

# 茨 城 県

## 県立試験研究機関成果集



令和3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
□県立試験研究機関の所在地	2
□研究成果	
<b>【霞ヶ浦環境科学センター】</b>	
○夏季の北浦の貧酸素水塊について調査しました	3
<b>【環境放射線監視センター】</b>	
○飲料水・農畜水産物等の安全性確認	4
○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	5
<b>【衛生研究所】</b>	
○柑橘類の残留農薬多成分一斉分析法に関する研究	6
○茨城県におけるE型肝炎ウイルスの分子疫学解析	7
<b>【産業技術イノベーションセンター】</b>	
○次世代技術活用ビジネスイノベーション創出事業	8
○高速鉄道製造に用いられている接合技術（摩擦攪拌接合技術）	9
○画像解析技術を活用した新製品等開発支援	10
○企業の自動化・省力化支援	11
○電気自動車用エアコン熱交換器部品の革新的量産技術の実用化	12
○人工衛星搭載送受信機の開発支援	13
○当センターが発見した新しい乳酸菌を活用した漬物を 企業と共同開発しました	14
○現場の人手不足を解決する2つの最先端AI システム	15
○機械学習を用いた産業用ロボットの動作生成	16
○納豆菌フェージに感染耐性を示す納豆菌の生理特性解明	17
○成形加工（鍛造加工）し易い軽金属鑄造材の検討	18
<b>【農業総合センター】</b>	
○穂やけ症に強い黄色グラジオラス新品種「ひたち11号」（仮称）	19
○イネ縞葉枯病抵抗性中生水稻良食味品種「にじのきらめき」を 準奨励品種に採用しました	20
○イネ縞葉枯病に対する新規系統育苗箱施用剤の防除効果	21
○輸出用米「ほしじるし」および 「ハイブリッドとうごう3号」の極多収栽培法	22
○オレンジ色の良食味蒸切干し用サツマイモ品種 「ほしあかね」を選定しました	23
○ネット形質を改良した「進化型イバラキング」の育成	24

○長期どりトマトにおける生育制御技術のための 指標として茎径を選定しました……………	25
○高温で開花遅延しやすい小ギク品種への後夜半電照の効果……………	26
○新しい植物病原菌防除技術の開発を目指して、 新規マイコウイルスを探索・同定しました……………	27
○深層学習（AI）による「コシヒカリ」の生育ステージ判定技術を開発しました……………	28
○株枯れの発生抑制が期待されるハナモモ台木の選定と対策技術の確立……………	29
○施設ピーマンでは炭酸ガス施用などの環境制御技術により収量及び所得が向上します……………	30

### 【畜産センター】

○デヒドロエピアンドロステロンを用いた 効率的な黒毛和種受精卵の生産技術を開発しました……………	31
○奥久慈しゃもの原種鶏維持のため次世代種鶏の作出手法を確立しました……………	32
○常陸牛の熟成・加熱による科学的変化を解析し、 おいしさに影響を及ぼす因子を解明しました……………	33

### 【林業技術センター】

○ウルシ種子の安全で効率の良い発芽方法を明らかにしました……………	34
○花粉の少ないヒノキの種子精選手法の検討……………	35

### 【水産試験場】

○ヤリイカの鮮度と保管温度について研究しました……………	36
○シラスの来遊量を予測するための研究……………	37
○茨城県産キャビアの生産効率化へ向けて ～チョウザメ類の性判別技術に関する研究～……………	38

□茨城県有知的財産権一覧……………	39
-------------------	----

## 〇はじめに

茨城県には、環境、衛生、工業、農林水産業に関する8つの分野に計17の県立試験研究機関があり、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。

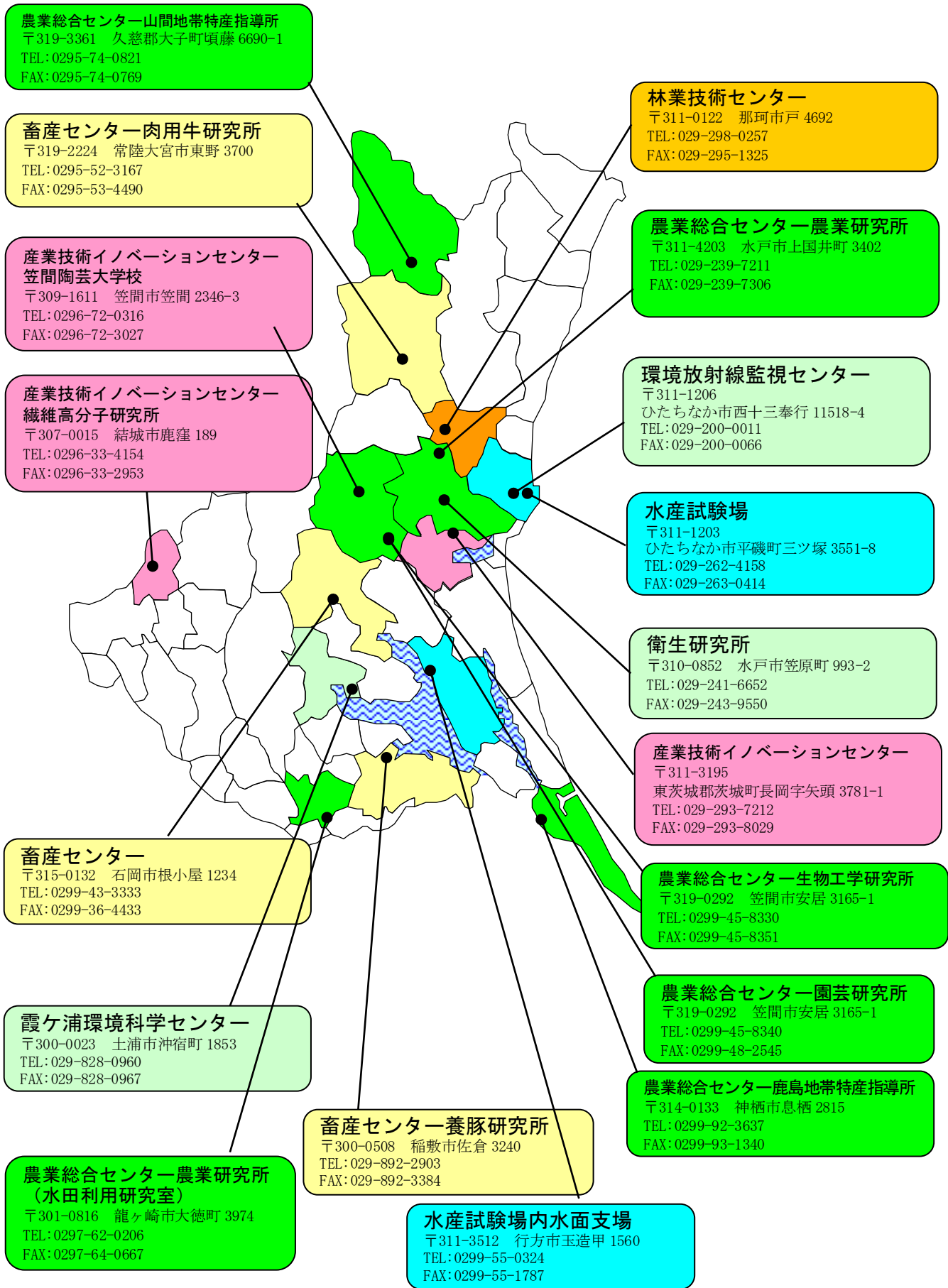
令和4年3月

茨城県産業戦略部技術振興局科学技術振興課

### 県立試験研究機関一覧

機関名	業務内容
霞ヶ浦環境科学センター	霞ヶ浦等県内の水環境の保全に向けた調査研究など 生態系や湖内物質循環，流域管理に関する調査研究など HP アドレス： <a href="http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kasumigauraesc/">http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kasumigauraesc/</a>
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，調査研究など HP アドレス： <a href="http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kanshise/">http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kanshise/</a>
衛生研究所	県内の公衆衛生の向上 感染症や食の安全，その他健康危機に関する調査研究など HP アドレス： <a href="http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/hokenfukushi/eiken/">http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/hokenfukushi/eiken/</a>
産業技術イノベーションセンター 繊維高分子研究所 陶芸大学校	県内中小企業の技術力向上 企業訪問とニーズ把握，研究開発及びその普及（講習会・人材育成），技術相談，依頼分析試験など HP アドレス： <a href="http://www.itic.pref.ibaraki.jp/">http://www.itic.pref.ibaraki.jp/</a>
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，経営安定等 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など HP アドレス： <a href="http://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/nosose/cont/">http://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/nosose/cont/</a>  ※農業総合センター：農業関係試験研究に係る企画調整，研究成果の管理・広報等
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 高品質畜産物の低コスト生産技術，労働省力化技術，環境にやさしい畜産技術の開発など HP アドレス： <a href="http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/nourinsuisan/chikuse/">http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/nourinsuisan/chikuse/</a>
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など HP アドレス： <a href="http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/nourinsuisan/ringyose/">http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/nourinsuisan/ringyose/</a>
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 水産資源の評価と管理技術の調査研究，栽培漁業の推進，漁海況予測技術の精度向上など HP アドレス： <a href="http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/nourinsuisan/suishi/">http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/nourinsuisan/suishi/</a>

# ○ 県立試験研究機関の所在地



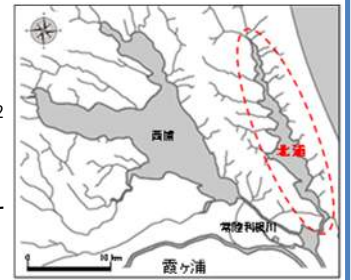
# 夏季の北浦の貧酸素水塊について調査しました

霞ヶ浦環境科学センター

## 【研究の概要】

霞ヶ浦の東部に位置する北浦は、湖水のCOD<sup>※1</sup>濃度が高く推移しており、特にりんは流入河川より湖内の方が高い濃度で推移しています。これらは湖内に貧酸素水塊<sup>※2</sup>が形成されることによって底泥からりんが溶出することが原因と考えられています。

そこで、北浦の貧酸素水塊を詳細に調査し、形成しやすい時期や場所などを検討すると同時に、湖内のりんの状況についても検討しました。



※1 COD (Chemical Oxygen Demand) : 水の汚れの指標

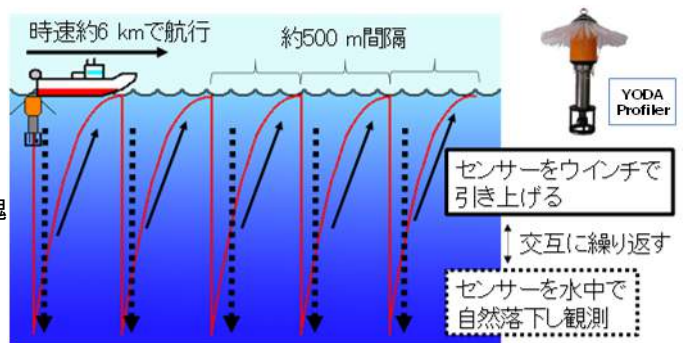
※2 貧酸素水塊 : 溶存酸素 (DO) 濃度が 4.0 mg/L 未満の水の塊

## 【研究内容】

2019年と2020年の夏季に、概ね週1回の頻度で北浦全域調査を実施しました。

YODA Profiler という水質計を、右図のように船を航行しながら水中に落下させて全水深の溶存酸素 (DO) 濃度を連続的に測定することで、北浦全体の貧酸素水塊の形成状況を把握しました。

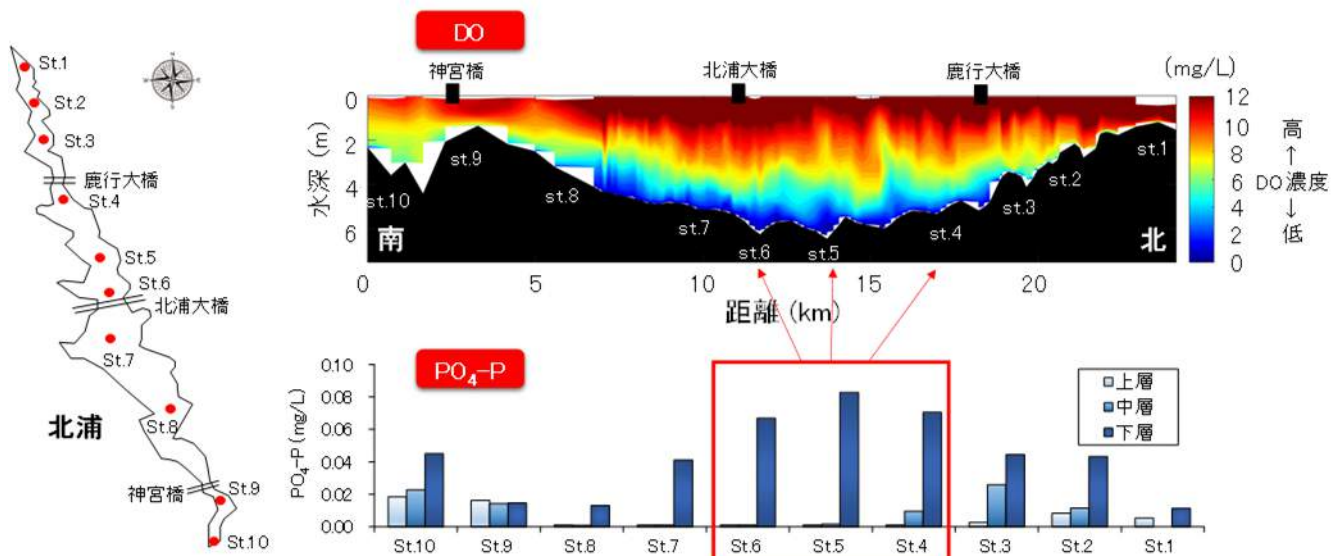
さらに、観測と同時に、水質調査を実施することで、湖底付近のりん濃度 (PO<sub>4</sub>-P 濃度) について把握し、りんの溶出状況についても検討しました。



調査方法

## 【研究成果】

- 貧酸素水塊の形成時期は、気温が上昇する梅雨明け以降 (7月中旬以降) に形成される傾向が確認されました。
- 貧酸素水塊の形成範囲は、水深が4m以上ある鹿行大橋付近から神宮橋北側の南北約10kmにかけて形成されることが確認されました。また、部分的に深くなる窪んだ水域でDO濃度がより低くなる傾向がみられました。
- 貧酸素水塊が形成された水域における下層 (湖底直上50cm) のPO<sub>4</sub>-P濃度は、上層 (水面下50cm) や中層 (水深の1/2) よりも高く、さらに、地形的に窪んだ水域 (St.4、5、6) ではより高い濃度で確認されました。



北浦の貧酸素水塊とPO<sub>4</sub>-P濃度の状況 (2019年8月2日)

## 【将来の展望】

北浦のどの水域で貧酸素水塊が形成されるのかを明らかにすることで、その水域に集中して対策を講じることができます。また、DO濃度に応じた栄養塩の溶出量をより正確に把握することで、北浦における底泥からの汚濁の影響を正確に評価できます。

【研究の概要】

福島第一原子力発電所事故から10年が経過し、放射性物質の影響は物理的減衰と降雨等の自然要因による減衰により徐々に減少していますが、県民の安全・安心を確保するため、当センターでは県内全域を対象とした放射線・放射能の調査を継続しています。

特に、県内で生産・流通される農畜水産物など、県民が直接口にするものについては、最も重要な対象として調査しています。

【研究内容】

①飲料水や農畜水産物等の放射能濃度測定

ゲルマニウム半導体検出器により、放射性セシウムなどの放射能濃度を測定しました。

②海水中のトリチウム濃度測定

県内18箇所の海水浴場における海水中トリチウム濃度を測定しました。

【研究成果】

①飲料水や農畜水産物等の放射能濃度測定結果

飲料水はすべて検出下限値未満でしたが、野生きのこの一部で、食品衛生法の基準値となる100Bq/kgを超える放射性セシウムが検出されました。検出された食品群については、関係機関により出荷制限等の措置が取られています。

現在も出荷制限が行われている品目はありますが、大部分は放射性セシウムの基準値を下回っていることが確認できました。

②海水中のトリチウム濃度測定結果

令和2年度について、すべて検出下限値未満であることが確認できました。

【将来の展望】

原子力発電所事故から10年を経過していますが、現在もその影響が確認されています。

測定結果については、各項目の安全対策を所管している県担当部局を通じて県のホームページで迅速に公表することにより、県内外に向けた県産物等の安全・安心の構築に貢献していきます。



図1 前処理工程の様子



図2 放射能測定の様子

表1 令和2年度農産物等測定検体数

項目		総試料数 (H23.3~R3.3) ( )内はR2年度	
ゲルマニウム半導体検出器による放射能濃度測定	飲料水	1,624	(12)
	農産物	13,909	(1,097)
	牛乳・畜産物	2,546	(23)
	水産物	2,447	(29)
	牧草・稲わら	372	(0)
	海水・砂・海底土	1,960	(132)
	下水道・廃棄物	761	(0)
	たい肥	172	(0)
	土壌	73	(0)
	河川水・河底土	2,111	(0)
河川伐採樹木	25	(18)	
ストロンチウム、プルトニウム測定	土壌	48	(0)
トリチウム測定	海水	612	(54)
合計		26,660	(1,365)

【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が、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の一環として 22 の測定局を増設し、平成 24 年度からは計 63 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、さらに県内 30 市町村に国が可搬型の測定装置を設置しており、現在、県内全 44 市町村、計 102 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、空間ガンマ線量率の連続監視体制の強化のため、平成 31 年度までに、63 の測定局全てに自家発電装置及び衛星回線を整備しました。



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 3 年 3 月の平均が比較できる 39 局の空間ガンマ線量率の数値を解析し、現在の状況を確認します。

【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、10 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)

【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放射線情報を提供していきます。(図 4)

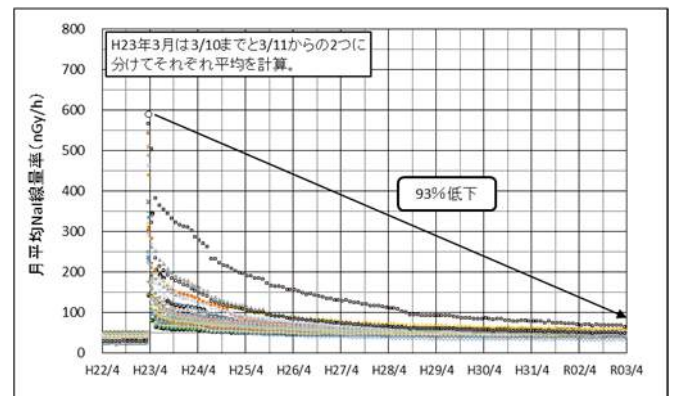


図 3 事故前後の空間線量率の推移(39局)

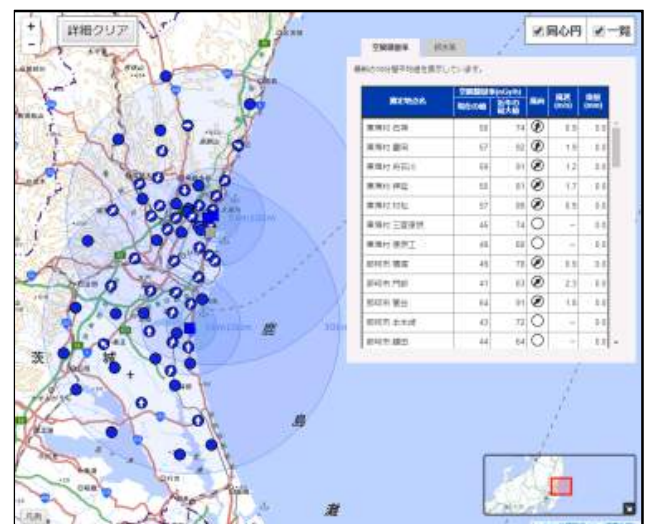


図 4 ホームページでの公表画面



# 柑橘類の残留農薬多成分一斉分析法に関する研究

衛生研究所

## 【研究の概要】

食品中の農薬の残留基準は、食品衛生法で定められており、当所では、残留農薬を検査する方法として、厚生労働省通知の一斉試験法（以下「通知試験法」という）に準拠した方法を用いています。しかし、通知試験法は操作が煩雑で迅速さに欠ける、有機溶媒の使用量が多いという問題点があるため、柑橘類を使い、より簡便に検査することができる迅速分析法の検討を行いました。



オレンジ



レモン



グレープフルーツ

## 【研究内容】

(1) AOAC 法<sup>1)</sup>を基に3通りの方法(①~③)を検討しました。(図1)  
※AOAC 法のままでは装置への汚染が大きく、改良を加えました。

- ①：AOAC 法の精製工程に溶媒の使用を追加した方法
- ②：①精製工程のカラムの種類を変更した方法
- ③：②抽出工程のバッファの種類を変更した方法

各検討法は、有機リン系農薬等広く使用されている148農薬を対象に妥当性評価試験を実施し、適合農薬数を比較しました。

(2) 作業時間等について、検討法③と現在当所で行っている通知試験法で比較を行いました。

1) AOAC 法とは・・・分析科学分野の分析法のバリデーションを行っている AOAC (米国を中心とした組織) が公認した分析法で、公認された分析法は各国で公定法として使用されています。残留農薬検査では、妥当性が確認された方法であれば、通知試験法でなくても検査で使用することができます。

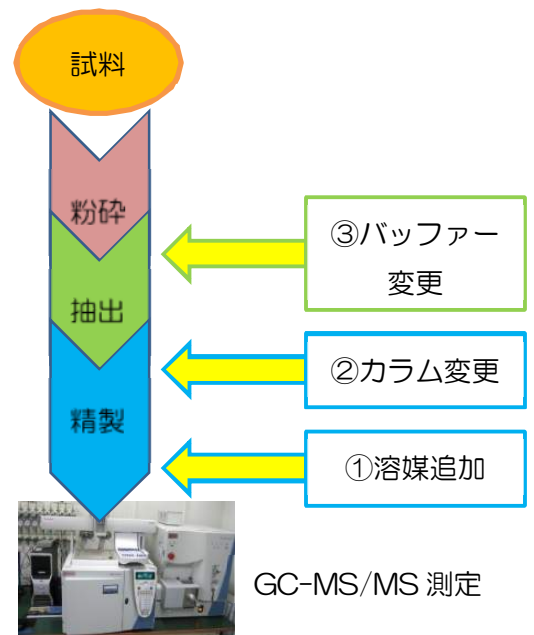


図1 検討法①~③

## 【研究成果】

(1) 検討法③は、3食品全てで適合農薬数が100を超える結果となりました。(表1)

(2) 妥当性評価試験1回あたりでは、検討法③は通知試験法と比べて作業時間は約1/2、有機溶媒使用量は約1/3、ガラス器具の使用個数は約1/5に低減しました。(図2)

表1 試料ごとの適合農薬数

検討法	オレンジ	グレープフルーツ	レモン
①	71	143	109
②	81	—	—
③	119	119	109

赤：100を下回った項目

青：100を超えた項目

3食品全てで適合農薬数100を超えている  
(測定農薬全体の70~80%)

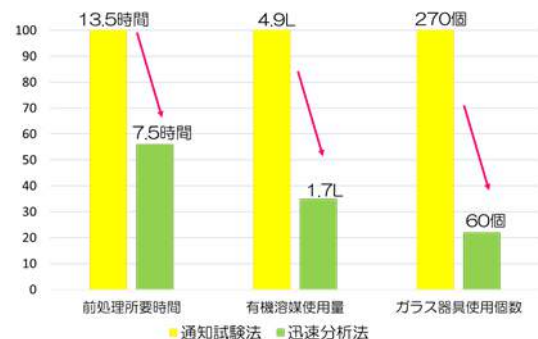


図2 妥当性評価試験1回にかかる比較

(通知試験法を100とした場合)

## 【将来の展望】

今回確立した迅速分析法を当所で開催している柑橘類の残留農薬検査に導入していく予定です。

今後も検査を通じて食品の安全・安心に努めていきます。

【研究の概要】

E型肝炎は人獣共通感染症であり、感染経路は汚染された食物、水等の摂取による経口感染が多く、加熱不十分の豚肉やイノシシなどの野生動物の肉の喫食による食中毒事例もしばしば報告されています。全国の患者報告数は増加傾向であり、茨城県においても同様の傾向を示していることから、感染要因の追及のため、患者から検出されたウイルス遺伝子と豚やイノシシのウイルス遺伝子との関連性を調査することにしました。

【研究内容】

ヒト・豚・イノシシの検体について、①E型肝炎ウイルスの遺伝子検査の実施、②検出された遺伝子の遺伝子型・遺伝子配列の決定、③系統樹解析を行いました。

○ヒト臨床検体：茨城県感染症発生動向調査事業において、発生届が提出され、衛生研究所に搬入されたE型肝炎患者39名分延べ69検体を使用しました。

○豚検体：県内と畜場及び養豚場における延べ376検体を使用しました。

○イノシシ検体：県内で有害鳥獣として捕獲された366頭分延べ1,053検体を使用しました。

なお、本研究は、茨城県疫学研究合同倫理審査委員会の承認を得て実施しました。

【研究成果】

①遺伝子検査

ヒト臨床検体69検体中45検体、豚376検体中19検体、イノシシ1,053検体中72検体からE型肝炎遺伝子が検出されました。

②遺伝子型

ヒト臨床検体のうち遺伝子型G3が34検体、G1が1検体、G4が1検体となりました。

豚では19検体すべて遺伝子型G3となりました。

イノシシでは72検体すべて遺伝子型G3となりました。

③系統樹解析

ヒト・豚・イノシシから検出されたE型肝炎ウイルス遺伝子配列は、それぞれ遺伝的に距離がありました。

豚・イノシシにおいては、農場、捕獲された地域ごとに遺伝的に類似した遺伝子が検出されました。



図1 系統樹

本調査においては、ヒト・豚・イノシシから得られたE型肝炎ウイルスの間  
に明確な関連性は見られませんでした。イノシシについては、捕獲された地域に  
おいて、類似のE型肝炎ウイルス株が循環し、感染が持続している可能性が示唆されました。

【将来の展望】

豚やイノシシがE型肝炎ウイルスに汚染されていることが改めて確認され、イノシシについては、地域で感染が持続している可能性が示唆されました。加熱不十分なジビエ料理などによる食中毒・感染症のリスクについて、県民に周知していただくことで、E型肝炎の発生を防止してまいります。

【事業の概要】

本事業では、IoT・AI の知識やビジネス創出ノウハウ等の理解促進を図るとともに、グループ協議などを通して、新たなビジネス創出を目指し、各講座を実施しました。ビジネスモデルの重要性を理解するためのセミナーを皮切りに、ビジネスプラン作成に向けて、IoT・AI 等活用人材育成講座やビジネスプラン構築研修、AI・ビジネスモデル研究会等を実施しました。また、ビジネスプラン審査会で優秀プランを選出し（R1 年度 2 社：(株)東京電機、(株)ハリガイ工業、R2 年度 3 社：(株)久力製作所、(株)クリアタクト、(株)ツインカプセラ）、選出の翌年度に事業化に向けた実証支援を行いました。

【R2 年度実証支援事業成果】

**株式会社東京電機**

**災害停電地域に迅速に電力供給を可能にする「ゴムクローラー式移動電源車」の事業化**

株式会社諸岡と共同開発を行っていたゴムクローラー式電源車を事業化するため、人材マネジメント、知財化戦略、連携先企業や協力会社との新たな体制構築、モチベーション維持など、中小企業に必要な技術やマネジメントを中心に伴走支援を実施しました。また、共同開発先との営業体制を整えるため、弁護士のメンターより助言を受け、連携内容の確認、書面の取り交わし等について円滑に進めることが出来ました。

ゴムクローラー式移動電源車は 2021 年 8 月に販売を開始しました。



**株式会社ハリガイ工業**

**炭素繊維ゴムシート（CFR）の量産化・低価格化**

CFR（Carbon Fiber Rubber）は、難接合材料である炭素繊維とゴムを独自の技術で強固に接合し、耐衝撃性に優れた新素材のゴムシートです。当初はラボレベルの生産であったため、製造できる大きさが限られていた（400mm×400mm）上に、競合品に比べ高価格でした。実証支援により、塗工機の改良などの技術的アドバイスを受けて加工試作を行った結果、量産化（1000mm×50m）を実現することができました。これにより、価格も競合品と同等の価格（本事業実施前の約 4 分の 1）まで見直すことができました。課題であった販路開拓に関しても、新規顧客獲得を目指し、特許を活用した調査やターゲットと定めた業界への市場・ニーズ調査を実施しました。その結果、新ビジネスの足掛かりを得ることができました。



【令和 3 年度支援企業】

○株式会社久力製作所

『センサー治具を活用した New スッキリ鎌鉋で防犯レベルの向上とユーザーの使い勝手向上を実現』

○株式会社クリアタクト 『AI 画像認識技術を活用した医療備品検査サービスの提供』

○株式会社ツインカプセラ（JAXA 発ベンチャー）

『大気圏再突入カプセルのサンプル回収技術を活用した超高性能輸送用保冷・保温コンテナの提供』

【情報発信】 ホームページ： <http://www.itic.pref.ibaraki.jp/business/index.html>

# 高速鉄道製造に用いられている接合技術（摩擦攪拌接合技術）

産業技術イノベーションセンター

## 【研究の概要】

摩擦攪拌接合とは、摩擦熱を用いて接合する技術で、一般的な溶接より高い接合強度が得られる新しい接合技術です。しかしながら、接合条件（接合速度等）や接合特性（接合強度等）等の接合施工情報が不足しているため製品製造技術への展開が進んでいません。そこで、産業技術イノベーションセンターでは、摩擦攪拌接合技術に関する系統的な接合条件データベースの構築を進め、製造産業界での活用を支援しております。

## 【研究内容】

実用金属で最も軽量であるマグネシウム合金の摩擦攪拌接合特性について接合条件データを蓄積しました。接合条件としては、接合に必要な摩擦熱を発生させるためのツール回転数とツールの移動速度を設定し、接合部強度等の特性の変化を評価しました。また、外観だけでなく内部にも欠陥のない健全な摩擦攪拌接合条件を検討するため摩擦熱及び攪拌により大きな変化を加えられた個所の内部の金属組織を評価しました。

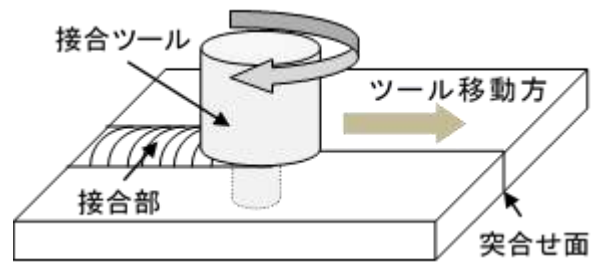


図1 摩擦攪拌接合技術

## 【研究成果】

ツールの回転数及び移動速度変化させることで、図2に示すように、接合部の表面の形状に大きな違いが見られました。回転数が大きくて、移動速度が遅い場合、摩擦熱の発生が大きくなるため接合部表面ががさくれたような不均一で粗い状態となり、接合強度も低下しました。一方、回転数を小さくして、移送速度が速い場合では、図2に示すように接合部に穴のような欠陥が多数確認され接合強度は大きく低下することが確認できました。この現象はマグネシウム合金だけでなく、アルミニウム合金や銅合金等でも同様に確認されました。



回転数：小 回転数：適 回転数：大  
速度：速 速度：適 速度：遅

図2 摩擦攪拌接合部表面

図3に、摩擦攪拌接合部の内部の金属組織写真を示します。摩擦攪拌接合部には、特徴的な玉ねぎの切り口のような年輪状の金属組織が観察できます。また、その一部を高倍率で観察すると、熔融溶接と比べて金属組織の数100分の1程度の大きさの微細な金属組織を観察することができました。この微細化された金属組織が、接合部の強度向上に影響していると考えられます。

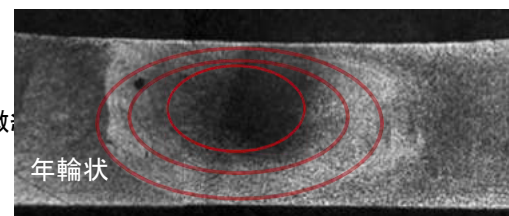


図3 摩擦攪拌接合部の内部金属組織

## 【将来の展望】

マグネシウム合金の摩擦攪拌接合では、他金属（アルミニウム合金等）と同様に、溶接より高い接合強度を得ることが確認できました。また、溶接（1000℃以上）と比べ低温（500℃程度）で接合が可能なることもあり、発火が懸念されるマグネシウム合金には安全で適した接合方法であることも確認されました。これらの新たに得られた接合技術に関する知見を製造現場に展開することで、産業界での活用を推進していきます。

### 【研究の概要】

近年、DX（デジタルトランスフォーメーション）推進に向けた機運の高まりとともに、デジタル技術の活用が注目されています。当センターでは、IT、AI、ロボット等のデジタル技術を活用した新製品開発等の技術支援を行っており、特にデジタル画像解析に関連した技術支援として、「①ソーシャルディスタンスカメラの開発支援」、「②分量分け作業自動化システムの開発支援」に取り組みました。

### 【支援事例】

#### 『①ソーシャルディスタンスカメラの開発支援』

店舗や施設の混雑状況をタイムリーに把握できる「ソーシャルディスタンスカメラ」（図1）の開発支援を行いました。当センターでは、画像で認識した人とカメラの実距離を算出する画像解析手法を提案しました。その結果、カメラ画像から人と人の距離を計測できるようになりました。

本製品は店舗及び大学等の施設向けに販売されており、施設内外の人数、人と人の距離、混雑具合をタイムリーに検出できるようになります。店舗や施設の利用者はパソコンやスマホからホームページを確認することで、タイムリーに店舗・施設の混雑状況を把握することができます。



<「ソーシャルディスタンスカメラ」が映すイメージ>  
人を特定できず、個人間の距離を計測

図1 「ソーシャルディスタンスカメラ」概要

#### 『②分量分け作業自動化システムの開発支援』

コンベア上を流れる製品の分量分け作業を自動化するロボットシステム（図2）の開発支援を行いました。当センターでは、次の2点について提案を行いました。

- ・ロボット作業位置を特定する画像処理に適した画像撮影法（カメラ配置や照明条件など）
- ・コンベアの流れを考慮してロボットの作業タイミングを適切に制御する手法

本ロボットシステムは対象工場内において実用化され、生産ラインの自動化につながっています。

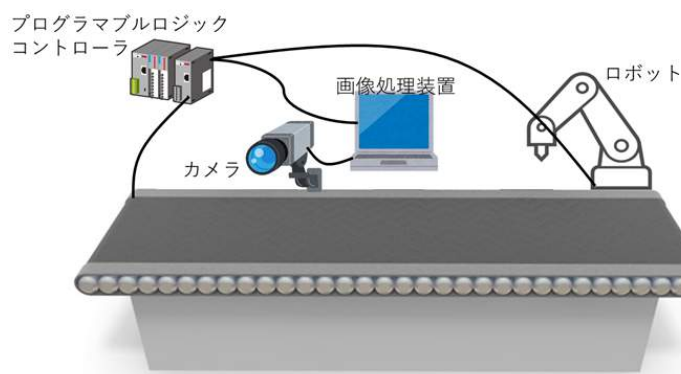


図2 ロボットシステム全体イメージ

### 【将来の展望】

当センターでは、今後も、画像解析技術を始めとしたIT、AI、ロボット等デジタル技術を活用した支援を継続することで、県内中小企業の新製品開発やデジタルシステムの実用化を推進していきます。

【研究の概要】

少子高齢化に伴う人手不足に対応するため、当センターでは企業の自動化や省力化を支援しております。中小企業でも導入しやすいように低コストで容易に運用が可能な自動化システムの提案や開発支援など、それぞれの企業にあった自動化の支援を行いました。

【研究内容】

「検査自動化に関する研究」

中小企業において検査の自動化を進める際、導入コストや導入後の運用の難しさが原因となって思うように進まないという相談をよくお聞きします。

そこで当センターでは、導入時のコストを低く抑えるため、3Dプリンタや安価なセンサを用いて寸法やねじ穴加工の有無の検査が可能な検査装置を試作しました。

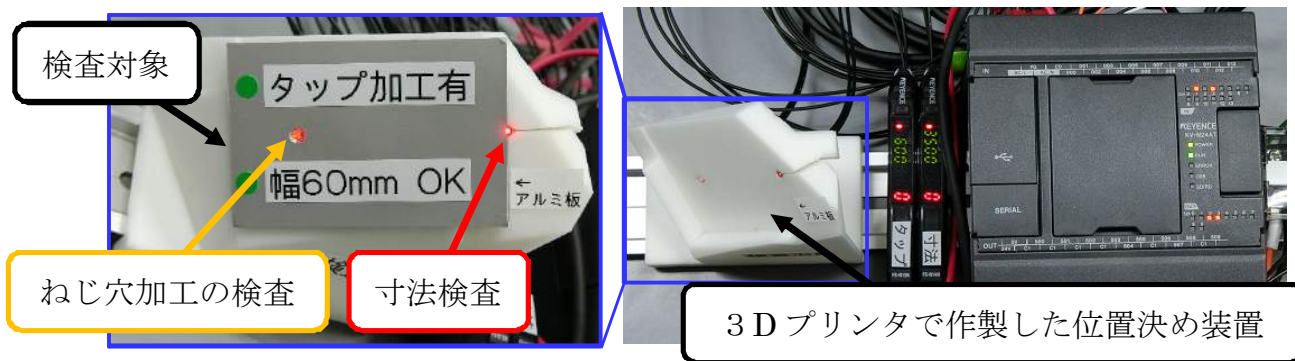


図1 寸法・ねじ穴加工の検査装置

【支援事例】

「ペーパーホルダーの寸法検査の自動化」

久力製作所では様々なプラスチック製品を作製しています。その一つであるトイレトペーパーのホルダーは、蓋がスムーズに開閉できるかについて、作業者が出荷前に検査を行っていました。しかし、検査に時間がかかる、作業者により検査精度にばらつきがあるなどの問題を抱えていました。そこで当センターでは蓋の開閉性能に影響のある寸法検査に適した機構を提案し、検査装置を開発する支援を行いました。この検査装置により1個当たりの検査時間を3秒短縮させると共に、作業者による検査精度のばらつきも減らすことができました。

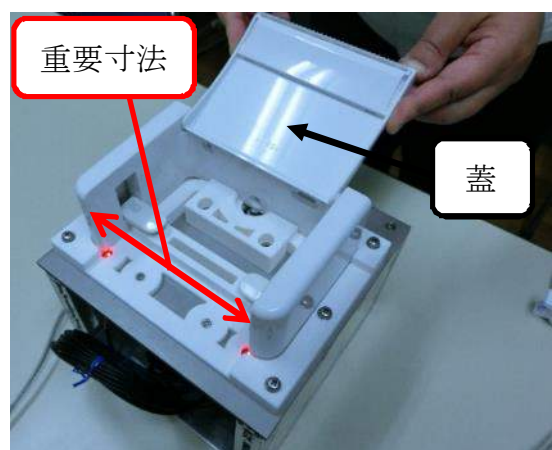


図2 株式会社久力製作所が開発した検査装置

【将来の展望】

当センターで試作した検査装置の手法を応用することで、安価で簡単に検査装置を作製することが可能のため、中小企業でも容易に検査の自動化を図ることができます。当センターでは今後もそれぞれの企業にあった自動化を支援してまいります。

## 【研究の概要】

株式会社三和精機は、市場での需要拡大を背景に、開発した電気自動車用エアコンの熱交換器部品の生産能力を約5倍に拡大することを計画しました。この生産能力を実現するため、これまで4回のプレス加工でアルミパイプ上に必要なスリットの加工を実現していましたが、新たに金型を開発することで加工回数を2回に減らすこと、さらに作業員が行っていたワークのプレス機への投入作業や反転作業をロボットで代替し、完全自動化とすることに取り組みました。そこで同社は、サポイン「電気自動車カーエアコン基幹部品製造における革新的な量産技術の研究開発」(H30~R2)の採択を受け、産総研・当センターと共同で革新的な量産製造技術の開発を行ってきました。

## 【研究内容】

当センターは主に、①新たなプレス加工用金型を開発するためのシミュレーションによる応力評価、②自動化のためのロボットシステムの検証などを分担しました。

- ① 設計した金型の構造から、金型にかかる力（負荷応力）の状況をシミュレーションで検証することで、形状改良により負荷応力が低減（従来形状から25%減）することを確認し、従来よりも少ない回数で加工可能かつ高耐久な金型を開発することができました（図1）。
- ② 当センター内で工場の生産ラインを再現できる模擬スマート工場<sup>※</sup>を活用し、ロボットで材料を掴み、生産設備に配置するシステムの性能を検証しました。実験では、主に材料を掴む部分の性能を検証し、材料に適した掴み方を選定することで、掴み損なうことがほとんどないシステムを構築することができました（図2）。また、各工程にかかる時間から1つの部品を加工するためにかかる時間を予測するシミュレーションを実施し、ボトルネックになる工程の特定・改善を行いました。これにより、加工時間を大幅に短縮することができました。

※各種産業ロボットを備え、加工・組み立て・検査工程を模擬できるセンターの設備

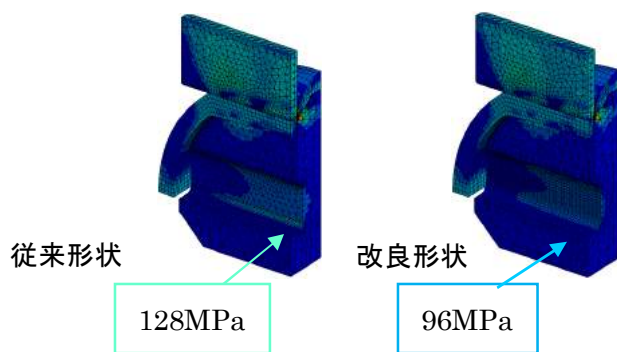


図1 金型の応力解析



図2 模擬スマート工場を活用した  
実験・検証

## 【研究成果】

- ①部品の品質を損なうことなく、従来よりも少ない工数での加工が可能になりました。
- ②掴み損なうことがほとんどないなど、エラー停止の恐れが少ないロボットシステムの実現により、大幅に加工時間を短縮し、従来の5倍の生産能力をもつ自動加工ラインが実用化されました。

## 【将来の展望】

模擬スマート工場の設備を活用し、企業の生産性向上やDX推進につながるAI・IoT・ロボット技術の応用開発や技術支援を進めてまいります。

## 【支援の概要】

株式会社シバソクでは人工衛星搭載送受信機の開発を行っています。人工衛星搭載送受信機は広い温度域で正常に動作するか確認する温度試験と信号品質評価を行う必要があります。当センターにおいて、「①恒温恒湿器を使用した各温度での動作確認」と「②通信環境評価装置を使用した信号品質評価」を実施し、製品化を支援しました。

## 【支援内容】

当センターでは、宇宙分野における電子機器の EMC 試験などの技術支援を実施しており、人工衛星搭載送受信機の製品化に向けて、以下の評価試験を行いました。

1. 小型人工衛星に搭載される電子部品等の温度仕様の例を参考に、当センターの恒温恒湿器を使用し、 $-10^{\circ}\text{C}$ から  $50^{\circ}\text{C}$ まで  $10^{\circ}\text{C}$ きざみの各温度で人工衛星搭載送受信機の動作を確認する方法を提案し評価試験を行いました。

2. 広い周波数帯域を持つデジタル信号の品質を評価する場合、周波数掃引型スペクトラムアナライザを用いると何度も掃引を繰り返す必要があるため、測定に長い時間を要することになります。

そこで、当センターの通信環境評価装置を使用し、広帯域信号解析機能とデジタル変調解析機能を組み合わせることで、人工衛星搭載送受信機の広帯域デジタル変調信号の品質を評価する方法を提案し、試験を行いました（図1）。

通信環境評価装置 人工衛星搭載送受信機

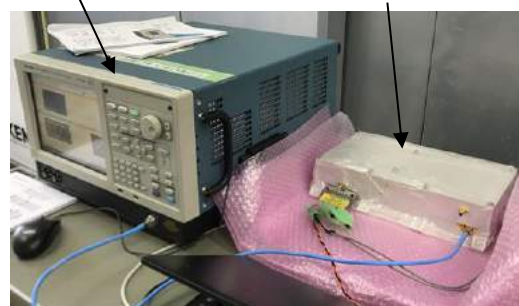


図1 人工衛星搭載送受信機のデジタル変調解析

## 【支援の成果】

広い温度域での動作確認及び信号品質評価を経て、人工衛星搭載送受信機が製品化されました（図2）。

- ・商品名 : 小型人工衛星用モデムユニット
- ・型式 : SE228A
- ・製品概要 : 周波数帯 2~4GHz の S バンド送受信機と周波数帯 8~12GHz の X バンド送信機が一体となった高性能モデムユニット
- ・販売 : 令和2年3月に客先へ納入



図2 小型人工衛星用モデムユニット

## 【将来の展望】

当センターでは、試験設備の活用を促進していくことで、ベンチャー・中小企業の宇宙ビジネスへの新規参入を支援してまいります。



## 当センターが発見した新しい乳酸菌を活用した漬物を企業と共同開発しました

産業技術イノベーションセンター

### 【研究の背景】

キュウリを使用した調味漬の製造では、旬の時期に採れたキュウリを通年使用するために塩漬け（塩分 20%）にして保存し、使用時に流水に晒して脱塩後、味を付けています。しかし、この脱塩工程によりキュウリの旨味や風味も一緒に抜けてしまうため、化学調味料で補う必要がありました。

そこで、乳酸菌発酵の導入により保存時の塩分を低下させて脱塩工程を不要にし、さらに発酵により旨味や風味を付与することで化学調味料不使用の漬物ができないか検討を行いました。

### 【研究内容】

当センターでは、発酵後の香りに特徴のある新規乳酸菌 5 株（IBARAKI-TS1 株から TS5 株）を発見しました。これらの乳酸菌は、発酵後の香りを菌の使い分けで好みに応じて調整できる特徴があり、特許出願を行っています。これらの乳酸菌をキュウリの漬物に活用した商品開発を大平漬物食品と共同で行いました。

まず、乳酸菌ごとに発酵漬物を試作した結果、キュウリと相性の良い発酵風味を生成する乳酸菌 IBARAKI-TS5 株を選定しました（図 1）。

次に、発酵条件（塩分、温度、時間）と保存条件を最適化し、脱塩工程が不要な低塩保存技術を確立しました。

そのほか、賞味期限設定に必要な保存試験の実施や、調味料購入先として県内の醤油メーカーを紹介するなどの支援を行いました。

### 【研究成果】

本研究結果を基に企業で発酵キュウりに合う調味を決定し、令和 2 年 11 月 15 日より販売を開始しました（図 2）。

従来と比べ発酵風味や旨味（総遊離アミノ酸量）が増加しており（図 3、4）、化学調味料不使用でも美味しい漬物になっています。

原料は茨城県行方市産のキュウリ、県内産の醤油など、全て国産を使用しています。

- ・商品名：香々屋 惣左衛門（こうこや そうざえもん）
- ・製造元：大平漬物食品
- ・販売先：大平漬物食品売店、行方市観光物産館こいこい  
茨城県アンテナショップ IBARAKI sense

### 【将来の展望】

発見した乳酸菌 5 株は、今回の製品のように発酵風味を付与する以外にも、以下のような様々な香りの野菜発酵食品の開発に適用可能で、現在複数の企業と製品開発を行っています。

- ・発酵香のほとんどない発酵漬物
- ・青臭さがほとんどない発酵青汁
- ・豆の青臭さが無く、ヨーグルト香の強い豆乳ヨーグルト



図 1 IBARAKI-TS5 株



図 2 販売製品

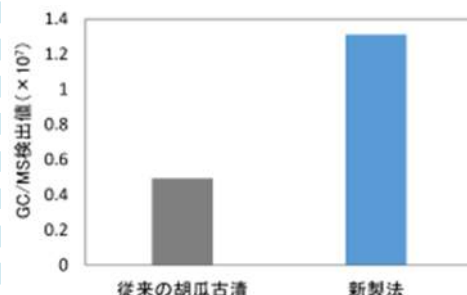


図 3 発酵風味（漬物香）の比較

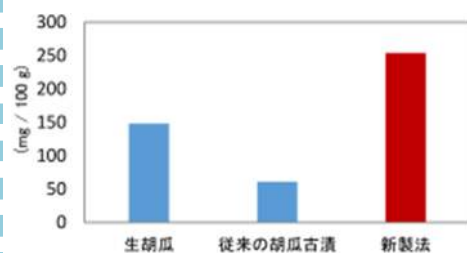


図 4 調味前の遊離アミノ酸量の比較

### 【研究の概要】

中小製造業では人手不足を改善するため、働きやすい環境を提供することで、労働従事者層の枠組みを広げる試みがなされています。事務系の業務では、テレワークの推進など新たな労働環境づくりが進んでいる一方で、生産、製造などの現場業務では、テレワークの導入は難しく、労働環境の改善が進んでいないのが現状です。現場業務の人手不足を補う方法として工程の自動化がありますが、ロボットを導入した生産ラインは対応可能な製品が限られており、多品種少量生産に向かないという欠点があります。

そこで、当センターでは、筑波大学、株式会社クリアタクト、株式会社エーテックと共同で、遠隔でのロボット教示及び光沢品のような従来難しいとされてきた検査の自動化を可能とし、現場業務へのテレワーク導入を促進することを目的に2つの最先端 AI システムの開発に取り組みました。

### 【研究内容】

- ①遠隔でのロボット教示を可能にする VR テレワークシステムの開発
- ②光沢品の検査の自動化を可能にする AI 検査支援システムの開発

### 【研究成果】

#### ①VR テレワークシステム

このシステムは、多くの人が操作方法を習得しているスマートフォンを利用して、離れた場所からロボットを遠隔操作し、動作プログラムを作成することができます。システムを利用すれば、自宅や出張先などから場所や時間にとらわれずに作業ができるようになり、ワークライフバランスに適応した新しい働き方が実現できます。

当センターでは、システムに搭載する機能の1つで、離れた場所で操作する人にロボットや対象物の配置などの空間的な情報を提示する機能を開発しました（図1）。



図1 VR テレワークシステム

#### ②AI 検査支援システム

光沢品などこれまで自動検査が難しいとされていた製品も、AI を用いることで自動化ができるようになってきました。しかし、AI の構築には多くの学習データが必要となるため、生産する製品が頻繁に変わることが多い中小企業の生産現場への適用は難しい状況でした。そこで、学習データを簡単に収集できるシステムを開発し、AI を構築しやすくすることで、より簡単に自動検査や初心者教育に利用できるようにしました。

当センターでは、検査熟練者の製品を見るポイントを取得するタッチパネルと、動かし方を習得し再現するロボットシステムを組み合わせ、検査のノウハウを取得するシステムの開発を行いました（図2）。



図2 AI 検査支援システム

### 【将来の展望】

今後は、本研究で開発した中核技術を生産現場へ適用するために、必要な周辺技術の開発を企業と協力して行います。また、本研究で得られた空間情報の認識や、AI 構築に関する知見などを今後の技術支援に活用していきます。

## 【研究の概要】

生産現場等でロボットを導入するためには、現場作業員による動作教示や作業対象物を認識するための画像処理手法等の検討が必要になります。これらの作業員負担を軽減するため、本研究では産業用ロボットと RGBD カメラ<sup>\*1</sup>で構成されるロボットシステムを対象に、機械学習技術による作業対象物の認識及び仮想空間での動作計画を組み合わせた動作生成手法の研究開発を行いました。

<sup>\*1</sup> 通常のカラ画像に加えて、被写体までの距離を取得可能なカメラ

## 【研究内容】

### ①ロボット、カメラ間の位置姿勢関係を把握

カメラで認識した対象物に対してロボットが作業を行うためには、事前にロボット、カメラ間の位置姿勢関係を把握する必要があります。そこで、カメラ画像を解析することでロボット、カメラ間の位置姿勢関係を求めるソフトウェアの開発に取り組みました。

### ②機械学習による作業対象物の認識

ロボットの動作を生成するためには、作業対象物の位置姿勢を正確に把握する必要があります。そこで、RGBD カメラを用いて作業対象物の位置姿勢を推定する手法の研究開発を行いました。

### ③仮想空間での動作計画

作業対象物の認識結果をもとに、仮想空間上での作業動作の計画及び実機による計画動作の検証を行いました。



図1 カメラ位置校正の様子

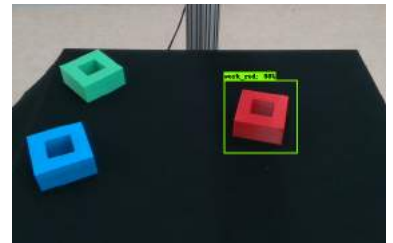


図2 対象物（赤）の認識結果

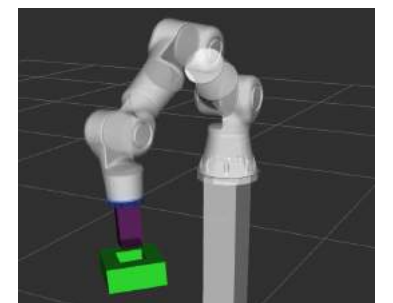


図3 動作計画

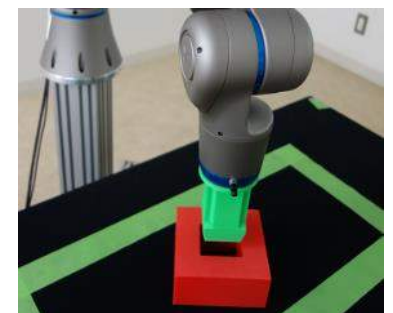


図4 実機による検証

## 【研究成果】

### ①ロボット、カメラ間の位置姿勢関係を把握

ロボット手先に取り付けた形状既知のマーカを撮影した画像及び撮影時のロボット姿勢からロボット、カメラ間の位置姿勢関係を把握するソフトウェアを開発しました（図1）。

### ②機械学習による作業対象物の認識

深層学習<sup>\*2</sup>を用いた物体認識（図2）及び点群データと3次元モデルの位置合わせを組み合わせた、高精度な位置姿勢推定手法を開発しました。

<sup>\*2</sup> 人間の脳神経細胞の仕組みを模したデータ解析手法

### ③仮想空間での動作計画

①、②の結果から仮想空間上で挿入動作を計画（図3）し、実機検証を行った結果、片側クリアランス 3mm の四角穴に対して四角棒の挿入が可能であることを確認しました（図4）。

## 【将来の展望】

本研究では、RGBD カメラによりロボット周辺の状況を認識し、その結果をロボット動作に反映させる一連の技術を確立することができました。今後は、**カメラとロボットを連動させた自動化システムの構築**を検討する中小企業へ技術展開するとともに、要素技術である**<<機械学習による物体検出>>**、**<<点群位置合わせ>>**を活用した共同研究や技術提案につなげていきます。

# 納豆菌ファージに感染耐性を示す納豆菌の生理特性解明

産業技術イノベーションセンター

## 【研究の概要】

納豆菌ファージ（以後ファージ）は納豆菌に感染すると納豆菌を死滅させ、納豆の発酵不良を引き起こすため、県内の納豆メーカーにおいて、非常に警戒されている細菌に感染するウィルス的一种です（図1、図2）。そのため、メーカーにとってはファージ感染による製品汚染への対策は非常に重要な課題となっています。

センターではこのようなファージ感染に対する一つの解決策として、ファージに対して感染耐性を持ち、かつ高品質な納豆も製造できる納豆菌の育種に取り組み、成功しました。そして、さらに納豆メーカーや消費者に安心して利用してもらうためにファージ耐性納豆菌の安全性試験に取り組みました。



図1 納豆菌ファージのイメージ図



正常な納豆(強い糸引き)



ファージ感染納豆(糸引き不良)

図2 ファージに感染した納豆

## 【研究内容】

安全性に関する科学的根拠（エビデンス）を得るために、食品添加物や特定保健用食品に定められる安全性評価のためのガイドラインを参考に、動物（ラット）を用いた安全性評価試験（図3）を実施しました。

具体的にはファージ耐性納豆菌で納豆を製造して、動物への単回投与ならびに反復投与による毒性試験、染色体異常試験及び遺伝子突然変異試験や各種臓器検査等を行うことによって、納豆菌および納豆の安全性確認を行いました。



図3 特定保健用食品における安全性試験フローの一例

## 【研究成果】

すべての試験内容において、ファージ耐性納豆菌で製造した納豆を供与した動物は、標準的な納豆菌で製造した納豆を供与していた動物と比較しても有害とされるような影響は見られず、ファージ耐性納豆菌で製造した納豆の安全性が確認されました。

これによって納豆メーカーが安心して本納豆菌を使用できるための科学的根拠（エビデンス）を得ることが出来たと考えています。

表1 動物（ラット）を用いた安全性試験の結果

目的	試験内容	結果
急性毒性	単回投与試験	異常なし
慢性毒性	反復投与試験	異常なし
染色体異常	末梢血小核試験	異常なし
遺伝子突然変異誘発	Pig-aアッセイ	異常なし
その他	眼科検査 血液検査 病理学検査	異常なし

## 【将来の展望】

センターではファージ耐性菌も含む、複数の特色ある納豆菌を保有しています。令和3年度より納豆の新製品開発に意欲的な企業を対象に研究会を立ち上げ、これらの納豆菌を用いた最適な製造法や製造条件に関する知見を会員間で共有する活動を始めています。納豆の本場、茨城県の今後にますますご期待下さい。



## 成形加工（鍛造加工）し易い軽金属鑄造材の検討

産業技術イノベーションセンター

### 【研究の概要】

軽金属材料（アルミニウム、マグネシウム等）は自動車等の輸送機器の軽量化に欠かせない材料です。特にマグネシウムは実用金属中で最も軽量であり、今後の用途拡大が期待されています。しかしながら、マグネシウムの鑄造材は成形加工性が悪く、部品製造に手間と費用がかかるため適用が進んでいません。そこで、成形加工性が高い鑄造材を開発することで、加工に要する手間を省き、トータル生産コストの低減を目指しました。

### 【研究内容】

鑄造材の成形加工を検討するために、温度、時間、雰囲気、冷却方法等を調整しながら製作できる鑄造機（図1）を用いて鑄造材（図2）を試作しました。試作した鑄造材については、内部の金属組織観察、強度試験評価等を行い、特性を評価しました。次に、カップ形状の成形加工性評価用金型を用い、この鑄造材の鍛造加工を実施して最終的な製品形状に仕上げるために必要な加工負荷や加工温度等の特性を評価しました。

また、原材料であるマグネシウムに加えた各種材料の添加量の違いによる鑄造材の成形加工特性についても同様に評価しました。



図 1 鑄造機



図 2 試作した鑄造材

### 【研究成果】

鑄造材の製作工程において、鑄造温度を高くして冷却速度を早くすると、内部の金属組織が細かくなります。また、冷却中に超音波を付加すると、冷却速度を早くしなくても金属組織が細くなることを確認しました。図3は、冷却中に超音波を付加した鑄造材の断面を電子顕微鏡の元素分析機能を用いて観察した結果です。金属組織が細かく均一に形成されていることが確認できました。さらに、数種類の特定金属材料を適量添加することで金属結晶組織が同様に細かくなることも確認しました。金属結晶組織が細かくなることで、伸び変形が向上し、成形加工性の改善につながることを確認できました。

これらの結果を基に、鑄造材を直接鍛造しても加工表面に割れ等のない健全なカップ形状の成形加工品（図4）を得ることが確認できました。

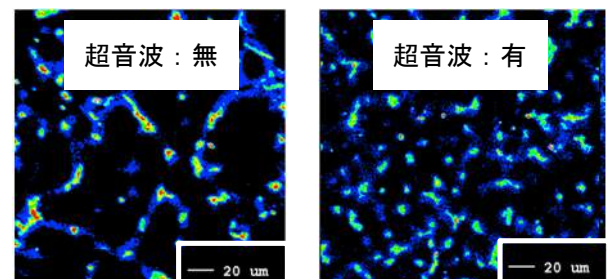


図 3 電子顕微鏡で観察した金属結晶組織



図 4 成形加工評価した鑄造材

### 【将来の展望】

鑄造組織を細かくすることで鑄造材の成形加工性が向上することを確認しました。これにより、製造工程数の短縮が可能となり、トータル生産コストの低減も可能となることから、軽金属材料であるマグネシウム合金材料の軽量化部品への活用を推進していきます。

## 穂やけ症に強い黄色グラジオラス新品種「ひたち11号」(仮称)

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】

本県のグラジオラス切り花は、主に夏期高温期を含む作型で生産されており、高温や強日射により花穂周縁部が焼ける「穂やけ症」が発生し、出荷量や品質が低下することが問題となっています。特に黄色品種では、既存品種の中に穂やけ症に強い品種が少ないことから、夏期の出荷が困難な状況です。そこで、穂やけ症の発生が少ない特性を持つ県育成品種「プリンセスサマーイエロー」から生じた花色突然変異体を選抜し、穂やけ症に強い黄色グラジオラス新品種を育成しました。

### 【研究内容】

元品種「プリンセスサマーイエロー(以下、「PSY」)」は、花色が黄色と明橙赤色の複色品種であり、穂やけ症の発生が少ない特性を有します。2007年に、「PSY」から生じた花色突然変異体を発見し、2018年に「ひたち11号」としました。本系統について夏期における栽培適性や増殖性を調査し、経済栽培における優良性を調査しました。



### 【研究成果】

#### ① 「ひたち11号」の特性

- ・花色は黄・薄黄の単色です。
- ・切花長や小花数等は「PSY」と同等です。
- ・球根増殖性に優れ、安定した種苗供給が可能です。
- ・夏期高温期における穂やけ症の発生は、「バナナラマ(既存黄色品種)」と比べて少なく、「PSY」と同等です。

#### ② 生産者、市場関係者等の評価

- ・生産者や関係機関等からは、「バナナラマ」と比較し、「安定した栽培が可能」「暑い時期に出せる黄色単色」等の理由で高評価を得ました。
- ・市場関係者は「花色」および「花形」について高く評価し、期待される用途としては、「生け花」や「フラワーアレンジメント」との回答を得ました。



穂やけ症発生程度の差(20/8/12)

※矢印は発生部を示す



「ひたち11号」の花姿

### 【将来の展望】黄色品種全体の約50%のシェア見込み&所得向上

- ・既存の黄色品種の年間需要量は約7.8~16.2万球ですが、「ひたち11号」はこれまで出荷できなかった夏期を中心に、新たに年間約10万球の利用が見込まれます。
- ・穂やけ症が出にくい品種を導入することで、等級規格の低下を防ぎ、10a当たり37万円の粗収入向上が期待されます。

品種	出荷量(色の濃淡は出荷量の多少)					利用球数
	6月	7月	8月	9月	10月	
ひたち11号	■	■	■	■	■	約10万球(見込み)
既存の黄色品種	■	■	■	■	■	約7.8~16.2万球

## イネ縞葉枯病抵抗性中生水稻良食味品種「にじのきらめき」を準奨励品種に採用しました

農業総合センター農業研究所

### 【研究の概要】

近年は温暖化に伴う水稻登熟期間の高温化によって、「コシヒカリ」を初めとする県内主要品種に白未熟粒が多発し、玄米品質低下の要因となっています。また、県西地域を中心に、イネ縞葉枯病の発生が問題となっており、抵抗性品種を導入することで病気の拡大を防ぐことが必要です。

農業研究所ではこれら課題を解決する品種の一つとして、高温耐性およびイネ縞葉枯病抵抗性を有する「にじのきらめき」が有望であると考え、県内各地における栽培特性等を明らかにし準奨励品種として採用しました。

### 【研究内容】

- ① 農研機構中日本農業研究センター北陸研究拠点（新潟県上越市）で育成された水稻品種「にじのきらめき」の栽培特性について5年間県内6か所で調査しました。
- ② 県内各地で栽培した「にじのきらめき」の収量、品質、食味等について調査しました。



登熟期の「にじのきらめき」

### 【研究成果】

「にじのきらめき」を「コシヒカリ」と比べた際の特徴は以下の通りでした。

- ① 稈長が約20cm短く、倒れにくいことが分かりました。出穂期は、同じか、1日遅く、成熟期は、3～6日程度遅いことが分かりました。
- ② 収量（精玄米重）は、102～125%（614～697kg/10a）で多収でした。
- ③ 玄米千粒重は2.4～2.9g重く、大粒でした。玄米品質は優れ、農産物検査等級はいずれの年次・試験地においても1等と判定されました。食味評価は同等でした。



「にじのきらめき」 「コシヒカリ」  
成熟期頃の圃場での草姿(R2 水戸市、多肥栽培)



「にじのきらめき」 「コシヒカリ」  
玄米の外観 各40粒

### 【将来の展望】

令和3年度の「にじのきらめき」作付予定面積は県西地域を中心に約450haです。「にじのきらめき」の高品質安定多収栽培方法の確立を目指し、令和3年度より3年間の計画で栽培試験を開始しています。

今後、イネ縞葉枯病の発病が多い県西・県南地域を中心に作付を推進していく予定です。

生産現場において高品質安定生産に向けた指導場面での活用が期待できます。

# イネ縞葉枯病に対する新規系統育苗箱施用剤の防除効果

農業総合センター農業研究所

## 【研究の背景】

イネ縞葉枯病（図1）はヒメトビウンカ（図2）が媒介するウイルス病で、県西地域を中心に発生が多い状況が続いています。発病してから治療する方法はなく、被害を減らすためには、イネがウイルスに感染しないようヒメトビウンカを防除することが重要です。

このため、イネ縞葉枯病の多発地域においては、殺虫剤の播種～田植時育苗箱施用が有効ですが、薬剤の選択肢が限られていることから、ヒメトビウンカの薬剤に対する感受性の低下が懸念されています。



図1 イネ縞葉枯病の症状（穂の出すくみ）



図2 ウイルスを媒介するヒメトビウンカ

## 【研究内容】

平成30年および令和元年に新たに登録された新規系統の育苗箱施用剤であるリディア箱粒剤（フルピリミン粒剤）およびフェルテラゼクサロン箱粒剤（トリフルメゾピリムを含む粒剤）について、本病に対する防除効果を明らかにしました。

## 【研究成果】

リディア箱粒剤およびフェルテラゼクサロン箱粒剤は、ヒメトビウンカ幼虫の発生を抑え、イネ縞葉枯病の発病抑制効果が高い（図3）ことがわかりました。無処理と比較して農薬費が増加しますが、防除効果が高く減収を抑えられることから収益が増加します（表1）。

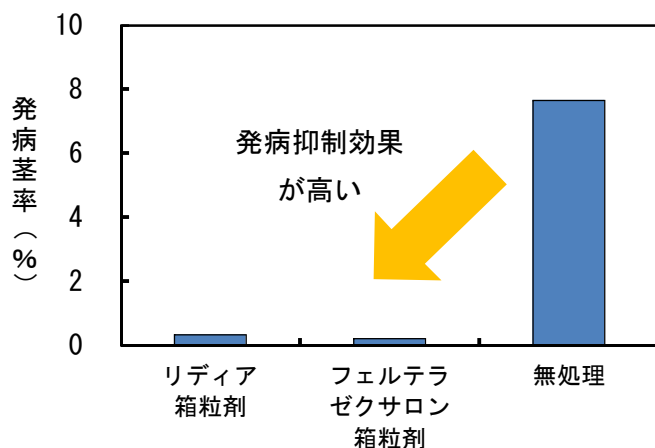


図3 新規系統育苗箱施用剤によるイネ縞葉枯病防除効果

表1 新規系統育苗箱施用剤による収益の試算

薬剤名	推定収量 (kg/10a)	粗収益 (円/10a)	農薬費 (円/10a)	粗収益-農薬費 (円/10a)
リディア箱粒剤	503	130,336	2,490	127,846
フェルテラゼクサロン箱粒剤	504	130,595	2,639	127,956
無処理	467	121,007	0	121,007

注) 推定収量: 発病率=減収率とみなし、令和2年産水稲の10a当たり平均収量の茨城県の数値 505kg/10a（農林水産省資料より）を用いて推定した。

## 【将来の展望】

イネ縞葉枯病を媒介するヒメトビウンカの薬剤抵抗性発達が懸念されていますが、本研究結果により効果の高い薬剤での防除が可能となり、イネ縞葉枯病の発生を抑えることで水田経営の経営安定化に寄与します。



# 輸出用米「ほしじるし」および「ハイブリッドとうごう3号」の極多収栽培法

農業総合センター農業研究所

## 【研究の概要】

本県における輸出用米の取り組みは、H28の約60トン（約10ha）からR2の約3,200トン（約600ha）に増加し、今後も拡大が見込まれます。そこで、輸出用米として本県で主に栽培される「ほしじるし」及び「ハイブリッドとうごう3号」（以下「とうごう3号」という。）について、輸出用米生産者の所得向上のために、極多収（目標値：720kg/10a）が得られる栽培法を明らかにしました。

## 【研究内容】

### (1) 極多収栽培技術の確立・実証

収量を増加させるため、「ほしじるし」及び「とうごう3号」に適した施肥法（施肥窒素量、追肥時期）を検討しました。

### (2) 経済性評価

「ほしじるし」及び「とうごう3号」の極多収栽培法によって得られる所得を試算し、その経済性を「コシヒカリ」と比較して評価しました。



図1. 収穫目前の「ほしじるし」

## 【研究成果】

### (1) 極多収栽培技術の確立・実証

#### ① 基肥+追肥体系で栽培する場合

・施肥窒素量（10aあたり）は、「ほしじるし」では基肥8kg・追肥4~6kg、「とうごう3号」では基肥8kg・追肥6kgあるいは基肥10kg・追肥4kgで720kg/10a以上の極多収が得られました（図2）。

・追肥時期については、両品種とも出穂前20日が最も収量が多くなりました（図3）。

#### ② 全量基肥施肥で栽培する場合

・コシヒカリ慣行栽培に対して、「ほしじるし」では約4kg/10a、「とうごう3号」では約5kg/10aの窒素増肥により、収量は目標（720kg/10a）の90~116%が得られました。

### (2) 経済性評価

・所得については、両品種とも「コシヒカリ」を上回りました（表1）。

表1 極多収条件における経済性

品種	収量※ (kg/10a)	収入 (円/10a)	費用 (円/10a)	所得 (円/10a)
ほしじるし	689	114,360	72,418	41,942
とうごう3号	796	128,091	83,120	44,970
コシヒカリ	480	108,000	70,748	37,252

※) 調査区の収量調査結果（ほしじるし：725kg/10a、とうごう3号：837kg/10a）に0.95を掛け、収穫時の損失分を考慮したときの収量値。ただし、コシヒカリは県の平均収量値。

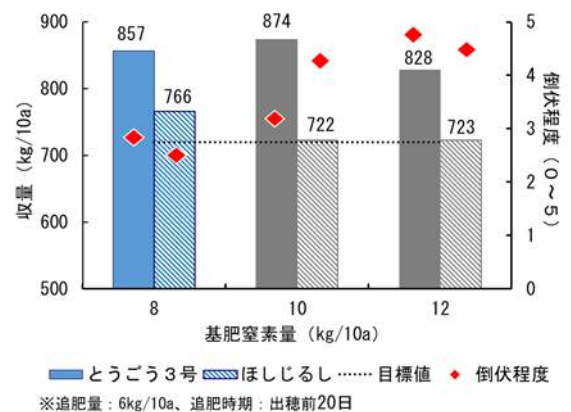


図2. 基肥窒素量と収量および倒伏程度の関係

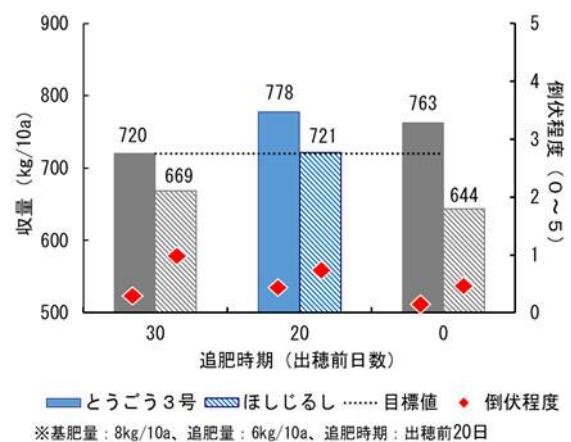


図3. 追肥時期と収量の関係

## 【将来の展望】

両品種とも、倒伏の危険性を抑えて、目標値（720kg/10a）を上回る極多収が得られ、10a当り所得は「コシヒカリ」を上回ります。本成果は、輸出用米生産者の経営安定化に寄与することが期待できます。

# オレンジ色の良食味蒸切干し用サツマイモ品種「ほしあかね」を選定しました

農業総合センター農業研究所

## 【研究の概要】

近年、茨城県内ではサツマイモ蒸切干し用として「べにはるか」の作付けが急増しています。また、乾燥機の普及により、県外にも蒸切干し加工の産地が増え、競争はさらに激しくなることが見込まれます。蒸切干し加工の産地として、競争力を維持・拡大するために、多様な商品が必要であることから、新たな橙肉色の蒸切干し用品種「ほしあかね」を選定しました。

## 【研究内容】

### 1. 「ほしあかね」の特性把握

平成 28 年より「ほしあかね」を所内、現地で栽培し、特性や収量性、品質を調査しました。

### 2. 蒸切干しの加工適性と食味官能評価

所内で蒸切干しに加工し、加工しやすさ、肉質、食味を評価しました。



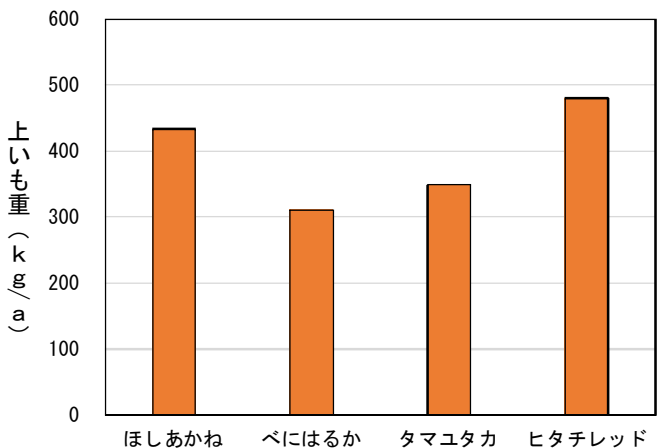
「ほしあかね」のいもの様子

## 【研究成果】

### 1. 「ほしあかね」の特性

いもの形状は丸みを帯びた“短紡錘形”で、皮色は“赤紫”、生いもの肉色は“淡橙黄”でした。

「べにはるか」と比較して、1 株あたりのいも数は同等、いも 1 個重は重くなりました。収量は「べにはるか」比で、農研所内で 139%、銚田市では 120%、ひたちなか市では 103%でした。形状は良く、加工歩留まりは「べにはるか」と同等に優れました。丸芋数が多い傾向でした。



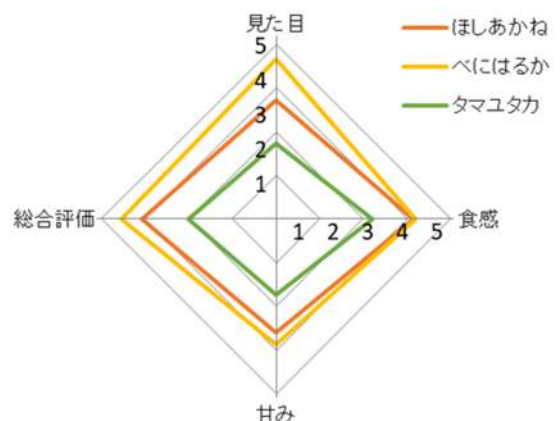
所内での収量、品質 (H28~R2 年平均)

### 2. 蒸切干しの加工適性と食味官能評価

蒸切干しは鮮やかな橙色で、外観が優れました。「べにはるか」よりBrix糖度がやや低いため、食味官能評価では甘味がやや弱いですが、「タムユタカ」と比べ優れていました。



蒸切干しの様子



蒸切干しの食味官能評価

## 【将来の展望】

令和 3 年度より、民間企業からウイルスフリー苗の販売が開始され、今後茨城県内の蒸切干し産地を中心に 40ha 程度の普及が見込まれます。蒸切干し品種の多様化により商品棚の彩りが増し、蒸切干しの消費拡大が期待されます。

# ネット形質を改良した「進化型イバラキング」の育成

農業総合センター—生物工学研究所

## 【研究の概要】

茨城県のオリジナルメロン品種「イバラキング」は、食味や日持ち性、収量性等が高く評価されている一方、気候条件によっては外観品質を低下させる不良ネット（ヒルネット）が発生し、商品価値が損なわれることがあります。そこで、良食味で肥大性に優れるといった「イバラキング」らしい良い特長は活かし、ネット形質を遺伝的に改良した「ヒルネットの出ないイバラキング」の育成に取り組みました。



「イバラキング」



不良なネット形質のヒルネット

## 【研究内容】

- ① ネット形質を、達観評価ではなく定量的に測定出来るデータに変換するため、画像解析の手法を開発し、収集したネット形質のデータと遺伝配列情報とをつき合わせて解析しました。ヒルネット発生に関連する遺伝子領域を探索し、DNA マーカー\*を作成しました。 \*目的とする遺伝子を持つかどうかを判定する目印となる DNA のパターン
- ② 「イバラキング」の母親系統とネットのきれいなメロン「P36」を交雑し、母親系統との戻し交雑と選抜個体の自殖を繰り返して、ヒルネットの出ない新たな母親となるように改良を続けました。

## 【研究成果】

- ① 果皮のスキャン画像を用い、ソフトウェア ImageJ で画像解析して、ヒルネットの本数や面積等を数値化する手法を開発しました（図1）。「イバラキング」のヒルネット発生は母親由来の遺伝と推定されたことから、「イバラキング」母親と、ネットのきれいなメロン「P36」を交雑した後代について、QTL 解析\*\*を行い、ヒルネット発生に関連する3箇所の遺伝領域を特定し、DNA マーカーを作成しました（図2）。 \*\*量的形質に関係する遺伝子座の位置や数、遺伝的効果等の情報を得ることができる解析手法
- ② 「イバラキング」母親と「P36」との交雑により、ヒルネットが出ず、果肉形質が母親により近いBC<sub>2</sub>F<sub>2</sub>世代を作成しました。

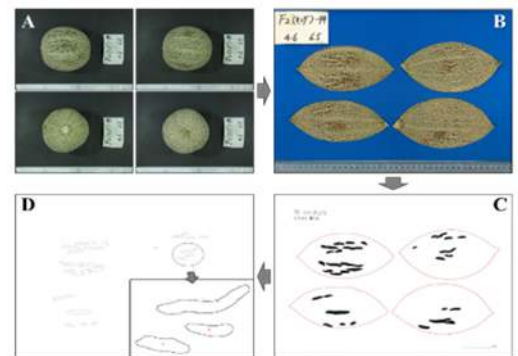


図1 数値的評価法を利用したヒルネット数値化処理の過程

- A 処理前のメロン果実。
- B 果皮のみにしてスキャナーで画像を取り込む。
- C 印刷した果皮の画像を裏面から透過してネット部分を確認し、ヒルネット部分を黒塗りにする。
- D 再度スキャンしてソフトウェア ImageJ で画像解析し、ヒルネットの本数や面積等を数値化する。

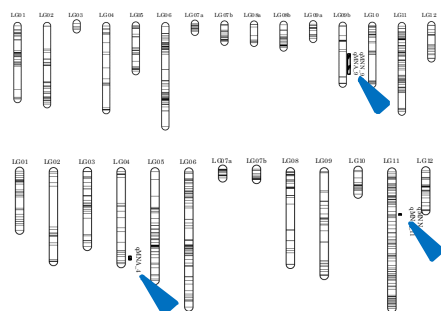


図2 ヒルネット発生に関連する QTL 領域



図3 イバラキング母親（左）とネットを改良中のBC世代

## 【将来の展望】

今回設計した DNA マーカーや育成途中のネット形質の改良された親系統を活用して、「イバラキング」の食味や肥大性等、評価の高い形質を維持したままで、よりネット形質に優れた「進化型イバラキング」の育成が可能となります。生産者の皆様には、気候条件に左右されない外観品質の安定したメロンが生産できることによる所得向上が、消費者の皆様には、美味しくさらに外観も美しいメロンが届けられるようになることが期待されます。

# 長期どりトマトにおける生育制御技術のための指標として茎径を選定しました

農業総合センター園芸研究所

## 【研究の概要】

長期どりトマト栽培では生育状況を診断するための指標が明確にされておらず、また、それらに影響を及ぼす環境条件との関係についても不明な点が多いため、その解明が求められています。本研究では、生育診断を行うための簡易な生育モニタリング指標として生長点 15cm 下の茎短径（以下、茎径）を選定するとともに、日平均気温の上下により茎径をコントロールできることを明らかにしました。

## 【研究内容】

### ①生育モニタリング指標の選定

生育状況を診断するためのモニタリング指標として有望と考えられる各生育評価項目について、複数の環境条件下における栽培期間中の推移を定期的に調査し、指標の選定を行いました。

### ②生育モニタリング指標と環境条件との関係解明

選定した指標が環境条件によりどのように変化するかを調査し、指標と環境条件の関係を検証しました。

## 【研究成果】

### ①生育モニタリング指標の選定

複数の環境条件下において草勢及び生育バランスの均衡を経時的に変化させ、各生育評価項目の推移を調査したところ、茎径、生長点から一輪開花花房までの距離（以下、開花花房距離）、主茎伸長量（以下、伸長量）は他の指標に比べ環境条件の変化に対する応答性が高く、生育モニタリングの指標として適切である可能性が示唆されました。

### ②生育モニタリング指標と環境条件との関係解明

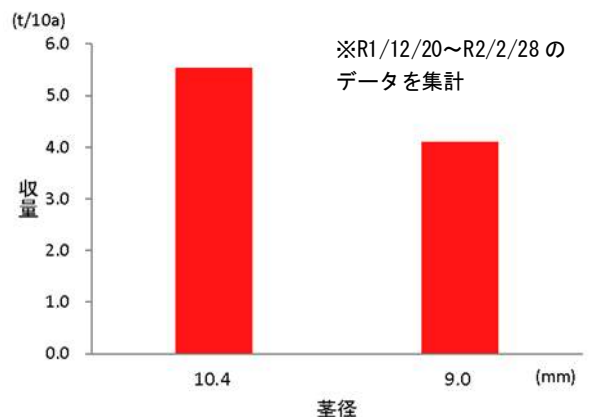
品種間差はありますが、おおむね日平均気温が低下すると茎径は太く、開花花房距離は短くなる傾向を示しました。また、開花花房距離は昼夜の気温差にも反応し、気温差が小さくなると長くなる傾向を示しました。伸長量は日平均気温が上昇または昼夜の気温差が小さくなる場合に大きくなる傾向を示しました（図1）。

茎径、開花花房距離、伸長量の中では茎径が最も測定が容易であり、日平均気温による制御が可能であることから、茎径を生育モニタリング指標として選定しました。

なお、品種間差はありますが、茎径が 7.6~11.5mm の間では、太くなる環境条件で収量が増加する傾向が認められ、日平均気温をコントロールし、茎径を適切な範囲に制御することで収量が高位安定することが示唆されました（図2）。

	日平均気温		昼夜気温差		調査の容易さ	
	上昇	降下	増大	減少		
温度管理						
茎径	↓	↑	→	→	○	● 簡単
開花花房距離	↑	↓	↓※	↑※	×	△ 中間 × 難しい
伸長量	↑	↓	↓	↑	△	※品種により反応は異なった

図1 温度条件と各生育指標の関係



## 【将来の展望】

データを活用したトマト栽培のファーストステップとして定期的に茎径を測定し、それを指標に比較的コントロールしやすい日平均気温の制御を行うことにより、長期どりトマト栽培の収量・品質の高位安定化が期待されます。

# 高温で開花遅延しやすい小ギク品種への後夜半電照の効果

農業総合センター園芸研究所

## 【研究の概要】

近年は夏場の異常高温が多くなり、県内小ギク生産において、開花時期がばらつき、需要期出荷に向けた計画生産が難しくなっています。そこで、高温で開花遅延しやすい品種を明らかにするとともに、高温処理条件下において慣行より開花調節精度の高い電照技術（後夜半電照）の効果を明らかにしました。



写真 電照の様子

## 【研究内容】

### 1. 高温で開花遅延しやすい品種の確認

8月盆向け作型において、高温の影響を受けて開花遅延しやすい品種を明らかにしました。

### 2. 後夜半電照処理効果の実証

開花遅延しやすい品種において、後夜半電照\*を処理することで、開花のばらつきを慣行電照処理の同等以下に抑制できます。

\*電照処理：夏秋ギクは短日植物であり、日長（昼の時間）が短いと開花を促進し、日長が長いと開花を抑制します。深夜に電照をするとキクは日長を長く感じるため、早期の花芽分化が抑えられ、需要期に開花を合わせやすくなります。

\*後夜半電照：慣行電照が22時～2時に照射するのに対し、後夜半電照は0時～4時に照射します。同じ処理時間でも、後夜半電照の方が開花調節効果が高いことが明らかになりました（平成30年度普及に移す成果）。

## 【研究成果】

### 1. 高温で開花遅延しやすい品種の確認

電照消灯後\*1の高温条件下において、「はじめ」、「精しらたき」、「精こまき」は、開花遅延しにくい品種（「精ちぐさ」と比較して、開花遅延しやすいことを明らかにしました（図1）。

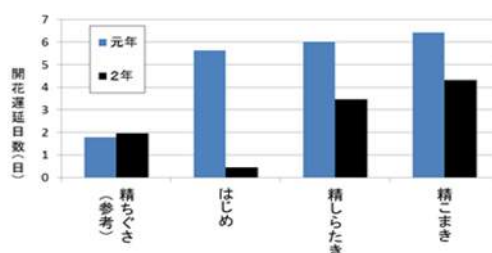


図1 生育後半の高温処理による開花遅延日数

### 2. 後夜半電照処理効果の実証

上記3品種において、後夜半電照時の発蕾日は、慣行電照と比較して、同等程度かそれより遅く、花芽分化の抑制効果が確認できました。

生育前半や生育後半に高温を受けると\*2採花日が大きく変動しますが、後夜半電照を行うことで、採花日のばらつきを慣行電照と同等以下に抑制できます（表1）。

\*1：電照は、定植（4月下旬）から6月中旬まで処理

\*2：生育前半（定植～消灯）高温区：23℃換気18℃加温  
 生育後半（消灯2週間後から14日間）高温区：消灯2週間後から14日間30℃換気25℃加温  
 対照区：サイド・妻面を常時開放したハウスで管理

表1 高温処理<sup>1)</sup>下の電照方法が採花日に及ぼす影響

試験区	電照方法	令和元年		令和2年	
		採花日 <sup>2)</sup>	採花日のばらつき <sup>3)</sup>	採花日 <sup>2)</sup>	採花日のばらつき <sup>3)</sup>
はじめ	慣行	8/2 8/14	12.0	8/2 8/6	3.4
	後夜半	8/4 8/12	8.1	8/3 8/6	2.8
精しらたき	慣行	7/26 8/9	13.6	7/31 8/7	7.3
	後夜半	7/31 8/11	10.6	8/1 8/8	7.2
精こまき	慣行	8/3 8/12	8.6	8/7 8/12	4.3
	後夜半	8/5 8/11	5.7	8/8 8/11	3.3

1) 高温処理は、生育前半および生育後半に処理

2) 高温処理した区および対照区のうち、最も早い区の採花日（上段）と最も遅い区の採花日（下段）

3) 試験区間で採花日が最も早い区と最も遅い区の差

## 【将来の展望】

今回の試験成果により、開花遅延しやすい品種においても後夜半電照を行うことで、需要期出荷に向けた計画安定生産が可能となり、経営の向上が期待されます。

【研究の概要】

メロンとイチゴは本県の重要な園芸品目ですが、つる割病や炭疽病といった難防除病害の発生に伴う減収および防除コストの増加が大きな課題です。そこで、環境・人に優しい安心安全な防除技術の1つの方法として、マイコウイルス（カビに感染するウイルス）を利用した生物防除技術の開発を目指して、つる割病菌や炭疽病菌等から新たなマイコウイルスを探索しました。さらに、炭疽病菌の防除に有望なマイコウイルスの特徴を調査しました。

【研究内容】

病害防除に利用できるマイコウイルスを見つけるため、現地の作物に発生する病原菌を採集し、菌の中からマイコウイルスを分離・同定する。また、分離したウイルスが病原菌に与える影響を調査する。

【研究成果】

1. 簡易なマイコウイルス検出法の確立

マイクロチューブ内で操作が完結する、簡易なウイルス検出法（図1）を確立し、約2,000菌株からマイコウイルスの有無を調査しました。この方法では、マイコウイルスの多くが2本鎖の遺伝子の状態（dsRNA）をとることを利用し、その「dsRNA」のみを集めることができます。

2. 新規マイコウイルスの探索・同定

約90種類ものマイコウイルスが見つかり、今まで知られていないマイコウイルスも多く見つかりました。イチゴ炭疽病菌とメロンつる割病菌から見つかった新規マイコウイルスを表1に示します。

表1 イチゴ炭疽病菌、メロンつる割病菌に感染する新規のウイルス一覧

ウイルス名(新種につき仮称)	ウイルス科	分節数	ゲノムサイズ	ウイルス粒子
Colletotrichum fructicola mitovirus 1	Mitoviridae	1	約2.5 kbp	なし
Colletotrichum fructicola hypovirus 1	Hypoviridae	1	約10 kbp	なし
Colletotrichum fructicola victorivirus 1	Totiviridae	1	約5.2 kbp	正20面体
Colletotrichum fructicola polymycovirus 1	Polymycoviridae	7	約2.5-0.8 kbp	不明
Fusarium deltaflexivirus 2	Deltaflexiviridae	1	約8.2 kbp	ひも状?

3. 新規マイコウイルスの宿主菌に与える影響

通常の病原菌はマイコウイルスに感染しておらず、植物に対して強い病気の症状を引き起こします（図2左）。しかし、マイコウイルスが感染した病原菌は弱まり、植物を病気にする能力が低下していました（図2右）。このようにイチゴ炭疽病菌の中には、あるマイコウイルスが感染していることによって、菌の生育が遅くなったり、菌のイチゴを病気にする能力が弱められているものが見られました。

【将来の展望】

新規のマイコウイルスを探索した結果、約90種類のウイルスを発見することができ、新たなウイルスも多く見つかりました。イチゴ炭疽病菌に感染したマイコウイルスの中には、炭疽病の症状を弱める新規のマイコウイルスも見つかり、その特徴を明らかにできました。本成果はすぐに現場に普及するものではありませんが、病原菌の農薬に対する抵抗性の発達を回避でき、環境・人に優しい安心安全な防除技術の開発につながることを期待されます。

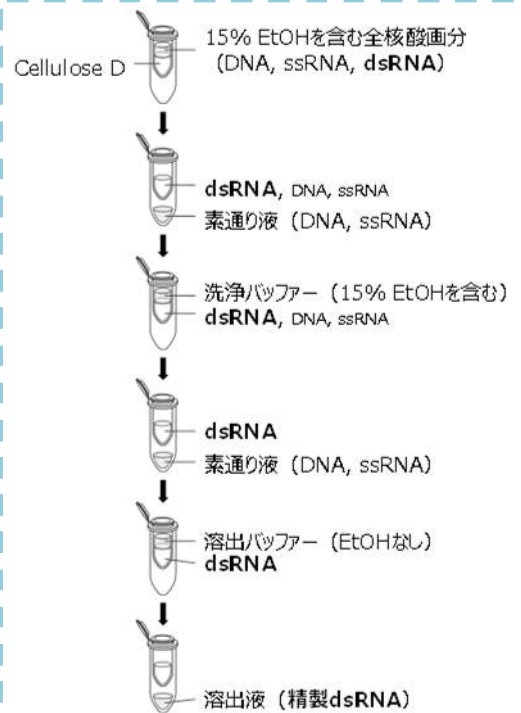


図1 マイクロスピンカラム法の模式図  
dsRNAがウイルスの遺伝子（ゲノム）を示す。



図2 マイコウイルスに感染したイチゴ炭疽病菌株の病原性検定

中央の小葉に針で穴をあけてイチゴ炭疽病菌の胞子懸濁液をイチゴの葉に1小葉に20 μl滴下した。25°Cで7日後の写真。

# 深層学習（AI）による「コシヒカリ」の生育ステージ判定技術を開発しました

農業総合センター農業研究所

## 【研究の概要】

水稻の生育ステージを正確に見極めて適期に水管理や追肥を行うことは、品質や収量の向上に重要ですが、熟練した技術が必要です。そこで、深層学習（AI）の技術を活用し、畦畔から撮影した画像を解析することで、生育ステージを非接触で簡単に、高い精度で判断できる技術を開発しました。

## 【研究内容】

### ①深層学習（AI）の技術を活用したスマートフォン用生育診断アプリケーションの開発

コンピュータに大量のデータを学習させることで特定のパターンを認識させ、認識したパターン（深層学習モデル）を未知のデータ（水稻の画像）に当てはめることで生育ステージが判定できるか検証しました。

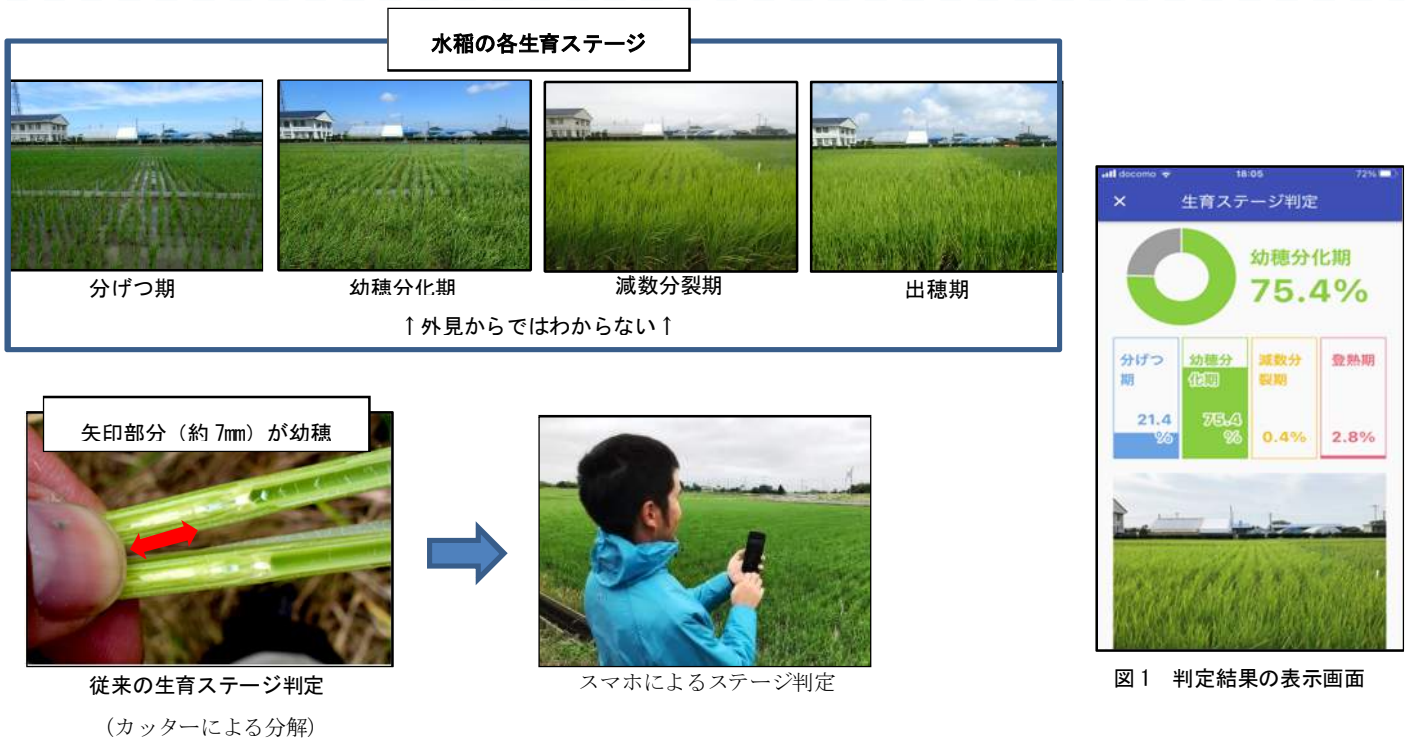
### ②開発したアプリケーションによる生育ステージ判定精度の検証

開発したアプリケーションを利用し、畦畔から撮影したほ場画像から生育ステージを判定し、目視による実判定と比較検証しました。

## 【研究成果】

①開発したアプリでは、撮影画像に対して水稻の生育ステージの分類確率が表示されます。そのうち最も高い確率を示したステージを生育ステージと判定し、「分けつ期」、「幼穂分化期」、「減数分裂期」、「登熟期」の4段階のうちいずれかで出力されます（図1）。携帯端末および定点カメラを用いた生育ステージ判定の平均絶対誤差は、1.0~2.25日で「コシヒカリ」の生育相の変化を簡易に判定することができました。

②携帯端末と定点カメラで取得した画像のAI判定結果は、各生育ステージにおいて、両機の上に撮影条件の影響を上回るような明確な違いはみられませんでした。



## 【将来の展望】

開発されたアプリケーション「Growth eye（配信元：NTT DATA CCS Corporation）」を利用することで、水田畦畔からの撮影画像によって非接触で簡易に生育ステージの判定ができ、収量や品質向上につなげることができます。

# 株枯れの発生抑制が期待されるハナモモ台木の選定と対策技術の確立

農業総合センター山間地帯特産指導所

## 【研究の概要】

枝物生産は、本県中山間地域の特性を活かした新たな特産品として注目され、作付面積や生産者数が年々増加しています。一方で、主力品目のハナモモでは株枯れ症状（図1）の発生が拡大しており、大きな問題となっています。その対策として、株枯れ発生の要因と考えられる凍害やアレロパシー（いや地現象）に強く、株枯れの発生抑制が期待される台木を選定するとともに各種資材を利用した対策技術について検討しました。



図1 ハナモモの株枯れ症状

## 【研究内容】

### ① 台木の違いによるハナモモの収量性と品質及び耐凍性の検討

穂木2品種（矢口、新矢口）と凍害に強いとされる台木を組み合わせて、収量性と品質及び耐凍性を検証しました。

### ② 株枯れ対策技術の検討

アレロパシー（いや地現象）活性の高い土壌における各種対策技術（低濃度アルコール溶液処理、活性炭粉末の施用）の効果について検証しました。

## 【研究成果】

### ① 台木の違いによるハナモモの収量性と品質及び耐凍性の検討

収量性はヤマモモ台が特出して優れましたが、「新矢口」では一枝当たりの花蕾数が少ないため品質は低く、一方で筑波4号台は、収量性はヤマモモ台に劣るものの花蕾数は安定しており枝品質が高いことが分かりました（表1）。

また、耐凍性ではハードニング期（1月）においては、どの台木も概ね-11℃から-14℃の耐凍性を獲得していましたが（データ省略）、デハードニング期（3月）では筑波4号台が-14℃の耐凍性を有していました（表2）。

表1 1年切りハナモモの1樹当たりの収量と枝（1本枝）あたりの総花蕾数（2020年）

穂木・台木	1樹当たりの収量 (本)	1本枝1枝あたりの 総花蕾数(個)**
新矢口・ひだ国府紅しだれ	80.0	38.2
新矢口・ヤマモモ	171.0	20.9
新矢口・筑波4号	115.5	33.6
新矢口・おはつもも	83.5	28.3
矢口・ひだ国府紅しだれ	107.0	45.8
矢口・ヤマモモ	253.5	40.5

\*\* 80cmに調整した1本枝20本の平均

表2 デハードニング期（2021年3月）における各条件での芽吹きと組織褐変の有無

穂木・台木		2021年			
		-5℃	-8℃	-11℃	-14℃
矢口・ひだ国府紅しだれ	芽吹いた枝(本)*	10	10	10	7
	組織が褐変した枝(本)**	0	0	0	7
矢口・ヤマモモ	芽吹いた枝(本)*	10	10	10	3
	組織が褐変した枝(本)**	0	0	1	8
新矢口・ひだ国府紅しだれ	芽吹いた枝(本)*	10	10	8	0
	組織が褐変した枝(本)**	0	0	4	10
新矢口・筑波4号	芽吹いた枝(本)*	10	10	10	10
	組織が褐変した枝(本)**	0	0	4	10

\* 葉、花が芽吹いた枝、または芽吹いていないが生きている芽がある枝の本数（調査本数10本）

\*\* 枝を中央で二等分したときに維管束組織の褐変を目視で確認できた枝の本数（調査本数10本）

### ② 株枯れ対策技術の検討

台木を用いたポット試験の結果、低濃度アルコール処理と活性炭粉末施用の併用区及び活性炭粉末施用区では、無処理区と比較して新梢発生本数や総長が増加する傾向が見られました（表3）。

表3 アレロパシー（いや地現象）対策資材がハナモモの生育に及ぼす影響（台木：ひだ国府紅しだれ）

試験区	主幹肥大率 (%)	地下部 乾燥重量 (g)	新梢発生量		
			発生本数	総長 (cm)	基部の太さ7mm 以上の新梢本数
活性炭粉末施用※1	148 b	76.2 a	23.0 ab	818.7 b	4.0 a
低濃度アルコール 溶液処理※2	134 ab	57.9 a	11.7 a	553.8 ab	3.7 a
活性炭粉末・低濃度 アルコール溶液併用	147 ab	113.3 a	26.7 b	899.7 b	4.7 a
無処理	127 a	57.7 a	11.0 a	443.0 a	4.3 a

注) 同一項目において異なる間にはTukeyの検定により5%水準で有意差がある

※1 活性炭粉末は不織布ポットの充填土壌量に対し概ね10%となるよう混和した

※2 処理は市販液剤「エコロジアル（エタノール65%含有）」を1%になるよう希釈し、防水シート状ですべての土壌に浸透するよう処理した。処理後は10日間ビニル被覆し、被覆除去後数回切り返しを行った後、さらに7日間風乾し、不織布ポットに充填した

【将来の展望】試験の経過から、ハナモモの株枯れは複数の要因により発生していると考えられます。そのため、収量性が高く凍害に強い台木やアレロパシー対策技術のほか、剪定部位からの枯れ込みによる樹勢低下を抑制する樹形改善等、圃地の状況に合わせて導入することにより、発生抑制効果が期待できると考えています。



# 施設ピーマンでは炭酸ガス施用などの環境制御技術により収量及び所得が向上します

農業総合センター鹿島地帯特産指導所

## 【研究の概要】

鹿行地域は全国一のピーマン産地ですが、近年ハウスの建設資材や燃油の価格高騰により栽培面積の拡大が困難となっており、産地の経営安定・強化にむけては既存のハウスの収量を増加させることが課題です。

そこで、冬季をまたぐ栽培（12月～6月）において、生育促進に効果の高い「日中の炭酸ガス施用」、生育に最適な湿度環境を作り出す「ミスト噴霧」、暖房機の重油代削減効果のある「変夜温管理（夜間の温度設定を時間によって多段階にする）」の3つの環境制御を組み合わせ、大幅に収量を増加させる技術を確立しました。

これにより、収量は約35%増加する一方、重油消費量は慣行栽培（夜温一定管理）と比べて約10%削減することができ、炭酸ガス発生装置やミスト噴霧器の導入コストを上回る所得向上効果が得られます。

## 【研究内容】

環境制御区（炭酸ガス施用、ミスト噴霧、変夜温管理の3技術を組み合わせ）と、慣行区（炭酸ガス無施用、ミスト噴霧なし、夜温一定管理）を設け、収量と環境制御に係る導入コスト及びランニングコストを調査し、所得向上効果を検証しました。



炭酸ガス発生機

表1 試験区の概要

	環境制御区	慣行区
炭酸ガス施用	8時～10時 濃度上限：1,050ppm	なし
ミスト噴霧	8時～16時 湿度：65%以上	なし
夜温管理	変夜温管理 日没6時間後から日の出4時間前まで15℃、 上記以外の時間帯は18℃	18℃一定



ミスト噴霧の様子

※炭酸ガス施用およびミスト噴霧期間：1月末～6月中旬

## 【研究成果】

- ① 環境制御区は、慣行区と比べて着果数が増加し、収量が約35%増加し、収益が増加します（図1）。
- ② 環境制御区は、変夜温管理によって重油代が慣行区に比べて2aあたり26,604円（約10%）減少します（表2）。
- ③ 環境制御区は、機械導入費と燃料費の合計経費は2aあたり170,857円増加しますが、所得は19,165円増加します（表2）。※変夜温管理の導入は、炭酸ガス施用等により草勢・収量の安定した条件下で行う必要があります。

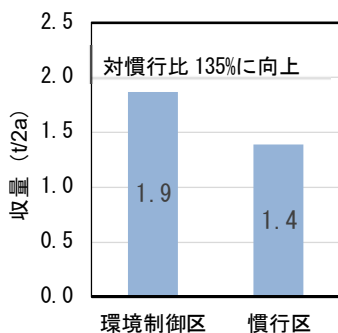


図1 環境制御による増収効果 (2a)

表2 環境制御区による所得向上効果 (対慣行区比) (2aあたりの試算値)

増収益 (A)	経費 <sup>1)2)</sup> (B)	増所得 (A-B)
190,022 円	170,857 円 (重油代については 26,604 円削減)	19,165 円

1) 炭酸ガス発生機とミスト噴霧機の導入コスト。償却期間7年でコストを算出。

2) 電気代：従量電灯B・30A、灯油：82.4円/L、重油：73.9円/Lで算出。

## 【将来の展望】

本技術は、低い導入コストで高い増収効果が得られるため、農林事務所と連携して技術の普及を行い、全国一のピーマン産地の経営強化を図ります。

# デヒドロエピアンドロステロンを用いた効率的な黒毛和種受精卵の生産技術を開発しました

畜産センター飼養技術研究室

## 【研究の概要】

茨城県では銘柄畜産物である「常陸牛」のブランド力向上のため、受精卵移植を利用した和牛増頭に取り組んでおり、黒毛和種受精卵の需要が増加しています。一方で、ウシの受精卵採取において、採取卵数の増加及び受精卵の品質向上、過剰排卵処理に対する卵巢の反応性低下への対策が求められています。そこで、ヒトの生殖補助医療分野において、採取卵数の増加及び受精卵の品質の向上効果が認められているステロイドホルモンである、デヒドロエピアンドロステロン（DHEA）を用いた、効率的な黒毛和種受精卵の採取方法を確立しました。

## 【研究内容】

### ①血中 DHEA 濃度と受精卵採取成績との関連性の解明

受精卵採取時に採血を行い、血中 DHEA 濃度を測定後、受精卵採取成績との関連性を解析しました。

### ②DHEA 投与試験

DHEA 製剤を過剰排卵処理と同時に頸部皮下内に投与し、受精卵採取成績に及ぼす影響を解析しました。



受精卵採取の様子

## 【研究成果】

### ①血中 DHEA 濃度と A・A'・B ランク卵率<sup>※1</sup>との間に弱い正の相関がみられました ( $r=0.254$ 、 $p<0.05$ )。(図 1)

血中 DHEA 濃度を受精卵採取成績の指標にすることで、受精卵を効率的に生産することが可能となります。

### ②DHEA 製剤を過剰排卵処理と同時に頸部皮下内に投与することで、平均採取卵数は 7.4 個、平均正常卵数は 3.3 個増加することが明らかとなりました。受精卵採取を行う際に、DHEA 製剤を投与することで、効率的に、より多くの受精卵を生産することが可能となります。(表 1)

図 1. 血中 DHEA 濃度と A・A'・B ランク卵率との関係

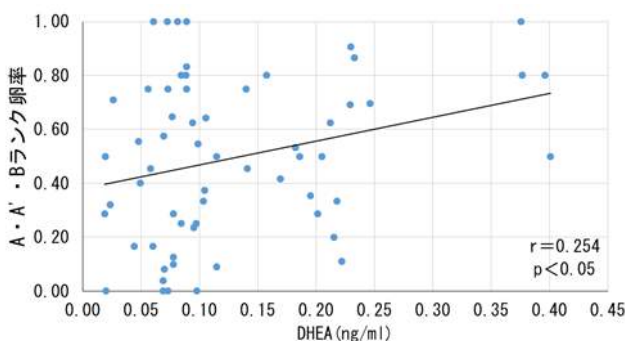


表 1. DHEA 投与及び非投与時の受精卵採取成績

	採取卵数	正常卵数 <sup>※2</sup>
DHEA投与区	13.4 ± 9.6 <sup>a</sup>	5.9 ± 6.5
DHEA非投与区	6.0 ± 5.7 <sup>b</sup>	2.6 ± 2.7

平均値 ± SD、a-b :  $p<0.05$

### 【受精卵のランクについて】

顕微鏡下でみた受精卵の変性細胞の割合等で品質判定します。一般に、A・A'・B・Cの順で、受精卵移植後の受胎率が良いとされています。

※1 A・A'・B ランク卵率 :

A・A'・B ランク卵数 / 採取卵数

※2 正常卵数 : A・A'・B・C ランク卵数

## 【将来の展望】

本試験の結果より、黒毛和種受精卵の生産技術の向上につながる基礎的知見が得られました。受精卵生産技術が向上することによって、効率的な優良雌牛の増頭及び肥育素牛の生産拡大が可能となり、茨城県の銘柄畜産物である「常陸牛」のブランド力向上が期待されます。

# 奥久慈しゃもの原種鶏維持のため次世代種鶏の作出手法を確立しました

畜産センター生産技術研究室

## 【研究の概要】

茨城県の銘柄地鶏である奥久慈しゃもは、名古屋種（T）の雄とロードアイランドレッド種（L）の雌を交配させて作出した交雑種（TL）の雌に、しゃも種（J）の雄を交配させて作出します。これらの3鶏種は、約40年間、当センターで維持しているため、鶏群の近交度が上昇することによる不良形質の発現（近交退化現象）が懸念されています。対策としては、同じ鶏種で系統が違う鶏と入れ替える方法がありますが、別の系統の鶏を導入したことによって奥久慈しゃもの肉質が変わることは避けなければいけません。そこで、今後も奥久慈しゃもを安定して生産するために、本来の奥久慈しゃもの食味を維持したまま不良形質を解消できる次世代種鶏候補の作出手法を検討しました。その結果、別系統と既存の系統を戻し交配した第一世代（B1）を用いることで、現在の奥久慈しゃものおいしさを維持しつつ近交退化を抑制できることが明らかとなりました。

## 【研究内容】

外部から導入したしゃも種Z系統（Z）と既存のしゃも種J系統（J）を交配し、先ず次世代種鶏候補F1を作りました。次に、F1とJを交配（戻し交配）して次世代種鶏候補B1を作りました（図1）。

### ①種鶏の比較

既存の種鶏と次世代種鶏候補の近交度\*と能力を比較しました。

\*近交度：近親交配の度合いを表す数値

### ②肉用鶏の比較

既存の種鶏と次世代種鶏候補から肉用鶏を作り、食味を比較しました。

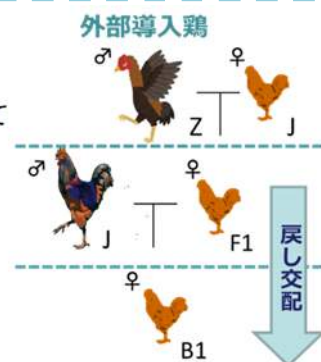


図1. 次世代種鶏候補の作出方法

## 【研究成果】

### ①種鶏の比較（表1）

近交度については固定指数を用いて推測したところ、既存のJと比較してF1とB1で低下しました。固定指数の低下は近交度の低下を意味することから、F1とB1で近交度が低下したと考えられました。また、生存率はZとF1で低い値となり、産卵率はF1とB1で高い値を示しました。

	J	Z	F1	B1
固定指数	0.096	0.092	-0.271	-0.030
生存率 (%)	97.9	88.9	86.8	98.4
産卵率 (%)	41.4	48.3	74.0	68.2

### ②肉用鶏の比較

Z、F1およびB1を用いて作った肉用鶏（それぞれZTL、F1TLおよびB1TL）と既存の奥久慈しゃも（JTL）の食味を比較するため、官能評価を行いました。その結果、JTLと食味が変わらないのは、F1TLとB1TL（図2）であるとの評価になりました。一方で、奥久慈しゃもを取り扱う料理店などの実需者に評価を依頼したところ、JTLと食味が変わらないのはB1TLのみであるとの評価になりました。

①と②の結果より、次世代種鶏は、種鶏の近交度が改善し、生存率などの能力に問題がなく、肉用鶏にしても今の奥久慈しゃもと味が変わらないB1がふさわしいと考えられました。

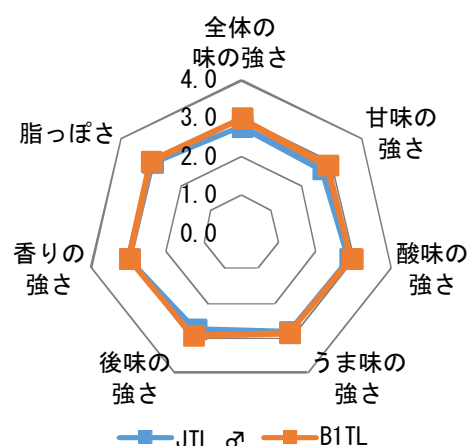


図2. 分析型官能評価結果

## 【将来の展望】

既存の奥久慈しゃもの食味を維持しつつ、種鶏の近交退化を抑制する手法を確立したことで、茨城県の銘柄地鶏である奥久慈しゃも生産の安定化に貢献します。

【研究の概要】

近年、消費者の嗜好性の多様化から、脂肪交雑（サシ）だけではなく、科学的根拠に基づく、食べておいしい牛肉が求められています。熟成は牛肉のおいしさを向上させる技術として知られていますが、当県の銘柄牛である「常陸牛」における熟成に関する研究はこれまで行われておらず、科学的知見が乏しい状況でした。そこで、常陸牛の熟成および加熱による科学的変化を解析し、常陸牛（黒毛和種）に特徴的なおいしさに影響を及ぼす因子を探索しました。その結果、熟成・加熱により、甘く、脂肪様の香りを呈するアルデヒド類、焙焼香を呈するピラジン類が増加し、おいしさ向上に影響を与えていることが明らかになりました。特に、脂肪酸から生成されるアルデヒド類は、脂肪交雑の多い常陸牛に特徴的な香気成分であることが推察されました。

【研究内容】

①理化学成分

牛肉の呈味に関連している遊離アミノ酸、イノシン酸、グルコースの熟成中の変化について検討しました。また、牛肉の食感（硬さ）を表す破断応力の熟成中の変化について検討しました。

②香気成分

牛肉のおいしさに影響している香りに関連する成分の熟成・加熱による変化について検討しました。

③官能評価

1、2 の変化を人が実際に食べて感じることを分析型官能評価で検討しました。

【研究成果】

①理化学成分

遊離アミノ酸、グルコースは、熟成中に増加しました。

一方、イノシン酸は熟成中に減少しました。

また、破断応力は熟成中に減少しました（表 1）。

②香気成分

甘く、脂肪様の香りを呈するアルデヒド類、焙焼香を呈するピラジン類は熟成中に増加しました（表 2）。

アルデヒド類は、脂肪酸に起因する成分であり、脂肪交雑の多い黒毛和種牛肉に特徴的な香気成分である可能性が考えられました。ピラジン類は、遊離アミノ酸と遊離糖を加熱することで生成する香気成分であり、熟成による遊離アミノ酸、グルコースの増加に由来するものであることが明らかになりました。

③官能評価

鼻先香の「甘い香り」「脂肪様の香り」、口中香の「香ばしい香り」および「柔らかさ」が高値を示しました。

一方、うま味は変化が見られませんでした（表 3）。

表 1 熟成が常陸牛の理化学成分に及ぼす影響

	熟成日数(日)		
	10	25	45
遊離アミノ酸(μmol/g)	6.52a	8.31b	18.59c
イノシン酸(mg/g)	0.37a	0.10b	0.01c
グルコース(mg/g)	0.63a	1.27b	1.47b
破断応力(×10 <sup>6</sup> N/m <sup>2</sup> )	5.89a	4.54b	3.96b

※異符号間に有意差あり(p<0.05)

表 2 熟成が加熱後の常陸牛の香気成分に及ぼす影響

化合物名	熟成日数(日)			
	10	25	45	
アルデヒド類	Hexanal	1a	1.80b	1.79b
	Heptanal	1a	2.26b	2.69c
	Octanal	1a	2.84b	2.82b
ピラジン類	2-Methylpyrazine	1a	2.03b	2.09b
	2,5-Dimethylpyrazine	1a	2.39b	2.59b
	2,6-Dimethylpyrazine	1a	2.51b	3.46b
	2-Ethyl-6-methylpyrazine	1a	1.61b	1.70b
	2-Ethyl-3,6-dimethylpyrazine	1a	2.10b	2.47b

※異符号間に有意差あり(p<0.05)

表 3 熟成が加熱後の常陸牛の官能評価に及ぼす影響

熟成日数	甘い香り	脂肪様の香り	香ばしい香り	甘い香り	脂肪様の香り	うま味	柔らかさ
	(鼻先香)	(鼻先香)	(口中香)	(口中香)	(口中香)		
10日	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45日	0.42	0.33	0.50	-0.17	-0.08	0.08	0.42

【将来の展望】

本試験では、牛肉のおいしさ向上に影響している香気成分が明らかになりました。さらに次期試験では、その成分と脂肪酸関連遺伝子との関連性について研究を進めることにより、茨城県の銘柄畜産物である「常陸牛」の品質向上に貢献する知見が得られます。

# ウルシ種子の安全で効率の良い発芽方法を明らかにしました

林業技術センター

## 【研究の概要】

茨城県は全国第2位の生漆生産県です。近年、国宝や重要文化財への需要から、漆の増産が求められています。が、ウルシ種子の発芽は困難で、濃硫酸という劇物で処理する必要があり、安全で効率よく苗木が作れない、という問題がありました。そこで、代替手法を比較検討し、濃硫酸による処理と同等の発芽率が得られる手法として、傷つけ処理と低温湿層処理を組み合わせることが有用であることを明らかにしました。

## 【研究内容】

3種類の傷つけ方法と低温湿層処理を組み合わせ、6つの方法で種子を処理しました（左表）。「爪切り」は種子の端を爪切りで切りました。「ペンチ」は種子をペンチではさみ、ヒビを入れました。「低温湿層処理」は種子を紙で包み湿らせてからビニール袋に入れて口を閉じ、冷蔵庫で5週間保管しました。処理の後に種子の重量を計測しました。その後、種子を播種し、20℃の温室で管理し、発芽率を調査しました。

表 試験の処理区

処理区	傷つけ処理方法	処理内容
①	濃硫酸	濃硫酸→低温湿層
②	ペンチ	ペンチ→低温湿層
③	爪切り	爪切り→低温湿層
④	濃硫酸	低温湿層→濃硫酸
⑤	ペンチ	低温湿層→ペンチ
⑥	爪切り	低温湿層→爪切り

## 【研究成果】

### 1 種子重量の変化

傷つけ処理後に低温湿層処理をした種子（①、②、③）の方が傷つけ処理前に低温湿層処理をした種子（④、⑤、⑥）より、処理後の重量が大きくなりました（図1）。種子重量の増加は、種子が吸水したことによると考えられます。傷つけ処理前に低温湿層処理をした種子はほとんど吸水せず、傷つけ処理後に低温湿層処理をした種子は吸水して膨らんでいたことから、吸水させるためには、事前に何らかの処理をすることが必要であることが示されました。

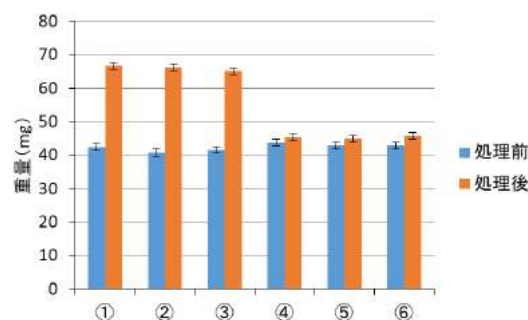


図1 処理前後の種子重量

### 2 発芽率の比較

爪切り処理後に低温湿層処理をした種子の方が発芽率は高く、濃硫酸処理をした種子と同程度となりました（図2、①、③）が、ペンチ処理をした種子は発芽がみられなかったことから（②、⑤、0%のため、図2のグラフには見えません）、処理時胚にダメージを与えてしまった可能性が考えられました。

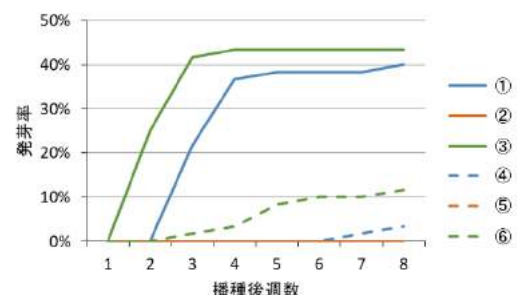


図2 播種後の発芽率の推移

## 【将来の展望】

以上のことから、爪切りなどを用いて傷つけ処理を行った後、低温湿層処理することが種子の発芽に有効な可能性が考えられましたが、傷つけ方法によっては発芽しない危険性があることもわかりました。本手法により、安全に効率よくウルシ種子を発芽させることができましたが、今後、大量の種子を処理するためには、さらなる研究が必要です。今後、大量種子処理法の開発に取り組み、ウルシの増産につなげていきたいと考えています。

【研究の概要】

ヒノキ種子の一般的な発芽率は約 20%程度と低く、未発芽による経費や労力のロスが大きくなっています。高い得苗率を得るためには、健全に発芽する充実種子を高い確率で選別する技術が必要となります。そこで、当センター産の少花粉ヒノキ種子に応用できる、充実種子を選別する簡易な技術を検討しました。その結果、90%に近い発芽率を達成することができました。

【研究内容】

種子の簡易精選方法として比重選が用いられることが多く、針葉樹種子では、合成洗剤やエタノールを用いた方法の有効性が報告されています。そこで①エタノールおよび②合成洗剤による種子精選試験を行いました。

少花粉ヒノキ種子を用いて、複数の濃度・処理時間で、エタノール溶液及び合成洗剤（用途：食器・調理用具）による比重選を行い、21 日間の発芽率を調査しました。

【研究成果】

①エタノールによる種子精選

沈下した種子の発芽率は、全ての処理区で対照区と比較して有意に高い値を示しました（図 1）。しかし、発芽率が 70%を超える処理区はありませんでした。また、濃度 70%・99.5%の処理区では処理時間が長いほど発芽率が低下したことから、高濃度のエタノールでの処理は発芽率を低下させる可能性が考えられました。

②合成洗剤による種子精選

沈下した種子の発芽率は、全ての処理区で対照区と比較して有意に高い値を示し、90%を上回るものもありました（図 2）。0.25%の合成洗剤選では、発芽率が他の処理区より低くなっており、非充実種子の沈下も多くなることが考えられました。ただし、浮遊種子の発芽率は、0%処理区（水選）で他の処理区より高い値となり、水選では充実種子が十分に沈下しないことが考えられました。

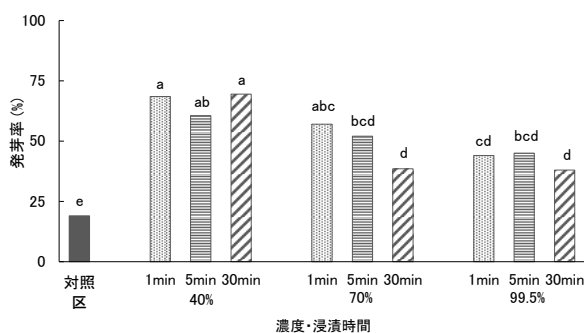


図 1 エタノール選の沈下種子の発芽率

※異なるアルファベットは 5%水準で有意差あり

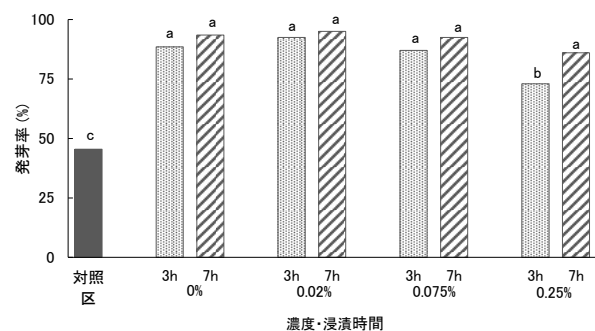


図 2 合成洗剤選の沈下種子の発芽率

※異なるアルファベットは 5%水準で有意差あり

【将来の展望】

合成洗剤を用いることで、高確度かつ簡易にヒノキの充実種子を選別できることが明らかとなりました。得られた成果は生産者等を対象とした研修会などを通し随時普及を図っていますが、生産者にとって使いやすい手法となるよう、引き続き技術改良に取り組んでまいります。



【研究の概要】

ヤリイカは茨城県において主に底びき網で漁獲され、水揚量・金額ともに上位を占める重要魚種です。鮮度の良いものは高値で取引されますが、鮮度落ちが早い上、漁獲されてからの保管温度は船ごとに異なり、適切な温度が明らかではありません。

そこで、本研究では、漁獲時から水揚げまでの保管温度と鮮度低下について時間を追って調べ、船の上でヤリイカを冷海水で保管する際の適切な水温を明らかにしました。

【研究内容】

底びき網によるヤリイカの漁獲から水揚げを経て消費者に届くまでの行程（漁獲→船上海水保管→水揚げ→市場流通）を実験室レベルで再現しました。海水保管時の水温は1℃・3℃・5℃・7℃及び9℃の5通りで行い、その後の流通時の冷蔵保管は5℃とし、0日後、1日後、2日後及び4日後に外套膜（イカの身）を切り出しサンプルとしました。

それぞれのサンプルから抽出液を作り、分析機器等により抽出液中の核酸関連物質（ATP・ADP・AMP・IMP・AdR・HxR・Hx・Xt）の量を測り、イカ類の鮮度判定に用いられるキサンチン(Xt)比（図1）を算出しました。

$$Xt比(\%) = \frac{Xt}{ATP + ADP + AMP + IMP + AdR + HxR + Hx + Xt} \times 100$$

※各成分の単位は、外套膜片に含まれる分子の数 (mol)

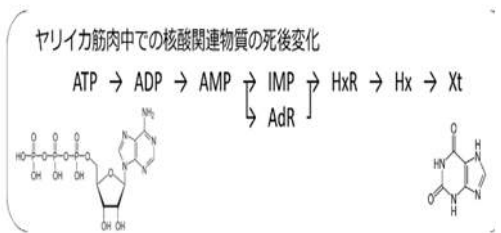


図1 キサンチン比(Xt比)の計算式

【研究成果】

海水保管時の水温別にキサンチン比の経時変化を算出し、グラフ化しました（図2）。キサンチン比の経時的な上昇（＝鮮度劣化）が最も抑えられていた水温は1℃であったことから、船上でヤリイカを海水保管する際に鮮度保持上適切な水温は1℃であることが分かりました。

なお、底びき網で漁獲される性質上、漁獲時に受けた魚体表面のキズが鮮度低下に関わっている可能性が考えられることから、キズの有無とキサンチン比との関係についても調べましたが、明確な結果は得られませんでした。

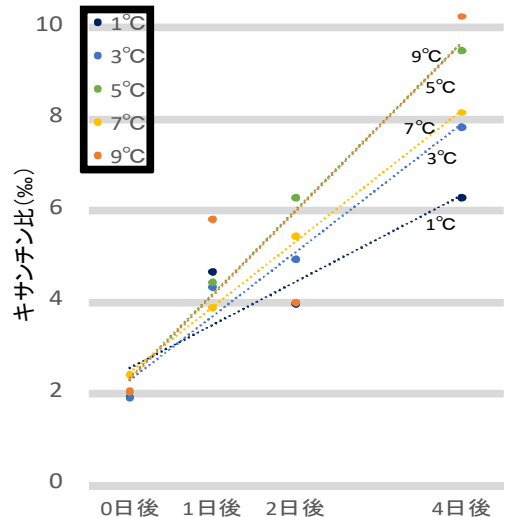


図2 キサンチン比の水温別経時変化

【将来の展望】

底びき網で漁獲されたヤリイカは水揚げまでの間、海水を張ったタルに保管されます。この時の水温を1℃に保つことでより良い鮮度が保たれることが判明しました。この研究ではキサンチン比を鮮度判定に用いましたが、ヤリイカの魚価を決定する要因として色味も重要であることから、漁業現場に沿った技術指導を行うためにも、今後は色味と水温・塩分濃度の関係について検討してまいります。



図3 タルに保管されたヤリイカ

## 【研究の概要】

茨城県の船曳網漁業は、カタクチイワシの仔魚であるシラスを重要な漁獲対象としています。しかし、親潮と黒潮が交錯する本県の海においてシラスの漁模様は年や月ごとに大きく変化します。このため、シラスの漁獲量を予測する手法を検討してきましたが、生態的なメカニズムが複雑なこともあり、精度の高い予測は未だに難しい状況です。そこで、本研究ではシラスの漁獲量と水温との関係について解析を試みました。

## 【研究内容】

春のシラスは黒潮の暖かい水に、秋のシラスは北の海域から南下する流れに乗って来遊すると考えられていますが、実際にシラスの漁場となる浅い海域（水深 30m 以浅）において水温との関係を調べた事例はありませんでした。そこで、海況予測モデルを使って沿岸域の水温とシラス漁況との関係を解析し、予測に活用できるか検討しました。



図1 船曳網漁業の様子

## 【研究成果】

2015年2月から2019年12月までのシラス漁獲量を用いて、日別の1隻当たり漁獲量（以下、CPUE）を算出しました。このCPUEと水温との関係を大まかに把握するために、水温との相関係数に基づく月別のヒートマップを作成しました（図2）。その結果、いずれの月においてもシラスの漁場となる浅い海域の水温と関係が強く、相関が高いことが分かりました。また、5月から7月は水温が高いほどCPUEが高く（正の相関）、8月から10月は水温が低いほどCPUEが高い（負の相関）傾向を示しました。

さらに細かいスケールでの関係を把握するために、年・月別の相関関係を調べ、特にCPUEが高かった2017年5月、2018年6月、2019年7月、2019年8月、2018年9月、2019年10月においてヒートマップを作成しました（図3）。その結果、より細かい時間スケールでも上記と同様に5月から7月は正の相関、8月から10月は負の相関を示しました。

このことから、5月から7月は黒潮からの暖かい水の波及による水温上昇とシラス卵稚仔輸送によって正の相関を示したと考えられました。また、8月から10月は負の相関を示したことから、北部からの南下する流れによる水温の低下とその流れによってシラスが輸送されるとの仮説を支持する結果となりました。

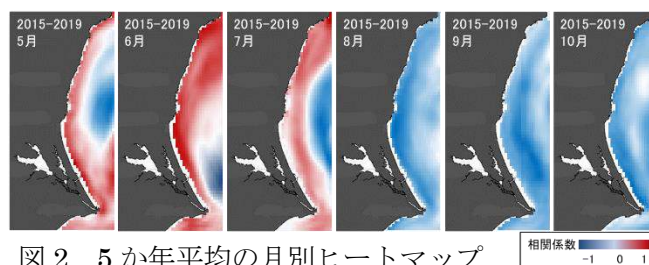


図2 5か年平均の月別ヒートマップ

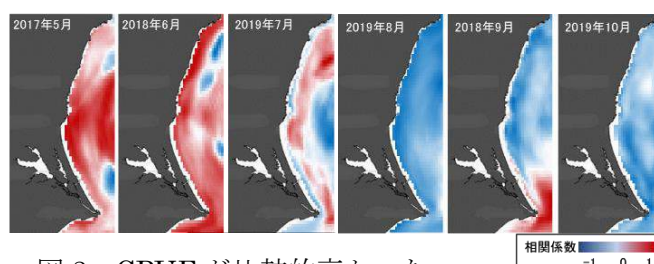


図3 CPUEが比較的高かった年・月別ヒートマップ

## 【将来の展望】

本研究によりシラスの漁場における水温との関係が明らかとなり、予測精度の向上や短期（1か月程度）予測の可能性が期待されます。一方で、水温のみでシラス漁の豊凶を説明することは難しく、卵の量やその分布等によっても大きく変化する可能性があります。そのため、卵も含めたシラスの動きを把握するなどの課題が多く残されています。さらなる予測精度向上を目指し、新たなデータの収集や解析に努めてまいります。



【研究の概要】

世界三大珍味として知られるキャビアの生産は、近年、新たな産業として全国的に注目されています。キャビアはチョウザメ類のメスから採れる卵（卵巣）を塩蔵加工したのですが、これを得るまでに約10年の養殖期間を要する等の理由から高価な商品となっています。水産試験場ではチョウザメ類養殖に係る試験研究を進めることで、キャビア生産の効率化等に挑戦しています。

一般的に高価なメスを選別育成するために、開腹による組織学的な性判別が行われていますが、開腹に耐えられる3～4才まで育てる必要があり、飼育コスト（時間、エサ代、飼育水等の池管理等）や傷害によるへい死リスク等が負担となっていました。今般、遺伝子情報を活用し、また魚体を傷つけないアニマルウェルフェアに配慮したチョウザメ類の性判別技術を開発しましたのでご紹介します。

【研究内容】

①遺伝子情報に基づいたチョウザメ類の性判別技術の検討

チョウザメ類の遺伝子情報を活用し、本県で主に養殖されるベステル種（図1）について、PCR法に基づく性判別が可能か検討しました。

②性判別技術の改良

性判別の効率化や魚体を傷つけないアニマルウェルフェアに配慮した手法等を目指し、体表粘液を活用した性判別技術を検討しました。

※ アニマルウェルフェアとは、「動物の生活とその死に関わる環境と関連する動物の身体的・心的状態」と定義されています。



図1 ベステル種（オオチョウザメとコチョウザメの交雑種）とキャビア

【研究成果】

①遺伝子情報に基づいたチョウザメ類の性判別技術の検討

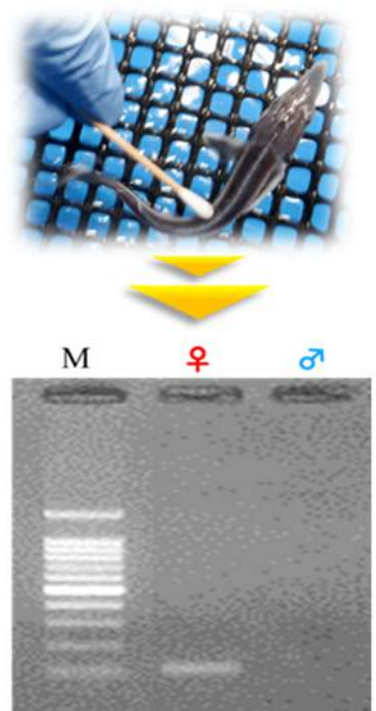
他のチョウザメ種の「性」に係る遺伝子情報を基に、組織学的な性が明らかな3歳魚を用い、PCR法に基づく性判別が可能か検討しました。この結果、メス個体でのみ明瞭なシグナルバンドが得られ、世界で初めてベステル種での性判別が可能となりました。

②性判別技術の改良

一般的にPCR法に供する試料は組織から抽出・精製されたDNAを用いますが、性判別の迅速化や魚体のストレスを緩和するため体表粘液を直接活用した方法を開発しました。これにより、綿棒で体表を軽くこするだけで、性判別が可能となりました（図2）。

また、これにより若齢魚での性判別も期待され、高価なメスの選抜育成が可能となることから、キャビア生産に係る飼育コスト等の大幅な改善が期待されます。

なお、これら成果は令和3年日本水産学会春季大会において発表し、各種メディアで取り上げられました。



※ ♀ 特異的な遺伝子領域を増幅し、シグナルバンドとして検出

図2 ベステル種での性判別事例

【将来の展望】

本県のチョウザメ類養殖業界との連携協力を図りつつ、開発した性判別技術の更なる簡便化や高精度化、迅速化等を目指すことで、本県のキャビア生産の効率化等が期待されます。

## 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	放射線ビームの確認に用いる放射線感応シート(放射線ビーム確認方法)	H25.7.19
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(簡単フラワーアレンジメント用具)	H25.2.22
3	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
4	県立医療大学	上腕義手用ソケット及び上腕義手(上腕義手用スパイラルソケット)	R1.6.9
5	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(座位型股義足用ソケット)	R2.10.28
6	県立医療大学	医療機器材料及びその製造方法(セラミックス医療材料及びその製造方法)	R1.8.23
7	県立医療大学	ホウ素アミノ酸のがんへの集積方法及びホウ素中性子捕捉療法	R1.10.11
8	県立医療大学	ホウ素アミノ酸製剤	R1.10.11
9	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
10	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
11	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
12	産業技術イノベーションセンター	金属部品の製造方法	H26.12.19
13	産業技術イノベーションセンター	突起を有する金属部品、金属部材に突起を形成する方法及び突起形成装置	H27.3.20
14	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
15	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
16	産業技術イノベーションセンター	突起を有する金属部品及び金属部材に突起を形成する方法	H28.9.16
17	農業総合センター	局所施肥方法、及び施肥ノズル	H23.3.18
18	農業総合センター	局所施肥方法、及び施肥ノズル	H25.4.19
19	農業総合センター	養液栽培装置と方法	H20.10.3
20	農業総合センター	栗甘露煮の製造方法	H23.3.18
21	農業総合センター	葉菜類の鮮度保持方法	H24.12.7
22	農業総合センター	サツマイモの鮮度保持方法	R2.5.19

## 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	陸稲(ひたちはたもち)	H20.3.13	16448
6	農業総合センター	水稲(一番星)	H26.5.2	23395
7	農業総合センター	水稲(ふくまる)	H26.5.2	23396
8	農業総合センター	水稲(いばらきIL2号)	R2.8.14	28072
9	農業総合センター	水稲(いばらき糯36号)	R3.1.26	28292
10	農業総合センター	酒米(ひたち錦)	H15.3.17	11086
11	農業総合センター	いちご(いばらキッス)	H24.12.28	22111
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	なし(早水(ソスイ))	H23.12.6	21252
15	農業総合センター	なし(恵水(ケスイ))	H23.12.6	21253
16	農業総合センター	クリ(神峰)	H15.2.20	10988
17	農業総合センター	ねぎ(ひたち紅っこ)	H19.8.7	15545
18	農業総合センター	べにばないんげん(常陸大黒)	H14.7.10	10368
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	きく(常陸サマーレモン)	H22.3.2	19095
21	農業総合センター	きく(常陸サニーホワイト)	H22.9.24	19936
22	農業総合センター	きく(常陸サマーゴールド)	H22.9.24	19937
23	農業総合センター	きく(常陸サニールビー)	H23.3.2	20404
24	農業総合センター	きく(常陸サマースノウ)	H23.3.18	20657
25	農業総合センター	きく(常陸サマールビー)	H23.3.18	20658
26	農業総合センター	きく(常陸オータムホワイト)	H23.3.18	20659
27	農業総合センター	きく(常陸オータムパール)	H23.3.18	20660
28	農業総合センター	きく(常陸オータムレモン)	H23.3.18	20661
29	農業総合センター	きく(常陸サマールージュ)	H27.3.25	24149
30	農業総合センター	きく(常陸サマーシルキー)	H27.3.25	24150
31	農業総合センター	きく(常陸サニーバナナ)	H27.3.25	24148
32	農業総合センター	きく(常陸サニーベリー)	H30.1.30	26460

No.	研究機関名	内容	登録年月日	登録番号
33	農業総合センター	きく(常陸オータムゆうひ)	H30.1.30	26461
34	農業総合センター	きく(常陸サマーライト)	H31.3.13	27336
35	農業総合センター	カーネーション(さんご)	H25.1.28	22174
36	農業総合センター	カーネーション(ふわわ)	H27.3.26	24228
37	農業総合センター	カーネーション(きらり)	H27.3.26	24227
38	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
39	農業総合センター	グラジオラス(常陸あけぼの)	H20.3.18	16902
40	農業総合センター	グラジオラス(常陸はなよめ)	H24.1.20	21324
41	農業総合センター	グラジオラス(常陸はつこい)	H31.3.13	27339
42	農業総合センター	せんりょう(紅珠)	H27.5.20	24339
43	農業総合センター	せんりょう(黄珠)	H27.5.20	24340
44	農業総合センター	芝(つくば姫)	H19.2.20	14788
45	農業総合センター	芝(つくば輝)	H19.2.20	14789
46	農業総合センター	芝(つくば太郎)	H19.2.20	14790