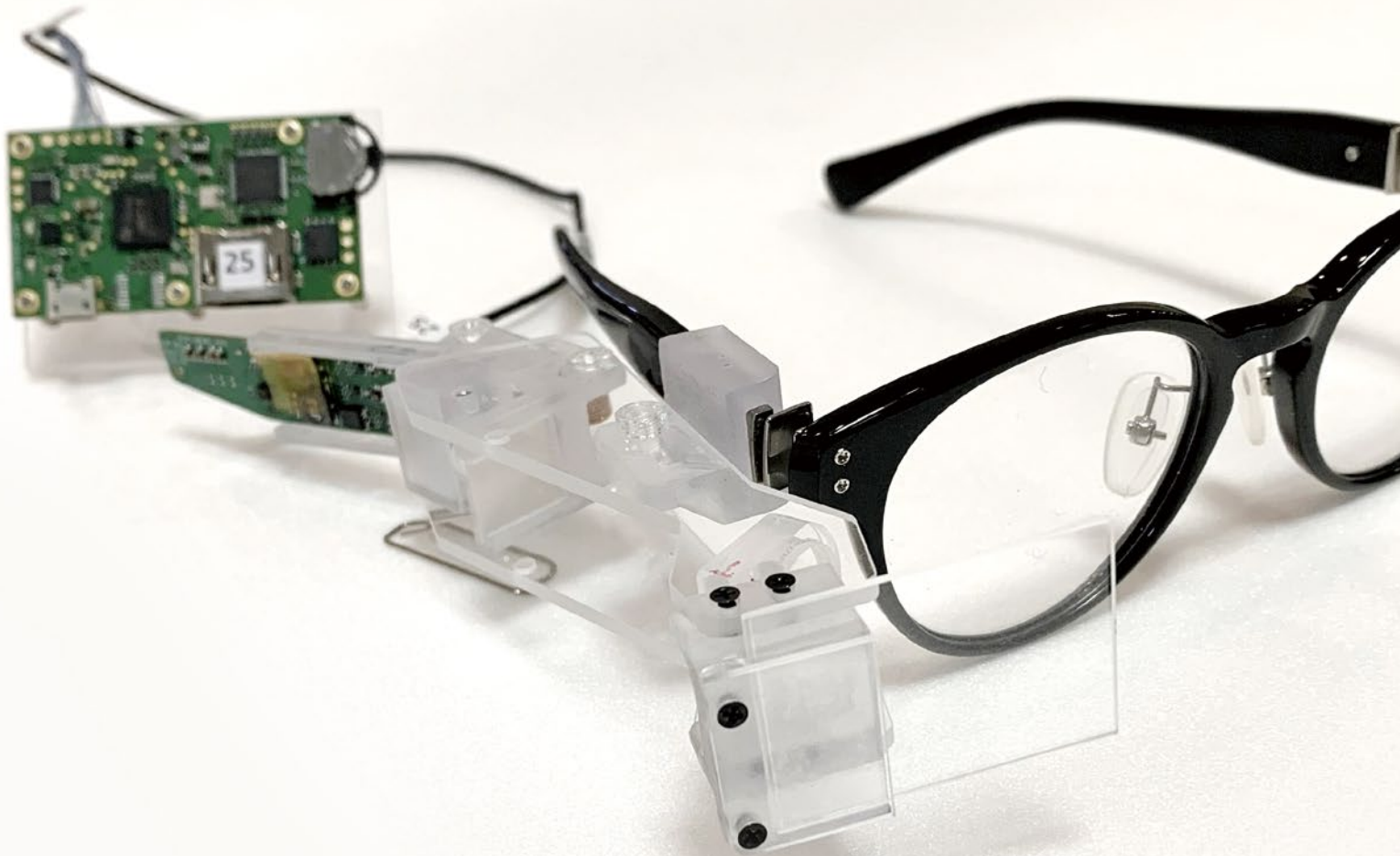


技術情報誌 テクノふくい

# TECHNO FUKUI

No. **106**

2022.8



# CONTENTS

## TOPICS

1

- ・「モビリティ分野へのCFRPの応用」講演会開催 ..... 1
- ・産学官連携により眼鏡に搭載可能なARディスプレイを開発 ..... 2
- ・令和3年度第3回ふくい宇宙産業創出研究会公開セミナー開催 ..... 4
- ・第12回ヘルスケア・医療機器開発展 福井県ブース出展 ..... 6
- ・第4回航空・宇宙機器開発展 福井県共同ブース出展 ..... 8

## SPOT LIGHT

10

- ・研究紹介 福井大学  
工学の輪を超えたドローンによる空撮画像を用いた画像処理 ..... 10
- ・取組紹介 福井工業大学  
ウェルネス&スポーツサイエンスセンター設立について ..... 12
- ・研究紹介 福井工業高等専門学校  
宇宙にただよう粒子と波動～暗黒物質と重力波～ ..... 14
- ・研究紹介 福井県立大学  
低コスト・高効率な微生物廃水処理システムの開発 ..... 16
- ・取組紹介 株式会社商工組合中央金庫  
「幸せデザインサーベイ」と「ESG診断」の取組 ..... 18

# 「モビリティ分野へのCFRPの応用」 講演会開催

(公財) ふくい産業支援センターは、ふくいCFRP研究開発・技術経営センター (FCC)、およびふくいオープンイノベーション推進機構との共催で、「モビリティ分野へのCFRPの応用」講演会を開催いたしました。当センターは、航空機や自動車などのモビリティ分野に、本県の強みである繊維や眼鏡の高い加工技術を持つ企業が参入する取り組みを支援しています。

本講演会では、カーボンニュートラルの実現のため軽量化要求が高いモビリティ分野におけるCFRPのニーズと課題について、第一線でご活躍の講師を迎え最新情報をお話いただきました。

**日 時**：令和4年2月18日(金) 13:00～16:00

**場 所**：福井県工業技術センターC101会議室

**事 業**：「新分野展開による研究成果の製品化支援事業」（福井県地域活性化雇用創造プロジェクト：委託事業）

**参加者数**：99名

**主 催**：(公財)ふくい産業支援センター、ふくいCFRP研究開発・技術経営センター、ふくいオープンイノベーション推進機構

## 内 容

### ●開会あいさつ

ふくいオープンイノベーション推進機構 ディレクター（福井県工業技術センター所長） 後藤 基浩

### ●「航空・宇宙分野における複合材料技術の適用」

株式会社IHIエアロスペース 生産センター 技師長 重成 有 氏  
ロケットや航空機エンジンの性能向上と密接に関係する軽量化技術において、その要であるCFRP技術の適用に関し、事例および今後の適用拡大に向けたニーズや課題についてお話いただきました。

### ●「複合材料の試験におけるNadcapの要求と技術的課題への取り組み」

株式会社キグチテクニクス 営業部 部長 宮本 伸樹 氏  
航空宇宙産業において複合材料を使用する際、設計・製造時に必要となる材料試験データ取得に不可欠なNadcap Non-Metallic materials Testing認証制度の要求事項と技術的取り組みについてお話いただきました。

### ●「複合材料用評価試験機の紹介」

福井県工業技術センター 新産業創出研究部 主事 福留 秀渡  
経済産業省地域新成長産業創出促進事業費補助金（地域イノベーション基盤整備事業費）により、工業技術センターに導入した複合材料用評価試験機（精密万能試験機ベース特注品）の紹介を行いました。

### ●「再生炭素繊維市場の創出に向けた取り組み」

株式会社ミライ化成 化成品部 化成品二課 係長 山本 新 氏  
CFRP生産工程において発生する端材や廃材は、現状埋め立てするしかありません。このような状況を踏まえリサイクルの視点から再生炭素繊維の適用拡大に向けたニーズと課題をお話いただきました。



## お問い合わせ先

(公財)ふくい産業支援センター オープンイノベーション推進部 プロジェクト推進室 真柄、上野

# 産学官連携により眼鏡に搭載可能なARディスプレイを開発

(公財)ふくい産業支援センターが公募した令和3年度光学エンジン活用可能性試験調査研究事業にて、(株)ポストクラブおよび福井県工業技術センターは、福井大学が開発した超小型光学エンジンを活用したウェアラブル製品向けの眼鏡型ARディスプレイを試作開発しました。本ディスプレイは、PC等の画面をAR像として映し出すことができます。なお、本研究事業は、文部科学省地域イノベーション・エコシステム形成プログラムの一環で実施したものです。

## 1 文部科学省 地域イノベーション・エコシステム形成プログラム

文部科学省は、平成28年度から地域の競争力の源泉となる技術シーズを発掘し、地方創生に資する成功モデルを創出するため、地域イノベーション・エコシステム形成プログラムを実施しています。本県では平成29年度に福井大学の光制御技術をコアとしたプロジェクトが採択を受けました。

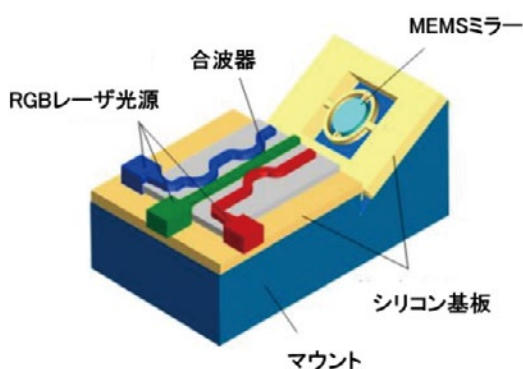
- ・プロジェクト名：ワンチップ光制御デバイスによる革新的オプト産業の創出
- ・実施主体：国立大学法人福井大学、福井県、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
- ・実施期間：平成29年度～令和3年度

## 2 世界で初めてRGB3色を合波する光導波路型を採用した超小型光学エンジン

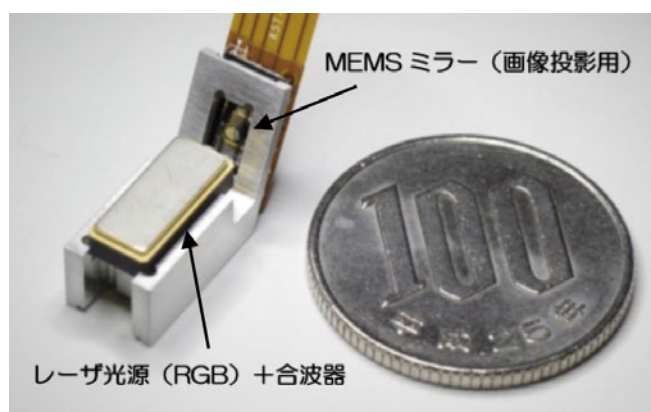
福井大学は、わずか $8 \times 4 \times 3$ mmのコンパクトなRGBレーザモジュールと、微小電気機械（MEMS）ミラーを統合した超小型光学エンジンの作製に成功しました。MEMSミラーがレーザモジュールからの光を反射する方向を電子的に制御し、投影領域全体にスキャンを行うことにより高品質の2D画像を投影できます。

本モジュールの特徴は、独立した3本のレーザ光を1本に重ね合わせたフルカラーの光線を出力する機構を世界最小レベルの大きさで実現したことにあり、RGB3色を合波する光導波路型合波器の開発に世界で初めて成功しました（図1）。また、合波器とレーザ光源（LD）が一体化した構造のため外部からの振動に強く、合波器の効率は97%と非常に高いことから、ウェアラブルデバイスに適しています。

超小型光学エンジンは、福井大学発ベンチャーであるウイニングオプト(株)とライセンス契約を結んだサーレンKST(株)が製造・販売する予定です。



(a) 概要図



(b) 実物写真

図1 超小型光学エンジン

## 3 AR光学系の開発

ヘッドマウントディスプレイ等の画像投影方式は、数多くの手法が提案されています。しかし、従来の液晶や有機ELを用いた表示素子では輝度が小さく、明所において画像の視認性に課題があります。レーザ光源は、小型、省電力で、高輝度という特徴がありますが、干渉性が強く、スクリーンに映像を投影する場合は、スクリーンからの散乱光が干渉して、スペckルノイズと呼ばれるランダムな干渉パターンが形成され、画質が低下するという課題があります。

そのため、ふくい光学エンジン研究会と福井大学は、AR像の高い視認性と簡易で製造しやすい装置構成を両立するため、レーザー光源と透過型スクリーンを組み合わせたAR光学系を共同で開発しました。スクリーンの散乱光を投影する方式を採用することで、眼球の動きに伴う視認性の低下を防止することができます。さらに、光学特性の異なる透過型スクリーンを多層構造とすることで、レーザー光特有のスペックルノイズの影響を低減し、画質を向上させることができます。

#### 4 超小型光学エンジンを搭載した眼鏡型ARディスプレイの試作開発

前述の超小型光学エンジンを搭載したARディスプレイの試作開発モデルの概要を図2に示します。本ARディスプレイは、超小型光学エンジン、透過型スクリーン、平凸レンズ、ハーフミラーにより構成されており、これらの光学部品は入手が容易な汎用品を使用しています。また、内部構造を確認しやすいようにスケルトンタイプとしています。本ARディスプレイをRaspberry Piなどの小型PCに接続し、動画やテキスト情報を実際の風景に重ねて表示できることを確認しています。

また、(株)ポストクラブは、ウェアラブルデバイスを簡便に着脱可能とすることで作業者の負担低減を図るため、着脱機構を設けたメガネフレーム neoplug を開発しました。そこで、本ARディスプレイをneoplug対応に設計することにより、図3に示すようなウェアラブルな眼鏡型ARディスプレイを実現しました。また、neoplugは左右両側にデバイスの取り付けが可能であるため、両眼ARディスプレイへの拡張も容易です。

今後も引き続き、試作モデルを基に改良を進め、実用化に向けて更なる小型・軽量化を図っていく予定です。

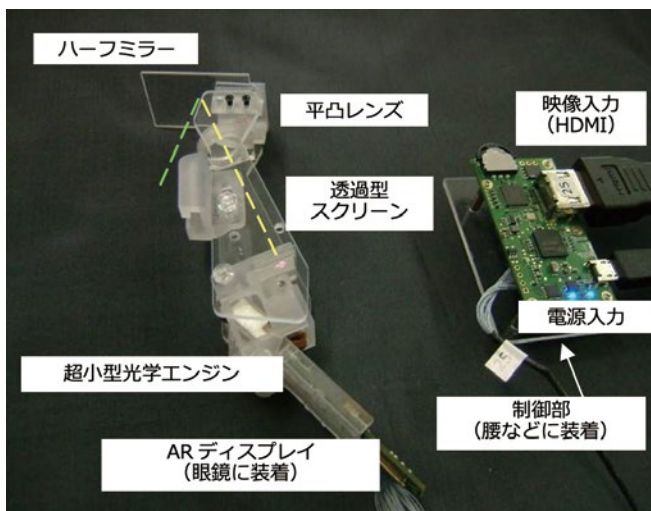


図2 開発したARディスプレイ(試作品)の概要

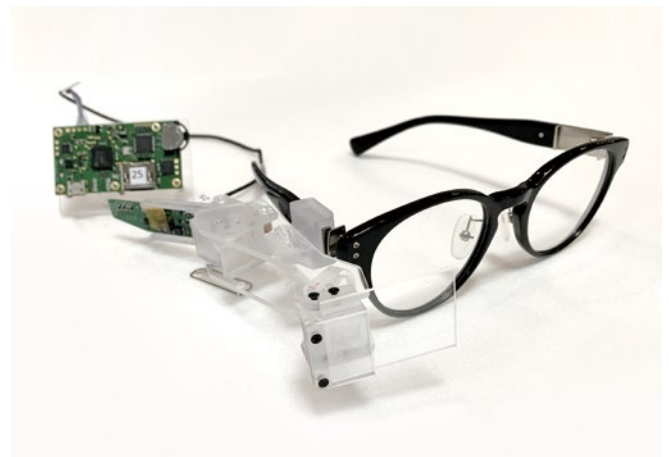


図3 眼鏡型ARディスプレイ

#### 5 まとめ

福井大学が開発したAR技術のコアとなる超小型光学エンジンを活用し、PCの映像をAR像として実際の風景に重ねて表示できる眼鏡型ARディスプレイを試作開発しました。

今後、5Gの普及に伴い、VRやARなどのデジタル技術の実用化が進んでいくと予想されており、今回開発した技術をベースに、県内の新製品開発を推進していきます。

※謝辞：日華化学(株)様から透過型スクリーン「DiaLumie」をご提供いただきました。お礼申し上げます。

# 令和3年度 第3回ふくい宇宙産業創出研究会 公開セミナー開催

ふくい宇宙産業創出研究会は令和4年2月17日に、令和3年度第3回ふくい宇宙産業創出研究会として福井県工業技術センターにて公開セミナー（実会議+オンライン配信併用）を開催しました。研究会では、『宇宙データ利活用と先端産業』をテーマとして、県外の宇宙産業の第一線で活躍するベンチャー企業および機関から最先端の宇宙産業情報を提供いただきました。



山田会長挨拶と会場の様子

ふくい宇宙産業創出研究会の山田会長からは福井県民衛星プロジェクトの現状、現在の宇宙産業拠点化に関する県の取り組みの紹介、そして宇宙業界のスピードと県内企業と当研究会への期待と支援が述べられました。

人工知能（AI）を使った衛星データ解析を手掛ける㈱スペースシフト金本氏からは、同社のビジョン、光学衛星と合成開口レーダ衛星の特徴などの講演のほか、衛星データのAI自動分析の紹介と、地方創生のため衛星データ利活用に必要な人材を出身の鳥取県に配置させている取組紹介の後、同社と鳥取県と福井県との連携の可能性に言及されました。

宇宙航空研究開発機構（JAXA）公認のベンチャー企業の㈱天地人の櫻庭氏は衛星データに基づいて栽培した『宇宙ビックデータ米』など農業分野の実績を紹介されています。ほか、『人類の文明を最適化する』としての取組み、衛星データの特徴（継続性、広域性、越境性、抗堪性、同報性）アセット（資源・財団）となる宇宙ビックデータの農業、保険、教育、金融その他の分野での活用提案、そしてこれまでの社会課題解決のための共同開発事例などの紹介がありました。

日本初の宇宙ビジネスカンファレンスである一般社団法人SPACETIDEの佐藤氏より、世界、日本、そしてアジアの宇宙ベンチャー企業の動向とそれぞれの特徴を紹介されました。宇宙ビジネスは新しい産業の潮流であり、データ利活用、輸送、インフラ構築・運用、軌道上サービス、宇宙旅行、探査・資源開発が6つの大きな領域であること、米国の主たる事業社とIT、電気自動車、物流などの異業種巨大資本からの宇宙ビジネス参入や加速状況、日本とアジア太平洋の宇宙ビジネスや『福井県民衛星プロジェクト』などの地方創生の各種取り組みなどが説明されました。すでに事業化段階に入った宇宙ビジネスの今後の展望では、福井県などの地域開発との連携が提案されるなど、盛沢山の情報提供をいただいています。

このほか事務局からは研究会の活動報告や福井県の宇宙環境試験機器の紹介なども行いました。最後に、ふくいオープンイノベーション推進機構（FOIP）の後藤ディレクターから今回はオンライン配信を併用した全国に向けての情報発信であり、福井県での活動をお知り置きいただき、県外企業様とウィンウィンの関係が構築できるならば、積極的な提案や案件に対応していくなど、FOIPとして機関や組織を超えた研究開発について全力で取り組んでいくことが示されました。



(株)スペースシフト 金本氏講演



翌日の企業訪問(福井テレビ衛星中継車)

研究会の翌日には県内の宇宙産業に取り組む企業を訪問し、新たなビジネス創出の可能性を拡大させています。ふくい宇宙産業創出研究会では、宇宙産業拠点化を目指すため、研究会や公開セミナーなどを通じて有用な情報を提供することで、多方面にわたる企業支援を行っています。

◆日時：令和4年2月17日(木) 13:30～17:15

◆場所：福井県工業技術センター 講堂およびオンライン配信

1 セミナー「宇宙データ利活用と先端産業」

- (1) 衛星データ利用による地方創生と新産業創出  
株式会社スペースシフト 代表取締役 金本 成生 氏
- (2) 天地人コンパスの活用事例と今後の展開  
株式会社 天地人 代表取締役 櫻庭 康人 氏
- (3) 事業化ステージに入った宇宙ビジネスーSPACETIDEが描く世界のトレンドー  
一般社団法人SPACETIDE 共同設立者 兼 理事 兼 COO 佐藤 将史 氏

2 ふくい宇宙産業創出研究会会議

- ・研究会の活動報告
- ・衛星データの活用提案情報
- ・会員取組み紹介 など

◆主催：ふくい宇宙産業創出研究会

**お問い合わせ先** (公財)ふくい産業支援センター オープンイノベーション推進部 ネットワーク推進室 松井、岸本

# 第12回ヘルスケア・医療機器開発展 福井県ブース出展

(公財)ふくい産業支援センターオープンイノベーション推進部では、新技術・新工法商談会支援事業において、本件の特色ある優れたものづくり企業の新たな販路開拓や技術提携促進を目的に、令和4年3月16日から18日に開催された「第33回日本ものづくりワールド」に併設された「第12回ヘルスケア・医療機器開発展」に、下記の展示内容により福井県ブースを出展しました。

企業・機関名	主な展示製品・技術
ヤマウチマテックス株式会社	チタン加工に関する医療向けの加工サンプル品
株式会社ミテック	医療展開可能な耐摩耗性の高いセラミックス接着接合治具
ヨシダ工業株式会社	チタン合金による医療部品（眼科・整形外科用）
株式会社ホブニック研究所	弱視向け高コントラスト感度眼鏡レンズ (NeoContrast、TRIGUARD)
清川メッキ工業株式会社	ナノめっきによる医療機器向け表面処理技術（撥水めっき等）
ふくい光学エンジン研究会	文部科学省 地域イノベーション・エコシステム形成プログラムの成果品（超小型光学エンジン・眼鏡型ARディスプレイ）
(公財) ふくい産業支援センター	県内企業の技術支援・技術開発に関する広報

新型コロナウイルスの影響も少なく盛況であり、終了直後の商談状況は、商談成立数3件、試作・見積・図面検討の依頼数47件、サンプル提供の依頼数10件、後日アポイント数49件、名刺交換・商品説明数484件の結果となりました。

## 『第12回ヘルスケア・医療機器開発展』（第33回 日本ものづくりワールド 内）概要

- 会 期：令和4年3月16日(水)～18日(金)
- 会 場：東京ビッグサイト（東京都江東区有明3-11-1）
- 主 催：RX Japan(株) (旧社名:リード エグジビション ジャパン)
- 併 設 展：「第33回設計・製造ソリューション展」、「第26回機械要素技術展」  
「第12回ヘルスケア・医療機器開発展」、「第4回工場設備・備品展」  
「第4回ものづくりAI/IoT展」、「第4回次世代3Dプリンタ展」  
「第3回計測・検査・センサ展」、「第4回航空・宇宙機器開発展」  
「第31回3D&バーチャルリアリティ展」

来場者数：19,875名

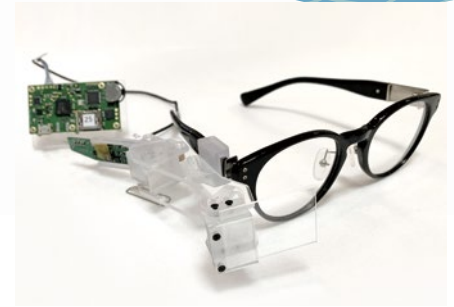




福井県ブース



ふくい光学エンジン研究会



ヤマウチマテックス(株)



(株)ミテック



ヨシダ工業(株)



(株)ホプニック研究所



清川メッキ工業(株)



(公財)ふくい産業支援センター

**お問い合わせ先** (公財)ふくい産業支援センター オープンイノベーション推進部 技術経営推進室 元山

# 第4回 航空・宇宙機器開発展 福井県共同ブース出展

(公財)ふくい産業支援センター、福井県工業技術センター、(公財)若狭湾エネルギー研究センターの三機関が連携し、令和4年3月16日から18日までの3日間、東京ビックサイトで開催された国際見本市「第33回日本ものづくりワールド」の「第4回航空・宇宙機器開発展」において福井県の宇宙産業拠点化に関する取り組みを紹介しました。

宇宙業界での新たなユーザー獲得を目的の1つに、福井県工業技術センターと(公財)若狭湾エネルギー研究センターに導入されている宇宙環境を地上で模擬可能な試験機器の紹介や福井県での宇宙産業拠点化の取り組みを紹介しました。

具体的には、福井県工業技術センターは宇宙機の軌道上での環境を模擬可能な熱真空試験機やロケットによる打ち上げ時の環境を模擬可能な振動試験機、アンテナの性能などを測定可能な六面電波暗室などを紹介しました。(公財)若狭湾エネルギー研究センターは宇宙機の電子機器に悪影響を及ぼす宇宙放射線を地上で模擬可能な加速器システムを紹介しました。両センターの設備により、日本国内において宇宙機開発に必要な環境試験機器を複数保有していることを宇宙関係者の集まる展示会で訴求していました。

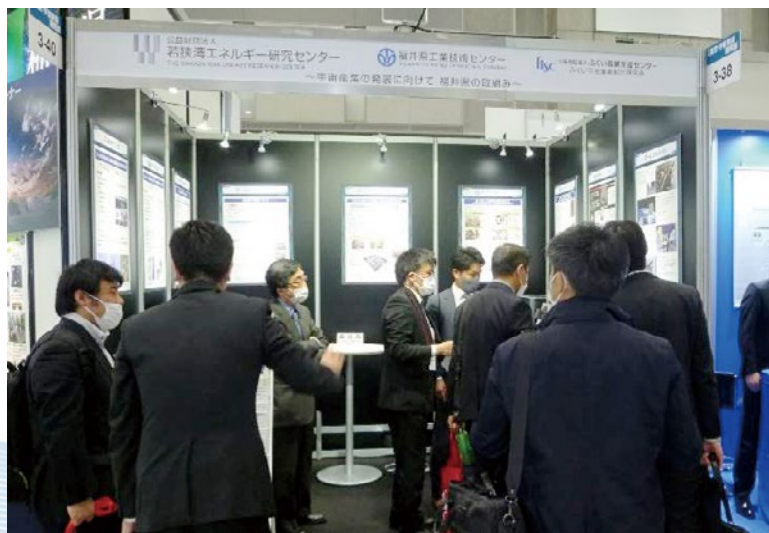
このほかにも、福井県民衛星技術研究組合からは県民衛星「すいせん」(1/2模型)、ふくい宇宙産業創出研究会に所属する企業からは、セーレン株式会社の製造した衛星としてルワンダ衛星のエンジニアリングモデル、春江電子株式会社の衛星追尾システム、福井テレビジョン放送株式会社の衛星通信実証実験などについて紹介しています。

当日は福井テレビジョン放送の取材も受け、令和4年3月25日にニュース番組で報道されるなど、地元からの関心も高い出展展示となりました。

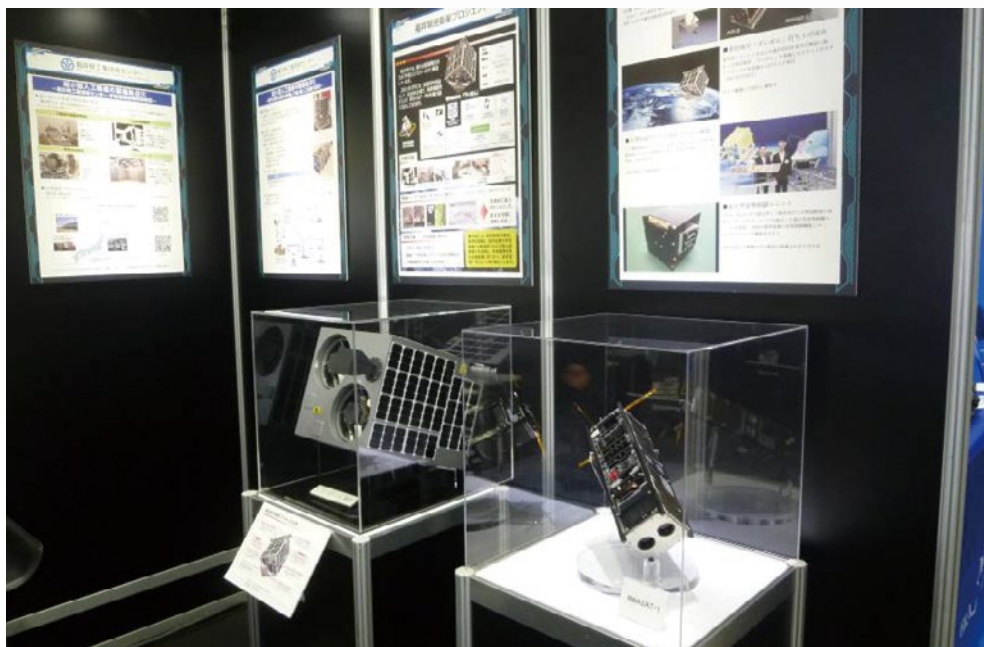
ふくい宇宙産業創出研究会の事務局である(公財)ふくい産業支援センターと福井県工業技術センターでは、宇宙ビジネス産業へ期待が膨らむ中、県民衛星プロジェクトをはじめとして宇宙機製造から宇宙産業拠点化までの幅広い取り組みを、宇宙を身近に感じられる県として今後も情報発信していきます。

## 『第4回航空・宇宙機器開発展』(第33回 日本ものづくりワールド 内) 概要

- 会 期：令和4年3月16日(水)～18日(金)
- 会 場：東京ビックサイト(東京都江東区有明3-11-1)
- 主 催：RX Japan(株)(旧社名：リード エグジビジョン ジャパン)
- 併 設 展：「第33回設計・製造ソリューション展」、「第26回機械要素技術展」  
「第12回ヘルスケア・医療機器開発展」、「第4回工場設備・備品展」  
「第4回ものづくりAI/IoT展」、「第4回次世代3Dプリンタ展」  
「第3回計測・検査・センサ展」、「第4回航空・宇宙機器開発展」  
「第31回3D&バーチャルリアリティ展」



出展風景



福井県ブース

## 主な出展内容

- (1) 福井県（および福井県工業技術センター）  
「福井県民衛星プロジェクト（パネル）」および「県民衛星すいせん（1/2模型）」  
「超小型人工衛星の製造拠点化 工業技術センター宇宙関連環境試験機器（パネル）」
- (2) 国立大学法人福井大学  
「超小型衛星による宇宙への挑戦（パネル）」
- (3) セーレン株式会社  
「Team FUKUIの超小型人工衛星開発（パネル）」および「RWASAT-1衛星（模型）」
- (4) 春江電子株式会社および福井テレビジョン放送株式会社  
「超小型人工衛星向け可搬型衛星通信補助システム」  
「1.5Uペイロード搭載可能な3U型キューブサットの構造体および展開機構（パネル）」  
「福井県製造の超小型人工衛星との無線通信実証実験などの共同研究の紹介」
- (5) 公益財団法人 若狭湾エネルギー研究センター  
「宇宙で利用される機器・材料の評価技術開発（パネル）」  
「加速器の利用について（パネル）」

**お問い合わせ先** （公財）ふくい産業支援センター オープンイノベーション推進部 ネットワーク推進室 松井、岸本

研

究 紹

介

# 工学の輪を超えたドローンによる 空撮画像を用いた画像処理

福井大学 学術研究院工学系部門 知能システム工学講座 築地原 里樹

## 1. はじめに

近年、回路部品や半導体の小型化・量産化により、小型のPCやセンサデバイスが誰でも使いやすくなり、取得できる情報の種類が膨大となっている。センサデバイスの多様化と頑健さを加えて、従来取得不可能なデータを得ることができ、人間の管理業務代替を超えたAI構築が課題となっている。

DJI<sup>1)</sup>を初めとするドローンメーカーが頑健なドローンと、ジンバル制御を含んだ高解像度カメラを搭載し、空撮技術を確立している。工学分野では十数年前では考えられなかった操縦の安定性と操作性を確立し、筆者はまだ完全自動で帰還する機能を信じ切れない感情を持つものの、一度航路設定が終わるとドローンを地面に置きボタン1つ撮影が完了できる(図1、DJI GSP Pro<sup>2)</sup>を使用)。また、搭載できるカメラのCMOSセンサ

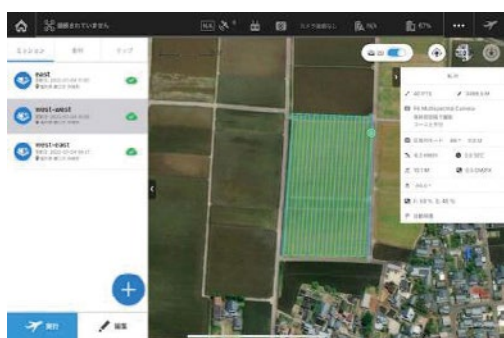


図1：自動操縦ドローンのインターフェース例(DJI GSP Pro)

サイズが徐々に大きくなり、地表の暗い場所に対しても撮影精度が高くなっている。取得できる画像の解像度も高くなり、1ピクセルに地表のcm単位の色変化を捉えることが可能で、植物や建物の細かい状態を撮影でき経時データを管理ができる。

本稿ではこれまで取り組んできた筆者のドローンを用いた畜産・農業分野での取り組みを紹介する。1つ目は前職で取り組んだ畜産分野におけるドローンの空撮画像を用いた草地画像分類について、2つ目は福井県の農業分野における空撮画像を用いた雑草識別について説明する。

## 2. 深層学習による形状特徴を用いた広葉雑草検出

農研機構の「革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)」で支援して頂いたプロジェクトで、公共牧場における経営をIoT・ICT技術を用いて改善することを目的とした。本プロジェクトの中で、ドローンを用いた草地画像の草種分類が一つの課題となり、牧場が持つ各牧区において雑草が侵入している割合を計算する。イネ科牧草を生産するための採草区においては雑草が牧草の成長を阻害しないため、牛を生育するための放牧区においては毒性のある雑草を牛に

食べさせないために、雑草を発見し経営改善を狙う。

日本畜産分野においてイネ科牧草を生育する区域へのエゾノギシギシの侵入が問題となっている。CNNを用いてイネ科牧草地におけるギシギシ類雑草を検出し、高度10mの画像を用いて雑草位置を抽出し雑草防除ロボットに活用しようという試みがある<sup>1)</sup>。

筆者らは農業従事者が使用し農作業との効率トレードオフを考慮し、高度50mの空撮画像を用いて草地内の雑草であるギシギシを検出する<sup>2)</sup>。図2に鹿児島県の公共牧場の牧草を生育する区域におけるギシギシの見えを示す。上空から撮影するとギシギシは他の草と比べやや黄緑色で形状もやや丸い特

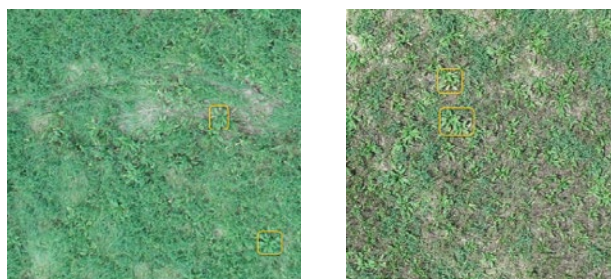


図2：高度50m空撮拡大空撮画像内の牧草を生育する区域における雑草ギシギシの見え(黄色枠内：ギシギシの一例)

徴があり、図2の拡大画像でも目視で判別可能である。空撮画像48枚から5000枚の切り取った画像に雑草、裸地、森、イネ科草、建物のラベルを手動で色塗りソフトウェアを使用し付与し、教師画像とした。色塗りの作業に多くの時間を要した。形状特徴を使いU-Net<sup>3)</sup>を用いて草地分類モデルを構築し、雑草を検出した。図3に採草地の1つの牧区全体のオルソ合成画像に対して本手法による草種分類結果を示す。図3の赤色で示す領域が雑草と認識した結果を示し、計上すると45.8%を占める。畜産分野では牧区に雑草が多い(30%以上)と牧区の更新に移行する。畜産研究者の目視による牧区の状態確認によると十分更新と判断でき、計算による判定結果と一致し正確なAI構築ができたと言える。

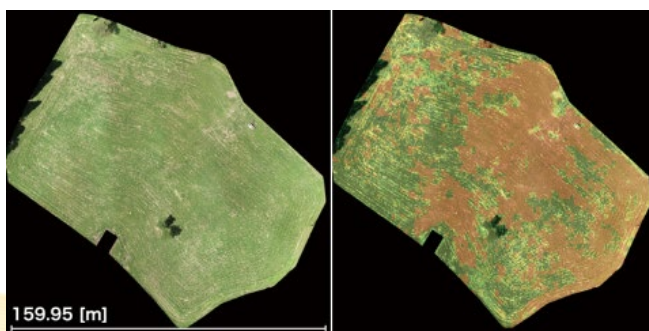


図3：採草地における雑草認識(左：入力画像、右：検出結果)

## お問い合わせ先

福井大学 学術研究院工学系部門  
 知能システム工学講座 助教 築地原 里樹  
 〒910-8507 福井市文京3-9-1  
 TEL : 0776-27-8571  
 E-mail : satoki-t@u-fukui.ac.jp

### 3. 複数時期の画像の位置合わせに基づくデータセット生成簡略化による大豆圃場におけるアサガオ検出

福井県や大豆・蕎麦圃場における外来アサガオの侵入状況の説明を受け、県内圃場において空撮実験を依頼し画像データを撮り溜め、早期雑草発見を試みている。アサガオは成長すると地中に長い根を張り、除草剤による防除で根の先まで効果がないと、侵入を完全に止めることができない。残ったアサガオは収穫物に混じることや収穫の際にコンバインの刃に強靱な根が絡みつくことで収穫に影響があることや、アサガオの葉がより高い位置で光を受ける傾向から作物の成長を阻害する。

図4に高度75mから撮影した複数時期の大豆圃場に侵入したアサガオを示し、双方とも白線の内側でアサガオ領域を示す。左右を比べると収穫時期の画像で大豆が色の変化が大きくアサガオ領域と明確に分かれる一方、生育時期では双方の色が



(a) 生育時期 (b) 収穫時期

図4：高度75m拡大空撮画像内の大豆圃場における複数時期のアサガオの見え

似ており、アサガオの場所を特定するのに時間を要する。本研究では前章の雑草ラベリングで多くの時間を要した背景を受け、教師データ獲得に必要な工程を自動化した<sup>[4]</sup>。収穫時期画像で明確に分かるアサガオの位置を、生育時期画像に貼り合わせることで、違いが分かりにくい生育時期の教師データを自動で取得する。自動で集めた教師データを用いてU-Netに基づくアサガオ検出モデルを構築した。図5にアサガオの認識結果を示す。図5の左が入力画像、中央が手動でアサガオに白色を塗った正解画像、右がアサガオ検出モデルによる認識



図5：大豆圃場の入力画像に対する雑草アサガオの認識結果  
 (左：入力画像、中：正解画像、右：推定結果)

結果となる。群生する傾向があり集まって存在している正解のアサガオ領域を、右側の検出結果で識別できていることが確認できる。生育時期の中でも収穫に近い時期の大豆とアサガオを見分けることが可能な検出モデルを構築することができたが、前述の通りアサガオ自体がより小さい時期に検出し除草剤による防除を効果的にする必要がある。本年度は早期の多くの画像を収集し、早期発見を目指している。

### 4. おわりに

本研究では、筆者がロボティクス分野で培った画像処理技術と、高精度に操作・撮影可能なドローン技術を組み合わせ、農業分野における雑草検出に取り組んでいる。ドローンに搭載しているカメラはまだ向上が見込め、より解像度が高い画像が取得でき、影が存在する場面においても多くの色情報が取得できることが期待できる。多くの色情報が取得可能であることに機械学習は相性がよく、農業分野で解析可能な事例が増えると予測できる。

本研究では農業従事者の目視による雑草・生育確認や管理業務を、AIに基づく確認・管理作業で代替しようとしている。確認・管理作業は農業分野に限らず存在し、筆者はAIを用いて更なる分野横断に挑戦する。

#### 参考文献

1. 藤原ら、畳み込みニューラルネットワークを用いた寒地型イネ科牧草採草地におけるギンギン類検出手法の開発、日本草地学会誌、Vol.66、No.2、81-90 (2020)
2. S.Tsuichihara et al., Drone and GPS sensors-based grassland management using deep-learning image segmentation, In Proc. of the third IEEE Int. Conf. on Robotic Computing (IRC2019), pp.608-611, 2019.
3. O.Ronneberger et al., U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation, Int. Conf. of Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, Vol.9351, pp.234-241, 2015.
4. 平田ら、収穫時期の大豆圃場の空撮画像を利用した生育時期のアサガオのデータセットの作成、第22回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2021)、878-881 (2021)

i DJI: <https://www.dji.com/jp>

ii DJI GSP: <https://www.dji.com/jp/ground-station-pro/>

取

組  
紹  
介

# ウェルネス&スポーツサイエンスセンター 設立について

福井工業大学 スポーツ健康科学部 坂崎 貴彦

## 1. 設立趣旨

本学のスポーツ健康科学部は、本年4月に8年目を迎えました。これまで地域に根差した活動を行い、連携体制も構築されてきました。学科内には、人々の健康増進、競技力向上やスポーツ振興について探求する研究者が在籍しています。併せて、他学科・研究科、各種センターでも健康・スポーツ分野に関わる研究者が活動しています。

コロナ禍は3年目に突入しましたが、未だにあらゆる取組みが従来通り行えない状況も見受けられます。

2025年には団塊の世代の全てが75歳以上となり、主体的な健康の維持増進への取組みのみでなく、医療・介護サービスの提供体制の効率化や重点化、機能強化に関する取組みが重要視されます。また現在、2030年開催に向けた北海道・札幌オリンピック・パラリンピックの誘致が検討されており、競技力向上のための科学的支援がより一層重要視される可能性があります。このような状況の中、未来を予測し、人々の健康増進やスポーツ活動を支援するための取組みを早急に検討し、有益な情報を社会に発信することが望まれます。

本学の母体である学校法人金井学園は、中等教育から高等教育までの教育機関を有しており、それぞれの機関同士の連携が可能であり、長期的に子ども達の発育発達を支援する環境が整っています。2021年度より専門学校が加わり、社会が求める即戦力人材の養成・育成がより強化されました。今後は健康をより広義に捉え、産官学医金の連携を強化することにより、研究の活性化、社会に実装可能な提案や開発、人材の養成や育成を行う必要があります。

そこで、健康のみならず現時点より良い方向へ向かう過程を重視する「ウェルネス」を前面に打ち出し、ウェルネス & スポーツサイエンスセンターを設立することとしました（図1は本センターのロゴマークです）。



（ロゴマークのデザインモチーフ）



図1 センターのロゴマーク

## 2. 目標と役割

心身の健康増進やスポーツ科学の発展に関する取り組みにより、あらゆる情報を社会に発信することを目標とします。そして、「人々のQOL\*を豊かにする」ための先駆的役割を果たします。そのためにも未来を予測し、各種課題に適応できる人材の養成・育成を積極的に図っていきます。

ミッションは下記のとおりです。

- (1) 地域の人々との協同事業の窓口としての役割を果たす。
- (2) 人々のQOLを高めるための有益な情報の発信拠点となる。
- (3) 地域の人々との対話を通して、福井工業大学の高度な教育研究の成果を社会実装する。
- (4) 未来をつくる観察眼を持った学生・生徒を養成・育成する。
- (5) アスリートをスポーツ科学的手法により支援する。

\*QOL：Quality of Life（生活の質）

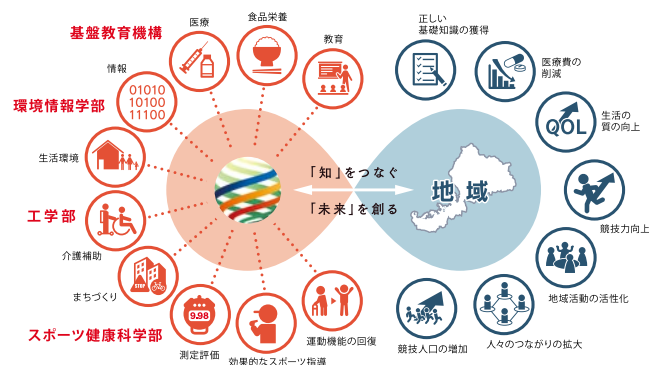


図2 目標と役割を果たすための連携体制

## 3. 開設後の実績

開設後3カ月の実績は下記のとおりです。

- ・関係教職員の公開講座の発信
- ・市内中学生の校外実習受け入れ
- ・パラカヌー選手強化活動団体への協力
- ・地域運動部活動推進事業への協力
- ・学会でのWebセミナー講師

## 4. 今後検討を進める事業

県と協力し、具体的に下記を進める予定です。

- ①各団体等で実施された健康・運動指標等についてのデータ解析および研究成果発表に協力する。
  - ・ふくい桜マラソンの魅力アップつなげるため、ランナー等のデータ取得、解析をヘルスケアやランナーのパフォーマンスの向上につなげる。

## お問い合わせ先

福井工業大学 社会連携推進課  
 〒910-8505 福井市学園3丁目6-1  
 TEL : 0776-29-2661 FAX : 0776-29-7843  
 e-mail : fut-wssc@fukui-ut.ac.jp

②地域のスポーツチーム・クラブに対する効果的なプロモーションプランについて、立地適正化計画策定割合が全国一位であり、集住率の伸び率が高い福井県ならではの提案を行う。

・地域住民のスポーツ参画に対する意識調査 等

③アダブテッドスポーツについて学ぶ機会を創出し、障害者スポーツの参加率を向上させる。

・障がい者スポーツ運動会の開催

④ふくい桜マラソン開催における連携。

・ふくい桜マラソンの大会運営、機運醸成、裾野拡大

## 5. 将来展望

センターの将来展望として下記を構想としています。

### ①健康状態の評価、および改善に有効な対策の検討

生徒・学生を対象にアンケート調査を実施し、生活習慣の変化や体調不良の実態を明らかにする。更に、家族構成や習い事の有無、運動経験、電子メディア使用時間等にも着目し、支援策を検討する。

### ②2024年から開始される次期健康づくり対策における各種目標値を達成するための取り組みの検討

現状の問題だけでなく、国が公開する統計データから予測される未来に生じる人口や環境の問題も考慮し、実現可能性の高い取り組みを性や年代のみでなく、体力や生活レベル別でも提案する。そして、健康の維持増進に有効な「継続できる取り組み」を広く普及させる。

### ③AIやIoT、ICTを活用した「見える化」の促進

タブレット端末や生体情報センサー等を活用し、学校体育においては学習効果の向上を、中高齢者においては自身の状態の理解度の向上を、スポーツ競技者においてはパフォーマンスの向上を図る。また、必要に応じて、地域のスポーツ活動で生まれるニーズに対応する用品やシステムを開発し、対象者の活動を支援する。加えて、地球観測衛星データの活用により大気汚染と健康影響の関連を検討し、自身への各種リスクの高低を即座に確認できるシステムを構築する。

### ④個々に適したトレーニング法や指導法の提案

性、年代、および競技別に体力や運動能力、傷病等の縦断データを蓄積し、精度の高い発育発達あるいは老化の予測プログラムを構築する。このデータに基づき、個々に適した長期的な運動プログラムを確立する。

### ⑤スポーツを通じた地域の活性化

地域のスポーツチーム・クラブに対する効果的なプロモーションプランを提案し、スポーツや障がい者スポーツに対する各立場（する、みる、支える）の参加率向上を図る。また、学内における他のセンターとも連携し、人との交流や至適な

運動強度が獲得できる「憩いの場（公園、施設、自宅等）」を提案する。

### ⑥「FUKUI」ブランドの向上

各種実験や調査、公開されているデータ等の分析を通して、健康やスポーツ科学の観点から福井県と他県の違いを明らかにし、その要因を探る。負の部分に関しては、早急に改善策を検討する。正の部分に関しては、関連する取り組みを継続、あるいは発展させ、将来的には全国に向けて「FUKUI」をアピールする。

今後センターを運営する過程で、センターがウェルネスとして、スポーツサイエンスとして、更に両者を融合させて考えることを考え、広く社会に貢献していきたいと考えています。

- 1 将来の健康づくり・スポーツ活動を支援
- 2 福井の健康・スポーツ界の発展に寄与（FUKUIブランドの向上）
- 3 未来を予測し、各種課題に対応できる人材の養成・育成

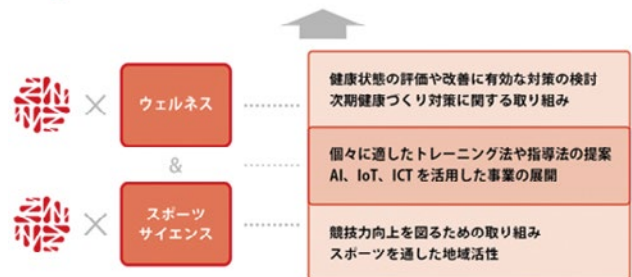


図3 センターの将来展望

## 6. 構成メンバー

【センター長】 坂崎 貴彦

【副センター長】 辻本 典夫

【関係教職員】

・スポーツ健康科学科

杉浦 宏季 野口 雄慶 内藤 景  
 船越 達也 前川 剛輝 山元 康平

・経営情報学科

木森 義隆 近藤 智士

・社会連携推進課

山本新一郎 齋藤 有司

上記構成メンバーに戎利光スポーツ健康科学部長を加え、2か月に1度、運営委員会を開催しています。

お願い

今後地域の皆様からのご要望に対応する窓口となり、健康およびスポーツ科学の研究成果の発信や、地域、社会並びに教育への支援に貢献できるように努力する所存です。お気軽にご連絡・ご相談をお願いいたします。

研

究 紹

介

# 宇宙にただよう粒子と波動 ～暗黒物質と重力波～

福井工業高等専門学校 一般科目教室（自然科学系） 土田 怜

## 1. はじめに

われわれの住む世界には、数え切れないほどたくさんのモノがあります。周囲を見回して、目に入るだけでも多くのモノがあるかと思えます。それらはすべて、原子や電子から構成されています。しかし一方で、宇宙にまで目を向けると、われわれの住む宇宙は未知の物質やエネルギーで満ちあふれていることがわかっています。それらは「暗黒物質」や「暗黒エネルギー」と呼ばれ、原子や分子といったいわゆる「通常の物質」ではありません。現在の宇宙論では、宇宙の構成要素は上記の「通常の物質」、「暗黒物質」、「暗黒エネルギー」の3つに大別できるとされています。しかし宇宙マイクロ波背景放射の観測結果から、通常の物質の割合はわずか5%程度でしかないことがわかっています。つまり、未知の物質やエネルギーが宇宙の大部分を担っていることとなります。私はこれらのうち、暗黒物質に関する研究を行ってきました。

また、宇宙に関する研究において、重力波やブラックホールは、アインシュタインが1916年に発表した一般相対性理論によって存在が予言されたものです。一般相対性理論によると、質量をもつ物体（天体など）がある場合、その周囲の時空が歪みます。そしてその歪みの発生源である物体が加速度運動をすると、時空の歪みが波となって伝播することが知られています。この波が重力波です。主な発生源としては、「コンパクト連星（中性子星やブラックホールの連星）の公転」、「コンパクト連星の衝突合体」、「中性子星の自転」、「超新星爆発」といった天体運動や天体現象が考えられています（図1）。重力波の直接検出は困難を極めました。理論の発表から100年近く経った2015年9月14日、アメリカの重力波研究チームLIGOにより、世界初の重力波直接検出が達成されました。こ

の観測イベントはその日付にちなみ、GW150914と名付けられました。また、観測データの解析によって、このイベントがブラックホール連星の合体を起源とするものであることがわかりました。この成功により、ブラックホール連星の存在が観測によって初めて示されました。さらにそこから数年が経ち、これまでに多くの重力波イベントの検出が報告されています。

また、国際研究チーム「イベント・ホライズン・テレスコープ（EHT）・コラボレーション」により、おとめ座銀河団の楕円銀河M87の中心にある巨大ブラックホールの撮影に成功したことが2019年4月に報告され、今年5月には天の川銀河の中心にある巨大ブラックホールの撮影にも成功したことが報告されました。

このように、宇宙に関する研究開発は日進月歩の発展を遂げていて、現在も世界各国で活発に行われています。このような背景のもと、私は暗黒物質、重力波、ブラックホールの研究に携わり、宇宙に関する新たな知見を得るべく活動しています。これらについて、以下でご紹介します。

## 2. 暗黒物質

暗黒物質は、その名の通り、光（電磁波）を放射しません。そのため、望遠鏡などの光を用いた観測では直接的には検出できません。しかし、暗黒物質は質量をもっているため、重力を感じます。また、暗黒物質はごくまれに通常の物質と衝突します。したがって、周囲の物質（星や銀河など）の動きを観測したり、通常の物質と衝突した際の痕跡を調べたりすることで、暗黒物質を探索・検出しようとする実験的研究が行われています。また、暗黒物質の正体を理論的に解明するための研究も行われており、現在では様々な理論から提唱される粒子が暗黒物質の候補として考えられています。このように、暗黒物質の正体解明に向けて、理論・実験の両面から活発に研究が行われています。

私の研究では、4以上の空間次元をもつ「余剰次元理論」から提唱される粒子の中で最も軽い粒子（LKPと呼ばれる）を暗黒物質の候補とし、LKPの暗黒物質としての妥当性を議論する理論的考察を行いました。LKPは、対消滅（粒子と反粒子が衝突して、粒子がもっていたエネルギーが残される現象）によって、特徴的なスペクトルをもつガンマ線や電子・陽電子対を生成します。現在、暗黒物質は銀河中心付近での密度が非常に大きくなっていると考えられており、この密度の増大度を表す因子として「ブーストファクター」と呼ばれるものがあります。私の研究では、このブーストファクターの値に対して制限を与えました。まず、LKP対消滅由来のガンマ線の理論的なエネルギースペクトルと、観測による結果とを比較した

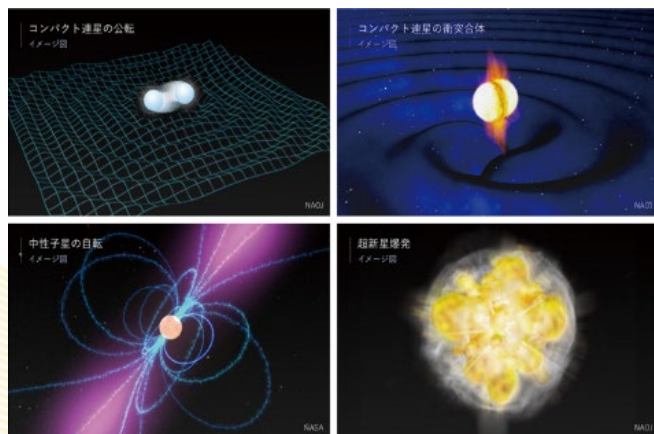


図1 重力波発生源の例

国立天文台のページ([https://gwpo.nao.ac.jp/about\\_gw/](https://gwpo.nao.ac.jp/about_gw/))より



## お問い合わせ先

福井工業高等専門学校 地域連携テクノセンター  
<https://www.fukui-nct.ac.jp/facility/arc/>  
 〒916-8507 鯖江市下司町  
 TEL : 0778 -62-1111 FAX : 0778-62-2597

結果、LKPの質量が1TeV（テラ電子ボルト）の場合、ブーストファクターには10程度の上限值が与えられることが示唆されました。一方、LKP対消滅由来の電子・陽電子比の理論的計算と観測結果とを比較した場合には、LKPの質量が1TeVの場合、ブーストファクターの値がおおよそ数100程度であるべきという結果が得られました。以上のことから、一見するとそれぞれの結果が合致しないように思えますが、ガンマ線は銀河中心から地球まで直線的に到来するのに対し、電子・陽電子は銀河内磁場によって方向が曲げられてしまうため、観測された電子・陽電子が必ずしも銀河中心から来たものだけであるとは限らず、より深い考察が必要となります。この点については、今後の検討課題となっています。

### 3. 重力波検出器と暗黒物質

重力波は、理論の発表から直接検出まで約100年を要したわけですが、検出が困難だった大きな理由のひとつは、地球に届く重力波の信号が非常に小さく、わずかな雑音でも信号が埋もれてしまうことにありました。それでも重力波を検出すべく、これまでに多くの工夫が施されてきました。その結果、アメリカのLIGOや欧州のVirgo、そして日本のKAGRAで採用されているレーザー干渉計型の重力波検出器は「10のマイナス21乗」程度の極めて微小な変位（太陽と地球の距離が、原子ひとつぶん変動した程度の変位）を検知可能な非常に高い感度を有するほどになりました。

私は、日本の重力波研究チームKAGRAの一員として、重力波検出器のデータ解析や信号較正の研究に携わってきました。その中で、上述した暗黒物質がレーザー干渉計の鏡に衝突した場合、その痕跡が見えるのではないかと考え、理論的な考察を行いました。暗黒物質が干渉計の鏡に衝突すると、一時的に振り子の振動や鏡の弾性変形が励起されます。そのため、これらに起因する信号は、非常に高い感度を有する干渉計を用いれば、検出可能なのではないかと期待できます。そこで、暗黒物質衝突により取得される信号と、検出器の感度とを比較し、信号の検出可能性を議論した論文を発表しました。その結果、地上のレーザー干渉計型重力波検出器による1年間の観測時間を通して、暗黒物質による信号が1度も検出されなかった場合、暗黒物質と通常の物質との相互作用断面積（この断面積の値が大きいほど、暗黒物質と通常の物質が衝突する可能性が大きくなります）に与えられる上限値が、これまでの制限よりも厳しく得られる可能性があることが示唆されました（図2）。

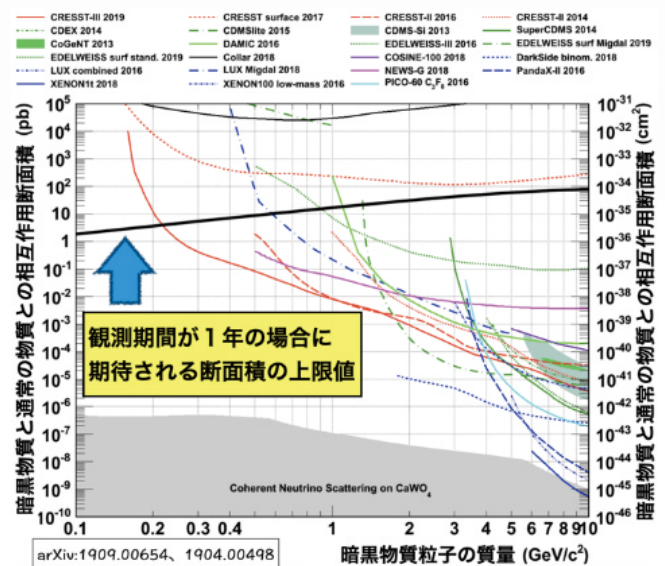


図2 暗黒物質の質量に対する暗黒物質と通常の物質との相互作用断面積 S. Tsuchida et. al., Phys. Rev. D101, 023005 (2020) 改.

### 4. ブラックホール

重力波の直接検出から数年が経過し、これまで知られていなかった様々なことが明らかになってきました。しかし、ブラックホールが存在するような、強い重力が生じる場所（強重力場）に関する情報はまだ十分には得られていません。そこで、ブラックホールがまわりの時空に及ぼす影響を理論的に計算することで、強重力場における物理現象の様相を考察してきました。例えば、回転するブラックホールの自転軸上に超伝導相転移温度付近の温度をもつリングを（思想的に）置くと、「重力磁場」の影響でリングには電流が流れ、相転移温度が揺らぎます。そこでブラックホールの性質の違いが、相転移温度の揺らぎにどのように影響を与えるか、といった議論を行いました。その結果、ブラックホールの回転を表す「カーパラメータ」の値が大きいほど、揺らぎが増大することが明らかになりました。

### 5. おわりに

今回ご紹介した研究は、科学の発展に欠かせない基礎研究であるとともに、宇宙の最先端の研究開発に関わるものです。われわれの実生活に今すぐ効果のあるものではないかもしれませんが、アインシュタインの相対性理論がなければ、現在のGPSの技術はありません。いま私が取り組んでいる研究も、将来のわれわれにとって必要不可欠なものとなることを楽しみにしています。このような研究の魅力を伝え、未来を担う人材を発掘することで、地域に貢献していきたいと考えています。

研

究 紹  
介

# 低コスト・高効率な 微生物廃水処理システムの開発

福井県立大学 生物資源学部 教授 木元 久

## 1. 廃水処理について

廃水処理といえば有害な化学物質を処理するイメージが強いと思いますが、最も重要なのはトイレや台所、風呂場からの生活廃水や食品製造工場などから大量に排出される有機物質を多く含んでいる廃水といえます。これらの有機性廃水に毒性はありませんが、そのまま河川や海へ放出すると有機物質が微生物の餌となり大量に増えてしまい環境水が汚れてしまうからです。これを避けるために有機性廃水の多くは、汚水として下水道を通じて処理場へ送られています。そこでは、どのように処理されているかご存じでしょうか？意外に思われるかもしれませんが、微生物に有機物質を食べてもらうことにより処理をしています。このように処理場では、環境水中で微生物が大量繁殖しないように閉鎖的な環境に微生物を閉じ込めて、そこで有機物質を微生物処理して浄化した水だけを河川や海へ放出し、残った微生物は産業廃棄しています。

## 2. 最近の廃水処理事情

下水処理設備の機能を低下させるような高濃度の有機性廃水の放出は、下水道法により厳しく規制されています。この目的で各事業所には、廃水を公共下水道に流す前に下水排除基準以下にするための除害施設（廃水処理設備）の設置が義務づけられています。ところが、食品工場などでは生産効率を高めることを目的として製造を1箇所で集中的に行うケースが増えてきたことから、この基準値をクリアするのが難しい工場も出てきました。しかしながら、事業者側としては、廃水処理にはコストをかけたくないと考えています。このような背景から、既存の廃水処理設備を拡張・増設するのではなく、微生物を高機能化することにより廃水処理能力を高める技術が求められていました。

そこで、福井市に本社があり、生活廃水や産業廃水を浄化する廃水処理プラントの設計・施工・維持管理などを展開している株式会社クオードコーポレーションとの共同研究により廃水処理に特化した微生物製剤QqBiO-KB21を開発したので紹介いたします（図1）。

## 3. 廃水処理用微生物の分離

最初は廃水処理能力の評価方法を決めるところからスタートしました。廃水といっても多種多様ですが、食品製造工場の廃水は有機物質濃度が高く、廃水処理設備への負荷も大きいのでトラブルも多いです。その中でも「油脂含量の高い食肉加工工場の廃水」は、特に処理が難しいことから、微生物の処理能力を評価するための廃水として用いることにしました。

次は評価方法です。最も一般的な水質の指標は生物化学的酸素要求量（BOD）ですが、この測定には時間がかかることから、短時間で測定ができ、廃水中の共存物質からの妨害に強く、より正確に測定できる全有機体炭素（TOC）の測定により評価することにしました。

最後に廃水処理能力の高い微生物の分離方法ですが、多種類の微生物が混在している環境試料から目的とする微生物を分離するために、廃水中での増殖速度を指標に候補株を分離しました。廃水処理現場では、最終的に微生物を分離除去しますので、廃水の処理能力だけでなく、廃水中での凝集・沈殿性も重要です。これら両性質を備えたE2株を福井県内で分離することに成功し、さらにキネレティア属の新種細菌であることがわかりました。E2株は、バイオポリマーを大量に分泌することにより、廃水中に混在している他の微生物や浮遊固形分と一緒に凝集・沈殿する優れた性質を持っています（図2）。

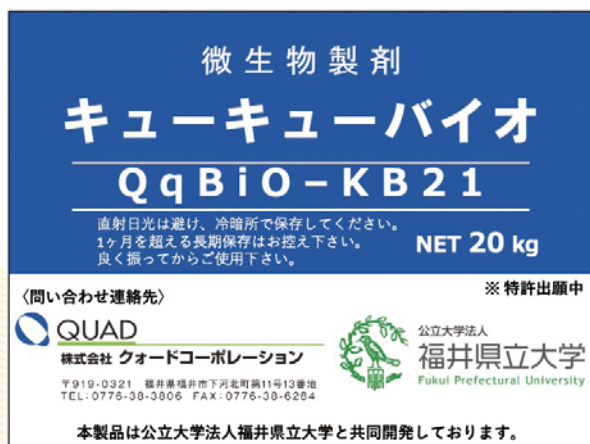


図1 新開発した廃水処理用微生物製剤のラベル

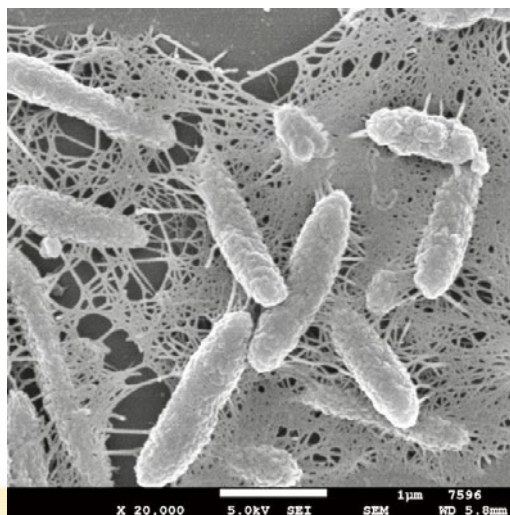


図2 キネレティア属の新種細菌E2株の電子顕微鏡像

## お問い合わせ先

福井県立大学 生物資源学部 教授 木元 久  
〒910-4103 あわら市二面88-1  
TEL : 0776-68-8324 (直通)  
E-mail : kimoto@fpu.ac.jp

分離当時、キネレティア属の細菌は、イスラエルの「ガリラヤ湖」で1種類しか発見されておらず、E2株は世界で2例目のキネレティア属の細菌でした。

## 4. 廃水処理現場での実証試験

(株)クォードコーポレーションは、生活廃水や産業廃水を浄化する、廃水処理プラントの設計・施工・維持管理を提供しており、特に微生物の働きにより水を浄化する生物処理方式を得意としています。このシステムの特徴としては、コンクリート2次製品である「ユニコンシステム」を組み合わせて処理水槽を造る組立式のプレキャスト水槽であり、従来工法と比較して工期の大幅短縮と低価格化を実現しています(図3)。



(a) ユニコンシステム

(b) 施工例

図3 (株)クォードコーポレーションが提供する生物処理システム

本廃水処理システムにE2株を投入することにより、食肉加工工場の処理能力を高めることができるか試験しました。処理設備では上流から廃水が絶えず流れ込んでおり、下流へ移動する間に微生物で浄化処理されて設備外へと連続放流されますので、E2株を投入しても下流へすぐに流されてしまうという問題がありました。そこで、E2株を廃水処理設備内で大量に連続培養して絶えず上流に供給するシステムを考案しました。クォードコーポレーションが提供する廃水処理システムの特徴であるユニコンシステムの1室をE2株の連続大量培養槽として利用する方法です(図4)。これにより、微生物の投入量を抑

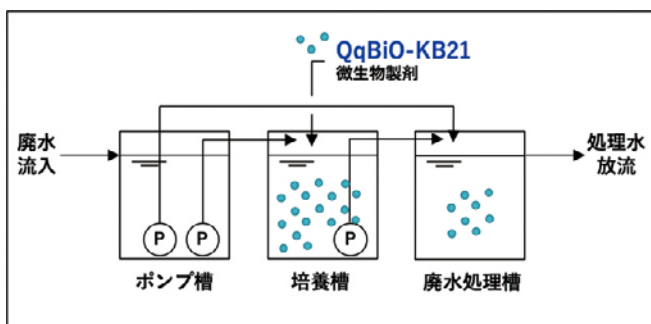


図4 設備内で微生物を連続培養する培養槽システム

えることができ、廃水処理のランニングコストも大きく低減することができます。

稼働している廃水処理設備には多種多様な微生物が混在していますが、この微生物叢を次世代シーケンサによるアンプリコン解析により調べたところ、属レベルで数百種類もの微生物の存在を確認しました。このように多様な微生物環境にE2株を投入して効果を確認できるか不安でしたが、リアルタイムPCRによりE2株を追跡調査したところ、安定して1ヶ月間以上は廃水処理設備に存在して廃水処理能力を飛躍的に高めていることが実際に確認できました。

これまででは微生物処理する前に、加圧浮上槽と呼ばれる油脂固形分を取り除くための装置や凝集沈殿剤が必要でしたが、これらがE2株の投入により不要となり、廃水処理のランニングコストを大幅に削減することに成功しました(図5)。

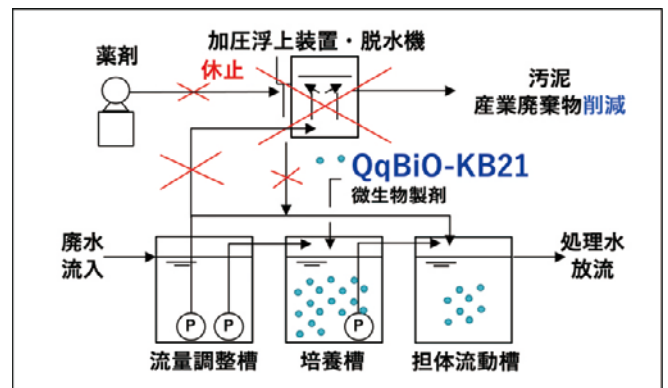


図5 E2株と培養槽によりランニングコストを大幅低減

## 5. 最後に

本研究により、多種多様な微生物が混在している廃水処理設備において、たった1種類の微生物を添加するだけで、これまで不可能であると考えられていた混合微生物系の制御に成功し、実際に処理能力を高めることができました。

今回は食肉加工系廃水での試験でしたが、食品系の廃水といっても加工する食材によって廃水中に含まれる有機物質の種類は大きく異なります。そこで今後は、菓子製造や惣菜調理、水産加工分野などの廃水処理に適した微生物をさらに探索して、各種の工場廃水にあったオーダーメイドの微生物廃水処理技術を展開したいと考えております。

また、卒業研究として本研究を担当してくれた学生は、卒業後に(株)クォードコーポレーションへ就職いたしました。本研究は地元企業への貢献だけでなく、新たな雇用創出という点でも地域貢献につながりました。

取

組  
紹  
介

# 「幸せデザインサーベイ」と「ESG診断」の取組

株式会社商工組合中央金庫福井支店 次長 大久保 孝

## 1. 幸せデザインサーベイについて

### ①企業の成長は「幸せ」が起動する

幸せの可能性をご存じですか?国内外の様々な研究から、幸せな人ほど、創造性や生産性が高いことが確認されています。

また、商工中金独自の調査により、幸せと企業の成長に関係があることが分かってきました。商工中金が実施する幸せデザインサーベイで会社の幸せを可視化し、一緒に幸せな会社を創りましょう。



個人の主観的な幸福感が向上すると、生産性や創造性が向上することが研究の中で分かっています「幸福感の高い人は、そうでない人と比べて、創造性が3倍高く、生産性は31%、売上は37%も高い(イリノイ大学教授エド・ティナー)」。よって個人の幸福度の向上に取組むことは、会社の成長にとってもメリットが大きいと考えられます。幸せデザインサーベイは、従業員のみならず、幸せに関する質問に回答していただき、会社全体の幸せを可視化します。はっきりと見えていなかった課題を把握することで、幸せ経営を実現し、持続的な成長をサポートします。健康診断のように毎年実施していただくことをおススメしています。

### ②幸せデザインサーベイのステップ

#### STEP1 幸せ指数の測定

従業員のみならず、「幸せデザインサーベイ」をweb上で受けていただきます。幸せに関する約100の質問で、所要時間は15分程度。慶応SDM保井俊之教授監修のアンケートです。

#### STEP2 分析結果のお届け

最先端の分析ツールを活用し、サーベイの結果を分析し、結果はレポートとしてお届けします。幸せの5要素や会社の幸せを示す幸せ指数を、幸せ経営をスタートするためのポイントと共に伝えます。

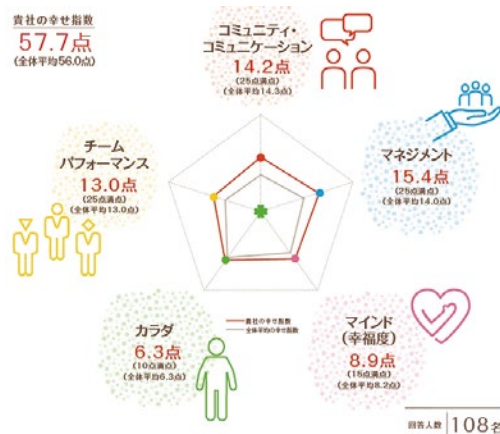
### STEP3 幸せ経営のスタート

幸せデザインサーベイの結果に基づいて、貴社に合った幸せ経営を始めましょう。どんなことに取組むか、一緒に考えます。商工中金からご提案できるソリューションもありますので、ご相談ください。

### ③幸せデザインサーベイで分かること

#### 幸せペンタゴン

会社の幸せを5つの要素で表したものです。組織としての「コミュニティ・コミュニケーション」、「チームパフォーマンス」、「マネジメント」と、個々の従業員の「カラダ」、「マインド(幸福度)」の5つの要素から構成されています。それぞれの要素の点数は、アンケートの結果から導き出され、総合点を幸せ指数として算定しています。



#### 幸せ5要素個別フィードバック

幸せを形作る5つの要素についての解説と、平均と比較した場合の特徴をそれぞれ示しています。

幸せの5要素を更に分解し、アンケートの結果を数値化したものです。全体平均や業種平均との差も参考にしながら、自社の強みや課題を詳細に把握できます。

5要素	分類	解説	貴社	全体平均	業種平均
コミュニティ・コミュニケーション	従業員同士の関係	「職場に親友がいるか」等の質問により、従業員同士の親密さを示す指標です。	0.57	0.59	0.65
	上司との関係	「上司は頼りになる存在か」等の質問により、上司への信頼を示す指標です。	0.65	0.60	0.64
	地域との関係	「地域のイベントに参加しているか」等の質問により、企業と地域とのつながりの強さを示す指標です。	0.40	0.49	0.46
チームパフォーマンス	職場の居心地	「リラックスしやすい雰囲気がありますか」等の質問により、職場の働きやすさを示す指標です。	0.63	0.61	0.62
	職場の活気	「生き生きと情熱を持った社員が揃いますか」等の質問により、従業員の活力を示す指標です。	0.41	0.43	0.44
マネジメント	仕事のやりがい	「自分の仕事にやりがいを感じているか」等の質問により、従業員の意欲を示す指標です。	0.64	0.55	0.59
	仕事のやる気	「自社のサービスや製品に自信を持っているか」等の質問により、従業員のモチベーションを示す指標です。	0.58	0.60	0.62
	個人の成長	「今考えられている自分の仕事について満足しているか」等の質問により、従業員がどれだけ成長できる職場と感じているかを示す指標です。	0.68	0.63	0.64

## お問い合わせ先

株式会社商工組合中央金庫 福井支店  
〒910-0005 福井市大手3丁目14番9号  
TEL: 0776-23-2090 FAX: 0776-22-1634  
e-mail: takasi-ookuboab@gm.shokochukin.co.jp

#### ④商工中金が幸せデザインサーベイの結果をもとにソリューションを提供します

##### 幸せデザインワークショップ

幸せデザインサーベイの結果を用い、従業員同士で対話をします。会社の現状を共有し、幸せな会社になるための取組みを自分事と考えられる商工中金オリジナルのワークショップです。商工中金がファシリテーターとして対話をサポートしますのでご安心ください。

##### 幸せデザインラボ

幸せデザインラボは、幸せ経営に取り組む、商工中金のお客様のオンラインコミュニティです。幸せデザインサーベイ（スタンダード版）を受けていただいたお客様が会員となります。幸せデザインラボの中で、他社の取組みを知り、自社の取組みに活かしたり、自社の取組みを紹介することができます。気軽に取組めるツールやお勧めの本もご紹介します。

##### 幸せデザインネットワーク

専門家のサポートを希望するお客様には、商工中金が厳選した提携先が提供するサービスをご紹介します。幸せ経営の実践をサポートします。幸せデザインサーベイの結果とワークショップを合わせて、お客様にとって最適なソリューションを提供します。

## 2. ESG診断について

### ①背景・主旨

世界的に脱炭素社会に向けた動きが加速する中、大企業を中心に、気候変動を含めた環境・社会・ガバナンスに配慮したESG経営の取組みが進んでいます。大企業は、取引先を含めたサプライチェーン全体にCO<sub>2</sub>削減や人権、労働関連のコンプライアンス等を求めるようになっており、大企業と取引のある中堅・中小企業にもこうしたESG<sup>(※)</sup>への取組みが求められています。しかしながら中堅・中小企業では多岐にわたるESGの取組みを大企業のように部署別・担当別を実施することが難しいこともあり、より効率的かつ実践的に取組みたいというニーズがあります。<sup>(※)</sup> ESGとは、環境（Environment）、社会（Social）及びガバナンス（Governance）。

このような環境の中、商工中金と株船井総合研究所は、多岐にわたるESGへの取組みをより気軽に、より効率的かつ実践的に取組みたいという企業のニーズに応えるため、「ESG診断」ツールを開発いたしました。長く中小企業金融及び経営支援総合金融サービスを行ってきた商工中金と中堅・中小企業向けの実行支援に強みを持つ株船井総合研究所が連携する

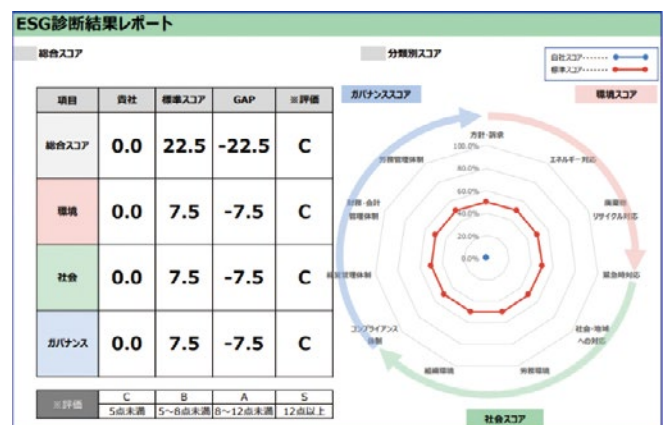
ことで、日本国内において企業数で約99%を占める中堅・中小企業が環境や労働安全等の取組みを一歩進め、ESG経営の推進を支援することにより、国内外の社会課題の解決に貢献する企業や人財が増えることを目指します。

### ②ESG診断の概要

ESG診断は、自社のESGへの取組み状況を評価し、強化が必要な内容を特定するサービスです。お客様からの「ESGへの取組み強化は必要と思っているが、どこから着手して良いかわからない」という声にお応えし、第一歩を踏み出すために必要な項目を設定いたしました。診断結果は、お客様の入力後すぐに確認でき、自社のスコアと平均スコアとの比較により、課題の優先順位付けがしやすい仕様としております。

また、診断結果を踏まえた対話を通じて、ESG経営の推進、課題解決に向けたソリューションの案内を行い、お客様の持続的な企業価値向上に貢献するよう努めてまいります。

企業名		株式会社●●			
No.	分類	大項目	中項目	小項目	
1	方針・経営	0	企業の方針・政策	企業の方針・政策を定めている	
2			取引先への環境意識啓発を行っている		
3			自社・顧客・消費者への環境意識啓発を行い、自社の事業活動における付加価値を創出している		
4			自社CO <sub>2</sub> 排出量の測定、現状を把握している		
5	エネルギー対応	0	削減策（再生可能エネルギーへの取組みを行っている等）の取組みを促進する際にCO <sub>2</sub> 排出やエネルギー効率等を配慮して投資計画を行っている		
6			再生可能エネルギー利用率向上への取組みを行っている		
7			自社エネルギー消費量削減への取組みを行っている		
8	廃棄物リサイクル対応	0	自社の廃棄物削減量の測定を行い、把握している		
9			廃棄物削減量の削減率を把握している又は、削減率を向上させる体制がある		
10			自社廃棄物のリサイクル率の向上のための取組みを行っている（生産活動の効率化を含めて）		
11	経営方針	0	事業継続計画（BCP）構築を策定している		
12			緊急時上層部が迅速に運用している又は、計画通り運用できる体制がある		
13			サプライチェーン対応（製造、仕入、物流、自産など）のBCP対応を整備している		
14			取引先の財務状況把握を把握し、自社事業活動の健全性を把握している		
15			災害時におけるシステム情報の復旧・バックアップ策を策定している		



# TECHNO⚙️FUKUI

技術情報誌 テクノふくい No.106

2022年8月発行

【編集・発行】

**fisc** 公益財団法人 ふくい産業支援センター オープンイノベーション推進部

〒910-0102 福井県福井市川合鷺塚町61字北稲田10

TEL : 0776(55)1555 FAX : 0776(55)1554 E-mail : fstr@fisc.jp



**電車** ・ JR北陸本線 春江駅より徒歩 約25分

**バス** ・ JR福井駅西口、京福バス2番のりば  
25系統 エンゼルランド線または、  
28系統 運転者教育センター線、  
つくしの団地下車、徒歩3分

**乗用車** ・ JR福井駅より 約20分  
北陸自動車道「福井I.C」より 約25分