

重点研究分野の概要

(進捗・成果等の報告)

重点研究分野とは

「福島での課題解決」に結びつく研究を重点研究分野「foRプロジェクト」に指定しました。震災や原発事故による深刻な地域課題の解決に向け、研究が加速することが期待されま

ず。

(1) foR-F プロジェクト※

福島県の地域課題の解決に必要な研究であるとともに、国策としても重要な研究など、特に地域・社会ニーズが高いと認知されている、将来的に大学の価値を高める（大学の特色となる）ことが見込まれると学長が判断した研究を行うプロジェクト

(2) foR-A プロジェクト※

福島県の地域課題の解決に必要な研究を行うプロジェクト

※RはResearch、FはFuture、AはAreaの頭文字。

重点研究分野の概要
(進捗・成果等の報告)

No	代表者	研究課題	
1	高橋 隆行	foR-Fプロジェクト	環境放射能調査用水中ロボットの開発とイノベーション・コースト構想への貢献 (実施期間：平成30年4月1日～平成31年3月31日)
2	吉田 樹	foR-Fプロジェクト	超高齢社会における「福島版MaaS」モデルの構築 (実施期間：平成30年4月1日～平成31年3月31日)
3	難波 謙二	foR-Aプロジェクト	二動原体染色体解析を用いたイノシシの生涯被ばく線量の推定 (実施期間：平成30年4月1日～平成31年3月31日)
4	大橋 弘範	foR-Aプロジェクト	土壌やバイオマス廃棄物からの放射性セシウムの不溶化・最終処分型への変換 (実施期間：平成30年4月1日～平成31年3月31日)
5	杉森 大助	foR-Aプロジェクト	ふくしま酵母の開発 (実施期間：平成30年5月1日～平成31年3月31日)

環境放射能調査用水中ロボットの開発と

イノベーション・コースト構想への貢献に関する研究

(実施期間：平成 30 年 4 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日)

代表者 共生システム理工学類 教授 高橋 隆行

○成果の概要

本プロジェクトで開発する水中ロボットの目標性能は、(1)母船を使わず岸からの投入で自立のかつ自律的に往復約 10km (猪苗代湖の湖岸から湖心までを想定) の調査が行えること、(2)2 人で運搬可能な 30kg 以下の重量とすること、である。これを実現するために、①低レイノズル数で有効な水中翼、②水素吸蔵合金を用いた浮力調整器、③従来比で 2 倍の推力を持つ採泥用小型スラスト、④ロボットの姿勢制御システム、⑤不攪乱柱状採泥器、⑥水中マニピュレータ、⑦基地局との無線通信システム、⑧水中でのロボット位置計測システムの開発を進めている。本年度は、担当学生の体調不良により中止した④⑤を除いたサブテーマについて研究開発を行った。また、研究の進捗に伴い、新たに⑨～⑩のサブテーマを追加した。以下に、各サブテーマの進捗について箇条書きでまとめる。

① 低レイノズル数で有効な水中翼

- 翼特性を計測するための小型プール (6,000L×550W×700H [mm]) を試作した。小型プール上には、翼を取り付けた台車が走行することで水中での翼に働く力を計測できるよう、6 軸力センサを搭載した。
- 模型実験機のモデル化を行い、シミュレーション環境を構築した。シミュレーションによる検討の結果、付加質量と回転方向の減衰項が安定なグライディング結果を得ることに寄与することを確認した。

② 水素吸蔵合金を用いた浮力調整器

- 金属 3D プリンタで試作した圧力容器の場合、熱伝達率が無垢材に比較して低下すること、ならびにその熱伝達に係る係数を実験的に決めることで、シミュレーションが十分な精度で行えることを確認した。
- 水素吸蔵合金を用いた浮力調整器の性能について、他の方式との比較検討を行っ

た結果、炭酸ガスポンペを用いる方式が、重量や応答速度の観点でより優れた方式であることが明らかとなった。

- 炭酸ガスポンペを用いた浮力調整器の実験機を試作し、目的の動作が行えることを確認した。
- #### ③ 従来比で 2 倍の推力を持つ採泥用小型スラスト
- スクリュープロペラ駆動系の損失抵抗として、水中で約 6,000 [rpm] で回転するマグネットカップリングが大きな抵抗を発生していることが分かった。これを低減することで約 10% の推力改善が期待できる。この結果から、減速装置をスラスト本体内に格納することが有効であることがわかった。
 - 損失抵抗の計測は安定して行えたが、スクリュープロペラの推力ならびに抵抗力の計測が安定せず、計測により約 2 倍のばらつきが発生した。これは、今後再計測を行う予定である。
- #### ⑥ 水中マニピュレータ
- 関節に低融点合金を用いた、コンパクトに巻取り可能なマニピュレータの試作を行い、目的の動作が実現できることを確認した。
- #### ⑦ 基地局との無線通信システム
- 5000[m] の Wifi 通信を実施するためにはフレネル障害断面の影響が支配的であることが明らかとなった。
 - この結果から、フレネルゾーン障害領域による損失量を推測して、アンテナ高さの設定毎に通信可能になるための改善レベルを推定することが可能になった。
- #### ⑧ 水中でのロボット位置計測システム
- 水上機側に送信素子、水中ロボット側に 4 個の受信素子を用いたロボット位置計測システムの第一次試作機の試作を行った。
- #### ⑨ 光カップリングシステム

- 現行の水中ロボット(2号機改良型)で、唯一貫通孔が必要となっている光ファイバ通信の貫通孔を省略するための「光カップリング」の実現可能性について検討を進めた。今後、サブテーマとして採択する予定である。
- ⑩ メインモジュール管体の強度設計
- 現行の水中ロボット(2号機改良型)のメインモジュール管体の耐圧強度が不十分であることが明らかとなった。そこで、Solidworksの有限要素法(FEM)解析機能を利用して解析を進めた結果、現行の設計では、応力集中を生じる箇所があることが明らかとなった。
 - 耐圧強度を高めた改良設計が行えることを確認した。今後、試作ならびに検証を進める。

グレーション部門講演会, 1C2-07(CDROM), 2018.12. ⑥

[2] 船越一希, カニエテ ルイス, 高橋隆行, 湖沼調査用グライダー型小型水中ロボットの開発～炭酸ガスボンベを用いた浮力調整器の基礎的検討～, 計測自動制御学会東北支部第321回研究集会, no.321-3, 2019.2. ②
他7件

【受賞】※ 末尾の丸数字はサブテーマ番号

[1] 優秀講演賞, 公益財団法人計測自動制御学会, 学会発表[1], 2019.3. ⑥

[2] 若手優秀講演フェロー賞(共同で研究を実施した大学院生(棚木瑞輝), 一般社団法人日本機械学会, 2018.6. ②

Oforプロジェクトの指定及び財政的支援を受けての効果

forプロジェクトの採択を受けることで、研究の有用性を説明しやすくなるなどの効果があり、大型の外部資金獲得の際に有用であった。また、財政的支援を受けたことにより、大きな試験機(翼特性測定用水槽, 約240万円)を試作できたことと研究員(プロジェクト)を雇用できた点も有益であった。これらの費目は一般的な外部資金では予算獲得が容易ではなく、研究の進捗に大変有益であった。また、雇用した研究員は、研究代表者との緊密な協力体制を構築することで、研究の推進ならびに学生教育の両面で大きな効果を挙げた。

○関連する研究実績

【外部資金】

[1] 福島県産学連携ロボット研究開発支援事業費補助金, 不攪乱柱状採泥機能を有する水中グライダー型環境放射能調査用ロボットの開発, 2018-20, 代表, 60,000千円(3年間).

[2] 科研費基盤(B), Long-term dynamics of radiocesium in aquatic ecosystems of Fukushima and Chernobyl contaminated areas, 2018-20, 分担(代表: Konoplev Aleksei), 7,200千円(2018単年).

【学会発表】※ 末尾の丸数字はサブテーマ番号

[1] 瀬戸徳文・Canete Luis・高橋隆行, 原子炉内部調査用ロボットの開発～低融点合金を用いたサンプリングアームユニットの強度評価～, 第19回計測自動制御学会システムインテ

超高齢社会における「福島版 MaaS」モデルの構築

に関する研究

(実施期間：平成30年4月1日～平成31年3月31日)

代表者 経済経営学類 准教授 吉田 樹

○研究の進捗状況

研究初年度にあたる2018年度は、県内の関係主体（県内自治体、交通事業者）に加え、ユーザー同士がつがる「小さな交通」のシステムを提供する企業や団体、日本福祉のまちづくり学会（地域福祉交通特別研究委員会）に所属する研究者を加えた「コンソーシアム」を設立した。2019年4月時点では、会津若松市の「会津版 MaaS 研究会（仮称）」と、郡山市安積町を対象としたプロジェクトチームのそれぞれが組織化された。

そのうえで、タクシーの「シェアリング」に関わり、南相馬市で開始された、タクシー定額サービス「みなタク」を事例として、配車データや経営指標に基づく生産性分析を行ったほか、市民を対象としたアンケート調査を行い、タクシーの需要関数を推定した。また、「小さな交通」の提供によるアウトカム（活動機会増進）を計測する一回目のアンケート調査を南相馬市と共同して実施した。「みなタク」は、過年度に採択された foR-A プロジェクトの成果に基づき設計されたものであり、2019年4月時点で、約6,000人の市民が会員登録をしており、一日の配車回数も平均130回近くに増加しているが、サブスクリプション（定額サービス）の導入によるタクシー需要の誘発に加え、僅かな人数ではあるが、自家用車からの交通手段転換を確認できた。また、郡山市安積町と白河市を対象に、国土交通省の協力を得て、3か月間にわたる定額タクシーの実証実験を行った。特に郡山市の実証実験では、全国初となる「エリア乗り放題」のサブスクリプションサービスの導入を試みた。購入者は5名と少ない一方、個々のユーザーの利用回数は極めて大きく、サブスクリプションを主体としたビジネスモデルの難しさを証明するに至った。一方、MaaSの構築が先行するフィンランドの現地ヒアリング調査を実施したが、国際的に注目された「乗り放題」のサブスクリプションは、高額な価格設定にしなければビジネスとして成立しにくく、ユーザー

も少ない一方、南相馬市の「みなタク」と同様の都度払いのサブスクリプションは多くの利用実績を有しており、福島県内における実証実験結果と一致した。

また、わが国で MaaS を導入する場合の制約条件について、制度的な側面（独占禁止法、道路運送法、旅行業法など）に着眼して検討し、その知見は、国土交通省「都市と地方の新たなモビリティサービス懇談会」の「中間取りまとめ」にも採り入れられた。

○foR プロジェクトにおける支援を受けて

本プロジェクトの支援を受けたことで、本学が「地方版」の MaaS をはじめとしたモビリティサービスの実証的研究拠点であることが浸透しつつある。具体的には、(一財)トヨタ・モビリティ基金からの受託研究を2019年度から受入れ、特任准教授（長野博一氏）の採用に至ったほか、同基金が本プロジェクトの連携団体となり、コンソーシアムが組織された郡山市と会津若松市における MaaS の「プレ社会実験」に必要なアプリ開発や現地のコーディネーターの雇用経費を支援いただけることになった。また、経路検索大手であるジョルダン株式会社の協力を受け、同社の経路検索機能と API 接続させる「福島版 MaaS アプリ」の開発に着手することが可能になった。こうした流れを受け、二年目となる2019年度は、福島交通（バス）と郡山観光交通（タクシー）が連携した、サブスクリプションサービスや「この指とまれ」方式における会員制相乗りサービスを「プレ社会実験」として試行する。また、会津若松市を対象に、(公財)交通エコロジー・モビリティ財団の協力により、グリーンスローモビリティ（ゴルフカート）の車両貸与を受け、ラストマイル送迎の社会実験を行い、在来の公共交通を補完する「小さな交通」の在り方を検討する計画である。

○関連する研究実績

[外部資金]

- 科学研究費 基盤研究 (C) 『ルーラル地域に「なじむ」連携型モビリティサービスの提供方法に関する研究』代表, 3,300 千円 (直接経費: 2019~21 年度)
- 受託研究 (トヨタ・モビリティ基金) 『地域活性化に寄与する移動の仕組みの構築に関する研究』代表, 10,000 千円 (間接経費含む: 2019 年度)

[論文]

- 1) 吉田 樹 (2019): 地方分権と地域公共交通—自家用有償旅客運送を例として, 都市問題, 第 110 巻 3 号, 44-57.
- 2) 吉田 樹 (2019): 運用面のアプローチによる大都市の観光バス駐車対策に関する研究—東京都台東区浅草地域のケーススタディー, 交通工学論文集, 5(2), A_125-A_133 (DOI : https://doi.org/10.14954/jste.5.2_A_125) (査読有)
- 3) 吉田 樹 (2019): 農山村地域の暮らしを支えるモビリティの課題と「解」, 農村計画学会誌, 第 37 巻 3 号, 268-271.
- 4) I. Yoshida (2018), "POSSIBILITY OF "LAST ONE MILE" MOBILITY UTILIZING TAXI SERVICES IN LOCAL CITIES OF JAPAN," Proc. TRANSED2018. (査読有)
- 5) 吉田 樹 (2018): 地域公共交通の供給制約を考慮した原発事故避難地域におけるモビリティ確保策の検討—福島県南相馬市におけるケーススタディー, 都市計画論文集, 第 53 巻 3 号, 1393-1398. (DOI : <https://doi.org/10.11361/journalcpj.53.1393>) (査読有)
- 6) 吉田 樹 (2018): 超高齢社会の移動手段確保に求められる自治体の役割, 月刊自治研, 第 709 号, 26-34.
- 7) 吉田 樹 (2018): 合併自治体における地域公共交通政策と今日的課題—東北・関東地方におけるケーススタディー, 都市計画, 第 334 号, 30-31.
- 8) 吉田 樹 (2018): 旅行者と地域を結びつける公共交通の能性, 観光文化, 第 42 巻 2 号, 8-12.
- 9) 吉田 樹 (2018): 避難自治体における地域公共交通網の課題と再建構想. 山川充夫・瀬戸真之編著『福島復興学』八朔社, 215-228.

[学会発表]

- 10) 吉田 樹 (2018): 観光者と地域を結びつける公共交通の可能性, 平成 30 年度日本観光研究学会東北支部大会, 宮城学院女子大学 (宮城県仙台市), 12 月 22 日.
- 11) 吉田 樹 (2018): 豊かな「くらしの足」を創り育てる「のりしろ」を考える, 日本福祉のまちづくり学会第 21 回全国大会, しあわせの村 (神戸市北区), 8 月 11 日
- 12) 吉田 樹 (2018): 地方都市におけるタクシー事業の課題と移動手段確保策による活性化の可能性, 第 57 回土木計画学研究発表会, 東京工業大学大岡山キャンパス (東京都目黒区), 6 月 10 日.

二動原体染色体解析を用いたイノシシの生涯被ばく線量の推定 に関する研究

(実施期間：平成30年4月1日～平成31年3月31日)

代表者 共生システム理工学類 教授 難波 謙二

○成果の概要

本研究プロジェクトは、放射性物質によって汚染されている福島県の帰還困難区域内において、不均一な空間線量中を自由に移動する野生動物の精確な被ばく線量を推定することを目的として、ニホンイノシシ(*Sus scrofa*)を対象に①様々な被ばく履歴を持つイノシシ個体から血液サンプルを採集する、②各血液サンプルを培養し解析に十分な量の分裂中期染色体像を得る、③ブタとの交雑個体の識別による遺伝的バックグラウンドの統一、を行った。

①イノシシの血液サンプルの採集：2018年5月から2019年2月にかけて帰還困難区域内（大熊町、浪江町、双葉町、富岡町）および区域外（二本松市）において、延べ170個体のイノシシから血液を採集した。捕獲地点の空間線量は0.17から22.4 $\mu\text{Sv/h}$ 、個体の筋肉中のセシウム蓄積量は136から54,346 Bq/wet-kg （測定は継続中）、捕獲されたイノシシの齢は3週から4年以上であった。これら空間線量、セシウム蓄積量および齢から暫定的ではあるが生涯被ばく線量を算出したところ0.02から2,000 mGy であり、被ばく履歴のバリエーションに富んだ良質なサンプルを確保することができた。

②染色体解析：国際原子力機関(IAEA)による染色体解析法によれば、100 mGy の線量被ばくで二動原体染色体を検出するには統計学的に1,000個以上の分裂中期染色体を解析する必要があるため、生物種ごとに染色体を効率よく取得できるよう血液細胞の培養条件を検討する必要がある。イノシシにおいて培養条件を検討したところ、ヒトで一般的に使用されている方法で十分な数の染色体を取得することが確認された。133個体から平均約1,500の分裂中期染色体像を取得することができ、現在は二動原体染色体の頻度解析を進めている。さらに並行して放射線汚染の無いイノシシの血液にセシウム線源の放射線照射を行い、被ばく線量-二動原体染色体数の検量線作成も行なっている。

③遺伝子解析：帰還困難区域内では家畜のブタが逃げ出し野生イノシシとの交雑が報告されているが、交雑個体は環境への抵抗性に優れ、本来のイノシシと異なる反応を示す可能性がある。このような解析上のノイズを除去するため、イノシシと交雑個体は分けて解析する必要がある。今年度捕獲したイノシシ（解析は継続中）のミトコンドリアDNAの塩基配列を決定したところ、10個体から豚のハプロタイプが検出され、交雑個体であることが確認された。さらに、本プロジェクトによる捕獲個体に加え2017年以前に捕獲されたイノシシ合計350個体のミトコンドリアDNAの塩基配列を決定したところ、以下のような重要な知見が明らかになった。i). 福島県内のイノシシ集団はJ10と呼ばれる単一のハプロタイプがほとんどであり、極めて遺伝的多様性が低い状態にある。ii). 形態的にはイノシシであるもののヨーロッパ系のブタのハプロタイプをもつ個体が一定割合検出された。このような個体は、帰還困難区域内から逸出したと推測されるブタとの交雑系統を祖先としてもつと考えられる。また、このような個体はこれまで原発近くの浪江や大熊で捕獲されていたが、今年度は二本松市においてブタのハプロタイプをもつ個体が捕獲されており、その分布が拡大している可能性がある。iii). 野生集団から検出されたブタのハプロタイプは1種類であった。しかし、スーパー等で販売されている福島県産ブタ肉のハプロタイプは多様であった。すなわち、交雑の起源となったブタに限られていること、あるいは、交雑の起源となった集団は多様なハプロタイプを持っていたものの、特定のハプロタイプをもつ個体しか生き残れなかったことを示唆している。

○OfRプロジェクトの指定及び財政的支援を受けての効果

大型動物を対象とした調査、細胞培養や塩基配列決定などの細胞・分子生物学的実験には、高額な試薬や設備の使用が必要であり、ある程

度の予算が必要となる。そのため、多数のサンプルについて網羅的にデータを取ることは難しい。foR プロジェクトの財政的支援によって、多数の血液サンプルの取得、染色体解析の実施、ミトコンドリアの塩基配列データを得ることができた。その結果、交雑系統の拡大や極めて遺伝的多様性が低い遺伝的バックグラウンドの現状を明らかにすることができた。今後は、染色体解析においても新たな知見が得られることが期待される。

また、本プロジェクトの支援によって、染色体解析・放射線照射・生殖能力評価など総合的に研究を展開していく中で、国内外の研究者と共同研究を行う機会を得た。各分野の相乗効果によって、質の高い雑誌への掲載、総じて福島大学の知名度向上への寄与が期待される。

本研究は、生物影響の基盤ともいえる放射線の被ばく線量の推定を行うことを目的としている。その被ばく線量を基にした生物影響評価は、地域住民が高い関心を抱いているため、生物への放射線影響を明らかにする上で重要な第一ステップを加速することに繋がった。

○関連する研究実績

[外部資金]

2018年度放射性物質環境動態・環境および生物への影響に関する学際共同研究（200千円）

「Estimation of Life-time Dose of Wild Boar Using Dicentric Chromosome Analysis」【共同：三浦富智】

[論文]

- 1) 福島第一原子力発電所事故後に逸出したブタはニホンイノシシへの遺伝子汚染をもたらしたのか. 保全生態学研究 23: 137-144. (2018) 【共著：トーマス G. ヒントン、兼子伸吾】

[学会発表]

- 2) Mitochondrial DNA analysis reveals minimal genetic introgression from domestic pigs into wild boar populations in Fukushima Prefecture after Nuclear Power Plant accident. The 8th EAFES, Nagoya University, Nagoya Japan, (2018年4月21-23日) 【講演者：兼子伸吾、共著：Hinton T】

他、学会発表等 5件

[その他]

2019年度「放射線災害・医科学研究拠点」共同利用共同研究「福島県内に生息する野生動物から採取した生体試料の線量応答評価」【代表：石庭寛子、共同：三浦富智】

土壌やバイオマス廃棄物からの放射性セシウムの

不溶化・最終処分型への変換に関する研究

(実施期間：平成30年4月1日～平成31年3月31日)

代表者 共生システム理工学類 准教授 大橋 弘範

○成果の概要

本研究プロジェクトは、福島第一原発事故で生じた土壌、廃材などの放射性セシウム汚染物について、再利用する際の漏出の危険性を考えた上で最終処分方法を提示することが一つの目的である。また、福島県は県内のエネルギー需要をすべて再生可能エネルギーで賄うことを目標に再生可能エネルギーの導入を進めているが、福島県の森林の除染が進んでいない状況に対して、福島の森林を木質バイオマス発電の資源とみなし、これを活用するための方法を模索することをもう一つの目的とした。そしてこれらの目的を達成するために、申請者は化学の立場から、①木質バイオマス発電におけるガス化効率の改善手法の開発、②最終処分材料の合成条件の検討、③最終処分材料の安定性、安全性の検討に取り組んできた。

①木質バイオマス発電におけるガス化効率の改善手法の開発については、福島特有の放射性セシウム問題を逆手に取り、最終処分型鉱物合成に必要なセシウム化合物をあえて先に、木質バイオマスガス化の前に加えることで、冷ガス効率を31%以上上げることに成功した。通常は改良手法開発で数%程度の効率向上程度であるとされているため、本手法はバイオマス発電業界にとっても非常に大きな進歩である。この方法は、福島以外の、放射性セシウム問題が関わってこないガス化燃料に対しては残渣問題が絡むため、通常は採用しにくい。しかし福島の放射性セシウム最終処分型鉱物変換を前提で動く場合は非常に有用な方法となる。これはまさに【福島特化型】である。しかしながら、木質バイオマスガス化の残渣（いわゆる灰）からの最終処分型鉱物への変換は困難を極め、一部の条件で成功するのみであった。これら一連の実験結果は新規性に富んでいたため、2019年1月に特許出願することができた（関連する研究実績参照）が、残渣からの鉱物変換の最適な条件検討にまでは至らなかった。

②最終処分材料の合成条件の検討について

は、複数のイオン共存下での最終処分材料合成を行い、条件検討を行った。その結果、一部の陽イオンが合成阻害効果を持つことがわかった。今までは既存の成功する条件に合わせて溶液調製をしていたが「鉱物合成できない条件」が見えてきたことで、条件設定がより柔軟になると考えられる。しかし、温度や時間など全ての条件を網羅するまでには至らなかった。

③最終処分材料の安定性、安全性については、まず安定性の面で材料が放射線耐性があるかどうかに着目した。京都大学複合原子力科学研究所の共同研究課題が緊急採択されたこともあり、放射線耐性実験を行うことができた。ガンマ線照射によって化学結合を切ったサンプル（最終処分型鉱物）のセシウムイオン漏出実験をしたところ、放射線を当てた場合と当てなかった場合でセシウムイオンの漏出挙動に変化は見られなかった。また、他の研究者が論文で示した鉱物そのものの漏出率と比較して大きな違いは見られなかった。これは、概ね想定した結果であるが、緊急採択であったため実験時間が限られており、一つの条件でしか実験できなかったこと、放射性セシウムの漏出実験（ホット実験）まで至らなかったことは今後の課題である。一方、最終処分材料の安全性についてはセシウムの漏出性能（不漏出であること）を調べる必要があった。独自の漏出試験装置を福島高校内に設置することができ、この実験について2件の新聞報道につながったため、今後結果を出すべくさらなる研究を進めるつもりである。

OfoR プロジェクトの指定及び財政的支援を受けての効果

放射性セシウムをやみくもに使用しての実験は難しいため、どうしても安定同位体のセシウムを使用する必要があるが、このセシウム試薬が高価であるため実験が進まないという問題があった。また、実験に使用する高圧容器は非常に高価であり、通常の研究費では買うこと

ができず研究が進まない、という問題があった。本プロジェクトの財政的支援によって、このボトルネックを突破することができ、多くの実験結果を出すことができた。

また、この支援により本研究が広く周知されることとなり、共同研究を申し出ていただいた企業が出てきて研究費の獲得につながった。さらに、福島テックプラングランプリで日本ユニシス賞を受賞したことで、単なる学術研究ではなく具体的なプロジェクトへと変貌しつつある。

○関連する研究実績

[外部資金]

共同研究費 2社 総額 1,000 千円

[特許]

- 1) 小井土賢二, 岩崎貴裕, 大橋弘範, 「ガス製造方法、及びポルサイトの製造方法」, 特願 2019-001475, 2019.01.

[学会発表]

- 1) ○大橋弘範, 神谷奈津美, 横森慶信, 上原康滋, 土壌や廃棄物中の放射性セシウムの最終処分型への化学的変換の試み, 第7回環境放射能除染研究発表会, 2018.7, (タワーホール船堀 (東京都江戸川区))
- 2) ○見城花菜子, 星葵衣, 高橋怜央, 原尚志, 大橋弘範, 土壌に吸着した放射性セシウムの不溶化, 2018年度 第31回日本リスク研究学会年次大会, 2018.11, (福島市・コラッセふくしま)
- 3) ○岩崎貴裕, 黒澤翔, 大橋弘範, 佐藤理夫, 小井土賢二, 森林除染を目途とした木質ガス化における炭酸セシウム添加効果, 第14回バイオマス科学会議, 2019.1.16-17, (東広島芸術文化ホールくらら)

他 7件

[受賞・新聞報道]

- 1) 第1回福島テックプラングランプリ 「日本ユニシス賞」 2019.2.9 コラッセふくしま
- 2) 読売新聞全国版 2019年3月9日朝刊 14面 教育ルネサンス No.2425 「復興を支える3 福島」
- 3) 福島民報 2019年3月29日朝刊 2面 「除染土の鉱物化 実証へ 福大准教授 最終処分方法提案目指す」

ふくしま酵母の開発に関する研究

(実施期間：平成30年5月1日～平成31年3月31日)

代表者 共生システム理工学類 教授 杉森 大助

○成果の概要

● 研究背景と目的

県内および東北地方では、近年ワインやビール醸造が活発になってきている。本県では、日本酒醸造用の酵母開発は全国トップクラスであるものの、ビールやパン用酵母の開発はほとんど行われていない。本県は果樹王国であるとともに、吾妻連峰や裏磐梯などには本県固有の高山植物やクマガイソウなどの希少な植物が自生している。このような果樹や植物の花には天然の酵母が付着しており、福島固有の酵母を分離することが期待できる。そこで、本県特有の花や果実から福島産の天然酵母「ふくしま酵母」を多数分離し、発酵・醸造産業に資するため「ふくしま酵母」のライブラリー作成とクラフトビールに適した酵母の選抜を目的とした。

● 研究結果

県内約300ヵ所から計371種類の酵母を分離し、クラフトビールに適した酵母の選抜を進めた結果、市内果樹園のサクランボや水原地区のクマガイソウからフルーティーな香りを出すビール用酵母を多数分離することができた。また、岩手県奥州市ベンチャー企業においてアルコール発酵試験を実施した結果、芳醇な香りを放つアルコール製造に利用が期待できる酵母も取得できた。さらに、12月からは(株)グリム(川俣町)とパン酵母の共同開発を進めるに至っている。

酵母は一般に冷凍保存に弱く、酵母業界では未解決の課題として世界中で冷凍保存法の研究開発が進められている。本プロジェクト研究においても分離した多数の酵母の保存法が大きな問題となった。そこで、酵母の保存法についても研究を行った結果、極めて簡易的な方法により保存性を格段に上げることに成功した(特許出願準備中)。

● 研究成果

本プロジェクト研究の成果をクラフトビール製造ベンチャー企業(田村市)、地元パン製造企業(川俣町:グリム)、アルコール製造ベンチャー企業(岩手県奥州市)など複数の地域企業に還元できた。また、フードロス(パン廃棄)の問題解決を目指す(株)銀嶺食品(市内)とと

もに廃棄パンを原料にしたクラフトビールの製造・販売を行う福島大学発ベンチャー起業を目指すきっかけになった。さらに、画期的な酵母保存法を發明し、特許出願に至る成果を挙げることができた。

本プロジェクト研究では、市内高校1年生2名(科学部所属)と本学理工1,2年生に本研究に加わってもらうことで大きな教育的効果が得られた。例えば、夏・冬休みや土日に自主的に研究に携わり、研究を楽しむ姿や実験方法を自ら考案や実験アイデア提案といった課題解決能力の向上が見られた。その結果、理工1年生(留学生)が画期的な酵母保存法を發明(特許出願予定)するという成果を挙げるに至った。以上のように、地域に密着した理系人材育成を含めた地域貢献につながる成果が得られた。本プロジェクトのように、実効性のある高大連携による地域課題解決を目指した研究は全国的にも珍しい取り組みと言えるだろう。

● 課題

本プロジェクト研究では想定以上の成果が得られたものの、ようやく芽吹いた萌芽段階にある。そこで、より一層の「ふくしま酵母ライブラリー」の充実を図り、作成した酵母ライブラリーを広く地域企業への還元を進める必要性を感じている。例えば、「ふくしま固有種」と期待される酵母の生物分類学上の同定(新種かどうか調べる)や分離した数100種類の酵母を用いたクラフトビールの試作の継続、パン酵母の選抜試験、取得した酵母の利活用のための試験研究を継続して進めることにより、酵母を中心にした研究・技術基盤がより一層強化できる。そのためにも、本プロジェクトの継続支援をお願いしたい。

○OfOR プロジェクトの指定及び財政的支援を受けての効果

着任以来、有用微生物の研究を進めてきたものの、地域貢献に結びつく研究を実施するまでには至っていなかった。本プロジェクトにより長年温めてきた「ふくしま酵母」の研究を開始でき、計371種類の福島産天然酵母を分離することができた。分離した酵母は県内企業3社、

岩手県内企業 1 社との連携に発展するに至った。また、酵母業界で最大の技術課題を解決する発明を理工 1 年生が成し遂げるなど、高大連携による理系人材育成という教育的効果も得られた。本プロジェクトの財政的支援を受け、当研究室から産み出された論文、学会発表等は下記の通りである。この場を借りて深謝します。

○関連する研究実績

[外部資金]

- 寄付金（日本応用酵素協会ほか）：4 件、合計額 130 万円
- 受託事業（福島県学術教育振興財団）：199 万円
- 共同研究費（日立製作所ほか）：4 件、合計額 830 万円
- 受賞および賞金：1 件、合計額 10 万円
- 特許実施料収入（半期分）：1 件、合計額 8 千円

[論文]

- 1) Saki Yamaura, Shin-ichi Sakasegawa, Emisa Koguma, Shigeru Ueda, Yuzo Kayamori, Daisuke Sugimori, and Ken Karasawa, Novel enzymatic method for assaying Lp-PLA2 in serum, *Clin. Chim. Acta*, 481, 184-188 (2018).

[著書]

- 1) バイオ実験安全のてびき、2 章、化学同人 (2018.9 発刊)。
- 2) 酵素はどこまで進化させられるのだろうか？、酵素工学ニュース第 81 号トピックス、酵素工学研究会 (2019.4 発行予定)。
- 3) 書籍名「食品・バイオにおける最新の酵素利用」、第 23 章「ホスホリパーゼの構造、作用および応用」、シーエムシー出版 (2019.7 発刊予定)。

[学会発表]

国際会議

- 1) Single amino acid substitution of choline lysoplasmalogen-specific phospholipase D resulted in LysoPAF-specific enzyme, Daisuke Sugimori, Takayuki Oyama, Koki Kawahara, Kazutaka Murayama, and Shin-ichi Sakasegawa, The 15th Japan-China-Korea Joint Symposium on Enzyme Engineering, July 1, 2018 (Kyoto University, Japan). ほか 2 件

国内発表

- 2) 廃酵母分解菌の探索および酵母分解酵素を用いた酵母エキス調製法の開発、野澤俊貴、松島得雄、田島健次、杉森大助、日本生物工学会 2018 年度北日本支部札幌シン

ポジウム、2018.10.5 (北大、札幌)。ほか 19 件

[講演]

- 1) 生物工学系の研究・開発の安全のために—基本的な考え方と実践例—、日本生物工学会ワークショップ (パネリスト) 2018.9.6 (関西大、吹田市)。
- 2) 新規アミン酸化酵素によるバイオマスからグリコールアルデヒドの one-pot 合成法および各種アルデヒドの製造方法、JST 新技術説明会発表、2018.9.27 (JST、市ヶ谷)。

[受賞]

- 1) ポスター最優秀賞：日本生物工学会 2018 年度北日本支部札幌シンポジウム、2018.10.5 (北大、札幌)。
- 2) トピック発表に選定：日本生物工学会日本生物工学会 2018 年度大会、2018.9.6 (関西大、吹田市)。
- 3) 第 1 回福島テックグランプリ NOK 賞受賞：希少リン脂質定量酵素の開発、2019.2.9