

技術情報誌 テクノふくい

TECHNO FUKUI

No. **111**

2025.3

クス(株)

(株)ミテック

(株)...

株式会社...

株式会社...

福井県 新技術・新工法 展示商談会 in 島津製作所

令和6年8月2日(金) 11:00~15:00

株式会社島津製作所 三条工場内「SATIO」2階21号会議室

主催：福井県、(公財)ふくい産業支援センター

Airel X Robotics

for industry & service

CONTENTS

TOPICS

- ・「福井県 新技術・新工法展示商談会 in 島津製作所」開催報告…………… 1
- ・ふくい宇宙産業創出研究会公開セミナー開催報告…………… 2
- ・ロボット導入セミナー
「ちょうどいい自動化を！現場に合ったロボット導入に向けて」開催報告…………… 3
- ・第68回宇宙科学技術連合講演会福井県ブース 出展概要…………… 4
- ・先進技術視察研修会開催報告
～ロボットエンジニアリングセンターウノ(REC-UNO)～…………… 5
- ・複合材料セミナー「炭素繊維複合材料の最新技術」開催報告…………… 6
- ・成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-tech事業)採択プロジェクトの紹介…… 7

SPOT LIGHT

- ・研究紹介 福井大学
腐食電流計測に基づいた微生物センサ…………… 8
- ・研究紹介 福井工業大学
マイクロ波誘電吸収法によるグラフト重合の非破壊診断の研究…………… 10
- ・研究紹介 福井工業高等専門学校
仮撚加工機(繊維機械)の性能向上に向けた取り組み…………… 12
- ・研究紹介 福井県立大学
キダイ鱗からの機能性成分の効率的回収技術の開発
～コラーゲンと無機成分の分離法を中心に～…………… 14
- ・取組紹介 株式会社商工組合中央金庫
クラウド型車両・採算管理システム「ロジブッシュ」提供開始…………… 16

「福井県 新技術・新工法展示商談会 in 島津製作所」 開催報告

福井県では、県内のものづくり企業の技術シーズを県外大手企業へ売り込み、共同研究の実施や取引先の開拓、販路拡大につなげるため、県内企業の技術や製品を展示紹介する展示商談会を開催しています。

今年度は、株式会社島津製作所に向けた展示商談会を開催し、当該企業および関連会社の企画開発・研究担当や調達担当の方々を中心に、県内企業との今後の商談につながる情報交換が行われました。

『福井県 新技術・新工法展示商談会 in 島津製作所』概要

日 時：令和6年8月2日(金)11:00～15:00

会 場：(株)島津製作所 三条工場内 「SATIO」2階21号会議室
(京都府京都市中京区西ノ京桑原町1)

主 催：福井県、(公財)ふくい産業支援センター

来 場 者：120名

(株)島津製作所および同社関連会社の企画開発・研究担当、調達担当者等

出 展 者：福井県内の24企業・機関 ※出展ブース順

ウラセ(株)、(株)KANZACC、清川メッキ工業(株)、

日本エフ・アール・ピー(株)、日本特殊織物(株)、(株)八木熊、

(株)アートファイネックス、(株)アイシン福井、倉茂電工(株)、(株)秀峰、

(株)ミテック、ヤマウチマテックス(株)、(株)ギケン、(株)西村金属、

(株)北陸濾化、(株)アフレル、(株)寺本鉄工、北伸電機(株)、植田工業(株)、

(株)モビテック、三和メッキ工業(株)、国立大学法人福井大学、

福井県工業技術センター、ふくいオープンイノベーション推進機構



展示商談会 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 元山

ふくい宇宙産業創出研究会公開セミナー 開催報告

(公財)ふくい産業支援センターでは、超小型人工衛星に関する情報提供や共同研究など、ふくい宇宙産業創出研究会の活動を通して県内企業の宇宙産業への進出を支援しております。

このたび、令和6年12月19日(木)に「先駆する宇宙Establishedに学ぶ、これからの宇宙利用戦略」という題目で公開セミナーを開催しました。

『ふくい宇宙産業創出研究会公開セミナー』 概要

日 時：令和6年12月19日(木)14:00～17:00

場 所：福井県工業技術センター 講堂

参加者：40名

主 催：ふくい宇宙産業創出研究会

内 容

・衛星コンステレーションがもたらす価値、そして挑戦

日本電気株式会社 フェロー 三好 弘晃 氏

・衛星データの利活用と今後の動向

三菱電機株式会社 防衛・宇宙システム事業本部 主席技監 小山 浩 氏



ふくい宇宙産業創出研究会公開セミナーの様子

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 ネットワーク推進室 岸本、牧野

ロボット導入セミナー「ちょうどいい自動化を! 現場に合ったロボット導入に向けて」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 (FOIP) 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ため、ロボット導入セミナー「ちょうどいい自動化を! 現場に合ったロボット導入に向けて」を開催しました。

ロボット導入による自動化の取り組み、また、生産現場の実情に合った小型ロボット導入についてご講演いただき、その後、小型ロボットの实演展示と意見交換を行いました。

『ロボット導入セミナー「ちょうどいい自動化を! 現場に合ったロボット導入に向けて」』概要

日 時：令和6年10月23日(水) 13:30～16:20

場 所：福井県工業技術センター講堂

事 業：プロフェッショナル人材マッチング支援事業(県からの委託事業)

参加者：65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(FOIP)

内 容：

○開会挨拶 (公財)ふくい産業支援センター 常務理事 後藤 基浩

○講 演

「小人の靴屋プロジェクト～自動化で魅力ある企業へ」 株式会社有川製作所 代表取締役 有川 富貴 氏
自動化の取り組みは、工場に見学に来た学生からの一言「まだ手でつくってるんですか？」から始まりました。ロボット導入により自動化に挑戦する「小人の靴屋プロジェクト」を実現するため、自動化システムの内製化に取り組み、多くの経営課題も解決してきました。本セミナーでは、自動化の取り組みと課題、導入効果のほか、新たに取り組むデジタルイズ事業や企業のブランディングについてお話しいただきました。

「それぞれの企業に合わせた生産工程づくりに活用できる機構のご提案」

オリムベクスタ株式会社 ロボットシステムソリューション課 田中 秀樹 氏

あらゆる生産現場でロボットの需要が増加している中、既存生産ラインへのロボット設置など、市販産業ロボットでは難しい自社の実情に合ったロボットを求める声が多くあります。本セミナーでは、自動化における「コスト低減」「プログラミング負荷軽減」「省スペース化」を実現するため、それぞれの企業に合わせた生産工程づくりに活用できる小型ロボットやロボットの周辺機構、また導入事例についてご紹介いただきました。

○閉会挨拶 ふくい産業ロボット研究会 副会長(㈱ウノコーポレーション 代表取締役社長) 宇野 俊雄 氏

○名刺交換・意見交換会(オリムベクスタ様よりオリエンタルモーターの小型ロボット展示説明)



有川製作所 有川氏の講演



オリムベクスタ 田中氏の講演



小型ロボット展示説明

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 三谷、小林

第68回宇宙科学技術連合講演会 福井県ブース 出展概要

福井県および(公財)ふくい産業支援センターでは、福井県での県民衛星プロジェクトの取り組みやふくい宇宙産業創出研究会で行っている超小型人工衛星に関する共同研究などの活動内容を紹介し、宇宙関連業界に広く周知を図るとともに県内企業とのマッチング支援をすることを目的に、令和6年11月5日から8日まで開催された「第68回宇宙科学技術連合講演会」に福井県ブースを出展しました。

ブースでは、以下のモデルやパネルを展示し、県内の特色ある製品、技術を紹介しました。

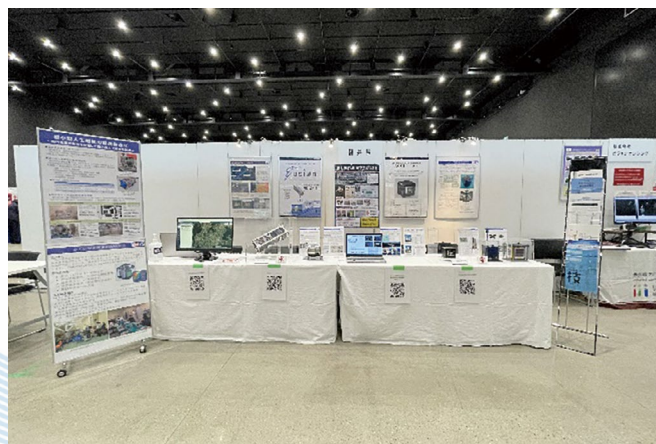
『第68回宇宙科学技術連合講演会』概要

会 期：令和6年11月5日(火)～8日(金)

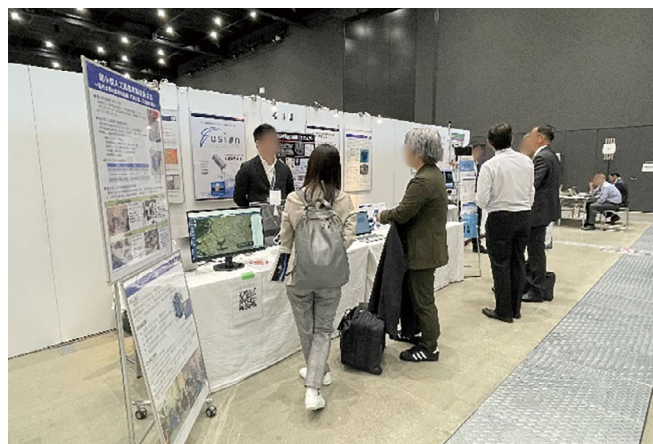
会 場：姫路市文化コンベンションセンター アクリエひめじ(兵庫県姫路市)

主 催：一般社団法人日本航空宇宙学会

モデル・パネル	紹介内容(タイトル)
実物モデル	1U教材衛星(1U Cube Sat)「EDIT」
	1U衛星(1U Cube Sat)「J-CUBEプログラム公募選定衛星 DENDEN-01」
実物大モデル	超小型衛星(3U Cube Sat)「OPTIMAL-1」
	超小型衛星用 統合型姿勢制御装置「AOCSユニット」
デモ動画	衛星画像利用システム「Gスペース」
パネル	福井県民衛星プロジェクト
	超小型人工衛星の製造拠点化
	衛星画像利用システム(Gスペース)
	ふくい宇宙産業創出研究会
	1U教材衛星EDIT
	超小型衛星用 統合型姿勢制御装置 AOCSユニット
	ふくい衛星運用ネットワーク推進プロジェクトFUSIONプロジェクト



「福井県」ブース



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ネットワーク推進室 松井、牧野、千代

先進技術視察研修会開催報告 ～ロボットエンジニアリングセンターウノ (REC-UNO)～

ふくいオープンイノベーション推進機構では、ふくい産業ロボット研究会とともに、産業用ロボットを用いた工程の自動化に先端的に取り組む企業を訪問し、最先端の技術に触れると共に情報交換することで新たな技術革新を目指す先進技術視察研修会を開催しました。

『先進技術視察研修会～ ロボットエンジニアリングセンターウノ (REC-UNO)～』概要

日 時：令和6年11月15日(金)14:00～15:45

場 所：(株)ウノコーポレーション(越前市家久町105-27)

「ロボットエンジニアリングセンターウノ (REC-UNO)」

参加者：17名

主 催：ふくい産業ロボット研究会

共 催：ふくいオープンイノベーション推進機構

内 容：

- ・(株)ウノコーポレーションの会社概要、ロボットエンジニアリングセンターウノ (REC-UNO) の紹介

(株)ウノコーポレーション 代表取締役社長 宇野 俊雄 氏

1952年に創立され、自社製切削工具や特注切削工具の製造を行う企業であるが、2015年からはロボット事業を開始し、今回、補助金を活用してロボットに特化した新社屋を9月に開所したことが説明されました。

- ・ロボットエンジニアリングセンターウノ (REC-UNO) の見学

①同時無人生産システム

産業用ロボットがワークの着脱を行う2台のマシニングセンタの間を、搬送ロボットがつなぐことで無人での加工動作をする様子を見学しました。

②無人運搬システム

レーザーで自己位置の推定と環境地図の作成を行う自律走行搬送ロボットによるパレットの搬送を見学しました。

③協働ロボットのティーチングソフト

塗装、バリ取り、磨き作業の自動化を容易にする協働ロボット用のティーチングソフトによるロボットの動作を見学しました。

④協力メーカによる展示

協働ロボット、産業用ロボット、作業分析・作業改善ツールソフトによる動画を用いた作業の見える化、工程集約に最適なクランプジグ等の展示を見学しました。



REC-UNO 外観



説明会の様子



同時無人生産システム

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

複合材料セミナー「炭素繊維複合材料の最新技術」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(FOIP)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ため、複合材料セミナー「炭素繊維複合材料の最新技術」を開催しました。

CFRPの3Dプリント技術やCFRPの力学特性、また炭素繊維の特異性とその表面改質技術についてご講演いただき、名刺交換会を行いました。また、合わせて、福井県工業技術センター研究成果展示も行いました。

『複合材料セミナー「炭素繊維複合材料の最新技術」』概要

日 時：令和6年11月20日(水)13:30～16:00

場 所：福井県工業技術センター講堂&Web

事 業：プロフェッショナル人材マッチング支援事業(県からの委託事業)

参加者：57名(会場37名、Web20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(FCC)、ふくいオープンイノベーション推進機構(FOIP)

内 容：

○挨拶 (公財)ふくい産業支援センター 常務理事 後藤 基浩

○講演

- ・「CFRPの3Dプリント／圧縮強度に優れるCFRP」 日本大学 理工学部 機械工学科 教授 上田 政人 氏
これからの航空機分野のモノづくりに寄与する2つのトピックとして、CFRPの3Dプリント技術およびCFRPの圧縮特性についてご紹介いただきました。まず、連続繊維を用いたCFRPの3Dプリント技術の課題、それを解決する方法についてお話しいただきました。また、航空機構造に使用されるCFRPの弱点である圧縮特性について解説いただき、圧縮強度に優れるCFRPを作るにはどうすればよいか、ご説明いただきました。

- ・「炭素繊維の特性について～異方性を有する各種特性と表面改質技術～」

三菱ケミカル株式会社 SIC FDL 横浜G 杉浦 直樹 氏

CFRPの優れた性能が発現する機構は十分に理解されていません。本セミナーでは、炭素繊維の特異性について、構造由来の各種機械的特性と顕著な異方性に着目して解説いただきました。また、炭素繊維は脆性材料であることから、主に延性材料である樹脂と複合化して用いられますが、炭素繊維は元来樹脂との親和性が悪く、表面酸化処理やサイジング処理が施されることから、これらの表面改質技術についてもご紹介いただきました。

○名刺交換会(福井県工業技術センター研究成果展示)



日本大学 上田氏の講演



三菱ケミカル(株) 杉浦氏の講演

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 三谷、小林

成長型中小企業等研究開発支援事業（Go-tech事業） 採択プロジェクトの紹介

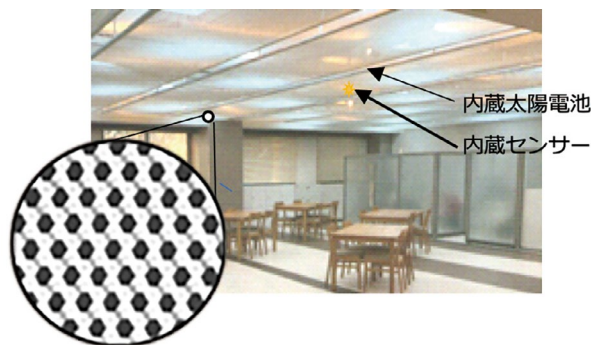
経済産業省の補助事業「令和6年度成長型中小企業等研究開発支援事業」（Go-tech事業）の公募に係る採択結果が発表され、（公財）ふくい産業支援センターが事業管理機関となって実施する県内企業の研究プロジェクト2件が採択されました。

採択プロジェクト1

計 画 名：ガラス三軸織を使用した自律型スマート内装材の開発

研究実施機関：サカセ・アドテック株式会社、宇宙航空研究開発機構、福井大学、福井県工業技術センター

研究開発概要：本開発予定のスマート内装材は、超軽量の基材（ガラス三軸織複合材）に、軽量かつ室内光で発電できるペロブスカイト太陽電池と超小型な無線モジュールやセンサー等を搭載した薄いフレキシブルデバイスで構成される。当内装材はケーブルのない自立型であり、スマートビル化を行って、快適な空間でありながら、人がいない不要な空調・照明の電源を切り、省エネを図るものである。



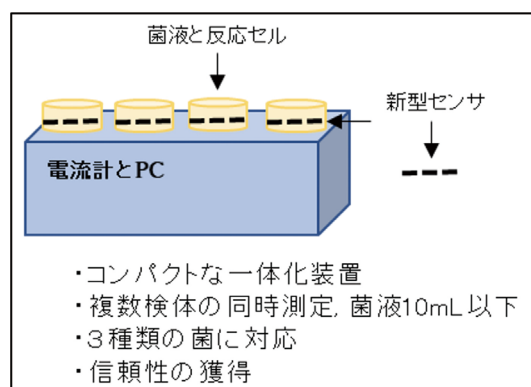
スマート天井

採択プロジェクト2

計 画 名：生菌数の自動判定を実現する電気化学センサシステムの研究開発

研究実施機関：植田工業株式会社、福井大学、福井県工業技術センター

研究開発概要：本研究では、今後、需要拡大が予想される微生物検査において、迅速、簡便な生菌数判定技術の確立を目指して、電気化学計測法を応用した新たなセンシング技術を確認し、その計測システムを開発する。これにより、培養法より迅速・簡便に生菌数を自動測定できる世界初の電気化学計測システムを実現する。



新型BCMセンサとBCM計測システム

研

究 紹

介

腐食電流計測に基づいた微生物センサ

福井大学 学術研究院工学系部門 繊維先端工学講座 坂元 博昭
福井県工業技術センター 中津 美智代、峠 知矢子

1. はじめに

ヒトと微生物との関りは長く、人類の微生物の利用は古代から始まり、文明の黎明期には酵母の醗酵によりパン・ワイン・ビールなどがつくられてきました。現代では、食品加工のみならず、エネルギーや製薬、工業、科学研究、健康、水処理など様々な分野で利用が進んでおり、微生物を利用することで社会は発展を遂げてきました。

一方で、有害微生物は人間や家畜の多くの感染症の原因ともなっています。現在、世界人口の10%ほどは糞便汚染された水源の使用を余儀なくされており、5歳未満の乳児では年間約50万人が下痢性疾患により死亡しています。安全な飲料水の確保は長年にわたる懸念となっており、持続可能な開発目標(SDGs)の項目の一つとしても挙げられています。身近な微生物汚染の症例として食中毒が挙げられます。食中毒を起こす微生物としては、黄色ブドウ球菌、ノロウイルス、腸管出血性大腸菌、腸炎ピブリオ等がよく知られており、医療が発展した近年でも、各種感染症や集団食中毒が世界各地で発生している通り、依然として有害微生物は脅威となっています。また、微生物汚染は、医療分野、製薬、食品産業などのクリーンな環境を求められる現場にとっても深刻な問題です。食品工場などでは、安全保証のために、各生産プロセスにおいて複数のポイントで綿棒による食品接触面への定期的なサンプリングが実施されています。微生物の検出及び同定を行うことは、安全性の維持やバイオハザード防止、汚染原因の早期究明など、衛生管理の面で非常に重要です。

従来の有害微生物の検出方法としては、培養法、免疫学的手法、分子生物学的手法などが挙げられます。

寒天培地を用いた培養法は、最も古くから存在する微生物検出手法であり、世界的にも信頼度の高い手法として幅広く用いられています。操作手順が簡便で特別な機材などを必要とせず安価であるため高い普及性があること、培養によって微生物の繁殖能力も量ることができること、特定の菌が優先的に増殖する選択培地を用いて選択的な培養が行えることなどのメリットがありますが、培地作製には無菌作業を必要とすることから手間が大きく、また、測定者のスキルが検出結果に表れやすいというデメリットもあります。さらに、検出のためには24~72時間の培養を必要とし、迅速な検出は不可能です。

このように、特別な用途を除き、一般的な微生物の検出装置には、低コスト、簡便性、迅速性、低検出限界、高感

度、高選択性、良好な再現性等が求められており、上記の手法は、十分な感度を有している一方、測定装置が高価であったり、安価で扱いやすい一方、高価な装置が必要とされたりと感度とコストは両立されていません。さらに、多くの手法ではサンプル採取から測定・分析を経て、結果が得られるまでには時間がかかり、そのタイムラグにより汚染の拡大が引き起こされることが懸念されています。

2. 有害微生物の電気計測

このような背景の中、我々は、金属腐食に伴い発生するガルバニック電流に基づいた微生物計測センサを開発してきました。電位の異なる二種の金属を水等の電解液中に浸漬すると、両者の間に電池が形成され、電位の卑な金属がアノードとなって腐食が進行し、電位の貴な金属がカソードとなって腐食が抑制されます。このような異種金属を電極とした、局部電池の形成による電気化学的な反応で生じる腐食を異種金属接触腐食(ガルバニック腐食)と呼び、その際に発生する電流をガルバニック電流と呼びます。ガルバニック電流を利用した微生物検出センサは、電極構成が二電極系で単純であることから三電極系や四電極系に比べて小型化がしやすく、溶液中の二種の金属間に自然に流れる電流を測定するだけなので測定装置が安価であるといった利点があります。

電極構成は検出する電気信号を決定する一方、電極の形状は電気信号を検出する感度を向上させる上で重要です。そこで、高い電流出力で微量物質の検出が可能な櫛形電極を用いました。櫛形電極は、二種の電極を絶縁された状態で交互に配置した構造を有しており、比表面積が大きく、アノードとカソードの向かい合う距離(対抗長さ)が長いため、電子授受が行われやすく高い電流出力を得ることができます。また、センサの電極間距離を小さくすることにより出力が向上します。

現在実用化されている二電極系の櫛形電極として、ACM(Atmospheric Corrosion Monitor)型腐食センサがあります(図1)。ACM型腐食センサは、電極間の電位差に基づいて発生するガルバニック電流を直接測定することができ、これを解析することで、温度、湿度、大気中の塩や腐食性ガス等の環境の持つ腐食性を定量的に評価することが可能です。この特徴より、屋内外の鋼材の防食対策など、産業分野で広く活用されています。nAからmAまでの幅広いレンジの電流値計測が可能で、半導

お問い合わせ先

福井大学 福井市文京3-9-1

坂元 博昭 E-mail: hi-saka@u-fukui.ac.jp

福井県工業技術センター

中津美智代 E-mail: m-nakatsu-y6@pref.fukui.lg.jp

峠 知矢子 E-mail: c-touge-pk@pref.fukui.lg.jp

体加工技術を用いることでセンサ電極幅が $1\mu\text{m}$ 以下のセンサも開発されており、小型化、大量生産が可能です。

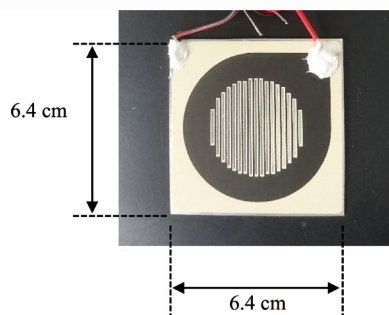


図1 ACMセンサ アノードを銀、カソードを炭素とした2電極系センサ

本研究では、これまで主に環境計測に用いられてきたACM型腐食センサの更なる応用として、微生物計測についての検討を行いました。

図2はACMセンサを用いた微生物計測の様子です。大腸菌の培養溶液をセンサ上に滴下し、その際に電極から得られる電流値を測定しました。

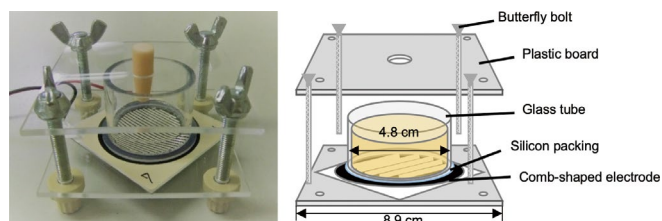


図2 ACMセンサによる微生物計測

その測定結果を図3となります。図3の横軸は時間経過、縦軸は電流を示しています。時間が経過すると、電流値の上昇が確認され、その電流上昇は、計測する培養液中に含まれる菌数によって異なりました。菌数が多いほど電流上昇のタイミングは早く、菌数が少ないほど電流上昇は遅くなっています。培養液中に含まれる菌数と電流が上昇し20 nAに到達する時間の関係が図4で、菌数と到達時間の間には高い相関関係があることが示されています。また、図3より、生菌が培養液中に存在する時のみ、電流値が上昇することも確認されたことから、本センサは生菌に対して応答し、大腸菌が放出する代謝産物によって電流変化をもたらしたと考えられます。計測後のアノード(Ag)を表面分析した結果、硫化銀が生成していることが確認されました。これらの結果から、本センサでは、大腸菌が増殖しながら産生する硫化水素を検出していることが示唆され、菌数が多いほど代謝によって硫化水素

が増加し、電極の金属腐食を促進すると考えられます。さらに本センサは、値の波形や大きさがほぼ一致しており、良好な再現性を示しました。

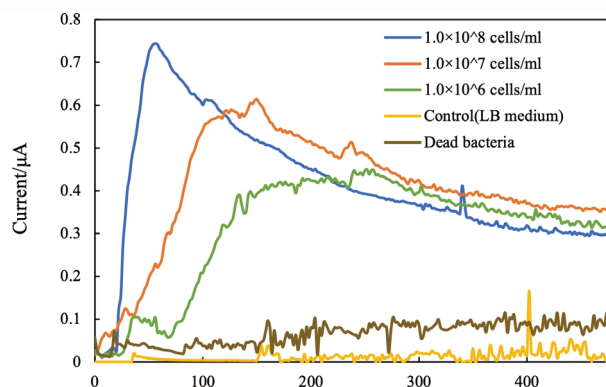


図3 ACMセンサによる大腸菌培養液計測結果

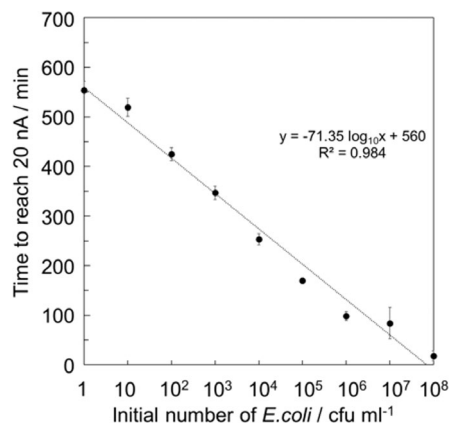


図4 培養液中に含まれる大腸菌数と20 nA到達時間の関係

3. 実用化へむけた取り組み

これらの成果に基づき、我々は特許出願、学術論文を報告しております。さらに、現在では実用化へ向けた研究を進めており、ACMセンサを製造・販売している植田工業株式会社、福井県工業技術センター、福井大学の3機関で共同開発をすすめており、令和6年度8月からGo-tech事業（成長型中小企業等研究開発支援事業）の支援により開発を加速しています。（「生菌数の自動判定を実現する電気化学センサシステムの研究開発」）

参考

- (1) C. Touge, et. al., ACS Omega, 8, 43511-43520.
- (2) C. Touge, et. al., Electrochemistry, 92, 022012.
- (3) M. Nakatsu, et. al., Journal of Electrochemical Society, in press

研

紹介

マイクロ波誘電吸収法による グラフト重合の非破壊診断の研究

福井工業大学 原子力技術応用工学科 砂川武義

1. はじめに

福井工業大学 砂川研究室では、電子線照射による機能性材料の研究開発を行っております。この研究の中で、マイクロ波誘電吸収法を用いて高分子への電子線照射によるグラフト重合反応の非破壊診断手法を開発しました。以下に詳細を記します。

高分子への放射線照射による機能の改良という概念は、1952年Charlesbyがポリエチレンを原子炉内で放射線照射し、ポリエチレンが不融不溶になることを報告¹⁾したところから急速に広まりました。また、1954年に図1に示すような高分子の反応においてA、Bの2種のモノマーよりなる共重合物として4種の共重合物が考えられ、Mark^{2,3)}により(I)～(IV)が命名されました。ここで、(I)、(II)は通常の共重合物であり、(III)はブロック重合と呼ばれ、(IV)の“graft”および“pfropfen”は接木するという意味で日本ではグラフト重合もしくはグラフト共重合と呼ばれています。

ここで、グラフト重合は、基材となる高分子材料に特別な機能を持つモノマーを重合することにより、既存の高分子材料に新たな機能を持たせることが可能な重合方法です。放射線を用いると多数の高分子と

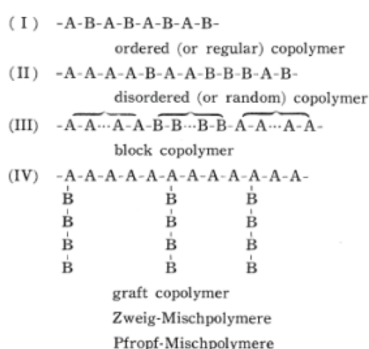


図1 高分子の重合反応

モノマーの組み合わせについて容易にグラフト重合を起こさせることが可能であるため、1957年頃には日本においても、ポリエチレン(PE)を主として様々な高分子材料を基材としてグラフト重合の研究が行われました⁵⁾。基材とする高分子にモノマーをグラフト重合させて機能性基材を作製する際、基材がグラフト重合したかを知る必要があります。従来本情報は、基材の質量と重合前後における質量の増加分の比によって求められる、グラフト率の測定値から類推するしかありませんでした。ここで、グラフト率の測定は、予め基材の質量を測定する必要があり、基材の質量が分からないグラフト重合後の試料に対してグラフト率を求めることは出来ません。砂川研究室では、マイクロ波誘電吸収法を用いて、分子の双極子モーメント変化による誘電率及び誘電損失の変化の測定結果を基に、従来のグラフト率測定に代わる、高分子材料のグラフト重合の非破壊的診断する新たな手法を確立しました。

2. マイクロ波誘電吸収法⁵⁾

物質の電磁波に対する誘電特性は式(1)のように、複素数で表されます。

$$\epsilon = \epsilon' - i\epsilon'' \quad (1)$$

ここで、 ϵ' は誘電率の実数部、 ϵ'' は誘電率の虚数部、 $i^2 = -1$ です。対象とする高分子材料の分子構造に发生变化が起こると ϵ' や ϵ'' が変化するため、本測定では式(2)に示すように、 ϵ' の変化量を比例するマイクロ波空洞共振器の共振周波数変化量 ΔB を測定することにより高分子材料内の分子構造変化の情報を得ることを可能としています。

$$\Delta B = \frac{f - f'}{f} \propto \epsilon' \quad (2)$$

ここで、 f は基準物質を挿入した時のマイクロ波共振周波数、 f' は高分子材料を挿入した時のマイクロ波共振周波数、 ΔB は共振周波数の変化量です。

図2に本測定で使用したX-bandマイクロ波回路図を示します。アナログ信号発振器より発振したX-band(9GHz)マイクロ波をCirculatorによりマイクロ波空洞共振器(Cavity)に導入し、空洞共振器からの反射波をパワーセンサーにより測定を行います。ここで、マイクロ波空洞共振器はピンホール型マイクロ波空洞共振器でTE₁₀₂モード、 $Q = 3000$ 、共振周波数 $f_0 = 9.461\text{GHz}$ 、測定穴 $8 \times 4\text{mm}$ のものを使用しました。図3に示すように試料の測定はマイクロ波空洞共振器の測定穴に測定試料を接触させ、共振周波数を測定しました。

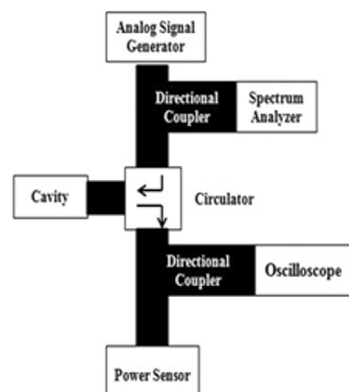


図2 X-bandマイクロ波回路図

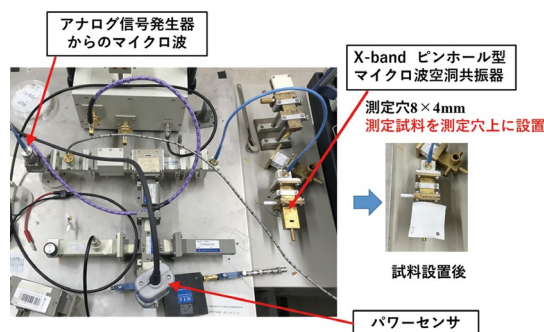


図3 マイクロ波誘電吸収測定装置

お問い合わせ先

福井工業大学 原子力技術応用工学科
砂川 武義
〒910-8505 福井市学園3-6-1
E-mail : t-sunagawa@fukui-ut.ac.jp

3. グラフト試料作製

グラフト重合試料は、岩崎電気(株)技術資料を参考に作製した⁶⁻⁸⁾。図4はグラフト重合反応の概略図です。

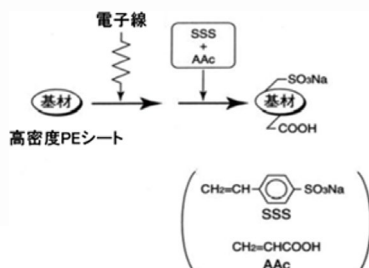


図4 グラフト重合反応の概略図

本研究では基材とし

て高密度PEシート0.15mm厚(Tyvek社製)を110×15mmを選定し、基材の質量 W_0 (g)を量った後、関西電子ビーム株式会社において、電子線加速器ロードトロン(ベルギー IBA社製) 10MeVを用いて吸収線量60～210kGyを照射しました。グラフト重合に使用するモノマー水溶液はSSS (p-スチレンスルホン酸ナトリウム(富士フィルム和光純薬社製))、AAc (アクリル酸(ナカライテスク社製))、水を重量比1:1:2の割合で調製し、アルゴンガス置換した水溶液に電子線照射した試料を浸し、50℃に設定した恒温槽2～10時間反応させました。反応後の試料を水で洗浄し、乾燥させました。乾燥後の試料の質量 W (g)を量り、式3 からグラフト率を計算しました。

$$\text{グラフト率}(\%) = 100(W - W_0)/W_0 \quad (3)$$

表1にグラフト重合した高密度PE試料の中からグラフト率の異なる7つの試料を選び、マイクロ波誘電吸収法により測定した共振周波数変化量 ΔB を示します。

表1 グラフト率と共振周波数変化量 ΔB

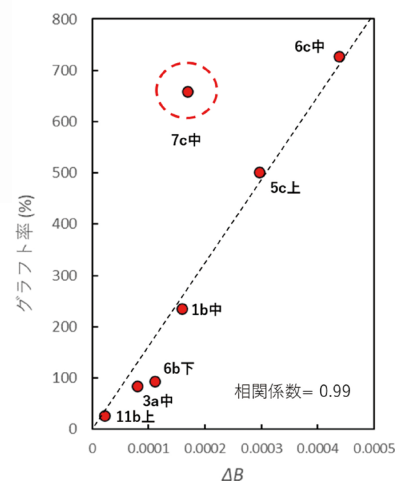
型番	グラフト率(%)	共振周波数(GHz)	ΔB
共振器		f	
基材	0.0	9.461602	0.000000
11b上	26.9	9.461402	0.000021
3a中	84.1	9.460852	0.000079
6b下	93.2	9.460551	0.000111
1b中	235.9	9.460102	0.000159
5c上	501.1	9.458801	0.000296
7c中	658.3	9.460002	0.000169
6c中	727.5	9.457452	0.000439

図5にグラフト率と ΔB をプロットした結果を示します。図5において型番「7c中」の試料は、他の試料の位置から大きく外れます。これを除く6個の試料について、回帰直線を求めると相関係数は0.99でした。この測定結果より求めた有意なグラフト率と ΔB の関係、即ち回帰直線は下式4のように求まり、その傾きは1611307でした。

$$\text{グラフト率}(\%) = 1611307 \times \Delta B \quad (4)$$

次に、型番「7c中」の試料を便宜的に被診断グラフト基材とみなして検討を行いました。図5において「7c中」

のグラフト率は、測定値が658.3%でした。マイクロ波誘電吸収法による測定結果 $\Delta B = 0.000169$ を式4に代入するとグラフト率は272.3%に相当します。測定値と式4から求めたグラフト率の差は、極性を持つ副生成物による寄与であると考えます。

図5 グラフト率と共振周波数変化量 ΔB

双極子モーメントと共振周波数変化量 ΔB は比例関係にありますので、極性を持つ機能性モノマーのグラフト重合による反応生成物の増加は、双極子モーメントの増大を意味します。したがって、被診断グラフト基材「7c中」のグラフト率の過大な増加は、反応副生成物の増大によるものと考えられ、双極子モーメントの増大を伴わずに、質量すなわちグラフト率の増加を起こしていることが示唆されます。

4. むすび

本稿では、当研究室で実施している電子線照射による機能性材料の研究開発において、作製したグラフト材料を評価する新たな手法を紹介しました。グラフト重合に関する研究は1950年代よりスタートした歴史ある研究ですが、新たな測定法(眼)を持つことにより、新たなイノベーションを生み出す可能性があると考えております。最後に、本研究の実施に当たり、福井工業大学学内特別研究費「金井学園武徳殿の剣道の防具倉庫の除臭研究」において多大な支援をしていただきました金井兼理事長に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) A.Charlesby, Proc.Roy.Soc., A215, 187 (1952).
- 2) H. Mark, Text. Res. J., 23, 294 (1954)
- 3) 三枝、小田、高分子化学、4巻、11号、p.522-530 (1955)
- 4) 岡田、色材協会誌、35巻12号 p. 552-562 (1962)
- 5) H.Shimamori、PROGRESS IN PHOTOCHEMISTRY AND PHOTOPHYSICS, Vol.VI, CRC Press, Boca Raion, FL, Chapter 2, 43-77(1992)
- 6) <https://www.iwasaki.co.jp/tech-rep/technical/166/> (参照日2025年2月1日)
- 7) 斎藤 須郷、"猫とグラフト重合"丸善出版
- 8) 斎藤 須郷、"グラフト重合のおいしいレシピ"丸善出版

研

究 紹 介

仮撚加工機（繊維機械）の性能向上に向けた取り組み

福井工業高等専門学校 機械工学科 金田直人

1. はじめに

繊維機械において、様々なフィラメント糸に羊毛のような撓縮を持たせ、保温性の向上・高弾力といった高付加価値を付与する手法の一つに「仮撚加工法」があります。中でも、回転するディスクの外周表面に糸を接触させ、その摩擦力を利用して糸に撓りを与えるディスクフリクション仮撚加工法が工業的主流となっています（図1）。同機は加工糸の高速生産に適しているものの、糸切れしない低い糸張力や加工速度の高速化によって、糸が不安定に挙動（以下、サージング）し、糸切れ、未解撚など糸品質に悪影響を及ぼす現象が生じてしまいます。そのため、生産現場では加工糸の生産が経験的に試行錯誤されていることも少なくありません。私達のこれまでの取り組みで、サージングは施撚部のディスクユニット内の回転するディスク上で糸を留める把持限界を迎えて生じるスリップが要因となっていることを実験的に確認しており、現在もサージング抑制のための研究を日々行っています。本稿では、これまでに取り組んできた内容について紹介します。

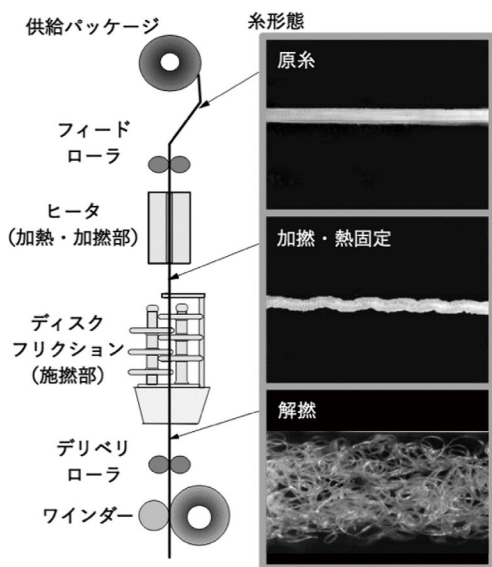


図1 ディスクフリクション仮撚加工機

2. サージング

現在主流となっている仮撚加工機は、高速生産（糸送り速度1000 m/min以上）に特化して開発が進められています。さらなる高速生産を目指すには、単純に糸送りをする駆動源であるモータの回転速度を上げれば加工速度だけの実現は可能ですが、高速化に伴いサージングが誘発され、糸切れや未解撚等の糸品質の低下が大きな問題となっています（図2）。

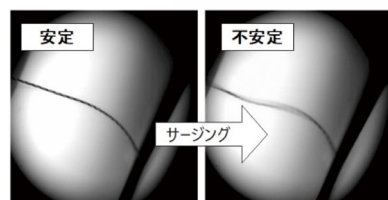


図2 ディスク上の糸の様子

3. サージングを把握する方法を検討

3.1 検査システムの構築（実験）

サージングは加工中に装置全体で発生する現象であることから、ディスクフリクション仮撚加工機の延伸・加熱・加撚・冷却部におけるサージング検査システムを構築しました。加工糸を生産する際、高速に糸送りされている中で、糸形態（糸形状・糸速度）、糸張力、糸温度を正確に把握するためには高精度な検査システムの構築が求められます。本システムでは、糸形状および糸速度を高速カメラにて、糸張力を張力センサと加速度センサからFFT解析可能なデータロガーにて、ヒータ内の糸温度を熱画像カメラにて観察できるようにしました（図3）。これによって、サージング現象が発生している糸形態を視覚的に解析することができるようにしてサージングの特性を把握し、発生要因について検討を行うことができるようになりました（図4）。ここで上記の測定対象については、糸送りをするフィードローラとデリベリローラ、糸に加撚を付与するディスクの回転速度を任意に変更することで、様々な加工条件での試験を実施しました。

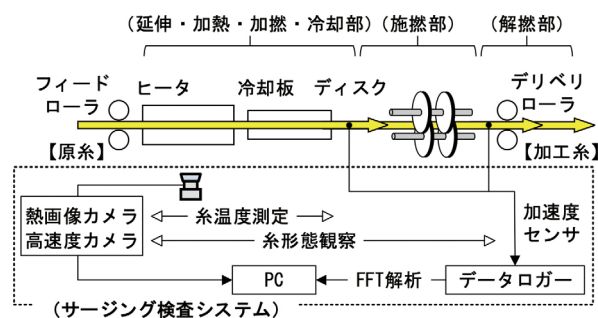


図3 サージング検査システムの構成

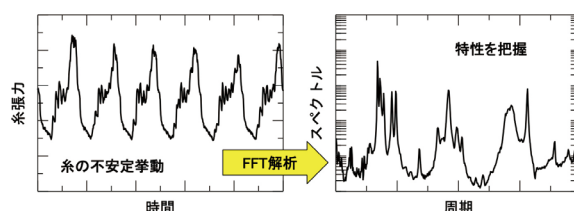


図4 糸張力の周波数分析（一例）

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

3.2 糸径路・糸張力・糸形態の数値解析(理論)

仮撚加工法において、微分幾何学とベクトル解析を用いて施撚部における糸径路・糸張力の発生メカニズムの解析方法を確立しました(図5)。これによって、ディスクユニットに進入する入口ガイドおよび脱出する出口ガイドの座標値、そして初期張力のみ与えれば、様々なディスクユニットでの糸径路と糸張力を簡易的に予測することができるようになりました。また、糸形態については、糸を多質点系によるバネ・マスモデルとした3次元モデルシミュレーションにも取り組みました(図6)。

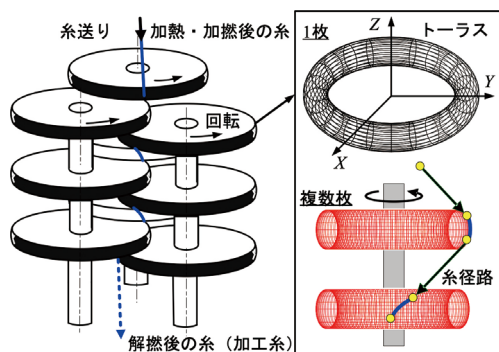


図5 糸径路・糸張力の解析

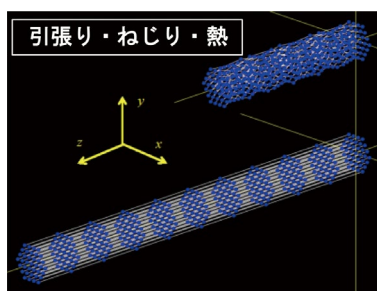


図6 糸のバネ・マスモデル

4. サージング発生による糸の様子(実験結果)

サージング検査システムを用いて、延伸・加熱・加撚・冷却部でのサージング発生時、未発生時の糸形状(図7: 見かけ糸太さ d ・撚角度 θ)、糸張力 T 、糸温度 T_y 、糸速度 V_y を測定対象に実験的に観察しました。

糸形状(d 、 θ)では、サージング未発生と発生とで比較すると、ヒータ内での糸形状(d 、 θ)が変化するまでの時間が異なることが明らかとなりました。つまり、サージングが発生すると、糸がヒータ内を進行するにつれ撚角度 θ が未発生の場合に比べて全体的に低下しており、施撚部からの加撚作用が低下しているといえます。これより、サージングによって糸とディスクの接触も不安定となり、

摩擦力が低下することで加撚が十分に付与されず撚角度 θ が低くなります。

糸張力 T では、サージング発生の場合より未発生の方が高くなっていた。これはサージング未発生の場合、施撚部での加撚が安定していることから、加撚された糸が糸軸方向に収縮することで糸を引っ張る作用が生じたことが要因と考えられます。一方、サージング発生の場合では加撚が十分に施されないことから収縮が発生しにくく、糸張力 T が低くなっていたといえます。

糸温度 T_y と糸速度 V_y では、サージング未発生の場合、加撚によって糸軸方向の収縮が生じ、糸速度 V_y が低下することでヒータ内での加熱時間が増加するため、糸温度 T_y も増加しやすくなりましたが、サージングが発生すると加撚されにくいことから糸速度 V_y は低下しにくく、加熱時間も短くなるため糸温度 T_y が増加しにくくなりました(図8)。

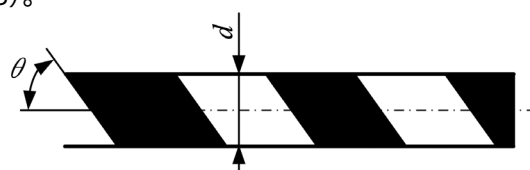
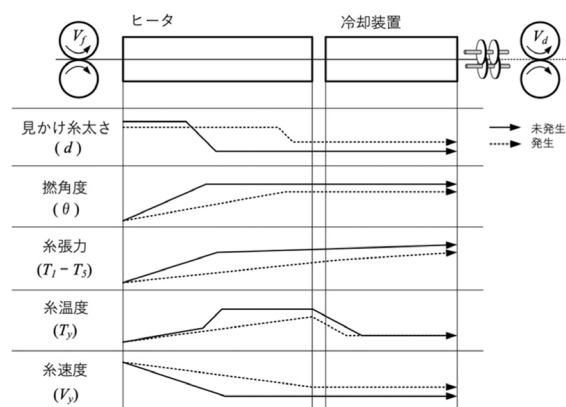
図7 見かけ糸太さ d と撚角度 θ 

図8 サージング有無による糸の状態図

5. おわりに

これまでの取り組みでは、仮撚加工機におけるサージングについて検査システムの構築ならびに数値解析に取り組み、発生要因について検討を行ってきました。しかし、サージングの抑制を目的とした検証までには未だ至っていないため、延伸・加熱・加撚といった加工条件の観点から、加工状態をさらに幅広く観察する必要があり、サージング発生要因の解明ならびに抑制方法について引き続き検討していきます。

研

究 紹

介

キダイ鱗からの機能性成分の 効率的回収技術の開発 ーコラーゲンと無機成分の分離法を中心にー

福井県立大学 海洋生物資源学部 水田 尚志

1. 研究の背景と目的

「若狭小浜小鯛のささ漬け」は小型のキダイ（レンコ鯛、図1上段）を原料とする小浜市を代表する伝統食品であり、地理的表示保護制度に登録されるなど全国的にも高い知名度があります。この製造工程においては正確な量は不明ですが、廃棄物として年間5トン以上もの鱗（図1下段）が発生し、その多くは必ずしも有効には利用されていません。キダイの鱗は主に水分、コラーゲンおよび無機成分（主にヒドロキシアパタイトから成る）から成り立っています（これらの含有比はおおよそ1：1：1）。本研究はキダイ鱗に含まれるコラーゲンを簡便に回収する技術を確認し、その特性を明らかにして化粧品の原料として有効利用できるようにすることを目的として立ち上げたものです。コラーゲンは今や機能性成分としての地位を確立しており、食品、化粧品や医療用品などの原料として幅広く利用されています。キダイ以外の魚種（主にマダイやティラピア）の鱗についてはコラーゲンに関する比較的多くの情報があり、化粧品原料等としても利用されていますが、キダイ鱗のコラーゲンについてはこれまでに詳細に調べられた事例がほとんどありません。またキダイは黄色～赤色の鮮やかな色彩から明るい印象を与え、多くの場合祝いの席で「タイの塩焼き」の材料としても使用されます。そういったキダイの好ましい諸特性は化粧品の原料としても適したイメージを与えるものと考えております。私たちのグループではこれまで多くの海洋動物のコラーゲンの特性や利用に関する研究を行ってきた関係で当初はコラーゲンに焦点を絞って研究を進めておりました。しかし含まれる成分をできるだけ回収して廃棄物を少なくすることも重要と考え、研究を行う過程で副産物として生じる無機成分（主に機能性成分として知ら

れるヒドロキシアパタイトを含む）も積極的に回収して有効利用の道を探ることにしました。

2. コラーゲンと無機成分の溶解

鱗は無機成分を多く含む硬い組織であるため、皮膚の場合で行われるように直接コラーゲンを抽出することが困難です。これまでの魚鱗に関する研究事例を見てみると、通常まず無機成分を除く工程（これを脱灰といいます）を行った後にコラーゲンを抽出する工程へと進みます。脱灰は通常、pH7～8においてエチレンジアミン4酢酸（別名：エデト酸、略称：EDTA）という物質を用いて行われます。この場合コラーゲンは中性ではほとんど溶けないため、脱灰後の残渣についてコラーゲンの抽出を行います。また、無機成分は酸性で溶けやすいため、塩酸など酸性溶媒を用いて脱灰が行われる場合もあります。しかしコラーゲンも同様に酸性で溶けやすいため、無機成分だけを除きたい場合には酸性溶媒は使用しにくくなります。そこで、私たちは敢えて酸性溶媒を用いることで無機成分とコラーゲンを両方とも溶かし、後で両者を分離することを着想しました。用いる酸としては従来は塩酸が主流でしたが、塩酸はコラーゲンの分解作用が懸念されるため、コラーゲンに対する悪影響が少なく、かつ脱灰効果も期待できるクエン酸を選択しました。

方法の概要を図2に示します。脱灰処理では濃度0.5M（約9.6%）のクエン酸溶液中、4℃で72時間脱灰しました（この工程でコラーゲンの一部も溶解します）。その後、蒸留水を加えてクエン酸の濃度を0.1M（約1.9%）まで希釈し、pHを2.5に調整してタンパク質分解酵素であるアスペルギロペプシン（クロコウジカビが産生する酸性プロテアーゼの一種）を加えて4℃で48時間攪拌したところ、全コラーゲンのうちの約40%を可溶化することに成功しました。今回の方法では脱灰と酵素処理について異なる環境ではなく、いずれもクエン酸環境下（pH2.5付近）で行っている点で簡素化・効率化されています。さらにアスペルギロペプシンは比較的高いコラーゲン溶解能力を持ちますが、これを魚類の鱗コラーゲンの可溶化に用いた事例は本研究以外にはほとんど見受けられません。酵素濃度や処理時間などの条件を最適化することにより今後さらに溶解率を高められる可能性があります。

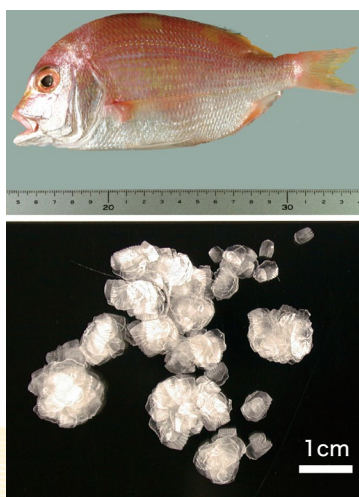
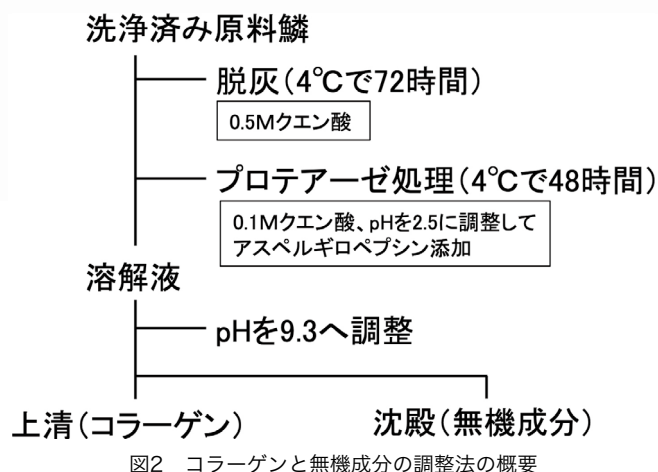


図1 キダイ魚体(上段)及び原料鱗(下段)の外観

お問い合わせ先

福井県立大学 海洋生物資源学部 教授 水田尚志
〒917-0003 小浜市学園町1-1
TEL : 0770-52-6300
E-mail : mizuta@fpu.ac.jp



3. コラーゲンと無機成分を簡便に分離する方法

上記の操作で得られた溶解液中には脱灰または酵素処理により溶解した無機成分とコラーゲンの両方が混在します。これらを相互分離する方法についてpH分画法を導入しました。この方法は物質によってはpHによりその溶解度が変化することを利用したものです。溶解液に水酸化ナトリウム溶液を徐々に加えてpHを上げていくと、pH6.5～7.0で急激に溶解液が白濁しましたが、この段階で主に無機成分が沈殿し始めることが分かりました。加えたアスペルギロペプシンを不活性化させるためにpHを9.3まで上昇させたところ、ほぼ無機成分がすべて沈殿し、コラーゲンは溶解したまま維持されることが判明しました。通常、このpHではコラーゲンも沈殿するはずですが、同時に存在する0.1Mクエン酸（この段階では中和されてクエン酸ナトリウムになっている）による塩溶効果（適度の塩が存在することによってタンパク質が溶ける現象）により溶解状態が維持されたものと考えられます。pH9.3で溶ける画分および沈殿する画分の外観（凍結乾燥物）を図3に示します。化学的分析により前者は主に脊椎動物に広く分布するI型コラーゲンであること、後者は約80%が無機物であることが明らかとなりました。

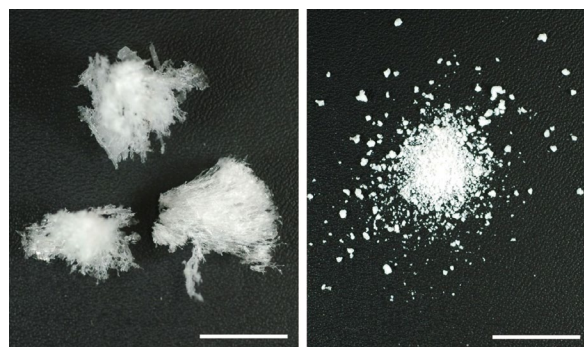
4. 研究成果の意義と今後の展開

今回の研究では、キダイ鱗に含まれるコラーゲンと無機成分（主にヒドロキシアパタイト）の両方を溶解させ、pH分画法によりこれらを相互分離する原理を確立することができました。これまでは上記のいずれか一方を得る

ことに主眼が置かれ、同一原料から両方を得るという発想はほとんどなかったものと思われます。特に無機成分を得る場合は主に焼成により有機物が除かれるため二酸化炭素の排出につながってしまいます。クエン酸環境下での脱灰と酵素処理ならびにその後のpH分画とを組み合わせることで、キダイ以外の魚種の鱗さらには魚骨など他の硬組織にも応用できる可能性があります。

キダイは上にも述べたとおり若狭地域の伝統食品「小鯛のささ漬け」の原料魚であり、若狭地域の人々にとっては特別な魚であると言えます。その製造工程で生じる鱗は現状ではなかなか有効利用されていません。コラーゲンは今や機能性素材として広く利用されていますが、今回の研究でキダイ鱗から簡便にコラーゲンを回収する方法が開発できたため、今後キダイ鱗のコラーゲンを配合した化粧品等を開発し、地域限定ブランド化することで若狭地域の活性化につなげていきたいと思っています。

コラーゲンの他にも、pH9.3で沈殿する成分として主にヒドロキシアパタイトから成る無機成分も得ることができましたが、これを塩溶液で洗浄する、あるいは600～800℃で焼成することでわずかに含まれる有機物性の不純物を除去すればさらに純度の高いヒドロキシアパタイトが得られるものと期待されます。ヒドロキシアパタイトも化粧品原料の他、研磨剤、クロマトグラフィー用充填剤、人工骨や歯科インプラントなどの素材として広く利用されている機能性素材です。キダイ鱗を資源として余すところなく利用していくために、ヒドロキシアパタイトについてもコラーゲンと同様に化粧品素材等としての利用につなげていきたいと考えています。



図中の縮尺=1cm

図3 pH9.3での溶解画分(左)および沈殿画分(右)の外観

取

組
紹
介

クラウド型車両・採算管理システム 「ロジブッシュ」 提供開始

株式会社商工組合中央金庫 福井支店 次長 大門 良英

1. はじめに

商工中金は、運送業界の取引条件適正化し賃上げを後押しするため、運送業者向けのクラウド型車両・採算管理サービス「ロジブッシュ」の提供を一部の店舗で開始します。

本サービスは、運送事業者が車両情報や売上・経費情報を入力することで、車両毎の整備履歴や採算を簡単に管理することができるクラウドサービスです。

ロジブッシュとは

■運送業者向けクラウドサービス

■トラックの原価・採算をデータ化/可視化：

スマホで簡単にデータ登録

■+αで運賃交渉支援：交渉材料を当金庫が作成

2. なぜロジブッシュなのか？

近年、Eコマースの増加や配送方法の多様化といった市場環境変化の一方で、運送業界ではトラックドライバー不足や燃料費の高騰などの課題を抱えています。

これらの環境変化に対応するため、運送事業者には荷主との取引条件の適性化を進めていくことが求められています。その前提となる正確な収支管理、個別採算性の把握に課題を抱える事業者も少なくありません。

商工中金では「ロジブッシュ」の提供を通じて、車両毎の採算管理を実現することに加え、今後、オプションサービスとして、荷主と合理的に取引条件の適性化に向けた交渉をする資料の作成にも対応する予定です。

3. サービスの内容

サービスの内容としては、車両の整備機能、採算管理機能、日常業務機能を提供します（図1）。また、オプションとして、運賃交渉資料作成支援の提供を予定しております。

車両管理に関する複数の機能を実装しており、情報の登録はスマホ等でできますので、事業者様の負担を軽減することができます（図2）。また、各機能で収集される原価情報を集約することで、採算管理機能で車両別の損益を可視化できます（図3）。

クラウドサービス

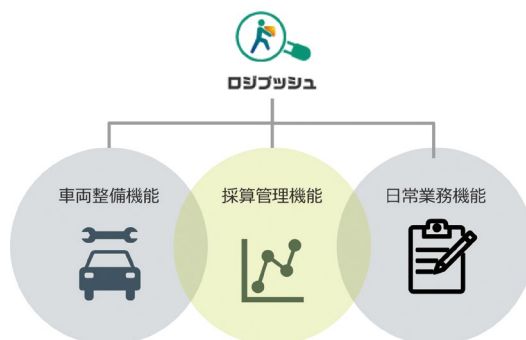


図1 ロジブッシュのクラウドサービス

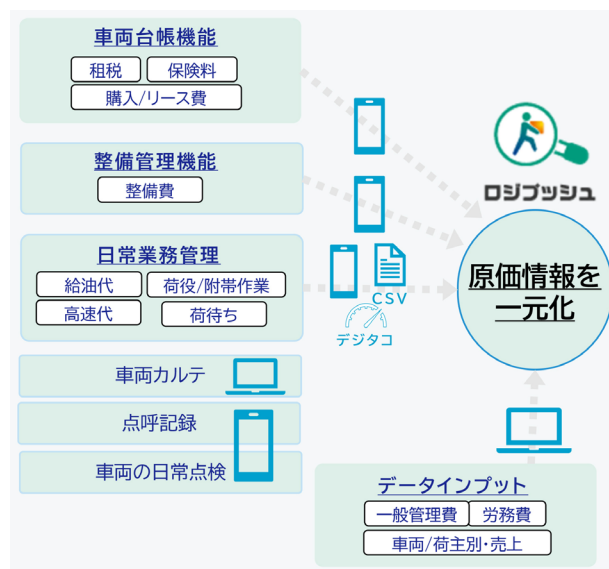


図2 ロジブッシュの機能

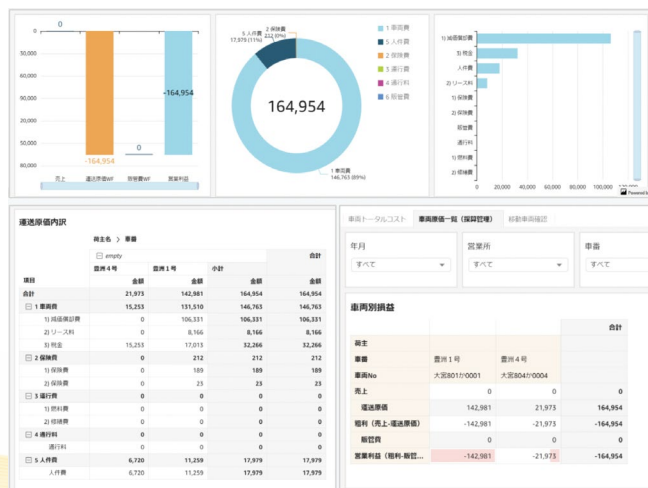


図3 損益管理画面

お問い合わせ先

株式会社商工組合中央金庫 福井支店
<https://www.shokochukin.co.jp/atm/list/fukui.html>
 〒910-0005 福井市大手3-14-9
 TEL : 0776-23-2090

3. ロジプッシュの提供を通じて目指す姿

運送事業者の中には、採算の把握や、荷主に客観的な根拠が示せないといった要因から、運賃交渉に課題を抱えている事業者も少なくありません。

商工中金では、「ロジプッシュ」の提供を通じて、車両・採算管理を可視化することで、荷主との運賃交渉をサポートいたします。これにより、事業者の経営改善、従業員の賃上げ実現を目指します(図4)。



図4 ロジプッシュの提供を通じて目指す姿

4. おわりに

商工中金は全国およそ1万社の運送事業者に対し、長年に渡って金融機能を発揮してきました。商工中金の全国ネットワークと金融機能に本サービスを付加し、運送事業者のパートナーとして運送業界全体の持続可能な成長を後押ししてまいります。

本サービスは2025年1月より千葉支店、深川支店、新木場営業所、名古屋支店、堺支店、福岡支店、久留米支店で試行的にサービス提供を開始し、将来的にはサービス提供エリアの拡大や機能拡充を目指しています。

【本サービスの概要】

利用可能企業	千葉支店、深川支店、新木場営業所、名古屋支店、堺支店、福岡支店、久留米支店で預金取引のあるお客さま
利用料金	車両1台当たり月額1,100円(税込) ※最大3ヶ月間の無償試用期間あり
申込方法	商工中金の営業担当者までご連絡ください
利用環境	Webブラウザ: Windows スマートフォン用アプリ: iOS、Android

TECHNO FUKUI

技術情報誌 テクノふくい No.111

2025年3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

- ・ハピラインふくい春江駅から徒歩 約25分
- ・えちぜん鉄道鷺塚針原駅から徒歩 約20分

バス

- ・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

- ・福井駅より 約20分
- ・福井北インターチェンジから 約10km 約25分
- ・丸岡インターチェンジから 約 8km 約20分