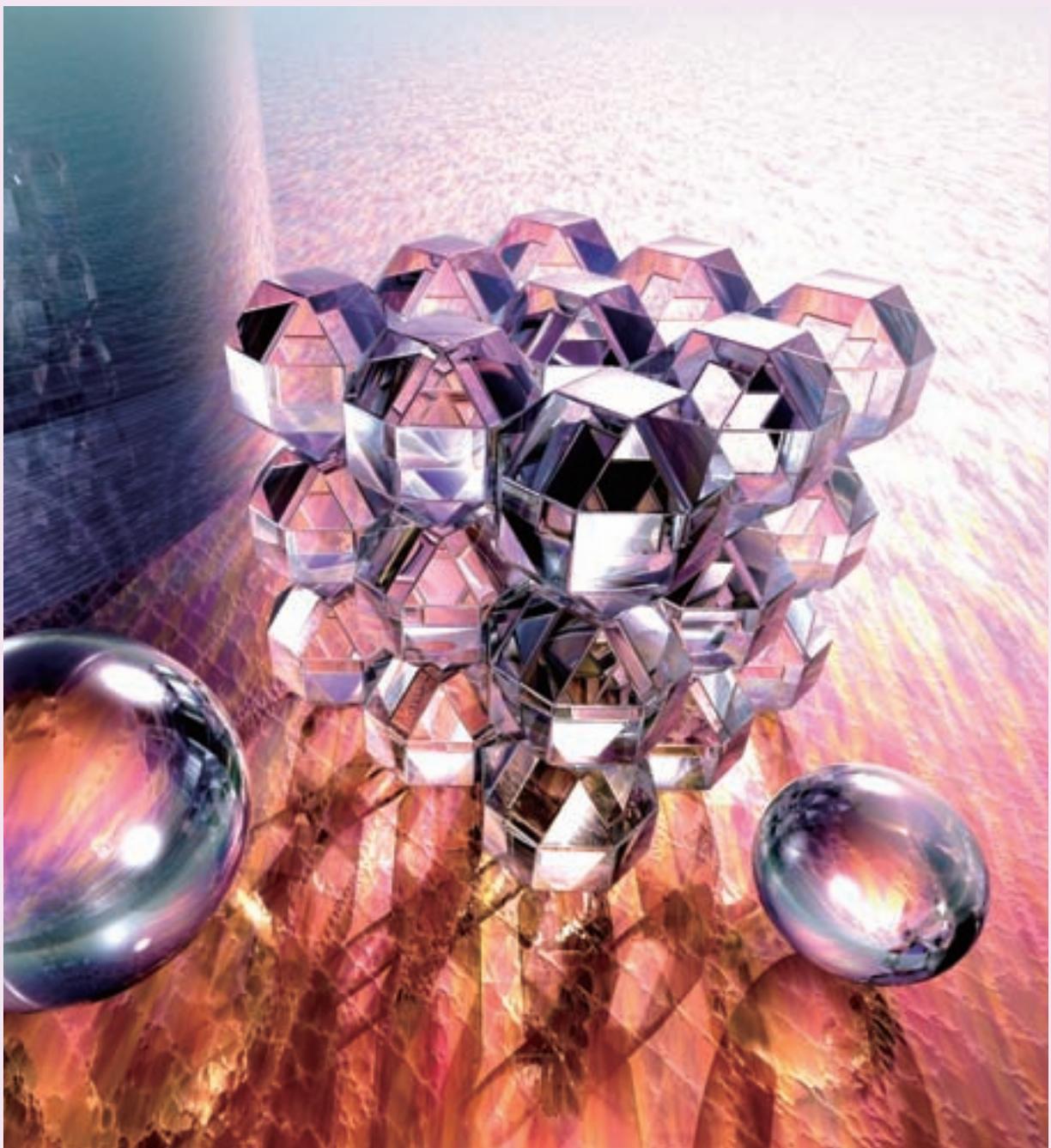


研究成果発表会要旨集

平成26年度

6月19日(木)・20日(金)



平成26年度 研究成果発表会 プログラム

平成26年6月19日(木曜日)

講堂	基調講演	
10:00~10:05	開会の挨拶	東京都立産業技術研究センター 理事 原田 晃
10:05~11:00	デザイン・シンキングで起こすイノベーション ~デザインから発想するビジネスのモノづくりとコトづくり~	株式会社ザ・デザイン・アソシエイツCEO 佐藤 忠敏 氏
研修室241	環境・省エネルギー	座長: 城東支所長 三尾 淳
11:10~11:15	環境・省エネルギー分野への取り組み	城東支所 三尾 淳
11:15~11:35	塑性加工用プレス加工機の余剰エネルギーを利用した発電技術の開発	機械技術グループ 中村 健太 7
11:35~11:55	小試料による音響透過損失測定手法の開発	光音技術グループ 西沢 啓子 8
11:55~12:15	国内立地適合太陽熱発電システムの開発	一般財団法人機械振興協会 技術研究所 畠山 実 9
13:15~13:35	高性能VOCセンサの開発	機械技術グループ 平野 康之 10
13:35~13:55	次世代水質計測技術の開発	独立行政法人産業技術総合研究所 鳥村 政基 11
13:55~14:15	金属製編地の農業用被覆資材への応用	生活技術開発セクター 唐木 由佑 12
14:25~14:45	燃料電池白金代替触媒の開発	埼玉県産業技術総合センター 稲本 将史 13
14:45~15:05	金属空気電池の実用化に向けた新規触媒の開発	城南支所 立花 直樹 14
15:05~15:25	オレイン酸潤滑下におけるDLC膜の超低摩擦現象の解析	神奈川県産業技術センター 吉田 健太郎 15
15:25~15:45	防護服のリサイクル技術	繊維・化学グループ 長尾 梨紗 16
研修室242	EMC・半導体/エレクトロニクス	座長: 電子半導体技術グループ長 小林 丈士
11:15~11:35	シリコン粒子表面に形成した鉄シリサイド半導体の光触媒効果による水素生成	神奈川県産業技術センター 秋山 賢輔 19
11:35~11:55	ノイズ対策を施した産業用コンピュータの開発	電子・機械グループ 佐野 宏靖 20
11:55~12:15	電磁波シールド効果の評価方法	神奈川県産業技術センター 原 孝彦 21
13:10~13:15	EMC・半導体分野への取り組み	電子半導体技術グループ 小林 丈士 22
13:15~13:35	電磁波抑制シートの電気的特性と抑制効果	電子・機械グループ 上野 武司 22
13:35~13:55	四重極ガス質量分析器用高精度電源装置の設計シミュレーション	株式会社ティ・エフ・ディ 村井 弘道 23
13:55~14:15	SPD分離器における雷インパルス電流性能評価法の開発	電子半導体技術グループ 黒澤 大樹 24
	ナノテクノロジー	座長: 電子・機械グループ上席研究員 上野 武司
14:25~14:45	LSPRガスセンサの温湿度特性評価	電子半導体技術グループ 加沢 エリト 25
14:45~15:05	リガンド分子間相互作用に着目した耐熱性金ナノ粒子の開発	独立行政法人国立高等専門学校機構 町田 茂 26
15:05~15:25	導電性ポリマーを用いた細胞刺激用マイクロアクチュエータの作製	東京工業高等専門学校 金子 新 27
研修室243	ものづくり基盤技術	座長: 機械技術グループ長 横澤 毅
11:10~11:15	ものづくり基盤技術分野への取り組み	機械技術グループ 横澤 毅 31
11:15~11:35	マグネシウム合金切削屑の無加圧焼結法	機械技術グループ 岩岡 拓 32
11:35~11:55	圧力測定用材料の開発	材料技術グループ 吉野 徹 33
11:55~12:15	強ひずみ加工によるアルミ合金切削屑の固化成形	実証試験セクター 小島 諭史 34
13:15~13:35	高剛性サンドイッチ構造の開発	電子・機械グループ 高橋 俊也 35
13:35~13:55	マイクロ波加熱による炭素粉末材料の酸化処理方法の開発とその評価	繊維・化学グループ 平井 和彦 36
13:55~14:15	布の風合い評価における荷重特性評価	繊維・化学グループ 山田 巧 37
14:25~14:45	振動により製品から発生する異常音評価方法について	光音技術グループ 宮入 徹 38
14:45~15:05	大電流パルスマグネトロンスパッタリング法による成膜技術の開発	広報室 渡部 友太郎 39
15:05~15:25	近赤外吸収イメージング法を用いた微量水溶液の温度と濃度の可視化	首都大学東京 角田 直人 39
15:25~15:45	医用チタン材料のマイクロフォーミングと通電加熱効果によるその高精度化	首都大学東京 清水 徹英 40
研修室244	情報技術	座長: 開発本部第一部長兼情報技術グループ長 澤近 洋史
11:10~11:15	情報技術分野への取り組み	情報技術グループ 澤近 洋史 43
11:15~11:35	階層的自動タグ付けによるエキスパート検索エンジンの研究・開発	情報技術グループ 大平 倫宏 44
11:35~11:55	ロボット制御に用いるための生体電位センサの開発	ロボット開発セクター 村上 真之 45
11:55~12:15	低コスト基板上光通信路実装技術の開発	情報技術グループ 山口 隆志 46
13:15~13:35	生活習慣病ハイリスクグループ特定に向けたデータマイニングシステムの開発	株式会社サイトライン・ソリューションズ 中山 洋一 47
13:35~13:55	蓄積された学術論文のアプリケーション開発への応用	産業技術大学院大学 長尾 雄行 48
	バイオ応用	座長: バイオ応用技術グループ長 櫻井 昇
14:25~14:45	重水の広帯域誘電率測定とその応用の可能性	首都大学東京 鈴木 敬久 49
14:45~15:05	食中毒菌の迅速検出技術の開発	埼玉県産業技術総合センター 北部研究所 富永 達矢 49
15:05~15:25	iPS細胞等幹細胞/フィーダー細胞の分離培養膜の開発	バイオ応用技術グループ 大藪 淑美 50
15:25~15:45	体温に応答してゲル化するインジェクタブルコラーゲンの開発	バイオ応用技術グループ 柚木 俊二 51
会議室531	メカトロニクス	座長: ロボット開発セクター長 坂下 和広
11:15~11:35	自律的に市街地を移動するロボットの開発	芝浦工業大学 内村 裕 55
11:35~11:55	信号処理手法のメカトロニクスへの応用-DCモータの省エネルギー制御手法の提案-	東京都立産業技術高等専門学校 青木 立 56
11:55~12:15	東京におけるシカによる森林被害と防除品の開発	公益財団法人東京都農林水産振興財団 新井 一司 57
13:10~13:15	メカトロニクス分野への取り組み	東京都農林総合研究センター 坂下 和広 58
13:15~13:35	バルーンロボットの開発	ロボット開発セクター 小林 祐介 58
	特別セッション	
13:35~14:15	アーク溶接ロボットで世界ダントツシェアを握る	株式会社ダイヘン メカトロ事業部企画部長 中津 淳 氏
	ロボット開発技術	
14:25~14:45	ロボット開発セクターの活動概要の紹介	ロボット開発セクター 坂下 和広 59
14:45~15:05	T型ロボットベースの開発支援	ロボット開発セクター 益田 俊樹 60
15:05~15:25	T型ロボットベースの安全性向上への取り組み	ロボット開発セクター 森田 裕介 61
15:25~15:45	モーションキャプチャシステムによる移動ロボットの運動計測事例	ロボット開発セクター 佐々木 智典 62
デザイン支援室	メカトロニクス	座長: 電子・機械グループ長 阿保 友二郎
11:15~11:35	起立動作計測装置の開発	芝浦工業大学 松日楽 信人 65
11:35~11:55	自動車乗員の横方向運動時に生じる過渡的身体挙動の定量的評価	首都大学東京 林 祐一郎 66
	生活関連技術	
11:55~12:15	DhaibaWorks: 身体機能中心デザインのためのプラットフォームソフトウェア	独立行政法人産業技術総合研究所 多田 充徳 67
13:15~13:35	オープンイノベーションによる子どものための製品・環境デザイン	独立行政法人産業技術総合研究所 北村 光司 69
13:35~13:55	サポート製品の締め付け強さと着心地評価	生活技術開発セクター 菅谷 綾子 70
13:55~14:15	塗装工場からの排出VOCの捕集・回収技術の開発	生活技術開発セクター 佐々木 直里 71
14:25~14:45	におい識別装置及びGC-MSを活用したにおい分析事例	生活技術開発セクター 島田 茂 72
14:45~15:05	生活技術開発セクターでの製品化支援	生活技術開発セクター 大泉 幸乃 73
15:05~15:25	電動車椅子危険探知及び回避システムの開発	電子・機械グループ 佐藤 研 74

平成26年6月20日(金曜日)

講堂	基調講演		
10:00～11:00	グローバル・ニッチトップ企業論～日本の明日を拓くものづくり中小企業～	経済産業省 地域政策研究官 細谷 祐二 氏	
研修室241	環境・省エネルギー	座長:材料技術グループ長 清水 研一	
11:10～11:15	環境・省エネルギー分野への取り組み	材料技術グループ 清水 研一	
11:15～11:35	環境低負荷型クエン酸ニッケルめっきの電子部品用めっき技術への適用	表面技術グループ 浦崎 香織里	77
11:35～11:55	天然繊維を用いた金属イオン捕集材の開発	材料技術グループ 梶山 哲人	78
11:55～12:15	高効率炭素ドット蛍光体の開発	材料技術グループ 林 孝星	79
13:15～13:35	酵素分解イオン液体法によるセルロース抽出の高効率化	環境技術グループ 浜野 智子	80
13:35～13:55	アルミニウム合金スクラップの迅速種別判定方法の検討	城南支所 湯川 泰之	81
13:55～14:15	塗装した熱処理木材の耐候性	表面技術グループ 村井 まどか	82
	座長:開発本部第二部長兼表面技術グループ長 木下 稔夫		
14:25～14:45	新素材「サスティモ®」を利用した漆器の製品化	ヤマト化工株式会社 中山 哲哉	83
14:45～15:05	造粒方式の異なるブラウン管パネルガラス発泡体を用いた畜産排水からのリン回収と肥料試験	環境技術グループ 中澤 亮二	84
15:05～15:25	鉄を含むケイ酸塩ガラスの熱処理によるヘマトイド相析出と可視光応答型光触媒作用の相関	首都大学東京 久富木 志郎	85
15:25～15:45	あざやかな赤色ガラス「茜硝子」の紹介	実証試験セクター 大久保 一宏	86
研修室242	震災復興支援技術	座長:光音技術グループ長 山本 哲雄	
11:10～11:15	震災復興支援技術分野への取り組み	光音技術グループ 山本 哲雄	
11:15～11:35	全光束測定における出力安定度の評価方法及び計測システムの開発	光音技術グループ 澁谷 孝幸	89
11:35～11:55	天然抗菌成分を利用した環境調和型木材用防カビ剤の開発	環境技術グループ 飯田 孝彦	90
13:15～13:35	二階建てに展開可能で災害時に活用可能なトレーラーハウスの開発	首都大学東京 土屋 真	91
13:35～13:55	木材-ボルト接合の締付け試験	城東支所 松原 独歩	92
	情報技術	座長:開発本部第一部長兼情報技術グループ長 澤近 洋史	
14:25～15:05	ソーシャルビッグデータの研究	首都大学東京 石川 博	93
15:05～15:25	放送波同期型無線テレメータ	株式会社ティ・エフ・ティ 村井 弘道	94
15:25～15:45	ラジオに文字情報を重畳する手段の検討	東京都立産業技術高等専門学校 高崎 和之	95
研修室243	品質強化	座長:高度分析開発セクター長 上野 博志	
11:15～11:35	動物系異物試料解析のための指標化合物の探索	材料技術グループ 木下 健司	99
11:35～11:55	固体NMRを活用した研究開発事例	高度分析開発セクター 渡邊 禎之	100
11:55～12:15	フェムト秒LA-ICPTOFMSを活用した微小試料分析事例	高度分析開発セクター 林 英男	101
13:10～13:15	品質強化分野への取り組み	高度分析開発セクター 上野 博志	
13:15～13:35	赤外線における放射照度分布測定の検討	光音技術グループ 磯田 和貴	102
13:35～13:55	熱電対を用いた表面温度測定における誤差の低減化	光音技術グループ 中島 敏晴	103
13:55～14:15	レーザー干渉計の不確かさ算出方法の開発	高度分析開発セクター 徳田 祐樹	104
14:25～14:45	ガラスの鏡面創成用砥石の研究	電子・機械グループ 鈴木 悠矢	105
14:45～15:05	製品における衝撃吸収特性評価事例と課題	実証試験セクター 櫻庭 健一郎	106
15:05～15:25	試験時間を短縮できる調湿建材の新規評価方法の開発	繊維・化学グループ 池田 紗織	107
研修室244	都市課題解決のための技術戦略プログラム	座長:繊維・化学グループ長 谷口 昌平	
11:15～11:35	放射線イメージングデバイスの開発	バイオ応用技術グループ 櫻井 昇	111
11:35～11:55	呼吸・心拍の非接触モニタリングシステムの開発	電子半導体技術グループ 藤原 康平	112
	バイオ応用	座長:バイオ応用技術グループ長 櫻井 昇	
13:15～13:35	プロテインチップによるイミュノーム解析	独立行政法人産業技術総合研究所 五島 直樹	115
13:35～13:55	IT創薬による抗インフルエンザ薬開発	独立行政法人産業技術総合研究所 広川 貴次	116
13:55～14:15	Comparing and aligning huge bio-sequence datasets	独立行政法人産業技術総合研究所 フリス マーティン	117
14:20～14:25	バイオ応用分野への取り組み	バイオ応用技術グループ 櫻井 昇	
14:25～14:45	ESRと放射線照射を利用したOHラジカル消去能評価法	バイオ応用技術グループ 中川 清子	118
14:45～15:05	シクロデキストリン包装によるビレン骨格蛍光色素の光退色挙動	バイオ応用技術グループ 紋川 亮	119
15:05～15:25	皮膚保湿に関与する酵素、カスパーゼ14の合成促進剤	東京電機大学 長原 礼宗	120
会議室531	ものづくり基盤技術	座長:城東支所長 三尾 淳	
11:15～11:55	都産技研の3Dプリンター活用による製品化のために	電子・機械グループ 阿保 友二郎	
11:55～12:15	粉末焼結法による造形物の機械的性質に対する造形方向の影響	城東支所 木暮 尊志	123
	特別セッション		
13:15～13:55	世界初のオーダーメイドによる精密心臓シミュレーター ～現場開発者が語るものづくりイノベーション～	株式会社クロスエフェクト 代表取締役 竹田 正俊 氏	
	ものづくり基盤技術		
13:55～14:15	レーザービーム積層造形により作製したIN718造形材の組織と強度特性	首都大学東京 寛 幸次	124
14:45～15:05	高専におけるインダストリアル・デザインの実践	東京都立産業技術高等専門学校 三隅 雅彦	125
15:05～15:25	温度場制御技術による薄板構造物の極低歪レーザ溶接方法の開発	千葉県産業支援技術研究所 細谷 昌裕	126
15:25～15:45	古代紫(6,6'-ジプロモインジゴ)染料の特性開発	明星大学 澤田 忠信	127
デザイン支援室	システムデザイン	座長:システムデザインセクター長 薬師寺 千尋	
11:15～11:35	ものづくり中小企業の商品開発支援～商品企画基礎講座	システムデザインセクター 小池 真生	131
11:35～11:55	販売促進企画講座(集合研修から個別指導へ)	システムデザインセクター 中田 恵子	132
11:55～12:15	フューチャーセッションを活用した製品開発法	システムデザインセクター 森 豊史	133
13:15～13:35	SNSと連携した新しいものづくりシステムの試行	独立行政法人産業技術総合研究所 佐脇 政孝	134
13:35～13:55	産業活性化と進化にむけて ～東京城東地域産学公金連携構想～	東京理科大学 鶴澤 真治	135
	品質強化	座長:城南支所長 上本 道久	
14:25～14:45	Co-C共晶点を用いた熱電対高温度校正	実証試験セクター 佐々木 正史	136
14:45～15:05	都産技研におけるJCSS校正(熱電対)	実証試験セクター 沼尻 治彦	137
15:05～15:25	都産技研におけるJCSS校正(直流抵抗器)	実証試験セクター 佐々木 正史	138
15:25～15:45	建築用及び船舶用部材の遮音性能評価方法及事例紹介-国際規格に対応した製品開発支援に向けて-	光音技術グループ 渡辺 茂幸	139

6月19日(木)

研修室241

環境・省エネルギー

塑性加工用プレス加工機の余剰エネルギーを利用した 発電技術の開発

○中村 健太^{*1)}、玉置 賢次^{*2)}、倉持 幸佑^{*3)}

1. 目的・背景

東日本大震災による電力供給量の低減は、日本の生産を担う中小企業にも影響を及ぼした。このような震災時に、自力で電力を確保できるような方策が重要で、“創エネルギー”技術の必要性が高まっている。本研究では、加工の現場において回収されることのなかった金型の弾性変形エネルギーを電気エネルギーに変換する、いわゆるエネルギー・ハーベスティング技術を開発できないかとの発想に基づいて、発電装置の設計・試作を行い、装置を加工用金型に組み込んで、その発電特性を評価した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

開発した発電装置の発電特性は、金型に発電装置を組み込んだものをクランクプレスに取り付けて評価した。評価は、加工時の発生電圧を対象に行い、加工時に発生する電圧をオシロスコープで測定した。発電装置には圧電素子が組み込まれており、金型の弾性変形を電気エネルギーに変換するための媒体として利用した。最近の研究では、チタン酸ジルコン酸鉛（以下 PZT という）に他の元素を添加することで、電圧応答性を向上させるとの報告^[1]があるため、ニオブを PZT に適量添加したものを圧電素子の材料として用いた。ところで、圧電素子の発電特性の一つとして応力加速度があり、加速度の絶対値が大きいほど発電特性が向上することが知られている。そこで、荷重の作用周期が短いせん断加工を対象に発電特性を調べることとした。なお、圧電素子に繰り返し応力が作用する場合には、10MPa 以上の圧縮応力が作用すると破壊の可能性が高まることが経験的に知られていることから、発電装置の設置箇所は、FEM による応力解析で決定した。

(2) 結果及び考察

図 1 に発生電圧の時刻歴を示す。図より、加工時には圧電素子に圧縮応力が作用し、解放されるまでの時間は 0.07 秒で、発生電圧は最大 50V、最低 -16V の値であることが分かる。また、図は、4 回の加工をサンプリングしたものを示しているが、周期的に安定した電圧が発生していることが分かる。ここで、電圧計の内部抵抗値を用いて算出した電力は約 18 mW であった。

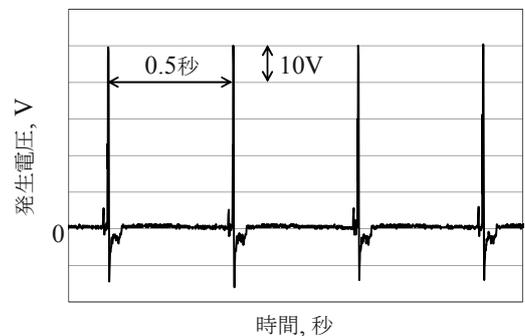


図 1. 発生電圧の時刻歴

電力は、装置の設置面積ならびに素子の積層数によって大きくできるため、生産用の金型のサイズであれば大きな電力が得られると考えられる。また、現場での加工機の実働時間であれば十分な発電量が期待できる。

3. 今後の展開

今回開発した手法による発電は、プレス加工を対象にした環境・省エネルギー分野で活用できると考えられる。今後は、実用化を念頭に本装置用の整流・蓄電回路の開発を行う。

参考文献

[1] 藤本滋, 一木正聡, 矢野聡, 北原時雄, 設計工学, Vol.47, No.12, pp.596-602 (2012)

*1)機械技術グループ、*2)城南支所、*3)実証試験セクター

小試料による音響透過損失測定手法の開発

○西沢 啓子^{*1)}、神田 浩一^{*1)}、渡辺 茂幸^{*1)}、服部 遊^{*1)}、宮入 徹^{*1)}

1. 目的・背景

建物、自動車、各種機器で使われる防音材料の性能把握は、製品評価の重要な要素である。建材の遮音（以下音響透過損失という）評価では JIS A 1416（空気音遮断性能の測定）が一般的であるが、開発段階では必要とされる試料面積を用意できない場合がある。自動車、機器の音響透過損失評価には ASTM E 2611（音響管による測定）が用いられるが、試料の取り付け方が測定結果に影響を与える場合がある。膜材料では、特にこの傾向が出やすい。

本研究では、小型残響箱を用いた小試料の音響透過損失測定を行い、材料開発段階の性能把握を可能にすることを目的とした。

インテンシティプローブ

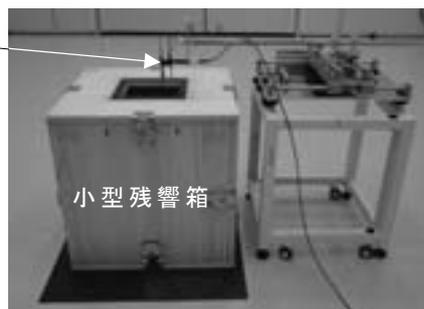


図 1. 測定装置

2. 研究内容

(1) 実験方法

小型残響箱（内寸 550mm×550mm×575mm）の開口部（200mm×200mm）に、防振ゴム（2mm）を挟んで試料（260mm×260mm）を設置した（図 1）。残響箱の底面中央に配置したスピーカからランダムノイズを放射し、試料を透過する音響インテンシティ^{注1)}をインテンシティプローブで測定した。試料設置時の音響インテンシティと試料なしの開口部における音響インテンシティから音のエネルギーの透過率（ τ ）を求め、音響透過損失（dB）を算出した。

注1) 単位面積を単位時間に通過する音のエネルギー。単位(W/m²)。

(2) 結果及び考察

鉄板（0.5mm 厚）と石膏ボード（9.5mm 厚）について、JIS A 1416（試料面積 4.86 m²）による結果と併せて示す（図 2、3）。凡例の「西が丘」は都産技研旧西が丘本部の測定値、「青海」は現在の本部の測定値である。JIS の測定周波数（100～5000Hz）のうち、本手法との良い対応が見られるのは 315Hz 以降である。JIS A 1419 で空気音遮断性能の等級曲線を 5dB ステップとしていることから、JIS との差が 5dB 以内となることを目標とした。鉄板は、JIS との良い対応が得られた。石膏ボードについては、一部帯域で 6dB 程度の差がみられたが、概ね 5dB 以内の対応を示した。石膏ボードはコインシデンス周波数 f_c ^{注2)} が測定周波数範囲に入っている（図 3）。このような試料は、設置方法（端部の固定、試料囲いの有無）の影響を受けやすく、さらに検討が必要である。

注2) ある角度で入射した音波の振幅と板の屈曲波の振幅の一致により音響透過損失の低下を生じる周波数。算出法を式 (1) に示す。

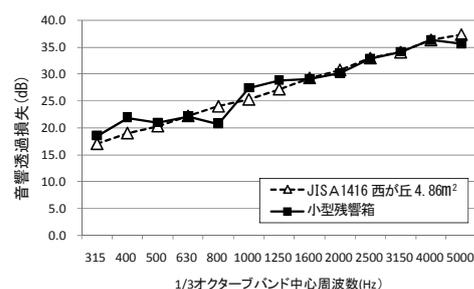


図 2. 音響透過損失（鉄板 0.5mm 厚）

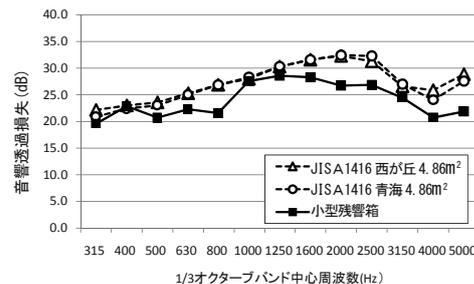


図 3. 音響透過損失（石膏ボード 9.5mm 厚）

$$f_c \approx \frac{c^2}{2\pi h} \sqrt{\frac{12\rho}{E}} \quad \dots \text{式 (1)}$$

c : 音速 (m/s) h : 厚さ (m)

ρ : 密度 (kg/m³) E : ヤング率 (N/m²)

3. 今後の展開

製品開発支援事業に本手法を活用し、材料開発段階から音響透過損失を把握することで、効率的な製品開発を促進する。

*1) 光音技術グループ

H24.4～H25.3【基盤研究】ランダム入射における小試料の音響透過損失測定手法の開発

国内立地適合太陽熱発電システムの開発

○ 畠山 実^{*1)}、木村 利明^{*1)}、川口 聖司^{*1)}、栗野 陽一^{*1)}、保戸塚 久喜^{*1)}

1. 目的・背景

1997年の京都議定書及び東日本大震災による原発事故を経て、再生可能エネルギーの普及がより一層望まれている。海外においては、大規模な太陽熱発電システムの研究が行われているが、わが国においては、太陽熱発電に必要な直達日射の割合が少ないことから、あまり研究が行われていないのが現状である。本研究では、国内で太陽熱発電を可能とするため、直達日射だけでなく散乱日射からも集熱できる太陽熱温水器を用いた発電システムの開発を行っている。

2. 研究内容

(1) 実験方法

図1に実験システムの概要を示す。太陽熱温水器を利用した集熱器で太陽熱を収集し、貯湯槽に温水を貯め、熱交換器により熱媒（HFC-245fa）を気化させて膨張機を回し、発電を行うシステムである。

集熱器には、真空二重ガラスとヒートパイプを用いた高性能な太陽熱温水器を用いた。この方式は、一般的な太陽熱発電のような集光装置を用いないため、直達日射だけでなく散乱日射からも集熱することができ、真空二重ガラスにより、太陽光は通しても魔法瓶のように熱が逃げ難い構造（図2）となっていて、従来の太陽熱温水器よりも効率良く集熱できる。

膨張機には、回転式のスクロール膨張機を採用した。一般的な旋回式スクロールと違い、二つのスクロールがそれぞれの回転中心で回転する（図3）ため、高速回転しやすく、直接発電機を回せることから高性能化がしやすいと考え、この方式を採用した。

(2) 結果及び考察

集熱器の性能については、散乱光からでも約50%の光/熱変換効率があることが確認できた。また、試作したスクロール膨張機の回転実験では、4,000rpmでの回転が可能であることを確認した。そして、既存の熱発電システムを用いた太陽熱発電実験では、実際に集熱器で集めた温水を用いて約1.2kWhの発電を行った。

3. 今後の展開

今後は、試作した膨張機による発電システムを完成させるとともに、協力企業と協働して発電システムの実用化を目指す予定である。

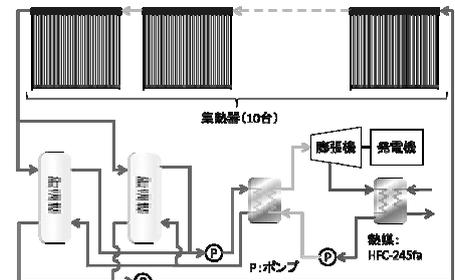


図1. 実験システムの概要

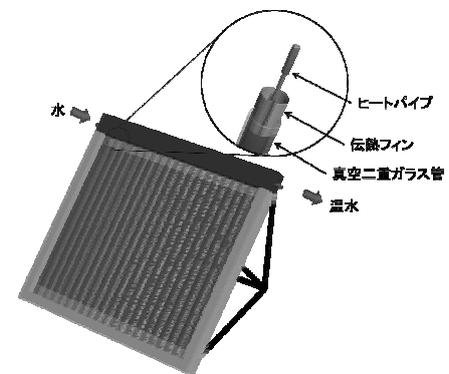


図2. 集熱器の構造

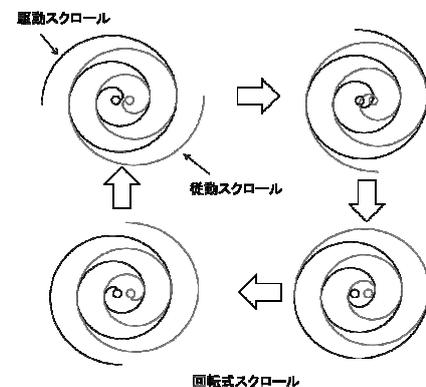


図3. 回転式スクロール



図4. システム全景

*1)一般財団法人機械振興協会技術研究所

高性能 VOC センサの開発

○平野 康之^{*1)}、篠田 勉^{*2)}、石地 徹^{*3)}、飯島 鉄也^{*3)}、西出 龍弘^{*3)}

1. 目的・背景

光イオン化検出器 (PID) は、ダイナミックレンジが広いなどの理由から、揮発性有機化合物 (VOC) や可燃性ガスの検知器として、製造現場の VOC 濃度管理などに注目されている。しかし、他の簡易センサと同様に、寿命や操作性に課題がある。本研究では、長寿命 PID と操作性の改善につながる高精度なガス判定技術を開発し、新たな高性能 PID を提案する。

2. 研究内容

(1) チャージ式 PID の実用化

PID のイオンを検出する電極は、絶縁物などの付着によって汚染されると出力が不安定になるため、寿命が短い。都産技研では、電極の汚染に影響を受けないチャージ式イオン電流検出法を開発した。チャージ式 PID をポータブルガスモニター (GX-8000 改造品、理研計器 (株) 製) に搭載した実用化試作機を製作し、低濃度のイソブテン (0~100ppm) を用いて性能評価を行った。

実用化試作機の出力は、濃度に対し一次線形性を示し、また低濃度域を安定計測した (図 1)。

(2) 拡散係数に基づくガス判定技術の実験方法

従来の PID において、イオン検出電極は、紫外線照射領域に設置されている。本研究では、拡散係数に依存した出力を得るために、電極間の一部分のみを照射し、イオンが非照射領域を飛行することでガス固有の値が得られる構造とした。

ガス流路の流れ方向に平行平板のイオン検出電極を固定し、ガス流と同じ方向に電極間の一部 (2mm) を照射する。電極間の非照射領域の距離を 8~98mm に変化させ、ベンゼン、*p*-キシレンの単一成分をそれぞれ 40ppm 導入し、電極間に±1,000V 印加時の正負のイオン電流の比を求め、電極間距離との関係を調査した。

(3) 実験結果及び考察

非照射領域の拡大とともにベンゼンと *p*-キシレンの電流比の差が拡大し、非照射領域の距離の増大に伴ってガス判定が容易になる傾向が認められた (図 2)。しかし、電極を内包している流路は PTFE 製であるため、PTFE 表面のイオン吸脱着によると考えられる誤差範囲も非照射領域の距離に伴って拡大し、非照射領域 58mm ではイオン電流比が逆転した (WO/2013/038584)。

3. 今後の展開

揮発性の洗浄液や加工油が使用されている機械加工の現場などにおいて、チャージ式 PID の実用化試作機の実証試験を行い、長寿命 PID の提供による生産現場の支援を行う。ガス判定技術は、イオン吸脱着の影響を低減する機構を付与し、チャージ式 PID の次世代型として開発を進め、PID の操作性の改善を図る。

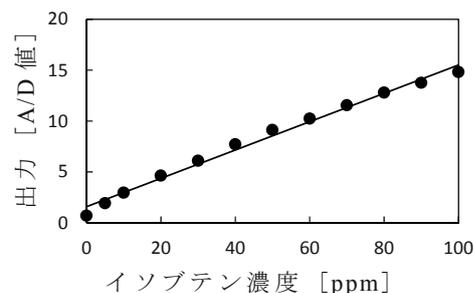


図 1. 実用化試作機の低濃度の出力

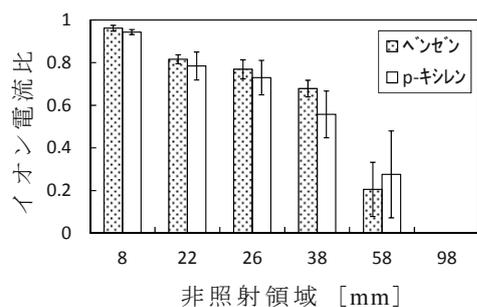


図 2. 電極間距離とイオン電流比の関係

*1)機械技術グループ、*2)地域結集事業推進室、*3)理研計器株式会社

次世代水質計測技術の開発

鳥村 政基*1)

1. 目的・背景

水不足は、21世紀の世界が直面する最大の問題の一つであり、アジア、アフリカを中心に約10億人が安全な水を確保できないといわれている。一方、世界では、水ビジネスの国際競争が激しくなっており、我々国内の研究開発機関には、産学官の連携を深めるとともに、ニーズに適合した技術開発を強化することが強く求められている。

2. 研究内容

(独)産業技術総合研究所では、水質評価技術と水処理技術とを情報技術によって融合して、安全かつ効率的な水資源の管理（いわゆるスマートウォーター）に関する技術開発を実施している（図1）。水質評価では、TOCや重金属、内分泌攪乱物質とその生物影響、微生物等を対象として技術開発を行っている。水処理において膜分離活性汚泥法（MBR）関係では、微生物群集ダイナミクス、バイオフィアリングのメカニズム解析と対策技術等の基盤的研究を行っている。また、光触媒や吸着剤との複合材料を利用した滅菌、医薬品や化成品等（PPCPs）の吸着分解効率の体系的評価を進めている。

今回は、その中でも以下に示す次世代計測技術を中心に、研究開発中の技術を紹介する。

- ・光反応を利用した水質分析のメンテナンスフリー化
- ・ナノ微結晶混合カーボン薄膜電極によるカドミウム計測
- ・水中に含まれる微生物の検出・特定のための画像認識技術を融合させた光ディスク型センサ
- ・光合成生物素子を用いた毒物センサの開発
- ・ヒト細胞を用いた環境中有害物質の迅速検出デバイスの開発
- ・化学物質の生体影響評価に資する発光可視化技術

これらの技術については、特に「メンテナンスフリー」、「ポータブル」、「リアルタイム」をキーワードとする開発を行っており、そのための戦略や計測と情報の一体化についての取り組みにも触れたい。また、こうした特徴を持った計測デバイスの開発においては、微細加工技術との高度な連携も極めて重要であり、現在JST復興促進プログラムで推進中のマイクロ流路用金型の作成技術の開発と計測デバイス応用についても紹介する。

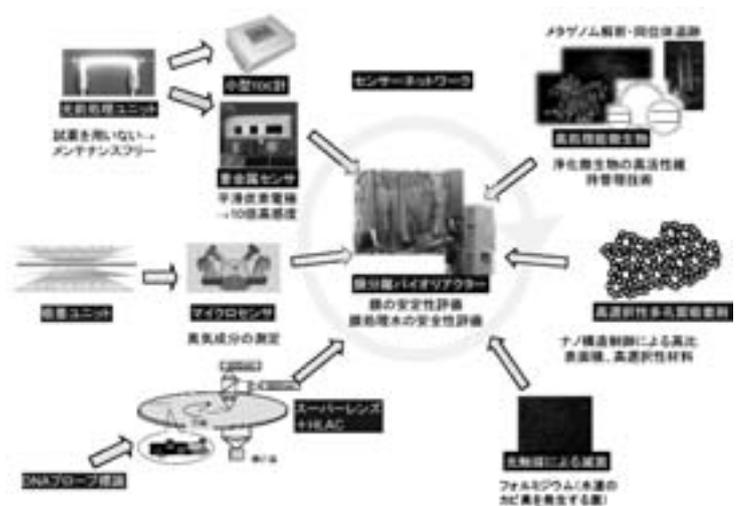


図1. 水プロジェクトの技術概要

3. 今後の展開

海外の研究機関、国内外の大学、企業、地方自治体とのネットワークを強化し、研究成果を国際標準化ならびに処理設備の管理・運転も含めたビジネスモデルの実現に結びつけ、国際的な水問題の解決と水市場における日本企業のシェア向上に貢献することを目指す。

*1)独立行政法人産業技術総合研究所

金属製編地の農業用被覆資材への応用

○唐木 由佑^{*1)}、野口 貴^{*2)}、岩崎 謙次^{*1)}、海保 富士男^{*2)}、沼尻 勝人^{*2)}

1. 目的・背景

平成24年度基盤研究「微小目合いを有する農業用防虫編地の開発」の結果、優れた性能を有する金属製農業用防虫編地（以下金属ネットという）の編成が可能となった（図1）（特願2013-096087）。そこで、製品化実現のため、東京都農林総合研究センターと共同で金属ネットの防虫性能、被覆内部の農業気象、作物の生育への影響、耐久性等を評価するとともに、量産化のための技術開発を行った。

2. 研究内容

（1）実験方法

①量産化検討：材料は、ステンレス糸（SUS304：線径50 μ m）を用いた。金属線の編成は、編針・シンカー等の損傷が生じるうえ、線径50 μ m程度の極細線は、断線が頻発し、安定した生産が難しい。そこで、量産化を可能とするため、量産用編機を用いて、給糸方法、編針加工等を検討した。

②ほ場試験：ハウス栽培適性評価として、農業用ハウスの側面に金属ネット及び既存ネット（0.4mm目合い化学繊維製ネット）を展張してトマトを栽培し、コナジラミ等微小害虫の進入抑制効果、トマトの生育、果実収量、ハウス内農業気象等について評価した。

（2）結果及び考察

編成試験の結果、金属線の断線は給糸時に発生することが分かった。断線を防ぐために様々な給糸方法を検討した結果、積極給糸装置（分離型糸巻きプリータイプ）が有効であった。また、編針・シンカーの損傷を防ぐため、DLC被膜処理を施した。編成試験及び損傷の評価を行った結果、加工した針・シンカーの耐久性が向上した。

また、ほ場試験の結果、金属ネットは既存ネットと同等の防虫性能を有しており、微小害虫に対する防除効果が示された（図2）。ハウス内の日中の温度については、金属ネット展張ハウスは既存品よりも平均して2 $^{\circ}$ C程度低かった（図3）。これは、各種性能評価試験の結果から通気性の高さに由来すると推定される。

3. 今後の展開

難編成素材である極細金属線の編成条件を確立し、金属ネットの量産化を実現した。この金属ネットは、通気性、耐久性に優れ、微小害虫防除の効果も確認できた。今後は、農業資材、園芸資材メーカー等への普及を念頭に、中小企業への技術移転を図り、製品化実現に向けて取り組んでいく。

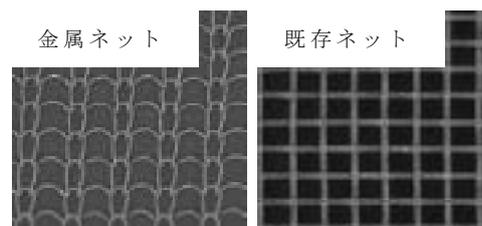


図1. 金属ネットと既存ネットの外観

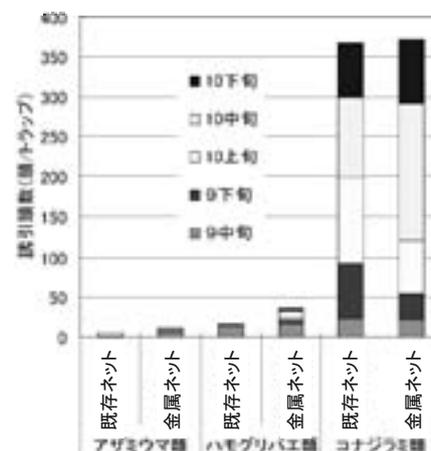
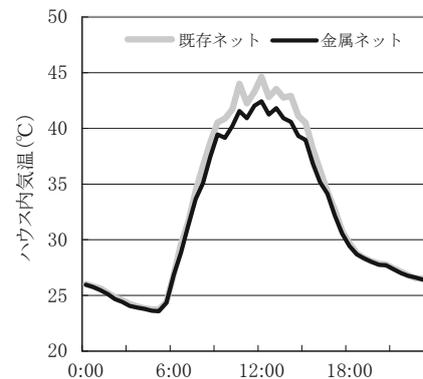


図2. 微小害虫誘引頭数（黄色粘着板）



（平成25年8月13日～21日の日周平均気温）

図3. ハウス内気温

*1)生活技術開発セクター、*2)公益財団法人東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター H25.4～H26.3【共同研究】被覆資材を活用した直売用野菜の作期拡大～金属製編地の被覆資材への応用～

燃料電池白金代替触媒の開発

○稲本 将史^{*1)}、栗原 英紀^{*1)}

1. 目的・背景

燃料電池は、水素と酸素が反応して電気エネルギーをつくる非常にクリーンな電源装置である。中でも固体高分子形燃料電池は、高いエネルギー変換効率で比較的低温作動などの特徴を持つ。酸素還元触媒には白金が含まれており、この触媒コストが課題の一つである。

従来、遷移金属酸化物の酸素欠損部分が触媒能を持つことが報告されており^[1]、白金触媒の代替候補として有望である。本研究では、酸素欠損の形成に独自の技術である「カーボンフェルト電極を用いたマイクロ波放電プラズマ (CF-P)^{[2][3]}」を用いた。CF-Pによって酸化ジルコニウム (ZrO_2) に酸素欠損を生じさせると同時に、硫黄を合成して撥水性を付与した新たな触媒開発を試みた。

2. 研究内容

(1) 実験方法

ZrO_2 と硫黄を遊星ボールミル (500rpm、1hr) によって粉碎混合した。その後、CF-P (図 1) によって、硫黄ドーパ酸素欠損型酸化ジルコニウム触媒 ($S-ZrO_{2-x}$) を得た。 $S-ZrO_{2-x}$ とケッチェンブラックを遊星ボールミルで混合した後、結着剤を加えてスラリーを作製した。それをカーボンペーパーに塗布したものを電極とした。

$S-ZrO_{2-x}$ の触媒能評価はリニアスイープボルタンメトリー (LSV)、酸素欠損は X 線光電子分光分析 (XPS) を用いて評価した。

(2) 結果及び考察

ZrO_2 : S の混合比 1 : 1、処理時間 60 秒の場合の LSV の結果を図 2 に示す。酸素還元開始電位 0.80V、電流密度 0.12mA/mg が得られ、触媒能の発現が見られた。また、Zr3d の XPS 測定では、Zr3d5/2 と Zr3d3/2 がそれぞれ低エネルギー側にシフトしたため、酸素欠損が生じていることが示唆された。

様々な条件で作製した電極の接触角を測定すると、酸素還元能が得られた電極は接触角 $< 90^\circ$ 、触媒能のない電極は接触角 $> 90^\circ$ であった。従って、撥水性は重要と考えられる。今後、 $S-ZrO_{2-x}$ 触媒の表面や硫黄状態の分析などで原理を明確にしたい。

3. 今後の展開

CF-P 処理で ZrO_2 に酸素欠損が生じたことが観測され、触媒能が発現することが分かった。今後は、酸素欠損の増大や、硫黄の効果と状態を明確化するなどによって性能向上を目指す。

参考文献

- [1] Y. Ohgi, A. Ishihara, K. Matsuzawa, et al., ECS Trans., Vol.25, pp.129-139 (2009)
- [2] H. Kurihara and T. Yajima, Chemistry Letters, Vol.36, pp.526-527 (2007)
- [3] M. Inamoto, H. Kurihara and T. Yajima, Hyomen Gijutsu, Vol.62, pp.516-520 (2011)

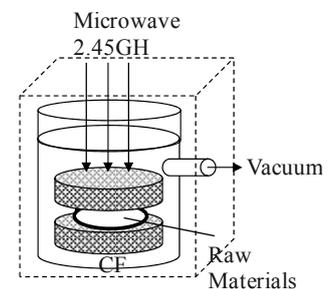


図 1. CF-P 概略図

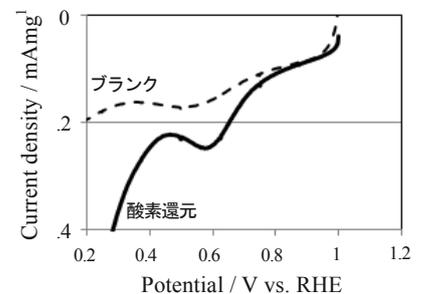
(ZrO₂ : S の混合比 1 : 1、60sec)

図 2. LSV 測定結果

*1)埼玉県産業技術総合センター

金属空気電池の実用化に向けた新規触媒の開発

○立花 直樹^{*1)}、湯川 泰之^{*1)}

1. 目的・背景

酸素還元触媒は、金属空気電池や燃料電池の空気極に使用され、特に金属空気電池は、リチウムイオン電池の数倍から数10倍を越すエネルギー密度を持つため、電気自動車や携帯端末への応用が期待されている。白金を使った触媒は、高い活性を示すが、コストが高い。そこで、本研究では、 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ と窒素ドーパカーボンを組み合わせた希少金属を使用しない新規触媒を開発し、その酸素還元活性を評価した。

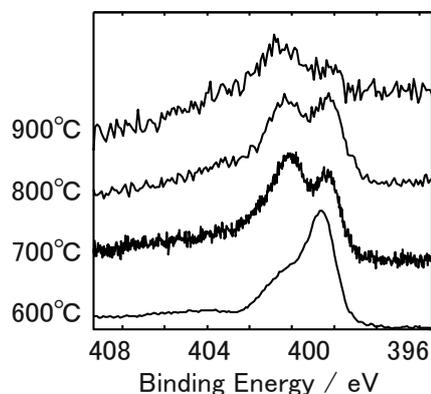


図 1. 窒素ドーパカーボンの C-N 結合状態

2. 実験方法

窒素ドーパカーボンは、市販のカーボンブラックにシアナミド溶液を含浸して蒸発乾固し、得られた粉末を 600~900°C で窒素フロー中で熱処理して得た。

窒素ドーパカーボン担持 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ は、逆ミセル法により調製し、得られた前駆体を 700°C で窒素フロー中で焼成した。

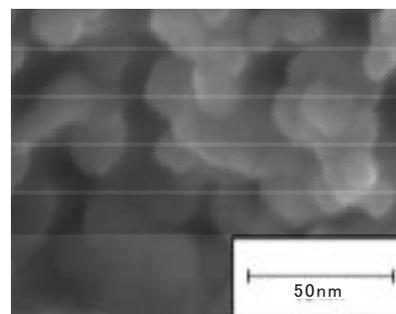


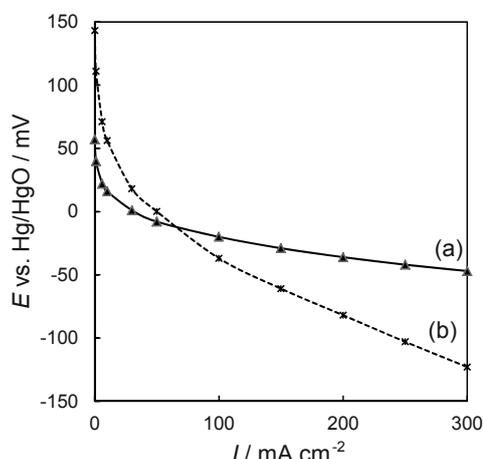
図 2. $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ の SEM 像

3. 結果及び考察

図 1 から、窒素ドーパカーボンは、熱処理温度が上がるにつれて、Prydnic-N (398.4–398.5 eV) は大きく減少するが、触媒活性に寄与する Pyrrolic-N (400.1–400.4 eV) の減少は緩やかであることが分かった。

また、図 2 より調製した $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ は、10–30 nm ほどの粒子径を持つことが分かった。

図 3 より、調製した窒素ドーパカーボン担持 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ ナノ粒子は、およそ 65 mA cm^{-2} 以上の電流密度域で、市販の白金担持カーボン触媒を越す優れた酸素還元活性を有することが分かった。



(a) 窒素ドーパカーボン担持 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$
(b) 白金担持カーボン触媒

図 3. 分極性の比較

4. まとめ

本研究で開発した窒素ドーパカーボン担持 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ は、市販の白金担持カーボン触媒を越す極めて高い触媒活性を持つことが分かった。調製条件や触媒担体の検討により、さらに高活性かつ安定性の高い酸素還元触媒の開発が求められる。

*1)城南支所

オレイン酸潤滑下における DLC 膜の超低摩擦現象の解析

○吉田 健太郎^{*1)}、加納 眞^{*1)}、川口 雅弘^{*2)}、益子 正文^{*3)}

1. はじめに

摩擦摩耗抑制のため工具や自動車部品に使用される DLC 膜は、膜種や潤滑剤によって摩擦低減特性が異なる。潤滑剤としてオレイン酸を用いた場合、水素含有 DLC (a-C:H) と水素フリーDLC (ta-C) の2種類の DLC 膜で摩擦低減特性が大きく異なることを見出している。本研究では、オレイン酸潤滑下のすべり摩擦において、しゅう動面の化学的な表面分析を行い、これらの DLC 膜とオレイン酸の間で生ずるトライボ化学反応の違いを解析した。

2. 実験方法

一定速度の回転式ピンオンディスク摩擦試験により、オレイン酸潤滑下での摩擦挙動を評価した。ピンとディスクは、a-C:H 同士及び ta-C 同士の組み合わせとした。摩擦後のディスク表面の潤滑剤の吸着状態を調べるために、X 線光電子分光分析法 (XPS) を用いて DLC 摩擦部表面における炭素の結合状態を評価した。

3. 結果及び考察

摩擦係数の経時変化を図 1 に示す。ta-C は、試験開始直後 5 秒程度で摩擦係数が 0.01 以下の超低摩擦となり、その後 30 分間その値をほぼ維持した。a-C:H は、すべり時間が 600 秒程度の段階で摩擦係数が 0.045 付近で安定した。XPS による炭素の結合状態分析から得られた a-C:H、ta-C 摩擦部の C1s スペクトルについて、炭化水素 (-C-C-または-C-H)、炭素-酸素単結合 {-C-O-(H)}、カルボニル基 (>C=O) 及びカルボキシル基 (O-C=O) のピーク分離を行い、それらの面積比を求めた。その結果を図 2 に示す。ta-C のカルボキシル基の比率は検出角度 30°で約 5%、80°で約 2%であることから、ta-C では、深さ方向に異なる構造のトライボ化学反応膜が形成されていることが分かった。一方、a-C:H では、両角度ともに約 3%と低く、深さ方向に均質な構造であった。このことから、ta-C では、最表面に多く存在するカルボキシル基がオレイン酸のぬれ性を向上させ、摩擦面にオレイン酸潤滑層が形成されやすくなったために、ta-C の摩擦係数が瞬時に低減したと考えられる。

4. 今後の展開

DLC 膜の種類は多種多様であり、対応する潤滑剤の開発にも多様性が求められる。潤滑下 DLC 膜の超低摩擦現象の解析は、DLC 膜に適した潤滑剤開発のための設計指針を得ることができる。今後は、本研究で得られる指針を用いて、自動車産業に代表されるしゅう動部品、金型・工具等の加工関連分野への技術支援に役立てていきたい。

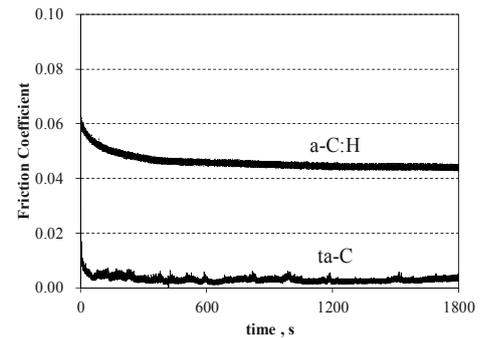


図 1. 摩擦係数の経時変化

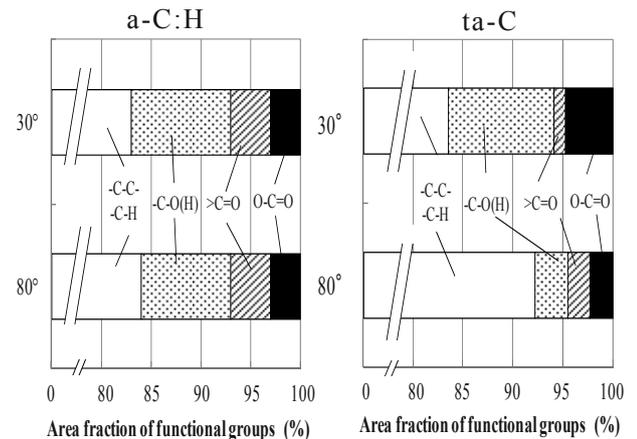


図 2. 摩擦部の C1s ピーク面積比

*1)神奈川県産業技術センター、*2)高度分析開発セクター、*3)東京工業大学

防護服のリサイクル技術

○長尾 梨紗^{*1)}、榎本 一郎^{*1)}、窪寺 健吾^{*1)}

1. 目的・背景

新型インフルエンザ等の感染症予防対策に使用される防護服は、安全のため使用期限が定められている。使用期限の経過後は、未使用のまま廃棄されている防護服もあり、資源の有効活用の観点からリサイクルが求められている。

本研究では、防護服に使用されている不織布部分のリサイクルについて検討を行った。防護服に使用されるサーマルボンド不織布は、繊維同士が熱融着されている部分があるため、反毛してもワタ状にならず布状のまま残ってしまう部分が多く出てしまい、その後のカーディングやニードルパンチ加工が難しくなる。そこで、ワタ状にならない部分を減らし、再不織布化に適した反毛を得られる反毛条件を調査した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

布状の製品を反毛と呼ばれるワタ状に戻すことのできるリサイクラを用いて、不織布を反毛にした。その際、リサイクラの材料投入速度と繊維をかき切るシリンダの回転速度を調整し、反毛サイズを確認した。反毛サイズは、反毛の各面積を画像のピクセル数から算出し、平均化したものである。また、得られた反毛を用いて、カーディング法によるウェブの作製、ニードルパンチ機による再不織布化を試みた。

(2) 結果及び考察

材料投入速度、シリンダ回転速度を変えた時の反毛サイズを図1、2に示す。投入速度が遅い場合や、シリンダ速度が速い場合に、反毛サイズが小さくなる傾向が見られた。

また、得られた反毛を用いてニードルパンチ不織布の作製を試みた。反毛のみでは、繊維同士が絡まりにくいいため、カード機によるウェブの製造、ニードルパンチ機による不織布化はできなかった(図3(a))。ポリエステルと混合することにより、不織布を作製することができた(図3(b))。反毛サイズ 2 cm^2 (材料投入速度 0.5 m/min 、シリンダ速度 600 rpm)程度の反毛が、カーディング、ニードルパンチ加工の際に繊維の抜けが少なく、最も効率よく不織布化を行うことができた。反毛を混合した場合、単一素材の不織布と比較して繊維のムラが多く見られた。

3. 今後の展開

リサイクラの材料投入速度、シリンダ回転速度の調整により、反毛サイズを変えることができた。しかし、繊維の短い反毛を混合した不織布は、単一素材の物と比較して強度が低下すると考えられる。そのため、強度の影響を受けにくい断熱材や緩衝材、吸油材等への使用が考えられる。

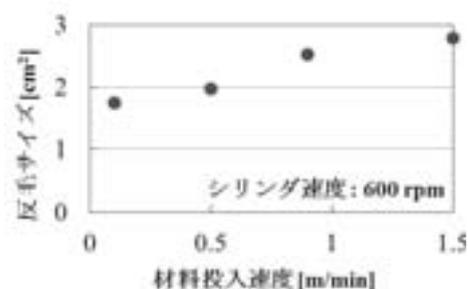


図1. 反毛サイズ(投入速度変化)

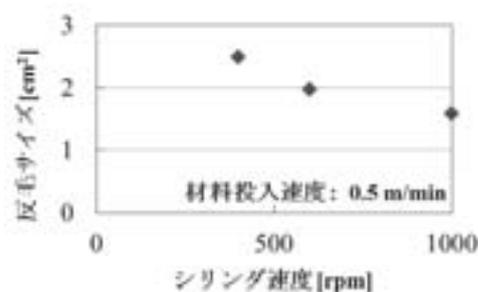


図2. 反毛サイズ(シリンダ速度変化)

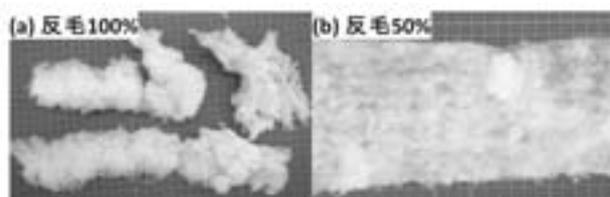


図3. 反毛を用いた不織布

*1)繊維・化学グループ

6月19日(木)

研修室242

**EMC・半導体
エレクトロニクス
ナノテクノロジー**

シリコン粒子表面に形成した鉄シリサイド半導体の 光触媒効果による水素生成

○秋山 賢輔^{*1)}、高橋 亮^{*1)}、松本 佳久^{*1)}

1. 目的・背景

シリサイド半導体の一つである鉄シリサイド (β -FeSi₂) は、熱電素子材料として長い研究の歴史がある半導体であるが、1.55 μ m 帯域で発光 (フォトルミネッセンス、エレクトロルミネッセンス) することや光吸収係数が 10^5cm^{-1} 以上 ($E_g: 1.0\text{eV}$ において) と大きいことから、光電変換材料としての応用が期待されている。このため、良質な薄膜成長技術が飛躍的に進展した材料であり、光半導体としての基礎物性への理解と発光ダイオード (LED) や受光素子、太陽電池への応用など広範囲な研究が進められている。

β -FeSi₂ のエネルギーバンド構造における伝導帯の化学ポテンシャルが対水素標準電極電位において、約 -0.7eV と水からの水素発生電位よりも負電位側に位置することに着目し、光触媒作用での水素発生の可能性を検討した。本稿では、シリコン (Si) 粉末表面への β -FeSi₂ 微細結晶粒合成及びこの粉末試料からの光照射による水素生成を報告する。

2. 研究内容

(1) 実験方法

平均の粒子径が $45\mu\text{m}$ の Si 粉末に金 (Au) を室温で堆積させた後、モノシラン (SiH₄) 及び鉄カルボニル (Fe(CO)₅) を出発原料に用いた有機金属気層成長 (MOCVD) 法にて β -FeSi₂ 結晶の合成を行った。MOCVD 法での作製条件は、これまでの報告^[1] とほぼ同様であるが、基板温度及び堆積厚さをそれぞれ 750°C 、 100nm で行った。

(2) 結果及び考察

図 1 に作製試料の X 線回折による θ - 2θ スキャン・プロファイルを示す。Si の回折ピークとともに、堆積した Au、 β -FeSi₂ 相の 202/220 面及び 422 面に起因した回折ピークが観察され、MOCVD 法により Si 粒子表面への β -FeSi₂ 合成が確認された。

この粉末試料 60mg を 1M のホルムアルデヒドを含む 10ml のギ酸水溶液 (pH3) とともにパイレックス・ガラスの反応セルへ封入し、室温にて攪拌させながら Ar ガス雰囲気中で 20mW/cm^2 の紫外光照射を行った。図 2 に反応セルを内包した閉鎖循環系より、サンプリングしたガスをガスクロマトグラフィー分析した結果を示す。水素に起因したピークは、図 2 (a) に示すように光照射前には検出されないものの、3 時間照射後においては明瞭に観察され、UV 光照射による水素の生成が確認された。

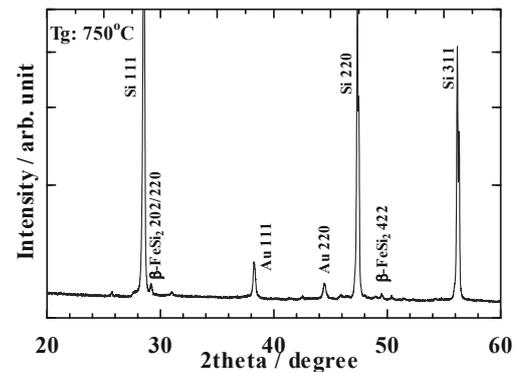
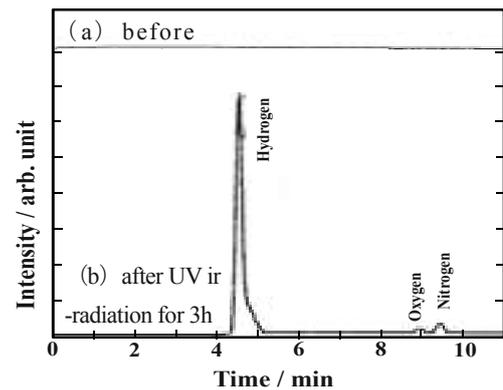


図 1. MOCVD 合成後の Si 粉末の θ - 2θ スキャン・プロファイル^[2]



((a) 照射前、(b) UV 照射後)

図 2. サンプル封入セル内のガスクロマトグラフ分析結果^[2]

参考文献

[1] K. Akiyama, S. Ohya, H. Funakubo, Thin Solid Films, Vol.461, p.40 (2004)

[2] 秋山, 高橋, 吉水, 舟窪, 入江, 松本, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-D3-13 (2014)

*1)神奈川県産業技術センター

ノイズ対策を施した産業用コンピュータの開発

○佐野 宏靖^{*1)}、佐藤 研^{*1)}、高橋 文緒^{*1)}、山下 俊紀^{*2)}、時川 昌大^{*2)}

1. 目的・背景

通信速度の高速化に伴って放射ノイズの問題が顕著となり、電子製品の開発では、適用する規格の規制値内にノイズを抑えることが課題である。製品完成後では、可能な放射ノイズ対策に限りがあるため、設計段階から対策を施すことが重要となっている。

本研究では、サンリツオートメーション株式会社が設計・販売している高密度・高速通信の産業用コンピュータを対象に、VCCI/FCC 規制（放射ノイズ規制）CLASS A から規制のより厳しい CLASS B に対応した製品を開発し、ノイズ対策効果を検討した。本研究により、製品（図 1）の規格適合範囲の拡大及び実用的な EMC 対策設計ルールを蓄積を行えた。

2. 研究内容

（1）測定及び解析方法

既存製品のノイズ源を特定し、CLASS B に適合させるためのノイズ抑制対策を行う。本研究では、以下の手順で測定及び解析を行い、対策を施した。

- ① IC の動作周波数高調波と遠方界測定結果の比較
- ② 近傍界測定
- ③ オシロスコープを用いた FFT 測定
- ④ 放射ノイズ設計ルールソフト（DEMITASNX、(株) NEC 情報システムズ製）によるチェック
- ⑤ 電磁界シミュレーター（MW STUDIO、CST 製）の比較
- ⑥ 既存基板に対策が施せる場合は実機で確認
- ⑦ 基板改版後①～③を再測定

手順①～③でノイズ源を特定し、手順④～⑥でノイズ対策効果を確認することを目的としている。

（2）結果及び考察

測定の結果、効果的であった主な対策は、①高速信号線に対しての GND ビアや GND - 電源間キャパシタンス配置によるリターンパス確保、②リターンパス確保を容易にするための基板層構成変更、③コモンモードノイズを抑制するための内部接続コネクタの GND シャーシの強化、であった。対策①の配置例を図 2 に、対策効果を図 3 に示す。このことから、VCCI CLASS B の規制値より 6dB 以上のマージンがあることが分かる。

本研究の結果、放射ノイズ設計ルールソフトや電磁界シミュレーターを用いて設計段階から効果を検証することで、放射ノイズ規制値より、マージンを持った製品を開発することができた。

3. 今後の展開

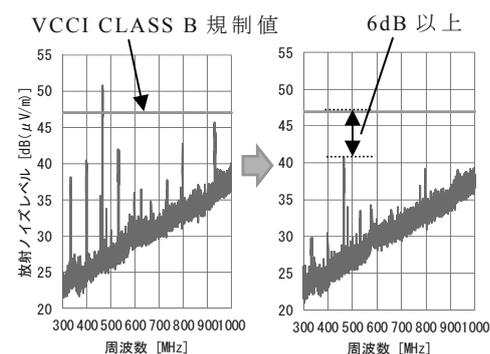
製品は平成 25 年 10 月より販売している。また、CLASS B へと規格適合範囲が広がったことで、より広い分野へ販路を拡大することが可能となった。本研究結果は、社内及び都産技研の EMC 設計対策ルールとして蓄積する。



図 1. 開発した産業用コンピュータボード
高速信号線ビア GND ビア追加
GND ビア追加

（左：対策前、右：対策後）

図 2. 対策①の配置例



（左：対策前、右：対策後）

図 3. 遠方界（3m 電波暗室）の測定結果

*1)電子・機械グループ、*2)サンリツオートメーション株式会社

電磁波シールド効果の評価方法

○原 孝彦^{*1)}、白井 亮^{*1)}、菅間 秀晃^{*1)}、日高 直美^{*1)}

1. 目的・背景

近年、情報通信機器から発生する高周波ノイズや太陽光発電用のインバータ・電気自動車などから発生する低周波ノイズが問題になっており、これに対応する電磁波シールド効果評価技術が必要不可欠となってきている。また、電磁界シミュレーションは、使用するPCの高性能化に伴い実用的な解析が可能となってきた。本研究では、材料のシールド効果について実際の測定値と電磁界シミュレーションによる解析結果を比較することで、シミュレーションによるシールド評価の有効性について検討を行った。

2. 研究内容

(1) 実験方法

今回、大きさ 150mm×150mm、銅箔部分の厚さ 0.035mm の基板に直径 6mm の孔が 10mm 間隔で開いたサンプルを評価対象とした。測定方法としては、広く利用されている KEC 法^[1] を利用し、100kHz～1GHz までの電界及び磁界のシールド効果を測定した。図 1 に KEC 法の測定方法を示す。電磁界シミュレーションには、有限要素法を用いたムラタソフトウェア（株）の Femtet を使用した。シミュレーションに際し、KEC 法の測定用治具を考慮したシミュレーションモデルと電磁波解析ソルバーを用い、周波数範囲を 10MHz～1GHz として実施した。なお、サンプルモデルとして均一な薄膜材料に実際の大きさの孔を開けたモデルを作成し、外部パラメータとして銅と同じ導電率 $\sigma = 5.8 \times 10^7$ S/m と厚みを与えた。

(2) 結果及び考察

KEC 法による電界及び磁界シールド効果の測定値とシミュレーション結果を図 2 と図 3 に示す。電界については、300MHz 以下の範囲で 7～8dB の差が見られた。この原因として、シミュレーションの際に基板の誘電体部分の厚さを考慮していないため、実際の治具と送信・受信アンテナ間距離が異なるためではないかと考えられる。磁界については、測定値とシミュレーションが低周波から高周波までほぼ一致しているため、実用上使用可能と考えられる。

3. 今後の展開

今回は、KEC 法と Femtet による解析結果との比較により、シミュレーションによるシールド評価の有効性について検討を行った。今後は、300MHz 以下（電界）の範囲についての課題を解決しつつ、電磁波解析ソルバーで評価できなかった 10MHz 以下の周波数域への拡張について検討する。これらにより、広帯域に対応可能な解析手法を確立し、企業支援に活用していきたいと考えている。

参考

[1] KEC 法の紹介ページ <http://www.kec.jp/testing-division/kec-method/>（（一社）KEC 関西電子工業振興センターホームページ）

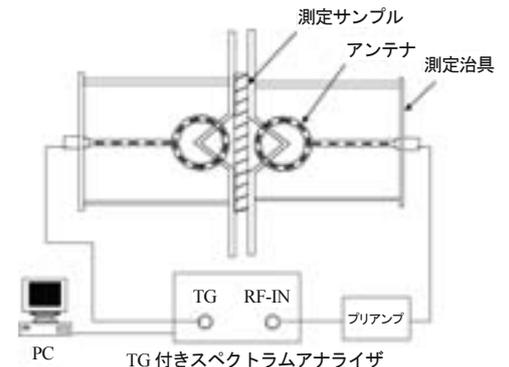


図 1. KEC 法の測定方法（磁界）

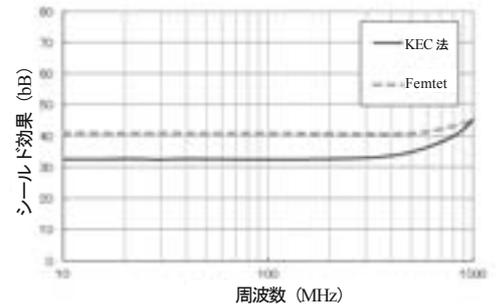


図 2. 比較結果（電界）

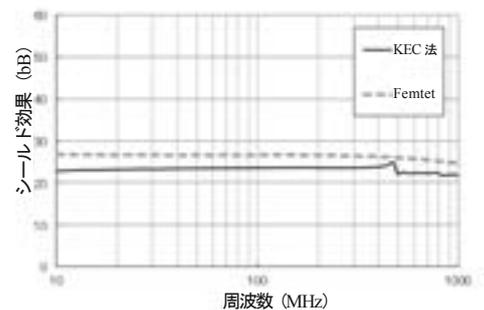


図 3. 比較結果（磁界）

*1)神奈川県産業技術センター

電磁波抑制シートの電気的特性と抑制効果

○上野 武司^{*1)}、佐々木 秀勝^{*1)}、大森 学^{*1)}

1. 目的・背景

情報機器の放射エミッションの測定は、機器の内部クロックによるが、上限周波数が6GHzに規定されている。許容値を超える電磁波が放出される場合、不要な電磁波を機器の外部に放出しないように電磁遮蔽や電磁波吸収の処置が必要となるため、電磁波抑制シートの活用が試みられている。

電波抑制シートには、導電材料、誘電体、磁性体など様々な材料が用いられている。ここでは、ギガヘルツ帯の抑制効果を持たせる導電材料に着目した。本稿では、簡単に作製したものでも実用性があることを検証するため、紙材料に導電材料を含浸・乾燥させることにより、簡便にシートを作製することを試みた。

2. 研究内容

(1) 実験方法

電磁波吸収シートは、書道液にカーボンブラックを分散させ、濾紙（1号、90mmφ）に塗布・乾燥することにより作製した。このとき、カーボンブラックの含有量を書道液に対して0.0g/10mL、0.1g/10mL、0.2g/10mLと変えて作製した。作製したシートは、四探針法により、体積抵抗率及び表面抵抗率を測定した。また、電波吸収性能は、マイクロストリップライン法（IEC62333 準拠）に基づいて、周波数0.5-18GHzにおいて評価した。マイクロストリップライン基板をネットワークアナライザに接続し、S21成分を評価した。

(2) 結果及び考察

作製したシートを図1に示す。色の斑は目視では見られなかった。

作製したシートの表面抵抗率及び体積抵抗率を表1に示す。カーボンブラックの含有量の増加に伴い、表面抵抗率及び体積抵抗率が低下した。

マイクロストリップライン法を用いたS21の抑制効果を図2に示す。カーボンブラックの含有量を増加させるとマイクロストリップラインを通過する信号S21が抑制されることから、電波吸収体として利用するのに有利である。

3. 今後の展開

本稿の方法を用いて、さらにカーボンブラックの含有量と材料固有の抵抗率の周波数特性との関係について同軸管法を用いて調査を進めている。また、GHz帯に使用できるようにするための材料の探索も併せて進めている。今後、新たな電磁波抑制シートの開発ならびに様々な電子機器のEMC対策に本技術が有効と考える。

表 1. 作製したシートの抵抗率

カーボン含有量 g/10mL	表面抵抗率 Ω/□	体積抵抗率 Ω・cm
0.0	17×10^3	3.8×10^1
0.1	1.6×10^3	3.6×10^1
0.2	6.2×10^2	1.4×10^1



図 1. 作製したシート

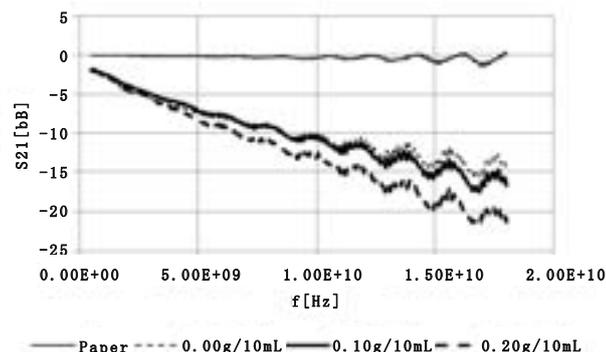


図 2. 作製したシートによる抑制効果

*1)電子・機械グループ

四重極ガス質量分析器用高精度電源装置の設計シミュレーション

○村井 弘道^{*1)}、田中 秀実^{*2)}、角森 史昭^{*2)}、川又 剛^{*3)}

1. はじめに

本研究は、地震発生過程において地殻の物理的状態を反映しているとされている揮発性物質を分析するため、四重極ガス質量分析器用電源装置の回路設計シミュレーションを行い、所定の性能が得られるか検証を行った。その結果、回路方式として十分な性能を有することが確認された。

2. 分析対象と分析方法

対象とする揮発性物質の種類、質量数、質量数差を表1に示す。この表の通り、分析対象はわずかな質量数差であり、高分解能の質量分析器を実現する必要がある。イオン化された物質の四重極電場内の運動方程式は、次式で表される。

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{Ze}{mr_0^2}(U - V \cos \omega t)x = 0$$

$$-\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{Ze}{mr_0^2}(U - V \cos \omega t)y = 0$$

この式から Mathieu 方程式が導かれ、この方程式の解領域から第二安定領域での動作条件に必要な電極間電圧、周波数の関係が次式の通り導出される。

$$V = q \frac{m r_0^2}{Ze} \omega^2$$

3. 回路設計シミュレーション

検証には、Spice シミュレータを使用し、分析条件をカバーする fmax=3[MHz]、Umax=200[V]、Vmax=200[V]で30[mV]以下の安定度が得られるか検証を行った。

その結果、回路供給電源電圧 410~440[V]に対し16[mV]、負荷インピーダンス 500~1500[Ω]に対し18[mV]、温度 0~50[°C]に対し22[mV]の安定度が得られることが確認された。

4. まとめ

今後、さらなる回路安定度の向上と実装時の性能低下が発生しないよう実装技術の検討を加え、低質量物質の高分解能計測が行える高精度電源装置の開発を進めて行く予定である。

参考

<http://growdas.com/> (GROWPAS PROJECT ホームページ)

表 1. 分析対象物質

種類	質量数 (amu)	質量数差 (amu)
3He+	3.016	
HD+	3.0218	0.0058
4He+	4.0026	
D2+	4.0282	0.0256
40Ar++	19.981	
20Ne+	19.992	0.0011

1 amu=1.6605x10⁻²⁷ kg

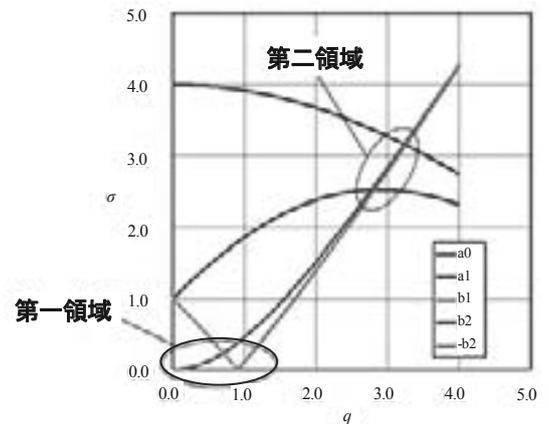


図 1. Mathieu 安定領域図

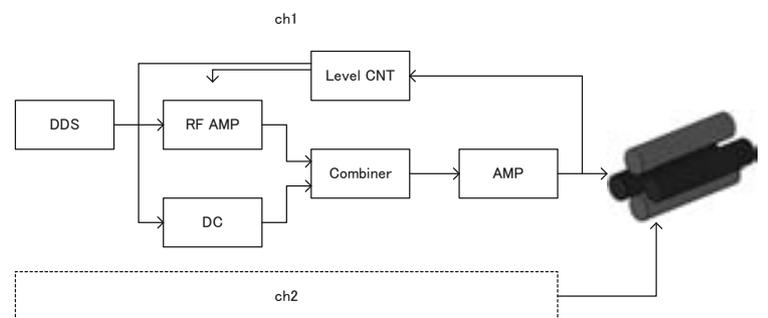


図 2. 検証回路ブロック

*1)株式会社ティ・エフ・ディ、*2)東京大学大学院、*3)マルカワテクナート

SPD 分離器における雷インパルス電流性能評価法の開発

○黒澤 大樹*1)

1. 目的・背景

低圧電源回路における雷保護として、サージ防護デバイス（SPD:Surge Protective Device）が接続される。しかし、繰り返しのサージ等により SPD が劣化して短絡モードで故障する場合がある。日本工業規格 JISC5381-12 では、故障時には電源系統から SPD を切り離す装置として、ヒューズや配線用遮断器等の SPD 分離器の設置が規定されている。ヒューズについては、電子情報技術産業協会規格 JEITA RC-4501、4502 が発行されている。しかし、配線用遮断器については、具体的な選定方法や試験方法がないのが現状である。

本研究では、評価法及び選定方法確立のため、雷インパルス電流通電時における配線用遮断器内部の挙動と損傷について検証した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

実験に使用した配線用遮断器の仕様を表 1 に示す。引外し方式については、すべて熱動電磁型とした。試料はカバーを外し、可動接点及び引外し装置を観察できる状態で実験を行った。

通電電流は、10/350 μ s の雷インパルス電流波形を用いた。5kA から 1 極ずつ各極 3 回、2.5kA ステップで不要動作するまで連続通電した。通電時には、通電電流波形、端子間電圧の測定と高速度カメラによる撮影を行った。通電後に電極表面の観察を行った。定格電流が 125A 以上の試料については、それぞれの 1 極について、通電するごとに引外しを行い、連続通電との違いについて検証した。

表 1. 試料の主な仕様

番号	極数	フレームサイズ	定格電流
1	3	63	50A
2	3	125	30A
3	3	125	30A
4	3	125	125A
5	3	125	125A
6	3	250	125A

(2) 結果及び考察

実験から、以下の①から④の結果が得られた。①可動接点の浮き上がりが 5kA、不要動作が 10kA 以上で認められた。②高速度カメラの映像により、浮き上がりとアークの発弧、それに伴う接点の溶融やアーク電圧も認められた。③不要動作については、アークの消弧後に動作した。④定格電流が 125A 以上の試料については接点の溶着が認められた。



図 1. 接点の浮き上がり（左：接触時 右：浮き上がり時）

雷インパルス電流通電時における配線用遮断器内部で起きる現象として、接点の浮き上がり及び溶着、アークの発弧、不要動作等が明らかとなった。他には、溶着した状態で通電したことによる不完全な不要動作も認められた。アーク消弧後の不要動作については、遮断器の開極時間に対して通電時間が短いため、電流通過後に動作すると考えられる。溶着については、試料それぞれの接点圧力が影響していると考えられる。

3. 今後の展開

本研究により、雷インパルス電流通電時における接点の浮き上がり、不要動作及び接点の溶着、溶融が認められ、配線用遮断器内部の挙動と損傷が明らかとなった。

今後は、配線用遮断器の具体的な評価法や選定方法を検討し、雷対策技術の向上に努めていきたい。

*1)電子半導体技術グループ

LSPR ガスセンサの温湿度特性評価

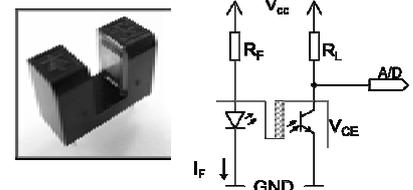
○加沢 エリト^{*1)}、紋川 亮^{*2)}

1. 目的・背景

揮発性有機化合物 (VOC) の法規制濃度範囲を安定して計測できる工業用ガスセンサが市場にはまだない。VOC 処理装置や VOC 環境モニタを安価に製造するためには、ワイドレンジでかつ小型・安価なガスセンサが不可欠であるため、これを開発することとした。

2. 研究内容

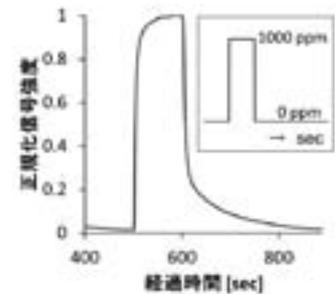
金 (Au) ナノドット基板に多孔質体を積層することで、幅広いガス濃度に高速で応答するガスセンサを構築できることを既に報告した。このシステムは、多孔質体に吸着した気体の毛管凝集を Au ナノドットで生じる局在表面プラズモン共鳴 (LSPR : localized surface plasmon resonance) の変化で検出するものである。さらに、安価な光半導体部品を用いることで、LSPR ガスセンサを小型・安価に構成することを確認した。本研究では、開発したガスセンサヘッドの実環境下での動作を評価した。



(左：外観、右：駆動回路)
図 1. センサヘッド

(1) センサ作製

電子ビームリソグラフィ (EBL) 及びリフトオフ法を用いて石英基板上に直径 300nm、高さ 50nm の金 (Au) ナノドットアレイ構造を形成し、次に、一般的なメソポーラスシリカ (MPS : mesoporous silica) の合成方法である MCM-41 法を用いて多孔質膜を堆積した。この後、基板を切断分割し、市販のフォトインタラプタに貼り付け、ガスセンサヘッドにした (図 1)。このセンサは、ガス濃度に応じてフォトトランジスタの電圧 V_{CE} が変化する。センサ信号は 10bit A/D を内蔵する 8bit MPU を用いて連続計測した。



図中は送気パターン
図 2. LSPR 応答特性

(2) 温湿度特性試験

本センサは、理想的な状態では安定した応答特性が得られる (図 2)。一方、実環境においてはベースラインが変動し、安定した測定結果が得られない。不安定要因の一つとして大気中の湿度変化の影響が考えられるため、恒温槽を用いて、センサ信号と湿度変化の関係を調べた。測定結果の例を図 3 に示す。

初期の測定では、湿度をステップアップした場合とステップダウンした場合の信号にずれが生じており、ヒステリシス特性を有することが分かる。一方で、測定を繰り返すとヒステリシス特性が緩和される結果となった。

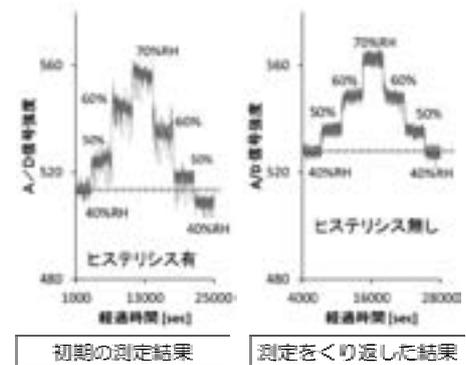


図 3. センサヘッドの湿度変化応答

3. 今後の展開

今後は、湿度の影響ならびにメソ孔固有のヒステリシス特性を回避する手法を開発し、安定したガス計測が可能な LSPR ガスセンサの開発を目指す (特願 2009-105359、特願 2014-079717)。

謝辞

本研究の一部は、(独)科学技術振興機構・東京都地域結集研究開発プログラムのもとで実施された。

*1)電子半導体技術グループ、*2)バイオ応用技術グループ

リガンド分子間相互作用に着目した耐熱性金ナノ粒子の開発

○町田 茂^{*1)}、土戸 良高^{*2)}、奥村 篤^{*2)}

1. 目的・背景

微粒子化した金は、強い親和性を有しているため、金の粒子の周りをリガンドと呼ばれる有機化合物で覆うことで自己凝集を防いでいる。リガンドの典型例として、長鎖アルカンチオールが知られているが、長鎖アルキル基間のファンデルワールス力は、弱い相互作用であるため耐熱性が低く、デバイス作製時の加熱工程に耐えうる高耐熱性金ナノ粒子の開発が求められている。本研究室では、リガンド分子に水素結合や $\pi-\pi$ スタッキングなどの強い相互作用を形成できる機能性部位を導入することにより、耐熱性の高い金ナノ粒子を開発した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

分子内にアミド結合、エステル結合、トリル基、縮合環を導入したリガンド分子を合成し、Brustらの手法に従って金ナノ粒子を作製した。金ナノ粒子の耐熱性は、熱重量分析の結果をもとに算出した分解開始温度で評価した。

(2) 結果及び考察

作製した金ナノ粒子は、いずれも典型的な金ナノ粒子 Au-1 と比較して高い耐熱性を示した。また、リガンド末端に縮合環を有する金ナノ粒子 (Au-5、6、7) の耐熱性が飛躍的に向上することが分かった (図 1)。

縮合環を有する金ナノ粒子の耐熱性の序列は、ピレン型 (Au-5) < ペリレン型 (Au-6) < コロネン型 (Au-7) となり、縮合環の π 電子数が増加するほど耐熱性は、高くなった (表 1)。この結果は、金ナノ粒子の耐熱性向上において、リガンド間の $\pi-\pi$ スタッキングが重要な要因であることを示唆している。

3. 今後の展開

デバイス化の加熱工程に耐えうる金ナノ粒子の作製に成功したので、今後、ナノ粒子としての性質を利用した光デバイスへの応用が期待される。

本研究の一部は、(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構の資金を基に、平成 18 年度に (財) 光産業技術振興協会が受託したプロジェクト「低損失オプティカル新機能部材技術開発」に関するものである。

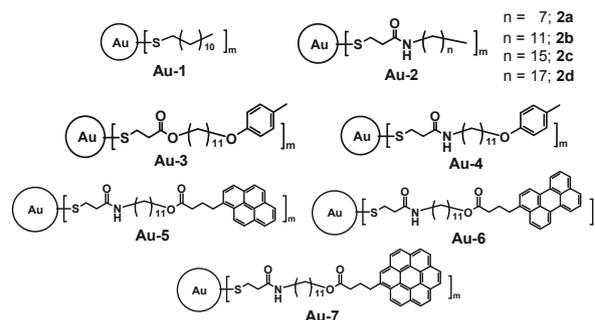
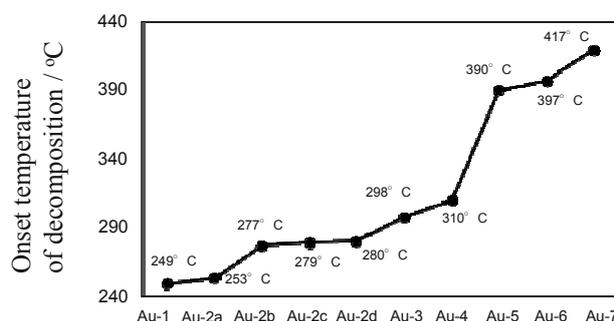


図 1. 金ナノ粒子の分解開始温度

表 1. 縮合環の π 電子数と分解開始温度の相関

金ナノ粒子	π 電子数	分解開始温度 [°C]
Au-5	16	390
Au-6	20	397
Au-7	24	417

*1)独立行政法人国立高等専門学校機構東京工業高等専門学校、*2)東京工業大学 (卒業後の所属)

導電性ポリマーを用いた細胞刺激用マイクロアクチュエータの作製

○金子 新^{*1)}、杉原 達記^{*1) *2)}

1. 目的・背景

細胞は、物理的、機械的及び化学的な刺激を与えると、電気的シグナルの発生や細胞の分化、成長方向に影響を及ぼす。しかし、集団ではなく個々の細胞に対して（機械的）刺激を与えるツールは、ほとんどない。そこで本研究では、弾性率が生体に近く、イオンの吸収と放出により体積変化（膨張と収縮）する導電性ポリマー（図 1）に着目し、そのマイクロ構造化による細胞刺激用アクチュエータの作製を目的とした。

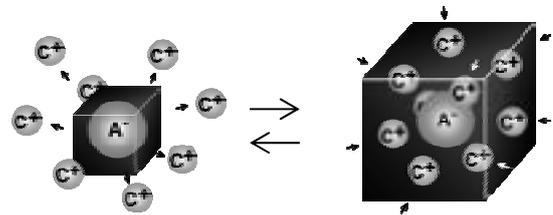


図 1. 導電性ポリマーの体積変化

2. 研究内容

導電性ポリマーとしてポリピロール（PPy）を採用し、図 2 に示すように、OFPR レジストをテンプレートとした位置選択的な電気化学重合を試みた。なお、基板に ITO 膜付ガラスを使用した。

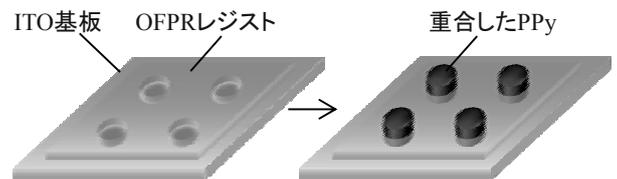


図 2. 導電性ポリマーのマイクロ構造化

作製した導電性ポリマー（PPy）を図 4 に示す。レジスト開口部に選択的に PPy が形成され、直径は 10～数 100 μm の PPy ドットアレイが得られた。その直径及び体積は、重合中の電荷量で可能であることを明らかにした。

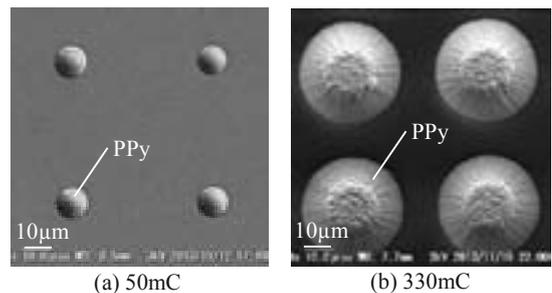
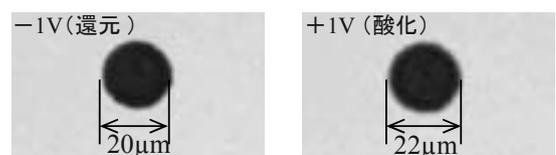


図 3. マイクロ構造化した導電性ポリマー（PPy ドットアレイ）

PPy ドットを形成した基板を再び図 3 と同様の装置に入れ、所定の電解質中で $\pm 1\text{V}$ の矩形波電圧を印加したところ、図 4 に示すように PPy ドットの直径が最大 10% 程度変化し、電圧変化に追従することが確認された。この挙動は細胞培養液中でも実現でき、細胞刺激への応用可能性が検証できた。また、現在は、試作段階のため駆動周波数が 0.05Hz 以下だが、電極形状などの最適化により、さらなる向上が見込める。



3. 今後の展開

導電性ポリマーを用いたマイクロアクチュエータの作製に成功した。今後は、機械的刺激を付与した状態での細胞培養を試みる。一方で、マイクロ構造化した導電性ポリマーと別材料などを組み合わせれば、ソフトマテリアルの MEMS などへ応用可能である。

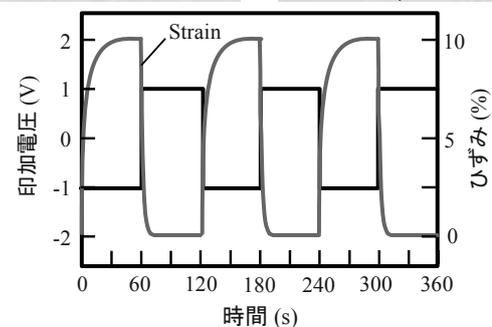


図 4. 電圧印加による PPy ドットの変形（膨張と収縮）及び応答特性

*1)首都大学東京、*2)株式会社エリオニクス

6月19日(木)

研修室243

ものづくり基盤技術

マグネシウム合金切削屑の無加圧焼結法

○岩岡 拓^{*1)}、青沼 昌幸^{*1)}、寺西 義一^{*2)}、森河 和雄^{*3)}、水元 和成^{*4)}

1. 目的・背景

近年、超々ジュラルミンやチタン合金の比強度を凌駕するマグネシウム合金^[1]が報告されている。マグネシウムは発展途上の金属であり、冶金的研究の蓄積が重要である。

マグネシウムは、非常に安定な酸化物を形成し、蒸気圧が高いために、製錬及び精錬の環境負荷は大きい^[2]。そこで、再溶解せずに、組織微細化によって有害元素を無害化させる固相リサイクル技術の一つとして、粉末冶金法の適用が検討されている^[3]。本研究では、焼結マグネシウムの製造法（特願 2013-95732）を応用して、従来の押出加工を用いない無加圧焼結法の適用を検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

図1に示すZK61マグネシウム合金切削屑を供試材として用いた。この切削屑に添加するBi粉末を均一に分散させ、圧密化しやすい形状に粉砕するため、300 rpm×1 hのボールミリング処理を行った。ミリングした切削屑を金型に充填し、500 MPaの圧力で圧縮成形を行った。金型から成形体を取り出し673 K×1 hの脱ガス処理を行い、同じ金型を用いて1000 MPaの圧力で再圧縮を行った。その後、Arガス雰囲気中で823及び873K×1 hの無加圧焼結を行った。

(2) 結果及び考察

図2に示すZK61マグネシウム合金切削屑焼結体の抗折力及び曲げ歪は、(1)～(4)の工程を経ることでそれぞれ増加した。(4)－1より50 K高い温度で焼結した(4)－2は、AZ91 casting材の強度特性より優れた結果となった。図3に切削屑の焼結組織を示す。酸化皮膜や気孔の周囲に粗大な Mg_3Bi_2 が観察された他、母相中には1～2 μm の微細な Mg_3Bi_2 が確認されたことから、添加元素のBiが酸化皮膜を介して切削屑内部に拡散していることが分かった。

気孔や酸化皮膜が介在し、さらに粗大な Mg_3Bi_2 が形成されているにも関わらず、AZ91 casting材より優れた強度特性を示したことから、焼結の進行が認められた。同時に、緻密化や熱処理による組織改善を図ることで、さらに強度特性が向上することが示唆された。

3. 今後の展開

マグネシウム合金切削屑の固相リサイクル技術の一つとして、単軸成形を重視した本焼結法の適用が期待される。本研究結果は一条件に過ぎず、今後、様々な条件下における緻密化やマイクロ組織変化を解明し、工夫することが必要である。

参考文献

- [1] A. Inoue, *et al.*, Mater. Trans., Vol.43, pp.580-584 (2002)
 [2] 平木 岳人, *et al.*, 第23回廃棄物資源循環学会研究発表会 (CD-ROM) (2012)
 [3] 近藤勝義, *et al.*, 軽金属, Vol.51, pp.516-520 (2001)

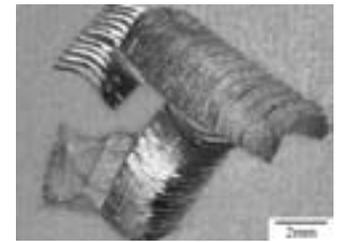


図1. ZK61 マグネシウム合金切削屑の外観

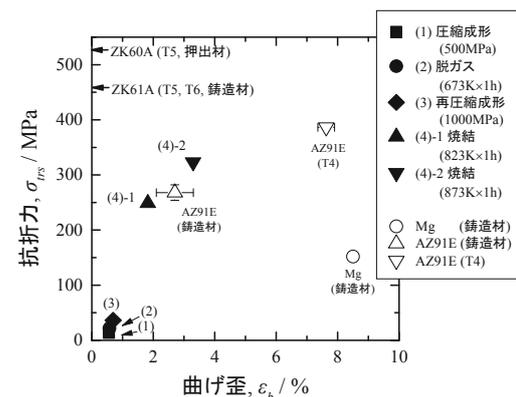


図2. ZK61 マグネシウム合金切削屑焼結体の抗折力と曲げ歪

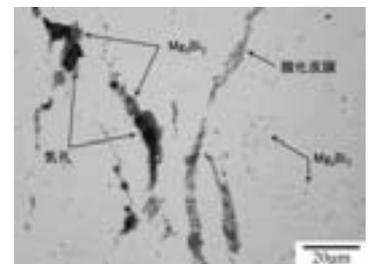


図3. ZK61 マグネシウム合金切削屑の焼結組織 (873K×1h)

*1)機械技術グループ、*2)表面技術グループ、*3)高度分析開発セクター、*4)繊維・化学グループ

H24.4～H25.3【基盤研究】低融点液相を利用した高強度マグネシウム合金の高速焼結法の開発

圧力測定用材料の開発

○吉野 徹^{*1)}、大久保 一宏^{*2)}、山中 寿行^{*1)}、渡邊 禎之^{*3)}

1. 目的・背景

工業用プレスをはじめとする各種プレスにおいて、実際に対象物にかかる圧力は、摩擦などの様々な要因があるため正確に知ることは難しい。また、同じ面内でも圧力は均一とは限らず分布を持ち、製品の品質に影響を及ぼす可能性がある。そのため、圧力を二次元的に、正確で手軽に測定できる手法の開発が望まれている。

一方、近年、非晶質炭酸カルシウム ($\text{CaCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 、以下 ACC という) が数百 MPa 程度の高圧下で結晶化する現象が発見された。結晶質炭酸カルシウムの構造中に水は入りにくいいため、結晶化に伴い水が放出される。そこで、本研究では、ACC が高圧下で結晶化する際に放出される水と塩化コバルトなどの呈色剤との反応を利用し、圧力に応じて色に変化する圧力測定用材料の開発を目指した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

炭酸ナトリウム水溶液と塩化カルシウム水溶液とを混合して得られた析出物を即座に吸引し、アセトンで洗浄した後、真空デシケーター内で減圧乾燥することで ACC を得た。このとき、乾燥の条件を制御することで、含水量の異なる 2 種類 (含水量 12 wt%、18 wt%) の ACC を得た。合成した 2 種類の ACC にそれぞれ無水塩化コバルトを混合した。この混合物をペレット内に充填し、油圧プレス機により加圧を行った。加圧は、目標の圧力に達した後、その圧力下で 30 秒間保持した。減圧後、試料を取り出し、肉眼での観察、画像の取得及び反射スペクトルを取得し、解析を行うことで色の評価を行った。

(2) 結果及び考察

含水量 18 wt% の ACC から作製した試料の加圧後の様子を図 1 に示す。低圧条件 (13MPa) で加圧すると青色に、高圧条件 (500MPa) で加圧すると赤紫色へと変色した。この色の変化は、無水塩化コバルト (青色) が水と反応し、塩化コバルト水和物 (赤紫色) になったためである。

加圧後の試料の反射スペクトルを解析することで得られた色の変化の指標を図 2 に示す。含水量 18 wt% の ACC から作製した試料については、13 MPa 以上 500 MPa 以下の圧力範囲において、圧力の増加に伴い色の変化の指標が単調に増加した。一方、含水量 12 wt% の ACC から作製した試料では、600MPa までは色の変化の指標は一定となり、500MPa 以上では単調に増加した。

以上により、ACC と無水塩化コバルトを組み合わせることで高圧条件での圧力測定を可能とする、新たな圧力測定用材料を開発することに成功した (特許出願済)。

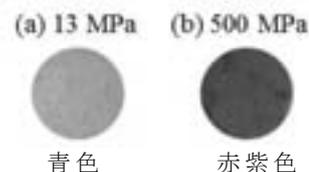


図 1. 加圧後の試料

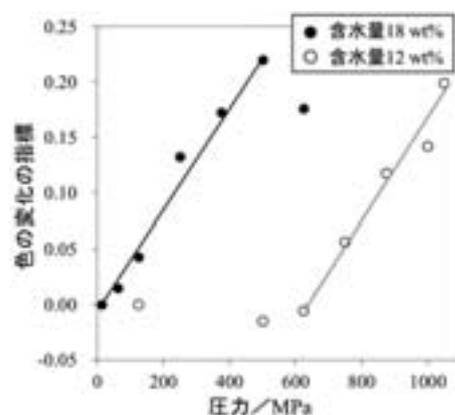


図 2. 加圧後の色の変化の指標

3. 今後の展開

現在のところ開発品は粉末状であるが、シート状に加工すれば、工業用プレスなどの二次元的な圧力分布測定に活用できる。

*1)材料技術グループ、*2)実証試験セクター、*3)高度分析開発セクター

H23.10～H24.10【基盤研究】圧力測定用材料の開発

H24.10～H25.10【基盤研究】圧力マーカーの開発

強ひずみ加工によるアルミ合金切削屑の固化成形

○小船 諭史^{*1)}、神田 浩一^{*2)}、渡辺 茂幸^{*2)}

1. 目的・背景

実用金属の中でも供給量が多いアルミニウムのリサイクルは、一般に廃材を再溶解して、ダイカストや鋳造の地金などに利用する方法で行われているが、溶解工程で大きなエネルギーが必要となる。より省エネルギーなリサイクル法としては、溶解を伴わない固化成形法が考えられる。本研究では、強ひずみ加工を施し、金属切削屑を固相状態で板材へ再生すると同時に、材料へのひずみの導入による引張強さや損失係数（制振性）の増大について検討した。

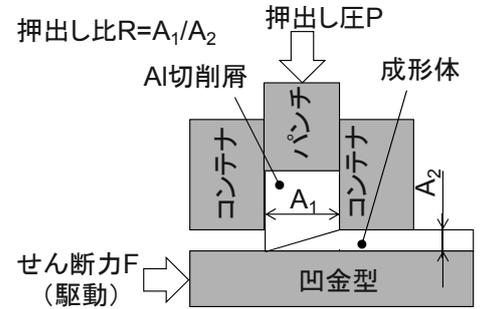


図 1. 成形方法の模式図

2. 研究内容

(1) 実験方法

図 1 に示すように、常温でアルミ切削屑（市販の A1050P 板材からフライス加工で採取）をコンテナに充填し、パンチで 400MPa の圧縮応力を負荷すると同時に、凹金型を駆動させることで切削屑にひずみを導入する。この時、押し出し前後の材料の断面積の比率を押し出し比とし、押し出し比 15～30 の範囲で成形を試みた。成形体の一例と凹金型の一例を図 2 に示す。成形体の評価としては成形体の微視組織の観察、相対密度の測定、硬さ試験、引張試験、損失係数の測定を実施した。

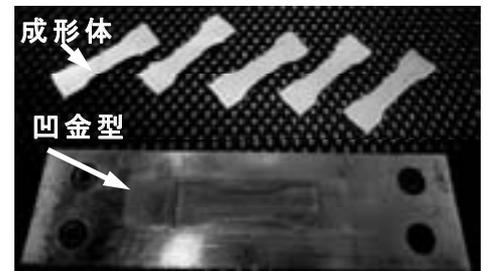


図 2. 成形体及び凹金型の一例

(2) 結果及び考察

微視組織の観察の結果、大きな空隙などは存在せず、成形体の相対密度は 99% 以上であった。また、組織はせん断方向に沿うような形で塑性流動が生じていた。これらより、粒子相互のすべりや変形を伴いながら粒子表層の酸化被膜を破断させ、金属接触を生じさせることにより固化したものと考えられる。

引張試験の結果を図 3 に示す。切削加工前の板材と比較して、成形体の硬さ及び引張強度は、2 倍程度の向上に成功した。また、押し出し比を高くすることで、引張強さ及び硬さの向上を達成した。これらの向上は、フライス加工時及び成形時に導入されたひずみに起因すると考えられる。

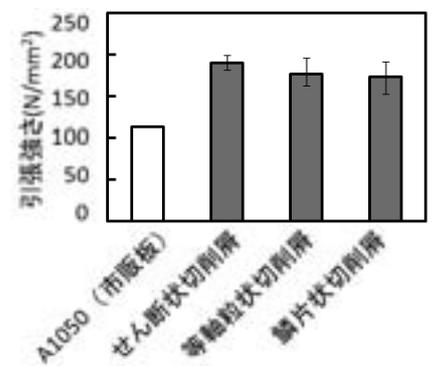


図 3. 成形体の引張試験結果

成形体の損失係数を評価するために、半値幅法による損失係数を評価した結果、多少の向上が実現した。これは、切削屑の境界に残留した酸化膜により内部摩擦が増大したためと考えられる。

3. 今後の展開

常温での強ひずみ加工により、アルミ合金切削屑の固化成形を試みた。その結果、切削前の材料と比較して、引張強度、損失係数が向上した成形体を得ることができた。今後は、さらなる検討をし、切削屑のアップグレードリサイクル手法としての活用を目指す。

*1)実証試験セクター、*2)光音技術グループ

高剛性サンドイッチ構造の開発

○高橋 俊也^{*1)}、西川 康博^{*1)}、阿保 友二郎^{*1)}

1. 目的・背景

ハニカムパネルは、ハニカム形状のコア材の両端面に板状のスキン材を貼り付けたパネルである。軽量で剛性の高い構造として、輸送機器分野から家具に至るまで幅広い分野で使用されている。しかし、ハニカムパネルの曲げ剛性は、スキン材によるものであり、コア材には曲げ剛性はない。さらに、コア材の端面はスキン材との接着面積が非常に少なく、曲げによりスキン材が剥離しやすい。

そこで本研究では、コア材の構造について改善を行い、コア材とスキン材との間の接着面積をハニカムより大きくし、さらにコア材にも曲げ剛性を持たせることで、曲げに強いコア材の開発を行った。

2. 研究内容

(1) 実験方法

本研究で使用するコア材は、規則的なくぼみを持つ板材を接着することによって作製した。くぼみを持つ板材の利用により、スキン材との接着面積を広くすることができ、コア材に曲げ剛性を持たせることができる。

多面体の形状が曲げ剛性に与える影響を調査するため、コア材の板厚、多面体の加工間隔と大きさを変更し、3点曲げの有限要素解析を行った。

曲げ強さとスキン材の剥離の評価として曲げ試験を、圧縮特性の評価として圧縮試験を行った。試験体の作製にはインクジェット式三次元造型装置を使用し、造形した凹凸板を接着することによって試験体を作製し、曲げ試験と圧縮試験を行った。

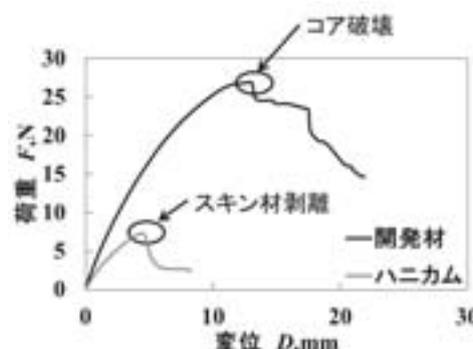


図 1. 曲げ試験の結果

(2) 結果及び考察

3点曲げの有限要素解析の結果、板厚の増加に伴い、曲げ剛性が向上し、多面体が大きくなるにつれて曲げ剛性が低下、加工間隔は曲げ剛性には影響を与えないことが分かった。

図 1 に曲げ試験の結果を示す。開発したコア材自体が曲げ剛性を持っており、曲げ剛性がハニカムよりも 1.74 倍高くなった。また、最大荷重を過ぎても徐々に荷重が低下するという、より安全な破壊形態となった。

図 2 に圧縮試験の結果を示す。一定荷重で変形が進行することから、開発したコア材には衝撃吸収性能があることが分かる。さらに、加工間隔を大きくすると、極端に圧縮強さが低下することが分かった。加工間隔が広がることで、くぼみと接触していない拘束の弱い部分の割合が増加するため、強度が低下したと考えられる。

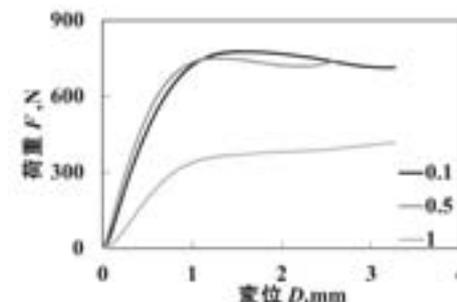


図 2. 加工間隔と圧縮強さの関係

3. 今後の展開

軽量で衝撃吸収特性を備えた曲げ剛性の高いコア材としての普及を目指す。例えば、自動車のバンパービーム内に使用することで、衝撃吸収特性と剛性の向上が期待できる。

*1)電子・機械グループ

マイクロ波加熱による炭素粉末材料の酸化処理方法の開発とその評価

○平井 和彦^{*1)}、池田 紗織^{*1)}、峯 英一^{*2)}

1. 目的・背景

近年、炭素繊維やカーボンナノチューブ等が構造材料や燃料電池材料として利用されており、今後ますます炭素材料及びその複合材料の需要は高まると予想される。炭素材料の複合化では、他の材料との親和性を向上させるため、表面官能基を形成する酸化処理が行われている。酸化手法として、酸試薬を用いた外部加熱による液相酸化は簡便ではあるものの、反応に数時間から数十時間かかる。本研究では、この酸化処理について、マイクロ波加熱によるオートクレーブ中の酸処理を適用し、反応の高速化及び効率の向上について検討した。また、炭素材料表面の表面官能基の定量評価は、酸塩基滴定法（Boehm法）が一般的であるが、手順が煩雑かつ時間がかかる。そこで、簡便に炭素材料の官能基量を評価する方法として、赤外分光分析法を用いた手法を検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

① マイクロ波加熱装置による酸化処理

カーボンブラック（CB）を0.5 gずつ量り取り、酸化試薬として60%硝酸を15 ml加え、マイクロ波加熱装置で所定の温度・時間で加熱処理を行った。処理後のCBをろ過し、ろ液のpHが変化しなくなるまでイオン交換水で洗浄した後、100℃で乾燥させた。酸塩基滴定法（Boehm法）を用いて表面官能基量（全酸量、カルボキシル基量、フェノール性水酸基量）の評価を行った。

② 赤外分光分析（ATR法）によるCBの官能基量の評価
各温度で処理を行ったCBについて、赤外分光光度計のATR法で官能基量の評価を行った。

(2) 結果及び考察

通常の加熱温度（100℃）における短時間の処理では、官能量はほとんど増加しなかったが、処理温度の上昇に伴い、短時間の処理でも著しく官能基量が増加した（図1）。マイクロ波加熱装置を用いて高温で処理を行うことで、短時間で処理を行うことができた。

ATR法によって得られた赤外分光スペクトルからC=O結合のピーク面積を算出した（図2）。酸塩基滴定による結果と傾向は一致した。このことから、ATR法により、短時間で定性的な評価が可能であることが示唆された。

3. 今後の展開

マイクロ波加熱装置を用いることで、従来法よりも短時間で効率的に酸化処理を行うことができた。分析手法に関して得られた知見は、技術相談や依頼試験等で活用していく。今後は、粉末以外の炭素材料等へ応用していくとともに、複合材として使用する際の他素材との親和性の向上や導電性等の機能性付与につなげる。

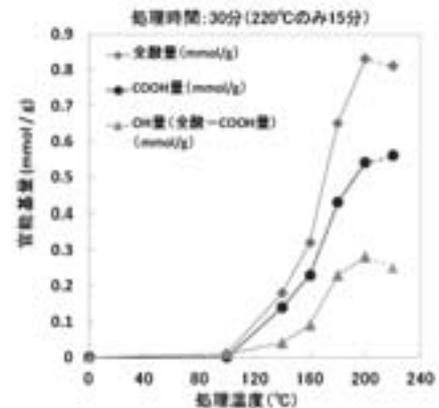


図1. 処理温度による官能基量の変化

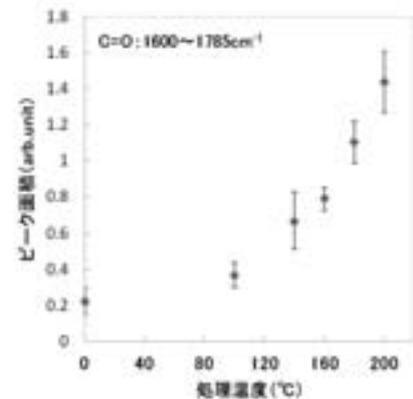


図2. ATR法による官能基評価 (C=O結合)

*1)繊維・化学グループ、*2)表面技術グループ

布の風合い評価における荷重特性評価

○山田 巧^{*1)}、小柴 多佳子^{*1)}

1. 目的・背景

現在、様々な繊維製品に対して触感・温冷感などの感性的価値への関心が高まり、より高度な製品評価が求められている。従来の衣料素材に比べ、タオルや厚手ニットは、負荷する荷重によって素材特性・触感ともに大きく変わるため、実際の触荷重に近い条件で評価を行うことが望ましい。しかし、製品に関する触荷重の指標はなく、ヒトの手触りを想定した製品評価・装置開発が課題となっている。本研究では、3軸方向の荷重を検出するフォースプレートを用い、実際の風合い評価におけるヒトの触荷重を明らかにした。

2. 研究内容

(1) 実験方法

被験者は成人 20 名（男性 13 名、女性 7 名）で、主な手の身体特性を表 1 に示す。試料は厚さと表面形状の異なるタオル 3 点、同一糸による度目の異なるニット 2 点、フェイクファーの計 6 点とした。被験者は、フォースプレート（図 1）上に設置した試料に対して、2 種類の動作（往復するように撫でる・垂直に触れる）による風合い評価を行った。得られた荷重 $F(x)$ ：撫で動作と $F(z)$ ：押し動作の極大値について解析を行った。

(2) 結果及び考察

各試料について、被験者 20 名の平均触荷重を図 2 に示す。撫で動作の平均は 1.3~1.6N の範囲で、試料全体の平均は $1.5N \pm 0.7N$ であった。一方、押し動作の平均は 6.0~7.2N で、試料全体の平均は $6.6N \pm 3.1N$ と、撫で動作に比べて値が高く、バラつきが大きい傾向にあった。

6 試料の平均触荷重を男女に分けた結果を図 3 に示す。いずれの触動作においても、女性よりも男性が高い値を示した。

ヒトがタオル製品などの風合い評価を行う際に生じる触荷重はおよそ 1~7N で、男性は女性に比べて撫でと押し動作の平均でおよそ 1N 高い荷重で風合い評価を行っていることが明らかとなった。これらのデータは、実際の触荷重を再現し、目的に応じた触感評価装置開発の有効な指標になると考えられる。

3. 今後の展開

今後は、様々な製品・被験者に応じたフォースプレートを用いた触荷重評価や、触荷重データを基礎として触感を模擬した装置開発へと展開し、中小企業の快適性・感性的価値の高い製品開発支援に役立てる。

表 1. 被験者の手の平均身体特性及び標準偏差

手長 (cm) *	17.8±1.1
手囲い (cm) *	21.3±1.9
静荷重 (N)	2.8±1.1

* JIS S4051 成人用手袋のサイズ及びその表示方法

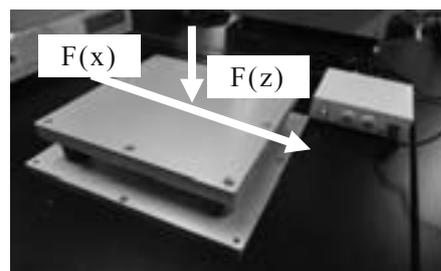


図 1. フォースプレート外観

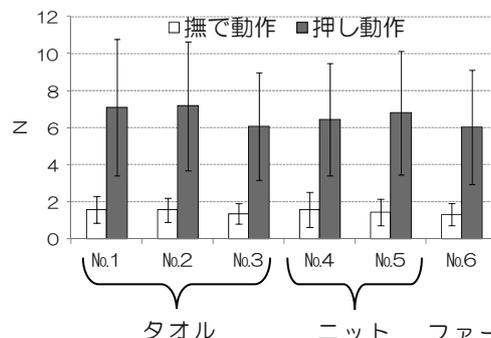


図 2. 各試料の平均触荷重及び標準偏差

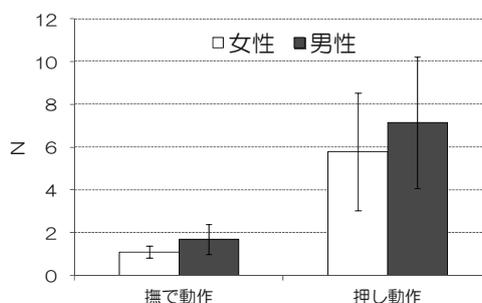


図 3. 性別にみた平均触荷重及び標準偏差

*1)繊維・化学グループ

振動により製品から発生する異常音評価方法について

○宮入 徹^{*1)}、神田 浩一^{*1)}、服部 遊^{*1)}、福田 良司^{*2)}

1. 目的・背景

製品から放射される異常音の一つに、ラトルノイズと呼ばれる騒音がある。このラトルノイズについては、確立した評価方法がまだなく、各社独自の手法で試験を行っているため、統一的な評価ができていないという現状がある。そこで本研究では、ラトルノイズの定量的な評価方法の確立及びラトルノイズ低減への寄与を目的とし、ラトル試験を行う上での課題点である「加振器放射音のキャンセル方法」、「適切な評価方法」について検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

ラトル試験は、加振器上に試験品を積載し、加振した際に放射されるラトルノイズを測定する試験方法である。この際、ラトル試験特有の課題として加振器からも放射音が発生し、その影響が無視できないという点が挙げられる。本研究では、この点について周波数分析によりラトルノイズと加振器放射音との分離を行う手法について検討した。実験は、図1に示すように試験品の直上0.5mの位置にマイクロホンを設置し、加振器を稼働させた際に得られる放射音を測定した。



図1. ラトル試験時の様子

(2) 結果及び考察

スイープ加振を行った際の3次元周波数分析結果を図2に示す。結果よりラトルノイズ発生時は、加振周波数の倍音成分が多分に含まれており、この倍音成分を評価することで、ラトルノイズの評価が可能であることを見出した。放射音の1次成分を加振器放射音、2次以降の高次成分をラトルノイズとして、加振器放射音とラトルノイズの分離を行った結果を図3に示す。これより、全体の放射音からラトルノイズを抽出して評価し、その発生を明確に捉えることを可能とした。

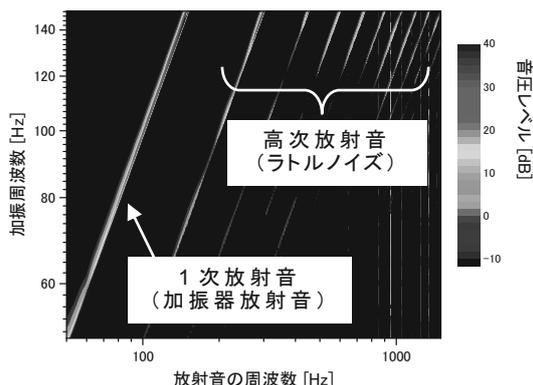


図2. 3次元周波数分析結果

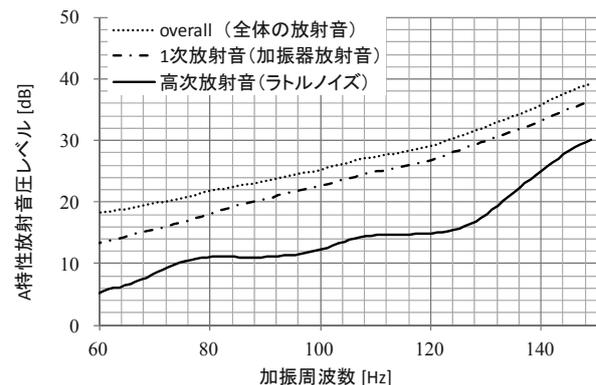


図3. 音源分離によるラトルノイズの抽出

3. 今後の展開

本研究では、ラトルノイズの定量的評価方法について検討し、加振器放射音の影響を除いたラトルノイズの評価手法を得た。今後は、本評価手法をモーター積載製品等、振動を伴う多くの個別製品におけるラトルノイズ評価に応用し、依頼試験業務に活用していく。

*1)光音技術グループ、*2)機械技術グループ

大電流パルスマグネトロンスパッタリング法による成膜技術の開発

○渡部 友太郎^{*1)}、寺西 義一^{*2)}、長坂 浩志^{*2)}

1. 目的・背景

精密金型は、表面の摩耗を防ぎ、金型寿命を延ばすために表面に硬質皮膜を成膜する機会が多い。金型成型品の製品精度に対する要求が高くなるにつれ、従来の成膜法と比較して、より平滑で、金型の寸法が狂いにくい低温成膜方法が求められている。

これらの要求に対して、スパッタリング法の中でもコンデンサーによって充電した電力を短時間に投入し、大電力とすることで、成膜材料（ターゲット材）を効率よくイオン化することが可能な大電流パルスマグネトロンスパッタリング法（以下 HiPIMS 法という）が提案されている。本研究では、従来法より平滑で低温成膜の可能性のある HiPIMS 法に着目し、精密金型に適した成膜法の開発を目指した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

検討対象とした皮膜は、アルミ合金ダイカスト金型や SUS プレス金型への皮膜として使用されている TiAlN である。皮膜特性は、様々な成膜パラメータにより変化するが、HiPIMS 法では、図 1 に示すように、パルスの On-Off 比である Duty 比と On-Off の頻度を示すパルス周波数という 2 つのパラメータが影響を与える。これらのパラメータを制御し、平滑性、硬さ、成膜温度との関連性を検証し、従来法（アークイオンプレーティングを対象とする：以下 AIP 法という）と比較して、優れた平滑性と同等の硬さを持ち、低温成膜が可能であるかを検証した。

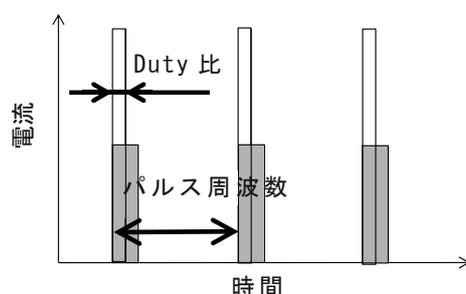


図 1. HiPIMS 法の成膜パラメータ

(2) 結果及び考察

皮膜の平滑性については、Duty 比の影響が大きく、Duty 比が小さいほど平滑性は向上する。図 2 は、AIP 法と Duty 比 5% の HiPIMS 法による皮膜の比較である。AIP 法では、ドロップレットと呼ばれる粒状粒子による凹凸が目立つが、HiPIMS 法ではほとんど見られず、明らかに優れた平滑性を示す。また、この条件で、超微小押し込み硬さ試験機で測定した皮膜硬さは、AIP 法が 56 GPa、HiPIMS 法が 54 GPa でほぼ同等である。

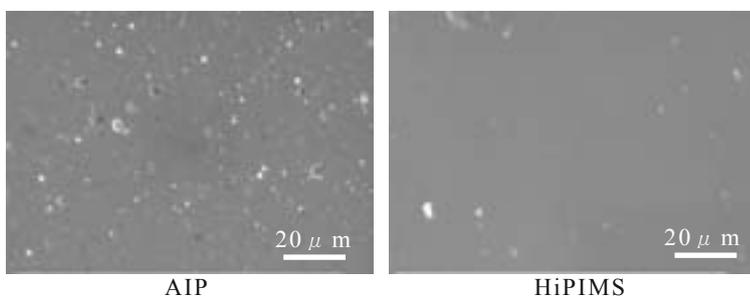


図 2. 従来 (AIP) 法と HiPIMS 法による皮膜の平滑性の違い

一方、成膜温度に関しては、Duty 比が小さいほど、ピークターゲット電流値は大きくなり、平均ターゲット電流値は下がる。ピークターゲット電流が大きくなることで、ターゲット材のイオン化率は向上するが、成膜時間は短いため、成膜温度上昇は抑制され、130℃前後という低温での成膜を確認できた。

3. 今後の展開

HiPIMS 法は、精密金型等に適した成膜技術となる可能性を確認した。今後、精密金型等の要求性能に応え得る、より具体的な皮膜評価を行い、成膜技術開発を継続する。また、研究部会の立ち上げ等により産業応用を目指した共同研究提携を目指す。

*1)広報室、*2)表面技術グループ

近赤外吸収イメージング法を用いた微量水溶液の温度と濃度の可視化

○角田 直人^{*1)}、川嶋 大介^{*1)}、近藤 克哉^{*2)}、有本 英伸^{*3)}、山田 幸生^{*4)}

1. 目的・背景

温度と物質濃度の測定は、熱物質輸送現象の学理から化学分析や燃料電池などの実用分野に至るまで極めて重要である。特に、近年は試料の微量化とシステムの小型化が図られており、ミニ・マイクロ領域に対する測定が要請されている。例えば、化学分析の分野では、 μ TAS (Micro-Total Analysis System) の開発が精力的に進められており、局所的かつ高分解能の温度と濃度の測定が一層重要となっている。しかし、対象溶液は、マイクロ流体チップなどの内部に閉じ込められており、加えてチップ材料は中遠赤外光を吸収するため、従来の放射温度測定はできない。本研究では、水の近赤外吸収帯の温度及び水分量の依存性を利用した、独創的な温度と濃度のイメージング法を提案する。温度と濃度は同時にイメージングすることが可能であり、各種反応系における熱物質移動現象を定量的に明らかにすることを目的とする。

2. 研究内容

近赤外域の波長 1440 nm 付近に存在する吸収帯（水分子の対称伸縮振動と変角振動の結合音に由来する $\nu_1 + \nu_3$ 吸収帯）では、波長 1412 nm に温度に対する吸光度変化の極大値が存在し、温度に依存しない等吸収点が 1442 nm に存在する。一方、両波長はともに水の体積分率に敏感である。そこで、両波長の吸収画像を高速で交互に取得することを考案した。具体的には、2つのハロゲン光をチョップディスクによって交互に通過させ、各々の波長に対応する狭帯透過フィルタを介して試料に照射する。透過光は、チョップと同期させた近赤外カメラによって各波長 100 frames/s で撮影される。両波長の吸収画像から温度と水体積分率の時系列画像を構成する。

図 1 は、Y 字流路内の水とエタノール水溶液に対して温度と水体積分率を画像化した一例である。流れと拡散による温度と濃度分布の変化が明瞭に画像化された。温度分解能は 0.2 K、濃度分解能は 0.05% 以下であることを示した。

3. 今後の展開

水の近赤外吸収特性を利用した温度と濃度の同時イメージング法は、蛍光物質などの物質添加を必要としない非接触式測定法であるため、様々な水溶液試料を簡便かつ迅速に測定することが可能であり、様々な応用が期待される。

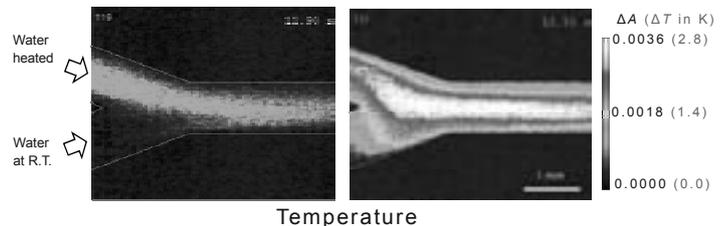


図 1 (a) . Y 字型流路（幅 1 mm、深さ 0.5 mm）の上側枝流路から加熱（約 3 K）された純水、下側から室温の水が流入し合流したときの温度画像。右は流入直後で左は 0.2 s 後の画像

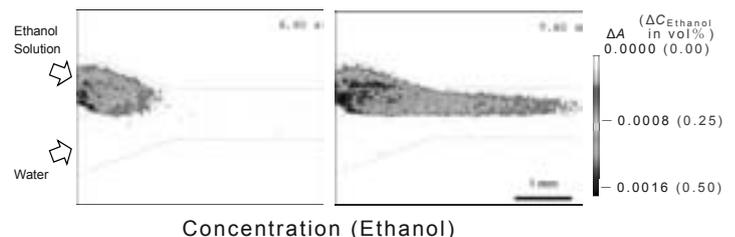


図 1 (b) . 同流路に上側からエタノール水溶液 (0.5vol%)、下側から純水が流入したときの水の積分率画像

*1)首都大学東京、*2)鳥取大学、*3)独立行政法人産業技術総合研究所、*4)電気通信大学

医用チタン材料のマイクロフォーミングと通電加熱効果によるその高精度化

○清水 徹英^{*1)}、楊 明^{*1)}

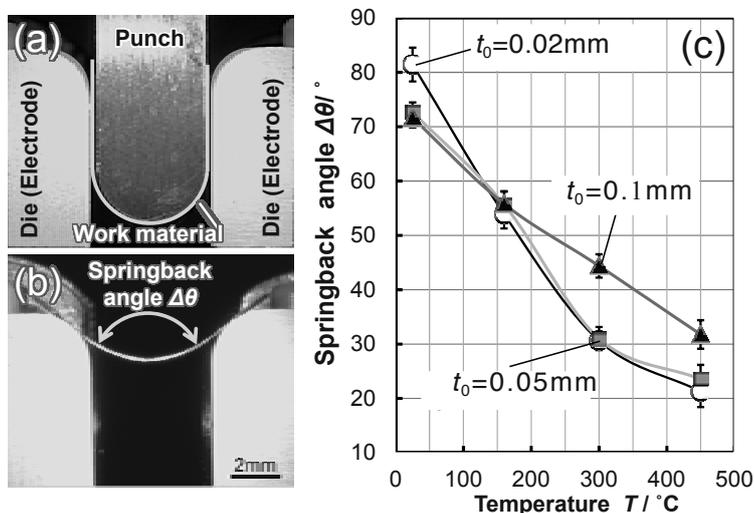
1. 目的・背景

超高齢化を背景に医療用微細部品の量産化への要求が強まる中、その医用部材として、高い生体適合性と強度を兼ね備えたチタン材料へのマイクロ加工技術の適用が期待されている。特に、さらなる高精度化への要求に対し、様々な製品への適用範囲が広い曲げ加工では、材料のスプリングバック挙動が課題となっている。筆者らは、これまでに金属箔材の二次成形を対象とした熱援用マイクロ塑性加工システムの開発及び各種成形試験を行い、金属箔材成形への熱援用プロセスの有用性を示してきた。本稿では、マイクロ曲げ成形精度の向上を目標に、熱援用マイクロ曲げ試験装置の開発を行い、材料板厚と加熱温度がスプリングバック量へ与える影響を検証し、スプリングバック量低減に対する熱援用効果を明らかにすることを目的とした。

2. 研究内容

(1) 実験方法

マイクロ曲げ試験では、3種の板厚を有する純チタン箔材に対して3点曲げを行った。加熱温度として、室温、160、300、450℃に供試材を加熱後、曲げ変形を付与し(図1(a))、その後装置正面に設置されたデジタルマイクロスコープを用いてスプリングバック量を測定した(図1(b))。本成形システムでは、曲げダイが電極の役割も兼ねており、ダイを通じて箔材に通電することでジュール熱により加熱が可能である。また、設定温度を維持するため、放射温度計による供試材中心部下面の温度測定値を基に、通電出力のPID制御を行った。



(a) 曲げ成形後外観、(b) スプリングバック後外観、(c) 異なる板厚を有する純チタン箔材のスプリングバック量の温度依存性

図1. 熱援用マイクロ曲げ試験概要

(2) 結果及び考察

図1(c)に試料の板厚、加熱温度とスプリングバック量の関係を示す。室温時では、板厚が薄い試料ほどスプリングバック量が大きくなっており、中でも最も薄い0.02mmの試料のスプリングバック量が他の板厚条件と比較して最も大きくなっている。一方、被加工材を加熱することでこれらの傾向は逆転し、450℃では、板厚0.02mmの試料のスプリングバック量が最も小さい値を示した。以上より、マイクロ曲げ成形における熱援用効果を示した。

3. 今後の展開

新たに曲げダイを電極とする熱援用マイクロ曲げ加工システムを開発し、材料加熱によるスプリングバック量の低減効果を示した。以上のように、プレス金型自体を電極とした通電加熱による援用プロセスを適用することで、マイクロ部品成形におけるより高い成形精度の実現が期待される。

*1)首都大学東京

6月19日(木)

研修室244

**情報技術
バイオ応用**

階層的自動タグ付けによるエキスパート検索エンジンの研究・開発

○大平 倫宏^{*1)}、富山 真一^{*1)}

1. 目的・背景

現在、企業内や研究グループ内等の問題解決においては、特定の専門知識を活用することが重要になっている。このためには、そのグループ内で、適切な知識を持った専門家を見つける必要がある。近年では、専門家を検索するためのエキスパート検索システムが考案されているが、現状で提案されているシステムでは、検索語が類義語を持つ場合や、一人の従業員が複数の専門分野等を持つ場合において、正しく機能しない場合が存在する。本研究では、類義語に対応した階層的タグ付けを利用することで、検索語が類義語を持つ場合でも専門家をリストアップでき、かつ一人の専門家が複数の専門分野を持つ場合でも、階層的タグと検索語の関連度からふさわしい専門家をランキング可能なエキスパート検索の方法の研究・開発を行った。

2. 研究内容

(1) 実験方法

従来、よく用いられる方法として、図1のように専門家に対するタグを列挙し、そのタグとの関連性を元に検索を行う方法がある。それに対して、本研究では、社内文章やウェブ上の情報を基に、自動的に図2のような階層的タグ付けを行う方法を開発した。類義語は横方向に、カテゴリ分類は縦方向にタグをリンクしている。検索時には、検索語と人物名のタグ間の距離の総和を利用して、ランキングを行う。

(2) 結果及び考察

図1に示す従来型の方法と、図2に示す提案法の比較を行った。比較方法としては、あらかじめ検索語とそれに対する各専門家の関連性を定めておき、ランキングの正当性を示す指標である NDCG@5 を用いて評価した。NDCGの値が大きいほど正当性が高い。表1から、提案法が従来法に比べ、優れていることが分かる。特に、従来法では図1のような例で、検索語として「超音波」と「害虫駆除」を選んだ場合に、Aさんを高くランク付けすることが多い。それに対して提案法では、「超音波探傷試験」に関連する「超音波」と「毒性駆除」に関連する「害虫駆除」を区別して捉えるため、Aさんを不当に高くランク付けすることはない。タグを階層化することにより、一人の専門家が複数の専門分野を持つ場合でも、正確に評価が可能となる。

専門家名	Aさん
タグ	超音波、探傷試験、 毒性物質、害虫駆除

図1. 従来の専門家へのタグ付け方法



(数字はタグ間の距離を表す)

図2. 階層的なタグ付け方法

表1. NDCG法による比較

	従来法 (図1)	提案法 (図2)
NDCG@5	0.612	0.814

3. 今後の展開

新たな分野での製品開発を行う企業においては、その分野の専門家とコンタクトを取ることが重要である。また、成長企業では、人数が増加するにつれて、誰がどの分野の専門家かを把握することは困難となる。このような開発型中小企業に向けて、本研究成果の活用を働きかけていきたい。

*1)情報技術グループ

ロボット制御に用いるための生体電位センサの開発

○村上 真之^{*1)}、入月 康晴^{*2)}、志水 匠^{*3)}

1. 目的・背景

生活支援ロボットの製品開発では、ロボットが強い電磁妨害に曝された場合の安全確保への対応が必要である。一般的にロボットの制御系では、センサ部が電磁環境に最も影響されやすく、電磁ノイズを信号として誤検出すると、ロボットが誤動作して危険である。生体信号計測分野では、多くのノイズ対策手法が提案されているが、ロボット制御に応用する場合の安全確保に着目したものは少ない。生体電位センサは、生活支援ロボットの入力制御装置に用いられることがあるため、本研究では、電磁妨害波の強度や周波数に依存することなく、電磁ノイズによる信号の誤検出を防止できる生体電位センサを開発する。

2. 研究内容

(1) 電磁ノイズ検知機構の考案と生体電位センサへの実装

表面筋電位計測では、人体の皮膚に取り付けた2つの電極間の電位差を検出する。生体電位センサが生体信号の検出と電磁ノイズによる誤検出とを判別するため、図1のような電磁ノイズ検知機構を考案した(特願 2014-048017)。電極ケーブル内に2組の導線を束ね、片方の組は電極と生体電位検出用の増幅器を接続し、もう片方の組は電極と電気的スイッチを接続する。信号解析器は、信号を検出するとスイッチを一時的に「閉」にし、2つの電極を短絡状態にする。短絡したにも関わらず、一定レベル以上の信号を検出したならば、電磁ノイズによる誤検出と判定し、上位ユニットに通知する。本センサをロボット制御に用いるには、機能安全の観点からセンサ部の故障診断が必要である。高周波の診断用パルスを経由ケーブルに注入し、二重化した片方の増幅器を介して診断用パルスの振幅を測定することにより、電磁ノイズ検知機構の故障を診断する。

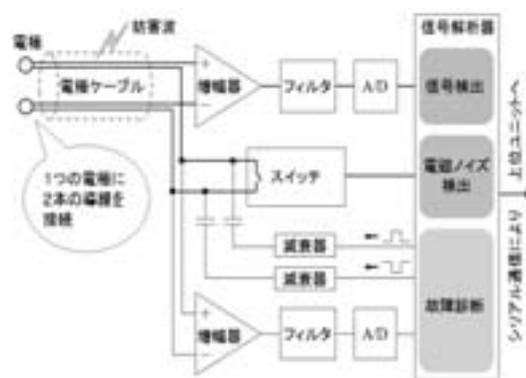


図1. 生体電位センサの内部構成

(2) 評価結果

開発したセンサを用いて、通常環境下でヒトの筋電位を測定したときの波形を図2に示す。スイッチがオンのときに信号が除去され、筋電位として判定した。一方、電極間に電位差を与えず、電磁妨害波(周波数 150 MHz、AM 変調、変調周波数 200 Hz)を照射したときの測定波形を図3に示す。スイッチがオンのときに信号が除去されず、電磁ノイズとして判定した。10 V/m の電界強度を用いた放射イミュニティ試験の結果、100%の誤検出防止率を確認した。

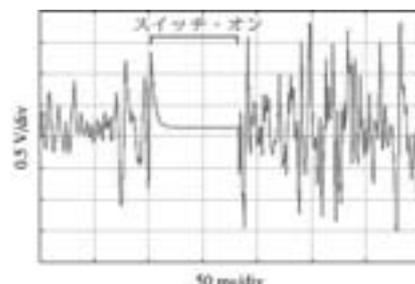


図2. 筋電位発生時の波形

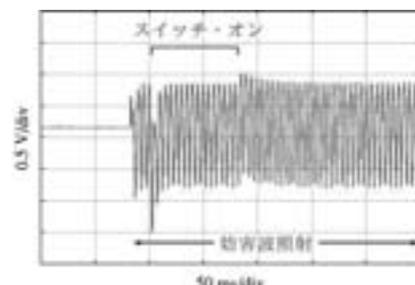


図3. 電磁ノイズ発生時の波形

3. 今後の展開

本センサは、電磁ノイズ検知の判定結果を上位ユニットに通知し、ロボットをどのように保護停止するかは上位に委ねている。本センサを移動支援ロボットの装着型ロボットに入力制御装置として用いて、システムとしての安全確保の評価を実施していきたい。

*1)ロボット開発セクター、*2)情報技術グループ、*3)電子半導体技術グループ

低コスト基板上光通信路実装技術の開発

○山口 隆志^{*1)}、武田 有志^{*2)}、大原 衛^{*1)}

1. 目的・背景

モバイル端末やネットワーク機器といった近年の電子機器では、処理の高速化に伴う発熱や、配線の高密度化によるノイズや伝送データの大容量化による配線スペースの増大が問題となっている。これらを解決する手段として、光信号を用いてICチップ間またはチップ内通信を行う光配線の実用化が進められている。光信号を伝送する光導波路の実装方法には、ドライエッチング法や転写法、露光・現像法、フォトリソ法などが主に用いられているが、いずれも数千万から数億円と高額で大規模な製造設備を必要とし、作業工程も多岐に渡るため、大手企業や一部の専門メーカー以外が扱うことは困難である。これに対し、取り扱いが比較的容易で、低コストであるディスペンサー装置を利用して光導波路を実装できれば、多くの企業が容易に導入することが可能となり、光配線を利用した製品開発の促進が期待できる。

2. 研究内容

(1) 実験方法

紫外線を照射することによって硬化する樹脂を用いて、光導波路を実装した。PCにおいて設定した描画パターンに従って、ロボットが樹脂を吐出するノズルを動かす。ノズルから吐出される樹脂の量は、外部のエアコンプレッサーから送られてくる空気圧をディスペンサーで調整することにより制御される。屈折率の異なる2種類の樹脂をそれぞれ粘度 $1 \times 10^4 \text{mPa}\cdot\text{s}$ 、 $2 \times 10^4 \text{mPa}\cdot\text{s}$ 、 $3 \times 10^4 \text{mPa}\cdot\text{s}$ 、 $4 \times 10^4 \text{mPa}\cdot\text{s}$ の4通り用意した。表1に、粘度が $4 \times 10^4 \text{mPa}\cdot\text{s}$ のものについての特性を示す。以上の環境を用い、本研究では、直線導波路の実装実験と通信テストを行った。

(2) 結果及び考察

ファンクションジェネレーターにより生成した矩形波でLEDを点滅させ、長さ10cmの光導波路内を伝搬した光をフォトダイオードで光電変換し、オシロスコープで波形を観測した(図1)。図2に示す通り、入力した矩形波と同相の出力波形が観測された。ディスペンサーによって実装された光導波路を用いて、正しく光信号を伝送できていることが分かる。

3. 今後の展開

光回路としての実用性を考慮すると、曲がりや分岐、合流の形状についても実現することが求められる。また、光導波路へ光信号を入力または出力させる方法は、伝搬効率の面で非常に重要となる。数値シミュレーションを用いて理論的に詳細な設計を行うことが必要となる。大学との連携や光学機器メーカーなどとの共同研究を通じ、実用化を見据えた研究開発を行う。

表1. 紫外線硬化樹脂の例

	樹脂 A	樹脂 B
粘度 23℃ (mPa·s)	40,300	41,250
屈折率	1.5220	1.4562

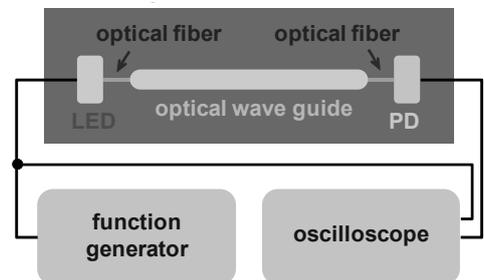


図1. 通信試験の接続図



(上：入力波形 下：出力波形)

図2. 入出力波形

*1)情報技術グループ、*2)生活技術開発セクター

生活習慣病ハイリスクグループ特定に向けた データマイニングシステムの開発

○中山 洋一*1)、上島 優一郎*1)、岸本 充弘*1)

1. はじめに

生活習慣病は40歳以降で罹患者が増加しはじめ、年齢とともに増加する。現在、高齢化に伴い、これら生活習慣病の罹患者数が急激に増加しており、それとともに関連医療費が急増し、健保組合の財政を圧迫している。これを防ぐためには、そもそも生活習慣病にかからないよう、その予防のための啓蒙活動が重要である。

生活習慣病の原因は、主に20代・30代に確立するライフスタイルにあり、生活習慣病に直面していない世代に対して、予防の重要性について啓蒙することは、これまでも多数の試みがなされているが、非常に困難な状況にある。疾患の予防には、特にインフルエンザ流行時の対応に代表されるような、予防のための行動の啓蒙も重要ではあるが、一方で、遺伝子検査に代表されるような、個々人の疾患リスクの把握も疾患予防に効果的であることがすでに知られている。特に、生活習慣病の場合は、特定の生活習慣を変更するよう動機付けを行う必要があり、往々にしてその変更は対象者の大きな精神的負担を伴う。

以上のようなことから、生活習慣病の中長期的な罹患確率を算定できるような、簡便かつ安価で正確な方法が望まれている。今回、健保組合が法令に基づいて実施している一般検診にいくつかのデータを付加したもので生活習慣病の中長期的な罹患リスクの高いハイリスクグループを予測するシステムを開発した。

2. 方法・結果

本システムは、検査データを保持するデータベース部と、予測を行うためのデータマイニング部から成る。データマイニングには、主成分分析やニューラルネットを組み合わせた手法を用いている。本システムの供試データとしては、約3万人×3年分の一般検診と健保独自の追加検査及び問診のデータを使用した。

本システムから出力される結果は、6種類の生活習慣病（糖尿病、脂質異常症、高血圧、血栓症、慢性腎疾患、脂肪肝）の各疾患の10年以内の罹患リスクを、100点が最高点（最高リスク値）として算出するようにした。また、各被験者の状況に応じて、期待される余命の長さを「総合健康度数」として表現するようにした。

3. まとめ・考察

本システムは、まだデータ数が十分ではないために、予測性能には限界があるが、本手法でこのようなリスク値の予測が可能であることを示すことができた。また、本手法を応用することによって、内科系疾患のコンピュータによる自動診断も可能であることを示すことができた。



*1)株式会社サイトライン・ソリューションズ

蓄積された学術論文のアプリケーション開発への応用

○長尾 雄行^{*1)}、ボサール アントワーン^{*1)}1. はじめに

数理科学・物理学等の分野では、出版前の学術論文をプレプリントとして arXiv.org に代表されるプレプリント共有サービスで配布することが一般的である。プレプリントの数は毎年増加を続けており、多くの分野の研究者にとって貴重な資料となっている。筆者らはこれまで、蓄積された学術論文プレプリントの解析により、研究者が論文執筆時に広く利用する DVI プレビューアの改善案の提案を行い、ModernDvi というスマートデバイス向けの DVI プレビューアを開発及び公開してきた。

2. 資源としてのプレプリント

プレプリントの総数は、過去 20 年以上に渡って成長を続けており、今後も成長が見込まれる。実際、1991 年から 2013 年末までに arXiv.org に登録された（ソースコード付きの）プレプリントの総数は 90 万本に達し、年間の登録件数は過去 10 年間で毎年 9% 前後の成長を続けている。このようなプレプリントの体系は、学術論文の執筆実態を調査し、より使いやすい執筆環境を提案するための手段として提供する。

3. ModernDvi

ModernDvi は、LaTeX の中間形式である DVI ファイルのビューアである（図 1）。ソフトウェア構成は、図 2 に示すように、タッチ操作・余白除去・自動ズームに対応した View、圧縮された 2400DPI の 2 値ビットマップ・フォントをリサンプリングして描画する Rendering Engine 及び約 800 本の組み込みフォントパッケージから成り立つ。View と Rendering Engine は、複数スレッドによる並行処理に対応しており、マルチコア環境下でスムーズな描画が可能である。

従来の DVI ビューアでは、フォントをアプリケーションに組み込まず、TeX のディストリビューション (TeXLive 等) が配布するものを外部ファイルとして参照するアーキテクチャが採用されているが、タブレット用のアプリケーションでは、このような外部化が許されない。同一タブレット内の個々のアプリケーションは隔離され、データの共有ができないためである。

そこで、ModernDvi では、過去のプレプリントのソースコードをコンパイルして得られる DVI ファイルのフォントテーブル（利用フォントの名称とサイズの一覧）を解析し、研究者が頻繁に利用するフォントを抽出し、手作業により再配布の問題がないことを確認して、組み込みフォントとしてバンドルしている。

4. 今後の展開

本研究の成果である ModernDvi は、Windows Store において提供しており、ソースコードも BSD ライセンスの元で公開している。現時点では、日本語には対応していないが、今後対応する予定である。美しい数式を利用したタブレット用の e-Learning システムを開発するためのひな形として、ModernDvi のソースコードが活用されることを期待する。



図 1. ModernDvi の利用画面



図 2. ModernDvi の構成

*1)産業技術大学院大学

重水の広帯域誘電率測定とその応用の可能性

○鈴木 敬久^{*1)}、菅野 喜伊^{*1)}、キック アルフレード^{*1)}

1. 背景及び目的

近年、生体安全性・生命分野への応用に関連して、ミリ波・THz 帯電磁波と生体物質の相互作用メカニズムについての関心が高まっている。電磁波と生体物質の相互作用を解明するためには、生体物質の構成要素レベルの構造に起因する電磁界の力学的応答を特徴付ける複素比誘電率（または電気定数）の測定が必要である。構成要素レベルとは、分子構造、分子における電荷の分布状態、原子核構造に起因する質量などを示す。また、生命分野では、H/D 交換法（水素/重水素交換法）を用いたタンパク質の構造解析が行われており、我々はミリ波帯の誘電率測定をこのような解析手法に適用することができるのではないかと期待している。こうした応用のためには、重水（Deuterium Oxide、以下D₂Oという）の誘電率をあらかじめ広帯域で取得しておくことが必要となる。本研究の目的は、D₂Oの100MHzから110GHzまでの超広帯域な複素誘電率の周波数分散特性の測定を行うことである。また、測定データから今後期待できる応用について検討する。

2. 研究内容

(1) 実験方法

複素誘電率の測定には、100MHz-33GHz の範囲で同軸プローブ法、そして 33GHz-110GHz の範囲で図 1 に示す導波管貫通法（以下 WP 法という）を用いた。WP 法は、導波管広壁面に穴をあけてガラス製の毛細管を貫通させて測定を行う手法である。毛細管を貫通させた導波管は、同軸導波管変換器、テストポートケーブルを介してベクトルネットワークアナライザ（以下 VNA という）に接続されている。ミリ波帯における WP 法の測定の特徴は、外径が 1 mm 以下、容量が数 μl の毛細管を用いることで、極少量のサンプルによる測定が行える点である。これは、生体材料などの誘電率測定において重要な利点となる。複素誘電率は、VNA (E8361A, Agilent 製) で測定した S パラメータから導出する。

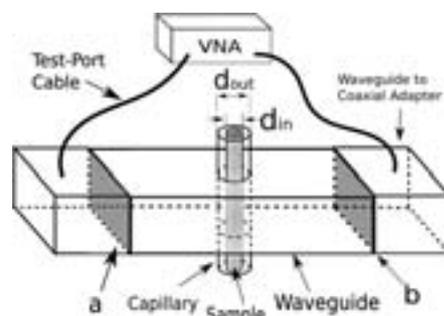


図 1. 導波管貫通法測定システムの概略図

(2) 結果及び考察

D₂O の複素比誘電率の周波数特性を測定した結果を図 2 に示す。測定結果から、30-110GHz のミリ波帯において D₂O の誘電率は、H₂O の誘電率に比べて小さくなっていることが分かった。また、D₂O の緩和時間は 8.81×10^{-12} s であり、H₂O の緩和時間 7.69×10^{-12} s に比べて 1.12×10^{-12} s 長くなっていることが分かる。これは、D 原子中の中性子 1 個分の質量増加による配向分極の緩和時間の増大を観測していると考えられる。この同位体の質量変化による緩和周波数のシフトとタンパク質の質量を対応付けることで、ミリ波・THz 帯における誘電率測定をタンパク質の構造解析技術に応用できると期待している。

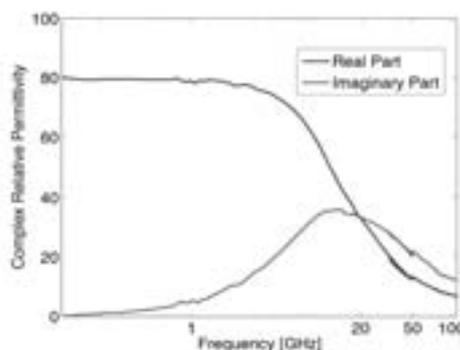


図 2. 100MHz-110GHz の重水の複素比誘電率の周波数特性

3. 今後の展開

本研究では、同軸プローブ法と導波管貫通法を使用し、100MHz から 110GHz までの超広帯域な周波数範囲で D₂O の複素誘電率を測定した。結果として、H₂O と比較して高周波側の誘電率と緩和周波数に差が出ることを確認できた。このような基本的な測定結果から、生体分子の一部を同位体で置換することにより、誘電率の周波数特性の違いを観測すれば、その分子に関しての動的及び静的な情報を得られる可能性があり、応用への発展が期待できる。

*1)首都大学東京

食中毒菌の迅速検出技術の開発

○富永 達矢^{*1)}、常見 崇史^{*1)}、関根 正裕^{*2)}

1. 目的・背景

平成 24 年に北海道で起きた腸管出血性大腸菌 O157:H7 による食中毒事件では、原因食品が札幌市を中心とする広い地域へ流通していたため、広範囲にわたり患者が発生した。食品製造者は、このような事件の発生を未然に防止するため、製品に食中毒菌が混在していないか検査している。食中毒菌の検出法として、培養法や PCR 法が知られている。しかし、前者は培養に長時間を要し、出荷前に結果を得られないことが多い。後者は専用装置を要するため、製造現場への導入が難しい。このため、迅速かつ専用装置が不要な食中毒菌の検出法が求められていた。

近年、イムクロマト法の普及が進んでいる。この技術は、特定の抗体が特定の細菌とのみ結合することを利用し、食品懸濁液中に対象菌が存在した場合、試験紙上の特定の位置にラインが見える仕組みになっている。本研究では、高感度なイムクロマト試験紙の開発を試みた。

2. 研究内容

(1) 実験方法

被検菌として *Escherichia coli* O157:H7 (O157) の加熱殺菌菌体を使用した。展開部上端より約 1.3 cm の位置に、抗体を固定した。菌体を添加した溶媒 0.2 mL を試験紙上に滴下し、展開した。溶媒展開後、試験紙の画像をスキャナーにて 600 dpi の解像度で取得し、試験紙の濃淡をピーク面積に換算した値から検出の有無を評価した。

(2) 結果及び考察

抗 O157 抗体を用いて、イムクロマトの試作品を作製し、 10^5 cfu (図 1 (A))、 10^4 cfu (図 1 (B)) の O157 を検出できた。厳密な測定法ではないが、ピーク面積の計算により、テストラインの濃淡を数値化できることが分かった(図 1(C))。抗体を直径 40nm、60nm 及び 80nm の金コロイドで標識し、感度を評価した。コロイド径が大きいほど、感度が高まる傾向がみられ、80nm で標識した際には、 10^3 cfu の O157 を検出できた。定量性を評価したところ、 $5 \times 10^2 \sim 4 \times 10^3$ cfu の範囲では、菌数とピーク面積との間で高い相関性 (相関係数 = 0.98) がみられた (図 2)。O157 以外に黄色ブドウ球菌・エルシニア菌・リステリア菌についても抗体を変えて、試作品を作製した。これら 4 種の細菌は、1 枚の試験紙でも同時に検出できた。野菜や食肉に O157 を添加し、懸濁液を試験紙上に展開したところ、 10^3 cfu/mL の O157 を検出できた。以上の結果から、実際の食品検査に適用できるものと期待する。

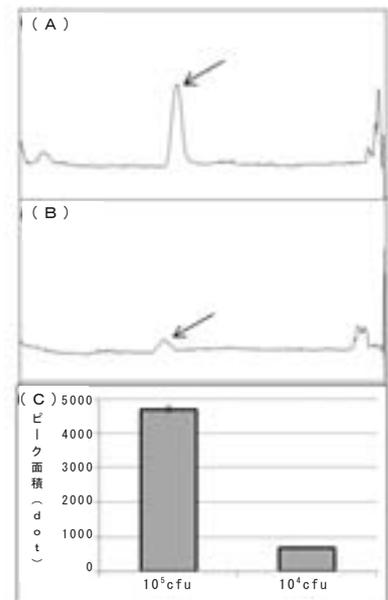


図 1. 試作品の評価

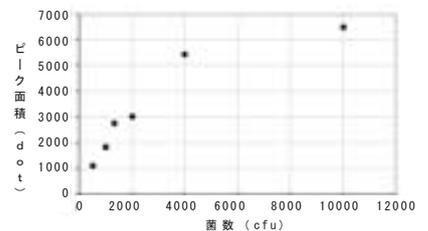


図 2. 定量性試験

3. 今後の展開

迅速で専用装置が不要な食中毒菌の検出法を構築することができた。今後は、埼玉県内の中小企業で実施できるように製造面の実用化を進めていきたい。

*1)埼玉県産業技術総合センター北部研究所 *2)埼玉県産業技術総合センター

iPS 細胞等幹細胞／フィーダー細胞の分離培養膜の開発

○大藪 淑美^{*1)}、柚木 俊二^{*1)}

1. 目的・背景

幹細胞研究で用いられる iPS 細胞は、多能性を維持しながら増殖させることが必要である。培養方法の一つに、必要な液性因子を産生するフィーダー細胞を下敷きにして、同一平面上に iPS 細胞と一緒に培養する方法があるが、iPS 細胞を実験等に使用する場合に、フィーダー細胞と分離する作業が必要になる。形質を維持した iPS 細胞の単離操作は複雑な作業のため、簡素化・効率化が求められる。iPS 細胞の取り扱いが難しく、分化能の低下や染色体の異常が頻発するため、従来法を大きく変更することなく、フィーダー細胞と iPS 細胞を分離培養することが iPS 細胞研究の効率化につながる。

分離培養に要求される膜は、フィーダー細胞が産生する液性因子（タンパク質）の透過性が必要である。我々は、コラーゲンナノ線維からなるハイドロゲルの生物学的・物理化学的性質に着目した。コラーゲンナノ線維からなるハイドロゲルを形成し、線維間の空隙は液性因子を透過させる通路となる。ナノ線維間に架橋を導入し、空隙を制御して分離膜を作製する。

本研究は、分離培養容器（図1）で両細胞を隔離して、フィーダー細胞が産生する液性因子を iPS 細胞に作用させるタンパク質透過性の分離膜材料を開発することを目的とした。

2. 研究内容

(1) 実験方法

pH3.0 希塩酸で希釈した 0.2% 豚皮由来のアテロコラーゲン溶液に 1.5×PBS を等量混合し、カップ状培養容器に流し込んだ。カップ状容器は、底面に近い壁面にゼラチンをコーティングした後、メッシュを貼り準備した。37℃でコラーゲンを線維化させ、1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)-カルボジイミド水溶液でコラーゲン線維ゲルを架橋して分離膜を作製した（特願 2012-074775）。

PBS で洗浄した分離膜を、フィーダー細胞を播種した培養皿内に配置した。膜上に iPS 細胞を播種して 5 日間培養した。iPS 細胞の未分化性能を ALP 染色により評価した。

(2) 結果及び考察

培養した iPS 細胞の位相差顕微鏡観察像を図 2 に示す。iPS 細胞の分化能は未分化能の高さで評価するため、未分化維持率を評価した。iPS 細胞のコロニーは、輪郭が明瞭な球状の凝集体であった。これに対して従来法では、コロニーは輪郭が不明瞭でいびつな凝集体であった。また、未分化状態を染色する ALP 染色では、分離膜上の iPS 細胞の方がより染色性が良好であった。90%以上染色されたコロニーを未分化維持されていると評価した。未分化維持率は、従来法では 19.7%であるが、分離膜上では 95.6%であった。コラーゲンが iPS 細胞の未分化維持に影響があるとの報告があることから、分離膜のコラーゲンが iPS 細胞に影響を与えたと考えられる。

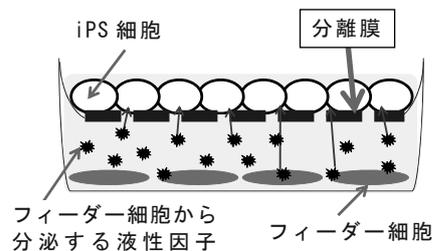


図 1. 分離培養の概念図

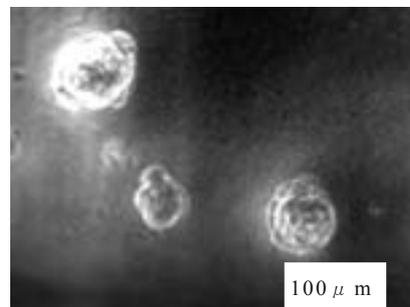


図 2. 分離培養の iPS 細胞の位相差観察像

3. 今後の展開

本成果は、iPS 細胞に限らず、分離膜を必要とする様々な細胞にも利用が考えられ、分離培養容器の商品化が期待される。しかしながら、現状の分離膜は脆弱であり、生産効率が低いため、分離膜の生産性を向上する改良が必要である。

謝辞

本研究の一部は、(一財) 向科学技術振興財団研究助成により実施された。

*1) バイオ応用技術グループ

体温にตอบสนองしてゲル化するインジェクタブルコラーゲンの開発

○ 柚木 俊二^{*1)}、大藪 淑美^{*1)}、畑山 博哉^{*1)}

1. 目的・背景

コラーゲン水溶液は、低温で流動性を保ち体温でゲル化するため、医療用インジェクタブルゲルとして使えるが、その臨床応用は美容整形用に限定されている。これは、粘度が高すぎて取り扱いが難しく、ゲル弾性率が低いという問題があるためである。本研究では、弾性率を高めるためのコラーゲン架橋剤としてゲニピンを添加し、インジェクタブルゲルに求められる物理的特性を明らかにした。ゲニピンは、クチナシから抽出される植物由来の架橋剤で、従来の架橋剤よりも毒性が低いことが報告されている。

2. 研究内容

(1) 実験方法

サンプル調製：ゲニピンを含んだ濃縮リン酸緩衝生理食塩水（PBS）と医療グレードのペプシン消化コラーゲン（PSC）（1%ブタ皮膚由来コラーゲン水溶液、日本ハム（株）製）を混合し、1×PBSを溶媒とした0.5% PSC/ゲニピン水溶液を調製した。

粘弾性測定：動的粘弾性測定装置（HAAKE MARS III、ThermoFisher Scientific 製）を用いて、25℃における水溶液の粘度変化及び25℃から37℃への温度上昇にตอบสนองした水溶液のゲル化を追跡した。

(2) 結果及び考察

インジェクタブルゲルは、操作環境（室温）での流動性と生体組織に接触した後の急激なゲル化が要求される。PSC/ゲニピン水溶液の室温での粘度変化を追跡したところ、30分後でもゲル化点に達しなかった。水溶液の気泡除去や注入器への充填に要する時間を考慮しても、十分な流動性保持時間である。

PSC/ゲニピン水溶液を25℃で10分保持し、その後37℃に温度を上げて60分保持したときの貯蔵弾性率の変化を図1に示す。PSCは単独でも体温（37℃）にตอบสนองして線維化し、ゲルを形成するという性質があるが、弾性率が約130 Paでプラトーに達した（図1）。ゲニピンを添加すると、37℃到達後2分後にゲル化が始まる鋭い温度応答性は維持され、ゲル弾性率の上昇速度がゲニピン濃度に依存して高くなった。得られたゲルは白濁し、コラーゲンの線維化が生じたことが電子顕微鏡からも観察された。温度上昇後60分で弾性率は2000 Paを超えた。

3. 今後の展開

PSC/ゲニピンインジェクタブルゲルの高弾性率及びゲニピンによる生体組織への結合能は、従来のインジェクタブルコラーゲンにはない特長である。ラット背部への埋植試験からゲニピン濃度2 mMまでは組織障害が見られないことも明らかになった。まずは、生体組織の欠損部を補てんする医療機器としての有用性を医工連携研究により実証し、企業への橋渡し研究（トランスレーショナルリサーチ）へと速やかに展開する。

※本研究の詳細は、Yunoki, et al., International Journal of Biomaterials, Vol.2013, Article ID 620765 に記述されている（特願 2012-256802）。

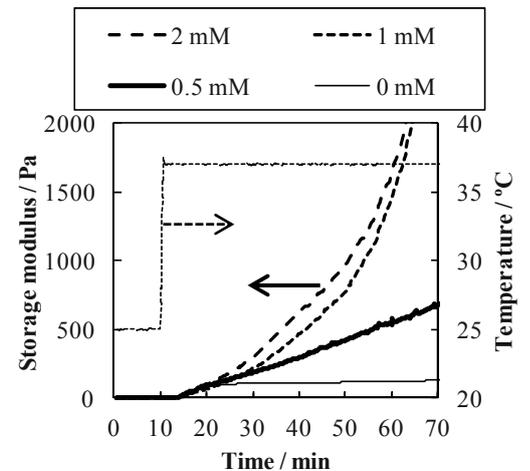


図1. 0.5% PSC/ゲニピン水溶液の温度応答性ゲル化曲線
(枠内の数値はゲニピン濃度を示す)

*1) バイオ応用技術グループ

6月19日(木)

会議室531

**メカトロニクス
ロボット開発技術**

自律的に市街地を移動するロボットの開発

○内村 裕^{*1)}

1. 目的・背景

少子高齢化の進む我が国においては、様々なサービスを提供するロボットへの期待は大きい。こうしたサービスロボットの必要機能の一つが移動機構であるが、実生活空間において自律移動ロボットが安全かつ確実に走行するには、周辺情報や自己位置を高い精度で把握し、人間の生活に支障が出ないようにロボット自身が判断し、動作をする必要がある。

そこで、本研究では、内蔵したセンサから得られた計測情報を処理することで、安全かつ確実な走行を実現するロボットを開発した。

2. 研究内容

(1) 開発したロボットの概要

図1に、開発した移動ロボットの外観を示す。同ロボットは、複数のレーザ距離センサと CMOS カメラを搭載しており、周囲の環境を3次元計測する。同計測データをロボットに搭載したノート PC で処理することで、走行経路周辺の地図を作成すると同時に、ロボットの位置を逐次推定する機能を有している。また、自己位置推定の精度向上のため、地図上の探索範囲を適応的に拡大・縮小する手法を考案し、適用している^[1]。

このため、移動経路上に磁気テープなどのガイドを必要とせず、設営のための手間やコストの点で優位である。本ロボットは、建物内はもとより、人が行き交う屋外での使用を想定しており、対人安全性を考慮すると同時に、ロボット周囲の障害物や接近する人などを自動検知し、停止・回避動作をする機能を有している。



図1. 開発した移動ロボット

(2) 結果及び考察

つくば駅前広場及び周辺の公園や公道を含む約1.5kmのコースで開催される「つくばチャレンジ」に2010年から参加し、開発したロボットの性能を検証している。経路上には、図2のように歩行中の人や自転車はもとより、様々な移動型店舗が日々場所を変えて出店するなど、事前想定の高い障害物が存在する。2013年においては、経路中のどこかに座っている探索対象の人間を探す課題が設定された。本ロボットは、スタートからゴールまでを完全自律で走破すると同時に、経路上の探索対象の人を複数発見することに成功した。



図2. 市街地を走行中のロボット

3. 今後の展開

本ロボットの開発において培った自律走行のための技術は、ガイドレスの自動搬送車や自動車の自動運転への展開が期待される。今後は、高価なレーザ距離センサに替わるデバイスによる自己位置推定技術の確立によって、より高精度かつ低コストな実現を目指す。

参考文献

- [1] 小宮康平, 宮下隼輔, 丸岡泰, 内村裕, 探索範囲を最適化したマップマッチング法による自律移動ロボットの制御, 電気学会論文誌 D (産業応用部門誌), Vol.133, No.5, pp.502-509 (2013)

*1)芝浦工業大学

信号処理手法のメカトロニクスへの応用 — DC モータの省エネルギー制御手法の提案 —

○青木 立^{*1)}

1. 目的・背景

自律型ロボットや介護者補助用の車椅子などバッテリー駆動のメカトロニクス機器では、駆動制御システムの省エネルギー化、省スペース化、軽量化が望まれている。DC モータを使用した機器では、従来の損失の大きいリニアアンプ制御ではなく、駆動回路が簡単かつ省エネルギー制御が可能な PWM 制御が多用されている。しかし、マイクロプロセッサに PWM 波発生回路が内蔵されていない場合、別途 PWM 発生回路を外付けする必要がある。その結果、コントローラの電力消費量は増加し、さらに、制御システムの重量が増え、大型化する。

そこで、本研究では、信号処理手法と制御手法を融合し、PWM 発生回路が内蔵されていなくても PWM 制御が可能になる手法の開発を目的とする。

2. デルタシグマ変調手法の PWM 制御への応用

図 1 に示すデルタシグマ変調器は、AD/DA 変換器などに多用されている。この手法を PWM 制御に応用する。一般に、デルタシグマ変調器のサンプリング周波数は MHz オーダであるが、メカトロニクス機器のそれは kHz のオーダである。そこで、DC モータの位置フィードバック制御系を例に、デルタシグマ変調手法のメカトロニクス機器への応用可能性を検証する。シミュレーションには、Matlab/Simulink を用い、サンプリング周期は 1ms に設定した。図 2 にステップ応答を示す。応答が定常状態になるとチャタリングが発生するが、従来のリニアアンプとほぼ同等の応答が得られた。図 3 にその時のモータ入力電圧を示す。図 2 及び図 3 よりデルタシグマ変調手法が PWM 制御に応用できることが分かった。

3. まとめと今後の展開

信号処理手法と制御手法を融合することにより、コントローラの省エネルギー化、省スペース化、軽量化を達成できる可能性を示した。今後、種々の信号処理手法をコンピュータ制御へ応用し、新たな省エネルギーかつ省スペース制御手法を考案する。さらに、それらの手法をバッテリーで駆動されるメカトロニクス機器に実装し、その有効性を実機により検証していく予定である。

謝辞

本研究は、平成 24 年度（公）首都大学東京 東京都立産業技術高等専門学校特定課題研究費の助成を受けた。

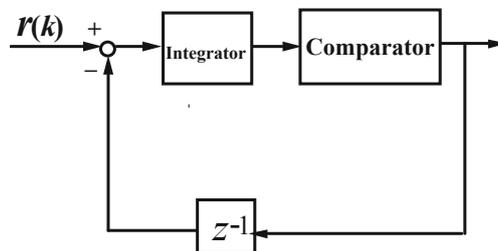


図 1. デルタシグマ変調器

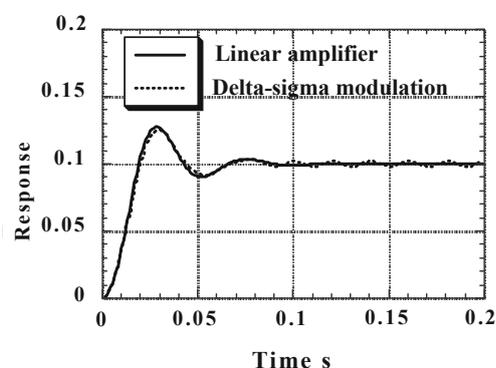


図 2. DC モータ制御系のステップ応答

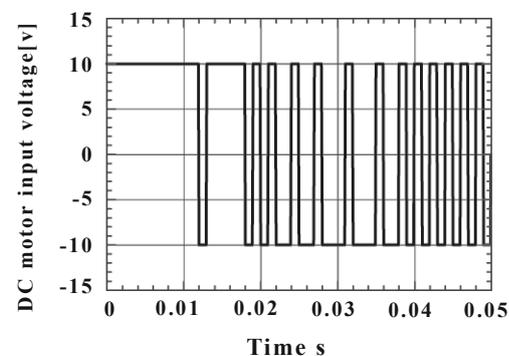


図 3. DC モータへの指令電圧

*1)東京都立産業技術高等専門学校

東京におけるシカによる森林被害と防除品の開発

○新井 一司*1)

1. 目的・背景

東京都西多摩郡奥多摩町では、スギなどの人工林を伐採し植栽した苗木が、急激に増加したニホンジカ（以下シカという）の採食によって被害を受けていた。植栽木に加え、林床の植物までもが採食され裸地化が進行した。2004年7月には、裸地化した再造林地から大量の土砂が流出して、町有の水道施設の取水口が埋まるという甚大な被害が発生した。この土砂流出被害を契機に、東京都はシカ保護管理計画を策定し、捕獲などの対策を実施した結果、現在のシカ生息頭数は減少傾向にある。このような中、東京都農林総合研究センターでは、森林・林業地において、シカとの共存を目指した研究を行っている。これまでに、シカから植物を保護し土砂の浸食を防ぐ急斜面版シカ侵入防止柵を開発したので報告するとともに、現在開発中のより簡単で効率的な防除品について紹介する。

2. 研究内容

(1) シカ柵のデザイン

これまでシカ柵は、資材搬入と設置の容易さから軽量化が重視され、化学繊維のネットが多用されてきた。しかし、この化学繊維のネットは、オスジカの角が絡み、柵が大きく破損したり、ノウサギなどに噛み切られたりする欠点がある。この対策として、鉄製の網は有効であるが、既存の金網の地際の折り返し部分の長さは254mmであった。これは、傾斜角がほとんどない平地では、十分な効果が見込めるが、奥多摩町の山地のような35度以上の急斜面で凸凹の起伏のある地形では、地際が開いてしまう恐れがある。そこで、この地際部分に着目し、急斜面で施行した時にも必ず地際が開くことなく、この折り返し部分にシカ自身が立ち、潜り込めない構造となるように、傾斜地において試作し、デザインを決定した。

(2) 結果及び考察

幅1475mmで、片側の網目は粗く反対側の網目は細かい長さ10mの金網を考案し、これを2枚用いて、上下二段に繋いで設置するスタイルとした。これにより、地際の折り返し部分の長さは950mmとなり、シカがこの部分に乗るスペースが確保された。用いた鉄の素材は、柔らかく地面が凸凹していても跳ね上がることなく、地面にまわりつくため、地面との隙間ができにくかった。試作品は、2006年に設置したが、7年経過した現時点でもシカの侵入を許していない。現在は、実用化され、商品として購入可能である。

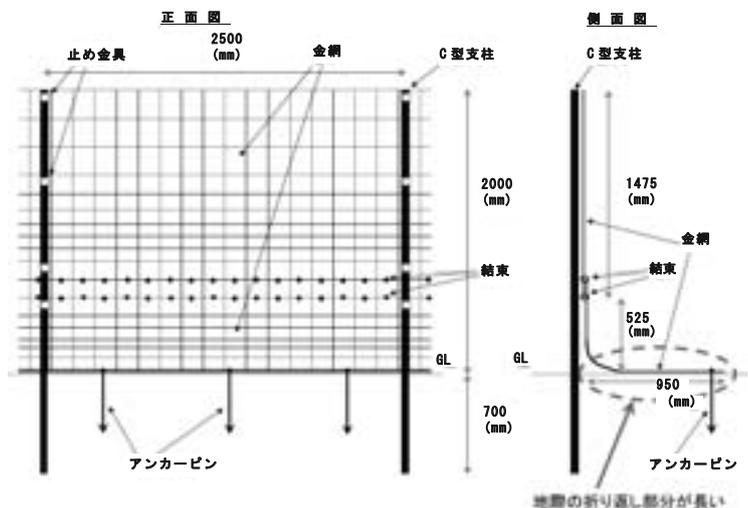


図1. 開発した急斜面版シカ侵入防止柵

3. 今後の展開

この完璧なシカ柵に対して、シカによる森林被害をより簡単に効率よく低減させるために、シカが林地に来たことを捉え、確実にシカに物理的な刺激を与える防除品を開発中である。

*1)公益財団法人東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター

バルーンロボットの開発

島田 茂伸^{*1)}、益田 俊樹^{*2)}、森田 裕介^{*2)} ○小林 祐介^{*3)}、後濱 龍太^{*1)}
佐々木 智典^{*2)}、横澤 毅^{*3)}、新井 宏章^{*4)}、入月 康晴^{*5)}

1. 目的・背景

本研究は、人との距離が近い、あるいは接触が必然となる「案内」、「見守り」、「警備」などのサービスで用いることができるロボットの開発が目的である。しかし、一般的なロボットは重くなるため、対人衝突のリスクが高くなる。そこで、空中を移動する飛行船ロボットに着目し、開発を行った。本発表では、飛行船ロボットの運動性能を向上させ、姿勢を制御する機構を試作して、動作確認を行った結果を報告する。

2. 研究内容

(1) 重心移動による姿勢制御

運動性能を向上させた飛行ロボットを実現するには、簡単な運動で姿勢を変えられる機構が必要になる。そこで、飛行船の浮心と重心の関係より重心位置が自由に移動できれば、重心移動による姿勢制御が可能となり、機体の運動性能を向上させることができるのではないかと考え、ピッチ方向とロール方向の重心を移動させる機構を試作した。試作には、3次元ナイロン粉末造形装置を用いた。試作した機構を図1に示す。機構には、重心を移動させる重り台を搭載しており、ピッチ方向は、レールを360°這わせて重りを回転でき、ロール方向は、中心から左右に150mm移動できる設計とした。

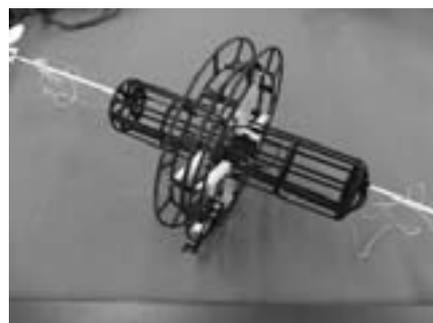


図1. 重心移動機構

(2) 飛行船ロボットの動作確認

試作した機構を飛行船ロボットに搭載して、動作確認をした。ピッチ方向の重り台を動かしたときの動作を図2に示す。図2の左図は重り台の動きを示している。ピッチ方向は、重心が移動することで自由に姿勢を制御でき、その場での宙返りを可能とした。回転翼を用いている従来方法と比べて、姿勢を制御するためのエネルギー消費が少なく、機体の運動性能も向上した。

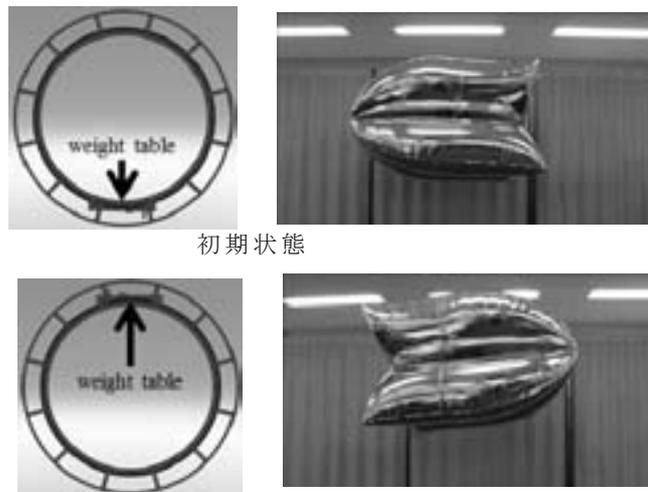


図2. 飛行船ロボットの動作

3. 今後の展開

本研究では、「案内」や「見守り」などのサービスを実現できる飛行ロボットを開発するため、飛行船ロボットに着目した。ロボットの運動性能を向上させる機構の試作を行い、実際に搭載して動作確認をした結果、ピッチ方向は簡単な運動で宙返りなどの動きが可能であることを確認した。今後は、機構部を軽量化し、ロボットを小型化させていきたい。遊具への展開や、「案内」のために軽量のセンサやカメラを用いて自己位置推定を可能にすること、「見守り」のために人に追従することを可能にし、産業へ応用していきたい(特願2013-159010)。

*1)生活技術開発セクター、*2)ロボット開発セクター、*3)機械技術グループ、*4)電子半導体技術グループ、*5)情報技術グループ

ロボット開発セクターの活動概要の紹介

○坂下 和広^{*1)}、佐々木 智典^{*1)}、益田 俊樹^{*1)}、村上 真之^{*1)}、森田 裕介^{*1)}

1. はじめに

少子高齢化、労働人口不足に対して、サービスロボットの普及が社会的に望まれている。都産技研では、ロボット開発セクターを新設し、少量多品種産業で中小企業の事業活動に適したサービスロボット産業の事業化の技術支援、製品化支援を充実させている。サービスロボット向け移動ベースの研究開発に加え、支援メニュー、設備の新設を計画している。

2. 新設ならびに予定している支援内容

(1) ロボット開発支援室 (通称：東京ロボットガレージ)
 新技術・新ビジネスが東京から数多く産声をあげられるように、ロボット開発支援室 (通称：東京ロボットガレージ) という開発支援室の今夏の開設にむけて準備を進めている。ここでは、複数台のサービスロボット (図1) ならびに、産業用ロボット (図2) の開発支援環境と技術支援が利用可能で、簡単な走行スペース等の提供も計画中である (機器利用、依頼試験、オーダーメイド開発支援等)。



図1. サービスロボット開発システム

(2) ロボット開発・走行試験室 (仮称)

サービスロボットは、人間と触れ合うことが宿命づけられており、それゆえ、安全に対する開発が事業化に対して重要なポイントになる。例えば、走行試験スペース (約 10m 四方) を設け、ロボットの走行経路、ダイナミックな姿勢の変化を複数のカメラでとらえることが可能なモーションキャプチャシステム (図3) 等を設置して高度な位置推定をし、安全性に配慮した移動ロボットの開発に寄与する (機器利用、依頼試験、オーダーメイド開発支援)。



図2. 産業用ロボットシステム

3. 支援メニュー

【依頼試験】

- ・往復動耐久試験
- ・小型製品落下試験機と高速度カメラ
- ・産業用ロボットシステム
- ・モーションキャプチャシステム 等

【機器利用】

- ・サービスロボット開発ベンチ
- ・産業用ロボットシステム
- ・モーションキャプチャシステム
- ・LabVIEW 等

これらを組み合わせたロボット開発に関するオーダーメイド開発支援、実地指導等のメニューも実施する。



図3. モーションキャプチャシステム

*1)ロボット開発セクター

T 型ロボットベースの開発支援

坂下 和広^{*1)}、○益田 俊樹^{*1)}、矢崎 徹^{*2)}、大熊 栄一^{*2)}

1. はじめに

近年少子高齢化が進み、労働力不足になるだろうということから、代替ロボットの需要が高まっている。本研究では、中小企業が安心してロボットを開発できるように、共通となるベースロボットを研究開発し、ロボットを提供することによって、中小企業が各種サービスロボットを事業展開することを目的としている。本研究は、セミカスタムメイド性の高いロボットについて共同で研究開発した。

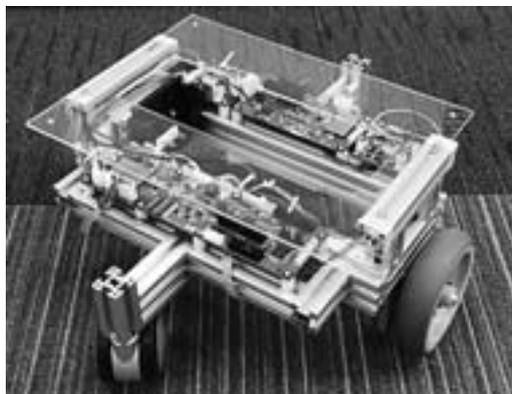


図 1. T 型ロボットベース TYPE-II

2. T 型ロボットベースの改良と応用について

(1) T 型ロボットベース TYPE-II の開発

従来の TYPE-I のロボットベースは、独立して回転駆動される 2 つの駆動輪を後輪として対向して配置し、キャスター 2 輪を前輪として配置する、いわゆる自動車という FR 型の車輪構成になっている。その場回転をすると、大きな円を描いて回転することが問題となっている。従来品の問題の解決策として提案した改良型の「T 型ロボットベース TYPE-II」を図 1 に示す。TYPE-II のロボットベースは、TYPE-I と同様に対向する 2 つの駆動輪の車軸上の中点に回転中心が位置するが、想定されるロボットの重心も回転中心の軸と一致する。これにより、回転が機敏になり、従来型より回転性能が向上した（特願 2013-134031）。



図 2. カスタムロボット

(2) セミカスタムメイド性の高いロボットの開発

ユーザーニーズを検討したところ、デザインをシンプルにし、カスタマイズするポイントを絞ることにした。その結果、ユーザーの希望として、外装のペインティングを用途に応じて変更したいという希望が強いことが分かった。これにより、着せ替えロボット「コンシェルジュ」を提案し、試作した。着せ替えロボットには、図 1 で示した「T 型ロボットベース TYPE-II」が採用され、シンプルな構造の前面の透明アクリル板と本体の間に、印刷した本体デザインを挟み込むことで、様々な用途に使い回しできるようにした。図 2 に着せ替えロボットとしての様々な例を示す。このように、前面のプリントを印刷して挟み直すことで、様々な用途に変更が可能で、セミカスタム性の高さが確認できた。

3. まとめ

本研究では、従来型の欠点を改善し、「T 型ロボットベース TYPE-II」を研究開発し、それを搭載したセミカスタム性の高い「コンシェルジュ」を VECTOR 株式会社と共同で開発した。今後のベースロボット事業の課題としては、簡単な不整地に対応可能な機構の改良、基板のワンチップ化による廉価化、モータの低コスト化、信頼性・安全性の向上等が挙げられ、現在研究開発を進めている。

*1)ロボット開発セクター、*2)VECTOR 株式会社

H24.10～H25.9【共同研究】デザインを考慮したサービスロボットベースの開発

T型ロボットベースの安全性向上への取り組み

○森田 裕介^{*1)}、中坊 嘉宏^{*2)}

1. はじめに

都産技研では、サービスロボット開発支援の取り組みとして、T型ロボットベースという移動技術を提供し、製品化支援を行っている。サービスロボットは、人との接触が前提であるため、対人安全性は必要不可欠である。最近では、生活支援ロボットの安全規格が制定され、サービスロボットの普及が期待されている。

T型ロボットベースを組み込んだサービスロボットを安全・安心に運用するため、T型ロボットベースの安全性を向上させることが我々の急務となっている。

2. 安全なロボット開発への取り組み

(1) 安全規格に基づく開発

サービスロボットの開発について参考にするべき安全規格として、ISO12100（安全設計の一般原則）やISO13482（生活支援ロボットの安全要求事項）が挙げられる。ISO13482は、ISO12100の考え方を基に策定されている。安全規格には、設計者が意図する使用に対して安全な機械を製作できる枠組みと指針が記されている。つまり、安全なロボットを開発するためには、規格の指針に従うことが重要である。

(2) リスクアセスメントとリスク低減策

安全とは、人や環境、財産に対して危害を与えないことである。規格では、危害の酷さと発生確率で総合評価したものをリスクと定めている。リスクアセスメントは、危害の根源である危険源を同定し、リスクを見積り、リスクを評価することである。リスクが許容できないものには、保護方策を行わなければならない。図1は、リスクアセスメントとリスク低減の流れである。

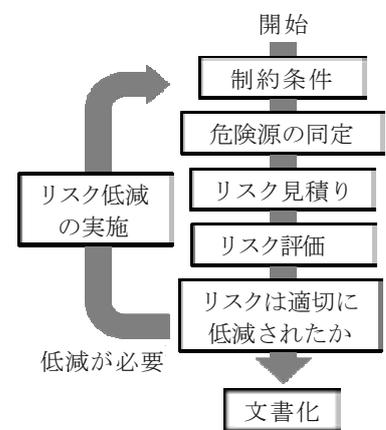


図1. リスクアセスメントとリスク低減の流れ

(3) 移動ロボットのリスクアセスメントとリスク低減策の例

移動するサービスロボットの開発を例とする。危険源を同定するためにFTA（Fault Tree Analysis）を用いて分析を行った。移動ロボットにおいて望ましくない状態に着目し、「ロボットの転倒」を想定した。ロボットが転倒することによって、危害を与えることは望ましくない。ロボットの転倒が発生する原因は、急な加速・減速、不安定な走行、脱輪などの移動機構の故障が挙げられた。このように発生原因を明らかにして、転倒が起こらないように対策することで、リスクの低減が図れる。各々の発生原因と対策方針の例を次のようにまとめる。

- ① 急な加速・減速 → 緩やかな制御の導入
- ② 不安定な走行 → 低重心化
- ③ 移動機構の故障 → 耐久性の向上

③はハードウェアの故障によるもので、改良だけでは故障を防ぐことはできない。ロボットの耐久性試験（図2）を行い、耐用年数を考慮した設計を行わなければならない。

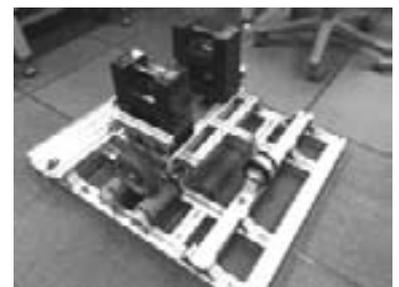


図2. 移動機構の耐久性試験

3. 今後の展開

安全なロボットの開発は、危険源を特定し、保護方策を行うことが基本的指針である。今後は、安全なロボット開発のために、対故障設計や耐久性評価の技術開発に取り組む。

*1)ロボット開発セクター、*2)独立行政法人産業技術総合研究所

モーションキャプチャシステムによる移動ロボットの運動計測事例

○佐々木 智典*1)

1. はじめに

本稿では、モーションキャプチャシステム（図 1、Eagle Digital Real Time System、Motion Analysis Corp. 製）による計測データを、移動ロボットへの運動指令と実際の運動を比較・検証するために利用する事例を示す。

2. 計測方法

図 2 に示す独立 2 輪駆動の移動ロボットの運動を計測する。前進速度 $v=250\text{mm/s}$ 及び機体中心まわりの回転速度 $\omega=0.625\text{rad/s}$ を一定として滑りがなければ機体中心の軌跡は、半径 $r=|v/\omega|=400\text{mm}$ の円となる（図 3、軌跡“theoretical”）。初期状態の機体座標系を固定した座標系を基準とすると、円の中心は $(x, y)=(0, r)$ である。

外部の基準によらずに移動ロボットの位置・姿勢を推定する方法として、左右のモータの回転角度をロータリエンコーダにより検出し、各部の機構の寸法に基づき推定を行うオドメトリがある。図 3 の軌跡“odometry”は、この方法により推定計算の繰り返し実行速度を 10 Hz として推定された軌跡である。駆動輪の滑りによる誤差が影響し、推定軌跡は理論上の軌跡と異なる。

モーションキャプチャの実施にあたり、カメラ 4 台を設置し、移動ロボットに再帰性反射マーカを 4 個取り付けた（図 2）。これらのマーカの中心位置が計測され、モーションキャプチャ及びオドメトリそれぞれの座標系の変換の基準となる。すなわち (1) 点 \mathbf{p}_t^1 と \mathbf{p}_t^4 の中点が機体の中心に一致し、(2) $\mathbf{p}_t^1 - \mathbf{p}_t^3$ が x 軸に平行かつ (3) $\mathbf{p}_t^3 - \mathbf{p}_t^4$ が y 軸に平行である。この前提の下に、時刻 $t=0$ における基準座標系の原点を $\mathbf{p}_0^c = (1/2)(\mathbf{p}_0^1 + \mathbf{p}_0^4)$ 、軸方向を定める基底 $\{\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}\}$ を $\mathbf{i} = N(\mathbf{p}_0^1 - \mathbf{p}_0^3)$ 、 $\mathbf{j}' = N(\mathbf{p}_0^3 - \mathbf{p}_0^4)$ 、 $\mathbf{k} = \mathbf{i} \times \mathbf{j}'$ 、 $\mathbf{j} = \mathbf{k} \times \mathbf{i}$ と求める（ $N(\mathbf{p})$ は正規化。手順上、 \mathbf{p}_t^2 は使用せず冗長であるが、他のマーカが隠れる場合を考慮して計測している）。以上により、座標変換を $\tilde{\mathbf{p}}_t^c = [\mathbf{i} \ \mathbf{j} \ \mathbf{k}]^T (\mathbf{p}_t^c - \mathbf{p}_0^c)$ と定める。変換後の $\tilde{\mathbf{p}}_t^c$ の軌跡が図 3 の軌跡“motion capture”である（計測速度が 120Hz とオドメトリよりも高く、点数が多いので 1/12 に間引いて表示）。

3. まとめ

本稿では、モーションキャプチャシステムによる計測事例を示した。確率統計に基づく、より高度な位置推定や SLAM (simultaneous localization and mapping) では、オドメトリとともに周囲を観測するセンサを併用し、位置や姿勢を推定するが、この場合でもモーションキャプチャシステムによる計測データとの比較は、妥当な推定を行うために有益である。



図 1. モーションキャプチャシステム

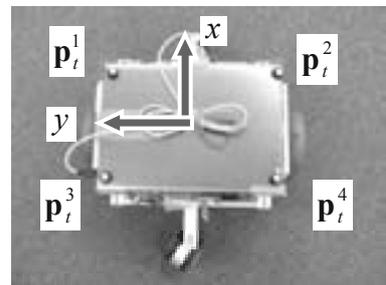


図 2. マーカを取り付けた移動ロボット

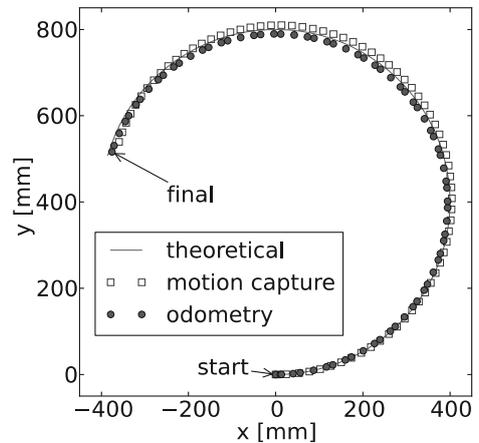


図 3. 計測した運動の軌跡

*1)ロボット開発セクター

6月19日(木)

デザイン支援室

**メカトロニクス
生活関連技術**

起立動作計測装置の開発

松日楽 信人*1)

1. 目的・背景

高齢者生活支援として、ロボット技術が期待され、いくつかの機器が開発されている。その中でも立ち上がり動作（起立動作）は基本動作と考えられるが、起立動作自身のデータは十分でない。そこで、起立動作を支援する装置の開発を目的に、まず起立動作を計測する装置を開発した。起立のタイミングを理解することで、効果的な支援が期待できる。

2. 研究内容

(1) 計測装置の機能仕様

- 椅子に座ったところから、前にあるハンドルにつかまって立ち上がる動作を計測する。
- ハンドルには 6 軸力覚センサや圧力センサを取り付け、つかまった時の力の方向、握力を計測する。
- 被験者にはセンサなど何も装着しない。
- 足元にはフォースプレートと椅子の足裏に圧力センサを取り付け、体重の移動と椅子から立ち上がり時を計測する。
- 後方にはモーションセンサを設置し、体幹の移動を計測する。
- 計測結果はリアルタイムで GUI 用ディスプレイに表示し、データの再生表示を可能とする。
- ハンドルの位置はモータ駆動により上下、前後に位置を変更可とする。また、駆動方法の検証ができるようにする。

(2) 結果及び考察

- 機能仕様を満たす計測装置を試作した。駆動方法の検証にも利用することが可能である。
- 計測結果より、起立のタイミングを計測することができた。
- 人による起立動作の違いをデータより把握できる。
- ハンドルを把持する動作が起立の開始として、利用できることが確認された。

3. 今後の展開

高齢者生活支援機器の開発を目的として、まず、基本となる起立動作を計測する装置を開発した。また、計測結果からは、各人の動作のタイミングの違いなどを確認することができた。今後はこの計測装置にて多くのデータを取り、起立動作を解明するとともに、起立支援装置の開発を実施する。

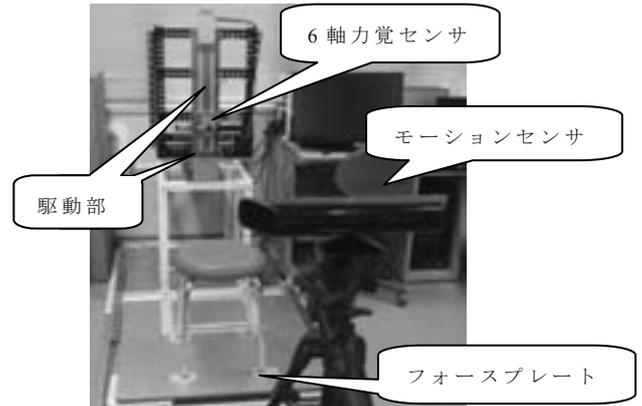


図 1. 計測装置全体

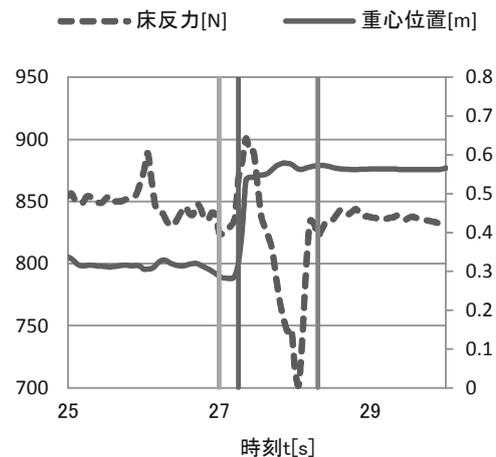


図 2. 計測結果例

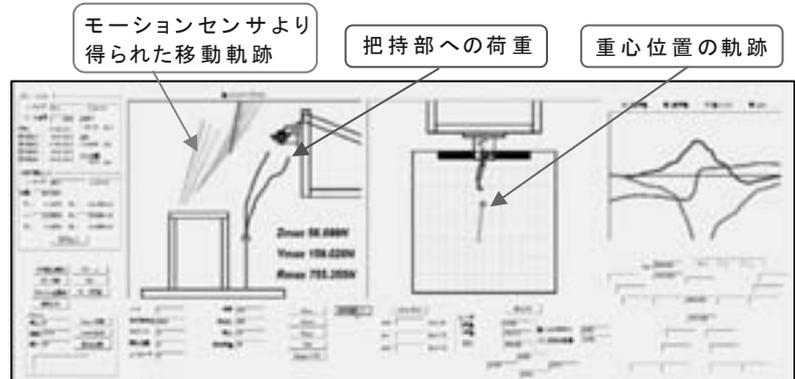


図 3. 計測結果表示 GUI

*1)芝浦工業大学

自動車乗員の横方向運動時に生じる過渡的身体挙動の定量的評価

○林 祐一郎^{*1)}、長谷 和徳^{*1)}、竹原 昭一郎^{*2)}、鳥垣 俊和^{*3)}、工藤 義弘^{*1)}

1. 目的・背景

本報告では、自動車における車両乗員への横方向加速度負荷時を模擬・再現可能な実験装置を、三次元動作解析装置と移動式床反力計を併用した場合に取得された生体力学・運動学データに関して、被験者間の統計処理を行い、実験結果の有効性を検証するとともに、特異値分解を施すことにより身体運動を構成する上で支配的と考えられる運動パターンを各実験条件について算出し、姿勢及びシート条件に関する特徴的なヒトの運動パターンを理解するための基礎的・定量的な評価指標値について述べる。

2. 研究内容

(1) 実験方法

以下、被験者に適用した3種類の着座姿勢、2種類のシート座面角度及び背もたれ角度に対応させた1～3の番号を用いて、実験条件ごとに1-2-1のように表す。各パターンを3回ずつ健常成人6名に適用し、図1のように三次元動作解析装置、移動式床反力計を用いて横方向運動時に生じる各姿勢角度及び左右の脚から座面に生じるモーメントを算出、解析した。着座姿勢として、姿勢1：座面中央に着座し、背もたれには背中下部、肘を付ける、姿勢2：座面前方に着座し、背もたれには背中全体、両肩及び肘、後頭部を付ける、姿勢3：座面後方に着座し、背もたれにはどの部位も付けないとした。

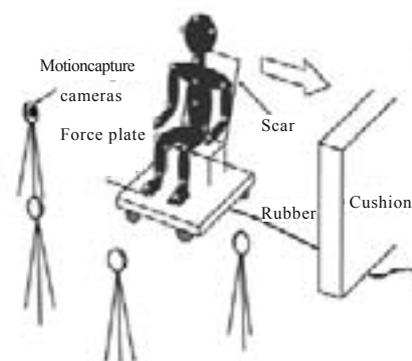


図1. 実験装置の概要

(2) 結果及び考察

特異値分解を用いた手法を各物理量に対して、適用して得られた代表的な解析結果の一例として、それぞれの主要な運動パターンにおける各物理量の正負で表される寄与の大きさである空間基底の値を左から第1、第2、第3のように図2、3に示す。その結果、姿勢1では、第1モードとして、背もたれに付けた背中下部がシートと同方向に運動することに対して、それらと逆方向に拘束されていない上半身が運動し姿勢を安定させており、クッション衝突の際に生じる頭部の横方向への大きな揺れのパターンが第2モードにみられた。他方、姿勢3では姿勢1と異なり、背中下部を背もたれから離し背中全体を拘束していないため、姿勢1の第1モードと類似したパターンとなったが、背中部分が不安定となった姿勢を足の踏ん張りで維持していると考えられた。

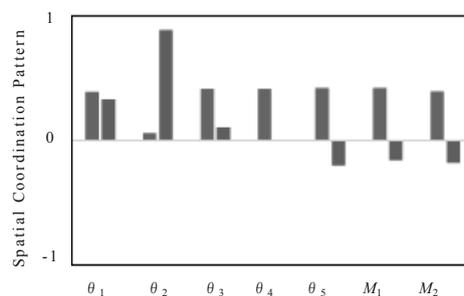


図2. パターン1-1-1における空間基底

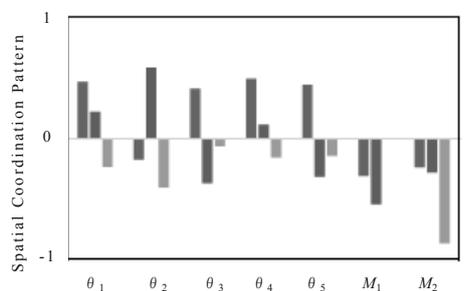


図3. パターン3-1-1における空間基底

3. 今後の展開

実測に基づく運動パターンを算出でき、シミュレーションによるシート着座時のヒトに生じる実際的な過渡的身体挙動の生成ならびにシート設計支援に有用と考えられる基礎的な指標が得られ、詳細な身体特性を反映したモデル化に適用可能と考えられた。

*1)首都大学東京、*2)上智大学、*3)日産自動車株式会社

DhaibaWorks：身体機能中心デザインのための プラットフォームソフトウェア

遠藤 維^{*1)}、○多田 充徳^{*1)}、宮田 なつき^{*1)}、持丸 正明^{*1)}

1. 目的・背景

近年、CAD システム等の普及により、計算機上で製品の意匠設計を行う「デジタルスタイルデザイン」が広く利用されるようになった。著者らは、多様な人体の寸法・形状・機能を高精度に計算機上でシミュレートし、製品のエルゴノミクス評価を可能とするデジタルヒューマンモデル「Dhaiba」を開発してきた。これらのモデルを、エルゴノミクス設計支援ツールとしてスタイルデザインの中で効率良く利用するには、Dhaiba のプラットフォームとなりうるソフトウェアシステムの開発が不可欠である。本報では、DhaibaWorks の機能概要及びシステムデザインについて述べる。

2. 研究内容

(1) 必要機能

DhaibaWorks は、以下のような機能の実現を目的として開発が進められている。

- ①日本人男女の統計学的な代表寸法をもつデジタルヒューマンモデルを生成する。
- ②被験者の寸法をもつデジタルヒューマンモデルを生成する。
- ③モーションキャプチャによって計測されたランドマーク位置より、被験者の動作姿勢や被験者と製品との接触領域を計算機上で再現・可視化する。
- ④対象とする製品の筐体モデルに対し、代表寸法を持つデジタルヒューマンモデルの姿勢・動作を生成・可視化する。
- ⑤得られた姿勢や動作に対し、様々な指標を用いて定量的にエルゴノミクス評価を行い、より多くのユーザに対し、高いエルゴノミクス評価値を持つような筐体寸法を特定する。
- ⑥Python スクリプトによって新たな機能の追加やバッチ処理が可能となる。また、DhaibaWorks SDK を利用したプラグインを作成することで、より高速かつ複雑な処理の追加を可能とする。
- ⑦CAD システムを同時に起動することで、CAD 上で設計中のデザインを DhaibaWorks 上に直接インポートする。また、筐体形状のパラメータを DhaibaWorks 上で直接指定し対応する形状を得ることで、感度解析等のバッチ処理を可能とする。

(2) システム概要

上述の機能を実現するため、DhaibaWorks 上には、様々な表現モデル及び機能モデルが実装されており、これらは「エレメント」と呼ばれる。以下が代表的な表現モデルに対するエレメントである。

- ①メッシュエレメント：製品筐体やデジタルヒューマンの表皮形状を表現する。
 - ②リンクモデルエレメント：人間の骨格構造及び関節回転を模擬するリンク構モデルを表現する。
 - ③点群エレメント：高密度な点の集合を表現する。干渉判定やボクセルを用いた形状復元等に用いられる。
 - ④特徴点群エレメント：表皮上の解剖学的特徴点や、製品筐体上のマーカ貼付位置を表現する。位置姿勢のフィッティング等で用いられる。
 - ⑤カメラエレメント：デジタルヒューマンやディスプレイの視野を表現する。
- また、以下は代表的な機能モデルに対するエレメントである。
- ①モーションキャプチャエレメント：モーションキャプチャで得られたマーカシーケンスを表示したり、マーカを用いて製品モデルやデジタルヒューマンモデルの姿勢を再現したり接触領域を表示する機能をもつ。
 - ②デフォーマエレメント：一般的なスキニング手法を用いて、リンクモデルの関節回転に基づいて得られた姿勢に対応して、表皮メッシュの変形を行う。

- ③物理シミュレーションエレメント：剛体・柔軟体を含む様々な形状モデルに対して高速な干渉判定及び動力学シミュレーションを行う。
- ④姿勢生成エレメント：物理シミュレーションエレメントを用いて、デジタルヒューマンモデルの製品に対する把持・操作時の姿勢を自動生成する。
- ⑤エルゴノミクス評価エレメント：再現されたデジタルヒューマンと製品モデルの把持・操作姿勢に基づき、定量的なエルゴノミクス評価を行う。把持安定性、把持容易性、形状適合性といった様々な評価エレメントが存在する。

(3) ユーザインタフェース

図1に、DhaibaWorksのユーザインタフェースを示す。エレメント作成用のショートカットアイコン（最上部）のほか、エレメントリストウィンドウ（左中部）、エレメントプロパティウィンドウ（左下部）、Pythonスクリプト用のコンソールウィンドウ（下中左部）、ログウィンドウ（下中右部）、モーションキャプチャシーケンス編集ウィンドウ（上部）、特徴点群エディタウィンドウ（右部）等を有する。



図1. DhaibaWorksのユーザインタフェース

(4) スクリプトによる拡張機能

DhaibaWorksで実装されているエレメントは、内部的にはインタフェースを多重継承したクラスとして定義される。大部分のエレメントの機能はPythonで記述されたスクリプトから実行可能となっているため、多様なファイルタイプの読み書きを行うことや、対象製品にカスタマイズされたエルゴノミック評価指標等を柔軟に実装することが可能である。

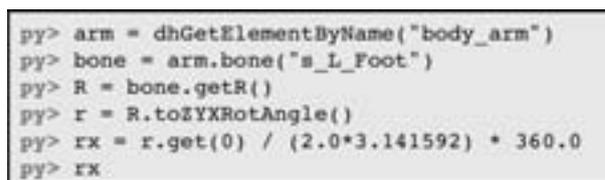


図2. DhaibaWorksのPythonスクリプト

図2に、DhaibaWorksのPythonスクリプト用コンソールから入力されたスクリプトの一部を示す。“body_arm”という名称のリンクモデルエレメントがもつリンク“s_L_Foot”の関節回転行列を取得し、ロールピッチヨー角に変換して、現在の回転角を出力している。

(5) 動作環境

現在、DhaibaWorksは、Microsoft Windows及びMac OS Xオペレーティングシステム上で動作する。一般公開は未定だが、共同研究やコンソーシアム等における外部機関との連携においてはすでに利用されており、一定の成果を挙げている。

3. 今後の展開

デジタルヒューマンモデルDhaibaを用いた人間中心設計を行うためのエルゴノミクス評価支援ツールとして、ソフトウェアシステムであるDhaibaWorksを開発した。これにより、スタイルデザインの上流段階から、製品設計と統合した効率的なエルゴノミクス評価を低コストで実現できるようになることが期待される。

*1)独立行政法人産業技術総合研究所

オープンイノベーションによる子どものための製品・環境デザイン

○北村 光司*¹⁾、西田 佳史*¹⁾、山中 龍宏*¹⁾ *²⁾1. 目的・背景

事故は子どもにとって大きな健康問題であり、死亡原因の上位である。事故は子どもが主なユーザではない製品・環境でも起きるため、子どもが触れられるすべての製品・環境に子どもに配慮した「キッズデザイン」が求められている。キッズデザインを行うためには、事故の現状把握、原因分析、対策考案といったプロセスが必要であり、これらを実行するための技術やデータの開発・整備を行ってきた。キッズデザインを持続的に産み出すためには、分野や職種を越えて連携し、科学的に議論することを可能とするデータやツールの整備が重要である。本研究では、子どもが安全にアクティブに成長できる製品や環境作りのために、データやツールを整備し、科学的にデザインすることを可能にする仕組み作りを目的としている。

2. 研究内容

子どもが日常生活でどんな製品や環境で事故にあっているのかを把握するため、病院と協力して傷害データベースを構築した。傷害の種類や事故に関係した製品情報、事故状況のデータなどが含まれており、どんな問題が起きているのかを把握するだけでなく、重症度が高い事故を見つけ出し、優先的に対策に取り組むといった、データに基づいて問題を選択可能になる。また、家庭内で起きる事故は、製品単体を改善するだけでは予防が難しい場合もあり、他の製品との関係や製品の使われ方を把握することも重要であるため、実際の家庭で発生した不具合やヒヤリハットを間取り情報とともに収集し、データベース化した。子どもの身体や行動の特性データベース、リスク評価ツールの構築・開発を行った。例えば、隙間や穴の大きさと指の差し込み深さの関係を調査し、1歳児に関しては穴の径が1mm大きくなると、指が5～6mm深く差し込めることが明らかとなった。身体寸法データに関しては、デザイナーが使いやすいように、データブックと身体形状を反映した2次元・3次元のモデルを開発し、販売を行っている。また、リスク評価ツールの開発も行った。例えば、転落や転倒時に身体にかかる衝撃を計測するための頭部・前腕・大腿のインパクトを開発した。このようにデータやツールを整備することは、多職種が連携して問題を解く上で、感覚や経験に流されずに科学的に議論や評価を可能にするという重要性を持っている。



図 1. 開発・整備したデータ・ツール

3. 今後の展開

現在、日本インダストリアルデザイナー協会と東京消防庁といった多職種で、それぞれが持つデータを持ち寄って、データを元に問題を把握し、それを解決するための製品や環境の新たなデザインを科学的に行う取り組みを行っている。この取り組みを続けながら、多機関・多職種が連携して、科学的なデザインによって問題を解決するための仕組み作りを構築していきたいと考えている。

*1)独立行政法人産業技術総合研究所、*2)緑園こどもクリニック

サポート製品の締め付け強さと着心地評価

○菅谷 紘子*1)、岩崎 謙次*1)

1. 目的・背景

体型補整や運動時に着用するサポート製品が着目されており、「着圧」や「衣服圧」による着心地の数値的な評価が求められている。しかし、標準の測定方法や規格が定まっておらず、現行の測定方法では、サポート製品の効果を正確に測定するには至っていない。

そこで、都産技研で開発した「柔らかダミー（特願 2012-154100）」を用い、人体での衣服圧測定実験のデータとの比較検討を行った。

2. 研究内容

(1) 実験方法

実験に用いたサポート製品は、市販の女性用ガードル（弱圧設計、中圧設計、強圧設計の3種）とした。

被験者は、9号～11号サイズの20代の健康な女子18名、11号サイズの40～50代の健康な女子6名の計24名とした。

被験者の着心地評価は、締め付け感（きつーゆるい）とそのときの快不快感（快適ー不快）について、ガードル着用直後の主観申告を行った。

衣服圧測定は、エアパック（株）エイエムアイ・テクノ製）方式を用い、被験者と柔らかダミーを比較した。エアパックセンサは直径20mmの丸型センサを用いた。

(2) 結果及び考察

ガードル着用時の締め付け感と不快感との間には正の相関があり、ガードルの締め付けによるきつさが増すにつれ、不快に感じる被験者が増加することが分かった。なお、ガードルの締め付け感の主観申告実験の回答には、年代差は認められなかった（図1）。

また、ガードルの締め付け感と衣服圧を測定したところ、部位による衣服圧の違いや締め付け感の違いを測定することができた。

サポート製品の着心地評価には、主観評価の代わりに衣服圧測定が多く用いられるが、個人の嗜好や体型差による影響を受けやすく、再現性のある評価が難しい。そこで、都産技研で開発した評価用モデルの柔らかダミーにより衣服圧を測定したところ、被験者実験と同様の傾向を得ることができ再現性も向上した。

図2に弱圧設計ガードル着用時の40代被験者と柔らかダミーの各部位の衣服圧測定の結果を示す。図2より人体と同様の傾向を示すことが分かった。

3. 今後の展開

サポート製品の締め付け強さについては、柔らかダミーを用いることで、被験者に近い衣服圧測定の可能性が示唆された。着心地評価については、個人差や測定部位によるばらつきが大きく、さらにデータの蓄積が必要である。今後「締め付け強さ」と「着心地評価」の関連性を明らかにし、企業の製品開発へ活用していきたい。

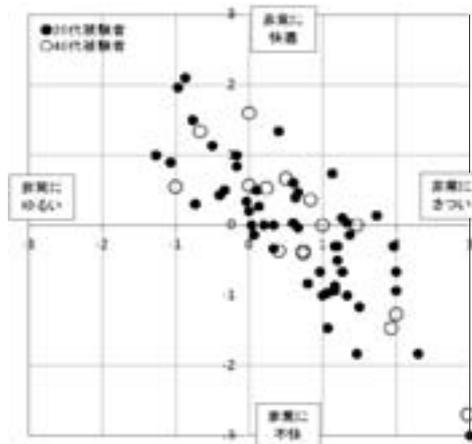


図1. ガードル着用時の締め付け感と快不快感

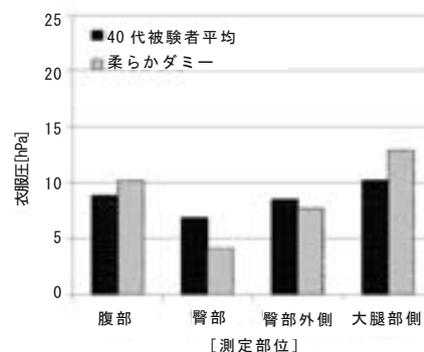


図2. 弱圧設計ガードルの衣服圧

*1)生活技術開発セクター

塗装工場からの排出 VOC の捕集・回収技術の開発

○島田 茂伸^{*1)}、浦田 昭雄^{*2)}、小野澤 明良^{*3)}、木下 稔夫^{*3)}、佐々木 智典^{*4)}

1. 目的・背景

本研究の目的は、塗装工場から大気に排出されているVOCの50～70%を捕集・回収するVOC排出削減装置の開発である。通常の塗装作業では、塗料は作業者が操作するスプレーガンから放出される。放出された塗料の一部は製品に付着するが、大部分は排風機によって捕集され、作業場雰囲気との空気と混合され低濃度VOCとなって系外へ放出される。中小規模塗装業者にとっては、低濃度VOCの処理は難しく、高コスト化につながるため、現場での安易な系外排出の動機の一つとなっている。これを解決するために、低コストで既存装置に付加が可能なVOC処理装置が求められている。そこで、スプレーガンの位置、姿勢に応じて位置決めできる2軸捕集機を検討した。この装置は、局所的集中的な噴霧余剰塗料の回収が可能で、高濃度VOC捕集技術につながる。さらに、後工程のVOC処理技術の基礎的要素となるものである。本稿では、試作機の製作を行い、本システムの基本的な機能を実現し、有効性を実験的に示す。

2. 研究内容

試作システムを図1に示す。作業者のスプレーガンには、噴射口延長線と平行になるように調整されたレーザポインタが取り付けられており、塗布物に噴射口を向けるとレーザポインタの光点が塗布物に投影される。図1中の工業用カメラは、作業者の背後に設置され、ブース全体の撮像を工業用パソコンに送る。この際、画面のR成分(Red:赤色成分)だけを検出するプログラムを作成している。すなわち、レーザポインタの光点だけが検出されることを意図している。検出点は、仮想作業平面のXY座標へ変換され、PLCの決まったメモリに書き込まれる。PLCは、その値に追従するようにモータを制御する。

図1のシステムが人の作業に追従するかを確認するための実験を行った(図2)。吹付液体は水である。結果は、作業者の動きに追従し、その性能は良好だといえる。ただし、①熟練者の作業速度である毎秒500mmには追従できない、②スプレーガンの位置姿勢を表しているであろうレーザポインタの光点が消失するという問題点が挙げられる。前者についてはモータの仕様変更、後者については複数台のカメラの使用、高出力レーザポインタの使用、反射物のマスキングによって解決可能である。

3. 今後の展開

排風機装備による余剰塗料捕集システムの完成とその性能評価が必要である。塗装業者である共同研究者の現場にて、製品化に向けた取り組みを続けていく。

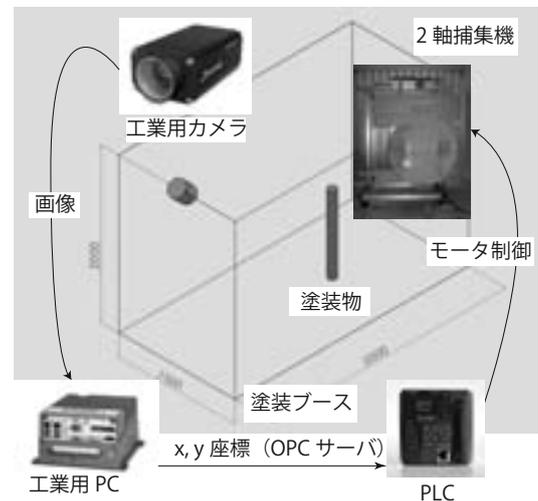


図1. 余剰塗料捕集システム



図2. スプレーガン姿勢のセンシング動作検証実験(吹付液体:水)

*1)生活技術開発セクター、*2)株式会社有我工業所、*3)表面技術グループ、*4)ロボット開発セクター
H23.10～H24.9【共同研究】塗装工場からの排出VOCの捕集・回収技術の確立と商品化

におい識別装置及び GC-MS を活用したにおい分析事例

○佐々木 直里*1)

1. 目的・背景

都産技研では、平成 25 年 10 月に開設した生活技術開発セクターにおいて「におい」に関する技術支援を行っている。新たに導入したにおい識別装置（図 1）は、においの質や強さを数値化できる装置であり、サンプル間の比較やクレーム品のおい強さの違いを客観的に評価することができる。また、ガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS）やにおい嗅ぎ GC を併用することで、香気成分や悪臭の原因物質の特定を行うことができる。本稿では、におい識別装置及び GC-MS を活用した柔軟剤の分析事例について報告する。

2. 研究内容

(1) 実験方法

柔軟剤の代表的なにおいである柑橘系、フローラル系、ムスク系、スパイシー系から 5 種を選定する。次に、臭気測定用サンプルバックにそれぞれ 0.1mL 添加し、窒素ガスを充填して一定時間静置して、におい識別装置によって測定する。

(2) 結果及び考察

におい識別装置による測定結果を図 2～図 4 に示す。図 2 は、においの強さを評価した臭気指数相当値であるが、選定した 5 種に大きな違いはない。しかし、図 3 に示した基準 9 ガス※に対する「類似度」では、チャートの形状からサンプル D が他の 4 種に比べてにおいの質が異なることが考察される。これは、図 4 に示す 5 種の柔軟剤間での「類似度」を測定した結果より、サンプル D が他の 4 種と比べて類似度が低いことから明らかである。そこで、GC-MS により、このにおいの質の違いの要因となっている香気成分について分析を行ったところ、サンプル D の 8～9 分付近に大きなピークが検出され、他の 4 種と異なる成分が含有していることが確認できた（図 5）。

※におい識別における基準 9 ガス

3. 今後の展開

におい識別装置及び GC-MS を活用することで、サンプル間のおい強さの違いを数値及び成分特定によって評価が可能となった。さらに、新たに導入したにおい嗅ぎ GC を併用することで、人間の鼻でしか検知できない微量成分の検出など、広範囲のおい分析につながる事が予想される。



図 1. おい識別装置

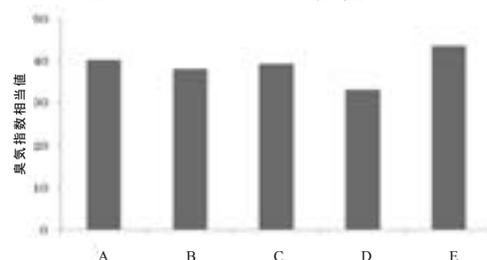


図 2. 臭気指数相当値



図 3. 基準 9 ガス※に対する類似度 (%)

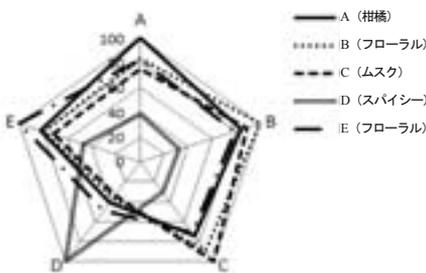


図 4. 選定した柔軟剤間の類似度 (%)

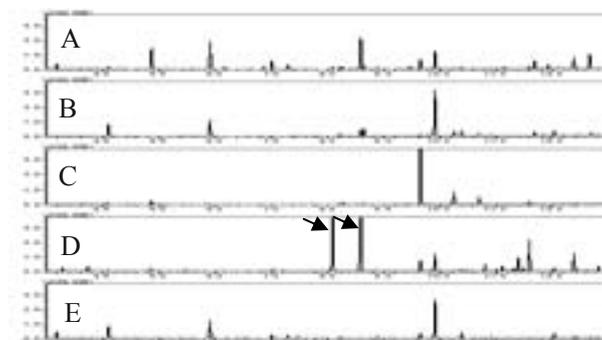


図 5. 選定した柔軟剤の TIC

*1)生活技術開発セクター

生活技術開発セクターでの製品化支援

○大泉 幸乃*1)

1. 背景

都産技研では、生活関連製品の開発支援を強化するために、平成25年10月に墨田支所に「生活技術開発セクター」を開設した。このセクターでは、生活関連製品に求められる「快適・健康」「安全・安心」に関する性能や使いやすさについての評価機器を充実させ、感性工学や生理計測に基づく高付加価値なものづくりを支援する（図1）。

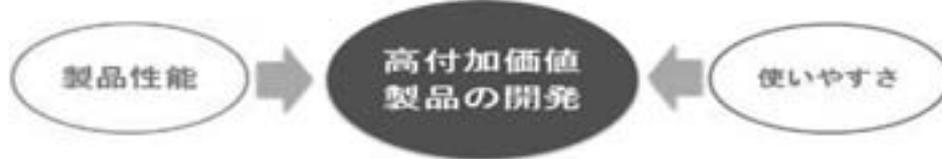


図1. 製品化支援のアプローチ

2. 業務内容

生活技術開発セクターの3担当とそれぞれの相談例を示す。

(1) 快適性評価

人が使う状況を加味して、製品の使いやすさを客観的に評価する。具体的には、快適性や利便性を評価する機器や特定の生活環境での製品評価に役立つ測定装置を備えている。相談例としては、「歩行しやすい靴の条件の検討」「床ずれ予防用マットレスの評価」等の圧力計測に関するもの、「酷暑環境でのキャンプ用品の遮熱効果」「野外用の電子表示板の表示動作の確認」等の日射環境試験室（図2）を利用した性能試験がある。



図2. 日射環境試験装置

(2) 安全性評価

製品の品質や耐久性、化学的安全性の評価をする。製品の实用強度や製品に含まれる化学成分の分析、クレーム対応等品質管理に関わる設備を備えている。相談例としては、「文具等の光に対する劣化の程度」「カバンや紙製品の実用強度」等の耐光性や製品の物性に関するもの、「輸入長靴のにおいの原因（図3）」「おもちゃに含まれている化学成分の特定」等の分析関連の相談も多い。また、クレーム情報をデータベース化しており、迅速な原因追究が可能である。



図3. におい識別装置

(3) 製品化支援

新たなアイデアを形にする製品企画や試作品作りを支援する。ニット、アパレル機器等を活用し、生活雑貨、介護用品等のサンプル作製や新たなブランドの立ち上げ等も対応する。相談例としては、カバン製造業者がペット用品を初めて企画する際のコンセプト提案からサンプル作製までのトータル的な支援や、デザイン性のある防災用品（図4）の提案等を行っている。



図4. 試作例 防護服

3. 今後の展開

今後、当セクターでは、人間の特性（身体、動作、生理等）を考慮した使いやすいものづくりのために、評価装置の活用をすすめていく。また、3Dプリンターを導入し、フィギュアやアクセサリ、雑貨等の生活関連製品の試作品づくりも充実させていく予定である。

*1)生活技術開発セクター

電動車椅子危険探知及び回避システムの開発

○福永 力^{*1)}、小口 俊樹^{*1)}、新田 収^{*1)}、田中 和人^{*1)}
上野 武司^{*2)}、佐藤 研^{*2)}、小西 毅^{*3)}

1. 目的・背景

電動車椅子で走行中に路面の段差や縁石などに気がつかず脱輪して転倒する事故を減らすことを目的に、電動車椅子（市販品）に後付けできる危険探知及び回避システムの開発を行った（特願 2011-178525）。

システムは次のような構成からなる。

- ①ステレオカメラでとらえた動画像を解析し、危険対象を識別、アラーム信号を発する動画像処理システム。
- ②アラーム信号を各社電動車椅子に適合する信号に変換し、後付けのしやすさを高める中継インターフェース。
- ③取り付け位置の柔軟性と耐振動性を両立するカメラ取り付け機構。

システムが発するアラーム信号を車椅子駆動系に伝達させ、駆動を減速あるいは停止させる電動車椅子の試作開発を行った。

2. 研究内容

（1）開発方法

①の動画像処理システムは、首都大学東京、②の中継インターフェースと③のカメラ取り付け機構は、都産技研が開発を担当した。初年度は、電動車椅子ユーザー及びメーカーからの意見や聞き取りに基づき、要件定義、仕様策定を実施した。2～3年目は、カスタムプロセッサを搭載した並列処理による動画像処理システムの試作機を完成させた。また、カメラ取り付け機構では、振動解析をシミュレーションと試作実機から評価し、高剛性、低コスト、取り付け柔軟性の各々を重視する3タイプの試作モデルを完成させた。

（2）結果及び考察

動画像処理システムは、危険対象となる物体の輪郭を抽出し（図1）、減速、停止アラームを発生させ、電動車椅子の減速、停止を実現した。

完成した電動車椅子試作機は、危険探知の目標性能を達成するために実走行評価を繰り返し、パラメータの最適化を行った。また、後付けのしやすさを考慮して開発した中継インターフェースとカメラ取り付け機構により、市販の車椅子への広い適合性を有するシステムが完成した。

3. 今後の展開

試作電動車椅子を使ったPR活動により、システムの普及を目指す。また、電動車椅子ユーザーや車椅子関連企業に貸し出し、意見・要望を吸い上げて性能向上に活用する。都内中小企業の事業化にあたり、都産技研が中心となって技術的サポートを行う。

謝辞

本研究は、東京都の「都市課題解決のための技術戦略プログラム」の支援により実施された。

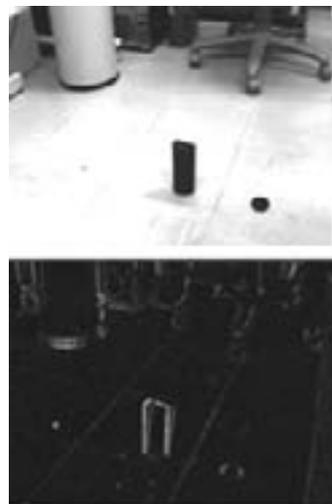


図1. 動画像処理システム
危険対象抽出の様子



図2. 完成した試作機

*1)首都大学東京、*2)電子・機械グループ、*3)機械技術グループ

6月20日(金)

研修室241

環境・省エネルギー

環境低負荷型クエン酸ニッケルめっきの電子部品用めっき技術への適用

○浦崎 香織里^{*1)}、竹村 昌太^{*1)}、土井 正^{*1)}

1. 目的・背景

近年、電子部品の微細化及び製造における環境対策の必要性から、環境低負荷で薄膜かつ高機能なめっき技術が求められている。装飾用途における環境低負荷型クエン酸ニッケルめっきによって作製したニッケルめっき皮膜は、光沢剤無添加で表面粗さ及び硬さ等の物性が優れている^[1]。本研究では、クエン酸ニッケルめっきの工業的用途拡大を図り、電子部品用めっき技術への適用について検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

電子部品（コネクタ）用めっきは、ニッケルめっきと金めっきの2層めっきが一般的に用いられている。リールトゥリール方式のフープめっき法が一般的に用いられているが、装置の小型化が難しい。そこで、本研究では、実験室レベルで使用可能なモデル法として陰極板を回転させてめっきを行う回転型めっき法を用いた。銅製円形陰極板を用いて、表1に示した組成のクエン酸ニッケルめっき浴（クエン酸浴）^[2]及びスルファミン酸浴（従来浴）によるニッケルめっきを下地とした金めっき皮膜を作製した。耐食性評価は、中性塩水噴霧試験（JIS H8502）により行った。また、レーザー顕微鏡及びFE-SEMを用いて皮膜の粗さ測定を行い、XRDを用いてニッケルめっきの配向性を調べた。

(2) 結果及び考察

下地に従来浴によるニッケルめっきを用いた金めっき皮膜の外観は、ピットの発生が認められたが、クエン酸浴ではピットが無く、良好な外観が得られた。また、中性塩水噴霧試験による耐食性評価において、クエン酸浴は、従来浴よりも良好な耐食性を有する皮膜を形成することが示された。一方、レーザー顕微鏡及びSEM画像による皮膜の表面粗さを測定した結果、クエン酸浴によるニッケルめっき皮膜の粗さが従来浴よりも小さいことが確認された。図1にニッケルめっき皮膜のXRD測定結果を示す。ニッケルの配向性は、従来浴でNi(111)面、(200)面に確認でき、クエン酸浴ではNi(111)面、(200)面、(220)面に確認できた。この配向性の違いから、クエン酸浴によるニッケルめっきは微細な皮膜となっており、表面粗さが小さくなったものと考えられる。このことから、下地ニッケルめっきにクエン酸浴を用いた系は、従来法よりも耐食性の高い金めっき皮膜を形成したと推察される。

3. 今後の展開

クエン酸ニッケルめっきの電子部品用めっき技術への適用に向け、さらなる展開を図る。

参考文献

[1] 特許第3261676号（電気ニッケルめっき浴）

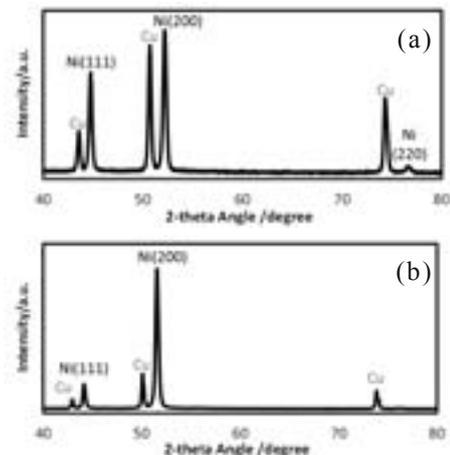
[2] 特願2013-129077（ニッケルめっき液、めっき液の製造方法および電気めっき方法）

*1)表面技術グループ

H24.4～H25.3【基盤研究】環境低負荷型クエン酸ニッケルめっきの電子部品めっきへの適用

表1. 電子部品用下地ニッケルめっき浴

	組成(mol/L)	
	クエン酸浴	従来浴
スルファミン酸ニッケル	-	1.24
硫酸ニッケル	1.24	-
塩化ニッケル	0.02	0.02
クエン酸3ナトリウム	0.64	0.64



(a) クエン酸浴 (b) 従来浴
図1. ニッケルめっき皮膜のXRD

天然繊維を用いた金属イオン捕集材の開発

○梶山 哲人*1)

1. 目的・背景

世界中で植物の茎や葉などが大量に廃棄されており、バイオマス資源として有効活用が検討されている。本研究では、収穫物の十倍以上が廃棄されているバナナ葉部に着目し、バナナ繊維表面にシッフ塩基を導入した新規バイオマス系金属イオン捕集材（以下捕集材という）を合成し、捕集能について検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

バナナ繊維 (BF) にメタクリル酸グリシジル (GMA) を導入した BF-g-GMA は、文献に従って合成した^[1]。GMA 鎖先端に導入したシッフ塩基はサリチルアルデヒド誘導体とジエチレントリアミンをエタノール中で反応させて合成した^[2]。カラムに充填した BF-g-GMA とシッフ塩基の溶液を 24 時間室温で反応させ、図 1 に示す捕集材を得た。置換基 R が H のときを C₁、Br のときを C₂ とし、金属イオンに対する吸着能評価を以下の条件で行った。水相は金属イオン (Co²⁺、Ni²⁺、Cu²⁺、Zn²⁺) を $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ 、過塩素酸ナトリウムを $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$ 、緩衝剤として 2-モルホリノエタンスルホン酸一水和物 (MES) または酢酸緩衝剤を $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ に調製した。水相 30 cm³ に対して捕集材 0.3 g を遠心沈殿管に加え、5 日間振とうした。捕集材をろ過し、水相の pH を測定、誘導プラズマ発光分光分析装置 (ICP-AES) を用いて金属イオン濃度を測定し、吸着量を求めた。

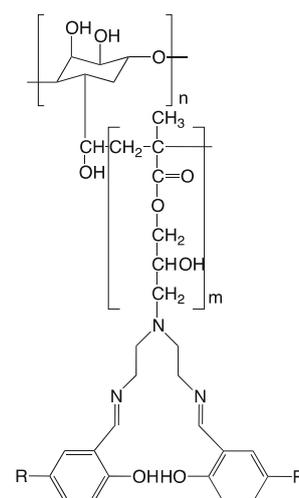
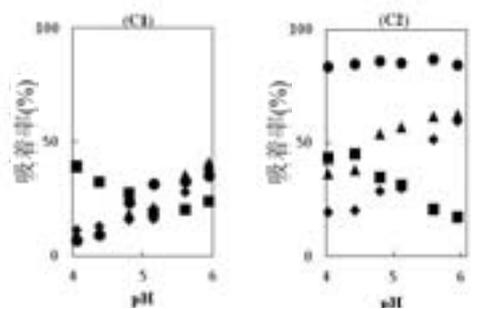


図 1. 捕集材

(2) 結果及び考察

C₁、C₂ を用いたときの吸着率をそれぞれ図 2 に示す。C₁ に比べ、C₂ は金属イオンの吸着率が相対的に高かった。C₂ を導入した配位子の酸解離定数は C₁ の場合と比較して小さいため、金属イオンと錯体形成しやすく、吸着能が高くなったと考えられる。また、C₂ では Co²⁺ の吸着能が特に高かった。よって、本捕集材は Co²⁺ 分離材としての可能性を有する。以上の結果より、バナナ繊維は新規バイオマス系金属イオン捕集材として活用できる可能性が高いと考えられる (特願 2013-215877)。



Co²⁺: ●, Ni²⁺: ■, Cu²⁺: ▲, Zn²⁺: ◆
図 2. 置換基の違いによる金属イオン捕集能と pH の関係

3. 今後の展開

バナナ繊維の有効利用法の一つとして、金属イオン捕集材への活用を挙げることができる。特に、本捕集材は、水溶液から Co²⁺ を分離回収する用途での活用が期待できる。

参考文献

- [1] Lei Shi, et al., *Europ. J. Med. Chem.*, Vol.42, pp.558-564 (2007)
[2] Charu Tyagi, et al., *J. Appl. Polym. Sci.*, Vol.111, pp.1381-1390 (2009)

*1)材料技術グループ

高効率炭素ドット蛍光体の開発

○林 孝星^{*1)}、渡辺 洋人^{*1)}、緒明 佑哉^{*2)}、今井 宏明^{*2)}

1. 目的・背景

照明、ディスプレイなどの用途で高効率な蛍光体材料の開発が望まれている。しかし、その多くは Tb や Eu などの希少元素を発光中心としており、また、現在盛んに研究されている量子ドット蛍光体も、Cd、Te、Pb といった有害元素を主成分とすることから、無害で安価な代替材料が求められている。近年、シングルナノメートルサイズの炭素ドットが蛍光体として機能することが明らかになり、安心・安全な次世代の蛍光体として注目されている。しかし、炭素ドット蛍光体は、最適な合成方法・粒径制御法などの知見が不足しており、量子ドット蛍光体に比べて発光効率 (= 蛍光量子収率) が劣るという問題がある。本研究では、我々が開発した多孔質シリカ (SMPS)^[1] の細孔を鋳型に使用した炭素ドットのサイズ選択的合成を試み、発光効率の制御と向上を目指した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

鋳型に使用した SMPS の細孔径は、それぞれ 0.8、1.1、2.8、3.0 nm である。図 1 に模式的に示すようにシリカ細孔内にクエン酸水溶液を浸透させた後、熱重量・示差熱分析装置 (TG-DTA) を電気炉として使用し、試料合成と炭化反応の熱分析を同時に行った。合成した試料の赤外線分光分析及び絶対量子収率測定を行った。

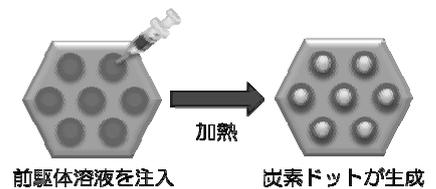


図 1. SMPS を用いた炭素ドットの合成

(2) 結果及び考察

鋳型シリカの細孔径が減少するとともに、炭素ドットの蛍光量子収率は上昇し、特に 1 nm 以下の細孔を鋳型とした場合に飛躍的に発光効率が上昇した。赤外線吸収スペクトルより、炭素ドットは表面に多数のカルボキシル基を有することが明らかになった。さらに、飽和食塩水を添加することにより、発光効率は一段と上昇し、最大で 40% の蛍光量子収率を達成した (図 2)。鋳型シリカの細孔径の減少に伴い、生成する炭素ドットの粒径も減少すると考えられる。このことから、炭素ドット蛍光体においても量子ドット蛍光体と同様に発光効率の粒径依存性があると考えられる。

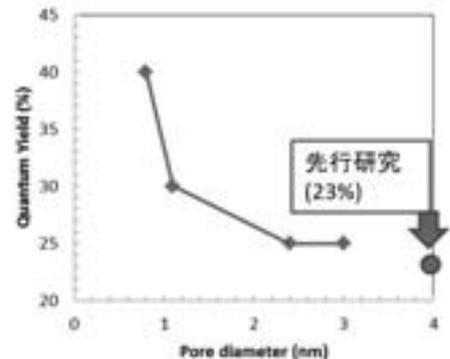


図 2. 蛍光量子収率と鋳型シリカの細孔径の関係性

3. 今後の展開

SMPS を鋳型にし、TG-DTA で最適炭化温度を決定することで、炭素ドット蛍光体の高発光効率化を達成した。この蛍光体は、近紫外線を吸収して青色に発光する。鋳型から取り出しても発光するので、現行の蛍光体を代替する塗料などに直ちに应用できる。さらに、化学分析が可能であるので、今後は蛍光粒子の官能基・電子状態や発光メカニズムを解明するとともに、任意の波長で高効率に発光する蛍光体の開発を目指していく。

参考文献

[1] PCT/JP2011/054928

*1)材料技術グループ、*2)慶應義塾大学

酵素分解イオン液体法によるセルロース抽出の高効率化

○浜野 智子^{*1)}、飯田 孝彦^{*1)}、小沼 ルミ^{*1)}、瓦田 研介^{*2)}

1. 目的・背景

東日本大震災による深刻な原子力発電所事故を受け、エネルギー政策は大きな転換期を迎え、再生可能エネルギー・資源の重要性が強く認識されるようになった。なかでも木材等が生成するセルロースは膨大な量に上り、原料が食料と競合しないため、第二世代のバイオエタノール原料として注目されている。ところが、木材等に含まれるセルロースは強固な結晶構造を有しているため、そのままではエタノールへの糖化効率が悪い。このため、適切な糖化前処理技術の開発が求められている。近年では、イオン液体等を用いた新しい糖化前処理技術（イオン液体処理）も検討されているが、木材等に含まれるリグニンがイオン液体処理の障壁となっており、十分な糖化が行えていない。そこで本研究では、リグニンを選択的に分解する木材腐朽菌等の微生物処理を行うことによる高効率な糖化前処理技術の開発を行った。

2. 研究内容

(1) 実験方法

木材中のリグニンを分解するために、*Trametes versicolor* (和名：カワラタケ) を用いてブナ材をポテトデキストロス寒天培地 (PDA 培地) 上で 60 日間強制腐朽させた。腐朽後のブナ材及び無腐朽のブナ材をそれぞれ粉碎し、イオン液体によるセルロース抽出を行った。

セルロースの抽出には、1-ブチル-3-メチルイミダゾリウムクロリド ([C4mim][Cl])、1-エチル-3-メチルイミダゾリウムクロリド ([C2mim][Cl])、1-エチル-3-メチルイミダゾリウムアセテート ([C2mim][OAc]) 及び 1-エチル-3-メチルイミダゾリウムホスホネート ([C2mim][(MeO)(H)PO₂]) の 4 種類のイオン液体を用いた。イオン液体に木粉を入れ、120℃ のオイルバスで 3 時間加熱攪拌を行い、イオン液体中にセルロースを溶解させた。その後、残渣をろ過し、ろ液に過剰量の純水を加えてセルロースを遊離させた。得られた再生セルロースをガラスろ紙を用いてろ過し、DMSO、アセトン及び純水で洗浄後、105℃ で乾燥し、再生セルロースの質量を測定して、木粉に対する再生セルロースの収率を求めた。

(2) 結果及び考察

カワラタケを用いたブナ材の 60 日間強制腐朽後の平均質量減少率は 42.0% であった。この試料を用いて各イオン液体で抽出した再生セルロースの収率を図 1 に示す。ただし、イオン液体 [C2mim][(MeO)(H)PO₂] を用いた場合は、セルロースの回収に至らなかった。再生セルロースの収率は、[C2mim][OAc] を用いた場合が最大となった。また、いずれのイオン液体においてもカワラタケで腐朽させたブナ材は無処理に比べて再生セルロースの収率が高くなった。このことから、木材腐朽菌による前処理は、イオン液体を用いたセルロース抽出の高効率化に有効であることが分かった (特願 2014-001479)。

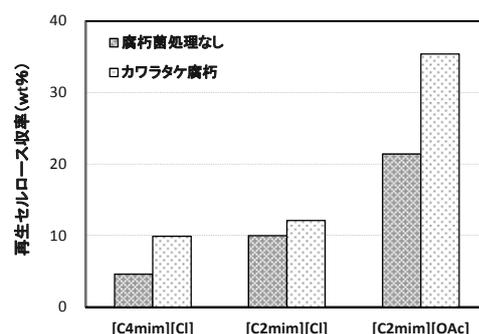


図 1. 再生セルロースの収率

3. 今後の展開

本技術を用いることにより、セルロースからバイオエタノールを製造する際の高効率化が期待できる。

*1)環境技術グループ、*2)経営企画室

アルミニウム合金スクラップの迅速種別判定方法の検討

○湯川 泰之^{*1)}、山田 健太郎^{*1)}、上本 道久^{*1)}

1. はじめに

アルミニウム合金のリサイクルでは、高級材である展伸材をそのまま再利用することが望まれているが、異種規格材が混在することで、次第に品質が低下するため、鋳物・ダイカスト合金として利用されている。従来のスクラップヤードでの可搬型蛍光エックス線分析装置（HXRF）を用いた分析において、1000系合金（純Al系）を純Alに近い6000系合金（Al-Si-Mg系）として誤識別する例が見受けられ、その原因として試料の表面状態の影響が懸念されていた^[1]。本研究では、アルミニウム合金の現場分析におけるパフォーマンスを向上させるため、試料の表面状態（皮膜の有無、表面粗さ、不整形状）がHXRFによる合金識別に及ぼす影響について調べた。さらに、可搬型反発式硬度計によるアルミニウム合金の硬さ評価を行い、HXRFによる分析と組み合わせることで合金種の識別能力の向上について検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

1000系と6000系合金について、試料表面の表面処理（塗装、陽極酸化）の有無、不整形状（曲率半径）及び表面粗さ（Ra）の異なる試験片を作製し、これらのパラメーターがHXRFによる識別に及ぼす影響を調べた。

試料の硬さ（リーブ硬さ）評価には、可搬型の反発式硬度計を用いた。反発式硬度計は、試料の質量及び弾性係数に依存して測定値が変動しやすいため、試料の厚さと質量を変化させた試験片を用いて、硬さによる合金識別の可能性を検討した。

(2) 結果及び考察

Raの異なる1100及び6061合金板を用いて測定したHXRFによる識別率を図1に示す。6061ではRaが変化しても識別率は変化せず、1100ではRaが大きくなると識別率が低下した。これは、Raの増大により、試料表面でX線が散乱され、分析値が変動するためと考えられる。1050及び6061合金の厚さを一定として質量を変化させた場合の硬さ測定結果を図2に示す。1050と6061のリーブ硬さには顕著な差が見られ、HXRFに加えてリーブ硬さを補助的に用いることで合金識別が可能なが分かった。

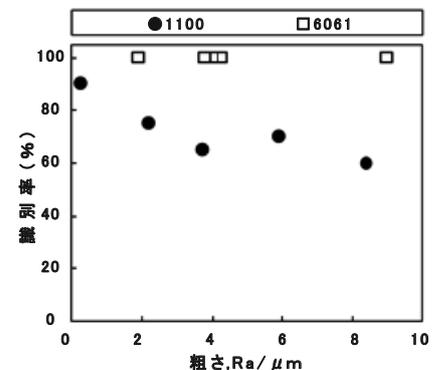


図1. 表面粗さと識別率の関係

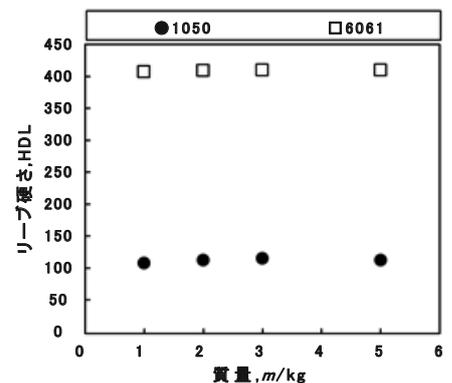


図2. 反発式硬度計による硬さ測定結果

3. 今後の展開

アルミニウム合金の識別に関する技術相談への成果活用のほか、リサイクル企業との共同研究への展開を検討していく。

参考文献

- [1] 上本道久, アルミニウムの水平リサイクルに向けた現場計測技術の開発, 第26回環境工学連合講演会講演論文集, pp.29-34 (2013)

*1)城南支所

H23.10~H24.9【基盤研究】アルミニウム合金スクラップの種別判定に向けた現場分析の最適化

塗装した熱処理木材の耐候性

○村井 まどか^{*1)}、小野澤 明良^{*1)}、神谷 嘉美^{*2)}、木下 稔夫^{*1)}、小沼 ルミ^{*3)}

1. 目的・背景

熱処理木材は、通常の木材に比べ耐朽性や寸法安定性があり、防腐剤を用いず加熱処理のみで製造するため、環境に配慮した製品として利用が拡大している。しかし、屋外でそのまま使用した場合、退色や表面に割れが生じることが分かってきた。本研究では、塗装によって熱処理木材の耐候性を向上させることを目的に、素地の仕上げ方法(プレーナー、研磨)、塗料のタイプ(油性、水性)などの塗装因子の影響を検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

スギ (*Cryptomeria japonica*) の熱処理木材(サーモウッド処理、220℃)及び比較用に無処理のスギを供試材とした。前処理は、プレーナー仕上げとP150研磨仕上げの2条件、塗料は、油性塗料(アルキド樹脂系)と水性塗料(アクリル樹脂系)の2種類とし、刷毛塗りで塗装板を作製した。塗膜の形成タイプは、半造膜形を選定した。油性塗料は、下塗り用1回、上塗り用2回、水性塗料は、下塗り・上塗り用兼用で2回塗りし、試験板を作製した。試験板は、都産技研本部にて平成24年6月から南面45度で屋外暴露試験を18ヶ月間行った。定期的に色差(ΔE^*ab)及び撥水度を測定した。

(2) 結果及び考察

油性塗料で塗装した場合、無処理材と熱処理材の乾燥時間はほぼ同じであったが、水性塗料では、熱処理材の方が乾燥に時間を要し、2週間以上経過しても塗膜に粘着性があった。これは、熱処理材が無処理材に比べ親水性が低く、酸度が高いことなどが乾燥に影響したためと考えられる。

また、水性・油性塗料のどちらも塗装により熱処理材の変色を抑制した。しかし、表面には、ひび割れが発生し、無処理材に比べ撥水度の低下が抑えられず、十分な塗装効果が認められなかった。また、水性塗料では、図1に示すようにプレーナー仕上げに比べ研磨仕上げの方が変色及び撥水度の低下が抑制され、前処理の研磨の効果が認められた。油性塗料では、水性塗料のような研磨の効果は認められなかった。熱処理材は、研磨により撥水性が低下したが、このことが水性塗料の木材内部への浸透に影響したと考えられる。

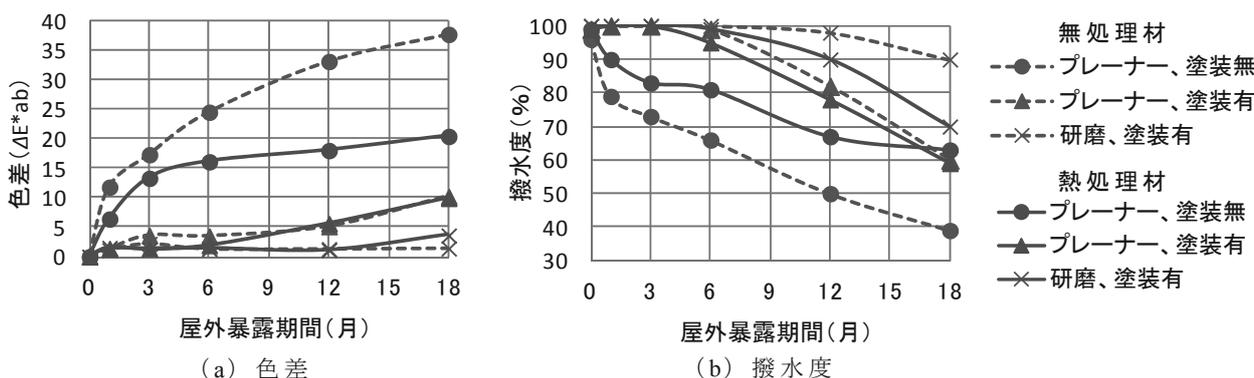


図1. 屋外暴露試験による水性塗料の塗装板の色差及び撥水度の変化

3. 今後の展開

本研究の結果を基に、熱処理木材用塗料の開発、エクステリア建材への展開を図る。

*1)表面技術グループ、*2)繊維・化学グループ、*3)環境技術グループ

H23.4~H24.3【基盤研究】塗装処理した熱処理木材の耐候性
H24.4~H25.3【基盤研究】熱処理木材の耐候性向上に影響する塗装因子の解析

新素材「サスティーモ[®]」を利用した漆器の製品化○中山 哲哉^{*1)}1. 目的、背景

サスティーモ[®]とは、漆と植物繊維のみを成分とした100%バイオマス成形材料、またこの材料による成形加工及びその表面の漆塗り加工の総称で、都産技研が主体となり開発された特許技術の新素材（登録商標 PAT.No3779290）である。当社は、これまでサスティーモ[®]の実用化、量産化を目的に、都産技研と共同研究を行ってきた。その結果、素地としてサスティーモ[®]成形体を使用した漆器ブランド「刻漆（ときうるし）」の製品化に成功したのでその内容を発表する。

2. 内容及び結果

漆は、漆の木の樹皮を傷つけたときに滲出してくる乳白色の樹液のことである。この漆を利用して、日本を代表する伝統的工芸品である漆器が生まれ、全国各産地で生産されている。しかし、素地が天然木のため変形や割れを起こしやすく、それらを防止する目的で布着せや下地付けといった多くの工程と時間を費やす必要がある。サスティーモ[®]は、これまであまり着目されなかった漆の熱硬化を利用し、これらの課題に取り組んだ。

漆は、その成分の一つである酵素が失活すると常温では硬化しなくなる。しかし、およそ100℃以上で酵素の働きではなく、熱により硬化を始める。これらの漆硬化メカニズムに着目し、漆と植物繊維を混合・加熱することで、熱により酵素を失活させるとともに熱硬化を進め、完全硬化する前の途中段階で反応を止めることにより成形材料化（コンパウンド化）した。精製された成形材料（サスティーモ[®]）は、規定量金型に入れた後、圧縮成形（加熱・加圧）工程により成形体を得た（図1）。また、成形体表面に職人の手作業による漆塗りを行い（図2）、最終工程で熱処理を行うことにより、意匠性だけでなく、漆のかぶれの解消と表面硬度の向上が図れた。

これらにより、変形や割れを起こしやすい天然木素材、時間を費やす下地工程の改善が可能になるとともに、100%バイオマスの新しい環境対応製品として「刻漆」を位置付けることができた。

3. 今後の展開

「サスティーモ[®]」「刻漆」を、環境対応の感性価値製品、COOL JAPANとしてブランド化を推進する。

図1. 新素材「サスティーモ[®]」の製造工程

図2. 成形体への職人による漆の手塗り



図3. 製品化した「フリーカップ」

*1)ヤマト化工株式会社

造粒方式の異なるブラウン管パネルガラス発泡体を用いた 畜産排水からのリン回収と肥料試験

○中澤 亮二^{*1)}、佐々木 直里^{*2)}、田中 真美^{*1)}、坂本 浩介^{*3)}、松浦 里江^{*3)}、金牧 彩^{*3)}
南 晴文^{*3)}、阪口 員一^{*4)}、山崎 文男^{*4)}、高橋 知己^{*4)}

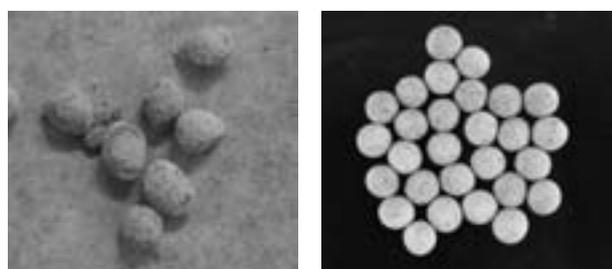
1. 目的・背景

ブラウン管式テレビは、家電リサイクル法の対象となっている。現状、回収されたブラウン管ガラスは、海外に輸出されてブラウン管に再生されている。しかしながら、ブラウン管式テレビの需要は減少しており、ガラスの他への用途利用方法が重要となってきている。これまで都産技研では、ブラウン管パネルガラスを原料としたリン酸吸着用ガラス発泡体の開発と、これを用いた排水処理方法の開発に取り組んできた。一般的に、無機焼結体の多孔質性や強度は、成形（造粒）方法によって影響を受ける。そこで本研究では、ブラウン管パネルガラス発泡体製造工程での造粒方法が畜産排水からのリン回収効率に及ぼす影響と回収リンの肥料効果について検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

ブラウン管パネルガラス発泡体の調製：ガラス粉砕物 70wt%及び貝殻粉末 30wt%を混合後、異なる2種の造粒方式（ロール方式及び押し出し方式）にて粒径 5mm に加圧造粒した。造粒物を電気炉を用いて最高温度 650℃で 20 分間焼成した（特願 2011-283724）。造形物の外観を図 1 に示す。畜産排水を対象とした実証試験は、東京都農林総合研究センター内畜産排水処理施設にて実施した。ネットに焼成物を充填し、排水処理槽に沈めた。一定期間ごとに焼成物を引き上げ、そのリン酸吸着量、重量を測定した。排水処理試験後の発泡体中のリン酸を硫酸カリウム水溶液で溶出後、リン酸カルシウムとして沈澱・ろ過・乾燥させることでリン酸の回収を行った。その後、回収リン酸の肥料効果試験を行った。



(左：ロール方式、右：押し出し方式)

図 1. ブラウン管ガラス発泡体

(2) 結果及び考察

図 2 に畜産排水からのリン酸回収試験の結果を示す。ロール方式の方が押し出し方式の発泡体よりリン酸吸着量が高く推移している。一方で、発泡体表層のリン酸含有率を蛍光 X 線分析によって測定したところ、逆の傾向を示した。排水処理試験期間における発泡体の重量変化については、押し出し方式では、重量減少が認められないのに対し、ロール方式では漸減した。これは、押し出し方式の方が構造的に密で強度がある反面、孔隙が密なために排水中 SS により閉塞しやすいためと推察した。回収リン酸の肥料効果については、化学肥料と同等であった。

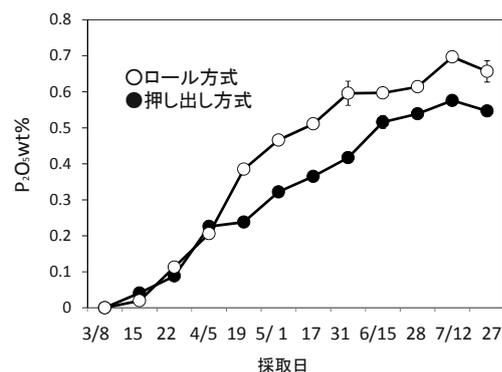


図 2. 畜産排水からのガラス発泡体によるリン酸回収

3. 今後の展開

ブラウン管パネルガラス発泡体のリン酸吸着能は、その造粒方法によって制御できることを明らかにした。本技術は、小規模排水処理施設、造粒成型装置や焼成設備を保有するセラミック・窯業業界への展開を想定している。

*1)環境技術グループ、*2)生活技術開発セクター、*3)公益財団法人東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター、*4)パナソニック株式会社 AVC ネットワークス社

H23.11～H24.9【共同研究】ガラス発泡体によって回収されたリンの農業利用法の開発

鉄を含むケイ酸塩ガラスの熱処理によるヘマタイト相析出と可視光応答型光触媒作用の相関

○久富木 志郎^{*1)}、高橋 佑輔^{*1)}、飯田 悠介^{*1)}、秋山 和彦^{*1)}

1. 目的・背景

多くの国や地域で大量の産業廃棄物や一般廃棄物が排出され、世界的な規模での深刻な環境問題に発展している。経済協力開発機構（OECD）は、加盟国から排出される廃棄物の総量が 662 Mt であると報告している。その一方で、水質汚染も深刻な環境問題である。工業排水や生活排水による水質汚濁物質は、閉鎖性水域などの富栄養化を進め、公害となる恐れがある。閉鎖性水域の水質汚濁指標である化学的酸素要求量（COD）の達成率は約 50% 程度と、海洋など解放系水域の達成率に比べて低いままである。久富木らは、廃棄物処理問題と水質汚濁問題の解決を目標として、焼却スラグの環境浄化材としてのリサイクル方法の模索を行ってきた。本発表では、鉄を含む焼却スラグを模したケイ酸塩ガラスを熱処理した試料の構造と、可視光応答型光触媒作用の相関について報告する。

2. 研究内容

(1) 実験方法

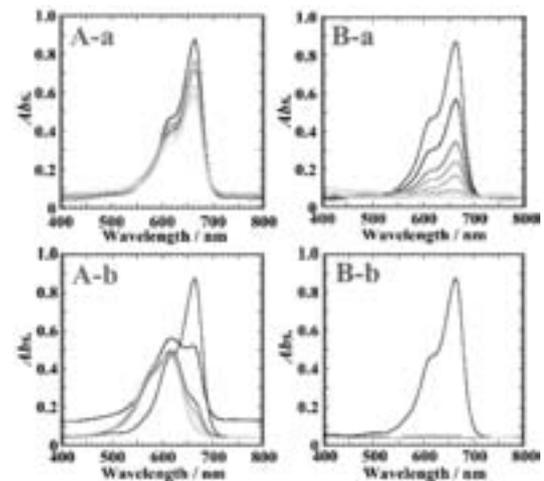
試薬特級の Na_2CO_3 、 CaCO_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 を秤量し混合後、白金るつぼに移し、電気炉にて 1400°C で 1 時間熔融した。るつぼを氷浴に浸し急冷することで、 $15\text{Na}_2\text{O} \cdot 15\text{CaO} \cdot x\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot (70-x)\text{SiO}_2$ ($x = 10-50$ 、以下 $x\text{NCFS}$ ガラスと略す) を作製した。これを電気炉にて 1000°C で 100 分間熱処理をした。熱処理前後のガラスの構造解析は、 ^{57}Fe メスバウアー分光分析 (FeMS) 及び粉末 X 線回折 (XRD) を用いて行った。また熱処理後のガラスを粉末状にし、このうち 80 mg を $10 \mu\text{molL}^{-1}$ の MB_{aq} 10 mL に浸漬させ、波長 420~750 nm の可視光を照射し、 MB_{ap} の紫外-可視吸収スペクトル (UV-Vis) を測定した。

(2) 結果及び考察

熱処理後の $x\text{NCFS}$ ガラスの FeMS スペクトルにおいて酸化鉄濃度 (x) が 30 未満の場合は、 $\text{Fe}^{\text{III}}(\text{T}_d)$ に帰属される常磁性 doublet が、 $x \geq 30$ の場合は、酸化鉄の一種である $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ に帰属される sextet が見られた。 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の析出は、XRD パターンの結果とも一致した。図 1 に熱処理後の $x\text{NCFS}$ ガラスを用いたリーチングテスト結果を示す。可視光照射後の MB 紫外-可視スペクトル (図 1 B-a、B-b) の吸収強度は、 x の含有量に依存して小さくなった。以上の結果から、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ を含むケイ酸鉄ガラスは、可視光照射により光触媒効果が大きくなることが明らかになった。

3. 今後の展開

酸化鉄を含むケイ酸塩ガラスを熱処理することで、観測された光触媒作用が発現することが分かった。自治体で排出されるスラグなどを原料として可視光応答型の光触媒ガラスを作製することで、廃棄物の減量と生活排水の浄化の二つの環境問題を解決できる可能性が示唆された。



A: 光照射なし、B: 光照射あり
a: $x=10$ 、b: $x=50$

図 1. 熱処理した $x\text{NCFS}$ ガラスを浸漬した MB 水溶液に 10 日間可視光を照射したときの紫外-可視スペクトル

*1) 首都大学東京

あざやかな赤色ガラス「茜硝子」の紹介

○大久保 一宏^{*1)}、増田 優子^{*2)}、上部 隆男^{*2)}、玉巻 圭子^{*3)}、柴田 憲章^{*3)}

1. 目的・背景

ガラスの素材着色には、主に金属を用いたイオンまたはコロイド着色が多く利用されており、金属の種類によって様々な色の着色が可能である。その中で暖色系に着色できるものは限られており、赤色の着色では、カドミウム、金、銅が主に利用されている。この3種類の色調は異なり、カドミウムはあざやかな赤色、金はピンクのような紫みの赤色、銅は暗い赤色になる。そのため、色相や色調の点からは、それぞれを代替することはできない。この中で、カドミウムによるあざやかな赤色のガラスは高いニーズがあるが、カドミウムが有害元素であるために、日本を含めた世界各国の食品衛生法などで厳しく規制されている。そのため、製品を製造したくてもしにくい状況になっている。

このような背景の中、有害元素を用いずにあざやかな着色ができる方法を見つけるために、東洋佐々木ガラス株式会社と共同で研究開発を進め、製品化・商品化することができた。今回、その共同研究開発品である「茜硝子」(都産技研が使用する素材に対する名称で、東洋佐々木ガラス株式会社では、商品ごとに固有の名称を用いる)について紹介する。

2. 研究内容

(1) 実験方法

開発にあたっては、主に都産技研側が実験室レベルの小規模熔融(200g程度)でガラスのベース組成や着色材の選定と添加量、熔融条件などについて検討し、東洋佐々木ガラス株式会社側が製造レベルの中規模熔融(3kg程度)・大規模熔融(100kg程度)でスケールアップの影響などを踏まえた製造条件を検討する形で分担して実施した。

	黄	オレンジ	赤
目標の色			
試作品			

図1. 目標の色と試作品

(2) 結果及び考察

主な着色材にモリブデンを用いて、小規模熔融にて試作したサンプルを図1に示す。暖色系の黄色、オレンジ色、赤色について、カドミウムを用いた着色を目標の色としたが、概ね近い色調での着色を実現できた。小規模熔融から導かれた調合組成を基に中規模熔融、大規模熔融での試験を実施して製造段階での課題を解決した。実際のガラス製造ラインでの試作も終了し、安定した製造が可能であることが実証できた。



図2. 「招福杯[®]富士山 金あかね」

3. 今後の展開

東洋佐々木ガラス株式会社にて製品化・商品化を進め、平成26年1月16~17日に開催されたジャパングラスウェア・トレードショー2014に出品した。現在、「招福杯[®]富士山 金あかね」として製造・販売されている(図2)。また、このあざやかな赤色ガラスの名称として、都産技研では「茜硝子」を使用するとともに商標を取得した(図3)。今後展示会への出展など、PRを進める予定である。



図3. 都産技研が使用する商標

*1)実証試験セクター、*2)環境技術グループ、*3)東洋佐々木ガラス株式会社

6月20日(金)

研修室242

**震災復興支援技術
情報技術**

全光束測定における出力安定度の評価方法及び計測システムの開発

○澁谷 孝幸^{*1)}、岩永 敏秀^{*2)}、横田 浩之^{*1)}

1. 目的・背景

近年、LEDを用いた照明器具の製品開発が活発化しており、明るさの全量である全光束の測定は、省エネ指標として重要な項目となっている。全光束は、LEDの温度上昇により減少していくため、安定状態を見定めて測定を行う必要があるが、現状、特段の理論的根拠に基づいた測定が行われておらず、常に精度よく測定ができているとは言い難い。本研究は、LEDランプの特性から全光束の経時減衰モデルを仮定し、精度のよい安定度評価が可能な方法の開発及び本手法を実際の全光束測定に適用したシステム構築を目的とする。

2. 研究内容

(1) 実験方法

LEDを光源としたほとんどの照明器具の温度は、熱源(P-Nジャンクション)、放熱部(放熱ファンや内部回路等も含む)、熱浴(大気等)の三つの要素が寄与しており、その変動特性は、環境温度から熱時定数 τ_{th} で定常状態に緩和するため、(1)式のような形で表すことができると考えられる。

$$T(t) = T_0 + \Delta T \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{th}}\right) \right) \quad (1)$$

ここで、 $T(t)$ は時刻 t における発熱部の温度、 T_0 は初期温度(環境温度)、 ΔT は定常状態に至る温度変化量である。LED照明器具の全光束と温度の変化量はほぼ逆比例の関係となることから、(1)式を用いて、全光束の時間変動特性及び定常値は、(2)式のように予測することができる。

$$\Phi(t) = \Phi_0 - \Delta\Phi \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{lm}}\right) \right) \quad (2)$$

ここで、 $\Phi(t)$ は時刻 t における全光束、 Φ_0 は点灯直後の全光束、 $\Delta\Phi$ は全光束変化量、 τ_{lm} は減衰時定数、 Φ_∞ は t を無限大にとった場合の全光束の定常値である。

(2) 結果及び考察

全光束の時間変動特性モニタリングシステムを構築し、市販LED電球について全光束-時間特性を測定した。結果の例を図1に示す。得られた結果について(2)式を用いてフィッティングを行った場合のパラメータ(Φ_0 、 $\Delta\Phi$ 、 τ)、寄与率 R^2 を表1に示す。すべてのLED電球において寄与率が99%以上となっており、LED電球の全光束-時間特性のモデル式として、今回測定を行った試験品の範囲で(2)式の妥当性を確認することができた(特願2013-172143)。

3. まとめ・今後の展開

モデル式を用いて、開発した全光束安定度評価システムにより妥当性を検討した。測定を行った試験品では、寄与率が99%以上と高い値を示し、モデル式の妥当性を確認することができた。モデル式を用いることで、各種パラメータの予測や、より精度の高い安定度評価が可能になると考えられる。さらに、全光束の定常値や、定常状態に至る時間といった光源性能の明確化により、LED照明の理解・普及がより進むことで、震災後特に問題になっている電力需要の低減などに資することができると考えられる。

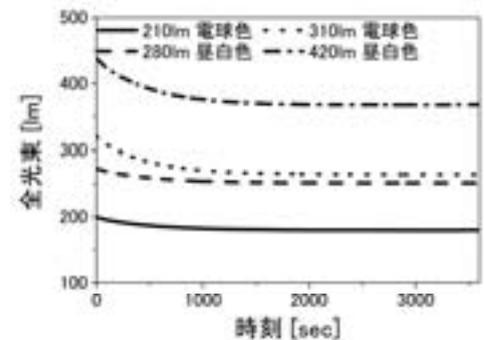


図1. 市販LED電球の全光束-時間特性測定例

表1. 各種試験品のフィッティングパラメータと寄与率の測定例

試験品	$\Phi_0(\text{lm})$	$\Delta\Phi(\text{lm})$	$\tau(\text{s})$	R^2
210lm電球色	199	19.4	514	0.9996
280lm昼白色	272	21.1	502	0.9995
310lm電球色	319	54.9	466	0.9998
420lm昼白色	437	69.5	480	0.9998

*1)光音技術グループ、2)経営企画室

H24.4~H25.3【基盤研究】全光束測定における出力安定度の評価方法及び計測システムの開発

天然抗菌成分を利用した環境調和型木材用防カビ剤の開発

○飯田 孝彦^{*1)}、小沼 ルミ^{*1)}、浜野 智子^{*1)}、水越 厚史^{*2)}、瓦田 研介^{*3)}

1. 目的・背景

森林や木材加工工場では、土壌等由来のカビ汚染により木材の変色被害が生じ、製品の品質や歩留まりの低下が問題となっている。変色を引き起こすカビとして *Ophiostoma* 属、*Leptographium* 属などが報告されている。これらのカビは、木材を青変色することから青変菌と呼ばれている。被害樹種の中には高価な樹種も含まれており、経済的損失も大きい。このため、防カビ対策としてベンゾイミゾール系殺菌剤などの化学合成農薬による防除が行われているが、環境や人体に対する安全性が懸念されている。そこで本研究では、天然系抗菌成分として安全性が既知である生物農薬 *Bacillus subtilis* について、木材用防カビ剤への利用の可能性を検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

生物農薬 *B.subtilis* 水和剤溶液中にスギ辺材試験片 (5×20×40mm) を 1 分間浸漬処理後、十分風乾したものを防カビ性能試験に用いた。防カビ性能は、青変菌 4 種類 *Ophiostoma piceae*、*Leptographium truncatum*、*Leptographium ini-densiflorae* 及び *Leptographium wingfieldii* に加えて、JIS Z 2911 かび抵抗性試験 (一般工業製品) 指定カビ 4 種類の単独孢子懸濁液を用いて行った。単独孢子懸濁液を試験片に接種し、26℃、95%RH 以上の条件で 2 週間培養し、防カビ性能を JIS Z 2911 の判定基準に準じて判定した。

(2) 結果及び考察

B. subtilis 菌体溶液で浸漬処理した試験片の青変菌 4 種類に対する防カビ性能試験の結果を表 1 に示す。*B. subtilis* 菌体溶液で処理した試験片は、無処理試験片に比べて代表的な青変菌に対して明らかな防カビ性能を有していた。また、JIS 指定カビ 4 種類に対しても同様に明らかな防カビ性能を有していた。ただし、完全にカビの発生が抑制されたカビと一部発生が見られたカビがあり、*B. Subtilis* 菌体溶液処理試験片の JIS 指定カビに対する防カビ性能の強さは、カビの種類により異なることも分かった。

さらに、*B. subtilis* 菌体溶液で浸漬処理した試験片の周囲には、図 1 に示すように青変菌に対する阻止帯の形成が認められた。このことは、試験片に着生している *B. subtilis* 菌体が青変菌との拮抗関係で忌避性の二次代謝物を生成したことによると考えられた。

表 1. *B.subtilis* 菌体溶液処理試験片の青変菌に対する防カビ性能

試験片	菌体濃度 (cfu/ml)	青変菌に対する防カビ性能			
		<i>Ophiostoma piceae</i>	<i>Leptographium truncatum</i>	<i>Leptographium pini-densiflorae</i>	<i>Leptographium wingfieldii</i>
無処理	—	2	2	2	2
<i>B.subtilis</i> 処理	2×10^8	0	0	0	0

【カビ抵抗性判定基準 (JIS Z 2911)】
木材試験片表面のカビ発生面積比率

0: 試験片表面にカビの発育が見られない
1: 試験片表面のカビ発育面積が 1/3 未満
2: 試験片表面のカビ発育面積が 1/3 以上

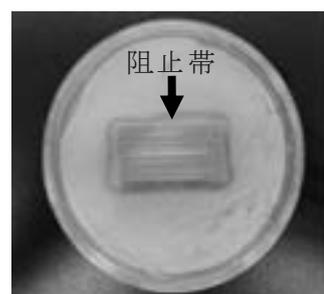


図 1. *Bacillus subtilis* による阻止帯の形成

3. 今後の展開

本技術は、東日本大震災被災地であり、国内有数の林業生産県の岩手県などの製材業における木材汚染カビの防除剤としての利用へ展開していく予定である。

*1)環境技術グループ、*2)元環境技術グループ、*3)経営企画室

二階建てに展開可能で災害時に活用可能なトレーラーハウスの開発

○土屋 真^{*1)}、山口 亨^{*1)}、山下 敏男^{*1)}、金 石振^{*1)}、藤原 敬介^{*1)}、藤本 泰成^{*1)}

1. 研究の背景と目的

本研究は、首都大学東京内における研究プロジェクトである「総合防災対策研究プロジェクト」の一環として行われた。首都直下地震への対応が研究の柱であり、本研究はトレーラーハウスの災害時における活用法に関するものである。

平成23年に発生した東日本大震災以降、仮設住宅における議論は活発化しつつあり、首都直下型地震などのリスクを踏まえ、緊急時の応急仮設住宅対策が急務となっている。なかでも、家を失った住民の生活の質に関する問題がクローズアップされ、仮設住宅の断熱性能や遮音性能の問題や、仮設住宅団地に人々のコミュニティーを形作るための集会スペースの欠落などが指摘された。

本研究は、そのような状況のなかで、コミュニティー創発のための集会スペースや仮設住居としても利用できるトレーラーハウスに関するものである。



図1. 設置時に2階建てに展開された状態

2. トレーラーハウスのデザイン

東日本大震災の際に、リアス式海岸に面した平地が少ない地域では、仮設住居を建設するための用地選定が困難であった。本研究では、少ない敷地の有効利用をはかるために、設置時(図1)は2階建てで移動時は1階建て(図2)になるという2階部分が折りたたむ構造を採用した。2階部分の展開にはクレーンが必要になる(図3)。

また、遮音性や断熱性を考慮し、1階部分に関しては2×4工法を採用し、中空部には100mmの断熱材を設けた。窓にはペアガラスを採用し、断熱性に配慮した。

本トレーラーハウスは、住宅にもカスタマイズ可能で、単体での使用に限らず、2台または複数台集まることにより、集会所などの機能を持たせることも可能である(図4、5)。その際、エクステリアの青いパネルが、色により機能を識別するというサインとして役立つ。



図2. 移動時の状態



図3. リフトアップ

3. 今後の展開

本研究で、2階部分が鉄骨と膜のみという構造になったのは、重量の制約による。2×4工法で2階部分を制作するよりは軽くなっているが、それでも600kgはある。これは、人力で持ち上げる限界を超えており、今後は2階部分のさらなる軽量化と断熱性の向上が課題である。そのため、軽量化を実現するためのマテリアルと断熱性を持つ膜の研究を積み重ねる必要がある。



図4. 2台を集合させて使用しているイメージ CG



図5. 複数台を集合させて使用しているイメージ CG

*1)首都大学東京

木材－ボルト接合の締付け試験

○松原 独歩^{*1)}、中野 貴啓^{*2)}、島田 勝廣^{*3)}

1. 目的・背景

木材のボルト接合は、あらゆる製品・構造物に応用されている。しかし、その簡便さ及び木材の乾燥収縮による応力緩和などの物性的現象ゆえに、施工現場で重要なボルトの締付けについて具体的な管理が行われていない。そのため、現場では締忘れや締付け過ぎが生じて、接合部の品質に悪影響を及ぼすことも多いと推察される。そこで、これまで検討されていなかった木材のボルト接合における締付けに着目し、適切な締付け管理方法の確立を目標として、締付け試験を行った。

2. 研究内容

(1) 実験方法

実験は、ねじ締付け試験機（NST-500NM、日本計測システム（株）製）を用いて行った。図1に実験方法の概要を示した。ボルト頭を治具にて回転しないように拘束し、ナット側を締付けた。ナット締付け時に、トルク及び回転角を計測し、ボルト頭と木材の間に装着したロードセルにより締付け軸力を計測した。試験開始前にナットを手締めし、締付け軸力約10Nに到達した時点を開始点として締付け試験を行った。実験に用いた木材は、一般的に広く用いられているスギ、ツガ、ヒバ、カラマツの4樹種とした。

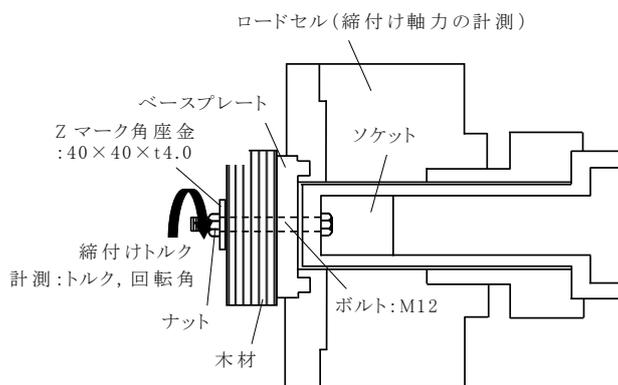


図1. 実験方法概要

(2) 結果及び考察

ヒバの締付けトルク及び締付け軸力と回転角の関係の一例を図2に示した。100 deg 付近にてスナグ点をむかえ、締付けトルク及び締付け軸力が直線的に上昇して降伏を経た後、再び上昇するというバイリニア型の挙動を示した。また、締付けトルクの増加に伴い、ツガ、ヒバ及びカラマツについて座金の変形、ヒバ及びカラマツについてボルト破断が確認された。このことから、樹種によっては座金を変形させ、その効果を低減させる、あるいはボルト破断に至ってしまう可能性があることが分かった。従って、適切な締付けを行うには、樹種を考慮する必要があると考えられた。

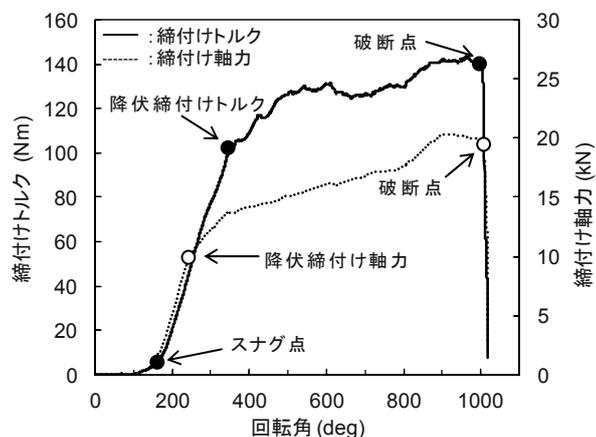


図2. ヒバの締付けトルク及び締付け軸力と回転角の関係一例

3. 今後の展開

これまでに検討されていなかった木材のボルト接合における締付けに着目し、締付け試験を行った。一般的に広く用いられている4樹種の木材について、締付けトルクと回転角及び締付け軸力を定量的に把握することができた。この結果を生かして、木材のボルト接合に適した締付け管理手法を確立し、提案する予定である。

*1)城東支所、*2)実証試験セクター、*3)交流連携室

ソーシャルビッグデータの研究

○石川 博*1)

1. 目的・背景

まさにこの瞬間も現代の情報洪水は、社会の様々なセクタに大量の情報を生み出し続けている。この現象をビッグデータという。このビッグデータには、現実世界由来のデータとソーシャルメディア由来のデータが含まれる。これらを統合的に分析することで、どちらか単独だけの分析では得られないような価値を発見し、それをビジネスをはじめ防災や科学など多様な応用に生かすことが期待できる。

2. 研究内容

(1) 実験方法

コンサートに参加した人々の多くは、会場の最寄りの駅から電車に乗って帰宅する。すると IC カードを通して実世界データとして乗降データが急激に増える。一方、参加者たちは、その時の興奮や電車の混雑に関する不満や情報をソーシャルデータに書き込む。すると、ソーシャルデータとして投稿数が同様に急激に増える。このように両者には疑似的相関がある。このとき、鉄道の管理者が乗降データの急激な増加の原因を知りたくなければ、乗降データとソーシャルデータの疑似相関を利用して、同一時間帯に同一地域で急激に増えた記事集合を適切な手段で分析すれば、共通原因である、参加したコンサートという顧客の関心にたどり着くことが期待できる。

また、日本を訪れる外国人がよく行く場所は、必ずしも日本人がよく行く場所とは限らない。そこで、東京の主要な地名を各国語の表記にして、条件としてツイッターの記事（ソーシャルデータ）を収集し、分析する。その結果として地名ごとに言及した記事数を言語別にランキングすれば、各言語圏の人々にとっての人気スポットの順位が分かる。さらに時間及び利用者（すなわちその同一性）を考慮すれば、人気のある観光コース（いわゆる黄金ルート）の発見にもつながる。

また、オープンアクセスジャーナルは、閲覧回数やダウンロード回数だけでなく、被引用回数も伝統的な雑誌に比べて早く手に入れることができる。そこで閲覧回数やダウンロード数の時系列データ間の類似性だけで、未来において、ある閾値（90）以上の被引用回数を持つことになる論文（Highly cited papers, HC）を発見できるか確認するために予備実験を行う。

(2) 結果及び考察

まず駅名（新横浜など）と時間（日時）で収集したツイート集合の中で頻出する単語や互いに共起する単語を発見し、その単語をグラフのノードに、さらに互いに共起する2個の単語に対応するノードをエッジで結び、全体として共起関係を基にしたグラフを構築した。ただし、それぞれの頻度が適切な閾値以上の単語や共起関係だけをこのグラフの要素にするものとする。このグラフに対して、媒介中心性の高いノード（すなわち重要度の高い単語）に注目することで、混雑原因の概要が把握できることを確認できた（図1）。

また、記述言語別に、都内の主要な地名（観光地）を含むツイートの件数を集計したところ、言語によって地名のランキングは異なることが分かった（表1）。

さらに出版されてから3か月までのダウンロード回数のデータを持つ論文のサンプル（Public Library of Science から集めた 48,261 件の論文）について、その時系列データの類似度を基にスケールバリエーションを有するクラスターリングを行ったところ、HC の論文を多く含むクラスター1個を発見した。このクラスターにおける HC の数は、サンプルの論文集合における HC の総数（398 件）の 97.74% 以上であったことから、最初の3か月分のダウンロード数だけの分析で、全体の 97% 以上の HC が発見できる可能性を確認した。

3. 今後の展開

複数の実験を通して、実世界データとソーシャルデータを合わせて分析することで、新たな知見が得られることが確認できた。今後は、汎用的な分析技術を構築し、その普及と観光や防災などへ応用の拡大を行い、それを通してダイナミックな産業構造の創出に寄与する。

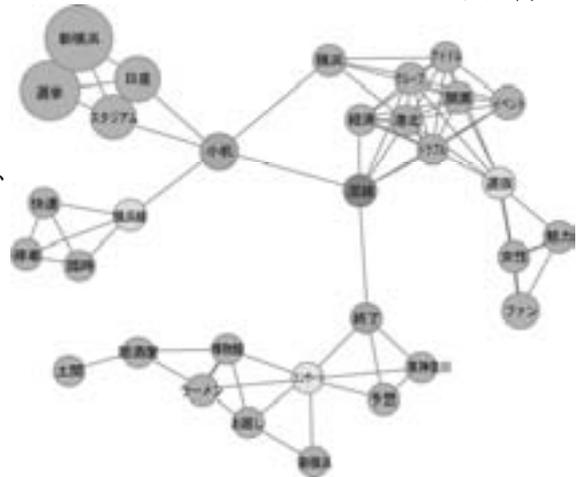


図1. 共起ネットワーク

表1. 観光地ランキング

順位	英語	仏語	露語	ポルトガル語	韓国語
1	渋谷	原宿	原宿	神田	神田
2	原宿	渋谷	八重洲	原宿	日比谷
3	神田	神田	銀座	渋谷	渋谷
4	新宿	新宿	神田	永田町	新宿

*1)首都大学東京

放送波同期型無線テレメータ

○村井 弘道^{*1)}、谷 直也^{*2)}

1. はじめに

無線によるテレメータ装置では、特定小電力無線方式が多く利用されているが、設置環境や要求される通信条件によっては、特定小電力無線の使用が適さない場合がある。例えば、水道メータのスマートメータ化を想定した場合、地表に突起した形状の空中線の設置は困難であり、メータボックスの蓋面を除いた5面が地中という条件から特定小電力無線の利用は困難である。本開発では、微弱無線を用いた中長波帯無線テレメータ装置を提案する。

2. 方式の検討

水道メータをスマートメータ化した場合の無線装置の検討条件を以下の通りとする。①情報量は低容量、②微弱無線で許容される高い電界強度の周波数域を利用、③メータボックスを空中線の一部として構成、④低消費電力。この条件から中長波帯で PSK/FSK 変調とし、人工雑音の影響を軽減するため SS 方式とする。同期に時間を要しないように端末間で同時に受信できる放送波から拡散用信号を生成する。

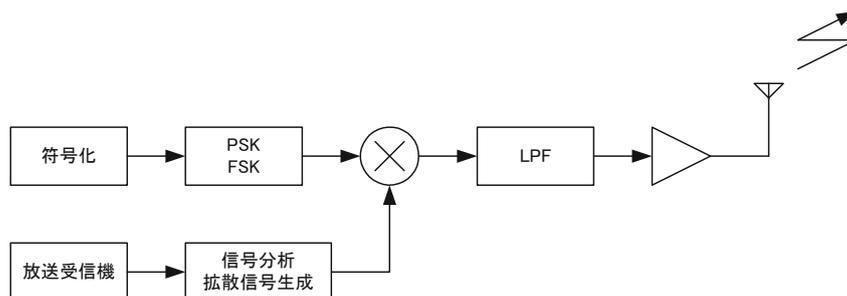


図 1. 送信機構成

通常は擬似ランダム信号が選択されるが、この装置では厳密な SS 性能を求めないので、拡散信号の厳密なランダム性は無視する。

3. 結果・考察

シミュレーションにて放送波から生成した拡散信号で SS の特徴を確認した。図 2 にベースバンド PSK、図 3 に拡散変調、図 4 に受信信号、図 5 に逆拡散時の各スペクトラムを示す。図 5 より 1 次変調信号が確認され、別途、時間軸信号においてもベースバンド信号が復調されていることが確認された。

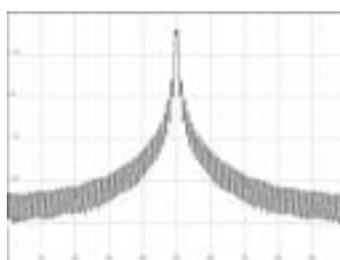


図 2. PSK



図 3. SS 信号

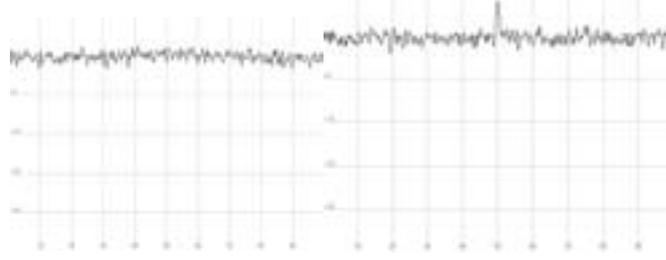


図 4. 受信信号

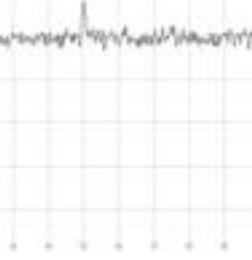


図 5. 逆拡散

4. まとめ

端末同士が共通に受信できる放送波に同期した擬似 SS 方式を検討した結果、SS 方式と同様のスペクトラムが得られ、試作装置においても問題なく動作した。今後、通常の SS 方式の拡散利得に相当する擬似拡散利得の定義方法や、より擬似ランダム信号に近い拡散信号生成方式の検討を実施し、この擬似 SS 方式の特性を生かしたアプリケーションへの適用を進めて行く予定である。

*1)株式会社ティ・エフ・ディ、*2)タニテック株式会社

ラジオに文字情報を重畳する手段の検討

○高崎 和之^{*1)}、藤田 一輝^{*1)}、大谷 匠^{*1)}、石川 一眞^{*1)}、小柳 賢^{*1)}

1. 目的・背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、情報インフラにも大きな課題を残した。その一つが、災害時における情報伝達手段の確保である。災害発生直後は、停電や設備の倒壊により、広域的にインターネットや携帯電話が利用しにくい状態になることに加え、輪番停電などが実施されると、テレビの視聴も困難となる。そこで本研究では、ラジオ放送を利用してデジタルデータを配信し、スマートフォンなどのデバイスを使って情報を表示する方法の検討を行った。

2. 研究内容

(1) 提案する手法

本研究で検討するデータの配信方式は、

- ・既存の放送設備で放送できること
- ・既存の受信機で受信できること
- ・汎用的な装置でデータを復調できること

の3点に配慮し、配信したいデジタルデータを振幅シフトキーイング(ASK)で可聴音に変換して通常放送されている音声と混合し、配信することとした。この方式では、従来の見えるラジオやVICSのように専用の送信機を必要とせず、また、受信側も従来のFMラジオで受信し、スマートフォン等の付加装置でデータを取り出すことができる。雑音交じりの受信音となるが、従来の放送内容を理解することは可能であり、簡単なフィルタ回路によって音声とデータを分離することも可能である。

(2) 技術的検討

提案手法の実現可能性を検討するため、市販ラジオの受信特性確認実験を実施した。実験にあたっては、2,000円程度で購入できる市販のラジオを3台用意し、図1に示すような構成で周波数特性を記録した。その結果を図2に示す。なお、図2に示す特性はエンファシスを考慮して補正してある。この結果から、安価なラジオであっても、10kHz程度までの帯域が利用できることが分かった。そこで、副搬送波の周波数を3kHzとし、2400bps、ASKによる変復調シミュレーションを行った。副搬送波の周波数を3kHzとしたのは、音声に与える影響を抑えつつ、なるべく帯域幅を狭くするためである。その結果を図3に示す。図3より、エラーレートを 10^{-4} 程度まで許容するものとする、S/Nは5dB程度まで許容されることが確認でき、提案手法が十分に実現可能であることが分かった。

3. 今後の展開

今後は、実環境におけるエラーレート測定を実施したいと考えている。本研究の成果は、コミュニティFMを利用した市町村規模のサイネージシステムや、市販のFMトランスミッタを用いた建物規模の簡易的なデジタルサイネージシステムなどに応用できると考えている。

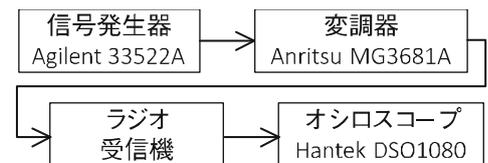


図1. 周波数特性測定系

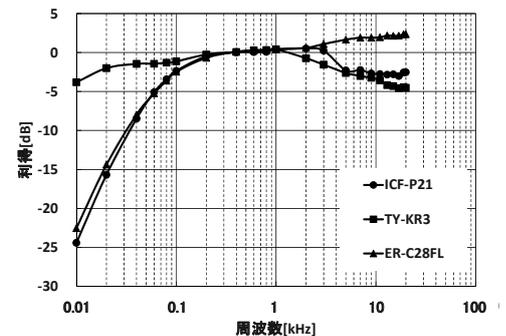


図2. 市販ラジオの周波数特性

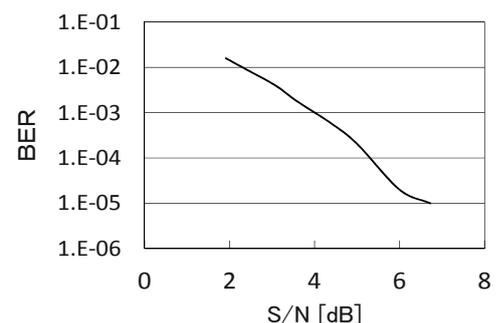


図3. BERシミュレーション結果

*1)東京都立産業技術高等専門学校

6月20日(金)

研修室243

品質強化

動物系異物試料解析のための指標化合物の探索

○木下 健司^{*1)}、榮 八千代^{*2)}

1. 目的・背景

都産技研において、異物分析に関する内容の相談や依頼試験は比較的多くの割合を占めており、解析結果の信頼性の向上は常に課題である。筆者らは、異物分析に主として使用される赤外分光分析法 (FT-IR) を補う手法として、熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法を適用し、異物分析への活用法の検討を行ってきた。本研究では、異物として確認されることの多い動物系試料を対象として、より細かく分類した解析結果を導くための検討を行った。図 1 に研究の流れを示す。

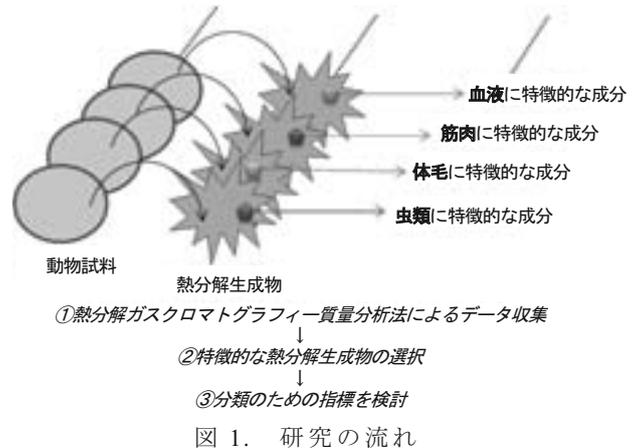


図 1. 研究の流れ

2. 研究内容

(1) 実験方法

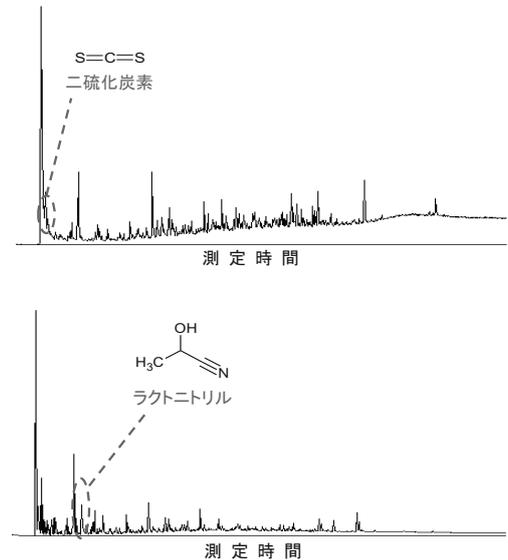
【試料収集】分類の達成目標を血液や筋肉組織、体毛組織、その他ヒト由来組織、魚類、虫類（主に双翅目）、幼虫類とし、合計 45 種の動物組織を収集した。

【測定条件】ガスクロマトグラフ質量分析計（7890A/5975C、Agilent Technologies 製）、熱分解装置（PY-2020iD、Frontier Lab 製）、分析カラム（ZB-MultiResidue-1 : 30 m×0.25 mm×0.25 μm、Phenomenex 製）、熱分解温度：600℃、測定回数：各試料 3 回ずつとした。

【解析方法】目視による解析を行った後、ピーク解析ソフトウェア（AMDIS Ver.2.66、NIST 製）ならびに多変量解析ソフトウェア（Mass Profiler Professional Ver.2、Agilent Technologies 製）を使用し、各試料における特徴的な熱分解生成物を詮索した。

(2) 結果及び考察

各試料から共通してタンパク熱分解生成物類が主要成分として検出された他、卵白を除く各試料からコレステロール類が検出された。また、全体的にパイログラムは似たパターンを示し、特徴的な熱分解生成物は、小さなピークとして確認されるものが多い傾向があった。例として図 2 に毛髪及び蚊脚部のパイログラム及びそれぞれの特徴的な熱分解生成物を示す。特徴的な熱分解生成物の中で、ある対象に限られて検出されたものは、その対象における指標化合物と選定した。また、他の対象と比較して大きな割合として検出された熱分解生成物は、他の熱分解生成物とのピーク面積比を算出し、分類の指標とした。最終的に今回用いた 45 種の試料について、14 種程度のグループへ分類できる可能性が示唆された。



(上：毛髪、下：蚊脚部)

図 2. パイログラム例

3. 今後の展開

本研究で用いた解析手法により、動物系試料について組織間の識別が期待できた。他の現在識別困難な試料間の識別や、劣化の痕跡を提示するための指標化合物の探索など実用性の高い課題へ発展させる。

*1)材料技術グループ、*2)北里大学

固体 NMR を活用した研究開発事例

○渡邊 禎之^{*1)}、林 英男^{*1)}、川口 雅弘^{*1)}、上野 博志^{*1)}

1. 背景

核磁気共鳴分光分析 (NMR) は、核磁気共鳴を用いて分子の構造や運動状態を調べる分析方法であり、溶液試料の水素核・炭素核の測定が有機化学分野において活用されていることはよく知られている。近年では、装置の発展によって固体試料や水素・炭素以外の多核種での測定も容易となり、幅広い分野の研究開発に活用されることが期待されている。

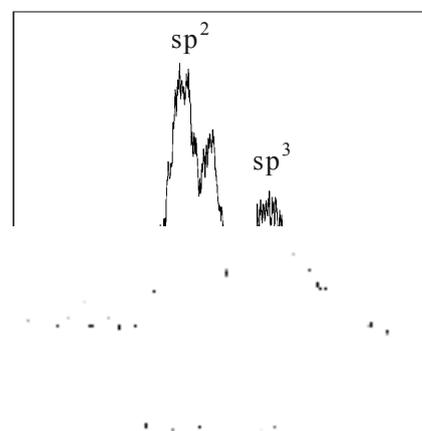
都産技研が所有する NMR 装置 (JNM-ECA600、日本電子 (株) 製) は、溶液試料・固体試料を問わず様々な核種の測定が可能であり、多種多様な試料に対応してきた。本発表では、固体 NMR を活用した研究開発事例について紹介する。

2. 研究内容

(1) アモルファスカーボン膜中炭素の sp^2/sp^3 比の定量評価 (東京大学との共同研究)

アモルファスカーボン (DLC) 膜中炭素の sp^2/sp^3 比は、DLC 膜の物性に相関があるといわれており、これを定量的に評価することは重要である。 sp^2/sp^3 比は、 ^{13}C -NMR 測定により定量的に評価できるが、DLC 膜の粉末化が困難であるために活用が進んでいない。

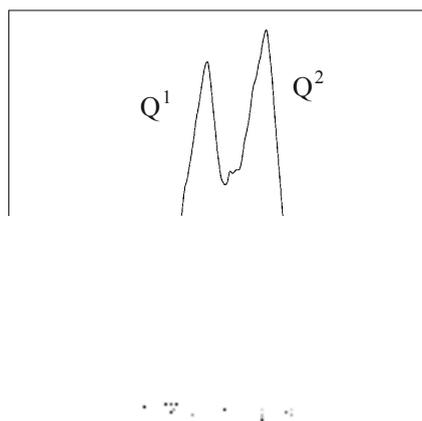
本研究では、酸溶解により DLC 膜と基板を分離して粉末化させることに成功し、 ^{13}C -NMR を測定することができた。図 1 に DLC の ^{13}C -NMR スペクトルを示す。100~170 ppm に観測される 2 成分の sp^2 炭素由来の信号と、0~100 ppm に観測される sp^3 炭素由来の信号が検出された。信号の積分値から sp^2/sp^3 比を見積もり、物性値との相関を検討する。

図 1. DLC の ^{13}C -NMR スペクトル

(2) 様々なセメント水和物の構造解析 ((独) 国立環境研究所との共同研究)

セメント水和物の強度は、主成分であるケイ酸カルシウム水和物の構造やカルシウム/ケイ素比、炭酸化の程度などの要因に相関がある。ケイ酸カルシウム水和物の構造については、 ^{29}Si -NMR によってシリケートアニオン由来の信号を解析することで情報が得られる。また、普通ポルトランドセメント水和物やフライアッシュセメント水和物などに実用されているセメント水和物は、アルミニウムを多く含有しており、 ^{27}Al -NMR によっても構造情報が得られる。

図 2 に合成セメント水和物の ^{29}Si -NMR を示す。シリケートアニオンの構造は、水和状態によって $Q^0 \sim Q^4$ に分類され、そのうち Q^1 と Q^2 が検出された。この結果から、シリケートアニオン鎖長を見積もり、セメント水和物の構造を解析する。

図 2. 合成セメント水和物の ^{29}Si -NMR スペクトル

3. 今後の展開

溶解性の低い化合物の構造解析、高分子化合物や医薬品の結晶化度・結晶多型の解析など、固体 NMR を活用した研究開発支援が期待される。

*1)高度分析開発セクター

H25.5~H26.3【共同研究】セメント系材料の炭酸化と Cs 固定能の関連の解析

フェムト秒 LA-ICPTOFMS を活用した微小試料分析事例

○林 英男^{*1)}1. 背景

工業製品や食品などに混入した微小異物の分析は、異物の発生・混入の経路特定による再発防止に活用されている。一般的に微小異物の元素組成分析には、エネルギー分散型蛍光エックス線分析装置 (ED-XRF) や、分析機能を有する走査電子顕微鏡 (SEM-EDX) などが用いられるが、検出感度が低いこと、リチウムやベリリウムなどの軽元素の検出が困難であることが問題となっている。

これらの問題を解決するため、都産技研では、フェムト秒 LA-ICPTOFMS を微小試料の分析に適用し、微小ガラス試料や金属試料に含まれる元素の高感度検出を可能としたので、その活用事例を紹介する。

2. 測定方法

フェムト秒 LA 装置 (NWR-FEMTO、ESI 製) の試料セルに微小固体試料を入れ、試料表面にレーザー光 (波長 263 nm、パルス幅 約 180 fs、パルス周期 250 Hz) を照射した。レーザー光照射によって生じた試料微粒子は、ヘリウムガスにより ICPTOFMS 装置 (OptiMass 9500、GBC Scientific 製) に搬送し、質量スペクトルを測定した。装置概略を図 1 に示す。

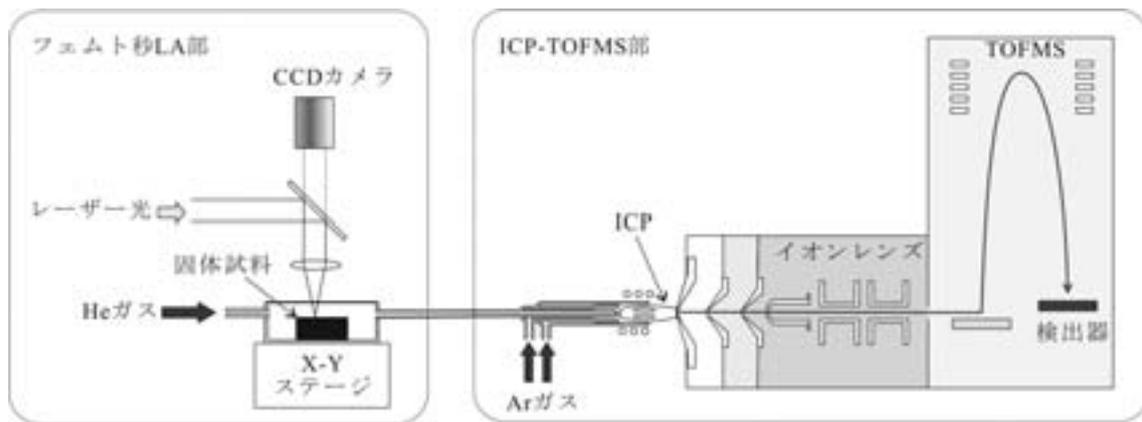


図 1. 装置概略図

3. 測定事例

本分析法をガラスの破片に適用した事例を紹介する。まず、従来の分析手法である ED-XRF 及び SEM-EDX を用いてガラス破片を分析した。その結果、ケイ素、ナトリウム、アルミニウムを含むガラスであるとの分析結果が得られた。一方、本分析手法を用いて同じガラス破片を測定したところ、ケイ素を主成分とし、ホウ素、ナトリウム及びアルミニウムを含むガラスであることが判明した。さらに、ガラス標準試料を用いて作成した検量線から、各元素の濃度を求めた結果 (B_2O_3 : 13.2 %、 Na_2O : 3.85 %、 Al_2O_3 : 1.95 %)、ガラス破片は、ホウケイ酸ガラスであることが分かった。

4. 今後の展開

フェムト秒 LA-ICPTOFMS を用いれば、従来の分析法では見落としていた軽元素についても分析することが可能である。今後は、本分析法を活用した依頼試験に加えて、共同研究などの研究開発分野への支援も期待される。

*1)高度分析開発セクター

H23.4~H25.3【基盤研究】フェムト秒 LA-ICPTOFMS による微小試料定量法の開発と応用
H24.6~H25.3【共同研究】鋼鉄材中の貴金属・レアメタルの存在量推計と混入経路の評価

赤外域における放射照度分布測定の見直し

○磯田 和貴^{*1)}、中島 敏晴^{*1)}、澁谷 孝幸^{*1)}

1. 目的・背景

近年、赤外放射を利用した加熱手法が一般に普及している。その加熱の量的特性は、被照射面を単位面積あたりに通過するエネルギー量を表す放射照度（単位： W/m^2 ）により評価することができる。一方で、その放射照度の空間的な分布の測定に関しては、手法や問題点について詳細な検討がなされた例は少ない。そこで本研究では、相対的な放射照度分布の測定を目的に、熱型検出素子を多点で配置する手法について検討を行った。

2. 研究内容

(1) 実験方法

測定系を図1に示す。試作した金属治具を用いた熱型検出素子（MIR-1002S：感度波長 $1\mu m \sim 18\mu m$ 、SSC（株）製）を1次元的に配置し、出力をA/D変換器により取り込んだ。また、測定サンプルは、1軸自動ステージ上に設置し、任意の離間距離での測定を可能とした。A/D変換器及び自動ステージは、コンピュータ制御により距離毎の放射照度分布の測定が可能である。

なお、本研究では、測定サンプルとして出力300Wの家庭用暖房機を用いた。

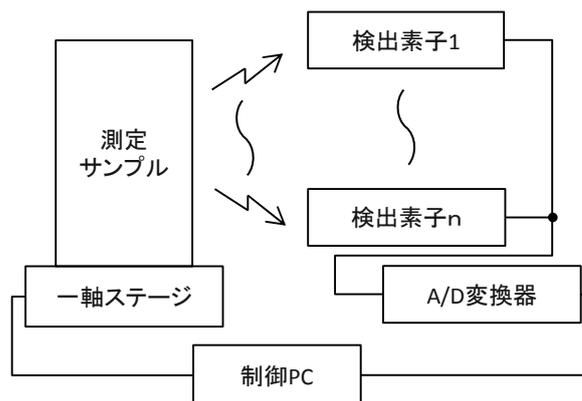


図1. 放射照度分布測定系

(2) 結果及び考察

サンプル正面での測定値を1として計算した場合の、相対放射照度分布測定結果を図2に示す。なお、サンプル正面と検出面との距離を離間距離とし、その検出面でのサンプル正面を原点とした水平方向の距離を水平距離とした。

測定結果から、離間距離の増加に従い、赤外放射が広がっていく分布を確認した。このとき、正面での測定値の時間的な安定性は $\pm 3\%/30min$ であり、測定基準とした放射計（E-6、Eppley Laboratory Inc. 製）との測定値の差は約5%以内であった。

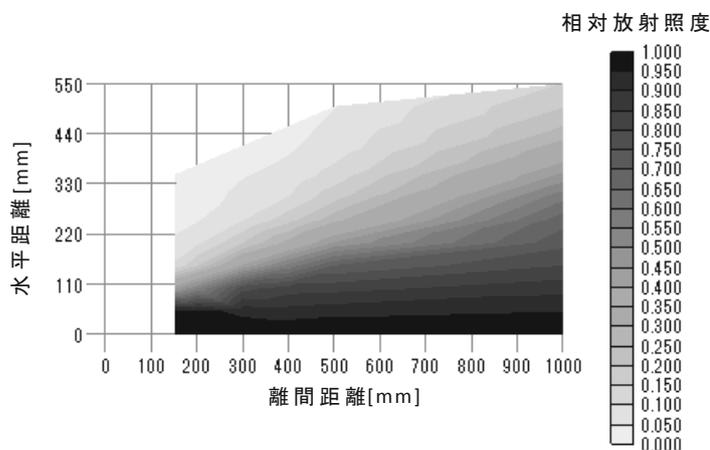


図2. 放射照度分布測定結果

3. まとめ・今後の展開

熱型検出素子による多点放射照度分布測定手法を検討した。家庭用の暖房機を測定サンプルとして実際に測定し、その相対放射照度分布を明らかにした。本研究成果は、暖房や樹脂の加熱など赤外放射加熱を利用する分野での広い活用が期待できる。今後は、より熱量の大きい至近距離での分布測定や面積の広い対象物の測定を可能とするために検討を重ねる。

*1)光音技術グループ

熱電対を用いた表面温度測定における誤差の低減化

○中島 敏晴^{*1)}、沼尻 治彦^{*2)}、佐々木 正史^{*2)}

1. 目的・背景

LED照明器具をはじめとして、小型電子部品実装回路基板や民生用及び一般家庭用電気電子機器などの表面温度測定では、従来から熱電対が多用されている。最近では、製品の安全性向上や製品寿命の判定のために、従来にも増して、より正確な表面温度測定が要求されている。本研究では、熱電対を被測定物に耐熱テープ等を用いて取り付けて測定する手法を対象として、使用する熱電対の線径や取り付け長さなどが測定値に及ぼす誤差について評価する。この結果を基に、測定誤差を低減するための補正值を算出し、測定精度の向上を図ることを目的とする。

2. 研究内容

(1) 実験方法

表面温度を測定するための熱板（銅板、400mm×300mm×5mm、黒化塗料塗布）を作製し、表面温度値100℃における分光放射出力特性を評価した。熱電対による熱板表面温度の測定は、線径がΦ0.5、1.0、1.6、2.3mmのKシーブ熱電対を使用し、取り付け長さは、線径の10、25、30、50、100倍とした。また、熱板への取り付けは、耐熱テープと金属テープを用いた。熱板表面の設定温度は、50、75、100、125℃とした。測定データから、外挿法を用いて線径がゼロの位置へ補外することで、各線径の各温度における誤差補正值を算出した。

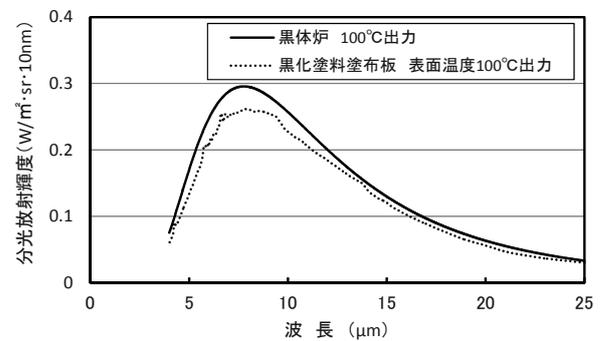


図1. 作製した熱板の分光放射出力特性

(2) 結果及び考察

熱板の分光放射出力特性の評価結果を図1に示す。ここから求めた全放射率は $\epsilon \approx 0.92$ であり、この放射率をもとにサーモグラフィで観測した熱板の表面温度分布は、熱板全体で $\pm 2.0^\circ\text{C}$ 以上であったが、中央部周辺に限れば $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内の領域があり、測定ではこの領域に熱電対を取り付けた。耐熱テープを用いた測定の場合、表面温度が高くなるとともに熱板とテープ間に空気層が発生し誤差が大きくなる。この傾向は、線径が大きいほど顕著であった。また、取り付け長さが線径の50倍を超える場合は、測定データに大きな変動は認められなかった。各々の条件で測定したデータをもとに、外挿法で求めた各線径の補正值を図2に示す。線径がΦ0.5mmの場合、補正值は1.0℃未満と小さく、正確な表面温度測定のためには可能な限り線径の小さい熱電対を使用することが重要である。

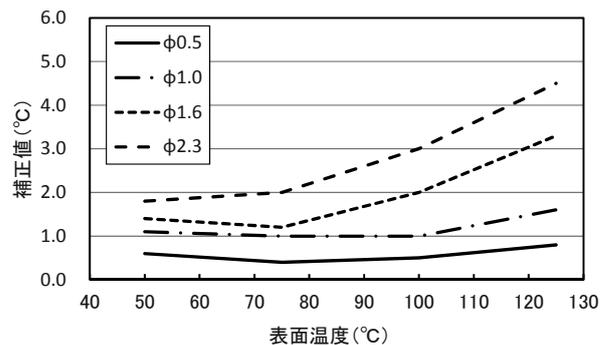


図2. 外挿法で求めた各線径毎の補正值

3. 今後の展開

今後、さらにデータの蓄積に努め、表面温度測定の精度向上を図る。また、熱勘定計算式を用いて推定した補正值と実測データの比較検討を行い、補正值の信頼性向上を図ることで、さらなる誤差の低減化を目指す。

本研究の成果は、依頼試験業務や技術相談業務への活用をはじめとして、来年度以降に発行する技術ガイドなどへの掲載により、測定技術の普及啓蒙を図っていく。

*1)光音技術グループ、*2)実証試験セクター

レーザー干渉計の不確かさ算出手法の開発

○徳田 祐樹^{*1)}、中西 正一^{*1)}

1. はじめに

近年、光学機器の高性能化を背景に、機器に使用される平面レンズ及び球面レンズ、非球面レンズにおいて高精度な加工技術が求められている。一方で、加工技術の向上のためには、計測技術の確立も同様に必要であり、ナノメートルオーダーの垂直分解能を有するレーザー干渉計が活用されている。しかし、三次元座標測定機（CMM）を代表とした他の一般的な形状測定機では、不確かさ付きの算出による検証が成されているのに対し、レーザー干渉計では、原器の加工精度や段差ゲージの実測による検証に留まっている。これは、レーザー干渉計においては、不確かさの算出手法が確立されておらず、測定時にどの程度の測定誤差が生じ得るのかを把握できていないことが原因である。本研究では、レーザー干渉計の不確かさ算出手法を開発することによって、測定の信頼性向上及び高度化を図る。

2. 不確かさ要因と算出方法

不確かさの算出には、実測値の標準偏差を使用するタイプ A と、理論的に算出した標準偏差を使用するタイプ B の 2 種類が存在する。タイプ A では、表 1 に示す 20 種類の曲率半径の球面ゲージを、3 種類の F ナンバーの原器を使用して 36 回の繰り返し測定を行い、発生する測定値のバラツキを標準偏差として算出する。タイプ B では、レーザー干渉計の測定機構の中で起こり得る不確かさの要因として①レーザー光源の波長の変動、②位相シフトの空間的不均一による収差、③ピエゾ素子の非線形性、④測定対象物の初期設定ずれ、⑤基準原器の干渉計への設置ずれ、⑥振動による影響、⑦基準原器の真球度、を起因とした理論値を推察する。

表 1. タイプ A の測定条件

ゲージ半径 R[mm]	測定原器の F ナンバー		
0.5	F0.75	F1.5	F3.3
0.6			
0.75			
1.0			
1.5			
2.0			
2.5			
3.75			
5.0			
6.0			
7.5	F0.75	F1.5	F3.3
10.0			
12.5			
15.0			
20.0			
25.0			
30.0			
37.5			
40.0			
50.0			

3. 結果・考察

タイプ A で測定した、ゲージの曲率半径と繰り返し測定時の標準偏差の関係を図 1 に示す。グラフより、曲率半径が 2.5mm 以上のゲージでは、原器の F 値によらず標準偏差が 4nm 以下であり、測定結果のバラツキが小さい傾向を示した。一方で、曲率半径が 0.75mm～2.5mm のゲージにおいては標準偏差が増加した。このことから、曲率半径の小さいゲージでは、干渉計においてリトレースエラーと呼ばれる誤差が生じているものと考えられる。タイプ B の理論的な推察結果においては、②位相シフトの空間的不均一による収差と⑦基準原器の真球度による不確かさが最も大きい結果となり、これらの現象を起因とした不確かさを低減することで、測定精度の向上が可能であると考えられる。

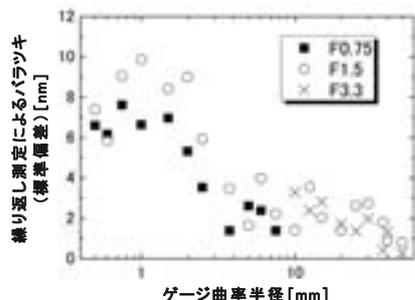


図 1. タイプ A の不確かさ

表 2. タイプ B の不確かさ

不確かさ要因	不確かさ [nm]
①レーザー光源の波長の変動	0.06
②位相シフトの空間的不均一による収差	12.90
③ピエゾ素子の非線形性	0.06
④測定対象物の初期設定ずれ	0.75
⑤規準原器の干渉計への設置ずれ	0.56
⑥振動による影響	0.00
⑦規準原器の真球度	34.55

4. 今後の展開

今後は、高精度計測技術の確立に向け、リトレースエラー算出法の開発に取り組む。

*1)高度分析開発セクター

ガラスの鏡面創成用砥石の研究

○鈴木 悠矢^{*1)}、中西 正一^{*2)}1. 目的・背景

光学ガラス製品の鏡面加工には遊離砥粒加工が用いられている。しかし、自動化・加工能率・環境負荷等の観点では、遊離砥粒加工よりも固定砥粒加工の方が優れている。従って、遊離砥粒加工を固定砥粒加工で代替することが望まれている。

本研究では、ガラスの鏡面化における遊離砥粒加工を固定砥粒加工で代替することを目的とし、砥石の作製及び作製砥石を用いた加工実験を行った。

2. 研究内容

(1) 実験方法

砥粒に酸化セリウム、結合剤に珪酸ソーダを使用した砥石(図1)を作製し、自動研磨機による加工を行った。加工条件を表1に示す。加工は、焼成後の砥石と未焼成の砥石によりそれぞれ行った。被加工物は、φ50mmの石英ガラス板である。

表1. 加工条件

砥石軸回転数	120 min ⁻¹
ワーク軸回転数	50 min ⁻¹
荷重	30N
水道水量	40 ml・min ⁻¹
砥石の焼成	有/無

(2) 結果及び考察

焼成後の砥石では、被加工物が破壊するという結果となった。

未焼成の砥石では砥石の消耗が激しく、4分間という短時間の加工となってしまい、面全体を加工することはできなかった。ただし、面の半分ほど加工が進んでいることが確認できた(図2)。加工面の表面粗さは3nmRaであった。

焼成後の砥石による加工で被加工物が破壊してしまった原因は、過荷重であると考えられる。加工条件の30Nは使用した装置の最低設定荷重であるが、被加工物のガラスは脆性材料であり、焼成後の砥石も硬いため、この荷重でも破壊を招いてしまったものと思われる。

未焼成の砥石による加工では、加工された面だけを見れば、加工能率が従来の樹脂砥石の5倍となっており、加工時間の大幅な短縮が期待できる結果となった。砥石の消耗については焼成することで抑制できることが分かっているので、焼成後の砥石による加工で被加工物を破壊させないための装置及び加工条件選定が課題となった。

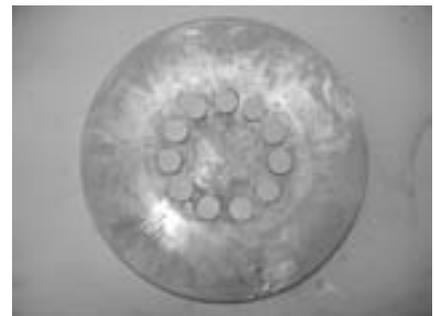


図1. 作製した砥石



図2. 加工後の石英ガラス

3. 今後の展開

今回の研究では課題が残ったため、今後も基盤研究にて課題の克服を行っていく。また、大学や企業との共同研究の可能性も模索していく。

*1)電子・機械グループ、*2)高度分析開発セクター

製品における衝撃吸収特性評価事例と課題

○櫻庭 健一郎^{*1)}、小船 諭史^{*1)}、中野 貴啓^{*1)}、新垣 翔^{*1)}

1. 目的・背景

製品の耐衝撃性に関する評価試験は、定性的な評価が多い。しかしながら、近年の計装化技術の発達により、衝撃特性評価における微小時間の定量データ取得が可能となってきた。都産技研では、これまでに落錘式衝撃特性評価試験機を開発することで、衝撃特性に関する定量データ取得を可能とした。本研究では、衝撃緩衝材の衝撃吸収特性を定量的に比較した事例から、製品開発における本試験機の有効性を確認するとともに、今後の課題抽出を行った。

2. 研究内容

(1) 試験方法

図1に試験方法の概要を示す。被試験体は、エチレン系エラストマーを使用した衝撃吸収パッド（ノーマルタイプ、ソフトタイプ）である。この試験体に対し、ゴム板を敷いた試験テーブル表面からφ50mmの鋼球圧子を配した重量50Nの落下重錘を400mm上方位置より自由落下させた。被試験体との接触時に生じる荷重を鋼球圧子上部に取り付けたロードセルにより計測した。

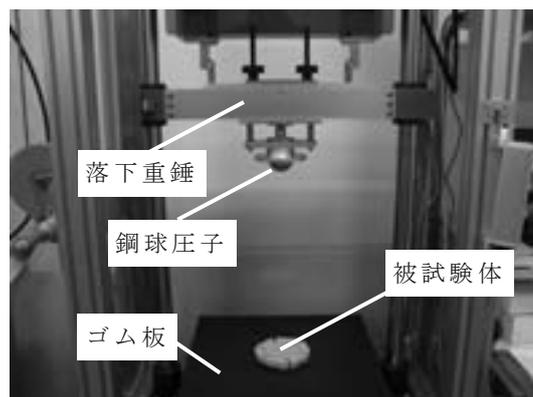


図1. 試験方法概要

(2) 結果及び考察

図2は、吸収パッドに対して衝撃試験を行った場合及び空打（パッドを介さず、直接ゴム板に落下）を行った場合に得られた荷重の時間変化である。空打の場合、最大荷重は約2.9kNとなっており、接触時間約12msecの鋭いピークを持った波形を示している。一方、吸収パッドを介した場合、最大荷重はノーマル、ソフトいずれの場合においても減少している。ノーマルタイプでは約1.3kNの最大荷重となっており、空打に比較して55%程度の衝撃荷重を緩和していることが確認できる。また、接触時間も20msec程度であり、緩やかな波形となっていることが観察できる。これらの結果から、本試験機が、衝撃吸収性能の定量評価に有効であることが確認できる。しかしながら、被試験体内部の衝撃荷重伝播挙動については、本試験機では観察できない。より詳細な検証を行うためには、構造解析等のシミュレーションを併用する必要がある。

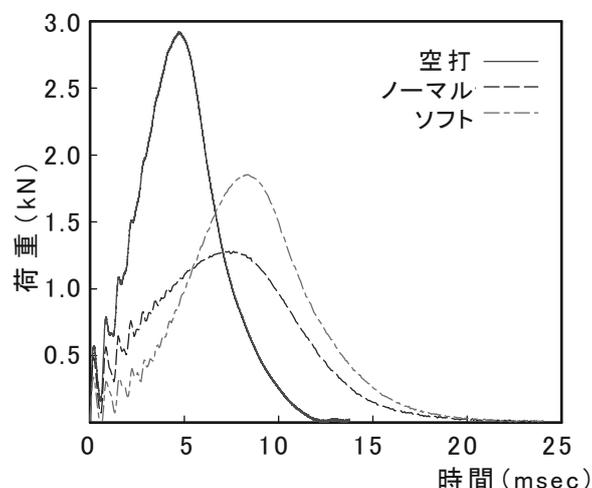


図2. 衝撃荷重緩衝挙動比較

3. 今後の展開

製品の衝撃吸収特性を定量的に評価することにより、材料の硬さとエネルギー吸収量の関係を関数化することが可能となる。これは、製品開発時の設計基準データとなり、製品開発の効率化、開発費の削減等に役立てることができ。今後は、衝撃緩衝材等の研究開発において、構造解析ソフトを用いたシミュレーションも加え、設計－試作－評価を一貫して技術支援が行えるよう体制を整える予定である。

*1)実証試験セクター

H23.10～H24.9【基盤研究】衝撃特性評価試験における試験機剛性の影響に関する実験

試験時間を短縮できる調湿建材の新規評価方法の開発

○池田 紗織^{*1)}、平井 和彦^{*1)}、小山 秀美^{*2)}

1. 目的・背景

近年、エネルギーを使わずに室内の湿度を調整できる調湿建材の需要が増えている。調湿建材の性能比較はメーカー独自のデータに基づいて行われていたため、製品同士の正しい比較が困難であった。これを受けて制定された JIS 試験も、結果が得られるまでに数か月もの長い時間を有するといった問題がある。このため、建材の調湿に関する物性値を短時間で測定できる評価方法の開発が求められている。

本研究では、調湿性能評価のスピード向上とコストダウンにつながる新規評価方法の開発を行うことを目的とした。

2. 研究内容

(1) 実験方法

① 近似式の導入

市販の調湿建材 4 種類を任意の湿度下に置いて吸放湿させ、時間経過による重量変化率を測定した。また、重量変化を精度よく表すことができる近似式について検討を行った。

② 水蒸気吸着測定

①で用いた調湿建材を粉砕後、ふるいを用いて粒径を 100~500 μm に揃えたものについて測定した。前処理温度は、現行の評価法である JIS A1475「建築材料の平衡含水率測定方法」により定められた乾燥温度を採用した。測定結果を JIS A1475 による測定結果と比較した。

(2) 結果及び考察

① 近似式の導入

時間 t 経過後の重量変化率 y (図 1 のプロット) は、式 1 で精度よく近似することができた (図 1 の点線)。

$$y = (m \cdot kt) / (m + kt) \quad \dots \text{式 1}$$

このとき実験的に求められた k 、 m はそれぞれ吸放湿速度定数、平衡時の重量変化率を表しており、建材の性能比較に用いることができた。

② 水蒸気吸着測定

水蒸気吸着測定による建材 A の吸着等温線を図 2 に示す。水蒸気吸着測定では、連続した湿度における調湿建材の吸放湿量を測定することができ、現行の JIS A1475 と同様の平衡含水率曲線が得られることが分かった。測定にかかる時間は、JIS A1475 では 1 か月～数か月程度であるのに対し、水蒸気吸着測定では 1 日～数日程度で行うことができた。

003. 今後の展開

本技術により、調湿建材や吸湿剤の迅速な吸放湿性能評価が可能となった。この技術を調湿資材の開発に活用することにより、開発期間の短縮に寄与できると考えられる。

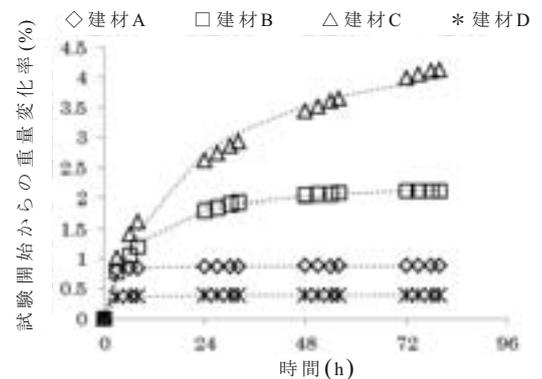


図 1. 時間経過による含水率の変化

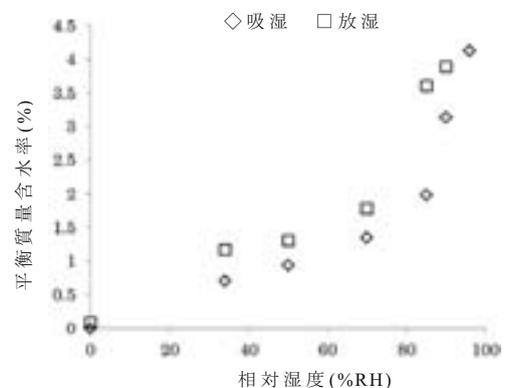


図 2. 水蒸気吸着等温線

*1)繊維・化学グループ、*2)総合支援課

6月20日(金)

研修室244

**都市課題解決のための
技術戦略プログラム**

放射線イメージングデバイスの開発

○櫻井 昇^{*1)}、永川 栄泰^{*1)}、河原 大吾^{*1)}
眞正 浄光^{*2)}、福士 政広^{*2)}、小倉 泉^{*2)}、齋藤 秀敏^{*2)}

1. 目的・背景

近年、治療効果の高い放射線治療法（高精度放射線治療）が、がん重点施設によって実施されているが、放射線治療装置は、高エネルギー放射線を利用するため、機械的に複雑で精密に作られており、機器管理や治療計画の検証には細心の注意が必要である。現在、放射線を照射する技術が進む一方で、この治療効果の高い放射線治療を安全に行うためのシステムは十分でなく、早急に対策を講じることが必要である。本研究では、熱ルミネセンス現象（Thermoluminescence）を利用した新しい測定システムの開発を行った。

2. 研究内容

線量の測定素子として、ファントム自体が線量計となる熱ルミネセンス素子（組織等価ファントム熱ルミネセンス線量計）を用いた。軽量セラミック板に熱蛍光物質を塗布した板状の熱ルミネセンス素子（TL板）を開発し、TL板を重ねたものをファントム兼線量計とし（図1）、3次元線量分布測定システムの構築を行った。

放射線照射後のTL板は、ヒーターで加熱することでその照射量に応じた発光をし、CCDカメラで撮像した発光画像から、TL板上2次元の線量分布が得られる（図2）。各TL板を加熱・測定して得られたそれぞれの2次元の線量分布を解析ソフトウェアで再構成することにより、3次元の線量分布が得ることができた。

測定の効率化を目的に、TL板の加熱及び発光の撮像を自動化する機構、またTL試料を連続して測定可能とする試料搬送交換機構の検討を行った。

これらをもとにTL板試料の加熱測定、試料の搬送交換等、照射後のファントム線量計の3次元線量分布の測定を自動で行う装置の試作を行った（図3）。

3. 今後の展開

今後、都内中小企業と共同で、試作した自動測定装置を用いた病院等における実際の医療現場での治療計画検証装置としての実証試験を行い、製品化・事業化を進める予定である。

謝辞

本研究は、東京都の「都市課題解決のための技術戦略プログラム」の支援により実施された。



図1. ファントム線量計

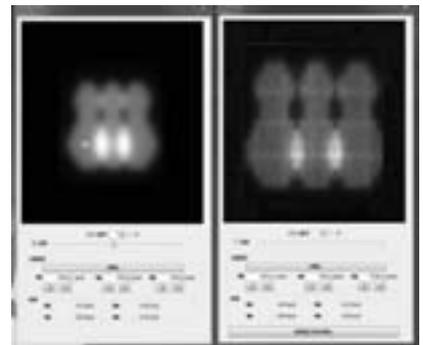


図2. 解析した線量分布



図3. 試作した自動測定装置

*1)バイオ応用技術グループ、*2)首都大学東京

呼吸・心拍の非接触モニタリングシステムの開発

○藤原 康平^{*1)}、松井 岳巳^{*2)}、香川 正幸^{*2)}、小林 丈士^{*1)}

1. 目的・背景

本研究では、24 GHz 帯マイクロ波ドップラーレーダ（以下レーダという）を用いて、被験者である乳幼児や高齢者等の呼吸・心拍を非接触で連続的に取得するシステムを開発した。このシステムの特徴は、被験者の姿勢や寝具の厚み等に影響されずに呼吸と心拍を取得でき、安否確認及び健康状態を把握できることである。

首都大学東京が信号処理システム（アンプユニット、PCソフト等）を、都産技研がレーダを開発し、性能評価を行った。

2. 研究内容

(1) 開発

システム概要を図 1 に示す。レーダをマットレスの下に設置し、レーダからの信号をアンプユニットに送り、LAN ケーブルで PC と接続して PC で制御し、表示を行う構成である。さらに、LAN 接続で複数台制御可能なシステムを開発した。

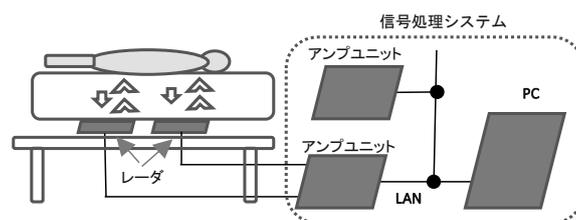


図 1. システム概要

また、レーダは、Monolithic Microwave Integrated Circuit等を用いずにダイオードやトランジスタ等のディスクリート部品で回路を構成した。表 1 に開発仕様を示す。

表 1. 開発仕様

実効放射電力	約 14 dBmeirp
変換利得	約 -10 dB
I/Q 復調信号の位相差	90 ± 5 度
発振方式	誘電体共振方式
静電気対策	スタブ、ダイオード方式

(2) 結果及び考察

開発した PC ソフトウェアの画面を図 2 に示す。信号処理システムでは、睡眠時無呼吸簡易検査機能及び心拍数変動指標 HRV を用いたストレス計測機能を付加したものを開発した。また、都内病院のご協力のもと実地評価を実施し、臨床データを収集・評価できた。



図 2. 性能測定の結果

本レーダを信号処理システムと接続し、被験者の呼吸と心拍を取得した結果を図 3 に示す。図 3 から、既製品のレーダとほぼ同等の検出特性が得られた。この結果から、開発仕様通りのレーダを独自に開発できた。システムの安定動作に必要な周波数安定度、I 信号と Q 信号間の位相差も仕様を満たし、信号処理システムとの接続試験でも既製品と同等の検出性能を有することが確認できた。

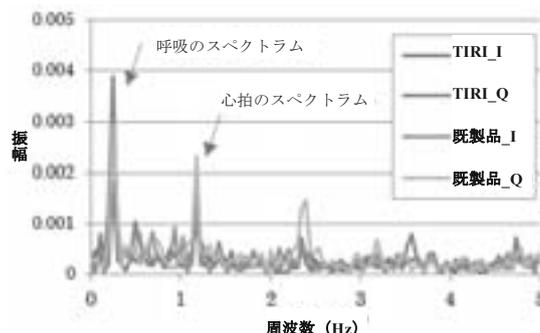


図 3. 被験者の呼吸と心拍を検出した結果

3. 今後の展開

今後は、都内中小企業と協力してシステムのコストダウンをすすめ、このシステムの事業化と普及を目指す。また、レーダ開発技術は、マイクロ波・ミリ波応用製品を開発する中小企業への技術支援・共同研究等で活用する。

謝辞

本研究は、東京都の「都市課題解決のための技術戦略プログラム」の支援により実施された。

*1)電子半導体技術グループ、2)首都大学東京

6月20日(金)

研修室244

バイオ応用

プロテインチップによるイミュノーム解析

○五島 直樹*1)

1. 目的・背景

生体内には、様々な自己抗体が存在している。生体防御系である抗体は、外来の抗原だけでなく、疾患による過剰なタンパク質の産生や細胞からのタンパク質の異常な放出に伴って、自己のタンパク質に対しても自己抗体を産生することが知られている。生体の異常に敏感に応答する生体防御システムを、疾患センサーとして利用することができれば、理想的な総合的診断や早期診断が可能になると考えられている^[1]。自己抗体を用いた診断として抗核抗体検査が代表的であるが、抗原まで同定することは困難であり、それに代わるプロテインアレイの開発及び網羅的自己抗体解析法の確立が望まれている。これまでに網羅的自己抗体解析が進まなかった理由として、抗体解析に必須な網羅的な抗原タンパク質を調製できない点にあった。しかし、我々は世界最大のヒト完全長 cDNA を基礎としたヒトタンパク質発現リソース及び網羅的なヒトタンパク質合成技術を開発しており^[2]、これを基にプロテインアレイを開発することによって、世界最先端の自己抗体プロファイリング技術を確立できる状況にある。自己抗体は個人によって異なり、健康状態をリアルタイムに反映している。網羅的自己抗体を **Autoantibodyome** としてプロファイリングすることは、オミックス研究の新しい一分野を切り開くことになり、自己免疫疾患だけでなく多くの疾患に対する総合的診断、早期診断、免疫治療の評価につながると期待されている。

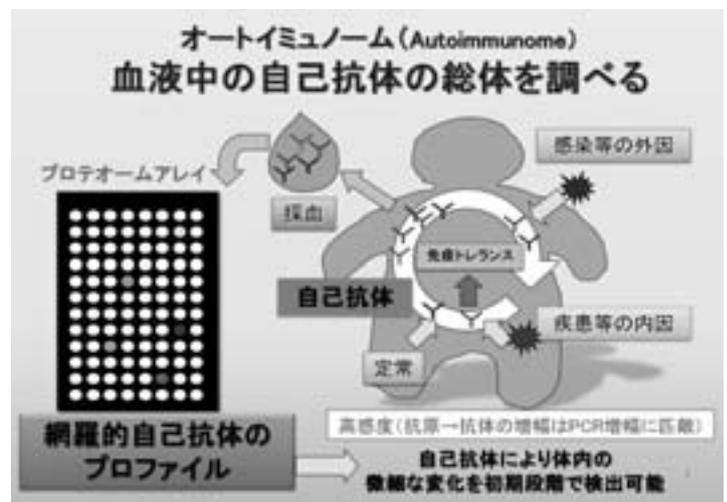


図1. イミュノーム解析

2. 研究内容

自己抗体のプロファイリングには、抗原タンパク質が必須であるが、我々はヒト全遺伝子の80%をカバーする世界最大のヒトタンパク質発現リソース、ハイスループットタンパク質合成系(20,000タンパク質/週)を構築しており、自己抗体のプロファイリングに関して世界的に優位性を持っている。プロテオームワイドな抗原タンパク質を用いて解析する網羅的自己抗体の情報は、**Autoantibodyome**としてオミックス研究の新しい一分野を切り開く新規性を持っている。プロテインアレイ基板としてグルタチオン(GSH)によって表面コートしたアモルファスカーボン基板(aC基板、(株)日本軽金属製)を使用した独自のプロテインアレイ作製方法を開発し、自己抗体プロファイリングを行っている。

3. 今後の展開

基礎研究から創薬開発及び再生医療まで、幅広く利用していく予定である。

参考文献

- [1] R. H. Scofield, LANCET, Vol.363, pp.1544-1546 (2004)
- [2] Goshima, et al., Nature Methods, Vol.5, No.12, pp.1011-1017 (2008)

*1)独立行政法人産業技術総合研究所

IT 創薬による抗インフルエンザ薬開発

○広川 貴次^{*1)}、川口 敦史^{*2)}、藤井 健^{*3)}、小池 智^{*3)}、朴 三用^{*4)}、夏目 徹^{*1)}
 永田 恭介^{*2)}、田中 啓二^{*3)}

1. 目的・背景

インフルエンザウイルスの増殖に重要な役割を担っている RNA ポリメラーゼをターゲットとした抗インフルエンザ薬開発が注目されている。この RNA ポリメラーゼの機能には、PA、PB1、PB2 と呼ばれる 3 つのサブユニット複合体形成が重要であり、サブユニット間の結合部位を薬剤で阻害することができれば、従来とは異なる新しい抗インフルエンザ薬を創製できるものと期待されている。2008 年に、本研究プロジェクト内の共同研究チームによって、PA-PB1 複合体の構造解析に成功しており、タンパク質の構造情報と計算機シミュレーションを活用した IT 創薬による抗インフルエンザ薬探索が可能となった。

2. 研究内容

(1) 実験方法

Protein Data Bank より、PA-PB1 の立体構造情報を取得し (PDB-ID : 2ZNL)、分子動力学シミュレーションを用いて、PA-PB1 の相互作用部位で重要な残基間相互作用を同定した。続いて、重要な残基間相互作用を模倣する低分子化合物を約 300 万の化合物ライブラリーから、ドッキングシミュレーションによって選定した (図 1)。選定した化合物の結合親和性や、ウイルス増殖抑制効果は、蛍光偏光法及びプラークアッセイにより評価した。蛍光偏光法で結合親和性がありながら細胞毒性を持つ化合物については、IT 創薬技術によって骨格変換設計を行い、再度結合親和性と細胞毒性の評価を行った。

(2) 結果及び考察

PA-PB1 の立体構造を用いた分子動力学シミュレーションにより、PA と PB1 には、3 箇所の水素結合と 2 箇所の疎水性相互作用が重要であることが示唆された。これらの相互作用を模倣する化合物をドッキングシミュレーションで探索し、ドッキングスコアの上位 200 化合物を選定し、実験により評価を行った。その結果、2 化合物が蛍光偏光法とプラークアッセイともに効果を示した。しかし、細胞毒性も伴っていたため、骨格変換設計を行った結果、細胞毒性を回避することに成功した。

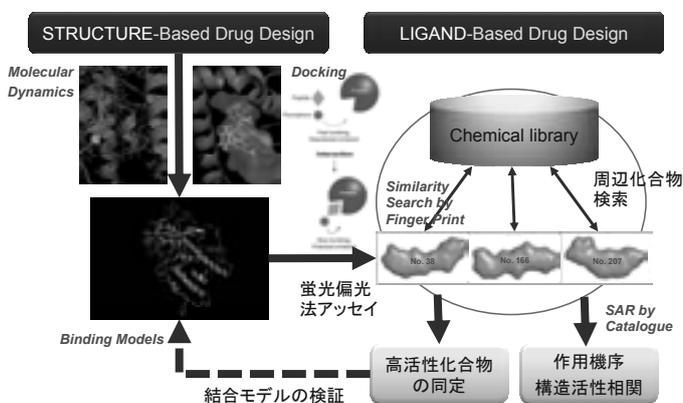


図1. タンパク質立体構造を活用した IT 創薬の流れ

3. 今後の展開

現在、ヒット化合物を経口投与薬として相応しい物性に改善するための分子設計を試みているところである。PA-PB1 の相互作用を阻害する薬剤は、新しいコンセプトの抗インフルエンザ薬であり、今回のヒット化合物をより製品化に近付けることができれば、製薬会社への導出や、医薬品業界を活性化できるものと期待している。

*1)独立行政法人産業技術総合研究所、*2)筑波大学大学院、*3)公益財団法人東京都医学総合研究所、*4)横浜市立大学大学院

Comparing and aligning huge bio-sequence datasets

フリス マーティン*1)

1. 目的・背景

Biological sequences (e.g. genomes) contain the information for making living things. For many decades, the main way of analyzing biological sequences has been by comparing and aligning them. This remains true today. Modern tasks include: comparing whole genomes; aligning bisulfite-converted DNA reads to a genome; aligning long, high-error sequences from single molecule sequencers; aligning ancient or degraded DNA; comparing metagenomic DNA to a protein database.

Over the decades, statistically powerful alignment techniques have been developed, including: log likelihood ratio scoring matrices, pair hidden Markov models, and probabilistic alignment. Unfortunately, these methods are rarely used with modern deep sequencing data, perhaps because they are thought to be too slow.

This presentation will describe a software package, LAST, that can do a wide variety of sequence comparison tasks with both powerful statistics and high speed.

2. 研究内容

LAST rapidly finds and aligns similar regions between sequences (図 1). It uses a seed-and-extend approach like BLAST, but gains speed by using *rare seeds*. By using a statistical model of sequence divergence, it calculates the confidence that each column is correctly aligned (lighter shade = low confidence, darker shade = high confidence).

LAST can include sequence quality data in its statistics, for more accurate results. It can find weak or strong similarities, between short or long sequences. It can use statistical models for biased sequences (e.g. AT-rich genomes, bisulfite-conversion). It can also align DNA to proteins, allowing frameshifts in the middle of the alignment. An interesting feature is *split alignment* (図 2), where different parts of one query can match disjoint regions of the genome. This is useful for: DNA rearrangements in cancer, spliced RNA (including trans-splicing), and whole-genome comparison.

3. 今後の展開

These techniques provide a general approach to doing many kinds of large-scale sequence comparison. They are broadly applicable to analyzing and answering questions about biological sequences.

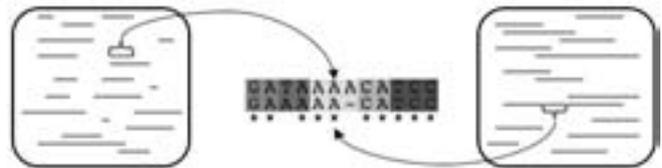


図 1. Illustration of LAST's function



図 2. Split alignment

*1)独立行政法人産業技術総合研究所

ESR と放射線照射を利用した OH ラジカル消去能評価法

○中川 清子^{*1)}、関口 正之^{*1)}

1. 目的・背景

生体内では、代謝の過程や紫外線の暴露などにより、OH ラジカルなどの活性酸素種が生成され、発ガンを引き起こすことが知られている。このため、活性酸素種を除去する機能を持つ抗酸化物質を含んだ食品が付加価値の高い食品として注目され、抗酸化作用の評価に関する需要が高まっている。DMPO (5,5-ジメチル-1-ピロリン-N-オキシド) などのスピントラップ剤で活性酸素種をトラップし、抗酸化物質の添加によるラジカル量の減少を ESR (電子スピン共鳴) で測定する手法は、特定の活性酸素種を生成させて測定できること、実際の生体内での反応系に近いことなどの理由により正確な評価法と期待されている。ESR による抗酸化能評価では、一般的に過酸化水素水を水銀ランプなどの紫外線で光分解して OH ラジカルを生成させる。しかし、ポリフェノール類などの抗酸化物質が 300 nm 以下の紫外線を吸収すると正確な評価ができない。そこで、水の放射線分解を利用して OH ラジカルを生成する手法を検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

DMPO 水溶液及び抗酸化物質を溶解した水溶液を亜酸化窒素でバブリングした後、液体クロマトグラフのポンプで混合してフローし、直径 1 cm の照射野で X 線照射した。X 線は 450 kV、10 mA とし、照射時間と線量は送液の速度で制御した。照射した試料は、扁平セルに導入後 ESR 測定し、生成した DMPO-OH ラジカルを定量した。

(2) 結果及び考察

送液速度:4 mL/min (照射線量:0.5 Gy 程度)、DMPO 濃度:50 μ M の条件で、抗酸化物質として p-クマリン酸・チミジン・マンニトールを添加したところ、添加量の増加に伴って DMPO-OH の生成量が減少した。

DMPO と OH ラジカルの反応速度を k_1 、抗酸化物質と OH ラジカルの反応速度を k_2 、抗酸化物質無添加及び濃度[S]で添加した時の DMPO-OH の生成濃度をそれぞれ $[DMPO-OH]_0$ 、 $[DMPO-OH]_t$ とすると、 $[DMPO-OH]_0/[DMPO-OH]_t = 1 + k_2[S]/k_1[DMPO]$ と表される。図 1 に $[DMPO-OH]_0/[DMPO-OH]_t$ を抗酸化物質と DMPO の濃度比に対してプロットした。図 1 の傾きから抗酸化物質の OH ラジカルとの反応速度比が得られ、パルスラジオリシス法で得られた反応速度定数の比とほぼ同様の傾向が認められた。

3. 今後の展開

水の放射線分解と組み合わせたスピントラッピング ESR 法において、パルスラジオリシス法と同等な精度で OH ラジカル消去能の評価が可能であることが分かった。今後、さらに照射系を改良し、活性酸素消去能測定が可能な試験の実施につなげていく予定である。

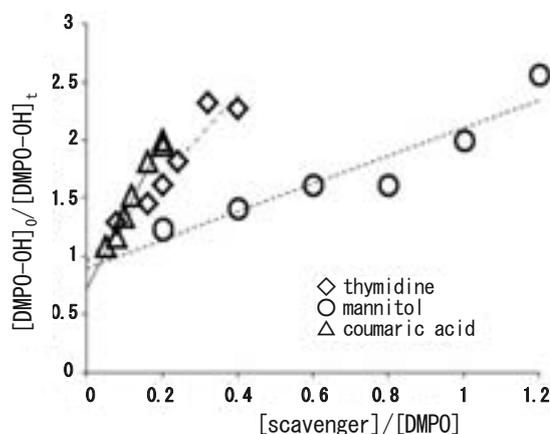


図 1. 抗酸化物質添加による DMPO-OH 生成の競争反応プロット

*1) バイオ応用技術グループ

シクロデキストリン包接によるピレン骨格蛍光色素の光退色挙動

○紋川 亮^{*1)}、中川 朋恵^{*2)}

1. 目的・背景

イメージングやセンシング技術は、複雑な生体物質の機能を解明するバイオテクノロジーの分野において重要な技術である。特に、蛍光色素は、バイオ関連研究において不可欠なツールとして用いられている。蛍光色素の問題点は、蛍光顕微鏡による経時的観察や、共焦点レーザー顕微鏡による3次元立体観察のような同一視野を何度も励起する必要がある観察において、照射する励起光により、分子構造が破壊され、蛍光強度が劣化する点にある。このため、長時間試料を観測し続けることは困難であり、その改善策が求められていた。本研究では、分子の包接現象を利用して蛍光部位の破壊を防ぐことで、長期間安定な蛍光強度を保つことができる蛍光色素の開発を目指す。

2. 研究内容

(1) 実験方法

本研究では、ピレン骨格蛍光色素として、ジアミノピレンを用いた。ジアミノピレンを DMSO 中に溶解させ、1mM のジアミノピレン溶液を作製した。ジアミノピレン溶液に、 β -シクロデキストリン (CD) を 0.5 当量加え、超音波処理により溶解後、蛍光分光光度計を用いて蛍光スペクトルを測定した。この操作をシクロデキストリンがジアミノピレンに対して 15 当量に達するまで繰り返し、蛍光スペクトルの変化を観察した。ジアミノピレンの光退色挙動は、励起光 345 nm の光を照射による波長 350-550 nm の蛍光スペクトル変化の観察から明らかにした。光照射には、キセノン光源を用い、サンプルと光源の距離は 20 cm に固定した。

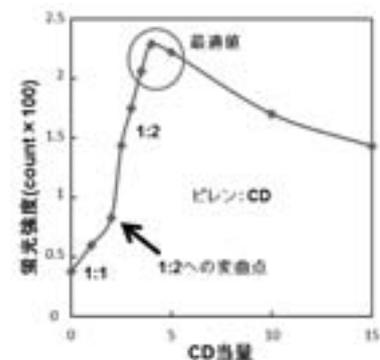


図1. CD濃度と蛍光強度の相関

(2) 結果及び考察

図1にシクロデキストリン当量と蛍光強度の相関関係を示す。この結果、4.5 当量付近を極大として蛍光強度が減少する。蛍光強度の減少は、過剰なシクロデキストリンにより、蛍光発光が妨害されたことを示唆している。一方、2.5 当量付近に変曲点が存在する。これは、変曲点付近で会合形態が 1:1 から 1:2 へと変化していることを示している。

蛍光スペクトル観察により、シクロデキストリン添加によるジアミノピレンの退色挙動に与える影響を明らかにした。図2に照射時間と蛍光ピーク強度間の相関関係を示す。シクロデキストリンを添加した蛍光強度は、照射を初めて 20 分間、徐々に減少していくが、それ以降、蛍光強度に変化は見られなかった。一方、ジアミノピレンのみでは、照射から 20 分で蛍光強度がほぼ 0 になった。この結果から、シクロデキストリンによる退色防止効果が明らかとなった。

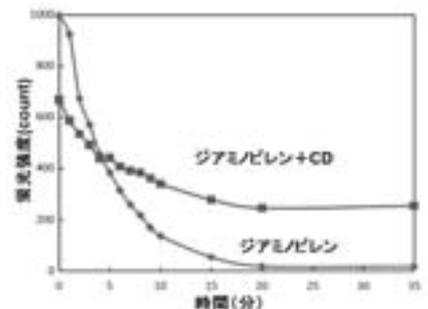


図2. ジアミノピレンの退色挙動

3. 今後の展開

今後は、シクロデキストリン包接現象をピレン骨格だけでなく、ローダミンや FITC などのフルオラン骨格に適用させる予定である。これにより、本技術を幅広い蛍光波長を有する蛍光物質に適応させることができ、バイオセンサー及びバイオモニタリングの認識物質としての利用が期待される。

*1)バイオ応用技術グループ、*2)交流連携室

皮膚保湿に関与する酵素、カスパーゼ 14 の合成促進剤

○長原 礼宗^{*1)}、須永 圭典^{*1)}、川上 慶^{*1)}

1. 目的・背景

細胞死の一種であるアポトーシス時に活性化する特有なタンパク質分解酵素として、カスパーゼが存在する。カスパーゼは、これまでに 14 種類存在することが明らかになっている。しかし、最近になってカスパーゼ 14 は皮膚角化細胞に豊富に存在し、アポトーシスとは無関係にタンパク質であるフィラグリン前駆体を分解して天然保湿因子をつくり、角質層のバリア機能、水分保持機能の維持に関与することが明らかになってきた。つまり、カスパーゼ 14 を効果的に発現誘導、活性化させる化合物は、皮膚機能の改善につながる。しかしながら、どのような化合物がカスパーゼ 14 発現促進を引き起こすのかについて、これまで数少ない化合物しか報告されていない。今回我々は、スフィンゴイド骨格含有化合物がカスパーゼ 14 の発現促進効果を有することを見出した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

ヒト角化細胞 HaCaT から全 RNA を抽出し、逆転写反応 (RT) による cDNA 合成を行った。cDNA を鋳型とし、Polymerase chain reaction (PCR) 反応で DNA を増幅、アガロースゲル電気泳動により DNA サンプルを泳動し、カスパーゼ 14 mRNA 発現を確認した。また、細胞を PBS で遠心洗浄後、タンパク質可溶化液を用いてタンパク質を可溶化した。可溶液中のタンパク質濃度は BCA 法を用いて測定し、各サンプルを一定濃度のタンパク質に調整後、SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動を行った後、PVDF 膜に転写した。一次抗体としてカスパーゼ 14 に結合する抗体を用いてウェスタンブロットティングを行い、化学発光法にてタンパク質バンドを検出した。

(2) 結果及び考察

図 1 にスフィンゴイド骨格含有化合物の一種、フィトスフィンゴシン (PHS) を HaCaT に作用させ、48 時間後のカスパーゼ 14 の mRNA 量を RT-PCR 法にて観察した結果を示す。その結果、1 μ M という濃度から顕著なカスパーゼ 14 の mRNA 発現増強が確認された。

また、カスパーゼ 14 のタンパク質発現をウェスタンブロット法にて検出したところ、PHS を 48 時間 HaCaT 細胞に作用させた結果、カスパーゼ 14 が活性化する前の前駆体タンパク質の発現増強が起きたことから、PHS はカスパーゼ 14 の転写を促し、タンパク質の発現増強を引き起こしていることと推察された。

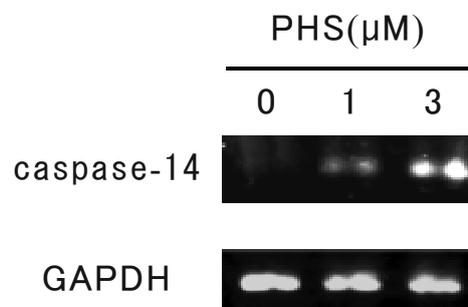


図 1. PHS によるカスパーゼ 14 mRNA 増強

3. 今後の展開

現時点では株化細胞を用いた研究段階であり、今後正常細胞における研究、また動物実験研究を行い、効果や安全性を確立する必要がある。生体においても本技術の効果や安全性が証明された後、皮膚保護用クリーム組成物として製造を行えるようにすることで、化粧品をはじめとするにきび、アトピー、乾癬などの皮膚疾患治療剤にも広く応用できると考える。

*1)東京電機大学

6月20日(金)

会議室531

ものづくり基盤技術

粉末焼結法による造形物の機械的性質に対する造形方向の影響

○木暮 尊志^{*1)}、横山 幸雄^{*2)}、山内 友貴^{*2)}、山中 寿行^{*3)}

1. 目的・背景

3Dプリンタ（積層造形法）は、新たな製造技術として広く認知されつつある。しかしながら、この手法により造形された品物は、データのレイアウト方向により性質が異なることはあまり知られておらず、さらにその品質評価手法について検討したものは、ほとんどない。本研究では、造形方向が引張強さに及ぼす影響を調べ、方向により性質が異なる材料の代表的な破壊基準である Tsai-Hill 則が評価手法として適用可能か検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

図1に示すように、3Dデータを各方向にレイアウトして造形した試験片で引張強さを測定し、レイアウト方向と引張強さの関係を確認した。

測定した引張強さと、式(1)で表わされる Tsai-Hill 則で算出した引張強さを比較した。

$$\frac{1}{\sigma} = \left(\frac{m^2}{\sigma_x^f} \right)^2 + \left(\frac{n^2}{\sigma_y^f} \right)^2 + m^2 n^2 \left\{ \frac{1}{(\tau_{xy}^f)^2} - \frac{1}{(\sigma_x^f)^2} \right\} \quad \dots\dots (1)$$

$$m = \cos \theta \quad n = \sin \theta$$

σ_x^f : 0°方向の引張強さ

σ_y^f : 90°方向の引張強さ

τ_{xy}^f : 0°、90°方向のせん断強さ

(2) 結果及び考察

図2に試験結果と Tsai-Hill 則により得られた曲線を重ねたものを示す。15°、30°、60°においては両者が非常に近い値を取っていることが確認できるが、45°の結果は、Tsai-Hill 則による値と実験結果が離れている。これは、本研究ではせん断強さを計算により求めたが、この値が実際のせん断強さよりも低くなっているためであると考えられる。しかしながら、全体として Tsai-Hill 則による曲線は造形方向と引張強さの関係をおおむね表現できることが分かった。

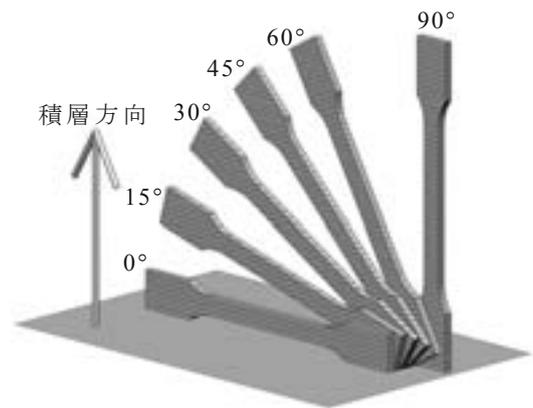


図1. 試験片の造形レイアウト方向

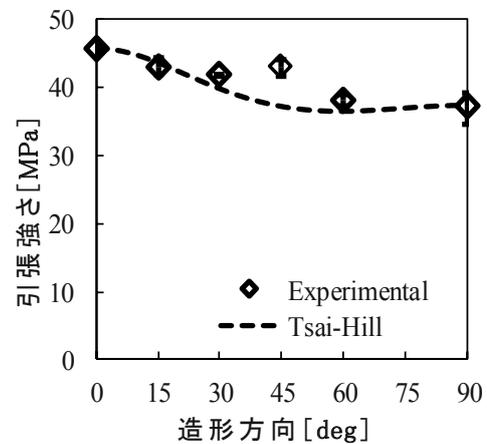


図2. Tsai-Hill 則と試験結果の比較

3. 今後の展開

Tsai-Hill 則は、汎用の有限要素解析ソフトウェアにも組み込まれている強度則である。造形品の強度評価を容易に行うことが可能であることが確認できた。今後、Tsai-Hill 則をより精度の高いモデルへと修正することで、3Dプリンタによる造形品の品質評価手法の確立へとつなげていく予定である。

*1)城東支所、*2)システムデザインセクター、*3)材料技術グループ

レーザービーム積層造形法により作製した IN718 造形材の組織と強度特性

○ 寛 幸次^{*1)}、近藤 大介^{*2)}

1. 目的・背景

IN718 (Inconel 718 : Special Metals の商標) は、航空宇宙材料として広範囲に用いられている。しかし、Ni 基超合金の中では加工性に優れるとされる IN718 においても、偏析の少ない均質組織、ニアネット成形による精密複雑形状部材への適用などの課題があり、これらを解決するために、エネルギービームにより金属粉末を熔融固化させる積層焼結を使用した三次元造形技術が注目されている。図 1、図 2 にレーザービーム積層造形機 (EOSINT M280、EOS 製) を用いて製造した航空機エンジン部品を示す。本研究では、国際的に最も実績のある EOSINT M 280 を用いて、IN718 造形材を作製し、組織と機械的特性を評価した。

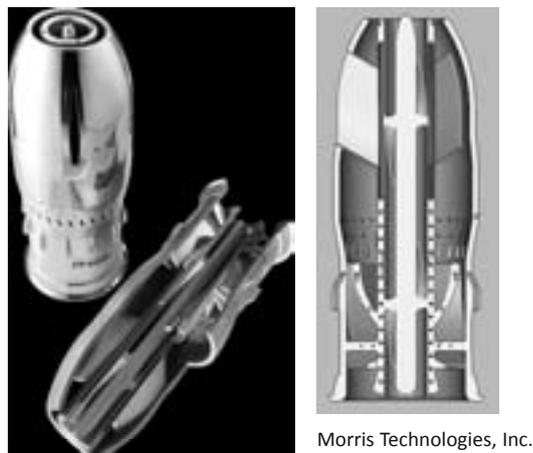


図 1. 航空機用燃料噴射ノズル

2. 研究内容

(1) 実験方法

粉末は EOS NickelAlloy IN718 を用いた。高純度アルゴン雰囲気中で、最小ビーム径 100 μ m、積層厚 0.04mm で、35mm 角の立方体を造形し、試験平行部がビーム入射方向と平行及び水平となる 2 種類の軸方位を持つ試験片を切り出し、as-deposited 材及び溶体化+時効熱処理材 (AMS5662) について、強度特性と組織について調べた。

(2) 結果及び考察

<100>方向に沿った一方向凝固組織が観察された。ビーム照射方向に平行に切り出した 0° 積層試験片及びビーム方向に水平に切り出した 90° 積層試験片について、引張試験を行った (表 1)。熱処理を施すことにより強度が大幅に高まった。AMS5662 に従った熱処理を施した 0° 積層材及び 90° 積層材の強度・延性は、溶解鍛造材 (AMS5662) の規格値を上回っていた。また、HIP 粉末焼結材 (AMS5662) と 0° 積層材を比較すると、強度はほぼ同等であるが、2 倍以上の延性が得られた。粒子が固相拡散焼結する HIP とは異なり、粒子が熔融固化される積層造形では、延性を低下させる PPB (prior particle boundary) が生成されないため、良好な延性が得られたと考えられる。切り出し方位に着目すると、as-deposited 材及び熱処理材ともに、0° 積層材は 90° 積層材に比べて強度が若干低く延性は大きかったが、その差は小さくなく、等方的な機械的特性を示すことが明らかとなった。



図 2. IN718 タービン部品

表 1. 積層材、溶解鍛造材、焼結材の引張特性

	Angle (°)	0.2% Proof Stress (MPa)	Tensile Stress (MPa)	Elongation (%)
As-deposited	0	676.8	1022.5	28.1
	90	789.8	1070.0	25.2
STA (solution-treated and aged)	0	1270.7	1424.6	18.6
	90	1365.6	1518.9	14.7
Wrought +STA	-	1034	1241	12
HIP +STA	-	1260	1413	8.6

3. 今後の展開

積層材は、既存の材料と遜色ない強度特性を有することから、切削や鍛造等で加工が困難であった難加工材料の精密複雑形状部材及び中空部材への適用が可能となる。

*1) 首都大学東京、*2) 金属技研株式会社

高専におけるインダストリアル・デザインの実践

○三隅 雅彦*1)

1. はじめに

東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科では、平成10年よりCAD/CAMシステムやラピッドプロトタイピング(RP)、リバースエンジニアリングなどの機器を導入し、3次元CADを中核としたものづくり教育を行っている。3次元プリンタは、粉体、ABS樹脂、光造形の3タイプを所有し、授業や研究目的に合わせて使用している。

また、本コースでは、平成23年度より「デザインのわかる機械技術者教育」を教育目標の一つとして掲げ、第5学年の「生産システム設計Ⅱ」(インダストリアル・デザイン)を実施している。

2. 生産システム工学実験実習Ⅲの授業展開

2次元・3次元によるデザインのデジタル化が進む中で、ディスプレイに表示された画像は、あくまでもバーチャルであり、出力されたもので最終形状を確認するまでは、サイズ感やバランスを評価することができない。

また、空間認識は、これを非常に不得意とするデザイン系・工学系の学生が必ず存在する。立体物が頭の中でクルクル回らない、などと表現されるが、この空間認識の理解には、3次元CADと複雑な形状をした立体物を実際に触ることができるRPを組み合わせた進め方が有効である。学生の作品例を図1に示す。



図1. 学生の作品例(粉体のRP)

3. デザインコンテストへの参加

全国高等専門学校デザインコンペティションのポテンシャル・エネルギー・ビークル部門に、平成24年度と25年度に参加した。チームは、2~5年生で構成され、モデリングから解析までを学生のみで学習し、エントリーしている。このコンテストは、工学的なレギュレーションと審査基準の難易度が高く、習得した知識や加工技術を最大限に発揮できる場である。ABS樹脂で出力したビークルを図2に示す。特徴としては、楕円の断面で構成されたフレームは、軽量かつ高剛性であり、壁に触れてもスムーズに走行できる形状である。

図2. コンテスト参加ビークル
(ABSのRP)4. まとめ

デザイン系教育機関での造形プロセスは、多くのアイデアスケッチを描くことで2次元での立体物のイメージを掴み、さらに具体的な発想・展開と絞り込みの過程を繰り返し行い、立体造形の作業に入る。デジタルツールによる造形作業の特徴は、思い描いた形を素早く3次元CADで表示させ、さらに出力できることである。これにより、形を絞り込んでいく方法から、複数案のモデリングの中から選択する方法が可能となり、スケッチスキルのない工学系の学生でも自由な造形が可能となる。

*1)東京都立産業技術高等専門学校

温度場制御技術による薄板構造物の極低歪レーザー溶接方法の開発

○細谷 昌裕^{*1)}、石川 宏美^{*1)}、岡村 成将^{*1)}、大貫 幸男^{*1)}
 川上 十五^{*2)}、高松 良平^{*2)}、片岡 国博^{*2)}、薄木 恵美子^{*2)}、牧内 翔^{*2)}
 相原 正明^{*3)}、大久保 通則^{*4)}、沓名 宗春^{*5)}、井上 裕喜^{*5)}、望月 正人^{*6)}、岡野 成威^{*6)}

1. 目的・背景

ステンレス建材や Ni 基耐熱合金の薄板溶接では、通常の溶接方法を用いると著しい溶接ひずみを生じるため、溶接後のひずみ除去が必須となり、大きなコスト増を招いていた。本研究では、ビルド形鋼や航空機用 Ni 基耐熱合金等の高付加価値部材を高効率かつ安価に製造することを目的に、近年急速に開発が進められている高出力シングルモードファイバーレーザー溶接と、溶接部への加熱・吸熱複合熱源を配置した温度場制御技術を用いて、従来の溶接方法と比較して、低ひずみな薄板レーザー溶接技術の開発を行った。

2. 研究内容

(1) 実験方法

供試材は、板厚 1.0~3.0mm の SUS304 材、板厚 1.0mm の各種耐熱合金を用いて、固定治具に保持して 3kW シングルモードファイバーレーザー溶接装置と加熱・吸熱複合熱源を配置し、レーザー照射部からの距離、加熱・吸熱量等を調整して溶接後、各条件におけるひずみ量や溶接部の機械特性の評価を行った。

(2) 結果及び考察

従来のアーク溶接と比較し、ひずみ量を 1/10 程度に低減することができた。溶接部の機械特性試験では、継手強度はおおむね良好であるが、溶接入熱量が適切でない場合は強度が低下することが確認できた。板厚 3.0mm の SUS304 材における溶接入熱量と引張強度を図 2 に示す。

溶接ひずみについてシングルモードファイバーレーザー溶接装置と加熱・吸熱複合熱源装置を用いたレーザー溶接に対する数値シミュレーションを実施し、実験値と同様の傾向を示すシミュレーション技術を確認するとともに、加熱・吸熱熱源をレーザー照射部の後方に配置することにより、溶接ひずみを低減せしめる結果を得た。

3. 今後の展開

本研究成果を用いることにより、カーテンウォールに代表される建築用薄板構造物やジェットエンジンに使用される薄板 Ni 基耐熱合金において、ひずみ取り工程を簡略化し、かつ高品質な継手強度を有するレーザー溶接が可能となった。

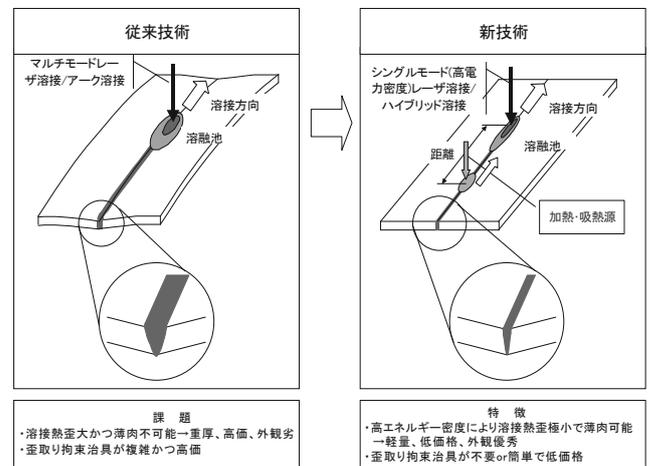


図 1. 概念図

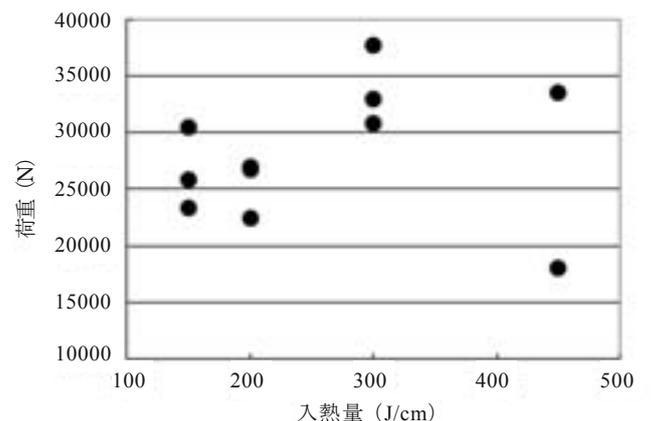


図 2. 引張強度と入熱量

*1)千葉県産業支援技術研究所、*2)菊川工業株式会社、*3)愛知製鋼株式会社、*4)日本大学、*5)株式会社最新レーザー技術研究センター、*6)大阪大学

古代紫（6,6'-ジブロモインジゴ）染料の特性開発

○澤田 忠信*1)

1. 目的・背景

古代紫染料（貝紫、帝王紫、チリアンパープルともいう、化学名は 6,6'-ジブロモインジゴ、図 1 に構造式を示す）は、文字通り古代に用いられた染料で、特に紀元前より地中海周辺地域において富貴層に用いられてきた染料である。この染料を現代社会に蘇らせようと、合成法の改良や染料特性の確認に取り組んできた。

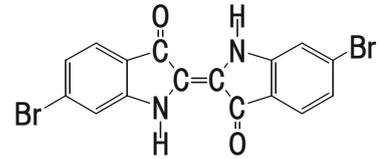


図 1. 古代紫の化学構造式

2. 研究内容

研究内容を列記すると次の通りとなる。

(1) 合成法の改良、(2) 染色法の開発、(3) JIS 法による堅牢度（紫外線、摩擦、汗、洗濯）の測定、(4) JIS 法による菌増殖への影響の確認、(5) 皮革への染色法の開発、等々になる。

3. 結果及び考察

(1) 合成法の改良

天然よりかなり安価に合成する条件を見いだした。しかし、¥1,000/g 弱であり、さらなる改良に取り組んでいる。

(2) 染色法の開発

還元液を調製すると光によって藍化するという性質がある。この対策として、特定波長の光をカットすることでその影響を抑える方法を見いだした。

(3) 堅牢度測定（紫外線、摩擦、汗、洗濯）

比較のため藍と平行して行った。その結果、藍とほとんど同じであった。これは商品として通用するレベルである。結果を表 1 に示す。

(4) 菌増殖抑制効果

殺菌効果は認められないが、菌（大腸菌とブドウ球菌）の増殖抑制効果はある。無染色布より藍染布の方が増殖が少なく、古代紫染布はさらに増殖が少ない。

(5) 皮革への染色

建て染め法で製品化に通用すると思われるレベルにきた。

表 1. 各種堅牢度の測定結果

		古代紫	藍	
紫外線	ブルースケール 3 級照射	6 級以上	6 級以上	
	ブルースケール 4 級照射	5-6 級	6 級以上	
	ブルースケール 5 級照射	4-5 級	5 級	
摩擦	乾布	経糸方向	4-5 級	3-4 級
		緯糸方向	4-5 級	3-4 級
	湿布	経糸方向	4 級	3 級
		緯糸方向	4 級	3 級
洗濯	絹 (白布への汚れ)	5 級	4 級	
	綿 (白布への汚れ)	5 級	4-5 級	
	染色布の脱色度	5 級	5 級	
汗	酸性汗、	絹 (白布への汚れ)	5 級	5 級
		綿 (白布への汚れ)	5 級	5 級
	塩基性汗、	絹 (白布への汚れ)	5 級	5 級
		綿 (白布への汚れ)	5 級	5 級

※堅牢度の値は、3 級以上が商品化レベルと認識されている。

- ・紫外線照射：ブルースケール 4 級照射時の値が一般に使われる。
- ・摩擦：染色布を綿の乾布と湿布でこすり色移りを見た。
- ・洗濯：絹布と綿布に鉄み洗濯、その後に色移りや退色度を測定した。
- ・汗：酸性汗と塩基性汗を調製し、絹布と綿布への色移りを測定した。

4. 今後の展開

歴史的に特殊な意味を持つ染料であるこの染料の現在社会への蘇りとして、その用途開発を求めている。歴史的な視点に立った装飾工芸品や、菌増殖抑制効果から下着類への応用などが考えられる。

*1)明星大学

6月20日(金)

デザイン支援室

システムデザイン

品質強化

ものづくり中小企業の商品開発支援～商品企画基礎講座

○小池 真生*1)

1. 目的・背景

国際競争力が問われる中、国内のものづくり中小企業の「高付加価値化による他社との差別化」は急務である。売れる自社ブランド商品を有する企業の多くは、デザインを単に「外観意匠（色・形）」ではなく、事業構想全体として捉えている。

システムデザインセクターでは、商品開発を試みる中小企業のために、事業構想を基に商品開発に必要なプロセスを身に付けてもらう目的で、実践講座として商品企画基礎講座を平成15年から毎年開催している。

2. 実施内容

①事業戦略（マーケティング、アイデア創出技法など）、商品企画、デザイン展開（試作）、デザイン検証など商品開発のためのプロセスを学ぶ（図1）。

②思いつきや独りよがりの商品企画ではなく、客観性のあるデータを重視した、説得力のある商品企画書作りを学ぶ。

③知的財産権の知識に基づいた商品開発方法や、中小企業の実情に合わせた実際的な権利取得方法、防衛方法を学ぶ。

④グループワークやプレゼンテーションにより、他業種の受講生からの意見を聞き、社内では出てこない発想や問題処理方法を知り、自社の位置などを客観視する。

⑤表、図面、絵、写真などを資料として、パネルやパソコンを使って自分の企画を分かりやすく伝え、企画内容を共有するプレゼンテーション技法を身に付ける。



図1. 講座風景

3. 受講の結果

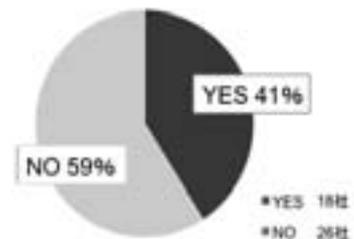
本講座は、主に製造業、サービス業の代表者や商品開発担当者が受講している。

受講企業を対象にアンケートを実施した結果、41%の企業が講座中に取り組んだ製品などが商品化されたと回答した。また、75%の企業で講座中取り組んだ製品が直接商品化に至らなくても、学んだ内容がその後の商品開発につながっていることが分かった（図2）。

自社内の体制については、社内で新たな技術開発、技術研究に発展したと答える企業が26%あり、受講生が社内の開発体制に貢献する見込みも伺えた。企画の社内共有が、周囲を動かすことに関係している。

本講座を通じて、受講企業が都産技研の施設・利用効果について実感できるため、講座受講後、機器利用や依頼試験、オーダーメイド開発支援などの個別支援に移行するケースも増えている。

①-1 講座中に取り組んだ製品等が商品化されましたか？



②-1 講座内容が、他の自社製品・商品の開発に利用できましたか？

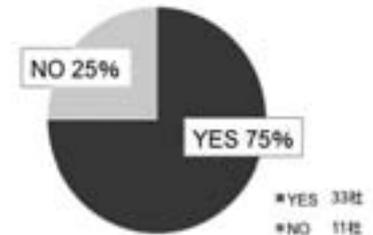


図2. 受講企業向けアンケート結果

*1)システムデザインセクター

販売促進企画講座（集合研修）から個別指導へ

○中田 恵子*1)

1. 目的・背景

技術や製品には自信があるのに売れない、展示会に出ても顧客獲得につながらない、お金をかけて Web の SEO 対策をしているのに効果が上がらない…。このような悩みを持つ中小企業を対象に、平成 23 年度より導入されたのが、販売促進企画講座である。

本講座は、ワークショップを通して、売するための理論と自社の強みを生かした販売促進戦略を企画する力を身に付けることを目的としている。

2. 内容

(1) 概要

マーケティングの基礎から販売促進の費用対効果、コピーライティング、チラシや Web などの効果的な販促ツール企画など、販売促進企画に関する全般的な内容をそれぞれの分野で活躍している専門講師がワークショップ形式で指導している（図 1）。



図 1. 座学⇒実習⇒意見交換による講義

(2) カリキュラム（全 12 回）

I. 販売戦略

- ① マーケティングの基礎を学び仕組みを作る
- ② アイデア創出法、販促とイベント企画
- ③ 顧客心理段階を生かしたイベント企画作成
- ④ 競合調査から自社の強みを知る
- ⑤ 売れる言葉戦略とプレスリリースの活用法

II. 売れるチラシ・DM 戦略

- ⑥ セールス効果を高めるグラフィックツール制作
- ⑦ ツール作成のための基礎知識とデザイン戦略
- ⑧ 制作物の成果と評価ポイント（図 2）



図 2. ツール制作と発表

III. Web 戦略

- ⑨ 費用対効果の高い Web 戦略立案・実習
- ⑩ ソーシャルメディアの活用方法
- ⑪ 顧客目線で自社のホームページを見直すチラシ
- ⑫ 販促活動を見直し、費用対効果を考える（図 3）

3. 実施成果

(1) ツールによって成果が上がった事例

講座中に自社販促ツールを見直すことによって問い合わせが増加し、Web やフェイスブック、チラシなどのクロスメディアの活用により大型店舗からの引き合いがあった、という成果がみられた。

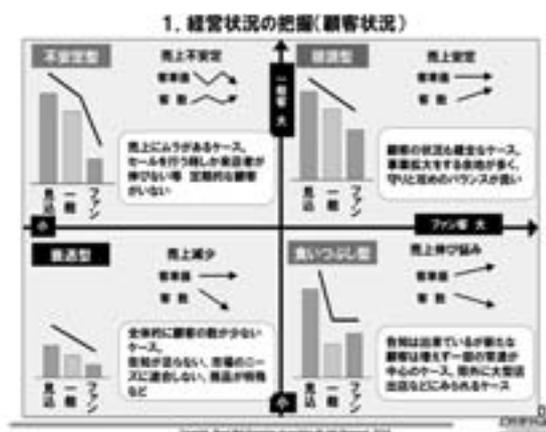


図 3. 自社の現状を把握・分析する

(2) 集合研修から個別指導への流れ

本講座から、個別指導の依頼としてホームページ作成のためのオーダーメイドセミナーや、技術アドバイザーによる事業戦略から販売戦略の実地支援など、企業ごとの目的に沿った個別指導へも発展している。

*1)システムデザインセクター

フューチャーセッションを活用した製品開発法

○森 豊史*1)

1. 目的・背景

ものづくり中小企業の技術＝知的資本を活用するための知識経営（ナレッジマネジメント）の思考フレームワークツールとして、デザイン技術の重要度が増している。

大企業に対して資本力に劣る中小企業にとっては、従業員の知恵や経験、技術の質といった知的ポテンシャル＝知的資本こそが最大の武器であり、無形資産である。

知識経営とは、これらの企業の知的資本を発見、蓄積、交換、共有、創造、活用を行うプロセスを体系化し、マネジメントするものである。具体的には、組織内に「暗黙知」として存在する知的資本を「形式知」に変換することで、知識の共有とマネジメントを行う。

これら知識マネジメント技術の一つとして、デザイン思考（Design Thinking）が有効であるとされ、1970年代以降、多くの企業で活用されている実績がある。

中小企業への開発支援として、本事例では、企業が未来に知的資本を創造するためのデザイン思考のフレームワークに、大企業への普及が著しい「フューチャーセッション」方式を採用し、中小企業向けにフレームを組み直した上で実施した。

フューチャーセッションとは、組織内の暗黙知＝知的資本の共有から、想定の外にある機会領域を発見して、未来を主体的に創造するシナリオを構築する設計思考法である。

2. 実施内容

（1）概要

短時間、少人数での実施を可能とするため、①参加者の集合記憶体である仮想人格を媒体として暗黙知の共有を行い、②人的資本、構造的資本、関係性資本について機会領域を探索・発見、③未来ビジョンを事業構想の形式知として具体的にシナリオ化し、共有する。

（2）実施方法：オーダーメイドセミナー（図1）

ワーク0：未来を予見する技術情報の事前収集

ワーク1：未来市場（事業想定）の設定

ワーク2：仮想人格を用いた暗黙知の抽出と共有

ワーク3：機会領域と未来ビジョンを形式知化

ワーク4：具体的なシナリオとして共有化（図2）

（3）実施の効果

- ・未来ビジョンから事業計画の意図を正確に共有
- ・異なるステークホルダー間での連携強化
- ・組織内での創造的な合意形成が容易になる



図1. オーダーメイドセミナー風景



図2. 暗黙知を形式知として共有

3. 実施成果

現在、製造業やITサービス業など数社で実施済みである。

開発計画の明確化と共有、組織内の高度人材育成に有効であると企業より高く評価されており、実施の継続や新規の要望が増加している。

*1)システムデザインセクター

SNS と連携した新しいものづくりシステムの試行

○佐脇 政孝^{*1)}、伊藤 日出男^{*2)}、薬師寺 千尋^{*3)}

1. 目的・背景

従来から、ものづくり企業とデザイナーのコラボレーションによる新商品開発事業は数多く実施されてきたが、その多くはシーズ側（作り手側）からの商品開発といった性格が強く、販路開拓に苦勞するケースも多い。今回の試行では、消費者（利用者）のニーズを探り、そこを目標とした商品づくりを行う「利用者起点のものづくり」を目指し、利用者とデザイナー、ものづくり企業の新しい連携の形を模索することを目的として実施した。

2. 研究内容

(1) 実験方法

利用者のニーズを探る仕掛けとして、特定属性のユーザーを束ねる SNS と連携し、SNS 会員（＝消費者・利用者）の商品ニーズに対してデザイナーとものづくり企業が新製品を提案し、この提案に対して SNS 会員との双方向のやり取りの中での新商品開発を試行した。

本試行の推進主体として、(独)産業技術総合研究所臨海副都心センター（事務局担当）、都産技研（デザイン支援）、子育てをする母親を支援する SNS である「ベビカム」（株）デジタルブティック運営）ほかによる研究会を設置した。

- ①まず、研究会において、子育て中の母親向けグッズの新しい開発方法や、開発方針を検討。
- ②「ベビカム」会員を対象としたアンケート調査などで利用者ニーズを分析。子連れでの外出時の母親を支援するグッズの開発を決定。
- ③その後、デザイナー、メーカー候補を訪問して意見交換し、「ベビカム」会員から商品開発について意見交換を行うモニターメンバー（利用者代表）を募集するなど、開発チームを組織。
- ④「電子会議室」を使って、デザイナーとモニターメンバーが意見交換を行い、ラフデザイン、1次、2次デザイン案の提示を経て試作品を作成。
- ⑤出来上がった試作品を実際に手に取ってもらい、その使用感についての意見交換を経て、最終的な試作品が完成。

(2) 結果及び考察

利用者（今回の試行では子育て中の母親）のニーズを分析し、利用者とデザイナーの議論をもとに商品デザインを開発し、試作品製作までのプロセスを実施できた。この試行では、デザイナーにとって新たな発見が数多くもたらされた。また、利用者評価を反映した新しいものづくりの仕組みについて、運営のノウハウや課題などを明らかにすることができた。

3. 今後の展開

次のステップとして、別のカテゴリーの商品を対象とした試行などを行い、新しい商品開発手法としての完成度を高め、将来的には、ものづくり産業振興施策へとつなげることが期待される。

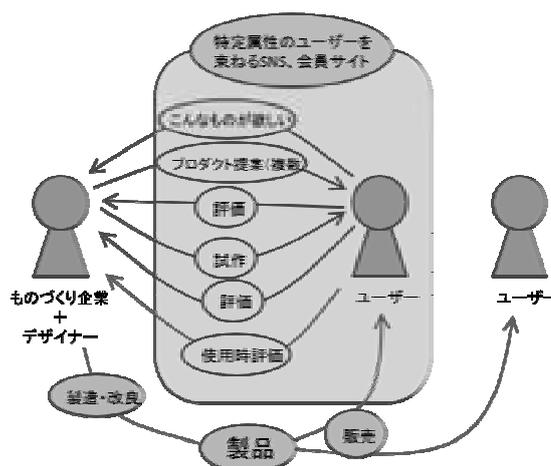


図 1. 利用者評価を反映する商品開発のイメージ

*1)独立行政法人産業技術総合研究所、*2)栃木県産業技術センター、*3)システムデザインセクター

産業活性化と進化にむけて ～東京城東地域産学公金連携構想～

○鶴澤 真治*1)

1. 目的・背景

平成25年4月、東京理科大学は葛飾区金町にキャンパスを開学した。これにより、東京の城東地域といわれる地域は、近隣に複数の理工系大学がキャンパスを置く一大産業学術地域へと進化を遂げようとしている。

城東地域では、古くは江戸時代から職人らにより脈々と培われた技術をベースに、繊維、玩具、家具から機械、印刷、日用雑貨まで消費財生産における幅広い領域の産業分野が発展してきた。一方、地域の課題としては、後継者の育成、海外や他地域企業との競争の激化などの慢性的な産業課題や防災対策、高齢化対策などが挙げられる。

このような背景から、本学では、「金町キャンパスを有する葛飾地区を含め、近隣の広域地域（城東地域）の企業、大学、公的機関、金融機関などが中心となり、組織的に連携することで、大学の資源（知的資源・人的資源・環境資源）を補完・融合し、城東地域の産業にシナジー効果をもたらす」ことをコンセプトに、城東地域を広域の対象とした連携を構想している。

2. 研究内容

本学においては、葛飾キャンパス移転に伴い、葛飾区との連携を密にし、行政・地域団体との協議会、技術交流・マッチングのイベント、人材教育などの様々な地域連携活動を行っている。

一方、東京の城東地域における地域課題の解決を考えた場合、区域を超えて課題が存在することも多い。例えば、商業地域や工業地域においては、ある区界に分けて派生しているわけではなく、異なる区をまたいで広がることが多い。また、例えば、火災対策や水害対策などの地域課題においても、ある区に限定できるものではなく、区を横断しての対応が不可欠である。上記のように地域課題の解決のためには、より広域な視点を持つ必要がある。

他方、地域産業の活性化を目的とした場合、現在の地域連携活動で行われている個別の企業ニーズと大学のシーズをマッチングさせるやり方に加え、産学公金全体で連携して地域課題からこの地域の“あるべき姿”を考え、その達成のためにできるテーマを地域企業と一体となって設定し、実施する場が必要である。

本発表では、本学の城東地域における産業活性化のための産学公金連携構想を示すことで、広域に広がる地域課題の解決のために、既存の地域連携を基盤としつつ、産学公金が互いに win-win の関係を構築しながら、そのシナジー効果を最大限発揮するための一つの方法として提案したい。

3. 今後の展開

本学では、昨年11月に都産技研との間で産学公連携協力に関する協定を締結して、本構想を含め地域連携活動にあたっている。

本発表に関するコメントや議論を集約し、構想の実施に役立てたい。

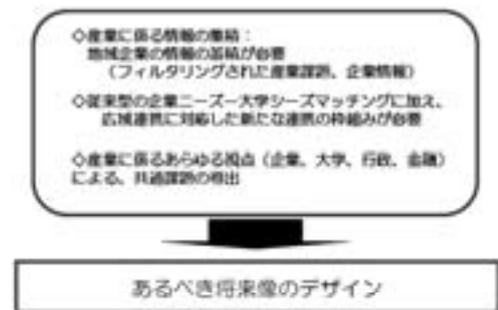


図1. 産学公連携の必要性

*1)東京理科大学

Co-C 共晶点を用いた熱電対高温度校正

○佐々木 正史^{*1)}、沼尻 治彦^{*1)}

1. 目的・背景

現在の国際温度目盛（ITS-90）で定められている最高温度は、銅の凝固点（1084.62 °C）であり、それ以上の高温に関しては、金属-炭素共晶点の技術を用いた標準化が進められている。一方、ガラス、半導体、鉄鋼、航空宇宙産業など 1100 °C を超える高温度測定技術の向上が望まれているにもかかわらず、校正事業者への金属-炭素共晶点普及の足かせとなっているのが、新たな設備投資の負担である。金属-炭素共晶点の実現には、共晶点実現装置をはじめとして専用装置の導入が必要となる。都産技研としては、共晶点を用いた高温校正事業の立ち上げに向けての活動や共晶点技術普及の一環として、校正手法の確立、不確かさ評価などの研究を行ってきた。その中で、既存の装置で実現が可能である小型共晶点セルを開発した。本研究では、さらなる共晶点技術の信頼性確保を目的とし、実用標準としてのコバルト-炭素（Co-C）小型共晶点実現の不確かさ評価を行ったので報告する。

2. 研究内容

図 1 に示すように、本研究で使用した小型共晶点セルは、高精度共晶点セル $\Phi 50\text{mm}$ に対し、 $\Phi 32\text{mm}$ と小型であるため、都産技研で所有している Pd 点炉（内径 34mm）に設置可能である。

表 1 に示すように、小型共晶点実現にかかる不確かさ要因を挙げ、それぞれ評価を行った。なお、温度測定には白金・パラジウム熱電対を使用した。

(1) 変曲点決定の不確かさ

共晶点温度決定には、融解曲線に対して 3 次の近似式を用いて近似曲線を描き、そこから求められる変曲点を共晶点温度とする方法がとられている。そのため、融解曲線のどの範囲において近似曲線を取るかによって変曲点に差が生じるため、その時の影響を評価した。

(2) 再現性の不確かさ

凝固保持温度及び融解保持温度 $\pm 8^\circ\text{C}$ として、同一条件で 20 回共晶点温度を実現した時の標準偏差を再現性の不確かさとした。

(3) 周囲温度の不確かさ

共晶点セルの周囲温度として、凝固保持温度及び融解保持温度を $\pm 16^\circ\text{C} \sim \pm 4^\circ\text{C}$ に変化させた時の共晶点温度変化を評価した。その結果より、炉の安定性による影響を評価した。

(4) 熱流の影響の不確かさ

熱電対の挿入深さによる熱流の影響を評価した。挿入長誤差を 1 cm とし、熱電対設置位置を変化させ評価した。



図 1. 左：高精度共晶点セル
右：実用型共晶点セル

表 1. 不確かさバジェット

不確かさ要因	標準不確かさ/mK
変曲点決定	8.93
再現性	6.36
周囲温度	0.16
熱流の影響	24.5
合成標準不確かさ	27

3. 結果・まとめ

以前の研究より、都産技研保有の共晶点専用炉及び高精度共晶点セルを用いて、同様の手法で評価した結果が 14mK であることが確認されている。本研究における小型共晶点実現の不確かさ評価の結果は、合成標準不確かさ 27 mK と小さく、十分に実用標準として利用可能であることが分かった。さらに今回、それらを比較してみると、簡易な手法であるにもかかわらず、同一オーダーでの結果が得られたことから、小型共晶点セルの信頼性を確認することができた。本研究における不確かさ評価の技術を活用することで、小型共晶点セルの産業界での利用が望まれるとともに、一層の共晶点普及が見込まれる。

*1)実証試験セクター

都産技研における JCSS 校正（熱電対）

○沼尻 治彦^{*1)}、佐々木 正史^{*1)}、水野 裕正^{*2)}

1. 目的・背景

熱電対は、汎用性の高さから産業界で最も広く用いられている温度計であるため、熱電対校正の需要は非常に高い。一方、近年の測定の信頼性確保の重要性から、都産技研では ISO/IEC 17025（校正機関の能力に関する一般要求事項）に基づく JCSS（Japan Calibration Service System：計量法に基づく計量法トレーサビリティ制度）登録に向けて取り組み、平成 20 年度に登録認定を受けた。その後、平成 23 年度には事業所移転に伴い品質システムの再構築とともに設備等の再評価を行い、平成 25 年度 8 月に再度登録認定を受けた（表 1）。

本報告では、熱電対校正の不確かさ評価を中心に登録認定への取り組みについて述べる。

2. 不確かさ評価

(1) 不確かさ要因

熱電対の比較校正における不確かさ要因について、使用する機器ごとの分類を表 2 に示す。校正による測定で得られる不確かさのほか、事前に評価を行うことで組み込まれるものがある。さらに、事前評価の不確かさには、実際に測定を行って算出するものと、カタログ等の仕様を引用するものがある。これらの不確かさを個々に評価した上で、最終的な不確かさを算出する。

(2) 不確かさと最高測定能力

算出した不確かさの妥当性を確認し、一定水準で再現するレベルを導き出した結果、最高測定能力は 2.5℃（ $k=2$ 、信頼の水準約 95%）であった。

3. 今後の展開

校正を行うことで中小企業の社内標準やロット管理が行えるだけでなく、認定範囲での JCSS 校正を行えばトレーサビリティの証明となる。さらに都産技研では、国際 MRA（試験所及び校正機関認定の相互承認取決）認定を受け、英文での校正証明書が発行も可能である。発行した校正証明書が国際間取引においても有効なものとして流通するため、海外展開を視野に入れている企業にとっては、二重検査が不要となり円滑な貿易が促進されることとなる。

表 1. 校正範囲と最高測定能力

校正手法の区分の呼称	種類	校正範囲	最高測定能力 (信頼の水準約 95%)
接触式温度計	熱電対 (比較校正)	200℃以上 1000℃以下	2.5℃

表 2. 不確かさ要因

分類	要因	評価	炉内温度 算出	試験 熱電対
標準熱電対	校正	事前評価	○	—
	ドリフト	事前評価		
	読み	測定		
試験熱電対	読み	測定	—	○
基準接点	不均質	事前評価	—	○
	接続	事前評価		
比較校正炉	安定性	測定	—	○
	温度分布	事前評価		
基準接点 実現装置	校正	事前評価	○	○
	安定性	事前評価		
	再現性	事前評価		
	温度分布	事前評価		
デジタル マルチメータ	校正	事前評価	○	○
	長期安定性	事前評価		
	温度係数	事前評価		
	直線性	事前評価		
	分解能	事前評価		
スキャナ	熱起電力	事前評価	○	○
その他	寄生熱起電力	事前評価	○	○
	炉内温度からの補正	事前評価	—	○
	測定の再現性	測定	—	○

*1)実証試験セクター、*2)技術経営支援室

都産技研における JCSS 校正（直流抵抗器）

○佐々木 正史*1)、沼尻 治彦*1)、水野 裕正*2)

1. 目的・背景

現在、産業界において、国内競争力の向上や海外への輸出など製品の信頼性向上のため、ISO9000 シリーズをはじめとする各種規格の取得とマネジメントシステムの維持管理に力を入れているが、その審査基準の中には、国家標準へトレーサブルな計測器を使用することが求められる。都産技研も以前より校正事業を行ってきたが、それに加えて校正試験の品質・信頼性の向上を目的とした活動を行っている。そこで、平成 18 年度から ISO/IEC17025 に準拠した品質システムに基づいた校正事業者である JCSS（計量法校正事業者登録制度）登録認定を受けた。その後、本部移転に伴う再登録とともに、さらに信頼性を向上させるため、不確かさの低減及び範囲拡大を実現した。本稿では、JCSS 登録認定における電気区分の取り組みについて述べる。

2. 不確かさ評価

(1) 不確かさ要因

現在、都産技研の電気区分においては、表 1 に示す範囲において登録認定を受けている。JCSS 事業者として、ISO/IEC17025 に準拠した品質システムを構築し、それに従った運営が重要となる。また、技術的要求事項として一つのキーとなるのが、校正手順に応じた不確かさの算出方法と不確かさ評価である。都産技研の直流抵抗器校正は、特定二次標準器を基準とし、デジタルマルチメータ（DMM）を用いた抵抗比校正法を行っており、その不確かさとしては、表 2 に示す要因を挙げて、評価を行っている。

(2) 不確かさと最高測定能力

上記で述べた不確かさ要因について評価を行い、さらにその結果について妥当性の確認を行った上で、最高測定能力が 1Ω で 2.6ppm、100Ω で 2.8ppm、10 kΩ で 2.7ppm ($k=2$ 、信頼性の水準約 95%) となった。

(3) 不確かさ低減と範囲拡大

JCSS 事業開始時は、1Ω、10kΩ について最高測定能力 3ppm として認定を受けていたが、過去のデータの積み重ねにより、測定能力の裏付けが取れたことで本部移転後の再登録にて不確かさ低減が可能となった。また、従来から一般校正試験を行い、データの蓄積がある 100Ω についても範囲を拡大して登録認定を受けることができた。

3. 今後の展開

JCSS 登録認定を受け、JCSS 校正証明書が発行が可能となった。都産技研の JCSS 登録認定については、国際 MRA 認定を受けているため、企業の海外展開時の信頼性の裏付けとしてワンストップで利用することができる。今後もお客さまのニーズに応え、JCSS 登録認定の範囲拡大を視野に入れ、さらに信頼性を向上させた校正事業を目指して活動していく予定である。

表 1. 校正範囲と最高測定能力

校正区分の呼称	種類	校正範囲	最高測定能力 (信頼性の水準約 95%)
直流・低周波測定器など	直流抵抗	1Ω	2.6 ppm
		100Ω	2.8 ppm
		10kΩ	2.7 ppm

表 2. 不確かさ要因

分類	要因	評価方法
抵抗比	測定比のばらつき	測定
	DMM の入力抵抗	事前
	DMM の分解能	事前
	測定回路の電気絶縁	事前
標準抵抗器	標準抵抗器の校正値	事前
	標準抵抗器と被校正器の温度差	事前
	標準抵抗器と被校正器の消費電力差	事前
	経年変化	事前

*1)実証試験セクター、*2)技術経営支援室

建築用及び船舶用部材の遮音性能評価方法と事例紹介 －国際規格に対応した製品開発支援に向けて－

○渡辺 茂幸*1)

1. はじめに

近年、国内外問わず、住宅などの生活環境はもとより、オフィスや工事現場・工場などの作業環境においても静かな音環境が求められている。静かな音環境を実現するためには、余計な騒音の出入りを抑えることが重要であるため、都産技研には、建築用及び船舶用の様々な製品・材料の遮音性能測定に関する相談・依頼が多数寄せられる。本稿では、遮音性能測定に関する支援事例を報告する。

2. 支援事例

(1) 依頼試験（音響透過損失測定）

都産技研では、国内において希少な ISO 及び JIS に準拠したタイプ II 試験室を使用して、遮音性能の一つの指標である音響透過損失の測定を行っている。結合残響室（タイプ I 試験室）では、試料の物性値的な遮音性能が分かるのに対して、タイプ II 試験室は、試料を使用した際の実態に即した遮音性能が分かるのが特徴である。主な依頼品としては、住宅の界壁、間仕切壁及びドア・窓、高速道路用防音パネル、船舶内居住区用壁パネル及び居住区用ドアなどがある（図 1、図 2）。特に船舶用部材は IMO の船内騒音コード改正に伴い、ISO に準拠した音響透過損失測定が義務付けられるため、依頼が多く寄せられている。



図 1. ガラス製間仕切壁（試験室内）



図 2. 船舶居住区用ドア（試験室内）

(2) 実地技術支援（工場の騒音防止対策支援）

金網製織工場の改修工事の騒音防止対策について相談を受けて、図 3 に示すとおり、現場の状況確認及び騒音測定から改修後の騒音測定に至るまでの一貫した技術支援を行った。壁部分への増し張りや窓・扉・シャッターなどの遮音欠損箇所への騒音防止対策を行った結果、工場からの騒音を約 15dB 低減でき、また、敷地境界での騒音レベルは、50dB 以下となり、依頼者も満足のいく結果となった。

3. 今後の展開

上述のような大規模な遮音性能測定だけでなく、音響管などを使用した小試料での遮音性能測定も対応可能である。また、今後は音響シミュレーションソフトを活用した設計段階における技術支援も行っていく予定である。

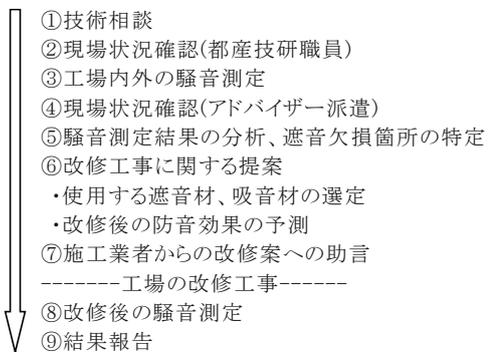


図 3. 現場での技術支援の流れ

*1)光音技術グループ

※本要旨集から転載する場合には、前もって都産技研に連絡の上、了承を得てください。
本要旨集の内容は、ホームページでも PDF ファイルをご覧ください。
ホームページ： <http://www.iri-tokyo.jp/>

登録番号 26 (本) 1

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
平成 26 年度研究成果発表会要旨集
平成 26 年 6 月 19 日発行

発行 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
広報室
〒135-0064 東京都江東区青海 2-4-10
TEL 03-5530-2521
FAX 03-5530-2536
URL <http://www.iri-tokyo.jp>

平成26年度 研究成果発表会要旨集
平成26年6月



古紙配合率70%
白色度70%の再生紙を使用しています

石油系溶剤を含まないインキを使用しています