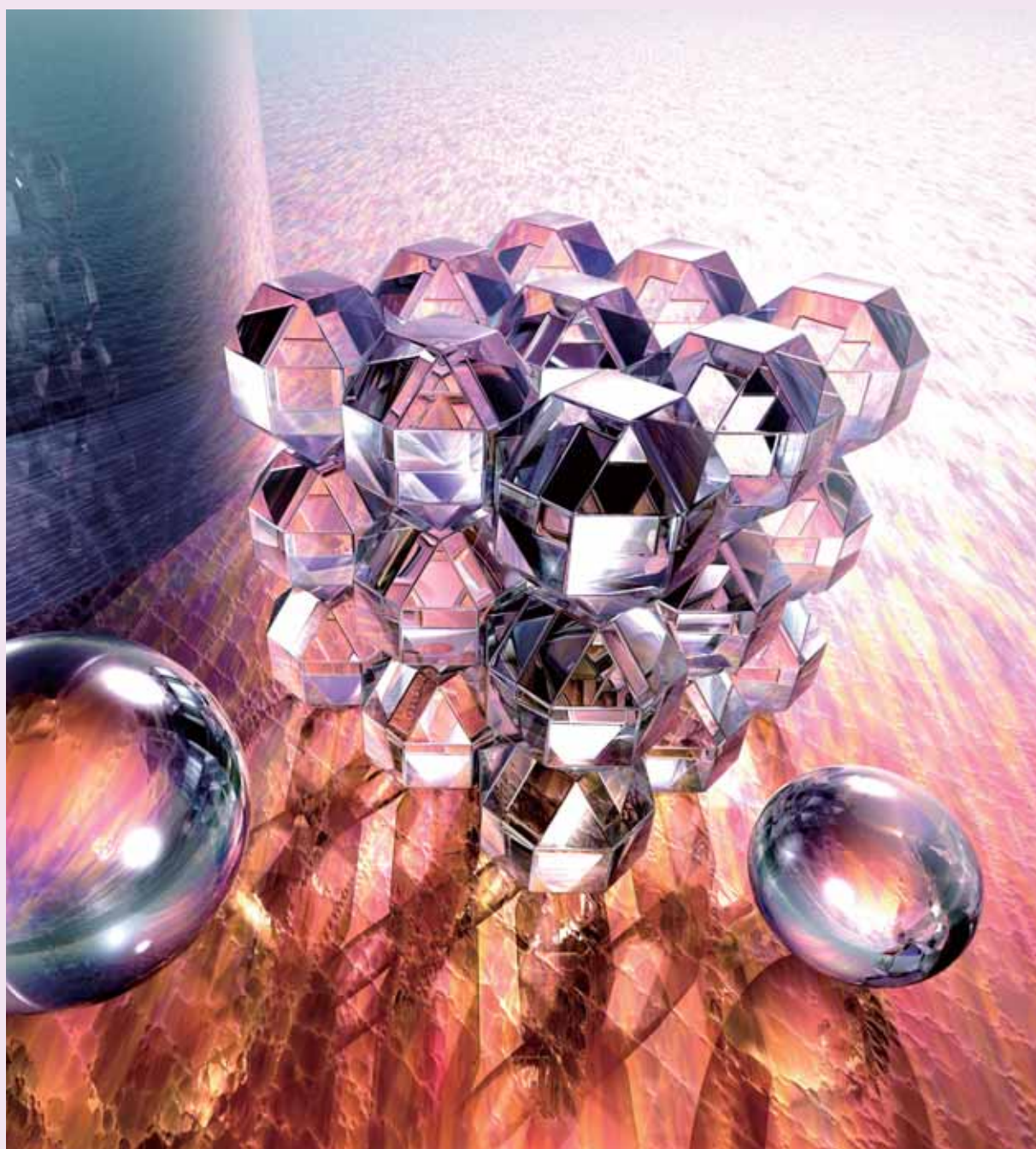


研究成果発表会要旨集

平成24年度

6月14日(木)・15日(金)



地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
平成24年度 研究成果発表会 プログラム

平成24年6月14日(木)

◎東京イノベーションハブ

(司会:広報室長 竹内 由美子)

13:05 ~ 13:15 開会あいさつ 理事長 片岡 正俊 -

基調講演

13:15 ~ 14:15 アキバの価値観に学ぶ これからのものづくり つくば市理事
独立行政法人産業技術総合研究所 森 和男 氏 -
先進製造プロセス研究部門名誉リサーチャー

◎研修室241

研究成果発表 <分野:環境・省エネルギー> (座長:環境技術グループ長 瓦田 研介)

10:00 ~ 10:10	環境・省エネルギー分野について	環境技術グループ	瓦田 研介	
10:10 ~ 10:30	多段電解トリチウム濃縮器の開発	バイオ応用技術グループ	斎藤 正明	1
10:30 ~ 10:50	微生物を利用した排水中のレアメタル吸着	環境技術グループ	小沼 ルミ	2
10:50 ~ 11:10	生物農薬の木材用防かび剤への適用	環境技術グループ	飯田 孝彦	3
11:10 ~ 11:30	X線を用いた物理および化学計測によるアルミニウム合金の種別判定技術	城南支所	上本 道久	4
11:30 ~ 11:50	再生アルミニウム合金中の不純物鉄系化合物制御によるリサイクル性改善	城南支所	山田 健太郎	5
(座長:材料技術グループ長 清水 研一)				
14:30 ~ 14:40	研究成果展開の取り組み状況について	材料技術グループ	清水 研一	
14:40 ~ 15:00	多変量解析による天然材料分析と依頼試験への応用	城東支所	宇井 剛	6
15:00 ~ 15:20	ショーケース用LED照明へのRP技術の応用	城東支所	長谷川 孝	7
15:20 ~ 15:40	音の入射方向に着目した吸音率の比較	光音技術グループ	西沢 啓子	8
15:40 ~ 16:00	未利用資源バナナ繊維を用いた複合体	繊維・化学グループ	安田 健	9
16:00 ~ 16:20	生分解性ポリエステルとの複合化による未利用バナナ繊維の再利用	材料技術グループ	梶山 哲人	10
16:20 ~ 16:40	染色加工における超微細気泡の利用	繊維・化学グループ	榎本 一郎	11

◎研修室242

研究成果発表 <分野:ナノテクノロジー> (座長:開発企画室長 三尾 淳)

10:00 ~ 10:10	ナノテクノロジー分野について	開発企画室	三尾 淳	
10:10 ~ 10:30	DLC膜の水素含有量の定量評価手法の確立	材料技術グループ	清水 綾	12
10:30 ~ 10:50	アルゴンイオンによる表面改質効果	表面技術グループ	寺西 義一	13
10:50 ~ 11:10	化学ロボットの設計と機能制御	芝浦工業大学	前田 真吾	14
11:10 ~ 11:30	深紫外ラマン分光法によるDLC薄膜の評価	一般財団法人機械振興協会	山口 誠	15
11:30 ~ 11:50	表面改質や添加剤を利用した流れの抵抗低減	首都大学東京	小方 聡	16

研究成果発表 <分野:ものづくり基盤技術>

(座長:実証試験セクター長 田中 実)

14:30 ~ 14:40	研究成果展開の取り組み状況について	実証試験セクター	田中 実	
14:40 ~ 15:00	4点曲げによる簡易的疲労試験方法の提案	神奈川県産業技術センター	殿塚 易行	17
15:00 ~ 15:20	ピエゾ素子用高剛性変位拡大機構の開発	埼玉県産業技術総合センター	荻野 重人	18
15:20 ~ 15:40	医療用純チタン箔材のマイクロ精密プレス成形におけるトライボロジー特性	首都大学東京	清水 徹英	19

◎研修室243

研究成果発表 <分野:情報技術> (座長:情報技術グループ 上席研究員 坂巻 佳壽美)

10:00 ~ 10:10	情報技術分野について	情報技術グループ	坂巻 佳壽美	
10:10 ~ 10:30	非同同期設計によるFPGA向け低消費電力システムの開発	情報技術グループ	岡部 忠	20
10:30 ~ 10:50	FPGA/SoC向け速度推定IPの開発	情報技術グループ	金田 泰昌	21
10:50 ~ 11:10	FPGAを用いた医薬品向け生産情報蓄積装置の開発	情報技術グループ	金田 泰昌	22
11:10 ~ 11:30	Motionnet通信品質シミュレーションと実機評価に関する研究	電子・機械グループ	佐藤 研	23
11:30 ~ 11:50	産総研臨海副都心センターと情報通信・エレクトロニクスの研究概要	独立行政法人産業技術総合研究所	伊藤 日出男	24

研究成果発表 <分野:メカトロニクス>

(座長:機械技術グループ長 横澤 毅)

14:30 ~ 14:40	メカトロニクス分野について	機械技術グループ	横澤 毅	
14:40 ~ 15:00	脚車輪型ベースロボットのシミュレーション	システムデザインセクター	坂下 和広	25
15:00 ~ 15:20	マイクロメカニクス設計に関する研究	産業技術大学院大学	館野 寿丈	26
15:20 ~ 15:40	ヒューマンダイナミクスに関する研究~全身振動に暴露する人体の動特性とモデル化~	首都大学東京	玉置 元	27

◎研修室244

研究成果発表 <分野:品質強化> (座長:高度分析開発セクター長 上野 博志)

10:00 ~ 10:10	品質強化分野について	高度分析開発セクター	上野 博志	
10:10 ~ 10:30	高エネルギーX線を集光する多段屈折レンズの性能向上と評価	バイオ応用技術グループ	河原 大吾	28
10:30 ~ 10:50	三次元座標測定機簡易チェックゲージの開発	高度分析開発セクター	中西 正一	29
10:50 ~ 11:10	測定室の温度環境および三次元測定機の測定精度向上	城東支所	中村 弘史	30
11:10 ~ 11:30	グロー放電発光分析法によるアルミニウム陽極酸化皮膜の厚さ測定	城南支所	湯川 泰之	31
11:30 ~ 11:50	プライマーの違いによる難付着金属への塗装効果	表面技術グループ	小野澤 明良	32

(座長:電子半導体技術グループ 上席研究員 重松 宏志)

14:30	～	14:40	研究成果展開の取り組み状況について	電子半導体技術グループ	重松 宏志	
14:40	～	15:00	現場環境における三次元測定機の高度化一回転式プロービングシステムの評価	一般財団法人機械振興協会	大西 徹	33
15:00	～	15:20	交流電流校正自動化システムの開発	実証試験セクター	水野 裕正	34
15:20	～	15:40	フラッシュ法により評価したポリエチレンの熱伝導率とその温度依存性	材料技術グループ	山中 寿行	35

平成24年6月15日(金)

◎研修室241

研究成果発表 <分野:環境・省エネルギー> (座長:表面技術グループ長 木下 稔夫)

10:00	～	10:10	研究成果展開の取り組み状況について	表面技術グループ	木下 稔夫	
10:10	～	10:30	色みえを改善したLED照明器具の試作	光音技術グループ	岩永 敏秀	36
10:30	～	10:50	空気噴射プレスによる木質ボードの揮発性有機化合物(VOC)低減化	環境技術グループ	瓦田 研介	37
10:50	～	11:10	磁気分離による環境浄化と資源回収	首都大学東京	三浦 大介	38
11:10	～	11:30	天然素材配合による木質充填複合プラスチックの耐候性向上	千葉県産業支援技術研究所	海老原 昇	39
11:30	～	11:50	バイオマスの高度利用を図るサイクロン燃焼技術の開発	東京都立産業技術高等専門学校	上島 光浩	40

◎研修室242

研究成果発表 <分野:ものづくり基盤技術> (座長:機械技術グループ長 横澤 毅)

10:00	～	10:10	ものづくり基盤技術分野について	機械技術グループ	横澤 毅	
10:10	～	10:30	Mg-Al-Zn混合粉の焼結とその焼結体強度	機械技術グループ	岩岡 拓	41
10:30	～	10:50	市販高強度マグネシウム合金の異材摩擦攪拌接合性と接合界面微細構造	機械技術グループ	青沼 昌幸	42
10:50	～	11:10	超微小押し込み硬さ試験における試料の固定方法の検討	経営企画室	陸井 史子	43
11:10	～	11:30	有機化合物用一方向凝固装置の作製とその検証	高度分析開発セクター	西村 信司	44
11:30	～	11:50	集合組織制御による軽量マグネシウム合金板の塑性加工性向上技術	首都大学東京	北園 幸一	45

(座長:光音技術グループ長 山本 哲雄)

13:10	～	13:20	研究成果展開の取り組み状況について	光音技術グループ	山本 哲雄	
13:20	～	13:40	染色布への新規プリント加工	繊維・化学グループ	武田 浩司	46
13:40	～	14:00	静音かつ会話しやすい医療用呼吸保護具の開発	光音技術グループ	服部 遊	47
14:00	～	14:20	高アスペクト比微細深穴加工技術に関する研究	埼玉県産業技術総合センター	南部 洋平	48
14:20	～	14:40	ワイヤけん引式球面モータの研究	首都大学東京	本田 智	49
14:40	～	15:00	応急仮設住宅の遮音性能に関する調査	光音技術グループ	渡辺 茂幸	50

◎研修室243

研究成果発表 <分野:バイオ応用> (座長:バイオ応用技術グループ長 中村 優)

10:00	～	10:10	バイオ応用分野について	バイオ応用技術グループ	中村 優	
10:10	～	10:30	液体シンチレーションによるガソリン中バイオエタノール濃度の計測に与える色の影響	バイオ応用技術グループ	柚木 俊二	51
10:30	～	10:50	TL測定対象の拡大のための測定法の確立	バイオ応用技術グループ	関口 正之	52
10:50	～	11:10	低エネルギー電子線照射によるスチレン・マレインド共重合体合成の検討	バイオ応用技術グループ	中川 清子	53
11:10	～	11:30	ESRを利用したOHラジカル消去能測定システムの検討	バイオ応用技術グループ	中川 清子	54
11:30	～	11:50	産総研ライフサイエンスの研究戦略と研究概要	独立行政法人産業技術総合研究所	澤田 美智子	55

研究成果発表 <分野:システムデザイン>

(座長:システムデザインセクター長 坂下 和広)

13:10	～	13:20	システムデザイン分野について	システムデザインセクター	坂下 和広	
13:20	～	13:40	X線CT画像計測技術による上流技術支援システムの構築	バイオ応用技術グループ	紋川 亮	56
13:40	～	14:00	船舶で輸送される貨物のランダム振動試験の実現	電子・機械グループ	小西 毅	57
14:00	～	14:20	感性を活用したデザイン開発	首都大学東京	相野谷 威雄	58
14:20	～	14:40	VR・ARテクノロジーを用いた多元的デジタルアーカイブズのデザイン手法	首都大学東京	渡邊 英徳	59
14:40	～	15:20	人間を活かす機械インタフェース～福祉とロボット制御の例～	産業技術大学院大学	橋本 洋志	60

◎研修室244

研究成果発表 <分野:EMC・半導体> (座長:電子・機械グループ長 西野 義典)

10:00	～	10:10	EMC・半導体分野について	電子・機械グループ	西野 義典	
10:10	～	10:30	高速デバイスの高周波特性評価手法の確立	電子・機械グループ	近藤 崇	62
10:30	～	10:50	高速パルスノイズ(EFT/B等)抑制のための対策部品の活用の研究	電子・機械グループ	上野 武司	63
10:50	～	11:10	伝導性エミッションの対策部品選定手順の開発	電子・機械グループ	大橋 弘幸	64
11:10	～	11:30	EMCサイトにおけるISO17025測定手順の確立と不確かさの算出	電子・機械グループ	高橋 文緒	65
11:30	～	11:50	ガス電子増幅器用電極の開発	電子半導体技術グループ	若林 正毅	66

研究成果発表 <分野: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)

13:10	～	13:20	エレクトロニクス分野について	電子半導体技術グループ	小林 丈士	
13:20	～	13:40	燃料電池の出力特性の測定と模擬出力制御	開発企画室	西澤 裕輔	67
13:40	～	14:00	1GHzまでの誘電特性測定における精度向上のための手法検討	電子半導体技術グループ	時田 幸一	68
14:00	～	14:20	新しい熱型マイクロ3軸加速度センサの提案	電子半導体技術グループ	豊島 克久	69
14:20	～	14:40	災害救助用探査装置ボーカメレーダーの開発	神奈川県産業技術センター	井上 崇	70
14:40	～	15:00	金のアノード酸化によるナノスケール微細構造の形成	首都大学東京	西尾 和之	71

6月14日(木)

研修室241

環境・省エネルギー

多段電解トリチウム濃縮器の開発

○斎藤 正明*1)、柚木 俊二*1)、永川 栄泰*1)

1. はじめに

最も漏洩しやすいトリチウム観測値が天然レベルを超えなければ、他の放射性物質も漏洩していないと考えられる。都産技研の開発による従来型トリチウム濃縮装置は原子力施設周辺のモニタリングに利用され、放射線監視の高度化に貢献してきたものの、対応可能な計測器が特殊型国産一機種に限られていた。本研究では、世界数千台規模で使用されている普及器対応の新機種開発に取り組んだ。

水の電解によって軽水素水が優先的に分解する現象によって電解濃縮が可能となる。この際に水素イオンが水を随伴して陰極に移動する現象が知られていた。陽極部で濃縮が起きず、陰極部で濃縮率が一定値となることから、電解をn段化してn乗倍の濃縮水が得られると仮説を立て、実証実験を行った。

2. 実験・結果

多段電解システムでは、セル内部で発生するガス分離を確実にする電極支持板を開発(2011)した。電極支持板とは水の通り道となる上下方向の溝を有する円盤(図1中央の切断面図)である。上部および下部の表裏を貫通する開口部を通して水が循環できる構造になっている。図右側の部分拡大図に示すように、分解ガス気泡の上昇力で電極裏側に回った水の下降と気泡の上昇とが逆向きとなる位置に排ガス管が配置されている。図左側に示す水位センサで電源をON-OFFし、気液分離の水位を一定に保つ。水の噴き出しや電極室が空になるのを防止し、気液分離を確実にする仕組みである。

前段のセルから供給される水量当量以上の電流で電解すると水位が低下していくことになる。水位がセンサに達すると電解を休止して水位の上昇を待つ動作で多段システムの調和が保たれる。電解段数に対する濃縮倍率プロット(図2)に示すように、トリチウム ^3H (◆)は電解段数に比例して増加した。トリチウムと重水素 ^2H (□)とは大差なく、プロトン ^1H との違いが特に大きい。酸素 ^{18}O (△)には濃縮効果が認められない。以上はプロトンの分解だけが優越していたことを物語り、濃縮現象が水素結合ネットワークによるプロトン固有の伝導であるとする既報(2010)を実証、補強する結果となった。

各実測点は理論直線と合致した。一段濃縮倍率の実測値 $Z=1.2$ から推算される八段累乗値 $Z=1.2$ の8乗 $=4.3$ に対し、実測値は $Z=4.7$ であり、定量的にも理論通りの一致が認められた。

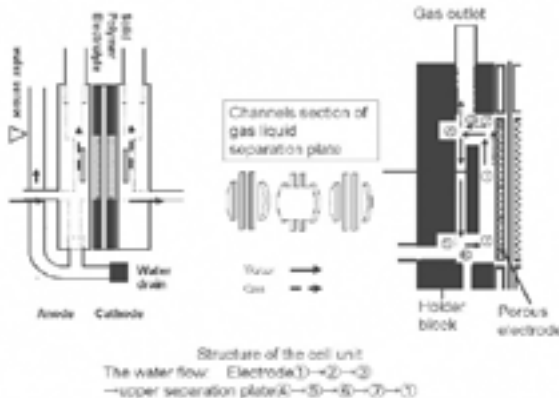
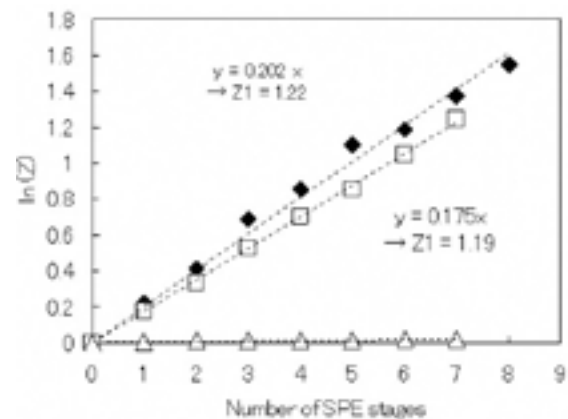


図1. 単セル内部の電極支持板の気液分離構

図2. 濃縮率(^3H , ^2H , ^{18}O)の多段効果の比較

参考文献

- [1] 斎藤他: *Electrochemistry*, 78, pp. 597-600 (2010), *ibid.*, 77, pp. 370-372 (2009)
 [2] 斎藤他: 特開2010-006637, PCT JP2009 061393, 斎藤: 特願2011-260878 (2011)

*1) バイオ応用技術グループ

微生物を利用した排水中のレアメタル吸着

○小沼 ルミ*¹⁾、杉森 博和*¹⁾、飯田 孝彦*¹⁾、瓦田 研介*¹⁾

1. はじめに

重金属は幅広い工業分野で使用され排水中に含まれている。重金属には生物に対して毒性があるものもあり、動植物を通じて人体にも被害を与える可能性がある。一方、レアメタルをはじめとする重金属は世界規模で枯渇が懸念されるなど貴重な資源であり、回収・再資源化の技術開発が大いに期待されている。そのためさまざまな重金属の回収方法が試みられており、微生物を吸着剤として利用した排水処理が多量の薬品や多大なエネルギーを必要としない点で注目されている。しかし、担子菌を重金属の吸着剤として検討した研究はほとんどない。そこで、本研究では排水中のレアメタル吸着剤として担子菌を利用するための基礎的知見を得るため、担子菌5菌種による金属吸着特性を菌種ごとに評価した。

2. 実験方法

吸着剤として担子菌5菌種 *Pleurotus eryngii*、*Hypsizygus marmoreus*、*Lentinula edodes*、*Flammulina velutipes* および *Grifola frondosa* を供試した。担子菌は乾燥して粉体化したもの（以後、無処理とする）、それにアルカリ処理をしたもの、アルカリ処理にオゾン処理を加えたものの3種類の前処理を行った。吸着処理は、金属溶液1Lに対して担子菌1gの割合で添加し、30℃で攪拌して行った。吸着質にニッケル、コバルト、リチウム、ホウ素、セシウムを用いた。吸着処理後の溶液は随時採取し、ICP-AESまたはイオンクロマトグラフによって金属濃度を定量した。

3. 結果・考察

前処理方法の異なる担子菌4菌種のニッケル吸着量を図1に示す。供試した担子菌にアルカリ処理を行うことにより、すべての菌種で無処理の担子菌と比較したニッケル吸着量が増加した。また、アルカリ処理をした担子菌をオゾンによる酸化処理を加えることで、吸着量が減少することがわかった。次に、アルカリ処理した担子菌を用いて、レアメタル5種類の吸着処理を行った。ニッケルおよびコバルトでは *Pleurotus eryngii* の平衡吸着量が最も多く、それぞれ7.2mg/gおよび6.5mg/gであった。セシウムでは *Grifola frondosa* が最も多く、2.8mg/gであった。なお、リチウムおよびホウ素の供試担子菌への吸着は全く見られなかった。

これらの結果から、菌種によって金属の吸着能力に差があることと、金属の種類によって吸着量が異なることが示された。

4. まとめ

本研究により、担子菌を用いてレアメタルを吸着できることを示し、担子菌をアルカリ溶液で処理することで吸着量が増加することが明らかになった。担子菌による金属吸着能は菌種によって差があり、金属の種類によってもその傾向が異なることがわかった。

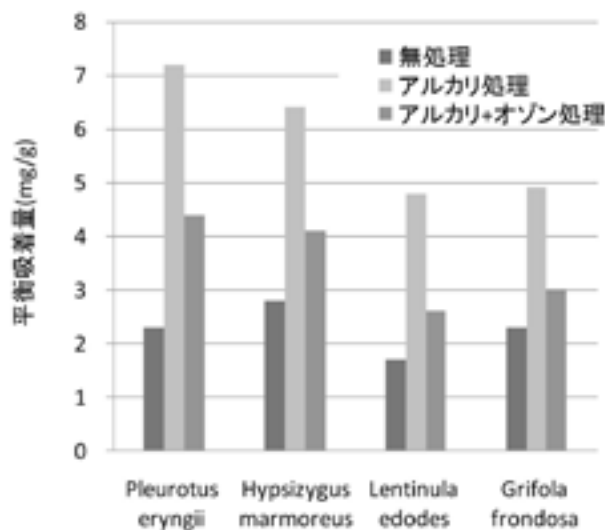


図1. 前処理方法の異なる担子菌4菌種のニッケル吸着量

*1) 環境技術グループ

生物農薬の木材用防かび剤への適用

○飯田 孝彦*¹⁾、小沼 ルミ*¹⁾、浜野 智子*¹⁾、瓦田 研介*¹⁾

1. はじめに

木質建材に使用する接着剤や塗料の低VOC(揮発性有機化合物)化に伴い、住環境中のVOCは低減化が進んでいる。一方、近年の研究で、住宅土台用防腐防かび剤で処理した木材からも、合成薬剤に由来する多種類のVOC類が放散することが明らかになった。しかし低VOC放散型の薬剤は少なく、シックハウス対策上の新たな課題である。農業分野において環境保全型農業を推進するため化学農薬を使用しない微生物防除法(生物農薬)を用いた病害微生物の抑制技術が実用化されつつある。そこで本研究では、微生物防除法を木材用防かび剤分野への適用を試み、その利用の可能性を検討した。

2. 実験方法

試験菌として、生物農薬3種類(*Bacillus subtilis*、*Paecilomyces tenuipes*および*Pseudomonas fluorescens*)を用いた。各試験菌溶液中にスギ辺材およびブナ辺材試験片(5×20×40mm)を1分間浸漬処理後十分風乾したものを防かび性能測定に用いた。防かび性能は、JIS Z 2911かび抵抗性試験を参考に4種類の単独孢子懸濁液を用いて行った。また、スギ丸太材から分離培養した野生株かび*Trichoderma spp*に対するかびに抵抗性を*B.subtilis*溶液に浸漬したスギ辺材およびアカマツ辺材試験片に対して行った。

VOC放散量測定は、石膏ボードを*B.subtilis*溶液に1分間浸漬処理後風乾した試験片について、JIS A 1901小形チャンバー法により測定した。

3. 結果・考察

JIS 指定4菌種に対する試験結果を表1に示す。*B.subtilis*および*P.fluorescens*菌体溶液で浸漬処理したスギおよびブナ試験片は、明らかなかび抵抗性を有していた。一方、*P.tenuipes*菌体溶液に浸漬処理した試験片には、かび抵抗性が全く見られなかった。また、*Trichoderma spp*に対する試験結果を図1に示す。*B.subtilis*菌体溶液で浸漬処理したスギ試験片は、無処理試験片に比べてかび抵抗性を有していた。アカマツ試験片については、培養開始直後に試験片周囲に弱い阻止帯が観察されたが、抵抗性は低かった。いずれの試験においても、*B.subtilis*および*P.fluorescens*菌体溶液で浸漬処理した試験片を用いた場合、培養開始後に試験片の周囲に阻止帯が観察されたことから、試験菌がかびに対する忌避性物質を代謝生産している可能性が考えられた。

試験菌溶液を浸漬処理した石膏ボードのVOC放散量を調べたところ、VOC放散量は極めて低いことがわかった。

4. まとめ

生物農薬*P.fluorescens*および*B.subtilis*は、かびに対する成長抑制性能を有しており、微生物防除法を木材用防かび剤分野に適用できる可能性が示唆された。

表1. 試験菌浸漬木材片のかび抵抗性
(*Aspergillus niger*)

試験菌	菌体濃度 (cfu/ml)	スギ辺材 (倍率20倍)	ブナ辺材 (倍率20倍)
無処理		2	2
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	2.5×10^6	2	1
<i>Bacillus subtilis</i>	2×10^6	0	0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2×10^7	0	0

かび抵抗性判定基準(JIS Z 2911)
試験片表面のかび発育面積
0: かびの発育が見られない。
1: かびの発育面積が1/3未満
2: かびの発育面積が1/3以上

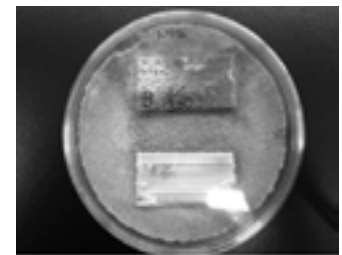


図1. 野生株かびを用いたかび抵抗性試験
(上: アカマツ、下: スギ)

*1) 環境技術グループ

X線を用いた物理および化学計測による アルミニウム合金の種別判定技術

○上本 道久*1)、竹澤 勉*1)、伊藤 清*1)

1. はじめに

資源枯渇および省エネルギーの観点から、金属元素の循環利用が求められているが、アルミニウムの再利用については、回収後のスクラップの合金成分が不明のため、多くの場合溶解の後に再生塊または二次地金に加工され、主に鋳物・キャスト用合金として利用される。しかし、高級材であるアルミニウム展伸材のスクラップは本来高い品位を有しており、迅速な計測により合金種別を判定することができればそのまま展伸材としての再利用が可能となる。本研究ではハンドヘルド型蛍光X線分析装置(XRF)およびX線透過試験装置(XRT)を用いた、同合金の種別判定についての基礎的検討を行った。

2. 実験方法

ハンドヘルド型XRF(SPECTRO社製 xSORT)を用いて、本装置は軽元素測定への対応として、Agアノード管球およびシリコンドリフト検出器を使用した。アルミ展伸材用合金としては、JISで規定されている、1000番系(純系)、2000番系(銅系)、3000番系(マンガン系)、5000番系(マグネシウム系)、6000番系(マグネシウム・ケイ素系)、7000番系(亜鉛・マグネシウム系)、および8000番系(鉄・ケイ素系)の7種を試料とした。また、実際のスクラップ試料についても検討した。XRTにおいても同種の試料を用い、試料の有無におけるX線透過強度を測定して吸収係数を求めた。また、合金の組成、入射X線のエネルギー分布および各エネルギーでの質量吸収係数 μ/ρ (ρ :密度)を用い、各合金の吸収係数 μ を計算し、実験値と比較した。

3. 結果・考察

XRF:デフォルト条件ともいえる、許容すべき分析値の偏差50%、不一致の数2、判定に用いる元素数10と設定して測定した結果、概ね基準値に近い値を示し、純系以外は各合金規格を正しく判定することができた。ただし、ケイ素とマグネシウムは30秒測定が適当と判断した。実試料については、表面の清浄度や皮膜の有無などが結果に大きく影響したため、ミニドリルでX線の照射径(7mm)程度の研磨を行うことが有効であったが、6000系と1000系の誤判定が散見され、低濃度の軽元素量が重要な判定要因の場合は注意すべきであることが判明した。

XRT:強弱2種のX線照射条件における透過強度を測定し μ_A/μ_B の比を求め、アルミニウム合金の識別を行ったところ、図1に示すように3つのグループに識別可能であった。さらに渦流探傷による合金のインピーダンス測定を組み合わせることにより、7種の合金を6グループに識別することが可能であった。

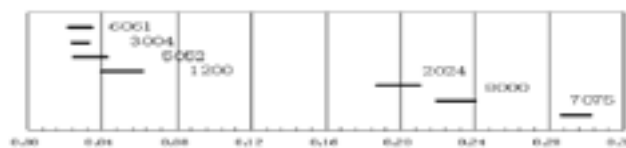


図1. XRTによるアルミニウム合金のグループピング

4. まとめ

両計測において、識別が困難な軽金属合金の判定に成功した。XRFに関しては、実試料の不整形形状や表面状態による識別能力の最適化に取り組んで、現場でのオンサイト分析技術を確立させる。XRTについては、質量吸収係数だけでは説明できない現象の可能性があり、エネルギー分解測定を行って本現象の本質を見極めることが必要と思われる。

参考文献

- [1] Heckel, Wissman, 宮城, 上本: 日本分析化学会第58年会(2009)
- [2] 上本, 竹澤, 伊藤: 日本分析化学会第59年会(2010)
- [3] 竹澤, 上本, 伊藤: 非破壊検査協会表面3部門合同研究会(2010)
- [4] 竹澤, 上本, 伊藤: 廃棄物資源循環学会平成23年度研究討論会(2011)
- [5] 竹澤, 上本, 伊藤: 特許出願 2010-219707

*1) 城南支所

再生アルミニウム合金中の不純物鉄系化合物制御による リサイクル性改善

○山田 健太郎*1)、上本 道久*1)

1. はじめに

再生アルミニウム合金に不純物として鉄が混入すると、脆い鉄系金属間化合物が合金内部で形成され、品質とりわけ靱性の劣化が著しくなる。そこで本研究では、鉄系化合物の形態を制御し、高品質リサイクルアルミニウム合金の casting プロセスの開発を目的とし、不純物鉄系化合物 (α -AlFeSi化合物および β -AlFeSi)の形成挙動を定量的に調べた。

2. 実験方法

ADC12およびADC10のケイ素、銅の含有量に近いAl-11%Si-2.5%CuおよびAl-7%-2.5%Cu合金を選定し、不純物として鉄を1、2および3%添加した。さらに、鉄量に対してそれぞれMn/Fe比が0、0.5および1となるようにマンガンを添加した合金についても検討を行い、計18種類の合金組成の合金を黒鉛鑄型に鑄造した。得られた試料中で形成された鉄系化合物について、相同定および光学顕微鏡観察を行い、画像処理により、撮影画像から化合物の面積率、アスペクト比、長径(最大長)および短径(最小長)の分布、円相当径を算出した。

3. 結果・考察

図1から、同じ β 相でも微細に形成されているものと粗大に形成されているものとの β 相のサイズの分布がはっきり区別されることがわかる。Fe量が1%程度ではほぼすべての β 相が微細なものであるが、2%Feでは両者が混在しており、3%Feでは粗大 β 相のみとなる。これは、同じ β 相でも晶出機構が異なっていることによるものと考えられる。図2に示す7%Si合金でも、傾向は同様となる。11%Si合金では両者が混在するFe濃度が2%であったが、7%Si合金では混在するFe濃度が高くなっている。

4. まとめ

図3に示すように、ダイカストの9割以上で用いられているADC12に相当する高いSi含有量の合金(11%Si合金)では、非常に粗大な板状の β 相が、凝固前の液相中で初晶として形成されやすいということがわかった。

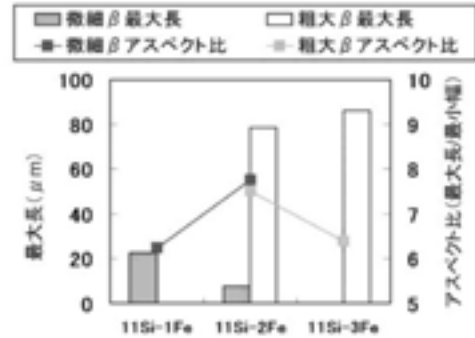


図1. 11%Si合金の β 相の形状およびサイズ

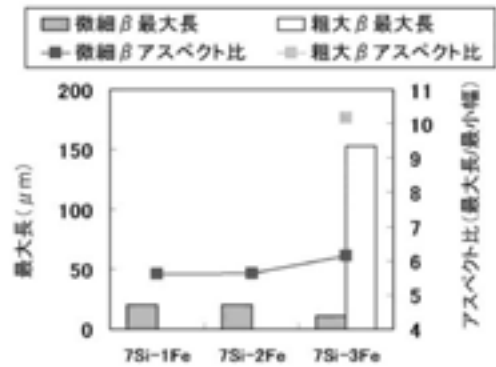


図2. 7%Si合金の β 相の形状およびサイズ

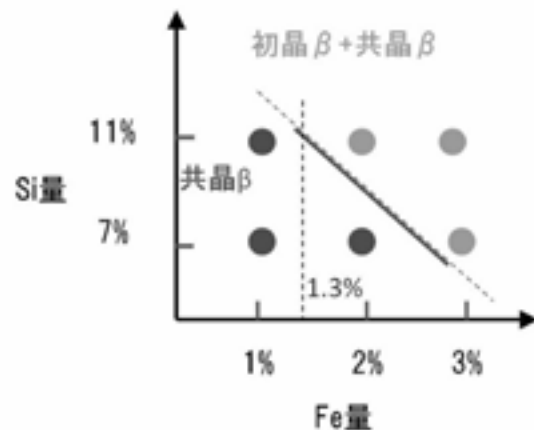


図3. ケイ素および鉄量と β 化合物形成の関係

*1) 城南支所

H22.4~H23.3 再生アルミニウム合金中の不純物鉄系化合物制御によるリサイクル性改善
本研究の内容は第22回廃棄物資源循環学会研究発表会で発表した

多変量解析による天然材料分析と依頼試験への応用

○宇井 剛*1)

1. はじめに

「人に環境に優しい」をキーワードとした商品づくりが積極的になってきている。特に天然材料は、触感・風合い等、人に優しい高機能性が求められるとともに、再生可能なカーボンニュートラルな材料として期待されている。しかし、天然材料は似たような材料が多く、品質を保証するために必要な素材を鑑別するには、長年の経験と熟練が必要で、この習熟者が不足するとともに鑑別に時間とコストがかかる。そこで多変量解析の主成分分析(PCA)とフーリエ変換赤外分光光度計(FT-IR)を利用した天然材料の鑑別と、依頼試験への応用について検討した。

2. 実験方法

2.1 実験試料

天然材料として、未精練の亜麻と苧麻ソーピングして用いた。

2.2 主成分分析条件の決定

標準試料をKBr錠剤法で10回測定し、前処理として1次微分(差分法)を行い、主成分数を3として、 $800\text{cm}^{-1}\sim 1800\text{cm}^{-1}$ の波長範囲の主成分分析(PCA)を行った。その結果 $850\text{cm}^{-1}\sim 1150\text{cm}^{-1}$ の付近の範囲が、第一主成分、第二主成分、第三主成分共にスコアが高いことがわかった。このとき第三主成分に亜麻と苧麻の差が現れることがわかった。波長別主成分スコアを図1、第一主成分-第三主成分スコアを図2に記す。

2.3 精練による影響

精練条件を変えて影響を調べた。結果、精練を行うと解析結果が異なることがわかった。しかし、解析条件を変えることにより主成分分析を行うことができた。水酸化ナトリウム(4%owf)、時間(30分)、温度(90°C 以上)で精練した試料を、解析条件を変えて($970\text{cm}^{-1}\sim 990\text{cm}^{-1}$)解析した結果の第一主成分-第三主成分スコアを図3に記す。

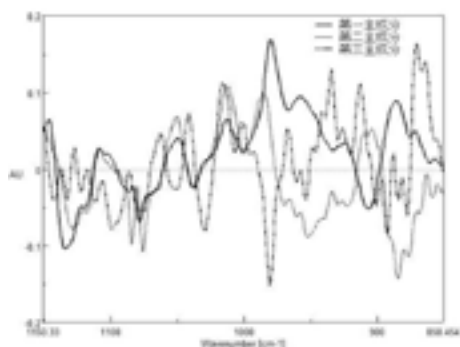


図1. $850\text{cm}^{-1}\sim 1150\text{cm}^{-1}$ 波長別主成分スコア

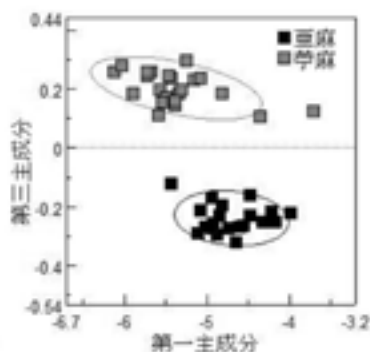


図2. 第一主成分 - 第三主成分スコア

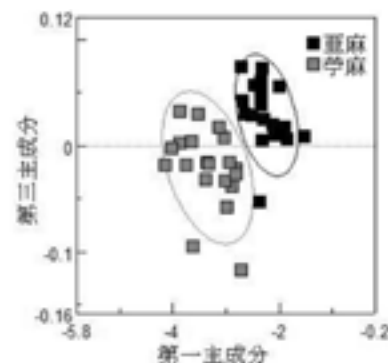


図3. 精練後第一主成分 - 第三主成分スコア

3. まとめ

主成分分析(PCA)とフーリエ変換赤外分光光度計(FT-IR)を依頼試験に利用する場合、以下のような方法が考えられる。

- ・工場、事業所が受け入れている原材料を母集団とした、その工場、事業所のオーダーメイドデータベースの構築。
- ・オーダーメイドデータベースを元に、受け入れ検査スクリーニング。

以上二つの依頼試験が考えられる。

*1) 城東支所

ショーケース用LED照明へのRP技術の応用

○長谷川 孝*¹⁾、小金井 誠司*¹⁾、酒井 日出子*¹⁾

1. はじめに

Rapid Prototyping (RP) は精細な積層ピッチで基材成形ができることから、機械部品の試作模型や量産品のデザインモデルとして普及している。一般に、RP材料である光造形樹脂は耐熱性に難があり、発熱を有する一般照明器具への活用は困難である。しかしながら、発光の高効率化・低発熱化が進んでいるLEDと組み合わせることで、RP材料を使用した照明器具の試作や製品化が期待できる。本研究では、照明器具の一例として展示用ショーケースを取り上げ、RPのLED照明器具としての応用の可能性について検討した。

2. 実験方法

消費電力をできるだけ抑えるためにLEDの使用数と通電電流について検討した。回路は並列なしの状態から最大5並列まで接続し、定電流制御できる最大LED数で点灯させた。LEDにはDC15、23および46mAの定電流をそれぞれ流し、上方40cmからの照度と、商用電源投入後1時間での平均有効電力との関係を調べた。また、RP基材を活用した光拡散板の開発を行うため、100mmのRP光拡散板を10種類試作し、東京都城東地域中小企業振興センター内31名に対してモニター調査を行った。

3. 結果・考察

図1に照度と、1時間平均有効電力との関係を示す。図1より、通電電流を小さくしてLED数を多く配置した方が消費電力は少ないことがわかる。本結果を踏まえてDC15mAで630個のLEDを使用した、300mmLED光源を試作した。図2に回路図を、図3に写真をそれぞれ示す。試作光源の照度は3560lxで消費電力は28Wであった。また、10種類のRP光拡散板についてモニター調査した結果、どれも不快グレアが目立つ結果となった。そこで、デザイン性について検討・改善を加え、白色の



図3. 光源写真

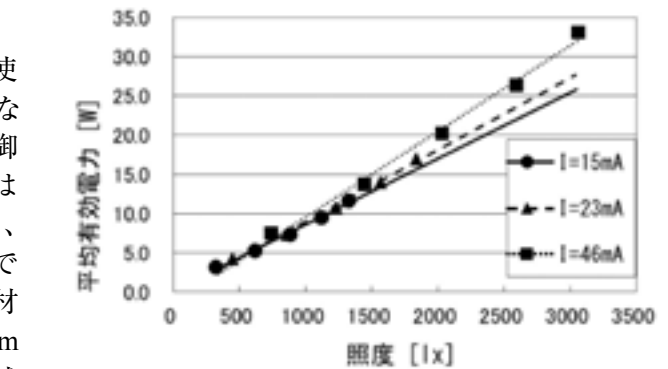


図1. 照度と1h平均有効電力の関係

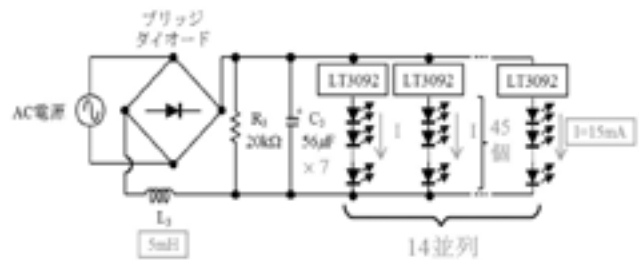


図2. 300mmLED光源回路図

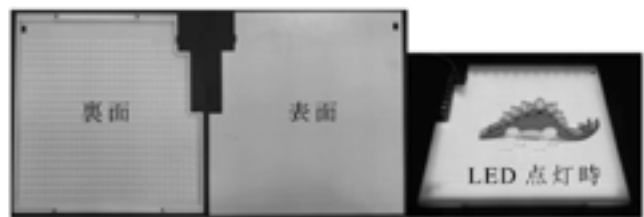


図4. 300mmLED光拡散板

RP材料を導入して300mmLED照

明パネルを作成した(図4)。結果として、不快グレアは軽減し、8時間後の耐熱強度についても問題がなかった。RP光拡散板を装着したLED照明パネルの照度は約1200lxであった。

4. まとめ

RPでパネル発光部厚約15mm(コンデンサ高さを入れた最大厚は25mm以下)のショーケース用LED照明パネルを試作した。製品化には、長期の耐熱性など、さらなる検討を要する。

*1) 城東支所

音の入射方向に着目した吸音率の比較

○西沢 啓子*1)、渡辺 茂幸*1)、神田 浩一*1)

1. はじめに

音響材料の吸音率の主な測定法として、残響室法吸音率(JIS A 1409)と垂直入射吸音率(JIS A 1405)が知られている。残響室法吸音率における音波の入射は、あらゆる方向からランダムに入射(図1(a))し、実際の建築空間に近いことから、建材の性能評価で一般的に用いられる。これに対して垂直入射吸音率では、音波の入射が垂直方向(図1(b))に限られるため、建材の性能評価には適さない。

本研究では、残響室法と垂直入射における測定法の違いを整理し、同一材料を用いた吸音率の測定結果を比較した。

2. 測定方法

試料はグラスウール(密度 32kg/m^3)を用い、背後空気層を取らない剛壁密着で行った。

残響室法は不整形残響室(451m^3)で測定した(図2)。試料面積はJISに拠り算出した 16.52m^2 とした。垂直入射についてはJIS A1405-2(第2部:伝達関数法)で行った。試料サイズは直径 100mm (低音域用)と直径 29mm (高音域用)である(図3)。

3. 結果・考察

厚さ 50mm の測定結果を図4に示す。残響室法と垂直入射ともに、低音域の吸音率が小さく高音域になるにつれて大きくなる多孔質材特有の性質を示している。

残響室法で吸音率が大きく計測されるのは、「面積効果」と呼ばれる試料周辺部からの音響エネルギー流入の影響である。残響室法と垂直入射は音波の入射条件だけでなく、吸音率も大きく異なることから、残響室法の代わりに垂直入射で建材の性能評価はできないことがわかる。

4. まとめ

吸音材の測定では、音波の入射が材料を実際に使用する場所での入射条件に近い測定法を選定することが基本である。本研究では、残響室法と垂直入射について同一材料による吸音率を比較し、吸音特性の傾向と測定値の差を確認した。

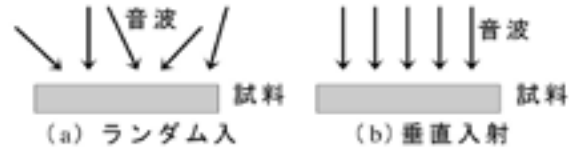


図1. 音波の入射条件

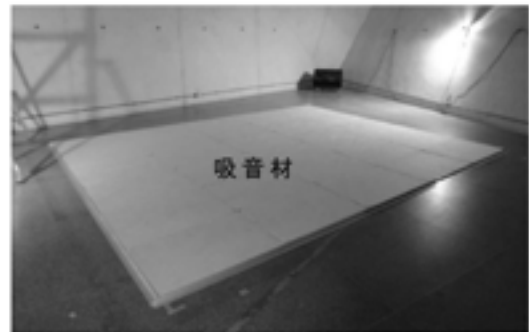


図2. 吸音材の設置(残響室法)



図3. 試料の形状(例:グラスウール)

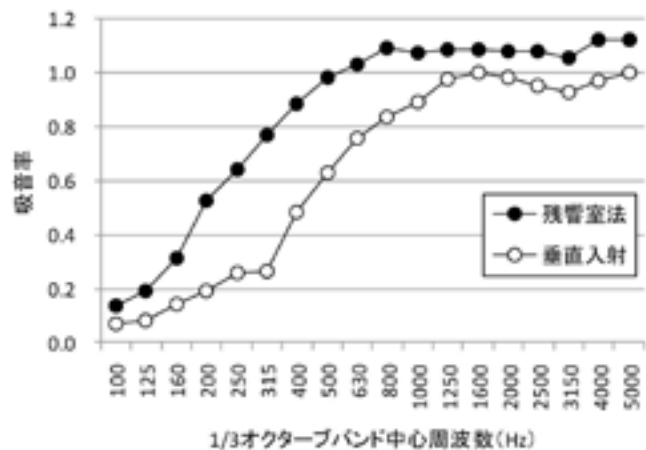


図4. 吸音率の比較
(グラスウール 50mm 密度 32kg/m^3 剛壁密着)

*1) 光音技術グループ

未利用資源バナナ繊維を用いた複合体

○安田 健*¹⁾、梶山 哲人*²⁾

1. はじめに

世界中で食されているバナナの葉の部分(図1)は、年間100億トンもの量が廃棄されている。都産技研では、その廃棄物を繊維として使用する方法を考案し、開発してきた。そして、さらなる活用を求め、樹脂材料へのフィラーとして使用し、その複合体の機械的特性の測定を行った。



図1. バナナの葉

2. 実験方法

樹脂材料として、生分解性プラスチックであるポリブチレンサクシネート(以下PBS)を、フィラーとして5mm程度に切断したバナナ繊維(以下BF)を使用した。これらの材料を重量比PBS:BF = 90:10、80:20で二軸押出機(PCM-30、 $L/D = 31.5$ 、 $D = 30$ mm、 D はスクリー径、 L はスクリー長さ、池貝製)を用いて熔融混練し、射出成形機により複合体(それぞれ以下PB10、PB20)の多目的試験片を作製した。この多目的試験片の両端部を切断し、 $80 \times 10 \times 4$ mmの試験片で3点曲げ試験とシャルピー衝撃試験により機械的特性を評価した。

3. 結果・考察

図2にPBS/BF複合体の3点曲げ試験における公称応力-公称ひずみ曲線を示す。PBSにBFを複合化させることで、曲げ弾性率、曲げ強さが向上している。PB10ではPBSと同様に公称ひずみ0.2まで伸びているが、PB20では公称ひずみが0.1未満で破断しており、明らかに脆くなっていることがわかる。

図3にPBS/BF複合体のシャルピー衝撃試験の結果を示す。PBSに比べると、PBS/BF複合体は、衝撃値が小さくなっていることがわかる。しかしながら、PB10に比べ、PB20は衝撃値が大きくなっていることがわかる。BFを複合したことにより、破断ひずみは小さくなるが、破壊するために必要な力が大きくなっている。

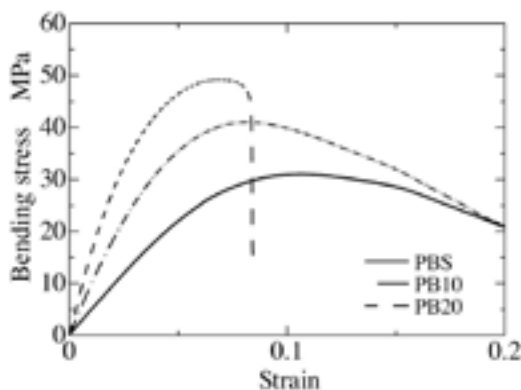


図2. 3点曲げ試験の結果

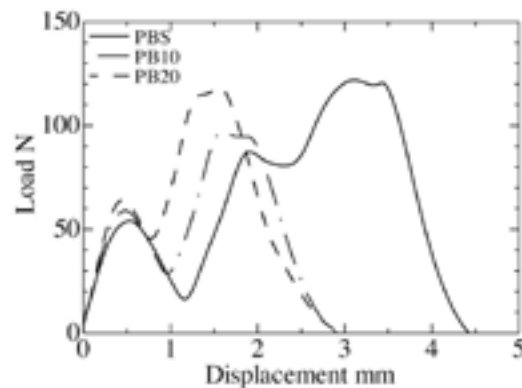


図3. シャルピー衝撃試験の結果

4. まとめ

未利用で廃棄されているバナナ繊維を樹脂と複合することで、樹脂単体より高強度の複合材料となった。今後、意匠性や環境問題対策などを含め、新規材料として使用できる可能性があると考えられる。

*1) 繊維・化学グループ、*2) 材料技術グループ

生分解性ポリエステルとの複合化による未利用バナナ繊維の再利用

○梶山 哲人*1)、安田 健*2)、清水 研一*1)、林 孝星*1)

1. はじめに

生分解性ポリエステルは、プラスチック廃棄物問題を解決する材料の一つであるが、機械的強度に欠けている。都産技研は、世界中で年間10億トン以上も廃棄されるバナナの葉を原料とし、近年、未利用天然繊維として資源化が検討されているバナナ繊維(BF)に着目し、BFとポリブチレンサクシネートのさらなる親和性向上のために、反応型相溶化剤としてヘキサメチレンジイソシアネートを用いた複合体を作製し、機械的強度の改質について検討した。

2. 実験方法

BFはバナナ葉部廃棄物をアルカリ処理し(BF-A)、長さ5mmにカットして使用した。樹脂として、ポリブチレンサクシネート(PBS, 昭和電工, ビオノーレ#1020)を用いた。相容化剤として、ヘキサメチレンジイソシアネート(HMDI, 関東化学)を用いた。BF/PBS/HMDI複合体を130℃、混練時間10~30分の条件でバッチ式混練機(井元製作所)を用いて作製した。その後、130℃で空圧式射出成形機を用いてダンベル試験片と矩形試験片を作製し、引張試験、アイゾット衝撃試験を行った。

3. 結果・考察

図1に示すように、HMDI未添加のBF-A/PBS複合体(BF-A20%, Non HMDI)は、PBSよりも引張強さが低下した。また、アルカリ処理時のNaOH濃度を10wt%以上にしたBF/PBS複合体(BF-A10%, BF-A20%)にHMDIを1phr添加すると、引張強さ、衝撃強さが共に向上した。NaOH濃度10%以上でのアルカリ処理することにより、バナナ繊維表面のヘミセルロースやリグニンが除去され、未処理(BF)の場合に比べて多数のセルロース水酸基(-OH)が存在する状態となり、セルロース水酸基とHMDIのイソシアネート基(-NCO)が反応しやすくなり、未処理の場合よりも繊維-樹脂間の界面接着性が向上し、引張強さが高くなったと考えられる。

図2に示した(a)HMDI未添加と(b)1phr添加の複合体の破断面写真を比較すると、(a)の表面では繊維の引き抜けた穴や繊維のほどけが多く見られたのに対し、(b)の表面では繊維の引き抜け穴がほとんど見られなかった。HMDIを添加したことで繊維と樹脂の界面接着性が向上し、繊維の引き抜けが抑制されたためと考えられる。

しかしながら、HMDI添加量を2.5phr以上としたり、混練時間を20分以上とすると、引張強さは向上するが衝撃強さは低下した。

4. まとめ

BF/PBSの機械的強度の改善を図るため、添加するHMDIの濃度と混練時間を検討した結果、10~20%のNaOH水溶液で処理したBF/PBSにHMDIを1phr添加した複合体を10分程度混練することにより、BF/PBS複合体の引張強さを向上させることができた。

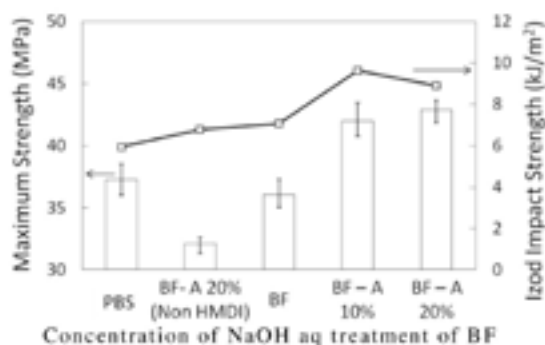


図1. 水酸化ナトリウム水溶液の濃度の違いによるBF/PBS/HMDI複合体の強度への影響

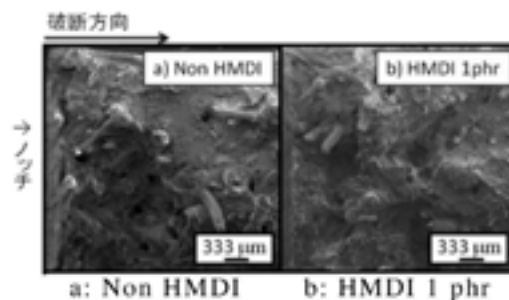


図2. 複合体破断面のSEM観察画像 (a: HMDI未添加 b: HMDI 1phr添加)

*1) 材料技術グループ、*2) 繊維・化学グループ

染色加工における超微細気泡の利用

○榎本 一郎*¹⁾、古田 博一*²⁾、増子 富美*³⁾、美谷 千鶴*³⁾

1. はじめに

機械部品類の脱脂洗浄や水質浄化、ノロウイルスの不活化、造影超音波診断への応用など、広範囲の分野で、超微小気泡(マイクロバブル)を利用した技術が活用または研究されている。繊維産業においても、羊毛の防縮加工や綿織物の漂白処理でその効果が報告されている。染色加工においてマイクロバブルを利用する最大の利点は、薬剤使用量の低減と処理時間の短縮または省エネルギー化であるが、これらに関しては報告されていない。

本研究では、羊毛の染色加工、特に精練と染色において、マイクロバブルの効果を検討した。

2. 実験方法

試験布には、羊毛ニット(ミラノリブ編み、編地厚さ:1.25mm、編地質量:260g/m²)を使用した。マイクロバブル発生装置は、株式会社シンワ製のPROGRESS750を使用した。羊毛の精練は、非イオン界面活性剤と消泡剤を併用し、マイクロバブルを発生させた浴槽を60℃に加熱して30分行った。羊毛の染色は、通常の方法で精練・漂白した生地を使用し、マイクロバブルを発生させた浴槽を段階的に80℃まで加熱して30分行った。染料は、3種類の酸性染料(Kayacyl Sky Blue R、Kayanol Blue N2G、Kayanol Milling Blue BW)を用いた。

3. 結果・考察

羊毛の精練において、従来の方法とマイクロバブルを利用した方法で、界面活性剤の使用量の違いを調べた。結果を表1に示す。羊毛布約5gをエタノールで1時間抽出したところ、油脂分の抽出量が未精練で1.0%、界面活性剤(2.0 g/L)使用で0.76%となった。これらに対して、マイクロバブルを利用したところ、界面活性剤の量を従来の1/5、1/10に減らしても従来法とほぼ同じ抽出量(0.75%)となった。この実験により、マイクロバブルを利用することで、界面活性剤の使用量を大幅に減らせることが確認できた。

羊毛の染色において、3種類の酸性染料を使用してマイクロバブルの効果を調べたところ、染色にマイクロバブルを利用することで、従来法より短時間で均一に羊毛布を染色することができた。しかし、染料Kayanol Milling Blue BWは他の2種類の染料と異なる挙動を示し、染料がマイクロバブルと共に水面へ運ばれた。これは、マイクロバブルがマイナスの電荷を持っているため、同じくマイナスの電荷を持つ酸性染料と浴槽中で反発するが、分子量の大きいKayanol Milling Blue BWでは、染料構造中のマイナスの電荷を持った部位がマイクロバブルと離れた位置取りをし、中性の部分がマイクロバブルと結合したためと考えられる。塩を加えることでこの現象は解消され、他の2種類の染料と同じ挙動を示す。

表1. 界面活性剤の使用量と処理法の関係

項 目	未精練	従来法	マイクロバブル①	マイクロバブル②
界面活性剤 (g/L)	---	2.0	0.4 (従来の1/5)	0.2 (従来の1/10)
油脂分抽出量 (%)	1.00	0.76	0.75	0.75

4. まとめ

染色加工にマイクロバブルを利用することで、羊毛の精練時に使用する薬剤の量を減らすことができ、染色時にも染色時間を短縮できることが確認できた。

*1) 繊維・化学グループ、*2) 墨田支所、*3) 日本女子大学

6月14日(木)

研修室242

**ナノテクノロジー
ものづくり基盤技術**

DLC膜の水素含有量の定量評価手法の確立

○清水 綾*¹⁾、川口 雅弘*²⁾

1. はじめに

ダイヤモンドライクカーボン (diamond like carbon; DLC) 薄膜は、炭素と水素を主成分とし、黒鉛構造に代表される sp^2 結合とダイヤモンド構造に代表される sp^3 結合の炭素で構成された非晶質構造である。この2つの結合の構成比を変化させることで、絶縁性から導電性まで幅広い電気特性を設計できることが明らかになっている。さらに、DLC薄膜は、高硬度・高耐摩耗・低摩擦性などの機械特性や、耐食性・耐熱性などのさまざまな材料特性を有することから、半導体デバイスの多層配線用層間絶縁膜や、燃料電池セパレータ用導電性膜など、多機能薄膜として適用できる可能性がある。本研究では、 sp^3 結合の構成元素の1つであり、薄膜の導電性を左右すると考えられている水素の含有量の定量評価手法を確立することで、絶縁性／導電性薄膜としてDLC薄膜を適用する可能性について検討した。

2. 実験方法

プラズマイオン注入成膜 (PBII&D) 法を用いてSi基板上にDLC成膜を行った。成膜品を大気雰囲気下で200、250、300、350、400℃で加熱した。未加熱品と加熱品について、ラマン分光分析法、X線光電子分光分析法 (XPS) およびラザフォード後方散乱分析 (RBS) / 弾性反跳検出分析 (ERDA) 法を用いて、DLC膜の構造変化について観察した。

3. 結果・考察

ラマン分光分析結果を図1に示す。1500 cm^{-1} 付近は、典型的なDLC由来のピークである。PBII&D法により成膜されたDLCは、加熱温度の上昇に伴い構造変化を起こしていることを示しており、XPS分析結果から sp^2 結合が増加していることを確認した。RBS/ERDA分析の概略を図2に示す。水素を29%含有するDLC膜を標準試料として、RBS/ERDA分析によるDLC膜の水素含有量の定量分析を行った。本研究のDLC成膜品中の水素は、加熱温度に伴い脱離しており、ラマン分光分析およびXPS分析結果から得られた、膜の構造変化の結果と良い相関を示すことがわかった。また、水素含有量の減少に伴い、DLC膜の電気抵抗率が低くなることを確認した。

4. まとめ

本研究により、DLC膜中の水素含有量が sp^2 結合と sp^3 結合の構成比に影響を与え、電気抵抗率を変化させることが明らかになった。PBII&D法は、使用する炭化水素系ガス種や製膜圧力条件を変えることで、 sp^2 結合と sp^3 結合の構成比を変化させられる成膜技術である。PBII&D法およびXPS分析やRBS/ERDA分析などの薄膜評価手法を併せて用いることで、絶縁性／導電性薄膜としてのDLC薄膜の研究開発・最適設計が可能であることがわかった。

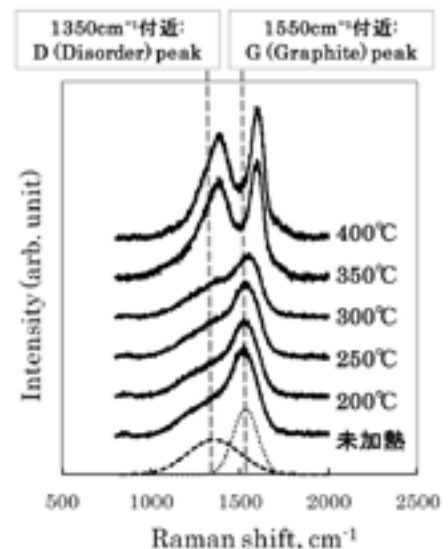


図1. ラマン分光分析による測定結果

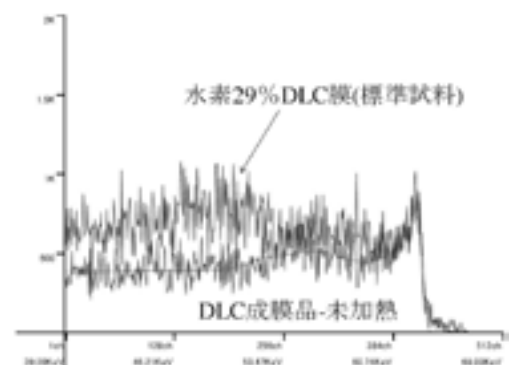


図2. RBS/ERDAによる測定結果

*1) 材料技術グループ、*2) 高度分析開発セクター

アルゴンイオンによる表面改質効果

○寺西 義一*¹⁾、渡部 友太郎*¹⁾、長坂 浩志*¹⁾

1. はじめに

一般に金型の基材には、潤滑・離型性に優れた黒鉛材料が使われることが多いが、脆性材料であるため壊れやすいという欠点がある。そこで、構造上丈夫で壊れにくい潤滑性と離型性能は黒鉛に劣るガラス状炭素(Glass like carbon=GC:以下GCと表す)を基材に用いて、そこに表面処理をすることにより潤滑性も兼ね備えた金型の開発を目指した。その方法の試みとして、ガラス状炭素の表面の黒鉛化成分割合をイオン照射によって高める方法を以前発表した^[1]。

一方、ガラス状炭素の表面黒鉛化を行って潤滑・離型性などの機能性を付与した金型は、過度の使用などにより、金型表面の黒鉛化部分が損傷した場合、表面機能性が劣化する。今回は、この表面機能性の再黒鉛化による復元の可能性について検討した。

2. 実験方法

基材としてフラン樹脂を用いた。これを1000℃の熱処理によって炭素化しGCとした後、さらに強度等を向上させるため3000℃で熱処理した。さらに以前の方法^[1]でイオン注入により表面黒鉛化した。この試料の黒鉛化の状態を調べた後、黒鉛損傷を模擬するためAr+イオンを照射(電流密度約0.6μA/cm²、加速エネルギー70keV、照射量1×10¹³~1×10¹⁷ion/cm²)した。損傷復元の再黒鉛化について検討するため、この試料を再び3000℃でアニールした。これにより金型などの表面が、過度の使用により黒鉛性成分が破壊、または磨耗した後、再黒鉛化による表面機能性の復元を模擬し検討した。

3. 結果・考察

試料の黒鉛化度を評価するには、ラマン分光測定を用いた。特に、黒鉛構造由来のGバンド(1580cm⁻¹)と構造の乱れ(Disorder)に起因するDバンド(1360cm⁻¹)の2つのラマン分光バンドにより評価を行った。図1にAr+イオンを照射後(照射量1×10¹³~1×10¹⁷ion/cm²)のラマン測定結果を示す。注入量が増えるに従い、黒鉛の構造に起因するGピークが減少し、黒鉛構造の乱れによるDピークが出現し、さらにこれらのピークも消滅している。これはGCの表面に存在する黒鉛の六角網面の構造と規則性がAr+イオン照射によって壊されていると考える。次に図2に黒鉛構造を破壊した後、再び3000℃でアニールした試料のラマン分光測定結果を示す。一部の試料にはわずかにDピークが残るが、すべての試料でGピークが明瞭に現れており、黒鉛構造が復元していることがわかる。

4. まとめ

以上の結果により、GC金型で黒鉛化させた表面が、何らかの要因で黒鉛性成分が破壊や磨耗された場合でも、イオン照射と熱処理による再黒鉛化によって表面機能性の復元が可能であることを示すことができた。

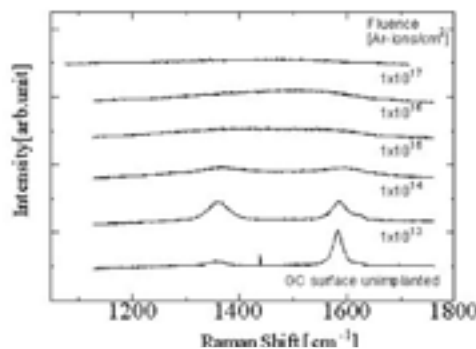


図1. 照射後のラマン測定

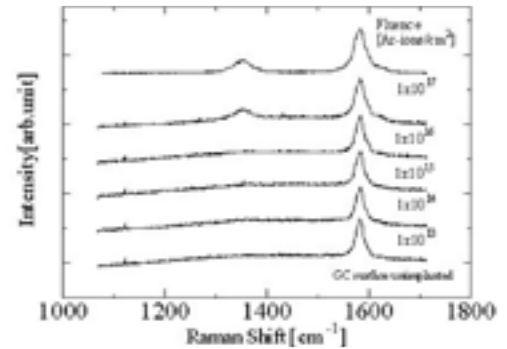


図2. アニール後のラマン測定

参考文献

[1] 平成21年度研究発表会要旨集(地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター)

*1) 表面技術グループ

化学ロボットの設計と機能制御

○前田 真吾*1)

近年、外部環境に応答して膨潤・収縮変化する刺激応答性ゲルや高分子は、数多くの研究が推進されている。その中でも特に温度応答性を有するポリ-N-イソプロピルアクリルアミドゲル(PNIPAAm)は、体積相転移現象が見出されて以来、さまざまな応用展開がなされてきている。例えば、マイクロ流体素子、細胞の接着制御、アクチュエータなどが挙げられる。近年では、電気的な刺激に応答する刺激応答性高分子が盛んに研究され、アクチュエータやデバイスへの応用展開が盛んに行われている。特に、IPMC(Ionic Polymer Metal Composite)を用いた高分子アクチュエータは盛んに研究されている。しかしながら、刺激応答性高分子からなるアクチュエータを駆動するためには、温度や電場などの刺激を制御する何らかの外部装置が必要となる。一方、生命体は、生体内部で起こる多段かつ並行的な多数の生化学反応を巧みに利用することで、何ら外部の制御に頼ることなく、自律的な情報処理やアクチュエーションを行う非平衡開放系のシステムである。もし、このようなシステムを人工的に設計・製作することが可能になれば、従来とは全く異なるアクチュエータやデバイスが実現するであろう。これまで、生命体のような自律システムの構築には、生体高分子や心筋細胞が用いられてきた。これに対して我々は、生体由来のシステムを用いることなく、合成高分子のみで構成された完全人工合成型の自律システムの構築を目指してきた。このようなシステムを実現するために、一定環境下で自発的に時空間秩序を生成するベローゾフ・ジャボチンスキー反応(Belousov-Zhabotinsky反応,BZ反応)の化学エネルギーで駆動する化学ロボット・アクチュエータに関する研究を行ってきた^{[1][2]}。これまで、振動反応と高分子のカップルに関する先駆的な研究はわずかながらされていたが、ゲルのサイズに対して膨潤・収縮変位が非常に小さいなど多数の問題点を抱えていた。そこで我々は、傾斜構造やマイクロ相分離構造を高分子ゲルへ導入することで、これまでの振動ゲルの問題点を一挙に解決し、化学ロボットとしての可能性が見えてきた。

参考文献

- [1] S. Maeda et al, *Adv. Mater.*, 19, p. 3480 (2007)
- [2] S. Maeda et al, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 47, p. 6690 (2008)

*1) 芝浦工業大学機械機能工学科

深紫外ラマン分光法によるDLC薄膜の評価

○山口 誠*¹⁾、神津 知己*²⁾、上野 滋*¹⁾、源 泰寛*²⁾、古川 保典*³⁾、川口 雅弘*⁴⁾

1. はじめに

ダイヤモンド状炭素 (diamond like carbon, DLC) 膜は、優れた機械的、摺動特性、および化学的安定性を有し、さまざまな分野で用いられている。構造や組成によって特性が変化することから、DLC膜の構造評価は重要な課題である。簡便な評価手法としてラマン散乱分光法がよく用いられている^[1]。特に深紫外ラマン分光法は、可視光励起では観測されないsp³由来のT-peakを観測できることから、sp³/sp²結合比を知ることのできる非常に有力な手法である^[2]。しかしながら、一般的に耐熱性が高いとされるta-C (Tetrahedral Amorphous Carbon) においても、深紫外ラマンでは紫外光による光損傷が観測されることがあり、正確な構造解析を行う上での課題となっている。ta-C薄膜における深紫外光(266nm)による光損傷過程を解明することを目的とし、共焦点顕微鏡・深紫外ラマン分光複合装置の構築、および、光損傷による形状観察および構造変化について評価を行った。

2. 実験方法

深紫外ラマン分光の光源として、通常アルゴンレーザーの第二高調波が利用されるが、その使用は一般に容易ではない。本研究では、深紫外全固体CW266nmレーザーとシングル分光器を組み合わせた取り扱い容易な深紫外顕微ラマン分光装置を開発し評価に用いた。

3. 結果・考察

図1にta-C表面に深紫外光(照射時間10分、パワー3mW、照射スポット~φ1μm)を照射後の表面断面形状を示す。照射部が盛り上がり、膨張していることがわかる。図2に、深紫外光照射前後のラマンスペクトルを示す。照射によってT-peakが消失し、G-peakが鋭くなっている。これよりta-Cからグラファイト相への構造変化が生じ、密度の低いグラファイト相の生成によって体積が膨張し、盛り上がりを形成しているのではないかと推測できる。照射パワーおよび時間を変化させ、光損傷部の顕微鏡観察により損傷部位の直径を求めた(図2)。直径の照射時間依存性は、励起パワーに依らず照射時間の二乗に比例することが観察された。また、同様の評価を可視光(532nm)にて行ったところ、光損傷は観測されなかった。このことから、損傷は熱によるものではなく、伝導帯への電子励起に起因しているものと考えられる。

4. まとめ

深紫外全固体CW266nmレーザーとシングル分光器を組み合わせた取り扱い容易な深紫外顕微ラマン分光装置の開発、および深紫外ラマン分光法評価において課題である光損傷が、熱的な作用ではなく、電子励起に起因することが推察された。今後、損傷閾値などより詳細な検討を進めていく予定である。

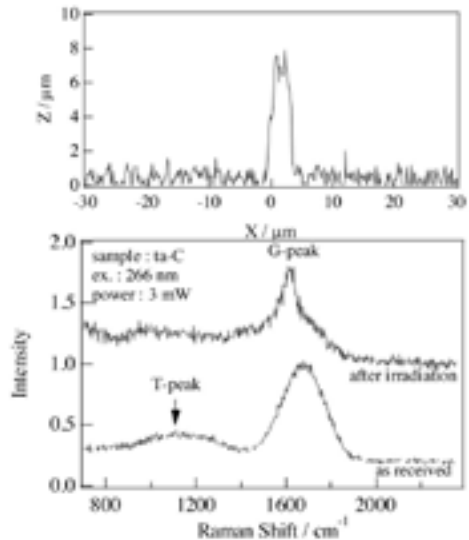


図1. 光損傷部の断面形状(上) ラマンスペクトル(下)

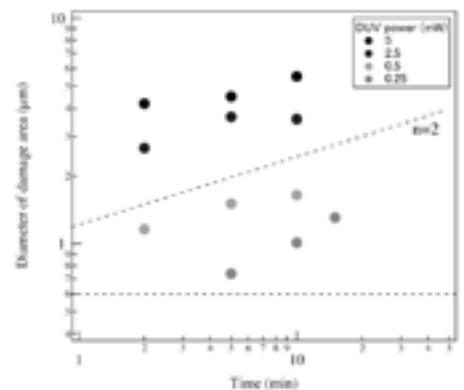


図2. 損傷径の光強度および照射時間依存性

参考文献

- [1] M. Kawaguchi, *Tribology online*, 3, pp. 110-115 (2008) 等
 [2] K. W. R. Gilkes, et al, *APL*, 70, 1980 (1997); A. C. Ferrari, *Diamond Relat. Mater.*, 11, p. 1053 (2002) 等

*1) 一般財団法人機械振興協会技術研究所、*2) レニショー株式会社、*3) 株式会社オキサイド、*4) 高度分析開発セクター

表面改質や添加剤を利用した流れの抵抗低減

○小方 聡*1)

1. はじめに

省エネルギーに関連し、流体摩擦抵抗を低減させる技術が注目されている。流体の抵抗や損失は流体と固体壁との相互干渉と考えるならば、その低減を得るためには、流体の流動特性を変えるか、壁面の形状を含めその物理的性質を変えるかの二通りが考えられる。そして、流体の流れのパターンは力学的挙動の異なる層流と乱流があるゆえ、それらの流れの特性に応じて対処する必要がある。流体の特性を変える方法は、トムズ効果に代表される液体中に抵抗低減効果を有する添加剤を添加するものが代表的である。これは、乱流域における流体の乱れの緩和に注目するものである。一方、物理的性質を変える方法は、固体表面を改質し超はっ水性壁にする方法が知られている。これは、壁面での流体のすべりを利用する方法で、主に層流域の流れの抵抗低減効果を得ることができる。本報告では、層流域では壁面改質による抵抗低減手法を、乱流域では添加剤による抵抗低減手法を紹介する。

2. 実験方法

層流・乱流によらず、抵抗減少効果は管内圧力損失の測定により評価する。層流では流路高さが $20\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ 程度の流路を用い、その片側に規則正しくパターンを付加した疎水性壁面を設置し実験を行った。本実験で使用した壁面の一例を図1に示す。一方、乱流域では、内径 $5\sim 20\text{mm}$ 程度の円管内を流れる溶媒(水道水)に天然繊維懸濁液を添加させ測定を行った。天然繊維としてはナタデココや竹を用いた。図2に使用した繊維の一例を示す。

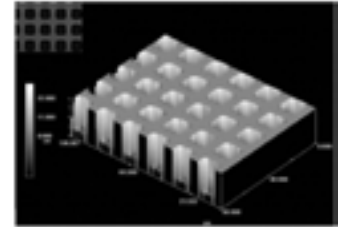


図1. 疎水性の規則的パターンに改質された壁面

3. 結果・考察

図3に疎水性壁面による抵抗減少効果の結果を示す。孔(キャビティ)面積 GR の増加と共に抵抗減少率 DR も増加することが分かる。この低減は、キャビティ内に空気がトラップされることで、その気液界面上で液体が滑るために生じることが数値シミュレーションで示された。一方、本手法は抵抗の減少の他に、パターンを変えれば抵抗の意図的な増加も生じさせることが可能であることも明らかになった。



図2. 供試竹繊維

図4に懸濁液の濃度 C_w と抵抗減少率 DR の関係を示す。竹繊維の場合、濃度の増加と共に抵抗減少率も増加し、濃度 3500ppm 程度で 15% 低減することが分かった。竹繊維の場合は、機械的劣化の影響もほとんどなく、実用的に優れていることもわかった。

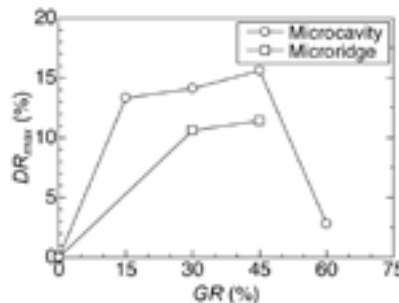


図3. 疎水性壁面の抵抗減少

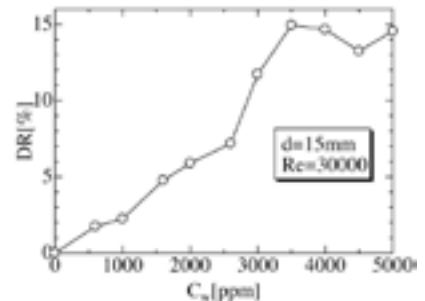


図4. 竹繊維懸濁液の抵抗減少

4. まとめ

表面改質や添加剤の添加により、層流や乱流の抵抗を低減することが可能である。この手法は管内流れなどのパイプラインだけでなく、さまざまな外部流の流れにも応用可能であるため、工業的な利用価値が高いといえる。

*1) 首都大学東京大学院理工学研究科機械工学専攻

4点曲げによる簡易的疲労試験方法の提案

○殿塚 易行*1)、齊藤 光弘*1)

1. はじめに

素材や表面処理材の疲労強度を評価する場合、引張圧縮疲労試験や回転曲げ疲労試験では、試験片の作製に相当の時間とコストを要する。今回、小型で単純なプレート形状の試験片を用いた4点曲げ疲労試験について、その実用性を検証した結果、特に表面処理材の相対比較において有効であることがわかったので、簡易的試験方法として紹介する。

2. 実験方法

図1のような4点曲げ試験治具を製作し、電気油圧サーボ式疲労試験機を使用して各種材料の疲労強度を調べ、本試験法の特徴を明らかにした。また、試験片表面の応力測定およびFEMによる評価を実施した。

さらに、片振りのみの評価である上記試験方法の適用範囲を拡大するため、図2のような両振り4点曲げ試験治具を試作し、両振り疲労試験の可能性および妥当性について検討した。試験片寸法は片振り・両振りとも、厚さ6mm、幅20mm、長さ68mmとした。

3. 結果・考察

片振り疲労試験の結果、以下の特徴を確認した。

- ①引張圧縮試験と比較して試験片の発熱が少ないため、高速での試験が可能である。
- ②疲労強度特性に及ぼす試験周波数の影響は少ない。
- ③エッジをR仕上げることにより、エッジからの疲労き裂発生を防止できる。

一方、以下のような課題も明らかになった。

- ④軟鋼など降伏点の比較的低い材質では、試験中に塑性変形が進行し、塑性変形の影響を含んだ評価となる。
- ⑤高硬度の窒化材では、疲労起点が不明瞭となる。
- ⑥試験片表面の応力分布は図3のように一様ではなく、試験片厚さ、支点間距離、支点ピン径の影響を受ける。

また、両振り疲労試験では、荷重点における(内側支点ピンとの)摩耗の低減が重要であり、固体潤滑剤の使用、および針状ころ軸受を用いた内側支点ピンの支持が有効であった(図4)。

4. まとめ

4点曲げ疲労試験方法は、材質の制限や相対比較のみという欠点はあるが、試験片作製コストを大幅に低減可能なため、表面処置材等の簡易的疲労試験方法としての活用が期待できる。

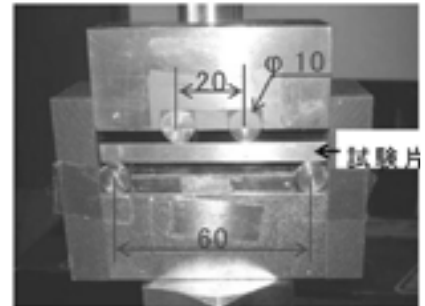


図1. 4点曲げ試験治具(片振り)

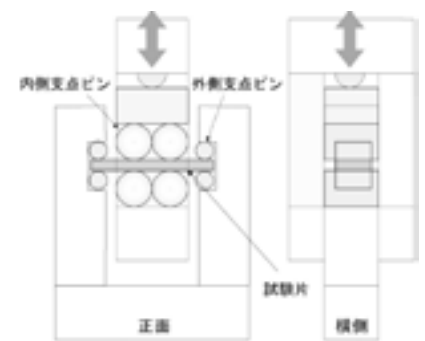


図2. 両振り試験治具

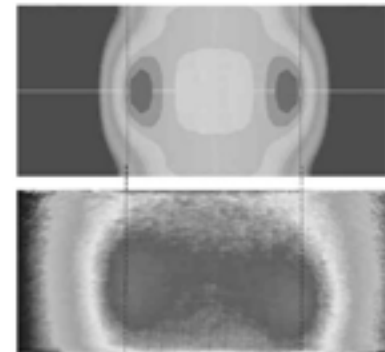


図3. 試験片表面の応力分布
上:FEM 下:赤外線応力測定

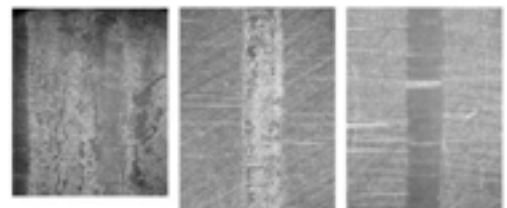


図4. 両振り試験時の荷重点の摩耗状態
左から潤滑なし、すべり軸受、ころ軸受(SUS304)

*1) 神奈川県産業技術センター

ピエゾ素子用高剛性変位拡大機構の開発

○荻野 重人*¹⁾、浅海 暁*²⁾

1. はじめに

ピエゾ(圧電)素子の欠点は、変位量が数十 μm と微小なことである。そのため、この欠点を補う変位拡大機構が考案されている。既存の拡大機構は、弾性ヒンジ(金属板を削り薄くした部分)を用いており、可動性を得るためには、この部分の剛性を落とす必要が生じる。その結果、大きな負荷がかかる場合や高速で駆動する場合、力が伝わらず駆動不能となってしまう。

そこで、大きな変位量・高剛性を両立する変位拡大機構を開発し、従来不可能であった用途への利用を可能にする。

2. 実験方法

図1に開発した変位拡大機構を示す。ピエゾアクチュエータの変位は、変位拡大機構を介し、ステージに出力される構造となっている。その時のステージの変位量は、静電容量型変位センサによりモニタリングされる。

- ①ピエゾアクチュエータに最大(-30~+150V、周波数1Hz)正弦波電圧をかけ、その時の最大変位量を測定した。
- ②図1のように、テスト用負荷(500g)を用い剛性テストを行った。ピエゾアクチュエータには電圧をかけずにテスト用負荷を変位ステージに置き、その時の変位(沈み込み量)を静電容量型変位センサにより読み取った。
- ③図1のテスト用負荷を取り除いた状態でテストを行った。ピエゾアクチュエータの振幅が14 μm になるように正弦波信号を入力し、スイープをかけた。その時の拡大機構の変位を静電容量型変位センサにより計測し、FFTアナライザにより解析を行った。

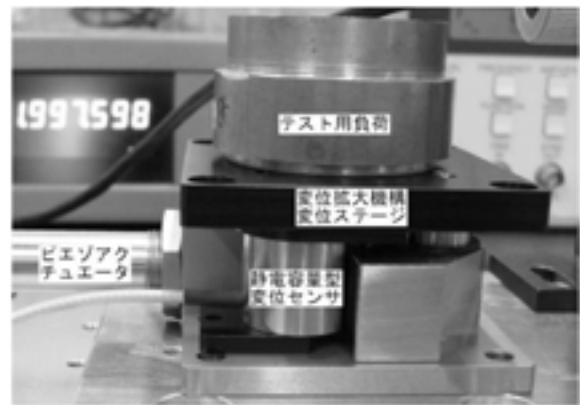


図1. 試作した変位拡大機構

3. 結果・考察

- ①最大変位量1.963 μm であった。ピエゾアクチュエータの変位量が0.101 μm であるので、 $1.963/0.101=19.4$ 倍の拡大倍率となり、目標である20倍をほぼ達成することができた。
- ②テスト負荷時、ステージの変位量は-38 μm となった。剛性(stiffness)は0.128N/ μm であった。
- ③結果を図2に示す。80Hz付近まではf特性(上曲線)、位相差(下曲線)ともにほぼフラットになっており、実用上の問題はないと考えられる。

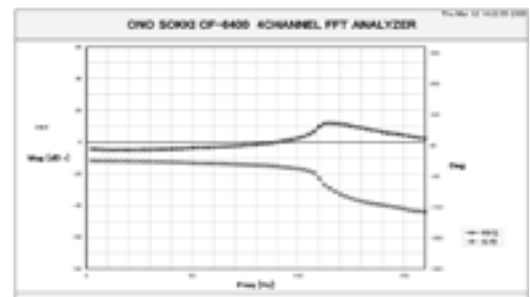


図2. 周波数特性

4. まとめ

従来の拡大機構は、20倍の拡大倍率で0.01N/ μm 前後の剛性である。従来型に比べ、10倍剛性の高い変位拡大機構とすることができた。従来使用できなかった用途への利用が期待される。

*1) 埼玉県産業技術総合センター、*2) 株式会社メステック

医療用純チタン箔材のマイクロ精密プレス成形におけるトライボロジー特性

○清水 徹英*¹⁾、楊 明*¹⁾、真鍋 健一*²⁾

1. はじめに

デバイスの小型化、多機能集積化への要求に対し、優れた生産性を特徴とするマイクロ精密プレス成形技術が、 μm ～サブmmオーダーの部品生産における低コスト化に貢献してきている。特に、およそ3兆円の市場規模を誇る医療機器分野において、今後高齢化社会を迎える社会的背景からも、その量産技術として注目を浴びている。その中でも、優れた耐食性および生体適合性を有するチタン材料は、既に多くの医療機器用途で製品化されており、従来の機械加工技術からの工法転換による低コスト化への期待は大きい。

しかし、一般的にチタン材料は活性な金属であり金型との凝着が生じやすく、大きな技術課題として挙げられている。従来の板材プレス成形では、その凝着を防止する方法として、被加工材の陽極酸化処理等の焼付き防止への対策が報告されている一方で、マイクロ精密プレス成形では、その発生要因および凝着防止に関する検討は十分に行われていない。特に板厚の極薄化に伴い、板厚に対する酸化被膜厚さの相対的割合が変化し、その破壊および凝着挙動が従来とは異なることが考えられる。そこで、本研究では純チタン箔のマイクロ精密プレス成形におけるトライボロジー特性を解明することを目的とした。

2. 実験方法

本研究では、板厚の異なる純チタン箔（板厚 $300\mu\text{m}$ および $50\mu\text{m}$ ）を用いて、ボールオンディスク試験および連続マイクロ円筒深絞り試験を行った。板厚に対する酸化被膜厚さの違いが純チタン箔の摩擦および凝着挙動に及ぼす影響を検証するため、陽極酸化処理により酸化膜厚さの異なる供試材を作製した。またマイクロ円筒深絞り試験では、相似的に寸法の異なる2種のマイクロ深絞り金型を用意し、加工寸法の違いによる摩擦特性の違いを評価した（図1）。

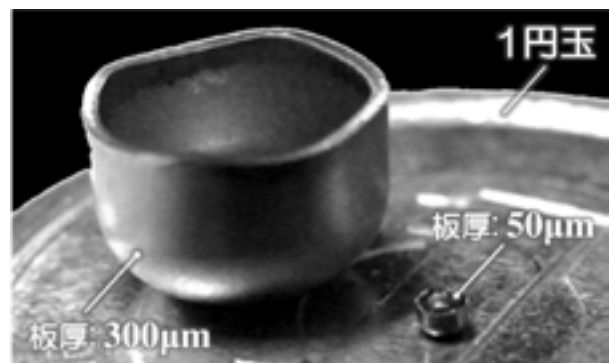


図1. 異なる寸法領域におけるマイクロ円筒深絞りカップ外観写真

3. 結果・考察

被加工材のバルク変形を含まないボールオンディスク試験では、板厚に関係なく、酸化被膜の厚膜化による摩擦係数の低下が確認された。一方、マイクロ円筒深絞り試験において、板厚 $300\mu\text{m}$ の箔材では、ボールオンディスク試験と同様、成形荷重が低下したのに対し、板厚 $50\mu\text{m}$ の箔材では逆に酸化被膜の厚膜化により摩擦係数が上昇した。これは、マイクロ寸法領域では、酸化被膜の剥離により発生する剥離粉が摩擦挙動に対し、より支配的になることが要因と考えられる。

4. まとめ

チタン箔材のマイクロ精密プレス成形特有のトライボロジー特性として、純チタン表面の酸化被膜の破壊・剥離によって発生した剥離粉が、成形中の摩擦挙動に大きく影響することを明らかにした。

*1) 首都大学東京システムデザイン学部、*2) 首都大学東京理工学研究科

6月14日(木)

研修室243

**情報技術
メカトロニクス**

非同期式设计によるFPGA向け低消費電力システムの開発

○岡部 忠*1)、入月 康晴*1)、金田 泰昌*1)

1. はじめに

近年では、システムの基盤デバイスとしてFPGA(Field Programmable Gate Array)を用いたシステム開発が多くなされている。FPGAは半導体の微細化によりデバイス自体の消費電力は低減されているが、ASIC等の他デバイスと比較すると、十分に低い水準とはいえない。そこで本研究では、デジタル回路設計の従来法であるクロック信号に同期させて回路を動作させる同期式设计ではなく、クロック信号を用いない非同期式设计によるデジタル回路設計とFPGA実装を行い、システムの消費電流や処理速度について実測し、非同期式设计の有効性を確認したので報告する。

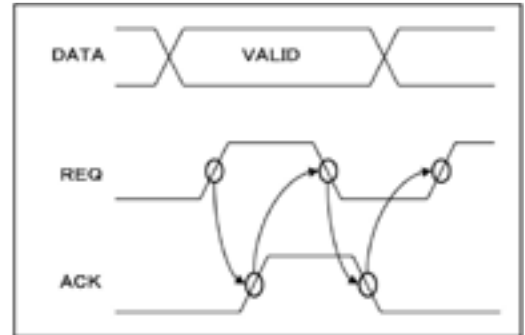


図1. 4相束データ方式の通信規約

2. 設計および実装方法

本研究で用いた非同期式设计は4相束データ方式と呼ばれるものである。この方式におけるデータ転送の通信規約を図1に、パイプライン構造を図2に示す。この方式を用いると、同期式设计のクロックラインに制御用の回路と遅延素子を挿入するだけであり、回路の非同期化が比較的容易である。本研究で提案した非同期式デジタル回路の設計、検証および実装の手順を図3に示す。

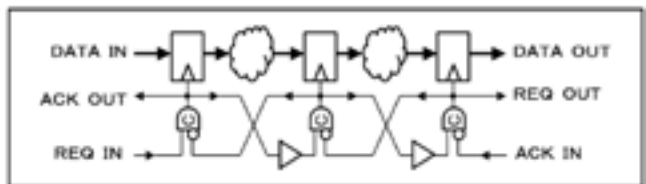


図2. 4相束データ方式パイプライン

3. 結果・考察

本研究では、図1と図2の設計手法および図3の実装手順を用いて、ブロック暗号のAES(Advanced Encryption Standard)を非同期式回路として設計し、FPGAに実装した。実装結果および同期式设计されたAES回路との消費電流や処理速度の性能比較の結果を表1に示す。同期式设计に対する非同期式设计の電流消費の優位性が見てとれる。また、処理性能も向上している。一方、非同期式设计では回路規模が同期式设计よりも大きくなっている。一般的に、非同期式设计ではデータ伝送に制御用回路と遅延回路を要するため、同期式设计と比べると回路資源を消費することになり、本研究でも同様に回路規模の増大が見られた。

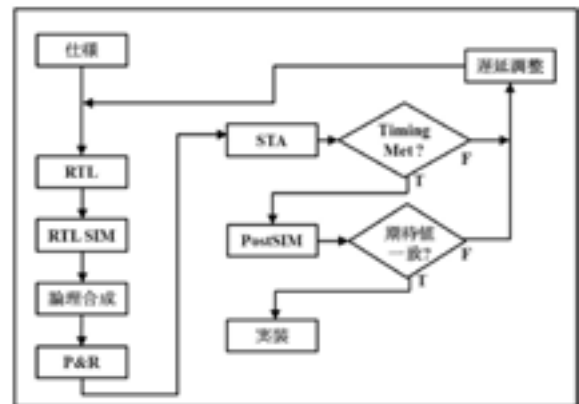


図3. 設計、検証および実装手順

表1. 評価結果

	消費電流 [mA DC]	処理速度 [ns]	回路規模 [Slice]
同期式	82.00	945	2,801
非同期式	17.67	480	3,117

4. まとめ

非同期式设计されたデジタル回路をFPGAに実装すると、同期式设计と比較し回路規模の増大があるが、処理速度の向上と消費電流の低減の両立が可能である。本研究の成果はFPGAを用いたシステム開発全般に汎用的に用いることができるため、今後の技術支援に活用できる。

*1) 情報技術グループ

FPGA/SoC向け速度推定IPの開発

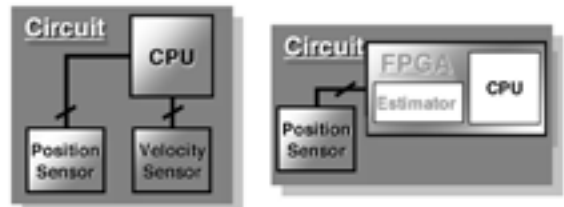
○金田 泰昌*¹⁾、入月 康晴*¹⁾

1. はじめに

速度センサの削減のために、従来はCPUで速度推定を処理していた。しかし、図1のように、速度推定をFPGAで実現できれば、CPUや速度推定器をワンチップに集積できるため、部品点数・実装面積の削減が可能となる。さらに、CPUの負荷が下がるため、同スペックのCPUでより高度な制御アルゴリズムを処理させることができる。

速度推定器をFPGAに実装する際、他のペリフェラルも同時に実装するため、速度推定器を小規模回路で実現する必要がある。速度推定にしばしば用いられる疑似微分器は構造が単純なため、デジタル実装の際に回路規模が小さくなると期待される。しかしながら、疑似微分器を離散化する際に、離散化誤差が大きくなるという問題がある。

本研究では、リチャードソン補外(RE)と非整数遅延(FD)を用いて離散化誤差を低減した。また、FDの実装には近似を用いるのが通常であるが、本研究ではFDの実装が高速サンプリングシステムの実装と等価であることを示し、FPGAを用いて実装した。



(a) before (b) after

図1. 研究のコンセプト

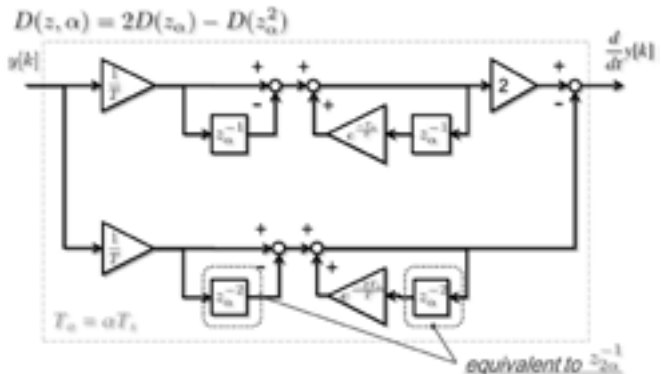


図2. 提案微分器のアーキテクチャ

2. 実験方法

提案微分器のアーキテクチャを図2に示す。これより、離散化誤差が低減されることが数学的に証明できる(証明省略)。この微分器に対して、振幅1、周波数10Hzの正弦波を加え、推定結果の誤差の標準偏差を評価した。

3. 結果・考察

図3に時間応答(点線:疑似微分器、実線:提案微分器)を、表1に誤差の標準偏差を示す。この結果より、提案微分器を用いた場合、離散化誤差が少ないため、推定誤差が小さくなっていることがわかる。

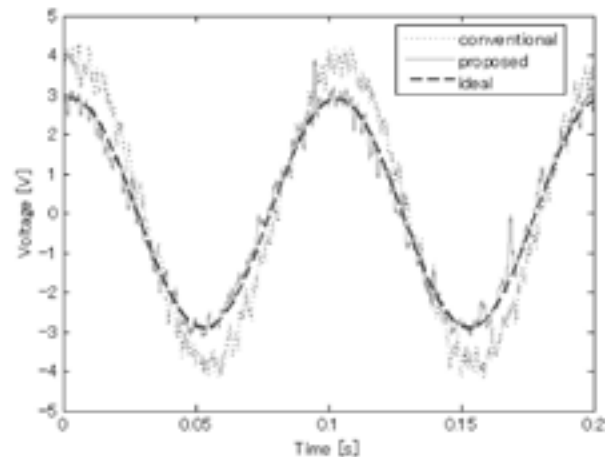


図3. 結果(点線=従来、実線=提案)

4. まとめ

REおよびFDを用いることで、疑似微分器の離散化誤差を低減できた。実験によりその有効性を確認した。

表1. 結果(誤差の標準偏差)

Input frequency	Conventional	Proposed
10Hz	8.91×10^{-1}	6.90×10^{-1}

*1) 情報技術グループ

FPGAを用いた医薬品向け生産情報蓄積装置の開発

○金田 泰昌*¹⁾、入月 康晴*¹⁾、坂巻 佳壽美*¹⁾
 山崎 正宣*²⁾、河野 久*²⁾、長島 力*²⁾、坂本 祐樹*²⁾、菅野 智明*²⁾

1. はじめに

近年、センサの性能向上により、製造と計測を同時に行うインライン計測が注目されている。トレーサビリティ確保のために、従来までは生産性を考慮して抜き取り検査を行っていたが、インライン計測により全数検査が可能となり、より安心・安全な製品が得られる。しかし、計測した生産データを、その信頼性(消失しない、改ざんされない)を保証し、かつリアルタイムに蓄積するにはDCS等の非常に高価なシステムを用いる必要がある。

また、医薬品向けの製造装置は各国の規制でコンピュータバリデーション(CSV)が義務付けられている。CSVはソフトウェアの変更のたびにを行う必要があり、近年の電子部品やソフトウェアのリリースサイクルの高速化に伴い、作業負担が非常に大きくなっている。

そこで、(1) CSVのコストを抑えられ、(2) 高信頼かつリアルタイムにデータを蓄積できる、医薬品向け生産情報蓄積装置の開発を行った。

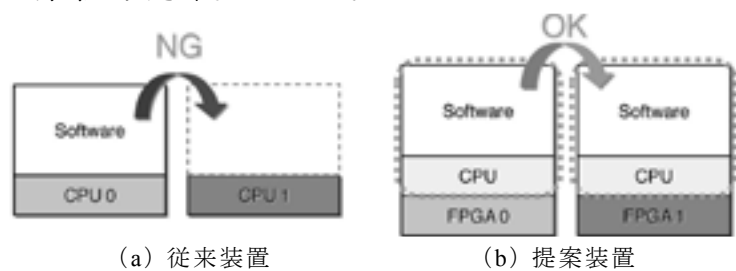


図1. FPGAによるCSVのコスト低減のコンセプト

2. 設計指針

図1に、CSVのコスト低減手法を示す。FPGAを利用することで、CPUを含めたソフトウェアの流用を考える。これによりデバイス交換に伴うソフトウェア変更が無くなり、理論上CSVを一度実施すれば良いことになる。

またFPGAを用いることで、処理を分散化し、高速化できるため、リアルタイムシステムを構築しやすい。

図2に、装置の主な機能を示す。データの高信頼のために、三機能(再書き込み禁止、暗号化、ミラーリング)を実装する。

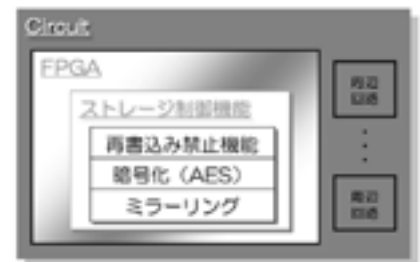


図2. 提案装置の主要機能

3. 結果・考察

図3に開発した装置と、システムの全体図を示す。CSVのコスト低減にて、実運用では周辺I/Oの変更等により一部ソフトウェアの変更が生じる。しかし、大部分が流用可能であり、CSVのコストが抑えられた。

高信頼・リアルタイムなデータ蓄積にて、再書き込み禁止機能と暗号化により、改ざん防止・検知が可能となった。また、ミラーリングにより、長時間のデータ蓄積が可能となった。

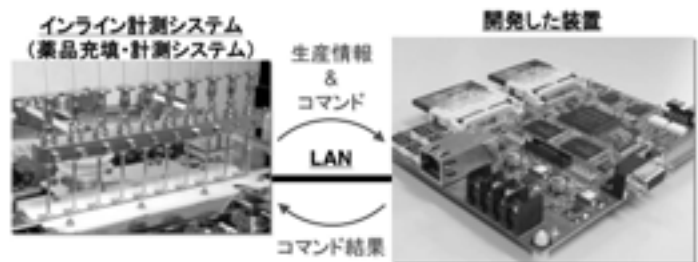


図3. 提案装置を用いたシステムの全体図

4. まとめ

FPGAを用いることで、CSVのコストを低減できる装置を開発した。また、リアルタイムにデータを蓄積し、その信頼性を高める装置を開発した。

*1) 情報技術グループ、*2) 株式会社ケーター製作所

Motionnet通信品質シミュレーションと実機評価に関する研究

○佐藤 研*1)、佐野 宏靖*1)、野中 徹*2)、寺崎 隆*2)

1. はじめに

日本パルスモーター株式会社のFA業界向けシリアル通信システム：Motionnetは、最大64個のユニット接続が可能となっている。しかし、これらユニット間の通信速度、接続ユニット数、ケーブル長の組み合わせなど運用形態が多彩で、敷設するまで通信波形のゆがみが確認できないという問題があった。また通信品質確保のための開発サポート環境が充実していないという問題もあった。これらの問題を解決するため、通信波形のゆがみのシミュレーション（①Motionnet通信波形の予測）、通信品質評価する際の通信限界の予測（②通信品質評価方法の確立）、以上の2項目について研究を行い、あわせてEMC対策を施した開発指標となるサンプル基板を新規開発した。

2. 実験方法

- ①差動アクティブプローブを使いローカルユニットに実装されているトランシーバICの入出力ピンを波形観測する（図1）。各ユニットはデジチェーンで接続され、最後のユニットは100Ωで終端する。この実測結果と比較することでシミュレーションモデルの精度を評価する。
- ②既存基板、サンプル基板、接続ケーブル長の組合せとジッタおよびDutyの相関関係をアイパターンで評価、検討を行う（速度：10Mbps）。



図1. 測定ブロック

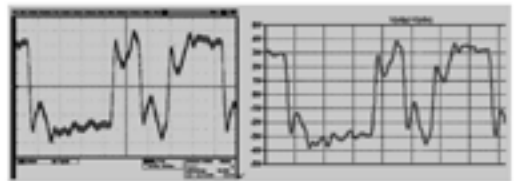


図2. 実測（左）とSIM（右）波形

3. 結果・考察

- ①各ユニットとケーブル長可変の精度の高いモデルが完成した。レベルには多少の違いがあるものの、波形の特徴は正確に予測できている（図2）。
- ②ジッタとDuty幅および総ケーブル長の関係を図3に示す。点線丸囲みが相関から外れており、総ケーブル長をパラメータとした通信品質の評価には、部分的に例外の存在が明らかとなった。

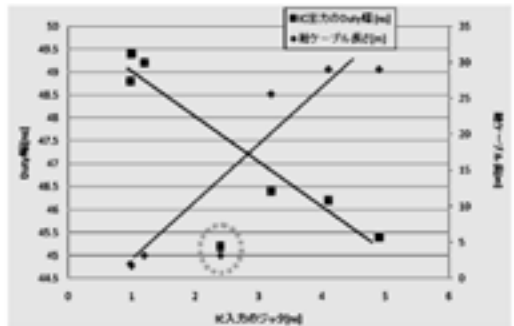


図3. ジッタ・Duty・総ケーブル長の関係

4. まとめ

差動ケーブル長可変モデルの完成により、シミュレーションによる通信品質の予測が可能となった。

通信品質評価方法の確立については、1対1通信で有効なケーブル長-ジッタの相関から通信限界を予測する手法の適用を試みたが、1対64通信では総ケーブル長をパラメータとすると、ある一定条件下では相関がとれ予測可能であったが、合否判定環境、判定レベルの制定にはユニット間ケーブル長の組合せを反映し、例外を考慮した評価方法が必要であり、今後、検討を進める。

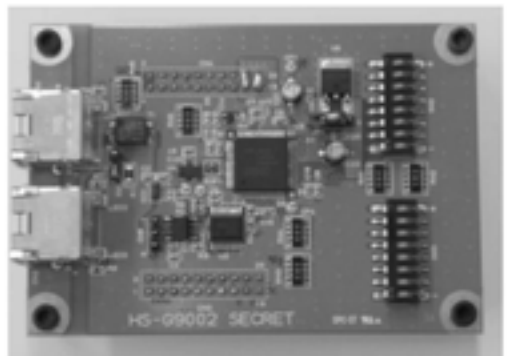


図4. 新規開発したサンプル基板

*1) 電子・機械グループ、*2) 日本パルスモーター株式会社

産総研臨海副都心センターと情報通信・エレクトロニクスの研究概要

○伊藤 日出男*1)

1. はじめに

独立行政法人産業技術総合研究所(産総研)は、平成13年4月に経済産業省系の国立研究所が統合され発足した、国内最大級の公的総合研究機関である。産総研では研究の対象となる産業を情報通信・エレクトロニクス分野および他の5分野に区分し、合計42の研究ユニットが研究を推進している。

産総研と都産技研は、のべ18件の共同研究を実施すると共に、平成19年12月26日には協力協定を締結し、より緊密な関係を構築している。

2. 臨海副都心センター

産総研は研究の拠点として、つくばセンターに加え全国8か所に地域センターを配置し、それぞれ特色のある研究を進めている。産総研臨海副都心センター(図1)は平成13年に東京都江東区青海に設置され、関東における唯一の地域センターとしてバイオとITの融合を旗印に研究を推進している。臨海副都心センターには、生命情報工学研究センター(RC)、バイオメディシナル情報RC、デジタルヒューマン工学RC、そしてサービス工学RCの4つの研究センターと、技術研究組合3組織が配置されている。

3. 産総研の情報通信・エレクトロニクス研究

情報通信・エレクトロニクス研究は、産業全体に共通の重要な研究領域である。このため、産総研においても11の研究ユニットで構成される研究分野として研究活動を推進しているだけでなく、他の研究分野の中にも情報通信・エレクトロニクスの研究を実施している部署がある。本発表ではその中のいくつかの研究の概要と成果について述べる。例えば、デジタルヒューマン工学RCでは、都産技研のシステムデザインセクターと連携して、平成24年3月にクリエイティブ産業活性化ワークショップを開催した(図2)。また、ヒューマンライフテクノロジー研究部門における、触れる立体テレビシステム技術(図3)やカメラ映像からの来場者デモグラフィック調査技術(図4)等の研究を進めている。

4. まとめ

産総研臨海副都心センター、および産総研における情報通信・エレクトロニクス研究の概要について述べた。産総研はこれからも都産技研など外部との連携を取りつつ、「社会の中で社会のために」貢献していきたい。



図1. 産総研臨海副都心センターの外観

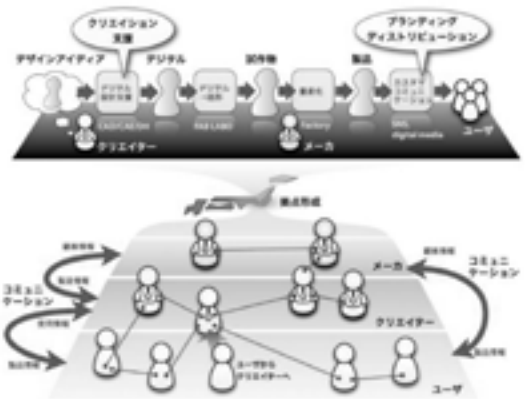


図2. 工業デザインにおけるブランディング、ディストリビューション、クリエイションの拠点形成構想



図3. 触れる立体テレビやAR

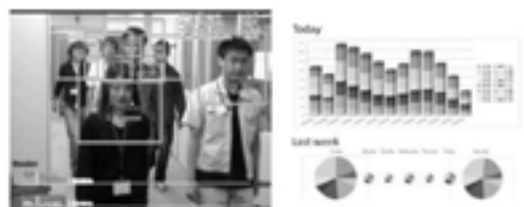


図4. 来場者デモグラフィック調査技術

*1) 独立行政法人産業技術総合研究所臨海副都心センター

脚車輪型ベースロボットのシミュレーション

○坂下 和広*1)、益田 俊樹*2)、薬師寺 千尋*1)、上野 明也*1)

1. はじめに

中小企業が独自のサービスレイヤを盛り込んだ各種のサービスロボットの事業を展開できるように、移動ベースロボットを研究開発中である。ベースロボットにはエネルギー効率のよい脚車輪型のロボット(図1)の適用を考えている。



図1. 脚車輪型ロボット

この構造における事前のシミュレーションの結果、何も走行制御しないで等トルクの直進走行を実施しようとすると、横方向に変進し最終的に転倒する場合があることが観察された。本発表では、脚車輪型ロボットにおける平地の安定走行の条件を、構築した開発環境の一部であるODE(Open Dynamic Engine)を用いてシミュレーションし、変進のメカニズムの解明とそこからの設計指針を得たので報告する。

2. 実験方法

図2に脚車輪型構造の各種のパラメータを示す。膝の突き出し方向、股関節の前後 k_2 、左右 k_1 の接続位置、重心の前後位置 $o(x,y,z)$ をパラメータに、等トルクの直線走行を約100m程度走行させるシミュレーションを実行し、直進安定走行の条件を抽出した。

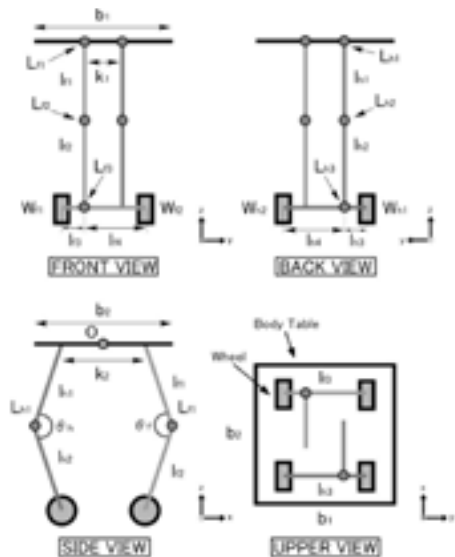


図2. シミュレーション結果

3. 結果・考察

シミュレーションの結果、安定走行には重心の前後位置(O_x)、脚の左右取り付け位置の対称性が依存し、脚の取り付け位置の中心からのずれ k_1 、前後車輪の間隔 k_2 、ひざ下いわゆるすねの垂直度合いは直進安定性にあまり影響しないとの結果を得た。図3にこの結果を考察した取り付け位置と転進の関係を図示する。たとえば前脚では、取り付け位置のずれ $L_{f3}:L_{f4}$ の比がモーメント $M_{f1}:M_{f2}$ の比になることで、左右どちらかに曲がる傾向が生じる。これが後輪の曲がる傾向 $M_{h1}:M_{h2}$ と釣り合えば直進するが、取り付け位置の比と重心の位置により、そのバランスが取れないとその分に応じた左右の転進が発生するものと考察される。

4. まとめ

実験の結果、脚車輪型の平地の安定走行を維持するためには、重心の位置を中心を持ってくると、脚の取り付け位置をシンメトリにし前後の脚で発生する回転モーメントを相殺するように設計することがポイントであることが判明した。以上のように、片持ち構造で、直進安定性に不安があった脚車輪型ロボットの設計における重要な設計指針の一つが得られた。

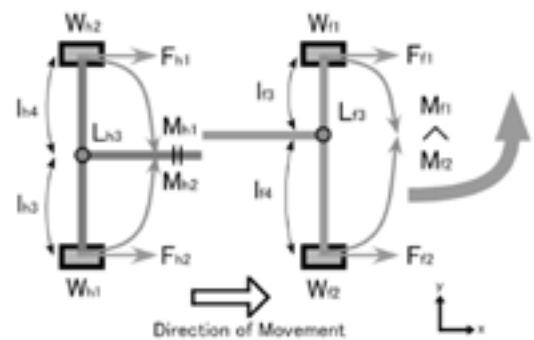


図3. 脚の取り付け位置と転進

*1) システムデザインセクター、*2) 機械技術グループ

マイクロメカニズム設計に関する研究

○ 館野 寿丈*1)

1. はじめに

マイクロメートルオーダーの微小構造物は、スケール効果によって一般に動きが早く、固有振動の影響を受けやすくなる。実際に、固有振動を積極的に利用することにより運動を設計する例が多くみられる。しかしながら、目的の運動を発生させる固有振動を持つ形状を設計することは、非常に困難な作業となる。そこで、本研究では目的の運動を発生させるマイクロメカニズム設計手法の確立を目的とする。研究の第一段階として、微小物体の位置決めや姿勢制御をする振動ステージを対象として設計方法の提案、実験、考察を行った。

2. 設計方法の提案

微小物体を整列させる方法として、次に示す性質を採用した。ステージ面上に設定したある中心軸のまわりに回転運動を発生させると、ステージ面におかれた微小部品は中心軸付近に集まり、また、部品の長手方向が軸に平行な姿勢に整うという性質である。そこで、ステージ面上に回転軸を設定し、その軸上にねじり剛性の弱い部分を設けることで、回転振動が顕著に現れる形状を提案した。図1は、回転軸をx、yの2軸設定したステージを示している。S1とS2のそれぞれを通る軸まわりに回転振動する異なる固有振動が発生する。

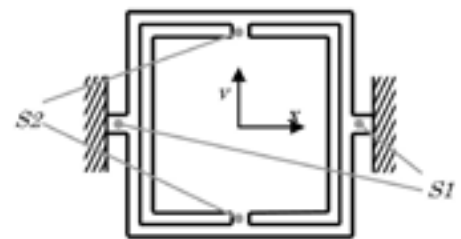


図1. 2軸整列ステージ



第5次モード 第7次モード
図2. 固有振動シミュレーション

3. 結果・考察

シミュレーションと実機とで評価実験を行った。評価対象のステージ形状は、部品を載せるステージの寸法を8×8mmとし、材質はSUS304で、厚さ0.3mmの薄板から切り出すこととした。このステージは寸法0.4mm x 0.2mm x 0.2mmの電子部品(0402)の整列を想定している。

図2はFEMによる固有振動シミュレーションの結果を示している。第5次モード(1876Hz)、第7次モード(3232Hz)に目的の振動が発生することがわかった。

次に、実際にステージを作成し、圧電素子によって振動を与えて実験したところ、第5次モードは1745Hz、第7次モードは3040Hzで発生し、シミュレーションとは多少異なる周波数となったものの、目的の振動を発生させることができた。図3は、ステージ上に電子部品(0402)を載せて整列させた様子を示している。振動数を変えるだけで、電子部品は目標とする位置に移動し、姿勢を整えることができた。

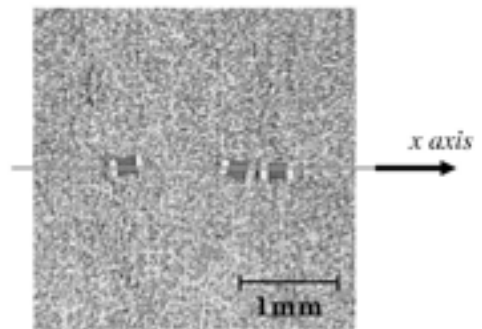


図3. 実機による電子部品の整列

4. まとめ

微小構造物の運動設計手法の確立を目的とした第一段階として、微小部品の位置決め・整列を行うステージの設計方法を提案した。また、シミュレーションおよび実機による実験を通じて、目的とする運動の発生を確認し、部品整列の機能も確認した。このような事例を増やししながら、最終的な目的であるマイクロメカニズム設計手法の確立を目指したい。

*1) 産業技術大学院大学産業技術研究科創造技術専攻

ヒューマンダイナミクスに関する研究 ～全身振動に暴露する人体の動特性とモデル化～

○玉置 元*¹⁾、吉村 卓也*¹⁾

1. はじめに

我々は、自動車乗車時など日々全身振動に暴露している。また、職業ドライバーや重機オペレータといった労働者は、長時間あるいは大きな振動に暴露している。全身振動暴露は腰痛など健康面への影響や、乗り心地など快適性に影響していると考えられるが、その影響は明らかではない。そこで、着座人体への全身振動暴露の影響を明らかにすることを目的に研究を行っている。全身振動の人体影響を考えると、最も基本として人体が構造的に持つ揺れ方を表している振動特性（動特性）がある。この動特性を実験的に把握し、表現可能な人体モデルを構築している。更に、主要な人体への振動入力源はシートであるため、乗り心地などの快適性評価においては人体とシートの連成した動特性が重要と考えられ、人体-シート連成系の動特性を把握する実験を行い、そのモデル化を行っている。

2. 実験方法

加振台上に固定した剛体シートに着座した被験者を加振する。頭部など人体各部の加速度やシート着座面の反力を測定し、シート上の入力加速度で除すことで得られる加速度振動伝達率（伝達率）や駆動点動質量（動質量）といった周波数応答関数を用いて、人体の動特性を把握する。また、背もたれを有する簡易シートや自動車シート着座でも同様の実験を行い、同時にシート各部の加速度を測定し、人体-シート連成系の動特性を把握する。

3. 結果・考察

人体各部には共振があり、例えば頭部は二つの共振（図1）がある。これらを元に脊椎系の動きを表現可能な脊椎系モデル（図2）を構築している。また、低周波域の左右振動入力に対する人体-シート連成モデル（図3）を構築している。また、シートフレームに着目し人体-シート連成の動き（図4）を検討している。

4. まとめ

全身振動に暴露する人体の動特性を把握し、モデル化することにより、暴露する全身振動の評価指標やその限界を明らかにすることができ、また振動暴露と腰痛などの関連を探る手がかりになることが期待できる。さらに、人体-シート連成系の動特性把握とそのモデル化によって、人体の振動特性を考慮したシート設計ができるようになることが期待できる。

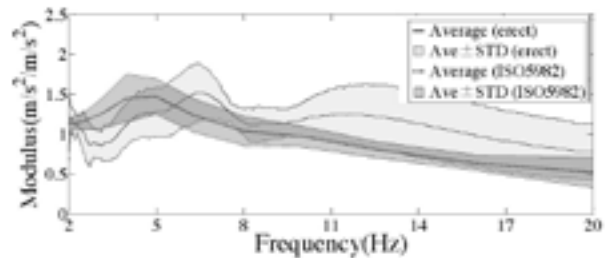


図1. 頭部加速度伝達率（実験値とISOの比較）



図2. 脊椎モデル



図3. 人体-シート連成モデル

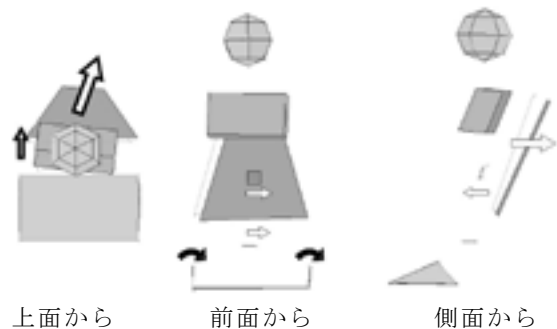


図4. 人体-シート連成モード

*1) 首都大学東京理工学研究科機械工学専攻

6月14日(木)

研修室244

品質強化

高エネルギーX線を集光する多段屈折レンズの性能向上と評価

○河原 大吾*1)

1. はじめに

非破壊検査の高エネルギーかつ高識別化の要求が高まっている。しかし従来のX線技術では高エネルギーX線には発生部位を大きくする必要があり、分解能が低下する。X線は極わずか1より小さな屈折率を持つため、理論上凹面レンズで集光して高分解能観察することができる^[1]。過去に都産技研が行った試作では丸棒へ連続孔加工を施して多段凹面レンズとしていたが、微小加工用工具の剛性の問題から凹面間距離の短縮が困難であり、透過X線量が不足していた。

本研究では、集光する透過X線量の増加を目的として多段凹面レンズを囲う方に改良を行い、性能評価を行った。

2. 実験方法

丸溝加工を施した板材の組み合わせとして、多段凹面レンズを設計した。レンズ材料にはアルミニウムを用いた。厚さ3.1、5.1mm、直径45mmの丸板に3.0、5.0mmの丸溝を施した(図1)。丸溝底における残り板厚は0.1mmとなる。これらを組み合わせて、多段凹面レンズとして用いた。

多段凹面レンズを用いて透過X線量の測定を行い、透過率を銅版および過去に試作したレンズの透過率と比較した。曲率 $R=3.0、5.0$ mmアルミニウムレンズをそれぞれ30、24枚重ねて透過X線量を測定した。

次に、X線エネルギーを変化させて、アルミニウムレンズによる集光効果を調べた。多段凹面レンズを通してX線を用いてレンズ端からいくつかの距離で撮影を行い、感光幅を計測した。

3. 結果・考察

試作した多段凹面レンズについて、これまでの加工法で試作した多段凹面レンズの10~100倍の透過X線量が得られた。また、透過撮影に用いる付加ろ過板との比較では、ほぼ同程度の透過X線量であり透過撮影に十分な量のX線が得られた(図2)。

アルミニウムレンズの集光効果について、100kVより低いエネルギーにおいて、コリメーターのみの場合に比べて感光幅が狭くなり集光が確認された。集光の度合いはX線エネルギーが低いほど高かった(図3)。

4. まとめ

レンズ加工法の改善により透過撮影に必要な量の透過X線量が得られた。また、多段凹面レンズによる集光が確認された。残された課題として、①集光しないX線の低減、②焦点距離の短縮がある。これらに基づいて、実用化に向けた集光度の向上を行いたい。



図1. 丸溝加工を施した板レンズ

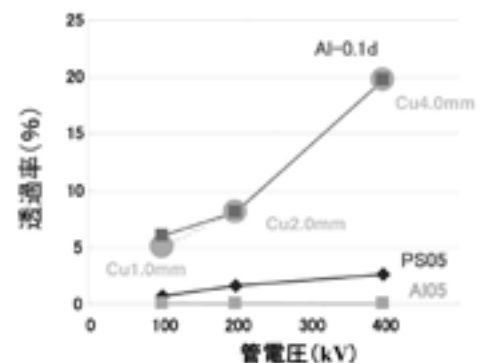


図2. 多段凹面レンズによる集光度評価

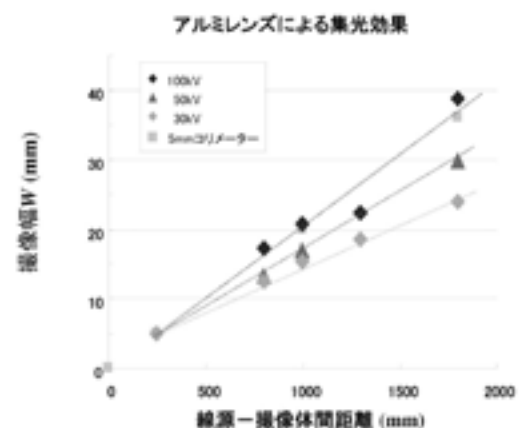


図3. 多段凹面レンズによる集光度評価

参考文献

[1] I.Snigireva, *Appl.Phys.Let.*, vol.74, p. 3924, 1999

*1) バイオ応用技術グループ

三次元座標測定機簡易チェックゲージの開発

○中西 正一*1)、西村 信司*1)、中村 弘史*2)

1. はじめに

三次元座標測定機(以下、CMM)は、機械部品等の三次元形状、寸法や幾何偏差などを測定するために広い分野で利用され、ものづくりにおいて品質評価を行う際に重要な役割を担う測定機である。測定機器は、日々の状態を検査しながら使用することで精度を常に保ち、測定の実験性が確保できる。CMMにおいても同様であり、CMMの日々の状態を短時間で検査するためのゲージ類は、既にいくつかの企業等で開発され販売されているものもある。これらのゲージ類やJIS B 7440-2に準拠した定期検査は、さまざまな誤差要因を排除するため1本のスタイラスまたは1姿勢での寸法検査のみに重点が置かれているが、CMMの測定において測定対象物に合わせてマルチスタイラスまたは複数姿勢による測定を行う場面も多い。そこで、CMMの寸法検査と同時にプロービングシステムの検査を簡易的に短時間で行うことができる日常点検として使用可能な簡易チェックゲージを開発した。

2. 開発した簡易チェックゲージの概要

開発した簡易チェックゲージを図1、仕様を表1に示す。半球状の本体で、シャフトに9個の窒化珪素球を取り付けた構造になっている。半球状の本体材質を超低熱膨張ファインセラミックス、シャフトの材質をステンレスと負の熱膨張係数である炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を組み合わせ、熱膨張を相殺するように配慮したことで、測定環境による結果の補正の必要がない。

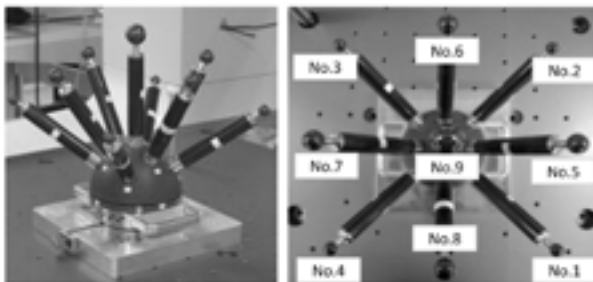


図1. 開発した簡易チェックゲージ

表1. 簡易チェックゲージ仕様

サイズ(W×D×H)	250 mm×250 mm×280 mm
本体材質	ネクセラ(超低熱膨張ファインセラミックス)
本体熱膨張係数	$0 \pm 0.02 \times 10^{-6} / K$
シャフト長さ	130 mm
シャフト材質	炭素繊維強化プラスチック【CFRP】
球材質	窒化けい素
球直径	25.40 mm(中央), 19.05 mm(中央以外)
総重量	約6 kg

3. 結果・考察

今回は、簡易チェックゲージで固定式マルチプロービングシステムのCMMを検査した結果を図2に示す。簡易チェックゲージの9個の球の中心座標値を5本(5方向)のスタイラスで測定し、下向きのスタイラスを参照値として、その他4本のスタイラスの測定結果を比較している。すべてのスタイラスの中心座標値の偏差が $1\mu\text{m}$ 以下であり、固定式マルチプロービングシステムの信頼性、それぞれのスタイラスの相関が確認できる。

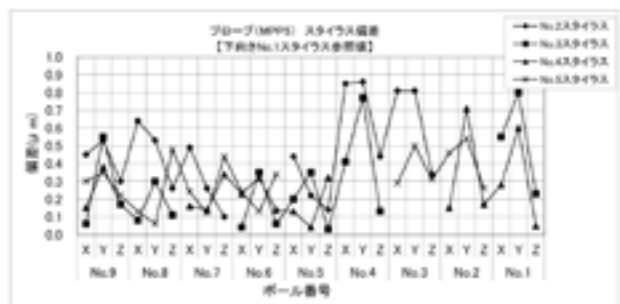


図2. 測定結果

4. まとめ

今後は、回転式プロービングシステムの検査および簡易チェックゲージの経年変化の有無を確認し、実用化に向けて取り組んでいく。

*1) 高度分析開発セクター、*2) 城東支所

測定室の温度環境および三次元測定機の測定精度向上

○中村 弘史*1)

1. はじめに

長さ測定における測定環境の温度は20℃と定められているが、城東支所における温度管理は空調設備に余力がないことや機器利用による人の出入りが頻繁になされることから、20℃に保たれているとは言い難い。高品質な測定を行うためには、温度管理および温度変化の状況を把握しておくことは非常に重要である。そこで、季節や人の出入り等による温度変化を把握するために年間を通じた室内温度環境の測定を行いつつ、測定環境の均一化を目的として空気を強制的に循環させた場合の効果について検討した。また、測定室の温度環境および非測定物の温度が長さ測定に与える影響について評価を行い、温度と測定機器や被測定物の温度慣らし等の必要性について検討した。

2. 検討方法

温度環境については、サーキュレータを複数台設置し、測定室内の空気を強制的に循環させて測定室内の温度が一定になる最適な配置を検討する。測定室内の温度はT&D社製の「おんどとり」TR-71Uを用いて測定した。測定箇所は三次元測定機周辺を中心に配置し、その他に温度制御用センサー付近・測定室外・外気温・壁面温度・空調吹き出し温度等についても測定した。

測定精度については、ブロックゲージ・アルミプレート・ホールプレートをそれぞれ測定し、温度が長さの測定精度に与える影響と補正方法について検討した。また、首振りプローブの姿勢によるロケーションエラーおよびその補正方法について検討した。

3. 結果・考察

サーキュレータによって測定室内の空気を循環させることにより、設置前は平均で20℃±2℃近くあった温度変動が設置後には平均して20℃±0.8℃程度まで低減できた。温度が長さ測定に与える影響については、均一素材で熱膨張率が既知の場合は温度補正機能を用いて補正が可能であることが確認できた。ただし、実際の測定では熱膨張率が不明な場合や、補正用の温度センサーの取り付けが困難な場合も多く、温度補正に頼らず測定環境の温度管理と測定物の温度慣らしの徹底が望ましいことが再確認された。図1に、マスターボールの中心座標をプローブの向きを変えて測定した結果を示す。姿勢を変えると、プローブ間での測定値に大きな誤差が生じていることが確認された。この誤差の補正には、姿勢変更ごとのキャリブレーション実施かスタイラスセンタの使用が考えられるが、どちらの方法も一長一短があり、今後の検討課題となった。

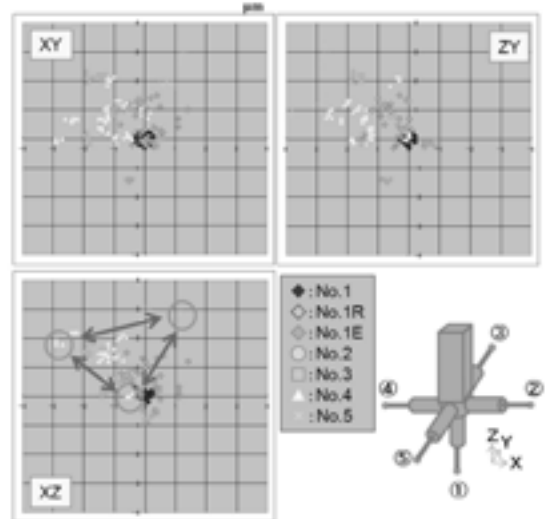


図1. プローブの方向による測定値のばらつき

4. まとめ

今回、測定室の温度環境を大幅に改善することができ、高品質な測定のための環境を整えることができた。今後は、プローブの姿勢による誤差の影響をより簡便な方法で補正可能とするための手法およびマクロプログラムの作成を進めていく。

*1) 城東支所

グロー放電発光分析法による アルミニウム陽極酸化皮膜の厚さ測定

○湯川 泰之*¹⁾、中村 勲*¹⁾

1. はじめに

アルミニウム材料に対する耐摩耗性向上などの高機能付加を目的として、陽極酸化処理(アルマイト)が工業的に広く用いられている。陽極酸化皮膜厚さの測定法として、JISには渦電流法や顕微鏡断面測定法などがあるが、これらの手法では1 μ m以下の薄膜領域の皮膜厚さを簡便に評価することは難しい。グロー放電発光分光分析(GD-OES)は皮膜の表面から内部への深さ方向分析が簡便かつ迅速に行える方法であり、めっきや多層膜の評価等に用いられている。本研究では、陽極酸化皮膜厚さ測定法に関する基礎検討として、GD-OESによる深さ方向分析の適用を検討した。

2. 実験方法

合金元素の異なるアルミニウム材料として、1050(工業用純Al)、2017(主合金元素:Cu)、5052(主合金元素:Mg)を用いた。板厚0.5mmのアルミニウム板にアルカリ脱脂、硝酸によるスマット除去の前処理を行った後、硫酸電解法により、電解時間を変えて陽極酸化処理を行い、皮膜厚さの異なる試験片を作製した。作製条件は、電解液に15 $^{\circ}$ Cの150g/l硫酸溶液(溶存アルミニウム1g/l)を用いて、電流密度1A/dm²の定電流電解とし、皮膜厚さは電解時間で調整した。陽極酸化処理後の封孔処理として、沸騰水中で煮沸した。

電解時間の異なる各試験片について、渦電流法および顕微鏡断面測定法により陽極酸化皮膜の厚さを測定した後、GD-OESによる深さ方向分析を行い、皮膜中の元素分布と皮膜厚さとの関係を調べた。

3. 結果・考察

GD-OESによる陽極酸化皮膜と基板(Al)の界面の検出には、皮膜中の酸素よりも硫黄の分布を基準とする方が界面の検出が容易であることがわかった。

皮膜厚さの異なる陽極酸化皮膜のGD-OES分析における界面の検出時間(硫黄を基準)と皮膜厚さの関係を図1に示す。図に示したように、合金元素をほとんど含まない1050では、直線関係となるのに対して、合金元素を含む2017、5052では、2次の関係となった。この関係によりGD-OESによる深さ方向分析結果から陽極酸化皮膜の厚さを評価できることがわかった。

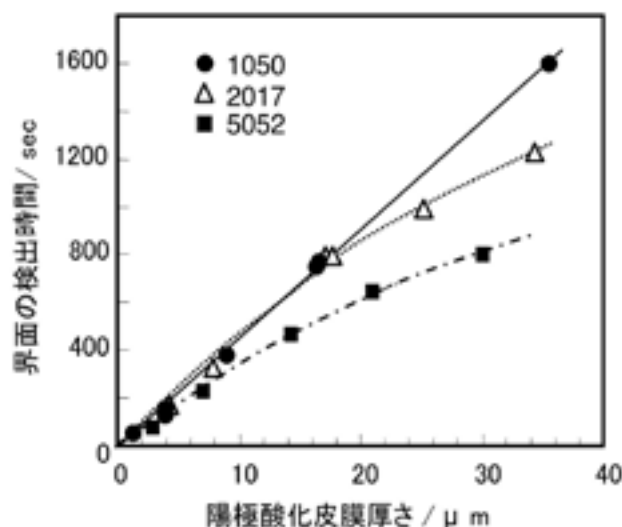


図1. GD-OES分析による界面の検出時間と皮膜厚さの関係

4. まとめ

より薄い膜厚の皮膜や、密度が異なる陽極酸化皮膜への本方法の適用については検討する必要があると考えられるが、GD-OESのアルミニウム陽極酸化皮膜の深さ方向分析結果より、皮膜厚さの評価が可能であることがわかった。

*1) 城南支所

H21.4~H22.3 グロー放電発光分光分析装置によるアルミニウム陽極酸化皮膜の厚さ測定法の検討

プライマーの違いによる難付着金属への塗装効果

○小野澤 明良*1)、神谷 嘉美*1)、村井 まどか*1)、木下 稔夫*1)

1. はじめに

金属塗装において展伸材アルミニウム、アルミダイカスト、ステンレス鋼などの難付着金属材料は付着性が悪く、化成処理やプライマー処理などの下地処理が必要である。中小塗装工場では、化成処理設備の導入が難しいため、プライマー処理が多く行われており、プライマーに関する情報・性能を把握することが重要である。本研究では、市販品エポキシ樹脂系プライマーのタイプ別が難付着金属に対し、一次・二次付着性を解析することで、プライマーの違いおよび金属素地が与える付着性効果を中小企業に提供し、製品開発や品質向上に貢献することを目的とする。

2. 実験方法

難付着金属材料として、ステンレス(SUS304、430)、展伸材アルミニウム(A1050P)、アルミダイカスト(ADC12)を選定し、アセトンで脱脂処理したものを基材とした。次に「平成21年度版塗料商品名集(日本塗料商業組合出版)」を用いて市販品プライマーの調査・解析を行い、6種類(常乾3タイプ、焼付3タイプ)のエポキシ樹脂系プライマーを選定した。バーコーター法で膜厚 $20 \pm 5 \mu\text{m}$ の膜厚を形成させ、試験体とした。その後、プルオフ試験により一次付着性試験を行い、耐湿性試験300時間後の二次付着性試験を行った。さらに長期耐久性による耐食性試験を600時間行い、最大はく離幅の評価をした。一次付着性、二次付着性、最大はく離幅の結果から、塗料商品、硬化形態、金属素材の3項目の塗装因子に着目し、因子解析を行った。

3. 結果・考察

金属素材別で因子解析をした結果、5%有意の結果が得られた(図1)。アルミダイカストは、一次付着性は高いが、二次付着性が低く、長期耐久性が低いことが確認できた。塗料商品種別で因子解析をした結果では、1%有意の結果が得られた(図2)。同じエポキシ樹脂系プライマーでも塗料商品により付着性が異なることが把握できた。また、一次付着性より二次付着性の方が付着性が低いことが確認できた。以上のことから高温高湿下では、水蒸気や酸素などに対する塗膜のバリア性が低下したものと推察される。

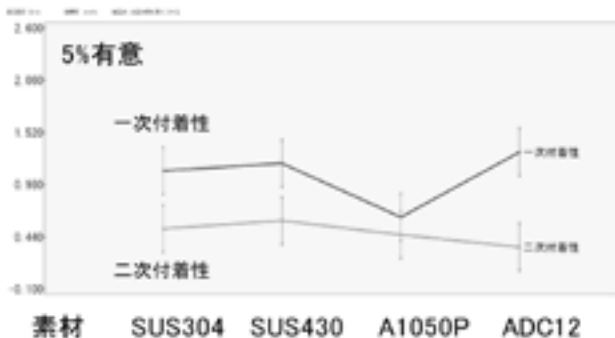


図1. 金属素材が付着性に与える影響

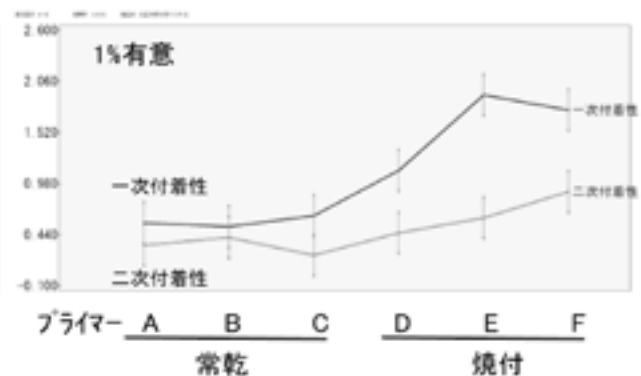


図2. 塗料商品が付着性に与える影響

4. まとめ

一次付着性が高い素材でも、長期耐久性試験により付着性が低下するものがあった。このことから、一次付着性だけでプライマーの性能を解析することは難しく、二次付着性の把握の必要性を見いだした。その他の結果については、当日詳細に説明する予定である。

*1) 表面技術グループ

現場環境における三次元測定機の高度化 - 回転式プロービングシステムの評価 -

○大西 徹*¹⁾、中西 正一*²⁾、高増 潔*³⁾

1. はじめに

現場環境に置かれた三次元測定機のプロービングシステムにおける不確かさ要因として、回転式プロービングシステムによる測定の手指示誤差である、形状誤差、サイズ誤差、位置誤差があり、これらを実評価することは重要である。本報では、回転式プロービングシステムによる測定の手指示誤差である形状誤差、サイズ誤差、位置誤差の影響に関して実験的に評価した。

2. 実験方法

図1に示す回転式プロービングシステムを用いて、5つの姿勢で各プローブ（回転中心からの長さ100mm、スタイラス長さ40mm、先端球4mm）の校正を行ない、それぞれのスタイラスの先端球の球径および中心座標のパラメータの設定を行った。回転式プロービングシステムのP1プローブを用いて測定球（ミットヨ製 Φ 20mm）の頂点と赤道上の4点を含む5点を測定し、その中心座標を原点とする。次に、5つの姿勢で各プローブに対して、JIS B7440-5にしたがい、25点の測定を行い、位置、形状、サイズを実評価することで、位置誤差AL、形状誤差AF、サイズ誤差ASを求めた。回転式プロービングシステムの各プローブを校正するための、校正球（東京精密製 Φ 25.4mm）の位置は測定定盤上の2つの位置（L_{LF}、L_{CC}）に設置し、図2に示すように、それぞれ校正球の位置に対して、表1に示す測定位置に測定球を4つ配置（L₁、L₂、L₃、L₄）した。ここで、校正球の位置がL_{LF}のときL₃は右前と中央の中間の位置とした。

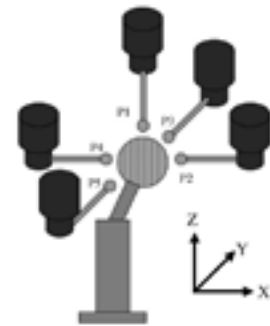


図1. 回転式プロービングシステム

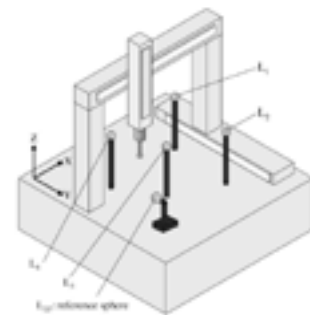


図2. 校正球と測定球との位置関係

3. 結果・考察

表2に2つの校正球の位置と4つの測定球の位置における位置誤差、形状誤差、サイズ誤差の比較を示す。この結果から、校正球と測定球との設置位置に関係なく、サイズ誤差は小さく、最大で0.6μmとなった。このことから、校正球によって、回転式プロービングシステムのパラメータ設定を行うときの、スタイラス先端球の球径測定の誤差が小さいことが確認できた。これに対して位置誤差と形状誤差は、校正球と測定球との位置関係によって変化していることが確認できる。これは、校正球をL_{CC}に設置したときの方が、校正球と4つの測定球との位置関係が近くなり、校正球によって回転式プロービングシステムを校正するときの、校正球の位置の直角誤差と4つの測定球を測定するときの測定位置の直角誤差の差が小さくなるためだと考えられる。

4. まとめ

サイズ誤差については、校正球によって回転式プロービングシステムのパラメータ設定を行うときのスタイラス先端球の球径測定が影響することを確認した。位置誤差と形状誤差については、位置誤差が小さくなれば形状誤差も小さくなると考えられることから、位置誤差について、校正球と測定球の位置関係を検討し、校正球と測定球の位置が近いほうが両方の位置の直角誤差の差が小さくなるため位置誤差が小さくなることを指摘した。

表1. 校正球に対する測定球の位置 mm

	L _{LF} : 左前			L _{CC} : 中央		
L ₁	450	-450	100	250	-150	100
L ₂	450	-50	100	250	250	100
L ₃	130	-130	100	-150	250	100
L ₄	50	-450	100	-150	-150	100

表2. プロービングシステムの指示誤差 μm

	L _{LF} : 左前			L _{CC} : 中央		
	AL	AF	AS	AL	AF	AS
L ₁	3.9	6.2	0.2	2.1	4.1	0
L ₂	3.6	5.3	0	2.4	3.7	0
L ₃	3.5	5.0	0.6	3.2	4.3	0.2
L ₄	2.8	4.2	0.3	3.2	4.5	0

*1) 一般財団法人機械振興協会技術研究所、*2) 高度分析開発セクター、*3) 東京大学工学系研究所

交流電流校正自動化システムの開発

○水野 裕正*1)、遠藤 忠*2)、吉広 和夫*2)

1. はじめに

製品の信頼性や安全性を確保するために、計測のトレーサビリティが重要となっている。電気関連製造業では、基準器であるキャリブレータが定規として使用されている。このキャリブレータの交流電流(1mAレンジから1Aレンジ、周波数20Hzから10kHz)の校正と不確かさ評価を自動で行うシステムを開発したので報告する。

2. 実験方法

交流電流校正システムの構成図を図1に示す。このシステムはUSB-GP-IB インターフェースによる自動校正システムである。

交流電流の校正原理を図2に示す。交流電流の校正はキャリブレータからシャント抵抗器の両端に発生する交流電圧をDMM(デジタルマルチメータ)で測定し、オームの法則により求めた。開発したシャント抵抗器を図3に示す。また、交流電流を校正する時の不確かさ要因を検討し、不確かさ評価を行った。

3. 結果・考察

シャント抵抗器の校正の標準不確かさは1.53ppmであった。交流電流(1mA、10mA、100mAおよび1A)、周波数40Hzの校正値の結果を表1に示す。1mAから1Aまで約40ppmの拡張不確かさで評価できた。また、周波数20Hzでは約90ppm、周波数100Hzと1kHzでは、約50ppm、周波数10kHzでは、約150ppmの拡張不確かさでの校正結果となった。これらはすべてにおいてカタログ仕様よりも数倍よい結果となった。

4. まとめ

交流電流(1mA、10mA、100mAおよび1A)の自動校正および不確かさ評価が可能なシステムの開発ができた。この成果を技術相談や依頼試験の信頼性向上に活用していく。

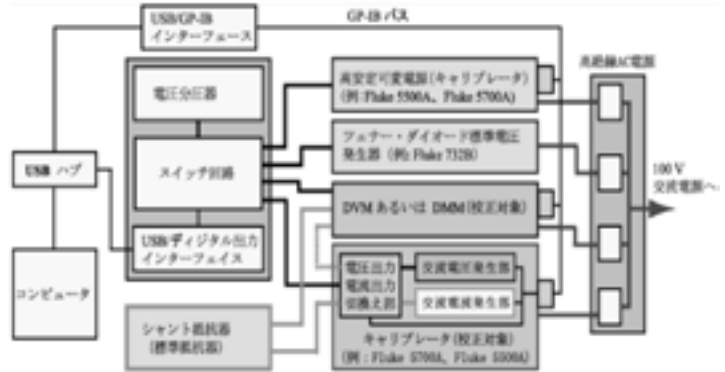


図1. 交流電流校正システム

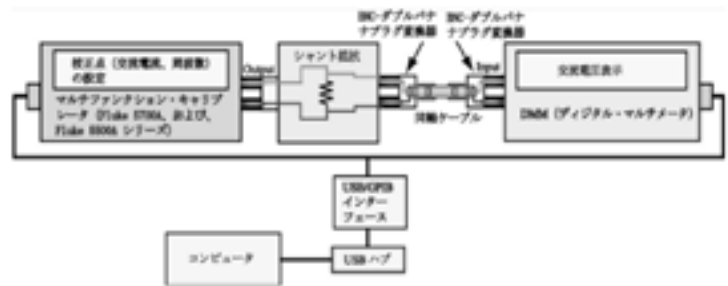


図2. 交流電流の校正原理



図3. 開発したシャント抵抗器

表1. 交流電流(周波数:40Hz)の校正値と拡張不確かさ

交流電流	校正値	拡張不確かさ(ppm)
1 mA	0.999775 mA	36
10 mA	9.99965 mA	33
100 mA	99.9990 mA	35
1 A	0.999928 A	32

*1) 実証試験セクター、*2) MTAジャパン株式会社

フラッシュ法により評価したポリエチレンの熱伝導率とその温度依存性

○山中 寿行*¹⁾、飛澤 泰樹*¹⁾、清水 研一*¹⁾

1. はじめに

フラッシュ法は、試料前面にパルス光を照射して均一に加熱し、背面の温度変化の時間依存性を測定することによって、材料の熱拡散率を測定する方法である。他の測定方法に比べて迅速かつ確からしい結果が得られることから、セラミックス材料ではJISに測定法が規格化され、標準的な熱拡散率測定法となっている。熱伝導率は熱拡散率、密度および比熱容量の積で求められる。プラスチック材料の熱伝導率は、樹脂流動解析に供する材料データとして熔融状態での測定が求められる。熔融状態の測定の容易さではプローブ法が優れているが、プローブ法の測定範囲は低熱伝導率領域に限られ、近年開発が盛んな高熱伝導率樹脂には対応できない。そこで本研究では、高熱拡散率まで測定可能なフラッシュ法によりプラスチック材料の固体および熔融状態の熱拡散率を測定し、プラスチック材料の熱伝導率評価法としてフラッシュ法が有用であることを確認したので報告する。

2. 実験方法

試料として、市販のポリエチレン (PE) シート (厚み0.95mm) を用いた。熱拡散率 a (m^2/s) の測定には、Xeフラッシュアナライザー (LFA447 Nanoflash, ブルカー・エイエックスエス (株)) を用いた。固体状態では単層モデル (図1 (a)) を、 120°C 以上の熔融状態では白金ロジウム容器で熔融試料を密閉した三層モデル (図1 (b)) を適用し、測定および解析を行った。熱伝導率 λ ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) は次式により求めた。

$$\lambda = a \times \rho \times C_p$$

ここで、 ρ は試料密度 (kg/m^3)、 C_p は比熱容量 ($\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$) とした。

3. 結果・考察

図2にPEの λ とその温度依存性を示した。固体状態では、温度の増加に伴い λ は減少した。一方、熔融状態ではほぼ一定の値を示した。プローブ法で測定し、報告されたPEの λ の温度依存性^[1]でも同様の傾向が確認されており、フラッシュ法で評価された λ とよい一致を示した。

4. まとめ

フラッシュ法によるプラスチック材料の熱伝導率評価の可能性を検証した結果、プローブ法によって報告された値とよい一致が得られ、その有用性が示された。

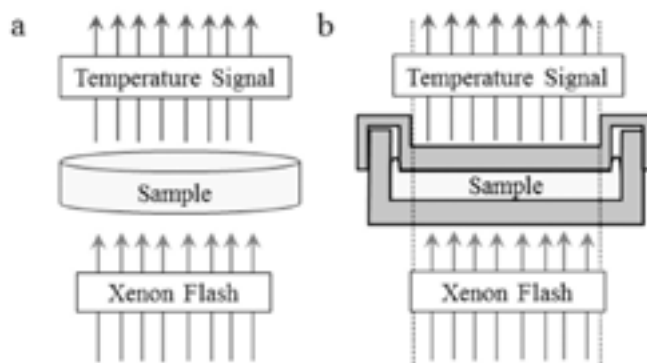


図1. 熱伝導率の測定に使用したモデル
(a) 単層モデル, (b) 三層モデル

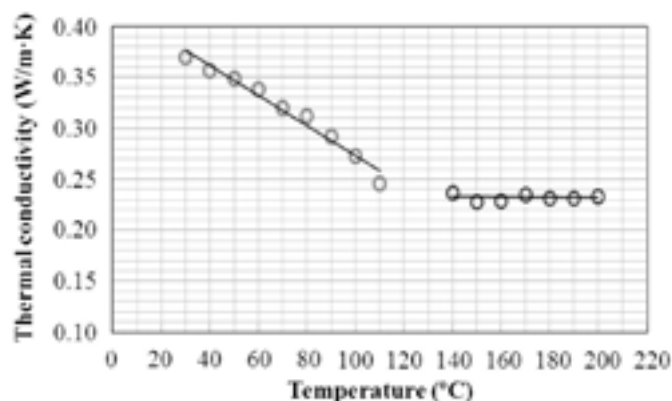


図2. ポリエチレンの熱伝導率温度依存性

参考文献

[1] 菊地時雄, 高橋辰宏, 小山清人, 高分子論文集, 60, p. 7 (2003)

*1) 材料技術グループ

6月15日(金)

研修室241

環境・省エネルギー

色みえを改善したLED照明器具の試作

○岩永 敏秀*¹⁾、中村 広隆*¹⁾、市原 茂*²⁾、山下 利之*²⁾、下川 昭夫*²⁾、石原 正規*²⁾

1. はじめに

近年、高効率・長寿命などの特長を持つLED照明器具が注目を集めている。LEDを照明器具として用いる際には、従来光源と同様に、演色性など照らされた物体の色みえの再現性や良さが求められる。当グループでは首都大学東京との共同研究により、LED照明器具の色みえに関する視感評価実験を行った^[1]。この結果を受け、色みえの改善を行ったLEDの分光分布を導出し、照明器具の試作を行ったので報告する。

2. 実験方法

視感評価実験および主成分分析の結果、評価光源の色みえは、CIECAM02による計算値との相関を示した。図1に、白色LED(青色LED+黄色蛍光体)で演色評価数評価用色票15枚を照らしたときの色差(D65との比較)について、実験値と計算値の比較を示す。この結果から、CIECAM02の色差等を指標にした分光分布設計を行い、その分光分布に基づくLED照明器具を試作した。

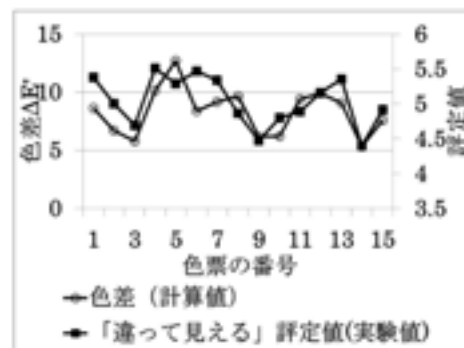


図1. CIECAM02による色差と実験値の比較

3. 結果・考察

試作したLED照明器具は、ダウンライト形LED照明器具(相関色温度:5000K)とし、用いたLEDは①白色LED(黄色+YAG蛍光体)+赤、緑、青色LEDと②白色LED(黄色+YAG蛍光体)+赤、青緑LEDの組み合わせとした。試作品の外観を図2に、設計した分光分布の一つを図3に示す。図4に示すように、市販の高効率LEDに比べて、自然光(D50)との色差が小さく抑えられている(自然光の色みえに近い)。



図2. 試作品の外観

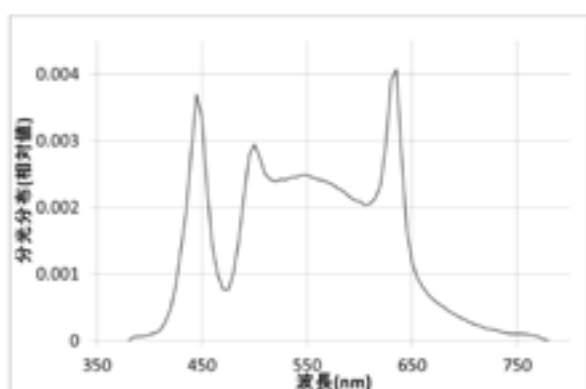


図3. 色みえを改善した分光分布の例

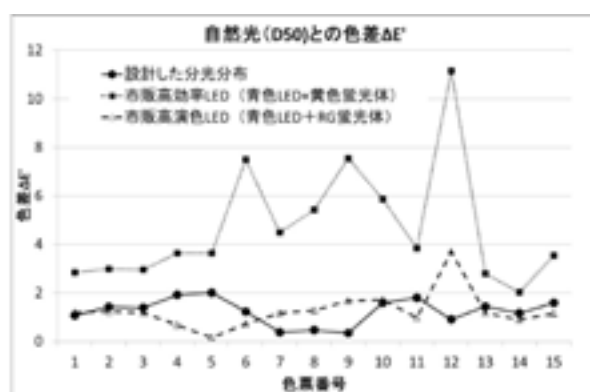


図4. 自然光(D50)との色差の比較

4. まとめ

今後、試作した照明器具の光学特性評価および視感評価実験による色みえ評価を行い、照明器具としての適性を検討する。

参考文献

[1] 岩永ら:「光源の色みえの違いに関する視感評価実験」, 照明学会全国大会講演論文集, p.177(2011)

*1) 光音技術グループ、*2) 首都大学東京

空気噴射プレスによる木質ボードの揮発性有機化合物(VOC)低減化

○瓦田 研介*¹⁾、浜野 智子*¹⁾、水越 厚史*¹⁾、飯田 孝彦*¹⁾、小沼 ルミ*¹⁾、高麗 秀昭*²⁾

1. はじめに

木質ボードの製造工程では、ボイラーなどの熱源や廃ガスを活用して接着剤塗布前の木材チップを乾燥しているため、消費するエネルギーが大きい。そこで、木材チップの乾燥工程を必要としない省エネルギー型の木質ボード製造工程を考えて、空気噴射プレス(以下AIP)を開発した。圧縮空気をボード製造時にマットに噴射することで、未乾燥で高含水率の木材チップの水分を系外に速やかに排出させる機構を考案した。この特徴から、ボード製造中の空気噴射は、製造した木質ボードのVOC放散量に影響を及ぼすことが考えられた。

そこで本研究では、AIPで製造した木質ボードのホルムアルデヒド、アセトアルデヒドおよびVOCの放散性について調べた。また、AIPで木質ボードを製造する際に排出されるVOCについても検討した。

2. 実験方法

ボードメーカーで製造したリサイクルチップを原料とし、30×30×1(目標厚さ)cmの単層ボードを製造した。塩化アンモニウム(硬化触媒)を含むユリア樹脂接着剤および含水率調整用の水をチップに噴霧し、高含水率チップとなるよう目標マット含水率(MMC)を27.5%とした。熱盤温度190℃、プレス圧力2.4MPaで、製造中に圧縮空気を噴射しながらボードを製造した。試作したVOC捕集装置によって製造中に排出されたVOCを捕集して、GC/MSおよび高速液体クロマトグラフィによって分析した。ホルムアルデヒドの測定は、JIS A 1460に準拠してデシケーター法で求めた。

3. 結果・考察

AIPが木質ボードのホルムアルデヒド放散量に及ぼす影響を、図1に示す。プレス時間に依存せず、AIPを用いた方がホルムアルデヒド放散量を低減する効果があることが判明した。さらに、製造工程中で排出されるホルムアルデヒド量を調べたところ、AIPを用いると製造工程中にホルムアルデヒドが装置外により多く排出されたことが判明した。

これらの結果から、接着剤を塗布したチップがAIPで送風された空気に接触すると、接着剤に含まれていたホルムアルデヒドが空気とともにそのままボード外へ排出されたことが原因の一つであると推察された。

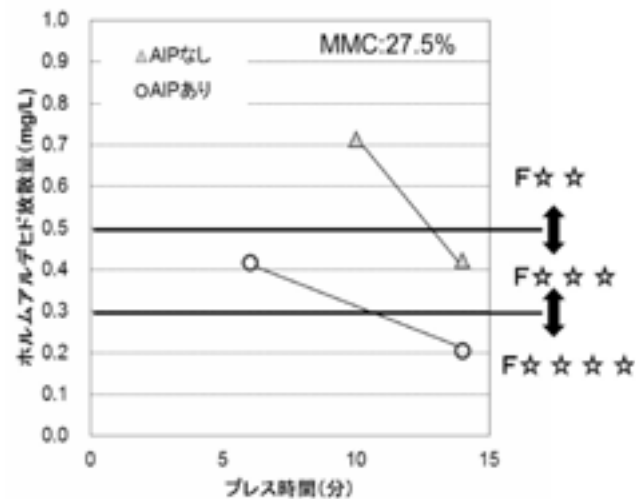


図1. AIPがホルムアルデヒド放散量に及ぼす影響

4. まとめ

木質ボードの製造過程における省エネルギー化を目指してAIPを開発したが、その効果としてAIPで製造した木質ボードのホルムアルデヒドやトルエンなどのVOC放散量を低減できることがわかった。

本研究は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「乾燥工程を省略したボード製造技術の開発」により実施した。

*1) 環境技術グループ、*2) 独立行政法人森林総合研究所

H21.4~H24.3 乾燥工程を省略した木質ボード製造法の開発(提案公募型研究)

磁気分離による環境浄化と資源回収

○三浦 大介*1)

1. はじめに

近年人口増加や新興国等の急激な経済成長に伴う地球規模のさまざまな問題が起きているが、特に水環境の悪化や有価資源の枯渇問題は、最重要課題に挙げられる。これらの課題を解決するために、我々は、磁性吸着剤と高勾配磁気分離による新しい浄水処理と資源回収方法を提案している。ここでは、食料生産に欠かせない有価資源として重要なリン、浄水処理過程で合成される発がん物質トリハロメタン前駆体として知られるフミン酸等の難分解性溶存有機物、さらに近年汚染が拡大傾向にある有害重金属である水銀に着目し、それぞれ効果的な磁性吸着剤の開発と磁気分離システムの検討を行ったので紹介する。

2. 下水処理水中のリン除去と回収

リンに優れた吸着・脱離特性を有する磁性吸着剤ジルコニウムフェライトを用い、リン濃度約1mg/Lの下水処理水中のリンの吸着脱離性能、および磁気分離特性を調査し、下水処理場への磁気分離システムの適用可能性を検討した。図1より該吸着剤は、リン濃度1mg/Lの排水に対し500mg/L投入すれば吸着時間15分ではほぼ100%のリンを除去できることがわかった。また、磁性線フィルターによる磁気分離実験の結果、磁場2Tにおいて流速1m/secの高速分離が達成され、水再生センターへの本システムの適用可能性が示唆された。

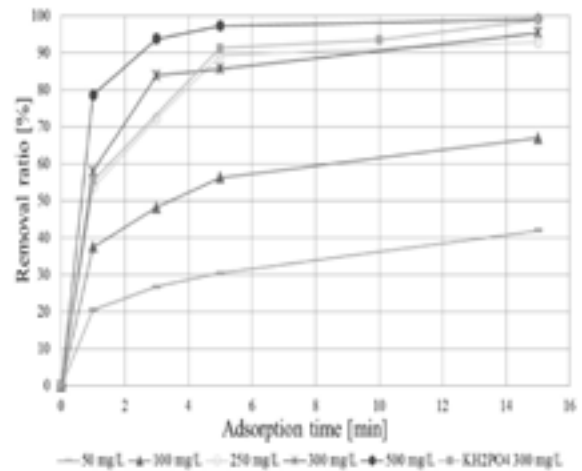


図1. 吸着剤のリン除去率投入量依存性

3. 磁性活性炭によるフミン酸・窒素除去

物理・化学的手法により性質を変化させた活性炭に担磁処理により磁性を持たせた磁性活性炭(MAC)を開発し、水溶液中での難分解性溶存有機物であるフミン酸とアンモニア態窒素の吸着特性、および磁気分離特性を評価した。図2は開発した磁性活性炭のTEM像である。ナノサイズのマグネタイトが微細に分散し、担磁されているのがわかる。フミン酸吸着は細孔をメソ孔にコントロールすることにより、また、アンモニア態窒素は表面に酸化処理を施すことにより、吸着性能が大幅に向上した。

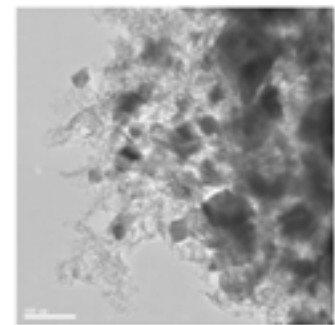


図2. 磁性活性炭のTEM像

4. 磁性活性炭による水銀除去

近年環境中の水銀汚染は拡大傾向にある。ここでは、磁性活性炭と酸性官能基を装飾した磁性活性炭(MAAC)を開発し、その水銀吸着特性と磁気分離特性を調査した。吸着実験の結果を図3に示す。MAC吸着量はLot3で1g当たり最大44.8mgを得た。一方、MAACに関しては、化学吸着特有のラングミュア型吸着等温線に従った。高勾配磁気分離実験の結果、MACの磁化の増加に応じて低磁場での回収効率が増加しており、1Tにおいては18emu/g程度の磁化があれば流速1m/sにおいて磁気分離可能であるとわかった。今後、水銀を選択吸着する官能基の装飾法を検討していく。

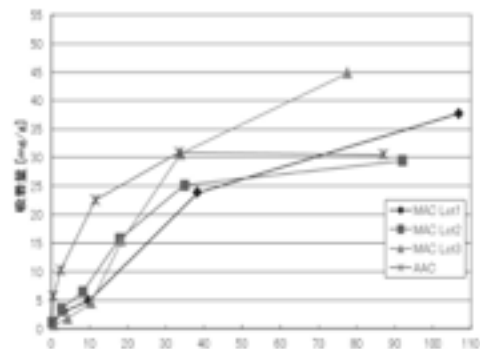


図3. MACとMAACによる水銀吸着量

*1) 首都大学東京理工学研究科

天然素材配合による木質充填複合プラスチックの耐候性向上

○海老原 昇*1)、篠田 清*1)、吉田 浩之*1)

1. はじめに

世界で年間2.45億トン生産されるプラスチックは現代生活に必要不可欠なものとなっているが、近い将来予想される石油資源の枯渇を憂慮すると、バイオマス資源を石油由来のプラスチック代替品として有効利用することが必要となる。草木として蓄えられている資源量は、炭素に換算すると地球上で1.5兆トンに達する。これは石油・石炭の埋蔵量の1/7に相当する。我々はこれまで、千葉県に賦存する地域資源である「サンプスギ」をはじめとする未活用バイオマスを活用した高木質充填複合材の性能向上を図ってきた。しかし、バイオマスの比率を高めることにより耐候性および耐光性（以下「耐候（光）性」と記す）が低下する問題が生じ、用途が制限される理由の一つとなっている。そこで、天然素材の添加による高木質充填複合材の耐候（光）性の向上を目指した研究を実施した。

2. 実験方法

高木質充填複合材として、サンプスギ木部70%、ポリプロピレン（PP）30%を熔融混合して作製したコンパウンドを使用した。添加剤として、千葉県内で製造されている“サンプスギ由来の木炭”、“栃木県産のドロマイト[CaMg(CO₃)₂]”およびPPの耐候（光）性向上に広く使用されている“ヒンダートアミン系光安定剤とベンゾトリアゾール系光安定剤”を使用した。それぞれの添加剤をコンパウンドに添加し、射出成形で作製したJIS K7139の多目的試験片を用いてスーパーキセノンウエザーメーターによる促進暴露試験（降雨無・有、照射強度180W/m²（300-400nm）、200時間）および屋外暴露試験（直接暴露・アンダーグラス暴露、1年間）を実施し、色彩色差および曲げ強度の測定を行った。また、各試料に対して吸水率も測定した。

3. 結果・考察

促進、屋外どちらの暴露試験においても木炭添加試料の色差が最も小さく、木炭添加の効果が認められたが、屋外暴露試験時の効果は促進暴露試験時と比較して小さいものであった。光安定剤添加試料も無添加試料と比較すれば色差が小さいが、木炭添加ほどの効果は認められなかった。また、ドロマイト添加試料は無添加試料よりも色差（ ΔE ）が大きくなった（図1）。

曲げ強度に関しては、炭添加による強度の増加が認められたが、全ての試料で暴露試験による明確な変化は認められなかった。また、耐候（光）性における色差と吸水率に正の相関が認められた。

4. まとめ

高木質充填複合材への木炭の添加によりバイオマス比率を低下させることなく耐候性の向上を確認でき、曲げ強度の低下は認められなかった。また、吸水率試験により、木質複合材料の耐候性のスクリーニングが可能であることが示唆された。今後、耐候（光）性に加え、強度、流動性等の物性も含めて成形用樹脂として最適な木炭混合木質充填プラスチックの作製条件について検討する予定である。

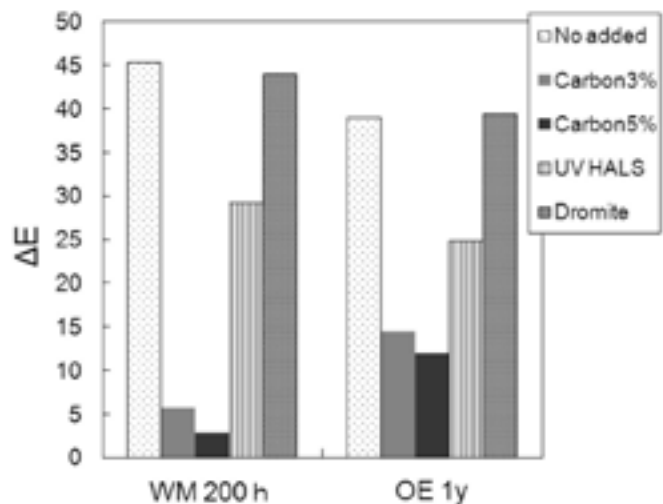


図1. 促進(WM)、屋外(OE)暴露後の色差

*1) 千葉県産業支援技術研究所

バイオマスの高度利用を図るサイクロン燃焼技術の開発

○上島 光浩*¹⁾、井上 徹*¹⁾

1. まえがき

火炎を安定化する手段の一つとして、円筒状燃焼器の側壁に接線方向に取り付けたノズルから燃料を噴出させる旋回流燃焼器^[1]が考えられる。この成果を基に、廃棄物処理法の改善およびCO₂排出削減に向けて、旋回流燃焼器を適応することを検討した^[2]。住宅廃材や森林の間伐材等の木質バイオマスは難燃性材であり化石燃料を利用して焼却されているが、これらの難燃性材を乾燥・粉末化して燃料化できれば、化石燃料の消費を削減でき、かつ熱エネルギーを生産できることになる。本研究においては、廃棄物バイオマスを粉体燃料として利用する実用的な旋回流燃焼器を開発するために、最適な燃焼条件を明らかにする。

2. 実験装置および方法

図1に示す燃焼器は耐火レンガ製の円筒形で、くぼみ部は内径60mm、高さ40mm、出口径が20mmであり、ステンレス製ノズルが4本設置されている。内径2mmのノズルA・Cから保炎のためにプロパン/空気予混合を、内径5mmのノズルDから粉体を混入させた空気を、内径2mmのノズルBから空気のみを供給する。一方、燃料としては平均粒径7 μ mの木炭、平均粒径10 μ mの竹炭を用い、空気流量20L/min、粉体供給量2g/minは一定である。

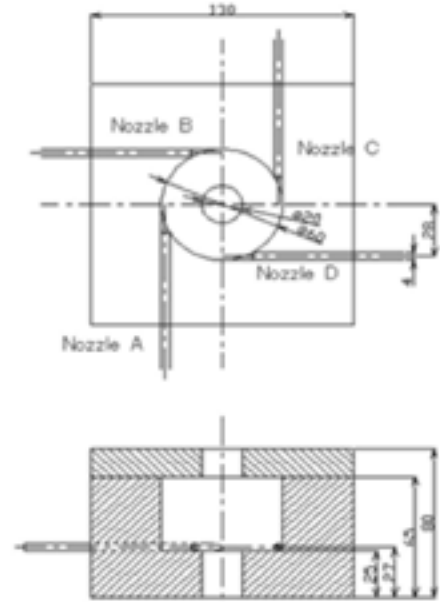


図1. 旋回流燃焼器

3. 実験結果および検討

図2は、プロパンガス濃度を変化させてCO濃度を測定した結果で、横軸 ϕ はパイロット火炎の当量比である。パイロット火炎単体の燃焼範囲は $\phi=0.32\sim 1.25$ であるのに対し、木炭混焼火炎では $\phi=0.32\sim 1.00$ 、特に竹炭混焼火炎では $\phi=0\sim 0.90$ と希薄側の燃焼範囲が広く、バイオマス粉体の自燃が確認できた。

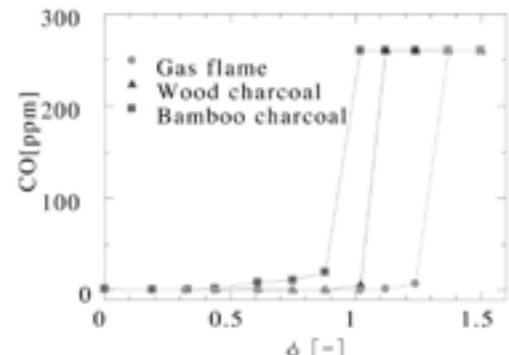


図2. CO濃度分布

図3は、 $\phi=0.50$ 一定で火炎温度 T_f を調べた結果で、粉体火炎はガス火炎に比べて約200 $^{\circ}$ C温度が高く、ガス火炎と同様な火炎温度分布を有することがわかる。

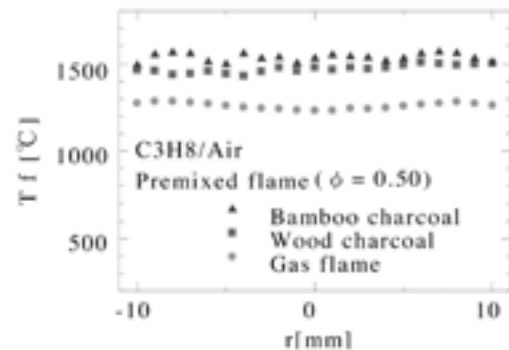


図3. 火炎温度分布

4. まとめ

木質バイオマス粉体の燃焼特性について調べた結果、ガス燃料と同様に空気流中に混入した粉体燃料も旋回流燃焼器を用いると安定した燃焼が可能であり、しかも高温で自燃させることが明らかになった。

参考文献

- [1] 小沼・ほか4名, 機論, 61-584, B, pp. 318-323 (1995)
- [2] 上島・井上, 第49回燃焼シンポ, pp. 508-509 (2011)

*1) 東京都立産業技術高等専門学校

6月15日(金)

研修室242

ものづくり基盤技術

Mg-Al-Zn混合粉の焼結とその焼結体強度

○岩岡 拓*¹⁾、青沼 昌幸*¹⁾

1. はじめに

マグネシウム(Mg)合金の用途としては、その軽量性を活かした電子機器の筐体や自動車等の輸送機器などが挙げられる。最近では、急冷凝固粉やメカニカルアロイ粉を原料粉として、熱間塑性加工などを用いた粉末冶金法による高強度・耐熱マグネシウム合金が研究されている。本研究では、一般的な合金元素粉末のみの混合によるMg-Al-Zn混合粉の成形および焼結に及ぼす各種粉末混合の影響について調べ、マグネシウム焼結合金の作製について検討を行った。

2. 実験方法

各種粉末混合について以下の二つの項目を検討し、Mg焼結体の強度について評価した。①混合粉の影響を検討するために、純Mg粉末(-150 μ m)に純Al粉末(-150 μ m)を混合し、温間成形法(423K)により圧粉体を作製し、673~773 Kの範囲で常圧焼結を行った。②混合法の影響を検討するために、純Mg粉末(-150 μ m)、純Al粉末(-150 μ m)および純Zn粉末(-75 μ m)をAZ91合金相当の組成となるように容器に装填し、遊星ボールミルを用いて250rpmで18~108ksの混合を行った。得られた各混合粉をホットプレスにより焼結した。

3. 結果・考察

図1に示す通り、純MgおよびMg-12%Alは、どちらも温間成形の方が冷間成形に比べて抗折力が大きく、焼結温度の増加に伴い抗折力は増加した。また、873Kで焼結した純Mgと同程度の抗折力をMg-12%Alが得るために要する焼結温度は、純Mgの焼結温度より150K程度低いことが分かった。温間成形による粉末粒子の十分な接触と、MgとAlの共晶反応による液相焼結によって、純Mgより低温度でも焼結が進行したためと考えられる。

図2より、混合時間が108ksで混合粉の平均粒子径が5.6 μ mのとき、0.2%圧縮耐力は546MPaを示し、AZ91合金のおよそ3.6倍まで向上することがわかった。XRDおよびマイクロ組織観察の結果から、混合によりAlがMg中に過飽和に固溶し、その後、焼結することで微細なMg₁₇Al₁₂相が析出したためと考えられる。一方、AZ91合金と比較して、延性が乏しく、塑性変形領域は減少した。この理由として、混合の加工ひずみの蓄積による硬化や、焼結体に内在する酸化物の影響が考えられる。

4. まとめ

Mg焼結体の抗折力や圧縮耐力は、一般的な合金元素粉末の混合による合金化や、ボールミル混合による焼結組織の制御を行うことで、向上させることができた。また、焼結体に残存した酸化皮膜を分解あるいは除去することで、さらに強度特性が改善される可能性が示された。

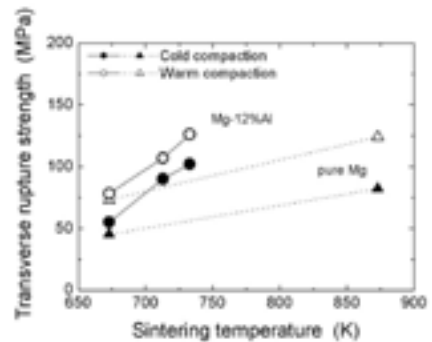


図1. 純MgおよびMg-12%Alの焼結体の抗折力に及ぼす焼結温度の影響

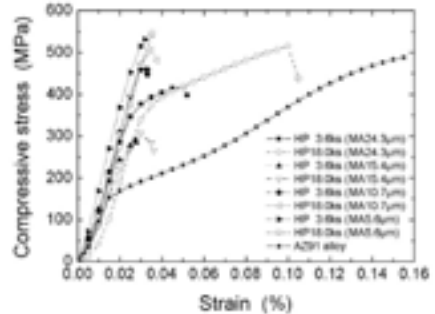


図2. Mg-Al-Zn焼結体の圧縮応力-歪曲線に及ぼす混合粉の平均粒子径の影響

*1) 機械技術グループ

市販高強度マグネシウム合金の異材摩擦攪拌接合性と 接合界面微細構造

○青沼 昌幸*¹⁾、岩岡 拓*¹⁾、寺西 義一*²⁾、森河 和雄*³⁾

1. はじめに

摩擦攪拌接合法(FSW)は、接合部材の突合せ面に接合ツールを挿入し、併進させて接合を行う固相接合法である。主成分が溶融状態で二相分離する異種金属の摩擦攪拌接合において、母材に含まれる合金元素が接合界面の組織形態および微細構造に影響を及ぼし、これらが変化することにより、接合強さに影響を及ぼすことが考えられる。本研究では、工業用純チタンを、高強度マグネシウム合金のZK60合金と摩擦攪拌接合し、母材組成と母材を構成する相が、接合性と異種金属接合界面の組織形態およびその微細構造に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験方法

供試材には、市販の工業用純チタン(以下、CP-Tiと表記)、Mg-6%Zn-0.6%ZrのZK60マグネシウム合金(以下、ZK60と表記)、および比較用に99.5%Mgの純マグネシウム(以下、Mgと表記)を用いた。供試材の厚さは2mmとし、前進側にCP-Ti、後退側にZK60を配置。ツール回転数850rpm、接合速度50mm、ツール荷重800kgfという条件で、ZK60側にツール挿入位置をオフセットして、主にZK60を攪拌して接合した。接合後、接合部断面の光学顕微鏡による組織観察、走査型電子顕微鏡(SEM)および透過型電子顕微鏡(TEM)による接合界面の観察、エネルギー分散型X線分光分析器(EDS)による分析を行い、TEMを用いた電子線回折により接合界面の微細構造について検討した。

3. 結果・考察

CP-TiとZK60およびMgとのFSWによる接合体の作製は可能であり、これらの接合界面の組織形態と微細構造について検討を行った。図1にCP-TiとZK60との接合界面のSEM像と特性X線像を示す。接合界面では、ZnおよびZrの濃化層が認められた。この濃化層の特性X線によるZnおよびZrの検出強度は、分析位置によりばらつきが見られた。合金元素の濃化が明瞭に認められた位置において、TEM-EDSによる線分析を行い、元素分布について検討を行った。その結果、接合界面のCP-Ti側にはZnの濃化層が存在し、そこからZK60攪拌部側にZnおよびZrの濃化層が認められた。また、TEMによる電子線回折図形から、この層はTi-Zn系金属間化合物により構成されていることが判明し、これらの層の制御により、従来よりも高強度な接合界面を創製できる可能性が示された。

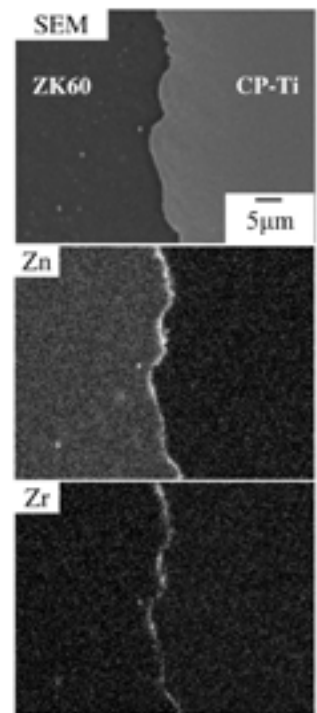


図1. 接合界面のSEM像とEDSによる特性X線像

4. まとめ

ZK60とCP-TiはTi-Zn系金属間化合物層を介して接合がなされており、これらの接合界面の微細構造を制御することで、高強度接合体を得られる可能性が示された。

※本研究は、大阪大学接合科学研究所共同研究プログラムの利用により実施した。

*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

超微小押し込み硬さ試験における試料の固定方法の検討

○陸井 史子*1)

1. はじめに

超微小押し込み硬さ試験は、比較的新しい試験法で、非常に小さい荷重をかけてnm単位で変位を計測し、荷重-変位曲線が得られる。従来の硬さ試験には適さないガラスなども測定が可能であるが、既存の試験規格はガラスの評価に向いておらず、試験法自体もあまり活用されていない。また、測定環境や測定条件の影響を受けやすく、特に固定の影響は測定データから判断できない場合があり、注意が必要である。そこで、ガラスの硬さ評価に適した測定条件の検討の一つとして、固定方法について検討した。

2. 実験方法

試験の規格のISO 14577とJIS Z2255には具体的な固定方法の記述はないが、瞬間接着剤やワックスでの固定を紹介されることが多い。しかし、試料の再利用や試料を頻繁に交換したいときにはあまり適さない。そこで、スライドガラスを試料とし、表1のような試料の回収が容易な方法や瞬間接着剤で固定をした。

表1. 固定方法

固定方法の名称	試料台への固定方法
F	固定せず(試料を置くだけ)
C	セロハンテープで試料の上から両端を留める
D1	両面テープで試料の一端を留める
D2	両面テープで試料の両端を留める
D3	両面テープで試料の中央を留める
W	修正液を試料の裏面に塗る
A	瞬間接着剤が試料の中央で広がるように留める

ダイヤモンド製三角すい圧子(バーコビッチ圧子)を用いて、荷重0.196mN~49.0mNで、試料中央の13箇所(1mm間隔)、各箇所2~5点(各点間の距離は20μmから50μm)の測定を行った。また、方法Aについては、接着剤の真上である試料中央と、接着剤が届いていない外れた位置とで、同様の測定を行った。

3. 結果・考察

表2に、各固定方法での荷重保持後の変位量 h_2 の平均値と標準偏差を示す。方法Aは標準偏差が小さく、安定した測定ができた。また、方法W、D3、D2も、標準偏差が小さく平均値も同程度であることから、利用可能なことがわかった。ただし、AおよびW<D3<D2の傾向があり比較の際は同じ固定方法にする必要があることもわかった。

表2. 固定方法の違いによる変位量 h_2 の相違

固定方法	1.96mN		9.8mN		4.9mN		0.98mN		測定点数(N)
	h_2 平均値 /μm	標準偏差 /μm	h_2 平均値 /μm	標準偏差 /μm	h_2 平均値 /μm	標準偏差 /μm	h_2 平均値 /μm	標準偏差 /μm	
F-1	498.8	12.847	328.6	6.850	216.7	3.842	80.44	0.708	N=2
F-2	730.4	176.253	477.5	161.870	311.5	104.492	90.13	9.489	N=5
C	527.8	49.500	341.1	26.399	222.8	11.997	80.61	2.183	N=5
D1	504.0	27.868	330.9	13.934	217.2	6.773	80.11	1.456	N=5
D2	443.3	3.329	305.7	3.014	210.8	2.590	86.12	1.250	N=3
D3	438.6	2.068	303.3	1.029	209.8	1.299	86.16	1.150	N=3
W	432.1	2.973	296.0	2.419	203.5	2.780	83.69	1.620	N=5
A	435.3	1.390	303.3	0.531	209.8	0.635	86.95	0.890	N=3

また、表3は、方法Aの接着剤の真上と外れた位置での測定結果である。外れた位置では、標準偏差が大きく平均値も高いことから、接着剤の届かない位置での測定は不適切であることがわかった。

表3. 測定位置による影響

測定位置	20mN		10mN		5mN		1mN		測定点数(N)
	h_2 平均値 /μm	標準偏差 /μm	h_2 平均値 /μm	標準偏差 /μm	h_2 平均値 /μm	標準偏差 /μm	h_2 平均値 /μm	標準偏差 /μm	
真上	425.1	0.814	290.5	0.772	196.4	0.680	73.13	0.634	N=5
外れた位置	435.0	6.759	294.6	3.581	198.0	1.786	73.05	0.666	N=5

これらの結果から、変位量に与える影響として、固定材料の変形に比べ、試料が試料台との隙間を上下に動く影響の方が大きいことがわかった。

4. まとめ

固定方法を含むさまざまな影響を明確化することで、試験結果の信頼性が向上し、評価方法として企業間の取引などに活用できるようになると考える。今後、固定方法以外に実施した試料の作製条件の検証なども行い、新しいガラスの評価方法として提案を進めていく。

*1) 経営企画室

有機化合物用一方向凝固装置の作製とその検証

○西村 信司*1)

1. はじめに

鑄造製品の機械的特性や機能は、その金属種と凝固組織に起因する。高付加価値材料は、その特性を最大限に生かすために、凝固組織制御手法として一方向凝固を採用している例が多い。これら機能や機械的特性に影響を与える凝固組織は、固体・液体界面の近傍で決定される。このため、一方向凝固における凝固組織制御の高精度化には、固体・液体界面近傍を詳細に検討することが必要となる。しかし、実用金属では、組織制御した結果が生産にフィードバックし易い反面、融点が高く、光を透過しないため、凝固中の固体・液体界面をその場観察(動的観察)をすることが困難である。そこで、凝固組織の成長過程の動的観察が容易であり、また凝固特性量の測定を直接的に行うことができる有機化合物を対象とした一方向凝固装置を作製した。

2. 作製した一方向凝固装置の概要

開発した凝固装置の模式図を図1、主な仕様を表1に示す。装置は融解部、凝固部、駆動部、観察部からなり、試料を封入したセルを融解部から凝固部へ移動させることにより、一方向凝固を実現する。また、融解部と凝固部の間には10mm程度の間隙があり、凝固中の界面を観察部にてその場観察することができる。

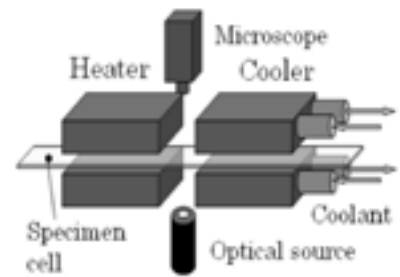


図1. 一方向凝固装置模式図

表1. 構成要素の主な仕様

融解部	最高温度 200℃	熱源:ラバーヒーター	プログラム温調計によるPID制御
凝固部	最低温度 -25℃	熱源:ペルチェ素子	冷却液を循環させることにより氷点下を実現
駆動部	最低速度 0.5μ m/sec	駆動形式:ステッピングモータによるステップ制御	
観察部	最小倍率 等倍	透過型顕微鏡	
	最大倍率 144倍		

3. 結果

実験では、サクシノニトリル(SCN)-1mol%アセトン有機物凝固試料として一方向凝固実験を行った。SCNは凝固中の組織形態が金属と似ており、固相液相ともに光を透過することから、その場観察しやすい利点がある。凝固中の組織観察写真を図2に示す。

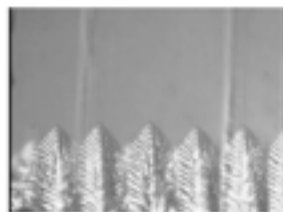


図2. 凝固組織写真

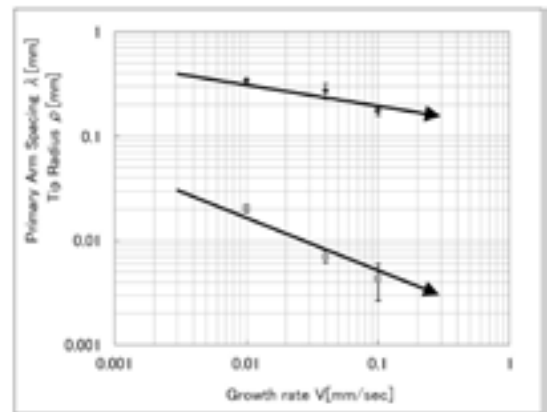


図3. 測定結果

上記試料を用いて、界面前方の温度勾配を $1.8 \pm 0.2 \text{ K/mm}$ とし、凝固速度を変化させて実験を行った。凝固速度に対する1次アーム間隔 λ_1 と先端曲率半径 ρ をまとめたものを図3に示す。クルツらの報告によればデンドライト成長中において、 $\rho \propto V^{-1/2}$ 、 $\lambda_1 \propto V^{-1/4}$ であり、図中の矢印はこれらを示したものである。

4. まとめ

有機物用一方向凝固装置の作製し、以前の報告との一致性を確認できた。今後は、本装置を用いて凝固組織制御の高精度化に取り組む。

*1) 高度分析開発セクター

集合組織制御による軽量マグネシウム合金板の塑性加工性向上技術

○北 蘭 幸一*1)

1. はじめに

マグネシウム合金へのアルミニウムの添加は、強度と耐食性の向上に効果的であるが、添加量が多すぎると延性が著しく低下する。そのため、添加量の少ないMg-3Al-1Zn(AZ31)合金は展伸用、添加量の多いMg-9Al-1Zn(AZ91)合金は、鑄造・ダイカスト用と分類されていた。しかしながら、多くの利用実績があり、耐食性に優れたAZ91合金にAZ31合金と同等の延性を与えることができれば、マグネシウム合金にとって非常に画期的である。

マグネシウム合金の延性向上には、集合組織制御が重要である。強ひずみ加工を施すことにより、一般的な圧延や押し出し加工とは異なる集合組織が形成され、AZ31合金において50%程度の伸びが得られることが報告されているが、もともと延性の乏しいAZ91合金に強ひずみ加工を適用することは難しい。

最近、チタン粒子の分散によるマグネシウムの延性向上法が考案された。結晶粒界に存在するチタン粒子の塑性変形により、応力集中が緩和されたと考えられる。本研究では、繰り返し拡散接合法によりAZ91合金板からチタン粒子分散AZ91合金板を作製し、その機械的特性を評価した。

2. 実験方法

市販のAZ91マグネシウム合金から厚さ2mmの正方形板を切りだした。これらを積層し、界面にチタン粒子を挿入した。積層板を電気炉で400℃に加熱し、拡散接合した。接合した板を4枚に切断・積層し、同じ条件で拡散接合した。

3. 結果・考察

応力-ひずみ曲線を図1に示す。繰り返し拡散接合により、引張強度、伸びが著しく増加した。一方、チタン粒子添加量0mass%と4.8mass%の機械的特性に違いがないことから、チタン粒子の添加はあまり機械的特性に影響を与えなかった。

今回の結果を過去のAZ91合金の研究結果と比較したものを図2に示す。粉末冶金(PM)により作製されたAZ91合金の伸びは、約5%と極めて低い。ECAEやECAPにより強ひずみ加工されたAZ91合金の伸びは、やや高い。本研究で開発したAZ91合金板(斜線)は、引張強度が約300MPa、伸びは30%を超えており、既存の材料に比べて、特に成形性に優れた特性を示していた。

4. まとめ

AZ91合金板に繰り返し拡散接合処理を施すことにより、30%以上の伸びを有するまでに機械的特性を改善することができた。これは特殊な集合組織が形成されたためと考えられる。このプロセスは板材を対象としているため、従来の組織制御法に比べても応用範囲が広く、マグネシウム合金板の室温成形を実現する第一歩になるであろう。

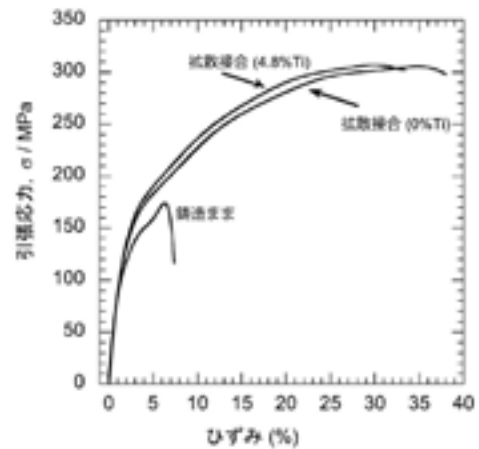


図1. 室温引張試験によって得られた応力-ひずみ曲線

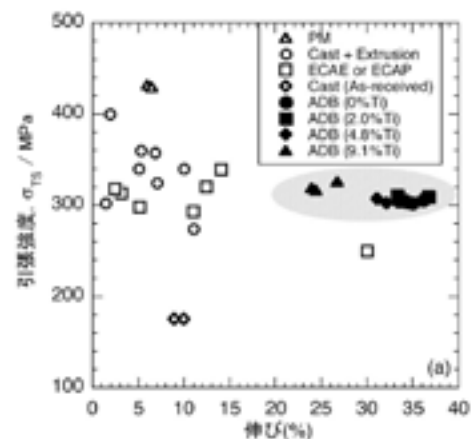


図2. 異なるプロセスで作製されたAZ91合金の引張強度と伸びの関係

*1) 首都大学東京大学院システムデザイン研究科航空宇宙システム工学域

染色布への新規プリーツ加工

○武田 浩司*¹⁾、木村 千明*²⁾、小林 研悟*¹⁾、原 めぐみ*³⁾

1. はじめに

プリーツ加工とは、編織物へヒダ(折り目・プリーツ)を付ける加工のことで、スカートやブラウス等の製品に多く行われている。近年、プリーツ加工に適していない天然繊維、特に優れた風合いや光沢をもつ絹織物へのプリーツ加工の要望が高まっている。絹織物への従来のプリーツ加工では、織物の硬化やプリーツ性の低さといった問題があり、有効な加工法がなかった。昨年度の研究において、尿素を用いたプリーツ加工を開発し、絹織物本来の柔らかさと高いプリーツ性の両立を可能とした。検討は白生地のみであった。

消費者が繊維製品を選ぶ基準の一つとして色が挙げられる。新規プリーツ加工法を製品製造に活用するためには、染色布への加工が望まれる。新規プリーツ加工の工程には、水的作用を受ける工程が含まれるため、染色布の変退色が生じる可能性がある。本研究では、各種染料、薬剤を用いて作製した染色布に新規プリーツ加工を施し、染色布の変退色を調査した。

2. 実験方法

絹羽二重(14匁)を酸性染料のミーリングタイプと金属錯塩タイプで染色した。色数は赤、青、黄の三原色と黒の4色である。濃度は各色2水準とし、三原色は0.2%と2%、黒は0.5%と5%とした。

また、色止め剤としてシルクフィックス3Aを用いた。作製した染色布に新規プリーツ加工を施し、加工前後の色差を算出した。

3. 結果・考察

染色布の新規プリーツ加工前後色差を図1に示す。全体的に小さな値を示した。ミーリングタイプの黄と赤を用いて作製した染色布は、色差が比較的高い値を示した。色止め処理が施された染色布の新規プリーツ加工前後色差を図2に示す。ミーリングタイプの黄を用いて作製した染色布の色差が色止め処理により小さくなることを確認した。それ以外の染料を用いて作製した染色布については、大きな効果は確認できなかった。

4. まとめ

染色布に新規プリーツ加工を施しても、大きな変退色はしないことを確認した。また、染料の種類によっては、色止め処理により変退色が抑制されることを確認した。染色布への新規プリーツ加工は可能であり、製品製造に活用できると考えられる。

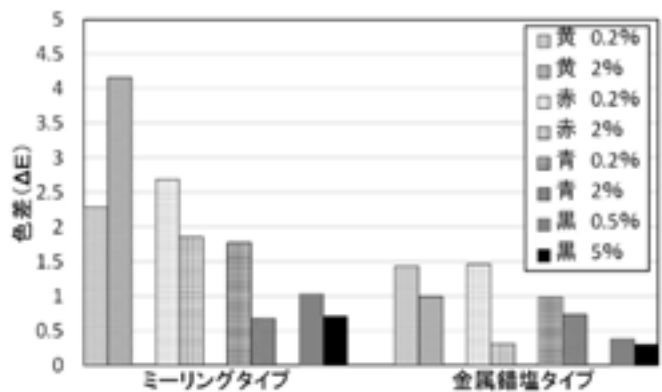


図1. 染色布の新規プリーツ加工前後色差

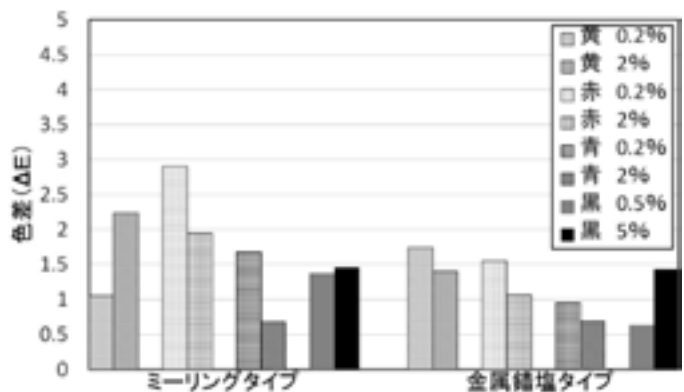


図2. 色止め処理をした染色布の新規プリーツ加工前後色差

*1) 繊維・化学グループ、*2) 墨田支所、*3) 元繊維・化学グループ

静音かつ会話がしやすい医療用呼吸保護具の開発

○服部 遊*¹⁾、神田 浩一*¹⁾、西沢 啓子*¹⁾、大久保 富彦*²⁾、熊谷 慎介*³⁾

1. はじめに

医療関係者を感染症から守る防護性の高い保護具として、電動ファン付き呼吸用保護具(Powered Air Purifying Respirator:以下PAPR)が使用されている。しかし、従来の製品は電動ファンの動作音がうるさいため、会話や聴診ができず、医療行為に支障をきたしている。そこで本研究では、静音かつ会話がしやすいPAPRの開発を行った。

2. 実験方法

既存PAPRの音響分析を行った結果、以下の問題点が明確になった。

- ①電動ファンの騒音が大きい(70dB以上)。
- ②フードにより外部からの音声が減衰する。
- ③ファンから伝わる騒音がフード内にこもる。

問題点①の対策としてファンユニットの静音化を行い、約10dBの低減に成功したが、問題点②や③の要因も大きく、快適な会話までには至らなかった。また静音ファンユニットの製品化には、高額な金型作製費が必要になるという問題があった。そこで、安価かつ既存のファンユニットを使用しても低騒音かつ快適な音声聴取が可能なフードの開発を行い、次の2点を特徴とするPAPR用フードを作製した(図1)。

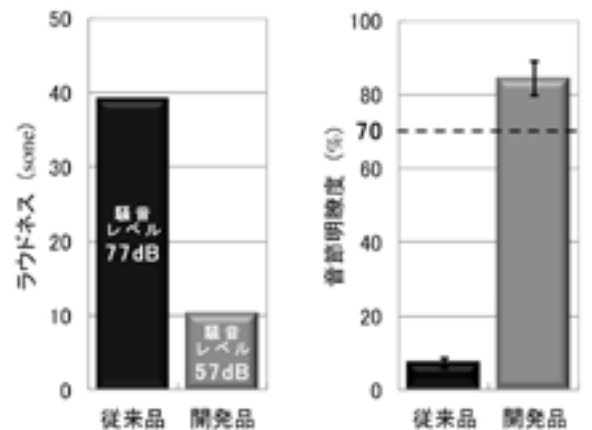
- ・音声透過性の良さと防護性能を両立した生地を調査・採用した。
- ・フード内部に防音膜を形成し、ファンの騒音や風切音が直接耳元に届かない構造を開発した(特許出願)。



図1. 開発したPAPR用フード

3. 結果・考察

ダミーヘッドにPAPRを装着し、外耳道入口に設置されたマイクで騒音を計測した結果を図2(a)に示す。開発品の騒音の大きさは、従来品に比べて騒音レベルが20dB低減し、人が感じる音の大きさ(ラウドネス)を約1/4に低減させることに成功した。次に、57-S語表による語音弁別能試験により、声の聞こえやすさ評価した結果を図2(b)に示す。開発品は、日常会話が可能な指標である音節明瞭度70%を大きく超える結果が得られた。以上の結果より、開発品は静音かつ快適に会話が可能であることを確認した。



(a) 騒音の大きさ (b) 声の聞こえやすさ

図2. 医療現場で使用されていた従来品と開発品との比較

4. まとめ

フードの生地素材と構造を改善することにより、低騒音かつ快適に会話が可能な製品に仕上げることができた。医療従事者の試着評価でも「声が聴き取りやすい」、「軽い」、「圧迫感が無い」などの好評価をいただいた。また、開発したフードの構造は単純であるため、製造コストを抑えることができる点も利点である。

*1) 光音技術グループ、*2) 実証試験セクター、*3) アゼアス株式会社

高アスペクト比微細深穴加工に関する研究

○南部 洋平*1)、落合 一裕*1)、江原 和樹*2)

1. はじめに

化学プラントの造粒装置には、多数の穴が加工された造粒プレートが用いられている。穴径は直径約0.5mmであるが、今後さらなる微細深穴化が必要とされている。そこで、造粒プレートの材料であるステンレス (SUS316L) に対し、直径0.3mm、深さ6mm (アスペクト比L/D=20) の微細深穴を加工時間75秒以内、工具寿命500穴以上で加工することを目標に検討を行った。

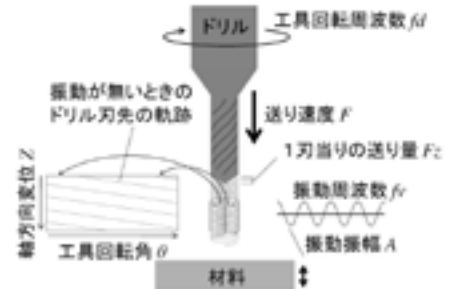


図1. 切りくず発生モデル

2. 実験方法

工具軸方向へ低周波振動を付加することを検討した。まず、低周波振動付加による切りくず発生モデル (図1) から、刃先の軸方向変位・速度 (図2) を求めた。続いて、振動条件を評価する指標として、下記のような比率を提案した。

切削時間比率 R_c = 実切削時間 / 全加工時間

正速度時間比率 R_p = 正速度時間 / 実切削時間

R_c が小さい振動条件ほど切りくず処理性および刃先冷却性が向上し、 R_p が大きい振動条件ほど平均切削抵抗が低減することが期待できる。

これらの比率は周波数比 (振動周波数 / 工具回転周波数) と振幅比 (振動振幅 / 1刃当りの送り量) の組み合わせに対して1つの値に決まることから、図3・図4のようにマッピングをすることができる。

R_c が小さく R_p が大きい振動条件を選択し、振動を付加しながら直径0.3mm深さ6mmの微細深穴加工を行った。このときの切りくず形状、刃先摩耗、切削動力、工具寿命を評価した。

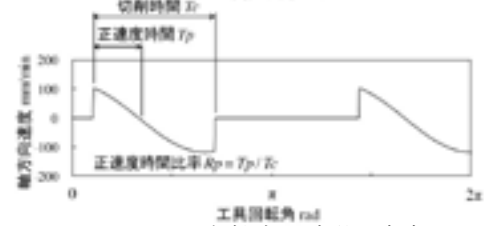
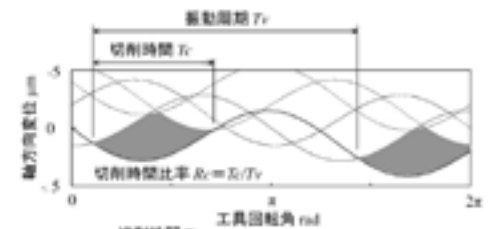


図2. 刃先軸方向変位・速度

3. 結果・考察

切りくず形状を図5に示す。振動を付加することで切りくずが細分化されて処理性が向上した。また、切削動力を図6に示す。振動を付加することで、切削動力が大幅に低減し、工具寿命も増加した。

4. まとめ

微細深穴加工において、低周波振動を工具軸方向に付加することを検討した。最適な振動条件を選択するため、切削時間比率 R_c および正速度時間比率 R_p を提案し、指標のマッピングを行った。これらのマップから最適な振動条件を選択することで、平均切削動力や刃先摩耗を低減させ、工具の長寿命化を図ることができた。

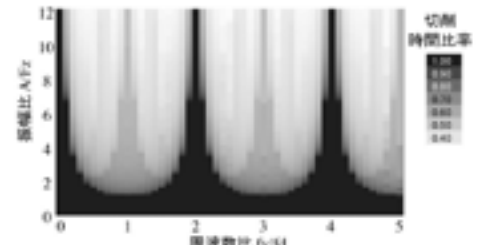


図3. 切削時間比率マップ

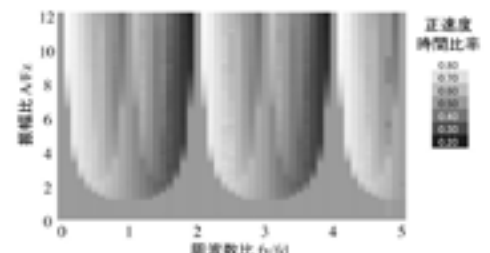


図4. 正速度時間比率マップ

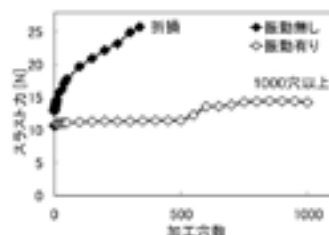


図6. 切削動力

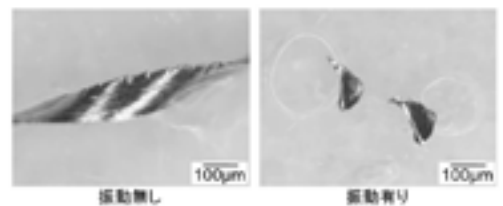


図5. 切りくず形状

*1) 埼玉県産業技術総合センター、*2) 日本ノズル精機株式会社

ワイヤけん引式球面モータの研究

○本田 智*1)

1. はじめに

近年、ロボットは産業用ロボット以外にも、アミューズメントロボットや介護ロボットなどさまざまな分野への応用が模索されている。そして、これらのロボットでは、各関節がしなやかに、そして多方向に曲がり、かつ、その位置・姿勢決め精度が高く、高速に運動できる関節アクチュエータの開発が求められている。本研究では、球体に4本のワイヤを取付け、そのワイヤをけん引／送り出すことで3軸方向に回転できる、球面モータを開発したので、その構造と動作および性能について報告する。

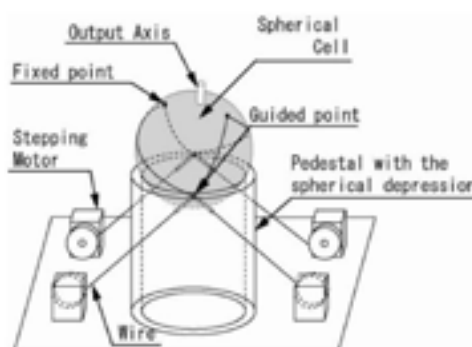


図1. ワイヤけん引式球面モータの構造

2. 研究概要

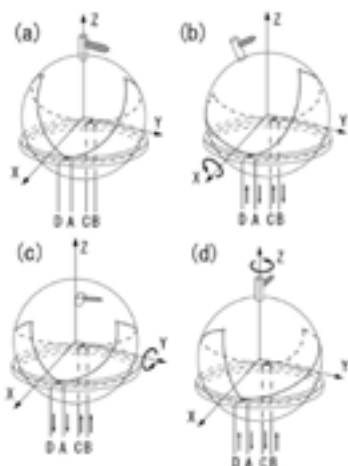


図2. ワイヤのけん引と球面モータの運動

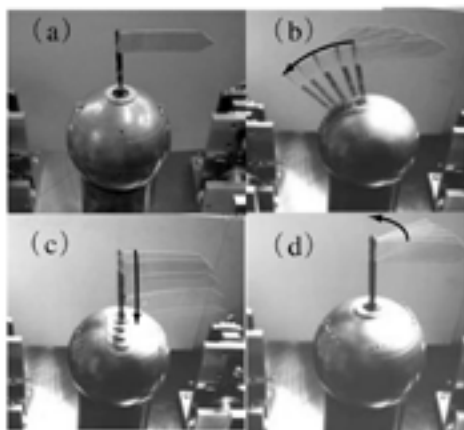


図3. 球面モータの基本運動



図4. 球面モータの運動

図1と図2は、ワイヤけん引式球面モータの構造と動作を示したもので、球体を円筒状の軸受けに乗せ、この球体の表面に4本のワイヤ取り付け、また、この4本のワイヤを球体上に張ったまま軸受けに開けた吸い込み穴に導き、このワイヤをステッピングモータで引っ張り、または、送り出すことで、球体をX軸およびY軸周りに傾斜させ、また、Z軸周りにねじることができる構造になっている。図3は、4本のワイヤを引っ張り／送り出した時の球体の基本運動を示したもので、図4は、ワイヤのけん引距離と送り出し距離を連続で制御することで、球体を四角運動／円運動／8の字運動させたものである。

3. 類似研究との差異、優位性、知的財産権など

ワイヤけん引式の物体駆動方法は、太古の昔、巨石をロープで縛り、多人数でロープを引っ張り、巨石を移動させる方法から始まり、現在では懸垂した物体を揺らさないように制御するクレーンに至るまで、さまざまな方法が開発されている。しかし、本研究のように、ワイヤを球体の外表面で横滑りさせて球体を動かす方法はなく、また、球体の任意の姿勢に対してワイヤの長さが一義的に、簡単な式で求めることができるところにその特徴がある。

4. まとめ

今後、この球面モータを実用化／商用化したいと考えている。

*1) 首都大学東京大学院理工学研究科機械工学専攻

応急仮設住宅の遮音性能に関する調査

○渡辺 茂幸*1)、神田 浩一*1)

1. はじめに

大規模災害時に建設される応急仮設住宅(以下、仮設住宅)では、隣戸からの物音・室外の騒音問題などが報告されており、これらの問題の一つの要因として、外壁や界壁などの遮音性能が低いことが考えられる。そこで、東日本大震災後に建設された応急仮設住宅の遮音性能について、現場実測を行なった。本報では、住戸間を間仕切る界壁の室間音圧レベル差、および室内外を仕切る外壁の内外音圧レベル差の実測結果について報告する。

2. 測定方法

対象とした仮設住宅は、岩手県釜石市内の3ヶ所に建設された仮設住宅(A・B・C)である。表1に示すとおり、仮設住宅Aは、岩手県の標準仕様とほぼ同等の仕様で建設された仮設住宅であるが、仮設住宅BおよびCでは、界壁内のグラスウール(GW)および外壁に設置された窓の仕様が異なる。

室間音圧レベル差は、一室の隅に向け設置したスピーカより広帯域ノイズを放射し、隣戸の隣り合う室の平均音圧レベル(各6点)の差より算出した。また、一室の室内平均音圧レベルと、その室の外壁から室外に1m離れた面内の平均音圧レベルの差より、内外音圧レベル差を算出した。

3. 結果・考察

各仮設住宅における室間音圧レベル差および内外音圧レベル差の測定結果をそれぞれ図1および図2に示す。室間音圧レベル差では最大で約5dBの差が見られ、日本建築学会の遮音性能基準を適用すると、標準仕様と同等の仕様の仮設住宅Aでは遮音等級はD-30、仮設住宅B・CではD-35であった。

また、内外音圧レベル差の測定結果では、仮設住宅AでD-25、仮設住宅BおよびCでD-30-Iに相当している。以上より、日本建築学会が推奨する集合住宅の界壁の性能水準がD-50であることを考慮にすると、仮設住宅の遮音性能は日常生活をするうえで不足気味であり、検討の余地があると考えられる。

4. まとめ

仕様の異なる3か所の仮設住宅について、界壁および外壁の遮音性能を調査し、現状の遮音性能を把握できた。今後は、仮設住宅の音環境の改善に向けて、さらなる調査・研究を行う予定である。

表1. 仮設住宅の仕様の違い

仮設住宅A *標準仕様と同等	界壁：石膏ボード12.5mm+9.5mm GW t=50mm相当 10kg 外壁：カラー鋼板、カラー合板 GW t=100mm 10kg同等品 窓：透明ガラス t=3mm
仮設住宅B	界壁：GW t=100mm 10kg入り 窓：複層ガラス(t=3mm-3mm)
仮設住宅C	界壁：GW t=90mm 16kg 同等 窓：複層ガラス(t=3mm-3mm)

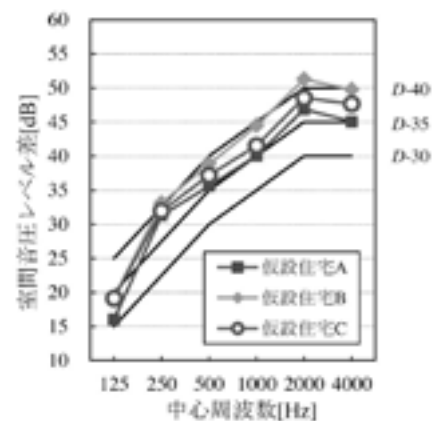


図1. 室間音圧レベル差の測定結果

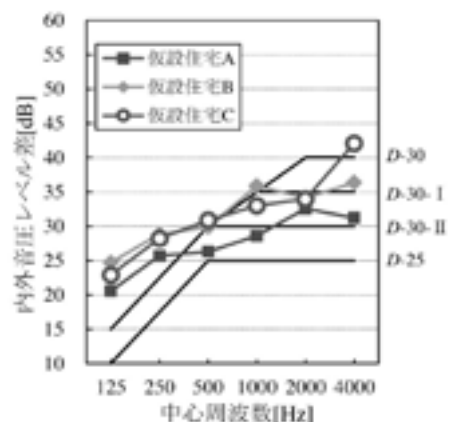


図2. 内外音圧レベル差の測定結果

*1) 光音技術グループ

6月15日(金)

研修室243

**バイオ応用
システムデザイン**

液体シンチレーションによるガソリン中バイオエタノール濃度の計測に与える色の影響

○ 柚木 俊二^{*1)}、斎藤 正明^{*1)}、永川 栄泰^{*1)}、野川 憲夫^{*2)}

1. はじめに

都産技研は、液体シンチレーションカウンタ(LSC)による¹⁴C計測が、ガソリン中のバイオエタノールの定量に有用であることを実証してきた。ガソリンに含まれる着色料(橙～赤)がLSC計測の妨害因子となるため、バイオエタノールを水で抽出して無着色試料を調製する方法を開発した。本研究では、赤色および青色着色料がLSC計測に与える影響を明らかにし、青色の方がLSC計測に適していることを実証したので報告する。

2. 実験方法

石油ベンジンにバイオエタノールを3、10、および25%加えた模擬ガソリンを調製した(それぞれE3、E10、およびE25と呼称する)。模擬ガソリンにSolvent Red 26を濃度2.5、25、もしくは250 ppmで添加し、合計9種類の赤色模擬ガソリン試料を調製した。同様に、Solvent Blue 35から合計9種類の青色模擬ガソリン試料を調製した。着色した模擬ガソリンとシンチレーションカクテルを混合し、Tri-Carb 3180 TR/SL (PerkinElmer社製)を用いて¹⁴Cの計数率を得、模擬ガソリン中のバイオエタノール濃度を算出した。

3. 結果・考察

赤色および青色模擬ガソリンのバイオエタノール濃度の計測結果を図1に示す。青色の場合、着色剤濃度25ppmまではバイオエタノール濃度を定量できた。一方、赤色の場合、着色剤濃度25ppmにおいて計測値と理論値の差は計数誤差($\pm 2\sigma$)を超えた。青色模擬ガソリンのUV-VIS吸収スペクトルには、シンチレータの蛍光波長に近い440nm付近の光をほとんど吸収しないwindowが存在した。これに対し、赤色模擬ガソリンの吸収スペクトルは、波長300から600nmに渡るブロードな吸収を示した。青色着色料はシンチレータの蛍光波長を通過させるため、LSCの計数効率が赤色よりも高く定量性が改善されたと考えられた。

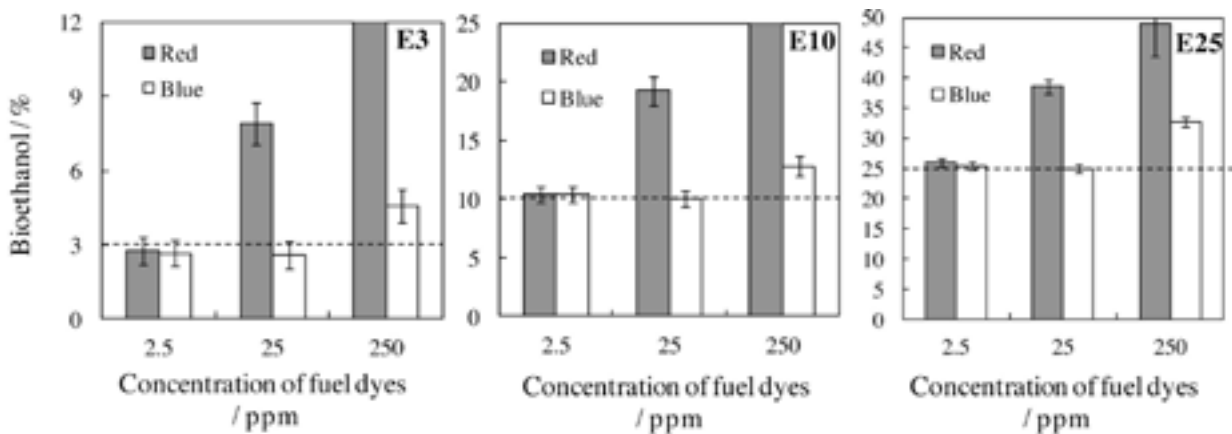


図1. 赤色および青色模擬ガソリンのバイオエタノール濃度計測結果(計数誤差 $\pm 2\sigma$)
 図中の破線はバイオエタノール濃度の理論値を示す

4. まとめ

ガソリン中のバイオエタノール濃度をLSCで計測するにあたり、ガソリンの着色料としては赤よりも青が適していた。

*1) バイオ応用技術グループ、*2) 東京大学アイソトープ総合センター

H22.4~H23.3 放射性炭素¹⁴C計測技術を用いたETBEガソリンおよび産業排煙のバイオ比率検知方法の開発
 ※本研究の一部は、科学技術振興機構A-STEP探索ステージ(AS231Z04741)の支援を受けて実施された。

TL測定対象の拡大のための測定法の確立

○関口 正之*¹⁾、中川 清子*¹⁾、柚木 俊二*¹⁾、大藪 淑美*¹⁾

1. はじめに

照射食品検知法に使用する熱ルミネッセンス(TL)法は、第一発光測定後、同一試料に再照射(校正照射)し第二発光を求め、TL発光比で標準化し評価する。自己遮蔽型¹³⁷Cs γ 線照射装置を用いたTL試験を国内で初めて実施するにあたり、アラニン線量計で照射装置の線量分布特性を評価し、TLD素子および鉱物試料に⁶⁰Coと¹³⁷Csの γ 線源で照射し、熱ルミネッセンス発光特性を比較検討し、試験の同等性を調べることを目的とした。

2. 実験方法

自己遮蔽型¹³⁷Cs γ 照射装置(ポニー工業PS-3200型)の照射野の線量分布を英国物理研究所のアラニン線量計で校正した、ベータガンマ社製アラニン線量計で評価した。TL装置(Harshaw QS 3500:温度範囲50-400℃、昇温速度6℃/sec)の温度校正用TLD素子(TLD100およびTLD800)は、0.5Gyを旧駒沢支所⁶⁰Co γ 線源(1.2Gy/h)、放医研¹³⁷Cs γ 線(2.9Gy/h)、自己遮蔽型¹³⁷Cs γ 照射装置(4.7Gy/h)で照射した。DolomiteE42およびRhyoliteR2(0.3mg/dish)への校正照射(1kGy)は、旧駒沢支所⁶⁰Co γ 線源(500Gy/h)、放医研¹³⁷Cs γ 線源(16Gy/h)、自己遮蔽型¹³⁷Cs γ 照射装置(330Gy/h)で照射した。TLD素子および鉱物は、発光ピーク温度および発光量を求め、比較検討した。

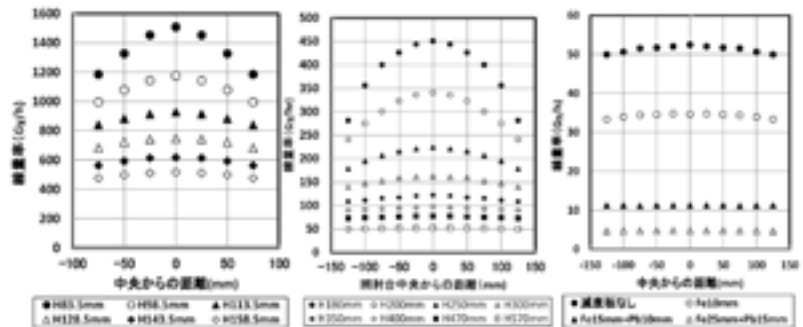


図1. 自己遮蔽型¹³⁷Cs γ 照射装置の線量分布(H:線源からの距離)
左:近接場照射、中央:高線量照射台、右:減衰板使用(H570mm)

3. 結果・考察

自己遮蔽型¹³⁷Cs γ 照射装置は、最小約5Gy/hから最大1.5kGy/hで照射可能で、図1に示すような線量分布を示した。

2種類のTLDおよびRhyoliteの発光ピーク温度は⁶⁰Coと¹³⁷Csでほぼ同等であったが、Dolomiteで違いがあった(表1)。積算発光量は、TLDおよびRhyoliteで¹³⁷Cs γ 線照射した場合に高くなる傾向を示し、特に放医研¹³⁷Cs γ 線照射では、TLD100とRhyoliteで⁶⁰Coに比べ発光量が大きくなる傾向を示した(表2)。なお、TLD800は発光量が小さいため、線量を増加し再評価する必要があった。

4. まとめ

TL測定に関して、自己遮蔽型¹³⁷Cs γ 照射装置は、減衰板を使用し低線量を照射したTLDや鉱物質への校正照射についても、⁶⁰Co γ 線とほぼ同等の試験結果を得ることができた。

表1. TLD素子(0.5Gy)および鉱物質(1kGy)の発光ピーク温度の

TLD素子	TLD-100			TLD-800	DolomiteE4	RhyoliteR2
	Peak2	Peak5	Peak6	Peak	G2_Peak	G2_Peak
⁶⁰ Co(旧駒沢)	140.0±5.0	232.4±4.9	291.9±5.1	175.7±1.3	259.8±1.0	212.8±2.9
¹³⁷ Cs(放医研)	141.4±4.7	234.2±4.8	295.1±5.1	176.3±4.3	254.7±0.9	210.0±3.5
¹³⁷ Cs(産技研)	142.3±1.8	234.9±2.1	296.4±2.6	179.7±2.4	251.9±1.3	210.3±1.7

表2. TLD素子(0.5Gy)および鉱物質(1kGy)の積算発光量(nA)

線源	TLD-100	TLD-800	DolomiteE42	RhyoliteR2
⁶⁰ Co(旧駒沢)	14394±470	95.3±4.9	15609±726	2920.2±91.4
¹³⁷ Cs(放医研)	16355±690	108.7±4.3	14082±1498	3656.8±538.2
¹³⁷ Cs(産技研)	14552±611	108.6±3.9	14239±942	3021.2±131.4

*1) バイオ応用技術グループ

低エネルギー電子線照射による スチレン・マレイミド共重合体合成の検討

○中川 清子*¹⁾、関口 正之*¹⁾、柚木 俊二*¹⁾

1. はじめに

マレイミドとオレフィンの重合体は耐熱性樹脂として知られており、特にマレイミド・スチレン系共重合体は、パソコン・携帯電話等、電子機器の基板や液晶ディスプレイのフィルム等への利用が期待されている。電子線照射装置を利用して共重合体の合成ができれば、環境に優しいシステムの構築が可能となる。都産技研は、マレイミドとスチレンを2-プロパノール中でガンマ線や高エネルギー電子線・イオンビーム等を照射し、分子量40,000程度の共重合体が合成できることを確認した^[1]。今回は、低エネルギー電子線照射装置で共重合体合成システムの構築が可能であるかを検討した。

2. 実験方法

マレイミドとスチレンを2-プロパノールに溶解(0.5M)し窒素置換した試料に、低エネルギー電子線照射装置LB2005(岩崎電気製)を用いて250keV、1.0mAの電子線を照射した。コンベア速度を調節することにより、線量率を制御した。照射後、溶媒を蒸発乾固させたものを、テトラヒドロフラン(THF)に溶解し、ゲルパーミエーションクロマトグラフ(GPC)で分子量分布を測定した。

3. 結果・考察

コンベア速度:20m/min(1回照射あたり、1kGy)での照射により生成したポリマーの分子量分布を図1に示す。8kGy以上の照射で、有意にポリマーが生成していること、線量の増加により高分子量のポリマーも生成していることがわかる。コンベア速度を変えて12kGy程度照射した時の分子量分布を図2に示す。コンベア速度が遅い(線量率が高い)照射ほど、全ポリマーの生成量が多いが、コンベア速度が速い(線量率が低い)照射では、高分子量ポリマーの生成割合が高いことがわかる。線量率と生成量および分子量分布の結果は、高エネルギー電子線やイオンビームの結果^[1]と一致した。

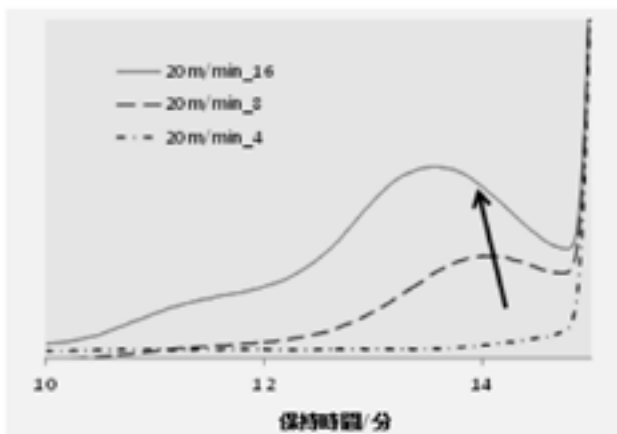


図1. コンベア速度20m/minでの照射により生成したポリマーの分子量分布

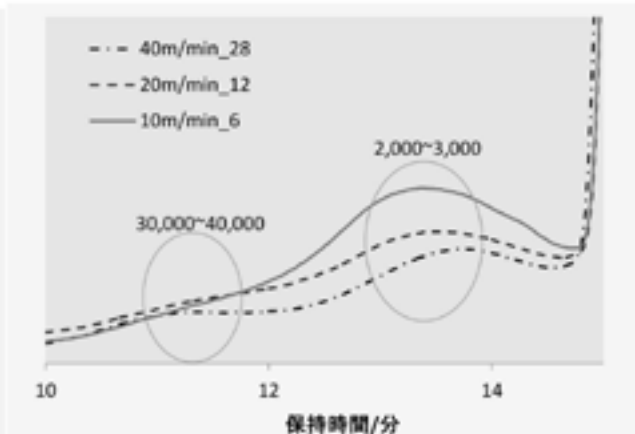


図2. コンベア速度による分子量分布の違い

4. まとめ

以上の結果から、250keVの電子線照射においても、高エネルギー電子線照射と同様のメカニズムで、スチレン・マレイミド共重合体の合成が可能であることがわかった。

参考文献

[1] S. Nakagawa, M. Taguchi and A. Kimura, *Radiat. Phys. Chem.*, 80, pp. 1199-1202 (2011)

*1) バイオ応用技術グループ

H23.4~H24.3 低エネルギー電子線照射装置によるマレイミド系共重合体合成法の確立

ESRを利用したOHラジカル消去能測定システムの検討

○中川 清子*¹⁾、関口 正之*¹⁾

1. はじめに

OHラジカルをはじめとした活性酸素種は、酸化ストレスとなり発ガンを引き起こすことから、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。活性酸素除去能の測定法の一つに、活性酸素由来のラジカルをESRで測定する方法がある。ESR法は、特定の活性酸素種を生成させて測定できる、実際の生体内での反応系に近い等の理由により、正確な評価法として期待されている。

ESR法において、OHラジカル生成のために、ほとんどの研究例では、水銀ランプの紫外線を過酸化水素水に直接照射している。しかし、抗酸化物質の中には、ヒドロキノン等、水銀ランプの紫外線を吸収し、電子を放出するものがある。放出された電子は、過酸化水素と反応し、OHラジカルを生成するため、正確な評価ができない可能性がある。そこで、抗酸化物質の吸収がない波長領域の紫外線を過酸化水素水に照射し、OHラジカルを生成させるための条件を検討した。

2. 実験方法

過酸化水素水に、キセノンランプからの紫外線を照射して、OHラジカルを発生させた。抗酸化物質(例えば、ヒドロキノン等)による紫外線の吸収を避けるため、フィルターを使用し、300~400nmのUV光を選択的に照射した。生成したOHラジカルはDMPOでスピントラップし、DMPO-OHラジカルとしてESRで観測した。DMPO-OHの生成量は、抗酸化物質の添加により減少する。過酸化水素とDMPOの濃度を変化させて、ヒドロキノンの添加量の増加に伴ってDMPO-OHの生成量が減少する条件を検討した。

3. 結果・考察

過酸化水素:1mM, DMPO:200 μ M、および過酸化水素:1.25mM, DMPO:500 μ Mでのヒドロキノン添加によるDMPO-OHの生成量の変化を、図1に示す。いずれも、ヒドロキノンの添加量の増加に伴い、DMPO-OHの生成量が減少している。また、DMPOの濃度が高い方がDMPO-OHの減少効率が低下する。DMPO-OHの生成量が、ヒドロキノンがない時の半分になるヒドロキノンの濃度(図1中の \rightarrow)は、DMPOの濃度に比例して増加し、OHラジカルとDMPOおよびヒドロキノン二者との反応が競争していると考えられる。

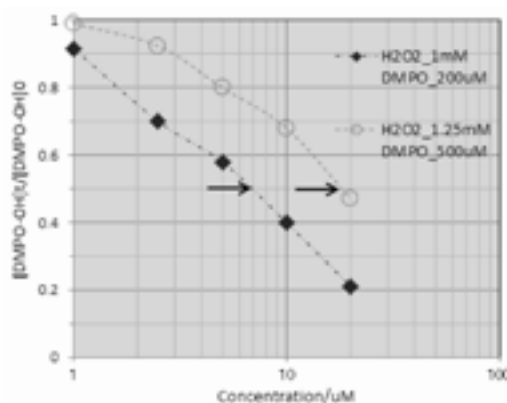


図1. 過酸化水素:1~1.25mM, DMPO:200~500 μ Mでのヒドロキノン添加によるDMPO-OHの生成量の変化

4. まとめ

以上の結果から、U360フィルターで波長選択した場合、過酸化水素:1~1.25mM, DMPO:200~500 μ Mで、ほぼ正確な抗酸化能の評価が可能と考えられる。

*1) バイオ応用技術グループ

産総研ライフサイエンスの研究戦略と研究概要

○澤田 美智子*1)

1. 産総研の研究分野と研究体制

産業技術総合研究所(以下、「産総研」)は、2001年1月に旧通産省傘下の15の国立研究所と計量教習所を統合して新設し、同年4月に独立行政法人化した我が国最大級の公的研究機関である。2012年4月1日現在の研究職員は2337名、事務職員683名、合計3020名である。ポスドク研究員やテクニカルスタッフなどの契約職員、産学官連携制度による企業、大学、その他の法人からの登録者を含めると、人員は1万人を越える。「技術を社会へ」の理念のもとにオープンイノベーションハブ機能を強化し、「21世紀型課題の解決」に貢献している。

産総研は本部を東京とつくばに置き、研究拠点をつくばのほか、北海道、東北、臨海副都心、中部、関西、中国、四国、九州に配置し、つくば以外は特徴ある研究に重点的に取り組んでいる。産総研の研究は、環境・エネルギー分野、ライフサイエンス分野、情報通信・エレクトロニクス分野、ナノテクノロジー・材料・製造分野、計測・計量標準分野、および地質分野の6分野に区分され、研究ユニット(研究センター(以下「RC」)、研究部門(以下「RI」)、研究ラボ)で実施している。

2. ライフサイエンスの研究ユニットと重点分野

ライフサイエンス研究は8研究ユニット(4RCと4RI)、5研究拠点で実施している(図1)。我が国のグリーン・イノベーションによる環境大国戦略に対応した重点分野として「バイオプロセス活用生産技術」、ライフ・イノベーションによる健康大国戦略に対応した重点分野として「健康を守る技術の開発」および「健康な生き方を実現する技術の開発」を推進している。

生命情報工学RC、バイオメディシナル情報RC、糖鎖医工学RC、および幹細胞工学RCは「健康を守る技術の開発」を担い、主に、遺伝子、DNA・RNA、タンパク質、糖鎖などの生体高分子レベルから細胞、組織レベルで先導的研究を推進している。研究部門では、バイオメディカルRIと健康工学RIが「健康を守る技術開発」を担当し、分子レベルから組織、ヒト(患者を含む)まで、基盤的および先導的研究を実施している。また、生物プロセスRIでは「バイオプロセス活用生産技術」を、健康工学RIとヒューマンライフテクノロジーRIでは「健康な生き方を実現する技術の開発」を進めている。

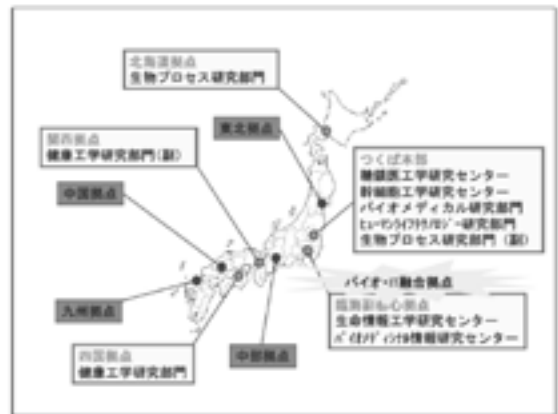


図1. 産総研ライフサイエンス拠点

3. ライフサイエンス分野の研究成果

動物ワクチン等の医薬品原料を遺伝子組換え植物で生産させる研究(生物プロセスRI)、iPS細胞の確立と評価(幹細胞工学RC)、レクチンマイクロアレイの作製と活用(糖鎖工学RC)、世界最大のcDNAライブラリーの活用(バイオメディシナル工学RC)、ブレインマンインターフェイス(BMI)研究(ヒューマンライフテクノロジーRI)などの研究成果の他、バイオインフォマティクス人材養成(生命情報工学RC)について紹介する。また、各研究ユニットは2年に一度の研究ユニット評価委員会で研究評価を受けており、昨年度に評点の高かった研究についても紹介する。

*1) 独立行政法人産業技術総合研究所臨海副都心センター

X線CT画像計測技術による上流技術支援システムの構築

○紋川 亮*1)、中川 朋恵*1)、金城 康人*1)、桜井 昇*1)、永川 栄泰*1)、藤井 恭子*1)、横山 幸雄*2)

1. はじめに

X線CT装置は、内部構造を測定できるという特徴から、「3次元計測機器」としての活用が期待されている。CT撮影によって得られたデータを「デジタルエンジニアリング(CAD/CAM/CAEなど)」で用いるデータ形式(STL形式)に変換することで、現物と設計の比較検討を効率良く行うことが可能となる。しかし、測定したCT画像には、アーチファクト・ノイズ・ボケなど寸法精度が劣化する要因が幾つかある。それらのCT画像劣化因子を取り除くための測定条件について検討した。

2. 実験方法

CT画像劣化と測定条件および測定試料の材質・形状の関係を見るために、テストピースを作製した。テストピースは、厚さ0.3mmのアルミ板と塩化ビニル板を交互に積層した試料と、厚さ0.3mmの銅板と塩化ビニル板を積層した試料を用いた。CTの撮影条件は、管電圧60~160kV、管電流30~100 μ Aの範囲で変化させた。また、画像劣化要因を軽減させる方法として、厚さの異なる金属フィルタをX線と試料の間に挟み、アーチファクトの除去効果を観察した。

3. 結果・考察

管電圧、管電流と断面画像の関係を、図1に示す。管電圧が70kV以下ではアルミと塩ビの区別がつかず、高い管電圧・管電流では試料と空気の区別がつかなかった。管電圧が80~160kV、管電流が30 μ Aでアルミと塩ビの区別が可能であった。

また、画像劣化要因の軽減法として、金属フィルタをX線と試料の間に挟むことで、X線の低エネルギー成分を除去し、アーチファクトの発生を軽減する方法を検討した。管電圧100kV、管電流80 μ Aでは、メタルアーチファクト、リングアーチファクトが発生した。そこで、120kV以上の高電圧において金属フィルタ1mmを設置することで、メタルアーチファクト、リングアーチファクトの発生を軽減することができた。銅-塩ビではX線吸収率の差が大きいため、メタルアーチファクトが発生した。そこで、金属フィルタ2mmを設置することでリングアーチファクトを除去し、メタルアーチファクトを軽減することができた。

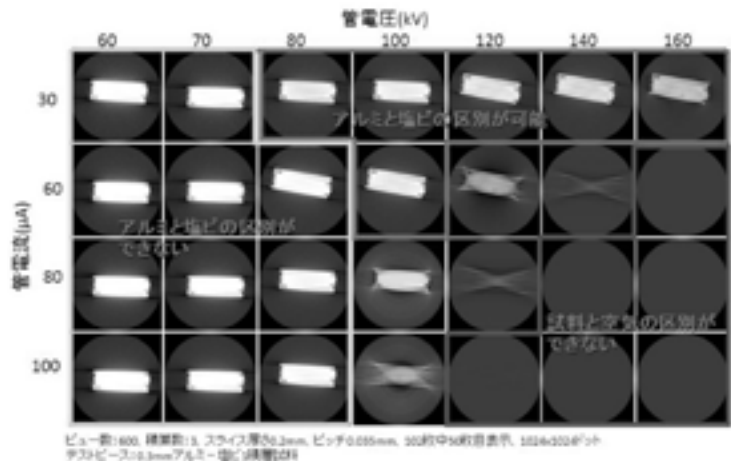


図1. 管電圧および管電流の変化によるCT画像の違い

4. まとめ

本研究の結果、X線CT撮影において、管電圧と管電流、金属フィルタを用いることにより、CT画像劣化因子を取り除くための測定条件を明らかにした。本研究を基盤として、今後はデザイナーとCTを複合的に使用することにより、さらに精度の高いデジタルエンジニアリングが期待できる。

*1) バイオ応用技術グループ、*2) システムデザインセクター

船舶で輸送される貨物のランダム振動試験の実現

○小西 毅*¹⁾、阿保 友二郎*¹⁾

1. はじめに

都民の生活物資の多くは、物流システムを通じ生産者から消費者へと運ばれる。物流の輸送機関には、貨物用自動車・船舶・鉄道等がある。都内では、主に貨物用自動車を利用されている。これらの包装貨物の梱包状態を評価するために、貨物用自動車の場合、実際の輸送振動環境を最も適確に再現するランダム振動試験方法(JIS-Z-0232やMIL_STD_810など)がある。しかし、船舶用貨物にはそれらが存在せず、貨物用自動車のランダム振動試験条件で代用している。例えば、東京都の島しょへの輸送は、長時間の船舶輸送である。しかし、船舶のランダム振動試験の規格等が存在しないため、緩衝包装設計を評価することが困難である。そこで本研究では、島しょを往復する船舶の振動を記録し、実際の船舶輸送振動環境を最も適確に再現するランダム振動試験方法を提案する。

2. 実験方法

(1) 輸送環境記録計の開発

振動による加速度と角速度を測定するために、加速度用ロガー(MVP-SD-A3-BC)2台、角速度用ロガー(HIOKI8430)1台、加速度センサ(MA350AD)2台、および角速度センサ(MP-M6-02/400B)で構成された測定器を製作した。

(2) 船舶の輸送記録の実施

製作した測定器を島しょへ輸送し、実際の輸送記録を行った。測定は、比較的振動レベルの大きくなる11月~1月で実施した。測定場所については、往路は後方の貨物甲板、復路は前方の貨物甲板上のコンテナ最下部で実施した。

(3) 船舶輸送環境に適合したランダム振動試験方法の提案

ランダム試験法は、得られたデータを高速フーリエ変換プログラムで解析して提案した。

3. 結果・考察

図1は、前方の貨物甲板の加速度P.S.D.(Power Spectral Density)である。結果は、8.5Hz・10.3Hzに加速度のピークが得られた。図2は、後方の貨物甲板の加速度P.S.D.である。結果は、25Hz以降においても加速度のピークが得られた。各々を振動試験機に入力して試験が可能であることを確認した。

さらに、前方・後方の貨物甲板とトラックで取得した、上下方向の各々の加速度P.S.D.を比較した。前方・後方の貨物甲板共に8.5Hz・10.3Hz付近にピークが得られ、後方の貨物甲板が前方よりも加速度P.S.D.が低くなった。トラックの上下方向の振動と比較をすると、8.5Hz・10.3Hzのいずれも船舶のより高いP.S.D.レベルが得られた。

4. まとめ

本研究では、船舶の振動を記録し、船舶輸送振動環境適確に再現するランダム振動試験方法を提案した。

今後は、産業のみならず最適梱包の評価に役立てる。

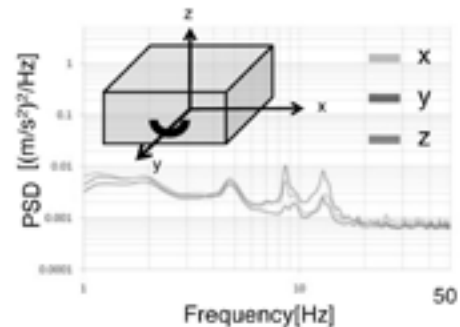


図1. 前方貨物甲板の加速度特性

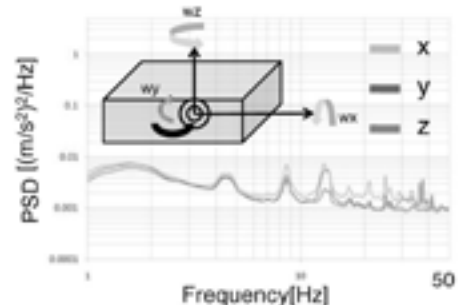


図2. 後方貨物甲板の加速度特性

*1) 電子・機械グループ

感性を活用したデザイン開発

○相野谷 威雄*1)

1. はじめに

商品開発においてデザイナーは、スケッチを持ちながらデザインを検討していく。ランダムに思える線も陰影を与えることによりフォルムを生み出していく。2Dのスケッチでありながら粘土をこねるように立体のイメージを展開する。マーカーや色鉛筆で色を付けていくが、色を描いているだけでなく、素材や表面の処理も同時に表現していく。デザイン技法はこのようなデザイナーの思考や認知特性を考慮した、デザインアイデア展開の視覚化である。このような技法習得は絵画技法から展開したものであることもあり、専門的な美術教育を基礎とするものである。しかし近年においてコンピュータを活用したデザイン開発では専門的な教育がなくても「上手く」感じられる処理が可能になる。このような特性のため上手く見えるだけという風潮もあったが、コンピュータでの開発特性によってよりレベルの高い検討をスピーディーに行うことができることを活用したデザイン開発が行われている。本報告ではこのような特性を生かしたプロダクトデザインプロセスを紹介する。

2. 研究概要

- (1) KADENプロジェクトの紹介:大学内シーズを活用して商品企画を行い、実働するプロトタイプを制作したデザイン開発。
- (2) 企業コンピタンスをイメージ化しブランド構築のための商品開発を行ったデザイン開発。
- (3) CMF(カラー、マテリアル、フィニッシング)を活用した手触りや素材を考慮したデザイン開発事例。

3. 類似研究との差異、優位性、知的財産権など

本研究プロセスによってデザインされた「ambient」はミツビシケミカルデザインコンペにて審査員特別賞を獲得した。また特許申請も行っている。設備面において、プロトタイピングのための最新機器、ソフトウェアを導入しており、CADデータの制作、活用、ビジュアライゼーションソフトでのシュミレーションまで行うことができる。デザイン系の大学としては国内唯一の設備も有している。

4. まとめ

従来までのデザインプロセスでは、問題やニーズに対して柔軟な対応ができなかった。コンピュータをはじめとするデザインサポートツールを活用することによりさまざまな要件に対応できるデザインが可能となった。問題解決プロセスにあわせたデザイン開発が可能のため、今までデザインの対象でなかったシーズからの商品開発を目指している。

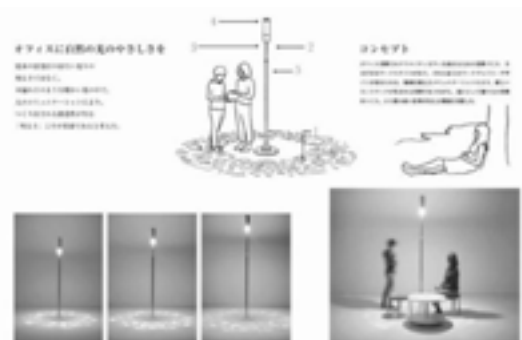


図1. 光に質感を持たせた照明デザイン



図2. イヤホン「ambient」

*1) 首都大学東京システムデザイン学部インダストリアルアートコース

VR・ARテクノロジーを用いた 多元的デジタルアーカイブズのデザイン手法

○渡邊 英徳*1)

1. はじめに

本発表では、既存のデジタルアーカイブ群とユーザコミュニティをマッシュアップし、VR-AR(仮想現実-拡張現実)インターフェイス上に表示する「多元的デジタルアーカイブズ」のインターフェイスデザイン手法について、実装例「ヒロシマ・アーカイブ」のデモンストレーションを通して述べる。ユーザは、複数のデジタルアーカイブを横断的に閲覧しながら、コンテンツ相互の時空間的なつながりや身近な場所との関わりを把握し、アーカイブ群の内容について、より深く知ることができる。

2. VRインターフェイス

「多元的デジタルアーカイブズ」とは、複数のデジタルアーカイブのコンテンツを収集し、単一のデータベースに格納したものである。VRインターフェイスでは、すべてのデータが時空間メタデータにもとづいてGoogle Earthにマッピングされている(図1)。ユーザは、マウス操作とタイムスライダー操作を併用して、仮想空間内を四次元的に移動しながら、コンテンツを閲覧することができる。このデザイン手法により、複数アーカイブが統合され、コンテンツ間の時空間的関連性が提示されている。



図1. VRインターフェイス

3. ARインターフェイス

「多元的デジタルアーカイブズ」のコンテンツは、AR技術を用いることで、ユーザの現在地周辺の実空間に重ねあわせて表示することができる。ユーザは、前述したVRインターフェイスに加えて、ARインターフェイスを用いることで、アーカイブ群の内容と身近な場所との関わりについて知ることが可能になる。著者らが実装したARインターフェイスでは、ユーザの位置情報と方位をもとにして、すべてのコンテンツがカメラビュー上に表示される(図2)。ユーザは、コンテンツが存在する方角と、現在地からの距離を把握することができる。これにより、アーカイブ群の内容と、ユーザの身近な場所との関わりが提示される。



図2. ARインターフェイス

4. まとめ

著者らは、アクセスログ、インターネット上のユーザの感想、そして実展示における鑑賞者の行動を比較分析した結果、考案したVRインターフェイス手法は妥当であると考えている。2012年度は、VRインターフェイスを「事前学習」に、ARインターフェイスを「現地踏査」にそれぞれ用いた、平和教育ツールとしての実証実験を、沖縄県と長崎県にて行う予定である。

*1) 首都大学東京システムデザイン学部インダストリアルアートコース

H23.4~H25.3 日本学術振興会科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金)
若手研究B「デジタル地球儀と拡張現実ソフトウェアを連携させたデジタルアーカイブのデザイン手法」

人間を活かす機械インタフェース ～福祉とロボット制御の例～

○橋本 洋志*¹⁾、横田 祥*²⁾、中後 大輔*³⁾

1. はじめに

本稿は、人間・機械システムのインタフェースを改めて、その定義や望まれる仕様について考察し、そこから、人間を活かす機械インタフェースの例を紹介する。

世に多くあるインタフェースは次の2種の入力デバイスで実現されている。

- ボタンやキーボードのような離散的入力デバイス
- ジョイスティック、ハンドルやペダル操作のようなガイド付きデバイス

両者とも、人間の手足動作の細かな乱れを吸収して、機械に余計な乱れを伝達しないようにしている。このように、インタフェースは、人間の運動方向を制限し手足動作の細かな乱れも吸収することで、操作における人間動作の再現性と精密性を高める必要がある。

次に、前者は、習熟が未達なユーザにとってストレスを与えるインタフェースである。また、後者は、機械システムがシヨベルカーのように複数の自由度があり、かつ、人間と異なる自由度を持つものに対しては、スムーズに操作しようとするためには多くの事前学習を必要とする。このように、両者とも、事前学習なしでの直感的操作を行うことには無理があるため、ユーザビリティは高いとはいえない。

一般的に高いユーザビリティとは、ストレスを与えない、事前学習が少なく済む、ミスしにくい、などの特徴を有している。人間機械システムのインタフェース設計におけるユーザビリティ論は幾つかの先行研究があるが、この良いユーザビリティを導入したインタフェースに関する研究は少ない。そこで、良いユーザビリティを導入して人間を活かした機械インタフェースの研究例を紹介する。なお、橋本研究成果は^[1]のリストを参照されたい。本稿では、2節で横田祥講師(摂南大学)^[2]、3節で中後大輔講師(関西学院大学)^[3]の研究例を紹介する。

2. 身体動作インタフェース

非ホロミック系の差動2輪車(図1)は、真横に動くことはできない。このため、図1の右図のように横方向に移動するための制御は一般に複雑になり、そのための制御器の設計が必要であった^[4]。

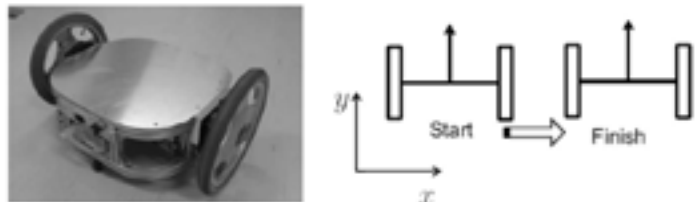


図1. 非ホロミック系車両(左)と制御目的(右)

この複雑な制御を人間の直感的な操作で行おうという横田による考えを示す。人間の歩行動作は、無意識に身体各部位を巧みに協調させて、スムーズに行われている。この点に注目して、人間の各部位のモーションキャプチャを行い(図2)、各部の動きの分析を行った。この結果、歩行の回転時では、腰が他の部位よりも回転を代表する位相の変化を示すことがわかった。このため、腰部の姿勢変化をフーリエ級数でフィッティングして、この情報を非ホロミック系車両の左右の車輪への操作指令として伝達することを行った。この実験結果を図3に示す。

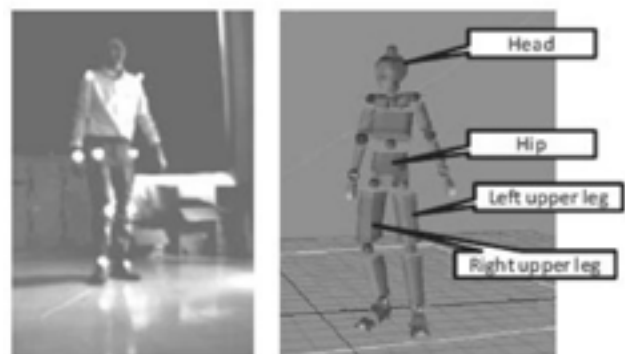


図2. モーションキャプチャと抽出したボーンモデル

実験結果より、非ホロミック系車両を制御し

ているという意識を持つことなしに、車両を平行移動させることに成功した。また、車両の移動軌跡を見ると、スイッチバック^[4]することなしに、滑らかな軌道を描いた。

このように、本手法は人間の動作を活かすことで直観的に車両移動制御が行える現実的に利用できるインタフェースの可能性を与えるものである。

3. 起立支援インタフェース

福祉介護におけるリハビリテーションの中で起立支援は重要なテーマである。起立支援は、従来から、理学療法分野において、支援方法が幾つか確立されてきたが、その力学的分析と実証はほとんど行われてこなかった。

中後は、力学的解析の一種であるシナジー解析を通して、健常者と高齢者の起立の仕方の違い(図4)を力学的に分析して、健常者の起立では、一回あたりの動作に必要なエネルギーは小さいが、瞬間的に膝に大きな負担がかかる。一方、高齢者の動作は、瞬間的に大きな負担はないが、全体でエネルギーを多く使う、ことを指摘した。これに基づき、高齢者の起立において、瞬間的な負担を減らせれば、健常者と同じように起立できるということを指摘した。

この知見をもとに、高齢者に優しい起立着座支援歩行器を開発した。これは、起立時のみならず着座時における、各関節への負担を力学的に解析して、膝や腰への負担を軽減できるような姿勢制御が行われている。また、起立時には、高齢者の大腿筋の活性化のために、安全・安心に配慮した歩行器としても活用できる。

この研究の特徴は、従来の起立着座支援機器が単に座面の上下運動だけであったのに対して、人間の関節への負荷を考慮することで、人間の姿勢変化に適合するという人間を活かした起立支援を行っている点にある。さらに、人間の生活活力を増進するための有効な方法の一つとして、大腿筋を鍛えることを支援しているという点において人間を活かしたインタフェースである。

4. まとめ

人を活かす機械インタフェースは、ここでは、人間が機械と接するとき、機械が人間の動きに合わせる事が1番目に重要な機能である。2番目に重要な機能は、人間と機械が異なる機構であることから、人間の動きが機械の適切な動きに変換されることである。本稿で紹介した研究は、いずれも、この二つを満足しており、次世代に向けた人間・機械協調系のインタフェース設計論の確立に向けた先駆的な内容である。

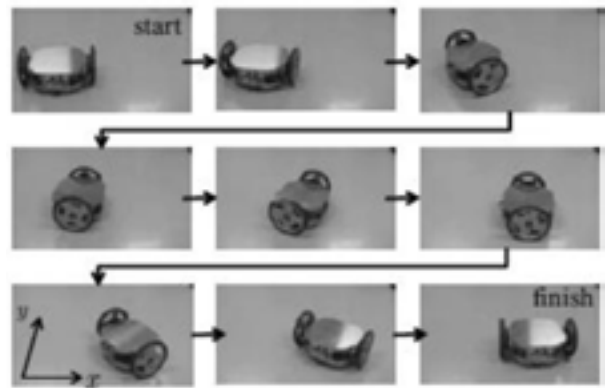


図3. 制御結果

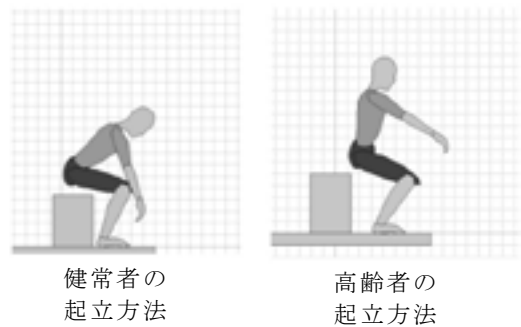


図4. 起立の違い



図5. 起立着座支援歩行

参考文献

- [1] 橋本研究室, <http://homepage3.nifty.com/captain-hashimoto/>
- [2] 横田研究室, <http://www.setsunan.ac.jp/~yokota/>
- [3] 中後研究室, <http://www.chugolab.com/>
- [4] 三平満司, “非ホロノミック系のフィードバック制御”, 計測と制御, vol. 36, No. 6, pp. 396-403 (1997)

*1) 産業技術大学院大学, *2) 摂南大学理工学部機械工学科 *3) 関西学院大学理工学部人間システム工学科

6月15日(金)

研修室244

**EMC・半導体
エレクトロニクス**

高速デバイスの高周波特性評価手法の確立

○近藤 崇*1)

1. はじめに

基板実装部品などの非同軸系デバイスの特性を測定する場合、比較的低い周波数帯までの測定であれば、何らかのフィクスチャを用いて同軸系に変換して測定することも可能であろう。しかし、高周波特性を測定する場合には、これらのフィクスチャは完全に無視できない存在となる。高周波になるほど、同軸系に変換する部位に対して波長が非常に短くなることに起因する問題が顕在化するためである。

本研究は、ネットワークアナライザの校正をTRL (THRU-REFLECT-LINE)法で実施することにより、都産技研で従来測定できなかった高速デバイスの高周波特性の測定を可能にする試みである。

2. 実験方法

一般に校正用の標準器の使用者側での作製は困難であるが、TRL標準器の作製は比較的容易である。図1に設計・作製したTRL標準器を示す。THRU標準、REFLECT標準、LINE標準の各標準器を作製した。40GHzまでの広帯域の校正を可能とするため、3つの周波数帯域を定めて3本のLINE標準を用意した。また、DCまでの校正も考慮して、MATCH標準(50Ω終端)も用意した。

TRL校正による測定精度を定量的に得るために、TRL誤差モデルを解析して誤差特性を算出した。

3. 結果・考察

TRL標準器をネットワークアナライザで順次測定してTRL校正を実施した(図2)。TRL校正の実施後にTHRU標準を測定した結果を、図3に示す。この測定が意味するものは線路長のない伝送線路を測定することであり、理想的には挿入損失および反射損失がともに0となる。図3から、 s_{21} は 0 ± 0.1 dB以内、 s_{11} は-40dB以下という結果が得られ、40GHzまでの高精度な測定が可能となったことがわかった。

またTRL校正における反射測定の誤差特性を算出した結果、例えば-5dBの反射を有するデバイスを測定する場合、その測定精度は40GHzにおいて約0.8dBであることがわかった。

4. まとめ

ネットワークをTRL校正することで、都産技研で従来測定できなかった高速デバイスの高周波特性の測定が可能になった。今後さらに精度向上の実験を進めていく。

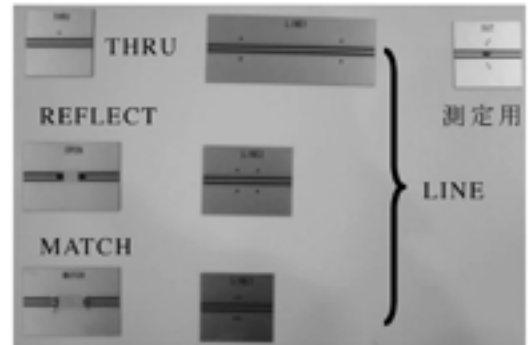


図1. 設計・作製したTRL標準器

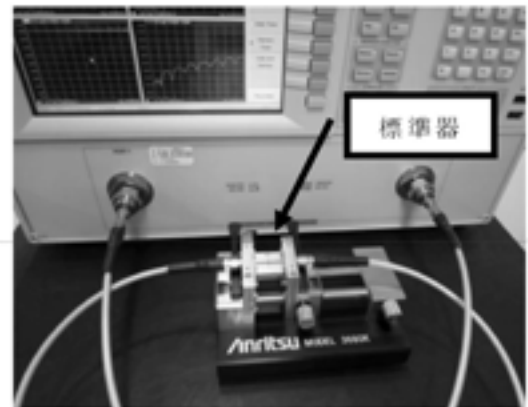


図2. フィクスチャを使用した校正

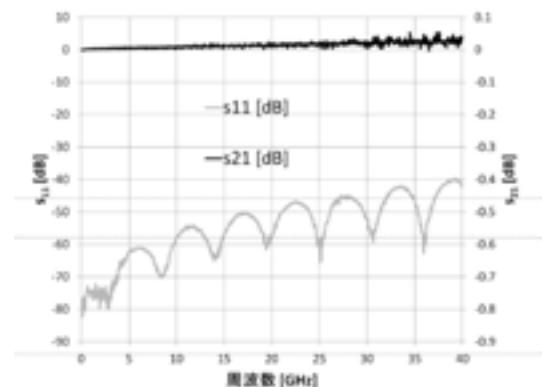


図3. THRU標準の測定結果

*1) 電子・機械グループ

高速パルスノイズ(EFT/B等)抑制のための対策部品の活用の研究

○上野 武司*1)、高松 聡裕*1)、大森 学*1)

1. はじめに

情報機器や医療機器等の電子機器は、EMC(電磁両立性)が求められており、イミュニティ試験の一つにEFT/B試験がある。本研究は、この試験におけるシミュレーションモデルを確立し、一般的に用いられるEMC対策部品へのシミュレーションを含めた効果を検証することを目的とする。

2. 実験方法

EFT/B試験について以下の実験を行った。

(1) EFT/B試験の波形の確認

シミュレーションのモデルとなるEFT/B波形を観察し、それに基づきシミュレーションモデルを作成した。作成にあたり、文献[1]を参照した。

(2) LTSpiceにおけるシミュレーション

最初に図4に示す実測の波形を再現できるようなシミュレーション波形を作成することを試みた。

(3) 観察用プローブの改善(リングングの抑制)

デジタルオシロスコープに通常の100:1プローブを接続したときに、バーストを印加した電源線の波形を観測したところ、リングングが見られたためプローブを改良した。

(4) ACコンバータ、コンデンサ等の挿入における波形の観察

対策部品としてコンデンサ等を回路に追加した。その効果を、実測およびシミュレーションにより解析した。

3. 結果・考察

図1では、バースト波形の観察結果を示す。また図2では、雑音電流の測定結果を示す。シミュレーションの回路図を図3に示す。

図3が図2のシミュレーションのための回路であり、抵抗負荷に合わせてコンデンサを追加した。その追加した観察結果を図4に示す。シミュレーション結果においても、バースト波形が減衰することが確認できた。

4. まとめ

本研究では、EFT/B試験の実験に合わせたシミュレーションモデルを検討した。このモデルの精度を高めることにより、EMC対策を含めた上流設計に活かすことができると考える。

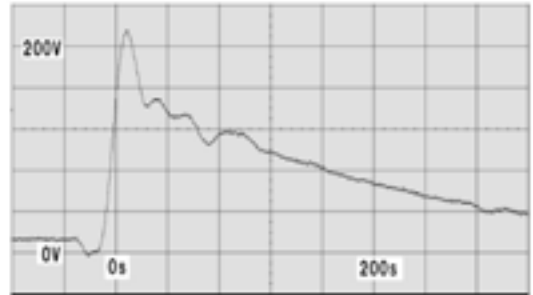


図1. バースト波形結果

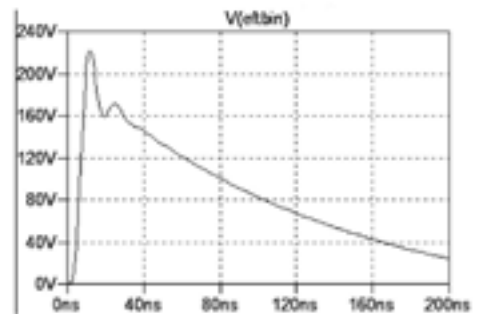


図2. シミュレーション波形

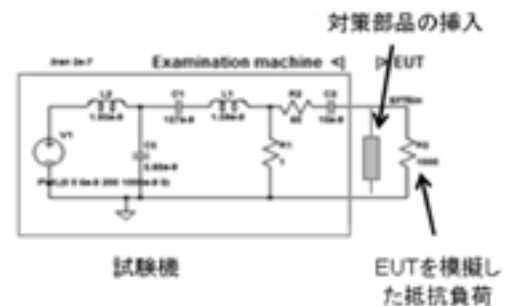


図3. シミュレーションにおけるコンデンサの挿入

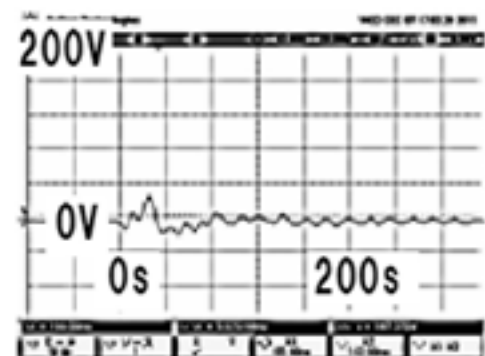


図4. コンデンサによるEMC対策

参考文献

- [1] Xiaoshe Zhai 他: *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 52, 4, pp. 790-796 (2010)

*1) 電子・機械グループ

伝導性エミッションの対策部品選定手順の開発

○大橋 弘幸*1)

1. はじめに

EMC試験では、製品の電源ラインから漏出する伝導性エミッションの測定がある。この測定でノイズレベルが規格値を超える場合、製品にノイズ対策部品を追加し、ノイズ低減を図る。しかし最適な対策部品を選ぶには、EMC試験現場において試行錯誤で何度も繰り返し測定を行う必要がある。

本研究では、ノイズ対策部品の選定手順に着目し、伝導性エミッションの対策部品のノイズ抑制効果を定量的に見積もる手法について検討を行い、一度の測定で最適な部品を選択する手法を提案する。

2. 実験方法

図1に伝導性エミッション測定方法の模式図を示す。通常の規格測定では、コモンモードおよびディファレンシャルモードの二種類のノイズの合成値が測定結果となる。しかしノイズ抑制効果を見積もるためには、各ノイズモードの供試装置の内部インピーダンスを求める必要がある。そのため、測定にはΔ型LISNを用いた。そして、測定器の間に抵抗器がある場合とない場合でノイズの測定を行い、その差分から供試装置の内部インピーダンスを算出した。

次に、対策手法ごとの回路モデルを検討し、インピーダンスアナライザで測定したノイズ対策部品の周波数特性、および上述した供試装置の内部インピーダンスの周波数特性から、対策部品取り付け後のノイズレベルを計算するためのプログラムを作製した。

最後に、供試装置に対策部品を実際に取り付けた場合の伝導性エミッションの測定結果とプログラムの計算結果を比較した。

3. 結果・考察

図2に実測結果と計算値結果の比較を示す。対策部品(チョークコイル)AおよびBでは、対策部品Bのほうが0.17MHz~1MHzで5~10dB程度ノイズ抑制効果が高く(図2矢印部分)、実測と計算結果の相間がとれていた。また、どちらの対策部品も1MHz~10MHz付近では実測結果が測定系のノイズフロア以下になっているが、プログラムの計算結果も同様の結果となっている。

4. まとめ

ノイズ抑制効果を定量的に見積もる方法を考案し、計算結果と実測結果の良好な相間が得られた。今後、プログラムの計算結果の精度を向上させるために、インピーダンスのリアクタンス成分を考慮した測定および計算手法を検討する。

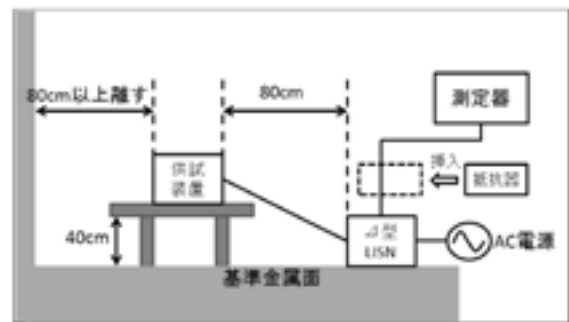


図1. 伝導性エミッションの測定方法

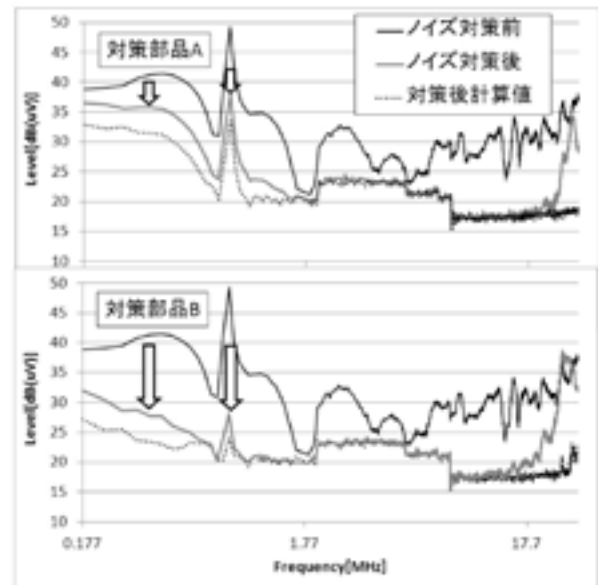


図2. 実測結果と計算結果の比較

*1) 電子・機械グループ

EMCサイトにおけるISO17025測定手順の確立と不確かさの算出

○高橋 文緒*¹⁾、大橋 弘幸*¹⁾、大森 学*¹⁾

1. はじめに

多摩テクノプラザEMCサイトでは、ISO17025の取得を目指している。ISO17025では、測定のマニュアル化が義務付けられており、あらゆる場面で手順書が必要となる。加えて、ISO17025では、測定品質の向上や不確かさの算出等の技術的要求もある。

本研究では、ISO17025の技術的要求を満たすため、測定手順の確立、測定経路の不確かさの要因の確認、EMCサイトの測定不確かさの算出を行い、要求項目のうち、電波暗室の特性に関して不確かさ改善を行う。加えて、高速手法の一つであるダブルマスト法に関する不確かさの算出手法を提案する。

2. 実験方法

電波暗室の特性評価には、CISPR16-1-4に記載される正規化サイトアッティネーション(NSA)およびサイトVSWR(SVSWR)により実施する。

2本のアンテナを使用して測定的高速化を行うダブルマスト法の不確かさ算出方法は規格化されていないため、アンテナを2本立てた場合の空間に与える相互の影響を、①アンテナ高さの影響、②NSA評価ポジションに対する影響、③相対角度の影響に関して、2本目のアンテナを配置した場合としない場合の差分で評価し、不確かさの入力量『サイト補正』の項目に追加する方法を提案し、不確かさの算出を行う。

3. 結果・考察

NSAについては、要求値 ± 4 dBに対し最悪値2.31dBと余裕のある結果となり(表1)、電波吸収体の特性が良好であること、部屋が十分に広く反射が少ないことを示す。

SVSWRについては、壁面からの反射波の影響を軽減するため、サイト内のアンテナ配置角度を0°から17°に変更することにより(図1)、5.7dBから5.2dBと0.5dB改善した(図2)。

ダブルマスト法については、検証した①～③の方法において最悪値1.27dBとなり、これを不確かさに加算した。パイログアンテナを使用して垂直偏波を測定した場合、通常測定の不確かさ5.59dBに対し、ダブルマストの不確かさは5.85dBとなった。

4. まとめ

不確かさの算出に必要なサイトの特性の改善を行った。また、ダブルマスト法の不確かさの算出方法に関して、提案した方法が有効であることが確認できた。

表1. NSA評価結果

周波数	偏波	高さ	結果
30MHz~300MHz	水平	1.0m	1.45dB
		2.0m	1.04dB
	垂直	1.0m	2.16dB
		1.5m	2.31dB
300MHz~1000MHz	水平	1.0m	1.60dB
		2.0m	1.23dB
	垂直	1.0m	1.28dB
		1.5m	1.46dB

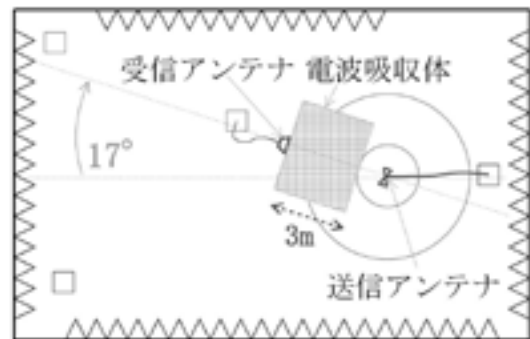


図1. SVSWR 配置変更

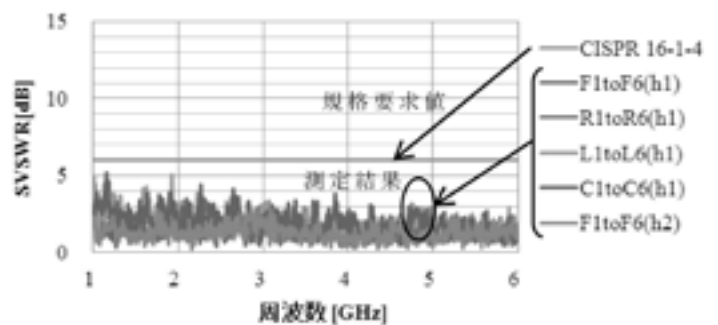


図2. SVSWR評価結果

*1) 電子・機械グループ

ガス電子増幅器用電極の開発

○若林 正毅*¹⁾、小宮 一毅*¹⁾、藤原 康平*¹⁾、小林 丈士*¹⁾

1. はじめに

ガス電子増幅器 (Gas Electron Multiplier: GEM) は、荷電粒子を捕らえるためのセンサの一種であり、X線などの検出が可能である。GEMは、従来のシンチレータや半導体検出器と比較して、大面積化や低コスト化が容易で、高位置分解能という優れた特徴を有しており、放射線医療や非破壊検査などへの応用が期待されている。しかし、GEMフォイルと呼ばれる電極部の故障率が高いことや、増幅率の低下、異常放電が報告されており、これらの解決が技術課題となっている。本研究では、GEMフォイルの信頼性を向上させるため、新しいガス電子増幅器用電極の作製方法について、材料選定と加工の両面から検討した。

2. 基材の選定

従来のGEMフォイルの絶縁部分には、フレキシブル基板用のポリイミド (PI) や液晶ポリマ (LCP) が用いられている。これらは、絶縁破壊電圧が22kV/mm以上と高い点や、両面に銅箔が貼られた状態で入手が可能という点で優れている。一方、両面の銅電極間において異常放電が生じた場合には、炭化が生じやすく、絶縁破壊に至る可能性があると考えられる。そこで、PIやLCPよりも耐アーク性が1.6倍以上高いPTFEでGEMフォイルを作製することにした。実験では、厚さ50 μ mのPTFEを用いた。

3. 電極フォイルの作製実験

(1) 導電膜の成膜

PTFEは密着性が悪く、予め銅箔が貼られた市販品が存在しない。そこで、導電膜をマグネトロンスパッタ装置 (アルバック社製、SX-200) によって成膜することにした。主な成膜条件は、DC出力1kW、T/S距離 (ターゲットと試料の距離) 120mm、基板回転数10rpm、プロセス圧力0.67 Pa、成膜時間30s、120s、300s、660sである。120s以上の成膜実験では、熱影響でPTFEにソリが生じてしまった。成膜時間30sのとき、ソリが生じることなく成膜可能で、このとき成膜した銅の膜厚は約40nmであった。

(2) 密着性の評価

テープ剥離試験 (JIS K 5400、付着性-基盤目試験) を行い、成膜した銅の密着性を評価した。この結果、銅の剥離は見られず、高い密着性を有することが確認できた。

(3) 貫通孔加工実験

PIやLCP製の市販GEMフォイルは、ケミカルエッチングとCO₂レーザを組み合わせた方法などで貫通孔が形成されている。しかし、PTFEは耐薬性が高くケミカルエッチングが難しいため、フェムト秒レーザを用いて貫通孔加工を行うことにした。

加工結果を図1に示す。表裏に銅を約40nm成膜したPTFEに対して、フェムト秒レーザを0.1 mm/sで ϕ 50 μ mの円形に走査したところ、貫通孔が形成可能であった。

4. まとめ

PTFEへの銅の成膜と貫通孔加工方法について検討した結果、従来品より耐アーク性が高いPTFE製GEMフォイルが実現できる可能性を見出した。今後は、評価用ガスチェンバと、40mm角GEMフォイルを作製し、放射線検出器としての動作確認を行う予定である。

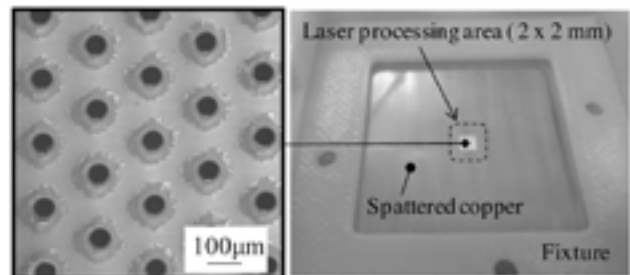


図1. 試作したGEMフォイルのSEM像と外観

*1) 電子半導体技術グループ

燃料電池の出力特性の測定と模擬出力制御

○西澤 裕輔*1)、時田 幸一*2)、重松 宏志*2)

1. はじめに

燃料電池は、燃料と酸化剤を供給することで継続的に発電できる装置であり、国内でも家庭用燃料電池やモバイル燃料電池の発売が開始され、今後の発展が見込める。

中小企業が参入可能な市場は、モバイル燃料電池の応用製品であると考えられる。しかし、モバイル燃料電池は限定的な販売やサンプル出荷しかされておらず、入手困難である。また、温湿度等による出力の変動が大きいため、応用製品の開発が困難であると考えられる。本研究では、さまざまな温湿度下でのモバイル燃料電池の出力特性を測定し、直流電源を制御して燃料電池の出力を模擬することで、モバイル燃料電池の応用製品開発を支援することを目的とした。

2. 測定・出力模擬

燃料電池用発電特性分析器(エヌエフ回路設計ブロック製 As-510-T)を使用し、学習キット用燃料電池セルについて、I-V特性、ステップ応答特性、電気化学特性の測定を行った。また、電気化学特性の測定結果から、等価回路の推定を行った。次に、モバイル燃料電池に対して、種々の温湿度環境下におけるI-V特性、ステップ応答特性の測定を行った。その後、モバイル燃料電池の測定結果を出力模擬した。

3. 結果・考察

市販のモバイル燃料電池のI-V特性の測定結果を図1に示す。測定は3回ずつ①10℃、90%RH、②25℃、98%RH、③40℃、98%RHの環境下で、無負荷から10mAずつ電流量が増加するようにして行った。この結果、高湿度環境下では、雰囲気温度が高い場合の方が大きい電流が出力可能であることを確認した。

次に、25℃50%RH環境下で、定電流制御で、燃料カートリッジの燃料が無くなるまで測定を繰り返し行った結果を、図2に示す。この結果、100mA以上の電流を出力する場合には、燃料の容量によって定格電圧5.2Vを下回ることがわかった。

図2の測定結果の平均を求めてカーブフィッティングを行い、直流電源(エーディーシー製 6244)を用いて出力を模擬した。模擬出力は求めたカーブフィッティングの結果とよく一致し、平均値との誤差は最大約4%であった。

4. まとめ

市販のモバイル燃料電池の出力特性を測定し、直流電源を用いて出力を模擬した。今後は、燃料電池の出力特性測定等の依頼試験や機器利用対応への拡充を目指す。また、研究過程において習得したプログラム技術を用いて、燃料電池以外の一次電池および二次電池の充放電試験への対応を検討する。

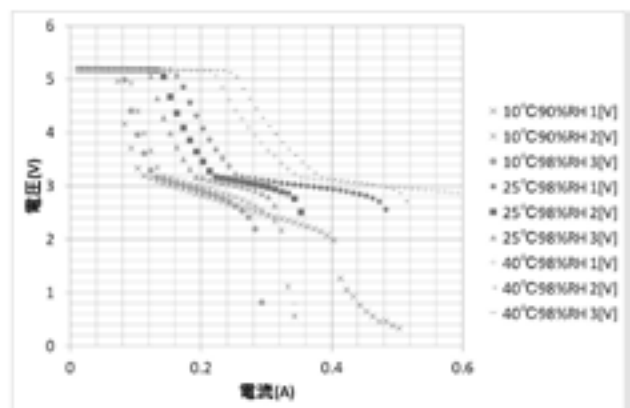


図1. 高湿度下でのI-V特性測定結果

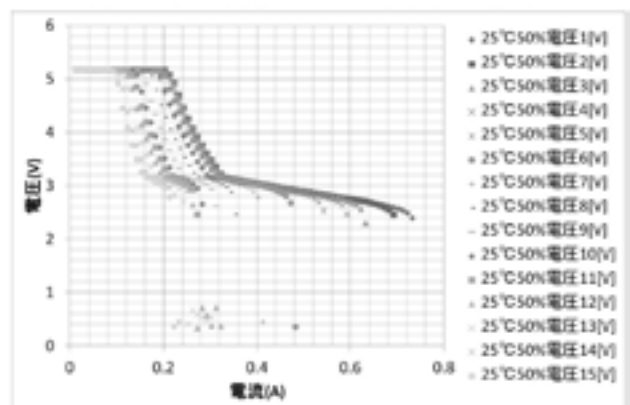


図2. I-V特性繰り返し測定結果

*1) 開発企画室、*2) 電子半導体技術グループ

1GHzまでの誘電特性測定における精度向上のための手法検討

○時田 幸一*¹⁾、重松 宏志*¹⁾、小林 丈士*¹⁾

1. はじめに

一般に、製品開発において、使用する電気材料の誘電率(ϵ)や誘電正接($\tan\delta$)の測定は不可欠である。近年、1GHzまでの周波数帯では、インピーダンスアナライザ等の測定器と、材料測定用の治具を組み合わせた測定も一般的となっているが、低周波数での測定精度の低下や、誘電正接が小さい低損失試料の測定が困難であるなどの問題がある。本研究では、測定時の手法の工夫によって、どの程度測定精度に改善が見られるかを検証した。

2. 測定

インピーダンスマテリアルアナライザ(Agilent製E4991A)および材料測定用治具(同社製16453A)を使用し、計10種類の樹脂やセラミック試料に対して、誘電率・誘電正接の測定を行った。通常の測定方法では、誘電率が相対誤差1%以内で測定できるのは10MHzから1GHzの範囲、誘電正接が誤差5%以内で測定できるのは100MHzから1GHzの周波数で、かつ誘電正接が大きい($\tan\delta > 10^{-2}$)試料に限られることがわかった。そこで、(1)信号電圧調整・アベレージ機能の使用、(2)スパッタリングによる電極形成、(3)高誘電率試料を用いたロード補正の3つの手法を用いて測定し、通常測定の場合と精度の比較を行った。

3. 結果・考察

まず信号電圧を最大の500mVに設定し、ポイントアベレージとスイープアベレージの機能を組み合わせることにより、100MHz以下で誘電率・誘電正接共に精度が改善した。

次に、試料表面にスパッタリングで電極を形成して測定した。樹脂試料では、誘電率・誘電正接ともに大きな精度改善は見られなかったが、セラミック試料では、電極形成時に誘電率が15%程度高く測定された。図1にアルミナ99.5の測定例を示す。

この結果から、硬い試料の場合は電極形成によって試料表面と治具電極との接触面積のロスを減らすことができ、より正確な測定が期待できる。

また、通常測定前のロード補正に使用されるテフロン($\epsilon=2.1$)に代えて、高誘電率のサファイヤ($\epsilon=11.6$)で補正を行ったところ、複数の試料において100MHz以下で測定精度の改善が見られた。図2は、フェノール樹脂の誘電正接測定の例である。高誘電率試料を用いることで、低周波数域でのインピーダンス増加を抑え、より精度の高い校正データおよび測定データが期待できる結果といえる。

4. まとめ

手法検討により、誘電率は1MHzから1GHzの範囲で誤差1%以内が期待できるようになった。また、誘電正接が比較的小さい低損失試料($\tan\delta \sim 10^{-3}$)の測定も可能になり、高損失な試料に限れば1MHzから1GHzの範囲で誤差5%以内が期待できるようになった。

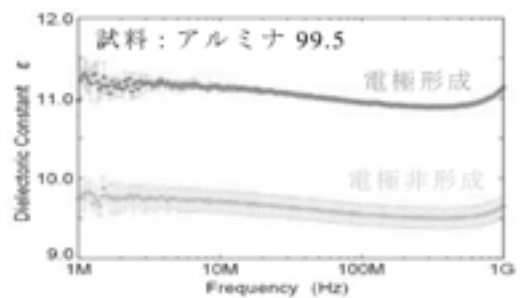


図1. 電極形成／非形成での誘電率測定結果の比較

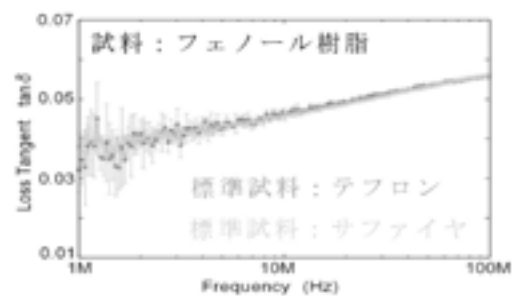


図2. 標準試料にテフロンとサファイヤを用いた場合の比較

*1) 電子半導体技術グループ

新しい熱型マイクロ3軸加速度センサの提案

○豊島 克久*1)

1. はじめに

熱型加速度センサは、機械的な可動部を持たないため耐衝撃性・耐振動性に優れていることから、自動車車体安定性制御などに適用されている。これまでのセンサとしては、マイクロヒータを中心に4つの温度センサを周辺の平面空間上に配置させることで、X軸およびY軸の加速度を温度センサからの差動信号成分により検出できる、2軸加速度センサがある。このセンサは、MEMS技術を用いてマイクロヒータと温度センサを同一のシリコン基板上に形成することも可能であるため、比較的容易に試作できる特長がある。

しかしながら、このセンサを用いて3軸の加速度を検出しようとする、Z軸の加速度は平面上に配置した温度センサからの同相信号成分より検出しなければならず、そのためX軸およびY軸に比べて検出感度が小さくなってしまふ。

そこで、3軸すべて感度の等しい差動型のセンサを実現するのは、従来型のように容易ではないため、センサの配置や製造方法などが課題となっており、これまで幾つかの方法による検討・提案を積み重ねてきた。その中で、本発表では、単結晶シリコンの異方性エッチングと基板張り合わせにより形成させた正八面体の空洞を持つ、新しい熱型加速度センサ^[1]を提案した内容について紹介する。

2. 熱型3軸加速度センサの原理および構造

図1は熱型3軸加速度センサの構成図である。内部が空洞の測定空間において、ヒータと温度センサを一体としたもの（ヒータ兼温度センサでも可能）を3次元的に6対配置させた構成となっており、各ヒータは、測定空間において壁面の近くに沿って配置されている。センサの動作方法の一つとしては、6つのヒータに一定電流を流し、そのときの温度分布の変化を各センサにより検出することで、加速度検出が可能となる。

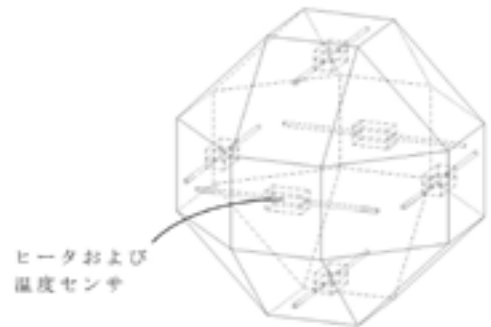


図1. 本研究の熱型3軸加速度センサ

3. 新しい熱型マイクロ3軸加速度センサの提案

図2は提案したセンサの構造図である。Si基板およびSOI (Silicon on Insulator) 基板の(100)面において結晶異方性エッチングを行うことで、空洞部およびブリッジを形成した4枚の基板を張り合わせた構造となっている。

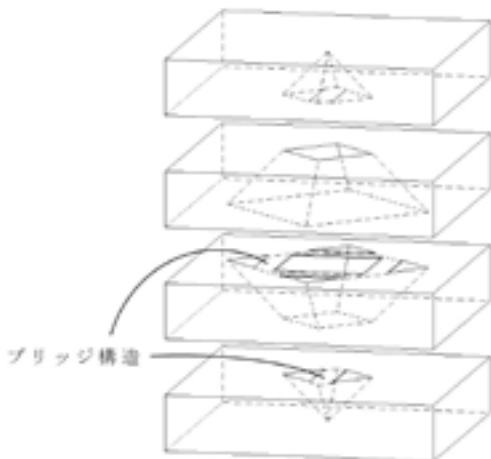


図2. 新しい熱型マイクロ3軸加速度センサの構造図

4. 検討および考察

熱型加速度センサは3軸の感度が等しいため、傾斜センサとして有用と考えており、図1のセンサについてはマクロモデルの試作・特性評価による原理確認も行っている。一方、SOI基板上的ブリッジ部については、半導体拡散抵抗ヒータおよびPN接合温度センサを配置させる方法が望ましいと考えている。

5. まとめ

3軸感度が等しい熱型加速度センサの実現へ向けて、Si基板と張り合わせ技術による新型センサの提案を行った。今後は、センサの普及へ向けた試作・検討を行う予定である。

参考文献

[1] 特願2011-227936号

*1) 電子半導体技術グループ

災害救助用探査装置ボーカメレーダーの開発

○井上 崇*¹⁾、菅間 秀晃*¹⁾、日高 直美*¹⁾、高橋 昭雄*²⁾、後藤 眞二*²⁾、辛島 祐一郎*³⁾、秋山 祐子*³⁾

1. はじめに

大規模地震などの災害現場では、さまざまな探査装置をその特性に応じて使い分けているが、運搬が煩雑になることや、混乱した現場でそれぞれの機能を効率よく使い分けることが難しいため、災害救助に従事する多くの隊員から、複数の機能をもつ探査装置の開発が求められている。そこで、我々は、現場からの要求に合わせ、狭い領域しか探査できなかった画像・音声探査機と、より広い領域を探査可能で要救助者の呼吸を検知可能な電磁波探査機を融合した、新たな災害救助用探査装置ボーカメレーダーの開発を行った。

2. 開発の概要

まず第一に、瓦礫内部に挿入するセンサヘッド部を従来の画像・音声探査機サイズに納めるため、従来の電磁波探査機より波長の短い10GHz帯のマイクロ波を利用し、実装が容易でカメラ等他のセンサ類の実装を妨げない構造を持つ、マイクロ波ドップラーセンサモジュールを開発した。次に、開発したモジュールを利用して、円筒状の金属ケース内にマイクロ波ドップラーセンサ、送受信アンテナ基板、マイク、スピーカ、前面および側面用カメラ、照明用LED、電子基板を内蔵するセンサヘッドの設計を行った。一般的に、このようなケース内にアンテナ基板を設置する場合、ケースや内装部品等の影響により、アンテナ特性(指向性、リターン・ロス、送受信アンテナ間クロストーク)が単体での設計値から劣化する。そのため、ケース内におけるアンテナ基板位置を最適化する必要がある、電磁界シミュレーションによる最適化を行った(図1)。その後、シミュレーション結果を反映した試作品を用いて、電波暗室および模擬倒壊住宅を利用した実験を行い、性能確認を行った。

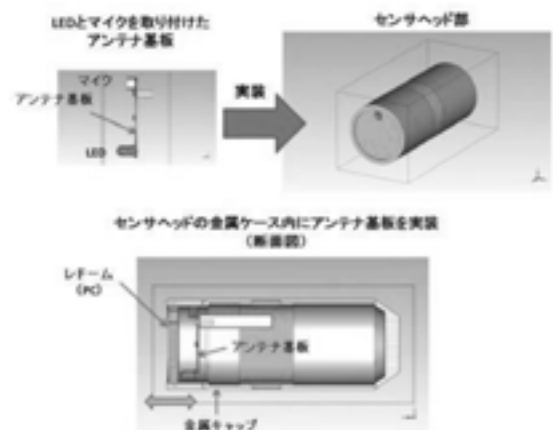


図1. 電磁界シミュレーション解析モデル

3. 結果

本開発の結果、ほぼ当初の目標通りとなる直径48mm×長さ128mmの円筒内部にマイクロ波ドップラーセンサと画像・音声による生存者確認用センサを統合したセンサヘッドの作製を可能とし、新たな災害救助用探査装置ボーカメレーダー(図2)を完成させた。本機の表示画面上部には探査画像、下部にレーダー波形が表示され、画像およびレーダーデータの記録・再生機能を備えるとともに、一度の充電で4時間の連続運転が可能である。また、電波出力0.01W以下、ARIB-STD-T73 準拠の特定小電力機器として無線局免許不要で使用可能となっており、模擬倒壊住宅を利用した実証実験により、呼吸検知距離3m以上という性能が確認された。

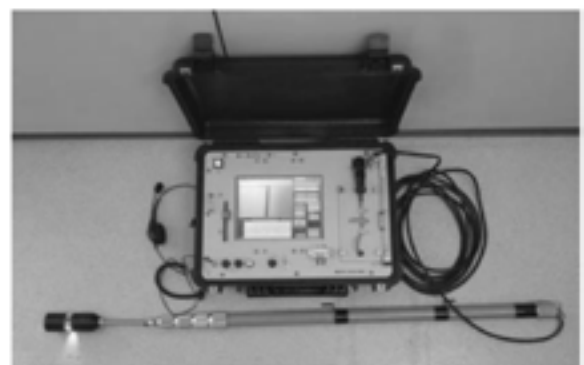


図2. ボーカメレーダー全体図

4. まとめ

本開発では、H22年度 戦略的基盤技術高度化支援事業の支援を受け、現場からの要求に合致した、新たな災害救助用探査装置ボーカメレーダーを開発した。今後、さらなる改良を進め、早期の商品化を目指していきたい。

*1) 神奈川県産業技術センター、*2) 株式会社タウ技研、*3) 新菱工業株式会社

金のアノード酸化によるナノスケール微細構造の形成

○西尾 和之*1)

1. はじめに

ナノスケールの金微細構造は、触媒活性を発現し^[1]、表面プラズモンに由来する特徴的な光学特性も示すことから、近年多くの注目を集めている。金微細構造の形成は、水溶液中での金イオンの還元による金コロイドの作製が広く知られている。近年は、バルクの表面で金微細構造を得る方法として、金合金中の卑金属成分の選択的溶出によりナノポーラス構造を得る脱合金手法に関する研究が活発に進められている。しかし、脱合金は均質な合金の調製が必須であり、残留した卑金属成分が金本来の特性を劣化させてしまう可能性がある。我々は、電気化学的な酸化処理(アノード酸化)によって純金の表面に微細構造を自発的に形成する手法について、検討を進めている。ここでは、カルボン酸水溶液中での金のアノード酸化により得られる、金のナノスケール微細構造の形成について報告する。

2. 実験方法

しゅう酸、クエン酸をはじめとする各種カルボン酸水溶液中で高純度の金箔を陽極とし、Hg/Hg₂SO₄参照極に対して最大10Vの電位でアノード酸化を行った。得られた皮膜の微細構造をFE-SEMおよびTEMで、化学特性をXPSで調べた。

3. 結果・考察

0℃、0.3Mしゅう酸水溶液中で1.8V、90分のアノード酸化を行って得られた金多孔質皮膜のSEM像を、図1に示す。平均細孔径約20nm、膜厚約1μmの網目状の多孔質皮膜が形成され、XPS測定からこの皮膜が金であることが確認された^[2]。

図1(b)の矢印で示した明るい点は、金箔を鏡面研磨した際に表面に残留したアルミナ砥粒である。研磨剤粒子が多孔質皮膜の表面に存在していることから、ナノスケールの細孔が金電極の表面から内部に向かって成長したことがわかった。

一方、しゅう酸以外のカルボン酸水溶液中では、より微細な金酸化物の多孔質皮膜が得られた(図2)。この酸化皮膜は不安定であり、室温で金への還元反応が緩やかに進行し、約1ヶ月後には金の多孔質皮膜となることがXPS測定により確認された。目視では新鮮皮膜のオレンジ色から黒色、さらに灰色味のある金色へと変化した。

4. まとめ

我々が進めている金のアノード酸化では、広範な電解液種のもと、バルクの金を容易に酸化し微細構造を得ることが可能となっている。今後、金酸化物を強酸化剤として利用するなどの用途の拡大が期待される。

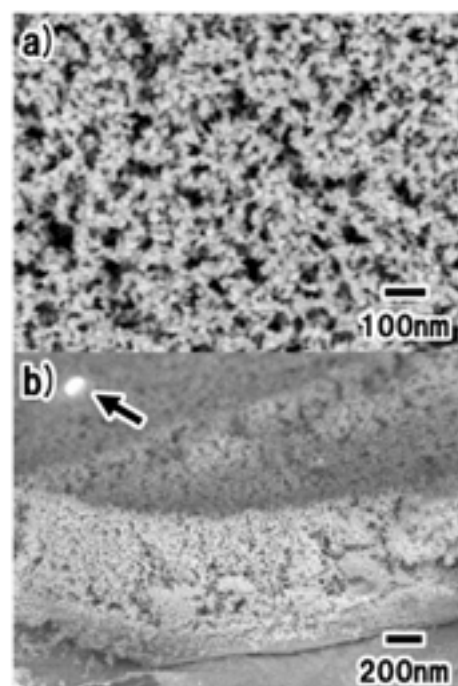


図1. しゅう酸水溶液中での金のアノード酸化により得られた金多孔質皮膜のSEM像 (a: 表面、b: 破断面)

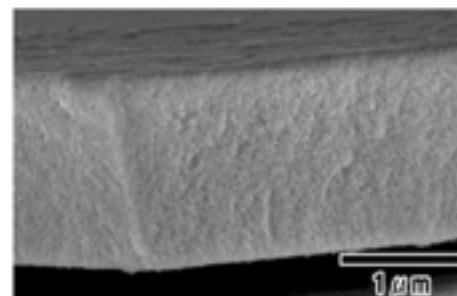


図2. クエン酸水溶液中での金のアノード酸化により得られた酸化金多孔質皮膜(破断面)

参考文献

- [1] M. Haruta, *Chem. Rec.*, 3, p. 75 (2003)
 [2] K. Nishio and H. Masuda, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 50, p. 1451 (2011)

*1) 首都大学東京都市環境科学研究科分子応用化学域

※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、ホームページからもPDFファイルとして提供しております。
ホームページ：<http://www.iri-tokyo.jp/>

登録番号24(本)3

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
平成24年度 研究成果発表会要旨集
平成24年6月8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
経営企画部 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>

印刷所 株式会社ジェネバジャパン
〒108-0014 東京都港区芝5-13-5 FD三田ビル2F
TEL. 03-3456-8570
FAX. 03-3456-8571