

平成28年5月25日

報道機関各位

技術術移転フォーラム2016 「工業試験場成果発表会」の開催について

道総研工業試験場がこれまでに取り組んできた研究開発や技術支援の成果を広く皆様に公開し活用いただくため、次のとおり成果発表会を開催いたします。

当日は、20テーマの分野別発表や18テーマのポスターセッション発表をはじめ、多数の成果を紹介・展示いたします。

また、連携交流事業の一環としまして、道内4高専の技術紹介をパネル展示により行います。

(参考資料)

○開催案内リーフレット

○発表要旨抜粋版 <<分野別発表メイン発表課題について>>

・材料関連技術 (13:15~13:45)

「超高齢社会に役立つバイオマテリアルの開発と応用」

・情報通信・エレクトロニクス・メカトロニクス関連技術 (13:15~13:45)

「食品混入異物検査用分光イメージングセンサの開発」

・製品・生産関連技術 (15:10~15:40)

「高速播種を可能としたポテトプランタの開発」

・環境・エネルギー関連技術 (15:10~15:40)

「樹脂製柵状熱交換器の開発と水平式地中採熱への応用」

※当日受付にて、全発表の要旨(冊子)をお配りいたします。

◎日時

平成28年6月1日(水) 12:00~17:00

◎場所

ホテル札幌ガーデンパレス 2階
(札幌市中央区北1条西6丁目 TEL: 011-261-5311)

◎参加費 無料

◎プログラム

開会	13:00~	展示	12:00~17:00
分野別発表	13:15~16:40	相談コーナー	13:00~16:00
ポスターセッション	13:30~16:30		

◎報道(取材)に当たってのお願い

道内ものづくり関係企業をはじめとする多数の方にご参加いただけるよう、開催当日の取材のほか、事前の報道により広く呼びかけてくださいますようお願いいたします。

◎同時配付先

道政記者クラブ

詳しくはこちらへお問い合わせください。

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構(道総研)

産業技術研究本部ものづくり支援センター 研究主幹 内山智幸

TEL:011-747-2347(直通)

※平日8:45~17:30 土・日・祝日・年末年始はお休みです。

【ポスターセッション】 13:30~16:30

丹頂の間

コアタイム 13:30~14:45

部名	発表課題	発表要旨	発表者
環境エネルギー部	風力エネルギーのシミュレーション技術に関する研究	風力発電は、再生可能エネルギーの中では発電コストが安価という利点があり、さらに北海道は風況が良く、風力発電の適地であることから、風車の最適配置・予測発電量などを含めた精密な風況調査の要望及び小型風車の要望が多く寄せられている。そこで、本研究では、風況シミュレーションソフト「リアムコンパクト」を用いた風況調査とその検証を行ったので、報告する。 [共同研究機関] サンエス電気通信(株)	柏瀬 浩司
	微量元素分析法の迅速・簡便化及び解析手法の高度化	分析機器の発達により微量元素分析技術は目覚ましく向上しているが、得られる大量の分析データを有効に活用できていない。一方、工程管理など作業現場での微量元素の迅速分析技術はまだ不十分である。本研究では微量元素分析結果の高度解析手法による有効性の検討、および現場での迅速分析手法の開発を行ったので報告する。	若杉 郷臣
	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	エネルギー自給率を高めた分散型エネルギーシステムの構築、及び地域エネルギーの開発が期待されています。本研究は、ローカルエネルギーの開発、地消に向けて、自治体や地域の事業者と連携を図りながら、地域のエネルギーポテンシャルを最大限活用することを目的としており、その開発経過を紹介いたします。 [共同研究機関] 道総研北方建築総合研究所・林産試験場・林業試験場・中央農業試験場・釧路水産試験場 [協力機関] 富良野市、美幌市	上出 光志
	未利用資源等を用いた燃焼・熱回収技術の開発	当場では、農産残渣及び廃棄物等を用いた燃焼装置の開発、熱回収システムの開発についての技術支援を行っている。本発表では、①モミガラを燃料とした施設園芸ハウス用ボイラの開発、②廃発泡スチロールベレット燃焼ボイラの開発および③産業用エンジンを活用したバイオガス発電装置の開発について紹介する。 [共同研究機関] ①(株)ソラール、②(株)エルコム、③(株)北海道日立	北口 敏弘
製品技術部	ワイヤ供給によるレーザクラッキング手法の研究	金型補修などにレーザクラッキングを用いると、熱影響が減り品質や精度が向上する。供給材料がワイヤ状の場合粉末では困難な箇所にも適用できるが、ワイヤとレーザの配置で加工状態が変わるため品質の安定化が難しい。今回、ワイヤ供給方向が異なる横断面の形状や硬さ分布を測定し、供給方向と品質の関係を確認した。 [共同研究機関] 苫小牧工業高等専門学校	櫻庭 洋平
	品質評価技術普及への取組	道内企業の品質に関する技術力向上を図るため、当場では品質管理や品質工学など、品質評価に係わる技術研修会を実施している。今回(公財)JKAの人材育成補助事業を活用し、「信頼性工学の概論やFMEA/FTAなど演習を交えた研修会を開催したので、研修内容を報告する。	神生 直敏
	食関連産業のための顧客体験に基づくアイデア創出支援	食関連分野の事業者が魅力ある製品・サービスの開発に取り組めるように、顧客視点でアイデア創出を支援できる新しい手法の開発を行っている。これまでIT関連分野で進む顧客体験を活用した先進事例調査などを進めており、本発表では食関連分野に活用可能な顧客体験マップやゲーミング手法について紹介する。	万城目 聡
	経労化ツールへの開発に向けた農作業の負担分析	高齢化が進行する農業集落では人手不足が深刻化しつつあり、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するための取組が求められている。本発表では、人手作業の負担を軽減する経労化ツールの開発に向け、6種類の農作業を対象に負担特性分析を行ったので紹介する。	前田 大輔

コアタイム 15:15~16:30

部名	発表課題	発表要旨	発表者
情報システム部	輸出用ホタテ貝自動生剥き機の導入実証	就労者の高齢化などによる労働力不足の解決とホタテ養殖産業の維持・発展のための海外市場獲得に向けて実施した「輸出用ホタテ貝自動生剥き機の導入実証事業」において、導入装置の稼働状況を調査・分析して処理の確実性などの性能を検証した。 [共同研究機関] 湧別漁業協同組合、(株)ニッコー	多田 達実
	次世代型鮮度保持コンテナの開発	産地の青果物の鮮度を保持して輸出拡大を図るために、温度に加え、高湿度環境を保持する次世代型鮮度保持コンテナの開発が進められている。本研究では、コンテナ開発に際して湿度の制御装置とクーラー部に対する耐振動性を評価した。その後、試作したコンテナに多種の青果を入れ、海上輸送試験を行った。 [共同研究機関] (株)前川製作所、(株)丸実村上工業	鈴木 慎一
	モバイルアプリによるポータブル生乳検査装置の開発	集乳作業時の目視検査を自動化するための分光分析技術および試作装置の開発を行ってきた。本発表では集乳車への搭載を目的として、これまでの試作装置をさらに小型化し、モバイルアプリで操作可能なポータブル生乳検査装置の開発を行ったので報告する。 [共同開発機関] (公財)とから財団十勝産業振興センター	岡崎 伸哉
	農地地図生成手法の開発と普通畑圃場図作成への適用	近年、作業管理や意思決定を支援する営農支援システムの利用により農業生産技術の高度化が期待されている。営農支援システムは電子化された農地地図を基盤とするが、その作成には煩雑でコストがかかる作業が必要である。本報告では、衛星写真及び航空写真から農地地図を生成する手法に関する知見を紹介する。	奥田 篤
材料技術部	独立成分分析を用いた信号分離・抽出技術の応用研究	複数の源信号が複雑に混合して得られた観測信号の中から、元の信号を分離・抽出する能力を備えた信号処理手法に「独立成分分析(ICA)」がある。本発表では、計測分野への応用を目的として、音や画像の信号処理に独立成分分析を適用した結果について報告する。	橋場 参生
	北海道におけるアスベスト対策への取組紹介	アスベスト(石綿)の危険性が明らかになりその使用は全面禁止されたが、アスベストが使用されている既存建築物は多数ある。その解体時には事前調査や飛散防止など十分な対策を講じる必要がある。本発表では、北海道におけるアスベスト対策への取組と、当場におけるアスベスト迅速判別のための取組について紹介する。 [協力機関] (株)環境科学開発研究所	飯島 俊臣
	プラスチックへの機能性フィラー分散技術に関する研究	プラスチックへ機能性フィラーを充填する方法の一つとして機能性フィラーを充填する手段があるが、実用強度と機械的強度の両方が困難等の理由で事業化を断念することが少なくない。そこで、機能性フィラー(蛍光希土類錯体、グラフェン、セルロースナノファイバー)の均一分散に取り組み、複合材料の利用可能性について明らかにした。 [共同研究機関] 北海道大学創成研究機構	瀬野修一郎
	臭気吸着分解処理技術の開発	医療・高齢者施設の臭気改善に関するニーズは高く、低コストで臭気低減効果のある臭気対策技術が求められている。本発表では、排遺物由来のアンモニアや硫化水素に有効な吸着材の選定、吸着材コート基材の作製と吸着評価、光触媒を用いた小型臭気分解装置の試作と臭気ガス(アルデヒド類)分解特性について報告する。	野村 隆文
材料技術部	放電プラズマ焼結法による透光性セラミックスの作製	金属複酸化物の微細な粉末を低コストで作製できる腐食成法により、スピネル型酸化物(MgAl ₂ O ₄)の粉末を作製し、それを放電プラズマ焼結法(SPS法)により焼結し、透光性を有する焼結体を得た。このことから、腐食成法およびSPS法から成るプロセスが、透光性セラミックスの作製方法として有用であることが示された。	中嶋 快雄
	スパッタリングを用いた有機皮膜の新規成膜技術の開発	スパッタリング成膜法は、光ディスクの金属反射膜形成や光学レンズのセラミックスコーティングなどに広く生産工程で利用されているが、有機皮膜は未だ実用化されていない。そこで金属の保護層となる有機皮膜を、従来の塗装ではなく有害物質を排出しないスパッタリング法で成膜する技術開発に取り組んだ。	齋藤 隆之

技術移転フォーラム2016 工業試験場成果発表会

道総研工業試験場が取り組んでいる研究開発や技術支援の成果を広く皆様に公開し、ご活用いただくため次のおり成果発表会を開催いたします。多くの皆さまにご来場いただきたくご案内申し上げます。

■日時 平成28年6月1日(水) 12:00~17:00

■会場 ホテル札幌ガーデンパレス 2階

札幌市中央区北1条西6丁目 TEL:011-261-5311

※ 駐車場はご用意しておりませんので、公共交通機関をご利用願います。



プログラム

オープニング・発表

- 13:00 開会挨拶 (白鳥)
- 13:15 分野別発表
材料関連技術 (孔雀)
情報通信・エレクトロニクス・
マクロニクス関連技術 (白鳥)
- 14:45 休憩
- 15:10 分野別発表
製品・生産関連技術 (孔雀)
環境・エネルギー関連技術 (白鳥)
- 16:40 閉会

展示・相談

- 12:00~17:00 展示 (丹頂)
- 13:30~16:30 ポスターセッション (丹頂)
- 13:00~16:00 相談 (2階ロビー特設コーナー)

参加費無料
当日は名刺を2枚お持ちください

17:30~19:00 交流会 (会費:4,000円) (孔雀)
ご来場いただいた皆様方と当場研究職員との意見・情報交換の場として、発表会終了後に交流会(立食パーティ形式)を開催いたします。お気軽にご参加ください。なお、交流会に参加される方の会費は当日受付で申し受けますが、お申込締切日以降はキャンセルできませんので、ご注意ください。

■お申込方法

- ・FAXによるお申し込みは、別紙「参加申込書」にご記入の上、次のFAX番号に送信してください。
 - ・電子メールによるお申込みは、企業・団体名、職・氏名、住所、電話番号、参加を希望される発表分野及び交流会参加申込の有無を明記の上、次のアドレスに送信してください。
- なお、参加申込用紙はホームページからもダウンロードできます。

■お問い合わせ・お申込み先

北海道立総合研究機構 ものづくり支援センター
工業技術支援グループ
Tel.011-747-2354 Fax.011-726-4057
電子メール iri-shien@ml.hro.or.jp
ホームページ http://www.hro.or.jp/iri.html

**お申込締切日
5月25日(水)**

【分野別発表】 13:15~16:40
材料関連技術 13:15~14:45

区分	時間	発表課題	発表要旨	発表者
メイン	13:15~	超高齢社会に役立つバイオマテリアルの開発と応用	超高齢社会では、生活の質を脅かす骨折、歯周病、感染症等に対する効果的治療法と予防対策が懸念されている。国民の健康寿命を延伸する医療には、バイオマテリアルの開発が重要である。市販医薬品や道産牛骨・蚌コーゲン資源等を活用した生体模倣複合材料、抗生物質の徐放材料、洗浄・殺菌技術を開発した事例を紹介する。 [共同研究機関] 北海道医療大学歯学部、北海道大学大学院薬学研究院、北海道大学大学院医学研究科 [共同開発機関] HOYA Technosurgical(株)、(株)レッドステクノロジー、(株)テクノサヤマ	赤澤 敏之
1	13:45~	焼成工程を必要としない調湿セラミックスの開発	調湿タイルの製造時に、焼成せずに原料(稚内層珪質頁岩)を硬化させる技術を開発している。本発表では、硬化材(二水石膏とシリカゾル)による硬化メカニズムの検討、原料の配合比・粒度分布などの製造条件が諸特性に与える影響、プレス成形により作製した硬化体の調湿機能について紹介する。	執行 達弘
2	14:00~	熱溶融型3Dプリンタ造形物の特性評価	プラスチック成形体を製作する方法として、近年、金型を使うことなく迅速に造形することが可能な3Dプリンタが普及してきており、製品や部品のデザイン開発、形状確認等に活用されている。本発表では、いくつかの熱溶融型3Dプリンタで造形した成形体の機械的特性等について評価を行った結果を紹介する。 [協力機関] (株)WIII-E、(株)東穂	吉田 昌充
3	14:15~	難溶接材料である鋳鉄の溶接技術に関する研究	鋳鉄は、鋼に比べ炭素量が多く、溶接後の急冷により炭化鉄(セメンタイト)を主体としたテル組織(急冷凝固組織)やマルテンサイトを主体とした焼入組織が生じやすい。これら組織は硬くて脆いため、溶接後の割れ発生要因の一つとなっている。本報告では、これら硬質組織の低減を目的に、溶接時の予熱効果を検証した。	宮腰 康樹
4	14:30~	プラズマ等による新しい除菌・洗浄技術	新しい除菌・洗浄技術として従来の薬剤とは異なるプラズマと電解水を用いた技術が注目されている。しかしながらその効果やプラズマの条件に関しては未知な部分が多い。そこでプラズマと電解水の適用条件と効果の把握を行うとともに、電解水については金属部品に及ぼす腐食の影響を調査した。	坂村 喬史

情報通信・エレクトロニクス・メカトロニクス関連技術 13:15~14:45

区分	時間	発表課題	発表要旨	発表者
メイン	13:15~	食品混入異物検査用分光イメージングセンサの開発	当場ではこれまで、食品に付着する人毛などの異物を検出するための分光イメージングシステムの開発を進めているが、従来のシステムは食品工場のコンベア搬送ラインに導入するには検査速度が遅いことが課題であった。本研究では複数のイメージセンサと光学フィルタを用いた高速度分光イメージングセンサの開発を行った。 [共同研究機関] (株)安西製作所北海道支店	本間 稔規
1	13:45~	テラヘルツ波を用いた脂肪計測に関する研究	魚油に含まれる不飽和脂肪酸は、酸素・水分等により短時間で品質が劣化する。本研究では、テラヘルツ波帯FT-IRを使用し、魚油の品質劣化に伴う脂肪酸の分子構造変化を、劣化の初期段階で捉える手法を開発したので紹介する。	宮崎 俊之
2	14:00~	電磁波を用いた凍結検知技術に関する研究	路面状態を目標で判断することが困難なブラックアイスバーンによるスリップ事故が問題となっている。そこで、本研究では路面凍結を瞬時に検知する技術開発を目的として、電磁波の反射強度の違いから凍結状態を検知する技術開発に取り組み、周波数やアンテナ配置などによる検知性能の違いを明らかにした。	新井 浩成
3	14:15~	移動型作業機械向け進入接近検知センサの研究開発	農作業機などの移動型作業機械では、進行方向以外を見ながらの操作や死角により、衝突や巻き込みなどの危険がある。そこで、カメラで撮影した画像からリアルタイムで動き情報を求め、進行方向への人の進入や接近、危険な領域への進入等の動きを捉えて警告を出力する進入接近検知センサを開発した。	三田村 智行
4	14:30~	漁業有害生物駆除装置の開発支援	道内には、水産機械を専門に開発している企業は少なく、鉄工所や農機メーカーが、地域の要求に応える形で装置開発を行うケースが多い。今回は、水産業の生産性を阻害するクラゲや雑海藻などの有害生物を駆除する装置開発に取り組んだ企業への技術支援事例を基に、水産機械開発の課題等について報告する。 [共同開発機関] (株)篠田興業、北海工機(株)、(公財)釧路根室圏産業技術振興センター、他	鈴木 慎一

	材料技術部	情報システム部
展示品・パネル一覧	<ul style="list-style-type: none"> ★機能性フィルム充てんプラスチック ★熱溶融型3Dプリンタ造形物の特性評価 ★北海道の天然無機資源を利用した研究開発事例 ★多機能型細胞培養装置の開発と応用 ★電池滓を用いたアルミニウム合金用フラックス ★X線CT活用事例の紹介 ★安価な金属皮膜によるミリ波透過性エンブレム ★中比重タングスタンの開発 ★透光性セラミックス 	<ul style="list-style-type: none"> ★除草ロボット ★移動型作業機械向け進入接近検知センサの研究開発 ★マルチローター型UAVの利活用技術に関する調査研究 ★電磁波を用いた凍結検知技術に関する研究 ★北斗市「さじひき高原」メロディーロード ★ゆらぎLED照明器具 ★かけると光る安全コーンパー ★牛乳検査装置の低コスト化技術の開発 ★直流による再生可能エネルギーの有効利用 ★砕氷船積排装置の開発
丹頂の間	連携交流コーナー ★ 道内4高専の技術紹介(函館、旭川、苫小牧、釧路)	

製品・生産関連技術 15:10~16:40

区分	時間	発表課題	発表要旨	発表者
メイン	15:10~	高速播種を可能としたポテトプランタの開発	農業の深刻な担い手不足が進むなか、北海道を代表する畑作物であり、輪作維持に欠かせない馬鈴薯栽培においては、いも植え作業を高速化した栽培面積の維持・拡大を図る必要がある。そこで、現状の作業速度の約2倍にあたる時速7kmでの高速播種が可能ないも植え作業機(ポテトプランタ)を開発したので報告する。 [共同研究機関] 道総研中央農業試験場・十勝農業試験場・十勝農機(株)	中西 洋介
1	15:40~	3D積層造形による鋳造型製作とその特性評価	現在、3D造形鋳造型製作装置の開発が国家プロジェクトとして進められており、当場はこのプロジェクトの中で、鋳造型特性の評価技術開発を担当している。本発表では、バインダージェティング方式による3D鋳造型装置開発の概要と、それにより製作された鋳造型の特性評価法開発の取り組みを紹介する。	戸羽 篤也
2	15:55~	鋳鉄の延性を活用した自動車用鋳造部品の開発	自動車メーカーが求める部品の小型・軽量化、低コスト、短納期化への要望に対応するため、鋳鉄の延性を活用した塑性加工による複合化技術を研究し、従来に比べて部品点数、加工工程数が少なく、かつ軽量化を実現する自動車用部品の製造技術を開発した。 [共同研究機関] 佐藤鋳工(株)、室蘭工業大学	鶴谷 知洋
3	16:10~	針葉樹材活用プロジェクトへのデザイン支援	釧路市の地場産材普及啓発活動「くしろ木づなプロジェクト」では、釧路産カラマツ等を活用した新製品開発を、いかに地域企業による持続的事業化へとつなげていこうかが課題となっていた。そこで、民間デザイン業の協力も得て、新しいコンセプトの製品プロトタイプ開発や、地域企業の参画を促進するブログ開発などを行った。 [共同開発機関] (公財)釧路根室圏産業技術振興センター	日高 青志
4	16:25~	人間計測応用製品の試作支援ツールの開発	近年、センサやワイヤレス通信技術の進化にともない、人間計測製品の商品化が活発化している。そこで、低コストで効果的・効率的な試作開発を進めるため、市販ハードウェアを活用した生体計測用ソフトウェアを開発し、これを用いてワイヤレス生体センサ製品開発の技術支援を行った。 [共同開発機関] 原田電子工業(株)、医療法人社団我友会えにわ病院、(株)札幌立体データサービス、(株)竹山、(有)パレントワークス	中島 康博

環境・エネルギー関連技術 15:10~16:40

区分	時間	発表課題	発表要旨	発表者
メイン	15:10~	樹脂製槽状熱交換器の開発と水平式中探熱への応用	地中熱は再生可能エネルギーの一つとして寒冷地での利用が期待されているが、ボーリング等の高い施工費が障壁となり、十分な普及には至っていない。本研究では、新たに樹脂製槽状地中熱交換器を開発し、水平探熱方式の地中熱ヒートポンプ冷暖房システムに応用した。 [共同研究機関] (株)テスコ、道総研北方建築総合研究所・地質研究所	白土 博康
1	15:40~	回転貫入型浅層地中熱交換器の開発	地中熱ヒートポンプシステムは省エネルギー性に優れているが、高価なインシャルコストが普及の妨げとなっている。そこでインシャルコストの低減を目的として、地中埋設管の外側にらせん状のフィンを取付けた回転貫入型浅層地中熱交換器を提案し、熱応答試験と実証試験を行い、その探熱特性を評価した。 [共同研究機関] 北海バネ(株)	保科 秀夫
2	15:55~	温泉熱回収用樹脂製槽状熱交換器の開発	北海道は2000以上の源泉数を誇る温泉地であり、温泉熱の給湯・暖房への利用が期待されている。金属製プレート熱交換器は、付着する温泉成分を除去するための煩雑な分解洗浄と腐食の課題がある。本研究では、新たに温泉熱回収用の樹脂製槽状熱交換器を開発し、温泉施設の排湯を熱源とした給湯予熱システムに応用した。 [共同研究機関] (株)テスコ、道総研地質研究所・北方建築総合研究所	白土 博康
3	16:10~	ホタテガイ由来吸着剤による電子基板からの貴金属回収技術	廃電子基板に含まれる金などの貴金属は濃度が低いため、製錬所での回収には、貴金属を濃縮する必要がある。本研究では、北海道で排出されているホタテガイ加工残渣から吸着剤を開発し、その吸着剤を用いた廃電子基板からの貴金属回収フロー(仮焼、酸浸出、吸着及び焙焼工程)を構築した。 [協力機関] (株)マテック	富田 恵一
4	16:25~	膜分離技術に利用に関する研究開発	排水処理や機能性食品開発の分野では、高品質化や高機能化を図る上で「膜分離」が利用されており、膜分離技術は重要な要素技術のひとつである。本研究では、膜分離に関する基礎的検討を行うとともに、無機膜(セラミック)の有効性について検討したので報告する。	鎌田 樹志

	製品技術部	環境エネルギー部
展示品・パネル一覧	<ul style="list-style-type: none"> ★高度通信制御技術を活用した次世代型ポテトプランタの開発 ★鋳鉄の延性を活用した自動車用鋳造部品の複合化技術 ★品質力向上業務者研修 ★鋳造用金型製造におけるレーザ技術の適用検討 ★釣り用おもりのリバーシエンジンリングの適用 ★3D内冷水管の表面処理による耐腐食性付与に関する研究 ★自然対流型補助ヒーター ★マターティ用マウスガードの市場導入に向けた調査 ★針葉樹材活用プロジェクトへのデザイン支援 ★人間計測応用製品の試作支援ツールの開発 ★薄型徘徊感知マウントセンサの性能評価 ★浴槽内シートセンサの信号処理技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ★ホタテガイ中腸膜を用いた廃電子基板からの貴金属回収技術の開発 ★微量元素分析法の迅速・簡便化及び解析手法の高度化 ★低コスト地中探熱システム及び温泉排湯等の熱回収システムの開発 ★地中熱ヒートポンプに使用できる高効率熱交換器の開発 ★生ゴミ堆肥化施設の発酵促進技術の開発 ★風力エネルギーのシミュレーション技術に関する研究 ★地場・産業特性に応じたエネルギーの開発 ★未利用資源を用いた燃焼熱回収技術の開発 ★水蓄熱式牛乳熟熱利用ヒートポンプ給湯システム
丹頂の間		

参加申込書

FAX 011-726-4057

申込締切日 5月25日(水)

申込日： 月 日

ふりがな 企業・団体名	
住 所	〒 電話番号 () -

参 加 申 込							
所属・役職	ふりがな 氏 名	分 野 別 発 表				ポスター セッション	交流会 参加申込 (会費 4,000 円 を当日会場にて 申し受けます)
		材 料 関 連	情 報 関 連	製 品 生 産	環 境 I 社 会		
							有 ・ 無
							有 ・ 無
							有 ・ 無
							有 ・ 無

※ 参加希望欄に○印をつけてください(複数参加可)

※ 有・無のどちらかに
○印をつけてください

◆技術に関する相談事項がございましたら、当日総合受付へお申し出ください。
(なお、担当研究員が発表等のためご希望に添えない場合がありますのでご了承ください。)

超高齢社会に役立つバイオマテリアルの開発と応用

骨微小損傷部の再生に関するシグナル伝達機構の解明（平成25～27年度）

環境エネルギー部 ○赤澤敏之、材料技術部 稲野浩行、ものづくり支援センター 金野克美
北海道医療大学、北海道大学大学院薬学研究院、北海道大学大学院医学研究科
HOYA Technosurgical(株)、(株)レドックステクノロジー、(株)テクノスヤシマ

1 はじめに

超高齢社会における整形外科や口腔外科医療では、高齢者や患者の生活の質（QOL）を脅かす骨折、難治性骨疾患、歯周病、感染症等に対する効果的治療法と予防対策の確立が急務である。骨や歯の硬組織は人体を保護し、運動や咬合咀嚼を円滑に行う機能を担っている。QOLを維持し健康寿命を延伸する医療には、バイオマテリアルの開発と普及が注目される。水酸アパタイト（HAp）や β -リン酸3カルシウム（ β -TCP）は、組織適合性、骨結合性や骨置換性に優れているため、硬組織代替材料へ臨床応用されてきた。しかし、高温焼成 HAp は非吸収性であり、 β -TCP は体内に長期間残存し吸収速度が遅い。早期の崩壊・溶解吸収性と骨のリモデリングには、組織体液の浸透、細胞性吸収の促進が重要である。骨の再生医療では、吸収性の生体材料、抗生物質の吸着徐放性材料、歯根膜を介在する複合材料、細菌や付着凝集物の洗浄殺菌技術の開発等が切望されている。

本報では、異分野横断的学問融合で発展したバイオマテリアルの科学を基本に、市販医薬品や道産牛骨・鮭コラーゲン資源を活用し、超音波処理により改質、融合させ、超高齢社会のアウトカムに繋がる材料を開発、医用分野へ応用した事例を紹介する。

2 バイオミメティクス（生体模倣）材料への改質

2.1 医療材料の利用と超音波処理

市販 HAp (HOYA Technosurgical 社製、気孔率 85%) や β -TCP (同社製、75%) 多孔体を切断加工し、硝酸水溶液に浸漬、部分溶解（攪拌、超音波）した。それにアンモニア水を添加し、298K、pH 6-11 で HAp や β -TCP ナノ結晶を析出、熟成、濾過洗浄、乾燥により部分的に溶解析出した（PDP）HAp や β -TCP を作製した。超音波溶解は、攪拌に比べ溶解効率が顕著に高く微小亀裂も多数観察された。120W、38kHz 超音波溶解、pH9-10 で 24h 熟成した PDP-HAp では、HAp 結晶粒に HAp ナノ結晶が析出し、マクロ・マイクロ細孔が認められた。図 1a),b) に β -TCP と超音波 PDP- β -TCP の走査形電子顕微鏡（SEM）による微細構造を、図 1c),d) にそれらをラット背部皮下組織内に埋入、3 週後に摘出、染色した組織標本を示す。

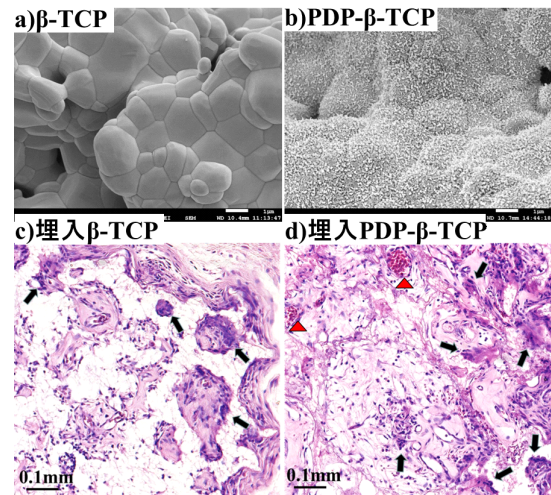


図1 超音波 PDP- β -TCP の微細構造と組織標本

β -TCP のマクロ細孔壁では 1-3 μ m の結晶粒とマイクロ細孔が、PDP- β -TCP では表層に均質複合化した HAp ナノ結晶、マイクロ細孔が観察される。微小 X 線回折より表層で低結晶性 HAp 相、深部で β -TCP 相が同定され、電子線微小部分分析よりカルシウムとリンのモル比(Ca/P 値)が表層から深部へ減少し、PDP- β -TCP は結晶性と粒子径の傾斜機能材料であることが判明した。摘出した PDP- β -TCP の標本には、血管の新生と体液の浸透が、材料表面に多数の巨細胞が観察され、優れた細胞の接着性と増殖性が示唆された。

2.2 超音波表面修飾による材料界面の設計

HAp (HOYA Technosurgical 社製、直径 20-50 μ m) 球状顆粒を輸液（大塚製薬社製、アミノ酸 (PF-A)、電解質と糖質 (PF-EC)、混合液 (PF-M)) 中で 120W、38kHz 超音波処理し、遠心分離、乾燥により PF-A/HAp、PF-EC/HAp、PF-M/HAp 顆粒を作製した。PF-M/HAp 顆粒では、表層に輸液由来の付着凝集物が観察され、細孔径分布により直径 3-5nm と 30-60nm の部分細孔容積が極大となり、窒素吸着の比表面積と全細孔容積は減少した。それらを抗生物質のセファゾリン (CEZ) を含む生理食塩水溶液へ添加し、310K で 72h 攪拌後、遠心分離、紫外可視光分析により CEZ 平衡濃度と吸着量を測定した。各種顆粒は HAp 相が保持され、CEZ 吸着等温線はラングミュラ型に適合した。輸液処理顆粒の CEZ 吸着量は未処理より高く、

輸液中超音波処理の有効性が確認された。徐放特性では、CEZ 吸着、室温・凍結乾燥顆粒（図 2 参照）を 309.5K、pH7.40 の疑似体液へ浸漬攪拌後、徐放率を測定した。徐放率は凍結乾燥が室温乾燥より高く、徐放率の序列は PF-EC/HAp>PF-M/HAp>PF-A/HAp であった。輸液組成と乾燥条件の選定により疑似体液と顆粒の界面特性を設計できることが分かった。

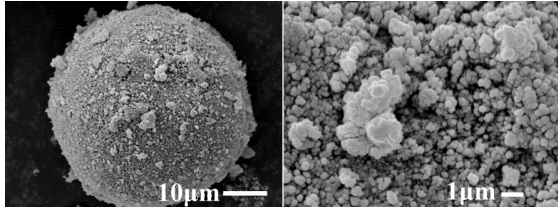


図 2 CEZ/PF-M/HAp 顆粒の微細構造

3 生体環境に調和し細胞と相互作用する材料

エレクトロスピンニング (ES) 法により各種基材に HAp とコラーゲン (C) の複合体 (HAp-C) を被覆した細胞培養基材を作製した。鮭由来 HAp-C や豚由来 C とヘキサフルオロイソプロパノール (HEIP) を所定比で混合後、噴霧電圧 20kV、送液速度 $16.67\mu\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ 、噴霧時間 4-30min の条件で ES 装置 (Fuence 社製) を用いて、チタン (Ti: HOYA Technosurgical 社製) や牛骨由来アパタイト (r-HAp) 基材上に HAp-C や C (新田ゼラチン社製) スラリーを噴霧、堆積させた。細胞培養では、ラットやヒト由来歯根膜 (PDL) 細胞を各種基材に播種後、310K、72h 静置培養した。

図 3 に、5% HAp-C スラリーを 30 min 噴霧した Ti 基材と 24h 培養細胞の SEM 像を示す。Ti 上で密集コラーゲン線維上に局所的に凝集した HAp 粒子がみられる。培養後では HAp-C/Ti は細胞数が多くサイズも大きく、細胞形態は Ti が平面状、HAp-C/Ti が多量の析出物に膨張接着した組織が観察された。

図 4 に、5%C の HFIP 溶液を 4min 噴霧した 2 種基材と 24h 培養細胞の SEM 像を示す。C/Ti と C/r-HAp 基材は密集した長い C 線維が観察される。PDL/C/Ti は基材全面に線維性の結合組織が、PDL/C/r-HAp は周囲環境に適合し多数の細長い細胞が認められる。基材の種類と構造により PDL 細胞数と形態は異なり、細胞と材料の密接な相互関係が立証された。

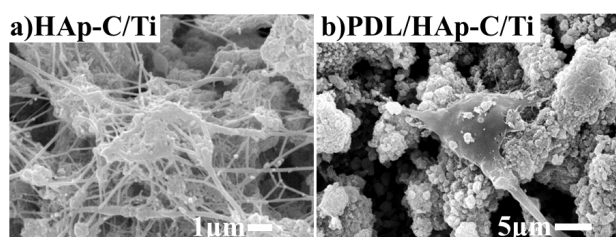


図 3 HAp-C/Ti 基材と培養細胞の微細構造

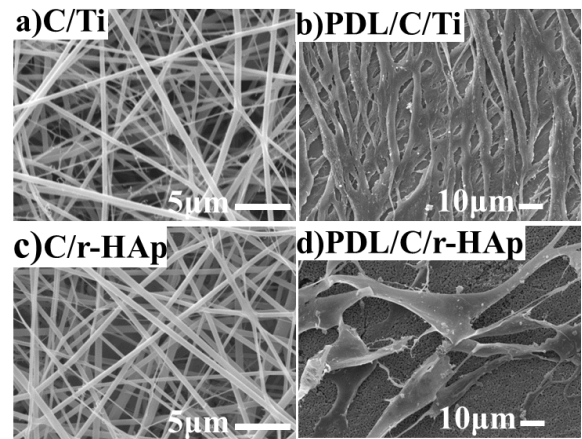


図 4 各種基材と培養細胞の微細構造

4 生体組織を活性化し再生する水の活用

3 室ダブルイン型電解システム (レドックステクノロジー社製) を用いて飽和食塩水溶液を電気分解し、陽極側から酸性電解水 (AEW)、陰極側から塩基性電解水 (BEW) を連続的に捕集した。ラット頭蓋骨の骨膜を剥離後、電解水を 30s 超音波振動照射 (8W、24-32kHz) した (図 5 参照)。骨膜剥離後でマイクロ細孔と骨小腔が、pH2.5 の強酸性電解水照射で 10-20 μm の配向亀裂が観察される。生体組織へ電解水の超音波振動照射は、組織界面の殺菌洗浄と適度な亀裂を発生させ、骨代謝や骨治療に有効である。

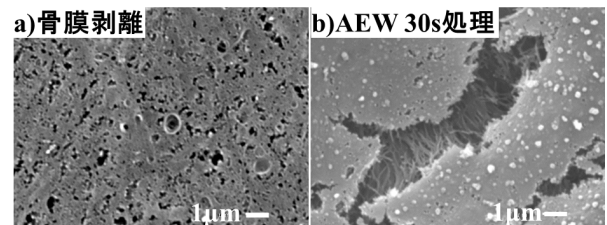


図 5 AEW 超音波振動照射した硬組織の微細構造

5 まとめ

細胞と材料の調和をもたらすリン酸カルシウムは、超高齢社会に役立つバイオマテリアルへ進化した。①部分的な溶解析出法は優れた生体材料への表面改質に有効であり、調製条件と骨成長因子の選定により医師裁量下で臨床応用されるであろう。②セファズリン/アパタイト顆粒は輸液と乾燥条件によりセファズリンの徐放特性を設計できる。③アパタイト/細胞/チタンの複合化は生体と材料の反応を意味し、④電解水の殺菌効果を活用した超音波振動照射法は骨損傷部の設計や組織再生に重要であり、骨髄炎や感染症の治療や予防法へ適用できる。今後も、バイオマテリアルの開発と医用工学は、先進医療、地域医療、医療産業への益々の進展と貢献が期待される。(連絡先: akazawa-toshiyuki@hro.or.jp、011-747-2370)

食品混入異物検査用分光イメージングセンサの開発

食品混入異物検出および品質評価のための分光イメージングセンサの開発

(平成25～27年度)

企画調整部 ○本間稔規、高橋裕之
 情報システム部 岡崎伸哉、飯島俊匡、橋場参生
 ㈱安西製作所 北海道支店

1 はじめに

加工食品の製造工程において、異物混入に対する迅速・適切な対処はクレームや事故などを未然に防ぐために非常に重要である。そのため、多くの食品加工工場では X 線異物検査装置や金属探知機などが導入され、オンラインで全数検査が行われている。しかし、これらの検査装置を用いても人毛、プラスチック片、虫などの異物は検出が困難であり、目視検査で対応しているのが現状である。当場では人毛などの非金属、低密度の異物検出を目指して分光イメージングによる食品混入異物検出技術の開発を進めている。これまでの分光イメージング装置はスキャン型(図1)であり、カメラの撮像速度が検査速度の律速となっていた。また、分光器、カメラが高価であることから、検査装置のコスト上昇の要因となっていた。そこで本研究では、従来の分光イメージングシステムにおいて課題であった、検査速度および製品コストを改善し、食品工場の製造工程に導入可能な検査装置の開発を目的として、新規の多眼式分光イメージングセンサの開発を行った。また、装置の性能向上を図るために、計測対象にあわせて照明を制御するプログラマブル照明を開発した。

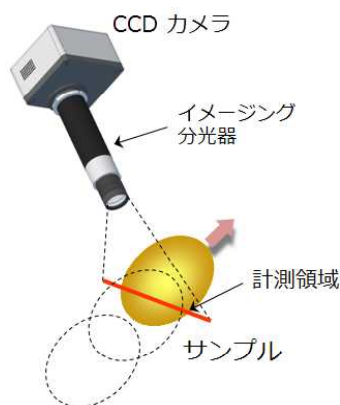


図1 スキャン型の分光イメージング光学系

2 開発したシステムの概要

食品検査用分光イメージングシステムの構成要素である分光イメージングセンサ、プログラマブル照明について概要を示す。

2. 1 多眼式分光イメージングセンサ

開発した多眼式分光イメージングセンサを図2に示す。この分光イメージングセンサは、複数の撮像素子、分光光学系により構成される。各撮像素子につき4波長の分光画像を取得可能である。この分光光学系では入射光に対して角度を設定することで透過中心波長が変化するチューナブルバンドパスフィルタ(Semrock製)を用いており、フィルタ毎にアクロマティックレンズを設置し撮像素子に結像する構造である(図3)。

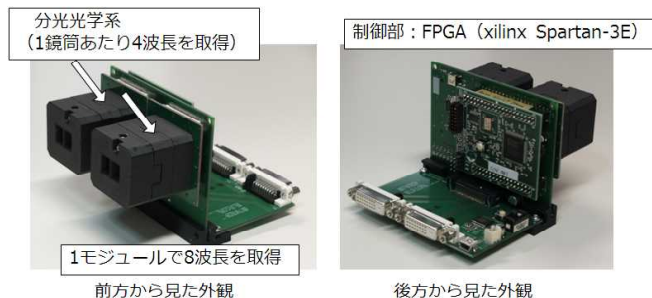


図2 多眼式分光イメージングセンサ外観

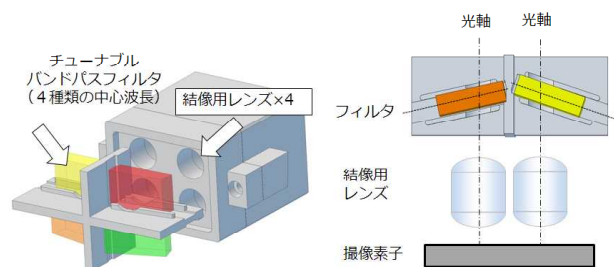


図3 分光光学系の構造

この多眼式分光イメージングセンサでは1つのユニットに2つの分光光学系を搭載する。分光光学系ごとに4波長の分光画像を取得可能であり、1ユニットでは8波長の分光画像を取得することが可能である。分光光学系のフィルタはそれぞれ透過波長を変更可能であり、また必要な波長数にあわせてユニットの数を増やすことで、計測対象にあわせたシステム構築が可能である。このセンサにより取得した分光画像はデータ中継ユニットを経由してデータ解

析用 PC に転送される (図 4)。

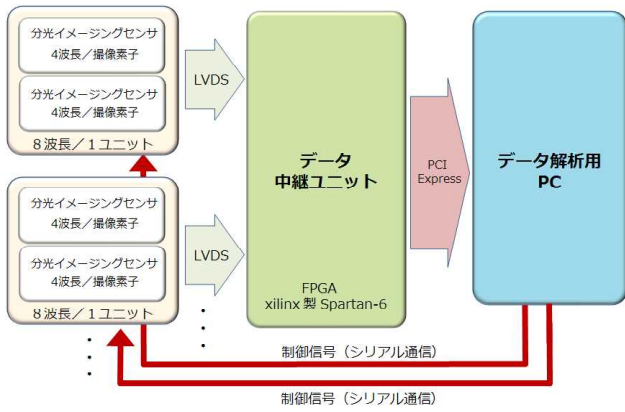


図 4 検出部のブロック構成

2. 2 プログラマブル照明

光計測において照明の最適化が重要である。従来の分光イメージングシステムでは、計測対象によらず一定の条件の照明を用いていた。そのため計測対象の表面状態によって照度が不均一となったり、不要光成分が生じるなどの課題があった。本開発では計測対象の形状に応じて照明の最適化を実現するプログラマブル照明を開発した (図 5))。この照明は DLP モジュール (TI 製) を用いており、ラインレー

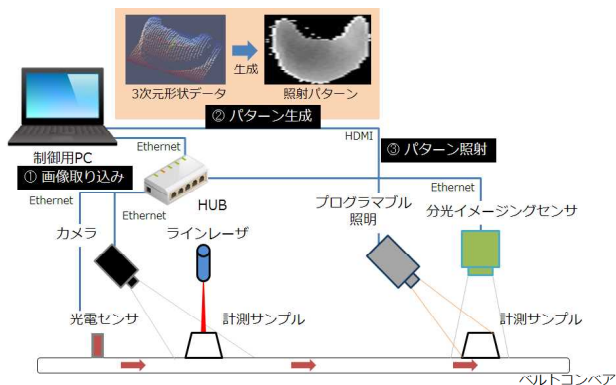


図 5 プログラマブル照明を組み込んだコンベアラインの構成例

ザを用いた光切断法で形状計測を行う。取得した形状点群データから面の方向を求め、それをもとに検出器に入射する光線成分を計算することで形状の違いに起因する照度のばらつきを抑制する。図 6 に計測サンプル (例: ナッツ) 表面での照度分布を一樣照明とプログラマブル照明で比較したシミュレーション例を示す。照度分布のばらつきを (計測値の標準偏差) / (計測値の平均値) を評価値として比較すると、一樣照明では 0.37、プログラマブル照明では 0.21 となり、照度の変動を半減できることがわかった。このように計測対象のみに照明することやそ

の形状にあわせた照明強度の最適化処理の有効性を確認した。

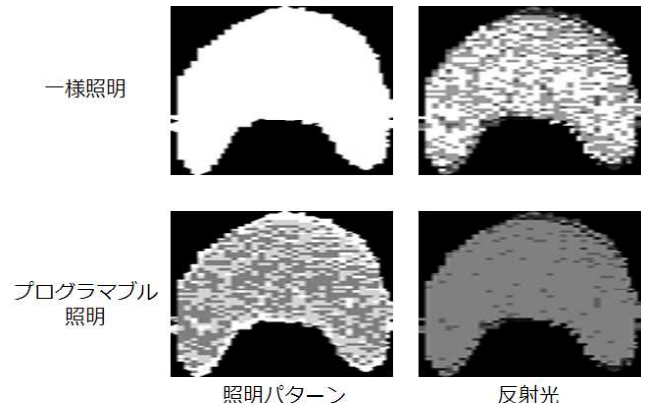


図 6 プログラマブル照明による照度改善効果のシミュレーション

2. 3 異物検出アルゴリズム

異物検出のデータ解析手法として、主成分分析と 1-class サポートベクターマシンを組み合わせたアルゴリズムを開発した。このアルゴリズムにおいて、主成分分析を適用することにより特徴量空間において性質が類似するデータ (ここでは正常な食品) と類似しないデータ (ここでは異物) を分離し、1-class サポートベクターマシンにより判別を行う。図 7 に挽肉に人毛を付着させた計測サンプルに対して本アルゴリズムを適用して人毛部分を検出した例を示す。

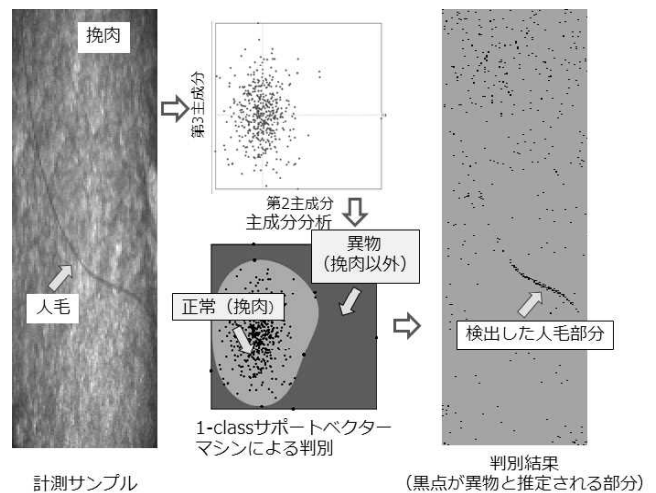


図 7 データ解析による異物検出例

3. おわりに

食品混入異物の検出を行うための新たな分光イメージングセンサを開発した。従来の分光イメージングシステムと比較し、低コスト、高速化を実現した。現在、試作機による性能評価を進めており、今後実用化に向けた開発を進めていく予定である。

(連絡先: honma-toshinori@hro.or.jp、011-747-2341)

高速播種を可能としたポテトプランタの開発

高度通信制御機能を活用した次世代型ポテトプランタの開発（平成24～26年度）

製品技術部 ○中西洋介、井川 久

道総研中央農業試験場・十勝農業試験場、十勝農機(株)

1 はじめに

深刻な担い手不足が進むなか、北海道を代表する農作物である馬鈴薯栽培においては、種芋の植え付け作業（以下、播種作業）を高速化して作付面積の維持・拡大を図る必要がある。しかし、従来の国産のポテトプランタ（種芋を植え付ける農業機械。以下、播種機と呼ぶ）では、機構上の制約から現状の作業速度以上での播種作業は困難である。本研究は、現状の作業速度の約2倍（7km/h）での高速播種が可能な種芋播種機を開発することを目的とする。

2 高速搬送・播種機構

本研究では、平ベルトを使用した搬送・播種機構を考案・開発した（図1）。幅50mmの一对の平ベルト（以下、播種ベルト）をV字状に配置し、種芋を挟みながら高速に搬送し、地面へと落下させる（播種する）構造となっている。播種ベルト両脇には播種ベルトから振り落とされた余剰な種芋を上流へ戻す還流コンベアを設置している。

本機構では種芋を、播種ベルト上で重なりや隙間無く一列に整列させることで、一定の株間間隔で播種することが可能となる。しかし、本機構で試験を行った結果、種芋が重なったまま、あるいは隙間が空いたまま搬送されることがわかった。そこで、左右の播種ベルトを異なる搬送速度で駆動して、種芋を回転・攪拌しながら搬送することで播種ベルト上の重なりや隙間が解消すると考えた。このことを確認するため、左右の播種ベルト速度比を1から3まで変化させ、播種ベルト上での種芋の間隔のばらつ



図1 高速搬送・播種機構（室内試作機）

表1 播種ベルト速度比と種芋間隔のばらつき

播種ベルト速度比	試験No	光電センサ出力パルス時間間隔 Δt			
		平均値 [ms]	標準偏差 [ms]	CV値 [%]	CV値平均 [%]
1	1	138.7	39.8	28.7	28.4
	2	136	39.3	28.9	
	3	135.2	37.1	27.5	
1.5	1	131.7	27.3	20.7	19.7
	2	134.4	24.3	18.1	
	3	134.4	27.1	20.2	
2	1	134.7	23.5	17.4	17.0
	2	134.8	23.7	17.5	
	3	135.6	21.9	16.2	
3	1	138.4	24.2	17.5	17.0
	2	139.4	24.8	17.8	
	3	137.2	21.7	15.8	

きを測定した。落下する種芋を光電センサで検出し、出力パルスの時間間隔から播種ベルト上での種芋間隔が評価可能である。ベルト搬送速度は350mm/s（車速7.2km/h）での播種作業に相当）とし、試験は各速度比に対して各々3回ずつ行った。

表1に各播種ベルト速度比に対する光電センサ出力パルスの時間間隔の平均値、標準偏差、CV値（標準偏差/平均値。間隔のばらつきの度合いを表す）を示す。表1より、速度比を1から2に上げるにしたがってCV値が28.4%から17%まで激減し、種芋間隔のばらつきが小さくなることが確認できる。

本研究では目標とする圃場での株間間隔のCV値を25%としており、17%という値は種芋が地面に着地する直前のCV値として問題のない数値と考える。

3 油圧式コンベア速度制御システム

車速が変化しても株間間隔は一定である必要がある。そのためには、車速に連動してコンベア搬送速度を精度良く制御する必要がある。本研究では、車速センサ情報を元に油圧モータの回転数を制御するコンベア速度制御システムを開発した。モータ回転数をフィードバック制御系に組み込んでおり、過負荷等でモータ回転数が変動してもコンベア搬送速度を一定保持することが可能である。

4 ISOBUS 通信制御

ISOBUS規格（ISO-11783）はトラクタに設置した操作端末と作業機に設置した制御基板の通信に関わる国際標準規格であり、ISOBUSに準拠することで、

メーカーを問わず様々な作業機を同じトラクタで制御することが可能となる。大規模農場の最適管理に適した情報化農業や精密農業を行うための農業用情報端末機器類の多くが ISOBUS に準拠しており、北海道においても、今後、ISOBUS 仕様の作業機の導入が進んでいくものと思われる。以上より、本研究で開発する種芋播種機のプロトタイプ試作機の制御系は ISOBUS 通信仕様とした。

5 屋外走行型プロトタイプ試作機

図 2～4 に高速搬送・播種機構と油圧式コンベア制御システムを搭載した屋外走行型の 2 畦用プロトタイプ試作機を示す。播種ベルト、還流コンベア等のコンベア類は、全て油圧式コンベア速度制御システムに搭載した 1 個の油圧モータで駆動しており、モータ動力は動力伝達系の簡素化とメンテナンス性を考慮し、スプロケットとチェーンを使用して各コンベアへ分岐させた。ホoppaへ種芋を満載した時の重量は 1400 kg 程度であり（本体 970 kg）、72 PS 以上のトラクタであれば持ち上げ可能である。

6 種芋播種試験

屋外走行型プロトタイプ試作機による圃場での種芋播種性能確認試験を行った。試験は株間距離を 30cm に設定して車速 3、5、7km/h で 30m 走行し、その間に播種した種芋の株間間隔のばらつきを評価するものである。図 5 に試験風景、表 2 に試験結果



図 2 屋外走行用プロトタイプ試作機

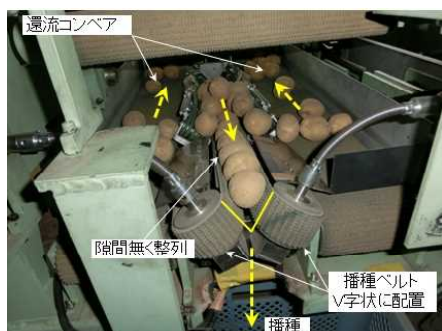


図 3 プロトタイプ試作機（前部）

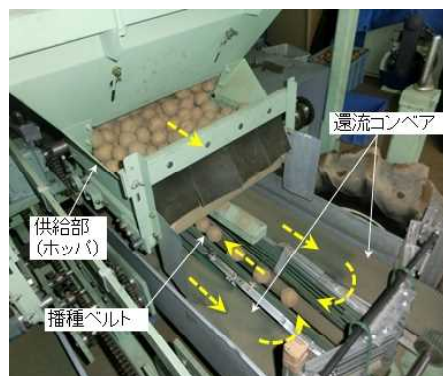


図 4 プロトタイプ試作機（後部）



図 5 播種試験風景

表 2 種芋播種試験結果

株間間隔	車速 [km/h]		
	3	5	7
平均 [cm]	28.6	30.1	29.4
標準偏差 [cm]	6.1	7.8	7.0
CV値 [%]	21.3	26.1	24.0

を示す。表 2 より、株間間隔のばらつきの度合いを示す CV 値は 21～26%程度であり、特に、車速 7km/h での高速播種時において CV 値が 24%に抑えられていることが確認できる。海外製の高速播種機の CV 値が 25%程度であることから、プロトタイプ試作機は実用上問題ない播種精度を実現しているといえる。

7 まとめ

車速 7km/h での高速播種が可能なポテトプランタを開発した。実用化にあたっては、以下の技術的課題を解決する必要がある。

- ・種芋サイズに応じてユーザーが簡便に播種ベルトの間隔を調整できる機構の開発
- ・堅牢性、メンテナンス性を考慮した各種機構の再設計（溶接主体・部品点数削減）
- ・フレームのさらなる軽量化など

今後も引き続き、実用化に向けた開発を進めていく予定である。

（連絡先：nakanishi-yohsuke@hro.or.jp、011-747-2379）

樹脂製柵状熱交換器の開発と水平式地中採熱への応用

低コスト地中採熱システム及び温泉排湯等の熱回収システムの開発

(平成25～27年度)

環境エネルギー部 ○白土博康、保科秀夫、藤澤拓己
 (株)テスク、道総研北方建築総合研究所・地質研究所

1 はじめに

寒冷地においては、空気熱源ヒートポンプで高い成績係数 (COP) を得るのが難しく、地盤を熱源とする地中熱ヒートポンプに対する期待は大きい。採熱方式としては、採熱温度が高い垂直採熱方式が一般的であるが、ボーリング等の高い施工費等が障害となり、十分な普及には至っていない。一方、水平採熱方式は垂直採熱方式と比較して単位長さ当たりの採熱量は小さいが、専用の掘削設備が不要であることから、一般の工事業者で施工可能であり、低コスト化が期待できる。本研究では、これまで開発した放射冷暖房用樹脂製柵状ラジエータを技術シーズとして、新たに柵状地中熱交換器を開発した。また、実験住宅において、水平採熱方式の地中熱ヒートポンプ冷暖房システムを施工し、その省エネルギー性、経済性、および施工性について検証した。これらの概要について報告する。

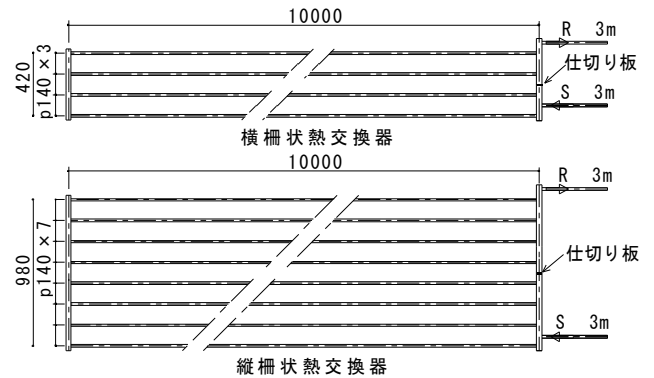


図1 樹脂製柵状熱交換器の概要と外観

2 樹脂製柵状地中熱交換器の開発と強度評価

図1に開発した樹脂製柵状熱交換器の概要と外観を示す。横柵状と縦柵状の2種類を製作しており、部材には、リサイクルが可能な耐熱ポリエチレン管を用いている。構成としては、両端に配置される内径17mmのヘッタ管に内径13mmの枝管を8本140mm間隔で直交して熱融着接合したものであり、ヘッタ管の片方には、内径13mmの取出管(行き管、還り管)を熱融着接合している。横幅は必要採熱量によって変える。ヘッタ管の内部の所定位置には仕切り板が配置されており、行き管から入った循環水(不凍液)が細管に循環し、還り管から排出される流路を形成しており、管内の圧力損失の低減を図っている。強度試験用の試験体で2シーズン埋設し、引張試験、耐圧試験を行った結果、同等形状の塩ビ試験体は割れ、漏れが発生したが、本試験体に欠損は見られなかった。

3 積雪地における地中採熱実証試験

当別町にある低炭素住宅において、深さ1.5m、長さ11.5mの溝に縦、横柵状熱交換器をそれぞれ2個、

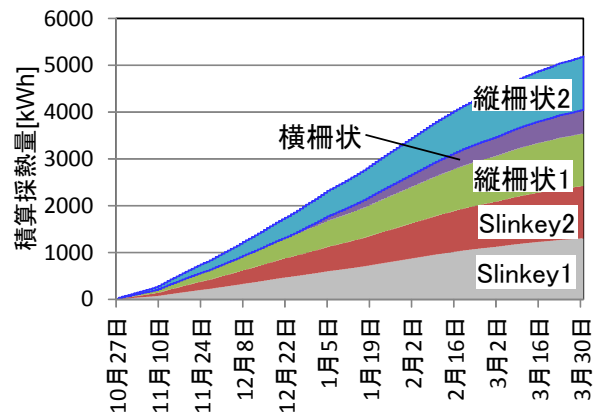


図2 各地中熱交換器の年間の積算採熱量

1個埋設した。レファレンスとして別の溝に従来品である架橋ポリエチレン製 Slinky 採熱管(コイル状のもの)を縦に2系統埋設した。縦柵状熱交換器と Slinky 採熱管の総管長は83.0、81.3mでほぼ同等である。合計5系統の地中熱交換器で採熱した熱源により地中熱ヒートポンプを運転し、住宅内に設置したラジエータ等により居住空間(設定代表空気温度は $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)の暖房を行った。

図2に各地中熱交換器の暖房時における年間の積

算採熱量を示す。10/27 から 12/23 まで Slinky 採熱管 2 系統、縦柵状熱交換器 2 系統のみで採熱を行った結果、それぞれ 688 kWh、689 kWh の採熱量でほぼ同等であった。その後、横柵状熱交換器からも採熱し、5 系統合計の年間採熱量は 5,104 kWh であった。横柵状熱交換器からの採熱により、全体の採熱量は増加したが、縦系統の採熱量はやや減少した。図 3 にヒートポンプ採熱側の行き温度、土壌温度の経時変化を示す。ヒートポンプ採熱側の行き温度は -5℃ 以上に、縦柵状熱交換器から横 1m の土壌温度は 0℃ 以上に維持されており、この設計条件ではヒートポンプの COP 低下や地面の凍上抑制に対応できている。年間のシステム COP (二次側の積算放熱量[kWh]/ヒートポンプの積算消費電力量[kWh]) は 2.5 であり、利用可能なレベルである。2 溝を掘削し、縦 2 系統、横 1 系統柵状熱交換器を埋設する (2 溝 6 回路) と 76.7 万円となり、垂直埋設式 50m 2 系統 150 ~ 200 万円の半分以下となった。表 1 に本実験住宅における暖房時のヒートポンプ運転によるランニングコスト、一次エネルギー消費量の割合を各熱源方式別に比較したものを示す。水平埋設式は垂直埋設式と比較して一次エネルギーの消費量が 17% 増加するが、年間のランニングコストの差は小さい。空気熱源式と比較すると地中熱導入に対する投資回収には 10 年以上かかるが、大幅な省エネルギー効果が見込める。

4 地域別 溝 1m あたりの年間採熱量

本研究ではさらに積雪少量地における実証試験を行い、これらの結果を基に採熱シミュレーションの精度を確保し、溝 1m あたりの年間採熱量を算出した。表 2 に代表都市の溝 1m あたりの年間採熱量 (2 溝 6 回路) を示す。ここで積雪ありとは採熱部およびその周囲 1m の範囲は除雪されず、12 ~ 3 月の平均積雪が 20 cm 程度以上ある状態としている。なお、ここでは土壌の有効熱伝導率を 1.0 W/(m·K)、土壌の体積含水率を 0.32[-]としている。採熱量は年平均温度に比例するが、年平均気温が低ければ積雪の影響が大きくなり、採熱温度が低下すると土壌の水が凍結する量が増加し、採熱量に加算される。

5 採熱設計

住宅の総熱損失係数と内部取得熱 (日射取得熱や家電機器および人体の発熱量) を基に自然温度差を求め、各地域の暖房度日数から年間暖房負荷を求める。その結果と年間の平均システム COP から必要年間採熱量を求め、必要な溝長さを決定する。例えば上記の当別の例では、総熱損失係数 125W/K、内部

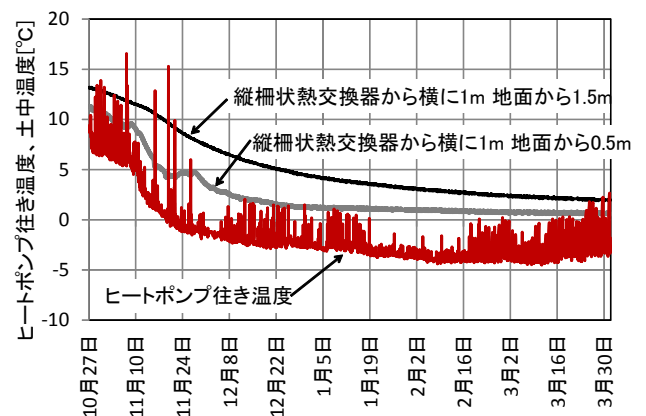


図 3 ヒートポンプの行き温度、土壌温度の経時変化

表 1 システムの日別の省エネルギー性、経済性

検討項目	水平埋設式 (APF2.5)	垂直埋設式 (APF3.0)	空気熱源式 (APF1.5)
ランニングコスト(10/27-3/31)[円]	87,415	72,845	145,691
一次エネルギー消費量の割合[-]	1.00	0.83	1.67

表 2 代表都市の溝 1m あたりの年間採熱量 (2溝6回路、単位:kWh)

積雪条件	採熱温度	札幌	函館	旭川	釧路
積雪なし	0℃	239	263	162	170
	-1℃	300	328	221	230
積雪あり	0℃	298	300	262	255
	-1℃	370	373	338	333

取得熱 881W、自然温度差 7.0℃となるので、居住空間の温度 20℃とし、札幌の暖房度日数を採用すると 2,315℃日となる。この結果から、年間の暖房負荷 6,945 kWh、年間の平均システム COP を 2.5 として、年間採熱量 4,167kWh が得られる。2 溝 6 回路、札幌、積雪あり採熱温度 -1℃ で設計すると、柵状熱交換器の溝長さは 11.3 m となる。実際には、内部取得熱が少ないケース、暖房負荷がより多いケースが考えられるので、北海道の住宅に使用する場合は、広大な敷地を利用できる場合に先行して利用し、一般住宅向けには、今後住宅の省エネルギー化が一層進む中で、段階的に普及していくのが良いと考えられる。

6 まとめ

本樹脂製柵状熱交換器及びこれを活用した水平採熱式地中熱ヒートポンプは、一定レベルの省エネルギー性を維持しつつ、低コスト化を図った技術であり、地中熱利用促進に貢献できる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、実験住宅、場所のご提供、ご協力を頂いた㈱ホーム企画センター、釧路工業技術センターの皆様へ感謝申し上げます。

(連絡先: shirato-hiroyasu@hro.or.jp、011-747-2948)