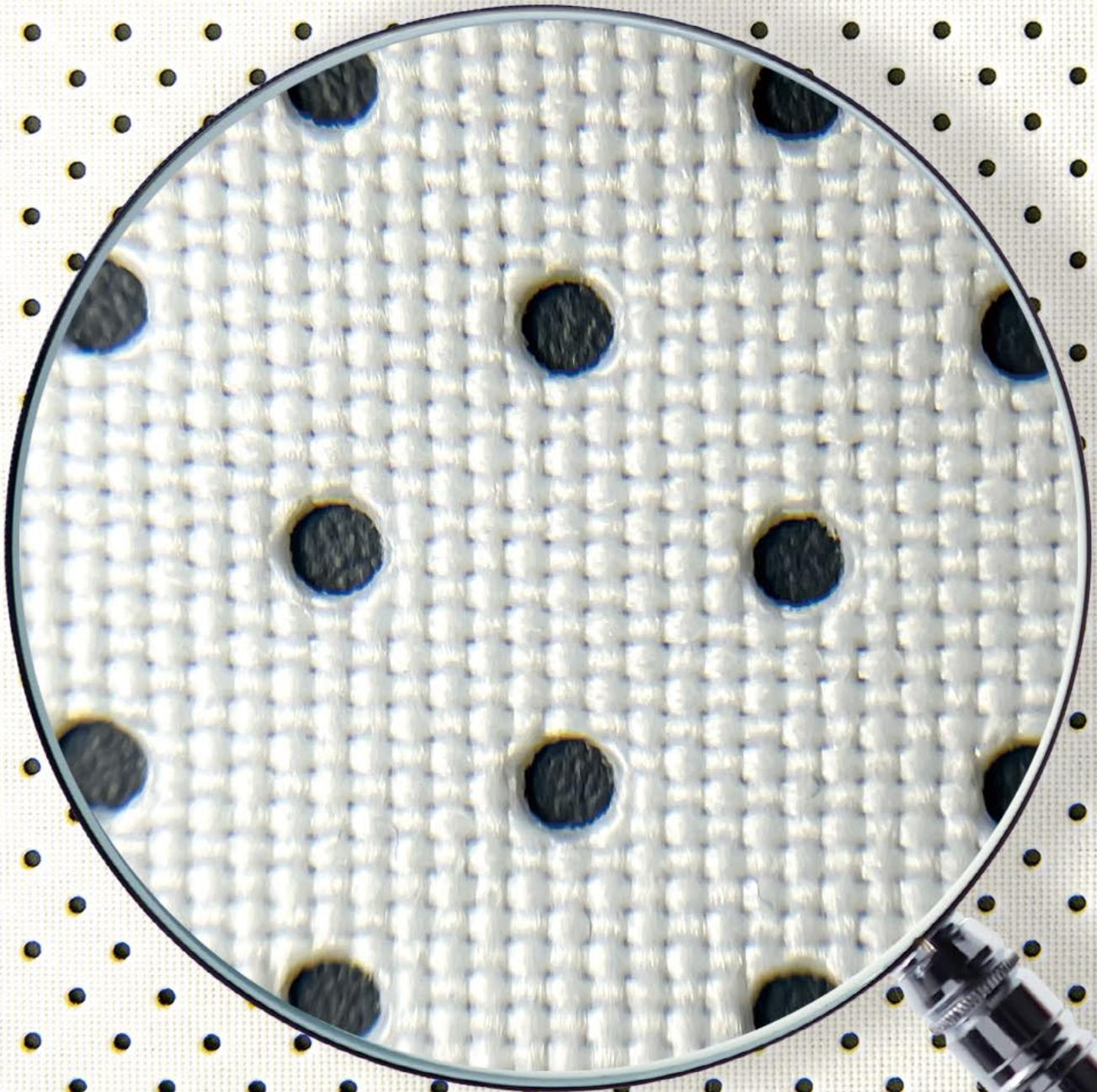


技術情報誌 テクノふくい

TECHNO FUKUI

No. 105

2022.1



CONTENTS

TOPICS

1

- ・戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン事業)採択プロジェクトの紹介 1
- ・メッセナゴヤ2021「福井県」ブース 出展概要 2
- ・ふくい宇宙産業創出研究会 人工衛星設計基礎論2021ハードウェア実践編 4
- ・ふくい宇宙産業創出研究会 セミナー
『宇宙ビジネス最前線と福井県内における取り組み』 6
- ・ふくい宇宙産業創出研究会～日本航空宇宙学会関西支部連携 IR交流会～ 7

SPOT LIGHT

8

- ・研究紹介 福井大学
人工染色体によって駆動する人工細胞の開発 8
- ・研究紹介 福井工業大学
海水中マイクロプラスチックの分離技術 10
- ・研究紹介 福井工業高等専門学校
高速・低損失伝送に向けた誘電体材料の研究 12
- ・取組紹介 福井県立大学
福井県立大学「先端増養殖科学科」とスマート養殖 14
- ・取組紹介 福井銀行
Fプロジェクトとサステナビリティへの取組みについて 16

戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン事業) 採択プロジェクトの紹介

経済産業省の補助事業「令和3年度戦略的基盤技術高度化支援事業」(サポイン事業)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1件が採択されました。

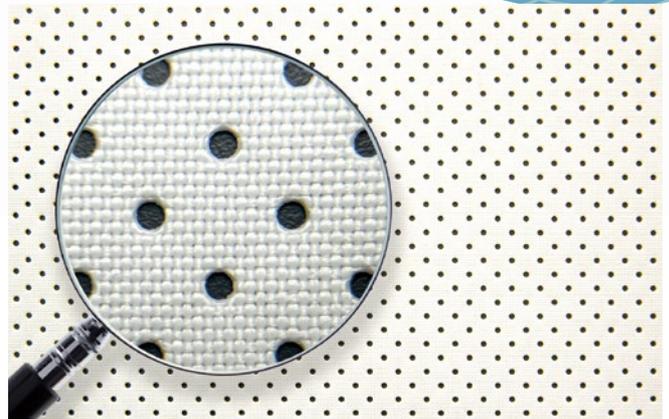
1 令和3年度新規採択プロジェクト

計画名：省エネ・快適性に貢献する自動車シート材に対する安定した超音波パンチング連続加工(量産)技術の研究開発

研究実施機関：(株)マルヤテキスタイル
福井大学
福井県

研究開発概要：多様な自動車シート材(裏側に防炎コートされているもの、複数の層から構成されるもの等)に、世界初の超音波溶断方式で穴開けする量産加工技術を開発する。

この技術の確立により、自動車の空調効率や燃費効率などを良くすることができる。また、複層シート材などの厚地に凹凸感のある意匠性を付与することができる。



超音波パンチング加工例

2 サポイン事業の概要

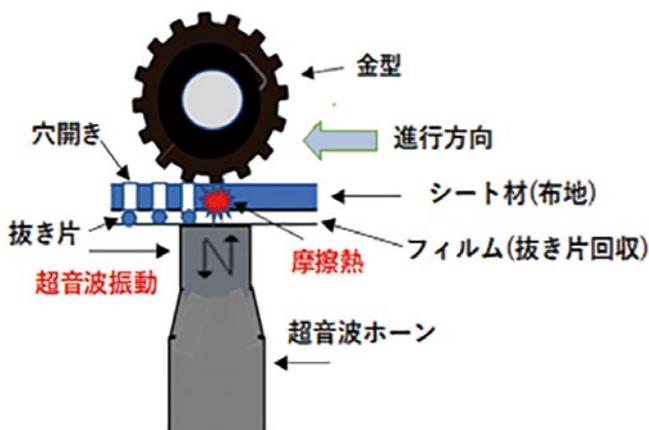
中小ものづくり高度化法に基づく「特定ものづくり基盤技術高度化指針」に記載された内容に関する研究開発等が対象となる補助事業です。

補助事業期間	2年度または3年度
補助率	大学・公設試等の補助対象経費：定額 上記以外の補助対象経費：2/3以内
補助金額	単年度あたり4,500万円以下 3年間の合計で9,750万円以下

3 参考情報

「令和3年度戦略的基盤技術高度化支援事業」の採択結果については、下記の経済産業省中小企業庁のWebサイトで公表されております。

<https://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/2021/210616mono02.pdf>



超音波パンチング加工技術

メッセナゴヤ2021 「福井県」ブース 出展概要

(公財)ふくい産業支援センターでは、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)において、本県の特徴ある優れたものづくり企業の新事業・新分野展開を目的に、令和3年11月10日から13日に開催された日本最大級の異業種交流展示会「メッセナゴヤ2021」に「福井県」ブースを出展しました。

ブースでは、以下の県内企業9社がそれぞれ特色ある製品、技術の展示を行いました。

企業名	主な展示製品、技術
(株)吉光工業(福井市)	Woven Ceramic Echizen(ウーブンセラミクス越前)
(株)サカイ・シルクスクリーン(永平寺町)	鉄道車両用不燃性蛍光灯カバー「モヤサン」
アイテック(株)(鯖江市)	IPでの硬質膜着色技術、ナノダイヤモンド分散複合メッキ
(株)ポストクラブ(鯖江市)	ウェアラブルデバイスを容易に着脱できる眼鏡「neoplug」
明城ファーム(株)(越前市)	福井県の繊維技術を応用した低コスト培地での苺生産実証実験
春江電子(株)(坂井市)	超小型人工衛星むけ可搬型衛星通信補助システム
福井環境事業(株)(福井市)	自社保証型成分比率を明示した再生樹脂原料(ペレット)
グラスITフィールズ(株)(永平寺町)	Agrilander(農業用ハウスIoT管理システム)
(株)エコ・プランナー(福井市)	ライニング地中熱冷暖房システム

『メッセナゴヤ2021』概要

会 期：令和3年11月10日(水)～13日(土)

会 場：ポートメッセなごや(名古屋港金城ふ頭)

主 催：メッセナゴヤ実行委員会(愛知県、名古屋市、名古屋商工会議所)

来場者数：36,862名



「福井県」ブース



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

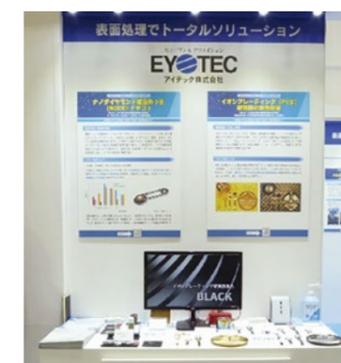
「福井県」ブース県内企業展示品
企業名
展示製品
キャッチコピー



(株)吉光工業
Woven Ceramic Echizen
「瓦のアーチと織物の柔らかさ」



(株)サカイ・シルクスクリーン
モヤサン
「燃えない！軽量！鉄道車両向け蛍光灯カバー」



アイテック(株)
イオンプレATINGでの硬質膜着色技術
ナノダイヤモンド分散複合メッキ
「表面処理でトータルソリューション」



(株)ポストクラブ
neoplug
「デバイスを取り外しできるメガネ」



明城ファーム(株)
福井県の繊維技術を応用した低コスト培地での苺生産実証実験
「将来の子供たちへ」



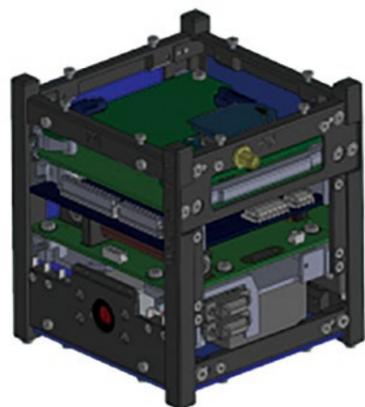
春江電子(株)
超小型人工衛星むけ可搬型衛星通信補助システム
「時代を力強く疾駆できるエンジニアリング企業」

ふくい宇宙産業創出研究会 人工衛星設計基礎論2021 ハードウェア実践編 開催中

(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。

令和3年11月から令和4年3月にかけて、福井県で製造している超小型人工衛星機能を搭載し、軌道上での実稼働も可能なレベルの1U(10×10×10cm)キューブサットを教材とした『人工衛星設計基礎論2021 ハードウェア実践編』を開催しています。

- 【名称】人工衛星設計基礎論2021 ハードウェア実践編
 【内容】人工衛星設計の基礎、ミッション設計の基礎に関する講義及び実習(全6回)
 【期間・日時】令和3年11月～令和4年3月(1回あたり4時間程度)
 【対象】ふくい宇宙産業創出研究会参画の県内企業、6機関9名が参加
 【場所】福井大学産学官連携本部 会議室(初回)
 衛星開発クリーンルーム(2回目以降)
 【講師】国立大学法人 福井大学 産学官連携本部
 特命准教授 青柳 賢英 氏
 【主催】ふくい宇宙産業創出研究会、
 福井大学産学官連携本部
 【費用】原則、無料(自社デバイス持ち出し・センサ購入等を行う場合は受講者側負担)



主な諸元：電力制御基板(PCU)、オンボードコンピュータ(OBC)、ユーザ基盤(Pi-CM3)、磁気トルカ(MTQ)×2、Li電池等搭載

ふくい宇宙産業創出研究会(事務局(公財)ふくい産業支援センター)は平成27年12月に東京大学の中須賀先生を招聘して福井県初の人工衛星設計基礎論を実施。これらの講義を受講した技術者により、令和元年11月には、福井県にてバス部を製造した3U級キューブサット2機を宇宙空間に届けることに成功しています。

また、令和2年にはコロナ禍に対応してオンラインセミナーを実施し、県が目指す宇宙産業進出において、新たな衛星開発、宇宙産業への部材・コンポーネント供給など、次世代の産業振興に繋げていくための、福井県における宇宙人材育成の重要な役割を果たしています。

これまでは座学による講義中心でしたが、今回の実践編では宇宙空間に送り届けられたものと同様のハードウェアを用いて衛星の構造、機能ブロック、制御系電気信号、遠隔操作、状態確認方法など、実践的な技術者育成の講義としております。

【カリキュラム】

- 第1回：人工衛星システム講義、教材衛星説明
 - ・これまでの人工衛星設計基礎論について(復習)
 - ・CubeSatで重要となるポイント
 - ・教材衛星の説明と実際テスト動作
- 第2回：教材衛星インテグレーション(分解&再組立て)
 - ・完成教材衛星の分解(組立手順書と受講者による衛星を組み立て)
 - ・ボルト締結トルク等の組み立て要件
 - ・教材衛星と運用管制系の接続、テレメトリとコマンドの実習
- 第3回：電源システムと姿勢制御
 - ・バッテリー充放電の仕組み
 - ・電圧・電流テレメトリの較正
 - ・ロケットに搭載における制約事項等
 - ・磁気センサやジャイロスコプの極性(センサ座標系と機体座標系の学習)

●第4回：衛星ソフトと衛星ミッション検討

- ・Raspberry Pi CM3基板+Python言語を用いた衛星の制御
- ・Pythonの学習
- ・センサ値取得や簡易通信機(Xbee)を使ったテレメトリを送信するプログラム等作成
- ・ミッション検討(グループワーク)

●第5回：衛星ミッション実装(自社・自前ミッション設計と実践)

- ・各グループ設計ミッション実装化(ハードウェア班、ソフトウェア班)
- ・グループ実習：ハードウェア製作・ソフトウェア制作

●第6回：衛星ミッション動作確認(自社・自前ミッション設計と実践)

- ・(第5回の続き)～動作確認
- ・ロケットから放出されてから～ミッション実行完了までの制御シーケンス図の作成
- ・自社宇宙産業への応用検討

ふくい宇宙産業創出研究会では、福井県における宇宙機産業の拠点化を目指し、宇宙機製造分野としての技術導入、人材育成の観点で製造から運用までの技術者育成を行ってまいります。そして、福井県内で宇宙機製造技術を習得させることで、宇宙分野に進出する企業や、自社保有技術との組み合わせ実現により宇宙分野で突出した技術を保有する企業の育成を目指してまいります。



会場の様子

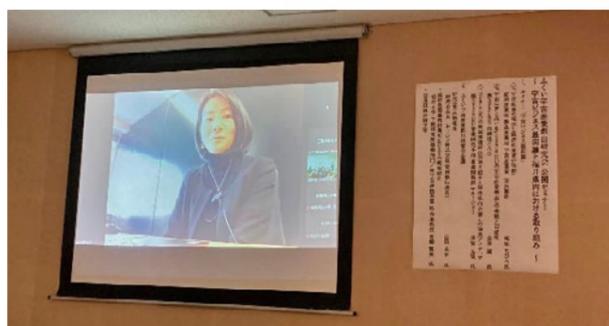
お問い合わせ先 (公財)ふくい産業支援センター オープンイノベーション推進部 ネットワーク推進室 松井、末定、岸本

ふくい宇宙産業創出研究会 セミナー 『宇宙ビジネス最前線と 福井県内における取り組み』

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。この一環で、令和3年12月22日に、ふくい宇宙産業創出研究会の公開セミナーを行いました。テーマは『宇宙ビジネス最前線と福井県内における取り組み』とし、実会議とオンラインの併用方式で開催しました。

経済産業省 製造産業局 宇宙産業室 室長補佐の柘原様より「宇宙産業の現状と経済産業省の取組」として国の取り組みや、2040年代には世界の宇宙産業の市場規模が、現状の約3倍の120兆円以上に成長すると予測され、今後、ベンチャー企業を中心に大量の小型衛星を一体的に運用する「コンステレーション技術」が台頭する状況などをご説明頂きました。

また、Space BD株の金澤様、平賀様らには、同社の実績を基にした福井県内企業への人材育成、国内外への販路開拓支援などの協業のアイデアを示していただきました。今後、県内企業との連携により、新たな宇宙新産業創出に期待がされています。



経済産業省 柘原 様

そして、ふくい宇宙産業創出研究会の山田英幸会長（セーレン(株)常務執行役員）による今年の福井県での活動の振り返りが報告され、今後「県内企業の参画拡大や福井県工業技術センターの試験設備拡充、先端大学等との連携による人材育成、サプライチェーンの構築」などを通じての宇宙産業の拠点化への期待が述べられました。

さらに、福井大学産学官連携本部の青柳賢英先生からは、現在実施中の人工衛星設計基礎論2021ハードウェア実践編で教材として用いている衛星の紹介がありました。このほか会員企業からは新たな研究会活動連携提案が示されるなど、盛沢山の研究会セミナー活動となりました。



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、末定、岸本

ふくい宇宙産業創出研究会 ～日本航空宇宙学会関西支部連携 IR交流会～

令和3年10月15日（金）に、日本航空宇宙学会関西支部と連携し、ふくい宇宙産業創出研究会（IR交流会）を行いました。福井県工業技術センターにおいて宇宙環境試験設備の見学会を行い、福井市内において日本航空宇宙学会の航空宇宙懇談会（セミナー）を開催しました。

テーマは『宇宙ビジネス最前線と福井県内における取り組み』とし、実会議とオンラインの併用方式で実施しました。

1. 工業技術センター宇宙環境試験機器見学会

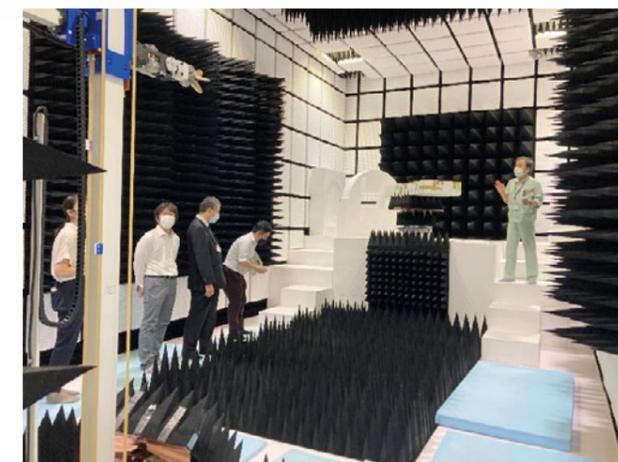
日時：令和3年10月15日（金）13:15～15:00

場所：福井県工業技術センター

参加：実参加15名

内容

- ・大型電波無響室（6面電波暗室）
- ・熱真空試験機
- ・振動試験機（大動変位振動試験機）



大型電波無響室(6面電波暗室)

2. 航空宇宙懇談会

日時：令和3年10月15日（金）15:30～17:30

場所：宝永旅館（福井県福井市宝永3丁目7-16）

参加：オンライン参加44名（会場参加15名含む）

- (1) 福井県の宇宙ビジネス創造と拠点化への取り組み紹介
(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 室長 松井 多志
- (2) 福井県の宇宙産業への取り組み
国立大学法人 福井大学 産学官連携本部
特命准教授 青柳 賢英 氏



会場の様子



青柳 賢英 氏

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、末定、岸本

人工染色体によって駆動する人工細胞の開発

福井大学 学術研究院工学系部門 生物応用化学講座 助教 辻 岳志

1. はじめに

人工細胞、という単語には、錬金術のような怪しげな響きが含まれている。何やら暗い研究室の中で雷を背景に白衣の老人がほくそえんでいそうである。しかし、近年、真面目に細胞を創ろうという研究に取り組んでいる研究者は増えてきており、私もその一人である。そもそも何のために細胞を創るのか。大腸菌やマイコプラズマのような単細胞の生物から、人に至るまで様々な細胞がすでにこの世の中には満ちているではないか。その理由については個々の研究者で異なっている。例えば、生命の起源を知りたい、機械のようなオーダーメイドの細胞は産業にとっても有用である、あるいは細胞と非細胞の境界はどこにあるのかを実験的に証明したいなどなどである。そんな中、私は、細胞の動作原理を解明するためには実際に作ってみなくてはならない、と思い、合成生物学の分野に飛び込んだ。このようなボトムアップ型の合成生物学に取り組む研究室は世界でも少なく、私が博士課程で所属していた、大阪大学生命機能研究科（および情報科学研究科）の、(旧) 共生ネットワークデザイン学講座はその一つである。人工細胞や細胞間の共生を研究していたその研究室に魅力を感じ、博士進学時に研究室を変えたこともあって、とにかくがむしゃらに研究に取り組んでいたことを今でも覚えている。ところが、学位論文も何とかなりそうだと思っていた2016年某日（博士課程2年の年度末）、研究室のPIが多額の研究費を預け金していたことによって懲戒解雇になってしまった。幸い、論文に関する不正などはなく、多くの先生方に助けていただき、研究や学位論文に大きな影響はなかったものの、研究不正後の研究室がどのような状況に陥るのかを実地体験することとなったのは、今振り返ってみれば貴重な体験であった。

その後、何とか博士学位を取得し、縁あって2018年10月から福井大学の沖昌也教授の研究室に助教として採用していただき、現在は、人工染色体から遺伝子を発現し、エピジェネティックな修飾によって遺伝子発現を制御できるような人工細胞の開発を目指した研究を行っている。

2. リポソーム型人工細胞は何ができるのか

人工細胞 (artificial cell) は、未だ達成されていない、細胞機能を全て備えた人工の構造体であると多くの研究者が考えている。一方で、出芽酵母やマイコプラズマに対して、細胞外で合成したDNAを細胞内の染色体と順次入れ替えていき、人工的にデザインしたDNA配列のみを持つ細胞を合成細胞 (synthetic cell, minimal cell) として、米国のCraig Venterのグループが報告している^[1,2]。このような、既存の細胞をもとにしたトップダウン型の人工細胞に対して、私は、細

胞の材料である脂質やアミノ酸、核酸などを用いて細胞のような生化学反応を内封したボトムアップ型の“人工細胞”を目指している。その中でも、細胞と同じように脂質二重膜で囲まれたリポソームという区画に生化学反応を封入したリポソーム型人工細胞に着目している（他の有名な例としては、油中に水滴が浮いている油中水滴（エマルジョン）型人工細胞もよく使われている）。細胞が細胞骨格タンパク質によって様々な形をとるのに対し、リポソームの外観は、その多くは球状である（図1）。このリポソームを「人工細胞」にするためにはどのような性質が必要なのか、については、細胞という概念に未だ議論の余地があるものの、ここではチリの生物学者 Humberto Maturana とFrancisco Varela の定義を用いたい。彼らは細胞を、(1) 膜などの境界で区切られた空間で、(2) 自身の構成要素（細胞におけるタンパク質やゲノムDNA、RNAなど）を材料から合成でき、(3) 外環境から栄養を取り込み、(4) 外環境の変化に対して自身の環境変動を最小に抑えて維持し、(5) 時には環境に合わせて自己を変えられるような、「オートポイティック（自己修復性）」なシステムであると定義した。私が研究を開始した当初、リポソーム型人工細胞は、上記のうち、(1) リポソーム膜で区切られた小胞空間内で、(2) アミノ酸や核酸をもとにタンパク質などの高分子の合成が可能であった。しかし、最初に封入した基質の枯渇によって小胞内反応が止まってしまうことが課題であった。そこで、私の研究は、(3) 外環境から栄養を取り込む、それも継続的、反復的にそれが可能な手法の開発から始まった。

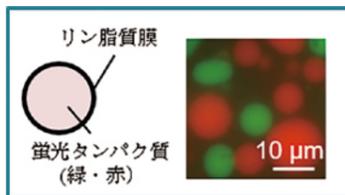


図1 リポソームの蛍光写真

3. 凍結融解による人工細胞への栄養供給と増殖

リポソーム型人工細胞は、区画として安定である一方で、膜を介した物質のやり取りが難しいという問題がある。この問題を、膜に孔を開けることで解決する研究もあり、私自身も2021年に膜孔を介したタンパク質の供給法を報告した^[3]。また、膜タンパク質や膜の電荷を利用してリポソーム同士を融合させることで、リポソーム内の栄養を供給する手法も報告されている。しかし、博士課程時代に報告されていた手法では、複雑な反応手順が必要であることや、繰り返し栄養を供給することが困難であるという課題が挙げられていた。そこで、私は、脂質膜区画の材料と内液に封入した巨大タンパク質を同時に供給できるリポソーム融合に着目し、簡便に膜融合を起こさせる手法について考えた。この時、学部・修士で研究に用いて

いた出芽酵母や大腸菌の凍結保存が大きなヒントとなった。出芽酵母や大腸菌を長期間保存する手法として、グリセロールを混ぜた外液を加えて凍らせることが一般的であった。この時、グリセロールを加える理由は、細胞膜が破裂して細胞が死滅することを防ぐからだと言われていた。一方で、膜の融合は、膜を破壊し、隣接する膜同士で一つの膜にすることで、遠心によってリポソーム膜同士を隣接させ、凍結刺激によって膜を破壊すればリポソームは融合するのではないかと着想した。この発想が起点となり、凍結融解によってリポソームを高効率で融合させ、栄養供給および、融合により大きくなったリポソームが液体内での安定なサイズになるために分裂することを見出した（図2）^[4]。

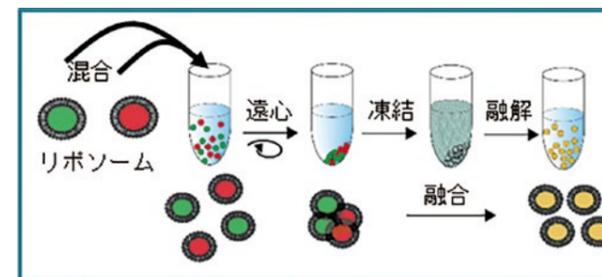


図2 リポソームの凍結融解による融合法の概略図

4. 人工染色体によって駆動する人工細胞を目指して

細胞の様々な機能を人工的に再現できるようになってきたが、生命反応を複雑にする機構の一つである、染色体構造の再構成は、未だ大きな課題だ。特に、染色体を介した遺伝子発現を細胞外で再現できれば、非天然修飾による人為的なタンパク質合成制御の開発や、複雑なタンパク質反応ネットワークの細胞への導入が可能になり、人工細胞だけでなく、細胞を用いた様々な産業を飛躍的に発展させられる。そこで、染色体を細胞から取り出し、リポソーム内に封入したin vitro（細胞外）核モデル（図3）の開発と、DNAやヒストンタンパク質といった染色体を材料から組み立て遺伝子発現をさせる真核生物型の人工細胞の開発を目指している。これまでに、in

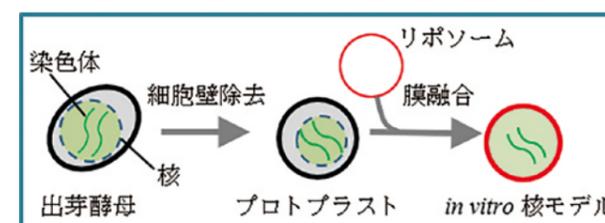


図3 in vitro 核モデルの概略図

お問い合わせ先

福井大学 学術研究院工学系部門 生物応用化学講座
助教 辻 岳志
〒910-8507 福井市文京3-9-1
TEL : 0776-27-8983
e-mail : gakushi@u-fukui.ac.jp

vitro 核モデルが確立できたため、リポソーム内染色体構造からの遺伝子発現を目指している。一方で、従来の染色体を用いた研究は細胞や、細胞破碎した抽出液を用いており、非細胞環境下で染色体を取り扱う技術が未発達である。そのため、現在、染色体の基礎構造であるヌクレオソームの簡便な検出法や、染色体構造を持つ鋳型DNAからの無細胞翻訳の開発にも取り組んでいる。

5. おわりに

人工染色体によって駆動する人工細胞のボトムアップ開発は世界でもまだ始まったばかりである。トップダウン型の人工細胞は、人工染色体に置き換えた出芽酵母を用いて現在も研究が進められている。一方で、非細胞環境下である人工細胞内での染色体構造を介した遺伝子発現制御機構を再現できれば、細胞毒性を持つ化合物、すなわち細菌などの増殖を阻害するような高分子化合物を、多段階反応が必要であっても、人工細胞プラットフォームによって合成することが可能となる。この際に大きな課題となっているのは、細胞由来であれ人工であれ、染色体という巨大な構造体を細胞外で壊れないように維持することである。染色体はひも状の構造体でもあるため、溶液中に混在する繊維が互いに絡み合わないようにする技術などがあればご指導いただけると幸甚である。また、人工細胞リアクタの技術開発によって、福井県の医療・産業の発展につながれば幸いである。リポソームを用いたタンパク質の人工進化など、現時点でも産業応用が可能な技術もあるため、こうした技術を用いて地域の発展に貢献していきたいと考えている。

参考文献

- 1) Hutchison, C. A. , 3rd, et al. , Design and synthesis of a minimal bacterial genome. Science, 2016. 351(6280): p. aad6253.
- 2) Gibson, D. G. , et al. , Creation of a bacterial cell controlled by a chemically synthesized genome. Science, 2010. 329(5987): p. 52-6.
- 3) Tsuji, G. , et al. , Exchange of Proteins in Liposomes through Streptolysin O Pores. ChemBiochem, 2021. 22(11): p. 1966-1973.
- 4) Tsuji, G. , et al. , Sustainable proliferation of liposomes compatible with inner RNA replication. Proc Natl Acad Sci U S A, 2016. 113(3): p. 590-5.

研
究
紹
介

海水中マイクロプラスチックの分離技術

福井工業大学 工学部 原子力技術応用工学科 野村直希

1. 背景

近年、不法投棄や漁具の使用時の破損等により、多量のプラスチックごみが海で発生している。発生した海洋プラスチックは海流に乗り、漂流して日本の海岸に打ち上げられ、日光による紫外線や波の影響により、マイクロプラスチックとなり再流出している。

ここでマイクロプラスチックとはサイズが5mm以下のプラスチックごみと定義されており、種類としてはポリエチレンやポリプロピレン、ポリスチレンが多くを占めている。これらは自然環境で分解されにくく、微細かつ密度が小さいことから、長距離を海流に乗って運ばれるため世界規模の問題となっている。図1は我々が福井県沖で採取したマイクロプラスチックのうちの一つで、短辺580 μ m、長辺830 μ mであった。このようなプラスチック粒子は海水1m³あたり2.5個発見され、その大きさは数十 μ m～数mmまで幅広いサイズで分布していることが確認された。

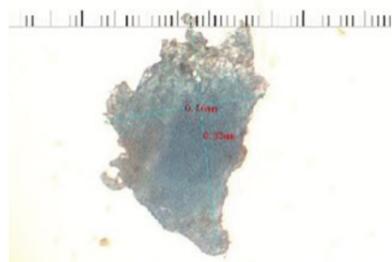


図1 採取されたマイクロプラスチックの顕微鏡写真

これらのマイクロプラスチックによる影響には様々なシナリオが想定されているが、そのひとつは残留性有機汚染物質（以下、POPsとする）の生物濃縮による人体影響である。POPsなどの有害化学物質がマイクロプラスチックに付着し、それらをプランクトンなどが体内に取り込み、さらにこれらを魚介類がエサなどと誤認して体内に取り込み、最終的に人が摂取することで人体への影響を与えるのではないかと、というシナリオである。現時点では人体への影響は報告されていないが、このような背景から、マイクロプラスチックの回収方法についても研究を進めることは意義深いものと考えられる。

我々の研究グループではこのような現状を鑑み、ローレンツ力を用いたマイクロプラスチックの回収方法について検討を進めている。海洋全体を対象とすることは非現実的であるため、ここでは発電所から陸上養殖場へ供給される温排水を適用事例の一つとして考え、温排水中に含まれるマイクロプラスチックの回収可能性について検討した。

2. 分離手法

既に述べた通り、海水中のマイクロプラスチックを分離・除去する手法として、ローレンツ力を用いる。媒質である海水に対し、外部から磁場 B (T)を印加し、ここに磁場方向に対して垂直方向に電流（電流密度 J (A/m²))を流すと、図2(a)に示すように媒質にはローレンツ力 $F(N)$ が誘起され、その時の応力は次式(1)で表される。

$$F=J \times B \quad (1)$$

一方、このような媒質中にプラスチックのような絶縁球が存在する場合、絶縁球には電流が流れないためローレンツ力は働かない。このため、図2(b)に示すような閉じられた系においては、媒質には静水圧に近いローレンツ力が働き、絶縁球には周囲の媒質の圧力が上昇することからローレンツ力の反力が働くこととなり、絶縁球は浮上することになる。この浮力は、Leenovらに求められており、絶縁球の体積を V として、式(2)で表されることが報告されている。

$$FE=-\frac{3}{4}V(J \times B) \quad (2)$$

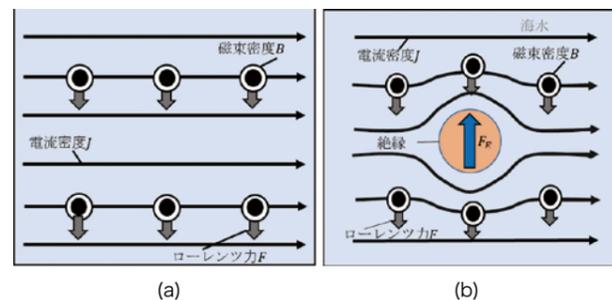


図2 ローレンツ力の発生の様子
(a)絶縁球が無い場合、(b)絶縁球がある場合

実際に本現象を実験的に確認した結果が、図3である。流路に海水を模した食塩水（密度：1.03g/cm³）を流し、食塩水に下向きにローレンツ力が働くように電流を流れ方向に印加し、磁場を紙面を貫く方向に印加した。ここに食塩水よりも密度の大きいポリスチレン球（密度1.07g/cm³）を流したところ、図3のように媒質に流されながら浮上していく様子が確認された。

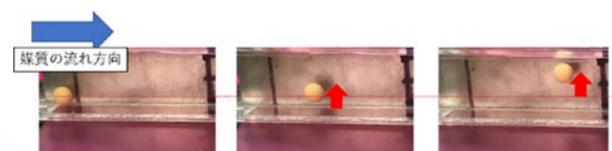


図3 ポリスチレン球の浮上の様子

以上のことから、ローレンツ力を駆動力として、海水中に含まれるプラスチック球を分離することが可能であることが示唆された。

3. 装置の大型化にむけた検討

工学的には、このような物理現象をどのように応用につなげるかが重要である。例えば陸上養殖場への供給海水のような規模では、少なくとも数トン/h程度の処理量が求められるため、より大きな体系での分離実験に向けた装置設計が必要となる。そこで、磁石には本学で所有している内径50mm最大磁束密度7Tの強力な磁場を印加することが可能なソレノイド型の超電導磁石（図4）を用いることとし、電極を中央に配置した断面積1250mm²（縦35mm×横35mm）の流路を設置し、マイクロプラスチックを含む海水を流す系とすることで、装置の大型化を図り処理量の増大を図った。



図4 超電導磁石

このような体系において、どのような条件であれば必要な流量および要求されるプラスチック球の分離効率を達成できるかを検討する必要がある。そのためにはプラスチック粒子の軌跡を、プラスチック粒子の運動方程式を解くことで求めることが有効である。

ここではその一例として、直径0.3mmのポリエチレン粒子について、初期位置を電極下端として、諸パラメータを変化させながら粒子挙動を解析することで、分離条件の検討を行った例を示す。分離にかかわる諸パラメータは、電流密度0.92 A/cm²、電極長さ40mmとし、媒質の流速を鉛直下方から鉛直上方にむけて1.0m/sとして、磁場を3-10Tの範囲で変化させている。

粒子軌跡計算の結果を図5に示す。ここで、横軸の $x=0$ mおよび0.035mの赤線は電極を示している。仮に電流及び磁場

お問い合わせ先

福井工業大学 工学部 原子力技術応用工学科
〒910-8505 福井市学園3丁目6-1
TEL : 0776-29-2573
e-mail : n-nomura@fukui-ut.ac.jp

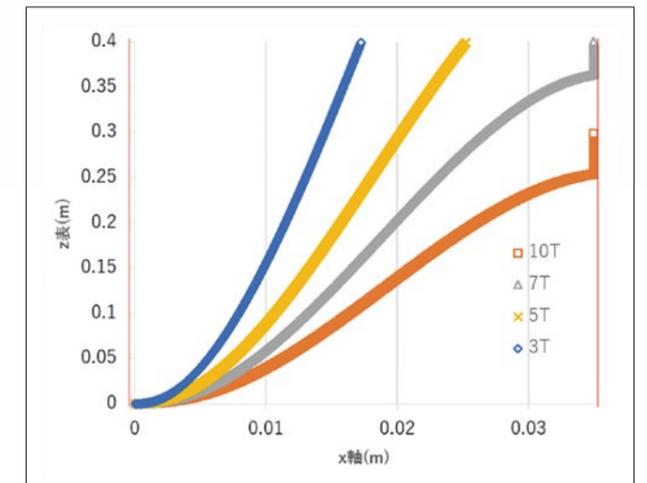


図5 直径0.3mmのポリエチレン球の粒子軌跡
(電流密度0.92 A/cm²、電極長さ40mm、流速1.0m/s)

が印加されていない場合、粒子は z 方向に媒質とともに流れるはずであるが、今回の分離条件においては、ポリエチレン球はすべての条件において図中左側の電極から右側の電極へと水平方向に移動しながら鉛直方向に流れることが示された。特に印加磁場7T以上の条件では流路壁面に到達すると考えられるため、プラスチック球のみの分離が可能である。このように、超電導磁石のような強力な磁場発生源を用いることによりマイクロプラスチックのような微小粒子も、数トン/h程度と大量にかつ効率よく分離可能である。

今後はさらに実験を重ね、実用化に向けた検討を進めるとともに、電気分解による水質への影響やガスの発生への対応についても検討を進めていく予定である。

4. おわりに

本稿ではマイクロプラスチックの分離という近年認知が広がっている環境問題へ対応するための研究を紹介した。本研究にとどまらず、持続可能な循環型社会の構築といった人類の抱える大きなテーマの中で、環境やエネルギーなどの側面から社会に貢献すべく、今後も研究を進めていきたい。

研究紹介

高速・低損失伝送に向けた誘電体材料の研究

福井工業高等専門学校 機械工学科 高橋 奨

1. はじめに (研究背景)

2020年からスタートした5G通信(第5世代移動通信システム)は、高速大容量、低遅延、多数同時接続通信を可能とし、今後ますますスマートフォンやIoT機器など、新たな通信機器の利活用の発展に大きく寄与していくことが期待されています。これら高速・低遅延の通信は、情報を伝達する電磁波が高い周波数帯(マイクロ波やミリ波:3~300GHz)へ移行することで可能となっています。今後これらの無線通信技術の活用はますます拡大し、20年後には次世代の通信規格ポスト6G/7Gといわれるミリ波通信が日常的に利用され、さらなる高速大容量を目指してテラヘルツ領域にまで発展することが予測されています。政府が目標として打ち出している、「2050年カーボンニュートラル」すなわち「温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすること」を目指す上でも、エネルギーの効率利用、有効利用のためには、各種製造業、輸送業、インフラなどにおいて即時的にデータを収集・解析し、効率化を図るため、超高速・低遅延の無線通信技術の利用が必須となると考えられています。通信技術は現代社会にとって極めて重要なインフラとなってきています。

一方、これら伝送技術には、電波を受信し、発信するためのアンテナ素子が必要となります。アンテナ素子は、電気が流れる回路を形成する電極と電気を流さない絶縁基板の誘電体材料から構成されています(図1)。私の研究では、近年の電波利用周波数の高周波化に向けた新たな誘電体材料の研究を行っています。本稿では、これからの通信技術を支える誘電体材料の研究事例についてご紹介します。

誘電体材料の実用分野

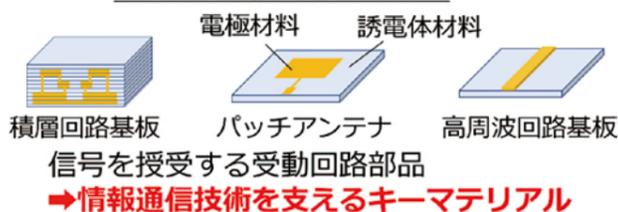


図1 誘電体材料の実用分野

2. 高周波誘電体材料に求められる特性

誘電体が電磁場中に晒されると、誘電体内部に存在するイオンは正と負に分かれます。これを誘電分極といいます(図2)。この分極の大きさを表すものに比誘電率(ϵ_r)というものがあります。誘電体が電磁波を受け取る際には必ず遅延時間が発生しますが、その遅延時間は比誘電率の平方根に比例して増

大します。つまり、低遅延の通信を可能とするには、誘電体の比誘電率が低い必要があります。また、誘電体が電磁波を受け取る際には電磁波のエネルギーの一部を誘電体が吸収してしまうため、信号伝送の損失が発生します。この損失のことを誘電損失($\tan\delta$)といいます。高周波帯では誘電損失がより顕著に信号伝搬効率に影響を及ぼすため、材料の誘電損失を低くする必要があります。加えて、アンテナ素子はあらゆる環境下で作動できる必要があります。温度変化に対する寸法安定性が求められます。また、熱を放出しやすくするため、熱伝導性に優れた誘電体であることも重要な要素となってきます。

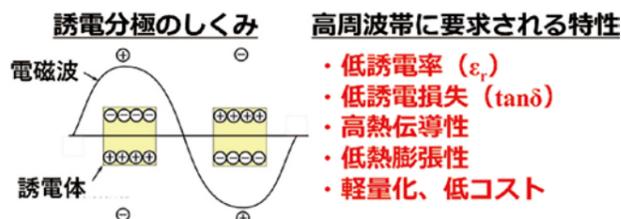


図2 誘電分極と高周波帯に要求される材料特性

3. コンポジット誘電体材料の研究

誘電体材料を大別すると、有機ポリマー系と無機セラミック系に分けられます。有機ポリマーは、高周波に適した低い比誘電率を有し、加工性・耐衝撃性などに優れた特徴を持っています(図3)。しかし、セラミックス系と比較するとやや高い誘電損失であり、熱伝導率が極端に低く、熱膨張も大きいなど、熱的特性に問題があります。一方、無機セラミックスは、極めて低い誘電正接を有し、熱的特性にも優れますが、比誘電率が高くなるという問題があります。

そこで、私の研究では無機セラミックスと有機ポリマーのコンポジット化により、それぞれの特徴を活かしたより実用的な特性を有するコンポジット誘電体材料の創成アプローチを行っています。

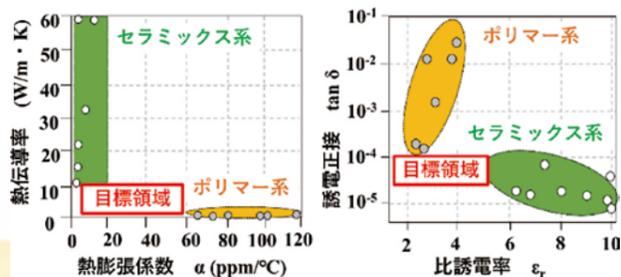


図3 誘電体材料の誘電特性と熱的特性の位置づけ

4. 様々なセラミックフィラーの合成とその活用

私の研究では、ポリマー中に分散させる無機セラミックフィラーの形態を制御することで、高周波帯に適した材料特性を有するコンポジット誘電体の合成を行っています。図4に合成したセラミックフィラーの電子顕微鏡写真(SEM)を示します。これまでに、中空構造を有するシリカ系フィラー、針状酸化マグネシウム、板状スピネルなどのフィラー合成を行ってきました。一般に、セラミックスはポリマーより比誘電率が高いため(図3)、セラミックスを添加していくにつれて誘電率が増加してしまう問題があります。しかし、中空シリカ系フィラーは、セラミックスの中が空洞なために空気層(空気の誘電率は約1)を導入することが可能となり、比誘電率の増加を抑制することができます。また、針状や板状フィラーはポリマー中に分散した際に、フィラー同士が接触しやすく、パーコレーション現象(ある接触量に達すると急激に特性が向上する現象のこと)が起き、熱伝導率が飛躍的に向上することが可能となります。このようなセラミックフィラーの形態的制御を行うことで、これまでのコンポジット誘電体では達成できなかった、低比誘電率、高熱伝導率を有する材料の合成が可能となってきています。

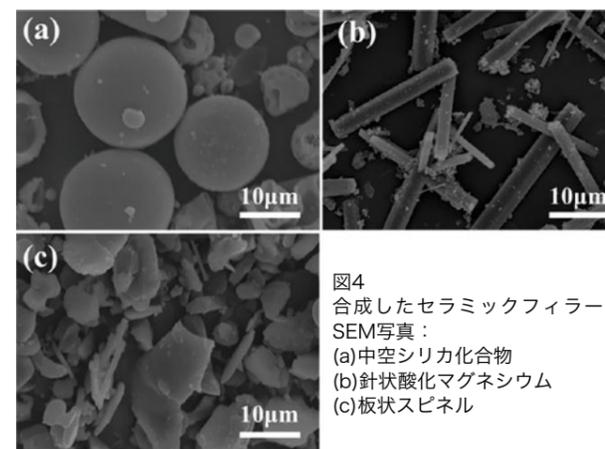


図4 合成したセラミックフィラーのSEM写真:
(a)中空シリカ化合物
(b)針状酸化マグネシウム
(c)板状スピネル

5. セラミックスの結晶構造制御による誘電特性改善

セラミックスは上述の形態制御に加え、結晶構造について考えることも誘電特性を制御する上で重要となります。セラミックスは、材料毎に構成する元素の配置が決まっており、それらを結晶構造と呼びます。我々は、低い比誘電率を有するセラミックスとして代表的なスピネル材料の結晶構造制御を行うことで、飛躍的な誘電特性の改善に成功しています。図5はスピネル($MgAl_2O_4$)材料の結晶構造の図になります。スピネル材料は、2価の陽イオン(Mg^{2+})が四面体構造(MgO_4)を形成する8aサイト、と3価の陽イオン(Al^{3+})が八面体構造(AlO_6)

を形成する16dサイトからなり、一般式(Mg)[Al_2] O_4 として表されます。これらの陽イオン分布は、合成条件などにより、($Mg_{1-\lambda}Al_{\lambda}$)[$Mg_{\lambda}Al_{2-\lambda}$] O_4 (degree of inversion: λ) で表される中間スピネル構造($0 \leq \lambda \leq 1$; $\lambda=0$ のとき正スピネル構造、 $\lambda=1$ のとき逆スピネル構造)へと変化します。我々は、溶融塩法を用いた合成を行うことで、これらスピネルの陽イオン分布を制御することを可能としました。そして、スピネルの陽イオン分布と誘電特性との関係性を明らかにしてきています。結果として、正スピネルから逆スピネルへと結晶構造制御を行うことで、誘電損失を顕著に減少させることを世界ではじめて明らかにしてきています(図6)。

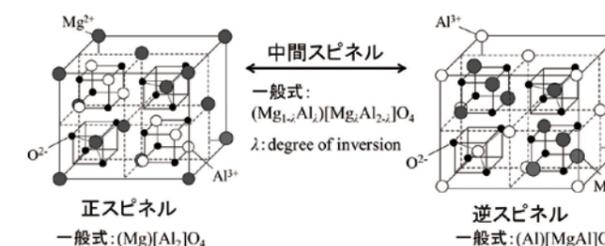


図5 スピネルの結晶構造と陽イオン分布との関係

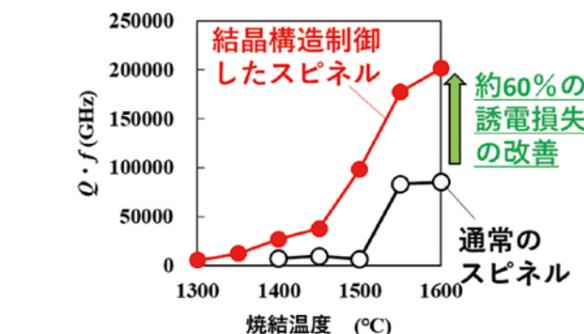


図6 陽イオン分布制御による誘電損失の向上:
 Q は誘電損失 $\tan\delta$ の逆数。縦軸は Q と共振周波数 f との積であり、高いほど誘電損失が低いことになる。

6. おわりに

これまでの研究では、コンポジットや無機セラミックスの結晶構造制御を中心に新たな誘電体材料の合成・設計を行ってきました。今後も、優れた誘電特性や熱的特性を有する誘電体材料の研究を行うことで、6G/7Gに対応可能な材料研究を行いたいと考えています。また、筆者の研究室では、その他に燃料電池の電解質材料の研究も行っており、環境に優しい新たなエネルギーの活用に向けた研究を行っています。誘電体、燃料電池の研究から持続可能な社会を達成するために材料分野から寄与できる研究を行っていきます。

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 鯖江市下町
TEL: 0778-62-1111 FAX: 0778-62-2597

研究紹介

福井県立大学 「先端増養殖科学科」とスマート養殖

福井県立大学 海洋生物資源学部 富永 修

1. 増養殖に特化した先端増養殖科学科がスタート

福井県立大学は、令和4年4月に持続的に高品質の水産物を増産し、安心・安全に提供するための学理を実践的に学べる新学科「先端増養殖科学科」を開設します。新学科は、既存の海洋生物資源学部の水産養殖に関する分野（魚病・生物生産・社会科学）と、新しく餌料栄養、育種、情報科学分野を強化して、12名の教員でスタートします（図1）。



図1 新設される先端増養殖科学科の紹介

先端増養殖科学科は、ゲノム科学に基づく育種技術、ICT・IoT技術を活用したスマート養殖、科学的な養殖魚の育成技術、陸上養殖技術、養殖場とその周辺の環境に配慮した養殖魚生産技術、さらに市場が求めるおいしい魚をつくるための餌料開発など「持続可能な水産増養殖」を体系的に学修できるカリキュラムを組んでいます。学生には、水産増養殖に関する現状と問題点を科学的に理解し、先端技術を実践的に活用する能力を身につけてもらいたいと考えています。そして、国内の増養殖産業の発展、地域産業の創出だけでなく、「水産増養殖分野」で国際的にリーダーシップをとって活躍する人材を育成することを目指しています。

2. 先端増養殖科学科はこんなところ

新学科の定員は30名と少人数での教育を実施します。1年次は、永平寺キャンパスで一般教育を中心に受講しますが、2年次になると、小浜キャンパスと新しく開設される「かつみキャンパス」で過ごすことになります。かつみキャンパスは、先端増養殖科学科のためのキャンパスで、本学の海洋生物資源臨海研究センター、福井県栽培漁業センターとともに、同一敷地内に整備されます。目の前には小浜湾が広がり、美しい景観を望むことができます。小浜湾とその周辺の水域では、海面魚類養殖だけでなく、ワカメやマガキ、真珠などの無給餌養殖

が行われています。この立地条件を生かして、かつみキャンパスで増養殖技術の基礎と理論を修得したのち、すぐ近くの海面で応用実験、さらに実証的実習・演習を実施することで、基礎学力に基づいた実践力が鍛えられます。また、令和元年8月1日に発足した「ふくい水産振興センター」を通して、県、市町、民間企業、試験研究機関とネットワークを構築しています。

新学科では、特任講師制度を導入して、生産者の方や、地域で活躍されている方、試験研究機関の研究者を教員として招いて、実践的な取り組みを直接に学修することができます。これらの利点を生かして、先端増養殖科学科は、増養殖の応用基礎力を習得したうえで、フィールドでの実践的な実験・実習に重点をおいた教育・研究を実施します。次に、新学科の研究の柱の一つである、ICT・IoTを活用した研究事例を簡単に紹介します。

3. スマート養殖技術の開発

魚類養殖は、漁船漁業と異なり、必要とされるサイズの魚を安定して供給するシステムが求められます。一般的に養殖場では、手撒きあるいは自動給餌機を用いて、一定の基準で給餌量が設定されています。しかし、成長や死亡によって、飼育期間中に飼育魚の摂餌要求量は変化します。そのため、目的のサイズに育成するためには、魚体サイズや収容尾数に応じて、最適な給餌計画を立てる必要があります。

出荷までの期間の成長は、その期間に魚が摂取する餌の量に依存しています。魚の摂餌状況に合わせて給餌条件を設定できれば、過剰な残餌の発生や餌料不足を引き起こすことを防ぐことができます。特に、手撒き給餌の場合は、担当者の習熟度や経験に依存する割合が大きく、安定して生産を行うことが難しいのが現状です。魚類養殖では、ランニングコスト中の飼料経費が約6割を占めています（水産庁；令和元年度）。また、多量の残餌の発生によって、過剰な有機物負荷や栄養塩の流出をひき起こし、自家汚染を招きます。そのため、適切な給餌を行うことは、コスト削減とともに環境負荷の低下に寄与することになります。飼育魚に負担を与えず、魚体サイズと飼育尾数のモニタリングを実施して、残餌を最小化する給餌スケジュールを設定することができれば、このような課題を解決することができます。

そこで、私たちのグループは、残餌を最小化して、目的サイズまで養成する、最適な給餌スケジュールをAI解析により決定するシステムの構築を目指しています。一般的に養殖場では、一定の給餌量（体重に対する割合など）を基準に育成しています。先に述べたように、飼育期間中の成長や死亡により総摂餌量の変動すると、適切な給餌スケジュールを設定すること

が難しくなります。飼育している魚のサイズや尾数をモニタリングして、実際の摂餌量をコントロールすることができれば、これらの問題を解決できます。ICT技術や統計解析、AI解析が急速に発展していることから、成長に必要な摂餌量を基準にして、最適な給餌スケジュールを設定することが可能になると考えています。

第一段階として、陸上閉鎖循環水槽を用いて、飼育期間中

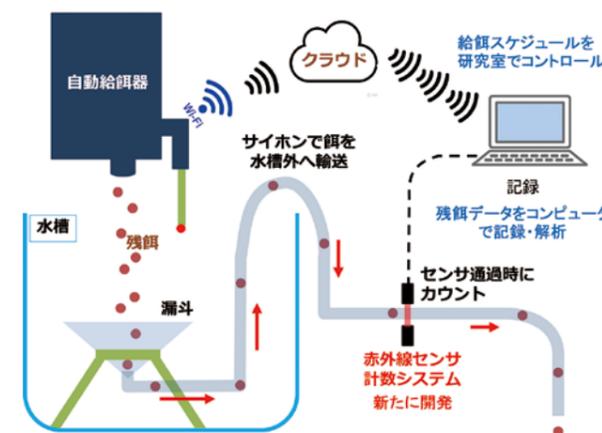


図2 新たに開発した残餌計数システムの概略図

の摂餌量をモニタリングする残餌計数システムの開発を進めてきました。自動給餌器に残餌回収装置と光ファイバセンサを組み合わせた単純なシステム（図2）ですが、給餌器が1回作動する時の報酬量を少し変えるだけで、摂餌日周期や残餌量が変化することがわかってきました。また、特殊な魚群探知機やカメラシステムを用いて、水槽内を遊泳する魚のサイズと飼育尾数を推定する試みも進めています。まだ、道半ばにも達していませんが、養殖現場に役立つ「給餌ナビゲーション」システムを開発したいと考えています。

4. 先端増養殖科学科の役割

昨年、福井県内の男女共学校で入試説明会を実施した時のことです。先端増養殖科学科の説明に20名以上の生徒が参加してくれましたが、全員が男子生徒でした。水産増養殖というイメージにジェンダーバイアスがかかっていることを強く感じました。水産養殖は、魚類育成だけでなく、ゲノム科学、環境科学、健康科学、経済学、地域活性学など、他分野と横断する学際的な分野です（図3）。先端増養殖科学科の設置により、水産増養殖のイメージを変え、多様な発想や感性をもつ若者達の関心を惹きつけるきっかけにすることも、私たちの役割と考えています。

大分野	中分野	小分野	内容
先端育成科学分野	成熟制御 初期飼育技術	水圏無脊椎動物	貝類・甲殻類等、無脊椎動物の繁殖制御 種苗生産
		魚類	魚類の繁殖制御・種苗生産
	養魚育成管理	育成システム	スマート養殖 陸上養殖・環境保全型養殖
		餌料栄養	未利用資源の餌料利用、プロバイオティクス
ゲノム応用科学分野	魚病・防疫	魚病・防疫	魚病診断と対策
		免疫・健康管理	魚類免疫とワクチン開発
	育種・生物工学	育種	ゲノム育種 ゲノミックセレクション
		生物工学	遺伝子組み換え ゲノム編集技術
情報・社会科学分野	養殖情報科学	水圏生命情報学	オミクス解析 バイオインフォマティクス
		データサイエンス	増養殖研究における統計モデルとAI解析など数理分野
	情報解析 水産ビジネス	水産情報解析	IoT、ICTを活用した生産から販売までの情報解析
		養殖ビジネス	ローカルからグローバルを視野にしたビジネスモデル

図3 先端増養殖科学の教育・研究分野

取
組
紹
介

Fプロジェクトとサステナビリティへの 取組みについて

株式会社福井銀行 経営企画グループ 経営企画チーム 安井・岩堀

1. Fプロジェクトについて

人口減少や超低金利の長期化など、金融機関を取り巻く経営環境は引き続き厳しいものとなることが予想されます。一方で、福井県は中部縦貫自動車道の全線開通や北陸新幹線の敦賀延伸といった地域の発展につながる交通インフラ整備にかかる大きなイベントを控えております。

このような環境の中、2021年10月1日に福井銀行と福邦銀行は1つのグループとなりました。これまでは、両行による福井県を中心とする地域経済の持続的発展を目的とした包括提携のことを『Fプロジェクト』と呼んでおりましたが、これからは、両行グループを『Fプロジェクト』と称します。『Fプロジェクト』

には、福井銀行と福邦銀行が手を取り合い、両行グループのお客さまならびに福井県の持続的発展に貢献し、福井の未来(Future For Fukui)を創造していくためのプロジェクトという意味を込めています。

今後Fプロジェクトは、1つのグループとして、シナジーの創出と効果の最大化を図りながら、一層の地域経済の持続的発展への貢献とこれまで以上に質の高いお客さま向けサービスの提供に努めると共に、2つのブランドとして、これまで築き上げてきたそれぞれの強みを活かしながら、また、限られた経営資源を補完しながら、これまでどおり、それぞれのお客さまに対しての営業活動を継続してまいります。

Fプロジェクトについて



- ①お客さま・地域に対して
～北陸新幹線延伸を見据えたサービスの高度化・多様化によるGRP（地域内総生産）増加への貢献～
 - 観光地域商社の共同運営
 - 地域内M&A・ビジネスマッチングの協働
 - 人材派遣・人材紹介会社の共同運営
 - グループ会社の共同利用
 - まちづくりの協働
 - 協調融資の共同アレンジ
- ②効果的・効率的な業務運営に向けて
～コスト削減と経営資源再分配による地域を支えるための経営体質強化～
 - 店舗戦略の連携強化
 - 営業店窓口端末の共通化（タブレット化）
 - 共同ATMの拡充
 - 本部機能の統合
- ③人の融合・未来に向けて
～地域と両行の未来を創造できる人材の創出～
 - 地域と両行の未来創造に向けた企画（Fデザイン）の推進
 - 人財交流の実施（コンサル・システム等）
 - 共同研修（分野別・階層別）の実施

2. サステナビリティへの取組み

・「サステナビリティ基本方針」

「SDGs」、「ESG」、「脱炭素」など社会の持続可能性（サステナビリティ）に向けた取組みを企業経営や事業活動に取り入れる動きが活発になっており、サステナビリティに対する関心が高まっております。

持続可能な地域社会の実現に向け、気候変動などの環境問題など地域社会を取り巻く様々な課題解決に誠実かつ公正に取り組み、社会価値・経済価値・企業価値の向上を目指し、「サステナビリティ基本方針」を策定いたしました。

- <4つの方針>
 - ・重要課題(マテリアリティ)の特定と事業活動を通じた地域社会の課題解決
 - ・SDGsやESGの視点を踏まえたビジネスモデルの確立
 - ・対話や正確な情報開示による様々なステークホルダーとの信頼関係の構築
 - ・サステナビリティに対する職員への教育の実施
- 地域社会の持続的発展は当行の企業理念そのものです。地域・お客さまと一体となって、持続可能な社会の実現に貢献してまいります。

・気候変動への対応（TCFD提言）への取組み

気候変動に起因する社会変化への対応が国際的にも重要視

されるなか、「気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）」提言に賛同いたしました。

気候変動に関する対応強化を図るとともに、TCFD提言を踏まえた気候関連のリスク・機会に関する情報開示を充実してまいります。

※TCFD…主要国の中央銀行や金融監督当局などが参加する金融安定理事会（FSB）により設立されたタスクフォース。投資家への適切な情報提供を目的に、気候関連財務情報の開示を促している。

・サステナビリティ委員会の設置

サステナビリティに関する重要課題や取組方針などを継続的に議論し、実効性を高めていくための検討組織として、代表執行役頭取を委員長とする「サステナビリティ委員会」を設置しております。

・お客さまと一体となった社会課題の解決

2021年6月、SDGs経営に向けて取組みを始める企業さまを支援する「くふくぎんSDGs経営支援サービス」の取組みを開始いたしました。

本サービスによりSDGsへの取組みを支援し、企業さまのビジネスチャンスの拡大や人材確保にも繋げていくことで、持続可能な社会の実現を目指してまいります。



- ご提案サービス
- SDGs経営の取組みを福井銀行がお手伝い！**
- ✓ 自社の事業活動とSDGsに関連する項目の整理！
 - ✓ 現状把握により、今後取り組むべき課題が見えてくる！
 - ✓ 「SDGs宣言」の策定を通して、自社の取組みを効果的にPR

SDGs経営支援サービス

TECHNO⚙️FUKUI

技術情報誌 テクノふくい No.105

2022年1月31日発行

【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