

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 9 月 5 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H05008

研究課題名(和文) ネットワーク化された個別見守りによる豚の呼吸器感染症拡散防止システム

研究課題名(英文) A system to prevent the spread of respiratory infections in pigs through networked, individualized oversight

研究代表者

水谷 孝一 (Mizutani, Koichi)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：50241790

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は、豚の呼吸器感染症の早期発見を可能とするスマート豚舎を実現するための取り組みである。BSL3実験環境において、インフルエンザウイルスに感染させた豚を用い、呼吸器感染症への感染と顕在化される咳・くしゃみ・運動量低下・体温上昇等との関係を14日間24時間体制の見守りで明らかにした。その結果、従来は罹患判定に最低1週間の見守り観察が必要であったが、夜間のくしゃみ回数を比較することで、感染後最短3日で罹患判定の可能性が見出された。計測を通して得られたデータ・知見を活用し、見守りシステムのネットワーク化や見守りデータに対するアノテーションソフトの開発、実豚舎環境での見守りなどが実現された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで現場の暗黙的に知られていたインフルエンザ罹患時の元気消失、運動量低下、咳・くしゃみの増加等の症状と、インフルエンザウイルス量との関係を定量的に明らかにした点が、学術的に意義深い。従来は侵襲的にしかモニタリングできないウイルス量からの予防ではなく、咳・くしゃみ回数、運動量、体表面温度などの非侵襲に計測しやすい顕在化された症状との関係性が明らかになった。また、これにより提案するような見守り技術を発展させることができ、スマート豚舎の実現に資する成果となった。これは豚舎の省人化による農家1人あたりの生産性向上に繋がり、我が国の食料分野における国際競争力向上となることも期待される。

研究成果の概要(英文)：This research subject is the challenge for realizing the smart piggery which enables the early detection of respiratory infection of the pig. In the BSL3 experimental environment, the relation between infection to respiratory infection and manifested cough, sneeze, activity decrease, body temperature rise, etc. was clarified using the pig infected with the influenza virus in the watch of the 14 day 24 hour system. As the result, though the observation measurement of at least 1 week was necessary for the morbidity judgment until now, by comparing the sneeze frequency in the night, the possibility of the morbidity judgment was found in the shortest 3 days after the infection.

And, the following were realized by utilizing data and knowledge obtained through the measurement: Networking of the observation system, development of annotation software for the observation data, observation in the real piggery environment, etc..

研究分野：計測工学

 キーワード：呼吸器感染症 豚インフルエンザ センサネットワーク 見守りシステム スマート豚舎 くしゃみ
運動量 体表面温度

1. 研究開始当初の背景

養豚農家の減少に伴い、一戸あたりの豚の飼養頭数の増加しており、感染力の強い呼吸器感染症のリスクが大きく変わってきている。しかしながら、現状の人力による検出では早期発見が困難である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、一般の養豚農家でも利用でき、豚の呼吸器感染症の早期発見を可能とするスマート豚舎の実現である。本研究の目的が達成されたならば、豚舎の省人化による農家 1 人あたりの生産性向上に繋がり、我が国の食料分野における国際競争力向上となることも期待される。

3. 研究の方法

目標の達成のため下記課題を実施した。

【課題 A】：養豚施設規模で利用可能な見守りシステムの発展

【課題 B】：豚体の 24 時間計測による呼吸器感染症への感染と顕在化する症状の関係調査

【課題 C】：実際の養豚現場での運用・システムの改善

4. 研究成果

(1) 【課題 A】見守りシステムの発展

感染症の他、体調不良となった豚は、運動量が低下することが現場の暗黙知的に知られている。これまでくしゃみ・咳音を計測することで、呼吸器感染症の早期発見を行うシステムの開発を行ってきた (Fig. 1)。本研究においては、新たにカメラやサーモグラフィーを組み込むことで、豚体毎の運動量や帯表面温度などを継続的に見守るシステムの開発を行った。これにより、Fig. 2 に示すような飲水行動などの自動判別が可能となっている。

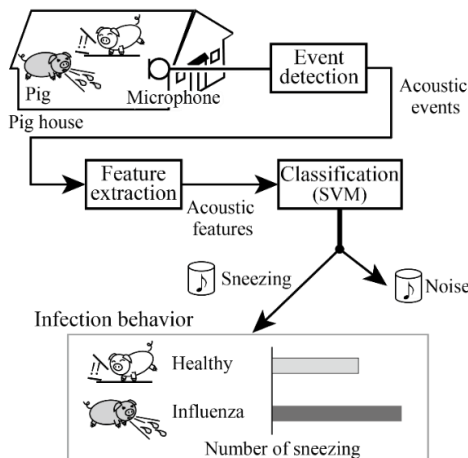


Fig. 1: 見守りシステム概要例, マイクで収録されるのみならず, サーモグラフィーやカメラ, その他環境センサーなどにより罹患前の早期の発見を目的としている

豚舎環境は厳しい衛生基準が求められることが多い。そのため、見守りシステムなどの頻繁な出し入れなどは現実的ではないため、見守りシステムのネットワーク化が求められる。本研究課題においては BSL3 などでも、24 時間利用可能なリモートモニタリングを可能とした (Fig. 3)。継続的な豚体行動を記録したデータは少なく、今後、各種 AI 手法を適応するためには、教師データとしての行動に対してアノテーションがつけられたデータセットが求められる。本研究課題においては、効率的なアノテーションのための GUI ベースのソフトウェアを開発し、豚舎内で発生する音や行動を確認しながらラベル付与の実現を果たした (Fig. 4)。

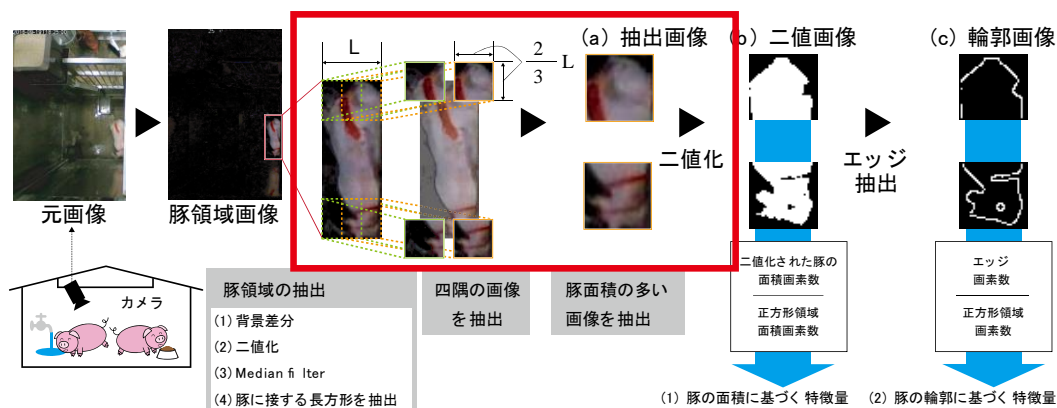


Fig. 2: 構築した動画画像から豚の飲水食餌行動判別システム概要

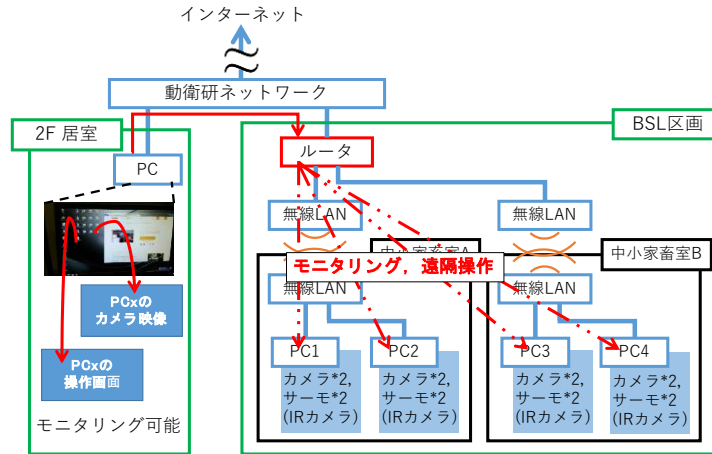


Fig. 2: 構築した動画像から豚の飲水食餌行動判別システム概要

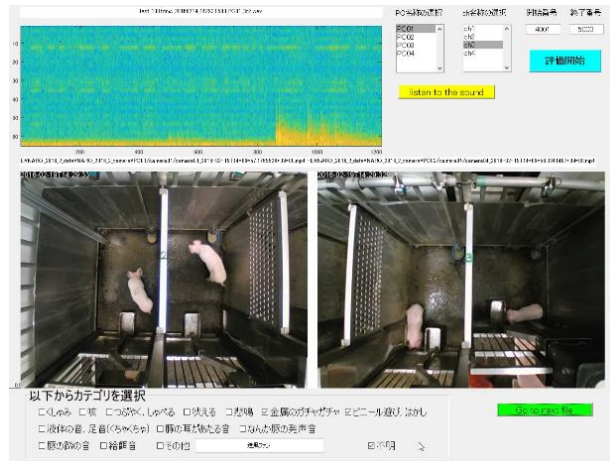


Fig. 4: 効率的なラベル付与のために作成された GUI ベースのアノテーションソフト。カメラ画像のみならず、発生音のスペクトログラムの確認も可能となっている

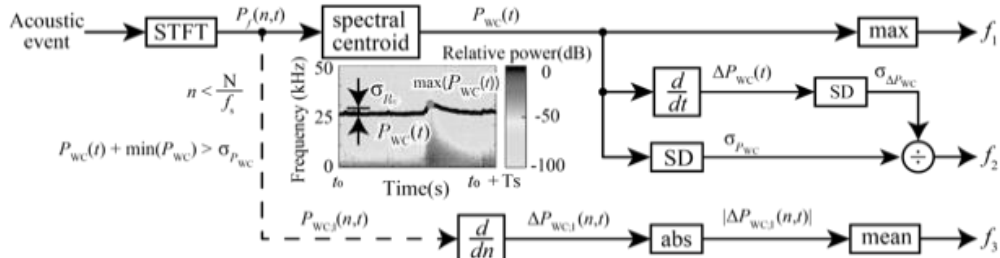


Fig. 5: 新たに抽出した特徴量を用いるくしゃみ自動計測器の構築 (f_1 : ログスケールスペクトル重心の最大値, f_2 : ログスケールスペクトル重心の標準偏差に基づくスペクトルの立ち上がり, f_3 : 周波帯における周波数変動の平均値)

Table 1: 他手法と比較した分類性能 (業績 [J-2]; 論文中では他に 50 手法以上比較した)

Combination of features	Size	η Accuracy (%)		AUC (%)		η Precision (%)		η Recall (%)		η F-measure (%)	
		LIN	Gauss	LIN	Gauss	LIN	Gauss	LIN	Gauss	LIN	Gauss
Kawagishi <i>et al.</i> , 2015a	-	92.3	-	-	-	5.6	-	10.4	-	7.3	-
Kawagishi <i>et al.</i> , 2015b	-	67.6	-	-	-	2.1	-	22.2	-	3.8	-
LPC	13	97.1	97.3	73.1	99.3	-	54.6	0.0	37.5	-	44.4
MSLS	13	97.1	97.3	78.5	95.2	-	62.1	0.0	12.5	-	20.8
MFCC	13	98.2	99.0	98.7	100.0	73.0	89.2	58.3	74.3	64.9	81.1
Δ MFCC	13	97.1	98.3	55.5	97.6	-	85.1	0.0	51.4	-	64.1
$\Delta\Delta$ MFCC	13	97.1	98.1	76.9	99.6	-	88.9	0.0	38.9	-	54.1
MFCC, Δ MFCC	26	97.9	98.9	97.9	99.3	71.1	88.0	47.9	71.5	57.3	78.9
MFCC, $\Delta\Delta$ MFCC	26	98.2	99.0	97.8	99.9	76.4	85.2	56.3	79.9	64.8	82.4
MFCC, Δ MFCC, $\Delta\Delta$ MFCC	39	98.2	99.0	98.6	99.9	73.0	88.5	61.8	75.0	66.9	81.2
MFCC, f_1, f_3	15	99.4	99.6	99.9	100.0	88.7	91.8	92.4	93.8	90.5	92.8

効率的なアノテーションによって、Fig. 5 に示すようなより高い分類性能を持つ自動検出機を構築することが可能となった。(設計特徴との併用は大きな性能向上をもたらす MFCC と設計特徴 f_2, f_3 の併用 (Gaussian) で F 値 92.8%であった。この値は従来法 (Table 1 中の他の手法) より大幅な性能向上で有ることがわかる。

(2) 【課題 B】豚体の 24 時間計測

動物衛生学研究所において、Table 2 に示すような計 4 回の感染実験を行い、これまで定量的に明らかになっていなかった、豚体の呼吸器感染症への感染と、咳・くしゃみ・運動量低下・体温上昇などの顕在化する症状の関係を調査した。この感染実験は、ウイルス感染リスクが高いとされる生後 2 ヶ月程度の SPF (Specific Pathogen Free) 豚に対して、インフルエンザウイルスを感染させ、24 時間体制で 14 日間のウイルス量の変化やワクチンの効果を計測するとともに、上述したような顕在化する症状をモニタリングした。

主な成果として、Fig. 6 に示すように、くしゃみの発生タイミングは、感染確認時に増加することを確認したほか、給餌時に増加することが確認された。

Table 2: 感染実験の実施概要

実施年月	概要
2017/6, 9	感染ウイルス 2 種でワクチン 1 種
2018/1	感染ウイルス 1 種でワクチン 2 種
2018/10	感染ウイルス 2 種でワクチン 1 種

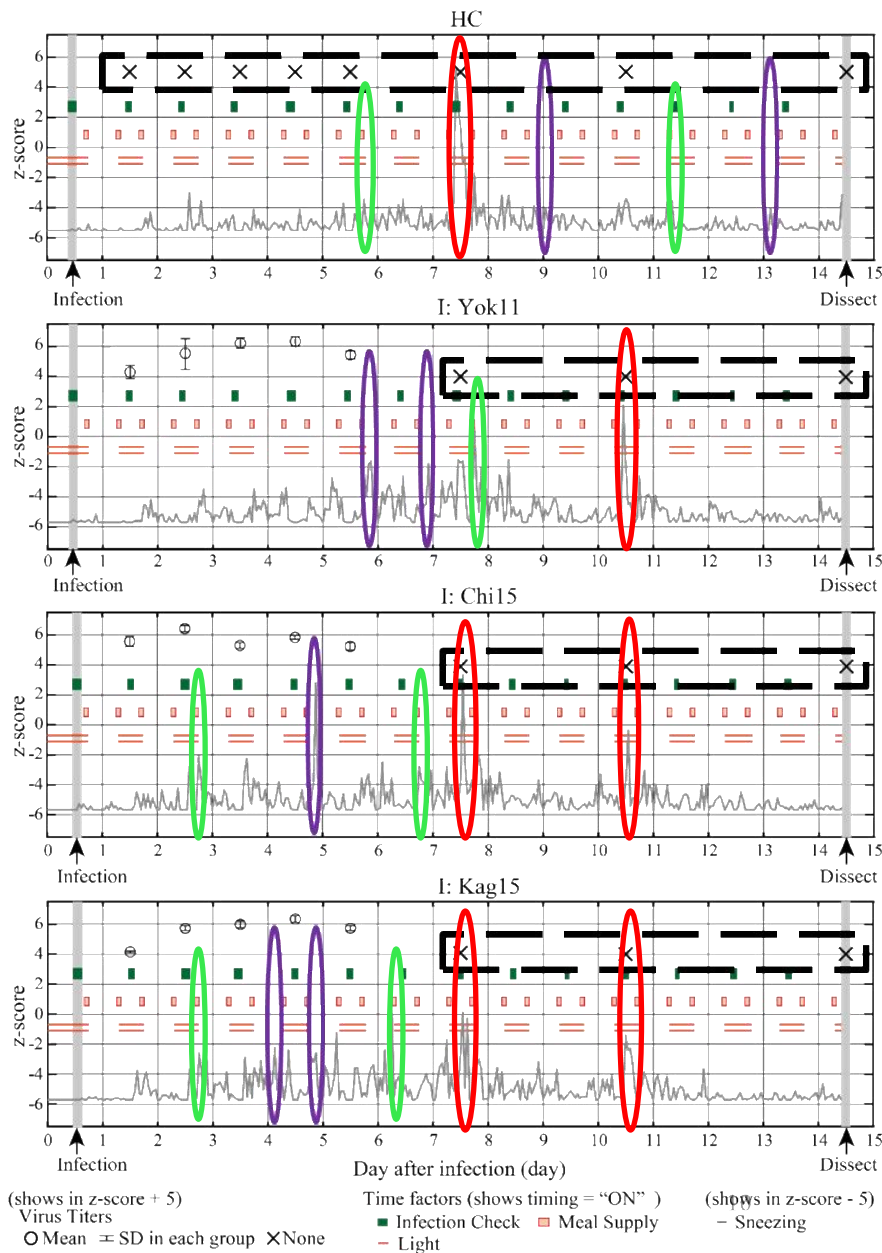


Fig. 7: 1時間あたりの夜間くしゃみ回数

* $p < 0.1$, † $p < 0.05$ (multi-comparison test using the Steel-Dwass method) (投稿中)

また、Fig. 7 に示すように、従来は罹患判定に最低 1 週間の見守り計測が必要であったが、夜のくしゃみ回数を比較することで、最短で感染後 3 日で罹患判定の可能性が見いだされた。

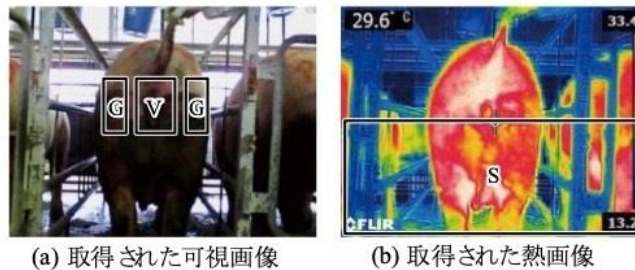
(3) 【課題 C】 実際の養豚現場での運用・システムの改善

実際の養豚現場での運用を見据え、全国農業協同組合連合会 飼料畜産中央研究所内の豚舎における見守りも実施した。先述した動物衛生研究所の実験環境と異なり、複数豚体計測エリア内にいるため、個体の特定、入替り対策などが求められるからである。対象は十分に明るい昼間における、3頭、5頭、10頭の豚が同時に飼養されている環境である。動画像から切り出した4000フレームに対して豚の頭部・尾部位置を記録し学習データとした。前項で用意した4000の学習用データをDLCに与えて学習し、頭部・尾部位置の推定器を構築した。結果として、3頭・5頭飼養環境では連続1-7分、10頭飼養環境では連続0.5-4分の間、飼養されている全個体を途切れずにトラッキングできることを確認した。見守りの様子を、Fig. 8に示す。

さらに生産効率に直結することから、副次的に計測した豚体の熱画像を利用し、発情期予測を可能とするFig. 9に示すような熱画像をデータとして利用する見守り技術も開発を行った。発情期の予測は外陰部が影響を受ける周辺環境データ(環境温湿度等)も含めた回帰モデルにより、発情直前の外陰部上昇を以下のFig. 10のように検出することが可能となった。

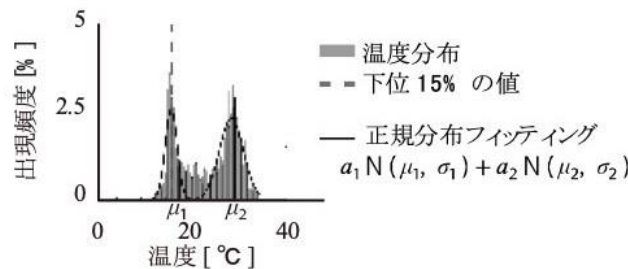


Fig. 8: 多頭飼育環境 (JA 全農) における見守り実験の様子



(a) 取得された可視画像

(b) 取得された熱画像



(c) (b) の S 枠内における温度のヒストグラム

Fig. 9: サーモグラフィーを用いることで豚体より取得される熱画像とその画像内の値のヒストグラム

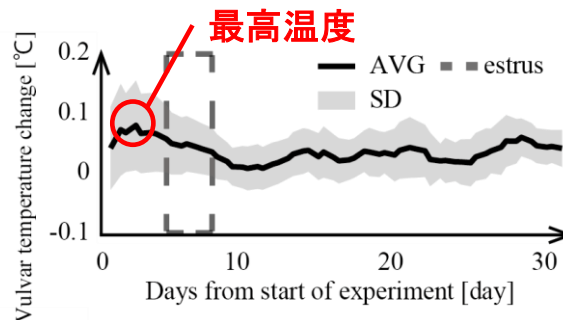


Fig. 10: 外陰部温度の発情による変化, サーモグラフィーから計測される値だけで発情期直前の温度推移に基づく予兆が検出可能となった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 味藤未冴来, 青木拓也, 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 前田祐佳, 竹前喜洋, 西藤岳彦	4. 巻 50
2. 論文標題 異なる収録環境で検出可能な少数の音響特徴量を用いる豚くしゃみの自動検出	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 農業施設	6. 最初と最後の頁 12-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Akifumi Goto, Misaki Mito, Tadashi Ebihara, Koichi Mizutani, Naoto Wakatsuki, Nobuhiro Takemae and Takehiko Saito	4. 巻 2019
2. 論文標題 " Sound Source Localization in Pig Houses Using Wireless Microphone Array and Its Accuracy by Microphone Arrangements	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 " Proceedings of the 2019, International Joint Conference on JSAM and SASJ, and 13th CIGR VI Technical Symposium joining FWFNWG and FSWG Workshops	6. 最初と最後の頁 9 pages
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 味藤 未冴来, 川岸 卓司, 水谷 孝一, 善甫 啓一, 若槻 尚斗, 久保田 祥史	4. 巻 48
2. 論文標題 サーモグラフィを用いる豚の体表面温度変化の機械学習アプローチによる推定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 農業施設	6. 最初と最後の頁 84-91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計35件（うち招待講演 1件／うち国際学会 8件）

1. 発表者名 渡邊活, 味藤未冴来, 水谷孝一, 善甫啓一, 海老原格, 若槻尚斗, 常國良太, 西藤岳彦
2. 発表標題 家畜分離仕切り柵で発生する衝突音と豚くしゃみ音のラベリング
3. 学会等名 2020年農業施設学会学生・若手研究発表会講演予稿集, p-07
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤拓弥, 味藤未冴来, 水谷孝一, 善甫啓一, 海老原格, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 常國良太, 西藤岳彦
2. 発表標題 単豚飼育下におけるCNNを用いる豚頭部位置・領域推定
3. 学会等名 2020年農業施設学会学生・若手研究発表会講演予稿集, p-08
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 霜田晃希, 味藤未冴来, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗
2. 発表標題 ディープラーニングを用いる動画像中からのブタの個体追跡
3. 学会等名 2020年農業施設学会学生・若手研究発表会講演予稿集, p-18
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 後藤叡史, 味藤未冴来, 海老原格, 水谷孝一, 若槻尚斗, 常國良太, 西藤岳彦
2. 発表標題 実験豚舎におけるワイヤレスマイクロフォンアレイの長期運用
3. 学会等名 2020年農業施設学会学生・若手研究発表会講演予稿集, p-35
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 味藤未冴来, 青木拓也, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 前田祐佳, 竹前喜洋, 常國良太, 西藤岳彦
2. 発表標題 転移学習による豚くしゃみ音認識における音響信号画像化手法の比較
3. 学会等名 2020年農業施設学会学生・若手研究発表会講演予稿集, p-41
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 出口和希, 味藤未冴来, 岩田芳義, 海老原格, 水谷孝一, 西藤岳彦
2. 発表標題 サーモグラフィによって計測された豚インフルエンザ感染個体と非感染個体の表面温度の比較
3. 学会等名 2020年農業施設学会学生・若手研究発表会講演予稿集, p-44
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Misaki Mito, Takuya Aoki, Koichi Mizutani, Keiichi Zempo, Naoto Wakatsuki, Yuka Maeda, Nobuhiro Takemae and Takehiko Saito
2. 発表標題 Automatic measurement of sneezing caused by swine influenza infection
3. 学会等名 EFITA-HAICHA-WCCA Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Misaki Mito, Takuya Aoki, Koichi Mizutani, Keiichi Zempo, Naoto Wakatsuki, Yuka Maeda, Nobuhiro Takemae, and Takehiko Saito
2. 発表標題 Relationships between the Number of Sneezes and Swine Influenza Infection Experiment Factors
3. 学会等名 2019 International Joint Conference on JSAM and SASJ ,and 13th CIGR VI Technical Symposium joining FWFNWG and FSWG Workshops (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Sato, Misaki Mito ,Koichi Mizutani, Keiichi Zempo, Naoto Wakatsuki, Yuka Maeda, Nobuhiro Takemae and Takehiko Saito
2. 発表標題 Automatic discrimination of dietary behavior of swine under flu infection by vision based area segmentation
3. 学会等名 Book of Abstracts, 2019 EFITA-HAICHA-WCCA Congres (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikuru Watanabe, Misaki Mito, Koichi Mizutani, Keiichi Zempo, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Nobuhiro Takemae, and Takehiko Saito
2. 発表標題 Metal vibration noise eliminator for aerial propagation sound event detection system in an experimental pigpen
3. 学会等名 Book of Abstracts, 2019 EFITA-HAICHA-WCCA Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akifumi Goto, Misaki Mito, Tadashi Ebihara, Koichi Mizutani, Naoto Wakatsuki, Nobuhiro Takemae and Takehiko Saito
2. 発表標題 Sound Source Localization in Pig Houses Using Wireless Microphone Array and Its Accuracy by Microphone Arrangements
3. 学会等名 Book of Abstracts, 2019 EFITA-HAICHA-WCCA Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 水谷孝一, 若槻尚斗, 海老原格, 前田祐佳, 善甫啓一, 味藤未冴来, 佐藤拓弥, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 子豚から親豚まで! マルチセンシングによる健康管理 ~ 食肉としての安定供給のために ~
3. 学会等名 FOOMA JAPAN 2019 アカデミックプラザ研究発表要旨集, Vol.26
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Sato, Kota Togashi, Takuji Kawagishi, Koichi Mizutani, Keiichi Zempo, Naoto Wakatsuki and Yuka Maeda
2. 発表標題 Individual Moving Amount Monitoring and Sneezing Movement Detection from Swine Groups
3. 学会等名 Asia-Pacific Federation for Information Technology in Agriculture/World Congress on Computers in Agriculture 2018 (AFITA/WCCA 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Misaki Mito, Takuji Kawagishi, Koichi Mizutani, Keiichi Zempo, Naoto Wakatsuki, Yuka Maeda, Nobuhiro Takemae and Takehito Saito
2. 発表標題 Classification of Acoustic Events using Features without tuning in a Pig House
3. 学会等名 Asia-Pacific Federation for Information Technology in Agriculture/World Congress on Computers in Agriculture 2018 (AFITA/WCCA 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 味藤未冴来, 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 豚舎内音響イベントの自動検出および対応動画像の自動提示による音響イベントのラベル割り当て支援
3. 学会等名 2018年度人工知能学会全国大会 (第32回)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤拓弥, 味藤未冴来, 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 動画像からの豚体の頭部方向識別に用いる特徴量
3. 学会等名 2018年度人工知能学会全国大会 (第32回)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 味藤未冴来, 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 豚舎内における音響イベントの検出技術
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2018年合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤拓弥, 味藤未冴来, 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 局所画像特徴量を用いた豚頭部認識の基礎的検討
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2018年合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤叡史, 海老原格, 水谷孝一, 若槻尚斗
2. 発表標題 農業施設内で利用するワイヤレス音響波センサの試作
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2018年合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 出口和希, 味藤未冴来, 富樫宏太, 佐藤拓弥, 海老原格, 水谷孝一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 豚インフルエンザウイルスに感染した個体のサーモグラフィを用いた表面温度モニタリング
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2018年合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊活, 味藤未冴来, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 海老原格
2. 発表標題 豚舎内における打撃騒音除去によるくしゃみ音取得
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2018年合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 味藤未冴来, 青木拓也, 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 機械学習法に基づく豚くしゃみ音分類器における教師データ収録環境の影響
3. 学会等名 2019年農業施設学会学生・若手研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤拓弥, 味藤未冴来, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 豚の動画像モニタリングに必要な教師データの作成支援システム
3. 学会等名 2019年農業施設学会学生・若手研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 後藤叡史, 味藤未冴来, 海老原格, 水谷孝一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 実験豚舎におけるワイヤレス音響波センサの試験運用
3. 学会等名 2019年農業施設学会学生・若手研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 出口和希, 味藤未冴来, 富樫宏太, 佐藤拓弥, 海老原格, 水谷孝一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 サーモグラフィで計測した豚の表面温度と直腸温度の関係性
3. 学会等名 2019年農業施設学会学生・若手研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊活, 味藤未冴来, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 海老原格, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 実験豚舎における金属柵衝突音検出システムの検証
3. 学会等名 2019年農業施設学会学生・若手研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 味藤 未冴来, 水谷 孝一, 善甫 啓一, 若槻 尚斗, 久保田 祥史
2. 発表標題 熱画像を併用する豚の体表面温度の自動抽出
3. 学会等名 2017年度農業施設学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤 拓弥, 水谷 孝一, 善甫 啓一, 若槻 尚斗, 竹前 喜洋, 西藤 岳彦
2. 発表標題 動画画像から推定する豚の呼吸器感染症罹患時の行動量
3. 学会等名 2017年度農業施設学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 味藤 未冴来, 川岸 卓司, 水谷 孝一, 善甫 啓一, 若槻 尚斗, 竹前 喜洋, 西藤 岳彦
2. 発表標題 豚インフルエンザに感染した豚群において観測された音響イベント
3. 学会等名 農業施設学会2018年学生・若手研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤 拓弥, 味藤 未冴来, 川岸 卓司, 水谷 孝一, 善甫 啓一, 若槻 尚斗, 竹前 喜洋, 西藤 岳彦
2. 発表標題 動画像からの豚体の頭部方向識別に用いる特徴量
3. 学会等名 農業施設学会2018年学生・若手研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuji Kawagishi, Koichi Mizutani, Keiichi Zempo, Naoto Wakatsuk, Nobuhiro Takemae and Takehiko Saito
2. 発表標題 Monitoring of swine sneezing using time-frequency analysis for detecting diseases
3. 学会等名 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 豚舎内における環境騒音と活動騒音
3. 学会等名 2016年度農業施設学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 岩田芳政, 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 竹前喜洋, 西藤岳彦
2. 発表標題 豚の活動量のサーモグラフィモニタリング
3. 学会等名 2016年度農業施設学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 味藤未冴来, 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗, 久保田祥史
2. 発表標題 実飼育環境におけるサーモグラフィを用いる豚の発情期前後の温度変化モニタリング
3. 学会等名 2016年度農業施設学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 富樫宏太, 川岸卓司, 水谷孝一, 善甫啓一, 若槻尚斗
2. 発表標題 豚領域面積を用いる画像処理による豚体識別とトラッキング
3. 学会等名 2016年度農業施設学会大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	善甫 啓一 (Zempo Keiichi) (70725712)	筑波大学・システム情報系・助教 (12102)	
研究分担者	若槻 尚斗 (Wakatsuki Naoto) (40294433)	筑波大学・システム情報系・准教授 (12102)	
研究分担者	前田 祐佳 (Maeda Yuka) (20650542)	筑波大学・システム情報系・助教 (12102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	海老原 格 (Ebihara Tadashi) (80581602)	筑波大学・システム情報系・准教授 (12102)	2018年度から研究分担者として参画
研究分担者	西藤 岳彦 (Saito Takehiko) (00263393)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・動物衛生研究部門・研究領域長 (82111)	
研究分担者	竹前 喜洋 (Takemae Yoshihiro) (10584386)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・動物衛生研究部門・主任研究員 (82111)	2019.4.1付で農水省消費・安全局に異動のため、2019年度は研究分担者から外れる