

通巻 **84** 号
VOL.25 NO.1
2022.7

Technical News

沖縄県工業技術センター 技術情報誌

Contents

所長就任のごあいさつ

各班の業務紹介

食品・醸造班 機械・金属班 環境・資源班

研究紹介

伝統食品「豆腐よう」の継承と振興に向けた取組み
アルカリ耐性細菌の産業利用
九州連携 CAE 研究会について

支援事例紹介

センシング技術の導入事例

お知らせ

令和4年度 地域技術研究会のご紹介
令和4年度8月 溶接技能者評価試験（受験者の皆様へ）

豆腐よう試作の様子

所長就任のごあいさつ

今年度より沖縄県工業技術センター所長に就任しました 平良 直秀（たいら なおひで）です。私は平成4年度に県庁職員として採用され、当センターの前身である工業試験場に配属された後、多くの期間を当センターで勤務し、海水塩等のミネラル分析や環境関連等の研究・技術支援業務に携わってまいりました。また、国の研究機関や、本庁の製造業を振興する部署へも赴任したことがあり、行政的な業務等にも携わらせていただきました。これらの経験や関連する方々とのネットワークを生かして、今後の当センターの業務運営に取り組んでまいりますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。



所長 平良 直秀

現在、本県の製造業を取り巻く状況は、ウィズ・アフターコロナに向けた対応や、燃料費・原材料費の高騰、少子高齢化等による労働力不足等、様々な課題が生じています。

その一方で、本年度策定された沖縄振興計画「新・沖縄21世紀ビジョン基本計画」において、製造業をはじめとするものづくり産業を本県経済の一翼を担う戦略的産業として、持続的な発展と県産品の県内外市場に向けた拡大を目指すとしています。

このような中、当センターは公設試験研究機関として、県内製造業者に寄り添い、技術課題の解決をはじめ、新たな製造技術の提供や人材育成、企業間・産学官の連携促進等を実施し、県内企業の「高付加価値製品の開発」や「生産性の向上」等を支援してまいりますので、積極的にご活用ください。

業務紹介

食品・醸造班

食品・醸造班は、農水産物の加工や酒類醸造、発酵食品、健康食品、食品全般の衛生管理などの分野を担当し、技術支援や研究開発を行っています。

食品業界では、コロナ禍で県内需要が落ち込む中、県外や海外への販路拡大のための差別化や保存性向上、消費者ニーズの多様化に対応した製品展開などが課題となっています。令和4年度は、健康食品などの素材にどのような成分があるかを多成分分析により調べ県産素材の有用性を見いだす研究や、泡盛のブランド構築に向けて味や香りの官能評価マッピングにより品質を明確化する研究、県産素材を利用した加工食品・加工技術の研究など、県内食品製造業の技術向上や製品開発に繋がる研究に取り組めます。

また、技術支援では、HACCP 制度の運用開始により急務となった衛生管理の向上について技術

相談や技術指導で対応しています。さらに、企業から技術者を研修生として受け入れ、酢や酒類の醸造試験や農産物の乾燥試験など、製品開発の支援を行います。



【令和4年度の主な研究テーマ】

- 様々なカメ香による官能評価マッピングの作成及び試醸酒ライブラリの活用による製品開発支援
- 亜熱帯生物資源を利用した健康食品・化粧品製造の品質向上対策
- 県産食材を活用した畜産加工技術の開発
- 黒麹菌を用いた新しい豆腐ようの開発

業務紹介

機械・金属班

機械・金属班は、県内ものづくり関連企業の製品開発や装置開発、生産性向上、品質管理などの活動を下支えることを目的に、金属材料、設計、金属加工、成型、表面処理、接合、センシングおよび工業デザインなど、ものづくりの過程を見据えた技術分野の「研究」に取り組むとともに関連企業への「技術支援」を行っています。

今年度は、「設計」および「センシング」関連の研究課題をはじめとする種々の課題を実施するほか、「生産現場におけるIoT活用研究会」の開催・運営、機械加工技術やX線CTスキャナ取扱いに関する講習会を開催する予定です。また、関係機関・団体の支援として、一般社団法人沖縄県溶接協会が開催する「沖縄県溶接技術競技会」の運営および審査や、沖縄県工業教育研究会が開催する「高校生ものづくりコンテスト沖縄県予選大会（溶接競技部門）」における外観審査などを担当する予定です。さらに、研究業務や技術支援業務を効果的に推進するため、公益財団法人JKAの機械工業振興補助事業を活用して、『非接触温度測定装置』『表面形状測定装置』『試料作製装置』を整備する予定です。

【令和4年度の主な研究テーマ】

- 外部磁場を利用した高張力鋼の純ArMIG溶接時におけるアークの安定制御
- IoTを活用した環境計測システムの開発
- X線CTスキャナを活用したデジタルものづくりに関する研究
- 沖縄県内の表面処理に関する需要見込み調査
- 沖縄陶器形状リソースの拡充によるデジタルマニファクチャリングに関する研究
- 金属積層造形の品質検証、付加価値の向上

環境・資源班

環境・資源班は、沖縄の「環境」と「資源」に関連した産業分野を担当し、研究開発や技術支援を行っています。

「環境」に関しては、近年、環境に配慮した持続可能な産業発展が社会的な関心を集めています。そこで、環境関連の研究として、メタン発酵技術開発、サトウキビ粕（バガス）繊維の活用、生分解性プラスチックの開発等に取り組んでいきます。また、産業廃棄物の効率的処理や新たな製品としてよみがえらせるリサイクル技術開発、関連企業と連携した課題解決、技術指導を行っています。

一方、沖縄には活用が期待される有望な「資源」として、「植物資源」「微生物資源」「鉱物資源」等があります。「植物資源」の種々の機能を解明し、健康食品や化粧品、医薬品原料等への活用を目指しています。また、「微生物資源」については、新たな微生物を探索し、その発酵技術開発や発酵生成物の活用を進めています。さらに、「鉱物資源」として、陶磁器、赤瓦等の県内事業者と連携して資源の持続可能な活用を目指しています。「環境」「資源」に関連したご相談やご要望がありましたら、お気軽にご連絡ください。

【令和4年度の主な研究テーマ】

- 県産メタン発酵槽の効率化に関する研究開発
- 沖縄海塩の現場における成分分析手法の研究開発
- 亜熱帯生物素材ライブラリの活用によるウイルス感染症に対する天然物創薬研究
- 枯渇する工芸品原材料（壺屋焼化粧土）に関する調査研究
- 首里城瓦に関する研究

伝統食品「豆腐よう」の継承と振興に向けた取り組み

食品・醸造班 望月 智代

はじめに

沖縄の伝統的発酵食品として知られる「豆腐よう」は、乾燥させた島豆腐を紅麹あるいは黄麹、泡盛、塩を配合した漬け汁に約3ヶ月間漬け込み製造されます。この豆腐よりの歴史や製造技術については、安田正昭氏（琉球大学名誉教授）を中心とした研究者らにより解明され¹⁾、県内にて本格的に製造されるようになりました。そのため一般消費者にも認知され、嗜好食品、特に酒の肴として親しまれています。

現在、食品衛生法の改正（HACCP 制度化）や、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、食品製造業を取り巻く状況が変化しています。豆腐よう業界においても、食文化の継承と新たな市場開拓が求められていると言えます。今回は、この豆腐ように関する当センターでの取り組みをご紹介します。

豆腐よりの衛生管理技術

伝統的豆腐よう製造は、概ね図1のような工程で行われます。豆腐の陰干乾燥工程は、枯草菌（*Bacillus* 属）の関与が指摘されているものの²⁾、制御が難しいことから一部事業者を除き陰干し乾燥は行われていません。また HACCP の観点から、豆腐を低温乾燥させることや枯草菌の自然生育は、セレウス菌汚染のリスクがあり³⁾、改善の必要があると考えられます。そこで当センターでは、リスク管理の方法として切断豆腐のクエン酸処理および微生物スターター接種を検討しています。酸

処理を行うことで、セレウス菌増殖を制御できます。現在は、酸処理豆腐を用い、乾燥のみやスターター接種（後述）し熟成させる豆腐よりの試作試験を行っています。

新しい豆腐よりの開発

新しい豆腐よう開発として①熟成前の微生物スターター接種による処理②低アルコール豆腐よりの製造をご紹介します。

①微生物スターター接種：前述の枯草菌の他、ケカビ（*Mucor* 属）や、チーズ製造に用いられるカビ類（*Penicillium* 属）などの接種・培養を実施し（図2左）硬さの制御方法と豆腐よりの風味付けを検討しています。スターターごとで風味の異なる豆腐ようが製造できることを確認しています。

②低アルコール豆腐よりの製造：漬け汁を低pH、低水分活性に調製することで、泡盛の配合量、すなわちアルコール濃度を低減させることが可能と考えられます。そこでクエン酸を含有する黒麹、塩、砂糖を用い、低アルコールを特徴とした黒麹豆腐よりの開発を行っています。試作した豆腐よう（図2右）はうまみとコクが十分に感じられ、爽やかな酸味を持つことを確認しています。

今後は、それぞれ詳細な制御方法を確立していく予定です。



図2 スターター培養後の豆腐（左）、黒麹豆腐よう（右）

本研究内容に興味のある方は、お気軽にお問い合わせください。

参考文献

- 1) 安田正昭, Mycotoxin, 63, 67-72 (2013)
- 2) 安田正昭ら, 日食工誌, 39, 870-877 (1992)
- 3) 温かい状態で販売する島豆腐小規模製造事業者における HACCP の考え方を取り入れた衛生管理のための手引書, 厚生労働省 HP



図1 豆腐よりの製造工程

アルカリ耐性細菌の産業利用

環境・資源班 世嘉良 宏斗

微生物の物質変換機能は、古くから食品などの分野で利用されてきました。現代では、医薬品製造や環境浄化、農業への応用など、その利用の範囲は広がっています。これら微生物は様々な種に分類されますが、その多くは中性から弱酸性域で生育するものです。一方、アルカリ性条件で生育する微生物は、産業利用されている例はまだ多くはありませんが、古くから利用されている微生物とは異なる有用な代謝物や生育特性を利用した産業への応用が期待されています。

好アルカリ性細菌に関する研究が活発になり始めたのは20世紀後半になってからのことで、パスツールが酵母によるアルコール発酵を証明した19世紀以降の微生物学のなかでは、比較的新しい研究対象と言えます。高pH条件下に適応する機構や物質生産性などに関する研究が進められていますが、産業利用されているものは限られています。具体的には、アルカリ性条件で作用する洗剤成分として、好アルカリ性細菌由来の加水分解酵素が使用されています。また、伝統的技法による藍染めでは、好アルカリ性細菌が染色工程に関わっていることが分かっています。

好アルカリ性細菌は様々な種類が知られており、その性質を解明することで幅広い分野で利用できる可能性があります。通常は中性で生育する細菌(アルカリ耐性細菌)の存在も知られており、これらの微生物も含めると、さらに利用可能性が広がります。そこで我々は、アルカリ性条件で生育する微生物を分離・収集し、それらの応用方法の検討を進めています。これまでに、アルカリ性条件で生育する細菌を中心に約1,000菌株を収集しました。分離源は様々で、植物や海水、土壌など、アルカリ性ではない環境からも多数分離されてい

ます。分離された細菌は80属以上に分類されており(図1)、機能性食品原料や機能性化粧品原料、生分解性樹脂などの生産菌として報告されているものも含まれています。

実際に、これらのアルカリ耐性細菌のなかから有用菌株が発見され、特許菌株として登録された例もあります。機能性食品や生分解性樹脂の原料として注目されている(R)-3-ヒドロキシ酪酸の生産については、中性付近で生育する細菌を用いた検討が行われてきましたが、良好な結果は得られていませんでした。そこで、収集したアルカリ耐性細菌のうち、同様の代謝経路を有する菌株を調べたところ、それまでの千倍以上の生産能力を有する菌株が見つかりました。さらに、アルカリ耐性細菌は、高pH条件で培養することができるため、雑菌汚染が抑制されて、発酵管理が容易になる利点もあります。上述の菌株による試験では、培地滅菌をしない条件でも、発酵生産が可能であることが示されました。



図2 アルカリ耐性微生物情報の活用

これまでに収集したアルカリ耐性細菌は、培養液ストックを作成・保管するとともに、有機酸やアミノ酸等の代謝物に関する分析データを取得し、ライブラリ化を行っています(図2)。目的に応じて、既存データを利用した一次スクリーニングや、培養液ストックの分析を行うことが可能です。菌株の分譲も行っていますので、新技術・新製品の開発研究にぜひご活用ください。

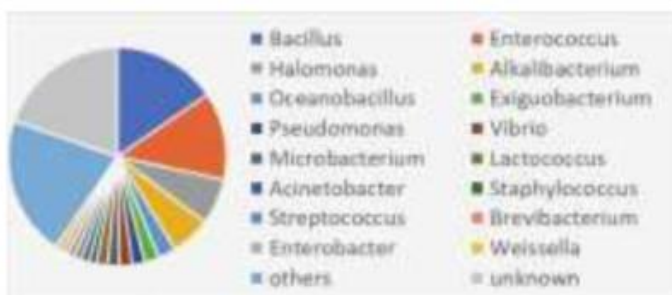


図1 分離株の分類

はじめに

コンピュータの高性能化に伴い、従来に比べ構造解析や流体解析が容易に実施できるようになりましたが、それらの結果を適切に評価して活用するためには、知識や経験に基づくノウハウや技術が必要です。

九州連携 CAE 研究会は、各県公設試の解析技術の向上を目的に発足されたもので、定期的開催する会合では、最新技術に関する情報交換を行うほか、研究会で独自に設定した共通課題について各機関で得られた解析結果を持ち寄り、その検証と妥当性を確認しています。

研究会で設定する共通課題では、部材の応力と変形を求める線形静解析をはじめ、熱応力解析や周波数応答解析、プレス加工時の荷重などを求める塑性加工解析など様々な種類を扱っています。

今回は、これまでに取り上げた共通課題の中から流体解析と接触を伴う非線形解析の例をご紹介します。

共通課題①：回転水槽における液面形状の解析

直径 75mm、高さ 150mm の円筒型水槽に、高さ 100mm まで水を入れ、230rpm で回転させた時の液面形状を求めます。

液面の形状は水槽が回転を始めた直後は上下に揺動しますが、ある程度時間が経過すると一定の形状に落ち着きます。解析では、水中の任意の点の回転軸方向の速度をモニタし、液面の揺動が収まったかを判断します。

解析の結果、液面の形状は図 1 に示すように放物線状になりました。これは遠心力と重力の釣り合いから理論的に導かれる液面の形状とほぼ同じであることが確認できました。

このような自由表面を含む流体の挙動は、VOF 法 (Volume of Fluid) という手法で解析されます。VOF 法では液相が計算要素に占める割合を充填率で定義し界面を求めています。

VOF 法を使った解析事例としては、洋上に浮かんだ船体の揺動やタンク内の水の動き (スロッシング) などがあります。

共通課題②：ワンタッチバックルの解析

ワンタッチバックルは、簡易的なシートベルトなどで活用されている締結用の部品です。特殊な工具を用いることなく瞬時に締結と分解ができるという特徴があります。

共通課題では、ワンタッチバックルの締結時に生じる部材の応力と変形を求めました (図 2)。

2つの部材がお互いに接触しながら動く現象の解析は比較的難易度が高いのですが、接触面における計算要素のサイズや時間ステップを細かくすることで結果を得ることができました。

解析の結果を活用することで、締結時の応力が小さく、繰り返し使える丈夫な構造を定めることができます。

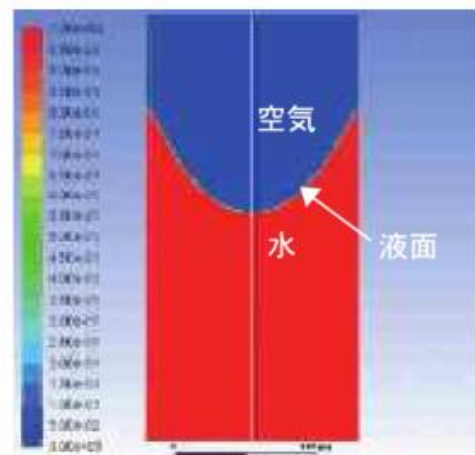


図 1 回転する水槽の液面形状

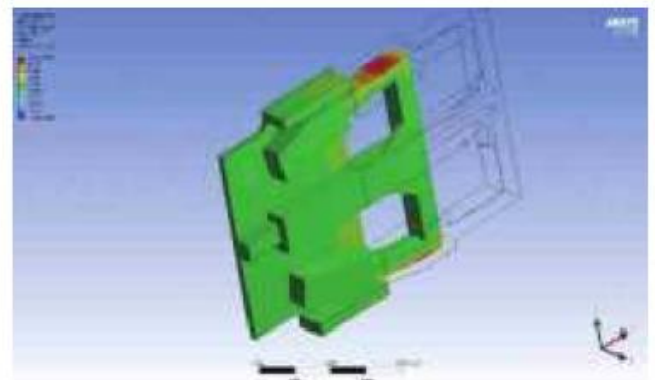


図 2 ワンタッチバックルの解析

今後の活動

引き続き共通課題に取り組み、その解析手法や評価方法などについて議論する他、得られた技術的ノウハウに関するデータベースを作成し、CAE 活用技術の蓄積を図ります。

センシング技術の導入事例

機械・金属班 比嘉 賢一

背景

沖縄製粉株式会社では老朽化した機器の更新に加え、省力化（作業者がさわらなくてよい）や作業者が「勘」で行っていた部分の「見える化」「数値化」を進めており、今後工程管理の自動化も含めて検討を行っていました。

特に、水分、タンパク質、ミネラルについては、ラインアウト（サンプリング）をすれば近赤外線により測定は可能ですが、作業の効率化やモニタリングのためにインライン化の検討や「故障した場合に修理などの対応に時間を要する機器」の監視技術の導入を検討していました。

内容

当センターは、2017年度から2020年度に県内のものづくり企業や学術研究機関等との産学官連携をとおして、本県のものづくり振興に繋げることを目的に「沖縄ものづくり技術展」を開催していました。

沖縄製粉は、出展企業である横河ソリューションサービス株式会社とのマッチングにより、「故障した場合に修理などの対応に時間を要する機器」に対するセンシングシステムの試験運用を開始しました。

試験運用の目標は①対象設備の振動、温度データをモニタリングすることで異常兆候を捉えメンテナンスをCBM（Condition Based Maintenance：劣化傾向を管理して故障にいたる前の最適な時期に最善の保全を行う）化して保守作業の効率化を図る。②メンテナンスのCBM化により突発的な故障を防ぎ止まらない操業を実現することです。

このため電動機、軸受部の振動データを収集し、異常兆候を捉えることが可能であるかの検証。常時、振動の影響を受ける設備（シフター^{ふるい}）に対してデータ収集が可能であるかの検証。ゲートウェイとセンシングシステム間の通信が可能であるか等の検証を行いました。

成果

①対象設備の振動、温度データを監視することで

異常兆候を捉え、故障にいたる前の最適な時期に保全を行い、保守作業の効率化を図ることが実現できました。

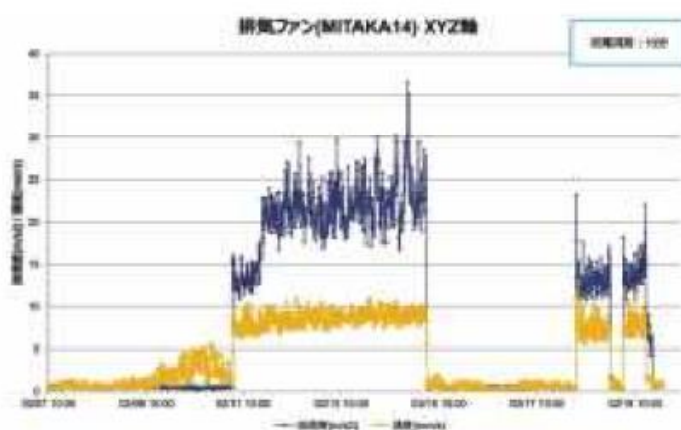
②突発的な故障を防ぎ、「止まらない操業」を実現しました。

水分、タンパク質、ミネラルなどのインライン化については今後検討をしていく予定です。

当センターでは希望する企業の技術を他社に紹介して産学官連携などのマッチングを始めました。ご希望の方は、当センターまでお知らせ下さい。



排気ファンにセンサを設置した状況



排気ファンのモニタリング結果

地域技術研究会のご紹介

工業技術センターでは、地域製造業の技術課題の解決や技術力の向上、および地域技術のネットワークの形成を図ることを目的として研究会を開催しています。

生物資源利用技術研究会（食品・醸造班）

- ・県内生物資源に関する機能性や加工技術等の技術情報を提供し、県内企業に必要な課題を検討します。

製造現場におけるIoT活用研究（機械・金属班）

- ・安価なマイコンを用いてセンシングとデータ収集の初歩的技術と知識を修得し、製造現場の「見える化、観える化、診える化」を目指すとともに、今後取り組むべき研究課題や技術支援に関する意見を集約します。

製塩技術研究会（環境・資源班）

- ・多種多様な市場ニーズに適応した塩の製造技術について、意見交換及び技術開発について検討します。

※詳しい活動内容については、当センターまでお問い合わせください。

令和4年度 8月溶接技能者評価試験（受験者の皆様へ）

試験日：8月20日（土）、21日（日）、27日（土）

試験会場：沖縄県工業技術センター

※新型コロナウイルス感染防止対策に関するご協力とお願い

- ①風邪、発熱、倦怠感等の症状がある方は受験をお控えください。
- ②時差集合・点呼を行いますので受験票に記載された指定時間に集合し、試験終了後は速やかにお帰りください。
- ③試験会場ではマスクを着用し、入口で手・指の消毒を行ってから入室してください。
- ④待機中は、受験者同士の会話は控え、2m程度の距離をとってください。
- ⑤空き缶やペットボトル等ゴミは必ずお持ち帰りください。

※12月溶接技能者評価試験について（9月中旬申込予定）

12月試験申込より従来の紙での申込が廃止され、WEB申込に切り替わります。詳しくはホームページをご覧ください。下記へお問い合わせください。

問い合わせ先：一般社団法人 沖縄県溶接協会（沖縄県工業技術センター内）

TEL：098-934-9565 FAX：098-934-9545

沖縄県溶接協会ホームページ：<https://www.okiyouseitu.info/>

お問い合わせ

沖縄県工業技術センター 企画管理班

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

TEL (098)929-0111 FAX (098)-929-0115

URL <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/index.html>