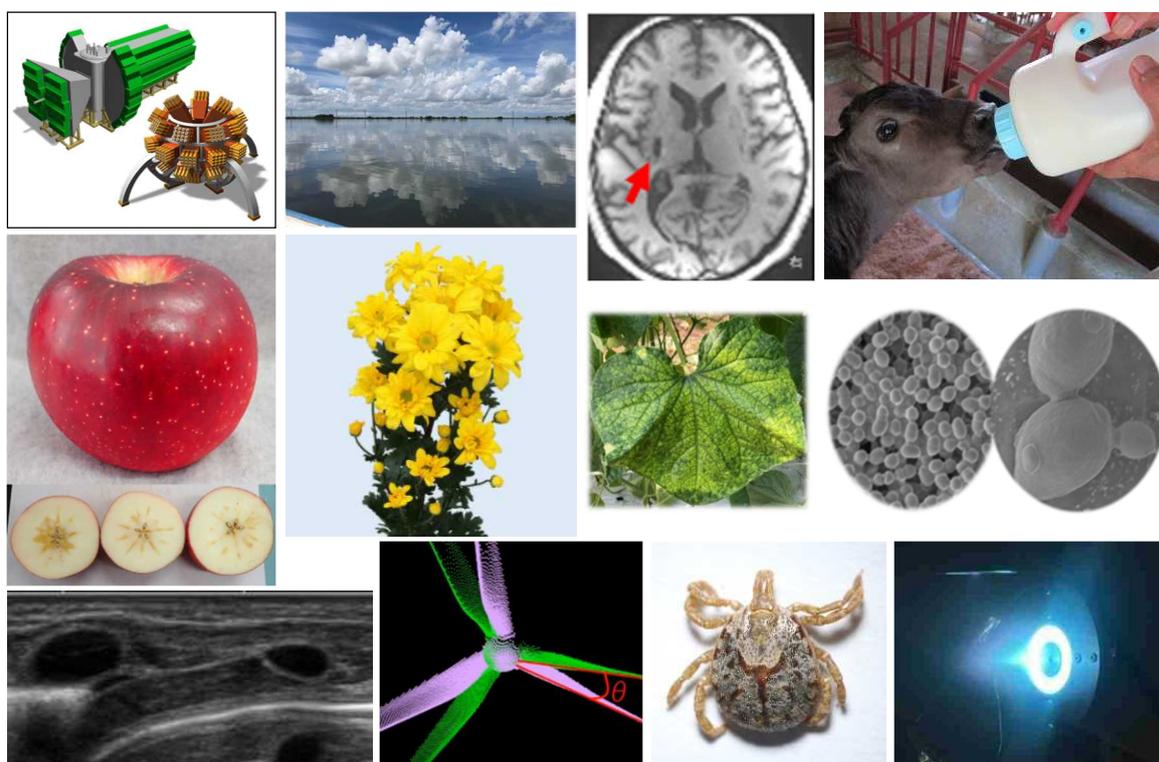


茨 城 県

県立試験研究機関等成果集



令和6年度

茨城県産業戦略部技術振興局

科学技術振興課

目 次

□はじめに	1
□県立試験研究機関等の所在地	3
□研究成果	
【霞ヶ浦環境科学センター】	
○牛久沼における水質変動の要因調査	4
○茨城県における有害大気汚染物質調査	5
【環境放射線監視センター】	
○空間ガンマ線量率の連続測定・リアルタイムでの情報提供	6
○農畜水産物等の安全性確認	7
【衛生研究所】	
○茨城県内に生息するマダニおよび保有するリケッチアの浸潤状況について	8
○食中毒を引き起こす寄生虫の同定検査	9
【県立医療大学】	
○新規的ニューロリハビリテーション手法の開発に関する試験研究事業	10
【産業技術イノベーションセンター】	
○日本酒発酵工程のスマート化に関する研究	11
○次世代メンテナンスビジネスに向けたドローンの高機能化に関する研究	12
○少量データによる AI 構築技術及び AI の実応用に関する研究	13
○自動化省力化研究会	14
○輸出向け清酒研究会	15
○CAE 技術を用いた深絞り加工の高度化	16
○銅合金/鋼クラッド材の密着性に及ぼす要因の調査	17
○新規清酒用麹菌の醸造特性に関する研究	18
○人工衛星のセラミック部品の焼結に関する研究	19
○超小型衛星用姿勢制御モジュールの開発	20
○笠間長石のブランディング研究会	21
【AYA'S LABORATORY 量子ビーム研究センター】	
○茨城県中性子ビームラインによる中性子を利用した構造解析	22
【畜産センター】	
○ビニールハウスを活用した畜舎排水の蒸発散処理技術の検討	23
○黒毛和種における抗ミューラー管ホルモンと受精卵生産成績の関連性の調査	24

○早期母子分離・人工哺乳による黒毛和種子牛生産性向上技術の確立	25
---------------------------------	----

【農業総合センター】

○小型容器を用いたレンコンの簡易形状評価法の開発	26
○病害虫抵抗性、難裂皮性を有した納豆向け大豆系統の育成	27
○7月東京盆出荷向け黄色小ギク新品種候補「ひたち24号」の育成	28
○ウリ類で問題となる「ウリ類退緑黄化ウイルス（CCYV）検出キット」の開発 ～ウイルス病検査にもう困らない！迅速診断キットが農家をサポート～	29
○高温耐性に優れた水稻品種「にじのきらめき」の高品質安定多収栽培方法	30
○夏季高温年でも果皮着色に優れるリンゴ品種「シナノホッペ」	31
○センリョウ立枯れ症の原因病害の解明と簡易診断方法の確立	32

【林業技術センター】

○菌根苗の野外植栽試験による菌根性きのこ菌糸の現地定着条件の解明	33
○スギ特定苗木の生育特性に関する試験	34

【水産試験場】

○茨城県沿岸域におけるシラス漁獲量短期予測手法の検討	35
○納豆菌 S-903 株は魚類の水温負荷ストレスを緩和する	36

【県立中央病院】

○次世代人工嗅覚センサを用いた呼気によるがんの診断	37
---------------------------	----

【県立こども病院】

○新生児における横隔膜機能評価に関する試験研究事業	38
---------------------------	----

□茨城県有特許権一覧	39
------------	----

□茨城県有育成者権一覧	40
-------------	----

〇はじめに

茨城県には、環境、衛生、工業、農林水産業、医療と多岐に渡る分野に関する県立試験研究機関等があり、県民生活の向上や地域産業の振興などにかかわる県民ニーズへの対応及び行政課題の解決等に技術的な側面から取り組んでおります。

本成果集は、県民の皆様は、県立試験研究機関等の活動を広く知っていただくために、各機関における最近の代表的な成果をまとめたものです。

本成果集により、県が取り組む試験研究へのご理解を深めていただくことができれば幸いです。

令和6年8月

茨城県産業戦略部技術振興局科学技術振興課

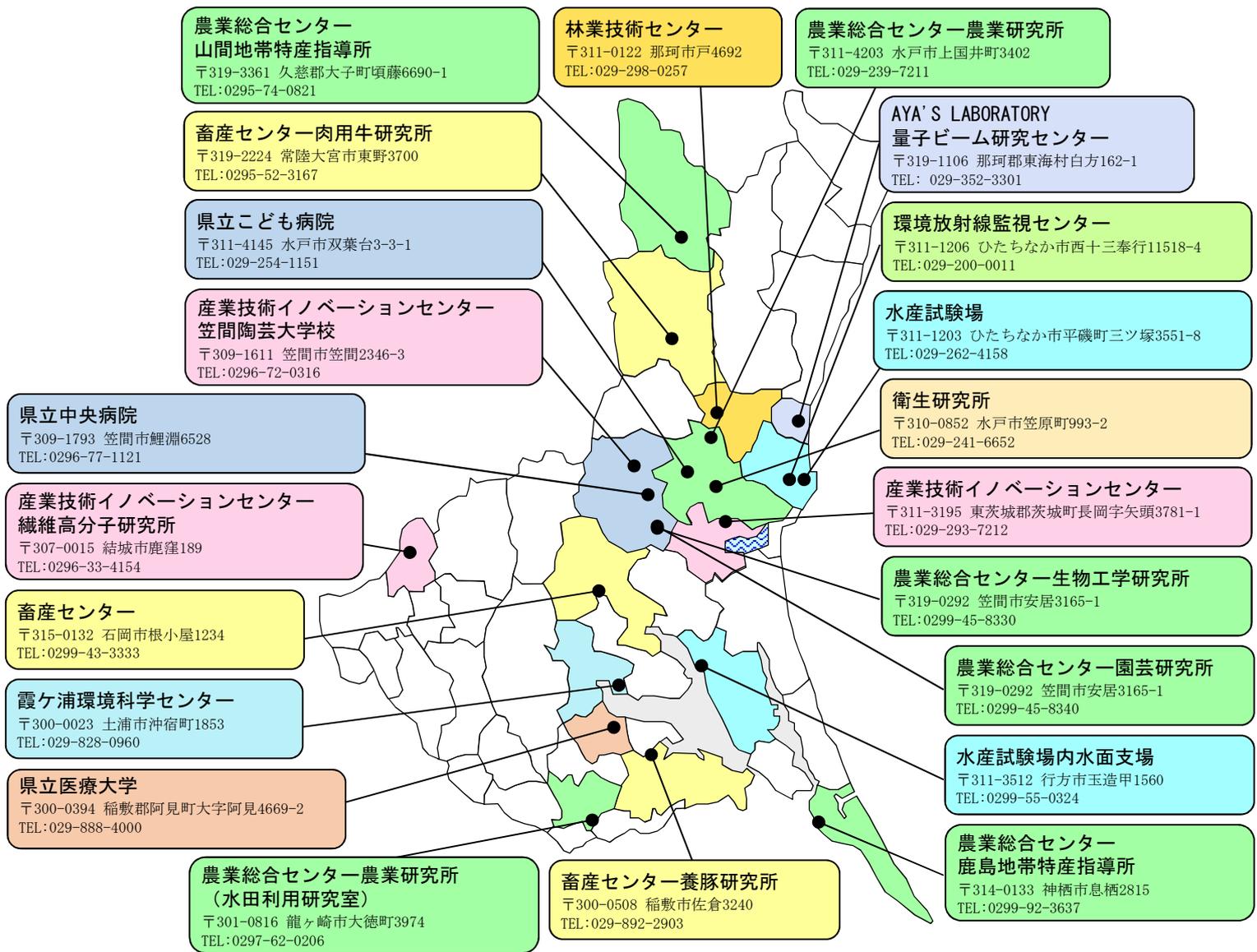
県立試験研究機関等一覧

機関名	業務内容
霞ヶ浦環境科学センター	水環境や大気環境などの保全のための調査研究 霞ヶ浦など県内の湖沼や河川の水環境及びPM2.5や有害大気汚染物質などの大気環境等に関するモニタリング調査、緊急事案時の迅速な測定に関する調査研究等 HPアドレス： https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kasumigauraesc/
環境放射線監視センター	環境放射線の監視観測などによる県民の安全確保 環境放射線の常時監視、環境試料中の放射性物質の測定・分析、調査研究等 HPアドレス： https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kanshise/ http://www.houshasen-pref-ibaraki.jp/
衛生研究所	県民の公衆衛生の向上 感染症や食の安全、その他健康危機に関する試験検査及び調査研究等 HPアドレス： https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/hokenfukushi/eiken/
県立医療大学	高度医療人材の育成 保健、医療、福祉の分野を支える看護師、理学療法士、作業療法士、診療放射線技師をはじめ、助産師、認定看護師、医学物理士他の育成等 HPアドレス： https://www.ipu.ac.jp
産業技術イノベーションセンター 繊維高分子研究所 笠間陶芸大学校	県内中小企業のイノベーション創出支援 先導的研究の推進、ビジネス創出支援、技術課題解決に直結する技術支援、設計力・提案力を持った企業人材や地場産業技術者の育成等 HPアドレス： https://www.itic.pref.ibaraki.jp/
AYA'S LABORATORY 量子ビーム研究センター	量子ビームを活用した試験研究及び大強度陽子加速器施設（J-PARC）利用者の支援 J-PARCに設置した県独自の中性子ビームラインを用いた先導研究の実施、中性子を活用した次世代がん治療法であるホウ素中性子捕捉療法（BNCT）の研究開発及びJ-PARC利用者のためのワンストップ総合支援窓口の設置等 HPアドレス： https://www.pref.ibaraki.jp/kikaku/kagaku/chusei/kenkyu-kaihatsu/ryoshi-beam.html
畜産センター 肉用牛研究所 養豚研究所	総合的な畜産に関する試験研究 ブランド力強化を支える先端技術等を活用した新品種・新技術の開発、持続可能な畜産及び地球温暖化に対応した技術の開発 HPアドレス： https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/nourinsuisan/chikuse/
農業総合センター 生物工学研究所 園芸研究所 農業研究所 山間地帯特産指導所 鹿島地帯特産指導所	農業の生産性向上、経営安定のための技術開発 新品種や生物防除技術、栽培技術、環境保全型農業技術等の研究開発及び成果の普及等 HPアドレス： https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/nosose/cont/
林業技術センター	林業の振興、森林の保全 優良種苗の生産、緑化技術、森林保護、キノコの人工栽培などの技術開発、林業技術の普及指導等 HPアドレス： https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/nourinsuisan/ringyose/

水産試験場 内水面支場	海面・内水面漁業及び水産加工業経営安定の支援 水産資源を効率的かつ持続的に利用するための研究、新たな養殖技術開発と魚類防疫対策、産地販売力強化と美味しい魚を提供するための水産物利用加工研究等 HP アドレス： https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/nourinsuisan/suishi/
県立中央病院	中核的な総合病院 がん医療、救急医療などをはじめとする高度・専門・特殊な医療を提供 HP アドレス： https://www.hospital.pref.ibaraki.jp/chuo/
県立こども病院	小児医療の中核的な専門病院 重篤・難治な患者を対象に、高度かつ専門的な医療を提供 HP アドレス： https://www.ibaraki-kodomo.com/ich/

組織によっては記事の掲載がないことがあります。

○ 県立試験研究機関等の所在地



牛久沼における水質変動の要因調査

霞ヶ浦環境科学センター

【研究の概要】

牛久沼流域では、つくばエクスプレス沿線の開発等により流域の人口が年々増加していますが、家庭や事業所の排水対策も進められたことから、牛久沼に流入する河川の水質は横ばい傾向にあります。しかしながら、牛久沼湖内における水の汚れの指標であるCOD（化学的酸素要求量）については、近年、高い時期が見られるようになりました。そこで、牛久沼湖内の水質変動を調査したところ、CODが高くなる要因がわかってきました。

【研究内容】

- 牛久沼（図1）の水質を把握するため、牛久沼湖水を毎月採取し、水質分析を行って、その変動を調査しました（図2）。
- 牛久沼に流れ込む河川の水質を把握するため流入河川（谷田川、西谷田川、稲荷川）水を毎月採取し、水質分析を行って、その変動を調査しました（図2）。

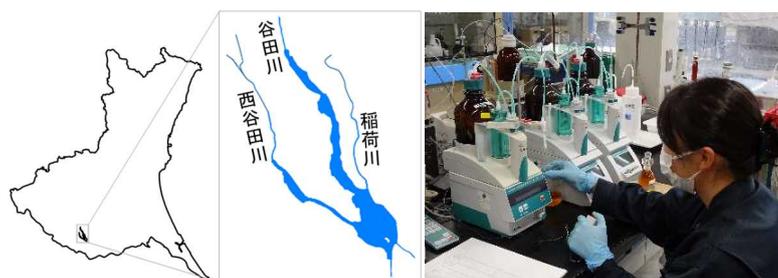


図1 牛久沼地図

図2 水質分析

【研究成果】

CODは、河川を通じて流入する家庭や事業所からの排水や、湖内で増殖する植物プランクトンの影響で変動します。今回の調査の結果、牛久沼湖内CODの増加は植物プランクトンの指標となるクロロフィルaと相関があることから、植物プランクトンの増殖の影響が大きいことがわかりました（図3）。また、牛久沼では植物プランクトンの増殖（クロロフィルaの増加）にはりん濃度の上昇が影響していることがわかりました（図4）。

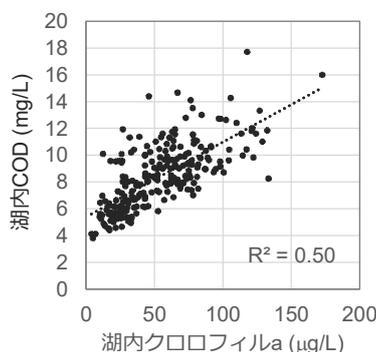


図3 クロロフィルa対COD

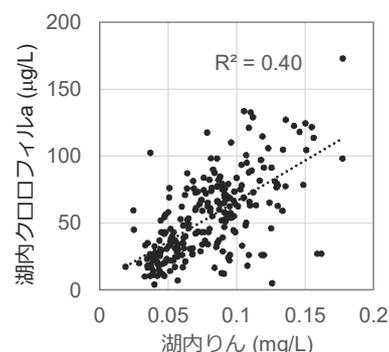


図4 りん対クロロフィルa

牛久沼では、流入河川のりん濃度には大きな変化が見られないものの、湖水中のりん濃度は、過去（2013-2017）に比べ近年（2018-2022）では高くなっていることがわかりました（図5）。

このことから、牛久沼湖内における近年のCOD上昇は、湖内でのりん溶出がこれまでより増え、それを栄養として植物プランクトンが増殖したためと考えられました。

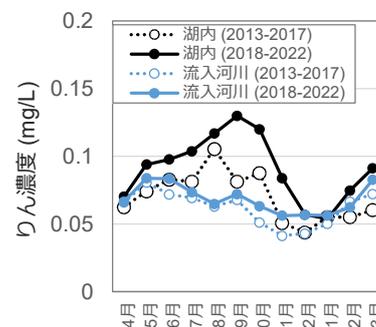


図5 湖内と河川のりん濃度

【将来の展望】

長期にわたるモニタリング結果により、牛久沼の水質変動の要因を明らかにすることができました。これからも湖内及び河川における水質調査を継続して実施することにより、データを蓄積し、水質の実態を詳細に把握してまいります。



【研究の概要】

有害大気汚染物質とは、揮発性有機化合物や金属類など大気中に微量ながらも存在する物質で、長期間の摂取による健康影響が懸念されています。茨城県では大気汚染防止法に基づき、県内7地点で有害大気汚染物質の状況を調査しています。調査の結果、環境基準等の超過はなかったものの、県内最大の工業地帯である鹿島臨海工業地帯近くの調査地点で一部の物質の濃度が高いことがわかりました。

【研究内容】

① 有害大気汚染物質の大気中濃度測定

その有害性や大気環境等の状況により、健康リスクがある程度高いと推定されることから、環境省が指定する22種の物質について大気中濃度を毎月1回測定しました。

② 調査結果の解析

①の調査結果をもとに、各調査地点の地理的要因や調査時の気象条件と併せて解析することにより高濃度となる要因などを検討しました。



図1 キャニスター濃縮装置付
ガスクロマトグラフ質量分析装置

【研究成果】

① 有害大気汚染物質の大気中濃度測定結果

調査した22物質のうち環境基準が設定されているベンゼンの測定結果（年平均値）を図2に示します。すべての調査地点で環境基準である $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回っていました。ただし鹿島臨海工業地帯に隣接する調査地点である神栖消防でベンゼンの濃度が他地点より高い傾向にありました。

② 調査結果の解析

図3は神栖消防において、試料採取時の風向きごとに過去10年分（2013～2022年）のベンゼンの各月の濃度（計120データ）を集計したものです。年平均値を評価値とする環境基準（ $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）は下回りましたが（図2）、各月で見ただけの場合、特に風向きが北～東北東のときにベンゼンの濃度が高くなる傾向が見られました。図4は神栖消防と鹿島臨海工業地帯の位置関係を示しており、工業地帯からの風の影響でベンゼンの濃度が高くなった可能性があります。

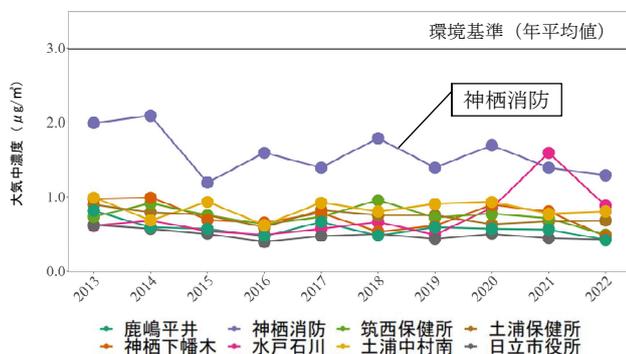


図2 県内のベンゼン濃度の推移 ※水戸石川:2018年度～水戸市測定

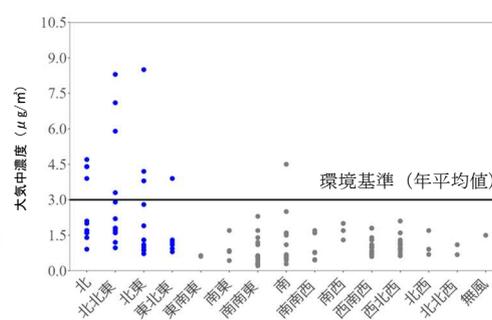


図3 神栖消防における風向きごとのベンゼン濃度



図4 神栖消防の位置（緑が工業地帯）

【将来の展望】

これまでの調査から有害大気汚染物質の環境基準等の超過はなく良好な大気環境であるといえます。しかしながら、有害大気汚染物質の排出事業場近くでは短期的に大気中濃度が高くなることもあることから、引続き調査を継続して監視していくとともに、高濃度になる要因を研究していきます。

【研究の概要】

東海・大洗地区の原子力施設周辺において、平成 13 年度までに 41 の測定局を設置し空間ガンマ線量率の連続測定を行っていました。

平成 23 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所事故後、原子力災害対策の強化し、令和 6 年度は 52 の測定局で連続測定を行っています（図 1、図 2）。

また、県内全域における福島第一原子力発電所事故の影響を把握するため、東海・大洗地区以外にも、9 市町に県が国から委託を受け測定局を、さらに 30 市町村に国が可搬型の測定装置を設置しており、現在、全 44 市町村、計 91 箇所空間ガンマ線量率の連続測定を行っています。

このほか、原子力災害発生時に、住民の避難指示等の実施判断材料の提供のために、平成 27 年度から令和 2 年度にかけて計 46 台の電子式線量計を整備しました。



図 1 放射線測定局

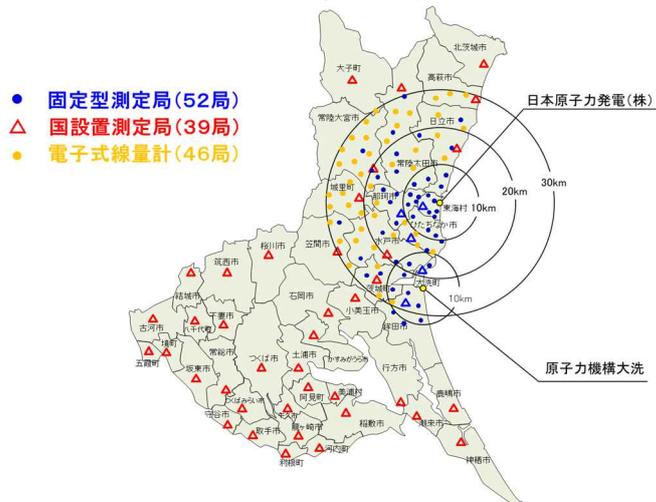


図 2 放射線測定局配置図

【研究内容】

福島第一原子力発電所事故影響解析

福島第一原子力発電所事故の影響を、事故直後の平成 23 年 3 月 11～31 日の平均と令和 6 年 3 月の平均が比較できる 39 局の空間ガンマ線量率の減少率を解析しました。

【研究成果】

福島第一原子力発電所事故の影響解析結果

39 局の空間ガンマ線量率の数値を解析した結果、12 年間で空間線量率は最大で 93%、平均で 85%減少したことが分かりました（図 3）。

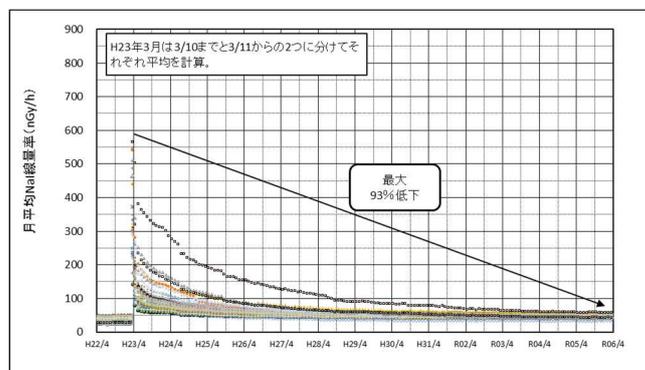


図 3 事故前後の空間線量率の推移 (39 局)

【将来の展望】

測定結果をホームページ上にリアルタイムで公表することにより、福島第一原子力発電所事故の影響について、県民に迅速かつきめ細かな空間線量率等の情報を提供していきます（図 4）。



図 4 ホームページでの公表画面

【研究の概要】

福島第一原子力発電所事故から10年以上が経過し、事故で放出された放射性物質の影響は大きく減少しているものの、現在もその影響が確認されています。

当センターでは、県民の皆様の安全・安心を確保するため、県内各地で生産・流通される農畜水産物などに加え、安心して海水浴を楽しめるよう海水についても調査を行っています。

【研究内容】

県内各地で生産・流通される農畜水産物などに含まれる放射性セシウムなどの濃度を、収穫期を中心に1年を通して迅速に測定しました。

県内16海水浴場・1海岸において海水に含まれるトリチウム、放射性セシウムなどの濃度を、令和5年5月及び7月に測定しました。



図1 放射性セシウム濃度測定の様子



図2 トリチウム分析の様子

【研究成果】

令和5年度においては、839 検体の農畜水産物などを調査した結果、現在も出荷制限が行われている品目を除いた大部分について、食品衛生法の放射性セシウムの一般食品に対する基準値である 100Bq/kg を大きく下回ることが確認できました。

また、全16海水浴場・1海岸における、のべ114検体の海水にトリチウム及び放射性セシウムが検出されないことを確認できました。

表1 農産物等測定検体数

測定物質	測定品目	測定数	
		R5年度	H23.3~R6.3総数
放射性セシウム等	飲料水	12	1660
	農産物	805	16757
	畜産物	5	2598
	水産物	17	2499
	その他	0	3576
合計		839	27090
トリチウム	海水	34	734
放射性セシウム等		80	2258
合計		114	2992

【将来の展望】

引き続き、農畜水産物などに含まれる放射性物質濃度を測定し、各品目の安全対策を所管している担当部局を通じ、測定結果を県ホームページで迅速に公表します。県民の皆様の安全・安心を確保するとともに、県内外に向けた県産物等の安全・安心な供給体制の構築に貢献してまいります。

茨城県内に生息するマダニおよび保有するリケッチアの浸潤状況について

衛生研究所

【研究の概要】

リケッチア感染症は、リケッチア^{※1}を保有するマダニなどの刺咬により感染し、発熱、頭痛、嘔吐など様々な症状がみられる疾病です。本疾病は、治療の遅れにより重症化しやすく、毎年死亡例も報告されています。本県においては、平成30年にリケッチア感染症の1つである日本紅斑熱^{※2}の患者が県内で初めて確認され、その後も継続して患者が報告されています。

リケッチア感染症の発生は、マダニの生息域と関連しているため、対策には野外におけるマダニの生息実態を明らかにすることが不可欠です。そこで本研究では、県内に生息するマダニおよび保有するリケッチアの浸潤状況の調査に取り組みました。その結果、県内には11種のマダニと、国内で感染症が報告されている2種のリケッチアの存在が確認されました。

※1 リケッチア：細菌に分類される微生物で、ダニ等の節足動物が媒介する。

※2 日本紅斑熱：リケッチアの1種であるリケッチア・ジャポニカを保有するマダニの刺咬により感染する。発熱、発疹、刺口などの症状がみられる。

【研究内容】

1. マダニの調査

2020年～2023年に県内各地でマダニを採取し、実体顕微鏡で形態を観察して種を同定しました（図1）。

2. 保有するリケッチアの調査

採取したマダニを凍結破碎してDNAを抽出し、リケッチア遺伝子の検出を試みました。



図1 ヤマアラシマダニの成虫(左)とタカサゴキラマダニの成虫(右)

【研究成果】

県内には11種類のマダニが生息していることが確認されました（図2）。西日本を中心に分布しているとされるヤマアラシマダニおよびタカサゴキラマダニの生息も確認されました。タカサゴキラマダニはヒトの刺咬事例がもっとも多く報告されているマダニ種です。

また、国内でヒトへの病原性が確認されているリケッチアのうち、ヤマアラシマダニからリケッチア・ジャポニカ、タカサゴキラマダニからリケッチア・タムラエが検出されました。

リケッチア・ジャポニカが原因となる日本紅斑熱は県内で死亡例が報告されています。リケッチア・ジャポニカを保有するヤマアラシマダニは、鹿行地域を除く、県内各地で採取されました。

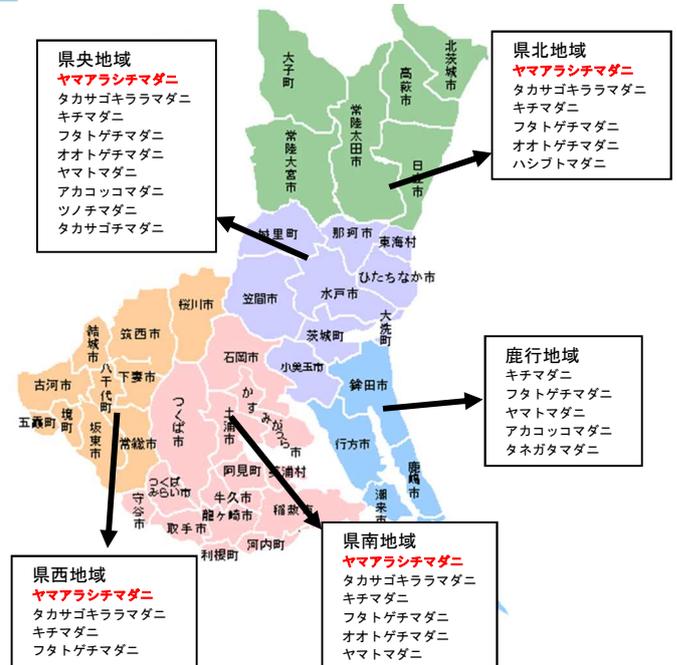


図2 茨城県内におけるマダニの分布状況

【将来の展望】

本研究により、県内に生息するマダニとリケッチアの浸潤状況が明らかになりました。これらの調査結果を県民および医療機関等の関係機関に広く公表することで、本疾病の未然防止、早期診断・治療に貢献できると考えられます。また、今後各マダニ種の活動時期を明らかにすることにより、より効果的なマダニ媒介感染症の注意喚起に繋がりたいと考えています。

食中毒を引き起こす寄生虫の同定検査

衛生研究所

【研究の概要】

寄生虫による食中毒事件が全国で増加傾向にあり、2022年に食中毒発生総数の約60%、2023年は45%と高い水準で推移しています（図1）。県内でも年に平均2~3件のアニサキスによる食中毒が発生しており、今年4月には飲食店の食事を原因とするクドア食中毒が発生しています。衛生研究所では、食中毒の疑いや苦情事例が発生した場合、原因を究明するために寄生虫の同定検査を行っています。

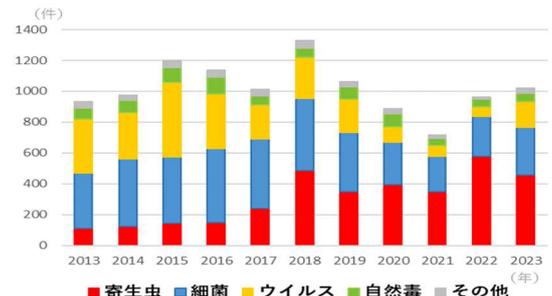


図1 原因物質別食中毒事件数（全国）※

※厚生労働省食中毒統計資料より作成

【研究内容】

顕微鏡で形態観察するとともに、PCR法で特異な遺伝子を増幅・検出して種を同定しています。（例：図2）

①アニサキス

寄生虫による食中毒原因の95%以上を占める
サバ、アジ、カツオ、サケ、イカなど多くの魚介類に寄生
幼虫で長さ約2~3cm
胃壁や腸壁に刺し食後数時間から数日後に激しい腹痛等を引き起こす

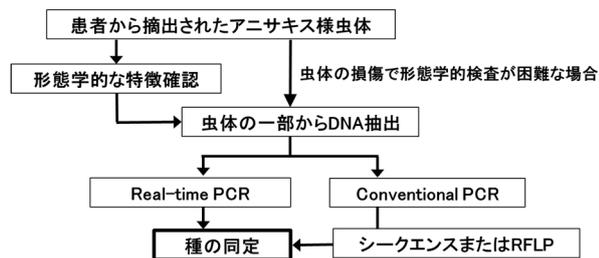


図2 アニサキスの検査フロー

②クドア

主にヒラメの筋肉に寄生
大きさは約10μm
肉眼では確認できない
食後数時間程度で一過性の下痢・嘔吐等の症状を引き起こす



③サルコシスティス

ウマやシカなどに寄生
シスト（虫体が入った袋）を形成
シストは極細く長さ1mm~10mm程度
食後数時間程度で一過性の下痢・嘔吐等の症状を引き起こす



【研究成果】

過去10年間の検査実績は表1のとおりです。食品ではシメサバからアニサキスを、ヒラメ、マグロの山かけ及びヒラメのマリネからクドアを、シカ肉からサルコシスティスを検出しました。

表1 検査実績（2015.4~2024.5）

	検体	検査数	検出数
アニサキス	虫体	40	37
	食品	3	1
クドア	食品	12	4
	患者便	31	0
サルコシスティス	食品	1	1

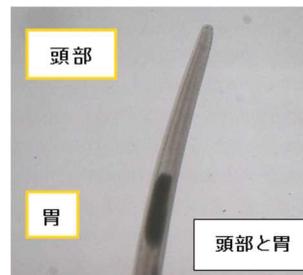


図3 アニサキス（シメサバ）

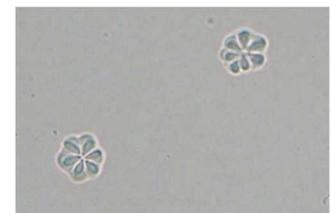


図4 クドア（ヒラメ）

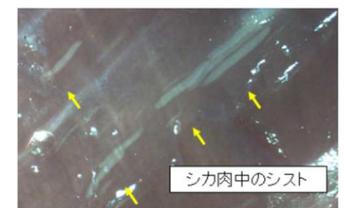


図5 サルコシスティス（シカ肉）

【将来の展望】

引き続き、迅速な検査で食中毒原因物質の特定に努めます。また、いずれの寄生虫も生きた状態でヒトの体内に入ることから、十分な凍結または加熱による死滅等の予防を啓発してまいります。

【研究の概要】

脳卒中患者は障害される脳の部位が患者さんごとに異なり、それにより生じる症状も患者さんごとに異なります。そのため、患者さんそれぞれの病態に応じたリハビリテーションが必要です。しかし、現在のところ、個別性の病態評価に基づいた最適リハビリテーション手法の開発には至っていません。そこで、本事業では、「新規ニューロリハビリテーション」として、最新の神経科学的技術を用いて病態を個別的に評価し、その病態を是正あるいは改善を促すような神経修飾を施す手法の開発を目指しました。さらに、より効率的なリハビリテーションを組み合わせたテーラーメイド・リハビリテーションのモデルケースを示しました。

【研究内容】

テーラーメイド・リハビリテーションのモデルケースを示すため、新規ニューロリハビリテーションに関する3つの課題を行いました(図1)。

1. 脳卒中患者の「脳」・「筋」・「動作」の個別評価法の確立
2. 個別評価の結果をもとにした脳刺激法の確立
3. 脳機能修飾下でのテーラーメイド・リハビリテーション法の確立



図1 研究内容

【研究成果】

<個別的评价法の確立に関する研究成果>

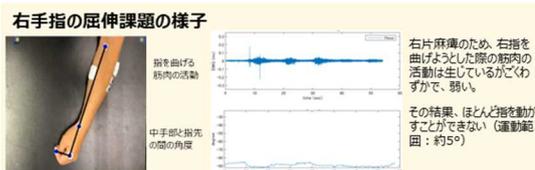
- 「脳」の評価法の確立・・・脳波による脳内ネットワークによる個別評価法の研究による成果
- 「筋」の評価法の確立・・・筋電図による筋シナジー解析からの個別的评价法の研究による成果
- 「動作」の評価法の確立・・・動作解析による個別的评价法の研究による成果
- その他の研究成果・・・末梢神経刺激による個別的中枢神経刺激法の研究による成果
ロボットリハビリテーションの効果の個別的评价法の研究による成果

<脳刺激法の効果の検証>

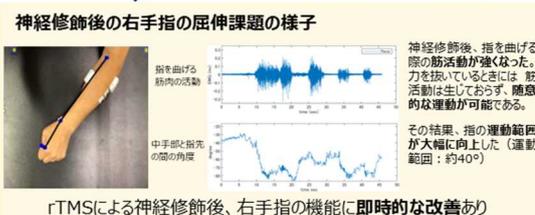
最新の神経科学的知見に基づく個別的评价から患者さんの病態を把握し、脳機能の正常化につながる脳部位を、ナビゲーターを用いて連続経頭蓋磁気刺激 (rTMS) によって神経修飾するシステムを整備しました。

脳出血後遺症による片麻痺患者さんを対象に、rTMS による神経修飾の効果を検証しました(図2)。今後この rTMS による神経修飾の効果について、詳細な検証を進める予定です。

モデルケース 50代男性 (左脳出血：後遺症として右片麻痺がある)



個別的な病態評価と神経修飾による是正



rTMSによる神経修飾後、右手指の機能に即時的な改善あり



図2 連続経頭蓋磁気刺激法による脳刺激法(神経修飾)の効果検証結果

【将来の展望】

今後、本事業で得られた知見を基盤としてテーラーメイド・リハビリテーション法を始めとする、茨城県の先進的リハビリテーション治療の開発を推進していきます。

【研究の概要】

日本酒造りにおいて、職人の勘と経験に頼ることが多い製造技術の継承や品質管理が業界としての課題となっています（図1）。日本酒のもとを造る工程である酒母（しゅぼ）造りでは、酒母に含まれるアルコール濃度が発酵状態の指標とされます。しかし、アルコール濃度を直接測定するには、分析のために一定の作業と時間を要するため、発酵状態をリアルタイムに把握することが困難でした。当センターは、アルコール発酵の副産物である二酸化炭素（CO₂）に着目し、その発生量からアルコール濃度の推定を試みました。



図1 日本酒造りの概念図

【研究内容】

<酒母のアルコール濃度と CO₂ 発生量の関係>

酒母造りのアルコール発酵では、清酒酵母によってグルコース（糖分）からアルコールとともに CO₂ が生成されます。そこで、密閉したタンクで酒母のアルコール濃度と CO₂ の発生量を測定し、両者の関係を検証しました。

<CO₂ 測定装置の開発とアルコール濃度の推定>

実際に酒蔵で用いられるタンクの大きさや形状を考慮し、CO₂ 測定装置を開発しました。そして、開発した装置を用いて CO₂ の発生量を測定し、アルコール濃度の推定を試みました。

【研究成果】

<酒母のアルコール濃度と CO₂ 発生量の関係>

密閉したタンクで酒母のアルコール濃度と CO₂ の発生量を測定したところ、酒母のアルコール濃度と CO₂ の累積値に強い相関関係があることを確認しました（図2）。

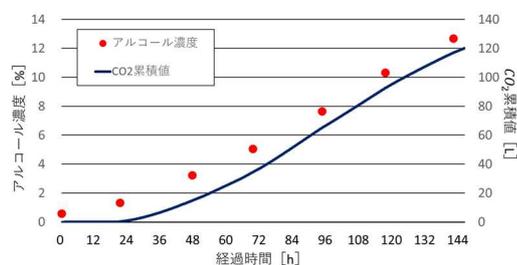


図2 酒母のアルコール濃度と CO₂ の累積値

<CO₂ 測定装置の開発とアルコール濃度の推定>

実際に酒蔵で用いられる開放タンクに設置可能な CO₂ 測定装置を開発しました（図3）。本開発装置により測定した CO₂ の累積値も、酒母のアルコール濃度と強い相関関係があることを確認しました。そして、両者の 1 次近似式を算出することで、CO₂ の累積値からアルコール濃度を推定できることがわかりました。

酒蔵以外の場所でもリアルタイムかつ迅速に発酵状態を把握できるようにするため、開発した装置に以下の機能を付加しました。

- ・アルコール濃度推定値をスマートフォン等で確認できる機能
- ・アルコール濃度推定値が設定値に達した際のメール通知機能

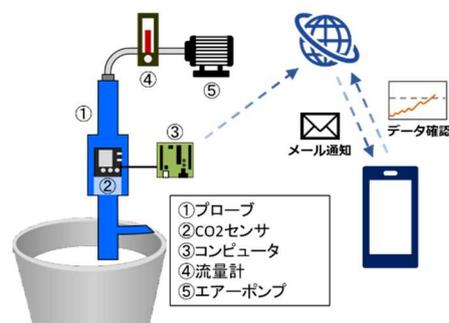


図3 開発した装置とユーザー機能

【将来の展望】

本開発装置を実用化するためには、装置製作を行う企業や、実証実験に協力していただく酒蔵との連携が必要不可欠です。今後は、企業や酒蔵と連携し、開発した装置の製品化、さらには県内酒蔵への導入を目指します。

なお、本研究の開発装置および測定方法は特許出願中です（特願：2023-189798）。

【研究の概要】

インフラ設備や工場などのメンテナンス作業の省力化のためにドローンの活用が進んでいます。当センターでは、洋上風力発電設備（洋上風車）のメンテナンスを対象に、人の操作を介さずに飛行し、点検用の写真を撮影するドローン（自律点検ドローン）や風車ブレードの軽微な損傷に対して補修作業を行うシステムの研究開発を行いました。

【研究内容】

<自律飛行システム>

ドローンに搭載したカメラや、光により対象物との距離を測定できるLiDARを用いて、風車の位置姿勢を判定（図1）し、飛行ルートの自動作成システムを開発しました。開発したシステムの飛行ルート指示により、実際に自律飛行を行いました。ドローンの自律飛行の検証は、制御プログラムの不具合による衝突事故などのリスクがあるため、シミュレータを使用した検証と実機を用いた検証を行いました。

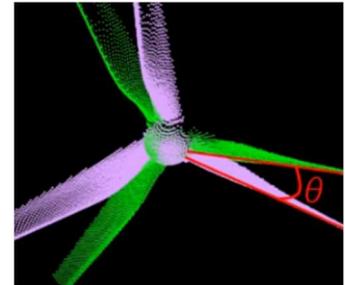


図1 基準データとLiDARデータの比較によるブレード角度推定

<画像評価システム>

撮影画像が不鮮明の場合、ドローンの飛行中に直ちに再撮影を出来るようにするため、撮影直後にすばやく画像判定評価を実行するシステムを開発しました。図2のアルゴリズムのとおり、白飛び判定やブレ判定を行い、画質の不良要因に応じて適切な再撮影方法をドローンに指示します。

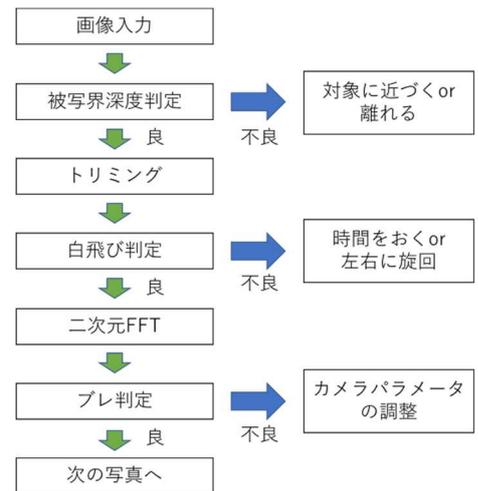


図2 画質評価判定アルゴリズム

<補修作業システム>

ブレードの軽微な損傷に対して補修作業を行うシステムの研究開発を行いました（図3）。ドローンと補修ロボットの連携により、人による高所作業の必要がない補修作業システムを検討しました。

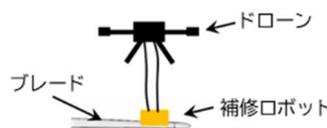


図3 ドローンを用いた補修作業システム

【研究成果】

本研究では、ドローンに搭載したカメラ・LiDARを用いて、風車の位置姿勢を誤差1°以下の精度で判定し、飛行ルートを自動作成する自律飛行システムを開発しました。

また、ドローンが飛行中に撮影した画像を直ちに評価し、不鮮明な画像の場合には再撮影を行うため、処理時間約1秒で正答率99%以上の画像評価システムも開発しました。

【将来の展望】

画質評価システムを搭載した自律点検ドローンの、洋上風車の点検への活用を目指します。ドローンを用いた点検作業の効率化や、軽微な損傷の補修作業により、安全で低コストな補修作業の実現に向けた研究開発を進めます（図4）。

さらに、橋梁や鉄塔、工場などの設備におけるメンテナンス作業の効率化など、あらゆる現場に応用可能な技術の研究開発を進めます。



図4 活用先の展望

【研究の概要】

近頃、AI が社会のあらゆる面で活用され始めています。しかし、AI を構築するためには、一般的に膨大な学習データが必要とされ、学習データの収集にも労力がかかることから、学習データ数の削減が課題となっています。当センターでは、AI を構築する際の学習データ数削減と検査精度向上を目指した研究開発を行いました。

また、AI の検査結果を現場で活用するため、複合現実 (MR : Mixed Reality) 技術を用いた、視覚的な結果提示方法について研究開発を行いました。

【研究内容】

<AI>

AI を用いた異物検査精度を向上させるためには、正常品に異物が混入した画像を大量に収集する必要があります。本研究では、実際に異物が混入した画像の代わりに、収集が容易な正常品画像と異物画像から異物混入画像を合成し学習することで、検査精度を維持しつつ学習データ数を削減させる研究を行いました。

<複合現実 (MR : Mixed Reality)>

搬送ライン (ベルトコンベア) を用いた目視検査において、見落としを防ぐ事ができないかという県内企業からのニーズがあり、画像解析とスマートグラス、プロジェクター、透過型ディスプレイという3つのMRデバイスを用いて、作業員へ作業対象物を視覚的に指示する作業支援システムの研究開発を行いました。

【研究成果】

<AI>

AI の判断を基に画像を切り抜き、異物画像と正常品画像を合成することで異物混入画像を作成しました (図1)。実際に異物が混入した画像の代わりに、図1のように合成した異物混入画像を用いて学習することで、検査精度を向上させつつ学習データ数を6割以上削減することができました。



図1 画像合成の例

<複合現実 (MR : Mixed Reality)>

搬送ライン上の同型異色の物体からスマートグラス上のホログラフィック、プロジェクターからの光の作業指示マーカ、透過型ディスプレイに表示した半透明の作業指示マーカを用い、視覚的に、ピンポイントで作業対象物だけを作業員へ指示することができました (図2)。



図2 スマートグラスを用いた作業指示例

【将来の展望】

研究開発したAIと作業支援システム (スマートグラス方式、プロジェクションマッピング方式、透過型ディスプレイ方式) を統合します。図3に示すように、人の弱点を補い、目視検査の効率化・高精度化に寄与する作業支援システムの研究開発を進めます。

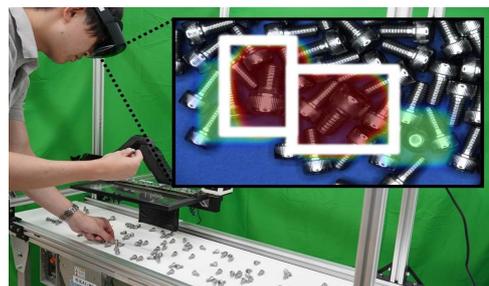


図3 AIとスマートグラス統合イメージ

自動化省力化研究会

産業技術イノベーションセンター

【研究会の概要】

競争力強化や人手不足に対応するため、自動化や省力化の要望が増えております。当センターでは、自動化・省力化による生産性向上に向けた取組を県内中小製造業に広げるため、令和4年度に「自動化・省力化研究会」を設立しました。この研究会では、自動化・省力化に関するセミナーや報告会を開催し、企業の課題やその改善案の共有、研究会会員による見える化や自動化のシーズ紹介等を行いました（表1）。

【研究会の内容】

令和5年度は、(株)昭芝製作所、村井醸造(株)、日本鏡板工業(株)、水木木材工業(株)、(有)旭電機製作所の5社をモデル企業に選定し、各企業の課題に応じた支援を行いました。

見学会やセミナーでは、実施した支援の内容や結果を報告し、会員企業間で知識等の共有を図りました（図1）。セミナーでは省力化や見える化に関連したシーズを有する企業が技術や製品の紹介を行いました。

表1 令和5年度 研究会の実施内容

開催日	主な内容
第1回セミナー (8/24)	自動化・省力化セミナー
第1回見学会 (10/12)	モデル企業の見学会 (株)昭芝製作所、村井醸造(株)
第2回見学会 (10/25)	モデル企業の見学会 日本鏡板工業(株)
第3回見学会 第2回セミナー (2/1)	モデル企業の見学会 水木木材工業(株)、(有)旭電機製作所 自動化・省力化研究会報告会



図1 見える化ツールのデモ

【研究会の成果】

モデル企業5社それぞれの課題に応じた、デジタル技術等を活用した見える化などによる支援を行いました。これにより、省力化や作業性の向上が期待されます。

セミナーではモデル企業の支援結果や当センター内で実施した見える化の取り組みを報告した他、自動化や見える化に関するシーズを有する東日本電信電話(株)(NTT 東日本)、(株)サトー、(株)アール・ティー・シー、(株)アプリシエイト、(株)ヒバラコーポレーションが技術や製品の紹介を行いました（図2）。



図2 第2回セミナーの様子

【将来の展望】

令和6年度はモデル企業を2社程度に絞り込み、見える化だけでなく得られたデータの活用も含めた、課題の整理から解決までの一貫した支援を行います。

令和6年8月28日(水)と令和7年2月6日(木)にセミナーを開催し、支援内容や結果の報告、会員企業のシーズ紹介を行う予定です。

【研究会の概要】

近年、海外における「日本酒（清酒）」への関心や認知度は急激に高まりをみせており、茨城県内においても、海外への輸出量は年々増加し続けています。

清酒の輸出においては、長期輸送による品質劣化の防止や、国際的に規制値が議論されている「カルバミン酸エチル」低減のために、その原料となる醸造工程中に酵母によって生成される尿素成分を低減させる必要があります。当センターでは、これらの課題を解決するために「抗酸化能に優れた乳酸菌」と「尿素低産生の酵母」を開発しました（図1）。

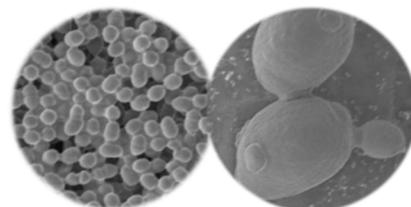


図1 開発した清酒用微生物（左：乳酸菌、右：酵母）

開発した2つの微生物の普及のために「輸出向け清酒研究会」を発足させ、会員同士による情報交換会、セミナー、および試験醸造実習を行いました。

【研究会の内容】

研究会は令和5年度～令和6年度の2年間で実施する計画です（図2）。令和5年度は以下の3つの目的で活動しました（表1）。

- ① 清酒の輸出について、各企業が抱えている課題や体験について情報交換
- ② 技術的な課題を解決するための情報提供、ならびに当センターが保有する技術シーズの紹介（開発した乳酸菌と酵母の紹介）
- ③ 海外輸出のための販路拡大方法や諸手続きに関する情報提供

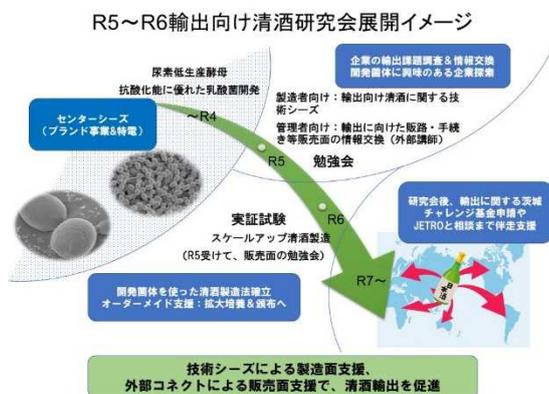


図2 「輸出向け清酒研究会」実施計画

表1 令和5年度 研究会の実施内容

開催日	内容
第1回 (7/21)	清酒の輸出および清酒製造に関する情報交換
第2回 (8/25)	輸出に向けた製造技術に関する勉強会
第3回 (9/22)	輸出に向けた当センターのシーズに関する勉強会
第4回 (11/17)	輸出に向けた販売に関する勉強会

【成果・将来の展望】

令和5年度は、県内の酒造会社16社が研究会に参加して活動を行いました。近年の清酒輸出への企業の関心の高さが伺えました。

令和6年度の夏季には、研究会参加企業と当センターの醸造設備を活用した試験醸造に取り組みます。冬季には、そこで得られた醸造データや知見を活用して、各企業での実地醸造を行っていく計画です。

茨城県の清酒が海外でも高く評価されるよう、活動を続けていきます。



【研究の概要】

日本鏡板工業（株）では、プレス加工という、材料を金型に押し付けて加工する手法により鏡板の製造を行っています（図1）。この製造法では、一度の押し付け（ワンプレス）でムラなく均一に加工することや、金型形状の最適化を効率的に行うことが生産性の向上に繋がります。当センターは、本企業と共同研究を実施し、コンピュータを使用した金型形状の物理現象シミュレーション（CAE）解析を含め、生産性向上のための計算・実験・検証を行いました。その結果、金型形状の評価における CAE 解析の有用性を確認しました。



図1 鏡板とは…

【研究内容】

<材料強度試験>

CAE 解析を行うためには、素材の強度データが必要です。実際に鏡板製造に使用する素材の強度データを取得することで、CAE 解析の精度を上げることができます。本研究の対象となる全ての素材の材料強度試験を実施しました（図2）。



図2 材料強度試験

<CAE 解析>

コンピュータ上で、様々な形状の金型を作成しました。これらの金型に対して、CAE 解析を実施し、加工の良し悪しや素材に与える負荷の大きさなどを評価しました。

<実験・検証>

CAE 解析結果の良かった条件で金型を製作して、実際にプレス加工を行い、生産性について検証しました。

【研究成果】

<材料強度試験>

鏡板製造に使用する素材の強度データを取得し、CAE 解析に供しました。

<CAE 解析>

金型のわずかな形状の違いが、加工結果の良し悪しに影響する場合があります。が分かりました（図3）。素材に加わる力（応力）にばらつきが少ないことが、良い加工結果に繋がることが判明しました。

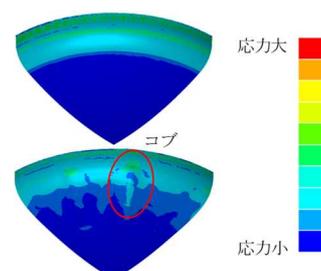


図3 CAE 解析結果
上：良い例 下：悪い例

<実験・検証>

CAE 解析結果の良かった金型を実際に製作しました。製作した金型と材料強度試験に供した素材を組み合わせ、プレス加工を実施したところ、概ね CAE 解析の結果と一致することが確認できました（図4）。



図4 実験で製作した鏡板

【将来の展望】

CAE 解析により、加工に適した金型形状を決定できることが分かりました。これにより、実際に金型を作成して試行錯誤するよりも、短時間・低コスト化を実現できます。

この解析技術を様々な製品に展開することで、開発期間の短縮やコスト削減に貢献することが期待されます。

【研究の概要】

(株)折橋製作所では、銅合金と鋼とのクラッド材*を自社で製造しており、それを滑り軸受け(図1)と呼ばれる製品に加工し、様々なメーカーに提供しています。クラッド材は、銅合金粉末を鋼板上に積み重ね、焼結**および圧延のプロセスを経て製造されます。当センターでは、クラッド材の断面の拡大観察および密着性評価と、焼結炉内の温度分布をシミュレーション(熱流体解析)により評価することで、密着性に及ぼす要因を検討しました。

* クラッド材：2種類以上の異なる金属を貼り合わせた材料。

** 焼結：粉末を溶けない温度で加熱し緻密化すること。

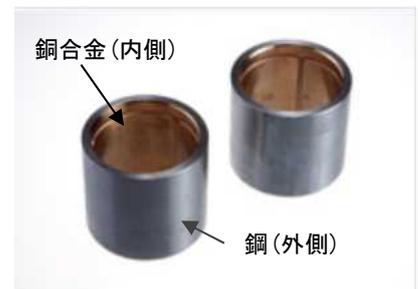


図1 滑り軸受け(製品例)

【研究内容】

<銅合金/鋼クラッド材の断面の拡大観察・評価>

顕微鏡を用いてクラッド材の断面拡大観察を行いました(図2)。この観察結果から、銅合金層に多数の小さな隙間(黒点部)があることがわかりました。この隙間の割合を画像解析により算出し、クラッド材の密着性との関係性を調べました。



図2 クラッド材の断面拡大観察

<シミュレーション(熱流体解析)による炉内温度の可視化>

銅合金層は、焼結炉で銅合金粉末を焼結して形成します。焼結において、炉の温度は非常に重要です。(株)折橋製作所では、製品の上側から加熱する炉と、上下両方向から加熱する炉の2種類を所有しています。これらの炉で内部温度分布にどのような違いがあるかを調べるために、焼結炉の三次元モデル(図3)を作成し、熱流体解析を行いました。



図3 炉の三次元モデル模式図

【研究成果】

銅合金/鋼クラッド材において、銅合金層の隙間が少なく緻密になっているものは、密着性が高い傾向を示すことが確認されました。

炉内温度分布のシミュレーション(熱流体解析)により、熱源の位置が異なる場合、炉内温度分布に違いが生じ、特に、加熱対象物付近における温度の違いが大きいことを確認出来ました。

今後は、これらの結果を基に、製造プロセスの改善を進めます。

【将来の展望】

本研究の結果を基に、製造条件の見直しを行い、主力製品である滑り軸受け用の銅合金/鋼クラッド材の品質の安定化を図ります。また、製造条件の最適化は、品質向上にも繋がると期待されます。本研究成果を、同様の製造工程を経る他のクラッド材加工にも展開し、品質の向上・安定化に貢献することを目指します。

新規清酒用麹菌の醸造特性に関する研究

産業技術イノベーションセンター

【研究の概要】

県内に生産拠点を持つ種麹メーカー、日本醸造工業（株）と共同研究を行いました。メーカーが現在開発中の新規吟醸酒用麹菌（開発株）を使用して清酒の発酵試験を行い、発酵試験中の各種データ、ならびに製造された清酒の成分分析により、麹菌の醸造特性を詳しく調査しました。



【研究の内容】

開発株を含めた3種類の吟醸酒用麹菌を用いた清酒の発酵試験と成分分析を行いました。すべての発酵試験において、原料米は酒米の王様とも言われている「山田錦」、酵母は全国的にも吟醸酒用酵母として高い使用実績のある「M310」酵母を使用しました。

発酵温度は10℃でスタートし、0.5℃/日ずつ上昇させ、12℃に達した以降は一定の温度としました。発酵がほぼ終了した28日目に遠心分離による上槽を行い、製造された清酒を各種分析に供しました。そのうち、香気成分の分析結果を以下に示します（表1）。

表1 香気成分分析結果

分析項目	開発株	比較A	比較B
カブロン酸エチル (ppm)	5.5 ± 0.2	4.8 ± 0.3	4.6 ± 0.1
イソアミルアルコール (ppm)	121.7 ± 4.4	133.9 ± 8.0	129.9 ± 5.4
酢酸エチル (ppm)	77.8 ± 6.9	84.5 ± 5.0	84.6 ± 2.6

【研究成果】

香気成分の分析の結果、麹に開発株を使用すると吟醸酒に必須とされる「カブロン酸エチル」という青リンゴ様のフルーティーな香り成分が多く生成されることが分かりました。逆に「イソアミルアルコール」や「酢酸エチル」といった、過剰に生成されすぎると品質不良と判断されてしまう成分は減少することが明らかになりました。香り以外にも、清酒もろみ*の流動性が向上し、仕込み期間中における酵母の発酵活動が強く維持され続けることも明らかになるなど、吟醸酒の製造にとって好ましい性質が確認されました。

*もろみ：酒や醤油、味噌などの醸造工程において発酵途中の液体を言います。麹や清酒酵母、蒸米、水などが混じった、いわば「清酒になる前段階」の状態です。

GOOD!



【将来の展望】

今後は県内の清酒メーカーに対して、新規吟醸酒用麹菌のさらなる普及活動を行っていきます。また、各種の鑑評会、品評会でも入賞できるように、醸造特性のデータを更に蓄積していく予定です。



【研究の概要】

宇宙産業における衛星製造分野の世界市場は、2021年度の売上高が137億ドルに上り¹⁾、今後も市場規模の拡大が予想されます。大塚セラミックス(株)は、宇宙産業への新規参入を目指して、衛星の電気推進装置のプラズマ発生(図1)に使われるセラミック²⁾部品の開発を開始しました。当センターは、大塚セラミックス(株)と共同研究を実施し、セラミック部品の焼結³⁾方法に関する研究を行いました。

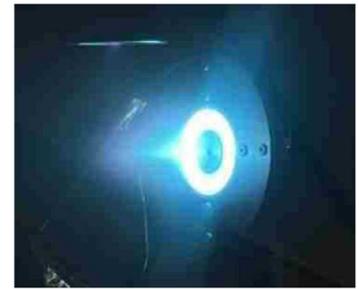


図1 衛星の電気推進装置のプラズマ発生の様子

- 1) 上野信一、世界の宇宙産業動向(2021年版)、日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」、9月号、38-46、2022
- 2) 窓ガラス、セメント、陶磁器などの製品やその材料の総称
- 3) セラミックの原料粉末を焼き固めること

【研究内容】

<原料粉末の焼結方法の提案>

セラミック部品を製造するためには、焼き固めにくい原料粉末を焼結させる必要があります。粉碎機による原料粉末の微細化と放電プラズマ焼結装置による電流を利用した焼結を組み合わせた焼結方法を提案しました。

<試作品の評価>

製造条件を変化させて焼結させた試作品の焼結状態を評価し、適切な製造条件を検討しました。

【研究成果】

製造条件の検討を実施した結果、焼結しにくいセラミック原料粉末を直径10mm×高さ6mm程度の円柱型に焼結させることができました(図2)。粉碎工程により原料粉末の粒子サイズは元のサイズの約1/10まで微細化されました。試作品表面の拡大観察像から微細化された原料粉末が放電プラズマ焼結で焼き固まった様子が確認されました(図3)。

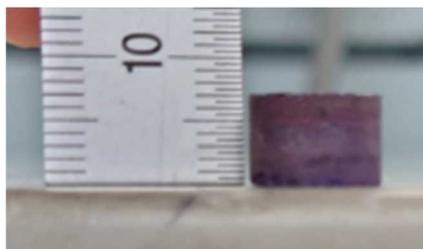


図2 試作品の外観

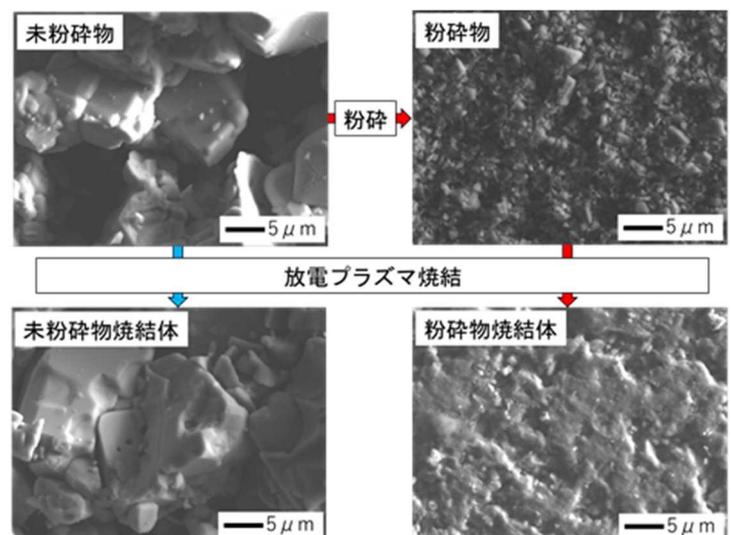


図3 試作品の拡大観察像

【将来の展望】

衛星の電気推進装置のプラズマ発生に使われるセラミック部品は円筒型であることが多いため、セラミック原料粉末の円筒型への成形・焼結技術を開発し、衛星部品として実用化を目指します。

超小型衛星用姿勢制御モジュールの開発

産業技術イノベーションセンター

【研究の概要】

当センターではこれまで、超小型衛星の機能向上を目的に、要素技術の研究開発を進めてきました。姿勢制御技術については、1U サイズ（10cm×10cm×10cm）の筐体^{きょうたい}に搭載可能な姿勢制御用アクチュエータ（リアクションホイール）を開発し、姿勢制御モジュールを試作しました（図1）。

しかし、これまでに試作した姿勢制御モジュールには外部から電源を供給する必要がありました。本研究では、電源を含めて1Uサイズの姿勢制御モジュールを開発し、その動作を検証するためのシステムを考案しました。



図1 超小型衛星用姿勢制御モジュールの外観

【研究内容】

＜姿勢制御モジュールの開発＞

試作した姿勢制御モジュールに供給していた電源の仕様を基に、モジュールへ搭載可能なバッテリーを選定し、動作確認を行いました。

姿勢制御モジュールの筐体^{きょうたい}内にバッテリーを搭載するため、各種基板の大きさと配置を改良しました。

＜動作検証システムの開発＞

リアクションホイールによる姿勢制御モジュールの動作を検証する手法を検討し、システムを開発しました。

【研究成果】

＜姿勢制御モジュールの開発＞

姿勢制御モジュールへ搭載可能な電池を調査したところ、リチウムポリマーバッテリーとリチウムイオンバッテリーで仕様を満たすものがありました。本研究では、より小型であったリチウムポリマーバッテリーを採用しました。姿勢制御モジュールの筐体^{きょうたい}内にバッテリーを搭載するため、各種基板を改良した結果、基板から構成されるユニットの体積を約30%削減することができました（図2）。そして、ユニットの小型化及び構成部品の再配置により、空いたスペースにバッテリーを配置しました。

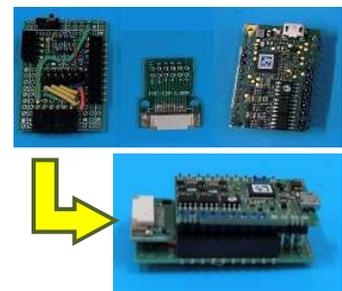


図2 改良した構成基板（上）及びユニット（下）

＜動作検証システムの開発＞

無重力環境を模擬した状況で姿勢制御モジュールの動作を評価するため、エアベアリングを用いて、姿勢制御モジュール全体を空気圧で浮かせ、水平方向を無負荷で回転できるシステムを開発しました（図3）。これにより、リアクションホイールによる姿勢制御モジュールの回転動作を検証できるようになりました。

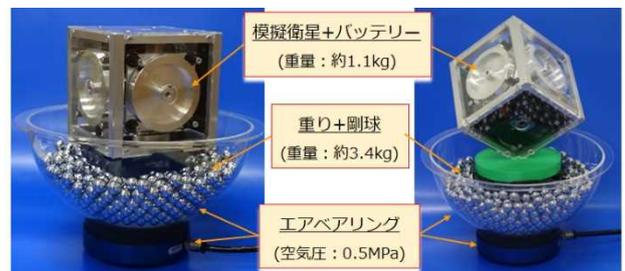


図3 動作検証システム

【将来の展望】

姿勢制御モジュールには制御プログラムの改良や低消費電力化等の課題があるため、今後、県内企業等と連携を図り、課題解決さらには姿勢制御技術の実用化を目指します。

笠間長石のブランディング研究会

産業技術イノベーションセンター笠間陶芸大学校

【研究会の概要】

笠間焼協同組合と当センターとの共同研究（令和3年度）により、陶磁器原料「笠間長石（かさまちょうせき）」（稲田石の微粉末）の販売開始（令和4年度）につながりました。長石は陶磁器の表面を覆うガラス質の被膜である釉薬（ゆうやく・うわぐすり）の主原料として使われます。本研究会は、笠間焼の地元で産出される新しく重要な原料「笠間長石」を幅広く活用し、ブランディングを図ることを目標に令和5年度に設立されました。

【研究会の内容】

令和5年度は、笠間焼作家に笠間長石の活用を促し、本原料を使用した新商品開発・展開、並びにユーザーやファンを増やす方法の検討を目的とした会員（笠間焼作家）間のディスカッションを行いました（図1）。また、商品のPRや情報発信に不可欠な写真撮影技術の講義・実習や、笠間長石を生産する現場の見学も行いました。

表1 令和5年度 研究会の実施内容

開催日	主な内容
第1回（6/30）	笠間長石に対する意見交換・ディスカッション
第2回（7/21）	魅力的な写真撮影のコツ（講義と実習）（図2）
第3回（9/28）	ブランディングを意識した展示販売についてのディスカッション
第4回（11/15）	料理を盛った器の写真撮影のコツ（講義と実習）
見学会（11/22）	笠間長石生産現場の見学会（図3）
第5回（11/30）	来年度の目標「県外展示販売」についてのディスカッション



図1 ディスカッション風景



図2 写真撮影の実習



図3 笠間長石生産現場見学

【研究会の成果】

ディスカッションでは、「笠間長石のブランディング」から発展し、「笠間焼産地の特徴や課題」、「笠間焼作品の多様性や、それを支える笠間焼作家たちの個性」などに関しても活発な意見交換が行われました。これらの議論をとおして、地元原料である笠間長石を用いた商品開発や、それを利用した笠間焼産地のPRの重要性などに関して会員間で共通認識を持つことができたうえに、ブランディングツールとするリーフレットの作成など、笠間焼産地・笠間長石のブランディングに重要なアイデア・キーワードを導き出すことができました。

【将来の展望】

今後も本研究会を通じて、会員間のディスカッションを促し、笠間長石のブランディングや笠間焼の更なるファン獲得など、笠間焼産地の発展につながるよう支援を継続していきます。なお令和7年2月に、研究会会員が主体となり、笠間長石をテーマとしたグループ展を東京都内で開催予定です。

茨城県中性子ビームラインによる中性子を利用した構造解析

AYA' S LABORATORY 量子ビーム研究センター

【茨城県中性子ビームラインの概要】

東海村にある大強度陽子加速器施設（J-PARC）は、原子・分子の構造観察から宇宙の始まりの謎を解く研究まで、多種多様な実験を推進している最先端の研究施設です。この J-PARC の内の施設の一つである物質・生命科学実験施設（MLF）では、中性子を使った幅広い研究が行われ、茨城県では、MLF 内に電池や鉄鋼材料等の構造解析を行う iMATERIA とタンパク質等の構造解析を行う iBIX という 2 本のビームラインを設置して研究を行っています。ビームラインは、例えるなら大きな顕微鏡であり、対象物の内側を見ることに適しています。

○iMATERIA の研究対象分野

- ・ 社会インフラ分野…鉄等の金属材料
- ・ 生活分野…プラスチックや毛髪等
- ・ エネルギー分野…電池材料等

○iBIX の研究対象分野

- ・ タンパク質分野…酵素等のタンパク質
- ・ 材料分野…衣料品等に使用される高分子繊維等

【中性子でできること】

軽元素や原子番号が近い元素の識別が得意



図 1 リチウムイオン電池の結晶構造解析例

中性子は透過力が高い

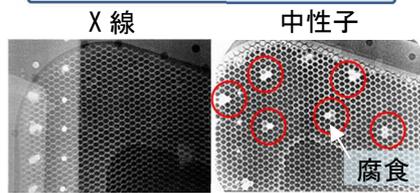


図 2 金属材料の透視画像

様々な測定環境で測定可能

- ・ 対象物の動的試験
- ・ 高温、低温条件下での測定

【研究内容と成果】

○電気自動車普及を目指し、より多くの電気を蓄えると共に、大きな出力を可能とする電池材料の特性を解明すべく、中性子構造解析を行いました。

・ iMATERIA で電池材料の構造を明らかにし、導電経路の可視化に貢献しました（図 3）。

・ さらに、温度条件を変えて測定を行い、新開発の全固体電池が、低温（-30℃）から高温（100℃）まで、一般的なリチウムイオン電池等と比較してはるかに優れた出力とエネルギー特性を持つことが分かりました。

・ 材料等の構造を理解することで、新たな材料等の開発への展開が期待できます。



材料構造解析装置
BL20: iMATERIA

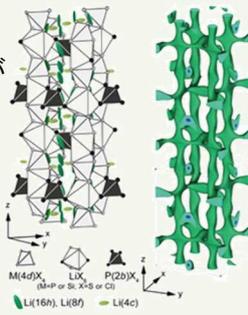


図 3 電池材料の構造

○骨粗しょう症の薬剤が、標的となる疾病に関わるタンパク質に対し、どのように作用するか解明すべく中性子結晶構造解析を行いました。

・ 骨粗しょう症の薬剤（負電荷）が標的となるタンパク質（正電荷）の水素や、周辺に存在する水分子の水素と結合し、薬剤としての作用を発揮することが分かりました（図 4）。

・ これは、薬剤の構造において、水素と親和性の高い部分が豊富なほど、標的となるタンパク質の阻害剤として効率が良いことを示唆しており、副作用の少ない薬剤など、今後の新薬の開発への展開が期待できます。



生命物質構造解析装置
BL03: iBIX

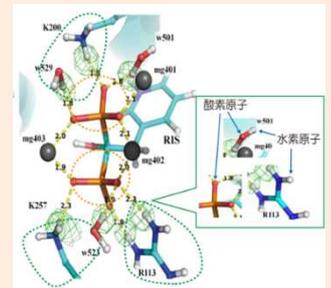


図 4 薬剤とタンパク質の結合状態

【将来の展望】

研究機関や企業の研究ニーズに合わせた測定環境を整備し、産業利用を牽引する先導的な研究を推進することで、電気自動車の電池開発など、私たちの生活に資する研究成果の創出に貢献して参ります。

茨城県中性子ビームラインで行っている研究成果等の最新情報を HP に掲載しております。ぜひご覧ください！

茨城県 中性子



【研究の概要】

本県は全国6位の産出額を誇る養豚が盛んな県であり、その多くは霞ヶ浦流域で飼養されています。同流域では「茨城県霞ヶ浦水質保全条例」により厳しい河川排水基準が定められており、畜舎排水の公共水域への放流が難しい状況にあります。放流が困難な地域の一部では、浄化処理した畜舎排水を土壌表面から蒸発させる蒸発散処理が利用されていますが、導入コストが高額であるため、設置と管理が容易な新たな蒸発散処理技術の開発が求められています。そこで本研究では、ビニールハウス（以下、ハウス）を利用して、畜舎排水を低コストかつ効率的に蒸発散処理する技術を検討しました。

【研究内容】

① ハウスの効率的な利用条件の検討

ハウス内外における、天候の影響（晴天時、雨天時）およびハウス内での送風効果による影響を検討するため、蒸発散量を比較しました。

② 実規模での蒸発散処理能力の調査およびコスト試算

実規模のハウス（3間×8間、蒸発散面積約58㎡）を設置し、ハウス底面に多孔質資材である石炭燃焼灰（以下、クリンカアッシュ）を敷き詰め、蒸発散能力の調査と設置費を試算しました（図1）。



図1 実規模試験での散水状況

【研究成果】

① ハウスの効率的な利用条件の検討

雨天時においてハウス内はハウス外と比べ蒸発散量が高く、ハウス設置により年間の蒸発散量は約1.7倍に増加することが試算されました（図2）。また、ハウス内で送風を行うことで、蒸発散量が最も少ない冬季においても、送風なしに比べ47%高まることがわかりました。

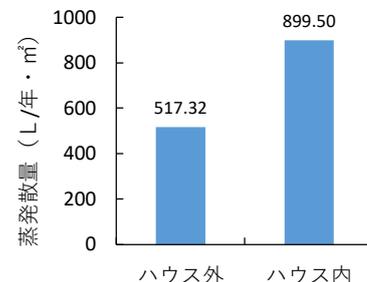


図2 ハウス内外の年間蒸発散量

② 実規模での蒸発散処理能力の調査およびコスト試算

実規模試験における年間蒸発散量は、蒸発散面積約58㎡のハウスで48,394Lと試算されました。これは1日あたり約133Lの畜舎排水の処理が可能であり、肥育豚約8.8頭が排出する畜舎排水量に相当します。本研究では、ハウスとクリンカアッシュの他に、地下浸透防止のための防水シートや散水用ポンプ、塩ビ管等を使って蒸発散処理施設を設置しましたが、設置コストは約120万円と試算されました※（表1）。

（※）一般的な蒸発散処理施設の設置コストが約5万円/㎡に対し、ハウスを利用した施設では約2万円/㎡に抑えられる。

表1 使用した資材および参考価格

蒸発散処理施設試算			
品名(仕様)	数量	単位	金額(円)備考
ビニールハウス(3間×8間)	1	式	567,924 設置費込み
ハウス用換気扇(100V)	1	台	38,500
クリンカアッシュ(12t)	1	式	115,500
木枠(90mm×90mm×3000mm)	12	本	12,000
防草シート(2m×30m)	2	巻	63,800
防水シート(6.5m×15m)	1	枚	95,700
水中ポンプ(100V)	1	台	48,180
陸上ポンプ(100V)	1	台	58,300
ローリータンク	1	個	130,000
塩ビパイプ(送水用)	1	式	50,000
塩ビパイプ(散水用)	1	式	16,874
その他(接着剤、シールテープ等)	1	式	2,000
計			1,198,778

【将来の展望】

本成果については、飼養規模の拡大等により、畜舎排水処理施設の追加整備が必要となる農家に対し、情報提供を行います。

なお、活用にあたっては、飼養規模により設置コストが異なることから、導入を希望する農家の現状に合わせたコスト試算や施設設計を支援していきます。

【研究の概要】

茨城県では銘柄畜産物である「常陸牛」の品質向上のため、受精卵移植を利用した肉質に優れた黒毛和牛の増頭に取り組んでいます。そのため県内では、黒毛和種受精卵の需要が増加していますが、個体ごとの受精卵生産成績の差が大きく、安定した生産が難しいという課題があります。一方で、ヒトの不妊治療においては、体内の卵子数を推測する指標として血中抗ミューラー管ホルモン濃度（以下、AMH 値）が活用されています。そこで、黒毛和種受精卵を効率的に生産するため、本研究では受精卵生産能力の高い牛（供卵牛）を選抜し、AMH 値と受精卵生産成績の関連性について調査しました。

【研究内容】

① 育成期における AMH 値を指標とした供卵牛早期選抜方法の検討

育成期における AMH 値と、成牛時の受精卵生産成績との関連性を調査し、育成期における AMH 値が供卵牛の早期選抜指標に資するか調査しました（図 1）。

② AMH 値と牛の受精卵生産能力の関連性の検討

成牛から受精卵を回収する（採卵）時に採血し、AMH 値を測定しました。測定した AMH 値と受精卵生産成績との関連を調査しました（図 1）。

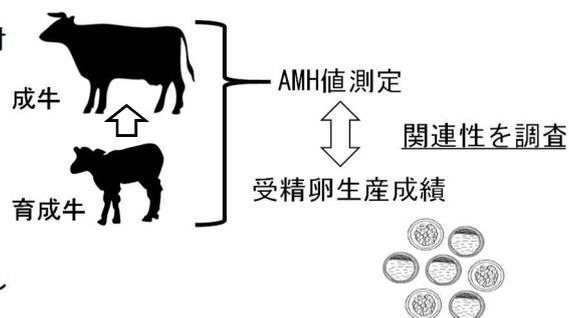


図 1. 研究概要図

【研究成果】

① 育成期における AMH 値を指標とした供卵牛早期選抜方法の検討

育成期の複数の時点において AMH 値を測定したところ、12-13 か月齢における AMH 値と初回受精卵生産成績（回収胚数、正常胚数）に正の相関が確認されました（図 2）。

② AMH 値と牛の受精卵生産能力の関連性の検討

成牛の採卵時に AMH 値を測定したところ、AMH 値と回収胚数、正常胚数の間に正の相関が確認されました（図 3）。

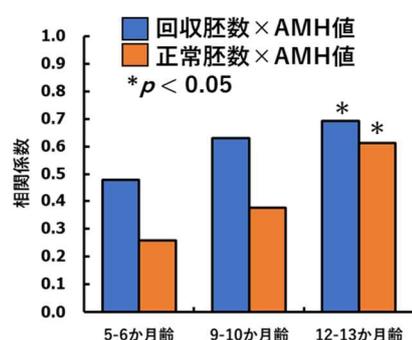


図 2. 育成期における AMH 値と受精卵生産成績の関連性

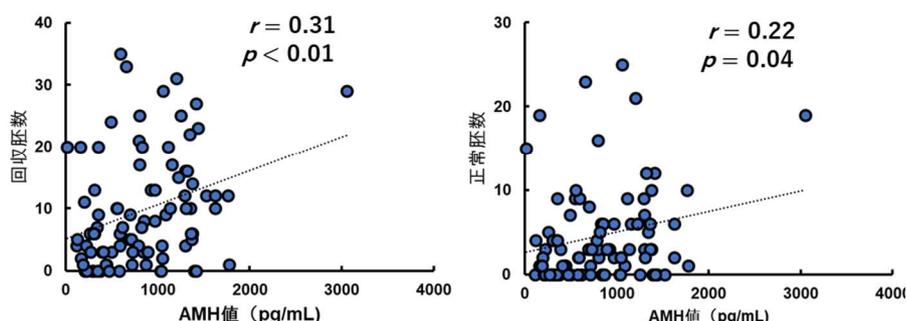


図 3. 成牛の AMH 値と受精卵生産成績の関連性

【将来の展望】

育成期（12-13 か月齢）における AMH 値の測定は、供卵牛の早期選抜方法の 1 つとして有効である可能性が示され、成牛の受精卵生産成績の予測指標としての活用が期待されます。

本試験の成果については、畜産センターでの高能力繁殖雌牛群の整備に活用するとともに、農家等に広く周知します。



採卵の様子

【研究の概要】

現在、肉用牛の繁殖経営は戸数・飼養頭数ともに減少傾向にありますが、このような中においても生産基盤強化を図るためには、効率的に子牛を生産する技術の普及が求められています。

本試験では、母牛の分娩期間の短縮が見込まれる早期母子分離、子牛の人工哺乳期間短縮に着目し、子牛の発育や第一胃性状への影響、母牛の繁殖性への影響等について検証しました。

【研究内容】

① 子牛の発育等に及ぼす影響

90日齢まで自然哺乳した区（対照区）と、出生後3日で母子分離して45～60日齢まで人工哺乳した区（試験区）を設置し、飼料摂取量、子牛の発育値（体高、体重、1日増体量^{※1}）、第一胃性状（VFA^{※2}・pH・プロトゾア数^{※3}等）、血液性状等について調査しました。



子牛 人工哺乳の様子

② 母牛の繁殖成績に及ぼす影響

母子分離後の母牛の子宮回復状況、初回発情までの日数、分娩間隔等について調査しました。

③ 母子分離時の子牛・母牛の咆哮状況の調査、経済効果の検証等を行いました。

※1 1日増体量：1日当たりの体重増加量で、家畜の発育の進み具合を示す指標。

※2 VFA：揮発性脂肪酸（酢酸、プロピオン酸、酪酸等）。VFAが第一胃壁より血中に吸収されエネルギー源となる。

※3 プロトゾア：牛の第一胃内に生息する微生物（原虫）のひとつ。牛が食べた飼料はこれらの微生物の働きによって分解される。

【研究成果】

① 対照区と試験区において飼料摂取量、発育値（図1）や第一胃性状に大きな差はなく、血液性状を含めた健康状態の異常も認められませんでした。また、人工哺乳期間45日間と60日間の違いによる影響も認められなかったことから、哺乳期間は45日でも問題ないことが示されました。

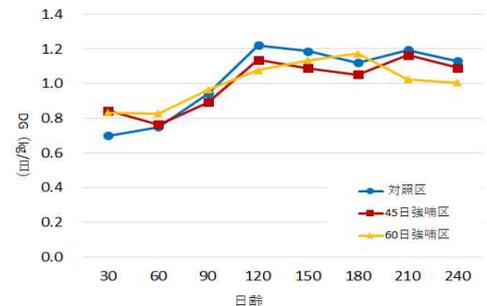
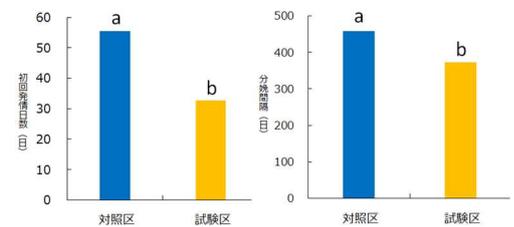


図1 子牛の1日増体量

② 早期母子分離した母牛で子宮回復および初回発情の早期化（図2）、分娩間隔が短縮する（図3）等、繁殖成績が向上しました。



異符号間に有意差あり (p<0.05)

図2 初回発情日数

図3 分娩間隔

③ 母子分離時の咆哮の状況については、早期母子分離した母牛と子牛で咆哮回数が減少しました。

また、本試験における経済効果を試算したところ、早期母子分離・人工哺乳により、子牛の飼料費、労務費等は増加するものの、分娩間隔の短縮（87日短縮）により、子牛販売収入の増加効果（97,603円）および生産費の削減効果（61,568円）が見込まれました。

【将来の展望】

早期母子分離・人工哺乳については、生産コスト低減対策および効率的な子牛の増頭につながる飼養技術として期待されます。

本試験での結果を踏まえ、早期母子分離を活用した子牛生産技術の体系化マニュアルを作成し、飼養管理手法のひとつの選択肢となるよう広く情報提供を行います。

小型容器を用いたレンコンの簡易形状評価法の開発

農業総合センター生物工学研究所

【研究の概要】

茨城県は日本一のレンコン産地であり、霞ヶ浦周辺の水田で広く栽培されています。これまで、各地域に適した品種は主に生産者自らが選抜・育種してきましたが、形状の優れた系統を選抜するためには広い水田と大きな労力を要することが課題となっていました（図1）。

そこで、小型容器を用いて簡易に形状を評価する方法を開発しました。



図1 現地水田での栽培の様子

【研究内容】

- 1) 簡便かつ正確に形状を評価する方法を確立するため、様々な系統のレンコンを写真撮影し、画像解析を行いました。この結果を用いて形状の特徴を表す要素を明らかにする主成分分析を行い、形状評価指標を作成しました。
- 2) 形状の異なる4系統のレンコン（短節間1系統、中節間2系統、長節間1系統）を21Lと105Lの小型容器で栽培し（図2）、形状評価指標値を算出しました。この指標値を水田で栽培したレンコンの値と比較し、小型容器で栽培したレンコンの形状が水田のものと同等に評価できるか検証しました。



図2 丸形小型容器での栽培の様子

【研究成果】

- 1) 23系統のレンコンについて画像解析・主成分分析を行った結果、第2節間の最大直径/節間長比（以下、根茎肥大指数とする）（図3）が形状評価指標となることを明らかにしました。この計測はノギスで行いますが、第2節間を写真撮影し、画像解析ソフトを用いて自動計測することで、多数の個体を一度に正確に評価できます。
- 2) 小型の丸形容器で栽培したレンコンの根茎肥大指数は、特に105L容器を用いた場合において、水田で栽培したレンコンと同等の値を示したことから、簡易形状評価に活用できることを明らかにしました（図4）。小型容器を用いることで、少ないスペースで多くの系統のレンコンを栽培でき、根茎肥大指数を算出して簡易に形状評価を行えます。

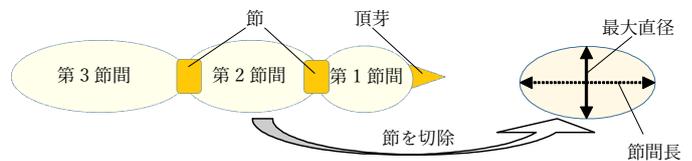


図3 根茎肥大指数の算出にむけた計測部位。

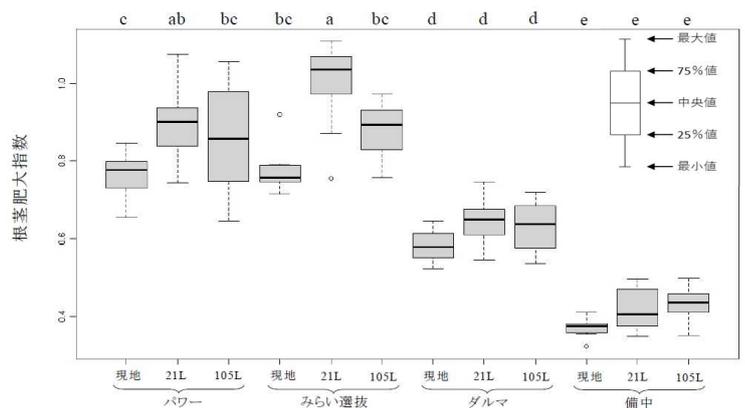


図4 現地栽培及び小型容器栽培における根茎肥大指数
短節間系統：パワー、みらい選抜、中節間系統：ダルマ、長節間系統：備中
異なる小文字アルファベット間で5%水準の有意差があることを示す。

【将来の展望】

今回開発した技術を用いることで、レンコンの「生産者育種」を後押しすることができ、日本一のレンコン産地の安定と発展に寄与できます。

病虫害抵抗性、難裂皮性を有した納豆向け大豆系統の育成

農業総合センター生物工学研究所

【研究の概要】

本県における納豆向け大豆の主力品種「納豆小粒」は、食味が優れることから県内外の納豆加工業者に長年使用されていますが、収量や品質の低下を引き起こす害虫であるダイズシストセンチュウ(SCN)に弱く、また、納豆加工時には、豆を煮た際に種皮が裂ける(蒸煮裂皮)頻度が高いことが問題となっています。そこで、本研究では、SCNに強く、蒸煮裂皮しにくい「納豆小粒」の育成に向けて、蒸煮裂皮に関する遺伝子領域を明らかにするとともに、蒸煮裂皮しにくい育種素材を育成しました。

【研究内容】

○蒸煮裂皮に関する遺伝子領域の解明

蒸煮裂皮の程度を評価する手法を開発し、それを用いて72品種の蒸煮裂皮の程度を明らかにしました。続いて蒸煮裂皮しやすい品種と、しにくい品種を交配した後代の集団について、DNAデータと蒸煮裂皮の程度を調査しQTL解析という手法を用いて、蒸煮裂皮に関する遺伝子領域を明らかにしました。



図1 蒸煮裂皮の例(矢印が裂皮部位)

○SCNに強く蒸煮裂皮しにくい育種素材の育成

生物工学研究所ではこれまでに納豆加工適性が「納豆小粒」に近くSCNに強い「ひたち4号」を育成しています。そこで、蒸煮裂皮しにくい品種と「ひたち4号」を交配し、両者の優れた点を併せ持つ育種素材を育成しました。

【研究成果】

○オートクレーブ(高圧蒸気滅菌器)を用いて蒸煮裂皮の程度を安定的に評価する手法を開発しました(表1、図2)。開発した手法を用いて分析した結果、「すずかれん」や「小粒選抜系」等は蒸煮裂皮しにくく、「納豆小粒」、「ひたち4号」等は蒸煮裂皮しやすいことが明らかになりました。そこで、「すずかれん」と「ひたち4号」の交配組合せに対してQTL解析を行い、蒸煮裂皮に関わる遺伝子領域を2カ所明らかにしました。

表1 蒸煮裂皮の評価手法

～蒸煮裂皮の評価手法～

- ①裂皮していない大豆子実を吸水
- ②吸水せず膨らまなかった豆を除外
- ③オートクレーブで蒸煮
- ④裂皮粒数を計数

○蒸煮裂皮しにくい「すずかれん」

および「小粒選抜系」と、SCNに強い「ひたち4号」を交配した後代から、有望な育種材料として「KRH65」と「SSH21」を選抜・育成しました(図3)。どちらも「ひたち4号」より蒸煮裂皮率が低く、SCNに強い特性を持ちます。

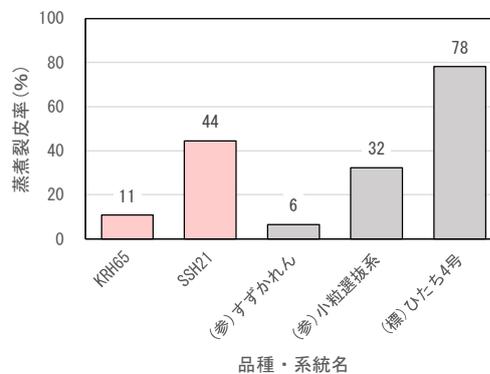


図3 育成した育種素材の蒸煮裂皮率



図2 吸水中の大豆(上図)と蒸煮の様子(下図)

【将来の展望】

蒸煮裂皮に関する遺伝子領域を明らかにするとともに、蒸煮裂皮しにくく、SCNに強い育種素材を育成しました。これらの成果を活用することで、栽培と納豆加工の双方に向く新品種の育成を効率的に進めていきます。

7月東京盆出荷向け黄色小ギク新品種候補「ひたち24号」の育成

農業総合センター 生物工学研究所、園芸研究所

【研究の概要】

小ギクは本県切り花の主力品目であり、県内の切り花品目における産出額は第1位、全国的にも栽培面積は第2位、出荷量は第4位（いずれも平成31年度）のシェアを占めています。主な用途は仏花用で、盆と彼岸に集中して需要が高まるため、生産現場からは茨城県の気候で物日出荷ができ、白さび病の発生が少ない品種の育成が要望されています。これを受け、7月の東京盆向け出荷の黄色小ギク「ひたち24号」を育成しました。

【研究内容】

平成29年に「常陸サマーライト」（7・8月向け黄色）の自然交雑から得られた実生より、平成30年に開花時期・花色・草丈・白さび病耐病性を基準に一次選抜しました。その後、平成31年度～令和5年度にかけて所内で栽培し、特性を調査しました。

また、生産者からは現地適応性、市場・流通関係者からは市場性について評価を得ました。

【研究成果】

- 花色は黄色です（図1）。通常の露地栽培での採花時期は7月上旬であり、7月の東京盆出荷に適します。
- 出荷規格（2L：80cm）を満たす切り花長を安定して確保できます（表1）。
- 葉色が濃くてツヤがあり、白さび病発生は極めて少ないです。
- 現地適応性試験において生産者からは、作りやすさ・病害虫や生理障害の少なさ・草姿が高く評価されました。また、市場・流通関係者からは花色・葉色・ボリューム感がとても良く、頂点咲きで花束加工しやすいと評価され、生産者・市場ともに総合評価が高い新品種候補です（図2）。



図1 「ひたち24号」の写真

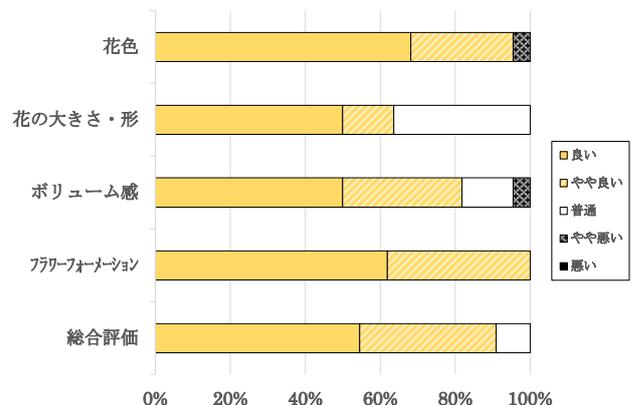


図2 市場性評価結果

表1 「ひたち24号」の特性

試験地	系統/品種名	定植日 (月/日)	採花ピーク (月/日)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	頂点咲き割合 (%)
笠間市	ひたち24号	3/29	7/7	99.0	80.6	100
	精こまき		6/23	84.8	76.7	40
石岡市	ひたち24号	4/11	7/4	98.4	58.0	100
	精はぎの		6/30	93.0	64.8	100
土浦市	ひたち24号	3/30	7/3	85.2	73.2	100
	夏ひかり		6/29	84.6	57.2	100
筑西市	ひたち24号	3/21	7/3	104.2	72.2	100
	常陸サマーライト		7/2	109.0	61.8	80
平均	ひたち24号	3/30	7/4	96.7	71.0	100

*全試験地でマルチ使用、各試験地の下段は現地の慣行栽培品種

【将来の展望】

- 市場関係者及び生産者からの評価が高いことから、主要な7月向け黄色品種の1つとして期待されます。
- 将来的には年間約5万本の出荷を見込んでいます。
- 物日出荷による単価向上や、白さび病の発生低減による収量増加等により、生産者所得の向上が見込まれます。

ウリ類で問題となる「ウリ類退緑黄化ウイルス (CCYV) 検出キット」の開発 ～ウイルス病検査にもう困らない！迅速診断キットが農家をサポート～

農業総合センター園芸研究所

【研究の概要】

メロンやキュウリなどのウリ類の栽培では、ウリ類退緑黄化ウイルス (CCYV) による退緑黄化病 (図1) が発生し、品質や収量の低下が問題となっています。本ウイルスは一度感染すると治癒せず、微小害虫であるタバココナジラミにより他の健全な植物に広がり大きな減収につながるため、早期に診断し対策を講じる必要があります。

しかし、発病初期は生理障害との区別が難しく、指導機関や農家などから退緑黄化病を診断する手法が求められていました。そこで、CCYV を生産現場で迅速に検出できる簡易な抗原検査キットを民間企業と共同で開発しました。



図1 CCYVによる退緑黄化病のキュウリ

【研究内容】

ウイルス検出の肝となる抗体を作製し、検出に適した検体のサンプリング部位や量、抽出法などを検討しました。共同研究先の民間企業が開発した抗原検査キットには、これらの研究成果を基に作成された、判定用のテストストリップと摩砕袋、スポイトが添付されています (図2)。

このキットを使い、CCYV が感染したウリ類で本ウイルスが正確に検出できるか調べました。



図2 (左) 開発した抗原検査キット (右) キットの中身

【研究成果】

このキットの使い方は簡単で、誰でもどこでも使うことができます。CCYV 感染の疑いのある植物体の葉を22大きさに切り取り (図3②)、摩砕袋に入れて摩砕します (③、④)。その摩砕液をスポイトでキット本体に滴下する (⑤) と、5分程度でラインが現れ、2本のラインが現れれば陽性、1本だと陰性と判断できます (⑥)。異なるウイルス (PRSV) のものではありませんが、キットの簡単な使用方法の動画は、以下の JA グループ茨城公式 YouTube チャンネルで視聴することができます。

(<https://www.youtube.com/watch?v=y8MYHMvTgMw>)

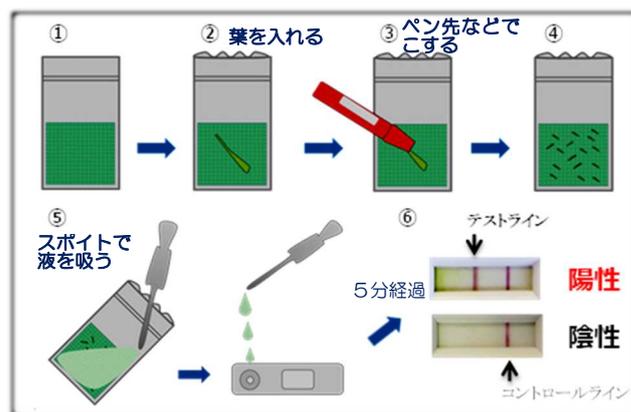


図3 キットの使用方法と判定

このキットは、メロン、キュウリ、スイカに適用でき、CCYV の検出が可能です。また、検出には、黄化症状を示す葉よりも、症状が進む前の軽い退緑症状を示す葉の方が適しています。一方、ウリ類に感染するその他のウイルス種 (CMV, ZYMV, WMV, PRSV, MYSV) には反応しません。

【将来の展望】

本検出キットを使用することで、生産現場での CCYV の早期診断が可能となり、発病株の抜き取りや媒介虫の防除などを速やかに行うことで本ウイルスのまん延を防止し、ウリ類の安定生産に寄与することができます。

高温耐性に優れた水稲品種「にじのきらめき」の高品質安定多収栽培方法

農業総合センター農業研究所

【研究の概要】

水稲栽培では、イネ縞葉枯病による減収や、夏季の高温によって米粒が白く濁るなどの玄米外観品質の低下が問題となっています。農研機構*が育成した水稲品種「にじのきらめき」は、イネ縞葉枯病抵抗性を持ち、高温耐性に優れた品種です。また、収穫量が多く、玄米外観品質も良く、粒が大きいという特徴があります。このため、本県における作付面積は今後も拡大が見込まれることから、「にじのきらめき」の収量・品質を安定的に確保するための栽培方法を明らかにしました。 ※国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

【研究内容】

「にじのきらめき」の収量・品質について、収穫量 660kg/10a、玄米粗タンパク含量 6.5%以下、千粒重 23.5g、検査等級 1等を目指して、本品種に適する移植時期、基肥窒素量を調査しました。

【研究成果】

1. 移植時期について、4月下旬及び5月中旬の場合、6月上旬よりも収穫量が1～2割多くなります(図1)。また、5月中旬の移植は検査等級が概ね1等であり、他の時期と比較して千粒重は重く、米粒が大きくなります。一方、4月下旬では検査等級が低下する傾向にあり、全移植時期の中で最も米粒が小さくなりました。これらのことから、5月中旬の移植が本品種に適しています。
2. 収穫量(精玄米量)が最大となる基肥窒素量は10kg/10aです(図2)。この施肥量は、「コシヒカリ」の慣行施肥量に対して1.6倍に相当します。この施肥量における玄米粗タンパク含量(味の良い米とするには目標値以下にすることが求められます)は6.4%であり、目標値を達成できると試算されます(図2)。基肥窒素量3～15kg/10aの範囲では、倒伏はほぼ見られません。
3. 「コシヒカリ」と飼料用米を各10ha作付けする20ha規模の水稲経営体において、「にじのきらめき」を導入する場合、その面積が3ha以上で経営体の所得が10%以上向上すると試算されます(表1)。

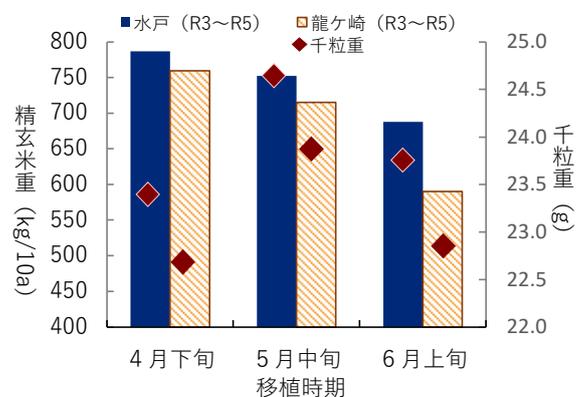


図1 移植時期の違いが「にじのきらめき」の収穫量に及ぼす影響 ※坪50株、基肥窒素9+追肥窒素3kg/10a、出穂前25日に追肥

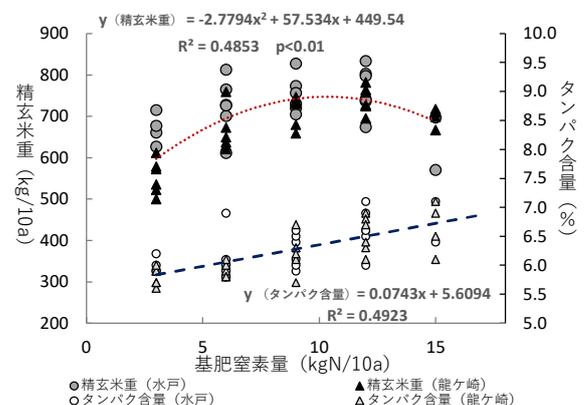


図2 基肥窒素量の違いが「にじのきらめき」の収量と玄米粗タンパク含量に及ぼす影響 ※R3～R5、坪50株、基肥窒素9+追肥窒素3kg/10a、出穂前25日に追肥

表1 20ha規模の水稲経営体における「にじのきらめき」の導入効果

用途	品種	導入前			導入後		
		面積 (ha)	収量 (kg/10a)	所得 (千円)	面積 (ha)	収量 (kg/10a)	所得 (千円)
主食用	コシヒカリ	10	510	3,022	7	510	2,116
主食用	にじのきらめき	0	710	0	3	710	1,641
飼料用	夢あおば	10	700	3,816	10	700	3,816
	合計	20	-	6,839	20	-	7,573

【将来の展望】

本品種の高品質安定多収栽培により、夏季の高温に対応した水稲栽培による経営の安定化が期待できます。

夏季高温年でも果皮着色に優れるリンゴ品種「シナノホッペ」

農業総合センター山間地帯特産指導所

【研究の概要】

本県の気候は他県のリンゴ主産地と比較して温暖な条件下にあり、夏季が高温の年には一部で果皮の着色不良や果実品質の低下等の発生が見られます。特に令和5年は、10月初旬から収穫する「陽光」や11月上中旬から収穫する「ふじ」でも夏季の異常高温が原因と思われる果実品質の低下が確認されました。当所では他県等の育成品種の中から、本県の気候条件下でも果実品質が優れるリンゴ品種として「シナノホッペ」を選定し、本県での栽培特性を明らかにしました。

「シナノホッペ」の特性

- 長野県育成品種。交配組み合わせは「あかね」×「ふじ」。
- 果実重は400g前後で「ふじ」よりやや大きく、形状は扁円形～扁円錐形（図1）。
- 果皮の着色は良好で、R5年の特異的な夏季高温年においても収穫期間を通して安定して着色しました。
- 糖度やミツ入り程度は「ふじ」と同等かそれ以上、併せて食感の評価が高く、食味は良好です（表1）。
- 収穫期間が40日程度と長く、収量はふじ着色系統「長ふ12」と同程度（表1、図2）。
- S遺伝子型は S_7S_7 で「ふじ」、「陽光」、「ぐんま名月」等と交雑可能です。



図1 シナノホッペの外観と切断面の写真

表1 「シナノホッペ」の生育及び果実特性

品種・系統 ¹⁾	台木	樹齢 (年)	果皮色	一果重 ²⁾ (g)	表面色 (1~6) ^{3) 4)}			糖度 ²⁾ (Brix%)	ミツ入り 程度 ²⁾ (0-4)	収穫期 ²⁾			収穫 期間 (日)	収量 (t/10a) ⁵⁾		
					R3 (17.7°C)	R4 (18.2°C)	R5 (19.0°C)			始	盛	終		R3	R4	R5
シナノホッペ	JM7	9	暗紅	397	5.9	5.7	6.0	14.8	2.4	10/16	10/29	11/25	41	1.8	2.4	2.9
陽光 (対照)	マルバ	42	赤	374	5.1	5.0	3.5	13.3	0.1	10/1	10/13	10/27	27	5.1	6.3	4.2
ふじ (対照)	マルバ	53	濃赤	367	5.4	4.6	3.3	14.1	1.7	11/10	11/21	11/29	20	5.4	4.2	3.0
長ふ12 (対照)	M9EMLA	9	-	-	-	-	-	-	-	11/15	11/18	11/18	-	2.0	2.8	2.9

1) 調査樹本数はシナノホッペ3本、陽光・ふじ・長ふ12 各1本 2) 3年間の平均を算出 3) 「ふじ」用表面色カラーチャートで判定

4) 下段()内は所内観測による8-11月の平均気温。平年値(直近10カ年)17.8°C

5) 1樹あたり収量と栽植密度から算出 栽植密度: シナノホッペ・長ふ12 100本/10a (4.0m×2.5m植え) 陽光・ふじ 18本/10a (7.5m×7.5m植え)

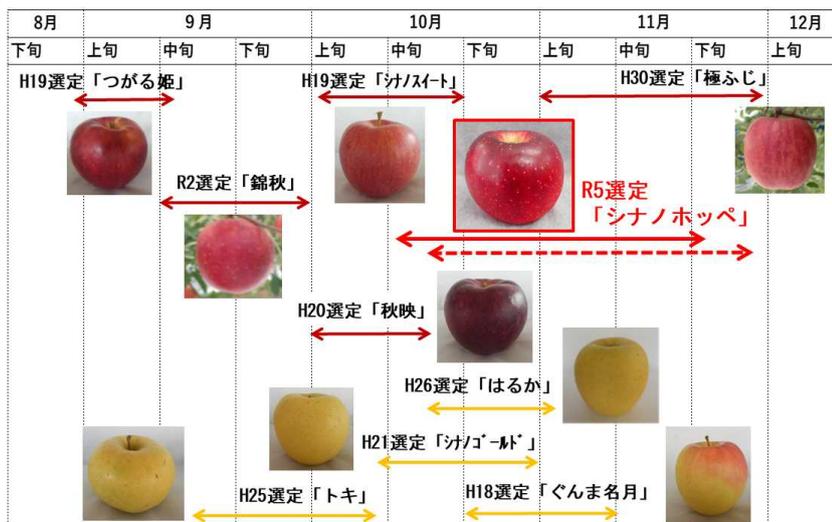


図2 「シナノホッペ」と当所で過去に選定した品種・系統の収穫期

矢印は「シナノホッペ」では実線がR5年、点線がR4年、その他の品種・系統では選定当時の収穫期間を示す

【将来の展望】

高温の影響と思われる収量・品質の低下が見られる品種を栽培する園地において「シナノホッペ」を導入することで、気候変動に適応した園地への転換が図られ、生産者の所得の安定化が期待されます。

センリョウ立枯れ症の原因病害の解明と簡易診断方法の確立

農業総合センター鹿島地帯特産指導所

【研究の概要】

センリョウはお正月の縁起物であり、安定した需要がある品目です。東京都中央卸売市場における茨城県産のシェアは48%（金額ベース）と全国第1位です（令和4年）。一方、近年、産地の一部では立枯れ症による生育不良が問題となっています。そこで、当所では、その原因を特定するとともに、現地や普及センターが実施できる簡易診断法について検討を行いました。その結果、立枯れ症の主要な原因は疫病であり、病徴観察と市販のイムノクロマトキット※を用いることで、迅速に診断・対処できることを明らかにしました。

※イムノクロマトキット……抗原抗体反応（新型コロナウイルスの検査キットと同じ原理）を利用した検査キット。



正月飾りとしての利用例

【研究内容】

○ センリョウ立枯れ症の原因の特定

立枯れ症の原因を明らかにするため、現地圃場から採集した立枯れ症株に感染している病原菌の種類を調査しました。

○ センリョウ疫病の特徴と簡易診断方法

誰でも簡易に診断できる方法を確立するために、現地圃場における立枯れ症株の特徴や発生時期を明らかにするとともに、市販されている疫病用のイムノクロマトキットの有効性を検証しました。



生育不良の立枯れ症状（矢印が被害株）

【研究成果】

○ センリョウ立枯れ症の原因菌

調査した立枯れ症株の6割以上から疫病菌が分離されました（図1）。これにより、立枯れ症の主要な原因は「センリョウ疫病」であることが明らかとなりました。

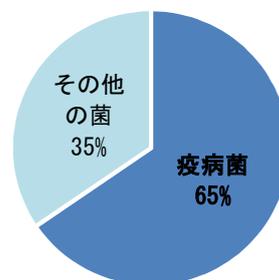


図1 センリョウ立枯れ症株に感染している病原菌の種類（調査株数 = 55株）

○ センリョウ疫病の特徴と簡易診断方法

センリョウ疫病の特徴は、「しおれる」こと、「株元（地際）や根が黒変する」ことで、3月頃から発生します。疫病の特徴を観察したうえで、株元部分からサンプルを採取し、市販されている疫病用のイムノクロマトキットを用いた検査により、10分程度で疫病を判別できたことから、その有効性を確認しました（図2）。

疫病菌は感染した株から周囲の株へ雨水を通じて伝染していくため、本成果を活用した被害株の早期発見・抜き取りは、疫病被害のまん延防止につながります。



図2 センリョウ疫病の簡易診断
疫病が疑われる株元の一部をキットで検査すると、10分ほどで陽性が陰性が判定できる。（矢印は陽性反応のバンド）

【将来の展望】

本成果を活用し、生産現場での迅速診断を行い、疫病被害のまん延を防止するとともに、今後は、疫病菌の雨水を通じた伝染防止と安定生産を両立できる雨よけ栽培の検討を行います。また、現在はセンリョウ疫病に対して登録のある農薬がないため、関係機関と連携しながら農薬の適用拡大に向けた試験を実施していく予定です。

【研究の概要】

林業技術センターでは、栽培が困難と言われているマツタケやホンシメジなどの菌根性きのこの人工栽培技術の研究を進めています。菌根性きのこを発生させるには、きのこの菌と植物の生きた根の共生が必要であり、当センターにおいては、きのこの菌糸をマツの根に共生させた苗木（以下、菌根苗）を作出することに成功していますが、菌糸を現地に定着させるには至っていません（図1）。

このため、①環境条件、②菌根苗の大きさ、③施肥の有無、の3つの条件を変えた菌根苗の野外植栽試験を行い、菌糸の現地定着状況を比較しました

その結果、①明るい林地に植栽すること、②菌根苗の大きさは大型容器で作出した大量の菌根を有する苗を植栽すること、③施肥はしないこと、により、菌糸の現地定着の可能性が高まることが明らかになりました。

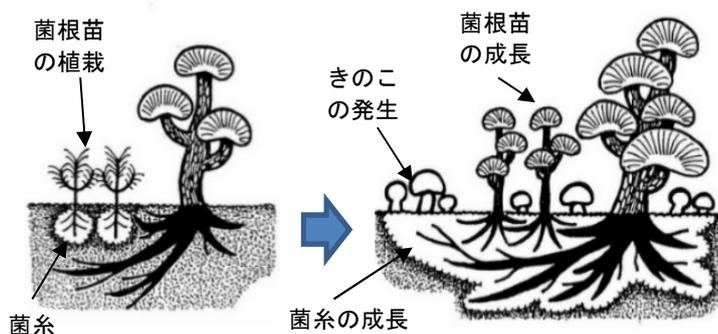


図1 菌根苗の成長と菌糸の定着

【研究内容】

- ① 2L 容器で作出したアカマツに2系統のホンシメジ (MK55, MK57) を共生させた菌根苗 (高さ 10cm 程度) を、アカマツ林 (常陸大宮市、相対照度 30~40%) の尾根筋及び西向き斜面、コナラ林 (那珂市、相対照度 5~10%) の平地に無施肥で植栽し、菌糸の現地定着状況を調査しました (図2)。
- ② ①のコナラ林に 25L 容器で作出した大型の菌根苗 (高さ 20cm 程度) を植栽し、菌糸の現地定着状況を調査しました。
- ③ ①のコナラ林に 2L 容器で作出し施肥を行った菌根苗を植栽し、菌糸の現地定着状況を調査しました。



図2 野外に植栽した菌根苗

【研究成果】

- ① 環境条件について、相対照度の高いアカマツ林では、尾根筋と斜面に植栽した菌根苗ともに半数以上で菌糸の生存が確認されたのに対し、相対照度の低いコナラ林では、菌糸の生存が確認されたのは1本のみでした (表1)。
- ②③ 菌根苗の大小、並びに、施肥の有無の比較について、25L 容器の菌根苗と施肥をしなかった菌根苗のそれぞれ1本で菌糸の生存が確認されました (表2、3)。

表1 環境条件の比較 (検出数/供試数)

植生	地形	MK55	MK57
アカマツ林	尾根	1/2	2/2
	斜面	1/2	1/2
コナラ林	平地	1/4	0/4

表2 異なる大きさの菌根苗の比較 (検出数/供試数) ※ともにコナラ林

容量	MK55	MK57
25L	1/2	0/2
2L	0/2	0/2

表3 施肥の有無による比較 (検出数/供試数) ※ともにコナラ林

施肥	MK55	MK57
なし	1/4	0/4
あり	0/4	0/4

【将来の展望】

今回の成果により、菌糸の現地定着には相対照度の高い林地に菌根苗を植栽することが有効であることが分かりました。また、菌根苗の大きさや施肥の有無については、大型容器で作出した苗を無施肥で植栽することが有効であると考えられました。今後、さらに研究を進め、人工栽培が難しい菌根性きのこの栽培方法を確立し、生産者等へ普及していきたいと考えています。

スギ特定苗木の生育特性に関する試験

林業技術センター

【研究の概要】

スギ特定苗木（以下、特定苗木）は、成長特性に優れたスギの種子から生産されたものであり、現在、本県で一般的に植栽されているスギ少花粉苗木（以下、少花粉苗木）と比較して、樹高等の初期成長が良く早期に下草の高さを上回ることから、下刈回数の軽減に寄与するといわれています。しかし、本県で特定苗木が初めて出荷されたのは令和3年であり、実際に特定苗木を山林へ植栽した際の生育特性については知見が不足しています。そこで、特定苗木の植栽後の樹高成長等の生育特性を明らかにするための試験を行いました。

【研究内容】

県南試験地（石岡市）及び県北試験地（高萩市）において、特定苗木と少花粉苗木の試験区をそれぞれ設け、樹高成長量を比較しました。また、下刈実施前に植栽木と下草の競合状態（図1）を調査し、下草に完全に埋もれた植栽木の割合（C4率）を算出し、下草による被圧の影響を評価しました。さらに、新たな研究等から知見を収集しました。

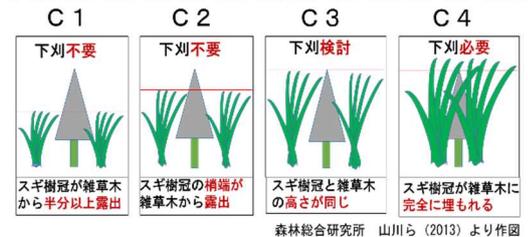


図1 植栽木と下草の競合状態（C区分）
森林総合研究所 山川ら（2013）より作図

【研究成果】

【県南試験地（令和3年3月植栽、前生樹種ヒノキ）】本試験地では、植栽3年目の特定苗木の成長量は少花粉苗木と比較して有意な差が認められませんでした（図2）。試験地の下層植生は1m前後の木本類（樹木）が占めているものの、樹高がそれらを上回っており、全体的にC4率が低く被圧による影響は小さいと考えられました。

しかし、国において本試験開始後に発表した研究結果では、特定苗木植栽後3年間の樹高成長量は、前生樹種がヒノキの場合、前生樹種がスギの場合と比較して下刈回数が1年分多くなる程の差が生じることが示唆されていることから、スギ適地に植栽しなかったことが本試験地において特定苗木の特性が発揮されなかった原因の1つであると考えられました。

【県北試験地（令和4年3月植栽、前生樹種スギ）】本試験地でも、植栽2年目の特定苗木の成長量に有意な差は認められませんでした（図3）。本試験地の前生樹種はスギであり、生育特性が発揮されやすい環境であると予想されましたが、試験区全体が2m前後の草丈の高い草本類（草）に密に覆われ、全体的にC4率が高いことから被圧による影響が大きく、このことが特定苗木の成長量に影響し、生育特性が発揮できなかった原因の1つであると考えられました（図4）。

【まとめ】以上の結果から、特定苗木は沢筋など水分条件の良いスギ適地に植栽する必要があります。また、生育適地であったとしても初期に強い被圧を受けた場合は、生育特性が発揮されにくくなると考えられます。今後も、植栽5年目までの生育特性を調査し、結果をまとめていきたいと考えています。

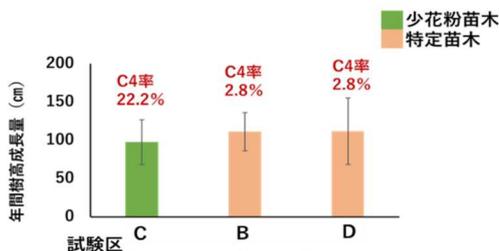


図2 県南試験地の樹高成長量とC4率

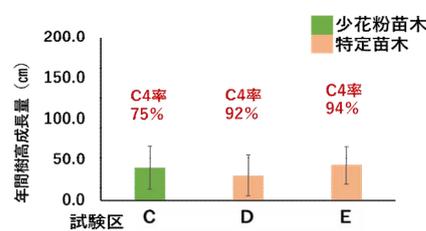


図3 県北試験地の樹高成長量とC4率



図4 県北試験地の被圧状況(写真)

【将来の展望】

現在、下刈回数の軽減を図るための手法として、伐採後、間をあげずに植栽することで下草の生育を抑える一貫作業システムや、植栽木の成長期に下草の被圧を防ぐ早期下刈が実施されています。県北試験地は、皆伐直後に植栽をしておらず、9月に下刈を実施していることから、今後は、成長初期の被圧軽減を目的とした一貫作業システムにより特定苗木を植栽し、早期下刈も組み合わせることで、特定苗木の生育特性を発揮させることができるか検証していきたいと考えています。

【研究の概要】

カタクチイワシの仔魚（シラス）は、茨城県における主要漁獲対象種の1つであり、とくに、近年は漁獲量が増加傾向となっていることから、漁獲量予測のニーズが高まっています。しかしながら、本県沿岸域におけるシラス漁獲量は変動が大きく、予測が難しいといった実状があります。

本研究では、本県沿岸域におけるシラス漁獲量短期予測モデルを作成し、海況、卵仔魚、カタクチイワシ太平洋系群との関係を明らかにしました。

【研究内容】

シラス漁獲量に影響を及ぼす要因を明らかにするために、モデル解析（一般化加法モデル（GAM）解析）を行いました。データの期間は2002～2021年の過去20年間とし、シラス漁獲量のほか、月、水温、黒潮続流の北限緯度（黒潮がどれだけ北上したか）、親潮第一分枝（※）の南限緯度（親潮がどれだけ南下したか）、カタクチイワシの卵仔魚量、カタクチイワシ太平洋系群の親魚量を解析に使用しました。

※親潮は、北から南に向かって張り出すことが多く、沿岸側に近いものを第一分枝、沖側のものを第二分枝と呼ぶ。

【研究成果】

解析の結果、月、前月の10m 深水温・親潮第一分枝の南限緯度・カタクチイワシの卵仔魚量、カタクチイワシ太平洋系群の親魚量が本県のシラス漁獲量に影響を及ぼしていました（図1）。

さらに、漁獲量は前月10m 深水温が19℃の時に最大となり、親潮第一分枝の南限緯度が北寄りの時に多くなることが明らかになりました（図2,3）。また、本県のシラス漁獲量は、5～6月と8～9月に多い傾向があることが分かりました（図4）。一方、沖合を回遊する親資源は本県でのシラス漁獲量にあまり関与していない可能性も示唆されました。



図1 一般化加法モデル解析結果のイメージ

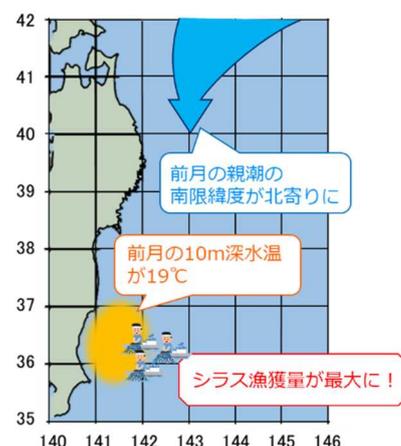


図2 シラス漁獲量が最大となる条件

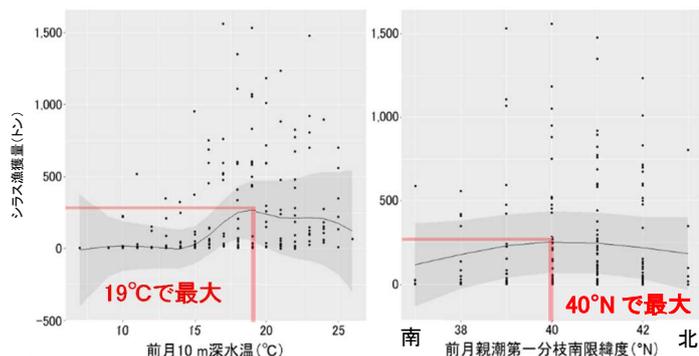
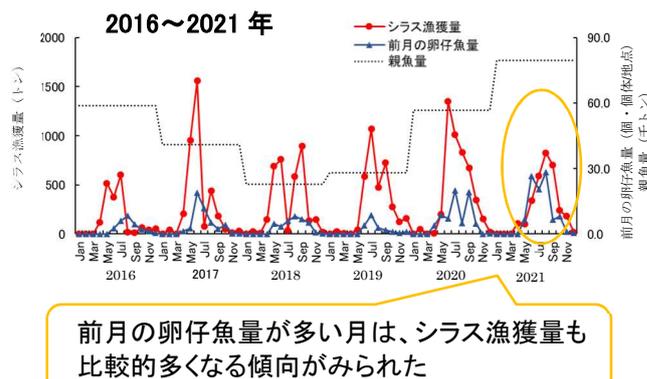


図3 ベストモデルの各データ(前月の10m 深水温, 前月の親潮第一分枝の南限緯度)シラス漁獲量の関係(小熊, 2024)。実線は予測線, 暗色部は95%信頼区間を示す。



前月の卵仔魚量が多い月は、シラス漁獲量も比較的多くなる傾向がみられた

図4 茨城県沿岸域における各年各月のシラス漁獲量と前月の卵仔魚量およびカタクチイワシ太平洋系群の親魚量の推移(2016～2021年)。親魚量については、我が国周辺の水産資源の評価(木下ら, 2023)より引用した。

【将来の展望】

本研究によって、本県沿岸域におけるシラス漁獲量は、月、前月の10m 深水温・親潮第一分枝の南限緯度・卵仔魚量のほか、親魚量と関連していることが明らかになりました。

今後は、今回作成したモデルについて精度検証と改良を進め、漁業者向けの漁獲量予測としての実用化を目指します。

納豆菌 S-903 株は魚類の水温負荷ストレスを緩和する

水産試験場内水面支場

【研究の概要】

霞ヶ浦や北浦で営まれるコイ養殖業は、全国第1位の生産量を誇っていますが、近年、地球温暖化等の影響から夏に湖水温の上昇にともなう成長不良（夏バテ様症状）等がみられ、生産効率の低下が危惧されています。そこで、本県の名産品であり、日本の食生活に根付いた健康食品として知られる「納豆」に着目し、納豆菌でこれら課題の解決ができるのではと、大手納豆メーカーのタカノフーズ株式会社（小美玉市）と共同研究を実施しま

【研究内容】

＜水温負荷ストレス環境下での納豆菌の投与効果を調べる！＞

タカノフーズ株式会社が保有する納豆菌 S-903 株を水温負荷ストレスの付与前に食べさせ、その投与効果を調べました。水温負荷ストレスとなる条件は、対照条件を水温 23℃とし、水温負荷として 26℃、28℃、30℃、32℃に 5 日間昇温する条件としました。また、魚体内で起こる反応について、遺伝子レベルおよびタンパク質レベルで網羅的に調べました。



【研究成果】

＜納豆菌 S-903 株の投与効果について＞

■ 魚体重およびストレス指標の変化

水温負荷ストレスにより、納豆菌を食べていない区画では低成長でしたが、納豆菌を投与した区画では良好な成長を示し、ストレスの指標となる血中コルチゾール値は大幅に低下していました（図1）。

■ 遺伝子レベルおよびタンパク質レベルでの魚体内の変動

納豆菌の投与により、エネルギー代謝に係る因子等が変動したことで、魚体が水温上昇という異常環境下に晒されても、対照区画に比べ恒常性が維持されたと考えられました。さらに、GTRP3 というエネルギー代謝を調整する因子が、納豆菌を食べた場合にのみ、水温変化に対応して発現することも発見しました。

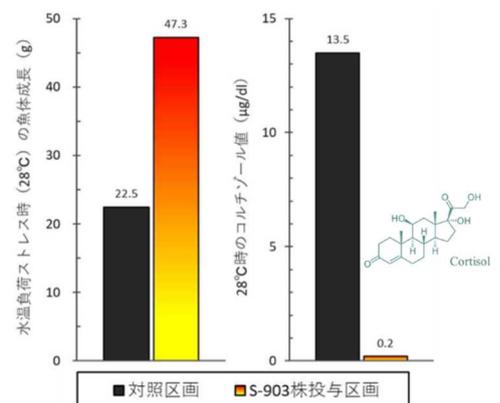


図1 成長量（左図）およびストレス指標値（右図）の比較

＜共同研究成果について＞

■ SAT テクノロジー・ショーケース 2023 で最高賞を受賞！

つくば国際会議場で開催された大会で成果報告した結果、多くの研究機関や大学、民間企業が参加した中で、最高賞となる総合得点賞を受賞し、テレビ等多くのメディアで広く紹介されました（図2）。



図2 最高賞となる総合得点賞を受賞

【将来の展望】

納豆菌 S-903 株を養殖コイに食べさせることで水温負荷ストレスが緩和できることを明らかにしました。自然環境下で営まれる養殖業等では、今後、地球温暖化にともない水温負荷ストレスに晒される機会が益々増えることが予想されることから、納豆菌のポテンシャルを活かした新規養殖技術開発等が期待されます。

【研究の概要】

訓練した犬はがん患者の呼気を嗅ぎ分けると報告されています。しかし、がん探知犬は数頭しかおらず、検診での利用は現実的ではありません。そこで新たに開発された次世代人工嗅覚センサ（MSS；図1）による呼気中のがん臭検出を目指すことにしました。今回の研究ではガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS）の成分分析によってがん呼気で特徴的な成分を特定し、MSSで肺がん呼気臭を検出できることを明らかにしました。

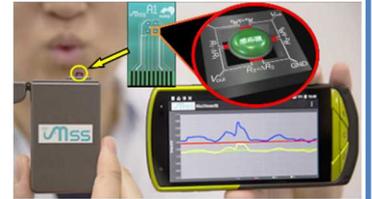


図1 超小型超高感度センサMSS

【研究内容】

共同研究：物質・材料研究機構、筑波大学

① GC-MSを用いた呼気成分分析（図2）

- ・ がん患者と健常人の呼気を自動濃縮装置付GC-MSで分析・比較し、異なる匂い成分を特定しました。

② MSSを用いた肺がん呼気測定（図3）

- ・ 肺がん患者の「手術前後」の呼気をMSSで測定し、得られたデータを用いて機械学習分析を行いました。



図2 GC-MSによる分析

呼気採取

図3 MSSによる測定

MSS内蔵モジュール

【研究成果】

① GC-MSを用いた呼気成分分析

- ・ がん患者と健常人の呼気を測定し、様々な条件で分析した結果、診断精度が約80%を超える成分を多数特定しました。図4は診断精度が約92%の結果

です。感度・特異度ともに91%を示しました。

※診断精度・・・検査が患者の状態を正確に反映できる度合い

※感度・・・陽性のものを正しく陽性と判定する確率

※特異度・・・陰性のものを正しく陰性と判定する確率

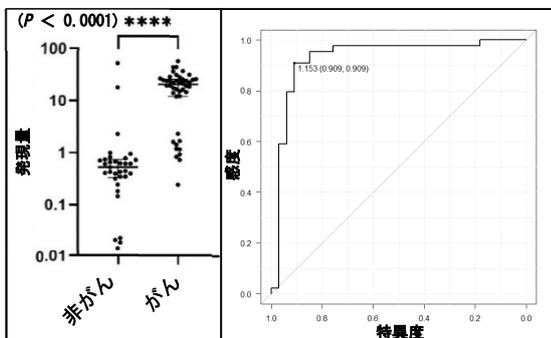


図4 診断精度が高い成分X

② MSSを用いた肺がん呼気測定

- ・ 肺がん手術前後の呼気を測定し、「機械学習」を用いて分析した結果、診断精度81%、感度83%、特異度81%でがんを予測可能であると評価されました。

図5は網羅的に検証した予測モデルの結果です

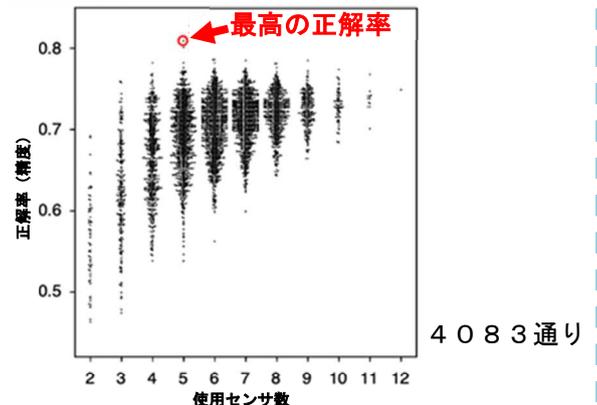


図5 肺がんの有無を予測する機械学習モデル

Saeki Y, et al. Lung Cancer. 2024 Apr;190:107514. (Epub 2024 Feb 25.)

【将来の展望】

本研究では、がん患者の呼気中に健常人と異なるニオイ構成成分が存在する事を特定し、MSSが肺がん手術前後の異なるニオイを検出できることを明らかにしました。本研究で判明した成分を用いてがん臭検出に特化したMSSシステムを構築すると、今回得られた約80%の診断精度をさらに向上できると考えられます。がん臭特異的匂いセンサの構築によって、簡単で安価そして正確ながん診断が可能になることが期待されます。

【研究の概要】

人工呼吸管理は重症患者の生命維持に不可欠な治療ですが、新生児がこの治療を受けると気道や肺に様々な合併症をきたすことが分かっています。しかし横隔膜機能への影響は分かっていません。本研究では人工呼吸器による治療を受けた新生児の横隔膜機能がどのように変化するか、超音波検査で評価しました。その結果、人工呼吸器の治療を開始して24時間以内に横隔膜機能が低下していくことがわかりました。

【研究内容】

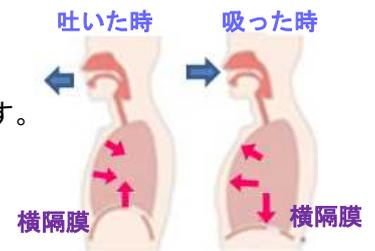
横隔膜は呼吸状態の維持に重要な“人体最大の呼吸筋”です。

成人患者では人工呼吸器による治療は横隔膜機能を低下させる事が分かっています。



これまで人工呼吸器による治療を受けた新生児の横隔膜機能がどのように変化するかは知られていません。

本事業では超音波検査を活用して新生児の横隔膜機能を評価しました。



【研究成果】

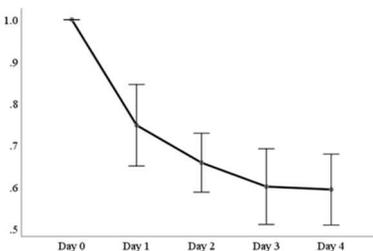
対象： 生後に人工呼吸器による治療を受けた新生児 20 名
在胎 26.2 [25.2-27.1] 週、出生体重 671 [597-794] g

方法： キヤノンメディカルシステムズ社製 Aplio i800
生後 4 日目まで、1 日 1 回

検査：

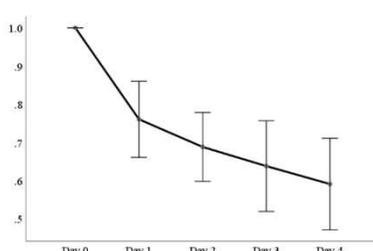
- ①呼気終末と吸気終末の厚さを計測
- ②収縮率 = $\frac{\text{吸気終末厚} - \text{呼気終末厚}}{\text{呼気終末厚}} \times 100$

《横隔膜の厚さ》



急峻に低下

《横隔膜の収縮》



急峻に低下

本研究結果は *European Journal of Pediatrics* に掲載されました。

本事業で明らかになったこと

- ①人工呼吸器の治療を開始して24時間以内に横隔膜機能は低下
- ②日齢1以降は緩やかに低下していく

【将来の展望】

本研究で、新生児においても人工呼吸器による治療を受けると横隔膜機能が低下することを初めて明らかにしました。私たちは新生児を人工呼吸器で治療する際は、横隔膜機能を意識する必要があると考えます。

将来的に人工呼吸器で治療中でも横隔膜機能を維持することができれば、新生児の救命率の向上や後遺症の軽減につながるかもしれません。

茨城県有特許権一覧

茨城県立試験研究機関等の職員が発明・開発し、茨城県において、出願及び権利を取得した特許権は以下のとおりです。

これらは、実施料（使用料）をお支払いいただくことにより使用していただけます。
（ただし、共同出願となっているものは、共同出願者の承諾も必要となります）

No.	研究機関名	内容	登録年月日
1	県立医療大学	手指の巧緻動作能力を検査するシステム、方法及びプログラム	H22.1.8
2	県立医療大学	フラワーアレンジメント法、フラワーアレンジメント用の保持ブロック、及びフラワーアレンジメント用教具	H25.2.22
3	県立医療大学	医療機器材料及びその製造方法	R1.8.23
4	県立医療大学	ホウ素アミノ酸を含む静注用製剤及びホウ素中性子捕捉療法	R1.10.11
5	県立医療大学	ホウ素アミノ酸製剤	R1.10.11
6	県立医療大学	上腕義手用ソケット及び上腕義手	R2.6.9
7	県立医療大学	座位型股義足用ソケット及び座位型股義足	R2.10.28
8	県立医療大学	X線撮影学習装置、X線撮影学習プログラム及びX線撮影学習システム	R3.8.31
9	産業技術イノベーションセンター	浮遊培養システム及び浮遊培養方法	H24.10.12
10	産業技術イノベーションセンター	可溶性羽毛ケラチン蛋白質の製造方法	H26.2.7
11	産業技術イノベーションセンター	納豆菌株、納豆及びその製造方法	H26.9.26
12	産業技術イノベーションセンター	被加工金属部材に突起を形成する突起形成方法	H27.2.6
13	産業技術イノベーションセンター	糸引性低下納豆菌株及び該納豆菌株による納豆の製造方法と納豆	H27.6.5
14	産業技術イノベーションセンター	新規乳酸菌株、その菌株を用いた食品組成物、及びその菌体を含む発酵組成物	R4.10.17
15	産業技術イノベーションセンター	物体位置推定表示、方法及びプログラム	R4.11.9
16	産業技術イノベーションセンター	ポリグルタミン酸高産生性新規納豆菌、当該納豆菌を用いた食品組成物及び当該納豆菌を含む組成物	R4.11.22
17	産業技術イノベーションセンター	熱電変換装置	R5.7.20
18	農業総合センター	栗甘露煮の製造方法	H23.3.18
19	農業総合センター	葉菜類の鮮度保持方法	H24.12.7
20	農業総合センター	局所施肥方法、及び施肥ノズル	H25.4.19
21	農業総合センター	サツマイモの鮮度保持方法	R2.5.19
22	農業総合センター	トマト黄化葉巻ウイルス(TYLCV)の疫学的診断法	R5.4.24

茨城県有育成者権一覧

茨城県立試験研究機関等の職員が発明・開発し、茨城県において、出願及び権利を取得した育成者権は以下のとおりです。

これらは、実施料（使用料）をお支払いいただくことにより使用していただけます。

（ただし、共同出願となっているものは、共同出願者の承諾も必要となります）

No.	研究機関名	内容	登録年月日	登録番号
1	畜産センター	イタリアンライグラス(はたあおば)	H18.2.27	13776
2	畜産センター	イタリアンライグラス(アキアオバ3)	H21.3.19	18093
3	畜産センター	イタリアンライグラス(ハルユタカ)	H31.3.13	27351
4	畜産センター	イタリアンライグラス(那系33号)	H31.4.23	27425
5	農業総合センター	芝(つくば姫)	H19.2.20	14788
6	農業総合センター	芝(つくば輝)	H19.2.20	14789
7	農業総合センター	芝(つくば太郎)	H19.2.20	14790
8	農業総合センター	グラジオラス(プリンセスサマーイエロー)	H19.3.15	15211
9	農業総合センター	ねぎ(ひたち紅っこ)	H19.8.7	15545
10	農業総合センター	陸稲(ひたちはたもち)	H20.3.13	16448
11	農業総合センター	グラジオラス(常陸あけぼの)	H20.3.18	16902
12	農業総合センター	いちご(ひたち姫)	H21.2.26	17501
13	農業総合センター	メロン(イバラキング)	H22.9.17	19804
14	農業総合センター	きく(常陸サニールビー)	H23.3.2	20404
15	農業総合センター	きく(常陸サマールビー)	H23.3.18	20658
16	農業総合センター	なし(早水(ソスイ))	H23.12.6	21252
17	農業総合センター	なし(恵水(ケスイ))	H23.12.6	21253
18	農業総合センター	グラジオラス(常陸はなよめ)	H24.1.20	21324
19	農業総合センター	しそ(ひたちあおば)	H24.2.21	21435
20	農業総合センター	いちご(いばらキッス)	H24.12.28	22111
21	農業総合センター	カーネーション(さんご)	H25.1.28	22174
22	農業総合センター	水稻(一番星)	H26.5.2	23395
23	農業総合センター	水稻(ふくまる)	H26.5.2	23396
24	農業総合センター	きく(常陸サマールージュ)	H27.3.25	24149
25	農業総合センター	きく(常陸サマーシルキー)	H27.3.25	24150
26	農業総合センター	きく(常陸サニーバナラ)	H27.3.25	24148
27	農業総合センター	カーネーション(きらり)	H27.3.26	24227
28	農業総合センター	せんりょう(紅珠)	H27.5.20	24339
29	農業総合センター	せんりょう(黄珠)	H27.5.20	24340

No.	研究機関名	内容	登録年月日	登録番号
30	農業総合センター	きく(常陸オータムゆうひ)	H30.1.30	26461
31	農業総合センター	グラジオラス(常陸はつこい)	H31.3.13	27339
32	農業総合センター	きく(常陸サマーライト)	H31.3.13	27336
33	農業総合センター	水稲(いばらきIL2号)	R2.8.14	28072