



道総研

特集号

一次産業と
ものづくり技術

工業試験場

技術支援成果事例集

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 産業技術研究本部



技術支援成果事例集

「一次産業とものづくり技術」の発行にあたって



北海道立総合研究機構
産業技術研究本部

工業試験場長 蓑嶋 裕典

技術支援成果事例集は、平成12年以来、工業試験場の活動を皆さまにわかりやすく知っていただくことを目的として発行しています。このたび、はじめての試みとして、技術支援成果事例集の特集号「一次産業とものづくり技術」を発行いたしました。

現在、工業試験場では、「一次産業へのものづくり技術・工学技術の展開」を最重要課題として取り組んでいます。本特集号では、これまで工業試験場が取り組んできた事例をご紹介します。広く道内ものづくり企業の皆さま、また、一次産業に携わる方々に知っていただき、今後のご協力を仰ぐものです。ご意見、ご要望などお待ちしております。

さて、私ども北海道立総合研究機構（略称、道総研）は、農業、水産、林業・林産業、工業・食品加工、環境・地質、建築分野の研究機関が統合した、全国でも珍しい総合研究機関です。その強みを生かした道総研の「総合力を発揮」することにより、北海道に貢献することがわれわれの使命と考えています。

道内の一次産業は、これまで高品質化・高付加価値化を指向し大きな成果を挙げており、その結果、一次産品は「北海道ブランド」として国内外に認識されるに当たっています。一方で、輸出品との価格競争、国内需要の減少、また、従事者の高齢化の進行、労働力不足の深刻化など、多くの課題に直面しています。

工業試験場は、機械工学、電気・電子工学、情報工学、化学・化学工学、デザイン・ブランド化など、広範な技術を保有しています。これらを工業分野にとどまることなく、一次産業分野へ展開していこうというものです。また、ここで用いられる工学技術・ものづくり技術は、道内企業が担うことにより、オール北海道で取り組んでいきたいと考えています。

具体的には、ビッグデータ・ICTの活用を軸とし、自動化・省力化、各種センサーを用いた最適化制御などが挙げられます。一次産品の鮮度保持・保存性の向上、また、ものづくり産業で培ったQCD（品質・コスト・納期）など各種管理技術の応用や環境に配慮した再生エネルギー利用、リサイクル技術も展開可能です。さらには、品質の高い一次産品を消費者の皆さまに正しく知っていただくためのブランド化技術も大切です。これらにより、道内一次産業の生産性を向上し競争力を高め、将来を担う若者にとって魅力ある産業としたいと考えています。

広大な大地と大自然を誇りとする北海道は、未来に向けた大きなアドバンテージを持っているものと確信しています。これらは、持続的、魅力的な一次産業があってこそです。皆さまとともに、未来の北海道を構築していきたいと考えています。ご支援、ご協力のほど、よろしく願いいたします。

平成28年3月

1. 農業機械を高度化する

使いやすさと高機能化の両立 〈ISOBUSポテトハーベスターの開発〉	1
試験による高品質保証 〈農業用コンテナの強度試験・評価〉	2
電動化によりクリーンで快適な農作業 〈ソーラー式長芋プランターの開発〉	3
種子や苗を一定間隔で植え付け 〈農業機械の油圧式速度制御システムの開発〉	4
複雑な機器操作を分かりやすく 〈ポテトハーベスターのインターフェースデザイン開発〉	5
人の代わりに担うロボットビジョン 〈ジャガイモ不要部の検出技術の開発〉	6
ロボット技術で高品質なぶどう栽培 〈ぶどう園向け除草作業支援ロボットの開発〉	7

2. 農業機械の生産性を高める

5 Sで儲かる会社に 〈農業機械部品製造業における5 Sの進め方〉	8
製造現場でのミスを減らす 〈ビートハーベスター製造工程の品質改善〉	9
リードタイムを大幅短縮 〈農業機械製造業における工程改善〉	10

3. 作業負担を軽減する

荷物の保持を楽にする 〈荷物取扱作業における上肢負荷軽減技術〉	11
農作業の労働課題を明らかに 〈動作に注目した農作業の負担特性評価〉	12

4. 圃場を管理して生産性を高める

暗きよ排水管の詰まりをすっきり洗浄 〈小径管用洗浄ロボットの開発〉	13
トマトを栽培してジャガイモ害虫退治 〈ジャガイモシストセンチュウ防除資材の開発〉	14

5. 農業経営を支援する

データを活用した農業 〈営農支援システムの共通的な基盤の構築に関する研究〉	15
---------------------------------------	----

6. 高品質な畜産品をつくる

光センサで生乳検査を簡単に 〈生乳検査装置の開発〉	16
正確な食肉評価を実現 〈画像処理を用いた牛枝肉の品質評価システム〉	17
牛をカルシウム不足から守る 〈携帯型乳牛血中カルシウム濃度計測システムの開発〉	18
血中カルシウム濃度をカンタンに測る 〈心電図による乳牛の低Ca血症簡易計測技術の開発〉	19

7. 畜舎システムを高度化する

牛乳の熱でお湯をつくる 〈牛乳冷却機能を備えた氷蓄熱ヒートポンプ給湯システムの開発〉	20
北国でもつかえるエコキュート 〈酪農牛舎用空気熱源式ヒートポンプ給湯システムに関する研究〉	21
貯水タンクで省エネ 〈貯水タンクを利用したヒートポンプ給湯システムの開発〉	22

8. 漁業を支援する

砕氷作業を効率的に 〈大型砕氷システムの開発〉	23
やっかい物を魚のエサに 〈ホタテウロの利用技術開発〉	24

9. 高品質な水産加工品をつくる

ホッケをもっと美味しく食べたい 〈ホッケの魚臭集中部位除去装置の開発〉	25
機械化による人手不足の解消 〈生ホタテ貝柱分離作業の機械化〉	26
魚油の品質劣化を捉える新しい技術 〈テラヘルツ波を用いた魚油吸光度計測〉	27
使いやすさを高める装置改良 〈サケ脱血処理実用機の開発〉	28
切らずにわかるアキサケの身色 〈ハンディ型アキサケ身色等級判別装置の開発〉	29

10. 木材を加工・供給する

木材の在庫棚卸作業を効率化 〈棚卸用在庫管理システムの開発〉	30
画像情報で塗布量管理をサポート 〈接着剤塗布量計測システムの開発〉	31
道産材で高品質な内装材を 〈内装材製造システムのための節認識処理装置の開発〉	32
簡易判別法で安全に再資源化 〈レーザー分光法を用いたCCA処理木材判別法の開発〉	33

11. 資源・エネルギーを有効活用する

畑はエネルギーの宝庫 〈農業用廃プラスチックの有効利用に関する研究〉	34
取り扱い性に優れたペレットたい肥 〈バイオマスを原料としたペレットたい肥〉	35
木質バイオマスで地球温暖化を防ぐ 〈木質バイオマス燃焼熱媒ボイラシステムの開発〉	36
ホタテ貝殻でプラスチックの性能アップ 〈ホタテ貝殻を利用したプラスチック複合材料の開発〉	37
バイオマス資源を用いた包装資材 〈ホタテ貝殻充てん包装用フィルムの開発〉	38
ヒトデで水をきれいに 〈ヒトデ骨片を用いた水処理材の開発〉	39
生体組織によくなじむ材料 〈魚由来アパタイト／コラーゲン複合材料の開発〉	40

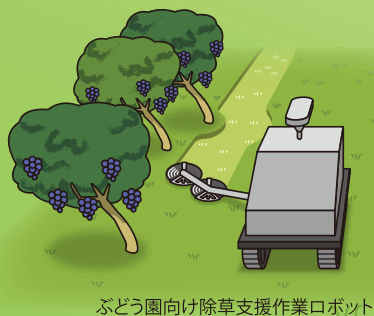
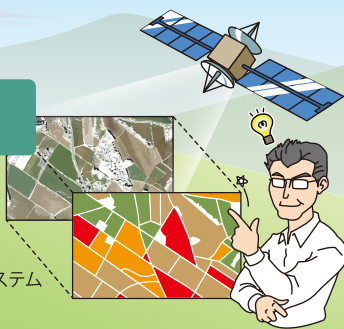
12. 人々の暮らしを豊かにする

新・道産味噌 〈ゆきびりかを活用した高イソフラボン健康味噌の商品開発〉	41
ホタテ乾貝柱の香味を手軽に 〈マイクロ化学プロセスによる新規香味油の開発〉	42
これまでにない高機能オリゴ糖製品 〈マイクロ化学プロセスを用いた機能性糖鎖食品の開発〉	43
地場産材で地域の空間やモノをつくる 〈地場産材活用プロジェクトへのデザイン支援〉	44
これまでにない薄さと防災性能を両立 〈超薄型木製ブラインドの開発〉	45
高品質・低価格な薪ストーブ 〈薪ストーブの開発〉	46
よりリアルな模型 〈大型鮭の3次元データ化と光造形による製作〉	47
水産廃棄物を使って性能向上 〈ホタテ貝殻を活用したチョークの開発〉	48
新しいフィッシングの感動 〈メタルジグ（金属製擬似餌）の製品化〉	49
金属製小物を迅速・精密に製品化 〈ラバーキャスト法による高品位・小型釣り用オモリの製品化支援〉	50
テグスへのフィット性抜群 〈釣り用ゴム塗装ガン玉の開発〉	51

拡がる工業試験場の一次産業支援

5 農業経営を支援する P15

営農支援システム



ぶどう園向け除草支援作業ロボット

1 農業機械を高度化する P1-7



ISOBUS ポテトハーベスター



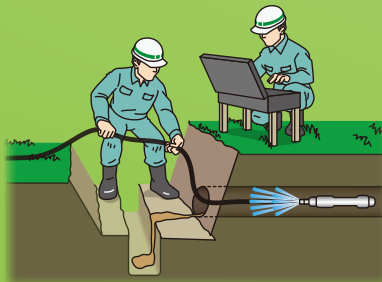
農業機械インターフェースデザイン

2 農業機械の生産性を高める P8-10

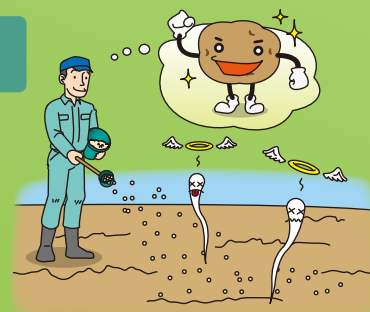


5S推進支援

4 圃場を管理して生産性を高める P13-14



小径管用洗浄ロボット



ジャガイモ害虫退治

上肢負荷軽減技術



3 作業負担を軽減する P11-12

11 資源・エネルギーを有効活用する P34-40

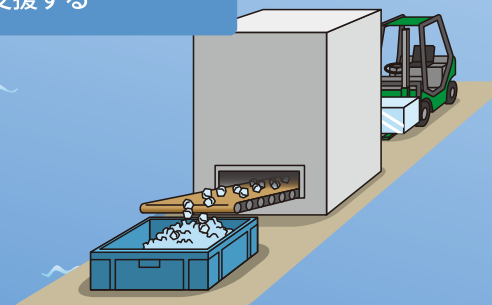


水産廃棄物活用材料

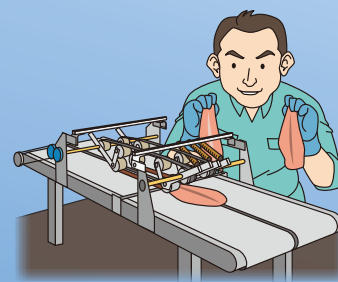
8 漁業を支援する P23-24



高機能性養魚用飼料



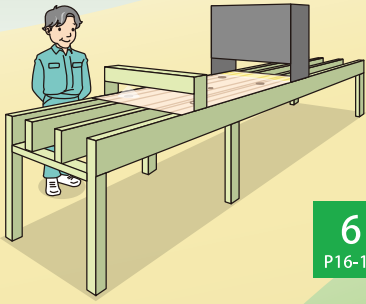
大型砕氷システム装置



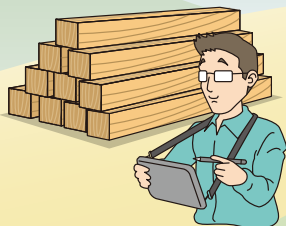
ホッケ血合い除去装置

工業試験場では、機械工学、電気・電子工学、情報工学、化学・化学工学、デザイン・ブランド化などの広範な保有技術を活用して、「一次産業へのものづくり技術・工学技術の展開」を最重要課題として取り組んでいます。

10 木材を加工・供給する
P30-33



木材節認識処理装置

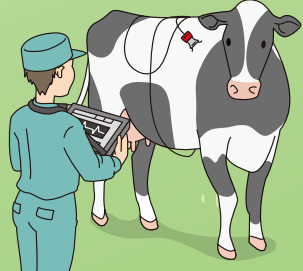


棚卸用在庫管理システム

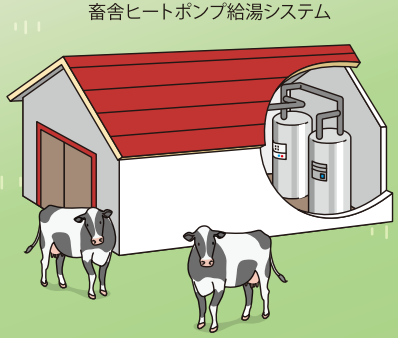
6 高品質な畜産品をつくる
P16-19



牛枝肉品質評価システム

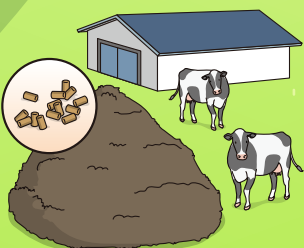


乳牛血中カルシウム測定装置

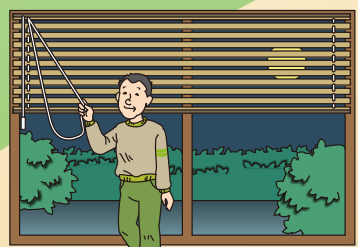


畜舎ヒートポンプ給湯システム

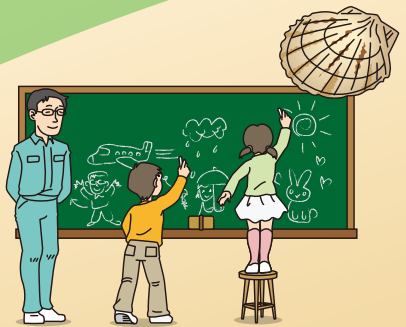
7 畜舎システムを高度化する
P20-22



ペレットたい肥

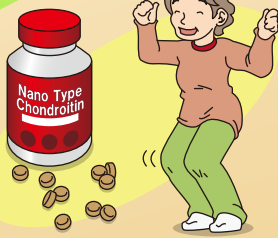


超薄型木製ブラインド



ホタテ貝殻チョーク

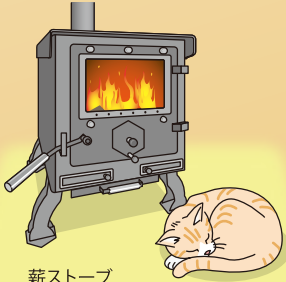
12 人々の暮らしを豊かにする
P41-51



オリゴ糖サプリメント

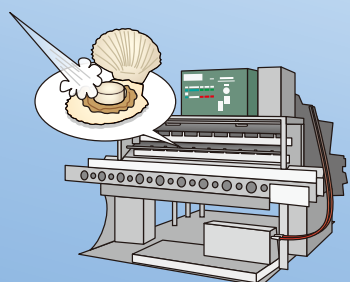


高イソフラボン健康味噌



薪ストーブ

9 高品質な水産加工品をつくる
P25-29



ホタテ貝柱分離装置



アキサケ身色等級判別装置



メタルジグ・オモリ

使いやすさと高機能化の両立

ISOBUSポテトハーベスターの開発



トラクターキャビン内の操作環境

■ 背景

大規模営農を支える農業機械は、機能の高度化に伴い、操作・制御システムが複雑化し、操作性や組込みの作業性の改善が課題となっています。そこで、サンエイ工業(株)では、自社製品のポテトハーベスターを対象に農業機械用に定めた通信の国際規格ISOBUS (ISO-11783)を導入して、制御系の簡素化や車速情報などを利用する制御システムの高機能化を目指す開発を行いました。その取組の中で、当场には、制御システムの構築に関する技術支援が要請されました。



開発したISOBUSポテトハーベスター

■ 開発の要点

1. 操作と動作の関連づけの整理
2. 制御システムの設計
3. 操作・制御システムの機能評価

■ 成果

1. ポテトハーベスターの全作業行程における操作に対応した機械動作状況を整理し、制御の流れを決定しました。
2. 想定した動作を実現する制御システムの構成を検討し、ISOBUSを導入した簡略化された制御システムを構築することができました。
3. 開発した制御システムを新規に開発したポテトハーベスターに組み込んで動作確認を行い、設計通りに動作し、操作性も良いことを確認しました。

《得られた要素技術》

- ・ ISOBUS通信制御技術
- ・ 制御システムの設計技術

《今後の展開・提案》

- ・ ISOBUS通信制御技術による既存製品の高機能化
- ・ 制御システムの設計技術による新たな農業機械の開発

試験による高品質保証

農業用コンテナの強度試験・評価



強度試験

■ 背景

北海道セイカン工業(株)は、コストと強度性能を両立する農業用コンテナ製品を目指し、設計指針の確立のため、強度試験・評価を継続的に行っています。本件では農作物を満載した状態でコンテナを傾斜させた場合の強度に絞り設計指針の検討を行い、当場には強度試験・評価について技術支援が要請されました。



農業用コンテナ

■ 開発の要点

1. 強度試験方法
2. 強度試験結果の分析・評価

■ 成果

1. これまで行ってきた強度試験方法を基に、出荷や積み替えなどの作業におけるコンテナの強度を評価する試験方法を決定することができました。
2. コンテナの強度試験を行い、現状の設計基準の余裕度を把握し、設計指針に関する検討を進めることができました。

《得られた要素技術》

- ・ 出荷や積み替え作業における農業コンテナの強度試験方法
- ・ 農業用コンテナの強度設計技術

《今後の展開・提案》

- ・ 新規開発の農業用コンテナへの応用
- ・ 新たな農業資材の開発に応用

電動化によりクリーンで快適な農作業

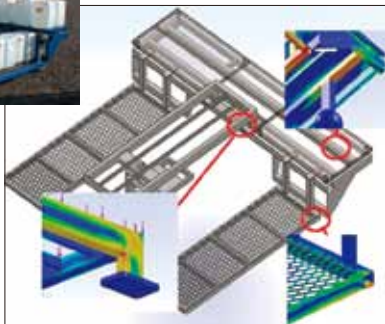
ソーラー式長芋プランターの開発



ソーラー式長芋プランター

■ 背景

フクザワ・オーダー農機は、2009年にソーラー式長芋プランターを開発し、全国的にも先駆けて農作業機械の電動化に取り組んでいます。同プランターは、ソーラーパネルとバッテリー、および電動機一体型のクローラユニットにより電動化されています。従来のエンジン式と比較して、排気ガスが無く作業環境がクリーンであること、振動・騒音を発生しないことから、ユーザーより好評を得ており、順調に販売実績を伸ばしています。更に性能を向上させた新型機の開発を行いたいとの要望があり、十勝産業振興センターとともに、技術支援を行いました。



ひずみ測定試験と構造解析

■ 開発の要点

1. フレームの軽量化と電源の48V化による動力性能の向上
2. 機体近傍でラジオに雑音が入ることについての原因調査と対策（快適性の向上）
3. ソーラーシステムの見直しによる低コスト化に関する検討

■ 成果

1. ひずみ測定試験と構造解析を行うことでフレーム設計を見直し、従来比約15%の軽量化を図りました。
2. スペクトラムアナライザを用いた測定によりノイズの発生源を特定し、対策部品を適宜使用することでラジオの雑音を解消しました。
3. 複数のソーラーパネルについて発電能力の調査検討を行い、低コスト化が可能であることを確認しました。

《得られた要素技術》

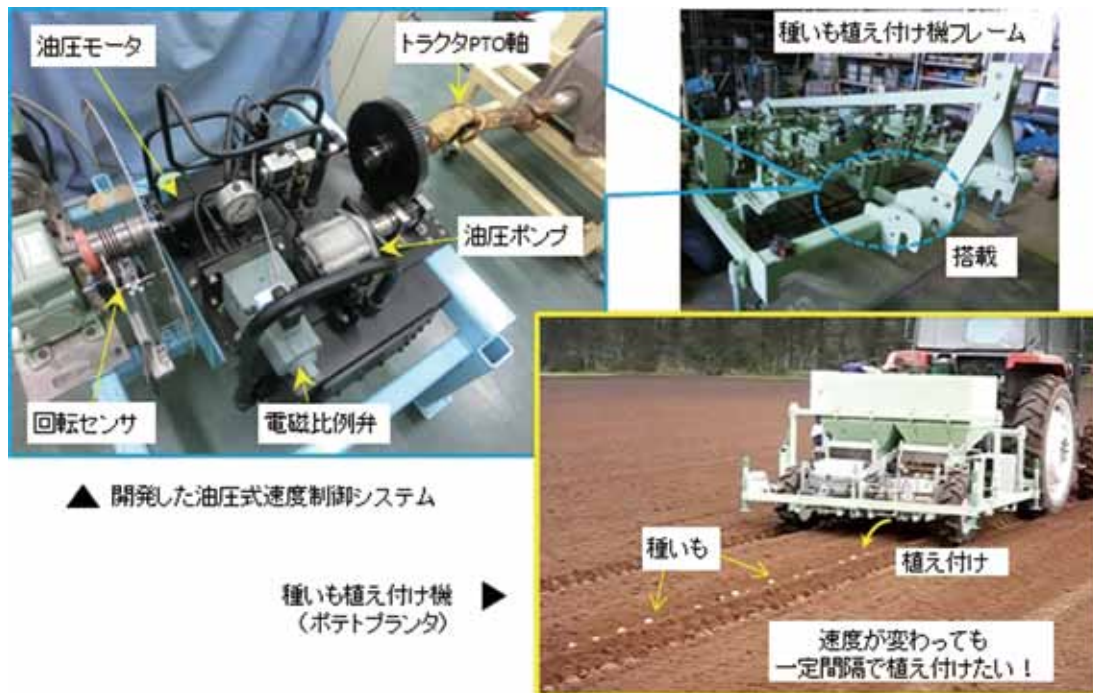
- ・構造解析による機械構造最適化技術
- ・ノイズ対策技術
- ・電力マネジメント技術

《今後の展開・提案》

- ・他の作物へ向けたバリエーション展開
- ・農作業機械の電動化に応用

種子や苗を一定間隔で植え付け

農業機械の油圧式速度制御システムの開発



油圧式コンベア速度制御システム

■ 背景

農業経営においては、作物の生育を均一化することで収穫作物の規格内率が上がり、収益力の向上が期待できます。種子や苗を一定間隔で植え付けることで作物は均一に生育しますが、そのためには種子等を搬送するコンベアをトラクタの車速に応じて精度良く制御する必要があります。そこで、種いも植え付け機（ポテトプランタ）を対象とし、車速センサから得られる車速情報を基に搬送コンベアの送り速度を制御する油圧式コンベア速度制御システムを開発しました。

■ 開発の要点

1. 油圧式電磁比例制御弁による油圧モータの回転数制御
2. 車速センサからの車速情報に連動して油圧モータの回転数を微調整する制御方法
3. 油圧モータの回転数を一定保持する制御方法

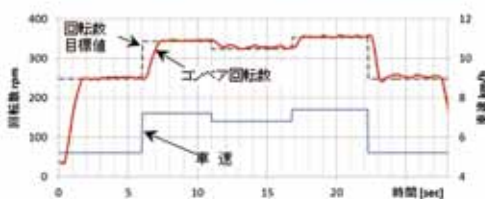
■ 成果

1. トラクタPTO軸を動力源とし、油圧モータの回転数を制御する汎用的な油圧式コンベア速度制御システムを開発しました。様々な屋外走行型作業機械への搭載が期待できます。
2. 坂道走行時など、トラクタのエンジン回転数（PTO軸回転数）が大きく変動しても油圧モータの回転数を一定に保持するフィードバック制御技術を開発しました。



(a) パラメータ入力部

(b) 制御基板 (ARM Cortex-M3)



制御部およびコンベア回転数制御試験結果

《得られた要素技術》

- ・PWM制御（パルス幅制御）による油圧式電磁比例弁の流量制御技術
- ・フィードバック制御による油圧モータの回転数制御技術

《今後の展開・提案》

- ・ポテトプランタに搭載し、圃場での種いも植え付け試験を行う
- ・様々な農業機械へ搭載予定

複雑な機器操作を分かりやすく

ポテトハーベスターのインターフェースデザイン開発



ポテトハーベスタ用ユーザインターフェースデバイス

■ 背景

当該企業では、農業機械のIT組み込みによる新しい通信・制御システムの研究開発と導入検討を進めています。この取り組みの一環として、ユーザインターフェースの使いやすさ向上にも取り組みました。具体的にはジャガイモの収穫作業を行うポテトハーベスターを対象機器とし、ユーザリサーチを行いながら操作性を向上させるインターフェースデバイスの検討および液晶画面などのデザイン開発支援を行いました。



試作機を用いた利用状況観察とユーザタスクの整理

■ 開発の要点

1. ユーザの利用シーン観察やインタビューによるユーザタスクの整理
2. 分かりやすく、操作しやすいインターフェースの在り方検討
3. インターフェースのグラフィックデザインのまとめ方

■ 成果

1. インターフェース試作機を用いたユーザの利用状況観察やインタビューによって、複雑なユーザタスクの整理やインターフェース機器選定、具体的なデザイン案検討が効果的に行えました。
2. ジョイスティック、液晶タッチパネル、キーパッドを組み合わせた、分かりやすく操作しやすいインターフェースデザインの提案が行えました。

《得られた要素技術》

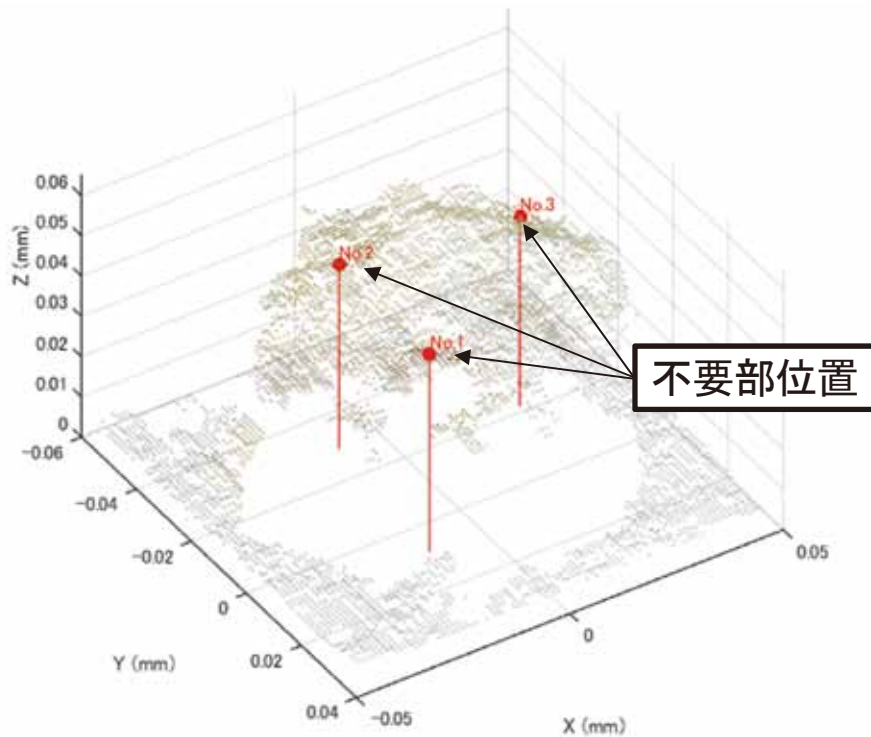
- ・ユーザインターフェースデザイン設計技術
- ・ハーベスター用の汎用的なインターフェースグラフィックス

《今後の展開・提案》

- ・他のハーベスター製品のユーザインターフェース開発に応用

人の代わりに担うロボットビジョン

ジャガイモ不要部の検出技術の開発



検出した不要部位置

■ 背景

北海道におけるジャガイモの収穫量は日本一多く、その内約2割がポテトチップやフライドポテト等の加工用となっています。ジャガイモは皮を剥いた後、芽や傷みなどの不要部を除去する工程を経て任意の形状に加工されますが、不要部の除去工程は未だ人手作業に頼っているため、高速かつ高精度に不要部除去を行うことができる自動化装置の開発が強く求められています。本研究では、ジャガイモの不要部除去工程の自動化を目指し、不要部の検出技術に関する研究に取り組みました。



被測定物



深度センサ (Microsoft Kinect)

■ 開発の要点

1. 画像処理によるジャガイモ不要部の位置検出
2. 深度センサによるジャガイモの形状情報の取得
3. ジャガイモ不要部の3次元位置情報の取得

■ 成果

1. 画像情報を元にジャガイモ不要部の位置や面積を検出する画像処理アルゴリズムを開発しました。
2. 深度センサによりジャガイモの表面形状データを取得することができました。
3. 画像情報と表面形状データを統合することで、不要部の3次元位置を検出することが可能となりました。

《得られた要素技術》

- ・画像処理技術
- ・深度計測に関する技術
- ・形状情報の処理技術

《今後の展開・提案》

- ・ジャガイモの不要部除去システムの開発に応用
- ・農水産物の色や形の認識に応用

ロボット技術で高品質なぶどう栽培

ぶどう園向け除草作業支援ロボットの開発



ぶどう園向け除草作業支援ロボット

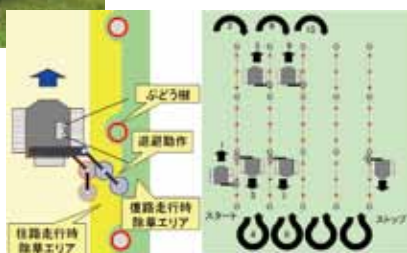
■ 背景

醸造用ぶどうの栽培には、手間のかかる多くの作業があります。このうち、除草作業は、病害を 방지果樹の生育を維持するために重要で負担の大きい作業の一つです。特にぶどう樹を傷つけない細やかな作業は、機械化が進んでおらず、人手作業が不可欠となっていて、作業負担の改善が求められていました。

本研究では、ぶどう園における除草作業の支援を目的とした自走式ロボットを試作開発し、その有効性を検証するとともに、実用化に向けた関連技術の確立を図りました。



ロボットの構成



除草方式

■ 開発の要点

1. 高速ステレオビジョンセンサを応用した果樹検出手法の開発
2. 退避機能を備えた除草機構の開発
3. 除草ロボットの試作および評価

■ 成果

1. ぶどう樹および垣根の支柱の位置を10cm刻みで検出するぶどう樹検出センサを開発しました。
2. 除草機構とセンサの連動により、走行速度を落とさずにぶどう樹を避けて除草します。
3. 除草作業は、1時間あたり約900m²のほ場に対応できることを確認しました。

《得られた要素技術》

- ・屋外使用が可能なビジョンセンサ
- ・シミュレーションを活用した機構設計技術

《今後の展開・提案》

- ・除草作業支援ロボットの実用化
- ・農業・林業等の作業ロボットや工場内での移動ロボットなどに、広く応用展開

5 Sで儲かる会社に

農業機械部品製造業における5 Sの進め方



5 S勉強会の様子

■ 背景

北海道には、農業機械や関連部品を製造している企業が多くあります。今回の依頼企業は、タレパンやレーザー加工機等による農業機械部品や豆乾燥機などの製造を行っています。数年前から、生産性向上を目的に5 S活動を始めました。5 Sは、「整理」「整頓」「清掃」「清潔」「躰」の頭文字をとったもので、不良や在庫、ムダを減らし利益を増やす生産管理の基本です。今回、5 S活動を進めるにあたっての具体的な活動内容の決め方やその進め方などについて相談があり、技術支援を行いました。



工具台の整理整頓

■ 開発の要点

1. 5 Sに関する勉強会の実施
2. 現状の問題点把握と活動計画の策定
3. 「整理」「整頓」の実践

■ 成果

1. 5 Sに関する勉強会を行うことにより、意義や効果について学び、意識向上が図られました。
2. 探すムダがなくなり、段取り時間、運搬時間、作業時間の短縮が図られました。
3. 工場内が綺麗になり、取引先や見学者の企業イメージ向上につながりました。

《得られた要素技術》

- ・ 5 Sによる職場改善

《今後の展開・提案》

- ・ 職場内への定着
- ・ 5 S社内発表会の実施

製造現場でのミスを減らす

ビートハーベスター製造工程の品質改善



溶接作業の様子

■ 背景

当該企業では、ビートハーベスターなどの農業機械を製造しています。農業機械の多くは、溶接構造体で構成されており、溶接箇所が約2千点に及んでいるものもあります。そのため、溶接忘れや溶接不良が発生し、検査や補修作業が余分にかかるなどの問題が発生していました。そこで、これら問題の解消を図りたいとの相談があり、技術支援を行いました。

■ 開発の要点

1. 作業観察などによる溶接忘れや溶接不良の発生原因の検討
2. 溶接箇所チェックリスト及び工程内検査表の作成
3. 溶接作業環境（照度、作業姿勢など）の改善

■ 成果

1. 作業観察などの現状調査により、溶接忘れや溶接不良の発生原因が明らかにできました。
2. 溶接箇所チェックリスト及び工程内検査表の作成により、溶接箇所が明確化になるとともに、見落としを減らすことができました。
3. 溶接忘れ82%、溶接不良61%を低減することができました。



溶接箇所チェックリスト

《得られた要素技術》

- ・溶接作業の現状分析
- ・品質管理システムの構築

《今後の展開・提案》

- ・溶接以外の不良への水平展開
- ・品質改善の継続実施

リードタイムを大幅短縮

農業機械製造業における工程改善



組立作業（一個流し生産）の様子

■ 背景

当該企業では、ビートハーベスターなどの農業機械を製造しています。農業機械は季節商品であるため、組立は6～8月に掛けてロット生産で行っていました。そのため、運搬や歩行など多くのムダが見られました。そこで、トヨタ生産方式の考え方にある「工程の流れ化（一個流し生産）」を導入し、生産性向上を図りたいとの相談があり、技術支援を行いました。



一個流し生産用工数ガントチャート

■ 開発の要点

1. 作業観察や要素作業時間分析などによる現状把握
2. 工程平準化のための一個流し用工数ガントチャートの作成
3. 部品置き場等のレイアウトと作業配置の検討及び一個流し生産の実施

■ 成果

1. 作業観察や要素作業時間分析などの工程分析結果から現状の問題点が明らかになりました。
2. ロット生産ではわからなかった運搬のムダ、動作のムダ、造り過ぎのムダ、在庫のムダ等が明らかになりました。
3. 一個流し生産の導入により、運搬や歩行時間が低減され、作業者の負担が軽減できました。

《得られた要素技術》

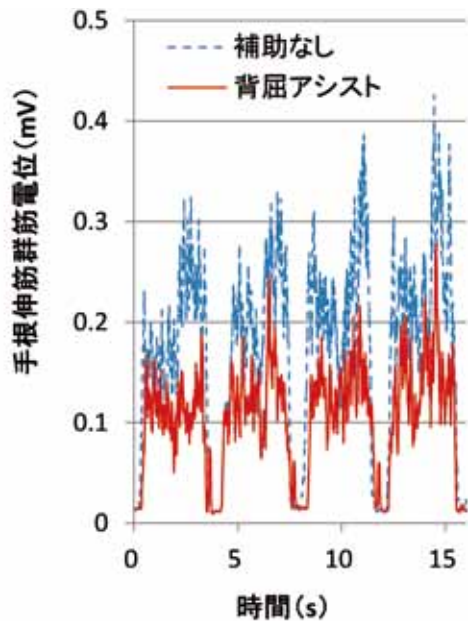
- ・現状把握のための工程分析
- ・レイアウト設計
- ・一個流し生産方式

《今後の展開・提案》

- ・他製品への水平展開
- ・工程改善の継続実施

荷物の保持を楽にする

荷物取扱作業における上肢負荷軽減技術



試作サポータの装着による筋負担の軽減

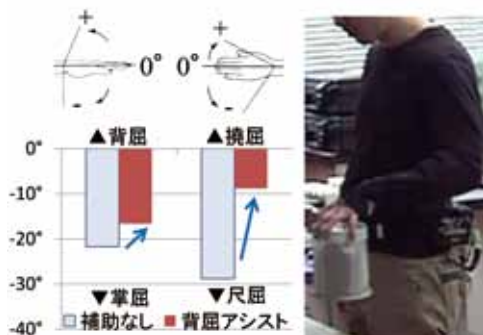
■ 背景

一次産業に多く見られる荷物取扱作業は上肢障害発生事由の約1割を占めるなど、作業への負担が大きく、改善が望まれています。

本研究では、荷物取扱作業を対象とした作業観察と身体負荷計測により、負荷要因を把握するとともに、上肢の負荷軽減手法について検討しました。



取扱重量と作業継続時間による作業の分類



試作サポータの装着による手関節角度の変化

■ 開発の要点

1. 荷物運搬作業時の身体負荷計測
2. 荷物運搬作業における身体負荷要因の分析
3. 上肢負荷軽減ツールの機能試作と評価

■ 成果

1. 農業、林業分野における荷物取扱作業を対象とした作業観察の結果から代表事例を抽出し、模擬環境下で上肢の関節角度や筋電位等の生体情報と荷物挙動の計測・分析を行い、手首の剛性を高めるサポートが負荷軽減に有効であることを確認しました。
2. 手首の背屈を補助する簡易サポータを試作し、試作品を装着することで手関節角度が中立位に近づき、より自然な肢位での作業が可能になることを確認しました。
3. 負荷軽減効果の向上を図るため、装着方法を変更した簡易サポータを試作し、手根伸筋の負荷軽減効果を確認しました。

《得られた要素技術》

- ・ 荷物取扱作業における上肢の軽労化技術

《今後の展開・提案》

- ・ 装着方法や補助力・補助機構の最適化等、実用化に向けた検討

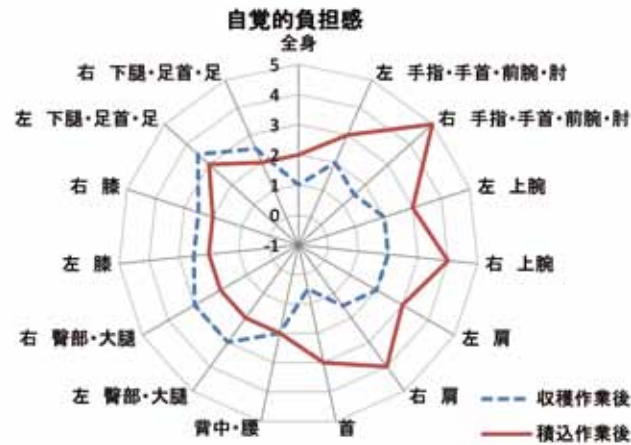
農作業の労働課題を明らかに

動作に注目した農作業の負担特性評価



姿勢／動作出現頻度と取扱重量

作業	歩行 (%)	左上肢 挙上 (%)	右上肢 挙上 (%)	前屈動作 (回/分)	取扱重量 (kg/分)
収穫	36.8	0.7	0.0	5.0	8.7
積込	14.2	2.9	6.6	1.3	22.8

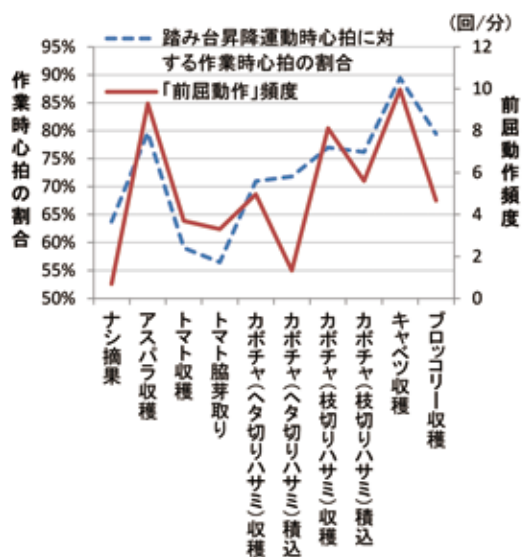


作業負担特性分析の例（カボチャ作業）

■ 背景

担い手の高齢化や後継者不足により農業従事者の減少が懸念される中、農作業の軽労化に向けて、個別の作業ごとに負担軽減策の検討が各方面で行われています。一方で、農作業には共通する動作が多く、これらを把握することで、効果的・効率的な負担軽減策の検討が可能となります。

本研究では、農作業に共通する姿勢・動作の出現頻度と身体部位負担度との関係についてフィールド調査を通して分析し、各種作業の負担特性を整理しました。



作業時心拍と前屈動作頻度

■ 開発の要点

1. 複数の農作業を対象とした作業動作のビデオ記録、生体情報計測、主観的負担度調査
2. 姿勢／動作の出現頻度と身体負担度との関係分析
3. 上記分析結果に基づく農作業の負担特性評価

■ 成果

1. カボチャやトマトなど6種の園芸作物を対象にフィールド調査（ビデオ記録、生体情報計測、主観的負担度調査）を実施し、姿勢／動作と負担に関するデータを収集しました。
2. 姿勢／動作と身体負担度との関係を分析し、例えばカボチャの収穫作業と積込作業では歩行や上肢挙上の頻度、取扱重量等が異なり、それらを反映して下肢や上肢の負担度に違いが見られることなど、作業による負担特性の違いを明らかにしました。
3. 心拍データと姿勢／動作分析結果をもとに作業間の負担度を比較し、前屈動作の頻度が高い作業は心拍も高く、作業負担の大きい作業であることを確認しました。

《得られた要素技術》

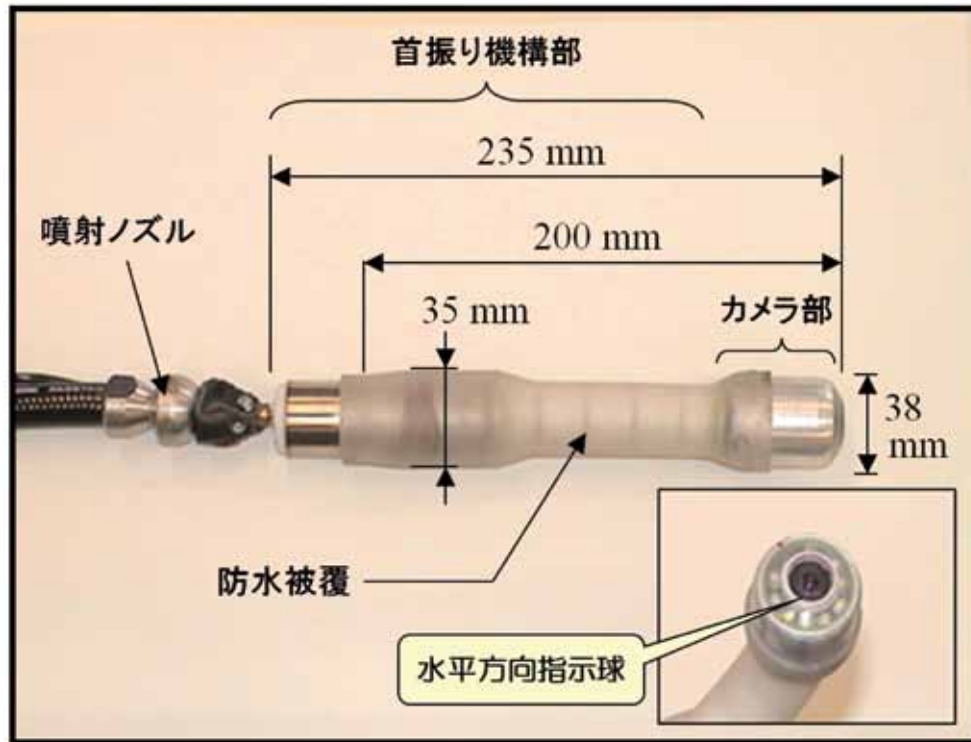
- ・ 作業負担の簡易計測評価技術

《今後の展開・提案》

- ・ 調査事例を増やし、負担特性データの蓄積を図る
- ・ 負担特性データに基づいた軽労化用具の開発

暗きょ排水管の詰まりをすっきり洗浄

小径管用洗浄ロボットの開発



暗きょ排水管の検査洗浄ロボット

■ 背景

一般の農地においては、土中の過剰な水分を排出するため土管や樹脂管などの暗きょ排水管が埋設されています。これらの排水管は、管壁の目詰まりや管内の土詰まりなどにより排水機能が低下するため、4～5年ごとに新たな管と交換されています。川崎建設㈱は、資源の有効利用と農業経営の低コスト化を目的に洗浄による暗きょ排水管の機能回復に取り組んでいます。当時は、暗きょ排水管の洗浄に用いるロボットの開発や管内閉塞を迅速に解消する工法開発に対して技術支援を行いました。



検査洗浄作業



打ち込みノズル

■ 開発の要点

1. 暗きょ排水管の検査洗浄ロボットの開発
2. 管内閉塞を迅速に解消する工法の開発

■ 成果

1. 長距離で分岐がある小径な農業用暗きょ排水管の自走しながら検査洗浄を行うロボットを開発することができました。
2. 地上から地中管内に貫入し、ノズル穴から噴出する水により閉塞塊を溶解させて、閉塞を解消する機能を有する打ち込みノズルを設計・試作し、試験により十分機能することを確認しました。
3. 逆噴射ノズルの開発においては、3DCADや3Dプリンターを活用し圧力損失を低減する構造の検討および設計を行い、金属粉末造形技術を活用して造形を行いました。

《得られた要素技術》

- ・小型ロボット設計技術
- ・デジタルエンジニアリング技術
- ・金属粉末造形技術

《今後の展開・提案》

- ・小径管用検査ロボットの性能向上開発
- ・浅海域調査ロボットの開発に応用

トマトを栽培してジャガイモ害虫退治

ジャガイモシストセンチュウ防除資材の開発



トマトの根から出る防除成分（ふ化促進物質）を開発した資材で吸着

■ 背景

北海道の主要農産物であるジャガイモの生産現場において、著しく収量を減少させる土壌害虫・ジャガイモシストセンチュウの発生は重大な問題であり、その解決が喫緊の課題となっています。（国研）農研機構北海道農業研究センターを代表とする研究グループは、先行する研究によりトマトの水耕及び礫耕栽培において生じる廃液にふ化促進物質が大量に含まれることを明らかにし、それを輪作期間中に汚染圃場に散布することで線虫を強制的にふ化、餓死させるという低コスト、低環境負荷となる新しい防除技術を見出しました。しかしトマト栽培廃液のみの利用の場合、実験室規模では十分な効果を発揮しましたが、圃場での実証試験では効果が低減しました。降雨によるふ化促進物質の流亡などが原因と考えられ、これに対してふ化促進物質を保持する資材の活用、開発への要望が寄せられました。



ジャガイモの根に寄生するジャガイモシストセンチュウ

■ 開発の要点

1. トマト栽培に適した資材の材料設計
2. その際、ふ化促進物質を大量に吸着し、線虫汚染圃場では徐々に放出（徐放）する資材の材料設計
3. 低コストでの資材の量産方法の検討と実証試験

■ 成果

1. 北海道で産出される天然無機資源「十勝ゼオライト」と「稚内層珪質頁岩」から成り、トマト栽培に適するとともに、圃場での実証試験でも十分な防除機能を発揮する実用レベルの資材を開発しました（特願2011-15981）。
2. 農業分野での成果と合わせて「資材の量産→トマト栽培→ふ化促進物質を吸着した資材の回収→汚染圃場への散布」というジャガイモシストセンチュウ防除システムの一連の流れを構築しました。

《得られた要素技術》

- ・道産天然無機資源をはじめとする多孔体の材料設計と評価技術
- ・連続炉（ロータリーキルン）での焼成に係る知見

《今後の展開・提案》

- ・更なるふ化促進物質吸着量の増加や徐放機能の向上、量産方法の確立による低コスト化などを経た製品化
- ・種々の物質の吸着、徐放材料の開発

■ 謝辞

本研究は、農林水産省農林水産技術会議の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」及び農林水産省委託事業「レギュラトリーサイエンス新技術開発事業」により実施したものです。

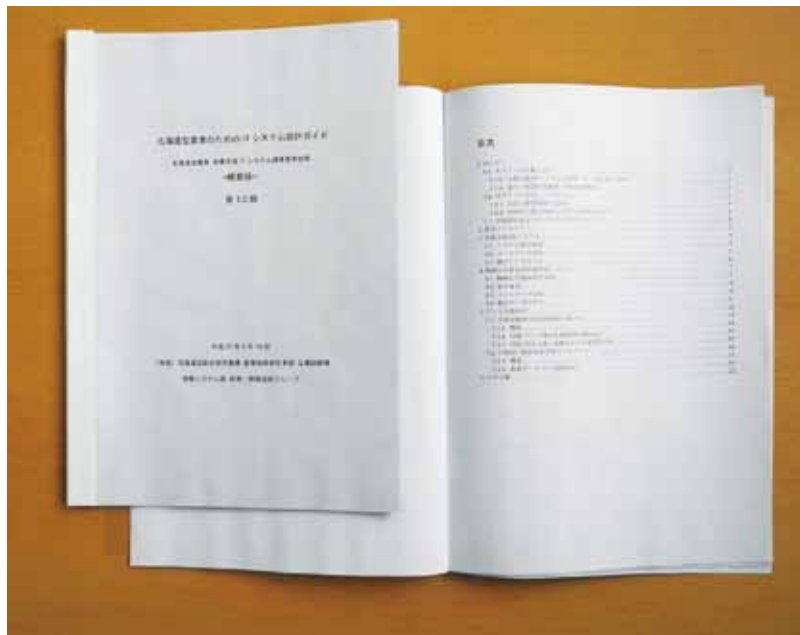
● 公募型研究
H21～H26

材料技術部 高分子・セラミックス材料グループ
共同開発機関

（国研）農研機構北海道農業研究センター 札幌市豊平区羊ヶ丘1 Tel. 011-857-9247 / 雪印種苗(株) 江別市西野幌36-1 Tel. 011-384-2855
北海道農材工業(株) 美唄市峰延町東3026-20 Tel. 0126-67-2055 / (株) 共成レンテム 中川郡幕別町明野658番地1 Tel. 0155-54-5522
北海道大学大学院理学研究院 札幌市北区北10条西8丁目 Tel. 011-706-2705 / 北見農業試験場 常呂郡訓子府町弥生52 Tel. 0157-47-2146
長崎県農林技術開発センター 雲仙市愛野町乙2777 Tel. 0957-36-0043

データを活用した農業

営農支援システムの共通的な基盤の構築に関する研究



「北海道型農業のためのITシステム設計ガイド」

■ 背景

ICTを活用した営農ノウハウのデータベース化や作業管理システム、経営支援システムなどの開発による農業生産技術の高度化が期待されています。これらは営農規模が大きい北海道型農業では特に有効であるため、道内の情報処理産業にとって非常に大きなビジネスチャンスとなり得ます。そこで、これらの市場への道内企業の速やかな参入を支援するために、農業分野でのICTの活用に関する知見・技術の確立を進めており、その一環として、標準的に参照可能な要求仕様や農地区画データを簡便に生成する手法など、営農支援システムを開発する際の共通的な基盤の構築を目指して研究を行いました。



衛星及び航空写真から農地区画図形の抽出例

■ 開発の要点

1. 営農支援システムの開発時に標準として参照できる要件定義の作成
2. 農業試験場のこれまでの研究成果などの営農ノウハウのシステム化に関する検討
3. 衛星画像・航空写真等から農地地図データを生成する手法の検討

■ 成果

1. 北海道型農業が営農単位毎に作成する「機械化作業体系」に則って営農されることを踏まえて、営農支援システムの基本機能の要求分析を行い、「北海道型農業のためのITシステム設計ガイド」を作成しました。
2. 農業試験場のこれまでの研究成果のシステム化を進めるためのデータ構造を、「北海道農業生産技術体系」を基にしてモデル化しました。
3. 衛星画像及び航空写真から色相・彩度・輝度情報を基に画像を正規化し、強いエッジで囲まれた領域の近似性から農地区画図形を抽出する手法を開発しました。抽出した農地区画図形を座標変換して区画形状データとし、基盤地図へ合成して提示する空間情報システムを構築しました。

《得られた要素技術》

- ・農業分野を対象としたソフトウェア開発における要求分析技術
- ・画像処理技術の空中写真からの地図作成への応用

《今後の展開・提案》

- ・営農支援ソフトウェアなどの農業分野におけるICTシステムの開発における応用

光センサーで生乳検査を簡単に

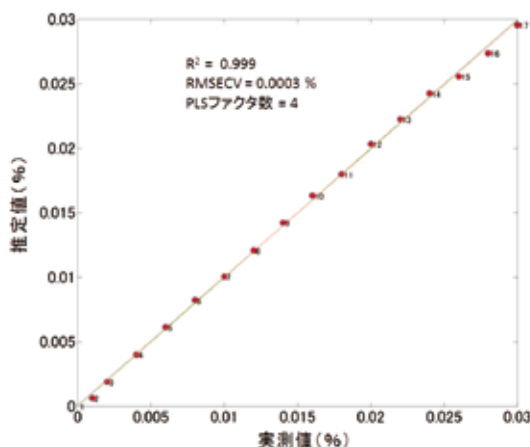
生乳検査装置の開発



試作した生乳検査装置の外観

■ 背景

酪農家において搾乳した生乳はバルククーラーと呼ばれる保冷タンクで低温貯蔵され、定期的に専用タンクローリーで集荷されます。集乳の際には、専任の集乳者による検査に合格した生乳のみが集荷されます。通常は一台の専用タンクローリーで数戸の酪農家の生乳を集荷していますので、もしある一戸の酪農家の生乳に異常があると、タンクローリー一台分の大きな被害となってしまいます。集乳時に行われる検査のうち、生乳の色調、風味、異臭、異物の有無などの検査は専任集乳者による官能検査であり、特に目視検査については照明環境の変動の影響があるため、熟練の技術が必要となります。そこで、この検査の自動化・省力化を目的として、当社が保有する分光分析技術を応用し、血液などの異物が混入した異常乳の検査装置の開発に関して技術支援を行いました。



作成した検量線によるモデル血乳の濃度の推定値と実測値の関係

■ 開発の要点

1. 小型分光器を用いた検査装置の仕様検討
2. 大量のサンプルの検査データを効率的に収集する自動化技術の検討
3. 分光分析により異常乳を定量評価するための検量線の作成技術

■ 成果

1. 小型分光器、光源を内蔵し、サンプルホルダの出し入れの制御や光源の点灯制御を行う、マイコン組込の測定部と、測定データの収集・解析を行い、管理を行うPCの構成で試作装置の開発を行いました。
2. 異常乳として生乳に牛脱糞血の濃度を調整して混合したモデルを作成し、PLS回帰分析により検量線を作成したところ、決定係数で0.999、検量線作成時の予測標準誤差で0.0003%の良好な性能が得られました。
3. (公財) とかち財団十勝産業振興センターにおいて、本試作装置を「第33回国際農業機械展 in 帯広」に参考出品しました。

《得られた要素技術》

- ・ 血乳を対象とした可搬型小型分光分析装置の開発技術
- ・ 血乳を対象とした検量線作成技術

《今後の展開・提案》

- ・ 集乳車への搭載を目指した装置の小型化、低コスト化
- ・ 異常乳全般のスクリーニングへの対応

正確な食肉評価を実現

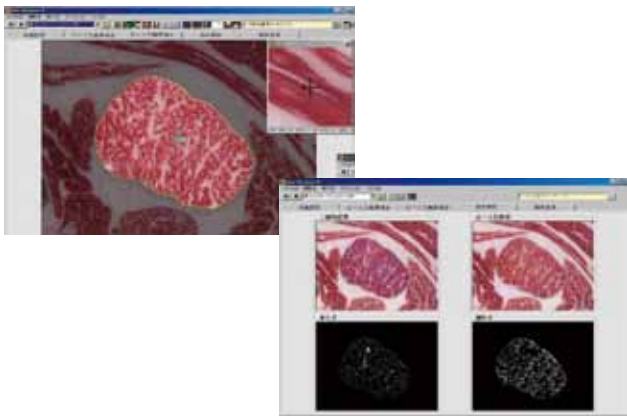
画像処理を用いた牛枝肉の品質評価システム



牛枝肉横断面撮影装置

■ 背景

肉牛の価格は、脂肪交雑（霜降り）や肉・脂肪色等によって大きく上下するため、より良い形質の肉牛を得るための育種改良が進められています。効率的な育種改良のためには、得られた枝肉の品質を正確に評価しフィードバックすることが重要になります。しかし、現在の肉質評価は主に格付員の目視判断に基づいて行われているため、育種改良の現場ではより客観的かつ詳細な枝肉品質評価技術が求められています。そこで、枝肉横断面の高精細画像データを取得し、画像解析技術によって様々な肉質項目の客観的評価を行うシステムの開発を行いました。



肉質画像解析ソフトウェア BeefAnalyzer II

■ 開発の要点

1. 切開幅の狭い枝肉の横断面画像を、安定した撮影条件で取得するための撮影装置の開発
2. 脂肪交雑、肉・脂肪色などの格付項目を、画像解析により精度良く求める手法
3. 畜産現場に技術導入するためのシステム化、実用化

■ 成果

1. 比較的狭い切開幅（20cm程度）で、枝肉横断面全体を一度に撮影できる装置を開発しました。
2. 得られた画像から脂肪交雑スコアなどを、格付員とほぼ同等の精度で評価することができました。
3. 本研究で開発された撮影装置と解析ソフトウェアは「枝肉品質評価システム」として製品化され、国外を含む多数の畜産関連機関に導入されています。

《得られた要素技術》

- ・安定した撮影条件による食肉の画像計測
- ・食肉の品質評価に関する画像処理および統計分析技術

《今後の展開・提案》

- ・肉質評価技術としての標準化と、格付業務への適用

牛をカルシウム不足から守る

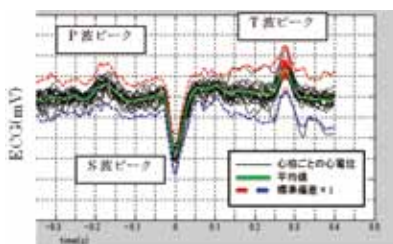
携帯型乳牛血中カルシウム濃度計測システムの開発



開発した乳牛用小型ワイヤレス心電計

■ 背景

乳牛は全国で140万頭飼育されており、毎年79万頭が分娩しています。しかし、毎年約7万頭が低カルシウム（Ca）血症等により分娩前後に起立不能を発症し、約8千頭が廃用となっています。そこで、本研究では乳牛の血液成分や心電図等のデータをもとに低Ca血症を短時間で診断できる血中カルシウム濃度簡易計測システムを開発しました。



加算平均によるノイズ除去



実際の乳牛を用いての測定試験

■ 開発の要点

1. スマートフォン／タブレットと連動可能な小型心電計の開発
2. 測定精度向上のためのサンプル計測と統計解析
3. 解析結果から導出した高精度な血中Ca濃度推定式を実装したシステムの開発

■ 成果

1. Bluetoothを搭載した乳牛用小型ワイヤレス心電計を開発しました。サイズ 68×34×14mm、重量38g と大幅に小型化し、スマートフォンやタブレットを用いて測定可能です。
2. 延べ800以上の血液と心電位のサンプルを測定し、心電位と産次（出産回数）、年齢等から血中Ca濃度を算出する新たな推定式を開発し、特許を出願しました（特願2015-018051）。
3. これらのハードや推定式を搭載した解析システムを開発しました。軽量のタブレット上で動作し、30秒程度の計測で速やかに分娩牛の血中Ca濃度を算出できます。

《得られた要素技術》

- ・小型ワイヤレスセンサのハード・ソフト設計
- ・乳牛の血液成分と心電位データの計測解析技術

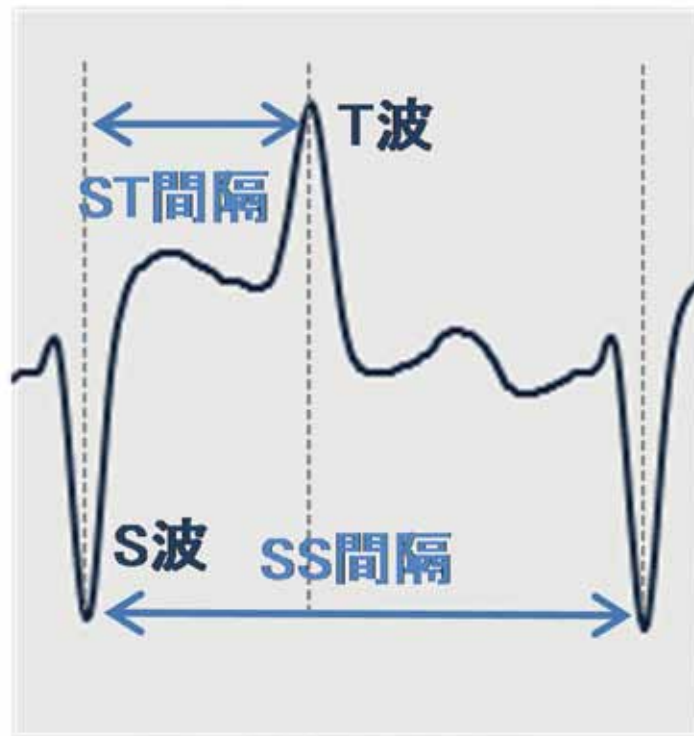
《今後の展開・提案》

- ・本システムの製品化
- ・得られた血液成分・心電位データの活用
- ・別動物への応用

■ 謝辞 本研究は、総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）の研究助成により実施しました。

血中カルシウム濃度をカンタンに測る

心電図による乳牛の低Ca血症簡易計測技術の開発



牛の心電図波形

■背景

北海道では出産する乳牛が年間50万頭いますが、そのうち約4万頭が分娩前後に起立不能となり、そのうち約4,000頭が死亡しています。これら起立不能の約6割が低カルシウム（Ca）血症が原因で、血中Ca濃度の測定により早期に診断し、カルシウム剤の投与など適切な対処をする必要があります。しかし、血液検査は時間がかかることから、実際には獣医師が臨床症状のみから診断をしており、そのために不必要な投薬や対処の遅れが生じています。そこで本研究では、牛の血中Ca濃度の低下によって心電図のST波形が延長することを利用し、畜産試験場と共同で心電計による血中Ca濃度簡易計測技術の開発に取り組みました。

■開発の要点

1. 統計解析手法を用いた心電図波形とCa濃度の相関性の数値化
2. 心電計を組み込んだ血中Ca濃度測定システムの開発

■成果

1. 200頭以上の分娩牛の心電図から、心電図ST間隔と血中Ca濃度の間に高い相関性を持つ回帰式が得られました。
2. 上記で得た回帰式を組み込んだ、血中Ca濃度計測システムを開発しました。システムは高精度心電計と解析ソフトウェアからなり、容易に小型化が可能です。
3. この測定技術に対して、日本産業動物獣医学会北海道支部賞を受賞しました。



血中Ca濃度測定システムの試作機



測定風景

《得られた要素技術》

- ・心電位解析技術
- ・多変量統計解析技術

《今後の展開・提案》

- ・心電位－血液成分回帰式の高精度化
- ・システムの小型化、ワイヤレス化
- ・製品化のための研究展開

牛乳の熱でお湯をつくる

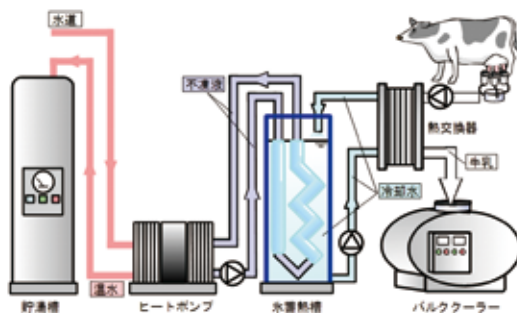
牛乳冷却機能を備えた氷蓄熱ヒートポンプ給湯システムの開発



氷蓄熱ヒートポンプ給湯システムの外観

■背景

酪農牛舎では灯油ボイラーなどで加温した温水が搾乳ラインの洗浄などに毎日大量に使われており、その燃料費が経営を圧迫しています。そこで、経済性や省エネルギー性に優れた酪農牛舎用給湯システムの開発にあたり、酪農牛舎における牛乳冷却機能を備えた氷蓄熱ヒートポンプ給湯システムの実用性に関するデータを得ました。



氷蓄熱ヒートポンプ給湯システムのフロー

■開発の要点

1. システムの設計・デザイン
2. 酪農牛舎における実証試験
3. 酪農牛舎における実用性の評価

■成果

1. 別海町内の酪農牛舎において、開発したシステムの試験施工を行い、稼働状況に関するデータを取得しました。
2. このデータから、システムの運転状態を示すシステムCOPに大きな変動はなく、システムが安定して運転しており、実用上問題がないことが確認できました。
3. 経済産業省北海道経済産業局の「北国の省エネ・新エネ大賞（北海道経済産業局長表彰）」、(公財)日本発明振興協会の「発明功労賞」、エコプロダクツ大賞推進協議会の「審査委員長特別賞（奨励賞）」を受賞しました。

《得られた要素技術》

- ・氷蓄熱ヒートポンプ給湯システムの設計技術
- ・酪農牛舎におけるエネルギー効率調査

《今後の展開・提案》

- ・ヒートポンプを利用した給湯システムの開発に応用

北国でもつかえるエコキュート

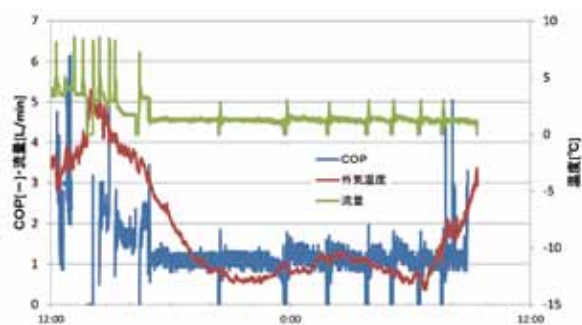
酪農牛舎用空気熱源式ヒートポンプ給湯システムに関する研究



業務用エコキュート

■ 背景

酪農牛舎では灯油ボイラーなどで加温した温水が搾乳ラインの洗浄などに毎日大量に使われており、その燃料費が経営を圧迫しています。そこで、経済性や省エネルギー性に優れた酪農牛舎用給湯システムの開発にあたり、比較対象として現在市販されている空気熱源式CO2冷媒ヒートポンプ給湯システム（業務用エコキュート）の酪農牛舎におけるデータを得ました。



試験結果

■ 開発の要点

1. 酪農牛舎におけるエコキュートの試験施工
2. 酪農牛舎におけるエコキュートのデータ計測
3. 酪農牛舎におけるエコキュートの評価

■ 成果

1. 中標津町内にある酪農牛舎において、業務用エコキュートの試験施工を行い、冬季の稼働状況に関するデータを取得しました。
2. 得られたデータから、低温下における業務用エコキュートのエネルギー効率などに関する知見が得られました。

《得られた要素技術》

- ・業務用エコキュートの省エネ性評価技術
- ・冬季の酪農牛舎におけるエネルギー効率調査

《今後の展開・提案》

- ・ヒートポンプを利用した給湯システムの開発に応用

貯水タンクで省エネ

貯水タンクを利用したヒートポンプ給湯システムの開発



ヒートポンプシステム

■ 背景

中標津町のような酪農地域では、使用済みとなった3～4t程度のステンレス製タンクが多数あることから、このようなタンクを所有、あるいは安価で購入する酪農牛舎を対象に、屋外に設置したタンクに貯めた水を熱源に利用するシステムを開発します。これにより、搾乳時の最大電力量を抑えることができるため、低廉な電力基本料金による運用が可能となります。



貯水タンク

■ 開発の要点

1. ヒートポンプシステムの導入条件の検討
2. ヒートポンプシステムの設計
3. 酪農牛舎におけるフィールド試験

■ 成果

1. 搾乳時間は牛乳を冷却することで熱を得た水を約3tの貯水タンクに蓄えて、搾乳時間以外の時間帯にそれを熱源として利用して温水を作るヒートポンプ給湯システムを開発しました。
2. 北海道で平均的な100頭規模の既存酪農牛舎におけるフィールド試験により、開発したシステムは消費電力の約3倍以上の熱に相当する温水を作り、良好な運転状況であることが確認できました。

《得られた要素技術》

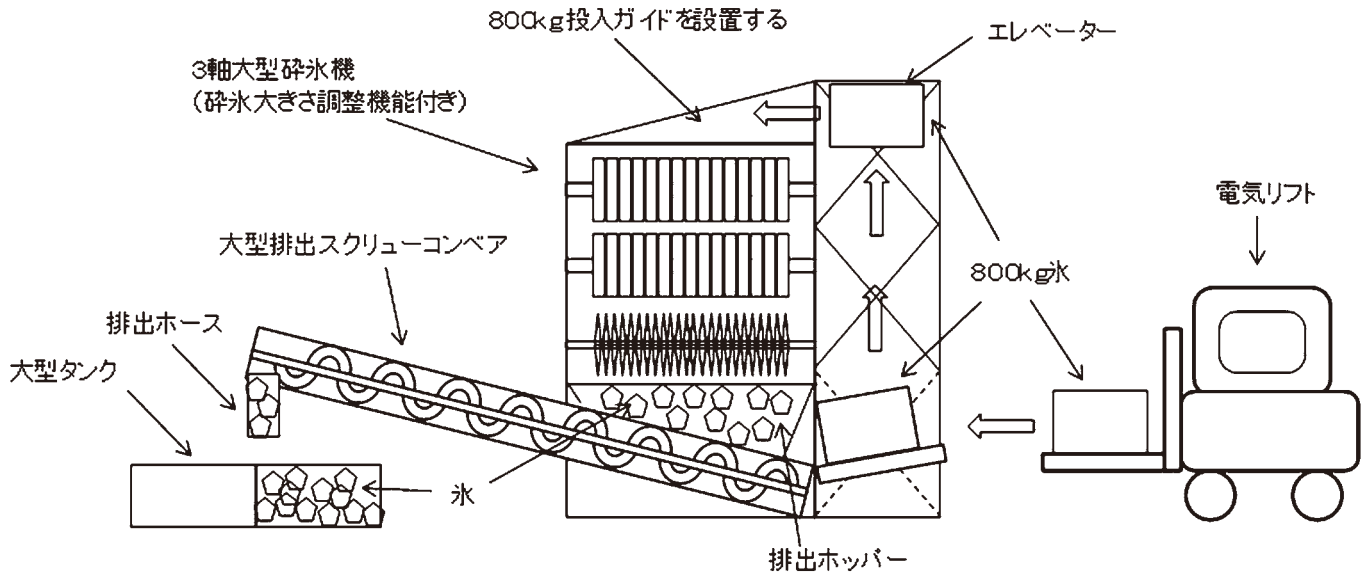
- ・酪農牛舎における搾乳冷却と給湯の状況計測技術
- ・貯水タンクを効率的に利用するヒートポンプシステムの設計技術
- ・ヒートポンプシステムの評価技術

《今後の展開・提案》

- ・ヒートポンプを利用した給湯システムの開発に応用

砕氷作業を効率的に

大型砕氷システムの開発



大型砕氷製造システム

■ 背景

㈱北海道ニーズでは既に冬期間の自然冷熱環境を利用して低コストに砕氷を生産する技術を開発し氷の販売・供給サービスを行っています。当該企業では、氷の生産量を増大させるため、「砕氷機の耐久性向上や安全性の確保のための改良」や「砕氷後の氷のロスを低減する新たな搬送装置の開発」を行いました。その取組の中で、当场には、強度試験・評価について技術支援が要請されました。

■ 開発の要点

1. 強度試験方法
2. 強度試験結果の分析・評価

■ 成果

1. 大型砕氷装置を構成するエレベーター部、砕氷部、スクリーコンベア部の強度試験方法ならびに装置全体の試験方法を決定しました。
2. 強度試験を行い、各部の強度の過不足を明らかにし、強度設計の指針の検討を進めることができました。



氷塊投入時強度試験



砕氷状況

《得られた要素技術》

- ・ 砕氷時強度試験技術
- ・ 氷塊装填時強度試験技術

《今後の展開・提案》

- ・ 大型砕氷製造システムの設計基準の確立
- ・ 砕氷作業環境で使う他の機械装置への展開

やっかい物を魚のエサに

ホタテウロの利用技術開発



ホタテガイ



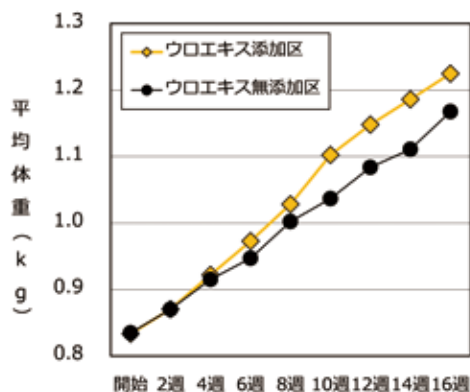
ホタテウロ



カドミウム除去実証試験装置

■ 背景

北海道はホタテガイの生産が全国一ですが、加工に伴う副産物としてウロと呼ばれる部位を主とした内臓物が年間3万トン程度発生しています。ウロには有害物質のカドミウムが含まれているため、地元自治体や企業等から安全な処理方法の開発が要望されています。一方、10年ほど前から魚の養殖用飼料の主原料に用いられている魚粉が値上がりを続けています。飼料代は養殖コストの大半を占めるため、飼料メーカーや養殖業者等から安価で成長の良い飼料の開発が要望されています。そこで、工業試験場で開発した電解法によるカドミウム除去システムを改良し、ホタテウロを原料とした養殖コストを削減する高機能性養魚用飼料の製造技術開発を行いました。



ウロエキス添加飼料によるハマチの成長向上

■ 開発の要点

1. ホタテウロの高機能性養魚用飼料化技術の開発
2. ホタテウロ飼料の安全性・有効性の検討
3. 海面養殖魚による実用化の検討

■ 成果

1. ホタテウロを原料とした魚類摂餌促進物質（ウロエキス）の製造方法を開発しました。
2. ウロエキスを飼料にわずか数%添加することで摂餌性向上や成長効果が認められ、ハマチやマダイ等、日本の代表的な養殖魚にも効果があることがわかりました。

《得られた要素技術》

- ・ウロエキスの製造技術
- ・ウロエキスの適正添加量に関する知見

《今後の展開・提案》

- ・ウロエキスの高品質化に向けた製造プロセス改良
- ・ウロエキスの品質管理基準の検討
- ・ウロエキスの適用魚種の拡大に向けた検討

ホッケをもっと美味しく食べたい

ホッケの魚臭集中部位除去装置の開発



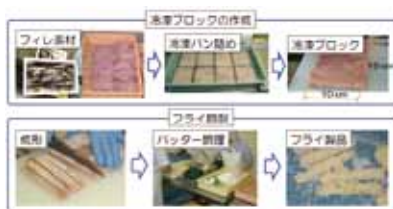
魚臭集中部位除去装置と加工の様子

■ 背景

道総研では、平成22～26年度戦略研究「北海道の総合力を活かした付加価値向上による食産業活性化の推進」において、北海道に優位性のある農水産物の新たな選別・加工・評価技術を確立するとともに、高付加価値食品の製品化、および食産業の活性化を目指した研究開発を実施しました。この中で水産物に着目すると、本道で水揚げされる天然魚のうち、ホッケはスケトウダラ・サンマに次いで第3位（研究開始当時）の漁獲量がありますが、すり身や餌料としての低次利用が主体のため魚価が低くなっています。そこで当場では、食味の向上や鮮度保持による高付加価値化に向けて、特有の魚臭を発生する皮や血合い肉を同時に除去する装置の開発を行いました。



分離された白身肉と魚臭集中部位



フライ製品の試作

■ 開発の要点

1. 魚臭集中部位（皮・皮下脂肪・血合い肉）を効率的に除去することが可能な機構の検討
2. 3次元CADと機構解析を活用した魚臭集中部位除去装置の設計・試作と処理性能の評価
3. 本装置で加工したホッケフィレ素材を用いた加工食品の市場展開に関する調査

■ 成果

1. 送りコンベヤ部に溝を設けることを特徴とし、魚臭集中部位を一工程で除去することが可能な機構を考案しました。
2. 構造の最適化を図った実証機を製作し、魚臭集中部位除去成功率90%以上、歩留り70%以上で、良質な白身肉が得られることを確認しました。
3. 本装置で加工したホッケフィレ素材を用いたフライ製品を試作して試食提供を行ったところ、好評価が得られました。

《得られた要素技術》

- ・魚臭集中部位の除去によるホッケフィレの高品質化技術
- ・水産加工機械開発における解析技術の活用

《今後の展開・提案》

- ・他魚種への応用
- ・解析技術の活用による水産加工機械開発の効率化

機械化による人手不足の解消

生ホタテ貝柱分離作業の機械化



ホタテ貝自動生剥き機

■ 背景

本道の漁業生産において、ホタテは生産量・生産額共に非常に高く、重要な魚種の一つとなっています。しかし、加工作業の中で行われる生鮮貝柱の分離作業は、非常に煩雑で人手を多く必要とし作業効率の妨げとなっています。(株)ニッコーはそのような生鮮貝柱の分離作業を自動的に行う装置を開発し、製造・販売を行っています。当場では、分離作業の機械化を推進するため、従来から水産加工現場で行われている手剥きなどの分離作業方法と機械処理との違いを明確化するための各種試験方法について技術支援を行いました。



貝殻表面の異物除去工程



機械処理後の貝柱

■ 開発の要点

1. 機械化の推進のための課題の整理
2. 従来方法と機械処理の性能比較試験方法の検討
3. 性能比較試験の実施

■ 成果

1. 水産試験場の協力を得て、オホーツク地域における貝柱分離作業の状況を調査し、機械化の推進のための課題を整理しました。
2. 従来の処理方法を機械処理に置き換えることが可能であるかを判断するため、性能比較試験方法を検討しました。
3. 検討した方法の試験を実施し、ニッコー製の貝柱自動剥き機と従来法との性能の違いを明らかとすることができました。

■ 得られた要素技術

- ・水産加工現場の要求仕様の整理
- ・機械化された水産加工作業の性能評価技術
- ・生ホタテ貝柱の品質評価技術

■ 今後の展開・提案

- ・水産現場への適用による性能の実証確認
- ・ホタテ以外の水産加工作業の機械化への応用

魚油の品質劣化を捉える新しい技術

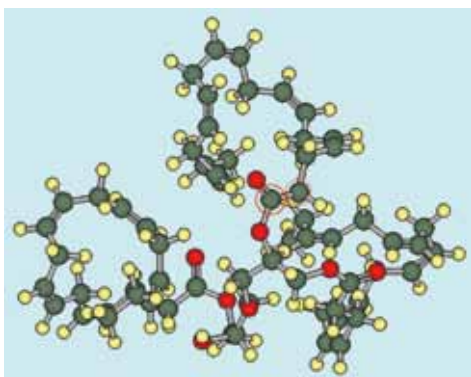
テラヘルツ波を用いた魚油吸光度計測



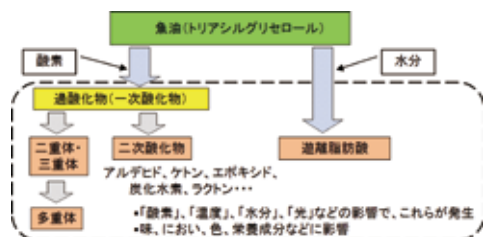
テラヘルツ波帯FT-IR

■背景

食品産業、水産業、農業の分野において、テラヘルツ波分光計測は品質の安定化や付加価値の向上に活用できる計測法として期待されています。しかし実用化を考えた場合、従来の時間領域分光法は装置が大型、高コストにならざるを得ないため、製品単価が低い食品、特に水産物への適用は難しいと考えられてきました。本研究では装置構造が簡単なフーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR）を用い、水産物の味・品質に大きな関わりがある魚油の特性を安定的に計測する手法を開発しました。



脂肪酸の量子化学計算（トリアシルグリセロール）



魚油の品質劣化過程

■開発の要点

1. 魚油吸光度の安定計測手法の開発
2. 各種魚油のテラヘルツ波帯吸光度スペクトルの取得
3. 化学分析値との相関比較

■成果

1. 液膜透過法における試料滴量を最適化し、サンプル厚さによる校正方法を開発することで、計測値の繰返し再現性が向上しました。
2. 北海道産の魚（イワシ、サバ、カレイ、シマホッケ）について吸光度測定を行い、それぞれに違いがあることを確認しました。
3. 魚油の品質劣化に伴う吸光度変化を解析しました。この結果、酸化の初期段階で吸光度スペクトルに大きな変化が生じることを見だしました。

《得られた要素技術》

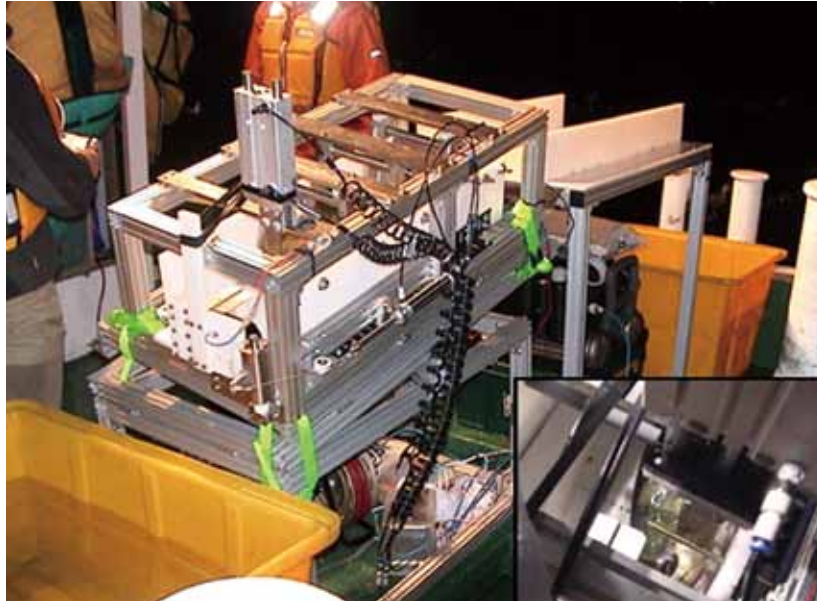
- ・テラヘルツ波を用いた魚油吸光度の高精度な計測技術
- ・量子化学計算を用いた脂肪酸構造変化のシミュレーション技術
- ・脂肪酸の構造変化の解析技術

《今後の展開・提案》

- ・脂肪酸の劣化を高精度に計測する装置開発
- ・脂肪酸構造判別技術の確立
- ・道産水産品の付加価値向上のための品質検査装置

使いやすさを高める装置改良

サケ脱血処理実用機の開発



脱血処理装置の船上試験

■ 背景

本道サケ漁業では、養殖サケが大量輸入されるなか、道産サケの国内需要が伸び悩んでいます。国内需要の確保・拡大方策の一つとして、脱血による鮮度維持が始められていますが、船上での手作業による脱血処理は、サケが大型魚であり危険を伴うことから、効率的かつ安全に処理するための補助具や装置の開発が望まれています。本研究では、3年間に行った装置内でサケの暴れを抑えながら安定した脱血処理を行う技術開発（平成20～22年）を基礎として、サケの装置挿入後から脱血処理、排出までの自動制御化による操作性と処理能力の向上、およびコストを大幅に低減したコンパクトなサケ脱血装置の実用機開発に取り組みました。



脱血処理後のサケ、左：オス 右：メス



切削機構

■ 開発の要点

1. 操作の自動化
2. サケの誘導・整列方法の効率化
3. コストを抑える構造設計と部材選択

■ 成果

1. 先に開発した大型魚の脱血処理装置にサケの位置を検出するセンサやフットスイッチを付加し、一人操作ができる制御システムを開発しました。
2. 網上げ直後のサケの暴れを抑えて装置への挿入が容易となる沈静化技術を開発することができました。
3. 実験機の設計を基本としてコストを大幅に低減したコンパクトなサケ脱血装置の実用機を設計・試作し、定置網漁において効率的な脱血作業ができることを確認しました。

《得られた要素技術》

- ・大型魚の実用的脱血処理装置技術
- ・処理の自動化技術

《今後の展開・提案》

- ・簡易脱血処理装置開発への応用
- ・サケ以外の魚種の脱血処理への応用

切らずにわかるアキサケの身色

ハンディ型アキサケ身色等級判別装置の開発



アキサケ身色等級判別装置（試作機）

■ 背景

国産アキサケの輸出促進のためには、輸出商材の品質安定化が重要であり、最重要品質項目の身色を、主要流通形態であるドレス（頭と内臓を除去した状態）のまま、商品価値を損なわずに等級判別（カラーチャートに基づく色判定）する必要があります。ハンディ型等級判別装置は中小水産加工工場における身色判別や、輸出商材の検品、水揚げ時の等級分けなど、幅広い使用が期待できます。

本研究では、光ファイバーを用いた低侵襲な身色計測方法を実現し、水産加工工場の現場で使用可能なハンディ型身色等級判別装置を開発しました。

■ 開発の要点

1. 熟練者と同じ判別精度
2. ラウンド・ドレス状態で等級判別が可能
3. 高速な判別速度

■ 成果

1. ドレス状態のアキサケを、商品価値を損なうことなく、安定して計測できる技術を確認しました。
2. ハンディ型製品プロトタイプ機を製作、水産加工工場で評価試験を実施し、高い判別精度を確認できました。



計測結果表示部



水産加工工場における装置評価

《得られた要素技術》

- ・光ファイバとフラッシュ光源、分光器を用いた身色等級判別技術の確立
- ・加工工場の熟練者の判別基準に基づく評価アルゴリズムの開発
- ・据え置き型とハンディ型の2タイプを製作

《今後の展開・提案》

- ・今後の市場ニーズに対応した製品開発に展開

木材の在庫棚卸作業を効率化

棚卸用在庫管理システムの開発



棚卸用在庫管理システム

■ 背景

当該企業では、住宅用部材や梱包材などの製材加工を行っています。在庫の棚卸作業は、野帳（ノート）に手書きで記録する方式がとられています。膨大な在庫を抱えるため、2人で1日掛かっておりました。また、入力ミスなど様々な問題が発生していました。そこで、棚卸作業を効率化するとともに、正確な在庫量を把握するため、タブレットPCを活用した棚卸用在庫管理システムの開発を支援しました。



試行試験の様子

■ 開発の要点

1. 現状の在庫管理方法についての調査（作業観察、ヒアリング）
2. タブレットPCによる在庫管理システムの開発・試作
3. 試行試験による効果確認

■ 成果

1. 棚卸作業の現状分析により問題点が明確になりました。
2. 記録の段階で電子データ化することで作業効率が向上しました。
3. 入力ミスなどが低減でき、正確な在庫量を把握できました。

《得られた要素技術》

- ・ 在庫管理の現状分析
- ・ 在庫管理システムの構築

《今後の展開・提案》

- ・ 他の製材工場への水平展開
- ・ 棚卸データと生産日報データの連結によるリアルタイム在庫管理

画像情報で塗布量管理をサポート

接着剤塗布量計測システムの開発



塗布量計測システムの画面

■ 背景

合板は、原木を桂剥きにした単板を乾燥させ、接着剤を塗布して繊維方向が交差するように積み重ね、常温および高温でプレスして貼り合わせ、製造します。このうち、接着剤を塗布する工程は、合板の強度やコストに大きく関わる重要な工程であり、高品質で価格競争力の高い製品を製造するためには、必要な接着強度を保持しつつ、接着剤の使用量を抑制することが求められています。

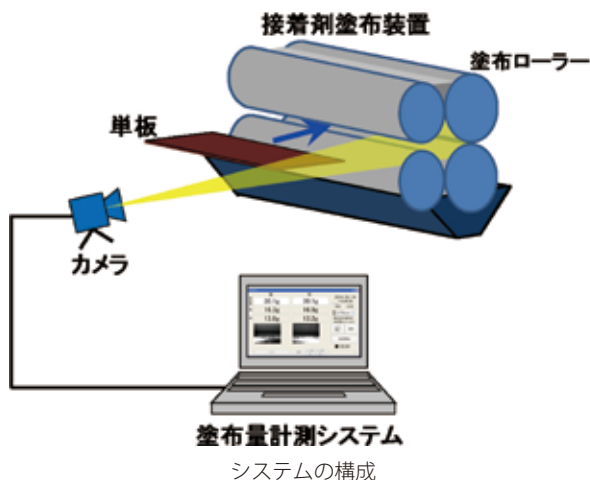
そこで、接着剤塗布量の管理の高度化を目指し、単板の表裏に塗布される接着剤の量をリアルタイムで計測できるシステムの開発に取り組みました。

■ 開発の要点

1. 接着剤塗布装置の塗布ローラーの状態と接着剤塗布量の関係の解析
2. 塗布ローラーの状態から接着剤塗布量を推定する手法の開発
3. パソコンとカメラを用いた塗布量計測システムの開発

■ 成果

1. 接着剤塗布量の調整・管理に活用できる計測システムを開発しました。
2. システムの活用により、合板の品質向上と安定化、接着剤使用量の削減が図られました。



《得られた要素技術》

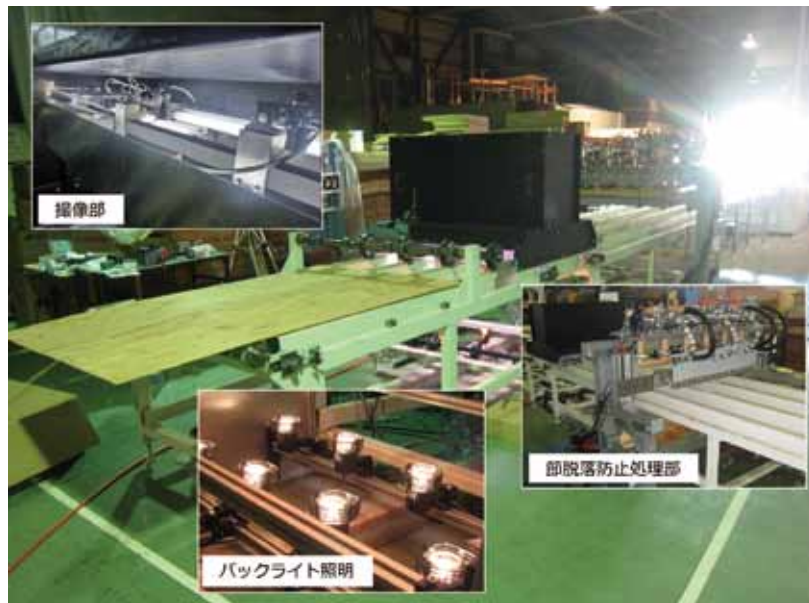
- ・塗布ローラーの画像情報を用いた接着剤塗布量の推定

《今後の展開・提案》

- ・他工程への画像計測システムの活用

道産材で高品質な内装材を

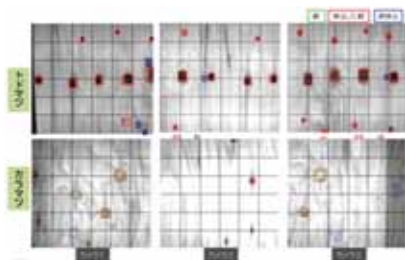
内装材製造システムのための節認識処理装置の開発



内装材製造システム全体図

■ 背景

暮らしを豊かにする木質内装材は住宅資材として大きな市場がありますが、その原料は輸入材に頼っています。世界的な木材需給の変動に影響されないためには、内装材にかかる森林資源の充実、自給率の向上は不可欠です。しかしながら、道内のトドマツ、カラマツなどの人工林材は、節が多く、また製造工程で抜け落ちてしまうことなどから、平滑性や意匠性の観点から内装材としての活用は多くありません。このため、製造工程における節脱落防止処理等の実現を図ることが重要な課題となっています。そこで本研究では、林産試験場と共同で合板製造工程における節脱落を防止する製造システムへ搭載するため、ITを活用した節認識処理装置を開発しました。



節認識処理結果の一例

項目	節の数	材の数 節 節以外	節検出率 (%)	誤認識率 (%)	未検出率 (%)
トドマツ	カメラ1	86 86 25	100.0	22.5	0.0
	カメラ2	92 92 12	100.0	11.5	0.0
	カメラ3	105 104 37	99.0	26.2	1.0
合計	283	282 74	99.3	20.0	0.0
カラマツ	カメラ1	109 101 49	92.7	32.2	7.3
	カメラ2	140 129 34	96.4	20.1	3.6
	カメラ3	105 94 67	89.5	41.6	10.5
合計	354	324 149	91.5	31.1	4.8

認識率(%) = (検出数のうち節の数) / (節の数) × 100
 誤認識率(%) = (検出数のうち節以外の数) / (検出数) × 100
 未検出率(%) = (検出できなかった節の数) / (節の数) × 100

節認識処理結果

■ 開発の要点

1. 人工林材の単板等の節認識を行う画像処理技術の確立および節認識処理装置の開発
2. 搬送機構、節脱落防止機構と連携した実大規模の製造システムの開発および動作試験
3. 死節未検出率20%以下、人手作業の10倍以上の処理性能の実現

■ 成果

1. トドマツ、カラマツ単板を対象に、画像処理技術を用いた実大規模の節認識機構を構築し、認識可能なことを確認しました。
2. トドマツ、カラマツともに良好な節認識結果が得られ、死節未検出率において目標である20%以下を達成しました。
3. 搬送機構、節脱落防止機構と統合し、節認識から防止処理までの一連の処理が人手作業の10倍以上である60m/分で実現できることを確認しました。

《得られた要素技術》

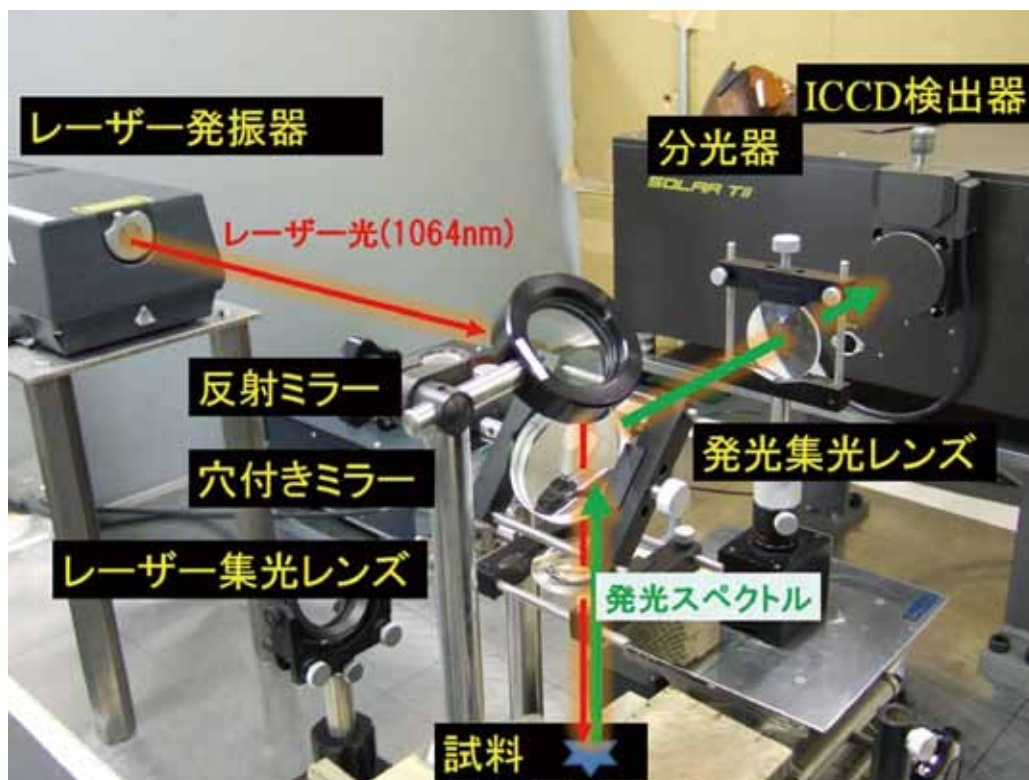
- ・ 節認識を行うための画像処理技術
- ・ 実大規模の合板を高速に処理するための計測技術

《今後の展開・提案》

- ・ 合板製造ラインへの導入を目指したシステム開発を行い、実用化を図る
- ・ 建築用材等への道産材利用を拡大させ、北海道林産業の振興を促進する

簡易判別法で安全に再資源化

レーザー分光法を用いたCCA処理木材判別法の開発



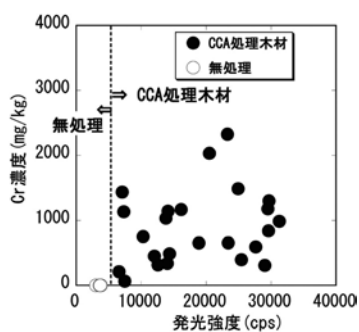
レーザー分光装置の外観

■ 背景

CCA（クロム・銅・ひ素化合物系防腐剤）処理木材は住宅の土台として広く用いられてきましたが、環境基準が厳しくなり使用量は激減しました。しかし、老朽住宅の解体により、北海道においても今後20年程度は毎年1万m³のCCA処理木材が発生すると予想されています。一方、解体現場や建築廃材の中間処理におけるCCA処理木材の判別法は、目視及び品質表示のみであり、誤判別による環境汚染が懸念されています。本研究では、前処理無しで迅速に高感度で分析できるレーザー分光法を用いたCCA処理木材の高精度で正確性の高い判別法の検討を行いました。



レーザー励起による発光現象



実際のCCA処理木材による判別

■ 開発の要点

1. レーザー分光法によるクロム、銅、ひ素の最適測定条件の決定
2. 土壌等による表面汚れの影響調査
3. レーザー分光法を用いた判別法の実試料による正確性評価

■ 成果

1. クロム及び銅の最適測定条件を決定し、数ppmまで定量できました。
2. 土壌で汚染されたCCA処理木材試料も正確に定量できることを確認しました。
3. 解体現場で採取したCCA処理木材を測定した結果、正確に判別ができました。

《得られた要素技術》

- ・レーザー分光法を用いた分析技術
- ・光ファイバ等を利用した現場測定技術

《今後の展開・提案》

- ・小型分光器及び光ファイバ等による小型化・可搬型装置の開発
- ・安全な建築廃材の提供及び建築廃材の有効利用促進

畑はエネルギーの宝庫

農業用廃プラスチックの有効利用に関する研究



燃焼状態

■ 背景

長いもを育成する際に使用するポリエチレン製の長いもネットは、使用後に茎葉の巻き付きや土壌の付着があるために分別洗浄などの処理が難しく、農業用廃プラスチックの中でも特にリサイクルが困難な品目であり、その処理に係る生産者への負担軽減と有効利用が求められています。本研究は長いもネットのサーマルリサイクル技術の開発を行い、芽室町をモデルケースとして、長いもネットの地域内循環利用を図る上での経済性評価と事業導入条件を検討しました。



長いもネットの回収

■ 開発の要点

1. 長いもネット・農作物残さのペレット燃料化技術の確立。
2. バイオマス燃焼ボイラの開発。
3. サーマルマテリアルモデルの経済性と導入条件の解明。

■ 成果

1. 長いもネット・農作物残さ(小豆殻)の混合ペレット製造技術を確立し、芽室町の工場へ技術移転しました。
2. 高灰分、低発熱量なバイオマス燃料でも効率良く燃焼でき、クリンカ障害対策を施したバイオマスボイラを開発しました。
3. 町が長いもネットや農作物残さを燃料化し、事業化するための課題を明確にし、サーマルリサイクルの導入条件を示しました。

《得られた要素技術》

- ・ バイオマス・プラスチック混合ペレットの最適比率
- ・ 高温燃焼による高灰分燃料の効率的な燃焼技術

《今後の展開・提案》

- ・ 農作物残渣(長いもネット、小豆殻)の低コストな回収・処理方法
- ・ 低コストなペレット燃料生産工場の設計指針作り
- ・ 農作物残渣の燃料化のための基盤づくり

取り扱い性に優れたペレットたい肥

バイオマスを原料としたペレットたい肥



ペレットたい肥の製造

■ 背景

北海道釧根地域は日本最大の酪農地帯であり、古くから大手乳業メーカー各社が大規模なチーズ、バター、脱脂粉乳等の乳製品製造工場を操業しています。これらの工場から排出される汚泥（乳泥）にはリン酸成分が多く含まれており、従来品とは異なる肥効性に優れた「たい肥」としての利用が期待されています。

本指導では、腐植物質およびリン酸成分を含むたい肥を、取り扱い性に優れたペレット状に加工する造粒方法を提案し、開発企業が設備導入を行いました。



粒度調整設備の概要

■ 開発の要点

1. 各種造粒方法による試作試験
2. 造粒設備導入に向けた提案
3. 造粒装置の運転条件の最適化

■ 成果

1. 原料となるたい肥を適正な粒度構成とするために粒度調整設備を導入しました。
2. 押出造粒装置の導入により、径5mmの円柱状ペレットの製造が可能となりました。
3. 技術支援を実施した企業において、現在、ペレットたい肥（商品名 地力の源さん）を販売中です。

《得られた要素技術》

- ・「たい肥」原料の粒度調整技術
- ・粒度調整された「たい肥」の造粒技術

《今後の展開・提案》

- ・地域資源を活用した有機肥料の普及

木質バイオマスで地球温暖化を防ぐ

木質バイオマス燃焼熱媒ボイラシステムの開発



木質バイオマス燃焼熱媒ボイラ

■ 背景

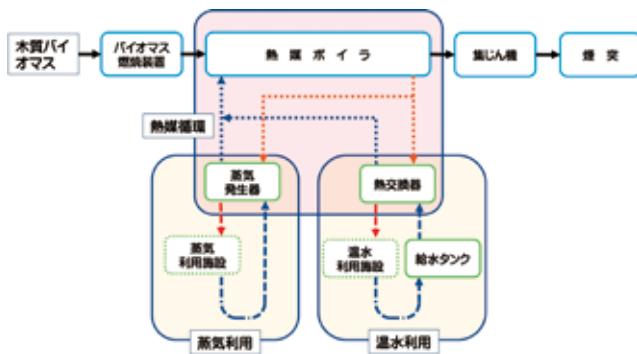
熱媒ボイラは熱媒体として水ではなく、油を使用します。油を使用すると高温（～500℃）が常圧で得られるので設備費が抑制できる、操作が簡便、乾燥装置などでは排ガスによる直接加熱に比べて温度ムラが少ないなど多くの利点があります。一方、北海道には、道北、道東地方を中心に豊富な木質バイオマス資源があります。これらのバイオマス資源を熱源として活用することで化石燃料の使用量が削減でき、二酸化炭素排出量が抑制できます。しかし、市販の熱媒ボイラは石油やガスを燃焼させるものしかありませんでした。そこで、地球温暖化防止に貢献でき、かつ操作のし易い木質バイオマス燃焼熱媒ボイラシステムを開発することとなり、技術支援を行いました。

■ 開発の要点

1. 木質バイオマス燃料の燃料性状、発熱量測定
2. 熱媒ボイラ+蒸気発生器+熱交換器（温水発生器）の性能試験
3. 熱媒ボイラシステムの性能試験結果の解析と改良に対する助言

■ 成果

1. 使用した木質バイオマス燃料の工業分析（水分、灰分等）、元素分析（水素等）、発熱量を計測し、燃料特性を明らかにしました。
2. 木質バイオマス燃焼熱媒ボイラで加温した高温熱媒により安定的に蒸気を生産できることを確認しました。これにより、この熱媒ボイラが乾燥など、他の用途にも応用可能であることが分かりました。
3. 木質バイオマス燃焼熱媒ボイラへの燃料投入熱量はほぼ設計通りの値であることが確認できました。



システム例

《得られた要素技術》

- ・ 木質バイオマスの安定燃焼技術
- ・ 油を熱媒としたボイラシステムの設計技術
- ・ 燃料の分析、性能試験方法、解析方法の習得

《今後の展開・提案》

- ・ 暖房、給湯などの地域熱供給システムへの展開
- ・ 各種乾燥装置の熱源として利用

ホタテ貝殻でプラスチックの性能アップ

ホタテ貝殻を利用したプラスチック複合材料の開発

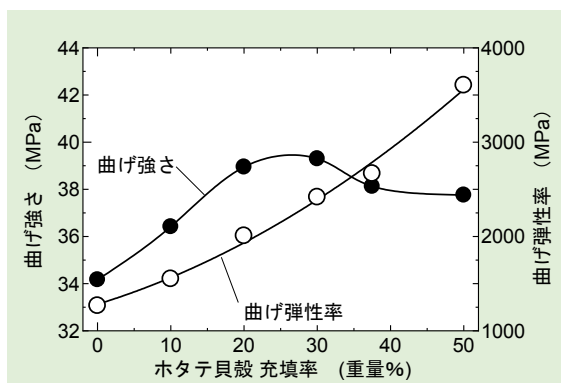


ホタテ貝殻を利用したプラスチック複合材料と成形体

■ 背景

北海道では年間約40万トンのホタテガイが生産され、その貝殻が約20万トン排出されており、土壌改良材や暗渠疎水材などへの利用が行われていますが、未利用な貝殻も多く新たな利用方法が求められています。ホタテ貝殻は主成分が炭酸カルシウムで、これを粉砕するとアスペクト比（長方形の縦横比）を有する棒状の粉砕物が得られます。

本研究では、ホタテ貝殻粉砕物の形状に着目し、これを充填材としてプラスチックと複合化した材料の開発に取り組みました。



ホタテ貝殻複合材料の曲げ特性一例

■ 開発の要点

1. ホタテ貝殻粉砕物とプラスチック（ポリプロピレン樹脂）の複合技術の検討
2. 上記複合材料に関する成形加工特性の把握
3. 上記複合材料の各種特性評価

■ 成果

1. ホタテ貝殻粉末を10～50質量%充填したポリプロピレン樹脂複合材料を、二軸押出機を使って調製することが可能となりました。
2. 上記複合材料について、熔融時の流動特性評価や射出成形加工時の成形特性の把握を行いました。
3. ホタテ貝殻を複合化することで、ポリプロピレンの強度や弾性率・熱的特性などの性能を向上することが可能となりました。

《得られた要素技術》

- ・プラスチックとホタテ貝殻粉砕物の複合化技術
- ・ホタテ貝殻粉砕物を複合化したプラスチック材料の流動特性と射出成形技術
- ・ホタテ貝殻粉砕物複合化によるプラスチック材料の機械的特性・熱的特性を向上させる技術

《今後の展開・提案》

- ・開発した複合材料を使ったプラスチック成形品への製品展開
- ・他プラスチック複合材料への応用

バイオマス資源を用いた包装資材

ホタテ貝殻充てん包装用フィルムの開発



ホタテ貝殻充てん包装用フィルム

■ 背景

バイオマス資源の活用は炭酸ガスの排出抑制や循環型社会の形成等に期待されています。近年、バイオマスに由来する素材や製品開発が数多くみられ、開発技術や製品が生まれてきています。

道内産の農水産物や加工食品の需要拡大のためには長距離移送が必要となってきています。そのため広域かつ長期間にわたる低温輸送が必要となり、低温環境下でも食品を保持できる包装資材が要求されています。そこでバイオマス素材であるホタテ貝殻およびバイオマス原料のプラスチックをコンパウンドしたフィルムを用いて、包装資材としての各種特性を検討しました。



インフレーション成形



ラミネート加工

■ 開発の要点

1. バイオプラスチックへのホタテ貝殻充てん量の検討
2. インフレーション成形による成形条件の確立
3. フィルムの機械的物性の常温および低温下での評価

■ 成果

1. ホタテ貝殻を30%充てんしたフィルムのインフレーション成形が可能となりました。
2. 引裂強度が小さいが、ナイロンのラミネート加工により解決できました。
3. 低温環境下では強度は大きく、伸びが小さくなりましたが、伸びについては柔軟性を付与することで解決できました。

《得られた要素技術》

- ・樹脂の混練技術
- ・フィルムのインフレーション成形
- ・低温特性評価技術

《今後の展開・提案》

- ・バイオマス由来充てん材の混練によるフィルム成形加工
- ・食品用に限らない包装用フィルムの需要拡大
- ・低温下でのフィルムの耐久性向上

ヒトデで水をきれいに

ヒトデ骨片を用いた水処理材の開発



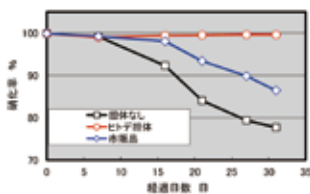
骨片成型品

■ 背景

北海道では、年間15,000トンのヒトデが駆除されています。ヒトデの一部は肥料化等により処理されていますが、ほとんどは焼却や埋立されています。しかし、処理費用が高く、漁業者にとって大きな負担となっており、漁業関係者からはヒトデのさらなる有効利用が求められています。本研究では、ヒトデから数種の有用成分を回収するとともに、新たに廃棄物を発生させないトータル利用システムの開発を行いました。工業試験場では骨片の多孔質性を利用した水処理材を試作し、水質浄化性能を評価しました。



観賞魚飼育水浄化試験



硝化率の経日変化

■ 開発の要点

1. 水処理材成型方法の確立
2. 水処理材への利用を検討
3. 硝化試験による骨片の優位性を検討

■ 成果

1. 砂状のヒトデ骨片を水処理等に利用可能な成形体に成型する方法を確立しました。
2. 人工排水を用いた水質浄化試験や、観賞魚飼育における水質浄化試験により市販担体と比較し、同等以上のpH維持機能と硝化機能を明らかにしました。

《得られた要素技術》

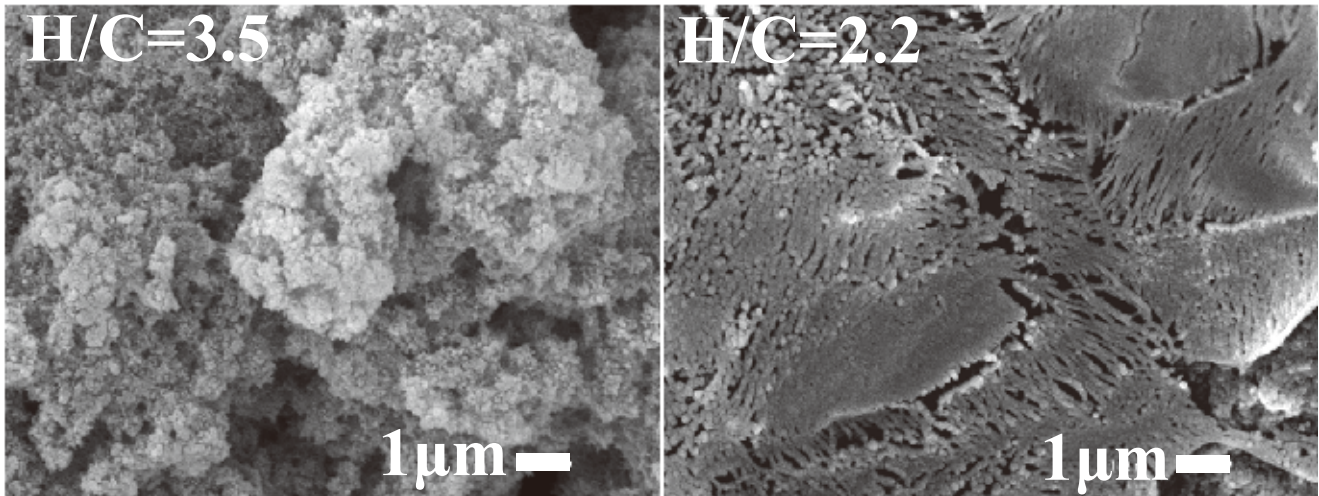
- ・材料の多孔質機能を維持した担体成型技術
- ・水質浄化性能評価システムの確立

《今後の展開・提案》

- ・ヒトデに含まれる有用成分の回収技術と骨片利用技術を組み合わせた「トータル利用システム」の実用化
- ・新たな機能性水処理担体の開発

生体組織によくなじむ材料

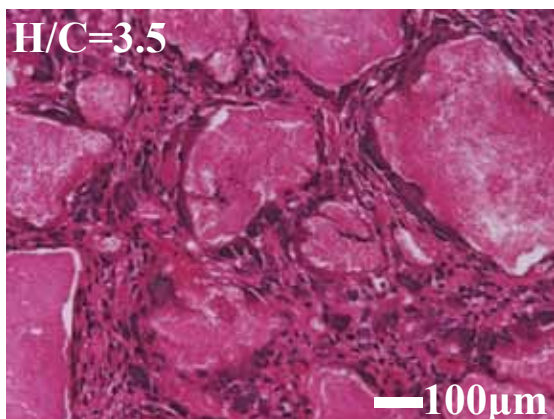
魚由来アパタイト／コラーゲン複合材料の開発



鮭由来アパタイト／コラーゲン複合粉末の微細構造

■ 背景

超高齢社会に伴い、骨折、感染症等の難治療疾患や歯周病患者が急増しています。コラーゲンをを用いた化粧品では、保湿性と吸収性に優れた安心素材の高機能シートの開発が要望されています。医・歯科領域の臨床には生体模倣材を用いた再生医療が、加齢臭と角質の分離除去には吸着機能を付加した化粧品の開発が有効です。魚由来材料の人体組織への埋入では、早期の溶解吸収や適度な体液浸透が期待されます。吸収性生体模倣材料の開発と応用を目的として、溶解析出法により鮭由来アパタイト／コラーゲン複合材料を作製し、その微細構造と吸水・保湿性、生体適合性の関係を検討しました。



複合粉末のラット背部皮下内 2 週埋入、抽出組織

■ 研究の要点

1. 鮭由来アパタイト／コラーゲン複合粉末の作製と特性評価
2. 鮭由来複合材料の吸水・保湿試験
3. 鮭由来複合材料の動物埋入実験

■ 成果

1. アパタイトとコラーゲンの組成比により、凝集性や配向性が異なる複合粉末が作製できました。
2. 複合粉末の保湿性は、コラーゲン含有量が多い組成で吸水率と保湿率が高い傾向を示しました。
3. 複合粉末のラット背部皮下組織内へ埋入では、優れた組織適合性と生体吸収性が立証されました。

《得られた要素技術》

- ・有機無機複合材料の湿式合成技術
- ・複合材料の水蒸気吸着・徐放性の評価技術
- ・生体材料の生物検定技術

《今後の展開・提案》

- ・化粧品原料、蛋白質の吸着材へ応用
- ・組織再生や新陳代謝に有効な生体模倣材料へ応用
- ・細胞工学、再生医療現場、医歯薬学分野での研究展開

● 経常研究
H22～H23

材料技術部 高分子・セラミックス材料グループ／製品技術部 生産システム・製造技術グループ
共同開発機関
北海道医療大学 歯学部 北海道石狩郡当別町金沢1757 Tel. 0133-23-2921
北海道大学大学院医学研究科 札幌市北区北13条西7丁目 Tel. 011-706-4321
井原水産(株) 北海道留萌市船場町1-24 Tel. 0164-43-0001
北海道曹達(株) 北海道登別市千歳町2-12 Tel. 0143-85-2088

新・道産味噌

ゆきぴりかを活用した高イソフラボン健康味噌の商品開発



プレスリリース資料の一部

■ 背景

北海道の食品工業分野における付加価値率は低く、全国平均の32.8%に対し、北海道では26.7%に過ぎません（平成25年）。このため、北海道産の農水産物や加工食品の高付加価値化が重要課題になっています。このような背景から、道総研では北海道産の農水産物が有する地域イメージや機能性、加工適性を活かした高付加価値な加工食品づくりを「戦略研究」の取り組みとして推進しており、この中で高イソフラボン大豆品種「ゆきぴりか」を用いた健康味噌を開発しました。



商品パッケージ

■ 開発の要点

1. 道内味噌メーカーとの連携による機能性味噌の特徴を活かした商品開発。
2. 北海道味噌醤油工業協同組合と連携した機能性味噌の市場投入支援。

■ 成果

1. 日常的な食事で健康を維持したい女性のための、イソフラボンを体に取り入れやすい健康味噌という基本コンセプトの下、道内味噌メーカーの商品開発支援を行い、平成25年秋に2社から商品が販売されました。
2. 商品化された高イソフラボン健康味噌の特徴や魅力を効果的に伝えるために、北海道味噌醤油工業協同組合と連携しながらプロモーション支援ツールを開発しました。

《得られた要素技術》

- ・商品の魅力を伝えるパッケージデザイン、プレスリリース資料

《今後の展開・提案》

- ・ゆきぴりか健康味噌の継続的な販売と普及

ホタテ乾貝柱の香味を手軽に

マイクロ化学プロセスによる新規香味油の開発



干帆立香油

■ 背景

高級食品素材である「ホタテ乾貝柱」は、一ヶ月以上の加工期間を経て、貝柱に「乾物香味」を付与することにより製造されます。この「乾物香味」が高級感・嗜好性を高め、高級中華料理などに利用されています。本研究・技術支援では、乾貝柱の製造過程で副産される「ホタテ煮汁」を原料に、「高温・高圧水マイクロ化学プロセス」を用いて乾貝柱と同等の乾物香味成分を製造する技術を構築し、この香味成分が付与された新規の調味用油を開発しました。



「乾物香味」製造マイクロ化学プロセスのスキーム



マイクロ化学プロセス生産プラント

■ 開発の要点

1. 「乾物香味成分」を生成させる「メイラード反応」の高温・高圧水マイクロ化学プロセスによる促進・制御技術の確立
2. マイクロ化学プロセスの実生産プラント設計・製作
3. 乾物香味成分を分離し食用油へ付与する技術の検討

■ 成果

1. 「乾物香味」を0.5秒以下という極めて高速で製造できる実生産スケールのマイクロ化学プロセスを構築しました。本技術は、特許第4941996号「ホタテ乾貝柱の香味を有する調味料の製造方法」として登録されました。
2. 北海道内で加工されることなく、本州企業に安い値段で供給するか廃棄されていた「ホタテ煮汁」の用途を開拓することができました。
3. 開発した「香味油」は、「干帆立香油」として製品化されました。

《得られた要素技術》

- ・高温・高圧水マイクロ化学プロセスの実生産機設計技術
- ・高温・高圧水マイクロ化学プロセスによるメイラード反応の制御技術

《今後の展開・提案》

- ・高温・高圧水マイクロ化学プロセスの食品製造技術への応用
- ・天然エキスの高機能化

これまでにない高機能オリゴ糖製品

マイクロ化学プロセスを用いた機能性糖鎖食品の開発

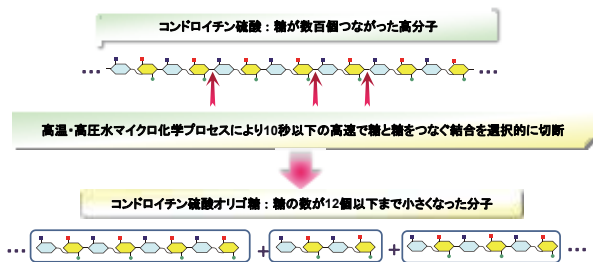


コンドロイチン硫酸オリゴ糖「製品名：ナノ型コンドロイチン」

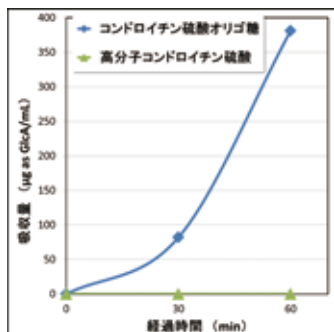
■ 背景

高分子糖鎖「コンドロイチン硫酸」は軟骨でクッションの役割を担っており、関節痛の経口医薬品として製品化されています。近年、低分子化反応により得られるそのオリゴ糖が、生体への吸収性が高められた素材、或いは原料高分子にない機能を持つ新素材として研究・注目されていますが、製品化に向けた大量製造法は開発されていません。

本研究では、次世代技術である「高温・高圧水マイクロ化学プロセス」を用いて「コンドロイチン硫酸オリゴ糖」の低コスト・大量生産法を構築し、北海道の水産資源である「カスベ軟骨」を原料とした新規の食品素材を開発しました。



高温・高圧水マイクロ化学プロセスによるコンドロイチン硫酸の低分子化



反転腸管法（ラット）による生体吸収性評価

■ 開発の要点

1. 高温・高圧水マイクロ化学プロセスによる高速・高選択オリゴ糖製造法の開発
2. カスベ軟骨から原料高分子コンドロイチン硫酸を分離・抽出する前処理工程の構築
3. マイクロ化学プロセス後のオリゴ糖精製・粉末化工程の構築

■ 成果

1. コンドロイチン硫酸オリゴ糖を10秒以下の高速で製造するプロセスを開発し、前処理から粉末化までの全工程を実生産レベルで構築しました。
2. オリゴ糖の生体吸収性について、医薬品の試験に用いられている反転腸管法で評価した結果、原料高分子コンドロイチン硫酸と比較し著しく向上していることが確認できました。
3. 開発した製造技術の特許として出願しました（特開2013-199639）。また、本技術により製造されるオリゴ糖は「ナノ型コンドロイチン」として製品化され、「2013年度北海道新技術・新製品開発賞 食品部門」で大賞を受賞しました。

《得られた要素技術》

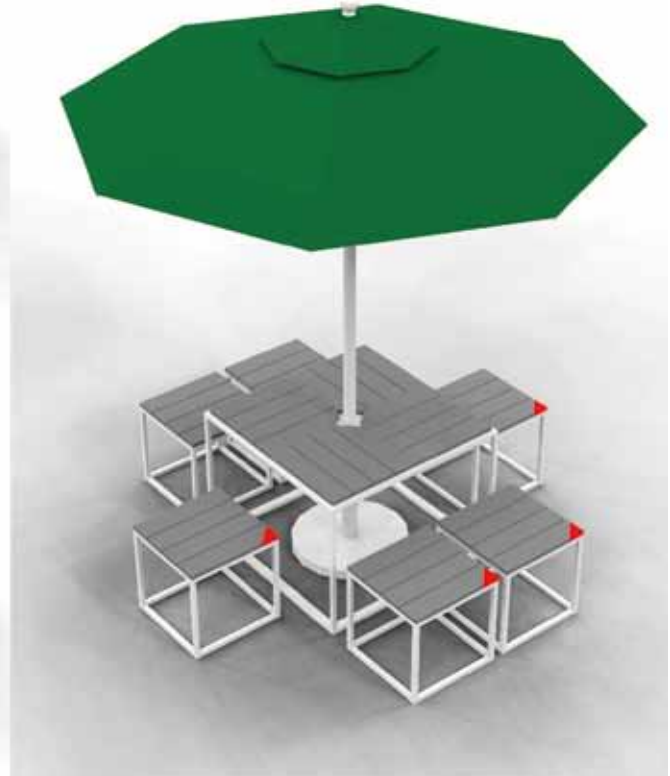
- ・高温・高圧水マイクロ化学プロセスによる高分子糖鎖の高選択・高速低分子化技術

《今後の展開・提案》

- ・他の高分子糖鎖のオリゴ糖製造技術への応用
- ・高温・高圧水マイクロ化学プロセスを用いた医薬品製造技術の開発

地場産材で地域の空間やモノをつくる

地場産材活用プロジェクトへのデザイン支援



道の駅向け屋外家具デザイン案

■ 背景

地場産カラマツなどを活用した製品開発や、その普及促進に取り組んできた「くしろ木づなプロジェクト」では、これまでの5年間の取り組みを振り返るとともに、今後に向けて新たな事業戦略を構築する必要がありました。そこで、事業目的や開発製品の方向性といった事業戦略の明確化と、具体的な製品デザイン案の作成を支援しました。



事業戦略の図解化

■ 開発の要点

1. これまでの取り組みの総括と、今後に向けた課題の整理
2. 事業目的や開発製品の方向性など事業戦略の検討
3. 道の駅向け屋外家具など開発製品の基本デザイン案の作成

■ 成果

1. これまでの製品開発における課題を整理し、事業目的を定義し直すとともに、それらに関係者が共有しやすい図解資料として取りまとめました。
2. カラマツの特長や地域のユニークな技術などを生かした製品開発の方向を整理しました。
3. 道の駅向け屋外家具や市庁舎応接室向け応接家具などの基本デザイン案を作成しました。

《得られた要素技術》

- ・ 地場産材を活用した製品開発における戦略づくり
- ・ 地場産材を活用した屋外家具等の基本デザイン

《今後の展開・提案》

- ・ 生活雑貨など新たなアイテムの企画・デザイン・試作開発
- ・ 製造・販売を担う地域事業者へのマッチングと事業化支援

これまでにない薄さと防災性能を両立

超薄型木製ブラインドの開発



木製スラット

■背景

木板を用いた木製ブラインドは、スラット（羽根）の厚みが大きいため、巻き上げ時に窓を大きく占有してしまうことや、重量が大きいため、巻き上げ操作に負荷がかかる問題点があります。また、木材は可燃性であり火災を引き起こす危険性があることから、防災製品に認定された木製ブラインドの使用が推奨されるようになりました。そこで、木を0.2mm程度の厚みにスライスした超極薄単板の木製ブラインドへの応用と防災化について技術支援しました。



木製ブラインド

■開発の要点

1. 超極薄単板と和紙からなるサンドイッチ材のブラインド用スラットに最適な積層構成の検討
2. 生産能力100枚／時間程度のスラットの生産設備の設計導入
3. 防災製品認定に向けた防災薬剤等の材料処方の検討

■成果

1. スラットの厚みが0.6mmの木製ブラインドを開発・商品化し、インテリア市場で販売しています。
2. 薄型積層単板（特許4884287）が登録されました。
3. 財団法人日本防災協会の防災性能試験に合格し、防災製品に認定されました。

《得られた要素技術》

- ・ サンドイッチ構成による木材の形状維持
- ・ 単板と和紙の積層技術
- ・ 木材の防災化技術

《今後の展開・提案》

- ・ 薄型の木製品の開発に応用
- ・ 木製品の防災化に応用
- ・ 新たなデザインの木製ブラインドの開発

高品質・低価格な薪ストーブ

薪ストーブの開発



開発した薪ストーブ

■ 背景

刑務所における作業は、受刑者の改善更生及び社会復帰を目的とした矯正処遇の一環として実施されています。ここで製造される刑務所作業製品は高品質・低価格な"刑務所良品"、"Made in Prison"として全国で販売されています。網走刑務所では薪ストーブを開発しており、市場に出す直前の薪ストーブの性能評価と排ガス中の一酸化炭素低減、燃焼室の改善に関する相談を受け、技術支援で対応しました。



■ 開発の要点

1. 燃焼時に発生する一酸化炭素量の低減について
2. 安定した燃焼を維持するストーブの構造について
3. 空気送入位置の調整及び灰出し機構について

■ 成果

1. 空気孔を適正に配置し、排ガスの燃焼室内での滞留時間を延長することにより、排ガス中の一酸化炭素量を低減しました。
2. 薪全体に空気が充分に巡るようにロストルを設置し、灰を取り出しやすくするため、灰箱を設置しました。
3. 排出される燃焼排ガスには問題が無く、安定した燃焼が得られました。

《得られた要素技術》

- ・安定した燃焼を維持するストーブの設計技術
- ・燃焼排ガスの測定・評価技術

《今後の展開・提案》

- ・made in PRISON として全国販売

よりリアルな模型

大型鮭の3次元データ化と光造形による製作



鮭模型

■ 背景

模型を製作している企業から大型の鮭の模型を作りたいとの相談がありました。型取りに使用する鮭が変形した冷凍の鮭ということで、自社で一般的に行っている型取りでは変形を治せないということでした。そこで、解凍後の魚体の片面を3次元測定するとともに、測定データをもとに3次元データソフトを使って真直ぐな理想形状に魚体データを作成し、更に光造形による精度の高い模型製作を行いました。



鮭の3次元データ



光造形による模型

■ 開発の要点

1. 3次元測定の手法とデータ編集
2. 分割データの作成手法と位置決め手法
3. 造形のためのデータ編集

■ 成果

1. 反射、透過防止剤を使用して、冷凍解凍した鮭から綺麗なデータの取得ができました。
2. 3次元編集ソフトにより理想的な形状の編集ができました。
3. 光造形により精度の高い模型ができました。

《得られた要素技術》

- ・ 生体の3次元データ取得
- ・ 分割手法による大型造形
- ・ 大型一体注型

《今後の展開・提案》

- ・ 生体の3次元データ化技術の応用展開
- ・ 大型モデル造形技術の応用展開
- ・ 大型注型技術に応用展開

水産廃棄物を使って性能向上

ホタテ貝殻を活用したチョークの開発

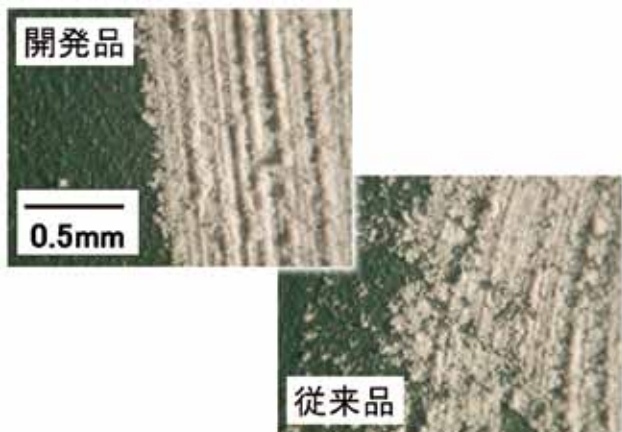


ホタテ貝殻を活用したチョーク

■ 背景

北海道内では、毎年約20万トンのホタテ貝殻が排出され、土壌改良材や暗渠疎水材などへの利用が行われていますが、未利用な貝殻も多く新たな利用方法が求められています。

日本理化学工業(株)では、黒板などに使用する炭酸カルシウム製チョーク(白墨)を製造販売しており、高純度・高白色度の炭酸カルシウムが主成分のホタテ貝殻を原料に活用したチョークを開発したいとの相談が当場に寄せられました。このため貝殻の原料化処理、チョークの配合処方および各種物性評価に関する技術開発を行いました。



チョーク描線の鮮明さ比較

■ 開発の要点

1. ホタテ貝殻粉砕物の粒度調製技術の検討
2. ホタテ貝殻粉砕物の製造プロセスの検討
3. ホタテ貝殻の配合設計およびチョークの各種特性評価

■ 成果

1. ホタテ貝殻粉砕物を配合することでチョークの折損強度が向上し、さらに重要な性能である滑らかな書き味、描線の鮮明さを備える原料配合を確立し、特許を取得しました。
2. 共同開発企業では、本開発技術を元にホタテ貝殻を活用したチョークを平成17年から商品化し、全国の学校をはじめ広く使われており、海外へも販売されています。
3. 水産廃棄物であるホタテ貝殻が、毎年約80トン、チョークの原料に有効活用されています。

《得られた要素技術》

- ・チョーク原料に適したホタテ貝殻粉砕物の粒度調製技術
- ・チョーク原料に適したホタテ貝殻粉砕物の製造プロセス
- ・「折れにくさ」や「滑らかな書き味」、「描線の鮮明さ」などの諸特性を向上させる配合技術

《今後の展開・提案》

- ・他の貝殻を活用したチョークへの応用
- ・ホタテ貝殻粉砕物の他分野への利活用
- ・ホタテ貝殻を使ったプラスチック複合材料への応用

新しいフィッシングの感動

メタルジグ（金属製擬似餌）の製品化



製品化されたメタルジグ

■ 背景

メタルジグ（金属製擬似餌）を用いたジギングは、高級魚、大型魚が狙えることに加え、気軽にファッションブルなスタイルで遊漁できることから、近年、急成長を続けている釣り分野の一つです。釣り用オモリの製造メーカーである㈱フジワラでは新規事業としてこの分野への参入を考えており、メタルジグ製造に係わる総合的な技術支援を当場に依頼されました。



実釣試験結果

■ 開発の要点

1. 素材の選定（環境調和、強靱性、中比重）
2. 鋳造方法（効率的なゴム型作製方法、鋳造方案、鋳造条件など）の検討
3. 加飾、仕上げ方法（ホログラム熱転写方法、UV塗装方法）の検討

■ 成果

1. メタルジグ用素材として想定される鉛合金、スズ合金、亜鉛合金から各々の用途に適した素材を選定しました。
2. 各々のメタルジグ形状に合った鋳造方法を選定し、鋳造方案を検討しました。特にラバーキャスト法については、簡易なゴム型製造技術を構築し、ゴム型寿命の関係で生産性が悪かった比較的大型の製品（18～35g程度）に対しても対応できるようになりました。
3. 製品化において極めて重要なホログラム転写技術（転写条件の検討、転写受台の製造）を構築し、安定した加飾を実現しました。また、最終仕上げに必要なUV塗装装置を作製し、円滑な仕上げ作業が行えるようになりました。

《得られた要素技術》

- ・低融点金属利用技術
- ・金型鋳造及びラバーキャスト技術
- ・加飾技術

《今後の展開・提案》

- ・高強度、高靱性な製品や、中比重製品へと展開

金属製小物を迅速・精密に製品化

ラバーキャスト法による高品位・小型釣り用オモリの製品化支援



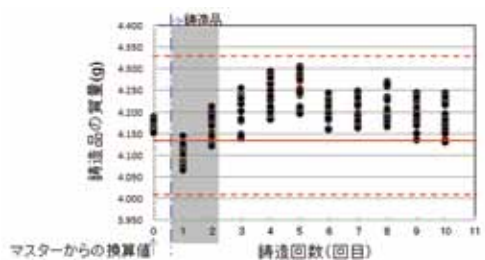
製品化されたワカサギ釣り用オモリ

■背景

(株)フジワラでは近年、型コストが低く多品種生産に適することからラバーキャスト法による小型釣り用オモリの製品開発を行ってききましたが、製品の中には高度な重量精度を要求されるものがあり、ラバーキャスト法での対応に苦慮していました。この要求に対応するには高精度なマスター模型とラバーキャスト法における鑄造特性（鑄造品の重量変化など）の把握が必要となります。本件では、光造形法による小型マスター模型の高精度製造技術の検討と、ラバーキャスト法における鑄造品の重量変化などに関するデータ構築を行い、製品重量を8%以内のバラツキに抑えた高精度な小型釣り用オモリの開発を目指しました。



光造形マスター型



铸造回数と铸造品質量との関係

■開発の要点

1. 光造形法における小型マスター模型の高精度製造技術
2. ラバーキャスト特性(マスター型体積と鑄造品体積との関係、鑄造品体積のバラツキ)の把握
3. 仕上げ方法の検討

■成果

1. 3DCADデータ上の体積と光造形品体積との関係を把握し、CADデータに補正値を乗ずることで、目的通りのマスター模型を作製できました。
2. 光造形マスター型体積とラバーキャスト品体積との関係をデータベース化することで高精度な重量制御を行えるようになりました。また、鑄造回数と鑄造品体積(重量)とのバラツキを調査したところ、ゴム型が予熱された3回目以降の鑄造品は7%以内のバラツキの範囲に収まることがわかりました。これにより安定した重量の製品を提供できることが確認できました。
3. 最終仕上げに適用できる効率的なバレル研磨条件を確立しました。

《得られた要素技術》

- ・光造型技術
- ・ラバーキャスト技術
- ・バレル研磨技術

《今後の展開・提案》

- ・釣り用オモリに限らず、アクセサリー類など金属製小型複雑形状製品の開発に活用

テグスへのフィット性抜群

釣り用ゴム塗装ガン玉の開発



ガン玉パック

■ 背景

鉛フリーの釣り用オモリを製造している企業から川釣りなどで使用されるガン玉のテグスずれ、又、装着時にテグスを痛めない製品を開発したいとの相談があり、短期実用化研究開発で開発・技術指導を行いました。



未塗装ガン玉



塗装ガン玉

■ 開発の要点

1. 鉛フリーの釣り用オモリの性能評価
2. コーティング剤と塗装方法の検討
3. ゴム塗装ガン玉の性能評価

■ 成果

1. フィット性が良好でテグスを痛めないコーティング剤を開発できました。
2. 蛍光、エナメル顔料の添加によりカラフルな製品バリエーションとなりました。
3. 量産性のある塗装手法が確立できました。

《得られた要素技術》

- ・密着性の高いゴム塗装技術
- ・蛍光、蓄光等の塗料調合技術
- ・微細部品の塗装技術

《今後の展開・提案》

- ・各種釣り具に応用
- ・滑り止めが必要な部品に応用

【執筆者】 (50音順)

赤澤 敏之	飯田 憲一	井川 久	岩越 睦郎
内山 智幸	浦池 隆文	奥田 篤	鎌田 樹志
上出 光志	金野 克美	北口 敏弘	執行 達弘
鈴木 慎一	高橋 徹	高橋 裕之	多田 達実
鶴谷 知洋	中島 康博	中西 洋介	日高 青志
保科 秀夫	堀 武司	本間 稔規	前田 大輔
松嶋景一郎	万城目 聡	三田村智行	宮腰 康樹
宮崎 俊之	山岸 暢	吉田 昌充	若杉 郷臣

【編集者】 (50音順)

牛坂 安希	北口 敏弘	高橋 英徳	高橋 典子
堤 大祐	鶴谷 知洋	万城目 聡	山岸 暢
吉田 昌充			

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構

工業試験場 技術支援成果事例集・特集号
「一次産業とものづくり技術」

平成28年3月 発行

発行者 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
産業技術研究本部 ものづくり支援センター
工業技術支援グループ

〒090-0819 札幌市北区北19条西11丁目
TEL: 011-747-2354 FAX: 011-726-4057
工業試験場ホームページ: <http://www.hro.or.jp/iri.html>

印刷所 株式会社 正文舎



 地方独立行政法人
北海道立総合研究機構

産業技術研究本部 工業試験場

〒060-0819 北海道札幌市北区北19条西11丁目

TEL 011-747-2321(株) FAX 011-726-4057

<http://www.hro.or.jp/iri.html>

