



道総研

技術移転フォーラム2016

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28年6月1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2016—工業試験場成果発表会—

と き 平成28年6月1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
13:00～13:10 挨拶	12:00～17:00 展示
13:15～14:45 分野別発表 材料関連技術 情報通信・エレクトロニクス・メカトロニクス関連技術	13:00～16:00 相談 13:30～16:30 ポスターセッション
14:45～15:10 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>
15:10～16:40 分野別発表 製品・生産関連技術 環境・エネルギー関連技術	
16:40 閉会	17:30～19:00 交流会

分野別発表プログラム

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	13:15~13:45	超高齢社会に役立つバイオマテリアルの開発と応用	赤澤 敏之	5~6
1	13:45~14:00	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	7
2	14:00~14:15	熱溶融型3Dプリンタ造形物の特性評価	吉田 昌充	8
3	14:15~14:30	難溶接材料である鋳鉄の溶接技術に関する研究	宮腰 康樹	9
4	14:30~14:45	プラズマ等による新しい除菌・洗浄技術	坂村 喬史	10

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	13:15~13:45	食品混入異物検査用分光イメージングセンサの開発	本間 稔規	11~12
1	13:45~14:00	テラヘルツ波を用いた脂肪計測に関する研究	宮崎 俊之	13
2	14:00~14:15	電磁波を用いた凍結検知技術に関する研究	新井 造成	14
3	14:15~14:30	移動型作業機械向け進入接近検知センサの研究開発	三田村智行	15
4	14:30~14:45	漁業有害生物駆除装置の開発支援	鈴木 慎一	16

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	15:10~15:40	高速播種を可能としたポテトプランタの開発	中西 洋介	17~18
1	15:40~15:55	3D積層造形による鋳型製作とその特性評価	戸羽 篤也	19
2	15:55~16:10	鋳鉄の延性を活用した自動車用鋳造部品の開発	鶴谷 知洋	20
3	16:10~16:25	針葉樹材活用プロジェクトへのデザイン支援	日高 青志	21
4	16:25~16:40	人間計測応用製品の試作支援ツールの開発	中島 康博	22

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	15:10~15:40	樹脂製柵状熱交換器の開発と水平式中採熱への応用	白土 博康	23~24
1	15:40~15:55	回転貫入型浅層地中熱交換器の開発	保科 秀夫	25
2	15:55~16:10	温泉熱回収用樹脂製柵状熱交換器の開発	白土 博康	26
3	16:10~16:25	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	富田 恵一	27
4	16:25~16:40	膜分離技術の利用に関する研究開発	鎌田 樹志	28

ポスターセッションプログラム

丹頂の間

コアタイム 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	風力エネルギーのシミュレーション技術に関する研究	柏瀬 浩司	29
	2	微量元素分析法の迅速・簡便化及び解析手法の高度化	若杉 郷臣	30
	3	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	上出 光志	31
	4	未利用資源等を用いた燃焼・熱回収技術の開発	北口 敏弘	32
製品技術部	5	ワイヤ供給によるレーザーラッピング手法の研究	櫻庭 洋平	33
	6	品質評価技術普及への取組	神生 直敏	34
	7	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	万城目 聡	35
	8	軽労化ツールの開発に向けた農作業の負担分析	前田 大輔	36

コアタイム 14:45~16:30

研究部	番号	発 表 課 題	発 表 者	ページ
情報 システム部	9	輸出用ホタテ貝自動生剥き機の導入実証	多田 達実	37
	10	次世代型鮮度保持コンテナの開発	鈴木 慎一	38
	11	モバイルアプリによるポータブル生乳検査装置の開発	岡崎 伸哉	39
	12	農地地図生成手法の開発と普通畑圃場図作成への適用	奥田 篤	40
	13	独立成分分析を用いた信号分離・抽出技術の応用研究	橋場 参生	41
	14	北海道におけるアスベスト対策への取組紹介	飯島 俊匡	42
材料技術部	15	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	瀬野修一郎	43
	16	臭気吸着分解処理技術の開発	野村 隆文	44
	17	放電プラズマ焼結法による透光性セラミックスの作製	中嶋 快雄	45
	18	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	齋藤 隆之	46

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"> ★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「きじひき高原」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バー ★生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 ★砕氷船積排出装置の開発
材料技術部	<ul style="list-style-type: none"> ★機能性フィラー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 ★中比重メタルシグの開発 ★透光性セラミックス
環境エネルギー部	<ul style="list-style-type: none"> ★ホタテガイ中腸腺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 ★低コスト地中採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 ★地域・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 ★水蓄熱式牛乳廃熱利用ヒートポンプ給湯システム
製品技術部	<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 ★品質力向上実務者研修 ★鋳造用金型製造におけるレーザー技術の適用検討 ★釣り用おもりへのリバースエンジニアリングの適用 ★3D内水冷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 ★マタニ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 ★薄型徘徊感知マッ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

- **分野別発表要旨**

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。

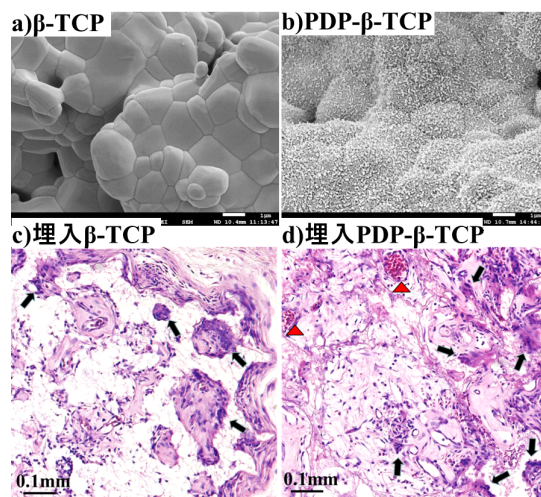


図1 超音波 PDP-β-TCP の微細構造と組織標本

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。

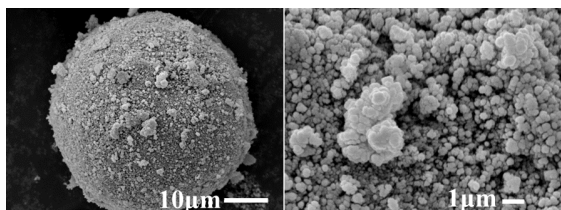


図 2 CEZ/PF-M/HAp 顆粒の微細構造

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。

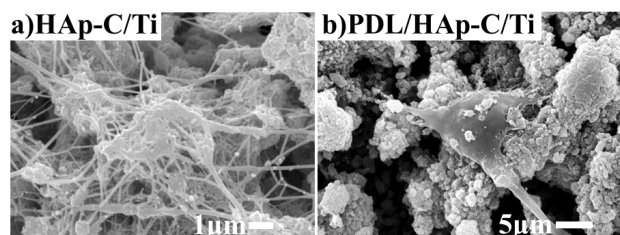


図 3 HAp-C/Ti 基材と培養細胞の微細構造

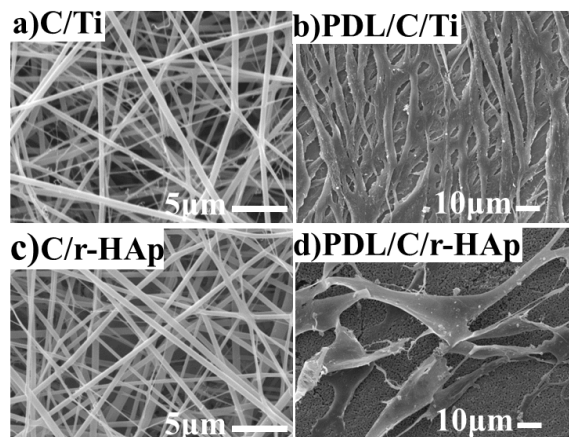


図 4 各種基材と培養細胞の微細構造

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 10-20µm 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。

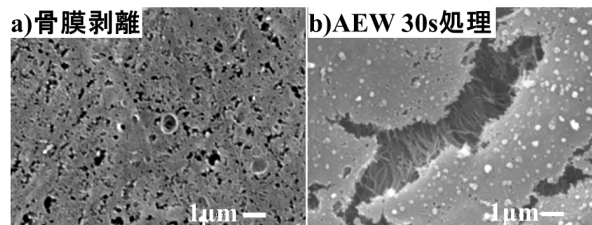


図 5 AEW 超音波振動照射した硬組織の微細構造

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)

焼成工程を必要としない調湿セラミックスの開発

非焼成多孔体硬化技術の確立と調湿建材の製品化に関する研究（平成26～27年度）

材料技術部 ○執行達弘、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）。また近年では、それを硬化材である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2008および2012）。一方、押出成形を用いる従来の技術では、製造過程でタイルに亀裂や変形が比較的頻繁に発生するなど、歩留まりが良くないという問題があった。加水量が多いことが原因と考え、本質的に加水量が多い押出成形ではなく、プレス成形に変更することで歩留まりの改善を試みた。

2 硬化メカニズムの解明

材料設計の指針を得るため、これまで未着手であった硬化メカニズムの解明に取り組んだ。市販の稚内層珪質頁岩の粉末（WS）、二水石膏（GY）、シリカゾル（SS）を用い、WS:GY=1:1（重量比）に混合後、SSをWS+GYに対して50 mass%さらに混合した。これ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、40℃で24 h乾燥して硬化体（図1）を作製した。硬化体の圧壊強度は160 Nであった。SSを蒸留水（DW）に換えた場合29 Nであったことから、5倍以上の硬化が確認できた。次に、硬化体と非硬化体の微細構造を観察し、比較した。両者においてWS由来の球状粒子、GY由来の板状粒子が観察される中、硬化体では（図2）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散見された。元素分析、X線回折などの結果と合わせて、硬化材である二水石膏とシリカゾル中の、Ca成分とSi成分が

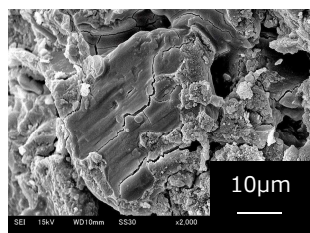


図1 ペレット状硬化体 図2 硬化体の微細構造

水を介して反応（溶解・析出）し、非晶質のネットワークを形成することで硬化していると推察した。

3 製造条件の最適化

製造条件が諸特性に与える影響を把握するため、原料や、その配合比などを変えて種々の試料を作製し、圧壊強度や調湿機能を評価した。それを踏まえて、製品形状であるタイルの成形（プレス成形）へ移行した。工場規模での量産製造試験の前段階として、大きさは30 mm × 50 mm × 5 mmとし、GYの代わりに極めて安価かつ品質・供給が安定しているリサイクル石膏ボード（GB）を用いた。

配合比がWS:GB=3:2、SS 25 mass%、DW 25 mass%のとき、3点曲げ強度と調湿機能が現行の値を維持したまま（3.5 N/mm²、590 g/cm²）量産可能なほど歩留まりを改善できる製造条件を見出すことに成功した（図3）。



図3 タイル状硬化体

4 調湿機能の評価

調湿機能の評価により、本系の硬化材を用いた場合、細孔の閉塞による調湿機能の低下は見られず、逆にSSをDWに換えた場合よりも増加することがわかった。多孔特性の評価により、調湿機能の発現に寄与するメソ孔容積の増加が確認できた。微細構造観察の結果と合わせて、析出したシリカ粒子の間隙が4～20 nmであり、調湿機能を向上させていると推察した。

5 おわりに

得られた成果は、すでに道内中小企業に技術移転され、量産製造試験へと移行している。今後は、得られた知見を基に、販売量の拡大を目指した高強度化にも試みる。

本研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構研究成果展開事業A-STEPにおける成果である。また、本研究で使用した自動蒸気吸着量測定装置は、JKA補助事業により整備されたものである。

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

熱溶解型 3D プリント造形物の特性評価

熱溶解積層型 3D プリントの成形技術の検討（平成 27 年度）

ものづくり支援センター ○吉田昌充、材料技術部 板橋孝至
企画調整部 本間稔規、製品技術部 印南小冬
(株)Will-E、(株)東穂

1 はじめに

熱溶解型 3D プリントは、溶融したプラスチックをソフトクリームのように、ノズルからフィラメントを吐出・積層することで、金型を使うことなく迅速に成形体を造形することが可能な装置である。近年、安価な個人用途向けから業務用まで様々な機種が市販され、製品や部品のデザイン開発、治具等の製作などに広く活用されはじめている。

今後ますます 3D プリントの利活用が期待されることから、本発表では各種の 3D プリントで積層厚みなどの造形条件や樹脂を変えて製作した造形物の機械的特性等について評価を行った結果を紹介する。

2 ABS・PLA樹脂系 3D プリント造形物の機械特性

材料に ABS 樹脂とポリ乳酸樹脂(PLA)を使用し、厚さ 2mm の曲げ・引張特性用試験片を 3D プリントで造形し、強さ・弾性率の測定を行った。23℃における曲げ特性を図 1 に示す。プリント造形物の曲げ強さ・弾性率は、ABS よりも PLA の方が高いことがわかった。引張強さ・弾性率も曲げ特性と同様に PLA の方が高くなる傾向を示した。

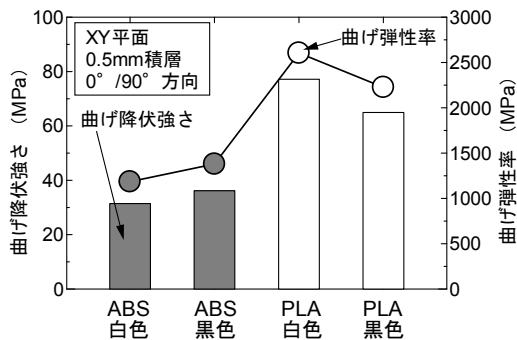


図 1 3D プリント造形物(ABS/PLA)の曲げ特性

3 ABS樹脂系 3D プリント造形物の特性

ABS 系については、各プリントの純正材料を使用し、積層厚みや雰囲気温度制御の仕様が異なる 4 種の 3D プリントで厚さ 2mm の試験片を造形した。また各 3D プリント用の純正樹脂材料を、一般的なプラスチック成形加工方法の圧縮成形、切削加工を行い同様の試験片を製作し、特性比較を行った。

図 2 に ABS 系造形物の引張強さを示す。プリント

造形物の引張強さは 21 ~ 37MPa であり、造形物によって大きな差異が見られた。この差は、造形に使用した 3D プリント用純正材料の機械特性の差異が大きく関係していることが、測定した圧縮成形体の引張強さの傾向から推察される。プリント造形物の引張強さについて、それぞれ圧縮成形体の特性を 100 としたときの保持率として換算比較した場合、その保持率は 70 ~ 約 90 % であることがわかった。

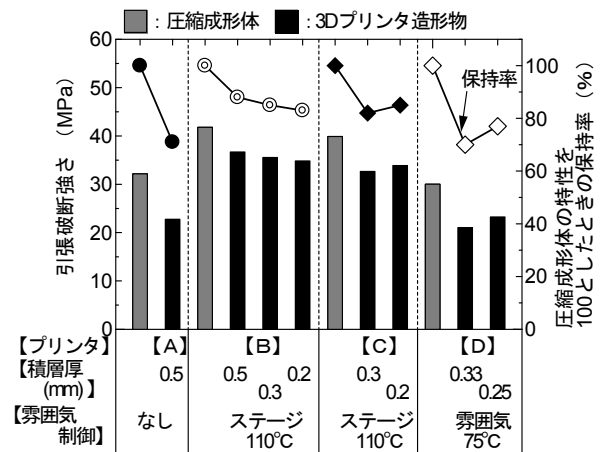


図 2 3D プリント ABS 系造形物の引張強さ

同様に測定したプリント造形物の曲げ強さは、31 ~ 51MPa で造形物によって大きな差異がみられた。圧縮成形体と比較した特性保持率は、58 ~ 84 % であった。またプリントのステージ温度を 50 ~ 110℃ で変化させ製作した造形物の反り量を測定した結果、ステージ温度が低いほど反り量が大きい傾向にあった。

4 おわりに

3D プリント造形物の機械特性は、樹脂の違いや 3D プリントの機種の違いや造形条件によって大きく異なることがわかった。今後、造形方向を変えた時の機械特性などについても評価を行う予定である。

(連絡先: yoshida-masamitsu@hro.or.jp、011-747-2931)

難溶接材料である鋳鉄の溶接技術に関する研究

鉄系鋳物製品の溶接に関する研究（平成26～27年度）

材料技術部 ○宮腰康樹、齊藤隆之、板橋孝至
製品技術部 戸羽篤也、安田星季
ものづくり支援センター 高橋英徳、中嶋快雄

1 はじめに

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(セメントイト)を主体としたチル組織(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。

2 加熱温度と寸法変化

溶接前の予熱温度の限界を見きわめるため、FC250相当の板材(50×150×14mm)を150℃～500℃、1hの条件で加熱し、その寸法および組織変化を観察した。その結果、寸法変化率は150℃～400℃の加熱において0.01～0.03%膨張したが、500℃の加熱においては0.01%収縮した。組織的には150℃～400℃の加熱において加熱前とほぼ同様の組織を呈したが、500℃では黒鉛の粗大化とフェライト領域の増加が観察された(図1)。これらのことより500℃の加熱は鋳鉄母材に何らかの変化をもたらす可能性があるため、溶接前の予熱温度は400℃以下に抑えるのが望ましいことが分かった。

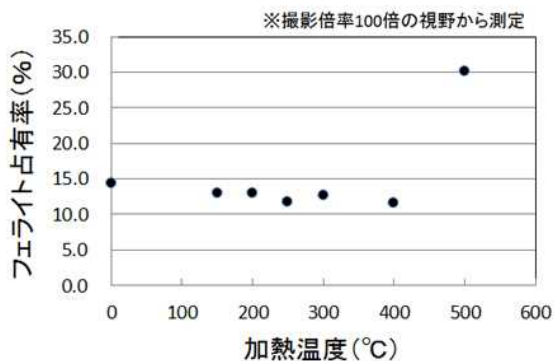


図1 加熱温度とフェライト占有率との関係

3 予熱温度の違いによる溶接部近傍組織

母材にFC250相当(70×50×15mm)を、溶接棒に鋳鉄用溶接棒(Ni系)を用い、予熱温度を100℃～400℃の範囲で変化させたビードオンプレート実験を行った。その結果、溶接部近傍の断面組織は、予熱温度が高いほどチル組織の形成が抑制され、マル

テンサイトと推定される笹の葉状組織の形成も減少する傾向がみられた。しかし予熱温度400℃においてもビードと熱影響部(HAZ)との界面近傍にベイナイトと推定される微細な笹の葉状組織が観察された。これら断面組織について硬さ分布を測定したところ、HAZは、予熱なしだと700HV以上の高い値を示したのに対し、予熱温度400℃では500HV程度まで低下した(図2)。400℃の予熱でも500HVと比較的高い値を示したのは、鋳鉄がNi濃度4～8%のときマルテンサイトあるいはベイナイトを形成しやすい性質であることに起因すると考える。ビードから侵入したNiがその濃度に達した領域でマルテンサイトあるいはベイナイトを形成したと推定される。

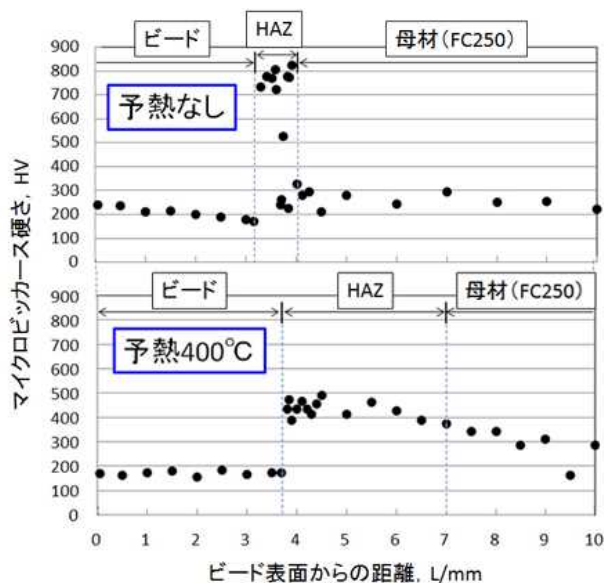


図2 溶接部近傍の硬さ分布

4 おわりに

以上、硬質組織の低減を目的に、溶接時の予熱効果を検証した。その結果、予熱温度を高くすると硬質層の形成が抑制される傾向にあるが、500HVより硬さを低下させるのは現状の鋳鉄用溶接棒(Ni系)を使用する限り困難であることが分かった。信頼性および実用性の高い溶接部を得るためには、溶接棒の種類などさらなる溶接条件の検討が必要である。

(連絡先: miyakoshi-yasuki@hro.or.jp、011-747-2973)

プラズマ等による新しい除菌・洗浄技術

抗菌性皮膜の形成と除菌・洗浄に関する研究（平成25～27年度）

材料技術部 ○坂村喬史、齋藤隆之 環境エネルギー部 赤澤敏之
食品加工研究センター、北海道医療大学
北海道大学、(株)レドックステクノロジー

1 はじめに

除菌や洗浄は食品機械や医療分野において重要な課題であり、効果的な除菌・洗浄技術が必要とされている。近年、研究が行われている除菌・洗浄技術として、プラズマ処理や電解水処理が注目されている。プラズマ処理は様々なガス種が使えるようになったため、用いるガス種によっては除菌効果が変わることが懸念される。また、電解水処理でも次亜塩素酸のほかに、溶存酸素の影響があり腐食への影響が懸念されている。これらの処理方法と効果の検証が必要とされているため、本研究では除菌・洗浄技術については、連続処理が可能な大気圧低温プラズマ処理や電解水処理による除菌・洗浄効果を検証した。また、電解水処理については金属に対する腐食性も評価した。

2 大気圧低温プラズマを用いた乾式の除菌・洗浄

プラズマを用いた乾式の除菌・洗浄の試験には、大気圧下で低温プラズマを生成できる積水化学工業(株)製の常圧プラズマ表面処理装置（AP-TO2-L120）を用いた。用いたガス種は窒素と酸素である。

評価基材は酵母菌を生理食塩水に添加した水溶液を、アルミ板上に塗布、乾燥させた。この基材に対して各ガス種ごとにプラズマ処理を行った。図1上段のプラズマ処理を行った試験片と未処理の試験片を示す。写真中の白色部分が塗布した部分である。いずれの基材においてもプラズマ処理による外観への変化は認められなかった。この酵母菌をスタンプ法にて寒天培地に転写し、35℃、24h 生育した。得られた培地が図1下段の写真である。コロニーの減

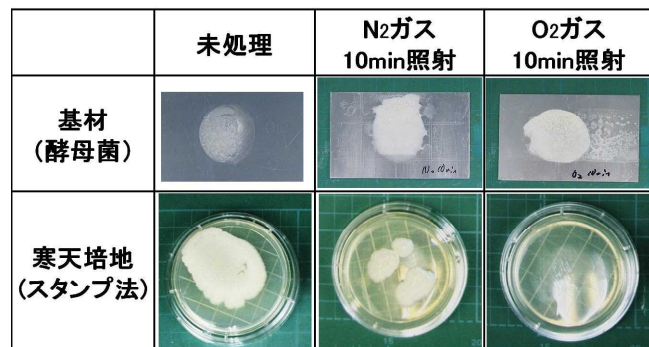


図1 プラズマ処理したアルミ板上の酵母菌の外観写真とスタンプ法による除菌評価

少が認められた。(図中下段の培地上の白色部が生育された酵母菌のコロニー) これよりプラズマ処理による除菌の効果が認められる。また除菌の効果は窒素ガスより酸素ガスを用いたプラズマ処理の方が高いことが明らかになった。これはプラズマ処理によって生成されたオゾンが除菌効果に影響していると考えられる。

3 電解水を用いた除菌・洗浄と腐食への影響

電解水処理による湿式の除菌・洗浄の評価にはレーザー顕微鏡による液中観察を用いた。酵母菌水溶液の液中観察写真を図2(a)に示す。図中に点在しているのが酵母菌である。図2(b)に酸性電解水を1 vol %添加した後の写真を示す。酵母菌が減少している。この写真から90%ほどの除菌が確認できた。

また電解水による金属への腐食の評価方法として電気化学反応によって生じる基材減肉の大きさを推定できる腐食電流密度測定を行った。その結果、SUS304:0.2mm/年、黄銅:1.7mm/年の減肉深さとなることが推定できた。

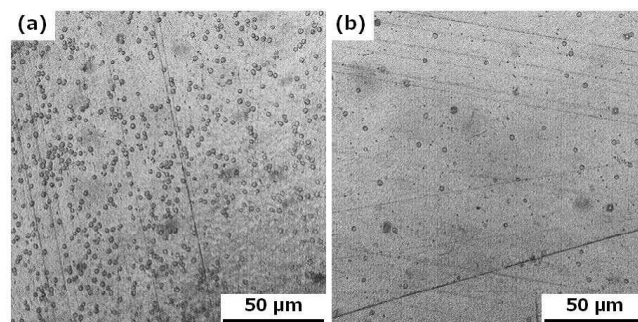


図2 レーザー顕微鏡を用いた液中観察写真
(a)酵母菌水溶液、(b)酸性電解水添加後の水溶液

4 おわりに

大気圧プラズマによる除菌・洗浄はドライな環境で洗剤や排水などが不要な新しい技術として期待できる。電解水による除菌・洗浄では、酸性電解水を添加後、数秒で90%の除菌ができるなど、その効果を確認できた。今後、洗浄の応用研究を実施するとともに実用化に向けた技術普及を進めていく。また、電解水の腐食に関しても実環境下での試験を検討する予定である。

(連絡先: sakamura-takasi@hro.or.jp、011-747-2979)

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。当场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。

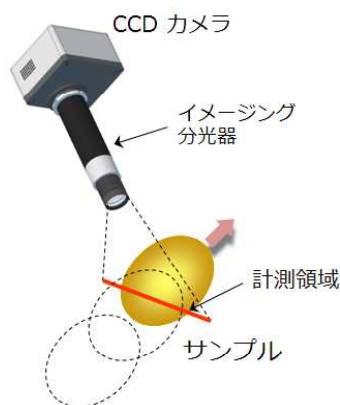


図1 スキャン型の分光イメージング光学系

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)。

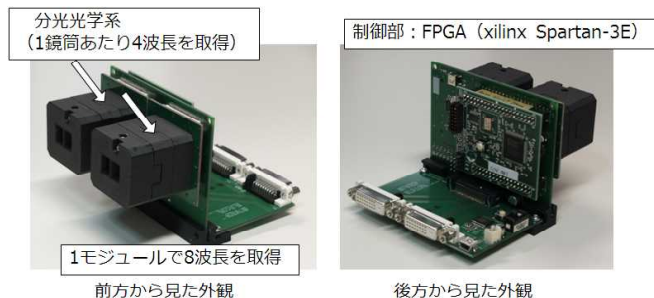


図2 多眼式分光イメージングセンサ外観

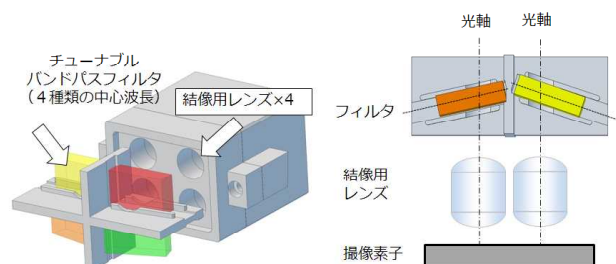


図3 分光光学系の構造

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）。

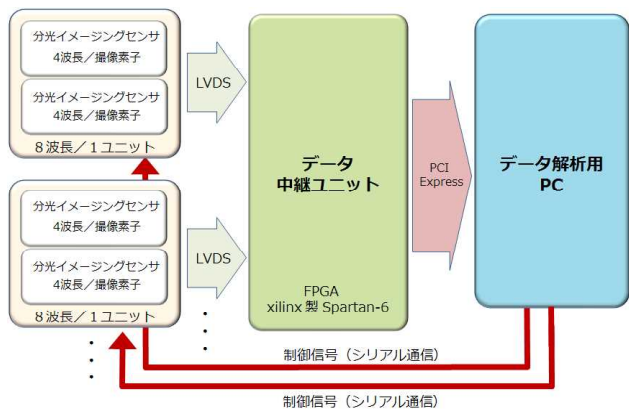


図 4 検出部のブロック構成

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

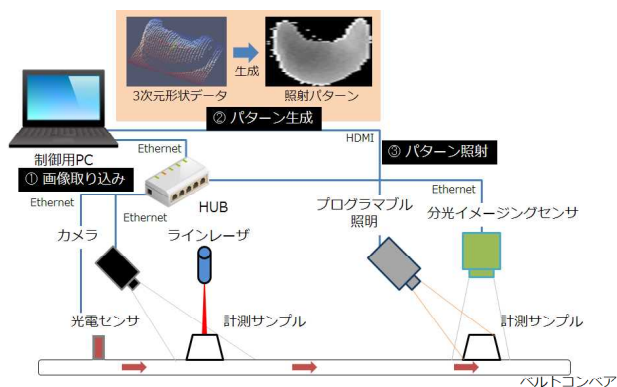


図 5 プログラマブル照明を組み込んだコンベアラインの構成例

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。

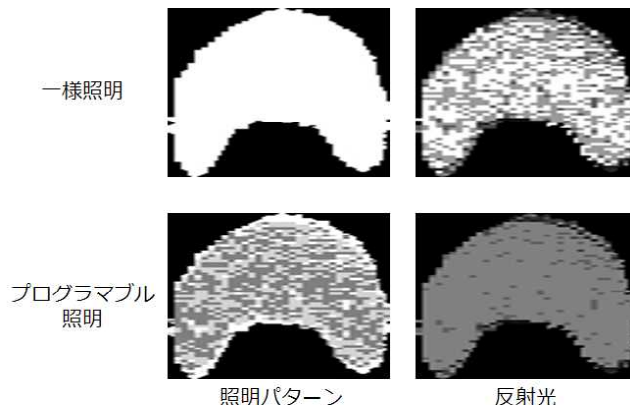


図 6 プログラマブル照明による照度改善効果のシミュレーション

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。

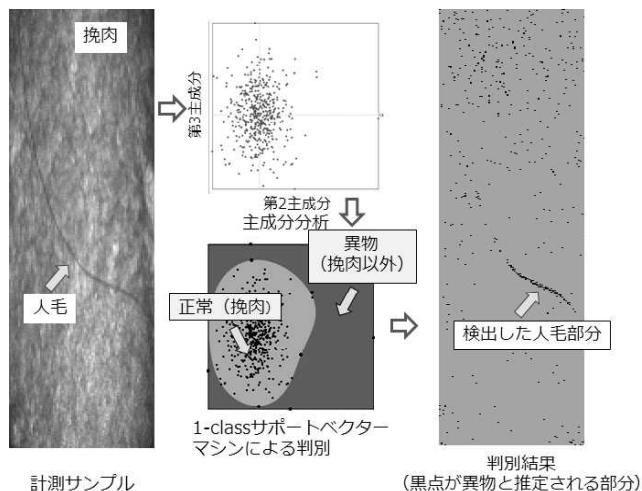


図 7 データ解析による異物検出例

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）

テラヘルツ波を用いた脂肪計測に関する研究

テラヘルツ波を用いた簡易計測技術に関する基礎研究（平成26～27年度）

ものづくり支援センター ○宮崎俊之
北海道大学大学院水産科学研究院

1 はじめに

生命活動に必須の栄養素である脂肪は、分子中における脂肪酸の炭素間結合の違いにより不飽和脂肪酸と飽和脂肪酸に分類される。魚に多く含まれるEPAやDHAなどの不飽和脂肪酸は機能性物質として注目されているが、分子構造的に不安定であるため、酸化に伴う品質劣化が生じやすい（図1）。脂肪の品質劣化の度合いを計測する手法として、酸化による生成物の量に基づく指標が使われているが、この計測には化学的な定量が必要であり、時間と手間がかかるとともに、一定以上酸化が進まなければ品質劣化の度合いを計測できない問題点がある。

本研究ではテラヘルツ波帯（0.1～10THzの電磁波）FT-IRを用いた吸光度計測を実施し、各種脂肪のテラヘルツ波帯における吸光度特性を把握するとともに、量子化学計算による振動解析を実施し、脂肪品質劣化の計測可能性を検討した。

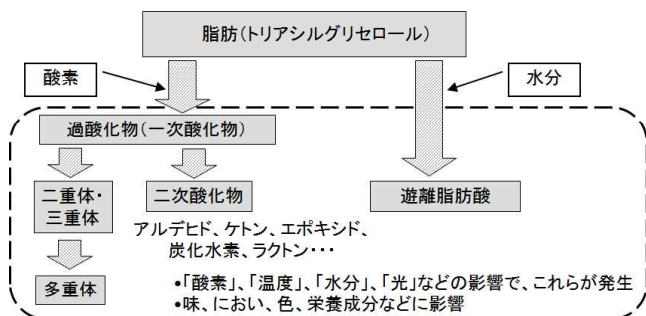


図1 脂肪の品質劣化過程

2 脂肪酸の吸光度解析

テラヘルツ波帯FT-IRを用い、様々な魚油の吸光度計測を行った結果、魚種に係らず、ほぼ同じ位置に吸光度ピークが生じることが分かった（図2）。

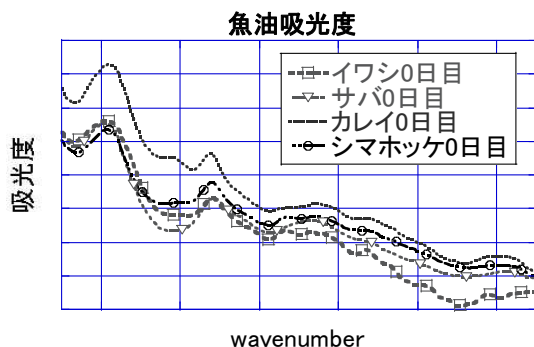


図2 各種魚油のテラヘルツ波帯吸光度

図2の吸光度ピークは、含まれている脂肪酸の分子振動によると考えられる。これを解析するため、量子化学計算に基づく振動解析を行った（図3）。各種不飽和脂肪酸の解析結果により、図2で現れた吸光度ピークは、主にEPA、DHA、リノール酸などの不飽和脂肪酸に起因する事が解った。

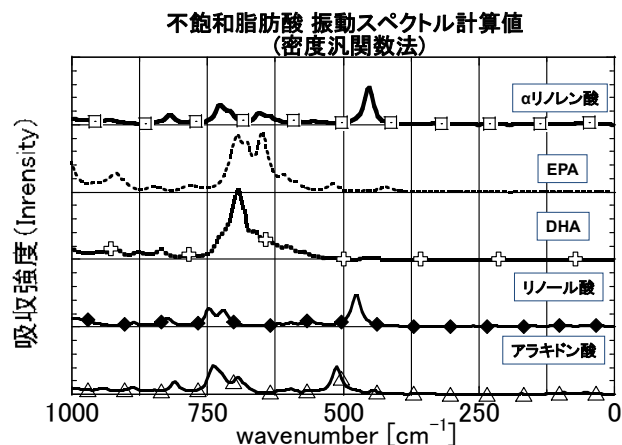


図3 量子化学計算による脂肪酸吸光度の解析

3 脂肪品質劣化計測の可能性

脂肪の品質劣化過程で生成される各分子に対し、量子化学計算を行った結果、品質劣化に伴いテラヘルツ波帯の吸光度が大きく変化する事が明らかとなった。従来の脂肪の品質劣化計測では、過酸化物質や遊離脂肪酸などの酸化生成物の定量により品質劣化を計測してきたが、テラヘルツ波を用いることで、分子構造の変化を捉え、品質劣化の初期段階を簡易迅速に計測できる可能性が見出された。

4 まとめ

本研究ではテラヘルツ波帯FT-IRによる実測と、量子化学計算による解析を併用する事で、脂肪品質劣化とテラヘルツ波帯吸光度の関係を明らかにし、品質劣化の度合いを計測する新しい手法の可能性を見出した。今後は、魚油以外の脂肪への適用可能性を検討すると共に、装置化について研究開発を進め、簡易迅速な脂肪品質劣化計測技術の確立を目指す。

(連絡先: miyazaki-toshiyuki@hro.or.jp、011-747-2942)

電磁波を用いた凍結検知技術に関する研究

(平成26～27年度)

情報システム部 ○新井 浩成、ものづくり支援センター 宮崎 俊之

1 はじめに

本道は広域で公共交通手段の整備が十分ではない地域も多く、移動や物資の運搬において自動車輸送に大きく依存している。また、1年の約1/3は雪に覆われる積雪寒冷地であり、住民・運転者の安全と自動車輸送を確保するため、凍結路面上での自動車スリップ事故防止が重要な課題となっている。路面の凍結状況を検知し、瞬時に運転者や道路管理者に提示することで適切な運転操作や凍結防止作業が可能となり、スリップ事故の回避に繋げることができる。そのため、本研究では電磁波を用い、非接触で実環境に適用可能な凍結検知技術の開発を行った。

2 測定系の構築

電磁波の反射率測定では、図1に示すような送・受信1対のアンテナとベクトルネットワークアナライザを用いた測定系を構築し、Sバンド帯(使用アンテナ:導波管)とKバンド帯(使用アンテナ:ホーンアンテナ)の2つの周波数域を用いた。

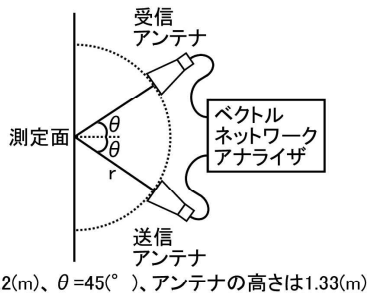


図1 1対のアンテナを用いた測定系の構成(上面図)

ベクトルネットワークアナライザのタイムゲーティング機能を用いることで、研究当初の1アンテナ法と比べ、測定対象以外からの電磁波の反射による干渉の影響を低減することができた。図2に小型電波暗室内に構築したKバンド帯の測定状況を示す。



図2 測定状況(Kバンド帯)

3 反射率の評価

測定対象は、金属板(基準)、スタイロフォーム、スポンジ、補修用アスファルト、コンクリート、圧雪路面とした。スタイロフォーム、スポンジ、補修用アスファルト、コンクリートでは、乾燥状態に加え、湿潤および凍結状態での測定を行った。なお、測定された反射率は、基準となる金属板の反射特性を基に各測定対象毎に正規化処理を行った。一例として、図3に補修用アスファルト、コンクリート、圧雪路面のKバンド帯における反射特性を示す。

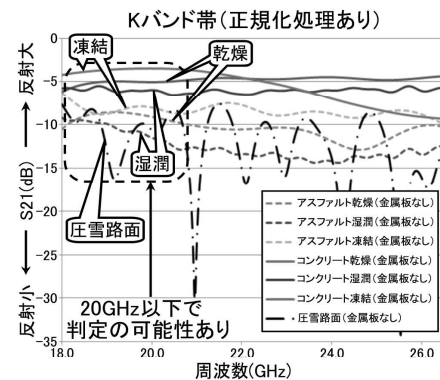


図3 Kバンド帯の反射特性

Sバンド帯では、周波数3GHz付近、Kバンド帯では周波数20GHz以下の領域で、湿潤、乾燥、凍結の状態に応じ反射率が異なる。以上のことから、圧雪路面では透過波の干渉と思われる反射率の規則的な変動が見られるなど更なるデータ蓄積による検討が必要であるが、これら2周波数帯の反射率に基づき、実環境においても凍結検知の判定が可能である。

4 まとめ

送・受信1対のアンテナとベクトルネットワークアナライザを用いた測定系を構築し、Sバンド帯とKバンド帯の2つの周波数域の反射率の違いから、実環境において凍結検知が可能であることを確認した。実用化に際し、測定対象の凸凹や距離変化による反射率変動への対応、測定系のコストダウンなどが課題となる。研究成果に関しては、先行研究の実用化が発表されたことから路面の凍結検知への展開は難しいが、本道の主要産業である農業分野などへ本技術の展開を考えていきたい。

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

移動型作業機械向け進入接近検知センサの研究開発

(平成26～27年度)

情報システム部 ○三田村智行
ものづくり支援センター 堤 大祐

1 はじめに

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などにより、衝突や巻き込みなど重大事故が発生するおそれがある。このような作業機械の安全確保は、基本的に運転者の安全確認に依存しており、事故を防ぐためにはセンサ開発などの具体的な対策が求められている。

本研究では、カメラで撮影した画像からリアルタイムに動き情報を求め、進行方向への進入接近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。

2 リアルタイムでの動き検出と進入物体の識別

画像中の動きは、前のフレームと後のフレームの類似性の高い領域を探索し、その位置の差を求めることで、検出することができる。

本研究では、この動きの検出をリアルタイムで行うため、FPGAを用いたハードウェア処理を行った。類似性の高い領域の探索には、画像照合技術を利用した。屋外の圃場など外乱の多い環境での使用となるため、画像照合には、照明変動など外乱の影響を受けにくい特徴を持ち、ハードウェア処理にも適している方向符号照合法を用いた。

動きの検出は、画面上に一定間隔ごとに配置した領域について行い(図1)、複数領域の動き検出処理を並列に行うことで、リアルタイム処理を実現した。

進入接近の識別は、検出された動きの大きさ、位置、方向に基づいて行った。画面中に進行方向の前方に進入してくる動きがある場合は、警告を発するようにした。

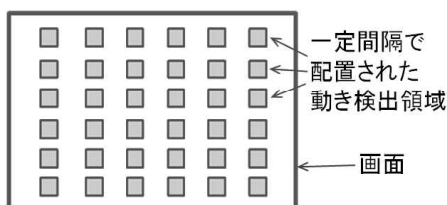


図1 動き検出領域の配置

3 動き検出処理の安定性向上

動きの検出は画像照合により行うため、検出領域

の特徴が乏しい場合などには、誤った動きが検出され、進入接近の判定に影響を及ぼす。このため、動きの空間的・時間的な連続性を利用し、隣接領域や前フレームとの連続性がない動き情報を排除して、動き検出の安定性と判定精度の向上を図った。

4 進入接近検知センサの試作

FPGAを搭載した画像センサとマイコンボードを組み合わせ、進入接近検知センサを試作した(図2)。進行方向の前方を人が横切る状況で実験を行い、動きの検出や警告の出力などの動作を確認した(図3)。



図2 試作した進入接近検知センサ

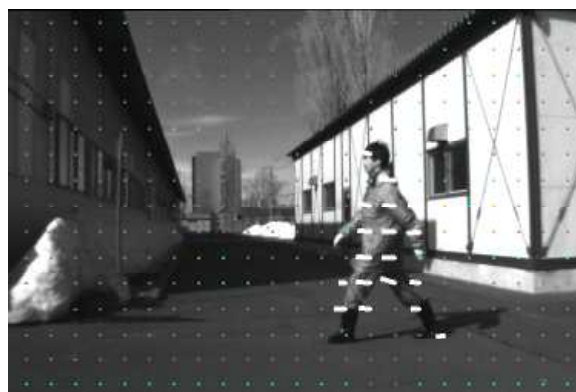


図3 進入する動きの検出例

5 まとめ

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、この動き情報から進入接近物体を判断、警告するシステムを開発し、動作を確認した。

今後は、動き検出、進入接近判定の精度向上を図り、農作業機械などの前方監視、死角監視への活用を図る。

(連絡先: mitamura-tomoyuki@hro.or.jp、011-747-2945)

漁業有害生物駆除装置の開発支援

短期実用化（平成23～27年度）

情報システム部 ○鈴木慎一、浦池隆文、多田達実

1 はじめに

近年、海洋環境の変化や労働力不足に対して水産業の生産性を確保・向上する要求が高まっている。その中の一つとして生産性を阻害する動・植物を駆除する機械の開発支援が増えている。一方、道内には水上、水中で作業する機械を専門に開発している企業は少なく、今回、支援を行った企業も地域のニーズに対応した鉄工所や土木建設業社などであり、今後もアイデアや意欲のある企業の参入が増え、水産業をより活性化することを期待している。本発表では、2件の事例とこれまでの開発支援を通して見た水産機械の開発における問題点とその対応について報告する。

2 クラゲ吸収ポンプの流量計測

道東地域では、クラゲが大量発生してサケの定置網に多大な被害が出ており、通常、網を仕掛ける前にクラゲの駆除が行われている。北海鋼機(株)は、水中ポンプでクラゲを吸い上げ、破碎して排出する装置を製造販売している。本件では、その装置の流量などの数値的な性能評価方法について技術支援を行った。図1は、評価試験の様子である。JIS規格に則った堰式計測装置を製作して吐出量の計測を行った。本試験では、大量の海水を使用するため、試験装置が大型になり、広い試験場所や多くの試験要員が必要な大がかりな試験になることから試験日程が限られる点等の対応に苦心した。



図1 クラゲポンプの流量計測試験の様子

3 アサリ圃場の雑海藻駆除装置

アサリの人工圃場にアマモ等の海藻類が繁茂するとアサリが海藻の根に絡んで死滅したり、収穫時の障害物となり作業性の低下原因になるため、海藻の駆除作業が必要になる。(株)篠田興業では、この駆除作業の高効率化を図るために新たな水中で稼働するクローラ式牽引車と回転式の根起こし機構の開発に取り組んだ。この開発に際して、根起こし部の動作解析や装置の試験・検証方法について技術支援を行った。本開発では、水中動作確認用に水中カメラなどを使用したが、海水の濁りや水流による海底の状態変化があり、動作や結果の確認に苦心した。



図2 実地試験の様子

4 まとめ

以上、共通する課題とその対応策をまとめる。

①機械装置の試験規模が大きくなり、試験場所の確保や試験日程が限定される。

対応策：3Dシミュレーションや試験水槽を利用し、現場から離れた開発体制の確立。

②水中での機械の動作や作業効果の確認が困難

対応策：水中カメラの高機能化やGPS等を利用したデータ収集や評価方法の確立。

③漁業者とのコミュニケーション不足

対応策：水産機械研究会等の場の活用や3Dシミュレーションの利用による動作の見える化の促進。今後、これら対応の習熟・高度化を図り、有害生物駆除装置開発を含めた技術支援の効率化を図っていく。

(連絡先：suzuki-shinici@hro.or.jp、011-747-2959)

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す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

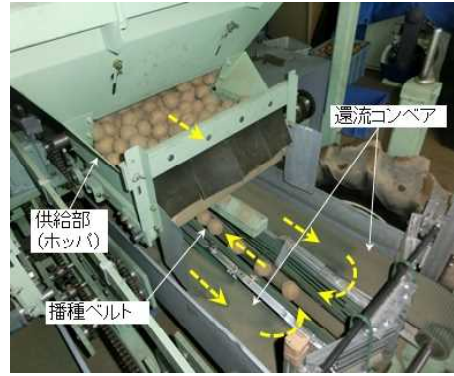


図 4 プロトタイプ試作機（後部）



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）



図 2 屋外走行用プロトタイプ試作機

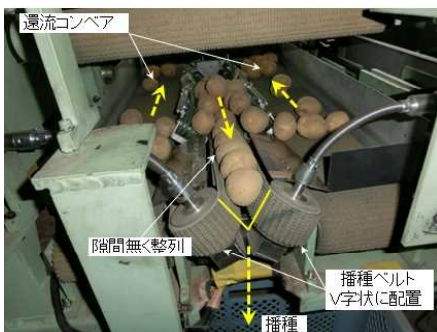


図 3 プロトタイプ試作機（前部）

3D積層造形による鋳型製作とその特性評価

(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 はじめに

製造業における有力な生産手段として、“付加加工”と呼ばれる新たな製造プロセスの実用的な応用展開が期待されている。これに関連し、砂に粘結材を噴射して積層造形鋳型を製作する装置の開発が国家プロジェクトとして進められている。

当場は当初からこれに参画し、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ている。本研究により、鋳型評価に関するいくつかの知見を得たので報告する。

2 開発事業の概要

積層造形鋳型製造装置の開発プロジェクトは、経産省が平成25年度に公募した「超精密三次元造形システム技術開発プロジェクト」に、産総研を中心としたグループが応募し、採択された。このプロジェクトでは、既成の鋳型造形装置(国外製)の問題点を検証し、鋳型試作にとどまらず、実生産ラインでも稼働可能な高品位積層造形鋳型の製造装置開発を目指す。この取り組みは既に3年が経過し、現行品に比較して高速かつ精密な積層造形鋳型を製作する装置が完成している(図1)。



図1 開発装置で製作した鋳型例

3 工業試験場の取り組み

当場は、これまでの技術蓄積を背景に、開発装置で製作した鋳型の特性評価を担当している。鋳型の機能項目として、鋳型強度、通気性、耐熱性、熱物性、崩壊性、砂リサイクル性などが挙げられる。積層造形鋳型に関するこれら諸特性の評価方法は規格化されていない。評価目的や試験室での実施可能性の観点から試験方法の確立が急務であり、そのための基礎データの蓄積と積層造形鋳型の特性試験を行った。

鋳型強度は、圧縮強度と抗折強度の評価試験を行った。鋳型強度に関して、鋳型試験片のかさ密度の影響を強く受けること(図2)、造形後の強度発現まで造形後90分間を要することなどを明らかにした。また、通気度計測法として通気抵抗圧力とJIS法による計測値との相関を調べ、既成鋳型の通気度計測にも適用可能な評価試験法を提案した(図3)。

このほか、加熱特性、砂リサイクル性の評価試験に関する試験法の開発を進めている。

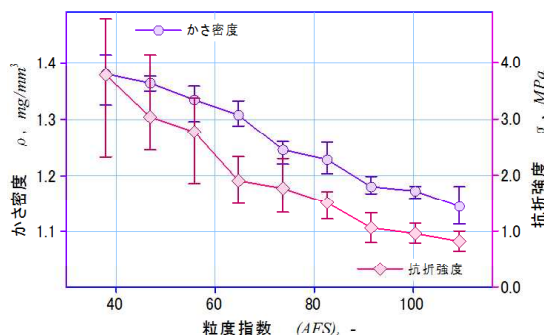


図2 粒度構成を変えた試料のかさ密度と抗折強度



図3 通気抵抗による通気度評価実証試験の様子

4 まとめ

積層造形鋳型製造装置の開発に伴う鋳型諸特性の評価法について評価目的と実施可能性の観点から検討を行い、それらの一部について具体的な試験方法を提案した。また、熱間特性について評価技術を開発中である。今後、評価試験法の規格化が検討されており、さらに実用性の向上を目指して研究を進めていく予定である。

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」の成果を含んでいる。

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

鑄鉄の延性を活用した自動車用鑄造部品の開発

鑄鉄の延性を活用した自動車用鑄造部品の複合化技術（平成25～27年度）

ものづくり支援センター ○鶴谷知洋

製品技術部 戸羽篤也、畑沢賢一、飯田憲一、三戸正道
佐藤鑄工(株)、室蘭工業大学、(一社)北海道機械工業会

1 はじめに

近年、環境規制強化などへの対応から燃費が良く排出ガス量の少ない小型車の需要が増加しており、自動車部品には、小型化・軽量化・低コスト化、さらに、市場に迅速に対応する短納期化が強く求められている。道内ものづくり産業においても、自動車産業へ参入するためには低コストおよび短納期を実現する、新たな生産技術の開発が必要である。そこで、従来は鑄造部品と機械加工部品をボルト締結していたものを、ボルトを使用せずに鑄鉄の延性を利用した塑性加工で締結する複合化技術を開発した。

2 鑄鉄の材質制御技術

溶湯温度などの鑄造条件を変えた試料の組織観察（図1）の結果、6mm以上の板厚で鑄込むことで延性に寄与するフェライトの割合が多くなり、塑性加工に適した材質が得られることがわかった。また、化学組成を変えた試料の組織観察、引張強度、伸び、ブリネル硬さの試験により、塑性加工に適した化学組成を明らかにした。さらに、量産工程において製品モデルの鑄造実験を行い、塑性加工に適した伸びのある材質が得られることを確認した。

延性に寄与するフェライト組織が多い

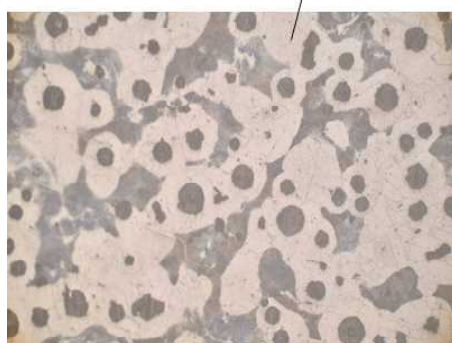


図1 組織観察結果の一例

3 塑性加工プロセスの最適化

はじめに板材を用いて鑄鉄への塑性加工に関する基礎データを得た。次に簡易モデル（図2）を対象に塑性加工実験を行い、材料組織のフェライト率が低いとプレス加工速度が上がった際に割れが発生す

ること、鑄造部品と機械加工部品の締め代が大きくなると接合強度が増加することなど、プレス加工時の速度と材料強度の関係、部品設計値と接合強度の関係を明らかにした。最後に得られたデータを活用して実製品モデル（図3）の設計値や最適な塑性加工条件の導出を行うとともに、量産に向けた部品の性能向上とサイクルタイム短縮を図った。

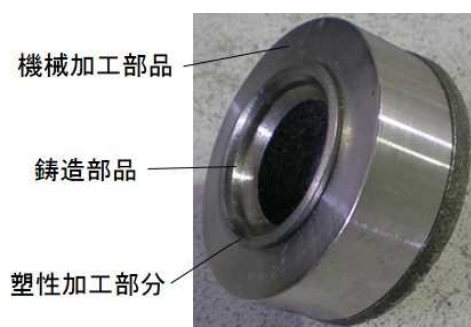


図2 簡易モデル

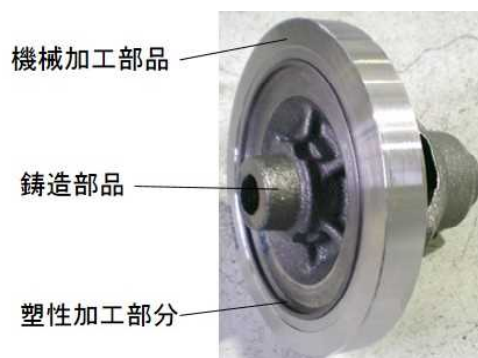


図3 実製品モデル

4 まとめ

鑄鉄の組織観察や機械的特性の試験を行い、化学成分、金属組織、機械的性質の相関関係の確認から塑性加工に適した化学組成を明らかにした。

また、金属組織、塑性加工条件と加工品質の関係を明らかにするとともに、加工実験から最適な製品設計値やプレス加工動作を導出した。今後は、他の鑄鉄材質への展開を検討していく予定である。

（連絡先：tsuruya-tomohiro@hro.or.jp、011-747-2964）

針葉樹材活用プロジェクトへのデザイン支援

派遣指導・短期実用化（平成27年度）

製品技術部 ○日高青志

（公財）釧路根室圏産業技術振興センター

1 はじめに

平成22年度より釧路市が取り組む、地場産材の普及啓発活動「くしろ木づなプロジェクト」では、市庁舎など公共建築物における地域材の利用促進に取り組んできた。その結果、市庁舎内の床・壁材や、会議テーブル、ネームプレートなどといった備品類の導入につながった。しかし、これらは釧路市などからの発注を前提とした一時的なものづくりの取り組みにとどまったため、今後は釧路産カラマツ等の針葉樹材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くかが課題となっていた。そこで平成27年度は、製造や販売を担う地域企業等に対して、地場産カラマツ製品開発への参画を促進することを目的に、新しい方向性の製品プロトタイプ開発を始め、それらの魅力や開発ストーリーなどを継続的に地域企業や市民、消費者等に発信していく手段としてのブログ開設などを、道内民間デザイン業の協力を得ながら支援した。

2 釧路産カラマツ製品プロトタイプ開発

本件で開発する製品は、直接消費者等へ販売することが目的ではなく、釧路地域内の企業等に対して「作りたい」、「売りたい」という意欲を喚起することが第一の目的であった。また、カラマツは反りや割れ、節の多さなど多くの欠点があるため、一般的な家具や食器などの材料としては適さないということも、製品開発に当たっての重要な与件であった。

以上の目的・与件等を踏まえ、次の四つの開発の手がかりを設定し、18種の製品プロトタイプ（図1）を開発した。

- ① 釧路の産業、名物、食文化等などと組み合わせて、釧路ファンが喜ぶ釧路独自のユニークさを持ったモノを考える。
- ② 釧路工業技術センターが備える5軸NCルーター等の木工機械や、レーザー加工機等の設備を活用して作れるモノを考える。
- ③ 製造・販売を担える地域内の具体的な企業・担当者をイメージして、作るモノを考える。
- ④ カラマツの木目の美しさや手触りの良さなどを最大限に生かすモノを考える。一般的な家具や雑貨

など、カラマツの欠点があらわになってしまう分野には踏み込まない。



くしろ魚箱文具シリーズ（上：名刺ストッカー&トレイ、下：書類トレイ）
くしろグルメシリーズ（上：ディンプル角皿、下：ツブ焼き皿&スパカツ皿）

図1 釧路産カラマツ製品プロトタイプ例

3 取り組みを伝えるブログ開発

本件で開発したプロトタイプは、地域企業等に向けてカラマツ製品開発への参画を促すためのものであり、今後はそれらの魅力や特長などを、開発ストーリー等も織り交ぜながら継続的に発信していくことが必要と考えられた。そこで、オープンソースのブログシステムを活用しブログを作成・開設した（図2）。その際、製品プロトタイプ開発など一連の活動のネーミング及びロゴマークを作成した。



図2 取り組み発信ブログ（<http://www.karadeco.jp/>）

4 おわりに

平成28年度は今回開発した製品プロトタイプやブログ等を活用しつつ、地域企業等による製品開発・事業化につなげていく予定である。

（連絡先：hidaka-seiji@hro.or.jp、011-747-2377）

人間計測応用製品の試作支援ツールの開発

(平成26～27年度)

製品技術部 ○中島康博、桑野晃希、前田大輔
情報システム部 橋場参生

1 はじめに

近年のセンサやワイヤレス通信技術の進化、スマートホンの普及にともない、心拍計や活動量計などウェアラブル生体情報計測デバイスの商品化が活況を呈している。しかし、中小企業がこれらの人間計測応用製品を一から開発しようとするると部品選定や基板設計など試作開発コストが高く、生体情報処理のノウハウやソフトウェア技術の習得にも時間を要する。そのため、開発初期段階において製品化の是非を判断するための試作試験に取り組むことができないことも多い。

本研究では、人間計測応用製品の開発初期段階において機能試作機を低コストで開発し試験するための試作支援方法について検討した。

2 試作支援ツールの開発

筋電計、心電計など生体計測装置のデータ計測についてハード・ソフトによる処理フローと解析処理アルゴリズムを体系化し、生体計測機器開発のためのツール（ソフトウェアライブラリ）を開発した。本ツールは周波数フィルタ等のプログラムモジュールで構成され、GitHub ソースコード公開サービスで閲覧できる。

市販ハードウェアとこのツールを用いて企業の生体計測機器の試作開発を支援したところ（図1）、試作期間が従来の3～4ヶ月から1ヶ月へと大幅に短縮された。このほか、企業3社との技術支援並びに

共同研究において、本システムを活用したワイヤレスセンサシステムの機能試作を進めた結果（図2、3）、いずれも数週間程度とごく短期間でシステムの機能試作を完了できた。

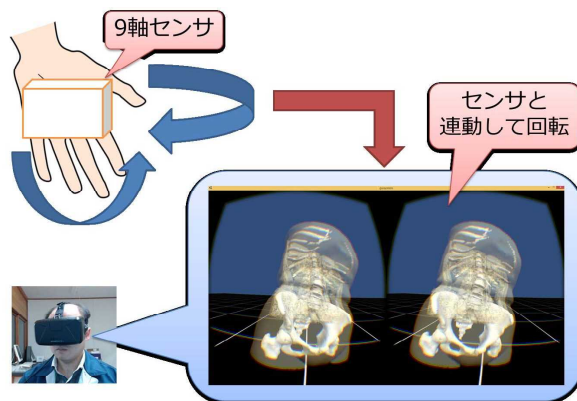


図2 9軸センサを用いたCT画像立体視システム

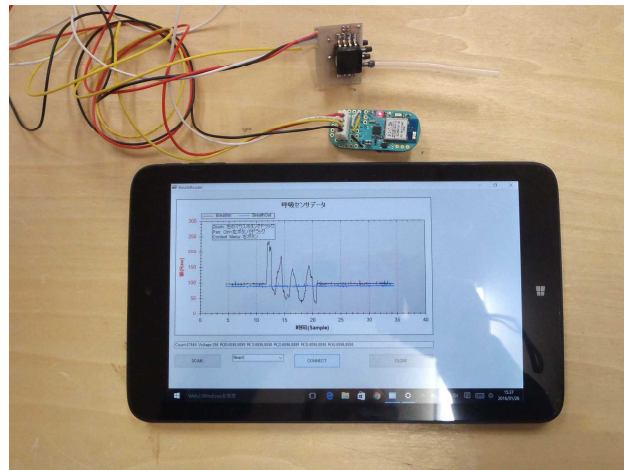


図3 圧力センサシステムの機能試作



図1 高精度ワイヤレス心電計の機能試作機の開発

3 おわりに

本成果をウェアラブルセンサデバイスの試作支援ツール活用ガイドとして web サイトに公開した。センサの種類やフィルタリングの基礎式、開発支援事例等を交え、センサの機能試作方法を解説している。今後はこのガイドに掲載するツールの活用事例やモジュール増強をめざす。

(連絡先：nakajima-yasuhiro@hro.or.jp、011-747-2975)

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。

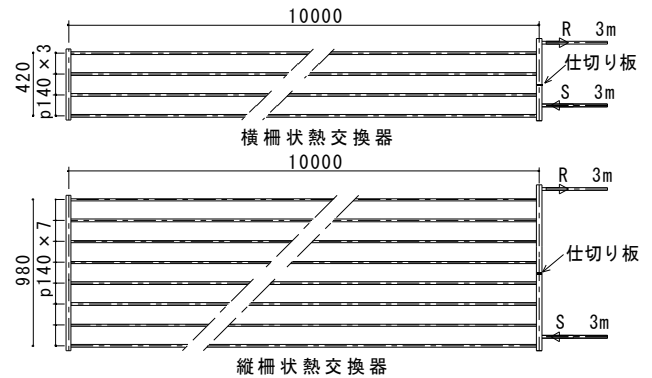


図1 樹脂製柵状熱交換器の概要と外観

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、

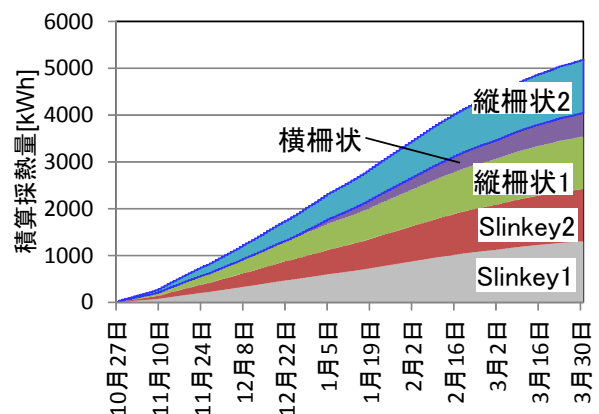


図2 各地中熱交換器の年間の積算採熱量

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

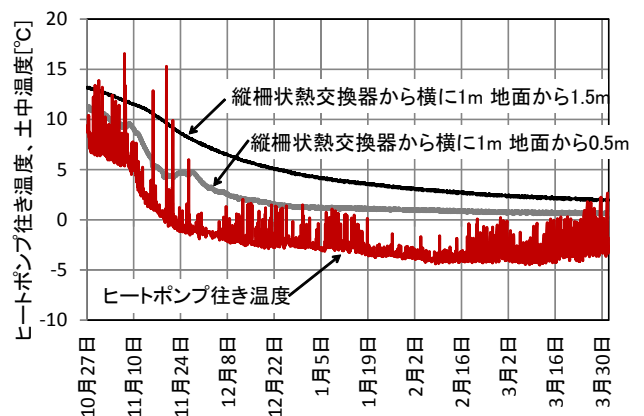


図 3 ヒートポンプの行き温度、土壌温度の経時変化

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)

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の普及促進を図る高効率で廉価な地中熱交換器の開発
(平成26～27年度)

環境エネルギー部 ○保科秀夫
北海バネ㈱

1 はじめに

地中熱はいつでもどこでも安定的に利用できる再生可能エネルギーであり、この地中熱を利用した地中熱ヒートポンプは省エネルギーやCO₂削減効果に優れていることは広く知られている。しかし、わが国においては、初期投資の大きさが普及の妨げとなっており、普及率は世界的に見て遅れている。

初期投資が大きい理由として、掘削に高価な大型掘削機が必要、ボアホールの掘削に伴って排出した土砂や泥水は産業廃棄物としての処理が必要、現状回復が困難であることなどが考えられる。

そこで本研究では、初期投資の低減を目的として、地中埋設管の外側にスパイラルフィンを設けた回転貫入型浅層地中熱交換器（インテグラル型地中熱交換器）を提案し、熱応答試験と実証試験により、その採熱特性を評価した。

2 インテグラル型地中熱交換器の特徴

インテグラル型地中熱交換器の特徴として、次の効果が期待できる。

- ・スパイラルフィンにより表面積が増えることで採熱量が向上する。
- ・電気工事業者の多くが所有している建柱車による回転貫入が可能となることで施工費が低減する。
- ・埋設工事に泥水の使用が不要となるため、土砂や

泥水の処理にかかる費用が削減となる。

- ・逆回転することにより、これまで不可能だった地中熱交換器の撤去が可能となる。

なお、地盤によって建柱車による回転貫入では10mを越える深度の埋設が困難となる可能性があることから、本研究におけるインテグラル地中熱交換器の埋設深度は図1に示すように全て10mとした。

3 熱応答試験および実証試験

工業試験場構内にインテグラル型地中熱交換器と、比較対象としてUチューブを埋設施工し、熱応答試験を行った。その結果、インテグラル型地中熱交換器はUチューブよりも有効熱伝導率が約27%高く、循環水の熱交換器入口温度や流量などが全て同じ条件である場合、インテグラル型地中熱交換器の採熱効率はUチューブよりも高いことがわかった。

既設の農業用ビニールハウスに標準仕様のインテグラル型地中熱交換器、フィンが少ないインテグラル型地中熱交換器、および外管の管径が太いインテグラル型地中熱交換器を合計10本埋設施工し、実証試験を行った。その結果、管径やフィンの量が採熱量に与える影響を定量的に把握した。本実証試験におけるヒートポンプの平均COPは約2.9で一般的な数値と比べて低く、CO₂削減効果は8.4%、一次エネルギー削減効果は9.7%で、いずれも10%以下であった。しかし、地中熱交換器数を15本に設計することにより、COPは3.0となり、CO₂削減効果は10.5%、一次エネルギー削減効果は11.7%といずれも10%以上の導入効果が得られることがわかった。

4 まとめ

地中埋設管の外側にらせん状のフィンを設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により、採熱特性など設計に資する知見の蓄積を行った。

今後は、埋設場所の地盤状況が異なることで採熱特性が変わる可能性があることから、別な場所での実証試験を行い、本研究の結果について検証する予定である。

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

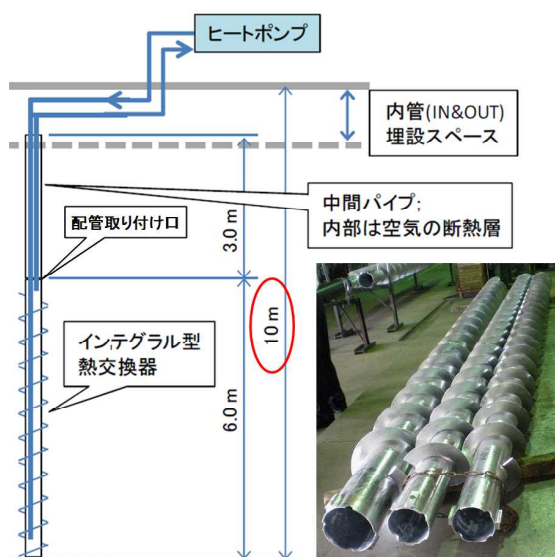


図1 インテグラル地中熱交換器

温泉熱回収用樹脂製柵状熱交換器の開発

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
㈱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

北海道は2,000以上の源泉数を誇る温泉資源に恵まれた地域であり、温泉熱の給湯、暖房への利用が期待されている。しかしながら、強酸性の源泉や排湯、湯ノ花と呼ばれる浮遊物質やスケールが析出する温泉の熱を回収するにあたり、金属製プレート熱交換器は、腐食や煩雑な分解洗浄の課題がある。そこで、温泉熱回収用の樹脂製柵状熱交換器を開発し、浮遊物質の少ない浜益温泉、多い登別温泉の排湯を熱源とした給湯予熱システムに応用した。本発表では、本熱交換器や給湯システムの概要、さらにシステムの省エネルギー性と経済性評価について報告する。

2 温泉熱回収用樹脂製柵状熱交換器の概要

図1に開発した（プロトタイプ）熱交換器の外観を示す。プロトタイプ器の大きさは幅893 mm、高さ1,023 mm、奥行き560 mmである。排湯系統などに槽を設け、熱源となる温泉水の流れに熱交換器を浸漬して、熱交換器内部の水（井水など）と熱交換する。熱交換器の構造は、上部から水を導入し、下部のヘッド管を経由してパネル全体に通水するエア抜きが容易な柵状とした。図2にプロトタイプ熱交換器の内部に通水する水の流量と熱交換能力の関係を示す。槽と熱交換器の入口の温度差が20℃の時、最大20 kWの熱交換能力が得られるなど設計データを取得した。

3 給湯予熱システムの概要

図3に登別温泉における給湯予熱システムの概要図と外観を示す。浜益温泉では、樹脂製熱交換器の内部に給湯に使用する井水を通水し直接熱交換するシステムとしたが、登別温泉では、温泉排湯流れがある場合はいつでも熱回収して貯水槽で蓄熱できる間接熱交換システムとした。システムの省エネルギー性（井水を貯湯温度まで加温する熱量に対する熱回収量をボイラー効率0.9で除したもの）は、浜益、登別でそれぞれ33.6、42.2%であり、ランニングコスト削減費は灯油93円/L、重油80円/Lの場合、年間41、90万円程度となり、5年、7年で投資回収できる。



図1 プロトタイプ熱交換器の外観

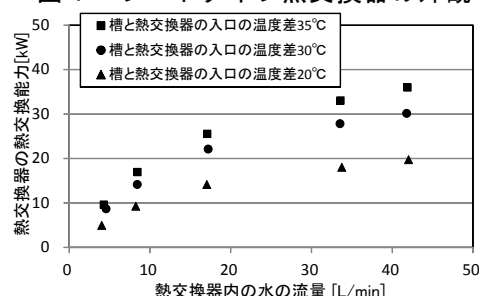


図2 プロトタイプ熱交換器の水の流量と熱交換能力

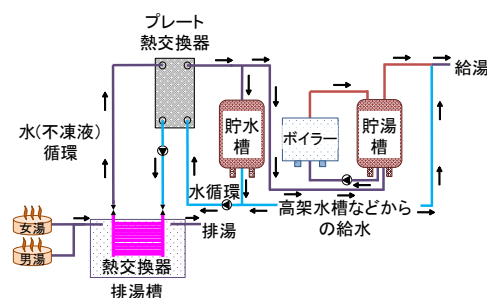


図3 給湯予熱システムの概要図と外観（登別温泉）

4 まとめ

本熱交換器は、汚れ、浮遊物質、およびスケールが析出しやすい冷温水、強酸性の温泉などで特に有効であり、排湯と本熱交換器を用いた給湯予熱システムは、未利用熱利用に貢献できる。

謝辞

実証試験施設のご提供、ご協力を頂いた石狩市、登別温泉㈱、神恵内村の皆様へ感謝申し上げます。
（連絡先：shirato-hiroyasu@hro.or.jp、011-747-2948）

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

ホタテガイ中腸腺を用いた廃電子基板からの貴金属回収技術の開発（平成26～27年度）

環境エネルギー部 ○富田恵一、若杉郷臣

1 はじめに

パソコン、携帯電話等の小型家電は多くの種類の貴金属、レアメタル等を含有していることから、近年、都市鉱山として注目されている。特に電子基板は100mg/kgを超えるAu含有量を有するものもあり、事業化を図る企業もある。これら小型家電等の廃電子基板から貴金属元素を回収するため、ホタテガイ中腸腺(ホタテウロ)を用いた吸着法によるAu回収プロセスの開発を行った。本発表では、電子基板より酸浸出した液からのホタテウロによるAu吸着操作における最適な処理条件の検討を行った結果を中心に、構築し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)について報告する。

2 実験

試料は、使用済みパソコン等から取り出した電子基板約10kgを2軸型破砕機により約3cmまで粗粉砕したものをを用いた。昨年の検討結果により得られた条件に従い、粗粉砕電子基板を450℃で24h仮焼し、重量体積比5倍の王水1/2希釈液で貴金属類を浸出させた。この液を1/10まで希釈して、ホタテウロ由来吸着剤による吸着試験を行い、液に対して吸着剤の量を変化させ、最適な液固比の検討を行った。

次に、吸着処理後の固液分離を全量遠心分離により行うのは、浸出液が強酸であるため装置のコスト上困難と考えられるので、自然沈降と希塩酸による洗浄による固液分離について試験を行った。

最後に、今までの検討結果から得られた条件により、貴金属回収処理フローを構築し、パソコン等の廃電子基板約2kgを用いてベンチスケールによる貴金属の回収試験を行った。

3 結果と考察

液固比比の検討を行った結果を図1に示す。これより、吸着率80%以上にするためには液固比を100以下にする必要があることが分かった。これは、以前に検討した金だけの溶液を用いた場合よりも多くの吸着剤を必要としている結果となった。その理由として、実際の電子基板浸出液では共存する鉄や銅などの元素濃度が貴金属(吸着処理時約10mg/L)に

対して1,000倍程度含有していることから、貴金属を選択的に吸着するためにはより多くの吸着剤が必要であると考えられる。また、吸着処理後、自然沈降した吸着剤を希塩酸で3回洗

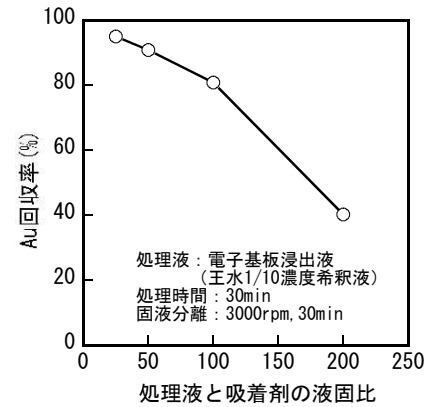


図1 液固比の影響

浄し、同様の固液分離を行い、最後の固相の水切りのみ遠心分離処理を行ったところ、最初の吸着処理後の上澄みに残存している金は2%で、ほとんど固相に吸着し十分沈降していることが確認できた。また、3回希塩酸洗浄を行っても、金は吸着剤に99%残存し、洗液にほとんど溶出しなことが分かった。

以上、各種検討結果から構築した貴金属回収フローおよび処理条件を図2に、得られた粗貴金属の組成を表1に示す。これにより、電子基板原料からの貴金属回収率80%で、原料に対する重量比で約1/1,000まで貴金属を濃縮可能であることが分かった。

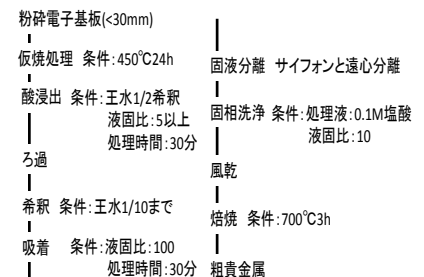


図2 構築した処理フロー

表1 得られた粗貴金属の組成

元素	濃度(%)	元素	濃度(%)
SiO ₂	36	ZnO	0.24
Ag	24	PbO	0.2
Au	13	TiO ₂	0.12
P ₂ O ₅	8.8	K ₂ O	0.11
Fe ₂ O ₃	4.8	NiO	0.1
CO ₂	3.4	CaO	0.1
CuO	2.4	SrO	0.09
SnO ₂	1.7	ZrO ₂	0.08
Al ₂ O ₃	1.5	Cr ₂ O ₃	0.08
Br	1.4	MgO	0.06
Sb ₂ O ₃	1.3	MoO ₃	0.03
PdO	0.81	SO ₃	0.02
Cl	0.45	Na ₂ O	<0.01

4 まとめ

ホタテガイ中腸腺を用いて、廃電子基板から貴金属を回収するベンチスケールでのフローを構築し、最適な処理条件を明らかにした。

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

膜分離技術の利用に関する研究開発

膜分離技術に関する基盤的研究（平成26～27年度）

環境エネルギー部 ○鎌田樹志、佐々木雄真
松嶋景一郎、浦 晴雄

1 はじめに

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。当場ではこれまで、小規模排水処理における膜分離技術の活用や、機能性食品開発における限外ろ過(UF)、逆浸透膜(RO)、電気透析膜等を利用した精製プロセスの開発に係る技術支援を行ってきたが、さらに高度な膜利用技術が求められている。特に膜利用では、目詰まり(ファウリング)による膜寿命の低下がランニングコストに影響することや、高品質化、高い安全性が求められる機能性食品製造における洗浄性等が課題となっている。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。

2 排水処理における膜利用技術

排水処理における膜利用については、実際に膜分離活性汚泥法を適用しているパーラー排水処理施設の調査と実排水の分析、さらに実排水のろ過特性を平膜試験で評価した。その結果、膜処理槽の汚泥濃度(SS)が処理水質およびファウリングに影響することを確認し、汚泥濃度1万程度で管理することで良好な処理が可能と分かった。また、ファウリングは有機物によるものと考えられ、塩素系薬剤による洗浄でろ過性能を回復できることがわかった。

表 膜分離を適用している実排水の水質分析

	BOD(mg/L)		SS(mg/L)	
	夏期	冬期	夏期	冬期
原水	4500	2400	3000	1100
膜処理槽	2400	2800	13000	9900
処理水	20	2	20	0

3 機能性食品の精製における膜分離技術

機能性食品の精製については各種膜処理装置によって不純物の除去や脱塩、分子量の違いによる精製が行われている。その中でUFを用いた分子量分画においてセラミック膜は耐薬品性等が高いことから洗浄性が良いなどの特徴を有しており、本研究ではまずセラミック膜の特性を把握した。用いたセラミ

ック膜は3mmの流路を複数持つ膜(図1)で、クロスフロー方式で分離を行う。まず、分画分子量3,000、10,000、20,000、50,000のセラミック膜の透水量や低分子機能性食品を処理した場合の分画特性を評価した。この中で分画分子量3,000の膜では不純物、他の低分画分子量の膜で低分子機能性食品を分離できた。さらに分画分子量の異なるUFを組み合わせ、連続的に処理することで分子量の異なる組成を持つ低分子機能性食品を含む精製液が得られた。



膜材質	Al ₂ O ₃
膜サイズ	φ30×500
流路	φ3×37個
膜面積	0.175m ²
細孔径	0.2μm

図1 セラミック膜(NGK製)

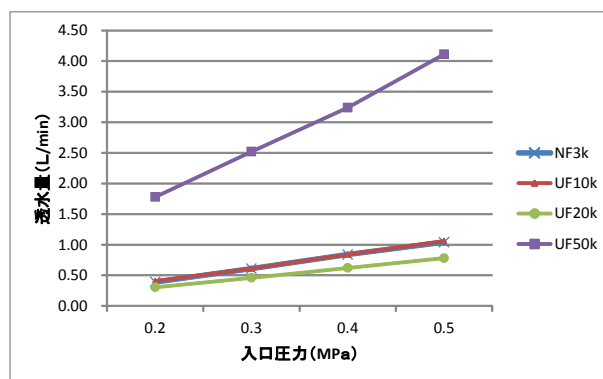


図2 セラミック膜の透水性

4 まとめ

排水処理における膜利用について、膜分離活性汚泥法におけるろ過性評価に関する基礎的知見やファウリングを防止する知見を得た。機能性食品等の膜分離についてはセラミック膜の有用性に関する知見が得られた。

今後、排水処理では様々な小規模排水処理設備の処理水を検討するなど知見の蓄積を図る。また機能性食品の膜分離については最適な膜選択による精製と、セラミック膜に関する洗浄性、耐久性の検討を行っていく。

(連絡先: kamada-tatsuyuki@hro.or.jp、011-747-2952)

- **ポスターセッション発表要旨**

風力エネルギーのシミュレーション技術に関する研究

(平成27～28年度)

環境エネルギー部 ○柏瀬浩司、上出光志
研究企画部 北口敏弘
サンエス電気通信(株)

1 はじめに

北海道は陸・海域共に風況が良く、風力発電の適地である。しかし、①未だに送電網が弱いため、独立電源の運用が望まれる、②道内企業は、風車の最適配置・予測発電量などを含めた精密な風況精査技術を保有していない、③小型風車の建設の要望があるが、風況に関するデータが乏しい、などの問題点がある。

一方、風力エネルギーの特徴として、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る。しかし、発電量が風況に左右されるため変動が大きいという欠点があり、電力の安定供給のためには、エネルギー変換・保存技術が必要となる。

上記の背景に基づき、本研究においては、以下のことを目的としている。

- ・風況シミュレーション技術を取得する。
- ・風力関連の知見(ニーズ・技術など)を取得し、今後の応用研究実施のための基盤を得る。

2 研究方法

本研究で用いた風況シミュレーションソフトウェア「リアムコンパクト」は、地形データ・観測ポールのデータ・風車のデータなどに基づき、風況図・風車の発電量・鉛直プロフィール・風配図などを計算するソフトウェアである(図1)。

シミュレーション結果と、既存の風力設備(風向風速計、風車)における実測値を比較し、差が生じる原因を考察した。また、それに基づき、シミュレーション法を補正する方法を検討した。

3 研究結果

リアムコンパクトを用いた風況シミュレーションを行った結果、気象庁・企業・自治体などが提供する観測ポールや風車のデータに基づいた風況マップを作成することや、任意の位置に配置した風車の発電量を予測することが可能となった。具体例として、釧路周辺における風況マップを示した。(図2)。

実測値との大きな差が出る場合があるが、シミュ

レーションの精度の向上に寄与する条件は、判明していない。比較的精度の良いデータを選択することにより、実測値との差を小さくできることが分かった。今後、そのような補正法を確立する必要がある。

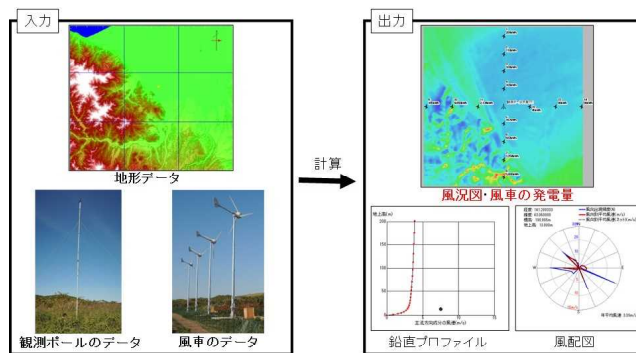


図1 リアムコンパクトの概要

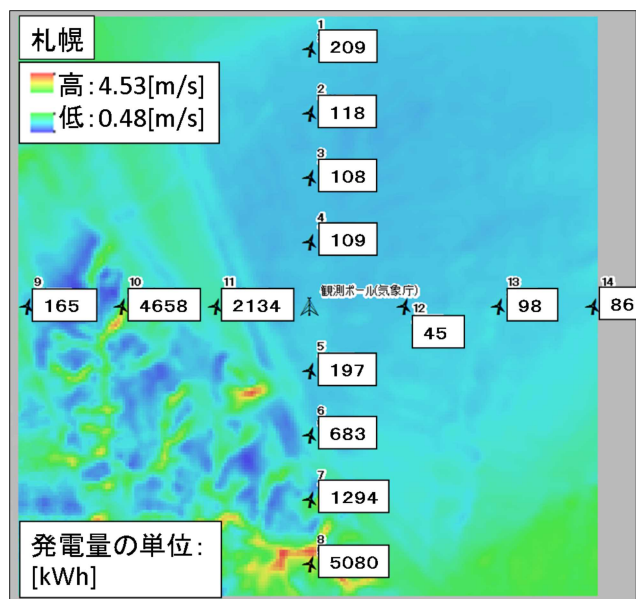


図2 風況マップの例(札幌)

4 まとめ

- ・風況シミュレーションを実行し、各種データに基づいて、風況や発電量の予測を行った。
- ・次年度では、シミュレーションの精度の向上を試みる予定である。

(連絡先: kashiwase-kouji@hro.or.jp、011-747-2949)

微量元素分析法の迅速・簡便化及び解析手法の高度化

微量元素分析法の迅速・簡便化及び解析手法の高度化に関する研究（平成25～26年度）

環境エネルギー部 ○若杉郷臣、富田恵一

1 はじめに

元素分析は研究開発、工程管理、環境保全など各分野に欠かせない基盤技術であるが、近年、ICP 質量分析装置などの分析機器の発達により、従来は困難であった微量元素の迅速、正確な多元素同時分析が可能となり、微量元素の成分組成を把握できるようになった。また、近年多種類のデータの傾向を総括して取り扱うことができる多変量解析などの情報応用技術を分析化学に応用するケモトリックス(計量化学)が提唱され、環境分析、科学捜査、法医学、食品、医薬品、バイオテクノロジー、合成化学など、幅広い分野で活用されており、工業試験場でも解析ソフトを導入し、検討を行っている。

一方、作業現場や野外など、分析用設備が整わない環境で微量元素分析を実施し、すぐに現場で結果を知りたいというニーズも多い。そこで工業試験場でも、液体中の微量元素を分析可能な、新しい原理を採用した携帯型元素分析装置を導入し、作業現場での微量元素のモニタリングに活用して技術蓄積を図っている。

本発表では、微量元素成分組成の高度解析手法および微量元素の現場迅速分析の検討例を紹介する。

2 微量元素成分組成の高度解析手法の検討

3ヶ国7種類の輸入りん酸アンモニウム肥料を対象に、ICP 質量分析装置により多元素半定量分析を行い、分析結果について多変量解析の一種である主成分分析を行った(図1)。その結果、産出国ごとにグループに分かれ、産出国の区別が可能と考えられた。

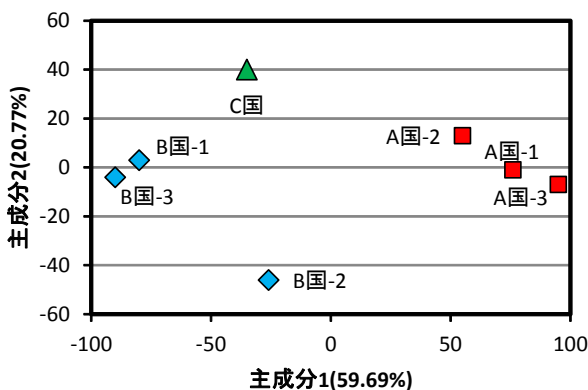


図1 輸入りん酸アンモニウム肥料の主成分分析

3 現場における微量元素の迅速分析の検討

水産廃棄物であるホタテウロに含まれるカドミウムの電解処理による除去試験において、図2に示す携帯型元素分析装置(㈱マイクロエミッション ハンディ元素分析器 MH-5000)を用いたカドミウムの分析フローを構築し、JIS法であるICP 質量分析法との比較を行った(図3)。試料液性状の影響を抑制するため、標準添加法と内標準法を組み合わせることでICP 質量分析法と良い相関が得られた。また、1試料あたり30分程度で分析可能な分析フローを構築でき、モニタリング分析に活用可能な分析方法であるとわかった。

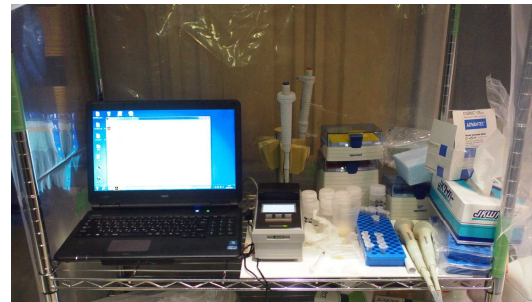


図2 ハンディ元素分析器(写真中央)

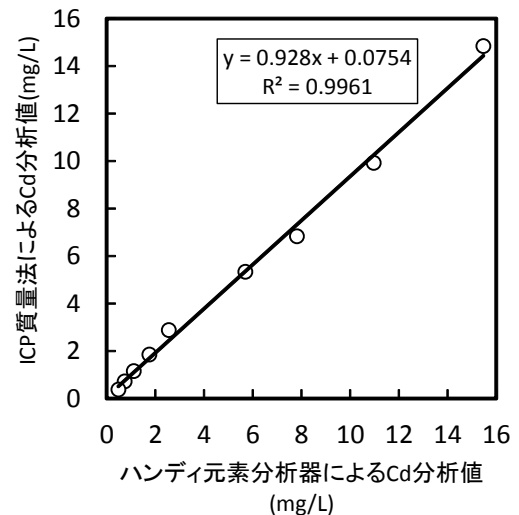


図3 ICP質量分析法とハンディ元素分析器による分析結果の比較

4 まとめ

微量元素分析と多変量解析を組み合わせることで、より高度な解析が可能となった。また、現場での迅速分析手法を構築し、技術蓄積を行った。(連絡先: wakasugi-motoomi@hro.or.jp、011-747-2938)

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 ○上出光志、柏瀬浩司、藤沢拓巳、保科秀夫、白土博康、平野繁樹
研究企画部 北口敏弘
富良野市、富良野エネルギーサービス

1 はじめに

北海道は、再生可能エネルギー・廃棄物等の利用可能性が高く、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が期待されています。本研究では、多くの熱エネルギーを消費する北海道の特性を踏まえ、ローカルエネルギーを主軸とし、自治体や地域の事業者と密接な連携を図りながら、地域のエネルギーポテンシャルを最大限活用するための技術システムを構築する必要があり、未利用バイオマス、廃棄物などのエネルギー資源を有効に利活用できる技術・支援システムを開発し、地域の振興・活性化とエネルギー自給率の向上の実現を目指した最適なエネルギー需給システムを構築・提案します。

2 研究項目と結果

本研究で取り組んでいるモデル地域および研究開発項目は以下の通りで、これらについて紹介します。

2.1 富良野地域モデル

a) RDF ボイラの最適化

富良野市が生産しているRDF(都市ゴミ成型燃料)はそのすべて(2,600t)が市街で消費されています。これを小型ボイラで燃焼し、農業ハウス、公共施設などの熱源として利用し、地域燃料として確立することを目的としています。燃焼実験は既存の熱供給システムの燃焼挙動の把握を行い、熱効率が80%以上となるように調整を行いました。また、燃焼によって発生するダイオキシンは燃焼灰中にはほとんど含まれてなく、そのほとんどがバグフィルタに捕集された未燃の飛灰、バグフィルタ通過後の排ガス中に含まれていることが分かりました。排ガス分析の結果、一酸化炭素濃度が50ppm以下の良好な燃焼状態を維持しているため、熱交換時の再合成によってダイオキシンが生成されたと判断しました。これらの結果から、排ガスを800℃で2秒間以上滞留させる2次燃焼室、排ガス温度を急激に低下させる熱交換器を設置した図1に示すシステムを提案し、最適化システム開発を継続することとしました。

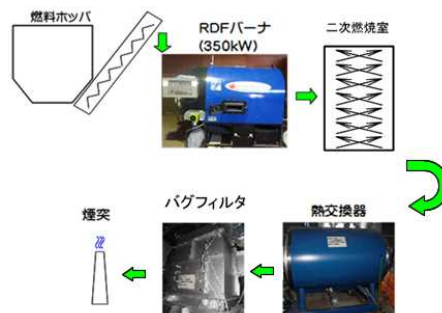


図1 最適化したシステム

b) オムツの燃料化

高齢人口の増加に伴い排出されるオムツは年間550tにのぼり、これと未利用バイオマスであるラベンダー茎葉60tを混合ペレット燃料として利用します。オムツの滅菌・乾燥にはここで生産した燃料あるいはRDFを利用します。

2.2 ガス化炉の開発

農作物残渣の高度利用として、ガス化を取り上げました。農作物残渣は灰分が多く通常の燃焼機器では簡単には燃焼できません。そのためガス化してエンジンで発電すると同時に熱利用可能なシステム開発のためにガス化炉の開発を行っています。ガス化時に発生するタールを減少させる必要があり、図2に示した実験装置で、触媒およびフィルタ等での除去試験により、タール量が100mg/m³以下、発熱量6～8MJ/m³の可燃ガスの生成を目指します。

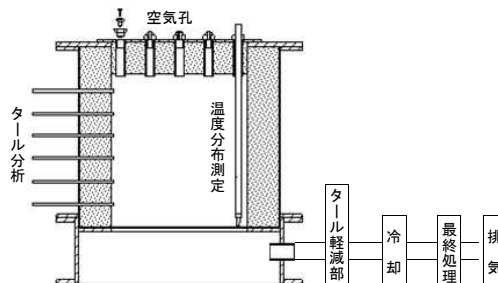


図2 ガス化実験装置

これらのほか雪冷熱を利用する美唄地域モデル、バイオマスでの昆布乾燥などを紹介します。
(連絡先: kamide-mitsushi@hro.or.jp、011-747-2949)

未利用資源等を用いた燃焼・熱回収技術の開発

派遣指導／短期実用化（平成27年度）

研究企画部 ○北口敏弘
環境エネルギー部 上出光志、柏瀬浩司
(株)ソラール、(株)エルコム、(株)北海道日立

1 はじめに

我が国においてはエネルギーの安定供給及び確保は重要な課題であり、自給率の向上や地球温暖化抑制に寄与できる再生可能エネルギー等の導入・利用が望まれている。近時、道内企業においてもそのような点に着目した研究開発が増えている。今回、当場の技術開発派遣指導事業や短期実用化研究開発事業を通して、(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（株）ソラール）、(2)廃発泡スチロールペレット燃焼ボイラの開発（株）エルコム）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（株）北海道日立）について技術支援を行ったので概要について紹介する。

2 技術支援の概要

(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

施設園芸農業では、収益増加を図るため出荷時期の調整が試みられており、寒冷時期のハウス暖房を重油や灯油ボイラで行っていたが、今回、未利用バイオマスを利用したモミガラ燃焼ボイラの開発を行った（図1）。このボイラの特徴は、逆燃方式によるガス化燃焼、回転式ロストルの採用、おき燃焼室の設置である。燃焼負荷 15kW において、安定した燃焼状態を確認した。



図1 モミガラ
燃焼ボイラ

(2) 廃発泡スチロールペレット燃焼ボイラの開発
発泡スチロールは国内で年間約 14 万トン生産され、約 86% がリサイクル利用されている。そのサーマルリサイクルの促進を図るため、廃発泡スチロールペレットを燃料としたボイラの開発を行った（図

2）。このボイラは、安定した燃料供給のための水冷式スクリーフィーダーと、特殊な燃焼促進リングが特徴的である。試験の結果、安定した燃料供給と、熱出力 70kW において排ガス中の一酸化炭素濃度を 200ppm 以下に保つ、安定した燃焼を確認した。



図2 廃ポリスチレン
ペレット燃焼ボイラ

(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

家畜糞尿の処理方法の一つである嫌気性発酵処理は、処理液を液肥として圃場還元できる、発生するメタンガスからガスエンジンによる発電、熱エネルギー回収ができるなど多くの利点があるが、バイオガス発電装置は高価で普及が困難であるなど問題があった。このため、既存の産業用LPGエンジンを転用し、系統連携機能も有する低価格小型バイオガスエンジン発電装置の開発に取り組んだ。その結果、実バイオガスでも安定した運転が可能な出力 32kW のバイオガス発電装置の開発ができた。

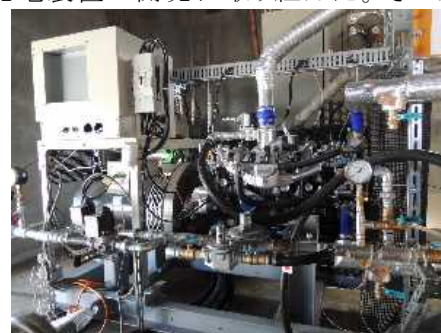


図3 バイオガスエンジン発電機

3 まとめ

技術開発派遣指導事業や短期実用化研究開発事業を通して、再生可能エネルギーの利用や未利用燃料利用をできる装置開発に貢献できた。

(連絡先：kitaguchi-toshihiro@hro.or.jp、011-747-2949)

ワイヤ供給によるレーザクラディング手法の研究

線材供給によるレーザクラディング手法の研究（平成27～28年度）

製品技術部 ○櫻庭洋平、鈴木逸人、安田星季、戸羽篤也
苦小牧工業高等専門学校

1 はじめに

レーザクラディングは、金属などにレーザを当て、溶融した部分に粉末やワイヤ状の材料を送り肉盛りする加工法である。必要最小限の範囲のみを加工できるため、熱変形や変質が少なく、高精度な金型補修などに利用される。ワイヤ供給方式は、粉末が送れない部分への供給が可能だが、加工の向きで品質も変わるため加工条件の設定が難しい。

今回、ワイヤ供給による欠陥の少ない加工条件を見出すため、溶着したワイヤ（以下、ビード）の断面形状をワイヤ配置（以下、進入角）ごとに比較し、加工に必要なレーザ出力を推定した。また、積層ビードの内部欠陥を測定し、欠陥の状態を確認した。

2 実験方法

2.1 クラディング加工条件の推定

表1の条件で母材にビードを1層作成し、断面の肉盛り部と溶込部の高さや幅を測定して、加工に必要なレーザ出力を推定し、進入角によるビード形状の変化を確認した。ワイヤの進入角は、加工の向きから0°、90°、180°とし（図1）、必要なレーザ出力の条件は、密に並べたビードにすき間が残らない、溶込幅=ビード幅（W=0）を満たすこととした（図2）。

表1 クラディング実験条件

レーザ			ワイヤ			試験片材質	
出力 (W)	走査速度 (mm/min)	焦点直径 (mm)	供給速度 (mm/min)	進入角度 (deg)	直径 (mm)	母材	ワイヤ
150~700	300	0.59	600・900	0・90・180	0.42	SS400	SUS304

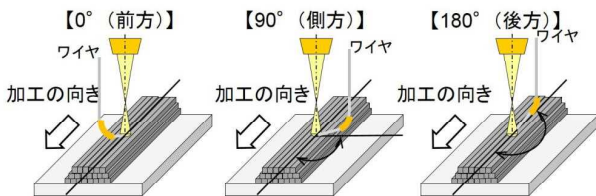


図1 ワイヤ進入角

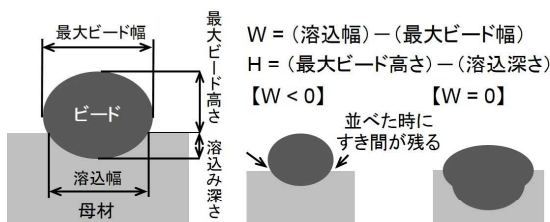


図2 断面の測定箇所およびレーザ出力との関係

2.2 複数積層ビードの品質評価

2.1 で求めた加工条件で、積層ビードの内部を X線 CT で測定し、内部欠陥の数と分布を調べた。

3 実験結果

3.1 1パスビードの形状比較

レーザ出力とビード形状の関係を進入角ごとに比較し、加工に必要なレーザ出力はワイヤ速度 600mm/min で 400W 以上（図3）、900mm/min で 500W 以上となった。また、進入角 0° は 90° より溶込みが深く（ $H_0 < H_{90}$ ）、180° はビードの形成前に母材とワイヤが溶着し積層不能となることを確認した。

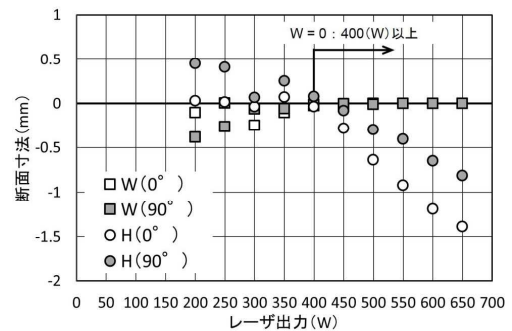


図3 レーザ出力とビード形状の関係 (600 mm/min)

3.2 複数積層ビードの品質評価

積層ビード中の欠陥の数と分布を測定し、加工条件で欠陥の状態が変わること（表2）、欠陥がビードの境界部に生じることを確認した。今後、レーザ出力やワイヤの位置調整により、欠陥の低減を行う。

表2 積層ビードの内部欠陥（体積0.01mm³以上）

ワイヤ供給速度 (mm/min)	レーザ出力 (W)	ビード形状		欠陥数 (個)	最大欠陥体積 (mm³)
		長さ(mm)	本数(本) 層数(層)		
600	400	70	27 6	18	0.15
900	500	70	21 5	5	0.05

4 まとめ

ワイヤによるレーザクラディング加工のレーザ出力を求め、内部欠陥の状態を評価した。今年度は凹凸部や傾斜部への加工性について知見を加える。



この研究は、競輪の補助を受けて実施しました。

<http://ringring-keirin.jp/>

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

品質評価技術普及への取組

品質力向上実務者研修（平成27年度）

製品技術部 ○神生直敏、飯田憲一
ものづくり支援センター 森元ゆかり、菱川善行

1 はじめに

ものづくり企業においては、信頼性の高い製品を開発するために、自社が保有する技術力を向上させる取り組みが求められている。

当场では、道内企業の品質に関わる技術力向上を図るため、これまで品質管理手法や品質工学などの技術研修会を実施している。平成27年度は、公益財団法人JKA（以下、単にJKAと表記）が実施した「公設工業試験研究所等における人材育成等補助事業」の助成を受けて、信頼性の高い製品づくりに必要な「信頼性工学」について研修を実施した。

信頼の高い製品とは、信頼性工学では「製品が故障しにくい、もしくは故障しても容易に修理できる性質」（信頼性）が大きいものを意味する。その製品の信頼性を高めるために用いられる手法が「信頼性工学」と呼ばれ、自動車業界や電気・電子機器業界を中心に利用されている。

2 実施内容

実施した研修内容を以下に記す。

①品質評価技術研修

工業試験場を会場に、信頼性工学について全3回の研修を実施した（表1）。講師として、大手メーカーで信頼性工学に長年携わってきた技術者を招聘し、信頼性工学の概論と重要な手法について、演習を交えて研修を実施した。

表1 品質評価技術研修 開催一覧

	開催月日	内容
第1回	7月2日	初めての信頼性工学
第2回	9月10日	信頼性設計・試験入門
第3回	11月12日	FMEA/FTA入門

特に、第3回目の「FMEA/FTA 入門」では、製品の故障原因を系統的に整理し、故障発生リスクを数値化し評価する「FMEA/FTA」の手法について演習を行った。具体的事例として、家庭用オーブントースターを例にグループ単位で演習を行った後、検討結果を発表し、FMEA/FTA の理解を深めた（図1）。

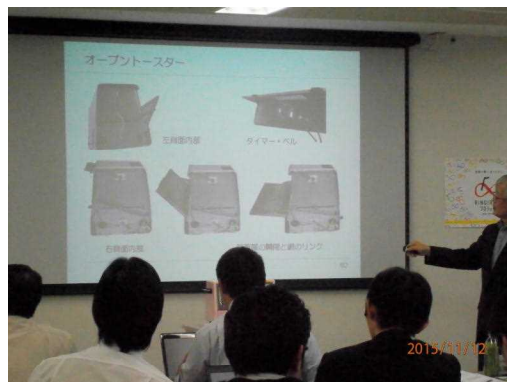


図1 品質評価技術研修の様子

②品質管理技術研修（個別研修）

現場での研修の要望があった道内企業2社において、現地研修（2日/社）を実施した。研修では、講師に現場を視察して頂いた後、品質管理技術と信頼性工学技術について研修した（図2）。



図2 品質管理技術研修の様子

3 おわりに

品質評価技術研修の受講者は3回合計で75名であった。受講者アンケートを集計した結果、内容について概ね好評であり、次年度の開催を要望する意見が多くみられた。そのため、内容を一部見直して、平成28年度も開催する予定である。

本研修事業での使用テキスト等は、JKAの「Ring!&Ring!プロジェクト」にて公開される予定である。



（連絡先：kamio-naotoshi@hro.or.jp、011-747-2964）

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

顧客体験に基づく食関連製品・サービスアイデア創出支援手法の研究

(平成27～28年度)

ものづくり支援センター ○万城目聡
製品技術部 日高青志、印南小冬

1 はじめに

食に対する顧客ニーズの多様化を背景に、食関連事業者から「素材や食味には自信があるが売れない。」「新製品・サービスを開発したいが顧客のニーズが掴めない。」といった声が寄せられている。これらの事業者にとって、製品・サービスのコンセプト検討段階における顧客視点に立ったアイデアの創出は大きな課題である。

現状では顧客視点のアイデア創出支援手法は十分確立されていないが、近年 IT 分野で実践が進みつつある「顧客体験に基づいた製品・サービス開発：ユーザエクスペリエンスデザイン（以下 UXD）」の考え方や手法が効果を挙げはじめており、食関連分野への活用が期待される。

本研究では、UXD の手法を参考に、食関連産業のための製品・サービスアイデア創出手法の開発を行う。今回は検討中の手法案について報告する。

2 顧客体験に基づくアイデア創出の流れ

UXD における製品・サービスアイデア創出は①「顧客体験マップ」を中心とした現状把握と課題抽出、②①の結果を活用した製品・サービスのアイデア創出で構成される（図1）。

顧客体験マップは顧客の体験を時間軸に沿って視覚化するもので、そこで顧客が何をを行い、どう感じているかを俯瞰することによって、食品そのものの食味体験を超えて、顧客の本当の欲求や願望を満たす多様なアイデアの創出を可能とする。

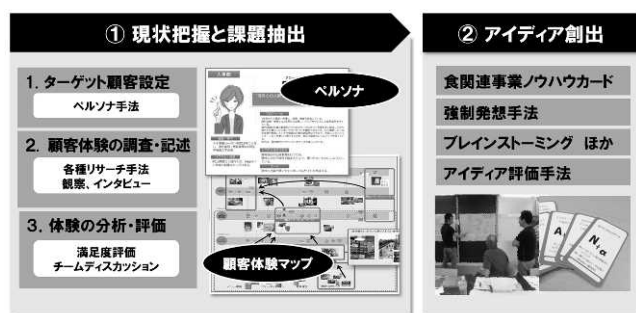


図1 アイデア創出の流れと主な手法

アイデア創出段階では既存のアイデア創出手法やツールを状況に応じて使い分けることを想定しているが、食分野に特化したアレンジによって、より効果を高めることが可能である。

3 食関連事業者のための手法開発

店内の食関連事業者は、製品・サービス開発の知識や経験が乏しい場合が多く、できるだけ面倒な手法やプロセスは避けるべきである。そこで次のような点を考慮して手法検討を進めている。

- ① 初心者の参加を想定した UXD に関する専門知識不要のグループワークプログラム。
- ② アイデア創出ワークを活性化し、アイデアの質・量を確保するためのゲーム的手法の導入。
- ③ 一連のグループワークを支援するワークシートやカードをまとめた持ち運び可能なツールキット化（図2）。

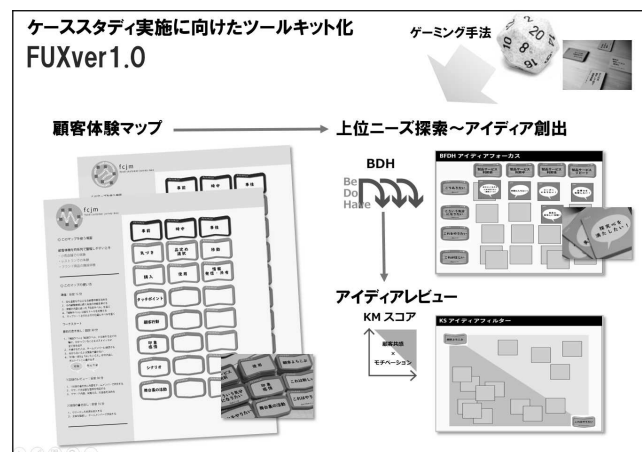


図2 検討中の支援ツールキット

4 今後の取り組み

検討したアイデア創出手法案をケーススタディで試行しながら、手法の改善とツールキットの試作開発を進める。

(連絡先：manjome-akira@hro.or.jp、011-747-2377)

軽労化ツールの開発に向けた農作業の負担分析

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、吉成 哲、中島康博、桑野晃希

1 はじめに

全道の3分の2を占める農業集落では、人口減少・高齢化が急激に進行している。地域の疲弊を防ぐためには、産業機能の維持・向上に向け、労働力の確保が必要である。対策の一つとして、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することが考えられる。

本研究では、人手作業の負担を軽減する軽労化ツールの開発に向け、6種類の農作物を対象に作業負担特性分析を行ったので紹介する。

2 作業負荷調査

モデル地域(下川町)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)の収穫作業を対象に作業負荷調査(図1)を実施した。被験者は対象作業の従事者から選定し、各作業2名計12名とした。調査項目は、心拍数計測(安静時、作業中、踏み台昇降運動時)、体力テスト(つまみ力、握力、足指力、立ち座りテスト)、自覚的負担感記録、ビデオによる作業姿勢記録とした。また、作業条件として、暑さ指数と取扱重量を記録した。

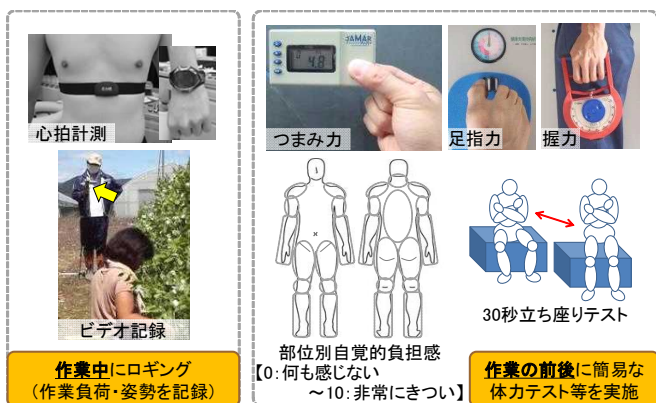


図1 作業負荷調査

3 作業負担特性の分析

ビデオ映像をもとに姿勢/動作の出現頻度を集計し、自覚的負担度と比較することで各作業の負担特性を整理した。また、心拍数は、立ち上がり動作、前屈動作、移動(歩行)の頻度が高い作業や、取扱

重量の多い作業、作業中の暑さ指数が高い作業で高くなる傾向が見られた。体力テストスコアについては個人差が大きく、作業内容との明確な対応関係は確認出来なかった。

4 省力・軽労化の検討方向

各作業の負担特性を基に、複数の被験者に共通する4種の労働課題について省力・軽労化の検討方向を整理した。①前屈頻度が高い作業は背中、腰の負担が大きく、アシストスーツ¹⁾を基とした検討が考えられる。②把持を繰り返す作業は前腕と肩の負担が大きく、把持負担を軽減するツールの開発が必要である。③しゃがみ姿勢や膝つき姿勢の頻度が高く、移動の少ない作業では背中、腰、下腿、足に負担があり、下肢関節への荷重を低減する膝装具や農作業用椅子等を応用することが考えられる。④しゃがみ姿勢や膝つき姿勢の頻度が高く、移動を多く伴う作業では、背中、腰、下肢全体に負担があり、下肢への荷重低減と移動を両立する車輪付農作業椅子等を基とした検討方向が考えられる(図2)。



被験者3名(青ネギ、フルーツトマト、加工用トマト)該当

図2 省力・軽労化の検討方向(例)

5 おわりに

モデル地域の農作物を対象に、作業負荷調査を行い、複数の被験者に共通する4種の労働課題について、省力・軽労化の検討方向を整理した。今後は、検討方向に従い、省力・軽労化ツールの開発を進める予定である。

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)

輸出用ホタテ自動生剥き機の導入実証

短期実用化（平成27年度）

情報システム部 ○多田 達実
湧別漁業協同組合、(株)ニッコー

1 はじめに

本道の漁業生産において、ホタテは生産量・生産額共に非常に高く、重要な魚種の一つとなっている。しかし、加工現場で行われる生鮮貝柱の分離作業は、非常に煩雑で人手を多く必要とし作業効率の妨げとなっている。そこで、湧別漁業協同組合では、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(株)ニッコーが開発したホタテ貝自動生剥き機（「オートシェラー」、図1）を導入し、加工現場での実証試験を行った。当時は、その取り組みの中で、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。



図1 ホタテ自動剥き機（オートシェラー）

2 ホタテ自動剥き機の構造と機能

「オートシェラー」は図2に示すように、原貝を受け台にセットすることで、一般的に手剥きによって行われている貝柱分離を自動で行う装置である。処理能力としては、11名の作業者が手剥きで行う作業をオートシェラー1台と原貝のセッティングを行う作業員2名で行うことができる。全処理工程は9工程からなり、各工程は約6秒の処理時間を要し、8個のホタテ貝柱が約6秒毎に回収される。

3 稼働状況分析結果

図3に装置から排出された下貝を、図4に回収された貝柱を示す。当初の設計通り、空圧シリンダーで駆動されるカッターにより下貝からの貝柱の剥き

取りが行われ、貝柱が手剥きと同程度に歩留まり良く回収できることが確認できた。また、H27/10/20～H27/12/16まで行った試験のデータにより、製品歩留まり（原貝から得られた貝柱製品の割合）や開口率（上貝の脱殻率）、吸水率について計画当初の目標を達成していることが確認された。

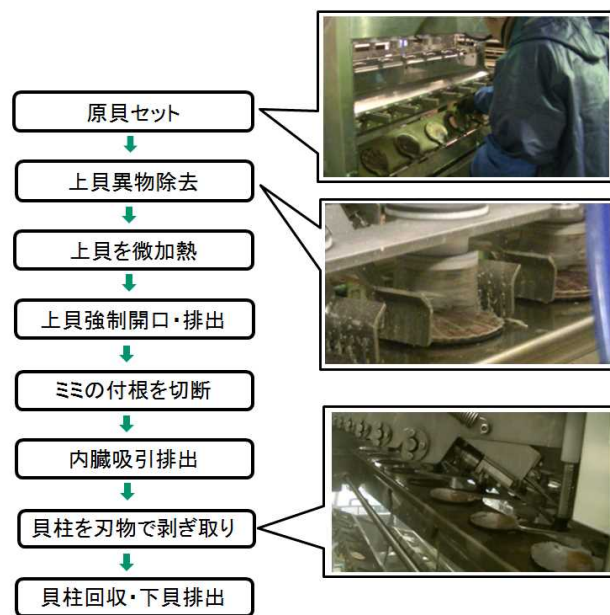


図2 ホタテ自動剥き機の工程

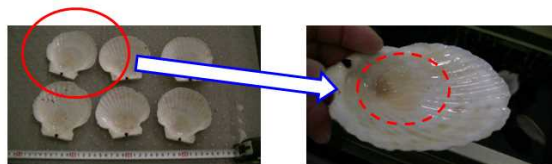


図3 処理後の下貝



図4 処理後の貝柱

4 まとめ

実証試験において稼働状況調査を行い、各工程の動作・機能に問題はなく、処理が確実に行われていることを確認した。

（連絡先：tada-tatsumi@hro.or.jp、011-747-2955）

次世代型鮮度保持コンテナの開発

次世代型鮮度保持コンテナの開発に関わる耐振動性評価に関する研究（平成27年度）

情報システム部 ○鈴木慎一、浦池隆文
㈱前川製作所、㈱丸実村上工業

1 はじめに

一次産品のアジアへの輸出拡大に向けた取組のなかで、青果の輸出は、鮮度保持時間の確保が課題となる。そのため、青果からの水分蒸散を極力減らすように温度と湿度を制御する次世代型鮮度保持コンテナの開発が求められている。本研究では、新たに鮮度保持コンテナを試作して、その主要部品である湿度制御部とクーラー部について、陸路・海路の輸送時の機能を保証する試験条件を設定し、耐振動試験を行った。その試験結果より、耐振動性能改善の方向性を明確にした。また、試作コンテナを用いて海上輸送試験を行った。

2 耐振動評価条件の設定

コンテナは、貨物を積み込み、目的地へ届けるまでに次のような衝撃、振動を受ける。

- ①クレーン等を用いてトラックや船倉への移送する際の衝撃
- ②トラックによる陸送時に路面やエンジン等から受ける振動
- ③船舶による海上輸送時に波・風やエンジンから受ける振動

耐振動性評価においては、前述に対応して①衝撃試験、②陸送時の耐久振動試験、③海上輸送時の耐久振動試験を行った。加えて、耐振動性を評価する際に重要なデータとなる④共振点の探索試験を行った。

条件設定に際しては、今回の海上輸送試験（苫小牧-シンガポール）を想定し、JIS等の規格や他機関の報告および㈱前川製作所の知見を参考にして決定した。なお、供試体は、新たに追加される湿度制御部とクーラー部とした。

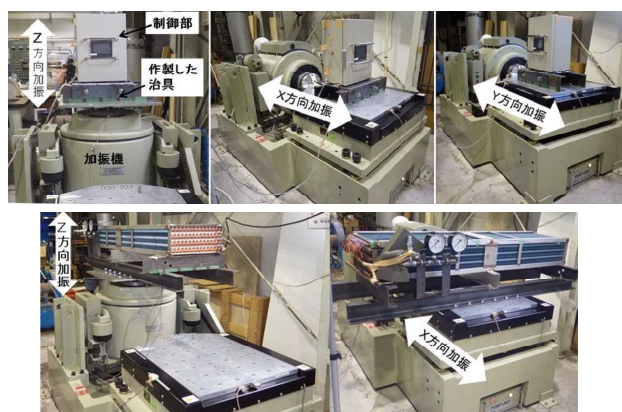
3 耐振動試験

2で設定した条件により耐振動試験を行った。加振軸の設定は、図1のようにコンテナを基準に鉛直方向を“Z”、長手方向を“X”、短手方向を“Y”と定めた。湿度制御部のXYZ方向の振動状況を計測するために加速度センサを3個、取り付けた。図2に制御部とクーラー部の振動試験機への取付状態を

示す。なお、クーラー部の加振は、試験機の取付上の制約からXZの2方向のみの加振とした。



図1 コンテナ外観および座標系



(上) 制御部、(下)クーラー部

図2 供試体の試験機への取付

4 まとめ

次世代型鮮度保持コンテナを試作して主要部の耐振動試験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 既存の試験規格や㈱前川製作所の試験データを参照して、道内からアジアへ船舶を用いて輸送されるコンテナの耐振動評価条件を設定した。
- 2) 試験の評価方法として、耐久試験前後での応答性を比較する評価した。
- 3) 試験結果を基に固定方法などの耐振性改善の方針を示した。

試作したコンテナを用いて苫小牧-シンガポール間（約3週間）の海上運送試験を実施し、温・湿度の制御が設定通り行われたことを確認した。

今後は、本研究で得られた知見を基に、コンテナの実用化に向けた開発を進める予定である。

(連絡先：suzuki-shinici@hro.or.jp、011-747-2959)

モバイルアプリによるポータブル生乳検査装置の開発

短期実用化（平成27年度）

情報システム部 ○岡崎伸哉、 企画調整部 本間稔規
(公財) とかち財団 十勝産業振興センター

1 はじめに

酪農家により生産された生乳はバルククーラーで低温貯蔵され、定期的に専用タンクローリーで集荷される。集乳の際には専任の集乳担当者が品質検査を行い、基準を満たした生乳のみが集荷される。品質検査項目は生乳の色調、風味、異臭、異物の有無、比重検査、成分検査、細菌数検査など多岐にわたる。これらの検査のうち、目視検査を含めた官能検査は照明環境の変動の影響などにより、熟練の技術が必要となる。これまで現場では、とかち財団と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検査装置の開発を進めてきた。本開発では集乳車への搭載を目的とした、モバイル端末により処理を行うポータブル生乳検査装置の開発を行った。

2 ポータブル生乳検査装置の概要

ポータブル生乳検査装置は、生乳をセットして吸光度スペクトルを測定する小型計測部（以下、計測部）と操作、表示、データ処理を行うためのモバイル端末により構成される。図1に試作した計測部を示す。吸光度スペクトルを測定するための検出器には組込用小型分光デバイス（浜松ホトニクス製）、光源として白色LED、計測部とモバイル端末の通信インターフェイスには省電力であるBLE（Bluetooth Low Energy）モジュール（ホシデン製）を用いた。通信に利用したBLEは機能を“サービス”という単位でまとめられる機能があり、今回は「デバイス情報」、「インジケータ制御」、「測定」などのサービスを実装した。これにより、これまでに試作した検査装置のサイズが300×200×100mm、制御端末がノ



図1 試作したポータブル生乳検査装置

ートPCであったのに対し、本開発で試作した計測部は175×125×100mm、制御端末がモバイル端末と小型化し、可搬性が向上した。

3 モバイルアプリケーションの開発

計測部の制御やデータ処理を行うモバイル端末用のアプリケーション開発を行った。開発にはAndroid OS や iOS など複数のプラットフォームにC#の同一コードで対応可能な統合開発環境Xamarinを用いた。開発したアプリケーションでは最初に計測部を検索し、接続後、「計測」にて吸光度スペクトルの測定命令を送信する。計測部ではこれを受信し、吸光度スペクトルを測定、データをモバイル端末に送信する。アプリケーションでは、このデータを受信した後、検量線を用いて混入した血液濃度を推定し、表示する（図2）。本開発では、BLEモジュール単体に対して開発したアプリケーションで一連の処理が実行できることを確認した。



図2 開発したモバイルアプリケーション

4 おわりに

集乳車への搭載を目的として、ポータブル生乳検査装置の試作開発を行った。モバイル端末および安価で小型な組込用分光デバイスを用いることにより、装置の小型化・低価格化、可搬性の向上を実現した。今後は、組込用小型分光デバイスとの接続基板を試作し、動作確認を行った後、現場においてサンプルを収集し、性能評価および改良を進め、実用化を目指す。

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

農地地図生成手法の開発と普通畑圃場図作成への適用

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）

情報システム部 ○奥田 篤、飯島俊匡、堀 武司、近藤正一
企画調整部 高橋裕之
道総研中央農業試験場

1 はじめに

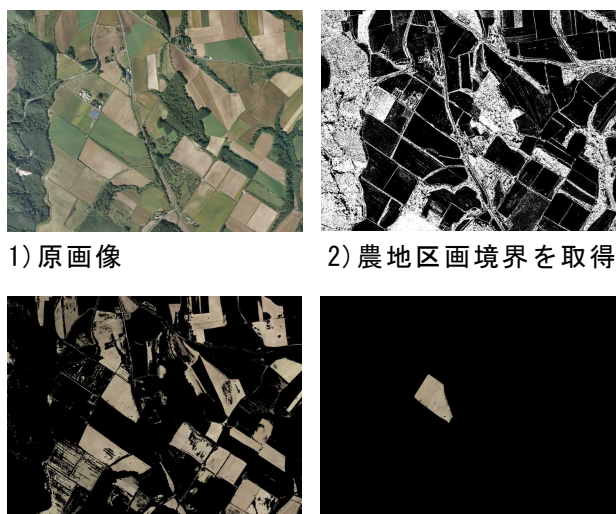
近年、農業生産を安定的に持続させるために、作業管理や意思決定を支援する営農支援システムによる農業生産技術の高度化が期待されている。

農作業は農地区画（圃場）を単位として計画・実施される。従って、営農支援システムは、データ構造のインデックスとして、またユーザインタフェースとして、農地区画を利用することが合理的であり、農地区画を含む電子化された地図（圃場図）を備えることが望ましい。しかし、圃場図の作成は煩雑でコストの掛かる作業が必要であり、システムの開発を阻害している。そこで、衛星写真や航空写真（空中写真）から農地区画を抽出する手法を開発した。

空中写真から圃場図を生成する既往の試みの多くは、畦があり区画境界が明瞭なため区画の抽出が容易な水田を対象としているが、本道では境界に明瞭な構造物等が存在しない普通畑が大きな耕地面積を占めている。それを踏まえて、普通畑を対象として、農地区画抽出手法を用いて、航空写真からの圃場図作成を試みた。得られた結果を報告する。

2 農地区画抽出手法

開発した空中写真から農地区画を抽出する手法における手順は次のとおりである（図1）。



1) 原画像

2) 農地区画境界を取得

3) 農地区画候補の抽出

4) 農地区画の抽出

図1 農地区画の抽出手法

(1)原画像を RGB 色空間から HSV 色空間に変換し、2 段階のガウシアンピラミッド画像を生成することで高周波成分を抽出する。(2)輝度(V)と色相(H)の成分に対し、Scharr フィルタを用いて水平、垂直エッジ強度を求め、それぞれのエッジ強度を合算する。(3)合算したエッジ強度をしきい値処理で二値化し、農地区画の境界候補とする。(4)農地区画の代表点を選び、その近傍領域の画像特徴量に近い特徴量を持つ領域を連結していく。(5)領域連結の終了条件に(3)で求めた農地区画の境界候補を用いて一筆の農地区画図形を抽出する。(6)得られた農地区画図形をベクター化し、農地区画データとする。

得られた農地区画データを座標変換して基盤地図へ合成することで地理情報システムを構築できる。

3 圃場図生成への適用

開発した農地区画抽出手法を用いて、網走郡津別町の農業法人が所有する 105 区画の普通畑を対象に、15 枚の航空写真を用いて圃場地図の作成を試みた。

その結果、形状の類似性、面積の正確性等の観点で、営農支援システムのインデックスとして使用するために充分満足し得る農地区画データが、良好な抽出率で抽出でき、かつ従来の作業に比べて効率的に圃場地図を作成できることを確認した（図2）。

4 おわりに

営農支援システムの開発に必要な農地区画を含む電子化された地図を衛星写真及び航空写真から簡便に生成する手法を開発した。この手法は、区画抽出が困難であった普通畑にも適用可能である。

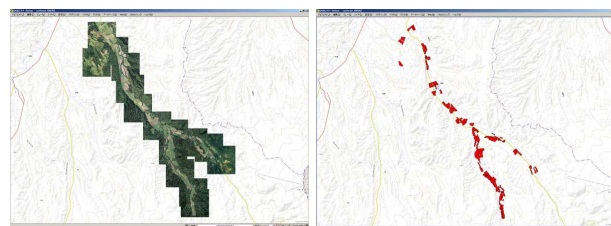


図2 航空写真(左)から作成した圃場図の例

(連絡先: okuda-atsushi@hro.or.jp、011-747-2946)

独立成分分析を用いた信号分離・抽出技術の応用研究

独立成分分析を用いた計測信号の分離・抽出処理に関する研究（平成26～28年度）

情報システム部 ○橋場参生、飯島俊匡
企画調整部 本間稔規

1 はじめに

複数の源信号が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のひとつに「独立成分分析」がある。本報では、計測分野等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実験結果について報告する。

2 独立成分分析

独立成分分析の概要を図1により説明する。互いに独立した未知の源信号を n 個を含んだ測定対象があり（図1では便宜上 $n=3$ として図示）、その測定対象からセンサ等で計測できるのは、複数の源信号が混合した信号になるとする。このような状況は、例えば、同時に発せられた複数の音や音声を、マイクロホンで計測するような場合に起こり得る。独立成分分析は、測定対象から少なくとも n 個の計測信号を得ることができた場合に、これらの計測信号を入力として分析を行うことで、未知の源信号を分離・抽出できる特長を有した計算手法である。

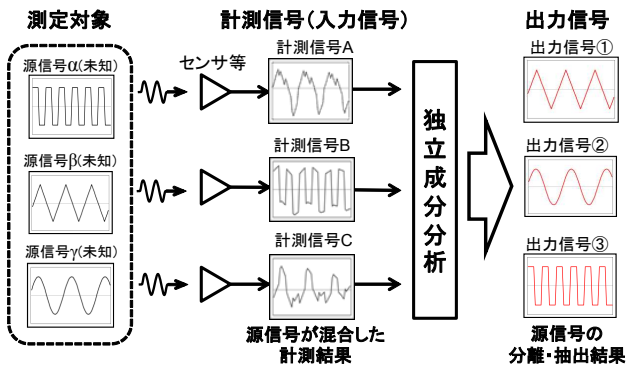


図1 独立成分分析の概要

3 音信号処理への適用実験

独立成分分析の音信号処理への応用を検討するため、男性音声、女性音声、音楽、サイレン音の4種類の音源を、振幅の割合を変えて混合した信号を4個作成し、これらを模擬計測信号とみなして独立成分分析を行った。図2に各音源の波形、それらを混合した模擬計測信号の波形、そして、独立成分分析によって得られた出力信号の波形を示す。図2において、音源と出力信号の波形を比較してわかるように、独立成分分析によって、混合前の4種類の音源

を良好に分離・抽出することができた。また、聴取によっても、同様の効果を確認できた。

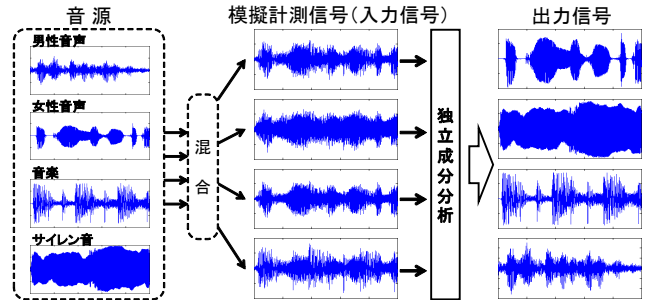


図2 音信号を対象にした実験結果

4 画像処理への適用実験

独立成分分析の画像処理への応用を検討するため、魚の切り身に付着した寄生虫の検出をケーススタディとした実験を次のようにして行った。図3の左端に示した計測画像は、寄生虫（アニサキス）が付着したホッケの切り身をカラー撮影した画像である。この画像をRGB成分に分解して3枚の画像を作成し、これらの画像を入力画像として独立成分分析を行った。その結果、独立成分分析によって得られた出力画像のひとつに、寄生虫の形状が強調された画像③が得られた（画像中央の円状の部分が寄生虫）。この結果より、独立成分分析は、異物等の特徴を抽出するための画像処理にも活用できる見通しを得た。

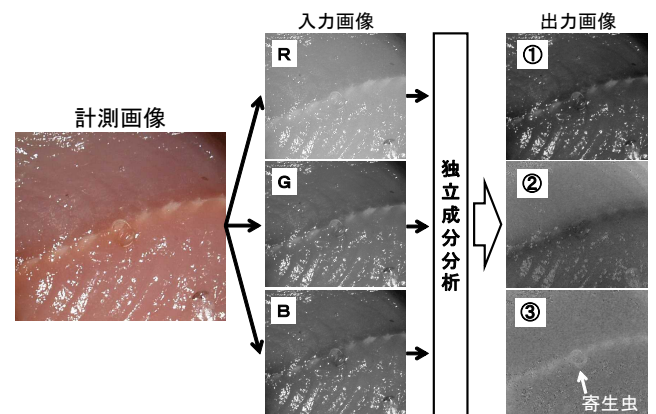


図3 画像を対象にした実験結果

5 おわりに

音や画像の信号処理に独立成分分析を適用する実験を行い、その有用性を確認した。引き続き、具体的な計測事例への応用について実験を進める。

（連絡先：hashiba-mitsuo@hro.or.jp、011-747-2947）

北海道におけるアスベスト対策への取組紹介

講師派遣（平成26～27年度）

情報システム部 ○飯島俊匡

材料技術部 高橋 徹

北海道アスベスト対策研究会、(株)環境科学開発研究所

1 はじめに

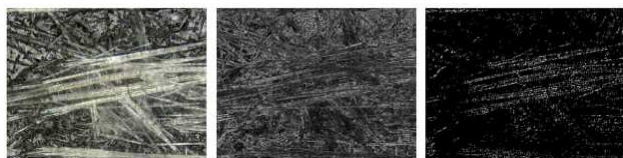
アスベスト(石綿)による健康被害が明らかになり、その危険性から平成18年に関係法令が改正され、アスベスト含有製品(図1)の輸入、製造、使用等が禁止された。しかし、アスベストが使用されている既存建築物は多数あり、その解体時には事前調査や飛散防止など十分な対策を講じる必要がある。本発表では、事前調査に利用可能なアスベスト含有検査のための繊維形状自動認識技術と、北海道におけるアスベスト対策推進のための当場の取組を紹介する。



図1 廃石こうボードと含まれるアスベスト(クリソタイル)

2 繊維形状自動認識技術

事前調査ではJIS A 1481の規定に基づき、検査対象の試料全体に対して予備的な目視検査を行い、アスベストの特徴である繊維形状が認められる領域については顕微鏡を用いて詳細かつ徹底的な探索を行う必要がある。この繊維を見つける工程は非常に手間を要する作業であり、時間と労力を軽減するため画像処理・解析技術を用いて繊維形状を自動的に認識するための技術開発を行った。具体的には、画像



建築廃材の画像 エッジ検出 エッジ強度

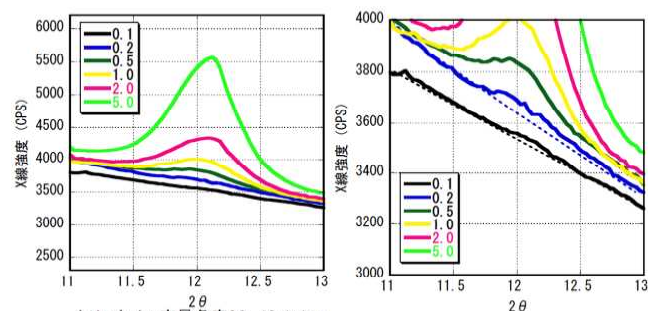


図2 試作したアスベスト検査装置

処理によりエッジ検出を行い、その強度を閾値で判別した二値画像からハフ変換による直線検出を行うことで繊維形状の有無を認識するソフトウェアを開発した。さらに本ソフトウェアと偏光顕微鏡、ギガビットイーサネット(GigE)カメラを組み合わせ、建築廃材向けアスベスト検査装置を試作した。(図2)

3 北海道アスベスト対策研究会

北海道アスベスト対策研究会は、道内に存在する建築物含有アスベストを処理・処分する際に作業従事者や市民がアスベスト被ばくしないよう、必要な情報や対処方法等の調査・研究を行い、その成果を発信することで関係団体の活動を支援することを目的として設立された研究会である。これまで道内の地方自治体や企業等を対象にした研究セミナーの開催を通じて、アスベスト対策に関する啓蒙活動を行っている。当场も、アスベストに関する基礎知識から、前述の繊維形状自動認識技術やX線回折手法による定性分析及び定量分析(図3)などについて講演を実施している。



クリソタイル定量角度 2θ 12.1 deg
内標準元素 アルミナ 2θ 25.5 deg
スキャン速度: 0.2 deg/min

0.2 mg/kgのピークが確認
0.1 mg/kgのピークが確認できない

図3 X線回折法によるアスベスト定量限界の把握

4 おわりに

アスベストを使用した建築物の解体は2020年以降にピークを迎えると予想されており、アスベスト対策は喫緊の課題となっている。当场も本課題解決のため、依頼分析や新たな技術開発の取組を継続する。(連絡先: iijima-toshimasa@hro.or.jp、011-747-2956)

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

(平成25～27年度)

材料技術部 ○瀬野修一郎、可児 浩
企画調整部 大市貴志、ものづくり支援センター 金野克美
北海道大学

1 はじめに

プラスチックにフィラーを充填する技術は、本来持ち合わせていない機能を付与することができ、プラスチックの用途拡大に大きく寄与してきている。

道内企業においても金属粒子やカーボンブラックをプラスチック中に混合した高熱伝導性プラスチック材料等の開発が試みられているが、実用強度と熱伝導特性の両立が難しいなどの技術的問題等により事業化には至っていない。

本研究では、高機能性フィラーを各種プラスチック中に均一分散させる熔融混練条件を検討し、試作したフィラー複合化プラスチック材料の特性評価を通じて、高付加価値な機能性プラスチック材料としての利用可能性について調査することを目的とした。

2 実験結果と考察

2.1 天然黒鉛由来グラフェン様物質の検討

北大創成研古月研究室が開発した天然黒鉛を層間剥離して水系溶媒に分散させた材料(グラフェン様物質)を各種プラスチックへ複合化する手法を検討した。グラフェン様物質をプラスチック粉末の表面にコーティングして用いることにより、グラフェン様物質の飛散を抑制し取り扱いが容易となった。コーティングしたプラスチック粉末を非混練でプレス成形すると2%程度の充填量で導電性を発現する(図1)が、熔融混練を行うと導電性を発現するため

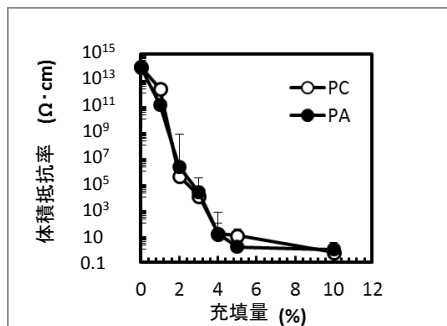


図1 非混練タイプのグラフェン複合化樹脂の体積抵抗率

に必要の充填量が増加し、熔融粘度の低いナイロン樹脂(PA)で5%、熔融粘度の高いポリカーボネート樹脂(PC)では10%以上必要であった(図2)。使用する樹脂の熔融粘度や結晶性、成形方法によりグラフェン様物質の導電性フィラーとしての効果は異なることが分かった。

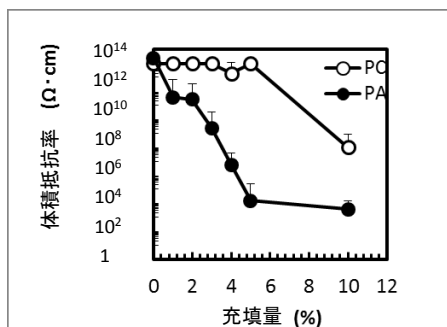


図2 混練タイプのグラフェン複合化樹脂の体積抵抗率

に必要な充填量が増加し、熔融粘度の低いナイロン樹脂(PA)で5%、熔融粘度の高いポリカーボネート樹脂(PC)では10%以上必要であった(図2)。使用する樹脂の熔融粘度や結晶性、成形方法によりグラフェン様物質の導電性フィラーとしての効果は異なることが分かった。

2.2 蛍光希土類錯体の検討

蛍光希土類錯体の熱安定性等を評価し、蛍光希土類錯体が熱分解を起こさない条件でPCと複合化させる手法を確立し、この材料を用いた押出成形品および回転成形品の開発を企業と進めた。

2.3 セルロースナノファイバー(CNF)

CNFとプラスチックを複合化する手法を検討した。星光PMC(株)が試供する変性パルプを入手し、二軸押出機を使ってポリエチレンとの熔融混練を行った結果、変性パルプの解繊が確認された(図3)。

引張強度の評価より文献¹で報告されているほどの向上(10%添加で2.4倍)が得られなかったため、相溶化剤との併用を検討したところ、その有用性が確認された。しかしながら、依然想定される添加効果が得られていないため、混練条件のさらなる最適化が必要である。

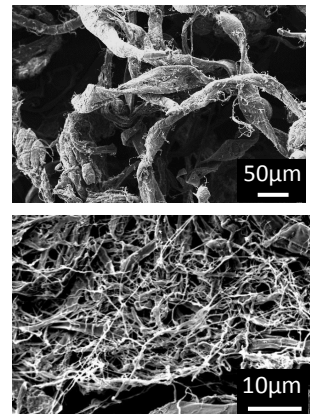


図3 二軸押出前後の変性パルプの走査型電子顕微鏡画像(上:押出前、下:押出後)

3 おわりに

様々な機能性フィラーとプラスチックの複合化技術を蓄積できた。得られた技術知見を基に高付加価値プラスチック製品の実用化に向けて、道内企業と連携し、本技術の活用を図っていきたい。CNFに関してはH28年度経常研究にて引き続き取り組む。

4 引用文献

- 1) 矢野、日本ゴム協会誌、p376、85巻、第12号(2012)
(連絡先: seno-shuuichirou@hro.or.jp、011-747-2931)

臭気吸着分解処理技術の開発

(平成26～27年度)

材料技術部 ○野村隆文、執行達弘、吉田憲司、橋本祐二、斎藤隆之
環境エネルギー部 赤澤敏之

(一財)北海道環境科学技術センター、北海道三井化学(株)分析センター
(株)ホクエイ、北見工業大学、札幌医科大学、道総研林産試験場

1 はじめに

超高齢社会に伴い、医療・介護施設では、患者や高齢者に対する健康科学的食育と快適な生活環境保持の観点から、料理臭、排泄臭、体臭等の臭気ガス対策が急務とされている。市販消臭剤等による臭気低減法は一時的効果で持続性がなく、大型業務用脱臭装置等による室内脱臭法は設備導入コストが高いため、低コストで臭気低減効果が大きい対策技術の確立が求められている。本研究では、おむつ交換時等の局所的に発生するアンモニアや硫化水素などに有効な臭気吸着分解処理技術の開発を目的として、道産資源を利用した吸着フィルタと小型臭気ガス分解処理装置に装填する新規光触媒材料を作製し、臭気ガスに対する吸着分解特性を評価した。

2 実験方法

臭気ガスに有効な吸着材として、トドマツ炭化物(TC)と褐鉄鉱(LT)を選定し、吸着材と市販無機バインダーの混合スラリーを調製後、各々のスラリーに網目状 Al_2O_3 基材を浸漬、乾燥処理し、吸着材コート基材を作製した。ガス吸着性能は、12L 容器内に基材(25mm 角)を装填した市販小型脱臭装置を設置後、20ppm のアンモニア(NH_3)あるいは3ppm の硫化水素(H_2S)を注入、検知管法によりガス濃度の経時変化を測定した。新規光触媒材料は、酸化チタン(TiO_2)あるいは牛骨焼成アパタイト(HAp)と酸化チタン(TiO_2)スラリーに棒状表面処理ガラス基材を順次浸漬、乾燥、焼成する工程により、棒状 TiO_2 /ガラス触媒、 TiO_2 /HAp/ガラス触媒を作製した。流通式ガス分解装置による臭気ガス分解反応特性では、容器に直径2mm、長さ4-8cmのガラス触媒60本を充填し、110ppmのプロピオンアルデヒド(C_2H_5CHO)を注入、2.7-4.8mW \cdot cm $^{-2}$ で紫外線を照射し、質量分析法によりガス濃度の経時変化を測定した。

3 結果及び考察

図1にTCコート基材とLTコート基材の臭気ガス吸着特性を示す。比較試料として、市販クロマトグラフ用活性炭(和光純薬工業(株)製)コート基材を用い

た。TCコート基材は活性炭基材よりも速やかに NH_3 濃度が低減し、15分で測定限界値以下となった。LTコート基材は活性炭と同等の H_2S 吸着性能を示したことから、TC基材は NH_3 に、LT基材は H_2S に有効な吸着フィルタであることが示唆された。

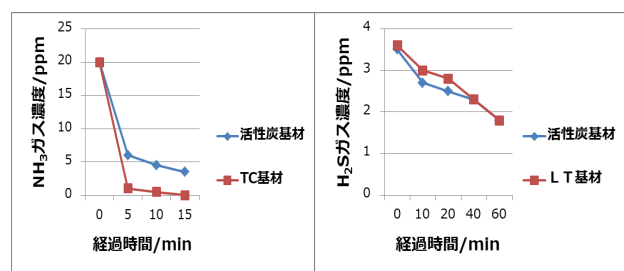


図1 各種基材のガス吸着特性 (NH_3 (左), H_2S (右))

図2に棒状 TiO_2 /ガラス触媒の C_2H_5CHO 分解反応特性を示す。棒状 TiO_2 /ガラス触媒は110ppmの C_2H_5CHO を100分で完全分解した。 C_2H_5CHO の初期分解速度

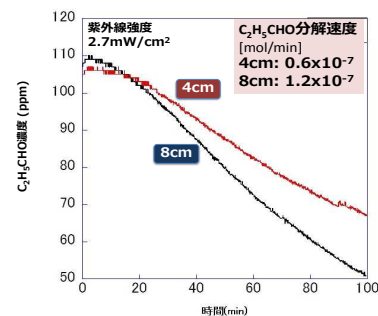


図2 新規光触媒材料の C_2H_5CHO 分解反応特性

は棒状 TiO_2 /ガラス触媒の長さとの比例関係にあることから、光触媒反応は触媒表面全体で進行していると考えられる。棒状 TiO_2 /HAp/ガラス触媒は、 TiO_2 単独に比べ、分解速度が約1.6倍高く、HApと TiO_2 粒子の階層的複合効果による光触媒活性の向上が示唆された。

4 おわりに

道産資源を利用した臭気ガス吸着フィルタと小型臭気ガス分解処理装置を作製し、臭気分解処理技術を開発した。吸着技術と分解処理技術の組み合わせで多様なガスに対応可能なことから、鮮度保持技術等での農業、食品分野への応用が期待される。

(連絡先: nomura-takafumi@hro.or.jp、011-747-2362)

放電プラズマ焼結法による透光性セラミックスの作製

放電プラズマ焼結法による透光性材料の作製に関する研究（平成26～27年度）

ものづくり支援センター ○中嶋快雄、高橋英徳

材料技術部 宮腰康樹、板橋孝至

環境エネルギー部 赤澤敏之、企画調整部 本間稔規

1 はじめに

耐熱性・耐食性に優れるセラミックスは、構造部材への利用の他、光学特性などの機能を発現させて光学部品への展開が進んでおり、粉末粒径の微細化が求められている。一方、室蘭工業大学で開発された腐食合成法は、粒径約数十ナノメートルの金属複酸化物粉末を低コストで簡易に作製できる特長がある。また当場は、微細な粒径の難焼結材料を対象に放電プラズマ焼結法(以下「SPS法」)等を用いた焼結技術を確立し、実用化を進めてきた。

そこで本研究では、対象材料に透光性が期待できるスピネル型酸化物($MgAl_2O_4$ 、以下「スピネル」)を選び、腐食合成法により作製した粉末を原料として、SPS法による透光性材料作製の可能性を検討した。

2 実験方法

腐食合成法ではマグネシウム(純度99.8%)と塩化アルミニウム(純度98%)から、金属アルコキシドを経て、スピネル粉末を合成した。得られた粉末を対象に走査型電子顕微鏡(SEM)による外観観察およびX線回折による分析を行った。スピネル粉末5gを黒鉛型(パンチ径24.5mm, ダイ外径70mm)に充てんし、圧力80MPaの一定条件下で、SPS法により昇温速度5~100℃/min, 焼結温度(ダイ表面温度)1125~1350℃, 保持時間5minで焼結した。得られた焼結体について、可視光の透過率測定を行った。

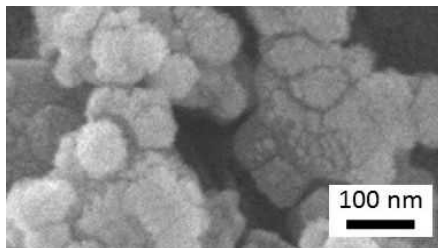


図1 作製した粉末のSEM写真

3 結果と考察

腐食合成法により作製した粉末についてX線回折を行った結果、 $MgAl_2O_4$ が合成されていることを確認した。作製した粉末をSEMにて詳細に観察したところ、1次粒子は100nm前後であった(図1)。これに対し市販スピネル粉末の1次粒子は1μm前後

であり、腐食合成法で作製した粉末の方が約1/10粒径が小さいことが分かった。

得られた焼結体(厚さ3mm)について可視光(波長380nm~780nm)の透過率測定を行った結果、昇温速度50℃/min, 焼結温度1225℃の条件のものが透光性を発現し(図2)、厚さ3mmの焼結体において、波長550nmの透過率が9.7%であった(図3)。



図2 焼結体の外観

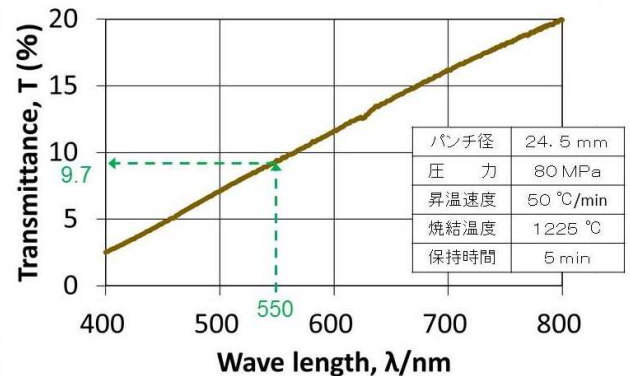


図3 透過率

光学部品として利用する場合、透過率は90%以上を要求されるが、今回の検討では約10%程度となった。透過率を低下させる要因としては、不純物の混入、未焼結部分の混在、型からのコンタミネーション等が考えられる。

4 まとめ

腐食合成法により作製したスピネル($MgAl_2O_4$)の粉末を原料として、SPS法により焼結し、透光性の評価を行った。この結果、厚さ3mmの焼結体において、波長550nmに対し9.7%の透過率を得ることができた。今後、透過率を低下させる要因を明らかにし、透過率の向上を検討する予定である。

(連絡先: nakajima-yoshio@hro.or.jp, 011-747-2969)

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

スパッタリング法を用いた有機皮膜の新規成膜プロセスに関する研究（平成27年度）

材料技術部 ○斎藤隆之、坂村喬史 ものづくり支援センター 吉田昌充

1 はじめに

乾式成膜法の一つであるスパッタリング法は、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膜の形成に幅広く利用されている。本法はめっきなどの湿式成膜法と比較し、溶液を用いず有害物質を排出しない利点がある。一方、この方法による高分子材料による有機皮膜は未だ実用化されていない。そこで従来の塗装ではなくスパッタリング法を用いた有機皮膜の形成技術の開発に取り組んだ。

具体的な膜特性として、金属基材に対しその意匠性を保つため無色透明で基材への保護や低摩擦特性などの機能付与を目指した。

2 実験

2.1 スパッタリング法

この方法は真空容器内にターゲットと呼ばれる膜の供給源を配置し成膜する方法である。容器内にアルゴン等を導入しターゲットにアルゴンイオン等を衝突させることで、近接して設置した基板に皮膜を形成する。原理的な概念図を図1に示した。

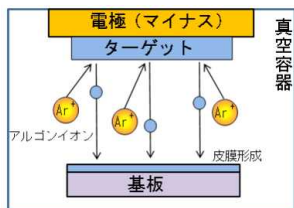


図1 スパッタリング法

ターゲットは高温となるため、成膜する高分子材料として耐熱性の高い無色ポリイミド(CP)、テフロン(TF)およびナイロン6(N)を選んだ。有色ポリイミドは古くから実用化されているが、無色ポリイミドは近年開発された。操作条件としてガスの種類と圧力、投入電力および成膜時間などを変え実験を行った。基板はステンレス(SUS304)と鉄を用いた。

ターゲットは高温となるため、成膜する高分子材料として耐熱性の高い無色ポリイミド(CP)、テフロン(TF)およびナイロン6(N)を選んだ。有色ポリイミドは古くから実用化されているが、無色ポリイミドは近年開発された。操作条件としてガスの種類と圧力、投入電力および成膜時間などを変え実験を行った。基板はステンレス(SUS304)と鉄を用いた。

2.2 皮膜組成と厚さおよび分子構造の評価

皮膜組成と厚さは蛍光X線分析(XRF)で評価した。この方法では元素組成のみが得られ、分子構造は評価できない。そこで、官能基の情報が得られる、フーリエ変換型赤外分光法 (FT-IR) で吸収スペクトルを測定した。

2.3 摩擦等の物理的特性評価

摩擦摩耗試験機を用いて皮膜の摩擦係数等を実験した。用いたのは直径0.95mmのアルミナ製硬球で、荷重条件は5gである。

2.4 皮膜の金属の保護性能

JIS H8502に規定された複合サイクル試験により、

基板金属の保護性能を評価した。

3 結果と考察

スパッタリング法での成膜において、CPでは窒素ガスを用いると成膜速度が大きく膜の組成がもとの材料に近い褐色の膜が得られた。TFとNではアルゴンガスではほぼ透明な膜と成った。得られた皮膜の成膜条件と色および厚さを表1に示す。

表1 各種皮膜の成膜条件と色および厚さ

記号	ターゲット	導入ガス	電力 (W)	時間 (min)	膜の色	厚さ (nm)
CP	透明ポリイミド	窒素	50	10	褐色	130
TF	テフロン	アルゴン	50	10	概ね透明	430
N	ナイロン6	アルゴン	50	10	青色(微)	190

FT-IRで測定した結果、いずれの膜もターゲット材料と類似する吸収が見られ、分子構造をある程度保っていることが示唆された。Nの例を図2に示す。

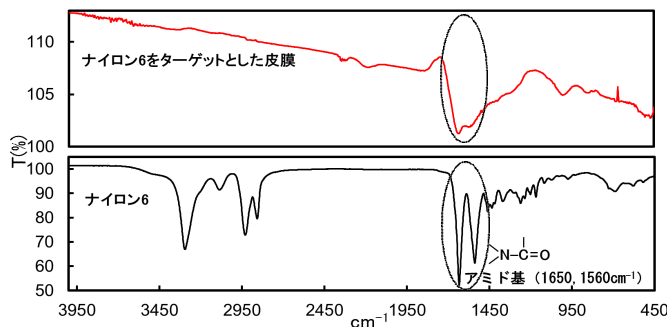


図2 ナイロン6とこれをターゲットとした皮膜の吸収スペクトル

摩擦摩耗試験機で評価した摩擦係数はステンレス基材(0.16)に対し、N(0.15)はほぼ同じ、CP(0.09)はやや低く、TF(0.44)は高かった。この試験は表面を硬球で繰り返し擦るため耐摩耗性も得られるが、Nのみで摩擦係数が変化せず耐摩耗性が認められた。

複合サイクル試験は基材の保護性を知るため、さびやすい鉄基材に成膜し試験を行った。しかし3種類のいずれの膜も短時間でさびが発生し、保護性能は認められなかった。このことから保護のためにはより厚いまたはより緻密な膜が必要と考えられる。

4 おわりに

スパッタリング法を用いた有機皮膜形成について検討し、3種類の高分子材料で薄膜を形成することができた。今後も耐食性の向上を検討していく。

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

技術移転フォーラム2016 ー工業試験場成果発表会ー

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 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 011-747-2354 (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>