



道総研

技術移転フォーラム2018

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

— 工業試験場成果発表会 —

プログラム・発表要旨

- と き 平成30年5月30日(水) 12:00～17:00
- ところ ホテル札幌ガーデンパレス
- 主 催 (地独)北海道立総合研究機構 産業技術研究本部
工業試験場・ものづくり支援センター

技術移転フォーラム2018－工業試験場成果発表会－

と き 平成30年5月30日（水）

ところ ホテル札幌ガーデンパレス

全体プログラム

オープニング・発表	展示・相談
12:50～13:00 挨拶	12:00～17:00 展示
13:05～14:35 分野別発表 情報通信・エレクトロニクス・ メカトロニクス関連技術 材料関連技術	13:00～16:00 相談 13:30～16:30 ポスターセッション
14:35～15:00 休憩	<div style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"><p>コアタイム</p><p>13:30～14:45 環境エネルギー部・製品技術部</p><p>15:15～16:30 情報システム部・材料技術部</p></div>
15:00～16:30 分野別発表 環境・エネルギー関連技術 製品・生産関連技術	
16:30 閉会	17:30～19:00 交流会

分野別発表プログラム

情報通信・エレクトロニクス・メカトロニクス関連技術

白鳥の間

番号	時間	発表課題	発表者	ページ
メイン	13:05~13:35	農業ビッグデータ活用技術と農作業計画効率化への応用	堀 武司	5~6
1	13:35~13:50	機械学習を用いた一般物体認識に関する研究	近藤 正一	7
2	13:50~14:05	作業車両のための通信制御システムの開発	堤 大祐	8
3	14:05~14:20	UAVを活用した海草繁茂状況調査の効率化	浦池 隆文	9
4	14:20~14:35	太陽光発電の交流/直流利用効率の比較検討	新井 浩成	10

材料関連技術

孔雀の間

番号	時間	発表課題	発表者	ページ
メイン	13:05~13:35	積雪寒冷地におけるコンクリート劣化の評価技術の開発	板橋 孝至	11~12
1	13:35~13:50	セルロースナノファイバー強化樹脂の成形加工技術	瀬野修一郎	13
2	13:50~14:05	高湿度域で調湿機能を発現する材料の設計と開発	執行 達弘	14
3	14:05~14:20	スパッタリングによる有機保護皮膜の成膜プロセス開発	斎藤 隆之	15
4	14:20~14:35	イオン液体を用いた金属窒化物系硬質皮膜形成法の開発	坂村 喬史	16

環境・エネルギー関連技術

白鳥の間

番号	時間	発表課題	発表者	ページ
メイン	15:00~15:30	ホタテウロを原料とした魚類摂餌促進物質の実用化	若杉 郷臣	17~18
1	15:30~15:45	マイクロ化学プロセスによる低分子糖鎖製造法の開発	松嶋景一郎	19
2	15:45~16:00	音を熱に変える熱音響デバイスに関する研究開発	平野 繁樹	20
3	16:00~16:15	冷暖房放射パネルの放熱能力評価手法の検討	白土 博康	21
4	16:15~16:30	富良野市での廃棄物由来固形燃料（RDF）利用の取組	山越 幸康	22

製品・生産関連技術

孔雀の間

番号	時間	発表課題	発表者	ページ
メイン	15:00~15:30	じゃがいもの自動芽取りシステムの開発	井川 久	23~24
1	15:30~15:45	プレス加工の不良判別手法に関する研究	鶴谷 知洋	25
2	15:45~16:00	国産3D鋳造型装置および鋳型特性評価試験法の開発	戸羽 篤也	26
3	16:00~16:15	レーザー肉盛溶接による金型補修に関する研究	櫻庭 洋平	27
4	16:15~16:30	高齢者サービスにおけるセンサ利用技術	栗野 晃希	28

ポスターセッションプログラム

丹頂の間

コアタイム① 13:30~14:45

研究部	番号	発 表 課 題	発 表 者	ページ
環境エネルギー部	1	鉄系化合物によるひ素・セレンの除去及び化学形態分析	富田 恵一	29
	2	電気分解法を用いた排水の凝集処理技術	佐々木雄真	30
	3	吸着技術を用いた機能性糖鎖の精製プロセス構築	吉田誠一郎	31
	4	凍結防止剤を用いた路面積雪防止システムの開発	保科 秀夫	32
	5	寒冷地におけるリチウムイオン電池の効率的な設置手法	白土 博康	33
製品技術部	6	道産マルチコーンの胚芽分離回収装置の開発	櫻庭 洋平	34
	7	溶接技能学習支援ツールの実用化	神生 直敏	35
	8	企画づくりの手法と支援ツールの開発	印南 小冬	36
	9	農作業の負担軽減に向けた軽労化ツールの試作開発	前田 大輔	37

コアタイム② 15:15~16:30

研究部	番号	発 表 課 題	発 表 者	ページ
情報システム部	10	ブラウザベースの農業GPSデータの可視化技術	全 慶樹	38
	11	地まきホタテガイ漁業を支える海底可視化技術	飯島 俊匡	39
	12	OCTの産業応用に向けた断層情報解析技術	岡崎 伸哉	40
	13	寒地型伸縮式車輛侵入阻止柵の開発	今岡 広一	41
材料技術部	14	防災製品認定木製ブラインドの開発	山岸 暢	42
	15	空気浄化性能に優れた光触媒フィルターの開発	森 武士	43
	16	焼成工程を必要としない調湿セラミックスの開発	執行 達弘	44
	17	熱処理用治具としての耐熱鋳鋼の適用性評価	米田 鈴枝	45

パネル・展示一覧

丹頂の間

展示時間 12:00~17:00

研究部	パネル・展示名
情報システム部	<ul style="list-style-type: none"> ★ 大規模営農向け作業スケジューリング支援システム ★ スマートフォンを用いた農業用マーキングシステム ★ 深層学習による解析技術と学習用教材の開発 ★ 作業車両のための通信制御システムの開発 ★ 太陽光発電を用いた直流給電システムの事業化 ★ MHAを利用する自律駆動型窓自動開閉装置の開発 ★ 下水道管路検査ロボットの開発 ★ アナログカラー写真の褪色復元技術 ★ UAVを活用した海草繁茂状況調査の効率化
材料技術部	<ul style="list-style-type: none"> ★ 大型産業機械部品のメンテナンスに向けた環境調和型洗浄技術の開発 ★ ポータブル型X線残留応力装置 ★ 積雪寒冷地におけるコンクリート劣化の分析評価技術の開発 ★ スパッタリングによる有機保護皮膜の成膜プロセス開発 ★ セルロースナノファイバー強化樹脂の成形加工技術に関する研究 ★ 天然物由来炭化物の高機能化と評価 ★ 空気浄化性能に優れた光触媒フィルターの開発 ★ 凍結防止剤の腐食性能に関する評価試験
環境エネルギー部	<ul style="list-style-type: none"> ★ 廃熱を利用した空気吹出式融雪システムの開発 ★ 天井・床下埋設型潜熱顕熱分離式放射冷暖房システムに関する研究 ★ 地域・産業特性に応じたエネルギーの開発 ★ 小型バイオマスボイラの開発 ★ 医療品原料に応用可能な低分子糖鎖の製造技術の実用化 ★ ホタテガイ中腸腺を用いた配電子基板からの貴金属回収技術の開発 ★ ホタテウロ利用技術の実用化研究 ★ 植物原料を用いた六価クロム汚染環境復元資材の開発
製品技術部	<ul style="list-style-type: none"> ★ じゃがいもの自動芽取りシステムの開発 ★ CFRPのプレス成形技術 ★ 素材の潜在的機能活用による道産食品の基本価値拡大 ★ ワイヤ供給レーザクラディングによる金型製造加工技術の研究 ★ プレス加工の不良判別手法に関する研究 ★ 溶接技能学習支援ツールの実用化 ★ 電気自動車の3Dデータ取得技術 ★ 金属3D造形による実用金型製造のための加工・後処理プロセス技術の開発 ★ 無機粉末積層造形による高耐熱立体造形物製造技術の開発 ★ 高齢者サービスの支援に向けた運動計測技術の開発 ★ ICTを活用した高齢者見守りシステムの開発 ★ 電気式人工喉頭「ユアトーン」最新モデル ★ 観光土産向け「揺らぎLED照明」 ★ 商品企画実践講座の成果品 ★ ドライバーの安全を見守るシートベルトセンサ

- **分野別発表要旨**

農業ビッグデータ活用技術と農作業計画効率化への応用

大規模営農を支援する農業情報提供システムに関する研究（平成27～28年度）

一次産業におけるビッグデータの取得技術と利活用解析技術に関する研究

（平成28～30年度）

情報システム部
研究企画部
JAつべつ、㈱コア

○堀 武司、全 慶樹、近藤正一、大村 功
奥田 篤

1 はじめに

近年、農業分野においても ICT、センサ、ビッグデータ解析技術の活用に関する動きが活発化しており、各地で様々な取組が進められている。

著者らは現在、津別町の農業法人2社(表1)との協力により、比較的安価な GPS 機器や気象観測センサなどを用いた大規模データの取得・解析技術、得られたデータの営農改善への活用方策の検討に取り組んでいる。

本報告では主に、GPS ロガーによる農業機械の走行軌跡データの収集およびデータ解析の検討事例について説明する。また、具体的なデータ活用として、農業機械の導入・利用を効率化するための農作業スケジューリング支援システムにおけるデータ利用についても紹介する。

表1 農業法人2社の概要(平成29年時点)

	法人 A 社	法人 B 社
圃場面積	約 230 ha	約 200 ha
保有トラクタ	13 台	11 台
100 馬力以上	6 台	7 台
主な栽培作物	畑作 4 品 +金時	畑作 4 品 +たまねぎ

2 GPSロガーを用いた作業実績の取得

農作業の実績を把握するための手段としては、農作業日誌や電子化された農作業記録管理 IT システムが広く用いられているが、手作業による入力が入力面が面倒である、詳細情報の記録が難しい、などの問題があった。そこで、安価な民生用 GPS ロガー機器を車輿に搭載し、詳細な作業実績を簡便に取得することを検討した。

対象の農業法人2社が保有する全トラクタ(24台)に GPS ロガーを搭載し、農作業が行われる3月下旬から11月末までの全期間に渡って、トラクタの詳細な走行軌跡情報(5秒間隔)を網羅的に収集した。

表2 日時・圃場単位で整理された作業実績

車輿	日付	作業時間	圃場	作物	作業
トラクタ1	4/16	0:24:58	#003	玉ねぎ	碎土整地
トラクタ1	4/16	0:23:12	#010	ビート	碎土整地
トラクタ1	4/16	0:32:11	#013	玉ねぎ	碎土整地
トラクタ1	4/16	0:27:14	#014	ビート	碎土整地
トラクタ1	4/21	0:43:40	#076	金時	碎土整地
トラクタ1	4/21	1:08:30	#081	春小麦	碎土整地
:	:	:	:	:	:

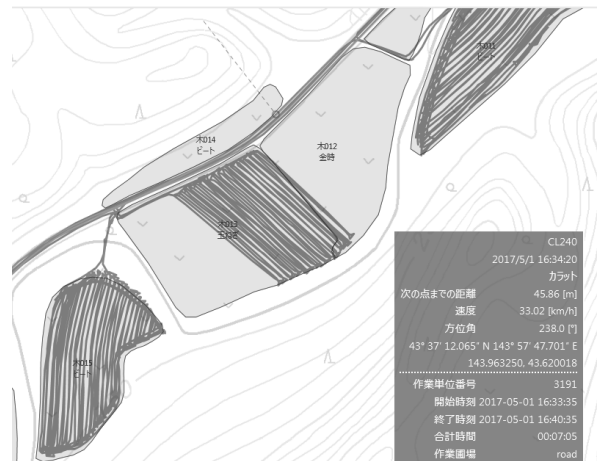


図1 トラクタ走行軌跡の可視化ツール

得られたトラクタ走行軌跡の時系列データを、GIS システム上で圃場区画データと照合し解析することで、圃場内の作業走行・圃場外走行を区分するとともに、各圃場作業の開始・終了時刻、作業時間の情報を得た。また、当該年度の圃場の作付情報、トラクタに接続された作業機械の情報との対応付けを行い、作業種別(耕起、播種など)の特定を行った。これら一連のデータ処理により、GPS ロガーの走行軌跡データから日時・圃場単位で整理された作業実績情報(表2)を自動生成することが可能となった。

収集済みデータの事後検証作業を容易に行えるように、作業実績の元になったトラクタ走行軌跡データを対話的に呼び出し地図上で表示する可視化ツールを開発した(図1)。

今回利用した GPS ロガーは RTK 等の高精度測位タイプではない安価な機材であり、一部のデータで

は隣接する圃場を誤認識する場合も見られた。しかし、適当なノイズ除去処理を施すことで作業実績把握の用途としては十分な精度が得られることが確認できた。

3 作業能率の推定と農作業計画設計での活用

本道の営農指導で用いられている「農業機械導入計画策定の手引き」（道農政部）では、保有する農業機械の台数や作業能力などの基礎データに基づいて「機械化作業体系計画図」と呼ばれる作業計画を系統的に設計すること、営農規模に対して適正な量の農業機械導入を行うことを推奨している。

当場では、中央農業試験場、(株)コアとの共同で、機械化作業体系計画図の設計作業を自動化するクラウド型アプリケーション「農作業スケジュールリング支援システム」（図2）の開発を進めている。



図2 農作業スケジュールリング支援システム

作業計画の作成手順では、各農作業で使用する作業機械の圃場作業能率（ha/時）と作物の作付面積を根拠データとして、当該作業の所要期間の見積りを行う。圃場作業能率は、代表的な作業種別、作業機械ごとの値が「標準圃場作業能率表」として提供されているが、これはあくまで標準値であり、各農場における実際の作業能率値は圃場区画形状やオペレータの作業熟練度などによって異なることが予想される。そこで、より正確な計画設計を実現するため、トラクタ搭載 GPS 走行軌跡データを用いた実績値ベースの圃場作業能率の推定を試みた。

表3は、法人B社の走行軌跡データから計算された圃場作業能率値である。いくつかの作業種別では標準値との間にやや大きな差が見られた。また、図3は圃場毎の作業能率を個別に求めた例であるが、同一作業内でも圃場毎に大きなばらつきが生じてい

ることがわかる。

農作業スケジュールリング支援システムには予め標準作業能率値が組込まれているが、ここで得られた実績ベース能率値をシステムに登録することで、より実際に近い条件での作業計画設計が可能となる。

表3 作業実績から推定された圃場作業能率

作業機	作業名	圃場作業能率 (ha/h)	
		標準値	H29実績値
サブソイラ	心土破碎	0.59	0.62
チゼルプラウ	耕起	1.32	1.66
ブロードキャスタ	施肥	15.5	15.0
ポテトプランタ	播種	0.58	0.75
カルチベータ	中耕除草	0.81	0.67
ポテトハーベスタ	収穫	0.09	0.10

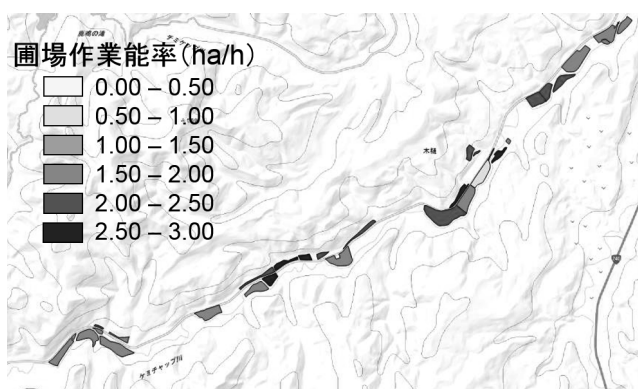


図3 圃場別に算出した圃場作業能率
(作業:耕起、作業機:チゼルプラウ)

4 まとめ

安価な GPS ロガーを用いた農作業データの取得、農作業実績の把握のためのデータ分析を構築し、十分な精度で作業実績把握が可能であることを実証した。

今後は、取得したデータの活用策をさらに検討するとともに、データ取得～解析～活用の一連の流れを現場の農業者自身が実施できるようにするため、確立した技術の自動化、システム化を順次進めていきたいと考えている。

(連絡先: hori-takeshi@hro.or.jp、011-747-2942)

機械学習を用いた一般物体認識に関する研究

機械学習を用いた一般物体・空間・現象の認識に関する研究（平成29～30年度）

情報システム部
研究企画部

○近藤正一、全慶樹、堀武司
奥田篤

1 はじめに

機械学習の発展により、画像認識の性能は著しく向上している。さらに画像内に写っている物体の種類だけではなくその姿勢がわかれば、動物の異常動作の検知等が可能となる。そこで本研究では、機械学習を用いて画像から馬を対象とした姿勢推定を行った。

2 姿勢推定手法

画像から複数の人間の姿勢推定をリアルタイムに行う方法として Cao らが開発した畳み込みニューラルネットワーク（図1）がある。人間の特徴となるパーツの位置検出およびそれらのパーツ間の関連性を表すベクトルを推定することで、複数の人間の姿勢を同時に推定することを可能としている。

本研究ではこの手法を人間以外の動物への適用可能性を検討するために、学習用データセットとして、馬の画像と画像内の各馬のパーツ位置の情報が対になったデータセットを独自に構築した。画像は Microsoft が提供するデータベース（COCO Dataset）内の馬の画像 1,875 枚を使用した。画像内の各馬について、図2に示す19個のパーツの位置を手で付与することで学習データとした。

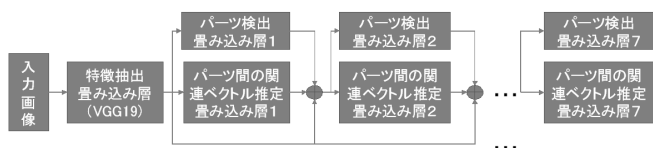


図1 姿勢推定ニューラルネットワークの構造

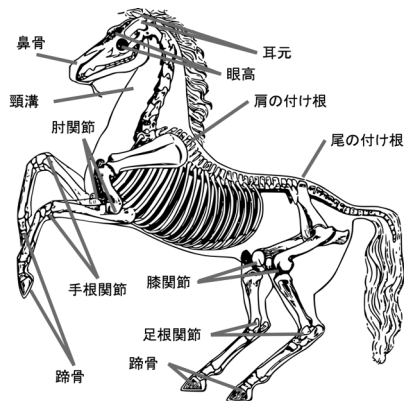


図2 推定する馬のパーツ

3 姿勢推定結果

作成したデータセットを用いて学習を行い、姿勢推定を行った結果を図3および図4に示す。図3（左）はパーツ位置、図3（右）はパーツ間の関連ベクトル（左肘関節と左手根関節）の推定結果である。また、図4は最終的な姿勢推定結果である。パーツ位置およびそれらの関連ベクトルの情報を組み合わせることで、複数の個体が写っている場合でも正しいパーツの組合せを推定できていることを確認した。

4 おわりに

本研究では、独自に構築したデータセットを用いて学習を行い、画像内の馬の姿勢推定が可能であることを確認した。今後は、その他の動物への適用や、姿勢推定結果をもとにした異常動作の検知へ応用展開を図る予定である。

（連絡先：kondou-shouichi@hro.or.jp、011-747-2946）



図3 パーツ位置の推定例（左）と
パーツ間の関連ベクトルの推定例（右）



図4 馬の姿勢推定結果

作業車両のための通信制御システムの開発

作業車両の協調動作のための制御技術に関する研究（平成28～29年度）

移動体プラットフォームのための通信制御技術の開発と成果の普及（平成29年度）

情報システム部 ○堤 大祐、多田達実
ものづくり支援センター 新井浩成、浦池隆文
企画調整部 三田村智行

1 はじめに

近年の制御システムでは異なる機能の ECU (Electronic Control Unit : 電子制御装置) を通信ネットワークに接続して多様な機能を実現している。

本研究では、移動体プラットフォームの制御システムを高機能化するため、走行制御に CAN (Controller Area Network) を、外部ネットワークとの接続や大きなデータを扱うために Ethernet を使用できる通信制御システムを開発した。また、このシステムを用いて、レーザセンサにより取得した人の位置情報から走行経路を決定する走行制御が可能になった。

2 通信制御システムの構成

CAN は最大 8 バイトの情報を送受信可能な通信規格であり、耐ノイズ性を備えていることから、車載系で標準的に使われている。また、センサ類も CAN インターフェースを持たせることで通信システムに容易に接続でき開発が簡便になる。本研究で開発したシステムを図 1 に示す。

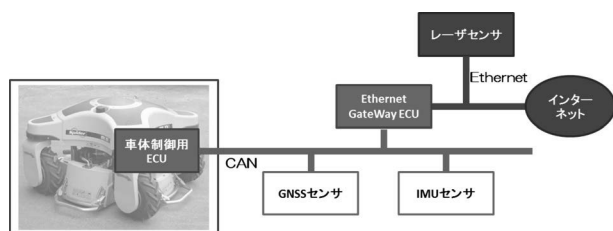


図 1 開発した通信制御システム

本システムでは、GNSS (Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム) センサのデータ取得を CAN で行った。従来の方式では、制御機器側で UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter) を用いた調歩同期式のシリアル通信のプログラムを開発する必要があったが、制御機器側は CAN の受信処理のみ行えばよく、プログラミングの負担を軽減することができた。この他、IMU (Inertial Measurement Unit : 慣性計測装置) センサのデータ取得も CAN で行った。

さらに、Ethernet と CAN の両方のインターフェースを使用できる Gateway を設けることで、Ethernet と CAN の情報を相互に変換可能にした。

3 レーザセンサによる位置情報の取得と活用

車両が人を追尾する用途を想定し、レーザセンサ近傍の人を検出した。図 2 左にセンサの外観、図 2 右に検出例を示す。使用したレーザセンサは北陽電機製 UST-10LX で周囲 270 度の範囲にある物体までの距離を測ることができる。

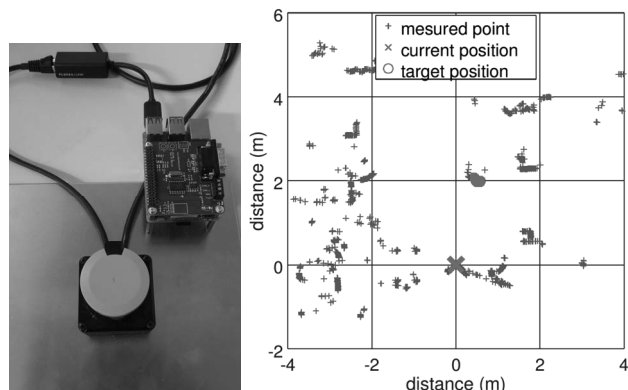


図 2 センサの外観（左）と検出例（右）

通信制御システムにおいて、Ethernet 接続を可能にしたことで、センサからの距離情報を容易に取得できる。また、この情報を処理した結果を CAN 出力することで、走行制御への活用が容易となった。更に、Web からの走行指示や通信システムの状態監視が可能となった。

4 まとめ

CAN による通信を制御システムの軸にすることで、センサなどの追加接続が容易になり、制御手法の統一化を図ることができた。また、CAN のメッセージを使うため、今後設計資産の活用など、開発の効率化が期待できる。

今後は、多様なセンサ情報を処理して、走行制御の高度化を図る。

(連絡先 : tsutsumi-daisuke@hro.or.jp、011-747-2957)

UAVを活用した海草繁茂状況調査の効率化

UAVの活用による沿岸部（浅海域）海草繁茂状況調査の効率化（平成29年度）

ものづくり支援センター ○浦池隆文

情報システム部 飯島俊匡、今岡広一 製品技術部 井川 久
（公社）北海道栽培漁業振興公社

1 はじめに

浅海域でのアマモ類の繁茂領域（アマモ場）は、水生生物の生息や繁殖に関して大きな役割を担っており、その消長を知ることは水産資源の推定や適切な管理において重要な課題である。

本研究では、UAVの活用による効率的な調査手法の確立に向けた検討を行った。実地調査で把握したアマモ類現存量をもとに、UAVによる空撮画像の解析手法を検討したところ、画像の色相に着目した方法により、アマモ場分布と賦存量の推定が可能であることを確認した。

2 実地調査によるアマモ現存量の把握

サロマ湖湧別地区テイネイ海域において、15名の調査地点を設定し（図1）、枠取りによるアマモ類現存量の測定を行った。6月・8月・10月に行った3回の測定結果から、アマモ類は設定した海域の中央・陸側に多く分布し、季節とともに変動する様子が確認された。測定結果の例として8月の現存量分布を図2に示す。



図1 調査地点（サロマ湖湧別地区）

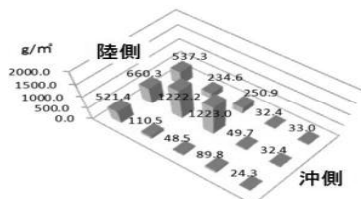


図2 8月のアマモ現存量分布

3 UAV空撮による画像の取得

図3に空撮で得られる画像の例を示す。陸上と比較して海上での空撮は、気象条件や日射の影響を受けやすい（図3右）。特に日射の影響を低減するためには、太陽の高度と方位角に応じた撮影時間の設定と撮影方向を工夫することが重要である。

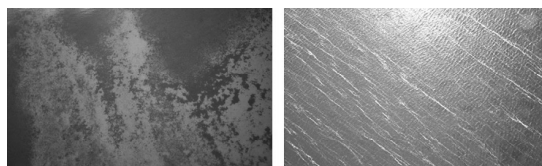


図3 空撮画像の例

4 画像解析によるアマモ場分布と賦存量の推定

空撮画像をオルソモザイク処理して得られた調査海域全体の可視画像（図4左）を色相で表し（図4右）、調査地点での現存量と色相の関係をみると、図5左のような相関が得られた。色相の水色～青がアマモ現存量0～1,250g/m²に対応する。これによりアマモ場を抽出すると図5右のように分布が求まり、色相から推定賦存量が求められる。

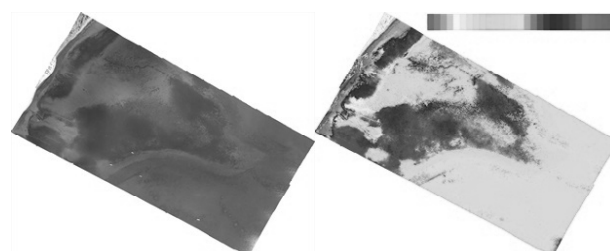


図4 調査海域全体の可視画像と色相

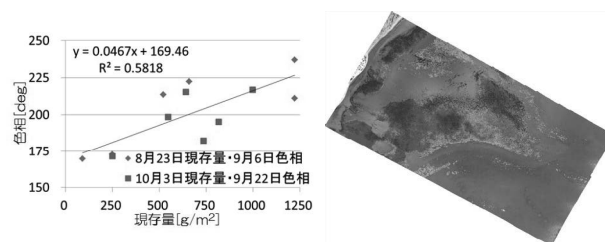


図5 現存量と色相の関係

（左：相関図、右：抽出したアマモ場）

5 おわりに

本研究では、アマモ場の分布と賦存量の推定に関して、UAVの活用による画像取得と画像解析手法の検討を行い、簡便に実施可能な方法を見出した。一方で、安定した品質の画像を得ることと、推定精度の向上が課題として明らかとなっている。今後は漁業従事者等が自ら実践可能な、より実用的な手法となるよう検討を進める。

（連絡先：uraike-takafumi@hro.or.jp、011-747-2943）

太陽光発電の交流／直流利用効率の比較検討

(技術指導 平成29年度)

ものづくり支援センター ○新井 浩成
シオン電機株式会社

1 はじめに

2011年の東日本大震災以降、自然エネルギーの活用が注目されている。シオン電機株式会社では、自然エネルギーを高効率に利用する直流給電技術（エコミノール[®]）の開発と事業化へ向けた取組を進めている。今回、大手ゼネコンの研究所にて消費電力の約7割を占める空調機（エアコン）と照明を負荷として、太陽光発電における交流給電（PCS）と直流給電の電力利用効率比較に際し、技術支援を行った結果について報告する。

2 システム構成

比較を行ったシステム構成を図1に示す。太陽光発電（直流）から得られた電力を活用する点は共通である。PCSでは交流へ変換し、系統電力と連携しながら負荷へ供給する。直流給電システムでは直流のまま負荷へ供給し、不足が生じた場合のみ系統電力を直流へ変換（整流）し、電力合成した上で供給する。

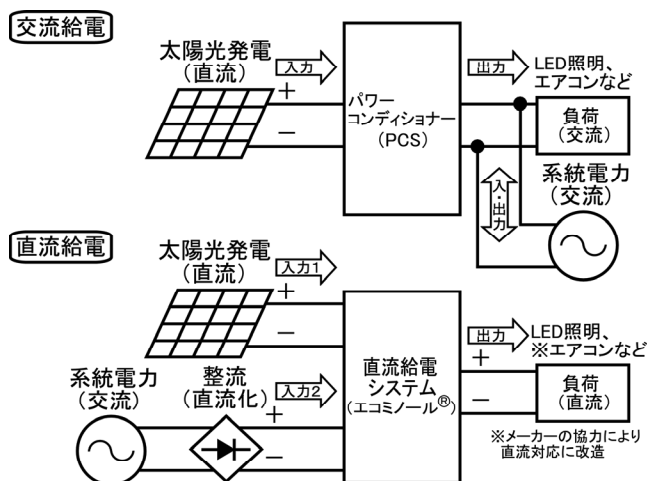


図1 比較したシステムの構成

3 比較環境の構築

比較試験では、エアコンやLED照明が稼働する同一構造の部屋を設け（図2）、太陽光発電から得られる電力で負荷を稼働させた際の太陽光発電出力、システム出力、各負荷の消費電力など、複数箇所の電力測定を行う。なお、本試験では、長期間のデータ収集となるため、安定した測定精度を確保すること



図2 比較測定用の部屋

が重要となる。当初、カレントセンサを用いた電力（電流）測定を検討したが、安価なセンサでは温度依存性の問題により十分な測定精度が得られないため、シャント抵抗両端の電圧降下から電力を測定する電力計を用いた。図3に構築した測定系を示す。

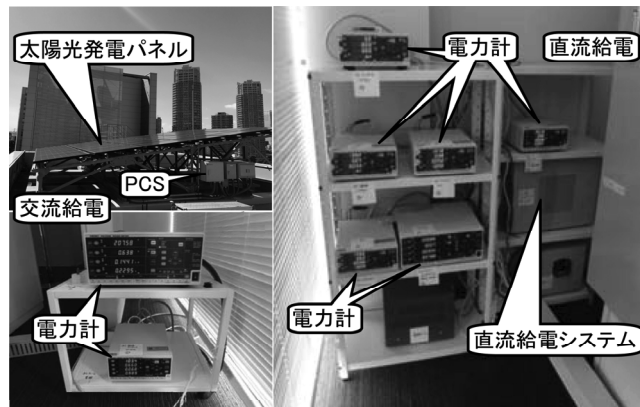


図3 測定系

4 まとめ

大手ゼネコンの研究所内に太陽光発電を利用した交流／直流電力利用効率の比較環境を構築した。これまでの比較試験では、直流給電による優位性が示され、大手ゼネコンより一定の評価が得られた。課題として交流給電の様に系統連携をしないため、余剰電力活用の検討が必要である。今後、直流給電システムに蓄電池を組み合わせた場合の効果について引き続き評価を進めて行く予定である。

(連絡先：arai-hironari@hro.or.jp、011-747-2945)

積雪寒冷地におけるコンクリート劣化の評価技術の開発

積雪寒冷地におけるコンクリート劣化の分析評価技術の開発（平成27～29年度）

材料技術部 ○板橋孝至、高橋英徳
製品技術部 田中大之
北海道大学大学院工学研究院、(株)ビューテック
日鋼検査サービス(株)、苫小牧市テクノセンター
道総研北方建築総合研究所
(（一社）北海道機械工業会検査部会)

1 はじめに

社会インフラの維持管理において、構造物の劣化診断技術の確立は喫緊の課題である。しかしながら、北海道のような積雪寒冷地におけるコンクリート構造物は凍害・塩害など厳しい環境作用を受けているにもかかわらず、劣化を評価する定量的な分析評価技術が十分に開発されていないのが現状である。

本研究では、積雪寒冷地におけるコンクリート構造物の凍害・塩害による劣化を定量的に評価できる新たな非破壊検査技術と分析技術の開発を行った。

2 X線CTによるクラック等の評価技術の開発

2-1 実験の概要

コンクリートの劣化を評価する場合、実構造物から直径100mmのコアをボーリングにより採取し、圧縮強度、クラック量の計測、塩化物量の分析等の試験を実施する。クラック量の計測では、コアを切断・研磨して顕微鏡下で断面観察を行う。この手法は、①使用したコアは他の試験に流用できない②クラック検出に時間と熟練が必要である③コア中のクラックの立体的な評価が困難である等の課題がある。そこで、本研究ではX線CT装置を用いて、コンクリートコアのクラックを定量的に評価する技術について検討した。

使用したX線CT装置は、(株)島津製作所製inspeXio SMX-225CTであり、X線検出器として1024pixel/8インチ(約20cm)のフラットパネル型検出器(FPD)を搭載している。撮影条件を検討した結果、ノイズを低減するためにFPD前に2.0mmの銅板を設置し、X線管電圧199kV、管電流値350 μ A、サンプル1回転あたりの撮影枚数を3600枚に設定することで解析に必要な画像データが得られることが明らかとなった。

2-2 クラックと気泡の分離

X線CT画像においては、物質のX線吸収係数に応じて画素ごとに輝度値が与えられ、その大小によりコンクリートと空隙に分離する。しかし、輝度値のみでは個々の空隙がクラックであるのか気泡であるのかを判別できない。そこで空隙を回転楕円体で

近似し、軸比に応じて球形に近いものを気泡、それ以外をクラックとして分離した。

図1に、一軸圧縮応力を载荷しクラックを導入したサンプルのX線CT断層画像および分離したクラックと気泡の立体画像の一例を示す。クラックの立体画像において、サンプル中央部のクラックは、外周部と比較して少ないことがわかる。一方、気泡の立体画像においては、気泡がサンプル全体に均一に検出できている。これらのことから、一軸圧縮したコンクリートサンプルでは、クラックは外周部から発生しているものと推測された。

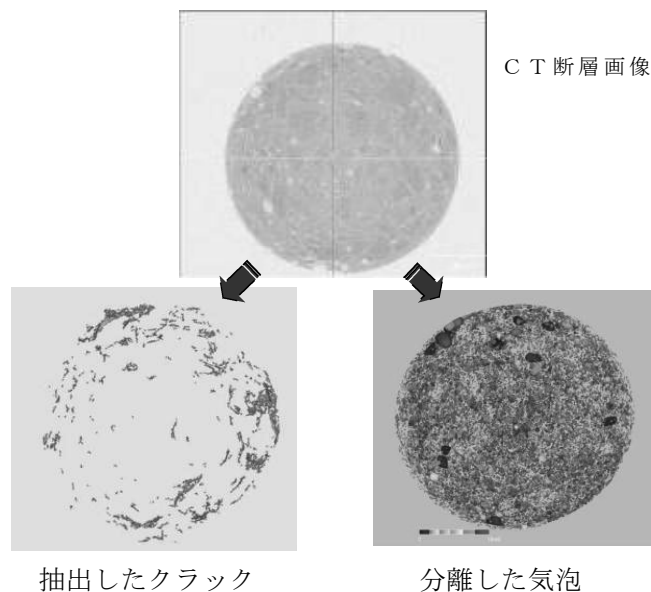


図1 CT画像からのクラックと気泡の分離

2-3 クラック検出の最小寸法

X線CTを用いたクラック検出における定量性を評価するためには、検出可能なクラック開口幅の最小寸法を把握する必要がある。一方、人工的に任意のクラック開口幅をコンクリート中に作製するのは困難である。そこで、円柱状コンクリート試験体(直径100mm×高さ200mm)に擬似クラックとして所定の厚さ(20～200 μ m)のプラスチックフィルムを埋入打設した試験体を作製し評価した。図2にその結果を示す。フィルム厚さすなわち擬似クラックの開口幅が100 μ m以下の場合、コンピュータによる自動認

識が不完全であったが、開口幅150 μ m以上のフィルムであれば定量的にクラック量を評価できることが明らかとなった。

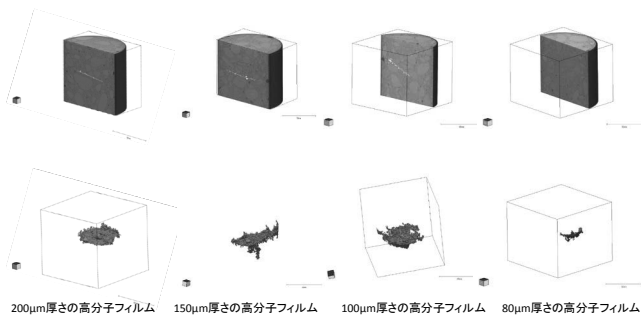


図2 クラック開口幅の検出下限評価

2-4 試料中の超音波伝搬速度とX線CTによるクラック体積率との関係

コンクリート中のクラックを非破壊で評価する手法の一つとして超音波法が用いられている¹⁾。超音波法では超音波伝搬速度の変化から、コンクリートの劣化を評価する。そこで、一軸圧縮最大荷重(32.6N/mm²)を1回載荷したサンプルを約20mmごとに水平方向に切断し、部位ごとの超音波伝搬速度とX線CT画像から算出したクラック率(クラック体積/サンプル体積)との関係を調べた。図3に結果を示す。破壊起点と思われる40mmの位置でX線CTから算出したクラック率が極大を示し、超音波伝搬速度が極小を示していることから、X線CTによるクラック率の評価は、超音波法と同様にコンクリートの内部損傷分布を評価できると考えられる。

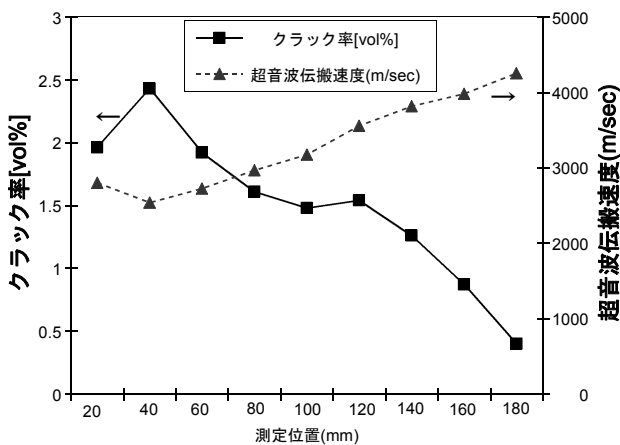


図3 超音波伝搬速度とクラック体積率

3 EPMAによる低濃度塩素分析評価技術の開発

コンクリート中の塩化物イオン濃度の分布を把握するために、電子線マイクロアナライザ(EPMA)による分析が行われている²⁾。しかしながら、1%以下の低濃度域の塩化物イオン濃度を定量分析するためには、装置にあらかじめ組み込まれている汎用の検

量線ではなく、低濃度における標準サンプルを用いた検量線が必要となる。そこで、微量の塩化ナトリウムを添加した0.02~1.23wt%の塩化物イオン濃度を有するセメントペースト標準試料を調整し、当場所所有のEPMA(日本電子(株)製 JXA-8100)に適合した低濃度塩素検量線を作成した。図4に作成した検量線を示す。横軸がJIS A 1154(電位差滴定)に基づいて測定した標準試料の塩化物イオン濃度(wt%)、縦軸がEPMAによる標準サンプルの塩素に帰属するX線の強度平均値(count/40msec)である。得られた検量線を用いることにより、適切なコンクリート中の塩素濃度分布を定量的に分析することが可能となった。

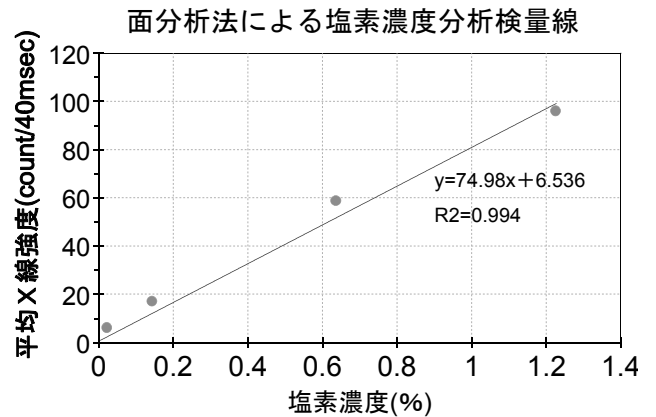


図4 作成した塩化物イオン濃度検量線

4 おわりに

積雪寒冷地におけるコンクリート構造物の凍害・塩害などを非破壊・分析評価技術を検討した結果、①実構造物からの直径100mmボーリングコアを模擬したサンプルのX線CT撮影により、開口幅150 μ m以上のクラックを定量的に評価でき、内部損傷の度合いおよびその分布の相関を評価することができた、②微量の塩化ナトリウムを添加したセメントペースト標準試料を用いて、1%以下の低濃度域における塩素の平均X線強度に対する検量線を作成できた。

今後、道内4箇所を設置した暴露試験体から得られるデータと組み合わせることにより、劣化進行を予測するためのモデル構築を目指す。

(連絡先: itabashi-koji@hro.or.jp, 011-747-2981)

1) コンクリート工学講座、コンクリートの非破壊試験の理論と実際 ③弾性波法(超音波法・衝撃弾性波法)の理論と実際、鎌田 敏郎, 内田 慎哉, 51巻(2013)4号 p.340-347

2) 土木学会論文集E、土木学会規準「EPMA法によるコンクリート中の元素の面分析方法(案)」の制定、コンクリート委員会、Vol.62 No.1 p.246-259

セルロースナノファイバー強化樹脂の成形加工技術

セルロースナノファイバー強化樹脂の成形加工技術に関する研究（平成28～29年度）

材料技術部 ○瀬野修一郎、吉田昌充、山岸 暢、ものづくり支援センター 可児 浩、大市貴志
環境エネルギー部 松嶋景一郎

1 はじめに

近年、セルロースナノファイバー（CNF）が高強度・高弾性・低収縮率・低線膨張率といった特長を持ち、持続性を有するバイオマス資源由来であることから、ガラス繊維、炭素繊維に次ぐ樹脂強化用の充填材として大変注目されている（図1）。また、CNFの原料となるバイオマス資源は木材をはじめとして道内に豊富にあり、より高度な産業利用が期待されている。

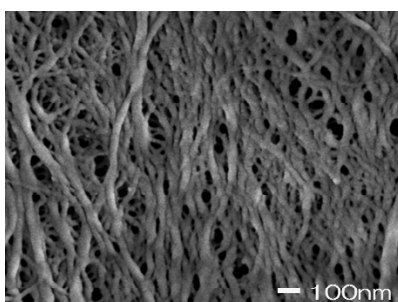


図1 セルロースナノファイバー

これまで製品開発されている CNF の多くは、セルロースの機械的な解繊により製造されているため高価であり、また凝集を防ぐため水を含んだ製品がほとんどであった。一般的に熱可塑性樹脂の充填材は乾燥していることが好ましいため、この目的に使用するには、取り扱いが困難である。しかしながら、安価なセルロース集合体であるパルプに化学変性を行った後、熔融状態の熱可塑性樹脂とともに混練し、その高剪断力を利用し解繊し、複合材料を製造する技術が近年開発され（パルプ直接混練法[京都プロセス]）、これにより樹脂充填材としても比較的安価かつ取り扱いも容易な素材となる可能性が高くなった。そこで当場の設備を用いて化学変性技術や混練条件などのパルプ直接混練法の応用検討を行った。

2 CNF強化樹脂の作製

市販の製紙用針葉樹晒クラフトパルプのエステル化により、アセチル変性パルプを作製した。作製した変性パルプを二軸混練機（TEM-26SS、東芝機械（株））を用いて、ナイロン6（PA6）中でナノ解繊および複合化し、10%CNF強化PA6のペレットを得た。得られたペレットを射出成形し、ダンベル型試験片を作製した（図2）。

3 CNF強化樹脂の材料特性

ダンベル試験片中央の平行部を用いて曲げ試験（JIS K7171）を実施した結果、10%CNF強化PA6の最大強さは161MPa、弾性率は5,242MPaとなり、

PA6 単体（最大強さ：112MPa、弾性率：2,775MPa）に比べて最大強さが1.4倍、弾性率が1.9倍と大きく向上することがわかった（図3）。このことからCNF強化樹脂は強度・剛性の向上によりメリット（例えば薄肉化によるコスト削減など）が得られる用途に適した材料であることが示唆された。



図2 ダンベル型試験片
上) PA6、下) 10%CNF強化PA6

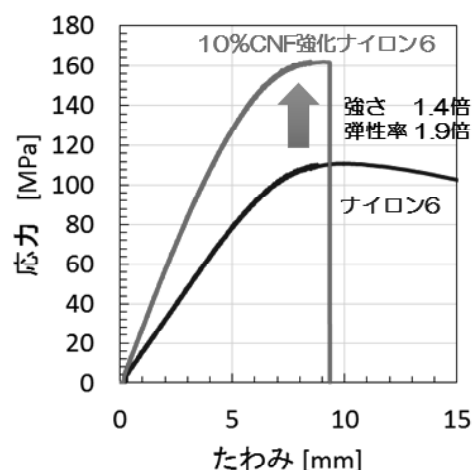


図3 10%CNF強化PA6の曲げ特性

4 まとめ

当場の設備を使用してパルプ直接混練法によるCNF強化樹脂の製造が可能であることが確認できた。CNF強化樹脂は持続可能な社会の創造に貢献し、道内のバイオマス資源の高度な産業利用が期待される新素材であり、本格的な社会実装を目指して今後も継続して検討を進めていく予定である。

謝辞

本研究を実施するにあたり、京都大学生存圏研究所矢野教授を始め研究室の皆様、京都市産業技術研究所の皆様には多大なご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

（連絡先：seno-shuuichirou@hro.or.jp、011-747-2931）

高湿度域で調湿機能を発現する材料の設計と開発

高湿度域調湿材料の開発（平成28～29年度）

材料技術部 ○執行達弘、森 武士、野村隆文、吉田憲司、橋本祐二

1 はじめに

調湿材料とは、湿度が上がると吸湿し、乾燥すると放湿する機能を有する材料である。これまでは、人間にとって快適な湿度 50～70%に制御するものを中心に研究開発や製品化が行われてきた。一方、近年、電気設備内の結露防止や、青果物の鮮度保持のため、湿度 90%程度の高湿度域に制御する調湿材料へのニーズが寄せられている。本研究では、高湿度域で調湿機能を発現する多孔質無機材料の特性を明らかにするとともに、札幌市で砕石される安価な天然無機資源・札幌軟石にシリカゾルを含浸、析出させた複合多孔体の作製について検討した。

2 ケルビン式を活用した材料の設計

多孔質無機材料が調湿機能を発現する湿度とその材料がもつ細孔径の関係はケルビン式で表される。

$$\ln(P') = -2 \gamma V_m \cos \theta / R T (D_p / 2) \quad \dots(1)$$

P' : 調湿機能を発現する湿度（≒相対圧）

γ : 水の表面張力、 V_m : 水のモル体積

θ : 水と固体の接触角、 R : 気体定数

T : 絶対温度

D_p : その材料がもつ細孔径（ピーク細孔径）

(1)式を変形すると

$$D_p = (\text{定数}) \times -(1 / \ln(P')) \quad \dots(2)$$

となる。細孔径が制御された3種類の市販のシリカゲルに対し、窒素ガス吸着法により D_p を求めた。さらに、水蒸気吸着等温線（3℃）を作成した後、その曲線の平均変化率が最大となる相対圧から P' を求めた。これらを(2)式に適用しプロットすると直線になり（図1）、そこから $P'=0.9$ となる D_p を算出すると 8.7 nm と求めることができた。

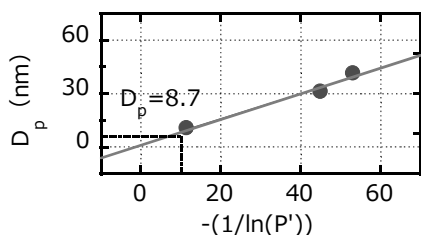


図1 市販のシリカゲルを用いて作成した検量線

B形シリカゲルや稚内層珪質頁岩など既存の調湿材料の D_p および P' を評価した。いずれも $D_p=8.7$ をもたず $P'=0.9$ にもならなかったため、新しく、安価で、作製が容易な材料の開発を試みた。

3 札幌軟石—シリカゾル複合多孔体の開発

札幌軟石とは、札幌市で砕石される、火砕流の噴出物からできた溶結凝灰岩である。壁材や敷材として利用されているが、更なる用途拡大を求め、研究開発の依頼があった。

札幌軟石には、マイクロメートル規模の微細な穴（細孔）が無数にある。この細孔に、粒径、濃度、pH が異なる種々のシリカゾルを含浸、析出させ、その析出粒子の間隙が 8.7 nm となる複合多孔体の作製を試みた。その結果、シリカの粒径により複合多孔体の D_p を変化させることができた。直径 10 nm : 直径 50 nm = 2 : 8（体積比）の組成のシリカゾルを用いた場合、 $D_p=9.0$ の材料を作製することができ、 $P'=0.93$ となることを確認した（図2）。また、含浸するシリカゾルの濃度が高いほど、あるいは pH が低いほど複合多孔体の細孔容積が増えることを確認した。

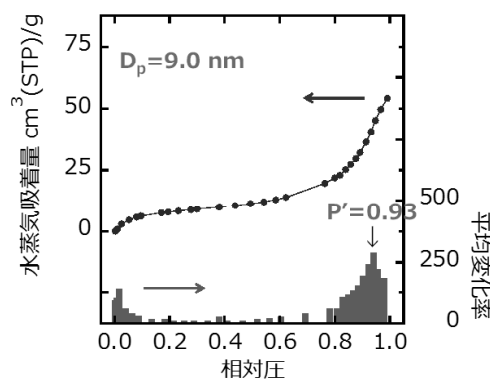


図2 試作した複合多孔体のピーク細孔径 (D_p) と水蒸気吸着等温線（3℃）、および平均変化率が最大となる相対圧 (P')

4 おわりに

実用化には実証試験による性能の確認と、コストや歩留まりを意識した量産試作などが必要であり、今後の研究で実施する。

（連絡先：shigyo-tatsuhiko@hro.or.jp、011-747-2362）

スパッタリングによる有機保護膜の成膜プロセス開発

めっき代替性能を有するスパッタリング成膜プロセスの開発（平成28～29年度）

材料技術部 ○齋藤隆之、坂村喬史、吉田昌充
上原ネームプレート工業(株)

1 はじめに

スパッタリングは成膜工程で廃棄物のないドライプロセスであり、セラミックス膜や金属膜の成膜法として工業的に利用されている。一方、有機皮膜への適用に関して研究¹⁾は行われているが、未だ耐食性保護膜では実用化されていない。スパッタリング法を用いて金属皮膜上に耐食性を有する透明保護膜を成膜するプロセスを実用化できれば、自動車エンブレムなどの樹脂基材上への各種成膜工程をスパッタリング法のみで行え、大幅なコスト低減が実現できる。そこで本研究では保護性を有する透明な有機皮膜をスパッタリング法で形成するプロセス開発を検討した。

2 実験

予備実験の結果、有機保護膜として PTFE 樹脂をターゲットとすると、成膜速度が速くほぼ透明で膜の分子構造もターゲットに近かったため選定した。PTFE 樹脂をターゲットとした成膜は、自己スパッタリングを用いた。自己スパッタリングはターゲットと同じガス分子でスパッタリングが起こる状態を呼び、化学変化が起こりにくいとされている。ターゲットは市販の PTFE シートをアルミニウム板に貼り付けたものを用いた。基材は ABS 樹脂とし、下地にすずをスパッタリングで成膜した。

作製した試料を対象にエンブレムなどの自動車部品の耐久性規格として、耐食性、耐ヒートサイクル性、密着性および小石などの衝突を模擬した耐チップング性について実施した。

また、すずと PTFE 由来の皮膜の間にさらに密着膜を挿入した、3層構造の試料も作製した。

3 結果と考察

図1に用いた ABS 基材とすずを成膜した試料を示す。金属光沢を把握するため、背景には 1cm 角のチェッカーフラッグ模様を垂直に配置した。すず膜上に PTFE 由来の皮膜を成膜した試料を図2に示す。用いた装置は試料の回転機構が無いため、厚さの不均一から干渉模様が生じた。

この試料を対象に、耐久性に関する各規格試験を

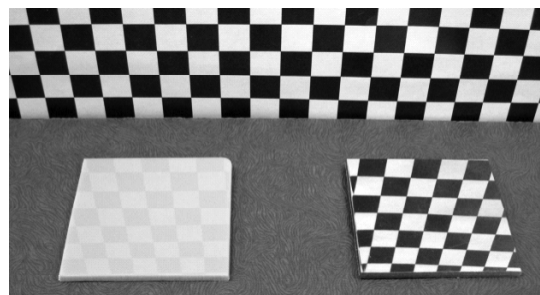


図1 ABS基材(左)とすずを成膜した試料

行った結果を表1に示す。比較のためすず膜のみも示す。PTFE 由来の皮膜はすず膜に耐食性を付与できることが分かった。耐ヒートサイクル性はいずれも良好だった。

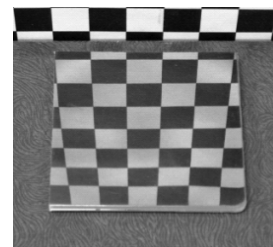


図2 PTFE由来の皮膜

ABS 基材とすず膜の間の密着性は良好だが、すずと PTFE 由来の皮膜間では剥離を生じた。一方、密着層を挿入した 3 層構造の試料では密着性を付与することができた。耐チップング性はいずれの膜構造でも基材に大きな損傷を受けた。これは基材の硬さに依存するためと考えられる。

表1 自動車部品の耐久性規格試験結果

	耐食性	ヒートサイクル	密着性	耐チップング性
すずのみ	×腐食	○	○	×基材の損傷大
すず+PTFE	○異常無	○	×PTFE剥離	×基材の損傷大

4 おわりに

ABS 基材/すず膜/密着膜/ PTFE 由来の皮膜の 3 層構造により密着性も規格を満たしたが、耐チップング性に課題が残った。これはより硬い基材で対処できると考えられるため、基材の変更を実施するとともに、他のすべての耐久性規格に適合するスパッタリング成膜プロセスの開発を継続していく。

(連絡先: saitou-takayuki@hro.or.jp、011-747-2979)

参考文献

- 1) 真空: 46 巻 (2003) 12 号 p. 827-834 「高周波スパッタリングにより金属基板上に形成したポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 薄膜の機械的特性」など

イオン液体を用いた金属窒化物系硬質皮膜形成法の開発

イオン液体を用いた金属窒化物系硬質皮膜形成法の開発（平成28～29年度）

材料技術部 ○坂村喬史、斎藤隆之

1 はじめに

窒化チタン皮膜形成技術にはイオンプレーティング法のような真空や数百度の高温の処理が利用されている。伊藤らは、200℃以上の温度域でアンモニウム塩を含む熔融塩を用い電解法で窒化処理を行う方法を提案し¹⁾、従来より低い温度での窒化処理の可能性が示された。そこで本研究では熔融塩をイオン液体に置き換えることで、より低い温度での窒化処理を検討した。

2 実験方法

電極にはチタン板を用い、試料サイズは電解部分が10×10mmになるように被覆した。また比較のためニッケル板および白金板も実験に供した。使用したイオン液体はイミダゾリウム系イオン液体およびコリン系イオン液体などにアンモニウム塩を最大で50mol%の割合で添加し調査した。窒化処理は定電位電解を1h行った。また比較のため調査したイオン液体に1h浸漬させただけの試料も作製した。実験はグローブボックス内でアルゴンガスを流し続け、湿度は10%以下で行った。電解処理後の試料はX線光電子分析(以下XPS)にて、化学状態分析と定量分析を行った。

3 結果および考察

通常イオン液体にはイミダゾリウム系が多用されるため、本研究でも当初、イミダゾリウム系をベースに窒化膜形成のための窒素の供給源としてアンモニウム塩を添加した基本浴を用いた。実験ではチタン電極を用いて電位-電流密度曲線(分極曲線)を計測して基本浴における電気化学反応の挙動を調べた。しかし、実験の結果、電位の増加に伴い電流値が直線的に増加していることから、ベースとなるイミダゾリウムイオンが優先的に電解し、アンモニウム塩の電解による窒素の供給が進まないことが示唆された。一方、ニッケル電極では、水素の発生及びアンモニウム塩も電解されていると見られる電流挙動が観測された。

そこで、チタン電極に対して電解されにくいイオン液体として環境負荷の小さいコリン系を新たに選定し、同様な実験を行った。実験の結果から、水素の発生とコリンイオンの電解電流が確認され、さらにアンモニウムイオンに起因すると考えられる電解電流も確認でき窒化膜形成に必要な窒素の供給が進むことが示唆された。

以上の分極曲線の評価結果からコリン系にアンモニウム塩を添加した基本浴を用い、電解処理によ

ってチタン電極上に窒化膜の形成を試みた。

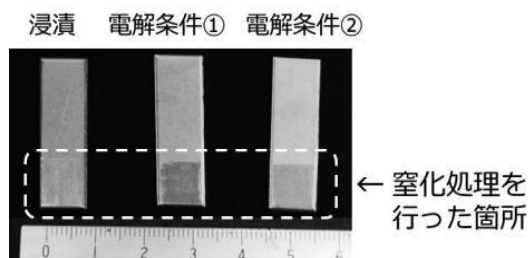


図1 各条件で窒化処理後のチタン試験片の外観写真

電解条件は先の電解実験の結果より、電位を-1.8V(条件①)および-2.5V(条件②)の2条件で1h行った。図1に窒化処理後のチタン試験片の外観写真を示す。図1にあるのは電解と比較のためイオン液体に1h浸漬を行った3条件の試験片である。どの試験片も窒化処理前後において外観の変化は見られない。そこでXPSを用いチタン試験片表面に分析を行った。

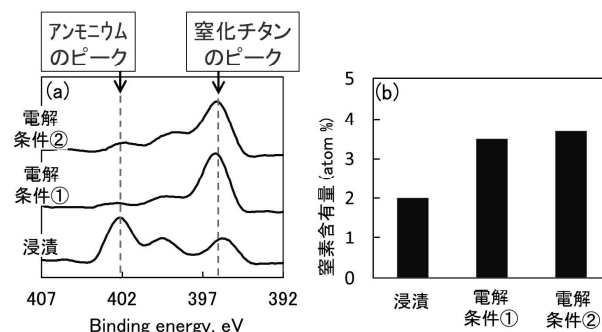


図2 XPSを用いたチタン試験片表面上の窒素分析結果 (a)スペクトル分析 (b)窒化チタン由来の窒素含有量。

図2にXPSで窒素を分析した結果を示す。図2(a)の窒素由来のスペクトルから全ての試験片において窒化チタンの形成が示唆された。図2(b)では図2(a)の窒化チタン由来の窒素含有量を分析した結果を示す。浸漬だけの試験片と比較して、電解することで窒素含有量が増加していることが明らかとなった。

4 まとめ

1) チタンの窒化処理のための新しいイオン液体と添加するアンモニウム塩の選定を行い、最適なイオン液体を選定した。

2) チタンを電解法によって窒化処理を行い、XPSを用いて窒素含有量を分析した結果、電解することで窒素含有量が増加していることが明らかとなった。(連絡先: sakamura-takasi@hro.or.jp、011-747-2979)

引用文献

1) 特許第4471728号

ホタテウロを原料とした魚類摂餌促進物質の実用化

ホタテウロの利用技術の実用化研究（平成27～29年度）

環境エネルギー部 ○若杉郷臣、富田恵一、佐々木雄真、鎌田樹志
吉田誠一郎、松嶋景一郎、三津橋浩行
道総研釧路水産試験場・栽培水産試験場・環境科学研究センター

1 はじめに

北海道の代表的な水産物であるホタテガイの平成28年の生産量は約30万tで、北海道の水産物生産量全体の34%を占める。一方で、ホタテガイの水産加工にて中腸腺（以下、ホタテウロ）など貝柱以外の内臓物が加工残渣として年間約3万t発生する。ホタテウロはタンパク質が豊富なため、未利用バイオマス資源としての利用が期待されるが、有害重金属のカドミウムを高濃度（数10～200ppm）に蓄積しているため有効利用の足かせとなり、生産者や加工業者および自治体等はその処理に苦慮している。

一方、日本の養殖業界では、養魚用飼料原料の魚粉価格の高騰と生産魚価格の低迷が非常に大きな問題となっており、養殖コストの低減が緊急な課題である。飼料コストの削減のために、魚粉の代わりに大豆かす等の植物性タンパク質を多量に配合すると摂餌性が低下するため摂餌促進物質の添加が提案されているが、摂餌促進物質は非常に高価である。

そこで、道総研では本道のホタテガイ漁業の持続的な発展を支援するとともに、日本の養殖業界のニーズにマッチした、ホタテウロからカドミウムを除去し、付加価値性の高い魚類摂餌促進物質（以下、ウロエキス）への転換技術の開発を行い、実用化に向けた取り組みを進めている。

2 ウロエキス製造方法の概要

魚類の摂餌を刺激する物質として、遊離アミノ酸が挙げられているが、ホタテウロに含まれる遊離アミノ酸は全アミノ酸の10%にも満たないため、水抽出により得られる遊離アミノ酸はわずかである。そこで、以下の様なウロエキス製造プロセスを構築した。

1) ホタテウロのエキス化

ホタテウロに含まれる酵素を利用し、ホタテウロのタンパク質を自己消化により分解して遊離アミノ酸を生成する方法を開発した。ホタテウロを破碎し、少量の水と硫酸を加えてpH範囲を3～4とし、40～45℃程度に加温しながら攪拌を行うことで、高価なタンパク分解酵素を使用せずに、腐敗を防ぎなが

らタンパク質を分解することができた。その後、残存する懸濁成分や油脂分を遠心分離などで除去することで、遊離アミノ酸を多く含むエキスを得ることができた。

2) 電解処理によるカドミウム除去

エキス化したウロにはカドミウムが含まれるため、エキスを電気分解し、カドミウムを陰極板に析出させる電解法によりカドミウムを除去した。

3) エキスの濃縮処理

電解処理を行ったエキスはそのままでは遊離アミノ酸濃度が低く、また腐敗しやすいため、減圧濃縮処理することで、保存性や取り扱い性を高めた。

3 ミニプラントによるウロエキス製造実証試験

ホタテウロをエキス化し、脱カドミウム処理を行う実証試験規模のミニプラント（図1）を構築し、ウロエキスの実証製造試験を実施した。以下に処理工程を示す。



図1 実証試験用ミニプラント

1) ウロの破碎

生ウロ400kgを原料とし、破碎機付ポンプにて破碎しウロ分解槽に投入した。

2) ウロのエキス化

水をウロの重量に対して0.3倍量添加し、攪拌機で均一になるように混合した。その後、硫酸を添加してpH3～4に調整し、40～45℃に加温しながらエキス化処理を実施した。その結果、遊離アミノ酸濃度の増加は処理開始後24時間程度で頭打ちとな

り、エキス化に必要な時間は 1 日程度で良いことがわかった(図 2)。その後、遠心分離により懸濁成分と油脂分の除去を行った。

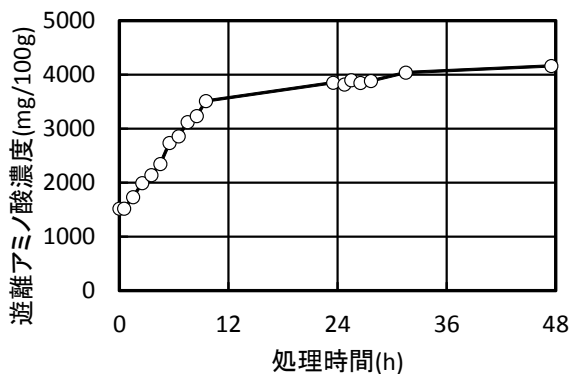


図 2 エクス化時間と遊離アミノ酸の生成量

3) 電解処理

エキスに硫酸を添加して pH3 に調整後、電解装置にエキスを充てんしてポンプで循環し、電極板に 5V の電圧を印加してカドミウムを陰極板に析出除去した。図 3 に電解処理によるカドミウム濃度変化を示す。電解処理 6 時間で規制値の 3mg/kg 以下まで除去可能であった。

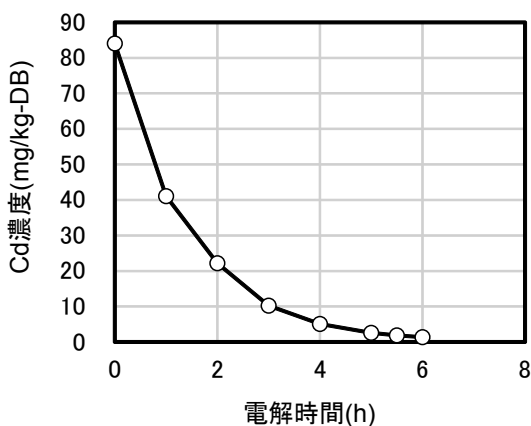


図 3 電解処理によるカドミウム濃度変化

4) エキスの濃縮処理

カドミウム除去後のエキスを手酸化ナトリウムで pH7 に中和後、減圧濃縮装置にて水分 50%以下を目標にエキスの減圧濃縮処理を行い、図 4 に示すような濃縮エキスを得た。



図 4 濃縮エキス

4 ウロエキスの実用化に向けて

現在、ウロエキス製造の実用化に向け、道内民間企業と共同で実証試験を継続し、製造工程の実操業に向けた改善や、ウロエキスの取り扱い性や保存性の向上などの課題解決に取り組んでいる。

ウロエキスの効果については、飼料に数%配合することで、国内の代表的な養殖魚であるハマチやマダイ、道内にて放流事業を実施しているマツカワなどの魚種に摂餌促進効果や成長促進効果が認められた。さらに、協力機関の飼料メーカー（フィード・ワン(株)）により、ウロエキスを配合した飼料が完全養殖クロマグロ稚魚の生残率を改善することが見出された¹⁾²⁾。そこで、共同で特許を出願するとともに、今年度、ウロエキスを配合したクロマグロ稚魚用飼料「アンブロシア」として販売されることとなった。

5 まとめ

カドミウムを含むために有効活用が困難な水産系廃棄物のホタテウロを原料とした魚類摂餌促進物質「ウロエキス」の製造法を構築した。これまでに、国内の代表的な養殖魚であるハマチやマダイなどで摂餌促進効果や成長促進効果が認められたほか、完全養殖クロマグロ稚魚にも効果があることが判明し、特許を出願した。

今後もウロエキスの実用生産を目指し、民間企業と開発を進めると共に、今年度、ウロエキスを配合したクロマグロ稚魚用飼料が販売される予定である。

引用文献

- 1) 日経産業新聞 2017 年 9 月 13 日「完全養殖マグロ稚魚向け飼料」
- 2) 日経産業新聞 2017 年 12 月 1 日「マグロ完全養殖ツナぐ餌」

(連絡先：wakasugi-motoomi@hro.or.jp、011-747-2938)

本研究開発は、北海道循環資源利用促進重点課題研究開発事業により実施している。

マイクロ化学プロセスによる低分子糖鎖製造法の開発

環境に配慮したバイオマス変換技術に関する研究（平成28～29年度）

環境エネルギー部 ○松嶋景一郎、吉田誠一郎

1 はじめに

グルコース等の単糖が数～十数個つながった低分子糖鎖であるオリゴ糖は、その生理活性に関する研究が目覚ましく、様々な種類が食品や化粧品等として市場展開されている。

オリゴ糖の多くは天然多糖の分解・低分子化により得られるが、生理活性が構成糖数と官能基等の構造に依存するため、高い選択性を持った分解法が要求される。工業的には酵素反応を用いているが、反応時間や酵素の価格等に課題があり、より効率的な製造法の創出が求められている。

一方、水の機能を活用した高温・高圧水マイクロ化学プロセス (HP・HTW- μ CP) が、次世代の環境調和型・高効率製造技術として実用化が進められており、既に当场では、実生産システムの開発実績がある。

本研究では、多様な機能の報告があり、食品等として製品化されているキトサンオリゴ糖の製造を目的に、HP・HTW- μ CP を用いて多糖の高速・高選択低分子化システムを構築した。

2 高速・高選択・多糖低分子化システムの構築

水は超臨界や亜臨界といった高温・高圧状態になると、イオン積や誘電率等が著しく変化し、反応性に富んだ物性を持つようになる。しかも、それらの物性を温度・圧力条件により連続で変化させることができる。この水の機能と、数百ミクロン以下の微小な流路を反応場を利用した連続・高速反応システムが HP・HTW- μ CP である。構築した低分子化システムを図1に示す。

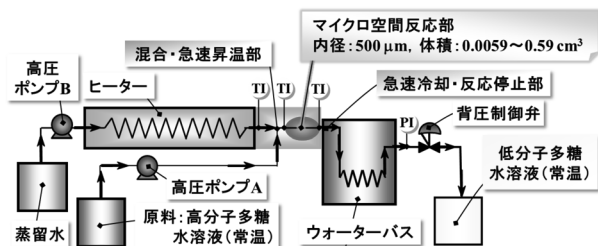


図1 多糖低分子化システムのスキーム

高圧ポンプ A にて連続送液された常温の原料多糖水溶液は、ヒーターで加熱しながら高圧ポンプ B に

より連続送液された蒸留水と、反応部入り口で互いの拡散により精密混合され、所定の反応温度まで急速昇温される。また、反応部出口の極細配管を冷却することで混合液が急速冷却され、反応を急停止させる。これらの機構が精密な反応時間・温度制御を可能にし、副反応の抑制・反応選択性の向上を実現させ、水の高い反応性との相乗効果により、高速・高選択で低分子化を促進させる。

なお、本研究では昇温効果を高めるため、蒸留水の流量は原料水溶液の3倍とした。また、マイクロ空間反応部は、内径 500 μ m の SUS 316 配管を用いて、0.0059 ~ 0.59 cm^3 の範囲で空間体積を調製した。

3 低分子キトサンの製造

前述のシステムを用いてキトサンの低分子化を検討した。反応時間 8.8 秒、圧力 10 MPa の条件下で、反応温度を調整し処理したときのキトサンの分子量変化を図2に示す。

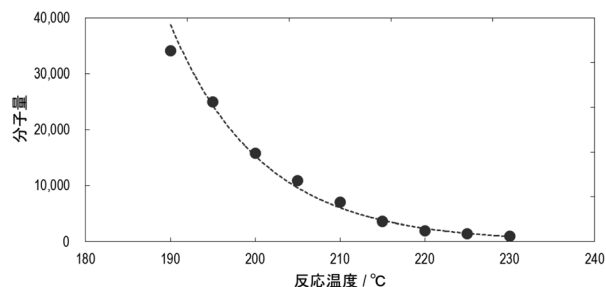


図2 HP・HTW- μ CP 処理によるキトサンの分子量変化

分子量 15 万以上の高分子キトサンを、1/150 以下の分子量のオリゴ糖 (約 5 糖) まで、酵素や触媒を用いずに高選択的に低分子化することができた。

4 おわりに

高温・高圧水マイクロ化学プロセスを用いて、多糖を高効率で低分子化する連続反応システムを構築した。このシステムにより、高分子キトサンをオリゴ糖まで、水のみで、高選択的に且つ 10 秒以下の高速で低分子化することができた。本システムはヒアルロン酸等、他の多糖にも適用できる。

(連絡先:matsushima-keiichiro@hro.or.jp、011-747-2997)

音を熱に変える熱音響デバイスに関する研究開発

熱音響デバイスによるエネルギー回収技術に関する研究（平成28～29年度）

環境エネルギー部 ○平野繁樹、保科秀夫
製品技術部 戸羽篤也

1 はじめに

音響の共鳴エネルギーと熱とのエネルギー変換を行う物理現象である熱音響現象を利用した熱音響デバイスについて紹介する。熱音響現象は、スタックと呼ばれる多孔質構造を有する部材に温度差が生じると共鳴により音響を発生するソンドハウス（Sondhauss）管やレイケ（Rijke）管としても知られており、日本でも古来より米を炊く釜の共鳴音により吉凶を占う鳴釜神事として、岡山県の吉備津の釜などが知られている。この現象は微細構造部に温度差を発生させて音響を発生させるだけでなく、逆に共鳴管に音響を与えることにより、スタックに温度差を発生させることも可能であり、音響と熱のエネルギー変換現象である。これらの現象を総じて熱音響現象（Thermoacoustics）と呼んでいる。この物理現象を利用した熱音響デバイスは装置構造が単純で可動部が無くメンテナンスがしやすいことなどから、1950年代から極低温や航空宇宙関連部品として特殊な環境下で使用されてきた。近年は常温域においての研究が進み、騒音や排熱を利用し、音響から熱を利用する機器についての研究が進められている。

2 スタックおよび熱音響デバイスの作製

レーザー光を用いて金属粉末を積層造形するいわゆる金属 3D プリンタを用い、音と熱のエネルギー変換を行うスタックと呼ばれる多孔質構造体を試作開発した（スタックについて知財化検討中）。これらのスタックを用い、図 1 に示すような機器レイアウトによりスタック、音波源および共鳴管により構成される熱音響デバイスを作製した。

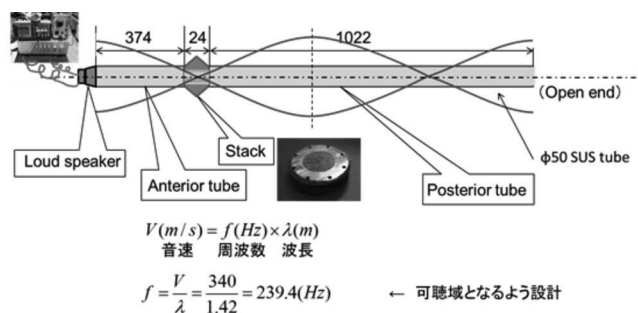


図1 熱音響デバイスの構成とレイアウト

3 結果

図 2 に、音響の付与によるスタックにおける温度差発生の様子を示す。音響は発信器により周波数を調整して発生させ、増幅器（アンプ）により増幅した。出力は 20W、音圧レベルは約 80dB であった。図より、音響の付与によりスタックの上下面において約 1.5℃の温度差が発生する様子が見られた。

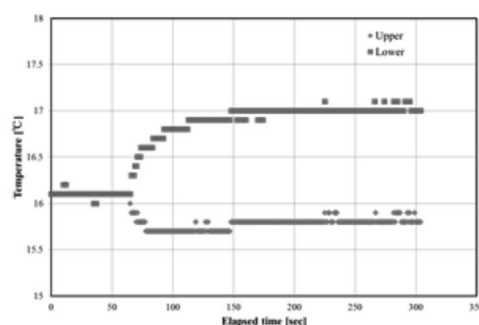


図2 スタックに生ずる温度差発生の様子

また、図 3 に周波数と発生温度差の関係を示す。音響の周波数により発生する温度差が周期的に変化し、発生温度差が上下で逆転するなどの現象が明らかとなった。

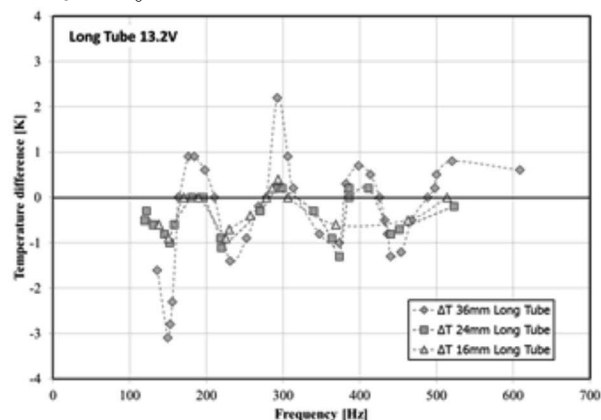


図3 音響周波数と発生温度差の関係

4 おわりに

熱と音響との相互エネルギー変換現象を紹介し、熱音響現象を利用した熱音響デバイスについて、およびその特性について実験的に検討を行った結果について報告した。

（連絡先：hirano-shigeki@hro.or.jp、011-747-2960）

冷暖房放射パネルの放熱能力評価手法の検討

低負荷住宅に対応する放射ラジエータの放熱能力評価手法の確立（平成28～29年度）

環境エネルギー部 ○白土博康

1 はじめに

放射冷暖房システムは、室内環境の快適性等の面で近年注目され、普及が進んでいる。近年の低負荷住宅では313.2K（40℃）以下で十分な放熱能力が得られるが、従来のJIS規格では放射パネル出入口平均水温を343.2K（70℃）としており、さらに温水の循環流量も実際の運転条件と乖離があるため、データを外挿すると誤差が大きい。これらの課題を踏まえ、JIS基準のない放射冷房評価と併せて、流量等実機の運転方法に準じ、低負荷住宅に対応できる放射パネルの放熱能力の評価条件について検討した。

2 実験方法

図1に、工業試験場内の環境試験室（床面積2.7×3.6m、天井高さ2.2m）に設置した放射パネルの測定状況を示す。本発表では、樹脂管柵状放射パネルを例に報告する。調温した水を所定流量で放射パネルに循環させ、放射パネル出入口水温、循環流量を測定した。試験室内の代表室温は、調温した不凍液を試験室の扉部分を除く周囲壁面と床面、天井面に設置した冷却パネルに常時循環させることにより制御した。放射パネル内の水の循環条件は、暖房時定格流量2L/min、平均温水温度308.2K（35℃）または343.2K（70℃）で放射パネルの出入口水温の差が所定値となる流量条件とした。冷房時には、非結露状態で定格流量2L/min、平均冷水温度290.2K（17℃）または282.7K（9.5℃）で放射パネルの出入口温度差が所定値となる流量条件とした。暖房、冷房時の放熱能力等は、暖房放熱能力のJIS規格に倣い、式(1)～(3)により算出する。

$$Q = C_{p_w} \times m_w \times |t_{w_o} - t_{w_i}| \dots\dots(1)$$

$$\Delta T = |t_w - t_a| \dots\dots(2) \quad Q = B (\Delta T)^n \dots\dots(3)$$

Q ：放熱能力 [W]、 C_{p_w} ：水の比熱 [J/(g·K)]、 m_w ：水の質量流量[g/s]、 t_{w_o} ：出口水温[K]、 t_{w_i} ：入口水温[K]、 ΔT ：暖房温度差または冷房温度差[K]、 t_w ：放射パネルの出入口平均水温[K]、 t_a ：代表室温（室内中央床上750mm）[K]、 B ：定数[-]、 n ：定数[-]

3 実験結果

図2に、暖房時の放熱能力の測定結果から算出した暖房温度差と放熱能力の関係、図3に冷房時の

冷房温度差と放熱能力の関係を示す。低流量で通水させると、放射パネル内部の配流に課題が生じ、放熱能力が低くなる場合がある。暖房時は放熱能力は測定する暖房温度差の影響を受ける。冷房時は冷房温度差が小さく、測定外の冷房温度差の領域でも放熱能力の測定精度は確保できる。所定相対湿度で放射パネル表面を結露させる実験も併せて実施したが、代表点の相対湿度と放熱能力は直線関係となり、結露水の凝縮熱量と結露時・非結露時の冷房能力差はほぼ一致することを確認した。



図1 放射パネルの放熱能力測定状況

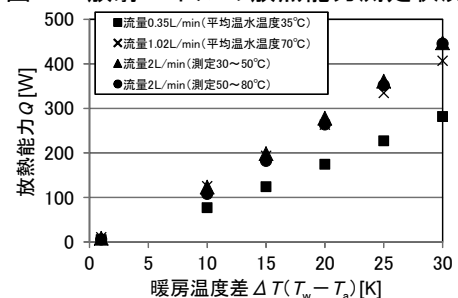


図2 算出した暖房温度差と暖房放熱能力

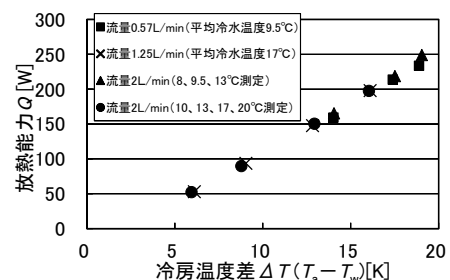


図3 冷房温度差と冷房放熱能力

4 まとめ

循環水温や流量等をパラメータとした放射パネルの冷暖房放熱能力の評価試験を行い、評価条件に関する知見を得た。今後は、本研究成果を関係機関に提供し、放射パネルの低温循環時の暖房放熱能力、冷房放熱能力の規程作成に繋げていく予定である。（連絡先：shirato-hiroyasu@hro.or.jp、011-747-2948）

富良野市での廃棄物由来固形燃料（RDF）利用の取組

地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築（平成26～30年度）

環境エネルギー部 ○山越幸康、上出光志、藤澤拓己、富樫憲一
環境科学研究センター、富良野市

1 はじめに

RDFは可燃廃棄物から製造された固形燃料であるが、生ゴミの含有や高い塩素分のため、製造・管理が煩雑となり、利用先は大規模な熱利用施設等にとどまっている。富良野市は生ゴミの分別等により、安定した性状の高品質なRDF（発熱量21MJ/kg程度）を製造しているが、その塩素含有量は高い値（1%程度）である。そのため、RDFは近隣地域で排ガス処理設備のない中小型ボイラ用燃料として利用することができず、遠方にある大型ボイラで利用されている。富良野市は道総研と研究協力協定を結び、分別強化によるRDF中の塩素低減や市内温泉宿泊施設での燃料利用の取組みを行っており、本発表では、その成果について報告する。

表1 性状調査の概要

	調査月		
	平成28年9月	平成29年1月	平成29年5月
調査対象 ゴミ	家庭系：143kg 事業系：80kg	家庭系：215kg 事業系：143kg	家庭系：584kg 事業系：247kg
実施内容	・燃料不可ゴミ(洗剤、農薬容器等)及び廃プラの分別 ・塩素含有ゴミ(ラップ、薬容器等)の分別 ※塩素の含有は携帯型蛍光X線等で判断 ※燃料不可ゴミ及び塩素含有ゴミを除去したもので、RDFを製造		

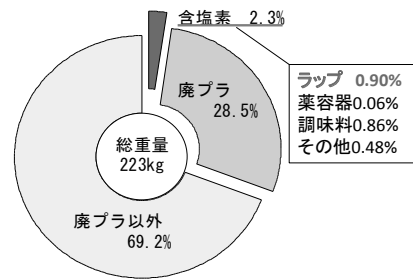


図1 性状調査の結果

2 固形燃料ゴミの性状調査

富良野市では、固形燃料ゴミという区分を設け、RDF用原料を収集している。そのゴミには塩素含有物が一定程度含まれるため、RDFの塩素含有量は1%程度となっている。固形燃料ゴミ中の塩素含有ゴミ特定のため、性状調査(表1)を行った。その結果、図1に示すように固形燃料ゴミの2%程度が塩素含有ゴミで、主なものは、包装ラップ等であることがわかった。また、それらの量から推定される塩素含有量は1%程度で、RDF中の塩素成分の大部分を占めていることがわかった。このことから、それらの塩素含有ゴミを取り除くことで塩素の大幅な低減が可能であることが示唆された。

表2 燃焼試験時の排ガス分析値

計量の対象	単位	計量の手法	計量結果	
			従来のRDF	塩素含有ゴミ除去RDF
窒素酸化物 (酸素6%換算値)	vol ppm	JIS K 0104.6	180	220
硫黄酸化物	m ³ /h	JIS K 0103.6.1	0.0067	0.0053
塩化水素 (酸素12%換算値)	mg/m ³	JIS K 0107.7.1	160	10

3 塩素含有ゴミを除去したRDFでの燃焼試験

包装ラップ等の塩素含有ゴミを除去したRDFを製造し、小型ボイラで燃焼試験を行った。表2に示すように、塩素含有ゴミの除去により、排ガス中の塩化水素濃度は160mg/m³から10 mg/m³へ大幅に低減し、排ガス性状が改善されることがわかった。

4 まとめと今後の展開

富良野市において、RDFの低塩素化のために、性状調査、燃焼試験を行った。その結果、主な塩素含有ゴミは、包装ラップ等であり、塩素含有ゴミ除去により排ガス中の塩化水素濃度が低減することを確認できた。現在、富良野市では、分別に係る住民説明が終了し、低塩素化されたRDFを用いて温泉宿泊施設で燃料利用試験を実施中である。発表ではその進捗状況についても報告する。

(連絡先:yamakoshi-yukiyasu@hro.or.jp、011-747-2949)

じゃがいもの自動芽取りシステムの開発

じゃがいもの自動芽取り・傷み除去システムの開発（平成27～29年度）

製品技術部

○井川 久、中西洋介、川島圭太、三戸正道

情報システム部

岡崎伸哉、飯島俊匡

企画調整部

畑沢賢一

シンセメック株式会社、（一社）北海道機械工業会、（一社）北海道冷凍食品協会

1 はじめに

じゃがいも（以下、芋）の芽や傷み等の不用部除去作業は難易度の高さからこれまで自動化されてこなかった。人手作業に起因する低生産性や作業人員確保の困難さから、複数の食料品製造企業より自動化が強く要望されており、食品加工工場の省人化や生産性向上を図るためには自動芽取りシステムの開発が喫緊の課題である。

自動芽取りシステムには、大量に投入される複雑な形状の芋を高速かつ確実に処理する性能が求められる。本研究では、複数の芋を同時に整列・固定し、三次元画像処理で検出した不用部をロボットで高速に除去する自動芽取りシステムを開発した。

2 整列・位置決め機構の開発

芋の整列・位置決めには、これまでに両端をクランプし、回転させる機構が開発されているが、一度に複数の芋を処理することが出来ないため、不用部除去処理の高速化には限界があった。

本研究では、中心がくびれた一對のローラで芋を挟み込み、ローラで芋を揺動回転することで安定した姿勢で位置決めする機構を考案・開発し（図1）、特許出願した（特願2017-58731）。

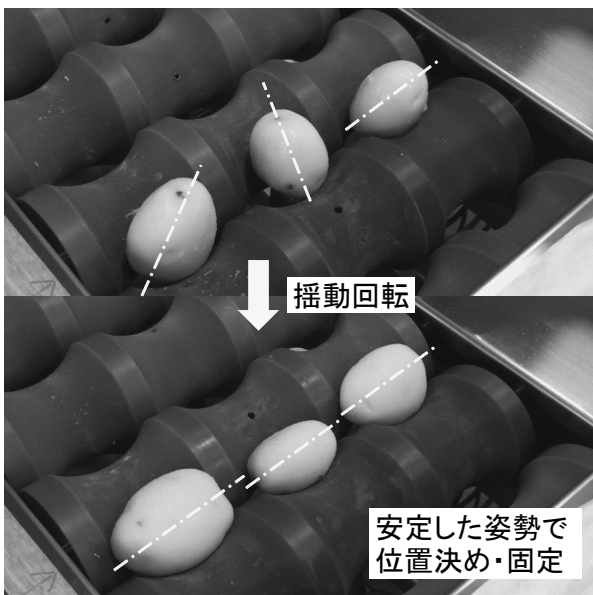


図1 整列・位置決め機構（第一試作機）

本機構は、芋の大きさや形状の影響を受けることなく、ローラの回転により複数の芋を同時に整列させることが出来るため、不用部除去処理の高速化が可能となる。第一試作機では、ローラ表面に筋状の加工を施すことで、カッタを押しつけた際の芋の滑りを防いでいたが、第二試作機では、さらなる保持力を確保するために、突起状の加工を施した（図2）。

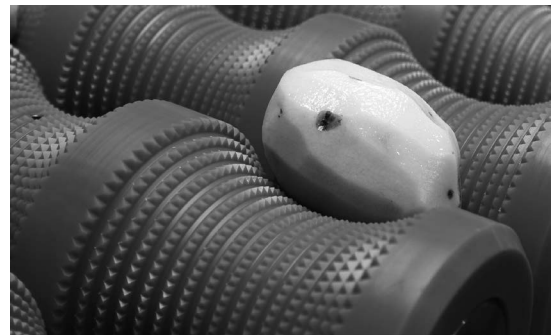


図2 整列・位置決め機構（第二試作機）

3 不要部位置検出技術の開発

スチームピーラ等により皮をむいた芋は、芽の奥に除去仕切れなかった皮が残る。本研究では、皮などの不要部をロボットで除去するために、画像処理により複数の芋の不要部を一度に検出する技術を開発した。不要部検出の流れを以下に示す。

- ①画像処理による不要部領域の検出（図3、図4）
- ②ステレオカメラで取得した3次元点群から除去機構の目標位置となる不要部領域の重心を抽出（図5）
- ③ロボットに付属した除去機構を効率的に動かすための経路生成（図6）

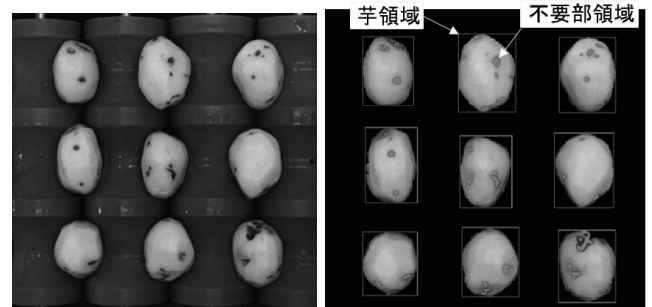


図3 元画像

図4 画像処理結果

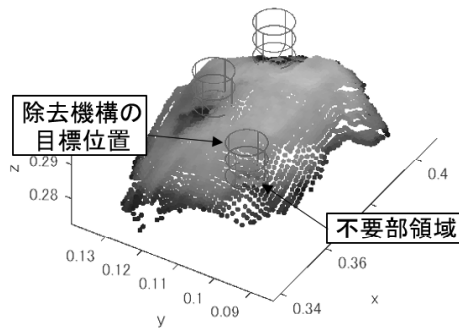


図5 除去機構の目標位置

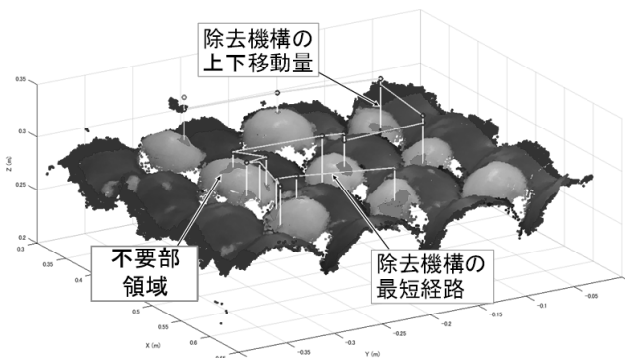


図6 生成した経路

4 自動芽取りシステムの開発

芋の整列・位置決めから不用部の検出・除去、そして搬出までの工程を一連のラインに統合した全利用の自動芽取りシステムを開発した(図7、図8)。整列・位置決め工程では人手で芋を並べ、ローラの揺動回転により芋の姿勢を安定させる。検出・除去工程では、ローラの上部に設置したステレオカメラシステムにより芽の検出を行い、目標位置となる座標をロボットへ送る。座標を受けたロボットは、高速に回転するドリルにより芽の除去を行い、除去作業終了後、ローラを一定角度回転させて芋の未処理部分を上部に露出させる。芋全周の処理が終了した後、コンベアを駆動させて芋を搬出する。

第一試作機では、18個の芋を二つの領域に9個ずつ設置し、一方の領域で芽の検出を行っている間に、もう一方の領域でロボットによる除去作業を行う。これにより、常時ロボットが稼働状態となり、高速化が実現できた。第二試作機では、コンベアを2列配置させることで、一度に42個の芋を処理することを可能とした。連続加工した結果、第一試作機の処理時間は3.6秒/個、第二試作機では2.3秒/個であった。図9に、不要部除去動作中の風景を示す。

5 まとめ

複数の芋を同時に整列・位置決めする機構を考案・開発し、画像処理により検出した芽をロボットで



図7 自動芽取りシステム(第一試作機)

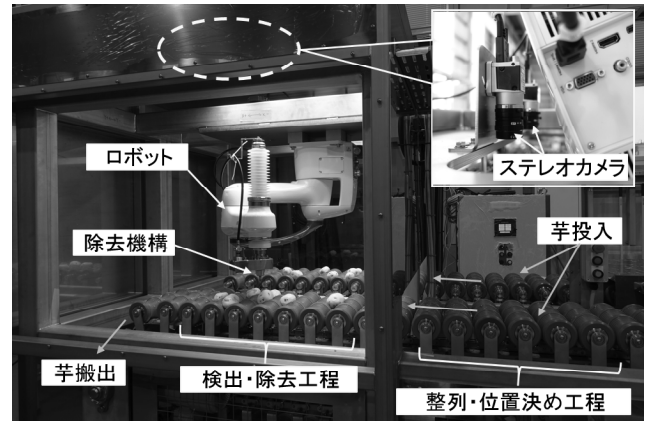


図8 自動芽取りシステム(第二試作機)



図9 不要部除去動作

高速に除去する自動芽取りシステムを開発した。今後は、ロボットパラメータの調整や制御プログラムの改善、芽の検出アルゴリズムの改良等を行い、処理速度と除去率のさらなる向上を図る予定である。

本研究で開発した自動芽取りシステムは、昨年度に引き続き、国際食品工業展2018に出展し、本研究成果を広く普及する予定である。

本システムでは整列・位置決め機構の構造上の制約から、芋の長軸端の芽は検出・除去不可能である。共同研究企業と調整し、今後、長軸端の芽を除去する機構の開発も進める予定である。

(連絡先: igawa-hisashi@hro.or.jp、011-747-2964)

プレス加工の不良判別手法に関する研究

プレス加工の不良判別手法に関する研究（平成28～29年度）

製品技術部 ○鶴谷知洋、神生直敏
企画調整部 畑沢賢一

1 はじめに

プレス加工は大量生産の方法として広く普及しているが、割れ・しわ等の不良品検査は加工後の検査工程でロット毎に行われることが多く、不良が発生した場合に大量の不良品が生産される恐れがある。そのため、不良品が発生した時点で検知して瞬時に加工を停止し、不良品対策を行う必要がある。

本研究では、プレス加工中の不良品の発生を精度良く判別することを目的として、金型のセンシングや機械学習を用いた不良判別手法について検討し、量産データに対する認識実験により有効性を確認した。

2 金型のセンシングに関する検討

絞り加工（図1）を対象に、プレス加工の加工状態を反映するデータとして、ひずみ値、変位、振動データを選定し、材料の変形挙動、塑性変形時および破断時に発生するデータ、金型構造などを検討し、センサ取り付け位置や方法を決定した。また、プレス加工の加工サイクルや取得データなどの特徴を考慮した、データ収録システムを構築した（図2）。

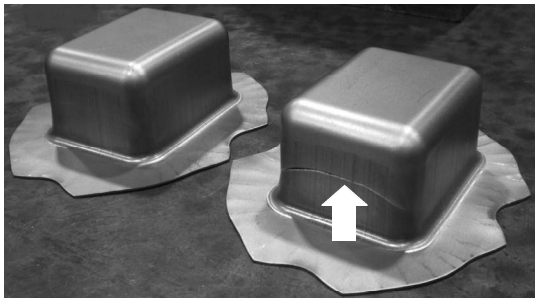
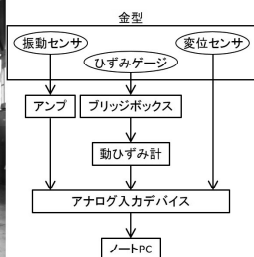


図1 対象の加工品（左：正常、右：割れ）



図2 データ収録システム



3 不良判別手法の検討

センシングデータの解析から、ひずみ値と振動データでは加工状態の差異があり、不良判別に有効であることがわかった。しかし、閾値による単純な判別が困難なことから、高い認識性能を持つ機械学習による不良判別手法（図3）を検討した。深層学習とサポートベクターマシンについて、センシングデータによる予備実験を行った結果、認識に有効であったことから、量産現場のデータ（図4）に適用した結果、高い認識率を得ることができ、本手法の有効性を確認した。

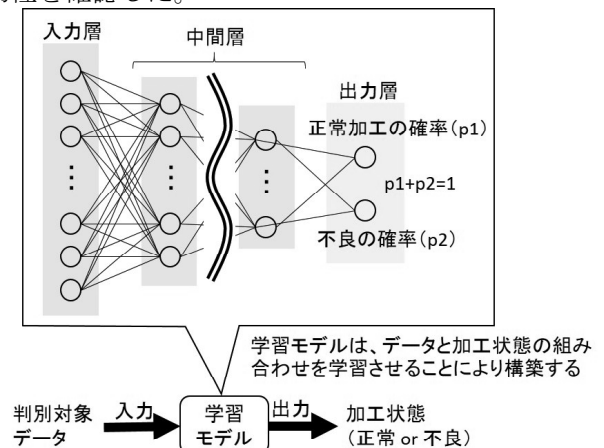


図3 機械学習による不良判別手法

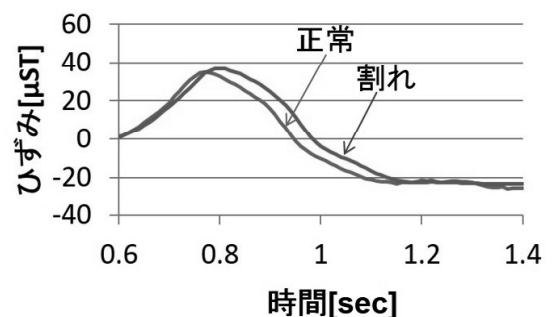


図4 量産現場のデータ例

4 おわりに

絞り加工を対象に加工中の不良判別を目的としてセンシングや不良判別手法について検討し、量産データに適用した結果、有効性を確認することができた。

（連絡先：tsuruya-tomohiro@hro.or.jp、011-747-2384）

国産 3D 鋳型造形装置および鋳型特性評価試験法の開発

耐熱積層成形鋳型製造システムの評価に関する研究（平成25～29年度）

製品技術部 ○戸羽篤也、鈴木逸人
材料技術部 稲野浩行
環境エネルギー部 平野繁樹

1 緒言

3D形状データから実立体物を製作するAM技法（Additive Manufacturing）は、新たなものづくり手法として様々な分野でその活用が期待されている。この技法を鋳型製作に応用した鋳造プロセスが実用段階に進展するなか、平成25年度から経済産業省主導による三次元積層鋳型造形装置の開発が国家プロジェクトとして実施された。

当場は、開発装置で製作した鋳型の特性評価に関する技術開発を分担し、鋳型特性項目に関する定量評価試験法を開発したので報告する。

2 鋳型特性の評価項目とその現状

鋳造に使われる鋳型には、多種多様な造型法が存在し、製作する鋳物に要求される品質あるいは生産性の視点から、最も適切な造型法が選択される。この時、鋳型の機能性を評価する指標となるのが鋳型特性である。

鋳型特性には、造型直後の強度や通気性といった常温特性、注湯後の高温状態での挙動に関する熱間特性、鋳造後の処理に関わるプロセス特性などの項目がある。このうち、生型砂の常温特性について定量評価試験法が日本工業規格（JIS）で規定されている以外は、定量的な評価方法を規定したものがない。

三次元造形鋳型の機能性を評価し、他の造型法と定量的な比較を行うためには、特性項目ごとに定量評価法を検討する必要がある。

3 鋳型特性の定量評価法の検討

本開発事業において、当場は三次元造形鋳型の優位性を評価するための鋳型特性評価法の開発を担当した。その中で、三次元造形鋳型に適用可能な通気

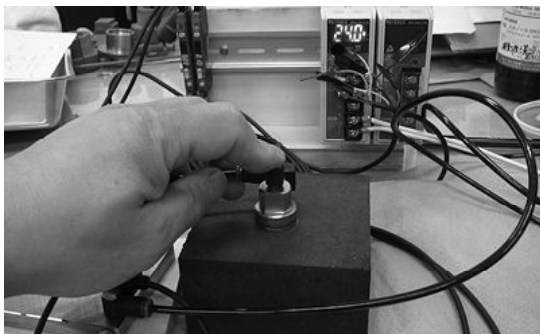


図1 通気抵抗式通気度評価試験法

度試験法、鋳造後の鋳型の崩壊性および砂のリサイクル性の評価法について、新たな提案を行った。

通気度の定量評価は、既成鋳型に対しても計測が可能となる通気抵抗式の試験法を検討した。具体的に試験プローブを製作し、計測実験を行いその実用性を確認した（図1）。

崩壊性の定量評価は、既存の生型砂試験法を応用し、試験片の加熱処理法と衝撃崩壊性、加振崩壊性の試験方法を検討した。また、生型、無機型、有機型の試料で比較評価を行い、この評価試験法の妥当性を確認した（図2）。

砂リサイクル性の評価試験は、使用砂の焙焼再生を想定し、加熱減量による定量化試験法を検討し、加熱条件として加熱温度と保持時間の適正値を提案した（図3）。

4 結言

三次元積層鋳型造形装置の開発に伴い、鋳型の諸特性の定量評価法を検討し、特性評価試験法について具体的な提案を行った。これらについて、引き続き試験法の実用性向上の観点から試験を積み重ねるとともに、技術普及に努めたい。



図2 加振崩壊性評価試験法

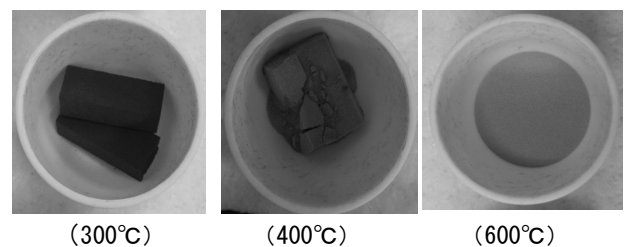


図3 加熱減量による砂リサイクル性試験試料の外観
※本報告は平成25年7月より開始された経済産業省 産業技術研究開発「超精密三次元造形システム技術開発プロジェクト」の成果である。

（連絡先：toba-atsuya@hro.or.jp、011-747-2972）

レーザー肉盛溶接による金型補修に関する研究

ワイヤ供給レーザークラディングによる金型製造加工技術の研究（平成27～29年度）

製品技術部 ○櫻庭洋平、鈴木逸人、戸羽篤也
ものづくり支援センター 安田星季

1 はじめに

レーザー肉盛溶接（クラディング）は、材料表面をレーザーで溶融し、そこに溶加材を盛上げる溶接法である。レーザーを用いることで入熱量が最小限に抑えられ、変形が少なく寸法精度や品質が向上するため金型補修などに利用されている。形状の複雑な金型に均質な肉盛溶接を施すには、金型の起伏や傾斜による溶接品質の変化を把握し、溶接条件を部位ごとに改良・最適化する必要がある。

今回、金型形状に合わせた最適な溶接条件を見出すため、熱間工具鋼（SKD61）金型の溶接補修を対象に、予熱・後熱の有無、溶接姿勢の違いによる内部欠陥や材料組織への影響を比較した。

2 実験方法

2.1 予熱・後熱の有無と溶接品質の関係

一般的に SKD61 の溶接では、割れを防ぐため 300℃以上の予熱・後熱を加える。しかし、レーザー溶接では熱影響範囲の小ささなどから省略する必要があるため、両者の溶接品質の差を把握する必要がある。

実験は、図1のように溶接ビードを積層し、ビード内の空隙率と表層からの硬さ分布測定、断面の組織観察を行った。表1に実験条件を示す。

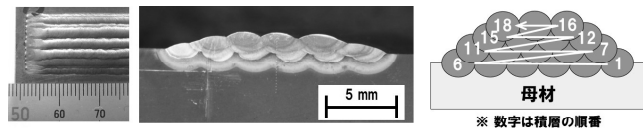


図1 溶接状態・ビード断面

表1 溶接材料・実験条件

母材	溶接ワイヤ	レーザー	予熱・後熱条件
材料 SKD61	材料 SKD61用溶接材 (C:0.25)	走査速度 (mm/min) 300	予熱あり 350℃⇒350℃・1H
熱処理 HRC48±1	直径 (mm) 0.8	焦点径 (mm) 2.4	予熱なし 常温⇒溶接後空冷
寸法 (mm) 80x80x10	供給速度 (mm/min) 450	出力 (W) ~1100	

2.2 溶接姿勢と溶接品質の関係

溶接姿勢の比較では、図2のように傾斜面の法線方向と鉛直方向から肉盛溶接を行い、鉛直下向との

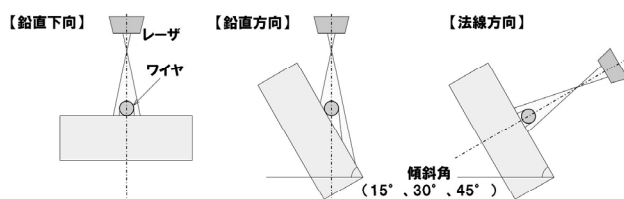


図2 傾斜面上での溶接姿勢

ビード形状や空隙率を比べ、改良方法を探った。

3 実験結果

3.1 予熱・後熱による影響

予熱・後熱なしの場合、同じレーザー出力で溶込深さや溶込幅が10%以上減少し、空隙率を0.1%以下にするレーザー出力は700Wから1100Wに増加した（図3）。また、予熱・後熱ありと比べ熱影響部に不均質な組織が確認された。

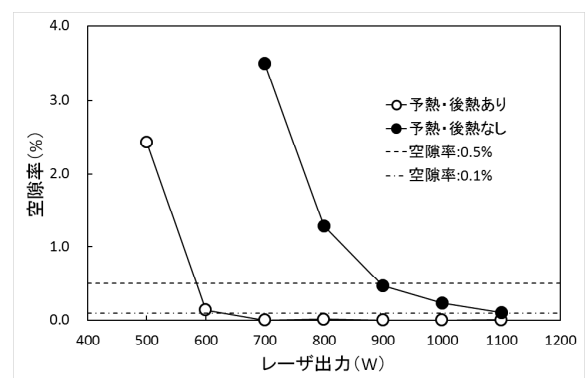


図3 予熱・後熱の有無と空隙率の関係

3.2 溶接姿勢による影響

鉛直照射・法線照射の空隙率は、いずれも傾斜角とともに増加し、鉛直下向と同程度まで削減するのにレーザー出力を100～200W増加する必要性が生じた。また、溶込深さ・溶込幅は法線照射と鉛直下向がほぼ同等に対し、鉛直照射では傾斜角に応じて溶込幅も増し、積層ビードの形状にも違いが生じた（図4）。

【0° 下向】 【45° 法線】 【45° 鉛直】

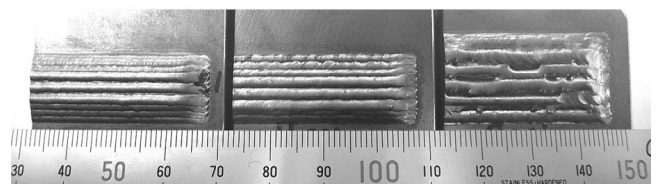


図4 レーザ照射位置と空隙率の関係

4 まとめ

レーザー肉盛溶接を金型補修の広範囲に適用するため、予熱・後熱の有無や溶接姿勢の違いによるビード形状や品質の変化を確認した。また、溶接条件を改良し、品質変化を最小限に抑える方法を検討した。

（連絡先：sakuraba-yohei@hro.or.jp、011-747-2378）
※本研究は（公財）天田財団平成27年度一般研究開発助成を受けて実施しました。記して感謝します。

高齢者サービスにおけるセンサ利用技術

高齢者向けサービスを支援する運動計測技術の開発（平成28～29年度）

企画調整部 ○ 栗野晃希

製品技術部 中島康博、前田大輔、橋場参生

1 はじめに

介護保険や高齢者福祉の制度では、高齢者が住み慣れた地域で安心して日常生活を営めるよう、心身の状況や介護度に応じて、介護サービスや生活支援、介護予防教室などのサービス（以下、高齢者サービス）が提供されている。こうした高齢者サービスでは、比較的心身状態が良好で自立した高齢者や介護度の低い高齢者に対して、身体機能の維持を目的とした、運動器の訓練や転倒予防教室などのプログラムが実施されている。こうしたプログラムでは、高齢者の健康状態、体力水準などを把握するため、3ヶ月ごとを目安に、問診や体力測定が実施されている（厚生労働省「介護予防マニュアル」）。ここで、特に体力測定は、様々な測定項目に対し、ミスのない計測と、安全への配慮、また動作の観察を同時に行う必要があるため、これに関わるサービス・スタッフの負担が大きい。

そこで、本研究は各種センサによる身体動作の自動計測技術を開発し、介添えや動作観察、記録を行うスタッフの負担軽減に資することを目的とする。

2 測定対象とセンサ要件

体力測定項目は一般に握力、開眼片足立ち時間、Timed Up & Go Test、5m歩行時間（通常時・最大時）等が推奨されており、さらに事業所の規模や高齢者の特徴に応じて、測定項目が追加されている。今回、サービス現場を訪問する中で、こうした測定項目が、基本的な物理量（回数、時間、距離、力）の計測によって広くカバーできることに着目し、センサの調査と出力信号の処理系を表1のようにまとめた。

表1 測定項目とデバイス要件

測定項目	物理量	センサ	マイコン入力要件
片足立ち時間	時間	マット型センサ	デジタル4チャンネル
ステップ回数	回数		
ファンクショナルリーチ	距離	光学式距離センサ	I ² Cポート※
3分歩行距離			
Timed Up & Go Test	時間	光学式通過センサ	デジタル1チャンネル
5m歩行時間			
SS-5	回数		
長座位体前屈	距離	ロータリエンコーダ	I ² Cポート
握力	力	握力計	アナログ1チャンネル

※センサやマイコン間の通信規格の一つで、2本の信号線で構成される

3 体力測定ツールの試作と評価

表1に基づき、体力測定における使用を想定したいくつかのツールを試作し、事業者へのプレゼンを行った。その結果、図1に示すステップ回数を計測するツールの試験運用に至った。このツールでは、センサマット上で足踏みをすると、その回数がスマートフォンに記録される。計測は足がマットから離れた瞬間に自動的に開始し、5秒間で自動的に終了する。したがって、計測者による測定値の差異が生じず、正確な値が取得できる。また、左右の遊脚、立脚時間が得られることで、それぞれの時間から左右脚の偏りのデータも取得可能である。

このツールについて事業者にアンケートを依頼した結果、使いやすく、心理的負担も比較的軽く、また継続して使いたいとの声が多かった。

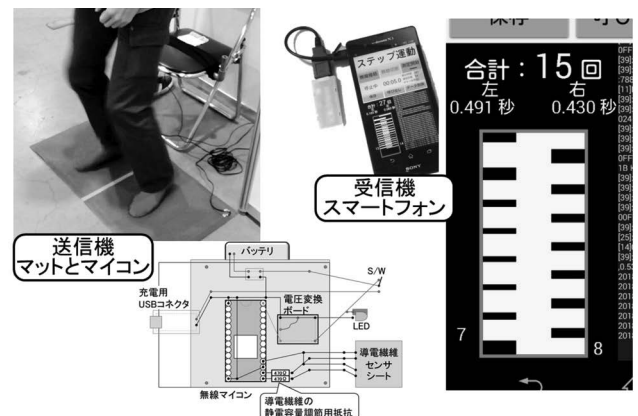


図1 ステップ回数計測ツールの例

4 まとめ

高齢者サービスで行われる体力測定に関わるサービス・スタッフの負担軽減を目的に、各種センサを利用した身体動作の自動計測技術の開発に取り組んだ。体力測定項目が数種の物理量の計測で広くカバーできることに着目し、センサとマイコンの要件を整理し、スマートフォンによる可視化と記録が可能な各種計測ツールを試作した。このうち、ステップ回数の計測ツールをサービス現場に試験導入したところ、心的負担の軽減が図られたことを確認した。

今後は、ツールの改良と追加導入、また測定データの管理システムの開発に取り組む予定である。

（連絡先：kuwano-kouki@hro.or.jp、011-747-2975）

- **ポスターセッション発表要旨**

鉄系化合物によるひ素・セレンの除去及び化学形態分析

有害元素類汚染土壌の化学形態分析および無害化資材に関する研究（平成29～30年度）

環境エネルギー部 ○富田恵一、若杉郷臣
材料技術部 稲野浩行

1 はじめに

平成22年の土壌汚染対策法の改正に伴い、自然由来汚染土壌の対策が急務となっており、土壌に含有する有害元素の安価な処理資材や、ランニングコストの低い土壌汚染拡散防止技術の開発が期待されている。ひ素やセレン等の有害元素は雨水や地下水の浸透により土壌から溶出拡散し、溶出液中で価数など異なる化学形態を取り、その形態により吸着挙動が異なることが知られている。

本研究では、土壌汚染除去システムの開発を目的として、液体クロマトグラフ-ICP質量分析法（以下、LC-ICP-MS）を用いて微量のひ素及びセレン水溶液試料の化学形態の分離定量を、また、X線光電子分光法（以下、XPS）を用いて鉄系化合物へ吸着したひ素及びセレンの化学形態の検討を行った。

2 水溶液試料の微量ひ素・セレンの化学形態分析

異なる価数のひ素及びセレン化合物試薬水溶液を試料とし、液体クロマトグラフで陰イオン交換モード（陽イオン及びCO₂ サプレッサー付きイオンクロマトグラフ）、検出器にICP質量分析装置を用いる分析を検討した。図1に示すとおり、陰イオン型のひ素（有機体も含む）及びセレンの各化学形態が分離し、分離定量が可能であることが分かった。サプレッサーのため陰イオンのみの分析になるが、塩類によるICP-MS装置への汚染を低減することが

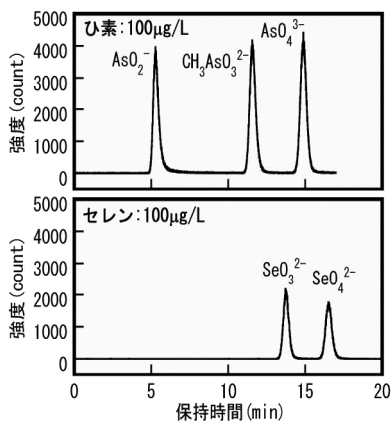


図1 LC-ICP-MSによるひ素及びセレン化合物のクロマトグラム

3 吸着後のひ素・セレンの化学形態分析

予備吸着試験で、鉄系化合物の中で酸化水酸化鉄（FeOOH）がひ素やセレンを比較的多く吸着することがわかった。そこで、このFeOOHに対し、異なる価数のひ素及びセレン化合物試薬水溶液を用いて

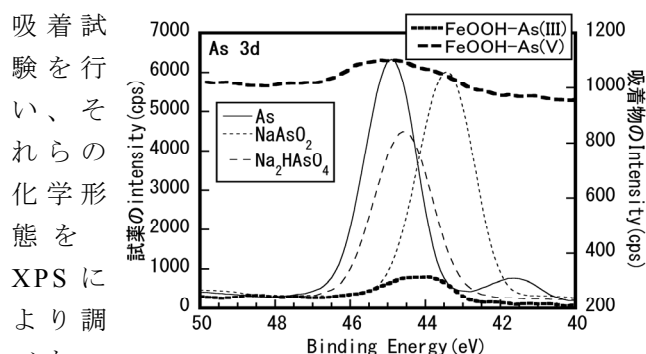


図2 XPSによるAs 3dスペクトル

吸着試験を行い、それらの化学形態をXPSにより調べた。ひ素化合物試薬には単体ひ素（As）、亜ひ素（As(III)）、ひ素（As(V)）を用い、試薬のスペクトルも同時に測定した。As 3dスペクトルの測定結果を図2に示す。試料固相バルクでのひ素濃度は約0.2%と低く、積算により感度を向上させることで明瞭なスペクトルを得た。

As(III)またはAs(V)をFeOOHに吸着させた吸着物（FeOOH-As(III)またはFeOOH-As(V)）のピーク位置はいずれも試薬Na₂HAsO₄（As(V)）の位置に近く、別に測定したAs 3p、As 2pの化学シフト測定でも同様の結果が得られた。なお、単体ひ素Asの44.8eVに見られるピークは不純物のAs(V)と考えられる。

この結果より、As(III)化合物もFeOOH吸着時にはV価に酸化されていることが推察される。土壌溶出液中のひ素はAs(III)を含むことが多いが、ひ素水溶液の水酸化鉄共沈がIII価よりV価の方が共沈しやすいことが知られており、あらかじめV価に化学形態を揃えることでFeOOHへの吸着がより安定すると思われる。

4 まとめ

ひ素及びセレンの低濃度水溶液の化学形態分析はLC-ICP-MSにより溶液中の陰イオン型について化学形態別の分離定量が可能となった。また、ひ素化合物試薬溶液吸着後のFeOOHの化学形態に関して検討した結果、ひ素はFeOOHにV価として吸着していることが推察された。本研究により、吸着処理プロセスを検討する上で有益な知見が得られたことから、今後の除去プロセス開発に役立てる予定である。

（連絡先：tomita-keiichi@hro.or.jp、011-747-2936）

電気分解法を用いた排水の凝集処理技術

電気分解法を利用した排水処理技術に関する研究（平成29～30年度）

環境エネルギー部 ○佐々木雄真、若杉郷臣、鎌田樹志
富田恵一、三津橋浩行

1 はじめに

高濃度の有機物や難分解性物質を含む排水では、生物処理のみで排水基準を満たすのは容易ではなく、他の処理方法との組み合わせが必要とされている。

そこで、制御が簡単でコンパクトな水処理技術である電気分解法に着目し、その処理特性を明らかにするため、各種通電条件における凝集処理試験を行った。

2 試験方法

電極板には、陽極および陰極ともに鉄を用いた。通電すると陽極から鉄イオンが溶出し、凝集剤として作用する。供試排水として、懸濁物質（SS）が1,000mg/Lとなるように希釈したメタン発酵消化液500mlを用い、電極を浸漬した。直流電源装置により、電流や通電時間を変えて電気分解し、回分式の凝集処理試験を行った（図1）。

処理前後の電極の重さから、鉄の溶出量を求めた。また、凝集処理後の上澄み液を採取し、水質を測定した。測定項目はSS、全有機体炭素（TOC）、全窒素（T-N）、アンモニア性窒素（NH₄-N）、全リン（T-PO₄）とした。



図1 電気分解法による凝集処理試験

3 結果と考察

電極からの鉄の溶出は陽極のみで発生し、各通電条件における溶出量は、表1に示すとおり、通電した電気量に比例することがわかった。1F（96,500C）当たりの平均溶出量は27.8g（0.498mol）であった。

次に、これらの条件における処理水の水質測定結

果から、処理前の水質（SS 1,000mg/L、TOC 905mg/L、T-N 253mg/L、NH₄-N 171mg/L、T-PO₄ 121mg/L）に対する除去率を求めた（図2）。全般的に通電した電気量が多いほど除去率が高くなる傾向が見られ、特にSS、TOC、T-PO₄の項目について高い除去率が得られた。なお、電流および通電時間が異なっても、電気量が等しければ、処理水質に有意な差は認められなかった。電気量が同じ場合、電流を小さくした方が電圧が低く抑えられ、消費電力量は少なくて済む。一方で、処理時間は長くなる。そのため、処理する排水の濃度や量などに応じて適切な通電条件を選定する必要があると考えられる。

表1 各通電条件における鉄の溶出量

電流 (A)	0.50	0.50	0.50	0.25	1.00
通電時間 (分)	15	30	60	120	30
電気量 (C)	450	900	1,800	1,800	1,800
鉄溶出量 (mg)	130	258	519	519	518

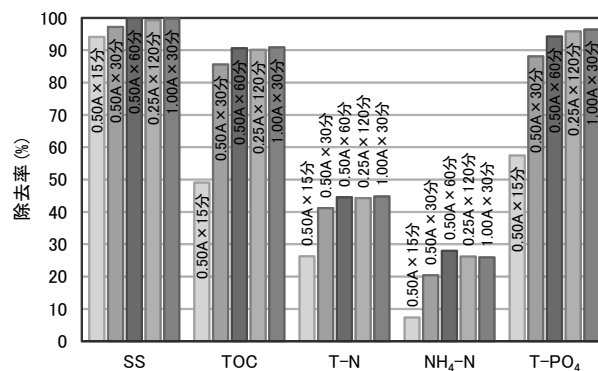


図2 処理水の水質測定結果

4 まとめ

鉄を電極として用いた電気分解法により、メタン発酵消化液の凝集処理試験を実施した。その結果、鉄の溶出量は電気量に比例することや、SS、TOC、T-PO₄について高い除去効果があることがわかった。

今後は、さらに詳細な処理特性を明らかにするため、陽極と陰極を一定時間ごとに反転させる通電方法や、電極にアルミニウムを用いた場合などについて試験を行う予定である。

（連絡先：sasaki-takema@hro.or.jp、011-747-2952）

吸着技術を用いた機能性糖鎖の精製プロセス構築

短期実用化（平成29年度）

環境エネルギー部 ○吉田誠一郎、松嶋景一郎、鎌田樹志
丸共水産(株)ファインケミカル研究所

1 はじめに

高分子糖鎖である「グルコサミノグリカン(GAG)」を低分子化した GAG オリゴマーは、高分子糖鎖と比較して生体への吸収性が増加した新しい糖鎖医薬品として期待されている。これまでの検討により、企業では工業試験場が保有する先端技術である「高温・高圧水マイクロ化学プロセス」を利用して GAG オリゴマーを効率的に得ることに成功した。しかし、得られた GAG オリゴマーは製造プロセスの過程で着色しており、商品価値をさらに高めるには GAG オリゴマーを脱色する精製プロセスを構築する必要がある。そこで GAG オリゴマーの精製プロセスとして活性炭による脱色プロセスの構築を支援した。

2 活性炭のスクリーニング

適切な活性炭を選定するために、GAG オリゴマー水溶液の回分式脱色試験によるスクリーニングを行った。市販の粉末活性炭 A、C および粒状活性炭 B では 24 時間程度の接触時間で溶液はほぼ完全に脱色されていたが、粉末活性炭 D では明らかな着色が見られた(図 1)。GAG オリゴマーの脱色度合いは、脱色試験後の溶液を凍結乾燥した粉末の白色度により評価した。着色水溶液から得られた粉末は白色度が 85%程度で淡黄色であった。一方で、水溶液がほぼ完全に脱色されていた場合では、粉末の白色度が 90%前後と目視ではほとんど着色が見られず、GAG オリゴマーが精製されていることが確認された。脱色試験の結果、粉末状活性炭 A、C および粒状活性炭 B を用いた場合に良好な結果が得られた。実際の脱色プロセスでは活性炭の分離が不要で、連続的な脱色が可能な流通式のプロセスを適用することが望ましいと考えられる。回分式の脱色試験では、粉末活性炭と粒状活性炭で脱色性能に大きな差が見られないことから、流通式プロセスでの利用が容易な粒状活性炭 B が GAG オリゴマーの脱色に適していると結論づけた。

3 流通式脱色試験

流通式での脱色プロセスを設計するために、粒状活性炭 B を充填したカラムに GAG オリゴマー水溶

液を通液する流通式脱色試験を行った。カラムから溶出する水溶液の吸光度を通液量に対してプロットした(図 2)。通液初期には、着色成分がほぼ完全に活性炭に吸着しており吸光度が低いままであるが、約 70 mL 通液した段階で着色成分が検出された。実際のシステムではこの段階で操作を打ち切るため、今回の通液条件では、活性炭 1 kg あたり約 23 L の GAG オリゴマー水溶液を脱色できることが判明した。

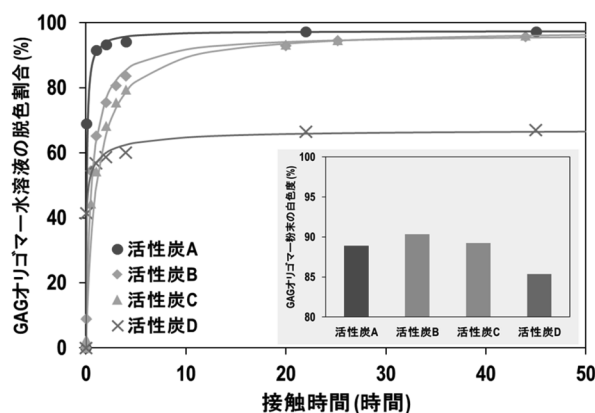


図 1 GAGオリゴマー水溶液の回分式脱色試験
(挿入図：GAGオリゴマー粉末の白色度測定)

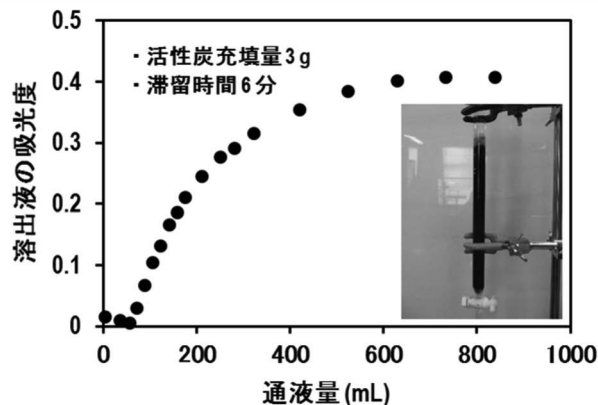


図 2 GAGオリゴマー水溶液の流通式脱色試験
(内挿図：活性炭充填カラムの写真)

4 おわりに

回分式での脱色試験を実施し、得られた GAG オリゴマー粉末の白色度を評価することで、脱色に適した活性炭を選定した。また、選定した活性炭を用いてラボスケールでの流通式脱色試験を行い、プロセスの設計に必要なデータを取得した。

(連絡先：yoshida-seiichiro@hro.or.jp、011-747-2997)

凍結防止剤を用いた路面積雪防止システムの開発

短期実用化（平成29年度）

環境エネルギー部 ○保科秀夫、白土博康、藤澤拓己
北海道ポラコン株式会社

1 はじめに

近年、少子高齢化や記録的な豪雪などから、路面の消融雪を行うシステムの需要は高いが、代表的なシステムであるロードヒーティングは、電気料金や石油価格の高騰などにより敬遠される傾向にある。

そこで本研究では、経済性に優れた消融雪システムの開発を目的として、凍結防止剤の水溶液を濃度の調整を行いながら循環利用することで、経済的に冬季の路面積雪を防止するシステムを提案し、冬季実証試験や経済性向上に関する検討により、その実用性を評価した。

2 提案するシステム

本研究で提案するシステムは、回収タンク、原液タンク、除塵タンクなどで構成される。今年度設置した試験システムのフローを図1に示す。

3 冬季実証試験

栗山町内に試験システムを設置し、傾斜角度や送液流量が積雪防止効果におよぼす影響など基礎的なデータを取得することを目的に、傾斜角度を0～1%とし、それぞれにおいて塩化カルシウム系液状凍結防止剤（液状凍結防止剤）水溶液の送液流量を変えた冬季実証試験を行った。その結果として、各試験の条件、降雪時間、降雪センサーにおける3段階の出力時間とその値から算出した降雪量、および定点観測カメラの画像による積雪防止状況の評価結果を表1に示す。表1から、試験期間中に計測の対象となった降雪は6回で、傾斜角度の有無により積雪防止効果が確認できる凍結防止剤水溶液の最小流量が異なることがわかった。

4 経済性向上に関する検討

冬季実証試験で使用した液状凍結防止剤を、比較的安価な塩化ナトリウム系粒状凍結防止剤（粒状凍結防止剤）に変更し、液状凍結防止剤水溶液の設定凍結温度と同じ凍結温度となるよう粒状凍結防止剤の濃度を調整するケース（以降 粒状1）と、飽和状態とすることで濃度管理を不要とするケース（以降 粒状2）、および冬季実証試験と同じ期間における電気式ロードヒーティングのランニングコストを試算した。その結果を表2に示す。

表2から、液状凍結防止剤のランニングコストは、

電気式ロードヒーティングの約2倍以上となるが、粒状凍結防止剤を使用することで、電気式ロードヒーティングのランニングコストを下回り、特に濃度調整を行う場合は電気式ロードヒーティングの半分程度になる可能性が高いことがわかった。

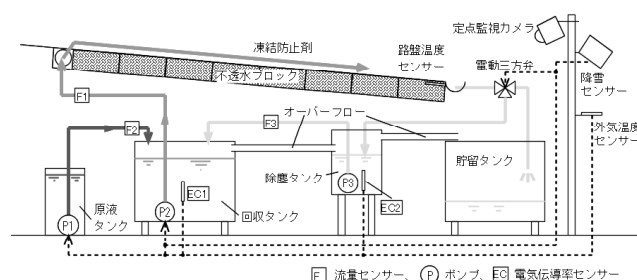


図1 試験システムのフロー

表1 冬季実証試験結果の概要

	傾斜角度	流量	降雪期間			降雪強度	降雪量	結果
			開始	終了	時間			
降雪1	長手0	強:19.9 中:17.1 弱:(14)	1/23 15:00	1/23 22:59	7:59	強:94 中:25 弱:0	2.4	○
降雪2	長手0	強:10.1 中:8.7 弱:7.2	1/25 06:48	1/25 13:00	6:12	強:252 中:51 弱:60	6.7	×
降雪3	長手0	強:14.3 中:12.3 弱:10.1	1/26 00:35	1/26 07:47	7:12	強:284 中:59 弱:59	7.5	×
降雪4	長手1	強:29.3 中:25.1 弱:21.2	2/5 12:50	2/6 15:57	27:07	強:94 中:115 弱:120	4.7	○
降雪5	長手1	強:13.8 中:11.8 弱:9.8	2/11 2:11	2/11 18:18	16:07	強:156 中:231 弱:119	7.8	○
降雪6	長手1	強:13.5 中:11.7 弱:9.8	2/14 21:56	2/15 10:12	12:16	強:216 中:169 弱:92	8.0	○

表2 ランニングコストの試算結果

	ランニングコスト
液状凍結防止剤	91,640 円
粒状1	15,984 円
粒状2	25,989 円
電気式ロードヒーティング	33,701 円

5 まとめ

凍結防止剤を用いた路面積雪防止システムを提案し、冬季実証試験で基礎的なデータの蓄積を行うとともに、経済性向上に関する検討を行った。その結果、粒状凍結防止剤を使用することで経済性が向上し、実用性が高くなることがわかった。

(連絡先: hoshina-hideo@hro.or.jp、011-747-2960)

寒冷地におけるリチウムイオン電池の効率的な設置手法

寒冷地における分散型電源のための蓄電手法に関する研究（平成28～29年度）

環境エネルギー部 ○白土博康、保科秀夫

1 はじめに

北海道は、広大な海岸線や敷地を有し、分散型電力供給システムの導入が期待される。しかしながら、電力を貯蔵する蓄電池の性能は寒冷地では低下するとされており、電力貯蔵用として期待されるリチウムイオン電池が実用レベルで使用に耐え得るのかユーザー側が把握できていない。本発表では、昨年度の報告で選定したリン酸鉄リチウムイオン電池を断熱容器へ詰め、充放電時に発生する熱を蓄電池内に貯蔵し、外部空気温度よりも蓄電池温度を高く保持することにより、蓄電池の性能の向上を図る手法について報告する。

2 実験方法

図1に蓄電池の断熱容器への梱包状態の写真を示す。恒温恒湿室内に設置した空の発泡断熱容器（外寸490×295×350h、厚み55mm、(a)）に昨年度選定したリン酸鉄リチウムイオン電池（外寸95×140×22mm、(b)）16個を詰める(c)。結線は直列とする。最後に蓋を閉め、蓋を固定する(d)。環境温度条件は、25℃と、-20℃である。まず、単電池3.70V、16セル（スタック）合計で59.2V、10Aまたは4A（0.5Cまたは0.2C）で定電流で充電し、蓄電池が59.2Vに到達後、電流値が1A（0.05C）に低下するまで定電圧で充電した。次に、断熱容器の蓋を開け、充電時に発生する熱で温度上昇した蓄電池を環境温度まで自然冷却後、再び蓋を閉め、放電試験を10Aまたは4A（0.5Cまたは0.2C）で単電池3.70V、16セル合計で42Vに低下するまで行った。充放電を行う際には、充放電電流値、各蓄電池の表面温度と断熱容器内部の空間空気温度、端子電圧を、それぞれ10秒毎に計測した。

3 実験結果

表1に、蓄電池のスタックを断熱容器で保温した際の25℃における充電量に対する放電量の割合を単電池、断熱容器がない状態での実験と比較して示す。また、図2に、表1の実験No.2の放電時における蓄電池表面温度（図1(b)の蓄電池⑤、⑦）、空気温度の経時変化を示す。単電池、断熱容器なしの条件と比較して、0.5C、0.2Cともに環境温度-20℃の条

件で、25℃における充電量に対する放電量の割合が増加していることが分かる。その原因は電池温度の上昇によるものと判断できる。蓄電池を密に詰めた方が電池温度をやや高く維持することも計算で確認した。

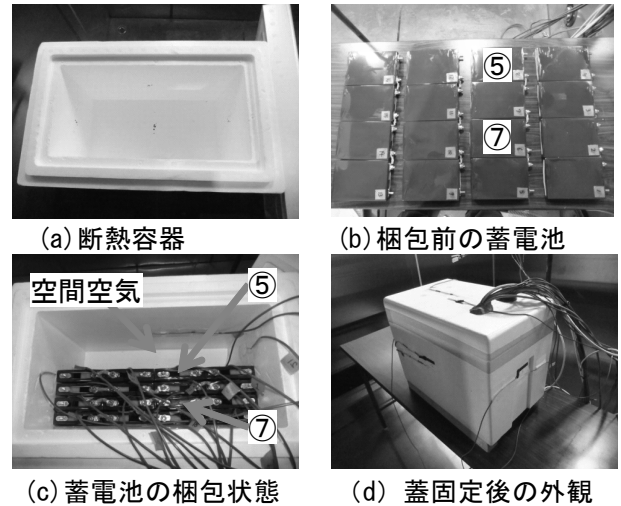


図1 断熱容器への蓄電池の梱包状態

表1 25℃における充電量に対する放電量の割合

実験No.	実験条件	環境温度	充放電電流条件	25℃の充電量に対する放電量の割合[%]
1	断熱容器ありスタック	25℃	DC10A(0.5C)	92.1
2		-20℃		79.8
3		25℃	DC4A(0.2C)	97.6
4		-20℃		85.3
ref-1	断熱容器なし単電池	25℃	DC10A(0.5C)	85.0
ref-2		-20℃		49.7
ref-3		25℃	DC4A(0.2C)	93.2
ref-4		-20℃		61.8

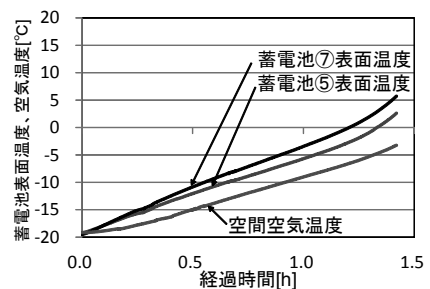


図2 蓄電池表面温度、空気温度の経時変化
(表1実験No.2放電時)

4 まとめ

リチウムイオン電池の充放電時の発生する熱を断熱容器で保温することにより、蓄電池の温度を上昇させ、放電性能が向上できることを見出した。
(連絡先：shirato-hiroyasu@hro.or.jp、011-747-2948)

道産マルチコーンの胚芽分離回収装置の開発

素材の潜在的機能活用による道産食品の基本価値拡大（平成29年度）

製品技術部 ○櫻庭洋平

企画調整部 畑沢賢一

道総研中央農業試験場・食品加工研究センター

1 はじめに

畑作地帯の土壌改良用に栽培された道産トウモロコシ（マルチコーン）には、胚芽部分にビタミン、亜鉛などの栄養素が豊富に含まれており、これを活用することで安価な飼料用から付加価値の高い食品用の利用拡大が期待される。胚芽を利用するためには、胚芽と胚乳（ホミニ）の混ざった全粒コーンから、胚芽のみを分離する必要がある。しかし、両者の比重の差が小さいため（胚芽：約1.1、ホミニ：約1.3）、風圧による乾式選別では胚芽の中にほぼ同量のホミニが残り、十分に分離できていない。（図1）

今回、食塩水による湿式比重選別で胚芽を高純度で分離し、水流を用いて短時間で回収する装置を開発し、その性能を評価した。

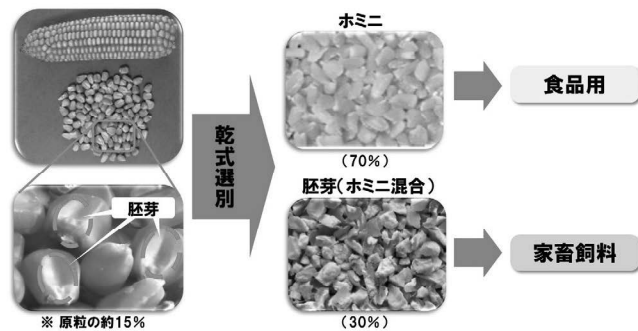


図1 胚芽・ホミニ分離の現状

2 実験方法

2.1 胚芽分離回収装置の開発

図2に開発した装置を、図3に分離回収フローをそれぞれ示す。分離の仕組みについて、比重選別機に食塩水（比重1.2）と全粒コーンを投入すると、比重の重いホミニが沈殿し、軽い胚芽が浮かび上がる。そこで比重選別機の底部から食塩水を供給すると、水流で沈殿したホミニが立上管を通り上部の回収槽に送られる。一方、胚芽はオーバフロー管から流出し、出口の回収槽に送られる。

2.2 胚芽分離性能の評価

装置の性能評価について、胚芽の分離能力は回収した胚芽の撮影画像から残存ホミニの面積を計測し、画像全体に占める割合で算出した。また、単位時間あたりの処理能力は、1バッチの処理時間を動画で計測し、このとき投入した原料の重さから算出した。



図2 胚芽・ホミニ分離回収装置

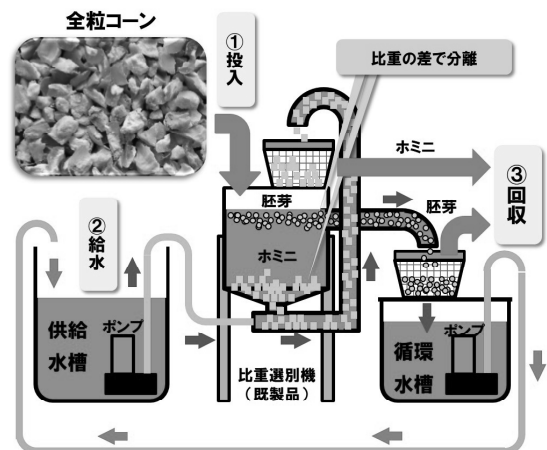


図3 分離回収フロー

3 実験結果

回収した胚芽画像（面積7500mm²）に含まれるホミニの合計面積は、平均で60.9mm²となり、純度99.2%の胚芽が得られた。また、副次的にホミニの純度も向上したため、食品用に出荷できるホミニも増加した。

次に原料5kg投入時の処理時間を計測した結果、1バッチ平均2.3分で分離が完了し、130kg/h以上の処理能力を有することを確認した。

4 まとめ

トウモロコシ胚芽とホミニの分離回収装置を開発し、99%以上の高純度で胚芽が得られることを確認した。今後、胚芽利用食品の普及拡大と連携しながら、製造現場への導入を支援していく。

（連絡先：sakuraba-yohei@hro.or.jp、011-747-2378）

溶接技能学習支援ツールの実用化

(平成29年度)

製品技術部 ○神生直敏

1 はじめに

道内鉄骨製造業では、少子化の影響に伴う人手不足に加えて、熟練者の高齢化による早急な技能伝承が課題となっている。

そこで、昨年度まで実施した、経常研究「溶接作業における熟練技能定量化手法の研究」で得られた知見などを生かし、溶接作業の初心者・未経験者が、溶接技能への興味・知見を深めることを目的に、技能分析ツール、クイズ形式の学習ツールから構成される溶接学習支援ツールを開発した。

2 研究内容

2.1 学習ツールの仕様検討

現在、作業のノウハウ等を学習する手段として、実習、マニュアル（書籍）、ビデオなど、多くの手段が存在する。それらを含め、開発するツールの仕様を検討するため、道内の鉄骨製造企業、職業訓練機関にヒアリングを行った。その結果、ツールへの要望として、「若年者や現場向けなら、携帯端末（スマートフォン、タブレット）上で動作」、「遊び感覚で学習できる」、「機種・OSを選ばず、安価で導入可能」などの意見が挙げられた。

開発コストや汎用性なども踏まえて仕様を検討した結果、ホームページの閲覧時に使用するブラウザ上で動作する「WEBアプリ形式」が最適であり、本研究で開発するツールも、WEBアプリまたはそれに準ずる形式で検討を進めることとした。ツールの構成は、①階層分析法(AHP)を用いた「溶接技能分析ツール」、②クイズ形式による「溶接知識学習ツール」とした。

2.2 溶接技能分析ツールおよび溶接知識学習ツールの開発

溶接技能分析ツールは、溶接作業における重要な評価項目を、一対比較アンケートから重要度分析を行う「階層分析法(AHP)」で可視化するものである。昨年度までの経常研究で作成した Excel 上で動作する分析ツールを改良したもので、マクロを使用せずに複数の回答者の分析ができる。このツール自体はWEBアプリでは無いものの、インターネット環境があれば、無料で Excel ユーザーが利用できる「Office Online」での使用が可能である。

溶接知識学習ツールは、溶接作業に必要な知識を学習するツールである。クイズ形式のツール作成を検討した結果、導入コストが安価であり、ブラウザ上で動作するクイズ形式の e-ラーニングシステムである「LearningBOX」を活用することとした。

LearningBOX は、選択問題や順序並べ替え問題などの最大 10 種類のクイズ形式が使用できるもので、既存のシステムに比べて低コストで導入可能な点で注目されているシステムである。

今回作成した学習ツールを図 1 に示す。学習ツールは、120 問以上の問題で構成されており、協力企業の熟練者の作業データなどを利用し、図・写真・動画・音（溶接音）を活用した設問となっている。図 1 はタブレット端末であるが、パソコン、スマートフォンで、それぞれの動作を確認している。



図 1 溶接知識学習ツール（タブレット端末）

企業 5 社、教育・職業訓練機関 4 機関で試用した結果、クイズ形式であること、導入コストが安価、機種に依存しない点などで、一定の評価が得られた。なお、研究内容の一部は、「月刊 工場管理」2018 年 3 月号（日刊工業新聞社）でも紹介されている。

3 まとめ

本研究で作成したツールは、既存のシステムに比べ、安価で導入できることが大きなメリットである。溶接作業だけでなく、他の分野での活用も期待できることから、今後、関係機関とも相談の上、普及を進める予定である。

本研究を進めるに当たり、(国研)産業技術総合研究所 瀬渡主任研究員、専修大学商学部 高萩教授、北榮工業(株)大村工場長、(株)龍野情報システム 森取締役には、問題データ収集・ツール開発でご協力を頂いた。各位に感謝の意を表す。

(連絡先:kamio-naotoshi@hro.or.jp、011-747-2379)

企画づくりの手法と支援ツールの開発

新製品開発における企画立案を支援するツールの開発（平成29～31年度）

製品技術部 ○印南小冬
ものづくり支援センター 日高青志

1 はじめに

新製品開発においては、開発リーダーの企画づくりや新製品開発に関する知識や経験が乏しいまま、あるいは企画会議などの場でチームの知恵を結集して良い企画案を練り上げることができないまま、作り手の視点だけで新製品開発を無理に進めて行き、結果的に売れるモノにならない、あるいは開発が頓挫してしまうといったことが後を絶たない。

本研究では、新製品開発チームやリーダーが、企画づくりの段階でおかしがちな失策を防ぎながら、より信頼性の高い企画案を作れるようになるための企画づくり支援ツールの開発に取り組んでいる。

初年度の取り組みとして、会場における製品開発支援の実例や、先進的デザイン事業所等における成功事例などをもとに、新製品開発における企画づくりの考え方や手法を整理した。さらに、それらを実際の新製品開発ケーススタディを通じて検証・ブラッシュアップし、企画づくりに役立つ実践的なツールやコンテンツを試作した。

2 新製品開発における企画づくりの位置づけ

さまざまな新製品開発実例の分析を通じて、新製品開発における企画づくりの位置づけを整理した(図1)。新製品開発を成功させるためには、開発体制づくりや目標設定など企画づくりの下ごしらえ段階や、企画案を製品開発につなげていく事後の段階も含めた全体を理解し、その中での企画づくりの位置づけを捉えておくことが重要と考えられる。

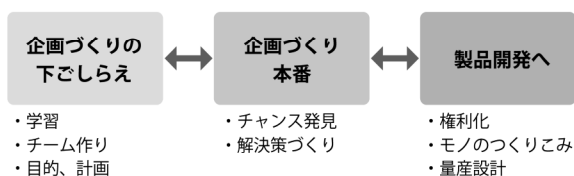


図1 新製品開発における企画づくりの位置づけ

3 企画づくりケーススタディ

初めて自社オリジナル製品を開発する企業とともに、新製品の企画づくりに取り組むケーススタディを実施し、企画づくりの手順の整理を試みた。その結果、企画づくりに関して取り組むべき七つの活動

とその関係を整理できた(図2)。

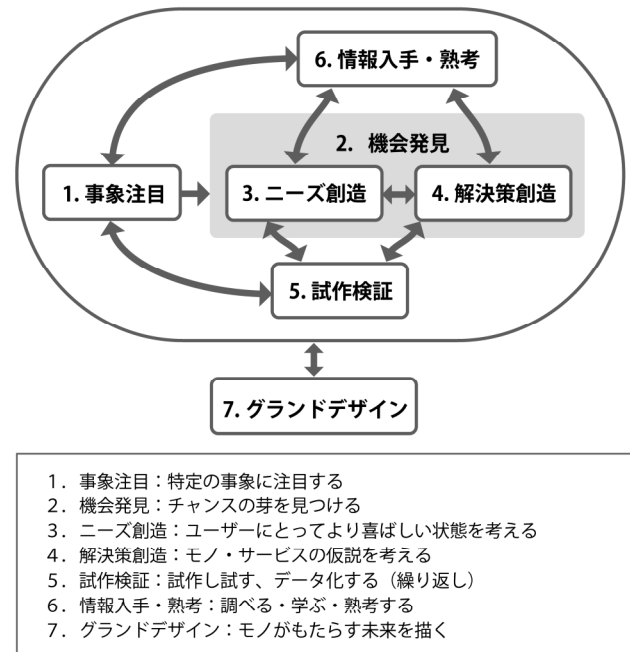


図2 企画づくりで実施すべき7つの活動

4 企画づくり支援ツールの試作

企画会議などの場面で、リーダーやチームが取り組むべき活動をガイドし、さまざまな観点から機会発見を促すカードツール(図3)を試作した。また、企画づくりに役立つ知識をまとめたwebコンテンツ「モノづくりの企画づくり」を試作した。



図3 企画づくり支援ツール（カードツール）

5 おわりに

平成30年度は企画づくりケーススタディを通じて試作したツール類の検証とブラッシュアップを行う予定である。

(連絡先: innami-kofuyu@hro.or.jp、011-747-2377)

農作業の負担軽減に向けた軽労化ツールの試作開発

農村集落における生活環境の創出と産業振興に向けた対策手法の構築

(農業における省力・軽労化技術の開発 平成27～30年度)

製品技術部 ○前田大輔、中島康博、橋場参生
企画調整部 栗野晃希

1 はじめに

北海道の農村集落では農業者の高齢化が進行しており、体力的な理由による引退や後継者不足による廃業が増加している。また、こうした担い手の減少による地域の産業機能の低下が懸念されている。このため、農作業の軽労化により高齢者の無理のない就労継続や新規参入者の円滑な就労を支援し、地域の活力を維持向上するための取組が求められている。

本研究では、地域農業の軽労化に向け、モデル地域（下川町）における労働課題を抽出し、軽労化ツールの一次試作を行った。

2 労働課題の抽出

モデル地域における主要6作物（アスパラ、青ネギ、フルーツトマト、加工用トマト、キヌサヤ、菌床シイタケ）について、各2名の計12名を対象に、収穫作業のビデオ撮影と自覚的負担感の調査を行った。撮影したビデオ映像から、作業姿勢/動作の出現頻度を集計し、負担部位との関係を整理した。これらの調査結果を基に、被験者12名の収穫作業から姿勢/動作の共通する6つの労働課題を抽出した(表1)。

3 軽労化ツールの試作と作業適用

抽出した労働課題について、軽労化の方法を検討した。これらの課題のうち、「⑤前屈」については現場が開発したアシストスーツ¹⁾の適用・応用が可能と考えられ、「⑥車輪付椅子座位」については現行利用されている農作業用車輪付椅子を基とした対応が可能と考えられた。①～④の課題に対しては新たな提案が必要と考えられるが、これら4つの課題に対して、体重を支える接地型のタイプ（ツール1）、足腰の負担を軽減する下肢サポータタイプ（ツール2）、手関節の負担を軽減する前腕サポータタイプ（ツール3）の3種のツールで対応が可能と考え（表1）、一次試作を行った。

これらの試作品とアシストスーツを実作業に適用し、ツールの有無による身体各部位の痛みと負担感の変化を質問紙法により評価した。計9名の農業者

表1 労働課題と軽労化ツールの検討

作業姿勢動作	①正座	②しゃがみ	③しゃがみ歩き	④把持	⑤前屈	⑥車輪付椅子座位
負担部位	背中・腰 臀部大腿	背中・腰、 下腿～足	背中・腰、 下肢全体	左手指～ 肘、肩	背中・腰	背中・腰、 下肢全体
軽労化の方法	新規ツール1 接地型の荷重支持 方法検討 	新規ツール2 足腰の負担を軽減する 下肢サポータの検討 	新規ツール3 手関節の負担を軽減する 前腕サポータの検討 	既存ツール アシストスーツの 適用・応用 	既存ツール 現行製品を基にした 対応 	既存ツール 現行製品を基にした 対応
		何れかの方法を適用				
		試作品の現場適用				アシストスーツ 現場適用

による評価の結果、ツール1、ツール2、アシストスーツでは、痛みや負担感について軽減する傾向が見られたが、ツール3では評価が分かれる結果となった。これは、上肢は他の部位に比べ複雑な動作が可能であり、一部の動作を補助することは、他の動作の妨げとなりやすいことが要因と考えられ、補助力を強めに調整したことが動作の妨げとなり、評価が分かれた可能性がある。また、被験者の感想から、ツール2、ツール3については、装着部のずれや違和感、調整の手間等、着用感に課題があることも明らかとなった。

4 おわりに

モデル地域の主要作物を対象に、作業負担調査を行い、作業姿勢/動作の特徴が共通する6つの労働課題を抽出した。さらに、これらの労働課題に対応する軽労化ツールを試作し、実作業における評価試験を実施した。今後は、評価試験の結果を基に着用感の改善や補助力の最適化を進めて二次試作を行い、モニター調査による実用性評価等を行う予定である。

引用文献

- 1) 前田他、工業試験場成果発表会要旨集、2013
(連絡先：maeda-daisuke@hro.or.jp、011-747-2975)

ブラウザベースの農業GPSデータの可視化技術

一次産業におけるビッグデータの取得技術と利活用解析技術に関する研究（平成28～30年度）

情報システム部
研究企画部

○全 慶樹、堀 武司、近藤正一
奥田 篤

1 はじめに

農業用トラクタに取り付けた GPS ロガーから取得される走行軌跡データは、農作業の記録や分析に活用できる。しかし、GPS データは経緯度の時系列データであるため、農作業の記録としては可読性に欠ける。

本研究では、トラクタの走行軌跡をウェブブラウザ上に分かりやすく表示する可視化アプリケーションを開発した。このアプリケーションは、GPS データに基づくトラクタの走行軌跡のほか、GPS データ各点の情報や圃場図、作業毎の分析結果などを直感的な操作によって可視化することができる。

2 可視化アプリケーションの用途と適用例

開発したアプリケーションは、農作業の記録としてトラクタがいつこの圃場にいたか確認できるほか、複数のトラクタの位置関係を把握できる。さらに走行軌跡から作業むらの確認や作業単位（圃場への一回の進入）の能率の推定を行える。

また、可視化により取得した GPS データの異常値の発見が容易になるため、詳細な分析の前処理などにも使用できる。

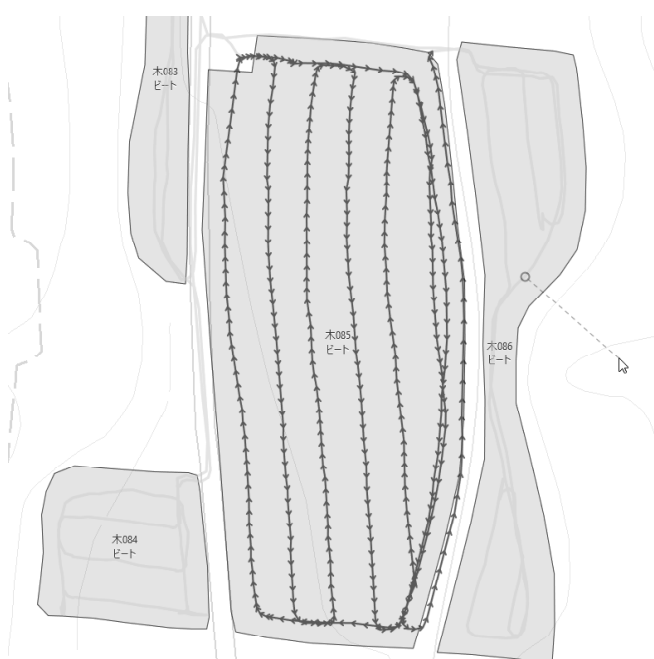


図1 トラクタの走行軌跡と圃場図
(背景地図に地理院タイルを使用)

図1と図2は実際の画面の例である。図1は複数の圃場におけるトラクタの走行軌跡、図2は図1で選択された点に関する情報である。

点に関する情報には時刻や取り付けられた作業機、次の点までの距離、速度、方位角などの基本的な情報のほか、作業単位の分析結果が含まれる。これらは、作業の開始時刻、終了時刻、合計時間、作業総距離、作業平均速度などの GPS データの分析から得られた情報である。作業単位を可視化する機能により、図1では中央の圃場の作業単位が矢印によって強調されている。また、マウスポインタに最も近い点が自動的に選択され図2に表示される。

なお、開発したアプリケーションは様々なデバイスで実行できるようにウェブブラウザ上で動作可能とした。

3 おわりに

本研究では、トラクタの走行軌跡を作業単位の分析結果とともにウェブブラウザ上で可視化した。これにより、詳細な農作業情報の提示手段として幅広い展開が可能になった。今後は、圃場利用状況のグラフ表示などの複数の分析機能を実装する予定である。

ISEKI7020
2017/5/23 16:50:04
スプレイヤ
次の点までの距離 7.04 [m]
速度 5.07 [km/h]
方位角 236.1 [°]
.....
作業単位番号 7094
開始時刻 2017-05-23 16:47:39
終了時刻 2017-05-23 17:03:54
合計時間 00:16:20
作業圃場 木086
作業圃場作物 ビート
作業総距離 1130.99 [m]
作業平均速度 4.15 [km/h]

図2 選択された点の情報
(図1のマウスポインタによる選択)

(連絡先: zen-keiki@hro.or.jp、011-747-2946)

地まきホタテガイ漁業を支える海底可視化技術

効率的で頑健な地まきホタテガイ漁業を支える海底可視化技術開発（平成28～30年度）

情報システム部 ○飯島俊匡、本間稔規、大村 功

製品技術部 橋場参生

道総研網走水産試験場、熊本大学、新潟大学、恵比寿システム(株)

1 はじめに

日本一の生産量を誇るオホーツク海域の地まきホタテガイ漁業では、稚貝放流から漁獲まで4年かかることから漁場を4つの区画に分け、放流を1年ずつずらす計画生産を行っている。これまでは漁場面積や放流数を増やすことで生産量を拡大してきたが、生産量が限界に近づき、歩留まりや品質を高める貝作りが必要となっている。それには貝の生育状況や資源量の把握が重要であるが、これまでの調査方法は手間と時間がかかる上、調査点数が少なく推定精度に課題があった。そこで低コストに広範囲を撮影可能な海底画像撮影装置を開発し、画像からホタテガイの生息数等を自動計測する海底可視化技術を開発し、新たな調査手法として実証試験を進めてきた。

2 海底画像撮影装置

試験操業や水中カメラで写真から貝を計測するこれまでの調査方法に代わり、ビデオカメラを搭載したソリを水深20～80mの海底に沈め、漁船が牽引して海底動画を撮影する海底画像撮影装置（図1）を開発した。その結果、低コストで広範囲の調査が可能となり、調査点数も大幅に増えたことで資源量の推定精度が向上した。

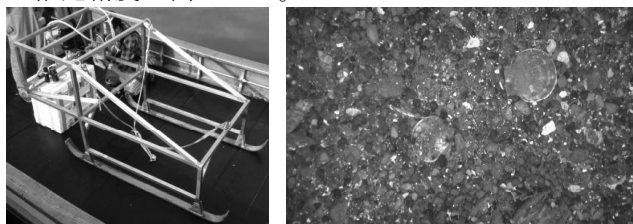


図1 海底画像撮影装置 図2 得られた海底画像

3 ホタテガイ自動検出技術

開発した海底画像撮影装置により大量の海底画像（図2）が入手可能となり、資源量の推定精度は向上したが、扱うデータ量が増えたことで解析に人手と時間が必要となった。そこで、海底画像からホタテガイを自動検出する手法を開発した。具体的にはホタテガイの形態的特徴である楕円状の外形と外套膜の白色を利用して、画像中の輝度値が高い点が楕円状に分布している点群をホタテガイの殻縁候補とし、その点群が一定の大きさの円弧を描く場合にホタテガイとして検出するアルゴリズムを開発し、ソ

フトウェアとして実装した（図3）。また、漁場の海底は一律では無く様々な底質の海底が存在するため、画像中の輝度値が高い点をどのように選択するかのパラメータは底質に依存する。そこで、ホタテガイを検出する海底の底質を判別する手法として、機械学習を用いた底質の自動判別手法を開発した（図4）。



図3 ホタテガイの検出例

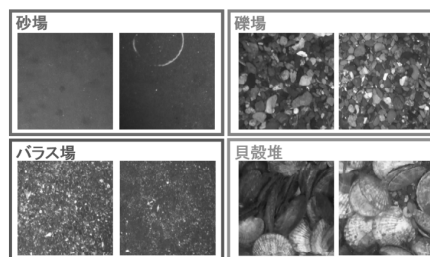


図4 機械学習で判別する底質種類

4 ホタテガイ漁場可視化システム

ホタテガイ生産現場で資源量を把握し、適切な操業計画を立てるために利用可能なホタテガイ漁場可視化システム（図5）の開発を進めている。



図5 ホタテガイ漁場可視化システムの操作画面

5 おわりに

開発した海底画像撮影装置による海底可視化技術は、調査コストの低減や資源量推定精度の向上、漁場の「見える化」を実現するものであり、ホタテガイ以外の水産生物への応用も可能である。

（連絡先：ijjima-toshimasa@hro.or.jp、011-747-2956）

OCTの産業応用に向けた断層情報解析技術

OCTの産業応用に向けた断層情報解析技術に関する研究（平成29～30年度）

情報システム部 ○岡崎伸哉、飯島俊匡、本間稔規、大村 功

1 はじめに

非破壊・非接触で計測対象物内部の断層画像を取得可能な技術として、光コヒーレンストモグラフィ（Optical Coherence Tomography、以下 OCT）がある。OCT では計測対象物に光を照射し、内部で反射した光の干渉現象を利用することにより断層情報を取得する。長所として高空間分解能（数十 μm ）、短所として計測深度が数 mm と狭い、という点が挙げられる。本技術は網膜の断層撮影など、主に医療診断技術として実用化が進んでいるが、その他の分野への適用事例は少ない。本研究では、産業応用を目的として医療分野以外への適用可能性について検証を進めている。

2 OCTシステムの構築

OCT は光源や検出器の違いにより、いくつかの手法に分類される。本研究では、光軸方向に機械的な走査の必要がないスペクトラルドメイン OCT（以下、SD-OCT）を構築した（図1）。

光源には低コヒーレンス光源である SLD、受光部にはマルチチャンネル分光器を用いている。光源からの光をファイバケーブルにより2分割し、それぞれリファレンスミラーとサンプルに照射する。サンプル側では2軸のガルバノミラーを用い、サンプル平面に平行な面に対して走査を行う。それぞれ反射した光はファイバケーブルで再び1つとなるが、リファレンスミラーの位置を適切に設置することで干渉が生じ、その干渉光を分光器で計測する。得られた干渉信号を解析することにより、測定対象物の断層情報を取得することができる。SD-OCT では光軸方向

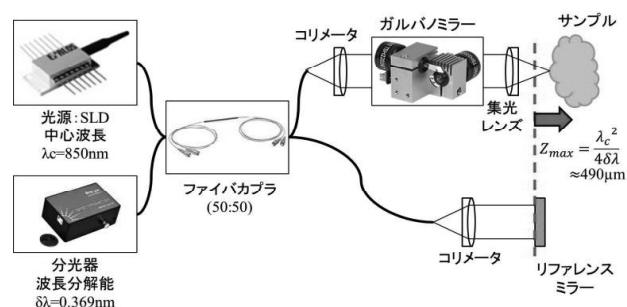


図1 SD-OCTの光学系

に対してリファレンスミラーの位置を基準に一定距離（今回構築した光学系では約 $490\mu\text{m}$ ）をワンショットで計測することができる。

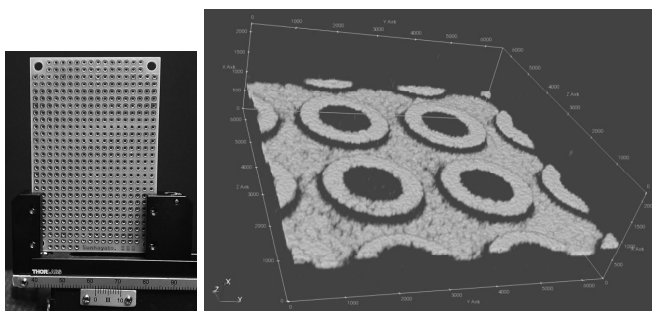


図2 計測の一例・ユニバーサル基板

3 工業製品の計測事例

計測事例として、ユニバーサル基板を計測した結果を図2に示す。計測範囲は約 6.5mm （横） \times 6.5mm （縦） \times $440\mu\text{m}$ （高さ）である。図2では高さ方向の違いを強調するため、高さ方向のみ5倍の倍率で表示している。ユニバーサル基板の穴にははんだ付けするためのランド（銅はく）が付いており、基板よりもランド部分が高くなっているのが確認できる。数値としては約 $35\mu\text{m}$ の差となった。

今回の計測対象物のように光が透過しない対象物に対しては OCT では断層情報は取得できないが、3次元の表面形状をマイクロオーダーで計測可能であることが確認でき、工業製品の微細な欠陥検査などへの適用可能性を見出した。

4 おわりに

OCT の産業応用を目的として SD-OCT システムを構築し、3次元形状を取得できることを確認した。今回計測した対象物は不透明物体であったが、プラスチックなどの光を透過する対象物であれば断層情報を取得可能であり、ピンホール検査や包装後の検査などへ応用できる可能性がある。

今後は様々な対象物を測定し、OCT を用いた製品検査などへの適用可否について検証を進めていく。

（連絡先：okazaki-shinya@hro.or.jp、011-747-2947）

寒地型伸縮式車輻侵入阻止柵の開発

寒地型伸縮式車輻侵入阻止柵の開発（平成29～30年度）

情報システム部 ○今岡広一、多田達実

1 はじめに

自動車を使った無差別テロや暴走事故の増加が問題となっており、車輻侵入防止装置の必要性が高まっている。現行の車輻侵入防止装置は基礎の埋設など大がかりな工事を必要とするため導入費用が高く常設施設向けであり、短期間のイベントなど特設会場への設置には適していない。一方、単管で組んだ柵など可搬式のものでは高速で侵入する車輻を阻止するための十分な能力がない。また、寒冷地では舗装路が凍結状態や圧雪状態になることも多く、これらの状況下でも十分な車輻の侵入を阻止する能力を持った装置の開発は喫緊の課題となっている。

本研究では(株)白石ゴム製作所、(株)金星らと共同で、工事不要かつ搬送・設置が容易であり、寒冷地でも十分な車輻侵入阻止能力を有する柵の開発を行った。工業試験場では、主にCAEによるシミュレーション解析や衝突実験における高速度カメラ計測による車輻侵入阻止柵の性能解析を行った。

2 シミュレーションによる検討と実証実験

開発した試作1号機を図1に示す。試作1号機は伸縮式の柵になっており、自動車との衝突で柵が転倒し、自動車が乗り上げた際にフレームが車軸に絡みつき、柵上部のブレードがタイヤをバーストさせる。

柵の衝突後の転倒性評価のために3次元CAD Solid Works 2017を用いて自動車と柵の衝突シミュレーションを行った。本

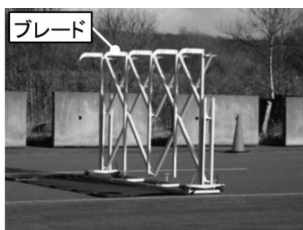


図1 試作1号機

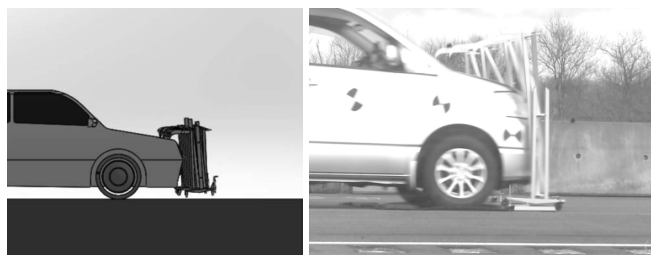


図2 衝突シミュレーションと実験の比較
(左：シミュレーション、右：実験)



図3 試作2号機の低速衝突実験の様子
(左：試作2号機外観、右：実験結果)

シミュレーションプログラムは変形・破壊に対応していないため、柵の衝突後の転倒性評価に用いた。

また、自動運転車輻を用いて試作機の衝突試験を行い、シミュレーションとの差異を比較した。自動運転車輻を時速60kmで柵に衝突させ、その様子を毎秒250フレームの高速度ビデオで撮影した。衝突前後の柵の挙動はシミュレーションの結果と概ね一致したことから、今後の開発においてシミュレーションを活用する見通しを得た。

3 試作2号機による圧雪路面での低速衝突実験

上記の試作1号機のシミュレーションと実験から得られた考察に基づき、試作2号機を製作し、圧雪路面での低速衝突実験を行った。試作2号機の外観を図3左図に示す。寒冷地では四輪駆動の自動車が多いことから、後輪だけではなく前輪の駆動も抑制する必要がある。そのため、2号機では前輪が踏んだフラップが立ち上がることによって後輪を浮かせるとともに、柵についている突起がタイヤハウスと衝突することで、前輪の駆動を阻害する仕組みとなっている。

この2号機を圧雪路面上に設置し、時速30kmでの低速衝突試験を行った。その結果、図3右図のように設計どおりに機能することを確認した。

4 おわりに

本研究では、移動が可能で設置性を考慮した車輻侵入防止柵の開発を行った。CAEシミュレーションと自動走行衝突実験を実施し、性能の検討を行った。

今後は、高速での衝突や舗装路上での実験などを通して更なる改良を行い、実用化を目指す。

(連絡先：imaoka-kouichi@hro.or.jp、011-747-2959)

防災製品認定木製ブラインドの開発

短期実用化研究開発（平成28～29年度）

材料技術部 ○山岸 暢
空知単板工業(株)

1 はじめに

木製ブラインドは、プラスチック製や金属製とは異なる高級感や落ち着いた質感があるため、今後の需要の増加が期待される製品である。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、この対策として(公財)日本防災協会では「木製等ブラインド」の防災製品の認定を行っており、防災防火対象物等の建築物では、火災による甚大な被害の防止の目的で、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った。

防災製品化するには、スラット（羽根）の防災薬剤含浸処理が必要であるが、その際に変形し形状を維持するのが困難なため、単板のみからなる防災化されたスラットは、未だに国内では実用化されていない。そこで、厚みが薄く軽量の単板スラットを用いたブラインドの防災製品認定取得を目的とし、スラットの変形が発生しにくい樹種の選定および防災薬剤の含浸方法の検討を行った。

2 防災化の検討

リン酸塩系防災薬剤の水溶液（固形分約20%）の厚み2.7mmの単板スラットへの含浸前後および乾燥後の変形状況を検討した結果、国産材では変形が大きくスラット形状を維持出来ないことが明らかになった。様々な樹種を検討した結果、北米や欧州産のマツ科の常緑針葉樹の巨木由来の単板であれば、スラット変形の許容範囲内で9割以上の歩留まりが確保できることが明らかになった。

スラットへの薬剤含浸試験として、木材に通常行われる減圧加圧法による薬剤含浸を試みた。厚み2.7mm、幅32mm、長さ1,850mmのスラットを防災薬剤水溶液に浸漬し、減圧：0.08MPa、30分、加圧：1.2MPa、1時間の条件で減圧加圧注入を行った結果、薬剤がスラット中に約30%程度でほぼ均一に含浸された。

木製ブラインドの防災製品の認定基準は、メッセルバーナーで2分間加熱し、残炎時間5秒以下、残じん時間20秒以下、炭化面積40cm²以下、炭化長20cm以下であり、常温乾燥後のスラットはこの基準を満たしているが、乾燥後にスラット表面に防災薬

剤が白く析出したため30%の含浸率では過剰と判断し、常温常圧での浸漬による薬剤含浸を試みた。

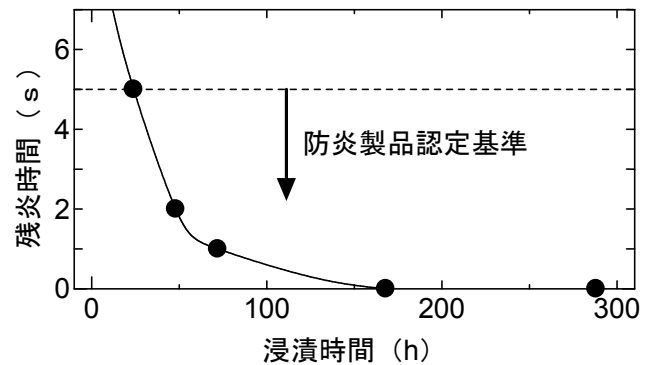


図1 浸漬時間と燃焼性

図1にスラットを防災薬剤水溶液に浸漬し、防災製品認定試験方法に準拠した状態調整後の、浸漬時間と残炎時間の関係を示した。24時間程度の浸漬で残炎時間が5秒以下となり、さらに他の防災基準も満たせることが明らかになった。スラット中への薬剤含浸率は、約20%程度で均一に含浸していた。本処方で試作したブラインドは、(公財)日本防災協会より防災製品の認定を受けた。

3 おわりに

図2は、長さ1,850mmのスラット80枚から構成されたブラインドである。スラットの曲がりや捻れが全く生じない良好な外観のブラインドが得られた。

開発した木製ブラインドは、今後ブラインドメーカーと共同で商品化を進めて行く予定である。

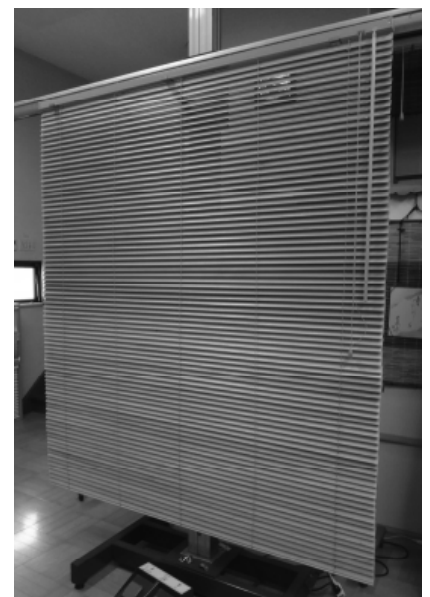


図2 ブラインド外観

(連絡先：yamagishi-tohru@hro.or.jp、011-747-2931)

空気浄化性能に優れた光触媒フィルターの開発

短期実用化研究開発（平成29年度）

材料技術部 ○森 武士、執行達弘、斎藤隆之、野村隆文、山岸 暢
株式会社ホクエイ

1 はじめに

塗装業界、化成品、医療機関、半導体、製紙・印刷分野において、環境汚染ガスは、悪臭、化学物質、浮遊菌など様々な形態で排出されており、健康被害や大気汚染の原因となっている。発表者らは、環境汚染ガスを分解し、無害化する光触媒フィルターを開発し、このフィルターが搭載された脱臭装置を製品化している。しかし、開発した光触媒フィルターには、機械的強度や触媒活性などの面で課題が存在した。本研究では、上記課題を解決できる部材（フィルター基材、触媒粉末）の探索を行い、これらを組み合わせることで新たな光触媒フィルターを開発した。

2 フィルター基材の強度比較評価

市販のフィルター基材4種類（フィルター基材A～D）を210×100×20 mmに切断し、万能材料試験機により3点曲げ強度を測定した（表1）。フィルター基材B、Dの3点曲げ強度はそれぞれ117 N、137 Nであり、従来品の値（107 N）を大きく上回っていた。また、鋼球をフィルター上に自由落下させる落球衝撃試験を行った結果、フィルター基材C、D、従来品には破損が見られなかった。以上の検討から、高い3点曲げ強度と耐衝撃性に優れたフィルター基材Dを基材に採用した。

表1 フィルター基材の強度比較評価

サンプル名	3点曲げ強度 [N]	落球衝撃試験
フィルター基材A	100	破損
フィルター基材B	117	破損
フィルター基材C	93	破損なし
フィルター基材D	137	破損なし
従来品	107	破損なし

3 触媒粉末の光触媒活性の評価

市販の触媒粉末4種類（触媒粉末1～3）、従来品0.1 gをそれぞれシャーレに塗布し、試験片を作製した。密閉容器に試験片を設置し、40 ppmのトルエンを注入、紫外線を照射し、容器内のトルエン濃度と炭酸ガス濃度の経時変化から反応速度を算出した（図1）。トルエン分解速度はサンプルの種類に依らず80-90 ppm/h/gでほぼ変わらなかった。炭酸ガスの発

生速度は触媒粉末1が最も高く（594 ppm/h/g）、従来品（512 ppm/h/g）、触媒粉末2（325 ppm/h/g）、触媒粉末3（226 ppm/h/g）の順に小さくなっていった。以上の検討から、最も触媒活性の高い触媒粉末1を触媒材料に採用した。

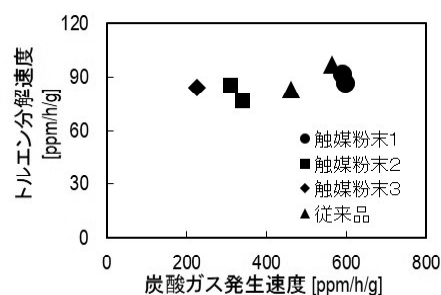


図1 触媒粉末の光触媒活性の評価

4 光触媒フィルターの空気浄化性能試験

フィルター基材D（50×50×20 mm）に触媒粉末1をコートして調製した光触媒フィルターの活性評価を行った。調製した光触媒フィルターは、40 ppmのトルエンを6 hで完全に除去できており（図2）、従来品と同等以上の空気浄化性能を示した。

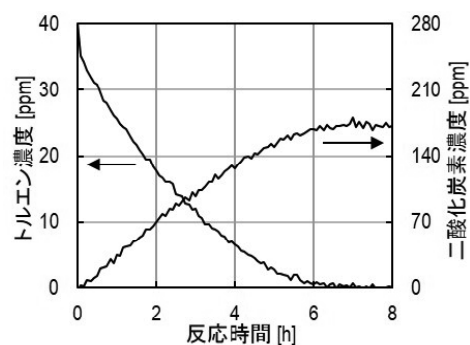


図2 光触媒フィルターの空気浄化性能試験

5 おわりに

各種フィルター基材の強度比較評価、触媒粉末の光触媒活性評価および光触媒フィルターの空気浄化性能試験を行い、従来品以上の強度と触媒活性を有する新規の光触媒セラミックフィルターを開発した。本材料は高い空気浄化性能を有していることから、塗装業界、化成品分野などへの応用が期待される。（連絡先：mori-takeshi@hro.or.jp、011-747-2362）

焼成工程を必要としない調湿セラミックスの開発

非焼成調湿タイルの高強度化に関する研究（平成29年度）

材料技術部 ○執行達弘、森 武士、野村隆文

1 はじめに

発表者らは、北海道で産出される稚内層珪質頁岩が国内外の天然無機資源の中でも優れた調湿機能をもつことを見出している（特許第2652593号）。近年では、稚内層珪質頁岩を二水石膏とシリカゾルに混合、成形することで焼成せずにタイル形状に硬化させる技術も見出している（特許第5070529号）。この技術は道内中小企業に技術移転され、調湿タイルの製造・販売に至っている（技術移転フォーラム2016など）。一方、その3点曲げ強度は、壁材として普及している石膏ボードよりも低いため割れやすく、不十分である。本研究では、添加材により現行の調湿機能を維持したまま高強度化を達成することを目的とした。種々のペレット状硬化体を作製し、物性を評価するとともに、添加材が硬化や調湿機能に及ぼす影響を検討した。

2 添加材が硬化に及ぼす影響

調湿原料に市販の稚内層珪質頁岩の粉末（WS）、硬化材に二水石膏（GY）とシリカゾル（SS；粒径10 nm、pH=10）、添加材に硫酸アルミニウム（AS）を用いた。所定の比率でWS、GY、ASを混合後、SSをWS+GY+ASに対して15～50 mass%さらに混合した。これらを一軸成形機により $0.9 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ で直径6 mm、長さ約10 mmのペレットに成形後、23～80℃で3～168 h乾燥して硬化体を作製した。

表1に、40℃で24 h乾燥して作製したペレット状硬化体の圧壊強度を示す。現行品と同様、WSにGYとSSを混合、成形した場合（無添加硬化体）、160 Nであった。これに対し、さらにASを添加した場合（AS添加硬化体）、230 Nにまで向上した。WSにASとSSを混合、成形した場合は108 Nに低下したことから、ASはGY、SSに対する添加材として機能していることがわかった。

XRDでは、無添加およびAS添加硬化体において反応生成相を確認することができなかった。SEMによる微細構造観察では、無添加硬化体で散見された「粒子の一部が溶解し、隣接する粒子との間を架橋するように析出した粒子」がAS添加硬化体でより広範に存在することが確認され、このため圧壊強度が向上したと推察した。

表1 ペレット状硬化体の圧壊強度（40℃-24 h）

WS	GY	AS	SS	圧壊強度/N
50	50		50	160
50	40	10	20	230
50		50	25	108

ASを添加した場合、乾燥条件も硬化に大きな影響を及ぼした。23℃では168 hでも127 Nしか得られなかったのに対し、60℃では6 hでも297 Nを得ることができた。

3 添加材が調湿機能に及ぼす影響

硬化体の水蒸気吸着等温線（25℃）を作成し、脱着枝の相対圧0.9と0.5における水蒸気吸着量の差を求めた（図1）。無添加およびAS添加硬化体では、それぞれ122、105 $\text{cm}^3(\text{STP})/\text{g}$ であり、ASを添加することで14%調湿機能が低下することがわかった。調湿原料のWSに加え、SSから析出しGYと未反応だったシリカ粒子の間隙も調湿機能を向上させる。ASにより、GY-AS-SSが広範に反応し、未反応分が減少したことで調湿機能が低下したと考えている。

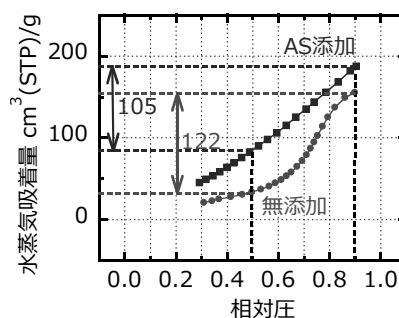


図1 硬化体の水蒸気吸着等温線（25℃）

4 おわりに

ASを添加することで、著しく硬化体強度を向上できたが、調湿機能が若干低下した。WSの配合比を増加すれば、硬化体強度は低下するが調湿機能を向上できる。コスト、作業性、歩留まりなどを考慮しながら技術移転先の企業と最適化を図り、タイル形状での試作にも速やかに着手する。

（連絡先：shigyo-tatsuhiko@hro.or.jp、011-747-2362）

熱処理用治具としての耐熱鋳鋼の適用性評価

短期実用化研究開発（平成29年度）

材料技術部 ○米田鈴枝、宮腰康樹
（公財）室蘭テクノセンター、大岡技研㈱

1 はじめに

自動車用部品の熱処理工程で使用される熱処理用治具は、高温下で繰り返し使用されるため、高温腐食により劣化・損耗する。従来の SUS304 製の治具では、腐食が激しく交換頻度が高いため、治具の長寿命化が望まれている。本研究では、より耐食性に優れると予想される三種類の耐熱鋳鋼を新たな治具材料として提案し、実機腐食試験を行い熱処理用治具としての適用性を評価した。

2 実験方法

実機腐食試験には、表1で示すフェライト系の SCH2、オーステナイト系の SCH13 および SCH22 の三種類の耐熱鋳鋼を用いた。各鋳鋼の区別を容易にするため、図1に示すそれぞれ異なる形状の試験用治具を作製した。実機腐食試験は、実際の熱処理工程 (N₂+プロパン雰囲気 で 900°C、2.5 時間、その後 N₂+空気雰囲気 で 600°C、80 分) にて治具を 1 年間繰り返し使用することにより実施した。試験後の観察および分析は、X 線回折、走査型電子顕微鏡および電子プローブマイクロアナライザーを用いて行った。

表1 各鋳鋼の公称組成 (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
SCH2	<0.40	<2.00	<1.00	<0.040	<0.040	<1.00	25.00-28.00
SCH13	0.20-0.50	<2.00	<2.00	<0.040	<0.040	11.00-14.00	25.00-28.00
SCH22	0.35-0.45	<1.75	<1.50	<0.040	<0.040	19.00-22.00	23.00-27.00

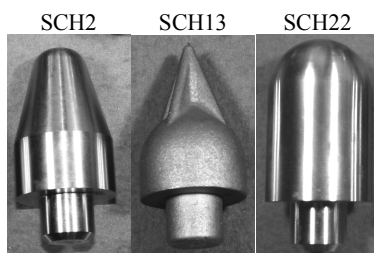


図1 試験前の治具外観

3 実験結果および考察

図2に一年間実機腐食試験後の治具外観を示す。SCH2 は全体が緑色、SCH13 および SCH22 は灰色の腐食生成物で覆われていた。SCH13 では、部分的に凹凸が認められ、腐食が進行していた。X 線回折および断面組織観察 (図3) から、SCH2 では外側に Cr

主体の酸化物、内側に Si 主体の酸化物が連続的に形成することがわかった。SCH13 および SCH22 では、SCH2 と同様に外層は Cr 主体の酸化物であったが、SCH2 とは異なり連続的な内層 Si 酸化物の形成は認められず、Si は合金内部で酸化されていた。一般に、鋳鋼中に形成した炭化物が選択的に酸化され内部酸化・腐食が生じることが知られている。SCH13 および SCH22 中には微細な炭化物が多く形成していたこと、また SCH2 と比較して母相中の元素の拡散速度が遅いことから、連続酸化皮膜形成せず内部酸化が生じたと考えられる。しかしながら、内部酸化が生じたにもかかわらず、SCH13 の腐食が激しい箇所を除くと、いずれの鋳鋼でも腐食は 1 年間で 20~30μm 程度しか進行していなかった。従って、新規材料の選定には、より長期の実機腐食試験が必要である。

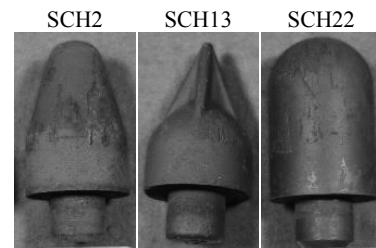


図2 一年間実機試験後の治具外観

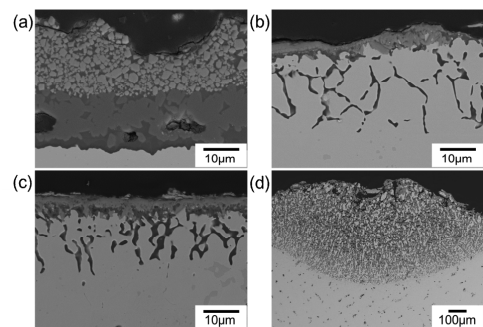


図3 一年間実機試験後の断面組織 (a) SCH2, (b) SCH13, (c) SCH22, (d) SCH13(腐食が激しい部分)

4 まとめ

耐熱鋳鋼の腐食試験を行い、熱処理用治具としての適用性を評価した。各鋳鋼の腐食形態を把握することができたが、新たな材料は、より長期の腐食試験結果から判断する必要があるため、実機腐食試験を継続して行う予定である。

(連絡先: yoneda-suzue@hro.or.jp、011-747-2979)

技術移転フォーラム2018 —工業試験場成果発表会—

プログラム・発表要旨

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 技術支援部 工業技術支援グループ

〒 060-0819 札幌市北区北19条西11丁目

TEL 011-747-2346 (直通ダイヤルイン)

FAX 011-726-4057 (代表)

工業試験場ホームページ <http://www.hro.or.jp/iri.html>

