



島根大学

# お宝研究

《特色ある島根大学の研究紹介》

Valuable Research Works of Shimane University  
Introduction of characteristic research works of Shimane University

vol.14



SHIMANE  
University

人とともに 地域とともに  
国立大学法人

島根大学



# はじめに

冊子「島根大学お宝研究(特色ある島根大学の研究紹介)」は、本学の特徴的な研究を一般市民にも分かり易く紹介することを目的に2006年度から毎年刊行しており、本紙で第14回目の発刊となりました。

本学の地域に密着した個性的な研究及び国際的な水準の独創的な研究を推進する戦略的研究推進センターには、重点研究部門・萌芽研究部門・特別研究部門の各プロジェクトとプロジェクトセンターがあり、本紙ではその研究内容をご紹介します。重点研究部門は中期計画に沿った具体的な研究テーマを学際的に推進し、本学の特色ある研究として国際的な研究拠点を目指す大型プロジェクトに取り組んでおります。萌芽研究部門では個人または少人数で実施する研究で、公募型の大型競争的資金の採択を目指した研究テーマを推進し、特別研究部門では本学が重要なものと位置付けて学内外に向けて情報発信する研究に取り組んでいます。また、プロジェクトセンターは、学際的かつ特徴的な教育研究プロジェクトに参加する、様々な学部を担当する教員で構成された研究グループをセンターとして位置付け、可視化したもので、研究成果を学内外へ発信することにより、研究活動の一層の活性化と推進を目指しております。

さらに、本学の優れた研究実績を顕彰する「研究表彰」、若手研究者、女性研究者の優れた研究成果を顕彰する「若手研究者表彰」、「女性研究者表彰」についても紹介しております。

本紙では紹介ページに、研究成果を社会に還元する観点から、「社会実装への展望」の項目を設けており、国立大学の使命である研究成果の還元による社会貢献について、より分かり易く記載しております。

今後も、地域の皆さまをはじめ、関係者の皆さまに本学の研究をより身近なものと感じていただくとともに、共同研究や産学連携のきっかけとなる情報リソースとしてもご活用いただけますと幸いです。

2020年7月

島根大学理事・副学長(学術研究・イノベーション創出担当)

秋 重 幸 邦



# I N D E X

## ■研究・学術情報機構 戦略的研究推進センター

### 令和元年度重点研究部門

医療診断応用研究を中心に据えたラマン分光法の医理工農連携研究 微細刺激や揮発性有機化合物に反応して色彩が変化するロジウム二核錯体に関するラマン分光法研究	1
山陰地方における医療・福祉・教育への情報技術の実践的な活用 動的視覚刺激によるADHD児の注意持続の向上	2
山陰地域をフィールドとする沈み込み帯での自然災害の予測・軽減技術の開発 火山灰分布した斜面地域における地震時地すべりの発生・運動機構	3

### 令和元年度萌芽研究部門

がんゲノム医療に即応したリキッドバイオプシー技術の確立 血液や腹水に含まれる微量の癌細胞の可視化とそのゲノム解析の試み	4
物質と電荷の起源の解明への挑戦 陽子崩壊の二つのモード	5
バイオマス・地域資源を活用する環境調和型触媒および機能性有機材料の開発 天然由来のビタミンB <sub>2</sub> とヨウ素触媒を用いた環境付加の低いスルフェニル化ピラゾールの合成	6
光合成生物における有用物質代謝制御機構の解明 微細藻類ユーグレナの有用脂質ワックスエステル代謝に関わるミトコンドリアのプロテオミクス解析	7
環境中の生体高分子を用いた宍道湖七珍復活へのアプローチ 環境DNAを用いた平田船川におけるワカサギとシラウオの遡上・消失時期の推定	8
教養教育における歴史学習モデルの構築と授業実践を通じた評価:歴史学習の高大接続に向けて 学習分析に基づく課題探究型歴史教育の高大協働	9
西村天囚関係新資料の研究 西村天囚による最初期の懐徳堂研究の草稿についての研究	10
タンニンの化学結合性を利用した未利用資源の有効活用 地域未利用植物の抗菌性評価	11
しまね減塩プロジェクト 脳卒中予防を目指して 健診において塩分摂取量を測定することが受診者の減塩につながる	12
骨折治療支援システムを応用したテーラーメイド骨粗鬆症患者用人工骨ネジの開発 骨粗鬆症患者専用骨接合部材キットの開発	13
金属における格子欠陥のダイナミクス 金属における原子配列の乱れの不思議な動きを世界で初めて観測	14
反転対称の破れに由来する新しい機能性材料の開発を目指した物質探索 磁性元素ジグザグ鎖上に実現するトイダル強秩序に由来する電流誘起磁化現象の観測	15

### 令和元年度特別研究部門

大学と地域を結ぶ現場密着型の学際的研究教育ネットワークの確立と地域医療リーダーの育成 日本の中山間地域における子どもの身体活動の実施量とその関連要因	16
斐伊川水系宍道湖・中海をモデルフィールドとする閉鎖性水域学際研究プロジェクト 三瓶ダムにおけるカビ臭(ジェオスミン& 2-MIB)発生に関する研究	17
※難治性がん撲滅に向けての集学的研究の推進 一瞬がん・胆道がんを中心とした難治性がんに対する早期診断法・低侵襲的ながん治療法の確立― 研究紹介は、「瞬がん撲滅プロジェクトセンター」の紹介頁をご覧ください。	

### 令和元年度プロジェクトセンター

ヒッグス・初期宇宙プロジェクトセンター 初期宇宙の相転移から来る重力波	18
--	----

ナノテクプロジェクトセンター	
もみ殻灰のソフトケミカル処理による有効利用化	19
医・生物ラマンプロジェクトセンター	
角度分解偏光ラマン分光法の多変量曲線分解	20
水圏エコシステムプロジェクトセンター	
水圏生態の複雑系を数理モデル化するサポートチーム発足	21
膵がん撲滅プロジェクトセンター	
抗がん剤によるがん細胞の免疫細胞に対する感受性増強機構の解明	22
古代出雲プロジェクトセンター	
古代出雲成立以前の山陰地域における韓半島系考古資料の研究	23
ジオパークプロジェクトセンター	
島根県のジオパークの強化に向けた国際的・文理融合研究の創出と地域連携事業の展開	24
地域デザインプロジェクトセンター	
セルフビルドによる魅力的な古民家改修手法の提案	25
特産食品機能強化プロジェクトセンター	
摂取タンパク質由来腸内細菌代謝産物インドール酢酸による血糖値上昇抑制効果の検証	26
福祉情報工学プロジェクトセンター	
絵本読み聞かせ中の母子共同注意の計測	27
健康長寿のための感染症包括ケアプロジェクトセンター	
EBウイルスのマイクロRNAの発現抑制による重篤なEBウイルス関連疾患の新しい治療法の開発	28

## 令和元年度島根大学研究表彰

### ●生物資源科学部

山本 達之	ラマン分光法の医・生物学応用に関する研究	30
江角 智也	サクラの開花生理とゲノム解読に関する研究	31

## 令和元年度島根大学若手研究者表彰

### ●法文学部

嘉村 雄司	水害保険の法的研究	34
-------	-----------	----

### ●医学部

白田 春樹	潰瘍性大腸炎の診断・病状把握に役立つ新しい試薬の開発	35
飯田 雄一	免疫チェックポイント阻害療法と新規がん免疫細胞療法による相乗効果の検討	36
田中 賢一郎	新規遺伝子FAM210A (family with sequence similarity 210, member A)の筋、骨組織における役割の検討	37

### ●総合理工学部

鈴木 聡	準凸計画問題に対する双対理論の構築	38
------	-------------------	----

### ●生物資源科学部

林 昌平	宍道湖産のカビ臭産生および非産生シアノバクテリアの遺伝学的解析と三瓶ダムのカビ臭産生放線菌の群集構造解析	39
------	--	----

### ●研究・学術情報機構(総合科学研究支援センター)

蜂谷 卓士	植物のアンモニウム毒性メカニズムの解明	40
-------	---------------------	----

## 令和元年度島根大学女性研究者表彰

### ●教育学部

有田 洋子	教員養成大学・学部美術講座の発足に関する資料的研究 ―国立公文書館所蔵「新制国立大学設置認可申請書」の調査を通して―	42
-------	--	----

### ●医学部

荒木 亜寿香	神経変性疾患原因遺伝子Nna 1 / CCP 1 遺伝子機能をAMSマウスを用いて解析する	43
--------	---	----

### ●生物資源科学部

中間 由紀子	戦後占領期における婦人教育政策の方針と展開に関する研究	44
--------	-----------------------------	----

# 医療診断応用研究を中心に据えた ラマン分光法の医理工農連携研究

The collaborated study with medical, scientific, engineering and agricultural fields aiming for the development of new diagnostic techniques by Raman spectroscopy

## 微細刺激や揮発性有機化合物に応答して色彩が変化する ロジウム二核錯体に関するラマン分光法研究

Raman spectroscopy study on the mechanochromism and vapochromism of dirhodium complexes

### 研究者紹介

- プロジェクトリーダー … 山本 達之 Tatsuyuki Yamamoto (学術研究院農生命科学系・生物資源学部担当・教授)
- 研究代表者 …………… 片岡 祐介 Yusuke Kataoka (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・助教)
- 研究メンバー …………… 矢野なつみ Natsumi Yano (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・助教)

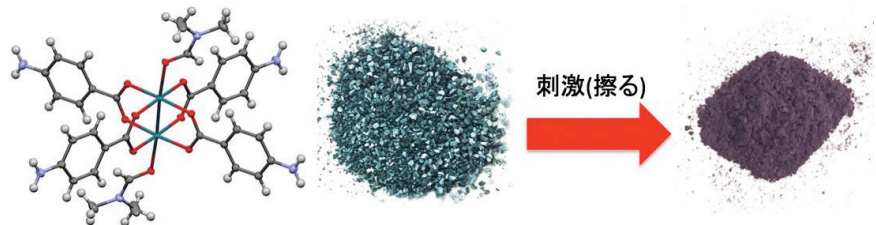
### 概要

外的刺激や環境に応答して色彩が変化するクロミズム材料は、学術的基礎研究から産業的応用研究に至るまで幅広く興味を持たれています。本研究では、私達がこれまでに開発してきたロジウム二核錯体が、「(i) 機械刺激」と「(ii) 揮発性有機溶媒」に対して顕著なクロミズム現象を示すことを発見しました。さらには、ラマンスペクトル測定を使用することによって、クロミズム現象の前後のロジウム二核錯体の構造安定性を容易に確認することが可能となりました。

The chromic materials, which show chromic behaviors by response to the external stimuli or environment, are attracted much attention from not only academic but also industry. In this study, we confirmed that our developed dirhodium complexes show apparent chromic behaviors by the response to (i) mechanical-stimuli and (ii) volatile organic vapors (VOCs). Moreover, it is capable that the structural durabilities of dirhodium complexes before and after chromic phenomena are easily confirmed by Raman spectroscopy measurements.

### 特色・研究成果・今後の展望

熱、光、電気、刺激、蒸気に応答して色彩が顕著に変化するクロミズム材料は、スマート社会 (Society 5.0) を実現する際に重要となる様々なデバイスの素子としての利用に期待が持たれています。この背景に対し私達は、島根大学でこれまでに開発してきたロジウム二核錯体の構造を僅かに制御することで、「(i) 機械刺激」や「(ii) 揮発性有機溶媒」に応答して顕著なクロミズム現象を発現させることに成功しました。例えば、アミノ安息香酸ロジウム二核錯体は、微弱にひっかく程度で色彩が緑色から紫色へと変化します(図参照)。また、ヘキサミン酸ロジウム二核錯体は、人体に有害なピリジン蒸気に応答して色が緑色から赤色へと変化しました。クロミズム材料は、「繰り返し使用できるか」が優れた材料であるかの重要な指標となります。従来の金属錯体のクロミズム現象耐久試験には、粉末X線回折(測定時間: 30分程度)が利用されていましたが、私達は、ラマンスペクトル測定を応用することによって、僅か4秒で構造安定性を確認することに成功しました。これにより、クロミズム現象を示すロジウム二核錯体の研究がよりハイスループットに実施可能となりました。



アミノ安息香酸ロジウム二核錯体 アミノ安息香酸ロジウム二核錯体のメカノクロミズム現象

### 社会的実装への展望

本研究で開発したロジウム二核錯体は、記録デバイス、化学センサー、分子スイッチへの応用が期待されます。今後は、上記のロジウム二核錯体を電極表面に薄く積層した高感度クロミズム材料の開発を目指します。



# 山陰地方における医療・福祉・教育への情報技術の 実践的な活用

Practical application of ICT for medical care, welfare and education

## 動的視覚刺激によるADHD児の注意持続の向上

Improvement of concentration of children with ADHD by dynamic visual stimulus

### 研究者紹介

●プロジェクトリーダー … 縄手 雅彦 Masahiko Nawate (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・教授)

### 概要

ADHD児は学習などの作業中に注意を持続することが難しい場合が多く見られます。そのために学習に困難を生じることもあり、教室などでは黒板付近の掲示物など注意を引きそうな刺激物を減らしたりすることもあります。しかし、我々は逆に過剰なくらい動的な視覚刺激、すなわち画面に動きを取り入れることで彼らの集中が続くことを見出しました。

心理学でよく用いられるGo/NoGo課題(Go刺激だけに反応し、NoGo刺激は無視する課題で、ADHD児はお手付きや見逃しが多いもの)の画面自体を宇宙船が飛行する動画にして行くとミスがほとんどなくなることがわかりました。この発見を応用して、彼らの苦手な記憶課題をゲーム化することを現在試んでいます。

It is often difficult for children with ADHD to maintain attention during work such as learning. As a result, learning may be difficult, and in classrooms, teachers may reduce noticeable stimulants such as bulletin boards near the blackboard. However, we have found that, conversely, their concentration continues by incorporating dynamic visual stimuli, that is, motion into the screen.

When the screen itself of the Go / NoGo task that is often used in psychology (a task that responds only to the Go stimulus and ignores the NoGo stimulus, which ADHD children often fail and make mistakes) is made into a movie of a spacecraft flying, we found that mistakes are almost gone. We are currently trying to apply these findings to a game of their poor memory task.

### 特色・研究成果・今後の展望

Go/NoGo課題とは画面に不定間隔でランダムにGo刺激とNoGo刺激が提示されるもので、Go刺激のときのみボタンを押すなどの反応を求められるものです。ADHDではお手付きや見逃しが多発し、健常児に比べ成績が非常に悪くなります。ところが、図1に示すように背景を宇宙船が進む動画にして同じ課題(ゲーム課題)を行ったところ、ミスが激減しました。画面に「見入る」ような状態になり、反応速度は若干落ちるものの、ほとんどノミスで作業ができるようになります。ADHDでは身体に入る刺激が不足する場合に自己刺激活動を入れ、すなわち身体を動かしたりキョロキョロしたり、ということを行って不足する刺激を補う動作が知られていますが、画面に動的なものを入れることで画面への集中力が増すことがわかりました。これを応用して、彼らの苦手なものを覚えて作業するようなゲームに動的な背景や刺激を加えることで、ワーキングメモリ訓練を効果的に行えるのではないかと期待されます。現在、図2に示すようなゲームを開発中で実際にADHD児童に遊んでもらって効果の検証を進めていく予定です。



### 社会的実装への展望

ADHD児は教室での教員の指示や学習する内容への注意が持続しないことで学習や学級活動でミスを多発し、自尊心の低下を招くことで学習意欲が低下する危険性があります。今回のような動きを取り入れることで、学級での彼らの注意を引き付ける手法としての応用が期待されます。



# 山陰地域をフィールドとする沈み込み帯での 自然災害の予測・軽減技術の開発

Development of prediction and mitigation technologies on natural disasters in subduction zone using San-in region as a research field

## 火山灰分布した斜面地域における地震時地すべりの発生・運動機構

Landslides triggered by earthquake in volcanic ash distributing slopes

### 研究者紹介

- プロジェクトリーダー … 汪 発武 Fawu Wang (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・教授) (～令和2年4月)  
亀井 淳志 Atsushi Kamei (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・教授)

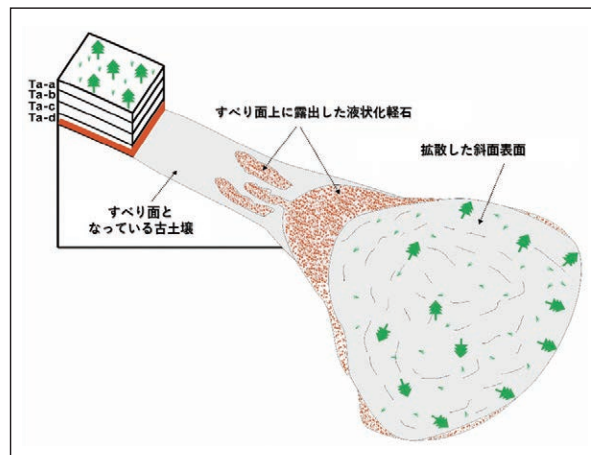
### 概要

本重点研究プロジェクトでは、山陰地域をフィールドに、沈み込み帯の複雑・多様な地質を反映した自然災害の特徴を理解したうえで、災害予測・軽減技術の開発に取り組んでいます。本研究の対象である2018年北海道胆振地震によって火山灰分布している斜面で多発した高速・長距離運動地すべり、沈み込み帯の地震活動と火山活動と深く関係しており、最も若い地質帯でもあります。そこで発生した災害現象に対する理解は、将来また発生する地震、火山活動による災害現象の予測に資することが考えられます。

In this project, we conduct multidisciplinary studies in the San-in region to understand natural disasters in subduction zones. Rapid and long runout landslides have been triggered by earthquake in slopes covered by volcanic ashes, which have direct relationship with subduction zone, and the volcanic ashes are the youngest geological unit. The understanding of those landslide disasters will be of help to predict the similar disasters that will be caused by the earthquake and volcanic activities in the future.

### 特色・研究成果・今後の展望

2018年北海道胆振東部地震は、火山性堆積物分布地域で大量な地すべりを引き起こしました。それらのほとんどは表層地すべりです。現地調査に基づいて、表層地すべりを「急斜面での並進性すべり」、「緩斜面での並進性すべり」、および「V字谷でのすべり」の3つのタイプに分類しました。それぞれの地すべりに対して、詳細断面測量および土質試験を実施した結果、すべての表層すべりは、樽前火山起源のTa-d軽石層の液状化から始まり、液状化したすべりゾーンに沿って運動しながら、液状化現象がさらに上方へ拡大したことが判明しました。このメカニズムを検証するために、Ta-d軽石層のせん断挙動と抗液状化強度特性について、一連の室内試験(基本的な物理的試験と三軸圧縮試験)をすべりゾーンから採取した土試料に対して行いました。試験結果から、中質砂Ta-d軽石MSおよび脆性的Ta-d軽石CSが他の層よりも低いせん断抵抗および抗液状化強度を有し、激しい地すべり運動の下で容易に液状化することがわかりました。Ta-d軽石の下にある1つの古土壌層は、低透水性を示し、Ta-d軽石の風化および土壌侵食を可能にし、Ta-dにおける脆性的で中質の砂の軽石層の広範な存在をもたらしました。



火山灰分布地域で発生した地震時高速長距離運動地すべりの運動機構図

### 社会的実装への展望

三瓶山周辺地域は北海道胆振地域と近い地震、火山活動を有します。胆振地域の研究成果を三瓶山地域に実装することによって、より有効な災害防止及び軽減が期待できます。

# がんゲノム医療に即応した リキッドバイオプシー技術の確立

Establishment of a novel liquid biopsy system for cancer genomic medicine

## 血液や腹水に含まれる微量の癌細胞の可視化とそのゲノム解析の試み

Challenge to visualize and collect cancer cells in blood and ascites samples useful for genome medicine

### 研究者紹介

●プロジェクトリーダー … 京 哲 Satoru Kyou (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)

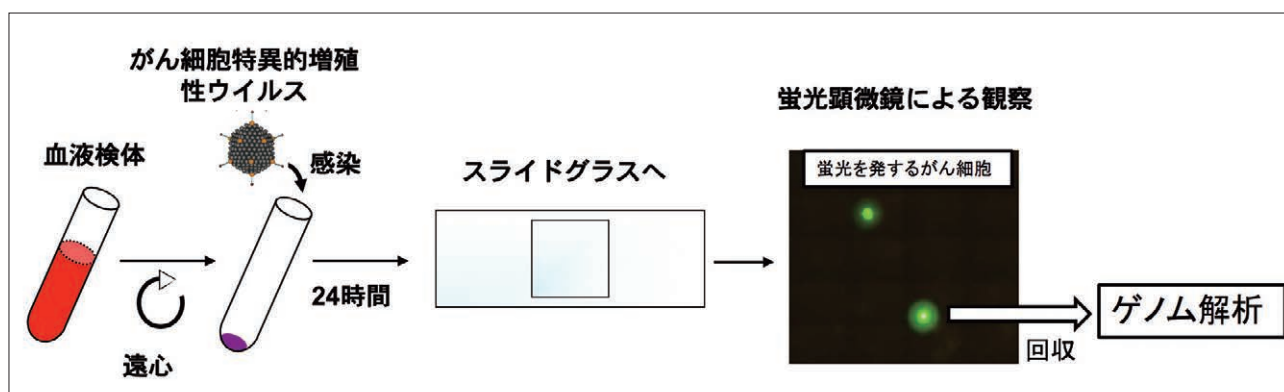
### 概要

がんの診断のためには通常がん組織を採取しますが、がんがお腹の中にある場合などは採取が難しく、代わりに血液や腹水が有用です。血液や腹水には原発巣から転移、浸潤してきたがん細胞が含まれます。これらは比較的簡単に採取できますので、ここからがん細胞を回収し、そのゲノム情報を解析すれば、原発巣のがんの種類や性質がわかり、早期発見や治療にも有用です。しかし、がん細胞は目に見えないので、そのままでは回収は困難でした。ウイルスは細胞に感染すると爆発的に増えます。その性質を利用して、私達は正常細胞には感染せず、がん細胞にのみに感染して増えるウイルスを開発してきました。このウイルスを改変し、感染した細胞が蛍光を発するように工夫しました。採取した血液や腹水にこのウイルスを感染させると、ウイルスが感染したがん細胞が蛍光を発するので、これを目印にがん細胞を回収して、そのゲノム情報を解析し、診断や治療に役立てることを目指しています。

The blood and ascites samples in cancer patients are likely to contain small amounts of cancer cells, of which collection and analysis of genome information may be useful for early diagnosis and characterization of cancers of the primary site. However, it is difficult to recognize and distinguish cancer cells in vivo. We have previously established specialized virus, that can infect preferentially to cancer cells, not normal cells, replicating and producing green fluorescent protein, which can be visualized with fluorescent scope and be sorted with flow cytometry. We are currently trying to infect this virus to blood and ascites samples to visualize and purely collect cancer cells available for genomic analyses.

### 特色・研究成果・今後の展望

がん細胞のみに感染して増殖するウイルスを用いるのが、この研究の大きな特色です。このウイルスは国際特許を取得していますが、さらに改変を加え、蛍光を発する遺伝子を組み込んであります。血液中や腹水内の微量のがん細胞にも感染して、細胞内で増殖し、蛍光を発するので、蛍光顕微鏡下でがん細胞の同定とその回収が可能となるのです。図は蛍光顕微鏡にて蛍光を発するがん細胞を示しています。血液中去くわずかに含まれるがん細胞もこの様に光らせて同定することができるのです。わずかながん細胞をこの方法で同定して回収し、ゲノムを解析することで、がんの原発巣の診断や殿特性、治療に対する有益な情報が得られるのです。



### 社会的実装への展望

我々が開発してきた「がん細胞に感染して蛍光を発するウイルス」を血液や腹水に感染させ、そこに含まれる微量のがん細胞を蛍光顕微鏡で同定、回収してゲノム解析を行うことで、がんの早期診断に繋がり、またがんの特性を知ること、有効な治療に結びつけることができる可能性があります。

# 物質と電荷の起源の解明への挑戦

Challenge for revealing the origins of matter and charge

## 陽子崩壊の二つのモード

Two modes of proton decay

### 研究者紹介

- プロジェクトリーダー … 波場 直之 Naoyuki Haba (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・教授)  
山田 敏史 Toshifumi Yamada (学術研究院理工学系・戦略的研究推進センター担当・特任助教)  
清水 康弘 Yasuhiro Shimizu (戦略的研究推進センター・研究員)

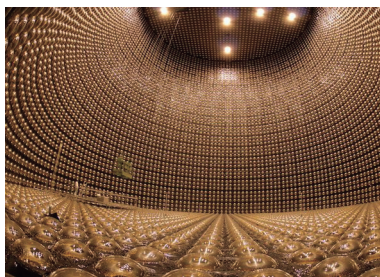
### 概要

大統一理論は、自然界の四つの力(重力、電磁気力、「弱い力」、「強い力」)のうち、電磁気力、弱い力、強い力の一つに統一する理論であり、陽子と電子の電荷の絶対値の一致を自然に説明できる点で魅力的かつ有力な仮説です。大統一理論を証明するには、安定なはずの陽子が極めて稀に崩壊する「陽子崩壊」を発見する必要があります。現在、岐阜県神岡の検出器スーパーカミオカンデで陽子崩壊の精力的な探索が行われ、その後継のハイパーカミオカンデでも行われます。本研究で私たちは、陽子の二つの異なる崩壊モードを観測できる可能性があること、それにより異なる種類の大統一理論を区別できること、を世界で初めて詳細に明らかにしました。

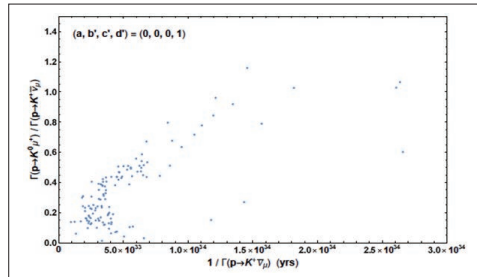
Of the four forces in Nature (gravity, electromagnetism, "weak interaction", "strong interaction"), the Grand Unified Theory unifies electromagnetism, weak interaction and strong interaction into one force. Since this theory can naturally explain the coincidence of the absolute values of the electric charges of proton and electron, it is an attractive and viable hypothesis. To prove the Grand Unified theory, one has to discover "proton decay", where the proton, which is supposed to be stable, decays very rarely. At present, the Super-Kamiokande detector in Kamioka, Gifu is eagerly searching for proton decay, and its successor, Hyper-Kamiokande, is going to continue the search. In the present project, we have, for the first time, fully revealed that two different decay modes of proton can be observed and that their observation allows us to distinguish different types of the Grand Unified Theory.

### 特色・研究成果・今後の展望

自然界には、重力、電磁気力、中性子等の崩壊をつかさどる「弱い力」、クォークを結びつけて核子等を作る「強い力」の四種類の力が存在します。電磁気力、弱い力、強い力の三つを単一の力の現れと考える「大統一理論」は、陽子と電子の電荷の絶対値の一致を自然に説明できることから、その正しさが有力視されています。大統一理論は、安定なはずの陽子が極めて稀に崩壊する「陽子崩壊」を予言します。これは未発見現象ですが、もし発見できれば大統一理論の重要な証拠となります。現在、岐阜県神岡のスーパーカミオカンデ検出器が精力的に陽子崩壊を探索しており、さらに、その後継として2027年に稼働するハイパーカミオカンデ検出器がより大規模な探索を行います。私たちは、ハイパーカミオカンデにおいて、陽子崩壊の二つの異なるモード、「陽子から荷電K中間子とニュートリノへの崩壊」と「陽子から中性K中間子とミュオンへの崩壊」が共に観測される可能性があることを世界で初めて詳細に議論しました。さらに、これらの崩壊モードの頻度の比が、大統一理論の構造を探る手がかりであり、異なる種類の大統一理論の区別を可能にすることを明らかにしました。



スーパーカミオカンデ検出器の内部。ここに水を充てて実験します。  
© Super-Kamiokande Collaboration



本プロジェクトが発表し、現在査読中の論文に含まれるグラフの一部。縦軸が陽子崩壊の二つのモードの頻度の比、横軸が片方のモードの頻度、各点が大統一理論の予言を表しています。

### 社会的実装への展望

ハイパーカミオカンデ実験は、水中を飛ぶ荷電粒子が出すチェレンコフ光を利用して陽子崩壊を探索しますが、荷電K中間子や中性K中間子を含む状態への崩壊を観測するには、水ではなく液体アルゴン(沸点-186度)を用いた次世代の検出器の方が圧倒的に有利です。本研究は、液体アルゴン検出器の開発に強い動機付けを与えます。この検出器に使われる液体アルゴンの製造・運搬・貯蔵技術は、工業に直結しています。



# バイオマス・地域資源を活用する環境調和型触媒 および機能性有機材料の開発

Development of environmentally friendly chemical transformations and functional organic materials using biomass resources

## 天然由来のビタミンB<sub>2</sub>とヨウ素触媒を用いた環境付加の低い スルフェニル化ピラゾールの合成

Environmentally friendly synthesis of sulfenylated pyrazoles using coupled vitamin B<sub>2</sub>/iodine catalysis

### 研究者紹介

●プロジェクトリーダー … 飯田 拡基 Hiroki Iida (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・准教授)

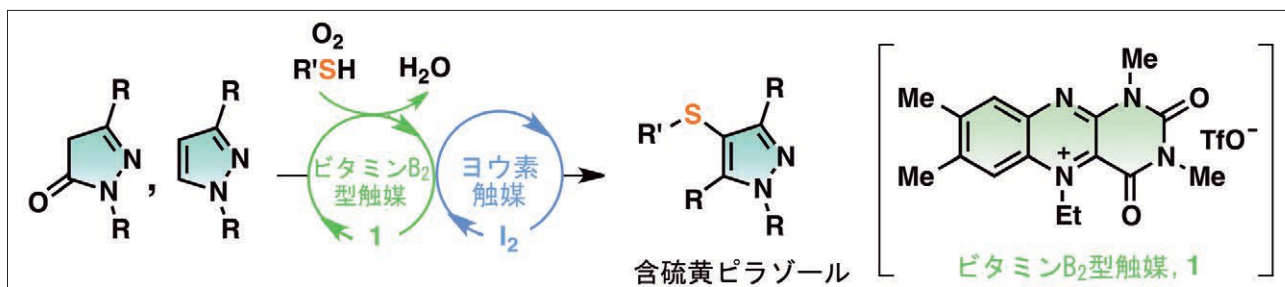
### 概要

ビタミンB<sub>2</sub>は微生物を用いた発酵法により大量生産され、安価に入手できる天然由来の機能性有機化合物です。我々はビタミンB<sub>2</sub>から合成した有機分子触媒をヨウ素触媒とともに用いることにより、生理・薬理活性物質の鍵構造として有用な含硫黄ピラゾール化合物を、従来法に比べて環境負荷の少ない方法で合成できることを見出しました。

Naturally occurring vitamin B<sub>2</sub> is synthesized by microbial fermentation, and thus is obtained commercially with lowcost. Using the vitamin B<sub>2</sub>-derived organocatalysts and iodine catalyst, we developed a novel environmentally friendly method for the synthesis of sulfenylated pyrazoles which often display important biological and pharmacological activities.

### 特色・研究成果・今後の展望

ピラゾール化合物は生理活性・薬理活性物質にしばしば見られる重要な有機構造であり、このピラゾールに硫黄を付加させた含硫黄ピラゾールも医薬候補として盛んに研究がなされています。我々は、ビタミンB<sub>2</sub>由来の有機分子触媒と酸化還元触媒として働くヨウ素を組み合わせた非金属触媒系を用い、ピラゾールのスルフェニル化を穏和な条件下で進行させることを始めて見出し、環境負荷の低い含硫黄ピラゾールの合成手法を開発しました。本手法は空気中の酸素によって駆動し、無害な水のみを副生成物として生じるという環境面での大きな利点があります。ヨウ素は、日本が全世界生産量の約30%を産出する貴重な国産天然資源であり、金属ではないにも関わらず興味深い酸化還元能を示します。このヨウ素を触媒として用い、ビタミンB<sub>2</sub>由来の触媒と組み合わせることで、従来にない手法の開発に成功しました。



フラビン/ヨウ素触媒を用いた酸素酸化的スルフェニル化反応による含硫黄ピラゾール類の合成

### 社会的実装への展望

本研究で見出した手法は、現代化学の重要な課題であるグリーンケミストリー（環境に優しい化学）の概念に合致した新しい実用的有機合成技術の開発に繋がることが期待できます。

# 光合成生物における有用物質代謝制御機構の解明

Regulation mechanism of some valuable compounds in photosynthetic organisms

## 微細藻類ユーグレナの有用脂質ワックスエステル代謝に関わる ミトコンドリアのプロテオミクス解析

Proteomics analysis of mitochondria involved in wax ester metabolism in Euglena

### 研究者紹介

- プロジェクトリーダー … 石川 孝博 Takahiro Ishikawa (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・教授)
- 丸田 隆典 Takanori Maruta (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・准教授)
- 小川 貴央 Takahisa Ogawa (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・准教授)

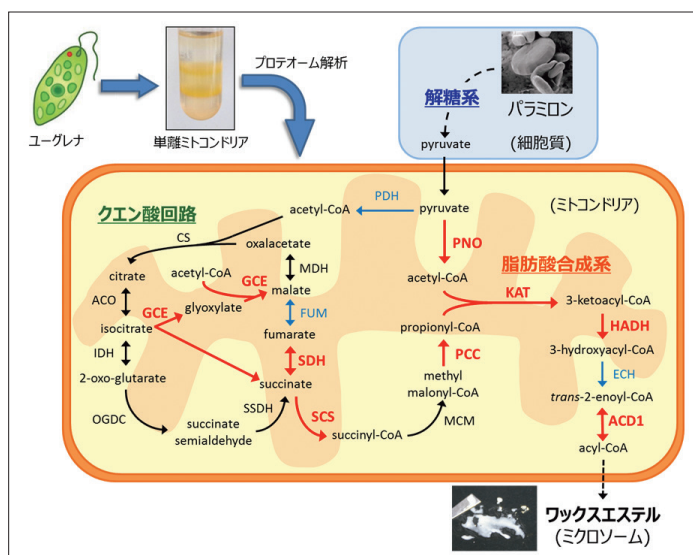
### 概要

微細藻類ユーグレナは通常の好気条件においてβ-1, 3-グルカンで構成されたパラミロンと呼ばれる貯蔵多糖を蓄積しますが、嫌気条件になるとバイオ燃料として有望な脂質のワックスエステル(脂肪酸と脂肪アルコールのエステル化合物、主成分は炭素数28のミリスチルミリスチン酸)を生産します。このパラミロンからワックスエステルへの代謝には、ユーグレナ独自のミトコンドリアでの脂肪酸合成が鍵を握っていますが、その嫌気に応答した代謝制御機構については明らかではありません。今回、ユーグレナから単離したミトコンドリアの包括的なタンパク質解析により、脂肪酸合成関連酵素の発現上昇が嫌気時のワックスエステル代謝に関連していることを明らかにしました。

*Euglena gracilis* is a unicellular phytoflagellate and produces a large amount of wax esters under anaerobic conditions. The regulatory mechanism of wax ester production is not yet understood. In this study, we conducted a proteome analysis of *E. gracilis* mitochondria, as this organelle employs the fatty-acid synthesis pathway under hypoxic conditions. The proteomic analysis revealed that wax ester synthesis-related enzymes are up-regulated at the protein level post-transcriptionally to promote wax ester production in *E. gracilis* under hypoxic conditions.

### 特色・研究成果・今後の展望

微細藻類ユーグレナが生産するワックスエステルは、バイオ燃料としての利用が期待されています。その実用化のためには代謝調節機構を明らかにし、生産性の向上を図ることが不可欠です。現在私たちの研究グループでは、ワックスエステルを生産する嫌気条件や、通常の生育条件である好気条件で処理したユーグレナ細胞から、オミクス解析と呼ばれる発現遺伝子やタンパク質の包括的な解析を進めています。今回、ワックスエステルの構成成分である脂肪酸合成の場となるミトコンドリアのプロテオミクス解析を実施し、嫌気時にはピルビン酸:NADP+酸化還元酵素など一連の脂肪酸合成関連酵素がタンパク質レベルで発現上昇することを明らかにし、これまでの知見と合せて代謝酵素の翻訳後調節がワックスエステル代謝制御の鍵になっていることを示しました。今後、ワックスエステル代謝関連酵素群の翻訳後制御機構の詳細を明らかにすることで、ワックスエステル生産性の向上につながることを期待されます。



好気条件と嫌気条件のユーグレナから単離したミトコンドリアのプロテオーム解析の結果、赤で示した脂肪酸合成関連酵素の発現量が有意に増加していることがわかりました

### 社会的実装への展望

本研究により、エネルギー関連分野および環境関連分野において、化石燃料の代替エネルギーとして、クリーンで持続可能な微細藻類に由来するバイオ燃料の生産・実用化のための技術開発への応用が期待できます。

# 環境中の生体高分子を用いた 宍道湖七珍復活へのアプローチ

Approach to regeneration of seven rare species in Lake Shinji using environmental biomolecules

## 環境DNAを用いた平田船川におけるワカサギとシラウオの 遡上・消失時期の推定

Estimation of appearance/ disappearance occasion of Japanese smelt and icefish in Hirata-Funagawa river using environmental DNA

### 研究者紹介

●プロジェクトリーダー … 高原 輝彦 Teruhiko Takahara (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・准教授)

### 概要

本研究ではこれまでに、宍道湖七珍のワカサギとシラウオを対象にして、革新的な生物モニタリング法の“環境DNA技術”を開発しました。そして、平田船川をモデルフィールドとして、5月から10月までの期間に採取した環境DNAサンプルを分析しました。その結果、ワカサギのDNA出現時期に比べて、シラウオの方が少し早い時期にDNAが検出されること、7月をピークにこれら2種のDNA濃度は徐々に減少し、10月にはほとんど検出されなくなるなどがわかりました。これらの環境DNA結果は、平田船川におけるワカサギとシラウオの出現/消失時期を反映しているものと思われます。今後は、秋頃からこれら2種のDNAが検出されなくなる理由を明らかにしたいと考えています。

In this project, I have developed "environmental DNA technology" of the innovative biological monitoring method for Japanese smelt (*Hypomesus nipponensis*) and icefish (*Salangichthys microdon*) of the seven rare species in Lake Shinji. Then, in Hirata-Funagawa river as a model field, I analyzed the eDNA samples collected from May to October. As a result, compared to Japanese smelt, eDNA of icefish was detected a little earlier season. Moreover, I found that eDNA concentrations of the two species gradually decreased after peaking in July, and were almost undetectable in October. These results seem to reflect the appearance/disappearance seasons of Japanese smelt and icefish in Hirata-Funagawa river. In the future, I would like to clarify the reason why eDNA of the two species was not detected around autumn.

### 特色・研究成果・今後の展望

生物の減少を食い止め、保全するためには、まずは、どこにどんな生き物がどのくらい棲んでいるのか、さらには、それらが健康な状態なのかどうかを知る必要があります。本プロジェクトでは、水の中に溶け出した生き物のフンなどに由来した環境中の生体高分子(DNA・RNA・タンパク)を調べる手法を開発し、宍道湖七珍を含む水生生物などの生息状況を簡便に評価できるようになることを目標にして進めてきました。これらの手法は、現場ではわずかな水を汲むだけ、あとはそれを持ち帰って濾過や目的物質の抽出・測定を行います。つまり、危険や多大な労力を伴う野外調査の負担を大幅に軽減できる大きな利点があります。宍道湖や中海のような汽水域は多種多様な生物種が利用するため、本分析手法を最大限に活用できると考えています。本研究の成果は、島根県の象徴である宍道湖における生物多様性の保全や持続可能な水産資源管理の実現に役立てることができるかと確信しています。



宍道湖のほとりにあるワカサギ孵化施設(宍道湖漁協所有)(写真提供：藤井正人氏)。平成6年の猛暑以降、本種の漁獲量が激減しています。県庁所在地でワカサギが漁獲されるのは全国的にも珍しいそうです。地元の悲願であるワカサギの資源回復実現へ貢献できるように取り組んでいきます！

### 社会的実装への展望

本プロジェクトでは、地元自治体などにおける環境調査や資源管理の際に実用的に利用できる安価で簡便な生物モニタリング手法の開発を進めており、将来的な社会実装を見据えて取り組んでいます。実際、本プロジェクトの成果を元に、島根県水産技術センターとの共同研究「シラウオ資源予測手法の開発」に発展しており、今後は、その他にも様々な実践的な研究・調査を展開していく予定です。



# 教養教育における歴史学習モデルの構築と 授業実践を通じた評価：歴史学習の高大接続に向けて

Development of a Historical Learning Model and Assessment in Classroom Practice in General Education: Experimental Approach for High School/University Articulation of Historical Learning

## 学習分析に基づく課題探究型歴史教育の高大協働

A Study of Problem Based Learning in Education of History under the Collaboration between High School and University : Based on the Result of Learning Analysis

### 研究者紹介

- プロジェクトリーダー … 丸橋 充拓 Mitsuhiro Maruhashi (学術研究院人文社会科学系・法文学部担当・教授)
- 鹿住 大助 Daisuke Kazumi (学術研究院教育研究推進学系・大学教育センター担当・准教授)
- 中村 怜詞 Satoshi Nakamura (学術研究院教育学系・教職大学院担当・准教授)
- 大日方克己 Katsumi Obinata (学術研究院人文社会科学系・法文学部担当・教授)

### 概要

近年、大学でも高校でも、課題探究型学習のような双方向型の教育方法が求められていますが、学習者の主体性を喚起する上で重要なのは、学習者の多様性に寄り添うことです。本プロジェクトでは、島大教養課程の歴史学の授業において実施した「学習分析」の結果に基づき、学習者の「学びのパターン」のモデル化を進めています。さらにそのモデルを、高大協働のもとで教育実践に活用する試みも始めています。

Recently, both university and high school are requested to make their method of instruction interactive, such as Project-based Learning. In order to make each learner active, it is very important to take diversity of learners' background into account. We have, therefore, engaged in modelling the patterns of learning based on the result of our Learning Analysis, advanced at a class of history in general education course of Shimane University, and in putting such models into practice in collaboration with high schools in Shimane Prefecture.

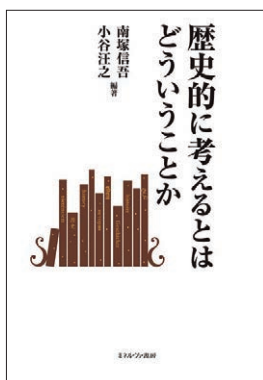
### 特色・研究成果・今後の展望

本プロジェクトの特徴は「歴史学習論の研究」の成果を「歴史教育の実践」に活用していく点にあります。

そのうち研究面の成果は、研究メンバーの鹿住大助准教授が論文「大学で歴史を学ぶということ」（『歴史的に考えるとはどういうことか』所収、ミネルヴァ書房、2019年）にまとめ、高校までの歴史学習の経験が学生の歴史学習観に与えている影響や、大学の教養・歴史授業を事例に歴史的思考を身につける可能性について論じました。

教育実践の面では、課題探究型授業づくりの裾野を広げていく試みとして、学習指導要領改訂が間近に迫る高校歴史科目を題材に、公開ワークショップ「歴史総合へのキックオフ：課題探究型授業づくりの高大協働」を2018年度に続いて開催しました。ワークショップおよび前後の意見交換などを通じ、大学教員と近隣の高校・教委等の先生方との間での協働関係を継続・深化することができました。

今後は、本プロジェクトの成果を、2020年度に開始する科学研究費補助金の共同研究「探究型歴史学習の高大接続モデル開発：新学習指導要領世代をグローバル市民に」に結びつけ、全国的な歴史教育改革の動きと連携しながら、協働の輪を広げていく予定です。



『歴史的に考えるとはどういうことか』ミネルヴァ書房(2019)



公開ワークショップの様子(2019年12月)

### 社会的実装への展望

「課題探究型学習」と「高大接続」は、学習指導要領の改訂が2年後に迫り、喫緊の課題との認識が広がってきましたが、その中身についてはなお暗中模索の段階にあります。われわれは本プロジェクトの研究成果・教育実践を通じ、島根県や近県における高大接続と課題探究型学習の実質化に力を尽くせると考えています。

# 西村天囚関係新資料の研究

A Study on the Acquired Manuscripts Related to NISHIMURA TENSHU

## 西村天囚による最初期の懐徳堂研究の草稿についての研究

A Study on a draft-manuscript of the earliest study on KAITOKUDO by NISHIMURA TENSHU

### 研究者紹介

●プロジェクトリーダー … 竹田 健二 Kenji Takeda (学術研究院教育学系・教育学部担当・教授)

### 概要

懐徳堂は、江戸時代中期に、大坂の商人らによって設立された学校ですが、明治2年(1869)に閉鎖されました。その約40年後、西村天囚らを中心に懐徳堂顕彰運動が興り、懐徳堂記念会が設立されます。天囚は、懐徳堂研究に取り組んだ先駆者であり、その著『懐徳堂考』は現在においても、懐徳堂研究に取り組む上での基礎的資料です。先年、天囚の故郷である鹿児島県種子島西之表市の西村家において、天囚関係の新たな資料が発見されました。本研究は、この新資料を用いて、天囚による懐徳堂研究がどのようにして始められたのか、という問題の解明を目指すものです。

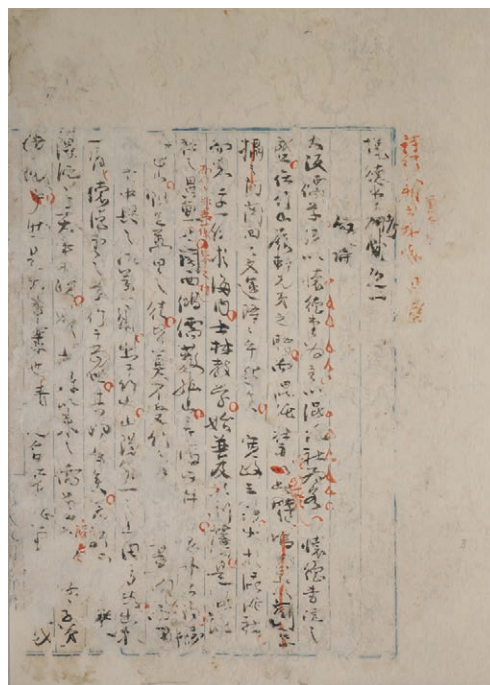
KAITOKUDO was founded as an academy by merchants of Osaka in the middle of the Edo period, but it had closed in the second year of the Meiji era (1869). About 40 years later, due to uprising of movement to retrieve KAITOKUDO by NISHIMURA TENSHU, KAITOKUDO KINENKAI was organized. NISHIMURA is a pioneer in the study of KAITOKUDO, "KAITOKUDOKO" written by him still serves as the basis for KAITOKUDO study. Two years back, many new documents of NISHIMURA were discovered at the Nishimura house in his birthplace of Nishinoomote City of Tanegashima island, Kagoshima Prefecture. The purpose of this study is to find out by using this new documents how NISHIMURA's study of KAITOKUDO started.

### 特色・研究成果・今後の展望

2019年8月、西村家・西之表市の協力を得て、昨年度に引き続き西村家所蔵資料の調査及び目録作成のための作業を行いました。加えて、西村家資料の中でも特に重要と思われる、西村天囚の最も早い段階の懐徳堂研究の原稿と見られる資料について、専門業者による修復を行いました。写真は、その資料の第1葉表の部分です。

虫損が激しく、文字の判読できない部分がおおしくありませんが、今回の修復によって、本資料には内題が記されていることが判明しました。重要な点は、内題はもともと「懐徳堂研究之一」と墨筆で記されていたこと、そして後に「懐徳堂考之一」と修正が加えられていることが確認された点です。西村は明治43年(1910)2月7日から大阪朝日新聞において連載「懐徳堂研究其一」を開始しましたが、同月27日に連載第20回をもって終了するにあたり、その題名を「懐徳堂考」上巻と改題しています。このため、内題が「懐徳堂研究」から「懐徳堂考」へと修正されていることは、この資料が西村による最も早い段階の懐徳堂研究の原稿であることを示す決定的な証拠と考えられます。

今後は、修復後の資料の釈読を進め、『懐徳堂考』成立の経緯、及び西村の懐徳堂研究の全容について解明する予定です。



修復した資料の第1葉表

### 社会的実装への展望

西村天囚が東京大学文学部古典講習科で学んだ時の同級生に、松江出身の瀧川亀太郎がいます。また、瀧川の師である内村鱸香は、西村の師である重野安繹と交流がありました。本研究により、懐徳堂研究の経緯に関する解明が進むだけでなく、松江を含む近代日本における漢学の実態の解明が進むことが期待できます。

# タンニンの化学結合性を利用した 未利用資源の有効活用

Effective utilization of the unused resource using chemical bonding of tannin

## 地域未利用植物の抗菌性評価

Evaluation of antimicrobial properties of local unused plant

### 研究者紹介

●プロジェクトリーダー … 鶴永 陽子 Yoko Tsurunaga (学術研究院人間科学系・人間科学部担当・教授)

高橋 哲也 Tetsuya Takahashi (学術研究院人間科学系・人間科学部担当・教授)

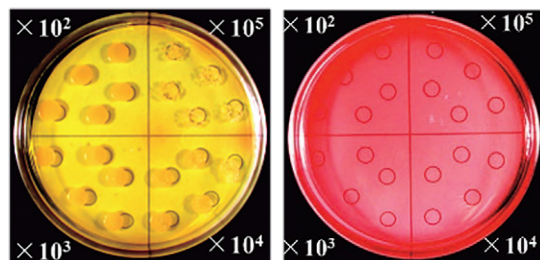
### 概要

植物に含まれるタンニンは、抗菌性を示すことが知られています。そして、島根県内に自生している植物には、タンニンを多く含むものがいくつかありますが、その多くは未利用資源となっています。そこで、本研究では、そうした未利用資源の中から、タンニン含量の高いものを調査し、それらの抗菌性を明らかにすることで、優れた抗菌素材を見出すことを試みました。

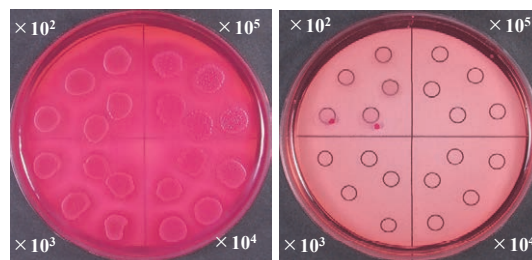
Tannins in plants are known to have antibacterial properties. Although some plants native to Shimane Prefecture have been identified as having a high tannin content, many of them are unused resources. In this study, we investigated the high tannin content of these unused resources and tried to find excellent antibacterial materials by clarifying their antimicrobial properties.

### 特色・研究成果・今後の展望

本研究では、食中毒菌の一種である黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus* NBRC 12732) と大腸菌 (*Escherichia coli* NBRC 3301) を用いて県内の未利用植物の抗菌性評価を行いました。黄色ブドウ球菌では、クリ(果皮)、ケヤキ(葉)、イチヨウ(葉)、ヤマモモ(葉)、カキ(ヘタ)などに高い抗菌性が認められました。一方、大腸菌を用いた場合は、クリ(果皮)、カキ(ヘタ)などに高い抗菌性が認められました。次に、ヘルスケア分野への応用として、配合紙の創製を試み、その製造方法について企業との共同研究により最適条件を明らかにしました。さらに、創製した配合紙の抗菌性を評価したところ、原料の抗菌性を保持できていることもわかりました。今後、さらに多くの未利用資源の抗菌性を検討するとともに、機能性評価の項目を増やし、応用範囲を広げたいと考えています。



黄色ブドウ球菌を20時間培養した培地の様子(左: 対照区 右: クリ(果皮))



大腸菌を19時間培養した培地の様子(左: 対照区 右: クリ(果皮))



試作したクリ(果皮)の配合紙(左から配合60%, 40%, 20%)

### 社会的実装への展望

タンニンは、抗酸化性、抗菌性、抗ウイルス性、消臭性などの多くの機能性を有することから、今後、それらを解析することによりヘルスケア分野等への応用が期待できます。



# しまね減塩プロジェクト 脳卒中予防を目指して

Salt Reduction Project in Shimane

## 健診において塩分摂取量を測定することが受診者の減塩につながる

Measuring salt intake could lead to reducing salt intake

### 研究者紹介

- プロジェクトリーダー … 磯村 実 Minoru Isomura (学術研究院人間科学系・人間科学部担当・教授)
- 並河 徹 Toru Nabika (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)
- 安部 孝文 Takafumi Abe (学術研究院医学・看護学系・地域包括ケア教育研究センター担当・助教)

### 概要

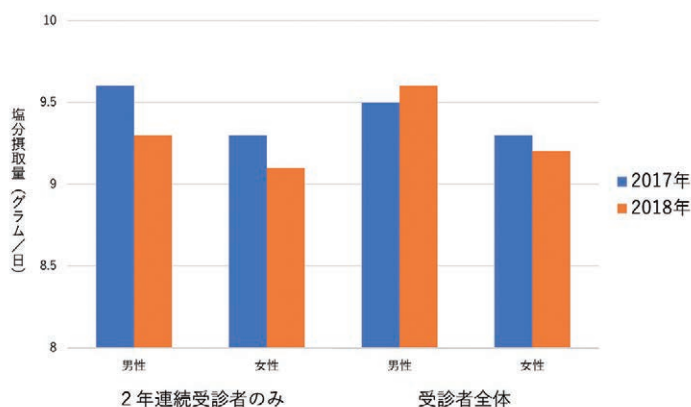
日本人の塩分摂取量は年々減少してきていますが、依然として目標とする塩分摂取量にはほど遠いのが現状です。その一つの理由として、自分がどれくらいの塩分を摂取しているかを知る機会がないことが考えられます。我々は2013年より島根県内3市町の特定健診の際に塩分摂取量の推定と食習慣の調査を行っており、推定された塩分摂取量を受診者にフィードバックしています。健診で自らの塩分摂取量を知ることが、健診後の塩分摂取量の減少につながっているかどうか検討を行いました。

Although the daily salt intake of Japanese people has been decreasing, it is still far from the optimal amount of salt intake. One of the reasons could be that people don't have the opportunity to know how much salt they are taking. Since 2013, we have been estimating salt intake and surveying eating habits during annual health checkups at several towns in Shimane Prefecture, and have been feeding back the estimated salt intake to the examinees. We examined whether knowing one's salt intake at a health checkup led to a decrease in salt intake after the checkup.

### 特色・研究成果・今後の展望

島根県邑南町にて実施された特定健診受診者を対象として、健診会場にて随意尿の採取並びに血圧などの臨床データの取得を行いました。尿中のナトリウム量からTanaka式を用いて1日の塩分摂取量を推定しました。邑南町の健診受診者数は2018年が762名、2017年が783名で、2017年の受診者の塩分摂取量の平均は男性9.5g、女性9.3gでした。また、2018年の受診者の塩分摂取量の平均は男性9.6g、女性9.2gであり、男女とも両年の塩分摂取量の間には有意差を認めませんでした。しかし、2年連続で健診を受診した510名に限れば、2017年の塩分摂取量の平均は男性9.6g、女性9.3gであったのに対し、2018年の塩分摂取量の平均は男性9.3g、女性9.1gと有意に低下していることがわかりました。同様のことは我々が調査を行っている他の地域でも認められました。これらのことから、健診において自分の塩分摂取量を知ったことが、健診以降の減塩意識の高まりにつながった可能性が考えられました。

#### 2017年と2018年の塩分摂取量の比較



### 社会的実装への展望

毎日体重や血圧を測ったりすることが健康維持に役立つのと同じように、自分の塩分摂取量を知ることが減塩につながることを本研究の結果から示唆されました。しかし、自分がどれだけ塩分を取っているかを簡単に知る方法がないのが現状です。本研究の結果を簡便に塩分摂取量分かる機器の開発につなげることができれば、より一層の減塩を進め、脳卒中の低減につなげられると期待できます。

# 骨折治療支援システムを応用した テーラーメイド骨粗鬆症患者用人工骨ネジの開発

Development of tailored artificial bone screws for patients with osteoporosis using the osteosynthesis assistance system

## 骨粗鬆症患者専用骨接合部材キットの開発

Development of an osteosynthesis tools kit for patients with osteoporosis

### 研究者紹介

- プロジェクトリーダー … 今出 真司 Shinji Imade (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・助教)
- 内尾 祐司 Yuji Uchio (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)
- 若槻 拓也 Takuya Wakatsuki (医学部・整形外科・医科医員)
- 古屋 諭 Satoshi Furuya (島根県産業技術センター・研究幹)
- 中澤耕一郎 Koichiro Nakazawa (島根県産業技術センター・専門研究員)
- 須澤 敏郎 Toshiro Suzawa (帝人メディカルテクノロジー株式会社・営業部主任)
- 森井 敬 Hiroshi Morii (帝人メディカルテクノロジー株式会社・工場長)

### 概要

年齢を重ねることで骨も劣化し骨粗鬆症を生じます。若い健全な骨と老いた骨粗鬆症の骨では骨の量や強さが全く異なり、前者はぎっしり詰まっており後者はスカスカです。例えば、リングとスナック菓子くらい違います。にもかかわらず、骨折治療に使用する機材は同じです。骨粗鬆症患者では固定具が緩みやすいことが知られており、私たちはこの画一的な機材に問題があると考えました。本研究では、骨粗鬆症患者の骨特性に配慮した専用のネジやドリルから構成される、「骨粗鬆症患者専用骨接合部材キット」を開発します。

Degenerative changes associated with aging include bone loss and deterioration, which can lead to osteoporosis. Bone volume and strength are considerably different between healthy individuals and those with osteoporosis, in that the former is tightly packed with trabeculae, while the latter is not. Despite these differences, the process of osteosynthesis is the same for fractures of, both, healthy and osteoporotic bones. It is known that screws fixed to the fracture site sometimes loosen in osteoporotic bones, and we hypothesized that the use of uniform tools is the reason. Here, we develop an osteoporotic bone-specific osteosynthesis tool kit composed of specialized screws and drills that take into account the characteristics of osteoporotic bones.

### 特色・研究成果・今後の展望

本研究の特色は、骨質に配慮したこれまでにない骨接合部材キットを開発することです。

骨粗鬆症とは加齢によって骨が脆くなった状態のことで、軽い衝撃でも骨折(脆弱性骨折)を生じる事があります。こうした骨折は高齢化の進行に伴い増加しており、寝たきりへの主因となっています。骨折をしっかり固定し、早期リハビリ開始で寝たきりを防止することが求められています。ところが骨粗鬆症では固定したネジが緩み易く、しばしばリハビリ開始が遅れてしまいます。

なぜそのようなことが起こるのでしょう。私たちは既存の骨接合部材が骨粗鬆症に適していないのではないかと考えました。骨接合部材はネジやドリルから成り、健康者と骨粗鬆症患者で使用する機材に違いはありません。ところが両者の骨特性は全く異なります。骨粗鬆症の骨質に配慮したネジやドリルを開発すれば、ネジの緩みを防止し脆弱性骨折治療に貢献できると考えています。

研究の結果、既存の骨接合部材とは一線を画す、新しいネジやドリルの開発に目途が立ちました。基礎実験段階ですが、既存品に比較し2~3割強く固定でき、かつ2倍緩み難くなっています。今後はこの結果が毎回同じであるか(再現性)を検証し、医療機器として製品化を目指します。



### 社会的実装への展望

高齢化社会を迎え脆弱性骨折の頻度は過去20年で倍増しており、特に高齢化率が34%強と全国平均を上回る島根県では、本骨折治療の改善は急務です。本研究により骨粗鬆症専用骨接合部材キットが完成すれば、即戦力としての実用が期待されます。

# 金属における格子欠陥のダイナミクス

Dynamics of lattice defects in metals

## 金属における原子配列の乱れの不思議な動きを世界で初めて観測

The first observation of anomalous motion of atomic disarrangement in a metal

### 研究者紹介

●プロジェクトリーダー … 荒河 一渡 Kazuto Arakawa (学術研究院理工学系・次世代たたら協創センター担当・教授)

### 概要

原子が周期的に配列することによって構成されている物質を「結晶」と呼びます。たとえば、金属は結晶の一種です。実在の結晶材料には、原子配列の乱れ、すなわち結晶格子欠陥が様々なプロセスで容易に導入されます。格子欠陥は、しばしば結晶そのものの強さや電気の流れやすさなどの物性を支配する主要因子となります。私たちは、透過電子顕微鏡法を駆使して、金属における原子配列の乱れのおもしろい動きを世界で初めて観測することに成功しました。

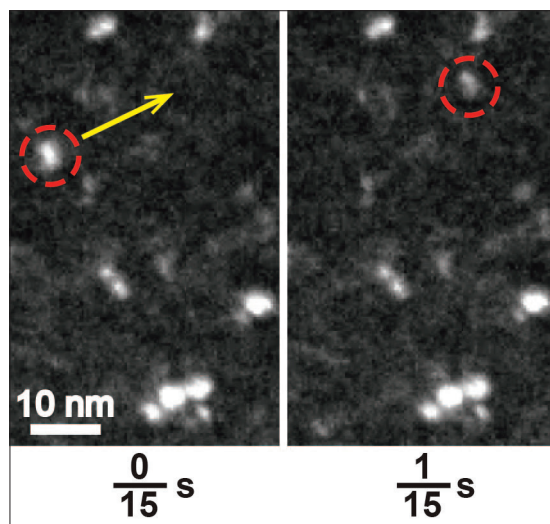
We call materials, where composing atoms are arranged periodically, "crystals." For example, metals are crystals. Within real crystalline materials, disorders of atomic arrangement-lattice defects-are produced very easily in various processes. These lattice defects are often dominant factors controlling macroscopic properties of materials such as their strength or electric conductivity. We have succeeded in observing anomalous motion of atomic disarrangement in metals using transmission electron microscopy, for the first time.

### 特色・研究成果・今後の展望

金属における原子配列の乱れ(欠陥)の動き(拡散)は、異なる種類の原子同士を混ぜるプロセス(合金化)などを支配する重要なものです。拡散の激しさ(拡散係数)の温度依存性は、約1世紀前にスウェーデンのアレニウス博士が定式化した「アレニウスの法則」によって記述されます。アレニウスの法則によれば、温度の低下とともに、拡散係数は急激に低下して低温ではほぼゼロになります。すなわち、低温では拡散は起こらなくなります。一方で、水素等の極めて軽い原子だけは、低温でも、拡散係数がゼロにならない、すなわち拡散が起こることが知られています。この現象は、現代物理学の根幹をなす「量子力学」によって説明されるものであり、「量子拡散」と呼ばれます。

本研究では、透過電子顕微鏡を駆使して、タングステンという、水素の184倍の質量を持つ元素からなる金属において、欠陥の低温での量子拡散が起こることを世界で初めて実証しました。この結果は、金属における拡散についての約1世紀にわたる常識を打ち破るものです。

本成果は、材料分野で最も影響力のある Nature Materials 誌に掲載されるとともに、国内外の複数のメディアで紹介されました。



タングステンにおける低温での欠陥の動きを直接捉えた透過電子顕微鏡写真(黒い背景に対する白い粒状コントラストは、欠陥の像。「10nm」は、1億分の1メートル。)

### 社会的実装への展望

この成果は、鉄鋼材料などを低温で改質する新たな道を開き得るものです。また、欠陥が多量に導入される材料(たとえば、将来のエネルギー源である核融合炉の材料)の開発に役立つと期待されます。



# 反転対称の破れに由来する新しい機能性材料の開発を目指した物質探索

Material search for a new functional property originated in non-inversion symmetry

## 磁性元素ジグザグ鎖上に実現するトロイダル強秩序に由来する電流誘起磁化現象の観測

Observation of current-induced magnetization originated from ferrotoroidal order on a zig-zag chain of magnetic ions

### 研究者紹介

- プロジェクトリーダー … 本山 岳 Gaku Motoyama (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・准教授)
- 藤原 賢二 Kenji Fujiwara (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・教授)
- 武藤 哲也 Tetsuya Mutou (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・准教授)
- 西郡 至誠 Shijo Nishigori (学術研究院理工学系・総合科学研究支援センター担当・准教授)

### 概要

物質に電場を印加すると電流や誘電が引き起こされ、磁場では磁化が誘起されます。これが一般的に知られた物質の電磁応答です。これに対して、電場によって磁化が、磁場によって電流や分極が誘起される現象が理論研究やマルチフェロイクスの研究から指摘されてきました。この非従来型の電磁応答が金属においても現れ、この電気磁気効果には「対称性の破れ」が重要な役割を果たしていることを我々の研究成果は表しています。このプロジェクトでは、電気磁気効果の起源となる「対称性の破れ」を提供する物質を探索し、電気磁気クロス相関現象の基礎的な理解とその応用に向けた機能向上を目指しています。

In this project, we have carried out magnetization measurements on a metallic compound of  $\text{Ce}_3\text{TiBi}_5$  under applied DC electric current at around antiferromagnetic ordering temperature.  $\text{Ce}_3\text{TiBi}_5$  has Ce zig-zag chains and the Ce site has a lack of the local inversion symmetry. We have succeeded in an observation of unusual magnetization, which starts to deviate from usual magnetization just below magnetic transition temperature and is derived from the applied DC electric current. We suggest that the deviation originates from magnetoelectric effect, which has been theoretically predicted to occur in ferro-toroidal ordered state.

### 特色・研究成果・今後の展望

最近、我々は総合科学研究支援センターが管理する磁束量子計を利用した精密磁化測定によって電流誘起磁化現象を観測することに成功しました。この現象はCeのような磁性元素が空間的な反転対称性を持たないサイトに位置することで現れる現象で、電流によって制御される磁化や磁場によって制御される電流は非従来型の電磁応答として新しい機能性材料への応用が可能であるため、新材料として期待されています。私たちは電流誘起磁化現象の研究のため $\text{Ce}_3\text{TiBi}_5$ という物質を発見しましたが、 $\text{Ce}_3\text{TiBi}_5$ と同じ結晶構造を持ち同様な性質を示すことが期待される化合物を次々に発見しています。写真は我々が発見した化合物の結晶です。我々が発見した化合物の中から産業に応用可能な常温で且つ巨大な電気磁気効果を示すものが発見されると期待しています。また、これらを比較していくことで、反転対称性を持たないサイトに位置する磁性元素が持つとされる奇パリティ多極子秩序状態の解明につながると考えています。



(a)  $\text{Ce}_3\text{ZrBi}_5$



(b)  $\text{Ce}_3\text{TiBi}_5$



(c)  $\text{Sm}_3\text{TiSb}_5$

本研究課題において新しく発見された化合物の写真  
フラックス法で育成された単結晶試料 (a)  $\text{Ce}_3\text{ZrBi}_5$ , (b)  $\text{Ce}_3\text{TiBi}_5$ , (c)  $\text{Sm}_3\text{TiSb}_5$ です。これらの化合物は全て磁性サイトにおいて局所反転対称性を持っていません。

### 社会的実装への展望

本研究で対象となっている電気磁気クロス相関材料は電場による磁化の制御が可能であり、様々な機能性材料への応用が期待されています。

# 大学と地域を結ぶ現場密着型の学際的研究教育 ネットワークの確立と地域医療リーダーの育成

Field interdisciplinary study for education of leaders associated between academia and residents

## 日本の中山間地域における子どもの身体活動の実施量とその関連要因

Prevalence and correlates of physical activity among rural Japanese children and adolescents

### 研究者紹介

- センター長……………並河 徹 Toru Nabika (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)
- 副センター長……………磯村 実 Minoru Isomura (学術研究院人間科学系・人間科学部担当・教授)
- 研究代表者……………安部 孝文 Takafumi Abe (学術研究院医学・看護学系・地域包括ケア教育研究センター担当・助教)
- メンバー……………北湯口 純 Jun Kitayuguchi (身体教育医学研究所うなん・主任研究員)  
五味達之祐 Tatsunosuke Gomi (身体教育医学研究所うなん・研究員)

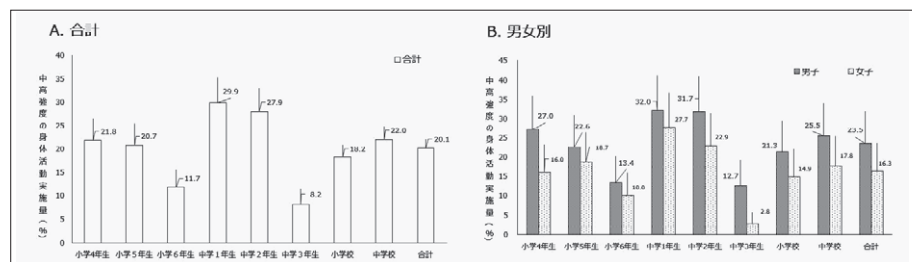
### 概要

世界保健機関 (WHO) は、子どもの心身の健康のために「少なくとも1日あたり60分以上の中強度の身体活動を毎日実施すること」を推奨しています。世界的に子どもの8割が身体不活動であることが報告されていますが、日本ではその実施量がまだ明らかになっていません。そこで、島根県雲南市の全小・中学校の小学4年生から中学3年生の1794人を対象に調査を行った結果、WHOが推奨する新たな活動量を満たした実施率は20.1%でした。これは国際的な状況とほぼ同じでした。また、男子は女子に比べ1.3倍、体を動かすことが「好き」は「嫌い」に比べ3.7倍実施率が高いことが明らかとなりました。一方で、人口密度別に比較すると、高密度地域に比べ中・低密度地域の実施率が約0.7倍低くなりました。(Abe T et al., J Epidemiol. 2019)

The World Health Organization (WHO) recommends that children and adolescents engage in at least 60 minutes of moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) daily to ensure good physical and mental health. Globally, approximately 81% of adolescents aged 11–17 years do not meet this recommendation. However, the prevalence of meeting recommended MVPA levels remains unclear at the population level in Japan. This study investigated the prevalence of meeting recommended MVPA level and its correlates among students in all primary and junior high schools in Unnan city, Shimane. We found that 20.1% of the 1,794 students (9–15 years old), met the WHO recommendation. Recommended MVPA level was significantly associated with being a boy (PR = 1.33) (vs. girl); liking PA (PR = 3.72) (vs. dislike); and belonging to a medium-population-density (PR = 0.73) or low-population-density area (PR = 0.67) (vs. high-population-density area).

### 特色・研究成果・今後の展望

国際的に子どもの身体不活動が大きな社会的課題となっています (Guthold et al., Lancet Child Adolesc Health. 2020)。一方、日本では、国あるいは地域レベルの身体活動量は明らかになっていませんでした。そこで、本研究では、日本で初めてWHOが行う調査法を用いて身体活動の実施量を明らかにすることを目的としました。得られた結果は、WHOの推奨量を満たした割合は、わずか20%で国際的な水準と同様にとても低いものでした。島根県のように中山間地を抱える地方では、本研究と同様に身体不活動の子どもが少なくないことが予想されます。特に、人口密度の低い地域は推奨基準を満たす割合がさらに低いこと、つまり、地域差が認められたことから、その対策が不可欠です。今後の展望としては、身体活動の各実施場面 (通学、学校生活、運動・スポーツ、余暇時間) に応じた、優れた実践例の検証とその普及が必要です。例えば中山間地では、通学にスクールバスの利用が増えていますが、学校から離れた場所に停車位置を変更することで徒歩の時間を確保することができます。また、心理的な側面からも、子どもが体を動かすことが好きになるように、大人 (教員、スポーツ指導者そして保護者) がサポートしていくことが大切です。



島根県雲南市の児童生徒の世界保健機関が推奨する中高強度の身体活動実施量

### 社会的実装への展望

この研究成果は、子どもの身体活動を促進するために、地域の特性に応じて、学校あるいは行政との連携による教育施策への応用が期待できます。特に身体活動の実施量の低いターゲット層 (女子、人口密度の低い地域など) への適切なアプローチのために有用な情報を提供しています。

# 斐伊川水系宍道湖・中海をモデルフィールドとする 閉鎖性水域学際研究プロジェクト

Interdisciplinary research project on estuary, by taking advantage of Lakes Shinji and Nakaumi in the Hii River water system as a model-field

## 三瓶ダムにおけるカビ臭(ジェオスミン&2-MIB)発生に関する研究

Occurrence of geosmin and 2-MIB in Sanbe-Reservoir

### 研究者紹介

- プロジェクトリーダー … 齋藤 文紀 Yoshiki Saito (学術研究院環境システム科学系・エスチュアリー研究センター担当・教授)
- 研究代表者 …………… 清家 泰 Yasushi Seike (学術研究院環境システム科学系・エスチュアリー研究センター担当・特任教授)
- 増木 新吾 Shingo Masuki (エスチュアリー研究センター・客員研究員)
- 林 昌平 Shohei Hayashi (学術研究院環境システム科学系・生物資源科学部担当・助教)
- 大谷 修司 Shuji Ohtani (学術研究院環境システム科学系・教育学部担当・教授)
- 菅原 庄吾 Shogo Sugahara (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・講師)
- 永田 善明 Yoshiaki Nagata (島根県産業技術センター・環境技術科長)
- 神門 利之 Toshiyuki Godo (島根県保健環境科学研究所・環境科学部長)
- 矢島 啓 Hiroshi Yajima (学術研究院環境システム科学系・エスチュアリー研究センター担当・教授)

### 概要

島根県の三瓶ダムでは、上水道基準値(< 10ng/L)をはるかに超えるカビ臭(ジェオスミン及び2-MIB)の濃度(> 1,000ng/L)が観測されることもあり、その浄水処理に支障をきたす事態が生じています。本研究では、その実態把握を目的に調査研究を行い、今後のカビ臭対策に資する以下の有用な知見を得ました。①三瓶ダムのカビ臭発生は、上層では植物プランクトンのラン藻数種に由来し、底層では多種の放線菌に由来すること、②三瓶ダムでは、8 m<sup>3</sup>/sを超える大量の流入があった時には、上層におけるカビ臭の発生が抑制されること、を見出しました。

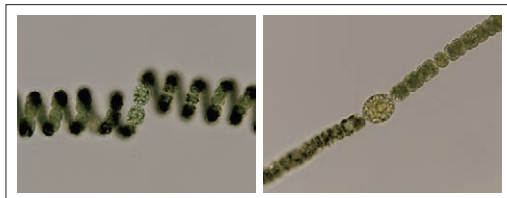
At Sanbe-Reservoir (source for public water supply in Ohda City) in Shimane Prefecture, concentrations of musty odors (geosmin and 2-MIB) (> 1,000 ng/L) far exceeding the standard values for public water supply (<10 ng/L) have been observed and causing problems. In this research, we conducted a research study to understand the actual situation, and obtained the following useful knowledge that contributes to control against musty odor in the future. (1) The generation of musty odor at Sanbe-Reservoir was derived from several cyanobacteria of phytoplankton in the upper layer and from various actinomycetes in the bottom layer. (2) We have found that when a large amount of inflow exceeding 8 m<sup>3</sup>/s occurs, the generation of musty odor in the upper layer is suppressed.

### 特色・研究成果・今後の展望

カビ臭を生成する生物種のうち、ラン藻については三瓶ダム湖水から単離したラン藻を単藻培養し、さらに遺伝子解析を行いました。その結果、*Dolichospermum crassum* 及び *Dolichospermum planctonicum*が、6～7月にジェオスミンを生成すること、また、*Pseudanabaena* sp.1, *Pseudanabaena* sp.2, 及び *Aphanizomenon* cf. *flos-aquae* が、8～11月に2-MIBを生成することを見出しました(写真参照)。

一方、放線菌については、三瓶ダムの底泥から単離した173株のうち、126株がジェオスミン生産遺伝子を、91株が2-MIB生産遺伝子をそれぞれ保有していることを見出し、大部分の放線菌にジェオスミンと2-MIBの生成能があることを明らかにしました。

また、降雨に伴い、河川水(低pH)のダム湖への流入量が増大する際には、植物プランクトンの生産層のpHの低下をきたし、カビ臭の発生が抑制されることを見出しました。これは、ラン藻のみが優位に増殖できる高pH環境(> pH 8.5)から珪藻や緑藻も十分に増殖可能な中性付近までpHが低下したことで、三者間の競争関係がリセットされ、ラン藻の増殖が抑制されたことを示しています。本結果は、今後、抜本的なカビ臭対策を構築する上で極めて重要な視点を提示しており、ダム湖における植物プランクトンの生産層のpH制御に着目した気泡循環装置の開発に繋がるものと云えます。



ジェオスミンを生産するラン藻種  
(左) *Dolichospermum crassum*. SDJ10培養株の形態。浮遊性。細胞の幅は8.5~11 μm。  
(右) *Dolichospermum planctonicum*. SDJ 5 培養株の形態。浮遊性。細胞の幅は16.8~17.5 μm。



2-MIBを生産するラン藻種  
(左) *Pseudanabaena* sp.1. SDS 7 培養株の形態。底生性。細胞の幅は1.5~1.7 μm。  
(中央) *Pseudanabaena* sp.2. SDS 4 B培養株の形態。浮遊性。細胞の幅は1.2~1.6 μm。  
(右) *Aphanizomenon* cf. *flos-aquae*. SDS12培養株の形態。浮遊性。幅は4.6~5.0 μm。

### 社会的実装への展望

カビ臭問題は多くのダム湖が抱えている課題であり、その解決策の構築が待たれています。本研究の知見を活かし、カビ臭問題の抜本的対策となる技術開発への発展が期待されます。



# ヒッグス・初期宇宙プロジェクトセンター

Higgs and early universe Project Center

## 初期宇宙の相転移から来る重力波

Gravitational waves coming from a phase transition in the early universe

### 研究者紹介

- センター長……………波場 直之 Naoyuki Haba (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・教授)  
山田 敏史 Toshifumi Yamada (学術研究院理工学系・戦略的研究推進センター担当・特任助教)  
清水 康弘 Yasuhiro Shimizu (戦略的研究推進センター・研究員)

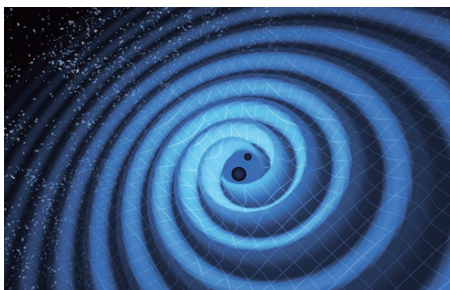
### 概要

重力波は、アインシュタインの一般相対性理論が予言する、時空の歪みの波です。重力波は極めて微弱であるため、長年測定が不可能でしたが、2015年にアメリカの観測施設が2つのブラックホールの合体により生じた重力波の測定に成功しました。この成果に触発されて、私たちは、初期の高温の宇宙において起きた相転移(水から氷への変化に似ています)が重力波を生成し、それが現在まで残存して観測される、という可能性を研究しました。

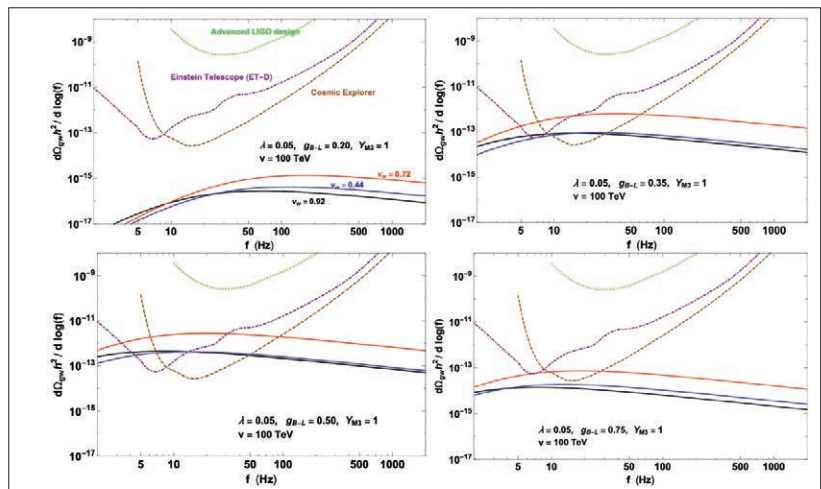
Gravitational waves are waves of strain of spacetime, predicted by Einstein's General Relativity. Since gravitational waves are extremely feeble, it was for a long time impossible to detect them. In 2015, however, an observatory in the US succeeded in the detection of gravitational waves generated by a coalescence of two Black Holes. Motivated by this achievement, we have studied the possibility that a phase transition (like water changing into ice) that occurred in the early, hot Universe generated gravitational waves, and they linger until the present and are observed.

### 特色・研究成果・今後の展望

アインシュタインの一般相対性理論は、「エネルギーが存在すると時空が歪む」と主張します。その帰結として、天体現象などによりエネルギーの変動が起こると、時空の歪みが光の速度で宇宙を伝わります。これが重力波です。重力波は、通常の装置では探知できないほど微弱であるため、長年重力波検出器の開発が進められ、ついに2015年、アメリカのAdvanced LIGOという観測施設が、2つのブラックホールの合体から生じる重力波の観測に成功しました。この成果を受けて、ヒッグス・初期宇宙プロジェクトセンターは、重力波を利用して初期宇宙の姿を探るための研究を行いました。具体的には、超対称B-Lゲージ理論という新理論において、B-Lゲージ対称性の自発的破れによる相転移が、初期の高温の宇宙で起きた場合に着目しました。そして、この相転移が過冷却のような現象(正確には一次相転移と言います)を示した場合、B-Lゲージ対称性が破れた相の「泡たち」の膨張により重力波が発生し、それが現在の宇宙に残存して、将来の高性能の観測施設により捉えられる可能性があることを明らかにしました。



2つのブラックホールの合体から生じる重力波のイメージ図  
© LIGO/T.Pyle



ヒッグス・初期宇宙プロジェクトセンターが英文学術誌に掲載した論文のグラフ。予想される重力波スペクトルと、将来の重力波観測実験の探索範囲が表示されています。

### 社会的実装への展望

初期宇宙の相転移から生じる重力波を探知するには、現在より感度の高い重力波検出器が必要です。重力波検出器では、ノイズとなる外界の振動をシャットアウトするための免震技術や、熱振動を極限まで抑える冷却技術が使用されます。それゆえ、本研究は、高感度の重力波検出器の開発を促すことで、こうした技術の進展も促進します。

## もみ殻灰のソフトケミカル処理による有効利用化

Designing of synthesizing high purity silica by decarbonization of rice husks by air flow firing and subsequently hot water treatment of the resulting rice husk ash

### 研究者紹介

- センター長…………… 藤田 恭久 Yasuhisa Fujita (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・教授)
- 研究代表者…………… 牧之瀬佑旗 Yuki Makinose (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・助教)
- 宮崎 英敏 Hidetoshi Miyazaki (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・教授)

### 概要

農林水産省の廃棄物等発生量報告では、国内でもみ殻は年間約180万トン程度発生しています。これらは畜舎や堆肥などに利用され、残りは廃棄されます。一方で、もみ殻中には20%程度のシリカおよび数%のカリウムが含まれており、それらを分離し、シリカ源、カリウム源として有効利用することが期待できます。

私たちの研究グループでは、これまでに水熱処理により廃ガラスからナトリウムをほぼ完全に除去し、リサイクルセメントのシリカ源として利用することに成功しました。この研究は、水熱処理によりもみ殻を焼成したもみ殻焼成灰からカリウムなどの成分を抽出分離することで、高純度シリカ(充填剤)とカリウム高含有材料(肥料)を得ることを目的としています。

Rice hull ash (RHA) was prepared by firing rice hull at 300-1000°C. Subsequently, the resulting RHA (fired at 400°C, amorphous silica) was carried out using hot water treatment / hydrothermal treatment. The potassium component in the RHA was removed by hot water / hydrothermal treatment, thereby; high purity silica was obtained by hot water treatment / hydrothermal treatment of RHA.

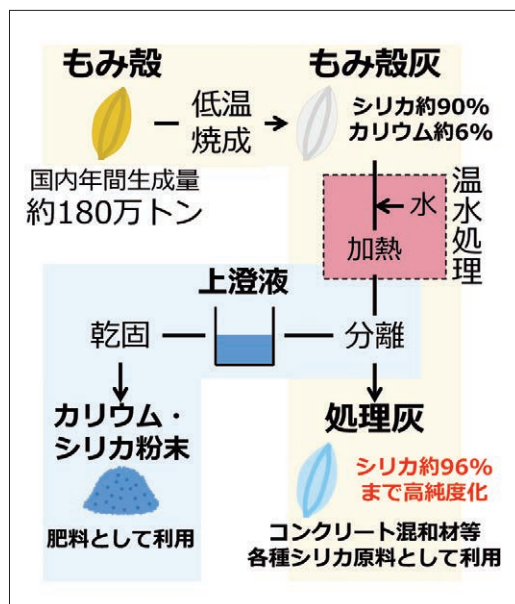
### 特色・研究成果・今後の展望

この研究の特色は廃棄物として扱われるもみ殻を、図のように焼成-温水処理することによって、炭素分を“熱-電気エネルギー”、焼成灰を“高純度シリカ”、処理液を“肥料用カリウム”として有効活用できる点にあります。

もみ殻を焼成して発電する機械が作られており、もみ殻を燃料として使うことにより電気エネルギーを得ることができます。一方で排出される灰は黒ずんでおり、シリカの原料として使うには難しい状態です。この研究では空気を大量に流入して焼成する方法を用い、600°Cの処理で黒色だった製品を400°C程度の低温で白色化することができるようになりました。また、処理に薬品を用いず水のみを使うため、処理液を乾燥させた粉末(高濃度カリウム含有粉末)を肥料として使うことも可能です。

本研究では廃棄されるもみ殻から、「高純度白色シリカ(96%)」、「高濃度カリウム含有粉末」の分離に成功しました。

今後は得られた「高純度白色シリカ」や「高濃度カリウム含有粉末」の応用やスケールアップを展開します。



もみ殻焼成灰処理フロー

### 社会的実装への展望

もみがらの有効活用方法を広げることができ、さらにはごみを削減できるようになります。

# 医・生物ラマンプロジェクトセンター

Raman Project Center for Medical and Biological Applications

## 角度分解偏光ラマン分光法の変量曲線分解

Multivariate Curve Resolution for Angle-Resolved Polarized Raman Spectroscopy

### 研究者紹介

- センター長……………山本 達之 Tatsuyuki Yamamoto (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・教授)
- 研究代表者……………塚田 真也 Shinya Tsukada (学術研究院教育学系・教育学部担当・准教授)

### 概要

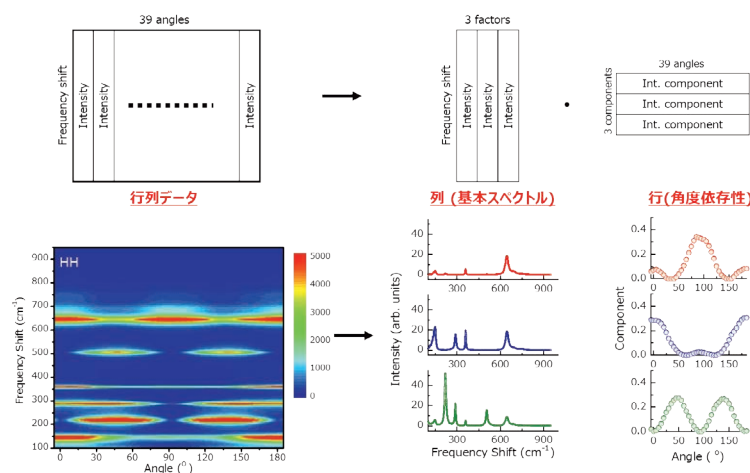
医・生物ラマンプロジェクトセンターは、「ラマン分光法」という便利な分析手法を医学や生物学の研究・教育に応用しています。その中で我々は、ラマン分光からより多くの情報を抽出するために装置や解析法の開発も行っています。これまで、光の特徴である偏光を最大限利用する「角度分解偏光ラマン分光装置」を構築しました。この装置を使うと、偏光を利用して結晶の中における原子の振動に関する情報がたくさん得られます。最近、多変量曲線分解法を活用することにより、これまでより大量の情報を効率よく得られるようになりました。

“Raman Project Center for Medical and Biological Applications” applies Raman spectroscopy, a powerful analytical method, to research and education in medical science and biology. We are also developing instruments and analysis methods to extract more information from Raman spectroscopy. Up to now, we established Angle-Resolved Polarized Raman Scattering Measurement System. This system enables us to obtain more information of atomic vibrations in crystals by using polarization of light. Recently, we applied multivariate curve resolution to obtain a larger amount of information more efficiently.

### 特色・研究成果・今後の展望

偏光板を通過した光は一方向に(電場が)振動しています。角度分解偏光ラマン分光装置はこの光の偏光面を回転させることで、今までは1つのデータしか得られなかったところで角度の違うたくさんのデータを得ています。つまり、物質の特徴をこれまで以上にたくさん引き出すことで、科学に関する様々な疑問に答えようとしています。しかし、たくさんのデータを解析する手間が大きく、限られた数の実験しかできませんでした。

そこで多変量曲線分解法を用いて、解析の省力化を図りました。多変量曲線分解法とは、いくつかの条件のもとで「行列(大量のラマンスペクトル)」を「行(角度依存性)」と「列(基本スペクトル)」に分解する手法です。その一例として、多変量曲線分解法を使ったチタン酸鉛の解析結果を下図に示しています。39スペクトルを含む行列が3列の基本スペクトルと3行の角度プロファイルに分解されました。通常、データの特徴を抜き出すために39スペクトルに対して39回のフィッティング作業を行います。しかし、行と列に分解されたことで3回のフィッティング作業で済むようになりました。解析の手間を大きく減らすことができたので、これまでよりたくさんの実験を行って、角度分解偏光ラマン分光を用いた研究を様々な分野で進めていこうと思います。



「多変量曲線分解の概略図」と「チタン酸鉛の解析結果」

### 社会的実装への展望

角度分解偏光ラマン分光装置は、本センターを通して医学・生物学での活用を目指します。装置開発と同時に解析法も発展させることで、ラマン分光になじみのない研究者にもたくさん使ってもらえるようにしていきたいです。



# 水圏エコシステムプロジェクトセンター

Fisheries Ecosystem Project Center

## 水圏生態の複雑系を数理モデル化するサポートチーム発足

An applied mathematical engineering team starts to support complex modeling and analysis of aquatic ecosystem.

### 研究者紹介

- センター長……………荒西 太士 Futoshi Aranishi (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・教授)
- 吉岡 秀和 Hidekazu Yoshioka (学術研究院環境システム科学系・生物資源科学部担当・助教)
- 横田 康平 Kohei Yokota (情報科学系民間企業・技術者)
- 友部 遼 Haruka Tomobe (豊田工業高等専門学校環境都市工学科・助教)
- 八重樫優太 Yuta Yaegashi (総合化学系民間企業・技術者)

### 概要

日本海側国立大学初の水産科学に関する高等教育研究組織として2014年に設置された水産資源管理プロジェクトセンターは、有用水産資源の開発、管理、保全、培養および増殖に関わる教育と研究を推進してきました。山陰地方の地域特性を考慮した研究成果の実用化を促進するため、2019年には水圏エコシステムプロジェクトセンターへ改組し、関係諸機関と協力して山陰水産業の持続的かつ安定的な振興に貢献します。

Fisheries Management Research Center (FMRC) established as the first institution of higher education and research of fisheries science in the National Universities along the Sea of Japan in 2014. FMRC had delivered education programs and research projects for the development, management, conservation, aquaculture and breeding of valuable fisheries resources for 5 years. Fisheries Ecosystem Project Center established by reorganization of FMRC in 2019, on a mission to promote the practical application of FMRC's research achievements for sustainable fisheries production and stock enhancement in cooperation with governmental and non-governmental fisheries organizations in the San-in Region.

### 特色・研究成果・今後の展望

水圏エコシステムプロジェクトセンターでは、地域社会における産業振興や環境保全をテーマとした省庁系研究を受託し、令和2年度から2件の研究プロジェクトー広島県灰塚湖におけるアユの増殖と島根県宍道湖における水草の抑制を展開します。両研究ともに対象生物の生物生態や遺伝系統のデータをはじめとして、対象生物と競合する生物群の生態データや水質・天候・地勢の環境データなどを収集して解析します。その後、個々のデータを関連付けていきますが、複雑系システムである水圏生態において、膨大なデータから何と何がどう関連しているかを見つけるのは至難の業です。そこで、情報工学と数理科学を基盤とした数理生態学という新たな分野が近年発展してきました。この分野の先駆者の一人である当センター兼任教員の吉岡助教は、大型研究プロジェクトの始動に伴い、同僚の研究者を組織化して数理解析サポート体制を構築しました。

資源や環境、生態系のダイナミクスを正しく理解するためには、現地調査によるデータ収集もさることながら、現象を理論面から評価して予測することが不可欠です。さらに、水産資源をはじめとする様々な生物資源の管理や保全の意思決定プロセスにおいても、理論的な検討の重要性が増しています。このような背景から、当センターの研究プロジェクトを数理的な観点からサポートする若手研究者集団「数理解析勉強会」を2020年4月に発足しました。制御理論や数理科学、流体力学や最適化、河川生態学や統計学、有限要素解析や環境工学など生物資源の管理に理論面から迫る多様な専門の研究者が参集しています。また、大学、高専、民間企業という異なる所属の研究者が、各々の立場から忌憚のない意見を交換して相互理解を深めつつ、当センターの研究目標である『水圏エコシステムの複雑系の解明』を支援していきます(数理解析勉強会代表 吉岡秀和)。

### 社会的実装への展望

当センターのプロジェクト研究は、身近で起きている深刻な社会問題の解決を目的としており、学内外の英知を結集して社会的ニーズに対応する地元貢献型の課題に位置付けられています。

**陸封アユの保全管理に関する研究**  
14年度 水圏エコシステムプロジェクトセンター

**研究シーズ**  
陸封アユは平成19年に完成した多目的ダムであり、平成19年春に実施したダム閉鎖環境調査により陸封アユが確認された。その後もダム閉鎖で発生したアユ増殖する兆候が毎年確認され、近年では迅速で確実な陸封アユを地元アユに活用する取り組みの開始、増殖の抑制も進んでいる。しかし、陸封アユの増殖は生態学的にも科学的にも数多く謎であることから、現状のアユの成長や増殖の環境や生態を把握したい。

**研究フィールド**  
広島県安芸高野町 灰塚湖(宍道湖)に閉鎖されたダム湖  
宍道湖(宍道川)の閉鎖されたダム湖  
閉鎖面積356ha

**研究プロジェクト**  
ハイソカ湖水域の陸封アユの変動要因に関する研究  
(陸封アユ第1期 2020~2023 研究代表者:荒西太士)

**研究アーカイブス**  
水圏のイイトに閉鎖された陸封アユの増殖抑制に関する研究  
水圏のイイトに閉鎖された陸封アユの増殖抑制に関する研究  
水圏のイイトに閉鎖された陸封アユの増殖抑制に関する研究

陸封アユの保全管理に関する研究プロジェクト、*Computers & Mathematics with Applications*, 79, 1072-1093(2020)ではアユ資源の数理解析を取り扱いました。

重点研究部門

萌芽研究部門

特別研究部門

プロジェクトセンター

研究表彰

若手研究者表彰

女性研究者表彰

# 膵がん撲滅プロジェクトセンター

“SUIGANN” Project Center

## 抗がん剤によるがん細胞の免疫細胞に対する感受性増強機構の解明

Anticancer chemotherapeutic drugs sensitize cancer cells to immune cell-mediated cytotoxicity

### 研究者紹介

- センター長…………… 浦野 健 Takeshi Urano (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)
- 副センター長…………… 松崎 有未 Yumi Matsuzaki (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)
- 研究代表者…………… 原田 守 Mamoru Harada (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)

### 概要

島根県における人口10万人あたりの膵がん患者の数は全国でも上位にあります。膵がんは発見からの5年生存率が7%で、他のがん比べると患者の予後が極めて悪いため、画期的な新しい治療法の開発が待ち望まれています。膵がんの撲滅を目指し、島根大学医学部・附属病院を中心に、基礎研究および臨床研究を集学的に推進し膵がんに対する新しい治療法や早期診断法を開発しています。

抗がん剤による治療後にごん細胞が残存した場合、がん細胞老化を生じてがん細胞の再発の原因となります。一方、これらの老化がん細胞は、免疫細胞による攻撃に対して感受性が増加していることを明らかにしました。

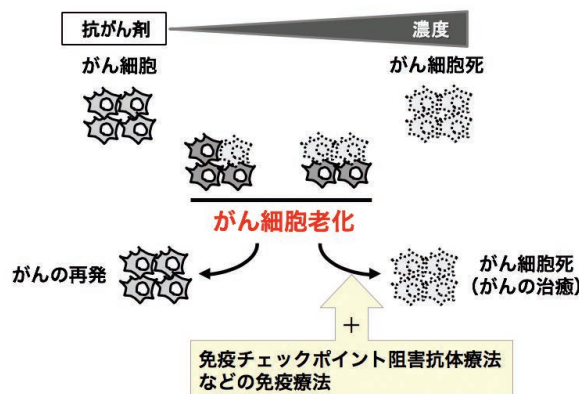
Morbidity for the pancreatic carcinoma in Shimane Prefecture is on a high level in Japan. It is a highly lethal cancer; mortality for the disease is also high. More than 90% of patients die within 5 years of their diagnosis and 75% of patients die within the first year. The mortality rate in Shimane prefecture is above the national average. Since it is a disease whose prognosis is extremely poor compared with other cancers, development of novel treatment methods is desired. Shimane University Hospital is taking a leading part in multidisciplinary, fundamental/clinical researchers with the aim of eradicating the pancreatic cancer.

Anticancer chemotherapeutic drugs induced senescence in cancer cells, but the drugs sensitized cancer cells to immune cell-mediated cytotoxicity.

### 特色・研究成果・今後の展望

がん治療の一つに抗がん剤を用いた化学療法(薬物療法)があります。抗がん剤はがん細胞死を引き起こすことができますが、多くの抗がん剤は骨髄抑制や免疫抑制作用という副作用があり、免疫療法との組合せとしては好ましくないとわれがちです。1)免疫原性を増大させるようながん細胞死(immunogenic cell death, ICD)の誘導、2)制御性T細胞(Regulatory T cell, Treg)や骨髄由来抑制細胞(Myeloid-derived suppressor cell, MDSC)などの免疫抑制性細胞の減少効果など、免疫抑制作用のあまり強くない抗がん剤を適量・タイミングで使い、膵がん患者の抗腫瘍免疫応答を増強できることがわかってきました。

細胞はストレス条件下では老化し、細胞増殖を止めることが知られています。がん細胞にも老化があります。今回、プロジェクトの研究成果として抗がん剤ががん細胞にDNA損傷を引き起こし、がん細胞老化を誘導していることを突き止めました。さらに、抗がん剤により誘導された老化がん細胞は免疫細胞による傷害に対して感受性が増加していることを明らかにしました(図参照)。



### 社会的実装への展望

本研究は、抗がん剤によるがん治療後に、残存するがん細胞の撲滅に向けさらに現在臨床で注目されている免疫チェックポイント阻害抗体療法を行うという新しい併用療法の開発に応用できるもので、その理論的根拠になると考えています。

# 古代出雲プロジェクトセンター

Ancient Izumo Project Center

## 古代出雲成立以前の山陰地域における韓半島系考古資料の研究

Study of Archeological material related Korean Peninsula Before establishment of the Ancient Izumo in the Sanin region

### 研究者紹介

- センター長……………大橋 泰夫 Yasuo Ohashi (学術研究院人文社会科学系・法文学部担当・教授)
- 研究代表者……………平郡 達哉 Tatsuya Hiragori (学術研究院人文社会科学系・法文学部担当・准教授)

### 概要

私たちは、「出雲国」成立過程における地域圏の形成と展開に関する総合的研究を、文献史学、考古学、地質学など複眼的な方法で進めています。特に、「地域」というまとまりがどのような背景のもとに形成されたのかを歴史資料に根ざして通時的に探り、古代出雲像を再構築したいと考えています。その柱の一つとして、「外からの視点」つまり日本列島の先史・古代文化と深い関わりをもつ韓半島文化との接触・交流が「地域」形成とどのような関わりを持つのかについて研究しています。

We are examining the historical development of Izumo Province in an integrative research project that combines perspectives from various disciplines, including history, archeology, and geology. In particular, we are analyzing historical sources to diachronically explore the background to Izumo's emergence as a cohesive "region," and thereby create a model of the ancient province. As a research perspective, we are studying about the impact on the formation of the region, which is "viewpoint from the outside", contact and exchange with the Korean Peninsula culture, closely related to the prehistoric and ancient cultures of the Japanese archipelago.

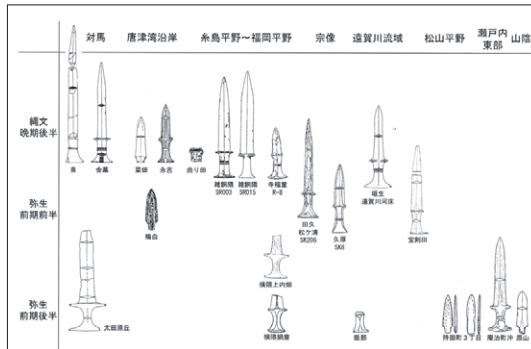
### 特色・研究成果・今後の展望

出雲の地において、韓半島に起源を持つ考古資料は今から約2600年前頃の縄文時代晩期以降、「古代出雲」成立直前の時期まで断続的に出土しています。その一つに、「磨製石剣」と呼ばれる石を磨いて作った剣があり、今回の研究ではこれに注目しました。磨製石剣は東北アジアに広く分布し、なかでも韓半島を中心に今から約3000~2400年前に流行しました。主にお墓の副葬品として出土していますが、これが日本列島でも弥生時代開始期に稲作農耕文化と共に韓半島から伝わります。その多くが北部九州で発見されていますが、日本海側では出雲市原山遺跡で採集されています。韓半島や北部九州で出土した磨製石剣の形態や石材の特徴と比較した結果、韓半島で製作されたものが北部九州にもちこまれ、稲作農耕文化が日本海に沿って東進していくなかで出雲の地まで到達したものと考えました。

今後は、出雲地域における持続的な韓半島系考古資料の抽出と実見、韓半島出土品との比較を通して、出雲地域における韓半島系文化の性格について研究を進めていきます。



弥生開始期の磨製石剣の分布



弥生開始期の磨製石剣



原山遺跡採集磨製石剣  
(提供：出雲市)

### 社会的実装への展望

本研究は、地域社会の歴史へのニーズ、特に異文化との接触、交流に対する関心を高め、歴史文化理解における多角的視点の必要性を周知し、歴史・文化を核とした地域づくりに寄与することが期待できます。

重点研究部門

萌芽研究部門

特別研究部門

プロジェクトセンター

研究表彰

若手研究者表彰

女性研究者表彰



# ジオパークプロジェクトセンター

Geopark Project Center

## 島根県のジオパークの強化に向けた国際的・文理融合研究の創出と地域連携事業の展開

Creation of international and integrated studies of nature, history and culture, and development of local community collaborative promotion projects for enhancement of geoparks in Shimane prefecture

### 研究者紹介

- センター長……………入月 俊明 Toshiaki Irizuki (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・教授)
- 副センター長……………辻本 彰 Akira Tsujimoto (学術研究院教育学系・教育学部担当・講師)
- 運営委員……………大平 寛人 Hiroto Ohira (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・准教授)  
松本 一郎 Ichiro Matsumoto (学術研究院教育学系・大学院教育研究科担当・教授)  
会下 和宏 Kazuhiro Ege (学術研究院人文社会科学系・総合博物館担当・教授)  
瀬戸 浩二 Koji Seto (学術研究院環境システム科学系・エスチュアリー研究センター担当・准教授)
- メンバー……………林 広樹, 酒井 哲弥, 向吉 秀樹, 石賀 裕明, 汪 発武 (総合理工学部担当),  
齋藤 文紀, 香月 興太 (エスチュアリー研究センター担当),  
広橋 教貴, 山口 啓子, 久保 満佐子 (生物資源科学部担当), 大谷 修司, 栢野 彰秀 (教育学部担当),  
飯野 公央 (法文学部担当), 鶴永 陽子 (人間科学部担当)

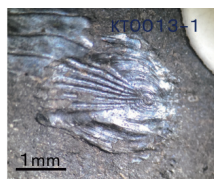
### 概要

本センターでは島根県内の2つのジオパーク、島根半島・宍道湖中海ジオパークと隠岐ユネスコ世界ジオパークの範囲を対象に、①日本列島形成に関わる地質学的研究、②汽水湖や平野の自然環境と動植物に関する研究、③人間生活・歴史文化・経済・観光・防災等に関する研究、及びこれらを融合した研究を行っています。さらに、ジオパークに関わる人材育成のためのジオパーク学教育、市民の皆様を対象にしたシンポジウムや探訪会開催を通じた地域連携活動を展開しています。

The main purposes of our center are to conduct geological researches about the formation of the Japanese islands, environmental and ecological studies in brackish lakes and alluvial plains, archeological and humanities studies, and their integrated studies in the Shimane Peninsula and Shinjiko Nakaumi Estuary Geopark and the Okii Islands UNESCO Global Geopark. Education and outreach activities are also promoted to enhance two geoparks in Shimane prefecture.

### 特色・研究成果・今後の展望

本センターでは島根県の2つのジオパークエリアにおける研究を推進し、今年度は日本海が形成された頃(約1600万年前)における魚類化石や花粉化石、および縄文時代以降の宍道湖・中海の環境変化や動物相に関する新たな知見が数多く得られました。また、センターでは研究成果の普及やジオパークの価値を知っていただくことを目的に、現地探訪会やシンポジウムを毎年開催しています。今年度は天候不順により、計画変更が相次ぎましたが、センター単独の主催事業として「玉造温泉と花仙山周辺のジオと人々の生活」と題する現地探訪会を行いました。この探訪会では、メノウや温泉がなぜ玉造に集中するのか、古代の人々がどのようにこれらを活用していたのかに焦点を当てました。また、初めての試みとして、「風土記を訪ねる会」と共同主催の事業として、「去豆の折絶周辺の古代史とジオ」と「ジオから見た島根半島と多久折絶について」というテーマで、2回の講演会と現地探訪会を行いました。折絶(おりたえ)は、出雲国風土記に記載されており、島根半島の山塊や地質の境界になっている低地のことです。いずれもバスを追加するほど盛況でした。これらの企画では地質学のみならず、考古学、文学、歴史学などの専門家や郷土史家が講演や案内を行い、参加者からの活発な議論もあり、文理融合研究を創出する機会が得られました。



島根半島産の魚鱗化石(約1600万年前)



探訪会の様子: 玉造町 おもじろ釜(左), 古曾志公園(右)



### 社会的実装への展望

本センターによる、文理融合型研究の成果により島根県のジオパークの学術的基盤を支えることができ、様々なジオパーク活動に貢献することが期待されます。また、センターで行っている探訪会やジオパーク学関連の教育により、ジオパークを支える人材の育成が期待されます。

# 地域デザインプロジェクトセンター

Regional Design Project Center

## セルフビルドによる魅力的な古民家改修手法の提案

Presentation of attractive repair method of traditional houses by self-build

### 研究者紹介

- センター長…………… 細田 智久 Tomohisa Hosoda (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・教授)
- 研究代表者…………… 小林 久高 Hisataka Kobayashi (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・准教授)
- 井上 亮 Ryo Inoue (学術研究院環境システム科学系・総合理工学部担当・助教)

### 概要

日本における総住宅戸数は6,367万戸(2018年)ですが、その約17%の1,078万戸が空き家になっており、住まいが余っているのが現状です。特に島根県などの地方においては空き家が増加しており、それらをいかに利活用していくのが大きな課題となっています。

空き家の再利用に際してはリフォーム工事を行うのが一般的ですが、特に歴史的な価値をもつ古民家に関しては改修工事に多額の費用が掛かってしまいます。そこで、居住者等の素人(学生等)による自力建設を主体とすることで工事費用をおさえると共に、手作りならではの地域的なデザインを提案します。

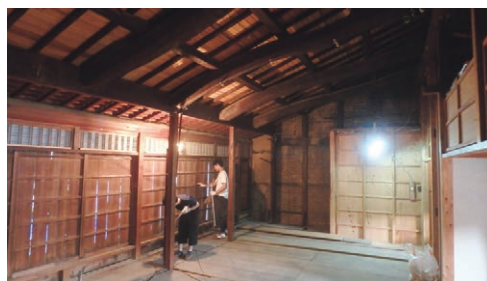
The number of Japanese housing is 63.67M and it is more than the number of households. And now, it's a big problem how to use vacant houses in rural area. When we repair a traditional house, we have to pay much money. So, we inspect the efficient way of amateur repairs and create new method of house design.

### 特色・研究成果・今後の展望

美保関町における実在の古民家(大正元年築)を対象とし、継続して作業を行なっています。学生が主体となり、改修案作成、工事計画、施工等の作業を実施し、工務店と大学教員がサポートすることで古民家改修工事を実施します。素人による作業は精度が低く作業時間もかかりますが、効率を重視した時には作ることでできない手の込んだデザインや細工を実現することができます。作業を通じた建築知識の習得や地域文化の理解を促しつつ、豊かな地域デザインの創造を目指しています。

プロジェクトでは2階部分の改修工事を行っています。美保関という地域に適した利用法やデザインの検討を行い、壁や床の補強に加えて、床仕上げ、土壁の施工を行ったほか、照明の検討、建具の改修、家具の作成を進めています。2019年度に2階部分の改修工事を終了させ、建物の利活用を進めていきます。宿泊施設として利用するほか、地域の住民の方々の交流施設として利用可能な状況となりました。

2020年度には、1階土間部分の改修や、建具等のデザイン性の向上を行なっていく予定です。しかしコロナ対策の影響のため、今年度は大幅な作業の遅れが予想されます。可能な限り作業を進め、さらにこの成果を活用することで、空き家となっている地域の伝統建築物を、学生やボランティアなどの協力によって公共的な建物として改修していく手法を確立し、継続的に実施していくことを目指します。



改修前



学生による改修後

### 社会的実装への展望

本研究においては、公共的な建物をボランティア等の協力のもとで改修していくことを前提としています。しかし、それらの手法は一般住宅や商業建築にも応用することが可能です。また、学生の提案により新たな改修手法やデザインの方向性が示されることも期待されます。

# 特産食品機能強化プロジェクトセンター

Project Center for Fortification of Local Specialty Food Functions

## 摂取タンパク質由来腸内細菌代謝産物インドール酢酸による 血糖値上昇抑制効果の検証

Study of suppression effect of ingested protein-derived intestinal bacterial metabolite, indole acetic acid, on plasma glucose elevation

### 研究者紹介

- センター長……………川向 誠 Makoto Kawamukai (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・教授)
- 研究代表者……………清水 英寿 Hidehisa Shimizu (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・准教授)

### 概要

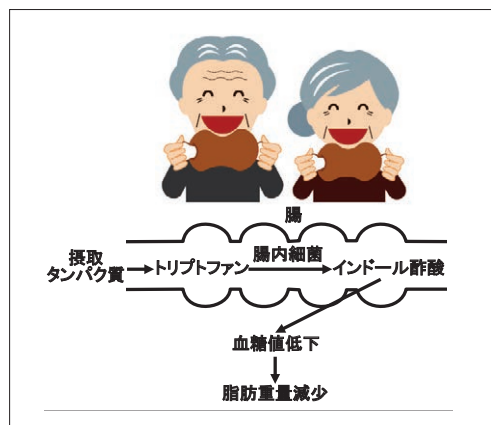
高食肉摂取は、近年、健康増進に寄与すると考えられています。本研究では、高食肉摂取に伴って腸内細菌を介して産生されるインドール酢酸に焦点を当て、その効果についてラットを用いて調べました。結果として、インドール酢酸を混合させた餌を摂取したラットにおいて、活動期で上昇していた血糖値が抑えられていました。よって、高食肉摂取による生活習慣病の発症予防メカニズムの一つに、腸内細菌代謝産物であるインドール酢酸が寄与している可能性が示されました。

In recent years, high meat intake is considered to contribute to health promotion. The present study focused on indole acetic acid produced by intestinal bacteria with high meat intake and investigated its effect in rats. As a result, plasma increased glucose level during the active period was suppressed in the rats that ingested the diet mixed with indole acetic acid. Therefore, the present study suggests that indole acetic acid, an intestinal bacterial metabolite, may contribute to one of the mechanisms for preventing the development of noncommunicable diseases due to high meat intake.

### 特色・研究成果・今後の展望

島根県は古くから良牛の産地として知られ、国牛十図(1310年・延慶3年)や駿牛絵図(1369年・応安2年)でも紹介されており、現在では、「しまね和牛」として全国的に認知されたブランド牛を生み出しています。よって、肉の摂取量増大と健康促進効果の関係性を明らかにできれば、肉の消費量と共に消費者増加による地域貢献へと繋げていける可能性があります。

本研究で着目しているのは、インドール酢酸と呼ばれる化合物です。タンパク質である肉を構成するアミノ酸の一種トリプトファンは、腸内に存在する細菌によってインドール酢酸と呼ばれる化合物へと変化し、体内へと吸収されます。そこで、インドール酢酸の効果を調べることを目的に、インドール酢酸を含有させた餌をラットに摂取させたところ、活動期での血糖値低下が観察されました。この血糖値の低下とインドール酢酸の摂取量は負の相関関係にあり、さらに血糖値と脂肪重量では正の相関関係が認められました。以上から、摂取する肉量に伴い腸内で産生されるインドール酢酸量に応じて血糖値が低下し、それが脂肪重量の減少も導くことが示唆されました。



本研究結果の概略

### 社会的実装への展望

本研究により、高食肉摂取に伴って腸内細菌によって産生されるインドール酢酸が、活動期において、生活習慣病の発症要因となる血糖値の上昇を抑え、脂肪重量の低下を導くことが示唆されました。腸内細菌によって産生される化合物の種類は、腸内の環境に依存するため、今後、良好な腸内環境を維持できる島根県由来の食資源も見出すことで、地域への更なる貢献に繋がると期待されます。



## 絵本読み聞かせ中の母子共同注意の計測

Measurement of joint attention between mother and baby during picture book reading

### 研究者紹介

- センター長…………… 縄手 雅彦 Masahiko Nawate (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・教授)
- 研究代表者…………… 佐藤 鮎美 Ayumi Sato (学術研究院人間科学系・人間科学部担当・講師)

### 概要

言葉の発達において絵本の読み聞かせは重要ですが、中でも母子間で共同注意が成立することが言語発達では大きな役割を果たします。近年はデジタル絵本なども登場し、音付きの絵本を使用するケースも出てきていますが、その際に共同注意がどのように成立しているのかについても気になります。

研究として共同注意を計測する際には、従来はビデオカメラで母子を撮影し、複数の研究者がその視線を詳細に分析してどこを見ているかを抽出する作業が必要でした。この作業はわずか数分間の場面でも、解析に数時間かかる大変な作業になります。そこで、機械学習を用いたAIで母子の共同注意を計測することを研究しています。

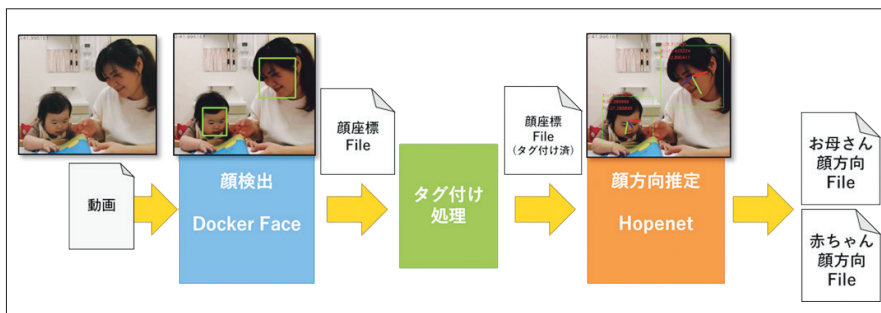
The story-telling of picture books is important in language development, but the establishment of joint attention between mother and child plays a major role in language development. In recent years, digital picture books have also appeared, and there are cases in which picture books with sound are used. At that time, how joint attention is established becomes important aspect.

In the past, when measuring joint attention as research, it was necessary to take a picture of the mother and child with a video camera and analyze the gaze of multiple researchers in detail to extract where they are looking. Even if the time length of the video is only a few minutes, this work will take a few hours to analyze. Therefore, in order to reduce the burden, we are studying measuring the joint attention of the mother and child with AI using machine learning.

### 特色・研究成果・今後の展望

共同注意の成立と言語の発達の関係で9か月児を対象に研究を行っています。そのくらいの月齢の赤ちゃんはいろんなことに興味津々で、撮影現場に物々しい機材を展開することは自然な読み聞かせ場面を阻害するため、計測はさりげなく行う必要があります。そのため複数の解像度が低いWebカメラを1m以上離して撮影するのですが、目を十分な分解能で検出することが困難です。そこで、顔方向を計測することでおよその視線を推定する手法を検討しています。機械学習により作成した顔モデルを使用し、親子の顔の分離・特定をし、さらに空間内のどの方向に顔が向いているのかを推定します。

現時点では、実際に人が分析したものと的一致率は70%を超えており、かなりの精度にはなっていますが、お母さんが赤ちゃんをちらっと見たりするシーンや、赤ちゃんの顔が絵本で隠れてしまうシーンなどへの対応ができていません。身体の動きやカメラの配置などをさらに検討し、今後はより精度良く推定することで、実際の絵本読み聞かせ場面の共同注意の計測へとつなげていきたいと考えています。



母子共同注意の計測方法

### 社会的実装への展望

母子の共同注意については多くの心理学系や教育系の研究者が取り組んでいますが、視線の推定作業に時間がかかるのが難点でした。我々の手法で精度よく視線推定ができれば、多くの研究者がより簡便に共同注意研究を行うことが可能になり、言葉の発達研究に貢献できることが期待されます。

# 健康長寿のための 感染症包括ケアプロジェクトセンター

Infectious disease comprehensive care project center for longevity in the healthy condition

## EBウイルスのマイクロRNAの発現抑制による重篤なEBウイルス関連疾患 の新しい治療法の開発

Development of a new treatment for severe EB virus-related diseases by suppressing viral microRNA

### 研究者紹介

●センター長……………吉山 裕規 Hironori Yoshiyama (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)

廣瀬 昌博 Masahiro Hirose (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・特任教授)

和田孝一郎 Koichiro Wada (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)

原田 守 Mamoru Harada (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・教授)

石川 孝博 Takahiro Ishikawa (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・教授)

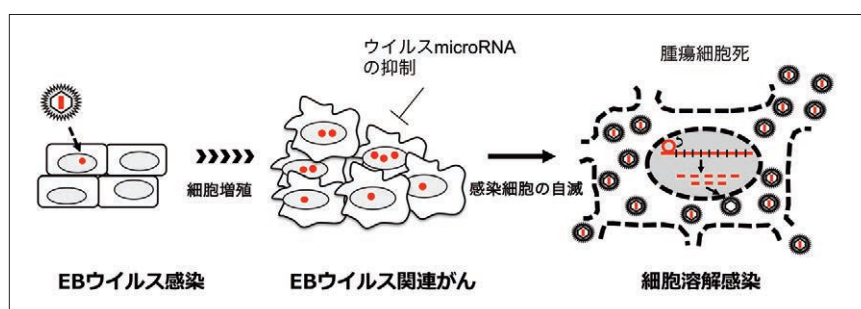
### 概要

ヘルペスウイルスに属するEpstein-Barr (EB) ウイルスは、ほとんどの成人が潜伏感染という様式で持続感染しています。しかし、EBウイルスが持続感染した細胞は常に増殖刺激を受けているため、加齢などにより免疫抵抗性が低下すると、EBウイルス持続感染細胞からがんが発生することがあります。世界的には毎年12万人のEBウイルス関連腫瘍の患者が発生していると言われます。私たちは上咽頭がんやEBウイルス関連胃がんなどの上皮性腫瘍でウイルスのmicroRNAが強く発現し、細胞を腫瘍化に導くことを明らかにし、その新しい調節メカニズムを発見しました。

Epstein-Barr virus (EBV), which belongs to the herpes virus, is persistently infected to most adults in the form of latent infection. However, cells persistently infected with EBV receive constant proliferative stimulation. Thus, cancer may develop from EBV-infected cells in situations where immune resistance decreases due to aging. The 120,000 patients with EBV-related tumors occur worldwide each year. We clarified that strong expression of viral micro RNA leads to tumorigenesis of cells in epithelial tumors such as nasopharyngeal cancer and EBV-associated gastric cancer. And we found a new regulatory mechanism of EBV microRNA.

### 特色・研究成果・今後の展望

EBウイルスは、細胞に潜伏持続感染し、腫瘍や重篤感染症を起こします。しかし、EBウイルス感染症に有効な抗ウイルス薬やワクチンの開発は遅れています。ウイルス感染細胞で大量に発現する、ウイルスのmicroRNAは、ウイルスの持続感染を促進し、細胞は継続的に増殖します。そこで、ウイルスのmicroRNAの抑制により、EBウイルス関連腫瘍細胞を細胞死に導く、抗がん剤／抗ウイルス薬を発見しました。現在研究中の薬剤由来の修飾化合物や新しく探索した薬剤から、治療薬を開発します。



### 社会的実装への展望

研究成果の一部をもとに島根大学が出願人の「特開2019-38755 Epstein-Barr ウイルス関連癌に特異的な抗腫瘍剤」を取得しました。薬剤の標的となる分子に関する特許であり、今後候補になる薬剤を絞り込んで、小動物試験による効果と安全性の試験を重ねて、新しい抗ウイルス薬の開発が期待できます。

島根大学では、平成19年度から「島根大学研究功労賞」として、研究者の優れた研究実践を顕彰しています。これは、研究実績に対する功労を大学として評価すると共に研究方法及び研究意欲の向上を図ること等を目的とするものです。平成25年度からは「島根大学研究表彰」として顕彰しています。

令和元年度島根大学研究表彰には、以下の2つの研究テーマが選ばれましたのでご紹介します。

### ●ラマン分光法の医・生物学応用に関する研究

山本 達之 (学術研究院農生命科学系 生物資源科学部担当 教授)

ラマン分光法は、分子に当たった電磁波(光)が、元の波長と変化するかどうかを調べて、分子構造や分子環境を知ることができる研究手法です。この手法は、測定に伴う生物への損傷がほとんどないので、顕微鏡と組み合わせることで、生きた細胞や組織の中の分子の振る舞いがあるがままに調べることができます。また、生体への損傷が無いという特長を用いて、生検(切り取り検査)を必要としない、医療診断の新しい手法として注目を集めています。

お宝研究【vol.5 p1】【vol.6 p26】【vol.7 p4】【vol.9 p1,p21】【vol.10 p20】【vol.11 p22】  
【vol.12 p1,p22】【vol.13 p1,p25】

### ●サクラの開花生理とゲノム解読に関する研究

江角 智也 (学術研究院農生命科学系 生物資源科学部担当 准教授)

島根大学の本庄総合農場のサクラ遺伝資源を利用してサクラの開花生理に関する研究を進めています。ゲノム解読から得られた遺伝子情報により、花芽形成や萌芽から満開に至るまでどのような遺伝子が働いているのか、サクラの開花の生理メカニズムを詳しく理解していくことができるようになりました。

# ラマン分光法の医・生物学応用に関する研究

A Raman Spectroscopic Study for Biomedical Applications

## 研究者紹介

山本 達之 Tatsuyuki Yamamoto (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・教授)

## 概要

ラマン分光法は、分子に当たった電磁波(光)が、元の波長と変化するかどうかを調べて、分子構造や分子環境を知ることができる研究手法です。インドの物理学者のラマン博士によって1928年に発見され、そのわずか2年後にはノーベル賞を与えられました。この手法は、測定に伴う生物への損傷がほとんどないので、顕微鏡と組み合わせることで、生きた細胞や組織の中の分子の振る舞いがあるがままに調べることができます。また、生体への損傷が無いという特長を用いて、生検(切り取り検査)を必要としない、医療診断の新しい手法として注目を集めています。

Raman spectroscopy is a scientific technique to examine molecular structures or environments by checking if the wavelength of irradiated electromagnetic field on molecules changes or not. This phenomenon was found out by an Indian physicist, Dr. Raman, at 1928 and awarded Nobel prize only after two years. Because very little damage is given to living things, we can know the molecular behavior in the living cells or tissues as they are with this technique coupled with a microscope. This spectroscopy is also getting attention as a new diagnostic technique which does not need biopsy.

## 特色・研究成果・今後の展望

分子を形作っている原子は、常に振動しています。その振動の様子を調べて、分子構造や分子環境を知るための手法がラマン分光法です。この現象を1928年に見出したインド人物理学者のラマン博士に対して、わずか2年後にノーベル物理学賞が与えられたことが、この発見が当時世界に与えた衝撃の大きさを物語っています。ラマン分光法の最大の利点は、前処理無しに、あるがままに試料に対して適用できることです。この手法と顕微鏡を組み合わせると、生きた細胞や組織の中の分子の振る舞いを、あるがままに調べることができるのです。図1は、通常の生きた分裂酵母細胞の表面の膜と、それらが飢餓状態で形成する胞子の表面の膜をラマン分光法によって比較して作成したイメージです。通常の分裂酵母の膜には、 $\alpha$ -グルカンと $\beta$ -グルカンという構造が少しだけ異なる糖鎖が含まれているのですが、胞子の膜には、 $\alpha$ -グルカンしか含まれていないことが初めて詳しく分かりました。医療方面からは、生検(切り取り検査)が必要な病気の診断を、ラマン分光法を用いて、切り取りを必要とせず、すぐに診断できるようになるのではないかと期待されています。

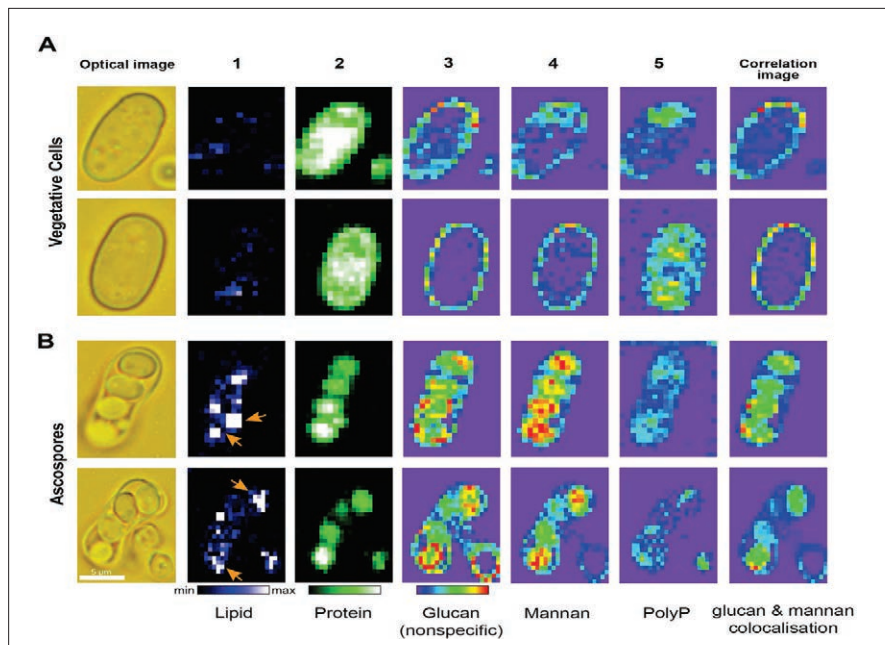


図1 通常の分裂酵母細胞の表面の膜(上2段)には、 $\alpha$ 、 $\beta$ -グルカンがあるが、飢餓状態で形成される胞子の膜(下2段)には、 $\alpha$ -グルカンしか存在しない。  
Scientific Reports, 6, 27789, 2016より

## 社会的実装への展望

ラマン分光法を用いることで、生きた細胞や組織の中の異なる分子がどこにどれだけ存在しているのかを映像化することができるようになりました。また、この手法を用いた新しい医療診断技術の開発も進んでいます。この手法の更なる発展を期待しましょう。



# サクラの開花生理とゲノム解読に関する研究

Genome Sequencing and Flowering Physiology in *Sakura*, Japanese Flowering-cherry

## 研究者紹介

江角 智也 Tomoya Esumi (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・准教授)

## 概要

島根大学の本庄総合農場のサクラ遺伝資源を利用してサクラの開花生理に関する研究を進めています。2019年春には、サクラを代表する人気品種である‘ソメイヨシノ’のゲノム配列の解読に、外部機関との共同研究で成功し、多数のメディアで報道され、国内外から非常に多くの注目を集めました。ゲノム解読から得られた遺伝子情報により、花芽形成や萌芽から満開に至るまでどのような遺伝子が働いているのか、サクラの開花の生理メカニズムを詳しく理解していくことができるようになりました。現在、開花にまつわる遺伝子解析の研究を進めており、開花予報の精度向上や、多様な花の形や色の新品種開発につなげていきたいと考えています。

We are conducting researches on physiology of flowering in *Sakura* cherry blossoms using a genetic resource collection consisting 160 different cultivars of Japanese flowering-cherries in Honjo farmlands, which belong to the Education and Research Center for Biological Resources in Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University. In 2019, our collaborative research team published a full genome sequence of ‘Somei-Yoshino’, which is the most famous and popular cultivar in the flowering-cherries, and provided all the genetic information to study the flowering physiology deeper. This research outcome has been reported in many media and got a great deal of attention from both inside and outside Japan. Currently, we can use this genetic information to study the physiological mechanism underlying the floral development and the flowering. The new physiological knowledge may contribute the more accurate flower forecast, and the efficient breeding of new *Sakura* cultivars in future.

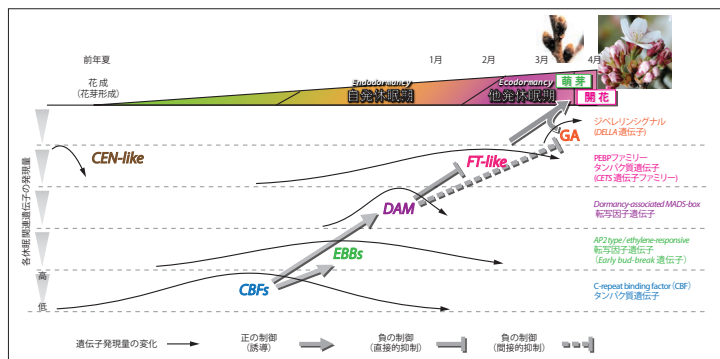
## 特色・研究成果・今後の展望

生物資源科学部の附属農場には、約160品種からなるサクラのコレクションが栽培されています。それらは、花の形態、花の色、開花時期などが多様であり、たくさんの科学的興味を掻き立てる、いわば研究テーマの宝庫です。近年、多くの植物種で生命の設計図である全遺伝子情報「ゲノム」の解読が進んでいることから、サクラでも、附属農場のコレクションを利用したゲノム研究を計画しました。2019年春、かずさDNA研究所と京都府立大学の研究者との共同研究によって、サクラの代表的な品種である‘ソメイヨシノ’のゲノム解読と開花にまつわる網羅的遺伝子解析の研究成果を発表し、たくさんの注目をいただきました。

ゲノム情報を基盤として、サクラの萌芽前から開花までのどのタイミングでどのような遺伝子が働いているのか、花芽や蕾の成長にともなう生理変化を詳しく調べていくことができます。春先、話題に上がる‘ソメイヨシノ’の開花予報について、開花に至るまでの遺伝子レベルでの生理変化の情報を加えることで、予報精度の向上につながるかもしれません。また、花の多様な形態や色がこういった遺伝子の働きの違いによってもたらされているのかを解明することは、新しいサクラ品種の開発を行う際の足がかりにもなります。現在、附属農場のコレクションを用いて、サクラの花や花序の多様な形態発達および開花に関するメカニズム解明を進めています。

	ソメイヨシノ CYE r3.1 (Total)	祖先種 (エドヒガン系) CYEspachiana r3.1	祖先種 (オオシマザクラ系) CYEspesiosa r3.1
Number of contigs	4,571	2,292	2,279
Total length (bases)	690,105,700	350,135,227	339,970,473
Contig N50 (bases)	918,183	1,151,237	800,562
Longest contig (bases)	11,102,098	11,102,098	6,718,036
Gap length (bases)	0	0	0
GC (%)	37.9	37.8	38.1
Number of predicted genes	95,076	48,280	46,796
Mean size of genes (bases)	966	975	951

‘ソメイヨシノ’のゲノム解読の結果



サクラのゲノム情報を利用した開花関連遺伝子の網羅的解析に基づく考察の一端(概略図)

## 社会的実装への展望

‘ソメイヨシノ’のゲノム情報を利用することで、多くの人の興味関心を惹きつけるサクラの開花について、その研究と理解がより深化していくと考えます。さらに、サクラにおける遺伝子解析は、オウトウやウメ、モモ、スモモなど同属の近縁な果樹類の研究開発に応用できる知見をもたらすことも期待できます。

島根大学では、若手の教員の研究を鼓舞し奨励するため、「若手教員に対する支援」制度を設け、学内公募・審査の上、優秀な提案のあった若手教員について、研究費を配分しております。若手研究者表彰は、「若手教員に対する支援」に採択された教員の中でも研究成果が特に顕著であった教員を表彰するものです。

令和元年度島根大学若手研究者表彰には、以下の7つの研究テーマが選ばれましたのでご紹介します。

### ●自然災害と私保険制度ー水害を中心としてー

嘉村 雄司(学術研究院人文社会科学系 法文学部担当 准教授)

水害に関する保険、具体的には火災保険に付された「水害の保障」の現状と課題について、法的観点から検討しています。

### ●潰瘍性大腸炎発症に関与する粘膜バリア機能評価系の開発と病態発症メカニズムの解明

臼田 春樹(学術研究院医学・看護学系 医学部担当 助教)

近年、腸に慢性的な炎症を抱える患者さんの数がとても増えています。その一つである潰瘍性大腸炎は症状が悪くなったり良くなったりを繰り返す難病です。私たちの研究室では、より早期に病気を発見したり、病気の状態を効率よく把握する方法として使用できる試薬の開発を目指して研究しています。

### ●免疫チェックポイント阻害療法と新規がん免疫細胞療法による相乗効果の検討

飯田 雄一(学術研究院医学・看護学系 医学部担当 助教)

がん細胞を攻撃する主役はキラーT細胞という免疫細胞が担っていますが、その多くは疲弊しており十分な機能を発揮していないことが分かっています。そこで、キラーT細胞の疲弊解除を目的とした治療法である免疫チェックポイント阻害療法の奏効率改善を目的とした治療法の検討を行いました。

### ●新規遺伝子FAM210A (family with sequence similarity 210, member A)の骨,筋組織における役割の検討

田中 賢一郎(学術研究院医学・看護学系 医学部附属病院担当 助教)

骨粗鬆症やサルコペニアは高齢化に伴い急増し、両疾患の予防・治療法の確立は急務です。近年、筋肉と骨は相互に関連(筋骨連関)し、骨粗鬆症とサルコペニアは互いに関係した病気であることがわかってきました。私たちは骨折リスク増加に関係する新規遺伝子FAM210Aに注目し、筋、骨組織における役割について研究しています。

### ●準凸計画問題に対する双対理論の構築

鈴木 聡(学術研究院理工学系 総合理工学部担当 助教)

いくつかの制約の元で費用を最小化したり利益を最大化する問題を数学的に扱う手法を数理計画法といいます。工学・経済学・オペレーションズリサーチなどの多くの分野で応用されており、様々な研究が成されています。本研究では、準凸計画問題に対する双対理論の研究を行っています。いくつかの理論的結果、例えばsurrogate双対定理、最適性条件、解集合の特徴付けといった定理を証明しました。

●**宍道湖産のカビ臭発生および非発生シアノバクテリアの遺伝学的解析と  
三瓶ダムのカビ臭発生放線菌の群集構造解析**

**林 昌平** (学術研究院環境システム科学系 生物資源科学部担当 助教)

宍道湖でカビ臭の原因物質であるジェオスミンを産生するシアノバクテリアには同種でありながらジェオスミンの生産遺伝子を持つものと持たないものが生息していることがわかりました。また、三瓶ダム底ではシアノバクテリアだけでなく、多様な種類の放線菌がカビ臭の原因物質を生産することがわかりました。

お宝研究【vol.10 p.41】

●**植物のアンモニア毒性メカニズムの解明**

**蜂谷 卓士** (学術研究院農生命科学系 総合科学研究支援センター担当 助教)

ほとんどの植物は土中の硝酸イオンとアンモニウムイオンを窒素源に利用します。しかし、高濃度のアンモニウムイオンはアンモニア毒性と呼ばれる生育阻害を引き起こします。我々は、シロイヌナズナのアンモニウム耐性株を単離し、その詳細な解析によって毒性メカニズムの一端を解明しました。

# 水害保険の法的研究

Legal Research of Flood Insurance

## 研究者紹介

嘉村 雄司 Yuji Kamura (学術研究院人文社会科学系・法文学部担当・准教授)

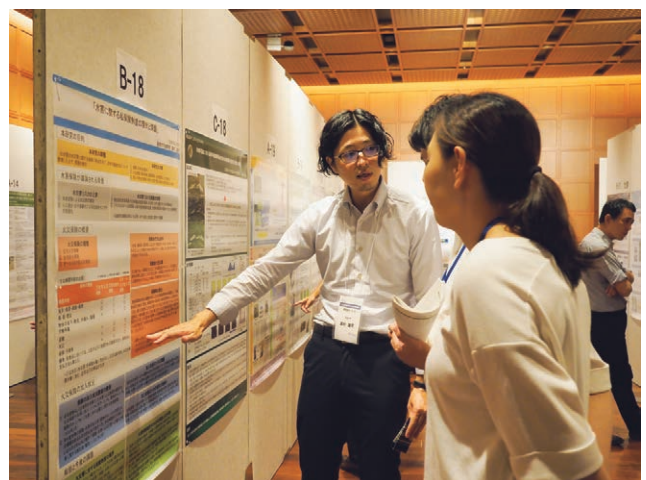
## 概要

日本は、台風・豪雨等の水害が発生しやすい国土といえます。水害に対しては、災害前・災害中の対応方法を検討すると同時に、災害後の被災者への対応も重要な課題となります。公的支援が不十分な現状において、民間保険会社が提供する保険の有効活用は不可欠の課題と思われます。本研究は、水害に関する保険、具体的には火災保険に付された「水害の補償」の現状と課題について、法的観点から検討することを目的としています。水害に関する保険において法的問題が生じていないのか、生じているとしてそれは保険契約の解釈によって解決可能なのかなど、現在までにあまり検討されてこなかった課題について、諸外国の制度を参考に研究しています。

Japan is a land that is prone to flood damage such as typhoons and heavy rains. Regarding flood damage, it is important to consider how to relief the victims after disaster. Given the current lack of public support, effective use of the flood insurance seems to be an essential issue. The purpose of this research is to examine the flood insurance from a legal perspective.

## 特色・研究成果・今後の展望

日本の法的研究においては、自然災害というと、「地震」が想定されることが多かったと思います。しかし、近年は、水害も重要な自然災害として認識されつつあります。水害の予防・軽減の観点からは、自助・共助・公助がありますが、保険は「自助」として位置づけることができます。自助・共助・公助の3つが適切な連携を図り、限られた資源・資金を有効に活用して最大限の効果を上げられるようにすることが重要です。本研究は、これらの中でも法的観点からの研究が最も遅れている「保険(自助)」の分野を研究対象とするものです。水害が発生したときの補償内容、水害保険の保険料などに関し、実際にどのような法的問題が起こっているのかについて、日本の裁判例や学説などを参考に研究を行っています。また、最近では、諸外国、とくにアメリカの洪水保険制度について研究をしています。アメリカの洪水保険制度は、連邦政府が関与することによって成立しています。日本の水害保険にも政府の関与が必要ではないか、必要である場合にどのような関与が望ましいかなど、アメリカの洪水保険制度は様々な点で参考になります。



令和元年度河川基金研究成果発表会での発表「水害に関する私保険制度の現状と課題」とポスターセッションの様子

## 社会的実装への展望

水害に対して保険により対応するためには、官民連携した水害保険の普及が重要な課題となってきます。本研究を通じて、水害保険の普及に資することができればと思っています。



# 潰瘍性大腸炎の診断・病状把握に役立つ新しい試薬の開発

Development of useful diagnostic reagent for ulcerative colitis

## 研究者紹介

白田 春樹 Haruki Usuda (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・助教)

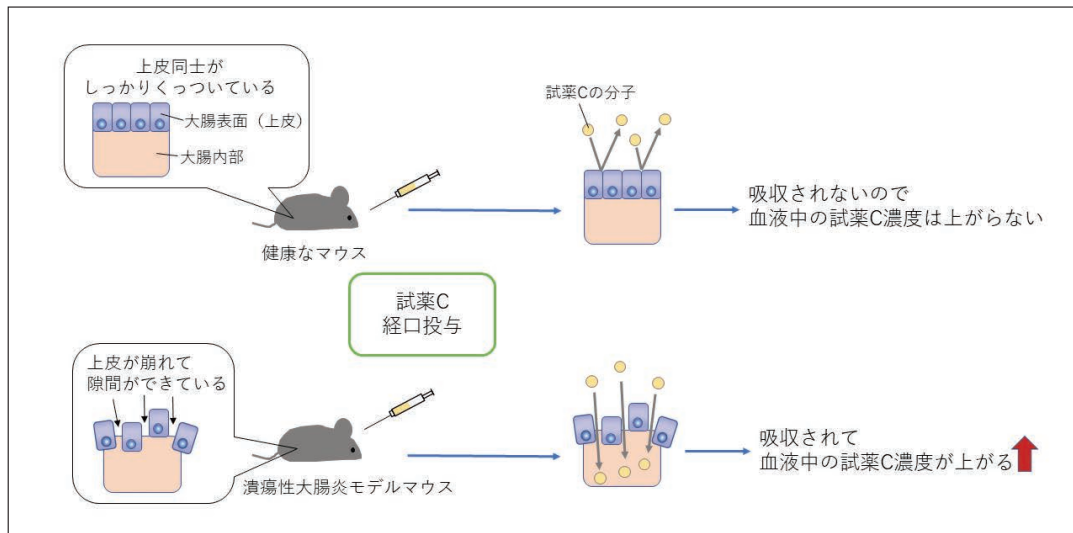
## 概要

近年、腸に慢性的な炎症を抱える患者さんの数がとても増えています。潰瘍性大腸炎はそのような病気の一つとしてよく知られており、症状が悪くなったり良くなったりを繰り返す難病です。その診断には腸の表面の状態を内視鏡などで直接観察する方法がとられていますが、より早期に病気を発見したり、病気の状態を効率よく把握する方法が望まれています。私が所属する研究室では、そのような方法として使用できる試薬の開発を目指して研究しています。

The number of patients who are suffering from chronic intestinal inflammation has been increasing in the recent 30 years. Ulcerative colitis is a famous one of such diseases and characterized by exacerbations and remissions. There is an urgent need for early detection method and effective means to evaluate the condition of intestine, that cannot be achieved by conventional diagnostic method using endoscope. Our laboratory has been trying to develop useful and effective reagent for evaluating disease condition of ulcerative colitis earlier and appropriately.

## 特色・研究成果・今後の展望

腸の表面は体の外側と内側を隔てる関所のような役割を担っています。この関所は大きなものは通さず、小さなものは吸収するという「ふるい」のような機能を持っています。一般的に有害な分子は大きく、関所を通りません。大腸に炎症が起こると、このふるいが崩れ、大きな分子も吸収されるのですが、ヒトでそのようなことを評価できる方法はありませんでした。そこで、当研究室では健康食品として流通している試薬C(特許出願中)に着目しました。潰瘍性大腸炎マウスモデル(潰瘍性大腸炎と類似した大腸炎を起こすマウス)に試薬Cを飲ませると、大腸から試薬Cが吸収され、試薬Cの血液中濃度が上がることが分かりました。また、このマウスでは、内視鏡で判別できる大腸組織の形態変化はありませんでした。このことから、試薬Cは外見ではわからない大腸の障害を検出することができることが分かりました。この試薬を用いれば腸炎の早期発見や病状評価だけでなく、将来的に腸の健康状態が関係する様々な疾患の病態解明や治療法の開発につながる可能性もあると考えています。



試薬Cによって腸のバリア機能の低下が評価できる仕組み

## 社会的実装への展望

潰瘍性大腸炎を含む炎症性腸疾患さらには腸のバリア低下が関連する種々の全身疾患の病態解明や治療法・予防法の開発に役立つ可能性が考えられます。

# 免疫チェックポイント阻害療法と新規がん免疫細胞療法による相乗効果の検討

Combination cancer immunology therapy of immune checkpoint blockade and novel cell therapy

## 研究者紹介

飯田 雄一 Yuichi Iida (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・助教)

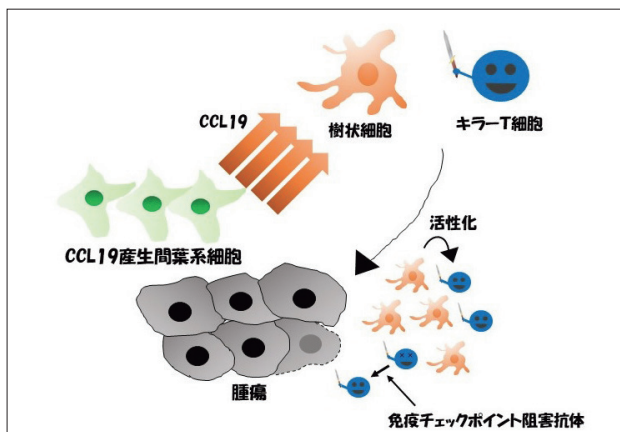
## 概要

がん細胞を攻撃する主役はキラー T細胞という免疫細胞が担っていますが、その多くは疲弊しており十分な機能を発揮していないことが分かっています。そこで、キラー T細胞の疲弊解除を目的とした治療法が免疫チェックポイント阻害療法です。免疫チェックポイント阻害療法は画期的な治療法である一方で、奏効率の高い癌腫でも20~30%というのが現状です。我々は、腫瘍局所に抗原提示能を持つ自然免疫細胞を集積させる方法をマウスモデルで確立し、免疫チェックポイント阻害療法の奏効率改善を目的とした治療法の検討を行いました。

Although CD8T cells are major effector cells which attack cancer cells, almost of them are exhausted. Immune checkpoint blockade (ICB) therapy was established to restore CD8T function. Even though ICB therapy is innovative, the efficacy is 20~30%. We demonstrated to accumulate innate immune cells at tumor site in murine model and to improve ICB efficacy.

## 特色・研究成果・今後の展望

キラー T細胞は、がん細胞を攻撃する抗がん免疫応答に重要な役割を担っています。しかしながら、腫瘍に浸潤しているキラー T細胞はその多くが、疲弊分子であるPD-1というタンパク質を細胞表面上に発現しています。この分子の機能を無効にし、キラー T細胞を再活性化させる治療法が、免疫チェックポイント阻害療法です。この発見で本庶佑先生は2018年ノーベル医学・生理学賞を受賞されています。キラー T細胞の中にもがん細胞を攻撃するものとそうでないものがあります。我々の研究ではマウスモデルを用いて、がん細胞を攻撃するキラー T細胞を増加させ、さらに免疫チェックポイント阻害療法との併用療法で抗腫瘍効果を増強することが確認されました。具体的には、CCL19というタンパク質を産生する間葉系細胞を局所投与することで、腫瘍に浸潤する樹状細胞を増加させ、がん細胞を攻撃するT細胞を活性化することで抗がん応答を増強します。CCL19産生間葉系細胞の局所投与により、腫瘍に浸潤する活性化キラー T細胞が増加していることがマウスモデルで確認されました。今後は、異なる癌腫においても同様の抗腫瘍効果があるかどうかについて検討していく予定です。



CCL19産生間葉系細胞の局所投与によってキラー T細胞ががん細胞を攻撃する様子



日本免疫学会でラボメンバーとの様子(一番左が飯田)

## 社会的実装への展望

本基礎研究により、抗がん免疫応答の理解が深まり将来的に腫瘍微小環境改善の応用が期待されます。

# 新規遺伝子FAM210A (family with sequence similarity 210, member A) の筋, 骨組織における役割の検討

Role of a novel gene, FAM210A (family with sequence similarity 210, member A), on bone and muscle

## 研究者紹介

田中 賢一郎 Ken-ichiro Tanaka (学術研究院医学・看護学系・医学部附属病院担当・助教) (令和2年3月現在)

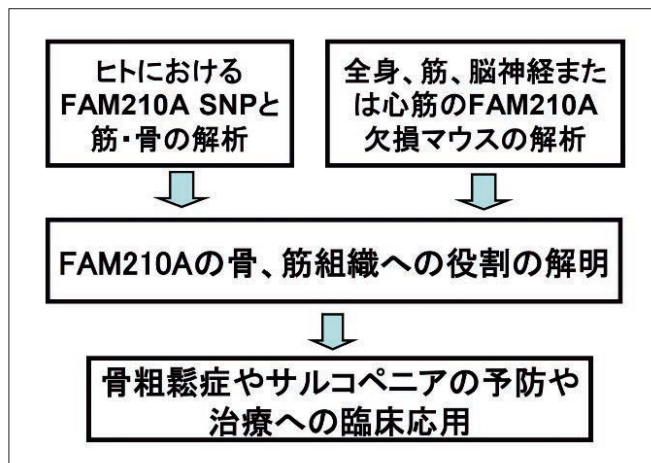
## 概要

骨粗鬆症やサルコペニア(加齢や疾患による筋量・筋力・身体機能の低下)は高齢化に伴い急増し、両疾患の予防・治療法の確立は急務です。近年、筋肉と骨は相互に関連(筋骨連関)し、骨粗鬆症とサルコペニアは互いに関係した病気であることがわかってきました。これまで、私共は筋骨連関に関連する因子としてTmem119, オステオグリシン, FAM5Cなどを同定し、世界に先駆けて報告しました。現在、新規遺伝子FAM210Aの筋, 骨組織における役割について研究しています。

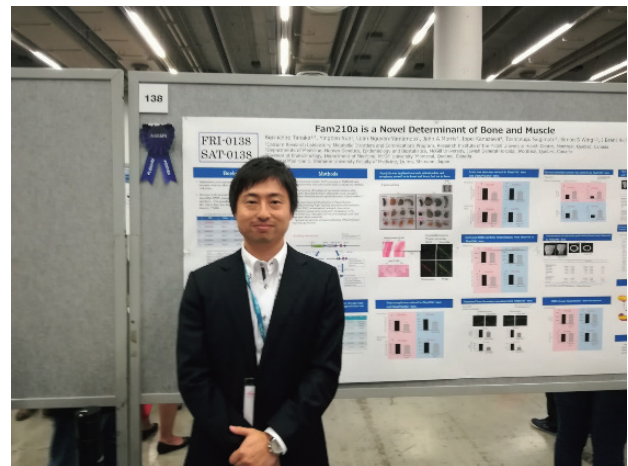
Osteoporosis and sarcopenia are aging-related diseases associated with the deterioration of bone and muscle strength, resulting in frailty in elderly people. Therefore, both diseases have become worldwide social issues. An association between muscle and bone has been recognized as the muscle-bone interaction. We reported Tmem119, osteoglycin and FAM5C as factors involving muscle-bone interaction. In this study, we aim to examine roles of a novel gene "FAM210A" on bone and muscle.

## 特色・研究成果・今後の展望

大規模ゲノムワイド相関解析により、骨折リスク増加に関係する新規遺伝子としてFAM210Aが発見されました(Nature Genet 2012)。骨折リスク増加に関わる遺伝子の多くは骨に存在しますが、FAM210Aは骨にはなく、筋肉、脳神経、心筋に多く存在するというユニークな特徴があります。私共はヒトにおけるFAM210Aの一塩基多型(SNP)を用いた臨床研究と、FAM210Aを全身または筋肉のみに欠損させたマウスを用いた基礎研究により、FAM210Aは骨密度、筋量・筋力の維持に重要であることを報告しました(PNAS 2018)。現在、脳神経や心筋のFAM210Aを特異的に欠損させたマウスを作成し、FAM210Aの骨や筋肉への影響を検討しようとしています。新規のFAM210A遺伝子に注目して研究を進めていくことは私たちが初めての試みであり、本研究を発展させ、将来的には骨粗鬆症やサルコペニアの予防や治療に臨床応用することを最終目標と考えています。



本研究の概要



2018年, 2019年アメリカ骨代謝学会で本研究の成果を発表しました。

## 社会的実装への展望

FAM210Aの研究が骨粗鬆症やサルコペニアの予防や治療に臨床応用されれば、高齢者の健康寿命の延伸やQOL(生活の質)向上につながります。



# 準凸計画問題に対する双対理論の構築

Construction of duality theorems for quasiconvex programming problem

## 研究者紹介

鈴木 聡 Satoshi Suzuki (学術研究院理工学系・総合理工学部担当・助教)

## 概要

いくつかの制約の下で費用を最小化したり利益を最大化する問題を数学的に扱う手法を数理計画法といいます。工学・経済学・オペレーションズリサーチなどの多くの分野で応用されており、様々な研究が成されています。

本研究では、準凸計画問題に対する双対理論の研究を行っています。いくつかの理論的結果、例えばsurrogate双対定理、最適性条件、解集合の特徴付けといった定理を証明しました。

Mathematical programming is a technique that mathematically handles the problem of minimizing costs and maximizing profit under some constraints. It has been applied in many fields such as engineering, economics, and operations research, and various results have been investigated.

In this research, we study duality theorems for quasiconvex programming. Some kind of theoretical results, for example, surrogate duality theorem, optimality conditions, and characterizations of the solution set, have been introduced.

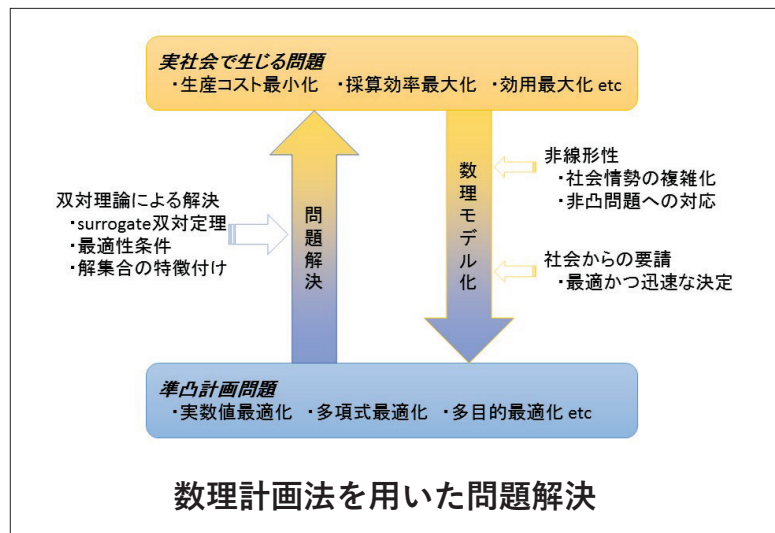
## 特色・研究成果・今後の展望

「一日に必要な栄養素を補う最小の食費は?」、「手持ちの資源を用いて利益を最大にする選択とは?」といった問題を数学的に扱う手法が数理計画法です。高校数学における「二次関数の最大・最小」、「微分して増減表を書き最大・最小を求める」といった問題を一般的にしたものを研究しています。

本研究では「準凸計画問題に対する双対理論の構築」と題していくつかの理論的結果を示しました。準凸計画問題とは数理計画問題の一つであり、重要な応用としてミクロ経済学における効用最大化問題があります。消費者が財やサービスを購入する時、どのような行動を取るのかを検討する際にはその問題が準凸計画問題として記述されます。

本研究で示したsurrogate双対定理は簡単に言うと問題を解きやすい形に変換する手法であり、最適性条件の研究は零点問題や不動点問題などの別の問題に変換する手法です。変換した問題が必ずしもすぐに解けるとは限りませんが、様々な方向から問題にアプローチすることで解を見つけやすくなります。

今後もこのような理論的な研究を継続し、今まで知られていなかった数理計画問題の性質を明らかにしたいと考えています。将来的には効率的なアルゴリズムに関する研究も行っていきたいと考えています。



## 社会的実装への展望

実社会での多くの問題が数理計画問題として定式化されるため、すでに線形計画問題や凸計画問題は社会に広く実装され大きな効果を上げています。準凸計画問題の社会的実装はまだ簡単ではありませんが、一方で準凸という広い範囲の問題を考えることにより線形・凸計画問題に対する新たな知見を得ることもできると考えています。実際にいくつか興味深い結果も得られており、準凸の視点からの線形・凸計画問題の改善、という形での社会的実装を進めることも目標の一つです。



# 宍道湖産のカビ臭発生および非発生シアノバクテリアの 遺伝学的解析と三瓶ダムのカビ臭発生放線菌の群集構造解析

Genetic analysis of odor-producing and non-producing cyanobacteria in Shinji lake and community structure of odor-producing actinomycetes in Sanbe reservoir

## 研究者紹介

林 昌平 Shohei Hayashi (学術研究院環境システム科学系・生物資源科学部担当・助教)

## 概要

宍道湖には、カビ臭の原因物質ジェオスミンを作っているシアノバクテリアと、同種でジェオスミンを作らないシアノバクテリアの両方が生息していることを明らかにしました。ジェオスミンを作っているシアノバクテリアにのみ、ジェオスミンの生産遺伝子があります。この研究結果は新聞でも取り上げられました。また、三瓶ダムではシアノバクテリアだけでなく、ダム底の放線菌というグループの細菌もカビ臭の原因であることを明らかにしました。シアノバクテリアの場合とは異なり、多様な種類の放線菌がカビ臭の原因物質を生産することがわかりました。

We reported that odorous compound, geosmin, -producing cyanobacteria and non-producing conspecific cyanobacteria existed in Shinji lake and that only geosmin-producing cyanobacteria had geosmin biosynthetic gene. This report was introduced in a newspaper. We showed that not only cyanobacteria but also actinomycetes in bottom sediments caused odorous problem in water intake in Sanbe reservoir. It was revealed that, unlike odorous compound by cyanobacteria, diverse types of actinomycetes could produce odorous compound.

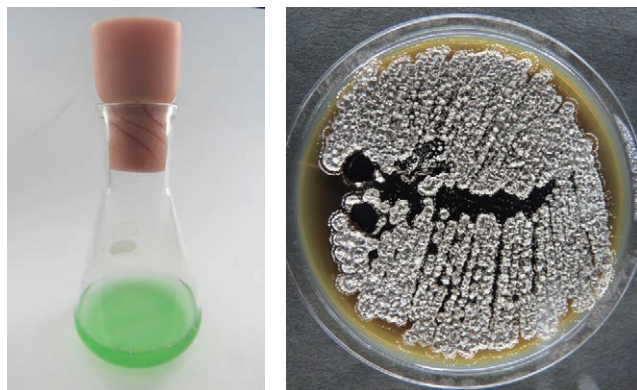
## 特色・研究成果・今後の展望

### 宍道湖のカビ臭生産者

宍道湖において2005年ごろに「シジミがカビ臭い」、「宍道湖周辺がカビ臭い」という問題が起こりました。我々の調査により、*Coelosphaerium* sp.というシアノバクテリアが、ジェオスミンというカビ臭物質を生産していることがわかりました。さらに調査し、今回、ジェオスミンを生産しない*Coelosphaerium* sp.もいることを明らかにしました。ジェオスミン生産株とジェオスミン非生産株は同種ですが、生産株にのみジェオスミン生産遺伝子があることもわかりました。この遺伝子の有無を調べることで、生産シアノバクテリアと非生産シアノバクテリアを区別して湖水中の数を調べることができます。

### 三瓶ダムのカビ臭生産者

大田市の三瓶ダムでは毎年カビ臭が発生して問題になっています。ダム底付近でもカビ臭物質が検出されることから、ダムの底泥からカビ臭物質が放出されていると予想して、底泥のカビ臭生産者を調査しました。その結果、カビ臭物質を生産する放線菌がたくさん分離され、それらは多様な種類の放線菌でした。特定の種類のシアノバクテリアがカビ臭物質を生産するのではなく、ダム底では様々な種類の放線菌がカビ臭物質を生産することがわかりました。



カビ臭を出すシアノバクテリア(左)と放線菌(右)です。フラスコやシャーレを開けると土っぽい臭いがします。

## 社会的実装への展望

本研究は、湖やダムにおいて、カビ臭発生を予測したり、カビ臭を発生させないようにしたり、カビ臭が発生した際にその被害を低減する方法の開発に繋がると考えています。本研究により、水資源を適切に管理する方策への応用が期待できます。

# 植物のアンモニウム毒性メカニズムの解明

Elucidation of the mechanism of ammonium toxicity in plants

## 研究者紹介

蜂谷 卓士 Takushi Hachiya (学術研究院農生命科学系・総合科学研究支援センター担当・助教)

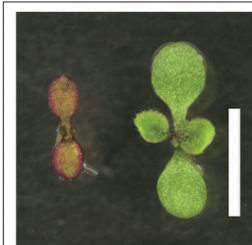
## 概要

ほとんどの植物は土中の硝酸イオンとアンモニウムイオンを窒素源に利用します。しかし、高濃度のアンモニウムイオンはアンモニウム毒性と呼ばれる生育阻害を引き起こします。今回我々は、シロイヌナズナのアンモニウム耐性株を単離し、その詳細な解析によって毒性メカニズムの一端を解明しました。

Most plants use nitrate and ammonium as nitrogen sources. However, a high level of ammonium application often causes toxic symptoms to plants by unknown mechanisms. Our genetic study demonstrated that GLUTAMINE SYNTHETASE 2 causes the ammonium toxicity.

## 特色・研究成果・今後の展望

21世紀後半に予測されている高二酸化炭素環境では、C3植物による硝酸イオンの利用効率が大きく低下することがわかっています。一方、アンモニウムイオンの利用効率はほとんど影響を受けませんが、高濃度のアンモニウムイオンは多くの植物に原因不明の生育阻害を引き起こすことが知られています。このためアンモニウムの毒性メカニズムを解明しそれを克服することは、近未来の農業における重要な課題です。今回我々はモデル植物であるシロイヌナズナを用いて、高濃度のアンモニウムに耐性を示す株を単離し、その原因がプラスチド型グルタミン合成酵素の欠損によることを明らかにしました。グルタミン合成酵素はアンモニウムイオンのグルタミンへの同化を触媒するため、耐性株では極めて高濃度のアンモニウムが蓄積していました。このことから、アンモニウム毒性の原因は従来信じられてきたアンモニウムイオンの過剰蓄積ではなく、過剰な同化によることが示唆されました。



高濃度のアンモニウム培地で生育させた芽生えの写真

耐性株では野生株よりも子葉が大きく緑も濃い

左：野生株

右：耐性株（プラスチド型グルタミン合成酵素欠損株）

スケールバー：5 mm

## 社会的実装への展望

本研究により、将来の高二酸化炭素環境で効率良く生育する作物（好アンモニウム・好二酸化炭素作物）の分子育種への応用が期待できます。

島根大学では、女性研究者がその能力を十分に発揮しつつ研究活動が行えるよう、優れた研究を行う女性研究者を支援する支援制度事業を行っています。女性研究者表彰は、「女性教員に対する支援」に採択された教員の中でも研究成果が特に顕著であった教員を表彰するものです。

令和元年度島根大学女性研究者表彰には、以下の3つの研究テーマが選ばれましたのでご紹介します。

●**教員養成大学・学部美術講座の発足に関する資料的研究**

—国立公文書館所蔵「新制国立大学設置認可申請書」の調査を通して—

**有田 洋子** (学術研究院教育学系 教育学部担当 准教授)

本研究では国立公文書館所蔵の「新制国立大学設置認可申請書」の調査を通して、全国の教員養成大学・学部の出発時の美術教官の様相を明らかにしました。

お宝研究 [vol.11 p.32]

●**神経変性疾患原因遺伝子Nna 1 遺伝子機能をAMSマウスで解析する**

**荒木 亜寿香** (学術研究院医学・看護学系 医学部担当 講師)

ヒトの神経変性症の多くは原因不明で、現在のところ有効な治療方法のない難病です。このような疾患を解析するために疾患モデル動物の利用があります。我々が研究するAMSマウスも疾患モデルマウスであり、小脳プルキンエ細胞が細胞死・消失します。その原因が機能未解明のNna 1 /CCP 1 遺伝子の点突然変異であることを明らかにしました。

お宝研究 [vol.1 p.30]

●**戦後占領期における婦人教育政策の方針と展開に関する研究**

**中間 由紀子** (学術研究院農生命科学系 生物資源科学部担当 助教)

戦後占領期における婦人教育政策の方針と展開について島根県を事例に考察しました。

特に島根県文化課および中国地方民事部の指導が女性の意識や行動に与えた影響について検討しました。

# 教員養成大学・学部美術講座の発足に関する資料的研究

## —国立公文書館所蔵「新制国立大学設置認可申請書」の調査を通して—

A Historical Research on the Aspect of Fine Arts in Teacher's Colleges and Departments: Through an Investigation of Documents "New National University Establishment License Application Note" in National Archives.

### 研究者紹介

有田 洋子 Yoko Arita (学術研究院教育学系・教育学部担当・准教授)

### 概要

私は継続的に戦後日本の教員養成大学・学部における美術教育学の制度的基盤の成立過程を研究しています。本研究では国立公文書館所蔵の「新制国立大学設置認可申請書」の調査を通して、全国の教員養成大学・学部の出発時の美術教官の人的様相を明らかにしました。

I studied a process of a systematic foundation of pedagogy of fine arts in teacher's colleges and departments. The aspect of the teacher of fine arts when a teacher education department in the whole country, was made clear through an investigation of documents "new national university establishment license application note" in National Archives.

### 特色・研究成果・今後の展望

#### [特色]

戦後日本の教員養成大学・学部の美術教育学の制度的・人的整備を、美術教育学のインフラ整備として捉え、全国の教員養成大学・学部を悉皆調査した点が特色です。

#### [研究成果]

師範学校から新制国立大学教員養成大学・学部への教官移行が難航したなかで、美術関係の教官は多数移行できたことがわかりました。その要因として、1.戦前の美術の最高学府は大学ではなく、東京美術学校や東京高等師範学校等の官立専門学校であり、その卒業生が師範学校美術関係教官の大部分であったこと、2.業績評価対象は論文ではなく、文展・日展・二科展等への入選であったこと、が挙げられます。ただ、旧帝国大学や高等師範学校と統合した、あるいは複数の師範学校が統合して発足した大学では、美術関係教官の移行も難航しました。

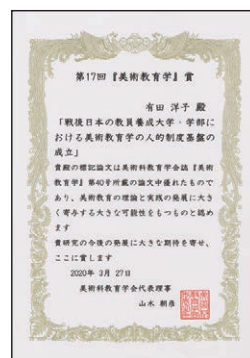
大学発足当時の美術関係教官は、東京美術学校図画師範科、東京高等師範学校図画手工専修科、地方師範学校(文検合格者)出身者に大別されます。彼らは美術のことなら何でもできました。なかでも東京美術学校図画師範科出身教官は同一大学に長年在職し、その地方の美術や美術教育の中心として活躍した人が多いこともわかりました。

#### [今後の展望]

その後、教員養成大学・学部は昭和39年2月の「国立大学の学科及び課程並びに講座及び学科目に関する省令」によって大きく転換します。教官は、教育上の必要として全国統一的に導入された専門領域である「学科目」(美術関係基本学科目:絵画,彫塑,構成,美術理論・美術史,美術科教育)のいずれかに所属することになったのです。今後は各大学の美術関係教官がそれによりのように対応していったのかを解明します。

昭和	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
坂元一男(図)																									
長井八十一(図・手)																									

島根師範学校・島根大学美術教官勤務表



本研究をふまえた論文は、2020年に美術科教育学会の学会賞を受けました。

### 社会的実装への展望

現在、教員養成大学・学部の制度は大きく変化しつつあります。本研究によって戦後の教員養成制度を実証的に振り返ることが可能です。また新たな美術教員養成制度の構想や地方美術教育史の解明のために堅実な基礎データを提供できます。



# 神経変性疾患原因遺伝子Nna1/CCP1 遺伝子機能を AMSマウスを用いて解析する

Functional analysis of the Nna1/CCP1 gene which causes in neurodegenerative diseases using AMS mouse

## 研究者紹介

荒木 亜寿香 Asuka Araki (学術研究院医学・看護学系・医学部担当・講師)

## 概要

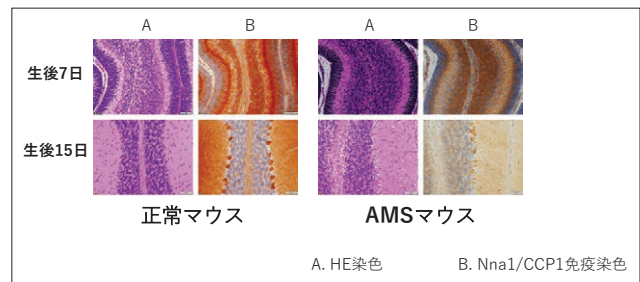
ヒトの神経変性症の多くは原因不明で、現在のところ有効な治療方法がない難病です。このような疾患を解析するために疾患モデル動物の利用があります。我々が研究するAMSマウスも疾患モデルマウスであり、小脳プルキンエ細胞が細胞死・消失します。その原因が機能未解明のNna1/CCP1 遺伝子の点突然変異であることを私たちは明らかにしました。なぜ特定の神経細胞が細胞死を起こすように選択されるのか、これに関する研究はほとんどありません。この謎を解明するために、Nna1/CCP1 遺伝子が元となって合成されるNna1/CCP1 タンパク質について調べました。

Human neurodegenerative disorders are intractable diseases of uncertain etiology, for which there is currently no effective treatment. Researches using animal models are necessary to elucidate the causes of these diseases and their therapeutic development. AMS mouse is one of disease model mice and one phenotype of the mouse is ataxia due to Purkinje cell degeneration in the cerebellum. We have clarified a point mutation in the Nna1/CCP1 gene leads to that neuronal cell death in AMS mouse. However, it still remains to be elucidated why a certain cell is affected by the gene abnormality. We are working to reveal this question through a functional analysis of Nna1/CCP1 protein, product of Nna1/CCP1 gene.

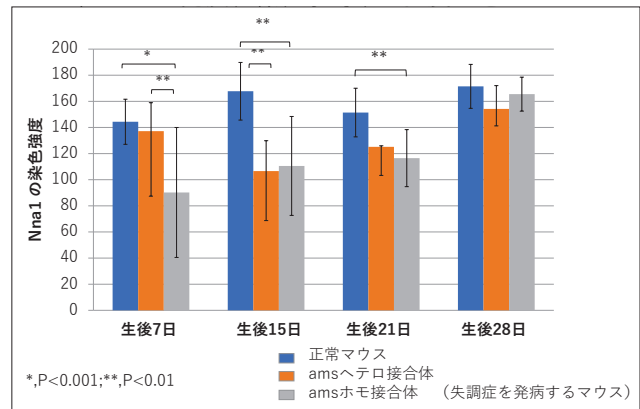
## 特色・研究成果・今後の展望

Nna1/CCP1 遺伝子はヒトやマウスが共通に持つ遺伝子の1つです。ヒト遺伝性神経変性症の一因にNna1/CCP1 遺伝子異常があります。Nna1/CCP1 遺伝子はNna1/CCP1 タンパク質をコードしますが、そのタンパク質の機能は十分にわかっていません。

AMSマウスが持つ最大の特徴は、Nna1/CCP1 遺伝子異常をPCR検査することによって発症前に疾患を診断できることです。この特色を利用して、Nna1/CCP1 タンパク質の個体発生を調べました。その結果、①運動の調節を司る小脳の神経細胞が発達する過程において、神経細胞内にNna1/CCP1 タンパク質が存在すること、②遺伝子異常があるAMSマウスでもNna1/CCP1 タンパク質は存在しているものの、遺伝子異常がないマウスに比べて有意にタンパク質量が少ないことがわかりました。Nna1/CCP1 タンパク質は変異タンパク質であるため、その機能が失われ、結果的に神経細胞が維持できないと推測されます。



マウスの小脳の組織像と免疫組織化学によるNna1/CCP1の発現



各マウス週齢における、プルキンエ細胞のNna1/CCP1の免疫組織化学的染色強度の違い

## 社会的実装への展望

神経細胞の他に、AMSマウスでは精子形成細胞も細胞死を起こします。つまり1つの遺伝子異常が異なる細胞の生存に影響しています。このような疾患モデルを調べることで、将来のヒト神経変性症あるいは男性不妊症の治療法の開発へ通じることを期待しています。

# 戦後占領期における婦人教育政策の方針と展開に関する研究

A Study on Policies and Development Concerning Women's Education in Occupied Japan

## 研究者紹介

中間 由紀子 Yukiko Nakama (学術研究院農生命科学系・生物資源科学部担当・助教)

## 概要

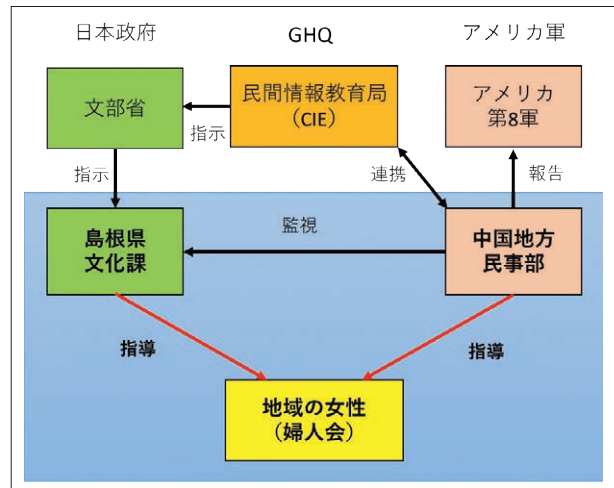
戦後占領期における婦人教育政策の方針と展開について島根県を事例に考察しました。文部省は婦人教育のために自主的な婦人団体の育成案を作成しました。しかし、案には既存の組織の利用が含まれていました。そのため民間情報教育局(CIE)によって廃案とされ、婦人団体は有志によって作られるべきであるとするCIEの方針が採用されました。島根県は有志による婦人団体の育成の方針としますが、実際には既存の組織(婦人会)を利用して婦人教育を推進しました。対応の理由は、県と文部省との関係、中国地方民事部の存在、当時の農村の性格にありました。島根県において婦人教育が進められ、女性達は徐々に主体性を持って行動をするようになりました。

This study examines policies and development concerning women's education in occupied Japan by focusing on Shimane prefecture. The Ministry of Education develop a plan to cultivate voluntary women's groups for women's education. However, because the plan makes it possible to use existing groups, it is withdrawn by the Civil Information and Education Section (CIE) and adopts the CIE policy that women's groups should be composed entirely of volunteers. Based on the policies, Shimane Prefecture encourage to cultivate voluntary women's groups. However, it does so by using existing women's groups to promote women's education. The reasons for this include the connection between the Ministry of Education and Shimane Prefecture, the social realities in rural areas and the existence of the Chugoku Civil Affairs Region. As women's education develop in Shimane Prefecture, women gradually begin acting with voluntary consciousness.

## 特色・研究成果・今後の展望

戦後、日本はGHQの占領下に置かれます。GHQは占領方針として日本の「非軍事化」、「民主化」を掲げます。GHQマッカーサー司令官は、民主化のための五大改革を幣原喜重郎首相に要求します。その一つが「婦人解放」であり、その実現のために「婦人教育」が重視され、教育の場として民主的な婦人団体をつくることが喫緊の課題とされます。占領期の婦人教育政策に関する研究、特に婦人教育を実際に担った地方自治体、地方民事部(アメリカ軍の下部組織)、婦人教育の対象である地域婦人団体の関係について取り上げた論考は多くみられます。しかし、その中心は県単位の婦人会組織を考察の対象としたものです。地方自治体等の指導が女性の意識や行動にどのような影響を及ぼしたのかについて考察した研究はほとんどみられません。本研究は島根県を事例に、文化課および中国地方民事部の指導が女性に与えた影響について検討しました。その結果、中国地方民事部のマーガレット・グロースの講習が女性達の自主性を高めることに寄与したことを明らかにしました。

今後は、中国地方民事部の講習内容の詳細について検討したいと考えています。



島根県における婦人教育の実施体制

## 社会的実装への展望

本研究により、教育学、女性学、歴史学等の関連分野への学術的貢献が期待できます。

【お問い合わせ】

島根大学 企画部 研究協力課 学術研究支援グループ

〒690-8504 島根県松江市西川津町1060  
TEL0852-32-6056 FAX0852-32-9749 <https://www.shimane-u.ac.jp/>

\* 本冊子に収録されている研究に関しては、こちらまでお問い合わせください。

[Contact]

Science Research Support Group  
Research Support Division  
Planning Department, Shimane University  
TEL0852-32-6056 FAX0852-32-9749



「島根大学お宝研究」バックナンバーはこちらから

[https://www.shimane-u.ac.jp/research/researchers/research\\_unique/](https://www.shimane-u.ac.jp/research/researchers/research_unique/)

