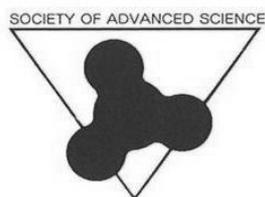


30th
'18 SAS Symposium

ABSTRACTS



日時：2018年11月8日(木)、9日(金)

10:00~16:00

場所：東海大学湘南キャンパス 17号館 2階 ネクサスホール

主催：SAS (Society of Advanced Science)

後援：東海大学

30th '18 SAS シンポジウム アブストラクト正誤表

| 頁等 | 誤 | 正 |
|-------|--|---|
| p. V | D-3 スキャニメーションとレンチキュラーレンズを使用した教育教材開発 *那須 琴美 (東海大学教養学部人間環境学科) **小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科) | タイトル修正 D-3 振動発電を通じてエネルギー変換を学ぶ教材 *那須 琴美 (東海大学教養学部人間環境学科) **小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科) |
| p. 23 | C-10 Ge ウェハの熱間加工による赤外線センサー用レンズの作製 *黒崎 洸 (東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科) | 概要原稿なし |
| p. 24 | C-11 Al-Li 軽合金の作製および評価 *三澤駿太郎 (東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科) | 概要原稿なし |
| p. 27 | D-1 雷の原理に関する理科教材の開発 *山本 卓 (東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科) | 概要原稿なし |
| p. 28 | D-2 スキャニメーションとレンチキュラーレンズを使用した教育教材開発 *小池 まりな (東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科) | 概要原稿なし |
| p. 29 | D-3 スキャニメーションとレンチキュラーレンズを使用した教育教材開発 *那須 琴美 (東海大学教養学部人間環境学科) **小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科) | タイトル修正 概要原稿なし D-3 振動発電を通じてエネルギー変換を学ぶ教材 *那須 琴美 (東海大学教養学部人間環境学科) **小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科) |

| | | |
|-------|---|----------|
| p. 30 | D-4 教育における情報カードの教材化 *佐藤 竜也（東海大学教養学部人間環境学科）、 **小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科） | 概要原稿なし |
| p. 61 | H-7 ガスクロミック反応を用いた薄膜水素センサの作製 *野地 彩水（東海大学教養学部人間環境学科）、** 小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科） | 概要原稿なし |
| p. 62 | H-8 透明な太陽電池のためのP型半導体薄膜の作製および評価 *坂本 祐菜（東海大学教養学部人間環境学科）、** 小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科） | 概要原稿なし |
| p. 63 | H-9 透明光触媒の作成及び光触媒機能の評価 *阿部 聡（東海大学教養学部人間環境学科）、**小 栗和也（東海大学教養学部人間環境学科） | 概要原稿なし |
| p. 66 | H-12 金属薄膜における内部応力制御法の開発 *山口健吾（東海大学大学院工学研究科応用理化学 専攻）、塚越麗仁（東海大学大学院工学研究科応 用理化学専攻）、津曲勇輝（東海大学工学部原子力工 学科）、井手龍之介（東海大学工学部原子力工学科）、 石丸大地（東海大学工学部原子力工学科）、秋山拓 紀（東海大学工学部原子力工学科）、内田ヘルムー ト貴大（東海大学工学部精密工学科）、 **松村義人（東海大学工学部原子力工学科） | 概要原稿差し替え |

30th '18 SAS Symposium スケジュール

| | 11月8日(木) | 11月9日(金) |
|-------|---|--|
| 9:00 | 開場 受付開始 ポスター掲示 ショートプレゼンテーションのデータ提出 ※必ずウイルスチェックを行ってください | 受付開始 |
| 10:00 | シンポジウム開会式 ※参加者の方はできるだけご出席下さい | ショートプレゼンテーション開始 発表領域： C1, C2, C4~C13, E, G1, G6~G14, B3, B8, H11 |
| 10:10 | ショートプレゼンテーション開始 発表領域： A, B1, B2, B4~B-7, B9~B11, D, H1~H10, H12, I, J, G2~G5, C3 | |
| | ** 休憩 ** | ** 休憩 ** |
| 13:30 | ポスター発表開始 発表領域： A, B1, B2, B4~B-7, B9~B11, D, H1~H10, H12, I, J, G2~G5, C3 | ポスター発表開始 発表領域： C1, C2, C4~C13, E, G1, G6~G14, B3, B8, H11 |
| | 13:30-14:30 カテゴリ No. 偶数 15:00-16:00 カテゴリ No. 奇数 *上記の時間帯は、各自のポスター前に待機して下さい。 | |
| 16:00 | 第1日目 終了 | 第2日目 終了 シンポジウム閉会式 ※参加者の方はできるだけご出席下さい |
| 16:10 | | 閉会式終了次第、ポスターおよび展示物の撤収作業 |

- ※ ポスター掲示およびデータの提出は、**発表日に関わらずすべて8日(木)10:00までに行ってください。**
- ※ ポスターは**発表日に関わらず2日間掲示してください。**東海大湘南キャンパス以外からご参加いただく方は、ポスターケース等をご用意して頂ければ、シンポジウム終了後にポスターをご返送いたします(ヤマト運輸・着払い便)。
- ※ 遠方からの来場や授業等でご都合の悪い場合等は、あらかじめご相談いただければご対応いたします(ご希望に添えない場合がありますのでその際はご容赦ください)。

お問合せは、E-mail symposium@sas-jas.gr.jp もしくは sasinfo@sas-jas.gr.jp まで

<30th '18 SAS シンポジウム実行委員会組織>

| | | |
|---------|-------------|--------------------------|
| 実行委員長 | 山田 豊 | 東海大学名誉教授/SAS 理事長 |
| 現地運営委員長 | 松村 義人 | 東海大学 工学部 原子力工学科 |
| 実行委員 | 天野 忠昭 | SAS テクニカルセンター |
| | 伊藤 健朗 | 日本ベルパーツ株式会社 |
| | 岩瀬 満雄 | SAS 事務局 |
| | 内田 晴久 | 東海大学 教養学部 人間環境学科 |
| | 内田 ヘルムート 貴大 | 東海大学 工学部 精密工学科 |
| | 大塚 隆生 | 第一熱処理工業株式会社 |
| | 岡田 工 | 東海大学 チャレンジセンター |
| | 沖村 邦雄 | 東海大学 工学部 電気電子工学科 |
| | 小栗 和也 | 東海大学 教養学部 人間環境学科 |
| | 落合 成行 | 東海大学 工学部 機械工学科 |
| | 小野 宗一 | 株式会社極東窒化研究所 |
| | 川名 優孝 | 東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 越中島刈込 |
| | 神田 輝一 | 関東冶金工業株式会社 技術開発室 |
| | 神田 昌枝 | 中部大学 工学部 宇宙航空理工学科 |
| | 木村 誠 | 岳石電気株式会社 技術開発部 |
| | 源馬 龍太 | 東海大学 工学部 材料科学科 |
| | 渋谷 猛久 | 東海大学 工学部 光・画像工学科 |
| | 庄 善之 | 東海大学 工学部 電気電子工学科 |
| | 新屋敷 直木 | 東海大学 理学部 物理学科 |
| | 利根川 昭 | 東海大学 理学部 物理学科 |
| | 富田 恒之 | 東海大学 理学部化学科 |
| | 西 義武 | 東海大学名誉教授 |
| | 安森 偉郎 | 東海大学 教育研究所 |
| | 若木 守明 | 東海大学名誉教授 |
| | 渡部 貴史 | 日鍛バルブ株式会社 |

(五十音順、敬称略)

30th < '18 SAS シンポジウム 題目一覧 >

会期 2018年11月8日,9日 10:00~16:00

会場 東海大学湘南キャンパス 17号館 2階 ネクサスホール

*発表者 **指導教員

発表日 **A: インテリジェント材料・ナノテク**

- 8(木) A-1 **核融合炉における水素同位体の吸蔵・再堆積を抑制する機能性材料に関する研究**
*鷺平拓也(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻原子力領域)、利根川昭(東海大学理学部物理学科)、
**松村義人(東海大学工学部原子力工学科)
- 8(木) A-2 **通電加熱によるカーボンナノチューブ紡績系の機械的性質への影響**
*友成宏之(東海大学工学部材料科学科)、手塚貴也(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)
森典生(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、中條大樹(岡山大学大学院自然科学研究科)
森光生(岡山大学大学院自然科学研究科)、林靖彦(岡山大学大学院自然科学研究科)
**葛巻徹(東海大学工学部材料科学科)

発表日 **B: 自然・環境エネルギー**

- 8(木) B-1 **静電インクジェット法を用いて作製した二酸化チタン薄膜の構造制御とペロブスカイト太陽電池への応用**
*佐久間駿治(東海大学工学部機械工学科)、Md. Shahiduzzaman(東海大学理学部化学科)、
富田恒之(東海大学理学部化学科)、梅津信二郎(早稲田大学創造理工学部)、**岩森暁(東海大学工学部機械工学科)
- 8(木) B-2 **二酸化チタン膜の構造変化と光閉じ込め効果による変換効率への影響**
*木村 隆平(東海大学工学部機械工学科) Md. Shahiduzzaman(東海大学理学部化学科)
富田 恒之(東海大学理学部化学科) 梅津 信二郎(早稲田大学) 岩森 暁(東海大学工学部機械工学科)
- 9(金) B-3 **ボールミリング法による LaNi₅ を用いた CO₂ からのメタン生成**
*谷田貝昂平(東海大学工学部材料科学科)、内田晴久(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、**源馬 龍太(東海大学工学部材料科学科)
- 8(木) B-4 **LaNi_{4.6}Al_{0.4} 合金を用いた CO₂ と H₂ からの CH₄ 生成**
*鈴木琢也(東海大学工学部材料科学科)、**源馬龍太(東海大学工学部材料科学科)
- 8(木) B-5 **ソルボサーマル法による SnSe ナノプレートの作製と構造評価**
*矢吹 隼人(東海大学工学部材料科学科)、細川 祐一(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)
**高尻 雅之(東海大学工学部材料科学科)
- 8(木) B-6 **ソルボサーマル法を用いた 3 元系 Bi-Te-Se ナノプレートの作製と物性評価**
*津田 駿(東海大学工学部材料科学科)、竹森 大地(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)
**高尻 雅之(東海大学工学部材料科学科)
- 8(木) B-7 **液中プラズマ法を用いた燃料電池用 Pt 触媒の作製**
*吉川 翼(東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻)、**庄 善之(東海大学工学部電気電子工学科)

- 9(金) B-8 **液中プラズマ法を用いたナノカーボンの作製および燃料電池用担持体への応用**
*遠藤 哲(東海大学工学研究科電気電子工学専攻)、**庄 善之(東海大学工学部電気電子工学科)
- 8(木) B-9 **水素と二酸化炭素によるメタン化の意義と可能性**
*緒方理人(東海大学人間環境学研究所人間環境学専攻)**内田晴久(東海大学人間環境学研究所人間環境学専攻)
- 8(木) B-10 **モジュール単位での MPPT 制御の効果の検討**
*Alhabib Ali(神奈川工科大学電気電子情報工学科) 傳刀 聖(神奈川工科大学電気電子情報工学科)
佐藤 巧(神奈川工科大学電気電子情報工学科) 竹田雄亮(神奈川工科大学大学院工学研究科)
**板子一隆(神奈川工科大学大学院工学研究科)
- 8(木) B-11 **部分影付 PV アレイの出力改善のための MPPT ユニットの最適配置の提案**
*竹田 雄亮(神奈川工科大学大学院工学研究科) **板子 一隆(神奈川工科大学大学院工学研究科)

発表日 **C: 機械・材料工学**

- 9(金) C-1 **ボールの溝深さと溝幅による空力特性への影響**
*柴田 康平(東海大学工学部機械工学科)、*寺門 駿 *モハマドシャヒランシャ ビンロズリシャム
**川上悠太郎(東海大学大学院工学研究科機械工学専攻)*岡永博夫(東海大学工学部機械工学科)
- 9(金) C-2 **マグナス風車に用いる回転円柱翼の空力特性**
*江口航介(東海大学大学院工学研究科機械工学専攻)、**岡永博夫(東海大学工学部機械工学科)
- 8(木) C-3 **バドミントンシャトルコックの空力特性 ～回転による影響～**
*片山 諒大(東海大学大学院工学研究科機械工学専攻)**岡永 博夫(東海大学工学部機械工学科)
- 9(金) C-4 **生体分泌組織に対する引張印加によるコラーゲン線維組織の再生**
*大野 真沙(東海大学工学部材料科学科)、山口 竜也(東海大学工学研究科応用理化学専攻)、下崎 研吾、中瀬 順介(金沢大学付属病院整形外科)、鳥越 甲順(福井医療大学リハビリテーション学科)、**葛巻 徹(東海大学工学部材料科学科、東海大学工学研究科応用理化学専攻)
- 9(金) C-5 **ピエゾ駆動型微小引張試験機による薄状 DP 鋼の破壊機構の解析**
*折笠亘(東海大学工学部材料科学科)、渡会惇基(東海大学大学院工学科応用理化学専攻)
**葛巻徹(東海大学工学部材料科学科)
- 9(金) C-6 **熱 CVD 法で合成された CNT 膜と触媒微粒子との関係**
*守田 文平(東海大学工学部材料科学科)、鮎川 竜大(東海大学工学部材料科学科)、
小久保 良亮(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)
**葛巻 徹(東海大学工学部材料科学科)
- 9(金) C-7 **人間共存型ロボットのための小型メカニカル安全装置の設計**
*佐藤 晴香(東海大学工学部機械工学科)、佐藤 優磨(東海大学大学院工学研究科機械工学専攻)、
佐藤 喜昭(東海大学工学部機械工学科)、篠田 修平(東海大学工学部機械工学科)、
**甲斐 義弘(東海大学工学部機械工学科)

- 9(金) C-8 **視線検出デバイスとインターネットを用いたマルチコプタシステムの開発(操作画面の検討)**
*恩田 萌子(東海大学工学部機械工学科)、小澤 彰吾(東海大学工学部機械工学科)、
安達 佳仁(東海大学大学院工学研究科機械工学専攻)、ハフィズ ウメール ムニール(東海大学大学院工学
研究科機械工学専攻)、**甲斐 義弘(東海大学工学部機械工学科)
- 9(金) C-9 **メカノケミカル法による二酸化ゲルマニウムの還元反応**
*渡邊由梨(東海大学理学部化学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)、内田晴久(東海大学教
養学部人間環境学科)
- 9(金) C-10 **Ge ウェハの熱間加工による赤外線センサ用レンズの作製**
*黒崎 洸(東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- 9(金) C-11 **Al-Li 軽合金の作製および評価**
*三澤駿太郎(東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- 9(金) C-12 **超音波振動を利用した新技法によるねじの緩み検査システムの研究**
*藤原 聖(東海大学 工学部 機械工学科)、上久保 亮汰(東海大学 工学部 機械工学科)
常田 幸宏(東海大学 工学部 機械工学科)、南里 元気(東海大学 工学部 機械工学科)
**村山 省己(東海大学 工学部 機械工学科 教授)
- 9(金) C-13 **超小型 NC 複合加工機の機能性評価及び加工精度検証**
*青木 俊(東海大学 工学部 機械工学科)、松本 敏幸(東海大学 大学院 工学研究科 機械工学専攻)、
奥村 武士(東海大学 工学部 機械工学科)、山崎 秀明(東海大学 工学部 機械工学科)、
**村山 省己(東海大学 工学部 機械工学科 教授)

発表日 **D: 教育・基礎科学**

- 8(木) D-1 **雷の原理に関する理科教材の開発**
*山本 卓(東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- 8(木) D-2 **スキャニメーションとレンチキュラーレンズを使用した教育教材開発**
*小池 まりな(東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- 8(木) D-3 **振動発電を通じてエネルギー変換を学ぶ教材**
*那須 琴美(東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- 8(木) D-4 **教育における情報カードの教材化**
*佐藤 竜也(東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)

発表日 **E: 光・プラズマ理工学**

- 9(金) E-1 **アルミ板への大気圧プラズマジェット照射**
*伊藤誠哉、神保樹生、**桑畑周司(東海大学工学部電気電子工学科)
- 9(金) E-2 **大気圧プラズマジェットを用いたアルミ薄膜の横方向エッチング**
*兼村康敬、中川咲恵、**桑畑周司(東海大学工学部電気電子工学科)

- 9(金) E-3 **大気圧プラズマジェットを用いたコンクリート表面の親水性の向上**
*中村勇太、芦崎航大、**桑畑周司(東海大学工学部電気電子工学科)、富田恒之(東海大学理学部化学科)、笠井哲郎(東海大学工学部土木工学科)
- 9(金) E-4 **大気圧プラズマジェットを用いたマラカイトグリーン水溶液の脱色**
*田中彰真、グエン・フーティン、**桑畑周司(東海大学工学部電気電子工学科)、小田慶喜(東海大学技術共同管理室)
- 9(金) E-5 **大気圧プラズマジェット照射による(タートラジン+マラカイトグリーン)水溶液の脱色**
*毛塚祐輔、佐藤大輔、**桑畑周司(東海大学工学部電気電子工学科)、小田慶喜(東海大学技術共同管理室)
- 9(金) E-6 **大気圧プラズマジェットを用いたアンモニア生成**
*松木優哉、辻 拓、**桑畑周司(東海大学工学部電気電子工学科)、三上一行(東海大学理学部化学科)
- 9(金) E-7 **Er-Yb 共ドーパダブルペロブスカイト酸化物の合成とそのアップコンバージョン発光特性**
*石井 海人夢(東海大学理学部化学科)、中里 暢宏(東海大学理学研究科化学専攻)、粕谷 航平(東海大学理学研究科化学専攻)、**富田 恒之(東海大学理学部化学科)
- 9(金) E-8 **シートプラズマを用いた核融合加熱用水素負イオン源の開発**
*大崎晃太郎(東海大学理学部物理学科)、石原正悟(東海大学大学院理学研究科物理学専攻)、花井啓利(東海大学大学院理学研究科物理学専攻)**利根川昭(東海大学理学部物理学科)、佐藤浩之助(東京理科大学、中部電力)、河村和考(東海大学)
- 9(金) E-9 **新型装置におけるダイバータプラズマの模擬実験**
*菊地大樹(東海大学理学部物理学科)、瀧本壽来生(東海大学大学院総合理工学理学研究科総合理工学専攻)、**利根川昭(東海大学理学部物理学科)、佐藤浩之助(東京理科大学、中部電力)、河村和孝(東海大学)
- 9(金) E-10 **シートプラズマを用いた宇宙用電気推進機の加熱特性**
*高村恭平(東海大学理学部物理学科)、西村未来(東海大学大学院理学研究科物理学専攻)
**利根川昭(東海大学理学部物理学科)、佐藤浩之助(東京理科大学、中部電力)、河村和孝(東海大学)

発表日 **F: 有機・高分子材料**

エントリーなし

発表日 **G: 生命生体理工学**

- 9(金) G-1 **自助具管使用時の筋電図および精神性発汗の検討**
*古木千愛(東海大学基盤工学部)、木村航大(東海大学基盤工学部)、山崎清之(東海大学工学部)、**木村達洋(東海大学基盤工学部)
- 8(木) G-2 **バイオ蛍光法を用いた呼気中 2 成分(エタノール・アセトアルデヒド)ガスの同時可視化計測に関する研究**
*水越 直樹、早川 悠暉、飯谷 健太(東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科)、當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二(東京医科歯科大学 生体材料研究所)

- 8(木) G-3 **唾液中グルコース連続計測を目的とした夾雑物質の影響抑制に関する研究**
 *大石琢史、戸本佳佑(東京医科歯科大学 医歯学総合研究科)
 當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二(東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)
- 8(木) G-4 **脂質代謝評価を目的とした呼気アセトン・イソプロパノールの間欠繰返し計測可能なバイオスニファに関する研究**
 *鈴木 翔太、青田 崇志、岩崎 芳菜子(東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科)
 當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二(東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)
- 8(木) G-5 **グルコース酸素濃集および発電による空気バイオ電池に関する研究**
 *郝 再晨、當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二(東京医科歯科大学 生体材料研究所)
 瀨島 史也(東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科)、
- 9(金) G-6 **強迫性心理特性と脳波低周波成分の関連性**
 *長谷川義紘(東海大学工学部)、高木勇人(東海大学工学部)、**山崎清之(東海大学工学部)
- 9(金) G-7 **脳波によるフリッカー値の客観的判別法の検討**
 *圓城寺純矢(東海大学工学部医用生体工学科)、木村昭成(東海大学工学部医用生体工学科)、
 C.インオン(東海大学工学部医用生体工学科)、木村達洋(東海大学基盤工学部医療福祉工学科)、
 ** 山崎清之(東海大学工学部医用生体工学科)
- 9(金) G-8 **予告-命令刺激インターバルにおける脳波の分析**
 *古澤純、圓城寺純矢、高木勇人(東海大学工学部医用生体工学科)、木村達洋(東海大学基盤工学部医療福祉工学科)、**山崎清之(東海大学工学部医用生体工学科)
- 9(金) G-9 **チェッカーボードパタン反転刺激を用いた脳波 BCI の検討**
 *C.インオン(東海大学 工学部)、圓城寺純矢(東海大学 工学部)、木村達洋(東海大学 基盤工学部)、**山崎清之(東海大学 工学部)
- 9(金) G-10 **PMMA の立体規則性と血液適合性**
 *飯坂仁美、**望月明(東海大学工学部医用生体工学科)
- 9(金) G-11 **液状ポリエステルの変動性と血液適合性**
 *宇田川彩花、**望月明(東海大学工学部医用生体工学科)
- 9(金) G-12 **Cyclic Olefin Polymer[COP]の生体適合性レベル**
 *田代 梨咲子、**望月 明(東海大学工学部医用生体工学)
- 9(金) G-13 **リン酸基を有するメタクリレート系ポリマーの生体適合性**
 *倉田康広、**望月明、八幡千枝(東海大学工学部医用生体工学科)
- 9(金) G-14 **シリル基を有するメタクリレート系ポリマーの血液適合性**
 *近野 陽保、八幡 千枝、**望月 明 (東海大学工学部医用生体工学科)

発表日 **H: 薄膜・表面物性工学**

- 8(木) H-1 **C₆₀を用いた導電性薄膜の形成**
*和田 有里(東海大学工学部材料科学科)、東野 浩昂(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、永田 兆嗣(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、山田 貴壽(産業技術総合研究所)、**葛巻 徹(東海大学工学部材料科学科、東海大学大学院応用理化学専攻)
- 8(木) H-2 **C₆₀を用いた炭素導電薄膜を負極とする全固体型リチウムイオン電池の作製**
*神戸雅規(東海大学工学部材料科学科)、田村亮太(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)
**葛巻徹(東海大学工学部材料科学科、東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)
- 8(木) H-3 **V 薄膜の水素吸蔵時の面内圧縮応力の評価**
山田拓海(東海大学工学部材料科学科)、源馬龍太(東海大学工学部材料科学科)
- 8(木) H-4 **CaSi₂ により高純度化した窒素雰囲気中での Ti の窒化処理の検討**
*長谷川 聖仁(東海大学工学部材料科学科)、齋藤 剛毅(東海大学工学部材料科学科)
**源馬 龍太(東海大学工学部材料科学科)
- 8(木) H-5 **CaSi₂ により高純度化した N₂ 雰囲気下における Si の窒化処理の検討**
*齋藤剛毅(東海大学工学部材料科学科)、長谷川聖仁(東海大学工学部材料科学科)、
**源馬龍太(東海大学工学部材料科学科)
- 8(木) H-6 **マグネトロンスパッタリング法により作製した Pd 薄膜の面内圧縮応力の評価**
*中廣駿太郎(東海大学工学部材料科学科)、**源馬龍太(東海大学工学部材料科学科)
- 8(木) H-7 **ガスクロミック反応を用いた薄膜水素センサの作製**
*野地 彩水(東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- 8(木) H-8 **透明な太陽電池のためのP型半導体薄膜の作製および評価**
*坂本 祐菜(東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- 8(木) H-9 **透明光触媒の作成及び光触媒機能の評価**
*阿部 聡(東海大学教養学部人間環境学科)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- 8(木) H-10 **斜め蒸着による薄膜への基板バイアス効果**
*塚越 麗仁(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、山口 健吾(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、橋本 京典(東海大学工学部原子力工学科)、芝岡 将一(東海大学工学部原子力工学科)、福田 紘也(東海大学理学部化学科)、**松村 義人(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、内田ヘルムート 貴大(東海大学大学院工学研究科機械工学専攻)
- 9(金) H-11 **熱電子強化型イオンプレーティング法による合金薄膜形成**
*荒井伸亮(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、上野皓生(東海大学工学部原子力工学科)、秋元翼(東海大学工学部原子力工学科)、神谷証人(東海大学工学部原子力工学科)、金子莉久(東海大学工学部原子力工学科)、**松村義人(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)

- 8(木) H-12 **金属薄膜における内部応力制御法の開発**
 *山口健吾(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、塚越麗仁(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、津曲勇輝(東海大学工学部原子力工学科)、井手龍之介(東海大学工学部原子力工学科)、石丸大地(東海大学工学部原子力工学科)、秋元翼(東海大学工学部原子力工学科)、**松村義人(東海大学工学部原子力工学科)

発表日 **I: その他**

- 8(木) I-1 **コーヒー粕抽出液の施用がコマツナの生育に及ぼす影響-葉の展開不良の原因解明に向けて-**
 *森大樹(東海大学人間環境学研究科人間環境学専攻)、**室田憲一(東海大学人間環境学研究科人間環境学専攻)

発表日 **J: プロジェクト「創・送エネルギーシステムの開発」**

- 8(木) J-1 **景観規制に配慮した新技術エネルギーシステム導入のための意匠と配置の検討**
 *山口晃拓(東海大学工学研究科建築土木工学専攻)
 **梶田佳孝(東海大学工学部土木工学科)
- 8(木) J-2 **シリコン基板へのゲルマニウムの熱拡散により形成したシリコンゲルマニウム結晶成長テンプレートの作製**
 *ノルラシダラシッド、**金子哲也、**磯村雅夫(東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻)
- 8(木) J-3 **Interface Modification of TiO₂/Perovskite layers in Planar Perovskite Solar Cells using single crystal Brookite TiO₂ Nanoparticles**
 *Sem Visal、Satoru Iwamori、**Tetsuya Kaneko、**Masao Isomura (Course of Electrical and Electronic Engineering、Graduate school of Engineering、Tokai Univ.)、Md. Shahiduzzaman、Mizuki Kuniyoshi、Tetsuhiro Katsumata、Koji Tomita (Course of Chemistry、Graduate school of Science、Tokai Univ.)
- 8(木) J-4 **熱音響発電向けリニア発電機の製作と性能評価**
 *安西龍一(東海大学工学部電気電子工学科)、石部晶央(東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻)、**金子哲也(東海大学工学部電気電子工学科)
- 8(木) J-5 **ペロブスカイト太陽電池の紫外線硬化樹脂を用いた封止による耐久性評価**
 *佐藤 淳輝(東海大学工学部電気電子工学科)、Sem Visal(東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻)、磯村 雅夫(東海大学工学部電気電子工学科)、**金子 哲也(東海大学工学部電気電子工学科)
- 8(木) J-6 **窒化銅成膜時の窒素ガス流量に対するヨウ化銅薄膜の電気的・光学的特性変化**
 *佐藤祐希、坂井健吾、磯村雅夫 **金子哲也(東海大学工学部電気電子工学科)
- 8(木) J-7 **高温高压装置を利用した CuTaO₃ の合成**
 *岡崎有莉香(東海大)、植田紘一郎(学習院大)、**勝又哲裕(東海大)
- 8(木) J-8 **ルチル型 TiO₂ を電子輸送層に用いた有機ペロブスカイト太陽電池**
 *軽部涼太郎(東海大学理学部化学科)、中川祐輝(東海大学理学部化学科)、國吉望月(東海大学理学研究科化学専攻)、Sem Visal(東海大学工学研究科電気電子工学専攻)、**富田恒之(東海大学理学部化学科)

- 8(木) J-9 **有機ペロブスカイト型太陽電池の電子輸送層への TiO₂ ナノ粒子層の導入**
*中川祐輝(東海大学理学部化学科)、國吉望月(東海大学理学研究科化学専攻)、軽部涼太郎(東海大学理学部化学科)、Sem Visal(東海大学工学研究科電気電子工学専攻)、Md. Shahiduzzaman(東海大学理学部化学科)、**富田恒之(東海大学理学部化学科)
- 8(木) J-10 **4種類の結晶多形の酸化チタンを電極に用いた太陽電池**
*飯田真裕(東海大学理学部化学科)、古江美和子、國吉望月(東海大学理学研究科化学専攻)、**富田恒之(東海大学理学部化学科)、岩森暁(工学部機械工学科)、梅津信二郎(早稲田大学創造理工学部総合機械工学科)
- 8(木) J-11 **TiO₂ ナノ粒子の有機分子修飾による分散性と成膜性の向上**
*國吉 望月(東海大学理学研究科化学専攻)、軽部 涼太郎、中川 祐輝、Md.Shahiduzzaman(東海大学理学部化学科)、Sem Visal(東海大学工学研究科電気電子工学専攻)、磯村 雅夫(東海大学工学部電気電子工学科)、**富田 恒之(東海大学理学部化学科)

以上

通電加熱によるカーボンナノチューブ紡績糸の機械的性質への影響

*友成宏之(東海大学工学部材料科学科)、手塚貴也(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)
森典生(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、中條大樹(岡山大学大学院自然科学研究科)
森光生(岡山大学大学院自然科学研究科)、林靖彦(岡山大学大学院自然科学研究科)
**葛巻徹(東海大学工学部材料科学科)

【背景・目的】

カーボンナノチューブ(CNT)は既存材料を凌駕する優れた機械的特性(引張強度 150 GPa、ヤング率 1 TPa)を有し、宇宙エレベータを代表とした未来構造物を実現しうる高強度、高剛性軽量材料として実用化が期待されている。しかし、炭化水素系ガスを原料とする化学気相成長(CVD)法で合成される CNT は、欠陥が多く個々の物性のばらつきが大きい。そこで、CNT を束ねて線材化することで材料としての性能を均質化し、さらにその後の処理によって高強度、高電気伝導性を発現させることができれば実用材料としての応用が期待できる。

本研究では CNT 紡績長繊維の高強度材料への応用を目的として、真空抵抗加熱炉を用いた超高真空中での CNT 紡績糸の約 2000°Cでの通電加熱と引張強度との関係と、CNT 紡績糸への炭素コーティングが繊維径と引張強度に与える影響について検討する。

【実験方法】

熱 CVD 法により高密度垂直配向 CNT 膜を 650°Cで合成した。Si 基板に対して Al2O3(約 15 nm)、Fe(約 1.7 nm)の順に金属触媒を形成し、合成ガスは H2、C2H2を用いた。その後、合成した膜の端部から CNT 繊維集合体を 1000 rpm で撚り掛けながら 120 mm/min で引き出し、CNT の連続長繊維を作製した。また、紡績糸へのエタノール含浸により繊維径を減少させる溶液処理を行った。作製した試料に厚さ約 120 nm の炭素コーティングを行った試料も作製した。作製した試料に真空抵抗加熱炉を用いて、到達圧力 10^-6 Pa、加熱処理温度約 2000°C、保持時間 100 min で通電加熱による熱処理を行った。通電加熱後の試料に微小引張試験を行い、応力-歪曲線を求めた。試料の表面組織は、走査型電子顕微鏡(SEM: JSM-5600LV, JEOL)を用いて観察した。

【結果・考察】

各試料の引張試験で求められた値の応力-歪曲線を図 1 に、SEM 写真を図 2 に示した。CNT 紡績糸に引張試験を行った結果、図 1 より引張強度は加熱処理を行った試料の方が向上したことが分かる。これは加熱処理によって CNT に組織変化が生じたことが原因だと考えられる。表面微細組織の観察を行った結果、図 2 より加熱処理前後で紡績糸の繊維径の減少が確認された。これは CNT のバンドル化による密度向上と通電加熱時に真空チャンバー内の残留酸素と反応して酸化し、CNT 紡績糸表面の一部が昇華したことが原因だと考えられる。

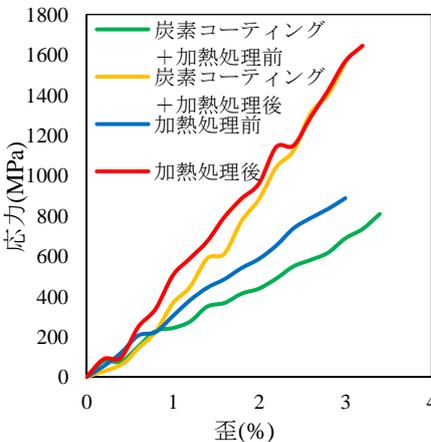


図 1 応力-歪曲線

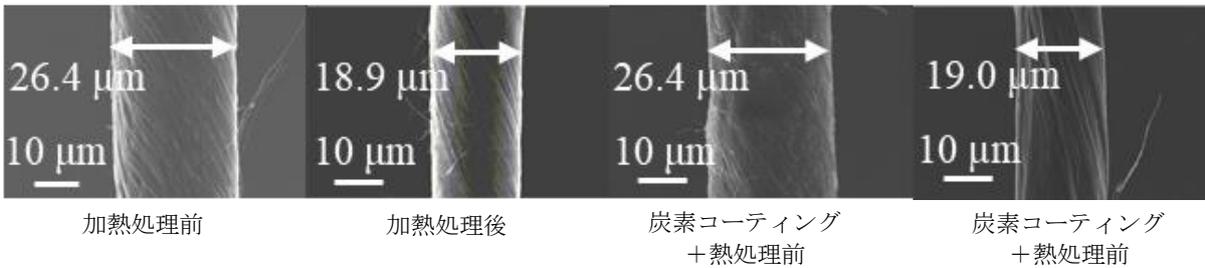


図 2 SEM 写真

静電インクジェット法を用いて作製した二酸化チタン薄膜の構造制御とペロブスカイト太陽電池への応用

*佐久間駿治 (東海大学工学部機械工学科)、Md. Shahiduzzaman (東海大学理学部化学科)、
 冨田恒之 (東海大学理学部化学科)、梅津信二郎 (早稲田大学創造理工学部)、**岩森暁 (東海大学工学部機械工学科)

1. 緒言

近年、溶液塗布で作製するため低コストであり、高い変換効率、意匠性を持たせることが出来ることから、様々な場所に設置可能なペロブスカイト太陽電池が注目されている。しかし、使用材料に鉛を使わないことや劣化速度の改善、変換効率向上が現在課題とされている。高効率化にむけて二酸化チタン薄膜 (C-TiO₂ 層) に関する研究が盛んに行われている。

本研究では C-TiO₂ 層の新たな作製方法として静電インクジェット法を用いた。静電インクジェット法は静電気力を利用したインクジェット技術であり、従来のインクジェット法に比べ高粘性な液体の吐出が可能である。なぜなら、シリンジ内の液体と基板との間に高電圧を印加することにより、圧力で液体を押し出すのではなく液体を引っ張るように吐出をさせるため高粘性な液体も吐出が可能とされている。

本研究では静電インクジェット法で作製した C-TiO₂ 層の状態、及びペロブスカイト太陽電池に利用した際の影響を調査した。

2. 実験方法

2.1 C-TiO₂ 層の作製方法

本実験では、薄膜を形成させるため Fig. 1 のような装置を構成した。成膜する基板に透明電極 (FTO 電極) 25 mm×25 mm を用いた。静電インクジェットの条件を Table 1 にまとめた。使用溶液には一般にペロブスカイト太陽電池に用いられる C-TiO₂ 層用のアセチルアセトナートを超脱水 2-プロパノールで希釈し 0.30M とした。

Table 1 静電インクジェット法の成膜条件

| 印加電圧 | 焼結温度 | Gap | 吐出角度 | 成膜時間 | 回転数 |
|---------|---------|--------|-------|-------|-----------|
| 8.5[kV] | 500[°C] | 60[mm] | 45[°] | 60[s] | 2400[rpm] |

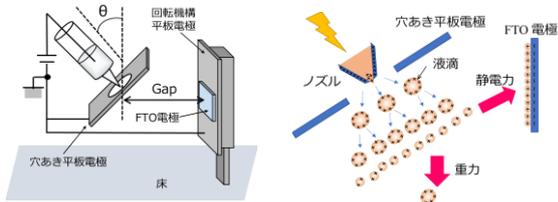


Fig. 1 静電インクジェット装置

2.2 デバイスの作製方法

本実験では、東海大学工学部電気電子工学科で作製されているペロブスカイト太陽電池を参考にデバイスを作製した。Fig. 2 にデバイスの構成を示す。FTO ガラスを中性洗剤、イソプロパノール、アセトン、純水で洗浄後 UV オゾン処理を 15 分施した。FTO ガラス上に静電イン

クジェットで膜厚 130nm のアセチルアセトナートを成膜し、500°C で 30 分焼結した。その後、ペロブスカイト前駆体層をスピコートで形成、回転中にクロロベンゼンを滴下し、100°C で 1 時間の熱処理を施し、ペロブスカイト層を結晶化した。(貧溶媒法) その上に正孔輸送層を膜厚 250nm スピコートで成膜、最後に表面電極として金を 80nm 程度蒸着で成膜した。



Fig. 2 作製したペロブスカイト太陽電池の構造図

2.3 評価方法

本実験では、走査型電子顕微鏡を用い C-TiO₂ 層の表断面の観察、ソーラーシミュレータを用いて変換効率の測定を行った。また、分光感度測定より量子効率を算出した。

3. 結果と考察

Fig. 3 に J-V 曲線と測定結果を示す。Fig. 3 より静電インクジェットで作製した C-TiO₂ を利用したペロブスカイト太陽電池は最大 6.8% の変換効率を出すことが出来た。この結果より静電インクジェットで作製した C-TiO₂ 層はペロブスカイト太陽電池に利用可能であるとわかった。しかし、変換効率が低いことから、静電インクジェットの条件を最適化していく必要があると考えられる。当日は量子効率と走査型電子顕微鏡の観察結果も合わせて示し、静電インクジェットで作製した C-TiO₂ の特徴についても報告予定である。

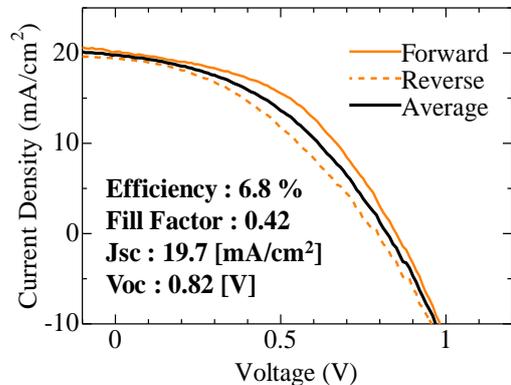


Fig. 3 J-V 曲線と測定結果

二酸化チタン膜の構造変化と光閉じ込め効果による変換効率への影響

*木村 隆平（東海大学工学部機械工学科） Md. Shahiduzzaman（東海大学理学部化学科）

富田 恒之（東海大学理学部化学科） 梅津 信二郎（早稲田大学） 岩森 暁（東海大学工学部機械工学科）

【はじめに】

色素増感型太陽電池は現在主流のシリコン型太陽電池に比べ、低価格でデザイン性にも優れているがさらなる変換効率の向上が必要で研究が進められている。色素増感型太陽電池において、変換効率に最も影響を及ぼすのは TiO₂ 薄膜の構造と言われている。先行研究では静電インクジェット法を用いて Fig. 1 のように、成膜する基板に対し垂直方向に吐出を行う装置と、Fig. 2 のように基板に対して吐出角度 45 度になる装置を制作した。垂直方向への吐出では重力により大きな粒子の状態で成膜される事が分かり、吐出角度 45 度の装置では重力による大きな粒子が無くなり小さな粒子が成膜されることが分かった。そこで本研究では先行研究を参考に光閉じ込め効果と言われる積層条件の成膜を行い変換効率への影響を見る。

【実験方法】

光閉じ込め効果を検証するため、4 つの条件で成膜した。1 つ目は Fig. 1 の装置で TiO₂ 薄膜の厚さが 20 μ m となるように成膜したもの、2 つ目は Fig. 2 の装置で膜の厚さが 20 μ m になるもの、3 つ目は光閉じ込め効果層と言われる積層条件で下層に Fig. 1 の装置で 15 μ m、上層に Fig. 2 の装置で 5 μ m 成膜したもの、最後に積層条件で 3 つ目と逆になる層を成膜した。この実験条件において、TiO₂ 粒子は P25 を使用し、印加電圧は 7.5 kV、基板とノズルの距離は Fig. 1 の装置では 30mm、Fig. 2 の装置では 60mm とし、使用溶媒はすべて純水で行った。成膜した基板は 500°C で 30 分焼成する。変換効率の測定方法は、N719 の色素に 40°C の恒温槽で 3 時間浸け、色素吸着させる。その後、TiO₂ 薄膜を囲うようにスペーサーを置き、2 μ l の電解液を垂らす。白金電極で薄膜が潰れないように挟めば色素増感型太陽電池が完成する。これを模擬光に当て変換効率を見る。

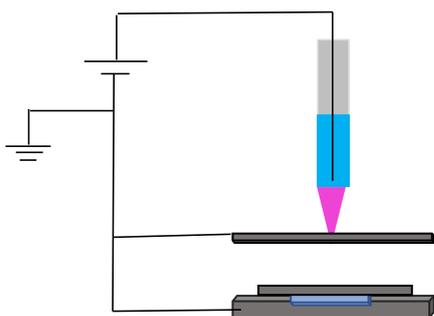


Fig.1 静電インクジェット（垂直方向）

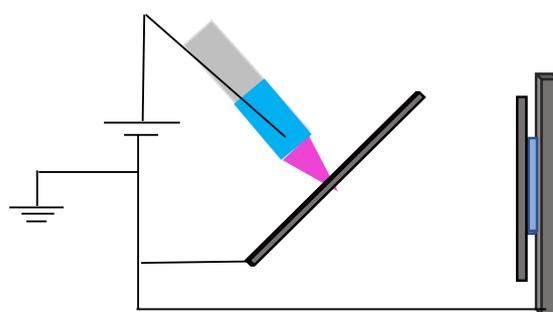


Fig.2 静電インクジェット（45度方向）

【実験結果】

単層で成膜したものに比べ光閉じ込め効果の積層条件は変換効率が高い。光閉じ込め効果層の逆で成膜したものは膜表面に大きな陥没が見え膜として未完成であった。これより光閉じ込め効果はあると言える。

ボールミリング法による LaNi₅ を用いた CO₂ からのメタン生成

*谷田貝昂平(東海大学工学部材料科学科)、内田晴久(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、**源馬 龍太(東海大学工学部材料科学科)

【背景及び目的】

近年地球温暖化問題に端を発し地球規模での気候変動や異常気象が起こっており、地球温暖化問題の対策は急務である。その対策手段の一つとして水素エネルギーの活用に注目が集まっている。化石燃料とは異なり、水素の燃焼に伴い発生するのは水のみで、二酸化炭素は排出されないためである。しかしながら、依然として燃料電池や燃料電池自動車の価格は高く、インフラの整備も進んでいるとは言い難い。

そこで、本研究では水素と二酸化炭素とを合成することによるメタンの生成に関して研究を行う。メタン化するメリットは、都市ガスの主成分はメタンであることから既存の設備を使用することが十分可能であり、新たなインフラ設備の建設は不要である点にある。また、大気中の二酸化炭素を合成に使用することができるになれば、そのメタンを燃焼させても大気中への二酸化炭素の放出は実質無い(カーボンニュートラル)とみなすことが出来、この点も十分メリットと言える。二酸化炭素と水素の反応によるメタン生成はサバティエ反応として知られているが、通常、サバティエ反応によるメタン化プロセスには高温高压が必要となる^[1]。そこで、高温高压を必要としないプロセスとして、ボールミルを用いたメカノケミカル法によるメタンの生成を試みる。

【実験方法】

ステンレスポットに試料 0.5 g とステンレス球を入れ、ポット内部を 100 Pa 以下まで真空引きした。その後、水素ガス 36 mL と二酸化炭素ガス 9 mL をポット内部に注入し、内部のガスをガスクロマトグラフ装置で分析した。回転数 250 rpm で 3 時間ボールミリングを行い内部のガスを再びガスクロマトグラフ装置で分析し、ボールミリングを行う前と後での状態の変化を調べた。その後、ボールミリング前の試料と併せて SEM EDX 及び XRD を用いて分析を行った。

【結果及び考察】

ガスクロマトグラフィーによる反応ガスの分析によりメタンの生成を確認した。一方で、二酸化炭素が想定よりも多く消費されており、C がデポジットされた可能性が考えられる。次に SEM EDX を用いて元素分析を行った。デポジットされたと考えられる C を検出するには至らなかった。最後に XRD による結晶構造解析を行った(Fig.1)。ボールミリング前の試料は文献値とよく一致していた。しかし、ボールミリング後の試料はボールミリング前の試料とは異なる特異なピークが出現した。ボールミリングによって相分離を起こしている可能性が考えられる^[2]。

【参考文献】

- [1] Kriston P. Brooks, Jianli Hu, Huayang Zhu, Robert J. Kee, Chemical. Engineering Science 62 (2007) pp. 1161-1170.
- [2] Shuko Munehiro, Keiji Fujii, Hironobu Fujii and Shin-ichi Orimo, J.Japan Inst. Metals, Vol. 63, No. 8 (1999), pp. 970-976.
- [3] Jurczyk M, Nowak M, Okonska I, Smardz L and Szajek A, Mater. Sci. Forum, 610/613 (2009), pp. 472-479.
- [4] Chengying Tang, Yong Du, Huaiying Zhou, J. Alloys Compd, Vol. 470 (2008), pp. 222-227.
- [5] J. Häglund, A. Fernández Guillermet, G. Grimvall, and M. Körling, Phys. Rev. B 48, (1993), pp. 11685-11691.

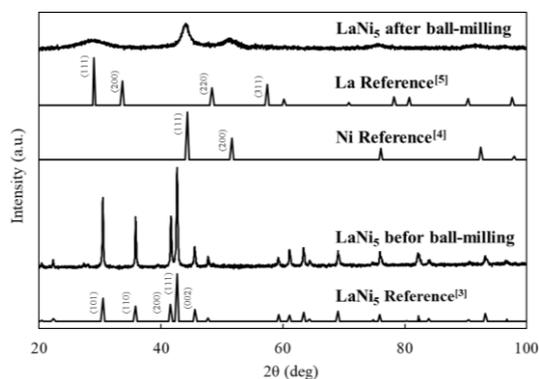


Fig.1 XRD 構造解析結果

LaNi_{4.6}Al_{0.4}合金を用いたCO₂とH₂からのCH₄生成

*鈴木琢也(東海大学工学部材料科学科)、**源馬龍太(東海大学工学部材料科学科)

1. 背景・目的

近年、化石燃料の燃焼による二酸化炭素排出量の増加に伴う地球温暖化が問題となっている。大気中の二酸化炭素の増加を抑制するための方法として大気中の二酸化炭素のメタン化が考えられている [1]。メタン化された炭素は再び燃料として使用することが可能であり、カーボンニュートラルとみなせる。メタン化に必要な水素は再生可能エネルギーの余剰電力を用いて水の電気分解により作ることができる。

二酸化炭素と水素の反応によるメタン生成反応はサバティエ反応として知られているが、通常、サバティエ反応によるメタン化プロセスには高温高压が必要となる [1]。

最近の我々の研究では、LaNi 系合金を触媒として用いたボールミリングにより低温でメタン生成が可能であることがわかってきたが、その機構が明らかになっていない。

本研究ではCO₂のメタン化におけるLaNi系合金の触媒能を明らかにするために高压ジューベルト装置を用いてメタン生成反応を検証することを目的とする。

2. 実験方法

図1に本研究に用いた高压ジューベルト装置を示した。あらかじめLaNi_{4.6}Al_{0.4}合金を高压ジューベルト装置の反応管の中に入れ、外側から240℃に加熱し、そこに水素と二酸化炭素の混合ガス(H₂:CO₂ = 4:1)を導入した。一定時間経過後に気体をサンプルバッグにより採取し、ガスクロマトグラフにより分析した。

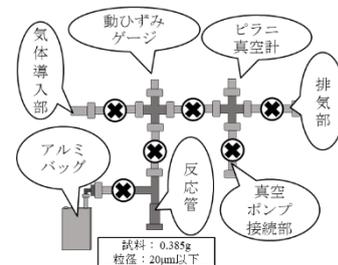


図1 装置模式図

3. 結果

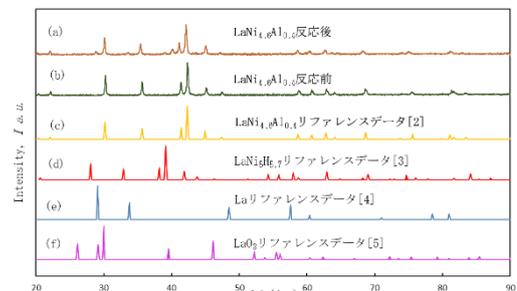
200℃ではCH₄の生成を確認することができなかったが、240℃で一時間反応させた際には少量のCH₄が生成されることが確認できた。

メタン生成を行った前後の試料について、XRDを用いて比較すると、メタン生成後の試料では28°と33°にピークがみられ、これらのピークはLaのピーク(図2(e))と重なるため、La由来のものと考えられる。さらに、40°にピークがみられるが、いずれの回折線とも重ならないため現在のところ不明である。

このことから、試料粉末LaNi_{4.6}Al_{0.4}の一部は水素化したものと推測される。

4. 参考文献

- [1] Ando H, Fujiwara M, Matsumura Y, Miyamura H, Souma Y, Energy Convers Manag. (1995.06), Vol. 36 No. 6/9653-656.
- [2] Semenenko K.N., Petrova L.A., Burnasheva V.V., Russ. J. Inorg. Chem. (1983) 28, 107-111
- [3] Halstead T.K., J. Solid State Chem. (1974) 11, 114-119.
- [4] King E., Harris I.R., J. Less-Common Met. (1972) 27, 51-63.
- [5] Djerdj I., Garnweitner G., Su D.S., Niederberger M., J. Solid State Chem. (2007) 180, 2154-2165.

図2 LaNi_{4.6}Al_{0.4}粉末試料のXRD測定結果とリファレンスパターン

ソルボサーマル法による SnSe ナノプレートの作製と構造評価

*矢吹 隼人(東海大学工学部材料科学科)、細川 祐一(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)

**高尻 雅之(東海大学工学部材料科学科)

【緒言】

近年、再生可能エネルギーに対する期待が高まっている。背景として、消費エネルギーの約 70%は 100~300°Cの低温廃熱エネルギーであり、その多くのエネルギーが未利用のまま環境に廃棄されている。そのため、熱電変換素子を利用して、熱から電気へ高効率に変換することが可能になれば、CO₂量増加等の環境問題解決においても貢献出来る。

近年、高い熱電性能を有する熱電材料として SnSe という材料が注目されている。そのため本研究では、SnSe ナノプレートの作製および評価を行い、さらにそれを応用させることで、「高熱電性能を有する熱電薄膜」の作製を目指す。化学量論比 Sn:Se=1:1 に向けた試料作成に取り組む。また同時に、結晶粒径の微細化とプレート形状調整を目指す。

【実験方法】

本実験では、ソルボサーマル法を用いて Se の添加量を調整し SnSe ナノプレート粉末を作製した。テフロン容器に試料を入れ、オートクレーブ容器に密封し、熱処理装置で高圧・高温度で反応させる。生成物を遠心分離にかけ、沈殿物のみを取り出し、真空乾燥させる。その後、性能評価を行う。

【結果】

化学量論比に近づくほど、プレートが綺麗に長方形に整い、プレート数も多く確認することができた。また、平均結晶粒径も小さくなっていった。そのため、熱電性能指数も向上していると考えられる。

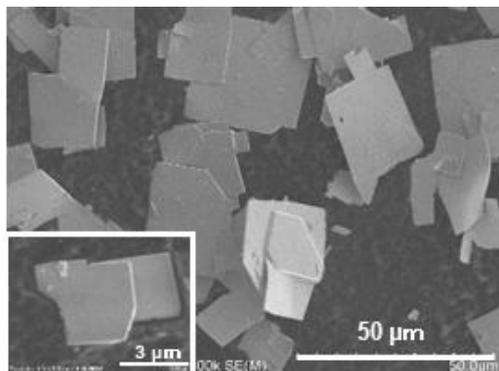


図1 SEM 写真

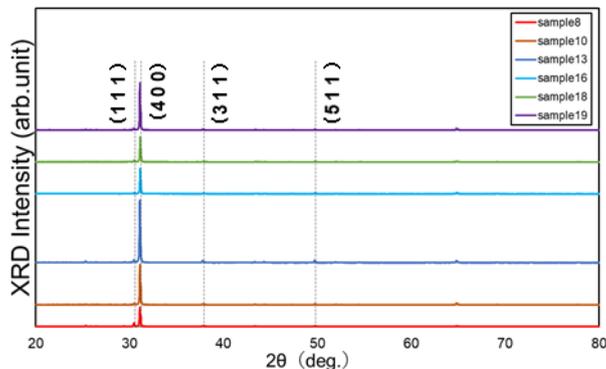


図2 XRD 結果

ソルボサーマル法を用いた 3 元系 Bi-Te-Se ナノプレートの作製と物性評価

*津田 駿 (東海大学工学部材料科学科)、竹森 大地 (東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)

**高尻 雅之 (東海大学工学部材料科学科)

【緒言】

熱電変換材料とは、熱と電気を相互に変換させることができる材料のことである。温度差をつけて起電力を発生させることをゼーベック効果、逆に電気を流して温度差を与えることをペルチェ効果という。熱電変換材料を利用することによって地熱や温泉熱、工場の排熱などの捨てられている熱源を電力に変換できる。本研究では、ソルボサーマル法を用いて N 型ナノプレートを作製し、そのナノプレートをインク材料として応用して、N 型熱電薄膜を作製することを目的としている。ナノプレートの熱電特性を制御するため、N 型に寄与する Se を添加し、3 元系 N 型ナノプレートの作製を行う。また同時に Te より原子半径の小さい Se を置換させることで Bi_2Te_3 ナノプレートより小型化が期待できる。

【実験方法】

試料作製で Se と Te の比を 0.05 mol ずつ変えた試料 1~6 の材料と攪拌子をテフロン容器に入れ、ソルボサーマル装置で攪拌させながら 200°C で 20 時間熱処理を行った。その後、自然冷却させ生成物を遠沈管に移し、15000 rpm で 15 分間遠心分離を行った。これを 3 回繰り返した後、真空乾燥機に入れ、乾燥させた。ドロップキャスト法を用いた薄膜作成を行った後、薄膜の性能を確認するため抵抗及び熱起電力を測定し、パワーファクター ($P.F.$) の算出を行った。

【結果】

XRD の結果から、 Bi_2Te_3 のピークがずれていることで 3 元系のナノプレートができていることが分かった。SEM の結果から、Se の割合を増やすとナノプレート構造が不均一になった。薄膜作製あとのゼーベック係数は Se を添加した方が高くなり、 $P.F.$ の値は $2.4 \mu\text{W}/\text{K}^2 \cdot \text{cm}$ を示した。

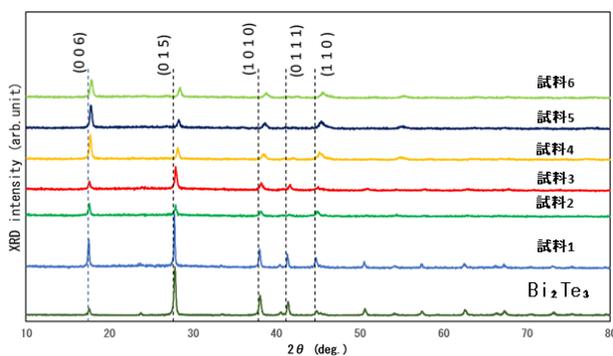


図 1 Bi-Te-Se の XRD 結果

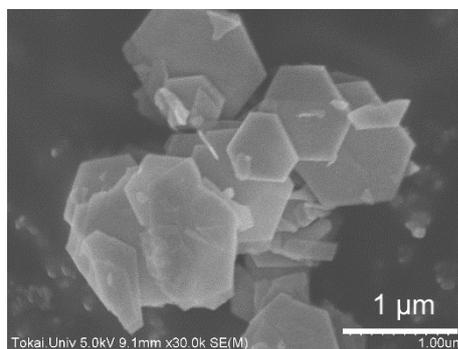


図 2 SEM 画像

液中プラズマ法を用いた燃料電池用 Pt 触媒の作製

*吉川 翼(東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻)、**庄 善之(東海大学工学部電気電子工学科)

[背景および目的]

固体高分子型燃料電池は水素と酸素の化学反応を利用した発電デバイスである。高い発電効率を持ちながら発電時に排出するのは水のみであるため、次世代の発電システムとして期待されている。燃料電池には電気化学反応を促進させるため、炭素粒子に Pt を担持した Pt 触媒が使用されており、そのことが燃料電池の高コスト化の要因となっている。その為、燃料電池への Pt 使用量の削減が求められている。

そこで本研究では液中プラズマ法を用いて、Pt 微粒子を作製するとともにカーボンに担持し、燃料電池の触媒を作製することを目的とする。Pt を微細化することで単位質量当たりの表面積を拡大し、触媒に使用される Pt 量の削減および燃料電池の高出力化を目的とする。

[実験方法]

純水 40[ml]とカーボンブラック 18.9[mg]を混合し、濃度 0.047[%]の混合液を作製した。混合液中に 2 本の Pt 電極を 1[mm]間隔で設置し、電極をパルス電源に接続した。パルス電源から電圧を 1.0[kV]-4.0[kV]、周波数 30[kHz]、パルス幅 2[μs]の条件で電圧を印加し、混合液中にプラズマを発生させた。Pt スパッタ量が約 5.0[mg]になるまで放電処理を行い、燃料電池用 Pt 触媒の作製を試みた。

作製した燃料電池用 Pt 触媒を燃料電池に組み込み、発電性能を測定した。

[結果・考察]

図 1 に Pt 触媒作製時のスパッタ処理電圧に対する燃料電池の抵抗成分と最大出力の変化を示す。インピーダンス測定から得られた直列抵抗成分は燃料電池のプロトン伝導率に起因するもので、スパッタ処理電圧に対してそれぞれ約 20[mΩ]であり変化はなかった。一方並列抵抗成分は燃料電池の電気化学反応速度に起因するもので、スパッタ処理電圧を下げると 58.5[mΩ]から 49.5[mΩ]となり抵抗値が減少した。また最大出力電力は 0.53[W/mg]から 0.72[W/mg]に増加した。

液中プラズマ法を用いてカーボン表面に Pt を担持し、Pt 触媒を作製することができた。また作製した Pt 触媒が燃料電池の触媒として機能することを確認した。スパッタ処理電圧を下げると燃料電池の最大出力電力が増加した。これは並列抵抗成分が減少し燃料電池の電気化学反応が促進したことで最大出力電力が増加したと考えられる。その要因として、スパッタ処理電圧を下げることで表面積の大きい Pt を形成したためと考えられる。その結果 Pt の有効利用できる面積が増加したことで、燃料電池の電気化学反応が促進し最大出力電力が増加したと考えられる。

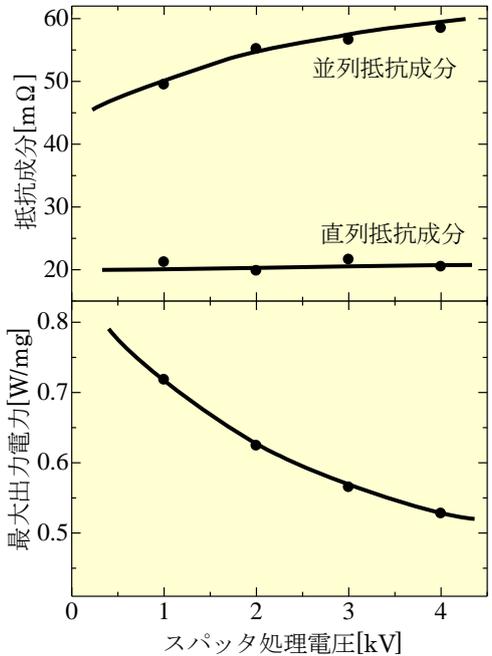


図 1. スパッタ処理電圧に対する燃料電池の抵抗成分と最大出力の変化

液中プラズマ法を用いたナノカーボンの作製および燃料電池用担持体への応用

*遠藤 哲 (東海大学工学研究科電気電子工学専攻), **庄 善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

【背景】

炭素微粒子 (ナノカーボン) はその表面に白金 (Pt) を担持することで、燃料電池用触媒の原料として用いられている。燃料電池の高出力化、低コスト化のために、Pt の微細化が必要である。微細化した Pt を効率的に使用するためには Pt の担持体であるナノカーボンを微細化し、表面積を大きくすることが求められている。

【目的】

本研究では、液中プラズマ法を用いて従来のカーボンブラックより微細なナノカーボンを作製することを目的とする。液中プラズマ法は熱非平衡状態でナノカーボンを作製する為、従来より微細なナノカーボンの作製が期待できる。また、作製したナノカーボンを担持体として燃料電池用触媒を作製することで燃料電池用触媒の高性能化を目指す。

【実験方法】

図 1 にナノカーボン作製に用いる液中プラズマ装置の概略図を示す。本研究ではエタノールとプロパノールの 2 種の有機溶媒を材料にしてナノカーボンの作製を行った。有機溶媒 40[mL]中に 2 本のグラッシーカーボン電極を 1[mm]間隔で設置し、パルス電源に接続した。電極間に 4[kV]のパルス電圧を印加することで、エタノール中にプラズマを発生させた。パルス幅 2.0[μS], 周波数 30[kHz], プラズマ発生時間 20~60[min]とし、ナノカーボン粒子を作製した。

作製したナノカーボンを担持体として燃料電池用触媒を作製し、発電特性の評価を行った。

【実験結果・考察】

有機溶媒に放電処理を行うことにより分解されナノカーボンが作製された。

図 2 に放電処理時間に対する作製したナノカーボンの質量を示す。放電時間を長くするにつれ作製したナノカーボンの質量が増加した。放電処理時間が 60[min]の時、エタノールから作製したナノカーボンは約 17.9[mg]となり、IPA から作製したナノカーボンは約 63.3[mg]となった。また、1 分間当たりのナノカーボンの作製量はエタノールから作製したナノカーボンが 0.3[mg], IPA から作製したナノカーボンは 1.1[mg]となり約 4 倍の量を作製することができた。

図 3 に IPA から作製したナノカーボンをういた燃料電池の発電特性を示す。開放電圧は約 0.9[V]となり、そこから電流を流すにつれ電圧降下が生じた。最大電力は電流を約 0.9[A]流した時、約 25.3[mW/mg]となり本研究で作製したナノカーボンを担持体とした燃料電池用触媒が機能することを確認した。

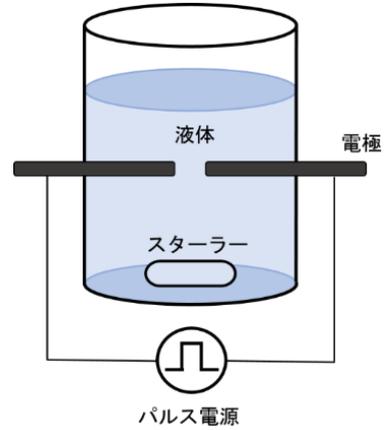


図 1. 液中プラズマ装置の概略図

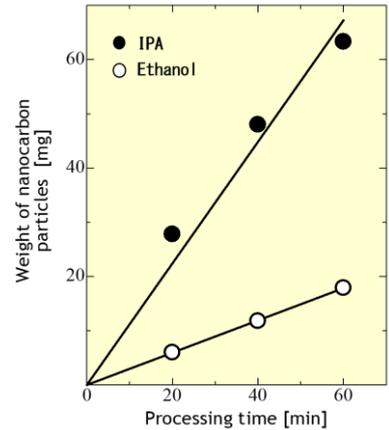


図 2. 作製したナノカーボン

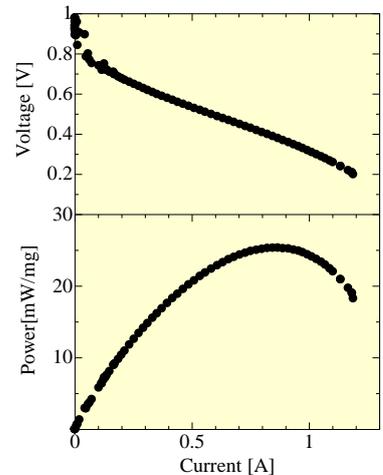


図 3. 燃料電池の発電特性

水素と二酸化炭素によるメタン化の意義と可能性

* 緒方理人 (東海大学人間環境学研究科人間環境学専攻) ** 内田晴久 (東海大学人間環境学研究科人間環境学専攻)

【背景】

現在、社会経済活動によるエネルギー消費量の増加で、化石燃料（石炭・石油・天然ガスなど）の枯渇だけでなく、温室効果ガス（CO₂）の排出による地球温暖化の可能性も問題視されている。化石燃料にクリーンな代替エネルギーとして、再生可能エネルギーを基にした水素エネルギーが脚光を浴びている。しかし、現在の天然ガスのインフラで水素を利用するとパイプラインを脆化させてしまう問題があることから、パイプラインの総入れ替えが必要である。そのため、水素エネルギーのインフラ整備には、膨大なコストと時間を要することになる。また、水素の安全面における社会的受容性が確立されていないことから、近未来において水素エネルギーの普及は困難であると考えられる。このことから水素エネルギー普及のための橋渡しシステムとして、CO₂の有効利用と既存インフラの利用が可能な天然ガスの主成分である CH₄を H₂と CO₂から生成するメタン化技術に注目した。メタン化技術とは、高温・高圧下で H₂と CO₂を触媒の表面で CH₄に変換するサバティエ反応 (1)を用いた技術である。これまでメタン化技術として、アルカリ系金属を触媒として用いたメタン化の取り組みの報告がなされている。¹⁾



【目的】

本研究では、効率的なメタン生成を行うため、不純ガスに強く、初期活性化が容易などの優れた水素吸蔵・放出特性を有する LaNi₅を触媒として使用し、より効率的なメタン生成を試みた。

【実験方法】

図 1 に本研究で用いた装置を示した。触媒 (LaNi₅=2 g) を高温高圧メタン化装置の反応管の中に入れて、加熱ユニットで 300℃に加熱した。同時に混合ガス (H₂ : CO₂=3 : 1) =12bar を V1 内に準備し、バルブ 6 を制御して流入速度 (圧力減少速度 ΔP / Δt) を変化させることで試料 (LaNi₅) との接触時間を制御した。制御した混合ガスを触媒に通過させた後、V2 中に増加した気体をサンプルバックで採取し、得られた気体をガスクロマトグラフィーで分析、CH₄生成割合と変換率 α (2) を求めた。



【結果・考察】

温度、圧力の条件を揃えて実験を行い、反応管への圧力減少速度 ΔP / Δt (bar/min) を流入速度とした場合、図 3 に示すように流入速度が遅ければ遅いほど、メタン生成割合が大きくなった。すなわち、図 3、4 に示すように触媒との接触時間が長いほど、実験条件に依存して、メタンへの生成割合、変換率が高くなることが分かった。

【参考文献】

1) 市川貴之, 小島由継 (広島大), クリーンエネルギー, Vol. 20 No. 6 Page. 18-21 (2011. 06. 10)

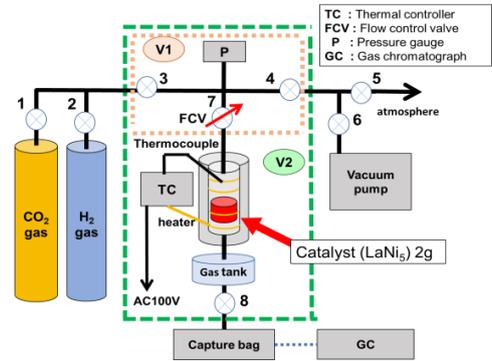


図 1. メタン化装置概要図

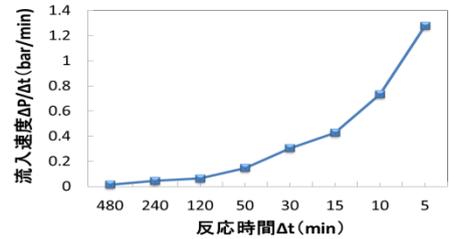


図 2. 流入速度と反応時間の関係

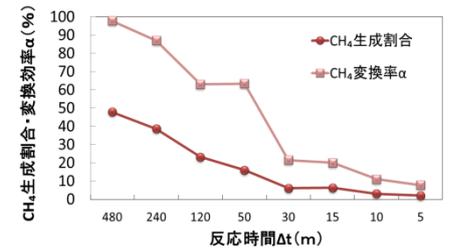


図 3. CH₄生成割合・変換率αと反応時間との関係

モジュール単位での MPPT 制御の効果の検討

*Alhabib Ali(神奈川工科大学電気電子情報工学科) 傳刀 聖(神奈川工科大学電気電子情報工学科)
佐藤 巧(神奈川工科大学電気電子情報工学科) 竹田雄亮(神奈川工科大学大学院工学研究科)
**板子一隆(神奈川工科大学大学院工学研究科)

1.まえがき 従来の太陽光発電システムでは、最大電力を取得するために、MPPT(Maximum Power Point Tracking)制御である山登り法(P&O 法)で一括して制御している。この場合、一部のパネルに影ができる...

2.分割制御方式の動作 分割制御方式では、パネル1枚毎に MPPT 装置を接続し、バイパスダイオードを接続しない。そのため、P-V 特性に複数ピークを発生することなく、各 PV パネルの最大電力が得られる...

3.実験方法 図1に、一括制御方式と分割制御方式のシステム構成を示す。同図(a)は従来の一括制御方式である。2つのPVパネルを直列に接続し、一つのMPPT装置を接続して一括して制御する。...

4.実験結果 図2,3はそれぞれ図1(a),(b)の模擬太陽電池装置のP-V特性を測定した結果である。一括制御方式ではバイパスダイオードの影響で電力ピークが2つ生じているが、分割制御方式の場合は、ピークが一つになっていることがわかる。...

4.まとめ 以上の結果から、本実験条件において分割制御方式では、一括制御するよりも影付加時の取得電力が2.31倍に増加することが明らかとなった。

今後は、実際のPVパネルで実験を行い同様の効果の得られることを確認する予定である。

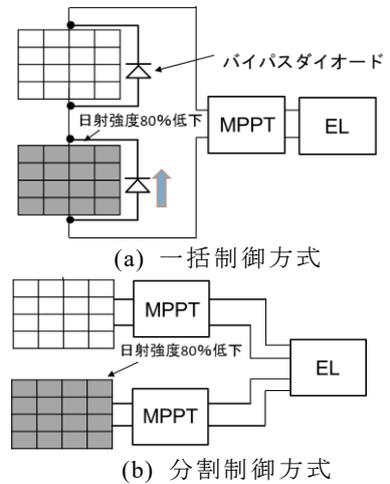


図1 システム構成

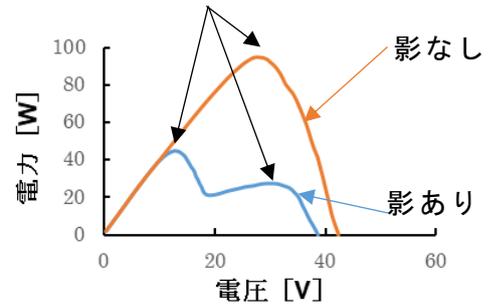


図2 一括制御方式

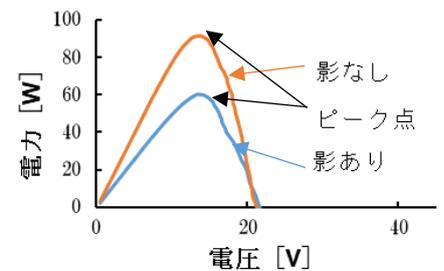


図3 分割制御方式

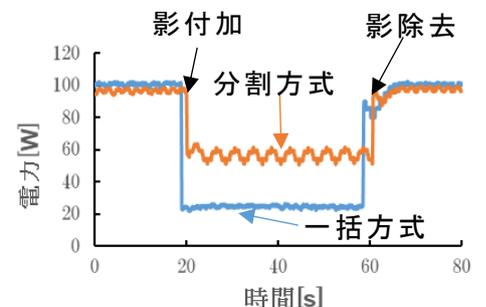


図4 両方式の比較

部分影付 PV アレイの出力改善のための MPPT ユニットの最適配置の提案

* 竹田 雄亮 (神奈川工科大学大学院工学研究科) ** 板子 一隆 (神奈川工科大学大学院工学研究科)

1.はじめに 太陽光発電システムにおいて PV アレイの一部のパネルに影がかかると P-V 特性に複数の電力ピーク点ができる。従来のパワーコンディショナー (PCS) に搭載されている MPPT(Maximum Power Point Tracking)制御である P&O(Perturb & Observe)法では、動作点がずれて出力電力が大幅に低下するという問題がある。この問題に対して、一般に影付 PV パネルに MPPT 制御を行う昇降圧型 DC-DC コンバータ(MPPT ユニット)を接続して、出力電力の増加を図っているが十分な効果が得られていないのが現状である。そこで本論文では、シミュレーションにより MPPT ユニットを持つストリングの特性を分析し、部分影付 PV アレイにおける MPPT ユニットの最適配置を提案している。

2.PV アレイ構成 図 1(a)は PV パネル 6 枚でストリングを構成し、6 ストリングでアレイを構成した無対策の例である。灰色の部分には影があるものとし、90% 日射強度が低下している。PV パネルの公称値はそれぞれ、開放電圧 $V_{oc}=45.5[V]$ 、短絡電流 $I_{sc}=6.33[A]$ 、最適動作電圧 $V_{op}=37.0[V]$ 、最適動作電流 $I_{op}=5.71[A]$ 、最大電力 $P_{max}=210[W]$ である。ただし、日射強度=1000[W/m²]、セル温度=25[°C] である。図 2 はこのときの P-V 特性を示しており、複数の電力ピーク点が生じる。破線で示した P_0 はポテンシャル電力であり、各パネルの最大電力の合計で 4669[W] である。無対策アレイの最大電力 P_{MAX} は 3081[W] でポテンシャル電力より 34% 低くなることを確認できる。

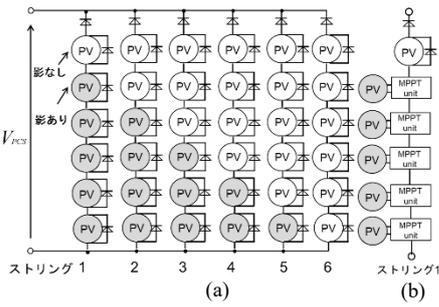


図 1 一般家庭を想定した P-V アレイ

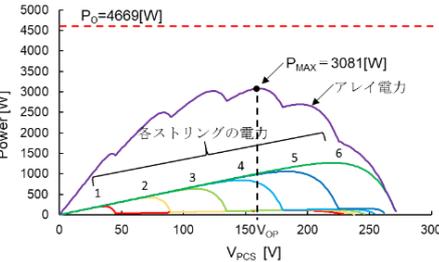


図 2 無対策アレイの P-V 特性(図 1(a))

3.従来の接続方法における特性分析 図 1(b)はストリング 1 から従来の方法である影付き PV パネルのみに MPPT ユニットの接続した例である。同様に全てのストリングの影のあるパネルに MPPT ユニットの接続した場合、アレイのピーク点電力 P_{MAX} は 3610[W] になり、無対策より改善されるがまだ約 1000[W] 近くの電力が回収できていない。その原因を以下に検討する。図 3 はストリング 1 と 5 のみの場合の P-V 特性を示している。両ストリングとも 1 つの電力ピーク点が生じることが確認できる。しかし、両ストリングの電力ピーク点電圧が異なるため、合計の最大電力 P_{MAX} はポテンシャル電力 P_0 より低くなる。一方で、ストリング 1 と 5 の全てのパネルに MPPT ユニットの接続した場合の電力を破線で示す。両ストリングの電力は最大電力 P_{MAX} で一定となる。これは MPPT ユニットの定電力特性を持つためである。この場合、ストリング 1 と 5 の合計の電力はポテンシャル電力 P_0 と同じになる。しかし、電力ピーク点がないので P&O 法では動作点が不定になり迷走する可能性がある。

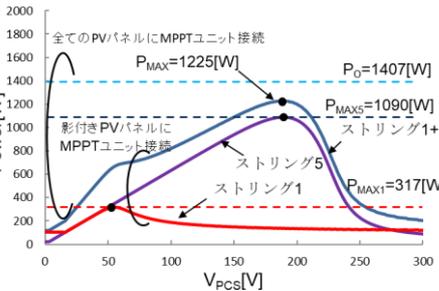


図 3 ストリング 1 と 5 の P-V 特性

4.最適配置の提案とまとめ 以上の検討から、PCS の動作点を定める役割として従来のように影のあるパネルにだけ MPPT ユニットの接続するストリングを 1 つ設けて、残りのストリングは全てのパネルに MPPT ユニットの接続し、確実に各パネルの最大電力を確保する役割のストリング群でアレイを構成することを提案する。図 4 にストリング 1~5 の全てに MPPT ユニットの接続した提案アレイシステムの P-V 特性を示す。同図より、最大電力 P_{MAX} はポテンシャル電力 P_0 まで改善され、従来方式と比べて 1.3 倍に増加することが確認された。

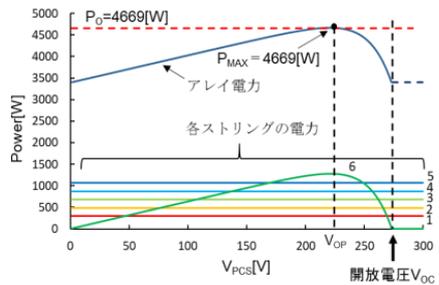


図 4 提案アレイシステムの P-V 特性

ボールの溝深さと溝幅による空力特性への影響

*柴田 康平 (東海大学工学部機械工学科), *寺門 駿 *モハマドシャヒランシャ ビンロズリシャム
 **川上悠太郎 (東海大学大学院工学研究科機械工学専攻) *岡永博夫 (東海大学工学部機械工学科)

1. 緒言

球技で使用されているボールには様々な表面構造が施されており、それらはボールの空力特性に大きく影響している。そのなかでもサッカーボールは毎年新たなボールが開発され、ボールによってパネル形状や表面構造が異なる。水澤氏⁽¹⁾の研究ではボールの溝体積と球体積の比を相対粗さと定義し、サッカー公式球とそれらを模したモデルボールの空力特性を明らかにした。しかし、ボールによって溝体積がほぼ同じでも溝の幅や深さが異なるが水澤氏の研究はそれを考慮して行っていない。そこで本研究ではボールの溝深さと溝幅が空力特性に与える影響を明らかにすることを目的とし、サッカーボールを模したモデルボールを用いて風洞実験による抗力測定実験を行った。

2. 実験方法及び実験結果

本実験で使用したモデルボールを Fig.1 に示す。(溝深さ)-(溝幅)をボールの名称とする。Fig.1 の溝深さ 1.2mm、溝幅 6mm を基準とし、溝深さを 0.8mm と 1.6mm、溝幅を 4mm と 8mm に変化させ、合計 9 種類のモデルボールを使用した。モデルボールのパネル数は従来のサッカーボールと同じ 32 枚である。抗力測定実験の概略図を Fig.2 に示す。本実験のレイノルズ数は $Re=0.6 \times 10^5 \sim 3.6 \times 10^5$ の範囲で、 $Re=0.2 \times 10^5$ ごとに測定を行った。溝幅 4mm と溝幅 8mm に統一し、溝深さを変化させたモデルボールのレイノルズ数と抗力係数の関係を表すグラフを Fig.3 及び Fig.4 に示す。Fig.3 より、溝幅 4mm は溝が深いほど臨界領域は低レイノルズ数に推移するが、超臨界領域の抗力係数は溝深さによる影響はみられなかった。Fig.4 より溝幅 8mm は溝が深いほど低レイノルズ数に推移し、超臨界領域の抗力係数は溝が深いほど大きくなった。ほぼ溝体積が同じである 0.8-6 と 1.2-4 及び 0.8-8 と 1.6-4 の抗力係数の比較を表すグラフを Fig.5 に示す。どちらの比較も溝が深いほど臨界領域は低レイノルズ数に推移し、超臨界領域の抗力係数は溝が深いほど大きくなるが、0.8-6 と 1.2-4 の比較は 0.8-8 と 1.6-6 の比較ほど差はみられなかった。



Fig.1 Experimental ball

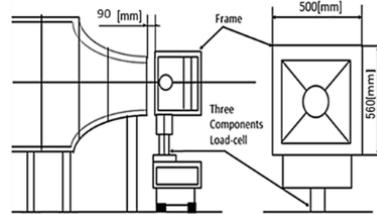


Fig.2 Schematic diagram of wind tunnel

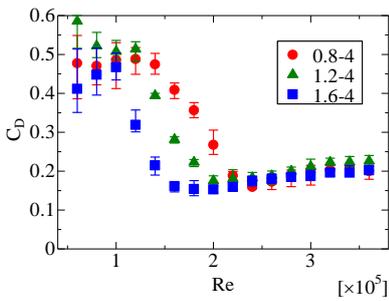


Fig.3 Drag coefficient of width 4mm

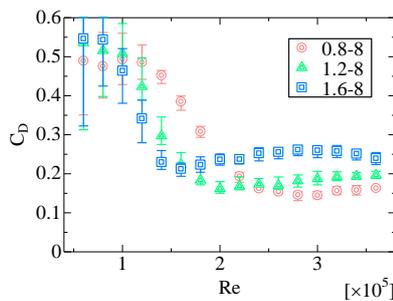


Fig.4 Drag coefficient of width 8mm

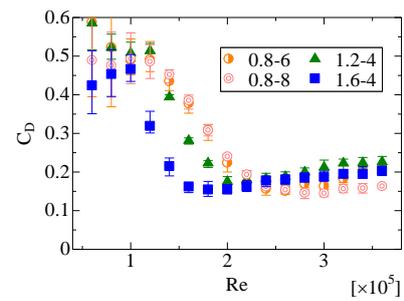


Fig.5 Comparison of the same groove volume

3. 結言

溝幅 4mm と 8mm とともに臨界領域は溝が深いほど低レイノルズ数に推移するが、溝幅 4mm は溝深さによる超臨界領域の抗力係数に差はみられず、溝幅 8mm は溝が深いほど超臨界領域の抗力係数は大きくなった。また、溝体積がほぼ同じでも溝が深いほど臨界領域は低レイノルズ数に推移し、超臨界領域の抗力係数は溝が深いほど大きくなり、溝深さに差があるほどその傾向は顕著である。

4. 参考文献

1) 水澤卓斗 岡永博夫 スポーツで用いるボール表面のシームが空力特性に与える影響 日本機械学会 [No.16-40] シンポジウム:スポーツ工学ヒューマンダイナミクス 2016 講演論文集 [2016.11.9-11.11, 山形]

マグナス風車に用いる回転円柱翼の空力特性

*江口航介(東海大学大学院工学研究科機械工学専攻), **岡永博夫(東海大学工学部機械工学科)

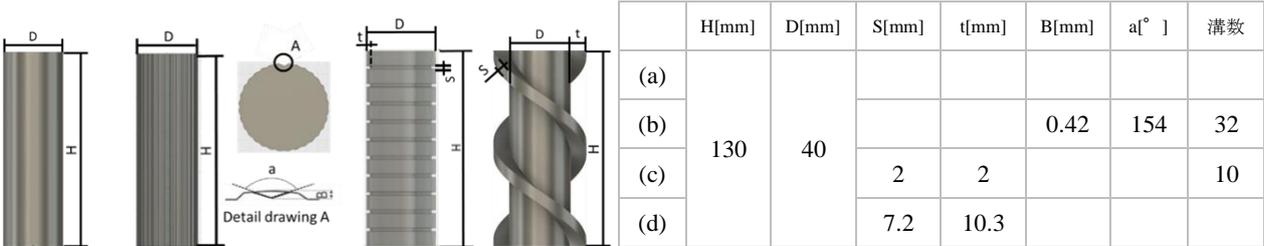
1. 緒言

近年、化石燃料の枯渇や大気汚染による環境問題から再生可能エネルギーが注目されており、中でも最大規模の発電量を誇るの風力発電である。しかし、一般的な風車の設置には広大な土地を必要とする問題が存在する。そこで我々は小型かつ風車の回転数が少ない場合でもパワーを得られるマグナス風車に注目した。マグナス風車は翼に回転円柱を使用しており、効率よく風車を回転させるためには円柱翼の揚力向上が必要である。著者らの研究¹⁾によりマグナス風車の円柱翼の表面構造を変えることで風車の性能が変化することが明らかになっているが、回転円柱の揚抗比と風車回転数の関係はまだ十分解明されていない。そこでマグナス風車に用いる円柱翼の表面構造の空力特性の解明のために、本研究では風洞実験による回転円柱翼の揚抗比測定実験を行い、円柱翼の表面構造の違いによる空力特性を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法及び実験結果

本実験で使用した円柱を Fig.1 に示し、寸法を Table1 に示す。(a)は滑面円柱、(b)は縦溝を施した円柱、(c)は横溝を施した円柱、(d)は長谷川氏らの研究²⁾に使用されたスパイラルフィンを、円柱直径 40mm、長さ 130mm に縮尺変更したものである。揚抗比測定実験装置の概略図を Fig.2 に示す。円柱は直流安定化電源とフレーム下部に設置したモーターを用いて回転させる。円柱回転数は著者ら¹⁾の研究で最もマグナス風車が回転した 1600rpm で行う。揚抗比測定実験の結果を Fig.3 に示す。Fig.3 より、 $Re=20000\sim 50000$ の範囲において、スパイラルフィンが最も揚抗比が高いことが明らかとなった。

Table1 Specifications of the cylinder



(a) Smooth surface (b) Longitudinal groove (c) Streamwise groove (d) Spiral fin

Fig.1 Experimental cylinder

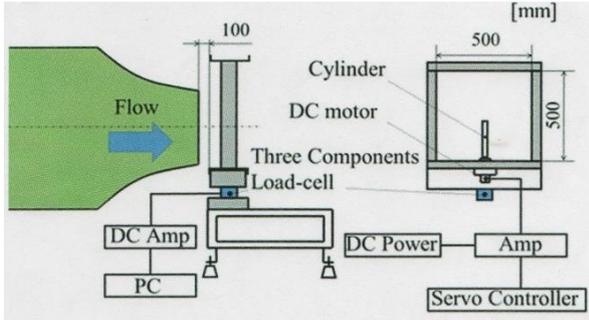


Fig.2 Experimental apparatus

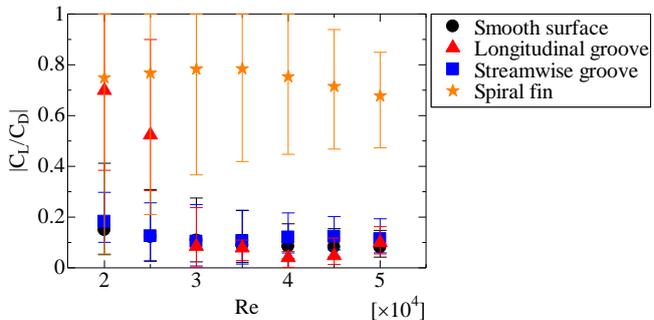


Fig.3 Relationship between Re and Lift-Drag ratio

3. 結言

Fig.3 より、スパイラルフィンが最も揚抗比が高い。しかし著者ら¹⁾の研究では縦溝円柱翼を用いたときに最も風車が回転しており、揚抗比が高いほど風車回転数が増加するとは限らないと考えられる。

4. 参考文献

- 1) 江口航介, 栗原雄輝, 高谷達也, 浜砂友貴, 岡永博夫 「マグナス風車の表面構造と空力特性」, 日本機械学会 2018 年度年次大会講演論文集[2018, 9, 9-12, 吹田]
- 2) 村上信博, 長谷川裕晃, 羽二生稔大, 中村雅英 「マグナス風車用フィン付き回転円柱の揚力増加メカニズム」, ターボ機械第 43 巻第 12 号 p.738-746

バドミントンシャトルコックの空力特性 ～回転による影響～

*片山 諒大 (東海大学大学院工学研究科機械工学専攻) **岡永 博夫 (東海大学工学部機械工学科)

1. 緒言

近年スポーツにおいて様々な形状の球が使用されている。中でもバドミントンはシャトルコックを使用する競技でありシャトルコックはその特殊な形状から他の球技にはない高い減速特性と回転力を持っている。著者ら⁽¹⁾の研究では無回転時における水鳥製公式シャトルコックとナイロン製シャトルコックの回流水槽を使用した可視化実験を行っており、スロットと呼ばれる格子状の隙間を塞いだものと通常形態の物の比較を行っている。この実験より、コルク部先端の淀み点による高圧部分とシャトルコック後流の低圧部分との圧力差が抗力を増大させることが確認されている。しかしこれらの実験はシャトルコックを非回転の状態で行っており、本来の回転状態での結果ではない。そこで、シャトルコックの更なる減速特性の解明及び抗力増大装置への応用のために、本研究ではスモークワイヤ法を用いて回転時の水鳥製公式シャトルコックとナイロン製シャトルコックの可視化実験を行うことでシャトルコックの空力特性を更に明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法および実験結果

本実験で使用したシャトルコックを Fig.1 に示す。本実験では水鳥製公式シャトルコックとナイロン製シャトルコックの通常形態とスロットを塞いだものの 4 種類を使用した。次に、スモークワイヤ法を用いた可視化実験の概略図を Fig.2 に示す。風洞装置は吹き出し口の寸法 400×400 mm、風速 15~60 m/s、乱れ度 0.3% 以内の吹き出し型風洞である。実験球は直径 0.9 mm の銅製のワイヤーを用いて 500×560 mm のフレーム中央に 2 点で固定している。本実験の測定範囲は $Re = 1.0 \times 10^5 \sim 2.6 \times 10^5$ である。また、可視化はタングステン製のワイヤーを風洞の吹き出し口に縦に設置し、流動パラフィンでタングステンワイヤーに垂らし熱することにより煙を発生させスチールカメラを使用し 240fps で撮影し考察を行った。

Fig. 3 に可視化実験の結果を示す。(a)と(c)それぞれのシャトルコックの通常形態を比較すると、ナイロン製シャトルコックの方が外部の流れとの境界がよりしっかりと確認でき後流領域においては大きな差が確認できる。また(b)と(d)それぞれのシャトルコックのスロットを塞いだ形態を比較すると、同様にナイロン製シャトルコックの方が後流領域において大きいことが確認できる。

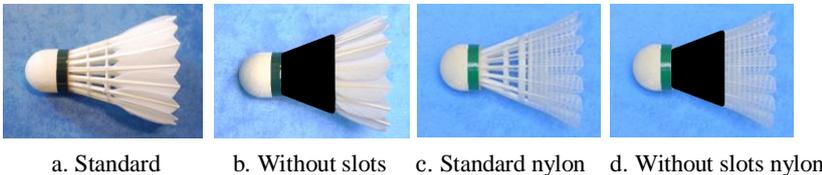


Fig. 1 Experimental balls

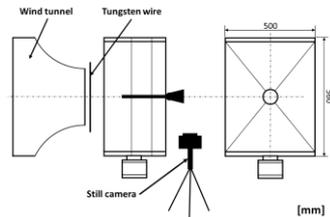


Fig. 2 Schematic diagram of wind tunnel

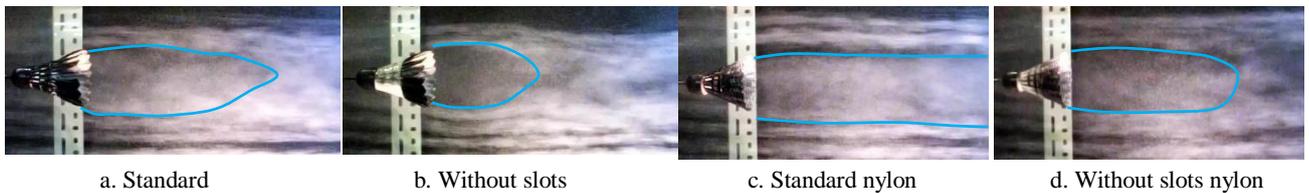


Fig. 3 Experimental result of smoke wire method (With rotation)

3. 結言

著者らの研究で行っていた無回転時の結果同様、回転時もナイロン製シャトルコックの方が水鳥製公式シャトルコックよりも後流の領域が大きく、コルク部先端との圧力差が大きくなるということが確認された。また、回転させることにより無回転時に比べてより後流領域が大きくなりコルク部との圧力差が大きくなるためシャトルコックは回転させることにより抗力がより増加すると考えられる。

4. 参考文献

1) Katayama, R., and Okanaga, H., "Aerodynamic Characteristics of Shuttlecocks ~The Effect of Flow of the Feather Shuttlecock and the Nylon Shuttlecock ~" Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF'18)

生体分泌組織に対する引張印加によるコラーゲン線維組織の再生

*大野 真沙(東海大学工学部材料科学科)、山口 竜也(東海大学工学研究科応用理化学専攻)、下崎 研吾、中瀬 順介(金沢大学付属病院整形外科)、鳥越 甲順(福井医療大学リハビリテーション学科)、**葛巻 徹(東海大学工学部材料科学科、東海大学工学研究科応用理化学専攻)

【緒言】

アキレス腱とは、筋肉と骨をつなぐ体内で最も強靱かつ太い腱である。断裂等の損傷を受けたアキレス腱は自己修復機能を持つものの、その修復メカニズムは不明な点がある。マウスのアキレス腱断裂モデルに対しフィルムモデル法で形成させた生体分泌組織(テンドンゲル)は約 10 日間生体内で温存した後に、生体外にて張力を印加することでコラーゲン線維組織が再生される^{[1][2]}。本研究では中型動物であるラビットから採取したテンドンゲル試料に対して生体外で張力印加を行い、張力印加前後のテンドンゲル試料の組織観察と構造解析を行うことを目的とした。

【実験方法】

フィルムモデル法^[1]で作製されたラビットの 3、5、10、15 日間テンドンゲルと正常なラビットのアキレス腱に対し、独自開発した装置を用いて張力印加試験を行った。また、原子間力顕微鏡(AFM:SPM-9700, SHIMADZU)による表面観察、全反射測定法(ATR: FT/IR-4200, JASCO)による構造解析を行った。

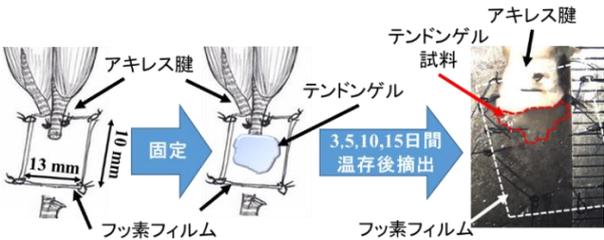


図1 フィルムモデル法による試料作製方法

【実験結果・考察】

ラビットの 10 日間温存テンドンゲル試料に対して張力印加を行った。ラビットのテンドンゲルはマウスのそれと同様にひも状に細く伸長した。しかし、AFM による表面観察では太いコラーゲン線維が見られず、ATR による構造解析でも架橋を示すピークが見られなかった。

一方、生体内で 3 日間温存したラビットのテンドンゲル試料はマウスのそれとは異なり、細くひも状に伸長した。また、表面観察において太いコラーゲン線維が観察でき、ATR による構造解析でもコラーゲン架橋を示すピークが確認できた。以上の結果から、マウスとラビットのテンドンゲルは生体内での温存期間が 10 日より短い場合、張力印加に対する組織変化が異なることが示唆された。

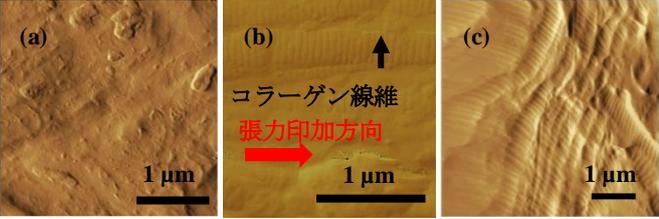


図2 張力印加前後 3 日間温存テンドンゲル試料とアキレス腱の AFM 像

(a)張力印加前、(b)張力印加後、(c)正常なラビットのアキレス腱

【参考文献】

[1] K.Torigoe,H.F.Tanaka,K.yonenaga,et al. J orhep Res 29(2011)1994-1950
 [2] T.Kuzumaki, K.Yamazaki, K.Suzuki,et al. Tissue Engineering and Regenerative Medicine 14(4)(2017)465-475

【謝辞】

塚本康博氏に張力印加装置作製のご協力をいただきました。ここに深く感謝の意を示します。

ピエゾ駆動型微小引張試験機による薄状 DP 鋼の破壊機構の解析

*折笠亘(東海大学工学部材料科学科)、渡会惇基(東海大学大学院工学科応用理化学専攻)

**葛巻徹(東海大学工学部材料科学科)

1. 緒言

Dual Phase(DP)鋼は高張力鋼の一種で、軟らかい相のフェライト結晶組織と非常に硬質な相のマルテンサイト結晶組織が分散した複合組織鋼材である。DP 鋼ではゆっくり引張っていくと、初期段階では軟らかいフェライトやフェライトとマルテンサイトの界面などに空隙が発生する。これらの空隙から遅れて発生するマルテンサイトの空隙が、フェライトや界面の空隙の成長を追い越すことで破壊する破壊挙動をとる。しかしながら、コンピュータシミュレーションによる破壊機構の評価に供する有意な実験データの取得には試験片の結晶粒が一つ分程度になるように薄片化を行い、それを評価する微小引張試験装置の開発が不可欠である。本研究では独自に開発したピエゾ駆動型微小引張試験機を用いて板厚方向の結晶粒が一つ分程度に薄片化した DP 鋼の破壊機構を解明することを目的とする。

2. 実験方法

厚さ約 14 μm の DP 鋼をメスを用いて 0.5 mm×2 mm 以下の形状に切り出し、図 1 に示す様に加工したシートメッシュ(φ 1.2 mm)に樹脂を用いて取り付け、集束イオンビーム(FIB, FB-2000A, 日立製作所)を用いて図 1 に示すような条件でノッチを施した。ノッチ加工後、樹脂を用いて支持板に取り付け、Si 基板、試料台の順に取り付けた。作製した試料をショットキー型電界放出走査電子顕微鏡(FE-SEM, JSM7100F, JEOL)を用いて、試料表面の観察を行った。また、EBSD 測定を行い、引張試験前の表面組織の結晶構造解析を行った。測定後、独自に開発したピエゾ駆動型微小引張試験機を用いて走査型電子顕微鏡(SEM, JSM-5600LV, JEOL)内で引張試験を行い、引張試験後の表面組織の結晶構造解析を EBSD にて行った。

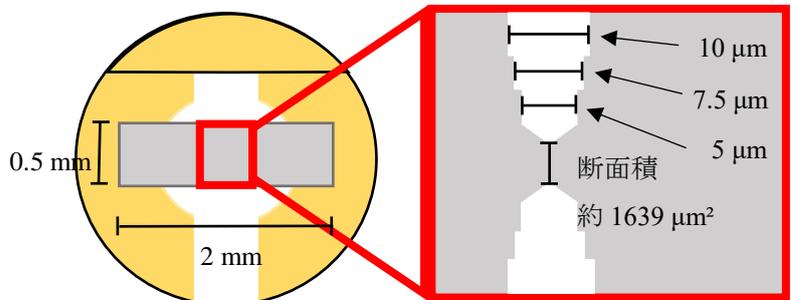


図 1 試料及びノッチ形状模式図

3. 結果

引張試験前の EBSD 測定結果を図 2 に示す。図 2(a)より試料表面は各結晶が見分けられ結晶方位パターンを十分に測定する事ができた。これは試料表面が十分に平滑化されており、観察に適していたとわかる。DP 鋼の破壊機構解明のためにはフェライトとマルテンサイト組織がどのように分布しているかをより正確に把握する必要がある。図 2 の A のように細かな方位パターンが密集した部分は欠陥が多く導入させているマルテンサイト組織ではないかと考えられる。本実験の引張試験及び引張試験後の EBSD 測定結果はポスターにて発表する。

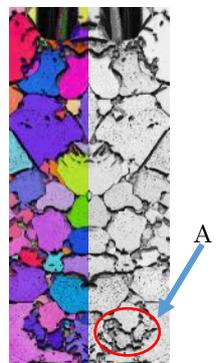


図 2 (右)IQ マップ
(左)IQ+IPF マップ

4. 謝辞

本研究で使用した DP 鋼のラボ材は新日鐵住金株式会社より提供していただきました。ここに深く感謝申し上げます。

熱 CVD 法で合成された CNT 膜と触媒微粒子との関係

*守田 文平(東海大学工学部材料科学科)、鮎川 竜大(東海大学工学部材料科学科)、
小久保 良亮(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)
**葛巻 徹(東海大学工学部材料科学科)

【緒言】

カーボンナノチューブ(CNT)は軽量でありながら鋼鉄の強度の 10~100 倍強く、高電導密度耐性などの優れた基本物性を持ち合わせている^[1]。そのため、化学、機械などの多彩な分野で次世代ナノ材料の開発が期待されている^[2]。CNT 合成法のひとつに化学気相成長 (Chemical Vapor Deposition:CVD)法がある。CVD 法は他の合成法と比べ大量合成を安価で容易に行えるとして期待されている^[1]。しかし、熱 CVD 法で作製された CNT は構造欠陥が多く個々の CNT の特性にばらつきが生じるため工業材料としての実用化が難しい。そこで CNT を撚りだし紡績することで製糸化し、特性を均質化して使用する方法が考えられる^[1]。

本研究では基板に対して垂直配向し直線性が高い紡績可能な CNT 膜の作製を目的とし、触媒微粒子の粒径及び表面粗さが CNT 膜の成長に与える影響について走査型電子顕微鏡(SEM)、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて検討した。

【実験方法】

Si 基板表面にアルミニウム(Al)膜、鉄(Fe)膜の順にスパッタリングを行い、熱 CVD 装置を用いて CNT の合成を行った。このとき、水素ガスとアルゴンガスの混合ガス(Ar+H₂10%)雰囲気中で 750℃ 10min で触媒活性を行い、アセチレンガスとアルゴンガスの混合ガス(Ar+C₂H₂4%)雰囲気中で 750℃ 10min で合成を行った。SEM を用いて CNT の断面観察を行い、AFM を用いて触媒活性を行った試料の触媒微粒子の観察を行った。

【結果及び考察】

図 1、図 2 に異なる成膜条件で作製した試料の AFM 像と CNT 断面 SEM 像を示した。今回得られた試料は紡績することが出来ず、さらに CNT 膜厚のばらつきも生じた。これは、熱 CVD 装置内の温度分布にばらつきが生じ触媒微粒子の粒径が変化するため CNT 膜厚にばらつきが生じたと考えられる。そのため、温度分布を調整し触媒微粒子のばらつきを抑えることで CNT 膜厚のばらつきも抑えることができると考えられる。さらに、実験結果より試料を比較すると Al 膜厚が厚く Fe 膜厚が薄い方が触媒微粒子の粒径が小さくなり CNT の直線性が良好になった。このことから、Al 膜厚をさらに厚く Fe 膜厚を薄くすることで触媒微粒子の粒径を小さくし、それによって直線性が高い紡績可能な CNT 膜を得られるか検討する必要がある。

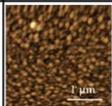
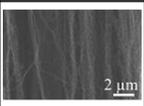
| | AFM像 | 中央SEM像 | 下端SEM像 | 膜厚(μm) |
|---|---|---|---|--------|
| A |  |  |  | 256 |

図 1 触媒膜厚 Al/Fe 4 nm/2 nm の AFM 像
CNT 断面 SEM 像及び CNT 膜厚

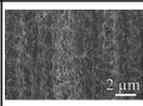
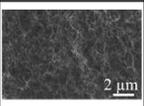
| | AFM像 | 中央SEM像 | 下端SEM像 | 膜厚(μm) |
|---|---|--|---|--------|
| B |  |  |  | 205 |

図 2 触媒膜厚 Al/Fe 2 nm/4 nm の AFM 像
CNT 断面 SEM 像及び CNT 膜厚

【参考文献】

- [1] 南條光章、カーボンナノチューブ・グラフェン、共立出版株式会社、2012
- [2] 天花寺英雄、有機・無機・金属ナノチューブ、フロンティア出版社、2008

人間共存型ロボットのための小型メカニカル安全装置の設計

*佐藤 晴香(東海大学工学部機械工学科)、佐藤 優磨(東海大学大学院工学研究科機械工学専攻)、
佐藤 喜昭(東海大学工学部機械工学科)、篠田 修平(東海大学工学部機械工学科)、
**甲斐 義弘(東海大学工学部機械工学科)

1. 緒言

近年、人の生活を支援する目的で様々な人間共存型ロボットの開発が行われている[1]。これらのロボットは、制御用コンピュータの故障などにより暴走し、高速度で人と衝突する危険性が考えられる。そのため、ロボットが制御不能となった場合でも人に対する安全性を確保することが重要である。

この問題に対して、甲斐らはこれまでにバッテリーやモータなどを使用しない機械要素のみで構成された安全装置であるメカニカル安全装置を提案してきている[2]。この安全装置はロボットの駆動軸に搭載され、駆動軸が安全装置で設定した角速度（以下、検知速度レベルと呼ぶ）以上の速度で回転すると、全モータの電源を切り、同時に駆動軸の回転をロックする。しかし、これまでのメカニカル安全装置は大きく、ロボットへの搭載には適していなかった。

本研究では、本安全装置を人間共存型ロボットへ搭載することを目指し、コンパクトな安全装置の設計を行う。本報告ではまず、本安全装置の構造について述べる。次に、小型化したメカニカル安全装置の設計について述べる。

2. メカニカル安全装置

図 1 に示すように本安全装置は、速度検知機構と軸ロック機構から構成されている。設定した検知速度レベル以上の角速度が発生すると、速度検知機構がその角速度を検知し、プレート C をロックする。その後、軸ロック機構の内部機構が作動してスイッチ A を切り替えることで全モータの電源を切り、同時にラチェット爪がラチェットホイールに噛み合うことにより駆動軸をロックする。本安全装置は片方向の回転にしか対応できない。そこで、2つの安全装置をロボットの各駆動軸の両端に取り付けて使用する。

3. 小型メカニカル安全装置の設計

人間共存型ロボットへの搭載実現のため、安全装置の小型化を行った。その設計の詳細については、シンポジウム当日に述べるが、本設計に基づき試作した安全装置と従来の安全装置との比較は図 2 に示したとおりである。図 2 より、本研究で設計した安全装置は従来の装置と比べ、かなり小型化されていることが分かる。

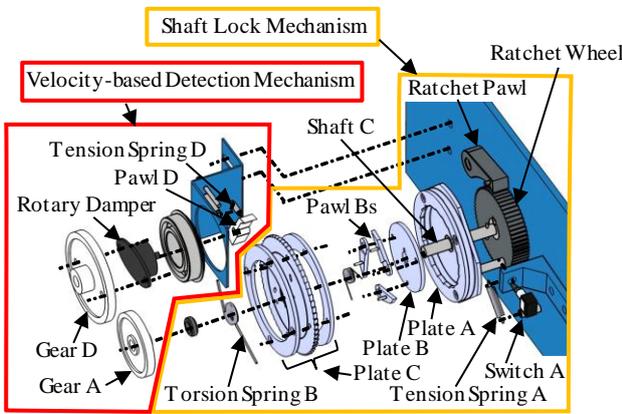


Fig.1 Velocity-based mechanical safety device

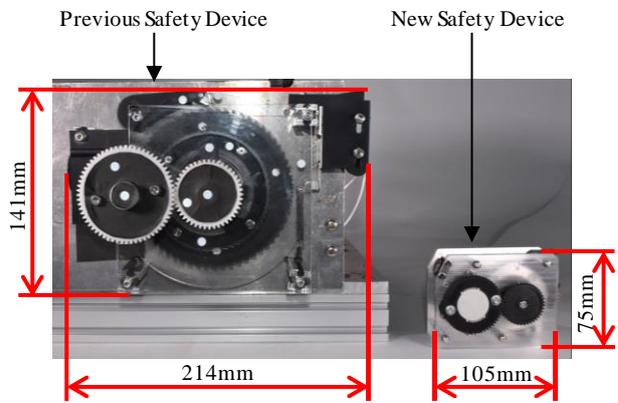


Fig.2 Comparison between the previous safety device and the new safety device

4. 結言

本研究では、これまでに提案したメカニカル安全装置の人間共存型ロボットへの搭載可能性を向上させるために、メカニカル安全装置の小型化を行った。今後、動作確認実験により目的通りに動作しているか否かについて検証を行う予定である。

参考文献

[1] F. Seto, Y. Hirata and K. Kosuge, "Motion generation method for human-robot cooperation to deal with environmental/task Constraints," in Proc. 2007 IEEE Int. Conf. on Robotics and Biomimetics, 2007, pp.646- 651.
[2] Yoshihiro Kai and Tatsuya Adachi A Velocity-based Mechanical Safety Device for Human-friendlyRobots An Analysis of the Shaft-lock Mechanism

視線検出デバイスとインターネットを用いたマルチコプタシステムの開発（操作画面の検討）

*恩田 萌子（東海大学工学部機械工学科），小澤 彰吾（東海大学工学部機械工学科），
安達 佳仁（東海大学大学院工学研究科機械工学専攻），ハフィズ ウメール ムニール（東海大学大学院工学研究科機械工学専攻），**甲斐 義弘（東海大学工学部機械工学科）

1. 緒言

本研究では、筋萎縮性側索硬化症（Amyotrophic lateral sclerosis, ALS）などにより四肢が不自由となった患者の生活の質（Quality of Life, QOL）の向上を目指し、これまでに患者の眼球運動で操作可能なマルチコプタシステムを提案してきている[1]。

本報告では、更なる QOL の向上を目指し、インターネット、Skype、視線検出デバイスを用いたマルチコプタシステムを提案する。本システムを用いることにより、四肢が不自由な寝たきりの患者が寝たまま海外にあるマルチコプタを目だけで操作し、マルチコプタのカメラにより映し出された海外の風景を楽しむとともに、Skypeにより海外の人と会話することが期待できる。まず、提案するマルチコプタシステムの構成を説明する。さらに、そのマルチコプタを患者の眼球運動で容易に操作するための操作画面について述べる。

2. システムの構成

操作システムの構成を図1に示す。本システムは、マルチコプタ、操作画面、視線検出デバイス（SteelSeries, Sentry Gaming Eye Tracker）、インターネット、Skype、コンピュータ及び送信機で構成される。マルチコプタに搭載されたカメラの映像が Skype を通して操作画面に表示され、患者はその操作画面を見ながらマルチコプタの操作を行う。この時、操作画面上の患者が見ている点（注視点）を操作画面に取り付けられた視線検出デバイスを用いて検出する。この注視点のデータはコンピュータ A に送られ、インターネットを介し、コンピュータ B に送られる。そのデータに基づき送信機からマルチコプタに操作信号が送られ、マルチコプタが操作される。

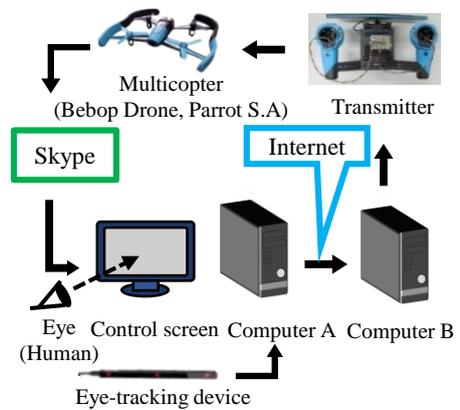


Fig.1 Multicopter system

3. 操作画面

提案する操作画面を図2に示す。操作画面はエリア1からエリア6に分割される。患者がエリア1内を見るとマルチコプタはホバリングし、エリア2を見るとマルチコプタは前進する。エリア3を見るとマルチコプタは右に旋回し、エリア4を見ると左に旋回する。エリア5を見るとマルチコプタは上昇し、エリア6を見ると下降する。

これまでの操作画面（旧操作画面）のエリア1は真円をベースとしていた[2]。しかし、人間の中心視の範囲は楕円形に近い形状をしている[3]。インターネットを介して操作をする場合、時間遅れや通信が途切れるなどのトラブルが生じることなども考えられ、可能な限り容易に操作が行える方が望ましい。そこで、本研究では人間の中心視の範囲に合わせた方がより容易に操作できるのではないかと考え、楕円形をベースとした新しい操作画面（新操作画面）を提案した。このほか、新操作画面は視野や眼球運動も考慮して設計しているが、その詳細についてはシンポジウム当日に述べる。

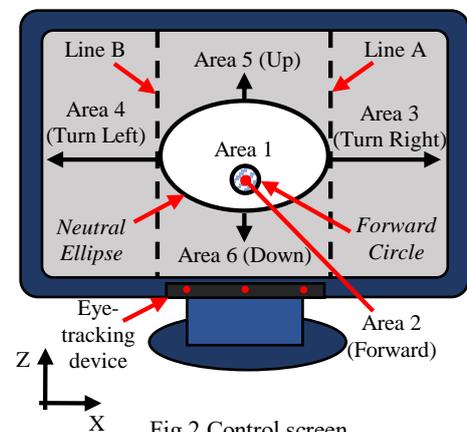


Fig.2 Control screen

4. 結言

本研究では、視線検出デバイス、インターネット、Skypeを用いたマルチコプタシステムを提案し、それを容易に操作するための操作画面について述べた。今後は新操作画面の有効性を検討する実験を行う必要がある。また、遠隔地からインターネットを介してマルチコプタを操作する実験を行う予定である。

参考文献

- [1] 安達佳仁，“視線検出デバイスを用いたマルチコプタの操作システムの検討”，関東学生会卒研発表会，2017-1.
- [2] Yoshihito Adachi, Yoshihiro Kai, Tomoharu Yuyama, Junko Hayama, “A UAV System Using an Eye-Tracking Device for Patients with Limb Disabilities: Design of its Control Screen”, SICE 2018, 2018-9.
- [3] 福田忠彦，“図形知覚における中心視と周辺視の機能差”，テレビジョン学会誌，Vol. 32, No. 6(1978), pp. 492-498.

メカノケミカル法による二酸化ゲルマニウムの還元反応

* 渡邊由梨（東海大学理学部化学科）、** 小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）、内田晴久（東海大学教養学部人間環境学科）

【はじめに】

一般に、酸化還元反応において、吸熱または発熱などの潜熱を生ずる。機械的エネルギーにより合金化を行うメカニカルアロイングでは、粉体の超微細化や合金化、アモルファス化などを起こすことが可能である。このメカニカルアロイングを応用した、メカノケミカル法は、熱エネルギーの直接的な供給を伴わないで化学反応を起こすことが可能なプロセスである。この方法による酸化物の還元反応の多くは炭素を酸化物に混ぜ、加熱することによって還元反応を行っている。しかし、メカニカルアロイングは第三の元素を使わずに還元することが可能である。そこで、ゲルマニウムと酸化ゲルマニウムをメカノケミカル法を用いて、還元反応を起こし、今まで確認できていない酸素の確認を目標にすることとした。

【実験方法】

材料は、高純度化学研究所社製の Ge 粉末（純度 99.99%、300 μ m）と GeO₂粉末（純度 99.99%）である。これらを組成比 1:9 で 10g となるように定量し、混練を行った。遊星ボールミルのポット内の雰囲気 Ar ガスにし、Retsch 社製の遊星ボールミル PM100 を用いて、100 時間メカノケミカル処理を行った。回転数を 150rpm、200rpm、300rpm で行った。処理後、XRD（粉末X線回折装置）を用いて、結晶構造、生成物の Ge の割合を検討した。

【結果】

図1に回転数の異なる条件で処理した粉末の X 線回折結果を示す。図1より、メカノケミカル処理によって、二酸化ゲルマニウムが還元されていることを確認した。さらに、回転数が高い場合、ハローパターンが見られることから、Ge の非晶質化も進行することがわかった。図 2 に回転数と X 線回折結果より推定した Ge の割合の関係を示す。図2より、回転数を上げていくことによって、ゲルマニウムの割合が大きくなっていることから、与えるエネルギーを大きくしていくことで短時間で反応が進むことを確認した。

表 1 測定条件

| | |
|----------------------------|-------------|
| 回転数 (rpm) | 150,200,300 |
| 雰囲気 | Ar |
| 処理時間 (h) | 100 |
| 鋼球数 (個) | 10 |
| 組成比 (Ge:GeO ₂) | 1:9 |
| 粉末量 (g) | 10 |

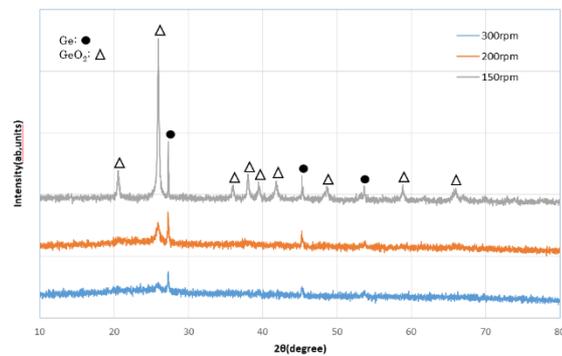


図 2. XRD のピーク比較

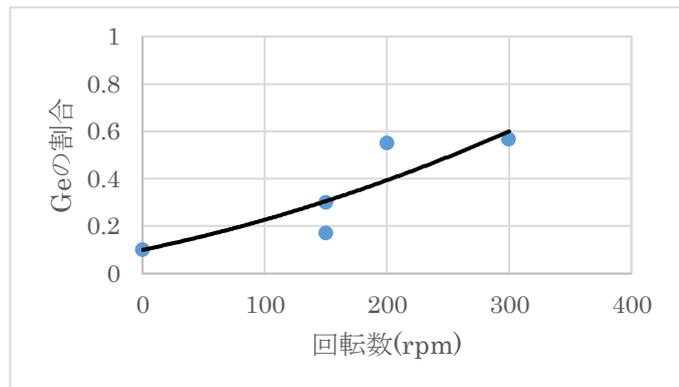


図 2. 回転数による Ge 割合

【参考文献】

- [1]徳満和人:金属 65, 12(1995. 12)p1129-1136
 [2]W.L.Jolly and W.M.Latimer, J.Amer.Chem.Soc., 1952,74,5757.

【謝辞】

なお、本研究は、本研究は公益財団法人フジクラ財団の研究助成を受けて研究課題です。同財団の研究支援に心より感謝致します。また、サイエンスマイスタープログラムの一環として実施しました。

C - 10

Ge ウェハの熱間加工による赤外線センサ用レンズの作製

*黒崎 洸（東海大学教養学部人間環境学科）

**小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

概要原稿なし

C - 11

Al-Li 軽合金の作製および評価

*三澤駿太郎（東海大学教養学部人間環境学科）

**小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

概要原稿なし

超音波振動を利用した新技法によるねじの緩み検査システムの研究

*藤原 聖(東海大学 工学部 機械工学科)、上久保 亮汰(東海大学 工学部 機械工学科)
 常田 幸宏(東海大学 工学部 機械工学科)、南里 元気(東海大学 工学部 機械工学科)
 **村山 省己(東海大学 工学部 機械工学科 教授)

1. 緒言

自動車の脱輪事故等、ねじの緩みを原因とした人命に関わる事故を背景とし、渡辺・岡道らはMT法と機械インピーダンスを組み合わせることで、ねじの緩みを早期に検出することを目的とした研究(1)に着目した。しかし、同じ条件下で繰り返し実験を行った際、図1で示すように規定トルク状態で5回取得したデータにおいて共振周波数にバラつきが生じる。本研究では、その要因の一つとして考えられるねじ頭部のバリに着目した。周波数データを細分化することでねじ頭部のバリの影響度合いを解析し、実用的なねじ緩み検査システムの確立を目的としている。

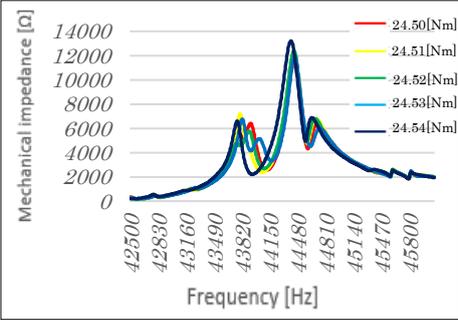


Fig1. Impedance of specified torque

2. 実験方法

繰り返しによる機械インピーダンスデータのバラつきをより明確にするため、最もデータの判別が顕著な周波数域を特定した。

40~80[kHz]の計測周波数の内、よりバラつきが顕著であった42~46[kHz]を本研究の計測域とした。購入当初のねじ頭部のバリに着目し、図2に示す通りバリ処理済みのねじ(以降バリ無)とバリ未処理のねじ(以降バリ有)の二種類のねじを用意し、使用するM10のトルク値を変化させインピーダンス値を計測した。締結トルク値を表1に示す。締結トルク値をそれぞれ0.01[Nm]増加させることで僅かなトルク値の変化におけるバリの影響をLCRメータから取得される波形データにより確認した。被締結材は、S45Cを用い、M10ねじはSUS304を用いた。



Fig2. Condition of burr of hexagon

Table1. Fastening torque value

| | Specified torque state | | Lack of torque state | | |
|-----|------------------------|--------|----------------------|---------|----------|
| | 24.5Nm | 21.5Nm | 12.25Nm | Sitting | Floating |
| M10 | | | | | |

3. 結果

規定トルク状態で締結したバリ無しねじとバリ有りねじを用い、各5回ずつ取得した波形データを図3に示す。図3は、バリ無しのねじとバリ有りのねじにおける実験結果を示す。バリ無しのねじにおいて共振周波数域に顕著なバラつきは無く、再現性が高い安定した傾向が確認された。バリ有りのねじにおいては共振周波数域にバラつきのあるデータを得た。結果からねじのゆるみ検査システムにおいて、ねじ頭部のバリの有無がインピーダンス値に大きく関係していることが確認できた。

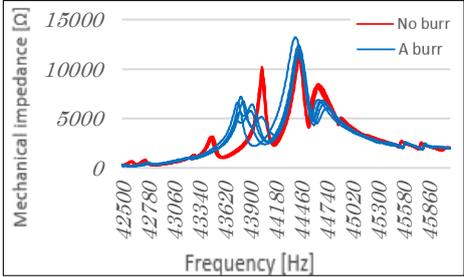


Fig3. Comparison of effects of burr

参考文献

(1) 渡辺 貴、岡道航平 “超音波振動を利用した新しい技法におけるねじの緩みの検査システムの研究”
 SAS2017 論文 東海大学 渡辺 貴、岡道 航平

「超小型 NC 複合加工機の機能性評価及び加工精度検証」

*青木 俊（東海大学 工学部 機械工学科）、松本 敏幸（東海大学 大学院 工学研究科 機械工学専攻）、
 奥村 武士（東海大学 工学部 機械工学科）、山崎 秀明（東海大学 工学部 機械工学科）、
 **村山 省己（東海大学 工学部 機械工学科 教授）

1. 緒言

加工条件の決定方法は現場の勘やメーカー推奨値など定量的に決めているが使用する工作機械の能力や剛性などに適合した最適な加工条件になっているとは言えない。最適な加工条件を定量的に決定するための方法について、松本らが量産加工可能なテーブルサイズの構築ライン「Tabletop Sized Factory」の構築を目指し超小型 NC 機を開発し穴加工を主体とした加工精度について工程能力指数（Cp 値）を用いて超小型 NC 機における検証を行った。しかしながら本機を用いて NC 旋盤機能とマシニングセンタ機能による複合加工の性能評価についてはまだ十分に確立できていない。本研究では自動化と生産性向上を目指し最適な加工条件を決定する複合加工を研究目的とし、超小型 NC 機を用いた加工条件の定量的な決定方法と複合加工の実用性の評価をターンミル加工の工法を用いて行ったので報告する。

2. 研究内容

ターンミル加工とは被削材と工具共に高速回転させることにより短時間で加工を行うことが可能な加工である。この工法では、刃具がワークを複数切削することにより表面性状が向上すると考えられている (1)。また、一般的には工作機械に回転機能を持たせるために専用の回転テーブルを取り付け、ターンミル加工を実現させている。松本らが開発した超小型 NC 機 (2) は、ターニング機能を搭載した C 軸が標準装備されているので前述のターンミル加工と比較し優位性があるといえる。本開発機を用いて AL 材を被削材とし、切込み量を同じとしターンミル加工とミーリング加工の加工部体積の加工時間を同一にして切削加工を行った切削条件を表 1 に示す。不水溶性切削油（不活性硫塩化型）を使用して実験を行い、非接触 3D レーザー表面性状測定器を用いて加工面の表面粗さを測定した結果を図 1 に示す。その結果、ミーリング加工における表面性状は Ra0.9、ターンミル加工においては Ra0.4 の結果が得られた。ミーリング加工と比較し、ターンミル加工を用いた加工の表面性状が大幅に向上した。すなわち同一加工条件においてミーリング加工に比べてターンミル加工が高精度加工に適応可能であることが定量的に判別することができた。また、超小型 NC 機に搭載したターニング機能を活用した複合加工としてのターンミル加工工法が高精度加工にきわめて有用性が高いことが確認できた。

表 1 切削条件

| | ミーリング加工 | ターンミル加工 |
|--------|-------------------|----------|
| 被削材 | AL | |
| 工具 | アルミ用エンドミル2枚刃（ハイス） | |
| 工作機械 | 超小型NC機 | |
| 主軸回転数 | 1000rpm | |
| C軸回転数 | 1.2rpm | 260rpm |
| 切込み量 | 0.1mm | |
| Y軸送り速度 | 0（50秒待機） | 12mm/min |

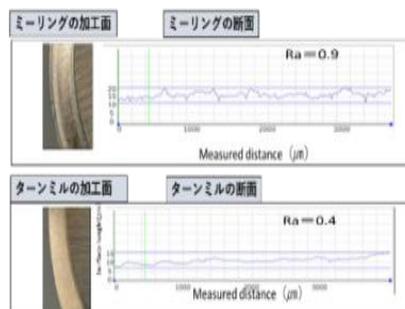


図 1 加工表面

3. 結言

今年度は加工条件の定量的な決定に向けて昨年度開発した超小型 NC 機を用いてターンミル加工とミーリング加工を比較しターンミル加工の有用性を確認した。今後はターンミル加工の切削条件と表面粗さの関係について解明し、超小型 NC 機をベースに他の NC 工作機械に適応可能な最適な加工条件の定量的な決定方法を確立していく。

参考文献

1) 既存概念を打ち破れ トヨタ自動車（株）～ 2015 年度技術賞「シリンダヘッド下面の小径フライスによるターンミル加工技術」～ 日本機械学会誌 2017/10vol1120 取材・文 山田 ふしぎ
 2) “Tabletop Size of the Factory” の構築を目指した超小型 NC 機の研究 SAS2017 論文 東海大学 松本敏幸他

D-1

雷の原理に関する理科教材の開発

*山本 卓（東海大学教養学部人間環境学科）

**小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

概要原稿なし

D-2

スキャニメーションとレンチキュラーレンズを使用した教育教材開発

*小池 まりな（東海大学教養学部人間環境学科）

**小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

概要原稿なし

D-3

振動発電を通じてエネルギー変換を学ぶ教材

*那須 琴美（東海大学教養学部人間環境学科）

**小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

概要原稿なし

D-4

教育における情報カードの教材化

*佐藤 竜也（東海大学教養学部人間環境学科）

**小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

概要原稿なし

アルミ板への大気圧プラズマジェット照射

*伊藤誠哉、神保樹生、**桑畑周司（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

大気圧プラズマを用いた金属の表面改質・表面加工の研究が注目されている。以前我々の研究室では、大気圧アルゴン(Ar)プラズマジェットをガラス基板上に真空蒸着したアルミニウム(Al)薄膜に5秒間照射すると、Al薄膜がリング状にエッチングされることを見出している [1]。

本発表では、大気圧 Ar プラズマジェットを Al 板に照射すると、Al 板もエッチングされるのかを調べた結果について報告する。

2. 実験

大気圧 Ar プラズマジェットは、周波数 10 kHz、印加電圧 10 kV、Ar ガス流量 10 L/分間で発生させ、Al 板(220×100×0.3 mm³)に照射距離 2 mm で、4~30 分間照射された。Al 板表面の評価には、KEYENCE 製レーザー顕微鏡 VK-X200 を用いた。

3. 結果と考察

図 1 に Al 板へのプラズマ照射の様子を示す。石英管から噴出したプラズマ(ストリーマ)が Al 板にあたっていた。図 2 にプラズマ照射時間毎の Al 板の写真を示す。4 分間照射では Al 板に外径約 6.5 mm 内径約 6.0 mm のリングが生じた。プラズマ照射時間の増加に伴いリングの幅が増加した。図 3 にレーザー顕微鏡観察から得られた 30 分間照射後のリングの一部の 3D 像を示す。リング部分は周りより盛り上がりしており、その高さは約 5 μm であった。図 4 に図 3 の断面図を示す。盛り上がり部分には、周りより低い部分があることがわかった。その深さも、約 5 μm であった。

4. 結論

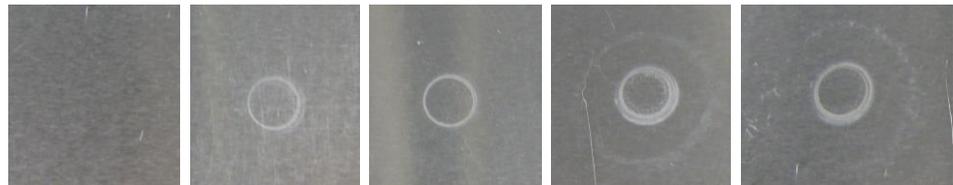
大気圧 Ar プラズマジェットを Al 板へ照射すると、照射された部分がリング状に盛り上がるのがわかった。この盛り上がりは、ストリーマがあたった痕であると考えられる。

謝辞：本研究にご協力頂きました東海大学工学部精密工学科の植谷和義教授に感謝致します。

参考文献：[1] H. Kuwahata and T. Yamaguchi, e-J. Surf. Sci. Nanotech. 14, 231 (2016).



図 1. Al 板へのプラズマ照射の様子



(a) 照射前 (b) 4分間 (c) 7.5分間 (d) 15分間 (e) 30分間

図 2. プラズマ照射時間毎の Al 板の写真

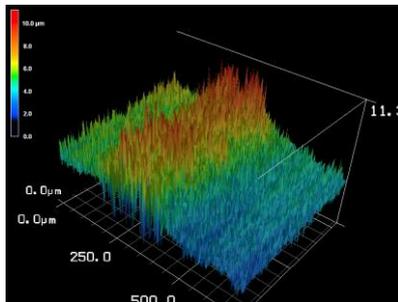


図 3. レーザー顕微鏡観察から得られた 30 分間照射後のリングの一部の 3D 像

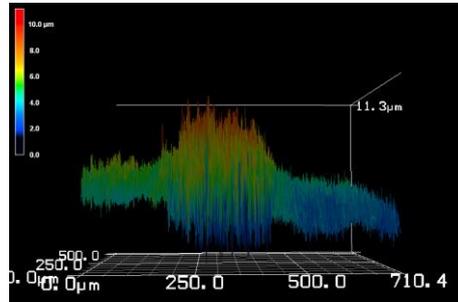


図 4. 図 3 の断面図

大気圧プラズマジェットを用いたアルミ薄膜の横方向エッチング

*兼村康敬、中川咲恵、**桑畑周司（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

大気圧プラズマを用いた金属の表面改質・表面加工の研究が注目されている。以前我々の研究室では、大気圧アルゴン(Ar)プラズマジェットをガラス基板上に真空蒸着したアルミニウム(Al)薄膜に5秒間照射すると、Al薄膜がリング状にエッチングされることを見出している [1]。

本発表では、大気圧Arプラズマジェットをさらに長い時間Al薄膜に照射すると、Al薄膜表面がどのように変化するかを調べた結果について報告する。

2. 実験

大気圧Arプラズマジェットは、周波数10kHz、印加電圧10kV、Arガス流量10L/分間で発生させ、ガラス基板上に真空蒸着したAl薄膜(膜厚約3.5 μ m)に照射距離2mmで、1~60分間照射された。Al薄膜表面の評価には、KEYENCE製レーザー顕微鏡VK-X200およびワンショット3D形状測定機VR-3200を用いた。

3. 結果と考察

図1にAl薄膜へのプラズマ照射の様子を示す。照射開始時には、石英管から噴出したプラズマ(ストリーマ)がAl薄膜にあっていた。照射途中では、Al薄膜にあたったストリーマは横方向へ円形に広がり始め、プラズマ照射時間の増加に伴い横方向へ広がったストリーマの長さは長くなった。照射終了間際には、ストリーマは見られなかった。

図2にプラズマ照射時間毎のガラス基板上的Al薄膜の写真を示す。1分間照射ではAl薄膜は直径約6mmのリング状にエッチングされた。プラズマ照射時間の増加に伴いエッチングされた部分の直径は増加し、60分間照射後では約26mmであった。

4. 結論

ガラス基板上的Al薄膜へ大気圧Arプラズマジェット照射を行うと、Al薄膜がリング状から円形に横方向にエッチングされることがわかった。

謝辞：本研究にご協力頂きました東海大学工学部精密工学科の榎谷和義教授に感謝致します。

参考文献：[1] H. Kuwahata and T. Yamaguchi, e-J. Surf. Sci. Nanotech. **14**, 231 (2016).

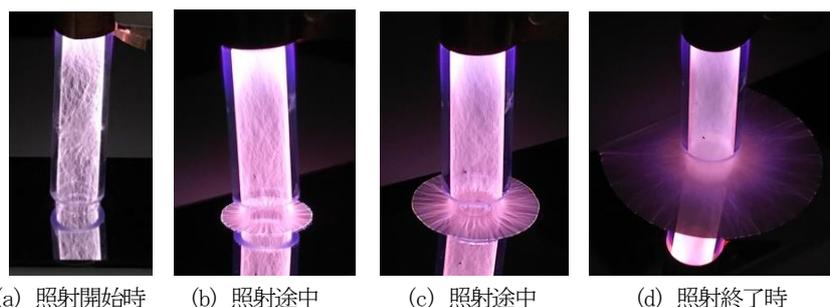


図1. Al薄膜へのプラズマ照射の様子

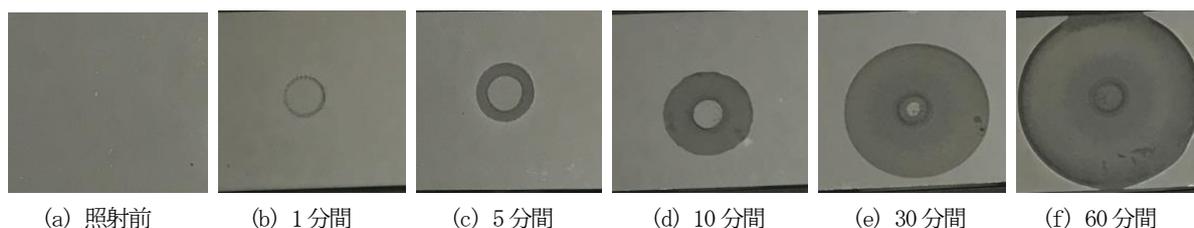


図2. プラズマ照射時間毎のガラス基板上的Al薄膜の写真

大気圧プラズマジェットを用いたコンクリート表面の親水性の向上

*中村勇太、芦崎航大、**桑畑周司（東海大学工学部電気電子工学科）、富田恒之（東海大学理学部化学科）、笠井哲郎（東海大学工学部土木工学科）

1. はじめに

大気圧プラズマを用いた各種材料の表面改質の研究が注目されている。我々の研究室では、これまで大気圧アルゴン(Ar)プラズマジェットを用いて、半導体・金属などの表面改質の研究を行ってきた[1, 2]。
本発表では、コンクリートへ大気圧 Ar プラズマジェットを照射した結果について報告する。

2. 実験

大気圧 Ar プラズマジェットは、周波数 10 kHz、印加電圧 10 kV、Ar ガス流量 10 L/分間で発生させ、コンクリート試料(40×40×9 mm³)に照射距離 2 mm で 30 分間照射された。コンクリート表面の親水性の評価には、Nick 製接触角計 LSE-ME1 を用いた。接触角は、コンクリート上の五か所(①~⑤)で測定された。

3. 結果と考察

表 1 に一般的なコンクリート成分の質量濃度の割合を示す。酸化カルシウム(CaO) 65%、二酸化シリコン(SiO₂) 23%などが主成分である。

図 1 にコンクリートへの大気圧プラズマジェット照射の様子を示す。コンクリートへあつたプラズマは横方向へ円形に広がり、その直径は約 15 mm であった。

図 2 にプラズマ照射前後のコンクリート表面の様子を示す。プラズマ照射前後で変化はなかった。
図 3 にコンクリート上での水滴の様子を示す。水の接触角は、測定位置①~⑤においてどこでも照射前では約 80°、照射直後では 0°、照射 3 ヶ月後でも 0° であることがわかった。プラズマ照射後の表面では、水は膜にもならず、コンクリートに浸透した。

4. 結論

大気圧 Ar プラズマジェットをコンクリートへ照射すると、コンクリート表面の親水性の向上を生じる(吸水性を発現する)ことがわかった。また、この効果は少なくとも 3 ヶ月間は保持されることがわかった。

参考文献

[1] H. Kuwahata, et al.: e-J. Surf. Sci. Nanotech. **11**, 36 (2013). [2] H. Kuwahata, et al.: e-J. Surf. Sci. Nanotech. **16**, 27 (2018).

表 1 一般的なコンクリート成分の質量濃度の割合

| 成分 | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | SO ₃ | MgO |
|----------|-----|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----|
| 質量濃度 (%) | 65 | 23 | 6 | 3 | 2 | 1 |

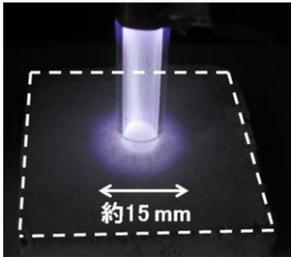


図1 コンクリートへのプラズマ照射の様子

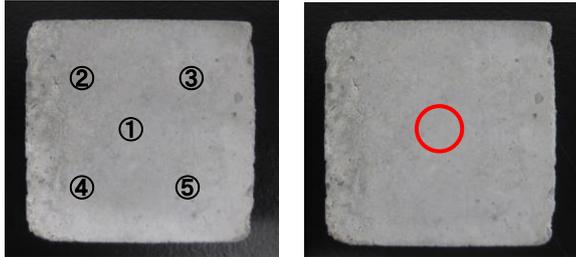


図2 コンクリート表面の様子 (数字: 測定位置、赤丸: プラズマ照射位置)

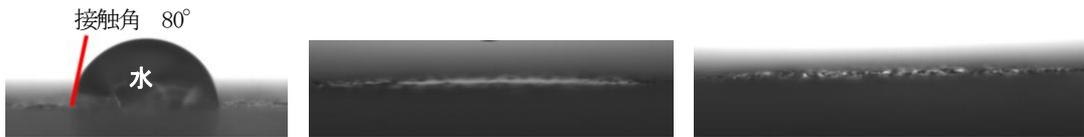


図3 コンクリート上での水滴の様子 (接触角測定の結果)

大気圧プラズマジェットを用いたマラカイトグリーン水溶液の脱色

*田中彰真、ゲン・フーティン、**桑畑周司（東海大学工学部電気電子工学科）、小田慶喜（東海大学技術共同管理室）

1. はじめに

放電やプラズマを用いて有色廃水を脱色する研究が注目されている。私たちの研究室では大気圧アルゴン(Ar)プラズマジェットを用いて、有色廃水の脱色を目指した研究を行っている [1]。マラカイトグリーン($C_{23}H_{25}ClN_2$ 、図 1)は、羊毛・絹糸などの染料として用いられている。

本発表では、マラカイトグリーン水溶液へ大気圧 Ar プラズマジェットを照射し、マラカイトグリーン水溶液の脱色を試みた結果について報告する。

2. 実験

大気圧 Ar プラズマジェットは、周波数 10 kHz、印加電圧 10 kV、Ar ガス流量 10 L/分間で発生させた。直径 60 mm のシャーレにマラカイトグリーン水溶液(濃度 100 mg/L)を 10 mL 入れ、プラズマジェットを照射距離 15 mm で 0~50 分間照射した(図 2)。マラカイトグリーン水溶液の吸光度スペクトル測定には、JASCO 製分光光度計 V-630 を用いた。

3. 結果と考察

図 3 にプラズマジェット照射に伴うマラカイトグリーン水溶液の色の変化を示す。プラズマ照射前では青色であったが、プラズマ照射時間の増加に伴い徐々に色が薄くなり、50 分間照射後には透明になり脱色された。

図 4 にマラカイトグリーン水溶液の吸光度スペクトルのプラズマ照射時間依存性を示す。プラズマ照射前では波長 310 nm、420 nm、600 nm 付近にピークが見られたが、プラズマ照射時間の増加に伴いピークでの吸光度は徐々に低くなり、50 分間のプラズマ照射後にはほとんど零になった。これらの結果から、マラカイトグリーン水溶液は、50 分間のプラズマ照射により脱色されることがわかった。

4. 結論

大気圧 Ar プラズマジェット照射によりマラカイトグリーン水溶液は脱色されることがわかった。

当日は、質量分析(MS)測定の結果も合わせて示し、マラカイトグリーン分子の分解過程についても報告する予定である。

[1] 井上, 津金, 小田, 桑畑: Journal of Advanced Science, Vol. 30, p. 30107-1~6 (2018).

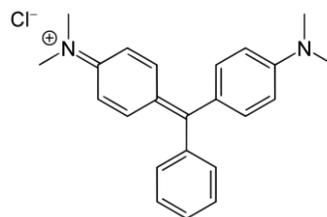


図 1. マラカイトグリーン分子の構造

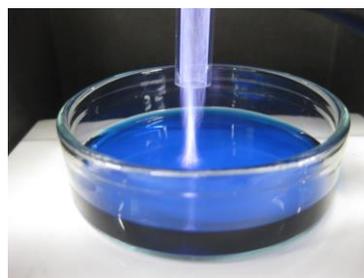


図 2. マラカイトグリーン水溶液へのプラズマジェット照射の様子

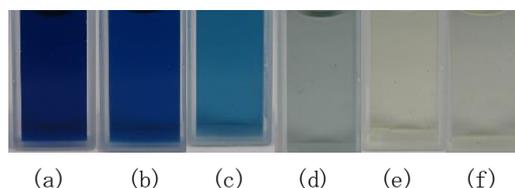


図 3. プラズマジェット照射に伴うマラカイトグリーン水溶液の色の変化: (a)照射前、(b)10 分間、(c)20 分間、(d)30 分間、(e)40 分間、(f)50 分間照射

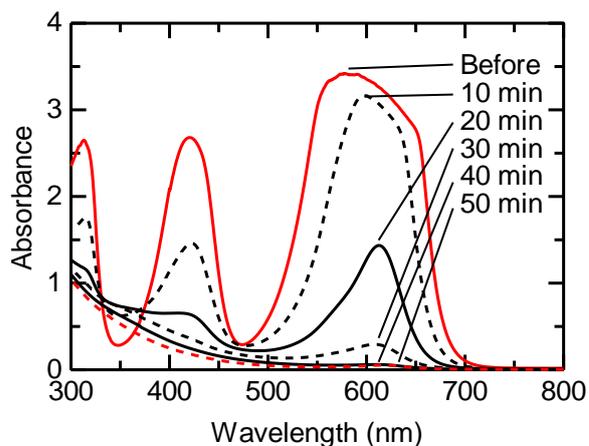


図 4. マラカイトグリーン水溶液の吸光度スペクトルのプラズマ照射時間依存性

大気圧プラズマジェット照射による(タートラジン+マラカイトグリーン)水溶液の脱色

*毛塚祐輔、佐藤大輔、**桑畑周司(東海大学工学部電気電子工学科)、小田慶喜(東海大学技術共同管理室)

1. はじめに

放電やプラズマを用いて水中の有害有機化合物を分解し、廃水を浄化する研究が行われている。我々の研究室では大気圧アルゴン(Ar)プラズマジェットを用いて、有色廃水の脱色を目指した研究を行っている。以前我々は、タートラジン水溶液(黄色)に大気圧 Ar プラズマジェットを 50 分間照射すると、水溶液が脱色されることを見出した [1]。

本発表では、タートラジン水溶液(黄色)とマラカイトグリーン水溶液(青色)の混合水溶液(濃緑色)へ大気圧 Ar プラズマジェットを照射し、混合有色水溶液の脱色を試みた結果について報告する。

2. 実験

大気圧 Ar プラズマジェットは、周波数 10 kHz、印加電圧 10 kV、Ar ガス流量 10 L/分間で発生させた。直径 60 mm のガラス製ペトリ皿にタートラジン水溶液(濃度 100 mg/L) 5 mL とマラカイトグリーン水溶液(濃度 100 mg/L) 5 mL を合わせて 10 mL 入れ、プラズマジェットを 0~60 分間照射した(図 2)。照射距離(石英管先端から液面まで)は 15 mm とした。水溶液の吸光度スペクトル測定には JASCO 製分光光度計 V-630 を用いた。

3. 結果と考察

図 3 にプラズマ照射に伴う混合水溶液の色の変化を示す。プラズマ照射前では濃緑色であったが、プラズマ照射時間の増加に伴い徐々に色が薄くなり、60 分間照射後には透明になり脱色された。

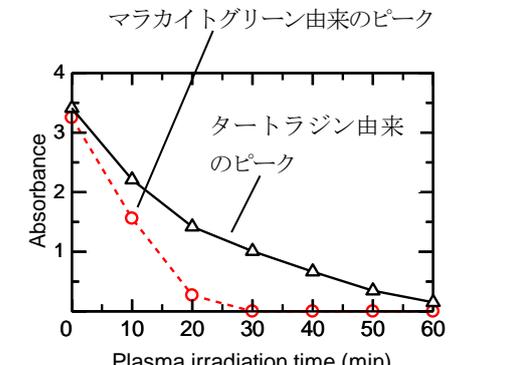
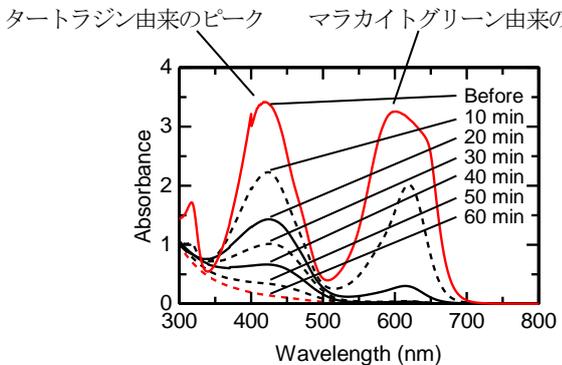
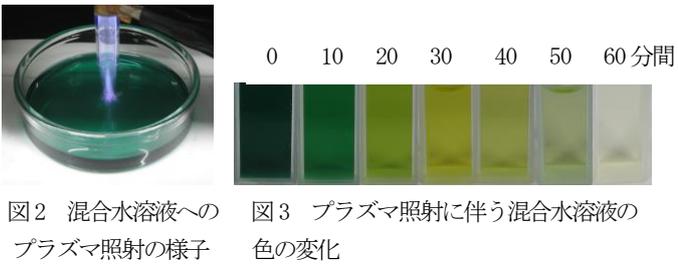
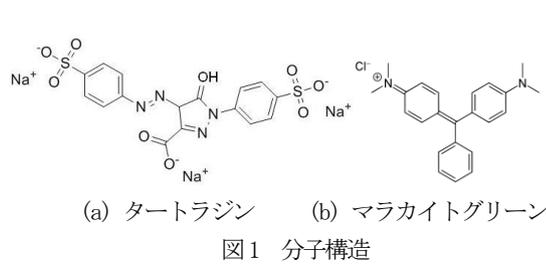
図 4 に混合水溶液の吸光度スペクトルを、図 5 に各ピークでの吸光度のプラズマ照射時間依存性を示す。プラズマ照射前では波長 419 nm と 600 nm 付近にピークが見られたが、プラズマ照射時間の増加に伴い両ピークでの吸光度は徐々に低くなり、波長 600 nm のピークは 30 分間照射後に、419 nm のピークは 60 分間照射後にはほとんど零になった。これらの結果から、混合水溶液は、60 分間のプラズマ照射により脱色されることがわかった。

4. 結論

- ・タートラジン+マラカイトグリーン混合水溶液は、60 分間の大気圧 Ar プラズマジェット照射により脱色されることがわかった。
- ・混合水溶液中では、タートラジンよりマラカイトグリーンの方が早く脱色されることがわかった。

参考文献

[1] 井上, 津金, 小田, 桑畑: Journal of Advanced Science, Vol. 30, p. 30107-1~6 (2018).



大気圧プラズマジェットを用いたアンモニア生成

*松木優哉、辻 拓、**桑畑周司（東海大学工学部電気電子工学科）、三上一行（東海大学理学部化学科）

1. はじめに

放電やプラズマを用いて水中の有害有機化合物を分解し、廃水を浄化する研究が注目されている。我々の研究室では大気圧アルゴン(Ar)プラズマジェットを用いて、水中の有害有機化合物の分解を目指した研究を行っている。この研究の中で以前我々は、蒸留水に大気圧 Ar プラズマジェットを照射すると、蒸留水中に過酸化水素(H₂O₂) [1]および硝酸(HNO₃)と亜硝酸(HNO₂) [2]が生成されることを報告した。

本発表では、蒸留水へ大気圧 Ar プラズマジェットを照射すると、蒸留水中にアンモニア(NH₃)が生成されることを報告する。

2. 実験

大気圧 Ar プラズマジェットは、周波数 10 kHz、印加電圧 7~10 kV、Ar ガス流量 5~10 L/分間で発生させた。直径 60 mm のガラス製ペトリ皿に蒸留水を 10 mL 入れ、プラズマジェットを 10~30 分間照射した(図 1)。照射距離(石英管先端から液面まで)は、5~30 mm とした。蒸留水中のアンモニウムイオン(NH₄⁺)濃度の測定は、フローインジェクション分析(FIA)法で行った。検出はインドフェノールブルー法を用いた。

3. 結果と考察

図 2 に NH₄⁺濃度のプラズマ照射時間依存性を示す。図 3 に NH₄⁺濃度の印加電圧依存性を示す。図 4 に NH₄⁺濃度のガス流量依存性を示す。NH₃濃度は、プラズマ照射時間・印加電圧・ガス流量の増加に伴い増加した。図 5 に NH₄⁺濃度のプラズマ照射距離依存性を示す。NH₃濃度は照射距離の減少に伴い増加した。

4. 結論

大気圧 Ar プラズマジェットを蒸留水へ照射すると、蒸留水中に NH₃が生成されることがわかった。NH₃濃度は、プラズマ照射時間・印加電圧・ガス流量の増加およびプラズマ照射距離の減少に伴い増加することがわかった。

参考文献

[1] H. Kuwahata, et. al.: e-J. Surf. Sci. Nanotech. **11**, 113 (2013).
 [2] H. Kuwahata, et. al.: e-J. Surf. Sci. Nanotech. **12**, 410 (2014).

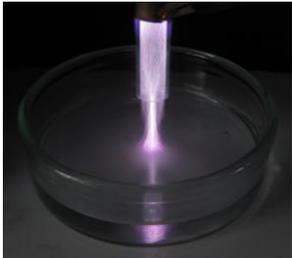


図 1 蒸留水へのプラズマ照射の様子

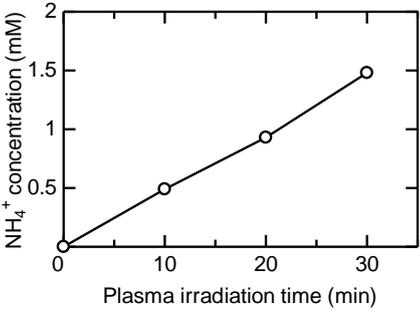


図 2 NH₄⁺濃度のプラズマ照射時間依存性

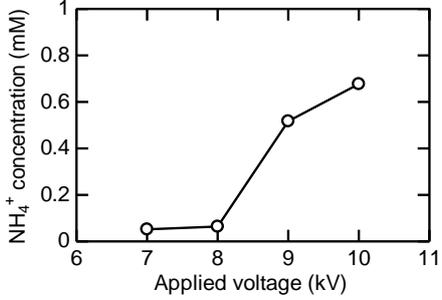


図 3 NH₄⁺濃度の印加電圧依存性

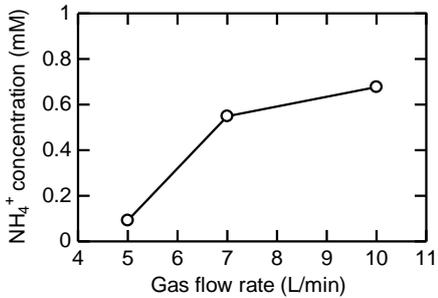


図 4 NH₄⁺濃度のガス流量依存性

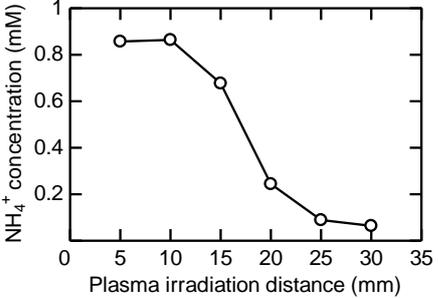


図 5 NH₄⁺濃度の照射距離依存性

Er-Yb 共ドープダブルペロブスカイト酸化物の合成とそのアップコンバージョン発光特性

*石井 海人夢 (東海大学理学部化学科)、中里 暢宏 (東海大学理学研究科化学専攻)、
 粕谷 航平 (東海大学理学研究科化学専攻)、**富田 恒之 (東海大学理学部化学科)

【Introduction】 アップコンバージョン(up-conversion : UPC)蛍光体とは、長波長の光を用いて多光子・多段階で励起し、短波長の光に変換する材料である。UPC 蛍光体は、太陽電池や 3D ボリュームディスプレイ、生体イメージングや治療への応用等、様々な分野で使われている。UPC 蛍光体には光増感剤と発光中心の 2 種の希土類イオンをドープすることが主流であり、光増感剤である Yb が励起光である 980 nm の近赤外光を吸収し、そのエネルギーを発光中心である Er、Ho、Tm に伝達することで発光効率が向上する。Er、Yb を共ドープした La_2MTiO_6 (M=Zn, Mg)は、強い緑色 UPC 発光を示すことが報告されている。そこで本研究では錯体ゲル化法によって Er,Yb 共ドープ La_2MTiO_6 (M=Zn, Mg)を合成し、ドープ量を変化させることによる発光特性の評価を行った。

【Experimental】 試験管に 1M- $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ aq.及び 1M- $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ aq.を 0.5 mmol、3M クエン酸を 10 mmol、 $\text{Er}(\text{NO}_3)_3$ aq.と $\text{Yb}(\text{NO}_3)_3$ aq.とクエン酸チタン錯体水溶液を合計が 2 mmol になるように加え、30 秒間攪拌した。これらを 120°C で加熱濃縮した後、450°C で仮焼した。得られた生成物を乳棒と乳鉢を用いて粉碎し、各試料をろつぼに移し、1200°C で 5 時間焼成した。合成した試料は、半導体赤外レーザー(980 nm)および瞬間マルチ測光システム(大塚電子 MCPD-7700:311C)による赤外励起-可視発光スペクトル測定、XRD 測定を行い評価した。

【Results & Discussion】 合成した試料は 980nm 励起下で緑色発光(500nm-600nm)を示した。Fig. 1 に、Er と Yb のドープ量を変化させた $\text{La}_2\text{ZnTiO}_6$:Er,Yb の発光強度の積分値を示す。ドープ量を変化させた際、Er のドープ量が 2%以上、Yb のドープ量が 10%の時に発光強度が低下した。これは、Er または Yb の濃度消光効果が起こったためであると考えられる。

Yb のドープ量が 0%の時と 1%の時を比較すると、光増感剤として Yb をドープすることで発光強度が大きく増加したことが示唆された。 $\text{La}_2\text{ZnTiO}_6$ において最も発光が強かったのは Er 1%、Yb 5%の試料であった。

Fig. 2 は Er と Yb のドープ量を変化させた $\text{La}_2\text{MgTiO}_6$:Er,Yb の発光強度の積分値を示す。ドープ量を変化させた際、Er 及び Yb のドープ量が 5%以上になると、濃度消光効果によって発光強度が低下した。 $\text{La}_2\text{MgTiO}_6$ において最も発光が強かったのは Er 2%、Yb 2%の試料であった。

Er,Yb 共ドープ La_2MTiO_6 (M=Zn, Mg)はどちらもダブルペロブスカイト酸化物であるが、最適ドープ量は異なる結果を示した。これは、合成の過程において、Zn と Mg の大きさが異なることにより、結晶構造は同じであるが、若干の構造の歪みが生じる。従って、 La_2MTiO_6 (M=Zn, Mg)では、ドープ量を変化させたことによる発光特性に差が生じたのではないかと考えられる。

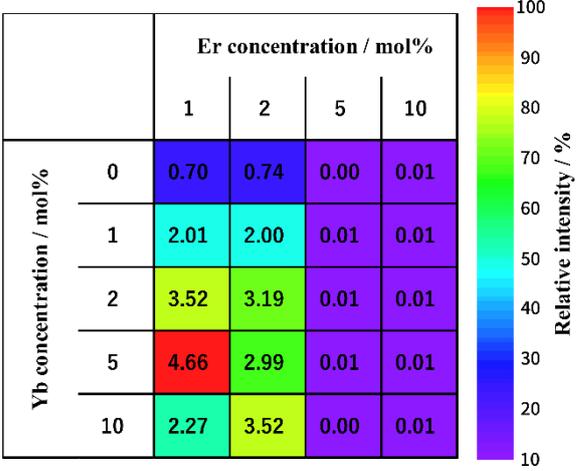


Fig. 1 Integrated green UPC emission intensity (500-600nm) of $\text{La}_2\text{ZnTiO}_6$ under 980nm excitation.

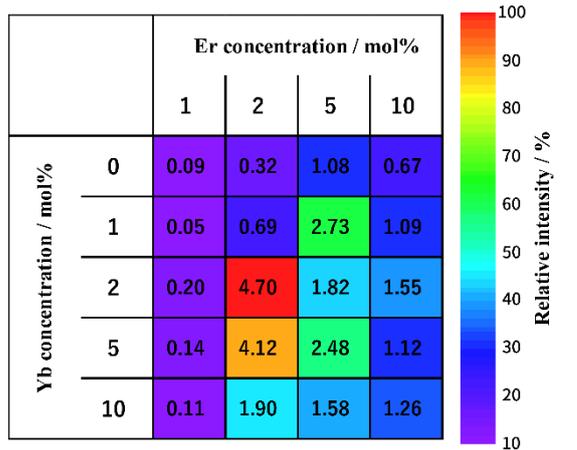


Fig. 2 Integrated green UPC emission intensity (500-600nm) of $\text{La}_2\text{MgTiO}_6$ under 980nm excitation.

シートプラズマを用いた核融合加熱用水素負イオン源の開発

*大崎晃太郎（東海大学理学部物理学科）、石原正悟（東海大学大学院理学研究科物理学専攻）、花井啓利（東海大学大学院理学研究科物理学専攻） **利根川昭（東海大学理学部物理学科）、佐藤浩之助（東京理科大学、中部電力）、河村和考（東海大学）

現在、新たな発電方法として核融合反応を利用した核融合発電の研究が遂行されている。核融合反応を起こすためには 1 億度程度の高密度プラズマにする必要があり、プラズマを加熱する方法の一つとして、NBI : Neutral Beam Injection (中性粒子ビーム入射) 加熱がある。NBI 加熱装置は、イオン源と呼ばれるプラズマ生成部で生成したイオンを、高エネルギーの中性粒子ビームに変換し、炉心プラズマに入射することで加熱を行う。

将来の DEMO 級核融合実証炉では核融合反応を長時間継続させるため、長寿命で大電流、かつメンテナンスの容易な中性粒子ビーム入射装置用負イオン源が必須となる。現在、国際熱核融合装置 (ITER) 用の負イオン源として、セシウムを用いた高周波型大電流負イオン源 (電流密度 : $200\text{A}/\text{m}^2$ 、 40A 、引き出し面積 1000cm^2 、寿命 1 時間) の開発が行われている。この負イオン源では、長パルス時でのビームの安定性、導入するセシウム量の最小化、負イオン源内壁温度の制御等、長時間運転を目指す核融合装置では解決しなければならない多くの課題が存在する。イオン源で負イオンを生成する方法は 2 種類ある。一つ目は、表面にセシウムが添加された金属にプラズマを照射して負イオンを生成する表面生成法がある。表面生成法は比較的容易に負イオンを生成することが出来るが、セシウムが消耗してしまうため頻繁にメンテナンスをしなければならないなど長期運用に課題がある。課題の解決に向けてセシウムの使用を抑えることや、セシウムを用いない負イオン生成法が期待されている。二つ目は、セシウムを用いない負イオン生成法として、プラズマ中の水素の振動励起分子が介在する解離性付着過程を利用した体積生成法がある。しかしながら通常のイオン源では、高エネルギー電子と低エネルギー電子を分離する方法として磁気フィルターを用いているため、プラズマの体積が大きくなり負イオン生成効率が低下すると考えられ、通常の体積生成法を用いたイオン源では高密度の負イオンを生成することは困難とされてきた。

当研究室の実験装置 TPD-Sheet IV は、高密度のシートプラズマを生成することができるため、セシウムを用いなくても効率よく負イオンを生成することができる。本研究の目的は、この高密度シートプラズマを用いて、長寿命・大電流・メンテナンスの容易な非セシウム型中性粒子ビーム入射装置用負イオン源を開発することである (図 1)。本実験では負イオンの計測方法として電流計測を行い、負イオンの引き出し電圧特性について調べる。当研究室の先行研究で TPD-Sheet IV により得られた負イオン電流密度は $6\text{mA}/\text{cm}^2$ 程度であり、これは従来のシートプラズマを用いた体積生成法で得られる負イオン電流値の 10 倍程度である。

詳細はポスターにて発表する。

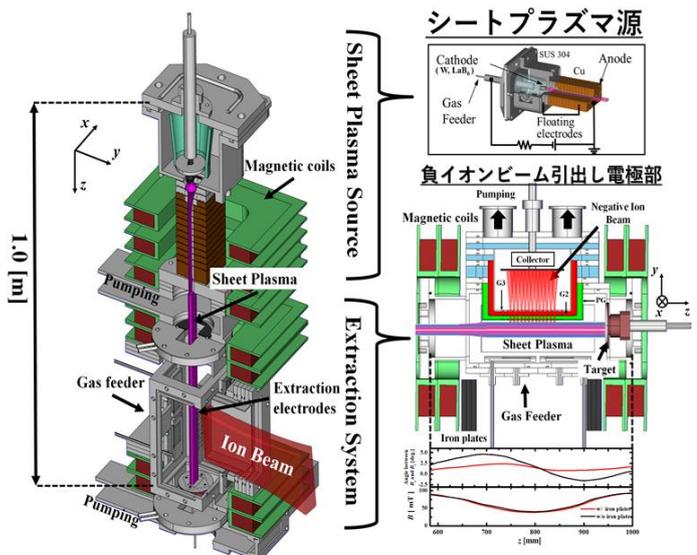


図 1 シートプラズマを用いた非セシウム型大電流負イオン源の概念図

新型装置におけるダイバータプラズマの模擬実験

*菊地大樹（東海大学理学部物理学科）、瀧本壽来生（東海大学大学院総合理工学理学研究科総合理工学専攻）、**利根川昭（東海大学理学部物理学科）、佐藤浩之助（東京理科大学、中部電力）、河村和孝（東海大学）

エネルギーの長期的な安定供給を可能にする将来のエネルギー源として核融合発電が期待されている。現在研究がされている核融合炉には、核融合反応により生成されたヘリウムなどの不純物を廃棄するため、ダイバータが設置されている（図1）。ダイバータには炉心から高温のプラズマが流入し、非常に大きな熱負荷がかかる。熱負荷低減策として、ダイバータ板近傍にガスを導入し、プラズマを中性化することによって、熱流を急激に低減させる方法が最も有力な方法として考えられている。この時、ダイバータプラズマは、ダイバータ板から離れ「非接触プラズマ」となる（図2）。

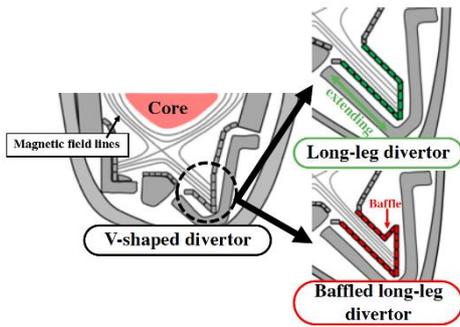


図1 ダイバータ構造の概念

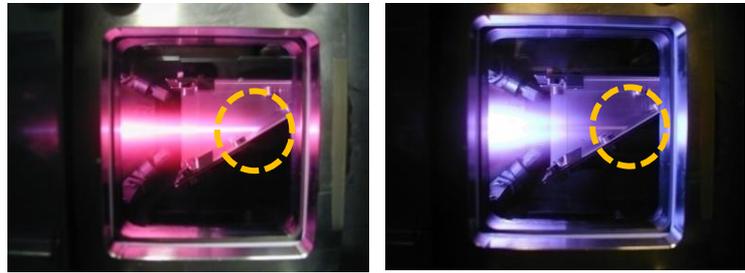


図2 接触プラズマ（左）と非接触プラズマ（右）

現在、フランスで建設中の ITER（国際熱核融合実験炉）で採用されるダイバータ構造はV字ダイバータであるが、より熱負荷低減の効率を高めるため、いくつかの先進的ダイバータの研究が行われている。その1つとして、炉心とダイバータ領域との接続長を延長したロングレックダイバータが注目されている。このように接続長を長くすることで、冷却ガスを含む不純物の逆流を抑制し、非接触プラズマによる熱負荷低減がより効果的になると考えられる。しかし、ロングレックダイバータの非接触プラズマ生成に関する基礎特性は明らかではない。そのため、これらの構造変化が非接触プラズマに与える影響を調査するための基礎研究が必要である。

本研究では、ロングレック構造を模擬し、非接触プラズマの反応過程と接続長の関係を明らかにすることを本研究の目的とする。今回の発表で用いる新装置は、当研究室の従来装置と比較し、より高密度の水素シートプラズマを生成することができ、実際のダイバータプラズマに近い物理パラメータを再現することができる。今回はこの新型装置において冷却ガスを接触させ、非接触プラズマを生成した際のプラズマの電子温度・密度の変化をラングミュアプローブを用いて計測した。詳細はポスターにて当日発表する。

シートプラズマを用いた宇宙用電気推進機の加熱特性

*高村恭平（東海大学理学部物理学科）、西村未来（東海大学大学院理学研究科物理学専攻）

**利根川昭（東海大学理学部物理学科）、佐藤浩之助（東京理科大学、中部電力）、河村和孝（東海大学）

一般にロケットエンジンは、推力は高いが比推力は低い。一方、電気推進機は低推力であるが比推力が高いため推進剤の使用量を減らすことができ、燃料搭載量も少ない。そのため、重力の影響の弱い宇宙空間での長期ミッションに適しており、人工衛星の軌道遷移・保持、姿勢制御への利用、深宇宙探査の主推進機として利用されている。近年、深宇宙探査を目標としたエンジンシステムとして、推力と比推力の制御が可能な VASIMR 型の電気推進機が注目されている。VASIMR 型のエンジンシステムは、ヘリコンアンテナにより生成したプラズマを高周波によりイオン加熱を行い、その後、磁気ノズルによりイオンを加速し推力を得ている。そのため、プラズマの生成と加熱を独立に制御することで推力・比推力を変化させることができる。しかし、アンテナ形状が複雑であり、プラズマからある程度離れていることから効率的なプラズマ加熱に関する技術が課題となっている。

本研究室の実験装置 TPD-Sheet IV は、高密度 ($>10^{18}m^{-3}$) なシート状プラズマを生成でき、その厚さがイオンラマー半径の 2 倍程度であることから、通常の円柱のプラズマに比べてプラズマ内でのイオン同士の衝突頻度が少なく、イオンサイクロトロン共鳴 (ICR) 加熱によりプラズマを効率よく加熱することができると考えられる。そこで本研究では、シートプラズマを用いた ICR 加熱によるイオン加熱実験を行い、宙用電気推進機の推進性能を評価することを目的とした。

実験条件は、推進剤はヘリウム、放電電流は 30~60 A、加熱領域 (装置図: $0.55 m \leq Z \leq 0.75 m$) の磁場強度は 0.074 T である。加熱用電極には 2 枚の平行平板 ($200 \times 90 \times 0.2 mm$) を用いた。Z = 1.1m の位置で反磁性ループコイルを用いてプラズマの熱エネルギー W_{\perp} の計測を行い、以下の式を用いて求めた。

$$W_{\perp} = \frac{BCR}{A\mu_0NS} V \quad [J/m^3]$$

ここで、 B は磁場強度、 C はコンデンサーの静電容量、 R は抵抗、 A はアンプ倍率、 μ_0 は真空の透磁率、 N はコイルの巻き数、 S はコイルの面積、 V は計測された電圧である。詳細はポスターにて行う。

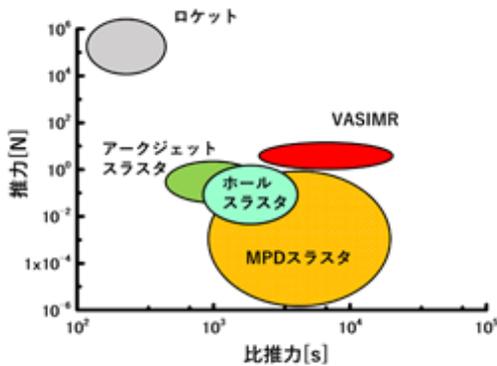


図 1. 各種推進機の推力密度と比推力の関係

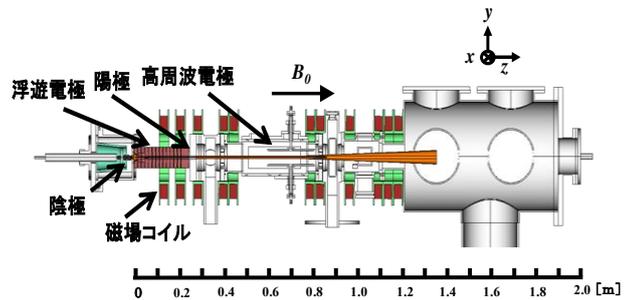


図 2. TPD-Sheet IV の概念図

自助具箸使用時の筋電図および精神性発汗の検討

*古木千愛（東海大学基盤工学部）、木村航大（東海大学基盤工学部）、山崎清之（東海大学工学部）、**木村達洋（東海大学基盤工学部）

1. はじめに

自助具とは、加齢や障害により困難になった動作を、できる限り自分自身で行えるように設計された道具である。自助具を使うことにより、これまでできなかったことができることもあり、自分自身できることで、自信を持つことや生きるための意欲につながる。本研究では自助具箸と一般的な箸を使用することによる身体的負担を、生理学的観点から考察した。

2. 実験方法

自助具箸として箸ぞうくん II（ウインド社製：SII-2）とソフトバリアフリーはし（DAIWA 社製：HS-H）、および普通箸として一般的な家庭用塗箸を用いて、使用時の筋電図と手掌発汗を計測した。

2-1 小豆運び時の筋電図測定

3種類の箸を使用して小豆を運ばせる動作を行わせ、母指内転筋と浅指屈筋の筋電図を測定した。筋電図はバイオアンプ(AD Instruments 社製:FE135)使用し、ローパスフィルターを 10kHz、ハイパスフィルターを 5Hz として双極導出し、電極は小型生体用 Ag-AgCl 電極(日本光電製)を使用し、測定対象の筋繊維上 2 か所に電極を配置した。

2-2 小豆運び動作時の発汗計測

被験者に 1 分間にできるだけ多くの小豆を運ぶよう指示し、発汗計(テクノサイエンス社製:TPL3520)を用いて左手手掌部の発汗を計測した。手掌発汗は精神性ストレスにより促され、各箸による小豆運び動作の困難さの指標とした。

3. 結果

Fig. 1 に 3 種の箸を使用し、小豆一個を運ばせる動作時の筋電図波形を示した。塗箸で最も大きな筋活動があることが示され、箸ぞうくん II 使用時が最も少ない筋活動であることが示された。また、Fig. 2 に 1 分間にできるだけ多くの小豆を運ばせた際の手掌発汗を示した。3 種類とも開始後すぐに発汗が上昇したが、その変化は塗箸で最も大きく、箸ぞうくん II が最も少なかった。

4. 考察

自助具箸使用時に筋電図を計測した結果、塗箸に比べ少ない筋活動量であることが示された。しかし、自助具箸はその構造上、塗箸とは異なる筋肉が使用されていることも考えられ、今後詳細な検討が必要である。また、手掌発汗

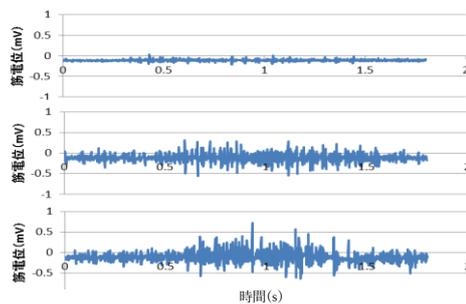


Fig.1 各箸使用時の筋電図
上段より箸ぞう、バリアフリー箸、塗箸

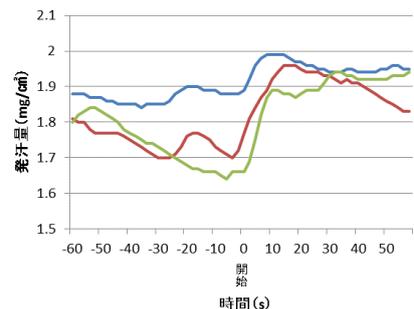


Fig.2 各箸使用時の手掌発汗

汗においては自助具箸使用時に発汗量が減少することが確認された。塗箸は握みにくさにより、精神性ストレスが大きかったと考えられ、実験後の被験者への聞き取り調査や運ぶことのできた小豆の数からも同様の傾向が認められた。今後はより詳細な検討を行う予定である。

バイオ蛍光法を用いた呼気中 2 成分（エタノール・アセトアルデヒド）ガスの同時可視化計測に関する研究

*水越 直樹、早川 悠暉、飯谷 健太（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、
當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二（東京医科歯科大学 生体材料研究所）

【はじめに】

呼気や皮膚ガスなどの生体ガス中には、代謝や疾患に関連する揮発性化学成分（volatile organic compounds, VOCs）が含まれており、生体ガスを非侵襲的に計測することで、簡便な代謝評価や疾患スクリーニングが期待される。また、対象ガス成分を可視化することで、ガス濃度の時空間分布が明らかになり放出動態や部位の特定が可能になると考えられる。さらに、複数の VOCs を同時に可視化計測できれば、詳細な代謝評価などが可能と考えられる。そこで本研究では、アルコール代謝で生成されるエタノール（EtOH）とアセトアルデヒド（AcH）を同時に可視化計測可能なシステムとして、アルコール脱水素酵素（alcohol dehydrogenase, ADH）の反応を用いた 2 成分の可視化システムを考案し、呼気中の 2 成分の計測に適応した。

【実験方法】

可視化計測システムは、ADH を固定化したメッシュにおいて、EtOH ガス・AcH ガス負荷時に ADH の酸化（pH 9.0）・還元（pH 6.5）反応によって生成・消費される NADH の自家蛍光（ex. 340 nm, fl. 490 nm）の増減を高感度カメラで検出し、ガス 2 成分を同時に蛍光可視化する。本システムは環境光を遮断する暗箱内に、励起光源（UV-LED シート）、励起光用バンドパスフィルター（BPF, $\lambda = 340 \pm 42.5$ nm）、ADH 固定化メッシュ、蛍光用 BPF（ $\lambda = 490 \pm 10$ nm）、高感度カメラの順で光学同軸上に配置し構築した。また、EtOH と AcH の酵素反応による蛍光の増減を同時に撮像するため、2 枚の ADH 固定化メッシュを励起光源とカメラからの距離、角度が一定になるように並列に設置した。ADH 固定化メッシュの作製は、メッシュ状担体に ADH をグルタルアルデヒド（GA）にて架橋することで固定化し作製した。測定では、ADH 固定化メッシュを EtOH の可視化では NAD⁺溶液に、AcH の可視化では NADH 溶液に湿潤させ、それぞれ EtOH ガスと AcH ガスを負荷し酵素反応による蛍光の増減を撮像した後、画像処理にて蛍光強度を数値化した。最後に、飲酒後の呼気ガス計測に適応し、生体ガスの可視化計測を行った。

【結果および考察】

標準 EtOH ガスと AcH ガスをそれぞれ ADH 固定化メッシュに負荷したところ、負荷点を中心としてガス成分濃度に依存した蛍光の増減を、同時に観察することができた（図 1）。得られた動画より定量特性を調べた結果、飲酒時の呼気中濃度（EtOH : 52–130 ppm, AcH : 1–6 ppm）を含む範囲で、2 成分の同時測定（EtOH : 0.1–1000 ppm, AcH : 0.2–10 ppm）が可能であった。次に、飲酒後の呼気を 2 つのメッシュに同時に負荷し、呼気中 EtOH・AcH ガスの蛍光可視化を行なったところ、2 成分に基づく蛍光の増減が撮像された。また両成分の濃度変化を調べたところ、飲酒後 30 分にピーク値を示した後、両者ともに漸次減少する様子が観察された。以上のことから、EtOH・AcH 両ガスを対象として、ADH の酸化・還元反応により生成・消費される NADH の自家蛍光を同時に可視化測定するシステムを構築し、飲酒後の呼気中の両成分の可視化及び濃度計測を同時に行うことができた。

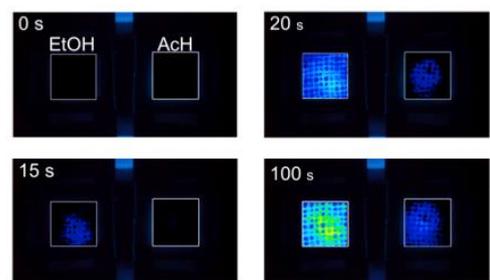


図 1 EtOH と AcH の蛍光強度に基づく
同時可視化動画

唾液中グルコース連続計測を目的とした夾雑物質の影響抑制に関する研究

*大石 琢史、戸本 佳佑 (東京医科歯科大学 医歯学総合研究科)

當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二 (東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)

【はじめに】

糖尿病患者は適切に血糖値を維持・管理するため、穿刺採血し自己血糖値測定器などを用いて血糖値測定を行っている。しかし、採血による血糖値計測は侵襲的であるため、感染症の恐れがある。当研究室では、非侵襲的かつ連続的に計測する方法としてマウスガード(mouthguard, MG)型バイオセンサを開発した。しかし、唾液中に含まれる夾雑物質の影響が大きいため生体の唾液糖計測には至っていない。そこで本研究では、唾液糖の計測を最終目的とし、唾液中の夾雑物質であるアスコルビン酸(ascorbic acid, AA)と尿酸(uric acid, UA)を抑制するために、夾雑物除去膜として酢酸セルロース(cellulose acetate, CA)の使用したマウスガード型バイオセンサを開発した。

【実験方法】

夾雑物除去膜として使用検討した CA は、セルロースを酢酸エステル化した構造を持つため、酢酸基による静電的排斥およびサイズ効果による夾雑成分の抑制が可能である。成膜では、2:1 の割合で混合したアセトン-エタノール溶液を溶媒とし、1-10%CA 溶液を調整し、ディップコートにて成膜した。本センサは、MG シート材料に白金と銀の各薄膜電極をスパッタ装置にて直接成膜し、夾雑物除去膜として CA をコーティングした後、グルコース酸化酵素(glucose oxidase, GOD)を生体適合材料 PMEHB(Poly(MPC-co-EHMA-co-MBP))で Pt 電極上に包括固定することでシート型グルコースセンサを作製した。このセンサの特性評価するために、Pt 電極上に+400 mV(vs. Ag/AgCl)の定電位を印加し、GOD の反応生成物である過酸化水素(10 μ M)の測定時に AA(10 μ M)、UA(100 μ M)を滴下時の出力を比較した。

【結果及び考察】

CA 膜コーティングの溶液濃度(1-10%)の最適化をした結果、溶液濃度の増加に伴い、夾雑物の抑制率が向上した。一方で、過酸化水素の出力が減少する傾向がみられた。これは、CA 濃度の増加に伴い、膜のポアサイズの低下によるサイズ効果の増加と膜厚の増加に伴う過酸化水素の透過抑制が原因であると考えられる。これらの結果から、過酸化水素の検出感度と抑制率を加味し、CA 濃度は 6%とした。このとき、夾雑物である AA、UA の影響を 7.2%以下に抑制することができた。本センサのリン酸緩衝液(pH 7.4, 20 mM)中での定量特性を評価し、グルコースの滴下に対して出力値を測定したところ、唾液中グルコース濃度(20-200 μ M)を含む 1-4000 μ M の範囲で定量が可能であった。また、人工唾液における応答特性では、リン酸緩衝液と比較して出力値の低下がみられたが、各グルコース濃度において安定した出力が得られた。人工唾液における定量特性では、唾液中濃度を含む 2-1000 μ M の範囲で定量が可能であった。今後は、ヒト口腔内での正確なグルコース測定に向けた検討を進める。

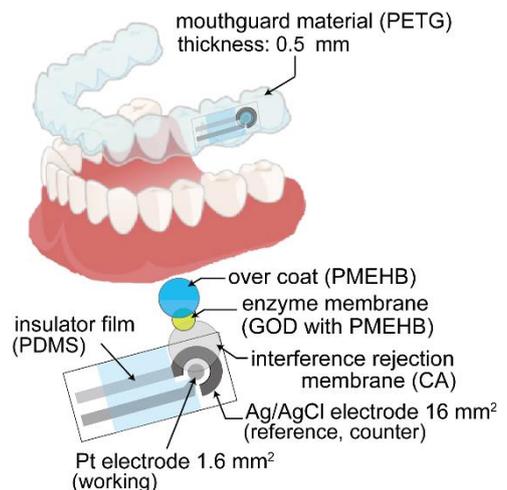


図 マウスガード型グルコースセンサの概要

脂質代謝評価を目的とした呼気アセトン・イソプロパノールの間欠繰返し計測可能なバイオスニファに関する研究

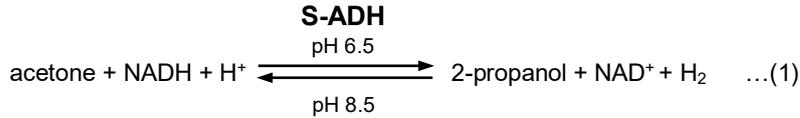
*鈴木 翔太、青田 崇志、岩崎 芳菜子（東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科）
 當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

【はじめに】

肺から排出される呼気には血液中の様々な揮発成分が含まれ、これらの計測は非侵襲な疾患スクリーニングや代謝評価を可能にすると考えられる。例えば、体内のアセトンは脂質代謝の過程で生成され、さらにその余剰のアセトンはイソプロパノール(IPA)へ代謝される。生成された両成分は呼気として血中から体外へ排出されるため、呼気中の両成分の計測は詳細な脂質代謝評価や確度の高い疾患スクリーニングに有用と考えられる。ガスクロマトグラフ、半導体ガスセンサなどの既存の装置は、試料の前処理やガス種に対する選択性の低さ、そして連続計測等の課題があるため、簡便な脂質代謝評価が困難である。本研究では、二級アルコール脱水素酵素(S-ADH)を利用したアセトン・IPA用の「光ファイバ型生化学式ガスセンサ(バイオスニファ)」を作製し、呼気中の両成分の間欠繰返し計測へと応用した。

【実験方法】

S-ADHは(1)式に示すように、緩衝液のpH(6.5, 8.5)を調整することで「アセトンの還元」と「IPAの酸化」の両反応を触媒する。本センサでは、S-ADHの酵素反応により消費(産生)される補酵素NADHの自家蛍光強度(ex.: 340 nm, fl.: 490 nm)の減少(増加)を検出することで、アセトン(IPA)の測定を行う。



バイオスニファは図1に示すように「光ファイバ型プローブ」と「励起光源(UV-LED, λ = 335 nm)」、「光電子増倍管(PMT)」から構成される。気相系でのバイオ計測のため、S-ADH固定化膜を装着した「気液隔膜フローセル」を光ファイバプローブ先端に取り付け構築した。実験では、対象ガス成分に応じてpHと補酵素が異なる2種の緩衝液(アセトン:pH7.5, NADH; IPA:pH8.5, NAD⁺)を用い、これらを切り替えることにより同一センサによる両成分の間欠的な繰返し測定を行った。センサの特性評価では種々の濃度の標準アセトンガス・IPAガスをセンサ感応部に負荷し、センサの定量特性を調べ、その後本センサを健常者の呼気中のアセトンとIPAの間欠繰返し計測に適用した。

【結果及び考察】

作製したバイオスニファで両成分の間欠的な繰返し測定を行ったところ、健常者の呼気濃度(アセトン:200-900 ppb, IPA:10-30 ppb)を含む範囲(アセトン:10-3000 ppb, IPA:2-1000 ppb)で定量が可能であった。また本センサに健常者の呼気を負荷したところ、標準ガスと同様にアセトンとIPAの間欠繰返し計測が可能であり、本センサの呼気計測における有用性が確認された。今後、本センサを用いることにより、非侵襲かつ簡便な「脂質代謝評価」への応用が期待される。

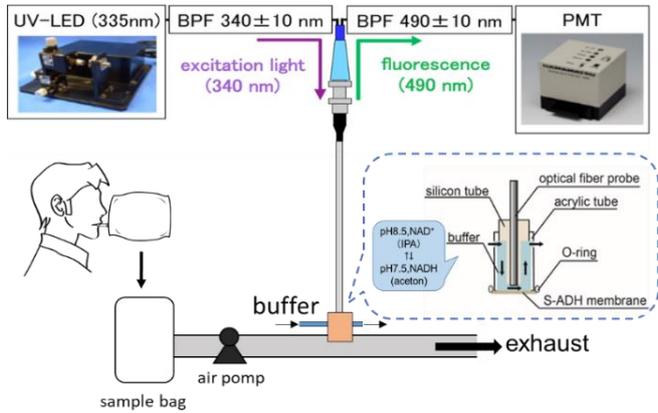


図1.呼気アセトン・IPA間欠繰返し計測用バイオスニファの概略図

グルコース酸素濃集および発電による空気バイオ電池に関する研究

* 萩 再晨、菅麻 浩司、荒川 貴博、** 三林 浩二 (東京医科歯科大学 生体材料研究所)

瀬島 史也 (東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科)、

【はじめに】

バイオ電池は生体触媒である酵素を用いることで、グルコースなどの生体成分から電気エネルギーを発生する。充電が不要で連続的な電力供給が可能であるため、「ウェアラブル端末」や「体内埋め込み型機器」など医療・ヘルスケア機器の動力源として期待されている。しかし、バイオ電池により発電する際に、溶存酸素の不足などでカソードにおける反応が律速し、発電特性が制限されるという課題があった。そこで本研究では、カソード電極感応部への効率的な酸素供給を図るため、気相から酸素を取り込む「気液隔膜セル」を装着した「空気バイオ電池」を作製した。その後、大気よりも高濃度な酸素を供給するため、グルコースを駆動源とする「酵素式 O₂ 供給系」を構築し、空気バイオ電池のさらなる高出力化を図った。

【実験方法】

バイオ電池は、グルコースをエネルギー源とし、3 種類の酵素を介した酸化還元反応により発電する。電極は膜厚 150 μm の polytetrafluoroethylene (PTFE) 薄膜上へ Pt をスパッタして作製した。アノード側には酸化型ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド (NAD⁺) 依存性の「グルコース脱水素酵素 (GDH)」と還元型 NADH を酸化する「ジアホラーゼ(Dp)」を、カソード側には酸素の還元反応を触媒する「ビリルビンオキシダーゼ(BOD)」を、正負に帯電する 2 種のポリマー (PSS, PDDA) で挟み込み、固定化した。その後、両電極を用いてバイオ電池を作製し、血糖値相当のグルコース溶液 (5 mM) 中で発電特性を評価した。次に、カソード電極感応部へ効率的に酸素を供給するため、大気中から酸素を取り込む「気液隔膜セル」を、大孔径なコットンメッシュ (φ: 700 μm, t: 100 μm) を用いて作製し、バイオ電池と組み合わせることで「空気バイオ電池」とした。最後に、「グルコース酸化酵素 (GOD)・ピラノースオキシダーゼ (POX) 膜」、「カタラーゼ (CAT) 膜」の 2 枚の酵素膜を用いて、グルコースから酸素を濃集させる「酵素式 O₂ 供給系」を開発し、空気バイオ電池と組み合わせることで更なる高出力化を図った。

【結果及び考察】

Pt 電極にて作製したバイオ電池の発電特性を調べたところ、血糖レベルのグルコース溶液にて、最大電力密度 (86 ± 3 μW/cm²) を示した。次に、コットンメッシュを気液隔膜とする空気バイオ電池では、カソードへ大気中酸素の効率的な供給が可能となり、発電特性は 1.9 倍 (162 ± 7 μW/cm²) 向上した。その後、酵素式 O₂ 供給系を空気バイオ電池のカソードへ濃縮酸素が負荷されるように組み合わせたところ、濃集酸素の濃度 (29.1%) に比例するように約 1.45 倍高い発電特性 (237 ± 8 μW/cm²) が得られた (図 1)。この結果より、気液隔膜セルと酵素式 O₂ 供給系の有用性を確認し、カソードへ負荷する酸素濃度に比例したさらなる発電特性の向上も期待される。今後は、酵素式 O₂ 供給系の性能を向上させると共に、可搬性医療機器に利用可能かつ安定性の高いバイオ電池の開発を進める。

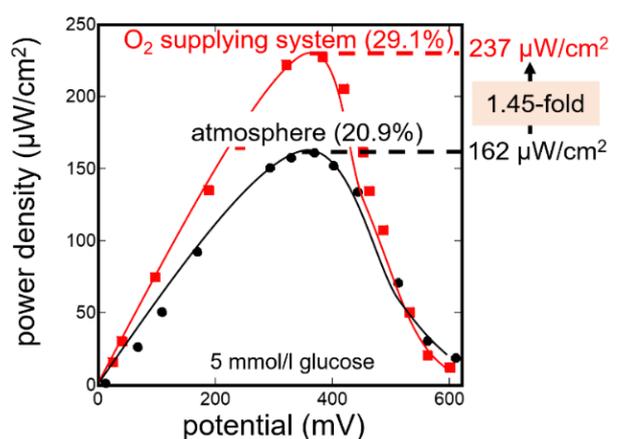


図 1. 「酵素式 O₂ 供給系」により濃縮酸素を供した空気バイオ電池(■)と大気中における空気バイオ電池(●)の発電特性の比較

強迫性心理特性と脳波低周波成分の関連性

*長谷川義紘（東海大学工学部），高木勇人（東海大学工学部），**山崎清之（東海大学工学部）

1. はじめに

強迫性障害(OCD)は、強迫観念および行為を主症状とする疾患である。デフォルト・モード・ネットワーク(DMN)は、課題をしていない休止期になると活動する脳領域である。DMNが自発的な低周波律動(VLF0)によって同期されることを利用して、うつや発達障害における脳波の超低周波律動(VLF0)を対象とした研究がおこなわれており¹、脳波を利用した診断や治療につながると考えられる。本研究では、健常者を対象として強迫性格尺度の得点と画像刺激時のVLF0、また快-不快と画像刺激時のVLF0との関連を調べた。

2. 実験方法

健常大学生7名を対象として、強迫性格尺度4因子20項目を用いて強迫的な心理特性を測定し0.06-0.2HzのVLF0を対象として(1)安静時閉眼(2)安静時開眼(3)ニュートラル画像刺激提示(4)pleasure画像刺激提示(5)non-pleasure画像刺激提示の各条件で3分間脳波を測定した。脳波電極は10-20法に基づき、F3、F4、C3、C4、P3、P4から耳朶を基準として単極導出した。各データをFFT解析しこの4Hzまでの近似曲線から、DMNに関わる同期活動に最も関連するとされる0.06-0.2Hz帯域(slow3)の、0-4Hzの面積に対する相対的な面積を求めた。この各条件における結果と強迫性格尺度の得点との関連、各刺激提示時の安静時開眼からのslow3の減衰を見るため安静時開眼に対する各刺激条件のslow3面積の比と強迫性格得点との関連を調べた。また各画像刺激時の感情を不快(1)～快(7)で回答してもらい、感情とS3帯域の相対面積との関連を調べた。

3. 結果

強迫性格得点とslow3の相対面積との関連は分からなかった。そのため、slow3が減衰している部位を脱同期しているとみなし活性化しているとして強迫性格と脳波の関係を調べた。まず、強迫性格の合計点と安静時開眼の各電極におけるS3帯域の相対面積の左右性指数(正でslow3が右優位、負でslow3が左優位)でFig.1に示したように前頭では正の相関で左脳が活性化し、後頭では負の相関で右脳が活性化した。前頭と後頭を比較するとFig.2のように左脳においてnon-pleasure画像刺激に対して強迫性格の得点が高いほど後頭よりも前頭の活性が高まった。

4. 考察

以上の結果から、本研究の方法で強迫性格とDMNの関連を見つけることは困難であると考えられる。強迫性格と左右性指数、前頭・後頭の比較で一部では、「左側眼窩前頭皮質・視床での灰白質体積の増加と左小脳と左楔上用の減少」、「眼窩前頭皮質の活性化」というOCDの先行研究と一致するとみなせる結果を得られた。しかし、そうでない結果も多く診断や治療に対してはさらなる検討が必要であると考えられる。

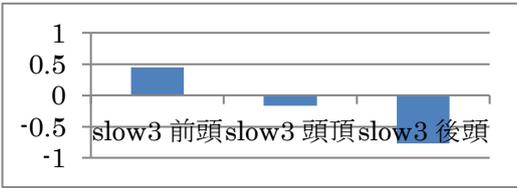


Fig.1 安静時開眼の強迫性格と左右性指数の相関

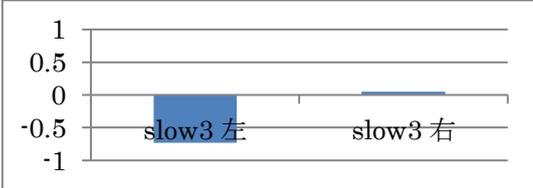


Fig.2 non-pleasure の強迫性格と前後性の相関

[参考文献]

(1) 大村一史：脳波に基づくDefault-mode networkから迫る発達障害の神経基盤

脳波によるフリッカー値の客観的判別法の検討

*圓城寺純矢（東海大学工学部医用生体工学科）、木村昭成（東海大学工学部医用生体工学科）、
C. インオン（東海大学工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学基盤工学部医療福祉工学科）、
** 山崎清之（東海大学工学部医用生体工学科）

1. はじめに

フリッカー検査とは、光の点滅の周波数を変化させ、連続した光に見えるか、ちらついた光に見えるかの境界の周波数（以降、フリッカー値と呼ぶ）を測定する検査である。フリッカー値の変化が疲労と関連することを利用して、疲労の評価に利用される。しかし、フリッカー値の判断は被験者にとって曖昧なものであるため、フリッカー検査の精度は高くない。本研究では、脳波を利用してフリッカー値を客観的に判断できるかを検討した。

2. 方法

対象は健常成人男性6名である。フリッカー装置の光の点滅周波数を徐々に減少させフリッカー値を測定することを、脳波を測定しながら各被験者に対して5回ずつ行った。各測定かつ各電極において、フリッカー値より8Hz高い周波数からフリッカー値までの2Hz毎の、全体のパワースペクトルの面積に対するβ波帯域のパワースペクトルの割合の変化を観察した。脳波電極は10-20法に基づき、C3, C4, P3, P4, O1, O2から耳朵を基準として単極導出した。

3. 結果

Fig. 1にフリッカー周波数の下降系列における、O1の2Hz毎のβ波帯域のパワースペクトルの割合の変化を、fig. 2にはO2の2Hz毎のβ波帯域のパワースペクトルの割合の変化を示した。O1ではフリッカー値より5~6Hz前、O2ではフリッカー値より3~4Hz前にβ波帯域のパワーの増大が認められた。

4. 考察

本実験では、測定電極のうち後頭部（O1, O2）でフリッカー融合周波数付近での変化が顕著であった。O1, O2は一次視覚野付近に相当するため、視覚系の脳機能状態を評価する場合に適した部位であると考えられる。フリッカー値は被験者が主観的に決定する値であるため、客観性に欠け、研究指標としても扱いにくい数値であるが、脳波での客観的な決定が可能になれば、人間工学的応用研究に寄与できると思われる。

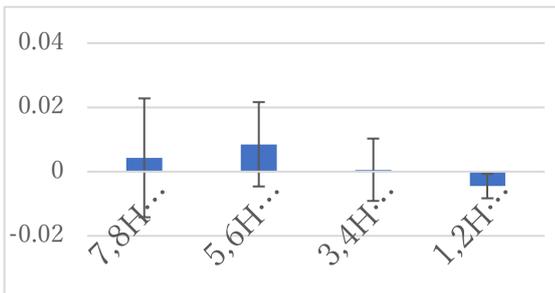


Fig. 1 O1のβ波帯域のパワースペクトルの割合の変化

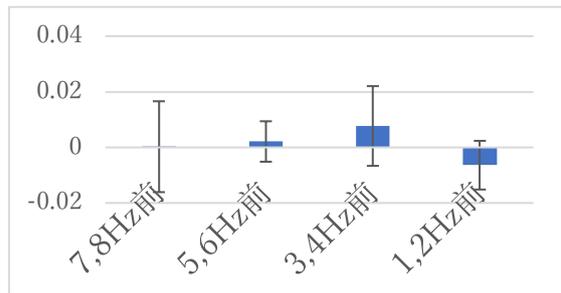


fig. 2 O2のβ波帯域のパワースペクトルの割合の変化

[参考文献]

(1)大熊輝夫・松岡洋夫・上埜高志・齋藤秀光（2016）『臨床脳波学』医学書院

予告-命令刺激インターバルにおける脳波の分析

*古澤純、圓城寺純矢、高木勇人（東海大学工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学基盤工学部医療福祉工学科）、
**山崎清之（東海大学工学部医用生体工学科）

1. はじめに

予告を受けて行動を起こすまでの心理状態に関する脳波学的研究は、これまで CNV (Contingent Negative Variation) と呼ばれる誘発反応が用いられ、意欲や期待などとの関連性が研究されてきた⁽¹⁾。抑うつ状態にある患者の場合には、このような情動反応が小さいことが知られている。しかし、CNV は低周波の成分であるため測定と解析に困難な面がある。そこで、通常の脳波の帯域のスペクトル解析を用いて、命令刺激を待ち受ける事態の心理機制的検討を試みた。

2. 実験方法

対象は健常男性成人 7 名である。予告刺激としてクリック音を提示、6 秒後に命令刺激として PC ディスプレイ上に課題を提示した。命令刺激の提示後に迅速にスイッチを押すように被験者に指示した。スイッチを基準として前後 6 秒間の脳波を 1 秒区間で FFT 解析し、覚醒度を β/α として求め、左右性指数 ($R-L/R+L$; R: 右側の β/α , L: 左側の β/α) の経時的变化を調べた。脳波電極は 10-20 法に基づき、C3、C4、P3、P4、O1、O2 から耳朵を基準として単極導出した。

3. 実験結果

Fig. 1 に電極 P における 7 名の被験者についての、 β/α の左右性指数の平均値の経時的变化を示した。命令刺激提示後である 0 秒以降に右優位の側性化が生じていることが認められる。個人差は大きいですが、命令刺激後 5 秒程度で中心に復帰していることがわかる。

4. 考察

ここでは作業課題に対して予測的な状況下での、意欲や期待などの心理学的側面を、脳波の標準的な帯域 (0.5-50Hz) の周波数スペクトルの左右差に着目して検討したところ、優位性の変動が観察できた。課題を待ち受ける状況下では、ある種のストレス事態と考えられるが、今後は、被験者の心理的な負担をアンケートなどで詳しく調査し、脳波の左右性との関連性を明らかにしていきたい。



Fig. 1 電極 P における左右性指数の経時的变化

[参考文献]

(1) 大熊輝雄・松岡洋夫・上野高志・斎藤秀光 (2016) 『臨床脳波学』 医学書院

チェッカーボードパターン反転刺激を用いた脳波 BCI の検討

*C. インオン（東海大学 工学部）、圓城寺純矢（東海大学 工学部）、木村達洋（東海大学 基盤工学部）、**山崎清之（東海大学 工学部）

1. はじめに

重度の運動機能障害をもつ患者では、言語や動作を用いて完全に意思を表示できなくなる、locked in syndrome に至る場合がある。特に筋委縮性側索硬化症（ALS）においては患者の意識が清明で、適切なインタフェースがあれば意思の疎通が可能であり、ネットワークなどを通じて社会参加も期待できる。これまで、こうした患者の意思疎通用のインタフェースとして脳波に着目した研究がおこなわれてきている⁽¹⁾。筆者らは、これまで脳波から二値情報を抽出する手段として、チェッカーフラグ反転刺激による周波数スペクトルの変化を検討してきた。今回は、本来の A α 波や β 波の干渉が少ないと思われる 3Hz 及び 6Hz の反転刺激について検討した。

2. 実験方法

脳波スペクトル上で α 成分の帯域である 8～13Hz を避けて、3Hz と 6Hz で反転するチェッカーフラグ (Fig. 1) を薄い緑の背景に表示し、刺激として用いた。これらの刺激を PC のディスプレイに単独、または対提示の 5 条件で提示し、脳波に生じるスペクトル上の変化を検討した。健常大学生志願者 8 名を被験者として実験を行い、脳波電極は 10-20 法に基づき、C3, C4, P3, P4, O1, O2 から耳朶を基準として単極導出した。脳波計測中に各条件で 2 分間提示し、各測定の間には 2 分間の休憩を入れた。得られたデータをハードディスクに記録し、オフラインで FFT 解析した。

3. 結果

これまでの検討では 5Hz 及び 15Hz で反転する刺激を使用したが、その結果、15Hz の周波数刺激には有意差が見られなかったため、今回は 3Hz と 6Hz の反転刺激を試みた。その結果はパワースペクトルの変化が明瞭となり、応答が増大された。Fig. 2 には実験結果の例を示した。この場合は 3Hz 及び 6Hz を対提示で提示した時の脳波パワースペクトルの差波形で、各刺激に注意した時、それぞれの周波数の関連応答が現れた。刺激を単独で提示した場合も同じく注意した刺激の周波数付近にスペクトル上に応答が見られた。

4. 考察

今までの多くの先行研究は N100 と P300 の誘発電位を研究指標として使用しており、それを解析するためには大きな計算量と時間がかかることが問題であった。本研究では加算平均法を使わず、より小さな計算量かつ短い時間で処理できる FF 解析を行った。異なる 2 種の刺激を用いる事によって明確に判別できれば、二値判断に応用でき、患者の意思を無言語で表すのが期待できると考えられる。しかし、本研究の結果は有意差がみられたが、個人差により 2 種の周波数の応答が明らかに判別できない被験者もいたため、刺激の補正をさらに検討することが必要となることがわかった。

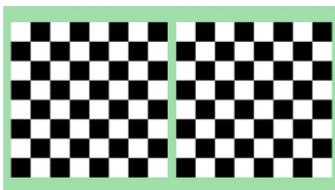


Fig. 1 刺激図形の例

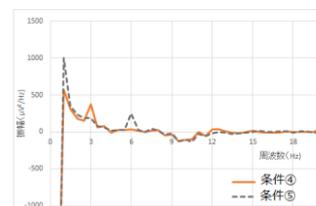


Fig. 2 対提示で 3Hz の刺激に注意と
対提示で 6Hz の刺激に注意した時の脳波スペクトル差波形の例

[参考文献]

- (1) 木村他：最近 Brain Computer Interface (BCI) 研究の動向
The Bulletin of School of High-Technology for Human Welfare, Tokai Univ., Vol. 20 (2010)

PMMA の立体規則性と血液適合性

*飯坂仁美、**望月明(東海大学工学部医用生体工学科)

【目的】

我々はこれまで高分子材料の血液適合性発現機構の解明に当たり、水と相互作用する高分子中の官能基の運動性と水の運動性の観点から研究を進めてきた。今回、PMMA (Poly Methyl Methacrylate)は立体規則性を持つポリマーであることに注目し、官能基であるメチルエステル基と適合性の関係を検証する事とした。Fig. 1 にPMMA の構造を示す。側鎖のメチルエステル基をRと置いたときの各連鎖構造を Fig. 2 に示す。PMMA 中のエステル基の配列状態の適合性への関与の有無を検証する事とした。その結果を報告する。

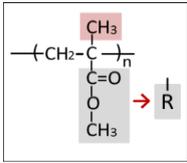


Fig.1 PMMA

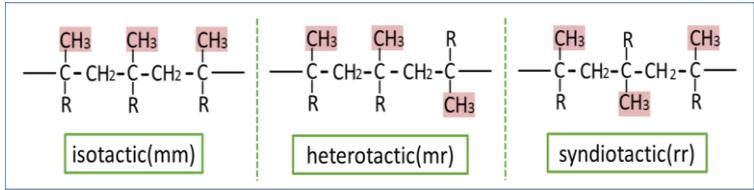


Fig.2 tactic triad

【実験】

1. 試料 : PMMA を-20℃、3℃、25℃、45℃、65℃、100℃、120℃の温度で合成し以下の評価を行った。なお、各試料は NMR、GPC にて同定した。(Table-1)
2. フィブリノーゲンの活性化レベル: ヒト血漿を試料と接触させ、表面に吸着したフィブリノーゲンの活性化にともない露出するγ鎖を特異的に認識する抗体を利用した。ELISA 法から求められる吸光度をγ鎖の活性化レベルの指標とした。

【結果及び考察】

実験に用いたPMMAのCharacterization結果をTable-1に示す。Table-1より立体規則性を示すrr/mr比は重合温度の上昇に伴って単調に減少する傾向にあり、立体規則性が連続的に変化した材料であることが分かる。

次に、Fig. 3 にフィブリノーゲン活性化レベルを示すがこれより、rr/mr比の減少に伴い活性化が進む傾向にあることが分かる。これより、PMMAのエステル基はrr配列をとった方が適合性は向上することが予想される。

その他詳細は当日報告する。

Table-1 Characterization

| | Mn | Mw | Mw/Mn | rr/mr |
|------|------|------|-------|-------|
| -20℃ | 4300 | 5600 | 1.30 | 2.86 |
| 3℃ | 4500 | 4900 | 1.09 | 2.64 |
| 25℃ | 5900 | 5800 | 0.98 | 2.2 |
| 45℃ | 7600 | 7400 | 0.97 | 1.96 |
| 65℃ | 4500 | 4900 | 1.09 | 1.74 |
| 100℃ | 6900 | 7900 | 1.15 | 1.54 |
| 120℃ | 6200 | 8600 | 1.39 | 1.37 |

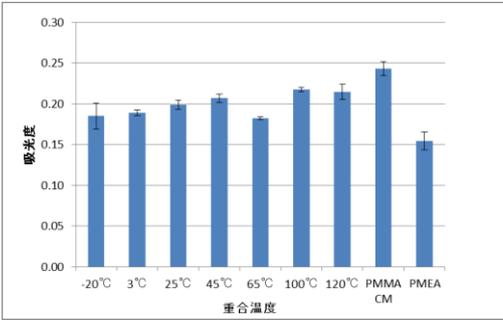


Fig.3 吸着フィブリノーゲンの活性化度合 (n=4)

液状ポリエステル[®]の運動性と血液適合性

*宇田川彩花 **望月明 (東海大学工学部医用生体工学科)

【緒言】

これまで、医療材料の血液適合性については多くの報告があるが、血液適合性発現の理由はいまだ十分に解明されていない。これまで我々はこの適合性発現において、水と相互作用する官能基の運動性と材料内の水の構造促進性が関与すると仮定し、種々研究を進めている。そこで本研究では官能基としてエステル基及びエーテル基に注目して血液適合性とその運動性の関係について検討することを目的とする。

【実験】

(1) 試料：本実験にて使用した両末端ヒドロキシル型ポリマーとその略号を以下のように示す。

<エステル系ポリマー>

- ①1,5-Dihydroxy-3-methylpentane (MPD) と adipic acid を脱水縮合させたポリマー [P-2010]
- ②MPD と isophthali acid を脱水縮合させたポリマー [P-2012]
- ③MPD をカーボネート化したポリマー [C-2090]

<エーテル系ポリマー>

- ④Poly(propylene glycol) [PPG] ⑤Poly(tetramethylene ether glycol) [PTMG]

これらのポリマーは末端ヒドロキシ基をαプロモイソブチロイル化して使用した。

(2) 接触角：接触角計を用いて、各ポリマー表面に対する水の接触角を測定した

(3) 血小板適合性：血小板浮遊血漿 (1.0×10^5 cell/ μ L) を 37°C にて 1 時間試料と接触後、SEM 像から求まる粘着血小板数を適合性の指標とした。

(4) 吸着フィブリノーゲン活性化レベル：ポリマーに吸着したフィブリノーゲンの構造変化、すなわち活性化の程度を、フィブリノーゲンの γ 鎖に対し特異的に反応する抗体を用いた ELISA 法にて測定。

(5) 分子運動性：400MHzNMR を用い、酸素隣接 CH₂ の ¹H-T₁ 緩和時間を求め、これを官能基の運動性の指標とした。

【結果及び考察】

GPC より得られた分子量の結果を Table. 1 に示す。本実験で使用するポリマーの分子量は Mn で 3300~4000 であることが分かる。各ポリマーの接触角測定の結果は P-2012>C-2090>P-2010>PPG>PTMG の順番で疎水性が減少傾向を示した。吸着フィブリノーゲン活性化レベルの結果を Fig. 1 にて示す。(PMEA 及び PCMS はコントロール) エーテル系ポリマーよりエステル系ポリマーの方が活性化レベルは高い傾向にある事が示された。

血液適合性、分子運動性については当日報告する。

Table.1 キャラクタリゼーション

| Polymaer | Molecular Weight | | |
|----------|------------------|------|-------|
| | Mn | Mw | Mw/Mn |
| P-2010 | 3500 | 5900 | 1.686 |
| P-2012 | 4000 | 5700 | 1.425 |
| C-2090 | 3700 | 6400 | 1.730 |
| PPG | 3300 | 3600 | 1.091 |
| PTMG | 3500 | 6200 | 1.771 |

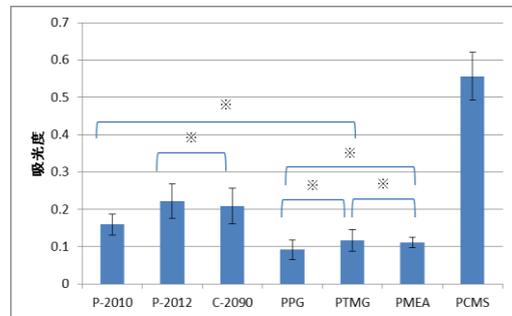


Fig.1 吸着フィブリノーゲン活性化レベル (n=4, mean±SD)

※ p > 0.05(ANOVA)で有意差なし

Cyclic Olefin Polymer [COP] の生体適合性レベル

田代 梨咲子 *望月 明 (東海大学工学部医用生体工学)

【緒言】

Cyclic Olefin Polymer [COP]とは最近、抗体医薬品用プレフィルドシリンジに採用された材料である。COPは透明性が高く不純物が少なく薬剤を吸着しにくい等の特長があるとされていて、既存のガラスやポリオレフィン製のシリンジよりもIgGの吸着、凝集が少ない事が報告されている。COPはシリンジや医薬品容器以外にも新しく他用途に展開が期待されているが、その為にはCOPの血液適合性のレベルを確認する必要がある。そこで今回、人工血管や真空採血管などバイオマテリアルとして広く使用されているPoly(ethylene terephthalate) [PET]と適合性レベルを比較した。

【試料】

COP板/COPをコートしたPETsheet/PET板/PETsheet

【実験】

- ・接触角：接触角計を用いて各ポリマー表面に対する水の接触角を測定した。(液滴法、水中気泡法)
- ・タンパク吸着試験：ヒトフィブリノーゲン (FIBG) またはヒトガンマグロブリン (GLB) の溶液に各材料を接触させ、吸着量をμ-BCA法で測定した。
- ・血小板粘着試験：血小板浮遊血漿(1×10⁵cells/μl)を37℃にて1時間試料と接触後、SEM像から求まる粘着血小板数を適合性の指標とした。
- ・XPSによる表面解析：XPSにより表面の原子組成を調べた。

【結果及び考察】

液滴法による接触角はPETsheet<PET板<COP板<COPsheetの順で大きくなりPETが最も親水性である。水中気泡法ではPETsheet>PET板>COPsheet>COP板の順になりやはりPETが最大で親水性だった。

Fig1にGLB、Fig2にFIBGの吸着量をそれぞれ示した。表面を比較するとCOP板のGLB及びFIBGの吸着量は他材料よりも低い値であり、又COPsheetではPETと同レベルである。親水性が高い表面程タンパク吸着量は少ないことが知られているが今回の結果は必ずしも一致していない。一般的には血漿タンパクの吸着量が少ない程、血液適合性に優れていると言われている事からCOPはPETと同等以上の適合性を示す可能性がある。

当日にはさらに血小板粘着試験、XPSによる表面解析結果についても報告をする。

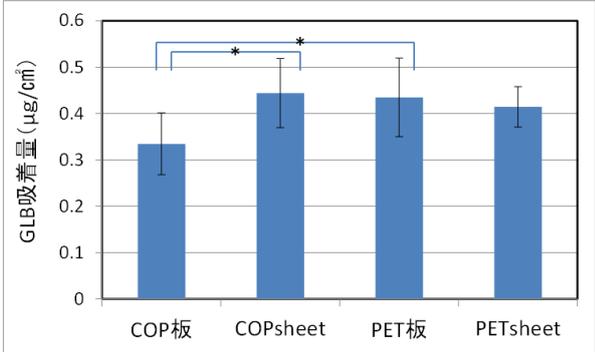


Fig1. GLB の吸着 (n=10, mean±SD)

* : p<0. 05 (Tukey)

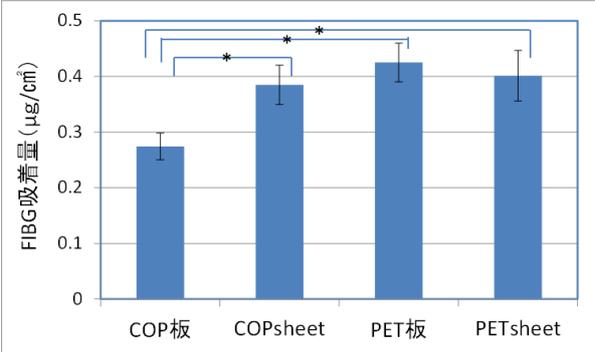


Fig2. FIBG の吸着 (n=10, mean±SD)

* : p<0. 05 (Tukey)

リン酸基を有するメタクリレート系ポリマーの生体適合性

*倉田康広、八幡千枝 **望月明（東海大学工学部医用生体工学科）

【目的】

当研究室によって Poly(methoxyethyl methacrylate) (PMEM)は血小板適合性に優れることが明らかにされている。今回、このMEMA とリン酸基を有するモノマーを共重合したポリマーについて、血液適合性及び組織細胞適合性に対するリン酸基の効果を検討したので報告する。

【試料のキャラクタリゼーション】

・ポリマー (Fig. 1): 2-Acryloyloxy ethyl acid phosphate (AP) を共重合させ AP の含有率が 0、5、8、13 mol%の共重合体を合成した。以下、それぞれのポリマーを PMEMA、5AP、8AP、13AP と略する。

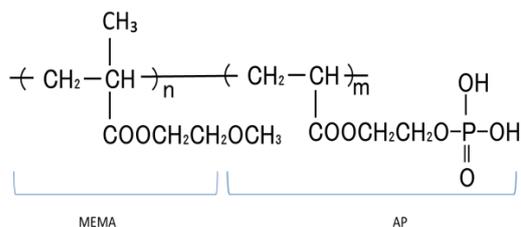


Fig. 1 P (MEMA-PA) の構造

【実験】

1. 接触角：接触角計を用いて各ポリマー表面に対する水の接触角を測定した。
2. 血小板適合性：血小板浮遊血漿 (1.0×10⁵ cell/μL) を 37℃にて 1 時間試料と接触後、SEM 像から求まる血小板数を適合性の指標とした。
3. 細胞毒性試験：UV♀2（マウスの血管内皮由来株化細胞：1×10⁵個）を 37℃・5%CO₂雰囲気下にて 24 時間試料上で培養後、培地の LDH（乳酸脱水素酵素）活性を吸光度から求め細胞障害性の指標とした。

【結果】

粘着血小板数を Fig. 2 に示す。医療用途として現在、人工心肺などに用いられ生体適合性が高いことが知られている Poly(methoxyethyl acrylate) (PMEA)と比較すると同等であり、また AP 含有量の影響はほぼ確認できなかった。従って AP 添加による血小板適合性への影響はないと考えられる。

細胞毒性試験における結果を Fig. 3 に示す。PMEMA と各ポリマーにおける細胞障害性を比較すると同レベル（各ポリマー間で有意差なし）である事より AP 添加は細胞毒性を引き起こさないと考えられる。

当日は血液凝固因子 (FXa) 活性化能・細胞増殖試験等についても報告する。

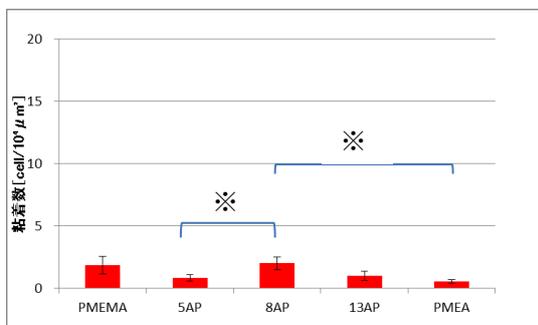


Fig. 2 粘着血小板数 (n=5, mean±SE)
※: p < 0.05 (ANOVA)で有意差あり

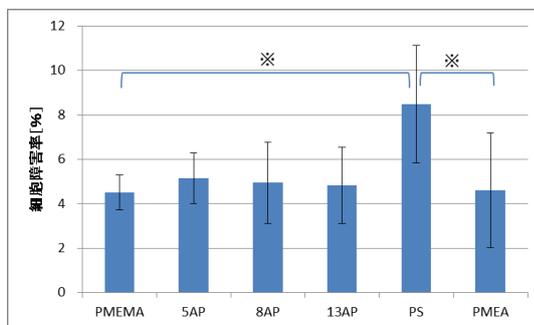


Fig. 3 細胞障害性 (n=5, mean±SD)
※: p < 0.05 (Tukey) で有意差あり

シリル基を有するメタクリレート系ポリマーの血液適合性

*近野 陽保、八幡 千枝 **望月 明 (東海大学工学部医用生体工学科)

【緒言】

当研究室によって、poly(methoxyethyl methacrylate) (PMEMA) は血液適合性に優れているということが明らかにされている。今回、MEMA とシリル基を有するモノマー Trimethoxysilyl propyl methacrylate (TMSPA or PA) を共重合したポリマーについて血液適合性を検討したので報告する。

【試料】

使用したポリマーを Fig.1 に示すが、PA 組成は 0 (PMEMA と略)、5 (5PA)、10 (10PA)、15 (15PA) 及び 100 mol% (TMSPA) のものを使用した。

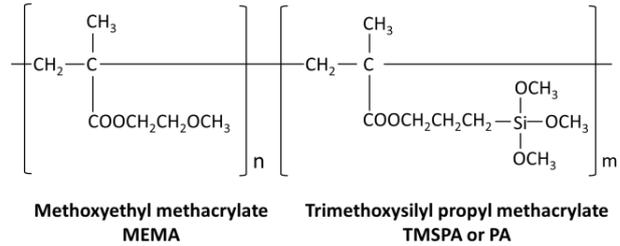


Fig1. Structure of Polymers

【コート層の架橋固定化】

ポリマーコート後、エチレンオキサイドガス滅菌時の湿度と温度でメトキシシリル基を分解、脱水縮合させ、架橋固定化した。

【実験】

血小板粘着試験：血小板浮遊血漿 (1×10⁵ cell/μL) を 37°C にて 1 時間試料と接触後、SEM 像から求まる血小板数を適合性の指標とした。

凝固因子第 X 因子 (FX) 活性化能評価：全血を試料に 37°C、60 分接触後、血漿を回収し、FXa 用合成基質と混合し、37°C、120 分静置させ、その加水分解物量を、凝固因子 (FX) の活性化レベルの指標とした。

【結果・考察】

血小板適合性の結果を Fig2. に示した。いずれの共重合体は PMEMA よりやや血小板が付着するものの、陽性対照のポリクロロメチルスチレン(PCMS)と比較して顕著に少なく、血小板適合性は良いと判断される。

凝固因子活性化評価の結果を Fig3 に示した。採血直後の血漿の FXa 活性レベル (pre) を基準とし、比較すると各ポリマーにおける FXa 活性は高値を示したが、Glass より大幅に低値であり、活性化レベルは低いと考えられる。

しかし、容器のみの対照(CL)に比べ低値を示しており、更なる検討が必要である。

当日は FXIIa についても報告する。

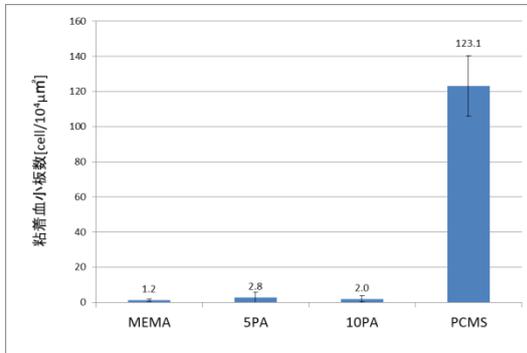


Fig2. Adherent platelets on polymer surface (n=4) mean ± SE

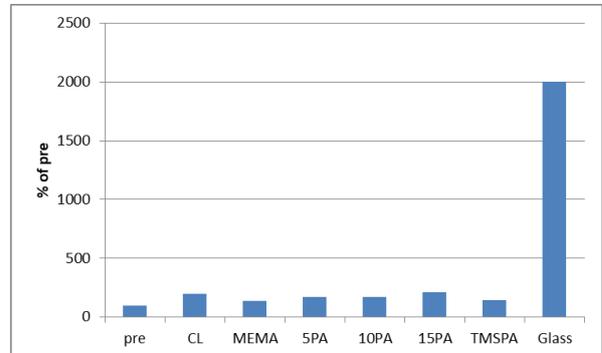


Fig3. Evaluation of Factor Xa activity

C₆₀ を用いた導電性薄膜の形成

*和田 有里(東海大学工学部材料科学科)、東野 浩昂(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、永田 兆嗣(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、山田 貴壽(産業技術総合研究所)、**葛巻 徹(東海大学工学部材料科学科、東海大学大学院応用理化学専攻)

【緒言】

近年、フラットパネルディスプレイの需要増加によって透明電極として使用されている酸化インジウムスズ(ITO)の枯渇が懸念されている。そこで、ITO に代わる代替材料としてグラフェンが注目されている。グラフェンは、 $10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ の電気抵抗率を持ち、数層までの積層では透明である。グラフェンの主な合成方法として CVD 法があるが、金属基板からの転写によるシワや構造欠陥が生じてしまうという問題がある。そこで、本研究では C₆₀ を固体炭素源とする炭素導電膜をガラス基板上に直接形成し、電気的特性の評価と構造解析を行うことを目的とした。これまでの研究では、C₆₀ を炭素源とする導電膜の形成において UV 照射が有効であることから、UV 照射時の出力と時間の最適化及び雰囲気について検討してきた。本実験では、ニッケル(Ni)を触媒に用いて炭素導電膜の形成と、Ni 触媒膜厚と導電膜の構造との関係について検討した。

【実験方法】

抵抗加熱真空蒸着装置(JEE-400, JEOL)を用いて石英基板上に C₆₀ 薄膜(100 nm~200 nm)を蒸着した。蒸着した試料をガラス管に封入しターボ分子ポンプ(TG350FCA, 大阪真空機器製作所)を用いて 10^{-4} Pa まで真空引きを行った。その後、UV 照射装置(HE1000C, SEN Light Corp)を用いて 500W24h で UV 照射を行った。スパッタ装置(SC-701HMCII, SANYU ELECTRON)を用いて石英基板上に Ni を 10 nm、20 nm、30 nm、40 nm でスパッタした。赤外線イメージ炉(HCP-7000, ULVAC)を用いて Ar 雰囲気中で 570°C10 min で熱処理を行った。その後、四探針電気抵抗測定装置(K-705RH, KYOWARIKEN)を用いた電気的特性の評価と、ラマン分光装置(XploRA RFL005NU X15140, HORIBA)による構造解析を行った。

【結果・考察】

図 1 に熱処理後のラマンスペクトルを示した。図 1 より試料(a)と試料(b)では、2D バンドが確認されず C₆₀ 特有のピーク(1469 cm⁻¹)が存在していたことから、一部の C₆₀ が残存してアモルファス構造が確認された。試料(c)と試料(d)では 2D バンドが確認され、グラファイトが形成されたと考えられる。また、試料(a)~(d)の中で 2D バンドが一番顕著に出ていた試料は(d)であることから、Ni 触媒の膜厚を厚くすることでよりグラファイト化が進行すると考えられる。熱処理温度が低い場合、Ni 触媒量に対しての C₆₀ が固溶する量に限度があり、十分に相変態が行われなかった可能性がある。

発表では、熱処理条件と Ni 触媒膜厚の条件が導電膜の構造に及ぼす影響について報告する。

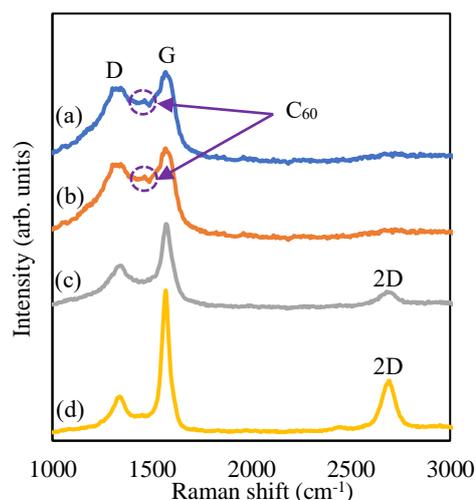


図 1 熱処理後のラマンスペクトル(Ni 膜厚)
(a)10 nm, (b)20 nm, (c)30 nm, (d)40 nm

C₆₀を用いた炭素導電薄膜を負極とする全固体型リチウムイオン電池の作製

*神戸雅規（東海大学工学部材料科学科）、田村亮太（東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻）

**葛巻徹（東海大学工学部材料科学科、東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻）

1. 緒言

現在充電可能な小型二次電池の需要は著しく高まり、中でも特に大きなエネルギーを持つリチウムイオン電池は携帯端末に多く用いられ、ますます市場規模が拡大されると予想される。それに伴い、安全性の向上や更なる高いエネルギーの充電、放電効果を求め、負極/電解質/正極が全て固体からなる全固体型リチウムイオン電池（ASSLIBS）の研究が進められる。我々の研究室ではCNTを負極に用いることで電気容量の増大を期待したが予想に反して、充電量も少なく放電曲線も得られなかった。これは電解質と負極での界面抵抗やCNTの結晶性の悪さが原因として考えられる。そこで本研究ではフラーレン由来の炭素導電薄膜を負極に用いることでナノグラファイト構造の負極を形成し、負極と固体電解質の密着性の向上を考えた。本実験では炭素導電薄膜の上に固体電解質と正極活物質を堆積させた積層構造体を作製し、組織観察、分析及び電池特性の評価を行う。

2. 実験方法

Si基板（縦15 mm×横25 mm）上に抵抗加熱真空蒸着装置（JEE-400, JEOL）を用いてC₆₀の蒸着を行った。次に、高圧水銀ランプ紫外線照射装置（HE1000C, SEN LIGHT CORP）を用いて500 Wで24 h(大気中)の条件でC₆₀薄膜に紫外線（UV）照射を行った。その後DCマグネトロンスパッタ装置（SC70HMII, SANYUELECTRON）を用いてNiを20 nm堆積させた。そして、熱CVD装置を用いて昇温速度300 K/min 温度873 K、10 minの条件で熱処理をし炭素導電薄膜を作製した。そして自作のRFスパッタ装置を用いて炭素導電薄膜上に固体電解質（Li₃PO₄）と正極活物質（LiCoO₂）それぞれ3hずつスパッタリングを行った。集電体（Ni）200 nmの成膜し、積層構造体を作製した。作製した積層構造体の断面及び界面近傍の観察を走査型電子顕微鏡（SEM, JSM-5600LV, JEOL）で行い、元素分析をエネルギー分散型X線分析装置（EDS, JED-2300, JEOL）を用いて、加速電圧15 kV、プローブ径20 μmで分析を行った。その後作製した試料について充放電装置（HJ-201B, HOKUTO DENKO）を用いて充放電試験を行った。

3. 結果及び考察

図1に積層構造体断面SEM画像を示した。図1からは均一な膜が形成できなかったことが確認できた。これは炭素導電薄膜の作製の際の昇温速度や熱処理温度の条件等が適切でなかったため不均一な厚さになったことが原因と考えられる。また、元素分析の結果から【C】【P】【Co】【Ni】の存在が確認でき、それらの結果から炭素導電薄膜上に全固体型リチウムイオン電池を構成する元素が確認できた。図2に充放電試験の結果を示した。図2からは3.2 Vの電圧上昇をしており、1、2サイクル目では充電反応は見られたが、3サイクル目からは大きな電圧上昇は確認できず、また放電反応が見られなかったことから電池として機能していないことが示された。

4. 謝辞

本研究ではRFスパッタ実験は、本学原子力工学科松村義人教授にご協力いただきました。ここに明記し、謝意を表します。

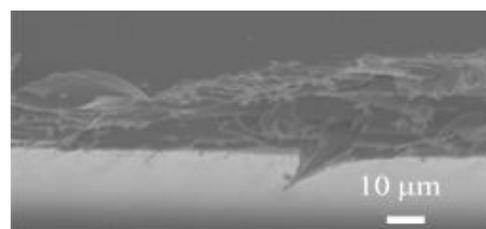


図1 積層構造体断面 SEM 像

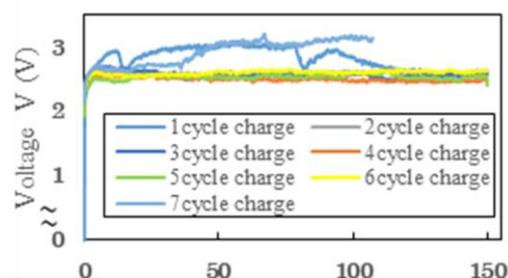


図2 電圧上昇の推移

V 薄膜の水素吸蔵時の面内圧縮応力の評価

山田拓海(東海大学工学部材料科学科)、源馬龍太(東海大学工学部材料科学科)

【背景および目的】

近年 CO₂ 排出量の増加傾向に伴い水素社会への転換が試みられているが、この実現の為に水素脆性の機構の解明が必要だと考えられる。

その脆化機構を説明するものの一つとして、原子空孔が水素原子との相互作用によって 1 つの集合体(クラスタ)となると水素誘起過剰空孔説が挙げられる。これは、クラスタを形成する結合エネルギーの分だけ原子空孔の生成エネルギーが減少するため、空孔の密集が誘起され脆化に至るといえる [1]。つまり水素脆性の機構には空孔—水素の相互作用が大きく関連していると考えられる。

さらに、水素を金属薄膜に取り込ませる際には、数 GPa におよぶ圧縮応力がかかる現象も確認されており、水素濃度の増加とともに転位が動くこともアコースティックエミッション (AE) の結果から示唆されている [2]。つまり水素吸蔵時の圧縮応力も水素脆化の機構と密接な関係にあると考えられる。

そこで本研究では、DC マグネトロンスパッタリング法によって作製した V 薄膜の水素吸蔵時の面内応力を測定し、水素と空孔生成の関係性について考察する事を目的とする。

【実験方法】

スパッタ装置(ANELVA, SPC-350)を用いてガラス基板上に V の金属膜を成膜し、TF-XRD (X'Pert3 MRD, PANalytical)を用いて V 薄膜の結晶性を調べた。また SEM/EDX(Hitachi, JSM-7800S)を用いて元素分析を行った。図 1 に測距計の概略図を示した。ガルバノスタット(北斗電工, HAB-151A)を用いて作製した V 薄膜に水素チャージを行った。起電力測定から EMF カーブ(水素濃度—起電力曲線)を作成した。非接触式微小変位センサ(ADe technologies, 4810)を用いて水素吸蔵時におけるその場面内応力の測定を行った。

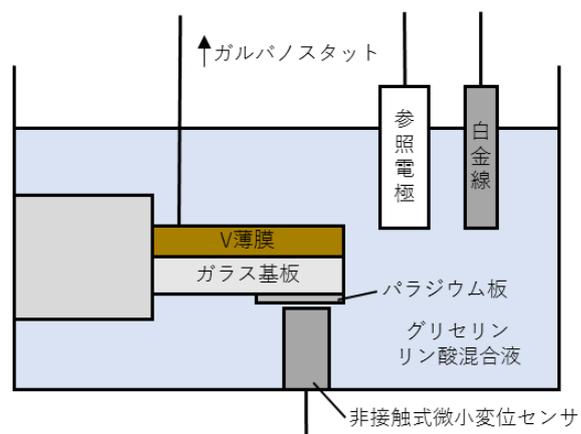


図 1 測距計の概略図

【実験結果と考察】

XRD 測定より結晶性の評価を行った。また EDX の結果からは不純物元素は確認できなかった。EMF カーブおよび水素吸蔵時における面内圧縮応力の測定結果は、ポスターにて発表する。

【参考文献】

- [1] 深井有、水素による超多量空孔生成がもたらすもの、まてりあ、第 50 巻 第 11 号 (2011) p.467
- [2] R. Gemma, P. Dobron, J. Cizek, A. Pundt, Stress release and defect occurrence in V_{1-x}Fe_x films upon hydrogen loading: H-induced superabundant vacancies, movement and creation of dislocations, Acta Materialia 76 (2014) 314.

CaSi₂ により高純度化した窒素雰囲気中での Ti の窒化処理の検討

*長谷川 聖仁 (東海大学工学部材料科学科)、齋藤 剛毅 (東海大学工学部材料科学科)

**源馬 龍太 (東海大学工学部材料科学科)

【目的】

窒化チタンは純チタンと比べ耐摩耗性や耐腐食性が向上するため、切削道具や摩耗しやすい機械部品、歯科用インプラントや人工関節などに用いられる。窒化チタンは純チタンの窒化処理により生成されるが、純チタンは酸素と非常に結びつきやすいため、表面に存在する酸化膜を除去する必要がある。

表面の酸化物を解離などにより除去した後にそのまま窒化処理に供する場合には、前処理を必要とせず直接窒化処理することが可能になると考えられるが、酸化物を解離させるためには、窒素ガス中の酸素濃度を極端に下げる必要がある。そこで、本研究では脱酸剤として CaSi₂ を用いることによって低温におけるチタンの窒化処理の可能性を検討することを目的とする。

【実験方法】

本研究では、純チタン (14 mm×13 mm×0.45 mm) を試料とした。この試料をエメリー紙及びバフ研磨機 (BUEHLER ECOMET3) を用いて鏡面が出るまで研磨を行い、その後窒化処理を行った。窒化処理を行う際、2つの炉を用いた。1つ目は CaSi₂ を 500 g 投入し、窒素を高純度化させるための炉 (25~350 °C)、もう1つは試料を窒化させるための炉 (400~600 °C) である。それぞれの炉を昇温させ、目的の温度に到達した後 5 時間その状態に保持し窒化処理を行った。

窒化処理後、窒化炉から試料を取出した。そして試料の窒化の有無を確認するために、XRD (Rigaku MinFlex600) により相の同定を行い、SEM 及び EDX (JEOL NeoScope JCM-6000Plus) で元素分析を行った。

【結果】

各実験条件で窒化処理を行った結果、試料の表面の色が銀色から金色に変色したことが確認できた。EDX の結果からは酸素や窒素に由来すると考えられるピークを確認した。しかし、XRD の測定結果からは純チタンのピークを確認したが窒化チタンのピークは確認できなかった。従って、試料が変色したことから窒化チタンないし酸化チタンが形成されていると考えられるが、XRD や EDX の結果ではそのどちらであるかは判断できなかった。

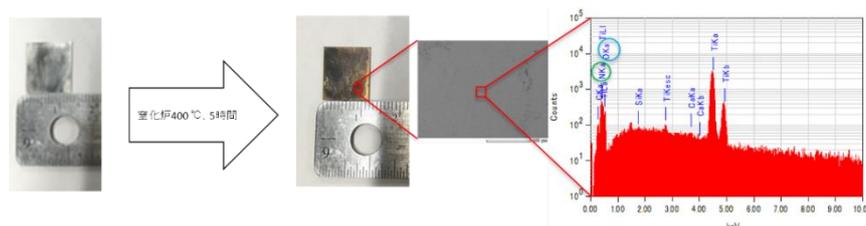


図1 窒化処理前後の試料及び EDX の元素分析結果 (窒化炉 400 °C、高純度化炉 250 °C、5 時間保持)

【参考文献】

- [1] Gago R, Redondo Cubero and Shevchenko N., J. Appl. Phys. (2009) 105 113521-1.
- [2] Sirota N.N and Zhabko T.E, Phys. Status Solidi A (1981) 63 K211-K215.
- [3] Hirata T, Ishioka K, Kitajima M and Doi H., Phys. Rev. B: Condens. Matter (1996) 53 8442-8448.

CaSi₂により高純度化した N₂ 雰囲気下における Si の窒化処理の検討

*齋藤剛毅（東海大学工学部材料科学科）、長谷川聖仁（東海大学工学部材料科学科）、

**源馬龍太（東海大学工学部材料科学科）

【背景および目的】

窒化処理は表面硬化法の一つとして工業的に用いられ、アンモニアガス窒化やプラズマ窒化が知られているが、前処理が必要であることや、エッジ効果により均一な処理が困難であるといった問題もある。工業的に製造されている Si₃N₄ の製品は Si₃N₄ の粉末を高温に加熱し、焼結することによって製造している。そのため、Si₃N₄ の工業製品の製造には大規模な装置が必要となり、また、多くのエネルギーを消費している。そこで、本研究では小規模な装置を用いて、酸素分圧を制御した気相-固相反応により Si を窒化させることで、Si₃N₄ 薄膜の生成可能性について検討を行うことを目的とする。

【実験方法】

実験手順を以下に示す。N₂ ガス高純度化のため窒素純化炉に CaSi₂ を入れ、また窒化炉に試験片（Si 基板）を挿入した。その後、装置全体に N₂ を流しながら、窒素純化炉の温度を 2 °C/min 程度の昇温速度で 200 °C まで温度上昇させ 200 °C 到達後保持した。また同時に、窒化炉も同様の昇温速度で 100 °C まで温度上昇させ 100 °C 到達後 10 分保持した。この工程を 100 °C 毎に 400 °C に到達するまで繰り返した。400 °C 到達後は 5 時間保持し、その後、窒化炉および窒素純化炉を室温まで徐冷した。徐冷後に試験片を取り出し、XRD 測定および EDX 測定により試験片表面の相の同定を行った。その後、窒素純化炉の最高温度を 300 °C および室温に変え、同様の手順で実験を行い、相の同定を行った。

【実験結果および考察】

第一回窒化処理実験後の試験片の XRD 測定結果および各 XRD リファレンスパターンを図 1 に示す。

実験前と実験後の試験片を見比べた結果として視覚的变化は見られず、また図 1 の XRD 測定結果および EDX 測定結果から Si のピーク以外には明確なピークが見られなかった。以上のことから Si 基板が窒化できていないことが考えられる。Si 基板が窒化できない要因として N₂ ガスの高純度化が不十分なため酸化膜を除去できず、Si と N が結合できないということが考えられる。

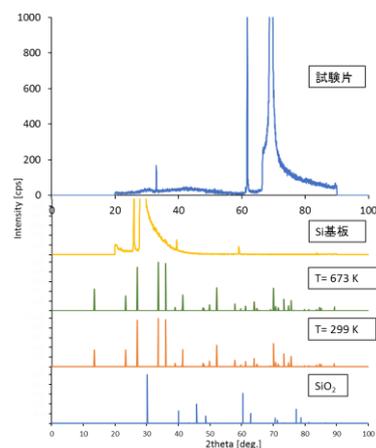


図 1 第一回窒化処理実験後の試験片の XRD 測定結果

【参考文献】

- [1] 向井 楠宏，“化学熱力学の使い方”，共立出版株式会社，(1992) 50.
- [2] J. Schneider, F. Frey, N. Johnson and K. Laschke, Z. Kristallogr (1994) 209, 328-333.
- [3] M. Yashima, Y. Ando and Y. Tabira, J. Phys. Chem. B (2007) 111, 3609-3613.
- [4] W.H. Baur and A.A. Khan, Acta Crystallogr. B (1971) 27, 2133-2139.

マグネトロンスパッタリング法により作製した Pd 薄膜の面内圧縮応力の評価

*中廣駿太郎(東海大学工学部材料科学科)

**源馬龍太(東海大学工学部材料科学科)

【研究背景および目的】

近年 CO2 排出量の増加傾向に伴い水素社会への転換が試みられている [1] が、この実現には水素脆性の機構の解明が必要だと考えられる。その脆化機構を説明するもの一つとして、原子空孔が水素原子との相互作用によって 1 つのクラスタとなる水素誘起過剰空孔説が挙げられる [2]。これは、クラスタを形成する結合エネルギーの分だけ塑性変形に伴い生じる原子空孔の生成エネルギーが減少するため、空孔の密集が誘起され脆化に至るといものである。また、例えば水素を金属薄膜に取り込ませる際には、数 GPa におよぶ面内圧縮応力がかかる [3]。つまり水素脆性の機構には空孔—水素間の相互作用や水素誘起の圧縮応力が大きく関連していると考えられる。そこで本研究では、水素誘起の面内圧縮応力の測定に先立ち、DC マグネトロンスパッタリング法によって成膜された Pd 薄膜について膜の評価を行うことを目的とする。

【実験方法】

本研究では、DC マグネトロンスパッタリング法により薄膜の作製を行った。純度 99.99%、直径 76.2 mmφ の Pd ターゲットを用い、Ar ガスを用いてスパッタを行った。投入電力、Ar ガス流量、Ar ガス分圧、到達真空度を一定条件として、成膜時間を 10 min、30 min と変化させて、Si(100)基板とガラス基板上に Pd 薄膜を作製した。スパッタリングの条件は表 1 に示す。また薄膜の評価には、プロファイロメーター(Dektak3 Veeco)、X 線回折装置(Miniflex 600 RIGAKU)、走査型電子顕微鏡(JSM-7100F JEOL)を使用した。

【結果および考察】

図 1 に膜厚 900 nm の Pd 薄膜の X 線回折測定結果を示す。結果から、ピーク的位置はバルクの Pd のピークより右側にシフトしていた為、格子定数の減少を示唆している。格子定数の減少する理由としては試料内の多量空孔生成や置換型不純物原子の侵入の可能性が考慮される。後者を検討する為に行った EDX 測定結果を図 2 に示す。この結果から不純物の存在が確認できなかった為、薄膜内における過剰空孔生成の可能性が考えられる。

【参考文献】

- [1] 経済産業省, 水素基本戦略, (2017) (<http://www.meti.go.jp/press/2017/12/20171226002/20171226002.html>).
- [2] 深井有, 水素による超多量空孔生成がもたらすもの(I) まてりあ第 50 巻 第 11 号 (2011) 465.
- [3] R. Gemma, Ph.D. thesis, University of goettingen, Hydrogen in V-Fe thin films and Fe/V-Fe multi-layered thin films (2011).
- [4] A.W.Hull, The Arrangement of Atoms in Some Common Metals, Science 52 (1920) p.227-229.

表 1 スパッタ条件

| | | |
|---------|----------|----------------------|
| 到達真空度 | (Pa) | 1.0×10 ⁻⁴ |
| Arガス分圧 | (Pa) | 1.0×10 ⁻¹ |
| Arガス流量 | (cc/min) | 10 |
| 投入電力 | (W) | 10 |
| 成膜時間 | (min) | 10~30 |
| ベーキング処理 | | 無し |

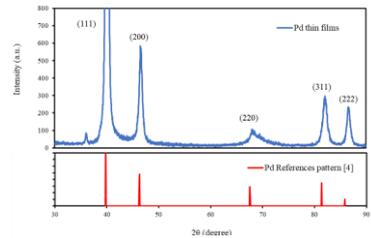


図 1 Pd 薄膜の X 線回折結果

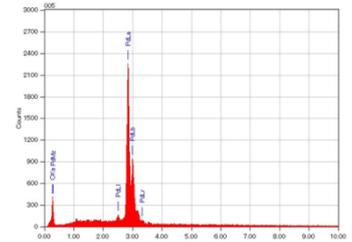


図 2 Pd 薄膜の EDX 測定結果

H-7

ガスクロミック反応を用いた薄膜水素センサの作製

*野地 彩水（東海大学教養学部人間環境学科）

**小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

概要原稿なし

H-8

透明な太陽電池のためのP型半導体薄膜の作製および評価

*坂本 祐菜（東海大学教養学部人間環境学科）

**小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

概要原稿なし

H-9

透明光触媒の作成及び光触媒機能の評価

*阿部 聡（東海大学教養学部人間環境学科）

**小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

概要原稿なし

斜め蒸着による薄膜への基板バイアス効果

*塚越 麗仁(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、山口 健吾(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、橋本 京典(東海大学工学部原子力工学科)、芝岡 将一(東海大学工学部原子力工学科)、福田 紘也(東海大学理学部化学科)、**松村 義人(東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻)、内田ヘルムート 貴大(東海大学大学院工学研究科機械工学専攻)

【緒言】

スパッタリング法により作製された薄膜では、成膜中の内部応力の発生により薄膜特性に大きく影響を及ぼす。そこで、我々はイオン衝撃が内部応力に与える影響を評価する新たなパラメータとして、イオン衝撃パラメータ P_i を提案し、真応力を評価することで磁歪薄膜の諸特性を制御する事に成功している。また、内部応力のもう一つの要因である熱応力についても検討を行ってきた。そのことから薄膜組織により生じた真応力の影響も少なくないという結果が得られた。そこで、蒸着粒子流に対して基板を傾斜させる“斜め蒸着”を行うことで、自己陰影効果などによって薄膜組織を変化させ、磁歪特性を制御できるのではないかとこの着想を得た。本研究では、基板バイアスを印加した状態で磁歪薄膜の斜め蒸着を行った。その際に生じたイオン衝撃が、作製された磁歪薄膜へ及ぼす影響を、イオン衝撃パラメータ P_i を用いて検討した。

【実験方法】

本研究では、プレーナー型直流放電マグネトロンスパッタリング法を用いて、Ni(99.9%)を単結晶 Si(100)基板上に成膜を行った。スパッタリングガスは Ar ガスを利用し、到達真空度は 1.0×10^{-4} Pa 以下とし、スパッタ中の真空度は 1.0×10^{-1} Pa とした。基板バイアスは、0 ~ -90 V の範囲で任意の値に変え成膜を行った。その際、基板は 0° 、 60° の角度で基板ホルダーに取り付け、基板温度は 373 K で一定とした。薄膜の内部応力は光てこ法で測定した基板の曲率半径 R の値から Stoney の式を用いて求め、磁歪感受率は、片持ち梁式光てこ法を用いて測定した。

【結果・考察】

Fig.1 に各角度におけるイオン衝撃パラメータ P_i に対する内部応力の変化を示す。イオン衝撃パラメータ P_i の増大に対して内部応力が圧縮方向へと変化していることがわかる。薄膜作製条件で熱応力は一定である。そのため、応力の変化は薄膜に入射するスパッタガスイオンによるピーニング効果であると考えられる。さらに、基板角度 60° は基板角度 0° と比較して大きな引張り応力を示した。これは、自己陰影効果によるもので、間隙の多い柱状組織であることから、凝集応力が発生し引張り応力が増大したと考えられる。斜め入射によって作製された薄膜においても、基板バイアスを用いることで、薄膜の磁歪感受率の制御ができる可能性があることがわかった

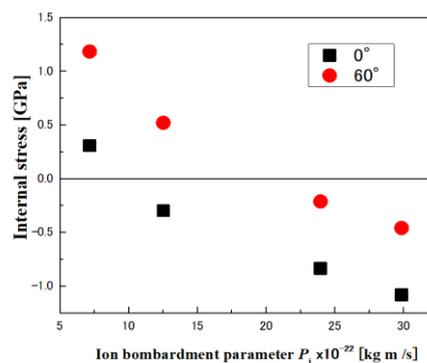


Fig. 1 Internal stress vs ion bombardment parameter P_i .

熱電子強化型イオンプレーティング法による合金薄膜形成

*荒井伸亮（東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻）、上野皓生（東海大学工学部原子力工学科）、
秋元翼（東海大学工学部原子力工学科）、神谷証人（東海大学工学部原子力工学科）、
金子莉久（東海大学工学部原子力工学科）、**松村義人（東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻）

【緒言】イオンプレーティング(以下 IP)法は、蒸発粒子をイオン化させ堆積させることによる付着強度の向上や、反応ガスを導入することにより窒化物などの化合物の作製が容易であるなどの特徴を有している。IP 法による薄膜作製時においては、蒸着粒子の持つ高い運動エネルギーが薄膜形成時に過剰エネルギーとして働くことが知られている。我々はこれまでに、合金薄膜の成膜時の過剰エネルギー投入により、合金の固溶限の拡張が可能であることを報告してきた。また、IP 成膜時に投入される過剰エネルギーはイオン化率に大きく依存することも明らかにしてきた。しかしながら、三電極 (Bunshah) 方式の IP 装置では蒸気圧が高い材料を成膜する際には、プラズマ生成に必要な蒸発源からの熱電子放出量が少ないため蒸発金属のイオン化率が低く、成膜時に大きな過剰エネルギーを投入することが困難である。そこで、蒸気圧の高い材料を成膜する際に、熱電子放射フィラメントを用いることによりイオン化率の向上が可能であると考えた。そこで、本研究においては熱電子放射フィラメントを IP 装置に設置しイオン化率を向上し、薄膜に投入される過剰エネルギーがどの程度増加したかを明らかにし、その過剰エネルギーがどのような形で薄膜に取り込まれたかを検討することを目的とした。

【実験方法】本研究ではイオンプレーティング装置にタングステンフィラメントを抵抗加熱することにより熱電子放射フィラメントとした。熱電子放射フィラメントを IP 装置内の蒸発源斜め上方に設置し、放電電極に蒸発源に対して正の電圧を印加することで、赤熱(熔融)した蒸発源材料表面および、熱電子放射フィラメントから熱電子を引き出し、蒸発粒子と加速された熱電子の衝突を発生させることで蒸発粒子をイオン化させた。基板には n 型単結晶 Si(100)を用いて薄膜を作製した。基板のサイズは 4.7 mm×24.7 mm の短冊型で、厚さは 0.28 mm のものを用いた。

【結言】熱電子放射フィラメントの電流値を増加させることで蒸発金属のイオン化率が増加し、成膜時に投入される過剰エネルギーが増加した。Fig. 1 にイオン化率と過剰エネルギーの関係を示す。また Fig. 2 に X 線回折測定を行った結果を示す。X 線回折の結果より溶質元素の固溶量の増加と共に X 線回折ピークが低角度側へシフトすることが確認された。このことから、熱電子放射フィラメントにより増加した過剰エネルギーにより Fe の格子中に Ga が 35%まで過飽和に固溶していることが分かった。

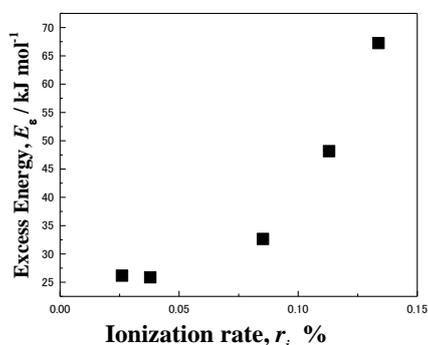


Fig.1 Ionization rate dependence of excess energy in thin film preparation.

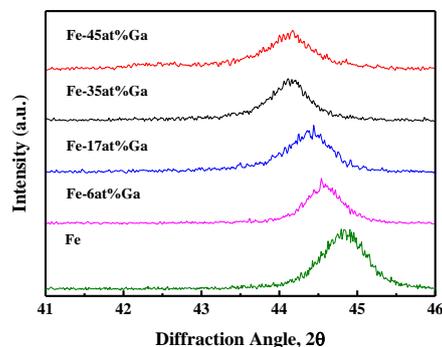


Fig.2 α -Fe (110) XRD reflections of Fe-Ga film samples varying Ga content.

金属薄膜における内部応力制御法の開発

*山口健吾（東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻）、塚越麗仁（東海大学大学院工学研究科応用理化学専攻）、津曲勇輝（東海大学工学部原子力工学科）、井手龍之介（東海大学工学部原子力工学科）、石丸大地（東海大学工学部原子力工学科）、秋山拓紀（東海大学工学部原子力工学科）、内田ヘルムート貴大（東海大学工学部精密工学科）、**松村義人（東海大学工学部原子力工学科）

1. 緒言

スパッタリング法において作製された薄膜は、成膜中に発生する内部応力の変化によって、作製される薄膜の薄膜特性が変化することが知られている。そのため、薄膜特性の向上には成膜過程における内部応力の制御が重要となる。近年では、成膜過程における内部応力の制御方法の一つとして薄膜表面へのイオンの入射によるイオン衝撃を利用する方法が期待されている。このイオン衝撃は成膜中のスパッタリング電力・スパッタガス圧、基板バイアスなどにより変化する。本研究室ではこれまで、マルチグリッド型静電アナライザ(MGA)と平板型ラングミュアプローブを用いたプラズマ診断により、薄膜に入射するイオンの運動量を求め、薄膜へのイオン衝撃の影響を評価してきた。本研究では基板バイアスを変化させることにより、薄膜に入射するイオンの運動量を変化させ、薄膜の内部応力にどのような影響を与えるかを、イオンの運動量の大きさに基づくイオン衝撃パラメータ P_i を用いて評価を行った。

2. 実験方法

薄膜の作製には DC マグネトロンスパッタリング法を用い、純 Ni(99.9%)を単結晶 Si(100)基板上に 1 μm の成膜を行った。スパッタリングガスには Ar(99.999%)を用い、基板負バイアスを任意の値で変化させ実験を行った。成膜中の薄膜へのイオン衝撃の影響を求めするためにプラズマ診断を行い、MGA とラングミュアプローブ法を用い、イオンの入射頻度と運動量の大きさを求め、イオン衝撃パラメータを算出した。薄膜の応力の測定には光てこ法を用い、Stoney の式より薄膜の内部応力を求めた。

3. 結果・考察

Fig.1 にイオン衝撃パラメータ P_i に対する薄膜の内部応力 σ の変化を示す。図の縦軸正の値は作製された薄膜が引張応力、負の値は圧縮応力であったことを示す。基板負バイアスを大きくするに従いイオン衝撃パラメータ P_i は増加を示し、薄膜の内部応力は引張応力から圧縮応力へと直線的に変化した。これは、基板バイアスを大きくすることにより、空間電位と基板バイアスの電位差によって基板に入射するイオンの運動量と入射量が増加したためにピーニング効果が増加した為だと考える。

以上の結果から、薄膜の内部応力の変化はイオン衝撃パラメータ P_i を用いることにより、定量的に評価することができ、薄膜の内部応力を制御できると考えられる。

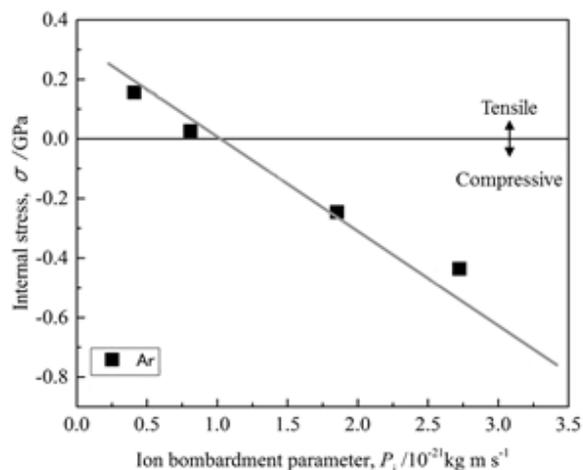


Fig. 1 Internal stress vs ion bombardment parameter P_i

コーヒー粕抽出液の施用がコマツナの生育に及ぼす影響-葉の展開不良の原因解明に向けて-***森大樹(東海大学人間環境学研究科人間環境学専攻)、**室田憲一(東海大学人間環境学研究科人間環境学専攻)**

日本では年間約 2,800 万トンもの食品が廃棄されている。循環型社会形成に向けて、これらの積極的な利用が必要である。本研究では食品廃棄物の一つであるコーヒー粕の農業利用に着目した。コーヒー粕は年々廃棄量が増加しており、今後もその傾向が続くと予想される。これまでに、コーヒー粕は炭素/窒素(C/N)比が高く、植物が窒素を利用しにくくなることや、植物の生育阻害物質を含むことが示唆されていることから、肥料として容易に利用しにくいことがわかっている。

そこで、コーヒー粕そのものでなく、コーヒー粕の水抽出液(以下、抽出液)の肥料としての利用に着目した。これまでに抽出液を用いてコマツナの栽培実験を行った結果、市販の液体肥料と同等、あるいはそれ以上の生育促進効果を示した。しかし葉の展開不良や葉縁の白化・黄化などの問題が観察された。

本研究では、これらの問題の原因を明らかにすることを目的に、これまでにその原因として示唆されている窒素および微量必須元素の影響を解析している。ここでは、抽出液に窒素および微量必須元素を添加した栽培実験の結果について報告する。

【材料および方法】

供試植物としてコマツナを用いた。抽出液は週 1 回・週 2 回および 4 回施用の 3 つの試験区を設けた。週 1 回の施用区に微量必須元素(Fe, B, Mo, Zn, Cu, Mn)を添加し、週 1 回、週 2 回および週 3 回施用の 3 つに、窒素(硫酸アンモニウム)を添加した。栽培期間は 32 日とした。収穫後、生体重、地上部高の測定および葉の形態観察を行った。

【結果および考察】**① 窒素を添加した栽培実験**

窒素添加により、地上部高は抽出液週 2 回施用区でのみ、優位に高い値を示した。また、地上部高、生体重のその他の試験区においても、窒素添加で高い値を示す傾向が認められた。しかしながら、葉の展開不良や葉縁の白化・黄化が認められないことから、窒素過剰がそれらの原因でないことが分かった。

② 微量必須元素を添加した栽培実験

生体重では、Mn 添加区でのみ、抽出液区に比べて高い値を示す傾向が認められた。葉の形態については、葉の展開不良や葉縁の白化・黄化が認められないことから、これらの元素の過剰が葉の展開不良に関与していないことが示唆された。

景観規制に配慮した新技術エネルギーシステム導入のための意匠と配置の検討

*山口晃拓(東海大学工学研究科建築土木工学専攻)

**梶田佳孝(東海大学工学部土木工学科)

【背景】

平成 23 年に東日本大震災が引き起こした原発事故の影響を大きな契機とし、再生可能エネルギーへの注目が高まった。そのことを受け翌年、再生可能エネルギーで発電された電気を一定期間、固定価格で電力会社が買い取ることを義務づけた制度である「固定価格買取制度(FIT)」が導入された。しかし、その導入にあたり景観という観点から見れば太陽光発電施設などの再生可能エネルギー建設・設置にあたり、既存のまちなみや自然環境と調和が図れていない問題が生じている。本研究では、太陽光発電施設における景観規制に焦点を当て規制内容の整理および実態把握から新技術エネルギーシステム導入の検討を目的とする。

【分析方法】

第一に都道府県における景観条例、景観計画、ガイドラインについて、太陽光発電施設に関する①高さ、②面積、③位置、④色彩に関する規制内容の文献調査を行い、太陽光発電施設に特化した規制が明記されている県を抽出する。抽出した県については上記 4 つの規制項目で規制内容のキーワードを抜き出し整理する。

第二に都道府県での規制内容の整理結果をもとに、規制内容が先進的であった山梨県を対象とし、市町村別での太陽光発電施設に関する景観規制から、各市町村での特徴をまとめる。

第三に山梨県北杜市を事例に景観規制の内容整理と太陽光発電施設の立地状況が示されているエレクトリカルジャパンのデータを参考に北杜市の景観形成地域での土地利用状況を確認する。その上で、北杜市および太陽光発電事業者に景観規制の効果や土地の選定方法等の調査を目的にヒアリング調査を実施する。

【まとめ】

太陽光発電施設に特化した規制が明記されている都道府県は 47 県中 10 県で見られた(表 1)。これらの県で、4 つの規制項目を分析した結果、高さ、面積規は共に 5/10 県で規制され、そのうち 3 県は景観計画区域に応じ、規制の強化が図られている。位置、色彩規制については県により規制内容の明記にバラツキはあるものの、既存の自然景観、眺望等の景観が乱される危険性に配慮している。

次に山梨県市町村について、太陽光発電施設に特化した規制が明記されている市町村は 27 市町村中 22 市町村で見られた。高さ、面積規制では各市町村が定める①景観計画区域、②景観形成地域、③景観ゾーンにより規制の緩和・強化が図られている。位置、色彩規制については、富士山周辺の市町村では景観条例、景観計画で明確にならなかった太陽光発電施設の景観規制を指導要綱で補足し、富士山に対しての景観の強化が図られている。

北杜市では、景観形成地域として、2 つの地域(山岳高原景観形成地域と田園集落景観形成地域)を位置付け、メガソーラーの立地で言えば、田園集落景観形成地域に多い分布となっている(図 1)。このことは、ヒアリング調査から景観に配慮した設置というよりは、立地が良い点等から多く分布していることが明らかとなった。

表 1 太陽光発電の景観規制の抽出県

| | 景観条例 | 景観計画 | 大規模行為景観形成基準 | ガイドライン |
|-----|------|------|-------------|--------|
| 北海道 | ★ | ★ | × | ★ |
| 茨城県 | ○ | × | ○ | ★ |
| 山梨県 | ○ | × | ○ | ★ |
| 長野県 | ○ | ○ | × | ★ |
| 石川県 | ○ | ★ | × | × |
| 兵庫県 | ★ | × | ★ | × |
| 高知県 | × | × | × | ★ |
| 鳥取県 | ★ | × | ★ | × |
| 宮崎県 | ○ | × | × | ★ |
| 長崎県 | ○ | ★ | × | × |
| 計 | 9 | 4 | 4 | 6 |



図 1 北杜市でのメガソーラー分布

シリコン基板へのゲルマニウムの熱拡散により形成したシリコンゲルマニウム結晶成長テンプレート作製の作製

*ノルラシダラシッド、**金子哲也、**磯村雅夫（東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻）

1. はじめに

本研究では、シリコン (Si) よりも長波長領域に光感度を持ち組成比により吸収波長を変えることができるシリコンゲルマニウム (SiGe) を積層型薄膜太陽電池のボトムセルとして、応用することを目的としている。しかし、Si 基板上に SiGe を成長させると、SiGe と Si の格子定数が異なることから欠陥を生じる。そのため、Si と SiGe の格子定数を調整するバッファー層として Ge の熱拡散を用いた SiGe 傾斜層の形成を検討している。これまでの研究で、真空中の熱処理により熱拡散を行ったところ、酸化 Ge の昇華により、表面の Ge 濃度が少なくなることが分かった。そこで、本実験では、Ge の昇華を妨げるために、アルゴン (Ar) ガス雰囲気における熱処理を検討した。

2. 実験方法

n 型単結晶 Si(100) 基板上に、クヌーセンセル蒸着法により Ge を蒸着し a-Ge を作製した。a-Ge 薄膜の作製条件は、基板温度 250℃、膜厚 3000 Å、製膜速度は 0.6 Å/s である。そして、この試料を真空中と 2400Pa に維持した Ar ガスの雰囲気において 900℃で 10 時間熱処理し Ge を Si 基板内へ拡散させることで傾斜層を形成した。試料の評価は、X 線光電子分光法 (XPS) を用いて組成比の深さ方向分布の評価を行った。

3. 実験結果

Fig. 1 と Fig. 2 は試料の真空中熱処理後と Ar ガス雰囲気中熱処理後の XPS による元素濃度の深さ方向プロファイルを示す。真空中の熱処理後の試料は表面付近の Ge 濃度の高い部分が見られず Ge が昇華により失われていると考えられる。試料の深いところでは、Ge の濃度が徐々に減少し、傾斜層が形成されているが、これ以上の Ge 拡散は望めない。一方、Ar ガス雰囲気中に熱処理後の試料は、表面付近に Ge 濃度の高い部分が多く残っており、Ge の昇華は抑えられている。長時間熱処理することで、傾斜層へ Ge をさらに拡散することが期待できる。以上のことから、Ar ガス雰囲気中の熱処理は酸化 Ge の昇華抑制に有効であり、高 Ge 濃度傾斜層の形成に効果的であると考えられる。

謝辞：本研究の一部は、東海大学総合研究機構「プロジェクト研究」の援助を受けて行ったものである。

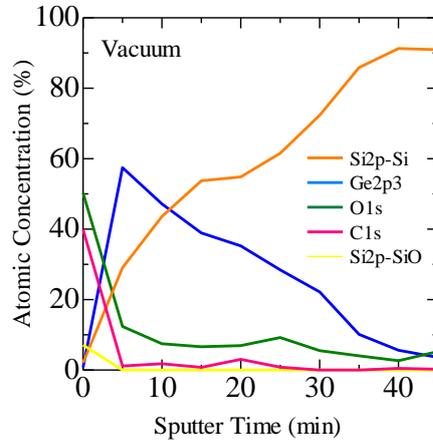


Fig. 1 真空中で熱処理した試料の C, O, Si 及び Ge 組成比の深さ方向分布

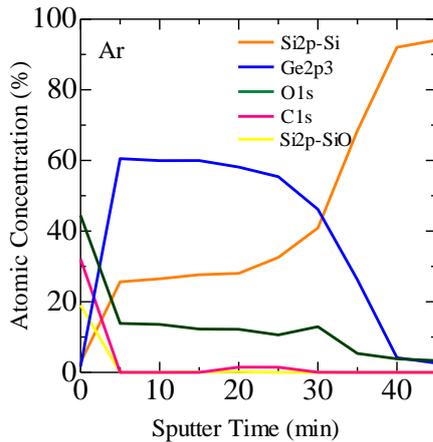


Fig. 2 2400Pa の Ar ガス雰囲気中で熱処理した試料の C, O, Si 及び Ge 組成比の深さ分布

Interface Modification of TiO₂/Perovskite layers in Planar Perovskite Solar Cells using single crystal Brookite TiO₂ Nanoparticles

*Sem Visal, Satoru Iwamori, **Tetsuya Kaneko, **Masao Isomura (Course of Electrical and Electronic Engineering, Graduate school of Engineering, Tokai Univ.), Md. Shahiduzzaman, Mizuki Kuniyoshi, Tetsuhiro Katsumata, Koji Tomita (Course of Chemistry, Graduate school of Science, Tokai Univ.)

1. Introduction

Interface modification turns a promising strategy to yield highly efficient planar perovskites solar cells (PSCs). Herein, the surface of compact TiO₂ was coated by single crystalline brookite (BK) TiO₂ nanoparticles (NPs) to form a TiO₂/BK-TiO₂ NPs bilayer of electron transport layer (ETL), that leads the improvement of the interface property of PSCs and results in the high photovoltaic conversion efficiency of 16.50%.

2. Experimental Section

The Compact TiO₂ was placed on the FTO glass via spray pyrolysis (SP) deposition from a solution 0.25 M titanium diisopropoxide bis(acetylacetonate) in isopropanol and anneal 500°C. The BK TiO₂ NPs was deposited on the compact SP-TiO₂ layer using a spin coating (SC) method and annealed at 180°C forming the bilayer ETL. The triple-cation perovskite Cs_x(FA_{0.83}MA_{0.17})_(1-x) Pb(I_{0.83}Br_{0.17})₃ was formed on the conventional and bilayer ETL by a two steps SC method, chlorobenzene was dripped before the spin coating stops and the annealing at 100°C was done for 60min. The hole-transport layer (HTL) was placed on the perovskite layer by a SC method. Thereafter, gold (Au) was thermally evaporated on top of HTL to form the electrodes.

3. Results and Discussion

Figure 1 shows the current *versus* voltage (*J-V*) characteristics of the solar cells with a conventional compact TiO₂ and the bilayer. The power conversion efficiency was enhanced from 13.86% to 16.50% (Reverse Scan) according to the increases in short-circuit current density (*J*_{sc}) from 19.76 to 19.97 mAcm⁻², open-circuit voltage (*V*_{oc}) from 1.04 V to 1.09 V and fill factor (FF) from 0.68 to 0.76. The PSC base on the bilayer exhibits higher spectral response with a broad and flat absorption peak of 90% efficiency from visible light to near-infrared region, compared with the conventional compact TiO₂ PSC, as shown in Figure 2. The bilayer ETL leads more efficient electron transport in the interface and charge extraction from the perovskite photovoltaic layer. The present work is expected to provide us an important sign to obtain the low-cost and high efficiency PSCs.

Acknowledgment

The authors acknowledge the support from Research and Study Project of Tokai University General Research Organization.

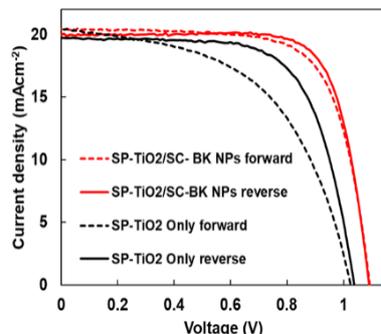


Fig.1 *J-V* characteristics of PSCs with the conventional and bilayer ETL.

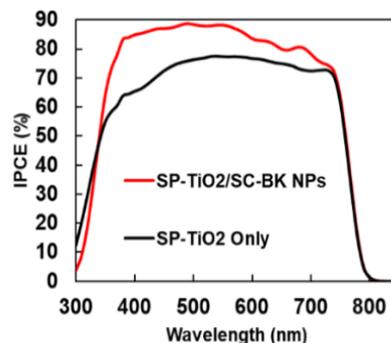


Fig.2 IPCE spectra of PSCs with the conventional and bilayer ETL.

熱音響発電向けリニア発電機の製作と性能評価

*安西龍一(東海大学工学部電気電子工学科)、石部晶央(東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻)、
 **金子哲也(東海大学工学部電気電子工学科)

1. 研究背景・目的

廃熱を電気エネルギーとして回収することができる熱音響発電が考案されている。しかし現在、熱音響発電の効率的な運用法は確立されておらず、また熱音響発電に適した既製品の発電機も無い。そこで、熱音響発電に使用可能な発電機を得ることを目的に、リニア発電機を設計・製作し、その性能を評価した。

2. 実験方法

今回の実験において、設計したリニア発電機の断面模式図は図 1 に示す通りである。リニア発電機にはボイスコイルモータ(新電元メカトロニクス(株)、MM30C-06)を使用した。また、熱音響機関の発する音波を模擬するためにウーファースピーカー(FOTEX(株)、FW108N)を採用した。スピーカーと発電機を内径 40 mm の塩化ビニール製円筒パイプで接続した。以上の実験環境において、音波の周波数を 85 Hz、管長を 900 mm 一定としてスピーカーへの印加電圧を変化させた実験を、リニア発電機のスペーサにスリットがある場合とない場合の 2 通りについて行った。加えて、スピーカーへの印加電圧を 11 V 一定とし、音波の周波数を変化させる実験を塩ビ管長が 900 mm と 1900 mm の 2 通りの場合で行った。スピーカーに投入される電圧と電流、並びにリニア発電機の開放電圧をマルチメーターで測定した。

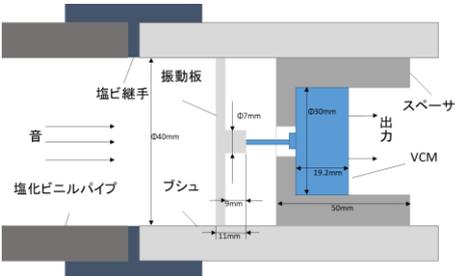


図 1. リニア発電機の断面模式図

3. 結果・考察

図 2 は、スピーカーへの印加電圧に対するリニア発電機の出力開放電圧の変化を示した図である。この図より、印加電圧が増加すると出力電圧も増加するが、ある程度まで印加電圧が増加すると出力電圧が飽和傾向を示すことが確認できる。また、リニア発電機にスリットがある方が、出力電圧は大きくなることも確認できる。図 3 はスピーカーに印加する交流電圧の周波数に対するリニア発電機の出力開放電圧の変化を表した図である。この図から、リニア発電機に投入する音波の周波数が低いほど出力電圧が大きくなる傾向が確認できる。また、管長 1900 mm の場合だと、周波数 50 Hz のときに出力電圧が一度ピークとなることが確認された。この結果より、管内で生じる反射波の存在を考慮しなければ、リニア発電機から効率よく電力を取り出せないことが推測される。

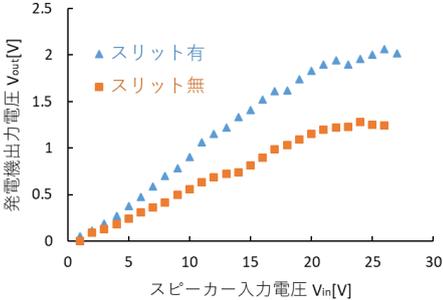


図 2. スピーカー入力電圧に対する出力電圧

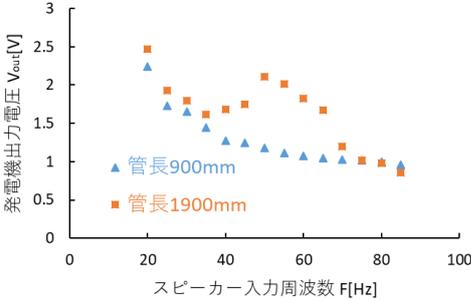


図 3. スピーカー入力周波数に対する出力電圧

謝辞 本研究は、東海大学総合研究機構「プロジェクト研究」の援助を受けて行ったものである。

ペロブスカイト太陽電池の紫外線硬化樹脂を用いた封止による耐久性評価

*佐藤 淳輝 (東海大学工学部電気電子工学科)、Sem Visal (東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻)、磯村 雅夫 (東海大学工学部電気電子工学科)、**金子 哲也 (東海大学工学部電気電子工学科)

1. 研究背景・目的

現在、次世代太陽電池として注目されているのがペロブスカイト太陽電池である。この太陽電池は製造コストが安価でかつフレキシブル性を備えており、変換効率は結晶シリコン系太陽電池と同等の値に迫ってきている。一方で耐久性の面に課題があり、この要因の一つとして湿気(水分)に弱いことがあげられる。ペロブスカイト太陽電池の一般的な作製方法ではセル中への水蒸気の侵入が可能な構造となるため、湿度の影響が大きく、その他の要因による劣化状態を評価することが非常に困難である。そこで本研究ではペロブスカイト太陽電池を封止して湿度による劣化を抑制することを目的とした。今回、紫外線硬化樹脂とスライドガラスを使用して封止を行い、封止ありのセルと未封止のセルそれぞれの経時劣化を評価した。

2. 実験方法

ペロブスカイト太陽電池の積層構造を図1、封止したセルの写真を図2に示す。セルの電極部に銅テープを貼って電極を外部へ引き出し、この上にスライドガラスを被せて外周を紫外線硬化樹脂で接着し封止を行った。未封止のセルと封止したセルそれぞれの劣化状態を比較するためソーラーシミュレーター(エアマス1.5)を用いて日毎に電流-電圧測定を行った。この間のセルの保存は遮光した除湿密閉容器(湿度10~15%)で行った。

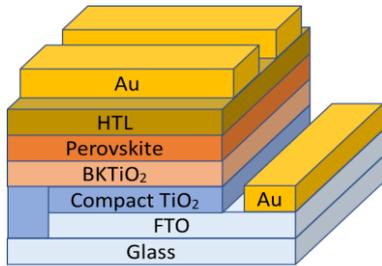


図1. ペロブスカイト太陽電池の積層構造



図2. 封止したペロブスカイト太陽電池

3. 結果・考察

図3はペロブスカイト太陽電池の電流-電圧測定結果である。未封止のセルが1日後には大幅に劣化し、特に開放電圧が低下しているのに対して、封止ありのセルは劣化が緩やかに進行していることがわかる。この結果より、セルを封止することである程度の劣化抑制効果が確認できた。しかし、封止をしても劣化が進行していることから、封止処理をした際に内部に閉じ込められた大気由来の湿気が影響を与えている可能性がある。また、金電極形成時の大気暴露やソーラーシミュレーター下での紫外線照射なども封止セルの劣化要因の候補として考えられる。

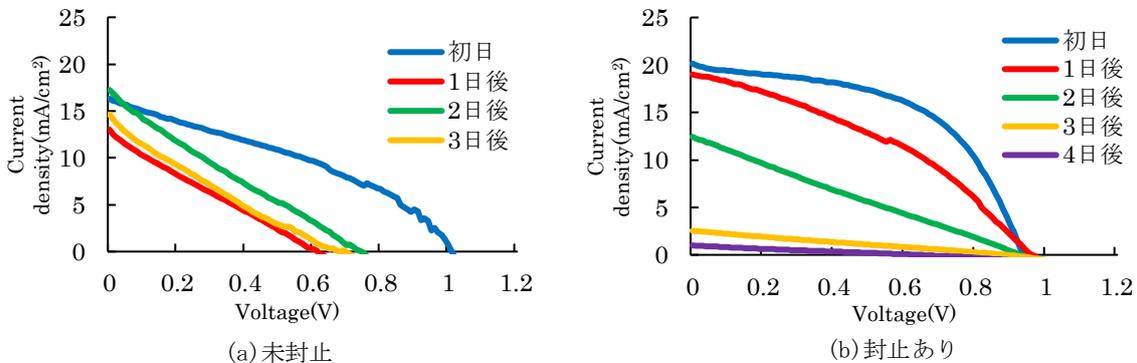


図3. ペロブスカイト太陽電池の電流-電圧測定結果

謝辞 本研究の一部は、東海大学総合研究機構「プロジェクト研究」の援助を受けて行ったものである。

窒化銅成膜時の窒素ガス流量に対するヨウ化銅薄膜の電氣的・光学的特性変化

*佐藤祐希、坂井健吾、磯村雅夫 **金子哲也 (東海大学工学部電気電子工学科)

1. 研究背景・目的

ヨウ化銅(CuI)は数少ないワイドギャップ P 型半導体の 1 つであり、作製に毒性の強い物質を使用せず、低温での作製が可能であり、ITO などのように希少金属を使用することもないという優れた特徴を持つ。そのため、透明エレクトロニクスの今後の発展において重要な役割を果たす可能性を持つ物質である。しかしながら、CuI の作製には未解明の点が多いというのが現状である。今回は CuI を作製する段階で製膜する窒化銅(Cu₃N)製膜時の N₂ 流量比が透明な P 型半導体としての CuI 形成に影響を及ぼすかについて調査した。

2. 実験方法

今回の実験では無アルカリガラスを基板とし、RF スパッタ装置(ULVAC、SBH-1304RE)を用いて電力 100 W、基板温度 100℃、製膜時間 45 分の条件で Cu₃N を製膜した。この時の Ar と N₂ のガス流量比率(N₂/(Ar+N₂))15、20、55% について実験した。その後、作製した Cu₃N を個体ヨウ素と 60 分間反応させてヨウ素化し、得られた CuI 薄膜の透過率、導電率の評価を行った。

3. 実験結果・考察

得られた CuI 薄膜の透過率を図 1 に、導電率を図 2 に示す。図 1 より、作製した CuI が高い透過性を持つことが確認できる。また、図 1 で特に可視光領域において最も高い透過率を示したのは、N₂ 流量比が 55% 時である。今回製膜した 3 つの CuI の膜厚を測定したところ、流量比の順に 1.53、1.42、1.38 μm と N₂ 流量比 55% の膜が最も薄かった。さらに、流量比 55% の試料で透過スペクトル上での干渉が一番強く表れていることから、膜表面の平坦性が高いことが示唆される。これらのことが、流量比 55% での高い透過性につながったものと考えられる。また図 2 より、Cu₃N 成膜時の N₂ 流量比は、CuI 薄膜の導電率には大きな変化を与えなかったことが分かる。

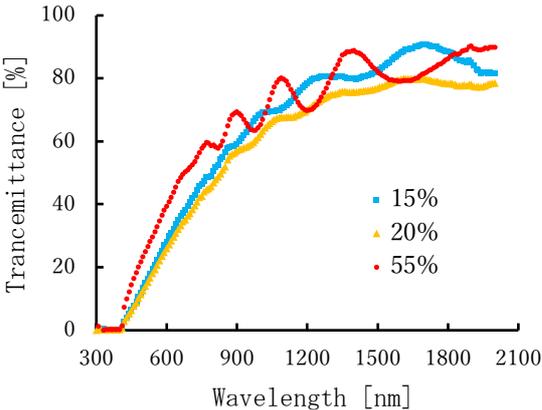


図1. CuI薄膜の透過率

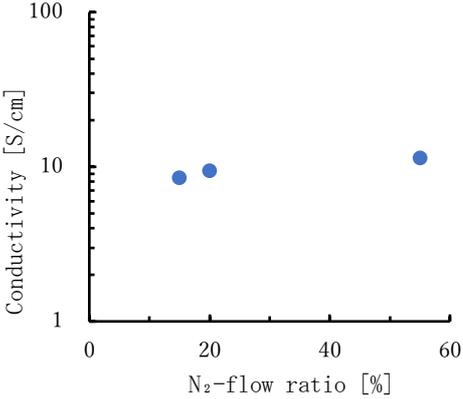


図2. CuI薄膜の導電率

謝辞 本研究の一部は、東海大学総合研究機構「プロジェクト研究」の援助を受けて行ったものである。

高温高压装置を利用した CuTaO_3 の合成

*岡崎有莉香 (東海大)、植田紘一郎 (学習院大)、**勝又哲裕 (東海大)

【緒論】ペロブスカイト型太陽電池ではホール輸送層に 2,2,7,7-tetrakis(N,N-di-p-methoxyphenylamine)-9,9-spirobifluorene (spiro-OMeTAD) が広く用いられているが、コストが高く、実用化の大きな妨げになっている。一方で、 Cu^+ を含む複合酸化物は p 型半導体となるものが多く、spiro-OMeTAD に変わるホール輸送材となる可能性を秘めている。そこで本研究では、合成の報告^[1]があるものの、物性についての研究が行われていない Cu^+ を含む複合酸化物、 CuTaO_3 の合成を試み、結晶構造、基礎物性の測定に取り組んだ。

【実験】 CuTaO_3 は高温高压合成を利用して合成した。原料として Cu_2O 、 Ta_2O_5 を用い、これらをモル比 1 : 0.85 で混合した後、金カプセルに詰め、マルチアンビル型高压装置を用いて 6 GPa、700°C、30min で加熱した。相の同定は粉末 X 線回折で行い、組成は ICP-AES、SEM/EDX、相転移挙動は高温 X 線回折、誘電率の温度依存性、TG-DTA を用いて調べた。結晶構造については、リートベルト解析で精密化した。

【結果と考察】 CuTaO_3 について LN 型化合物が単相で得られた。得られた CuTaO_3 について組成分析を行ったところ、 $\text{Cu}/\text{Ta}=1.1$ になったことから、その組成を $\text{Cu}(\text{Cu}_{0.05}\text{Ta}_{0.95})\text{O}_{2.88}$ と仮定してリートベルト解析を行ったところ、空間群 $R3c$ (No.161) の LN 型構造で良い一致が得られ、B サイトにわずかに Cu が固溶し O が欠損している可能性が示唆された。これまでの報告では、 CuTaO_3 の高压下での合成は報告されているものの組成分析は行われていないことから^[1]、本合成条件ではこのような非化学量論組成で安定になっていると考えている。

合成した試料の相転移挙動を調べるため高温 X 線回折を行った。 CuTaO_3 では図 1 に示すように、175°C ~ 900°C ではペロブスカイト (Pv) 構造に対応する回折線が観察され、1000°C に達するとこの回折線の強度は減少し、LN 型とは別の直方晶構造に対応する回折線の強度が増加した。

これまでに、ペロブスカイト型構造の A サイトに Cu^{2+} と欠損を含む類似構造の化合物、 CuTa_2O_6 の合成が報告されていることから、加熱による Cu の価数が 1 価から 2 価に変化する可能性も考えられる。そこで、高温 X 線測定時と同じ雰囲気での TG-DTA 測定を行った。その結果、TG-DTA では、30 ~ 130°C、235 ~ 700°C に、それぞれ僅かな重量増加と減少が観察され、最終的に重量は測定開始時に比べて約 0.15mg 減少した。また、相転移に対応する DTA ピークは観察されなかった。TG-DTA 後の試料について粉末 X 線回折を行ったところ、Pv 型に対応する回折線が観察された。このことから、LN 型 CuTaO_3 は価数の変化なしに Pv 型構造に変形し、組成は CuTaO_3 のままだと考えられる。

【謝辞】本研究の一部は、東海大学総合研究機構「プロジェクト研究」の援助を受けて行ったものである。

[1] A. W. Sleight and C. T. Prewitt, *Mat. Res. Bull.* **5**, (1970) 207-212.

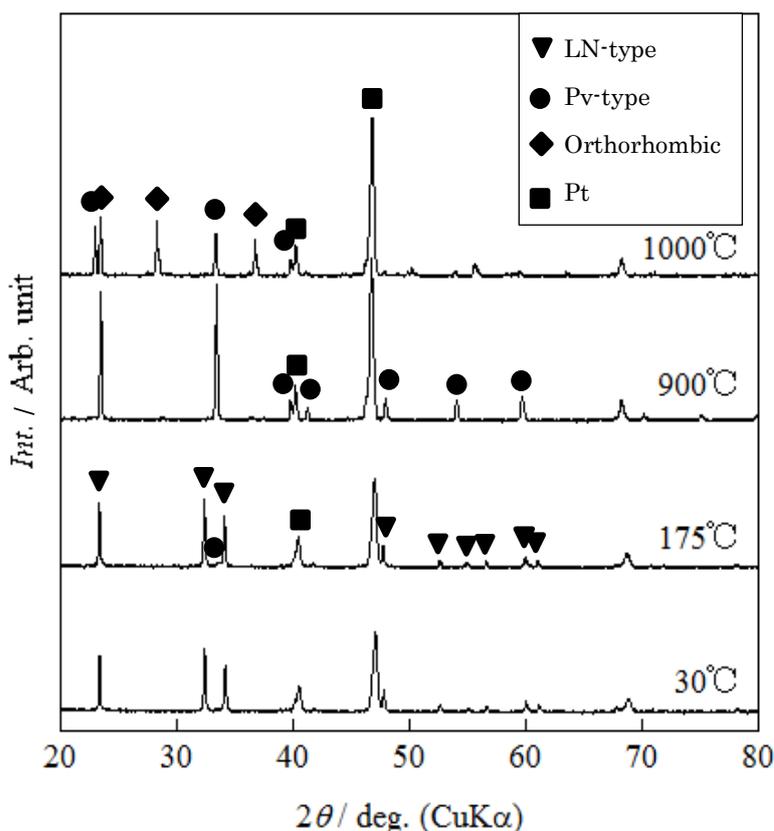


Figure 1 High-temperature XRD pattern for CuTaO_3 .

ルチル型 TiO₂ を電子輸送層に用いた有機ペロブスカイト太陽電池

*軽部涼太郎(東海大学理学部化学科)、中川祐輝(東海大学理学部化学科)、國吉望月(東海大学理学研究科化学専攻)、Sem Visal(東海大学工学研究科電気電子工学専攻)、**冨田恒之(東海大学理学部化学科)

【緒言】

2011年に発生した東日本大震災により日本の電力供給割合は目まぐるしく変化した。原発の割合が大幅に低下し、従来の火力発電が中心になった。しかし、発電割合が変化する現状でも水力発電や、太陽光発電などの再生可能エネルギーの割合は依然として低いままである。

そこで、我々は2009年に桐蔭横浜大学の宮坂らによって開発され、数多くの研究者が研究しているペロブスカイト太陽電池の開発と性能向上に取り組んでいる。ペロブスカイト太陽電池とはペロブスカイト構造の物質によって光を吸収し、それによって発生した電子を輸送する電子輸送層、さらにホール輸送層(HTL)として Spiro-OMeTAD を利用している。電子輸送層には主に TiO₂ の Anatase 型が用いられる。今回は TiO₂ の Rutile 型を使用して製作を行い、特性を確認した。また、比較対象として、Anatase 型の TiO₂ も同時に作製した。さらに、Rutile 型の TiO₂ にオレイン酸ナトリウムを加えると分散性が向上することが確認されたのでこちらも使用してデバイスを作製した。



Fig. 1 作製操作手順

【実験操作】

Fig. 1 の通り実験操作を行った。また、TiO₂ のスピコートは Rutile 型、Rutile 型+オレイン酸ナトリウム、Anatase 型の三種類をそれぞれ成膜した、ペロブスカイト溶液と HTL 溶液は別途調合を行ったものを使用した。さらに、FTO ガラスは一部エッチングしたものを使用した。

【結果と考察】

今回の太陽電池の評価方法は J-V 曲線によって導かれる変換効率、フィルファクター(FF)、電流密度の三点を主体とした。

Fig. 2 に今回我々が作製した太陽電池の測定結果をまとめた J-V 曲線を表示した。このグラフから、電流密度が Anatase 型が一番高くなっている。完成したデバイスを確認すると、Rutile 型 TiO₂ 単体では他の2種類に比べて均等に成膜しておらず、肉眼でも見えるくらいムラが発生していた。そして、Anatase 型 TiO₂ は一番きれいに成膜出来ていた。ここから考えられるのは、TiO₂ の膜が均一に成膜されているかによってペロブスカイト太陽電池の性能に現れるのではないかと考えられる。以上のことから、Rutile 型 TiO₂ が Anatase 型 TiO₂ と同じくらいの性能を出すには、分散性を向上させることが必要不可欠なのではないかと考えられる。

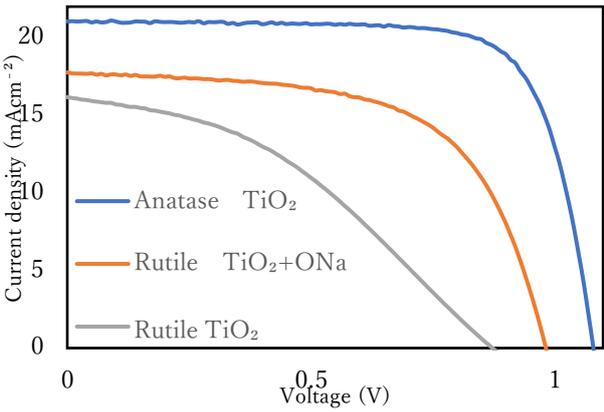


Fig. 2 作製した太陽電池の測定結果

有機ペロブスカイト型太陽電池の電子輸送層への TiO₂ ナノ粒子層の導入

* 中川祐輝（東海大学理学部化学科）、國吉望月（東海大学理学研究科化学専攻）、軽部涼太郎（東海大学理学部化学科）、Sem Visal（東海大学工学研究科電気電子工学専攻）、Md. Shahiduzzaman（東海大学理学部化学科）

** 富田恒之（東海大学理学部化学科）

【緒言】

ペロブスカイト太陽電池（PSC）は、第3世代薄膜太陽電池として登場し、学術および産業界の両方に幅広い関心を集めている。PSCのメリットは安価な溶液塗布法で作製することができるというコスト面における点と、開放電圧が高いという性能上の点が挙げられる。

電子輸送層（ETL）は、電子を輸送し再結合を防ぐ重要な役割を担っている。そのため高効率のPSCを得るためにはETLの最適化が重要である。

本研究では、一段階水熱法を使用してアナターゼ（AT）TiO₂ ナノ粒子（NP）を調製し、得られたAT-TiO₂-NPをプレーナーヘテロ結合（PHJ）PSCのETL二重層として用い変換効率の向上を目指した。

【実験操作】

AT-TiO₂-NPは、水溶性チタン錯体をチタン源として用いて水熱法によって合成した。微細粉末チタン5mmolを30% H₂O₂水溶液と28%NH₃水溶液の混合溶液中で溶解し、リンゴ酸5mmolを添加した。この溶液を50℃で乾燥して残留したH₂O₂およびNH₃を分離した後、20mLの蒸留水を添加することによって0.25MのTi-リンゴ酸錯体溶液を調製した。このTi錯体溶液を200℃で5時間熱処理した。形成されたTiO₂を12000rpmで10分間遠心分離によって分離したあと10mLの蒸留水に再分散させることでAT-TiO₂-NPを調製した。

洗浄済みFTOガラス基板にUVオゾン処理をし、0.35Mチタンジイソプロポキシドビスアセチルアセトネートを450℃でスプレー（SP）法を用いてFTOガラス上に製膜した。その後450℃で30分間焼成し、室温まで冷却させた。次いでAT TiO₂溶液をスピコート（SC）法を用いて2000rpmで30秒間、コンパクトSP-TiO₂層上に堆積させ、100℃で5分間乾燥させ、450℃で30分間焼結した。ペロブスカイト前駆体溶液を調製するために、1M-PbI₂および1M-CH₃NH₃IをDMFとDMSOの混合溶媒（4:1）に分散させ、60℃で1時間攪拌した。ペロブスカイト膜は、スピコーティングを開始してから8秒後にクロロベンゼン500μLを滴下して、前駆体溶液を6000rpmで60秒間スピコーティングすることによって作製した。そして、正孔輸送層としてspiro-OMeTADをSC法で製膜し、金をHTL上に配置し電極とした。

【結果と考察】

Fig. 1にSP-TiO₂単体およびSP-TiO₂ / SC-AT-TiO₂の順方向（FS）及び逆方向（RS）の*J-V*曲線を示す。SC-AT-TiO₂NPをPHJ PSCに添加したPSCは、SC-AT-TiO₂-NPを添加していないPSCに比べ電流密度及び開放電圧がともに上昇した。その結果、PCEは17.05%まで向上し、FSとRSのヒステリシスが大きく減少した。また、SC-AT-TiO₂-NPベースのPHJ PSCは1か月間の静置でエネルギー変換効率が当初の20%程度にまで減衰したが、SP-TiO₂/SC-AT-TiO₂は60%程度と劣化の抑制効果が見られた。これらの結果から、このSP-TiO₂ / SC-AT TiO₂のETL構造は、PHJ PSCの性能をさらに高めるための方法であると考えられる。

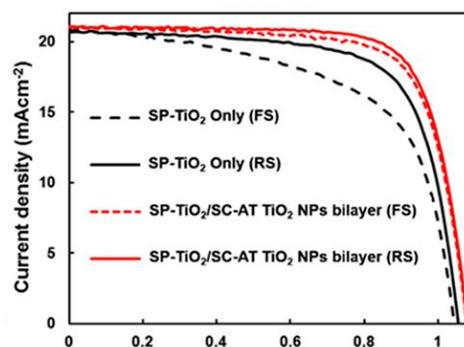


Fig. 1 SP-TiO₂ 単体および SP-TiO₂/SC-AT-TiO₂ の FS と RS の *J-V* 曲線

4種類の結晶多形の酸化チタンを電極に用いた太陽電池

*飯田真裕(東海大学理学部化学科)、古江美和子、國吉望月(東海大学理学研究科化学専攻)、**富田恒之(東海大学理学部化学科)、岩森暁(工学部機械工学科)、梅津信二郎(早稲田大学創造理工学部総合機械工学科)

【緒言】

現在日本では、高度経済成長と人口増加により、毎日大量のエネルギーを消費している。また世界的に見ても、今後さらなるエネルギーの消費が見込まれており、エネルギー資源の枯渇が懸念されている。そのため、新たなエネルギー源として太陽電池などの再生可能エネルギーが注目されている。太陽電池にはいくつかの種類があり、その中のひとつである色素増感太陽電池(DSSC)は他の太陽電池と比べ、低コストかつ容易に作製することができるため近年注目されている。DSSCは、透明導電膜の基板(FTOガラスなど)に光活性電極であるTiO₂を製膜し、色素を吸着させたものを負極として利用しているため、TiO₂がDSSCの性能に大きく影響している。TiO₂は様々な結晶多形を持つことが知られており、本研究ではアナターゼ、ルチル、ブルカイト、ブロンズ型TiO₂をDSSCに用いた際のJ-V測定を行いその影響を評価した。

【実験操作】

各多型TiO₂をFig.1の手順で作製し、乾燥させ粉末にした。これらに硝酸、アセチルアセトン、界面活性剤を加えペースト状にした。作製したTiO₂ペーストをスキージ法でFTOに製膜し、500°C(30分)で焼結させた。これに、色素(N719)を吸着させ負極とし、対抗電極に白金、電解液にヨウ素レドックス溶液を用いてDSSCを作製し、ソーラーシミュレーターを用いてJ-V測定を行った。

【結果と考察】

Table 1 に各多型TiO₂を光活性電極に用いた際のDSSCのJ-V特性をまとめた。エネルギー変換効率が、アナターゼ型>ブルカイト型>ルチル型>ブロンズ型の順で高いという結果となり、アナターゼ型が最も高いエネルギー変換効率を示した。ブルカイト型の電流密度はアナターゼ型より低い値となったが、開放電圧の値は最も高かった。そのため、再結合は比較的起こりにくく、アナターゼ型の次に変換効率が良かった可能性があると考えられる。ルチル型はアナターゼ型と比べ電流密度が著しく低いが、これはルチル型の直列抵抗が高いためと考えられる。ブロンズ型は他の3つの多形に比べ電流密度も開放電圧も著しく低かった。これは、ブロンズ型の伝導体の位置が他の結晶多型よりも負の位置にあるためだと考えられる。

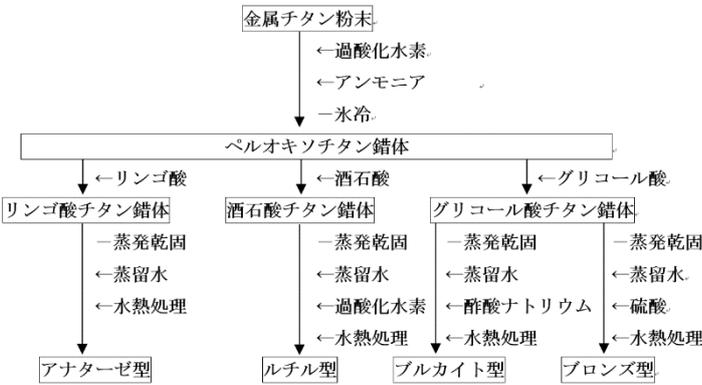


Fig.1 TiO₂の作製手順

Table1 四多形のJ-V特性

| 結晶構造 | 電流密度(J _{sc}) /mAcm ⁻² | 開放電圧(V _{oc}) /V | 曲性因子 (ff) | エネルギー変換効率 /% |
|--------|---|------------------------------|--------------|-----------------|
| アナターゼ型 | 16.2 | 0.733 | 0.62 | 7.4 |
| ルチル型 | 10.1 | 0.701 | 0.55 | 3.9 |
| ブルカイト型 | 9.10 | 0.765 | 0.70 | 4.9 |
| ブロンズ型 | 0.64 | 0.623 | 0.55 | 0.22 |

謝辞：本研究は、東海大学総合研究機構「プロジェクト研究」の援助を受けて行ったものである。

TiO₂ ナノ粒子の有機分子修飾による分散性と成膜性の向上

*國吉 望月 (東海大学理学研究科化学専攻)、軽部 涼太郎、中川 祐輝、
Md. Shahiduzzaman (東海大学理学部化学科)、Sem Visal (東海大学工学研究科電気電子工学専攻)、磯村 雅夫 (東海大学工学部電気電子工学科)、**富田 恒之 (東海大学理学部化学科)

【緒言】 TiO₂ は様々な結晶多形を持ち、近年そのエネルギー変換効率の高さで注目されている有機ペロブスカイト太陽電池(PSCs)の電子輸送層(ETL)として用いられている。ETLには anatase 型 TiO₂ ナノ粒子を用いることが多く、ナノ粒子で合成することが難しい rutile 型 TiO₂ を ETL に用いた報告はあまり多くない。TiO₂ を合成する際のチタン源は TiCl₄ などの強酸性溶媒や発火性のある物質を使用することが多いが、水溶性チタン錯体を原料に用いた TiO₂ 結晶多形のナノ粒子の水熱合成が富田ら^[1]により報告されている。この水溶性チタン錯体を用いることで rutile 型 TiO₂ をナノ粒子の状態で合成することが可能であるが、分散液を作製した際に粒子の凝集及び沈降により FTO 基板への均一な成膜が困難であった。オレイン酸 Na を rutile 型 TiO₂ ナノ粒子に修飾することで分散性を向上させ、ETL として PSCs に組み込むと無修飾時と比べエネルギー変換率が大幅に上昇した^[2]。そこで本研究では、カチオン性、アニオン性、非イオン性の界面活性剤を rutile 型 TiO₂ ナノ粒子に修飾し、分散性及び成膜性の向上を試みた。

【実験】 金属チタン粉末に H₂O₂ aq. と NH₃ aq. を加え、氷冷しながら溶解させ、そこへ酒石酸を加え蒸発乾固し酒石酸チタン錯体を得た。蒸留水で錯体の濃度を調整し、添加剤として H₂O₂ aq. を加え水熱処理(200℃、5時間)により rutile 型 TiO₂ ナノ粒子を合成した。得られたサンプルを遠心分離・洗浄した後、各界面活性剤(Table 1)と蒸留水を加え一晚攪拌し再び遠心分離を行い、分離したサンプルを蒸留水に分散させることにより分散液を調製した。洗浄済み FTO ガラスに分散液をスピコート法で成膜し、熱処理(500℃、30分)をした際の表面や断面の観察を FE-SEM より行った。以下、作製した分散液の試料名を界面活性剤とその物質量を組合わせて表記する。

【結果】 各界面活性剤で修飾した rutile 型 TiO₂ ナノ粒子分散液を FTO 基板に成膜した FE-SEM 像を Fig. 1 に示す。SDS は粒子が激しく凝集しており、FTO の露出が多く見られた。また rutile(CTAB-2.5)も凝集が多く見られたが、物質量を倍にすると凝集が減っていることから、CTAB の量を多くすれば更に凝集が減り、均一に製膜できる可能性がある。アニオン性、カチオン性の界面活性剤でこのような違いが見られたのは、合成した rutile 型 TiO₂ ナノ粒子の表面電荷状態によるものであると考える。最も凝集が少なく、FTO の露出が無かった試料は rutile(トリトン X-2.5)であった。PSCs に組み込む際、熱処理を行うことで修飾している有機分子は残留せず、TiO₂ のみが ETL として機能するため、この分散液を用いることでエネルギー変換効率も向上する可能性があると考えられる。

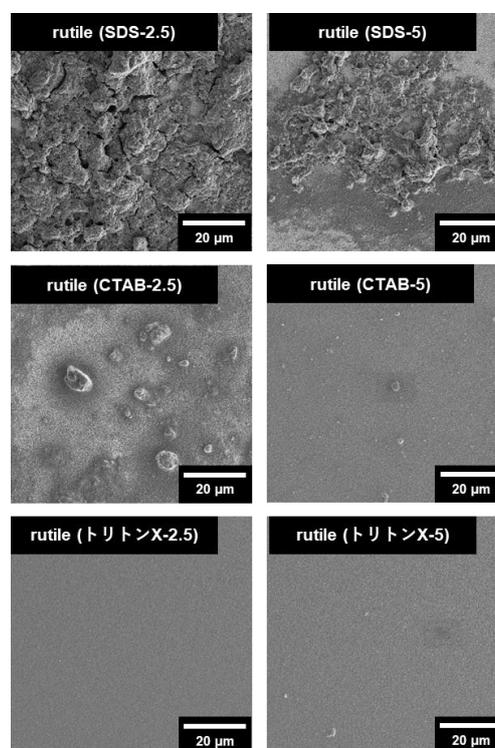


Fig. 1 各界面活性剤修飾 rutile 型 TiO₂ 分散液を成膜した FTO 基板表面

Table 1 使用した界面活性剤の種類及び物質量

| 界面活性剤の種類 | アニオン性 | | カチオン性 | | 非イオン性 | |
|----------|--|----------|--|----------|--|----------|
| 試薬名 | ドデシル硫酸ナトリウム (ラウリル硫酸ナトリウム) | | 臭化セチルトリメチルアンモニウム | | ポリオキシエチレン(10) オクチルフェニルエーテル (トリトン X-100) | |
| 略称 | SDS | | CTAB | | トリトン X | |
| 分子式 | CH ₃ (CH ₂) ₁₁ OSO ₃ Na | | [CH ₃ (CH ₂) ₁₅ N(CH ₃) ₃]Br | | (C ₂ H ₄ O) _n C ₁₄ H ₂₂ O | |
| 使用した物質量 | 5 mmol | 2.5 mmol | 5 mmol | 2.5 mmol | 5 mmol | 2.5 mmol |

謝辞：本研究は、東海大学総合研究機構「プロジェクト研究」の援助を受けて行ったものである。

[1] K. Tomita et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **45** (2006), 2378

[2] 國吉望月 他, 公益社団法人日本セラミックス協会 第 31 回秋季シンポジウム, 講演予稿集, 1S04 (2018)

SAS 企業会員のご紹介 (2018 年度)

株式会社オーネックス



本社 〒243-0283 神奈川県厚木市上依知3012-3
TEL 046-285-0600 厚木工場 技術研究所
東松山工場 〒355-0071 埼玉県東松山市大字新郷88-23
TEL 0493-24-2931
長野工場 〒386-1212 長野県上田市富士山2416-10
TEL 0268-38-8010
山口工場 〒757-0003 山口県山陽小野田市山野井1366-2
TEL 0836-73-1311
URL http://www.onex.co.jp

営業品目

- ① ガス浸炭焼入焼戻し加工
② ガス浸炭浸空焼入焼戻し加工
③ 高周波焼入焼戻し加工
④ 真空熱処理加工
⑤ アルミ合金、銅合金などの熱処理
⑥ ガス窒化(ガス軟酸化)加工



株式会社 オプトニクス精密

住所 〒326-0037 栃木県足利市富士見町 26
TEL 0284-43-3611 FAX 0284-43-0707
URL http://www.optnics.co.jp/

主な取り扱い商品
超精密、超微細製品の企画、
技術開発、製造販売

オリエンタル エン지니어リング 株式会社

所在地: 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里 2-2-9-1
連絡先: 川越工場

TEL 03-3802-4311 FAX 03-3803-4614

http://www.oriental-eg.co.jp

<技術紹介>

表面熱処理技術の総合メーカーとして常に最新技術を提供し、熱処理
設備・熱処理加工については、総合技術力で対応いたします。

◎ 世界初の雰囲気制御付真空浸炭炉『NEOVIA』

◎ 各種熱処理設備のラインナップ

◎ 浸炭処理、ガス軟酸化処理、高周波、真空処理、P-CVD、
S-DLCコーティング処理等

OhStrong!

熱処理設備全自動ライン
(弊社新設工場)



☆経産省・中小企業庁より

2007年度「元気なモノ作り中小企業300社」に選出

☆2007年度第17回産学協会の「技術賞」を受賞

P-CVDアルファロゴス 世界初のマグネシウム合金型の

成型用ブリーを完成 <TIAISICNO系ナノコンジット膜>

関東冶金工業株式会社

住所 〒254-0014 平塚市四之宮 2543
TEL 0463-55-2511 FAX 0463-55-8884
URL http://www.k-y-k.co.jp

主な取り扱い商品
工業用熱処理炉

旭東ダイカスト株式会社

KYOKUTO DIE-CASTING CO.,LTD

創業100年をもち、機械的発展を推進し、常に最先端を維持し、構造改良、2次元加工、新技術の開発、
中級・上級の拡大、社員力の向上教育、設備を常に更新する。

～ 新設ダイカスト工場、世界一を目前に ～

所在地 〒358-0111 神奈川県東上郡山形町山形町50
TEL 0465-23-2558
FAX 0465-23-6558
E-mail: k.yokuto@kyokuto.co.jp

代表取締役 磯川 孝弘
担当役員 大野 孝弘
従業員数 420名(男)

主要製品 鋳造・鍛造・切削加工の製品製造から合金等製品まで幅広く、

製品品目 航空機部、油圧部品、電子機器、産業用部品

得意先 航空機、電子機器、自動車、船舶、建設機械、農機、建設機械、建設機械、建設機械

主要設備 1. 1500mm 真空炉 2. 1000mm 真空炉 3. 1000mm 真空炉

4. 1000mm 真空炉 5. 1000mm 真空炉 6. 1000mm 真空炉

7. 1000mm 真空炉 8. 1000mm 真空炉 9. 1000mm 真空炉

10. 1000mm 真空炉 11. 1000mm 真空炉 12. 1000mm 真空炉

13. 1000mm 真空炉 14. 1000mm 真空炉 15. 1000mm 真空炉

16. 1000mm 真空炉 17. 1000mm 真空炉 18. 1000mm 真空炉

19. 1000mm 真空炉 20. 1000mm 真空炉 21. 1000mm 真空炉

22. 1000mm 真空炉 23. 1000mm 真空炉 24. 1000mm 真空炉

25. 1000mm 真空炉 26. 1000mm 真空炉 27. 1000mm 真空炉

28. 1000mm 真空炉 29. 1000mm 真空炉 30. 1000mm 真空炉

31. 1000mm 真空炉 32. 1000mm 真空炉 33. 1000mm 真空炉

34. 1000mm 真空炉 35. 1000mm 真空炉 36. 1000mm 真空炉

37. 1000mm 真空炉 38. 1000mm 真空炉 39. 1000mm 真空炉

40. 1000mm 真空炉 41. 1000mm 真空炉 42. 1000mm 真空炉

43. 1000mm 真空炉 44. 1000mm 真空炉 45. 1000mm 真空炉

46. 1000mm 真空炉 47. 1000mm 真空炉 48. 1000mm 真空炉

49. 1000mm 真空炉 50. 1000mm 真空炉 51. 1000mm 真空炉

52. 1000mm 真空炉 53. 1000mm 真空炉 54. 1000mm 真空炉

55. 1000mm 真空炉 56. 1000mm 真空炉 57. 1000mm 真空炉

58. 1000mm 真空炉 59. 1000mm 真空炉 60. 1000mm 真空炉

61. 1000mm 真空炉 62. 1000mm 真空炉 63. 1000mm 真空炉

64. 1000mm 真空炉 65. 1000mm 真空炉 66. 1000mm 真空炉

67. 1000mm 真空炉 68. 1000mm 真空炉 69. 1000mm 真空炉

70. 1000mm 真空炉 71. 1000mm 真空炉 72. 1000mm 真空炉

73. 1000mm 真空炉 74. 1000mm 真空炉 75. 1000mm 真空炉

76. 1000mm 真空炉 77. 1000mm 真空炉 78. 1000mm 真空炉

79. 1000mm 真空炉 80. 1000mm 真空炉 81. 1000mm 真空炉

82. 1000mm 真空炉 83. 1000mm 真空炉 84. 1000mm 真空炉

85. 1000mm 真空炉 86. 1000mm 真空炉 87. 1000mm 真空炉

88. 1000mm 真空炉 89. 1000mm 真空炉 90. 1000mm 真空炉

91. 1000mm 真空炉 92. 1000mm 真空炉 93. 1000mm 真空炉

94. 1000mm 真空炉 95. 1000mm 真空炉 96. 1000mm 真空炉

97. 1000mm 真空炉 98. 1000mm 真空炉 99. 1000mm 真空炉

100. 1000mm 真空炉 101. 1000mm 真空炉 102. 1000mm 真空炉

103. 1000mm 真空炉 104. 1000mm 真空炉 105. 1000mm 真空炉

106. 1000mm 真空炉 107. 1000mm 真空炉 108. 1000mm 真空炉

109. 1000mm 真空炉 110. 1000mm 真空炉 111. 1000mm 真空炉

112. 1000mm 真空炉 113. 1000mm 真空炉 114. 1000mm 真空炉

115. 1000mm 真空炉 116. 1000mm 真空炉 117. 1000mm 真空炉

118. 1000mm 真空炉 119. 1000mm 真空炉 120. 1000mm 真空炉

121. 1000mm 真空炉 122. 1000mm 真空炉 123. 1000mm 真空炉

124. 1000mm 真空炉 125. 1000mm 真空炉 126. 1000mm 真空炉

127. 1000mm 真空炉 128. 1000mm 真空炉 129. 1000mm 真空炉

130. 1000mm 真空炉 131. 1000mm 真空炉 132. 1000mm 真空炉

133. 1000mm 真空炉 134. 1000mm 真空炉 135. 1000mm 真空炉

136. 1000mm 真空炉 137. 1000mm 真空炉 138. 1000mm 真空炉

139. 1000mm 真空炉 140. 1000mm 真空炉 141. 1000mm 真空炉

142. 1000mm 真空炉 143. 1000mm 真空炉 144. 1000mm 真空炉

145. 1000mm 真空炉 146. 1000mm 真空炉 147. 1000mm 真空炉

148. 1000mm 真空炉 149. 1000mm 真空炉 150. 1000mm 真空炉

株式会社旭東窒化研究所

所在地: 神奈川県茅野市三屋 42

TEL 0463-75-2211 / FAX 0463-75-3515

http://www.kyokuto-ikka.com

●窒化処理とは金属の表面硬化処理のことで、耐摩耗性、耐
腐食性の向上を目的としています。

当社はアンモニアガスによるガス窒化を専業としております。

日本最大級の直径2.2mの大型炉2基と、長さ7mの長尺炉1基
を含め22基の円筒型炉を所有し、短納期に対応しています。



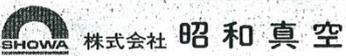
●対象部品:

工作機械部品、産業機械部品、内燃機関部品、建設機械部品、
航空機部品、自動車エンジン部品、ゲージ機械部品など

●ガス窒化専業会社として50年の窒化技術の蓄積があります。
皆様のお役に立てますことを確認しております。

「光と電波」
情報通信・デジタル家電を支える昭和真空

「真空」をベースにした独自のノウハウで、
現在の多彩な先端技術産業に貢献



http://www.showashinku.co.jp

事業所

本社・相模原工場 〒229-1124 神奈川県相模原市田名 3062 番 10 号

TEL: 042-764-0321 FAX: 042-764-0329

営業所・大野台 〒229-0011 神奈川県相模原市大野台五丁目 16 番 41 号

第二工場 TEL: 042-754-1331 FAX: 042-758-1062

大野台パーセンター 〒229-0011 神奈川県相模原市大野台二丁目 27 番 2 号

営業種目

水晶デバイス用、光学薄膜用、電子デバイス用などの総合的な
真空関連装置並びに真空機器等。

真空蒸着装置、スパッタリング装置、イオンエッチング装置、
イオンプレーティング装置、ドライエッチング・アッシング装置、

真空冶金(溶解、熱処理、焼結、脱ガス装置、
光学薄膜用モニター(多色式、淡色式)、IAD冷陰極イオンソース、

液晶注入装置、有機EL用蒸着装置、その他

第一熱処理工業株式会社

DAI-ICHI HEAT TREATMENT INDUSTRY CO.,LTD

所在地 本社・船橋工場 〒237-0016

船橋市潮見町16-2

連絡先 TEL 047-433-2381 FAX 047-433-0222

ホームページ http://www.ichi-netsu.co.jp

採用情報 http://www.ichi-netsu.co.jp/recruit/index.html

E-mail info@ichi-netsu.co.jp

<営業種目>

熱処理・機械加工・検査までの一貫体制

<設備>

台車炉: W3,600xL12,000xH2,500他 6機

連続炉: φ20~350x3,000~22,000 3ライン

ピット炉: φ1,000xH1,500他 5機

機械設備: 小型~大型旋盤 8機

BTA深溝加工機 小型~大型 4機

<技術紹介>

連続炉は丸棒・パイプ専用炉として

曲がらない熱処理が可能です

熱処理+加工一検査まで何でもご相談下さい



Cライン
連続炉

光と熱源のハイオニオ
岳石電気株式会社

住所 〒259-1306 秦野市戸川 125-1

TEL 0463-75-1682 FAX 0463-75-4188

URL http://www.takeishi.co.jp



主な取り扱い商品

タングステン、モリブデン、レアメタル金属素材使用
による 自動車産業機器、他

株式会社 巴商会

所在地: 〒144-8505 東京都大田区南蒲田1-1-25
 連絡先: TEL:03-3734-1116 FAX: 03-3734-8900
 URL: <http://www.tomoeshokai.co.jp>

We are versed in Gases.
 ISO14001
 証登録番号99ER・04

信頼のガスで、未来を開く

IT、バイオ、地球環境等
 21世紀においても、巴商会では
 ささまざまな力でお客様と共に
 時代を築きます。

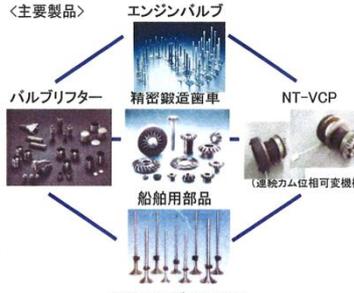
巴商会では酸素・窒素・アルゴン・ヘリウムをはじめとする
 1,000種類以上の産業用ガス、また、それらを使用する際
 の機器や産業用ガスの消費設備をお客様にご提供していま
 す。技術部門、商品分析部門があるのもお客様のニーズにお
 応えするためです。

◆東海大学出身者29名活躍中！！

◆ NITTAN VALVE CO.,LTD.

<挑戦・創造・スピード>をモットーに、市場のニーズを
 先取りした総合的な提案を致します。

日鍛バルブは、エンジンバルブを始め、その他製品で環境
 規制への貢献はもとより、もの造りにおいても新しい発想と工夫
 により、環境との調和を考慮しエクセレントカンパニーを目指します



日鍛/バルブ株式会社

住所: 〒257-0031 秦野市曾屋518番地
 TEL: 0463-82-1311 FAX: 0463-82-7413
 URL: <http://www.niv.co.jp>

日本バルブパーツ(株)

本社・工場: 〒276-0046
 千葉県八千代市大和田新田 601-36
 TEL: 047-450-7111 FAX: 047-450-7011
 URL: <http://www.takuminowaza.com>
 白河工場: 福島県白河郡西郷村大字小田倉字太平 525-1
 日中合弁: 西安西安西立電子有限公司

—世界を駆け巡る NBP の機能部材—

- 電子機器** リードリレー、タンクスポンジヤローフ、5A電圧調整器 (5A調圧器)
- 情報機器** 磁気ローラ (MRフルローラ)、エンドレスベルト、電磁流断電式電圧コネクタ
- 自動車** コネクタ用E31098合金、ステンレス鋼のイヤローフ
- アストロノクス** 特殊合金調整機 (導管・筒・調整機)、差別調整機 (導管・筒・調整機)、出力増大調整機
- 航空機** カテーテル、マイクロチップ
- 種別・精密機器** ステンレス鋼製合金 (防錆性能・コネクタ用)、電圧調整器



PARKER SUPER NITRIDING

パーカー・S・N工業株式会社

所在地 〒252-1108 神奈川県横浜市深谷上8丁目20番27号
 連絡先: TEL 0467-78-6760 FAX 0467-78-6763
<http://www.parker.sn.co.jp>
 工場: 本社工場 水戸工場

<熱処理加工>

- ガス窒化 ガス浸炭窒化 ガス軟窒化
- ガス浸炭 ガス浸炭窒化 ADI 等各種処理



顧客の信頼と満足を得る
 品質を安定的に供給する

ISO14001 認証取得

環境スローガン
 私たちは、地球にやさしく、
 人にやさしい会社でありつづけます



株式会社 山本科学工具研究社

住所 〒273-0018 船橋市栄町2-15-4
 TEL 047-431-7451

主な取り扱い商品
 硬さ基準片

'18 SAS Symposium ABSTRACTS

平成 30 年 11 月 8 日発行

編集発行 SAS (Society of Advanced Science)

〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学湘南キャンパスJ館 4階

TEL 0463-50-5505 FAX 0463-50-5506

E-mail jased@sas-jas.gr.jp URL <http://www.sas-jas.gr.jp>

発行人・山田 豊

© 2018 Society of Advanced Science