

令和2年度

# 学生自主研究レポート

Student Research Collection

## Contents

**P4**  
テクノネット門下生一同  
IoTツールを用いたものづくり製造業のスマート工場化

**P7**  
筋電ロボットハンド  
筋電信号を用いたロボットハンドの操作

**P10**  
環境制御工学グループ  
植物生育環境の計測・監視システムの開発

**P13**  
木女Ⅱ  
秋田木造建築データベースの作成

**P16**  
オンラインイベント研究グループ  
オンラインによる地域紹介イベントのマーケット・リサーチ  
— 外食に対する学生の利用動向調査から  
地域紹介のヒントを探る—

**P19**  
糖に魅せられた人たち  
美味しい糖漬けと微生物の関係

**P22**  
リンゴ調べ隊  
リンゴの加工適性を評価するための時間経過による  
果実成分の変化と品種間差

**P25**  
EfH  
八郎湖で秋に発生するアオコを調査する

**P28**  
チームナシ  
ニホンナシ '秋泉' の紫変色枝枯れ症の発症と  
耐凍性遺伝子ICE1における発現量との関係

**P31**  
先輩が語る学生自主研究  
**P32**  
過去の研究を動画でCheck!

# 学生 自主研究 レポート

令和2年度学生自主研究成果は「秋田県立大学機関リポジトリ」に公開中です。  
(<https://akita-pu.repo.nii.ac.jp/>)

## システム科学技術学部 [9件]

	研究グループ名	研究テーマ
<b>Pick Up!!</b> 4>6	テクノネット門下生一同	IoTツールを用いたものづくり製造業のスマート工場化
<b>Pick Up!!</b> 7>9	筋電ロボットハンド	筋電信号を用いたロボットハンドの操作
	The Wi-Fi	本荘キャンパス内におけるWi-Fi環境測定
	SCPFoundation 秋田県支部	パラメトリックスピーカの作成とその性能評価
<b>Pick Up!!</b> 10>12	環境制御工学グループ	植物生育環境の計測・監視システムの開発
<b>Pick Up!!</b> 13>15	木女II	秋田木造建築データベースの作成
<b>Pick Up!!</b> 16>18	オンラインイベント研究グループ	オンラインによる地域紹介イベントのマーケット・リサーチ — 外食に対する学生の利用動向調査から地域紹介のヒントを探る —
	地域情報教材研究グループ	中学生への情報生産者教育のための教材作成
	イングリッシュクラブ	県立大生の英語スピーキング力の伸長に関する研究 (初級編)



無音室内での実験の様子



完成した基盤



実験の様子



令和2年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により、前期の授業は1か月遅れでオンラインによる遠隔授業での実施となりました。

そのため、学生自主研究も一旦は中止としましたが、この制度を楽しみにしている学生の要望に応え、4か月遅れで研究を開始しました。

コロナ禍で制約のある中、わずか半年という短い期間ではありましたが、それぞれ工夫して研究を進め、研究成果をまとめることができました。

## 「研究」のスタート地点！学生の好奇心に応える教育プログラム

### 学生 自主研究 制度

とは？

★1・2年生を対象とする「学生自主研究制度」。「入学したらすぐに研究に取り組んでみたい!」「専門分野に触れたい!」そんな積極的な学生の期待に応えるための本制度は、県大ならではのモチベーションアップ・プログラム。

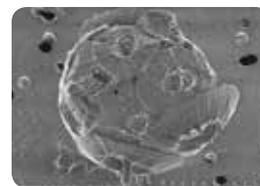
★学生自身が主役であり、研究責任者。研究資金として1件あたり最大15万円を交付し、指導教員や先輩がバックアップしている。

★平成11年開学以来、積み上げた研究テーマは1,434件。学生の約半数が参加している。県大生にとって充実したキャンパスライフを送る上で欠かせないプログラムであり、卒業研究や大学院進学に向けての大きな動機づけとなっている。



## 生物資源科学部 [14 件]

	研究グループ名	研究テーマ
<b>Pick Up!!</b> 19▶21	糠に魅せられた人たち	美味しい糠漬けと微生物の関係
	NSP(ナノスーツプロジェクト)	多様な生物を“生きたまま”電子顕微鏡観察する方法の開発
	コンポスト trio	有機性廃棄物を用いて作物の収量と品質を高める
	Nero	植物の根への異なる波長照射が 成長と栄養成分含有量に与える影響の解明
	リノレイン酸にナツタネ!!	機能性成分のリノレイン酸が多い菜種品種の育種
<b>Pick Up!!</b> 22▶24	リンゴ調べ隊	リンゴの加工適性を評価するための 時間経過による果実成分の変化と品種間差
	虫虫 TRAIN	The Beetles 2
	種子って種子議(ふしぎ)ダネ	多様なタネの落下速度の測定
<b>Pick Up!!</b> 25▶27	EfH	八郎湖で秋に発生するアオコを調査する
<b>Pick Up!!</b> 28▶30	チームナシ	ニホンナシ‘秋泉’の紫変色枝枯れ症の発症と 耐凍性遺伝子/CE1における発現量との関係
	フェノール	高ポリフェノール野菜を作ろう!
	最強は雑魚と パートナーになりたい	水田ビオトープを活用した中山間農地と 生物生息環境の再生・保全
	原塾会・パートII	持続的農業・農村のメカニズムを考える -西欧の事例から-
	べこ調査団	茎葉タイプ飼料用稲で稲わら・牧草不足を解消したい!!



○円石藻 (電子顕微鏡観察)



○LED 照射下におけるハツカダイコン栽培の様子



水田ビオトープの  
泥上げ

○夏の水田ビオトープ



○飼料用稲をラッピングにより密閉している様子

## 学生自主研究の流れ

- 4月 申請**
- 指導教員のアドバイスのもと、研究テーマや経費を申請
  - 高校時代から温めていたテーマはもちろん、「やってみたくて、テーマが分からない」という学生でも先生と相談し申請可能!
  - 申請は、個人、グループいずれもOK。違う学年や他学部・他学科の学生と組んだり、他学部・他学科の指導教員を選んだりすることも可能!

- 5月 許可**
- 目的に適合しているか、予算計画は適正か審査
  - 学生の意欲を最大限に尊重するため基本的には採択

- 6月 研究開始**
- 研究資金の交付
  - 指導教員・先輩のアドバイス
  - 研究設備の提供

- 3月 実績報告**
- 実績報告書の作成
  - 成果報告書の作成
  - ポスター作成

- 5月 事後評価**
- 審査会で事後評価

そして本格的な専門分野の研究へ!

オープンキャンパスで発表

サイエンスインカレに出場



[研究テーマ]

# IoTツールを用いたものづくり 製造業のスマート工場化

システム科学技術学部

テクノネット門下生一同

機械工学科

2年	榎本 駿	(静岡県 / 伊豆中央高校出身)
	上村 壮汰	(和歌山県 / 新宮高校出身)
1年	五十嵐海里	(岩手県 / 盛岡第四高校出身)
	藤本なつみ	(奈良県 / 橿原高校出身)
	初山 円志	(東京都 / 東京工業大学附属科学技術高校出身)
指導教員	鈴木 庸久	教授 (機械工学科)

## Q1 学生自主研究の良いところを教えてください。

学生自主研究の良いところとして、早い段階から研究のやり方を知ることができる、報告書等の作成方法を学ぶことができる、などといったことが挙げられます。

大学生になったら卒業研究は避けては通れません。研究のおおまかな流れだけでも知っていれば、多少なりとも気持ちに余裕ができ、落ち着いて取り組むことができるのではないかと思います。

## Q2 高校生の皆さんへメッセージ

秋田県立大学は、前述した学生自主研究の他、学園祭やものづくりコンテストなどさまざまなイベントがあります。

地方の大学であるがゆえに地域とのつながりも深く、また、キャリアガイダンスやセミナーなど就職の支援も手厚いことで有名です。

進学先を決めかねている皆さん、ぜひ秋田県立大学を検討してみてください。



## Support

指導教員がきめ細かく研究をサポート



Tsunehisa Suzuki

機械工学科  
教授 鈴木 庸久

### PROFILE

学位 / 博士(工学)  
専門分野 / 先端加工プロセス

## 研究内容 - ものづくりを加速させるプロセスを創造する

新しい製品を生み出していく「ものづくり」のためには、1. 素材をつくる、2. 形をつくる、3. 機能をつくる、という加工プロセスが不可欠です。私たちは、航空宇宙産業、電動化が進む自動車などの輸送機産業、半導体産業など、各産業が求めている高性能素材、高精度部品、高機能表面を実現するプロセスを研究しています。たとえば、焼結、成形、めっき、熱処理などの材料プロセスを用いて、機能性ナノ材料を複合化し、耐摩耗性、

放熱性などを向上させた新素材を開発しています。また、機械加工、電気エネルギー加工、化学的加工などを駆使し、金型用高硬度材料、航空機用耐熱材料、半導体プロセス用結晶材料などの精密加工の実現を目指すとともに、そのための加工ツールを開発しています。さらに、イオンビームアシスト蒸着法などの成膜技術により、加工ツールや金型、医療用ツール、光学部品等への応用を目指した機能性コーティングを開発しています。

大事なのは新しい創造です。

「大事なのは新しい創造です。」一度しかない人生です。人生を通して、なにか新しいものを生み出したい、そういう仕事に携わりたいという熱意を育ててください。今、勉強ができないことは全く問題ありません。時間がかかっても、失敗しても、続けていけば、必ずできるようになります。むしろ、熱意をもって、継続して取り組む能力が、科学者、研究者には最も必要な素養です。ぜひ、楽しみながら、がんばってください。



県大のおすすめスポット

### 大学院棟

最新の5軸加工機がバリバリと航空機用精密部品を加工している大学内のファクトリー。

# 1 はじめに

本研究を行うにあたり、主に使用した機器は、Tibbo-Piである。これは、Tibbo Technology社のプロダクトとRaspberry Pi等を組み合わせて製品化した株式会社アイオーティードットランのオリジナルプロダクトである。安価で高機能な汎用シングルコンピューター「Raspberry Pi」と、ベース基盤である「Tibbo-Piボード」、さまざまな機能を持つ60種類以上の「Tibbo-Piブロック」というモジュールブロックなどで構成されている。

# 2 研究目的

IT技術を駆使したスマート工場は、故障予知や不良品検出、人材育成、省エネルギー化といった場面で活躍する可能性を秘めている。Tibbo-Piは、プログラムもハードウェアも「オブジェクト指向で作られている」という特徴がある。その為、IoTの仕組みを作った後の仕様変更や機能拡張が容易にできるので、このツールを使って中小企業でもカスタマイズできるIoTシステムが作れるのではないかと考えた。本研究を通して、「IoT」と「ものづくり産業」に触れ、これからの時代のエンジニアとしての素養を身につけることを目指す。

# 3 研究内容

## 3.1 プログラム習得

### 3.1.1 Tibbo-Piにブロックを挿入して動作検証

Tibbo-PiのプログラミングツールであるNode-REDを使用し、ブロックを挿入して動かす。ここで扱ったブロックは、28照度センサ、38ボタン、39LED、ブザーである。

### 3.1.2 外部機器の接続

ここで使用した機器は白金測温抵抗体温度計である。

### 3.1.3 Tibbo-Piとクラウドの連携

ここで使用したクラウドは、コー・ワークスのサービスであるIoTクラウドTRYを使用。そして、温度/湿度センサを利用してクラウドにデータを送信する。

## 3.2 課題設定

企業課題を解決するために、秋田化学工業株式会社と有限会社長沼製作所に訪問した。

### 3.2.1 職場環境の温度・湿度の遠隔測定

秋田化学工業株式会社は、電解研磨、無電解ニッケルめっきなどを中心とし、各種めっきの表面処理加工サービスなどを行っている会社である。無電解ニッケルは、耐腐食性に優れている。しかし、湿度が高い場所に置いてあることで、その性質は悪化していく。また、作業現場は、高温多湿で過酷な労働環境である。そこで、温湿度環境を遠隔で把握することで、環境維持と作業環境の向上を目的とする。Tibbo-Piの温度/湿度センサ、白金測温抵抗体温度計を用いて、温度、湿度を計測する。Tibbo-Piと

コー・ワークスのサービスであるIoTクラウドTRYとを連携し、計測したデータをクラウド上に送信させて、遠隔で監視できるようにする。図1にブロックが挿入された状態のTibbo-Piの全体像を示す。また、図2に今回構築した、Tibbo-PiのプログラミングツールであるNode-REDの全体像を示す。



図1 Tibbo-Piの全体像

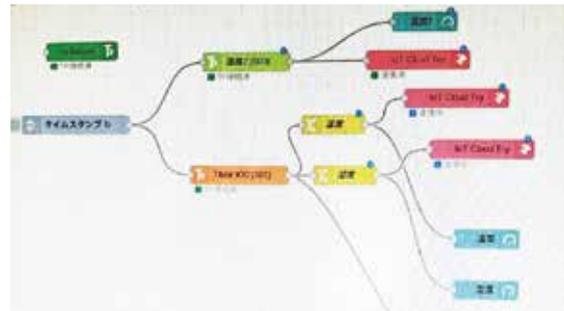


図2 Node-REDの全体像

図2では、温湿度計、白金温度計で、温度・湿度を計測し、クラウド上に送信するという処理を一定間隔で繰り返すように設定した。温湿度計の場合は、温度と湿度の両方を計測するため、別々のグラフに表示するには、処理が必要になる。図2の温度と湿度ノード(changeノード)で温度と湿度を判別している。そして、秋田化学工業株式会社および秋田県立大学にて、温度・湿度環境の変化をリアルタイムでモニタリングした。その結果が図3である。図3に、温湿度計と白金温度計による温度、湿度を示す。

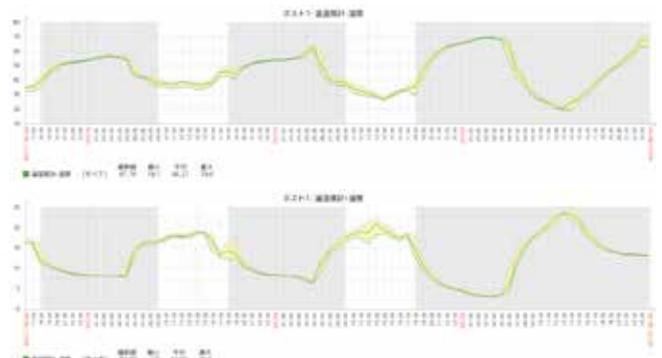


図3 温湿度計と白金温度計による湿度(上)、温度(下)

## 3.2.2 素材管理システム

有限会社長沼製作所は、材料の手配から、レーザー、板金加工、旋盤、フライス加工、各種溶接、焼鈍ショット、機械加工まで幅広く扱っている会社である。扱う素材は、長さや素材、厚さ等多岐にわたるものの、そのデータ管理を完全にIoT化していない。それゆえ、素材の在庫状況を確認するため、年に数回、倉庫にある資材を全部外に出し、手で管理している。人による作業であるから、ミスが起こりやすく、時間がかかるという問題がある。そこで、角材や板材の残材や在庫をクラウド上で把握することで、労働の軽減と作業ミスの減少を目的とする。目的達成のために、以下のシステムを考案した。図4に素材管理システムのフローチャートを示す。

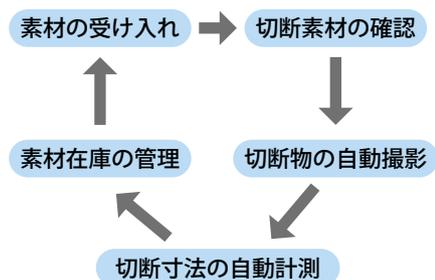


図4 素材管理システムのフローチャート

初めに素材の受け入れを行う。この時に、材質、寸法、形状をQRコード等で紐付けておき、素材にQRコードを貼り付ける。次に切断素材の確認と素材在庫の管理を同時進行で行う。切断前に、QRコードで素材を確認する。次に切断物の自動撮影を行う。切断時に、切断物を自動的に撮影する。写真はクラウドに保存する。そして、切断寸法の自動計測を行う。切断物の写真から、切断物の寸法を自動的に計測する。切断するごとに切断寸法をQRコードに紐付けする。最後に素材在庫の管理である。素材受け入れ時の寸法から、逐次、切断寸法を引いていくことで、素材の残りが把握できる。

今回はフローチャートの切断物の自動撮影の部分をTibbo-Piを用いて実行する。Tibbo-Piの照度センサ、USBカメラ、ライトを使用する。照度センサで明るさを検知し、一定の値を超えた時に撮影されるというプログラムを構築する。図5に切断機にTibbo-Pi、USBカメラ、ライトを設置した全体像を示す。図6にNode-REDの全体像を示す。



図5 システムの全体像

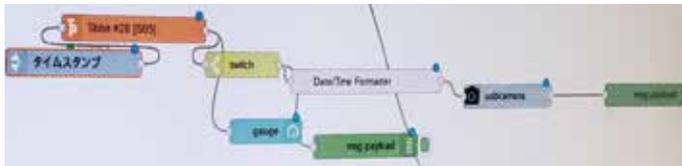


図6 Node-REDの全体像

撮影した画像は上書き保存されるため、1枚撮影するごとに名前を変える必要がある。その処理を図6のDate/TimeFormatterノード(momentノード)で日付に名前を入れることで行う。

## 4 まとめ

本研究で、Node-REDやプログラミングの勉強を始めとして、Tibbo-Piの運用方法を学んだ。また、企業への訪問を行い、遠隔で自動管理を行うスマート工場化の必要性を確認した。そして、企業の課題解決に向けて、切削時の自動撮影、湿温度計測のシステムを作り、管理システムの提示を行った。収集したデータをクラウド上に保管することや、切断物の自動撮影のためのシステムを完成させる過程で、IoT技術の可能性を感じることができた。

## 5 課題

### ・秋田化学工業株式会社での課題

工場内の温度や湿度が分かるというだけでは、それぞれの作業場所の労働環境の把握や、勤務外である夜間の状況を把握できる程度の利点しか得られない。センサに付着する金属イオンの割合から、工場内のイオン分布を把握できるというシステムを構築できれば、品質向上につなげることができる。

### ・有限会社長沼製作所での課題

現場で扱う切削材は、8 mほどの大きいものから手に収まるほどの小さいものまでである。よって、切削機に取り付ける小型のカメラでは全体を写すことができない。また、取り扱う材質もさまざまであるから、何かしらの判別機能を搭載しないと在庫の管理が困難である。在庫管理のためにQRコードを切削材に張り付けるのは、搬入時に山積みされることや、切削し始める方向によって管理方法を変える必要があるのが難しい。

今回の自主研究で2社の企業の協力を得ることができたが、上記の理由から、現場で即採用されるようなシステムには至らなかった。今後もIoTに関する知見を増やして企業の問題解決に至るものを作りたいと思う。

### 参考文献

Tibbo-Pi ティーボパイ ころころ踊るIoTデバイス (co-works.co.jp)



REPORT  
2

[研究テーマ]

# 筋電信号を用いた ロボットハンドの操作

システム科学技術学部

筋電ロボットハンド

知能メカトロニクス学科

2年 渡邊 啓太(宮城県/東北学院高校出身)  
指導教員 齋藤 直樹 教授(知能メカトロニクス学科)

※写真左端は支援スタッフの樋浦さん

## Q1 学生自主研究の良いところを教えてください。

学生自主研究は1年生のうちから自分の興味のある内容について研究することができるのが魅力です。大学から研究費等のサポートがあり、自分のやりたい研究に手を出しやすくする制度だと思います。さらに早いうちから研究室の様子を体感できたり、普段の講義では学べないような知識や技術を身に付けることもできます。

## Q2 高校生の方へメッセージ

秋田県立大学は1学科あたりの人数が少ないため先生との距離が近く、講義で分からないところがあっても気軽に質問できたり、将来の進路について相談できるところが良いところです。また学生自主研究など学生自らチャレンジする機会が多くあり、将来の目標がまだ見つからない人も目標を見つけやすい環境が整っていると思います。



## Support

指導教員がきめ細かく研究をサポート



Naoki Saito

知能メカトロニクス学科  
教授 齋藤 直樹

### PROFILE

学位/博士(工学)  
専門分野/流体工学・ロボティクス

## 研究内容 - 空気圧人工筋肉の開発と人間生活支援機器への応用

空気圧人工筋肉を開発しています。この人工筋肉は人と同じ程度の力を発揮し、軽くて構造が柔らかいという特徴を持っています。また、動きの速さやそれに応じて力が出にくくなるなど、多くの点で人の筋肉と似た特徴を持っています。この人工筋肉を人の体に直接取り付けたり、機械に組み込んだりして、人の動作をアシストする方法についても研究しています。

現在は、農作業での腰痛を予防するた

めの中腰姿勢アシスト装具や、高齢者の膝にかかる負担を軽減して歩行を促進する歩行支援機械も開発しています。また、人の生活空間で人と共存して作業ができる、軽くて柔らかいロボットアームの開発も行っています。このようにさまざまな機械へ応用すると人工筋肉の使いにくい特徴も分かってくるので、それを改善するために新しい空気圧人工筋肉の開発を行っています。

lab's-@at

世の中の役に立つものを自分の手で造り出すことは楽しいことですが、それをより良い、確かなものにしていこうとすると、学問の力が必要になります。大学の研究では、学問がどのようにものづくりの役に立つかを学ぶことができると思います。好奇心と、学ぶ姿勢と、情熱と、折れないタフな精神力で、学問の力を駆使したハイレベルなものづくりという研究の醍醐味と一緒に体験できるといいですね。

県大の  
おすすめ  
スポット

### ラーニング commons



ラーニングcommonsは、学生たちが集まって勉強したりして活気があっていいんじゃないでしょうか。私は使ったことありませんが...

## 1 本研究の目的

人の意志で動かせる可能性のある義手として筋電義手がある。これは筋電信号という筋肉を動かそうとするとときに発生する電気信号を用いている。このような、筋電信号を利用して機械を操作するシステムや、義手のようなロボットハンドに関心があり、そのために必要な知識を学んでみたいと思ったので、この研究を行った。

## 2 実験システムの構成

図1に実験システムの構成を示し、図2に筋電位計測に利用した筋肉を示す。HACKberryはexiii社がオープンソース化している筋電義手であり、親指、人差し指、その他3本の指をそれぞれのモータ(親指、その他3本の指: ES08MD、EMAX、人差し指: Standard Servo 3001HB、Power HD)により動作する。今回は、「背屈(手首の関節を手の甲の方向に反らせる動作)させたとき」、「掌屈(手首の関節を手のひらの方向に折り曲げる動作)させたとき」、「ニュートラルのとき」の3つの場合に対応した動きをHACKberryにさせるために、手首を背屈、掌屈させたときに作用する尺側手根伸筋と橈側手根屈筋の2箇所に電極パッドを貼り、筋電センサ(MyWare、Advancer Technologies)を用いてそれぞれの筋電位を計測した。図3に筋電位の処理方法を示す。筋電位の源波形は0を境に陽性波形と陰性波形で構成され、体表では数十 $\mu\text{V}$ ~数十mV程度の大きさである。そのため今回用いた筋電センサでは、筋電位の源波形を全波整流処理した後に積分処理して0V~5V(入力電圧)の範囲に増幅し出力している。全波整流とは入力電圧の負電圧を正電圧に変換整流することであり、ダイオードをブリッジ上に回路構成することで実現できる。この筋電位をArduinoで観測し、それに基づいてHACKberryを制御する。

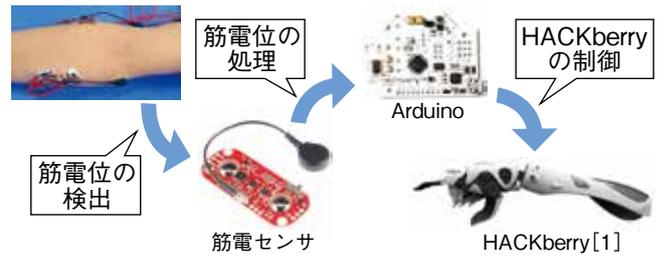


図1 実験システムの構成

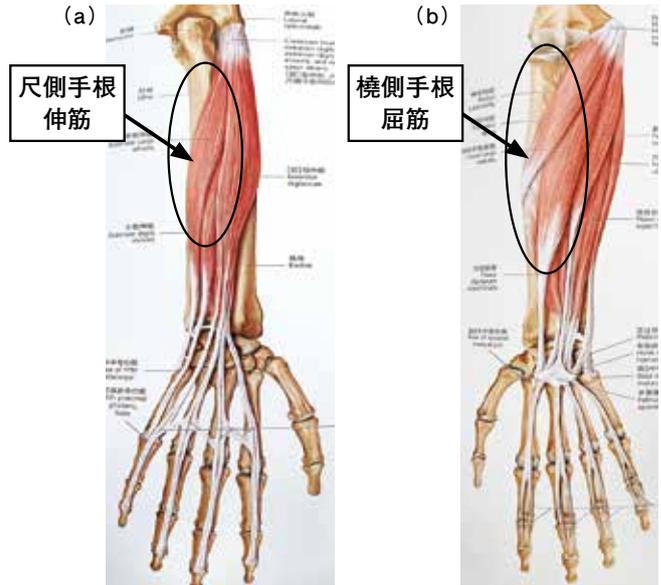


図2 前腕部の筋肉の図(a: 背側、b: 掌側) [2]



図3 筋電センサの信号処理の模式 [3]

## 3 筋電位とは

筋肉は中枢神経から活動電位が神経筋接合部に伝わることで筋収縮が起こる。この中枢神経から伝わる活動電位のことを筋電位といい[4]、その測定方法は針電極を用いる方法と表面電極を用いる方法がある。本研究では比較的計測しやすい、表面電極を使用した。

## 4 筋電位でのHACKberryの制御

手首の動きとHACKberryの動きを連動させるため、前項の方法で得られた筋電位を用い、動作ごとに基準となる値を設定して制御を行った。筋電センサを貼る位置によって筋電位は変化したり、筋肉を使い続けることで疲労が溜まったりするので、一定の値を測定することが難しい。そのため、HACKberryを制御する前に一度手首を背屈、掌屈させたときの筋電位を計測し、そのときの値から基準となる値を決定した。背屈のときは(計測した筋電位[V]) $-2.4\text{V}$ の値を基準となる値とし、掌屈のときは(計測した筋電位[V]) $-3.4\text{V}$ の値を基準

となる値とした。今回は計測された筋電位のうち最大のものを基準として基準となる値を決めるようなプログラムを用いた。手首を掌屈させるときは背屈させるときに比べ筋電位の振れ幅が大きく、筋電位の最大値と最小値の差が背屈時に比べ大きくなってしまふ。そのため計測した筋電位から引く値が背屈時と掌屈時で異なる。

## 5 結果

図4に手首を背屈、掌屈させたときの筋電位の変化を、図5にHACKberryの状態を示す。図4の領域①のときは図5の①、領域②のときは図5の②、領域③のときは図5の③の状態になるように制御することを目的とし、実際にその動作になるように制御することができた。図4の領域①と②における筋電位の振れ幅に着目すると、先述のように手首を背屈させたときより掌屈させたときのほうが筋電位の振れ幅が大きくなっていることが分かる。また領域②で掌側の筋電位が計測されているのは筋電計とArduinoをつないでいるコードに触れてしまったためだと考えられる。

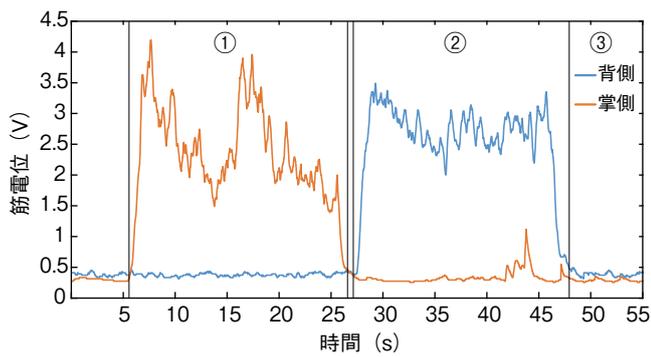


図4 手首を背屈、掌屈させたときの筋電位の変化

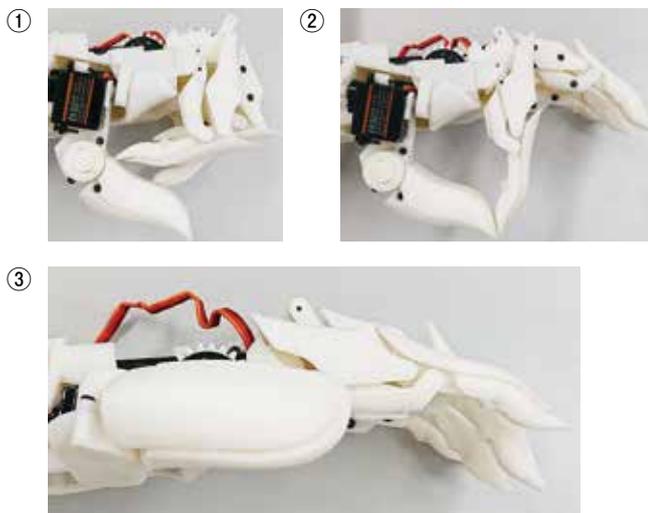


図5 図4の各領域におけるHACKberryの状態

## 6 課題

今回は筋電位を用いてHACKberryの動作を制御した。制御するにあたってあらかじめ筋電位を計測してからHACKberryの動作を制御するようなプログラムを用いたが、あらかじめ計測した筋電位が間違っただけであった場合、図4のような波形の筋電位計測することができたとしても、その領域に適した動作をHACKberryにさせることができないという問題点がある。筋電義手と機械学習を組み合わせた研究もあり [5]、それを参考に機械学習を用いることでこの問題は解決できるのではないかと考える。また今回HACKberryの制御に使用したラジコンサーボモータは入力されたパルス幅に応じた位置まで動作するものであり [6]、ONとOFFの制御しかできず、速度を制御することができないという問題がある。速度制御をするためには今回使用したラジコンサーボモータではなく、ロボットのようにバッテリー駆動のシステムに適したDC (直流) サーボモータを用いればよいと考える。 [7] [8]

## 7 まとめ

本研究を通して、筋電信号を利用して機械を操作するシステムや、義手のようなロボットハンドを制御するために必要な知識を学ぶことができた。

## 参考文献

- [1] exiii、HACKberry OPEN SOURCE COMMUNITY  
<http://exiii-hackberry.com/> 閲覧日：2021/03/16
- [2] 坂井建雄、松村譲児、プロメテウス解剖学アトラス 解剖学総論／運動器系第1版2刷、医学書院
- [3] SWITCHSCIENCE、MyoWare 筋電センサ  
<http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MyowareUserManualAT-04-001.pdf> 閲覧日：2021/03/16
- [4] 陸上競技の理論と実践～ Sprint & Conditioning ～  
<https://sprint-condition.info/category38/entry394.html#i2>  
 閲覧日：2021/03/18
- [5] 横井浩史ほか、筋電制御型の義手、バイオメカニズム学会誌、Vol.38-1、pp. 39-46、2014.
- [6] MONOist、PWMを利用したサーボモータ制御プログラミング  
<https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/0708/22/news116.html> 閲覧日：2021/03/16
- [7] 機械設計の目メモ、DCモータとACモータの違い。特徴の比較  
<https://mechanical-engineer48.com/post-3096/>  
 最終更新日：2020/07/26
- [8] 藤本康孝、河村篤男、サーボドライバの基礎知識、日本ロボット学会誌、Vol25、pp.1036～1039、2007



[研究テーマ]

# 植物生育環境の計測・監視システムの開発

システム科学技術学部

環境制御工学グループ

知能メカトロニクス学科

1年 | 阿部 立樹 (新潟県/新発田南高校出身)

情報工学科

指導教員 | 伊東 嗣功 助教 (情報工学科)

## Q1 学生自主研究の良いところを教えてください。

私は知能メカトロニクス学科に所属していますが、もともと情報工学科の分野の研究にも興味があり、今回の研究に取り組みました。講義でも他学科の授業を学べますが、先生の指導の下、自分が興味のある分野をピンポイントで深く学び、研究できるのは学生自主研究ならではのようです。自分の学科の分野の研究に取り組むのもいいですが、他学科の研究にチャレンジしてみるのもいいですよ！

## Q2 高校生の皆さんへメッセージ

秋田県立大学へ入学したら、自主研究に取り組むことをおすすめします。大学から予算をもらえるため、高校までの研究からできることが格段に増えます。また、本荘キャンパスには創造工房というところがあり、学生が自由に使える工具や設備があるため、研究の幅も広がります。大学での研究に興味がある方、ぜひ秋田県立大学で学生自主研究に取り組んでみませんか？



## Support

指導教員がきめ細かく研究をサポート



Hidekatsu Ito

情報工学科

助教 伊東 嗣功

### PROFILE

学位/博士(理学)  
専門分野/脳科学、神経工学、計測器開発

## 研究内容 - Brain-Computer Interface (BCI) 技術の開発

あまり馴染みのない研究タイトルだと思いますが、私は人間の脳活動信号を解析して適切に外部デバイスを操作するようなBrain-Computer Interface (BCI) 技術についての研究を進めています。BCI技術は意思伝達デバイスやニューロ・リハビリテーションの技術としても研究が進められている段階であり、BCI技術が日常生活に浸透していくにはもう少し時間が掛かると思います。

私の研究内容は、人間の脳活動信号から注意状態を評価して、適切に支援する

ことを目的としたBCI技術の開発です。我々の日常生活中において本来注意を向けるべき対象から、ふと注意が逸れてしまうことがあります。その注意が逸れてしまう予兆を脳活動信号から検出できれば、(理屈上は)注意が逸れる前に警告を与えるシステムの開発に繋がります。

日常生活中にふと生起する漫然状態の予兆を正確かつ早期に検出する技術は、交通事故の予防やQuality Of Lifeの向上につながると考えています。

知能メカトロニクス

現在情報工学科の教員をしていますが、出身学部は農学部です。学部時代は森林科学科で林学や動植物学について学び、大学院時代は人間システム工学科で情報工学と脳科学を融合させた学際領域の研究をしてきました。傍から見ると少し変わった経歴かもしれませんが、計測解析の手法や研究過程の考え方は共通する部分が多いです。

前置きが長くなりましたがここで伝えたいことは、大学院進学にあたり学部時代で学んだ学問領域に縛られる必要はなく、自分の探求したいという熱意を大事にしてください。高校生の皆さんには少し先の話かもしれませんが…。

県大のおすすめスポット

### 創造工房

学生が自由に使用でき、電子工作に必要な回路部品やオシロ等の機材が揃っている、創造工房がオススメです。



# 1 はじめに

近年、ロボット技術や情報通信技術（ICT）を活用したスマート農業の研究が進められている。農作業の省力化をしながら高品質な農作物を生産する基盤技術の開発は重要であり、研究開発が進められている段階である。植物に適切なタイミングで二酸化炭素の施肥をおこなうには、定常的に生育状況や環境情報を把握する必要がある。その目的達成のため、近年では生育環境を人工的に制御しながら植物の生育状況を計測可能な系の開発も進められている。本研究では小型の閉鎖型チャンバーを開発し植物の生育環境を計測するシステムを開発する。具体的にはチャンバー内に二酸化炭素ガス濃度、温度、光、湿度などを計測可能なセンサを設置し、定常的な生育環境のモニタリングに取り組む。

# 2 実験

## 2-1 閉鎖型チャンバーの作製とセンサーの開発

本研究の遂行には、密閉可能なチャンバーの作製と温度センサ、相対湿度センサ、光量子センサ、二酸化炭素濃度センサなどの各種センサを開発する必要がある。閉鎖型チャンバー作製にあたり内部に植物を配置可能な容量22ℓ（33.2×42.2×20.6cm）の容器を選択し、光を透過しながら密閉も可能にした（図1右）。温度センサはNTCサーミスタ103AT2（SEMITEC社）を用い温度計測回路を構成し、電圧データをmyRIO1900（National Instruments社）でA/D変換後USBに保存した。温度に依存して電圧値が変化するため、データシートの温度—抵抗値からSteinhart-Hart式を用いて温度情報に変換した。二酸化炭素濃度センサT6615-50K（Amphenol社）、光量子センサSE-SQ-215-SS（Apogee社）、相対湿度センサCHS-UPR（TDK社）は回路内蔵センサユニットである（図2）。二酸化炭素濃度や光量子束密度や湿度に依存したセンサからの出力電圧をmyRIO1900にてA/D変換しUSBに保存した。密閉容器内の局所的な二酸化炭素濃度変化や温度変化を防ぐため、内部にDCファンF310R（日本電産コパル電子社）を設置した[1]。各センサのサンプリング周波数は2Hzに設定し、USB容量の上限まで連続計測を可能にした。計測実験に使用する段階まで進められなかったが、myRIO1900と電磁弁EXA-C6-02C-3（CKD社）を用いた二酸化炭素濃度制御ユニットも開発した。



図1 チャンバー内のポトスとセンサの様子(左図)、チャンバーに蓋をした様子(右図)



図2 容器内に配置したセンサとA/D変換用のmyRIO1900

## 2-2 計測環境と計測期間

暗幕内にポトスとセンサが設置された密閉容器を配置し、容器の直上から植物生育用LED（EC Technology社）を照射した。密閉容器とLEDの設置距離を調整することで光量子束密度の値を制御し、光量子束密度と植物の二酸化炭素濃度変化の解析を可能にした。計測期間は2021/1/7 8:00～1/12 7:59とし、2Hzで温度、相対湿度、光量子束密度、二酸化炭素濃度を計測した。

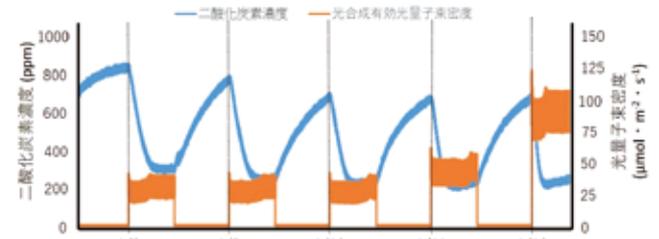


図3 二酸化炭素濃度変化と光量子束密度の計測結果

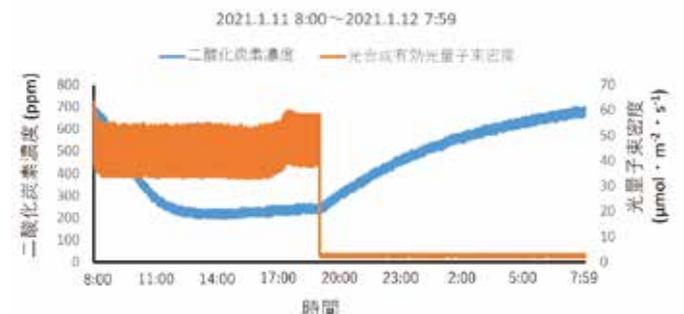
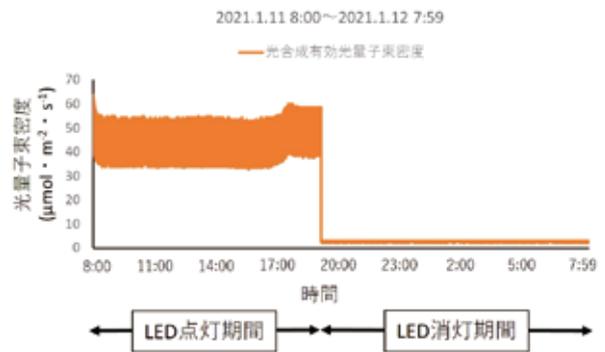
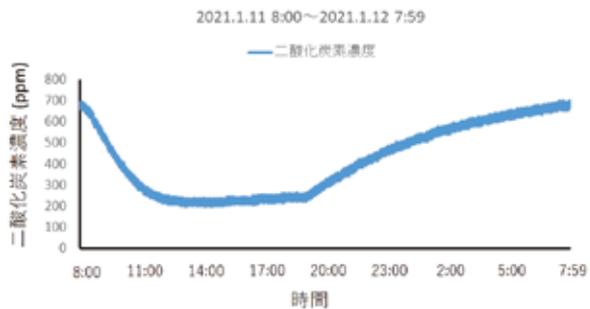


図4 LED点灯/消灯タイミングと二酸化炭素濃度変化の例

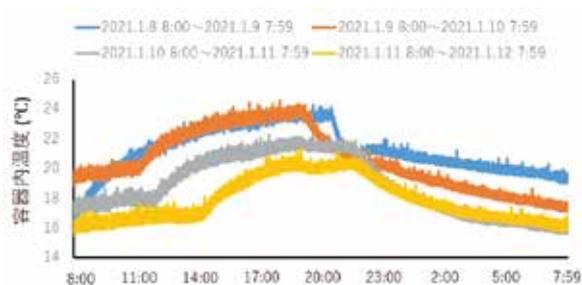


図5 温度計測結果

### 3 結果と考察

植物生育用LEDはタイマーによって制御されており、8:00~18:59の間点灯し、19:00~7:59の間消灯するように設定した(図3)。LED点灯中は光量子束密度が25 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) から100 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) 程度の値を示し、LED消灯中は光量子束密度が0に近い値を示した(図3、図4)。図3の1/11~1/12は光量子束密度を制御することを目的とし、LEDを容器に近づけることで光量子束密度を調整可能か検討した。1/11のLED点灯中の平均光量子束密度は50 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) 程となり、1/12のLED点灯中の平均光量子束密度は100 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) 程となった。今回実験に使用したポトスの所要光強度は15~30 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) と報告があり、適切な光量子束密度よりも高い値で実験をしていたといえる[2]。また、LEDの点灯に伴う容器内の二酸化炭素濃度減少、LEDの消灯に伴う容器内の二酸化炭素濃度増加を確認した(図3、図4)。LED光の点灯/消灯タイミングから遅れて二酸化炭素濃度が変化しており、これは植物の光合成/呼吸に伴う二酸化炭素濃度変化を捉えたと考えている。恒温チャンバーを使用していないため、容器内温度は居室の温度に影響された結果となった(図5)。計測期間中の相対湿度については90%から95%を推移していた。

### 4 おわりに

定常的な環境情報を計測するシステムを目指したが、今回の報告では6日程の計測期間となった。これは研究開発の工程において計測期間を短く区切りながら計測データを評価する必要があり、長期の計測期間を設けることができなかったためである。今後はサンプリング周波数を低く設定し、より長期的な計測や光合成機能が評価可能になるようにプログラム改良に取り組んでいきたい。

#### 参考文献

- [1] 野田響, 村岡裕由, “同化箱法による器官や個体レベルのガス交換”, 低温科学, 67巻, pp.95-101 (2009)
- [2] 洞口公俊, “インドアグリーナリーの光放射環境”, 照明学会誌, 79巻, pp.11-15 (1995)



[研究テーマ]

REPORT  
4

# 秋田木造建築データベースの作成

システム科学技術学部

木女Ⅱ

建築環境システム学科

2年	菊地	小雪 (秋田県/大曲高校出身)
2年	加藤	純麗 (秋田県/秋田西高校出身)
指導教員	板垣	直行 教授 (建築環境システム学科)

## Q1 学生自主研究の良いところを教えてください。

自主研究で得た知識を講義に活かすことができる場所です。実際に私たちは、訪れた建築や調べた建築から設計課題のヒントを得て、設計課題に取り組んでいます。自主研究に取り組むことで自分が気になる分野や、興味のある分野をもっと好きになれると思います。一般的に研究は3年次後期から触れられますが、1年次という早い段階から研究に触れられる学生自主研究はやらなきゃ損！な制度だと思います。

## Q2 高校生の皆さんへメッセージ

秋田県立大学ではチューター制度があり、基本的に教員1人当たりの学生が3人と少数なところなんです。私たちの入学前の一般的な大学のイメージは先生と学生の距離が遠いというものでしたが、入学して3年生まで過ごしてきてイメージが変わりました。気軽に相談できたり勉強を教えてくださいだったりするのでとても距離が近く感じます。皆さんも、大学入学後も安心して勉学に部活にサークルに励むことができるとと思います。



## Support

指導教員がきめ細かく研究をサポート



Naoyuki Itagaki

建築環境システム学科  
教授 板垣 直行

### PROFILE

学 位/博士(工学)  
専門分野/建築材料学

## 研究内容 秋田スギを活用した新たな建築部材・構法の開発

秋田は全国に知られるスギの産地で、人工林面積も日本一です。しかしながらその豊かな資源が活用されず、森林が更新されない状況にあります。地球温暖化を抑制するために、森林の炭素吸収を進めるためには、成長した樹木を建築などに利用して長期に炭素を固定すると共に、新たな森林を育てていくことが必要です。

このため、スギの用途拡大を図る、新

たな建築部材や構法の開発に取り組んでいます。今まで木造では造ることが難しかった中大規模建築物や、耐火建築物に使用できる部材などにおいてもスギ材を活用することができるようになってきています。また、密度が低いスギ材の性質を活かして、構造材と断熱材を兼ねたパネルを開発し、木を最大限に活用する“縦ログ構法”の開発にも取り組んでいます。

博士の  
研究テーマ

科学の知識を学んでいくことは、研究者・技術者にとって重要なことですが、新たなものを生み出していくためには、その知識を生かす“知恵”が必要になってきます。知恵を働かせるためには、身の回りにおけるさまざまな現象や経験を捉え、それと知識を結び付けていくことが重要です。さまざまなものに対する好奇心を大切に、物事に注意深く関心を持ってほしいと思います。

県大の  
おすすめ  
スポット

### 応急仮設住宅 モデル



東日本大震災を踏まえ、地場のスギ材を有効に活用して災害後の復興にも効果的な木造仮設住宅を提案したモデル仮設住宅です。

# 1 はじめに

## 1-1 背景・目的

令和元年度自主研究では、「現代の木質内装に目を向ける」をテーマに県内の木造建築について調査を行った。その際に、内装空間のみならず建物の構法や架構形式などもさまざまなものがみられた。また比較対象として伝統木造建築も調査したが、さまざまな年代や用途の建物が存在していた。そのようなさまざまな木造建築が秋田県内に数多く存在するものの、調査においてそれらを広くまとめて紹介している資料は見当たらなかった。

近年の資源環境問題において木材活用は大きな意義を持っており、平成22年に施行された「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」によって、各自治体は施設計画における木材活用の検討が必要となっている。このような状況において、これらの木造建築の情報を収集・整理して公表することにより、県内木造建築への関心が高まると共に、今後の設計技術の普及、向上が図られると考える。このため本自主研究においては、秋田県内の木造建築の情報を収集・整理し、データベース化することを試みた。さらに、整理した情報を分かりやすく表す方法として、Googleのマイマップ機能を活用し、収集した木造建築の所在・年代・構造形式・用途などの情報を視覚的に表示すると共に県内における木造建築の分布等を表すように検討した。

## 1-2 データベース活用のイメージ

近年、中大規模木造施設が増えているものの、その事例はまだまだ少なく、特に秋田の主要な林産資源であるスギを活用している事例はわずかである。それらの事例の情報は、新たに施設を計画する事業者や設計者に有効な情報をもたらすと考えられる。能代市においては“木の学校づくり”が進められ、全国的なフォーラム<sup>1)</sup>が開催されるなど、その事例(図1)が関係者において大変注目されている。

また従来の木造技術者は、住宅規模の建物が主であり、中大規模建築に対応できる技術者の育成が急務とされている。本学を含めて建築を学ぶ学生にとって、さまざまな既存の建物は設計課題に取り組みにあたり、参考事例として大変重要である。

一方で、秋田県は全国に知られたスギの産地であり、その活用の事例は国指定史跡「払田柵跡」(図2)などから見る事ができる。そのような秋田杉の建物への活用の歴史は、秋田県の観光資源にもなり得ると考えられ、一般の方々にも有益な情報として活用されると考えられる。



図1 能代市における木造校舎事例  
(上: 第四小学校、下: ニツ井小学校)



図2 払田柵跡(外郭南門及び材木堀)

# 2 データ収集・リストアップの方法

## 2-1 データの収集方法

インターネットにおいて「秋田 木造」等の検索により、Web上に公開されている各施設のHPや既存の各種データベース等から事例をリストアップし、さらに建築雑誌や書籍などから情報を収集した。また、担当教員が所有する秋田県における木材・木造建築関連事業に関する資料などからデータを収集した。

## 2-2 収集に活用した文献、資料、Webなど

情報収集に活用した主要な資料を表1に示す。尚、これらの他、非公開の資料なども活用している。

文献資料等	新建築(月刊), 新建築社 近代建築(月刊), 近代建築社 ディテール(月刊), 彰国社 秋田県商工労働部観光課監修, 秋田杉の館 十和田ホテル再生の記録, 秋田県商工労働部観光課, 1998 木の建築フォーラム/能代 実行委員会, 第15回木の建築フォーラム/能代 地域の木の学校づくり, 2011
HP等	秋田県: 森と木の国あきた 木造施設事例集 <a href="https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/7767">https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/7767</a> 文化庁: 国指定文化財等データベース <a href="https://kunishitei.bunka.go.jp/bsys/index">https://kunishitei.bunka.go.jp/bsys/index</a> 中大規模木造建築データベース <a href="https://www.daimoku.jp/">https://www.daimoku.jp/</a> 公共建築協会: 木材活用受賞建築物一覧 <a href="https://www.pbaweb.jp/pb_date/award/mokuzai/">https://www.pbaweb.jp/pb_date/award/mokuzai/</a> 木造建築設計情報Plat <a href="http://www.kiwoikasu-plat.jp/index.php">http://www.kiwoikasu-plat.jp/index.php</a>

表1 情報収集に活用した主要な資料

## 2-3 収集事例の分析

収集した事例を、年代と用途に区分し表2に一覧する。またそれぞれを区分したグラフを図3、図4に示す。情報収集した資料に偏りがあるため、実際に秋田県内に所在する木造建築の実態を把握するものではないが、これらの情報から推測される点を以下に示す。

用途別データについては、公共施設の事例数が飛びぬけていることがわかる。また、その多数が平成に建設されており、近年の公共施設の木質化の流れが顕著に表れている。加えて平成に建設された学校や体育館の事例数も半数を占めている。一方、戸建て住宅は個人情報に関係するため、一般に公開されているものに限っており、大正や明治に建てられた文化財的な建物が多い。

年代別データにおいては、平成が圧倒的に多く、令和も短い期間ながら相当数が収集できた。最近建設される公共施設、学校施設に木造が多いことがうかがえる一方で、昭和後期には都市防災などの観点から大規模木造について制限されると共に、鉄筋コンクリート造、鉄骨造建物が普及したことが影響していると考えられた。

	年 代								合計	
	令和	平成	昭和後期	昭和中期	昭和前期	大正	明治	明治以前		
用途	戸建て住宅	0	0	0	2	2	10	8	1	23
	集合住宅	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	店舗・事務所	2	1	0	1	5	2	3	0	14
	工場・倉庫	2	0	0	1	1	1	4	0	9
	公共施設	6	124	0	1	4	0	1	0	136
	学 校	4	23	0	1	3	0	0	0	31
	体育館	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	寺社仏閣	0	0	0	0	0	0	3	0	3
	その他	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		14	154	0	6	15	13	20	1	223

表2 収集した事例数一覧

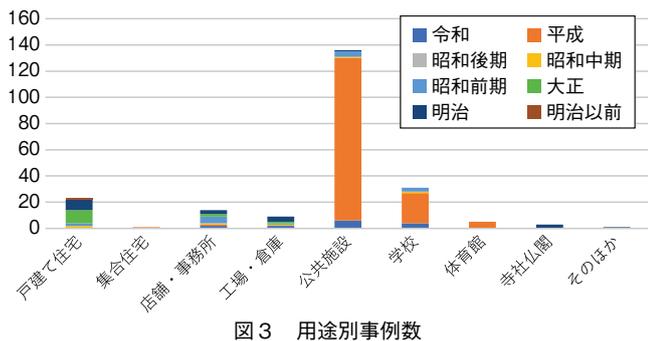


図3 用途別事例数

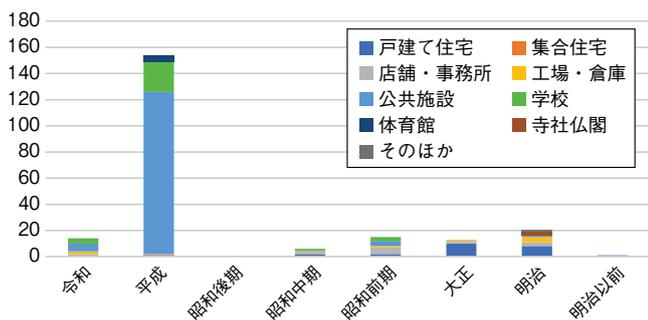


図4 年代別事例数



図6 秋田木造建築マップ(秋田市周辺)

#### 4-2 今後の収集情報

リストアップした建築物について上記の基本情報を可能な限り収集すると共に、設計に活用できる写真や詳細が分かる図面などの情報などを収集していきたい。また、木材の供給方法や製造業者などの情報があると、木材活用の推進を図る上で有効と考えられる。さらに実際に訪問してその時の印象や観光に役立つような情報も掲載できると、一般の方が閲覧して楽しんだり、実際に訪問する際に活用できると思われる。

建物名	縦ログ応急仮設住宅モデル
住所	秋田県秋田市若木字若木4-4
用途	仮設住宅
建築年	2017
構造	木造
規模	不連続構造
延床面積	24.83㎡
所有者	秋田県立大学
設計	秋田県立大学建築材料科学グループ
構造設計	秋田県立大学建築材料科学グループ
施工	木村建設
使用木材	杉・桧・ヒノキ
建設経緯	科学研究費補助金による
建物特徴	縦ログ構造によるパネルおよび木骨躯体によるラーメン構造による軽便構造。縦ログは、耐火性能を確保しながら、木質内装を実現している。
図面	
写真	

表3 データベース記載例

### 3 データのマッピング

#### 3-1 データのマッピング方法

Googleマップにおけるマイマップ機能を活用し、収集した事例のExcelリストデータを連動させ、秋田県木造建築マップを作成した。その際に、用途ごとにリストを区分して連動させることにより、表示されるアイコンにより建物用途が分かるようにした。



図5 秋田木造建築マップ(全域)

#### 3-2 マッピング表示例

図5に秋田県全域のマップ、図6に秋田市周辺のマップを示す。県内全域の所在を確認でき、アイコンにより施設の分布が把握できる。アイコンを選択すると、建物名、所在、年代、データの引用先などのデータベースの概要が表示される。また建物画像を表示させることができる。

### 4 データベース情報の検討

#### 4-1 データベースの記載情報

データベースに記載する基本情報として、建物名、住所、用途、建築年、構造、規模、延床面積、所有者、設計者、構造設計者、施工業者、使用木材、建設経緯、建物特徴、図面、建物写真などが挙げられた。データベースの記載例として、秋田県立大学に建設された縦ログ応急仮設住宅モデルを表3に示す。

データの記載にはExcelのシートを用いたが、図面や写真データを多数記載すると、見難くなってしまいうため、今後データが蓄積しやすく、また閲覧しやすいような書式や他のデータベースツール等を検討していく必要がある。

### 5 まとめ

昨年度の自主研究における調査をきっかけとして、秋田県内における木造建築のデータベースの作成を試みた。既存の調査データに加え、Web上に公開されている情報などを基にして、秋田県内における木造建築あるいは特徴的な木質内装された建築をリストアップし、それらの基本情報を整理した。さらにそれらをマッピングして建物の基本情報を示すと共に施設分布を明らかにした。また事例が掲載されている雑誌及び木造建築の事例を整理している書籍を参考にして、リストアップした建築事例の情報をデータベース化した。

今後、リストアップした建物の設計情報や特徴的な木材の使用法などをできる限り収集すると共に、それらの新たな建築技術や木の使い方などを把握し、今後の木造建築における木材活用の方向性などを検討していきたい。

#### <参考文献>

- 1) 木の建築フォーラム／能代 実行委員会, 第15回木の建築フォーラム／能代 地域の木の学校づくり, 2011年



REPORT  
5

[研究テーマ]

# オンラインによる地域紹介イベントのマーケット・リサーチ — 外食に対する学生の利用動向調査から地域紹介のヒントを探る —

システム科学技術学部

オンラインイベント研究グループ

経営システム工学科

2年 大川 倫明（静岡県／伊豆中央高校出身）  
2年 吉川 陽呂（秋田県／大曲高校出身）  
指導教員 嶋崎 真仁 准教授（経営システム工学科）

## Q1 学生自主研究の良いところを教えてください。

学生自主研究のいいところは、研究を進めていく中で成長できること。自分のやりたいことを研究できるから情熱的に研究に取り組むことができ、将来就職して、役に立つスキルを身につけることができる。また、1から研究をするためいつまでに何を仕上げないといけないか、次は何をするかなどの計画力や報告書を作成するときの文章力、そして先生との会話によってコミュニケーション能力も養うことができる。だから、少しでも成長したいと思う人はやってみるといいと思う。

## Q2 高校生の皆さんへメッセージ

秋田県立大学のいいところは、少人数制であること。とにかく面倒見がいい。講義に関する質問だけでなく、さまざまな相談に乗ってくれる。ひとつエピソードを話すと、私は留学について知りたいと思ったので、先生を訪ねたことがあった。そのとき先生は笑顔で雰囲気よく迎えてくれて、留学の魅力や準備の仕方など事細かく教えていただいた。また、海外生まれの学生がいるとその方も紹介していただいた。このように秋田県立大学の先生は実績があるだけでなく、優しく、親身になって学生と向き合ってくれる。



## Support

指導教員がきめ細かく研究をサポート



Masahito Shimazaki

経営システム工学科

准教授 嶋崎 真仁

### PROFILE

学位／博士(工学)  
専門分野／経営工学、地域活性化

## 研究内容 地域活性化に向けた大学を通じた経営工学の活用

秋田県立大学のような地方の県立大学は、他大学と同様に国際的にも通用する研究活動を実施するだけでなく、地域の最高学府として、地域発展のための頭脳集団（シンクタンク）として機能することが期待されます。しかし、大学が持つ専門領域（固有技術）と地域産業の特性が合わなければ、産学連携は困難です。一方、経営工学はあらゆる分野に活用できる汎用技術です。そこで、地域の商工業者に学部生のグループがお邪魔し、課題を抽出し、アンケートなどを通じてそ

の解決方法を提案するという経営工学の演習を、10年前から経営システム工学科の必修科目にして運営しています。また、地域の特産品や特徴を活かした商品を企画し、それを期間限定でテスト販売する仕組みとして、「起業体験プログラム」を実施する仕組みを作って運営しています。こうした取り組みを通じて、大学生が在学している間に地域がその恩恵を受けて成長するモデルの構築を目指しています。

お悩み解決

皆さんは、十分に発展した科学技術を享受しながら、そのために発生した社会的課題解決にむしろ興味関心があるのではないのでしょうか。世界的にはSDGs達成のための課題発見と解決、日本においては地方の少子高齢化など、こうした課題を科学技術によって解決しようとするのが科学者、研究者、技術者です。科学技術は世の中を革命的に変えてしまう可能性があります。大学で勉強することにより、こうした課題解決の主体者になってほしいと思います。



県大の  
おすすめ  
スポット

### 没入型ヴァーチャルリアリティ環境CAVE

没入型ヴァーチャルリアリティ環境CAVEがあります。3Dコンピュータグラフィックスの世界に入り込む体験ができます。

## 1 研究目的

コロナ禍において、リモートワークが急速に進んだこともあり、首都圏など都市部において働き方にリスクを感じ、地方への移住が検討されている。一方で、地方においては少子高齢化による人口減少が長期化しており、上記はそれを是正する絶好のチャンスだと捉えられている。このため、都市部に在住し、移住を検討している若者や、大学への入学を機に秋田に来た学生を対象に、地域の住みやすさをアピールするイベントを企画したい。本研究は、そのために対象となる若者や学生にアンケート調査を実施し、求められる地域紹介イベント像を模索するものである。

## 2 研究内容

我々は地域を紹介するポイントとして飲食店にフォーカスした。食は人間の生活に欠かせないものであり、好みの飲食店の存在が若者の移住先選定に欠かせないものと考えたためである。そこで、対象地域を秋田県立大学本荘キャンパスが設置されている由利本荘市とし、同大学生を対象としたアンケート調査を実施することで、若者が食に関するオンラインイベントで関心のある内容を抽出することにした。また、この情報を飲食店に提供することで、その飲食店が若者好みに改善されることを企図した。

アンケートの設計にあたり、神田(2013)による新商品企画七つ道具(NeoP7)を援用し、ポジショニング分析を実施するために、特徴的な飲食店数店と友人への事前調査などに基づく評価項目を抽出した。こうして作成されたアンケートを、在学生にオンラインで回答してもらい、それを分析した。

## 3 研究の実施内容と結果

### 3-1 アンケートの内容

大学の一斉メールを利用し、学部1年生から大学院2年生にGoogle Formsで作成したアンケートの帳票へのURLを送付した。アンケートでは以下の質問をした。

- ・性別、学年
- ・週あたりの外食回数(学食も含む)
- ・1回の外食に使用できる金額
- ・誰と外食することが多いか
- ・飲食店を選ぶ際に重視する点
- ・外食の利用目的、飲食店の探索方法
- ・任意に選択した市内の飲食店に対する評価(MONCHAN RAMEN SHUN、すき家、かつ喜、牛角、くら寿司、学食)

各飲食店に対する評価項目は以下の通りである：ボリューム、野菜の量、味の濃さ、料理の品揃え、待ち時間、雰囲気、営業時間、値段、総合評価(今後も利用したいか)。各項目を5段階評価してもらった。

### 3-2 アンケート結果

アンケート期間と回答数は以下の通り。以下、各質問の最多回答数を太字で表す。

- ・アンケート期間：2021/2/10～2/14
- ・回答数：188件

#### ○属性

- ・性別  
男性…………… 149 (79.3%) 女性…………… 39 (20.7%)
- ・学年  
学部1年…………… 55 (29.3%) 学部2年…………… 66 (35.1%)  
学部3年…………… 27 (14.4%) 学部4年…………… 23 (12.2%)  
院1年…………… 7 (3.7%) 院2年…………… 6 (3.2%)  
その他…………… 3 (2.1%)

#### ○基本的な質問

- ・週に何回外食するか(学食も含む)  
週7回以上…………… 9 (4.8%) 週6回…………… 8 (4.3%)  
週5回…………… 18 (9.6%) 週4回…………… 23 (12.2%)  
週3回…………… 27 (14.4%) 週2回…………… 34 (18.1%)

- 週1回…………… 40 (21.3%) 利用しない…………… 29 (15.4%)
- ・1回の外食に使用できる金額はいくらか  
400円未満…………… 6 (3.2%)  
400円以上600円未満…………… 33 (17.6%)  
600円以上800円未満…………… 33 (17.6%)  
800円以上1000円未満…………… 68 (36.2%)  
1000円以上…………… 45 (23.9%)  
その他…………… 3 (1.6%)
- ・誰と外食することが多いか  
家族…………… 9 (4.8%) 友人…………… 138 (73.4%)  
恋人…………… 11 (5.9%) 1人…………… 29 (15.5%)  
外食しない…………… 1 (0.5%)
- ・飲食店を選択で重視する点(複数回答)  
値段…………… 135 (71.8%) ボリューム…………… 99 (52.7%)  
営業時間…………… 80 (42.6%) 入りやすさ…………… 69 (36.7%)  
お店の雰囲気…………… 61 (32.4%) 料理の品揃え…………… 48 (25.5%)  
待ち時間…………… 24 (12.8%) 接客の良さ…………… 19 (10.1%)  
野菜の量…………… 12 (6.4%) 味の濃さ…………… 12 (6.4%)  
その他…………… 20 (10.6%)
- ・外食を利用する目的は何か(複数回答)  
空腹を満たすため…………… 136 (72.3%)  
料理の手間を省くため…………… 119 (63.3%)  
食事相手やお店のスタッフなどとのコミュニケーションや会話…………… 50 (26.6%)  
ゆっくり寛ぐため…………… 32 (17.0%)  
非日常感やレジャー性を楽しむため…………… 21 (11.2%)
- ・どのように飲食店を探すか  
インスタグラム…………… 7 (3.7%)  
Googleマップ…………… 83 (44.1%)  
知人の紹介…………… 91 (48.4%)  
その他…………… 7 (3.7%)

#### ○店舗別評価

- ・回答数  
MONCHAN RAMEN SHUN…………… 153件  
すき家…………… 170件  
かつ喜…………… 124件  
牛角…………… 144件  
くら寿司…………… 142件  
学食…………… 181件  
以下省略

### 3-3 分析の結果、考察

店舗別のそれぞれの5段階評価を結合して、消費者のニーズを把握してみる。分析にはPythonを利用した。

#### ○因子分析

因子分析とは、多変量に潜む共通因子を取り出すための手法である。つまり、因子分析とはたくさんの結果(変数)の背後に潜んでいる要因を明らかにするものである。以下、PC1→ボリューム PC2→野菜の量 PC3→味の濃さ PC4→料理の品揃え PC5→待ち時間 PC6→雰囲気 PC7→営業時間 PC8→値段 と記号を付した。

図1に累積寄与率を表す。0.8を超えるのは、因子4なので、因子は0～4の5次元で計算する。

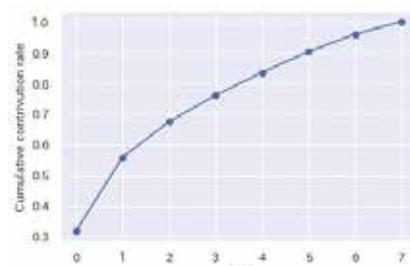


図1 累積寄与率

図2に因子負荷量を表す。この数値で、絶対値が±0.5以上のものを解釈する。

	factor0	factor1	factor2	factor3	factor4
ボリューム	-0.886285	0.090617	-0.158313	-0.066518	-0.114479
野菜の量	-0.788210	0.332157	-0.111176	-0.189132	0.132905
味の濃さ	-0.442955	0.057908	-0.150602	0.312118	0.053755
料理の品揃え	-0.671351	-0.602344	0.328915	-0.038943	-0.087402
待ち時間	-0.193446	0.571411	0.338844	0.004226	-0.230937
雰囲気	-0.390248	-0.126862	0.149639	-0.132839	0.295450
営業時間	-0.351346	-0.609769	0.150587	0.166891	0.003939
値段	-0.214467	0.621784	0.392821	0.153274	0.120411

図2 因子負荷量

その結果、factor0はボリューム、野菜の量、料理の品揃え（マイナス）。factor1は料理の品揃えと営業時間（マイナス）。待ち時間と値段（プラス）。Factor2～4には特徴的な因子が見つからなかった。この結果から、5次元で読み取ろうとしたが、2因子で十分であり、factor0は料理の量、factor1は営業状況とみることができる。

### ○コレスポンデンス分析

次に、店舗別でコレスポンデンス分析を用い、各店の評価すべき点、改善すべき点を洗い出す。全体の結果を図3に、男性だけ抽出した結果を図4に、女性だけ抽出した結果を図5に示す。なお、赤色で示した0～5の数値はSHUN(0)、すき家(1)、かつ喜(2)、牛角(3)、くら寿司(4)、学食(5)を表す。

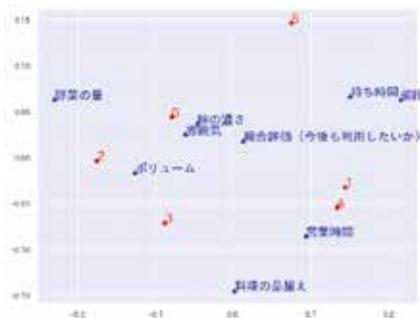


図3 コレスポンデンス分析結果(全体)

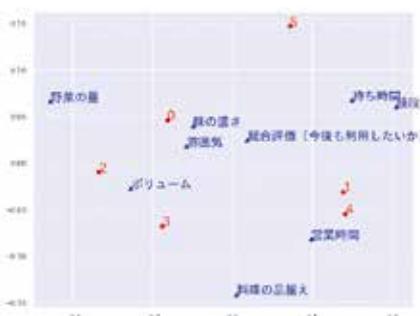


図4 コレスポンデンス分析結果(男性)

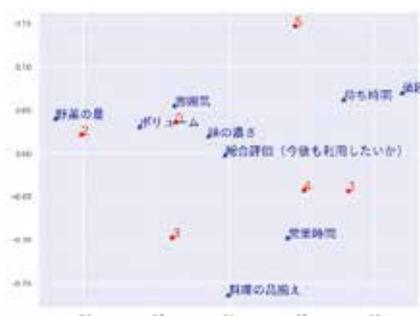


図5 コレスポンデンス分析結果(女性)

図3より、コレスポンデンス分析の結果のグラフで、0～5の店舗と、因子が近いものが、その店の評価すべき点となり、距離が遠ければ、店舗の改善すべき特徴と考えられるので、それを読み取ると以下の通りとなる。

### ○店舗別の評価すべき点(全体)

- SHUN(0) → 雰囲気、味の濃さ
- すき家(1) → 営業時間、待ち時間、値段
- かつ喜(2) → ボリューム、野菜の量
- 牛角(3) → ボリューム
- くら寿司(4) → 営業時間
- 学食(5) → 待ち時間

### ○店舗別の改善すべき点(全体)

- SHUN(0) → 営業時間
- すき家(1) → 味の濃さ、雰囲気
- かつ喜(2) → 値段、待ち時間
- 牛角(3) → 値段、待ち時間
- くら寿司(4) → 野菜の量
- 学食(5) → 商品の品揃え、営業時間

### ○男女の違い

男性の回答数が約8割を占めているため、男性だけの層別分析では、全体と比べてさほど変わらず、味の濃さと雰囲気で総合評価を決める傾向にある。また、女性だけの層別分析でも、味の濃さと雰囲気で総合評価を決める傾向があることがわかった。

しかし、この“味の濃さ”という5段階評価は味が濃いからいい、味が薄いからいいと優劣をつけることができない。従って、本アンケートでは男性、女性ともに雰囲気でお店を評価する傾向にあるとしか言えない。

### ○全体評価

- ・総合評価に雰囲気が近いため、総合評価を良くするためには、雰囲気が重要である。
- ・0 (SHUN)の総合評価が一番良く、5 (学食)の総合評価が一番良くないことがわかる。

## 4 まとめ

本研究によって、地元飲食店に対する大学生のニーズ、大学生を対象としたときの各店舗の評価すべき点と改善すべき点が明らかになった。

総合評価(今後も利用したい)をあげるためには、雰囲気を良くするという結果になった。また、店舗別の改善すべき点を見直し、評価すべき点を今後も伸ばしていけば、リピーターが増え、売り上げ向上できると考えられる。

しかし、雰囲気を良くするというのは、曖昧な表現であるため、今後の課題として、雰囲気の詳細(インテリアがオシャレか、食器がオシャレか、店員さんの雰囲気が良いか、落ち着いたか、入りやすいかなど)を項目に含めたアンケート調査が必要である。

一方、アンケートのコメントには営業時間を延ばしてほしいという要望が多く届いていた。夜遅くまで営業している飲食店の需要が若者には見込める。また、入りやすい店構えなど、お店の雰囲気に関する具体的な要望もあった。

本研究では、このアンケート調査を元にしたオンラインイベントの開催はできなかった。しかし、このアンケート結果を各店舗の店主に伝えられる機会があれば、由利本荘の飲食店が活性化し、結果的に由利本荘が住みやすい街になると考える。

## 5 参考文献

- [1] 神田(2013)：神田教授の商品企画ゼミナール, 日科技連.



[研究テーマ]

# 美味しい糠漬けと微生物の関係

生物資源科学部

糠に魅せられた人たち

応用生物科学科

2年 | 八嶋莉緒奈(北海道/北海道科学大学高校出身)

2年 | 荒屋未来(青森県/八戸北高校出身)

2年 | 北村 和己(香川県/高松第一高校出身)

2年 | 瀬田 隼輔(長野県/諏訪二葉高校出身)

1年 | 浅野 実鈴(徳島県/城東高校出身)

1年 | 佐々木 梓(岩手県/大船渡高校出身)

アグリビジネス学科

1年 | 村澤 美結(徳島県/城東高校出身)

1年 | 山本 法矢(静岡県/榛原高校出身)

指導教員 | 福島 淳 教授(応用生物科学科)

## Q1 学生自主研究の良いところを教えてください。

自主研究では、さまざまな実験機器に触れ、専門的な研究を行うことができます。また、自分で計画して研究を進めていくため、主体性や自己解決能力が養われました。

このように、1・2年生のうちから自主研究に取り組むことで、研究に必要な技術や資質などの基礎を早期から身に付けることができます。専門知識がなくても、教員からの助言や指導など心強いサポートがあるため、安心して研究に取り組むことができました。

## Q2 高校生の皆さんへメッセージ

一番の魅力は、学生が研究しやすい設備が充実していることです。専門図書を豊富に取り扱う図書館や、バイオテクノロジーセンターは秋田県立大学ならではの設備です。また、学生の人数に対する教員の人数が多いため、手厚い指導が受けられることも特色の一つです。勉学や研究だけでなく、楽しい大学生活を送る環境も整っています。おすすめは徒歩圏内にある海です。空き時間や放課後に遊びに行ったり、帰り際にきれいな夕日を見たりします。



## Support

指導教員がきめ細かく研究をサポート

### 研究内容 人から発酵生産物まで、様々な環境に生息している微生物の研究



Jun Fukushima

応用生物科学科

教授 福島 淳

PROFILE

学位/博士(農学)  
専門分野/微生物学

人の病原菌や病原ウイルスの研究から研究生活をスタートし、現在では環境に生息する細菌やウイルスの研究を行なっています。環境微生物の研究技術はこの10年で飛躍的に進歩し、新しい事が日々わかってきています。しかしこの新しい技術を使っても、様々な環境にどのような微生物が生息しているかという博物学的な研究が主で、その微生物集団が環境でどのような機能を持つかまではなかなか到達できません。その中でも環境ウイ

ルスは、どのようなウイルスが環境に生息しているかという点についてもまだわかっていない状況です。環境に生息する微生物は細菌が圧倒的に多数ですので、ウイルスに関しても細菌に感染するウイルスであるバクテリオファージが多数であると想定されています。現在はこのバクテリオファージを環境から分離したり、ゲノムを解析する研究を行なっていますが、日々新しい知見が得られることに研究のやりがいを感じています。

研究の醍醐味

研究の醍醐味は、自分が興味を持ったことをとことん追求できるということです。そのときに世の中の役に立つかどうかはあまり考えない方が良いでしょう。とにかく興味を持ったことに集中すれば大きく広がりのある研究に発展し、結果として世の中の役に立つことになると思います。ノーベル賞を取った小柴昌俊先生も、自分の研究は世の中の役に立ちませんが、と言い切っていましたが、少なくとも科学の発展に大きく貢献しました。

### バイオテクノロジーセンター

バイオテクノロジーセンターには最新の研究機器が設置されています。秋田キャンパスでは野鳥が巣作りをし、冬には真っ白な野ウサギがいます。



県大の  
おすすめ  
スポット

# 1 目的

糠漬けの味は地域や家庭によって異なる。これは食文化の違い、つまり漬ける野菜や糠床の材料の違いによって多種多様な味が生み出されているということである。糠漬けの味わいには糠床に含まれる乳酸菌や酵母などの微生物が深く関与しており、またその熟成期間に微生物の割合が変化することで独特な風味が生み出されている。そこで、糠床の材料によって糠床内の微生物はどのように変化し、味にどのような影響をもたらすのかについて明らかにしたいと考えた。そこで、米糠、ハトムギ糠、麦糠及びいくつかの添加材料を組み合わせる糠床を作成し、種々化学分析、微生物分析及び官能試験による味の評価を行った。

# 2 実験方法

## 2-1. 作製した糠床について

- ・米糠：Lonowa有機米 米ヌカ
- ・麦糠：Lonowa有機小麦焙煎ふすま
- ・ハトムギ糠：株式会社渡辺農産  
純国産はと麦
- ・乳酸菌サプリ：Labre植物性乳酸菌ラブレ
- ・米麹
- ・捨て野菜(キャベツ、人参、キュウリ)
- ・水と食塩

表1に示すように、3種類の穀物を用いて1種の糠につき3種類、計9種の糠床を作製した。

糠床作製4日目から捨て漬けを開始し、5日目からは乳酸菌サプリ、麹を添加した。また、20日目に本漬けを行った。捨て野菜は2日に1回のペースで取り換え、添加物(乳酸菌サプリ4粒、麹約10g)を2日に1回新たに添加した。

表1 実験用糠床試料

	米 無添加	米 乳酸菌	米 麹	麦 無添加	麦 乳酸菌	麦 麹	ハトムギ 無添加	ハトムギ 乳酸菌	ハトムギ 麹
糠の種類	米糠(各600g)			麦糠(各600g)			ハトムギ糠(各600g)		
共通添加	捨て野菜(キャベツ、人参、キュウリ)水、食塩								
添加物	無し	乳酸菌 サプリ	麹	無し	乳酸菌 サプリ	麹	無し	乳酸菌 サプリ	麹

## 2-2. pHと塩分濃度の測定

各糠床から5gずつ糠を取り、20mLの蒸留水で溶かした。その後、ろ過をし抽出したろ液を用いてpH測定、塩分濃度測定を行った。

## 2-3. 官能試験

表2に示すように、本実験で作成した糠床を3種ずつA~Fのグループに分けた。秋田県立大学の学生48人をパネルとして、①酸味、②辛さ(塩味)、③旨味、④雑味、⑤複雑さ、⑥香り、⑦熟成、および総合評価とした⑧味、⑨香りの9項目で官能試験を行った。評価方法として、各グループに基準となる糠漬けを用意し、同じレベルであれば0、高いレベルであればプラス、低いレベルであればマイナスの計5段階評価(-2、-1、0、+1、+2)とした。

表2 官能評価用グループ分け

グループ	糠床			基準
A	米 麹	米 無添加	米 乳酸菌	米 無添加
B	麦 無添加	麦 乳酸菌	麦 麹	麦 無添加
C	ハトムギ 乳酸菌	ハトムギ 麹	ハトムギ 無添加	ハトムギ 無添加
D	麦 無添加	ハトムギ 無添加	米 無添加	米 無添加
E	ハトムギ 乳酸菌	米 乳酸菌	麦 乳酸菌	米 乳酸菌
F	米 麹	麦 麹	ハトムギ 麹	米 麹

## 2-4. 微生物試験

### ・菌数計測

pH測定と塩分濃度測定と同様の方法で作成した本実験の糠床捨て漬け最終日の濾液0.1mLをプレートに流し、そこに炭酸カルシウム入りの乳酸菌測定用培地を流し込み32℃で培養を行った。24時間、48時間、72時間経過後に観察し、形成されたコロニー数をカウントした。

### ・菌叢検索

塩分測定用に、それぞれの糠床から継時的に採取した試料を遠心して菌体を集菌し、それらのサンプルからCTAB法でDNAを抽出した。このDNAをもとにPCRで16S rRNA遺伝子の一部を増幅して、それらの配列を決定することにより、どのような菌が存在していたかを調べた。

# 3 結果と考察

官能試験により、米、ハトムギ、麦の3種類の穀物をそれぞれ無添加の状態と比較した。それぞれの味わいの違いを図1に、それらを踏まえた味と香りの総合的な評価を図2に示した。

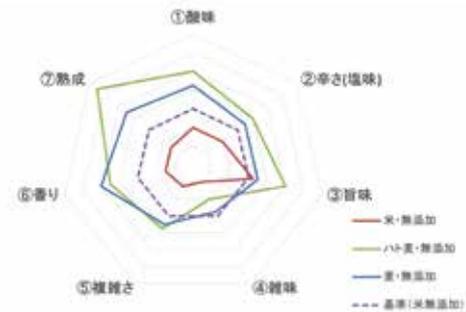


図1 各穀物における味わいの違い

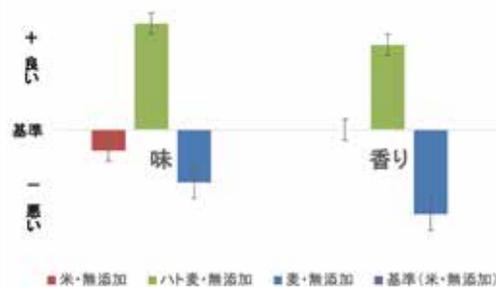


図2 味・香りの総合評価の比較

表2 穀物別の添加物と味わいの変化

	無添加							乳酸菌							麴						
	①酸味	②辛さ	③旨味	④雑味	⑤複雑さ	⑥香り	⑦熟成	①酸味	②辛さ	③旨味	④雑味	⑤複雑さ	⑥香り	⑦熟成	①酸味	②辛さ	③旨味	④雑味	⑤複雑さ	⑥香り	⑦熟成
米	-0.50	-0.13	0.00	-0.38	-0.38	-0.38	0.00	0.25	0.50	0.38	0.00	0.38	0.25	0.25	-0.25	0.63	0.38	0.25	1.00	0.00	-0.38
麦	0.13	-0.50	-0.25	0.38	0.25	0.38	0.00	0.38	-0.25	-0.25	1.00	0.88	0.38	0.25	0.88	0.38	-1.00	0.88	0.38	1.50	0.50
ハトムギ	-0.25	-0.38	0.63	-0.25	0.75	0.63	0.88	0.38	0.00	0.75	-0.50	0.38	0.75	0.75	-0.25	0.00	0.25	-0.25	-0.13	0.25	0.25

熟成して美味しい糠床と定める基準として、①酸味、⑤複雑さ、⑦熟成が高く評価されているかを重視した。また、その他の項目は糠本来の味わいの特徴を示している。

この結果から、糠を持つ穀物本来の味わいにはそれぞれ特徴があり、実験被験者に最も好まれる味わいを持つ糠床はハトムギであることが分かった。ハトムギは旨味が強く、雑味が少ない味わいが特徴である。大きな特徴は見られなかった米はハトムギの次に好まれた。玄米のような香りを持ち、味わいに癖がないため食べやすく好まれたのではないかと考えられる。麦は独特の香りが強く、雑味も他の糠床に比べて強かった。そうした特徴から、癖が強く好まれにくかったのではないかと考えられる。

熟成度合いを示す①酸味、⑤複雑さ、⑦熟成のいずれの項目もハトムギが一番高く評価されていた。このことから、ハトムギの糠床は熟成が進みやすい、または熟成した糠床のような味わいを持つことが分かった。

官能試験により、穀物ごとに無添加、乳酸菌サブリ添加、麴添加のものを比較した。穀物ごとに添加物と味わいの変化を比較した結果を表2に示した。

これらの結果から、添加物が与える味わいへの影響がわかった。また、その影響による味わいの変化の度合いは穀物により異なった。

米に乳酸菌サブリを添加すると、味わいの項目はそれぞれバランスよく評価が高くなり、特に①酸味、⑤複雑さが強くなった。麴を添加すると、⑦熟成を除き味わいの項目の評価はそれぞれ高くなり、特に②辛さ、④雑味、⑤複雑さが強くなった。

麦に乳酸菌サブリを添加すると、味わいの項目はそれぞれバランスよく評価が高くなり、特に④雑味、⑤複雑さが強くなった。麴を添加すると、③旨味、⑤複雑さを除き味わいの項目の評価はそれぞれ高くなり、特に②辛さ、④雑味、⑥香りが強くなった。

ハトムギに乳酸菌サブリを添加すると、味わいの項目は④雑味を除きそれぞれバランスよく評価が高くなり、特に①酸味、③旨味、⑤複雑さ⑦熟成が強くなった。麴を添加すると、①酸味を除き味わいの項目の評価は乳酸菌サブリ添加時と類似した。

このことから、乳酸菌サブリは味わいに①酸味、⑤複雑さを、麴は味わいに②辛さ、④雑味を寄与する傾向があるとわかった。また、その度合いは穀物の種類によってさまざまであり、穀物由来の常在菌や穀物の含有成分によって添加物との相性が異なるため、味わいの変化に差が生じたのではないかと推測される。

グループC(ハトムギの無添加・乳酸菌・麴)とグループD(米・麦・ハトムギの無添加)の味・香りの総合評価(⑧味、⑨香り)に関して、各グループ内でt検定を行った。(有意水準=0.05、両側検定)また、t検定を行う前にF検定を行って2つのデータ群が等分散であるか確認した。(有意水準=0.05、片側検定)

t検定において、グループCはどの場合も有意差が見られなかった。グループDは、⑧味の場合は米・無添加とハト麦・無添加、ハト麦・無添加と麦・無添加に、⑨香りの場合はハト麦・無添加と麦・無添加、米・無添加と麦・無添加に有意差が見られた。

それぞれの糠床のpHを3日に1回程度計測した。その推移を図3に示した。

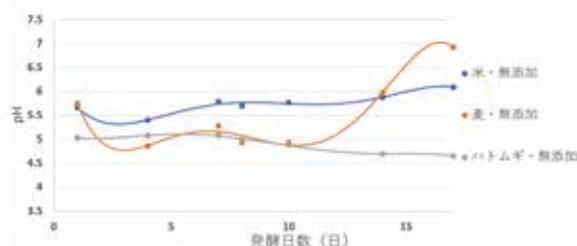


図3 穀物別のpH変化

乳酸菌が増加した熟成している糠床であると定めるため、pH低下をひとつの基準とした。

米、麦、ハトムギの無添加を比較すると、pH変化の仕方は穀物によって異なった。米はわずかに値が上下したが、最終pHは約6.1であった。麦は激しく値が上下し、最終pHは約6.9であった。ハトムギは安定して緩やかに値が低下し、最終pHは約4.6であった。

このように、pH変化の仕方は穀物の種類によって異なり、また添加物を加えてもpHには大きな変化はなかった。このことから、穀物由来の常在菌が糠床内の菌叢に深く関与しており、糠床の熟成の仕方に違いをもたらしているのではないかと考えられる。また、添加物は味わいに大きな影響をもたらすが、pH変化にはあまり関与していないことが分かった。単に添加物そのものが呈味を寄与しているのか、糠床内の菌叢を崩さず何か影響を与えているのか定かではない。

なお、菌数と菌叢検索の結果については、ここでは省略する。

## 4 まとめ

官能試験より3種の穀物の糠漬けを比較すると、ハトムギが一番好まれ、乳酸菌サブリを添加すると熟成感が得られ、おいしくなることが分かった。

添加物はさまざまな味わいを糠漬けに寄与するが、熟成の促進に直接的な関わりは見られなかった。その関係性や添加物と穀物の相性について、そしてなぜハトムギが一番おいしいのか、その詳細は今後更に追及したい。



REPORT  
7

[研究テーマ]

# リンゴの加工適性を評価するための時間経過による果実成分の変化と品種間差

生物資源科学部

リンゴ調べ隊

生物生産科学科

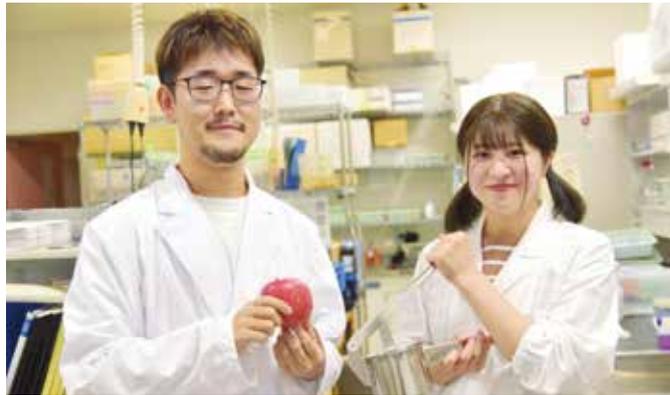
2年 | 伊東 幸親 (長野県/伊那弥生ヶ丘高校出身)  
2年 | 日野 佑香 (秋田県/湯沢高校出身)  
指導教員 | 櫻井 健二 准教授 (生物生産科学科)

## Q1 学生自主研究の良いところを教えてください。

学生自主研究では1年時から研究ができるという点に注目されがちですが、私の思う良いところは、幅の広い研究ができることです。所属している学科だけでなく、他学科の教授と自主研究を行うこともできます。また提案されているテーマだけでなく、「この分野に興味がある」と持ち込みで研究を行うこともでき、カバー力が高いことも良いところです。

## Q2 高校生の皆さんへメッセージ

米となまはげ、それが秋田県のイメージでした。秋田県立大学に来て米だけでなく野菜や果樹の産地を知り、豊かな秋田の土地を知りました。秋田県立大学は秋田市へのアクセスもよく、自由にのびのびとした生活ができます。農業に興味がある人、漠然と国公立を目指している人、たくさんの大学を調べてみてください。秋田県立大学が貴方の「やりたい」にあう場所であったら、ぜひ秋田県立大学への入学をお勧めします！軽音サークルもお勧めです!!



## Support

指導教員がきめ細かく研究をサポート



Kenji Sakurai

生物生産科学科  
准教授 櫻井 健二

### PROFILE

学位/博士(農学)  
専門分野/園芸育種学

## 研究内容 - リンゴの新品種育成と秋田県の郷土作物の発掘

リンゴの自家不和合性と果皮色に関わる遺伝子について研究しています。自家不和合性とは、自身の花粉で受粉しても受精しない現象で、受精しないと果実が実りません。人の血液型と同じ「複対立遺伝子」によって制御されています。リンゴがどのように「自身の花粉」を認識しているのかを遺伝子のレベルで研究しています。リンゴの果皮色に関わる遺伝子はほぼ特定されているので、その情報からDNAマーカーを作成し、果実が実

る前の幼苗期に果皮色(赤または黄)を識別し、新品種育成の効率が高められないか研究しています。秋田県には先祖代々栽培されてきて、現在も栽培され続けている「郷土作物」があります。この「郷土作物」のDNA解析や来歴などを研究して、秋田県の「郷土作物」の特徴を明確にして、付加価値を付ける活動をしています。さらに、秋田県内に眠っているであろう新たな「郷土作物」の発掘を目指しています。

科学への第一歩は『疑問』を持ち、興味を持つことです。疑問を持ったなら調べる。ネットは気軽に調べられますが、不確かな情報も氾濫しています。公的機関の情報や書籍など、どこの誰が発信している情報なのか、その情報源を確認して、正確な知識を深めるようにしましょう。一つわかると、また新たな『疑問』が湧いてくるはず。『疑問』→『調べる』→『わかる』→『疑問』→このスパイラルができれば科学は深まります。

科学への第一歩は『疑問』を持ち、興味を持つことです。疑問を持ったなら調べる。ネットは気軽に調べられますが、不確かな情報も氾濫しています。公的機関の情報や書籍など、どこの誰が発信している情報なのか、その情報源を確認して、正確な知識を深めるようにしましょう。一つわかると、また新たな『疑問』が湧いてくるはず。『疑問』→『調べる』→『わかる』→『疑問』→このスパイラルができれば科学は深まります。

県大の  
おすすめ  
スポット

### 図書館のラーニング・commons

図書館=静寂・飲食厳禁・仕切られた机というイメージですが、ラーニング・commonsは、それらが取り払われた新しい学修の場です。



# 1 はじめに

リンゴ果実に含まれる成分は果実の成長とともに変化し、成分の量やバランスにより味が違いが生じる。酸味強い品種や加熱することで香りが際立つ品種は加工用として利用されている。収穫時期の異なる果実を用いることで時間経過と果実成分の変化を調べる。また品種間でどのような差が生じているのか、加工適性、品種の特性・指標をまとめた。

# 2 材料および方法

供試リンゴ果実は、リンゴ品種‘アキタゴールド’‘秋田5号’（10月20日から11月17日まで7日ごとに計5回収穫・写真1）‘秋田紅あかり’‘秋映’‘王林’‘紅の夢’‘ぐんま名月’‘紅玉’（9月15日から10月15日まで5日ごとに計7回収穫・写真2）‘シナノゴールド’‘シナノスイート’‘トキ’‘はるか’‘ふじ’の13品種を用いた。（写真3は左からこの順）



写真1 収穫時期の異なる‘秋田5号’



写真2 収穫時期の異なる‘紅玉’

以下4項目について測定した。材料の調整方法は、品種あたり果実3個を用い赤道面から垂直に2.5×2.5×1cm状にカットした果実片を5箇所取り、残りの果実を種子、果皮を取り除きジュースにした。ジュースは1、2、3で、果実片は電子レンジ600wで1分間加熱し4の測定に用いた。



写真3 試供品種リンゴ一覧

1. 糖度測定：デジタル糖度計PR-1（アタゴ社）を用いて糖度（Brix）を測定した。
2. 酸度測定：中和滴定で酸度を測定し、リンゴ酸換算で表示した。
3. 総ポリフェノール定量：フォーリン-チオカルト試薬を用いて分光光度計で750nmにおける吸光度の測定し、没食子酸当量で表した。
4. 硬度の測定：TENSIPRESSER MODEL TTP-50BX IIを用いて果実片の硬さを測定した。Clearanceは0.1、Selector99でDeformation50%まで圧縮し、ピーク値をまとめた。

# 3 結果

収穫適期である10/15の‘紅玉’と11/10の‘秋田5号’を品種別のデータとして用いた。

## <糖度>

糖度が高い品種は‘秋田5号’（15.8）‘シナノスイート’（15）‘ふじ’（14.8）で、低い品種は‘秋映’（11.1）‘シナノゴールド’（11.2）であった（図1）。「紅玉」では収穫時期が進むにつれ、やや糖度が上昇し、「秋田5号」では低下した（図2・3）。

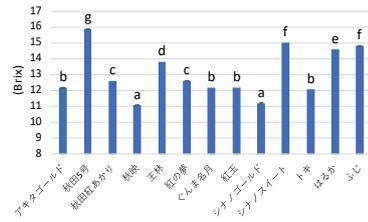


図1 品種別の糖度比較

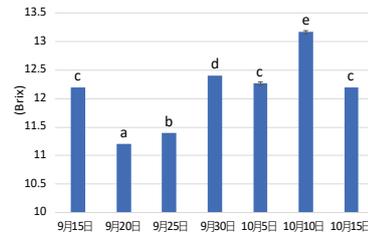


図2 収穫時期の異なる紅玉の糖度比較

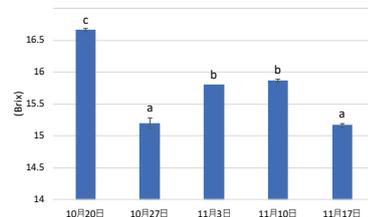


図3 収穫時期の異なる秋田5号の糖度比較

## <酸度>

酸度が高い品種は‘紅の夢’（0.61）‘秋田5号’（0.54）‘紅玉’（0.49）で、低い品種は‘ぐんま名月’（0.15）‘トキ’（0.16）‘王林’（0.19）であった（図4）。

‘紅玉’‘秋田5号’両品種とも収穫時期が進むにつれ、酸度が低下した（図5・6）。

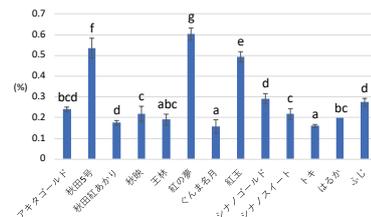


図4 品種別の酸度比較

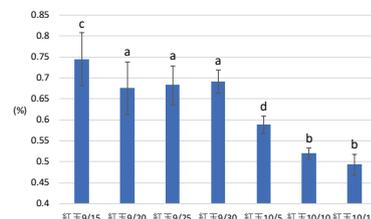


図5 収穫時期の異なる紅玉の酸度比較

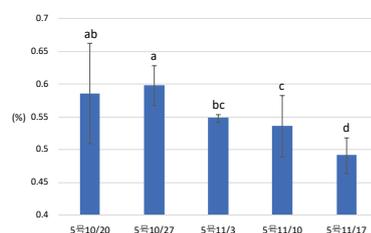


図6 収穫時期の異なる秋田5号の酸度比較

### <総ポリフェノール>

総ポリフェノールが高い品種は‘秋田5号’ (2098.7)、『紅あかり’ (1966.8)、『シナノスイート’ (1779.6) で、低い品種は‘シナノゴールド’ (875.3)、『アキタゴールド’ (932.8)、『紅玉’ (1094.5) であった (図7)。**‘紅玉’** では収穫時期が進むにつれ減少し (図8)、『秋田5号’ は11/3収穫時に増加してから一定であった (図9)。

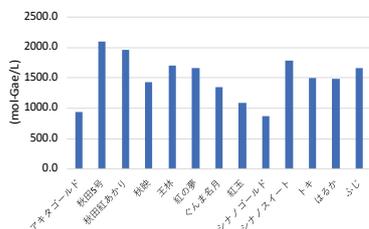


図7 品種別の総ポリフェノール量

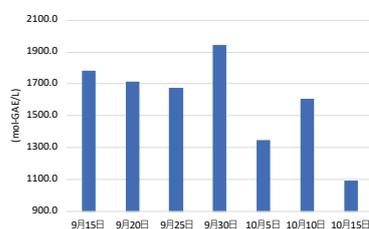


図8 収穫時期の異なる紅玉の総ポリフェノール量

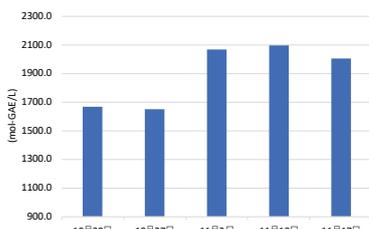


図9 収穫時期の異なる秋田5号の総ポリフェノール量

### <硬さ>

加熱時の硬度が高い品種は‘秋田5号’ (8145.6)、『シナノスイート’ (2834.6)、『紅あかり’ (2512.2) で、低い品種は‘紅の夢’ (557)、『紅玉’ (730) 『アキタゴールド’ (1146) であった (図10)。**‘紅玉’** では収穫時期が進むにつれ減少したが (図11)、『秋田5号’ では緩やかな増加をしたのち大きく増加した (図12)。

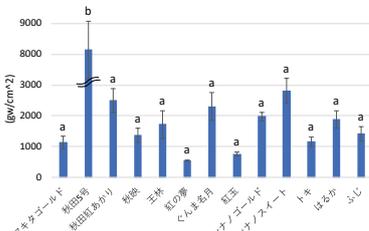


図10 加熱時の品種別の硬度の違い

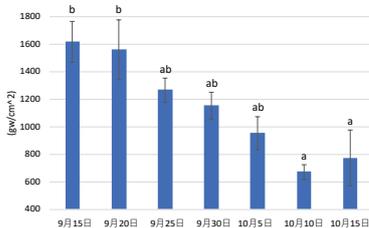


図11 加熱時の紅玉の硬度の違い

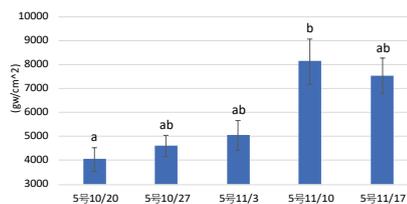


図12 加熱時の秋田5号の硬度の違い

Tukeyの多重比較検定により、異なる小文字間において5%水準で有意差ありを示す。

糖度と酸度の相関より、糖度13度・酸度0.4%を境に4つのグループに分類できた。糖度13度未満・酸度が0.4%未満の品種は‘アキタゴールド’『秋田紅あかり’『秋映’『ぐんま名月’『シナノゴールド’『トキ’の6品種で、糖度13度以上・酸度0.4%未満の品種は‘王林’『シナノスイート’『はるか’『ふじ’の4品種であった。糖度13度未満・酸度0.4%以上の品種は‘紅玉’『紅の夢’で、糖度13度以上・酸度0.4%以上の品種は‘秋田5号’であった。

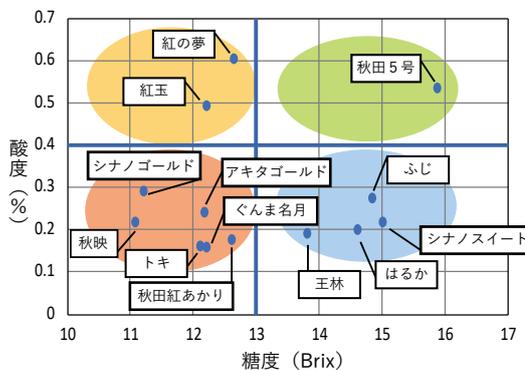


図13 糖度と酸度の関係

## 4 総合考察

収穫時期の異なる果実を供試したことで成分の経時的変化を見ることができた。**‘紅玉’** では時間が経つとともに、糖度が増加し、酸度・総ポリフェノール量・硬さが低下した。このことから収穫適期の果実は酸度が抑えられ糖度が高く、食べやすくなっていることが考えられた。しかし時間が経ちすぎると総ポリフェノール量が減り、硬さも落ちてしまうことから、適期での収穫が必要になると考えられた。**‘秋田5号’** では同じように酸度の低下が見られたが、糖度も低下してしまうことから、適期よりも早い段階で収穫の方が良いと考えられた。他の品種と比べると、収穫期の糖度は15.9度と高く、甘味種である‘シナノスイート’等よりも高い値であった。酸度は0.54と加工用である‘紅玉’ (0.49) 『紅の夢’ (0.61) と近い値で、酸味のある品種であることが分かった。加熱後の硬度では多くの品種が500～3000 (gw/cm<sup>2</sup>) である中、**‘秋田5号’** は8146 (gw/cm<sup>2</sup>) であり約3倍以上の硬度であることが分かった。このことから、例えばタルトタタンのような焼き菓子に使用した際に硬度を保ち、形を残すことができると考え、調理用リンゴであるクッキングアップルとしての利用価値は高かった。さらに‘秋田5号’を交雑親に用いることで、今まで以上に調理に適した品種の開発につながる可能性があると考えられた。以上のことから、**‘秋田5号’** は、その存在感のある味・特徴からも、他の県にはない新しい特産品として秋田を代表する品種になることが示唆された。

### 参考文献

- I. 実験の基礎技術 1. 機能性成分の分析技術 1) 総ポリフェノールの定量法  
(独) 農研機構 九州沖縄農業研究センター 沖 智之



REPORT  
8

[研究テーマ]

# 八郎湖で秋に発生するアオコを調査する

生物資源科学部

E f H

生物環境科学科

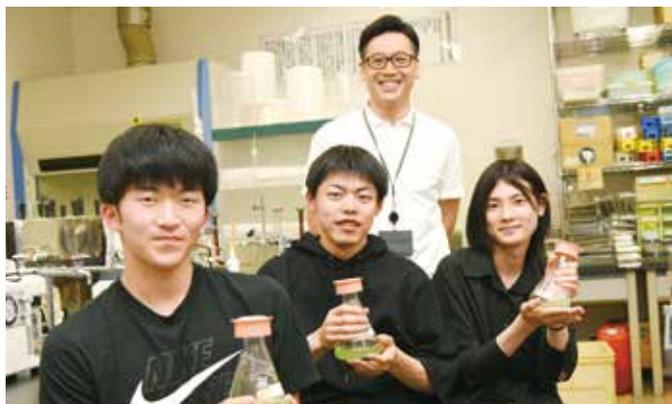
1年 小浜 陽太 (秋田県/五城目高校出身)  
 1年 一戸 龍彌 (秋田県/花輪高校出身)  
 1年 齊藤 真哉 (秋田県/秋田中央高校出身)  
 指導教員 岡野 邦宏 准教授 (生物環境科学科)

## Q1 学生自主研究の良いところを教えてください。

1年生や2年生から専門的かつ自分の好きな分野で研究ができたり、先生方と距離を縮められたりするところが良いと思います。具体的に言うと、サンプル採取から同定と培養、吸光度測定など、実際の研究手順に則りながら興味と教養を深めることができます。また、先生方とは和やかな雰囲気を作ることができ、小さなことでも相談できるようになります。楔型教育の至高とも言えると思います。

## Q2 高校生の皆さんへメッセージ

この秋田県立大学は、自分がやりたいと思ったことをサポートしてくれる温かい大学です。自ら積極的に行動することが必要になりますが、行動した分だけ経験と研究結果という形で返ってきます。もしも、いま皆さんの中に燻った思い、興味関心、行動意欲があるのであれば、この秋田県立大学という場で突き詰めてほしいと思います。また、やりたいことが決まっていなくても、さまざまな生物の分野を扱う秋田県立大学で、自分の指針を見出してはいかがでしょうか。



## Support

指導教員がきめ細かく研究をサポート



Kunihiko Okano

生物環境科学科  
准教授 岡野 邦宏

### PROFILE

学位/博士(農学)  
専門分野/微生物生態学、水質管理工学

## 研究内容 - なぜアオコは発生するのか? DNAを調べて水質改善に役立てる!

富栄養化した湖沼で昔から問題となっている「アオコ」は、植物プランクトンのシアノバクテリアが大量に増殖して起きる現象です。一部のシアノバクテリアは人畜に有毒な物質を作るため、世界的に研究が進められています。しかし、アオコやアオコが作る毒素は農薬などの人工化学物質とは異なり、環境中で人為的にコントロールすることが困難です。実際に、2014年8月にはエリー湖を水源とするオハイオ州の水道水に毒素が混入

して50万人に影響が出るなど、現在においても解決が難しい環境問題の1つです。大学の近くにある八郎湖もアオコが頻発する湖沼で、指定湖沼として水質改善対策が進められています。アオコのコントロールの鍵となるのは、「なぜアオコが発生するのか?」というアオコ発生のメカニズムです。私たちはアオコの生活史や細菌との相互作用を次世代シーケンサーと呼ばれる最新のDNA解析機器を駆使して研究しています。

アオコ発生原因

八郎湖のアオコのように身近な環境問題もグローバルな環境問題の1つです。皆さんの周りにも皆さんがまだ気づいていない環境問題が潜んでいるはず。身の回りのさまざまな現象に目を向けて、身近な環境問題を見つけてみてください! 秋田県立大学で身近な環境問題を解決するための研究と一緒にチャレンジしましょう!



県大の  
おすすめ  
スポット

### DNA解析機器

けっして大きな大学とは言えませんが、最新のDNA解析機器が揃っています!

## 1 背景と目的

授業も遠隔で進められ、将来についての具体的な目標や道筋が見通せない現状において、地域問題について知るとともに、その問題解決について考えることでこれからの大学生生活を実りあるものにしたかった。秋田県八郎湖では毎年アオコが発生して大きな問題となっていることから、八郎湖の水環境、特にアオコに着目した。

アオコとは湖沼の水面が緑色になる現象で、ミクロキスティス属などのラン藻類が大量に増殖して起きる。ミクロキスティス属など一部のアオコ形成藻類には、強力な毒素であるミクロシスチンを産生する種が存在するため、アオコ問題解決は極めて重要である。アオコを形成するミクロキスティス属などのラン藻類は本来、真夏の水温を好み、7月、8月に発生が確認される。しかしながら、八郎湖では9月末から11月にかけてもアオコが確認されており(写真1)、低温に適応した藻類の関与が予想されている<sup>1,2)</sup>。そこで、本研究では八郎湖において秋季に調査を行い、①今年も八郎湖では秋季にもアオコが発生するのか、②秋季のアオコの原因となっている藻類は何か、③アオコの原因となっている藻類の増殖温度特性を明らかにすることを目的とした。



写真1 八郎湖で秋季に発生したアオコ (2020年9月30日)

## 2 実験方法

### 1. 現地調査

2020年10月21日に秋田県八郎湖の野村港(N39°52'48.3", E140°02'13.4")においてアオコを含む表層水をヒシャクにより採取した(図1)。現地において水質チェッカー(東亜DKK)により、水温、pH、電気伝導度、濁度、溶存酸素濃度を測定した。なお、湖水は単藻化するまで4°Cで定置し、低温適応株の選択を行った。



図1 採水地点

### 2. 藻類の単藻培養

#### 2-1. 培地の作成

表1のMA培地を1N NaOHによってpH8.6に調整して定容した。単藻化作業用に試験管に10mLずつ分注するとともに、継代培養用に500mL三角フラスコに200mLずつ分注し、オートクレーブで滅菌した(120°C、15分)。なお、3. 増殖特性試験においてもMA培地を使用した。

表1 MA培地の組成

試薬	濃度(mg/L)
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ・4H <sub>2</sub> O	50
KNO <sub>3</sub>	100
NaNO <sub>3</sub>	50
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40
MgCl <sub>2</sub> ・6H <sub>2</sub> O	50
β-Na <sub>2</sub> glycerophosphate	100
Na <sub>2</sub> EDTA・2H <sub>2</sub> O	5.0
FeCl <sub>3</sub> ・6H <sub>2</sub> O	0.5
MnCl <sub>2</sub> ・4H <sub>2</sub> O	5.0
ZnCl <sub>2</sub>	0.5
CoCl <sub>2</sub> ・6H <sub>2</sub> O	5.0
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ・2H <sub>2</sub> O	0.8
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	20
Bicine	500

### 2-2. アオコを形成する藻類の同定および単藻培養

採取してきたアオコを含む湖水を光学顕微鏡(BX52, オリンパス)により観察した。また、2穴ホールスライドガラスにMA培地を数滴たらし、アオコを含むサンプルを1mL加えた。そこから、先端を加工したガラスパスツールを用いてアオコ形成藻類の単藻化を行った。試験管で増殖が確認された単藻培養株は500mL三角フラスコに継代し、25°Cの恒温室で培養した。

### 3. 増殖特性試験

500mL三角フラスコにMA培地200mL入れ、単藻化に成功したミクロキスティス属EfH1株の前培養液を2.5%になるように添加した。それを15°Cと25°Cに設定した照明付きインキュベーター(FLI-2000, EYELA)で15日間培養した。なお、光条件は40μmol/m<sup>2</sup>/s、明暗12時間とし、全て3連で行った。

ミクロキスティス属EfH1株の増殖は、培養液の濁度(678nm)を分光光度計(UV-1280, 島津製作所)により測定し、下記の式によりクロロフィルa濃度に換算して評価した。

$$\text{クロロフィルa}(\mu\text{g/mL}) = (14.79 \times A_{678\text{nm}}) - (0.615 \times A_{620\text{nm}}) \dots \dots \dots \text{式}$$

## 3 結果および方法

### 1. 現地調査および単藻培養

採水時の天候は晴れ、気温は17°Cであった。また、水温は16.4°Cとアオコ形成藻類の好適温度よりも10°C以上低かったが、濁度が37mg/Lと高くアオコが確認できた。また、調査日の前日10月20日には西部承水路の多くの場所でアオコが確認されており(写真2)、今年も八郎湖では秋季にアオコが発生した。

一方で、顕微鏡観察の結果、アオコを形成する藻類は主にミクロキスティス属であることが明らかとなった。加えて、この試料からガラスパスツールを用いて藻類が1種類で構成される単藻培養系の構築を試みた結果、ミクロキスティス属の単藻化に成功した(写真3)。



写真2 西部承水路のアオコ (2020年10月20日)

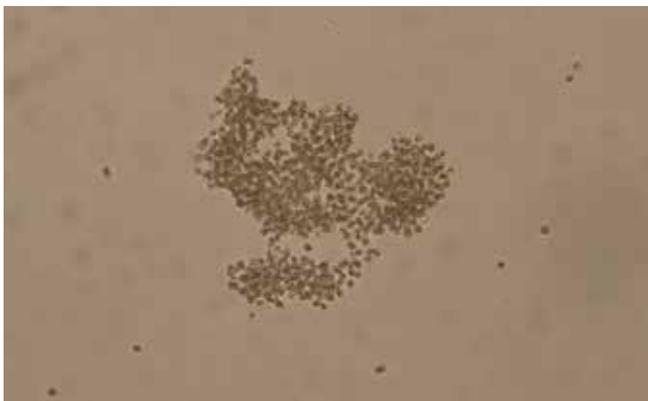


写真3 ミクロキスティス属EfH1株 (400倍)

## 2. 単藻培養株の増殖特性試験

単藻化に成功したミクロキスティス属EfH1株を用いて増殖の温度特性を確認した結果を図2、3に示した。採水時の水温に近い15°Cにおいても試験後半に増殖が確認された(図2)。比増殖速度は0.05 1/dであり、25°Cの0.15 1/dと比較して遅かったが、培養液が緑色を呈した(写真4)。本試験での倍加時間は13.9日であり、すぐにアオコ発生に直結する速度とは言えないが、9月から徐々に水温が下がっていることを考えると、秋季のアオコ発生にミクロキスティス属EfH1株のような低温適応株が関与していることが推測できた。25°Cより徐々に温度を下げて増殖特性を調査することで、秋季のアオコ発生のメカニズムが分かるかもしれない。

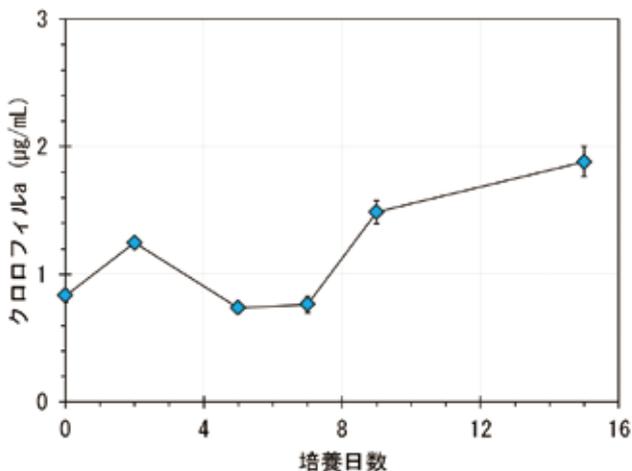


図2 15°Cでの培養試験の結果

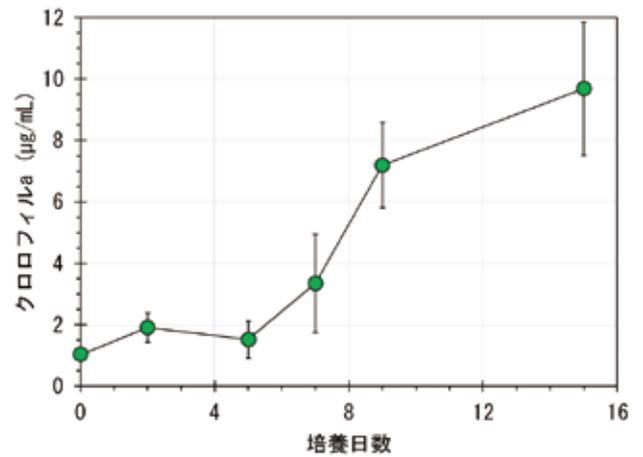


図3 25°Cでの培養試験の結果



写真4 15°Cでの培養試験後のフラスコの様子

## 4 まとめ

- ・今年も八郎湖では秋季にもアオコが発生した
- ・秋季のアオコの原因となった藻類はラン藻ミクロキスティス属であった
- ・分離したミクロキスティス属は15°Cでも僅かに増殖し、低温に対する適応性を持っていた

### 参考文献

- 1) 岡野邦宏, 鈴木英治, 太田菜, 宮田直幸, 谷幸則, 尾崎保夫: 秋田県八郎湖における藍藻毒ミクロシチンと有毒藍藻の季節的変動. 日本水環境学会誌, Vol.38 (2015) 23-30.
- 2) Araki, M., Okano, K., Ohta, S., Suzuki, E., Fujibayashi, M., Miyata, N.: Characteristics of harmful algal blooms during a low water temperature season in Lake Hachiro. Journal of Water and Environment Technology, Vol. 16 (4) (2018) 175-183



REPORT

9

[研究テーマ]

# ニホンナシ‘秋泉’の紫変色枝枯れ症の発症と耐凍性遺伝子ICE1における発現量との関係

生物資源科学部

チームナシ

アグリビジネス学科

2年 | 白鳥 竣也 (秋田県 / 秋田中央高校出身)  
 2年 | 佐藤 結衣 (群馬県 / 勢多農林高校出身)  
 2年 | 保坂 美海 (秋田県 / 聖霊女子短期大学付属高校出身)  
 指導教員 | 北本 尚子 准教授 (アグリビジネス学科)

## Q1 学生自主研究の良いところを教えてください。

自分の興味がある分野の研究を1年生から行うことができる場所です。研究したい分野の先生が担当してくださり、研究費用も大学が負担してくれます。また複数人での共同研究が可能なので、同じ興味を持った仲間と取り組むことができるのも魅力です。研究室配属や卒業研究テーマの決定にも繋がる経験となること間違いなしです。

## Q2 高校生の皆さんへメッセージ

秋田県立大学は、先生との距離が近く、学内施設も整っているので勉強や研究にとっても集中できる環境です。私たちが所属するアグリビジネス学科は、大潟村に専用キャンパスがあり、多くの研究圃場や実験設備が整備されています。研究室活動ではフィールドワークや外部講師の講話等もあり、座学での知識を生かした幅広い農学分野を学べます。



## Support

指導教員がきめ細かく研究をサポート



Naoko Kitamoto

アグリビジネス学科  
 准教授 北本 尚子

### PROFILE

学位 / 博士(農学)  
 専門分野 / 植物育種学

## 研究内容 - 果樹栽培の省力化・機械化に関する研究

果樹では、就農者の減少と高齢化が急激に進んでおり、生産量を維持するためには、栽培の省力化と機械化が重要となっています。一方、リンゴには、カラムナー(円筒形)タイプという、ちょっと変わった樹形の品種群があります。カラムナータイプは、側枝が極端に短く、主枝に着く1、2cmの短い枝の先に果実が成ります。横への枝はりが抑えられるため、作業導線を単純化しやすく、機械化

に対応しやすい利点があります。しかし、カラムナータイプのリンゴは、成り年と不成り年が交互に現れる隔年結果が起こりやすい課題があります。そこで、私は、カラムナータイプリンゴを実用化するために、カラムナータイプリンゴにおいて隔年結果が生じる分子メカニズムの解明に取り組んでいます。

県大の  
 おすすめ  
 スポット

### アグリノベーション 教育研究センターの果樹園

大きなリンゴの樹に囲まれて、葉ずれの音や鳥の声を聞いていると、すぐ癒されます。



夢は、想像もしていなかった遠くまで自分を運んでくれる大きな風船のようなものです。でも大きすぎると、体が宙に浮いてしまって、地に足つかず迷走してしまいます。大事なことは、風船も自分の体(実力)もバランス良く一緒に大きく育てることだと思えます。「やりたいこと」をやるためには、「やるべきこと」を続けて「やれる」ことを増やすしかありません。地道な努力は面倒なものですが、努力を惜しまず大きな夢を育ててください。

## 1 背景と目的

秋田県が育成したニホンナシの‘秋泉’は、潟上市や男鹿市で栽培されている品種で果汁が多く甘みが強いという特徴を持ち、消費者からの人気が高い。しかし、‘秋泉’には枝の一部が紫色に変色してしまう紫変色枝枯れ症の発生がしやすいことが問題となっている。11月頃の低温が原因であると考えられているが発症条件やそのメカニズムが不明なため、有効な防除策がとれずにいる。つまり、低温馴化の程度を客観的に評価するのが難しいため仮説の検証が難しい状態である。本研究では、この低温馴化の程度を客観的に評価するためにICE1という遺伝子に注目した。ICE1は低温にさらされると活性が高まり、低温に対する耐性が獲得される。先行研究では、チュウゴクナシ *Pyrus ussuriensis* で発見されたICE1の相同遺伝子 *PuICE1* をトマトに遺伝子導入したところ、耐凍性の向上がみられている (Huang et al. 2015)。しかし、現在ニホンナシでICE1を単離・同定した研究がないためニホンナシがICE1を保有しているかが不明である。

こうした背景から、本研究では①ニホンナシがICE1を保有しているのかDNAの抽出とPCR法による増殖から調査する。また、ニホンナシがICE1を保有していることが分かれば、②RNAの抽出とRT-PCRから発現量を調べ、低温馴化の程度を客観的に評価できるか調査する。

## 2 材料および方法

令和2年9月29日に秋田県果樹試験場天王分場班を訪問した。はじめに紫変色枝枯れ症の概要を分場班班長の熊谷さんに説明を受け、その後、圃場にて‘秋泉’とその両親である‘豊水’と‘新星’、および耐凍性が比較的高い‘あきづき’の4品種の葉をサンプリングした(図1)。概要説明では、紫変色枝枯れ症がアルコール臭を伴って枯死していくことや例年の発症程度等の説明を受けた。



図1 秋田県果樹試験場天王分場班でのサンプリングの様子

### 1. DNA抽出とPCR法によるDNAの増幅とダイレクトシーケンス

10月14日にCTAB法 (Murray and Thompson 1980) を用いて葉からDNA抽出を行った。11月18日にニホンナシのICE1の塩基配列を明らかにするためにPCRを行った。PCRに用いるプライマーは、チュウゴクナシで報告されている *PuICE1* (Huang et al. 2015; APC57593.1) の塩基配列から作成した(表1)。PCRの手順は以下の通りである。

- 1) 表2の②~⑤の試薬を1.5mlチューブに入れ、よく混ぜた。
- 2) ‘秋泉’と‘あきづき’のDNAを2μLずつ取り、8連チューブに入れた。
- 3) 1)で作成した試薬を18μLずつDNAが入った8連チューブに入れた。
- 4) 表3の条件でPCRを行った。

増幅したPCR断片を鋳型としてダイレクトシーケンスを行い、塩基配列をチュウゴクナシで報告されている *PuICE1* と比較した。

表1 本研究で作成したプライマー配列

Huang et al. (2015) で報告されている *PuICE1* の塩基配列をチュウゴクナシのゲノムデータ (*Pyrus bretschneideri* v1.1 genome; Xue et al. 2018) で検索したところ、14番染色体と15番染色体に座乗していることがわかったため、2つの相同遺伝子を区別してPCR増幅できるようにプライマーを設計した。

#### *PuICE1\_Chr14* (gene22187)

プライマー名	プライマー配列
<i>PuICE1_Chr14_5'UTR_F</i>	TCGGTTTCTGCTGACTCTGTCTC
<i>PuICE1_Chr14_exon1_R</i>	ACGGATCTCAGCATGTACAGC
<i>PuICE1_Chr14_exon1_724_F</i>	TTCCAGAAAAGAGCAGCGCTC
<i>PuICE1_Chr14_Int2_R</i>	TCAATCGAGGAAGTGCAAAAAGA
<i>PuICE1_Chr14_Int1_F</i>	TGGCAATAATTTCTGTCTCATGATCCA
<i>PuICE1_Chr14_exon4_R</i>	ATGGGGTAATTCGGTcaca

#### *PuICE1\_Chr15* (gene18222)

プライマー名	プライマー配列
<i>PuICE1_Chr15_875_F</i>	TTCGACTGGTGGTTTCGAGITTT
<i>PuICE1_Chr15_1988_R</i>	TGGAGGTTGTTGATCCTCTGTC
<i>PuICE1_Chr15_1772F</i>	TCTCTCACATTCAAACCTTTAGCCA
<i>PuICE1_Chr15_3030R</i>	GTTCTGATCGAGCTGAATTTGCT

表2 PCR試薬の分量

試薬	×2
① DNA	-
② SDW	15.2μL
③ 10μM Primer F	0.4μL
④ 10μM Primer R	0.4μL
⑤ GoTaq MM	20.0μL

表3 PCR条件

95°C	2m
95°C	30s
60°C	30s
72°C	1m
72°C	7m

### 2. 低温処理とRNA抽出およびRT-PCRによる発現解析

ニホンナシのICE1である *PpICE1* が機能しているか明らかにするためには、まず *PpICE1* が発現しているのか、また低温処理によって発現量に変化が生じるかを調べなければいけない。そのため、以下の手順で低温処理し発現量を調査した。

- 1) 10月22日に天王分場班でニホンナシの‘秋泉’‘豊水’‘新星’‘あきづき’4品種の1年生枝を4本ずつ採取し、大学に持ち帰ったのち蒸留水に挿して室温で吸水させた。
- 2) 10月28日に4°Cの低温室に移動させた。
- 3) 移動後、0、48時間後に1枝あたり3芽をサンプリングした。
- 4) サンプリングした芽をカミソリで縦半分に切り、バルクして2.0mLチューブに入れた。
- 5) 芽を入れたチューブを液体窒素に浸した後、-80°Cの冷蔵庫に入れて保存した。

12月16日に‘秋泉’と‘あきづき’の芽から Gambino et al. (2008) の方法に従いRNAを抽出した。2月3日にRNA濃度を測定し、RNA濃度を25ng/μLになるように調整後、ReverTraAce qPCR RT masterMix gDNA Remover (TOYOBO) を用いてcDNAを合成した。2月8日に *PpICE1* の発現量を調べるためにRT-PCRを行った。RT-PCRのプライマー配列は、実験1で解読した *PpICE1* の塩基配列から作成した(表4)。内部コントロールとして、*PuTubulin* を用いた。2月15日に電気泳動を行い、RNAの量を推定した。

表4 RT-PCRで使ったプライマー配列

プライマー名	プライマー配列
<i>PuTubulin_F</i>	TGGGCTTTGCTCCTCTTACC
<i>PuTubulin_R</i>	CCTTCGTGCTCATCTTACC
<i>PpICE1_Chr14_433_F</i>	GAGGCTGAACGGTGGTGTGG
<i>PpICE1_Chr14_639_R</i>	CTGACATCTGAATGGCCCTGGATGC
<i>PpICE1_Chr15_512_F</i>	ATTGCCAGCACCACCGAGA
<i>PpICE1_Chr15_639_R</i>	CTGACATCCGAATGACCGTGG

### 3 結果と考察

#### 1. DNA抽出とPCR法によるDNAの増幅と塩基配列の解読

葉から抽出したDNAをPCRしたところ、'秋泉'の14番染色体上のICE1以外はうまく増えなかった(図2a)。そこで、プライマーの最終濃度を0.1から0.2μMにし、PCRのサイクル数を30から45にしたところ、前回よりも多くの領域でDNAが増えた(図2b)。「秋泉」と比べると「あきづき」は増えにくかった。また、上手く増えない原因として、DNAの質が悪かった点が考えられたため、DNAを1/10に希釈してPCRしたところ、「あきづき」の全域以外は増えた(図2c)。この増えたDNAが*PuICE1*と似た配列であるかを調べるためにダイレクトシーケンスした。

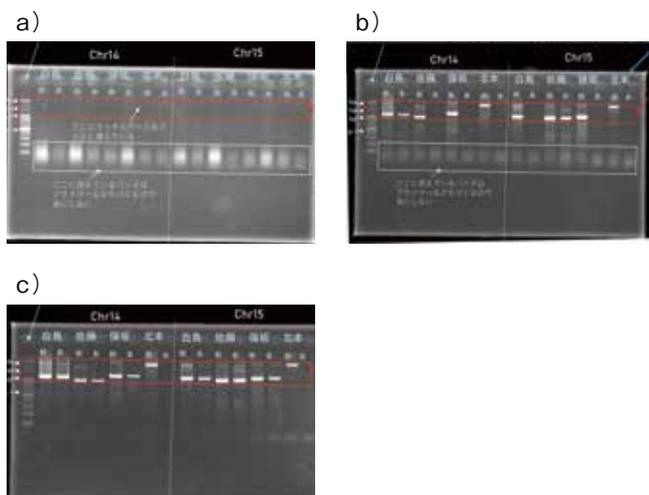


図2 PCRの結果  
名前には実験担当者名を「秋」は「秋泉」、「あ」は「あきづき」を表す。

ダイレクトシーケンスの結果を図3に示す。チュウゴクナシの塩基配列から設計したプライマーで、ニホンナシのDNAの増幅ができた。また、報告されていた*PuICE1*と相同性が高い塩基配列が得られたことからニホンナシのICE1を確認できたと判断し、*PpICE1*と名付けた。

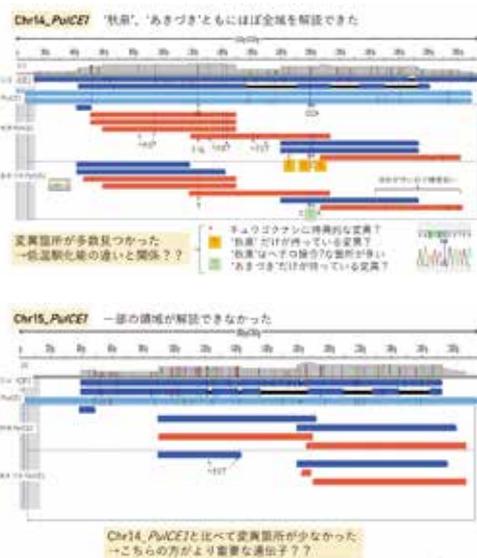


図3 ダイレクトシーケンスの結果  
本研究で解読された領域を青色と赤色の棒で示す。14番染色体ではほぼ全域を解読できたのに対し、15番染色体では前半の一部を解読できなかった。

#### 2. 低温処理とRNA抽出およびRT-PCRによる発現解析

RT-PCRの結果を図4に示す。この電気泳動像図では、白いバンドが太いほど発現量が多いことを表している。14番染色体上のICE1では両品種とも低温前後で発現量に大きな差はみられなかった。15番染色体上のICE1では、14番上のICE1よりも発現量が少ない傾向がみられ、「あきづき」のほうが「秋泉」よりも発現量が多い傾向が認められた。

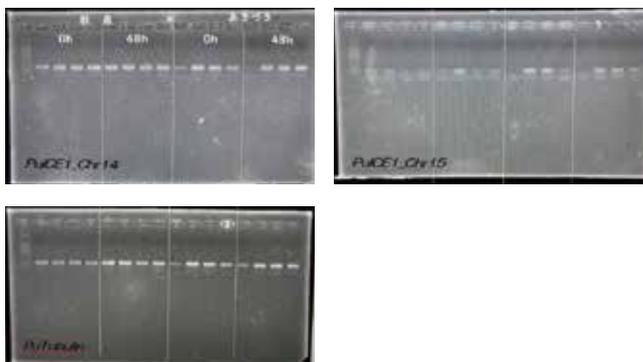


図4 RT-PCRの結果  
各品種4枝を反復にもちいた。低温処理0時間と48時間後に各枝3芽ずつ採取しRNAを抽出した。

### 4 考察

実験2のダイレクトシーケンス法では14番染色体に変位箇所が多数見つかり、15番染色体には変位箇所があまり見つからなかった。そのため、14番染色体の変位箇所が2つの品種の低温馴化能力に差をもたらしている可能性が考えられたが、RT-PCRの結果では、どちらの染色体も低温遭遇の前と後で発現量に大きな差はみられなかった。また、15番染色体の発現量が「秋泉」と比べて、「あきづき」の方が多いという結果は、実験①で一部読み取れなかった部分に発現量の差が生じる要因があった可能性が考えられる。

また、14番染色体と15番染色体のどちらに耐凍性遺伝子の情報が含まれているかはわからないが、低温遭遇条件の48時間はナシにとって短く、低温とみなしていない可能性も考えられる。チュウゴクナシの先行研究では葉を使用し、48時間で発現量の増加が見られたが、今回は芽を使用しているため部位によって低温と感ずる期間に差が生じている可能性もある。

以上のことから、今回の研究ではニホンナシにおいて耐凍性遺伝子ICE1を見つけることができ、芽において発現していることも確認できた。しかし、低温馴化能力の違いとの関連性はわからなかった。今後は、より多くの品種で実験することや低温遭遇条件を変えること、発現量を定量的に評価できるリアルタイムPCRの実施、および15番染色体の全域の解読が必要であると考えられる。

#### 引用文献

Gambino et al. (2008) A rapid and effective method for RNA extraction from different tissues of grapevine and other woody plants. *Phytochemical Analysis* 19: 520-525.  
Huang et al. (2015) ICE1 of *Pyrus ussuriensis* functions in cold tolerance by enhancing PuDREBa transcriptional levels through interacting with PuHHP1. *Scientific Reports* 5:17620.  
Murray MG and Thompson WF (1980) Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Research*, 8, 4321-4325.

#### 謝辞

研究を遂行するにあたって、熊谷一 主任研究員をはじめとする秋田県果樹試験場天王分場班の皆様へ、多大なるご協力、ご助言を頂きました。感謝申し上げます。

## 学部生時代の研究テーマ

H29年度 バイオマス資源によるプラスチック複合材料の開発とその応用

H30年度 3D CADと3Dプリンタを用いた  
鉄道車両の輪軸モデルの設計製作

H30年度  
優秀グループ

システム科学技術研究科  
機械知能システム学専攻

捧

勇氣

Yuki Sasage  
新潟県/三条東高校出身

### 現在取り組んでいる研究

#### 金属複合材料による振動・音響特性向上の検討

金属材料メーカーとの共同研究として、金属複合材料の振動特性を実験的に調べています。とくに、振動を伝えにくくするような材料構成に注目し、一定の減衰効果を有する金属複合材料の設計を実現できないか検討を行っています。

先生と学生の  
距離が近く  
相談しやすい！



鉄道車両を  
模擬した  
モデルも  
あります！

### 学生自主研究の魅力は？

研究における基礎能力が身につくことです。まず、講義で知識として学習した公式や理論が実践的に使えます。例題としては解くことができたのに、実際の現場で自在に扱うとなったら意外と難しいというのはよくある話です。これが1年生の内からトレーニングができるというのはお得ですよ。また、技術文章の書き方も学習できます。書き方を知っている、知らないの差が卒論のときに明確になります。自分はコツコツ派だと思っ方はぜひチャレンジしてみてください。

### 今後の目標、将来の夢は？

幼少期から鉄道好きで、2年時の自主研究でも鉄道車両の輪軸の研究を行っていました。なので、将来、より振動の少ない乗り心地の良い車両、また乗りたくなる車両の開発、設計をしてみたいと思っています。もちろん、車両メーカー以外のものづくり現場で働くことになっても、第一にユーザーの目線に立って、“この商品にしてよかった”そう思っただけのようなものづくりを心がけて汗を流したいと思います。

先輩が語る

# 学生自主研究

学部生時代に学生自主研究を経験した

ピカピカに輝いている

大学院生のお声をお届けします。

## 学部生時代の研究テーマ

# 外部刺激がリンゴを変える!?

生物資源科学研究科  
生物資源科学専攻

伊賀 優実

Hiromi Iga  
秋田県/金足農業高校出身

### 現在取り組んでいる研究

#### 水稻種子伝染性病害制御技術に関する研究

イネの病害に対しては化学農薬を用いた防除がほとんどです。しかし、環境にやさしい技術が求められているため温湯消毒技術や弱酸性次亜塩素酸水を用いた農薬に依存しない防除方法について研究しています。また、農家圃場では本来徒長するばかり苗病が育苗期に発生せず、本田移植時に発生する発病遅延が起こっています。その要因解明により防除技術の確立を目指しています。

イネの  
病害防除の  
研究を  
しています



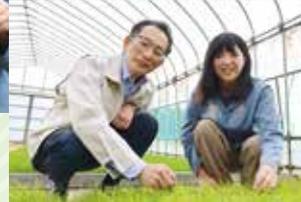
### 学生自主研究の魅力は？

自主研究の魅力は、やりたいことに取り組めることと研究室配属前に自分にあった方法や研究分野を見直す機会となり、専門性の高い技術や知識、実験器具に触れることで自己研鑽につながるのだと思います。私は、家業でリンゴ栽培を行っていたため大学入学前からリンゴの研究がしたいと思い学生自主研究を利用しました。自分の一番興味のあることに取り組める楽しさと同時に樹木を研究対象にする難しさを学びました。また、現在もう一つ家業で行っている水稻栽培に直結したテーマに出会うことができました。学部3年生からイネを対象にずっと取り組んでおり、日々充実した研究生活を送っています。自主研究で学んだ大変さは、現在研究に粘り強く向き合うことにつながっていると思います。

### 今後の目標、将来の夢は？

今後の目標は、共同研究の方々や協力し弱酸性次亜塩素酸水を消毒技術の一つとして農家の方々が実用できる技術にすること、ばかり苗病が終息する防除技術を確立することです。将来の夢は、私は農業が大好きなので、これまでの農作業や研究活動で得た知識や技術、粘り強さのすべてを社会に還元し、農家と研究者の2つの視点から農家の方々に寄り添い貢献していけたらと思っています。そのため、現在の研究活動は将来を見据えて重要なものだと考えています。

学会で  
学生優秀発表賞を  
受賞しました



過去の研究を

動画で Check!

令和2年度学生自主研究は  
「秋田県立大学機関リポジトリ」で公開中!  
<https://akita-pu.repo.nii.ac.jp/>

システム科学技術学部

機械知能システム学科

伸縮機構による屋根  
雪下ろしロボットの開発

※学科再編後の知能メカトロニクス学科に該当する  
研究テーマです。



機械知能システム学科

鳥獣被害対策のための  
伸縮腕の高速化

※学科再編後の知能メカトロニクス学科に該当する  
研究テーマです。



機械知能システム学科

3D CADと3Dプリンタを  
用いた鉄道車両の輪軸  
モデルの設計製作

※学科再編後の機械工学科に該当する研究テーマです。



電子情報システム学科

小学生向けのプログラ  
ミング教育の教材作成

※学科再編後の情報工学科に該当する研究テーマです。



電子情報システム学科

楽しく会話しながら  
育てる水耕栽培システム

※学科再編後の情報工学科に該当する研究テーマです。



知能メカトロニクス学科

温泉発電によるLED  
照明システムの研究



情報工学科

ロボットプログラミング  
による子供向けプロ  
グラミング教材の開発



建築環境システム学科

建築における光と影の  
効果について



建築環境システム学科

木の断熱効果  
in Akita



建築環境システム学科

紫外線による材料の劣化と  
周辺環境との関係について



経営システム工学科

新しいゆるキャラ考案の  
ためのマーケティング



経営システム工学科

女性ファッションの  
流行



生物資源科学部

応用生物科学科

県産果実を使った  
果実酒の醸造



応用生物科学科

延喜式の酒をつくる



応用生物科学科

有用酵素をもつ菌を  
秋田の温泉から探そう



生物生産科学科

ハーブ培養物から美  
容成分を見つけよう



生物生産科学科

お米で健康に!ダイエット  
米を使ったレシピ開発



生物生産科学科

秋田における  
綿花栽培法の確立



生物環境科学科

微生物で根を伸ばそう



生物環境科学科

林床植物の繁殖を助ける  
昆虫と妨げる昆虫  
-秋田県に特有な植物の繁殖生態の追求-



生物環境科学科

粉チョークと炭による  
水質浄化剤の開発



アグリビジネス学科

秋田の二次的自然に  
おける生態系サービス



アグリビジネス学科

農業による地方創生



アグリビジネス学科

伝統野菜「湯沢ぎく」  
の特性調査



「ケンスタグラム」とは  
秋田県立大学の特色・魅力について視覚や聴覚から情報伝達をする  
ために、写真・動画・VRなどのコンテンツを集約した特設サイト。  
ぜひ、ご覧ください!!



Akita Prefectural University  
秋田県立大学

<https://www.akita-pu.ac.jp/>

