

平成23年度
研究成果発表会要旨集

本部会場：11月9日(水)・10日(木)



地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター

平成 23 年度研究成果発表会プログラム

平成 23 年 11 月 9 日 (水)

東京イノベーションハブ

(司会: 広報室長 小山 元子)

13:05 ~ 13:15 都産技研の震災復興への取り組み 理事長 片岡 正俊 —

基調講演

13:15 ~ 14:45 宮城県における産業振興と東日本大震災 財団法人みやぎ産業振興機構 理事長 (東北大学名誉教授) 中塚 勝人 氏 —

震災復興支援セッション

14:55 ~ 15:15 福島第一原子力発電所事故に伴う環境放射能測定 バイオ応用技術グループ 永川 栄泰 1
 15:15 ~ 15:35 LED 照明器具の EMC 評価方法に関する一考察 電子半導体技術グループ 栢 健一 3
 15:35 ~ 15:55 LED 照明器具の光学特性および電気特性に関する考察 光音技術グループ 岩永 敏秀 5

研修室 241

研究成果発表 <分野: IT>

(座長: 情報技術グループ 上席研究員 坂巻 佳壽美)

10:00 ~ 10:20 FPGA/SoC による組み込み RTOS タスクトレーサ IP の開発 情報技術グループ 武田 有志 7
 10:20 ~ 10:40 データ改ざん防止のための電子透かし挿入・認証方法および装置の開発 情報技術グループ 大平 倫宏 8
 10:40 ~ 11:00 GPGPU を用いた超並列環境による高速計算手法の開発 情報技術グループ 山口 隆志 9
 11:00 ~ 11:20 非接触型センサを用いた電力監視システムの構築 情報技術グループ 武田 有志 10

特別発表

(座長: 情報技術グループ 上席研究員 坂巻 佳壽美)

11:20 ~ 12:00 品質工学の新しいパターン認識手法 「MTシステム」 産業技術大学院大学 創造技術専攻 准教授 越水 重臣 氏 11

研修室 242

研究成果発表 <分野: 環境 1>

(座長: 高度分析開発セクター長 上野 博志)

10:00 ~ 10:20 熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法の異物分析への応用に関する研究 城南支所 木下 健司 13
 10:20 ~ 10:40 草本系リグニンから調製した活性炭の細孔構造と吸着性能 環境技術グループ 飯田 孝彦 14
 10:40 ~ 11:00 リン酸処理した薄型テレビガラス発泡体のリン酸肥料効果 環境技術グループ 中澤 亮二 15
 11:00 ~ 11:20 木材から放散されるギ酸・酢酸の定量法の開発 環境技術グループ 瓦田 研介 16
 11:20 ~ 11:40 ケント紙への無電解ニッケルめっきによる導電紙の電磁波シールド効果 表面技術グループ 竹村 昌太 17
 11:40 ~ 12:00 100%バイオマス成形材料を利用した商品開発 表面技術グループ 木下 稔夫 18

研修室 243

研究成果発表 <分野: 環境 2>

(座長: 光音技術グループ長 山本 哲雄)

10:20 ~ 10:40 残響室内音圧分布の実測と数値シミュレーションの比較 光音技術グループ 渡辺 茂幸 19
 10:40 ~ 11:00 赤外線分光反射率の測定精度向上 光音技術グループ 中島 敏晴 20
 11:00 ~ 11:20 表面プラズモン共鳴 (SPR) センサによる γ -GTP の簡易検出技術の開発 光音技術グループ 中村 広隆 21
 11:20 ~ 11:40 金属の発色現象の光学的モデリング 光音技術グループ 海老澤 瑞枝 22

研修室 244

研究成果発表 <分野: 東京都地域結集型研究開発プログラム>

(座長: 地域結集事業推進室 上席研究員 篠田 勉)

10:00 ~ 10:20 芳香族化合物の拡散定数計測器の開発 機械技術グループ (地域結集事業推進室兼務) 平野 康之 23
 10:20 ~ 10:40 チャージアンプを使用した光イオン化検出器の開発 電子・機械グループ (地域結集事業推進室兼務) 原本 欽朗 24
 10:40 ~ 11:00 コバルト・セリウム系酸化物触媒の成形技術とヤニ処理への応用 材料技術グループ (地域結集事業推進室兼務) 染川 正一 25
 11:00 ~ 11:20 PTR-MS を用いた VOC 処理技術の評価 地域結集事業推進室 水越 厚史 26
 11:20 ~ 11:40 塗装乾燥炉用 VOC 処理装置の開発 材料技術グループ (地域結集事業推進室兼務) 萩原 利哉 27
 11:40 ~ 12:00 「VOC 排出対策ガイド-基礎から実践・評価法まで-」の公開 地域結集事業推進室 水越 厚史 28

平成 23 年 11 月 10 日 (木)

研修室 241

研究成果発表 <分野：機械・金属>

(座長：機械技術グループ長 横澤 毅)

10:00 ~ 10:20	プレス加工用金型への高耐久性 DLC 膜の成膜方法の検討	機械技術グループ	中村 健太	29
10:20 ~ 10:40	導電性セラミックス工具を用いた冷間圧延鋼板のドライ角形せん断加工	機械技術グループ	玉置 賢次	30
10:40 ~ 11:00	CVD ダイヤモンドコーテッド金型の表面仕上げ技術の開発	機械技術グループ	藤巻 研吾	31
11:00 ~ 11:20	超臨界流体を用いた微細発泡射出成形構造観察	埼玉県産業技術総合センター	山田 岳大	32
11:20 ~ 11:40	EPD 砥石による光学材料の精密研磨に関する研究	埼玉県産業技術総合センター	落合 一裕	33
13:15 ~ 13:35	マンガンボロン鋼の焼入温度による金属組織制御	機械技術グループ	内田 聡	34
13:35 ~ 13:55	固相接合法によるチタンと高比強度軽合金との接合界面組織	機械技術グループ	青沼 昌幸	35
13:55 ~ 14:15	製品における衝撃特性評価手法の確立	実証試験セクター	櫻庭 健一郎	36

研修室 242

研究成果発表 <分野：評価>

(座長：実証試験セクター長 田中 実)

10:00 ~ 10:20	Co-C 共晶点実現装置の不確かさ評価	実証試験セクター	沼尻 治彦	37
10:20 ~ 10:40	実用型共晶点実現の不確かさ評価	実証試験セクター	佐々木 正史	38
10:40 ~ 11:00	カーボンマイナス達成のためのトリチウム精密監視技術の開発	バイオ応用技術グループ	斎藤 正明	39
11:00 ~ 11:20	照射食品検知法に用いる放射線源の妥当性評価	バイオ応用技術グループ	関口 正之	40

研修室 243

研究成果発表 <分野：電気・電子>

(座長：電子半導体技術グループ長 小林 文士)

10:20 ~ 10:40	高周波伝送線路特性の最適化に関する研究開発	電子半導体技術グループ	藤原 康平	41
10:40 ~ 11:00	高速デジタル伝送におけるチップビーズの効果の検証	電子半導体技術グループ	小宮 一毅	42
11:00 ~ 11:20	高圧プローブを用いた電圧測定に関する一考察	電子半導体技術グループ	黒澤 大樹	43
11:20 ~ 11:40	力率改善アダプタの開発	電子半導体技術グループ	重松 宏志	44

(座長：実証試験セクター 上席研究員 三上 和正)

13:15 ~ 13:35	RP 技術の電子材料への応用	城東支所	小金井 誠司	45
13:35 ~ 13:55	直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	46
13:55 ~ 14:15	金属ナノドットアレイの LSPR 特性	電子半導体技術グループ	加澤 エリト	47

研修室 244

研究成果発表 <分野：材料・化学>

(座長：材料技術グループ長 清水 研一)

10:00 ~ 10:20	炭素硫黄分析装置による無機物の測定	材料技術グループ	樋口 智寛	48
10:20 ~ 10:40	強化ガラスの特性と破壊現象の相関	材料技術グループ	増田 優子	49
10:40 ~ 11:00	ゴム基材表面への DLC 膜の適用	材料技術グループ	清水 綾	50
11:00 ~ 11:20	編針表面への DLC 膜の適用	高度分析開発セクター	川口 雅弘	51
11:20 ~ 11:40	脂肪族ポリエステルとの複合化による未利用バナナ繊維の有効利用	材料技術グループ	梶山 哲人	52
11:40 ~ 12:00	金属アルコキンドを用いた油性物質用ゲル化剤の開発	千葉県産業支援技術研究所	根本 久志	53

(座長：環境技術グループ長 瓦田 研介)

13:15 ~ 13:35	プラスチックの劣化に着目した廃棄物の発熱・発火危険性評価	神奈川県産業技術センター	清水 芳忠	54
13:35 ~ 13:55	白色干渉計を利用したプラスチックの耐熱性評価	材料技術グループ	清水 研一	55
13:55 ~ 14:15	鉛フリーはんだの分析法の開発	高度分析開発セクター	林 英男	56

福島第一原子力発電所事故に伴う環境放射能測定

○永川 栄泰*1)

1. 環境放射能測定について

環境放射能測定は核実験や原子力発電所の事故が生じた際、放射性物質を検知し一般市民に無用の放射能被ばくをさせないことを目的としている。都産技研では旧駒沢支所の前身である東京都立アイソトープ総合研究所（以下、東ア研）の時代より、36年にわたって環境放射能測定を行っている。1986年のチェルノブイリ原発事故では東ア研が中心となって都内の放射能測定を行い、同年5月3日には核分裂生成核種である ^{131}I を日本で初検出した。また、1999年のJCO臨界事故、2006年、2009年の北朝鮮による核実験の際にも、東京都の地域防災計画（原子力災害対策）に基づき、24時間体制で放射能測定を行った。

東日本大震災により生じたこの度の福島第一原子力発電所事故においても測定体制を強化し、地震翌日の12日より大気浮遊塵中の放射能測定を24時間体制で行っている。本稿では事故後、現在までの大気中の放射能濃度の変化について述べる。

2. 測定方法及びGe半導体検出器について

大気浮遊塵は、ハイボリウムエアサンプラーにろ紙を取り付けて捕集を行った（図1）。吸引量は $36\text{m}^3/\text{時}$ 、地面より約1mの高さで捕集した。捕集場所（世田谷区深沢 旧駒沢支所）でNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータにて空間線量率をモニタリングし、値の変化に合わせて捕集時間を変更した。モニタリング開始時の捕集時間は8時間おき、空間線量率の上昇が見られた際には1～3時間おき、減少後は24時間おきとした。塵を捕集したろ紙を測定試料とし、ゲルマニウム(Ge)半導体検出器で測定した（図2）。測定時間を最大で20,000秒とし、放射能標準 γ 面線源との比較により放射能濃度を算出した。

Ge半導体検出器は、放射線（ γ 線）がGe結晶を通過するとき生成する電子-正孔を各電極に集めることにより、放射性物質の定性・定量を行う。 γ 線のエネルギーは核種ごとに固有の値を持つので、 γ 線スペクトルを解析することにより核種が同定される。Ge半導体検出器の最大の特徴は、優れたエネルギー分解能で、多くの核種を同時に精度良く検出することができることである。



図1. ハイボリウムエアサンプラー



図2. Ge半導体検出器

3. 結果と考察

核分裂生成核種検出前及び検出後の γ 線スペクトルを示す（図3、図4）。検出前のスペクトルにおいてもピークが観察される。これは放射性壊変系列のウラン系列（ ^{214}Bi 等）やトリウム系列、 ^{40}K 、宇宙線の相互作用により生じる ^7Be 等、自然放射線が常時あるためである。検出後のスペクトルでは代表的な核分裂生成核種である ^{131}I 、 ^{132}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs のピークが観察された。

空間線量率及び大気浮遊塵中の放射能濃度の経時変化を示す（図5、図6）。空間線量率は3月15日5時頃に上昇が見られ、同日10～11時には最大で $0.59\mu\text{Sv/h}$ を観測した。その後、2度の増加が見られたが低下傾向であった。21日～23日の降雨の際に再び上昇が見

*1) バイオ応用技術グループ

られた。大気浮遊塵中の放射能濃度についても、空間線量率の変化と相関を示している。15日0時から7時12分まで捕集した試料より放射性物質が初検出され、10～11時に捕集した試料で最大値を示した。最大値はそれぞれ ^{131}I が $241\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 ^{132}I が $281\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 ^{134}Cs が $64\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 ^{137}Cs が $60\text{Bq}/\text{m}^3$ であった。3月15日以降は空間線量率と同様に低下傾向であったが、21日から23日にかけて再び増加が見られた。3月23日以後現在までの放射能濃度は低下傾向にあり、ほぼ検出限界以下 $\sim 10^{-2}\text{Bq}/\text{m}^3$ であった。

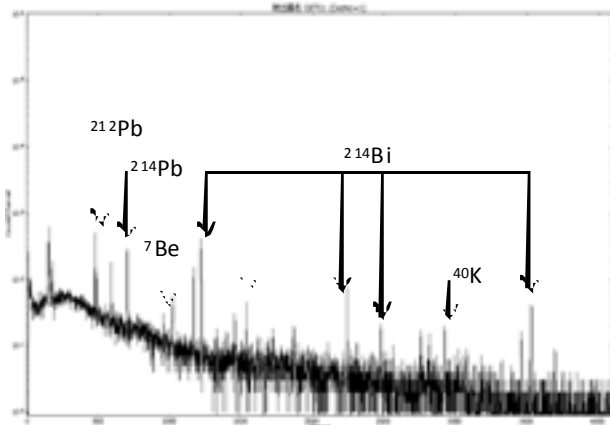


図 3. 検出前のスペクトル

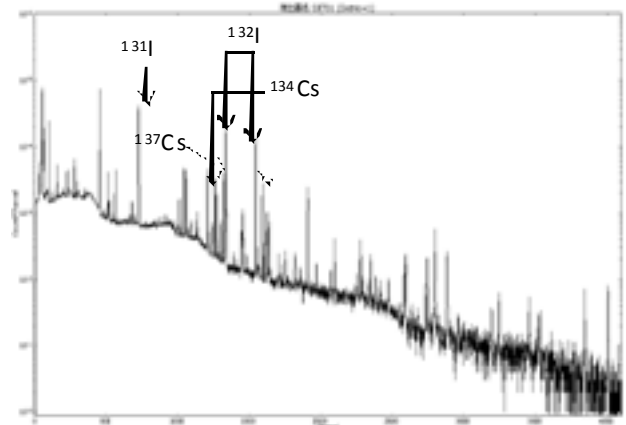


図 4. 検出後のスペクトル

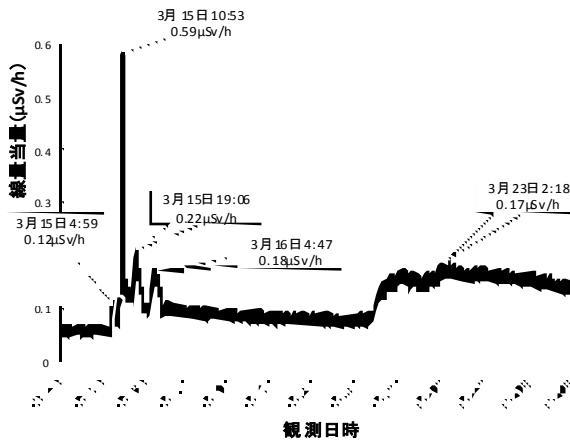


図 5. 空間線量率の変化

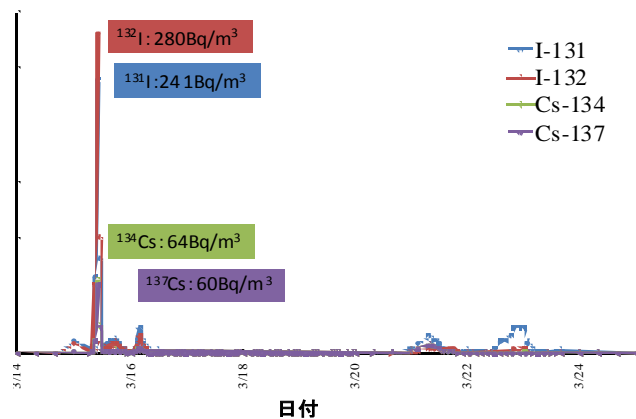


図 6. 大気浮遊塵中の放射能濃度の経時変化

4. 結語

4月以降現在まで大気浮遊塵中の放射能濃度は低下傾向にあり、放射性ヨウ素は検出限界値未満、放射性セシウムは検出限界値前後、と低い状態が続いている。しかし環境中の放射能濃度は原子力施設等の発生源寄与、降水や風向き等気象条件により値が変動する可能性があり、今後も長期にわたり監視を行っていく必要がある。

都産技研では大気浮遊塵の放射能濃度の測定以外にも都内浄水場浄水（金町浄水場、朝霞浄水場、小作浄水場の3箇所。8月7日以降は水道局が測定）、農畜水産物の測定も行っている。これらの測定結果については東京都水道局及び産業労働局のホームページを参照されたい。

LED 照明器具の EMC 評価方法に関する一考察

栞 健一*1)

1. はじめに

温室効果ガスの削減による省エネへの国民の意識が高まる中、2011年3月11日に東日本大震災が発生した。震災の影響で原子力発電所からの電力供給源を一部失い、企業から一般家庭に至るまで節電は非常に大きな課題となった。身近な節電方法として、一般照明器具から LED 照明器具への交換が注目されているが、LED 照明器具は比較的新しい製品であり、性能の劣る商品も市場に出回っている。その理由の一つとして、法規制が追いついていない点が挙げられる。本稿では、一般照明器具に対する電気分野の評価方法を紹介し、その評価方法を蛍光灯と LED 照明器具に適用し比較検討したので報告する。

2. 規格の紹介

電気分野の評価方法として、安全性、電気的基本性能及び EMC 等の試験があり、表 1 は各 EMC 規格に定められている試験である。EMC とは Electro Magnetic Compatibility の略で電磁環境適合(両立)性という意味であり、一般照明器具の規格として、国際規格の CISPR15、電気用品安全法（以下、電安法）の省令第 1 項と 2 項、日本規格の JIS が挙げられる。電安法の省令第 1 項（第 7 章）は国内、第 2 項（J55015）は国外向けの規格である。ただし、LED 照明器具に対する試験法が明確ではないため、一般照明器具に対する試験法（上述の規格）を参照した。

- ・ 高調波試験とは、消費電流波形をフーリエ変換した時の各高調波次数の電流値を測定するものである。
- ・ 放射エミッション試験とは、製品から放射するノイズを測定するものである。
- ・ 雑音端子電圧試験とは、電源線を伝導するノイズを測定するものである。
- ・ 雑音電力試験とは、電源線から放射するノイズを測定するものである。
- ・ LLA (Large Loop Antenna) 試験とは、製品から放射する比較的低周波のノイズを測定するものである。

表 1. 一般照明器具に関する規格対応表

規格名 試験名	電安法		CISPR15	JIS C61000-3-2
	省令第 1 項	省令第 2 項		
高調波				○
放射エミ ッション			○	
雑音端子電圧	○	○	○	
雑音電力	○	○		
LLA		○	○	

3. 試験方法

本稿では、無作為に市場から蛍光灯 A の 1 種類と直管型 LED 照明器具 B と C の 2 種類を購入した。実施した試験は、高調波、放射エミッション、雑音端子電圧、雑音電力である。LLA 測定結果については本稿では省略する。いずれの測定においても安定化電源（CVCF）を用いて、試験品に 100V/50Hz を供給した。また、高調波の規格値は JIS C61000-3-2 を適用した。測定では、それぞれの試験品の電流値が安定するよう、通電して約 10 分後に測定した。放射エミッションと雑音端子電圧の規格値は、CISPR15 の ClassB で実施した。ClassB とは家庭環境を想定した限度値である。雑音電力は電安法の省令第 1 項で実施した。

*1) 電子半導体技術グループ

4. 試験結果

蛍光灯をA、直管型LEDをBとCで示す。表2に蛍光灯と直管型LEDの電気的基本性能の比較表を示す。消費電力、力率、消費電流で比較した。直管型LEDは、蛍光灯と比べると力率が多少小さくなるが、消費電力は約1/3から2/3である。

表2 電気的基本性能の比較表

照明器具	蛍光灯	直感型LED	直感型LED
電気性能	A	B	C
消費電力[W]	37.7	16.4	24.1
力率	0.99	0.92	0.93
消費電流[Arms]	0.379	0.178	0.26
高調波の自動判定	Pass	Fail	Fail

高調波はJIS C61000-3-2に基づいて高調波電流の規格値で判定すると、A 蛍光灯はPassとなり、B、C直管型LEDではFailである。

しかし、25W以下の照明器具の場合に規格では、消費電流波形および3次と5次の高調波電流値の計算が規定値内であればPassと判定できる。再確認したところ直管型LEDの高調波は2種類ともPassと判定できた。

図1に雑音端子電圧測定結果を示す。A 蛍光灯は0.2MHz以下で規格値を超える部分がある。直管型LED Bは0.03MHz以降の広範囲に渡って規格値を超えているのに対し、Cは規格値内である。

次に、図2に雑音電力測定結果を示す。30MHzから120MHz付近の周波数帯でBが規格値を超えた。

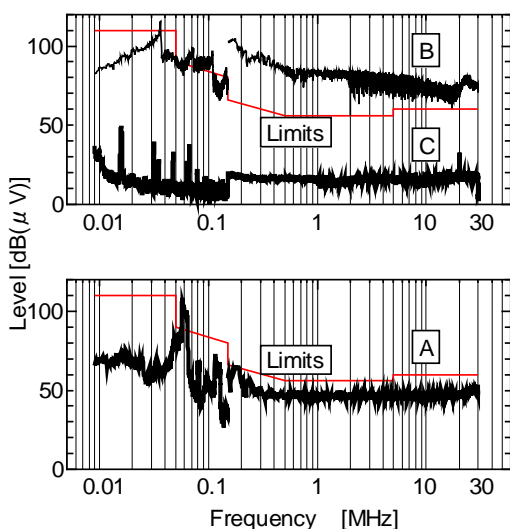


図1 雑音端子電圧測定結果

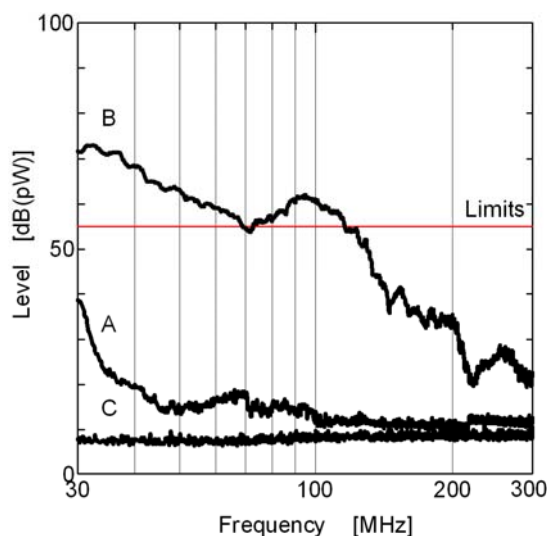


図2 雑音電力測定結果

5. おわりに

消費電力が良好でも、直管型LED照明器具の中には一般照明器具のEMC規格値をはるかに超える製品が見受けられた。このような製品は無線、ラジオ、TV等の放送波を妨害する可能性がある。そのため、直管型LED照明器具へ交換する際、省エネや節電のための消費電力だけでなく、ノイズ抑制された製品を考慮することも重要な選択要素である。

LED 照明器具の光学特性および電気特性に関する考察

○岩永 敏秀*1)、中村 広隆*1)、小林 丈士*2)、栢 健一*2)

1. はじめに

高効率、長寿命などの特長から LED を使った照明器具が注目を集めている。照明器具には、十分な明るさ、部屋の雰囲気を決める適正な色温度、物体の色みえの良さ（高演色性）、高効率などの特性が求められる。また、製品安全の観点から、電気特性についても十分に考慮する必要がある。本研究では、市販されている各種 LED 照明器具の光学特性、電気特性の評価を行い、LED 照明器具を照明空間に使用する上での適性について考察を行った。

2. 測定方法と結果・考察

評価を行った照明器具は、今回、主に局部照明用に限定し、LED 照明器具 14 製品（電球形、ダウンライト形、スポットライト形）、比較用として蛍光灯ランプ 4 製品（電球形、直管形）、白熱電球 2 製品の計 20 製品とした。

2. 1 全光束および照度の測定

全光束の測定には、球形光束計を用いた。全光束を値付けされた標準電球と試料光源の光出力を比較測定することで全光束を求める。照度は、照度計を使って直下照度を測定した。

図 1 は、全光束および照度の測定結果から、光源効率 (lm/W) と単位消費電力当たりの直下照度 (lx/W) の関係を求めたものである。LED 照明器具（電球形、ダウンライト形、スポットライト形）は、光源効率 (lm/W) の点で、蛍光灯ランプに及ばないものが多いが、単位消費電力当たりの直下照度 (lx/W) では、電球、蛍光灯ランプを上回っている。

2. 2 配光測定

光源または照明器具から放射される光の各方向における光度の分布を配光という。照明器具の配光の測定結果を図 2 に示す。ダウンライト形 LED の配光は、下向きに急峻となっている。電球形 LED についても電球や電球形蛍光灯ランプに比べて指向性が強く、照明器具の真下方向の照度が大きくなっている。このように LED 照明器具は、電球や電球形蛍光灯ランプに比べて指向性が強く、直下照度が大きい製品が多いため、空間全体を照らす用途よりもスポット照明的な用途により適しているといえる。

2. 3 分光分布測定と演色性評価

分光分布測定は、分光放射計またはマルチチャンネル分光器を用いて、光源から放射される光の波長毎のエネルギー量を測定する。演色性の評価（演色評価数）は分光

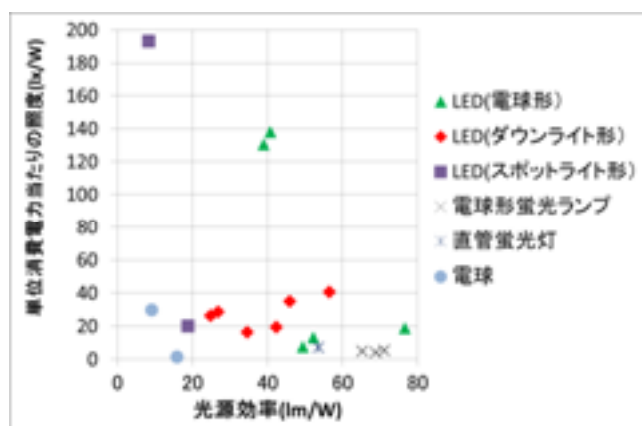


図 1 光源効率と照度
照度は、光源の 1m 直下の測定値を示す

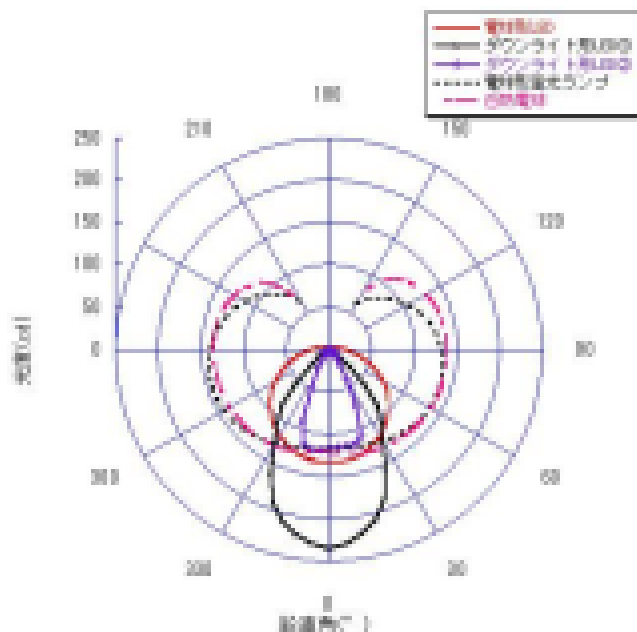


図 2 配光の測定結果

*1) 光音技術グループ、*2) 電子半導体技術グループ

分布から計算で求める。

マルチチャンネル分光器を用いて測定した照明器具の相対分光分布を図3に示す。また、光源効率（lm/W）と平均演色評価数の関係を図4に示す。図3に示すように、LED照明器具は、異なる発光方式のものが市販されている。ここでは3種類の発光方式の製品を測定した。図4から、LEDの発光方式別に分類すると、紫外LED+RGB蛍光体のタイプ（Ra=98）、青色LED+RG蛍光体のタイプ（Ra=79~94）、青色LED+黄色蛍光体のタイプ（Ra=65~85）の順で平均演色評価数が高いことが分かる。また、平均演色評価数が高い照明器具ほど、光源効率が低くなる傾向を示している。JIS Z 9125では、照明される場所（作業）毎に演色評価数の推奨基準が決められ、その場所に適した演色評価数の光源を用いることが求められる。例えば、一般のオフィス照明では、平均演色評価数を80以上とすることが推奨されている。演色性と光源効率はトレードオフの関係にあるため、LED照明器具の設置に当たっては、使用環境や用途に適した演色性と光源効率のバランスを持った製品を選択する必要がある。

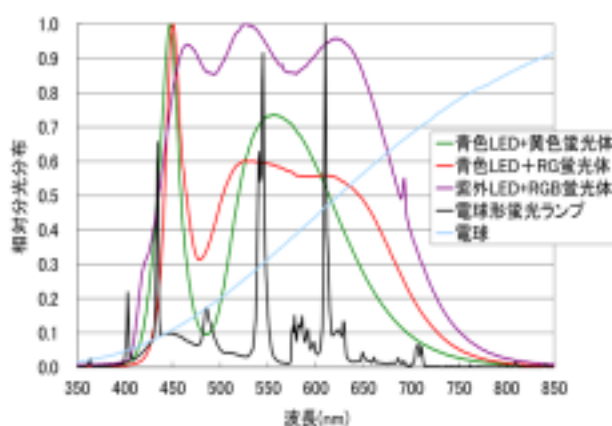


図3 分光分布の測定結果

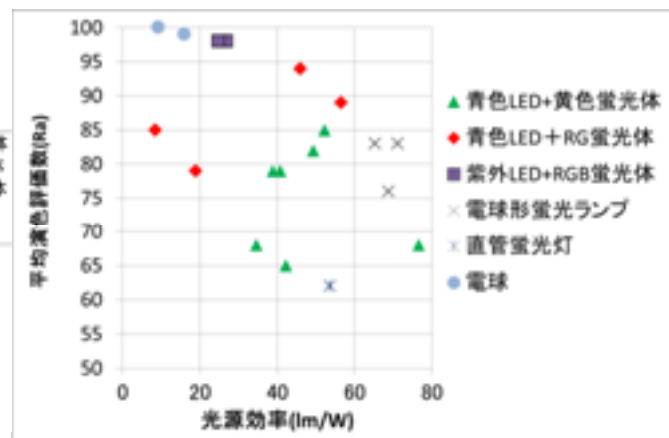


図4 光源効率と平均演色評価数

2. 4 電気特性の測定

本研究では、ノイズ特性を含めた電気特性の測定を行った。測定項目は、消費電力、力率、高調波、突入電流、雑音電力、雑音端子電圧、放射エミッションとした。各測定には、ハーモニックアナライザ、疑似電源回路網、EMI レシーバ、EMI クランプ、電波暗室(3m法)を用いた。

LED照明器具のうち、高調波の規制値を上回るものが14製品中12製品と多く見られる。この原因は、力率が低く、電圧波形に歪みがあるためと考えられ、力率改善など回路設計への配慮が必要である。また、突入電流、雑音端子電圧、放射ノイズについて、基準を超えてしまう、または大きな値を示す製品が見られた。これらの項目は、配電システムや周辺の電気電子機器への影響が大きいいため、十分な設計段階での配慮が必要である。

3. まとめ

LED照明器具は、従来光源との配光特性の違いや発光方式による演色性や効率の違いを考慮して使用する必要がある。電気特性については、ノイズ特性などの改善が望まれる。

光音技術グループでは、青海本部に、球形光束計や分光放射計に加えて、配光装置、測光ベンチ、分光応答度測定装置などを導入して、照明に関する様々な光学特性評価のご要望に対応しています。皆様のご利用をお待ちしています。

FPGA/SoC による組込み RTOS タスクトレーサ IP の開発

○武田 有志*1)、岡部 忠*1)、仲村 将司*1)、佐藤 研*2)

1. はじめに

近年の組込みシステムでは、Ethernet や USB 等の通信処理に対して RTOS (Real-Time OS) を利用した開発が行われている。タスク実行の把握にはタスクトレースが有用であり、その実現には OS のサービスコールに対するソフト的なフックが数多く見られる。しかし、この方法では、フック挿入/除去によって実行時間が変化するため、時間制約の厳しい通信システムの検証には不向きである。また、FPGA/SoC ではマルチコア化が進められており、FPGA/SoC+RTOS 環境下での膨大なトレースデータを抑える仕組みが今後不可欠になると予想される。そこで、本研究では、これらを解決するトレーサ IP を開発した。

2. トレーサ IP の構成

図 1 は、トレーサ IP の構成を示している。Altera 社の汎用バス Avalon Bus には複数コア (NiosII/e) が接続されており、他方でコアのアドレス/データバスにはトレーサ IP が接続されている。トレーサ IP は、バススヌーピング方式を採用しており、コアに対してトレース処理の負荷がかからないように構成されている。

トレーサ IP は、コア各々に対する複数タップと 1 つのマスタ、そして、トレースデータを送信する USB2.0 通信 I/F から成る。タップではコアが TCB (Task Control Block) にアクセスした際をトリガとしてトレースデータを取得する。マスタでは取得された前回データと新データとの差分を取り、すべて 0 もしくは 1 となる上位データを送信しないことでデータ圧縮を実現する (図 2)。

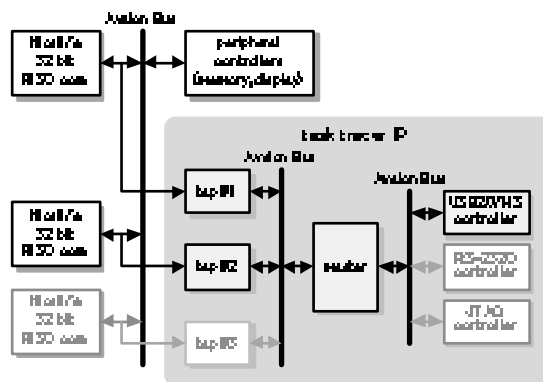


図 1 トレーサ IP の構成

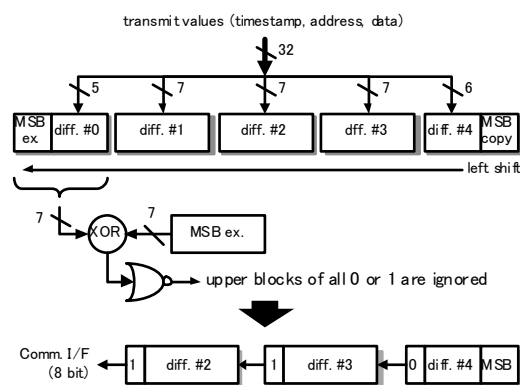


図 2 トレースデータの圧縮

3. 結果・考察

対応可能なコア数についてデータ量とハードウェア量で評価する。タスク遷移間における最大のトレース数は、87.3 トレース/msec であった。1 トレースは 16 バイトで構成されており、転送速度は 1 コア当たり 11.2 Mbps 必要である。今回使用した USB2.0 チップ (FT2232H) は最大 220Mbps であることから、19.6 コアまで対応できる。さらに図 2 の圧縮を有効にすると、データ量は 45.2%削減された。図 3 はハードウェア使用量を示しており、20k LE の回路規模を有する FPGA では、4 コアまで対応できる。

4. まとめ

本 IP は、マルチコア対応かつコア負荷がゼロであることを特徴とする。今後、組込みシステムは高信頼化が求められると予想される。本 IP は、こうした分野への導入が期待される。

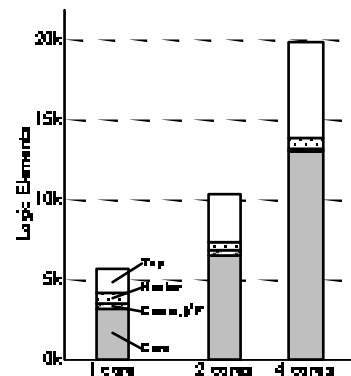


図 3 コアに対するハードウェア使用量

*1) 情報技術グループ、*2) 電子・機械グループ

データ改ざん防止のための 電子透かし挿入・認証方法および装置の開発

○大平 倫宏*1)、大原 衛*2)、山口 隆志*1)

1. はじめに

現在、様々な場面で電子データの受け渡しが盛んに行われている。その中でも、認証機関等が電子データを発行・配布するケースにおいては、配布した電子データが利用者によって改ざんされる問題があり得る。このような問題を解決するために、従来から、電子データに対する電子透かしの技術が研究されてきたが、未だ普及しておらず、また、3Dモデルデータに対する改ざん防止用途の電子透かしについては実質的に使用可能な方法が存在していないのが現状である。今回の開発では、画像に対する電子透かしシステムと3Dモデルデータに対する電子透かし方法の開発を行った。

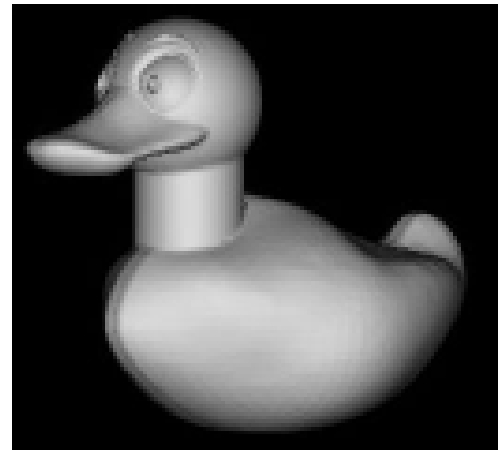


図1 電子透かし挿入前 3Dモデルデータ

2. 開発方法

画像に対する電子透かしとしては、BitmapファイルからJPEGファイルへ変換する際に生成される量子化DCT行列へ透かし情報を埋め込む方法について実装を行った。また、そのインターネット上で透かし入り画像の発行・認証を可能にした。

3Dモデルデータに対する電子透かしとしては、STLフォーマット等に代表されるポリゴンでモデルが表現されるデータ形式に対する電子透かし方法を新たに開発した。方法としては、頂点全体を透かし情報を挿入する頂点とそれ以外の頂点に分類し、各透かし頂点に対してその隣接頂点の情報を用いて透かし情報を挿入する方法としている。

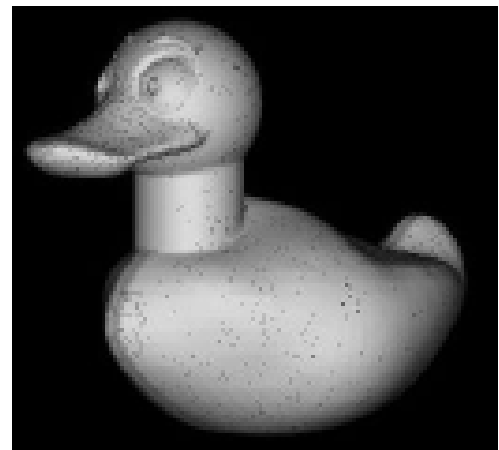


図2 図1のデータと電子透かし挿入後のデータを重ね合わせた図

3. 結果・考察

画像に対する電子透かしシステムについては、正しく透かし情報の挿入・認証が出来ていることを確認できた。

図1は都産技研システムデザインセクター提供の3Dモデルである。このモデルに対して、今回開発した方法を用いて透かし情報を付加したモデルと元のモデルを重ね合わせたモデルは図2となる。図2では、透かし入りモデルが元のモデルから突き出した部分が黒い斑点で表されているが、ほぼ、変化が生じていないことが見て取れる。

4. まとめ

本報告では、画像と3次元モデルデータに対する電子透かしの開発を行った。これらの成果を利用することで、安全な電子データの配布および認証が可能となる。

*1) 情報技術グループ、*2) 経営企画室

GPGPU を用いた超並列環境による高速計算手法の開発

○山口 隆志*1)、大原 衛*2)

1. はじめに

情報通信機器の発展に伴い、高密度実装が可能で高速かつ低消費電力な光配線に対する必要性が高まっている。基板上における光通信を実現するためには、光導波路の構造や特性を数値シミュレーションによって検討する必要がある。しかし、光の波長領域における解析では、対象の構造を微小な離散間隔で解析する必要があるため膨大なマシンパワーが要求される。この問題を解決する方法として、Graphics Processing Unit (GPU) の持つ並列演算性能を利用することが有効であると考えられる。本研究では、GPU を用いて高速に並列計算することが可能なアルゴリズムを検討しシミュレータの開発を行った。

2. 方法

本研究では FDTD (Finite-Difference Time-Domain) 法を光の解析アルゴリズムとして用いた。また、NVIDIA 社が提供している CUDA を用いて GPU 用プログラムの開発を行った。GPU を搭載するビデオカード内部の模式図を図 1 に示す。GPU による高速計算を実現するため、図 1 の構造を考慮し、効率的なメモリレイアウトやマルチプロセッサへのスレッドの割り当て、複数 GPU の同時使用について検討し実装を行った。

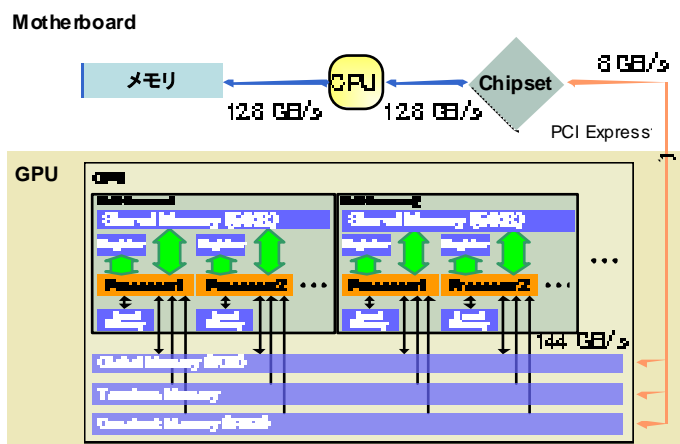


図 1 ビデオカード内部構造の一例

3. 結果・考察

本研究で作成したシミュレータの解析速度を評価するため、図 2 に示す切断されたスラブ光導波路の解析を行った。ただし、入射波長を $1\mu\text{m}$ 、クラッドとコアの比誘電率をそれぞれ 1.0 と 2.2、コア幅を $10\mu\text{m}$ 、切断されたコア間の距離を $20\mu\text{m}$ とした。Intel Core i7 930 (CPU) と NVIDIA Tesla C2070 (GPU) を用いた場合における解析時間の比較を図 3 に示す。図 3 より、Tesla C2070 を 1~3 枚使用した場合、Core i7 930 より解析速度がそれぞれ約 22 倍、約 43 倍、約 63 倍高速であることが分かる。

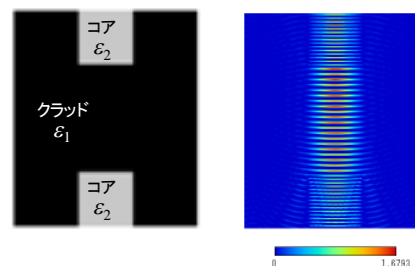


図 2 光導波路の解析例

4. まとめ

光配線の実現に向けた数値シミュレーションを行うため、GPU を用いた高速シミュレータを開発した。解析例から、本研究で作成したシミュレータが従来よりも高速に解析できることを示した。

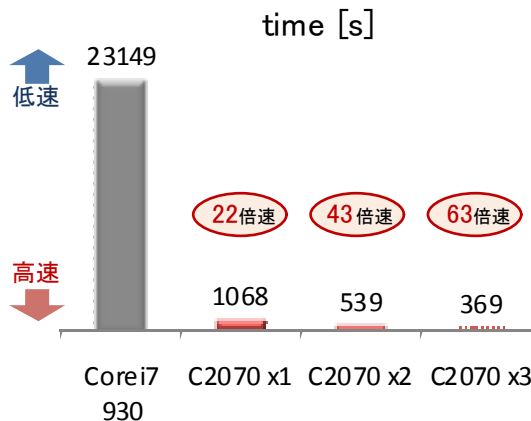


図 3 解析速度の比較

*1) 情報技術グループ、*2) 経営企画室

非接触型センサを用いた電力監視システムの構築

○武田 有志*1)、大原 衛*2)、金田 泰昌*1)、阿部 真也*3)

1. はじめに

近年、省エネルギー化対策の一環として、工場やオフィスでの電力監視システムが開発されている。このようなシステムの導入は、見える化による環境意識向上だけでなく、機器の運転方法の見直しや低電力機器への置換により節電につながる。本システムは1台の電力計と、温度・加速度・照度等の非接触型センサを持つ複数の ZigBee 無線ノードで構成される（図1）。各測定対象にはクランプメータが不要であるという特徴を持ち、設置コストの削減に寄与する。また、測定データは PC 上のデータベースに蓄積され、汎用ブラウザを通じ JavaScript により可視化される。

2. 電力使用量推定アルゴリズム

推定は、(1)機器稼働状況 ON/OFF の検出、(2)個々の電力使用量の推定、の2ステージから成る。(1)では大津法（統計解析の一手法）を用い、ヒストグラムを最適に2分割するレベルで ON/OFF 判定の閾値を求める。(2)では連立方程式の解法を用い、(1)で得られた 0/1 組合せ状態と総電力量の変化から各機器の使用量を確定する。(1)は設置場所でのセンサゼロ点調整を不要にし、(2)は測定対象におけるカタログスペック上の電力設定を省くのに効果がある。

3. 結果・考察

図2はエアコンプレッサに対する測定の様子を示す。動作時間（500Wを超えた時間）は229秒である。Peak-to-Peakの単純な中間値と(1)の方法とでは各々161秒、210秒とされ、(1)は識別率を向上させた。一方、図3は機器数（=ノード数）10、機器電力20~200W、電力使用量ランダム変化±5%、変動間隔60秒、ON/OFF 変化率50%で、推定値との差をシミュレーションにより求めた結果を示す。この結果、1分間隔で ON/OFF を切り替えると20分程度で設置が完了する。ニューラルネットワークは精度が悪いが、20分経過前の補完としての利用が見込める。

4. まとめ

設置の容易な非接触型センサによる電力監視システムについて報告した。今後は、実証実験と測定精度を高めるためのアルゴリズム開発を進める。

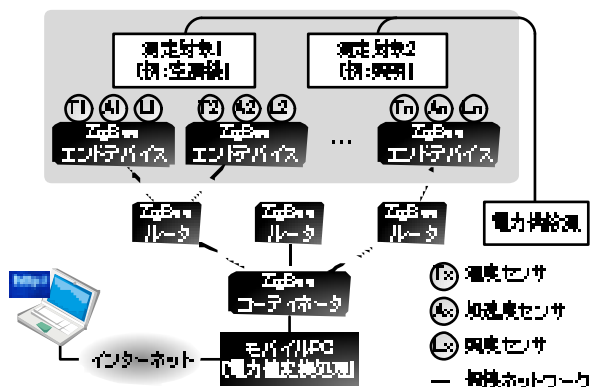


図1 電力監視システムの構成

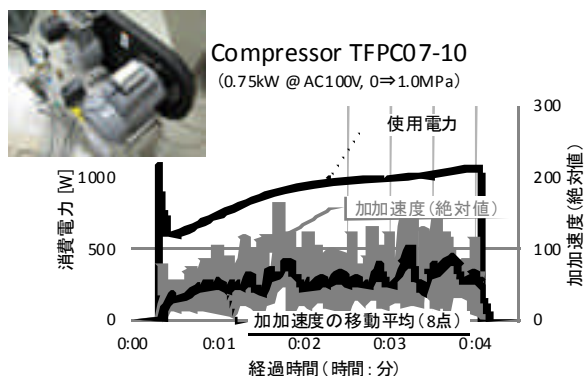


図2 加速度センサ付無線ノードでの測定

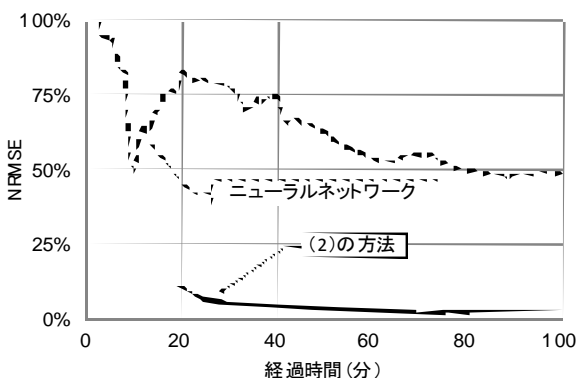


図3 各々の推定使用量と実際との誤差

*1) 情報技術グループ、*2) 経営企画室、*3) 経営情報室

品質工学の新しいパターン認識手法「MTシステム」

越水 重臣, 産業技術大学院大学 創造技術専攻

e-mail:koshi@aiit.ac.jp, http://aiit.ac.jp/

1. はじめに

品質工学は田口玄一博士によって体系化された学問であり, その中核的手法であるパラメータ設計は, 欧米では「タグチメソッド」とか「ロバストデザインメソッド」などと呼ばれ, 市場での品質トラブルを未然防止するための設計手法として有名である[1].

その品質工学の中でも比較的新しい手法としてMTシステム(マハラノビス-タグチシステム)がある. これは観察データを用いたパターン認識の手法であり, 判別・識別, 診断, 予測といった分野で利用される. そのアルゴリズムは簡単であり, 実用的であることから多くの分野で応用が進んでいる[2].

筆者らは, この新しいパターン認識の手法である「MTシステム」を個人認証の分野に適用してきた[3][4]. 本講演では, MTシステムの概要を説明した後, いくつかの事例を紹介する.

2. 事例紹介: MTシステムを用いた足裏圧力による個人認証

2-1 個人認証技術の問題点

個人認証のための技術は, 知識認証, 所有物認証, 生体認証の3つに大別される. 前者2つはパスワードの忘却やカードの紛失, さらには, 成りすましといった問題点があり, 今後, 生体認証の重要性が増すものと予想される. しかしながら, 指紋や顔画像による認証は, ユーザに精神的な負担を強いることが問題となっている.

そこで, 我々は人間の身体的特徴に着目し, ユーザ負荷が低く, 識別率の高い本人認証技術の開発を進めている. 本報ではユーザ負荷が低い認証技術として, 自然に立った状態での足裏圧力より, 品質工学のMTシステムを用いて個人認証を行った研究を紹介する.

2-2 足裏の圧力画像と特徴量

圧力センサシートを用いて自然に立った状態で足裏圧力を測定する装置を図1に, 測定した結果を図2に示す. 測定者の特徴が, 足裏の形状や圧力分布の違いとして, 測定結果に現れることがわかる. 本事例では, 本人識別に役立つであろう特徴量35個を計算し, 個人認証に用いることにした.



図1 足裏圧力の測定装置

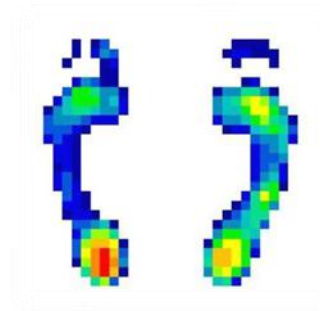


図2 測定結果

2-3 マハラノビス距離の計算

MTシステムでは, 複数の特徴量(本事例では35個)から1つのマハラノビス距離を計算する. 個人の特徴量データから単位空間(基準となる登録パターンのこと)を作成し, そこからの距離(マハラノビス距離)がある閾値より小さければ本人, 大きければ他人と判別する.

ちなみに, 特徴量の数が k 個で, 測定したデータ数が n 個ある場合において, p 番目のデータのマハラノビス距離 D の2乗は次式で与えられる. このとき, u_{ip} は基準化された特徴量, r_{ij} は特徴量 u_i と特徴量 u_j 間の相関係数である.

$$D^2 = [u_{1p}, u_{2p}, \dots, u_{kp}] \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} u_{1p} \\ u_{2p} \\ \vdots \\ u_{kp} \end{bmatrix}$$

2-4 認証実験の結果

足裏圧力による個人認証実験を行うために、図 3 に示すような実験システムを製作した。測定者が測定部に乗ると、足裏圧力を自動取得し、コンピュータ内部で MT システムによる認証が行われる。認証の結果はディスプレイに登録者の顔画像を出力することで示すようになってい



図 3 認証実験の様子

靴下のみを履いた状態で認証実験を行った結果を図 4 に示す。事前に測定者 A で作成した単位空間で、本人を含む 20 人の足裏圧力を測定し、マハラノビス距離を算出したところ、測定者 A 本人で算出したマハラノビス距離が最小となった。本人と他人のマハラノビス距離の間に閾値を設けることで、測定者 A の認証が可能であることがわかる。

同様に測定者 20 人の単位空間で、足裏圧力の測定、マハラノビス距離の算出をしたところ、各単位空間で本人のマハラノビス距離が最小となり、20 人を相互に識別することができた。

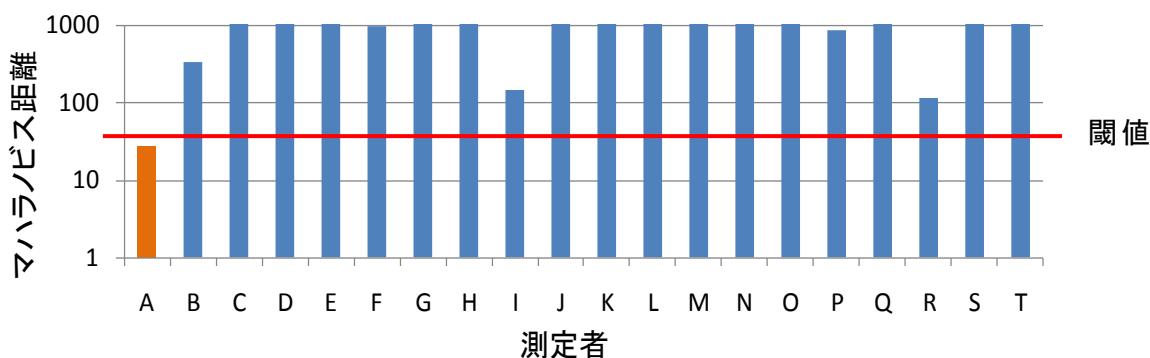


図 4 認証実験の結果

3. おわりに

品質工学の新しいパターン認識の手法である「MTシステム」を個人認証に適用した事例を紹介した。MTシステムは、判別・識別・診断・予測などを必要とする多くの分野に応用が進んでいる。工場における品質管理や工程管理への適用事例も多い。MTシステムはその数理も比較的簡単であり、新たに実験データを取得する必要はなく既にある観察データを使って解析できることから、まずは使ってもらいその効果を体験していただきたい。

参考文献

- [1] 越水重臣, 鈴木正人: 実践・品質工学, 日刊工業新聞社 (2007)
- [2] 手島昌一ほか: 入門MTシステム, 日科技連出版社 (2008)
- [3] 越水重臣ほか 6 名: 足裏圧力を用いた個人認証, 電子情報通信学会バイオメトリックセキュリティシステム研究会講演会, p.17-18, (2010)
- [4] 越水重臣ほか 6 名: MTシステムを用いた足裏圧力による本人識別, 第 19 回品質工学研究発表大会, p.402-405, (2011)
- [5] 発明の名称: 個人認証装置および個人認証システム (特願 2010-286747), 平成 22 年 12 月 22 日

熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法の異物分析への応用に関する研究

○木下 健司*1)

1. はじめに

異物分析は、技術相談を端緒とした依頼試験が多く実施される分野の一つであり、その解析には正確さや迅速さが求められるものの、異物となりうる対象は多様であるために広範囲にわたる測定対象を解析しなければならない。現在有機物系異物分析の主流となる手法はフーリエ変換赤外分光分析 (FT-IR) であるが、多くの利点を有する一方、混合物など複雑な試料では解析が困難であることが多いことが欠点である。その為、相補的な分析手法が必要であった。そこで本研究では、熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析法 (熱分解 GC/MS) を異物分析に適用するための基礎的検討を行った。

2. 方法

熱分解 GC/MS は試料を気化または熱分解させ、分離検出した熱分解生成物をもとに試料の成分を調べる手法であるが、異物分析の様な未知成分の解析を行う際に、測定結果と比較し類似する対象を導くためのデータベースが必要となる。そのために、合成高分子系試料、天然高分子系、生物系、その他低分子系試料等広範囲にわたり約 300 種を収集して測定を行った。収集したデータは自動検索を行うために、専用ソフトウェア F-Search に登録した。

3. 結果・考察

収集した試料の測定結果を登録したデータベースを利用し、測定した未登録試料のデータを自動検索させた結果、類似する対象が候補の上位を占めており、異物特定上の有用性が期待された。例として、血液試料の検索結果を表 1 に示す。また、潤滑油などの鉱物油系試料では FT-IR では複数の試料間の識別は困難であったが、本手法では基油や添加物の分離が行える他、基油自体の識別が可能であった。

表 1 自動検索結果例 (血液)

順位	候補対象	一致率
1	血液	95%
2	かさぶた	92%
3	皮膚片	88%
4	クロレラ	86%
5	魚粉	86%

生物試料における試料成分を特徴づける化合物として、動物組織ではコレステロール等のステロイド化合物が特徴的であり、植物組織を有する試料では細胞壁に由来するレボグルコサンや天然の芳香族化合物等が特徴的であった。図 1 に血液試料のパイログラムを示す。以上より、熱分解生成物のパターンその他に特徴的な化合物を把握することにより、詳細な解析や類似試料との識別が可能であると考えられた。

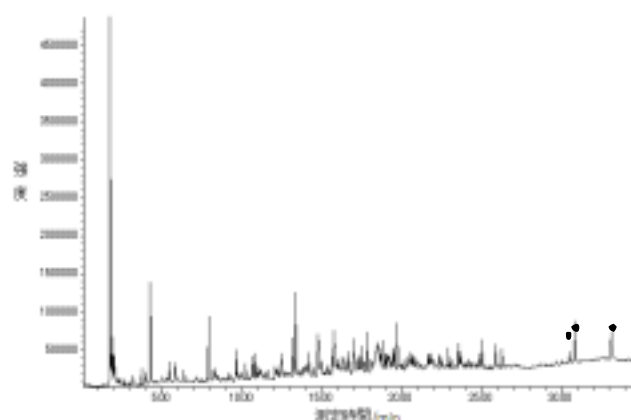


図 1 血液試料のパイログラム (●印はステロイド化合物を示す)

4. まとめ

ゴムやプラスチック等の工業材料のみならず生物系試料等も測定し、幅広く約 300 種類のデータを蓄積した。以上より、熱分解 GC/MS を利用することで、従来 FT-IR で行っていた異物分析の解析可能範囲を拡大するとともに、類似試料の識別能力の向上による、正確さや迅速さの改善が期待できる。

*1) 城南支所

草本系リグニンから調製した活性炭の細孔構造と吸着性能

○飯田孝彦*¹⁾、中石真名美*²⁾、萩原利哉*³⁾、山野宏司*²⁾、瓦田研介*¹⁾

1. はじめに

紙パルプ製造では木材チップ原料からパルプの主成分であるセルロースを分離した際に、リグニンを含有する廃液(黒液)が副産物として大量に発生する。一方、東アジア地域では麦わらが農業系廃棄物として4億t/年以上排出されており、それを原料にした草本系パルプの製造では、木材チップを用いた場合と同様に黒液が副産物として排出されている。一般的リグニンは植物体内で生合成されたフェニルプロパン構造を骨格とするフェノール性化合物であるが、麦わら由来リグニンの化学的特性について調べた例は少なく再利用が進展していない。そこで、本研究では麦わら由来の草本系リグニンを質的に変換して工業材料として再利用を進めることを目的に、水蒸気賦活法を用いた活性炭の調製方法について検討した。調製した活性炭の性能と特徴を把握するために、表面の微細細孔の構造や吸着性能を調べた。

2. 実験方法

麦わらパルプ製造工程から排出される黒液を乾燥、粉末化した乾燥リグニン約50gを、ローターリー式熱処理装置内に投入した。試料投入後窒素雰囲気下にて昇温速度3°C/minで室温から800°Cまで加熱し、800°Cで30min保持して炭化を行った。炭化は3回行い全量を混合し均一化後に賦活処理に用いた。賦活処理は、同装置を用いて水蒸気賦活法により行った。窒素雰囲気下において900°Cまで昇温速度15°C/minで昇温し、賦活温度に達した後水蒸気を供給して所定時間保持した。900°Cでの保持時間は45min、60min、75min及び90minの4条件とした。なお、水蒸気導入量は炭化物約50gに対して水2.5ml/minを供給した。製造した活性炭は、粒径45μm以下に調整し、窒素吸着法及び水銀圧入法による細孔分布測定、JIS K 1474²⁰⁰⁷活性炭試験方法による吸着性能を測定した。また、活性炭中の灰分の無機成分分析を、エネルギー分散型蛍光X線分析により測定した。

3. 結果・考察

賦活時間と窒素吸着法によるマイクロ孔領域の細孔容積の関係を図1に示す。賦活時間とともに細孔容積が増加し賦活90minで最大となり289 mm³/gであった。また、賦活時間と水銀圧入法によるメソ孔及びマクロ孔領域での細孔容積の関係も同様の傾向を示し、賦活時間90minで最大となり3720mm³/gであった。一方、吸着性能はよう素吸着性能が730 mg/g、メチレンブルー吸着性能が120 mL/gであり市販試薬活性炭に比べて低かった。

また、活性炭灰分の蛍光X線分析結果から、おもな無機成分として二酸化ケイ素(SiO₂)が約93%を占めていることがわかった。これはイネ科植物が土壌から二酸化ケイ素を吸収する能力を有しており、原料の麦わらに蓄積したものに由来すると考えられた。

4. まとめ

紙パルプ製造工程で副産物として発生する草本系リグニンの有効利用法として、水蒸気賦活法により活性炭の調製を行った。草本系リグニン活性炭の吸着性能は、市販試薬活性炭より低かったが、細孔構造解析の結果からマイクロ孔に加えて、メソ孔及びマクロ孔の発達も見られ、広範囲の細孔分布を有しており、大きい分子サイズ的环境汚染物質の吸着材としての利用の可能性が期待できると考えられた。

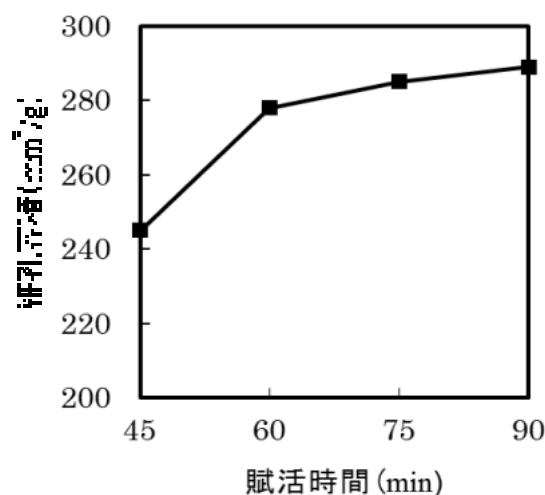


図1 賦活時間と細孔容積の関係

*1) 環境技術グループ、*2) ハリマ化成株式会社中央研究所、*2) 材料技術グループ

リン酸処理した薄型テレビガラス発泡体のリン酸肥料効果

○中澤 亮二^{*1)}、小山 秀美^{*2)}、佐々木 直里^{*1)}、南 晴文^{*3)}、坂本 浩介^{*3)}、
松浦 里江^{*3)}、荻原 明^{*4)}、都竹 進^{*4)}、西野 芳紀^{*4)}、越智 健一^{*4)}、須永 竹英^{*4)}

1. はじめに

近年ブラウン管テレビから薄型テレビへの移行が進んでいる。このような現状を踏まえ、家電リサイクル法の指定品目の見直しが行われ、2009年4月からは薄型テレビ（液晶テレビ（以下 LCD）およびプラズマテレビ（PDP）も指定品目に追加された。そのため、比較的大きな重量割合を占めているパネルガラスの再資源化が必須となっている。一方、都産技研では、排出されるリン酸による水質汚濁、枯渇しつつあるリン酸資源の確保、ビンガラスの再資源化、等の課題解決に貢献するため、ガラス発泡体によるリン酸の再循環利用システムを提案してきた。このガラス発泡体とはビンガラスパウダーに炭酸カルシウム等の炭酸塩を混合、高温にて焼成し生成する多孔質資材である。そこで前報ではリン酸吸着ガラス発泡体について、原料ガラスとしての LCD・PDP ガラスの代替可能性を検討した。その結果、ビンガラスを主原料とし、LCD ガラスを 10wt%もしくは PDP ガラスを 25wt%混合することで、生成するガラス発泡体のリン酸吸着能および吸水能が向上することが明らかになった。そこで本研究では、排水処理に使用済のガラス発泡体のリン酸肥料としての利用可能性を検討するため、リン酸処理した薄型テレビガラス発泡体のリン酸肥料効果について検討した。

2. 実験方法

ガラス発泡体の製造はガラス発泡体メーカーの協力を得て、量産用トンネル炉を使用して行った。主原料であるビンガラス粉砕物はガラス発泡体メーカーから供給を受けた。このビンガラスの一部を薄型パネルガラス粉砕物（粒径 90 μm 以下）で置きかえ（LCD10wt%、PDP25wt%）、さらに発泡剤としてドロマイト（CaMg(CO₃)₂）を 10wt%添加後、最高温度 850°C を 20 分間保持する条件で焼成した。焼成物を粒径 1~2mm に篩別した。この発泡体を 5 倍容の 1000 mg-P/L リン酸二水素カリウム水溶液（pH7.0）に 1 週間浸漬した。浸漬後、上清をすて、新たなリン酸二水素カリウム水溶液に交換しさらに 1 週間浸漬した。リン酸処理済ガラス発泡体のク溶性リン酸を測定後、植物栽培試験に供試した。

植物栽培試験については、供試植物としてホウレンソウを用い、基本土壌としては赤土にピートモスを 3:2 の比で混合したものをを用いた。①リン酸吸着済ガラス発泡体施用（リン酸成分量 5.3g）、②リン酸吸着ガラス発泡体 2 倍量施用、③リン酸吸着ガラス発泡体 1/2 倍量施用、④リン酸化学肥料施用、⑤リン酸化学肥料無施用の 5 条件を設定した。収穫時の最大葉長、地上部重および植物体中リン酸濃度を測定した。試験期間は 2 カ月間とした。

3. 結果・考察

リン酸吸着ガラス発泡体が生長量に及ぼす効果については、リン酸吸着済ガラス発泡体施用条件は、リン酸化学肥料施用条件と同等の生長量を示した（図 1）。植物体中のリン酸（P₂O₅）濃度は、土壌に施用したリン酸吸着済ガラス発泡体量に対応して②，①，③の順に小さくなった。また、そのリン酸濃度は、①と④では大差なく、リン酸吸着済ガラス発泡体に吸着したリン酸が施用リン酸と同等の効果があることが示唆された。

4. まとめ

薄型ガラス発泡体に吸着されたリン酸には肥料効果があることが確認された。

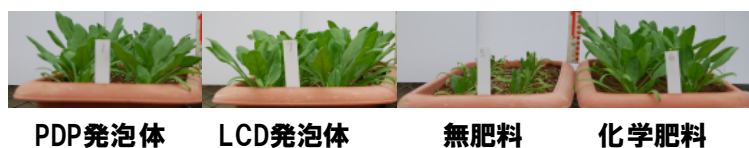


図 1. 薄型テレビガラス発泡体の肥料試験状況

*1) 環境技術グループ *2) 繊維・化学グループ、*3) 東京都農林総合研究センター、
*4) 電子情報技術産業協会

木材から放散されるギ酸・酢酸の定量法の開発

○瓦田 研介*1)、栗田 恵子*2)、浜野 智子*1)、大橋 亜沙美*3)、近江 正陽*3)

1. はじめに

収蔵庫内の空気中に存在する化学物質は貴重な文化財に大きな影響を及ぼすことが知られており、アンモニア・ヒノキチオール・カルボニル化合物（ホルムアルデヒド等）・有機酸などについて報告がある。空気中に存在するこれらの化学物質の濃度を低減して文化財を保護するためには、化学物質の放散量を根拠にした建材使用量の制御を行う方法がある。著者らはこれまで文化財収蔵庫に多用されてきた国産針葉樹および広葉樹が放散するカルボニル化合物の放散速度を小形チャンバー法によって定量し、収蔵庫に使用する木材を選択する際の指標を提案した。本研究では、木材が放散するギ酸および酢酸といった有機酸の放散量を定量する方法として、ガラスデシケーターを用いた簡便法と小形チャンバーを用いた動的手法の二つを検討したので報告する。

2. 実験方法

JIS A 1460 で規定されたガラスデシケーター法によるホルムアルデヒド放散量の測定法を改良してギ酸・酢酸を定量した。内容積約 10L のガラスデシケーター内に超純水 100mL を木材試料（試料表面積 1000~1500cm²）とともに入れ、28℃の恒温室に 24 時間静置した。その後、超純水中に含まれるギ酸および酢酸をイオンクロマトグラフによって定量した。

小形チャンバー法による測定では分析精度を確認するため、ギ酸および酢酸の低濃度標準ガス発生装置を試作した。装置で発生させた標準ガスを 23℃, 50%RH に調整後ステンレス製およびガラス製チャンバー内に導入し、チャンバー前後の濃度変化から回収率を求めて測定精度を検討した。28℃に制御されたインキュベーター内に設置したチャンバーから捕集した空気に含まれるギ酸および酢酸についてイオンクロマトグラフを用いて定量し放散速度を求めた。

3. 結果・考察

測定温度が木材の酢酸放散量に及ぼす影響を図 1 に示す。すべての試料（スギ心材、スギ辺材、スプルー、ブナ）で、測定温度が高くなると酢酸の放散量も増加した。同様に、ギ酸の放散量も測定温度に依存することが示された。一方、小形チャンバー法による測定では、200~400ppb の有機酸標準ガスをガラス製チャンバー内に導入した際の濃度変化を調べた結果、導入後約 1 時間でチャンバー出口の濃度は一定となり、入口濃度とほぼ等しくなることから、ガラス製チャンバーでは、木材などの建材のギ酸および酢酸の放散速度を高い精度で測定できることが示唆された。

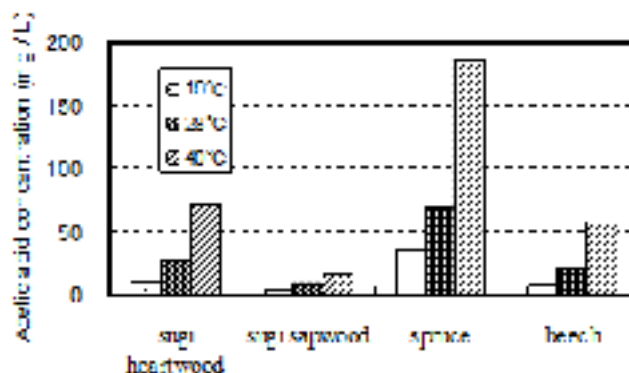


図1 測定温度が木材の酢酸放散量に及ぼす影響（デシケーター法）

4. まとめ

建築材料のギ酸および酢酸の放散量を簡便かつ安価に測定できる手法を開発した。さらに、小形チャンバーを用いた動的測定法を開発し室内空気中のギ酸および酢酸の気中濃度のシミュレーションが可能となった。

本研究は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)20580186により実施した。

*1) 環境技術グループ、*2) 元 環境技術グループ、*3) 東京農工大学大学院

ケント紙への無電解ニッケルめっきによる導電紙の 電磁波シールド効果

○竹村 昌太*1)、上野 武司*2)、島田 勝廣*3)、岡山 隆之*4)

1. はじめに

電子機器、医療機器等は、電磁波による誤動作対策と放射ノイズの抑制が求められている。

本研究では、ケント紙に無電解ニッケルめっきを施した導電紙を試作し、電磁波シールド効果について検討した。そして、そのシールド効果が実用レベルにあるかを確認した。

2. 実験方法

電磁波シールド評価のための試料は市販のケント紙を用いた。この試料にカニゼン法を用いてニッケルめっきを施した。試作した導電紙のめっき付着状況の確認にはSEMを用いた。また、元素分析(EDX)によるめっき皮膜の評価も行った。導電紙の電気的特性として体積・表面抵抗率を測定した。電磁波シールド効果は、KEC法を用いて測定した。

3. 結果・考察

めっきを施した試料の元素分析の結果、導電紙の中心部(A)の分析では、セルロース由来の炭素や酸素が検出された。一方、めっき皮膜部(B)の分析では、めっき材料に由来するニッケルと共にりんも検出された。めっき皮膜はニッケル-りん合金であることが確認された(図1)。

導電紙の体積・表面抵抗率は、めっき皮膜の膜厚の増加に伴い、低下する傾向を示した(表1)。また、電磁波シールド効果は、めっき皮膜の膜厚の増加に伴い、増加することを確認した。特にめっき皮膜の膜厚 $3.47 \mu\text{m}$ の導電紙は、60~70dBのシールド効果が得られ、市販品とほぼ同等なシールド性能が得られた(図2)。

4. まとめ

ケント紙で作製した導電紙は、60~70dBの電界シールド効果が確認されEMC対策に応用できる導電紙としての利用が期待できる。

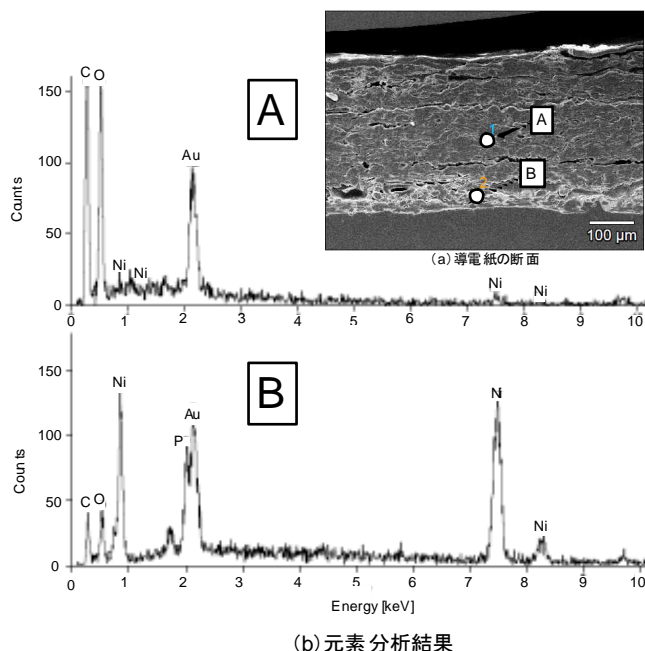


図1 SEMによる断面観察及び元素分析(EDX)

表1 導電紙の体積・表面抵抗率

試料	めっき温度 (°C)	めっき時間 (分)	めっき皮膜 の膜厚 (μm)	表面抵抗率 (Ω/\square)	体積抵抗率 ($\Omega\cdot\text{cm}$)
ケント紙	75	1	—	—	—
		2	0.83	3.577×10^1	2.968×10^{-3}
		5	2.16	4.423×10^0	9.553×10^{-4}
		10	3.47	1.314×10^0	4.559×10^{-4}

注)めっき時間1分については、めっき膜厚が測定できず「—」とした。

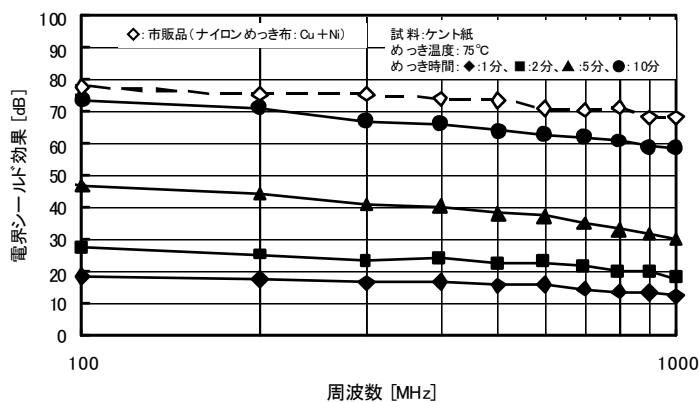


図2 電磁波シールド効果(電界成分)

*1) 表面技術グループ、*2) 電子・機械グループ、*3) 技術経営支援室、4) 東京農工大

100%バイオマス成形材料を利用した商品開発

○木下 稔夫*¹⁾、神谷 嘉美*¹⁾、村井 まどか*¹⁾、山内 友貴*²⁾、
木暮 尊志*²⁾、中山 哲哉*³⁾、荒川 博史*⁴⁾

1. はじめに

これまで都産技研では、漆と間伐材の木粉を成分とした 100%バイオマス成形材料・成形体の実用化を目的とした基礎的研究を行ってきた。次のフェーズである商品化については、開発材料が特許（第 3779290 号）を取得している全く新しい材料であるため、用途、分野開拓も含め、立体造形体での検討を進めていく必要がある。そこで、企画から販売までのデザインプロセスを活用して商品化を行うことにより、市場展開の検討を図った。

2. 内容および結果

商品開発にあたり、漆器市場にどのような商品が存在しているのかを調査する必要があるため、検索サイト Google を用いて、「漆器」と入力した際の画像を解析し、漆器ポジショニングマップ（図 1）作成することで、漆市場の傾向を把握できた。その結果、触れることで感じさせる漆の良さを伝えられ、共同研究企業の成形技術をベースにして技術検証を行えることなどから「ぐい呑み（おちょこ）」を制作することとした。デザインは、断面図（2次元）をもとに、SolidWorks2010 によって 3次元 CAD データを設計した。ぐい呑みは、やや大振りの形状とし、上部に持ちやすくするためのくびれ部を有する 3 種のデザインを考案し、RP 造形モデル製作などによる検討の結果、量産モデルを C に決定した。その後、100%バイオマス成形材料を用い、試作した専用金型を圧縮成形機に取り付け、成形条件を検討した結果、ぐい呑み形状の成形体が作成できた（図 2）。作成した成形体には、漆塗り加工と蒔絵などによる加飾を行い、焼付硬化による性能向上も図った。商品は巾着に入れて、「My おちょこ」として使える付加価値を加えたパッケージとした（図 3）。

3. まとめ

本研究により、企業と共同で保有している特許を活用して、商品を開発することができた。今後、商標の登録、展示会への出展を行い、ブランド化を推進する予定である。

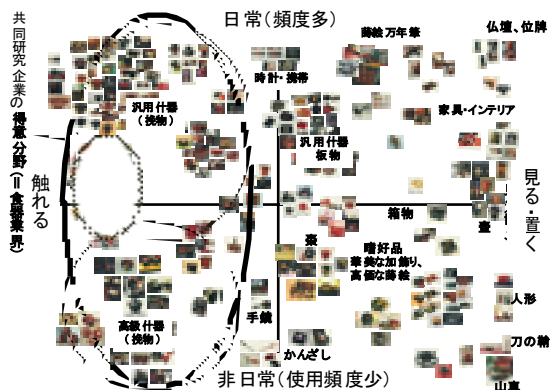


図 1 漆器ポジショニングマップ



図 2 3DCAD 設計およびバイオマス成形体の製作



図 3 完成した商品「ぐい呑み（おちょこ）」

*1) 表面技術グループ、*2) システムデザインセクター、
*3) ヤマト化工株式会社(前日本パレットレンタル株式会社)、*4) ヤマト化工株式会社

残響室内音圧分布の実測と数値シミュレーションの比較

○渡辺 茂幸^{*1)}、神田 浩一^{*1)}、服部 遊^{*1)}
西沢 啓子^{*1)}、横山 幸雄^{*2)}

1. はじめに

数値シミュレーション技術は、設計段階における音場の予測、問題点の把握および性能評価を行ううえで有用なツールの一つとして利用され、労力・時間・コストの削減などが期待できる。しかし、シミュレーション対象のモデル化や設定条件等が適切でない場合には実態と異なる結果を導出してしまう。そのため、数値シミュレーション結果の有用性の検討を目的として、基本的な音響現象や音響試験室をモデルとした数値シミュレーションを行い、理論解および実測結果との対応について検討を行った。本報では一例として、都産技研旧西が丘本部にある不整形七面体残響室（以下、残響室）を対象とした比較検討について報告する。

2. 実験概要

残響室は、室内の複数点での音圧レベル（音圧レベル分布）の標準偏差が小さいことが一つの重要な条件である。実測により室内の音圧レベル分布を把握するには数多くの測定が必要となるが、数値シミュレーションを行えば短時間で複数点の音圧レベルを予測することができる。そこで、実測とそれに対応する数値シミュレーションを行い、両結果を比較した。

実測では、音源Sよりホワイトノイズを放射し、図1に示す受音面内（4m×4m、高さ1.5m）の計441点（0.2m間隔、P1～P441）で音圧レベルを測定した。また、数値シミュレーションには、市販の音響解析ソフトウェアを使用し、実測と同様に設定して音圧レベルを算出した。なお今回は、1/3オクターブバンド中心周波数125Hzを対象とした。

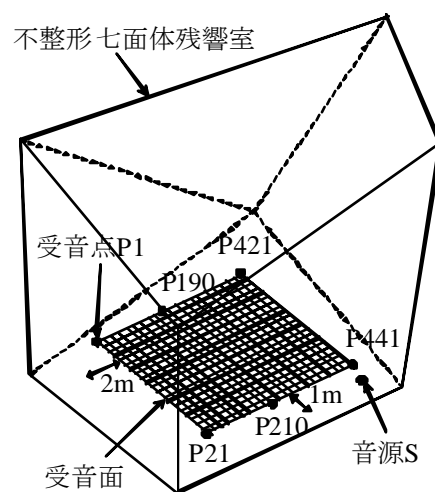


図1 実験の概要

3. 結果・考察

実測と数値シミュレーションにより得られた音圧レベル分布性状の一部を図2に示す。音圧レベル分布性状は近似しており、数値シミュレーション結果は概ね実測値の特徴を捉えていることが確認できた（相関係数：0.74）。また、実測による標準偏差は0.9dB、数値シミュレーションによる標準偏差は1.2dBであった。以上より、時間や労力の要する実測に比べ、数値シミュレーションは、その特徴を概ね捉えるための有効な手段となると考える。

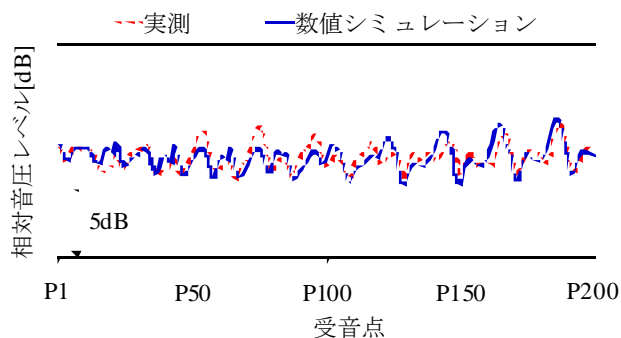


図2 実測と数値シミュレーションの結果

4. まとめ

実測と数値シミュレーションによる残響室内の音圧レベル分布性状について比較し、その有用性が確認できた。今後は、より実用的に有用な数値シミュレーション結果を得るために、対象のモデル化および物性値等の設定条件について検討を進め、適応範囲の拡大を図りたい。

*1) 光音技術グループ、*2) システムデザインセクター

赤外線分光反射率の測定精度向上

○中島 敏晴*1)、中村 宏隆*1)、海老沢 瑞枝*1)

1. はじめに

最近、赤外線領域で使用される光学測定器をはじめとして、加熱システムや熱物性装置、レーザー応用機器などに使用される反射材などの正確な特性評価が求められている。

都産技研では、赤外線領域の中で2~20 μm の波長域における分光反射率測定を、正反射率と全反射率の二つの方法で評価している。この測定では、基準とするミラーは光学メーカー市販の金ミラーを使用するが、値付けされたものではなく、金ミラーの反射率を100%としたときの相対反射率で評価している。正確な反射率特性評価のためには、値付けされた基準反射板の整備が不可欠であり、このためには分光反射率の測定精度の向上を図る必要がある。

本研究では、測定精度向上のために導入した絶対反射率測定用アクセサリ（以下、STAR GEM）を用いて、都産技研設置のFT-IR（Agilent680FT-IR）との整合性や測定データの再現性および信頼性などの評価を行った。

2. 実験方法

FT-IR 試料室に設置した STAR GEM の外観を図1に示す。実験に先立ち、STAR GEM をNPL 標準反射板（英国物理研究所 波長域 2.5~56.0 μm 入射角 8度 現在供給停止）を用いて性能評価を行った。

実験では、依頼試験で基準ミラーとして使用している金ミラーやアルミミラーについて、STAR GEM を用いて反射率測定を実施した。

データの信頼性の検証方法として、理科年表掲載の反射率データや、文献掲載の金やアルミなど金属材料の屈折率や消衰係数を、金属の反射率計算式を用いて算出した反射率を比較対象とした。また、データの再現性の確認も行った。



図1 FT-IR 試料室に設置した STAR GEM

3. 結果・考察

アクセサリの性能評価の結果、NPL 標準反射板とのばらつきは、5~20 μm の波長域で0.3%以内であった。市販金ミラーの絶対反射率測定結果を図3に示す。再現性は、2.0~2.5 μm 付近ではやや低下するが、2.5 μm ~20 μm の波長域では $\pm 0.5\%$ 以内であった。また反射率計算値との比較は、CO₂やH₂Oの吸収帯域以外では0.6%以内のばらつきであった。

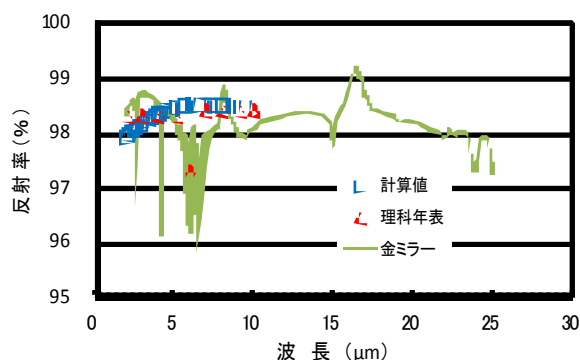


図2 市販金ミラーの絶対反射率と計算による反射率

4. まとめ

本研究の結果から、波長域2~20 μm で絶対反射率の評価が可能であることがわかった。今後は、さらに測定精度を高め、信頼性向上を図ることで、赤外線領域における絶対反射率測定を依頼試験として対応可能な体制の整備を進めていく。

*1) 光音技術グループ

表面プラズモン共鳴 (SPR) センサによる γ -GTP の簡易検出技術の開発

○中村 広隆*¹⁾、秋元 卓央*²⁾

1. はじめに

肝臓の解毒作用に関係している酵素としての γ -GTP は、肝機能の指標として利用されている。この酵素（血液中の γ -GTP）を簡易に測定することができれば、肝機能障害の予防となる。そこで、本研究では、プローブ型 SPR センサを用いた血液中の γ -GTP の簡易検出技術の開発を目的とし、プローブ型 SPR センサの製作および性能評価を行った。

2. 実験方法

プローブ型 SPR センサ（図 1）を製作し、屈折率測定による SPR センサの感度評価を行った。屈折率測定の感度評価は、屈折率が異なるグリセリン溶液を作成し、各溶液を SPR センサに滴化し、その時の SPR センサの反射強度変化を測定した。また、開発したプローブ型 SPR センサによる γ -GTP の測定を行い、検出能力評価を行った。

また、 γ -GTP の検出能力を高めるために、2 種類の分子量の異なる PEG 分子を含む自己組織化単分子膜を用いて、血漿成分の吸着を抑制するためのブロッキング方法の検討を行った。

3. 結果・考察

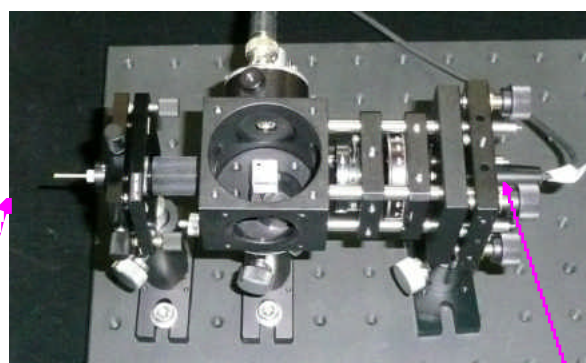
屈折率測定によるプローブ型 SPR センサの感度評価では、屈折率感度として、 1.7×10^{-3} の屈折率感度を確認した（図 2）。

γ -GTP の測定による検出能力評価においては、本開発におけるプローブ型 SPR センサでは 50 U/L (3.8 ? g/ml 相当) まで測定できることがわかった。しかし、これは健康な成人の最大値に相当するため、理想的には 10 U/L (0.77 ? g/ml) を測定できるだけの測定感度が必要であると考えられる。

血漿成分の吸着を抑制するためのブロッキング方法の検討では、一般的に使用される BSA よりもブロッキングの効果が高い結果が得られた。

4. まとめ

プローブ型 SPR センサを製作し、屈折率測定による SPR センサ評価を行い、 1.7×10^{-3} の屈折率感度を確認した。また、検出能力評価では、50 U/L の γ -GTP の測定が可能であることを確認した。



センサ部

光源部(LD)

図 1 製作したプローブ型 SPR センサ

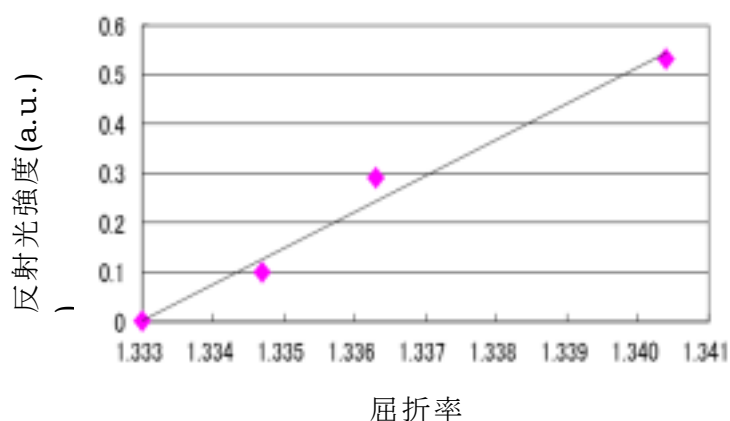


図 2 プローブ型 SPR センサの感度評価

*1) 光音技術グループ、*2) 東京工科大学

金属の発色現象の光学的モデリング

○海老澤 瑞枝*1)、岩永 敏秀*1)、橋本 智*2)、
平野 輝美*3)、前田 秀一*4)、水谷 康弘*5)

1. はじめに

ナノメートルオーダーの金属微粒子はバルク金属とは異なる発色を示すことが知られている。このような発色現象は、古くは美術品などに利用されていたが、近年では工業製品の色材や光学デバイスへの応用が進められている。金属微粒子の発色は、電場の局在と散乱の複雑な相互作用に起因し、これらの物理現象を逐一厳密に解析することは非常に困難である。本研究では、開発の段階で実用上有用と思われる発色現象を簡便に表す誘電率関数について検討する。

2. 金属の形態と誘電率モデル

銀について、基本となるバルク状態と発色現象の生じるナノ微粒子分散体、化成処理によって微粒子構造が付与された表面の3種類の形態の誘電率関数を検討した。まず、バルク状態の誘電率モデルには、Drude Lorentz モデルを用いた。このモデルでは、自由電子の分極をマス・ダンパ、束縛電子の分極をバネ・マス・ダンパの機械振動系で表す。図1にバルク銀の分光反射率の実測値と誘電率モデルから求めた計算値を示す。実測値と計算値はよく一致しており、本モデルの有効性を確認した。

銀の微粒子分散体の誘電率関数は、媒質の体積に対する金属微粒子の充填率を変数とする有効媒質近似を用いた。一方、化成処理された微粒子構造面の発色現象は有効媒質近似では表現できないことが実験結果から示されたため、新たに誘電率関数を検討した。本研究では、銀微粒子構造を銀とは異なる束縛電子をもつ金属原子と仮定し、機械振動系モデルを適用した。

3. 色度座標におけるモデルと実験値の比較

銀微粒子構造面を図2(a)に示す。化成処理時間によって異なる発色が見られる。それぞれの発色面の分光反射率を測定し、D65光源での物体色を求め、図2(b)の色度座標上に示す。同様に、誘電率関数から求めた分散体と微粒子構造面の物体色を色度座標に示す。分散体では、高い充填率では青色を反射、低い充填率では黄色を透過し、計算値の示す色度座標と一致する。また、微粒子構造面では、処理時間に対する色の変化が実験値と計算値でよく一致しており、本モデルの有効性を確認した。

4. まとめ

バルクとは異なる発色が見られる微粒子分散体および微粒子構造面の誘電率関数を検討し、微粒子構造面の発色は機械振動子モデルによって表現可能なことを見出した。誘電率関数の変数と表面の特性との対応付けが今後の課題である。

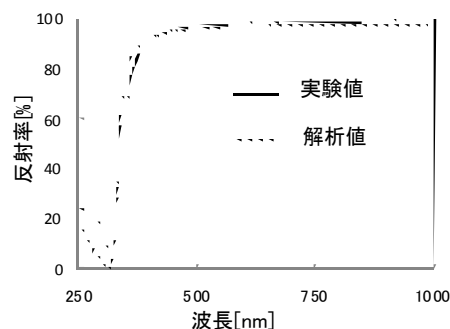
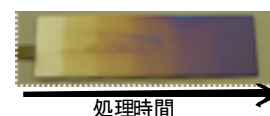
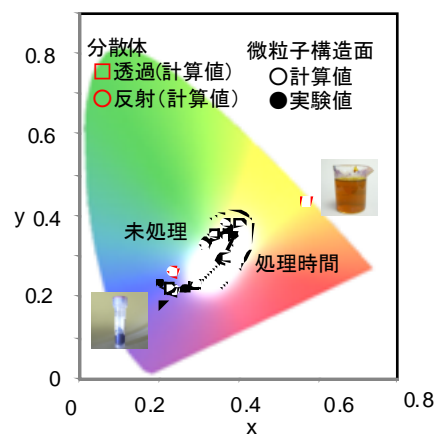


図1 バルク銀の反射率の実験値とモデルから求めた計算値



(a)化成処理した銀微粒子構造面



(b)発色現象の色度座標

図2 銀の分散体と微粒子構造面の発色現象

*1) 光音技術 G、*2) 株式会社表面化工研究所、*3) 平野技術士事務所、*4) 東海大、*5) 徳島大

芳香族化合物の拡散定数計測器の開発

○平野 康之*¹⁾、原本 欽朗*²⁾、吉田 裕道*³⁾

1. はじめに

有機溶剤を使用する工場等から発生する揮発性有機化合物（VOC）を簡易的に定性分析する技術が求められている。簡易 VOC 計測器の1つとして、紫外線（UV）照射によるイオン化 VOC のイオン電流から、濃度を出力する光イオン化検出器（photo ionization detector: PID）がある。しかし、イオン電流は濃度と VOC のイオン化ポテンシャルに依存するため、従来の PID は定量計測である。本研究では、非励起空間をイオンが飛行する事によって拡散定数を得る PID を開発し、物質推定が可能な PID を提案する。

2. 実験方法

ガス流路の流れ方向に平行平板のイオン検出電極を固定し、電極間方向とガス流れに直交する位置から Kr ランプによって電極間の一大部分の空間をイオン化する（図 1）。代表的な VOC である芳香族炭化水素（ベンゼン、トルエン、キシレン: BTX）を用い、パーミュータ（ガステック、PD-1B-2）による濃度調整後に電極を内蔵した流路に単一成分のガスを導入する。BTX はカチオンを形成し、酸素分子によってアニオンが形成される。印加電圧によって、どちらか一方のイオンが非励起空間を飛行し、電極間の抵抗値は非励起空間に依存する。イオンの移動度はアインシュタインの関係式から拡散定数と比例であり、また抵抗値に対しては反比例である。従って、正負イオンの抵抗値から拡散定数が得られる。

- (1) 抵抗値と印加電圧の関係： 濃度が一定のベンゼン 4~100ppm を導入し、-1~1000V の電圧を印加し、イオン化したベンゼンの抵抗値を調査した。
- (2) イオン量と正負イオンの抵抗比の関係： 10~100ppm の単一成分の BTX をそれぞれ導入し、±100V 印加時の正負のイオン電流から得られる抵抗比を求め、拡散定数との関係を調査した。

3. 結果・考察

- (1) イオン化ベンゼンの抵抗値 R は印加電圧に対して独立であることが示され、濃度に依存した一定の値をとる（図 2）。
- (2) 抵抗比はイオン量の影響を受けず、物質ごとにほぼ一定である事が示された（図 3）。拡散定数 D は、独立な比例定数 C_1 、 C_2 とすると、 $D_+ \approx C_1 D$ (R_- / R_+) + $C_2 D$ と表され、それぞれの拡散定数から、 $C_1=0.389$ 、 $C_2=-0.270$ が得られた。この値を用い、他の芳香族炭化水素の拡散定数の計測ができる。

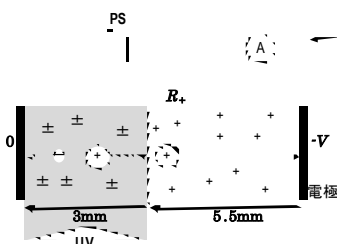


図 1 部分励起とイオンの飛行

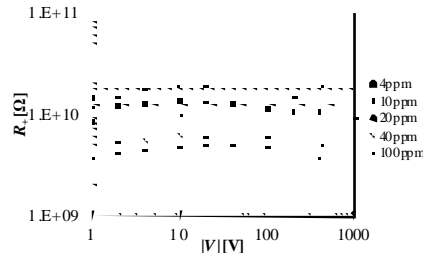


図 2 濃度と抵抗値の関係

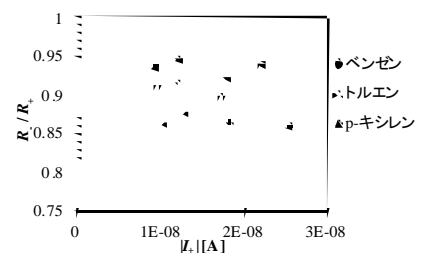


図 3 抵抗比とイオン電流の関係

4. まとめ

非励起空間を飛行するイオンの抵抗値から拡散定数を出力する計測器を開発した。BTX を用いた実験において、酸素分子イオンとの抵抗比は、拡散定数に依存した物質固有の値を示した。

今後、芳香族炭化水素以外の VOC について調査を行い、PID による物質推定を検討する。

なお、本研究は JST、東京都地域結集型研究開発プログラムの成果である。

*1) 機械技術グループ（地域結集事業推進室兼務）、*2) 電子機械グループ（地域結集事業推進室兼務）、*3) 地域結集事業推進室

チャージアンプを使用した光イオン化検出器の開発

○原本 欽朗*1)、平野 康之*2)、吉田 裕道*3)

1. はじめに

有機溶剤を使用する工場等から発生する揮発性有機化合物（VOC）を簡易的に定性分析する技術が求められている。簡易VOC計測器の1つとして、光イオン化検出器（photo ionization detector: PID）がある。PIDの測定原理図を図1に示す。PIDは、紫外線（UV）照射により、VOCをイオン化し、ガス流路中に設けた電極に電圧をかけることで、イオン電流を計測し、ガス濃度を特定する。この方法は、イオン化ガスが直接電極に触れ、電極が腐食やコンタミネーションが発生するため感度が徐々に下がり、長時間の測定には向かない。本研究では、耐腐食性に優れたPIDの開発を行った。

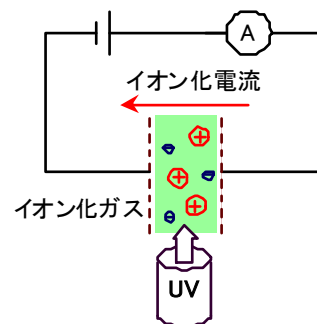


図1 PIDの測定原理

2. 提案回路

本研究で提案する回路を図2に示す。計測は、下記の手順で行う。

- (1) 電極に直流電圧を印加する。
- (2) 電極間のイオン化ガス（+イオン）による電荷が、チャージアンプのコンデンサに充電される。
- (3) チャージアンプの出力電圧は、コンデンサに充電された電荷量による。制御回路によりアンプ出力電圧が飽和する前に、電極間電圧の極性を反転させる。
- (4) 電極間のイオン化ガス（-イオン）によりコンデンサの電荷が放電される。
- (5) 上記の計測を繰り返し、電荷の充放電速度によりガス濃度を計測する。

提案する方法は、チャージされる電荷量をもとに計測するため、電極が絶縁されていても、ガス中のイオンが移動するだけで、計測が可能となる。すなわち、この方法により、電極を絶縁膜で保護し、電極を直接イオン化ガスに晒さなくても測定が可能であり、電極の長寿命化をはかることができる。

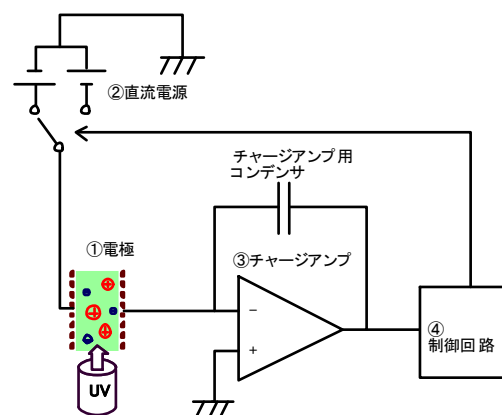


図2 チャージアンプ式PID回路

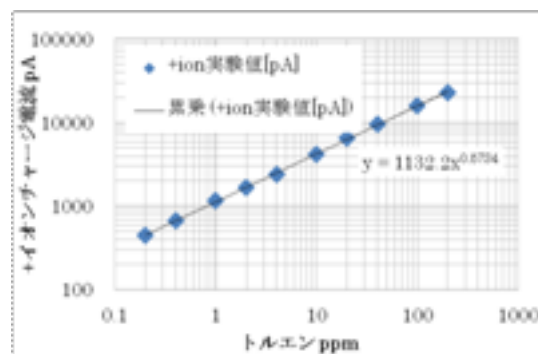


図3 チャージアンプ方式のPID測定結果

3. 実験と結果

提案した検出回路と絶縁電極（厚さ約40μmポリイミドにより被覆）を用いて、トルエンガスの測定を行った。測定結果を図3に示す。横軸はトルエン濃度、縦軸は電流である。この電流はチャージアンプにチャージされる電荷量をチャージ時間で割ったものであり、図2の直流電源を切り替えた後の過渡的に流れる電流を表している。図3の結果から、トルエンを1ppm以下まで測定可能であることがわかる。

4. まとめ

本研究では、従来のPIDに対し、チャージアンプを用いた回路と検出に絶縁電極を用いることで、電極の長寿命化を図ることに成功した。

なお、本研究はJST、東京都地域結集型研究開発プログラムの成果である。

*1) 電子機械グループ（地域結集事業推進室兼務）、

*2) 機械技術グループ（地域結集事業推進室兼務）、*3) 地域結集事業推進室

コバルト・セリウム系酸化物触媒の成形技術とヤニ処理への応用

○染川 正一*1)、萩原 利哉*1)、藤井 恭子*2)、篠田 勉*3)、小島 正行*3)、堂免 一成*4)

1. はじめに

VOC(揮発性有機化合物)の大気中への排出は環境や健康に悪影響を及ぼすため問題視されている。触媒燃焼法は比較的低温でのVOC処理を可能にする。触媒は通常粉末であることが多いが、大量の排ガスを処理する実機においては粉末状では流通ガスの詰まりが生じるために、成形体に加工する必要がある。今回はこれまで我々が白金代替材料として開発してきたVOC分解用のコバルト・セリウム(Co・Ce)系酸化物触媒の成形技術に関する検討とそれら物性の解析を行った。

一方、塗装工場乾燥炉などから排出されるヤニ類もVOCと並んで問題となる。今回は実際の塗装工場の乾燥炉からヤニを採取し、そのヤニの定性分析と、開発したCo・Ce系酸化物触媒を用いたヤニの分解処理に関する基礎的な研究を行った。

2. 実験方法

触媒粉末とバインダー(カオリン 10 wt%)、適量の水を混ぜ、それを押し出し成形機に投入し、最終的に焼成することでペレット状成形触媒を作製した

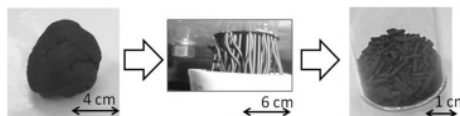


図1 押し出し成形の様子



図2 ダクト内のヤニ

(図1)。ヤニ分解実験については、工場で採取したヤニ(図2)を良溶媒溶解後に貧溶媒に滴下し、沈殿を生成させる溶媒再沈法で分離精製した。分離した成分を濃縮後、赤外分光分析装置(IR)によって同定を行った。また示差熱・熱重量同時測定装置(TG-DTA)を用いて、ヤニ単体と触媒表面上に約25 wt%付着させたヤニの分解特性の解析を行った。

3. 結果・考察

各種酸化物を押し出し成形法でペレット化した際の強度を表1に示す。比較のために市販活性炭強度も測定した。Cr、Cu、Co、Ti、Zn、Mgの酸化物は成形体強度保持性を有していた。Co酸化物の強度保持作用によって、安価な押し出し成形法でもCo・Ce系触媒の成形が可能であり、排ガス処理に利用できることが分かった。

表1 成形体の強度

各種金属酸化物	強度 / N mm ²
MnO ₂	成形できず(崩れた)
CeO ₂	成形できず(崩れた)
Cr ₂ O ₃	0.1
CuO	1.5
Co ₃ O ₄	3
Al ₂ O ₃	成形できず(崩れた)
TiO ₂	4
WO ₃	<0.03
NiO	成形できず(崩れた)
Fe ₂ O ₃	成形できず(崩れた)
ZnO	0.7
MgO	4.8
SiO ₂	成形できず(崩れた)
市販の活性炭(粒状)	6.7

ヤニ分解の結果は図3に示す。重量変化から、開発触媒上ではヤニは350℃でほぼ100%分解していることが分かる。白金触媒は450~500℃を要した。示差熱(反応熱に相当)のピークも開発触媒の温度のほうが低かった。

4. まとめ

Co酸化物の強度保持性ゆえに少ないバインダー量でも押し出し成形法でCo・Ce酸化物の成形体作製が可能であった。開発したCo・Ce系酸化物触媒は白金触媒より約100℃低い350℃でヤニを分解できた。

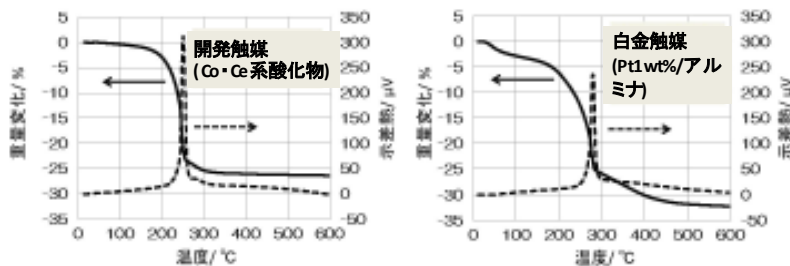


図3 ヤニの分解特性

*1) 材料技術グループ(地域結集事業推進室兼務)、*2) バイオ応用技術グループ(地域結集事業推進室兼務)、*3) 地域結集事業推進室、*4) 東京大学大学院工学系研究科

PTR-MS を用いた VOC 処理技術の評価

○水越 厚史^{*1)}、野口 美由貴²⁾、徳村 雅弘²⁾、
石塚 祐輔²⁾、和田 友布子²⁾、柳沢 幸雄^{*2)}

1. はじめに

近年、VOC 処理技術として様々な手法の研究が行われている。主な処理法として、燃焼法、吸着法、酸化分解法等が挙げられる。十分な処理が行われているかを評価するために、一般的には、処理するガス中の VOC の除去率を求める。しかし、処理法によっては別の VOC が生成し、悪臭や健康影響の原因となる可能性があるため、多成分の VOC の分析が必要である。なかでも酸化分解法では、含酸素化合物が生成することがあり、既存の GC/MS 等の分析方法では測定が難しい。

PTR-MS は、 H_3O^+ により化学イオン化する質量分析計であり、リアルタイムで質量数ごとの物質濃度を感度良く（ppb レベル）測定することができる。また、プロトン親和力が水よりも高いものをイオン化することができるため、GC/MS では測定が難しい含酸素化合物を含む幅広い VOC を測定することができる。よって、VOC 処理技術の評価に PTR-MS を用いることで、対象とする VOC の除去率を経時的に測定し、かつ分解生成物を同定することができる。本報では、オゾン及び促進酸化法（フォトフェントン反応）による VOC 処理の評価に PTR-MS を利用した結果について紹介する。

2. 実験方法

オゾン処理については、テルペン類を添加したサンプリングバッグにオゾン（600ppb）を導入し、バッグ内のガスを PTR-MS で経時的に測定した。また、フォトフェントン反応については、鉄と過酸化水素を導入した水溶液に紫外光を照射し、アセトアルデヒドガス（1000ppb）をバブリングして、反応器の入口と出口のガスを PTR-MS で経時的に測定した。

3. 結果・考察

オゾンによりテルペン類は速やかに分解されたが（図 1）、様々な質量数の分解物が生成することがわかった（図 2）。したがって、実用のためにはこれらの生成物を除去する方法を組み合わせる必要があると考えられる。一方、フォトフェントン反応では、アセトアルデヒドガスをワンパスで 95%以上、定常的に除去することができ、処理後のガスには問題となるようなフォトフェントン反応由来の分解生成物の放散がないことが確認された。

4. まとめ

PTR-MS を用いて VOC 処理技術の評価を行い、VOC の除去率及び反応生成物の有無を確認することができた。酸化分解を伴う処理技術の評価するのに PTR-MS は有効であると考えられる。

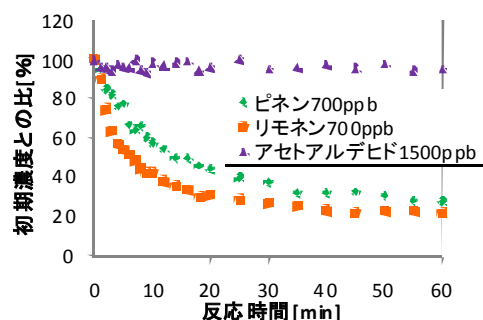


図 1 オゾンによるテルペン類の分解

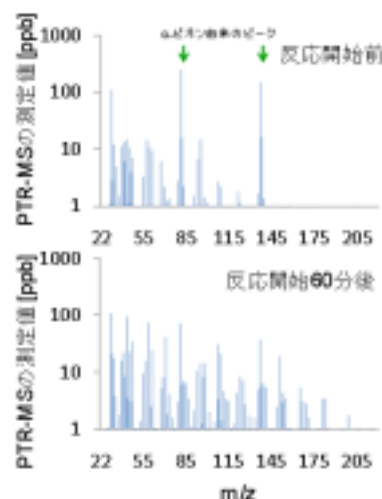


図 2 オゾンによる分解生成物

本研究は JST 東京都地域結集型研究開発プログラムにより行った。深く感謝申し上げます。

*1) 地域結集事業推進室、*2) 東京大学

塗装乾燥炉用 VOC 処理装置の開発 ～省エネ・省面積を目指した触媒式の実用化～

○萩原 利哉^{*1)}、小島 正行^{*2)}、染川 正一^{*1)}、藤井 恭子^{*3)}、水越 厚史^{*2)}

1. はじめに

塗装乾燥炉から排出されるガスには揮発性有機化合物（VOC）やヤニ（合成樹脂塗料を焼付けする際に発生する物質）などが混入している。VOC は光化学スモッグや浮遊粒子状物質などの大気汚染や悪臭の原因物質である。また、ヤニは悪臭だけでなく、被塗物や炉内、排気ダクトの汚染、さらには VOC 処理装置の性能低下や触媒被毒をも引き起こす原因となっている。

改正大気汚染防止法により、中小規模の事業所は自主的取組による VOC 排出量削減が課せられ、工程内対策や塗料改質などの対策を実施中である。VOC 処理装置導入も一つの手段であるが、設備・維持コストや設置スペースなどの課題から導入困難なのが現状である。

本研究ではこれらの課題を解決するため、乾燥炉と処理装置を一体にした浄化ガス循環式塗装乾燥炉用 VOC 処理装置を試作し、本プログラムで開発した触媒を搭載して実負荷運転を行い VOC や悪臭・ヤニにも対処できるような装置の検討を行った。



図1 塗装乾燥炉用 VOC 処理装置試作機

2. 実験方法

塗装乾燥炉用 VOC 処理装置試作機（図 1）を用いて、触媒槽温度 300℃で塗料を用いた実負荷運転を行った。メラミン樹脂塗料をアルミ平板（400×500 mm）に対してスプレーガンで吹き付け塗装を行い、乾燥炉内に 6 枚セッティングし（VOC 負荷量：23.5 g）、130℃×30 分で乾燥と排ガス処理を行った。なお、VOC 処理性能の評価は水素炎イオン化検出器（FID）、脱臭性能は三

点比較式臭袋法を用いて行った。

3. 結果・考察

処理風量：0.70 Nm³/min、吸・排気量：0.13 Nm³/min、SV：37000 h⁻¹ の条件で実負荷運転を行った結果、VOC 処理性能は 99.7%、脱臭効率は 99.8%であった（図 2、表 1）。また、VOC の触媒分解熱利用により、乾燥立上・定温時の電力値は塗料負荷のない無負荷運転時よりも 12%低減で運転が可能となった。

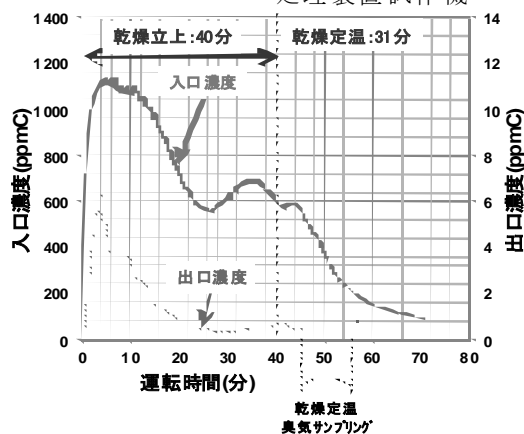


図2 VOC 処理性能データ

表1 臭気測定データ

採取時刻	場所	臭気濃度	臭気指数	脱臭効率	臭質
乾燥定温	入口	13,000	41	-	樹脂のコゲ臭
	出口	31	15	99.8%	かすかな刺激臭

4. まとめ

乾燥炉と処理装置を一体化することによって省スペースが可能となった。また、ランニングコストは排熱利用と従来の白金触媒よりも低温で VOC とヤニを処理することで従来方式の 52%まで低減できた。さらにメラミン塗料実負荷運転を行った結果、VOC・悪臭除去性能共に 99%以上の高い除去率を得られた。

今後は現場での実証試験を重ね、信頼性を確立すると同時に原価低減構造や標準化を実施し、処理装置の設備コスト低減を行っていく予定である。

*1) 材料技術グループ（地域結集事業推進室兼務）、*2) 地域結集事業推進室、*3) バイオ応用技術グループ（地域結集事業推進室兼務）

「VOC 排出対策ガイドー基礎から実践・評価法までー」の公開

○水越 厚史*1)、井上 潤*1)、篠田 勉*1)

1. はじめに

VOC 排出量は平成 21 年度に平成 12 年度の 42%減となり、改正大気汚染防止法の目標である 3 割低減をクリアすると推定される。しかしながら、現実には光化学オキシダントの濃度は漸増しており、VOC 削減の当初の目的は達成されていない。また、VOC は悪臭物質や発がん性等の健康へ悪影響がある物質を含むため、排出対策においてはこれらの影響も考慮する必要がある。このような VOC 排出対策の課題を踏まえ、今後の対策について考えるために、東京都地域結集型研究開発プログラムでは環境評価分科会を立ち上げ、「VOC 排出対策ガイドー基礎から実践・評価法までー」を作成して公開した。

2. ガイドのねらい

「VOC 排出対策ガイド」のコンセプトを図 1 に示す。一般に、VOC の対策技術は処理効率により評価されている。しかし、実際には、処理により生成した二次物質が環境影響を引き起こすなど、処理効率だけでは環境対策が万全であるとは言い難い。このような排出対策による人体や環境への影響を知るとともに、導入コストと比較することで、より効率的な VOC 排出対策技術を選択する手助けとなることがこのガイドのねらいである。

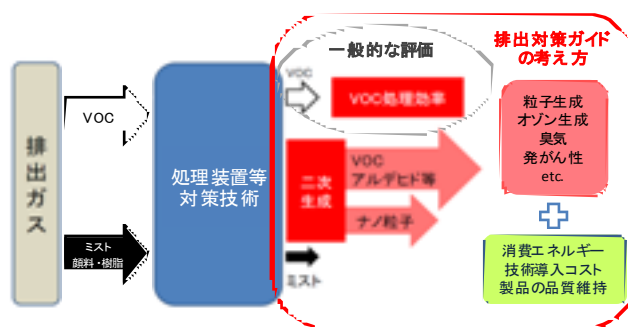


図 1 VOC 排出対策ガイドのコンセプト

3. ガイドの内容

本ガイドは、基礎編と塗装編からなる（図 2）。基礎編では、VOC に関する基礎的な情報や、VOC が環境や人体へ及ぼす影響、VOC の処理技術などを紹介している。次に、これらの技術の評価するための VOC の測定方法、環境影響評価法について説明している。また、国や自治体の VOC 対策への具体的な取り組みについてもまとめている。塗装編では、実際の塗装施設における VOC 排出の実態や臭気の問題、塗装 VOC の環境への影響と規制について記載している。また、対策方法として、工程改善による VOC 削減の方法、コストを含めた処理装置の導入に関する考え方もまとめている。さらに、本プログラムで行った処理装置の研究開発事例についても紹介している。

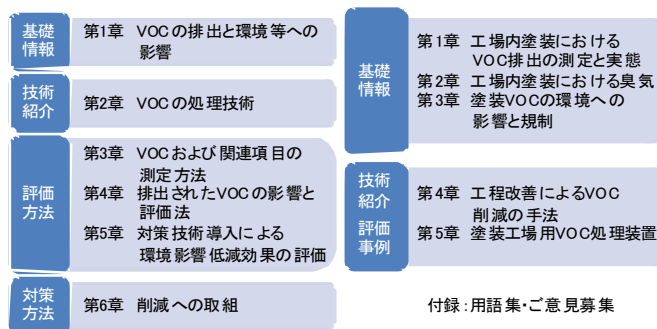


図 2 VOC 排出対策ガイドの構成

4. ガイドの公開

VOC 排出対策ガイドは、多くの方々が利用できるように、ホームページ上で公開している (<http://create.iri-tokyo.jp/>)。また、より実用的なガイドとなるよう、意見・要望・感想を募集し、内容に反映させた。

本研究は JST 東京都地域結集型研究開発プログラムにより行った。深く感謝申し上げます。

*1) 地域結集事業推進室

プレス加工用金型への高耐久性 DLC 膜の成膜方法の検討

○中村 健太*1)、森河 和雄*2)、西村 信司*2)、玉置 賢次*1)

1. はじめに

地球環境保護の観点から、DLC を工具へ適用した絞り加工が行われている。ところが、DLC 工具の絞り性を、実機を用いずに簡易的に評価する方法は未だに確立されていない。本研究では、簡易的な評価方法として、スクラッチテストを用いた「単一方向摩擦試験」とトライボテストを用いた「繰り返し摩擦試験」を組み合わせることが適切と考え、簡易的な評価方法の妥当性を、実機を用いた絞り性の評価結果と比較しながら検証する。

2. 実験方法

DLC は、SKD11 製ディスクに CVD 法により成膜した。表面粗さは、鏡面研磨したディスクにショットブラスト加工を施すことで、算術平均粗さ (Ra) で $0.002\ \mu\text{m}$ から $1.2\ \mu\text{m}$ に調整した。単一方向摩擦試験は、 $1.6 \times 10^{-4}\text{m/s}$ のスクラッチ速度の下、約 1 分かけて荷重を 0.3N から 100N に変化させる条件で行い、その摩擦面の状態を観察する。また、繰り返し摩擦試験は、 0.1m/s の摺動速度の下、10N から 10 分毎に 10N ずつ荷重を足し、60N まで荷重を増やす条件で摩擦係数を測定する。一方、実機加工では、サーボパルス万能試験機を改造したのを用い、板厚 0.3mm の SUS304 を被加工材とした完全ドライ条件で、絞り比 1.73~2.08 (ダイスの穴径 30mm) の範囲で絞り性試験を行う。

3. 結果・考察

簡易的な評価方法の結果を表 1 と表 2 に示す。単一方向摩擦試験の記号は、試験による DLC 膜の剥離の有無を示している。また、繰り返し摩擦試験で示した荷重は、試験により得られる摩擦係数が、定常時の 0.07 (± 0.02) よりも大きくなり始める荷重で、DLC の摩擦特性が低下して摩擦係数が大きくなったと判断し、当該荷重を限界荷重とした。

次いで、実機により絞り性を評価した結果を表 3 に示す。算術平均粗さが $0.43\ \mu\text{m}$ のものでは絞り比 1.80 までの加工が可能で、 $0.002\ \mu\text{m}$ のものでは絞り比 2.08 までの加工が可能であった。

本研究では膜厚 $2\ \mu\text{m}$ を狙って DLC を成膜したために、表面の粗い基材では表面形状が残ったまま DLC が成膜された状態となっている。つまり、DLC を成膜しても、表面粗さよりも薄い膜厚では DLC 成膜の効果は得られにくく、DLC 成膜後の表面が平滑になるもので成膜の効果が得られやすいといえる。

4. まとめ

「単一方向摩擦試験」と「繰り返し摩擦試験」を組み合わせることで、実機絞り加工での摩擦特性を簡易的に評価できることが分かった。また、膜厚の薄い DLC を成膜するときは、基材の表面を平滑にすることで、摩擦特性に優れる DLC 膜を得られると考えられる。

表 1 単一方向摩擦試験の結果

Ra, μm	0.002	0.005	0.015	0.12	1.2
耐スクラッチ性	○	△	△	×	×

○:剥離なし、△:1 回だけ剥離、×:2 回とも剥離

表 2 繰り返し摩擦試験の結果

Ra, μm	0.002	0.005	0.015	0.12	1.2
限界荷重	30N	40N	30N	<10N	<10N

表 3 完全ドライ条件での絞り性試験の評価結果

ブランク直径,mm	50	52	54	56	58	60
絞り比	1.73	1.80	1.87	1.94	2.01	2.08
Ra=0.43 μm	○	○	×	×	×	×
Ra=0.002 μm	○	○	○	○	○	○

○:連続 5 枚の加工が可能、×:連続 5 枚の加工が不可能

*1) 機械技術グループ、*2) 高度分析開発セクター

導電性セラミックス工具を用いた冷間圧延鋼板のドライ角形せん断加工

○玉置 賢次*1)、中村 健太*1)

1. はじめに

塑性加工では、加工時の摩擦低減や凝着防止等のために潤滑剤を用いている。しかし、潤滑剤は地球環境を汚染する要因となっており、潤滑剤を用いない新しい技術が求められている。この対策として、塑性加工用工具にトライボロジー特性に優れたセラミックスを適用する方法が検討されている。これまでの研究では、せん断加工のドライ加工化として、セラミックス工具を用いたφ5mmのドライせん断加工を行い、良好な結果を得ている。

そこで、本研究では、抜き形状をより厳しい条件となる角形とし、一辺5mmのドライ角形せん断加工の実用化の可能性について検討した。

2. 実験方法

工具材質には、ジルコニア系導電性セラミックス(WC-ZrO₂)と、比較のために超合金(WC-Co)を用いた。また、工具寸法は、ダイの一边を5.0mm、コーナー半径を0.5mm、パンチの一边を4.84mm、コーナー半径を0.5mmとした。ダイ刃先およびパンチ刃先には、0.05~0.10mmのRまたはC面取りを設けた。図1に工具外観写真を示す。

セラミックス工具を用いて連続10万回のドライ角形せん断加工試験を実施した。被加工材は、冷間圧延鋼板(SPCC)、板厚1.0mmとした。潤滑条件は、潤滑剤を塗布しないドライとした。

3. 結果・考察

各種工具によるドライ角形せん断加工試験の結果として、ブランクのバリ高さの推移を図2に示す。図2より、WC-ZrO₂工具によるバリ高さは、45μm前後で推移しており、ばらつきも比較的小さく安定していた。一方、WC-Co工具によるバリ高さは、平均値で75μm程度であり、WC-ZrO₂工具に比べて大きめであった。また、ばらつきも大きかった。

図3にパンチ刃先の使用前後での顕微鏡写真を示す。図3より、WC-ZrO₂工具は使用前後でほとんど変化がなく、パンチへのSPCCの凝着もほとんど観察されなかった。しかしながら、WC-Co工具はSPCCとの摩擦により生じたと思われるスクラッチ痕が多数観察され、SPCCと摩擦した部分とそうでない部分とで明確に境目が確認された。

よって、どちらの工具も10万回達成したが、WC-ZrO₂工具の方が、耐摩耗性に優れていると言える。

4. まとめ

導電性セラミックス工具を用いた冷間圧延鋼板の連続10万回のドライ角形せん断加工が達成され、ドライせん断加工のさらなる実用化の可能性が示唆されたと言える。

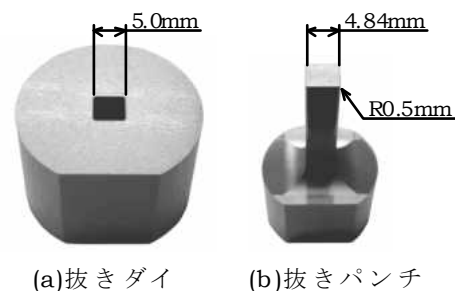
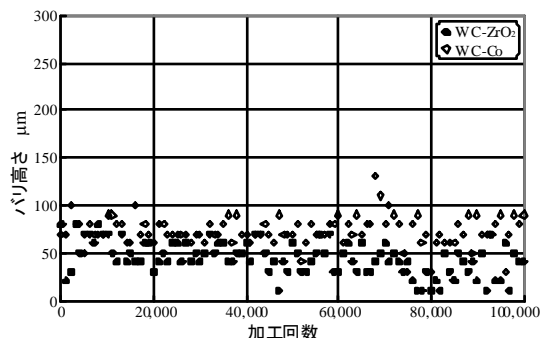
図1 工具外観写真 (WC-ZrO₂工具)

図2 ブランクのバリ高さの推移

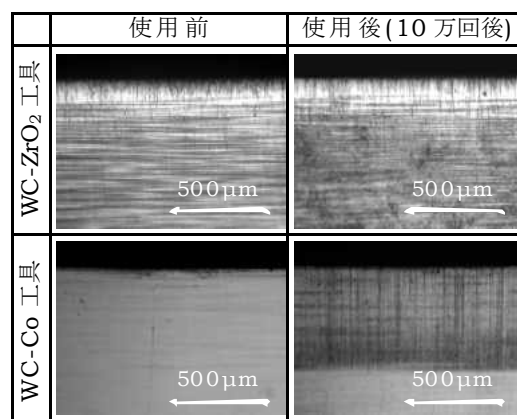


図3 パンチ刃先顕微鏡写真 (使用前後)

*1) 機械技術グループ

CVD ダイヤモンドコーテッド金型の表面仕上げ技術の開発

○藤巻 研吾*1)、横澤 毅*1)

1. はじめに

著者らは、これまでドライプレス加工用 CVD ダイヤモンドコーテッド金型向けに超音波研磨法の開発を行ってきた。しかし、実用化段階に進む上で、一部のケースにおいて研磨工具の凝着や表面粗さの大きさが問題となっている。そこで、図1に示すような超音波研磨後の仕上げ研磨技術を開発することで、CVD ダイヤモンドコーテッド金型の研磨において良好な仕上げ面を実現することを目指して研究を行った。

2. 実験方法

本研究では砥石による機械的な仕上げ研磨を試みた。ただし、ダイヤモンド膜は薄くて脆く、さらに超音波研磨の工程でクラックが生じるなどして脆弱になっている可能性もある。そのため、仕上げ研磨の工具は柔軟性・緩衝性の高いものが望ましいと考えられる。よって、本研究では、ダイヤモンド砥粒のゴムボンド砥石を仕上げ研磨工具として使用した。それをハンドグラインダーに装着し、回転数を 10,000rpm として実験を行った。

3. 結果・考察

図2は砥粒の細かい#3000のゴムボンド砥石で仕上げ研磨した場合のダイヤモンド膜表面の様子である。凝着物は除去されているが、ダイヤモンド膜は特に削れられていないことがわかる。これは砥粒が非常に細かったことからゴムボンドに埋没したことが原因と考えられる。

そこで、砥粒の埋没の影響を抑えてダイヤモンド膜を削るため、より大きな砥粒（#320）を用いたゴムボンド砥石を用いて仕上げ研磨を行った。結果は図3に示すようになり、ダイヤモンド膜の荒れた部分が除去されて表面の状態が改善されていることがわかる。定量的に比較するため表面粗さ測定機により測定した結果、仕上げ研磨前に $0.93 \mu\text{mRz}$ であった表面粗さが仕上げ研磨後には $0.46 \mu\text{mRz}$ となっており、表面粗さが改善されていることがわかる。

4. まとめ

以上の結果より、粒度の異なるダイヤモンド砥粒のゴムボンド砥石を使い分けて仕上げ研磨を行うことで凝着物の除去や表面粗さの改善が可能であることがわかった。本研究で得られた成果を活用することで、ドライプレス加工用ダイヤモンドコーテッド金型の研磨において要求される表面粗さ $0.5 \mu\text{mRz}$ 以下の仕上げ面に対応することが可能である。

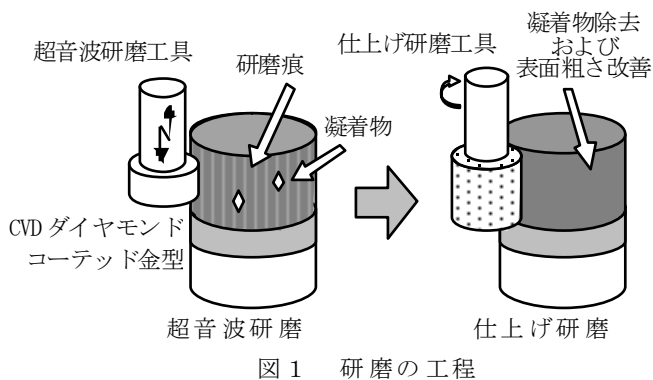


図1 研磨の工程

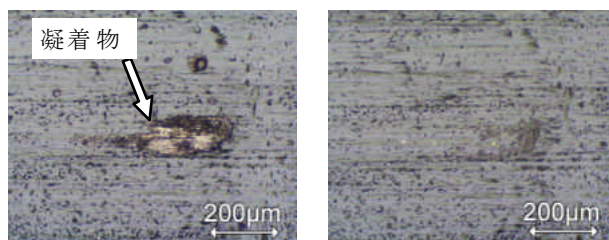


図2 凝着物の除去

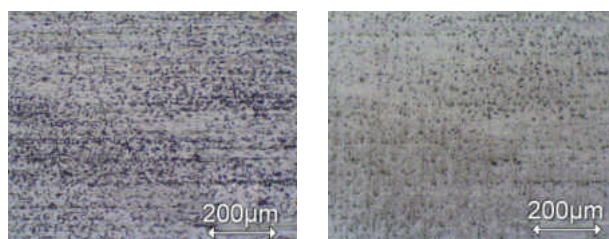


図3 表面粗さの改善

*1) 機械技術グループ

超臨界流体を用いた微細発泡射出成形構造観察

○山田 岳大*1)、小熊 広之*1)、村田 泰彦*2)、横井 秀俊*3)

1. はじめに

軽量化や高寸法精度の成形品を作製出来る超臨界微細発泡射出成形は、非晶樹脂（HIPS）で構成される家電や、結晶性樹脂（PP）で構成される自動車部品への適用が期待されている。このため、寸法精度や強度に起因する各樹脂の内部発泡構造の把握が求められている。本研究では、成形条件変化による HIPS と PP の発泡構造やセル形態の推移について、X 線 CT を用いて 3 次元発泡構造の比較観察を行った。

2. 実験方法

樹脂は HIPS M220（日本ポリスチレン工業株式会社）及び PP MH4（日本ポリプロピレン株式会社）を使用した。成形機は、J85ELIII-110H-MuCell 型（株式会社日本製鋼所）である。キャビティ形状は、矩形（長さ；85、幅；40、厚さ；5mm）の平板を使用した。成形条件を表に示す。ゲートから 27.5mm はなれた位置（A）で、圧力センサー（Type9221（日本キスラー株式会社））により、型内圧力を計測し、型内の最高圧力（ P_{max} ）を射出容量により変化させた。位置 A において、マイクロフォーカス X 線 CT 装置 SMX-130CT SV（株式会社島津製作所）を用いて成形品を観察し、解析ソフト（VG Studio Max1.2.1（日本ビジュアルサイエンス株式会社））を用いて表示した。

表 成形条件

樹脂	HIPS M220 (日本ポリスチレン工業株式会社)	PP MH4 (日本ポリプロピレン株式会社)
成形温度 (°C)	220-215-215-215-215-200-190-170(N-H)	200-200-190-180-180-200-190-180(N-H)
金型温度 (°C)	30	
最高充填圧力 P_{max} at A (MPa)	5/30	5/30
射出率 (cm ³ /s)	40.2	
保圧 (MPa)	0	
背圧 (MPa)	15	
冷却 (s)	110	
N ₂ 添加量 (wt%)	0.3	0.4

3. 結果・考察

図1に各 P_{max} 条件の発泡構造を示す。 P_{max} が5MPaでは、HIPSとPPはほぼ同様の発泡層（コア層）を形成するが、 P_{max} が30MPaでは、PPにおいて、HIPSに見られる大きなセルに加えて微細なセルが混在した。また、表層近傍に“つらら状のセル”が形成された。低 P_{max} では、融点以上の流動中に形成されるセル分布を温存した発泡構造となる。このため両者の構造は結晶化の影響を受けずに一致した。一方、高 P_{max} では、流動中のセルは全て潰され、消失し、冷却過程で新たにセルが生成・成長する。PPでは、結晶化温度近傍においても、セルは生成し、結晶によるセル生成の促進と板厚方向の収縮増大との影響を受け、微細なセルと板厚方向に成長したつらら状セルが混在したものと推察する。

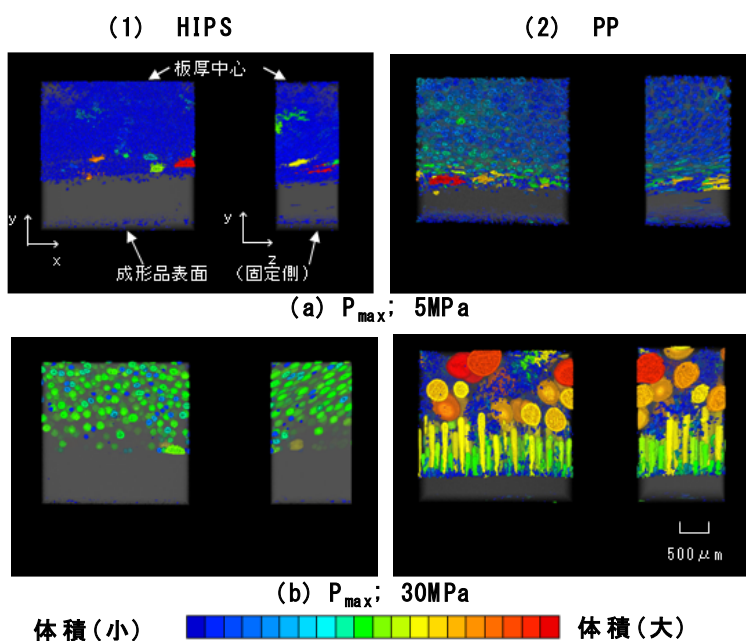


図1 X線 CTによる 3次元発泡構造発泡構造

4. まとめ

結晶性樹脂と非晶性樹脂の発泡構造を比較観察した結果、 P_{max} が5MPaでは、両者のコア層の構造は酷似しているが、 P_{max} が30MPaでは、結晶性樹脂において非晶性樹脂に見られる大きなセルに加えて微細なセルとつらら状のセルが形成された。

*1) 埼玉県産業技術総合センター、*2) 日本工業大学、*3) 東京大学

EPD 砥石による光学材料の精密研磨に関する研究

○落合一裕*1)、南部洋平*1)、宇都宮康*2)、池野順一*3)、澁谷秀雄*3)

1. はじめに

カメラ付き携帯電話等のレンズ部には IR カットフィルターという光学部品が搭載されている。カメラの小型化・高品質化に伴い、そこに使用するガラス基板には高い表面精度と形状精度が要求される。従来法である研磨加工は優れた仕上げ加工法であるが、職人技と長時間を要するという問題がある。

そこで本研究では、固定砥粒研磨法として EPD 砥石を用いた光学材料の精密研磨に挑戦し、研磨用 EPD 砥石の開発と加工評価を行い、光学材料に対して高能率に精密加工を行った。

2. 実験方法

砥石は、電気泳動現象（Electro Phoretic Deposition）を用いて作製する EPD 砥石を試作して用いた。EPD 砥石は、一般的な砥石に比べて砥粒密度が高く、砥粒分布も均一になるため、精密研磨に適している。

砥粒は、シリカと酸化セリウムをそれぞれ用いた。これらの砥粒は、ガラス等の最終仕上げ研磨に用いられており、加工対象物とメカノケミカル反応を起こすことが知られている。結合材は、アルギン酸ナトリウムを用いた。図 1 に砥石作製方法を示す。

作製した砥石を用いて、光学材料に対して研磨を行った。片面研磨装置、両面研磨装置を用いて加工した。

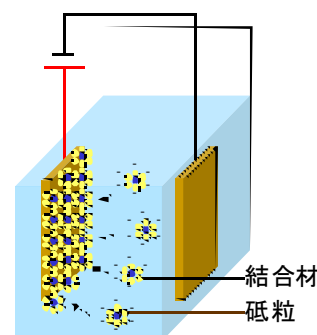


図 1 電気泳動現象を用いた EPD 砥石の作製方法

3. 結果・考察

研磨用 EPD 砥石の作製方法について検討を行った。砥石作製装置を作製し、電流密度、電気泳動による吸着条件や方法、非導電性のマスク、砥石の乾燥等について検討し、研磨用 EPD 砥石を試作した。作製した EPD 砥石を図 2 に示す。

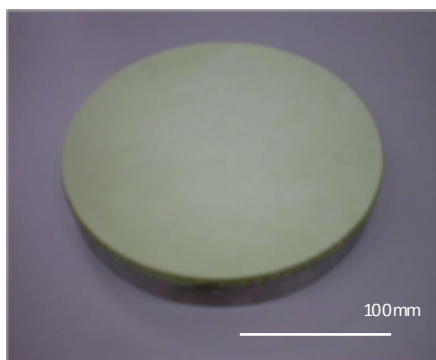


図 2 研磨用 EPD 砥石

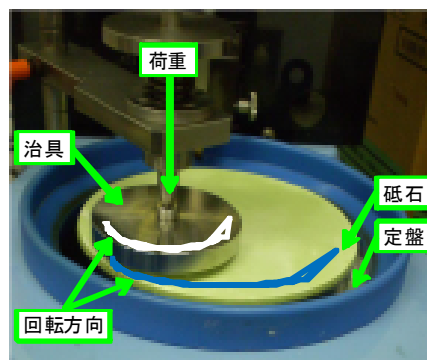


図 3 EPD 砥石による片面研磨

作製した EPD 砥石を片面研磨装置の定盤に貼り付けて研磨を行った。研磨機を図 3 に示す。光学材料に対して研磨を行った。研磨条件を検討した結果、表面粗さが 1nmRa 程度の研磨面を得ることができた。また、研磨による除去量を測定したところ、従来の湿式研磨に比べて高い研磨レートを得られることがわかった。さらに、研磨時間も従来の 1/5～1/10 程度となり、短時間で仕上げ研磨面を得ることができた。

4. まとめ

研磨用 EPD 砥石の開発を行い、光学材料に対して研磨を行った。従来法に比べて、高い研磨レートを得ることができ、短時間で精密な研磨面を得られた。また、スラリーの発生量を抑え、環境負荷を低減することができた。

*1) 埼玉県産業技術総合センター *2) 株式会社タナカ技研 *3) 埼玉大学

マンガンボロン鋼の焼入温度による金属組織制御

○内田 聡*1)

1. はじめに

近年、自動車の燃費向上を目的とした軽量化と、安全性能向上のため、部品の高強度化が求められている。そうした要求に低コストで対応するため、合金成分を少なくしながら強度を高められる材料として、ボロン鋼やマンガンボロン鋼の利用が急速に増加している。鋼にボロンを微量添加することで、焼入性が改善することは良く知られていることであるが、焼入温度に伴う組織変化などの基本的なデータがあまり公表されていない状況にある。そこで、新規性には欠けるがマンガンボロン鋼の基本情報として、焼入温度に伴い変化する金属組織について報告する。

2. 実験方法

試料は、ボルト形状（M10×20mm）のマンガンボロン鋼（JASO M 106-92：ASMnB422H）を用いた。試料の規格成分値を表1に示す。この材料は、通常の合金元素を含まず、B（ボロン）だけが0.0005%以上添加されている。この材料の通常の焼入温度は、900℃である。これを基準に、焼入温度850℃、900℃、950℃、加熱不足を想定した焼入温度750℃、800℃、過熱を想定した焼入温度1000℃、1050℃を設定して、それぞれの焼入組織とロックウェル硬さを測定した。

表1 ASMnB422H の規格成分値 (mass%)

C	Si	Mn	P	S	B
0.19 ~ 0.25	0.15 ~ 0.35	1.20 ~ 1.50	0.030 以下	0.030 以下	0.0005 以上

3. 結果・考察

図1は焼入温度900℃の、図2は焼入温度850℃のときの金属組織である。いずれの場合も所定の硬さは得られたが、組織は大きく異なった。850℃焼入れの試料の方が組織は細かく見えるが、これは熱処理前の組織の影響が残っているもので、加熱温度や保持時間がわずかではあるが、足りていない状態と考えられる。

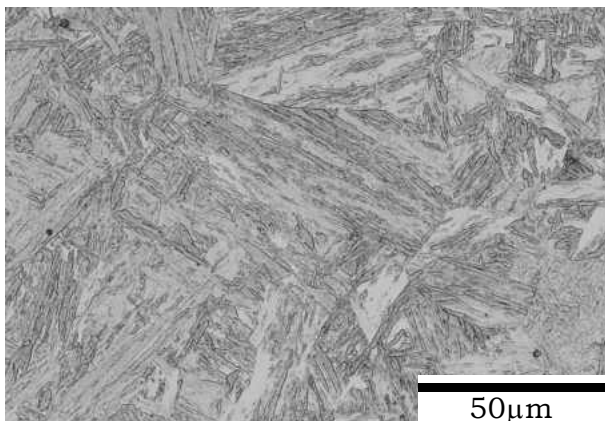


図1 焼入温度900℃、油冷 (44 HRC)

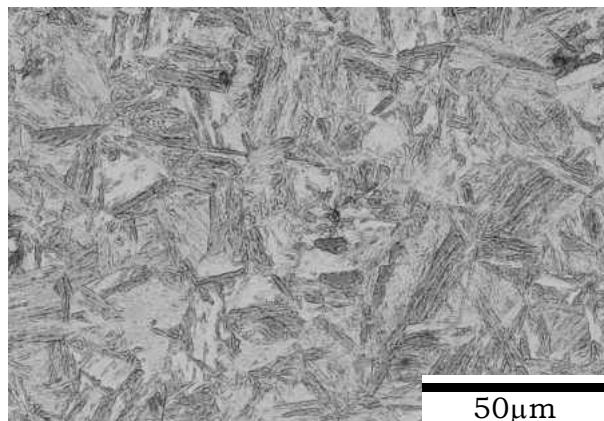


図2 焼入温度850℃、油冷 (43 HRC)

4. まとめ

マンガンボロン鋼の焼入れでは、850℃以上の焼入温度で所定の硬さを得られるが、安定した組織を得るためには、余裕を持ってオーステナイト化温度を超える900℃からの焼入れが必要である。900℃より高い温度からの焼入れでは、靱性低下や遅れ破壊の可能性を考慮し、組織と特性を充分検討して、適切な熱処理条件が選択されるべきである。

*1) 機械技術グループ

固相接合法によるチタンと高比強度軽合金との接合界面組織

○青沼昌幸*1)

1. はじめに

部品の軽量化および高機能化による省エネルギー化と、部品点数の減少による低コスト化は、近年注目されている課題である。これらを達成する方法として、特性の異なる金属材料を組み合わせた接合体の実現が挙げられており、異種金属複合化への市場の要求は高い。しかし、異種金属を溶接した場合、脆い金属間化合物が生成して十分な強度が得られないなどの問題が生じやすい。本研究では、高強度で耐食性が高いチタンに対し、特性が異なる高比強度軽合金を接合して、接合部の組織が接合強さに及ぼす影響を考察し、高強度な異種金属接合部の実現可能性について検討を行った。

2. 実験方法

表 1 に供試材の化学組成を示す。チタン合金は、 α 合金の純チタンおよび α - β 合金の Ti-6Al-4V 合金を用いた。相手材には、高比強度アルミニウム合金の A2024-T3 および A7075-T651 を用い、板厚は 2mm とした。接合には、溶接法と比較して低入熱量の、固相接合法の摩擦攪拌接合法を用いた。

表 1 供試材の化学組成

Materials	Chemical compositions of aluminum alloys (mass%)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Zr	Al
A2024	0.08	0.22	4.94	0.63	1.54	0.02	0.08	0.02	0.003	Bal.
A7075	0.08	0.17	1.50	0.04	2.81	0.19	5.82	0.02	0.01	Bal.

Materials	Chemical compositions of titanium alloys (mass%)							
	Fe	C	N	O	H	V	Al	Ti
Titanium	0.047	0.006	0.004	0.093	0.0023	-	-	Bal.
Ti-6Al-4V	0.170	0.014	0.006	0.160	0.0051	4.00	6.18	Bal.

SKD61 製の接合ツールをアルミニウム合金側に挿入し、プローブがチタンを 0.5mm 切削する位置で攪拌して突合せ継手を作製した。接合後、走査型電子顕微鏡およびエネルギー分散型 X 線分光分析器 (SEM-EDS) などを用いて、接合部の観察および分析を行った。

3. 結果・考察

接合部には、チタンとアルミニウム合金が混合された領域が認められた。接合速度の増加により、この混合領域の幅と面積は減少する傾向がみられた。また、接合速度の増加により、引張強さは増加する傾向が認められ、本研究においては、純チタンと A2024 との接合部で高い引張強さが得られた。図 1 に、高い引張強さが得られた、チタンと A2024 との接合部の、引張試験後の破断部断面の SEM 像を示す。破断は主にチタンと A2024 合金との混合領域で生じ、破断位置近傍では細かな割れが部分的に認められた。破断が生じた、画像上で明るい灰色に見える領域について、SEM-EDS により分析を行ったところ、Ti と Al が強く検出された。また、破断面の表面について X 線回折により評価した結果、チタン側の破断面では、 $TiAl_3$ のピークが認められた。

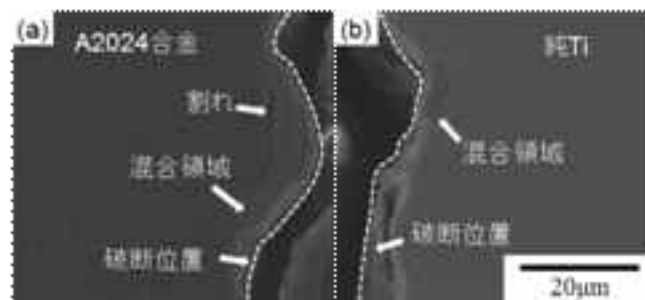


図 1 引張試験後の破断部断面の SEM 像 (Ti/A2024 接合部) : (a) A2024 合金側、(b) 純チタン側。

破断が生じた、画像上で明るい灰色に見える領域について、SEM-EDS により分析を行ったところ、Ti と Al が強く検出された。また、破断面の表面について X 線回折により評価した結果、チタン側の破断面では、 $TiAl_3$ のピークが認められた。

4. まとめ

チタンと高比強度軽合金との接合において、摩擦攪拌接合法により低入熱量条件で接合し、接合界面の組織を制御することで、接合強度の改善が可能であることが示唆された。

※本研究は大阪大学接合科学研究所「接合科学共同利用・共同研究拠点」共同研究員制度により実施した。

*1) 機械技術グループ

製品における衝撃特性評価手法の確立

○櫻庭 健一郎*1)、松原 独歩*1)

1. はじめに

衝撃荷重試験は、実際の製品使用状況に類似した実証試験が行えるため、関連製造業の関心は非常に高い。著者らは、落錘式衝撃特性評価試験機を試作することで、衝撃特性の定量データ取得を可能とした。しかしながら、試験機から得られるデータの妥当性については検討されていなかった。そこで本研究では、既製アルミ缶を被試験体とし、静圧縮荷重試験、衝撃荷重試験を行い、その結果を比較することで、試験データの妥当性の検討を行った。

2. 実験方法

本研究で用いた試験装置の概要を図1に示す。被試験体は既製のアルミ缶（350ml）を用い、被試験体変形量 x は、落下重錘に取り付けられた加速度センサの読取値より、次式にて求めた。

$$v_0 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \dots \dots \dots (1)$$

$$v(t) = v_0 + \int a(t)dt \dots \dots \dots (2)$$

$$x(t) = \int v(t)dt \dots \dots \dots (3)$$

(v_0 : 落下重錘の被試験体接触時速度, g : 重力加速度, h_1 : 重錘落下高さ, h_2 : 被試験体高さ, v : 速度, t : 時間, a : 加速度)

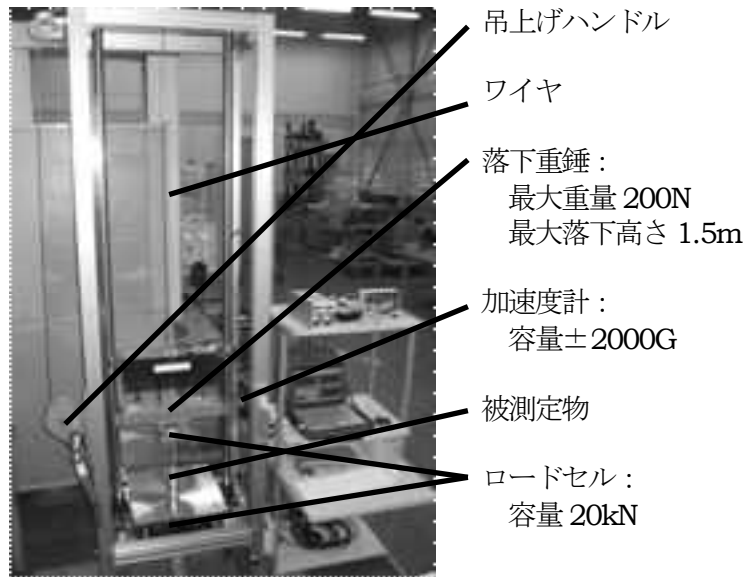


図1 落錘式衝撃特性評価試験機概要

3. 結果・考察

図2に重錘重量100N、150N（落下高さ0.5m）の衝撃荷重試験結果および静圧縮荷重試験結果（試験速度20mm/min）を示す。本研究における衝撃荷重試験条件では、ひずみ速度が遅いため、被試験体の変形に対する速度依存性はないと考えられる。したがって、静圧縮荷重試験と衝撃荷重試験の挙動は、アルミ缶が弾性的に変形する変形初期段階において一致する。図中の試験結果においても、変位1mmまでの変形初期では、静圧縮荷重試験と衝撃荷重試験の荷重変化は一致しており、弾性率がほぼ等しいことが観察できる。

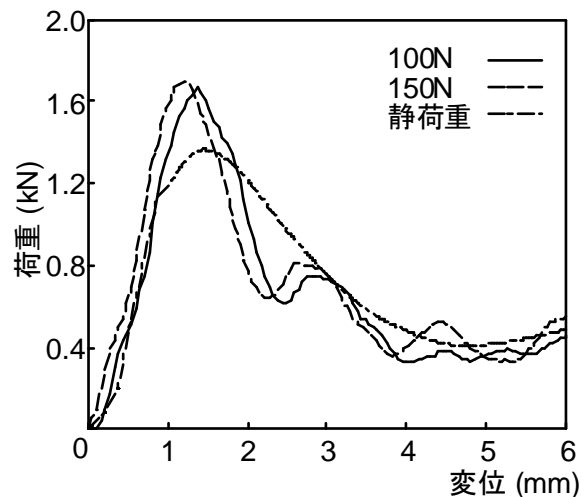


図2 静圧縮試験と衝撃荷重試験の挙動比較

4. まとめ

実製品（アルミ缶）の衝撃試験において、変形初期の挙動を取得することが可能となり、静圧縮荷重試験時の挙動と一致していることが確認できた。以上のことより、本試験機による衝撃特性評価手法の妥当性が確認できた。

*1) 実証試験セクター

Co-C 共晶点実現装置の不確かさ評価

○沼尻 治彦^{*1)}、佐々木 正史^{*1)}、水野 裕正^{*1)}1. はじめに

多くの工業プロセスにおいて、温度は重要な計測項目のひとつであり、生産効率の改善や品質の向上、あるいは省エネルギーを目的として温度計測が行われている。特に鉄鋼、石油、半導体や発電など産業界の多くでは 1000 °C を超える温度標準の需要が高まってきている。これらの産業界で広く使用されている熱電対の現在の国内での高温トレーサビリティ体系は、銅の凝固点(1084. 62°C)とパラジウムの融解点(1553. 5°C)を用いて供給が行われているが、これら 2 定点間に有効な定点が無いため、2 定点で校正された熱電対を中間の温度で使用する場合、計算による補間を行わなくてはならない。しかし、2 定点間での温度差が約 450 °C と大きいため、補間による不確かさが大きくなり、精密な測定が困難となっている。この課題を解決するため 1100 °C 以上の温度域における新たな温度定点として金属-炭素共晶点技術が提案され実用化に向けた研究が進められている。

そこで東京都立産業技術研究センターでは、高温域における熱電対校正技術の蓄積と技術指導力の向上を目指して金属-炭素共晶点実現装置を導入した。今回は 1300°C への校正範囲拡大に向けて、コバルト-炭素(Co-C)共晶点(1324°C)の不確かさ評価を行った。

2. 不確かさ評価

不確かさ要因として「変曲点決定の不確かさ」、共晶点温度の「再現性」、「周囲温度の影響」、「熱流の影響」を挙げ、これらについて不確かさ評価を行った。

2. 1 変曲点決定 融解曲線の近似式を求め、その変曲点を融解点とする。このとき融解曲線として設定する範囲により近似式が変わるため、その不確かさを評価した。結果として 4. 09 mK の標準不確かさであった。

2. 2 再現性 同一条件で融解・凝固を複数回実現したときのばらつきを再現性として評価した。17 回の測定値の平均の標準偏差を不確かさとして見積もると、標準不確かさとして 7. 86 mK が得られた。

2. 3 周囲温度の影響 融解・凝固実現時の炉内保持温度を変えて測定を行うと周囲温度 1 °C 当たり 1. 7 mK 融解点に影響があった。炉内温度安定性を考慮した結果、標準不確かさとして 0. 05 mK が得られた。

2. 4 熱流の影響 セルの測温孔に沿って挿入された熱電対からの熱の流出入の影響を調べるため、測温孔に沿った温度分布を測定した結果、標準不確かさとして 10. 56 mK が得られた。

評価した結果を不確かさバジェットとして表 1 に示す。合成標準不確かさとして 13. 8 mK が得られた。

表 1. 不確かさバジェット表

不確かさ要因	標準不確かさ /mK	合成標準不確かさ /mK
変曲点決定	4.09	13.8
再現性	7.86	
周囲温度の影響	0.05	
熱流の影響	10.56	

3. まとめ

今回、熱電対校正用のコバルト-炭素共晶点の実現の不確かさを評価した。変曲点決定、共晶点温度の再現性、周囲温度の影響、熱流の影響についての不確かさを評価した結果、合成標準不確かさで 13. 8 mK が得られた。実際の校正に際しては本報告で得られた不確かさに加え、セル校正(トレーサビリティ確保)の不確かさ、熱起電力測定系(電圧計、基準接点装置等)や熱電対の不均質に起因する不確かさ等が要因として考慮されることになる。

*1) 実証試験セクター

実用型共晶点実現の不確かさ評価

○佐々木 正史*1)、沼尻 治彦*1)、水野 裕正*1)

1. はじめに

現在の国際温度目盛（ITS-90）で定められている最高温度は銅の凝固点（1084.62℃）であり、それ以上の高温に関して、金属-炭素共晶点の技術を用いた標準化が進められている。一方、ガラス、半導体、鉄鋼、航空宇宙産業など1100℃を超える高温測定技術の向上が望まれているにもかかわらず、民間事業者等への金属-炭素共晶点普及の足かせとなっているのが、新たな設備投資の負担である。金属-炭素共晶点の実現には、大型のセル及び共晶点実現装置など高価な専用装置の導入が必要となる。そこで平成18年度、産業技術総合研究所との共同研究で既存パラジウム点炉（Pd点炉）に設置可能な熱電対用小型コバルト-炭素共晶点セルの開発を行い、共晶点温度の実現や持ち回り試験による同等性確認など研究を続けてきた。本報告は、共晶点技術の信頼性確保を目的とし、実用標準としての実用型共晶点実現の不確かさ評価を行った結果である。

2. 評価方法

本研究で使用した実用型共晶点セルは、高精度共晶点セルφ50mmに対し、φ32mmと小型であるため、当センターで所有しているPd点炉（内径34mm）に設置可能である（図1）。

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

2.1 変曲点決定の不確かさ 共晶点温度決定には近似式を用い、プラトー実現時の変曲点を共晶点温度とする方法がとられている。そのため、近似式により決定される変曲点に差が生じるため、その時の影響を評価する。共晶点温度とする範囲の最大差の半値を $\sqrt{3}$ で割った値を変曲点決定の不確かさとした。

2.2 再現性の不確かさ 保持温度及び融解温度は $\pm 8^\circ\text{C}$ として、同一条件で20回共晶点温度を実現した時の標準偏差を再現性の不確かさとする。得られた20個の平均値の標準偏差を再現性の不確かさとした。

2.3 周囲温度の不確かさ 共晶点セルの周囲温度として、炉の凝固保持温度及び融解保持温度を変化させた時の共晶点温度変化を評価する。周囲温度を共晶点温度 $\pm 16^\circ\text{C} \sim \pm 4^\circ\text{C}$ と変化させる。その結果の傾きより周囲温度が 1°C 変化した時の共晶点温度変化を求め、これを炉の安定性（ 0.13°C ）による影響として評価した結果を周囲温度の不確かさとした。

2.4 熱流の影響の不確かさ 熱電対の挿入深さによる熱流の影響を評価する。挿入長誤差を1cmとし、熱電対設置位置を変化させ、結果の最大差の半値を $\sqrt{3}$ で割った値を熱流の影響の不確かさとした。

3. 結果・まとめ

以上、実用型共晶点実現の不確かさ評価の結果、合成標準不確かさ27mKと小さく、十分に実用標準として利用可能である事がわかった。本研究における不確かさ評価の技術を活用することで、実用型共晶点セルの産業界での利用が望まれると共に、一層の共晶点普及が見込まれる。



図1 左：高精度共晶点セル
右：実用型共晶点セル

表1 不確かさバジェット

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

*1) 実証試験セクター

カーボンマイナス達成のためのトリチウム精密監視技術の開発

○齋藤 正明*1)、柚木 俊二*1)、永川 栄泰*1)

1. はじめに

カーボンマイナス政策の抜本的解決として、原子力の活用が求められている。原発の周辺技術として、環境放射能・モニタリング産業を育成するにあたり、トリチウム多段電解濃縮装置開発に取り組んだ。都産技研開発による従来の単段型トリチウム濃縮器は1.4億円を超える規模で利用されてきたが、対応可能な特殊型計測器が国産一機種に限られていた。そこで、世界数千台規模使用されている普及型に対応できる新機種の開発に取り組んだ。

2. 理論・実験

水の電解によって軽水素水が優先的に分解する現象を利用し、電解濃縮によって環境濃度レベルのトリチウムが計測可能となる。この際に水素イオンが水和水を随伴して陰極に移動することが知られていた。齋藤は随伴水のトリチウム濃縮率が一定値で、陽極部では濃縮が起きないことを発見した。電解ユニットをn段化すればn乗倍の濃縮水が最終段で得られると仮説を立て実証実験を行った。試作した8段型多段電解濃縮システムを写真1に示す。写真左側の既知濃度のトリチウム水は写真右側の多段電解ユニットにチューブで接続されている。電解終了後、各段から濃縮水を採取し、各々のトリチウム濃縮倍率を決定した。トリチウム計測は液体シンチレーションカウンタ、Aloka社LB5型を用いた。

3. 結果・考察

1段のトリチウム濃縮率が一定値ならば、多段化による電解濃縮が可能なはず、という仮説のもとで行った電解濃縮率の変化を図1に示す。横軸に電解段数、対数縦軸にトリチウム濃縮率をプロットしたところ直線関係が得られた。トリチウム濃縮率は電解段数の累乗で増加し、8段目で4.7倍のトリチウム濃縮が実測できた。傾き0.202（対数値）は1段の濃縮率1.22倍を意味する。以上のように、多段電解の効果を実証できた。

従来機は閉鎖系バッチ方式で、一例として一定量1000mLの試料水を50mLに減容することで一定濃縮率を達成していた。多段型は初期水量問わず一定濃縮率の水が一滴一滴貯留する方式であり、普及型計測器の必要量10mLに対応できる。開放系連続システムで試料水損失を抑制するための冷却システムが不要、初期水量の計量が不要などシンプルで簡易な利点があり、海上設置など無人連続観測システムに発展可能な技術でもある。

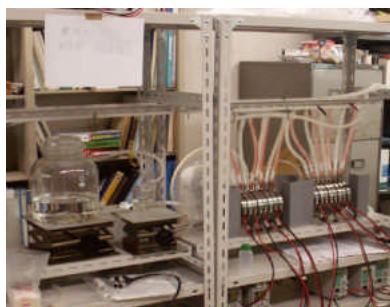


写真1 多段電解濃縮システム

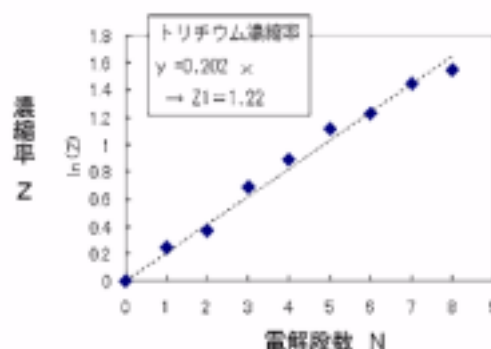


図1 電解段数 N と濃縮率 Z の関係

文献 齋藤他：Electrochemistry, 78, 597-600(2010),
 ivid. Electrochemistry, 77, 370-372(2009), 高橋他：RADIOISOTOPES, 58 (7), 469-475 (2009),
 齋藤他：特開 2010-006637, PCT JP2009 061393

*1) バイオ応用技術グループ

照射食品検知法に用いる放射線源の妥当性評価

○関口 正之*1)、中川 清子*1)、柚木 俊二*1)、宮原 信幸*2)、酢屋 徳啓*2)

1. はじめに

照射食品検知法として信頼性の高い熱ルミネッセンス (TL) 法は、試料の発光量 (第一発光) を同一試料に再照射 (校正照射: 1kGy) し第二発光を求め TL 発光比で標準化し評価する。校正照射には ^{60}Co γ 線や ^{90}Sr - ^{90}Y の β 線, 電子線が主に使用される。国内で ^{137}Cs γ 線源を校正照射に用いた TL 法による検知試験を初めて実施するにあたり、標準 TLD 素子及び鉍物試料を用い ^{60}Co γ 線源との比較検討を行った。

表 1 TLD 素子の発光ピーク温度の比較 (n=10), 0.5Gy

TLD 素子	TLD-100			TLD-800
Peak 温度: °C	Peak2	Peak5	Peak6	Peak
^{60}Co	140.0 ± 5.0	232.4 ± 4.9	291.9 ± 5.1	175.7 ± 1.3
^{137}Cs	141.4 ± 4.7	234.2 ± 4.8	295.1 ± 5.1	176.3 ± 4.3

2. 実験方法

校正照射は、都産技研の ^{60}Co γ 線源で 0.5kGy/h、約 2 時間 (CV: 0.87%), 放医研の ^{137}Cs γ 線源で 0.016

kGy/h、約 64 時間照射 (CV: 3.9%) を行った。線源による TL 測定の同等性評価には TL 装置の温度校正に使用する TLD100 及び TLD800 のほか、鉍物試料として標準鉍物類 (Diomite, China Dust, Rhyolite, Bentonite, Dolomite, Kaolin 等)、食品分離鉍物 (香辛料から分離して、 ^{60}Co γ 線をあらかじめ照射したもの) を使用した。TLD 素子ではピーク温度と積算発光量、標準鉍物類と香辛料分離鉍物は第 2 発光のピーク温度や TL 発光比の相関について求めた。

表 2 TLD 素子の発光量の比較 (0.5Gy: nC)

線源	TLD-100	TLD-800
^{60}Co	16764 ± 587	116.6 ± 4.9
^{137}Cs	17298 ± 408	117.0 ± 5.9

3. 結果・考察

標準素子 TLD100 と TLD800 に ^{60}Co と ^{137}Cs の γ 線を 0.5Gy 照射し発光ピーク温度を調べた結果、照射線源による差はなかった (表 1)。積算発光量は ^{137}Cs γ 線照射した場合僅かに高くなった (表 2)。13 種類の既知の鉍物質 (照射, 未照射を含む) について ^{60}Co と ^{137}Cs で求めた第 2 発光のピーク温度 (図 1 左) 及び TL 発光比 (図 1 右) は両線源とも高い相関を示した。8 種類の標準鉍物について同様に求めた TL 発光比を、繰り返し (n=3) のある二元配置による分散分析を行った結果、5% 有意水準で有意差は認められなかった。また、精度よく校正照射した食品分離鉍物 (12 品目) の TL 発光比も標準鉍物と同等の結果を与えた (図 2)。

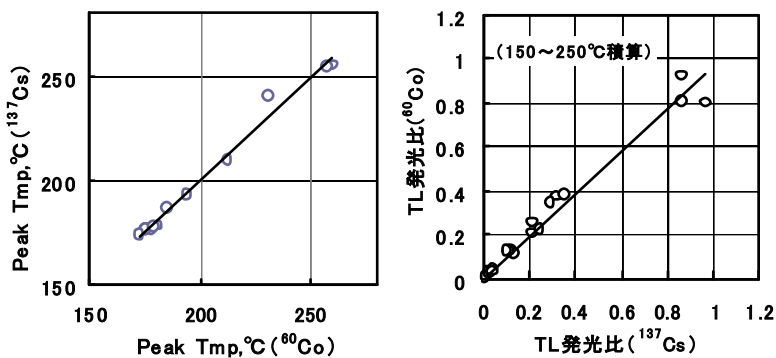


図 1 標準鉍物質の発光ピーク温度 (左) と TL 発光比 (右)

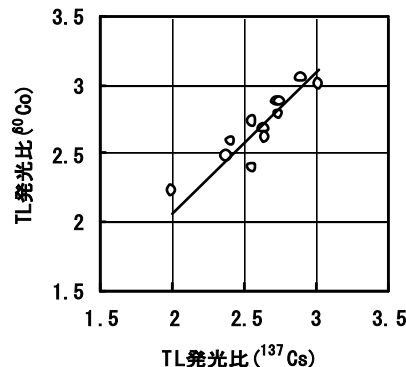


図 2 食品分離鉍物の TL 発光比

4. まとめ

^{137}Cs 線源は近接場照射のため線量のばらつきが ^{60}Co より大きかったが、発光ピーク温度 (第 2 発光) 及び TL 発光比等の比較から TL 法の校正照射線源としての ^{137}Cs は ^{60}Co と同等であり、同等の試験結果を得ることができる。

*1) バイオ応用技術グループ、*2) 独立行政法人放射線医学総合研究所

高周波伝送線路特性の最適化に関する研究開発

○藤原 康平*1)、小林 丈士*1)、磯部 忠昭*2)、竹谷 篤*2)

1. はじめに

原子核物理学実験用に、荷電粒子の飛跡を高い空間分解能で捕らえる3次元読み出し型ガスチェンバー(Time Projection Chamber: TPC)を開発する。この空間分解能の向上には、パッドで捕らえた信号を伝送する高周波伝送線路のクロストークが小さく、かつシグナル・インテグリティの高い事が要求される。

以上を満足する高周波伝送線路の設計を電磁界および高周波回路シミュレータで行い、製作した伝送線路の測定評価を通じて所望の伝送線路を開発する。

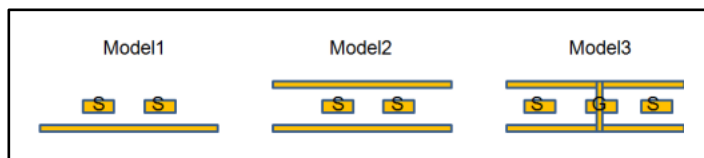


図1 電磁界シミュレーションモデルの断面図

2. 実験方法

プリント基板のシミュレーションモデルを図1に示す。Model1はストリップライン構造、Model2はマイクロストリップライン構造、Model3は信号線間にグラウンド線を設けたモデルである。母材の厚さを Model1では1.6 mm、Model2と Model3では1.2 mm、母材の誘電率を4.2、誘電正接を0.015、銅箔の導電率を 5.8×10^8 S/m、信号線の長さを36 mm、周波数範囲10 MHz~2.5 GHzとしてモーメント法で電磁界シミュレーションを行った。図2に Model3の電磁界シミュレーションの結果を示す。

3. 結果・考察

立ち上がり時間10 ns、立ち下がり時間10 ns、パルス幅50 nsのパルスを与え、隣の線路に誘起するクロストークをシミュレーションした結果と、評価基板を用いてクロストークレベルを測定した結果を表1に示す。このことから、Model3のプリントパターンが最もクロストークレベルが小さく、0.04%(実測値)で有ることが確認できた。

表1 クロストークレベルの結果

	シミュレーション	実測
Model1	1.70%	-
Model2	0.33%	0.05%
Model3	0.08%	0.04%

4. まとめ

シミュレーションおよび試作基板の測定の結果、Model3が最も良い結果であった。これは、線間にグラウンド線と信号線の上下にグラウンド層を設けたので、励振された信号線から生じる電気力線が隣接する信号線へ到達しにくい為であると考えられる。本研究を通じ、高シグナル・インテグリティ、低クロストークのプリント基板の設計と評価の手法が確立できた。

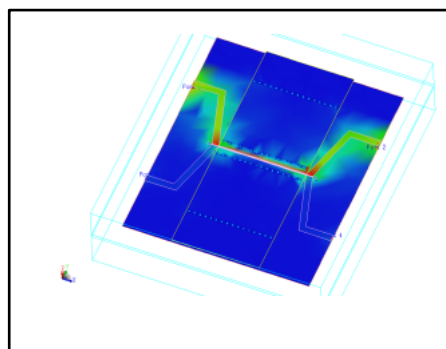


図2 Model3の電磁界シミュレーションの結果

また、クロストークのシミュレーションにおける上限周波数を目的の周波数よりも20倍以上高く設定すると計算精度の向上が見込められると思われる。特にパルス波を扱う場合には、高次の周波数成分を含むので有効であると考えられる。

*1) 電子半導体技術グループ、*2) 理化学研究所 仁科加速器研究センター

高速デジタル伝送におけるチップビーズの効果の検証

○小宮 一毅^{*1)}、藤原 康平^{*1)}、小林 丈士^{*1)}、栢 健一^{*1)}

1. はじめに

通信の高速化などにより、伝送線路に流れる信号は高速化の一途である。周波数が高速になることにより、EMC 対策部品も高速に対応したものが各メーカーから市販されている。しかし、データシートには数 GHz までのインピーダンス、S パラメータのデータしか記載されていない。本研究では市販されている EMC 対策部品のひとつであるチップビーズをマイクロストリップラインに実装し、その S パラメータやインピーダンスを測定し対策部品の定数を評価した。その後、マイクロストリップラインにビットパターンを送り、チップビーズがシグナルインテグリティに与える影響について評価をおこなった。

2. 実験方法

本研究では、チップビーズ 50 Ω、120 Ω と比較として 50 Ω 抵抗器を用いて実験をおこなった。また、事前にシミュレーションを行い、各測定で実測値と比較をおこなった。シミュレーションは、アジレントテクノロジー社 Advanced Design System (ADS) を用いてモーメント法でマイクロストリップラインの電磁界解析をおこなった後、回路シミュレータにそのデータをインポートし解析をおこなった。実測はマイクロストリップライン基板（基板：FR-4 厚み 1.2 mm t 導体：Cu 厚み 35 μm t）を作製し、チップビーズを実装し測定をおこなった（図 1）。

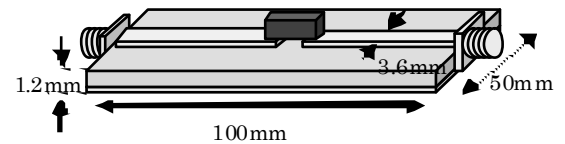


図 1 マイクロストリップライン

3. 結果・考察

3.1 インピーダンス

インピーダンス特性を TDR（アジレントテクノロジー社 86100C）を用いて測定した結果とメーカーより公表されている S パラメータをインピーダンスに変換したもの、メーカーより提供されている部品データをシミュレーションに導入して解析した。ほぼ、実測、シミュレーション共に一致を確認した。

3.2 S パラメータ

TDR によって測定をした時間軸データを S パラメータに変換したデータと、シミュレーションにより算出した S パラメータの比較をおこなった。シミュレーションは、3.1 と同様にメーカーより提供されている部品データをシミュレーションに導入し、3.0GHz までの解析をおこなった。測定値とシミュレーション値を比較し、良好な一致を確認した。

3.3 デジタル伝送における EMC 部品の影響

チップビーズがデジタル伝送に与える影響を評価するために、シリアル BERT（アジレントテクノロジー社 N9030B）を用い波形の測定をおこなった。シミュレーションは同様に、トランジェント解析をおこない、結果、実測・シミュレーション共にチップビーズを挿入することにより、波形がゆがんでいることが確認できる。

4. まとめ

チップビーズはノイズを軽減するものの、デジタル伝送時の波形が崩れてしまう。これは、チップビーズのインピーダンス Z がレジスタンス R とリアクタンス X を持っていて、その X 成分の影響によって波形が崩れているためである。このため、高速伝送技術とノイズ対策については、トレードオフの関係といえる。また、実測値、シミュレーション値が各測定で比較的良い一致をしていることより、EMC 対策、シグナルインテグリティにおいて試作前のシミュレーションの活用が非常に効果的であると考えられる。

*1) 電子半導体技術グループ

高電圧プローブを用いた電圧測定に関する一考察

○黒澤 大樹*1)

1. はじめに

依頼試験として電力用機器や電子機器に対し、直流、交流(商用周波数)及び雷インパルスの耐電圧試験を行っており、試験の信頼性が求められている。

本研究では、高電圧プローブを用いた電圧測定に関する実験を行い、測定技術の向上を目指した。

2. 実験方法

本研究で使用した機器を表 1 に示す。実験で使用した高電圧プローブはプローブ校正器により、1 kV の直流電圧及び方形波により補正をした。その後、直流、交流及び雷インパルス電圧の測定について実験を行った。

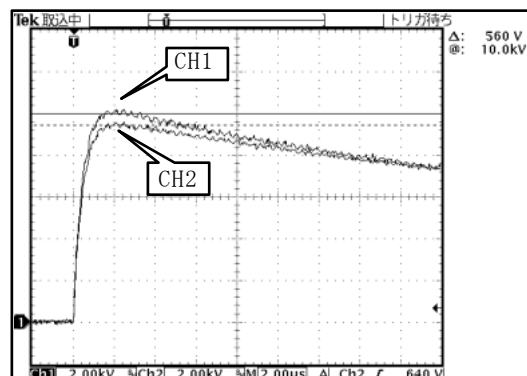
直流及び交流電圧については、校正のとれた発生器を用いて、1~10kV の測定精度の確認をした。雷インパルス電圧については、方形波の立ち上がり部を用いて、測定機器の周波数帯域による影響について及びプローブ近傍に接地した金属板を配置した場合の標準雷インパルス電圧(1.2/50 μ s)の測定値への影響について実験を行った。

表 1. 使用機器

高電圧プローブ	Tektronix P6015A	周波数帯域 75 MHz
オシロスコープ	Tektronix TDS3012B	周波数帯域 500 MHz
高電圧発生器	菊水電子工業 TOS5101	直流、交流 0-10 kV
プローブ校正器	岩通計測 KHT1000	出力 \pm 100/200/500/1000V
	岩通計測 KHT6000	出力 1000-6000 V

3. 結果・考察

直流、交流電圧測定については、1~10 kV の範囲の出力に対して 1 %以内で測定できた。雷インパルス電圧測定については、方形波の立ち上がり測定の結果から、周波数帯域により数 ns 程度遅延することを確認した。ただし、雷インパルス電圧測定に大きな影響を与えるほどではない。図 1 に金属板をプローブ近傍 3 cm に配置したプローブと配置していないプローブの測定結果を示す。図より、波高値に違いが認められた。この違いは、金属板との距離が 5cm 以下の場合に認められ、10cm にするとほとんど影響は認められなかった。このことから、プローブ近傍に金属物などがある場合には、プローブの対地容量等への影響により測定に影響を与える可能性がある。今回使用した高電圧プローブについては、周囲の金属等から 5 cm 以上離しておく必要がある。



縦軸：電圧感度 2kV/div 横軸：掃引時間 2 μ s/div

図 1 10kV 雷インパルス電圧波形
(CH1: 金属板なし CH2: 金属板との距離 3 cm)

4. まとめ

高電圧プローブを用いた電圧測定に関する実験を行った。今回の実験では、直流、交流電圧測定については大きな問題はなかった。雷インパルス電圧については、周波数帯域に大きな影響を与えるような要因はなく 20 MHz でも十分測定できることを確認した。プローブの周囲に金属等が配置されるような条件では、プローブの対地容量が変化し測定に影響を与える場合がある。測定時にはこのような影響を受けないよう、使用するプローブの特性について理解しておく必要がある。今回使用したプローブについては、測定時に影響の少ない配置にしたうえで測定する必要がある。今後もこのような測定の信頼性向上を目指した取り組みを行っていく。

*1) 電子半導体技術グループ

力率改善アダプタの開発

○重松 宏志*1)、長谷川 孝*2)、金岡 威*1)、三上 和正*3)、小林 丈士*1)

1. はじめに

我が国では、低消費電力の機器において、低力率（60%程度）の製品が出回っている。低力率の機器が増加すると、変電所等から供給される搬送電力の設備効率が低下するだけでなく、ひずみ電流が増加し他の機器への誤動作等の悪影響となる。

本研究では、OA 機器等の消費電力 50W 以下の電気機器を対象とした力率改善（90%以上）用のアダプタ装置を開発した。本開発品を活用することで、電力の効率化・クリーン化を図るとともに、電力線内のひずみ電流の減少や、周辺機器へのノイズ対策を図ることを目的とした。

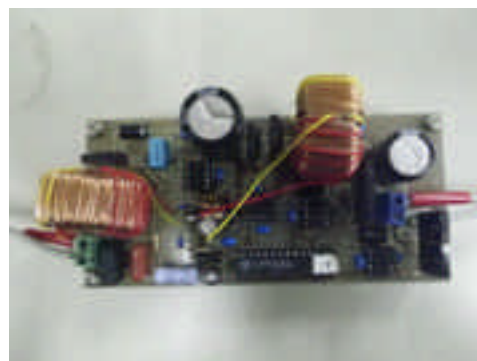


図1 力率改善アダプタの外観

2. 開発内容

力率改善アダプタの外観図を図1に、概要を表したブロック図を図2に示す。力率改善アダプタは、力率改善回路、DC-DC コンバータ回路および DC-AC インバータ回路の三つの回路から構成される。

力率改善回路は商用電源（50Hz または 60Hz・単相・100V）を入力とし、直流 200V を出力する。DC-DC コンバータ回路は、力率改善回路の出力である直流 200V を入力とし、直流 125V を出力する。DC-AC インバータ回路は DC-DC コンバータ回路の出力である直流 125V を入力とし、擬似正弦波（55Hz・単相・100V）を出力する。力率改善回路の制御用 IC としてオン・セミコンダクター社製 Power Factor Controller MC33260 を採用し、DC-DC コンバータおよび DC-AC インバータ回路の制御用 IC としてサイプレスの PSoC（Programmable System-on-Chip）を採用した。

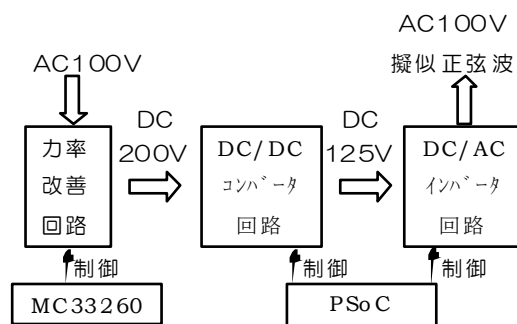


図2 力率改善アダプタの概要

3. 結果・考察

スライダックで電圧調整した商用電源 AC100V・50Hz を測定用電源とし、摺動抵抗器を負荷として用いて効率の測定を行った。10W の時の効率は約 75%、20W の時の効率は約 84%、30W の時の効率は約 86%、40W および 50W の時の効率は約 87%である。

LED 電球 2 個（15.4W、力率 0.6）を並列接続したものを負荷として、力率改善の確認をした。アダプタを介し LED 電球を動作させた場合、力率が 0.97 に改善された。図3がそのときの電圧電流波形である。

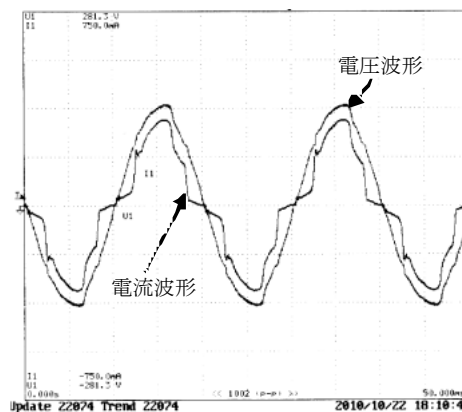


図3 力率改善アダプタを介し LED 電球を動作させた場合の電圧電流波形

4. まとめ

今後、安全対策、小型化、及び低コスト化を進めれば、力率改善機能を有しない電気機器にこのアダプタを用いることで、手軽に力率改善機能を付加できるようになると考える。

*1) 電子半導体技術グループ、*2) 城東支所、*3) 実証試験セクター

R P 技術の電子材料への応用

○小金井 誠司*1)、長谷川 孝*1)、大森 学*2)、土井 正*3)、浦崎 香織里*3)

1. はじめに

RP 技術は、製品試作や製品デザイン模型などの造形分野が主流となり普及しているが、精細な RP 技術の特長を活かした応用分野の拡充も望まれている。そこで、RP 基材（アクリル系樹脂）を誘電体材料として、誘電体特性を利用する電子材料への応用を探ることにした。また、電子材料としての評価には、導体面の形成が必要不可欠のため、無電解めっきにより RP 基材面に薄い導体層を形成させる条件の検証を行った。

2. 電気特性

基本特性である電気特性を測定した。表 1 が周波数に対する誘電率 ϵ' と誘電損失 $\tan \delta$ の測定値である。比較のため、誘電体材料（ガラスエポキシ基板）の測定も行った。その結果、RP 基材の誘電率は約 3 で、誘電損失は約 0.02 の電気特性であった。従って、1GHz 以下での応用ならば、ガラスエポキシ基板材料とほぼ同等の性能が実現できると考える。また、温度（-20~70℃）に対する電気特性の変化を観察した。低温側では誘電率が小さくなり、高温側では大きくなる傾向を示し、電気信号の伝搬特性は温度特性を持つことが確認できた。特に、50℃以上になると RP 基材の樹脂に軟化傾向が見られ、変形の影響も加わり誘電率が大きく変化するものと考えられる。

表 1 RP 基材の誘電特性(at23℃/60%rh)

周波数 MHz	RP 基材		誘電体材料	
	樹脂		ガラスエポキシ基板	
	ϵ'	$\tan \delta$	ϵ'	$\tan \delta$
10	3.2	0.02	4.2	0.015
30	3.2	0.024	4.2	0.012
50	3.1	0.022	4.1	0.011
100	3.1	0.023	4.1	0.012
300	3.0	0.023	4.1	0.011
500	3.0	0.022	4.0	0.01
700	3.0	0.02	4.0	0.013
1000	3.0	0.02	4.0	0.010

3. 無電解めっき処理条件の検証

無電解めっき処理を行う際の RP 基材の耐水性、耐薬品性について検証を行った。耐水性は吸水率に相当するものでガラスエポキシ基板では 0.1%、RP 基材では 1.53% である。比較すると数値は大きいですが、めっき処理溶液への浸漬時間は長時間でないことから問題がないと考える。また、耐薬品性の検証では、めっき処理工程を想定し、テストピースを 3%水酸化ナトリウム水溶液（40℃）に 3 分浸漬後と塩酸 50mL/L（常温）に 2 分浸漬後に各々の変色、膨れなど外観の変化を目視等によって評価した。その結果、両溶液共に変色、膨れ等はなかった。また、マイクロSCOPEにて表面観察した結果、細かい凹凸は見られるが大きい変化はなく、耐薬品性があることが確認できた（図 1、2 参照）。

上記からめっき処理工程での処理溶液の浸漬時間、浸漬温度を変えて、めっき処理を行った。（図 3 参照）

めっき処理後の表面を蛍光 X 線分析装置で調べた結果、主としてニッケルが検出されたため導電性皮膜が形成されていると考えられ、テスターによる導通も確認できた。めっき処理条件は溶液浸漬時間、溶液温度等に検討の余地はあるが確立できた。

4. まとめ

- (1) RP 基材は 1 GHz 以下ならばガラスエポキシ基板とほぼ同等の性能が実現できる可能性があるが、使用は 40℃以下が良いことが検証できた。
- (2) RP 基材のめっきにおける耐薬品性があることが検証できた。
- (3) 無電解 Ni めっき処理条件は、溶液浸漬時間、溶液温度等に検討の余地はあるが確立できた。

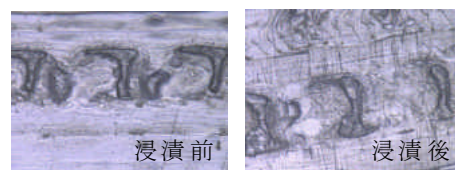


図 1 耐アルカリ性（×500）

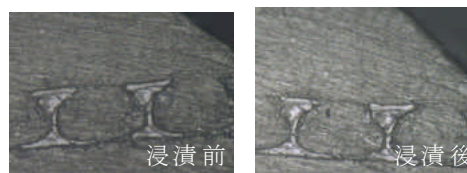


図 2 耐酸性（×500）



図 3 無電解めっき処理

*1) 城東支所、*2) 電子・機械グループ、*3) 表面技術グループ

直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直流電流（100 μ A、1mA、10mA、100mA 及び 1A）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

直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 USBGP-IB インターフェースによる自動校正システムである。直流電流の校正原理を図2に示す。直流電流の校正はキャリブレータからシャント抵抗器に校正対象である直流電流を流し、シャント抵抗器の両端に発生する直流電圧をデジタルマルチメータ（DMM）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は図3に示すように 1k Ω から 100m Ω の5つである。また、直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

開発したシャント抵抗器の校正を行い、その標準不確かさは 1.3ppm~2.0ppm であった。DMM の校正の標準不確かさは、2.6ppm であった。測定電圧のばらつき標準不確かさは 0.62ppm~0.86 ppm であった。これらの標準不確かさを考慮して求めた拡張不確かさと直流電流（100 μ A、1mA、10mA、100mA 及び 1A）の校正値の結果を表1に示す。拡張不確かさは 6.2ppm~7.1ppm であった。

4. まとめ

直流電流（100 μ A、1mA、10mA、100mA 及び 1A）の拡張不確かさを約 7ppm で評価できるシステムが開発できた。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。

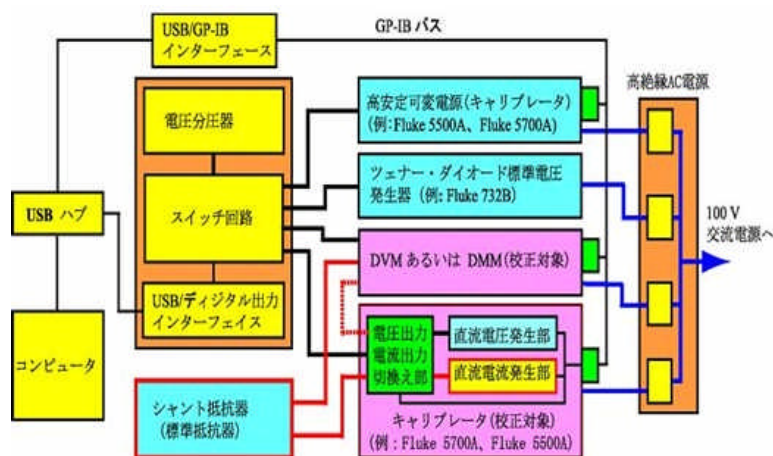


図1 直流電流校正システムの構成図

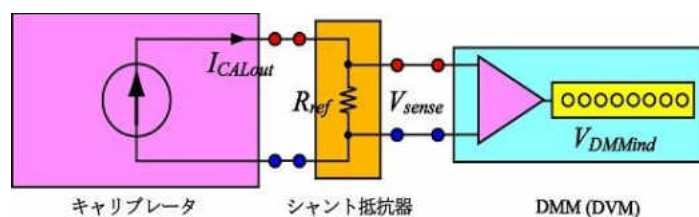


図2 直流電流の校正原理



図3 開発したシャント抵抗器

表1 直流電流の校正値と拡張不確かさ

直流電流	校正値	拡張不確かさ (ppm)
100 μ A	100.0000 μ A	6.28
1 mA	1.000000 mA	6.31
10 mA	9.99998 mA	6.15
100 mA	99.9999 mA	7.03
1 A	0.999997 A	6.47

*1) 実証試験セクター *2) MTAジャパン株式会社

金属ナノドットアレイの LSPR 特性

○加沢エリト*1)

1. はじめに

局在表面プラズモン共鳴(LSPR)は、ナノ粒子近傍の誘電率変化に応じて透過光の共鳴波長がシフトする現象である。図1にAuナノドットアレイのLSPR特性を示す。LSPRを用いたセンサは、化学センサとしての製品化に期待が持てるが、そのためには製造コストを低減していく必要がある。そこで、LSPRセンサの主要材料をAuから安価な金属に置き換えることを検討した。

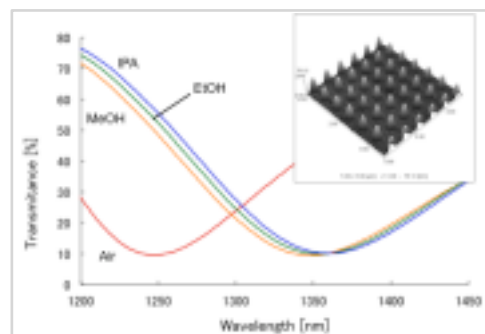


図1 Au ナノドットの LSPR 特性

2. 実験方法

一般的に用いられる金属コロイド分散法ではナノ粒子を等間隔、かつ均一に配置することが難しいため、結果としてセンサ感度が低くなる。そこで、本研究では電子線リソグラフィ技術を用いて金属ナノドットを均一に配置することでセンサの感度向上を図った。実験に用いた金属はAu、Ag、Al、Cu、Ni、Ptの6種類である。Ptは高価な金属なのでコスト低減には寄与しないが、特許文献に使用例があったので確認のため実験した。センサとしての性能を評価するために、メタノール(MeOH)、エタノール(EtOH)、2-プロパノール(IPA)を滴下した時の共鳴波長の推移を比較した。

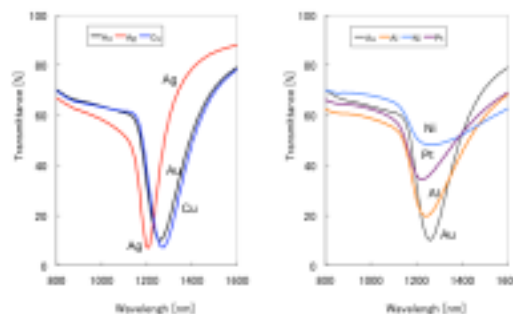


図2 各種金属の LSPR 特性

3. 結果・考察

直径450nm、高さ62nmの金属ナノドットを800nm間隔で格子状に配置した時のLSPR特性を図2に示す。Auに対してAl、Ni、Ptの共鳴特性がブロードであり、特にNi、Ptの特性はセンサ利用には適さないものであった。一方、Cuの共鳴特性はAuの特性にほぼ一致しており、Agの共鳴特性はAu以上にシャープなものであった。また、周囲媒質変化への応答性を表すものとして、特定波長における光強度変化をセンサの性能指標として定め、各種金属の性能を比較した。Ag、Al、AuおよびCuの性能指標を図3に示す。AgはAu以上の性能を示し、CuはAuと同等の性能を示した。金属の導電性が共鳴特性に反映されると考えられる。

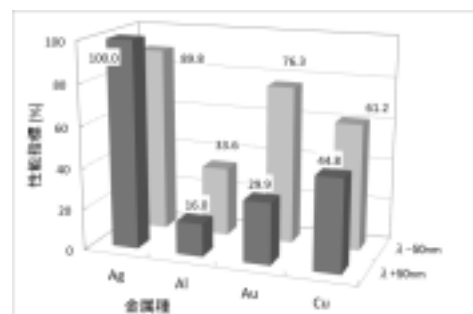


図3 性能指標の比較

として、特定波長における光強度変化をセンサの性能指標として定め、各種金属の性能を比較した。Ag、Al、AuおよびCuの性能指標を図3に示す。AgはAu以上の性能を示し、CuはAuと同等の性能を示した。金属の導電性が共鳴特性に反映されると考えられる。

4. まとめ

LSPRセンサの低コスト化を目的に、ナノドットアレイの材料を高価なAuから他の安価な金属材料に置き換えることを検討した。Ag、Al、Cu、Ni、Ptナノドットを試作評価した結果、Ag、CuがAuと同等またはそれ以上のLSPR特性を示すことを確認した。LSPRセンサの低コスト化に期待が持てる結果となった。本研究の一部は(独)科学技術振興機構(JST)東京都地域結集研究開発プログラムのもとで実施されたものである。

*1) 電子半導体技術グループ

炭素硫黄分析装置による無機物の測定

○樋口 智寛*1)

1. はじめに

近年、安全性やトレーサビリティへの関心の高まりから、異物や付着物、開発段階の材料等、未知試料に対する低濃度な含有元素の分析需要が増加している。本研究では、鉄鋼の規格判定において、炭素および硫黄量の分析に用いられている炭素硫黄分析装置（CS装置）により、これら未知試料の分析を行うための基礎的な条件を取得することを目的とした。今回、無機異物のモデルとしてセメントを取り上げ、含有する硫黄の分析を試みた。

2. 実験方法

実験には高周波誘導加熱 CS 装置（LECO 製、CS230SP）を用いた。試料には化学分析用セメント標準試料 211R ポルトランドセメント（セメント協会製、SO₃ 2.131 %（硫黄換算 0.853 %））を選択した。検量線作成には、鉄鋼認証標準物質 JSS243-5 硫黄定量専用鋼（日本鉄鋼連盟製）を用いた。助燃剤は、W（ALPHA 製、AR027）、Sn（ALPHA 製、AR076）、Fe（LECO 製、501-077）の混合物を用いた。測定は、セメント試料を約 0.3 g 磁器るつぼ（LECO 製、528-018HP）に採取し、所定量の助燃剤を投入して行った。

3. 結果・考察

CS 装置による分析において、試料に含有する炭素および硫黄を再現良く抽出するには、助燃剤の種類や量が大きく影響する。そこで、セメントにおける最適な分析条件を得るために、硫黄分析において助燃剤として一般的に用いられる W、Sn および Fe の種々な混合物を用いて分析を行い、結果を表 1 に示した。なお、検量線作成は鉄鋼標準物質を使用した。

鉄鋼の分析において一般的な助燃剤 W:Sn=7:3（質量比）混合物 1 g を用いた場合、セメントの硫黄認証値 0.853 % に対して著しく低値を示し、再現性も得られなかった。また測定後のるつぼ内を観察したところ、未燃焼のセメントが確認された。これらから、測定時にセメントおよび助燃剤の流動が十分に行われず、セメントと助燃剤との接触部からのみ硫黄が抽出されたことが、分析結果に影響したといえる。

そこで、るつぼ内の流動性を改善させるため、他の助燃剤成分と比較して融点が高い Sn を 1 g 追加し、助燃剤量を増加させて分析を行った。その結果、再現性は改善されているものの、測定後のるつぼ内には空孔および未燃焼のセメントが残留していた。低融点の Sn が酸化物として一気に放出されて空孔を形成し、その後の流動性が失われ、未燃焼のセメントが残留したと見られる。

るつぼ内の流動性を維持するためには、燃焼の間、るつぼ内に留まれる助燃剤成分が必要と推定されたため、Fe を 1 g 追加したところ、再現性が大きく改善された。また、るつぼ内には未燃焼のセメントや空孔は確認されなかった。一方、測定値は認証値よりも高値を示した。これは、セメントの硫黄は酸化物であり、検量線を作成した鉄鋼標準物質との間で化合物の形態が異なることに起因していると推定した。そこで、CaSO₄ 等により検量線を作成した結果、良好な分析値を得られることが明らかとなっている。発表では、これらの結果についても報告する。

4. まとめ

CS 装置による鉄鋼以外の無機物の分析には、るつぼ内の試料の流動性を維持可能な助燃剤を選定することが必要であることがわかった。

表 1 セメント¹⁾中の硫黄の分析における助燃剤の影響

助燃剤	分析結果 (n=5)	
	平均 ²⁾ %	RSD ³⁾ %
W:Sn=7:3 1g	0.44	38.16
W:Sn=7:3 1g + Sn 1g	0.84	2.96
W:Sn=7:3 1g + Fe 1g	0.93	0.96

1) 認証値: SO₃ 2.131 %（硫黄のみに換算 0.853 %）

2) 鉄鋼標準物質により作成した検量線を使用

3) 相対標準偏差

*1) 材料技術グループ

強化ガラスの特性と破壊現象の相関

○増田 優子*1)、上部 隆男*2)

1. はじめに

私達の身の回りで使用されている強化ガラスには、物理強化ガラスと化学強化ガラスがある。前者は建築用窓ガラスやガラス製の家具等に用いられる。一方、後者はスマートフォンのパネル等に用いられ、近年の需要拡大に伴い再び注目を浴びている。都産技研には強化ガラスの破損に関する技術相談が多数寄せられるが、これまでの経験で推測される破損状況とは異なった割れ方をするものも多発してきており、より詳細に強化ガラスの表面応力の緩和特性と破壊現象との関係を調べる必要性が出て来た。

本研究では、今まであまりデータ化されていなかった強化ガラスの表面応力の緩和特性とそれに伴う破壊現象を具体的に把握することを目的としている。

2. 実験方法

市販の物理強化ガラス（3倍強化、 $\phi=210$ mm, $t=4$ mm）および化学強化ガラス（ 50 mm \times 100 mm, $t=1.7$ mm）をサンプルとし、電気マuffle炉（ADVANTEC, FUW252PA）で所定の温度・時間、熱処理をした。加熱前後の表面応力値を測定し、応力の緩和量を調べた。また、熱処理したサンプルの表面をポンチで破壊し、破片数・形状等破壊の様子および破断面の観察をした。

3. 結果・考察

各温度・時間で熱処理を施した各強化ガラスの表面応力値の変化を図1および図2に示す。物理強化・化学強化ガラス共に、熱処理により表面応力値が緩和し、加熱温度が高いほど緩和の度合いが大きいことがわかった。物理強化ガラスにおける破壊試験の結果の例を図3に示す。表面応力の緩和が進むと破片は大きく鋭利になった。各表面応力の値と破片数との相関を調べると、今回用いた厚さ4 mmの物理強化ガラスにおいては、表面応力値が110 MPa以上では数千個レベルだったものが、80 MPa以下まで緩和すると数個レベルにまで指数関数的に減少することが確認できた。

4. まとめ

表面応力値と破壊現象との相関を見出すことができた。これにより、実際のガラス製品が破壊し表面応力値を直接測定できないような場合にも、その破損状況からおおよその表面応力値を見積もることが可能となり、現場での破損事故解析に応用できる結果を得ることができた。

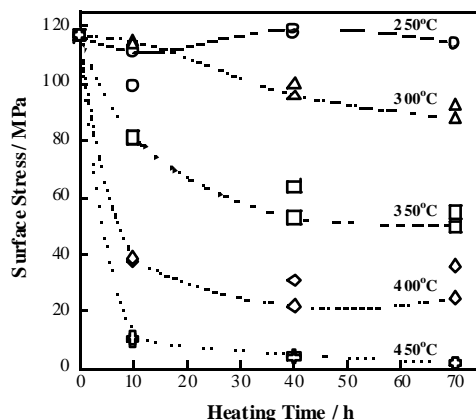


図1 物理強化ガラスの加熱による表面応力緩和

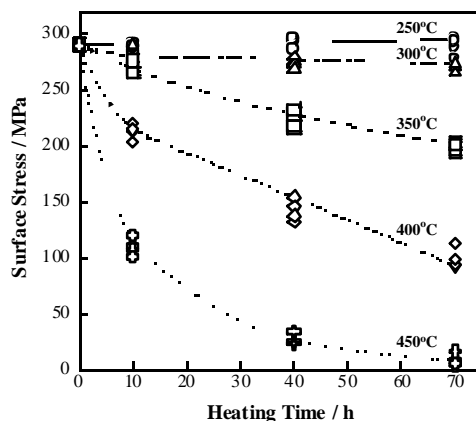


図2 化学強化ガラスの加熱による表面応力緩和

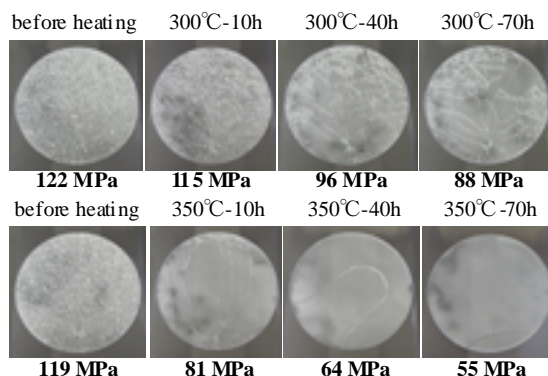


図3 物理強化ガラスにおける表面応力値と破壊現象の相関

*1) 材料技術グループ、*2) 技術経営支援室

ゴム基材表面への DLC 膜の適用

○清水 綾*¹⁾、清水研一*¹⁾、川口雅弘*²⁾

1. はじめに

近年の電子機器の小型化・精密化に伴い、機器の誤作動の原因となる、構成部品への異物混入が課題となっている。そのため、Oリングやベローズとして用いる摺動ゴム部品に対して、異物混入のきっかけとなる潤滑剤を使わない素材の開発が求められている。

一方、ダイヤモンドライクカーボン(DLC; diamond-like carbon)膜は、優れたトライボロジー特性、化学的安定性や電氣的安定性を有するため、自動車などの一般機械部品での表面改質技術として実用化されている。本研究では、ゴム基材表面に DLC 成膜を施し、その適用の可能性について検討した。

2. 実験方法

本研究では、シリコンゴム、導電性シリコンゴム、バイトン[®]ゴムの試料とした。また DLC 成膜処理前後での基材の性能評価を行うため、厚さ 1mm のゴムシートを引張試験片の形状に加工したものを試験片とした。DLC 成膜方法として、低温(50℃程度)での処理が可能、基材自身へのイオン注入を行える、などの特徴を持つプラズマイオン注入成膜(PBII&D)法を用いた。成膜前後の試験片について引張試験を行い、ゴムの耐変形性および DLC 膜の密着性について評価を行った。

3. 結果・考察

シリコンゴム試料の顕微レーザーラマン分光分析結果の概略を図 1 に示す。1500cm⁻¹付近は、典型的な DLC 由来のピークである。40、110、120 分のいずれの成膜処理時間においても、試料表面に DLC が成膜できており、さらに処理時間の増加に伴い DLC 膜厚が増加することが確認できた。

引張試験結果を図 2 に示す。成膜前後の試料の見かけの弾性率は、1 次直線で近似できた。したがって、ゴム基材のバルク特性に及ぼす成膜処理の影響は小さいと考えられる。一方、ゴムの材質によって、処理条件により最大破断荷重が異なること、処理時間の増加に伴い最大破断荷重が小さくなることを確認した。また、破断後の試料表面に DLC 膜が島状に残存しており、基材表面への密着性が高いことを観察した。

4. まとめ

ゴム基材に対して、PBII&D 法による DLC 成膜が適用できることを確認した。

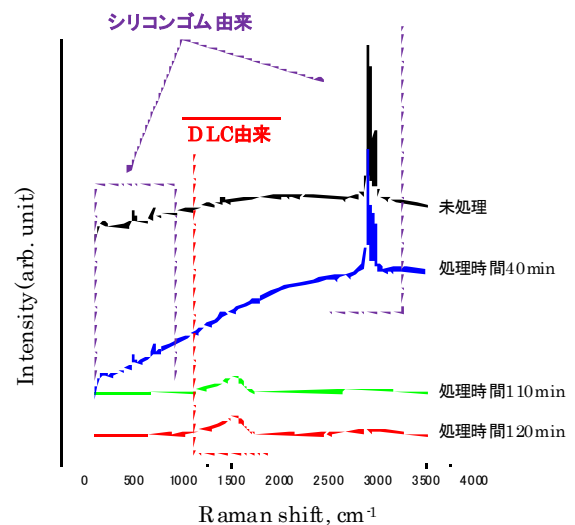


図 1 DLC 成膜前後のシリコンゴム基板のラマン分光分析結果

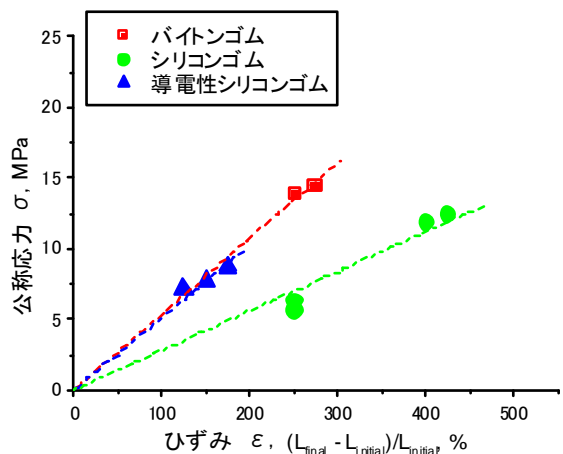


図 2 DLC 成膜前後の試験片の引張試験結果

*1) 材料技術グループ、*2) 高度分析開発セクター

編針表面への DLC 膜の適用

○川口 雅弘*1)、堀江 暁*2)

1. はじめに

DLC(Diamond-Like Carbon)膜はすでに種々の製品に適用されており、日本の受託加工市場規模は2010年時点で約80億円(2002年比で4倍以上)となっている。中でもプラズマイオン注入成膜法(Plasma Based Ion Implantation and Deposition; PBII&D)は、イオン注入と成膜の同時処理を可能とする、今後の発展が期待される成膜技術である。本研究では、編針の表面に対してPBII&D法によりDLCを成膜し、編針の性能評価を行った。

2. 実験方法

PBII&D装置の概略を図1に示す。PBII&D法の特徴として、①低温処理(~50℃)が可能である、②イオン注入効果が得られる、③複雑形状物の均一処理が可能である、などがあげられる。成膜条件をパラメータとして編針の表面にDLCを成膜し、金属糸、あるいは普通糸を用いた編成試験、試験後の編針の表面観察などを行った。また、編針処理時の成膜条件の最適化について検討した。

3. 結果・考察

1万コースの金属糸編成試験を行い、編針表面を観察した結果、未処理編針と比較してDLCを成膜した編針の表面は、摩耗痕などがほとんどないことを確認した。また、普通糸編成試験を行った結果、未処理編針は腐食した一方、DLCを成膜した編針は腐食がほとんど生じないことを確認した。PBII&D法の場合、DLCのイオン注入成膜となるため、編針基材とDLC膜の界面にはイオン注入層(Mixing layer)が存在する(図2)。イオン注入層の存在は、DLC膜の密着性の劇的な向上を促すことから、編成試験時の編針の変形にDLC膜が追従し、十分な表面保護効果を確保できたと考えられる。一方、成膜条件を検討した結果、特にPBII&D処理時の高パルス電圧、成膜圧力が、DLC膜の表面保護性を左右する支配的な影響因子であることを確認した。

4. まとめ

編針表面にPBII&D法でDLCを成膜することで、編針の耐摩耗性、防食性が著しく向上することを確認した。

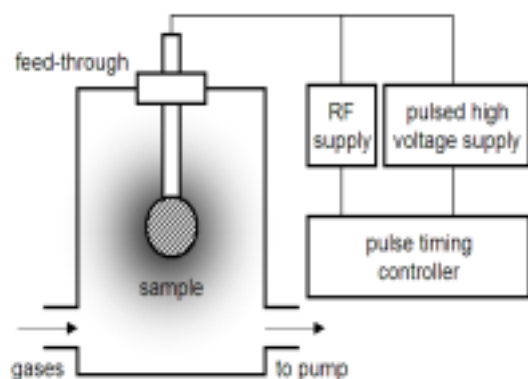


図1 PBII&D装置の概略

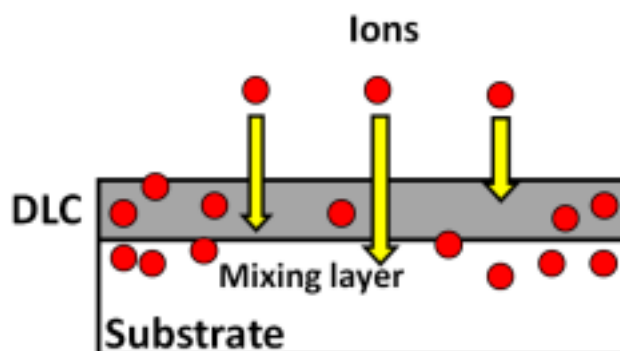


図2 イオン注入成膜の概略

*1) 高度分析開発セクター、*2) 墨田支所

脂肪族ポリエステルとの複合化による

未利用バナナ繊維の有効利用

○梶山 哲人^{*1)} 安田 健^{*2)}、清水 研一^{*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。我々は、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 (PBS) もしくはポリカプロラクトン (PCL) の複合体にセルロースエステル類 (CEs) を非反応型相容化剤として添加する検討を行った。

2. 実験方法

BF はバナナ葉部廃棄物をアルカリ処理し、長さ 5 mm 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, ビオノーレ#1020) およびポリカプロラクトン (PCL, PLACCEL H7) を用いた。相容化剤として、セルロースアセテート (CA)、セルロースプロピオネート (CP)、セルロースアセテートブチレート (CAB) を使用した。キャスト法でフィルム化した PBS/CEs および PCL/CEs を示差走査熱量測定 (DSC) し、融点 (T_m) を求めた。複合体をバッチ式混練機で作製した。その後、空圧式射出成形機を用いてダンベル試験片を作製し、引張試験 (試験速度 1 mm/min、チャック間距離 65 mm) を行った。

3. 結果・考察

生分解性ポリエステルと CEs の相容性を検討するために、側鎖長の異なる三種類の CEs (CP のエステル側鎖炭素数は 3、CAB は 2 と 4、CA は 2) を PBS もしくは PCL に添加したキャストフィルムの熱分析を行った。樹脂と CEs の相容性が向上するほど樹脂粒子の結晶性が低下し、 T_m が降下すると言われている¹⁾。本検討では CEs を添加することで、PBS の T_m が大幅に降下し、PCL の T_m は若干降下したので、本検討条件下では PBS の方が PCL よりも CEs との相容性の高いことが考えられる。また、エステル側鎖長の長い CEs ほど、PBS と相容性が良好であることも示唆された。

次に、融点降下の大きかった PBS を用いて行った BF/PBS/CEs 複合体の引張試験の結果を図 1 に示す。CEs を添加した BF/PBS は、最大引張応力はほとんど変化しないが破断ひずみが増大した。最大引張応力はほとんど変化しないのは CEs の添加量が 1% とわずかであるためであり、破断ひずみが増大したのは、CEs 無添加時よりも BF と PBS の界面の密着性が向上し、BF の引き抜けが抑制され、粘り強くなったためと考えられる。つまり、CEs は BF と PBS の相容化剤として有効であることが分かった。CEs のセルロース部分と BF、エステル部分と PBS が相容すると考えられ、CEs が BF と PBS を橋渡しする働きをして界面密着性の向上に寄与したと考えられる。

4. まとめ

セルロースプロピオネートおよびセルロースアセテートブチレートをポリブチレンサクシネート/バナナ繊維複合体に添加することで、破断ひずみの増大することが明らかとなった。今後は他の相容化剤についても検討し、複合体の物性向上を図る。

(1) Y. Nishio, K. Matsuda, Y. Miyashita, N. Kimura, H. Suzuki, Cellulose, 4, 131-145 (1997).

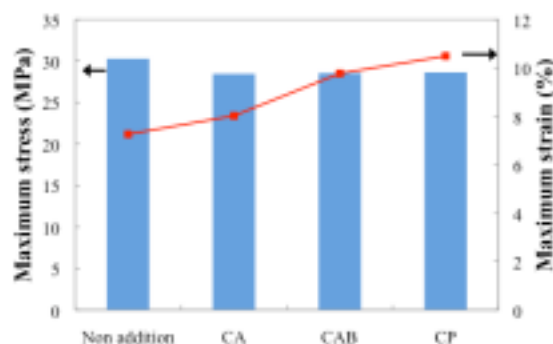


図 1 PBS 複合体の引張試験

*1) 材料技術グループ、*2) 繊維・化学グループ

金属アルコキシドを用いた油性物質用ゲル化剤の開発

○根本 久志*1)、渡辺 明久*2)

1. はじめに

シリコンオイルは、化学的に比較的不活性であり、分子間力が小さく柔軟性に富み、表面張力が低く、撥水性、潤滑性がある等の性質を有している油剤である。シリコンオイルを含む製品は、従来の油性タイプの製品と比較してべとつき感が少ない、伸び、広がりが良い、人体に対しての安全性が高い等の特徴があるため、化粧品や医薬品、医薬部外品等において使用されている。しかし、溶解性等の点から低分子量のシリコンオイルが用いられている分野において、粘性の低さに起因する液だれが欠点の一つとしてあがっている。

本開発は、低粘性のシリコンオイルを増粘し、ゲル化させることによりこの欠点を克服しようとするものであり、ゲル化剤として金属アルコキシドを出発原料とした有機金属化合物を合成した（図1）。

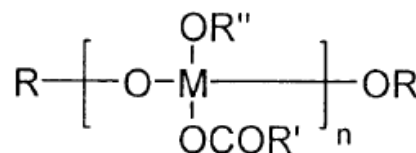


図1 本開発ゲル化剤の構造式

2. 実験方法

四口フラスコに出発原料である有機金属アルコキシド及びカルボン酸を加え30分間攪拌、加熱還流を行い、40℃以下に冷却後所定量のアルコールを滴下して加えた。滴下終了後30分間攪拌、加熱還流を行い、放冷後副生成物を減圧留去することによりゲル化剤を得た（図2）。

このゲル化剤を油性物質に加え混合して得られた増粘ゲル（図3）について官能評価を行った。評価項目として、調製直後の感触及び相溶性、粘性の経時的な変化について相対比較を行った。

3. 結果・考察

低粘性シリコンオイル及び少量添加する変性シリコンの種類、保存温度等の条件を変えることにより、感触、相溶性、粘性の経時的な変化のいずれも良好な増粘ゲルを得ることができた。

本開発ゲル化剤及びその他の既存ゲル化剤を混合して得られる生成物の性状について比較したところ、本ゲル化剤を使用した場合、少量の添加でもシリコンオイルが増粘され流動性が低下する、相溶性が良いため無色透明である、0℃24時間後においても分離が見られない等の点で優れていた。

4. まとめ

今回開発したゲル化剤は、シリコンオイル等の油性物質をゲル化するのに有用であることが確認できた。このゲル化剤を油性物質に添加することによって、液だれの防止、形状維持、粘度調整や分離防止等に効果があり、塗料、パテ、接着剤、医薬用製剤、インク、潤滑油、化粧品等の広い分野に応用範囲を広げることができると思われる。

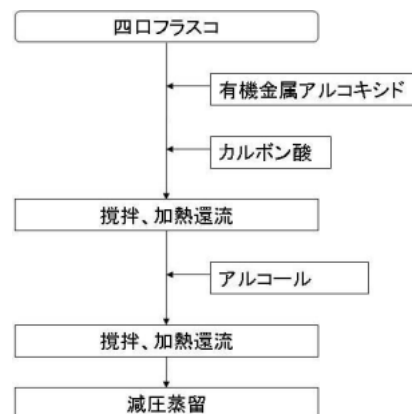


図2 ゲル化剤合成例

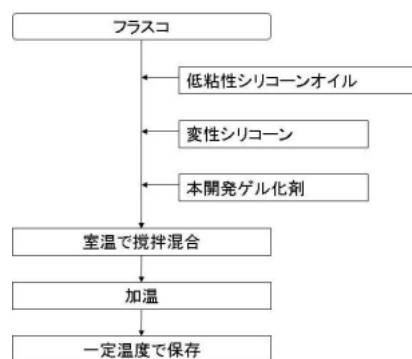


図3 増粘ゲル調製例

*1) 千葉県産業支援技術研究所、*2) 幸商事株式会社

プラスチックの劣化に着目した廃棄物の発熱・発火危険性評価

○清水 芳忠*¹⁾、内田 剛史*¹⁾、新井 充*²⁾

1. はじめに

廃棄物の大半は有機物で構成されており、不法投棄や一時保管など、ある程度以上の廃棄物が堆積されると堆積物内部で微生物発酵や酸化反応による発熱反応が進行する。この内部の微少発熱が蓄積することにより、周囲の温度等の環境条件によっては発火に至る場合もある。このような、堆積廃棄物が初期発熱から発火に至る機構を解明する目的で、各種熱分析や化学発光測定を利用して検討を行ってきた。これまでの研究成果により¹⁾、ごみ固形化燃料（RDF）中にはプラスチック等の劣化による過酸化物が蓄積しており、この過酸化物が開始剤となって、低温における酸化反応を促進していることが示唆された。そこで、RDFの低温酸化における劣化物の影響をより詳細に検討するため、RDFを想定したモデル物質を選定し、それらモデル物質を単体もしくは混合した試料を用いて、蓄熱発火機構の検討を行った。

2. 実験方法

RDFを構成する成分のモデル物質としてセルロース、ポリプロピレン（PP）、植物性食用油を選択し、これらを混合してモデルRDF（mRDF）を作成した。ここで混合させるPPの劣化度合いを変化させることによりmRDFの劣化度合いを調整した。劣化PPは、あらかじめ80℃に等温保持した高温槽内で保持期間を変化させることにより作成した。このように劣化度合いを調整したmRDFの発熱・発火危険性を評価することにより、発熱・発火危険性に及ぼすプラスチックの劣化の影響を評価した。化学発光の測定には東北電子産業社製ケミルミネッセンスアナライザ（CLA）を使用し、発熱量の測定にはメトラートレド社製示差走査熱量計（DSC）を使用した。また、蓄熱開始温度の測定にはコロンビアサイエンティフィック社製断熱熱量計（ARC）を使用した。

3. 結果・考察

まず、劣化PPと未劣化のPPの混合比を変えた試料を作成し、CLAにより酸化反応が進行する傾向を把握したところ、劣化度合いが高くなるにつれて全体の酸化が促進される結果となった。また、劣化期間を変化させることにより、その劣化度合いを変化させた劣化PPを作製し、これらの劣化試料を用いた窒素中での化学発光強度とDSCを用いた試料内部に蓄積した過酸化物の発熱量測定との間に高い相関関係が得られ、劣化による過酸化物の蓄積量評価手法としてCLAが十分利用可能であることが確認できた。そこで、劣化度合いを調整したmRDFを数種類作成し、その発熱・発火危険性の評価を行った。CLAによる劣化度合いの評価とARC測定より得られた発熱開始温度を比較したところ、過酸化物蓄積量が増加するにつれ、蓄熱開始温度が低下することがわかった（図1）。

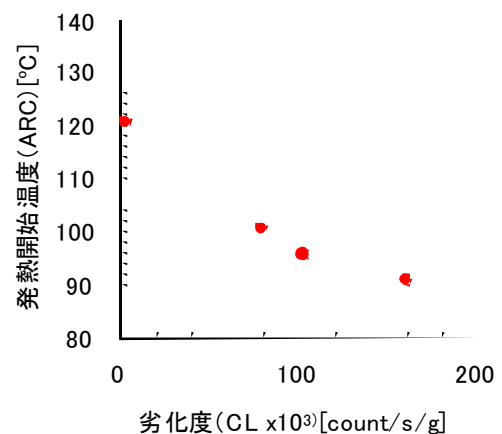


図1 劣化度合いと発熱危険性の関係

参考文献

- 1) ごみ固形燃料の蓄熱危険性評価に関する研究, 清水芳忠, 若倉正英, 新井充, 廃棄物学会論文誌, Vol. 19, pp. 382-391 (2008)

*1) 神奈川県産業技術センター、*2) 東京大学 環境安全研究センター

白色干渉計を利用したプラスチックの耐候性評価

○清水 研一*¹⁾、飛澤 泰樹*¹⁾、山中 寿行*¹⁾
渡邊 禎之*²⁾、中西 正一*²⁾、榎本 一郎*³⁾

1. はじめに

プラスチックの耐候性は促進耐候試験機や屋外に曝露した試験片の強度を特定の条件で測定し、曝露時間の関数として使用限界時間を推定する方法で評価されている。ところが、特定の条件で測定した強度からは使用限界時間の推定が困難なことがある。表面性状の変化は力学的な性質、特に破壊現象に大きな影響を与える。このため、力学物性試験に加え、曝露した試験片の表面形態測定を行うことによって、より敏感な劣化の捕捉が可能になると期待できる。そこで、促進耐候試験機に曝露したプラスチック成形品について、力学物性測定に加え走査型白色干渉計による表面性状測定を行い、プラスチックの耐候性評価に表面性状測定を用いることの有効性について検討した。

2. 実験方法

市販のポリプロピレン (PP) とポリカーボネート (PC) を射出成形して試験片を作製した。促進耐候試験はブラックパネル温度 $63 \pm 2^\circ\text{C}$ に設定した促進耐候試験機で放射照度 $180\text{W}/\text{m}^2$ 、2 時間中 18 分水噴霧する条件で行った。曲げ試験は材料試験機に暴露面が引張面となるように試験片を配置し、支点間距離 64mm 、試験速度 $2\text{mm}/\text{min}$ で行った。ポリカーボネート試験片についてはひょう量 15J のシャルピー衝撃試験機を用いて、曝露面を引張面としたノッチなしフラットワイズ試験を行った。表面性状観察および粗さ測定は、走査型白色干渉計を用いて行った。使用した対物レンズ、接眼レンズはそれぞれ 50 倍、0.5 倍であり、最小分解能 $0.88\mu\text{m}$ 、Z 軸方向の走査長さ $150\mu\text{m}$ とした。表面性状粗さ解析には装置に付属の解析ソフトを供した。

3. 結果・考察

図 1 に促進耐候試験機での曝露時間と曲げ強さの関係を示す。PP の曲げ強さは、曝露時間の増加とともに徐々に低下し曝露時間 800 時間では初期値の 8 割程度まで低下した。一方、PC では曝露時間が長くなっても曲げ強さはほとんど一定であった。しかしながら、シャルピー衝撃値はわずか 300 時間の曝露によって大きく低下し、曲げ強さでは検出できないが劣化は着実に進行していた。図 2 に曝露時間と算術平均粗さ (Ra) の関係を示す。PP の Ra は曝露時間 500 時間経過時から増大したが、300 時間まではほぼ一定で推移した。PC の Ra は曝露時間 100 時間でいったん低下した後、300 時間経過時から次第に増加した。つまり Ra の変化は PP では静的な曲げ試験に遅れるが、PC ではシャルピー衝撃値の変化とほぼ一致し、静的な曲げ試験では捉えられない劣化を検出できた。

4. まとめ

Ra は劣化が進行すると確実に増大した。したがって、ある特定の力学物性試験を選択したがために強度の低下を捕捉できなかった場合の補助的劣化指標として有効であることが明らかとなった。

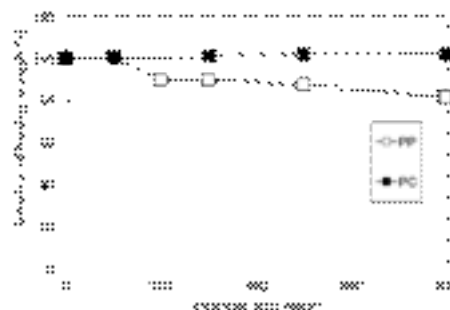


図 1 曝露時間と曲げ強さの関係

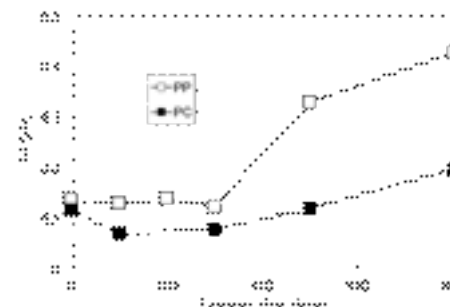


図 2 曝露時間と算術平均粗さの関係

*1) 材料技術グループ、*2) 高度分析開発セクター、*3) 墨田支所

鉛フリーはんだの分析方法の開発

○林 英男^{*1)}、清水 綾^{*2)}、上本 道久^{*3)}

1. はじめに

電子機器では、電子回路に Sn-Pb 合金である“はんだ”を多量に使用していたが、RoHS 指令によって、鉛含有はんだは規制の対象になった。そのため、現在の電子機器では、“鉛フリーはんだ”と呼ばれる鉛含有量を低減した（0.1%以下）新規合金が使用されている。鉛フリーはんだは、Sn を主成分とした合金であり、数多くの種類はんだが存在する。その中で、現在最も使用量が多いのが Sn-Ag-Cu 合金系のはんだである。鉛フリーはんだの構成成分や不純物を分析するためには、酸で溶解し水溶液にする必要があるが、酸溶解時に沈殿が生じたり、成分が揮発損失するなど、酸溶解が難しいことが問題となっている。

本研究では Sn-Ag-Cu 合金系及び Sn-Ag-Cu-Ni-Ge 合金系の鉛フリーはんだの完全溶解を目的とした酸溶解法について検討し、上記の鉛フリーはんだに含まれる合金元素及び不純物元素の分析法を開発した。

2. 実験方法

鉛フリーはんだ試料をビーカーに移し入れ、混酸を加え 80℃のホットプレート上で加熱溶解した。放冷後、全量フラスコに移し入れ水で希釈した。得られた試料溶液を、ICP 発光分光分析装置により測定し、合金成分及び不純物成分の定量値を得た。なお、検量線作成用の標準溶液は、高純度金属スズ(99.99%)を用いてマトリックスマッチングを行った。

3. 結果・考察

Sn-Ag-Cu 合金を溶解するための酸について検討した結果、硫酸-硝酸を硫酸濃度が 3.6 mol/L 以上 13.4 mol/L 以下、硝酸濃度が 1.3 mol/L 以上 3.4 mol/L 以下、且つ硫酸と硝酸のモル比が 2.6 : 1 以上 7.9 : 1 以下で混合した混酸を溶解に用いれば、Sn-Ag-Cu 合金を容易に溶解できることが判明した。得られた試料溶液を ICP 発光分光分析装置で測定したところ、JIS で定められた合金構成元素及び不純物元素を全て同時に分析することが可能であった。しかし、Sn-Ag-Cu-Ni-Ge 合金系の鉛フリーはんだには、硫酸-硝酸による溶解が有効ではなく不溶成分に起因した沈殿が生じた。

そこで、Sn-Ag-Cu-Ni-Ge 合金を溶解可能な酸について検討を行ったところ、硫酸 - 硝酸 - ふっ化水素酸を、硫酸 3.6 mol/L 以上 13.4 mol/L 以下、硝酸 1.3 mol/L 以上 3.4 mol/L 以下、ふっ化水素酸 0.53 mol/L 以上の濃度で混合した混酸が有効であることが判明し、合金構成元素及び不純物元素について ICP 発光分析装置によって同時に分析できた（表 1）。

表 1 ゲルマニウム含有鉛フリーはんだの分析結果

		Analytical results, %(mass)													
		Ag	Al	As	Au	Bi	Cd	Cu	Fe	Ge	In	Ni	Pb	Sb	Zn
No. 1		3.53	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	0.49	0.002	0.0093	0.003	0.031	0.006	0.01	0.001
No. 2		3.45	<0.001	0.001	<0.001	0.008	<0.001	0.50	0.003	0.019	0.004	0.092	0.014	0.01	0.001
No. 3		3.54	<0.001	0.001	<0.001	0.008	<0.001	0.47	0.003	0.095	0.004	0.089	0.014	0.01	0.001
No. 4		3.60	<0.001	0.001	<0.001	0.009	<0.001	0.51	0.002	0.012	0.005	0.15	0.017	0.01	0.001
No. 1 : Sn-3.5Ag-0.5Cu-0.03Ni-0.01Ge,															
No. 2 : Sn-3.5Ag-0.5Cu-0.1Ni-0.02Ge,															
No. 3 : Sn-3.5Ag-0.5Cu-0.1Ni-0.1Ge,															
No. 4 : Sn-3.5Ag-0.5Cu-0.15Ni-0.01Ge															

4. まとめ

本研究で開発した混酸（硫酸-硝酸及び硫酸-硝酸-ふっ化水素酸）を用いれば、鉛フリーはんだの合金構成元素及び不純物元素を容易に同時分析することが可能となった。

*1) 高度分析開発セクター、*2) 材料技術グループ、*3) 城南支所

※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 23 (西) 15

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
平成 23 年度研究成果発表会要旨集
平成 23 年 11 月 9 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
〒135-0064 東京都江東区青海 2-4-10
TEL 03-5530-2111
FAX 03-5530-2765
URL <http://www.iri-tokyo.jp>

印刷所 株式会社アイフィス
〒112-0005 東京都文京区水道 2-10-13
TEL 03-5395-1201
FAX 03-5395-1206

研究成果発表会要旨集 平成23年度



古紙配合率70%
白色度70%の再生紙を使用しています

石油系溶剤を含まないインキを使用しています