

滋賀県立大学

地域ひと・モノ・未来  
情報研究センター  
成果報告書 2022



地域ひと・モノ・未来  
情報研究センター  
Regional ICT Research Center  
for Human, Industry and Future

# 目次

1. はじめに .....	1
センター長 酒井 道	
2. 2022年度の活動の概要説明 .....	3
2-1. 大学院副専攻・ICT実践学座“e-PICT”の実施状況	
2-2. ICT専任教員紹介	
2-3. e-PICT実習報告	
Pythonを使ってデータ整理手順を自動化,表面増強ラマン散乱分析における評価	
データ整理効率が100倍以上改善！	
工学研究科・材料科学専攻 e-PICT受講生 大槻東也	
2-4. 地域密着型・分野横断型の研究活動の実施	
2-5. 県大ICT研究サロンの開催（オンライン／対面ハイブリッド）	
2-6. 成果発表シンポジウムの開催（オンライン）	
2-7. 2022年度の活動データ	
3. 2022年度の研究成果概要 .....	9
3-1. 森林が幸福をもたらす現象のモデルを構築、みんなが幸福になる社会の実現のために	
森林の価値を再評価	
環境科学部・環境政策・計画学科 高橋卓也	
3-2. 機械・構造物の損傷を常時監視するための自励駆除型超音波振動を用いた	
モニタリング技術	
工学部・機械システム工学科 田中昴	
3-3. 研究者紹介	
4. 研究成果の公表内容一覧 .....	12
5. 謝辞 .....	15

# 1. はじめに

センター長 酒井 道

社会全体としてポストコロナの時代を迎え、地域ひと・モノ・未来情報研究センターにおける研究・教育につきましては、ウィズコロナの期間に（内容によっては、はからずも）進展したICT（情報通信技術）の活用・応用について、そして最近ではDX（デジタル・トランスフォーメーション）という表現で社会制度的な部分の変革要素としても踏み込んで、ますます本センターが直接的・間接的に果たすべき役割が大きくなってきていると感じております。学内での活動は元より、学外の皆様との連携もより一層進めるべく、取り組みを続けています。

そのような動きと並行して、ICT・DXに関係する・しないに関わらず、学内における取組としても、また一般の大学研究に対する社会的な要請としても、より学際的な研究活動の重要性が指摘されるようになってきています。「学際的研究」とは、従来の学会活動等に現れる学術的なカテゴリーを超えて、異なる分野間の研究内容の混成や研究者の交流を通して、新たな学術分野を切り拓くことを指します。我が国全体としては、最近では「総合知」[1]の創成というキーワードで語られることが多くなってきています。本センターにおいては、ICTを核として、人間看護学部と工学部、環境科学部と工学部、といった組み合わせで、これまでも研究・教育活動の融合が図られてきており、まさに学際研究の実践を行い、実績を積み重ねてきていると自負しております。

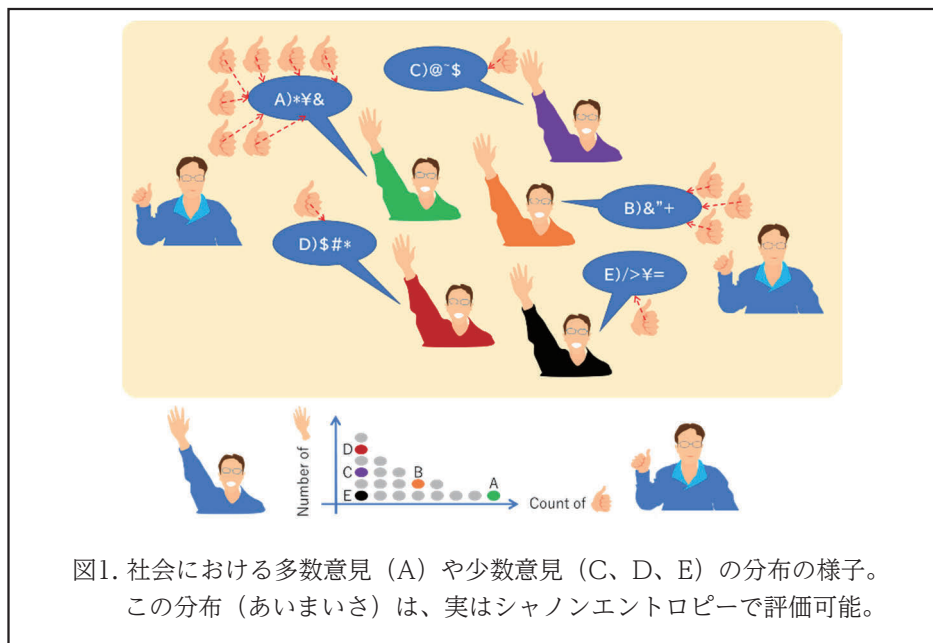
このような学際的研究には終わりはなく、大変豊かな学術の将来性を拓き、また地域課題解決にも欠かせない視点であると見なすことができます。その例として、ここでは「あいまいさ」の測り方と役割評価の検討について、ご紹介したいと思います。普通は“あいまいな言い方だ”、などという使い方をされますから、「あいまいさ」という言葉からははっきりしないことに対する悪いイメージを描きがちだと思えますが、我々はその良い面を含めた再評価や新しい定量的な評価法の確立を目指して、総合的に「あいまいさ」を研究してみたいと思っています。実は、「あいまいさ」を量として測ることについては、すでに1940年代にシャノンという情報理論の創始者によりその定量的な評価式（いわゆる「シャノンエントロピー」）が提案され[2]、広く活用・応用されています。

さて、「エントロピー」というと、この情報理論の定義よりも熱力学における定義（以下、ボルツマンエントロピーと呼称しましょう）[3]としてご存じの方のほうが多いかもしれません。古くは、シャノンがシャノンエントロピーを定義した時点から、すでにボルツマンエントロピーとシャノンエントロピーの共通性が意識されていましたが、実はその両者は完全に同じ量であり、両者が入れ替わることもありえる、という実験的かつ定量的な証明がなされたのは、ごく最近のことです[4]。この情報理論と熱力学という2つの分野にまたがるエントロピーの議論は、正に学際的な研究内容です。

少し難解な議論が続きましたが、話を元に戻して、「あいまいであること」がむしろ良いことでもある、という例に触れたいと思います（以下、私見が含まれることをご容赦ください）。最近様々な分野で盛んに主張されることの1つとして、多様性の尊重、ということが挙げられるでしょう。例えば、生物多様性について、その重要性は論を待ちません。食物連鎖の頂点に位置する力が強い肉食動物は数が少なく、草食動物や昆虫・植物・微生物が全体としての生物多様性を維持することが、我々の住む地域の自然環境を守ることにつながります。別の例として、人間社会における民主的な意見の多様性も、社会が健全であるために重要な要素であると思えます。多数派の意見はもちろん重要ですが、少数派の意見も将来的には重要になる可能性もあり、社会全体の中では単純に切り捨てず多様な施策を講ずるべきでしょう（図1参照）。そして、例えば限界集落のような過疎地域の状態は、この人的な多様性が十分機能しなくなっている状態である、という見方も可能だと思います。このように、多様であることは、その広がり具合を見渡す場合「あいまいさ」が大きいことである、というふうに表示できることにお気づきと思います。つまり、重要なのは、広がりや分布があること（あいまいであること）、そしてその多くの要素の間に関連性があることも言えます。このように、いろいろな場面での「あいまいさ」の役割を、シャノンエントロピーを超えて見直すことは、学際的研究としての広がりや可能性を秘めており、ICT・DXの考え方やデータ取得手法が極めて有効なテーマだと思います。

本センターにおける活動として、従来通りICTやDXに関する基礎的な課題解決についても（その一部はe-PICTでの教育活動として）取り組んでいますし、ここで例示したような学際的研究の試行も行っています。学内・学外の分け隔てなく開かれた活動に、今後も取り組んで参ります。

## 1. はじめに



### 参考文献

- [1] 内閣府、「総合知」ポータルサイト：<https://www8.cao.go.jp/cstp/sogochi/index.html>
- [2] C. E. Shannon, "A mathematical theory of communication." *The Bell System Technical Journal*, **27**, pp. 379–423, 623–656 (1948) .
- [3] D. Lindley, *Boltzmanns Atom: The Great Debate That Launched A Revolution In Physics*. Free Press, New York (2001) .
- [4] S.Toyabe, T.Sagawa, M.Ueda, E.Muneyuki and M.Sano, "Experimental demonstration of information-to-energy conversion and validation of the generalized Jarzynski equality." *Nature Physics*, **6**, pp.988-992 (2010) .

## 2. 2022年度の活動の概要説明

### 2-1. ICT実践学座“e-PICT”の実施状況

2018年4月にe-PICTの取組を開始してから、今年度は第5期生を迎えることができました。今年度は、本学大学院生の中から24名が参加して開始することができました。e-PICTの必修科目である情報通信実習Aにおいては、センター教員が自らの研究分野の周辺に設定した幅広いテーマで実習を行うことができ、現場で使うことを意識した、最先端のICT技術を身に付けることができます。以下に今年度の一部テーマを列挙します。

◆皆さんの受講を大歓迎！

情報系は得意ではないけれど、使えるようにしたい  
 仕事でICTを使っておらず、どのような技術があるか、というところから実習したい  
 情報系の内容について、パソコン上だけでなく現場のフィールドで応用してみたい  
 仕事でICTを扱わざるを得ないが、もっと上手く使いこなしたい、原理も知りたい  
 主要だけでなく、自分のスキルが広がるような複数の専門性を持ちたい

◆次のような内容を学修できます（開講科目の例）

<b>情報通信実習（A～D）</b> e-PICTの枠内、「地域とモノ・未来情報研究センター」で開催している種々のICT関連講座（LPWA等）・機密（ドローン・赤外線カメラ等）・独自開発ツール（テキストマイニング等）で貴重な実習機会を提供します。地域の現場での実践も推奨。	<b>数理情報工学特論Ⅰ・Ⅱ</b> 情報系技術は、数学の基礎から成っています。大学の数学を卒業しながら、それぞれの数学の内容と情報系技術の関連を学びます。（例：微積分-差分法による社会現象解析、線形代数-多変量解析・機械学習、確率統計-因果関係分析）
<b>人工知能</b> 業界の流行だけでなく、これまでの人工知能研究の背景もふまえて、その重要なエッセンスを講義します。	<b>確率過程論</b> 工学的な確率論の取扱いから始まり、データの性質を統計的に表す方法を学びます。

図2. e-PICTパンフレットの一部分

- ①強化学習の理解と実践（実際の観光地でのお勧めルート設定）
- ②その仕事あなたのする仕事ですか？ Pythonによる自動化のすすめ
- ③3Dスキャナによる3Dプリント製作物の計測および造形誤差の評価
- ④PythonとDjangoを使ってWebアプリケーションを開発してみよう！
- ⑤物理・社会現象を記述する数学数値
- ⑥身体に障がいを持つ人向けのインターフェースの試作

e-PICTは、本学大学院生だけでなく社会人コースもあり、リカレント教育としての役割も担っています。このコースにおいては、受講生が各自でテーマを持ち寄るか、希望に沿った形で実習のテーマ設定を行います。これまでの実習では、色彩センターを使った果実の甘度測定、鋳造過程のスペクトル解析、水中ドローンによる琵琶湖の調査、認知症診断に向けた機械学習や統計手法の応用などがあり、受講生のバックグラウンドに合わせた実習が行われています。



図3. e-PICT実習風景

### 2-2. ICT専任教員紹介 研究分野紹介

センター専任教員の杉山裕介です。滋賀県立大学では、主に工学部の数学の授業（微分積分、線形代数、統計、フーリエ解析）を担当しており、専門は数学です。数学の中でも、特に解析学（微分積分）における「微分方程式」の研究を主に行っています。微分方程式は、主に物理や社会現象（熱の拡散や電磁波や音の伝播、生物の生存競争や病原菌の感染拡大・収束など）を記述することができ、数学の中でも比較的社会と近い分野であると考えています。微分方程式の研究では、解の性質を調べるのが重要です。解は、現象の状態に対応しますので、微分方程式の研究を通じて現象の未来を予知したり、特徴を掴んだりすることができます。現象の可視化のため、もしくは、数学的な解析が困難なものへのヒントを見いだすために、コンピュータを使った数値計算がなされます。滋賀県大の大学院生たちとe-PICTを通じて数値計算の勉強も行っています。

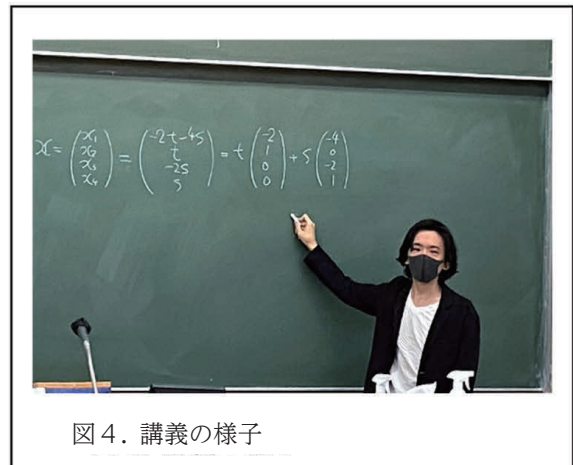


図4. 講義の様子

### ICTと数学

近年、人口知能が爆発的に流行しています。人口知能の一種である機械学習iiiにおいて、様々な数学が活躍しています。統計や確率が役に立つのはもちろん、解析学における収束の概念や極値問題、微分方程式も登場します。これは機械学習（特に、ニューラルネットワークiv）が、与えられたデータからパターンを見出す学習プロセスにおいて、そのパターン（関数）を解とするような極値問題を（近似的に）解く、ということを行うからです。私自身、このような分野における数学の活躍を知ったのはつい最近ですが、ICTセンターにおける教育活動の一環として、大学院生たちとこのような分野の勉強も行っています。

### 最後に

ICTセンターでは、ICT実践学座e-PICTを通じて、主に大学院生と一緒に数学の研究・勉強を行ってききましたが、近年では、上記のような数学の需要から、社会人の方の学び直しのお手伝いもさせていただいています。仕事で数学やそれに関わるICTを使う、という方だけでなく、単に趣味？として数学を学んでみたい方のe-PICTへの参加も歓迎します。

- i微分を含んだ方程式。解は関数となる。
- ii主に、微分方程式を漸化式に直して、数値的な解を計算する方法。
- iii機械（コンピュータ）が自ら学習し、データのパターンやルールを創発する方法。
- iv生物の神経系メカニズムをモデル化した機械学習の手法の一つ。データの分類や回帰(予測)を主に行う。

## 2-3. e-PICT実習報告

### Pythonを使ってデータ整理手順を自動化、表面増強ラマン散乱分析における評価データ整理効率が100倍以上改善！

社会・産業ニーズ

各種データ整理の省力化  
→ 表面増強ラマン散乱の評価データ整理省力化の実例

金属ナノ構造

表面増強ラマン散乱に利用

ラマン散乱分光分析

◆ スペクトルを10点で測定し平均化

Pythonによる処理

- ① フォルダ内のCSVファイルを読み込み、リスト化する
- ② 1つ目のCSVファイルから波数データを読み込み、リスト化する
- ③ 新たにエクセルファイルを作成し、A列に波数データを書き込む
- ④ フォルダ内の全てのCSVファイルからラマン散乱強度データを読み込み、リスト化し、エクセルファイルのB列以降に書き込む
- ⑤ B列以降の全てのセルを読み込み、リスト化する
- ⑥ リストの各行の平均値を求めて、リスト化する
- ⑦ 平均値のリストをエクセルシートの最後列に書き込む

1日分の測定データ  
測定条件別のフォルダ49個  
(CSVファイル 490個)  
通常の作業時間  
2分42秒/フォルダ×49  
= 2時間12分18秒

↓

Pythonで処理すると  
1分8秒！  
約117倍の効率化

展開・波及効果

データ整理の省力化、高精度化、標準化が可能  
→ 様々な解析手法の利用でビッグデータならではの現象も顕在化

図5. Pythonを使った表面増強ラマン散乱の評価データの整理手法の確立と効率化

ここでは、ICT実践学座e-PICT受講生大槻東也さんの実習内容を紹介します。この実習は、センターメンバー（電子システム工学科）宮城茂幸先生によって提供された情報通信実習Aのテーマで行われたものです。

新しいものを生み出す研究開発には様々なフェーズがあります。まずは、今ある古いものの問題は何か、求められる機能は何か、どこに改善の余地があるのか、などを突き詰め、課題を抽出するフェーズ。

次に、それらの課題をどのように解決するのか、どんな技術を導入すべきか、何を生み出せばいいのか、などのいろいろなアイデアを出すフェーズ。ひらめきがあると楽しいものです。そして具体的な形にして本当に効果があるのか、欲しい機能が出せるのか、などを検証するフェーズが必要です。そう実験段階ですね。一度や二度、いい結果がたまたま出ただけではだめです。ばらつきは考慮している？再現性はある？厳しい環境でも大丈夫？使っているうちに劣



## 2. 2022年度の活動の概要説明

結果を報告するとともにデータ活用の可能性について議論をいたしました。必ず今後のデータ分析と活用の推進につながるものと考えております。

### ○分野横断連携：VRと視線検出を用いた助産師訓練システム（人間看護学部－工学部間、福井県立大学－本センター間）

以前の成果報告書でもご紹介したVRと視線検出を用いた助産師訓練システムについては、人間看護学部の研究者の異動に伴い、大学間連携の研究に姿を変えています。研究そのものも視覚、聴覚だけの再現に留まらず、他の感覚の再現が可能な仕組みの導入を図り、より現実的な感覚が得られるようなシステムの開発に変貌しつつあります。得られた研究成果は、看護学の教育訓練に活かされるだけでなく、工業系や農業系のシステムにも応用が利くように、広い権利を有する特許権を目指して国内特許出願を行いました。基礎的な研究フェーズから、実用的なフェーズに移行しているものと考えております。後述する県大ICT研究サロンでも本研究を取り上げ、様々なご意見をいただくとともに、研究の方向性を示す新たなヒントもいただきました。今後、さらに看護教育の分野での深化を図るとともに、他分野への応用も目指してまいります。

### 2-5. 県大ICT研究サロンの開催 (対面・ライブ配信・タイムシフト視聴のハイブリッド開催)

県大ICT研究サロンは、会員登録制をとり、会員の皆様と特定のテーマについて議論する場として開催しております。特に年間の回数を設定することなく適切な時期に開催することとし、テーマについてはICT研究サロン会員様よりのご提案も随時受け付けております。少人数での深く掘り下げた議論を基

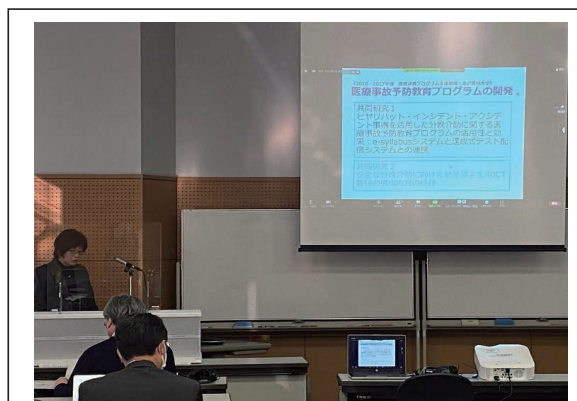



図7. ICT 研究サロンの様子  
(話者：福井県立大学・岩谷久美子教授)

本とし、秘密保持義務を課さない範囲で第三者への開示制限のない自由な議論を行うことを目指しております。なお、このICT研究サロンと、次項で説明しますシンポジウムは、実施時に動画撮影を行っており、話者等の許可を得られる範囲でその動画は申込者が閲覧可能としております。

今年度は、2022年12月19日に対面形式で開催、同時にZoomミーティングでのライブ配信を行い、2023年1月11日から1月31日までYouTube配信によるタイムシフト視聴を行いました。対面、ライブ視聴、タイムシフト視聴を合わせて、22名の方にご参加をいただいております。

今年度のテーマは、「VR (VirtualReality) を用いた技能訓練手法と看護職技術教育への応用、一現場での対応に即した、看護分野におけるVR利用を目指して―」とし、VRの様々な応用を研究してこられた工学部機械システム学科の橋本宣慶准教授と、元本学の人間看護学部教授で現在は福井県立大学で教鞭をとっておられる母性看護学がご専門の岩谷久美子教授に、研究成果のご発表をいただきました。橋本先生からは開発したフォークリフト運転や旋盤加工技術など技能教育にVRを利用したシステムと助産師の危険予知訓練を行うシステムのご紹介をいただき、岩谷先生からはその危険予知訓練システムを使用した看護教育についての研究成果をご紹介いただきました。また今年度は滋賀県立リハビリテーションセンターの関係者の方々をゲストにお招きし、VRの医療・介護分野への利用、障がいのある方々が利用するIT機器とのインターフェースデバイスの可能性など、種々の視点でのご意見をいただきました。

当日の対面の参加者、オンラインでの視聴者、そして後日のタイムシフト視聴の皆様は、活発なご議論をいただき、アンケート結果からは、教育分野以外への利用を望む声、看護職教育においては視野面積や眼球の動きに着目すればいいとのご提案、VR空間を構築するための手間を問うご質問など、多くの



地域ひと・モノ・未来  
情報研究センター  
Regional ICT Research Center  
for Human, Industry and Future

◆プログラム：

15:00	開会挨拶
	滋賀県立大学 地域ひと・モノ・未来情報研究センター長 兼 工学部電子システム工学科教授 酒井 道
15:10-15:25	「VRを用いた技能者の教育システム」
	滋賀県立大学 地域ひと・モノ・未来情報研究センター 兼 工学部機械システム工学科准教授 橋本 宣慶
15:25-15:45	「看護職の技術教育の現状と課題」
	福井県立大学 看護福祉学部看護学科教授 岩谷 久美子
15:45-16:00	「VRを用いた助産師の危険予知評価・学習システム」
	滋賀県立大学 地域ひと・モノ・未来情報研究センター 兼 工学部機械システム工学科准教授 橋本 宣慶
16:00-16:30	「質疑・フリーディスカッション」
16:30	閉会挨拶

図6. ICT 研究サロンのプログラム



ご意見やご質問をいただいております。

以上の内容について、ご興味のある皆様には、登録の上でご視聴できるサービスも我々のほうでご提供中です。お気軽にお声がけください。

## 2-6. 成果発表シンポジウムの開催 (ライブ配信・タイムシフト視聴のオンライン開催)

今年度の成果発表シンポジウムは、昨年度に引続きオンライン開催により実施しました。また滋賀県地域情報化推進会議の滋賀データ活用LABデータ分析発表会との併催とし、2023年3月10日にコラボしが21から関係者の限定的対面開催と一般参加者向けのZoomウェビナーでのライブ配信、また2023年3月24日から4月21日まではYouTube配信によるタイムシフト視聴の形式で開催いたしました。3月10日当日は、午前中に本センターの成果発表シンポジウムを開催、午後には滋賀データ活用LABデータ分析発表会が開催され、より多くの関係者の皆様に対面でご参加をいただいております。対面、ライブ視聴、タイムシフト視聴を合わせて、ご参加をいただいた方は68名に及んでおります。

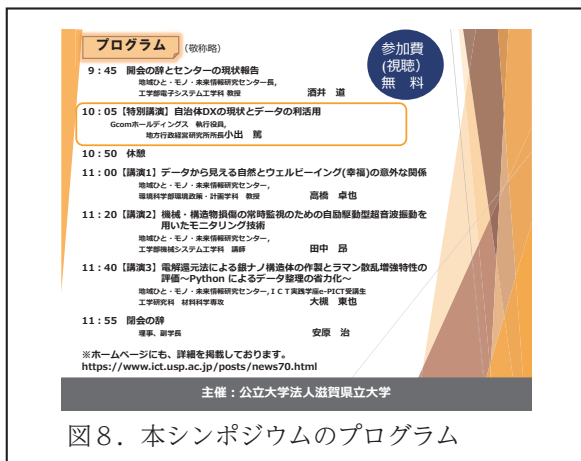


図8. 本シンポジウムのプログラム

特別講演は、Gcomホールディングス株式会社執行役員、地方行政経営研究所所長の小出篤様が行われました。小出様は、ITベンダーでのシステム開発のご経験、コンサルタントとしての行政における情報システムの導入のご経験から、地方行政団体のDX化推進にご尽力をされてきました。長浜市のDXフェローとしても活動され、滋賀データ活用LABで長浜市が主体となったデータ分析事例「健診データ、購買データを用いた健康課題・地域特性の分析」にもご貢献をされています。本特別講演では、「自治体DXの現状とデータの利活用」として、政府のデジタル田園都市国家構想から市町村の保有するデータ利活用まで、現状や課題について、政府の交付金情報も踏まえて分かりやすくお話をいただきました。

本センターからは高橋先生、田中先生から研究成

果の発表を、またe-PICT受講生の大槻さんからはe-PICT実習テーマに関する発表を行っていただきました。本センターの研究活動の紹介だけでなく、e-PICT講座における実習事例を紹介することができ、ご視聴いただいた方々に本センターの活動をより身近に感じていただけたものと考えております。これらの内容は第3章の「2020年度の研究成果概要」に説明していますので、ご覧ください。

ご視聴いただいた方々へのアンケートでは、特別講演についてはデジタル田園都市国家構想の概要や自治体のビッグデータが活用可能なのが良く分かった、研究成果発表については幸福度が可視化できる点や超音波探傷技術の応用可能性などに興味を持った、e-PICT実習についてはPythonの有用性に期待するなど、様々なご意見をいただきました。

シンポジウム全体についても、ご興味のある皆様には、登録の上でご視聴できるサービスも我々のほうでご提供中です。お気軽にお声がけください。



図9. 本シンポジウムのライブ配信の様子  
(話者：Gcomホールディングス(株)・小出様)

## 2. 2022年度の活動の概要説明

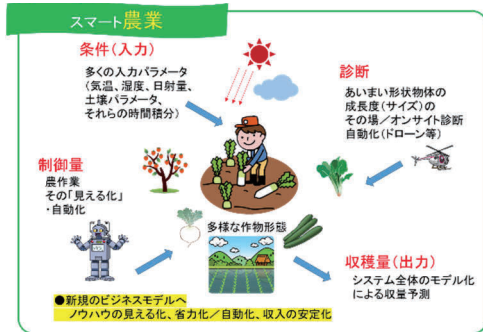
### 2-7. 2022年度の活動データ

その他、2022年度の活動データについて、以下の通りに要約してお知らせします。

#### 〈本センターの2022年度データ〉

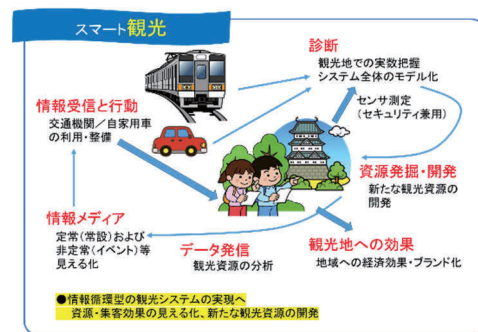
センター教員 26名（本務学部と兼務：24名、専任教員：1名）  
 センターコーディネータ 1名  
 センター特任職員 1名

研究テーマ数 58（2023年2月現在）



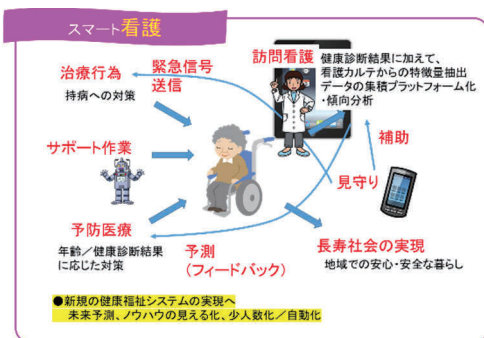
研究テーマ数

萌芽フェーズ： 6  
 実証フェーズ： 2  
 計： 8



研究テーマ数

萌芽フェーズ：10  
 実証フェーズ： 2  
 計： 12

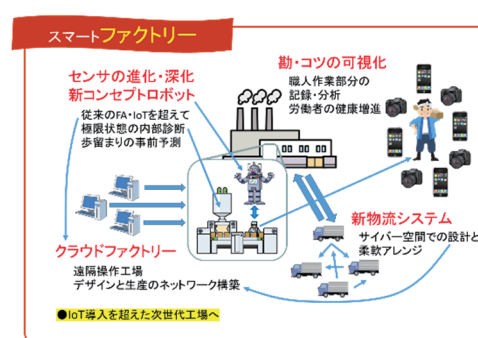


研究テーマ数

萌芽フェーズ：17  
 実証フェーズ： 4  
 計： 21

連携先

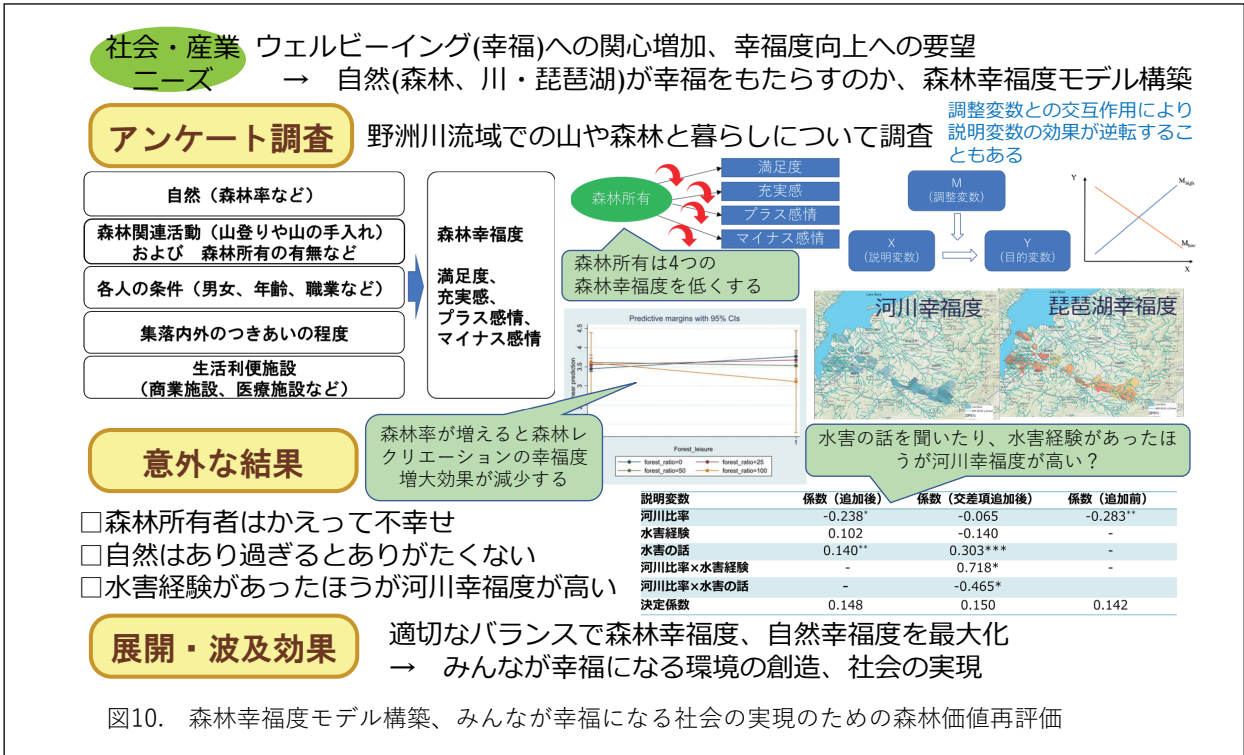
公的機関： 10  
 NPO法人、医療機関等： 3  
 民間企業： 17  
 計： 30



研究テーマ数

萌芽フェーズ：15  
 実証フェーズ： 2  
 計： 17

# 3. 2022年度の研究成果概要



## 3-1. 森林が幸福をもたらす現象のモデルを構築、みんなが幸福になる社会の実現のために森林の価値を再評価

<スマート農業・観光>

環境科学部・環境政策・計画学科  
**高橋 卓也**

今、世界的にウェルビーイングに関心が寄せられています。経済的な豊かさが必ずしも幸福につながるものではないことはご承知の通りです。森林などの自然豊かな環境の中で穏やかな生活を送ることが幸福の第一歩と思うことはありませんか。森林と幸福にはポジティブな関係があると想像することは難しくありません。一方で今、国内の森林産業は困難な状況にあります。国内での木材生産は低迷し、森林所有者の森林離れが加速、森林の金銭的価値は下がるばかりです。しかし森林には土砂災害を防止し、人々に必要な水を供給し、さらに多様な生物種を育成保全する役割があり、我々に安全安心を与えてくれます。その役割を承知しているからこそ、人々は森林の傍で森林を眺めながら自然の懷で暮らすことが幸福だと考えるのではないのでしょうか。

本研究は、幸福度の観点から、木材の供給だけではなく森林の価値を再評価し、森林の位置づけを見直すという試みです。野洲川流域におけるアンケート調査で、森林のみならず川や琵琶湖がもたらす幸福度を分析しています。その結果からは意外に思えるようなことも分かってきました。森林所有者はかえって不幸せ、自然はあり過ぎるとありがたくない、水害経験があった方が河川幸福度は高い。えっそうなの？と思うような結果ですが、本研究ではなるほどそうかもしれないと思える考察をしています。その他に森林の境界や所有者の不明問題、森林の位置と花粉症分布の関係など、森林にまつわる種々の課題も研究しています。スマホアプリなどのICT技術の導入も視野に入れ、取得データの種類や数を増やし、精度向上や応用分野の拡大を図っていきます。

2024年度からは森林環境税の徴収が始まります。森林や自然をきちんと維持管理することが地球温暖化対策に必要なことは誰もが知っています。森林を身近に感じて、森林が抱える問題に思いをはせ、森林との関わりを深めていくことが、今求められています。政策に関わる国や自治体だけでなく、産業界においても新たな事業が創出されるものと森林には大きな期待が寄せられています。森林が本当にウェルビーイング(健康・幸福)につながるのか、そうでないなら隠された課題は何なのか。今後も研究を深めてまいります。

**社会・産業 ニーズ** 老朽化による機械・構造物損傷の常時監視・予知保全が必要  
 → 自励駆動型超音波振動を用いたモニタリング

**自励駆動による固有振動励起**

固有振動：小さな力で大きな振動振幅、外からの影響を受けにくい  
 自励駆動：PID制御で固有振動を自動励起、引込信号で振動モードを選択可能

**非線形波動変調**

自励駆動型超音波振動を用いると、接触型損傷で生じる低周波振動で、固有振動数周波数が変動

**展開・波及効果**

- 稼働中の製造設備、プラントの常時モニタリング
- 橋、道路などインフラ構造物の劣化検査
- 事後保全、予防保全から予知保全へ

図11. 自励駆動型超音波振動を用いた機械・構造物損傷の常時監視・モニタリング

The figure contains several key components:
 

- Schematic of the self-excited vibration system:** Shows a feedback loop with a reference signal, a bandpass filter, an integrator (7/s), a gain block, and a vibrator. A sensor provides feedback.
- Graph of frequency modulation:** Shows a sinusoidal wave with a peak-to-peak amplitude of 1.5 Hz and a period of 0.1163 s (8.6 Hz).
- Graph of frequency change due to damage:** Shows a resonance peak that shifts and narrows as damage increases, labeled as '固有振動数の低下' (decrease in natural frequency) and '固有振動モードの変化' (change in natural vibration mode).
- Graph of the relationship between low-frequency vibration amplitude and frequency modulation:** Shows a linear relationship between the amplitude of frequency modulation (Hz) and the voltage (V) of the low-frequency vibration. The resonance frequency is noted as 12.441 kHz.

### 3-2. 機械・構造物の損傷を常時監視するための自励駆動型超音波振動を用いたモニタリング技術

<スマートファクトリー>

工学部・機械システム工学科 田中 昂

工場の製造設備、橋・道路・水道網などインフラ構造物は、長年使い続けることで劣化・老朽化が進みます。時間の経過とともに、疲労き裂、締結部のボルト緩み、塩害による腐食などの様々な異常が発生し、重大事故が発生するリスクが増えてきます。稼働停止による経済的損害を回避するためには、問題が生じた後に対処する（事後保全）だけでなく、問題が発生する前に不具合を発見する（予防保全）ことや、常時監視し異常発生を予見して対応する（予知保全）ことも必要です。振動工学の観点を中心に、機械・構造物のモニタリングのための異常検出技術の開発に取り組んでいます。

基礎研究として、超音波帯域の固有振動を用いた異常検出技術を開発しています。固有振動は形状や材質で決まる対象物固有の振動です。損傷のある対象物の固有振動を計測すると、損傷がない場合に比べて周波数が低下、振幅が減少します。この変化を

検出することで図面などの構造物情報が無くても異常検出が異常の有無の判断が可能です。従来の固有振動計測による異常検出では、機械・構造物使用時に発生する振動計測を行っていました。現在研究が進む予知保全ではより小さな異常を早期に検出する必要があります。微小な内部異常を高感度に検出できる超音波による異常検出技術と固有振動計測による異常検出技術の融合を目指しています。

本研究では、振動が減衰しないよう適切なタイミングで外力を加える制御を行うことで超音波固有振動を励起する自励駆動法を開発し、異常の常時監視、モニタリングへの応用を行いました。その他にも、異常の初期に発生する接触型異常の技術として、低周波振動と超音波を利用する非線形波動変調現象や超音波を2波入力して低周波を生じさせる周波数ダウンコンバージョン現象を利用した検出手法などを研究しています。

超音波による異常検出技術を8月に開催されたイノベーションジャパン2023にも出展し、様々な企業から引合いをいただいています。それらの企業の方々からは具体的な製品の検査工程における課題をご提供いただいております。工場の製造設備のモニタリング、製造した部品の検査など、様々な応用分野で実用化を進めてまいります。



### 3-3. 研究者紹介



現在、センターでは、研究者23名にて活動しております。

センターHPのメンバー紹介：<https://www.ict.usp.ac.jp/profile.html>

今回は、3-1、3-2にて研究成果を掲載いたしました研究者をご紹介します。



	名前（なまえ）	高橋 卓也（たかはし たくや）
	所属/部局/職名	環境科学研究院/環境科学部 環境政策・計画学科/教授
	知のリソース（研究者総覧）URL	<a href="https://db.spins.usp.ac.jp/html/146_ja.html">https://db.spins.usp.ac.jp/html/146_ja.html</a> 
	研究キーワード	森林政策・計画、環境経営、生態系サービス支払い（Payment for Ecosystem Services: PES）、入会林野、コモンズ、水源林、森林認証、森林文化、森林史、組織文化、環境マネジメントシステム
センターにおける専門分野/研究テーマ等	スマート農業・観光/ データから見える自然とウェルビーイング（幸福）の意外な関係	
研究者よりひとこと	森林の社会・経済問題をデータを通じて見える化し、解決の糸口をつかもうとしております。滋賀の森林史、近江商人の顕彰にも関心を持っております。	

	名前（なまえ）	田中 昂（たなか たかし）
	所属/部局/職名	先端工学研究院/工学部 機械システム工学科/講師
	知のリソース（研究者総覧）URL	<a href="https://db.spins.usp.ac.jp/html/200000211_ja.html">https://db.spins.usp.ac.jp/html/200000211_ja.html</a> 
	研究キーワード	機械力学、振動工学、構造ヘルスマニタリング
センターにおける専門分野/研究テーマ等	スマートファクトリー/機械・構造物異常の常時監視のための自励駆動型超音波振動を用いたモニタリング技術	
研究者よりひとこと	スマートファクトリーの実現に向けて、アクチュエータ・センサ開発、異常検出アルゴリズム開発を含むモニタリング技術が重要な要素になります。振動を中心としつつ様々な物理量の計測に基づくモニタリング技術や新しい計測技術の開発に取り組んでいます。	

## 4. 研究成果の公表内容一覧

### (著書)

1. T.Takahashi,S.Asano,Y.Uchida,K.Takemura,S.Fukushima,K.Matsushita and N.Okuda, Nature and happiness levels: New SWB domains for rivers,a lake,and forests.In Jasneeth Mullings et al. (eds.) Well-Being Across the Globe - New Perspectives-Concepts,Correlates and Geography,IntechOpen,DOI: 10.5772/intechopen.109862 (2023,online first).
2. Shinya Ueno and Osamu Sakai, "Detection of sparsity in multidimensional data using network degree distribution and improved supervised learning with correction of data weighting," Complex Networks and Their Applications XI (Springer Nature Switzerland AG,2023) pp.390-401.

### (論文発表)

1. T.Takahashi,S.Asano,Y.Uchida,K.Takemura,S.Fukushima,K.Matsushita and N.Okuda, Effects of forests and forest-related activities on the subjective well-being of residents in a Japanese watershed: An econometric analysis through the capability approach.Forest Policy and Economics,139 (June): 102723 (2022).
2. M.Yamano,N.Hanabata,A.Okamoto,T.Yasuda ,Y.Nishioka,M.N.I Shiblee ,K.Yoshida,H.Furukawa and R.Tadakuma , "Development and motion analysis of a light and many-joint robot finger using shape memory gel and tendon-driven mechanism with arc route," International Journal of Mechatronics and Automation,2022 Vol.9 No.2,pp.99 - 111, (Revised and expanded version of Proceedings of 2021 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation) (April,2022).
3. Nobuyoshi Hashimoto,Training Simulator for Manual Lathe Operation Using Motion Capture - Addition of Teaching Function and Evaluation of Training Effectiveness -,Journal of Robotics and Mechatronics,**35** ( 1 ),145-152 (2023).
4. Takashi Tanaka,Yasunori Oura and Syuya Maeda, "Evaluation of contact-type failure development based on frequency modulation due to nonlinear wave modulation utilising self-excited ultrasonic natural vibration," International Journal of Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management,**25** ( 2 ), pp.59-66 (2022).
5. Osamu Sakai,Satoru Kawaguchi and Tomoyuki Murakami, "Complexity visualization,dataset acquisition,and machine-learning perspectives for low-temperature plasma: a review," Japanese Journal of Applied Physics,**61**,pp.070101- 1 -23 (2022).
6. Shinya Ueno and Osamu Sakai, "Data driven calibration of color-sensitive optical sensor by supervised learning for botanical application," IEEE Sensors Journal,**22**,pp.11915-11927 (2022).
7. Masayuki Ando,Yoshinobu Kawahara,Wataru Sunayama and Yuji Hatanaka, Interpretation Support by Extracting Time Series Classification Patterns using HMM from Text-based Deep Learning,International Journal on Advances in Intelligent Systems,Vol.15,No.1&2,pp.24-34 (2022).
8. 服部峻, 相場築, 「マルチCNNsによる画像評価に基づくGANs出力画像フィルタリング」, 画像ラボ,Vol.33,No.5,pp.47-55 (2022).
9. 服部峻, 高原まどか, 「コンピュータ演習をともなうレポートに基づく単位認定の有効性検証」, 情報処理学会論文誌 (トランザクション) 教育とコンピュータ,Vol.9,No.1,pp.33-49 (2023).
10. Yuusuke Sugiyama, "Local solvability for a quasilinear wave equation with the far field degeneracy: 1 D case," Communications in Mathematical Sciences,**21**,pp.219-237 (2023).
11. Yuusuke Sugiyama, "Formation of singularities for a family of 1 D quasilinear wave equations," Indiana University Mathematical Journal,**71**,pp.2529-2549 (2022).

## (学会発表)

1. 高橋卓也, 仲爾 (2023) 花粉症有病者と人工林の位置の相互関係についての統計的研究, 第134回日本森林学会大会 (2023年3月26~27日, 鳥取大学 (鳥取市), オンライン).
2. 橋本宣慶, 「積載重量による挙動変化を再現するフォークリフト訓練用システム」, 電気学会知覚情報研究会, PI-22-070 (2022年12月9日, グランフロント大阪).
3. 伊藤誠基, 砂山渡, 服部峻, 攻撃的コメントの発信抑制に向けたオンラインコメントの受け手の精神ダメージ推定, 第30回人工知能学会インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会, pp.33-40 (2023年3月10日).
4. 藤原弘貴, 砂山渡, 服部峻, 日常のSNSコメントに対する褒めリプライの自動生成システム, 第30回人工知能学会インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会, pp.41-46 (2023年3月10日).
5. 安藤雅行, 砂山渡, 畑中裕司: 深層学習の重みを用いた分類パターンの可視化インタフェースによる解釈支援, 第36回人工知能学会全国大会, 111-OS-6-03 (2022年6月14日).
6. Shuichiro Ito, Osamu Sakai, Shigeyuki Miyagi, "Power-Law Distribution of the Visibility Graphs from Acceleration Time Series Generated by Calf Activities," The 4th International Conference on Activity and Behavior Computing, position paper (October 27-29, 2022, London, United Kingdom (Hybrid)).
7. 高橋秀太郎, 服部峻, 砂山渡, 「テトリスのためのInpaintingを用いたルールベースなデバッグAI」, 第15回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM'23), 4a-7-1 (Day3) (2023).
8. 藤大友都, 服部峻, 砂山渡, 「旅行活動ツイートの可視化のためのフィルタリングとArtisocエージェント化」, 第15回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM'23), 5b-3-2 (Day1) (2023).
9. Shun Hattori, Kizuku Aiba and Madoka Takahara, [R2-B2: A Metric of Synthesized Image's Photorealism by Regression Analysis based on Recognized Objects' Bounding Box], Proceedings of the Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Symposium on advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS'22), F-1-F-1 (2022).
10. 服部峻, 相場築, 高原まどか, 工藤康生, 「画像内オブジェクトのサイズバランス調整支援システム」, WebDB夏のワークショップ2022, #B5-3, 情報処理学会 研究報告「データベースシステム (DBS)」, Vol.2022-DBS-175, No.39, pp.1-6 (2022).
11. 服部峻, 吉田裕太, 高原まどか, 工藤康生, 「ツンデレな対話応答AIの顔表情制御のためのクロス言語とルールベース個性除去」, WebDB夏のワークショップ2022, #B5-2, 情報処理学会 研究報告「データベースシステム (DBS)」, Vol.2022-DBS-175, No.38, pp.1-6 (2022).
12. 森康汰, 服部峻, 高原まどか, 工藤康生, 「ツンデレな対話応答AIの構築コスト削減のためのクロス言語とルールベース個性除去」, WebDB夏のワークショップ2022, #B5-1, 情報処理学会 研究報告「データベースシステム (DBS)」, Vol.2022-DBS-175, No.37, pp.1-6 (2022).
13. 高橋秀太郎, 服部峻, 高原まどか, 「テトリスのためのルールベースなゲーム画面認識によるデバッグAIの試作」, 日本デジタルゲーム学会 (DiGRA) 2022年夏季研究発表大会 予稿集, #4-3, pp.45-48 (2022).
14. 服部峻, 高原まどか, 「教育指向Textと-ImageゲームAIの検討」, 日本デジタルゲーム学会 (DiGRA) 2022年夏季研究発表大会 予稿集, #4-2, pp.42-44 (2022).
15. 高原まどか, 服部峻, 「親子で学ぶ睡眠教育のための協力型育成ゲームの提案」, 日本デジタルゲーム学会 (DiGRA) 2022年夏季研究発表大会 予稿集, #2-3, pp.22-27 (2022).
16. 安田蓮, 榎本洸一郎, 水谷多恵子, 岡野由利, 田中武則, 酒井道, 「深層学習を用いたBG染色画像からの角層診断システムの提案」動的画像処理実利用化ワークショップDIA2023, pp.415-422 (2023).
17. 長谷川柊人, 榎本洸一郎, 水谷多恵子, 岡野由利, 田中武則, 酒井道, 「メラニン染色画像を用いたの状態評価システムの提案」VIEW2022 ビジョン技術の実用化ワークショップ, pp.89-95 (2022).
18. 安田蓮, 榎本洸一郎, 水谷多恵子, 田中武則, 酒井道, 「深層学習によるBG染色画像からの角質層の多重剥離度推定手法の提案」画像センシングシンポジウムSSII2022, SO1-11, pp.6 (2022).
19. 杉山裕介, 「変数係数摩擦項を持つ1次元圧縮性オイラー方程式の時間大域解の存在」研究集会「偏微分方

#### 4. 研究成果の公表内容一覧

---

程式の解の特異性とその周辺」(2023年1月12日, 東京理科大学神楽坂キャンパス).

20. 杉山裕介, 山本征法, 「On the self-similar solution to the 1D drift-diffusion equation with the half-Laplacian」黒木場正城教授 追悼研究集会「非線型偏微分方程式と走化性」(2022年12月1日, 北九州国際会議場).

##### (展示会発表 他)

1. 宮城茂幸、秋山毅「加速度センサおよびBluetoothビーコンを用いた子牛の位置情報、行動の分析」アグリビジネス創出フェア2022 (2022年10月26日～10月28日, 東京ビッグサイト).

##### (特許出願)

1. 発明の名称: 人体移動装置、発明者: 西岡靖貴 他、出願番号: 特願2022-125518、提出日: 2022年8月5日.
2. 発明の名称: 訓練システム、発明者: 橋本宣慶 他、出願番号: 特願2023-033978、提出日: 2023年3月6日.
3. 発明の名称: 動物管理システムおよび動物管理方法、発明者: 宮城茂幸、酒井道 他出願番号: 特願2023-055678、提出日: 2023年3月30日.



## 5. 謝辞

まず、本学の公立大学法人の設置団体であります滋賀県におかれましては、我々のセンター活動につきまして、知事をはじめとした滋賀県庁の皆様、特に、私学・県立大学振興課、DX推進課、市町振興課、企画調整課等の皆様からは、様々なご援助・ご協力をいただいております、深く感謝いたします。また、滋賀県の関係組織、特に滋賀県畜産技術振興センター・滋賀県水産試験場・滋賀県東北部工業技術センター・滋賀県地域情報化推進会議・公益財団法人滋賀県産業支援プラザの皆様とも、日ごろから共同での取り組みや情報交換などいただいておりますことで、本センターのオープンイノベーションの取組が大きく進んでおり、改めて御礼申し上げます。

さらに、外部の民間企業様・NPO法人様等との連携も進み、その一部の公開可能な部分については、本文中でも触れさせていただいております。あらためて御礼を申し上げますとともに、今後ともよろしく願いいたします。

また、学内におきましては、通常業務に加え、本センターの活動に対してプラスアルファの部分で各教職員の皆様にいただきましたご助力について、誠にありがとうございます。

新型コロナウイルス感染症の状況が落ち着きを見せつつありますが、これまでの困難な状況の中で、皆様からいただきましたご支援・ご協力・ご鞭撻に、深く御礼申し上げます。

最後となりましたが、本センターの2023年度から2025年度の活動についても、滋賀県を通し、引き続き内閣府より地方創生推進交付金のご援助をいただいております、深謝いたします。

