



道総研

技術移転フォーラム2019

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 令和元年5月30日(木) 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2019—工業試験場成果発表会—

と き 令和元年5月30日（木）

ところ ホテル札幌ガーデンパレス

全体プログラム

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

分野別発表プログラム

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	13:05~13:35	富良野市での廃棄物固形燃料（RDF）利用の取組	山越 幸康	6~7
1	13:35~13:50	鉄系複合除去資材によるひ素等の除去に関する検討	富田 恵一	8
2	13:50~14:05	電気分解法を用いた排水の酸化処理技術	佐々木雄真	9
3	14:05~14:20	熱交換器にスケールを固着させる温泉からの熱回収	白土 博康	10
4	14:20~14:35	直接接触熱交換式潜熱蓄熱システムの研究	藤澤 拓己	11

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
1	13:05~13:20	地域農業支援のためのアシストツール開発	前田 大輔	12
2	13:20~13:35	欠測に対応可能な水稻収量予測ツールの開発	神生 直敏	13
3	13:35~13:50	サイレーン調整作業に向けた自動運転システムの開発	中西 洋介	14
4	13:50~14:05	樹脂系3Dプリンタ造形品の平滑化処理	安田 星季	15
メイン	14:05~14:35	金属3D積層造形による高機能金型の製作	戸羽 篤也	16~17

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	15:00~15:30	寒冷地型簡易車両侵入阻止柵の開発	今岡 広一	18~19
1	15:30~15:45	移動作業ロボットのセンシング情報補完技術の開発	鈴木 慎一	20
2	15:45~16:00	OC Tによる表面の微小な傷検査技術に関する研究	岡崎 伸哉	21
3	16:00~16:15	道産サケの防疫強化に向けた大規模洗卵システムの開発	浦池 隆文	22
4	16:15~16:30	地まきホタテガイ漁業向け海底可視化システムの開発	飯島 俊匡	23

材料関連技術

孔雀の間

番号	時間	発表課題	発表者	ページ
1	15:00~15:15	熱溶解3Dプリンタ造形物の機械特性向上の検討	吉田 昌充	24
2	15:15~15:30	鋳鉄溶接補修技術の実用性	中嶋 快雄	25
3	15:30~15:45	流動床ボイラにおけるコーティング用金属材料の開発	米田 鈴枝	26
4	15:45~16:00	エチレンの低温分解に有効な低コスト触媒の試作と評価	森 武士	27
メイン	16:00~16:30	一次産業をサポートする道産天然無機資源の探索と開発	執行 達弘	28~29

ポスターセッションプログラム

丹頂の間

コアタイム① 13:30~14:45

研究部	番号	発表課題	発表者	ページ
情報システム部	1	寒冷地ものづくりラボ「MONOLABO」の概要紹介	宮崎 俊之	32
	2	農業気象観測センサによるデータの収集と営農への活用	全 慶樹	33
	3	機械学習による物体認識技術の活用事例の紹介	近藤 正一	34
	4	多眼式分光イメージングセンサ用符号化照明の開発	本間 稔規	35
材料技術部	5	道産バイオマス資源のナノファイバー化技術の開発	瀬野修一郎	36
	6	廃棄物を利用した都市鉱山からの金属回収	稲野 浩行	37
	7	スパッタリング法による耐久性金属皮膜の成膜プロセス	坂村 喬史	38
	8	金属材料の機械試験による製品開発支援事例	飯野 潔	39

コアタイム② 15:15~16:30

研究部	番号	発表課題	発表者	ページ
環境エネルギー部	9	バイオマスガス化炉の開発	山越 幸康	40
	10	潜熱蓄熱型ヒートシンクの構築	平野 繁樹	41
	11	水道管用吸排気弁の性能試験装置の提案および設計支援	富樫 憲一	42
	12	水を利用したセルロースの高機能化	吉田誠一郎	43
製品技術部	13	新生児見守りマットにおける脈拍計測技術の開発	泉 巖	44
	14	プレス加工におけるバリ高さ推定技術の基礎研究	鶴谷 知洋	45
	15	新製品開発における企画立案を支援するツールの開発	日高 青志	46
	16	レーザ加工における溶融池生成状態の観察	鈴木 逸人	47

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"> ★ 移動作業ロボットのセンシング情報補完技術の開発 ★ 道産サケの防疫強化に向けた大規模洗卵システムの開発 ★ 寒冷地型簡易車両侵入阻止柵の開発 ★ 車両誤発進対策安全車止めの開発 ★ 人工知能プログラミング研修 ★ 効率的で頑健な地まきホタテガイ漁業を支える海底可視化技術開発 ★ OCT技術の産業分野への応用 ★ アナログカラー写真用褪色復元システムの高品質化
材料技術部	<ul style="list-style-type: none"> ★ 稚内層珪質頁岩担持プラチナ触媒の作製と常温鮮度保持装置の大型・量産化に関する研究 ★ 熱溶解3Dプリンタ造形物の機械特性向上に関する研究 ★ 再生プラスチック材料の高品質化 ★ バイオマスファイバーの解繊および特性評価に関する研究 ★ 金属回収残渣スラグの安定化に関する研究 ★ 大型産業機械部品のメンテナンスに向けた環境調和型洗浄技術の開発 ★ 鋳鉄溶接補修技術の実用性 ★ スパッタリング成膜法による安価な高耐久性金属皮膜
環境エネルギー部	<ul style="list-style-type: none"> ★ 小型バイオマスボイラの開発 ★ 医薬品原料に応用可能な低分子糖鎖の製造技術の実用化 ★ 電気分解法を利用した排水処理技術に関する研究 ★ ホタテウロ利用技術の実用化研究 ★ 有害元素類汚染土壌の化学形態分析および無害化資材に関する研究 ★ 熱交換器にスケールを固着させる温泉の熱回収 ★ 直接接触型空気吹出式融雪システム ★ 直接接触熱交換式潜熱蓄熱システム
製品技術部	<ul style="list-style-type: none"> ★ 金属3D積層造形による実用金型製造のための加工・熱処理プロセス技術の開発 ★ 無機粉末積層造形による高耐熱立体造形物製造技術の開発 ★ 樹脂系3Dプリンタ造形品の平滑化処理に関する研究 ★ 野菜の内部欠陥検査の自動化に関する研究 ★ 熱過渡応答測定による三次元形状構造物の非破壊検査技術の開発 ★ 摩擦圧接継手の熱影響部に対するレーザー局所熱処理技術の開発 ★ ゴム製品成形用金型の試作 ★ 溶接技能学習支援ツールの実用化 ★ 道総研の研究成果に係る発信支援 ★ ドライバーの生体情報計測技術の開発 ★ 新生児見守りマットにおける脈拍解析技術の開発 ★ 乳牛の血中Ca濃度管理システムの開発 ★ 顔3Dデータを用いたフィット性の高い呼吸マスクの開発 ★ 農作業を対象としたアシストツールの開発 ★ 観光土産向けテーブルランプ ★ 最新型人工喉頭

- **分野別発表要旨**

富良野市での廃棄物固形燃料（RDF）利用の取組

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

環境エネルギー部 ○山越幸康、上出光志、富樫憲一、北口敏弘
道総研環境科学研究センター、富良野市

1 はじめに

RDF（Refuse Derived Fuel）は紙・布・プラスチック等の可燃の廃棄物から製造された固形燃料である。富良野市は、RDF 製造原料として「固形燃料ごみ」という区分を設け、原料に生ごみが混入しないように分別・収集しているため、安定した性状の RDF を製造している。しかしながら、RDF の塩素濃度が高い値（1%程度）であるため、高度な排ガス処理設備を付帯していない小規模ボイラでは、塩化水素やダイオキシン類などの発生が懸念される。そのため、富良野市内の施設では、RDF は利用されておらず、遠方の製紙工場等の大型施設で利用されている。一方、富良野市内の公共施設の熱需要は年間 70TJ 程度であり、RDF は発熱量ベースでその約 7 割を賄うことのできる資源量があるため、市内施設での利用が期待されている。道総研は富良野市と研究協力協定を結び、地域で生じたごみを、地域で小規模ボイラ用燃料として利用することを目指し、RDF 中の塩素低減のための基礎調査や燃焼試験等を行ったので、その成果を報告する。

2 地域利用に向けた取組

（1）燃料側からの改善

①ごみ性状調査

固形燃料ごみには 1%程度の塩素が含まれており、それが地域で利用するための障壁となっている。固形燃料ごみ中の塩素含有物質を特定するため、性状調査を行った。性状調査の結果から推算した RDF 中の塩素分への各ごみの寄与のイメージを図 1 に示す。

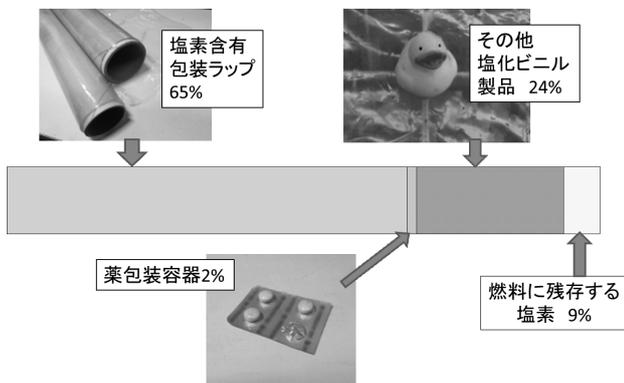


図1 RDF中の塩素分への各ごみの寄与イメージ

RDF 中の塩素分のうち 2/3 は包装ラップに由来するものであることがわかった。また、塩化ビニル製品と判別されたその他のごみの割合も 24%と大きく、それらを除去することで、RDF 中の塩素濃度は大幅に低減できることが示唆された。

②RDF製造・燃焼試験

固形燃料ごみから包装ラップ、薬容器、その他塩化ビニル製品等の塩素含有ごみを除去し、それらを用いて 900kg の RDF（低塩素 RDF）を試験的に製造した（図 2）。低塩素 RDF の塩素濃度は 0.4%で、上記の試験製造と同時期に製造した塩素含有ごみを除去していない RDF（未処理 RDF）の塩素濃度（1.2%）と比較して極めて低い値となった。

燃焼試験は小規模（80kW）ボイラを用いて、低塩素 RDF、未処理 RDF の両方で行い、それらの結果を比較することで塩素含有ごみ除去の効果を検討した。燃焼試験での排ガス分析値を表 1 に示す。塩素含有ごみの除去で、塩化水素は著しく低減し、排ガスの性状は大幅に改善されることがわかった。

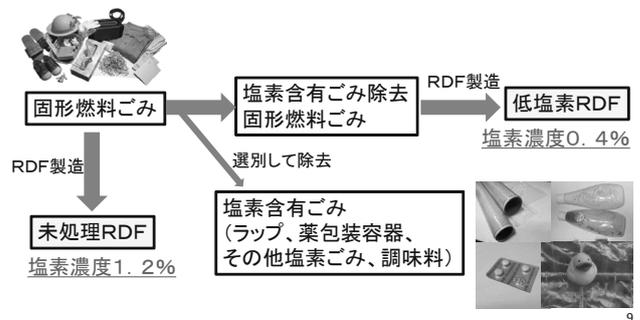


図2 塩素含有ごみを除去したRDF製造試験

表1 塩素含有ごみを除去したRDFの燃焼試験結果

計量の対象	単位	分析値		備考
		未処理RDF (塩素濃度1.2%)	低塩素RDF (塩素濃度0.4%)	
窒素酸化物 (酸素6%換算値)	vol ppm	180	220	排出基準350
硫黄酸化物	m ³ _N /h	0.007	0.005	排出基準0.12
塩化水素 (酸素12%換算値)	mg/m ³ _N	160	10	排出基準700 (注1)

(注1)ボイラの基準値はないため、廃棄物焼却炉の基準値を参考値として記載

③地域住民への説明会とRDFの塩素濃度の推移

富良野市では、前項の RDF 製造・燃焼試験の結果

を受けて、分別制度の見直しを行い、包装用ラップ等の容器包装リサイクルごみへの分別強化に係る地域住民への説明会(図 3)を実施した。また、その他の塩素含有ごみについては、ごみ分別だけでは除去することができないため、ごみ性状調査の結果から、その他の塩素含有ごみのデータベースを作成し、RDF製造時の前処理である手選別での除去工程を強化した。RDF中の塩素濃度は、図 4 に示すように分別説明会後の平成 30 年度の値は低下しており、分別強化の効果が現れている。



図3 地域住民へのごみ分別説明会

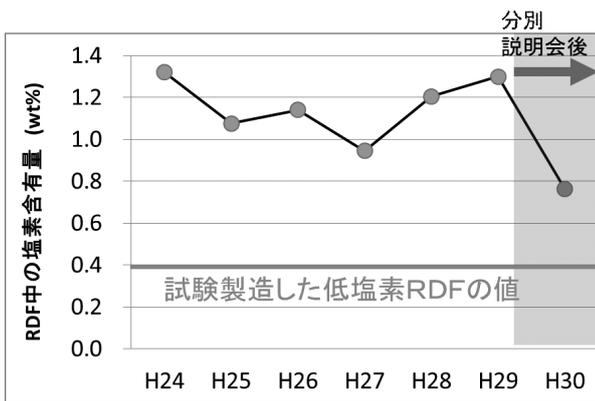


図4 RDF中の塩素濃度の推移

(2) 燃焼機側からの改善

石炭用小規模ボイラーをベースとして、燃料と空気の供給の適切な制御等で、ダイオキシン類等を低減し、安定して燃料利用できる装置の開発を目指した。燃焼試験の結果、表 2 に示すとおりダイオキシン類の濃度を低減することができた。

表2 RDF燃焼試験結果(700kWボイラ、平成30年1月)

計測項目	測定値
塩化水素	130 mg/m ³ N
ダイオキシン類	0.84 ng-TEQ/m ³ N
備考	バグフィルタ有 燃焼温度:1150-1200℃ 空気比:2.1

3 RDF利用による重油削減効果

富良野市での年間の RDF 製造コストは 5,750 万円(製造量 2,300t の場合)である。RDF は、現在遠方の製紙工場等に 2,500 円/t で販売しているが、その売却額は運送のためのコストと同程度で、収益はほぼ無い状態である。本取組で示したように RDF は生ごみや塩素含有ごみを除去することで燃料品質が高まり、小規模燃焼機でも重油代替燃料として利用可能となる。

RDF2,300t は発熱量ベースで概ね A 重油 1,170kL(9,640 万円相当_2018 年 12 月実勢価格)である。図 5 に RDF を市内で重油代替燃料として利用した割合と RDF 利用による重油コスト削減額の相関を示す。ボイラのメンテナンスや燃料輸送費等もあるため単純な比較はできないが、RDF の大部分を市内で使用することで、製造コスト(5,750 万円)を上回る削減効果になる可能性もあることが示唆された。

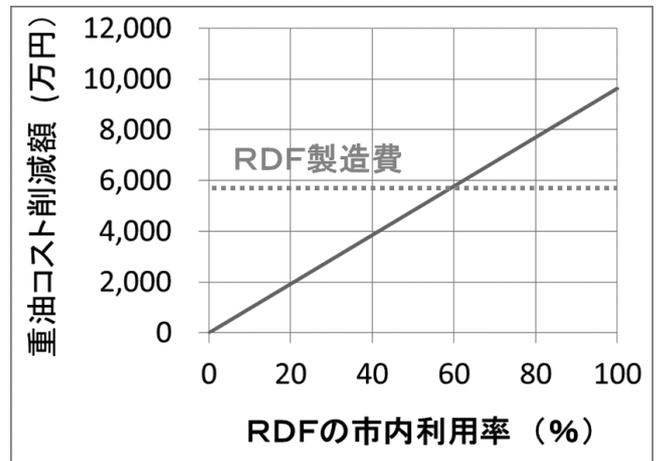


図5 RDFの市内利用率と重油コスト削減効果

4 まとめ

この度の取組で、燃料側からの改善と燃焼機側からの改善により、RDF の地域利用モデルを構築することができた。現在、成果を活用して、富良野市内温浴施設で RDF を燃料とした熱利用システムの設置工事が行われている。今後はこのモデルを更に精査することで、RDF の利用先として農業ハウスなど多方面の展開が期待される。道総研としては、本戦略研究終了後も技術支援を継続して行い、利用モデルの定着そしてその後の展開についても支援していきたいと考えている。また、他地域での取組についても積極的に支援したいと考えているので、本取組に興味のある自治体の方はご連絡いただければ幸いである。

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

鉄系複合除去資材によるひ素等の除去に関する検討

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

環境エネルギー部 ○富田恵一、若杉郷臣、明本靖広
材料技術部 稲野浩行

1 はじめに

近年、土壌汚染対策法の改正に伴い、自然由来汚染土壌の処理が課題になっており、高濃度土壌汚染に対応できる有害元素除去資材の開発や、経済性の高い対策が望まれている。

ランニングコスト低減が期待できる手法として、地下水の流路中に透過反応壁(以下 PRB)を設置して有害物質を除去するパッシブトリートメントがある。本研究では、PRB に使用する資材として、ひ素(As)およびセレン(Se)を対象に、安価で環境負荷が小さい各種鉄系資材を検討し、最も除去性の高い鉄系資材について、透水性を確保するため担体に保持した複合資材を試作し、除去条件の検討を行った。

2 実験

鉄系資材として、試薬の鉄粉、酸化鉄(磁鉄鉱および赤鉄鉱)、酸化水酸化鉄(以下 FeOOH) および塩化鉄(III) 溶液から調製した FeOOH を用いた。除去試験は各資材 0.1g に対して、As(III) および Se(IV) 100mg/L 溶液を 2mL 加え 4 時間振とうして行い、固液分離後、溶液の各元素濃度を定量した。

これらを PRB 用資材として使用する場合、透水性が問題となることから、珪砂を担体として表面に FeOOH を担持させた複合資材を試作した。試作資材について、As(III) との反応時間、FeOOH の担持量の影響、As の価数の影響について調べた。また、Se については Se(IV) との反応時間および価数の影響について調べた。

3 結果と考察

各種鉄系資材による除去試験の結果を図 1 に示す。鉄粉や磁鉄鉱、赤鉄鉱に対し、試薬および調製済み FeOOH で As、Se の除去率が高く、有望であることがわかった。環境基準(As, Se とも 0.01mg/L) の 10,000 倍濃度の As、Se についてもほぼ完全に除去されている。しかし、FeOOH は粒度が細かく地下水流路を遮断するなど PRB の資材として使用するのは困難であると考えられることから、FeOOH を市販の珪砂に担持させた複合材料を試作した。担持物の SEM 写真を図 2 に、担持量を変化させたときの除去率の影響を図 3 に示す。担持量が 10mg/g までは除去率が増加するが、それ以上では除去率が一定になった。

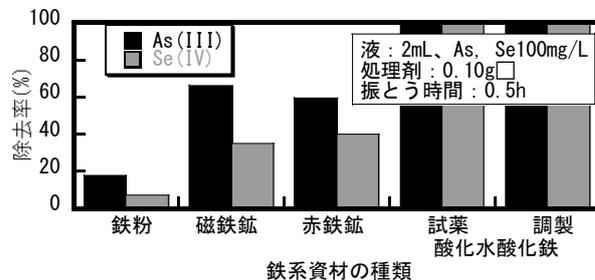


図 1 鉄系資材による除去結果

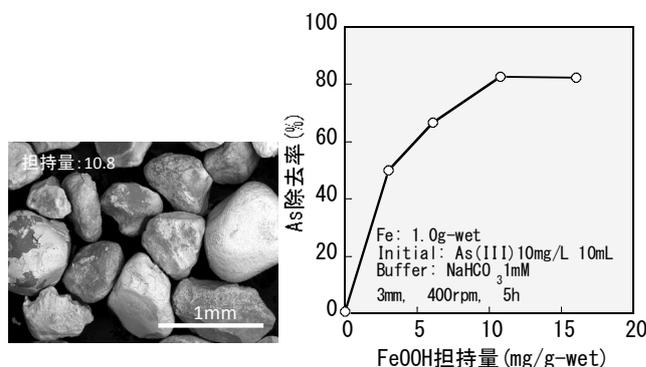


図 2 担持物の SEM 写真

図 3 担持量の影響

また、担持量 10mg/g 以上では一部 FeOOH 層の剥離が見られることから、最大担持量は 10mg/g であることがわかった。また、価数の影響を調べた結果、As 0.1 ~ 10mg/L のいずれの濃度でも III 価より V 価の除去率が高くなった。

また、Se(IV) について As 同様の試験を行った結果、24 時間で濃度 10mg/L では約 40% の除去率で、FeOOH 量あたりの除去量は As に比べ小さいと考えられる。Se(VI) では全く除去されなかったが、鉄粉 1g を加えた試験では 94% 除去されたことから Se(VI) は還元処理併用で除去可能と考えられる。

また、カラムに充填(カラム長 7.2cm)し、線速度 33cm で約 11 ヶ月間純水を流したところ、閉塞や粒子同士の固着は見られず、さらに窒素雰囲気下で As(III) 1mg/L 液を用いて流下液の As を定量したところ除去可能なことがわかった。

4 おわりに

実際の汚染土壌へ適用にはさらに Se(VI) の除去、凍害などについて検討する必要がある、実際の試料に応じた応用研究実施時に検討する予定である。

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

電気分解法を用いた排水の酸化処理技術

電気分解法を利用した排水処理技術に関する研究（平成29～30年度）

企画調整部

環境エネルギー部

材料技術部

○佐々木雄真

若杉郷臣、鎌田樹志、富田恵一

三津橋浩行

1 はじめに

電気分解法を用いた排水処理技術は、活性汚泥法などの生物処理を補完する方法として期待されている。不溶性電極を用いて塩化物イオンを含む水を電気分解すると、陽極側で次亜塩素酸が生成する。本研究では、この次亜塩素酸が持つ強い酸化力を利用した排水処理技術について、生物処理では時間を要するアンモニア性窒素および色度成分を対象に、様々な条件下で電気分解試験を行い、処理特性を明らかにした。

2 アンモニア性窒素の除去

図1のように、アンモニア性窒素 100mg/L、塩化物イオン 2,000mg/L を含む人工排水 1L に電極板を浸漬し、直流電源装置で直流電流を流し、電気分解を行った。アンモニア性窒素の酸化分解が進行している間、pH は低下し続けるため、pH コントローラーでアルカリを自動添加した。

適切な電極の種類を選定するため、3種類の電極を用い、比較試験を行った。その結果、図2のとおり、アンモニア性窒素は直線的に低下し、塩素発生用が最も高速に除去することができた。

また、印加電圧をそれぞれ 4V、5V、6V に変えた試験では、電圧が高いほど除去速度が上昇したが、電流効率では 5V が最も高かった。

3 色度成分の除去

着色水として、メタン発酵処理施設の排水処理設備から採取した脱色処理前の水を用いた。有機物や窒素などは概ね除去され、色度成分が残存しているもので、色度は 169 度、塩化物イオン濃度は 1,090mg/L であった。

塩素発生用電極を用い、着色水 1L に印加電圧 5V で通電したところ、図3のとおり、色度は2時間で20度未満まで低減した。このことから、水中に元々含まれていた塩化物イオンを利用して生成させた次亜塩素酸により、十分に脱色できることがわかった。除去速度は開始直後が最大で、次第に低下していく傾向であった。これは、色度原因物質が種々混在しているためと考えられる。

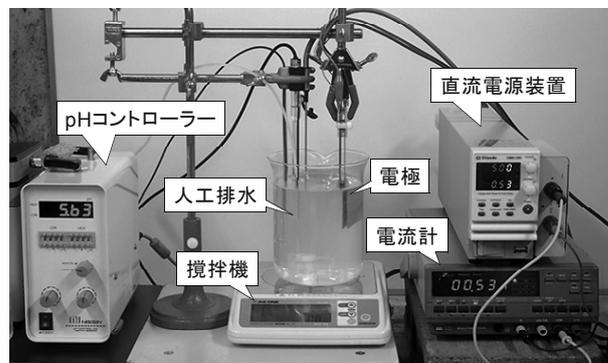


図1 電気分解法による酸化処理試験

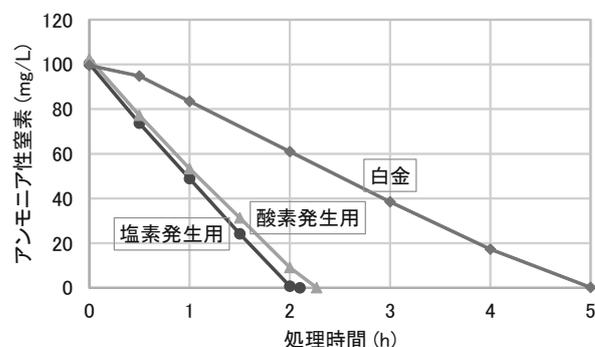


図2 アンモニア性窒素の経時変化

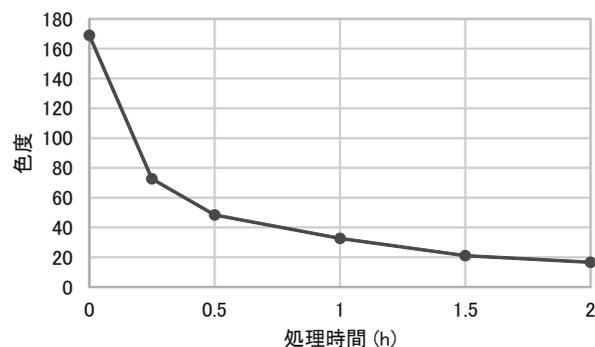


図3 色度の経時変化

4 まとめ

電気分解法によるアンモニア性窒素および色度成分の除去試験の結果、塩素発生用電極が優れていること、適切な印加電圧は 5V 程度であること、アンモニア性窒素と色度成分では処理特性が異なることなど、基本的な知見を得ることができた。

今後は、実用化に向けた応用研究へ展開したいと考えている。

(連絡先: sasaki-takema@hro.or.jp、011-747-2339)

熱交換器にスケールを固着させる温泉からの熱回収

短期実用化（平成29～30年度）

環境エネルギー部 ○白土博康、藤澤拓己、保科秀夫
神恵内村

1 はじめに

神恵内村温泉リフレッシュプラザ 998 の源泉は、スケール成分が豊富な温泉であり、通常のプレート式熱交換器では表面にスケールが固着して通水不良を起こすため、熱回収が困難であった。そこで、道総研が民間企業と開発した、強酸性水でも腐食せず、付着した物質の洗浄が容易な樹脂製熱交換器を活用した、源泉の冷却・給湯予熱システム（熱交換システム）を施工した。本発表ではその概要や熱交換器の熱交換量、熱交換器表面に固着して熱交換を阻害するスケールの除去について報告する。

2 熱交換システムの概要

図1に熱交換システムの概要、源泉導入前後の熱交換槽と樹脂製熱交換器の外観を示す。2つの樹脂製熱交換器（1,010 × 575 × 960mm）をそれぞれ1つずつ導入し、金属製プレート熱交換器と樹脂製熱交換器を繋ぐ配管に熱媒（不凍液）を常時循環させ、採熱した。また、安定供給、凍結防止の観点で源泉を常時汲み上げており、給湯需要がない時でも蓄熱槽、金属製プレート熱交換器を繋ぐ配管に熱媒（井水）を循環させ、蓄熱した。給湯需要があると井水が蓄熱槽、貯湯槽（重油ボイラーで60℃以上に加温）を経て、浴場で使用される。

3 樹脂製熱交換器の熱交換量

図2に樹脂製熱交換器（図1の熱交換器2）のスケール厚み、日別の平均熱交換量の経時変化を示す。上部ヘッダ部、上部細管部には時間経過とともに厚いスケールが固着する傾向にあるが、中央部、下部ではスケールは薄い。これは、源泉を熱交換槽に導入する配管のスケール除去を容易にするため、熱交換槽の上部へ源泉を導入する構造としていることが原因と考えられる。スケールが厚くなるとやや熱交換量が低下する傾向が見られた。貯水槽（約10℃）から熱交換され貯湯槽へ導入される井水水温は、給湯需要が低く、蓄熱槽熱量が余剰する休館日（毎週火曜日）に40℃以上となり、以降温度がやや低下して休館日に回復した。施設の日別全給湯熱供給量に対するシステムの寄与率は概ね40%以上であった。

4 樹脂製熱交換器のスケールの除去

本温泉のスケール成分はほぼ炭酸カルシウムであった。熱交換器が導入された槽に濃度20vol%の濃塩酸を1時間浸漬し、スケール溶解、排出することを数回繰り返すことにより、最大厚み3mmに成長した熱交換器表面のスケールを溶解除去する手法を確立した。図3に熱交換槽への濃塩酸浸漬状況、スケール除去前後の熱交換器の外観を示す。

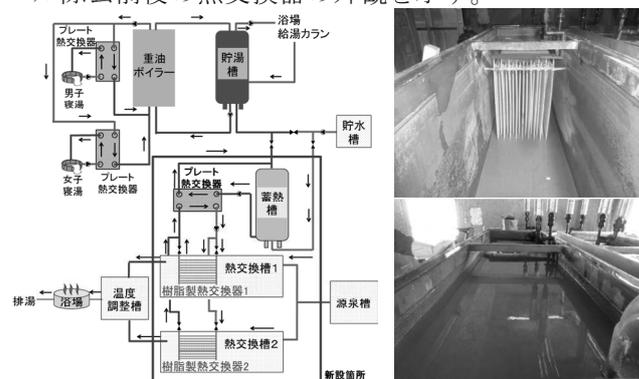


図1 熱交換システムの概要（左）と源泉導入前後の

熱交換槽と樹脂製熱交換器の外観（右）

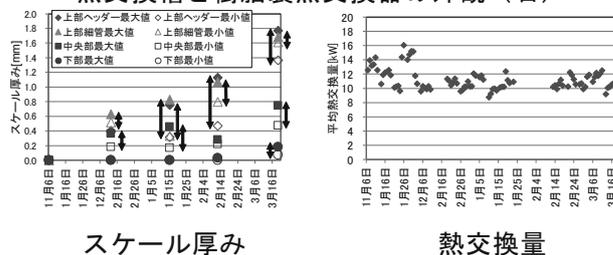


図2 熱交換器のスケール厚み、熱交換量の経時変化

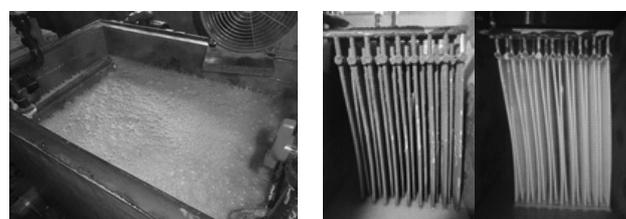


図3 濃塩酸浸漬状況、スケール除去前後の熱交換器外観

5 まとめ

熱交換器にスケールを固着させるため熱回収が困難である源泉からの熱回収を樹脂製熱交換器を活用して試み、成果を得た。

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

直接接触熱交換式潜熱蓄熱システムの研究

中温未利用熱活用のための直接接触熱交換式潜熱蓄熱システムに関する研究（平成30年度）

環境エネルギー部 ○藤澤拓己、保科秀夫、白土博康、富樫憲一
ものづくり支援センター 平野繁樹
岡 山 大 学

1 はじめに

蓄熱技術は、工場排熱や太陽熱などの未利用熱を活用する際に課題となる「時間」のズレや、「場所」の不一致による熱損失を軽減する技術の一つである。日本の工場排熱量の7割以上が100～250℃の温度域とされており、この排熱の活用が省エネルギー推進に効果的だと考えられる。

主な蓄熱方式に、顕熱蓄熱、潜熱蓄熱、化学蓄熱がある。蓄熱密度の大きさは、化学>潜熱>顕熱の順だが、化学蓄熱は蓄熱材の劣化や腐食性、反応速度など課題が多い。そこで本研究では、蓄熱材の固体-液体間の相変化時の潜熱を利用し、顕熱より蓄熱密度が大きい潜熱蓄熱を選択した。蓄熱材には糖類の一種であるエリスリトール（融点118℃）を用いて、100℃以上の温度の熱利用を目的とした。また、効果的に熱交換させるため、熱輸送媒体と蓄熱材が蓄熱槽で直接接触する方式とした潜熱蓄熱装置を試作し、基礎的な蓄熱・放熱特性を把握した。

2 蓄熱槽および蓄熱装置

図1に、試作した蓄熱装置の概略図を示す。蓄熱装置は蓄熱槽、温度調整槽（高温側・低温側）、放熱用熱交換器、ポンプで構成した。温度調整槽では電気ヒーターと攪拌機で熱輸送媒体であるシリコンオイル（以下Oilとする）の温度調整を行った。蓄熱槽の写真を図2に示す。蓄熱槽は観察用に、外径φ200 mm、高さ400 mmのガラス管を用いた。蓄熱槽下部にはφ1.6 mmの孔が多数空いた多孔板を設置しており、Oilが下部より滴状に流入し、蓄熱材との直接接触により熱交換した後、蓄熱材とOilの密度差を利用して、Oilのみを上部から回収する仕組みである。蓄熱槽内の蓄熱材と、Oil温度は熱電対で測定し、Oil入口温度は多孔板の下部、Oil出口温度は蓄熱槽上部のOil送出配管内を測定点とした。

3 実験方法

蓄放熱サイクル実験は、まず蓄熱操作として、高温用温度調整槽で加熱したOilを蓄熱槽内に流し、蓄熱槽内のエリスリトールを完全に融解させた。その後、低温用温度調整槽で50℃に調整したOilを流入させて蓄熱

材から放熱を行った。

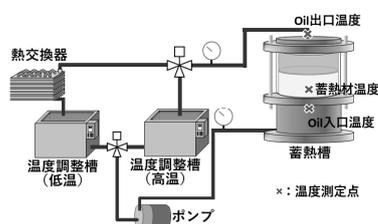


図1 蓄熱装置概略図



図2 蓄熱槽

4 結果

図3に、Oil流量0.5 L/minで蓄放熱サイクル実験を行った際の蓄熱槽入口および出口のOil温度、蓄熱材温度を示す。装置特性上、配管を流れるOilに温度変化が現れるまで、やや時間が必要である。

蓄熱時には、高温のOilが流入すると蓄熱材温度が上昇し、エリスリトール融点である118℃で融解が始まると、蓄熱材温度は融点付近で横ばいとなった。蓄熱槽内のエリスリトールの融解が完了すると蓄熱材温度は再び上昇した。

放熱時には、低温のOilが流入しOil入口温度が下降すると蓄熱材温度も下降し、融点である118℃付近で凝固が開始した。凝固が完了するまで蓄熱材温度は融点付近で推移した。その間Oilは、蓄熱材に蓄えられた熱を受け取り、エリスリトール融点の118℃程度の温度で蓄熱槽から送出された。

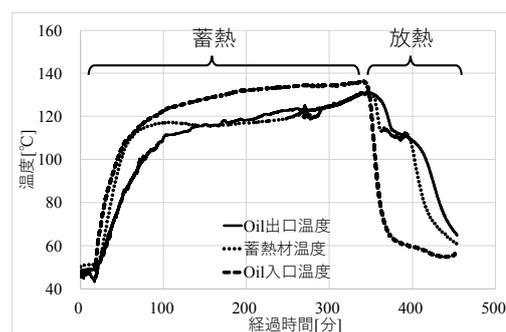


図3 蓄放熱実験時のOil出入口温度と蓄熱材温度

5 まとめ

試作した直接接触式の潜熱蓄熱装置を用いて、蓄熱槽内のエリスリトールの融解・凝固を利用した蓄熱および放熱が可能であることを確認した。今後は、装置の改良を行う予定である。

(連絡先： fujisawa-takumi@hro.or.jp、011-747-2948)

地域農業支援のためのアシストツール開発

農村集落における生活環境の創出と産業振興に向けた対策手法の構築
(農業における省力・軽労化技術の開発)(平成27~30年度)

製品技術部 ○前田大輔、泉 巖、中島康博
企画調整部 橋場 参生

1 はじめに

北海道の農村集落では、人口減少・高齢化が急速に進行しており、農業者の引退や後継者不足による廃業が増加している。こうした状況が続くと、農業生産力の低下や耕作放棄地の増加等により、地域の産業機能が低下する懸念がある。

本研究では、高齢者等の無理のない就労継続を支援し、地域農業における担い手確保の一助とするため、農作業の軽労化対策を検討した。下川町をモデル地域として、主要作物の収穫に伴う作業課題を抽出し、身体負担の軽減に向けたアシストツールを開発した。

2 作業課題の抽出とアシストツールの開発

モデル地域における主要6作物(アスパラ、青ネギ、フルーツトマト、加工用トマト、キヌサヤ、菌床シイタケ)の収穫作業を対象に、作業姿勢・動作の出現頻度と自覚的負担部位との関係を調査した。各作物2名、計12名の調査結果から、姿勢・動作の共通点に基づいて、新たなアシストツールの開発が必要と考えられる作業課題を抽出した(表1)。

次に、作業課題として抽出した正座作業、しゃが

表1 作業課題

作業姿勢・動作	正座	しゃがみ	しゃがみ歩き	把持
負担部位	背中・腰 臀部大腿	背中・腰 下腿~足	背中・腰 下肢全体	手指~肘 肩
アシスト ツール 検討	荷重を支持する 装着型ツール	何れかのツール を適用	足腰の負担を 軽減する下肢 サポータ	手関節の負担 を軽減する前 腕サポータ



①装着型ツール ②下肢サポータ ③前腕サポータ
図1 開発したアシストツール

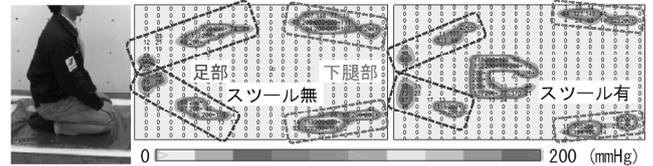


図2 装着型ツールによる体圧分布の減少

み作業、しゃがみ歩き作業、把持作業への対応として、①体重を支える装着型ツール、②足腰の負担を軽減する下肢サポータ、③手関節の負担を軽減する前腕サポータの3種のアシストツール(図1)を試作開発した。

3 評価試験の実施

①から③のアシストツールについて、生体情報計測試験を実施し、次のとおり身体負担が軽減することを確認した。

- ①ツールの使用により、正座姿勢における下腿部・足部の体圧が減少した(図2)
- ②サポータの使用により、しゃがみ歩き動作における大腿部の筋電位が減少した
- ③サポータの使用により、1.1kgの円柱を把持した際の前腕部の筋電位が減少した

さらに、アシストツールを数日間使用した際の疲労感を評価するモニター試験を実施した。作業に負担を感じている被験者の多くから、ツールの使用により疲労感が軽減したとの評価を得た。

4 おわりに

モデル地域の主要作物を対象に、農作業の負担分析を行い、作業姿勢・動作の共通点に基づいて軽労化が求められる作業課題を抽出した。さらに、作業課題に対応するアシストツールを開発し、生体情報計測とモニター試験により作業負担が軽減することを確認した。今後は実用化に向け、企業等への技術移転を進めていく。

(連絡先: maeda-daisuke@hro.or.jp、011-747-2975)

欠測に対応可能な水稻収量予測ツールの開発

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

製品技術部 ○神生直敏
道総研中央農業試験場

1 はじめに

北海道における水稻農業では、今後の安定した収量（収穫量）を確保するために、気象変動の影響を受けにくい品種改良等を実施している。ただ、生育試験の実施には圃場スケジュールなどの制約があり、何らかの予測手法を使って収量の予測を行うことが求められている。

既存の予測モデルとしては「SIMRIW」（1995、堀江ほか）が有名であるが、既に20年以上が経過し、適合性が合わなくなっている。昨今のビッグデータ解析技術の活用も期待されるが、実際の生育データには、品種・収集地点によって欠測（欠損）が存在しており、その場合は生データでの解析は困難で、欠測処理などの前処理作業が不可欠となる。

本研究では、品質工学における多変量データでの予測手法である T 法を改良して欠測データにも対応する「欠測対応 T 法」（以後、「欠測 T 法」）について、その性能を既存モデルと比較するとともに、欠測 T 法での収量予測ツールを作成し、地域および気象別（低温・平年・高温）に水稻の収穫量の推定を行った。

2 研究内容

本研究で用いた T 法の特徴を表 1 に示す。既知データからの予測精度は重回帰分析に譲るものの、重回帰分析に比べて解析時に数理的制約が少なく、簡便性に優れるのが特徴である。さらに欠測 T 法では、欠測箇所を除いたデータで予測式の係数を算出するように改良したことで、欠測処理が不要である。

今回、解析に使用したデータは、中央農業試験場が保有する道内 25 地点における 5 品種（きらら 397、ななつぼし、ゆめぴりか、そらゆき、そらゆたか）の生育データ（2005-2017、n=624、欠測あり）および収量（精玄米重）と、その地点・年度に合わせた

（国研）農業・食品産業技術総合研究機構「メッシュ」
表 1 T 法と重回帰分析の比較

	重回帰	T 法
既知データの推定	◎	○
未知データの推定	△	○
「データ数 < 説明変数数」時の解析	×	○
多重共線性	△ (処理必要)	○ (処理不要)
欠測存在時の解析	△ (補間)	○ (欠測 T 法)
手軽さ（使用ツール）	統計ソフト	Excel のみ

「農業気象データシステム」から収集した気象データである。

まず、過去の生育・気象データを、複数の一般的な欠測処理方法を用いた T 法および欠測 T 法で解析し、収量の実測値と予測値の相関係数および RMSE（2乗平均平方根誤差）について比較した。その結果、精度的に大きな違いが見られず、むしろ欠測状態のまま解析できる欠測 T 法が効率的であることから、以後は欠測 T 法での解析を進めることとした。また、SIMRIW と性能を比較した結果、欠測 T 法の方が性能が同等以上であることがわかった。更に、過去データを用いた未知データでの収量について、農業試験場で予測を行った結果、予測性能が SIMRIW や重回帰分析と比べて同等以上であることがわかり、欠測 T 法の有効性が確かめられた。

これらの結果を踏まえて、変数を絞り込み（項目選択）、重回帰分析と同様に算出した一次線形式での予測モデルで、地点別・気象別（高温年・平年・低温年）に収量予測を行った。その結果、例えば、そらゆたかは、地点によって、きらら 397 より多収性が見込まれることがわかった（図 1）。

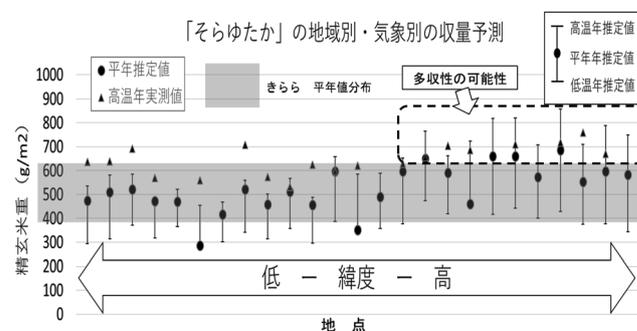


図 1 地点・気象別の収量予測例（そらゆたか）

3 まとめ

本研究では、欠測 T 法により、水稻品種を収量予測および特性要因の抽出を行った。研究で開発した予測ツールを用いることで、蓄積された水稻生育・収量データが欠測などの不完全なデータ形式でも簡便に解析でき、今後の優良品種選定作業の効率化が期待される。

本研究を進めるに当たり、ツール開発で(有)増田技術事務所 増田雪也代表にご協力を頂いた。感謝の意を表す。

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

サイレージ調整作業に向けた自動運転システムの開発

有人車両と自動走行車両の協調作業によるサイレージ踏圧作業体系の開発（平成29～31年度）

製品技術部 ○中西洋介、井川 久、川島圭太
情報システム部 堤 大祐、今岡広一、林 峻輔
帯広畜産大学、(株)クボタ

1 はじめに

酪農用飼料は牧草刈り取り後、発酵を促進させるために重機等で繰り返し踏圧することで生成されるが、酪農現場ではトラクタや重機を運転・操作できる熟練オペレータが不足しており、生乳生産量が制限されていることが課題となっている。そこで、昨年度より、刈り取りや踏圧作業の自動化を目的としたトラクタの自動運転システムの開発に着手したので、その途中経過を報告する。

2 自動運転制御システムの開発

GNSS（GPS 等の衛星測位システムの総称）から得られる車両の位置情報と光ファイバジャイロ（FOG）から得られる車両の方位角情報、さらに、慣性計測装置（IMU）から得られる車両の傾斜角情報を用いてトラクタを自動運転する自動運転制御システムを開発した。図1に同システムを搭載した自動運転用トラクタ（(株)クボタ、M7-171 改造機）を示す。

3 自動運転試験

図2に、牧草地において280mの直進経路を時速10kmで2往復自動走行させた時の走行軌跡を示す。図3は、2往復目の直進経路における走行誤差（目標経路からのズレ量）である。直進経路突入後、約10秒後以降の走行誤差が±50mm以下になっていることが分かる。また、図4に、牧草踏圧専用作業機パ

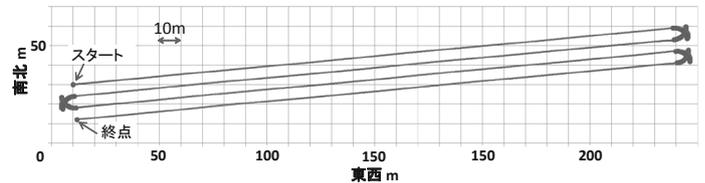


図2 走行軌跡（280m直進×2往復）

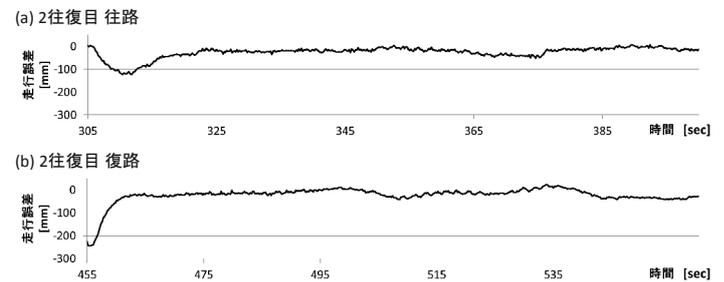


図3 直進経路走行時の走行誤差



図4 自動走行試験風景（パッカー牽引）

ッカー（5トン）を牽引しながら、前進・後進の繰り返し自動運転試験を行っている風景を示す。

4 まとめ

次年度は、パッカー搭載後進時の走行精度を高めるとともに、牧草を刈り取りながら自動運転する予定である。

※本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて行いました。

（連絡先：nakanishi-yohsuke@hro.or.jp、011-747-2964）



図1 自動走行用に改造したトラクタ

樹脂系 3D プリント造形品の平滑化処理

樹脂系 3D プリント造形品の平滑化処理に関する研究（平成 29～30 年度）

ものづくり支援センター ○安田 星季

製品技術部 鈴木逸人、櫻庭洋平、印南小冬
岩越睦郎

(株)ケイオス、(株)リコー

1 はじめに

樹脂材料の 3D プリントは多様化、低価格化が進み、道内企業でも様々な機種を導入し、幅広く利用されている。一般的に 3D プリント造形品は積層段差により表面が粗くなるため、より高品質なモデルを製作するにはそれぞれの造形品表面の特性に合った方法で表面を滑らかにする必要がある。そこで、本研究では代表的な 5 種の材料の 3D プリント造形品について表面粗さや塗料の付着性を調べ、その表面を適切かつ効率的に平滑化する方法を検討した。

2 樹脂系 3D プリント造形品表面の特性

本研究で対象とした材料、造形したプリンタ、プリンタの造形方式を表 1 に示す。

表1 対象の材料、3Dプリンタ、造形方式

	材料	プリンタ (メーカー)	造形方式
A	Visijet PXL	Projet660 (3D Systems)	バインダー ジェット
B	Visijet M3	Projet3500 (3D Systems)	インクジェット
C	ABS-M30	FORTUS 250mc (Stratasys)	熱溶解積層
D	ASA	FORTUS 400mc (Stratasys)	熱溶解積層
E	TSR-832	RM-3000 (シーメット)	光造形

各材料で造形サンプル（厚さ 5mm の平板）を 0～90° の 5 つの角度で造形し、各サンプルの表面粗さなどを測定した。その結果、一般的に積層ピッチが粗い熱溶解積層方式のプリンタで小さい造形角度で造形した造形品の表面粗さが最も大きい（積層段差が大きい）ことなどがわかった（図 1）。

樹脂系 3D プリント造形品は一般的に塗装で表面

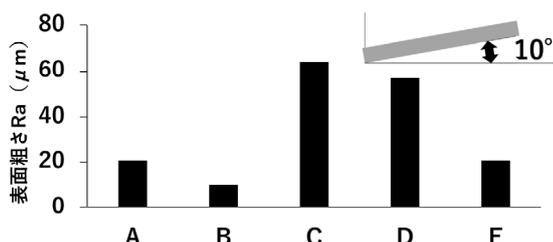


図1 各材料の平板の表面粗さ (造形角度10°)

を平滑にする。下塗りには塗装の仕上がりに大きく影響する重要な工程である。そこで、各サンプルにスプレーガンで下塗り塗料（関西ペイント社製ウレタンプラサフ）を塗布し、JIS 規格の付着性試験（クロスカット法）を行った。その結果、材料 B の塗膜が大きく剥離するが、塗料を塗布する前に造形品の表面をシンナーで脱脂すると剥離しにくくなることなどがわかった。こうした知見を踏まえ、各材料について適切な平滑化処理工程をまとめた（図 2）。

	下塗り	中塗り①	中塗り②	上塗り
A	#360ペーパー プラサフ	#360ペーパー プラサフ(高希釈)	#600ペーパー プラサフ	#1000ペーパー クリヤ
B	脱脂 #360ペーパー	#360ペーパー プラサフ(高希釈)	#600ペーパー プラサフ	#1000ペーパー クリヤ

図2 平滑化処理工程 (一部)

3 積層段差処理の効率化方法の検討

積層段差はポリエステルパテで埋めるのが一般的であるが、全処理工程の中で特に手間や時間を要している。そこで、①硬化待ち時間を短縮する「UVパテ」②事前に段差を除去する「切削加工」を取り入れた処理方法（図 3）を検討し、作業時間、利点、課題などの知見を得た。

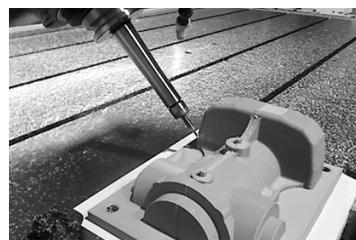


図3 切削加工による積層段差除去

4 おわりに

本研究で得られた知見をまとめたマニュアルを作成した。今後関連する技術相談などで活用していく予定である。

(連絡先: yasuda-seiki@hro.or.jp、011-747-2378)

金属 3D 積層造形による高機能金型の製作

金属 3D 造形による実用金型製造のための加工・熱処理プロセス技術の開発（平成 28～30 年度）

製品技術部 ○戸羽篤也、鈴木逸人
ものづくり支援センター 平野繁樹
(株)サカイ技研、室蘭工業大学

1 はじめに

3D プリンタによるものづくりは、3D 形状データから自由度の高い形状の実立体物を製作することができるという共通の特徴を持ち、様々な産業分野で利用されつつある^{1),2)}。近年、これらの技法は、「付加加工」を意味する AM (Additive Manufacturing) 技術という分野を構築し、国内外においてその応用技術の開発事例の報告がなされている。

AM の中で、造形材料に金属を用いる金属 3D 積層造形法は、金属特有の機械的性質、耐熱性、電気や熱の伝導性の良さなどの機能を有効に活用した応用が検討され、今後の金属製品の新たな加工法として注目と期待を集めている。

当場では、平成 22 年度に金属 3D プリンタを導入し（図 1）、金属の 3D 積層造形に関する基盤技術の蓄積を図ってきた。その後、造形後の熱処理により金型として実用可能な機械的特性と耐久性が得られるマルエージング鋼粉末が市場から入手できるようになったことから、本研究では、マルエージング鋼の最適な造形条件、熱処理条件の探求と、実用金型を想定した内部に水冷管を 3D 配置した金型の有効性を検証する取り組みを、道内金型メーカー、大学と共同で実施したので報告する。

2 マルエージング鋼による試験金型の製作

金属 3D 造形では、造形品質がレーザ照射条件に対して鋭敏な感受性を有するため、使用する金属材料ごとに最適な造形条件を把握する必要がある。さらに、マルエージング鋼の場合は、これに加えて、時効硬化させる熱処理を行うが、その処理条件も把握しなければならない。

筆者らは、レーザの照射条件として、レーザ集光径、レーザ光走査間隔および走査速度、さらに積層ごとの厚さを変化させて造形物の金属組織や内部空隙率などの関係を調べ、マルエージング鋼による最適な造形条件、および組織制御方法に関する基礎技術を確立した³⁾。

マルエージング鋼は造形後の時効熱処理により、金型としての実用に耐える HRC50 程度の表面硬さを得るが、その時効熱処理に関する最適な処理条件も把握した。これら基礎試験で得た造形および時効



図 1 工業試験場に設備導入した金属 3D プリンタ
(株)松浦機械製作所製 LUMEX Avance-25)

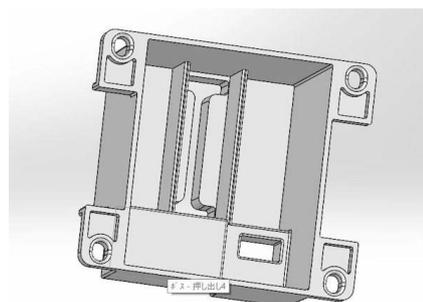


図 2 樹脂射出成形試験片の外観形状

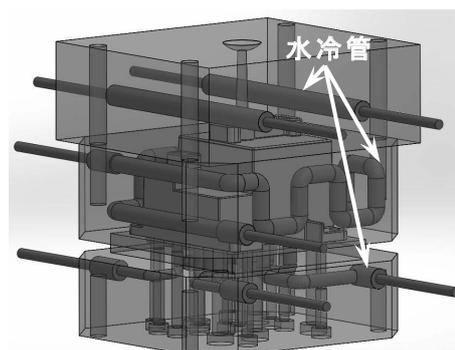


図 3 入れ子金型およびその内水冷管の設計概要

熱処理の最適条件に従って、金型内部に冷却管を 3D 配管した試験金型を製作し、プラスチック射出成形実験を行った。

射出成形加工に供する樹脂試験片の形状は、成形後の二次収縮を生じやすい薄肉箱形状の製品を選定し（図 2）、内部に強制水冷のための 3D 水冷管を配置した入れ子金型を設計し（図 3）、マルエージ

ング鋼で3D積層造形した後、490℃で4時間の時効熱処理を行った。製作した入れ子金型を金型基盤に組み込んで、射出成形試験用の金型を製作した。

3 プラスチック射出成形試験

製作した試験金型をプラスチック射出成形機（東芝機械(株)製 EC100SX-3A）に取り付け、射出成形加工試験を行った（図4）。成形試験に供する樹脂材料は、収縮変形の生じやすいPA樹脂（ナイロン系）と、自動車部品など高品質な製品に多用されるPBT樹脂（ポリブチレンテレフタレート）を選定し、内部水冷管に通す冷却水の温度を15℃、30℃、60℃の3水準に変化させ、造形後の保持時間を5秒間～60秒間の間で変化させた。造形品質は、箱形開口部形状を画像計測し、4片のたわみ量で評価した。

供試材にPA樹脂を用いた試験で、金型内3D冷却管を機能させない場合と、30℃の冷却水で強制水冷した条件で製作した試験片を観察して比べると、冷却しない場合は箱形開口部の4片が内側に0.3mm程度収縮したのに対して、強制水冷した場合は変形量が0.1mm程度に抑えられた（図5）。さらに、強制冷却した場合の造形後保持時間も、20秒程度で済むことから、金型内の3D冷却管の機能を活用することにより、生産性の向上にも寄与することが確かめられた。

一方、供試材にPBTを用いた成形試験では、射出成形後の金型内加圧保持時間を長く保つほど二次収縮変形量が小さくなる傾向が認められた（図6）。この傾向は、いずれの冷却水温度でも認められるが、特に冷却水温度を30℃とした条件では短い保持時

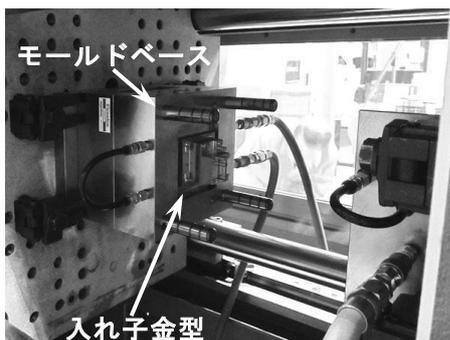
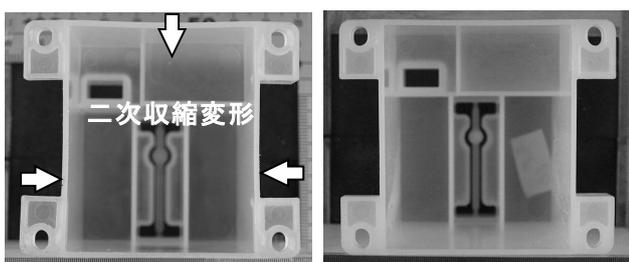


図4 試作金型を成型機に取り付け加工試験を実施



(冷却なし/60秒保持) (水冷30℃/10秒保持)

図5 成形加工後の試験試料変形の様子

間で収縮が抑えられることがわかった。冷却水の温度による収縮量の変化について整理すると、冷却水温度が30℃の時に他の水温に比べて最も二次収縮量が抑えられる結果が得られた（図7）。これらの結果から、射出成形品の品質と生産性向上には最適な冷却条件が存在することがわかった。

4 まとめ

金属3D積層造形によるものづくりの実用化事例として、プラスチック射出成形用の試験金型を製作し、いくつかの樹脂材料を用いて射出成形加工試験を行った。その結果、3D造形法の優位性を活かした金型内3D水冷管により適切な水冷条件を選べば、製品の品質向上と生産性の向上に大きな効果が得られることがわかった。金属3D造形法の応用としては、金型以外にも金属製品の高機能化を目的とした応用事例も報告されており、今後、この分野の技術普及に努めるとともに、本道の市場競争力向上に寄与する技術開発に継続して取り組んでいきたい。

文献

- 1) 「産業用3Dプリンターの最新技術・材料・応用事例」；山口秀一監修；シーエムシー出版（2015.5）
- 2) 「産業用3Dプリンターの最新技術と先進分野への応用」；技術情報協会編（2018.6）
- 3) 戸羽ら；3D積層造形法で製作したマルエージング鋼材の金属組織；北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.316、pp.69-76（2017.8）
(連絡先：toba-atsuya@hro.or.jp、011-747-2972)

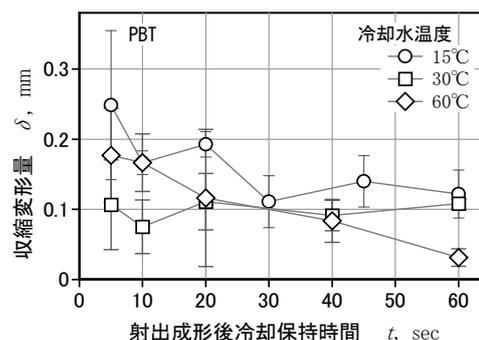


図6 成形後保持時間と二次収縮量の関係(PBT)

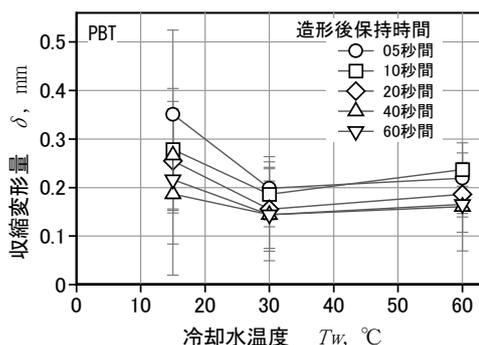


図7 冷却水温度と二次収縮量の関係(PBT)

寒冷地型簡易車両侵入阻止柵の開発

寒冷地型簡易車両侵入阻止柵の開発（平成30年度）

情報システム部 ○今岡広一

(株)白石ゴム製作所、トライ・ユー(株)、山梨大学、(有)オーエヌ興商
北海道科学大学、(特非)北海道産業技術支援協会

1 はじめに

自動車を使った無差別テロや暴走事故の増加が問題となっており、車両侵入防止装置の必要性が高まっている。ボラードやロードブロッカーといった現行の車両侵入防止装置は基礎の埋設など大がかりな工事を必要とするため導入費用が高く常設施設向けであり、短期間のイベントなどの特設会場への設置には適していない。そのため、現在は特設会場の警備では単管で組んだ柵などが用いられているが、これらの柵は高速で侵入する車両を阻止するための十分な能力がない。また、寒冷地では舗装路が凍結状態や圧雪状態になることも多く、これらの状況下でも十分な車両の侵入阻止能力を持った装置の開発は喫緊の課題となっている。

本研究では(株)白石ゴム製作所、トライ・ユー(株)、オーエヌ興商(有)、北海道科学大学、(特非)北海道産業技術支援協会と共同で工事不要かつ搬送・設置が容易な柵型の車両侵入阻止装置の開発を行った。舗装路上だけではなく、積雪路面上でも衝突試験を行い北海道のような寒冷地でも十分な阻止能力を有する柵を研究開発した。

工業試験場では、主にCAEによるシミュレーション解析や衝突実験における高速度カメラ計測による車両侵入阻止柵の性能解析およびそれらに基づいた機能設計を行った。

2 基本設計

これまでの検討結果より、軽量の柵によって車両の侵入を阻止するためには車の駆動力を軽減させること、車重を利用し柵が動かないようにすることが重要であると確認している。その知見を踏まえて決定した新しい柵の基本構造を図1に示す。柵の底部に長さ4mほどのゴムシートを敷き柵底部の鉄板と

接着する。衝突時にはこのゴムシートの上に車両の4輪すべてが乗り上げることにより車重を利用し、柵が動かなくなる設計である。舗装路面上では路面とゴムシートの摩擦が非常に大きいと予測されるため、この基本構造を採用するが、積雪路面上では路面とゴムシートの摩擦は舗装路と比べ非常に小さくなると想定される。そのため、底部に鉄製のスパイクピンを取り付け路面との滑りを低減する。また、衝突時の衝撃力を軽減し、制動距離を短くするといった目的で柵前方にアルミニウム素材のハニカム構造材を取り付けた。衝突時にはこの構造材が変形することにより車の運動エネルギーの一部を吸収する。

3 シミュレーションによる検討

実際の衝突実験に先立ち、設計した柵の効果をCAEシミュレーションにより検証した。シミュレーションには、塑性変形や破壊を考慮できる汎用シミュレーションソフトウェアLS-Dynaを用いた。本シミュレーションは車両の衝突安全性シミュレーションなどの第一人者である山梨大学・岡澤教授の協力のもと実施した。車両は普通自動車を想定し、衝突速度は車の衝突試験の規格速度である時速56kmとした。図2にシミュレーションによる衝突直前と衝突後の停止状態を示す。設計通り、車両の4輪すべてがゴムマットに乗り上げ、ハニカム構造材部分に衝突している。また、フロント部がハニカム構造材および柵に食い込み、ボンネットが変形している様子がわかる。衝突後の車両と柵は一体となり7.7m移動したのち停止する結果となった。

4 性能評価試験

シミュレーション結果を踏まえて試作した2タイプの柵を図3、4に示す。図3は、幅2400mm、重さ365kgの重要警備用の阻止柵（以下、重量柵）であ

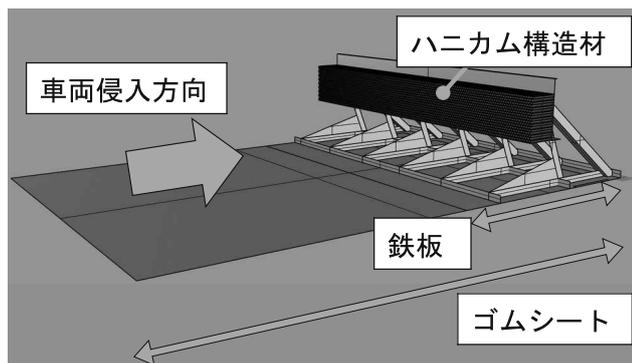


図1 新しい柵の基本構造

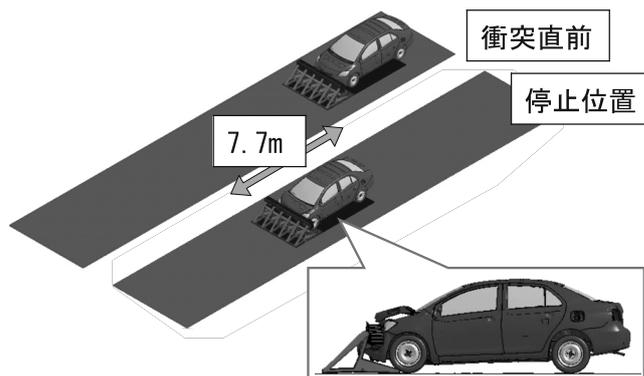


図2 シミュレーション結果

り、要人警護などの現場での使用を想定したもので、重量を増やすことで車両の侵入阻止能力を上げる狙いがある。図4は、特設会場での使用を想定した柵（以下、連結柵）であり幅 1100mm、重さ 110kg と重量柵にくらべ軽量で設置・運搬性が良い。また、柵同士をチェーンで結合することにより阻止能力を高めている。

寒地土木研究所所有の寒地試験道路（苫小牧）において柵の性能検証を行った。試験では、無人運転できるよう改造したワンボックスカーを時速 60km 前後で遠隔操縦し、柵に衝突させた。なお、本試験では通常の事故を模した衝突実験と違い、テロの状態を模擬するためにブレーキ操作は一切行わず衝突後も加速を続けた。

重量柵の衝突試験結果を図5に示す。衝突後、車両と柵は一体となり 7.2 m 移動したのち停止した。また、車両やハニカム構造材の損傷の程度も前項のシミュレーション結果とおおよそ一致した結果となった。

連結柵では、柵の端に車両が衝突した場合の阻止能力を検証するために、柵を3台連結し、右端の柵に衝突させた。連結柵の衝突試験結果を図6に示す。車両は柵と衝突後、タイヤに柵を巻き込みながら左側に大きく回転しながら減速し、衝突地点から約 13m 離れた地点で左に大きく旋回した状態で停止した。これにより連結柵の端に車両が衝突した場合でも、車両を停止させる能力があることが確認された。



図8 折畳式阻止柵
（左：折りたたみ状態、右：設置状態）



図9 積雪路面上での衝突試験

5 折畳式阻止柵の設計および積雪路面での試験

前項までの試験結果から本柵の構造・強度で車両の侵入防止能力を確認できたため、折りたたみ機能を付与し簡単に移動できる折畳式阻止柵の設計を行った。

折畳式阻止柵の外観を図8に示す。本柵は、幅 1830mm、重量約 120 kg であり一般的な4トントラックに10台以上収納可能である。また、折りたたみ時には底部のキャスターによって、舗装路面上では1人、積雪路面でも2人で運搬が可能である。設置場所では折りたたまれた部分を展開すると、キャスターが浮き柵の底部がその場に固定される。柵後部の支柱は簡単に取り付け可能であり、折りたたんだ状態から数十秒で設置できる。

折畳式阻止柵に軽トラックを衝突させて、積雪路面上での車両制止性能を検証した。試験の様子を図9に示す。柵の5m手前に軽トラックを停止させた状態からアクセルを全開にし、柵に衝突させた。軽トラックと柵は一体となり移動したが柵底部のスパイクピンが積雪路面に刺さりこみ、車両を停止させた。これにより、積雪路面上でのスパイクピンの有効性が示されるとともに本柵の効果が確認された。

6 おわりに

本研究では、特設会場での使用が可能な車両侵入防止柵の開発を行った。CAEシミュレーションと自動走行衝突実験を実施し舗装路上において高速車両を完全に停止させることができることを確認した。また、簡単な移動・設置が可能な折畳式阻止柵の設計を行い、積雪路面上での車両阻止性を確認した。

今後は、製品化に向けた準備を行い今年中のイベント警備での採用を目指す。

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



図3 重量柵外観



図4 連結柵外観



図5 重量柵衝突結果



図6 連結柵衝突結果



図7 連結柵衝突後の車両の旋回の様子

移動作業ロボットのセンシング情報補完技術の開発

(平成29～30年度)

情報システム部 ○鈴木慎一、今岡広一、浦池隆文

1 はじめに

ロボット技術や ICT を活用したスマート農業の推進による、労働力不足や精密農業・作業の均一化に基づく農産物の品質向上などへの取組が進められている。農作業ロボットについては、完全自動作業を目指した研究開発が進められているが、屋外においては、環境光の変化や障害物などにより、検出漏れや誤検出のないセンシングを実現することは難しい。

そこで本発表では、人の認識能力を用いてセンシング情報を補完し、ロボット作業の確実性を向上させる技術の開発結果について報告する。

2 センシング情報補完

ロボットと作業管理者の情報の送受信は、無線によって行う。ロボットのセンシング情報は、作業管理者の携帯端末(ノート PC 等)に送られ、作業管理者が気づいたセンシングの検出漏れ、誤検出の情報をロボットへ送り返し、ロボットが目的の作業を的確に行う。補完の動作フローを図1に示す。

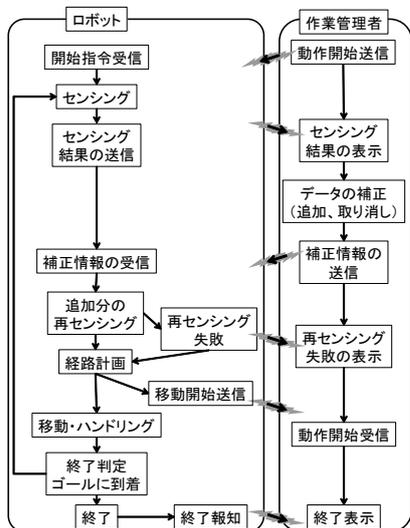


図1 センシング情報補完の動作フロー

センシング結果には、センシングのパラメータ等を変更する情報で検出結果を改善できる場合と全く検出できてない場合があり、後者の場合、センシングの場所やタイミング等を変更するための新たな動作をロボットに行わせる補完情報が必要になる。

3 移動作業ロボットとハンドリング試験

移動機能とハンドリング機能を有する小型の移動作業ロボットを製作した(図2、左)。ロボットの制御には、ROS (Robot Operating System) を使用した。ROS を使用することで、世界中の研究者が作成したロボット関連のプログラムを使用できるため開発時間の短縮を図ることが可能になる。

本開発の機能検証試験として、このロボットを用いた金属棒の上に置いたボールのハンドリング動作を行った(図2、右)。デプスカメラの情報を修正している様子を図3に示す。この例では、センシングできていない画面奥のボールを取るようロボットへ補正指示をしている。

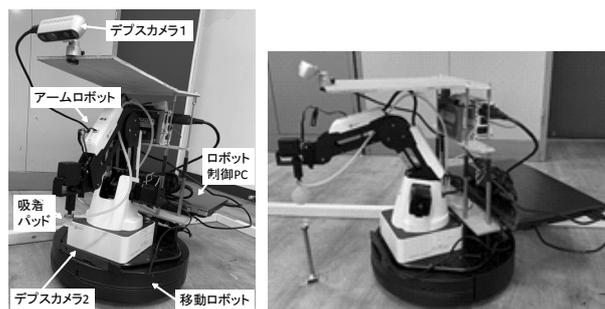


図2 試作したロボットとハンドリングの様子

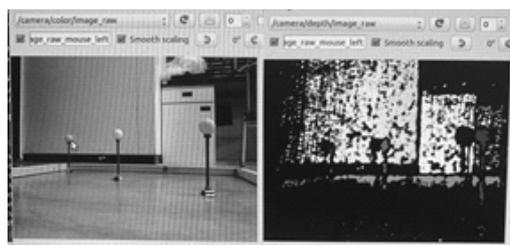


図3 ロボットへの補正指示

4 まとめ

移動作業ロボットを用いてハンドリング作業を例に作業管理者がロボットのセンシング情報を補完してロボットの作業が完遂できることを確認した。今後は、本技術を農家の収穫作業や除草作業等の省力化を行うロボットシステムに展開することを目指す。

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

OCTによる表面の微小な傷検査技術に関する研究

OCTの産業応用に向けた断層情報解析技術に関する研究（平成29～30年度）

ものづくり支援センター ○岡崎伸哉

情報システム部 飯島俊匡、本間稔規、大村 功

1 はじめに

非破壊・非接触で計測対象物の表面・内部構造を計測可能な技術として、光コヒーレンストモグラフィ（Optical Coherence Tomography、以下、OCT）がある。OCTの特徴として、高空間分解能（数 μm ～数十 μm ）という長所と、計測深度が数 mm という短所を有する。主に医療診断技術として実用化されているが、その他の分野への適用事例は少ない。

本研究では産業分野への展開として高空間分解能という長所に注目し、工業製品などの表面における傷検査への応用について検討を行った。

2 OCTシステムの構築

OCTは光源や検出器の違いにより、いくつかの手法に分類される。本研究では、光源に低コヒーレンス光源であるSLD、検出器にマルチチャンネル分光器を用いた、スペクトラルドメインOCT（以下、SD-OCT）を構築した。SD-OCTは光軸方向に対する機械的走査なしに構造情報を取得可能という特長を有し、今回構築したシステムでは光軸方向に対し約 $490\mu\text{m}$ の範囲をワンショットで計測可能である。

光軸方向に上記の範囲以上の欠陥がある場合、構築したシステムでは計測が困難である。そこで、光軸方向の機械走査機構を追加することにより、光軸方向に対してより広範囲な計測が可能な改良型SD-OCTシステムを構築した（図1）。光軸方向の機械走査は電動ステージ（移動量 50mm ）で行い、光軸方向以外については、ガルバノミラーを用いて光の走査を行う機構となっている。本システムでは 6.5 （縦） \times 6.5 （横） \times 50 （奥行） mm の範囲を計測できる。

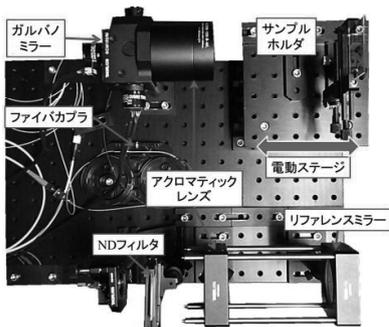


図1 構築した改良型SD-OCTシステム

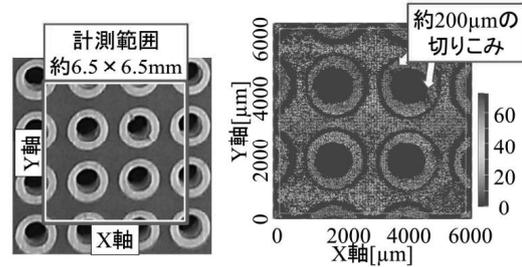


図2 計測した基板（左：写真）と計測結果（右：点群データ）

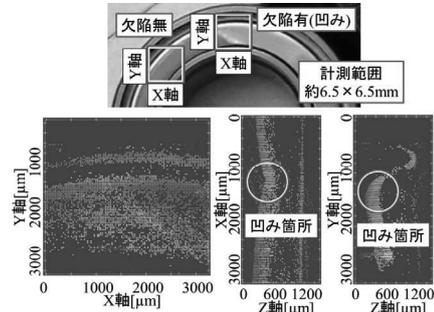


図3 計測したベアリング（上：写真）と計測結果（下：点群データ）

3 表面検査への適用

カッターで傷を付加したユニバーサル基板と打痕を付加したベアリングについて構築システムにより測定を行った。ユニバーサル基板の計測結果からは幅が約 $200\mu\text{m}$ の傷が確認でき（図2）、ベアリングの計測結果からは深さが約 $200\mu\text{m}$ の凹みが確認できた（図3）。この結果からOCTシステムにて微小な傷検査への適用が可能であり、ベアリングのように光沢のある対象物にも有効であることがわかった。

4 おわりに

OCTによる表面の微小な傷検査技術の開発を目的とし、改良型SD-OCTシステムの構築を行い、傷を有する工業製品を計測することにより、傷検査への応用が可能であることを確認した。

今後は空間分解能やSN比などの性能向上を目的としたシステム改良を行い、産業分野への応用展開について検討を進める。

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

道産サケの防疫強化に向けた大規模洗卵システムの開発

北海道産サケ・サクラマスの防疫強化のための大規模洗卵システムの開発

(平成28～30年度)

情報システム部 ○浦池隆文、今岡広一 製品技術部 鶴谷知洋
道総研さけます・内水面水産試験場、(株)ニッコー
北海道大学、(公社)北海道さけ・ます増殖事業協会

1 はじめに

本道のサケ・マス人工ふ化増殖事業では、60 か所以上の施設で年間約 12 億粒もの採卵が行われており、健全な稚魚の育成に向けては防疫対策の強化が求められている。通常の作業では、受精卵盆に規定量を採卵した後、授精・攪拌が行われる。この間に病原体が卵内へ侵入する「卵内感染」発生のリスクに対しては、「授精前洗卵」が有効なことが知られているが、非常に手間と時間を要する作業であり、多大なコストの増加を伴うことから普及は進んでいない。

本課題では、効率的・経済的に「授精前洗卵」を実施するため、洗卵作業の機械化と現場への普及を目的とした洗卵システムの開発を行った。

2 洗卵システムの概要

洗卵作業を機械化した際の作業工程を図1に示す。洗卵装置本体は(株)ニッコー製イクラ洗浄選別装置をベースとして、卵に影響(授精率・生残率等の低下)を及ぼさない洗浄液供給方法、時間当たりの処理量を確保するための構造、および既存施設への設置性を検討のうえ、大規模施設向け「ホッパー型」と中・小規模施設向け「採卵台一体型」の2機種的设计・製作を行った。「ホッパー型」は一括大量処理が可能なこと、「採卵台一体型」はコンパクトなことを特

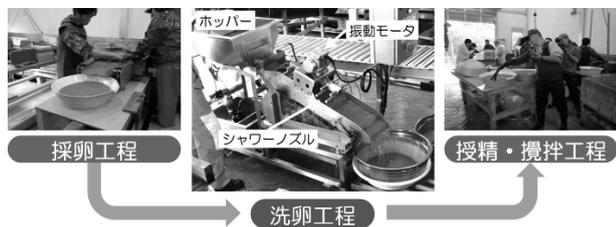


図1 洗卵作業の機械化

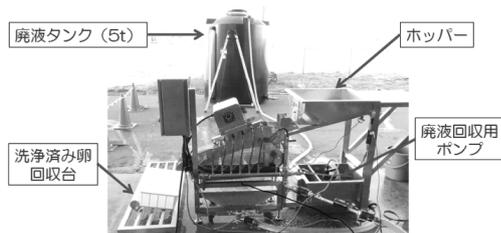


図2 洗卵システム (ホッパー型)

徴としている。また、複数の施設の実態調査に基づき、洗卵装置本体に加え、洗浄液供給タンクや廃液貯留タンク等の付帯設備を含め、施設規模に応じて構成可能な洗卵システムを図2のように構築した。

3 実証試験による性能および経済性の評価

大規模施設である斜里来運ふ化場、および中・小規模施設である暑寒別捕獲採卵場において、実規模での実証試験を行った。試験の様子を図3に示す。処理能力の計測と病原体低減率の計測を行い、当初目標とした性能(処理能力 375 万粒/時以上、病原体低減率 99%以上)を有することを確認した。また、大規模施設を例に手作業による洗卵との経済性の比較を行ったところ、図4に示すように約 54%の経費低減効果があることを確認した。



図3 試験の様子

(左：ホッパー型、右：採卵台一体型)

手洗卵1シーズンの経費		機械洗卵1シーズンの経費	
人件費	: 402,500円×3人	機械経費: 減価償却費	550,000円
総額	: 1,207,500円	電気代	10,000円
		総額	: 560,000円

➡ 機械洗卵により54%の経費低減効果

図4 経費低減効果

4 おわりに

これまでコストの面で実施が困難であった「授精前洗卵」について、洗卵作業の機械化と洗卵システムの構築を行ったことにより、様々な規模の既存施設の実態に応じて比較的容易に導入することが可能となった。共同研究機関による研修会の開催や技術マニュアルの作成・配布も行われており、今後の普及に向けた継続的な取り組みを進める。

※本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)」の支援を受けて行った。

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

地まきホタテガイ漁業向け海底可視化システムの開発

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

情報システム部 ○飯島俊匡、本間稔規、大村 功、高橋裕之

道総研網走水産試験場、恵比寿システム(株)、熊本大学、滋賀県立大学、新潟大学

1 はじめに

日本一の生産量を誇るオホーツク海域の地まきホタテガイ漁業では、稚貝放流から漁獲まで4年かかることから漁場を4つの区画に分け、順に1年ごと放流する計画生産を行っている。これまでは漁場面積や放流数を増やすことで生産量を拡大してきたが、その限界に近づいており、歩留まりや品質を高める貝作りが必要となってきた。そのためには漁場状況（海底底質や貝の生育状態、資源量など）の把握が重要であるが、試験操業や水中カメラによる写真から貝を計測するこれまでのホタテガイ資源量調査方法は手間と時間がかかる上、調査点数が少なく推定精度に課題があった。そこで道総研を代表者とし、3大学1民間企業1漁業協同組合及び北海道で構成される「ホタテガイ漁場可視化コンソーシアム」を設立し、生研支援センターの公募型事業を活用して新たな調査手法の開発と実証試験を進めてきた。

2 海底画像撮影装置

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

図1 海底画像撮影装置 図2 得られた海底画像



3 海底画像の自動認識技術

上記の海底画像撮影装置で得られた大量の海底画像（図2）を用いて、海底底質の種類を自動判別する技術及びホタテガイを認識して自動計数する技術を開発した。底質の判別には機械学習を用いており、正答率90%以上の精度で砂/礫/バラス/貝殻堆（図3）に自動判別が可能となった。また、ホタテガイの形態的特徴である楕円状の外形と外套膜の色

情報を利用して、画像中で輝度値が高く、かつ楕円状に分布している点群をホタテガイの殻縁候補とし、その点群が一定の大きさの円弧を形成するものをホタテガイとする認識アルゴリズムを開発した。これによりホタテガイの自動計数が可能となった（図4）。

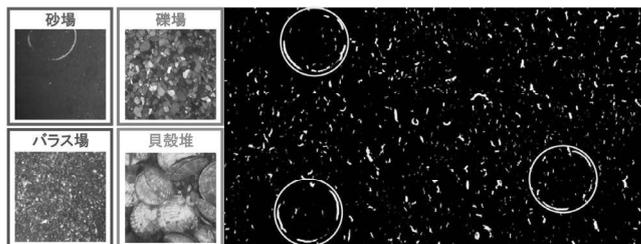


図3 機械学習で判別する底質種類 図4 海底画像（図2）のホタテガイ検出例

4 ホタテガイ漁場可視化システム

本研究で開発した海底画像撮影装置と海底画像の自動認識技術を用いて、ホタテガイ生産現場において適切な操業計画を立てるために、海底底質の種類別や貝の大きさ別集計を行い漁場状況を把握可能なホタテガイ漁場可視化システムを開発した（図5）。



図5 ホタテガイ漁場可視化システムの操作画面

5 おわりに

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

また、本研究成果を活用し、共同研究者である恵比寿システム株式会社より「地まきホタテガイ漁業向け漁場可視化サービス」の事業化を進めている。※本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の支援を受けて行いました。

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

熱溶解 3D プリント造形物の機械特性向上の検討

熱溶解 3D プリント造形物の機械特性向上に関する研究（平成 29～30 年度）

ものづくり支援センター ○吉田昌充、大市貴志

材料技術部 瀬野修一郎、山岸 暢、可児 浩

1 はじめに

熱溶解(FDM)3D プリントは、熔融したプラスチックのフィラメントをノズルから吐出・積層することで、金型なしで迅速にプラスチック成形体を造形する装置で、近年急速に普及し製品のデザイン開発、治具製作などに活用されている。3D プリントは生産量の少ないプラスチック成形体の製造などへの活用も期待されるが、現状の FDM3D プリント造形物の機械特性は、通常のプラスチック成形体に比べ劣る傾向にある。そこで本発表では、プリント造形時の条件の調整やガラス繊維を複合化したフィラメント材料を使い、機械特性向上の検討を行った結果を報告する。

2 造形条件の調整による機械特性向上

材料に ABS 樹脂やポリ乳酸樹脂(PLA)の市販フィラメントを使用し、3D プリント (プリントス(株)製 CUBIS CBS-150) で厚さ 2.4mm の機械特性評価用の試験片を造形した(図 1)。この時の造形条件のうち、造形物を構成するフィラメントの充填パターン角度を

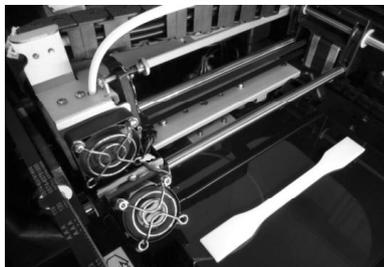


図 1 3D プリントでの造形

を 3 条件に設定し

た。このほかの条件はプリントの標準条件とした。以上の条件で製作した造形物の 23℃での曲げ最大応力を図 2 に示す。ABS 樹脂系のプリント造形物の曲

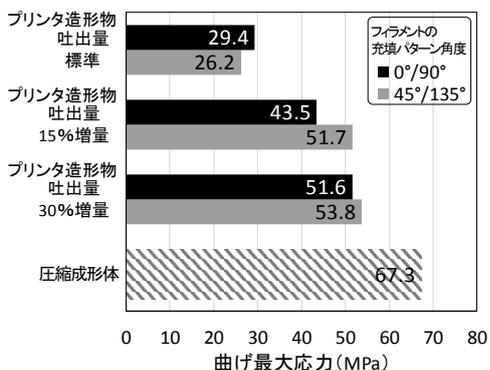


図 2 ABS樹脂系3Dプリント造形物の曲げ最大応力

曲げ最大応力は、フィラメント材料の吐出量が標準では、同じ材料を圧縮成形した成形体に比べ 40%程度の強度にとどまるが、吐出量を 15%、30%増量することで向上することがわかった。また造形物の曲げ弾性率・引張最大応力・引張弾性率についても同様の傾向が見られ、PLA 樹脂系のプリント造形物も同様であることがわかった。

3 ガラス繊維複合材料を使った機械特性向上

ABS 樹脂や PLA 樹脂にガラス繊維を複合化したフィラメント材料を当試験場のプラスチック用押出機で製作し、このフィラメントを使い 3D プリントで機械特性評価用試験片を造形した。ABS 樹脂にガラス繊維を複合化したフィラメント材を使用したプリント造形物の曲げ最大応力(23℃)を図 3 に示す。ガラス繊維を複合化することでプリント造形物の曲げ最大応力が向上することがわかった。また造形物の曲げ弾性率・引張最大応力・引張弾性率も同様の傾向が見られ、PLA 樹脂系のプリント造形物も同様であることがわかった。

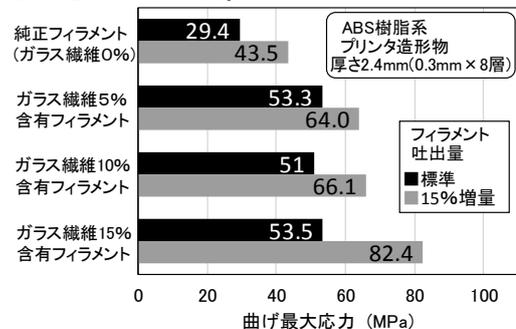


図 3 ABS樹脂/ガラス繊維複合材造形物の曲げ最大応力

4 おわりに

FDM3D プリント造形物の機械特性は、造形時にフィラメント材料の吐出量を調整することや、使用するフィラメントにガラス繊維を複合化することで大きく向上することがわかった。今後は、プリント機種や装置のノズル直径、造形物の形状などを変えて製作したプリント造形物の特性評価などを行い、さらに技術蓄積を深めていく予定である。

(連絡先: yoshida-masamitsu@hro.or.jp、011-747-2337)

鑄鉄溶接補修技術の実用性

鑄鉄溶接補修技術の実用性評価（平成29～30年度）

材料技術部 ○中嶋快雄、飯野 潔、板橋孝至
ものづくり支援センター 宮腰康樹
東栄技工(株)

1 はじめに

大型産業機械部品の多くに鑄物（鑄鉄）が使用されている。その補修において溶接を必要とする場合がしばしばあるが、鑄鉄は難溶接材料であるため対応できる溶接施工業者は少ない。溶接はするが強度等の保証はない条件で施工されるのが通例である。

共同研究者である東栄技工(株)は、鑄物溶接に長年取組んでおり、多くのメンテナンス業者から信頼を得ているが、その信頼を裏づける科学的データはほとんど保有していない。本研究では当該企業の鑄物溶接品の機械的性質を調査することにより、信頼性の検証を行った。

2 実験方法

共同研究者において、ニッケル系溶接棒を用いたTIG溶接（アーク溶接の1種）により、ピーニング処理を併用して製作した突合せ溶接継手から、引張試験片および組織試験片を採取し評価した。図1に試験片の形状を示す。母材として、ねずみ鑄鉄FC200、FC250（実際に使用された鑄鉄から採取）およびFCD450を採用し、それぞれ5本ずつ製作し試験に供した。引張速度は5mm/minとした。また、断面組織観察およびビッカース硬さ試験を行った。

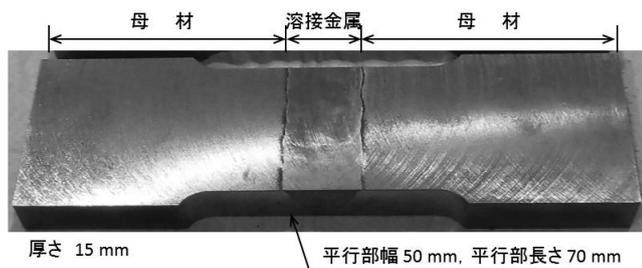


図1 試験片の形状

3 結果および考察

(1) 引張試験結果

図2に溶接継手の引張試験結果を示す。引張強さはFC200は216MPa、FC250は271MPa、FCD450は374MPaである。破断位置はFC材の10本全てが母材であり、FCD材は溶接界面と母材にわたる部位であった。FCD材は引張強さが母材の規格値(450MPa)の8割程度であるものの、溶接金属に含まれるニッ

ケルの引張強さが335MPaであることを考慮に入れると、材料の強度を損なうことなく溶接ができていると言える。

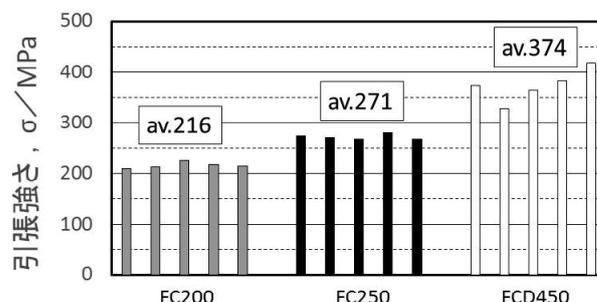


図2 引張試験結果

(2) 組織試験結果

断面組織試験の結果、マルテンサイト組織の生成が少なく、微細なパーライト組織が生成されていることが確認できた。図3は、FC200の溶接境界付近におけるビッカース硬さ分布である。硬さが500HV以下となっており、硬くて脆い組織の発生が抑えられた溶接ができていることがわかる。他の母材についても同様のことが観察できた。

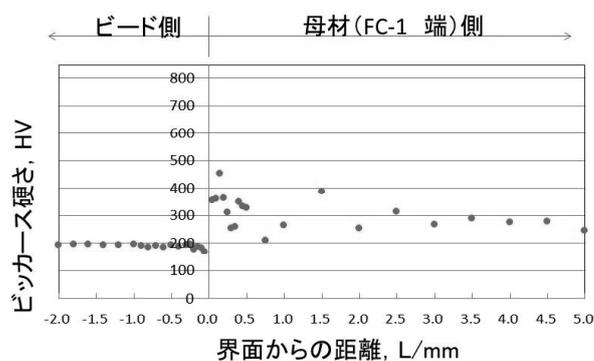


図3 断面の硬さ分布

4 まとめ

本研究では、共同研究者の鑄鉄溶接品の機械的性質を調査することで、溶接技術の信頼性を検証した。その結果、溶接部は脆い組織の発生が抑えられた良好なものであることが確かめられた。

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

流動床ボイラにおけるコーティング用金属材料の開発

(平成30年度)

材料技術部 ○米田鈴枝、飯野 潔、斎藤隆之、高橋英徳
ものづくり支援センター 宮腰康樹

(株)荏原製作所、荏原環境プラント(株)、第一高周波工業(株)、北海道大学

1 はじめに

バイオマス燃焼流動床ボイラの伝熱管は、流動媒体である砂によるエロージョン（摩耗）及び環境中に含有する塩によるコロージョン（腐食）が共存する高温環境下にさらされるため、使用中に損耗する。現在多くの流動床ボイラーで使用されているNi基自溶合金 JIS SFNi4 や SFNi5 の耐高温エロージョン・コロージョン性は十分とは言えず、コーティング材料の高温エロージョン・コロージョン特性の向上が求められている。本研究では、既存のコーティング材料に含有する元素が高温エロージョン・コロージョン特性に及ぼす影響について調査し、得られた結果に基づいて新規コーティング材料を開発した。

多孔質であることがわかり、これが Mo 添加合金で速いエロージョン・コロージョンを引き起こした要因であると推察される。

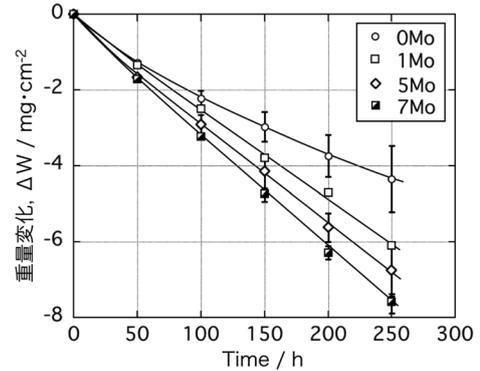


図2 Ni-20Cr-4Fe-(0, 1, 5, 7)Mo合金の250時間までの重量変化

2 エロージョン・コロージョン特性の評価法

試料は図1に示すように、サンプルホルダーに固定した。KCl-NaCl 混合塩が5wt%含有する砂を700℃まで加熱し流動させ、衝突角度45°で試料に衝突させた。サンプルホルダー内に水を循環させ、試料表面を330-350℃に維持した。試験前後の厚さ変化および重量変化からエロージョン・コロージョン量を測定した。試験後の観察・分析は、SEM（走査型電子顕微鏡）等を用いて行った。

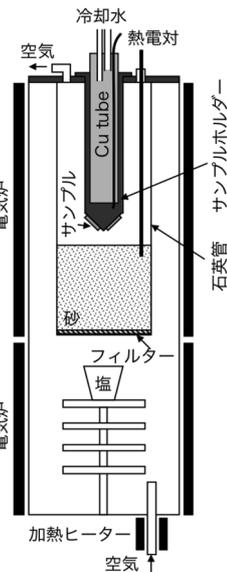


図1 装置模式図

3 合金元素の影響

図2にNi-20Cr-4Fe-(0, 1, 5, 7)wt%Mo合金の250時間までの重量変化を示す。Mo添加量が多いほどエロージョン・コロージョンによる重量減少が顕著であり、Mo添加はエロージョン・コロージョンを加速することがわかった。Mo添加合金上には、図3に示すように多くのスクラッチが観察され、これは、砂の衝突によって酸化皮膜が取り除かれたことを意味する。また、断面組織観察より、酸化皮膜は、Mo添加合金ほど薄くなることが確認された。腐食のみの試験より、Mo添加合金上に形成した酸化皮膜は

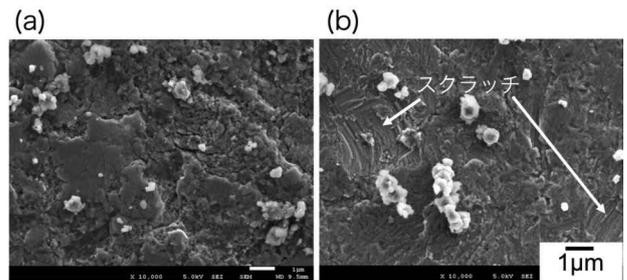


図3 250時間エロージョン・コロージョン後の表面写真 (a)Ni-20Cr-4Fe, (b)Ni-20Cr-4Fe-7Mo

同様の傾向が、Ni-20Cr-4Fe-(0, 2, 4)wt%Si合金を用いて行ったSiの影響の調査でも認められ、エロージョン・コロージョンが顕著なSi添加合金ほど、スクラッチが多く、酸化皮膜は薄かった。一方、Ni-(15, 20, 25)Cr-4Fe合金を用いた試験では、試験前後の試料厚さ変化、酸化皮膜の厚さに顕著な違いは認められなかったことから、15~25wt%のCr濃度範囲では、Cr濃度は影響を及ぼさないことがわかった。

4 おわりに

耐高温エロージョン・コロージョン特性に及ぼす種々の元素の影響を調査した結果に基づき、エロージョン・コロージョン性および施工性の観点から新規合金組成を提案した。今後は、開発材の評価、また、より優れた材料の開発を引き続き行っていく。

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

エチレンの低温分解に有効な低コスト触媒の試作と評価

稚内層珪質頁岩担持プラチナ触媒の作製と常温鮮度保持装置の大型・量産化に関する研究
(平成30年度)

材料技術部 ○森 武士、野村隆文、山岸 暢
北海道大学触媒科学研究所

1 はじめに

青果物の物流コストを削減する手段の一つとして、腐敗の要因となるエチレンガスを貯蔵空間から除去できる材料の利用が挙げられる。北海道大学では、エチレンガスを低温で分解する触媒(プラチナ触媒)を開発しており、この触媒を搭載した家庭用冷蔵庫が実用化されている。当場では、プラチナ触媒を搭載した大型鮮度保持装置の開発を目指し、同大学と共同でプラチナ触媒の低コスト化に取り組んできた。本研究では、安価な道産天然無機資源の稚内層珪質頁岩(以下、WS)に着目し、それを原料に用いた低コスト触媒の作製・評価を行った。

2 稚内層珪質頁岩担持プラチナ触媒の作製

既存のプラチナ触媒では、微細な白金粒子が合成シリカのナノ空間内に固定されており、これが低温でもエチレンを分解できる要因の一つである(図1左)。WSには、約10ナノメートル程度の大きさをもつナノ空間が存在している。この空間内に白金粒子を固定することを目的として、本検討では触媒の作製条件を最適化した。開発した触媒(以下、Pt/WS)では、約3ナノメートルの白金微粒子が、WSがもつナノ空間内に固定されており、既存のプラチナ触媒と類似したナノ構造を導入することに成功した。

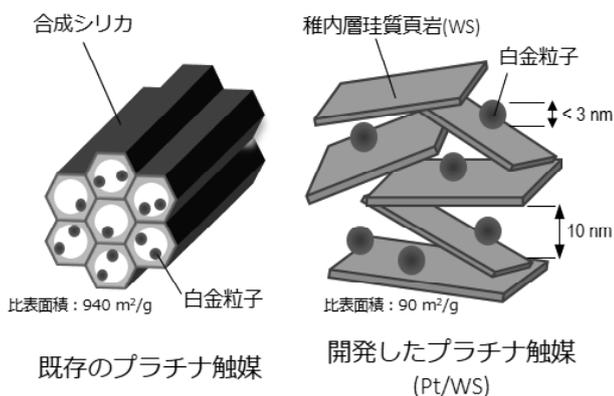


図1 作製したプラチナ触媒の微構造(イメージ)

3 低温におけるエチレン分解活性の評価

Pt/WSのエチレン除去性能を流通式試験により評価した(図2上)。ステンレス製の反応管内に触媒粒子を固定し、一定の流量(10 mL/min)で50 ppmのエ

チレンガスを片側から導入した。反応管出口から流出するガスのエチレン濃度を10分毎に測定し、この値を用いて各時間ごとのエチレン除去率を算出した。

Pt/WSは、反応開始から約60分にわたりエチレンをほぼ完全(>99%)に除去し続けることができた(図2下)。既存のプラチナ触媒も、ほぼ同程度の時間エチレンを完全除去できていることから、エチレンを完全除去する性能はほぼ同等であると言える。さらに、反応開始から7時間が経過した際のPt/WSのエチレン除去率は約13%であり、既存のプラチナ触媒と比較すると低いものの、定常的にエチレンを分解できることが確認された。

流通式試験

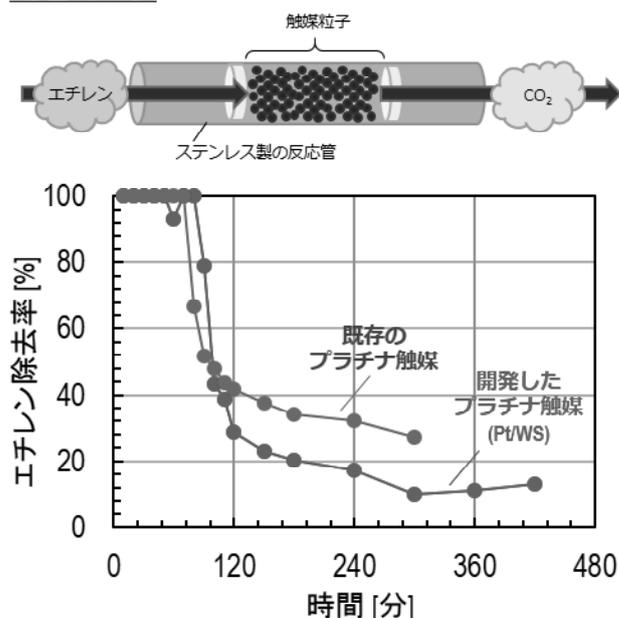


図2 エチレン除去性能の比較(流通式、0°C)

4 おわりに

稚内層珪質頁岩を原料として、エチレンの低温分解に有効な低コスト触媒を開発した。大型鮮度保持装置への搭載を目指し、現在は触媒フィルターの製造に関する研究を継続して進めている。

本研究は、北海道大学 ロバスト農林水産工学国際連携研究教育拠点の助成を受けたものである。また、本研究で使用した自動蒸気吸着測定装置は、JKA補助事業により整備されたものである。

(連絡先: mori-takeshi@hro.or.jp、011-747-2362)

一次産業をサポートする道産天然無機資源の探索と開発

ふ化促進物質吸着に優れたトマト栽培用培地の開発（平成21～23年度）

高湿度域調湿材料の開発（平成28～29年度）

日本海海域における漁港静穏域二枚貝養殖技術の開発と事業展開の最適化に関する研究
（平成28～31年度）

材料技術部 ○執行達弘、森 武士、野村隆文
道総研花・野菜技術センター・栽培水産試験場・函館水産試験場
中央水産試験場・地質研究所、農研機構北海道農業研究センター
雪印種苗(株)、(株)共成レンテム、北海道農材工業(株)

1 はじめに

北海道では多様な天然無機資源が大量に産出されることから、当グループでは、それらの基本性状の調査と、特徴を活用した製品化に取り組んでいる。

本発表では、十勝ゼオライト、札幌軟石、稚内層珪質頁岩がもつ微細な穴（細孔）に由来する特徴を活用し、北海道の主要産業である一次産業が抱える課題の解決に貢献することを目指した3つの研究成果について紹介する。

2 十勝ゼオライトを利用したトマト栽培用培地

十勝ゼオライトは、上士幌町で産出される天然ゼオライトである。原子サイズの細孔に由来する 150 meq/100g の高い陽イオン交換能（CEC）をもち、土壌改良材として販売されている。しかし粘土を含むことで、ゼオライトとしては純度が低く、吸水により膨潤することが欠点とされている。一方、トマトの栽培方法に、容器に礫（小石など）を入れ、水や養液を制御しながら供給する礫耕栽培がある。この培地には、支持体としての強度と軽量化のみが重視され、CEC をもたない。したがって、養液には高濃度の肥料が必要であり、廃液による環境負荷やコスト高が懸念されている。そこで、十勝ゼオライトを利用したトマト栽培用培地の開発を試みた。

粘土を含むことを欠点とせず、むしろ利点と捉える発想により、加水のみで種々の形状の成形体を作製することができた（図1）。

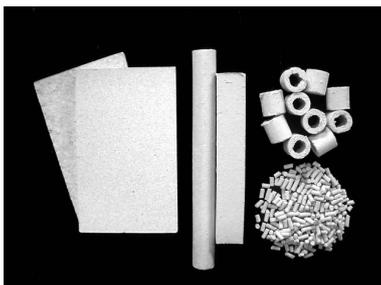


図1 種々の形状の成形体

左 : プレス成形
中 : 押出成形
右上 : 押出成形
右下 : 押出造粒

室温～1000℃までの生成相の同定および熱分析により 600℃で粘土成分が消失することがわかった。そこで、十勝ゼオライトペレットを 600℃で2時間焼成後、水道水に浸漬した。12時間後も膨潤などの外観の変化がなく、耐水性の付与が確認できた。

一般に、CECが20 meq/100g以上で普通の土壌、50 meq/100g以上で肥沃な土壌とされている。600℃焼成体のCECは64 meq/100gであり、培地として有望であることがわかった。以上を踏まえてトマト栽培を行った。培地として問題なく、施肥量を慣行の3分の2に抑えても生育が良好であった（図2）。

当日は、このトマト栽培用培地から、ジャガイモの収量を著しく減少させる土壌害虫を防除する資材を量産・散布した例も報告する。



図2 600℃焼成体によるトマト栽培

3 札幌軟石を利用したアサリ垂下養殖用基質

札幌軟石は、札幌市で産出される、火砕流の噴出物からできた溶結凝灰岩である。十勝ゼオライトの数万倍にあたるマイクロメートルサイズの細孔をもち、適度に軽く切り出しやすい（かさ密度 1.5 g/cm³ 気孔率 39%）。壁材や敷材として加工・販売されている。一方、国内のアサリの年生産量は1980年代前半をピークに、その後、著しく減少している。漁獲への依存が指摘され、近年、養殖技術の導入が急がれている。垂下養殖（図3）は、稚貝と海砂などを容器に入れ、その容器をイカダから海中に吊り下げて行う養殖方法である。捕食生物がなく、餌料が豊

富な海域を選択して養殖することで、天然や人工の干潟と同等か、それ以上の品質のアサリの生産が期待されている。垂下養殖において、稚貝・成貝の住処となる海砂などを基質と呼ぶ。アサリの垂下養殖技術は確立されていないので、基質の研究例も少ない。そこで、札幌軟石を利用したアサリ垂下養殖用基質の開発を試みた。

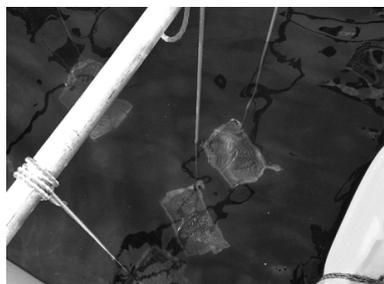


図3 垂下養殖

札幌軟石を、ジョークラッシャーあるいはロールクラッシャーで粉碎後、篩により種々の粒度分布、すなわち泥分、淘汰度、中央粒径をもつ基質を調製した。所定の量を $30 \times 20 \times 15 \text{ cm}^3$ のプラスチック容器に入れ、水道水、ろ過海水で洗浄後、殻長 $10 \sim 15 \text{ mm}$ の稚貝 10 個体を基質上に設置し潜砂などの挙動を 60 分間観察した。基質によって稚貝の挙動は異なり、特に中央粒径が小さいほど潜砂に好ましいことがわかった。垂下する容器の目合いや基質の歩留まりも考慮した結果、 4 mm の篩上 9 mm の篩下を量産し、日本海で数百 kg 規模の実証試験を行った。生残・成長、耐摩耗性、藻などの付着物の付き難さは問題なく、軽さに高い評価を得た (図 4)。



図4 札幌軟石によるアサリ垂下養殖

4 稚内層珪質頁岩を利用した青果物用調湿材料

稚内層珪質頁岩は、稚内市で産出される、珪藻土が風化してできた珪質頁岩である。十勝ゼオライトの約 10 倍、札幌軟石の約 1000 分の 1 にあたるメソ孔 (直径 $2 \sim 50 \text{ nm}$) をもち、高い調湿機能を示す。一方、青果物の流通では、低コストで、より遠方に輸送する、あるいは長期貯蔵後の出荷を可能とする鮮度保持技術の研究開発が求められている。収穫後の青果物の鮮度保持には、温度・湿度・ガス濃度・

振動の制御が重要とされている。そこで、本研究では、稚内層珪質頁岩を利用した青果物用調湿材料の開発を試みた。

メロンを輸送用のダンボール箱に入れた。また、 1.5 kg もの稚内層珪質頁岩の破砕物を同梱し、密閉したダンボール箱も用意した。これらを、貯蔵庫内 $3 \text{ }^\circ\text{C}$ で 30 日間設置後、湿度を測定し、腐敗・カビの観察を行った。前者では、腐敗とカビの発生が観察された。一方、後者では観察されなかった。しかしメロン表面が萎れ、商材としての価値は損なわれていた。後者のダンボール箱内の湿度は 55% であったことから、メロンの鮮度保持において調湿が有効であること、およびメロン表面が萎れない程度の高湿度域での制御が重要であることがわかった。

現在、稚内層珪質頁岩と既存の技術 (MA 包装) を組み合わせて、研究開発を継続している (図 5)。また、単独で高湿度域調湿機能を発現する材料の開発にも取り組んでいる。

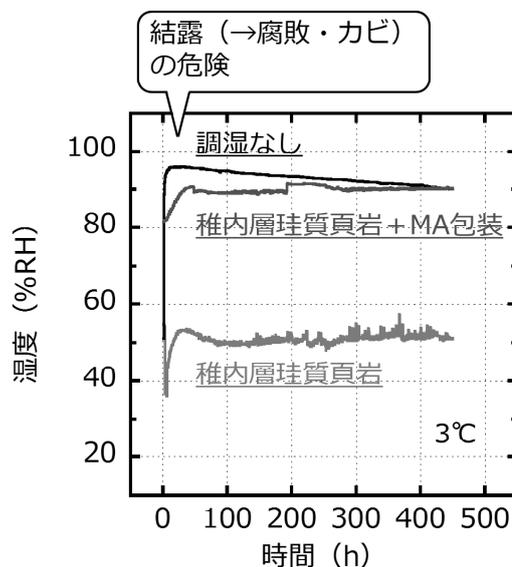


図5 メロン貯蔵中のダンボール箱内の湿度変化

5 おわりに

北海道で産出される天然無機資源の特徴を活用し北海道の一次産業が抱える課題の解決に貢献することを目指した研究成果について報告した。今後も、実験室規模での知見の蓄積と、量産試作を経て実証試験まで行うことを心がけ、北海道の産業に貢献していく所存である。

本研究の一部は、農林水産省農林水産技術会議の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」により実施したものである。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)

- **ポスターセッション発表要旨**

寒冷地ものづくりラボ「MONOLABO」の概要紹介

平成30年度内閣府地方創生拠点整備事業（平成30年度）

ものづくり支援センター ○宮崎俊之
情報システム部 新井浩成、鈴木慎一

1 はじめに

北海道が平成30年度の内閣府の生産性革命に資する地方創生拠点整備交付金事業を活用することで、北海道立総合研究機構に寒冷地ものづくりラボ「MONOLABO（ものラボ）」を設置した（図1）。



図1 ものラボ外観

ものラボは、北海道初の VCCI 認証対応の電波暗室を含む4種類の試験設備を備えた複合型試験施設となっている。主な仕様を以下に示す。

■構造 鉄筋コンクリート平屋建

■面積 約400㎡

■室構成

電波暗室（3m法）・測定室・前室

シールドルーム（2室）

防水試験室

低温試験室（工業試験場研究棟に設置）

■特徴

各開口部シャッターを大型化し、大型物の試験を実施可能。利用企業の利便性と秘密保持に配慮した設備設計

2 可能となる試験項目と対応する試験規格

ものラボは寒冷地などの厳しい環境下でも高信頼性を有する IoT 機器や食品工場に設置する機械装置などの開発にあたり各種信頼性評価を行う試験設備を有している。最も特徴的な設備である電波暗室（図2）は VCCI 協会規格に対応した設計となっており、

北海道内にて VCCI 最終試験を行うことが可能となる（本年秋頃に VCCI 登録完了予定）。

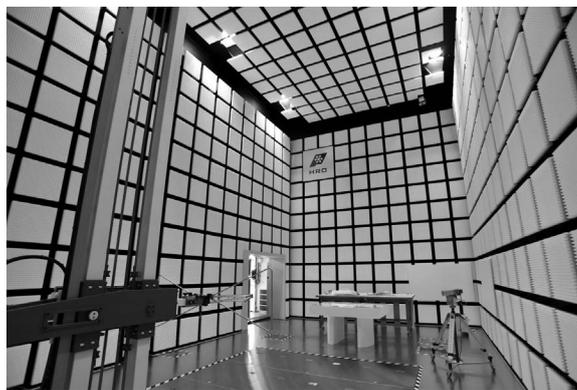


図2 電波暗室内部

この他にも車載機器用規格である CISPR25 試験、BCI 試験、近接放射イミュニティ試験、静電気試験機などの EMC 試験装置や、設定温度 $-20\sim 5^{\circ}\text{C}$ および $-30\sim -5^{\circ}\text{C}$ の大型物対応可能な低温室など最新の設備が導入された。

また防水試験室は JIS C0920 における IPX4～6 の規格に対応し、最大放水量毎分 100 リットルの試験が可能である（図3）。



図3 防水試験機

3 おわりに

寒冷地ものづくりラボが整備されたことにより、道総研の IoT 機器、機械装置の信頼性試験環境や技術支援能力は大きく向上した。これらの施設・機器については、平成31年4月から設備使用サービスを開始している。

（連絡先：miyazaki-toshiyuki@hro.or.jp、011-747-2947）

農業気象観測センサによるデータの収集と営農への活用

一次産業におけるビッグデータの取得技術と利活用解析技術に関する研究

(平成28～30年度)

情報システム部 ○全 慶樹、堀 武司、近藤正一、藤澤怜央

1 はじめに

北海道の大規模営農では、広範囲に圃場が分布することによって生じる圃場間の気象の差異が問題となる場合がある。本研究では、道内農業法人の圃場に複数の気象観測センサを設置してデータを収集するとともに、分析のための局所気象推定技術の開発と生育予測モデルへの適用、降雨による圃場作業の可否判断など、営農への活用を行った。

2 気象観測センサによるデータの収集

気温等のデータを収集するために道内農業法人の圃場に計4基の気象観測センサを設置し、2017年から2カ年に渡ってデータ収集を行った。センサは太陽光発電とバッテリーによって自立運転し、携帯電話回線を利用して気温や湿度等のデータをサーバーに送信する(図1)。観測項目はセンサごとに異なり、共通する気温と湿度以外に雨量、風向、風速、画像等がある。

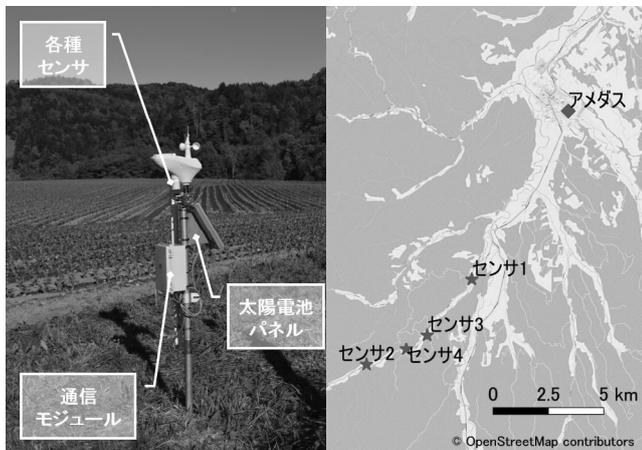


図1 センサ

図2 設置場所

気象センサの設置場所は、携帯電話回線の通信エリア、日射等を考慮しながら広範囲の圃場をカバーできる地点を選定した(図2)。

3 営農への活用

気象データの中でも気温は、農作物の生育評価に用いられる有効積算温度の算出に必要なため、重要度が高い。そこでセンサが収集した気温データから圃場ごとに細かく気温を推定するための局所気象推定技術を開発した。

入力として4基の気象センサおよび付近のアメダス観測点から得られた気温データ、及び農研機構メッシュ農業気象データ(1kmメッシュ)の平年値データを利用し、約60mメッシュに詳細化された日平均気温(図3)を計算した。

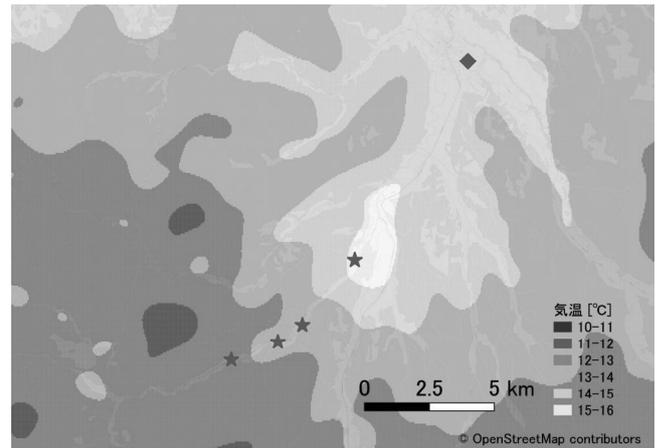


図3 日平均気温の詳細メッシュ(9月11日)

得られた局所気象データの営農への活用事例として、秋まき小麦播種量計算への適用を試みた。道総研農業試験場が提供する播種量計算ツール makiDAS を利用し、計算に用いられる有効積算温度データとして標準値(アメダス)および局所気象推定データに基づく値を設定し、それぞれ要播種量の推定を行った(表1)。その結果、局所気象推定データを用いた場合の方が、実際の農作業の実績値により近い播種量を得ることができた。

表1 秋まき小麦の必要播種量等の推定

	播種量[kg/10a]	越冬前茎数[本/m ²]
参考実績	8.0	1280
	推定必要播種量[kg/10a] (1000[本/m ²]目標時)	推定越冬前茎数[本/m ²] (8.0[kg/10a]播種時)
アメダス	4.3	1939
推定値	7.2	1152

4 おわりに

農業気象観測センサを設置し、収集したデータと開発した局所気象推定技術の有用性を確認した。現在、センサデータの精度検証及び普及に向けた低コスト化を実現する技術開発を進めている。

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

機械学習による物体認識技術の活用事例の紹介

機械学習を用いた一般物体、現象、状態認識に関する研究（平成29～30年度）

情報システム部 ○近藤正一、全慶樹、藤澤怜央、堀武司

1 はじめに

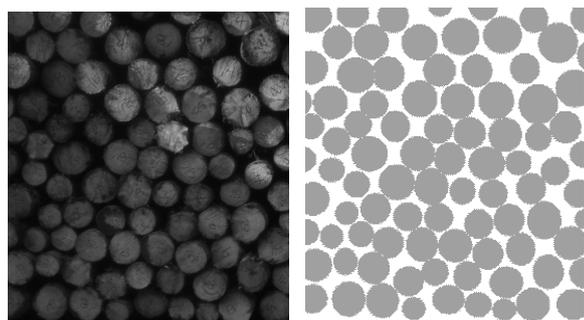
機械学習による物体認識技術は近年著しく性能が向上し、様々な分野での活用が期待されている。本発表では、当社における機械学習による物体認識技術の活用事例を紹介する。

2 木材断面領域検出への適用

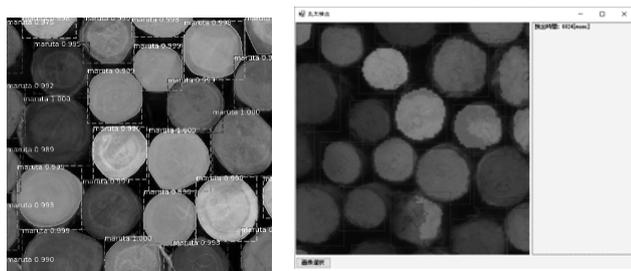
林業において丸太の価格は、樹種や直径等によってその価格が決まるため、直径を計測する必要がある。そこで、機械学習を用いて画像から丸太断面領域の検出に取り組んだ。

機械学習による領域分割手法である Mask R-CNN を用いた。教師データとして、各丸太の断面領域を手手で記録した（図1（a））。また、画像の拡大・縮小、切り抜き、回転を行うことでデータセットの拡張を行い、1,000枚の画像を学習に用いた。学習の結果、図1（b）のように丸太断面領域を検出可能であることを確認した。

また、機械学習による物体認識技術は計算量が多く高性能な GPU が必要とされるが、MobileNet と呼ばれる小規模な機械学習ネットワークを用いることでタブレット上で動作する木材断面推定ソフトを試作し、正常に動作することを確認した。



(a) 木材断面画像と教師データ



(b) 推定結果 (c) 試作ソフト

図1 機械学習による木材断面検出

3 小麦粒の検出・赤かび有無判定への適用

小麦粒には、赤かびが発生することがあり、その判定は専門家による目視での検査で行われることが多い。そこで、機械学習による判別を試みた。小麦粒の検出は Mask R-CNN、赤かびの有無判定は ResNet を用い、97%の精度で判定できた。

4 動物の骨格推定・姿勢分類への適用

人物の動作の解析は従来、マーカーやセンサの装着等が必要であり、計測できる場所が限られている。そこで、機械学習の骨格手法である Realtime Multi-Person 2D Estimation により推定した人物の関節位置を用いて、姿勢の分類が出来ることを確認した（図3）。また、同様の手法を用いて牛や馬の骨格推定も可能であることを確認した（図3）。

5 おわりに

機械学習を用いた物体認識技術を行うシステムを構築し、木材断面領域検出、小麦粒の赤かび有無判定、動物の姿勢推定等に活用した。

今後は、本研究で得られた知見を技術移転や応用的な研究に活用する予定である。

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

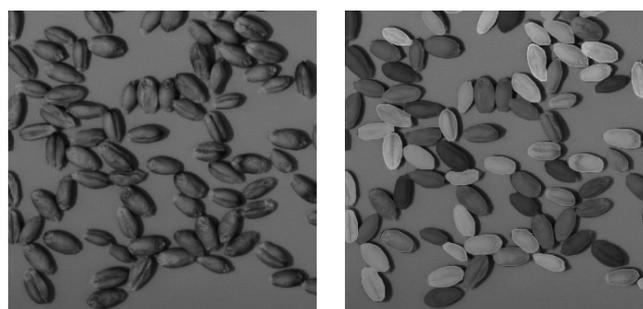


図2 小麦粒の検出結果



図3 人物の動作分類と馬の骨格推定

多眼式分光イメージングセンサ用符号化照明の開発

食品混入異物検査用分光イメージングセンサの高性能化（平成29～30年度）

情報システム部

○本間稔規、飯島俊匡

ものづくり支援センター

岡崎伸哉

1 はじめに

人毛などの低密度・非金属の食品混入異物を検出することを目的とした多眼式分光イメージングセンサ（図1）では、撮像面を分割し、それぞれに光学フィルタを用いて同時に複数波長の分光画像を取得する。しかし、本センサの構造上、分光画像には視差があることから、高精度なスペクトルデータを取得するには複数の分光画像の対応画素の位置合わせが重要となる。

本研究では、複数の分光画像の対応画素の位置合わせを行うための符号化照明を開発した。

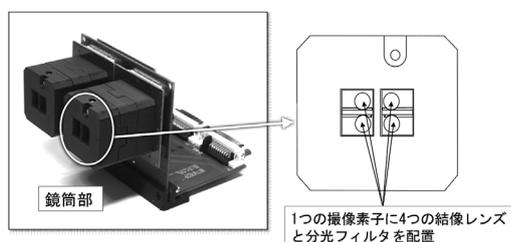


図1 多眼式分光イメージングセンサ

2 開発した符号化照明

2-1 符号化照明パターン

視差のある複数の画像から対応画素を求める方法として、画像中のテクスチャ（模様）を用いたパターンマッチング手法がよく用いられる。しかし、計測対象にテクスチャがなかったり、誤対応が生じやすい周期的なパターンがある場合は、対応画素の位置合わせは困難となる。そこで本研究では、照明に符号化パターンを付加することにより、この課題解決を図った（図2）。符号化照明のパターンは縦・横各格子線、これらの格子線で囲まれる領域（以下、

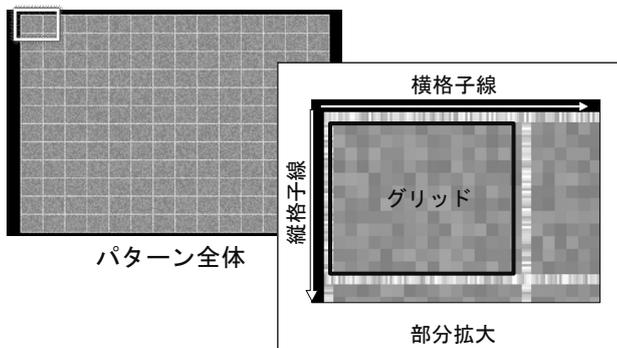


図2 符号化照明パターン

グリッド)の要素で構成し、それぞれの要素は、一意のランダムパターンにより符号化している。また、各パターンは一定以上の輝度値を設定しているため、分光計測用の照明としての機能を有する。さらに、縦・横の格子線を利用して、光切断法としても使用することが可能である。

2-2 低輝度分光画像に対する処理手法

分光反射率が小さい計測対象では、分光画像の各画素の輝度値が低下することでテクスチャのパターンマッチングが困難になることが考えられる。そこで、このような条件においても頑健に対応画素の位置合わせを行うために、撮像した分光画像に微分処理を追加した。

3 符号化照明の性能評価

開発した符号化照明について、部分パターンの一意性の評価、また低輝度分光画像における性能評価を行った（図3）。縦・横各格子線および各グリッドについて、輝度値を1～100%に変化させ、パターンマッチングを行った。パターンが同一座標で一致しない場合は評価値を0とし、一致した場合のみ、その評価値（最大値1）をグラフにプロットした。その結果、照射時の輝度値の3%以上の値で位置合わせが可能であることがわかった。

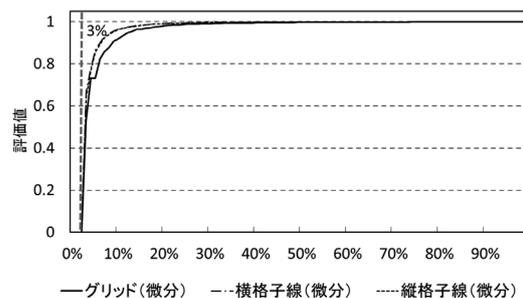


図3 輝度値の変化に対する画素位置合わせの性能評価

4 おわりに

多眼式分光イメージングセンサにより正確なスペクトルデータを取得するための符号化照明を開発した。基本的な性能評価を行ったところ、輝度値が小さい条件においても位置合わせが可能であった。今後、実環境での評価を進め、さらに性能向上を図る。

（連絡先：honma-toshinori@hro.or.jp、011-747-2956）

道産バイオマス資源のナノファイバー化技術の開発

バイオマスファイバーの解繊および特性評価に関する研究（平成30～32年度）

材料技術部 ○瀬野修一郎、山岸 暢、可児 浩 ものづくり支援センター 吉田昌充、大市貴志
環境エネルギー部 鎌田樹志、松嶋景一郎、吉田誠一郎

1 はじめに

バイオマス由来のセルロースやキチンをナノサイズに解繊したバイオマスナノファイバーは、ポスト炭素繊維として大変注目されている新素材である。

道内には、その原料となるセルロース資源（木材、農業残渣など）やキチン資源（カニ殻、エビ殻など）が豊富にあり、高付加価値な産業利用が期待されている。しかしながら、道内の各種バイオマスファイバー資源をナノ解繊し、そのナノファイバー特性を系統的に評価した例はほとんどない。

そこで、道産バイオマス資源の高次産業利用を目指した各種原料由来のナノファイバー特性評価に向けて、道産各種バイオマス（トドマツチップ、ビートパルプ、ポテトパルプ、ズワイガニ殻）のナノファイバー化技術の開発を行った。

2 各種原料の精製

解繊処理を行う前にセルロースおよびキチン以外の主な成分を除去すべく、トドマツチップ、ビートパルプ、ポテトパルプ、ズワイガニ殻の精製を行った。セルロース系原料は水酸化カリウム処理によりヘミセルロースを、亜塩素酸ナトリウム処理（Wise法）によりリグニンを除去した。キチン系原料については水酸化カリウム処理によりタンパク質を、塩酸処理により炭酸カルシウムを除去した。

3 石臼式磨砕機による解繊

精製した各種原料を用いて固形分濃度が0.8wt%となるように懸濁液を作製し、石臼式磨砕機（スーパーマスコロイダー MKCA6-2、増幸産業（株））を使って湿式解繊処理を行った。解繊負荷を同様にするため、解繊中の電流値が一定（約5A）となるように回転数・石臼のクリアランスを調整し、処理を行っ

トドマツチップ ビートパルプ ポテトパルプ ズワイガニ殻



図1 解繊処理後の0.8wt%懸濁液

た。処理後の各種原料の懸濁液の写真を図1に示す。原料により程度は異なるが処理前に比べて、粘度が増加した懸濁液が得られた。

4 解繊処理後繊維の形態観察

各種原料のナノファイバー化を確認するため、電界放出形走査電子顕微鏡による解繊処理後繊維の形態観察を行った。乾燥による凝集を防ぐため、t-ブタノールで溶媒置換後、凍結乾燥した試料を白金蒸着し、観察した。

得られた解繊処理後の各種原料の電界放出形走査電子顕微鏡画像を図2に示す。原料によって繊維径分布は異なるがいずれの原料においても数十～数百nm幅の繊維が観測されており、繊維径がナノサイズまで解繊されていることがわかった。

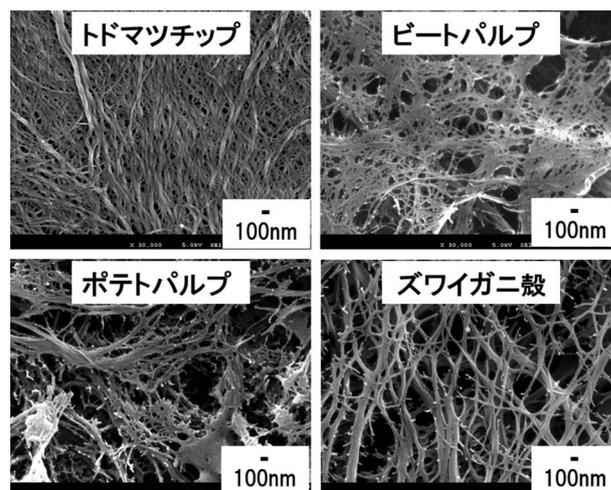


図2 解繊処理後繊維の電界放出形走査電子顕微鏡画像

5 まとめ

適切な精製・解繊処理によって道産各種バイオマスをナノファイバー化可能であることが確認できた。道産バイオマス資源の高次産業利用を目指し、今後、各原料由来のナノファイバー特性（粘度、機械的特性）を評価する予定である。

謝辞

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

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

廃棄物を利用した都市鉱山からの金属回収

金属回収残渣スラグの安定化に関する研究（平成29～30年度）

材料技術部 ○稲野浩行、堀川弘善
環境エネルギー部 富田恵一

1 はじめに

パソコンやスマートフォンなどのプリント基板には金、銀、銅、レアメタルなどが天然鉱石以上の濃度で含まれており、近年は「都市鉱山」として注目されている。

当場では、プリント基板、鉛ガラスであるブラウン管ファンネルガラス、融剤として炭酸ナトリウムを混合し還元溶融することで、金属鉛とともに金や銅などを回収する技術を開発した。本報告では、残渣スラグを化学的に安定させる効果のあるカルシウム系の融剤を使い、特にそれをカルシウム含有廃棄物（ライムケーキ、貝殻）に替えた場合の金属回収について報告する。

2 実験

パソコンから取り出したプリント基板と、酸化鉛を含むブラウン管ファンネルガラスに、融剤として、炭酸カルシウム、ライムケーキ、仮焼した貝殻粉砕物を加え、るつぼに入れた後、排気管を接続したふたを接着し電気炉内で1,300℃、1時間加熱した。室温まで冷却後、るつぼを切断し断面を観察し、残渣スラグ部分を粉砕して蛍光X線分析法（XRF）による化学成分分析を行った。

3 結果

基礎試験として試薬の炭酸カルシウムを融剤として添加する試験を行った。図1に溶融後の試料断面写真例を示す。残渣スラグの底部に金属の沈殿が見られる。これは鉛ガラスが還元されて生じた鉛が主成分で、さらにプリント基板からの金、銅、ニッケル、スズなどが含まれている。還元が強くなると生

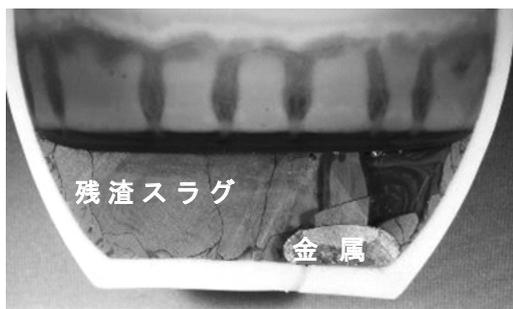


図1 溶融した試料の断面写真

成する鉛が増え、各種金属が鉛合金としてスラグから除去、回収されるため、残渣スラグ中の残留金属酸化物濃度が低下する。溶融時には、プリント基板に含まれる樹脂、アルミニウムなどがガラス中の酸化鉛に対して還元剤として働くが、還元力が不足していたので、炭素を補った。鉛ガラス、プリント基板、炭酸カルシウム、炭素の混合比を変え溶融試験を行い、最適な混合比を見出した。

基礎試験の結果を基に、融剤として貝殻、ライムケーキを加えた試験を行った。図2に添加した炭素の量と、残渣スラグ中の残留金属酸化物濃度の関係を示す。どちらも炭素を添加することで、酸化鉛（PbO）、酸化銅（CuO）の濃度が低下し、特に貝殻については1.5gの炭素を添加することでPbO濃度は0.16 mass%、CuO濃度は0.05 mass%にまで低下した。ライムケーキを加えた場合も同等まで低下した。ライムケーキの場合、3%ほどの有機物を含んでいるため、炭素添加量が少なくても還元効果がみられたと思われる。

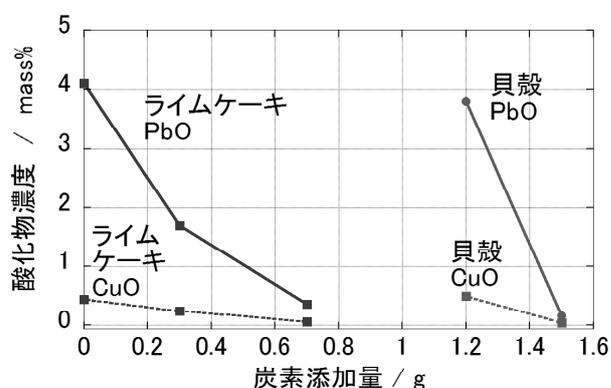


図2 炭素添加量と残渣スラグの中の残留酸化物濃度の関係

4 まとめ

プリント基板に、廃棄物であるブラウン管ファンネルガラスと、同じく廃棄物であるライムケーキまたは貝殻を加え還元溶融することで、プリント基板に含まれる金属を回収することができた。今後は、残渣スラグの化学的安定性について検討を進める。

（連絡先：inano-hiroyuki@hro.or.jp、011-747-2935）

スパッタリング法による耐久性金属皮膜の成膜プロセス

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

材料技術部 ○坂村喬史、斎藤隆之
上原ネームプレート工業(株)

1 はじめに

自動車外装部品などの樹脂基材への金属皮膜形成は、耐久性が求められるため、主にめっきプロセスで成膜を行っている。しかし、工程が煩雑で6価クロムや銅などを含む廃液が排出されるという課題がある。そこで工業試験場は、上原ネームプレート工業(株)と共に、簡便で廃棄物を排出しないスパッタリング法による耐久性金属皮膜の成膜プロセスの開発を行った。めっきプロセスでのエンブレムの一例を図1に示す。



図1 めっきによるエンブレム例

2 めっき法とスパッタリング法の比較

外装部品の耐久性に適合するめっきプロセスは、樹脂成形を除いても数十工程の非常に煩雑なプロセスである。概略の工程模式図を図2に示す。

一方スパッタリング法は、真空容器内でプラズマを発生させ各種基材に金属やセラミックスなどを成膜する方法である。真空蒸着法と類似しているが、高融点の物質や合金が成膜できるという優位性がある。めっきと同様に工程模式図を図3に示す。本法は溶液を用いず、簡便であり工程内では廃棄物を生じない。

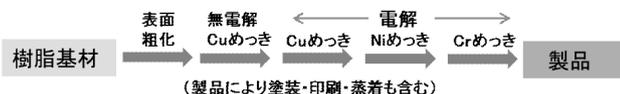


図2 外装用めっき工程の例

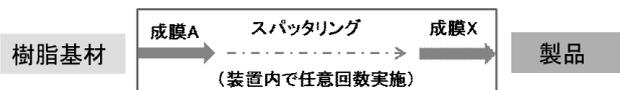


図3 スパッタリング工程の例

3 成膜と評価および結果

十分な硬さを有するアクリルやポリカーボネート

(PC)樹脂基材を用い、耐食性の高いステンレスまたはアルミニウム合金皮膜をスパッタリング法で成膜する方針とした。アクリル樹脂は金属の難密着性材料として知られており、またPCもアクリルほどではないが金属によっては密着しないことから、密着性を付与する方法を検討した。これらの樹脂にスパッタリングや蒸着法で成膜するためには、密着層として有機塗装が必要とされる。本開発ではスパッタリング装置での一貫工程を目指した。実験には、当场設置の小型のスパッタリング装置を用いた。検討の結果、金属成膜に先立ち密着処理をスパッタリング装置内で行うことで、金属皮膜の十分な密着性が得られることが分かった。

得られた樹脂上の皮膜について、自動車外装規格の耐久性試験 1)密着性、2)耐食性、3)耐ヒートサイクル性（温度の変動に対する耐久性）を実施した。

表1 耐久性試験結果

基材	1)密着性	2)耐食性	3)耐ヒートサイクル性
ポリカーボネート	○	○	○
アクリル	○	○	-

結果を表1に示す。一部を除き、いずれも規格を満たしていた。この皮膜をドーム状のアクリル基材に成膜した試作品を図4に示す。②の開発品は、③の有機塗装した上にクロムを成膜した試料と比べても、十分な密着性と金属光沢を備えていた。



図4 成膜した試作品

4 おわりに

今後、生産実機を用いて耐久性金属皮膜の成膜プロセス開発を進めていく。なお、本成膜プロセスについては特許出願中である。

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

金属材料の機械試験による製品開発支援事例

技術指導（平成29～30年度）

材料技術部 ○飯野 潔、中嶋快雄、板橋孝至、高橋英徳
ものづくり支援センター 宮腰康樹

1 はじめに

当場では保有する試験機器や分析装置などを活用して道内企業の製品開発に技術的な支援を行っている。金属材料に関しては強度や硬さ、耐久性を確認したいというニーズが多い。その中から、摩耗試験および強度試験を通じた製品開発の支援事例を2例紹介する。

2 事例1：圧延機用材料の耐摩耗性の評価

一寿産業(株)鉄鋼関連事業部様への技術支援

圧延機ローラーガイドの耐久性を向上させるため、ローラー用材料の耐摩耗性の評価を行った。図1に摩耗試験の概要を示す。平板試験片に回転円盤を押しつけ、摩耗痕の幅から摩耗減量を測定した。

圧延材A～D、鋳物材A～Gおよび焼結材Aの合計12種類の材料に対して同一条件で摩耗試験を行い、摩耗痕幅から摩耗して失われた体積（摩耗体積）を計算した。摩耗量が多いと摩耗体積は大きくなるので、その逆数は摩耗しにくさを表す指標となる。図2に摩耗体積の逆数とショア硬さの関係を示す。

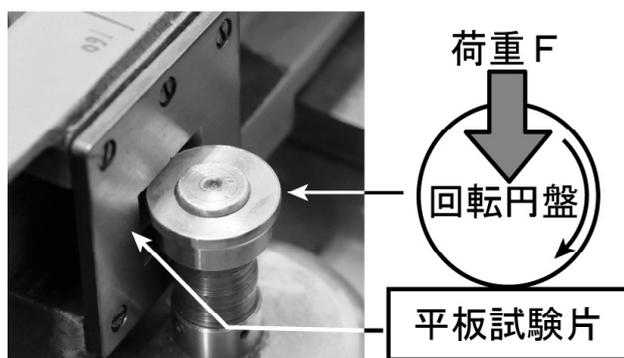


図1 摩耗試験の概要

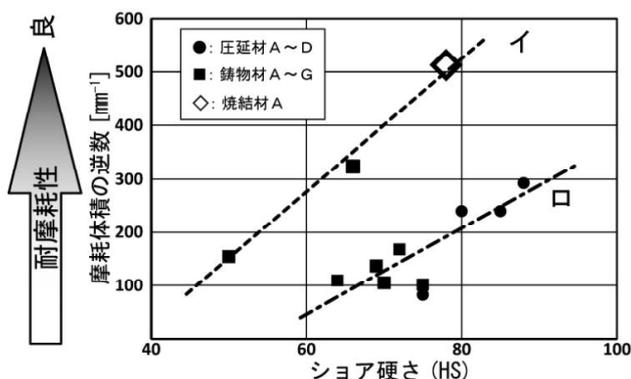


図2 耐摩耗性と硬さの関係

同種の材料であれば硬さと耐摩耗性には相関があるが¹⁾、今回の実験では図に示すようにイ、ロの2つのグループに分かれた。この理由は、材料の摩耗特性は硬さだけでなく、結晶粒径や結晶配向によっても影響を受けるためと考えられる。今回の試験では硬く、粒径が小さく、結晶配向がない焼結材Aが最も耐久性に優れていることを確認した。

3 事例2：鉄道関連部品の強度試験

一三宝機材(株)様への技術支援

鉄道の保線作業車は資材を運搬するカートをけん引することが多く、その連結には図3のような連結棒が用いられている。設計変更するにあたって、強度が従来品と同等であるか確かめることとした。万能材料試験機を用い、使用時に想定される荷重で強度試験を行い従来品と同等な強度があることを確かめた。そのデータを示すことで鉄道事業者から認められ改良製品を販売することができた。



図3 改良した連結棒の外観

4 おわりに

工業試験場では、開発した製品の評価に有用な機器を上記以外にも多数整備している。気軽にご相談ください。

参考文献

1) 「硬い表面と耐摩耗性について」竹内栄一：実務表面技術 27巻4号(1980)p171

(連絡先：iino-kiyoshi@hro.or.jp、011-747-2981)

バイオマスガス化炉の開発

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

環境エネルギー部 ○山越幸康、藤澤拓己、上出光志、北口敏弘

1 はじめに

近年、災害時のエネルギー供給などへの関心の高まりから、分散型電源導入の気運が高まっている。道内には木質資源や農産残渣など豊富なバイオマス資源があり、既にいくつかの場所でバイオマス発電の取組が始まっている。バイオマス発電のひとつにバイオマスをガス化してガスエンジンで発電する手法がある。ガスエンジンは小規模でも比較的発電効率が良いため、地域分散型利用の有効な手段として期待されている。本研究では、ガスエンジン用燃料を製造するバイオマスガス化装置設計の基礎データ取得を目的に、バイオマスの熱分解や熱分解ガス中のタール分解について検討したので報告する。

2 実験方法

ガス化装置は、固定床ダウンドラフト型直接加熱方式とした（ガス化炉内径 30cm、高さ 58cm）。ガス流量は 1-10m³/h の範囲で制御した。炉内の温度を把握するため、炉の中心、中間（中心から 6.5cm）、外周（中心から 13cm）それぞれに火格子から高さ 5cm 間隔で 30cm の高さまで熱電対(d1-d6)を設置して温度を計測した（図1）。

熱分解試験には、木質ペレットと稲わらペレットを使用した。それぞれ工業分析（JIS_M8812）、元素分析（CHNS 分析）、発熱量測定で性状を把握した。熱分解ガスはガスクロマトグラフで分析した。

タール分解試験は、触媒として Ni 系触媒とリモナイトを用い、図 2 に示すように熱分解ガスをガス化炉下部から上部に吸引する管を設置し、その途中の高温部に触媒を配置して行った。タール捕集液はイソプロパノールを使用し、試験終了後にイソプロパノールを除去することでタール重量を求めた。また、タール分解後のガスをガスクロマトグラフで分析した。

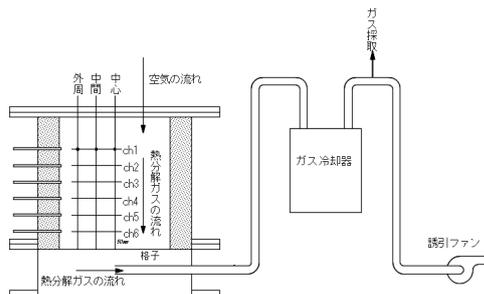


図1 ガス化装置の構成

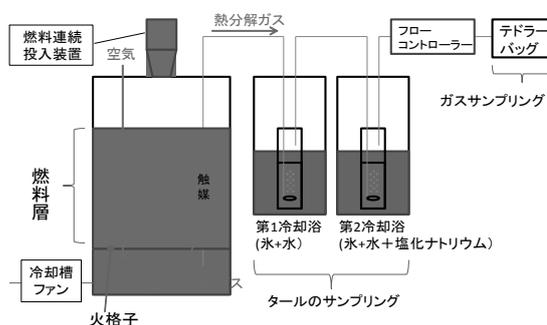


図2 タール分解試験イメージ

3 結果と考察

タール分解試験結果を図3に示す。

リモナイトは 511 °C の場合は触媒が無い場合と同程度のタール濃度となっており低減効果が見られないが、672 °C の場合はタール濃度を 4 割程度に低減することができた。Ni 系触媒については 511 °C でも 672 °C でも低減効果は大きく、有効な触媒であることがわかった。タール分解試験時の生成ガス組成等を表1に示す。リモナイト、Ni 系ともに熱分解を促進させ、触媒がないものと比べて可燃ガスの量が増加した。ガスエンジンで使用するためには一般的には 4MJ/m³程度の発熱量が必要と言われているが、今回の試験で得られたガスはそれを十分に充たすものであった。

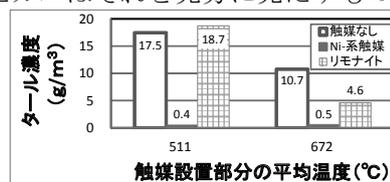


図3 タール分解試験結果

表1 タール分解試験時のガス組成等

触媒層の温度(°C)	触媒	ガス組成(%)							熱分解ガス発熱量(MJ/m ³)	
		水素	酸素	窒素	一酸化炭素	メタン	二酸化炭素	エチレン		エタン
511	触媒なし	2.9	0.4	60.3	13.0	3.5	19.7	0.0	0.3	3.3
	リモナイト	8.2	1.1	51.1	14.2	5.2	19.5	0.2	0.5	4.9
	Ni系触媒	25.3	0.6	33.3	8.9	8.6	23.4	0.0	0.0	6.9
672	触媒なし	5.5	1.9	66.3	5.0	2.6	18.7	0.0	0.1	2.2
	リモナイト	9.5	0.8	55.4	10.8	4.4	19.1	0.1	0.3	4.1
	Ni系触媒	24.8	0.2	41.1	14.6	2.5	16.8	0.0	0.0	5.4

4 まとめ

ガス化装置を試作するとともに、ガスエンジン用燃料として利用可能なレベルの発熱量のガスを生成することができた。タールの濃度については、若干の改善が必要で今後検討していきたいと考えている。（連絡先:yamakoshi-yukiyasu@hro.or.jp、011-747-2949）

潜熱蓄熱型ヒートシンクの構築

Additive Manufacturingによる潜熱蓄熱型ヒートシンクの構築（平成28～30年度）

ものづくり支援センター ○平野繁樹

製品技術部 戸羽篤也、鈴木逸人

明治大学

1 はじめに

工場排熱や太陽熱利用など、低密度エネルギーの工業的有効利用のためには、限られた熱エネルギーを蓄えるための蓄熱技術、およびそれらの熱を素早く利用するための高速熱交換技術の開発が必須である。エンジン等の熱機関は、運転時は冷却が必須である一方で、停止後の再始動時には再加熱が必要となる。特に北海道など寒冷地では内燃機関再始動時の温度低下抑制が重要であり、付加技術として蓄熱再生技術の導入が期待されている。

これまでは、温度低下抑制のため水や水溶液系の液体による熱交換や蓄熱を利用していたが、蓄熱量が顕熱分しか活用できず、また、高分子系の相変化物質のみを利用する場合には流動性が悪く、高い熱伝達特性が得られなかった。これらを効果的に熱交換する現状の機材は見当たらず、新たな熱交換デバイスが必要とされている。

本課題では、相変化物質が微細粒子として水中に分散された潜熱蓄熱型エマルジョンとすることで、流動性の高い潜熱蓄熱材として利用し、放熱・吸熱を目的とした熱デバイスであるヒートシンクとの技術融合により、運転時の冷却、および蓄熱による温度低下抑制がともに可能な熱機器構築の検討を行った。

2 相変化エマルジョンの作製および安定性

エマルジョンは乳剤、乳濁液などともいわれ、水と油などのお互いに混ざらない液体で、一方が他方の液体中に微粒子状に分散された状態のものである（図1）。マヨネーズや牛乳などの食品、化粧品や塗料などにも利用されている。本研究ではO/W型エマルジョン（水中に微細化した油（相変化物質）が分散したものの）の作製方法、およびその物性について

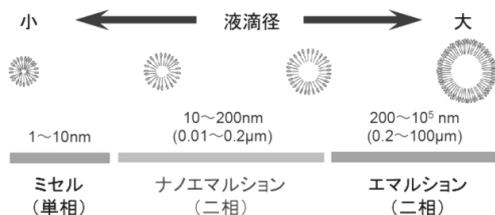


図1 エマルジョンのサイズ

実験的に検討を行った。相変化物質（油）としてテトラデカンおよびパラフィンを用い、D相乳化法⁽¹⁾（多価アルコール水溶液と界面活性剤に油を添加しゲル化させた後、水を加え乳化する手法）によりエマルジョンを作製し、粒子径および安定性の検討を行った。その結果、パラフィンを相変化物質として利用したエマルジョンに比べ、テトラデカンを相変化物質としたエマルジョンは、微粒子化、安定性ともに優れていることが分かった（図2）。

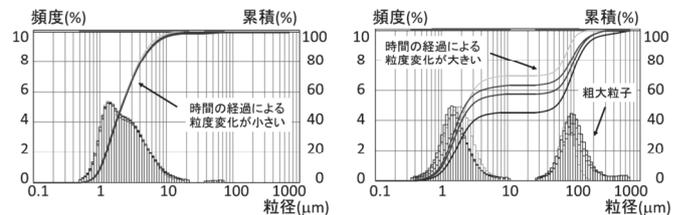


図2 テトラデカン（左）とパラフィン（右）のエマルジョンの粒度分布推移

3 おわりに

レーザー照射による金属粉末積層造形装置（金属3Dプリンタ）を用いて、効率的な熱交換を行うためのヒートシンクの作製を行った。自由度の高い設計が可能な3D-CADを用いて複雑な断面形状を有する熱デバイスを設計し、これまでにない断面形状のヒートシンクの設計を行った（図3）。またこれまで造形が困難であるとされていた熱伝導率の高い銅系合金による試作についても検討を行った。

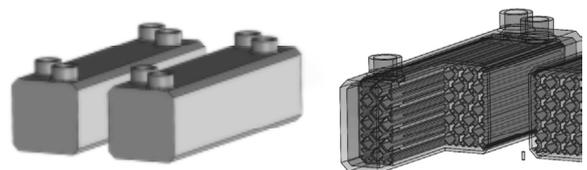


図3 ヒートシンクの外観と断面形状

参考文献

(1) Sagitani, et al., The Chemical Society of Japan Journals 10(1983), 1399-1404

謝辞 本研究はJSPS 科研費 JP16K06120 の助成を受けたものです。ここに記し謝意を表します。

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

水道管用吸排気弁の性能試験装置の提案および設計支援

技術指導（平成29年度）

環境エネルギー部 ○富樫憲一、保科秀夫
製品技術部 井川 久
㈱光合金製作所

1 はじめに

通常時、水道管の内部は外部より高圧になっているが、水不足に伴う減圧給水や断水などが行われる非常時には水道管の内部が負圧になることで管内に汚水や空気が吸い込まれ、水道管の汚染や水衝圧による騒音など様々な問題を引き起こすことがある。これらの問題を未然に防ぐため、図1に示すように水道管の内外へ空気を吸入・排出する役割を果たしているのが吸排気弁である。水を漏らさずに空気だけを通すことが吸排気弁の基本的な機能であるが、とりわけ空気の吸入時には、なるべく小さい差圧で多くの空気を吸入する性能が要求される。これまで㈱光合金製作所では、高圧の空気を吸排気弁に押し込む試験を行うことで製品の性能を評価してきた。本技術指導では、低圧の容器を用いて吸排気弁に空気を吸い込ませることで性能を評価する試験装置を提案するとともに、その挙動を計算により予測した。

2 試験装置の系統および挙動

図2に、試験装置の系統図を示す。性能試験にあたっては、まず真空ポンプにより容器内を所定の圧力に設定する。次に仕切弁を開放することで吸排気弁（製品）から容器へと空気が試験装置内に吸入されはじめ、図2上部に示すような圧力分布が形成さ



図1 吸排気弁（現行モデル）の外観と動作

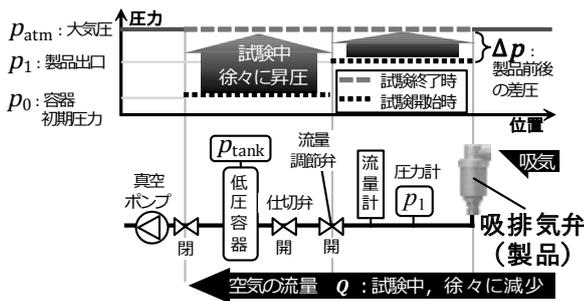


図2 試験装置の系統図による挙動の解説

れる。その後、徐々に減少する吸排気弁前後の差圧 Δp と空気の吸い込み流量 Q を圧力計と流量計により監視し、所定の差圧となった時点の流量を読み取ることで吸気弁の性能を評価する。

3 数値計算による試験結果の予測

図3に、試験結果を予測するための計算に用いた方程式とアルゴリズム（計算手順）を示す。試験装置の挙動は差圧と流速の関係式(1)と理想気体の状態方程式(2)により支配されるが、この二式は「容器の圧力により式(1)に基づいて空気の流入量が決まる」一方、「流入した空気の量により式(2)に基づいて容器内の圧力が決まる」という相互依存の関係にあることがわかる。従って、図3に示したアルゴリズムに基づいて繰り返し計算を行うことで時々刻々と変化する吸排気弁前後の差圧 Δp および空気の吸い込み流量 Q を算出した。計算結果の一例を図4に示す。これにより、さまざまな条件において確保できる試験時間など、試験装置の仕様を決定する上で必要な情報を予測することが可能となった。

4 まとめ

本指導により、吸い込み条件における吸排気弁の性能評価が可能となった。さらに、試験実施に先行して結果を試算することで装置の設計を支援した。

$$\text{差圧と流速の関係式: } p_{\text{atm}} - p_{\text{tank}} = \zeta_{\text{total}} \frac{\rho_{\text{air}} v_{\text{pipe}}^2}{2} \quad (1)$$

$$\text{気体の状態方程式: } p_{\text{tank}} = \frac{m_{\text{tank}} R_{\text{air}} T_{\text{room}}}{V_{\text{tank}}} \quad (2)$$

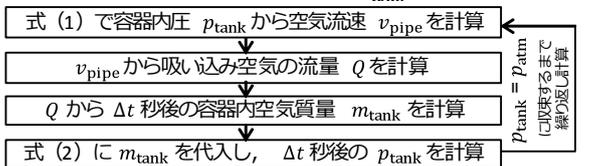


図3 現象の支配方程式と計算のアルゴリズム

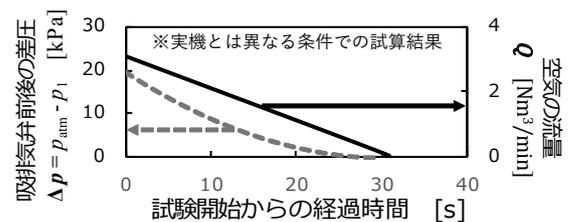


図4 計算により予測された試験結果の一例
(連絡先: togashi-kenichi@hro.or.jp、011-747-2949)

水を利用したセルロースの高機能化

道産天然物を高機能化する化学変換プロセスの開発（平成30～31年度）

環境エネルギー部 ○吉田誠一郎、松嶋景一郎
イムラ・ジャパン(株)

1 はじめに

現代社会は、多くの化成品が石油から合成されている「オイルリファイナリー」を基盤とする社会である。しかしながら、石油資源の枯渇や資源を取り巻く情勢の不安定さなどから、石油ではなくバイオマス資源から化成品を合成する「バイオリファイナリー」への転換が求められている。一方で、北海道は植物由来のバイオマス資源が多く賦存しており、これらの有効利用法の確立は重要である。そこで本研究では、水蒸気、すなわち「水」のみを利用した反応により、医薬品、バイオ燃料、プラスチックなどの原料として有用な機能性物質であるヒドロキシメチルフルフラール（HMF）をバイオマス資源のセルロースから直接合成する方法を検討した（図1）。

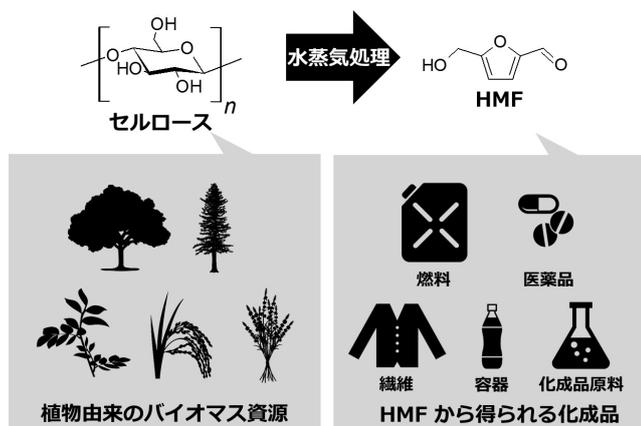


図1 セルロースから HMF への変換

2 反応条件の最適化

セルロース原料（セルロース、低分子化セルロース）を 200℃ の水蒸気中で処理し、原料特性が反応に与える影響を調査した。反応時間に対して HMF の収率をプロットしたものを図 2 (a) に示す。セルロースを反応原料に用いた場合の HMF の最大収率は反応時間 240 分において約 9%、低分子化セルロースを反応原料に用いた場合の HMF の最大収率は反応時間 60 分において約 19% であった。セルロースと低分子化セルロースの重合度はそれぞれ 231、32 であり、低分子化セルロースの方が短い時

間で効率よく HMF に変換されていることがわかる。

HMF を低分子化セルロースから効率良く合成するためには、過剰な水による副反応を抑制する必要がある。そこで、水 (W) と低分子化セルロースに含まれるグルコースユニット (G) のモル比 (W/G) を変えた実験をおこなった (図 2 (b))。その結果、W/G = 130 の条件で HMF の収率は最大 21% となった。この収率は塩酸を用いた場合の既報の収率 (~21%) と同等であり、水分量を適切に制御することで、水のみを用いて低分子化セルロースから HMF を効率的に合成可能であることが明らかとなった。

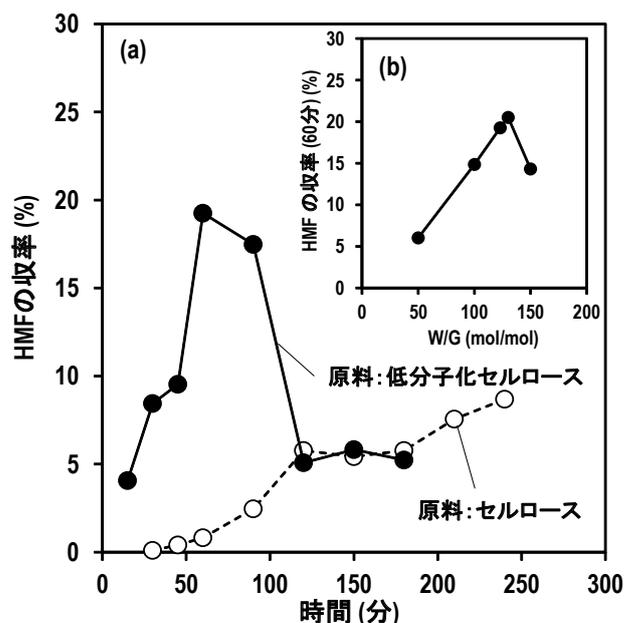


図2 (a)HMFの収率の時間変化 (W/G=123)、
(b)水分量の影響

3 おわりに

水蒸気を用いることで低分子化セルロースから最大 21% の収率で HMF を合成することに成功した。また、HMF を合成する際に最適な水分量が存在することも明らかとなった。水のみを用いる本プロセスがバイオリファイナリーに対して高いポテンシャルを有していることを明らかにした。

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

新生児見守りマットにおける脈拍計測技術の開発

技術指導（平成30年度）

製品技術部 ○泉 巖、中島康博、前田大輔
企画調整部 栗野晃希
(株)メディカルプロジェクト

1 はじめに

近年、医療や介護の現場における負担軽減のため、患者の安否を見守るシステムの開発が進んでいる。(株)メディカルプロジェクトは、空圧センサを内蔵したエアマットで脈拍や呼吸を検知し、異常時に報知する成人向けの見守りマットを開発・販売してきた。

同社は現在、新生児向けのニーズに対し、従来の技術を活用した「新生児見守りマット」の開発に取り組んでいるが、脈拍数の計測精度に課題があった。

本発表では、新生児の脈拍と呼吸を模擬した実験環境で空圧センサの出力を計測し、課題分析と新規アルゴリズムの開発を行った結果について報告する。

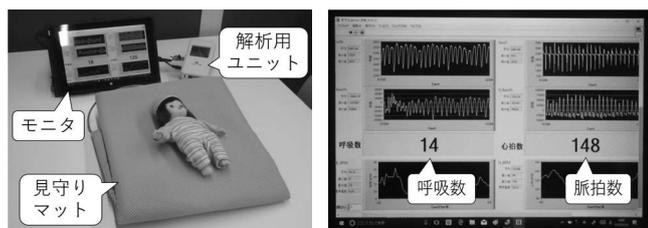


図1 新生児見守りマットとモニター画面

2 課題の分析

計測精度に影響を及ぼす要因を特定するため、まずは試作マットに新生児の脈拍を模擬した圧力刺激(180回/分)のみを加え、計測開始30秒後からは呼吸を模擬した圧力刺激も同時に加える実験を行った。

図2(a)は、空圧センサの出力を従来のアルゴリズム

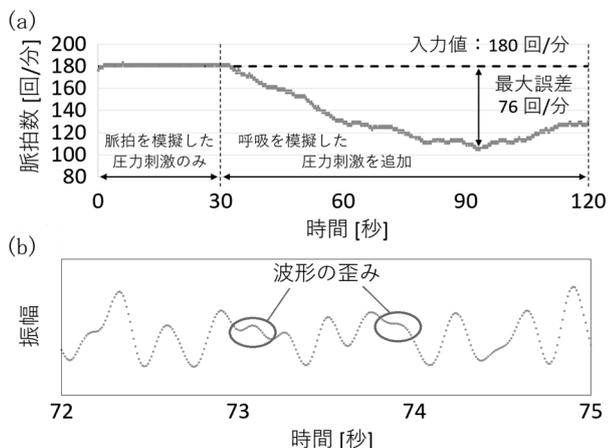


図2 新生児を模擬した環境における実験結果
(a) 脈拍数算出結果 (b) 脈拍成分の処理波形

ムで解析し、脈拍数を算出した結果である。脈拍刺激のみを加えた区間に異常は認められなかったが、呼吸刺激も加え始めた時点から脈拍数が落ち込む現象が確認された。そこで、呼吸の影響を念頭にアルゴリズムを検証し、脈拍数の検出漏れが発生する可能性のある解析項目を調べた。その結果、脈拍成分を抽出した処理波形に歪みが発生し、計測値に影響していることがわかった(図2(b))。

3 新規アルゴリズムの開発と効果検証

前項で言及した処理波形の歪みは、呼吸刺激に伴う圧力の混入が原因と考えられた。そこで、空圧センサの出力から別途抽出した呼吸成分を利用し、混入した圧力を除去するアルゴリズムを開発した。

図3は、図2の実験データに新規アルゴリズムを適用した結果である。両図の(b)を比較すると歪みの解消が確認できた。これにより、脈拍数の最大誤差が76回/分から6回/分にまで改善された(図3(a))。

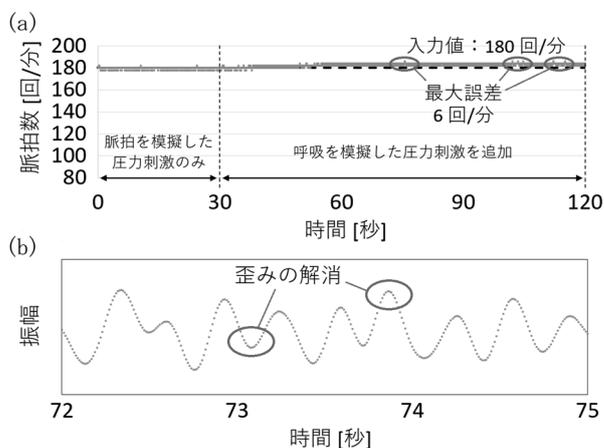


図3 新規アルゴリズムによる解析結果
(a) 脈拍数算出結果 (b) 脈拍成分の処理波形

4 おわりに

本研究では、「新生児見守りマット」の脈拍計測誤差の原因分析を通じて、脈拍波形の歪みを解消するアルゴリズムを開発した。その結果、計測誤差を大幅に改善することができた。今後は、実証試験等を通じて更なる改良を進め、実用化を目指していく。

(連絡先: izumi-iwao@hro.or.jp、011-747-2975)

プレス加工におけるバリ高さ推定技術の基礎研究

プレス金型の寿命予測技術確立に向けた基礎研究（平成30年度）

製品技術部 ○鶴谷知洋、神生直敏

1 はじめに

連続で大量生産が可能なプレス加工は、量産加工技術として自動車をはじめとするものづくりに欠かせない技術である。しかし、処理速度が大きいことから、一度不良が発生すると加工停止までの間に大量の不良品を生み出す恐れがある。そのため、不良発生の予兆を検知できれば不良品の大量発生を防止できる。

そこで、不良発生の要因の一つである金型の摩耗量の推定を目指し、摩耗量と強い相関があるバリ高さの推定技術に関して基礎検討を行った。

2 加工データの収集とバリ高さの測定

図1に示す打抜き加工を対象に、プレス加工中の加工状態を反映するデータとして、金型のひずみ値、加工荷重、振動データを選定し、加工中のデータを収集した。金型は少ない加工数で摩耗が進行するよう硬度の低い材料を熱処理せずに使用し、1500ショットの加工を行った。加工品のバリ高さは、レーザー顕微鏡を用いて母材部とバリ部の高さを測定し、その差から算出した。

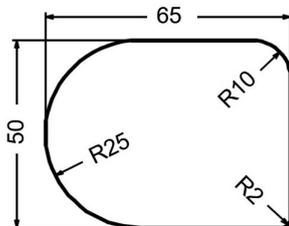


図1 対象の加工品

3 加工データとバリ高さの解析

得られた加工データのうち、加工中の時間と振動発生数の関係を図2に、測定したバリ高さを図3に示す。振動発生数は、ショットごとに最大値を比較したところ、ばらつきが大きいものの、ショット数の増加に伴い増加傾向であった。また、バリ高さについてもばらつきがあるものの増加傾向であった。

4 バリ高さの推定

加工データとバリ高さの解析結果から、加工データを用いたバリ高さの推定の可能性を確認できた。そこで、機械学習を用いて振動発生数からバリ高さ

を推定する実験を行った。実験結果を図4に示す。ずれはあるものの、バリ発生の傾向はほぼ一致しており、バリ高さ推定技術の可能性が確認できた。

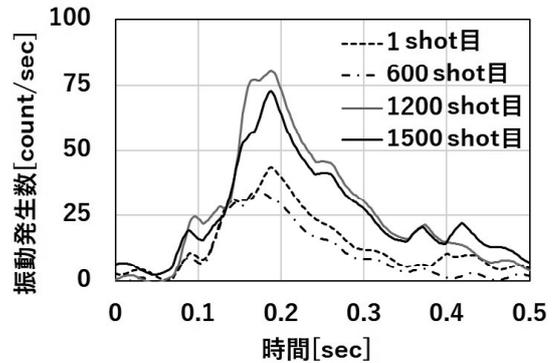


図2 1ショット中の振動発生数

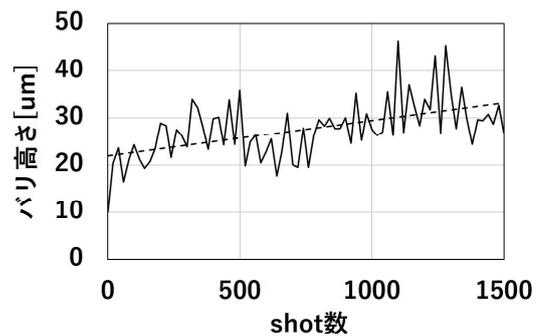


図3 ショットごとのバリ高さ

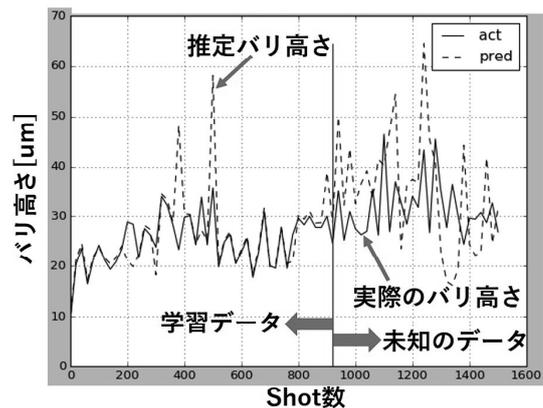


図4 機械学習によるバリ高さ推定結果

5 おわりに

打抜き加工を対象に機械学習を用いたバリ高さの推定を行い、技術の可能性を確認した。今後は、精度向上を図り摩耗量の推定に取り組んでいきたい。（連絡先：tsuruya-tomohiro@hro.or.jp、011-747-2384）

新製品開発における企画立案を支援するツールの開発

新製品開発における企画立案を支援するツールの開発（平成29～31年度）

製品技術部 ○日高青志、印南小冬、万城目聡

1 はじめに

顧客からの要望に応じて部品・製品を製造し納品する受注型の製造業企業が、競争環境の変化等を見越して自社独自製品の開発に挑戦するケースが増えている。しかし、新製品開発における企画立案の技術を実践可能な形で確立できている企業や外部支援者は少なく、直感に頼った方法で企画づくりが進められた結果、売れるモノにならない、あるいは開発が頓挫してしまうといったことが後を絶たない。

本研究では、自社独自製品の開発に挑戦する社内チームやそのリーダーが、チームメンバーの知恵を集結して「作りたい・作れる・売れる」と確信できる合理性の高い企画案を効果的に創造していくための企画づくり支援ツールを開発している。

二年目の取り組みとして、企業における新製品企画づくりのケーススタディを通じて、昨年度試作した企画づくりのプロセスや具体的なノウハウなどを整理し直すとともに、企画会議などにおけるさまざまな視点からのアイデア発想や企画案の組み立てなどに活用できる企画立案支援ツールを試作した。

2 企画づくり活動のとらえ方

企画づくりのゴールは、作り手自身が「作りたい・作れる・売れる」と確信できる企画案を創出することにある。その具体的な方法として調査、推論、試作・検証といった「インプット活動」と、企画案を定義するための「アウトプット活動」の二つの側面から企画づくり活動を捉える基本パターンを整理した（図1）。

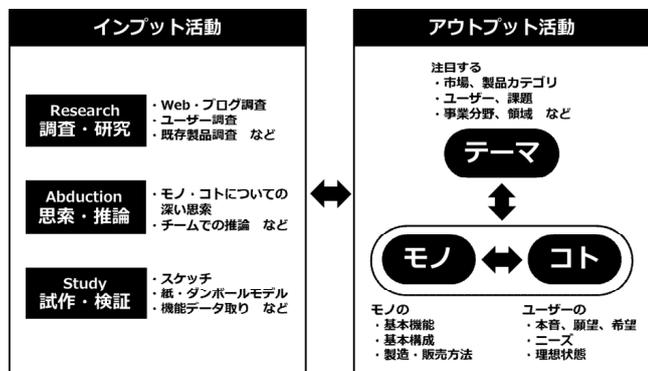


図1 企画づくり活動の基本パターン

実際には図2のように、インプット活動とアウト

プット活動を行き来しながら、大きくはテーマ設定からアイデアの詳細化までのフェーズを経て、企画案の合理性を徐々に上げていく形となる。

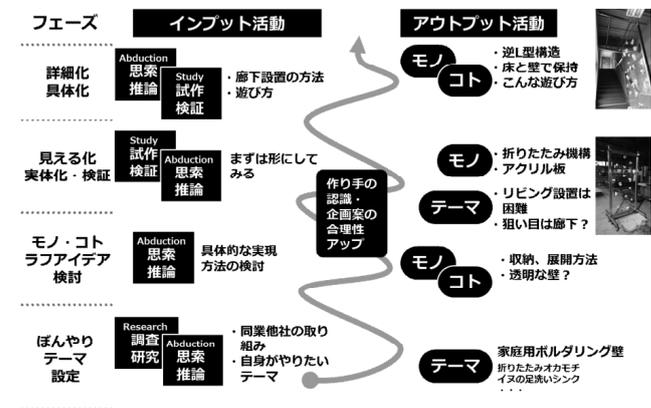


図2 板金加工企業とのケーススタディにおける企画づくりの流れ

3 企画立案支援ツールの試作

上記の活動パターンやフェーズに沿った企画づくりを支援する次の特徴を持つツールを、データベースソフト Filemaker を用いて試作した（図3）。

- 成功事例の分析から得られた問いにより、企画案や企画づくり活動のアイデア発想を促す。
- 得られた発想を上記の活動パターンに沿って整理し、企画づくりにおけるテーマ・モノ・コトのラフアイデア創造を支援する。

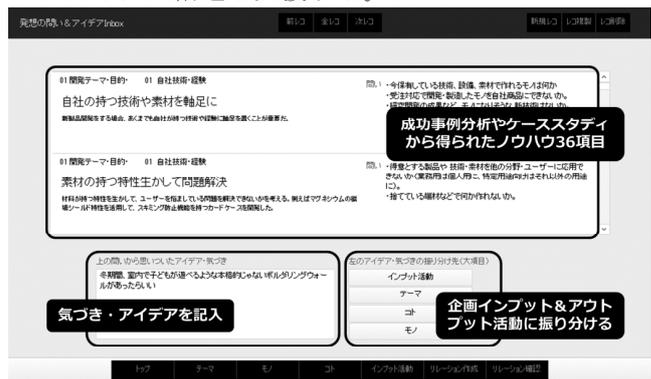


図3 企画立案支援ツール（発想支援ページ）

4 おわりに

今年度は講座形式の新製品開発支援を実施し、上記の活動パターン及びツールの検証、課題の把握・改良等を行う。また、企画づくりの方法やツールの使用方法を解説するコンテンツを作成する。

（連絡先：hidaka-seiji@hro.or.jp、011-747-2974）

レーザ加工における溶融池生成状態の観察

金属溶融・凝固現象の見える化技術を用いた定量値計測の基礎研究（平成30年度）

製品技術部 ○鈴木逸人、戸羽篤也、櫻庭洋平

1 はじめに

レーザを用いて金属を溶融・凝固させる製造技術において、製品品質の良否は、製造過程で数十ミリ秒の超短時間かつ高温・高輝度で発光しながら進行する溶融現象を適切に制御できるかにより決まる。当場では、高輝度で発光する加工点に単一波長光を照射し、照射した波長のみを通過させるバンドパスフィルターを設置した高速度カメラにより現象を観察可能とするシステムを導入した。

本発表では、レーザ加工装置で金属粉末を溶融させた試験片について、加工条件に伴い変化する溶融池生成状態を観察した結果を報告する。

2 実験方法

観察には高速度カメラ（FASTCAM Mini AX、フォトロン社製）とレーザ照明（DPRLu-5W、日本レーザ社製）を用いた。加工には、弊所所有のファイバーレーザ加工装置を用いた。観察用試験片は、金属粉末積層造形装置（Lumex Avence-25、松浦機械製作所社製）でマルエージング鋼（マツウラマルエージングⅡ、松浦機械製作所社製）を用いて製作した（図1）。側面測定用試験片は、上面測定用試験片を切断し作製した。試験片の粉末供給領域にマルエージング鋼粉末を敷き詰め、レーザを照射した際の溶融状態を試験片上面と側面からフレームレート10,000 frame/secで撮影した。図2に実験系を示す。レーザ加工機を試験片上部に設置し、一軸電動スライダに治具で固定した試験片を走査させ加工した。加工中は、シールドガスとして窒素ガスを25 L/minで供給した。加工条件は、レーザパワー160 W、集光径0.15、0.2、0.3、0.4 mmとし、エネルギー密度が1～7 J/mm²となるように走査速度を設定した。

3 レーザによる溶融池生成状態の観察結果

図3に各条件において観察した溶融池の生成状態の一例を示す。金属粉末が溶融・凝固する様子、周辺の金属粉末が飛散する様子、溶融金属が雰囲気気体の熱膨張により飛散する様子を観察することができた。また、集光径、走査速度により溶融池の幅、深さが変化する様子を観察する事ができた。

4 おわりに

本研究は、これまで感覚的な理解しかできなかった金属粉末をレーザで溶融させた場合の溶融池の生成状況について、レーザ加工観察システムで直接観察した結果について報告した。本技術は、金属を溶融させる溶接等の加工方法にも使用可能である。今後、技術普及に努め、加工条件の最適化などの技術支援を行う予定である。

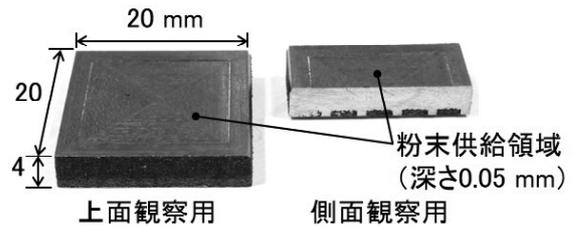


図1 観察用試験片

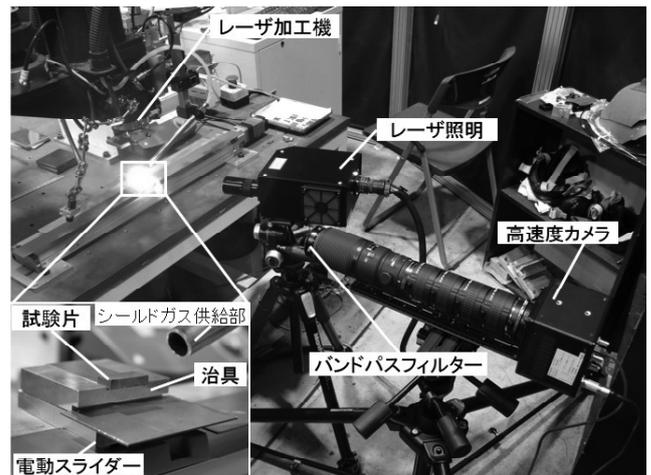


図2 実験系

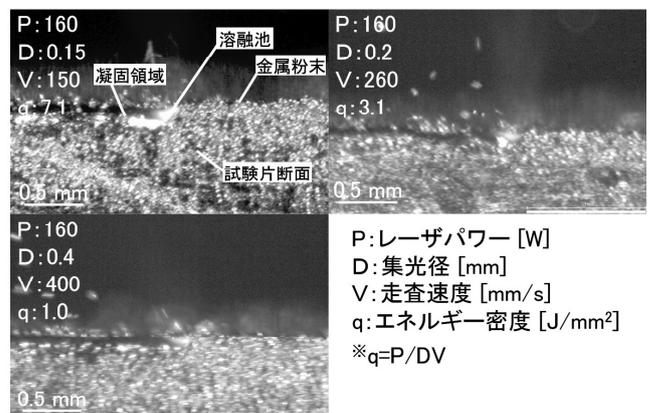


図3 観察例

（連絡先：suzuki-hayato@hro.or.jp、011-747-2378）

技術移転フォーラム2019 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 技術支援部 工業技術支援グループ

〒 060-0819 札幌市北区北19条西11丁目

TEL 011-747-2346 (直通ダイヤルイン)

FAX 011-726-4057 (代表)

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

