

技術情報誌 テクノふくい

# TECHNO FUKUI

No. **108**

2023.7



# CONTENTS

## TOPICS

- ・「ヘルスケア技術セミナー(IR交流会in工業技術センター一般公開)」開催報告…… 1
- ・「ヘルスケア産業技術展 ～未来のしあわせを創るヘルスケア技術～」開催報告…… 2
- ・「エネルギー関連技術シーズ紹介セミナー(IR交流会)」開催報告…… 4
- ・「AIを活用したものづくり」講演会 開催報告…… 5
- ・「宇宙産業と地上産業の融合、新領域展開への可能性」セミナー 開催報告…… 6
- ・「次世代複合材料」講演会 開催報告…… 7

## SPOT LIGHT

- ・研究紹介 福井大学  
ライニング式地中熱空調システムの開発とその性能評価…… 8
- ・取組紹介 福井工業大学  
未来ロボティクスセンターの設立について…… 10
- ・研究紹介 福井工業高等専門学校  
マイクロ波前処理法による環境・食品試料中の微量元素分析…… 12
- ・研究紹介 福井県立大学  
カチオン性バイオポリマーによる新しいコーティング技術…… 14
- ・取組紹介 株式会社日本政策金融公庫  
事業承継に関する日本公庫の取り組みについて…… 16

# 「ヘルスケア技術セミナー (IR交流会in工業技術センター 一般公開)」 開催報告

(公財)ふくい産業支援センターでは、今後さらに成長が見込まれるヘルスケア(医療・介護・福祉)分野において、産学官金連携のもと、関連技術の研究開発を推進するとともにヘルスケア産業への参入を支援しています。

今回、県内企業のヘルスケア関連分野へ向けた新たな技術開発や取り組み等について紹介する技術展「ヘルスケア産業技術展 ～未来のしあわせを創るヘルスケア技術～」の開催に併せて、最新技術を活用して医学を基礎とするまちづくりに取り組む事例、ものづくり日本大賞および関西ものづくり新撰を受賞された県内企業のヘルスケア技術開発事例について紹介するヘルスケア技術セミナーを開催しました。

## 『ヘルスケア技術セミナー

### 『IR交流会in工業技術センター 一般公開』 概要

日時：令和5年4月21日(金)13:30～15:40

場所：福井県工業技術センター C101会議室

参加者：27名(リアル23名、Web 4名)

主催：(公財)ふくい産業支援センター

内容：

#### 【講演】

「ヘルスケア×MBT 住民に優しいまちづくりとテクノロジー  
～少子高齢社会・地方創生に寄与する“まち”の実現に向けて～」

公立大学法人奈良県立医科大学 MBT研究所 副所長・研究教授 梅田 智広 氏

#### 【県内企業のヘルスケア技術開発事例紹介】

(第9回ものづくり日本大賞 優秀賞 受賞)

「治験DX！常識を覆す便利さと超高セキュリティで医薬治験業務プロセスの効率化を実現」

(株)ビットブレイン 代表取締役社長 斎藤 智示 氏

(関西ものづくり新撰2023 特別賞 受賞)

「視認性と防眩性を両立させるレンズの開発について」

(株)ホブニック研究所 営業部 部長 富山 晃義 氏



(株)ホブニック研究所のレンズ  
「TRIGUARD」



会場の様子



梅田先生の講演

#### 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 三谷、元山

# 「ヘルスケア産業技術展 ～未来のしあわせを創るヘルスケア技術～」 開催報告

(公財)ふくい産業支援センターでは、ヘルスケア関連技術の研究開発の推進、およびヘルスケア産業への企業の参入を支援しています。今回その一環として、「ヘルスケア産業技術展 ～未来のしあわせを創るヘルスケア技術～」と題し、県内の企業や大学のヘルスケア関連分野へ向けた新たな技術開発や取り組み等について、県民の方々や県内外の企業の方々へ広くPRするため、下記の技術展を開催しました。

## 『ヘルスケア産業技術展 ～未来のしあわせを創るヘルスケア技術～』概要

- 会 期：令和5年4月20日(木)～22日(土)  
(福井県工業技術センターの一般公開期間に合わせて開催)
- 会 場：福井県工業技術センター 研修棟2階 講堂前ロビー
- 主 催：(公財)ふくい産業支援センター
- 来場者数：632名

## 出展内容(出展者：11企業)

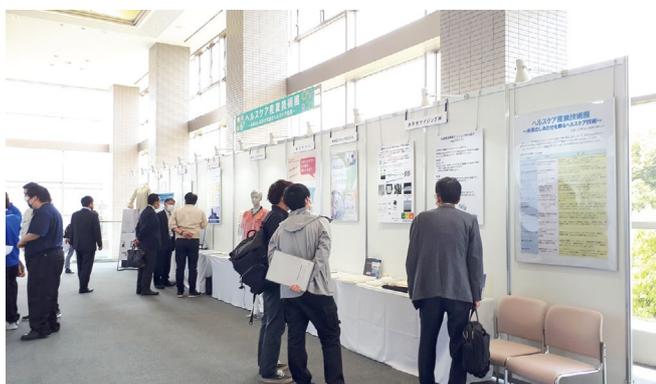
企業名	出展品	概要
永平寺サイジング(株)	寝装寝具向けの多層構造織物クッション材	現在寝具メーカーに提供している弊社の織物クッション材を使用した寝具、クッション等を展示します。クッションは車椅子利用者向けにも提供しています。
(株)永和システムマネジメント	AI活用形非接触排泄予測システム	バイタルデータをもとにAIが排泄予測を行います。その人に合った排泄タイミングを可視化、導入が簡単、記録業務の効率化を実現します。
(株)サカイ・シルクスクリーン	ソーラービーコン内蔵点字ブロック	点字ブロックから電波をスマートフォンに発信します。視覚障がい者の方が行きたい方向を得られるほか、施設の案内や非常時の避難誘導もすることができます。
(株)シー・シー・ユー	医療福祉事業所様の就労管理を支援する人事管理システム	多様な職種や勤務形態を持つ医療・福祉事業所様の人事業務を一括管理できる人事給与就業管理システムです。福井県内の事業所としてサポートします。
(株)ビットブレイン	国も認める高セキュリティのテレワークツール SPG-Remote Medical	ネットワーク分離技術による高セキュリティのリモートデスクトップサービスを提供。テレワークの推進だけでなく、ランサムウェアなどサイバー攻撃も防ぐ安全な環境をご提案します。
富士経編(株)	シニア向け・在宅介護向けルームウェア[keamu]	ご高齢の方・介護が必要な方向けに、着る人・着せる人両方の視点から考え、機能性とデザイン性を兼ね備えた、自宅からそのまま外出できるルームウェアです。
(株)ホブニック研究所	防眩効果と視認性を保有する眼鏡レンズ	青色光の有害な可視光線から眩しさを抑制し、さらに黄色光をカットすることで文字がくっきり見えます。関西ものづくり新撰2023にも選ばれた技術です。
(株)ミヤゲン	使い捨て長袖プラスチックガウン	袖口、襟元、背面などに特殊加工を施し、密閉性が高く、脱着機能に優れたポリエチレン製の長袖プラスチックガウンです。
ヤマウチマテックス(株)	電子ビームによるチタン合金積層品、チタン・チタン合金極細線	金属3Dプリンターによる(主にチタン合金)積層で、極細線は最小50μmまで伸線可能になりました。
(株)ユメロン黒川	大学との共同研究により開発した未病ケア商品	姿勢矯正就寝マット(のびらく)、膝痛改善予防温熱パッド(ブランプラン)、膝痛予防椅子(ロコモチェア)、温熱あしゆ器(おもてなしあしゆ)をご紹介します。
(株)ワカヤマ	新時代の抗ウイルス習慣「VIRMETS NR4+」	ベッドや手すりにシュッと吹きかけるだけで、最大7日間の抗ウイルス効果を発揮。ノンアルコールのため、高齢者やお子さんがかいても安心してご使用いただけます。



株シー・シー・ユーの展示



株ビットブレインの展示



会場の様子

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 三谷、元山

# 「エネルギー関連技術シーズ紹介セミナー (IR交流会)」 開催報告

カーボンニュートラルへの対応など、エネルギーや省エネ関連の技術は今後ますます重要となります。そこで、ふくいオープンイノベーション推進機構(FOIP)はエネルギー関連技術を重点支援分野とし、県内企業や大学等有する技術シーズをまとめてFOIPホームページにて紹介しております。

今回、このシーズ集の中から県内の先生方が取り組まれている応用的な研究と、産業技術総合研究所が取り組んでいるエネルギー関連研究について、詳しく紹介するセミナーを開催いたしました。

## 『エネルギー関連技術シーズ紹介セミナー(IR交流会)』 概要

日 時：令和5年2月3日(金)13:30～17:05

場 所：福井県工業技術センター 講堂

参加者：39名(リアル28名、Web11名)

主 催：(公財)ふくい産業支援センター、ふくいオープンイノベーション推進機構

共 催：国立大学法人福井大学、福井工業大学、福井工業高等専門学校、  
国立研究開発法人産業技術総合研究所

内 容

- ・ リチウムイオン電池材料の開発  
福井大学 基盤部門 産学官連携本部 教授 米沢 晋 氏
- ・ シランカップリング剤と結合した光増感色素を含む色素増感太陽電池に関する研究  
福井工業大学 環境情報学部 環境食品応用化学科 講師 竹下 達哉 氏
- ・ 可視光有機レドックス触媒による太陽光を利用した有機化合物やプラスチックの合成  
福井工業高等専門学校 物質工学科 助教 山脇 夢彦 氏
- ・ 下水汚泥を使いやすい燃料に  
産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 ゼロエミッション国際共同研究センター 村上 高広 氏
- ・ CIS系薄膜を用いた光エネルギー変換技術  
産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 省エネルギー研究部門 石塚 尚吾 氏
- ・ 昼と夜の温度差を蓄えることのできる熱化学電池  
産業技術総合研究所 材料・化学領域 ナノ材料研究部門 向田 雅一 氏
- ・ 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のエネルギー関連施策の紹介  
新エネルギー・産業技術総合開発機構 関西支部 支部長 前田 浩文 氏



会場の様子



米沢先生の講演



前田氏の講演

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

# 「AIを活用したものづくり」講演会 開催報告

(公財) ふくい産業支援センターは、ふくい産業ロボット研究会、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、県内ものづくり企業の新分野展開・新事業創出、労働生産性の向上等を支援する、「AIを活用したものづくり」講演会を開催いたしました。

AIはものづくり企業にとって労働生産性向上が大いに期待できる技術であり、機械の故障予知、製品の外観検査などものづくり現場への活用が始まっております。今回、この分野の第一線でご活躍の講師を迎え、進展目覚ましいAI技術の動向の他、AIによる外観検査時の課題とその取り組み紹介、工作機械NCプログラミング完全自動化ソフトを軸とした効果的なAI運用などについてお話しいただきました。また、プロフェッショナル人材マッチング支援事業のスタッフから今年度の活動状況についても報告を行いました。

## 『AIを活用したものづくり』講演会 概要

日 時：令和5年2月7日(火) 13:30～16:00

場 所：福井県工業技術センター 講堂

参加者：74名(リアル40名、Web34名)

主 催：(公財)ふくい産業支援センター

共 催：ふくい産業ロボット研究会、ふくいオープンイノベーション推進機構

内 容

- ・ AI画像処理技術による外観検査の研究動向と技術的課題への取り組みについて

福井大学学術研究院工学系部門情報・メディア工学講座 講師 張 潮 氏

- ・ ARUMCODEが進む完全自動化への道筋

アルム(株) 代表取締役CEO 平山 京幸 氏

- ・ プロフェッショナル人材マッチング支援事業の活動報告

マネージャー 小杉 裕昭、コーディネーター 強力 真一



張氏の講演



平山氏の講演

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

# 「宇宙産業と地上産業の融合、 新領域展開への可能性」セミナー 開催報告

福井県では、今後大きな成長が期待される宇宙産業へのものづくり企業の参入を支援するため、「ふくい宇宙産業創出研究会」を設立し、産業化への最新情報の提供や先端部材研究などを行っています。本研究会では現在、福井県の宇宙産業拠点化に向けて、超小型人工衛星のビジネス拠点化、宇宙産業人材の集積、国内外の市場開拓を通じた新たな航空・宇宙産業クラスターの形成などに取り組んでいます。具体的には、宇宙産業振興のため、衛星製造、製造・量産による産業化、利活用推進およびビジネス化、教育および企業人材育成、開発期間短縮化のための試験評価などに取り組んでいます。

宇宙産業は今後、地上の他産業との融合化が進むと言われていることから、情報化や地球環境問題、カーボンニュートラルなどとの共存あるいは他産業技術との連携が必須と考えられています。

そこで、このたび、令和5年2月8日(水)に、本田技研工業株式会社の大津啓司様を招き、Hondaのカーボンニュートラルに向けた取り組みや、宇宙産業を含む新領域の技術について講演いただく公開セミナーを開催しました。

## 『宇宙産業と地上産業の融合、新領域展開への可能性』セミナー 概要

日 時：令和5年2月8日(水) 13:00～15:30

場 所：福井県工業技術センター 講堂

参加者：128名(リアル128名)

主 催：ふくい宇宙産業創出研究会

内 容

- ・経済産業省の宇宙産業政策について

経済産業省 製造産業局 宇宙産業室 課長補佐(総括) 小原 夏美 氏

- ・Hondaの循環型社会に向けた取り組みと宇宙産業・新領域へのチャレンジ

本田技研工業(株) 執行役常務、(株)本田技術研究所 代表取締役社長 大津 啓司 氏



会場の様子



大津氏の講演

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

# 「次世代複合材料」講演会 開催報告

(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、県内ものづくり企業の新分野展開・新事業創出、労働生産性の向上等を支援する、「次世代複合材料」講演会を開催いたしました。

今回、炭素繊維複合材料 (CFRP) の開発拠点であるFCCと連携し、この分野の第一線でご活躍の講師を迎え、航空機内装品へのCFRPの適用事例とその要求特性、航空機などでのCFRP・CFRTP成形におけるロボット活用事例など、次世代複合材料の最新情報をお話しいただきました。また、福井大学山根客員教授から熱可塑性コンポジット開発に注力した40年間についてもお話しいただきました。

## 『次世代複合材料』講演会 概要

日 時：令和5年2月28日(火) 13:20～17:15

場 所：福井県工業技術センター 講堂

参加者：94名 (リアル45名、Web49名)

主 催：(公財)ふくい産業支援センター

共 催：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

- ・航空機内装品への複合材の適用について

(株)ジャムコ 技術イノベーション統括部イノベーション推進グループ係長 小川 賢一 氏

- ・CFRP・CFRTP成形の自動化のトレンド

(株)KADO 代表取締役社長 倉谷 泰成 氏

- ・熱可塑性コンポジットの開発に没頭した40年を振り返って

福井大学 産学官連携本部 客員教授

ふくいCFRP研究開発・技術経営センター 技術連携統括 山根 正陸 氏



小川氏の講演



倉谷氏の講演



山根氏の講演

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

研

究 紹

介

# ライニング式地中熱空調システムの開発とその性能評価

福井大学 学術研究院工学系部門 建築建設工学講座 寺崎 寛章

## 1. はじめに

近年、カーボンニュートラルの達成に向けて世界的にエネルギー消費量の削減が求められており、我が国では2030年度に2013年度比で温室効果ガスを46%削減する目標が掲げられた。その目標達成に向けては、最終エネルギー消費量の約3割を占める民生部門（家庭部門および業務他部門）における省エネ化が喫緊の課題の一つである。そうした課題解決策の一つとして、高い省エネ性に加えて、環境負荷が低い地中熱を利用した冷暖房システム（地中熱ヒートポンプ（GSHP）システム）が挙げられ、既に東京2020オリンピック・パラリンピック施設にも導入されるなど、その設置件数は年々増加している。しかしながら、設備容量で比較すると日本のGSHPシステムの普及は上位国に遠く及ばないのが現状である。この理由として、国の政策に取り上げられるまで認知度が低かったことに加えて、地中熱交換器の設置費用が高額であることが挙げられ、設備投資費回収期間の長期化に繋がっている。したがって、地中熱交換器長の短縮化はGSHPシステム普及促進の鍵となり、そのためには地中熱交換器長の短縮化と省エネ性能向上が重要となる。

そこで筆者らは、掘削孔全体を利用して採放熱や蓄熱を行うことは地中熱の利用効率化に繋がると考え、従来のU字管を2組挿入したダブルUチューブ（DUT）に替わる地中熱交換器として、ライニング（表面被覆）工法を縦孔に応用したライニング地中熱交換器（LBHEと呼称）を開発した。また、LBHEの伝熱解析モデルを構築し、仕様条件が単位長さ当たりの熱交換量に及ぼす影響を明らかにした。さらに、LBHEの長さ削減や省エネ効果向上を目指して、一次側および二次側における最適な制御方法を検討しており、本稿ではその結果の一部を紹介する。

## 2. ライニング地中熱交換器

筆者らはまず上下水道の管更生に使われるライニング工法を応用し、ボーリングした縦孔に適用した。先端が閉じた袋状のライニング材を挿入し、水圧によって膨らませ、凹凸形状の掘削孔に密着した状態で硬化させることで貯水部を有するLBHEを開発し、実施工を行い、施工技術の改良を重ねた（図1を参照）。ここでLBHEは以下の3つのパート、すなわち、(1)LBHEに注水するための導水管、(2)貯水機能を有するライニング材、(3)圧力計などの付帯設備を有するヘッダー部、から構成される。なお、LBHEの主な特徴として、DUTと比較して(1)掘削孔に密着することで熱交換面積が増加すること、(2)DUTのように往路管と復路管の間で熱干渉が生じ難いこと、(3)貯水量が増えることで蓄熱効果が期待できること、が挙げられる。

LBHEの採・放熱性能を定量評価するために、有限差分法を用いて三次元直交座標系の伝熱解析モデルを構築し、LBHEおよびDUT中の流体温度（循環水温）および周辺地温を計算した。本モデルの詳細ならびに計算条件については、参考文献1)を参照されたい。

LBHEの性能を示す結果の一つとして、掘削ビット径 $d_b = 100 \sim 180$  mmにおける単位長さ当たりの熱交換量 $q$  [W/m]の計算結果を図2に示す。熱交換器長が長くなるほど $q$ は減少しており、これは本計算条件においては循環水の採熱時間の増加に伴いライニング部の循環水温と周辺地温との差が小さくなることに起因する。これらの結果より、例えばLBHEの総延長が100 mの場合、100 mのLBHEを1本利用するよりも50 mのLBHEを2本利用した方が合計の熱交換量は大きくなるのが分かる。なお、詳細は割愛するものの、DUTの単位採放熱係数（地中熱交換器の性能指標）に対するLBHEのそのの比は日運転時間が短いほど、また地盤の有効熱伝導率が高いほど増大し、例えば日運転時間が6~12時間の場合、LBHEの単位採放熱係数はDUTのそれよりも11~29%大きかった。

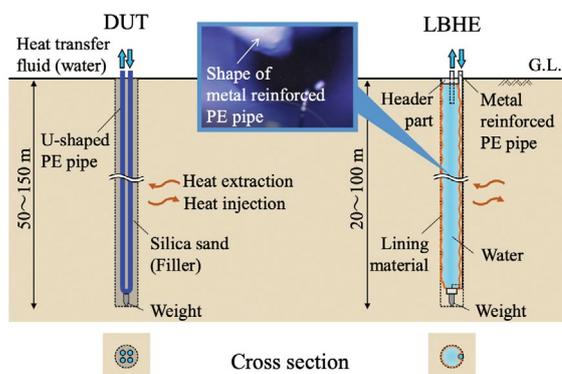


図1 ライニング地中熱交換器(LBHE)の概要

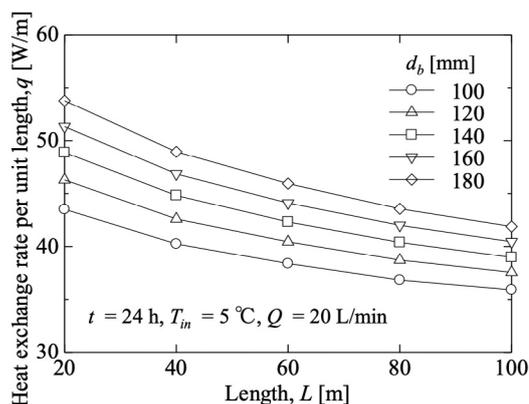


図2 LBHEの単位長さ当たりの熱交換量

## お問い合わせ先

福井大学 学術研究院工学系部門 建築建設工学講座  
 講師 寺崎 寛章  
 〒910-8507 福井市文京3-9-1  
 TEL: 0776-27-8595  
 e-mail : terasaki@u-fukui.ac.jp

## 3. 流量制御技術

GSHPシステムにおける地中熱交換器の設計の際には(1)経験値に基づく概算法、(2)設計ツールを用いた精密法の二つに大別される。先述した単位長さ当たりの熱交換量は運転条件や地盤条件などによって種々変化するため、精密法ではそれらを考慮して詳細に必要な長さを算出するが、厳冬期や大寒波を想定して設計すれば、設計は過大になりがちであり、コスト増加を招く。そのため、地中熱交換器の熱媒体に不凍液を用いることが多いが、定期的な交換に伴うコスト増加や災害時における漏洩時の環境汚染が懸念される。

そこで筆者らはLBHEの循環水の凍結防止を目的とした流量制御方法を提案し、本制御によるLBHEの必要長さの削減効果を数値シミュレーションにより明らかにした。その結果、詳細は割愛するが、流量制御を行うことによりLBHEの必要長さは最大20%程度削減できることが分かった。なお、地温上昇に伴って複数の地下水成分の濃度が上昇することが報告されており、提案した流量制御は冬期暖房時における凍結防止だけではなく、夏期冷房時における地温上昇の抑制にも寄与すると考えられる。

## 4. 能力上限(セーブ)制御

省エネ性能に関して、先述の流量制御などの一次側(熱源側)の制御に加えて、二次側(利用側)の制御による効率化を検討することも重要となる。しかしながら、GSHPでは機器特性(負荷率、熱源水温度、熱源水流量、室内機の吸込み温度などに対するCOPの特性)によって省エネ性能は異なるため、従来の外気を熱源とした空冷式ヒートポンプ(ASHP)よりも消費電力量の予測は煩雑であり、さらに出力制御を考慮した場合、消費電力量の予測はより困難となる。

そこで兵庫県加東市における事業所を対象に空調実験を行い、その実験結果を基にCOPの重回帰モデルを構築し、GSHPの消費電力量予測モデルを構築した。また出力制御として、能力上限セーブ制御(ヒートポンプの最大出力を抑制して消費電力を低減させる制御、以下、セーブ制御)を適時行い、セーブ制御を対象として、出力制御条件下におけるGSHPの消費電力および日積算消費電力量を試算した。なお、計算条件や実験条件などについては、参考文献2)を参照されたい。

予測結果の一例として、図3はセーブ率 $R_s$ [%]毎の日積算消費電力量 $\Sigma E_{hp}$ [kWh]を示す。本計算条件では $R_s$ を一定にして制御する場合は $R_s = 20\%$ の時に $\Sigma E_{hp}$ は最小となった。この結果から、 $R_s$ を徐々に大きくすると消費電力量の削減率は大きくなるものの、制御時間は短く

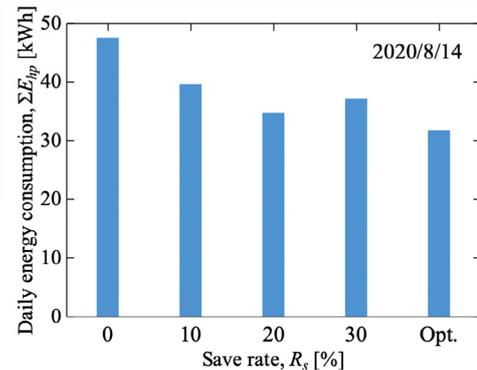


図3 セーブ率毎の日積算消費電力量

なるため、必ずしも $R_s$ が大きいほど $\Sigma E_{hp}$ は大きくはなるとは限らないことが分かる。なお、消費電力量が最小となるように $R_s$ を逐次変化させた場合の $\Sigma E_{hp}$ の削減率はさらに大きくなることが分かった。特に、冷房負荷が高い場合において $R_s$ を逐次変化させるセーブ制御は効果的であり、 $R_s$ を一定とする制御よりも更なる省エネ化が可能であると考えられる。

## 5. おわりに

筆者らはLBHEを開発し、LBHE単体の熱交換性能を評価するとともに、凍結防止を目的とした流量制御によるLBHEの必要長さの削減効果を検討してきた。さらに実事業所を対象にLBHEを用いたGSHPシステムの省エネ効果を評価するとともに、二次側の制御(出力制御)による省エネ効果を検討した。その結果、LBHEは従来の地中熱交換器であるDUTよりも性能は高く、また流量制御によるLBHEの長さ削減は可能であることを示した。さらに出力制御の最適化により、省エネ性能が向上することを確認できた。

今後は本システムの社会実装に向けて、流量やセーブ制御の最適化とともに、システム全体のコストを縮減することが普及への鍵となる。また現在、ライニング工法を基礎杭に適用したエネルギー杭を用いたライニング式地中熱空調システムが福井大学工学部100周年記念施設に導入される予定である。当該施設の消費電力量を削減するだけでなく、さらにライニング式地中熱空調システムの研究開発を進め、福井から脱炭素化社会に貢献できる省エネ技術を発信していく。

## 参考文献

- 1) 鈴木ら：数値シミュレーションに基づくライニング地中熱交換器の採熱性能評価, 日本地熱学会誌, Vol. 44, No.4, pp.155-166, 2022.
- 2) 鈴木ら：ライニング式地中熱ヒートポンプシステムの簡易消費電力量予測と省エネ効果検討, 土木学会論文集G(環境), Vol. 78, No.7, pp.III\_157-III\_163, 2022.

取

紹介

# 未来ロボティクスセンターの 設立について

福井工業大学 機械工学科 岩野 優樹

## 1. 設立趣旨

超高齢化社会を迎えている日本は、政府の掲げるロボット新戦略を始めとして様々なロボットの社会実装が現在進められております。そんな中、本学でも2019年4月にAI&IoTセンターを開設し、ロボットの頭脳となるAI関連の研究開発を進めてきました。

一方で、今後の政府の施策の方向性はロボットの社会実装、ロボットエンジニアの人材育成や技術の高度化が求められています。社会実装には、我々の身近で様々なサポートを行う必要があります。ロボットの脳だけではなく身体に当たるハードウェア開発が必須となります。

また、この福井県においても幸福度日本一と評される一方、若者を中心とした人口流出により、農林水産業や伝統工芸において慢性的な人手不足に陥りつつあります。加えて、近年多発している日本各地での大雪を始め、未曾有の災害や環境問題に直面しております。

以上の背景から、本学の持つ最先端のロボティクス技術や自動車関連技術を福井県の持つ「ものづくり」技術と融合させ、地域社会のみならず地球全体の発展に貢献していきたいという想いの基に今年4月「未来ロボティクスセンター」が設立されました。

## 2. 具体的なミッション

本センターでは下記に示す4つのミッションを掲げております。

一つ目は、「最先端ロボティクスを活用した実用的開発」です。本学の持つ最先端の研究成果を即座に活用できるような開発を行います。

二つ目は、「未来を見据えたロボティクスに関連する基礎的研究」です。即座に実用化は難しいものの、近い将来に必要となる技術に関する研究・開発を行います。

三つ目は、「持続可能な次世代のロボティクスエンジニアの育成」です。将来我々の後を継いでロボット開発に携わってくれる子供たちをより多く育成するために、興味関心を高めるイベントの実施や教材・教育プログラムの開発を行います。

四つ目は、「地元企業等と連携し地域社会の問題解決」です。本学の力だけですべての開発を行うことは困難であり、特に実用化という段階では、地元企業を始めとする様々なご支援が必要不可欠と考えます。加えて、地域の困り事をピックアップし、それらを解決するものづくりを進めていきます。

## 3. センターのビジョン

図1は、本センターのビジョンを示したものになります。本学の持つロボティクスおよび自動車に関する先端的研究成果・技術力を最大限活用し、身近な地域社会の問題解決から、地球規模の環境問題の改善、さらには未来に人々が実現するであろう月移住の際に有効なロボット開発まで、幅広い分野でチャレンジを行っていきます。また、持続可能な研究開発を行うため、各種ロボットコンテストを通じて、子供たちに未来のロボティクスエンジニアの芽を出し、本学にて基礎的なエンジニアリング教育を行い、地元企業の協力を得てインターンシップ等で実践的な技術を身に付けた上で、最終的に地元企業で活躍する人材育成をしていきます。

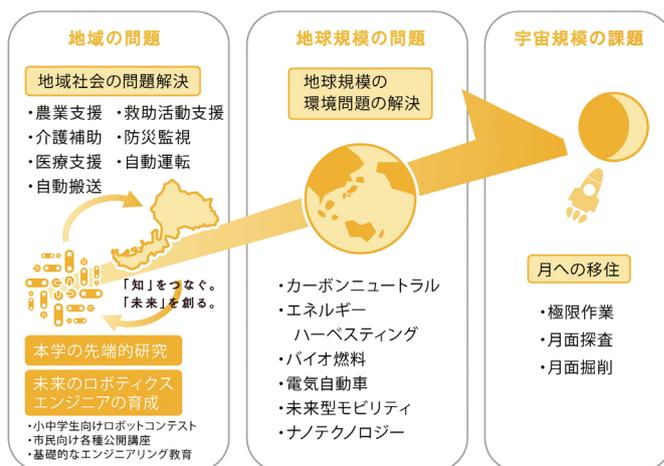


図1 センターのビジョン

## 4. 活動の展開

図2に示すように、未来ロボティクスセンターの得意とする「ものづくり」技術を最大限に活かし、AI&IoTセンターと強固に連携を取ることで、より高度で親和性の高い革新的なシステムの開発を行います。

また、まちづくりデザインセンター、ウェルネス&スポーツサイエンスセンターと連携し、より広くより深く地域社会とつながり、人々の役に立つロボットの開発を行いつつ次世代の人材育成にも務めます。

さらに、ふくいPHONEXハイパープロジェクトと連携することで、その開発のフィールドを宇宙にまで広がっていきます。

このように福井工業大学のセンターがチーム一丸となって、すべての「知」を次世代に託し、未来へつなげていきます。

## チームFUTの「知」

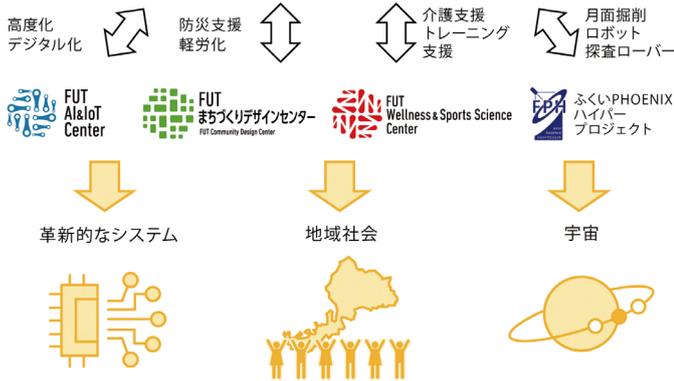
FUT未来ロボティクスセンター  
～ものづくり技術～

図2 チームFUTの展望

## 5. 現在の活動状況

未来ロボティクスセンターに所属する様々な学科の教員15名がそれぞれの専門分野を活かして、本学職員の方々の協力もあり、現在以下の具体的な取り組みを進めています。

## (1) 最先端ロボティクスを活用した実用的開発

特に農業分野での活用に力を入れ、全電動式の草刈ロボット(図3 (a))や水田の生育管理や抑草を行うロボットの開発に加え、超小型RFIDを用いた様々な状態計測など、現場で活用できる開発を行っています。

## (2) 未来を見据えた基礎的研究

地球規模の環境問題の解決を目指し、カーボンニュートラルに対応したバイオ燃料の研究やナノテクノロジーを用いた先端材料に関する研究、月面での住居建設を目的とした掘削ロボット(図3 (b))の開発といった未来を見据えた研究開発を行っています。

## (3) 次世代のロボティクスエンジニアの育成

将来のエンジニアの芽を出すため、小中学生を対象としたロボットコンテストの開催(図4)、各種プログラミングを学習できる地域向けの公開講座やその講座で用いる教材の開発等を行っています。

## (4) 地元企業等と連携した地域社会の問題解決

センター設立後にいくつかの自治体・企業から問い合わせがあり、そのうちのいくつかの自治体の要望もあり、その地域でロボットのプログラミング体験講座、企業と連携したロボット製作講習会などを今年度開催予定です。また、福井県でも毎年問題となっている雪害の初期対応を行う除雪ロボットの開発も今後着手していく予定です。

## 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 : robotics@fukui-ut.ac.jp



(a) バリカン型草刈ロボット



(b) 月面掘削ロボット

図3 本学で開発中のロボット



図4 本学主催のロボットコンテストの様子

## 6. おわりに

以上、未来ロボティクスセンターの設立背景や目的、取り組んでいる活動、近況を報告させていただきました。今後地域の皆様からのご要望に対応する窓口となり、最先端ロボティクスに関する研究成果の発信や、ものづくりを通じた地域、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

# マイクロ波前処理法による 環境・食品試料中の微量元素分析

福井工業高等専門学校 物質工学科 後反 克典

## 1. はじめに

元素は、さまざまな物質を構成する粒子ですが、化学でおなじみの周期表は、元素を陽子や電子の数の順番に並べただけではなく、その性質をも見出す重要な発見でした。元素の性質は、化学反応の解明や化合物の性質にも関係するため、元素分析は化学が始まった初期からつづく伝統的な分野です。福井高専でも2年生の低学年で分析実験があり、滴定や重量分析で、イオンや元素の分析を行います。このような化学的手法の分析に加えて、近年では分析装置による機器分析が日常的に行われるようになりました。従来、パーセントオーダーの濃度でしか行えなかった測定が、機器分析ではppm（百万分率）やppb（十億分率）、ppt（一兆分率）の極低濃度の量でも測定が可能となりました。

試料中に多量に含まれる主成分元素は、物質の大まかな性質を決めます。一方で、微量元素も重要な役割を果たし、物質の性質に反映するだけでなく、丹念に解析を行うことにより重要な情報を保存していることが分かってきています。このような理由から、元素分析は環境、エネルギー、材料、食品、地球科学等の様々な分野で利用されています。

本稿では、当研究室で行っている元素分析に関する研究ならびに関連した前処理技術について紹介いたします。

## 2. 原子スペクトル法を用いた元素分析

原子吸光分析法（AAS）は、吸光度測定法の一つであり、分析試料を2000～3000度に加熱して原子化し、元素固有の吸収波長を測定することで、元素の定性と定量が可能で、試料導入と原子化の方法により、フレーム原子吸光分析装置とフレームレス原子吸光分析装置の2種類の装置がありますが、フレーム原子吸光装置ではppm程度、フレームレス原子吸光装置ではサブppb程度までの分析感度で測定が行えます。

1980年代以降、より高温のプラズマ源を利用した元素分析法が開発され、誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-AES）が実用化されました。これは、噴霧した試料を6000～10000Kの高温プラズマに導入し、イオン化・中性原子化を行い、それらが基底状態に戻るときに発する光を測定するものです。発光の波長は元素固有であり、測定波長から定性分析が、発光強度から定量分析が可能になります。また、1990年代にはさらに高感度な元素分析法として、誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）が普及し、検出限界が10ppt～数百ppqの超微量

元素の測定が行えるようになりました。ICP-MSでは、誘導結合プラズマで励起したイオン粒子を質量分析部でイオンを質量で選別し、イオン数の計測を行うことで定量分析が行えます。ICP-AESおよびICP-MSは、50～70元素と測定可能元素が多く、また多元素同時定量が行えることが特徴です。

上記のAASおよび、ICP-AES、ICP-MSの元素分析法を総称して、原子スペクトル法と呼ばれ、環境分析や材料分析、食料品分析など多岐にわたる分野の主成分元素分析、微量成分元素分析に利用されています。原子スペクトル法は、従来の重量分析や容量分析、吸光度分析に代わる高感度な元素分析法として位置づけられています。

## 3. マイクロ波を用いた試料前処理法

前述した原子スペクトル法による元素分析では、一部、気体試料や固体試料に対応した測定法もありますが、一般には溶液試料として測定を行う場合が多くなります。従って、環境、食品等の試料など固体の分析において、試料の分解・溶液化等の前処理が必要になります。従来、固体試料の溶液化では、粉碎した試料を硝酸や硫酸、フッ化水素酸等の高濃度の酸とともにホットプレート上で加熱することで分解を行っていました。しかし、この方法は、長時間の操作が必要であること、高濃度の酸を使用すること、環境からの汚染（コンタミネーション）の問題があり、クリーンルーム等の処理施設が必要な問題点がありました。

一方で、1990年代付近からマイクロ波を用いた試料前処理法が注目されるようになりました。マイクロ波分解法は、マイクロ波照射により試料の加熱を行うものであり、基本的には家庭の電子レンジと同様の原理を用いています。研究用のマイクロ波分解の専用装置（図1）では、耐酸性、高温高压条件での安全対策が施され、1Wレベ



図1 マイクロ波前処理装置

## 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

ルでのマイクロ波出力制御による温度コントロールや温度プログラムを組むことが可能である点が家庭用電子レンジとの違いになります。このマイクロ波前処理装置を用いることで、試料分解時間の短縮や、環境からの汚染を防ぎながら効率的に試料の前処理を行うことができます。特に微量元素の分析では環境からの汚染が顕著であり、クリーンルーム等の設備を持たない場合、マイクロ波前処理装置は強力なツールとなります。筆者の研究室でも、このマイクロ波前処理装置を用いた環境試料の分解法の研究を行っています。

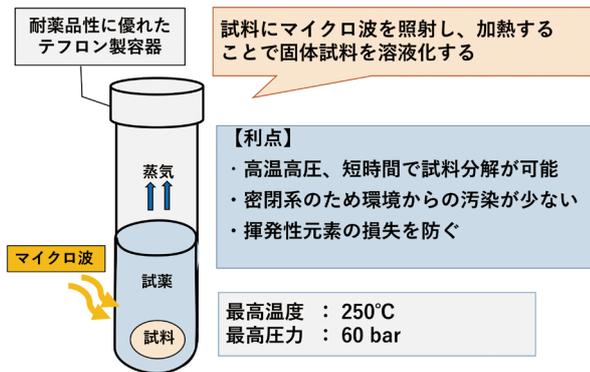


図2 マイクロ波前処理法の概要

## 4. マイクロ波前処理法による元素分析の実例

上記のマイクロ波前処理法と、原子スペクトル法を組み合わせた分析の一例として、筆者の研究室で行っている木質バイオマス燃料の元素分析について紹介します。粉碎した木質バイオマス試料（図3）を、テフロン製の専



図3 粉碎した木質バイオマス試料

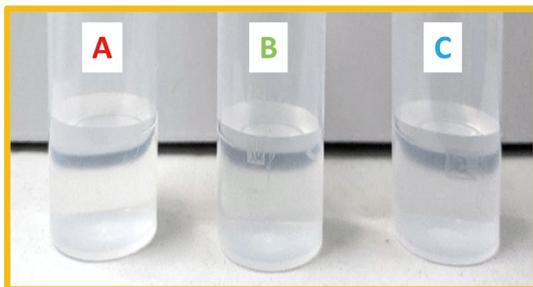


図4 マイクロ波前処理による溶体化

用容器に入れ、硝酸を加えた後にマイクロ波前処理装置を用いて試料の分解を行いました。

結果は、木質バイオマス試料3種類について、いずれの試料においても分解が進行し、完全に溶体化されたことが確認できます（図4）。筆者の研究室では、分解の温度条件の他に、添加する酸の種類や濃度を検討し、より環境に配慮した安全・迅速な前処理法の開発を行っています。

上記方法によりで溶体化を行った試料溶液を、原子スペクトル法の一つであるICP-AESによって元素分析を行った結果を示します（図5）。

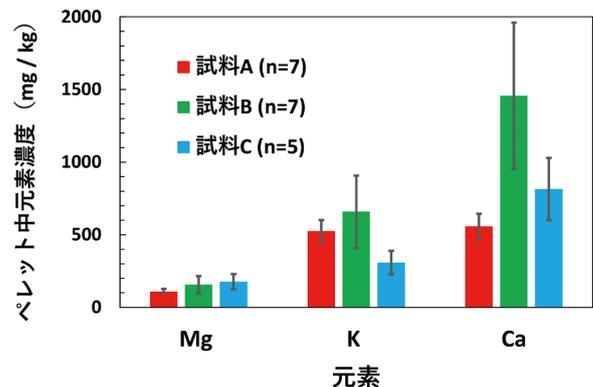


図5 木質バイオマス試料中の主成分元素濃度

木質バイオマスの含有元素量の測定は、燃料としての品質や含まれる有害成分を把握する目的がありますが、それ以外にも元々の原料に関する情報も持っています。図5の主成分元素の結果から、樹木の一般的な組成であることが明らかになり、原料が木材のみであることが分かります。さらに、ICP-MSを用いて微量元素を詳細に調べることで、木材が育った土壌や、国産または国外などの木材の産地に関する情報が得られる可能性があります。マイクロ波前処理法は、木質バイオマス試料に限らず、他の環境試料や食品試料、材料中の不純物分析等にも広く活用される方法です。高温高圧条件をうまく利用し、さらに試薬の種類や濃度条件を検討することで、原子スペクトル法に限らず種々の測定法に繋がられる可能性があります。筆者の研究室では、前処理した溶液試料からより多くの情報を引き出すために、日々検討を行っています。

## 5. おわりに

筆者の研究室では、本稿でご紹介した試料の他にも、様々な試料に含まれる元素分析の研究を進めています。興味を持たれた方は、お気軽にお問合せいただければ幸いです。

研

究 紹

介

# カチオン性バイオポリマーによる新しいコーティング技術

福井県立大学 生物資源学部 濱野 吉十

## 1. カチオン性バイオポリマー

化学合成されたポリマー化合物は、化粧品、医薬品、食品、化学工業など様々な産業分野で利用されています。しかし、ヨーロッパを中心に従来型合成ポリマー（プラスチックを含む）の使用量を削減するための様々な取り組みが進められており、環境への負荷が少ないバイオポリマーの需要が拡大しています。

各種ポリマーのなかでも、カチオン性（プラス電荷）のポリマーの用途範囲はとて広く、速やかなバイオポリマーへの代替が求められています。しかし、天然にはたった7種のカチオン性ポリマーしか見つかりません（図1）。これらをそのまま、あるいは、その誘導体を既存合成ポリマーの代替として利用する試みが展開されていますが、今のところ実利用までには至っていません。

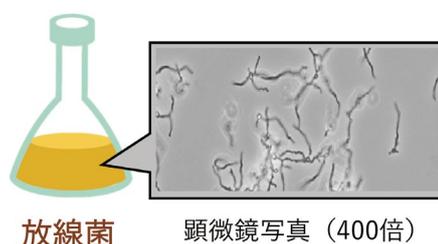
カチオン性ポリマーは、①親水性、②防滴・防曇効果、③帯電防止、④抗菌性、⑤生体適合性、⑥アニオン素材の担持、⑦吸水・冷感性、⑧毛髪柔軟性、⑨毛髪リンス効果、⑩消臭効果、⑪インク定着性効果などの効果を示すため、各種の天然・化学素材へのコーティングにも利用されています。

## 2. 天然カチオン性バイオポリマー：

### $\epsilon$ -poly-L- $\alpha$ -lysine ( $\epsilon$ -P $\alpha$ L)

$\epsilon$ -P $\alpha$ L (図1) は、微生物（放線菌）によって生産される

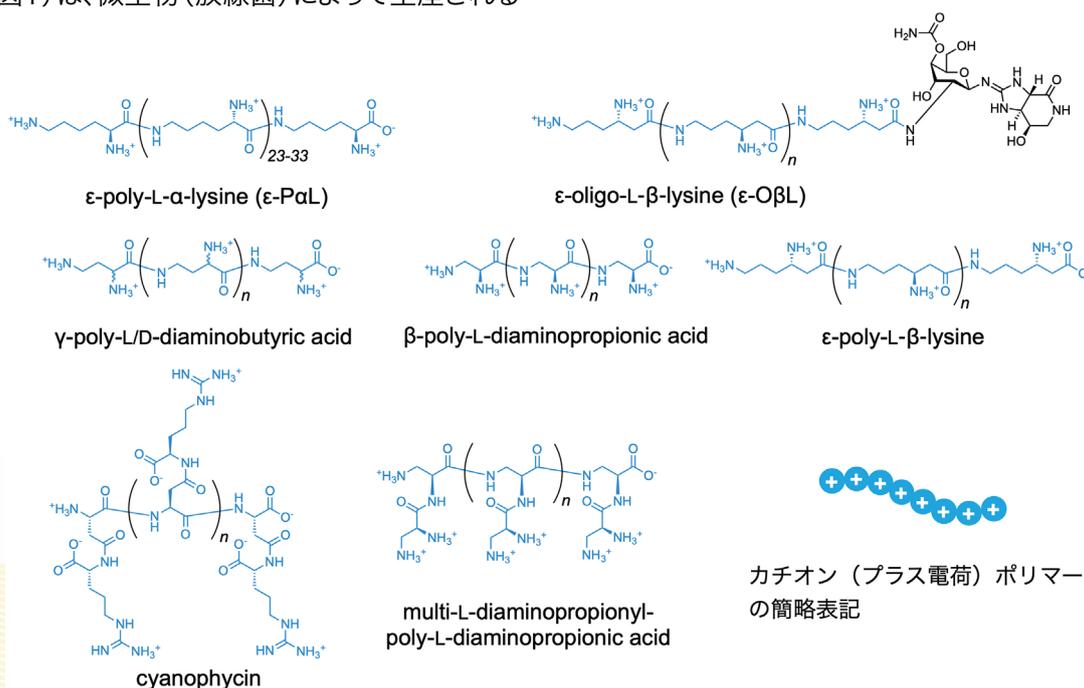
天然のポリリジンです（図2）。そのポリアミド構造とカチオン性から、前述した効果（抗菌性、親水性、防滴・防曇効果など）が期待された天然ポリマー素材です。また、 $\epsilon$ -P $\alpha$ Lは食品添加物として利用されており、その生体への高い安全性が証明され、また、環境負荷を与えない天然ポリマーとしても期待されています。



$\epsilon$ -P $\alpha$ Lの簡略表記

(L-リジンが25-35個つながった直鎖状構造)

図2 放線菌によって生産される  $\epsilon$ -poly-L- $\alpha$ -lysine ( $\epsilon$ -P $\alpha$ L)



カチオン（プラス電荷）ポリマーの簡略表記

図1 天然に存在するポリカチオンバイオポリマー

## お問い合わせ先

福井県立大学 地域連携本部  
 〒910-1195 福井県永平寺町松岡兼定島4-1-1  
 TEL: 0776-61-6000 (代)  
 0776-50-6313 (直通)  
 FAX: 0776-61-6011



図3 放線菌によって生産されるε-poly-L-α-lysine(ε-PαL)

ε-PαLを素材表面にコーティングすることができれば、素材の高機能化と付加価値創出が可能になります。しかし従来法では、素材表面のマイナス電荷とε-PαLのプラス電荷による結合力の弱い静電的相互作用に頼るコーティング法のみでした。他方、ε-PαLを共有結合的に強固にコーティングする技術開発が期待されていましたが、長らく未解決のままでした。

### 3. ε-PαLによる新しいカチオンコーティング技術

我々は、ε-PαLに化学反応基(F1)を導入する微生物培養法を開発し(図3)、その「製造法」と「化学反応基(F1)を有するε-PαL」について国際特許(日本、US、EU、中国)を出願中です。日本においては、2022年8月に特許を取得しました(7123414号)。さらに最近、ε-PαLに化学反応基(F1)を導入する化学合成法も開発しています。

すなわち、ε-PαLをコーティングしたい素材に化学反応基(F2)が存在すれば、あるいは、化学反応基(F2)を導入できれば、F1/F2の結合(クリックケミストリーによる共有結合)により素材表面を天然ポリリジンで強固にコーティングすることが可能になり、機能性を付与することができます(図4)。

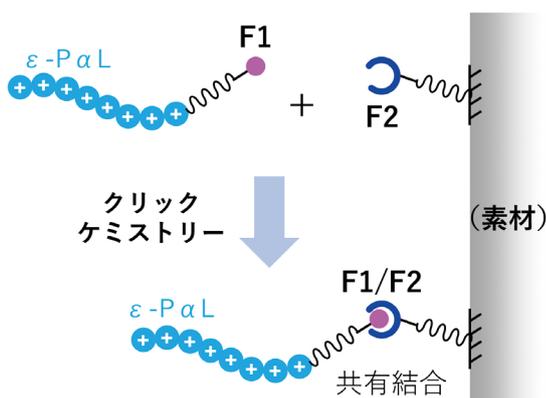


図4 クリックケミストリーによるε-PαLコーティング

### 4. モデル実験：ガラス表面のε-PαLコーティング

実際に、ε-PαL-F1と化学反応基を持たない通常のε-PαLを検出を簡単にするために蛍光色素で標識して、ガラス表面をコーティングしました。その結果、ε-PαL-F1は超音波洗浄機で強気に洗浄してもコーティングが剥がれることなく、強固に結合していることが分かりました(図5)。一方、化学反応基を持たない通常のε-PαLは、ガラス表面との静電的相互作用のみでコーティングされているため、速やかにガラス表面から脱落しました。

さらに、ガラス表面のε-PαLコーティングの機能性を評価したところ、親水化による防曇効果(曇り止め)も確認することもできました。

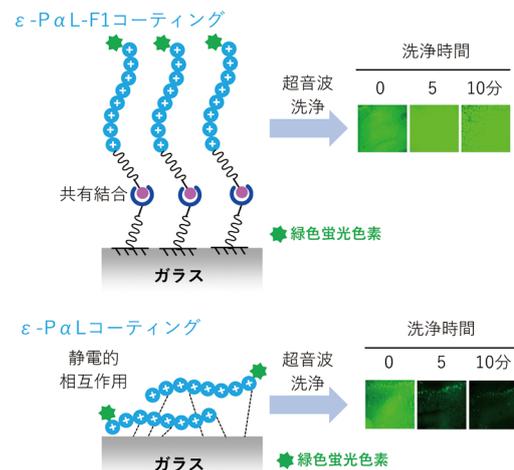


図5 ガラス表面のε-PαLコーティング

### 5. おわりに

化学反応基を持ったε-PαL-F1を利用することで、様々な素材表面をε-PαLでコーティングすることが可能になりました。本稿では紙面の都合で紹介できませんでしたが、木綿繊維やシルク繊維でもその表面を強固にε-PαLでコーティングすることが可能です。ε-PαLのカチオン性を利用することで、各種素材の高付加価値創出が可能になると、大いに期待しているところです。

取

組  
紹  
介

# 事業承継に関する日本公庫の 取り組みについて

株式会社日本政策金融公庫 福井支店 支店長 長谷川 敬

少子高齢化が進むなか、後継者不足による事業承継の問題は中小企業等の経営者にとって喫緊の課題です。日本政策金融公庫は国民生活事業・農林水産事業・中小企業事業の3事業で構成され（表1）、お取引先が培ってきた技術・ノウハウ等の貴重な経営資源や雇用を喪失させないよう、政策金融機関として、事業承継の円滑化を資金・情報の両面から支援しています。

表1 当公庫の主な業務

国民生活事業	国民一般向け業務 (小口の事業資金融資・創業支援・事業再生支援・事業承継支援等)
農林水産事業	農林水産業者向け業務 (農林水産業者向け融資等)
中小企業事業	中小企業向け業務 (中小企業への長期事業資金の融資・新事業支援・事業再生支援等)

資料：当公庫作成(以下同じ)

## 1. 資金面での取り組み

はじめに資金面として事業承継関連の融資実績をみると、令和3年度は全体で2,380件（前年度比165%）、766億円（同160%）となりました（表2）。過去の融資事例は以下のとおりです。

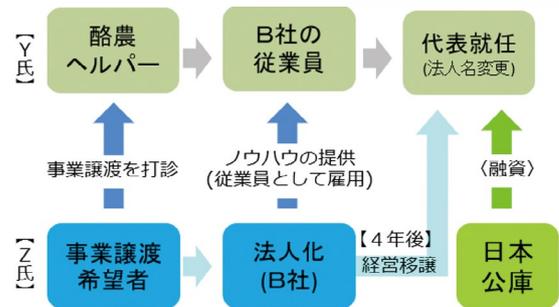
表2 事業承継関連の融資実績(当公庫全体)

年度	平成29	平成30	令和元	令和2	令和3
件数(件)	2,467	5,593	9,047	1,442	2,380
金額(億円)	424	882	1,503	478	766

### ●融資事例1

お客さま	地域の酪農ヘルパー Y氏
相談内容	高齢で後継者のいない酪農家Z氏から事業譲渡を打診され、受けることを決意。Z氏は事業承継に際して、牧場を法人化、経営資産を会社で引き受けY氏と共同経営を開始。ノウハウ等を引継ぎ、4年後にY氏が代表に就任し、法人の名称を改名。Y氏は経営基盤強化のためZ氏から経営承継時に賃借した借地の取得を決意し、当公庫に相談。
支援概要	当公庫はY氏の経営能力等を評価し、農地取得に必要な資金を融資。

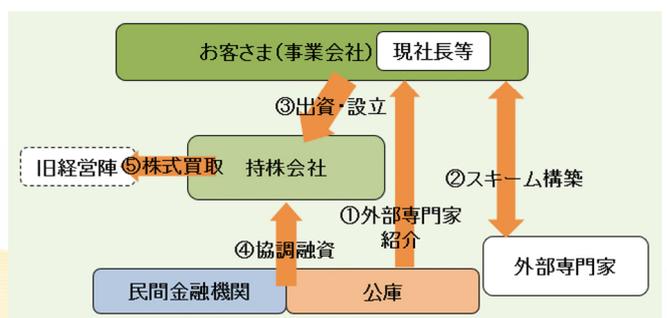
(参考)事業承継までの流れ



### ●融資事例2

お客さま	受託開発ソフトウェア業者
相談内容	現社長は、2年前に前社長から代表権を譲り受けたが（従業員承継）、株式は前社長をはじめとした旧経営陣が大半を保有しており、その移転方法について模索していた。 こうしたなか、現社長はMBOスキーム（持株会社を設立し、株式を買い取る方法）を知り、検討することとしたが、相談できる専門家がおらず、その是非や方法について悩んでいた。
支援概要	公庫職員（支店）は、本部と連携しながら、MBOスキームを熟知する外部専門家（公認会計事務所等）を複数紹介。お客さまは、そのうち1事務所と契約し、株価算定や持ち株会社設立等の準備を進めることとなった。 当初相談から約1年半後、MBOスキームが固まり、旧経営陣との合意も得られたことから、現社長等の出資により、持株会社を設立。 当該持株会社による当社株式の買取資金について、お客さまは当公庫・民間金融機関の協調融資を受け、旧経営陣からの株式買取が実現した。

(参考)スキーム図



## お問い合わせ先

株式会社日本政策金融公庫 福井支店  
 〒918-8004 福井市西木田2-8-1 福井商工会議所ビル  
 TEL：(国民生活事業) 0570-045-462  
 (農林水産事業) 0776-33-2385  
 (中小企業事業) 0776-33-0030

株式会社日本政策金融公庫 武生支店  
 〒915-0071 越前市府中1-2-3 センチュリープラザ  
 TEL：(国民生活事業) 0570-045-515

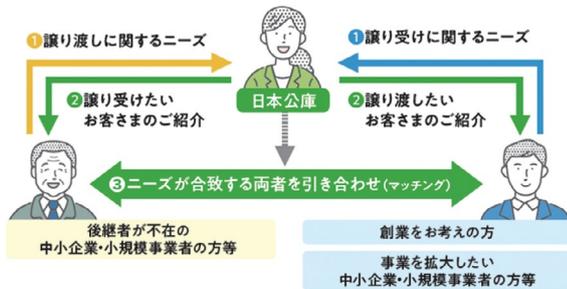


図1 事業承継マッチング支援イメージ図

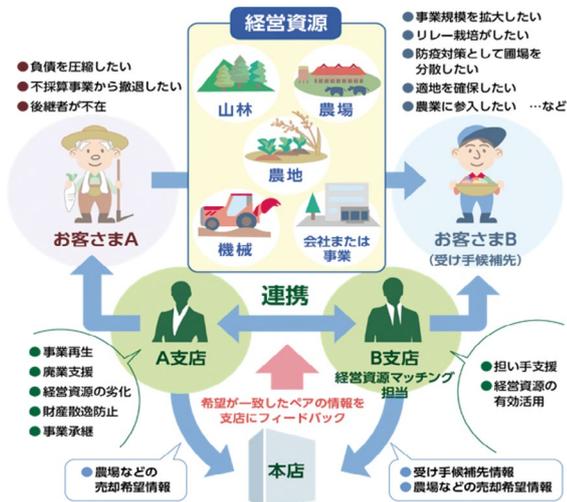


図2 経営資源マッチングイメージ図

## 2. 情報面での取り組み

当公庫福井支店・武生支店は2021年4月に福井県事業承継・引継ぎ支援センター(以下、センター)と業務連携してから、支援を強化しています。各事業の主な取り組みは以下のとおりです。

## (1) 国民生活事業

国民生活事業では、主な支援策として2つあります。1つ目は「事業承継診断」です。お客さまが事業承継を考えるきっかけとなるよう、資金のご相談やご融資後のフォローアップの機会を利用して、お客さまの課題に応じた情報提供やセンターへの取次ぎ等を積極的に行っています。

2つ目は「事業承継マッチング支援」です(図1)。これは後継者が不在の小規模事業者と創業希望者や既存の事業者をつなぐ取り組みです。2022年度からは、当公庫のホームページに譲渡希望企業の実名情報を開示する「後継者公募取り組み」も開始しており、関係機関の皆さまとともに連携しながら取り組んでいます。

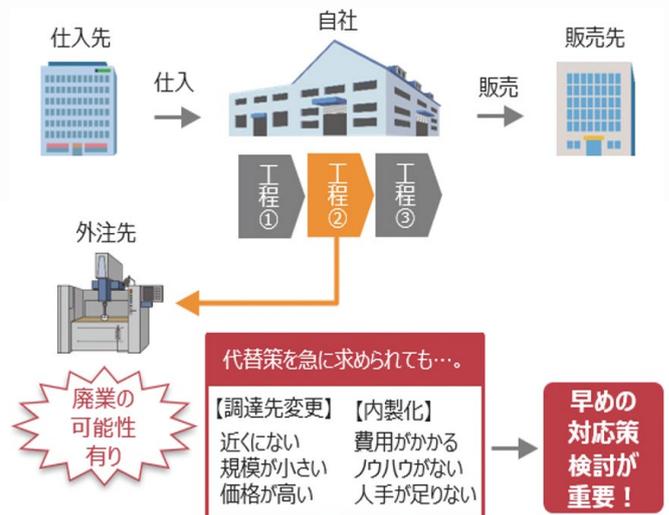


図3 サプライチェーン事業承継イメージ図

また、当公庫では長年培ったノウハウを活かし、事業を受け継いでスタートする創業形態「継ぐスタ」の実現に向けた支援にも継続的に取り組んでいます。

## (2) 農林水産事業

農林水産事業では、農地や農業用施設、山林、漁船といった事業資産を有効活用していく必要があることから、廃業等により使われなくなった経営資源を意欲のある新たな担い手につなぐ取り組みを「経営資源マッチング」として全国規模で実施しています(図2)。稲作経営では、担い手の高齢化等により耕作できなくなった農地を関係機関と連携して新たな担い手につなぐお手伝いを行っています。

## (3) 中小企業事業

中小企業事業では、「サプライチェーン事業承継」に取り組んでいます(図3)。これは、自社のみならず、サプライヤー(外注先)の廃業リスク等にも目を向け、サプライチェーン全体の円滑な事業承継の重要性をお客さまに意識喚起する取り組みです。サプライチェーンを維持していくうえで、代替外注先の確保や内製化等を早めに検討することが期待されます。

事業承継を具体的に検討するにしても、何から始めればよいか分からないお客さまがほとんどです。当公庫は、引き続き、センターと密に連携しながら、県内の事業承継を積極的に支援してまいります。

# TECHNO FUKUI

技術情報誌 テクノふくい No.108

2023年7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