

ISSN 0386-149X

岡山県工業技術センター報告

(Report of Industrial Technology Center of Okayama Prefecture)

第 41 号

平成 27 年 7 月

岡山県工業技術センター

目次 / CONTENTS

【 技術資料 / TECHNICAL REPORT 】

1 製造実証プラントを用いた木質バイオマス粉碎物の試作 Preparation of Lignocellulose Powder Obtained by Pulverizing a Wood Biomass Using Pilot Plant	川端浩二 藤井英司 山本顕弘 Koji KAWABATA Eiji FUJII Akihiro YAMAMOTO	1
2 連続流通式マイクロリアクターを利用したリン酸カルシウム粒子の合成 Synthesis of Calcium Phosphate Particle by Using the Continuous Flow-Through Typed Micro Reactor	藤井英司 川端浩二 Eiji FUJII Koji KAWABATA	4
3 清酒製造における白桃酵母の香味特性とアルコール耐性の強化 Flavor Property and Development of Alcohol Tolerance of Hakuto Yeast on Sake Brewing	三宅剛史 尾崎陽子 常定 健 伊藤一成 Tsuyoshi MIYAKE Yoko OZAKI Takeshi TSUNESADA Kazunari ITO	6
4 醪自動圧搾機のろ布に残留した非解離型次亜塩素酸の不活化 Inactivation of Undissociated Hypochlorous Acid Remained in Straining Cloth of Moromi Automatic Squeezer	竹原淳彦 門脇洋平 常定 健 福崎智司 Atsuhiko TAKEHARA Yohei KADOWAKI Takeshi TSUNESADA Satoshi FUKUZAKI	9
5 アルミニウム合金の電解研磨で得られる表面形態ならびに微細構造 Surface Morphology and Microstructure Obtained by Electropolish of Aluminum Alloys	村上浩二 Koji MURAKAMI	11
6 CA法によるta-C:H成膜におけるCH ₄ ガスのドロップレット低減効果と構造変化 Effect of Decreasing of Number Density of Droplets and Changing of Film Structure for ta-C:H Prepared by CA-method	國次真輔 白石航太郎 中谷達行 中西亮太 Shinsuke KUNITSUGU Koutarou SHIRAISHI Tatsuyuki NAKATANI Ryota NAKANISHI	15
7 熱交換器による排熱回収技術 Exhaust Heat Recovery Technology with Heat Exchanger	下山力生 眞田 明 Rikio SHIMOYAMA Akira SANADA	18
8 FEMモデルを用いた均平機の固有値解析 Eigenvalue Analysis of Leveling Machine by Finite Element Method Model	岩田和大 眞田 明 辻 善夫 金島秀幸 Kazuhiro IWATA Akira SANADA Yoshio TSUJI Hideyuki KANASHIMA	20
9 モーメント印加装置のキャリブレーション Calibration of the Developed Moment Excitation Device	辻 善夫 眞田 明 Yoshio TSUJI Akira SANADA	22

10 小型エンジン発電機用防音カバーの数値解析による騒音予測	眞田 明 萩原淳之 岩井 健 Akira SANADA Atsushi HAGIHARA Ken IWAI	24
Estimation of Sound Noise from Sound Insulation Cover for an Engine Generator Using FEM Analysis		
11 PP/HIPSブレンドの機械的特性に及ぼす相容化剤の影響	甲加晃一 藤原和子 西 勝志 日笠茂樹 Kouichi KOUKA Kazuko FUJIWARA Katsushi NISHI Shigeki HIKASA	26
Effect of Compatibilizer on Mechanical Properties of PP / HIPS Blends		
12 CB配合量の異なるEPDMにおける非解離型次亜塩素酸の拡散挙動	石田拓也 岩路 仁 福崎智司 Takuya ISHIDA Hitoshi IWABUKI Satoshi FUKUZAKI	29
Diffusion Behavior of Undissociated Hypochlorous Acid into Ethylene Propylene Diene Rubber		
13 環境適合型還元剤を用いたインジゴ染色	國藤勝士 Katsushi KUNITOU	31
Using of Environmentally Compatible Reducing Agents in Indigo Dyeing Process		
14 テキストマイニングを利用した特許文献の技術内容の推定	上野 覚 山田 充 Satoru UENO Mitsuru YAMADA	34
Estimation of Technical Content of Patent Documents by Using Text Mining		
15 Arduinoエミュレータの開発	三輪昭生 Akio MIWA	36
Development of Arduino Emulator		
16 有限要素法によるき裂先端の応力解析	永山則之 児子英之 常定 健 Noriyuki NAGAYAMA Hideyuki NIGO Takeshi TUNESADA	40
Finite Element Analysis of Crack		
17 レーザーラマン顕微鏡によるポリプロピレンの配向評価	川野道則 中西亮太 Michinori KAWANO Ryota NAKANISHI	42
Evaluation of Polypropylene Orientation by Laser Raman Microscope		
18 中間周波数帯電磁ノイズによる影響の調査	渡辺哲史 Tetsushi WATANABE	46
Survey of Affects Caused by Intermediate Frequency Electromagnetic Noise		

【 外部発表 】

(誌上発表)

- | | | |
|---|---------------------------------|----|
| 1 閉空間からの透過音のアクティブ制御 | 眞田 明・東山孝治
田中信雄・岩本宏之 | 48 |
| 2 米麴を用いたそやし水製造における微生物の遷移と特徴 | 伊藤一成・相澤ゆかり
辻麻衣子・三宅剛史 | 48 |
| 3 超パルスレーザ照射によるアルミニウム合金表面の超親水化 | 水戸岡豊・遠藤正憲
金谷輝人
光石一太・小河原敏嗣 | 49 |
| 4 PP/エラストマー/球状フィラー複合材料の衝撃強度におよぼす温度の影響 | 日笠茂樹 | 49 |
| 5 ポリプロピレン複合材料の力学特性に関するフィラー添加の影響 | 日笠茂樹・甲加晃一 | 50 |
| 6 PP/SEBS/SiO ₂ 複合材料の分子運動性が衝撃特性に及ぼす影響 | 岩蒨 仁・日笠茂樹 | 50 |
| 7 Active control of sound transmission through a rectangular panel using point-force actuators and piezoelectric film sensors | 眞田 明・東山孝治
田中信雄 | 51 |
| 8 拭き取りクロスによる付着微生物の除去挙動 | 松本侑子・高橋和宏
浦野博水 | 51 |
| 9 ポリプロピレン/炭酸カルシウム複合材料の疲労特性に及ぼす粒子径の影響 | 甲加晃一・日笠茂樹 | 52 |
| 10 Fabrication of calcium phosphate nanoparticles in a continuous flow tube reactor | 藤井英司・川端浩二
城崎由紀・早川 聡
尾坂明義 | 52 |
| 11 次亜塩素酸によるEPDMの劣化に関する研究(第3報)
表面劣化層の形成がカーボンブラック充填EPDM架橋物の強度に及ぼす影響 | 岩蒨 仁・石田拓也
福崎智司 | 53 |

(口頭発表)

54 ~ 66

技 術 資 料

製造実証プラントを用いた木質バイオマス粉砕物の試作

Preparation of Lignocellulose Powder Obtained by Pulverizing a Wood Biomass Using Pilot Plant

川端浩二・藤井英司・山本顕弘*

Koji KAWABATA, Eiji FUJII and Akihiro YAMAMOTO*

キーワード バイオマス / 粉砕 / ナノファイバー / フィラー
KEY WORDS Biomass / Pulverization / Nanofiber / Filler

1 はじめに

近年、循環型社会の構築を目指して間伐材、製材端材や林地残材などの未利用木質バイオマスの有効利用技術が注目されている。木質バイオマスは賦存量も比較的多く、再生型資源であることから、石油依存型社会からの代替資源の一つとして期待されており、おが屑や木粉を活用した燃料用ペレットやウッドプラスチック製品の利用が広がりを見せる中、バイオエタノール原料¹⁾やセルロース系繊維原料^{2)~5)}等に関する技術開発が行われている。未利用木質バイオマスは広範囲に存在することから、その運搬・収集に課題があるが、それらの高効率化を図り、原料としての効果的な利活用ができれば木質バイオマス資源の高付加価値化に繋がり、さらに、林業の活性化や山林の環境保全機能の強化も期待できる。

岡山県内には、7つのバイオスタウンがあり、中でも真庭市は、市内に約30製材所が集積し、木質バイオマスの利活用を積極的に進める全国的にも先進的な地域として、バイオマス産業都市にも選定されている。平成20年度に整備された真庭バイオマス集積基地には、年間約1万トンの製材端材や間伐材等が集められ、製紙・燃料用チップや家畜舎敷材が生産されている。我々は、真庭バイオマス集積基地に集まった木質バイオマス資源の高付加価値化に取り組んでおり、自然エネルギー発電による電力を利用して、木粉やリグノセルロースナノファイバーを製造する林工一体型モデル工場の実現と樹脂複合材料の実用化を目指して、木質バイオマスの微粉砕によるフィラー用粉砕物の開発を行っている。今までに、基礎的検討として、ヒノキチップの遊星ボールミル粉砕⁶⁾及びディスクミル粉砕⁷⁾を行った結果、乾式法では団子状形態(数十 μm 程度)の木粉が得られるのに対して、湿式法では繊維状形態(幅500nm以下)のリグノセルロースナノファイバーが得られることが分かっている。木粉やリグノセルロースナノファイバーを、フィラー用をはじめとした工業利用するためには、安価で効率的に微粉砕する技術が求められている。

本研究では、基礎的検討を踏まえて、量産化が可

能な方法により、乾式法および湿式法で木質バイオマス粉砕物を試作して、得られた粉砕物の性質を調べた。

2 実験方法

乾式法での粉砕物試作は、製材所より発生したおが屑(真庭バイオマス集積基地製)を原料として、バイオマス乾燥機で乾燥処理した後、連続式の乾式振動ふるい機(ふるい目500 μm)を用いた分級を行って木粉を得た。

湿式法での粉砕物試作は、ヒノキチップ(真庭バイオマス集積基地製、数cm角)を原料とした。ヒノキチップは水熱処理(KA1-60E;楠ボイラ(株))を行った後、2軸スクリー式粉砕機(B22;モリマシナリー(株))を用いて湿式粗粉砕(固形分約40mass%に調整)を行った。次に、固形分濃度が1mass%になるように粗粉砕物に加水した後、木質バイオマス用湿式微粉砕機として新たに設計・開発した1軸型微粉砕機(C22;モリマシナリー(株))を用いて微粉砕を行った。微粉砕物を連続式の湿式振動ふるい機(ふるい目45 μm)を用いた分級を行ってふるい下の懸濁液を回収した後、ディスクミル(MKZA10-15J;増幸産業(株))を用いて微粉砕(固形分5mass%に調整、3回通過)を行ってリグノセルロースナノファイバーを得た。

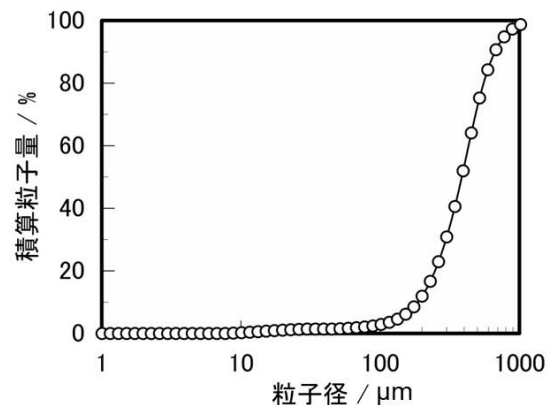


図1 おが屑の分級により得られた木粉の粒度分布

*モリマシナリー(株)

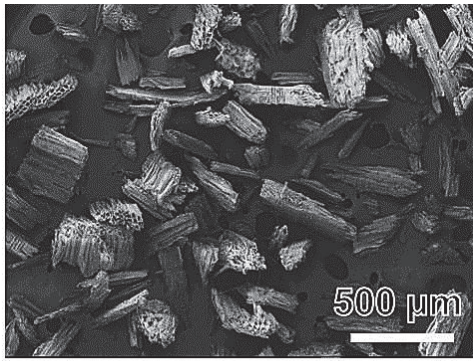


図2 おが屑の分級で得られた木粉のSEM写真

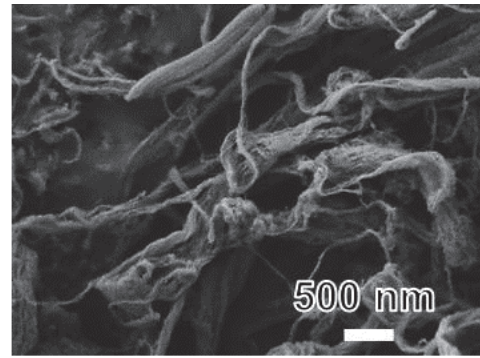


図3 湿式ディスクミル粉砕物のFE-SEM写真

3 結果

3.1 木粉の試作

図1におが屑を原料として乾燥・分級により得られた木粉の粒度分布を示す。500 μmのふるい目で分級した試料の平均粒径は390 μmであった。図2におが屑を原料として乾燥・分級により得られた木粉のSEM写真を示す。図2より、長さ200~500 μm程度で幅50~200 μm程度の棒状にカットされた形態を有しており、木質組織に由来する凹凸構造が見られた。

3.2 リグノセルロースナノファイバーの試作

ヒノキチップの水熱処理、粗粉砕及び粉砕後に分級を行った結果、粉砕物の平均粒径は分級前が34 μmであるのに対して、分級後は13 μmであった。また、分級前の粉砕物の比表面積は69 m²・g⁻¹であるのに対して、分級後の比表面積は91 m²・g⁻¹であった。FE-SEM観察の結果、分級前にはナノファイバーと共に繊維幅が数 μm程度の帯状のファイバーが見られたが、分級後の粉砕物は繊維幅500 nm以下のナノファイバーで主に構成されていることが確認された。ディスクミル微粉砕後は、平均粒径12 μm及び比表面積112 m²・g⁻¹の粉砕物が得られた。ディスクミル粉砕物のFE-SEM写真を図3に示す。FE-SEM観察の結果、繊維幅50~200 nm程度のナノファイバーが観察されており、ディスクミルによりナノファイバーの微細化が更に進行していた。以上の結果より、水熱処理、粉砕処理(3段階)及び分級処理を組み合わせた湿式微粉砕システムによって、ヒノキチッ

プを原料として、リグノセルロースナノファイバーが得られることが分かった。

4 まとめ

量産化が可能な方法により、木質バイオマス粉砕物を試作した。その結果、おが屑の乾燥・分級処理により、平均粒径390 μmの棒状形態を有する木粉が得られた。また、ヒノキチップの湿式微粉砕処理により、繊維幅50~200 nm程度のリグノセルロースナノファイバーが得られた。木粉については、真庭木材事業協同組合が製造(年間約300トン)・販売を開始している(図4)。リグノセルロースナノファイバーについては、モリマシナリー(株)が製造実証の試験を行っており、試供品の提供を開始している。

おが屑を原料として、分級処理で木粉を得ることにより低コスト化は期待できるものの、各種サイズや量を確保するためには課題がある。今後は、粉砕機を活用して、更に微細な木粉の試作を計画している。リグノセルロースナノファイバーは、含水状態で試供を行っているが、今後は、乾燥や疎水化表面処理を行い、乾燥体での提供ができるように研究を進める予定である。

謝辞

本研究は、文部科学省の「気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システムの改革プログラム」(森と人が共生するSMART工場モデル実証)の助成により行われた。



図4 製材所より収集したおが屑(写真左)と乾式振動ふるい機(写真右)

参考文献

- 1) 村上克治, 井上宏之, 矢野伸一, 滝村 修, 澤山茂樹, 廃棄物資源循環学会論文誌, 20, 74 (2009).
- 2) H.Yano, S.Nakahara, J.Mater.Sci., 39, 1635 (2004).
- 3) S.Iwamoto, A.N.Nakagaito, H.Yano, M.Nogi, Appl.Phys., A81, 1109 (2005).
- 4) H.Yano, J.Sugiyama, A.N.Nakagaito, M.Nogi, T.Matsuura, M.Hikita, K.Handa, Adv.Mater., 17, 153 (2005).
- 5) A.N.Nakagaito, H.Yano, Appl.Phys., A80, 155 (2005).
- 6) 川端浩二, 岡野雅子, 常定健, 藤井英司, 福崎智司, 化学工学 3 支部合同徳島大会講演要旨集(D209) (2010).
- 7) 川端浩二, 小野史彰, 藤井英司, 福崎智司, セルロース学会第 18 回年次大会講演要旨集(P044) (2011).

連続流通式マイクロリアクターを利用した リン酸カルシウム粒子の合成

Synthesis of Calcium Phosphate Particle by Using the Continuous Flow-Through Typed Micro Reactor

藤井英司・川端浩二
Eiji FUJII, Koji KAWABATA

キーワード マイクロリアクター / リン酸カルシウム / ヒドロキシアパタイト
KEY WORDS Micro Reactor / Calcium phosphate / Hydroxyapatite

1 はじめに

セラミックス等の粉末材料は、粒子サイズや結晶構造、および粒子形状を制御することにより、吸着特性等を含む様々な粒子特性を向上させることが期待できる。作製手法として、粒子サイズや結晶構造、粒子形状を制御するためには、合成法が適しているが、その中でもバッチ式の合成方法では、反応条件の精密な制御が困難であるため、本実験では、マイクロリアクターを合成手法とした¹⁾。マイクロ反応場を利用するマイクロリアクターは、体積あたりの表面積が大きく、流路幅が狭く、かつ装置内容積が非常に小さいため、混合・熱交換・拡散等の効率がよく、反応を精密に制御することが可能である。反応を精密制御することにより、粒子サイズ、粒度均一性、粒子形状など目的とする粒子をより精密に合成できるようになる。更に、連続流通方式やナンバリングアップ手法等を組み合わせることにより、実験室レベルから工業的生産への移行が迅速・効率的に行えるメリットもある。

本研究では、連続流通式マイクロリアクターを利用して、生体親和性を有する無機材料であるリン酸カルシウム粒子の合成に関する検討を行った。このリン酸カルシウム粒子は、合成時の pH やカルシウムとリンの濃度比により、析出する結晶構造が変化することが知られ、その結晶構造や粒子サイズ、粒子形状の違いにより、生体親和性に関する特性を向上させることが期待できる。そこで、合成時の pH や濃度比は一定にし、合成温度を変化させることにより、リン酸カルシウムの結晶相を制御することを目的とした。

2 実験方法

図 1 に本実験で使用した連続流通式マイクロリアクター装置の概略図を示す。2 台のプランジャーポンプにより恒温槽に送液し、その溶液は、長さ 10 m のテフロンチューブを通過した後、混合部で混合され、更に長さ 10 m のチューブを通過し、背圧弁から排出される構造になっている。以前、2 液混合部のミキサー形状に T 字バルブ駆動型を用いて、合成実験を行った²⁾。その装置では、混合部

の機械的性質により、合成温度の範囲に制限があったが、本実験で用いた装置では、複雑形状をしていない T 字型の混合部を採用したことにより、合成温度の制御範囲を広くすることが可能となった。

水酸アパタイト (HAp: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) の化学量論である Ca/P 比が 1.67 となるように、50 mM の硝酸カルシウム水溶液と 30 mM のリン酸水素二アンモニウム水溶液を調製した。2 種類の反応溶液をプランジャーポンプにより、流速 2 ml/min でチューブリアクター内に送液した。T 字型の 2 液混合部で混合された溶液は、恒温槽内 (0~100 °C) を通過し、背圧弁より排出された。

反応後の懸濁溶液を濾過し、濾物を超純水により洗浄し、凍結乾燥を行った。得られた粉末試料の結晶相を粉末 X 線回折測定により同定した (XRD: RIGAKU 製、RINT-2500、管電圧 40 kV、管電流 200 mA、スキャン速度 4°/min、ステップ幅 0.02°)。試料の形態観察は、透過型電子顕微鏡 (TEM: JEOL 製、JEM-2100、加速電圧 200 kV) により行った。

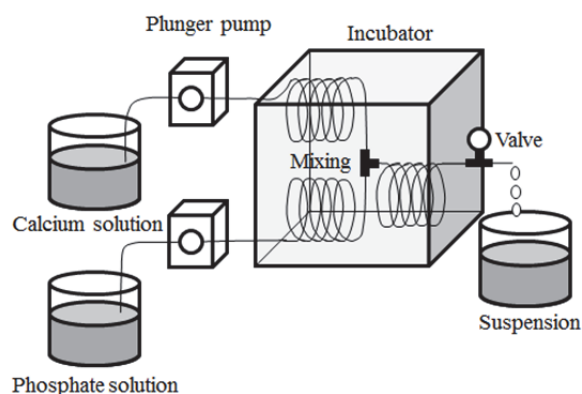


図 1 反応装置の概略図

3 結果

図 2 に 0~100°C で合成した粉末試料の XRD パターンを示す。0~60°C で合成した試料の結晶相は、リン酸水素カルシウム二水和物 (DCPD:

CaHPO₄ · 2H₂O) とリン酸八カルシウム (OCP: Ca₈H₂(PO₄)₆ · 5H₂O) で構成されており、温度が低くなるほど、DCPD のほうが主であった。一方、80°C 以上の合成温度では、HAp 相のみの単一の結晶構造であり、他の結晶相は見られなかった。

図 3 に 0~100°C で合成した試料の TEM 写真を示す。0°C の合成温度では、不定形な粒子であった。20~60°C の合成温度では、短径 200 nm 程度で、長径 400 nm 以上のシート状の粒子が主であったが、80°C 以上合成温度では、短径 50 nm 程度で、長径が 200 nm 程度の比較的揃ったサイズの棒状粒子であった。20~60°C の合成温度で、観察されたシート状粒子は、DCPD と OCP の複合結晶構造を有しているが、80°C 以上に温度を上げることで、HAp 相へ相転移が生じるとともに、シート状粒子が割れ、棒状粒子に変化したと推測される。

一般的なバッチ式合成方法の場合、熟成時間を含め、数時間以上要して、温度とイオン濃度等、化学的に平衡な溶液状態を作り出すが、マイクロ反応場を用いる本手法では、2液が混合した際、瞬時に化学的に平衡な溶液状態を作り出すことができ、核形成が起こり、その直後より粒成長に必要なイオン濃度を下回り、粒成長を抑制することができたため、合成時間が数分間程度で、効率良く、均一な粒子を合成できたと思われる。また、バッチ式の合成においては、実施困難な温度領域を含む (0~100°C) 幅広い温度条件を利用した合成が可能であり、pH を調整せず、合成温度の制御のみにより、結晶相や粒子形態、サイズを変化させることができた。

4 まとめ

連続流通式マイクロリアクターを用いて、リン酸カルシウム粒子の合成条件の検討を行った。バッチ式合成手法では、合成時 pH を制御しなければ、結晶相を制御出来ないが、マイクロリアクターを

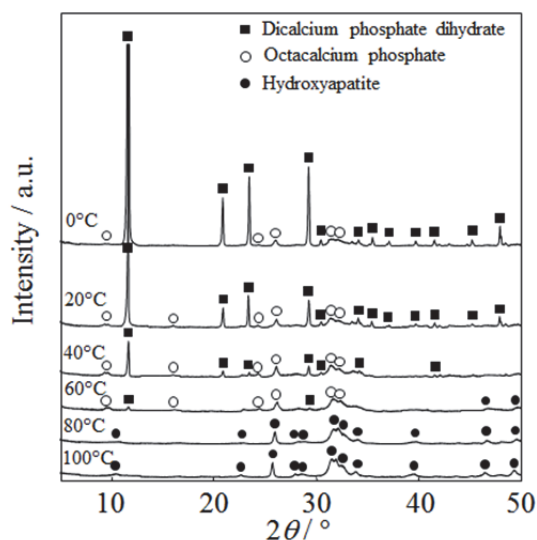


図 2 温度を変えて合成した試料の X 線回折パターン

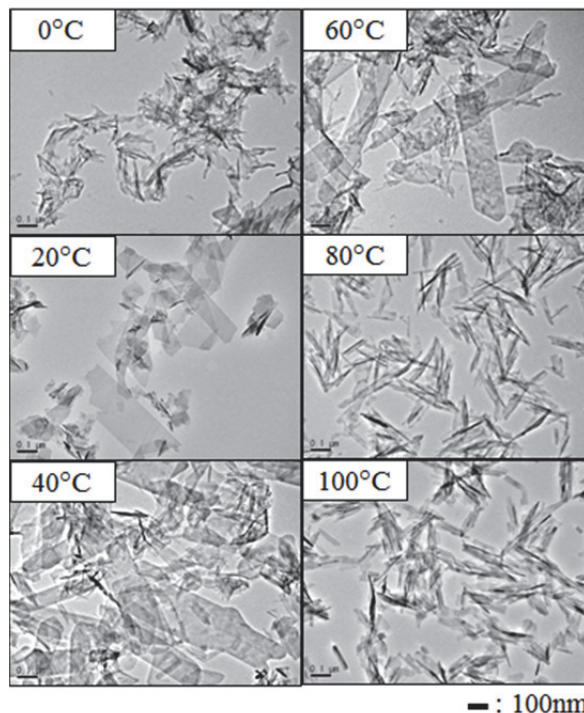


図 3 温度を変えて合成した試料の TEM 観察写真

利用し、反応温度のみを精密に制御することにより、リン酸カルシウムの結晶相を制御することが可能となり、粒子形状も変化させることができた。また、HAp にかかなり類似した構造を有する OCP の結晶構造で、シート状または不定形状の粒子を短時間で合成できることを見出した。さらに、80°C 以上で合成した場合、長径が 200 nm 程度の棒状粒子で HA の結晶構造を有する粒子を合成することが出来た。

本手法は、全工程が約 10 分間程度で、連続的に合成できるため、生産性にも問題なく、実用的な合成手法であると思われる。生体親和性材料であるリン酸カルシウム粒子の結晶相や粒子形状、サイズを制御することが出来るようになったため、今後、生体親和性や薬剤の吸着特性等に関して検討を行い、医用材料としての応用展開を目指す予定である。

5 参考文献

- 1) E. Fujii, K. Kawabata, Y. Nakazaki, Y. Tanizawa, Y. Shirotsaki, S. Hayakawa and A. Osaka: J. Ceram. Soc. Japan, **119**, p.116 (2011)
 - 2) 藤井英司、川端浩二：岡山県工業技術センターセンター報告第 38 号、25 (2012)
- 【転載元】
E. Fujii, K. Kawabata, Y. Shirotsaki, S. Hayakawa and A. Osaka: J. Ceram. Soc. Japan, **123**, p.101 (2015)

清酒製造における白桃酵母の香味特性とアルコール耐性の強化 Flavor Property and Development of Alcohol Tolerance of Hakuto Yeast on Sake Brewing

三宅剛史・尾崎陽子・常定 健・伊藤一成
Tsuyoshi MIYAKE, Yoko OZAKI, Takeshi TSUNESADA and Kazunari ITO

キーワード 白桃酵母 / 清酒製造 / 香味特性 / アルコール耐性
KEY WORDS Hakuto yeast / Sake brewing / Flavor property / Alcohol Tolerance

1 はじめに

近年、清酒の多様化に伴い全国各地で自然界からの清酒酵母の分離育種が盛んに行われている。岡山県でも清水白桃の果皮から清酒製造に適した酵母の分離に成功している¹⁾。この白桃酵母を用いた試験醸造では、高泡は生じず、もろみでの切れも良く、酸の生成が少ないきれいな酒質となり、調和のとれた吟醸香が高生成された¹⁾。このように吟醸酒向けの製造に有用な特性を示した白桃酵母は、すでに県内の多くの酒造場において純米酒や純米吟醸酒を中心とする製造に使用され好評を得ている。しかしながら、近年、白桃酵母を使用した製成酒に、苦味の指摘が散見されることがあった。

清酒製造では、一般に 16-20%程度のアルコールが生成される。このとき使用酵母のアルコール耐性が低ければ、特にもろみ後半で細胞の死滅溶解による内容物の漏出が起こり、酒質に悪い影響を与える。すなわち、清酒酵母には優れたアルコール生成能と同時にアルコール耐性能が求められる。製成酒に苦味が生じる要因は多々あるが、ここでは白桃酵母のアルコール耐性がその一因として寄与しているのかどうかについて確認することにした。

本研究では、白桃酵母を用いた小仕込み試験を行い、製成酒の成分について分析を行うことで、白桃酵母の香味特性を把握するとともに、アルコール耐性の強化により苦味生成の改善を試みたので報告する。

2 方法

各酵母は YPD 液体培地 (ベクトン・ディッキンソン、Difco) で 30°C、1 晩静置培養したものを用いた。精米歩合 60%の α 米 (徳島製麴、AA-60) と乾燥麴 (徳島製麴、T-60) を用い、表 1 に示す配合で総米 200g の小仕込みを行った。添仕込みと踊りは 15°C、仲仕込みは 8°C、留仕込みは 6°Cで行い、以後 1 日 0.5°Cずつ 11°Cまで昇温させ 3 日保持した後、5°Cまで 1 日 0.5°Cずつ下げて 5°Cを保持し 28 日目まで遠心 (4500xg、15 分) により上槽した。

日本酒度は密度から算出した。エタノールとグルコースおよびマルトースは、Shodex KS801 カラム (昭和電工) と示差屈折計を用いて分析した。有機酸の分析は、Shim-pack SCR-102H カラム (島津製作所) を用い、プロモチモールブルーポストカラム法により行った。アミノ酸の分析は、JLC500/V アミノ酸分析計 (日本電子) を用いて行い、遊離アミノ酸濃度で示した。酸度とアミノ酸度は、全有機酸量と全アミノ酸量をそれぞれコハク

酸とグリシン相当量として算出した。香氣成分は、supelcowax-10 カラム (スペルコ) とヘッドスペースガスクロマトグラフィー質量分析計 (Turbo Matrix40 Clarus500, パーキンエルマー) を用いて分析した。芳香族アルコールは、Xbridge C18 カラム (ウォーターズ) を用いた逆相分離により分析を行った。

なおアルコール耐性の強化は、20%エタノール含有 YPD 培地での訓養により行い、それぞれの死滅率はメチレンブルー染色法により算出した。

表 1 仕込み配合

	添	仲	留	計
総米	35g	57g	108g	200g
α 米	24g	45g	86g	155g
乾燥麴	11g	12g	22g	45g
水	53ml	70ml	137ml	260ml
α 米水	7.2ml	13.5ml	25.8ml	46.5ml
乳酸	0.15ml			0.15ml
酵母培養液	4ml			4ml

3 結果と考察

3.1 アミノ酸と有機酸の生成

白桃酵母 (HN) および K701 と K901 を用いて小仕込み試験を行い、上槽時の一般成分および生成されたアミノ酸と有機酸について分析を行った。表 2 に一般成分の結果を示す。今回の小仕込み試験では、いずれも日本酒度が低くエタノールの生成量も少ない状態での上槽となったが、HN を用いた場合は、K701 や K901 と比べて日本酒度が低くグルコースが多く、酸度とアミノ酸度がやや高くなっていた。従って、白桃酵母を使用した製成酒は、やや甘口で味が多くなる傾向にあると考えられる。

アミノ酸の組成に大きな違いは見られなかったが、HN では K701 や K901 と比べると、アラニンがやや少なく、グルタミン、ロイシン、チロシン、フェニルアラニン、アルギニンがやや多い傾向を示した (表 3)。バリン、メチオニン、イソロイシン、ロイシン、チロシン、フェニルアラニン、ヒスチジン、トリプトファン、アルギニンは苦味、スレオニン、セリン、グルタミン、グリシン、アラニン、リジン、プロリンは甘味、アスパラギン酸、グルタミン酸は酸味に寄与する²⁾。すなわち HN では、甘味に対して苦味のアミノ酸が多くなっていることが分かった。

一方有機酸は、HN のリンゴ酸が K901 の約 2 倍で、酢酸が K901 と比べて約半分となっていた (表 4)。リンゴ酸は、さわやかな酸味を呈することから、白桃酵母を

表 2 上槽時の死滅率と一般成分

	死滅率(%)	日本酒度	エタノール(%)	グルコース(%)	マルトース(%)	酸度	アミノ酸度
K701	1.33	-14	14.16	2.85	1.91	3.27	1.55
K901	1.12	-12	13.59	2.26	1.37	3.90	1.54
HN	3.22	-20	13.35	3.20	2.17	3.99	1.68
HN2	1.24	-21	13.19	3.12	2.05	3.94	1.61

表 3 アミノ酸

mM	K701	K901	HN	HN2
バリン	0.88	0.90	0.89	0.88
メチオニン	0.05	0.03	ND	ND
イソロイシン	0.42	0.41	0.49	0.43
ロイシン	0.96	0.93	1.17	1.10
チロシン	0.72	0.67	0.88	0.66
フェニルアラニン	0.49	0.48	0.64	0.63
ヒスチジン	0.34	0.30	0.32	0.26
トリプトファン	0.02	0.02	0.03	0.02
アルギニン	1.78	1.50	1.97	1.99
スレオニン	0.20	0.18	0.21	0.21
セリン	0.39	0.36	0.45	0.44
グルタミン	0.90	0.84	1.24	1.25
グリシン	1.42	1.36	1.30	1.30
アラニン	3.22	3.28	3.00	2.97
リジン	0.36	0.32	0.41	0.39
プロリン	1.11	1.38	1.26	1.26
アスパラギン酸	0.34	0.33	0.41	0.40
グルタミン酸	1.43	1.36	1.44	1.45
アスパラギン	0.43	0.44	0.42	0.42
システイン	0.06	0.28	0.30	ND
苦味	5.66	5.24	6.39	5.97
甘味	7.60	7.72	7.87	7.82
酸味	1.77	1.69	1.85	1.85
甘味/苦味	1.34	1.47	1.23	1.31

表 4 有機酸

mM	K701	K901	HN	HN2
リン酸	2.08	1.84	2.54	2.54
クエン酸	0.37	0.37	0.49	0.45
ピルビン酸	0.51	0.42	0.47	0.46
リンゴ酸	2.00	1.94	3.76	3.75
コハク酸	4.10	4.81	4.25	4.37
乳酸	4.73	5.14	5.37	5.40
フマル酸	0.03	0.04	0.03	ND
酢酸	2.41	4.82	2.90	2.60
ピコグルタミン酸	0.09	0.12	0.09	0.08
プロピオン酸	0.03	0.03	0.01	0.01

使用すると、さわやかな酸味を特徴とする製成酒になることが期待できる。

3.2 香気成分と芳香族アルコールの生成

香気成分の生成は清酒酵母の特性を大きく特徴付ける。試験醸造において白桃酵母は、清酒の主要な吟醸香であるカブロン酸エチルと酢酸イソアミルをバランスよく生成する¹⁾。HNの小仕込み試験における香気成分の生成について確認を行ったところ、HNでは、

K701とK901に比べて、酢酸イソアミルが同程度、カブロン酸エチルが2倍以上生成されており、プロパノールが少なくなっていることが把握できた(表5)。プロパノールを含む高級アルコールは、清酒の「きれいさ、かるさ」に関係しているといわれていることから、この低プロパノール性も白桃酵母の香味特性に寄与していると考えている。

また、芳香族アルコールのチロソールは苦味・渋味・雑味、フェニルアルコールはバラ様香のほか渋味・雑味、トリプトファンは酸味・苦味・渋味を呈する³⁾。HNではこれらの芳香族アルコールがやや少ない傾向にあった(表6)。

表 5 香気成分

ppm	K701	K901	HN	HN2
アセトアルデヒド	19.7	29.7	21.4	17.9
酢酸エチル	40.2	39.0	42.3	42.7
プロパノール	96.3	97.7	69.9	67.0
イソブチルアルコール	86.5	98.2	106.3	100.0
イソアミルアルコール	179.1	177.4	186.2	182.4
酢酸イソアミル	3.4	2.7	2.2	2.0
カブロン酸エチル	0.7	0.6	1.5	1.5
カプリル酸エチル	0.2	0.1	0.2	0.2

表 6 芳香族アルコール

ppm	K701	K901	HN	HN2
チロソール	81.9	84.7	77.2	77.4
フェニルアルコール	84.8	78.9	71.0	71.2
トリプトファン	5.9	5.0	4.0	4.1

3.3 アルコール耐性とその強化

白桃酵母の香味特性から、苦味アミノ酸が多くなることが、製成酒における苦味指摘の要因になっている可能性が考えられた。

各酵母を20%のエタノールを含むYPD培地で15℃、1週間保持した後、死滅率を計測した。その結果、HNはK701やK901と比べて、半分以下のアルコール耐性しか有していないことが判った(表7)。そこで、HNを20%のエタノールを含むYPD培地で培養を繰り返し生育の良い株を数株選抜した。このうちHN2はK701やK901と同程度のアルコール耐性を有していることが明らかになった(表7)。

次に、アルコール耐性が向上したHN2を用いて、他の酵母同様に小仕込み試験を行ったところ、上槽時の死滅率は、表7のアルコール耐性を反映していた(表2)。そして、一般成分、有機酸、香気成分、芳香族アルコールにHNとの違いは見られず、苦味アミノ酸が少し減少していることが分かった(表2, 3, 4, 5, 6)。

これらのことから、HN のアルコール耐性の低さが、苦味アミノ酸が多くなる一因になっており、アルコール耐性が向上した HN2 の使用により、苦味アミノ酸量の軽減が期待できるのではないかと考えている。

表 7 アルコール耐性

	K701	K901	HN	HN2
死滅率(%)	14.80	29.76	69.37	18.86

4 まとめ

小仕込み試験を行った結果、白桃酵母を使用した製成酒は、やや甘口で、苦味アミノ酸がやや多くなる傾向を示した。そして有機酸では、リンゴ酸が多く酢酸が少ないこと、香気成分では、カプロン酸エチルが多くプロパノールが少ない傾向を示した。これらが複合的

に白桃酵母の香味特性を形成していると思われる。そして、アルコール耐性の強化により、苦味アミノ酸量の軽減が期待できることが分かった。今後は、様々な発酵条件が白桃酵母の香味特性に及ぼす影響について把握していく必要があると考えている。

参考文献

- 1) 産本弘之, 三宅剛史: 岡山県工業技術センター報告, **28**, 51-52 (2002)
- 2) 岩野君夫, 伊藤俊彦, 中沢伸重: 日本醸造協会誌, **99**, 526-533 (2004)
- 3) 伊藤俊彦, 小松幸恵, 高堂斐, 高橋仁, 田母神繁, 小泉武夫, 中沢伸重, 岩野君夫: 日本醸造協会誌, **103**, 562-569 (2008)

醪自動圧搾機のろ布に残留した非解離型次亜塩素酸の不活化

Inactivation of Undissociated Hypochlorous Acid Remained in Straining Cloth of Moromi Automatic Squeezer

竹原淳彦・門脇洋平*・常定 健・福崎智司**

Atsuhiko TAKEHARA, Yohei KADOWAKI*, Takeshi TSUNESADA and Satoshi FUKUZAKI**

キーワード 醪自動圧搾機 / ろ布 / 非解離型次亜塩素酸 / 不活化 / 収着
KEY WORDS Moromi Automatic Squeezer / Straining Cloth / Undissociated Hypochlorous Acid Inactivation / Sorption

1 はじめに

酒造場では、熟成した醪をろ過して清酒と酒粕に分離するために醪自動圧搾機を使用している。著者らは、この機器に装着された PET 製のろ布表面に付着・残留した微生物に対して、非解離型次亜塩素酸 (HOCl) を多く含有している弱酸性次亜塩素酸水溶液が優れた殺菌作用を示すことを示した¹⁾。しかし、HOCl は PET 樹脂表面に収着 (吸着・吸収) することが明らかになっており²⁾、清酒中の成分 (エタノール、香気成分) と反応して生成した副産物により品質低下をもたらすことが懸念される。そこで本研究では、次亜塩素酸ナトリウム (NaOCl) 水溶液とエタノールの反応により副産物が生成するか確認するとともに、ろ布に残留した HOCl を不活化するために現場で実現可能と思われる還元剤、熱および紫外線を用いた処理方法を実施し、適用の可能性について検討した。

2 実験方法

2.1 NaOCl 水溶液とエタノールの反応実験

エタノールは、イオン交換水で 1% に希釈した。リン酸緩衝液 (1M リン酸二水素カリウム、1M リン酸水素二カリウム) を用いて pH6 と 9 に調整した遊離有効塩素 (FAC) 400 mg/l の NaOCl 水溶液 (現場で洗浄時に使用する濃度を想定) を調製した。密閉したガラス製バイアル瓶内でエタノール水溶液 20ml と NaOCl 水溶液 20ml を混合しマグネチックスターラーで攪拌して反応させた (25℃)。反応液を経時的に採取し、直ちに FAC を消去するため L-アスコルビン酸 (2g/l) を添加して酸化反応を停止させた。測定用バイアル瓶内には、反応停止後の反応液 1ml、飽和食塩水 9ml、アセトン (内部標準物質) を添加し、ヘッドスペースサンプラー (Turbo Matrix 40; Perkin Elmer) を装備したガスクロマトグラフ質量分析計 (Clarus 500; Perkin

Elmer) を用いて副産物濃度を測定した。各分析用バイアルは、ヘッドスペースオープンで 70℃、30 分間保温した後、気相部 2μl をオートサンプラーにて採取し、定量した。分析条件を以下に示す。キャリアガス：ヘリウム (1ml/min); カラム：スベルコ製 supelcowax-10 (長さ 60m、内径 0.25mm、膜厚 0.25μm); カラム温度：40℃ (0min) - 5℃/min - 140℃ (0min) - 10℃/min - 240℃ (8min); イオン化：電子衝撃 (EI) 法 (70eV); 測定モード：SIM モード。

2.2 残留 HOCl の不活化実験

HOCl の収着は、醪自動圧搾機のろ布試験片 (5mm×5mm) 2g を pH 6 に調整した NaOCl 水溶液 (FAC 100、1,000 mg/l) 10 ml に 2 時間浸漬して行った。浸漬後、試験管ミキサーを用いてイオン交換水で濯ぎ (5 秒×20 回)、水切りを行ったものを試料とした。試料から水溶液に再移行した HOCl 濃度 (残留 HOCl 濃度) は、DPD (ジエチルパラフェニレンジアミン) 試薬を用いて測定²⁾ (10ml の DPD 溶液で 1 分間反応) した²⁾。処理前の試料の残留 HOCl 濃度は、1.2±0.04 mg/l (FAC 100 mg/l)、5.8±0.1 mg/l (FAC 1,000 mg/l) であった。HOCl 残留ろ布試験片に対して、2 g/l の L-アスコルビン酸水溶液 (10 ml) に浸漬した還元剤処理、気相中での加熱保温処理 (40℃)、UVP 製クロスリンカー内で紫外線照射処理を行い、その効果を比較した。

3 結果と考察

NaOCl 水溶液とエタノール水溶液を反応させたときに生成した副産物を測定した結果を表 1 に示す。HOCl が 97% を占める pH 6 の NaOCl 水溶液中では、アセトアルデヒドが 27 μM、クロロホルムが 2.0 μM、酢酸エチルが極微量生成した。OCl⁻ が 97% を占める pH 9 の NaOCl 水溶液中では、アセトアルデヒドは pH 6 と同程度であったが、クロロホルムは 155 μM と多量に生成した。OCl⁻ はエタノールの酸化で生成したアセトアルデヒドを

* 白菊酒造 (株)

** 三重大学

さらにクロロホルムに酸化するが、HOCl はアセトアルデヒドをほとんど酸化しないことがわかった。酢酸エチルは、アセトアルデヒドが酸化されて酢酸ができ、それがエタノールと反応して生成されたのではないかと推察された。本結果より、残留 HOCl はエタノール存在下においてアセトアルデヒド等の副産物を生成することが確認された。

表 1 NaOCl、エタノールの反応時の副生成物

	アセトアルデヒド (CH ₃ CHO)	クロロホルム (CHCl ₃)	酢酸エチル (CH ₃ CO ₂ C ₂ H ₅)
pH 6	27 μM	2.0 μM	0.16 μM
pH 9	26 μM	155 μM	0.05 μM

HOCl 残留ろ布試験片をアスコルビン酸水溶液に浸漬したときの残留 HOCl 濃度の変化を図 1 に示す。残留量 1.2 mg/l の試験片は、1 分で 91% 分解され、10 分後は検出されなくなった。残留量 5.8 mg/l の試験片は、10 分で 97% 分解され、120 分で検出されなくなった。ろ布をアスコルビン酸水溶液で浸漬処理すると、水溶液中に再移行する HOCl は直ちに還元されるが、アスコルビン酸はろ布内部に浸透しないため、還元処理時間は HOCl の残留量および水中への移行速度に依存することがわかった。

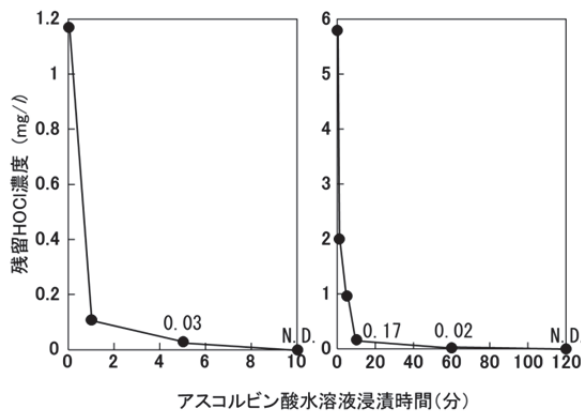


図 1 アスコルビン酸による浸漬処理

HOCl 残留ろ布試験片を気相中で加熱保温処理したときの残留 HOCl 濃度の変化を図 2 に示す。40°C (暗室) の加熱保温処理との比較のために、4°C、20°C の暗室および光存在下 (20°C のみ) でも実験を行った。日数の経過とともに HOCl は分解され減少した。また、温度の上昇とともに、HOCl の分解は促進された。同じ温度でも光存在下の方が分解は促進されており、収着した HOCl は、水溶液中に溶解している場合と同様に光に弱いことを示している。40°C の加熱保温処理で、1 日後には残留 HOCl の 90% 以上が分解したが、それ

以降は完全には不活化しなかった。

HOCl 残留ろ布試験片を紫外線照射処理したときの残留 HOCl 濃度の変化を図 3 に示す。照射量の増加とともに、HOCl は分解された。残留量 1.2 mg/l の試験片は、10 J/cm² 程度でほとんど分解したが、5.8 mg/l の試験片では、より多くの紫外線照射量が必要であった。したがって、不活化に必要な紫外線照射量は、HOCl の残留量に依存することがわかった。

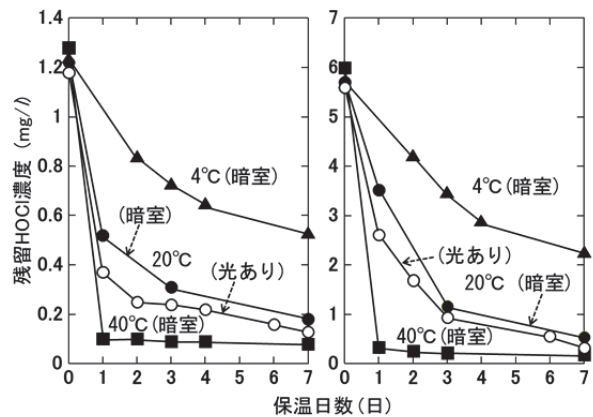


図 2 気相中での加熱保温処理

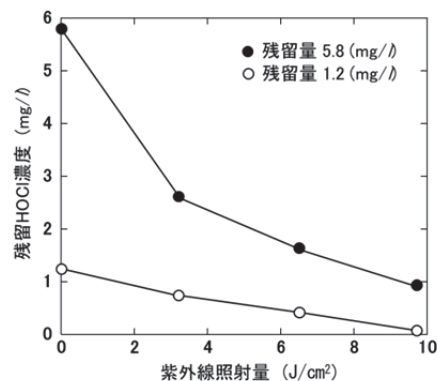


図 3 紫外線照射処理

4 まとめ

残留 HOCl は、エタノールと反応してアセトアルデヒド等の副産物の生成の原因となることが示唆された。ろ布に残留した HOCl は、アスコルビン酸による浸漬処理により不活化できたが、40°C の気相中での加熱保温処理および紫外線照射処理では完全に不活化することは困難であった。今後は、これらの処理を組み合わせることによる収着 HOCl の効率的分解について取り組む予定である。

参考文献

- 1) 竹原淳彦, 門脇洋平, 常定健, 福崎智司: 岡山県工業技術センター報告, 40, 14 (2014)
- 2) 竹原淳彦, 常定健, 石田拓也, 岩路仁, 福崎智司: 防菌防黴, 42, 3 (2014)

アルミニウム合金の電解研磨で得られる 表面形態ならびに微細構造

Surface Morphology and Microstructure Obtained by Electropolish of Aluminum Alloys

村上浩二

Koji MURAKAMI

キーワード アルミニウム / 電解研磨 / 微細構造

KEY WORDS Aluminum / Electropolish / Microstructure

1 はじめに

輸送機器の軽量化を目的として、アルミニウム合金がホイールに用いられる場合には、機械的特性とともに、高い意匠性が必要とされる。意匠性は、製品の高付加価値化に必須であり、ホイールについては、複雑形状への対応ならびに優れた光輝性の付与が要求される。

アルミニウム合金の表面に光輝性を付与する方法として、バフ研磨・化学研磨・電解研磨・めっきなどが挙げられる。ホイールの様な複雑形状部品に対して、鏡面に近いバフ研磨を行うことは、効率の低下と費用の増加を招くとともに、めっきについても費用の増加ならびにリサイクル性の低下が問題となる。化学研磨の場合には、亜鉛を含む合金において局所溶解が激しく、表面に凹凸が形成されるため、光輝性が大きく低下する。

これに対し、電解研磨では、合金表面に粘性膜ならびに固体膜が形成され、これが溶解速度の不均一を解消するため、亜鉛を含む合金についても、良好な光沢面が得られる。また、電解研磨は、バフ研磨によって得られた光輝性を損ねることなく、表面を活性化する方法としても有効であり、光輝性が要求される場合の陽極酸化前処理に必須の工程である。

本報告では、実用アルミニウム合金の圧延材を用いて電解研磨を行い、その表面微細構造・表面形状・光沢度について調査した結果を述べる。

2 実験方法

基板には、A1050-H24, A2017-T351, A5052-H32, A7075-T651 圧延板(厚さ 3mm)を使用した。以後、これらを '1050', '2017', '5052', '7075' と表記する。圧延方向を長手方向として、20mm-25mm に切断し、炭化けい素耐水研磨紙 #1000 を用いて基板の片面を機械研磨し、研磨面を評価面とした。以後、この面を「機械研磨面」と表記する。

電解研磨液には、硫酸 : りん酸 = 5 : 5 (体積比)の溶液を用い、試料を陽極として、電圧走査

もしくは電圧一定電解を行った。陰極にはカーボン板を用い、液温を 338K として、試料の上下揺動ならびに溶液攪拌を行った。以後、この面を「電解研磨面」と表記する。

電解研磨面に対して、入射角 60° での光沢度を測定するとともに、共焦点走査型レーザ顕微鏡 (CSLM) による明視野観察ならびに形状測定を行った。また、電解研磨面について、電界放射型走査電子顕微鏡 (FE-SEM) による反射電子像(組成モード, 以後 'BEI' と表記)観察を行うとともに、アルゴンイオン線加工によって微細構造観察用断面を作製し、同様に FE-SEM BEI 観察を行った。

3 結果と考察

図 1 は、1050 に電圧走査・電圧一定電解を行った場合の、電流・抵抗の時間変化であり、抵抗値は、陽極-陰極間電位差を、電流で割った値である。また、曲線中の尖点、試料を上下に揺動した時点に対応する。図 1 (a) (b) より、0.1V/s の電圧走査を行った場合、電流は i) -ii) 間で増加した後、ii) -iii) 間で減少し、iii) -v) 間で徐々に増加した後、v) -vi) 間で急激に増加した。抵抗については、ii) -iii) 間で急激に増加した後、iii) -v) 間で徐々に増大した後、v) -vi) 間で急激に減少した。

iii) -v) の中点 iv) における電圧は 15V であり、ここで電圧一定電解を行ったところ、図 1 (c) (d) の様に、vii) -viii) 間で電流が減少(抵抗が増加)した後、ほぼ一定となった。2017, 5052, 7075 に対する電圧走査・電圧一定電解で得られた電流・抵抗の経時変化は、図 1 とほぼ同様であった。

図 2 は、図 1 (a) (b) に示す電圧走査電解 (0.1V/s-8A 止) 後の表面・断面 FE-SEM BEI である。図 2 (a) (b) より、抵抗が急激に低下した表面には、明部と暗部が存在し、暗部には多孔質の固体膜が存在する一方、明部ではこれが消失し、直径数百 nm の腐食孔が多数存在する。図 2 (c) (d) より、固体膜に欠損の無い領域では、その厚さが約 600nm であったが、図 2 (a) (b) の明部に対応する領域では、固体膜の厚さが約 300nm

に減少するとともに、完全に消失した領域も存在し、アルミニウム-鉄系金属間化合物が、アルミニウム母相よりも速く溶解除去されている。

図 3 は、図 1(c) (d) に示す電圧一定電解 (15V-600s) 後の表面・断面 FE-SEM BEI である。図 3(a) (b) より、アルミニウム母相ならびに金属間化合物上には、固体膜が生成しており、図 3(c) より、この固体膜は、電圧走査電解で得られたもの (図 2) よりも厚く、孔の占める割合が低い。図 3(d) より、金属間化合物の表面位置は、アルミニウム母相のそれとほぼ同じであり、図 2(d) の場合と比較して、平坦面が得られている。

以上より、粘性膜・固体膜は、ii)以降で形成され始め、v)以降で固体膜が局所的に消失し始め、この部分を通して電流が流れ、固体膜消失部が不均一に溶解し、多数の腐食孔が発生したと考えられる。

図 4 は、1050, 2017, 5052, 7075 に対して、電圧一定電解 (15V) を行った場合の光沢度の経時変化である。全ての合金について、400%以上の光沢度が得られ、特に 7075 において、高い光沢度が得られた。また、電解開始直後の光沢度増加率について、2017, 7075 のほうが、1050, 5052 に

比べて高い。

図 5 は、1050, 7075 機械研磨・電解研磨後の表面形状である。炭化けい素砥粒によって形成された凹凸のうち、短波長成分は、電解研磨によって除去されるが、長波長成分は残留する。7075 の場合 (図 5(c) (d))、電解研磨前に長波長成分が除去されていたため、光沢度が高いと考えられる。

4 まとめ

実用アルミニウム合金に、硫酸・りん酸混合液による電解研磨を行い、電解特性と表面微細構造・表面形状・光沢度について調査した。良好な電解研磨面を得るためには、電解中に固体膜を均一形成させるとともに、表面凹凸の長波長成分を電解研磨前に除去しておくことが必要である。

本研究の一部は、岡山県産業廃棄物処理税に依った。

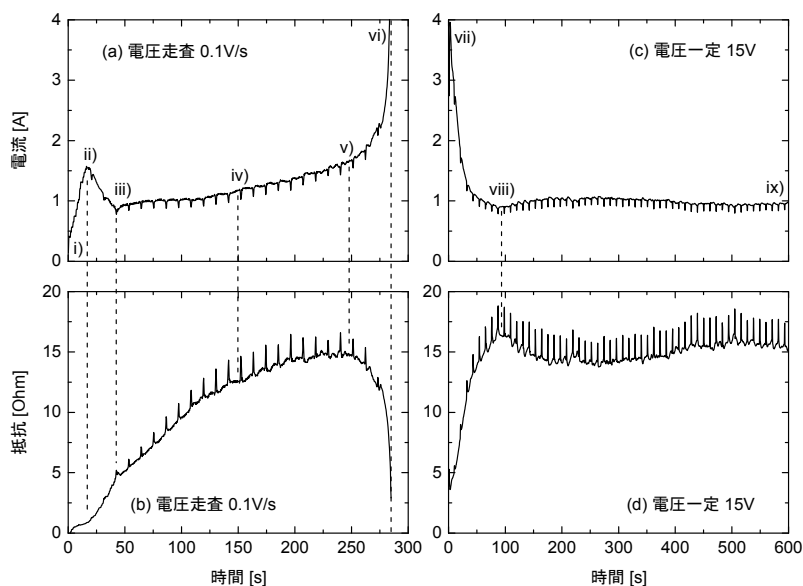


図 1. 1050 電解時の電流・抵抗の経時変化 ((a) 電流 (電圧走査 0.1V/s), (b) 抵抗 (0.1V/s), (c) 電流 (電圧一定 15V), (d) 抵抗 (15V))

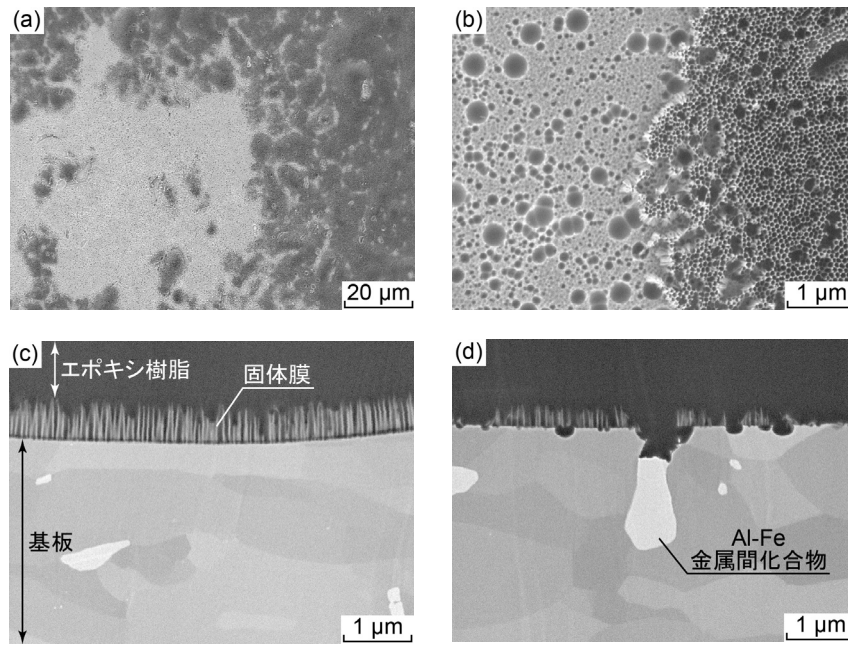


図2. 図1(a)(b)電圧走査電解後のFE-SEM BEI ((a)表面, (b) (a)の明部-暗部境界, (c) 固体膜無欠損部の断面, (d) 固体膜欠損部の断面)

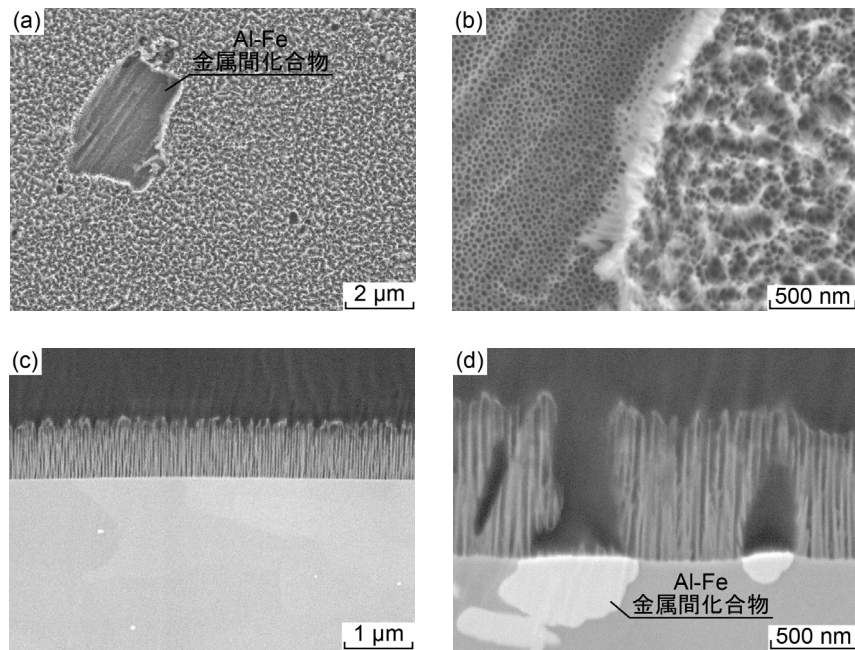


図3. 電圧一定電解後のFE-SEM BEI ((a)表面, (b) (a)の拡大, (c)断面, (d) Al-Fe 金属間化合物近傍)

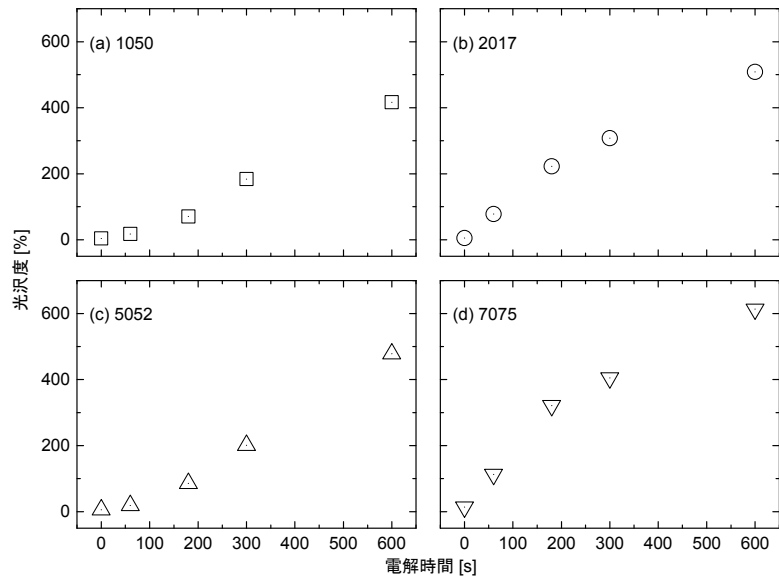


図 4. 各合金の光沢度（電圧一定 15V (a) 1050, (b) 2017, (c) 5052, (d) 7075)

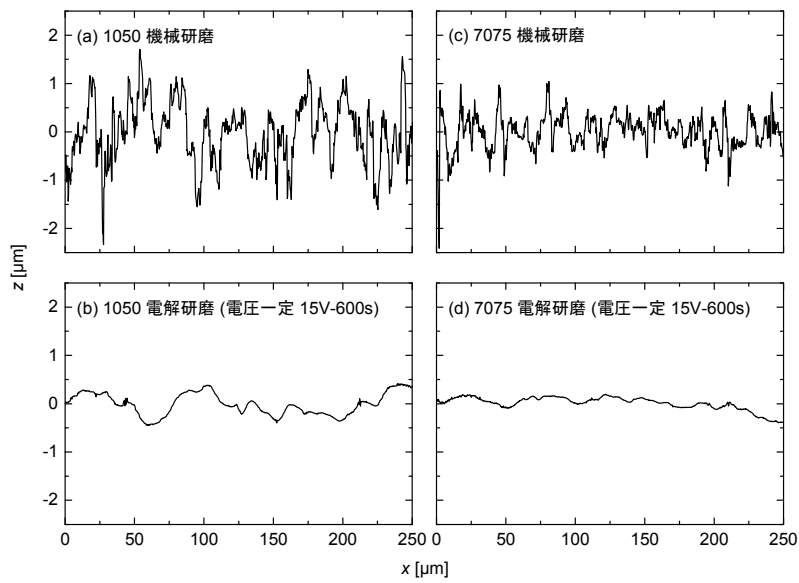


図 5. 1050, 7075 の表面形状 ((a) 1050 機械研磨後, (b) 1050 電解研磨後 (電圧一定 15V-600s), (c) 7075 機械研磨後, (d) 7075 電解研磨後 (電圧一定 15V-600s))

CA 法による ta-C:H 成膜における CH₄ ガスの ドロップレット低減効果と構造変化

Effect of Decreasing of Number Density of Droplets and Changing of Film Structure
for ta-C:H Prepared by CA-method

國次真輔・白石航太郎*・中谷達行*・中西亮太

Shinsuke KUNITSUGU, Koutarou SHIRAISHI, Tatsuyuki NAKATANI and Ryota NAKANISHI

キーワード DLC/歯科インプラント/カソードイックアーク/ta-C:H/ドロップレット

KEYWORDS DLC/Dental implant/Cathodic Arc Ionplating/ta-C:H/Droplets

1. はじめに

我々は、カソードイックアーク法 (Cathodic Vacuum Arc Ion-plating, CA または CVA 法) により、これまであまり検討されてきていなかった水素化テトラヘドラルアモルファスカーボン (ta-C:H, Hydrogenated Tetrahedral Amorphous Carbon) 膜を取り上げ、高耐久性と高い骨適合性の両方の性質が必要となる歯科材料への適用の検討を行っている。陰極にグラファイトをターゲットとした CA 法で作製した ta-C 膜表面は、ターゲット表面で発生するアークスポットに起因する未溶融粒子がドロップレットとして付着するため、粗面化する。このドロップレットは未溶融のグラファイト粒子であり、軟質で不活性であるため、接着不良の起点となる恐れがある。一方、ドロップレットを低減させる装置として、磁気フィルターが設けられたフィルタード陰極真空アーク (Filtered Cathodic Vacuum Arc Ion-plating, FCVA 法)¹⁾ 装置があるが、成膜レートは CA 法の数~十分の程度と低いため、生産性に問題がある。したがって、成膜レートを低下させずにドロップレットを低減させることが望まれており、CA 法によるドロップレット低減が課題である。

本研究では、グラファイトを蒸発源とした CA 法による ta-C:H 成膜において、CH₄ ガス導入によるドロップレットの低減効果とその結合構造の変化について報告する。

2. 実験方法

成膜はカソードイックアークイオンプレーティング装置 (日新電機製:M500) を使用した。基板には鏡面仕上げした SUS304 板および SKH51 (13 mm 角×5 mm, HRC63) を用いた。成膜条件は Ar を 30 ccm と固定し、CH₄ 流量を 0, 5, 8, 11 ccm と増加させた。圧力は 0.2 Pa、バイアス電圧-50 V、成膜時の基板温度は 150℃以下とし、中間層として

*岡山理科大学

Cr を用いた。ドロップレット数密度は Quick Pro Ver3.0 (イノテック製) を用いて解析した。光学顕微鏡により対物レンズ 100 倍で撮影したグレースケールデータを反転させて二値化し、円形領域を指定してラベリングを行った。表面形態は FE-SEM により観察した。異なる水素含有量を持つ ta-C:H 膜の炭素結合性はラマン分光測定装置 (ナノフoton 製 RAMAN11)、光源波長 532 nm、レーザ出力 0.5 mW、積算時間 50 s の条件で 5 回測定を行い、その平均データを取得した。

3. 結果および考察

ドロップレット数密度の CH₄ 流量比依存性を図 1 に示す。ドロップレット数密度は CH₄ の増加に伴い低下の傾向を示すことがわかった。水素含有量を増加させた際の薄膜表面の SEM 像を図 2 に示す。突起物がドロップレットとして確認された。この SEM 像からも、ドロップレット数が低減し、明らかに平滑性が向上したことがわかる。ドロップレット数の低減は、グラファイト材料の局所的な溶融が低減さ

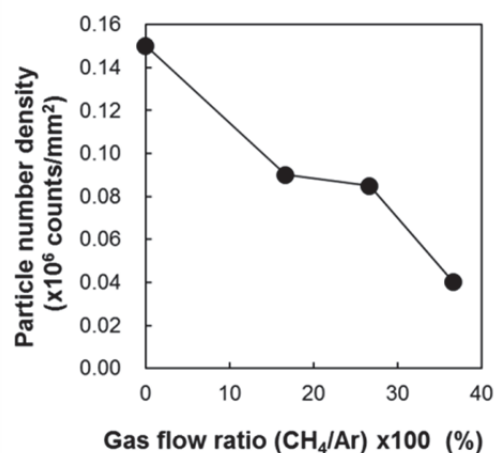


図1 ドロップレット数密度の CH₄ ガス流量比依存性

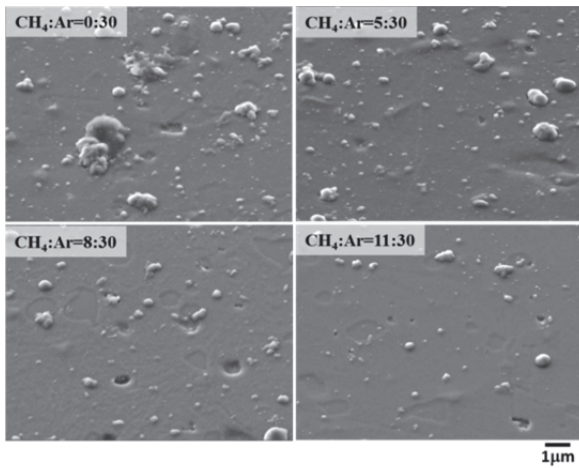


図2 試料表面の二次電子像

れたことに起因する。この要因の一つとして、CH₄ プラズマ支援により放電形態が変化したことでアークスポットの電流変動が緩和されプラズマが均一化した可能性が考えられる。

図3に各皮膜表面の平滑部におけるラマンスペクトルを示す。比較としてCVD法によるa-C:H膜の結果も示す。850~1850 cm⁻¹で直線のベースラインを引き、Gバンド(1560 cm⁻¹付近)およびDバンド(1350 cm⁻¹付近)の2つのピークでガウシアン関数によりフィッティングを行い、I_D/I_G比を算出した。I_D/I_G比とCH₄流量比の関係を図4に示す。CH₄ガスを導入していないta-C膜の結果は、I_D/I_G比が0.51であったが、CH₄流量比を16.7%(CH₄:Ar=5:30)にするとI_D/I_G比は0.57まで上昇した。さらに、CH₄流量比を増加させると、I_D/I_G比は徐々に減少し、CH₄流量比が36.7%(CH₄:Ar=11:30)の時には0.47で最も小さくなることがわかった。

一方、Gバンドのピーク位置について、CH₄流

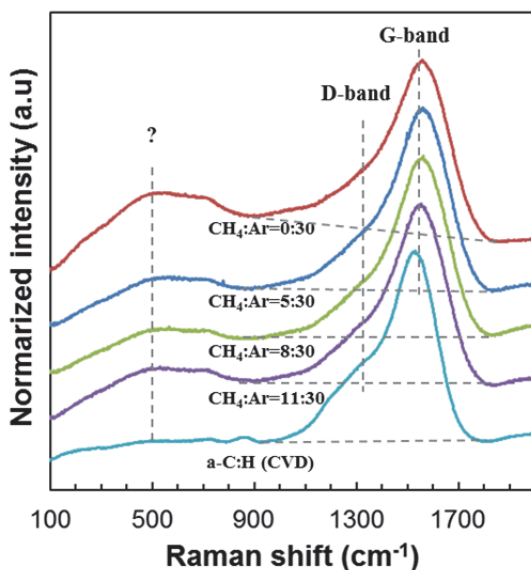


図3 ラマンスペクトル

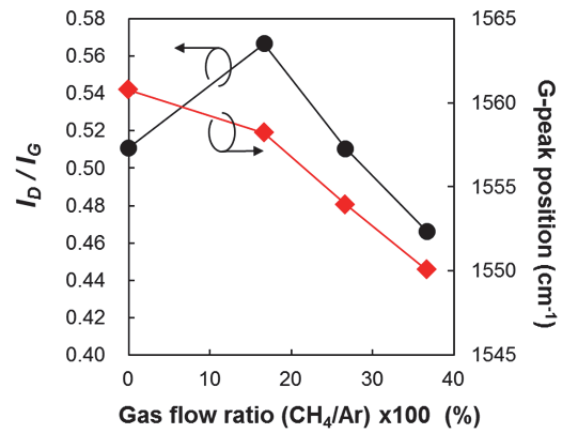


図4 I_D/I_GおよびGバンドのピーク位置のCH₄ガス流量比依存性

量比が0のta-C膜は1561 cm⁻¹であったが、CH₄流量比が増加するとともに徐々に低波数側へ移動し、CH₄流量比が36.7%の時には1550 cm⁻¹で最も小さくなった。I_D/I_G比はsp²クラスターサイズやsp³結合比と関連があるとされ、Gピークのシフトはsp³結合や内部応力の変化を示すと考えられており²⁾、したがって、CH₄ガスの導入により、炭素の結合性および内部応力が大きく変化していると考えられる。

ここで、図3において850~1850 cm⁻¹で直線のベースラインの傾きに注目すると、CH₄流量比の増加とともに負の傾きが正の傾きへと変化していることがわかる。これはC-H結合成分による影響と考えられる。さらに500 cm⁻¹付近を注目すると、CH₄流量0%の試料ではブロードなピークが観察され、CH₄流量比の増加とともに減少する傾向がみられた。CVD法によるa-C:Hでは全く観察されないことから、何らかのsp³結合成分由来によるものと考えられるが、詳細は不明である。

試料表面に発生したドロップレットのラマン分光測定において、CH₄ガスの導入を行っていないta-C膜のドロップレットは、グラファイトで見られるGおよびDバンドの急峻なピークが観察されたのに対し、CH₄ガスの導入したta-C:H膜のドロップレットからは、グラファイトを示すピークはほとんど観察されなかった。したがって、アーク放電時に発生するグラファイト未溶解粒子は、CH₄ガスの導入によって、ターゲット表面またはプラズマ中において、CH₄ガスとの反応し、グラファイト成分が減少したと考えられる。

4. まとめ

CA法を用いたCH₄プラズマ支援により成膜されたta-C:H膜について以下のことがわかった。

- ・ ta-C膜に比べてドロップレット数密度が減少し、表面は平滑化することがわかった。さらにそのドロップレットはグラファイト成分の減少が見られた。

・ラマン分光から、 I_D/I_G 比は CH_4 流量比 16.7%($CH_4:Ar=5:30$)で増加し、さらに増加させると減少した。G バンドのピーク位置は CH_4 流量比の増加と共に単調に減少した。

参考文献

- 1) H. Takikawa, K. Izumi, R. Miyano, T. Sakakibara, Surf. Coat. Technol., 163-164, 368-373(2003)
- 2) J. Robertson: Master. Sci. Eng. R, 37, 129-281(2002)

熱交換器による排熱回収技術

Exhaust Heat Recovery Technology with Heat Exchanger

下山力生・眞田 明

Rikio SHIMOYAMA and Akira SANADA

キーワード 熱交換器 / 排熱回収 / 乾燥機

KEY WORDS Heat Exchanger / Exhaust Heat Recovery / Dryer

1 はじめに

食品用乾燥機では被乾燥物中の水分を排出するために換気が必要であり、換気工程において高温の空気を系外に排出している。そのため、熱交換器を設けて排熱回収し、周囲空間から吸引する乾燥用空気を予熱することで乾燥機の省エネルギー化が期待できる。

そこで、本研究では、排気(高温)と吸気(低温)の流路間に設ける隔板を通じて伝熱する熱交換器を対象に、基本的な設計因子が熱交換性能に及ぼす影響を解析的に検討する。まず、空気の流動様式が熱交換性能に及ぼす影響について述べ、次に、熱交換器の形状効果について示す。

2 解析モデルおよび方法

図1に排気と吸気がすれ違う対向流式の熱交換器の解析モデルを示す。その他、排気と吸気と同じ方向に流動する並行流式およびそれぞれが直交する直交流式についても検討する。熱交換器の形状は高さ H を60~600mm、幅 W を200~400mm、奥行き D を200~500mmの範囲で変化させる。また、吸気および排気の流路を隔てる板は厚さが1mmのアルミニウムとした。流路の間隔はなるべく小さく、かつ比較的容易に製作できる10mmとした。

解析方法としては板厚が小さいことから隔板内の熱移動を厚み方向のみ考慮し、面方向への熱拡散の影響を省略した。また、熱交換器の外

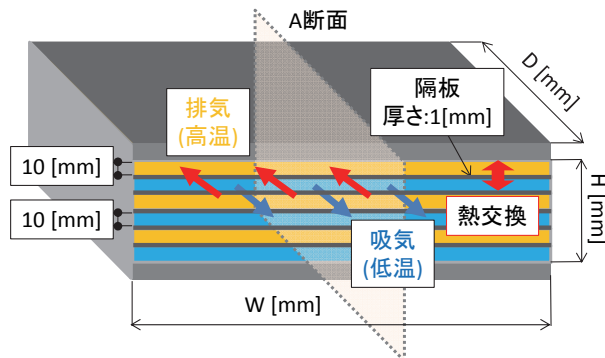


図1 熱交換器の解析モデル

壁面は断熱条件とした。流入する空気流量は排気と吸気をいずれも57.4g/sとし、分割された流路に均等で一様に流入するものとした。

3 解析結果および考察

3.1 空気の流動様式の影響

熱交換器内の温度分布の代表例として、図1のA断面で示す対向流式の結果を図2に示す。ここで、幅 W および奥行き D は300mm、高さ H は60mm、流入空気は吸気が0°C、排気が40°Cである。なお、図の縮尺は、高さ方向を3倍に拡大して温度分布を識別しやすくした。吸気は隔板を通じて排気の熱を受け、出口方向に進むに伴い温度が上昇した。特に、隔板(伝熱面)で挟まれる流路では上下面から温度境界層が発達し、概ね中間位置以降で干渉した。排気の場合においても、流入後の温度変化は上昇と低下の違いがあるものの、流量が同一なために吸気と同傾向を示した。なお、並行流式の場合では吸気と排気の温度差は流れ方向に向かって減少し、直交流式の場合は対向流式と並行流式の間隔的な分布を示す結果が得られている。

図2の条件において、空気の流動様式のみが異なる場合の熱交換量 Q および吸排気の入口から出口までの温度変化を図3に示す。熱交換性能は流路全体で吸気と排気の温度差が生じやすい対向流式が最も高く、それに比べて直交流式が4%、並行流式が9%低下した。よって、対向流式でダクトの設置が困難な場合でも、直交流式にすることで比較的高い性能が得られることが分かった。

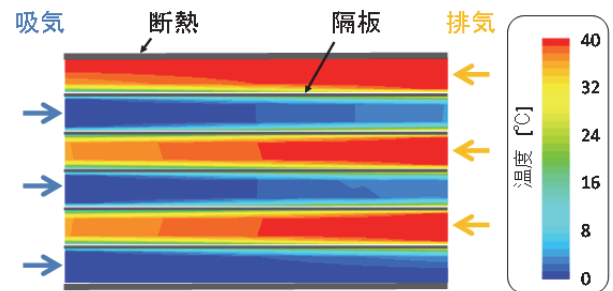


図2 熱交換器内の温度分布

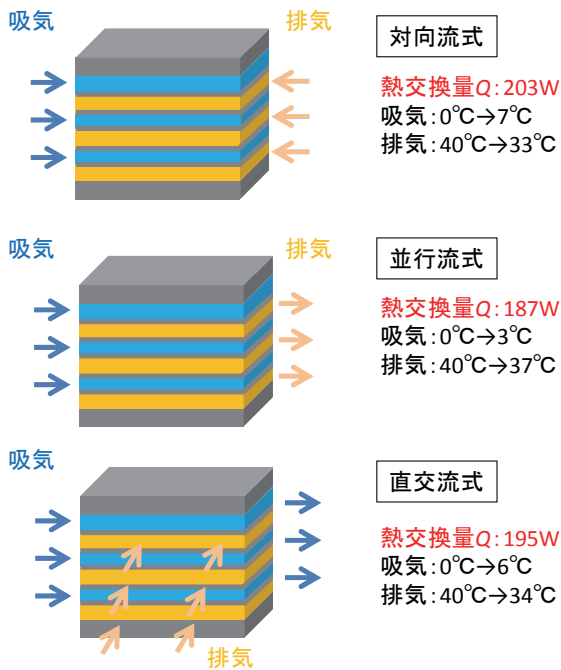


図3 空気の流れ方向の影響

3.2 熱交換器形状の影響

対向流式の熱交換器において、形状が伝熱性能に及ぼす影響について検討する。図4に熱交換量 Q と奥行き D の関係をそれぞれの幅 W について示す。他の条件は、高さ H を $60mm$ 、吸気の入口温度を $10^{\circ}C$ 、排気の入口温度を $40^{\circ}C$ とした。熱交換量 Q は奥行き D の増加に伴って増大した。また、幅 W が大きいほど熱交換性能は向上した。これらの傾向は、奥行き D および幅 W の増加に伴って、伝熱面近傍の平均空気流速の低下とともに伝熱効率が減少するが、伝熱面積の増大効果が顕著に表れたものと考えられる。

図5において、熱交換量 Q と高さ H の関係をそれぞれの幅 W について検討する。奥行き D は $500mm$ 、吸・排気の入口温度は図4と同様である。高さ H は隔板の間隔が $10mm$ で、吸気と排気の流路が同数となる条件で変化させた。熱交換量 Q は高さ H の増加とともに増大した。この増加傾向は幅 W や奥行き D が変化した場合よりも、増大した。これは、高さ H とともに隔板の枚数が増大して1流路あたりに流入する空気流速が減少する一方で、伝熱面積が増加する効果が表れたものと考えられる。

本研究範囲において、排熱回収率 ϕ を伝熱面積 S で整理した結果を図6に示す。排熱回収率 ϕ は排気の熱量に対して、吸気が隔板を通じて受熱する割合とした。いずれの形状条件においても、排熱回収率 ϕ は概ね同一曲線上にまとめられ、伝熱面積 S で整理できることが分かった。これは、流速が十分に大きいことから後流において熱伝達が大きく低下せず、形状の違いによる影響が表れないことが要因と考えられる。

4 まとめ

隔壁式熱交換器において、設計諸因子が熱交換性能に及ぼす影響について検討した。その結果、対向流式が最も高性能であるが、ダクトを設置しやすい直交流式でも比較的高い効果を示すことが分かった。また、熱交換性能は、伝熱面積の大きさによって概ね推測できることが明らかになった。

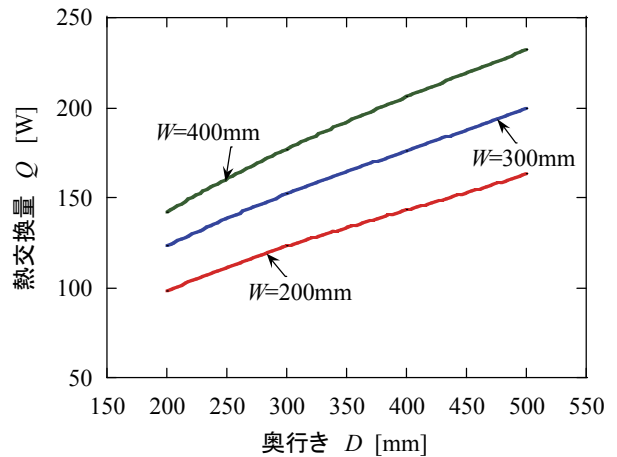


図4 熱交換量 Q と奥行き D の関係

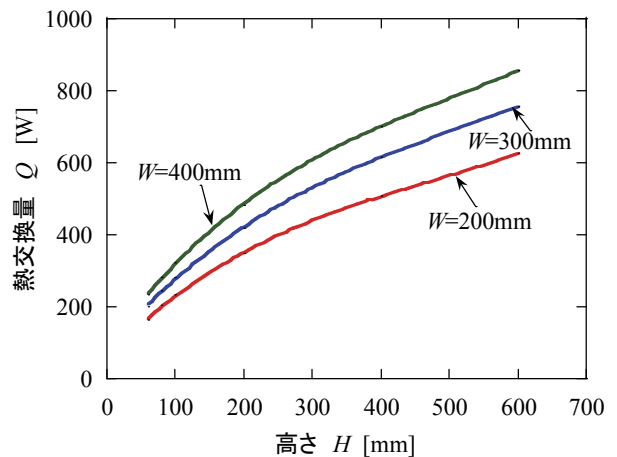


図5 熱交換量 Q と高さ H の関係

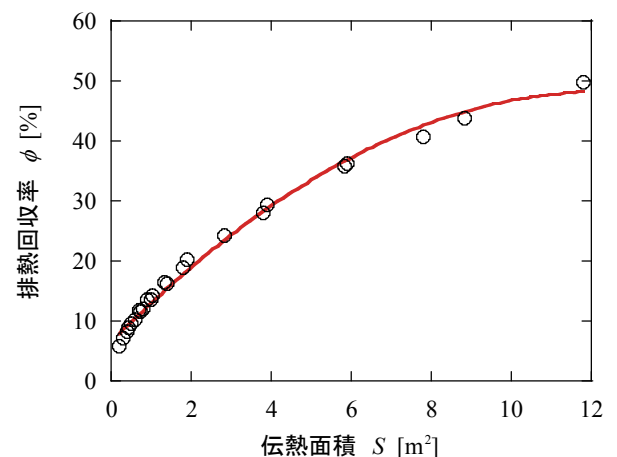


図6 排熱回収率 ϕ と伝熱面積 S の関係

FEM モデルを用いた均平機の固有値解析

Eigenvalue Analysis of Leveling Machine by Finite Element Method Model

岩田和夫・眞田 明・辻 善夫・金島秀幸*

Kazuhiro IWATA, Akira SANADA, Yoshio TSUJI and Hideyuki KANASHIMA

キーワード 実験モード解析 / 数値解析 / 有限要素法

KEY WORDS Experimental modal analysis / Numerical analysis / Finite element method

1 はじめに

近年、農業従事者の高齢化や、農地の大規模化により、作業負荷軽減のための農業用機械の開発が強く求められている。図1に示す本研究で対象とした苗床均平機 (MOL-30; みのる産業(株)) は、苗床整地の作業負荷を軽減するための農業機械である。この均平機は偏心ロータを回転させて下部プレートの振動を発生させ、苗床を整地する。

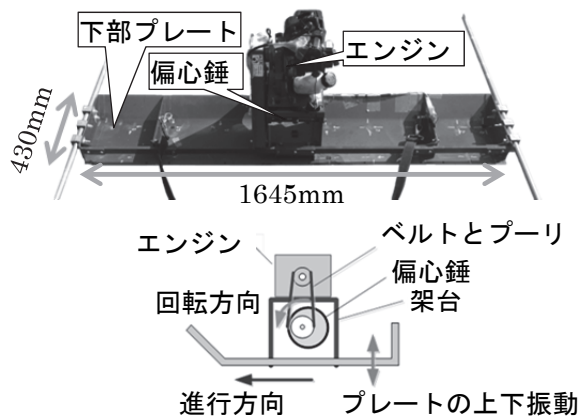


図1 苗床均平機の外観と構造

駆動用エンジンは厚さ1.6mmの鋼板製下部プレートの中央架台上に設置されている。この架台底部に偏心錘が配置されており、ベルトとプーリを介して回転することで、下部プレートに振動が加わる。偏心錘下降時に鉛直下向きの力が作用することで苗床を圧縮し、平らにならず(均平作用)。現在は作業員二人で引っ張ることで、均平作業を行っている。しかし、苗床均平機は特定のエンジン回転数において共振現象が発生し、それにより自走する事が確認されている。これを利用し、作業負荷軽減に役立てられると我々は考えた。

より大きな推進力を得るためには、解析的に検討を行い、推進力を増大できるような構造にすることが有効である。本研究では、均平機の共振周波数、モード形状等の動特性を再現可能なFEMモデルの構築を目的とし、実験と解析結果の比較により、その妥当性を検証する。

* みのる産業(株)

2 解析モデルの検証方法

はじめに、実際の装置の振動モードを調べるため実験モード解析を行った。装置の下部プレート四隅およびエンジン頂部をゴムバンドによって吊り上げ、打撃試験を行った。ここで、下部プレートの捻りモードの計測を容易にするため、装置両端のハンドルを取り外し、長さ1500mmの鉄パイプを取り付けている。図2に装置の振動加速度計測箇所を表すストラクチャモデルを示す。

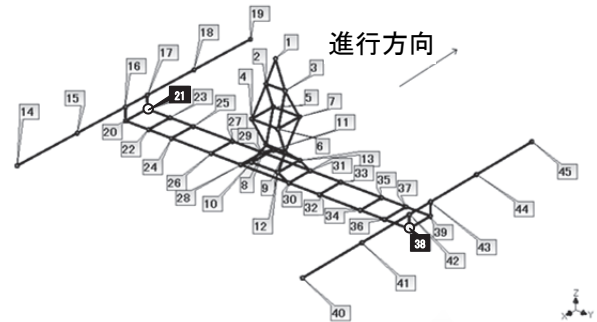


図2 ストラクチャモデル

加振力はインパルスハンマにより点21と点38の2点を順次加振することによって与え、45点の加速度を計測する。これにより、均平機の共振周波数とモード形状を求める。

次に、接触式3Dデジタル計測(MicroScribe; Revware社)で装置形状を測定した結果を基に、NX9(Siemens PLM Software)を用い、3Dモデルを製作した。3Dモデルを有限要素(FEM)モデルにする際にソリッド要素のみでメッシングすると、要素品質が悪くなると同時に要素数が数十万個となり、膨大な解析時間が必要となる。そこで、薄板部とパイプに関しては二次のシェル要素として、パイプ固定部は二次のソリッド要素としてメッシングを行った。また、形状が複雑であるエンジン部や偏心錘は、同じ質量を持つソリッド要素や集中質量要素を用いることで簡易化を行った。簡易化したFEMモデルを図3に示す。主要部にシェル要素を用いることで節点数75310、要素数34778となり、節点および要素数を大幅に減らすことができた。これらの有限要素を線形材料とした固有値解析により、共振周波数とモード形状を計算する。

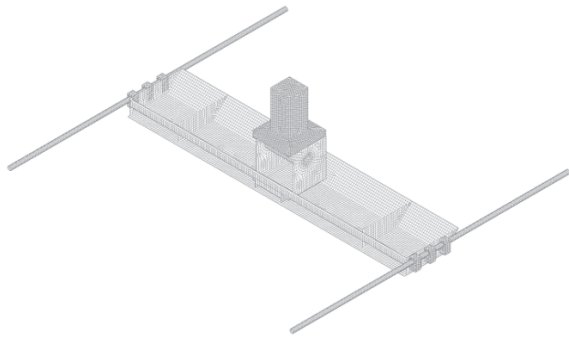


図3 FEMモデル

3 実験と解析の比較

実験と解析両方において、中央架台からみた左右の両プレートが逆相で捻れ、中央架台がほとんど動かない 1 次モード（以下逆相捻りモードと呼ぶ）を確認した。また、中央架台からみた左右の両プレートが同相で捻れ、中央架台がプレートの捻れ方向に対して逆相に傾斜する 2 次モード（以下同相捻りモードと呼ぶ）を確認した。実験と解析より求めた共振周波数の比較を表 1 に示す。また、図 4、5 に逆相・同相捻り時のモード形状を示す。固有値解析のモード形状は、色が濃い箇所は変位が小さく、色が薄い箇所は変位が大きいことを表している。同相捻れモードではプレート後端部が路面を斜め後方に蹴るような運動をしており、自走原理に大きく関与していると考えられる。

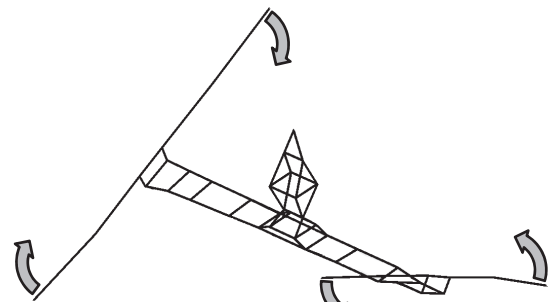
これらの比較結果より、実験モード解析と固有値解析の共振周波数とモード形状の結果がほぼ一致する事から、固有値解析を用いた共振周波数の検討や形状の最適化が十分に可能であると考えられる。

4 まとめ

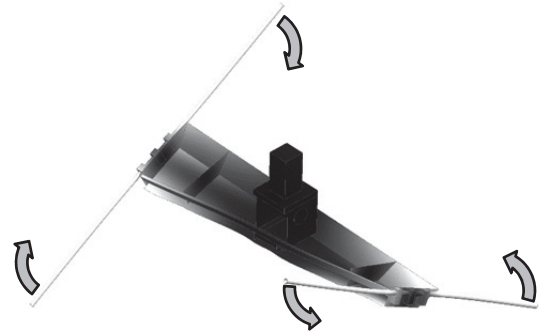
実験モード解析と固有値解析の結果比較から、共振周波数、およびモード形状が実際の平均機とほぼ同じ結果を有する FEM モデルを構築することができた。この FEM モデルにはシェル要素や集中質量要素などの簡易な要素を用いることにより、短い解析時間で高精度な解析結果を得ることができる。今後は、自走原理を明らかにするため、実験モード解析から導出したモード減衰を各共振周波数に適用し、実際の遠心力を加えた際の周波数応答解析より、各節点の変位量、位相を求める予定である。

表 1 実験モード解析および固有値解析
によって得られた共振周波数

モード形状	逆相捻り	同相捻り
実験モード解析	14.8Hz	17.1 Hz
固有値解析	14.9 Hz	17.5 Hz

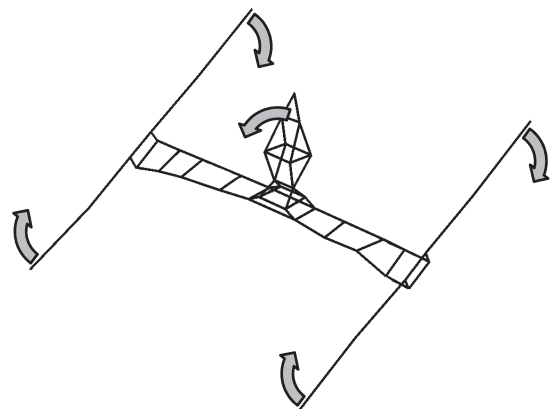


(a) 実験モード解析

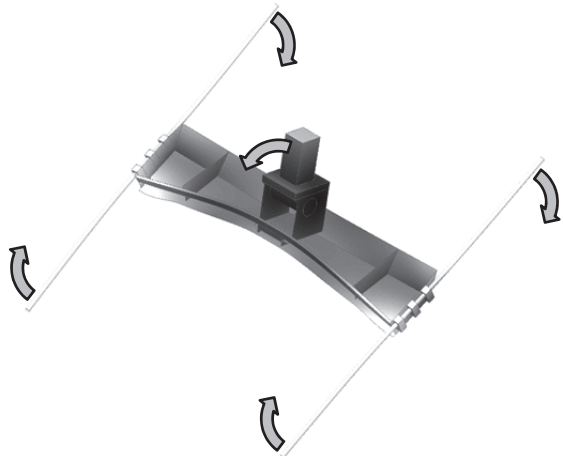


(b) 固有値解析

図4 逆相捻りのモード形状



(a) 実験モード解析



(b) 固有値解析

図5 同相捻りのモード形状

モーメント印加装置のキャリブレーション

Calibration of the Developed Moment Excitation Device

辻 善夫・眞田 明

Yoshio TSUJI and Akira SANADA

キーワード 実験モード解析／モーメント加振／回転自由度

KEY WORDS Experimental Modal Analysis / Moment Excitation / Rotational Degree of Freedom

1 はじめに

近年、機器の小型、軽量化が急速に進み、機器は振動しやすくなっている。これにともない設計試作段階において、機器の振動伝達特性を把握し、振動対策を施す重要性が高まっている。しかし、複雑な機器では、振動伝達特性を有限要素法によって精度良く予測することは困難である。

そのため、振動予測精度の向上を目的として、機器を構成する構造物の振動伝達特性（いわゆる周波数応答関数）の測定に関する研究が行われている。これらの研究の中で、並進力とモーメントをそれぞれ印加した場合の周波数伝達関数を正確に測定する手法が望まれている。この要求を満足する手法として、例えば構造物にT型治具を接続し、治具をハンマで加振する方法が試みられている¹⁾。しかし、この方法は治具の質量が構造物に付加され、構造物の振動特性が変化するため、測定結果の補正処理が必要となる問題点がある。

そこで、我々は、構造物に吸着させたモーメント印加装置を捻った後、吸着力を急激に低減させて構造物を解放することにより、付加質量の影響なく並進力とモーメントを同時に印加できる簡便な手法を考案した²⁾。

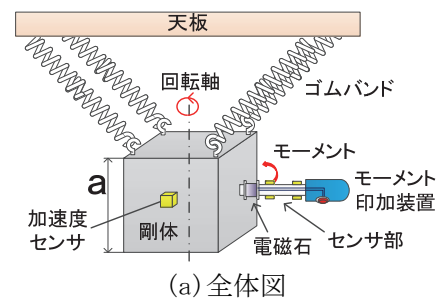
これまでに本手法を用いて、構造物の周波数伝達関数を測定したが、測定結果の信頼性に課題があった。その原因の一つとして、本装置の実際の使用環境と異なり、静的荷重を装置に加えてキャリブレーションを行った事が考えられる。そこで、本装置の使用環境と同等の環境において、モーメントおよび並進力のキャリブレーションを行うことにより、測定値の信頼性向上を図る。本報告では、キャリブレーションの第一段階として、加振によって生じる運動が容易に算出可能な剛体を対象構造物とし、印加モーメント、および剛体運動の測定値より、モーメントのキャリブレーションを行った結果を示す。

2 キャリブレーション手法

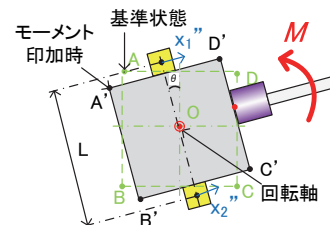
断面2次モーメントが既知である剛体を加振し、その剛体の運動から逆算した印加モーメントと、モーメント印加装置によって測定したモーメントを比較することにより、本装置のキャリブレーションを行った。

剛体には、図1(a)に示すような錘（S45C、一辺の長さ $a=0.05\text{ m}$ の立方体、固定用フックと加速度センサを含めた重さ $m=1.05\text{ kg}$ ）を用いた。この錘上面4隅にフックを取り付け、ゴムバンドを用いて天板から吊した。錘の対向する側面2箇所、1軸加速度センサを取り付けた。

図1(b)のように、基準状態（図中、ABCDの状態）にある錘の側面に、装置を吸着させた。次に、モーメントを加えて錘の角度を僅かに変化させた後（図中、A' B' C' D'の状態）、印加装置の電磁石を消磁し、吸着力を急減させることで、錘にステップ状モーメントを印加した。錘はゴムバンドの復元力により振動後、基準状態で静止した。



(a) 全体図



(b) 上方から見た拡大図

図1 キャリブレーション実験環境

この際の錘の角加速度 $\ddot{\theta}(t)$ を2つの加速度センサ値 \ddot{x}_1 、 \ddot{x}_2 の差分より式(1)で求める。

$$\ddot{\theta}(t) = \frac{\ddot{x}_1(t) - \ddot{x}_2(t)}{L} \quad (1)$$

ここで、2つの加速度センサの中心間距離 L は 0.067 m である。錘の断面二次モーメント $I = ma^2/6$ 、印加モーメントを $B(t)$ 、ゴムバンドによる復元力を無視すると、錘の運動方程式は式(2)となる。

$$B(t) = I\ddot{\theta}(t) = \frac{ma^2\ddot{\theta}(t)}{6} \quad (2)$$

式(2)をフーリエ変換して得られる式(3)の左辺は印加モーメントと角加速度の周波数応答関数である。よって、実験により得た周波数伝達関数の振幅が式(3)の右辺に等しくなるようにすることで、キャリブレーションを行う事ができる。

$$\frac{\Theta(\omega)}{\beta(\omega)} = \frac{6}{ma^2} \quad (3)$$

3 実験結果

図2に、ある試行時における印加モーメントと錘の角加速度をフーリエ変換した結果を示す。図2(a)において、印加モーメントは100Hz程度まで右下がりの直線状のスペクトルとなり、錘にステップ状のモーメントを印加したことが確認できる。

図2(b)において、角加速度スペクトルの4Hz付近にピークがみられるが、これは錘を吊ったゴムバンドの共振の影響が表れたものと考えられる。これらのことから、キャリブレーション可能な周波数帯域は、10Hz～100Hzの領域と考えられる。ただし、錘の吊り方を工夫し共振周波数をより低くすることにより、キャリブレーション可能な周波数帯域を拡大することが可能である。

図3に、9試行の加振データから最小二乗法によって求めた印加モーメントと角加速度の周波数伝達関数の振幅を黒い実線で示す。図中の一点鎖線は、式(3)右辺から求めた理論値、破線はコヒーレンスを示す。実験値は15Hz以上ではほぼフラットで、かつ理論値に近いことが確認できる。しかし、100Hz以上の周波数域では、コヒーレンスが0.9以下となり、この領域では印加モーメントと角加速度間の線形性が低下している。これらのことから、15～100Hzのほぼフラットな実験値を理論値に等しくなるようにセンサ感度を設定することにより、本装置のモーメント計測値のキャリブレーションが可能である。

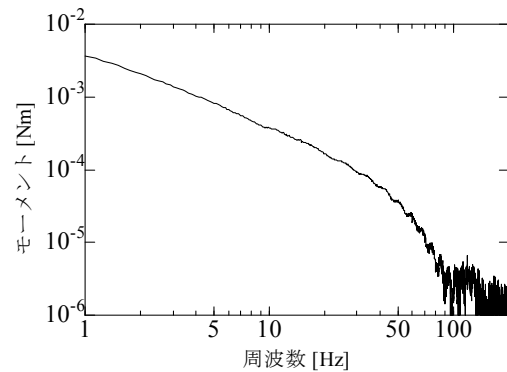
4 まとめ

モーメント印加装置の測定信頼性を向上させるため、物理特性が既知の剛体を本印加装置で加振し、モーメント計測値のキャリブレーションを行った。実験の結果、本手法によって15Hz～100Hz

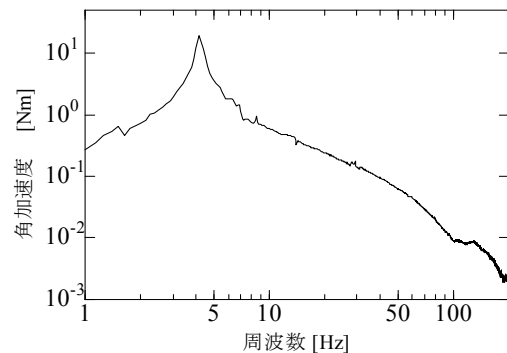
の周波数域においてモーメント計測値のキャリブレーションが可能となった。今後、本装置によって測定した並進力のキャリブレーションを行い、本装置による回転自由度を考慮した周波数伝達関数の計測信頼性の向上を目指す予定である。

参考文献

- 1) 細矢直基, 吉村卓也: “構造物の回転自由度に関する周波数応答関数の推定(自己FRF推定法の提案と基礎的検討)”, 機論, 67-657, C (2001), 1470-1477
- 2) 辻善夫, 眞田明: ”吸着型モーメント印加装置の性能向上に関する研究”, Dynamics and Design Conference 2010



(a) モーメント



(b) 角加速度

図2 周波数スペクトル

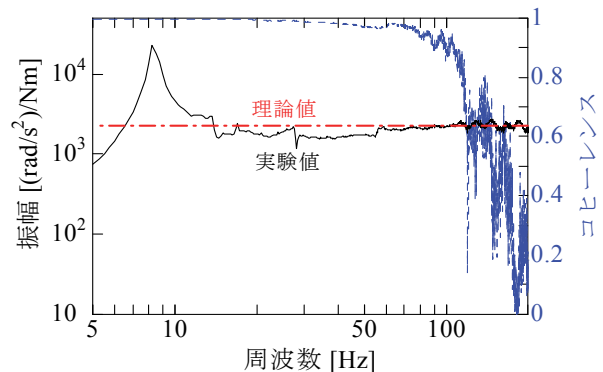


図3 周波数伝達関数の振幅とコヒーレンス

小型エンジン発電機用防音カバーの数値解析による騒音予測

Estimation of Sound Noise from Sound Insulation Cover for an Engine Generator Using FEM Analysis

真田 明・萩原淳之*・岩井 健*

Akira SANADA, Atsushi HAGIHARA and Ken IWAI

キーワード 防音カバー／有限要素法／ビオパラメータ

KEY WORDS Sound insulation cover / Finite Element Method / Biot parameter

1 はじめに

近年、静かな環境を望む声はますます大きくなっている。工事現場、災害避難所および仮設商業施設などにおいて用いられる小型エンジン発電機においても、その設置には騒音が問題となるケースが増えている。この騒音を抑えるには、周囲に防音カバーを設置する対策が行われる。しかしながら、低周波数においては、防音カバーを設置することで、カバー内部に音が閉じ込められて共鳴し、かえって音が大きくなる現象が生じ、十分に騒音が低減できない場合もある。これらのことから、防音カバーは、内部に設置する騒音源の特性に合わせて最適な構造に設計する必要がある。このため、本研究では有限要素法による数値解析技術を用いて、防音カバーから放射される音の予測手法について検討を行った。予測が可能となれば、騒音を抑えるための最適な構造について、試行錯誤なしに効率的な検討が可能となる。本研究では、体積速度音源を用いた実験と計算結果の比較を行い、予測精度の検証を行った。

2 実験および数値解析モデル

図1に今回検討対象とした防音カバーを示す(三乗工業 MES-B8070)。防音カバーは、上部が排熱のために開いており、内面にはカバー内部で音を吸収するためウレタンフォーム製の吸音材が取り付けられている。

実験の概要を図2に示す。実験は、無響室内で行い、床面は地面を模擬するため、厚さ12.5mmの合板を設置した。音源は、計算結果と比較するため、体積速度音源(ブリュエル・ケアー社製 4295)を用いた。この体積速度音源は、音の放射口付近に体積速度をセンシングするマイクロホンが取り付けられており、

*三乗工業(株)

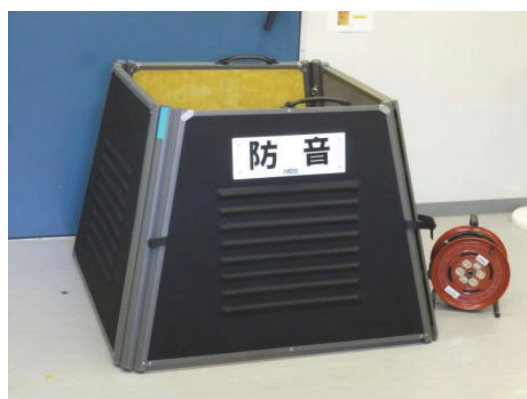


図1 小型エンジン発電機用防音カバー

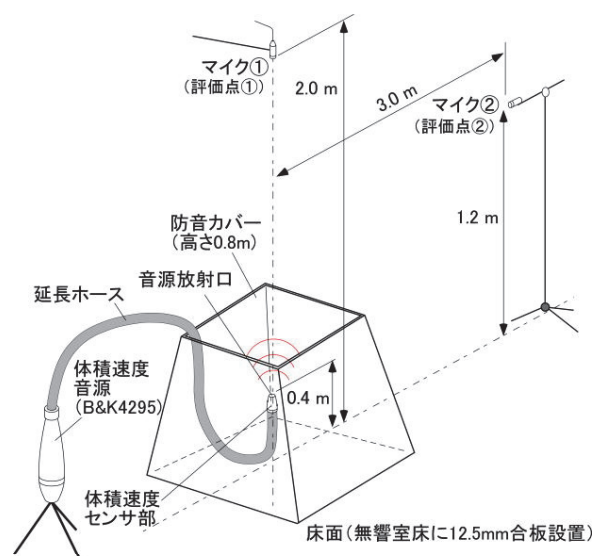


図2 実験の概要

無指向性である。体積速度音源の放射口は、延長ホースを用い、防音カバー中央、床から0.4mの高さに設置した。また、マイクロホンを、防音カバー上部の床面から2.0mと防音カバー中心から横方向3.0m、高さ1.2mの2カ所に設置し、評価点①および②とした。

次に数値解析モデルを図3に示す。解析手法は有限要素法を用いた。有限要素法を用いる場合、音波が伝搬する領域を要素分割する

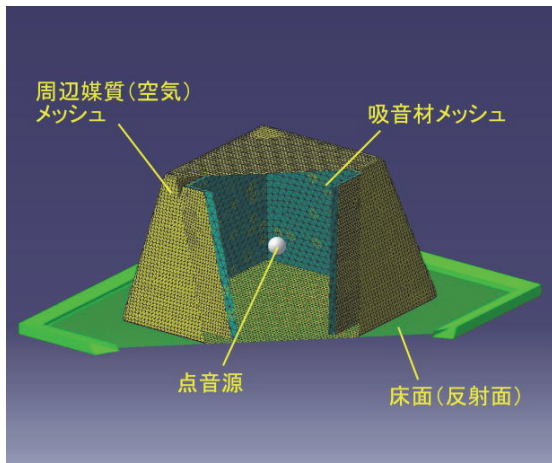
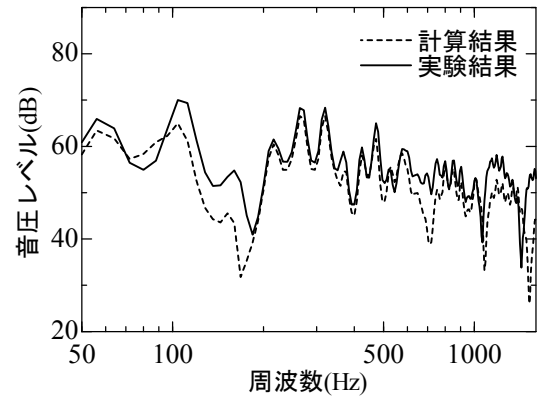


図3 FEMによる数値解析モデル

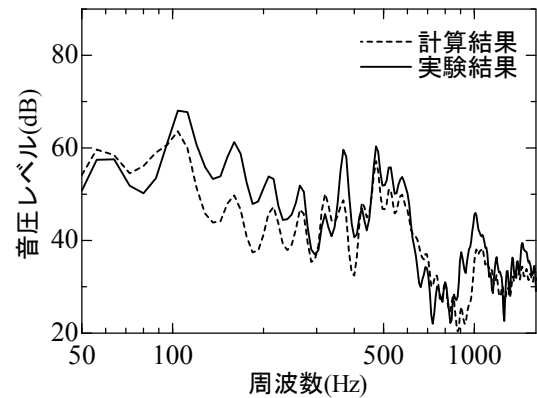
必要がある。ここでは防音カバーを除いたカバー内部および周辺の空気部分と吸音材の領域を要素分割した。吸音材部分は、多孔質体の空隙の音響伝搬のみを考慮して、Johnson-Champoux-Allard モデル⁹⁾を用い、実測した流れ抵抗、空隙率、トーチュオシテイ、特性長（ビオパラメータ）を定義した。空気部分の要素外側表面には全透過を定義して、外部領域との境界面での反射が発生しないようにした。また、カバー底面には、完全反射の地面を模擬して対称面を定義した。音源は、実験において計測した体積速度を、実験と同位置に点音源として定義した。実験における評価マイクロホンの位置に観測点を定義し、その位置の音圧レベルを計算した。

3 数値解析結果および実験結果

評価点①、②の音圧レベルの計算結果および実験結果を図4に示す。計算結果も実験結果も、200Hz以上の領域では、評価点①に比べ評価点②の音圧レベルが小さくなっており、防音カバーによって横方向への音の放射が抑制されていることがわかる。また、計算結果および実験結果は概ね傾向が一致していることがわかる。特に200Hz以上の帯域では、値もよく一致しており、計算モデルの妥当性を確認できる。しかしながら、200Hz以下の領域では、実験結果の方が計算結果よりも、周波数によっては10dB程度大きく、計算精度が低下している。この原因として以下の2つが考えられる。原因1：計算では、カバー自体は音を透過しないと考え、カバー周辺への音は上部開口からの回折音のみを考慮したが、実際は、音がカバーを透過している。原因2：実際の防音カバーでは、床面とカバー底部に隙間



(a)評価点①（上部2.0m）



(b)評価点②（横3.0m）

図4 音圧レベル計算結果および実験結果

が生じるが、計算では隙間はないとしている。ちなみに、500Hz以下の領域で約50Hz間隔で多数見られるピークは、音源の延長ホース内で発生している共鳴によるものであり、防音カバーの特性により発生したものではない。

4 まとめ

小型エンジン発電機用防音カバーの防音性能を計算によって予測するため、有限要素法を用いた解析モデルによる計算結果と実験結果とを比較した。その結果、200Hz以上の帯域では、実験結果と計算結果はよく一致し、計算モデルの妥当性が確認できた。これに対して、200Hz以下の低周波数では、傾向は一致しているものの、音圧レベルの予測精度が低く、今後、この原因について検討が必要である。

文献

- 1) J. F. Allard and N. Atalla, "Propagation of Sound in Porous Media", Wiley (2009) p.84

PP/HIPS ブレンドの機械的特性に及ぼす相容化剤の影響

Effect of Compatibilizer on Mechanical Properties of PP / HIPS Blends

甲加晃一・藤原和子・西 勝志・日笠茂樹

Kouichi KOUKA, Kazuko FUJIWARA, Katsushi NISHI, Shigeki HIKASA

キーワード プラスチック / ブレンド / 相容化剤 / 機械的特性

KEY WORDS Plastic / Blend / Compatibilizer / Mechanical Property

1 はじめに

近年、プラスチック材料は自動車、日用品、食品包装容器など多くの分野で大量に使用されており、その廃棄量は年々増大している。そのため、プラスチック材料に関しても、性能の向上と環境負荷の低減を両立させることが強く求められている。その中で、環境負荷を低減させる手法として、マテリアルリサイクルが注目されている。しかしながら、マテリアルリサイクルに関しては、未だリサイクル原料の利用促進が十分に普及していない。その理由として、回収したリサイクル原料に関して、単一のプラスチック材料の場合はまれであり、種々のプラスチック材料が混入されている場合が多いからである。そのため、リサイクル原料はポリマーブレンド化されており、そのまま成形されても、期待した衝撃特性等を得られにくい。

これまで、大橋らにより、ポリプロピレン(PP)/ポリスチレン(PS)ブレンド材料の衝撃特性等に関する研究が行われた¹⁾。その中で、PP/PSブレンド材料にポリオレフィン-スチレングラフト共重合体を相容化剤として添加することで、衝撃強度が向上することが報告されている。しかしながら、PP/PS/相容化剤ブレンド材料の機械的特性、特に衝撃強度とモルフォロジーとの関係については詳細に検討されていない。

そこで、本研究では、マテリアルリサイクルにおける衝撃強度の向上を図るため、以下の2点を検討した。まず、今回のポリマーブレンド材料に関して、相容化剤を少量添加するだけで、ポリマーブレンド材料の衝撃強度が向上するのかを調べた。次に、組成比の異なる相容化剤に関して、相容化剤を添加したポリマーブレンド材料のモルフォロジーと衝撃強度の関係性を調べた。マトリックスポリマーに関して、PPと耐衝撃性ポリスチレン(HIPS)を用いた。また、相容化剤に関して、ポリスチレン-*block*-ポリ(エチレン-*co*-ブテン)-*block*-ポリスチレン(SEBS)を用いた。

2 実験方法

2.1 材料

マトリックスポリマーとして、ブロックコポリマーPP(PM671A、メルトマスフローレイト(MFR)=7 g/10 min、サンアロマー(株))、HIPS(H8672、MFR=4 g/10 min、PS ジャパン(株))を用いた。また、相容化剤には、旭化成ケミカルズ(株)製のSEBS-1(試作品1、MFR=4.5 g/10 min、スチレン/(エチレン・ブチレン)(R)=18/82)、SEBS-2(試作品2、MFR=5 g/10 min、R=30/70)、SEBS-3(試作品3、MFR=2 g/10 min、R=67/33)を用いた。体積分率として、PP/HIPS/SEBS=80/20/0、75/20/5とした。

2.2 試験片の調製

複合材料の調製は、二軸押出機を用いて行った。配合されたPP、HIPS、各SEBSを二軸押出機(TEX30 α 、L/D=42、(株)日本製鋼所製)に投入して190℃、200 rpmで混練し、複合材料を得た。得られた複合材料を水冷後ペレット化し、80℃の送風乾燥機で4時間乾燥した。次に、力学特性用試験片を射出成形機(J50E II、(株)日本製鋼所製)を用いて作製した。射出温度をホッパーからノズルに向けて、190、210、220、230℃とし、金型温度を45℃とした。各配合条件において作製された試験片を以下のように略称する。PP/HIPS/SEBS=80/20/0のブレンド材料を0B、PP/HIPS/SEBS-1=75/20/5をSEBS-1B、PP/HIPS/SEBS-2=75/20/5をSEBS-2B、PP/HIPS/SEBS-3=75/20/5をSEBS-3Bとした。また、比較例として、PP/SEBS-1=95/5をSEBS-1A、PP/SEBS-2=95/5をSEBS-2A、PP/SEBS-3=95/5をSEBS-3Aとした。

2.3 力学特性試験

力学特性試験を温度23℃、湿度50%の恒温恒湿室内で行った。曲げ試験をJIS K7171に準じた短冊型試験片(長さ80 mm、幅10 mm、厚さ3 mm)を用い、速度2 mm/min、支点間距離50 mmの測定条件で、

万能材料試験機(インストロン 5583 型、インストロンジャパン カンパニイリミテッド製)を用いて行い、得られた応力-歪み曲線の初期勾配より、弾性率を算出した。また、シャルピー衝撃試験を JIS K7111-1 に準じた衝撃試験機(DG-UB、東洋精機製作所(株)製)を用いて行った。ハンマーの秤量は 2 J とした。

2.4 走査電子顕微鏡 (SEM) 観察

PP/HIPS ブレンドのモルフォロジーを電界放射型走査電子顕微鏡 (JSM-7500FA、日本電子(株)製)で観察した。射出成形で得られた試験片をウルトラマイクローム(Leica EM UC7i、Leica Microsystems GmbH 製)を用いて、試験片を約-140 °C に冷却して切削した。作製した切削面をまず四酸化オスミウム蒸気、次に四酸化ルテニウム蒸気で染色し、観察試料とした。SEM 像では、HIPS に由来するブタジエン成分およびスチレン成分は白く観察される。

3 結果

表 1 に、各試験片の弾性率と衝撃強度を示す。相容化剤である SEBS を添加することで、ブレンド材料の弾性率は減少し、衝撃強度は増加した。次に、SEBS 添加系の中で比較する。添加量 5 vol% に関しては、スチレン量の最も多い(エチレン・ブチレン量の最も少ない)SEBS を添加された SEBS-3B が、最も高い衝撃強度を示した。ちなみに、SEBS-3B の衝撃強度は、ブレンド前の PP(11.8 kJ/m²)より低くなったが、HIPS (9.3 kJ/m²)と同じであった。また、PP/SEBS 系の衝撃強度は、PP/HIPS/SEBS 系よりも著しく高くなった。

表 1 各試験片の弾性率と衝撃強度

試験片	弾性率/MPa	衝撃強度/kJ・m ⁻²
SEBS-1A	1019	44.0
SEBS-2A	1010	42.9
SEBS-3A	1062	33.0
0B	1340	4.0
SEBS-1B	1230	6.0
SEBS-2B	1180	6.3
SEBS-3B	1260	9.3

また、図 1(a)~(d)に、各試験片の SEM 像を示す。図 1 (a)は 0B、図 1(b)は SEBS-1B、図 1 (c)は SEBS-2B、図 1 (d)は SEBS-3B である。また、図 1 より、PP に相当する海相と、HIPS 粒子に相当する島相の海-島

構造が観察された。これら海-島構造の中で、特に、SEBS-3B (図 1(d))の島相が微粒子化していた。また、図 1 (a)等に顕著である SEM 像中の空洞は、切削時に形成されたものであることを確認している。

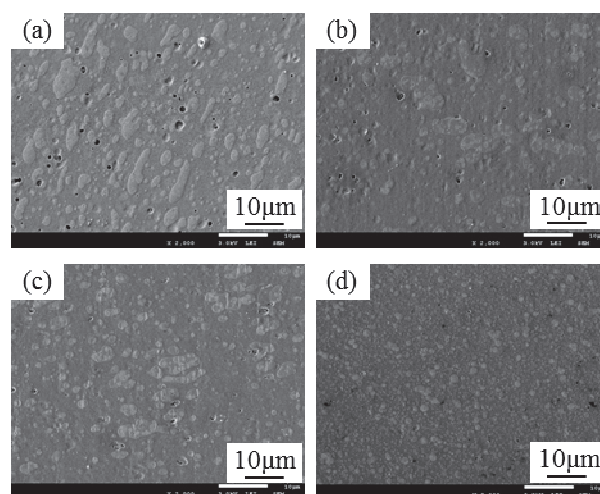


図 1 各試験片の SEM 像

((a) 0B, (b) SEBS-1B, (c) SEBS-2B, (d) SEBS-3B)

4 考察

相容化剤として用いた SEBS には、エチレン・ブチレン成分が含まれていることから、SEBS の弾性率は、マトリックスポリマーである PP、分散相である HIPS よりも低いと予想される。事実、SEBS の添加により、ポリマーブレンド材料の弾性率は低下した(表 1)。しかしながら、SEBS の添加量 5 vol% に関して、相容化剤として HIPS を微粒子化させるために衝撃強度は高くなると示唆される(図 1、表 1)。

また、PP/SEBS 系に関して、エチレン・ブチレン成分の多い SEBS を添加すると、マトリックスである PP はより柔軟となり、ポリマーブレンド材料の衝撃強度は向上すると考えられる。

しかし、PP/HIPS/SEBS (添加量 5 vol%)系に関して、エチレン・ブチレン成分の最も少ない SEBS を添加すると、ポリマーブレンド材料の衝撃強度が最も高くなることは(表 1)、海-島構造の中で、島相である HIPS が最も微粒子化しているためと思われる(図 1)。島相の微粒子化が衝撃強度向上に寄与する理由として、衝撃時に島相への応力集中を円滑に分散させるあるいは、微粒子化により粒子間距離が短くなり、材料内部の応力状態が平面歪み状態から平面応力状態へと変化し、ポアソン変形が容易になって延性がより顕著になるのではないかと推測している。粒子間距離と衝撃強度の関係に関して、Wu は、ポリアミド/エラストマー粒子ブレンド材料を用いて検討している²⁾。その中で、エラストマー粒子間距離がある臨

界値以下になると、破壊形態が脆性破壊から延性破壊へと変化し、衝撃強度が向上することを報告しており、本研究の推測を支持している。

今後、この現象を解明していく予定である。また、今回、SEBSの少量添加により、各試験片は作製された。その中で、SEBS-3Bの衝撃強度は、ブレンド前の材料に近い値を示しており、実用面からも有用である。

5 まとめ

相容化剤の添加により、ブレンド材料の衝撃強度は、高くなることが観測された。また、相容化剤の添加では、島相がより微粒子化している方が、より高い衝撃強度を示すことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 大橋, 下原, 田平, 関, 藤本: 広島県西部工業技術センター報告, **44**, (2001).
- 2) Wu, *J. Appl. Polym. Sci.*: **35**, 549 (1988).

CB 配合量の異なる EPDM における 非解離型次亜塩素酸の拡散挙動

Diffusion Behavior of Undissociated Hypochlorous Acid into Ethylene Propylene Diene Rubber

石田拓也・岩薨 仁・福崎智司¹

Takuya ISHIDA, Hitoshi IWABUKI and Satoshi FUKUZAKI¹

キーワード 次亜塩素酸 / エチレンプロピレンゴム / 拡散 / 時間依存性

KEY WORDS Hypochlorous acid / Ethylene propylene diene terpolymer / Diffusion / Time dependence

1 はじめに

次亜塩素酸ナトリウム(NaOCl) は強い酸化作用を有することから、食品産業において殺菌、洗浄に汎用されているが、各種シール、ガスケット、O-リング類に広く用いられているエチレンプロピレンゴム (EPDM) を劣化させることが問題となっている。我々は、次亜塩素酸の解離状態により劣化現象が異なることを見だし¹⁾、それぞれの解離状態におけるEPDMの劣化機構の解明を目指している。これまでに、EPDM内部に拡散する遊離有効塩素 (Free Available Chlorine: FAC) は非解離型のHOClであり、FAC濃度(C_{FAC}) の増加、温度の上昇に伴い、Cl元素の拡散深さ(D_{Cl}) が深くなること²⁾、 D_{Cl} の増加に伴い、EPDMの強度が低下することを明らかにしてきた³⁾。一般的に材料の劣化状態は形態の変化により判断することが多いが、HOClが拡散したEPDMは形態の変化を伴わずに、強度が低下する³⁾。このことは、予兆なく材料が破壊する可能性があることを示しており、HOClの拡散挙動を予測し、材料の耐久性を評価する方法を確立する必要がある。

本研究では、カーボンブラック(CB)配合量の異なるEPDM試験片を作製し、HOCl水溶液に浸せきした。 D_{Cl} を経時的に調べることでCB配合量がHOClの拡散に及ぼす影響を調査した。

2 実験方法

2.1 試験片の作成

エチレン含量 54 %、ジエン含量 4.5 % の EPDM(JSR(株)製 EP22) に HAF 級 CB(N330) を 20 phr、架橋剤(日油(株)製パークミルD) を 2 phr 配合し、オープンロールによる混練後、438 K で 20 分間プレス架橋して、約 1 mm 厚みの架橋ゴム

シートを作製した(phr: ゴム重量100に対する各種配合剤の重量部)。シートを 14 mm × 100 mm の短冊状に切り取り、試験片(HAF20)とした。同様の方法で、CBを40 phr配合したHAF40、CBを60 phr配合したHAF60も作製した。

2.2 試験片の浸せき

市販のNaOCl水溶液に0.2 Mリン酸緩衝液を加えて、 $C_{FAC} = 500$ ppm となるように希釈した。希釈溶液のpHはHCl水溶液を添加することで微調整し、4.5(HOClがほぼ100%) とした。調製した溶液1 Lに、EPDM試験片3種(HAF20、HAF40、HAF60) を浸して密栓し、アルミ箔で遮光して296 Kの恒温室で静置した。所定時間経過後、浸せき液から試験片を取り出し、試験片の一部を採取し、再び浸せきした。この操作を繰り返すことで、浸せき時間の異なる試料を得た。採取した試料は蒸留水で洗浄し、真空乾燥を行った。

2.3 試料断面におけるCl元素分布の測定

試料断面のCl元素の深さ方向分析を電子線プローブマイクロアナリシス(EPMA) により行った。EPMAは日本電子(株) 製JXA-8500FSを用いて、加速電圧15 kV、ビーム電流50 nAの条件で線分析により測定した。測定は異なる位置で9回行い、得られたデータを積算することでCl元素の深さ方向分布を得た。 D_{Cl} の値は、Cl元素の特性X線強度の低い平坦領域において、平均(μ) と標準偏差(σ) を求め、X線強度が $\mu + 3\sigma$ を下回った深さとした。

3 結果と考察

図1に148時間浸せきしたそれぞれの試験片断面におけるCl元素の深さ方向分析結果を示す。X軸は最表面を0とした試験片内部方向への深さ

¹ 三重大学

を表しており、縦軸はCl元素の特性X線強度である。CB配合量の増加に伴い、 D_{Cl} は浅くなり、X線強度は低下した。それぞれの試験片の D_{Cl} はHAF20で65.5 μm 、HAF40で59.5 μm 、HAF60で44.5 μm となった。

図2にHAF20における D_{Cl} と浸せき時間の関係を両対数グラフ上に示す。 D_{Cl} の対数と浸せき時間の対数はほぼ直線関係となった。同様に、HAF40とHAF60に対して得られた D_{Cl} と浸せき時間の関係を表す両対数グラフも、良好な直線関係で近似できた。このことから、 D_{Cl} と浸せき時間の関係は以下のべき乗則で表すことが可能だと考えられる。

$$D_{Cl} = K \cdot t^n \cdot \dots \quad (1)$$

D_{Cl} : 拡散深さ [μm]

t : 浸せき時間 [h]

K, n : 定数

最小2乗法によるフィッティングの結果を表1に示す。CB配合量の増加に伴い、 K は低下し、 n は増加した。それぞれの近似直線の R^2 は0.98以上となった。

図3にそれぞれの試験片における D_{Cl} と浸せき時間の関係について、式(1)からの予測値を示す。すべての時間において、CB配合量の多い試験片ほど D_{Cl} は浅くなる傾向があることが分かった。これはHOClがEPDM内部に拡散する過程において、EPDM中のCBが障害物として働き、HOClの拡散経路を増加させたためであると考えられる。

4 まとめ

本研究の結果、HOClのEPDM内部への拡散挙動は浸せき時間のべき乗則に従うことが明らかになった。また、CB含有量の増加に伴い、HOClの拡散は抑制されることが分かった。今後は、濃度、温度を変化させた場合にも式(1)を適用できるかどうか、どの程度の範囲で式の適用が可能かなどを検討する必要があると考えている。

参考文献

- 1) 岩薨仁, 石田拓也, 福崎智司: 日本ゴム協会誌, 86, 125 (2013)
- 2) 石田拓也, 岩薨仁, 福崎智司: 日本ゴム協会誌, 87, 107 (2014)
- 3) 岩薨仁, 石田拓也, 福崎智司: 日本ゴム協会誌, 88, 75 (2015)

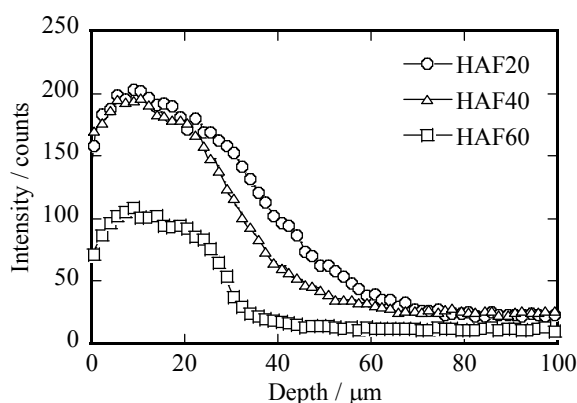


図1 148時間浸せきしたCB量の異なる試験片(断面)のCl元素の分布

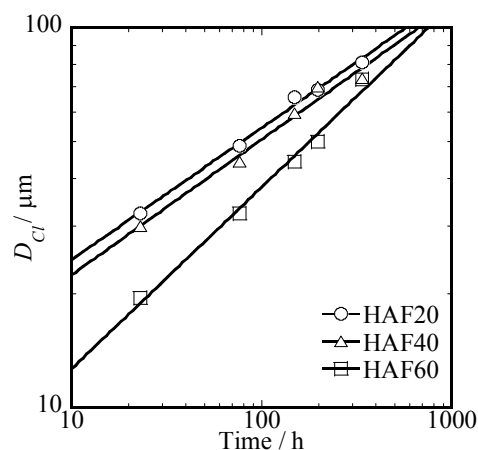


図2 CB量の異なる試験片における D_{Cl} と浸せき時間の関係

表1 式(1)による最小二乗法近似の結果

Sample	K	n	R^2
HAF20	11.0	0.35	0.99
HAF40	9.8	0.36	0.98
HAF60	4.2	0.48	0.99

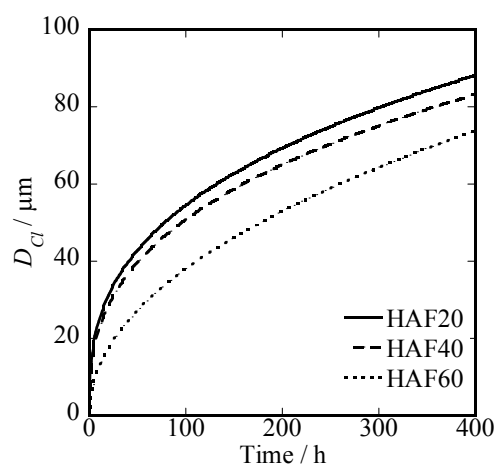


図3 CB量の異なる試験片における D_{Cl} 予測曲線

環境適合型還元剤を用いたインジゴ染色

Using of Environmentally Compatible Reducing Agents in Indigo Dyeing Process

國藤勝士

Katsushi KUNITOU

キーワード インジゴ／還元剤／グルコース／ヒドロキシアセトン／ジヒドロキシアセトン
KEY WORDS Indigo / Reducing agent / Glucose / Hydroxyacetone / Dihydroxyacetone

1 はじめに

インジゴは植物の藍から抽出される染料として、藍染め、緋、暖簾等に古くから用いられており、また近年はジーンズ用の染料として大量に使用されるようになった¹⁾。

このインジゴはそのままの状態では水に溶けず、繊維素材に対して染着性を有していないため、染色時に還元剤を添加してインジゴの還元状態(ロイコ体)を作製する必要がある。ここで使用する還元剤として、重金属を含んでおらず、還元力が強力であるなど多くの利点を有するハイドロサルファイトが一般に適用されている。

しかしながら、ハイドロサルファイトは水溶液中で不安定であり、硫黄含有の有害物質が副反応によって生成することが報告²⁾されている。このため、硫黄を含まない環境対応型の還元剤としてグルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトンが注目され、これら還元剤を使用したインジゴ染色²⁾やヒドロキシアセトンを用いたインジゴデニムの還元ブリーチ³⁾が報告されている。

グルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトンはアルデヒド基を還元で使用しており、ハイドロサルファイトとは還元機構が異なっている。このためハイドロサルファイトを使用したインジゴ染色とは最適処方異なることが予想されるが、インジゴ染色における還元剤濃度や温度の影響に関する詳細な検討は行われていない。

そこで本研究では、還元力の指標として還元電位に着目し、グルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトンの温度、pH、還元剤濃度が還元電位に及ぼす影響について検討した。さらに各種還元剤の還元電位とインジゴ染色との相関について検討した結果を報告する。

2 実験方法

2.1 試料

各種還元剤としてハイドロサルファイトはキ

シダ化学(株)製 化学用 85%、グルコースは和光純薬工業(株)製 一級、ヒドロキシアセトンおよびジヒドロキシアセトンは東京化成工業(株)製を使用した。またアルカリとして炭酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウム、水酸化ナトリウムはそれぞれ特級試薬を使用した。染料のインジゴはダイスター社製 indigo gran、被染布は(社)日本規格協会の綿添付白布(かなきん3号)を使用した。

2.2 還元電位測定

各温度において pH 調整した 0.2mol/L の NaHCO₃/Na₂CO₃/NaOH 緩衝液に還元剤 10mmol/L 相当を加え 30 分間放置した後、酸化還元電位計(HORIBA 製, D-52)を用いて還元電位を測定した。

2.3 染色および評価

染色ポットに pH10 または 11.5 に調整した 60 °C の 0.2mol/L 緩衝液 140mL に各還元剤 10、40mmol/L 相当量、インジゴ 28mg(1%owf 相当)、綿添付白布 2.8g(浴比 1:50 相当)を投入し、赤外線加熱式ポット染色試験機(テクサム技研(株)製、UR・MINI-COLOUR)を用いて 60 °C 30 分処理した。染色ポットから布を取り出し、マングル絞り後にロイコ体のインジゴを空気酸化させた。0.5%石けん溶液にて 50 °C 30 分間ソーピングして染色布を得た。

染着量はコニカミノルタ(株)製、分光測色計 CM-3600d により 400-800nm の反射率を測定し、Kubelka-Munk 関数を用いて Total K/S 値を算出することにより評価した。

3 結果と考察

図 1 に各種還元剤(ハイドロサルファイト、グルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトン)溶液の還元電位に及ぼす pH および温度の影響を示す。いずれの還元剤も pH 値

および温度の上昇に伴って還元電位が低下した。しかしながら、還元電位値は還元剤ごとに異なる挙動を示した。より具体的には、ヒドロサルファイトは測定した温度の範囲において約-600mVの還元電位を示し、温度の上昇に伴う変化はほとんど生じなかった。一方、グルコースは pH ≥ 11.5 および 50 $^{\circ}\text{C}$ 以上の条件において還元電位が負値となり、特に pH11.5 では温度上昇に伴って還元電位が急激に低下することがわかった。温度上昇に伴う急激な還元電位の低下はヒドロキシアセトンでも確認された。なおジヒドロキシアセトンは pH および温度の上昇に伴う還元電位の急激な変化は確認できなかった。グルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトンはアルデヒド基が還元基として働くことが一般に知られている。還元力を示す pH および温度はアルデヒド基の反応温度および pH が還元剤ごとに異なるために生じていると考えられる。これらの還元剤の使用では温度と pH の管理が重要であることが示唆された。

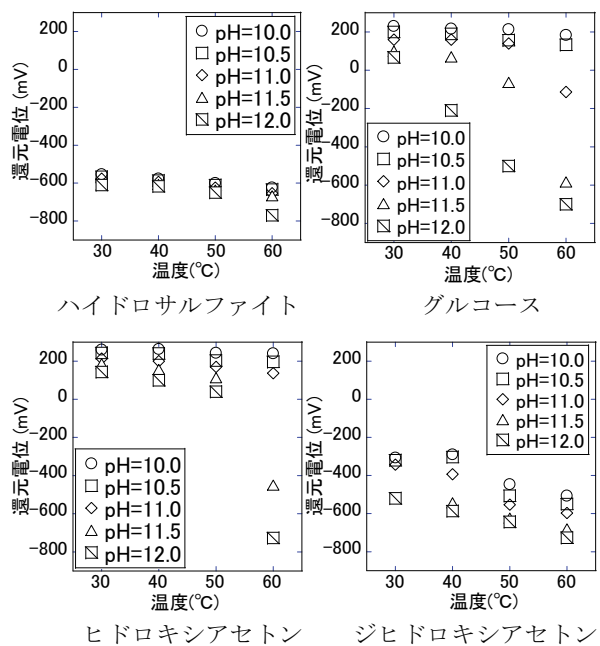


図1 各種還元剤溶液の還元電位に及ぼす温度の影響 (測定濃度 10mmol/L)

図2に各種還元剤溶液の還元電位に及ぼす pH および還元剤濃度の影響を示す。測定の結果、ヒドロサルファイトとジヒドロキシアセトンでは測定した pH、濃度範囲において、還元電位の変化はほとんど生じなかったが、グルコースとヒドロキシアセトンでは添加量の増加に伴って還元電位が低下する pH 条件があるこ

とが確認された。特に pH ≥ 11.5 において濃度の増加に伴って還元電位が急激に低下することがわかった。還元電位が正值になった理由を確認するために、蒸留水の還元電位を測定したところ、+325mVを示した。これは蒸留水に酸素が溶存しているためと推察される。グルコースやヒドロキシアセトンはヒドロサルファイトやジヒドロキシアセトンと比較して、溶存酸素の影響を除去するために多く添加する必要があると考えられる。グルコースやヒドロキシアセトンを使用する場合には還元剤濃度の管理も重要であることが示唆された。

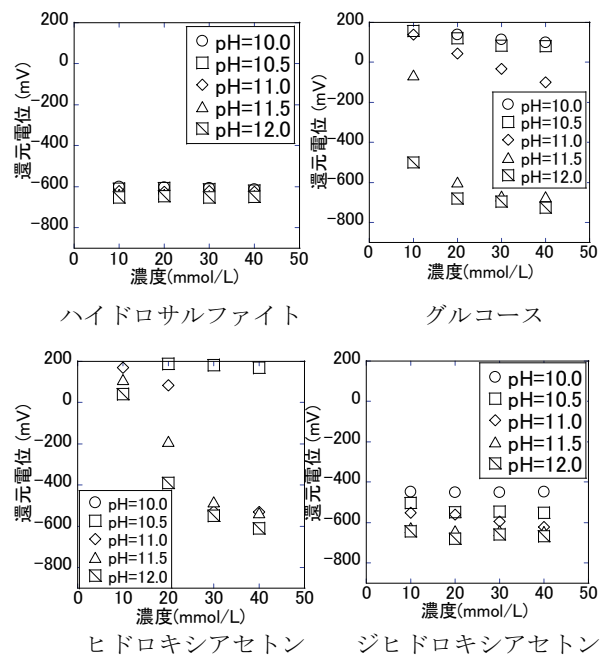


図2 各種還元剤溶液の還元電位に及ぼす濃度の影響 (測定温度 50 $^{\circ}\text{C}$)

表1にインジゴの染着量 (Total K/S 値) に及ぼす各種還元剤の影響を示す。染色温度は図1より各種還元剤の最も低い還元電位を示した 60 $^{\circ}\text{C}$ とし、還元剤濃度は図2より測定した範囲として 10mmol/L、40mmol/L とした。また pH は図1、図2より温度や濃度による変化が大きく生じた pH11.5 とし、比較対象を pH10 とした。なお染着量として使用した Total K/S 値は濃色性を示す指標であり、数値が大きいほど布に染着したインジゴ量が多いことを示す。

染色の結果、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトンを使用したときは、pH11.5・還元剤濃度 10mmol/L の条件でごくわずかに染着が確認でき (Total K/S 値 3.7, 3.8)、pH11.5・還元剤濃度 40mmol/L の条件でさらに染着量の増加

が確認できた (Total K/S 値 9.6, 10.7)。またグルコースでは、pH11.5・還元剤濃度 10mmol/L の条件では目視での染着は確認できず (Total K/S 値 1.6)、40mmol/L の条件でも目視による染着はごくわずかにしか確認できなかった (Total K/S 値 3.0)。なお pH10 の条件ではグルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトンの還元剤濃度 40mmol/L としても、目視による染着は確認できなかった (Total K/S 値 1.1 ~ 1.2)。

染着量を比較すると、ハイドロサルファイトが最も多くなり、ジヒドロキシアセトン、ヒドロキシアセトン、グルコースの順で少なくなった。またグルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトンを還元剤として用いたときは、同濃度のハイドロサルファイトをほどの染着量は得られなかった。なお図 1、図 2 から得られた各種還元剤の還元電位値とインジゴの染着量との相関はほとんど確認できなかった。

表 1 インジゴの染着量に及ぼす各種還元剤の影響

還元剤	添加量 (mmol/L)	染着量 (Total K/S)	
		pH 10	pH11.5
ハイドロサルファイト	10	39.8	28.0
	40	56.4	64.0
グルコース	10	1.1	1.6
	40	1.1	3.0
ヒドロキシアセトン	10	1.1	3.7
	40	1.1	9.6
ジヒドロキシアセトン	10	1.2	3.8
	40	1.2	10.7

ヒドロキシアセトンを用いたインジゴの還元では、超音波照射により還元速度が 4-5 倍に増加することが報告されている²⁾。またインジゴ

の染着量は中性塩添加により増加することが報告されている⁴⁾。本試験において各種還元剤の還元電位値とインジゴ染着量とに相関がほとんど認められなかったのは、インジゴ染着量にインジゴ還元速度や電解質濃度が影響を及ぼしているためと推察される。グルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトンの使用においては、インジゴの還元量を考慮した染色時間の設定や電解質の添加についても考慮する必要があると考えられる。

4 まとめ

環境対応型還元剤によるインジゴ染色技術の確立を目的として、各種還元剤の還元電位に及ぼす pH、温度、濃度の影響について検討し、インジゴ染色との相関について調査した。いずれの還元剤も pH の増加に伴って還元電位が低下したが、グルコースとヒドロキシアセトンでは還元電位が急激に低下する pH、温度、濃度領域があった。グルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトンではインジゴ染色において高アルカリ条件 (pH11.5) を必要とした。グルコース、ヒドロキシアセトン、ジヒドロキシアセトン使用したときは還元剤濃度が高いほど染着量は多くなったが、ハイドロサルファイトを使用したときと比較してインジゴ染着量は少なかった。

参考文献

- 1) 坂川哲雄, 渡辺弘, 広田昭治: 染色工業, **35**, 199 (1987)
- 2) M. Bozic and V. Kokol: *Dyes and Pigments*, **76**, 299-309 (2008)
- 3) 本行節暉, 竹原淳彦, 森脇紘輝, 内山真喜雄: 岡山県工業技術センター報告, **21**, 40 (1995)
- 4) 本行節暉, 内山真喜雄, 森脇紘輝: 岡山県工業技術センター報告, **22**, 18 (1996)

テキストマイニングを利用した特許文献の技術内容の推定

Estimation of Technical Content of Patent Documents by Using Text Mining

上野 覚・山田 充

Satoru UENO and Mitsuru YAMADA

キーワード テキストマイニング / 特許文献 / 技術内容の推定
KEY WORDS Text mining / Patent documents / Estimation of technical content

1 はじめに

特許文献(文献)は、年間 30 万件以上出願されている巨大なデータベースで、客観性が高く、市場の観点からも分析を行うことができる有用な情報源である。しかし、文献から技術動向を把握するには、現在人の目視に頼っているため、多くの時間・労力を要し困難な作業となっている。近年、ICT(Information and Communication Technology)の進展に伴い人の処理能力を超える膨大な量の文献も分析できるテキストマイニング(TM)の活用が可能となってきた。しかし、TMはさまざまな観点からの解釈が容認されており、また処理の過程で情報が失われるため文書の形で技術動向を表記するのは困難である。

筆者らは、これら問題を解決することで文献から技術動向を把握する手法について検討を行っている。前報では、文章の似ている程度を数量化した類似度等を活用して文献群(クラスター)の技術領域を推定する手法を提案している^[1]。この手法を確立していくためには、より多くの文献について異なる条件で検証を行い、検証結果の蓄積を図っていく必要がある。本研究では、繊維系企業を対象にTMを活用した技術思想の推定について検証を行ったので報告する。

2. 実験方法

特許データの取得は以下のようにした。まず繊維分野で今後、売上向上が期待されるキーワード(KW)として挙げられている「保温、発熱、蓄熱」^[1]と、「繊維」を用いて特許検索を行い、出願特許数の多い繊維系2社を選定した。次にこれらのKWとその2社で母集団を抽出し、TMによる手法によりクラスタリング^[2]を行った。抽出した発明(出願中+登録)には、パテントインテグレーション(有)の分析サービスでの分類結果と個々の発明データを利用した。

クラスター内の文献の技術思想の推定方法を図1に示す。文献のTMには、termmi^{*1}を用い、発明の名称、要約及び請求項を分析対象にしてKW等を抽出すると共に、類似度を算出した。文献

の技術思想は、記載されているKWに依存すると仮定し、文献の類似度と抽出されたKWから推定した。

Step-1:クラスター内の全ての文献についてTMを行い、KWの抽出と類似度を算出し、類似度の高い順に番号(1~n)を付ける。類似度の高い文献1,2及び低い文献nを基準文献1,2,nとする。

Step-2:基準文献1,2,nの3つの文献を目視し、それぞれの技術思想を設定する。技術思想は、第1請求項及び明細書に記載されている発明が解決しようとする課題・手段・効果から判断した。類似度の高い文献1,2の技術思想の違いと、基準文献2,nの技術思想の違いを比較する。

Step-3:目視の結果、特許文献1,2,nに同じ技術思想が設定できれば、これをクラスターの技術思想と推定する。同じ技術思想が設定できない場合には、類似度が文献nより高い文献n-1を対象として、同じ技術思想が設定できるかを検証する。

Step-4:設定したクラスターの技術思想について、各文献から抽出されたKWが含まれるか否かを目視し、含まれない場合は排除する。

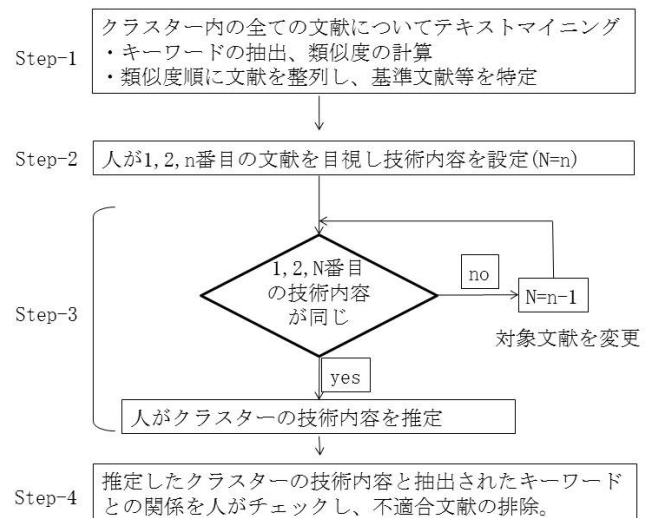


図1 クラスターの技術内容の推定方法

3. 結果と考察

3.1 調査対象

特許出願数の多い繊維系2社(東レ、東洋紡)の発明620件の技術内容別クラスタリング結果を図2に示す。1点が1件の文献を表しており、類似性が高い文献は近い距離に、類似性が低い文献は離れた距離にそれぞれプロットされている。類似文献が集合したクラスタのうち、他のクラスタと重なるの少ない青色クラスタ、水色クラスタ及び茶色クラスタが見られる。本研究では、他のクラスタから距離を保っており、また最もまとまっているクラスタである水色クラスタ(28件)を選定し、技術思想を分析した。

3.2 水色クラスタの技術思想の分析

類似度を利用した技術思想の推定について、図3に28件の文献を類似度の高い順に整列させた。水色クラスタ中で、主題に係る一般的なトピックスを扱っている文献は、類似度の高い特願2001-323953(文献1)及び特願2001-319732(文献2)であり、これらを目視することで技術思想を設定した。文献1の特願2001-323953は、発明の名称が「冷蔵倉庫作業服」で、技術内容は「高吸湿性微粒子を付着させて吸湿及び/又は吸水による発熱を活用することで、寒冷環境で用いる作業服の提供」である。文献2の特願2001-319732は、名称が「スポーツウェア」で、技術内容は「高吸湿性微粒子を付着させることで、冬用など冷温環境で用いるスポーツウェアの提供」である。このことから文献1と文献2の技術思想は「吸湿及び/又は吸水による吸着熱(発熱)の効果により、暖かさを保つもの」(技術思想A)と推定できる。類似度が28番目の特願2001-297656(文献n)は、名称が「水着」で、技術内容は、「高吸湿性微粒子を付着させた水着の発熱により、入水時の身体の冷えを緩和する」内容で、これも技術思想Aに属していた。

従って3番目(文献3)~27番目(文献n-1)までの技術思想は、図1に示した手法により技術思想Aに属するものと推定できる。また、文献3~文献n-1から抽出されたKWについても、技術思想Aに属することが確認できた(図1のstep4)。以上のことから、水色クラスタの技術思想は「吸湿及び/又は吸水による吸着熱(発熱)により、暖かさを保つもの」と推定できる。検証のため文献3~文献n-1の技術思想を目視によりすべて確認したが、推定どおり技術思想Aに属しており、本手法の有効性が確認できた。

4. まとめ

特許文献から技術動向を把握する上で課題となっている目視作業等を軽減するため、KW及び

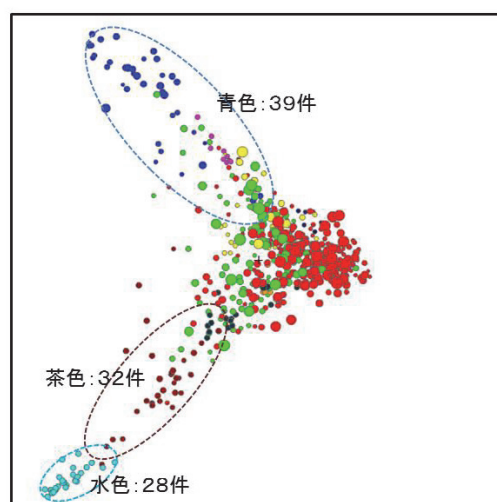


図2 蓄熱、発熱、保温、繊維をキーワードで検索した東レ及び東洋紡の発明の技術内容(ベクトル空間モデルの2次元平面への投影図)

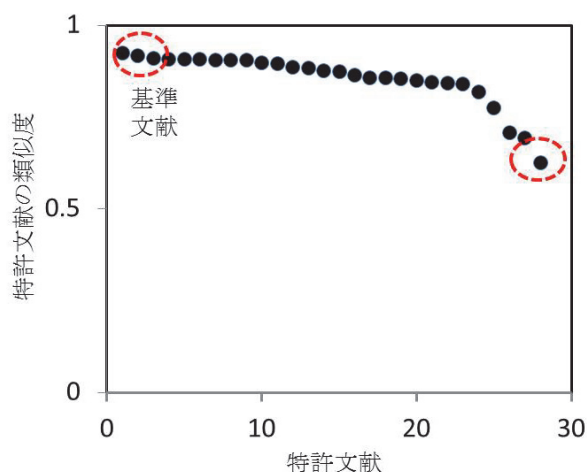


図3 水色クラスタ中の特許文献の類似度

類似度を用いて特許文献の技術領域を推定する手法を提案しており、その検証を進めている。

今回、繊維系企業を対象にクラスタの技術思想の推定手法について検証を行ったところ、より客観的な文章の形でクラスタの技術内容を表記することができ、本手法は有効であった。

参考文献

- 1) (株)富士経済:”2010年版 高機能繊維関連技術・市場の現状と将来展望”, (2010)
- 2) 上野覚、山田充:第19回岡山リサーチパーク研究・展示発表会(2014)

※1: termmi は、東京大学と横浜国立大学により共同で開発されたフリーウェア

Arduino エミュレータの開発

Development of Arduino Emulator

三輪昭生

Akio MIWA

キーワード 組込み技術 / アルドゥイーノ / エミュレータ / プロセッシング
KEY WORDS Embedded technology / Arduino / Emulator / Processing

1 はじめに

近年、組込み分野で、Arduino(アルドゥイーノ [1])というマイコンボードが注目を集めている。このマイコンボードは、2005年にイタリアで学生向け教材として開発され、ハードウェア、ソフトウェアの情報が無償で公開された。

これに注目した多くのエンジニアがその開発に取り組み、その過程で作られた優秀なライブラリが無償で公開され、各方面に急速に普及していった。そして、現在では、このハードウェア仕様と開発環境は、組み込み開発分野でのデファクトスタンダードになりつつあり、低価格の3Dプリンタやドローンの制御部[2]として活用されている。

最近では、世界最大の半導体メーカーであるIntelが、Arduinoの開発元と提携し、自社製CPUをベースとしたマイコンボードGalileo(ガリレオ[3])の販売を始めた。この製品は、Arduinoの入出力用ボードや開発環境と互換性があり、Arduinoの持つハードウェア、ソフトウェアの資産を活用できる。

この様にArduinoは、開発期間の大幅な短縮を実現するためには、魅力的なシステムではあるが、ことプログラム作成に関しては、作成したプログラムの機能確認やユーザインターフェースの動作検証のため、何度もプログラムを更新しテストを繰り返す必要があるのは既存のシステム開発と同じである。

そこで、これらのテスト作業を簡略化するために、Arduinoの基本機能をソフトウェア上で実現するためのエミュレータソフトの開発に取り組んだ。

2 方法

2.1. 開発方針

2.1.1 Processingの採用

純粋なハードウェアのエミュレータをソフトウェアだけで作成するには、多大な労力とコストが掛かる。そこで、今回は、Processing[4]という電子アートとビジュアルデザインのためのプログラミング環境の上で、Arduinoをエミュレートすることとした。

元々、Arduinoの開発環境は、Processingの開

発環境をベースに開発されており、内部のコンパイラ等は、Arduino用のCPUに合わせて差し替えられているが、初期化と永続的処理の機構はそのまま踏襲されている。また、Processingは、Javaをベースとして構築されているので、Javaで作ったライブラリを加えることで簡単に機能追加ができる。

そして、基本的な操作体系も共通性が高いので、ハードウェアに依存するArduinoの機器制御に必要な入出力をJavaのGUI機能を使って代替し、内部の制御ロジックは、Processing内部のソフトウェアを流用して記述することにした。

この様に、両者のソフトウェアの共通部分を活用し、足りない部分を補う形でシステムを開発することで、少ない労力で擬似的にArduinoの動作を再現することが可能になる。

2.2. 開発環境

今回は、Javaの統合開発環境であるNetBeans上で開発し、すべての処理をJava言語で記述した。その後、出来上がったプログラムをProcessingのプラグインとして組み込み、動作テストを行った。

開発及び実行環境として使用したOS :

Windows 7 (32bit)

統合開発環境 :

NetBeans IDE 8.0.2 (Build 201411181905)

開発言語 :

Java:1.8.0_45; Java HotSpot(TM) Client VM 25.45-b02

テスト・実行環境 :

Processing-2.2.1(32bit)

サウンド再生のために Minim ライブラリをプラグインとして追加

3 開発ソフトウェア

3.1 GUI 部品の作成

機器制御で使用する入出力を表現するためのソフトウェア部品をJavaのGUIライブラリであるSwingで作成した。これらのGUI部品を、Processingに組み込み、必要に応じてこれらを

呼び出すことで、Arduino から制御されている部品としての動作を表現することができる。

アナログ部品

(入力) スライダー

(出力) スライダー

(出力) データ再生

デジタル部品

(入力) スライドスイッチ

(入力) タクトスイッチ

(出力) LED、スピーカー

シリアル部品

(入出力) コンソール

(出力) 7セグメント表示器

3.2 テンプレート作成ツール

作成した GUI 部品の設定や呼び出しは、手作業で1つ1つコードを書くことも可能であるが、内部の機構を十分に理解した上で記述する必要がある、初心者には難しい作業となる。そこで、これを自動化する設定ツールを開発した。(図1)



図1 設定ツールによるテンプレート生成

このツールは、メニューから必要なモジュールを選択して、配置、色、動作条件などを設定し、必要に応じて Processing 上で Arduino の動きを擬似的に再現するコードを自動生成できる。必要なパラメータの設定終了後、コード生成ボタンを押すと、図2のコードパネルに GUI 部品を配置した状態のひな形(テンプレート)となるソースコードが生成される。このコードを Processing に取り込み、必要な処理を記述していくことでプログラムを作成できる。

3.3 Processing 上でのソフトウェア作成

前項で作成したソースリストは、単に、レイアウトと入出力に必要な機能を提供するだけである。実際の制御ロジックは、Processing 上で初期化を行う setup() と永続的に処理を繰り返す loop() の中に設定や実行コードを追加していく。

List1 の例では、loop() メソッド内に LED を点滅させるコードを記述してある。

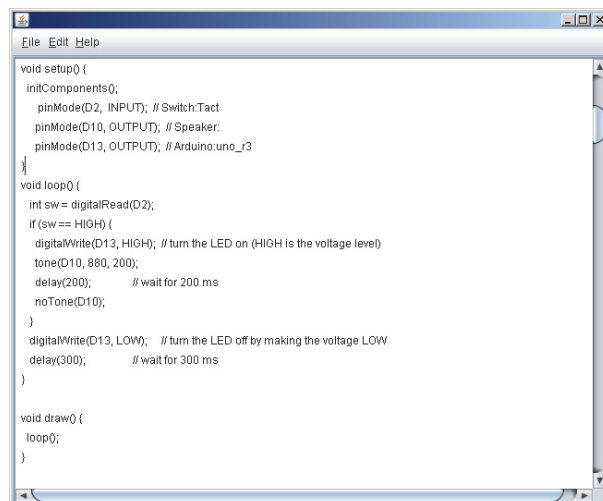


図2 コード生成

この状態で、実行ボタンを押すと、画面上の LED が 1 秒間隔で点滅する。

実際には、もっと複雑な動作を記述し、その動作が機能しているかを検証(エミュレート)しながら開発を進めていく。

3.4 実機 Arduino へのコードの実装

エミュレータの役割は、本番で使用する実機でプログラムを動かす前に、そのプログラムの十分なテストを行うことにあり、エミュレータと実機の動作は、一致している必要がある。

その検証のために、エミュレータ上で作成したコードの中から、以下の部分を Arduino 開発ツールのソースリスト内に組み込み、実機上で実行できることを確認した。

- 独自に定義した変数やメソッド
- setup()
- loop()

ただし、エミュレータ(Processing)は、Java の上で動作しており、Arduino の内部では、C++ をベースとした環境でプログラムが生成されて実行されるという言語仕様と実行環境の違いにより、以下のような互換性がない部分がある。その仕様の違いがエラーやバグの原因になる場合があったので以下のような内容を確認し、必要に応じて修正を行った。

- 変数の型の値の範囲が異なったり、サポートしていない型が存在する。
- Arduino で使用される #define 文は、Processing には存在しないので、int 型の定数として宣言する。
- 配列の宣言方法や初期化方法に互換性がない記述法があるので使用しない。

4 動作テスト

作成したエミュレータ環境で基本的なモジュールを組み合わせて、動作確認のためにテストプログラムを作成した。

4.1 基本テストプログラム

作成したシステムのテスト用に、以下の3種の基本プログラムを作成した。

- 1) 押しボタンの状態を読み取り、LED点滅を制御する。(図3)
- 2) スライダーの値を読み取り、その値を周波数としてスピーカーから再生する。
- 3) 予め設定されている値を7セグメントLEDに表示し、スタートボタンが押されるとカウントダウンを開始する。



図3 LED点滅

これらは、実機と同じように開発ができ、機能を再現することができた。また、実機であれば、部品の追加・削除には、回路構成の変更や修正が必要であるが、エミュレータを使うと、初期設定の変更だけで、モジュールの追加・削除が簡単に行えるので、開発時間を大幅に短縮できた。

4.2 アナログデータ再生

アナログ信号を取り込み、その入力値を処理するシステムを作成する場合、周期的なアナログ信号であれば、信号発生器等を使用すればよいが、自然界の不規則なアナログ信号の場合は、そのテストが難しい。

そこで、予め、目的の不規則な信号をデジタルデータとして保存しておき、それを一定周期で再生できるモジュールを作成した。

このモジュールに、CSV形式のアナログデータ

ファイルを読み込み、Arduinoエミュレータから呼び出すと、記録しておいた1組のデータを取り出せる。この処理を周期的に繰り返すことで、連続的なアナログ処理が可能になる。今回は、アナログデータ再生モジュールからの入力値が設定値を超えた場合、シリアルコンソールにその値を表示するサンプルを作成した。また、同じデータの再利用や目的によってデータを差し替えていくことでアナログ信号処理の様々なテストが可能になった。

5 まとめ

マイコンボードArduinoのプログラム開発を支援するためのエミュレータを開発した。

実機を使ったシステム開発では、開発中にセンサーやスイッチの数を増減したり、表示装置の変更を行うと、手間とコストがかかるが、今回作成したエミュレータであれば、設定変更だけで自由にレイアウトできるので、開発のコストダウンと時間の短縮につながると考えられる。

また、自然界の不規則なアナログ信号を処理するシステムを実機で開発する場合は、その再現性などに問題が生じる。この問題に対しては、今回開発したアナログデータ再生モジュールを使えば、同じ条件のアナログ信号を何度でも再生し検証することができるので、アナログ信号処理の最適なパラメータ設定に役立つであろう。

現在は、利用できるGUI部品に限りがあり単機能な入出力のデバイスだけであるが、今後は、I2Cで利用できるデバイスをエミュレートする予定である。このI2Cは、4本の通信ケーブルから構成されるシリアル通信規格で、高機能なセンサーや周辺機器に接続して、複雑な制御を行うことができる。この機能を再現できれば、高度なシステムの開発のエミュレートも可能になると考えられる。

参考文献

- [1] Massimo Banzi (著)、船田 巧 (翻訳) : "Arduinoをはじめよう 第2版"、オライリージャパン(2012)
- [2] クリス・アンダーソン (著)、関美和 (翻訳) : "MAKERS—21世紀の産業革命が始まる"、オライリージャパン(2012)
- [3] Matt Richardson (著)、がじえぴん (翻訳) : "Intel Galileoをはじめよう"、オライリージャパン(2014)
- [4] Processingプロジェクト公式サイト
<https://processing.org/>

List 1

```
import net.triring.emduino.device.digital.*;

int LED13 = 13; // Arduino: Uno

void setup() { //一番最初に呼ばれる関数
    initComponents();
    pinMode(LED13、 OUTPUT); // Arduino: Uno
}

void loop() { //1 秒間隔で点滅を繰り返す
    digitalWrite(LED13、 HIGH); delay(1000);
    digitalWrite(LED13、 LOW ); delay(1000);
}

void draw() {
    // ここで、無限ループを繰り返す。
    loop();
}
// デジタル出力
void digitalWrite(int outPin、 int value) {
    switch (outPin) {
        case 13 : arduino13.setState(value);
            break;
    }
}
// ms 単位で指定された時間だけ停止する。
void delay(long t_ms) {
    try {
        Thread.sleep(t_ms); // ミリ秒単位の停止
    } catch (InterruptedException e) {
    }
}
// 互換性のためのダミー関数
void pinMode(int pin、 int mode) {
    print("pin = " + pin + "、 mode = " +
mode);
}

// パーツの初期化
private void initComponents() {
    // digital
    arduino13 = new Arduino(
        4、 24、 13、
        "controller_arduino_uno_r3");
}
// 変数、クラスの宣言
private static final int HIGH = 0x1;
private static final int LOW = 0x0;
private static final int INPUT = 0x0;
private static final int OUTPUT = 0x1;

private Arduino arduino13;
```

有限要素法によるき裂先端の応力解析

Finite Element Analysis of Crack

永山則之・児子英之・常定 健

Noriyuki NAGAYAMA, Hideyuki NIGO and Takeshi TUNESADA

キーワード 有限要素法 / き裂
KEY WORDS Finite Element Method / Crack

1 はじめに

国内に資源が乏しく、エネルギーの大部分を海外の化石燃料に依存している日本にとって、新エネルギーを普及させることは急務である。

将来的に化石燃料が枯渇する危険性、近年の地球温暖化等のエネルギーを巡る問題が深刻化する中で、将来的なエネルギーとして水素の利活用が注目されている¹⁾。

そこで、本報告では水素タンクを想定し有限要素法を用いて疲労き裂進展特性のシミュレーションを行ったのでその結果について報告する。

2 有限要素法によるき裂進展の解析

有限要素解析には、MSC/Marc2014を使用した。図1にタンクのモデルを示す。Marcの材料ライブラリの積層複合材料機能を使ってタンク材料をモデル化した。タンクの大きさは、直径400mm、長さ500mmとした。

積層された複合材料の各層はシェル要素を用い、タンクの長手方向を 0° として、各層の重ね角が図2に示す角度に積層された5種類のモデルと、等方性モデルの計6モデルとした。各層は直交異方性材料を仮定し、強化方向のヤング率 $E_1=100\text{GPa}$ とし、それに垂直な方向のヤング率は E_1 の1/10、 $E_2=E_3=10\text{GPa}$ に設定した。等方性モデルでは、 $E_1=E_2=E_3=10\text{GPa}$ とした。積層した合計の板厚は25mmとした。図1には初期き裂の位置も示している。き裂はタンク中央に位置し、長手方向に対し 45° 、長さ17.5mmである。

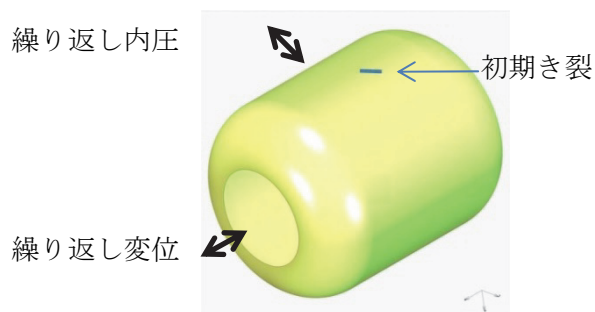


図1 タンクのモデル

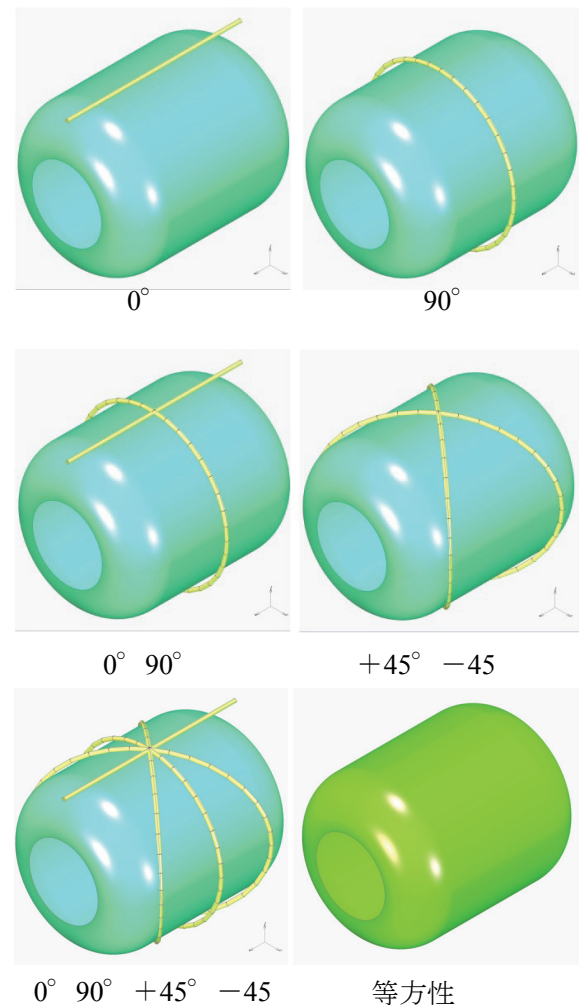


図2 重ね角の方向

内面に繰り返し内圧と端面に繰り返し変位が付加される場合に、方向の違いによるき裂進展方向の違いについてシミュレーションを行った。繰り返し内圧は振幅10MPaのsin波、繰り返し変位は初期変位2.5mmを与え、その後、振幅1.25mmのsin波として与えた。

き裂進展の解析には、MSC/Marc2014が持つ破壊力学のモデルと自動リメッシングの機能を使用した²⁾。

3 解析結果

図3、4に解析結果を示す。図3は図2と同じ方向から見た図、図4はき裂進展がわかりやすいようにき裂を真上から見た図である。図中の黄色が応力の高い個所で、青色が低い個所である。タンク中央付近の黄色箇所がき裂先端となっている。

重ね角が 0° の場合、き裂は長手方向に進展し、 90° では円周方向に進展している。 0° 90° では円周方向に進展し、 $+45^\circ$ -45° では斜め方向に進展している。 0° 90° $+45^\circ$ -45° は、斜め方向に進展しており、等方性では、長手方向に進展している。

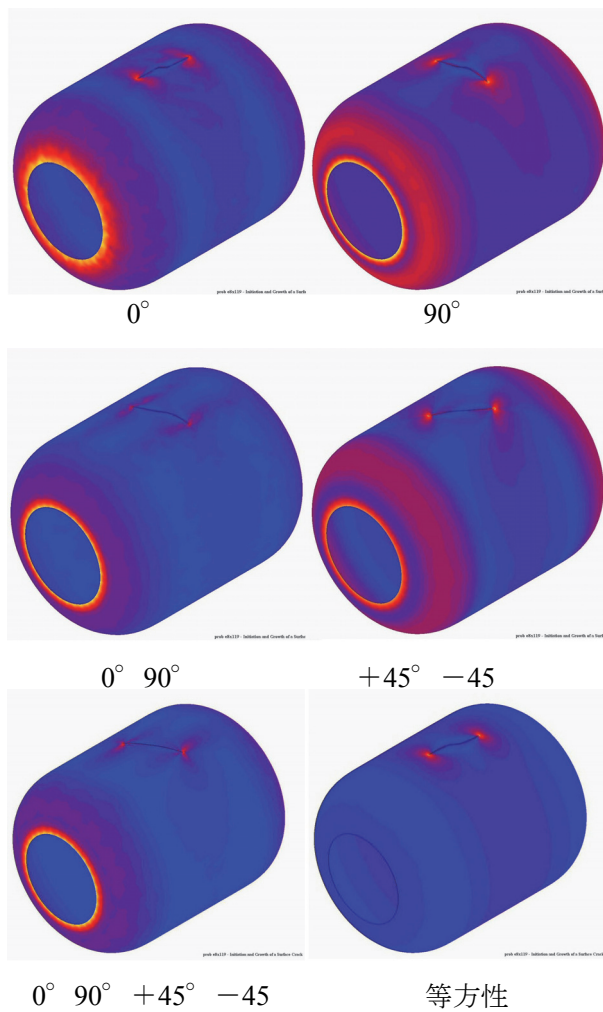


図3 応力分布（斜めから見た図）

4 まとめ

積層複合材料のタンクが繰り返し内圧と繰り返し変位を受ける場合、強化方向の違いによるき裂進展方向の違いを有限要素法でシミュレーションした結果、強化方向の違いによりき裂進展方向に違いがあることがシミュレーションでできた。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁ホームページ
<http://www.enecho.meti.go.jp/>
- 2) Marc ユーザーズマニュアル、Volume A

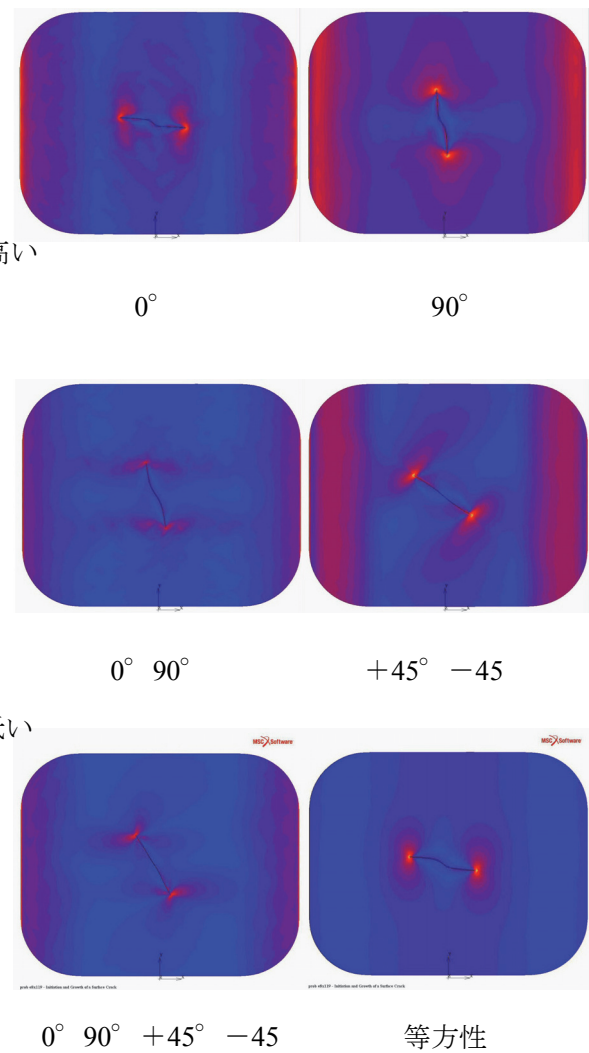


図4 応力分布（真上から見た図）

レーザーラマン顕微鏡によるポリプロピレンの配向評価

Evaluation of Polypropylene Orientation by Laser Raman Microscope

川野道則・中西亮太

Michinori KAWANO and Ryota NAKANISHI

キーワード ポリプロピレン / ラマン分光 / 複屈折 / X線回折
KEY WORDS Polypropylene / Raman Spectroscopy / Birefringence / X-ray Diffraction

1 はじめに

結晶性高分子は、成形の際の熔融状態での流動や、非熔融状態で行われる延伸加工などによって配向が起こることが知られている¹⁾。表1にその評価方法の例を示すが、その中でレーザーラマン分光法は、レーザー光源、検出器、レーザース散乱除去フィルターなどの発達により測定が容易になり、ポリオレフィンの結晶化度³⁾、ポリエステル繊維の配向⁴⁾、また、マッピング測定によるウエルド部の配向分布の評価も行われている⁵⁾。

ここでは、配向状態の異なる無着色ポリプロピレンフィルムを用い、一般的に用いられている複屈折法、X線回折法と比較することで、レーザーラマン顕微鏡の配向評価への適用について検討を行った。

2 実験方法

配向状態の異なる高分子試料として、ポリプロピレンをTダイから押し出して巻き取った未延伸フィルムと、所定の引き伸ばし比率になるように送り出し速度と引き取り速度を設定して延伸加工を施した一軸延伸フィルムを用いた。

偏光顕微鏡は、ライカ製DMLPを用いた。レター

レーション R は、546 nm 整色フィルターを用いた光源でベレックコンペンセータを用いて測定した。フィルムの厚さ d は、キーエンス製デジタルマイクロスコープVHX-500で測定した。複屈折度 Δn は、式(1)から求めた⁶⁾。

$$\Delta n = R/d \quad \dots (1)$$

広角X線回折の測定は、リガク製SmartLabを用い、X線源はCu $K\alpha$ モノクロを使用し集中法で行った。

レーザーラマン顕微鏡は、ナノフォトン製RAMAN-11を用い、532 nmレーザーを入射光として測定を行った。

3 結果

偏光顕微鏡での観察結果について、図1に各試料の画像を、図2に厚さとレターレーションの測定結果を各々示す。レターレーションにより干渉色が変わるが、延伸倍率が大きくなるほど不均一であることがわかった。図3には、延伸倍率と複屈折度の関係を示すが、良好な相関関係が見られた。ただし複屈折法には、レターレーションと厚さを測定する必要があるため労力を要すること、複屈

表 1 各種配向評価方法とその特徴²⁾

方法	特性づけられる構造部分	配向パラメーター <cos ² ϕ >	理論の限界	実験の限界
複屈折	平均した集合計の異方性、高い分極率グループ(ベンゼン、C=Oなどに重率をおく)	二次	分極率に加成性を仮定、各結合の分極率値に不確実性あり、形態複屈折も寄与する可能性あり	透明試料を必要とする。または切片作製を必要とする
X線回折	結晶領域：特定の結晶反射面法線方向(逆格子ベクトル)に限定	完全な配向解析—いかなる開口関数も計算できる		バックグラウンド散乱を評価しがたい
赤外二色性	分子中の特性バンドを与える特定結合方向、結晶、非晶鎖の分離ができる	二次	通常、双極子能率変化が結合方向に対応すると仮定する—これは必ずしも正しくない。吸収バンドの帰属の正確さに依存	薄い試料が必要、吸収の重なりとベースラインの決定とに問題がある
レーザーラマン分光	分子の結合方向：結晶、非晶域、構造の部分に特性的	二次および四次(高分解能ラマンはより高次モメントまで)	分極率変化を分子内の方向に関係づけることは、結合方向と直接関連させるほど単純ではない	透明試料で、けい光がほとんどないことが必要
広幅NMR	凝集特性、具合のよいときは結晶と非晶域とを区別できる。分子の一部、核間ベクトルを決定する	二次、四次、および六次、八次	構造の知見が明確で、磁気核の位置についてモデルを組めること	集合特性になると磁気異方性が必ずしも十分に大きくない
偏光けい光	染料分子が非照域に選択的に入るとすると、非晶鎖の凝集特性がわかる	二次および四次	けい光の主軸を分子鎖の軸方向に関係づける点に問題あり	高分子自体がけい光を示すか、けい光性分子で染着することが必要

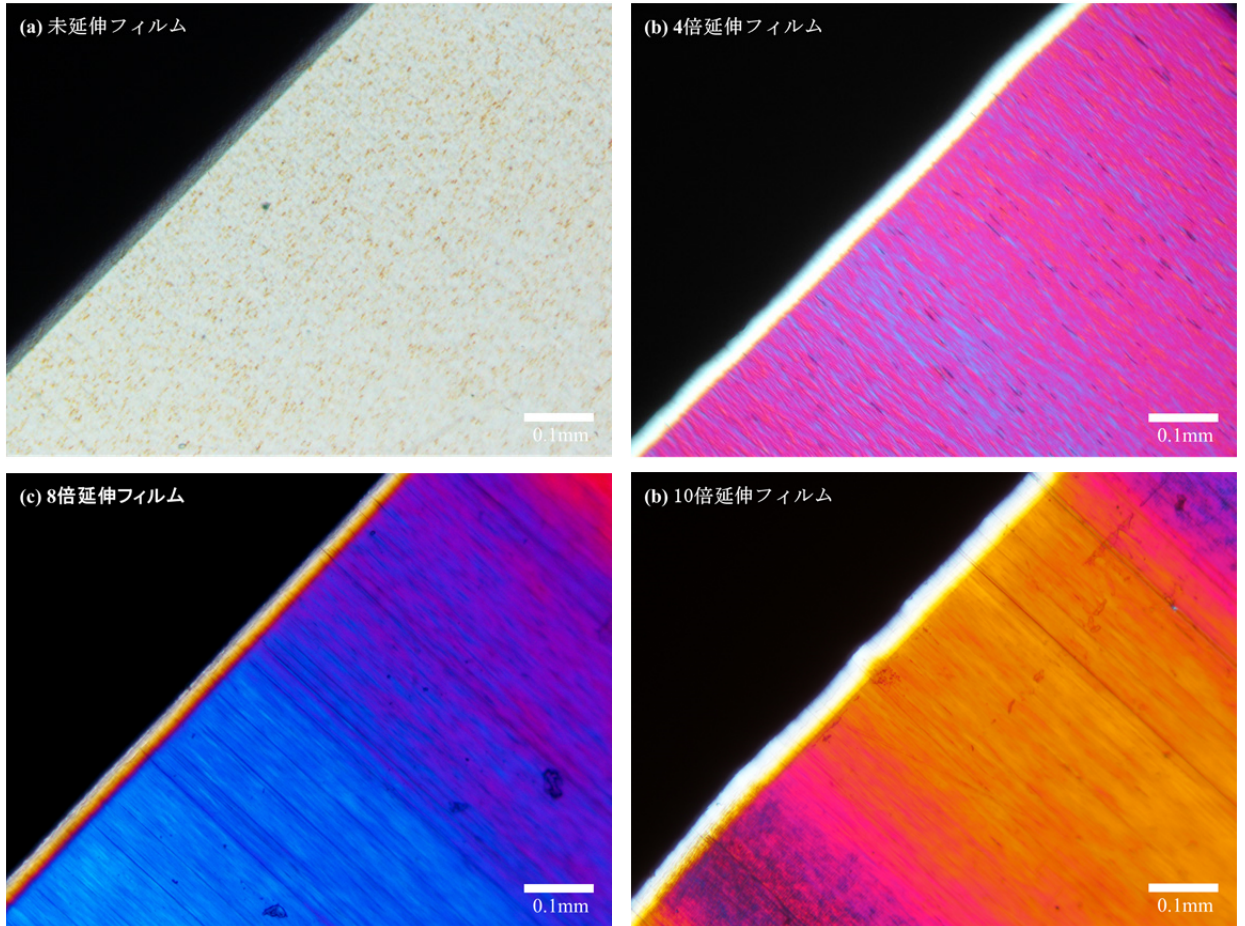


図1 ポリプロピレンフィルムの偏光顕微鏡画像

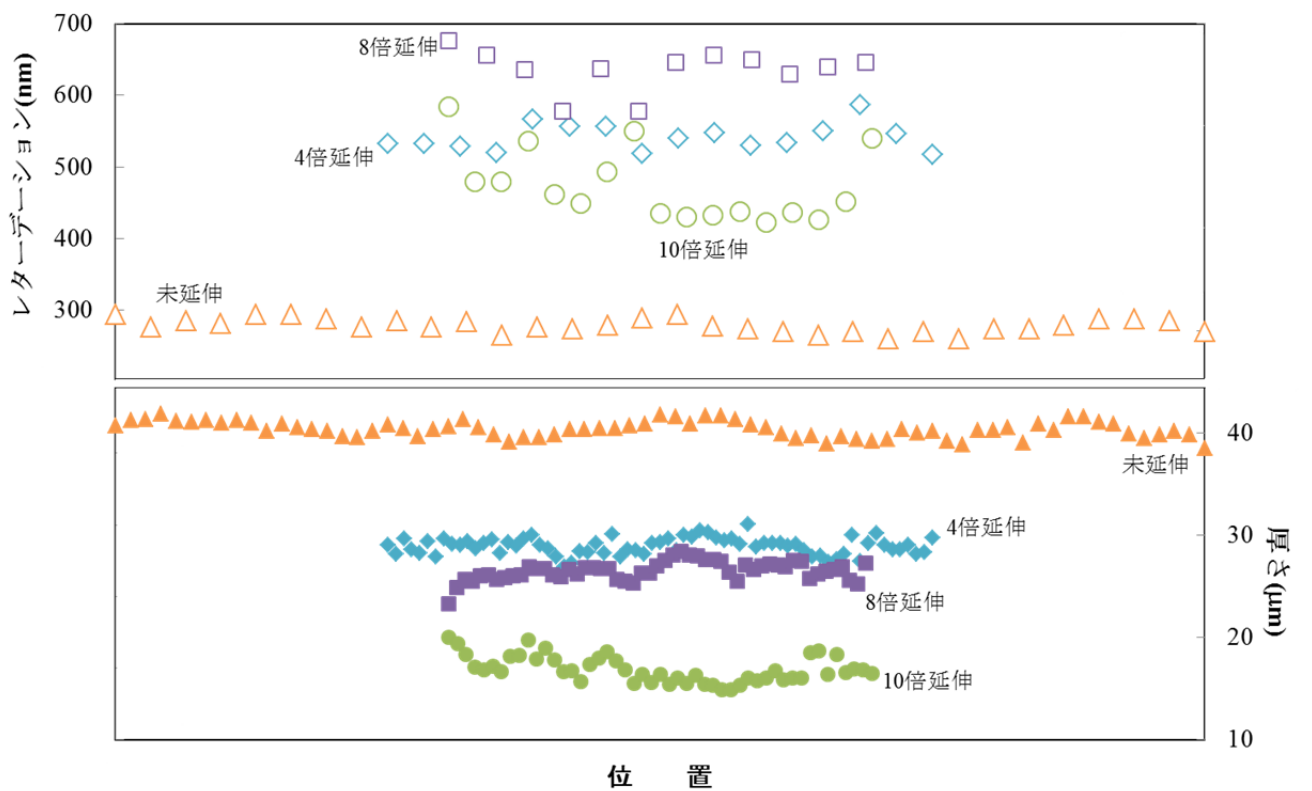


図2 レターデーションと厚さの分布

折度の計算は式(1)に示すとおり厚さが分母であるため薄い試料ほど測定誤差の影響が大きくなることなどの難点がある。

形態に関する情報として、図4に直交ニコル下鋭敏色検板を用いて観察した未延伸フィルムの画像、

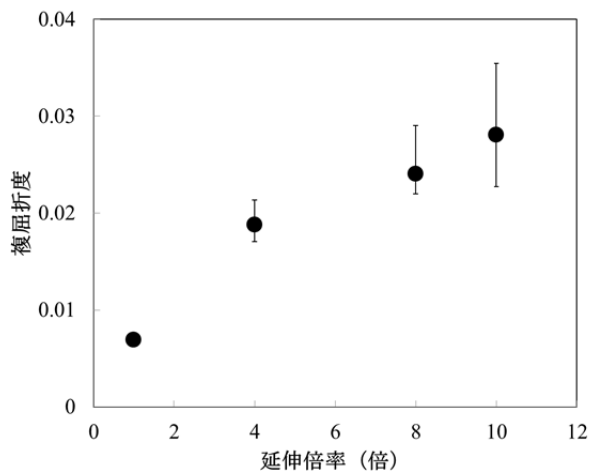


図 3 延伸倍率と複屈折度

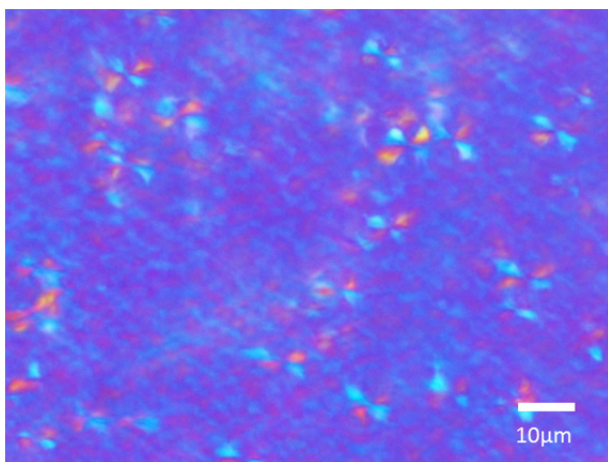


図 4 未延伸フィルムの偏光顕微鏡画像

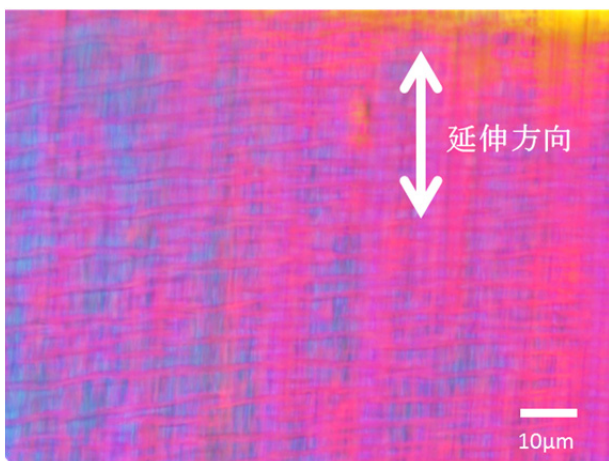


図 5 10倍延伸フィルムの偏光顕微鏡画像

図5に直交ニコル下で観察した10倍延伸フィルムの画像を示す。未延伸フィルムには10 μm程度の球晶が、10倍延伸フィルムには高次構造に起因すると思われる形態が確認できた。

次に図6に広角X線回折パターンを示す。簡易な評価方法として、(040)面反射強度 $I(040)$ と(110)面反射強度 $I(110)$ の比、 $I(040)/I(110)$ ⁷⁾を用いて比較した(図7)。未延伸フィルムは大きく外れたが、延伸したフィルムについては相関が見られた。

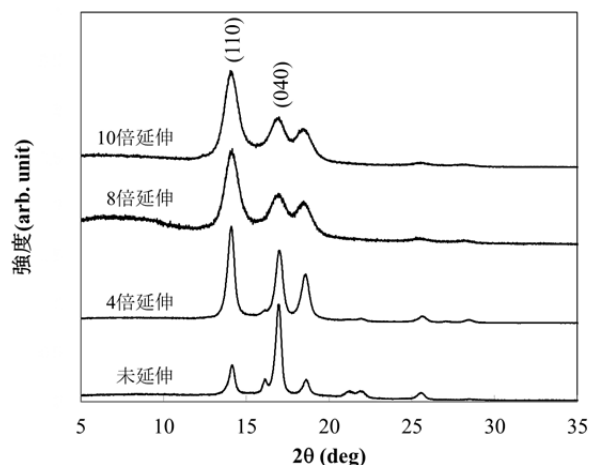


図 6 広角 X 線回折パターン

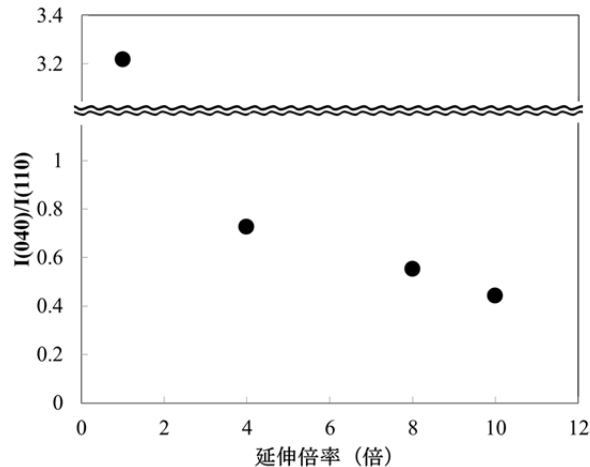


図 7 X 線回折比強度

最後に、レーザーラマン顕微鏡での結果について示す。図8に各延伸倍率でのラマンスペクトルを示すが、2900 cm^{-1} 付近で延伸による大きい変化が見られた。2700~3000 cm^{-1} を詳しく観察したところ(図9)、応力によるものと思われるピークのシフト⁸⁾もみられるが、2960 cm^{-1} 付近での強度 I_{2960} が大きく変化することがわかった。変化が小さい I_{2885} を内部標準とし、延伸倍率に対する比強度 I_{2960}/I_{2885} を図10示すが、良好な相関がみられた。

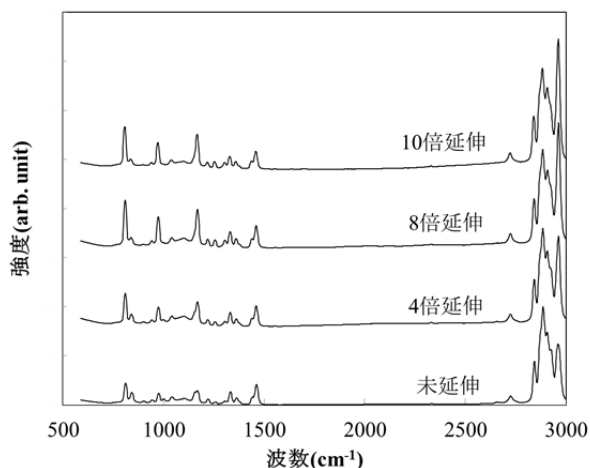


図 8 ラマンスペクトル

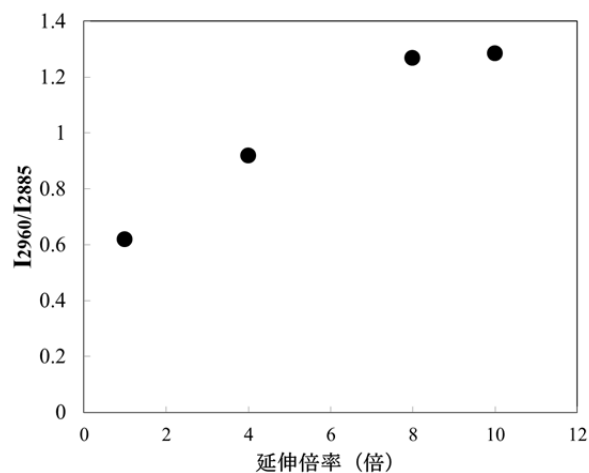


図 10 延伸倍率とラマン散乱比強度

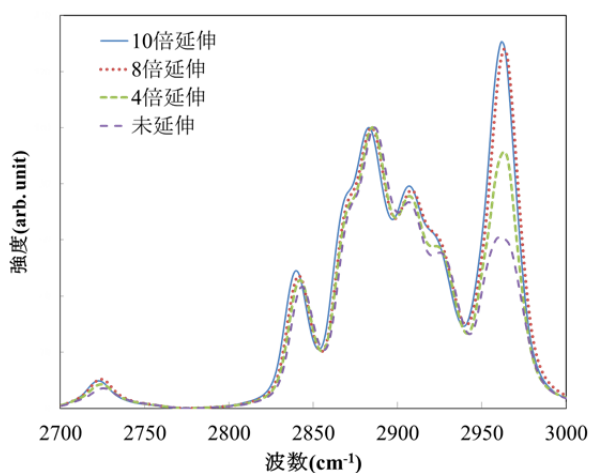


図 9 ラマンスペクトル (拡大)

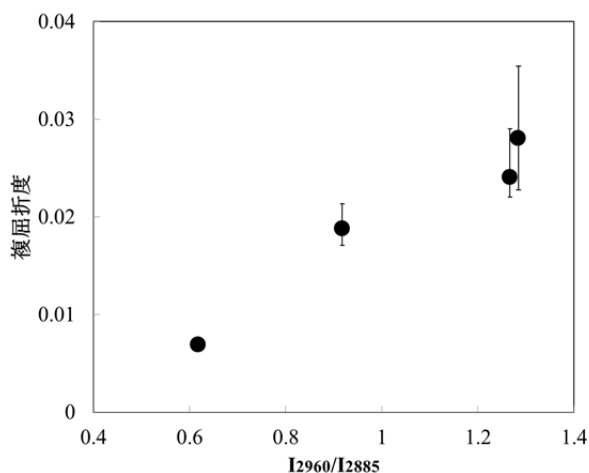


図 11 ラマン散乱比強度と複屈折度

ラマン分光法を複屈折法と比較するため、図11にラマン散乱比強度 I_{2960}/I_{2885} に対する複屈折度を示す。複屈折法とラマン分光法については、ポリエステル繊維で相関性が高いことが報告されている⁴⁾が、ポリプロピレンフィルムにおいても確認できた。

まとめ

レーザーラマン顕微鏡は、ポリプロピレンフィルムの配向に関して、複屈折法に近い評価方法として利用可能であることが確認できた。ラマン分光法は添加剤などの蛍光による妨害を受ける場合もあるが、厚さ測定が必要な複屈折法に比べ、測定が容易で測定誤差が小さいことが利点である。

謝 辞

ポリプロピレンフィルムサンプルをご提供いただきました萩原工業株式会社に感謝いたします。

参考文献

- 1) たとえば、山本雄三, 森下貞夫, 木下茂武: 繊維学会誌, 35, T181(1979)や野末佳伸, 桜井孝至, 笠原達也, 山口登: 高分子論文集, 66, 527(2009) など
- 2) 高分子学会高分子実験学編集委員会編: "高分子実験学 第1巻 高分子実験学総論", 共立出版(1979) p196
- 3) 松川公洋, 井上弘: 科学と工業, 65, 355(1991)
- 4) 寺田堂彦, 河原豊, 岩本正治, 鞠谷雄士: 繊維学会誌, 58, 342(2002)
- 5) 山田浩二, 泊清隆: 成形加工, 21, 76 (2009)
- 6) 粟屋 裕 著: 高分子素材の偏光顕微鏡入門", アグネ技術センター(2001) P75
- 7) 藤山光美: 成形加工, 3, 485(1991)
- 8) 村上昌孝: 東レリサーチセンター The TRC News, 120, 15(2015)

中間周波数帯電磁ノイズによる影響の調査

Survey of Affects Caused by Intermediate Frequency Electromagnetic Noise

渡辺哲史

Tetsushi WATANABE

キーワード 電磁両立性 / 電磁妨害 / イミュニティ / 電磁波の人体影響 / 人体埋め込み機器
KEY WORDS Electromagnetic compatibility (EMC) / Electromagnetic interference (EMI) / Immunity / Effects of radio waves on human body / Implanted medical devices

1 はじめに

近年、省電力への関心が高まるにつれ、電力制御にインバーター等が多用されるようになってきている。インバーター等による電力制御は従来の抵抗式の制御に対して電力効率は高いがスイッチングノイズを発生するという問題点を持っている。このインバーター機器等の増加によって従来はあまり問題とされてこなかった30MHz以下の電磁ノイズによる障害についての障害が懸念されている。

2 目的

中間周波数帯(10k-150kHz)でのシールド技術の必要性を確認するため、この周波数帯における電磁ノイズによる障害事例および規制の状況を調査する。

3 人体に対する影響

まず検討すべき点として、人体に対する安全性が挙げられる。生体影響としてははっきりわかっているものは熱的作用と刺激作用があり、低周波では主として刺激作用が中心である。このための防護レベルは、国際的な機関における疫学的な調査が行われ、国内では1990年に総務省の電気通信技術審議会が出した「電波利用における人体の防護指針」¹⁾で規定される。この指針では、図1に示す電界および磁界の強度が挙げられている。この規制レベルは一般的な環境で生じるものよりはるかに高いレベルであるが、電流が流れる線路の近傍では局所的に大きな磁界となるため、大電流が流れる近傍では超える可能性がある。さらに、2014年には近年の研究成果を反映させる必要性から「電波防護指針の在り方」のうち「低周波領域(10kHz以上10MHz以下)における電波防護指針の在り方」²⁾が出された。

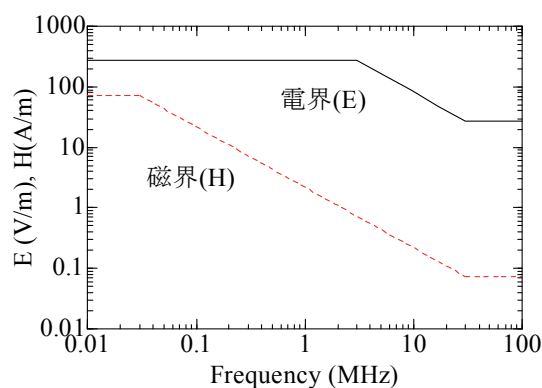


図1 一般環境における電界・磁界強度指針値

現在、電気自動車の非接触充電やリニアモーターカーの開発などに際しては、この基準に基づいて安全性が評価されている。

また、生命に危険を及ぼすものとして、体内埋め込み機器に対する影響も検討された。その結果、2013年に厚生労働省より電気自動車用の急速充電器が心臓ペースメーカー等に影響を与えることが確認され、急速充電器等には注意喚起を示すように指示が出された³⁾。

4 一般電子機器に対する影響

従来、電子機器等からの電磁ノイズは無線通信への障害を考慮して規制が行われてきた。今回調査対象とした150kHz以下の周波数はごく特殊な通信以外には使われていない周波数であったため、この周波数帯における電磁ノイズの発生について注目されず、ほとんど規制が行われてこなかった。

しかし、インバーター等のノイズ発生源が多く使用されるように至って、その影響も現れてきた。調査した結果、表1に示すような電子機器に対する障害発生事例が確認できた^{4,5)}。

表1の中で干渉源として挙げられているものは、(1)以外はインバーター等の電力制御が原因

となっており、これらのものが干渉源の中心であると言える。表1中の(8)は企業からの相談事例であり、これは機器自身の発生するノイズで自分自身が影響を受ける「自家中毒」と呼ばれる症例である。

このような中間周波帯のノイズによる障害事例を受けて、この周波数帯のノイズ規制を行おうという機運が高まり、IEC SC77A/WG8において規制レベルについて議論が行われている⁵⁾。この規制に対しては、ノイズ対策のコスト負担を巡って電力供給業者と装置メーカーとの間で駆け引きが繰り返されており、現実的に規制が開始されるまでにはまだしばらく時間がかかりそうな模様である。しかし、市場での問題について、各企業は待ったなしの対応を迫られており、低コストでの対策技術の確立は喫緊の課題となっている。

5 結論

中間周波数帯(10k-150kHz)の電磁ノイズに関しては人体影響については既に検討が行われ、規制が実質的に機能していることが確認できた。一方、電子機器に対する影響では、問題が生じていることについて認識はされているが、実際の規制に向けた議論が始まったところであるということが確認できた。今後は、この規制レベルに電磁ノイズを抑えるために必要となる計測・評価技術の確立および、対策手法の

効果を推定して、コストパフォーマンスの優れた対策手法を選択できるような提案ができるように研究を行っていく予定である。

参考文献

- 1) “電波利用における人体の防護指針”，電気通信技術審議会答申 諮問第38号(1990)
<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/material/download/guide38.pdf>
- 2) “「電波防護指針の在り方」のうち「低周波領域（10kHz以上10MHz以下）における電波防護指針の在り方」”，情報通信審議会答申 諮問第2035号(2014)
<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/material/download/guide2035.pdf>
- 3) “電気自動車の充電器による植込み型心臓ペースメーカー等への影響に係る使用上の注意の改訂について”，厚生労働省 医薬品・医療機器等安全性情報302号(2013)
http://www1.mhlw.go.jp/kinkyu/iyaku_j/iyaku_j/anzenseijyouhou/302-2.pdf
- 4) 徳田正満：“スマートグリッドのEMCに関する標準化動向”，第25回電気・電子機器のEMCワークショップ資料，p.42(2013)
- 5) 吉岡康哉：“150kHz以下伝導ノイズ規制動向”，第26回電気・電子機器のEMCワークショップ資料(2014)

表1 中間周波数帯での電磁ノイズによる障害発生事例

No.	被干渉機器	干渉被害	干渉源	周波数
(1)	タッチ式調光ランプ	誤点灯	スマートメーター (PLC)	36k-95kHz
(2)	電話機	可聴雑音	ビデオデッキ, こたつ	数10kHz帯域
(3)	ADSLモデム	リンクダウン	DVDプレーヤー (電源ノイズ)	70kHz近傍
(4)	ビジネスホン	同期はずれ	無停電電源装置	9k-数MHz
(5)	ルータ	同期はずれ 通信断	インバーター電源, POS端末	40kHz, 50kHz, 70kHz
(6)	非接触磁気カードリーダー	カード読み取り不能	無停電電源装置	16kHz
(7)	携帯ラジオ	可聴雑音	汎用インバーター	12kHz
(8)	モーターインバーター	回転検出異常	モーターインバーター	数10kHz-数MHz

外部発表

誌上発表

1. 閉空間からの透過音のアクティブ制御

(日本機械学会論文集 80 巻 812 号 2014 年 4 月)

眞田 明、東山孝治*、田中信雄**、岩本宏之***

(*倉敷化工(株)、**首都大学東京、***成蹊大学)

—要旨—

軽量かつ高い防音性能を実現する能動制御型防音ボックスの開発を目指し、その制御方法について計算と実験により検討した。単純モデルとして、閉空間の上面のみが弾性板で構成された内部に騒音源を含むボックスを想定し、パネルの振動制御を行った際の外部への透過音響パワーを理論的に導出した。パネルの振動制御には、著者らがこれまでに提案した4つのアクチュエータを最適位置に配置し、フィードフォワード制御を行う方法を採用した。この結果、音源がボックス中央にない場合、パネルの偶数次モードが影響して制御効果が低下するが、これまでの制御方法に加え、フィードバック制御を併用することで、制御効果を改善できることを明らかにした。

2. 米麴を用いたそやし水製造における微生物の遷移と特徴

(日本醸造協会誌 109 巻 5 号 2014 年 5 月)

伊藤一成、相澤ゆかり、辻麻衣子*、三宅剛史

(*株)辻本店)

—要旨—

米麴を用いたそやし水の製造では、前半は菩提もとのそやし工程とよく似ており、乳酸菌に必要最小限の糖を供給し先行増殖させ、速やかに酸性環境にして、細菌を減少させていた。そしてその後、酸性環境下で例えば *Lc. lactis* から *Leu. citreum* へ主要菌叢の遷移が起こり、後半の乳酸生成を *Leu. citreum* が担うことでさらなる乳酸の蓄積を可能にしていた。これを達成するためには、米麴に存在する乳酸菌種を確認しておく必要がある。また、米麴に多い野性酵母の活動を最小限に抑えておくために、糖分を供給しすぎないように米麴の仕込み配合などを確認しておく必要もある。これらの条件が適合できれば、米麴を用いたそやし水の製造技術は、一般的に広く適応可能な有用技術になり得ると考えられた。

3. 超パルスレーザー照射によるアルミニウム合金表面の超親水化

(レーザー加工学会誌 21 巻 2 号 2014 年 6 月)

水戸岡豊、遠藤正憲*、金谷輝人**

(*日本軽金属(株)、**岡山理科大学)

—要旨—

短パルスレーザー照射によるアルミニウム合金表面の超親水化について研究した。レーザー照射によって、合金表面の純水に対する接触角は、 98° から 10° 以下まで低下した。レーザー照射エリア表面は、基材と同等の化学状態の微粒子層で覆われていることが確認された。これらの結果より、短パルスレーザー照射による超親水化は、微粒子生成に伴う表面積の増大によって生じていると推測される。

4. PP/エラストマー/球状フィラー複合材料の衝撃強度におよぼす温度の影響

(プラスチック成形加工学会誌 26 巻 6 号 2014 年 6 月)

日笠茂樹

—要旨—

PP/エラストマー/フィラー複合材料に関して、温度を変化させて衝撃試験を行った。エラストマーとして SEBS を、フィラーとしてサブミクロンサイズの SiO_2 を用いた。低温の脆性破壊時には、フィラー添加は衝撃強度をわずかに向上させた。一方、高温の延性破壊時には、フィラー添加は衝撃強度を大きく向上させた。これは、高温時にはフィラーの添加によって、材料破壊時の延性がより大きくなるからであった。

5. ポリプロピレン複合材料の力学特性に関するフィラー添加の影響

(高分子論文集 71 巻 6 号 2014 年 6 月)

日笠茂樹、甲加晃一

—要旨—

ポリプロピレン/エラストマー/フィラー 3 元複合材料に関して、エラストマー変量にて衝撃破壊挙動を脆性から延性へとコントロールし、その各々においてフィラー添加が力学特性に及ぼす影響を総合的に検討した。エラストマーとして SEBS を、フィラーとして、平均粒子径 0.12 から 20 μm の CaCO_3 を用いた。

衝撃強度に関しては特異な挙動が見られた。ポリマーが明らかに脆性破壊を起こす場合、ほとんどのフィラーが衝撃強度を向上させた。ポリマーが延性破壊を起こす場合、粒子径 3.0 μm 以上のフィラーは衝撃強度を低下させ、粒子径 2.5 μm 以下のフィラーは衝撃強度を向上させた。また、ポリマーが延性破壊を起こすときに衝撃強度を低下させるサイズのフィラーは、衝撃強度を向上させるサイズのフィラーよりもやや低い引張降伏応力を与えた。

このような複合材料の破壊挙動は、ポリマーの破壊形態の脆性/延性とフィラー粒子径の双方に大きく影響され、その要因は、破壊時にポリマー/フィラー界面剥離に起因するボイド形成であった。

6. PP/SEBS/SiO₂ 複合材料の分子運動性が衝撃特性に及ぼす影響

(成形加工 26 巻 12 号 2014 年 12 月)

岩薮 仁、日笠茂樹

—要旨—

エラストマーおよびサブミクロンサイズのシリカを添加したポリプロピレン (PP) 系複合材料にパルス法 NMR による評価を適用し、マトリックスの分子運動性とシャルピー衝撃強度との関係について検討を行った。エラストマー添加および温度による分子運動性の変化、さらに、シリカ添加によるマトリックスの分子運動性の変化を調査することにより、マトリックスの分子運動性とシャルピー衝撃強度との間に密接な関係があること、およびマトリックスが特定の分子運動にあるときにシリカ添加によって衝撃強度向上が発現することを見出した。

7. Active control of sound transmission through a rectangular panel using point-force actuators and piezoelectric film sensors

(The Journal of the Acoustical Society of America 137 巻 1 号 2015 年 1 月)

眞田 明、東山孝治*、田中信雄**

(*倉敷化工(株)、**首都大学東京)

—要旨—

パネルを透過する音は、入射した音がパネルを振動させ、その振動により、反対側に音が再放射されることで発生する。このため、パネルの振動を、能動制御を用いてアクティブにコントロールすることで、透過音を抑制することが可能である。しかしながら、その効果は、アクチュエータの配置や透過音のセンシング方法によって大きく変化することが知られており、制御効果を得るためには、適切な方法を選択する必要がある。これまでに著者らは、パネルの振動モード間の連成により透過音が減少する現象に着目したアクチュエータ配置法を提案した。本論文では、透過音のセンシング方法について、同じ現象に着目して、二次曲線でシェイピングした圧電フィルムを最適位置に配置する方法を新たに提案した。これらのアクチュエーション法とセンシング方法を組み合わせた際の効果について、計算によるシミュレーションと実験を行い、その有効について示した。

8. 拭き取りクロスによる付着微生物の除去挙動

(日本防菌防黴学会誌 43 巻 1 号 2015 年 1 月)

松本侑子、高橋和宏、浦野博水

—要旨—

ポリエチレンテレフタレート平板表面に付着したシュードモナス・フルオレッセンスの拭き取りクロス（クロス）を用いた拭き取りによる除去挙動を電子顕微鏡観察およびオプトデジタルマイクロスコープ観察により調べた。乾式拭き取りでは付着菌体は除去されなかった。湿式拭き取りでは付着菌体の 99.8%が除去された。クロスの菌付着部の面積は、拭き取り面積の増加につれ増加した。湿式拭き取り後のクロスの断面観察により、菌体の付着はクロス内部に及んでいることが確認された。10 枚の被洗浄体を拭き取った場合、菌体は拭き取り面の反対側の面にも観察された。

9. ポリプロピレン/炭酸カルシウム複合材料の疲労特性に及ぼす粒子径の影響

(高分子論文集 72 巻 2 号 2015 年 2 月)

甲加晃一、日笠茂樹

—要旨—

ポリプロピレン(PP)/炭酸カルシウム(CaCO_3)複合材料に関して、 CaCO_3 の粒子径を 20, 6, 3, 0.9 および $0.12 \mu\text{m}$ に変化させた場合の疲労特性を検討し、以下の結果を得た。PP/ CaCO_3 複合材料の疲労特性は、PP/ CaCO_3 界面が未接着であれば、PP 単体よりも低かった。また、大きな粒子径は、PP/ CaCO_3 複合材料の疲労特性をより低下させた。

10. Fabrication of calcium phosphate nanoparticles in a continuous flow tube reactor

(Journal of the Ceramic Society of Japan 123 巻 3 号 2015 年 3 月)

藤井英司、川端浩二、城崎由紀*、早川 聡**、尾坂明義**

(*九州工業大学、**岡山大学)

—要旨—

連続流通式チューブ型リアクターを用いて、生体親和性を有する無機材料であるリン酸カルシウム粒子の合成を行った。この合成手法は、反応に必要な溶液同士の混合状態を精密に制御できるので、多くの結晶相を有するリン酸カルシウムの合成には適している。カルシウムとリンの濃度は一定にし、反応温度、反応時 pH を変えることにより、析出するリン酸カルシウムの結晶相が異なり、さらに、粒子形態も変化することを明らかとした。合成条件を変えるだけで、シート状粒子、球状粒子やロッド状粒子を作製することができた。

11. 次亜塩素酸による EPDM の劣化に関する研究(第 3 報) 表面劣化層の形成
がカーボンブラック充填 EPDM 架橋物の強度に及ぼす影響

(日本ゴム協会誌 88 巻 3 号 2015 年 3 月)

岩路 仁、石田拓也、福崎智司*

(*三重大学)

—要旨—

EPDM 表面には非解離型 HOCl による劣化の進行に伴って、塩素拡散層、酸素拡散層、および硬化層が形成される。本研究では、劣化した表面層が EPDM の引張強度に及ぼす影響について検討を加えた。その結果、塩素拡散層による引張強度の低下は小さいこと、酸素拡散層が試験片の切欠きとして働き、引張強度を低下させること、硬化層は未伸長でもクラックが見られるものの試験片の切欠きとして作用しないこと、などを明らかにした。

口 頭 発 表

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
1	アルミニウム合金の電解研磨と表面微細構造	○ 村上 浩二 永田 教人 ¹ 金谷 輝人 ² 日野 実 ³	軽金属学会第126回 春期大会	H26.5.17
2	Analysis on Equivalent Current Source of AES-128 Circuit for HD Power Model Verification	○ 五百旗頭 健吾 ⁴ 前島 一仁 ⁴ 籠谷 裕人 ⁴ 野上 保之 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴ 渡辺 哲史	2014 International Symposium on Electromagnetic Compatibility	H26.5.14
3	Guard Trace with Periodic Structure for Reducing Common-mode Radiation and Maintaining Signal Integrity	○ 寺井 優帆 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴ 五百旗頭 健吾 ⁴ 渡辺 哲史	2014 International Symposium on Electromagnetic Compatibility	H26.5.15
4	アルミニウム合金における無電解Ni-Pめっき皮膜の密着性に及ぼす亜鉛置換液の影響	○ 永田 教人 ² 金谷 輝人 ² 山西 琢磨 ¹ 井端 千恵 ¹ 村上 浩二 日野 実 ³	軽金属学会 第126回春期大会	H26.5.17
5	マグネシウム合金のリン酸塩陽極酸化処理とその防食機構	○ 村上 浩二 相良 伸幸 ⁵ 日野 実 ³ 金谷 輝人 ²	軽金属学会 第126回春期大会	H26.5.18
6	カーボン強化マグネシウム合金(UH合金)の開発とその特性について	○ 橋本 嘉昭 ⁶ 内山 光 ⁶ 村上 浩二 水戸岡 豊 日野 実 ³ 金谷 輝人 ²	軽金属学会 第126回春期大会	H26.5.18
7	レーザー照射によるマグネシウム合金スクラップのリサイクル	○ 橋本 嘉昭 ⁶ 内山 光 ⁶ 水戸岡 豊 甲加 晃一 村上 浩二 日野 実 ³	軽金属学会 第126回春期大会	H26.5.18
8	マグネシウム製電子機器筐体のレーザーハイブリッド処理	○ 西本 克治 ⁷ 水戸岡 豊 村上 浩二 日野 実 ³	軽金属学会 第126回春期大会	H26.5.18
9	マグネシウム合金のトライボコーティングならびに着色技術、難燃マグネシウム合金への表面処理	○ 日野 実 ³ 相良 伸幸 ⁵ 村上 浩二 金谷 輝人 ²	軽金属学会 第126回春期大会	H26.5.18

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
10	NMRと多変量解析を用いたカーボンブラック充填ポリイソプレンゴムの解析	○ 奥下 慶子 ⁸ 加藤 淳 ⁹ 佐藤 美洋 ¹⁰ 中嶋 健 ¹¹ 甚野 史彦 ¹² 木村 憲仁 ¹³ 遠山 豊久 ¹³ 永田 員也 ¹⁴ 早田 大祐 ¹⁴ 岩薮 仁 浅野 敦志 ⁸	日本ゴム協会2014年年次大会	H26.5.20
11	次亜塩素酸によってEPDM表面に形成される劣化層の構造	○ 岩薮 仁 石田 拓也 福岡 智司 ¹⁵	日本ゴム協会2014年年次大会	H26.5.21
12	マトリックス相の衝撃破壊挙動ならびにフィラー粒子径がポリプロピレン系コンポジットの衝撃強度に及ぼす影響	○ 日笠 茂樹 甲加 晃一	第63回高分子学会年次大会	H26.5.29
13	カーボンブラック充填率の異なるポリイソプレゴム構造と運動性1：固体NMRと多変量解析	○ 奥下 慶子 ⁸ 加藤 淳 ⁹ 佐藤 美洋 ¹⁰ 中嶋 健 ¹¹ 甚野 史彦 ¹² 木村 憲仁 ¹³ 遠山 豊久 ¹³ 永田 員也 ¹⁴ 早田 大祐 ¹⁴ 岩薮 仁 浅野 敦志 ⁸	第63回高分子学会年次大会	H26.5.29
14	ノーマル・コモン両モード間のモード変換を考慮したコモンモードアンテナモデルによる不要電磁放射シミュレーション	○ 若槻 友里 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴ 五百旗頭 健吾 ⁴ 古賀 隆治 ⁴ 渡辺 哲史	電子情報通信学会エレクトロニクスシミュレーション研究会	H26.5.30
15	Development of UH magnesium alloy chip for forming thixo-mold	○ 日野 実 ³ 橋本 嘉昭 ⁶ 内山 光 ⁶ 水戸岡 豊 村上 浩二 金谷 輝人 ²	71st. Annual World Magnesium Conference	H26.6.1
16	塑性加工用金型への電子ビーム照射がPVD膜の密着性に与える影響	○ 中西 亮太 國次 真輔	第77回 熱処理技術協会 春季講演大会	H26.6.2
17	ポリプロピレン系コンポジットにおいて、マトリックス相の衝撃破壊挙動ならびにフィラー粒子径が耐衝撃性に及ぼす影響	○ 日笠 茂樹 甲加 晃一	第25回プラスチック成形加工学会年次大会	H26.6.4

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
18	改良型ステンレス鋼皮膜の耐食性と耐摩耗性に及ぼす溶射・レーザ照射複合処理の影響	○ 大島 祥吾 ¹⁶ 曾 珍素 ¹⁶ 峪田 宜明 ¹⁶ 佐古 さや香 ¹⁶ 恵良 秀則 ¹⁷ 大坪 文隆 ¹⁷ 嶋田 芳希 ¹⁷ 高山 健太 ¹⁷ 村岡 賢 黒田 聖治 ¹⁸ 林 泰弘 ¹⁹	日本溶射学会第99回全国講演大会	H26.6.4
19	知って納得！ 次亜塩素酸の上手な使い方	○ 浦野 博水 竹原 淳彦 高橋 和宏	FOOMA JAPAN 2014 国際食品工業展 アカデミックプラザ	H26.6.11
20	カーボン強化マグネシウム合金(UH合金)の開発とその特性について	○ 橋本 嘉昭 ⁶ 内山 光 ⁶ 村上 浩二 水戸岡 豊 日野 実 ³ 金谷 輝人 ²	第22回マグネシウム技術研究発表会	H26.6.16
21	レーザ光を利用した市中スクラップのリサイクルについて	○ 橋本 嘉昭 ⁶ 内山 光 ⁶ 水戸岡 豊 甲加 晃一 村上 浩二 日野 実 ³	第22回マグネシウム技術研究発表会	H26.6.16
22	特殊加工法を適用した微細医療部品の開発	○ 窪田 真一郎	第25回岡山新材料技術融合フォーラム	H26.6.19
23	内部等価電流源に基づくAES暗号回路の情報漏洩源としての挙動分析	○ 田井 伸拓 ⁴ 五百旗頭 健吾 ⁴ 籠谷 裕人 ⁴ 大西 紘之 ⁴ 前島 一仁 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴ 渡辺 哲史	電子情報通信学会環境電磁工学研究会	H26.6.20
24	知的財産と共同研究との関連性の評価	○ 河野 勇人	産学連携学会第12回大会	H26.6.26
25	ロープ染色による中白草木染色	○ 國藤 勝士 松本 侑子	日本繊維製品消費科学会2014年度年次大会	H26.6.28
26	工業用純アルミニウム基板上電解すずめっき膜の密着性とウィスカ発生	○ 村上 浩二 岡野 雅子 永田 教人 ¹ 日野 実 ³ 金谷 輝人 ²	軽金属学会中国四国支部第6回講演大会	H26.6.28
27	Al-Ge-Si系合金の析出硬化と微細組織に及ぼす熱処理条件の影響	○ 金谷 輝人 ² 中川 恵友 ² 福原 実 ² 村上 浩二 日野 実 ³	軽金属学会中国四国支部第6回講演大会	H26.6.28

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
28	木質系繊維素材を用いた成形体の冷温感特性	○ 國藤 勝士 光石 一太 ²⁰ 児子 陽子 ²⁰	日本繊維製品消費科学会2014年度年次大会	H26.6.29
29	DETERIORATION OF ELASTOMERIC GASKET BY HYPOCHLOROUS ACID	○ 福崎 智司 ¹⁵ 岩 露 仁 石田 拓也	International Congress on Marine Corrosion and Fouling 2014	H26.7.7
30	電源ケーブルからICへ侵入する外来妨害波の注入方法による比較	○ 前島 一仁 ⁴ 五百旗頭 健吾 ⁴ 渡辺 哲史 豊田 啓孝 ⁴	電子情報通信学会環境電磁工学研究会	H26.7.10
31	固体酸触媒を用いるナノ結晶セルロース調製法の開発	○ 小野 史彰 ²¹ 川端 浩二 藤井 英司 岡田 賢治 ²²	セルロース学会第21回年次大会	H26.7.17
32	ステアリン酸で表面処理したセルロース粉末の作製とその性質	○ 川端 浩二 藤井 英司 日笠 茂樹	セルロース学会第21回年次大会	H26.7.18
33	Investigation in Burst Pulse Injection Method for Fault Based Cryptanalysis	○ 五百旗頭 健吾 ⁴ 籠谷 裕人 ⁴ 野上 保之 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴ 渡辺 哲史	2014 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility	H26.8.5
34	Experimental Investigation of sound insulation property of active acoustic enclosure	○ 眞田 明 東山 孝治 ²³	The 12th International Conference on Motion and Vibration	H26.8.6
35	公設試ラウンドロビンテストでわかったDLC膜の正体	○ 國次 真輔	表面技術協会 高機能トライボ表面プロセス部会第1回例会 「トライボロジーと表面技術」	H26.8.21
36	Synthesis of calcium phosphate nanoparticles by using a continuous flow-type tube reactor	○ 藤井 英司 川端 浩二 城崎 由紀 ¹⁷ 早川 聡 ⁴ 尾坂 明義 ⁴	The 15th IUMRS-International Conference in Asia	H26.8.25
37	苗床均平機の駆動機構に関する研究	○ 辻 善夫 眞田 明 岩田 和大 金島 秀幸 ²⁴	日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2014	H26.8.26
38	スピーカアレイによる局所音場の生成	○ 深谷 紀元 ²⁵ 岩本 宏之 ²⁵ 眞田 明 田中 信雄 ²⁶	日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2014	H26.8.29

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
39	硫酸処理により作製された多孔質酸化チタン表面の水中における油濡れ性	○ 西本 俊介 ⁴ 澤井 雄介 ⁴ 太田 岬 ⁴ 亀島 欣一 ⁴ 三宅 通博 ⁴ 藤井 英司	日本セラミックス協会第27回秋季シンポジウム	H26.9.10
40	超音波処理が酸化チタン表面の水中における油の濡れ性に与える影響	○ 森 裕一 ⁴ 西本 俊介 ⁴ 亀島 欣一 ⁴ 三宅 通博 ⁴ 藤井 英司	日本セラミックス協会第27回秋季シンポジウム	H26.9.10
41	CFRPの研削点における熱環境と熱伝達特性の検討	○ 谷 良祐 ⁴ 大橋 一仁 ⁴ 藤原 良平 ⁴ 吉川 満雄 窪田 真一郎 塚本 真也 ⁴	精密工学会春季大会学術講演会	H26.9.18
42	有限要素モデルを用いた膝前十字靭帯への応力分布	○ 加藤 茂幸 ²⁷ 永山 則之 ²⁸ 浦辺 幸夫 ²⁸ 大岡 恒雄 ²⁹ 白川 泰山 ²⁹	第69回日本体力医学会大会	H26.9.20
43	アルミニウム基板への亜鉛置換が電解すずめっき膜の密着性に与える影響	○ 村上 浩二 岡野 雅子 永田 教人 ¹ 金谷 輝人 ² 日野 実 ³	表面技術協会第130回講演大会	H26.9.22
44	各種成膜法により形成したDLC膜の密着性(1) ～公設試連携DLCランドロビンテスト: ロックウェル圧痕試験～	○ 國次 真輔 藤野 知樹 ³⁰ 村上 穰 ³⁰ 五十嵐 昭 ³¹ 鎌腰 雄一郎 ³¹ 水寄 英明 ³² 上条 和之 ³² 安井 治之 ³³ 三木 靖浩 ³⁴ 三浦 健一 ³⁵ 松永 崇 ³⁵ 小島 淳平 ³⁵ 重本 明彦 ³⁶ 中西 亮太 福田 匠 ³⁷ 馬場 恒明 ³⁸ 吉村 幸雄 ³⁹ 松田 豪彦 ³⁹ 石原 正統 ⁴⁰ 堀野 裕治 ⁴⁰	表面技術協会第130回講演大会	H26.9.22

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
45	各種成膜法により形成したDLC膜の密着性(2) ～公設試連携DLCランドロビンテスト: スクラッチ試験～	○ 三浦 健一 ³⁵ 藤野 知樹 ³⁰ 村上 穰 ³⁰ 五十嵐 昭 ³¹ 鎌腰 雄一郎 ³¹ 水寄 英明 ³² 上条 和之 ³² 安井 治之 ³³ 三木 靖浩 ³⁴ 國次 真輔 ³⁵ 松永 崇 ³⁵ 小畠 淳平 ³⁵ 重本 明彦 ³⁶ 中西 亮太 ³⁷ 福田 匠 ³⁷ 馬場 恒明 ³⁸ 吉村 幸雄 ³⁹ 松田 豪彦 ³⁹ 石原 正統 ⁴⁰ 堀野 裕治 ⁴⁰	表面技術協会第130回講演大会	H26.9.22
46	A重油環境において下地基材表面粗さがDLC膜の摺動特性に与える影響	○ 滝澤 一樹 ⁴¹ 八木 伸暁 ⁴¹ 石原 修二 ⁴¹ 國次 真輔 ⁴¹ 中西 亮太 ⁴¹	表面技術協会第130回講演大会	H26.9.22
47	アルミニウム基板への亜鉛置換が電解すずめっき膜の密着性に与える影響	○ 村上 浩二 ¹ 岡野 雅子 ¹ 永田 教人 ¹ 金谷 輝人 ² 日野 実 ³	表面技術協会第130回講演大会	H26.9.22
48	簡便・迅速に定量が可能なモデルタンパク質汚れと評価系の設計	○ 浦野 博水 ¹⁵ 大村 宏之 ⁴² 福崎 智司 ¹⁵	日本防菌防黴学会第41回年次大会	H26.9.24
49	ポリエステル製クロスによる微生物の拭き取り性能の評価	○ 松本 侑子 ¹⁵ 高橋 和宏 ¹⁵ 浦野 博水 ¹⁵	日本防菌防黴学会第41回年次大会	H26.9.24
50	Al-Si系合金の疲労強度に及ぼす表面析出組織と水素の影響	○ 金谷 輝人 ² 永田 教人 ² 福原 実 ² 中川 惠友 ² 堀川 敬太郎 ⁴³ 村上 浩二 ³ 日野 実 ³	日本金属学会秋期講演大会(2014)	H26.9.24
51	次亜塩素酸による劣化層の形成とゴムの強度の関係	○ 岩路 仁 ¹⁵ 石田 拓也 ¹⁵ 福崎 智司 ¹⁵	日本防菌防黴学会第41回年次大会	H26.9.24
52	解離型次亜塩素酸によるゴムの劣化のpH依存性	○ 石田 拓也 ¹⁵ 岩路 仁 ¹⁵ 福崎 智司 ¹⁵	日本防菌防黴学会第41回年次大会	H26.9.24

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
53	Intermetallic Free Aluminum Surface Treatment with SOLO Electron Beam Irradiation	○ プルワディ ラ ハルジョ ⁴⁴ 村上 浩二 植村 賢介 ⁴⁴ 岡野 雅子	4th International Congress on High Current Electronics, Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows, and Radiation Physics and Chemistry of Condensed Matter	H26.9.24
54	清酒醪自動圧搾機のろ布に残留した非解離型次亜塩素酸の不活化に関する検討	○ 竹原 淳彦 門脇 洋平 ⁴⁵ 常定 健 福崎 智司 ¹⁵	日本防菌防黴学会第41回年次大会	H26.9.25
55	固体表面に付着した海洋性細菌 <i>Vibrio parahaemolyticus</i> に対する次亜塩素酸ナトリウムの殺菌効果の動力学的解析	○ 高橋 和宏 田中 礼士 ¹⁵ 福崎 智司 ¹⁵	日本防菌防黴学会第41回年次大会	H26.9.25
56	米麴を用いたそやし水製造における微生物の遷移と特徴	○ 伊藤 一成 相澤 ゆかり 辻 麻衣子 ⁴⁶ 三宅 剛史	日本農芸化学会2014年度中四国支部大会	H26.9.26
57	電源ケーブルへのバーストパルス注入による故障発生の検討	○ 前島 一仁 ⁴ 渡辺 哲史 五百旗頭 健吾 ⁴ 籠谷 裕人 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴	第5回 ホットチャネルワークショップ	H26.10.7
58	暗号機器のサイドチャネル攻撃に対する安全設計に関する研究開発	○ 五百旗頭 健吾 ⁴ 野上 保之 ⁴ 籠谷 裕人 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴ 渡辺 哲史	ICTイノベーションフォーラム2014	H26.10.7
59	アクティブ遮音制御およびアクティブ制御型防音ボックスに関する研究について	○ 眞田 明	日本機械学会 第101回振動・音響研究会 (VS研究会)	H26.10.10
60	打錠用杵の表面処理によるステイキング現象の改善	○ 上原 直人 ⁴⁷ 大貫 義則 ⁴⁷ 小幡 誉子 ⁴⁷ 高山 幸三 ⁴⁷ 湯汲 省吾 ⁴⁸ 島田 泰拓 ⁴⁹ 國次 真輔	第31回製剤と粒子設計シンポジウム	H26.10.23
61	電子機器への妨害波注入における電源ケーブルのコモンモード電圧とICコア電圧に発生するノイズとの関係	○ 前島 一仁 ⁴ 五百旗頭 健吾 ⁴ 渡辺 哲史 豊田 啓孝 ⁴	電気・情報関連学会中国支部連合大会	H26.10.25

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
62	スティッキングにおける打錠用杵の表面処理の影響	○ 上原 直人 ⁴⁷ 湯汲 省吾 ⁴⁸ 島田 泰拓 ⁴⁹ 國次 真輔 ⁴⁷ 大貫 義則 ⁴⁷ 小幡 誉子 ⁴⁷ 高山 幸三 ⁴⁷	第16回製剤機械技術シンポジウム	H26.11.6
63	円筒発熱体を設置した水平加熱面まわりの自然対流(各設計因子が及ぼす影響)	○ 下山 力生 堀部 明彦 ⁴ 春木 直人 ⁴ 佐野 吉彦 ⁴ 白澤 昇太 ⁴	熱工学カンファレンス2014	H26.11.8
64	NMR Structural Characterization of Mg-Containing Nano-apatite	○ 早川 聡 ⁴ 小西 敏功 ⁴ 吉岡 朋彦 ⁴ 藤井 英司 川端 浩二	Bioceramics 26	H26.11.8
65	サーモトロピック液晶性セルローズ誘導体のレオロジー特性	○ 上本 真也 ²¹ 古谷 充章 ²¹ 小野 史彰 ²¹ 岡田 賢治 ²² 浦部 匡史	プラスチック成形加工学会第22回秋季大会	H26.11.14
66	ポリプロピレン/フィラー複合材料において、フィラー粒子径が疲労特性に及ぼす影響	○ 甲加 晃一 日笠 茂樹	プラスチック成形加工学会第22回秋季大会	H26.11.14
67	シリカ充填NBRの機械的特性に及ぼす混練温度の影響	○ 岩路 仁 藤原 和章 ⁵⁰	プラスチック成形加工学会第22回秋季大会	H26.11.15
68	内部等価電流源に基づく相関電力解析におけるAES暗号回路の情報漏洩源分析	○ 田井 伸拓 ⁴ 五百旗頭 健吾 ⁴ 籠谷 裕人 ⁴ 大西 紘之 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴ 渡辺 哲史	IEEE広島支部学生シンポジウム	H26.11.15
69	モデル定数の合理性向上を目的としたIH調理器の伝導妨害波予測モデル同定実験の改良	○ 下司 弘樹 ⁴ 五百旗頭 健吾 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴ 渡辺 哲史	IEEE広島支部学生シンポジウム	H26.11.15
70	ポリプロピレン/フィラー複合材料におけるフィラー粒子径が力学特性に及ぼす影響	○ 甲加 晃一 日笠 茂樹	第22回フィラーシンポジウム	H26.11.20
71	木質系バイオマスからのセルローズナノファイバー製造とその特性	○ 山本 顕弘 ⁴⁸ 東山 慎吾 ⁴⁸ 八代田 素己 ⁴⁸ 川端 浩二	第22回フィラーシンポジウム	H26.11.21

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
72	電気化学測定法による二相ステンレス鋼の腐食疲労き裂発生過程の解析	○ 村岡 賢	(公社)腐食防食学会 2014年度秋期講演大会 第61回材料と環境討論会	H26.11.26
73	工業用純アルミニウム基板への電解すずめっき膜の密着性	○ 村上 浩二 岡野 雅子 永田 教人 ¹ 金谷 輝人 ² 日野 実 ³	第16回 関西表面技術フォーラム	H26.11.27
74	大気プラズマ溶射プロセスに適応したB、C 添加ステンレス鋼溶射皮膜	○ 曾 珍素 ¹⁶ 峪田 宜明 ¹⁶ 佐古 さや香 ¹⁶ 恵良 秀則 ¹⁷ 黒田 聖治 ¹⁸ 村岡 賢	第78回(平成26年秋季)日本熱処理技術協会講演大会	H26.11.27
75	無電解ニッケル-リンめっきしたAl-1.2%Si合金材の機械的性質	○ 永田 教人 ¹ 井端 千恵 ¹ 金谷 輝人 ² 村上 浩二 日野 実 ³	第16回関西表面技術フォーラム	H26.11.27
76	Effects of PBIID/PLD combination processes on reducing particles in DLC films	○ 滝澤 一樹 ⁴¹ 國次 真輔	The 36th International Symposium on Dry Process (DPS2014)	H26.11.27
77	テキストマイニングによる特許情報の分析	○ 上野 覚 山田 充	平成26年度繊維機械学会中国支部研究及び事例発表会	H26.12.10
78	木質系繊維素材を用いた成形体の冷温感特性	○ 光石 一太 ²⁰ 児子 陽子 ²⁰ 國藤 勝士 植田 栄一 ⁵¹	平成26年度繊維機械学会中国支部研究及び事例発表会	H26.12.10
79	超音波と紫外光照射による酸化チタン表面の水中での油の濡れ性の制御	○ 西本 俊介 ⁴ 森 裕一 ⁴ 亀島 欣一 ⁴ 藤井 英司 三宅 通博 ⁴	光機能材料研究会主催 第21回シンポジウム	H26.12.12
80	Guard trace with periodic structure taking signal integrity into account	○ 豊田 啓孝 ⁴ 五百旗頭 健吾 ⁴ 渡辺 哲史	2014 IEEE Electrical Design of Advanced Packaging & Systems Symposium	H26.12.15
81	内部電流波形に基づくAES回路のサイドチャンネル情報漏洩特性の考察	○ 五百旗頭 健吾 ⁴ 田井 伸拓 ⁴ 籠谷 裕人 ⁴ 大西 紘之 ⁴ 前島 一仁 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴ 渡辺 哲史	暗号と情報セキュリティシンポジウム(SCIS2015)	H27.1.21

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
82	差分フォルト解析においてクリティカルなグリッチ注入タイミングの測定	○ 前島 一仁 ⁴ 五百旗頭 健吾 ⁴ 籠谷 裕人 ⁴ 渡辺 哲史 ⁴ 豊田 啓孝 ⁴	暗号と情報セキュリティシンポジウム(SCIS2015)	H27.1.22
83	Nano-sized calcium phosphate particles with varied morphology prepared in a micro-flow reactor	藤井 英司 川端 浩二 城崎 由紀 ¹⁷ 中村 有里 ⁴ 早川 聡 ⁴ ○ 尾坂 明義 ⁴	39th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites	H27.1.29
84	拭き取りクロスによる付着微生物の除去挙動	松本 侑子 ○ 高橋 和宏	日本環境感染学会	H27.2.20
85	Al-1.2%Si合金の疲労強度に及ぼす無電解Ni-Pめっきの影響	○ 小林 智裕 ² 為房 哲平 ² 永田 教人 ² 金谷 輝人 ² 中川 恵友 ² 福原 実 ² 堀川 敬太郎 ⁴³ 井端 千恵 ¹ 村上 浩二 日野 実 ³	日本鉄鋼協会・日本金属学会 中国四国支部 第31回若手フォーラム	H27.2.20
86	Al-2%Cu合金の疲労強度に及ぼす無電解Ni-Pめっきの影響	○ 西岡 侑哉 ² 村上 航 ² 永田 教人 ² 金谷 輝人 ² 中川 恵友 ² 福原 実 ² 堀川 敬太郎 ⁴³ 井端 千恵 ¹ 村上 浩二 日野 実 ³	日本鉄鋼協会・日本金属学会 中国四国支部 第31回若手フォーラム	H27.2.20
87	Al-4%Ge合金の疲労強度に及ぼす無電解Ni-Pめっきの影響	○ 齋藤 広輝 ² 佐々木 康德 ² 楊 暁宇 ² 永田 教人 ² 金谷 輝人 ² 中川 恵友 ² 福原 実 ² 堀川 敬太郎 ⁴³ 井端 千恵 ¹ 村上 浩二 日野 実 ³	日本鉄鋼協会・日本金属学会 中国四国支部 第31回若手フォーラム	H27.2.20
88	Ti-4Fe-7Al合金の耐食実験	○ 石川 高史 ⁴ 井尻 政孝 ⁴ 竹元 嘉利 ⁴ 瀬沼 武秀 ⁴ 村上 浩二	日本鉄鋼協会・日本金属学会 中国四国支部 第31回若手フォーラム	H27.2.20

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
89	EPDMにおける非解離型次亜塩素酸(HOCl)の拡散挙動	○ 石田 拓也 岩 露 仁 福崎 智司 ¹⁵	マテリアルライフ学会 第19回 春季研究発表会	H27.2.27
90	CA法によるta-C:H膜堆積におけるCH ₄ ガスのドロップレット低減効果	○ 國次 真輔 白石 航太郎 ² 中谷 達行 ²	表面技術協会第131回講演大会	H27.3.5
91	DLC歯科インプラントの実用化に向けたCA法を用いたta-C:H膜堆積における電流・電圧特性	○ 中谷 達行 ² 白石 航太郎 ² 國次 真輔	表面技術協会第131回講演大会	H27.3.5
92	フィルタードアーク蒸着法で形成したDLC膜の諸特性	○ 藤井 裕真 ⁵² 今井 貴大 ⁵² 宮本 優 ⁵² 須田 善行 ⁵² 滝川 浩史 ⁵² 田上 英人 ⁵³ 神谷 雅男 ⁵⁴ 瀧 真 ⁵⁵ 長谷川 祐史 ⁵⁵ 辻 信広 ⁵⁵ 金子 智 ⁵⁶ 安井 治之 ³³ 國次 真輔 ⁵⁷ 川口 雅弘 ⁵⁷ 三浦 健一 ³⁵	表面技術協会第131回講演大会	H27.3.5
93	ドライアイスブラストを用いたCFRPの目詰まり抑制乾式研削法の開発	○ 近藤 凌司 ⁴ 大橋 一仁 ⁴ 谷 良祐 ⁴ 吉川 満雄 窪田 真一郎 塚本 真也 ⁴	砥粒加工学会 先進テクノフェア (2015)	H27.3.6
94	フィルタードアーク蒸着においてDCバイアスで成膜したDLC膜の諸特性	○ 藤井 裕真 ⁵² 今井 貴大 ⁵² 宮本 優 ⁵² 須田 善行 ⁵² 滝川 浩史 ⁵² 田上 英人 ⁵³ 神谷 雅男 ⁵⁴ 瀧 真 ⁵⁵ 長谷川 祐史 ⁵⁵ 辻 信広 ⁵⁵ 金子 智 ⁵⁶ 安井 治之 ³³ 國次 真輔 ⁵⁷ 川口 雅弘 ⁵⁷ 三浦 健一 ³⁵	第62回応用物理学会春期学術講演会	H27.3.12
95	混練型WPCの強度と木粉特性指標との関係	○ 野上 英孝 ⁵⁸ 川端 浩二 遠藤 貴士 ⁴⁰	第65回日本木材学会大会	H27.3.17

No.	題 目	発 表 者	発表会名	年月日
96	Al-4%Ge合金の機械的性質に及ぼす無電解Ni-Pめっきの影響	○ 永田 教人 ² 金谷 輝人 ² 中川 恵友 ² 福原 実 ² 堀川 敬太郎 ⁴³ 村上 浩二 日野 実 ³	日本金属学会 春期講演大会 (2015)	H27.3.18
97	Al-2%Cu合金の機械的性質に及ぼす無電解Ni-Pめっきの影響	○ 金谷 輝人 ² 永田 教人 ² 福原 実 ² 中川 恵友 ² 堀川 敬太郎 ⁴³ 村上 浩二 日野 実 ³	日本金属学会 春期講演大会 (2015)	H27.3.18
98	マグネシウム合金への表面処理	○ 日野 実 ³ 村上 浩二 堀 誉裕 ⁵ 金谷 輝人 ²	日本金属学会 春期講演大会 (2015)	H27.3.18
99	Deposition of hydrogen-containing tetrahedral amorphous carbon films by conventional cathodic vacuum arc method	白石 航太郎 ² 中谷 達行 ² ○ 國次 真輔	ISplasma2015/IC・PLANTS2015	H27.3.26
100	新規処理杵の表面特性がステッピング現象に及ぼす影響	○ 上原 直人 ⁴⁷ 湯汲 省吾 ⁴⁸ 島田 泰拓 ⁴⁹ 國次 真輔 大貫 義則 ⁴⁷ 小幡 誉子 ⁴⁷ 高山 幸三 ⁴⁷	日本薬学会第135年会	H27.3.26
101	酒造好適米を用いた無通風箱培養法による試験製麴法	○ 伊藤 一成 五味 勝也 ¹¹ 狩山 昌弘 ⁵⁹ 三宅 剛史	日本農芸化学会2015年度大会	H27.3.27

- | | | |
|------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1 (株)サーテック永田 | 2 岡山理科大学 | 3 広島工業大学 |
| 4 岡山大学 | 5 堀金属表面処理工業(株) | 6 (株)STU |
| 7 (株)藤岡エンジニアリング | 8 防衛大学校 | 9 (株)日産アーク |
| 10 上智大学 | 11 東北大学 | 12 (株)TRI テクノ |
| 13 東海ゴム工業(株) | 14 旭化成ケミカルズ(株) | 15 三重大学 |
| 16 倉敷ボーリング機工(株) | 17 九州工業大学 | 18 物質・材料研究機構 |
| 19 林電化工業(株) | 20 倉敷ファッションセンター(株) | 21 おかやまバイオマスイノベーション創造センター |
| 22 倉敷芸術科学大学 | 23 倉敷化工(株) | 24 みのる産業(株) |
| 25 成蹊大学 | 26 首都大学東京 | 27 広島国際大学 |
| 28 広島大学 | 29 マッターホルンリハビリテーション病院 | 30 山形県工業技術センター |
| 31 群馬県立産業技術センター | 32 長野県工業技術総合センター | 33 石川県工業試験場 |
| 34 奈良県産業振興総合センター | 35 大阪府立産業技術総合研究所 | 36 新エネルギー・産業技術総合開発機構 |

- | | | | | | |
|----|---------------|----|---------------|----|----------------|
| 37 | 山口県産業技術センター | 38 | 長崎県工業技術センター | 39 | 鹿児島県工業技術センター |
| 40 | 産業技術総合研究所 | 41 | 三井造船(株) | 42 | 日本食品機械工業会 |
| 43 | 大阪大学 | 44 | アイタック(株) | 45 | 白菊酒造(株) |
| 46 | (株)辻本店 | 47 | 星薬科大学 | 48 | モリマシナリー(株) |
| 49 | (株)ナノシーズ | 50 | 中国ゴム工業(株) | 51 | (有)植田木工 |
| 52 | 豊橋技術科学大学 | 53 | 北九州工業高等専門学校 | 54 | 伊藤光学工業(株) |
| 55 | (株)オンワード技研 | 56 | 神奈川県産業技術センター | 57 | 東京都立産業技術研究センター |
| 58 | 岡山県農林水産総合センター | 59 | (株)フジワラテクノアート | | |

岡山県工業技術センター報告第41号

平成26年度版（2014年度版）

平成27年7月発行

岡山県工業技術センター

〒701-1296

岡山県岡山市北区芳賀 5301

TEL 086-286-9600

FAX 086-286-9630

URL <http://www.pref.okayama.jp/sangyo/kougi/>

技術内容についてのお問い合わせは kougi-info@pref.okayama.jp まで

無断転載を禁ずる