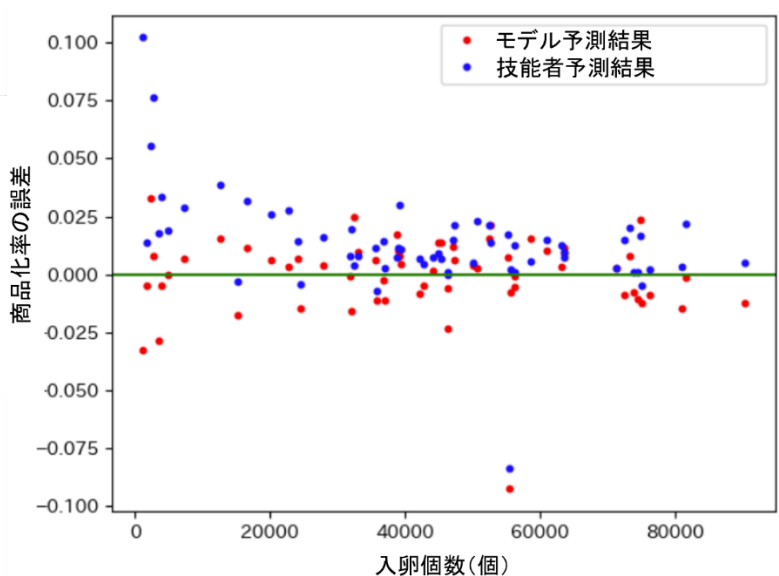


図 23 テストデータ 2 に対する残差プロット

### 3.2.1.5 ②判断業務の自動化×ウ) ひなの健康状態判別の実施結果

#### 【物体検出モデルの定量分析結果 (YOLO v7 モデル)】

学習済み YOLO v7 モデルの分類性能評価のため、IoU (Intersection over Union) 閾値 0.9、ならびに信頼度閾値 0.9 の条件下で、Precision、Recall、F1 スコアを算出した定量評価を示す。  
 なお、検出対象は画像中のひなの領域であり、テストデータの枚数は 240 枚である。

#### モデルのパフォーマンス

本テストデータに対しては、IoU 閾値 0.9 の条件で画像中からひなの領域を漏れなく抽出できていることがわかる。ひなの領域を後段の ViT へ渡す機能を兼ね備えていることを確認した。

- Precision : 1.0
- Recall : 1.0
- F1 スコア: 1.0

#### 【分類モデルの定量分析結果 (ViT モデル)】

学習済み ViT モデルの分類性能評価のため、ひな個体毎の混同行列ならびに Precision、Recall、F1 スコア、Accuracy の定量評価を表 70 に示す。

ViT モデルの評価結果では、F1 スコアが 0.862 となっており、これは Precision (適合率) と Recall (再現率) が適切にバランスしていることを示している。Precision が 0.8929 であることは、モデルが NG と判断したケースの約 89.29%が実際に NG であったことを意味し、誤検出が少ないことを示している。Recall が 0.8333 であることは、実際の NG ケースの約 83.33%が正確に検出されたことを意味し、モデルの性能が高いことが示される。これらの結果から、ViT モデルは NG ケースの識別する能力があることを示している。ただし、異常なひなを正常と判断した件数 (FN) が 5 件 (8.3%) 存在し、本技術代替のみでは、異常なひなを見逃してしまう可能性がある。また、正常なひなを異常と判断した件数 (FP) も 3 件あり、商品化率を下げる要因となる。このため、モデルの改善が必要であり、特に異常なひなを正常と誤って判断した事例は、顧客の望まないひなを出荷することに繋がるため、減らすことが非常に重要である。

表 70 ウ) ひなの健康状態判別 技術実証確認項目  
 (ひな個体毎のモデル分類結果を混同行列を用いて示した表)

凡例：(事前の目視ラベルと一致：緑色、事前の目視ラベルと不一致：赤色)

ひな個体毎の混同行列		モデル分類結果	
		OK (Negative)	NG (Positive)
技能者がつけた 正解ラベル	OK (Negative)	27/60 (45%) (TN: 正常なひなを正常と判断できた)	3/60 (5%) (FP: 正常なひなを異常と判断した)

	NG (Positive)	5/60 (8.3%) (FN: 異常なひなを正常と判断した)	25/60 (41.7%) (TP: 異常なひなを異常と判断できた)
--	------------------	------------------------------------	---------------------------------------

混同行列から算出した評価指標は以下の通りである。

- Precision = 0.8929
- Recall = 0.8333
- F1 スコア = 0.862
- Accuracy = 0.8667

技能者が付けた NG ラベル毎に見たモデル分類結果を表 71 に示す。結果として、「小さい」と「へそじまり」の 카테고리において、今回のテストデータではモデルは 100%の正答率を達成した。一方、「虚弱」、「弾力」、及び「色」の 카테고리では、正答率が 80%となる。本結果は、モデルがこれらのラベルに関しては若干の誤判定を行う可能性があることを示唆している。特に、「奇形」カテゴリーにおける 60%の正答率に関しては、他のカテゴリーと比較して若干低めであることが観察される。これは、「奇形」カテゴリーの多様性があることに加え、学習データの量が少なく特徴を学びきれていないことが考えられる。

表 71 ウ) ひなの健康状態判別 技術実証確認項目  
(異常ラベル毎の正答率の結果)

異常ラベル	テスト数	モデルが正しく判断した数	正答率
小さい	5	5	5/5(100%)
虚弱	5	4	4/5(80%)
弾力	5	4	4/5(80%)
へそじまり	5	5	5/5(100%)
色	5	4	4/5(80%)
奇形	5	3	3/5(60%)

### 【分類モデルの定性分析結果（ViTモデル）】

成功例:

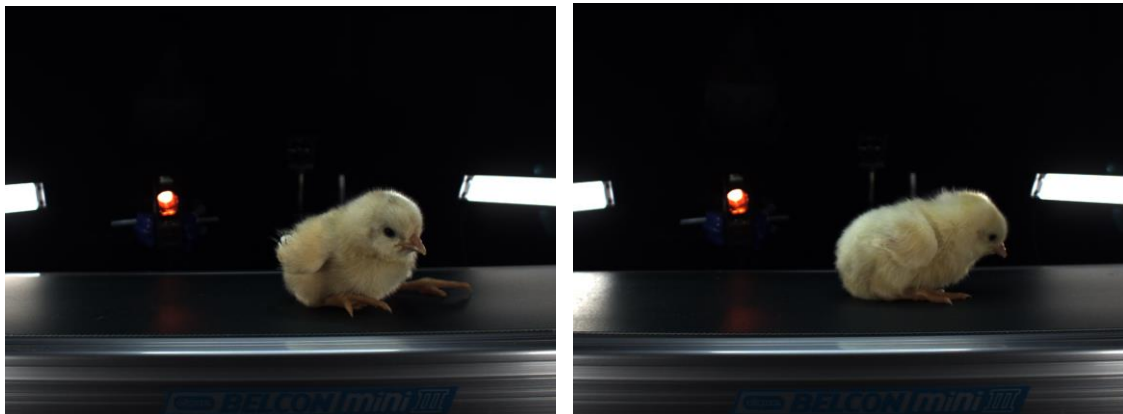


図 24 モデルが異常ラベルを正しく判断した画像例（左 小さい、右 へそじまり）

失敗例:

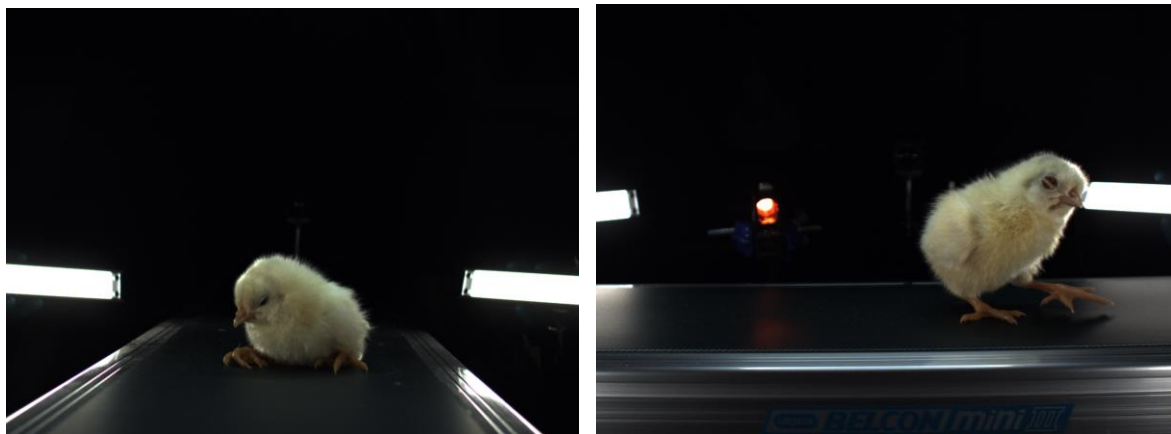


図 25 モデルが異常ラベルを正しく判断できなかった画像例（左 足の奇形、右 目の奇形）

#### 3.2.1.6 アンケート実施結果

##### (1) アンケート回答者

本技術実証技術が、業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるかについて明らかにするため、日本種鶏孵卵協会に所属する会員の中からふ化場を保有する企業（51社）に対しアンケート依頼し、内20社からアンケート回答を得た。また、アンケート回答内容について詳しく理解するため、アンケート回答者のうち6社に個別ヒアリングを行った。ヒアリング可能と回答した企業の中から、入卵規模が小規模（100万～1,000万未満）、中規模（1,000万～2,000万未満）、大規模（2,000万以上）それぞれから1社以上を選定しヒアリングを行った。個別ヒアリング結果は添付資料に記載する。

##### (2) アンケート結果

アンケート結果のサマリを以下に記載する。アンケート結果の詳細は添付資料に記載する。

## ア) セッターの温度管理

### ● ①現場業務の遠隔化

- 現在セッターの温度管理をリモート環境でできないと答えた企業は 15 社（75%）である。できないと答えた企業のうち、遠隔でセッターの温度管理をしたいと回答したのは 9 社（60%）であった。特に勤務時間外（夜間、休日）の対応においてニーズが大きいことが分かった。複数の企業への個別ヒアリングの結果より、遠隔化の実現により勤務時間外（夜間、休日）のセッター管理への活用において経営的なメリットがあるということが分かった。
- セッターにデータのダウンロード機能がないと答えた企業は 60%であった。ダウンロード機能がないセッターは 2000 年以前に導入されたものがほとんどであった。耐用年数は一定ではないため、セッターの入れ替え時期は不明。よって、現時点ではダウンロード機能を有するセッターが導入されるかは判断ができない。
- 遠隔からセッターの温度管理をしたいと答えた企業のうち、導入のための投資可能金額で最も多い回答は 100～300 万円（4 社）であった。次に多い回答は、100 万円以下（3 社）であった。

### ● その他

- セッターの温度管理自動化の仕組みについては、既に 90%の施設で導入済み（セッターの機能として備わっている）であるとの回答であった。

## イ) セッターへ投入する種卵数判断

### ● ①現場業務の遠隔化

- セッターへ投入する種卵数判断をリモート環境でできないと答えた企業は 10 社（50%）である。できないと答えた企業のうち、リモートでセッターへ投入する種卵数判断を行いたいと回答したのは 3 社（30%）であった。
- セッターへ投入する種卵数判断に必要なデータが電子化されていると答えた企業は 2 社（10%）であった。その他の企業は、電子データと紙、または、紙のみであった。
- 遠隔からセッターへ投入する種卵数判断を行いたいと答えた企業のうち、導入のための投資可能金額で最も多い回答は 100 万円以下（2 社）であった。
- 天候やふ化場の場所により、セッターへ投入する種卵数判断に必要なデータ取得、閲覧、業務判断ができないということがあると答えた会社は 2 社（10%）であった。

### ● ②判断業務の自動化

- セッターへ投入する種卵数判断を手動（もしくは手動と自動両方）で実施していると答えた企業は 19 社（100%）であった。手動（もしくは手動と自動両方）で実施していると答えた企業のうち、セッターへ投入する種卵数判断を自動化したいと回答したのは 7 社（37%）であった。
- 自動化をしたいと答えた企業のうち、導入のための投資可能金額で最も多い回答は 100～300 万円（5 社）であった。



## ウ) ひなの健康状態判別

### ● ①現場業務の遠隔化

- ひなの健康状態判別をリモート環境でできないと答えた企業は 19 社（100%、1 社未回答）である。できないと答えた企業のうち、リモートでひなの健康状態判別を行いたいと回答したのは 5 社（26%）であった。
- ひなの健康状態判別を行う際の 1 日当たりの最大処理羽数と作業時間は平均で処理羽数 4.9 万羽、作業人員 3.4 名、作業時間 3.6 時間であった。ひな 1 羽の健康状態判別をするための平均作業時間は約 0.9 秒となる。
- 遠隔からひなの健康状態判別を行いたいと答えた企業のうち、導入のための投資可能金額で最も多い回答は 100～300 万円（2 社）であった。
- 天候やふ化場の場所により、ひなの健康状態判別に必要なデータ取得、閲覧、業務判断ができないと答えた企業は 5 社（25%）であった。

### ● ②判断業務の自動化

- ひなの健康状態判別を手動で実施していると答えた企業は 19 社（100%、1 社未回答）である。手動と答えた企業のうち、自動でひなの健康状態判別を行いたいと回答したのは 14 社（74%）であった。
- 自動化をしたいと答えた企業のうち、導入のための投資可能金額で最も多い回答は 100～300 万円（5 社）であった。次に多い回答は、300～500 万円（3 社）、1,000 万円以上（3 社）であり、企業によりばらつきがあった。

### 3.2.2.技術実証の評価結果

#### 3.2.2.1 ①現場業務の遠隔化×共通項目の評価結果

(1) 業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるか

3.1.2 ①現場業務の遠隔化の評価ポイント及び方法の評価項目の大項目(1) 業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるかの総合評価結果を表 72 に示す。(1)の項目は(1)-1～(1)-4 の4つの小項目からなり、各小項目の評価項目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する。総合評価の付け方は3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

- ア) セッターの温度管理、イ) セッターへ投入する種卵数判断は、(1)-1 入手容易性、(1)-2 ふ化場への導入可能性、(1)-3 システムのレイアウト、フォーマットの評価結果が○であり、小項目の○の数が過半数のため総合評価を○と評価した。
- ウ) ひなの健康状態判別は、(1)-1 入手容易性、(1)-3 システムのレイアウト、フォーマットの評価結果が○であり、小項目の○の数が過半数のため総合評価を○と評価した。

表 72 ①現場業務の遠隔化

(1) 業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるか 総合評価結果

	総合評価結果	評価項目（小項目）			
		(1)-1 入手容易性	(1)-2 ふ化場への 導入可能性	(1)-3 システムの フォーマット、 レイアウト	(1)-4 導入を阻害 する要素
ア) セッターの温度管理	○	○	○	○	対象外
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	○	○	○	対象外
ウ) ひなの健康状態判別	○	○	×	○	対象外

(1)- 1 利用する計算機資源、ソフトウェア・ライブラリ、センサー等は一般的に入手容易な技術を用いているか

利用する計算資源、ソフトウェア、ライブラリ、センサー等をリスト化した結果を表 73 に示す。本技術実証の遠隔モニタリングシステムはクラウド環境における Web アプリケーションとして構築した。クラウドのサーバーを活用することで、Web ブラウザ（Chrome、Bing 等）にアクセス可能な PC とインターネット通信があれば利用できる技術を用いた。

ウ) ひなの健康状態判別で使用したカメラ撮像装置も一般的に国内で入手可能な製品を使用した。

表 73 利用方法および利用したソフトウェア・ライブラリ、テスト環境

利用方法	インターネット通信
利用したソフトウェア、ライブラリ	ア) ～ウ) 共通 ・Amazon Lightsail

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Google Drive</li> <li>・Google Apps Script</li> </ul> ウ) ひなの健康状態判別のみ <ul style="list-style-type: none"> <li>・産業用カメラ          東芝テリー製          BG160MCG</li> <li>・カメラ撮影用ソフト      東芝テリー製          Teliviewer</li> <li>・光電センサー          オムロン製          E3JK-DR12-C 2M</li> </ul>
PC仕様	OS : Windows 10 Pro 64bit CPU : intel core i5 vPro 8th Gen メモリ : 16.0 GB
通信速度	接続方式 : Wi-Fi データ転送速度 : 上り 68.23Mbps、下り 60.73Mbps ※11/21 Ridge-i 計測

(1)-2 全国のふ化場のうち一定割合以上で本技術実証技術の導入可能性があるか

国内のふ化場にアンケートを実施した結果より、技術導入ニーズの有無、技術上の導入可能性、運営上の導入可能性の観点で評価を行った結果を表 74 に示す。

- ア) セッターの温度管理は A.技術導入ニーズの有無、C.運営上の導入条件の評価結果が○であり、○の数が過半数のため総合評価を○とした。
- イ) セッターへ投入する種卵数判断は、C.運営上の導入条件のみの評価結果が○であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。
- ウ) ひなの健康状態判別は、C.運営上の導入条件のみの評価結果が○であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。

表 74 ①現場業務の遠隔化 全国ふ化場への導入可能性の評価結果

	総合評価結果	アンケート評価項目		
		A.技術導入ニーズの有無	B.技術上の導入条件	C.運営上の導入条件
ア) セッターの温度管理	○	○ (60%程度)	× (60%程度でセッターのデータの自動ダウンロード機能追加が必要)	○ (投資可能額 100～300 万円。ソフトのサブスク、ライセンス提供により採算成立の可能性あり)
イ) セッターへ投入する種卵数判断	×	× (30%程度)	× (90%でデータの電子化が必要)	○ (投資可能額 100 万円以下。ソフトのサブスク、ライセンス提供により採算成立の可能)

				性あり)
ウ) ひなの健康状態判別	×	× (30%程度)	× (ひな選別にかかる時間が課題である)	× (投資可能額100～300万円。撮像装置の追加、設備改造が必要であり、採算成立が困難な可能性あり)

各項目の評価理由を以下に記載する。

①現場業務の遠隔化 × ア) セッターの温度管理

- 遠隔化のニーズは半数以上の割合であり、一定割合以上でニーズはあるといえる。セッターにデータのダウンロード機能がないと答えた企業は60%程度であり、セッターへのダウンロード機能の搭載有無が技術上の導入を阻害する要因となる。ダウンロード機能がない場合、本技術実証技術でのクラウドへの自動データアップロードができない。また、ダウンロード機能がある場合も、自動タイマーでのダウンロードができない場合、手動でのダウンロードが必要であるため、この場合も自動データアップロードができない。

表 75 セッターのデータダウンロード機能の有無に関する回答結果 (n=20)

ダウンロード機能の有無	ふ化場の回答数
ある (自動タイマー機能あり)	3 (15%)
ある (自動タイマー機能なし)	5 (25%)
なし	12 (60%)

- 導入のための投資可能金額で最も多い回答は100～300万円であり、ソフトウェアをサブスクリプションやライセンス提供することで、導入可能性があると判断した。コスト試算結果の詳細は3.2.2.8の(11)-2に示す。ただし、セッターのダウンロード機能追加のための費用については、セッターにより異なる仕組みを構築する必要がある可能性があるため、別途調査が必要である。

①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断

- 遠隔化のニーズは30%程度であり、現状のニーズは限定的であるといえる。
- セッターへ投入する種卵数判断に必要なデータが電子化されていると答えた企業は10%であり、データの電子化が技術上の導入を阻害する要因となる。
- 導入のための投資可能金額で最も多い回答は100万円以下である。ただし、デー

タの電子化が可能であれば、設備改造等にかかる初期費用は不要となるため、導入可能性があると判断した。コスト試算結果の詳細は(11)-2 に示す。

①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別

- 遠隔化のニーズは 30%程度であり、現状のニーズは限定的であるといえる。
- ふ化場の現場において技能者がひなの健康状態判別を行う際のひな 1 羽を選別するための作業時間は約 0.9 秒/羽である。技術実証における技能者のひな 1 羽当たりの確認時間平均値は 7～10 秒程度、撮像装置におけるひなの撮影可能間隔は 3 秒程度である。遠隔化により、現場と同等の速度で選別するためには、技能者の確認時間および撮影可能間隔の短縮が課題となる。
- 導入のための投資可能金額で最も多い回答は 100～300 万円である。システム以外にひなの撮像装置の追加、設備改造が必要となるため、採算成立が困難である可能性が高いと考える。

(1)-3 取得した各種データは管理しやすいデータフォーマット・レイアウトとなっているか

Web アプリケーション上で表示されるデータについて、そのデータフォーマットや画面レイアウトはユーザーにとって管理しやすいかを技術実証で定性評価を行った（表 76）。

現場検証の結果、ア) ～ウ) 全ての項目について、テストを実施した技能者全員が、Web アプリケーションの画面はユーザーにとって理解しやすいレイアウトであるという回答であった。

表 76 技術実証結果 データフォーマットやレイアウトに関する回答結果

	評価結果	技能者が理解しやすいと評価した人数
ア) セッターの温度管理	○	3/3 (100%)
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	2/2 (100%)
ウ) ひなの健康状態判別	○	3/3 (100%)

(1)-4 上記以外に、導入を阻害する重要な要素は何か。その影響度合いはどの程度か

上記以外にふ化場への本技術実証技術の導入を阻害する要素はなかったため、(1)-4 は評価対象外とする。

(2)現行の業務と同等以上の精度で業務内容を実施可能であるか

3.1.2 ①現場業務の遠隔化の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(2) 現行の業務と同等以上の精度で業務内容を実施可能であるかの総合評価結果を表 77 に示す。(2)の項目は(2)-1、(2)-2 の 2 つの小項目からなり、各小項目の評価項目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する。総合評価の付け方は 3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

- ア) セッターの温度管理、イ) セッターへ投入する種卵数判断は(2)-1 現場と同等の精度か、(2)-2 Web アプリケーション UI・UX の評価結果が○であり、小項目の○の数が過半数のため総合評価を

○とした。

- ウ) ひなの健康状態判別は(2)-1 現場と同等の精度かの評価結果が×であり、小項目の○の数が半数以下のため総合評価を×とした。

表 77 ①現場業務の遠隔化

(2) 現行の業務と同等以上の精度で業務内容を実施可能であるか総合評価結果

	総合評価 結果	評価項目 (小項目)	
		(2)-1 現場と同等の精度 か	(2)-2 Web アプリケー ション UI・UX
ア) セッターの温度管理	○	○	○
イ) セッターへ投入する種卵数 判断	○	○	○
ウ) ひなの健康状態判別	×	×	○

(2)-1 各業務について技能者が現場で行っていた判断の精度と同等以上であるか

技術実証で Web アプリケーション使用時の精度が現場で行っていた判断の精度と同等以上であるか定性評価を行った (表 78)。

- ア) については、過半数の技能者が現場の判断と同等の精度と評価したため○とした。技能者 B がデータの更新頻度の観点で現場と同等でないと評価したが、現在 1 時間刻みのデータ更新間隔に対し将来的には 5 分間隔でのデータ更新が可能である見込みであり、本課題は解消できる見込みである。
- イ) については、全ての技能者が現場の判断と同等の精度と評価したため○と評価した。
- ウ) については、全ての技能者が現場の判断と同等でないと評価したため×とした。テストを実施したひな 60 羽に対する OK=正常、NG=異常判断の正答率は約 7 割であり、現場の判断 (ほぼ 100%) よりも低い結果となった。

表 78 技術実証結果 判断の精度に関する回答結果

	評価結果	質問	同等と評価した人数
ア) セッターの温度管理	○	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	2/3 (66%)
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	2/2 (100%)
ウ) ひなの健康状態判別	×	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設	0/3 (0%)

		内と同等の判断が可能か	
--	--	-------------	--

(2)-2 遠隔からアクセスする Web アプリケーションは、技能者が効率的に確認できる UI・UX となっているか

Web アプリケーションがユーザーにとって効率的に確認できるかを、現場検証で定性評価を行った（表 79）。Web アプリケーションを使用した判断がふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるかを質問し、回答結果より評価する。

- ア) セッターの温度管理は、全ての技能者が現場の判断と同等の負荷と評価したため○と評価した。
- イ) セッターへ投入する種卵数判断は、全ての技能者が現場の判断と同等の負荷と評価したため○と評価した。
- ウ) ひなの健康状態判別は、過半数の技能者が現場の判断と同等の負荷と評価したため○とした。技能者 B が同等の負荷でないと回答した理由としては、1 つのひなに対して 4 つの静止画像を 1 つずつ拡大して見る必要があるため、操作の負担があるとのことであった。画面サイズの拡大や UI・UX の改善（例：ひな部分を自動で検出し拡大する仕組み）を将来的に行うことで、解消できる可能性がある。

表 79 技術実証結果 UI・UX に関する回答結果

	評価結果	質問	同等と評価した人数
ア) セッターの温度管理	○	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	3/3 (100%)
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	2/2 (100%)
ウ) ひなの健康状態判別	○	Web アプリケーションを使用した判断はふ化場施設内の作業と比べ同等の負荷であるか	2/3 (66%)

### 3.2.2.2 ① 現場業務の遠隔化 × ア) セッターの温度管理の評価結果

(5) 機械（セッターや遠隔で情報収集する機器等）の状態について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるか

3.1.2 ①現場業務の遠隔化の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(5) 機械（セッターや遠隔で情報収集する機器等）の状態について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるかの総合評価結果を表 80 に示す。(5)の項目は(5)-1～(5)-3 の 3 つの小項目からなり、各小項目の評価項

目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する。総合評価の付け方は 3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

- ア) セッターの温度管理は、(5)-1 データの取得、(5)-2 機械の状態判断、モニタリング、(5)-3 遠隔での可能性の評価結果が○であり、小項目の○の数が過半数のため総合評価を○とした。

表 80 ①現場業務の遠隔化 (5)総合評価結果

	総合評価 結果	評価項目 (小項目)		
		(5)-1 データの取得、 閲覧	(5)-2 機械の状態判 断、モニタリング	(5)-3 遠隔での 可能性
ア) セッターの温度 管理	○	○	○	○

(5)-1 遠隔で判断に必要なデータが取得可能か、またそれらは閲覧可能か

遠隔で判断に必要なデータが取得可能かについて、機械の状態確認、業務の判断に必要なデータとは何かを技能者へのヒアリングを行い、リスト化した (表 81) 。全ての項目について取得が可能であった。

また、データがシステムで閲覧可能かを、技術検証で定性評価を行った (表 82) 。技術実証では、セッターの温度・湿度・ダンパーおよび故障や異常の項目について確認できるかについて技能者が評価する。

技術検証結果から、全ての技能者が各項目について確認可能と評価したため○とした。

表 81 機械の状態確認、業務の判断に必要なデータ

業務	項目	内容	取得 可否
機械の状態判 断	温度	セッター内の温度を示す。入卵時からふ化までの期間の設定値をあらかじめ入卵時にセットする。	○
	湿度	セッター内の相対湿度を示す。入卵時からふ化までの期間の設定値をあらかじめ入卵時にセットする。	○
	ダンパー	セッター内空調のダンパーの開度を示す。入卵時からふ化までの期間の設定値を入卵時にセットする。	○
業務の判断	アラート	温度、湿度、ダンパーの設定値から実測値から外れた場合、または、機器の故障時に警報を発報する。	○

表 82 技術実証結果 機械のデータ取得、閲覧に関する回答結果



	評価結果	質問	確認できると回答した結果
ア) セッターの温度管理	○	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーデータが参照できるか	3/3 (100%)
		Web アプリケーションからセッターの故障が確認できるか	3/3 (100%)

(5)-2 遠隔で機械の状態の判断が行えるか、故障等のモニタリングが可能か

遠隔で機械の状態判断が行えるか、故障等のモニタリングが可能かを Ridge-i が機能の動作確認を行い評価した (表 83)。

全ての項目で動作確認できたため○と評価した。

表 83 技術実証結果 技術実証確認項目 (Ridge-i による確認項目)

	評価結果	質問	評価結果
ア) セッターの温度管理	○	特定のストレージに格納された温度・湿度・バンカーの情報が記されたファイルを一定間隔でクラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロード可能である
		特定のストレージに格納された故障アラートの情報が記されたファイルを一定間隔でクラウド上のバックエンドサーバーに自動でアップロードできるか	アップロード可能である
		アップロードされたファイルはいつのどのデータを識別可能に管理されているか	管理されている
		アップロードされたファイルデータは Web アプリケーションから参照できるようにデータベースで管理されているか	管理されている
		Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・バンカーの状態データは一定間隔おきに最新の情報を更新可能か	更新可能である
		Web アプリケーションからセッターの故障アラートは一定間隔おきに最新の情報を更新可能か	更新可能である

(5)-3 セッターの温度管理を遠隔で可能か

セッターの温度管理について、遠隔から実現可能であるかを現場検証で定性評価を行った（表 84）。セッターの温度データが参照できるか、Web アプリケーションを使用した判断がふ化場施設内と同等の判断が可能かを質問し、回答結果より評価する。

全ての技能者が現場の判断と同等と評価したため○と評価した。

表 84 技術実証結果 使用時の精度に関する回答結果

	評価結果	質問	同等と評価した人数
ア) セッターの温度管理	○	Web アプリケーションからセッターの温度・湿度・パンカーデータが参照できるか	3/3 (100%)
		Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	3/3 (100%)

3.2.2.3 ①現場業務の遠隔化 × イ) セッターへ投入する種卵数判断の評価結果

(3)セッターへ投入する種卵数の判断について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるか

3.1.2 ①現場業務の遠隔化の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(3) セッターへ投入する種卵数の判断について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるかの総合評価結果を表 85 に示す。(3)の項目は(3)-1～(3)-3 の 3 つの小項目からなり、各小項目の評価項目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する。総合評価の付け方は 3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

●(3)-1 データの取得、閲覧、(3)-2 遠隔での状態判断、(3)-3 天候や設置場所の影響の評価結果が○であり、小項目の○の数が過半数のため総合評価を○とした。

表 85 ①現場業務の遠隔化

(3) セッターへ投入する種卵数の判断について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるか 総合評価結果

	総合評価結果	評価項目 (小項目)		
		(3)-1 データの取得、 閲覧	(3)-2 遠隔での状態 判断	(3)-3 天候や設置場 所の影響
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	○	○	○

(3)-1 遠隔で判断に必要なデータが取得可能か、またそれらは閲覧可能か

遠隔で判断に必要なデータが取得可能かについて、セッターへ投入する種卵数判断に必要なデータとは何かを技能者へのヒアリングを行い、リスト化した（表 86）。全ての項目について取得が可能であった。

また、データがシステムで閲覧可能かを、技術検証を実施し定性評価を行った（表 87）。具体的には、技能者に Web アプリケーションを確認してもらい、セッターへ投入する種卵数判断に必要なデータについて参照できるかについて質問し、回答結果より評価する。

技術検証結果から、全ての技能者が必要なデータを参照可能と評価したため○と評価した。Web アプリケーションの改善点について、種鶏場の情報について減耗状況（死亡化率）等のデータも見ると良いという意見があった。将来的に、現場で必要なデータが全て見れるように、情報を追加する必要がある。

表 86 セッターへ投入する種卵数の判断に必要なデータ

業務	項目	内容	取得可否
スケジュール決定	作成日	入卵予定表の作成日。	○
	入卵日	セッターへ種卵を投入する日。発生日から逆算（21 日前）して設定する。	○
	発生日	ひなの発生日。たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場は火曜日と金曜日が発生日となっている。	○
セッターへ投入する種卵数の判断	鶏種	セッターへ投入する種卵を産む種鶏の種類（商品名）を示す。たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場の場合、ジュリアライトとボリスブラウンという鶏種を採用している。	○
	受注羽数	ひなの納入先からの注文羽数。鶏種の羽数で受注される。	○
	ロット	種卵を産む種鶏の中で同じ日に発生した種鶏のグループを示す。種鶏の週令により種卵の商品化率（入卵した種卵がひなとなり商品となる割合）が変化するため、同じロット毎に種卵を管理している。	○
	入卵時の週令	入卵時の種鶏の週令。種鶏の週令により種卵の商品化率を予想する。	○
	種卵在庫予想数	入卵時の種卵在庫の予想数。 ※技術実証では種卵在庫予想数を決めるための十分なバックデータが得られなかったため、仮値として作成日から至近 7 日分の種鶏の産卵数をデータとして使用した。	○
	標準商品化率	種鶏メーカーが提示する標準商品化率。入卵する種卵の商品化率設定の参考にする。	○
	実績商品化率	たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場の 2014～2020 年平均の商品化率実績を示す。入卵する種卵の商品化率設定の参考にする。	○
	至近同	作成日から最も至近の同ロットの商品化率。入卵する	○

	ロット商 品化率	種卵の商品化率設定の参考にする。	
--	-------------	------------------	--

表 87 技術実証結果 種卵数の判断に必要なデータ取得、閲覧に関する回答結果

	評価結果	質問	参照できると回答した結果
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	Web アプリケーションから入卵数の設定に必要なデータが参照できるか	2/2 (100%)

(3)-2 技能者が、遠隔でセッターへ投入する種卵数の判断が行えるか

遠隔でセッターへ投入する種卵数の判断が行えるかを技術検証し、定性評価を行った（表 88）。具体的には、Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能かを質問し、回答結果より評価する。

全ての技能者が現場の判断と同等と評価したため○と評価した。

表 88 技術実証結果 遠隔で種卵数の判断が行えるかに関する回答結果

	評価結果	質問	可能と回答した結果
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	2/2 (100%)

(3)-3 天候や設置場所に関わらず必要なデータを得られるか

セッターへ投入する種卵数の判断業務のデータ取得、閲覧、業務判断に天候や設置場所の影響があるかについてアンケート結果より評価する（表 89）。

アンケート結果により、影響があると回答したふ化場は 10%であった。同業務については天候や設置場所に関わらず必要なデータが得られるという評価結果とした。

影響があると回答した内容としては、種鶏場が現在、通信環境がないため影響があると回答があった。通信環境がない施設の場合はデータの閲覧やアップロードができないため、通信環境の整備が必要である。

表 89 アンケートで種卵数の判断に天候、設置場所の影響があると回答したふ化場の割合

	評価結果	質問	あると回答した割合
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	天候やふ化場の場所により、セッターへ投入する種卵数判断に必要なデータ取得、閲覧、業務判断ができないということがあるか。	10%

3.2.2.4 ①現場業務の遠隔化 × ウ) ひなの健康状態判別の評価結果

(4) ひなの健康状態判別について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるか

3.1.2 ①現場業務の遠隔化の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(4) ひなの健康状態判別について、技能者が遠隔でモニタリング可能であるかの総合評価結果を表 90 に示す。(4)の項目は(4)-1～(4)-5 の 5 つの小項目からなり、各小項目の評価項目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する。総合評価の付け方は 3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

●(4)-1 データ取得、閲覧、(4)-2 遠隔での状況判断、(4)-3 カメラによるデータ取得の評価が×であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。

表 90 ①現場業務の遠隔化 (4)総合評価結果

	総合評価結果	評価項目 (小項目)				
		(4)-1 データ取得、閲覧	(4)-2 遠隔での状況判断	(4)-3 カメラによるデータ取得	(4)-4 動画像の解像度	(4)-5 天候や設置場所の影響
ウ) ひなの健康状態判別	×	×	×	×	○	○

(4)-1 遠隔で判断に必要なデータが取得可能か、またそれらは閲覧可能か

遠隔で判断に必要なデータが取得可能かについて、ひなの健康状態判別に必要なデータとは何かを技能者へのヒアリングを行い、リスト化した (表 91) 。

また、データがシステムで閲覧可能かを、技術検証を実施し定性評価を行った (表 92) 。具体的には、技能者に Web アプリケーションを確認してもらい、ひなの画像について参照できるかについて質問し、回答結果より評価する。

見た目はひなを 4 方向からカメラ撮影することでほとんどの面が取得できたが、異常ラベルのへそじまりの判断を行うために確認が必要なひなの腹部 (コンベヤとの接地面) については撮影することができ

なかったため×と評価した。また、触覚については、データを自動取得する仕組みを構築することができなかったため×と評価した。ひなの画像について参照できるかの質問については、全ての技能者が参照できると回答した。

撮像でひなのデータを取得できない部分があり、また触覚のデータ取得ができなかったため、結論として×と評価した。

表 91 ひなの健康状態判別に必要なデータ

項目	内容	取得可否
見た目	目視でひなの健康状態を判断する。 ※関係する異常ラベル：小さい、虚弱、へそじまり、色、奇形	× (ひなの腹部を取得できず)
触覚	手の指の触覚でひなの健康状態を判断する。 ※関係する異常ラベル：弾力	×

表 92 技術実証結果 ひなの健康状態判別に必要なデータ取得、閲覧に関する回答結果

	評価結果	質問	可能であると回答した結果
ウ) ひなの健康状態判別	○	Web アプリケーション上のひなの画像が参照できるか	3/3 (100%)

#### (4)-2 技能者が、遠隔でひなの健康状態の判断が行えるか

遠隔でひなの健康状態の判断が行えるかについて、定性評価を行った（表 93）。具体的には、Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能かを質問し、回答結果より評価する。

全ての技能者が現場の判断と同等でないと評価したため×と評価した。技能者のコメントより、特定の異常のラベル（大きさ、虚弱、弾力、へそじまり）は画像では判断できないことが分かる。

##### ● 技能者のコメント

- 大きさの判断は比較対象がないと分からない（画像に映るひなが 1 羽ずつのため）  
（技能者 A）
- 弾力を画像から判断するのは困難（技能者 A）
- ひなを裏返してみないとわからないお腹周りが画像では見えず、へそじまりの判断が困難（技能者 C）
- 現場作業では刺激を与えて動くかで虚弱度合いを判断しており、画像ではその確認ができない（技能者 B）

表 93 技術実証結果 遠隔でひなの健康状態の判断が可能かの回答結果

	評価結果	質問	同等と回答した結果
ウ) ひなの健康状態判別	×	Web アプリケーションを使用することでふ化場施設内と同等の判断が可能か	0/3 (0%)

(4)-3 カメラ等により必要十分なデータを取得できるか

本技術実証のカメラ撮像装置の画像より必要十分なデータが取得可能かについて、技術実証の技能者による異常ラベルの正答率に基づき考察を行う（表 94）。

考察の結果、本カメラ撮像装置の画像では必要十分なデータを取得することは満足できていないため、×と評価した。

表 94 技能者による異常ラベルの正答率

異常ラベル	正答率	考察結果
小さい	60%	現在大きさを判断するためには他のひなと相対比較をし判断しており、1羽ずつのひなの画像では判断が困難であるため正答率が下がったと考えられる。
虚弱	33%	現在虚弱を判断するためにはひなの動きで判断をしており、画像では動きが確認できないため正答率が下がったと考えられる。
弾力	60%	現在弾力を判断するために手の指でひなを触り判断しており、画像では確認できないため正答率が下がったと考えられる。
へそじまり	27%	現在へそじまりを判断するためにはひなを裏返してお腹周りを見ており、本カメラ撮像装置の画像ではひなを横方向から撮影しているため、ひなの下に位置する腹部が写っていない場合があり、正答率が下がったと考えられる。
色	60%	現在色を判断するためには他のひなと相対比較をし、判断している可能性があり、1羽のひなでは判断が困難であるため正答率が下がったと考えられる。
奇形	93%	正答率が高いため、奇形は画像で判断ができる可能性がある。

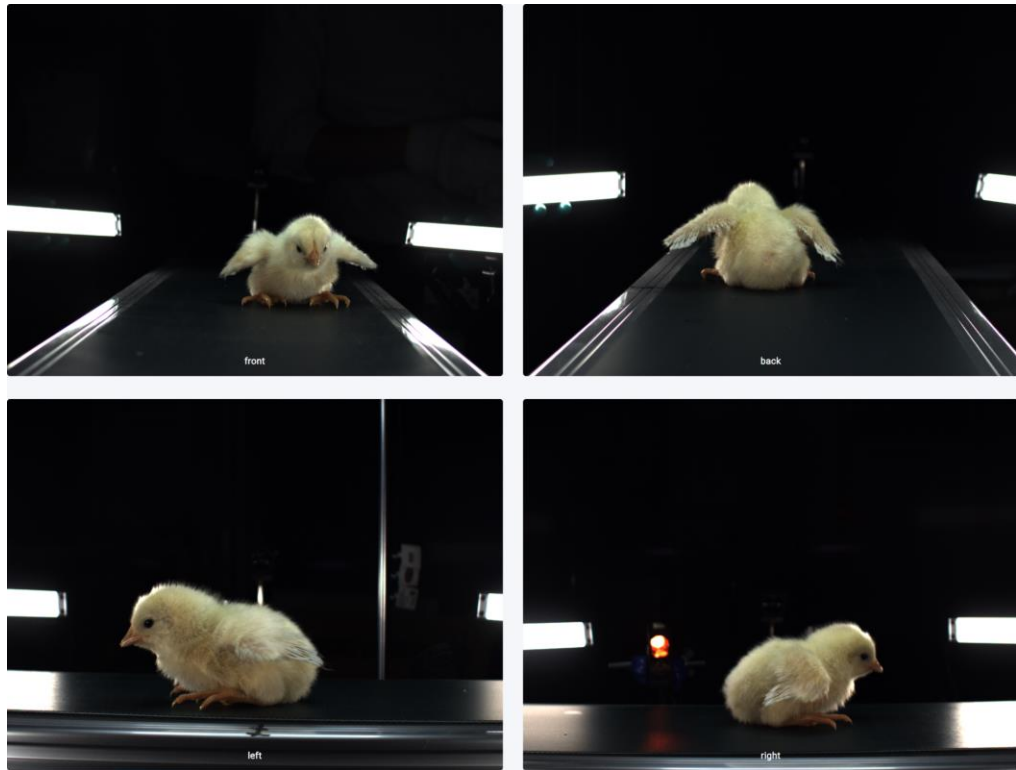


図 26 カメラ撮像装置で取得した正常なひなの画像（ひな No.1）



図 27 色に異常があるひなの画像（左：ひな No.31、右：ひな No.45）

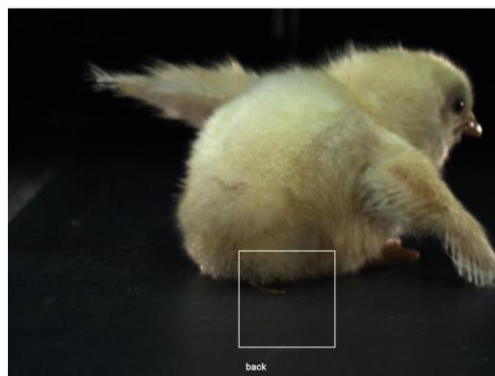


図 28 ヘそじまりに異常があるひなの画像（ひな No.59）



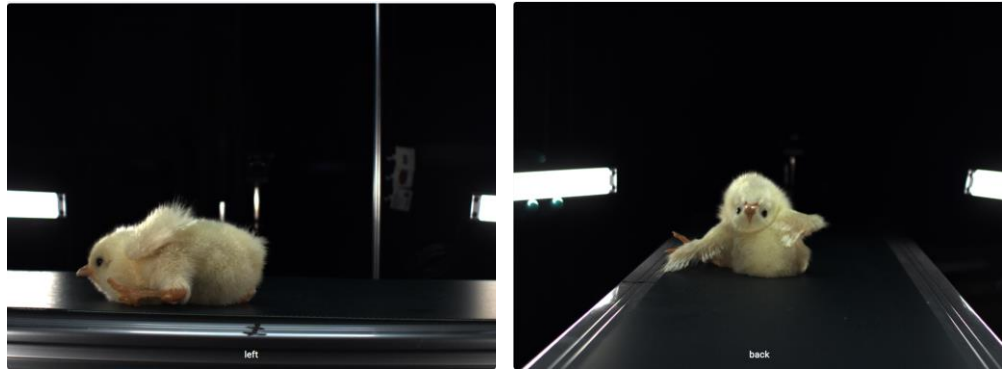


図 29 奇形のひな画像（左：ひな No.30、右：ひな No.37）

(4)-4 必要な動画像の解像度であるか

必要な動画像の解像度であるか技術検証を実施し定性評価を行った。Web アプリケーション上のひなの画像の解像度は判断上十分かを質問し、回答結果より評価する（表 95）。

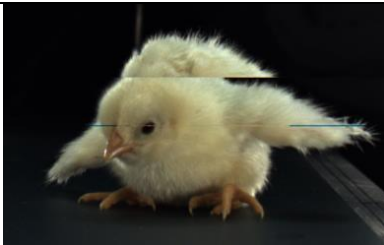
全ての技能者が十分と評価したため○と評価した。

技術実証では一部の画像にて画像内が切れた状態で保存される事象が見られた。その事象の分析と対策案についても表 96 に記載する。本現象については表 96 記載の対策案を実施することで改善できる見込みである。

表 95 技術実証結果 動画像の解像度に関する回答結果

	評価結果	質問	十分と回答した結果
ウ) ひなの健康状態判別	○	Web アプリケーション上のひなの画像の解像度は判断上十分なものか	3/3 (100%)

表 96 画像保存時に一部発生した事象分析と対策案

対象画像 (例)	
異常内容	撮影したひなが一部で切れてしまい、ひなの身体が切れて表示された状態でフォルダに保存されてしまった。
想定原因	上記が「コマ落ち」した画像状態であることから、以下が原因と想定される。 ※コマ落ち：転送されたデータの単位であるフレームの一部が何らかの理由で欠けてしまい、画像の一部が途切れる事象。 ・PC の CPU・メモリ不足等が起因で内部処理がしきれずに一部フ

	<p>ームが欠けた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信環境に対して転送するデータ量が多く内部で処理がしきれずに一部フレームが欠けた。</li> <li>・通信環境が不安定になり、転送速度が遅くなったためにデータが処理しきれず、一部フレームが欠けた。</li> </ul>
対策案	<p>上記原因に対して、以下対策を実施することで事象の改善が可能であると判断する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高性能 PC での画像撮影・保存 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 連続した画像処理等も可能な高性能な CPU（Core i7 以上）やメモリが搭載された PC を用いた処理を行う。</li> </ul> </li> <li>・撮影画像サイズの圧縮 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 画像ビューアにて撮影画像のサイズを変更し、視認に十分な範囲までデータを圧縮し、データ転送量および処理に必要な時間を削減する。</li> </ul> </li> <li>・通信環境の強化 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 現在よりも高帯域が利用可能な Wi-Fi を利用、もしくは有線 LAN での接続により通信の安定化を図り、データ転送時の欠損を防ぐ。</li> </ul> </li> </ul>

#### (4)-5 天候や設置場所に関わらず必要なデータを得られるか

ひなの健康状態判別の判断業務のデータの取得、閲覧、業務判断に天候や設置場所の影響があるかについてアンケート結果より評価する（表 97）。

アンケート結果より、同業務については天候や設置場所に関わらず必要なデータが得られるという評価結果とした。

影響があると回答した内容としては、ひなの選別を行う場所が現在、通信環境がないため影響があるとした回答があった。通信環境がない施設の場合はデータの閲覧やアップロードができないため、通信環境の整備が必要である。

表 97 アンケートでひなの健康状態判別に天候、設置場所の影響があると回答したふ化場の割合

	評価結果	質問	あると回答した割合
ウ) ひなの健康状態判別	○	天候やふ化場の場所により、ひなの健康状態判別に必要なデータ取得、閲覧、業務判断ができないことがあるか。	25%

### 3.2.2.5 ②判断業務の自動化×共通項目の評価結果

(6) 業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるか

3.1.3 ②判断業務の自動化の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(6) 業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるかの総合評価結果を表 98 に示す。(6)の項目は(6)-1、(6)-2 の2つの小項目からなり、各小項目の評価項目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する。総合評価の付け方は 3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

- イ) セッターへ投入する種卵数判断は、(6)-1 入手容易性、(6)-2 ふ化場への導入可能性の評価が○であり、○の数が過半数のため総合評価を○とした。
- ウ) ひなの健康状態判別は、(6)-2 ふ化場への導入可能性の評価が×であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。

表 98 ②判断業務の自動化

(6) 業務を実施する環境（ふ化場）において導入可能な、汎用性の高い技術であるか 総合評価結果

	総合評価結果	評価項目（小項目）	
		(6)-1 入手容易性	(6)-2 ふ化場への導入可能性
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	○	○
ウ) ひなの健康状態判別	×	○	×

(6)-1 利用する計算機資源、ソフトウェア・ライブラリ、センサー等は一般的に入手容易な技術を用いているか

#### 【データ収集の仕組み】

本技術実証で開発したモデルの入力データは、遠隔化で使用したものと同様のデータを使用する。したがって、利用する計算機資源、ソフトウェア・ライブラリ、センサー等は一般的に入手容易な技術かについては、「3.2.2.1 ①現場業務の遠隔化×共通項目の評価結果」の記述を参照とする。

#### 【モデルの仕組み】

本技術実証により開発されたモデルは、Ubuntu サーバー上に設置された専用の機械学習実行環境で稼働する。本環境は、一般的に日本国内で購入可能な GPU を活用しており、広範なアクセス性と適応性を備えている。また、当該技術の開発に際しては、オープンソースのソフトウェアおよびライブラリを主に使用しており、商用利用可能なライセンスである。

#### 利用資源の詳細と評価

技術実装に必要な計算資源、ソフトウェア、ライブラリ、センサー等について、以下にリスト化し、それぞれの要素の評価を行っている（表 99、100）。

計算資源：

表 99 テスト環境の概要

実験サーバー仕様	OS : Ubuntu 22.04.3 LTS CPU : Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 @ 2.10GHz GPU : GTX1080 メモリ : 64GB
----------	--

ソフトウェア・ライブラリ：

表 100 利用方法および利用したソフトウェア・ライブラリ

利用方法	インターネット通信
利用したソフトウェア、ライブラリ	イ) ~ウ) 共通 ・Pytorch

(6)-2 全国のふ化場のうち一定割合以上で本技術実証技術の導入可能性があるか

国内のふ化場にアンケートを実施した結果より、技術導入ニーズの有無、技術上の導入可能性、運営上の導入可能性の観点で評価を行った結果を表 101 に示す。

- イ) セッターへ投入する種卵数判断は、A.技術導入ニーズの有無、B 技術上の導入条件が×であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。
- ウ) ひなの健康状態判別は、B.技術上の導入条件の評価結果が×であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。

表 101 ②判断業務の自動化 全国ふ化場への導入可能性の評価結果

	評価結果	内訳		
		A.技術導入ニーズの有無	B.技術上の導入条件	C.運営上の導入条件
イ) セッターへ投入する種卵数判断	×	× (40%程度)	× (90%でデータの電子化が必要)	評価対象外 (投資可能額 100~300 万。人件費削減効果の検証が必要)
ウ) ひなの健康状態判別	×	○ (70%程度)	× (ひな選別にかかる時間が課題である)	評価対象外 (投資可能額 100~1,000 万。人件費削減効果の検証が必要)

各項目の評価理由を以下に記載する。

イ) セッターへ投入する種卵数判断

- 自動化のニーズは40%程度であり、現状のニーズは限定的であるといえる。
- セッターへ投入する種卵数判断に必要なデータが電子化されていると答えた企業は10%であり、データの電子化が技術上の導入を阻害する要因となる。
- 導入のための投資可能金額で最も多い回答は100～300万円である。自動化により人件費の削減ができる可能性があるが、現時点で削減人数まで検証ができていないため、評価対象外とする。

ウ) ひなの健康状態判別

- 遠隔化のニーズは70%程度であり、ニーズは高いといえる。
- ふ化場の現場において技能者がひなの健康状態判別を行う際のひな1羽を選別するための平均作業時間は約0.9秒/羽である。技術実証の撮像装置におけるひなの撮影可能間隔は3秒程度であり、AIモデルのデータ処理時間を考慮すると更に長くなる。自動化により、現場と同等の速度で選別するためには、技撮影可能間隔の短縮が課題となる。
- 導入のための投資可能金額は100～1,000万円以上でばらつきがあった。自動化により人件費の削減ができる可能性があるが、現時点で削減人数まで検証ができていないため、評価対象外とする。

(7) 現行の業務と同等以上の精度で業務内容を実施可能であるか

3.1.3 ②判断業務の自動化の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(7) 現行の業務と同等以上の精度で業務内容を実施可能であるかの総合評価結果を表102に示す。(7)の項目は(7)-1、(7)-2の2つの小項目からなり、各小項目の評価項目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する。総合評価の付け方は3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

- イ) セッターへ投入する種卵数判断は、(7)-1 作業時間の短縮、(7)-2 誤検出のバックアップの評価が○であり、○の数が過半数のため総合評価を○とした。
- ウ) ひなの健康状態判別は、(7)-1 作業時間の短縮、(7)-2 誤検出のバックアップの評価が×であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。

表 102 ②判断業務の自動化

(7) 現行の業務と同等以上の精度で業務内容を実施可能であるか総合評価結果

	総合評価 結果	評価項目 (小項目)	
		(7)-1 作業時間の短縮	(7)-2 誤検出のバックアップ
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	○	○
ウ) ひなの健康状態判別	×	×	×

(7)-1 人手による判定業務をデジタル化モデルにより代替することで作業時間の短縮につながるか。そのため十分に低い誤検出の水準を有するか

(7)-1 の評価結果を表 103 に示す。イ) については定量比較の結果、作業時間の短縮という条件を満足しているため、○とした。ウ) については同条件を満足していないため、×とした。

表 103 技術実証 (7)-1 評価結果

	評価結果	作業時間の短縮の定量評価
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	現状の業務に比べ 1 回当たりの判断時間が 9 分 59 秒ほど短い
ウ) ひなの健康状態判別	×	技能者の平均作業時間（1 羽当たり平均 0.9 秒）に対し、撮像装置の 1 羽当たりの取得間隔 3 秒程度であり長い

イ) セッターへ投入する種卵数判断に対しての定量比較

- 種卵数判断モデルの導入による人手による判定業務の代替可能性について、作業時間の短縮が期待できる可能性がある。本技術実証では、技能者の作業時間（例：10 分/回程度※）を計測し、モデルの計算速度（例：平均 1 秒程度）と比較した。この結果、種卵数判断モデルは技能者による判断と比較して 1 回当たりの判断時間が 9 分 59 秒ほど短いため、作業時間の短縮につながると言える。  
※技能者へのヒアリング結果より、1 回の入卵予定表作成にかかる時間が約 20 分。1 入卵予定表当たり 2 箇所からの注文の計算が含まれると仮定する。
- 加えて、技能者の予測と正解の誤差（テストデータ 1 MSE : 0.00055）とモデルの予測と正解の誤差（テストデータ 1 MSE : 0.00042）についても定量的に比較を行い、モデルの精度の誤差は技能者の誤差より小さいことを確認した。  
したがって、過去のデータを基に商品化率を自動で予測することで、データ観察と判断に要する時間を削減することが見込まれる。
- 技能者は、現在ひなの不足を防ぐバッファーを見込んだ予測方法をしていると想定される。一方、種卵数判断モデルはバッファーを見込んでいないため、ひなの不足を起こす可能性がある。ひなの不足を極力防ぐ運用を目指すためには、定数（バッファー）をモデルの結果に加える等の後処理の導入やモデル学習においてひなの不足に対してペナルティを大きくする対策が考えられる。種卵数判断モデルの導入によるメリットを最大限に活用するためには、現在の運用に沿ったモデルの改善が必要である。

ウ) ひなの健康状態判別に対しての定量比較

- ひなの健康状態判別モデルの導入が技能者による判定業務の代替として作業時間の短縮につながるかについて検討を行った。判断時間のみを比較した場合、技能者の平均作業時間（1 羽当たり平均 0.9 秒）とひなの健康状態判別モデルの処理時間（1 秒以内）でほぼ同等であった。しかしながら、ひなの健康状態判別モデル

の入力画像の撮像装置の取得間隔は1羽当たり3秒程度かかるため、ひなの健康状態判別モデルは技能者に比べて作業時間が長く、総合的な作業効率の向上には至らないことがわかった。

- 技能者の異常（NG）の未検出は非常に少ないのに比べ、ひなの健康状態判別モデルの異常なひなを正常と判断する（FN）の数は8%程度存在するため、技能者と同等の水準とは言えない。モデルに未検出がある場合、結果を信頼することは難しく、全数検査が求められるため、作業の代替は難しい。FNの検証減少に成功すれば、ひなの健康状態判別モデルは異常が疑われるケースのみを技能者による詳細な判定に回すフィルタリングの役割を果たし、全体の作業効率の向上が期待される。

(7)-2 デジタル化モデルが誤検出を行った場合、人手によりバックアップを行う等の対処方法が確立されているか

(7)-2 の評価結果を表 104 に示す。イ) については考察の結果、条件を満足しているため、○とした。ウ) については条件を満足していないため、×とした。

表 104 技術実証結果 (7)-2 評価結果

	誤検出のバックアップ方法
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○
ウ) ひなの健康状態判別	×

#### イ) セッターへ投入する種卵数判断の対策

現在、技能者が種卵数判断の参考にしている商品化率（標準商品化率等）を利用してそれぞれ求めた種卵数の予測値を基準値とし、その基準値の±N%（判断の閾値）に種卵数判断モデルの予測値が収まるか否かで外れ値の可能性判断を行う。種卵数判断モデルの出力値に外れ値が見込まれる場合、人手によるバックアップの実施を促す。ここで使用した基準値のN%の決め方は、過去データに基づいてヒューリスティックに決める方法（±0.5%など）や確率密度関数を用いて平均からの離れ度合いを定義する方法が考えられる。

本対策の導入により、モデル結果の信頼性が低い事象に対応できることから、○と評価する。

#### ウ) ひなの健康状態判別の対策

ひなの健康状態の判別において、現状のモデルではFN（偽陰性：異常なひなを正常と判断する）の問題が存在し、これは現場の作業負担を大きく増加させる課題となる可能性がある。

FNの発生は、本来問題があるひなを健康と誤って分類してしまうことを意味し、結果として技能者が全数を手動で再確認しなければならない状況を生じさせる。このため、モデルの精度向上、特にFNを減少させることは、現場の作業負担を軽減し、効率的な運用を実現するために重要である。現時点では、モデルの精度向上が求められ、人手によるバックアップ対策が

確立していないことから×と評価する。

(8) 種鶏場（親鶏を飼育交配させて種卵を採取する場所）や他のふ化場と綿密な情報共有は可能か

3.1.3 ②判断業務の自動化の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(8)種鶏場（親鶏を飼育交配させて種卵を採取する場所）や他のふ化場と綿密な情報共有は可能かの総合評価結果を表 105 に示す。(8)の項目は(8)-1、(8)-2 の2つの小項目からなり、各小項目の評価項目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する。総合評価の付け方は 3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

- イ) セッターへ投入する種卵数判断は、(8)-2 施設外の外部環境からのデータ書き込みの評価が×であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。
- ウ) ひなの健康状態判別は、(8)-2 施設外の外部環境からのデータ書き込みの評価が×であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。

表 105 ①現場業務の遠隔化 (8) 種鶏場（親鶏を飼育交配させて種卵を採取する場所）や他のふ化場と綿密な情報共有は可能か 総合評価結果

	総合評価 結果	評価項目（小項目）	
		(8)-1 施設外の外部環境か らの閲覧	(8)-2 施設外の外部環境から データの書き込み
イ) セッターへ投入する種卵数判断	×	○	×
ウ) ひなの健康状態判別	×	○	×

(8)-1 実証対象となるふ化場の状況（卵の投入状況、発生ひな数等）共有を目的とし、システムにアクセス許可した施設外の外部環境（例：種鶏場や他のふ化場、養鶏場）からシステム内のデータを閲覧する機能を有するか＜機能の動作確認＞

本システムは、実証対象となるふ化場の状況（種卵の投入状況、発生ひな数等）や種卵の健康状態の画像をアクセス許可された外部から閲覧可能な機能を有している。

システムにアクセスが許可された施設外の関連環境（例：種鶏場、他のふ化場、養鶏場等）からも、これらのデータをリモートで閲覧することが可能である。この機能は、関連する施設間の情報共有を促進し、全体の運営効率を向上させるために設計されている。

(8)-2 実証対象となるふ化場の品質管理を目的とし、システムにアクセスを許可した施設外の外部環境（例：種鶏場や他のふ化場、養鶏場）からシステムに対してデータを書き込む機能を有するか＜機能の動作確認＞

本システムは、現時点では直接データを書き込むユーザーインターフェース（UI）を保有していない。現時点では、データを書き込む機能を有していないことから×と評価する。



### 3.2.2.6 ②判断業務の自動化×イ) セッターへ投入する種卵数判断の評価結果

(9) セッターに投入する種卵数の自動判定が可能か（自動でセッターへ投入する種卵数の判断が行えるか）

3.1.3 ②判断業務の自動化の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(9) セッターに投入する種卵数の自動判定が可能か（自動でセッターへ投入する種卵数の判断が行えるか）の評価結果を表 106 に示す。総合評価の付け方は 3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

- 判断精度は、テストデータ 1（26 件）における技能者商品化率予測の MSE と種卵数判断モデル商品化率予測の MSE の差分は  $0.00013(=0.00055-0.00042)$ 、テストデータ 2（62 件）における技能者商品化率予測の MSE と種卵数判断モデル商品化率予測の MSE の差分は  $0.00036(=0.00065-0.00029)$ であり、両者の差は僅かであり、同等の判断が行えていることを確認した。
- 上記の判断精度から、種卵数判断モデルを利用したセッターへの種卵投入数の自動判定は可能であると評価する。

表 106 技術実証 (9) セッターに投入する種卵数の自動判定が可能か 評価結果

	セッターに投入する種卵数の 自動判定が可能か
イ) セッターへ投入する 種卵数判断	○

### 3.2.2.7 ②判断業務の自動化×ウ) ひなの健康状態判別の評価結果

(10) ひなの品質管理の自動化が可能か（自動でひなの健康状態判別が行えるか）

3.1.3 ②判断業務の自動化の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(10) ひなの品質管理の自動化が可能か（自動でひなの健康状態判別が行えるか）の評価結果を表 107 に示す。総合評価の付け方は 3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

- 技能者の NG の未検出は非常に少ないのに比べ、ひなの健康状態判別モデルの未検出（FN）の数は 8%程度存在するため、技能者と同等の水準とは言えない。モデルに未検出がある場合、結果を信頼することは難しく、全数検査が求められるため、作業の代替は難しい。FN の検証減少に成功すれば、ひなの健康状態判別モデルは異常が疑われるケースのみを技能者による詳細な判定に回すフィルタリング役割を果たし、全体の作業効率の向上が期待される。
- 現在の人手による判定は高速かつ高精度であるため、ひなの品質管理における自動化の全面的な実現は困難である。しかし、ひなの健康状態判別モデルのさらなる改善と FN の削減により、判別業務の一部をモデルで効率的に処理することが可能となる。このアプローチにより、特に異常が疑われるケースを効率的にフィルタリングし、それらを手による詳細な判定に回すことで、品質管理の全体的な効率が向上する可能性がある。

表 107 技術実証 (10) ひなの品質管理の自動化が可能か 評価結果

	ひなの品質管理の自動化が可能か
ウ) ひなの健康状態判別	×

### 3.2.2.8 実証の拡張性の評価結果

#### (11) 実証の拡張性はあるか

3.1.4 実証の拡張性の評価ポイントおよび方法の評価項目の大項目(11)実証の拡張性はあるかの総合評価結果を表 108 に示す。(11)の項目は(11)-1～(11)-4 の4つの小項目からなり、各小項目の評価項目の結果を踏まえ、大項目の結果を総合的に評価する。総合評価の付け方は 3.1.1 評価方法および評価の付け方に記載している。

- ア) セッターの温度管理、イ) セッターへ投入する種卵数判断は、(11)-1 種類や系統の異なる鶏間の適用、(11)-2 現場への普及性の評価が○であり、○の数が過半数のため総合評価を○とした。
- ウ) ひなの健康状態判別は、(11)-1 種類や系統の異なる鶏間の適用、(11)-2 現場への普及性の評価が×であり、○の数が半数以下のため総合評価を×とした。
- (11)-3、(11)-4 については、本技術実証では情報不足で客観的評価が困難であるため、評価対象外とした。

表 108 (11) 実証の拡張性 評価結果

	評価結果	(11)-1 種類や系統 の異なる鶏 間の適用	(11)-2 現場への普 及性	(11)-3 要素技術的 な課題	(11)-4 導入の留意 点
ア) セッターの温度管理	○	○	○	評価 対象外	評価 対象外
イ) セッターへ投入する 種卵数判断	○	○	○	評価 対象外	評価 対象外
ウ) ひなの健康状態判 別	×	×	×	評価 対象外	評価 対象外

#### (11)-1 プロイラーと採卵鶏間、また、それぞれの種類や系統の異なる鶏間の孵卵場における技術の適用が可能か

鶏種間、さらには採卵鶏とプロイラーの違いを踏まえ、鶏種間ならびに採卵鶏とプロイラー間に関してふ化場における技術の適用可能性について考察する。評価結果を表 109 に示す。

- ア) セッターの温度管理に関する本技術実証技術は、プロイラーと採卵鶏、採卵鶏の鶏種間を超えて適用できる可能性が高い。
- イ) セッターへ投入する種卵数判断に関する本技術実証技術は、採卵鶏の主要な鶏種やプロイラーであるチャンキー種にも適用できる可能性は十分にある。ただし、夏から秋にかけて鶏舎の温度が上昇した際には種卵の受精率に鶏種による違いが生じ

る可能性があるため利用に注意を払う必要がある。

- ウ) 異常の項目のうち、奇形については鶏種を超えて本技術実証技術を適用できる可能性がある。色についてはブロイラーと一部の採卵鶏で共通なため、適用できる可能性がある。それ以外の異常の項目については、現時点では評価ができない。

表 109 技術実証結果

ブロイラーと採卵鶏、種類や系統の違いによる適用可能性の検討結果

	評価結果
ア) セッターの温度管理	○
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○ (夏から秋にかけて注意が必要)
ウ) ひなの健康状態判別	× (奇形、色以外で評価ができないため)

A. ブロイラーと採卵鶏の違いに関する考察のサマリ

ブロイラーと採卵鶏の違いについて、専門家およびブロイラー、採卵鶏の種卵のシェアで国内の9割以上のメーカーにヒアリングを行った結果を表 110 に示す。ひなの見た目に関する違いについては、ブロイラーのチャンキー種と採卵鶏のジュリアライトの違いについて図 30 に示す。

表 110 ブロイラーと採卵鶏の違い

関係する業務	項目	種類による違いの有無	内容
ア) セッターの温度管理	ふ卵期間	大きな違いなし	ブロイラーと採卵鶏のふ卵期間はともに21日間程度で違いはない。
	管理項目	違いなし	ブロイラーと採卵鶏の種卵は同じ管理項目で管理される。ただし、制御値についてはブロイラーと採卵鶏で異なる。
	セッターの種類	違いなし	ブロイラーと採卵鶏でメーカーが分かれることはない。
イ) セッターへ投入する種卵数判断	種卵の特性(ふ化率)	夏季に違いが生じる可能性がある	ブロイラーと採卵鶏のふ化率には、違いが生じる可能性がある。しかし、これらの違いは鶏舎の温度が過度に上昇する夏から秋に限定される。
ウ) ひなの健康状態判別	ひなの見た目(形状)	若干の違いはあり	・脚の太さが違う。ブロイラーのほうが採卵鶏より筋肉質。
	ひなの見た	違いなし	・採卵鶏(白玉鶏)のひなと、ブロイラー

	目（色）		（チャンキー）のひなの色味は同じ。
	異常の種類	奇形や色は 違いなし	・奇形の出方はブロイラーと採卵鶏で差はない。 ・色はブロイラーと採卵鶏の一部で同じ。



図 30 ブロイラーと採卵鶏の見た目の違い（左：ブロイラー、右：採卵鶏）

#### B. 種類や系統の違いに関する考察のサマリ

個別ヒアリングの結果より、ブロイラーは日本チャンキーのチャンキーが1種類で国内シェアの9割以上を占めているため、種類や系統の違いについては述べない。

一方、採卵鶏は白玉鶏（商品名：ジュリアライト、ジュリア等）、赤玉鶏（商品名：ポリスブラウン等）に区分される。白玉鶏と赤玉鶏の違いについて表 111 に示す。

表 111 採卵鶏の種類や系統の違い（白玉鶏、赤玉鶏の違い）

関係する業務	項目	種類による 違いの有無	内容
ア) セッターの 温度管理	ふ卵期間	違いなし	白玉鶏と赤玉鶏のふ卵期間はともに 21 日間程度で違いはない。
	管理項目	違いなし	白玉鶏と赤玉鶏は同じ管理項目で管理される。ただし、制御値については白玉鶏と赤玉鶏で異なる。
	セッターの種類	違いなし	白玉鶏と赤玉鶏でメーカーが分かれることはない。
イ) セッターへ 投入する種卵	種卵の特性（ふ化	種類や系統 以外の影響	ふ化率に違いが出た場合も、ふ卵条件等によるものであり、鶏の種類自体が直接的な

数判断	率)	が支配的	原因ではない場合が多い。
ウ) ひなの健康状態判別	ひなの見た目(形状)	違いなし	形状に大きな違いはない。(千葉孵化場での Ridge-i によるひな実物確認結果より)
	ひなの見た目(色)	違いあり	・白玉鶏と赤玉鶏でひなの色味が異なる。白玉鶏は明るい黄色、赤玉鶏は褐色をしている。(千葉孵化場での Ridge-i によるひな実物確認結果より)
	異常の種類	奇形については違いなし	・奇形の出方は白玉鶏と赤玉鶏で差はない。色は違いがあり。



図 31 白玉鶏と赤玉鶏の見た目の違い (左：ジュリアライト、右：ポリスブラウン)



図 32 白玉鶏と赤玉鶏の見た目の違い (左：ジュリアライト、右：ポリスブラウン)

### C. 考察結果の詳細

#### ア) セッターの温度管理に関する本技術実証技術の適用可能性

国内の採卵鶏ならびにブロイラーは、海外育種メーカーによって繁殖性・産卵性能・抗病性・肥育性能等が育種改良された鶏種が主流である。現在、採卵鶏における国内鶏種別シ

エアはジュリア(LOHMANN 社の LOHMANN LSL-CLASSIC)が約 30%、ジュリアライト(LOHMANN 社の LOHMANN LSL-LITE) が約 30%、マリア(Hy-Line 社の Hy-LineW-80) が約 10%、ボリスブラウン (Hy-Line 社の Hy-Line Brown) が約 25%、その他が 5%である。<sup>1</sup> 採卵鶏における主要な鶏種のうち、ジュリア、ジュリアライト、マリアが白玉鶏であり、ボリスブラウンが赤玉鶏である。本技術実証技術では、白玉系の鶏種において最も高いシェアを占めるジュリアライト、ならびに赤玉系の鶏種において主要なボリスブラウンについて調査を行った(ボリスブラウンは目視確認、たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場へのヒアリングを実施)。

ジュリアライトならびにボリスブラウンは、いずれもふ卵開始から 21 日目にふ化する。しかし、同じタイミングでふ卵した種卵であっても、個々のふ卵期間にはばらつきがあり、最初のひながふ化してから最後のひながふ化するまで 24 時間以上が経過する。しかし、個々の種卵のふ卵期間のばらつきは、採卵鶏のすべての鶏種においてみられ、ばらつきの程度に大きな差異はない。また、ふ卵条件については、温度・湿度・空気の循環・転卵等が重要なファクターであり、これらの管理が高いふ化率を担保するうえで不可欠である。温度・湿度・空気の循環・転卵等の制御値については、採卵鶏の鶏種間で多少の違いはあるが、基本的に同一の項目で管理される。また、種卵のふ卵に使用するセッターは、採卵鶏のすべての品種に対応している。以上のことから、セッターの温度管理に関する本技術実証技術は、採卵鶏の鶏種を超えて適用できる可能性が極めて高い。

ブロイラーにおける国内鶏種別シェアはチャンキー種 (Aviagen 社の ROSS308) が独占的であり、90 %以上を占めている。このため、ブロイラーについては主要なチャンキー種との比較が妥当であると考えられる。チャンキー種は、本技術実証で調査したジュリアライトならびにボリスブラウンと同様にふ卵開始から 21 日目にふ化し、ふ卵期間のばらつきについても大きな差異はない。また、温度・湿度・空気の循環・転卵についても、これらの制御値に多少の違いはあるが、ジュリアライトやボリスブラウンと同一の項目で管理される。セッターについても、ブロイラーを含むすべての鶏種の種卵のふ卵に対応している。

以上のことから、セッターの温度管理に関する本技術実証技術は、ブロイラーにも適用できる可能性が高い。また、ふ卵期間、ふ卵条件、使用するセッターはすべての鶏種においてほとんど同一であることから、セッターの温度管理に関する本技術実証技術は、各地で生産されている地鶏への適用も十分に可能であると予想される。

ふ卵中に過剰な熱に晒された種卵からのひなは良好な発育をせず、育成期間中における死亡率の上昇や飼料効率の低下を招くことが知られている。将来的には、セッターに危険なホットスポットが発生していないかモニターするために、セッター内の異なる場所の温度を測定したり、赤外線サーモグラフィを利用した広い範囲の温度を測定したりすることで得られたデータの活用が望まれる。

#### イ) セッターへ投入する種卵数判断に関する本技術実証技術の適用可能性

入卵する種卵の商品化率は、ふ化した種卵の割合(ふ化率)と、健全なひなの割合(健全ひな率)を掛け合わせた値として表すことができる。また、ふ化率は、受精している種卵の割

<sup>1</sup> 全農飼料畜産研究所養鶏研究室、ちくさんクラブ 21、117 巻 8 号 12 頁、2018 年

合（受精率）と、正常に発生している受精卵の割合（発生率）を掛け合わせた数値として表すことができる。古い文献ではあるが、受精率は明確な季節別変化を示し、春と冬には高く、夏と秋には低いとする報告がある。<sup>2</sup> この文献では、採卵鶏である白色レグホーンでは、受精率が最も高かった春と、最も低かった秋で、16.5%も異なっていた。一方で、卵肉兼用種であるニューハンプシャーでは、受精率が最も高かった春と、最も低かった夏で、6.3%の違いがあった。同様に、卵肉兼用種である横斑プリマスロックでは受精率が最も高かった春と、最も低かった秋で、5.3%の違いがあった。これらの結果は、夏から秋にかけての暑熱が種卵の受精率の低下を招いており、その程度は鶏種間で大きく異なり、特に採卵鶏において影響が大きい可能性を示唆する。また、発生率についても、鶏種間での違いについては示されていないが、春において最も高く（89.3%）、冬（88.2%）、秋（82.3%）、夏（80.8%）の順に低下した。同様に、健全ひな率についても、春において最も高く（86.1%）、冬（84.8%）、秋（78.5%）、夏（77.1%）の順に低下した。発生率ならびに健全ひな率はいずれも、季節毎に有意差が認められたことから、ふ化率同様に暑熱による影響を受けて低下した可能性が示唆される。現在は、本技術実証において調査をしたジュリアライトやポリスブラウンを含む採卵鶏の主要な鶏種のほか、ブロイラーのチャンキー種においても、種鶏の飼育管理はマニュアル化されており、採卵期には21℃での飼育が推奨されている。夏と秋には外気の影響で鶏舎の温度が過度に上昇することがあるため、種卵の受精率に鶏種による違いが生じる可能性が考えられる。一方、暑熱による発生率と健全ひな率の低下については、1960年代当時は入卵までの種卵の温度管理が適切でなかったことに起因すると考えられる。現在、種卵は至適温度である15℃で管理されている。これに加え、長期間の貯卵に伴うふ化率の低下を回復するために貯卵中に短時間のふ卵を行う Short Periods of Incubation During Egg Storage (SPIDES) と呼ばれる方法も開発され、実用化が進んでいる。また、発生率と健全ひな率は、ふ卵条件の適切な管理によっても低下を予防することができる。これらの現状を踏まえて、現在は夏から秋にかけての種卵の発生率と健全ひな率の低下は最低限に抑えられていると考えられる。

以上のことから、セッターへ投入する種卵数判断に関する本技術実証技術は、採卵鶏の主要な鶏種やブロイラーであるチャンキー種にも適用できる可能性は十分にあるが、夏から秋にかけて鶏舎の温度が過度に上昇した際には利用に注意を払う必要がある。将来的に、主要な鶏種を対象に季節毎にふ化率、発生率、健全ひな率のデータを蓄積して本技術実証技術の正確性の向上を図ることが望まれる。さらには、鶏舎の室温や種鶏の摂食量といったパラメータと種卵の受精率の関連性を明らかにすることで、これらのパラメータから受精率を正確に推定できるようになる可能性がある。

#### ウ) ひなの健康状態判別に関する本技術実証技術の適用可能性

種鶏場では、ふ化したひなの健康状態を判定し、健全ひなを選別して出荷している。本技術実証では、ひなの主な異常として認められる小さい、虚弱、弾力、へそじまり、色、奇形の6項目について、画像による判定が可能であるかを技能者による判別結果より検討した。これら6項目のうち、奇形については画像データから高確率で判定することができた。また、へそじまり

<sup>2</sup> 石橋ら、家畜繁殖誌、8巻、69-76頁、1962年

については、画像から判定することができた個体も一部いたが、正答率は低かった。この原因として、ヘソが腹部にあることや、ひなが座り込むために、ヘソの部位を明瞭に撮影することが困難であることが挙げられる。一方、小さいは比較対象がないことから、虚弱はひなの動きに基づいて判定されることから、また弾力は触診に基づいて判定されることから、本技術実証で実施した撮影画像からは技能者による判別が極めて困難であった。

このうち、小さいについては、ひなの撮影時に重量を併せて測定することで判定が可能になると考えられる。また、ひなを逆さまの状態から立ち上がる様子を動画撮影することで、虚弱とヘソじまりを判定できるようになる可能性がある。このように、現状では画像からすべての異常を正確に判定することは不可能である。また、種鶏場における健康状態は定量的なデータではなく、技能者の経験と勘に基づいているため、実施者間での差が大きいため、AIによる学習が困難であると予想される。

一方、ひなの形態については、採卵鶏の主要な鶏種間でほとんど違いがない。また、ブロイラーであるチャンキー種についても、本技術実証で調査したジュリアライトやポリスブラウンと比較して脚が太いという特徴があるが、その他の形態についてはほとんど違いがない。これらのことから、異常の項目のうち、奇形については鶏種を超えて本技術実証技術を適用できる可能性がある。採卵鶏の鶏種であるジュリアライト、ジュリア、マリア、ならびにブロイラーの鶏種であるチャンキー種は、いずれも優性白色遺伝子である I をホモ接合体で保有しており、ひなの羽色は黄色である。これらの鶏種では、ふ卵中に過剰な熱に晒されて早く産まれたひなでは羽色が薄くなることが知られている。このため、異常の項目のうち、羽色についても鶏種を超えて本技術実証技術を適用できる可能性がある。ポリスブラウンのひなの羽色は茶色であることから、チャンキー種への応用は困難であるが、地鶏の生産に広く用いられているロード・アイランド・レッドのひなは同じ羽色であることから、同様に本技術を適用できる可能性がある。

#### (11)-2 現場への導入コストの試算や費用対効果等の普及性はあるか

①現場業務への遠隔化の技術に関して、現場への普及性について考察した結果を以下のア～ウ) に示す。②判断業務の自動化については、現段階では、コスト試算や費用対効果の評価が困難であるため評価対象外とした。

- ア) セッターの温度管理の導入コスト試算および費用対効果
  - コスト試算の結果がユーザーの投資可能な金額内であり、普及性について問題ない可能性があるため○と評価した。ただし、現行の手法におけるコストの試算、および本技術導入による投資対効果の評価が今後必要である。
- イ) セッターへ投入する種卵数判断に関する本技術実証技術の適用可能性
  - コスト試算の結果がユーザーの投資可能な金額内であり、普及性について問題ない可能性があるため○と評価した。ただし、現行の手法におけるコストの試算、および本技術導入による投資対効果の評価が今後必要である。
- ウ) ひなの健康状態判別に関する本技術実証技術の適用可能性
  - コスト試算が困難であるため評価対象外とした。

ア) セッターの温度管理の評価結果



### A. コスト試算結果

将来的にシステムができた場合の、コスト試算結果を表 112 に示す。利用のためには、約 214 万円の初期費用と約 5 万円の利用料がかかると試算した。

表 112 ア) セッターの温度管理 導入コスト試算および費用対効果分析

	費目	想定個数 (個)	概算単価 (千円)	試算金額
初期費用	IoT 温湿度センサー (セッターにダウンロード機能がない場合)	48	18	2,139 千円
	IoT ゲートウェイ (セッターにダウンロード機能がない場合)	1	95	
	工事費 ※概算	一式	1,000	
	PC	1	180	
利用料 (月額)	Web アプリケーション利用料	—	45	50 千円/月
	通信費	—	5	

※上記金額は、たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場への導入し、かつ今回のシステム構成に必要な機能と同等の機能を持つ既存製品・サービス 3 つを費目毎に調査した結果から得た平均額を基に試算した概算金額とする。費用は導入する施設の設備内容および開発する Web アプリケーションの仕様により変更となる可能性がある。

### B. 普及性に関する評価

遠隔からセッターの温度管理をしたいと答えた企業のうち、導入のための投資可能金額で最も多い回答は 100～300 万円（44%）であった。

初期費用の試算金額の範囲内であるため、導入可能性があると評価した。ただし、可能な月額費用についてはアンケートで回答を得られておらず、今後調査が必要である。

### イ) セッターへ投入する種卵数判断の評価結果

#### A. コスト試算結果

将来的にシステムができた場合の、コスト試算結果を表 113 に示す。利用のためには、約 18 万円の初期費用と約 5 万円の利用料がかかると試算した。

表 113 イ) セッターへ投入する種卵数判断  
導入コスト試算および費用対効果分析

	費目	想定個数 (個)	概算単価 (千円)	試算金額
初期費用	PC	1	180	180 千円
利用料	Web アプリケーション利用料	—	45	50 千円/月

(月額)	通信費	—	5	
------	-----	---	---	--

※上記金額は、たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場への導入し、かつ今回のシステム構成に必要な機能と同等の機能を持つ既存製品・サービス 3 つを費目毎に調査した結果から得た平均額を基に試算した概算金額とする。費用は導入する施設の設備内容および開発する Web アプリケーションの仕様により変更となる可能性がある。

#### B. 普及性に関する評価

アンケートで遠隔からセッターへ投入する種卵数判断をしたいと答えた企業のうち、導入のための投資可能金額で最も多い回答は 100 万円以下（67%）であった。

初期費用の試算金額の範囲内であるため、導入可能性があると評価した。ただし、可能な月額費用についてはアンケートで回答を得られておらず、今後調査が必要である。

#### ウ) ひなの健康状態判別の評価結果

##### A. コスト試算結果

本技術実証向けに構築したカメラ撮像装置の導入コスト計算結果を表 114 に参考として示す。

現行のふ化場のひなを搬送するコンベヤはひなが密集した状態で搬送されるため、本技術実証技術のカメラ撮像装置を導入するためには現場に設置されているコンベヤ設備を改造する必要があり、導入費用は導入先施設の既存設備内容により変動するため、コスト試算を行うことができなかった。改造方法等について今後検討する必要がある。

表 114 ウ) ひなの健康状態判別 導入コスト計算および費用対効果分析

	費目	想定個数 (個)	概算単価 (千円)	算出金額
初期費用	カメラ (BG160MCG)	4	68	1,520 千円
	レンズ (VS-0818VM)	2	16	
	レンズ (VS-1218VM)	2	16	
	カメラ固定治具・付属品	4	20	
	バー照明 (IDBA-HMS150W)	4	50	
	バー照明固定治具・付属品	4	200	
	リング照明 (IDBA-HMS150W)	1	36	
	リング照明固定治具・付属品	1	63	
	光電センサーおよびコントローラ	1	127	
	コンベヤ	1	56	
	雑部材・什器等	一式	134	
	PC	1	180	

※上記金額は、たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場での実証に当たり実際に現地に設置した機器・部材の端数調整後金額とする。実際の導入費用は導入する施設の設備内

容および開発する Web アプリケーションの仕様により変更となる可能性がある。

## B. 普及性に関する評価

コスト試算ができなかったため、評価対象外とする。カメラ撮像装置および、既存設備の改造費用について、今後調査が必要である。

### (11)-3 残された要素技術的な課題

残された要素技術的な課題を業務毎に以下に記載する。

#### ア) セッターの温度管理

- セッター内の温湿度取得技術

現場のセッターと同等の精度で、温度・湿度の情報取得が可能な IoT 温湿度センサーの仕様や適切な設置位置について検討をする必要がある。

- リアルタイム監視技術

セッター内の温湿度変動をリアルタイムで監視し、必要に応じて即座に技能者が対応できる技術の開発が重要である。同技術には、高速データ通信・処理と温度異常が発生した場合には直ちに警告を発報することができるシステムが必要である。

#### イ) セッターへ投入する種卵数判断

- 在庫管理、予測システムの開発

セッターへ投入する種卵数の判断を自動化するためには、在庫管理および予測システムの開発が必要である。このシステムは、種卵の搬入、保管、使用までの全プロセスを追跡し、在庫状況を管理する機能を備える必要がある。このようなシステムの実現により、将来の種卵需要を予測し、種卵数判断の技術代替が可能となる。

- 予測モデルの精度向上

種卵の商品化率を予測するためのモデルの精度を向上させる必要がある。過去のデータと現在の条件を融合し、将来の生産状況をより正確に予測できるモデルの開発をするためには、予測精度に影響を与える情報の精査、および信頼できる大量のデータが必要である。

#### ウ) ひなの健康状態判別

- ヘそじまりと虚弱を判別するひなの撮影技術

ひなのヘそじまりと虚弱に関する異常を判断するためには、ひなを一時的に裏返す方法とその状態からの立ち上がり動作を捉える動画撮影技術の開発が必要となる。このプロセスでは、まずひなを優しくかつ安全に裏返し、その様子をカメラで撮影する必要がある。この際、ひなにストレスや怪我を与えないよう、慎重な取り扱いが求められる。また、撮影された動画は、ひなの動作パターンの分析に使用され、ひなが逆さまから自力で立ち上がる能力は、虚弱を判別するための指標となる。

- 触覚フィードバック技術

人間の触覚に頼ることなく、ひなの健康状態を判別するために、触覚フィードバック技術の開発が求められる。この技術は、ひなの体表の弾力を検出し、健康状態の評価に利用する。

- リアルタイム選別システム

ひなの健康状態に関する異常が検出された際に、迅速に選別するためのリアルタイム選別システムの開発が必要である。このシステムは、異常検出から対応までの時間を最小限に抑え、異常の検査速度に影響を与えないようにする必要がある。

#### (11)-4 その他導入への留意点

業務に関するデータ共有の仕組みの構築が必要である。ふ化業務のステークホルダーとして種鶏場、ふ化場、養鶏場があり、各施設の役割が密接に連携している。したがって、ふ化場におけるデジタル技術の導入だけでは、業務の総合的な効率化は不十分となる。これらの施設全体でデジタル技術を導入し、データと情報を共有することで、効率的な運営が可能となる。

##### ア) セッターの温度管理

セッターの温度管理では、種鶏場から提供される種卵の品質情報が重要となる。種鶏場でデジタル技術を導入し、種卵の品質データをリアルタイムでふ化場に共有することで、セッター内の温度設定を最適化し、ふ化率の向上に貢献できる。

##### イ) セッターへ投入する種卵数判断

セッターへ投入する種卵数の判断においても、種鶏場からの種卵、および種鶏の健康状態のデータが必要となる。また、養鶏場での受注情報も迅速に共有することで、ふ化場での種卵数の調整作業の効率を高めることができる。

##### ウ) ひなの健康状態判別

ひなの健康状態判別に関しては、ふ化後の養鶏場でのひなの生育状況のフィードバックが重要となる。養鶏場のひなの健康データを共有することで、ふ化場ではより効果的なふ化計画を立てることができ、生産効率向上ができる。

このように、ふ化業務に関わる各ステークホルダーがデジタル技術を導入し、情報を共有することで、業務の効率化と生産性向上が実現可能となる。

### 3.2.3.技術実証の結果分析

#### 3.2.3.1 対象業務（法令）に係るアナログ規制の見直しに資するか否か

技術実証結果を踏まえたアナログ規制の見直しに関する当社の見解を以下に述べる。

#### A. 技術実証結果サマリ

技術実証の評価結果サマリを表 115 に示す。

①現場業務への遠隔化では、ふ化場の現場から離れた環境にいる職員が、遠隔モニタリングシステムを介してふ化場業務に関わる情報を閲覧することで、現場と同等の精度で業務を実施できるか検証した。

検証結果より、ア) セッターの温度管理、イ) セッターへ投入する種卵数判断は、本技術実証の評価項目各 3 件中すべての項目で○という評価であり、過半数の項目で条件を満足するため遠隔でも現場と同等の精度で業務を実施できると判断した。ウ) ひなの健康状態判別は本技術実証の評価項目各 3 件中 2 件の項目で×という評価であり、遠隔では現場と同等の精度で業務を実施できない判断した。

②判断業務への自動化では、遠隔モニタリングシステムで取得したデータや過去データを活用したデータ分析用 AI モデルを構築し、技能者と同等の精度でふ化場業務関わる判断を自動化できるかを検証した。

検証の結果、イ) セッターへ投入する種卵数判断については、本技術実証の評価項目 4 件中 3 件の項目で○という評価であり、唯一評価が×となった(8)-2 データを書き込む機能についても 3.2.3.3 に記載するように遠隔モニタリングのシステム改善により技術的に解決できる見込みであるため、AI モデルにより現在の業務と同等の精度で種卵数の判断を実施できると評価した。ウ) ひなの健康状態判別は、本技術実証の評価項目各 4 件中すべての項目で×という評価であり、AI モデルにより現場と同等の精度でのひなの判別は困難であると評価した。

実証の拡張性では、プロイラーと採卵鶏間、また、それぞれの種類や系統の異なる鶏間の孵卵場における技術の適用および現場への導入コストの試算や費用対効果等の普及性について検証した。

検証結果より、ア) セッターの温度管理とイ) セッターへ投入する種卵数判断は、種類や系統の異なる鶏間の適用、現場への普及性について可能性があることを確認した。ウ) ひなの健康状態判別は、種類や系統の異なる鶏間の適用、現場への普及性ともに困難であった。

表 115 技術実証の評価結果サマリ

	総合評価	評価項目（小項目）※										
		① 現場業務への遠隔化					② 判断業務への自動化					拡張性
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
ア) セッターの温度管理	○	○	○	—	—	○	—	—	—	—	—	○
イ) セッターへ投入する種卵数判断	○	○	○	○	—	—	○	○	×	○	—	○
ウ) ひなの健康状態判別	×	○	×	—	×	—	×	×	×	—	×	×

※(1)～(11)は 3.1 結果の評価ポイント・方法で規定した本技術実証の評価項目を示す。各項目の○、×

は 3.2.2 技術実証の評価結果に記載の評価結果を示す。

#### B. アナログ規制の見直しについて

現在、ふ化場においては技能者が常時従事することが求められている。本技術実証では、ふ化場における以下の業務についてデジタル技術の適用可能性を検証した。

- ア) セッターの温度管理
- イ) セッターへ投入する種卵数判断
- ウ) ひなの健康状態判別

技術実証の結果、ア) セッターの温度管理、イ) セッターへ投入する種卵数判断に関しては遠隔でも現場と同等の精度を達成できることが確認された。これは、デジタル技術の活用により、リアルタイムでのセッター温度・湿度管理やクラウドを活用し種卵数判断に必要なデータの電子化、一元管理、閲覧が可能となったことによる。本技術実証技術と同様のシステムを導入することで、これらの業務においては専門家の常駐が必ずしも必要ではないと考えられる。

一方で、ひなの健康状態の判別に関しては、本技術実証で活用した技術では遠隔化や自動化が困難であることを確認した。本技術実証の対象業務は、手の触覚等も使いひなの微細な健康状態を察知し、迅速かつ適切な対応を取る必要があるため、本技術実証技術では現在と同精度を維持するためには技能者による作業が必要となる。よって、本技術実証の対象業務に関しては引き続き技能者の常時従事が求められる。

このような実証結果を踏まえ本技術実証技術を活用することによって、セッターの温度管理や種卵数の判断等一部の業務は、遠隔化および自動化が可能である。本技術実証の対象業務については常駐要件を緩和することで、技能者の負担の軽減および業務プロセスの効率化ができる可能性がある。しかしながら、ひなの健康状態判別のように現時点では遠隔化および自動化が困難な業務に関しては、現行の規制を維持することが適切と考えられる。

#### 3.2.3.2 実現場での技術等の活用・導入に当たってのポイント

実現場での技術や新システムの導入に際してのポイントを記載する。

- デジタル技術と業務プロセスの整合性

導入するデジタル技術が既存の業務プロセスと整合性を持ち、現場の業務フローと統合される必要がある。

データの電子化において、現在の紙に記入するという作業を残したまま、データ入力する作業を追加する場合、技術の導入によって作業プロセスが複雑化したり、生産性が低下したりする可能性がある。現場の業務フローと整合をとりつつ生産性を下げないように、デジタル技術を導入することが求められる。

- カスタマイズと柔軟性

ふ化場毎に異なる業務フローである可能性があるため、デジタル技術の導入は特定の業務フローに合わせてカスタマイズ可能である必要がある。柔軟性が高く、ふ化場の特定の要件に合わせて調整できるシステムを開発することが重要である。

イ) セッターへ投入する種卵数判断はふ化場によりデータの入手頻度やデータ項目が異なる

ため、ふ化場の要件に合わせて調整できるシステムを構築する必要がある。

- 従業員へのトレーニング

デジタル技術の導入はふ化場の従業員の IT スキルアップや新しい作業方法の習得を必要とする。効果的なトレーニングプログラムの実施により、従業員が遠隔モニタリングシステムを効率的かつ効果的に使用できるようにすることが重要である。

- セキュリティの保護

デジタル技術導入に伴うセキュリティのリスクを評価し、適切な対策を講じることが必要である。クラウドによるデータの集中管理を行う場合、情報漏洩や不正アクセスのリスクに注意し、強固なセキュリティ対策を実施する必要がある。

また、ア) セッターの温度管理については、遠隔からセッターの操作ができないようなセキュリティ対策が求められる。

### 3.2.3.3 実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性

技術実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性を以下に記載する。

#### ア)セッターの温度管理の課題や改善の方向性

技術実証で明らかとなった課題は、セッターの自動ダウンロード機能の有無である。アンケートの結果では、自動ダウンロード機能のないセッターを使用しているふ化場がほとんどであった。将来的に、セッターが更新される際、データダウンロード機能が追加される可能性は高いが、更新のタイミングまで本技術導入を待つ必要がある。

課題の改善の方向性を示すシステム案を図 33 に示す。通信機能を持つ IoT センサーを使用することで、セッターにデータのダウンロード機能がない場合も、セッターの管理に必要な温湿度データの取得およびアップロードをすることが技術的には可能となる。

本技術活用することで、セッターのメーカーや年式、ダウンロード機能の有無によらずセッターの温度管理に必要なデータ取得およびモニタリングが可能な仕組みを構築することができる可能性がある。

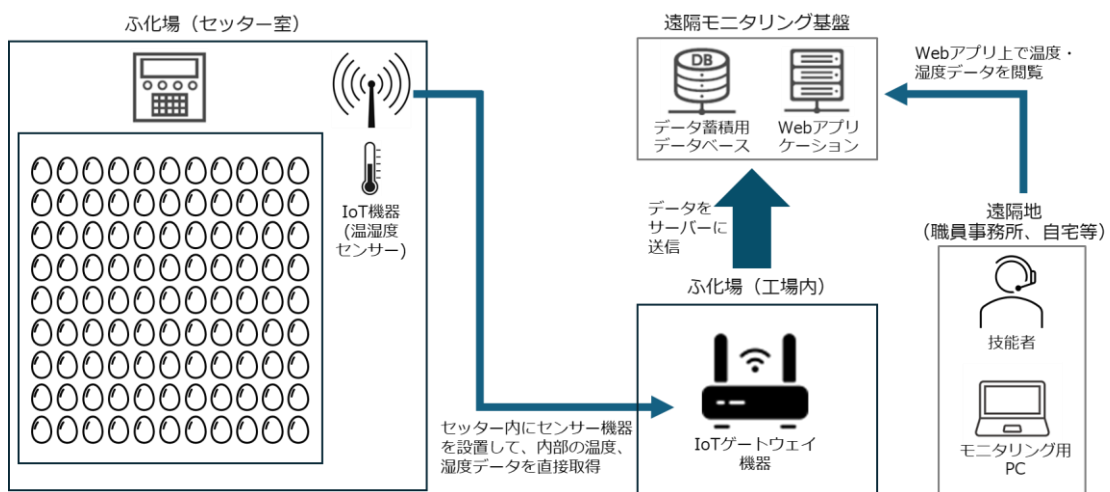


図 33 IoT 温湿度センサーを活用したセッターのデータ取得システム案

### イ)セッターへ入卵する種卵数判断の課題や改善の方向性

技術実証で明らかとなった課題は、取引先間のデータフォーマットの違いである。現在、たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場ではセッターへ投入する種卵数を判断するために必要なデータを種鶏場および養鶏場からそれぞれの異なるフォーマットのメールにて受領している。データのフォーマットは各取引先の都合で変更となる場合がある。担当者は、種鶏場、ふ化場、養鶏場それぞれの目的に特化し作成されたデータの中から、種卵数の判断に必要なデータを検索し作業を行っている。取引先間のデータフォーマットの違いから作業効率が悪くなっていた。課題の改善の方向性を示すため、将来のデータ共有の仕組みの改善案を図 34 に示す。

遠隔モニタリング基盤への種鶏場、ふ化場、養鶏場それぞれのデータ入力が可能ないように Web アプリケーションの機能追加を行うことで、データの一元管理を行うことができ、各担当者は作業に必要な情報の検索、閲覧の作業効率が向上すると考えられる。

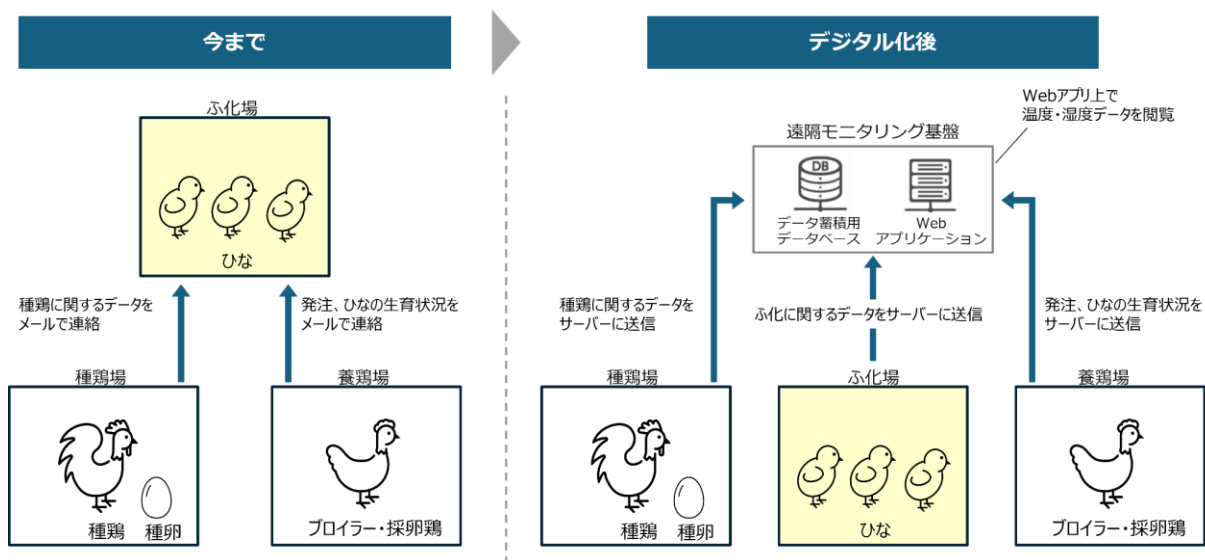


図 34 データ共有の仕組みの改善案

また、セッターへ投入する種卵数判断は今まで技能者が至近の種鶏の健康状態のデータや過去データに基づいた傾向を踏まえ、長年の経験より判断をしていた。

AI モデルによる種卵数の判断が可能となった場合の種卵判断の自動化システム案を図 35 に示す。AI モデルを活用することで、技能者でなくても、入卵日や種卵のロット情報を入力するだけで、データに基づいた商品化率の推奨値（予測値）を短時間で得ることができる可能性がある。また、モニタリング基盤にデータを蓄積する仕組みを構築することで、長期のデータを蓄積することができ、AI モデルによる判断の精度を時間の経過とともに向上させることができる可能性がある。



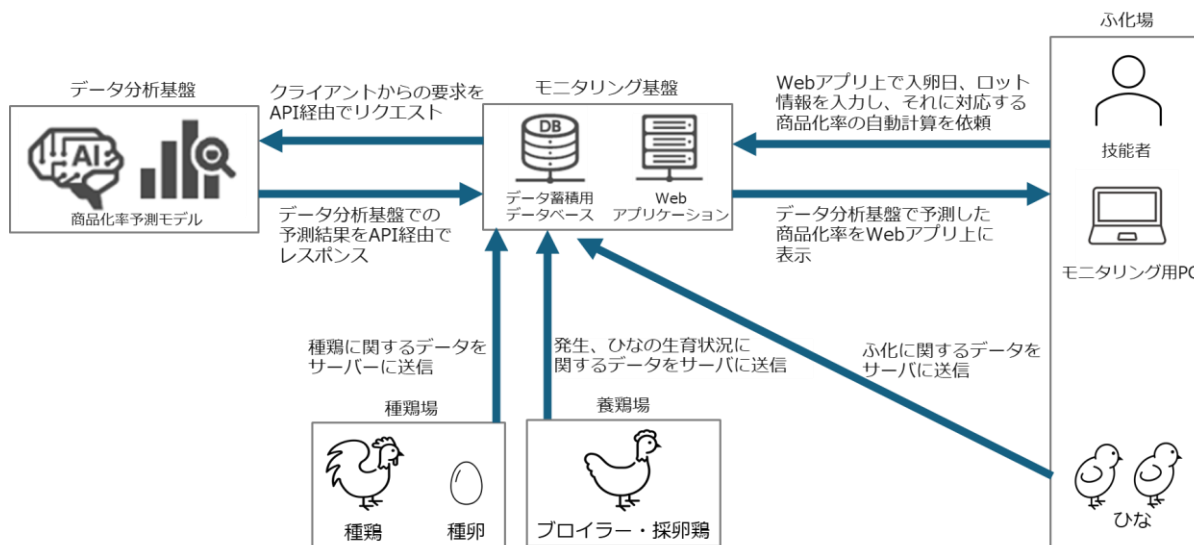


図 35 種卵数判断の自動化システム案

### ウ)ひなの健康状態判別の課題や改善の方向性

技術実証で明らかとなった課題は、①撮像方法、②撮像前のひなの自動区分け、③判断速度である。それぞれの課題や改善の方向性を以下の①～③に示す。

#### ①撮像方法

本技術実証ではすべての異常を正確に判別することはできなかった。異常のうち、小さいは比較対象がないことから、虚弱はひなの動きに基づいて判定されることから、弾力は触診に基づいて判定されることから、へそじまりはへそが腹部にあることやひなが座り込むことから、画像での判定が困難であった。

改善の方向性について異常の種類毎に述べる。小さいについては、ひなの撮影時に重量を併せて測定することで判定が可能になると考えられる。虚弱とへそじまりについては、例えば、コンベヤに段差を設け段差で落ちるところを下部から撮影することや、落下後に立ち上がる様子を動画撮影することで判定できるようになる可能性がある。弾力については現時点の技術では判別は困難であるので、人による判別が必要になる可能性がある。

#### ②撮像前のひなの自動区分け

本技術実証で使用したカメラ撮像装置ではひなを人がコンベヤに1羽ずつ手作業で置いて、撮像を行った。実際のラインでは、コンベヤ上でひなが密集している状態で流れるため、1羽ずつに自動で分ける作業が必要となる。

現在、千葉ふ化場で使用されているチックカウンター用コンベヤの画像を図 36 に示す。同コンベヤでは、ひなの数を計測するため細いコンベヤレーンにて段差をつけて密集した状態からひながバラけるようにしている。同コンベヤを採用することで、撮影前のひなの自動区分けが可能となる可能性がある。



図 36 チックカウンター用コンベヤ

出典：たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場より受領した動画より

### ③判別速度

アンケートの結果、ふ化場のひなの健康状態判別を行う際のひな 1 羽を選別するための作業時間は平均約 0.9 秒/羽である。それに対し、技術実証の遠隔モニタリングシステム使用時におけるひなの判別にかかる時間はひな 1 羽当たり 10 秒程度であった。これは、技能者が一羽を確認するのに平均 7 ～10 秒、加えて撮像装置の撮影間隔が約 3 秒であることを考慮したものである。

現場での判別速度と同等にするためには、ひなの選別作業を自動化し、これを人の手作業と組み合わせる方法が有効である。具体的には、ひなの健康状態を判別するプロセスの初期段階で AI モデル等を活用し、人間が見逃しがちな奇形等の異常を自動的に識別する。その後、AI モデル等による判別が困難な異常は、後段で人間が確認する。このようなアプローチにより、技能者の作業負担を現在の水準よりも低減することが可能と考えられる。ただし、現場導入を実現するためには、カメラ撮像装置の速度を向上させ、AI モデル等によって識別された異常なひなを自動で判別する技術の開発が今後必要となる。

#### 3.2.3.4 アナログ規制の見直しに当たり留意すべき点

アナログ規制の見直しに当たり、技術実証結果を基に、適用可能な業務と適用困難な業務を明確に区別することが重要である。実証結果によれば、ア) セッターの温度管理やイ) セッター投入する種卵数判断の業務はデジタル技術による遠隔モニタリングシステム等を使用し、現場と同等の精度で実施可能であることが確認された。このため、これらの業務に関しては、技能者の常駐要件を緩和することが可能であると考え。これにより、技能者の業務負担軽減が図れると同時に、デジタル技術を活用した業務プロセスの効率化ができる可能性がある。

一方で、ウ) ひなの健康状態判別は、本技術実証技術では遠隔化や自動化が困難であり、従来のアナログ規制の維持が適切であると考え。本技術実証の対象業務は、ひなの微細な健康状態を察知するための専門的な技能と経験が不可欠であり、本技術実証技術では代替が困難であるためである。したがって、本技術実証の対象業務に関しては、技術の進歩に伴い将来的な適用可能性を再評価するまで、現行の規制を維持する必要があると考える。

また、アナログ規制の見直しを行う際には、デジタル技術の導入がもたらす効率化と、現場のひなの品

質維持のバランスを慎重に取ることが求められる。デジタル技術による作業効率化の可能性と品質要求を適切に統合することで、効率性と安全性の両立を図ることが、アナログ規制の見直しにおける重要なポイントとなる。

## 用語集

### ふ化場業務に関する用語

用語	定義・解説
ふ化場	種卵を人工的にふ化させる施設。
種鶏場	優良な遺伝特性を持つ鶏（種鶏）を繁殖させる施設。ここで生産される卵が「種卵」として使用される。
養鶏場	食肉や卵を生産するために鶏を飼育する農場。本書では育雛農場（ふ化したばかりのひなを成長させるための施設）も含め養鶏場と記載している。
種卵	ふ化させるために使用する鶏の卵。
セッター（自動ふ卵機）	卵を適切な温度と湿度で保持するための装置。自動的に温度や湿度を調整し、卵を定期的に回転させる機能を持つ。
ハッチャー	種卵のふ化の最終段階で使用されるふ化器。ここで種卵はふ化し、ひなが誕生する。
発生率	正常に発生した受精卵の割合。
商品化率（健全ひな率）	商品化率は、入卵した種卵の数に対する正常ひなの割合。
空調用ダンパー	セッター内の空気の流れや温度、湿度を調節するためのダンパー。
入卵	ふ化を目的としてセッターに種卵を入れる行為を指す。
転卵	セッター内で種卵を定期的に回転させること。
週令	種鶏の生まれてからの日にちを7日を1期として数える数え方。
日令	種鶏の生まれてからの日にち。
アラート	セッター内の環境が指定された範囲を外れた時に発生する警告シグナル。
ジュリアライト、ボリスブラウン	たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場で扱う採卵鶏の商品名。
ロット	同じ日にセッターに入れられる卵のグループ。
貯卵	ふ化前に卵を一時的に保存すること。適切な温度と湿度で保管される。
標準商品化率	種鶏のメーカーが参考として一定の条件下でひなをふ化した場合の商品化率を、種鶏の週令別にユーザーに提供しているもの。
実績商品化率	ふ化場の過去実績の商品化率。
想定商品化率	セッターへ投入する種卵数判断時において、想定する商品化

	率。
想定商品羽数	セッターへ投入する種卵数判断時において、想定する商品化羽数。
想定入卵数	入卵数量の計算値。想定商品羽数を想定商品化率で除して算出する。
予定発生数	ふ化するひなの予想数。
受注羽数	ふ化場に注文されたひなの総数。
日本種鶏孵卵協会	種鶏およびふ卵に関する内外の情報提供、優良鶏の普及、種鶏の改良等を目的に設立された一般社団法人。主な事業として、種鶏導入調査、鶏ひなふ化羽数調査事業、鶏卵・鶏肉の消費促進事業、原種鶏、採卵鶏、ブロイラー孵卵部会・若めす育成部会活動の推進等がある。
種鶏孵卵衛生管理士	日本種鶏孵卵協会におけるふ化場の業務に関する資格。
プレヒーティング	セッターの温度を入卵前に適切なレベルに予熱するプロセス。
移卵	ふ化の過程で種卵をセッターからハッチャーへ移す行為。
貯卵日数	種卵をセッターに入れるまでの間、種卵が保存される日数。
減耗状況	鶏の飼育過程で発生する死亡や淘汰等による個体数の減少のこと。
小さい（ひな）	他のひなと比べて体格が小さいひな。小さく発育不良のひなは、集団行動する中で餌取りで負けてしまう等の可能性があり、将来的な健康問題や生産性の低下のリスクが高いと判断される。
虚弱（のひな）	他のひなと比べて活動が少なく、元気がないひな。虚弱なひなは健康問題を抱えている可能性が高く、成長や生産性に影響を及ぼすリスクがある。
（ひなの）色	ハッチャーのなかで初期のひなふ化タイミングと最後のひなのふ化タイミングは最大1日程度のタイムラグが有る。早いひなはハッチャーの中で消毒剤として使われるホルマリンガスに接触している時間が長くなり、色が変わる場合がある。健常なひなにとっては、ホルマリンガスがマイナス要因となるのと、長時間ハッチャーにいて脱水症状となっている可能性があるため除外される。
（ひなの）弾力	弾力がないひなは、脱水症状となっている可能性がある。脱水症状のひなは餌付けしても死んでしまうリスクが有るため、除外される。
へそじまり（の悪いひな）	ふ化したひながへその部分を完全に閉じない状態を指す。へそじまりの悪いひなは汚染の危険性がある。
奇形（のひな）	通常と異なる形状や構造をもつひなのことを指す。目や足、嘴等の形状が異なる事がある。
歩留まり率	本技術実証においては、入卵数に対して発生したひなの割合。

## デジタル技術に関する用語

用語	定義・解説
フロントエンドサーバー	Web サイトの表示やデザイン（Web サイトの構成やボタン、テキストボックスの作成・配置等利用者が画面上で目にする部分）の構成や、サーバーに情報を送信して必要な情報を要求するためのサーバー。
バックエンドサーバー	フロントエンドサーバー側からデータや指示を受け付け、計算や変換等の処理を行ったり、ストレージ（外部記憶装置）やデータベース等でデータの保存や読み出しを行ったりするためのサーバー。
データ設計	ソフトウェアの開発工程において、データベースや情報の構造を効率的に整理・管理するために望ましい形式を検討・決定する工程。
システム設計	対象のシステムの仕様・機能・構造等を検討・決定する工程。
データベース	決まったデータ構造で整理された電子データの集まり。集積したデータを抽出・編集・共有に使用する。
クラウド	インターネット等のコンピューターネットワークを経由して、ユーザーがインフラ（サーバーやストレージ等のハードウェア）を持たずともコンピューター資源を利用できるサービス。
AWS	「Amazon Web Services」の略称で、米 Amazon 社の提供するクラウドサービスの総称。
Web アプリケーション	インターネット等のネットワークを介して、ブラウザ上で動作するタイプのアプリケーション。
仮想プライベートサーバー	アプリケーションや Web サイトを実行するために必要な全てのソフトウェアとデータを利用可能なマシン。
クラウドストレージ	インターネットを介してデータを遠隔のサーバーにあるストレージ（保管場所）にファイル格納・アクセスができるサービス。
GPU	「Graphical Processing Unit（画像演算装置）」の略称。3D グラフィックス等の並列的な画像処理を行うための装置。
CPU	「Central Processing Unit（中央演算装置）」の略称。コンピューター全体の連続的な計算処理を行うための装置。
MySQL	オープンソースのリレーショナルデータベース管理システム。
PostgreSQL	オープンソースのオブジェクトリレーショナルデータベースであり、通常のリレーショナルデータベースと比較して複雑なデータ構造を高速に処理することが可能。
Linux	オープンソースのオペレーティングシステム（OS）。コンピューターの制御や管理、プログラムの実行制御を行う。
API リクエスト	API（アプリケーションプログラムインターフェース/異なるシステム

	間で情報や機能を共有する為のソフトウェアインターフェース) を介して別のシステムやサービスに対して行われる要求。
LAMP (Linux、Apache、MySQL、PHP)	Linux OS、Apache Web サーバー、MySQL データベース、PHP プログラミング言語を組み合わせた Web 開発プラットフォーム。
リレーショナルデータベース	表と表の関係を定義することで、複数の複雑なデータの関連性を扱えるようにしたデータベース管理方式。
サーバーサイドスクリプト言語	Web サーバー上で動作するプログラミング言語であり、PHP、JAVA、Python 等がある。
バックエンド処理	ユーザー側 (フロントエンド) からの入力データや指示をもとに、処理を行って結果を出力したり、記録媒体に保存したりする処理。
HTTP アクセス・レスポンス	ユーザーの Web ブラウザからサーバへ送られるデータ要求と、サーバからブラウザへ返されるデータ応答。
Gigabit Ethernet インターフェース規格 IEEE802.3ab	1Gbps/秒の速度でデータを転送する有線 LAN 規格。
トリガー撮影機能	特定の条件やイベント (本技術実証においては光電センサーからの出力信号) が発生した時に自動的にカメラが写真を撮影する機能。
フレームレート	1 秒間に表示される映像のフレーム (静止画) の数で、多いほど滑らかな画像となる。
F 値	レンズの開口部の大きさを示し、値が小さいほど周辺から多くの光を取り込み、被写界深度が浅くなる。
オープンソースソフトウェア	ソースコード (プログラミング言語を用いて記述されたソフトウェアやプログラムの設計図) が公開されており、無償で誰でも自由に改変、再配布が可能なソフトウェア。
UI	「User Interface (ユーザインターフェース)」の略称。ユーザーと提供している情報との接点を指し、Web サイト上のナビゲーション、ボタン、画像等。
UX	「User Experience (ユーザエクスペリエンス)」の略称。ユーザーが得る体験を示し、Web サイト上での読み込み速度、Web ページ内の導線や入力手順のわかりやすさ等。

#### AI モデルに関する用語

用語	定義・解説
多変量線形回帰モデル	ある 2 つの変数の関係を表す式のうち、統計的手法によって推計された式を回帰モデルと呼び、その中で変数が複数個ある場合の回帰モデル。
データセット	統計分析や機械学習のために集められた情報の集合体であり、

	本技術実証においてはふ化場業務を行うに当たり必要な各種データ（ふ卵機の温度、種卵在庫数、ひなの見た目情報、ひなの商品化率情報等）を指す。
データベース	決まったデータ構造で整理された電子データの集まり。集積したデータを抽出・編集・共有に使用する。
二乗平均平方根誤差	予測と実際の差の大きさを数値化した指標で、予測の誤差の平均的な大きさ。
歩留まり率	本技術実証においては、入卵数に対して発生したひなの割合。
Precision	適合率の意味。正と判定した結果のうち、実際に真の値と一致しているかを表す指標。
Recall	再現率の意味。実際に正であるものの中から、どれだけ正と予測できたかを表す指標。
F1 スコア	上記の値を調和平均 $(2 \times (\text{適合率} \times \text{再現率}) \div (\text{適合率} + \text{再現率}))$ として算出した値であり、1.0 に近い程モデル精度が高いことを意味する。
エポック数	モデルが学習データ全体を使用して学習する際の繰り返し回数を指す。

## 添付資料

- ・アンケート・ヒアリング集計結果
- ・技術実証における使用データ例