

Network Now

対談

食品加工システム「過熱水蒸気式焼成機」の特長と効果の検証
時代のニーズに合わせて付加価値の高い食の提供へ

食品科学科
教授
小林茂典

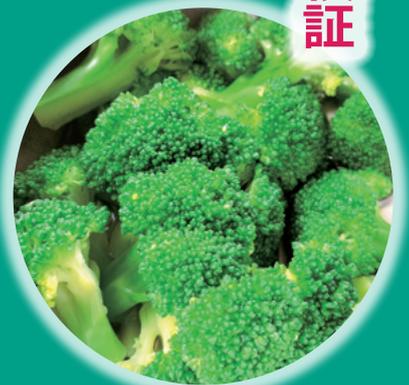
×
澁谷工業株式会社
取締役SPM営業本部本部長
シブヤ精機株式会社
代表取締役社長
北川久司氏



CONTENTS

- CLOSE-UP 石川県産農産物の特色を澱粉分析で提言
ふわふわ食感のグルテンフリー米粉パンも研究
食品科学科 准教授 本多 裕司 4
- 乳酸菌発酵のメカニズムの解明を基礎とし、
ISPU 乳酸菌ライブラリの活用を呼び掛け
食品科学科 准教授 小柳 喬 5
- 研究紹介 線虫 *C. elegans* を用いた食品機能研究のすすめ
食品科学科 准教授 東村 泰希 6
- 出展報告 7
- 保有特許紹介 8

2

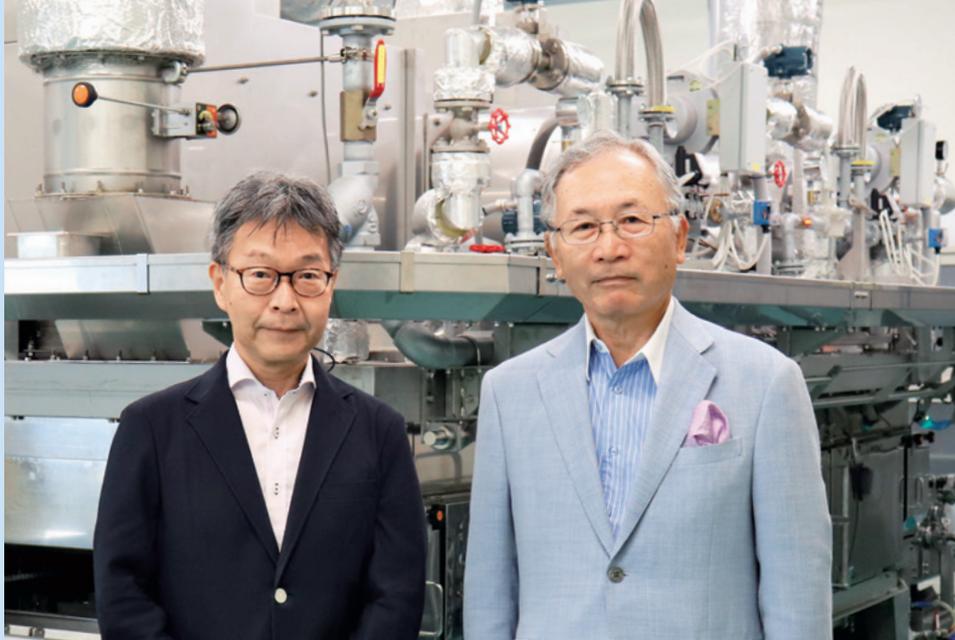




澁谷工業株式会社
取締役SPM 営業本部本部長
シブヤ精機株式会社
代表取締役社長
北川 久司 氏



食品科学科
教授
小林 茂典



食品加工システム「過熱水蒸気式焼成機」の特長と効果の検証 時代のニーズに合わせて付加価値の高い食の提供へ

石川県立大学食品科学科の小林茂典教授と、国内有数の機械メーカー「澁谷工業株式会社」（本社・金沢市）は2021年秋から、同社が手掛ける「過熱水蒸気式焼成機」を使った食品加工分析の共同研究に取り組んでいます。この機械は、高い熱伝導率を持つ過熱水蒸気を利用して食材を高品質に、効率良く加熱調理できることから、食の多様化を牽引する業務用機械として業界の注目を集めています。今回は、澁谷工業株式会社の取締役SPM 営業本部本部長の北川久司氏をゲストに迎え、小林教授がお話を伺いました。

多様化する食のニーズに 技術で応える

小林教授 ● まず初めに、御社の事業について改めてご紹介をお願いします。

北川氏 ● シブヤグループは、金沢市の本社を中心に国内外に関連会社11社を展開しています。日本酒を充填するボトリングシステムのメーカーとして創業し、現在は食品や医薬品などあらゆる液体の製造工程に採用していただいています。また、その技術をベースに製薬や再生医療、半導体製造設備など幅広く取り組んでいます。シブヤグループのうち、私が社長を務めるシブヤ精機は、農産物の集出荷場で仕分けや箱詰を行う機械のトップメーカーでもあります。

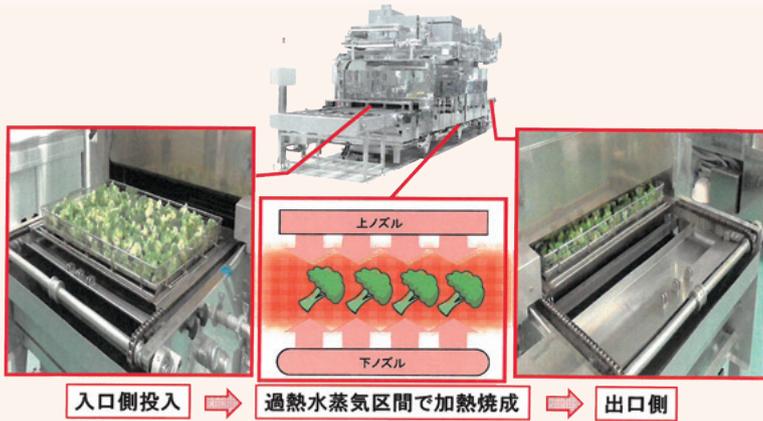
小林教授 ● 事業領域の広さに圧倒されますね。今回の共同研究のきっかけとなった食品加工システム事

業や過熱水蒸気式焼成機についても詳しく教えてください。

北川氏 ● ありがとうございます。今日、食の多様化が進み、総菜や弁当など加工済みの食材を購入して家庭で食べる「中食」が増えてきました。美味しいものを手軽に食べたいという食の簡便化ですね。そのニーズに応えようと当社では、過熱水蒸気式焼成機を中心に17年前から食品加工システム事業にも力を入れてきました。この機械は、飽和水蒸気をさらに過熱した「過熱水蒸気」で食材を加熱調理するもので、低温での「蒸し調理」から焼き色を付けるような高温の「焼き調理」までを1台で叶えることができます。さらに特徴の一つである低酸素状態での加熱加工技術は、従来機械よりも高い熱量を活かした短時間調理を可能にしています。これにより食品の酸化を抑制することができ、品質や殺菌効果の向上、鮮度維持が期待できます。この合理的な調理と併せて、貴学との共同研究で美味しさの数値化、学術的に特性や付加価値を発見し、そのエビデンスを付与した訴求力のある提案をお客様に行うことで、現代の食生活に貢献できるのではないかと思います。

子育て、介護、医療の分野でも 活用を目指す

小林教授 ● 共同研究では、御社の過熱水蒸気式焼成機と一般的な業務用加工機械で調理した場合、どこ



過熱水蒸気式焼成機による加工工程

- | | |
|------------------|--------------------------------|
| 1. 焼成時間の短縮 | ⇒ 生産能力UP、高品質な仕上がり
(有用成分が高い) |
| 2. ムラの無い仕上がり | ⇒ 高品質な仕上がり |
| 3. 殺菌効果が高い | ⇒ SDGsフードロス貢献 |
| 4. 焼き色を付けることができる | ⇒ 外側パリッ、中ふっくら |
| 5. 酸化抑制効果 | ⇒ 高品質な仕上がり |
| 6. 火災リスクなし | ⇒ 安全安心 |



過熱水蒸気式焼成機の特長

に違いが出るか分析を進めています。これまでに、ブランチングの加熱工程で、高温でゆでた時と水蒸気で加熱した時とは、後者の方が栄養成分の残存率が高いことが分かりました。さらに、過熱水蒸気を使用すると栄養成分の残存率ももっと高まることもあります。この結果を明確に示すため、現在、本学食品科学科教員と御社社員の方々と一緒にさまざまな条件下で試験を行っています。

北川氏 ● 当社は機械メーカーですので、動作や安全性の試験を社内で行うことはできます。ただ、学術的に調べるとなると研究環境を整えるのは、人材も含めて容易ではありません。貴学の高度な分析機械や知識をお借りすることができ、小林先生をはじめ研究室の皆さんも高い関心を持って取り組んでくださることに感謝しています。今回の共同研究で、食品加工の機能性や安全性において新たな可能性を示すことができれば、貴学の建学の精神の一つでもある「地域産業の振興」との相乗効果で、共に食文化の発展にも寄与できるのではないかと考えています。

小林教授 ● 私どもも、機能性や栄養、美味しさなど食の付加価値に関わる部分を日常的に研究していますが、その成果をどのように役立てていくかも重要な

テーマとなっています。御社では今回の研究をどのように活用していこうとお考えでしょうか。

北川氏 ● 一つは食の安全保障とフードロスの撲滅です。過熱水蒸気式焼成機で調理することによって、これまで以上に食材を無駄なく有効利用できるようになるかもしれない。すると食材自体の価値が高まり、生産者の収益も上がります。また、加工技術の選択肢が増えれば、流通業者の事業も変化、拡大することも考えられます。最も注目しているのは、子育て世帯での子どもの食育です。例えば、過熱水蒸気式焼成機で加工した温野菜ミールキットのような商品があれば、お子さんの年齢や健康状態に合わせて家庭でさまざまな料理にアレンジが可能です。携帯アプリの料理レシピサービスと連動して、時短料理を発信しても良いかもしれません。同じように介護や医療の食の分野でもニーズが期待できます。最終的に目指すのは「医食同源」。過熱水蒸気式焼成機による食品加工技術をきっかけに、あらゆる人たちの生活を豊かにし、健康促進にもつなげていきたいですね。

幅広い学術分野で付加価値を 多角的に検証していく

小林教授 ● 共同研究では今後、過熱水蒸気式焼成機の低酸素状態での加熱加工による品質変化についても研究を進めます。野菜に限らず、油を使用したフライ品等の食品も含めて、品質低下の要因である酸化値の計測や食材の色彩変化について検証していきます。

北川氏 ● ありがとうございます。最近はお客様から殺菌や乾燥、焙煎といったジャンルの加工のお問い合わせをいただくこともあります。それらの加工によって農産物の成分や付着・増殖する微生物がどのように変化するのか生物学的な研究も必要で、その点でも生産科学科を開設されている貴学と連携強化ができるのではないかと考えています。

小林教授 ● お話をお伺いすると、食品科学だけでなく、幅広い学術分野での共同研究に広がりそうですね。楽しみです。今後も「中食」の生活スタイルは拡大していくと思われます。単身・共働き・高齢者世帯の増加と共に、利便性のある食材はそれだけでも重要な付加価値ですので、この研究をより深め、力を合わせて日本の食を支えていきましょう。

石川県産農産物の特色を澱粉分析で提言 ふわふわ食感のグルテンフリー米粉パンも研究

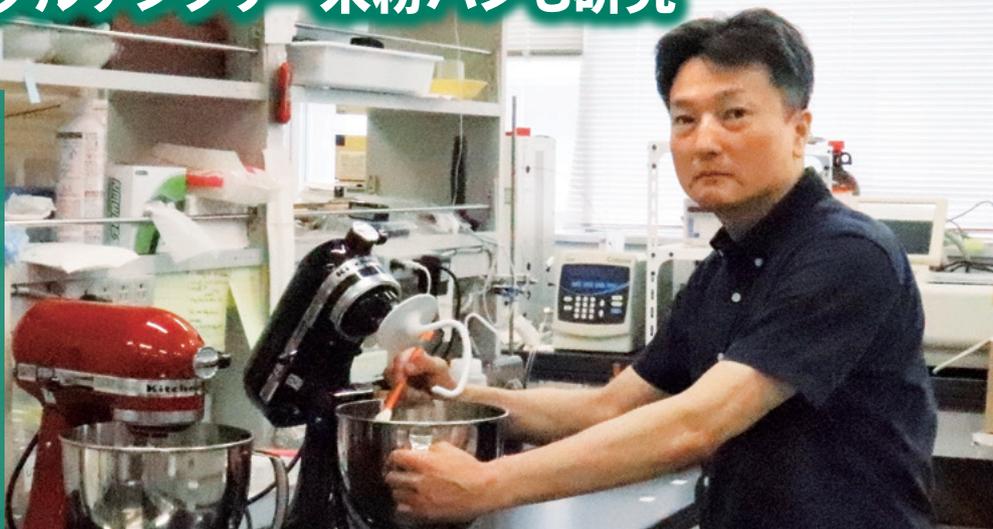
食品科学科

准教授 **本多 裕司**

(ほんだ ゆうじ)

Profile

京都府出身。大阪府立大学大学院農学生命科学研究科応用生命化学専攻修了。博士（農学）。食品総合研究所特別研究員などを経て、2006年から本学生物資源環境学部食品科学科助手。2008年から現職。研究テーマは応用糖質科学、酵素化学。



Q: どのような研究をされているのですか。

A: 産学連携の分野では、主に2つの研究を行っています。1つ目は加賀野菜を含む石川県産農産物の澱粉^{でんぷん}についてです。きっかけは加賀れんこんの「はす蒸し」でした。初めて食べた時、モチモチした食感が非常に美味しかったのですが、レンコンの代表産地である茨城県産で作った「はす蒸し」では同じような食感に仕上がりませんでした。レンコンに含まれる澱粉に秘密があるのだらうと研究を進めると、アミロペクチンの成分構造の違いが明らかになりました。澱粉はアミロースとアミロペクチンで構成しています。アミロペクチンは枝分かれした複雑な構造をしており、分岐する枝の長さが短いと糊化しやすい特徴があります。2産地のレンコンの澱粉に熱を加えながら特殊な顕微鏡で観察すると、茨城

県産の品種よりも加賀れんこんの方が低い温度で糊化しやすいことが分かりました。また、加賀れんこんには粘りやすい澱粉がたくさん詰まっていました。ほかにも、五郎島金時や能登大納言小豆、石川県産米などの澱粉の構造も調べています。

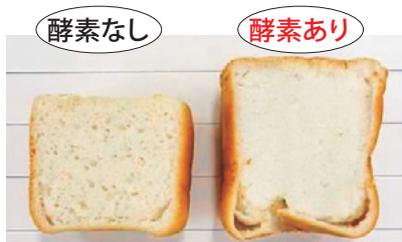
2つ目は、グルテンフリー米粉パンの研究です。小麦アレルギーを持つ子どもが身近におり、どうにかして小麦を完全に除去したパンを作りたいと思いました。課題は小麦製のふわふわ食感を、米粉でも再現することでした。生地を膨らませるために、粘りが強い加賀れんこんや五郎島金時の粉末を試しに加えたりしましたが、最終的にはタンパク質分解酵素が効果的だと分かりました。現在、さまざまな種類のタンパク質分解酵素を試しながら、生地の膨らみ具合の分析と膨らむ理由を解明しているところです。

Q: 今後の抱負をお聞かせください。

A: 石川県産農産物をはじめ、食品に関する困りごとや付加価値を見出すための科学的な裏付けが必要なことがあれば、相談に乗りたいと思います。石川県は良質な食材の宝庫。この土地に住むようになり、それを強く感じています。また、小麦アレルギーは時に命の危険に関わることもあり、世界的にグルテンフリーへの関心が高まっています。原材料となる米自体の改善や米粉パン用のイネの開発など、本学の教員や外部パートナーとも協力し、本学から新しい米粉パンを発信できたらいいなと思います。



加賀れんこん(左) と加賀れんこんの澱粉(右)



グルテンフリー米粉パンの品質改良。タンパク質分解酵素ありの方が、膨らむ

乳酸菌発酵のメカニズムの解明を基礎とし、ISPU 乳酸菌ライブラリの活用を呼び掛け



食品科学科

准教授 小柳 喬
(こやなぎ たかし)

P r o f i l e

福岡県出身。京大大学生命科学研究科統合生命科学専攻修了。博士（生命科学）。2006年から本学生物資源工学研究所研究員を経て、2009年に食品科学科助教、2013年から現職。研究テーマは食品微生物学、発酵食品学など。

Q：どのような研究をされているのですか。

A：漬物やなれずしといった発酵食品に含まれる食品微生物の働きを研究しています。石川県にはかぶら寿しや大根寿し、こんか漬け、奥能登の伝統食であるあじなれずし、魚醤油のいしるなど珍しい発酵食品が豊富にあります。材料も穀物や野菜、海産物などさまざまで、非常に興味深い。そんな発酵食品中で微生物がどのように機能しているかを学術的に明らかにしようとしています。

例えば、ヨーグルトを作る時は初期段階で特定の乳酸菌を植え付けますが、かぶら寿しやなれずしなどの製造工程ではそれがありません。自然に発酵させます。そのような発酵プロセスにおいて、どんな種類の微生物が、どんな条件下でどのように生育促進されるのかを、食品に含まれる微生物の遺伝子解析などを通して解明しています。例えば、発酵食品を製造する企業の方でも、発酵過程にかかわる微生物について完全に把握していない場合もあります。科学的に発酵中の微生物を詳細に解析した結果があれば、その食品の微生物学的特徴を明確に裏付けることができます。そのような学術的な解明を通して各発酵食品の付加価値を高め、伝統食品の優れた製造技術への理解を深めれば、伝統食の保護・継承にもつながると思います。

また、2009～2011年度に実施された文部科学省の都市エリア産学官連携促進事業に参加した際、本学では石川県を中心に約300株の乳酸

菌を採取し、その時の菌株は「ISPU 乳酸菌ライブラリ」として、今も研究室でストックしています。そのうちの「あじなれずし」から採取した乳酸菌を使い、2015年に奥能登の企業とフローズンヨーグルトの商品開発にも取り組みました。伝統発酵食品由来の乳酸菌には高い機能性も期待され、発酵性にも優れた菌株がたくさんありますので、このほかにもさまざまな企業にお役立っていただいています。

Q：今後の抱負をお聞かせください。

A：ISPU 乳酸菌ライブラリはその後菌株数も増え、現在600～700株となっています。これらの乳酸菌の遺伝子解析と情報整理を進め、多くの企業・団体に活用していただき、また菌株数もさらに増やしていくことで産学官連携事業を後押ししていきたいと思います。また、並行して酵母採取のご依頼も増えており、最近では野々市市にある重要文化財「喜多家住宅」で採取した酵母で、市と中村酒造（同市）が新銘柄の日本酒を製造するプロジェクトをサポートしました。これからも乳酸菌や酵母などによる食品の発酵メカニズムの解明を通して、地域社会の発展に貢献していきたいと思います。

多種多様な乳酸菌が保管されているISPU 乳酸菌ライブラリ



線虫 *C. elegans* を用いた 食品機能研究のすすめ



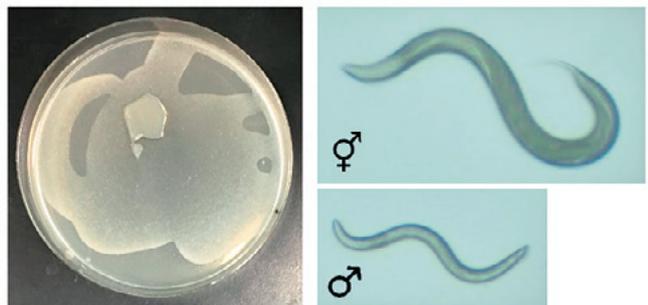
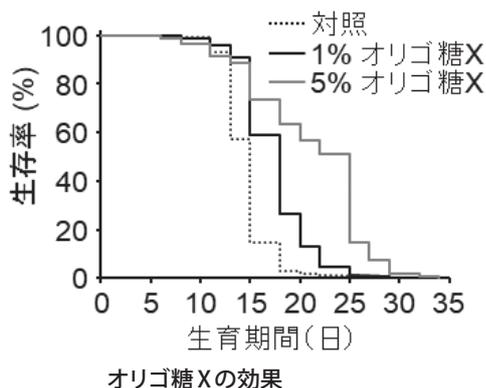
食品科学科
准教授
東村 泰希

カ エノラブディティス・エレガンス (*C. elegans*) は線形動物門に属する線虫の一種であり、様々な研究においてモデル生物として用いられています。同じ線形動物門に属する線虫としては魚介類に寄生するアニサキスが有名ですが、*C. elegans* は非寄生性であり、自然界では土壌中に生息しており、同じく土壌中に生息する細菌を食べて生活しています。一方で、研究室では大腸菌を餌とし、寒天培地上、20℃で容易に飼育することができます。*C. elegans* の体長は1mm程度と非常に小さいにも関わらず、筋肉や消化管、神経系など生物としての基本的な構造は全て有しています。また、体が透明であることから、顕微鏡を用いた組織構造の観察が容易であることもモデル生物としての大きな利点としてあげられます。さらに、受精卵から約14時間で幼虫に孵化し、受精から3.5日で成虫となった後、約20日前後の寿命を全うします。つまり、世代時間が短く増殖が速いという特徴を持っており、老化研究に適したモデル生物といえます。

私たちの研究室では、プロバイオティクス(腸内細菌叢のバランスを改善する微生物)やプレバイオティクス(プロバイオティクスの餌となる食品

成分)など腸の中で健康機能性を発揮する食品成分や食品素材を中心に研究しています。ノーベル賞学者であるイリア・メチニコフ博士が20世紀初頭に「腸内細菌がつくる腐敗物質こそが老化の原因である」と提唱したように、腸と健康の関わりは古くから認識されていました。実際に、乳酸菌やビフィズス菌などいくつかのプロバイオティクスにおいて、それらの寿命延伸効果が*C. elegans* を用いた研究において明らかにされています。また私たちの研究室でも、ある高機能性オリゴ糖(オリゴ糖X)が*C. elegans* の寿命を延伸させることを見出し、その分子メカニズムを明らかにしました。見出された分子メカニズムは、マウスやヒトなどの高等動物にも存在しており、同じく老化との関わりが指摘されているメカニズムであったことから、私たちが明らかにした現象はヒトの健康増進にも貢献できる研究成果であると考えています。

C. elegans を用いて研究をおこなう利点としては、様々な遺伝子欠損変異体や遺伝子組換え変異体がライブラリーとして整備されている点があります。例えば、アルツハイマー病の原因物質であるアミロイドβを、*C. elegans* の筋肉組織で高発現させた組換え変異体も開発されています。この変異体ではアミロイドβの凝集に伴い運動性が低下するため、アミロイドβの凝集阻害を指標とした薬剤や食品成分のスクリーニングとして利用されています。このように*C. elegans* は、様々な生理現象や病態形成を対象とした食品科学研究において有用な研究ツールであると考えられます。



研究に用いる線虫 (*C. elegans*)

新たに着任した教員を紹介します



環境科学科 (流域環境学研究室)

教授 大丸 裕武
(だいまる ひろむ)

Profile 1961年石川県内灘町生まれ。北海道大学大学院環境科学研究科修士課程を修了。森林総合研究所研究員、同多摩森林科学園長を経て2022年4月から現職。専門は防災地形学、自然地理学。

自己紹介

卒業論文では白亜紀の地質に取り組みましたが、本日は人間の環境に興味があることに気づき、大学院からは地形学の世界に足を踏み入れました。森林総合研究所に就職し、当初は東北地方の亜高山帯の積雪環境という、山のフィールドにどっぷり漬かる研究を堪能しました。その後は災害研究を専門とし、全国の山林で土砂災害が起こるたびに、林野庁の治山担当者と緊急調査を行うようになりました。治山の世界では、森林の力を生かした国土保全を目指すことになっています。地形と地質が非常に複雑な日本の山地では、山地

の表層物質や地下水と森林や災害との関係を把握することが重要と考え、高解像度地形データから山地の特性を読み解く研究を行っています。

研究テーマと意気込み

現在、日本の森林資源の蓄積は非常に充実しており、各地で林業生産が活発になり木材自給率も上昇しています。今後しばらく、この傾向は続くと思いますが、極端な気象現象が頻発していることから、林業の活性化も森林の防災機能を維持することが大前提になります。林業と防災を両立するには、潜在的な危険箇所を見極めた森林ゾーニングを出来るかどうか鍵になります。近年は、航空レーザー測量技術などが登場し、従来よりも山地の地形や植生の構造を詳細に分析することが可能になりつつあります。私自身はこのような新技術を活用して山地の自然環境の認識精度を向上させるとともに、その知見を現場の森林ゾーニングに応用するための研究を行っています。大学や国研の多様な分野の研究者や民間企業のエンジニアと連携しながら、森林における空間情報技術の活用を考えることは非常に刺激的で、学生の皆さんにもこの分野の面白さをPRできればと考えています。

出展報告

FOOMA JAPAN2022

食品科学科 食品加工学研究室 藤田 萩乃

2022年6月7日～10日に東京ビッグサイト東ホール全館にて『FOOMA JAPAN2022 第45回国際食品工業展』が開催されました。出展規模は過去最大の874社、来場者数92,717名を記録し、『食』を切り口に、SDGs・人手不足解消・脱プラ等に関する各企業の最先端の技術が紹介され、大盛況となりました。その一翼を担う形で28の大学や研究機関による研究発表の場「アカデミックプラザ」が設けられ、本学食品科学科の食品加工学研究室が「CO₂レーザーによる食品内部のピンポイント加熱方法の開発」の研究成果を展示しました。ブースではCO₂レーザー装置を展示し、マッシュマロや饅頭へのレーザー加工を実演することで、新しい食品加熱の方法を紹介しました。中はカリッと外はジューシーのような加熱の手法に来場企業の反響は大きく、共同



出展には学生たちも参加



FOOMA アカデミックプラザ賞表彰式の様子

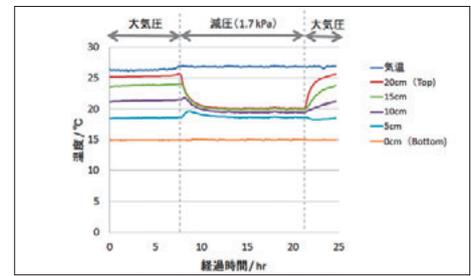
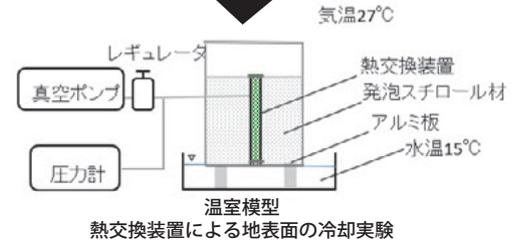
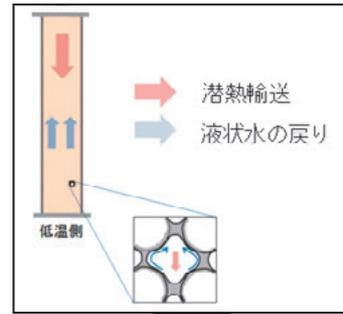
研究につながりそうな案件も数件あり、手応えを感じました。大学での研究活動はシーズ型になりやすいですが、一般企業の方の感想や要望に触れることで、バックキャスト型の視点が入り入れられ、研究の幅が広がると感じています。説明員として参加した本研究室の学生も同じ思いを共有し、大変成長したようです。帰学後は学生同士でディスカッションを繰り返し、やるべきこと修正すべきことを考え、自らスケジュールを組み、研究に取り組んでおります。最後に、アカデミックプラザ来場者の投票により選考されるAP賞「出展社評価部門賞」をいただきましたことをご報告いたします。

保有特許紹介

特許第 6598375 号 (令和 1 年 10 月 11 日)

「ヒートパイプ及び 該パイプを含む熱輸送装置」

土は減圧すると、金属のように熱を伝えやすい物質になる。つまり、土は熱輸送装置の新素材となる可能性があることから、本発明は土のヒートパイプ現象に新たな視点を持ち、地中熱という未利用資源活用技術に関するものである。本発明では、熱輸送方向及びパイプ長の制限がない新しいヒートパイプを提供する。少なくとも飽和度 0.30 ~ 0.50 の土を封入しかつ内部を減圧してパイプを形成することで、非常に高い熱伝導率を有し、パイプ長の制限がない、熱伝導率を調節可能でコストが安いヒートパイプを実現した。



熱交換装置の温度の経時変化

利用が
見込まれる分野

- 野菜園芸
- 畜産業

活用例

- 地中熱を利用したハウスの冷暖房装置
- 地中熱を利用した室内空調装置
- 地中熱を利用した農地の水温及び / 又は地温制御装置

特許第 6948636 号 (令和 1 年 9 月 24 日)

「ほうじ茶の製造方法及び 該製造方法で得られるほうじ茶」

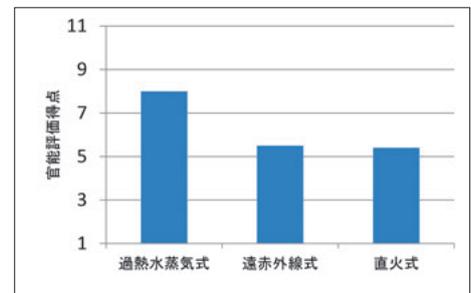
過熱水蒸気は、急速な加熱後に穏やかな加熱へと転じる性質を持つ。この性質を活用し、ほうじ茶を焙煎することで、品質の優れたほうじ茶を製造することができる。本発明では、ほうじ茶の製造における焙煎工程において、過熱水蒸気による焙煎により、ほうじ茶の外観を維持又向上させながら、さらに、香り及び / 又は香味を向上させることを可能とした。具体的には、乾燥茶を 170 ~ 230℃ である過熱水蒸気に 50 ~ 300 秒接触させる焙煎工程を経ることによって、外観の維持や香り、香味が向上するほうじ茶を製造することができる。

利用が
見込まれる分野

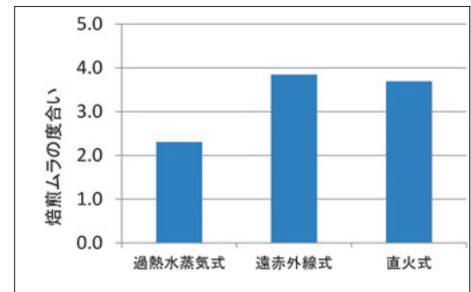
- 製茶業



茎ほうじ茶



香味に及ぼす焙煎方法の影響



焙煎ムラに及ぼす焙煎方法の影響

お問い合わせ先



石川県立大学法人

石川県立大学
Ishikawa Prefectural University

産学官連携学術交流センター

〒921-8836 石川県野々市市末松1-308
TEL 076-227-7566 FAX 076-227-7410

E-mail : sangakukan@ishikawa-pu.ac.jp
URL : https://www.ishikawa-pu.ac.jp/