

'08 SAS
Intelligent Symposium

ABSTRACTS

日時：2008年11月13日（木）～14日（金）

10：30～16：30

場所：東海大学湘南校舎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

20th < '08 SASインテリジェントシンポジウム&技術展示会スケジュール >

日時：2008年11月13日（木）・14日（金） 10：30～16：30

場所：東海大学湘南校舎17号館2階 ネクサスホール

時 間	内 容	場 所
13日(木)	9：15 受付開始 ポスター準備 技術展示会準備 10：30 開会式 開会の挨拶 10：40 技術展示会、 ショートプレゼンテーション (A)～(D) 休 憩 14：00 午後の部開始 ポスター発表開始 発表領域(A)～(D) 16：30 終 了	<終日：ネクサスホール> ＊ポスター発表 ＊ショートプレゼンテーション ＊技術展示会
14日(金)	9：15 受付開始 10：30 技術展示会、 ショートプレゼンテーション (E)～(I) 休 憩 14：00 午後の部開始 ポスター発表開始 発表領域(E)～(I) 16：30 終 了 閉会式 講 評 閉会の辞 17：00 ポスター撤去、会場かたづけ	<終日：ネクサスホール> ＊ポスター発表 ＊ショートプレゼンテーション ＊技術展示会

'08 SASインテリジェント・シンポジウム実行委員会

実行委員長 : 若木守明（東海大学工学部光・画像工学科）
 副実行委員長 : 小野宗一（株式会社極東窒化研究所代表取締役社長）
 実行委員 : 秋山泰伸（東海大学工学部応用化学科）
 内海倫明（東海大学工学部エネルギー工学科）
 沖野成紀（東海大学教養学部芸術学科音楽課程）
 須田不二夫（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）
 藤川智栄美（東海大学工学部光・画像工学科）
 藤城武彦（東海大学理学部物理学科）
 山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

20th < ' 08 SAS インテリジェント・シンポジウム 題目一覧 >

東海大学湘南校舎 17 号館 2 階ネクサスホール 2008. 11. 13～2008. 11. 14

A・インテリジェント材料・ナノテク

*発表者 **指導教員

A-1 カーボンナノチューブ (CNT) を添加した電気二重層キャパシタ (EDLC) の評価

*戸谷祐介 (東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻) **庄善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

A-2 CNT を添加した捲回型電気二重層キャパシタ (捲回型 EDLC) の開発

*今野学 (東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻)、**庄善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

A-3 圧延法による薄型電気二重層キャパシタの作製

*村田洋紀 (東海大学電子情報学部電気電子工学科)、**庄善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

A-4 ステンレス鋼/純鉄シース MgB₂ 極細線材の加工性と超伝導特性

*下澤 雅裕、永留 浩司 (東海大学工学部材料科学科) 根本 豊、大木 茂人 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

**山田 豊 (東海大学工学部材料科学科) **太刀川 恭治 (東海大学工学部材料科学科)

A-5 Superconducting properties and structures of MgB₂ wires prepared by external diffusion process using Mg tube

*^aYOKOYAMA Hiroki, ^bHORI Takayuki, ^bWADA Kyosuke, **YAMADA Yutaka, **TACHIKAWA Kyoji

^aDepartment of Materials Science, School of Engineering, Tokai University

^bCourse of Metallurgical Engineering, Graduate School of Engineering, Tokai University

A-6 水素濃度で制御可能な大型柔構造ロボットアーム用水素吸蔵合金粉末分散複合高分子材料の基礎的研究

*大川準也 (東海大学工学部材料科学科)、久保大司 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
島津明雄 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、海老原祥秀 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
国京伸明 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻) 内田晴久 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)
**西義武 (東海大学工学部材料科学科)、

A-7 人工筋肉用水素吸蔵合金薄膜の運動ひずみに与えるスパッタ条件の影響

*島津明雄 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、久保大司 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
内田晴久 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境過程)、**西義武 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

A-8 自動車ボディ用溶媒キャスト法による Al 粉末分散アクリル樹脂の特性評価

*海老原祥秀、国京伸明、末永竜一、**西義武 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

A-9 振動発電用 Fe-Pd 合金磁歪の磁歪特性に及ぼす成膜基板温度の影響

*佐宗駿 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、久保大司 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
松村義人 (東海大学大学院理工学研究科)、**西義武 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

A-10 ロボットアーム用水素吸蔵合金薄膜を用いた可逆運動機能素子の基礎的研究

*加藤孝浩 (東海大学工学部材料科学科)、島津明雄 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
久保大司 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、内田晴久 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境過程)、
**西義武 (東海大学工学部材料科学科)

A-11 医療用ガラスの電子線照射による防曇効果

*針替伸拓 (東海大学工学部材料科学科)、高田啓介 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
平良夫 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、岩田圭祐 (東海大学大学院理工学研究科理工学専攻)
利根川昭 (東海大学大学院工学研究科理工学専攻)、**西義武 (東海大学工学部材料科学科)

A-12 エクステリア用 AI 粉末分散高分子の食塩水中における吸水特性

*末永竜一(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、神田昌枝(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、伊藤慶祐(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、**西義武(東海大学工学部材料科学科)、

A-13 超小型飛翔体用磁歪材料の基礎的研究

*久保大司(東海大学工学部材料科学科)、高橋啓介(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、松村義人(東海大学連合大学院理工学研究科理工学専攻)、**西義武(東海大学連合大学院理工学研究科理工学専攻)

A-14 アルミニウムを被覆した炭素繊維の引張特性に関する研究

*広中直人(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、**西義武(東海大学工学部材料科学科)

A-15 TFA-MOD 法 YBCO 超伝導テープ線材を用いた 1,000 A 級円筒型電流リードの通電特性

*窪田 雅紀、木村 侑祐(東海大学工学部材料科学科)
*大木 茂人、堺 智、塩原 敬(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻) **山田 豊(東海大学工学部材料科学科)
**太刀川 恭治(東海大学工学部材料科学科)

A-16 TFA-MOD 法 YBCO 超伝導テープ線材を用いた 1,000 A 級平角型電流リードの通電特性

*木村侑祐、窪田雅紀(東海大学工学部材料科学科) 大木茂人、堺 智、塩原 敬(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、**山田 豊(東海大学工学部材料科学科) **太刀川恭治(東海大学工学部材料科学科)

A-17 In-situ 法 MgB₂ 超伝導線材の作製過程における脱水素の影響

*永留 浩司、下澤雅裕(東海大学工学部材料科学科) 大木 茂人、根本 豊(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)
**山田 豊(東海大学工学部材料科学科) **太刀川 恭治(東海大学工学部材料科学科)

A-18 カーボンナノチューブ作成時の圧力変化による影響

*田中勇太(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻)、**庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

A-19 CNT の選択成長技術に使用するマスクの開発

*石川俊輔(東海大学電子情報学部電気電子工学科)、**庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

A-20 カーボンナノチューブの選択成長技術の開発

*佐藤耕平(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻) **庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

A-21 CNT を添加した導電性ポリイミド膜の作製

*西村亮祐(東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻) **庄善之(工学部電気電子工学科)

A-22 酵素反応を利用した自立型送液ポンプに関する研究

*佐藤悠大(東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部)、大越隆弘(東京電機大学 理工学部)、小島洋一郎、長谷川博一(苫小牧工業高等専門学校) 齊藤浩一、工藤寛之、**三林浩二(東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)

A-23 メカニカルグラインディング (MG) 処理した TiFe 合金の繰り返し水素吸収・放出反応速度の安定性

*井須良麦(東海大学工学部応用理学科エネルギー工学専攻)、服部公紀(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、小林淳一(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、原木岳史(東海大学 研究支援・知的財産本部 技術共同管理室)、*宮本泰男(東海大学 研究支援・知的財産本部 技術共同管理室)、**内田裕久(東海大学工学部エネルギー工学科)

B・自然・環境エネルギー

B-1 CNT 添加形電気二重層キャパシタを用いた燃料電池用二次電源としての応用

*吉田浩史(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻)、**庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

B-2 燃料溜め込み型セルおよび燃料循環型セルによる DMFC の性能評価

*小原和也(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻)、**庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

B-3 導電性PTFE樹脂膜を被覆した燃料電池用ステンレスセパレータの開発

*高橋健太(東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻)、**庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

B-4 起動初期の固体高分子形燃料電池の評価

*瓶子司(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻)、**庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

B-5 a-C 膜被覆の燃料電池用セパレータの開発

*石垣俊輔(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻)**庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

B-6 a-C 薄膜被覆ステンレス製捕集電極を用いた電気二重層キャパシタ

*井野浩行(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻)、**庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

B-7 希土類水素吸蔵合金の初期水素吸収速度に及ぼすイオン照射・アルカリ処理の影響

*岸本雅彦(東海大学工学部応用理学科エネルギー工学専攻)、青根茂雄(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、阿部浩之((独)日本原子力研究開発機構)、**内田裕久(東海大学工学部エネルギー工学科)

B-8 閉ループ内熱対流数値シミュレーション ～対称性を人為的に操作すると～

*増子友紀(教養学部人間環境学科自然環境課程)**三村和男(教養学部人間環境学科自然環境課程)

B-9 東海大学湘南キャンパスの気象学的特徴 ～南岸低気圧接近時の地形効果～

*野中立也(教養学部人間環境学科自然環境課程)**三村和男(教養学部人間環境学科自然環境課程)

B-10 半球規模地球流体室内実験 ～回転数連続変化実験～

*志賀佑毅(教養学部人間環境学科自然環境課程)**三村和男(教養学部人間環境学科自然環境課程)

B-11 環境エネルギーの地産地消—秦野市での導入に向けて—

*金子智恵美(東海大学大学院人間環境学研究所人間環境学専攻)**須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

B-12 温度時系列データによる自然循環流のカオス解析

*森 亮人(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、西川浩之(東海大学大学院人間環境学研究所人間環境学専攻) 沖野茂紀(東海大学教養学部芸術学科音楽学課程)、**須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

B-13 亜鉛金鳳梨～フラクタル次元の溶液濃度依存性～

*滝智行(東海大学教養学部人間環境学科)**須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科)

B-14 ヘリ - ショー - セルにおける粘性突起のフラクタル成長パターン ～フラクタル次元の温度依存性～

*杉浦崇之(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、鈴木勝真(東海大学大学院人間環境学研究所人間環境学専攻)

*須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

B-15 淡水濃度差直接発電～電極による出力への影響～

* 家亀 康之(東海大学教養学部人間環境学科 自然環境課程)、鷲頭 玄一(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

** 須田 不二夫(東海大学教養学部人間環境学科 自然環境課程)

B-16 AB₂型TiCr合金とMn混合試料の表面被毒に対する初期水素吸収反応速度の影響

*武田和明(東海大学工学部応用理学科エネルギー工学専攻)、義村喜士(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、

**内田裕久(東海大学工学部エネルギー工学科)

C・機械・材料工学

C-1 航空機構造材料用炭素繊維界面強化型 Ti/Al 接合の強度評価

*三輪徳良（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、**西義武（東海大学工学部材料科学科）、

C-2 航空機用ガラス繊維強化型ポリマー(GFRP)の電子線照射とシランカップリング処理による強靱化

*高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、平良夫（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
岩田圭祐（東海大学大学院理工学研究科総合理工学専攻）、**西義武（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）

C-3 繊維含有量を増加させた超高層建築物用プレストレストCFRPの機械的特性

*岡田壮史（東海大学工学部材料科学科）、三輪徳良（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、**西義武（東海大学工学部材料科学科）

C-4 F1用炭素繊維界面強化複合材の強度評価

*村田透（東海大学工学部材料科学科）**西義武（東海大学工学部材料科学科）、三輪徳良（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、

C-5 航空機用CFRTPの製造プロセスに及ぼす電子線照射の影響

*武井廣明（東海大学工学部材料科学科）、高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
末永竜一（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、岩田圭祐（東海大学大学院理工学研究科総合理工学専攻）
**西義武（東海大学工学部材料科学科）、利根川昭（東海大学理学部物理学科） Michelle Salvia (ECL)、Alain Vautrin (ENSM. SE)

C-6 巨大スタジアム屋根用ポリカーボネートの吸水による機械的性質の変化

*山本達也（東海大学工学部材料科学科）、末永竜一（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
海老原祥秀（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、山本航（東海大学大学院理学研究科物理学専攻）、
新屋敷直木（東海大学大学院理学研究科物理学専攻）**西義武（東海大学工学部材料科学科）

C-7 微量の希土類元素(Y, Lu)を添加したクロミア生成耐熱合金の1473および1573Kにおける高温酸化挙動

*佐々木佑介（湘南工科大学マテリアル工学科）、糸岡優、副島淳兵（湘南工科大学マテリアル工学科）
村上義弘、宍戸統悦（東北大学金属材料研究所）、**天野忠昭（湘南工科大学マテリアル工学科）

C-8 微量のYまたは貴金属(Pd, Pt)を添加したアルミナ生成耐熱合金の酸素-水蒸気雰囲気におけるサイクル酸化

*和田晴生（湘南工科大学マテリアル工学科）、小林真裕、小澤貴大（湘南工科大学マテリアル工学科）
小原和夫、宍戸統悦（東北大学金属材料研究所）、**天野忠昭（湘南工科大学マテリアル工学科）

D・教育・基礎科学

D-1 フルカラーLEDを用いた多重伝送光通信のデモ機の製作

*深見雄太（東海大学電子情報学部電気電子工学科）、**庄善之（東海大学電子情報学部電気電子工学科）

D-2 フラクタルを活かした環境教育

*鈴木 勝真（東海大学大学院人間環境学研究科人間環境専攻）

**須田不二夫（東海大学大学院人間環境学研究科人間環境専攻）、

D-3 音楽が植物に及ぼす遺伝子レベルでの影響Ⅱ：クラシック音楽の場合

*長田理沙（東海大学教養学部芸術学科音楽学課程）、山田朝子（東海大学大学院人間環境学研究科人間環境学専攻）、
室田憲一（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、須田不二夫（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、
**沖野成紀（東海大学教養学部芸術学科音楽学課程）

E・光・プラズマ理工学

E-1 透過型FDPの試作と評価

*松田俊輔（東海大学大学院工学研究科光工学専攻） **渋谷猛久（東海大学工学部光・画像工学科）

E-2 凸面形状の端面を有するコア拡大ファイバの設計と評価

* 館山航星 (東海大学大学院工学研究科光工学専攻)、藤川知栄美 (東海大学工学部光・画像工学科)、
** 渋谷猛久 (東海大学工学部光・画像工学科)

E-3 R, G, B-LED を用いたカラーホログラム高効率再生照明装置の開発

* 北村俊介 (東海大学大学院工学研究科光工学専攻)、** 渋谷猛久 (東海大学工学部光・画像工学科)

E-4 化学発光を用いた呼気成分計測に関する研究

* 安藤恵理 (東京医科歯科大学大学院生命情報科学教育部)、遠藤裕幸、高雄元晴 (東海大学情報理工学部) 高橋三男、三谷知世 (東京工業高等専門学校 物質工学科) 王昕、齊藤浩一、工藤寛之、** 三林浩二 (東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)

E-5 模擬ダイバータ重水素プラズマにおける真空紫外分光法による振動温度計測

* 中野渡歩 (東海大学理学研究科物理学専攻)、柴田俊充 (東海大学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)、
河村和孝 (東海大学)

E-6 オメガトロン型質量分析器を用いた粒子計測

* 石岡春樹 (東海大学理学部物理学科)、柴田俊充 (東海大学理学部物理学科)、中野渡歩 (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)、河村和孝 (東海大学)

E-7 ダイバータプラズマ模擬のためのパルスプラズマの生成

* 梶田貴司 (東海大学理学部物理学科)、柴田俊充 (東海大学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)、小野督幸 (東海大学理学部物理学科)、河村和孝 (東海大学)

E-8 イオンサイクロトロン共鳴法によるイオンの選択的分離

* 安田翔太 (東海大学理学研究科物理学専攻)、竹本典弘 (東海大学理学部物理学科)、小原康裕 (東海大学理学研究科物理学専攻)、小野督幸 (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)、河村和孝 (東海大学)

F・有機・高分子材料

F-1 溶媒キャスト法を応用した導電性材料のコスト削減

* 国京伸明 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、神田昌枝 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
** 西義武 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

G・生命生理工学

G-1 ハイドロキシアパタイトに対する脱灰、石灰化処理効果の研究

* 矢崎俊悟 (東海大学工学研究科光工学専攻)、砂田美和 (王子コーンスターチ株式会社)、** 若木守明 (東海大学工学研究科光工学専攻)

G-2 運動残効知覚中の脳波、および疲労との関連性の検討

* 芹澤由洋 (東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)、大塚光明 (東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)、早坂明哲 (日本医科大学情報科学センター)、木村達洋 (東海大学開発工学部情報通信工学科)、田所裕之 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、岡本克郎 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、** 山崎清之 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-3 動的錯視知覚中の脳波の検討

* 大塚光明 (東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)、芹澤由洋 (東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)、早坂明哲 (日本医科大学情報科学センター)、木村達洋 (東海大学開発工学部情報通信工学科)、** 山崎清之 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、田所裕之 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、岡本克郎 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-4 UV-LED を用いた NADH 蛍光検出型アルコールガスセンサに関する研究

* 石丸英孝、鈴木祐貴、月精智子、齊藤浩一、工藤寛之、** 三林浩二 (東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)、
沢井政之 (東海大学大学院 工学研究科)

G-5 弾性率の変化が及ぼす血圧波形の変化と反射波の重畳についての検討

*川島淳 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、平柳圭佑 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、
安齋洋平 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、田久保力 (東海大学開発工学部医用生体工学科)
**柁淵嘉夫 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-6 Effect of Tissue Culture Conditions on Growth of Sweet Potato Plantlets Cultivated *Ex Vitro* without Acclimatization

Raihana binti Zainudin and Shinsaku TAKAYAMA Department of Biological Science and Technology, Tokai University

G-7 反射波が血圧波形に及ぼす影響についての検討

*平柳圭佑 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、川島淳 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、安齋洋平 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、
田久保力 (東海大学開発工学部医用生体工学科) **柁淵嘉夫 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-8 血液粘性が血管弾性率の非線形性に及ぼす影響

*田久保力 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、川島淳 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、安齋洋平 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、
平柳圭佑 (東海大学開発工学部医用生体工学科) **柁淵嘉夫 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-9 血液の粘性変化と圧較差現象との関係

*安齋洋平 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、田久保力 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、
川島淳 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、平柳圭佑 (東海大学開発工学部医用生体工学科) **柁淵嘉夫 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-10 ダニアルレゲン測定のための光ファイバ式蛍光免疫計測システムに関する研究

*板橋玄 (東京工科大学 バイオニクス学部)、越田智之、矢野和義 (東京工科大学大学院 バイオ情報・メディア研究科)
宮島久美子、齋藤浩一、工藤寛之、**三林浩二 (東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)

G-11 Diamond-like carbon (DLC) 膜表面における血液適合性

*脇 雅幸 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、**望月 明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-12 各種 Diamond-like Carbon (DLC) 表面における組織細胞増殖性について

*小俣 智範 (東海大学 開発工学部 医用生体工学科)、**望月 明 (東海大学 開発工学部 医用生体工学科)

G-13 各種高分子材料の生体適合性

*永嶋 竜弥 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、**望月 明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-14 2-ヒドロキシエチルアクリルアミド共重合体における水の構造と血液適合性について

*花嶋 佑里恵 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、伴野 友郁 (東海大学開発工学部医用生体工学専攻)
**望月 明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-15 HEMA-MMA 共重合体における水の構造と血液適合性

*並木 崇大 西森 祐介 (東海大学開発工学部医用生体工学専攻) **望月 明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-16 ATRPにて合成したHEMA/MMA共重合体における水の構造と物性

*島田朋尚 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、並木崇大 (東海大学開発工学部医用生体工学専攻)
**望月明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

G-17 N-置換 acrylamide 系共重合体の水の構造と血液適合性

*伴野友郁 (東海大学大学院開発工学研究科)、伊奈郁乃 (東海大学開発工学部医用生体工学科)
**望月明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、田中賢

G-18 パーソナルコンピュータを用いた定量的色覚検査法の構築

*成岡亮（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）**衛藤憲人（東海大学開発工学部医用生体工学科）

G-19 超音波成分を多く含む箏特殊奏法の聴取効果の光トポグラフィ (NIRS) 測定

*渡部祐子（東海大学大学院芸術学研究科音響芸術専攻）**沖野成紀（東海大学教養学部芸術学科音楽学課程）、
*田丸智也（東海大学高輪教養教育センター）近藤真由（東海大学医学部基礎医学系）、灰田宗孝（東海大学医学部基礎医学系）

G-20 水封入マットにおける生体振動計測による簡易睡眠ステージ判定の検討

*能孝明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、
芹澤由洋（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、早坂明哲（日本医科大学情報科学センター）、
和泉周一（タニタ体重科学研究所）、佐々木敏昭（タニタ体重科学研究所）、**山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

G-21 “滝の錯視”及び“ピンナ錯視”知覚中の脳波の検討

*柏谷奈津希（東海大学開発工学部医用生体工学科）、増田美聡（東海大学開発工学部医用生体工学科）、芹澤由洋（東海大学大学院開発工学研究科
医用生体工学専攻）、大塚光明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、**山崎清之（東
海大学開発工学部医用生体工学科）、田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）

G-22 携帯音楽プレイヤーが聴覚特性に及ぼす影響

*冉然（東海大学大学院開発工学科医用生体工学専攻）、叶明（東海大学大学院開発工学科医用生体工学専攻）、芹澤由洋（東海大学大学院開発工
学科医用生体工学専攻）、大塚光明（東海大学大学院開発工学科医用生体工学専攻）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、早坂明哲
（日本医科大学情報科学センター）、**山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

H・薄膜・表面物性工学

H-1 ガドリニウム (Gd) 薄膜表面上における室温での水素・水の反応性

*榎本将明（東海大学工学部エネルギー工学科）、谷幸範（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、
村上翔一（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、**内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

カーボンナノチューブ (CNT) を添加した電気二重層キャパシタ (EDLC) の評価

* 戸谷祐介 (東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻) ** 庄善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

はじめに

電気二重層キャパシタ (EDLC) は、蓄電デバイスの一つで、二次電池に比べて急速充放電が可能であり、サイクル寿命が長いという特徴がある。

EDLC は、充放電時にエネルギーロスとなる直列抵抗成分 (ESR) を下げることで充放電効率を上げることができる。一般的な EDLC の分極電極には、活性炭に導電材としてアセチレンブラック (AB) を加えて ESR を下げている。これまでの研究で、AB の代わりに CNT を加えることで ESR が低減できる事を確認した。そこで今回は、電荷をためる役割をする分極電極の重量 (厚さ) を増加させ、CNT を添加することで、大容量、低 ESR の EDLC 作製を試みた。

実験

EDLC の分極電極は、活物質の活性炭、導電剤の CNT またはアセチレンブラック、結着剤の PTFE を均一に混ぜた後、圧粉成型によって作製した。活性炭を 80%, PTFE を 10%, 導電剤添加量を 10% 一定にし、分極電極の総重量を 30~180mg まで 30mg ずつ変化させて作製した。分極電極の直径は 10mm で一定としたため、重量を増加させると厚さが増す。厚さは 0.7mm~4.2mm であり、重量 30mg 増加に対し厚さが 0.7mm ずつ増加した。作製した EDLC は充放電試験によって評価を行った。充放電試験とは、EDLC に一定電流を加え、設定電圧まで充電させ、充電後に設定電圧まで放電させる。そのときの電圧の変化を測定する試験である。測定条件は、定電流 5mA および 50mA で充電電圧を 1.2V、放電電圧を 0.1V とし 5 サイクルとした。ここから得られたデータから EDLC の直列抵抗成分 (ESR) と静電容量を求めた。

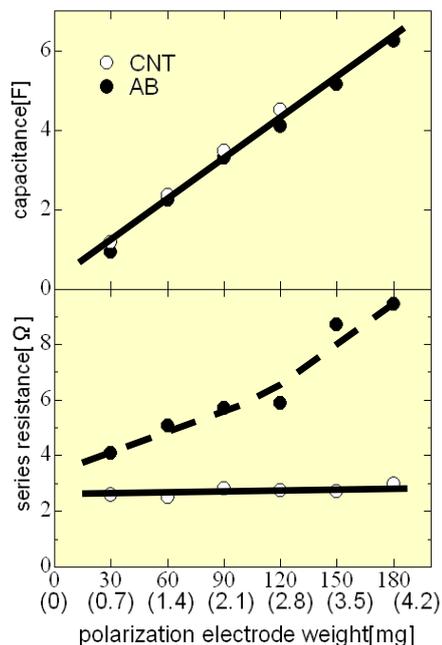
結果・考察

図 1 に分極電極の重量を増加させた場合の EDLC の特性を示す。図の横軸に分極電極の重量 (厚さ)、縦軸に静電容量および直列抵抗成分を示す。静電容量は分極電極重量の増加に比例して増加し、重量 60mg の場合、静電容量 2F、重量 180mg の場合、6F となった。直列抵抗成分は AB 添加の場合、重量 180mg で 9.5Ω と高い抵抗なのに比べて、CNT を添加した場合は 3Ω 程度で、分極電極重量が増加しても直列抵抗成分の増加が少なかった。

CNT は導電性が高く、細長い形状をしていることから、活性炭の間を縫うように入り込み、活性炭の抵抗をほとんど受けずに電気を流すことが出来たからだと考えられる。このため、分極電極の重量を増やし、厚さが増しても直列抵抗成分の増加を抑えることが出来たと考える。

まとめ

分極電極の重量を増加させた場合、静電容量も比例して増加した。AB を添加した場合、分極電極重量を増加していくと直列抵抗成分も増加した。CNT を添加した場合、分極電極重量を増加させても直列抵抗成分の増加は少なかった。これらの結果から AB に比べて CNT は分極電極の導電剤として優位性があるといえる。



(図 1 分極電極重量に対する 静電容量と直列抵抗成分)

CNT を添加した捲回型電気二重層キャパシタ (捲回型 EDLC) の開発

*今野学 (東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻)、**庄善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

【1. はじめに】

これまでの研究成果として、ボタン型電気二重層キャパシタ (EDLC) の分極電極にカーボンナノチューブ (CNT) を添加することにより、直列抵抗成分 (ESR) の低減を図ることができた。EDLC にはボタン型の他に捲回型があり、分極電極を薄膜化して巻いた構造によりボタン型に比べ ESR が低いという特徴を持っている。本研究では、分極電極に導電材として CNT を添加した捲回型 EDLC を作製し評価を行い、従来よりも ESR を低減した捲回型 EDLC の作製を試みた。また、比較のために導電材として一般的に用いられているアセチレンブラック (AB) を添加した捲回型 EDLC の作製も試みた。

【2. 作製方法】

CNT 又は AB を添加した捲回型 EDLC を作製するために、電極材料の塗料化を行った。NMP と PVDF の入ったスクリー管を約 45[°C]のお湯を張った超音波洗浄機に入れ、先にホモジナイザーを用いた攪拌を 1[min]、超音波洗浄機での攪拌を 15[min]行った。続いて、CNT 分散液又は AB をスクリー管に入れて NMP と PVDF の攪拌手順と同様の手順で攪拌した。最後に、200[°C]、1 時間の熱処理を行った活性炭をスクリー管へ入れ、NMP と PVDF の攪拌手順と同様の手順で攪拌し、分極電極塗料を完成させた。塗料をアルミ箔上に、面積 1.0×1.0[cm]の領域に塗布し、110[°C]設定のオーブンで 30[min]乾燥を行い、電極箔を完成させた。その後、分極電極部分を電解液で浸し、セルを組み立てて充放電試験を行った。

【3. 結果・考察】

測定をした結果、AB を添加して作製した EDLC の直列抵抗成分 (ESR) は、約 7~9[Ω]であった。一方 CNT を添加した場合、約 5~7[Ω]であった。CNT を添加したことで ESR は、AB を添加した場合よりも約 2[Ω]程度減少した。これは CNT を添加したことにより、細長い繊維状の CNT が活性炭間を結ぶ電氣的ネットワークを形成し、分極電極の導電性が高くなったことにより ESR が低減したと考えられる。また静電容量は、AB を添加した場合、約 0.45~0.59[F]であった。CNT を添加した場合、約 0.42~0.47[F]であった。この結果から、CNT の分極電極への添加による静電容量の増加は確認出来なかった。

【4. まとめ】

本研究では、分極電極の導電材として CNT を添加した捲回型 EDLC を作製し評価を行った。実験の結果より CNT を添加した場合、AB を添加した場合よりも ESR を約 2[Ω]程度低減できることができた。また、CNT を添加した場合と AB を添加した場合の静電容量の違いは見られなかった。以上のことより、捲回型 EDLC の導電材として CNT を用いることが有効であることがわかった。

Table1.CNT を 5[%]添加した場合の測定結果

	直列抵抗成分[Ω]	静電容量[F]
サンプル 1	6.68	0.437
サンプル 2	5.02	0.473
サンプル 3	6.27	0.420

Table2.AB を 5[%]添加した場合の測定結果

	直列抵抗成分[Ω]	静電容量[F]
サンプル 1	8.61	0.517
サンプル 2	6.89	0.594
サンプル 3	9.36	0.448

圧延法による薄型電気二重層キャパシタの作製

* 村田洋紀（東海大学電子情報学部電気電子工学科），** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

電気二重層キャパシタは、電解液中のイオンを電極に物理的に吸脱着させることによって電荷を蓄える蓄電デバイスである。この電気二重層キャパシタには静電容量が大きく、急速充放電が可能などの特徴がある。

これまでの本研究ではボタン型電気二重層キャパシタを作製していたが、ボタン型電気二重層キャパシタは直列抵抗成分（ESR）が高いという課題があった。本研究では電気二重層キャパシタの分極電極の厚さを、ボタン型分極電極の厚さ 1.2 [mm] から圧延法により 0.12 [mm] まで薄くすることで、直列抵抗成分を下げ損失を低減させることを目的とした。

2. 作製方法および評価方法

- (a) 分極電極の材料は、活性炭・PTFEである。活性炭：PTFE=9：1の割合で質量60 [mg] の分極電極を2枚作るために、活性炭107mg・PTFE13mgをメノウ乳鉢で乳棒を用いて固まるまで混合し、電子ばかりを用いて取り分ける。次に、金型に入れ200kgで5秒間圧粉する。
- (b) チューコーフローテープで厚さを調節したアクリル板上に圧粉した分極電極を置き、アクリル棒で圧延する。ここで膜厚計を用いて厚さ測定し、目標の厚さになったことを確認する。次に、直径11.5 [mm] のコルクローラーを用いて、圧延した分極電極1枚から2枚くり貫く。合計4枚作る。
- (c) 作った薄型分極電極を評価するために、電解液を染み込ませた薄型分極電極でセパレータ用紙を挟んだものを、更に白金集電極とガラス盤で挟みセルを組む。
- (d) ESRを評価するために組んだセルを30 [mA] で1.2 [V] まで充電した後に、30 [mA] で0.1 [V] まで放電する。この充放電を1サイクルとし、計5サイクル行なう。そのときの電気二重層キャパシタの電圧の変化を測定した。

3. 実験結果

図1に分極電極の厚さを1.2 [mm]から0.12 [mm]まで変化させた場合の電気二重層キャパシタのESRを示す。

厚さ1.2 [mm]として作製した場合、分極電極のESRは19.5 [Ω]となった。厚さを薄くさせると分極電極のESRの値は直線的に減少し、厚さ0.12 [mm]として作製した分極電極のESRは4.6 [Ω]となった。

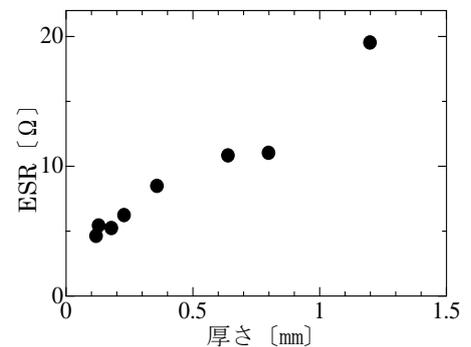


図1 ESRの厚さ依存性

4. 考察

分極電極の厚さを薄くすることで、分極電極の抵抗が減少し、それにより電気二重層キャパシタのESRが減少したと考えられる。

ステンレス鋼/純鉄シース MgB₂ 極細線材の加工性と超伝導特性

*下澤 雅裕、永留 浩司（東海大学工学部材料科学科） 根本 豊、大木 茂人（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻） **山田 豊（東海大学工学部材料科学科） **太刀川 恭治（東海大学工学部材料科学科）

1.はじめに

近年、金属系超伝導材料としては最も高い臨界温度 ($T_c=39\text{ K}$) を示す超伝導体 MgB₂ が発見された。超伝導体 MgB₂ は、Mg と B 粉末を用いて比較的容易に合成ができ、長尺の線材化については、PIT(Powder in Tube) 法により製造コストの低減が期待されている。

本研究では、ステンレス鋼/純鉄 2 重シースを用いた MgB₂ 極細線材を作製し、線引き加工時の加工性と超伝導特性について研究した。純鉄シースは MgB₂ との反応が比較的小さく、加工性が良好なため内側シースに使い、ステンレス鋼は本線材を電流リードとして用いることを想定し、熱伝導率の低いシース材として使用した。また、本線材の用途・分野は自己磁場～低磁場下であると考えられるので、これまで高磁場において臨界電流 I_c 向上に効果的な SiC 添加についても改めて見直すこととした。

2.実験方法

外径 6 mmφ、内径 4 mmφ の純鉄シースに 0～5 mass% の SiC 粉末を添加した MgH₂ 粉末およびアモルファス B 粉末を充填し、添加物として使用した SiC 粉末にはナノパウダーを用いた。溝ロール加工後、さらに 0.53 mmφ まで線引き加工した。その後、同線材を外径 0.8 mmφ、内径 0.6 mmφ のステンレス鋼管 (SS : SUS304) に挿入し、同様に線引き加工して、直径 0.53 mmφ より断面積が 1/2 になる線径毎に (0.38 mmφ、0.27 mmφ、0.19 mmφ) 試料を採取した。熱処理は、630°C×10 h の Ar 雰囲気中で行った。作製した MgB₂ 細径線材は光学顕微鏡 (OM) 及び SEM による組織観察を行った。また、ビッカース硬さ試験により、SS/Fe シース部の加工硬化を調査した。4.2 K における I_c の磁場依存性については物質・材料研究機構 (NIMS) において、10 K～30 K の I_c の温度および磁場依存性については岡山大学で測定した。

3.実験結果と考察

図 1 に SS/Fe シース (0.53～0.19 mmφ) におけるビッカース硬さと加工および熱処理条件との関係を示す。SS の線引き前 (0.8 mmφ) におけるビッカース硬度は 211 Hv であったが、線引き後 0.53 mmφ、0.38 mmφ、0.27 mmφ 及び 0.19 mmφ に加工するにつれ、381 Hv、415 Hv、526 Hv、617 Hv と加工硬化した。線引き加工後は、SS の方が Fe より約 120 Hv ほど高く、より加工硬化が進んでいる。また、熱処理後 SS は約 100 Hv、Fe は約 250 Hv 前後低下し、SS は Fe より硬度の低下が少なかった。

図 2 に MgB₂ 線材 0.53 mmφ、0.27 mmφ の 4.2 K における I_c の磁場依存性を示す。比較的高磁場においては、 I_c に及ぼす SiC 添加の効果は明らかであるが、約 2 T 以下の低磁場では、SiC 添加量の少ない方が I_c は高くなった。0.53 mmφ 線材では無添加 ($I_c=200\text{ A}$)、2 mass% SiC ($I_c=180\text{ A}$)、5 mass% SiC ($I_c=151\text{ A}$) の順に I_c は高かった。また、0.27 mmφ の線材においても、 $I_c=92\text{ A}$ 、77.5 A、69.5 A と同様の傾向を示した。

4.まとめ

- ・ステンレス鋼/純鉄シースの硬度は、線引加工度が高くなる（線材径が細くなる）につれ硬化し、ステンレス鋼は、381 Hv(0.53 mmφ)～617 Hv(0.19 mmφ)まで硬化した。一方、Fe シースは、ステンレス鋼ほど加工硬化せず、それぞれステンレス鋼より 120 Hv ほど低い値であった。
- ・MgB₂ コアに SiC 粉末を添加すると無添加に比べ高磁場側の I_c が向上するが、2 T 以下の低磁場においては、SiC 添加の効果は小さく、自己磁場下においては無添加線材の方が I_c は高くなった。

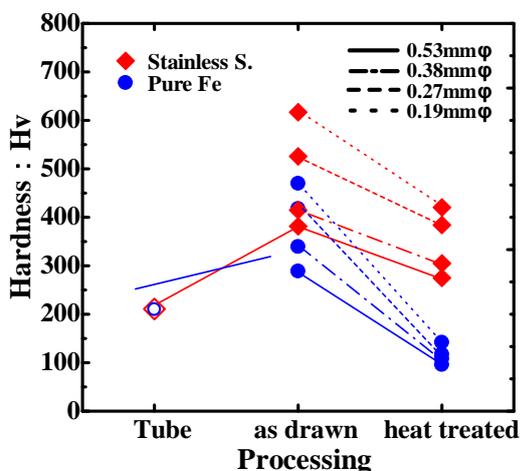


図 1 SS/Fe シース MgB₂ 線材におけるビッカース硬さと加工および熱処理条件との関係

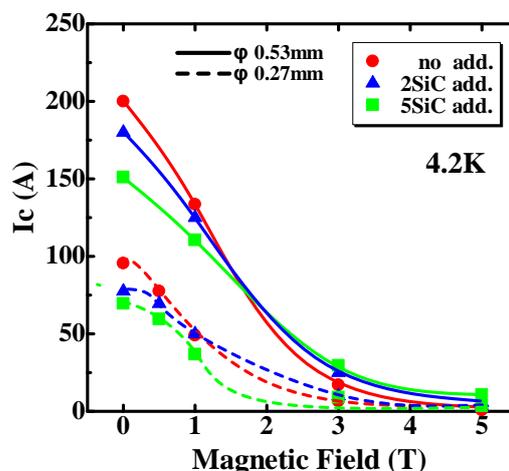


図 2 MgB₂ 超伝導線材 (0.53 mmφ、0.27 mmφ) の 4.2 K における I_c の磁場依存性

Superconducting properties and structures of MgB₂ wires prepared by external diffusion process using Mg tube

*^aYOKOYAMA Hiroki, ^bHORI Takayuki, ^bWADA Kyosuke, **^aYAMADA Yutaka, ***^aTACHIKAWA Kyoji

^aDepartment of Materials Science, School of Engineering, Tokai University

^bCourse of Metallurgical Engineering, Graduate School of Engineering, Tokai University

【Introduction】

MgB₂ is one of the metallic superconductors which was discovered in 2001. The transition temperature (T_c) of the MgB₂ is 39 K which is higher than other metallic superconductors. Also Mg and B are low cost materials.

Currently the powder-in-tube (PIT) process is most widely used. But the PIT process is based on powder sintering, and therefore it is difficult for achieving dense structures and avoiding void formation. On the other hand, there is another method to fabricate MgB₂ that is a diffusion process. Several investigations showed that process is effective to achieve higher density for MgB₂ in bulk form.

In the investigation the purpose is to evaluate the superconducting properties of the MgB₂. The MgB₂ superconductor is fabricated from a pure Mg tube and amorphous B powder inside of the Fe tube by a diffusion process. The fabrication of MgB₂ of diffusion process is a Mg tube placed around the inside of a Fe tube. it is called external Mg diffusion process. The proportion of Mg and B is changed to fabricate the proper composition of MgB₂. In addition to this, we also changed the condition of the subsequent heat treatment.

【Experimental】

Figure 1 shows a preparation procedure of MgB₂ wires by external diffusion process using Mg tube. The sheath material was a pure Fe tube with an outer diameter of 13 mm and an inner diameter of 6 mm. In this investigation, we carried out to change the proportion of Mg and B to fabricate the proper composition of MgB₂ (Mg:B=1:2). So we used two Mg tubes. the Mg tubes were with an outer diameter of 6.0 mm and an inner diameter 4.0 mm and the another one is 4.2 mm. These Mg tubes were inserted into the pure Fe tubes. The center of the hole was filled with a mixed powder of amorphous B and 5 mol% SiC nanoparticles. The composite was initially groove-rolled into a rod shape and then drawn into a wire of 1.0 mm and 0.8 mm in diameter without intermediate annealing. After drawing, the MgB₂ wire was heat treated under an Ar gas atmosphere. We carried out the heat-treatment at 630°C and 700°C for 3~10 h. The hot pressing was performed under 100 MPa with the heat-treatment conditions.

【Results and Discussion】

The Mg tube inside of the Fe tube was drawn into 0.07mm. Commonly the Mg metal is too difficult to cold-work at the room temperature, but it was drawn uniformly.

After heat treatment, the MgB₂ was formed at the center of the wire by the Mg metal diffused into B powder and reacted. Thereafter the vacancies were appeared with a small quantity of unreacted Mg metals. According to the results of X-ray diffraction (XRD) scans of the MgB₂ core under the heat treatment at 630°C for 1 h, there were almost no MgB₂ and the Mg metal remained. After 3 h under the heat treatment, the MgB₂ compound became dominant. The Mg peaks became weaker for longer reaction times due to the Mg consumption for MgB₂ formation. After 10 h, the peaks of the MgB₂ were strongly identified and also there was a small amount of Mg₂Si.

Figure 2 shows the magnetic field dependence of transport critical current density (J_c). We defined the cross-section area of the MgB₂ as the reacted area of Mg and B at the center of the wire. The J_c measured for the MgB₂ with heat treated at 630°C and the Mg6/4 mm for 10 h and no hot pressing is 118 A at 5 T. The J_c is 1.9×10³ A/mm². The J_c measured for the MgB₂ with hot pressing and the same heat treatment condition is 91 A and the J_c is 10×10³ A/mm². The decreasing causes the weak link among grains due to the MgB₂ structure was crushed by hot pressing. The J_c for the MgB₂ with the Mg6/4.2 mm is 128 A at 5 T and the J_c is 2.5×10³ A/mm². In this case, the diffusion distance between the Mg and B was shorter by drawn into 0.8 mm. So the Mg could react better with B to form the MgB₂ and the composition of Mg and B became almost the suitable stoichiometric proportion successfully. Therefore the sample made the highest value.

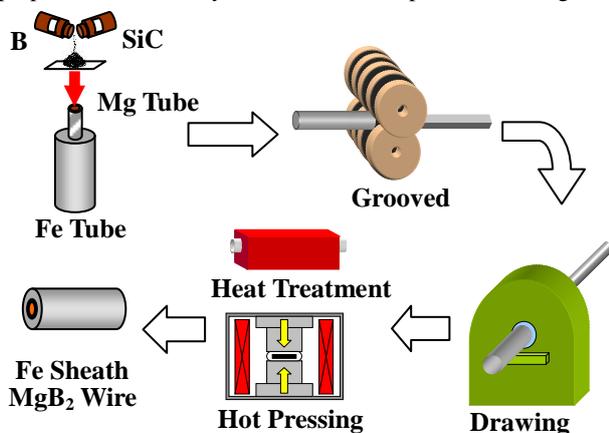


Fig. 1 Preparation procedure of MgB₂ wires by external diffusion process using Mg tube.

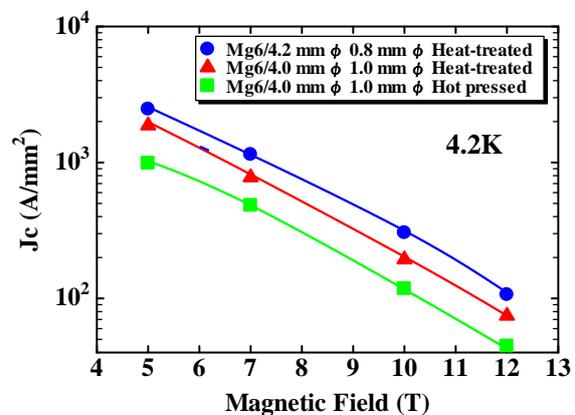


Fig. 2 Magnetic field dependence of J_c at 4.2 K for the MgB₂ wires heat-treated and hot pressed at 630°C for 10 h.

水素濃度で制御可能な大型柔構造ロボットアーム用水素吸蔵合金粉末分散複合高分子材料の基礎的研究

* 大川準也（東海大学工学部材料科学科）、久保大司（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
島津明雄（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、海老原祥秀（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
国京伸明（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）内田晴久（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）
* * 西義武（東海大学工学部材料科学科）、

【目的】

水素吸蔵合金の中でも特に LaNi_5 は、水素化により 24% の体積膨張に伴い高い発生応力を示すことが知られている。これまで、水素吸蔵による水素吸蔵合金の微粉化を防ぐため、薄膜化させることで研究を行ってきた。しかし、本来のバルク体の方が得られる力は大きい。バルク体の試料で運動量が向上することにより図 1 に示すようなマニピレータの関節部に应用することが期待できる。そこで、本研究では高分子に水素吸蔵合金粉末を含有させ疑似バルク体を作製した。また、将来的に水素吸蔵合金粉末の再使用を想定した上で、バルク体から容易に取り出せる溶媒キャスト法を採用し、基板材には ABS 樹脂、溶媒にはアセトンを用いた。この疑似バルク体によって水素吸蔵時の微粉化を防ぎ、新規の水素吸蔵素子を開発することを目的とした。

【方法】

ABS 樹脂とアセトンを混合して（モル分率 0.889）、液状にし、 LaNi_5 粉末（粒径 $45\mu\text{m}$ 以下）を 10、20、25、30、35、40、50、60、80vol%、および Pd 担持 Al_2O_3 を混合した（ LaNi_5 と Pd 担持 Al_2O_3 の混合比率は重量% で約 6 : 1）。その後、 $50\text{mm}\times 20\text{mm}\times 2\text{mm}$ の鋳型に混合した試料を鋳込み、直後に厚さ 1mm の ABS 樹脂基板を鋳型上部に設置し、バイモルフ構造とした。駆動実験は導入水素圧力 0.3MPa において 10000s 間水素導入を行い、ビデオカメラにて駆動を記録した。記録した静止画像から試料形状の曲率半径を計測し、歪量を算出した。また、走査型電子顕微鏡（SEM ; S-3200N, HITACHI）による試料断面観察を行った。

【結果】

LaNi_5 粉末の含有率の変化に伴い、歪量の変化を確認した。特に、 LaNi_5 粉末の含有率が 35vol% 分散した試料では水素導入時間 100s において 0ppm であったが、10000s においては 380ppm の運動量を得ることができた。

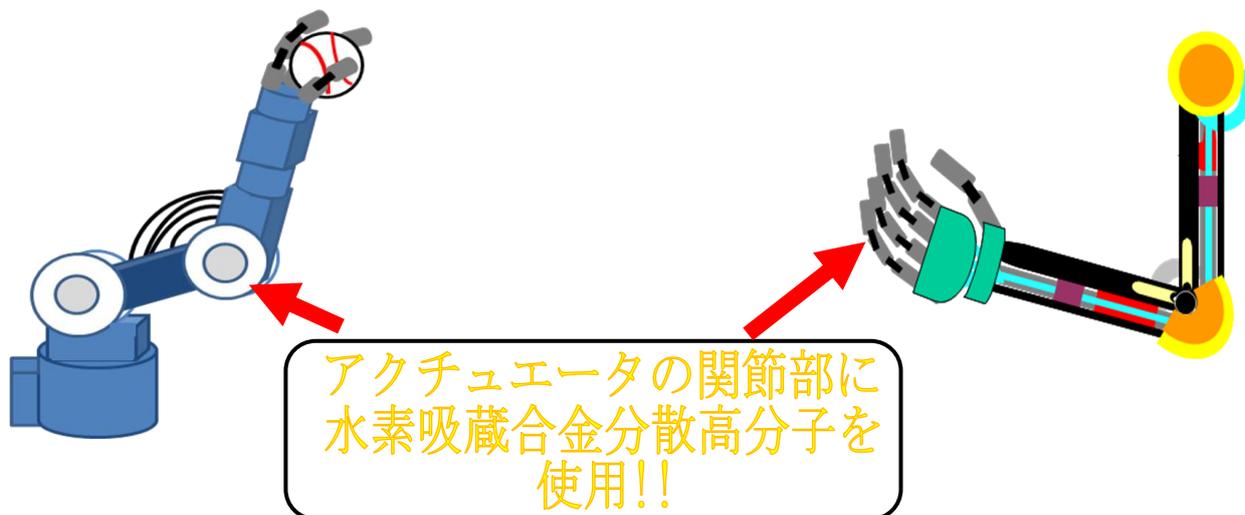


図.1 新規アクチュエータの模式図

人工筋肉用水素吸蔵合金薄膜の運動ひずみに与えるスパッタ条件の影響

* 島津明雄 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、久保大司 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、内田晴久 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境過程)、** 西義武 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

【緒言】

水素吸蔵合金の中でも特に LaNi_5 は、水素化による 24% の体積膨張に伴い高い発生応力を示すことが知られている。一方、水素吸蔵合金薄膜を始めとする多結晶金属薄膜は、成膜時のスパッタ条件を変化させることにより、その組織構造や水素吸蔵特性が変化することも知られている。これらの知見から、本研究グループではこの水素吸蔵合金の特長を利用し、薄膜化し基板に堆積させることで運動素子として利用する様々な研究を行ってきた。その中で、成膜時の基板温度、スパッタガス圧を変化させることで歪量に大きな影響が与えられ、運動機能の向上を確認した。そこで本研究では基板温度とスパッタガス圧を併せて変化させ、薄膜の組織構造を制御し、水素吸蔵合金薄膜運動素子の運動歪の向上を目的とし、研究を行った。

【実験方法】

ポリイミドシート基板の上に D.C. マグネトロンスパッタリング装置を用い、基板温度には 374K~574K の間かつスパッタガス圧には 0.4~1.0Pa の間で条件を選択し $\text{LaNi}_6\text{Al}_{0.5}$ 薄膜を堆積させた。さらに試料には Pd 薄膜を堆積させ、触媒処理を施した。駆動実験においては、導入水素圧力 0.3MPa で 1000s 間水素導入を行い、運動の様子をビデオカメラで記録した。記録した静止画像から試料形状の曲率半径を計測し、歪量を算出した。

【結果】

基板温度とスパッタガス圧を併せて変化させ成膜条件を変えることにより、歪量を制御できることを確認した。基板温度、ガス圧の変化に伴う歪量向上の原因は、水素吸蔵合金薄膜の金属組織や結晶構造により支配されることを確認した。

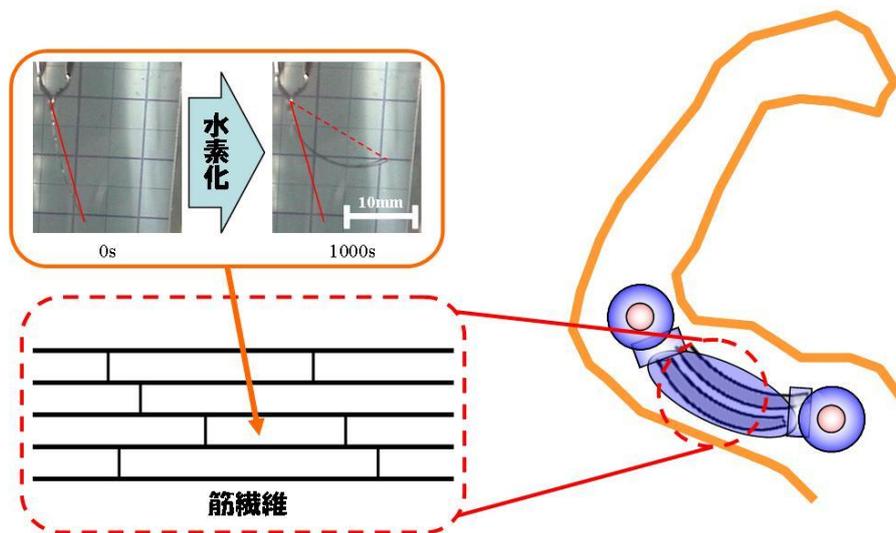


図 水素吸蔵合金薄膜を用いた人工筋肉の模式図

自動車ボディ用溶媒キャスト法による AI 粉末分散アクリル樹脂の特性評価

* 海老原祥秀、国京伸明、末永竜一、** 西義武（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）

【目的】

本研究室では高分子中に金属粉末を分散した複合材料の機械的特性・電気的性質を研究しており、金属粉末を分散させることで重量感や光沢があるなど、まるで金属のような質感で高級感を演出できる。そのため、図1に示すような自動車のボディ材料として応用が期待される。また、複合材料の作製方法の一つである溶媒キャスト法はプラスチック製鋳型を用いているために鋳型作製から試料を試作するまで日数を費やさないことから、幅広い試作品作製や基礎的研究が可能となることを見出した。そこで、本研究では溶媒キャスト法を用いて AI 粉末を分散した複合アクリル樹脂を作製し、その電気的特性と耐衝撃特性を評価することを目的とした。

【方法】

グローブバッグ内で、スクリー管を用いてアクリル樹脂とアセトンとを混合して液状とし、そこに AI 粉末を混合した。よく攪拌した後、ポリエチレン製鋳型を用いて成型した。作製した試料の電気特性と耐衝撃特性をそれぞれエレクトロンメータ、シャルピー衝撃試験機を用いて評価した。また、シャルピー衝撃試験後の破断面を走査型電子顕微鏡（SEM ; S-3200N, HITACHI）で観察を行った。

【結果】

アクリル樹脂とアセトンをモル分率 0.900 で混合し、AI 粉末を 0~40vol% 混合した試料を作製した。その電気抵抗率の測定した結果、パーコレーション閾値よりも実験閾値の方が低い AI 含有体積率で確認できた。また、シャルピー衝撃試験の結果、溶媒キャスト処理および AI 含有体積率の増加に伴い、シャルピー衝撃値の低下を確認できた。

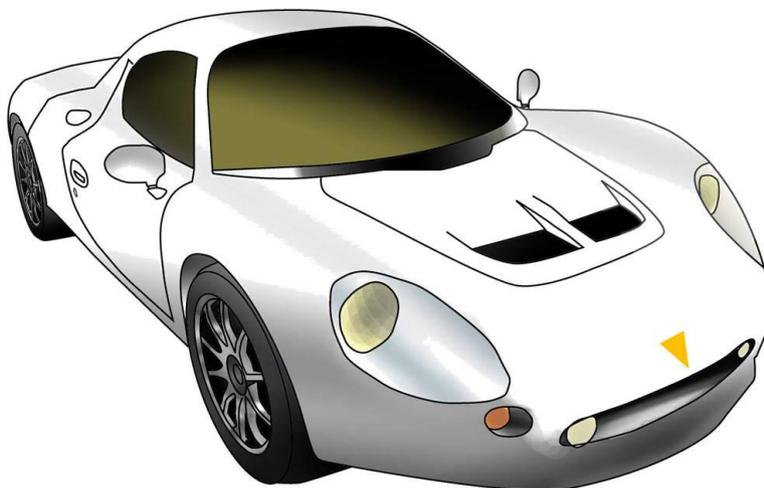


図1 自動車

振動発電用 Fe-Pd 合金磁歪の磁歪特性に及ぼす成膜基板温度の影響

* 佐宗駿（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、久保大司（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、松村義人（東海大学大学院理工学研究科）、** 西義武（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）

【目的】

近年、“東京の消費電力の約 4 割もの電力”を補うことが可能になるという、新しい発電方法が注目されている。これは PZT を使用した振動発電であり、首都高速道路を利用する事で可能になる。この発電方法は資源が必要なく、生活の中で自然に生まれる振動を利用している為、資源枯渇が問題視されている近年では重要な技術である。

同様に、磁歪材料の逆磁歪効果を利用することで、磁場を利用した発電も期待できる。中でも靱性のある Fe-Pd 薄膜において磁歪特性が向上すれば、セラミックスで疲労に弱い PZT よりも、対応年数の長い下図のような発電素子などへの実用が期待できる。

本研究室では今までに、Fe-Sm や、Fe-Tb といった他の超磁歪材料について、薄膜作製時の条件（基板温度・ガス圧）を制御することにより超磁歪薄膜の特性が向上することを見出している。本研究では、DC マグネトロンスパッタリング法により成膜基板温度を変化させ、Fe-45at%Pd 薄膜を作製し、Fe-45at%Pd 合金薄膜の磁歪特性へ及ぼす基板温度の影響について検討を行うことを目的とした。

【方法】

試料作製には DC マグネトロンスパッタリング装置を用い、Si 基板 ([100]、280 μ m) に Fe-45at%Pd 合金薄膜を堆積させた。ターゲットには導電性樹脂を用いて鉄板上に Pd チップを貼り付けたものを使用した。作製した試料は走査型電子顕微鏡 (SEM) による膜断面観察及び膜厚測定、エネルギー分散型 X 線分析法 (EDS) による組成分析、X 線回折法 (XRD) による構造解析を行った。磁歪、磁場誘起運動歪は光歪子法によって測定を行い、面内方向 ± 1200 kA/m の磁場を印加して測定した。

【結果】

基板温度 373K、423K においてそれぞれ磁歪量、磁場誘起運動歪が最も大きかったことを確認した。それぞれの膜断面は非常に緻密な組織であった。また、XRD による構造解析により、373K~473K で成膜した試料において、密で磁歪量が大きく発現するような構造であると考察した。

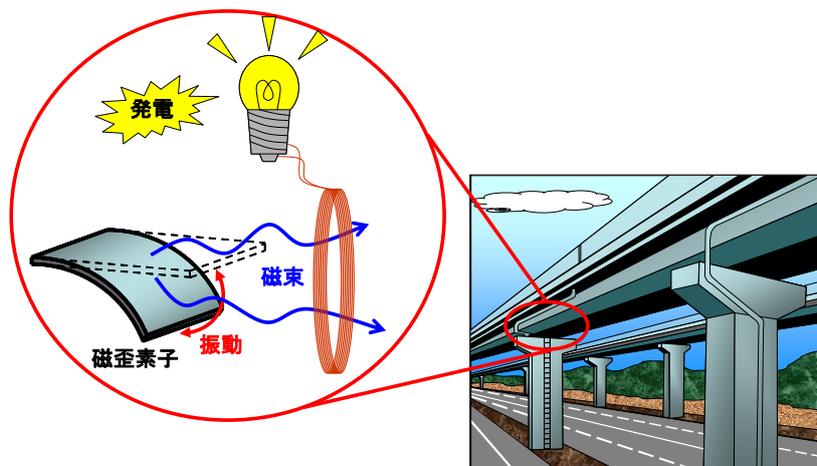


図 逆磁歪を利用した振動発電の概念図

ロボットアーム用水素吸蔵合金薄膜を用いた可逆運動機能素子の基礎的研究

* 加藤孝浩（東海大学工学部材料科学科）、島津明雄（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
久保大司（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、内田晴久（東海大学教養学部人間環境学科自然環境過程）、
* * 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【緒言】

水素吸蔵合金の中でも LaNi_5 は、水素吸脱蔵反応において高い応力を伴う 24vol%もの体積膨張を示すことが知られている。本研究グループでは、銅箔が高い弾性率を示すことから、高い運動力の発生が期待できる Cu 箔を基板として用い、水素吸蔵合金を薄膜として基板に堆積させ、運動機能素子の研究を行ってきた。この運動機能シートをロボットアームの運動部分に利用することで、モーターを使用することなく、ロボットアームを運動させることが可能になると考えられる。しかし、水素吸蔵時の大変位により Cu 箔基板が塑性変形を起こすため、繰り返し運動に対する課題を残してきた。そこで本研究では、基板を塑性変形させない手段として、運動支援材を基板側に塗布させた。運動支援材としては高分子材料を用いることで塑性変形を抑制し、ロボットアームを可逆運動させることができる大変位可逆運動機能素子の基礎的研究を行った。

【実験方法】

金属箔基板上に D.C.マグネトロンスパッタリング装置を用いて $\text{LaNi}_6\text{Al}_{0.5}$ 膜を堆積させた。さらに試料には Pd 薄膜を堆積させ、触媒処理を施した。その作製した素子に高分子材料を塗布した。駆動実験においては、導入水素圧力 0.3MPa で 1000s 間水素導入を行い、運動の様子をビデオカメラで記録した。記録した静止画像から試料形状の曲率半径を計測し、運動歪量を算出した。

【結果】

運動支援材として超弾性を示す高分子材料を塗布したことにより、銅箔基板のみの素子で見られた塑性変形を抑制し、可逆的な運動ができる可能性を見出した。

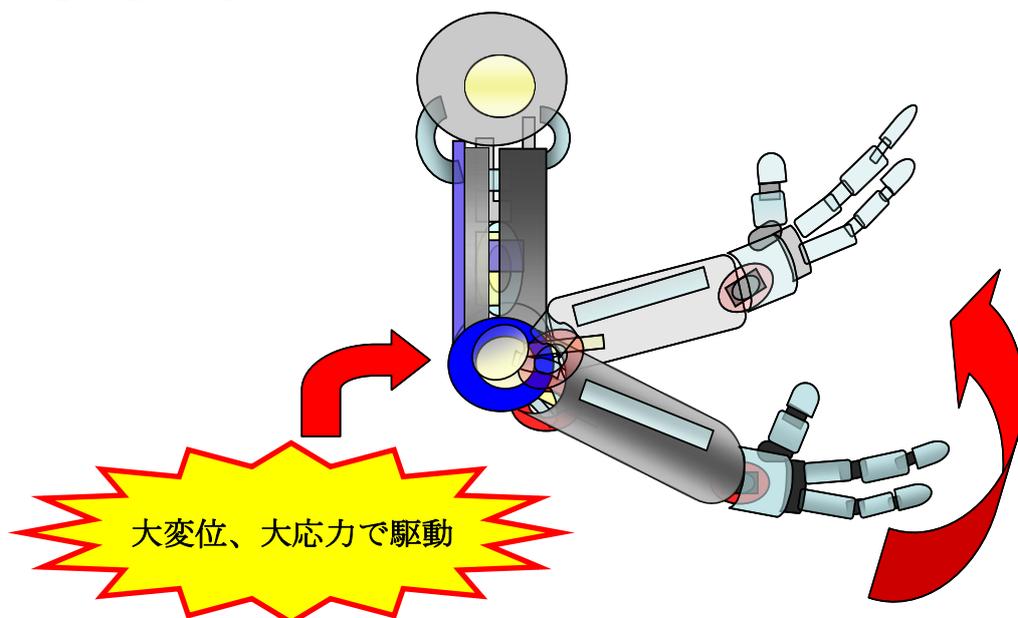


図 水素吸蔵合金薄膜を用いたロボットアームの模式図

医療用ガラスの電子線照射による防曇効果

* 針替伸拓（東海大学工学部材料科学科）、高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、平良夫（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、岩田圭祐（東海大学大学院理工学研究科理工学専攻）利根川昭（東海大学大学院工学研究科理工学専攻）、** 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

医療業界において曇りは疎まれている。具体的には、内視鏡用レンズや歯科用ミラーで曇りが発生することで視界不良になってしまう。視界不良になってしまうことから長時間治療になってしまい医師や患者にかかる負担が増加してしまうことが問題になっている。本研究グループではシリカガラスに電子線照射処理を施すことにより、防曇効果が得られることを確認している。そこで本研究では、広範な応用を考慮し、汎用性の高いソーダライムガラスの電子線照射による防曇効果の検討を行なうことを目的とした。

【方法】

本研究の試料はソーダライムガラス（松浪硝子工業株式会社製、規格番号：S-1214）76mm×26mm×1.3±0.1mmとしたクリアタイムの測定は、大気中で試料を36℃の飽和水蒸気雰囲気中に3秒間曝露し行なった。なおクリアタイムは恒温槽内にて3秒間曝露したのち、曇りの面積が0.1%以下になった状態をクリアタイムと定義した。クリアタイムと表面エネルギーの関係調べるため、接触角計としてCA-Vを用い、接触角の測定を行なった。

【結果】

ソーダライムガラスに電子線照射を行なうことで、未処理の試料に比べクリアタイムが約22%短縮することが確認された。電子線照射処理を施すことでソーダライムガラスにおいても防曇効果が得られることが確認できた。

医療用ミラーへ
電子線照射



図 1. 歯科用ミラーへの応用例

エクステリア用 AI 粉末分散高分子の食塩水中における吸水特性

* 末永竜一(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、神田昌枝(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、伊藤慶祐(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、** 西義武(東海大学工学部材料科学科)、

【目的】

ナイロン6は形成加工しやすく、高比強度で安価なため、機械部品や構造材として様々なところに用いられている。一方、金属粉末を分散させた高分子は重量感や金属的質感を発現することができるため、エクステリアを中心とした建築材料に実用化されている。しかし、母材である高分子は吸水することによって強度が変化することが知られています。また、強度だけでなく吸水反応速度を検討することは、吸水による性質の変化を予測する上で、工業的に非常に重要である。本研究グループでは吸水反応に関する研究を行っており、複合化による吸水反応の速度定数や、速度指数の変化を報告している。

しかしながら、実際には真水中だけでなく海水などの塩化ナトリウム水溶液中での使用が考えられる。そのため、塩化ナトリウム水溶液中での吸水反応速度を速度論的に検討することは、実際に使用していくうえでの性質変化を予測することができる可能性があり、非常に重要である。そこで本研究では、蒸留水中および塩化ナトリウム水溶液中での吸水試験を行い、吸水反応を速度論的に検討することを目的とした。

【方法】

母材であるナイロン6と10~40vol%アルミニウム粉末を分散させたナイロン6を沸騰した蒸留水および塩化ナトリウム水溶液に沈めた。時間による質量の変化を電子天秤で測定した。

【結果】

アルミニウムを複合化した試料において塩化ナトリウム水溶液による吸水は蒸留水と比べて低下した。また、アルミニウム粉末を分散させることでn値が上昇することを確認した。

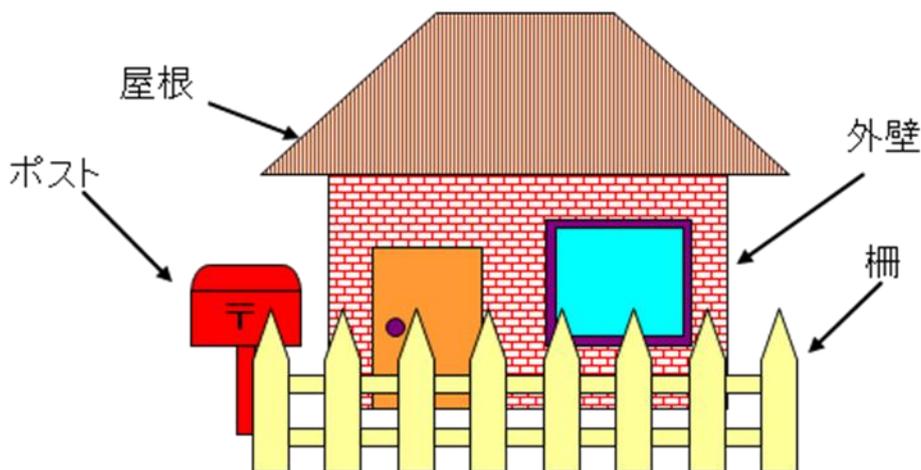


図 金属粉末分散高分子の使用例

超小型飛翔体用磁歪材料の基礎的研究

*久保大司（東海大学 工学部材料科学科）、高橋啓介（東海大学大学院 工学研究科金属材料工学専攻）、松村義人（東海大学連合大学院 理工学研究科理工学専攻）、**西義武（東海大学連合大学院 理工学研究科理工学専攻）

【目的】

現在、様々な産業においてロボットの需要が大きくなっており、製造工場から災害現場まで用途範囲は広い。中でも、飛行ロボットは行動範囲が地形に左右されない利点があり、災害現場等で地上の作業者を補助することができ、有効である。また、現在の飛行ロボットには、市販の物でもホバリング飛行が容易な小型ヘリコプターが数多く存在する。しかし、ほとんどの飛行ロボットはその大きさから狭小空間での行動が制限される。そこで、昆虫類にみられる超小型飛翔体が良いモデルとなる。本研究では、小型化、飛翔システムの簡素化に有用となりうる磁歪材料の研究を行ってきた。磁歪材料は材料自体が駆動し、なおかつ低磁界で高磁歪を発現。また、外部から磁場を印加することで駆動が可能になる利点があり、飛行機本体にモーターや複雑な回路を必要としない。さらに、磁歪材料を薄膜化することで軽量化が実現できる。そのため、磁歪薄膜材料を羽として用いた場合に機体構造のシンプル化と遠隔操作が可能になる。以上のことから、磁歪材料を用いることで、小型飛翔体の Flapping flight (羽ばたき飛行) を実現できる可能性がある。

【実験方法】

磁歪材料は、DC マグネトロンスパッタリング装置を用いて金属基板に対して、Fe-Tb/Fe-Pd、Fe-Tb/Sm-Fe、Sm-Fe/Fe-Pd の組み合わせで成膜することで複合磁歪薄膜を作製した。作製した薄膜試料の組成分析にはエネルギー分散型 X 線分光法、膜厚測定には触針式表面形状測定装置、薄膜試料の結晶構造解析には薄膜 X 線回折を用いた。磁歪測定は光格子法を用い、面内方向に $\pm 500 \text{ kA/m}$ の磁場を印加して測定を行った。

【実験結果】

三通りの組合せで磁歪測定を行った結果、Sm-Fe/Fe-Tb 及び Sm-Fe/Fe-Pd 複合タイプの磁歪特性はそれぞれの単層膜よりも高い磁歪を発現した。また、Fe-Tb/Fe-Pd 複合タイプでは、両磁歪材料の磁歪特性を有する結果が得られた。

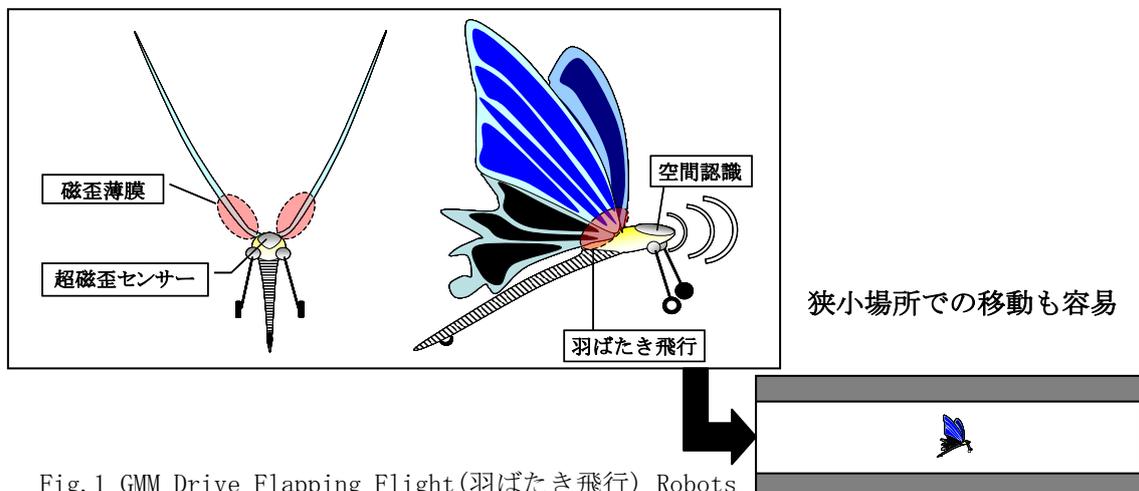


Fig.1 GMM Drive Flapping Flight (羽ばたき飛行) Robots

アルミニウムを被覆した炭素繊維の引張特性に関する研究

* 広中直人（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、** 西義武（東海大学工学部材料科学科）、

【目的】

炭素繊維は航空宇宙分野をはじめとして自動車、スポーツ材料などの分野で幅広く応用され、現在もその用途を拡大している。これらの炭素繊維は一般的にマトリクスに含浸させて使用するが、この時に濡れ性の向上や拡散防止などを目的として表面に処理を施す場合があるが、詳細に検討した例は少ない。本研究室では今までに、Ni を炭素繊維に被覆することで大幅に破断歪が向上することを報告してきた。しかしながら Ni を被覆した試料では破断応力の低下も確認されていた。そのため本研究室では破断歪だけでなく、破断応力の向上も狙い、炭素原子との相互作用として引力が働くアルミニウムを炭素繊維の単繊維にスパッタリングし、引張特性の向上を試み、影響を調査することを目的とした。

【方法】

試料作製はスリット間隔 50mm の台紙上に炭素繊維を束から 1 本取り出し固定した。その後、DC マグネトロンスパッタリング装置を用い、Al スパッタリングを行った。スパッタリング時間を 30 分、60 分、90 分として膜厚を変化させた。作製した試料を切り出し、極細線引張試験機で試験した。試験後、試料を SEM で観察した。

【結果】

炭素繊維に Al を被覆することにより破断応力が $2.0\mu\text{m}$ の試料において未処理剤と比較して 18% 破断応力が向上した。一方、破断歪は $0.7\mu\text{m}$ の試料において、およそ 13% の大幅な向上が確認された。これらは Al をコーティングしたことにより炭素繊維表面の欠陥が膜で覆われ、見かけ上クラックが発生しにくくなったものと考察される。

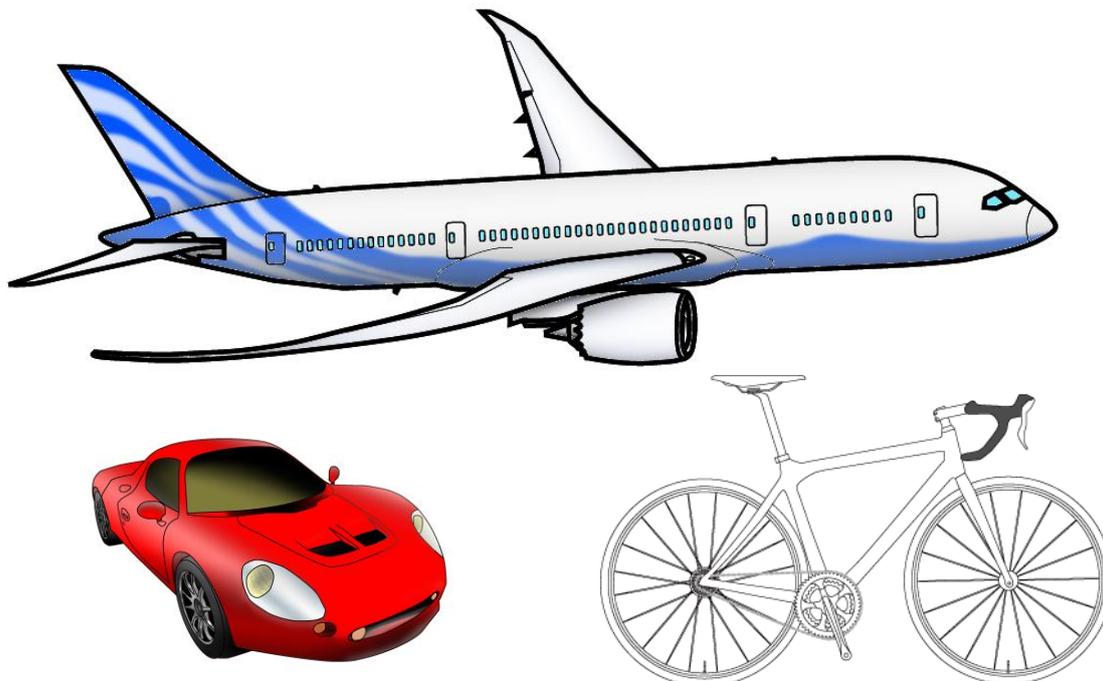


図 応用例

TFA-MOD 法 YBCO 超伝導テープ線材を用いた 1,000 A 級円筒型電流リードの通電特性

*窪田 雅紀、木村 侑祐 (東海大学工学部材料科学科) *大木 茂人、堺 智、塩原 敬 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻) **山田 豊 (東海大学工学部材料科学科) **太刀川 恭治 (東海大学工学部材料科学科)

1. はじめに

電流リードとは液体ヘリウム(4.2 K)などの冷媒冷却や冷凍機で直接冷却され、極低温下におかれる超伝導コイル等の各種超伝導機器へ電流を供給するため、室温にある電源から電流を流す導体である。一般には Cu あるいは Cu 合金が用いられるが、通電時のジュール熱と室温からの伝導熱により最適設計された場合においても、1.2 W/1,000 A の熱侵入は不可避である。一方、酸化物高温超伝導材料を用いると、電気抵抗 0 であることからジュール発熱は無く、熱伝導率も極めて低いため、“電流は良く通すが、熱は伝えにくい”理想的な電流リードが可能となる。

そこで、本研究で我々は(株)昭和電線ケーブルシステムとの共同研究による TFA-MOD 法(三フッ化酢酸塩/有機酸塩塗布熱分解法)により作製された YBCO 線材を用い、電流リードの開発を行った。その目標臨界電流(I_c)値を液体窒素(77 K)中、自己磁場下で 1,000 A(電界基準:1 $\mu\text{V}/\text{cm}$)とし、その開発に着手し、通電試験を行った。

2. 実験方法

内径 20 mm ϕ ×外径 22 mm ϕ 、長さ 200 mm の熱伝導率の低い非磁性のオーステナイト系ステンレス鋼(SUS304:SUS)管の側面に 12 本の YBCO 線材を集合させ、両端に Cu 電極をハンダ接合で取り付ける設計とした。各線材の 77 K における I_c 値を測定後、SUS 管に線材を接合し線材には 120 mm 間隔で 12 対、Cu 電極部にも 1 対の電圧端子を設置した上で、液体窒素中、自己磁場下で直流通電し、4 端子法により各電圧端子間の発生電圧を測定し、 I_c 値(電界基準:1 $\mu\text{V}/\text{cm}$)を測定した。

3. 実験結果

本実験で用いた YBCO 線材の液体窒素中、自己磁場下における各線材の I_c 値は 98 A~110 A の範囲で、平均 103 A、12 本の線材の I_c 値の合計は 1,236 A であった。

図 1 に液体窒素中、自己磁場下における通電時の Cu 電極間($V_{\text{Cu-Cu}}$)及び YBCO 各線材の発生電圧(V_{YBCO})について示す。通電電流 1,000 A では、12 本の YBCO 線材全てに電圧は生じなかった。

図 2 に液体窒素中、自己磁場下において電流リード全体に 1,000 A 通電し 10 分間保持したときの発生電圧の測定結果を示す。1,000 A 通電したとき、各素線に電圧は生じず、 $V_{\text{Cu-Cu}}$ の電圧にも保持開始時から保持終了時まで変化が無かった。

4. 考察

本実験では 1,000 A 級電流リードを作製し通電試験を行ったが、1,100 A 付近より各素線に電圧が生じ始めたが、1,200 A までクエンチすることなく通電できた。また、電極部の電圧は通電電流と共にほぼ直線的に増加し、1,000 A で $V_{\text{Cu-Cu}}$ は約 230 μV であった。この直線的な発生電圧の増加分は、主として Cu 電極—超伝導テープ線材間の接続抵抗によるものである。1,000 A 通電し、10 分間保持したときに各素線に V_{YBCO} は見られず、 $V_{\text{Cu-Cu}}$ においても保持開始時から保持終了時まで変化は無かった。 $V_{\text{Cu-Cu}}$ の電圧は 234 μV 、電気抵抗は 0.23 $\mu\Omega$ と極めて小さい値であった。また、1,000 A 通電を 10 分間安定して保持することが出来た。

今後は、線材の重ねあわせによる I_c 値の変化や集合形状を研究することにより、電流リードの大電流化を進めていく。

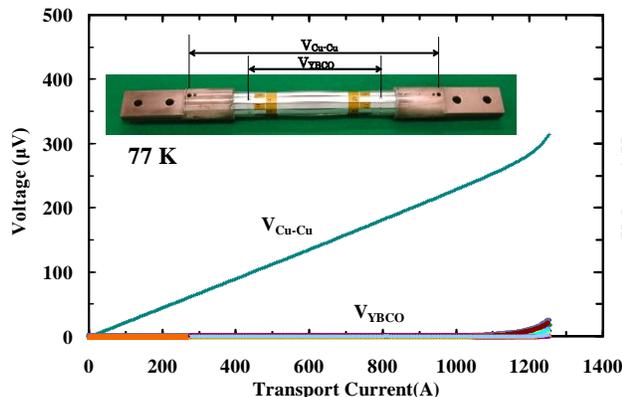


図 1. 77 K における電流リード全体及び YBCO 各素線の発生電圧の関係

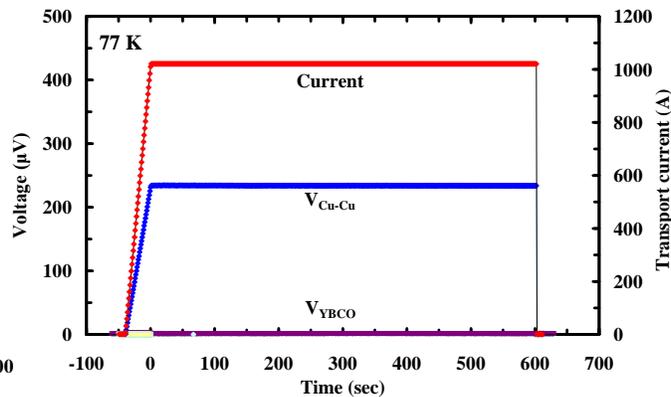


図 2. 77 K における 1,000 A—10 分通電時の電流リード全体及び YBCO 各素線の発生電圧

TFA-MOD 法 YBCO 超伝導テープ線材を用いた 1,000 A 級平角型電流リードの通電特性

*木村 侑祐、窪田 雅紀(東海大学工学部材料科学科)大木 茂人、堺 智、塩原 敬 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻) **山田 豊(東海大学工学部材料科学科) **太刀川 恭治(東海大学工学部材料科学科)

1. はじめに

電流リードは、極低温下におかれる各種超伝導機器に電流を供給する導体で、一般には Cu あるいは Cu 合金が用いられるが、通電時のジュール発熱と室温からの伝導熱により最適設定された場合においても、1.2 W/1,000 A の熱負荷(熱侵入)は不可避である。一方、酸化物系高温超伝導材料を用いると、電気抵抗 0 であることからジュール発熱は無く、熱伝導率も極めて低いため、“電流はよく通すが、熱は伝えにくい”理想的な電流リードが可能となる。そこで、我々は YBCO 超伝導テープ線材を用いて、1,000 A 級電流リードの開発に着手した。本研究では、線材を 12 本集合した平角型電流リードを作製し、通電試験を行い臨界電流(I_c)を測定すること、また、通電特性を知ることを目的とした。

2. 実験方法

本実験にて用いた超伝導テープ線材は TFA-MOD 法(三フッ化酢酸塩/有機酸塩塗布熱分解法)で作製した $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ (YBCO)で、各素線構造は下からハステロイ™基板(厚さ: 100 μm)、2 層の中間層($Gd_2Zr_2O_7$ 厚さ: 1 μm , CeO_2 厚さ: 1.5 μm)、YBCO 超伝導層(厚さ: 1.0 μm)、Ag 保護層(厚さ: 20 μm)となっている。この線材を 12 本集合して 1,000 A 級電流リードとし、集合方法として平角型を想定した。取り付ける線材の長さは 200 mm、熱伝導率の低い非磁性のオーステナイト系ステンレス鋼(SUS304: SUS)板(長さ: 220 mm, 厚さ: 3 mm, 巾: 36 mm, 断面積: 1.08 cm^2)に取り付ける設計とした。

次に、この線材を平角型 SUS 板の両面に 12 本(片側 6 本)並列集合させハンダで接合し、各素線に 120mm 間隔で 12 対、Cu 電極にも 1 対電圧端子を設置した上で、液体窒素(77K)中、自己磁場下で直流通電し、4 端子法により各電圧端子間の発生電圧を測定し I_c (電界基準: 1 $\mu\text{V}/\text{cm}$)を測定した。

3. 実験結果

図 1 に 77K 中自己磁場下における 1,000 A 通電時の Cu 電極間($V_{\text{Cu-Cu}}$)、片側の Cu 電極($V_{\text{Cu+}}$)、YBCO 線材(V_{YBCO})の発生電圧について示す。1,100 A 付近で何本かの YBCO 線材に V_{YBCO} が生じた。1,200 A までクエンチせず通電できた。

図 2 に 77K 中自己磁場下において電流リード全体に 1,000 A 通電し、10 分間保持した時の発生電圧の測定結果を示す。各素線に発生電圧は見られず、 $V_{\text{Cu-Cu}}$ も保持開始から保持終了まで変化がなかった。

4. まとめ及び考察

本実験では 1,000 A 級電流リードを作製し通電試験を行ったが、1,100 A 付近で何本かの YBCO 線材に V_{YBCO} が生じたが、クエンチすることなく 1,200 A までの通電が出来た。また、 $V_{\text{Cu-Cu}}$ 、 $V_{\text{Cu+}}$ は通電電流と共にほぼ直線的に増加し、1,000 A で $V_{\text{Cu-Cu}}$ は 290 μV 、 $V_{\text{Cu+}}$ は 160 μV 程度であった。この直線的な発生電圧の増加分は、主として Cu 電極—超伝導テープ線材間の接続抵抗によるものである。1,000 A 通電し、10 分間保持したときに各線材に V_{YBCO} は見られず、 $V_{\text{Cu+}}$ 、 $V_{\text{Cu-Cu}}$ においても保持開始時から保持終了時まで変化はなかった。 $V_{\text{Cu-Cu}}$ は 294 μV 、 $V_{\text{Cu+}}$ は 162 μV で、電気抵抗は 0.29 $\mu\Omega$ 、0.16 $\mu\Omega$ と極めて小さい値となることがわかった。また、1,000 A 通電を 10 分間安定して保持することが出来た。

今後は、線材の重ね合わせによる I_c の変化や集合形状を研究することにより、電流リードの大電流化を進めていく。

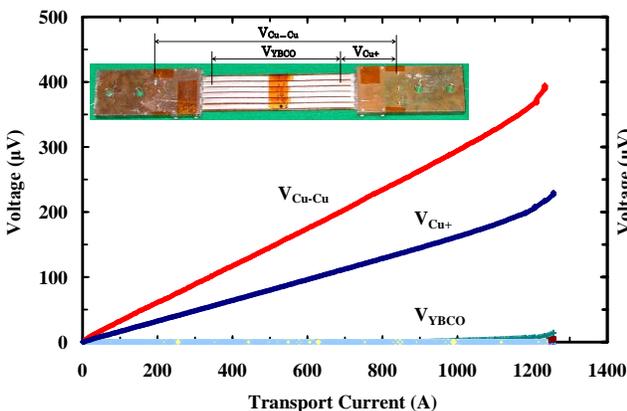


図 1. 77K における通電電流と電流リード全体および YBCO 各素線の発生電圧との関係

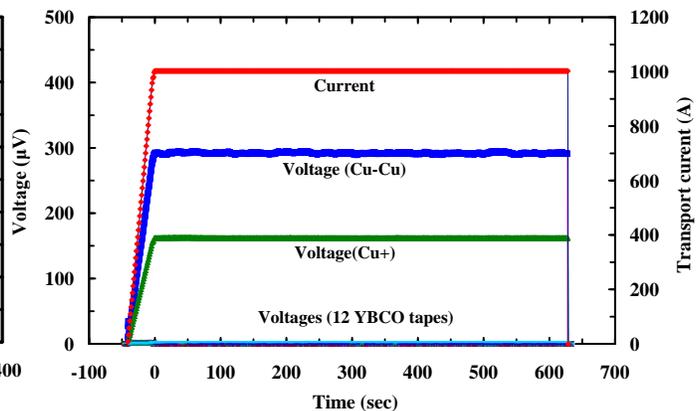


図 2. 77K における 1,000 A - 10 分間通電時の電流リード全体および YBCO 各素線の発生電圧

In-situ 法 MgB_2 超伝導線材の作製過程における脱水素の影響

*永留 浩司、下澤雅裕(東海大学工学部材料科学科) 大木 茂人、根本 豊(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)
**山田 豊(東海大学工学部材料科学科) **太刀川 恭治(東海大学工学部材料科学科)

1.はじめに

2001年に日本で発見された MgB_2 超伝導体は、金属系超伝導体として従来と比べて、約2倍高い臨界温度 T_c を示すことや単純な2元素で合成が容易なことから注目を集めた。特に線材化においては、PIT (Powder in Tube) 法により低コストの作製が期待されている。PIT 法とは、原料粉末を金属管に詰め、圧延加工等により線材を作製する方法である。この方法は、原料粉末を MgB_2 粉末にするか Mg 粉末と B 粉末を別々に混合するかによって ex-situ 法と in-situ 法に分けることができる。出発原料として MgH_2 と B を混合させて熱処理をするが、 500°C 付近で MgH_2 が熱分解し、水素が発生することによって、シース材が膨らんでしまう懸念があることが指摘されていた。これは線材の通電特性等に悪影響をもたらし、長尺化に際して大きな問題となるものである。本研究では、 MgB_2 線材作製過程において脱水素処理を行うことによって、欠陥の無い MgB_2 長尺線材を作製していくことを目的とする。

2.実験方法

外径 6 mmφ 内径 4 mmφ、長さ 60 mm の純鉄シースに、 MgH_2 粉末、アモルファス B 粉末、そして添加物として SiC 粉末を 5 mass% 添加したものを秤量し混合、充填した。その後、 $500^\circ\text{C} \times 0.5$ h 脱水素処理をした。そして外径 9 mmφ 内径 6 mmφ の銅シースに、熱処理を行った純鉄シースを挿入した。その後、溝ロール、線引きにより 1.0 mmφ の線材を作製し、最後に Ar 雰囲気中で $630^\circ\text{C} \times 10$ h の熱処理を行った。X 線回折法(XRD)を用い生成物の同定を行った。また光学顕微鏡 (OM) による断面観察を行った。さらに、物質・材料研究機構(NIMS)にて I_c 測定を行った。

3.結果及び考察

図1に(a) 脱水素処理前及び(b) 脱水素処理後の MgB_2 コア粉末の XRD パターンを示す。(a) 脱水素処理前では MgH_2 のピークが確認され、(b) 脱水素処理後では Mg のピークのみが確認できる。このことから、脱水素処理を行ったことにより、 MgH_2 が熱分解して Mg となることがわかる。また、脱水素処理によって、 MgO 等の生成物ができていない事が確認できた。

図2に(a) 脱水素処理を行っていない熱処理断面と(b) 脱水素処理を行った Cu/Fe シース MgB_2 超伝導線材の横断面を示す。脱水素処理を行っていない断面を見ると、 Cu シースと Fe シースの間に空隙ができていことがわかる。一方、脱水素処理を行った断面では Cu シースと Fe シースの間に空隙は確認できない。また、それぞれの直径は脱水素処理を行った断面では 0.99 mmφ であり、脱水素処理を行っていない断面では、膨らみのある方向で 1.04 mmφ となり、約 40 μm 程膨らんでいる。以上のことから脱水素処理によって線材の膨らみの発生が防がれていることがわかる。

4.2 K における電流測定によれば、脱水素処理を行った線材の臨界電流密度 J_c は、1 T で $2.1 \times 10^3 \text{ A/mm}^2$ 、3 T で $0.51 \times 10^3 \text{ A/mm}^2$ となった。また、 Fe シースのみで脱水素処理を行っていない線材では 1 T で $2.4 \times 10^3 \text{ A/mm}^2$ 、3 T で $0.39 \times 10^3 \text{ A/mm}^2$ となり、脱水素処理をしたものとしていないものの J_c を比較した場合、ほとんど差異は見られず、脱水素処理による臨界電流特性に対する影響はないものと思われる。

4.まとめ

1. $500^\circ\text{C} \times 0.5$ h の脱水素処理において、 MgH_2 から Mg に熱分解が起こっているものと思われる。その際、 MgO のような生成物は認められなかった。
2. 脱水素を行っていない Cu シースでは、水素の発生により $Cu-Fe$ シースの間に空隙が発生したが、脱水素処理を行った試料では、空隙が発生しなかった。
3. 脱水素処理を行った線材と行っていない線材の臨界電流特性には、差がほとんどなかった。

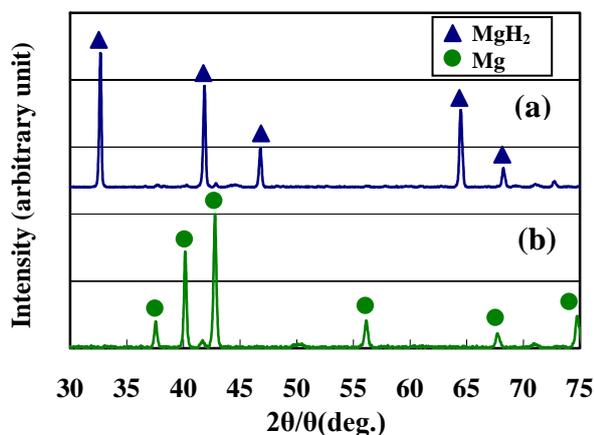


図1 MgB_2 線材コア粉末の XRD パターン
(a) 脱水素処理前 (b) 脱水素処理後

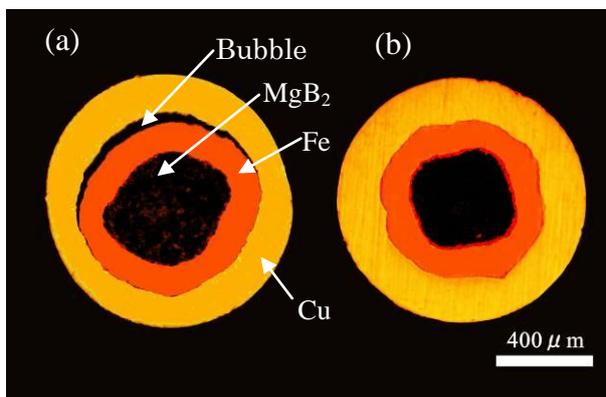


図2 Cu/Fe シース MgB_2 超伝導線材の横断面
(a) 脱水素処理無 (b) 脱水素処理有

カーボンナノチューブ作成時の圧力変化による影響

* 田中勇太 (東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻), ** 庄善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

1. はじめに

現在, LSI の多層配線のビアには銅が用いられている. しかし, 今後 LSI の微細化が進むにつれて, ビアに流れる電流が銅の許容範囲を超えてしまい, 断線して使用できなくなるおそれがある. そのため, 銅に代わる素材の開発が必要である. CNT(カーボンナノチューブ)は銅の 1000 倍の電流に耐えることができ, 銅の 10 倍の熱伝導性を有しているため放熱性にも優れている. これらの特長より, LSI のビアには CNT が有効だと考えられる. しかし, LSI のビアに CNT を用いるためには, CNT の作成温度を LSI が損傷を受けない温度まで下げる必要がある. 低温では炭素膜が存在すると CNT の成長を妨げる. よって, CNT を低温で作成するためには, CNT 以外の炭素膜を除去する必要がある. 本研究は CNT の作成時の条件変化による影響を調べることにより, CNT 以外の炭素膜の形成を抑え, 低温での CNT の作成を可能にすることを目的とする.

2. 三極型高周波プラズマ CVD 装置

実験には三極型高周波プラズマ CVD 装置を用いた. 本研究ではアセチレン, および水素を供給し, アノード - カソード電極間にアースの役割を持つグリット電極を設けることで, カソード - グリット電極間にプラズマが発生する. アセチレン, および水素はプラズマによって炭化水素ラジカル, 炭化水素イオン, さらに電子に分解される. 炭化水素ラジカルは拡散現象によりアノード電極側の基板表面に達し, 炭化水素イオン, および電子はグリット電極に吸着される. 炭化水素ラジカルは基板との反応によって CNT を作成し, 炭化水素イオンは CNT 以外の炭素膜を形成する. このことから, グリット電極を用いることで, 炭化水素ラジカルのみを基板に供給することが可能となり, CNT 以外の炭素膜が形成されることを防ぐことが可能である.

3. 実験方法

CNT の作成には, 直流二極スパッタ装置で鉄触媒を印加電流 5[mA], 成膜時間 5[min]で堆積させた Si 基板を用いた. CVD 装置の条件を印加電力 50[W], アセチレン流量 4[sccm], 水素流量 16[sccm], 成膜時間 120[min], そして圧力を 4[Pa]から 12[Pa]まで変化させ成膜した. 圧力の増加に伴う炭化水素イオンの量の変化を調べるため, アノード, およびグリット電極に流れる電流の値を測定した. 作成した Si 基板を SEM(走査型電子顕微鏡)で観察し CNT 長を測定した. さらに CNT の作成時に, 触媒を堆積させていないガラス基板も用いて, CNT 以外の炭素膜の形成を調べた.

4. 実験結果

CNT 作成時の圧力変化によるアノード, およびグリット電極に流れる電流の変化を Fig. 1 に示す. 圧力の増加によって, アノード電極に流れる電流は減少し, グリット電極に流れる電流は増加した. 触媒を堆積させていないガラス基板は圧力の増加によって炭素膜の形成を抑えられた. 触媒を堆積させた Si 基板を SEM で観察したところ, 圧力を増加させても CNT 長に変化は見られなかった.

5. 考察

圧力を増加させた際, グリット電極に流れる電流が増加したことから, グリット電極で吸着される炭化水素イオンの量が増加したと考えられる. グリット電極の炭化水素イオンの量が増加することによって, アノード電極に到達する炭化水素イオンの量は減少する. 基板表面に到達する炭化水素イオンの量が減少するため, CNT 以外の炭素膜の形成を抑えることができたと考えられる. しかし, 炭化水素イオンに対して炭化水素ラジカルは中性なので, グリット電極に吸着されずに基板表面に到達する. そのため CNT は圧力を増加させても, 圧力 4[Pa]で作成したものと同等の成長速度を得ることができたと考えられる.

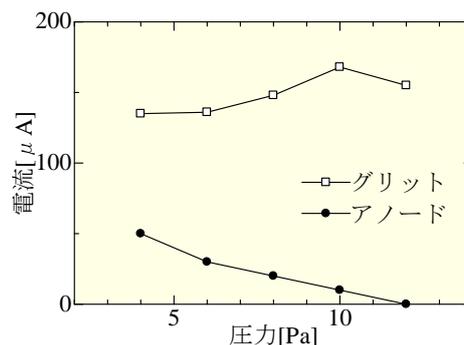


Fig.1 圧力 - 電流特性

CNTの選択成長技術に使用するマスクの開発

*石川俊輔（東海大学電子情報学部電気電子工学科）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1.はじめに

現在、LSIの多層配線のビアは銅が用いられている。しかし、LSIのさらなる微細化には、銅に代わる素材が必要である。CNT（カーボンナノチューブ）は銅の1000倍の電流に耐えることができ、さらに銅の10倍の熱伝導性を持つため放熱にも優れており、銅の代替素材として期待されている。しかし、CNTをビア配線に用いるためには、配線箇所だけにCNTを成長させる必要がある。この技術を選択成長といい、マスクを用いてパターンニングする。微細な回路には、微細なマスクが必要となる。本研究ではこの微細なマスクの作製を目指し、さらにはビア配線への応用を目的とする。

2.実験目的

本研究ではリソグラフィー技術を用いて、CNTを配線部分のみに作成する選択成長を行なうために必要なフォトマスクの作成を行なった。

3.実験

本実験では、マスクの使用対象基板を2インチ（5.08×5.08cm）とした。その大きさに必要なマスクとなるネガフィルムは2インチ以上のものが必要である。そこで本実験では、撮影に使用するカメラを『Mamiya RB67』、ネガフィルムを『NEOPAN100』6×7型（60×70cm）とした。使用する原画は、プリンターの解像度の影響を最小限に抑えるために、スーパーファイン紙を用いた。原画は、撮影後現像した際に色が反転して出力されるため、予め原画の色を得たいマスクパターンと反転した状態で作成した。

マスクのパターンは、微細化に向けそれぞれ200 μm 、100 μm 及び50 μm のドットとストライプとした。マスクに50 μm ～200 μm のパターンを得るために、原画に450 μm ～1800 μm のパターンサイズを描き、1/9倍に縮小撮影した。

4.実験結果

Fig.1及びFig.2は、本実験で作成した100 μm 及び50 μm のドットパターンのマスクを、光学顕微鏡で撮影した像である。100 μm はドットの濃淡がはっきりと現れているため、マスクへの応用が可能である。一方、50 μm のパターンは、ドットの切れが悪く、ぼやけてしまっているためマスクとしては使用できない。これはストライプにおいても同様であった。このため、今回の方法では100 μm のドット及びストライプパターンのマスク作成が限界であった。



Fig1. 100 μm のドットマスク

5.今後の予定

今後は、撮影時のコントラストを検討し直し、50 μm のマスク作成を目指す。また、今回作製した100 μm マスクを用い、CNTの選択成長技術の確立を目指す。

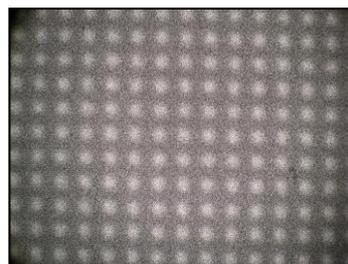


Fig2. 50 μm のドットマスク

カーボンナノチューブの選択成長技術の開発

*佐藤耕平（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻） **庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

はじめに

現在、LSIの層間の信号をやり取りするビア配線には銅が使われている。しかし、将来LSIの微細化が進むと銅の許容電流密度を超え断線してしまうおそれがある。そこで電流密度耐性が銅の1000倍あるカーボンナノチューブ（CNT）をビア配線に応用することを目的としている。CNTは炭素系素材で強度もあり、直径数nm程で細長い構造をしていてLSIのビア配線に適している。またCNTは熱伝導性も高いためLSIで発生した熱を、CNTを用いて放熱させることも出来る。CNTをビア配線に応用するには、CNTをビアの部分のみに成長させる必要がある。本研究室では任意の部分のみにCNTを選択成長させる技術の確立を目指す。

実験

CNTをLSIのビアの部分のみに選択成長は、フォトリソグラフィ法によって任意の部分に鉄触媒を堆積させ、CVD法を用いて鉄触媒上にCNTを成長させる方法で行った。まずレジストを塗布したSiO₂基板にマスクを被せ、レジストにパターンを露光した。そして現像を行い露光した部分のレジストを除去した。次に、フッ酸により基板のレジストがない部分の酸化膜のエッチングを行い、ビアホールを作成した。その基板にスパッタを電流5mA、5分の条件で鉄触媒を堆積させ、アセトンによりレジストを除去した。その後、鉄触媒上にCNTを三極型高周波プラズマCVD装置で作成した。この装置の条件は基板の加熱温度500℃で60分、導入ガスはアセチレンガス4sccm、水素16sccmの流量で行った。



図1 ビアホール

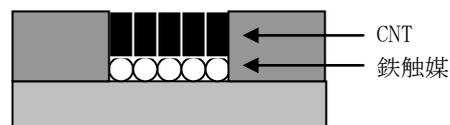


図2 CNT

実験結果

図3に作成した試料の断面を走査型電子顕微鏡で撮影した像を示す。基板から垂直に繊維状の物質が垂直に配向した。この繊維状の構造からCNTだと考えられる。作成したCNTの長さは5.4μmであり、長さが均一に成長した。

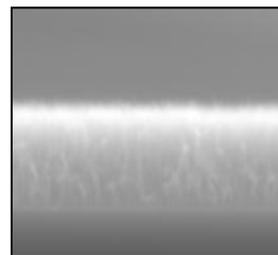


図3 CNTの断面

図4に光学顕微鏡で撮影したCNTを選択成長させた基板の表面を示す。図4の基板の黒い円がCNTである。基板にフォトリソグラフィ法によって直径100μmの円の形をした鉄触媒を選択的に堆積させて、その鉄触媒上にCNTが成長した。また鉄触媒がない酸化膜上にはCNTは成長しなかった。本方法によって酸化膜をエッチングして作成したビアホール内のみにCNTを選択成長させることができた。

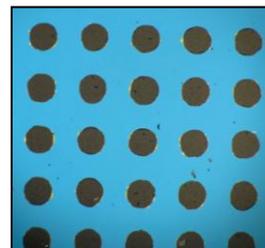


図4 直径100μmのCNT

今後はCNTをビアに応用するために、CNTを数nmの微細加工させる必要があるため、より微細なCNTの作成をできるようにする。

CNT を添加した導電性ポリイミド膜の作製

* 西村亮祐 (東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻) ** 庄善之准教授 (工学部電気電子工学科)

はじめに

カーボンナノチューブ(CNT)はグラファイトの一枚面を巻いた筒状の形状をした炭素系新素材であり、高い電気伝導性と化学的安定性を有している。一方、ポリイミドは高分子の一つで、特徴として電氣的に絶縁、化学的安定性と耐熱性を有している。本研究ではポリイミドに CNT を添加することによってポリイミドの耐腐食性と化学的安定性を残しつつ電気伝導性を有した膜の作製を目的とする。

実験方法

本研究では CNT 分散液とポリイミド溶液を用いた。なお、CNT 分散液は CNT 長 $100\mu\text{m}$ 、濃度 3%、ポリイミド溶液は濃度 14%を用いた。混合液における CNT 量を制御するため重量比で CNT 分散液とポリイミド溶液をスクリーン管に入れ、ホモジナイザーで 2 分攪拌した。粉末 CNT とポリイミド溶液を用いると、CNT が凝集してしまい液中に分散しなかった。一方、あらかじめ溶液に分散した CNT 分散液とポリイミド溶液を用いると CNT が溶液中に分散した。基板はスライドガラスをフッ酸処理し、親水化したのを用いた。基板の両端をテフロンテープで固定し凹凸をつくり、凹部分に混合液を塗布した。試料を自然乾燥させ、 350°C 、20 分間焼成し膜を作製した。

本研究では、CNT 添加量 1~90%までのポリイミド膜を作製し四探針法を用いて電圧—電流測定を行い、導電率を求めた。

実験結果

ポリイミド膜は絶縁であるため測定不可能だった。CNT を 10%添加したポリイミド膜の場合、導電率は $8.4 \times 10^{-4}(\text{S}/\text{cm})$ と導電性を発現した。CNT 添加量 5%の場合、導電率は $2.8 \times 10^{-5}(\text{S}/\text{cm})$ となり、CNT 添加量を増加させるにつれて導電率は増加し CNT 添加量 50%の場合、 $5.1(\text{S}/\text{cm})$ となった。CNT 添加量 50%から導電率の増加は飽和状態を示し、90%の場合 $7.6(\text{S}/\text{cm})$ となった(Fig.1)。

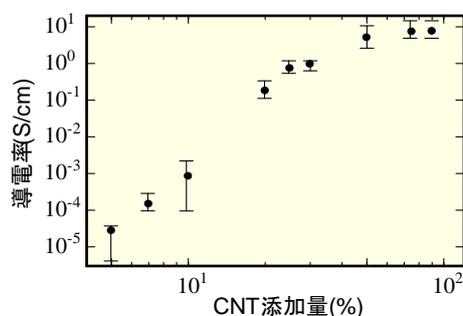


Fig.1 CNT 添加量に対する導電率

考察

ポリイミド膜に CNT を添加することによって導電性を発現したのは、CNT 同士が重なり合うように接触することによって、導電機構を形成したと考えられる。CNT 添加量 5%の少量で導電性を発現したのは、CNT が繊維状であることから CNT 同士の接触確率が高いため、導電機構を形成しやすいと考えられる。

まとめ

絶縁性であるポリイミドに導電材として CNT を添加した膜を作製した。CNT 添加ポリイミド膜は導電性を発現し、CNT 添加量を増加すると導電率も増加した。

酵素反応を利用した自立型送液ポンプに関する研究

* 佐藤悠大（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、大越隆弘（東京電機大学 理工学部）、
小島洋一郎、長谷川博一（苫小牧工業高等専門学校）
齊藤浩一、工藤寛之、** 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】

熱や電気を力学的運動に変換するアクチュエータ機構には多様な種類が存在する。このような熱機関は化学エネルギーから運動エネルギーを抽出するのに発熱を生じ、電気システムでは配線や電磁供給を必要とすることなど、それぞれ生体利用において制限がある。一方、筋肉や鞭毛といった生体内の運動性タンパク質は化学・力学エネルギー変換が可能であるものの、人工物への応用では実質的な駆動力が得られない。しかし、酵素のような生体触媒の中には力学的反応を誘導するものがあり、このようなタンパク質を利用したアクチュエータの構築が考えられる。本研究では、生体由来の酵素を用いて、溶液成分より直接力学エネルギーを取り出し、その溶液自体を送液するポンプを構築した。なおモデル成分として血糖成分であるグルコースを、また生体触媒としてグルコース酸化酵素 (GOD) を用いた。

【実験方法】

自立型送液ポンプは、自作のフローセルに GOD 固定化膜を隔膜として組み込み構築した。GOD 酵素膜は、GOD (250 U/mg) を光架橋性樹脂 (PVA-SbQ) にて透析膜上に包括固定化し、作製した。この酵素固定化膜とポリウレタンゴムシートを、アクリル板並びに合成ゴム板を母材とする固定用の仕切り板に挟み込み、それらをフローセルに装着し、自立型送液ポンプとした。本ポンプは、GOD の酵素触媒反応に伴うガス分子 (O_2) の消費 (図 1) による、能動的圧力変化により駆動する (図 2)。この原理に基づき、下部セルにグルコース溶液を供給することで酵素反応により上部セルの酸素が消費され、減圧に伴いゴムシートが変形し、グルコース溶液が下部セルに流入する。次いでポンプ上部セルの内圧を開放するとゴムシート形状が回復し、弁を制御することでグルコース溶液を自立的に吐出する。この一連の駆動機序をポンプ上部セルの内圧変化とグルコース溶液 (100.0 mmol/l) の送液量を経時計測することで評価した。

【結果及び考察】

作製した自立型送液ポンプは、グルコースの付加に伴い上部セル内の圧力が下降し、圧力解放することで、ゴムシート変形分の体積に相当するグルコース溶液を吐出 (26.96 μ l/min) することが確認された。本ポンプでは、付加したグルコースのエネルギーを運動エネルギーに直接変換し、自立的に送液を行うことが可能であった。また、有機材料並びに生体材料で構築することができ、生体成分であるグルコースを利用して駆動できることから、生体との融和性に優れたデバイスへと発展できるものと期待される。

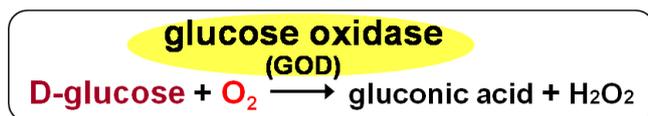


図 1. GOD 触媒反応式

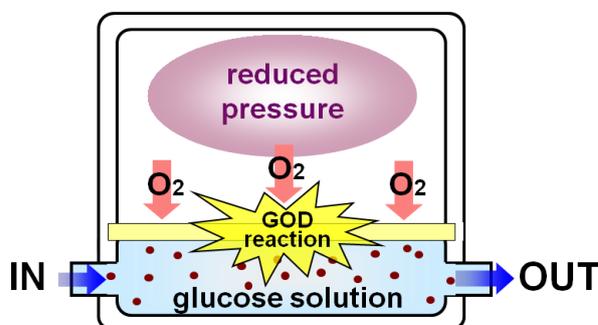


図 2. GOD を用いた能動的減圧機構の原理

メカニカルグライディング (MG) 処理した TiFe 合金の繰り返し水素 吸収・放出反応速度の安定性

*井須良麦 (東海大学工学部応用理学科エネルギー工学専攻)、服部公紀 (東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、小林淳一 (東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、原木岳史 (東海大学 研究支援・知的財産本部 技術共同管理室)、宮本泰男 (東海大学 研究支援・知的財産本部 技術共同管理室)、**内田裕久 (東海大学工学部エネルギー工学科)

< 緒言 >

近年、世界各国でエネルギー問題を重要視する声が挙がっている。この問題の解決法として、燃料電池をはじめとした水素エネルギーの利用が注目されている。水素エネルギー利用に伴い、安全にかつ大量に水素を貯蔵・輸送する方法として開発されているのが水素吸蔵合金である。水素吸蔵合金の1つである TiFe 合金は希土類系合金と比べて安価で、1.8 wt% 程度の水素吸蔵量を持つ。しかし、TiFe 合金の初期活性化処理は、高温と高圧での繰り返し水素印加が必要になる。この問題の改善策としてこれまで、触媒となる第3元素の添加や置換等により、水素との反応性を高める方法が行われてきた。

本研究では、これまでに MG 処理により活性化が容易になることを明らかにしてきた[1]。MG 処理は、合金表面近傍にナノ構造やアモルファスを形成させることで、水素との反応が容易になると考えられている。水素吸蔵合金を実用化するにあたっては、繰り返し水素吸収・放出での安定的な水素吸収量と水素吸収反応速度が求められる。そこで、本研究はその内の水素吸収速度の安定性を調べることを目的とした。

< 実験方法 >

実験試料である TiFe 合金は高周波誘導溶解法を用いて作製し、粒径 150 μm 以下まで乳鉢で粉碎した後、MG 処理を行った。MG 処理は、アルゴン雰囲気中でステンレス容器 (250 cc) に粉碎した TiFe 合金とステンレスボール (25 mm 径) を重量比 1:5 で封入し、2 時間の MG 処理を行った。試料の構造確認には XRD (X 線回折)、組成確認には EDX (エネルギー分散型蛍光 X 線分析)、粒度観察には SEM (走査型電子顕微鏡)、微細構造観察には TEM (透過型電子顕微鏡) を使用した。

本研究では、容量法 (ジーベルツ型装置: 真空リークレート $7.4 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$, 到達真空度 $4.4 \times 10^{-4} \text{Pa}$) を用いて、水素吸収・放出反応特性について測定を行った。水素ガスは、純度 7N (99.9999 %) のものを使用した。初期活性化処理は、試料を真空中で 3 時間かけて 573 K まで上昇させ、2 時間温度保持後、50 分間で室温まで冷却し、印加圧力 1 MPa で水素を吸収・放出させる操作を数回繰り返すことで行った。

活性化させた試料を印加圧力 0.05 MPa で 30 分間水素を吸収させた。この操作を繰り返し行うことで水素固溶体領域中の水素吸収反応速度の安定性を調べた。

< 実験結果 >

水素吸収・放出を繰り返すことによる表面近傍および内部の結晶構造の変化は見られなかったが、水素吸収反応速度は徐々に低下した。初期の水素吸収反応速度の低下は著しいが、繰り返す回数が増加するにつれて水素吸収反応速度の低下は減少した。このことから、水素吸収・放出回数を増していくと水素吸収反応速度の低下は抑制され、水素固溶体領域中の水素吸収反応速度は安定になると考えられる。詳細については当日報告する。

< 参考文献 >

[1] T. Haraki, K. Oishi, H. Uchida, Y. Miyamoto, M. Abe, T. Kokaji, S. Uchida: Int. J. Mat. Res. 99, (2008) 507.

CNT 添加形電気二重層キャパシタを用いた燃料電池用二次電源としての応用

* 吉田浩史（東海大学工学研究科電気電子工学システム専攻），** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

電気二重層キャパシタ(EDLC)は一般的なコンデンサよりも静電容量が大きく、二次電池と比較して急速充放電が可能、高効率、長寿命という利点がある。これらの特徴を活かして携帯用電子機器の二次電源として応用が期待されている。本研究ではこの EDLC をダイレクトメタノール型燃料電池(DMFC)の二次電源として接続し、負荷変動に対する電圧降下の軽減を目的とした。

2. 実験内容

本研究で用いた EDLC 用分極電極は片面重量 60mg で活物質に活性炭、導電材はカーボンナノチューブ(CNT)およびアセチレンブラック(AB)、結着材にポリテトラフルオロエチレンを使用した。そして Fig1 のように導電剤添加割合を変化させた EDLC を A~E まで 5 種類用意した。次に開放電圧 390mV, 最大電力 7.8mW, 内部抵抗約 4Ω, 容量成分約 0.1F のダイレクトメタノール型燃料電池と並列に EDLC を接続し、電子負荷装置を用いてベース負荷電流 10mA, パルス負荷電流 80mA, パルス幅 500msec の負荷を印加した。

試料	導電材添加割合	直列抵抗
A	0%	19.98Ω
B	AB10%	5.29Ω
C	CNT5%	4.07Ω
D	CNT10%	2.59Ω
E	CNT20%	2.09Ω

Fig1 実験に用いた EDLC

3. 結果考察

Fig2 は EDLC を接続していない場合の負荷変動に対する電圧降下のステップ応答である。時間 0sec において負荷電流 10mA である定常時から負荷変動が起こることにより電流が流れて電圧が低下し、500msec 後にベース電流に戻すことで電圧が定常時の値に戻っていく様子を示した。負荷印加時の電圧降下の値は 238mV であった。

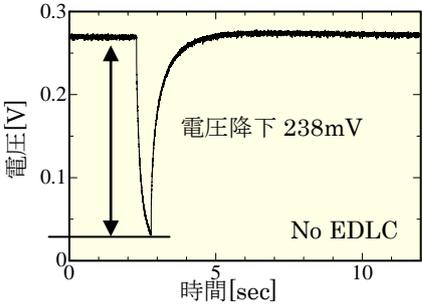


Fig2 負荷変動に対する電圧降下

Fig3 は各 EDLC を用いた時の降下電圧の大きさを示したものである。EDLC を接続していない燃料電池にパルス負荷を印加すると、電圧は 238mV 低下した。一方 CNT を 20% 添加した EDLC を接続した燃料電池では電圧降下は 158mV となり、電圧降下が低減した。これは EDLC の等価回路を考えた場合に、時定数である容量成分と直列抵抗成分の積が小さくなったためであると考えられる。

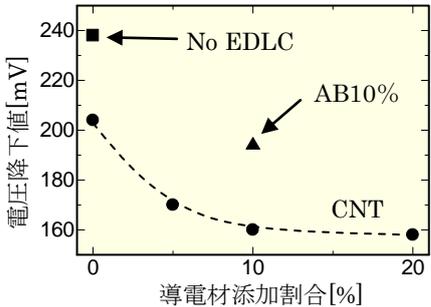


Fig3 導電材添加量に対する電圧降下

4. まとめ

電気二重層キャパシタをダイレクトメタノール型用二次電源として接続したときの負荷変動に対する電圧降下を測定した。その結果、負荷印加時の電圧降下を EDLC 無しの場合の 238mV から CNT20% 添加 EDLC 接続時の 158mV まで低減した。本研究では CNT を添加した直列抵抗成分の低い EDLC を用いることで負荷印加時の電圧降下を低減することに成功した。

燃料溜め込み型セルおよび燃料循環型セルによる DMFC の性能評価

* 小原和也(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻), ** 庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

1.目的

本研究では Direct Methanol Fuel Cell(DMFC)の試作を行なっている。DMFC は燃料電池の一種であり、燃料にメタノール、酸素側から酸素を供給し、発電をする。しかし DMFC は燃料を水素とする固体高分子型燃料電池に比べて出力は低いという問題がある。本研究は燃料の供給方式を最適化し、出力の増加を図るのが目的である。

2.実験方法及び条件

燃料電池の性能に影響を与える MEA の作製方法は、白金量を 24mg、純水を 0.2ml およびナフィオン液 0.2ml を混合した。この条件で混合したものを白金担持電極であるカーボンペーパー-TGP-H-60(厚さ 0.19mm)に担持した。次にカーボンペーパー2枚でそれぞれ高分子電解質膜であるナフィオン膜を挟んだ。その後加熱したプレス機で圧着を行った(熱圧着)。熱圧着は温度を 215 度、圧力を 300kg 及び熱圧着の時間を片面 2 分とし、両面に圧着した。その後 MEA を乾燥させ、メタノールを溜め込みセルおよびメタノールを循環させるセルでそれぞれ電流-電圧、出力測定(ターフェル測定)で評価し比較を行った。燃料循環型セルの流量は 3cc/min、メタノール濃度を 10%とした。

3.実験結果

燃料溜め込み型セルおよび燃料循環型セルを用いて燃料電池の評価を行った。燃料電池の出力電流を変化させ、得られた電圧および出力の結果を右図に示す。無負荷の状態では燃料溜め込み型セル、循環型セルともに開放電圧は約 500mV が得られた。両燃料電池は、無負荷の状態から電流を増加させると電圧が降下した。循環型セルは、溜め込み型セルと比べると、電圧の降下が小さかった。また電流を増加させると溜め込み型セルは負荷電流が 63mA 時に電圧が 200mV であり、最大出力が 13mW 得られた。一方、循環型セルは、負荷電流が 169mA 時に電圧が 199mV、最大出力が 33mW となり、溜め込み型セルと比べて最大出力が高いことがわかった。

4.考察

溜め込み型セルはメタノールを溜め込んだ状態で反応するためメタノールを効率よく白金担持電極に供給することが困難である。

そのため内部抵抗が高くなっていると考えられる。循環型セルは運転中もメタノールを流しているため、メタノールを効率よく白金担持電極に供給することができる。このことから循環型セルの内部抵抗は、溜め込み型セルと比べて低くなり、その結果、循環型セルの燃料電池は出力が高いと考えられる。

5.今後の予定

今後は燃料電池の集電極であるステンレス、チタンセパレータなどで燃料循環型セルを用いて各種評価を行い、比較する。また、研究室で行っているアモルファスカーボンを被覆したセパレータを用いて DMFC で評価を行う予定である。

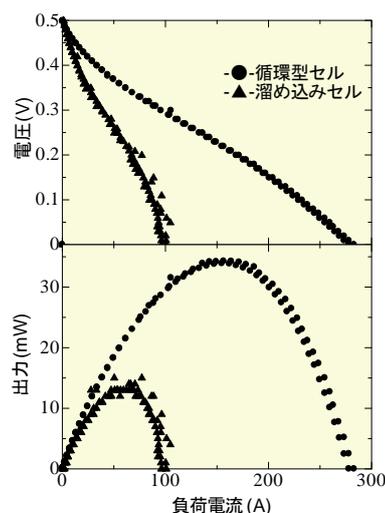


Fig1.電流-電圧、出力特性

導電性 P T F E 樹脂膜を被覆した燃料電池用ステンレスセパレータの開発

* 高橋健太（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）、** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. 研究背景と目的

固体高分子型燃料電池（P E F C）の集電極に相当するセパレータは、金属の使用が期待されている。しかし P E F C を長時間動作させると電解質膜を通過する水素イオンによってセパレータが腐食され、P E F C の性能が低下する。そこで本研究では撥水性と耐腐食性を持つ P T F E 樹脂に高い導電率を持つカーボンナノチューブ（C N T）を添加した導電性 P T F E 膜をステンレス製セパレータ表面に被覆し、撥水性を有した腐食防止膜として応用し P E F C の出力向上を目的とする。

2. 作製方法

本研究では P T F E 分散液に C N T を添加する方法で P T F E に導電性を与えている。混合方法として考えられるのは P T F E 分散液に粉末の C N T を添加する方法である。しかしこの方法では溶液内の C N T が底面に溜まり、均一に混合できない。そこで本研究では、P T F E 分散液に C N T 分散液を混合する方法により溶液の混合に成功した。適量混合した溶液を超音波洗浄器で 2 0 分間攪拌し、表面を洗浄したステンレスセパレータに塗布し自



図1 P T F E 樹脂被覆セパレータ

然乾燥させ、3 5 0 [°C] で 2 0 分間焼成した。

3. 実験方法

C N T 添加量を 2 5, 5 0, 7 5 [%] とした導電性 P T F E 膜被覆ステンレス製セパレータと樹脂を被覆していないステンレス製セパレータの計 4 枚を用意し、接触抵抗の測定と 7 時間の連続運転を実施した。

4. 実験結果

図 2 に測定開始直後の電流－電圧特性と電流－出力特性を示す。電流を流すにつれ電圧が降下しているが、樹脂の被覆によって電圧の降下が被覆前と比べ抑えられた。また樹脂を被覆していないステンレスセパレータは最大出力が約 1. 8 [W] であったが、導電性 P T F E 膜を被覆することで燃料電池の出力が向上した。膜内の C N T 添加量を増加させると最大出力が増加し、C N T 添加量 7 5 [%] では 2. 7 [W] まで増加した。

5. 今後の予定

最大電力が増加したのは、樹脂被覆によりセパレータと電極の接触抵抗が小さくなったためであると考えられる。今後

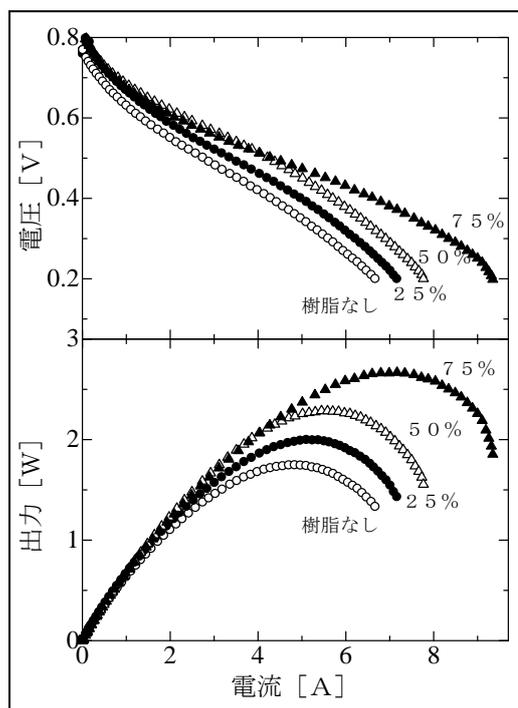


図2 測定開始直後の電流－電圧，電流－電力特性

は C N T 添加量を 7 5 [%] よりも増やしてセパレータの接触抵抗を調査する。また流路ありセパレータに本膜を被覆し、性能を評価する。

起動初期の固体高分子形燃料電池の評価

* 瓶子司（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻）、** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

固体高分子形燃料電池(PEFC)とは水素と酸素を反応させ、電気エネルギーを発生させる装置であり、クリーンな発電方法として注目され、研究が進められている。しかし、PEFCとは、その性能が電池構造のみでなく、電池内部の温度などの動作環境によっても変化してしまうため、PEFCの研究を行う上では、動作状況による出力の変化を把握する必要がある。そこで本研究では、動作時間に伴うPEFC性能及び、セル温度の変化を調べた。

2. 実験方法

実験には、電解質にNafion117、電極には $4 \times 4 \text{ cm}^2$ のカーボン電極に白金触媒 0.9 mgPt/cm^2 を担持させたものを用いた。反応ガスは、水素 200sccm、酸素 200sccmとし、常温常圧で加湿器を通し、使用した。評価方法は、燃料電池に3Aの定常負荷をかけ続け、ターフェル測定と、交流インピーダンス測定を5分毎に計1時間行った。また燃料電池の出力測定と共に、放射温度計を用いたセル温度の測定を行い、燃料電池動作時間における変化を調べた。

3. 結果及び考察

PEFCの動作開始から1時間経過までの電力及び直列抵抗値、並列抵抗値、また放射温度計によりセル温度を測定した結果をFig1に示す。直列抵抗値は動作開始と共に大きく減少し、10分ほどで約 $30 \text{ m}\Omega$ となり安定した。並列抵抗は、動作開始の $55 \text{ m}\Omega$ から徐々に減少し、40分ほどで $50 \text{ m}\Omega$ となり安定した。次にセルの温度は、動作開始は室温の 27°C だったのに対し、時間と共に徐々に増加し、40分ほどで約 40°C となり安定した。そして、PEFCの最大電力は、開始時10分程までに大きく増加し、それ以降は徐々に増加し40分ほどで 2.1 W と安定した。

以上の結果より、直列抵抗は、加湿されたガスの水分と、反応により発生する水により、電解質が水分を帯び、イオン伝導性が向上した為、開始直後急激に減少したと考えられる。

並列抵抗はPEFCの動作で発生した反応熱によりセル温度が増加し、それにより反応極の白金触媒が活性化された為、減少したと考えられる。

そして最大電力は、セルの加湿により、直列抵抗が低減した為、開始時10分は急激に増加し、それ以降は、セル温度の増加により、並列抵抗が少しずつ減少した為に、徐々に増加したと考えられる。

4. 結論

燃料電池の動作により、電解質が加湿され、PEFCの直列抵抗が減少する事が確認できた。また、動作に伴いセル温度が増加し、PEFCの並列抵抗が低減する事が確認できた。PEFC起動直後の急激な出力増加は直列抵抗値の変化に起因し、それ以降徐々に増加するのは並列抵抗値の変化に起因している事が確認できた。

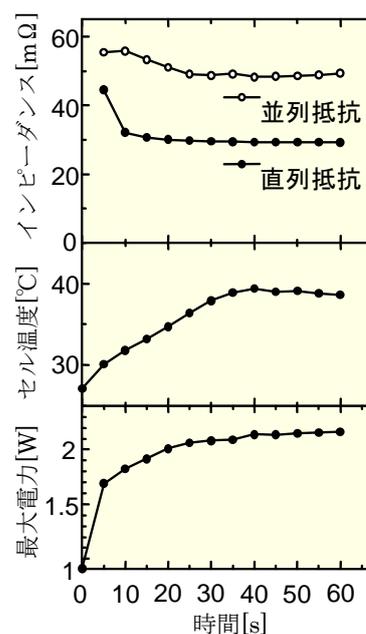


Fig1. PEFCの動作時間に対する直並列抵抗値とセル温度と最大電力の変化

a-C 膜被覆の燃料電池用セパレータの開発

* 石垣俊輔（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻） ** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

背景・目的

燃料電池は、クリーンな発電装置である。燃料電池の内部から電気を取り出すセパレータ（電極）は、金属製が主に使われている。しかし、チタンはコストが高く、ステンレスは比重が重いという問題点がある。本研究では、ジュラルミン製セパレータを用いて軽量で高出力の燃料電池の作製を目的とした。しかし、ジュラルミンは、耐腐食性が低いため燃料電池内部で腐食されてしまう恐れがある。そこで、本研究では高導電性で耐腐食性を有するアモルファスカーボンを被覆することによって燃料電池の出力電力の増加およびセパレータの耐腐食性の向上を目的とする。

実験方法

アモルファスカーボン(a-C)膜の作成には、プラズマ CVD 法を用いた。基板にはジュラルミン製セパレータを用いて、a-C 膜を作製した。a-C 作成条件は、反応ガスにアセチレン(C_2H_2)を用い、 C_2H_2 3sccm、反応圧力 30Pa、高周波電力 100W、成膜時間 30 分間、成膜温度を 400°C と 600°C とした。作製したセパレータを燃料電池に用い、出力特性の評価を行い、被覆していないセパレータと比較を行った。

結果・考察

燃料電池の評価には、a-C 膜の被覆を行っていないジュラルミン製セパレータと 400°C および 600°C で a-C 膜を被覆したジュラルミン製セパレータを用いた。右図に、燃料電池からの出力電流を変化させたときに得られる電圧と電力を示す。開放電圧は、全ての燃料電池で約 1V であった。電流を増加させた場合に、電圧の降下が生じた。a-C 膜を被覆していないジュラルミン製セパレータに比べ、400°C で a-C 膜を被覆したジュラルミン製セパレータを用いた燃料電池では、電圧の降下が大きかった。一方、600°C で a-C 膜を被覆したジュラルミン製セパレータを用いた場合では、電圧の降下が小さかった。また燃料電池の最大電力は、a-C 膜被覆していないセパレータの場合、2.58W であった。それに比べ、400°C で a-C 膜を被覆したセパレータを用いた場合は、最大電力は 0.6W まで減少した。一方、600°C で a-C 膜を被覆したジュラルミン製セ

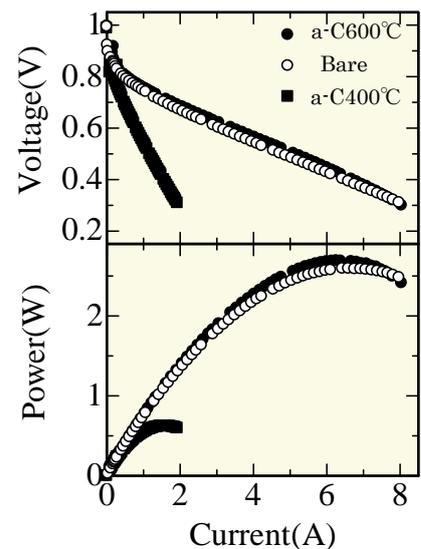


図 1.電流を変化に対する、電圧・電力

パレータでは、2.7Wの最大電力が得られた。このことから、400°Cでa-C膜を被覆したセパレータを燃料電池に用いた場合の電力の減少は、低温でa-C膜を被覆したことによって、内部抵抗が増加したためだと考えられる。一方、600°Cで被覆したセパレータでの電力の増加は、高温でa-C膜を被覆したことによって、内部抵抗が低減したためだと考えられる。

まとめ

本研究で、600°Cでa-C膜をジュラルミン製セパレータに被覆することによって若干内部抵抗が低減し、出力が増加した結果が得られた。今後、a-C膜被覆したジュラルミン製セパレータと被覆を行っていないセパレータの耐久試験を行い、耐腐食性を評価する。

a-C 薄膜被覆ステンレス製捕集電極を用いた電気二重層キャパシタ

* 井野浩行（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻）、** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

電気二重層キャパシタ (EDLC) は一般的なキャパシタより静電容量が大きく、二次電池と比べて急速充放電が可能、長寿命という特徴を持っている。そのため、EDLC は二次電池に替わる次世代の蓄電装置として注目されている。しかし、現状では直列抵抗成分が高く、充放電の際にエネルギー損失が大きくなってしまいうという欠点がある。そこで本研究では、捕集電極となるステンレス板にアモルファスカーボン(a-C)薄膜を被覆することで、分極電極と捕集電極間の接触抵抗を減少させ、従来よりも直列抵抗成分が低く、エネルギー損失の少ない EDLC の作製を試みた。

2. 実験方法

a-C 薄膜は、ステンレス板上にプラズマ CDV 法を用いて作製した。このとき成膜温度を 400、450、500、550、600[°C]と変化させた試料をそれぞれ作成した。その他の成膜条件を表 1 に示す。

作製した a-C 薄膜被覆ステンレス及び被覆を行っていないステンレス板を捕集電極として EDLC を作製し、充放電電流 1~50[mA]、充放電電圧 0.1~2.5[V]の範囲で充放電試験を行った。得られたデータより直列抵抗成分を算出し、成膜温度ごとの a-C 薄膜被覆ステンレスと、被覆を行っていないステンレス板を使用した場合の直列抵抗成分の比較を行った。分極電極は片面 60[mg]、導電剤として CNT を 20[%]添加したものをを使用した。

表 1. a-C 薄膜の成膜条件

プラズマ電力	100[W]
使用ガス	アセチレンガス
流量	3[sccm]
圧力	7[Pa]
電極間距離	40[mm]
成膜時間	30[min]

3. 結果考察

図 1 に温度を変化させて a-C 薄膜を被覆したステンレス製捕集電極を用いて作製した EDLC の直列抵抗成分の変化を示す。図中には a-C 薄膜を被覆せずに EDLC を作製した場合の直列抵抗成分の変化も示す。a-C 薄膜の成膜温度を上げることで直列抵抗成分が低くなった。成膜温度が 400[°C]の場合、直列抵抗成分は 393[Ω]であった。成膜温度を 600[°C]まで上げると 2.06[Ω]まで低減した。さらに、成膜温度が 450[°C]以上で被覆を行っていないステンレス板よりも直列抵抗成分が低減した。このことは、成膜温度が高いほどダングリングボンドが多く形成され、a-C 薄膜の導電性が向上し、分極電極と a-C 薄膜間の接触抵抗が減少したため、EDLC の直列抵抗成分が低減したと考えられる。

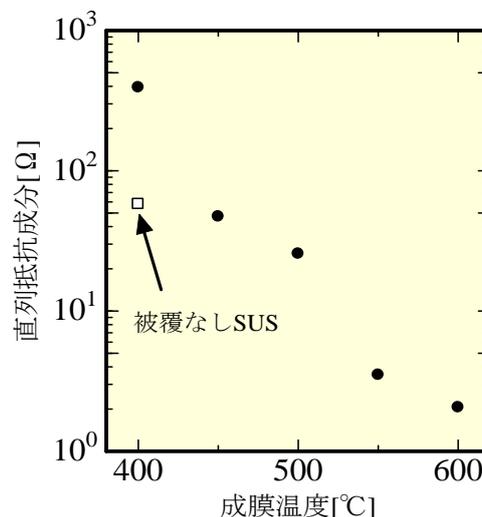


図 1.成膜温度と直列抵抗成分の関係

4. まとめ

実験結果より、ステンレス製捕集電極に a-C 薄膜を被覆することによって EDLC の直列抵抗成分を低減できることがわかった。今後はアルミニウムに a-C 薄膜を被覆し、EDLC の直列抵抗成分の減少を試みる。

希土類水素吸蔵合金の初期水素吸収速度に及ぼすイオン照射・アルカリ処理の影響

*岸本雅彦（東海大学工学部応用理学科エネルギー工学専攻）、青根茂雄（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、阿部浩之（(独) 日本原子力研究開発機構）、**内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

[実験目的]

水素吸蔵材料と水素の反応において、全体反応の開始となる水素や水分子の共有結合を解離反応は表面で生じる。したがって試料表面状態は非常に重要である[1,2]。そこで本研究では、合金表面近傍に空孔型欠陥を形成する事が知られているイオン照射[3]およびアルカリ前処理が水素吸蔵材料である $\text{Mm}(\text{La}_{0.65}, \text{Ce}_{0.35})\text{Ni}_{3.48}\text{Co}_{0.73}\text{Mn}_{0.45}\text{Al}_{0.34}$ の水素吸収特性に及ぼす影響について調べることを目的とした。

[実験方法]

実験装置には三電極式開放型一層式セルを用いており、負極は MmNi_5 系合金のペレット(12.2 mm×1.3 mm)、正極は水酸化ニッケル板(70 mm×60 mm×0.3 mm)、参照電極は水銀・酸化水銀電極、電解液は 6 M-KOH（水酸化カリウム水溶液）を使用し、測定温度は 298 K(一定)で行った。

測定時間は、充電 120 分、休息 30 分、放電 120 分、休息 30 分を 1 サイクルとし、充電時の電圧は -0.9324 V（一定）で行い、電気化学的初期水素吸収速度を測定し、各サンプルとの比較を行った。

アルカリ処理は 6 M-KOH (373 K) で 30 分間行い、イオン照射は独立行政法人日本原子力研究開発機構高崎研究所の TIARA(Takasaki Ion Accelerators for Advanced Radiation Application)で行った。以下に負極である MmNi_5 系ペレットに行ったイオン照射の照射条件を示す。

照射イオン種 H^+

照射エネルギー 1 MeV, 3 MeV

照射量 $1 \times 10^{14} / \text{cm}^2$, $1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$

[実験結果]

イオン照射のみ行った試料は未照射のものとは比べて、水素吸収速度が変わらないか若しくは低下した。これはイオン照射により合金表面が活性化され、大気中で水素との反応前に酸化膜が形成され、水素分子の解離が阻害された結果、水素吸収速度が低下したものと思われる。しかし、アルカリ処理を施した試料は、総じて水素吸収速度が向上し、特にイオン照射試料はアルカリ処理の効果が顕著に表れた。このことから、イオン照射はアルカリ処理と組み合わせることによって、高い水素吸収速度を得ることができるとわかった。

[引用文献]

[1]H.Uchida, Int.J. Hydrogen Energy 24(1999)861-869.

[2]H.Uchida, Y.Ohtani, M.Ozawa, T.Kawahata, T.Suzuki, J.Less-Common Met. 172-174(1991) 983-996.

[3]H.Abe, A.Uedono, H.Uchida, A.Komatsu, S.Okada, and H.Itoh, Mat.Sci, Forum 363-365(2001) 156-158

閉ループ内熱対流数値シミュレーション ～対称性を人為的に操作すると～

*増子友紀(教養学部人間環境学科自然環境課程) **三村和男(教養学部人間環境学科自然環境課程)

1. はじめに

初期条件・境界条件を定めると以後の運動が決定論的に予測できる時においても、初期条件のわずかな差で大きく違った結果を生ずる。これは、カスの特性であり、長期予報が外れる原因の1つとして考えられている。三村研究室では、地球が赤道と極、地面と空気のように温度差を持つことと、大気が薄い2重球殻内に閉じこまれていることを考慮した、最も単純化した地球として、閉ループ内の熱対流運動のカス的振る舞いの発現条件を室内実験と数値実験の2つの手法で研究を行ってきた。

2. 目的・方法

目的:今夏に行った ϵ Gr を上昇(下降)させていく連続パラメータ変化実験の結果、空間分布に乱れが起こらない「定安」、主流と温度の時間変化が非定常で主流が反転しない且つ空間分布に乱れが起こった「乱安」、主流が反転する「カス」、という変化が見られることがわかった。さらにまた、定安から乱安に遷移するとともにループに沿った回転対称性が悪化した。上昇・下降時に同じ ϵ GR での主流は必ずしも同じ振る舞いを見せなかった。今回は人為的に対称性の改善及び改悪操作をすることで、振る舞いの影響を検証していく。改善を対称性の悪い乱安に、改悪を対象性の良い定安に使う。

方法:本研究では、連続の式、ナビエ-ストークスの方程式、熱伝導の式をフジソク近似し、円筒座標表示、無次元化した。格子点モデルを用い、数値実験を行っている。プラント数 Pr (流体の粘性の目安)、変形グラスホフ数 ϵ Gr (温度差の目安) を変化させることで生じるループに沿った全流量(主流)の振る舞いの特性を調べていく。なお各振る舞いは温度分布アニメーションと主流の時系列から分類した。

方法:「X=6、格子点数 121×21、Pr=10」。反対称性は、温度の全領域平均をとる。計算条件は、計算時間刻み幅: 2.0×10^{-2} 、無次元時間: 2.0×10^3 、ポアソン方程式許容誤差: $R=10^{-6}$ 、初期条件は3変数定常理論解を与えて実験を行った。対称性の改善には ϵ GR18 の乱安に式(1)、(2)という処理を2, 5, 10回施し、改悪には ϵ GR1, 2, 3, 4, 5, 6 の定安に大きさ 10^{-3} 程度のランダム乱数を加える処理を5回施した。

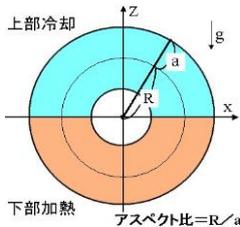


図1 装置略図

X=6, 121x21	
GR	Pr
100	10
90	10
80	10
70	10
60	10
50	10
40	10
35	10
30	10
28	10
26	10
25	10
24	10
22	10
20	10
18	10
16	10
15	10
14	10
12	10
10	10
8	10
6	10
4	10
3	10
2	10

図2 主流の分類

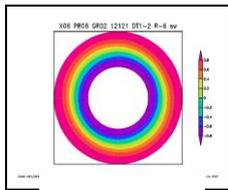


図3 主流

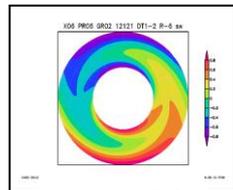


図4 温度分布

$$S = \frac{S(\theta, r, t) + S(\theta + \pi, r, t)}{2}$$

式(1)

$$T = \frac{T(\theta, r, t) - T(\theta + \pi, r, t)}{2}$$

式(2)

3. 結果と考察

図5は対称性の改善計算回数別に効果がでてきていることを示し、図6ではそのときの主流の振る舞いの違いを表している。図7はそれぞれの ϵ GR で対称性が悪くなった様子を示し、図8はそれらの主流の振る舞いを元々のものと比べられるように示した。

①図5より改善計算の回数が多いほど全体的に対称性は良くなることがわかった。また、図6より元々乱安であったものが、計算回数を5, 10回とした場合それぞれカス的転が起った。乱安で対称性の悪いものを良くすると、反転が起こることがある。

②図7より改悪がそれぞれの ϵ GR で5回行われていることがみられ、対称性が悪くなったあと元に戻ることもなく継続的に対称性が悪くなった。このことからより小さい乱数を加えたときならば、対称性が一時的に元に戻ることが推察できる。図8で改悪の効果が ϵ GR 別に違いが出た。それぞれを比べてみると、小さな ϵ GR であるほど定常解が多重になる傾向がある。

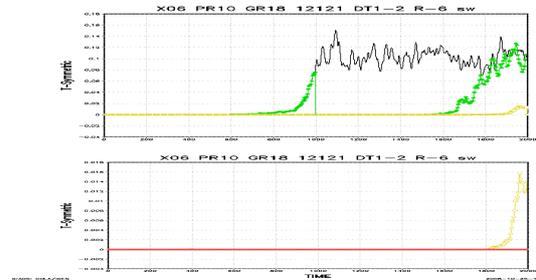


図5 反対称性の改善

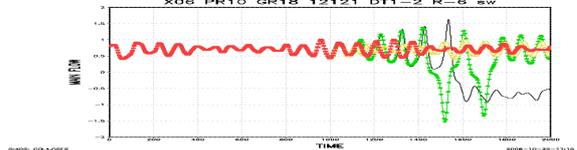


図6 主流の改善

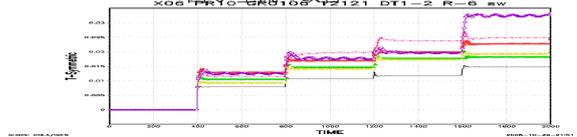


図7 反対称性の改悪

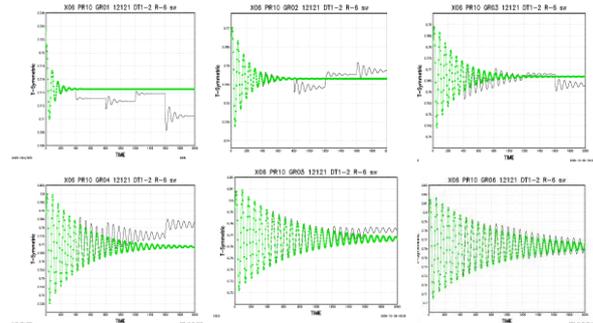


図8 主流の改悪

4. 参考文献

晝間「東海大学人間環境学科自然環境過程 2007 年度卒業論文」

東海大学湘南キャンパスの気象学的特徴 ～南岸低気圧接近時の地形効果～

*野中立也(教養学部人間環境学科自然環境課程) **三村和男(教養学部人間環境学科自然環境課程)

1. はじめに

東海大学湘南キャンパス(以下、東海大)近郊の地では昔から積雪が少ないことで知られている。この研究が始まるきっかけとなった1998年1月8日と15日の関東の記録的な大雪の日に東京や横浜では10cmを超える積雪があったが東海大周辺では雪は降ったが、積雪はみられなかった。

この原因を探るために、三村研究室気象班では東海大周辺に気象学的な特殊性がないかを研究している。

2. 地形効果について

気象庁が設置している AMeDAS データから得られる地上の風は、地衡風(上空の風)が地形によって強さや風向が変えられたものであると考えられる。これを地形効果という。これを求める式として、[地形効果の風]≡[アメダスデータの風]-[地衡風×減速率(x)]とした。また減速率(x)は|アメダスデータの風|-|地衡風×(x)|となるようにした。ただし|は解析エリアの全アメダス観測地点での平均を表す。

3. 今回使用するデータについて

当研究室ではウェザースタビー(以下、WS)という気象観測機器を東海大10号館屋上に設置し、日々観測している。一方、気象庁ではAMeDASという観測機器を全国約1300箇所設置し観測している。以前は研究のきっかけが積雪の有無であったために横浜や東京で積雪があった日のみに限定していたが今回は対照を1998年の大雪の時のように南岸低気圧が通った日を積雪があるかに関わらず解析対象にすることにした。春学期に2006年のデータを解析できるようになっていたが、新たに2005年(いずれの年も1~3月、12月)も解析出来るようにした。また関東1都6県だった解析エリアに加え、神奈川県に隣接する山梨県・静岡県を含む1都8県を解析対象エリアとした。したがって元データはAMeDAS103地点と東海大周辺の観測データとして使用するWSデータを合わせた計104地点を使用した。この際、大島等の離島やデータ不具合のある地点は除いている。また、地衡風としてNCEP(アメリカ環境予測センター)のデータを用いた。

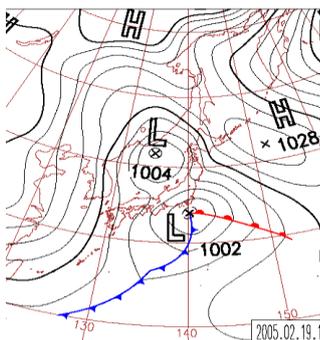


図1.2005年2月19日
21時 地上天気図

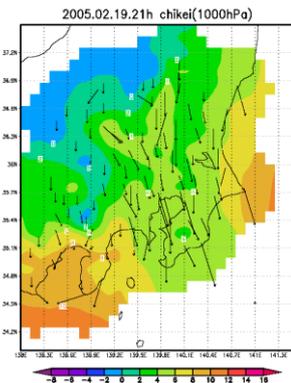


図2.2005年2月19日
21時 地形効果の風

4. 結果

2005年2月19日は図2のように関東全域で強い北向きの地形効果を示した。しかしながら、東京・横浜と東海大との差は気温ではみられたものの、地形効果の風においては特に大きな差は見られなかった。一方で2005年2月25日は図4のように関東南部では北よりの地形効果を示したが北部や静岡・山梨では南寄りの地形効果を示した。しかし関東南部の中でも、小田原・東海大は南寄りの地形効果を示した。

5. 考察

今回の解析では対象範囲を南岸低気圧接近時と条件を一つにしたのかかわらず地形効果の風は図2と図4のように異なった傾向を示す事が分かった。よって、南岸低気圧のとおり方、あるいはそれ以外の要素により関東地方での地形効果に違いが出ると考えられる。

参考に1000hPaでのNCEPデータを比べてみると図2の同時刻では南風、図4の同時刻では北寄りの風が吹いていた。今後サンプルを増やし、地形効果に影響する要素は何か、また1998年のような地形効果はどのような条件で起こるのかをさぐっていく

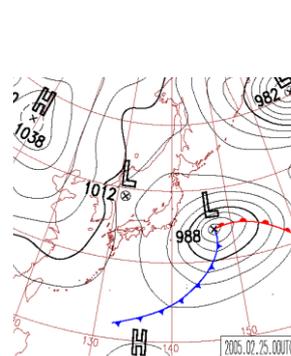


図3.2005年2月25日
9時 地上天気図

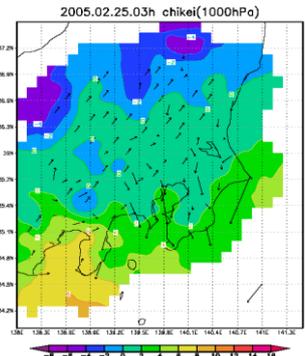


図4.2005年2月25日
3時 地形効果の風

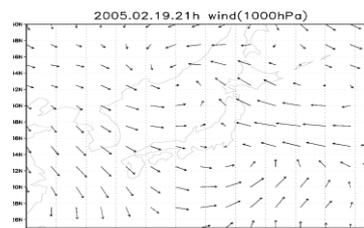


図5.2005年2月19日
21時 NCEP 風データ

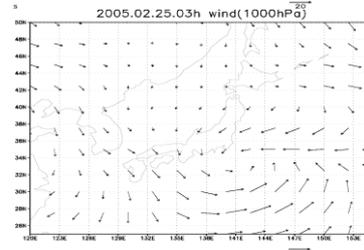


図5.2005年2月25日
03時 NCEP 風データ

参考文献：一般気象学[第2版]著者：小倉義光 発行：東京大学出版
山本 翔「東海大学工学部航空宇宙学科 2007 卒業論文」

*志賀佑毅(教養学部人間環境学科自然環境課程) **三村和男(教養学部人間環境学科自然環境課程)

1. はじめに

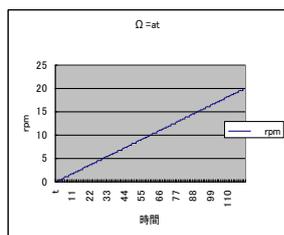
地球北大気全体の気象大循環を再現する実験に取り組んでいる。北半球と言っても、現実の地球のように大陸や海洋の分布もなく、水蒸気も雲もない乾燥大気の大循環であって、考慮に入れるのは傾圧性(温度差による圧力)と惑星 β 効果(コリオリ力)のみである。

2. 目的

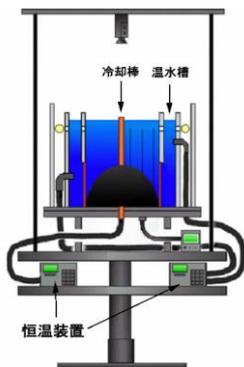
昨年は、回転台の回転速度を段階的(1. 3. 5. 7. 10. 15. 20 rpm)に上げたり下げたりの実験を行っていたが、なじませの時間は各段階で約1時間で、一回の実験に長時間を要した。そこで今回は、段階的に回転速度を変化させるのではなく、回転速度を連続的・線形的に変化させることで、無限通りもの実験を一度にしたことと同様の成果をあげることを目指した(fig1)。そして、回転台の回転速度の変化に対して気象大循環がどのように遷移するかを調査する事が目的である。

3. 実験装置

回転台の上に乗せた流体槽の周りには温水槽、中心には冷却棒があり、恒温水循環装置によりそれぞれの温度は常に一定に保たれている。(fig2)熱伝導性を高めるため温水槽の下部及び冷却棒は銅製の物を使用している。なお、昨年の研究結果より、放物底により β 効果が確認できたため、水槽には放物底が用いられている。実験水槽の上には、トレーサーの動きを撮影するためのデジタルビデオカメラを設置し、テープに記録する。トレーサーを照らし出すための丸型蛍光灯は、水槽を囲うように設置している。なお、回転台のコントロールはコンピューターで制御し、始動時間や目標回転数までの到達時間、加速時間、各実験の目的に合わせた回転数を事前にプログラミングした。



上: fig1 線形の目標回転速度と目標到達時間

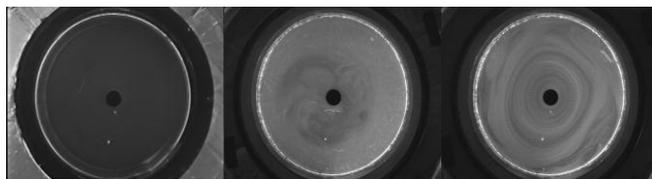


右: fi2 実験装置

4. 実験結果

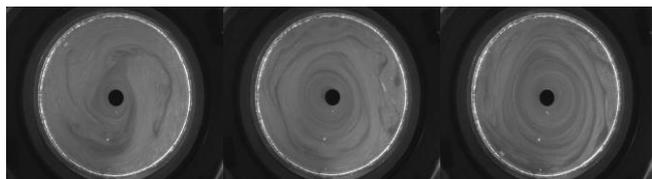
今回は本実験の前段階として予備実験を実行した。この予備実験を行った理由としては、本実験を以前行った

のだが可視化の画像が悪く(Fig3)、解析出来なかったため、画質の向上を1つ、大きな目的とした。予備実験では、本実験と同じ条件で1時間だけ実験を行い、その結果を解析した。今回の予備実験の目的は大きく分けて2つあり、画質の向上を目指す事と、もう1つは回転数の上昇率が適切なものかを確認することを目的とした。これは以前2時間で20 rpmになるという回転数上昇率で実験を行った時、回転数の変化が早過ぎてしまい、水がなじまらずに東風を発生させてしまったため、今回は10時間で20 rpmになる回転数の上昇率に変更し望んだ。結果、画質の向上は、fi3, fi4より向上出来たと言える。また、回転数の上昇率は、比較的早い段階で西風が発生し、激しい蛇行も見られたため、(fig5)、今回はこの回転数上昇率で本実験に望もうと考えられる結果となった。



左: fig3 以前の画像 真中 k: fig4 今回の画像 右: fig5 蛇行の様子

また、これまでの過去の実験で見る事の出来なかった0.5 rpmの時(fig6)、1 rpmの時(fig7)、2 rpm(fig8)の時の流れの様子も今回の実験で見ることが出来た。



左: fig6 0.5 rpm 真中: fig7 1 rpm 右: fig8 2 rpm

5. 考察

今回は予備実験ということで、短時間のこともあり、可視化もうまくいったが、本実験は11時間のため、時間が経つにつれ可視化が悪くなっていくことも覚悟しなくてはならないと考える。今後の課題として、長時間実験の可視化の向上を目指すと同時に、現在の回転数上昇率を解析より適切か明らかにし、適切でないのならより長い長時間実験に移行していく必要があると考える。また、今実験で、これまでになかった映像の保存方法、iLinkケーブルを利用した映像の取り込み方など、新しいテクニックも見つけられた。

参考文献 : 須山・高沢(2007), 東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程 2007年度卒業研究論文
加藤・山口(2006), 東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程 2006年度卒業研究論文

環境エネルギーの地産地消—秦野市での導入に向けて—

*金子智恵美（東海大学大学院人間環境学研究科人間環境学専攻）

**須田不二夫（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

はじめに

現在、神奈川県秦野市では地球温暖化対策推進法第10条に基づき「秦野市地球温暖化対策地域推進計画検討委員会」（以下検討委員会）が設置され、地域の社会的・自然的特性を活かした計画作りに取り組んでいる。京都議定書の約束期間（2008年～2012年）に入り日本にとって温室効果ガスの1990年比6%削減は急務である中、同市のCO₂排出量の現状は約21%増（2005年度ベース推計）と全国平均12.8%同増に比べて大きな伸びを示している。CO₂の排出はその9割がエネルギー起源によるものであるため、省エネはもちろん、化石エネルギーから環境エネルギー（再生可能エネルギーとその利用形態をさす）への代替が必要である。本研究では、神奈川県秦野市における地域特性を活かした環境エネルギーは何か、また、その地産地消利用、循環利用について検討した。

研究方法

NEDOデータベースよりMONSOLA05を用いて年間平均日射量を、風況マップを用いて年間平均風速を、バイオマス賦存量及び利用可能量の推計GISデータベースを用いてバイオマス賦存量をそれぞれ求め、「統計はだの」より自然的、社会的特性を踏まえたうえで利用可能量、寄与率、CO₂排出削減量を計算した。

結果

神奈川県秦野市では、地理的条件より波力、海洋温度差、雪氷熱エネルギーなどは期待できない。また、温度差、水力、地熱エネルギーは計算上具体的な実施場所での条件がないと求められないため、それ以外のエネルギーについてのみ計算を行った。その結果を利用可能量が多い順に表1にまとめる。ここでの寄与率は秦野市内の一般家庭における灯油、電力に対する割合を示している。利用可能量は、太陽熱利用が最も多く、灯油に換算して一般家庭の63%を代替する結果となった。CO₂削減量は、太陽光発電が最も多い。

表1 秦野市における各環境エネルギーの推定結果

環境エネルギー	利用可能量	寄与率	CO ₂ 削減量
太陽熱利用	418TJ	灯油63%	28340t
太陽光発電	392TJ	電力45%	36951t
食品系バイオマス	295TJ	電力9%	9695t
風力発電	103TJ	電力12%	7729t
木質系バイオマス	45.8TJ	灯油7%	3105t

考察

秦野市では、太陽エネルギーの量が最も多く、代替エネルギーとして期待できる結果となったが、地球温暖化の観点から木質バイオマスにも注目したい。秦野市は総面積103.61km²のうち森林面積が53%、緑被度が75%と緑の割合が日本全体の森林面積率67%に匹敵している。上述したように、秦野市におけるCO₂排出増加率は全国平均を上回っているため更なる削減努力をしなければならない。そのためには省エネはもちろんのこと、CO₂吸収源を活かすべきである。木質バイオマスの利用は、森林と整備と利用のつながりであり、吸収源である森林を育てると同時に私たちの暮らしを守ることになる（図1）。

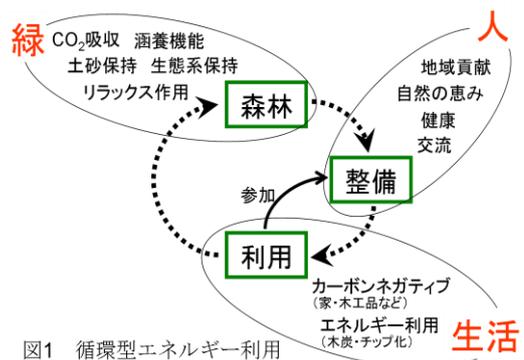


図1 循環型エネルギー利用

参考文献

『新エネルギーガイドブック 2005』独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

温度時系列データによる自然循環流のカオス解析

* 森 亮人(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

西川 浩之(東海大学大学院人間環境学研究科人間環境学専攻)

沖野 茂紀(東海大学教養学部芸術学科音楽学課程)

** 須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

1. はじめに

自然循環ループは、動作流体の加熱と冷却から生じる密度差の結果つくられる浮力を、駆動力とした装置である。ループ内の流れは、加熱量を上げていくにつれ層流から乱流状態へと遷移するが、ある条件下で熱輸送が不安定化することはよく知られている。しかし、この不安定流が本当にカオスであるか否かは、はっきりしていない。本研究は水を動作流体とする矩形型の自然循環ループ内で観察される種々の流れについて、カオスの幾何学的特徴量を示すフラクタル次元の一種である相関次元および軌道不安定性を定量化するリアプノフ指数を求め、これらによりカオス判定を行なった結果である。尚、結果の一部は引用文献2および3にて報告した。

2. 実験装置と方法

ループは縦 $L_v=0.420\text{m}$ 、横 $L_h=0.415\text{m}$ のほぼ正方形に近い矩形で、内径 0.030m のパイレックスガラス管製である。下部水平ブランチには、熱流束一定になるようにニクロム線を様に巻きつけ、加熱量の調節は単巻型変圧器でおこなった。左右垂直ブランチ内温度のサンプリング周期は 0.5s とし、加熱量 Q は 10W (熱流束 $q=0.28\text{kW/m}^2$) から 900W ($q=24.8\text{kW/m}^2$) 一定条件で、 Q を上昇、下降させていった場合の温度データを収集した。冷却水温は 25°C に設定し、動作流体に蒸留水を用いた。収集した温度時系列データをもとに種々のカオス解析を行った。以下に解析の手順を示す。³⁾ 今回、解析したデータのうち、 Q 上昇は昨年度の発表と同様のものを使用し、 Q 下降のデータは新たに収集した。以下にデータ処理の手順を示す。

- (1) 加熱量変化に対する温度振動(温度差 ΔT_{AB})の時系列データを取得
- (2) 高次自己相関係数を用いた、アトラクタ再構成のための最適時間遅れ値の計算
- (3) 相関積分法によるアトラクタのフラクタル次元解析
- (4) 多次元再構成空間におけるリアプノフ指数の計算

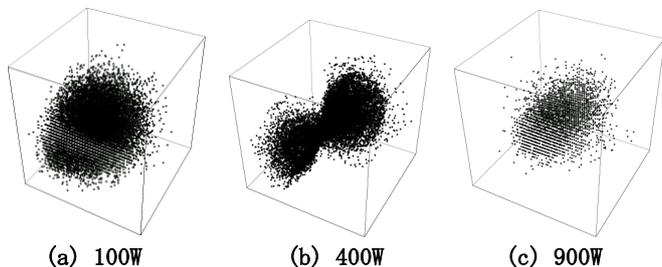


Fig.1 Examples of reconstructed attractor ($Q=100, 400, 900$; Q_{up})

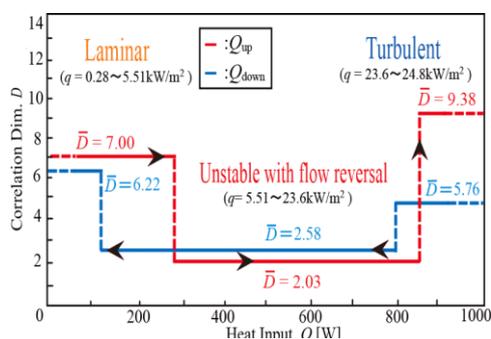


Fig.2 Correlation dimension vs. Q (Q_{up} & Q_{down})

3. 結果と考察

ΔT_{AB} の時系列データをもとに高次元アトラクタを再構成し(Fig. 1)、アトラクタの相関次元 D とリアプノフ指数を求めた。Figure2 から、ループ内の流れは D 値によって3つの領域に分類できた。それらはレイノルズ数の値から判断して層流、不安定流、及び乱流に対応している。主流の反転が生じた不安定領域では D は2前後と他の領域に比べて低く、これは複雑な現象が低自由度系からも起こりうるというカオスの特徴を示している。また、 Q 上昇と Q 下降の解析結果は、加熱量に対しヒステリシスを伴っていることが判った。最大リアプノフ指数は、十分な時間をかけることにより層流、不安定流及び乱流領域のいずれも正となり、カオスである条件は満たしているが、解析プログラムを修正して解析したところ、異なる結果が得られた。詳細についてはポスターセッションにて発表する。

参考・引用文献

1. Suda, F. *et al.* (2005): Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics, 462-463.
2. 西川、沖野、須田: 2008年度秋季応用物理学会発表 中部大学(5a-A-1)
3. Nishikawa, Okino, and Suda, 2nd International Forum on Heat Transfer 2008, Tokyo Univ. (223)
4. 合原一幸 編『カオス時系列解析の基礎と応用』(産業図書 2002) 第2~4章

亜鉛金属葉～フラクタル次元の溶液濃度依存性～

*滝智行(東海大学教養学部人間環境学科)**須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科)

1. はじめに

海岸線、山の形、葉の葉脈、枝別れした樹木のなど、自然界には様々なフラクタルパターンが存在する。フラクタルは、自己相似的で、特徴的な長さを持たない。本研究では有機溶媒と電解液から人工的に金属葉(Metal Leaf 以下 ML)を発生させ、そのフラクタル次元 D を求めた。特に D の水溶液濃度依存性に注目し、考察した。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置の模式図を図1に示す。シャーレ(150mmφ)の中に電解液である硫酸亜鉛水溶液と有機溶媒である酢酸ブチルを入れ、二液界面を作る。陽極として円環状の亜鉛板(厚さ1mm,幅25mm,長さ450mm)を、陰極には炭素棒(2.5mmφ)をセットし、両電極間に直流電圧を印加した。炭素陰極をマイクロメーターにより二液界面まで降ろしていき、LEDライトが光ったらスイッチをONにする。この時二液界面に沿ってMLが二次元的に成長する。

本実験では、電圧は5V一定、成長時間120秒、溶液温度28℃、溶液の濃度9%~40%の範囲で変化させた。このようにして成長したMLを取り出し、パターンの二値化を行った。二値化方法は、各濃度で電析したMLを拡大コピーし、手によって二値化した。その画像をコンピュータに取り込み、ボックスカウント法によりフラクタル次元 D を求めた。

3. 実験結果と考察

図2に二値化されたMLの例を示す。図中のバーサインは1cmを表している。MLの形は溶液濃度が高くなるにつれ、膜状成長型から先端分岐型の成長に変わっていく。過去にフラクタル次元 D の温度依存性について須田らの研究がある。²⁾ それによると、二次元DLA成長をする温度範囲は20℃以下である。従って、本実験条件はフラクタル次元が二次元DLAモデルによる値($D=1.667$)よりも高くなる条件で行ったことになる。 D 値は、膜状成長型ではDLA値よりも高くなり(約 $D=1.75$)、先端分岐型の方が二次元DLAモデル値に近づいていくことが分かった。二次元DLAモデルでは、イオンの運動は二次元ブラウン運動が支配する。従って、本実験条件は高温低濃度での成長ではブラウン運動ばかりでなく、金属表面とイオン間の相互作用の影響もあることを示唆している。

参考文献

1. 松下 頁:「フラクタルの物理(I)-基礎編-」 2002年 裳華房 第2章~第5章
2. Suda, Kawauchi and Ito: Jan. J. Appl. Phys. **42**(2003)pp. 6726-6730.

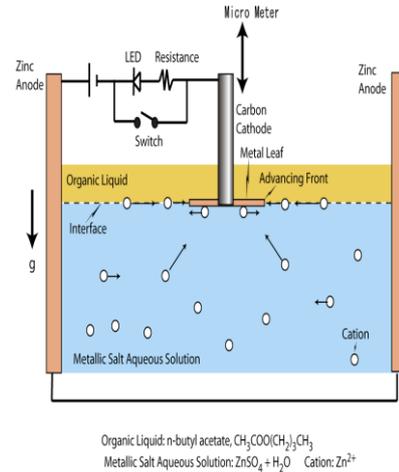


Fig. Schematic illustration of the cation-supply to an advancing front of the cluster formed at the cathode.

図1. 実験装置図

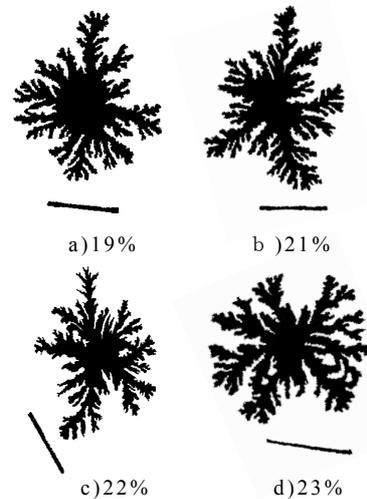


図2. 電析された金属葉の例
※各図のバーは1cmを表す。

ヘリ・ショー・セルにおける粘性突起のフラクタル成長パターン ～フラクタル次元の温度依存性～

* 杉浦崇之(教養学部人間環境学科自然環境課程)、鈴木勝真(東海大学大学院人間環境研究科人間環境専攻)

** 須田不二夫(教養学部人間環境学科自然環境課程)

【はじめに】

自然界に存在する幾何学的に表わすことのできない雲、海岸線、河川、葉脈、などの図形を表すために『フラクタル』という概念を、1975年B・マンデルブロが提唱した。ヘリ・ショー・セルはフラクタル生成装置の一つであり、カオス研究にも深く関わっている。すなわち自然界の複雑な現象を解明することにも繋がると考えられる。これまでのヘリ・ショー・セル実験においてフラクタル次元 D の圧入圧力依存性、粘性依存性、時間依存性、液圧依存性について研究してきた。本研究では、粘性突起の温度依存性に注目した。¹⁾

【実験装置・方法】

実験に使用した二液は、高粘性液体に信越化学工業株式会社製シリコーン・オイル KF96-100、低粘性液体に粘性突起の成長が確認しやすい牛乳を使用した。図1にヘリ・ショー・セル本体図を示す。2枚のアクリル板の間にスペーサーで厚さ 0.76 mm の隙間を作り、そこにシリコーン・オイルを入れクランプで固定する。上部のアクリル板の中心に内径 1mm ϕ のチューブを差しこみ、反対側に牛乳が入った注射器をつけておく。牛乳の注入には圧入圧力を一定にするため水 1400 g ($1.06 \times 10^6 \text{Pa}$) の荷重を使用した。牛乳が注入され粘性突起が成長していく様子を、下方よりビデオカメラで撮影する。動画から静止面を取り出し二値化し、ボックスカウント法を用いてフラクタル次元を算出した。

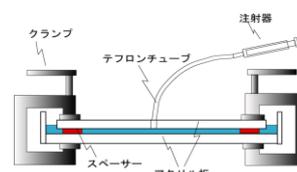


図1 実験装置本体図

牛乳の温度は 10～20℃、30～40℃、50～60℃と三つの領域に分け実験を行った。

【実験結果・考察】

液体の粘性は一般に温度の上昇とともに低下する。これまでのヘリ・ショー・セル実験での粘性依存性の結果は、シリコーン・オイルの粘性を高くすると、得られるフラクタルパターンはより細かく成長し D は小さくなることが知られている。²⁾

低粘性液体の温度を変えた場合の成長パターンの例を図3(a)～(c)に示す。図からわかるように温度を上げていくと粘性突起は細かくなっていき、逆に温度を下げていくとより太い粘性突起が得られた。図4はフラクタル次元 D を低粘性液体の温度に対してプロットした図である。 D の値は 10～30℃まで温度の上昇とともに減少し 30℃以上では、ゆるやかに増加する。

注入される低粘性液体のパターンが成長するにつれ、高粘性液体との接触面積は飛躍的に増大する。その結果、伝熱量が増し高粘性液体との温度差は小さくなる。結果としてフラクタル次元 D がどこの領域も 1.80 付近に収束したと解釈した。

撮影方法やボックスカウントにおける人為的誤差を減らすために改善していく余地がある。

【参考文献】

- 1) 鈴木他 : 第 69 回応物理学会講演会 (2008、中部大学) 3a-P9-10.
- 2) 磯ヶ谷祐光 : 2005年度教養学部卒業論文 ヘリ・ショー・セルにおける粘性突起のフラクタルパターン解析～圧力と粘性依存性～

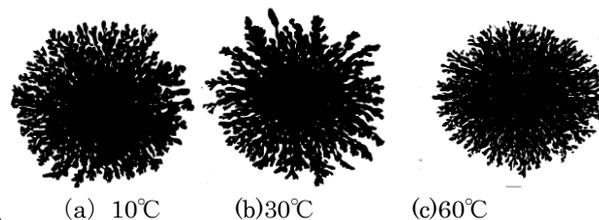


図2 各種温度における
フラクタル成長パターンの例 10 cm

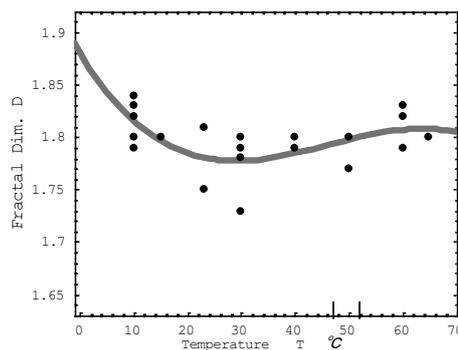


図3 温度とフラクタル次元の三次式

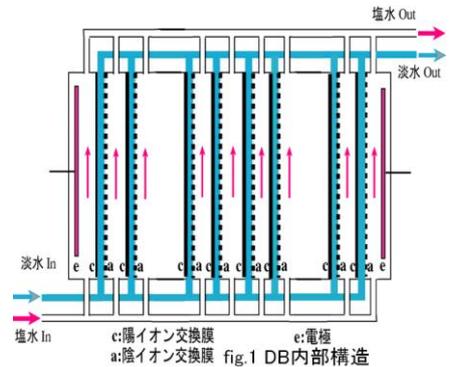
淡水濃度差直接発電 ～電極による出力への影響～

* 家亀 康之 (東海大学教養学部人間環境学科 自然環境課程)、鷲頭 玄一 (東海大学教養学部人間環境学科 自然環境課程)
 ** 須田 不二夫 (東海大学教養学部人間環境学科 自然環境課程)

1. はじめに

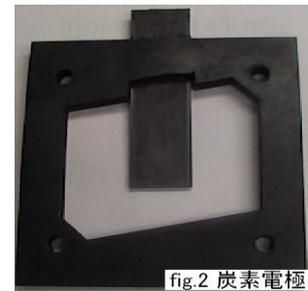
近年、解決すべき課題の一つとしてエネルギー問題がある。我々は、環境負荷の少ない再生可能資源である濃度差エネルギーに注目した。濃度差直接発電では、これを河口付近において淡水と海水が混ざる際に発生する混合自由エネルギーを直接電気に変換することができる。透析電池(Dialytic-Battery:以下 DB)は、このエネルギーをイオン交換膜の使用により直接電気に変換させる装置である。

本研究では、電極の面積を変化させた際の出力の変化、及び銀電極を使用した際の塩化反応と電極の再利用に注目した実験をおこなった。



2. 実験装置・方法

DBの内部構造を fig.1 に示す。DB 本体は、電極が両端にあり、間に淡水槽と塩水槽を交互に配置し、それを仕切るように陽イオン交換膜と陰イオン交換膜が配置してある。イオン交換膜には、(株)アストム製ネオセプタ CMX, AMX を使用した。実験の際には、海水の代わりに標準海水濃度 3.50wt%の塩化ナトリウム水溶液を用い、淡水には水道水を用いた。流量は、実験の内容に合わせて調節した。実験は、開放電圧が安定するのを待って負荷抵抗 R_L を 10~10000 Ω の範囲で電極間に印加し、安定するごとに電圧降下を測定した。得られたデータを、短絡回路抵抗モデルにもとづく mathematica プログラムで処理して出力を求めた。



3. 結果と考察

実験に用いた炭素電極を fig.2 に示す。実験条件を同じにして、炭素電極の面積のみを変化させたとき、電極の面積が大きくなることで、電極部の抵抗が小さくなり、最大電力が大きくなっていることがわかった。最大で面積を 3 割増したとき、電力は数倍増す。これにより、電極を紙やすりなどで磨き、目視できない凸凹を造ることで、電極部の面積が大きくなり、最大電力も大きくなることが予想される。次に、銀電極の塩化反応では、見かけ上塩化反応が進むごとに出力が下がっていることが確認できた。塩化反応した銀電極を fig.3 に示す。B が塩化した銀電極である。過去の研究から使用する電極は銀が最適であると決定されている¹⁾が、銀が塩化することは、発生する電力に大きく影響する。反応した銀電極は、陰極、陽極を交換することによって再利用することが可能だが、両電極の相互交換の時期を見極めることが重要になってくる。したがって、銀から塩化銀への反応速度、反応の促進条件を特定することが今後の課題である。得られたデータはポスターで示す。



参考文献

1) 須田、高橋、須賀：第 67 回応用物理学学会学術講演会 (2006 年 立命館大学) 30a - G - 2

AB₂型 TiCr 合金と Mn 混合試料の表面被毒に対する初期水素吸収反応速度の影響

* 武田和明（東海大学工学部応用理学科エネルギー工学専攻）、義村喜士（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、** 内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

[実験目的]

昨今のエネルギー問題において水素が注目されるなか、水素の貯蔵・輸送媒体の一つとして研究されているのが、水素吸蔵合金である。AB₂型 TiCr 合金は、0°C以下で水素の吸放出が可能であり、水素を貯蔵する利用の他に、水素の吸放出時に起こる合金の吸熱・放熱反応を利用した冷蔵庫等への利用が研究されている。しかし、水素吸蔵合金は表面被毒に対して非常に敏感であり、合金の表面被毒によって水素との反応性が低下するという一面もある。本研究室では、表面被毒による水素との反応性低下の改善策として、TiCr 合金の Cr を Mn に置換した試料について研究し、Mn が水素との反応性低下を防ぐのに対して有効であるという結果を得ている。⁽¹⁾しかし、Mn 元素が TiCr 合金に及ぼす影響については未解明な点が多々ある。本研究は、Mn 単体が合金と水素の反応性に対してどのような影響を与えるかを調べる為、TiCr 合金の Cr を Mn に置換した合金を用いるのではなく、TiCr 合金と Mn を混合した試料の表面被毒に対する水素吸収反応速度の影響について調べることを目的とした。

[実験方法]

試料は、(株)日本製鋼所によって作製された TiCr_{1.7}合金を使用し、TiCr_{1.7}合金と Mn 粉末（純度 99.9%、(株)高純度化学研究所製）を混合して反応管に入れて水素吸収反応速度を測定した。Mn 粉末は乳鉢で粒径 20 μm以下まで粉碎したものを使用した。水素吸収反応速度の測定は、容量法（ジューベルツ型装置：到達真空度 1.4×10⁻⁴Pa、真空リークレート 7.1×10⁻¹⁰ Pa・m³/sec）を使用し、印加する水素ガスは純度 7N（99.99999%）のものを用いた。水素ガスは一旦、LaNi₅に貯蔵し、その後、この LaNi₅H_x 水素化物から放出させた水素ガスを反応ガスとして使用した。これにより、H₂O などの不純物を取り除き純度を向上させた。測定条件は、水素印加圧力 0.03 MPa、測定温度 298 K で初期水素反応速度を測定し、TiCr 合金 0.3g に対して Mn 粉末量を 0 g、0.1 g、0.3 g とを混合調節した 3つの試料を準備した。試料は、高真空中において 873 K、6 時間熱活性を行い、3 MPa の水素ガスを印加することにより圧力活性を行った。また、酸化による影響を調べる為、試料を 1、3、8、18 時間、10⁻¹ Pa 程度の低真空中にさらし、表面汚染した後で水素吸収反応速度を測定した。なお、本研究室ではこれまでに金属試料を低真空中にさらすことにより合金表面の酸化・水酸化被膜の成長が促進されることを確認している。⁽²⁾

[結果]

低真空中にさらす前の水素吸収反応速度は、Mn 元素の量が 0 g、0.1 g、0.3 g の 3つの試料ともほぼ同じ反応速度であり、各試料とも低真空中にさらす時間が長くなるほどに水素吸収速度は低下した。一方低真空中に 18 時間さらした試料の水素吸収反応速度において、Mn 粉末 0.3 g の試料は 0 g、0.1 g の試料と比べて水素吸収反応速度は低下していなかった。詳細は当日報告する。

[引用]

(1) I.Tajima, Y.Takada, H.Uchida “Effect of surface contaminations on the reaction rate of the TiCr_{1.4}Mn_{0.6}” MH2006 abstracts

(2) H.Uchida, S.Nakazawa, K.Ishikawa, T.Irisawa “Effects of oxidation and hydroxidation on the H₂ reactivities with Ni, Co, Ni-Co and LaNi_{2.5}CO_{2.5}” Journal of Alloys and Compounds 231 (1995) 684-688

航空機構造材料用炭素繊維界面強化型 Ti/Al 接合の強度評価

* 三輪徳良（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、** 西義武（東海大学工学部材料科学科）、

【目的】

近年の最新型航空機には CFRP が使用される一方、Ti 合金や Al 合金といった金属構造材も高い信頼性により、需要がある (Fig.1)。本研究グループでは、炭素繊維界面強化技術を用いて、炭素繊維を介して金属と高分子、Ti と Al を直接接合させることに成功した。これによって、接合部を繊維強化した異種材料の接合が可能となる。本研究では、炭素繊維を介して Ti と Al の接合を行い、炭素繊維複合材料を作製した。この炭素繊維界面強化技術は、より強固な接合を目指した安心・安全構造体の作製を可能にすることを見出した。

【方法】

初めに、炭素繊維と熔融金属間に生じる化合物反応を抑制するため、DC マグネトロンスパッタリング装置によって炭素繊維表面に Ni をコーティングした。次に炭素繊維と熔融金属を接合させた。電子線溶解法を用いて、Ti に電子線に照射し、熔融・浸透させた。この時、毛細管現象を利用することによって、融体表面から 1cm の高さまで、炭素繊維間の隙間に熔融 Ti を浸透させた。次に、同様に電子線溶解法を用いて、Al を電子線により熔融させた。この時、Ti の浸透しなかった炭素繊維束の部分に熔融 Al を浸透させることで、炭素繊維界面強化処理をした Ti/Al 接合体を作製した。

【結果】

炭素繊維界面強化複合材の引張強度は、Ti や Ti のみを浸透させた CFRM (Ti) よりは低いが、Al や、Al のみを浸透させた CFRM (Al) よりも高い値を示した。また、繊維密度を比較すると、8% から 26% に増大することによって、炭素繊維界面強化複合材の引張強度が向上した。

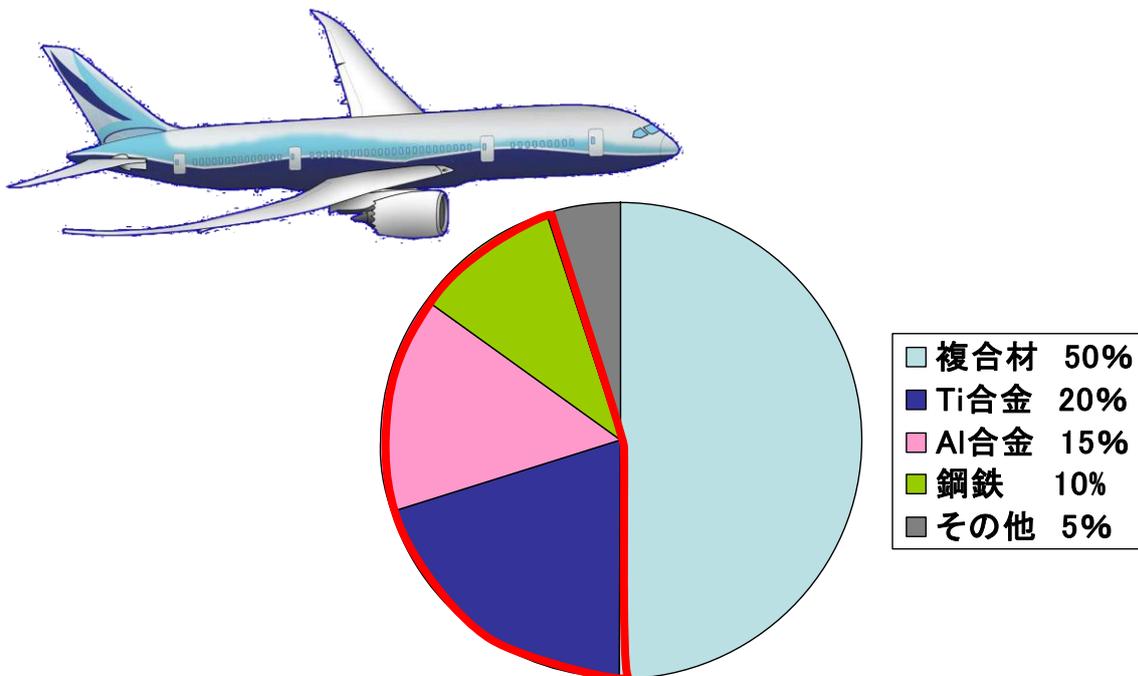


Fig.1 最新型航空機に使用される各材料の割合(重量%)

航空機用ガラス繊維強化型ポリマー(GFRP)の電子線照射とシランカップリング処理による強靱化

*高田啓介(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、平良夫(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、岩田圭祐(東海大学大学院理工学研究科総合理工学専攻)、**西義武(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

【緒言】

ガラス繊維強化型ポリマー(GFRP)は比強度が優れており、図1に示すような航空宇宙産業向けの材料として多く用いられている。特にレーダードームではその優れた電気絶縁性からGFRPが大半を占める。しかしながら、グラスファイバーとポリマーの接合強度が弱いという欠点があり改良の余地がある。一方で、シランカップリング剤は分子内に有機材料、および無機材料と反応結合する官能基を同時に有する有機ケイ素化合物である。これを用いることにより、有機材料と無機材料界面における接合力が増加するため、ガラス繊維強化型ポリマーの強度が向上するが、さらなる接合力増加が求められている。本研究グループでは過去にシリカ系ガラスに電子線照射を行うとダングリングボンドが生成し、ぬれ性が向上することを確認している。そこで、本研究ではGFRP作製の前処理としてグラスファイバーに電子線照射による強度改善を行い、さらに、シランカップリング処理により接合力が増加し、GFRPの引張強度が向上することを期待し、検討を行った。

【実験方法】

本研究の試料は市販のグラスファイバー(日東紡(株)製 E-Glass)とエポキシ樹脂(日新レジン製)を用いた。シランカップリング剤には市販のエポキシ樹脂用シランカップリング剤(信越化学製 3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン)を用いた。電子線照射は、シランカップリング処理の前処理としてグラスファイバーに対して行った。電子線照射には、エレクトロンカーテンプロセッサ(岩崎電気(株)製 CB/15/180L)を用いた。引張試験はASTM D3039に準拠して行った。

【結果】

シランカップリング処理のみのGFRPに比べ、グラスファイバーに前処理として電子線照射を行い、シランカップリング処理を施したGFRPの破壊応力が約20%向上することを確認した。この結果、圧肉GFRPの製造においても電子線照射処理が効果的であることが確認できた。



図1 GFRPの応用例

繊維含有量を増加させた超高層建築物用プレストレスト CFRP の機械的特性

* 岡田壮史（東海大学工学部材料科学科）、三輪徳良（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
* * 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

鉄筋コンクリートの強度を向上させる方法としてプレストレストコンクリート(PC)工法がある。PC工法は、鉄筋に予荷重を加えた状態でコンクリートを流し込み、硬化させたコンクリートの圧縮強度を増加させることで、鉄筋コンクリートの破壊強度を改善した工法である。本研究グループでは、この技術を応用したプレストレスト CFRP の機械的特性の向上を確認しており、実用化すれば建築物のさらなる高層化に貢献する可能性がある。(図1)そこで、実用的な繊維含有量の CFRP にプレストレスを加え、CFRP の機械的特性を評価することを目的とした。

【方法】

試料として東レ株式会社製炭素繊維 M30SC とビスフェノール A 型液状エポキシ樹脂を用いた。繊維含有量を増加させるため、炭素繊維を積層させた状態でアルミニウム型に取り付けし、その後引張方向の予荷重を加え、調温管理の下で樹脂を含浸させることによって試料を作製した。試験方法は衝撃試験を行った。

【結果】

予荷重を加えていない試料に比べ、予荷重を加えた試料の衝撃値が向上する傾向が得られた。特に 17.6MPa の予荷重を加えた試料は、衝撃値がおよそ 30%向上した結果が得られた。この結果より、炭素繊維に予荷重をかけた CFRP の機械的特性の向上が確認された。



図1 プレストレスト CFRP を用いた超高層建築物の模式図

F1用炭素繊維界面強化複合材の強度評価

* 村田透（東海大学工学部材料科学科）、三輪徳良（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、** 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

現在、F1に代表されるレーシングカーの燃料パイプの材料には、主にAl合金などの高強度かつ軽量な材料が多く使用されている。しかし、燃料補給時に金属同士が擦れ、火花が散り、燃料に引火するという事故が頻繁に起きている。もし、軽量なAlにスパークのしにくいCuを接合することが出来れば、より安全な燃料パイプの作製が可能となる(Fig.1)。本研究グループでは、これまでに炭素繊維を用いた界面強化型異種金属接合体の作製に成功している。そこで本研究では、炭素繊維フェルトを用いたAl/Cu接合体を作製し、繊維量の変化による機械的性質の違いを検討することを目的とした。

【方法】

まず初めに、熔融金属と炭素繊維間に生じる化合物反応を抑制するために、DCマグネトロンスパッタリング装置によって炭素繊維フェルト表面にNiコーティングを施した。次に電子線溶解法を用いてNiコーティングを施した炭素繊維フェルトに熔融Alと熔融Cuを接触させ铸込み、炭素繊維強化型合金(CFRA)を作製した。さらにCFRAの片面に熔融したCuを接合させた。最後にCFRAのもう片方の面に熔融したAlを接合させることで、炭素繊維界面強化型Al/Cu接合体を作製した。炭素繊維含有率の高い接合体、低い接合体、および繊維添加していない接合体を作製し、強度評価を行った。

【結果】

作製した接合体の引張強度を比較すると、炭素繊維含有率を高めたCF51vol%のAl/Cu接合体試料の強度は、0vol%と2.7vol%の接合体よりも高い値を示した。また、変形抵抗率においても同様に炭素繊維密度の高い接合体の方が高い値を示した。

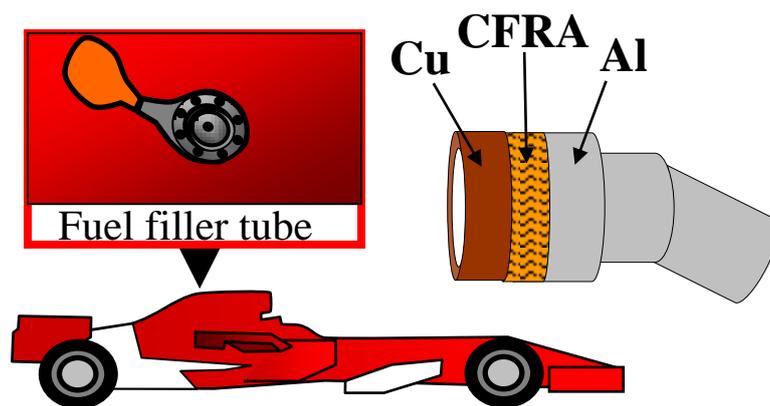


Fig1. 炭素繊維界面強化型 Al/Cu 接合体を用いた燃料パイプ

航空機用 CFRTP の製造プロセスに及ぼす電子線照射の影響

* 武井廣明（東海大学工学部材料科学科）、高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
末永竜一（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、岩田圭祐（東海大学大学院理工学研究科総合理工学専攻）
* * 西義武（東海大学工学部材料科学科）、利根川昭（東海大学理学部物理学科）
Michelle Salvia (ECL)、Alain Vautrin (ENSM.SE)

【目的】

炭素繊維強化熱可塑性ポリマー(CFRTP)に用いられている熱可塑性ポリマーは、様々な成型法が適用でき、生産性が高く、大量生産に向いている。しかし、この材料は炭素繊維とのぬれ性が悪いため、繊維-マトリックス間の接着界面が弱く、使用範囲が限定されている。実用化を進めるには界面を強化する必要がある。一方で、低エネルギー電子線照射は、無機材料の表面エネルギーを増加させ、さらにぬれ性が向上することが確認されている。しかしながら、電子線照射は照射侵入深さが浅いため、1mm 以上の厚肉構造の CFRP や CFRTP の成型体に対し、電子線が深く侵入しない点が問題であるとされている。そこで、本研究では、炭素繊維と熱可塑性ポリマーを用いて CFRTP の作製を試み、下図の航空機などの構造体にも使用できる厚肉 CFRTP に対して、適用できると仮定し、検討を行った。

【方法】

試料の強化繊維には、東レ(株)製の炭素繊維(T-800HB)を、マトリックスにはユニチカ(株)製のナイロン 6 (EMBLEM)を用いた。電子線照射には、岩崎電気(株)製エレクトロンカーテンプロセッサを用いた。電子線照射前後の強度評価にはインストロン社製引張試験機を用いた。さらに、破面観察には、光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡を用いた。

【結果】

電子線照射を行うことにより、CFRTP の引張強度が向上した。さらに、別々に照射した素材を複合化した場合の引張強度の向上も確認でき、厚肉 CFRTP の作製も適用できることが確認できた。

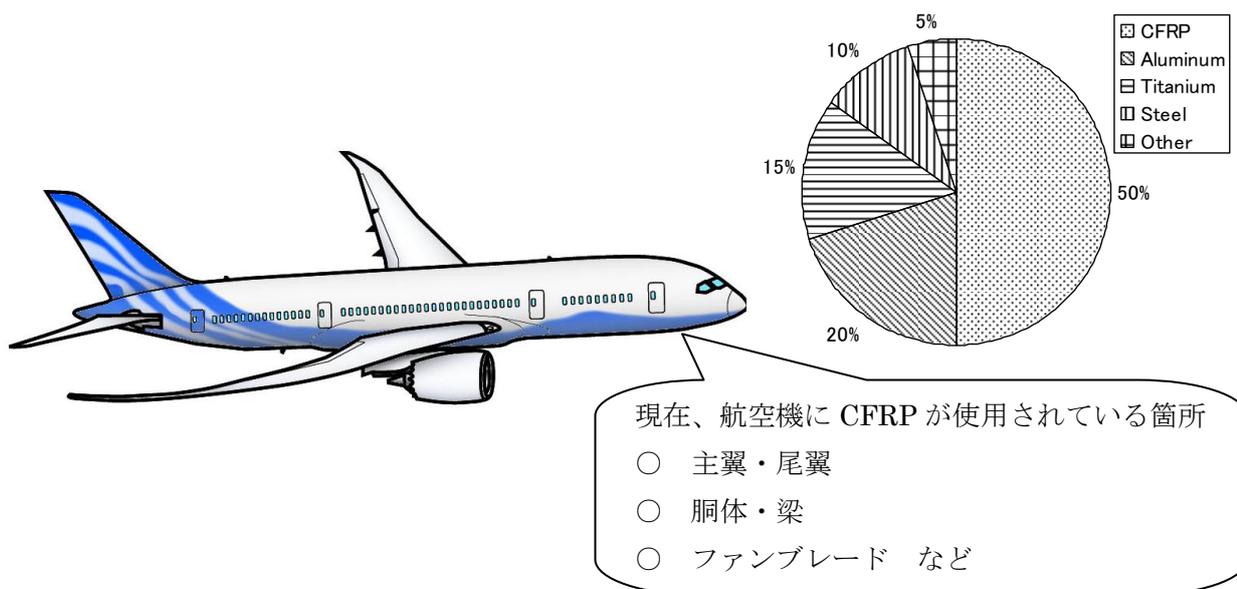


図 航空機の模式図と CFRP の使用箇所

巨大スタジアム屋根用ポリカーボネートの吸水による機械的性質の変化

* 山本達也（東海大学工学部材料科学科）、末永竜一（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、海老原祥秀（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、山本航（東海大学大学院理学研究科物理学専攻）、新屋敷直木（東海大学大学院理学研究科物理学専攻） ** 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

本研究室では吸水処理した高分子材料の機械的性質の評価を行ってきた。これまで、本研究室では吸水処理したナイロン6の機械的性質の評価について報告している。ナイロン6は10万秒で約9%吸水し、吸水によって衝撃特性の向上を確認している。そこで、本研究ではナイロン6に比べて機械的性質および透明性に優れているポリカーボネート(PC)に吸水処理を施すことを考えた。PCは透明性と耐衝撃性に優れていることから建築材としても使用され、巨大スタジアムの屋根(図1)としても使用されている。屋根として使用される場合には、雨中などでの使用が考えられることから、吸水処理による機械的性質の変化を評価することは重要であると考えられる。そこで、本研究ではPCの吸水による機械的性質の変化を評価することを目的とした。

【方法】

ポリカーボネート(タキロン株式会社製)を80mm×5mm×2mmの形状に加工し、衝撃試験片を作製した。試験片を100℃の蒸留水中に入れ、最大100万秒の吸水処理を施した。吸水処理前後における試験片の質量測定は研精工業株式会社製の電子天秤を用いて行った。吸水処理を施したPC試験片を用いて、島津製作所製のシャルピー衝撃試験機を使用して、衝撃試験を行い評価した。

【結果】

吸水処理を施すことで最大0.38%の吸水率を示すことを確認した。さらに、100万秒の吸水処理によりシャルピー衝撃値が未吸水処理よりも低下したことを確認した。また、硬さは吸水時間1万秒で最も減少し、100万秒の吸水により再び硬さが向上することを確認した。

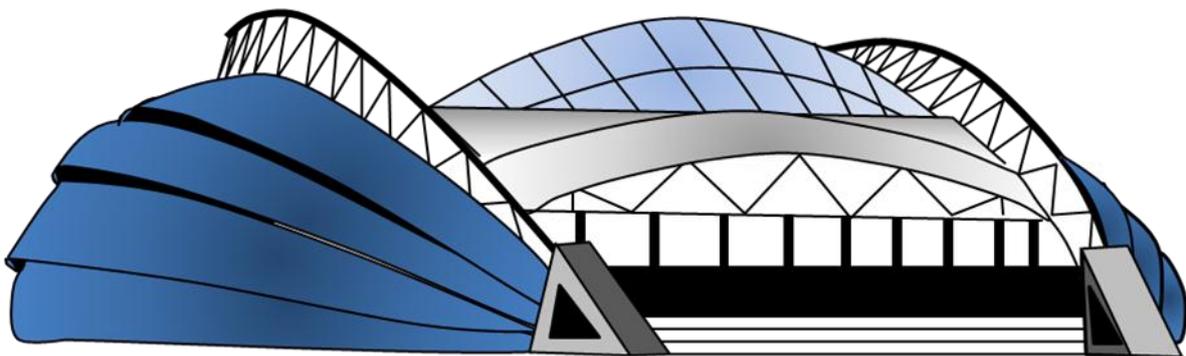


図1 ポリカーボネートを屋根として使用した巨大スタジアム

微量の希土類元素(Y, Lu)を添加したクロミア生成耐熱合金の1473および1573Kにおける高温酸化挙動

*佐々木佑介(湘南工科大学マテリアル工学科), 糸岡優, 副島淳兵(湘南工科大学マテリアル工学科)
村上義弘, 穴戸統悦(東北大学金属材料研究所), **天野忠昭(湘南工科大学マテリアル工学科)

1. 緒言

クロミア生成耐熱合金はその合金表面にクロミアの連続層を生成し、その後の酸化速度を低減することから実用に供されている。したがって如何にしてクロミア連続層を合金表面に生成するかが重要となる。本研究ではNi-20Cr合金を基本合金とし、これに1mass%Siと微量の希土類元素(Y, Lu)を単独または複合添加した合金の酸素中1473および1573Kにおける高温酸化挙動を明らかにする。

2. 実験方法

クロミア生成耐熱合金であるNi-20Cr合金を基本合金とし、これに1mass%Siと0.05, 0.1, 0.2および0.5 mass%のY, またはLuを、単独または複合添加した合金をアーク溶解法により溶製後、熱間・冷間圧延し、次いで切断により約10x20x0.5mmの板状試片を作製した。これらの試料を研磨し(#1500), アルコール中で超音波洗浄後供試材とした。酸化実験は酸素(100cc/min)中1473および1573Kで18ks間実施した。酸化前後の質量の測定から質量増加量を求め、外観観察を行なった。その後酸化スケールの結晶相をX線回折装置、またスケール表面形態をSEM、さらにスケール/合金界面の元素濃度分布をEPMAにより調査した。

3. 結果および考察

各合金の質量増加量をFig. 1に示す。両酸化温度ともNi-20Cr合金へのYまたはLuの適量添加は質量増加量を著しく低減した。Ni-20Cr合金への1mass%Siの添加も質量増加量を著しく低減し、これにYまたはLuを添加するとさらに低減した。Fig. 2に1573K酸化における各合金のスケール表面を示す。Ni-20Cr合金のスケール表面は平滑なNiOで覆われるが、0.5Yおよび0.5Lu合金のそれはいずれも起伏のあるCr₂O₃の粒状組織を示す。一方、Ni-20Cr-1Si合金のスケール表面は起伏のあるCr₂O₃粒状組織を示すとともに、スケールの剥離部分並びにポーラスな領域も観察された。1S0.5Yおよび1S0.5Lu合金のスケール表面は微細な粒状組織を示し、スケールの剥離もなく、耐高温酸化性に優れた合金であることが示唆された。合金断面の観察より希土類元素およびSiの単独並びに複合添加はCr₂O₃連続層の生成を促進し、その後の酸化速度を著しく低減するものと考えられる。

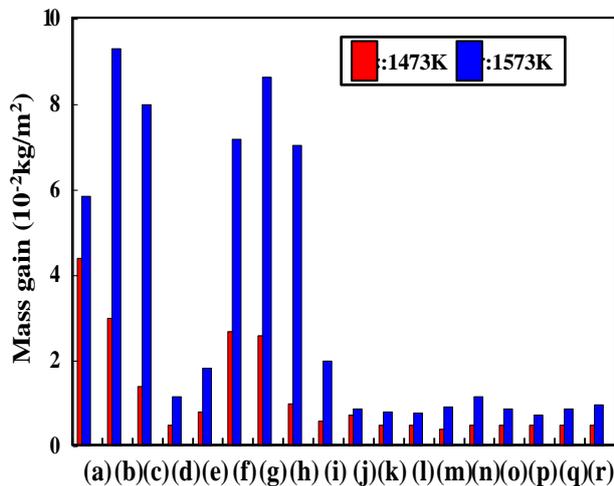


Fig.1. Mass gain of Ni-20Cr-based alloys with Y or Lu exposed to oxygen for 18 ks at 1473 and 1573K. (a) NC. (b)0.05Y. (c)0.1Y. (d)0.2Y. (e)0.5Y. (f)0.05Lu. (g)0.1Lu. (h)0.2Lu. (i)0.5Lu. (j)NCS. (k)1S0.05Y. (l)1S0.1Y. (m)1S0.2Y. (n)1S0.5Y. (o)1S0.01Lu. (p)1S0.1Lu. (q)1S0.2Lu. (r)1S0.5Lu.

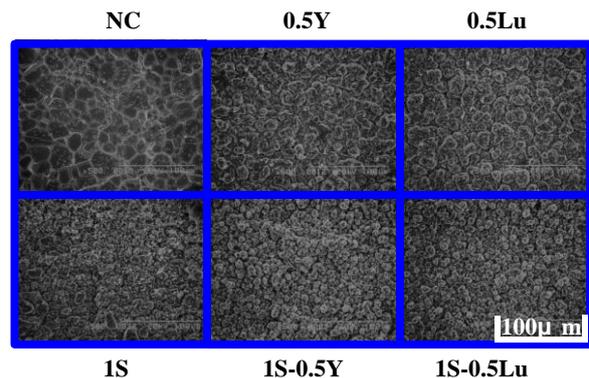


Fig. 2 SEM micrographs of oxide scale on Ni-20Cr-based alloys with Y or Lu exposed to oxygen for 18 ks at 1573K.

微量のYまたは貴金属(Pd, Pt)を添加したアルミナ生成耐熱合金の酸素-水蒸気雰囲気におけるサイクル酸化

*和田晴生(湘南工科大学マテリアル工学科), 小林真裕, 小澤貴大(湘南工科大学マテリアル工学科)
小原和夫, 央戸統悦(東北大学金属材料研究所), **天野忠昭(湘南工科大学マテリアル工学科)

1. 緒言

アルミナ生成耐熱合金の耐高温酸化性は主にその合金表面に生成するスケールの密着性に依存する。実用 Al_2O_3 生成耐熱合金上のスケールは冷却過程でしばしば剥離する。酸化スケール剥離の主な原因はスケール/合金界面における硫黄の偏析であると言われているが複雑である。酸化スケールの密着性を改善するために活性元素の添加が古くから行われ、よい結果を得ている。近年、水蒸気を含む酸化性雰囲気中におけるスケールの剥離が問題となっている。本研究では微量のYまたは貴金属を添加したアルミナ生成耐熱合金の酸素-水蒸気雰囲気におけるサイクル酸化実験を実施した。

2. 実験方法

アルミナ生成耐熱合金であるFe-20Cr-4Al(Standard)を基本合金とし、これを帯域溶融法により精製したFZ合金、またはStandard合金に微量のY, Pd およびPtを単独さらには微量の貴金属とYを複合添加した合金をアーク溶解法により精製後、熱間・冷間圧延し、次いで切断により約 $10 \times 20 \times 0.5$ mmの板状試片を作製した。これらの試料を研磨(#1500)、アルコール中で超音波洗浄後供試材とした。酸化実験は水蒸気を含む(露点温度: 353 K)酸素中 1673 K で1サイクルを 18 ks として5サイクル間実施した。酸化前後の質量の測定から質量増加量を求め、外観観察を行なった。その後酸化スケールの結晶相をX線回折装置、またスケール表面形態をSEMで調べた。

3. 結果および考察

各合金の5サイクル酸化後の質量増加量を Fig. 1 に示す。Fe-20Cr-4Al合金の質量増加量が最も大きかった。このことはサイクル酸化後にスケールが剥離することも一因であろう。Yの添加はその添加量の増加とともに0.05mass%まで低減し、その後増加した。これらの合金の中にはスケールの剥離の多いものもあり複雑である。Ptの添加は添加量が異なっても質量増加量はおおむね同様であり、スケールの密着性が改善された。YとPdまたはPtの複合添加合金では質量増加量は小さいものの、スケールの剥離が生じている場合もあった。Fig. 2 に5サイクル酸化後のスケール表面を示す。全ての合金のスケール表面はいずれも網状組織を示した。Y添加合金では0.1Y合金表面で最も微細な組織であったが、Pt添加合金では網状組織の大きさの変化は見られなかった。スケールはいずれの合金でも $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ が支配的であり、Y単独およびPdまたはPtとの複合添加合金では $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ も検出された。

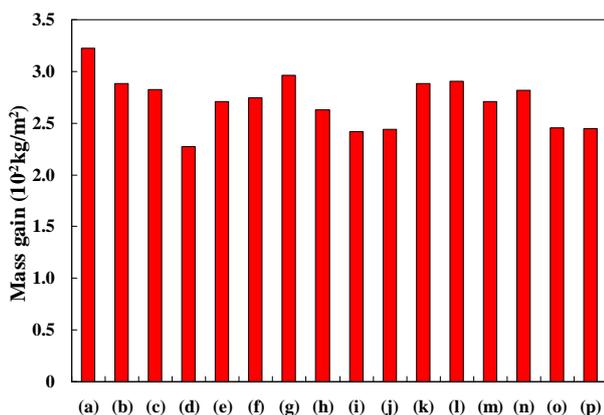


Fig. 1 Mass gain of Fe-20Cr-4Al-based alloys during cyclic oxidation up to 5cycle (1cycle: 18 ks) in oxygen-water vapor (dew point: 353 K). (a) Standard. (b) FZ. (c) 0.01Y. (d) 0.05Y. (e) 0.1Y. (f) 0.2Y. (g) 0.5Y. (h) 0.5Pd. (i) 0.05Pd-0.1Y. (j) 0.5Pd-0.1Y. (k) 0.05Pt. (l) 0.1Pt. (m) 0.5Pt. (n) 1.0Pt. (o) 0.05Pt-0.1Y. (p) 0.5Pt-0.1Y.

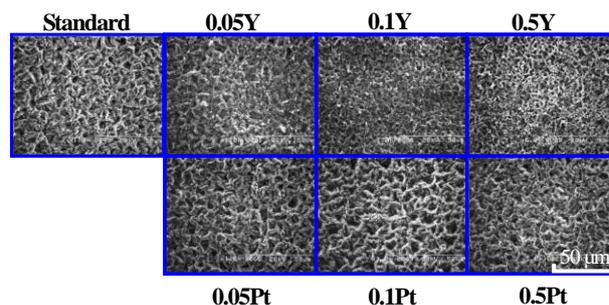


Fig. 2 SEM micrographs of oxide scale on Fe-20Cr-4Al-based alloys during cyclic oxidation up to 5cycle (1cycle: 18 ks) in oxygen-water vapor (dew point: 353 K).

フルカラーLEDを用いた多重伝送光通信のデモ機の製作

* 深見雄太（東海大学電子情報学部電気電子工学科）、* * 庄善之（東海大学電子情報学部電気電子工学科）

[目的]

LEDとフォトトランジスタを使って、CDなどの音楽信号を光通信によって送るデモ機を製作した。また、フルカラーLEDを使って三つの信号を同時に送ることで、多重伝送の原理を説明できる装置を製作した。

[実験内容]

デモ機を製作する上でフルカラーLEDに入力した信号を光学色フィルターにより、分けられるか確認した。また、デモ機回路の周波数特性を測定した。

[実験結果]

フルカラーLEDを用いて図1と同様に各色で回路を組み、負荷抵抗を調整すると発光色は白色になる。ここに、三つの異なる信号を入力し、白色光を受信機で受信すると、三信号が混合した状態で出力された。

同じ状態で特定の波長の光を通す光学色フィルターを送受信機の間に入れると、光学色フィルターと同じ色のLEDに入力した信号が大きく出力され、三つの異なる信号を光学色フィルターにより分けることが出来た。しかし、ほんのわずかに他の二信号が混入していることが確認できた。また、色付きセロハンを使って同様な確認を行った。この場合、色付きセロハンと同じ色のLEDに入力した信号が大きく出力されたが、光学色フィルターより他の二信号の混入が大きかった。

次に、青色LEDを使い図1の回路でフォトトランジスタの負荷抵抗R2を変えた場合の周波数特性を測定した。図2に周波数の変化における出力電圧の利得を示す。図2ではR2が小さくなると帯域が広がり、逆に利得は低下していくことが分かる。

次に、青色LEDを使い図1の回路でフォトトランジスタの負荷抵抗R2を変えた場合の周波数特性を測定した。図2に周波数の変化における出力電圧の利得を示す。図2ではR2が小さくなると帯域が広がり、逆に利得は低下していくことが分かる。

[考察]

光学色フィルターを用いることで、各LEDに入力した信号を分けることが出来た。また、光学色フィルターの代わりに色付きセロハンを用いた場合、他の二信号が強く混入していた。これは、色付きセロハンが光学色フィルターより波長の選択性が悪いためと考えられる。また、受信回路のフォトトランジスタの負荷抵抗を変化すると、帯域及び利得が変化した。これは、受信回路の負荷抵抗R2とフォトトランジスタのエミッターコレクタ間の容量Cとで、ローパスフィルターができ、高域が減衰するためである。また、利得(振幅)が変化したのは電流の変化量 Δi が同じ場合出力電圧は $R2 \Delta i$ となり、R2が大きいと出力電圧が大きくなるため、利得が変化したと考えられる。よって、R2を大きくすると感度が増し、R2を小さくすると帯域が広がる。

今回、送信信号は音楽信号なので帯域が20[kHz]程度になるような抵抗値を選ぶ必要がある。よって、図2の周波数特性から負荷抵抗R2を2.7[k Ω]程度にすれば感度を高くしつつ、帯域を確保できる。

[今後の予定]

- ・白色LEDを用いた照明兼伝送装置への応用
- ・送信可能な帯域を広くし、映像信号の伝送を試みる。

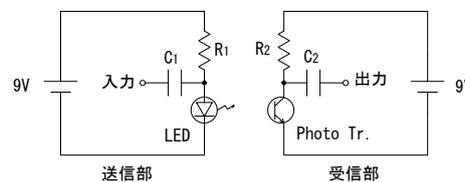


図1. 測定回路

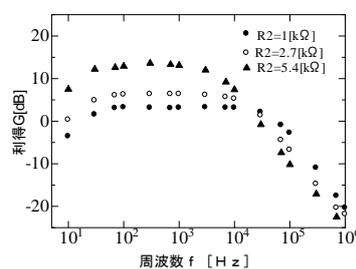


図2.周波数特性

フラクタルを活かした環境教育

- * 鈴木 勝真（東海大学大学院人間環境学研究科人間環境専攻）、
 ** 須田不二夫（東海大学大学院人間環境学研究科人間環境専攻）

＜キーワード：フラクタル・環境教育・人工物・自然物・小学校低学年＞

【概要】人工的な物質に囲まれている現代社会において、日常的風景として見過ごされている“自然物”に注目し、それらの持つ“フラクタル構造”を環境教育の教材として取り入れることの可能性を検討し、更に“フラクタル”を活かした環境教育の指導案作成をこころみた研究である。

【目的】環境教育が目指す、人間と環境とのかかわりについての正しい認識に立ち、自らの責任ある行動をもって、持続可能な社会づくりに主体的に参画できる人材の育成に向け、自然物の特徴である“フラクタル”に焦点をあてた環境教育のカリキュラムの指導案の考案を通して考察することを目的とする。

【本カリキュラムのねらい】 本カリキュラムのねらいとしては、1. まず自分がどのような“モノ”に囲まれて生活をしているのかを理解し、その中で人工物と自然物とがあることを再確認する。2. そして、人工物・自然物が何故そのような形状であるのかを考え、調査することで、形の持っている意味や成り立ちを知ることができる。3. 更に自然物の持つフラクタル構造を、人工物や自分自身の中に探すことで、人間も自然の一部であることを認識することができる。普段何気なく見過ごしている“モノ”の形状を注意深く観察することによって、身の回りには人工物が多く存在することに気づき、自然物が少ないということが確認できる。

これらフラクタルを利用した環境教育を、小学校低学年の学習の導入の場面で取り入れることで、1. の場面では観察力や洞察力を養うことができ、また物体を様々な角度から見ることによって、問題を多方面から捉えるという考え方を養う。2. の場面では、自然環境・自然物の生成原理の理解から、自然環境の構造や多様性を学ぶことができる。3. の場面では、自然の中に自らをおくことで、あらゆるものが自然の一部であることを実感することができる。これらを通して、“人類の経済的な活動の資源であった自然/風景であった自然”という概念ではなく、“人類は自然の中で生きている・人類も自然の一部である”という新しい自然観を抱くことができると考えている。そして、今日あらゆる方面で取り上げられている『自然保護』『自然を守る』などの言葉をより深い次元で考えられる人材の育成が期待できる。本研究におけるカリキュラムと、それに沿った子どもの思考の流れを示したウェビング・マップの作成を行った。現在、授業指導案の作成、教材研究を行っている。

なお、本研究の一部は、2008年8月に開催された日本環境教育学会第19回大会にて発表した。

カリキュラムや指導内容などの詳しい研究内容はポスターセッションにて提示する予定である。

【参考文献・引用文献】

1. 文部科学省，環境保全の意欲の増進及び環境の推進に関する基本方針（2004年）
2. 文部科学省，こども環境白書（2007年）
- 3, 4. 文部科学省，小学校・中学校 学習指導要領（2003年）
5. 鈴木 勝真・須田不二夫，日本環境教育学会 第19回大会（東京），研究発表要旨集（p, 221）（2008年）.....

音楽が植物に及ぼす遺伝子レベルでの影響Ⅱ：クラシック音楽の場合

* 長田理沙(東海大学教養学部芸術学科音楽学課程)、山田朝子(東海大学大学院人間環境学研究科人間環境学専攻)、
室田憲一(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、
** 沖野成紀(東海大学教養学部芸術学科音楽学課程)

【はじめに】

「音楽」と言えば、通常その対象は人間である。しかし、少数ではあるが、20世紀半ば頃から音楽と植物の関係についての研究例がある¹⁾。近年でもいくつかの研究例が報告されているが、音楽が植物に及ぼす影響を遺伝子レベルで明らかにした報告はみられない。植物が受ける刺激を遺伝子レベルで解析することの利点は、それらの刺激を受けた植物体内の、肉眼では観察できない変化を詳細に解析するところにある。また、解析が進み、標的とする遺伝子の塩基配列を明らかにすることで、その遺伝子がコードするたんぱく質を特定し、代謝レベルで考察できるようになることで、音楽刺激に対する植物体内の応答を詳細かつ体系的に解析・考察することが可能になる。

【今回の目的】

昨年度の第1報¹⁾では、音楽が植物に与える影響を明らかにする目的で、ヘヴィメタル音楽の曝露により発現量の変化する遺伝子の検索を試みた。その結果、発現レベルの異なる遺伝子がいくつか認められ、特にプライマーNo. 45を用いたものでテスト区に特異的に発現する遺伝子断片が確認された。このことから本遺伝子断片は、植物がヘヴィメタル曝露に応答して発現が誘導されたものと考えられた。今回は、ヘヴィメタルの代わりにクラシック音楽を用いることにより、遺伝子発現に違いが見られるかどうか検証する。

【実験方法】

植物は、常に温度が22～23℃に保たれた人工気象器で生育した *Arabidopsis thaliana* (シロイヌナズナ) を用い、曝露用クラシック音楽にはラヴェルのピアノ曲《水の戯れ》(ポール・クロスリー演奏)²⁾ を使用した。音楽学課程の防音レッスン室を2部屋使用し、音楽暴露状態(以下テストとする)と無音状態(以下コントロールとする)に分け、2ポットずつ植物を置き、双方の遺伝子発現の結果を比較した。室内条件は2部屋とも、北向き、ブラインド開、蛍光灯オン、エアコン設定温度25℃にすることで統一した。暴露時間は12時から13時の1時間、等価音圧レベルは $L_{\text{Ceq}} = 81.4\text{dB}$ であった。それぞれの試験区から植物の葉を約10枚採取し、液体窒素で固定、粉碎、RNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) でRNAを抽出後、Prime Script RT-PCR Kit (タカラ) を用い cDNA を合成した。この際 mRNA 由来の cDNA のみを合成するために Oligo-dT プライマーを用いた。合成した cDNA は、改変ディファレンシャル・ディスプレイ法³⁾ を用いることで、差次的に発現する遺伝子を PCR により増幅した。改変ディファレンシャル・ディスプレイ法にはプライマーとして 10mer の DNA Oligomer (10) Set II (Tm32-A) (和光純薬) を用いた。増幅した遺伝子は、アガロースゲル電気泳動法により分離した。

【結果と考察】

テスト区とコントロール区で発現した遺伝子を比較した結果、No. 41 と 50 のプライマーで発現量の異なる遺伝子が確認された。昨年度報告したヘヴィメタル曝露の場合は No. 45 で違いがみられたことから、塩基配列を同定するまでは確定できないが、音楽の種類によって発現の反応する遺伝子が異なる可能性が出てきた。

【参考文献】

- 1) 山田朝子他「音楽が植物に及ぼす遺伝子レベルでの影響」'07 SAS Intelligent Symposium ABSTRACTS, 64(2007).
- 2) CD: Ravel Complete Works for Solo Piano, Sony Records, SRCR1593-4(1996).
- 3) K.T.Yoshida *et al.*, *Plant Cell Physiology* **35**, 1003-1009(1994).

透過型 FDP の試作と評価

* 松田俊輔(東海大学大学院工学研究科光工学専攻) ** 渋谷猛久 教授(東海大学工学部光・画像工学科)

[1.背景・目的] 偏光現象を利用した製品の代表として液晶ディスプレイが挙げられる。軽量化に伴った基板ガラスの極薄化によって起こるわずかな内部応力などにより偏光コントロールの妨げとなる。また大画面化に伴い、多数箇所での測定が必要となる。よって偏光測定の高精度かつ高速測定が要求されている。一般的な偏光解析装置は、可動部を有するために測定に時間がかかる、一点ずつの測定になるなどの特徴が挙げられる。Azzam らによって開発された可動部を持たない反射型 FDP (four detector photopolarimeter)^{[1][2]}の原理を応用した透過型 FDP を試作し、光学特性を評価することを目的した。

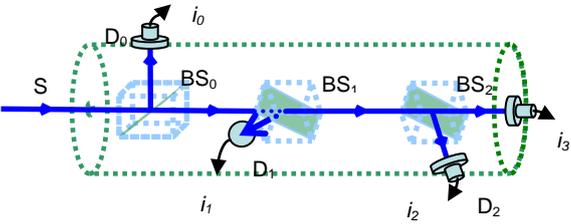
[2. 原理] 透過型 FDP の概略図を Fig.1 に示す。透過型 FDP は 3 つの BS と 4 つのディテクターから構成され、光出力から直接ストークスパラメータを算出することができる。入射した光のストークスパラメータ $S=[S_0, S_1, S_2, S_3]$ と光出力 $I=[I_0, I_1, I_2, I_3]$ は以下の関係がある。

$$I = A \times S$$

A (4×4) の行列は特性行列であり、計測回路の変数などが含まれる。行列 A は独立な既知の偏光状態を持つ光 (4×1) を 4 つ入射させ、対応する光出力から求めておく必要がある。実際の測定では

$$S = A^{-1} \times I$$

という関係から未知の偏光状態の入射光 S のストークスパラメータを得る。



[3. 方法] 直線偏光 He-Ne レーザー、1/4 波長板、偏光板、パルスモーターを用い、1/4 波長板、偏光板を回転させることで楕円率 $\epsilon = 45^\circ \sim -45^\circ$ 、方位角 $\theta = 0^\circ \sim 180^\circ$ で全領域の偏光を再現した。キャリブレーションポイントとして I 文献^[3]が推奨する三角錐の体積最大となる 4 点 ($\epsilon = 45^\circ \theta = 0^\circ$, $\epsilon = -10^\circ \theta = 0^\circ$, $\epsilon = -10^\circ \theta = 60^\circ$, $\epsilon = -10^\circ \theta = 120^\circ$) と、II シミュレーションから求めた 4 点 ($\epsilon = 45^\circ \theta = 0^\circ$, $\epsilon = -20^\circ \theta = 50^\circ$, $\epsilon = -20^\circ \theta = 110^\circ$, $\epsilon = -20^\circ \theta = 170^\circ$) で行列 A を求めた。測定点は ϵ 、 θ 共に 5° 間隔で全領域行い、再現した偏光と行列 A を解した後の結果との測定誤差 ΔS の比較した。ここで

$$\Delta S = \sqrt{\Delta S_1^2 + \Delta S_2^2 + \Delta S_3^2}$$

とした。評価には ΔS の最大値 ΔS_{MAX} 、 ΔS の平均 ΔS_{AVE} 、標準偏差を用いた。

Table1 測定誤差

[4. 結果] 2つのキャリブレーションにおける測定誤差を Table1 に示す。 ΔS_{MAX} 、 ΔS_{AVE} 、標準偏差共にキャリブレーションポイント II のほうが精度が高かった。 ΔS_{MAX} は I, II 共に $\epsilon = 45^\circ$ 、 $\theta = 170^\circ$ となった。 ΔS_{MAX} と ΔS_{AVE} から測定点によって精度が異なる。

	I	II
ΔS_{MAX}	0.2048	0.2035
ΔS_{AVE}	0.0544	0.0529
標準偏差	0.0322	0.0306

[5. 考察] それぞれのキャリブレーションに対する測定誤差はポアンカレ球表面の一点を中心とした半径 ΔS_{AVE} の球と考えることができる。よってキャリブレーションポイント II の精度は 0.0529 となり、透過型 FDP を用いた高速測定が可能と考えらる。

[参考文献]

[1] R.M.A. Azzam: "Arrangement of four photodetectors for measuring the state of polarization of light" Opt. Lett. **10**, 309-311 (1985).
 [2] R.M.A. Azzam: "Instrument matrix of the four detector photopolarimeter: physical meaning of its rows and columns and constraints on its element" Opt. Soc. **7**, 87-91, (1989).
 [3] R. M. A. Azzam, I. M. Elminyaw, and A. M. El-Saba: "General analysis and optimization of the four-detector photopolarimeter" J. Opt. Soc. Am. **A 5**, (1988), 681-689, (1988).

凸面形状の端面を有するコア拡大ファイバの設計と評価

* 館山航星 (東海大学大学院工学研究科光工学専攻)、藤川知栄美 (東海大学工学部光・画像工学科)、** 渋谷猛久 (東海大学工学部光・画像工学科)

1. 序論

端面付近のコア径 2ω を $20\sim 30\mu\text{m}$ に拡大したコア拡大ファイバは、一般的なシングルモードファイバ ($2\omega = 10\mu\text{m}$) と比較して、端面から出射する光の広がり角が小さいことが報告されている¹⁾。また、シングルモードファイバの端面をレンズ形状に加工することで、出射角を小さくできることが報告されている²⁾。本研究では、より小さい出射角を得るために端面が凸形状のコア拡大ファイバを提案し、シミュレーションを用いてその評価を行った。また、ウェットエッチングを用いてファイバ端面の凸面加工を試みた。

2. 凸面形状のシミュレーション

有限差分ビーム伝搬法 (FD-BPM) を用いてシミュレーションを行った。初めに、凸面コア拡大ファイバの端面から出射する光の振幅分布と、その半値全幅を求めた。その結果、ファイバ端面から $60\sim 100\mu\text{m}$ の位置において、凸面加工による半値全幅の減少が確認できた。

次に、凸面コア拡大ファイバとシングルモードファイバとの結合特性について調べた。シミュレーションモデルを Fig.1 に示す。凸面コア拡大ファイバ端面から L 離れた位置にあるシングルモードファイバ内の伝搬光強度を求めた。ここで述べる伝搬光強度とは、シングルモードファイバ内 $1000\mu\text{m}$ (Fig.1 の斜線部分) を伝搬する光の POI (power overlap integral) の平均値のことを指す。結果を Fig.2 に示す。 $L=100\mu\text{m}$ において、高い伝搬光強度を得るために必要な凸面の曲率半径 R は $30\sim 90\mu\text{m}$ であること、凸面加工を施すファイバの 2ω の値が大きいくほど、より高い伝搬光強度を得られることが明らかになった。

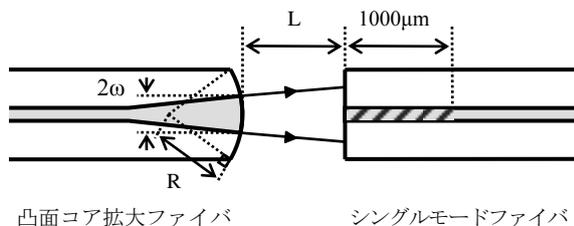


Fig.1 離れたシングルモードファイバへ伝搬する光のシミュレーションモデル

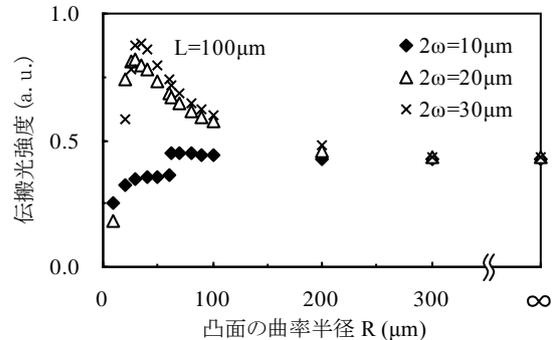


Fig.2 $L=100\mu\text{m}$ における伝搬光強度の曲率半径特性

3. エッチングによるファイバ端面加工

凸面形状の端面を得るため、シングルモードファイバ、コア拡大ファイバに対してウェットエッチングを行った。エッチング溶液の混合比を $\text{HF}(46\%):\text{NH}_4\text{F}(40\%):\text{H}_2\text{O} = 0.2:1.4:1.0$ ³⁾、エッチング時間を $0.5\sim 6$ 時間とした。シングルモードファイバの場合、コア部に対してクラッド部の方がよりエッチングされた。一方、コア拡大ファイバの場合、シングルモードファイバと同じ材質であるにもかかわらず、コア部が周囲のクラッド部より深くエッチングされることが分かった。

4. まとめ及び今後の展開

FD-BPM を用いたシミュレーションより、端面が凸面であるコア拡大ファイバが出射角を小さくするために有効であることを確認できた。また、離れたシングルモードファイバへの伝搬光強度は凸面コア拡大ファイバのコア径及び曲率半径に依存する結果が得られた。エッチング後のシングルモードファイバ端面はコア部が凸となったが、コア拡大ファイバの場合はコア部が凹となった。両者の形状が異なる理由として、ファイバの材質以外の要因がエッチング速度に影響していると考えられる。今後はその要因を特定し、コア拡大ファイバで凸面形状を得るための条件を検討する予定である。

参考文献

- 1) K. Shiraiishi, Y. Aizawa and S. Kawakami, "Beam Expanding Fiber Using Thermal Diffusion of the Dopant", *J. Lightwave Technol.* **8**, 1151-1161 (1990).
- 2) L. G. Cohen and M. V. Schneider, "Microlenses for Coupling Junction Lasers to Optical Fibers", *Appl. Opt.*, **13**, 89-94 (1974).
- 3) K. Oba, Japanese Official Gazette of Patent, 2002-156255.

R,G,B-LED を用いたカラーホログラム高効率再生照明装置の開発

* 北村俊介(東海大学大学院工学研究科光工学専攻)、** 渋谷猛久(東海大学工学部光・画像工学科)

1.背景・目的

ハロゲンランプは、ホログラムの照明装置として一般的に使用されている。ハロゲンランプは可視領域全体に広がる発光スペクトルを持ち、様々な色のホログラムの再生が可能である。しかし、ホログラムの像再生には極一部の光しか利用されない。再生に利用されない光によってノイズ等が生じ、再生像のコントラスト低下の原因になる。そこで我々は、ハロゲンランプに比べ狭い発光スペクトルの特徴を持つ、発光ダイオード(LED)に着目した。

本研究は、高輝度の R,G,B の LED を用いて高効率なホログラム像再生が可能となる照明装置の開発を目指した。

2.設計および作製

本研究では、CodeV、Light Tools より照明装置の設計を行った。¹⁾ また、照明装置の作製において、赤(中心波長: 625nm)、緑(617nm)、青(530nm)の三色の高輝度 LED を使用した。

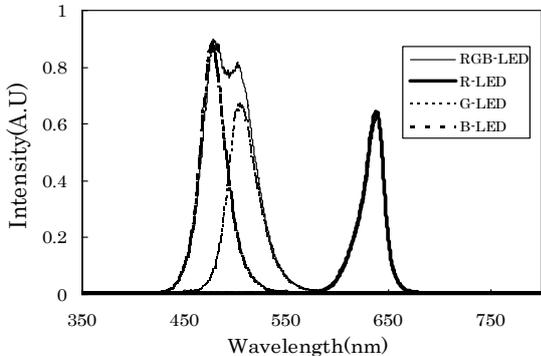


Fig.1 作製した照明装置の発光スペクトル

3.評価

本研究では、光源によるホログラムの再生効率を三刺激値から算出した。作製した照明装置およびハロゲンランプでカラーチャートホログラム(赤・緑・青・白)を照明し、ホログラム再生光の三刺激値を輝度計より測定した。また、ホログラムの位置に白色拡散板を置き、各光源で照明し、同様に光源の三刺激値を測定した。光源の三刺激値に対するホログラム再生光の三刺激値の比から、光源の再生効率を求めた。²⁾³⁾

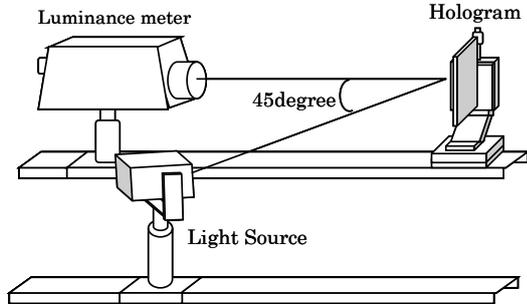


Fig.2 測定光学系

4.結果

作製した照明装置の再生効率をハロゲンランプの再生効率と比較した。ハロゲンランプおよび作製した照明装置でカラーチャートホログラムの白色ホログラムを照明した場合、白色ホログラムの赤色成分の再生効率はハロゲンランプを1倍としたとき、同等程度になった。また、緑色成分の再生効率は1.79倍となった。青色成分に関しては、ハロゲンランプに比べ再生効率は低下した。青色成分の再生効率の低下は、青色LEDの発光スペクトルと青色ホログラムの再生スペクトルとの間のずれが原因と考える。

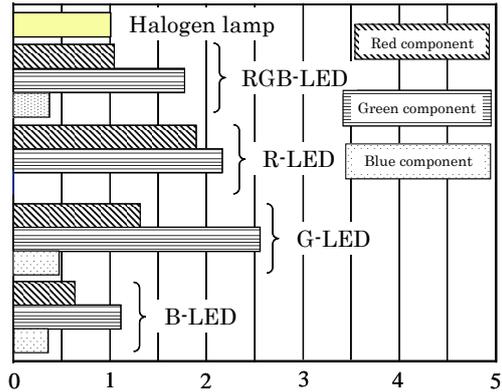


Fig.3 作製した照明装置のハロゲンランプに対するホログラム再生効率比

5.今後の課題

青色 LED をホログラムの再生スペクトルに近い発光スペクトルをもつものに替え、より高い再生効率となる照明装置の開発を目指す。

参考文献

- 1) H. Asakawa, J. Baba, A. Yaeda, M. Wakaki, "Development of light distribution controllable luminaire using high power LEDs", Proc. of SPIE, 6486, 648611-1 (2007).
- 2) J. Baba, A. Yaeda, H. Asakawa, T. Shibuya, M. Wakaki, "Development of lighting system for hologram using high power LEDs", Proc. of SPIE, 6488, 64880Z-1 (2007).
- 3) 馬場洵子,他「高出力 LED を用いたカラーホログラム照明装置の開発」, 東海大学紀要 工学部 Vol47, No1, 2007.

化学発光を用いた呼気成分計測に関する研究

* 安藤恵理(東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部)、遠藤裕幸、高雄元晴(東海大学 情報理工学部)
高橋三男、三谷知世(東京工業高等専門学校 物質工学科)
王昕、齊藤浩一、工藤寛之、**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】

人の呼気中には多種多様な生体情報が含まれており、疾患診断のスクリーニングや患者容態のモニタリングへの応用が期待されている。例えば、飲酒後の呼気中に含まれるエタノール及び代謝産物であるアセトアルデヒドを定量することで、飲酒度合いやアルコール代謝能の評価が可能である。また呼気の成分情報を視覚的に捉えられれば、より簡便な診断・評価が可能となる。そこで本研究では、呼気中エタノールの可視化の評価及び濃度定量を目的に、生化学的技術及び高感度カメラを組合せ、エタノールガスを撮影するシステムを構築し、動画像としての可視化を行った。

【実験方法】

図1に本研究のエタノールにおける測定原理を示す。エタノールはアルコール酸化酵素(AOD)により酸化触媒されると過酸化水素(H₂O₂)を生成する。このH₂O₂が西洋わさび由来ペルオキシダーゼ(HRP)の触媒作用によりルミノールと反応し、化学発光(波長425nm)を生ずる。そこでメッシュ状の担体に酵素を固定化し、担体上で生じる化学発光を高感度CCDカメラにて撮影することで、エタノールガスを動画像として可視化した。

実験では、AOD及びHRP、緩衝液(PBS)、光架橋樹脂(PVA-SbQ)の混合液を担体となる親水性メッシュに塗布し、冷暗所にて乾燥(2時間)させた後、紫外線照射(2時間)を行い、酵素を包括固定した。作製した酵素固定化メッシュを5.0mMルミノール溶液で湿潤させた後、暗ブース内に酵素固定化メッシュと高感度CCDカメラ(波長:400~1060nm, 照度レンジ:0.1m~100klux)を設置した。そして、標準ガス発生器にて調製したエタノールガス(50~1500ppm)を酵素固定化メッシュに付加し(200ml/min, 20秒間)、酵素反応に伴うルミノール発光を高感度CCDカメラにて撮影し、動画像をHDDレコーダとコンピュータにて記録した。

【結果及び考察】

本システムをエタノールガスに適用したところ、ガスの付加に伴う濃度分布および経時変化を、ルミノール発光の二次元的な動画像として可視化が可能であった。また、得られた動画像における濃度分布を積分処理にて求めたところ、図2のような経過時間に伴う発光量変化が観測され、酒気帯び重転の判断値(約78ppm)を含む濃度範囲でエタノール濃度と発光強度との間に線形性が確認された。さらに、飲酒(ビール:500ml, アルコール濃度5.5%)後の呼気計測に本システムを適用したところ、呼気中アルコールの検出及び可視化が可能であった。

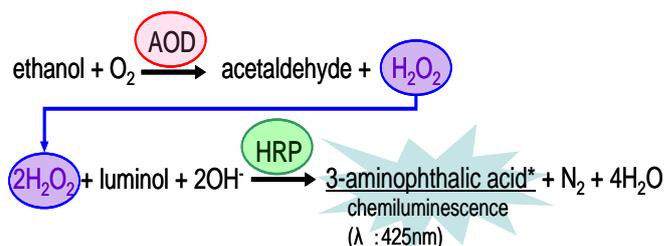


図1. エタノールのルミノール発光計測の原理

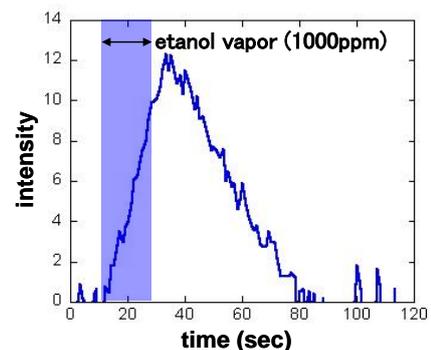


図2. エタノールガス発光量の経時変化例

模擬ダイバータ重水素プラズマにおける真空紫外分光法による振動温度計測

*中野渡歩（東海大学理学研究科物理学専攻）、柴田俊充（東海大学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）、河村和孝（東海大学）

振動励起分子に関する研究は様々な分野で行われている。星間物質特定のための原子分子過程や、半導体産業でのシリコンウェーハ作成のための負イオン生成と輸送過程において精力的に行われている。核融合分野では、核融合プラズマの加熱装置としての負イオンビーム生成装置の開発の他に、核融合炉内で発生する比較的低温領域であるダイバータ部の原子分子過程研究が盛んに行われている。特に、核融合科学研究所のLHDは重水素による核融合実験を計画しており、重水素による原子分子反応過程のデータベース構築や模擬実験によるアシストが急務である。

振動励起分子の占有密度分布の計測法として、可視分光法、レーザー分光法、真空紫外計測法等があるが、核融合プラズマにおける一般的な計測法として可視分光が用いられている。可視分光法は比較的取り扱いが容易で、では、上準位に遷移した際、低い振動準位に解離極限が存在するため正確な振動温度が計測できない欠点がある。また、レーザー分光法では、非常に高感度な計測法ではあるが、プラズマの状態を乱してしまう恐れがある。一方、真空紫外分光法は、装置の取り扱いに難があるものの、可視分光法の欠点である上準位の解離極限が存在しないこと、また、受動計測であるためプラズマを乱さない等の利点がある。そこで、本研究では真空紫外分光器を用い、ダイバータ模擬装置における再結合重水素プラズマの振動温度を計測することを目的とする。

Fig.1 にダイバータ模擬装置 TPD-SheetIVの概略図を示す。TPD-SheetIVを用いて再結合重水素プラズマを生成し、電子温度 T_e 、電子密度 N_e をラングミュアプローブ、プラズマ中の重水素分子からの真空紫外光を真空紫外分光器を用いて計測した。ラングミュアプローブより求めた電子温度、電子密度とコロナ平衡モデルより重水素の理論発光スペクトルを算出した。この理論スペクトルと分光計測により得た発光スペクトルをフィッティングすることで振動温度を求めた。

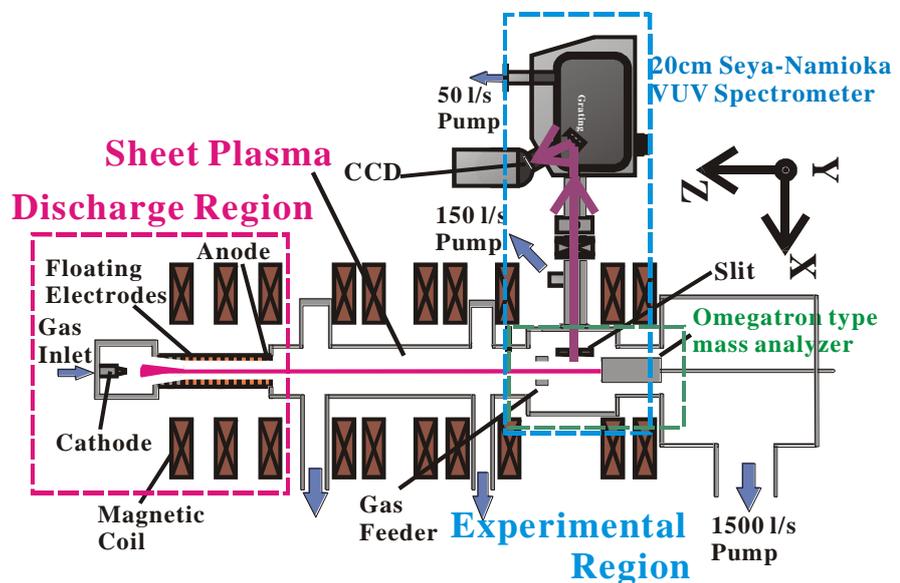


Fig. 1 高熱流プラズマ生成装置 TPD - SheetIVの概略図

オメガトロン型質量分析器を用いた粒子計測

* 石岡春樹(東海大学理学部物理学科)、柴田俊充(東海大学理学部物理学科)、中野渡歩(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)、河村和孝(東海大学)

質量分析器は様々な分野で用いられている。例えば、環境分野ではダイオキシンや環境ホルモン等の有害な物質の分析に医療分野ではたんぱく質や代謝物の構造解析し、病気のマカニズムの解明や新薬の開発に利用されている。最も一般的に用いられている質量分析器は、四重極型質量分析器(Q-mass)である。しかしQ-massは、原理上、磁場中では使用することができないという欠点がある。

当研究室では、磁場中のプラズマでの質量分析器を開発し、それを核融合炉のダイバータ部に適応させることを目的としている。ダイバータ部とは核融合反応が起こった後にできるごみを除去する部分である。実験装置内は磁場が存在しているため、Q-massではなく磁場中でも使用できるオメガトロン型質量分析器を用いている。従来までにオメガトロン型質量分析器を製作し、シートプラズマにおいてイオン種計測を行い、プラズマの現象解明を行ってきた。しかしプラズマの反応過程ではイオン種だけでなく、中性粒子も大きく影響すると考えられているが、オメガトロン型質量分析器は中性粒子を計測できない。そこで本研究では、イオン種と中性粒子の両方を計測可能なオメガトロン型質量分析器の開発を目的とする。今回は、水素および重水素プラズマでのイオン種計測を行った。また中性粒子をオメガトロン型質量分析器で計測可能にするためのイオン化室の原理実験を水素および重水素ガスに対して行った。

図-1は水素プラズマの質量スペクトルである。 H^+ 、 H_2^+ 、 H_3^+ のイオンを確認することができた。図-2中性粒子計測実験の装置図である。ガスフィーダーから水素または重水素の中性ガスを入れ、イオン化室において放電を起こし、中性粒子をイオン化させる。発生させたイオンをオメガトロン型質量分析器により検出することにより、中性粒子を計測した。詳細はポスターにて発表する。

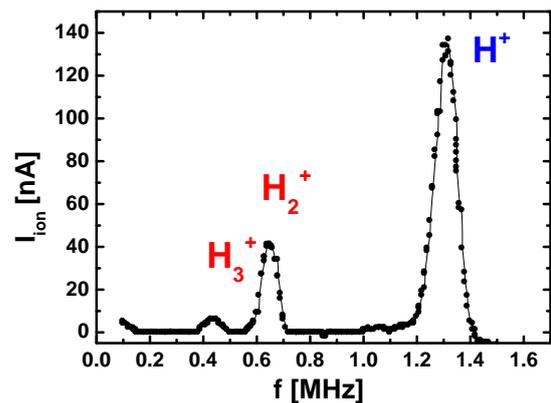


図-1 水素プラズマのイオンスペクトル

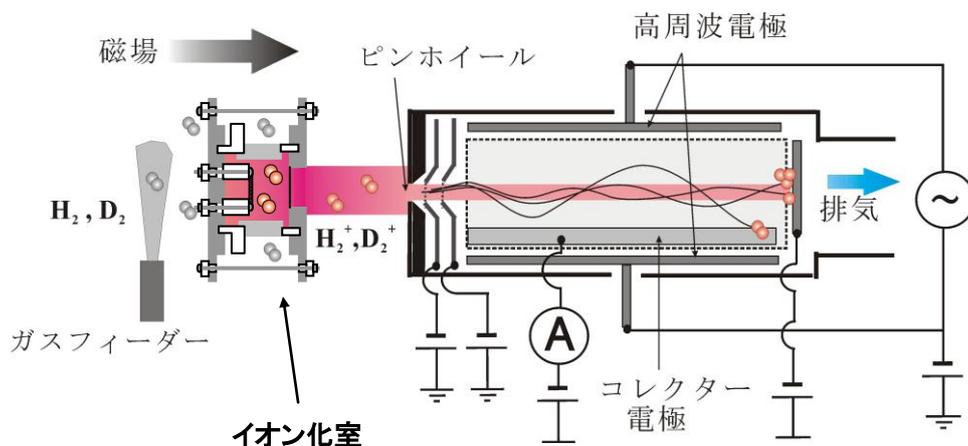


図-2 中性粒子計測実験装置図

ダイバータプラズマ模擬のためのパルスプラズマの生成

*市田貴司（東海大学理学部物理学科）、柴田俊充（東海大学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）、小野督幸（東海大学理学部物理学科）、河村和孝（東海大学）

新しいエネルギー源として核融合発電が期待され、実用化に向けて各国の核融合研究が行われている。それぞれの核融合炉で最も一般的な運転モードでプラズマを点火すると熱パルスが発生する事が分かっている。この熱パルスを制御することは不純物の除去など炉心プラズマの閉じ込め改善するための運転モードとして考えられているが、瞬間的に高エネルギー粒子を発生させプラズマ排気部である壁、いわゆるダイバータ板を損耗させる可能性がある。実用化に向け長時間の運転をしなければならないが、现阶段では熱パルスによるダイバータ板の損耗が激しいため長時間の運転ができない。

よって熱パルスの制御、並びにダイバータ板への熱負荷の軽減が重要である。そこで本研究では、直線型のプラズマ発生装置を用い熱プラズマを発生させ、ダイバータを模擬することを目的としている。

Fig. 1 に本研究で用いた直線型ダイバータ模擬装置 TPD-SheetIV を示す。プラズマが流れ込むターゲット（Fig. 1 右側）にスイッチング回路を接続し、ファンクションジェネレーターからの矩形波をスイッチング回路内の MOS FET トランジスタに印加し、フローティングとアースとを周期的に切り替え、パルスプラズマを発生させる。これにより熱パルスを模擬し、非接触プラズマの特性を測定する。今回は特性を測定するための前段階としてパルスプラズマの生成を目的とし、その確認のためプローブ測定を行った。

定常状態とは異なるパルスプラズマの場合は電子温度が時間に変化することが考えられる。その時間的変化を測定するためプローブを使用した。測定で使用するプローブは、外部から電圧を正に印加すると電子が流れ込んでくる。プローブに流れ込んでくる電流はプラズマの電子温度に依存するためプローブ電圧、プローブ電流を測定することによりプラズマの電子温度を求めることができる。

Fig. 2 にフローティング電極をスイッチングしたパルス実験時におけるプローブ波形を示す。プローブ波形が印加電圧に対応していることが分かる。プラズマパラメータである電子温度の解析結果は、ポスターにて発表する。

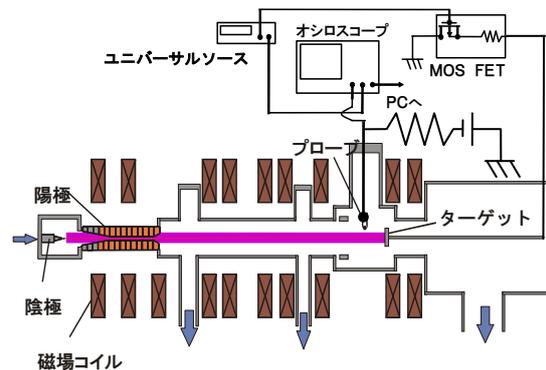


Fig.1 直線型ダイバータ模擬装置 TPD-SheetIV 装置図

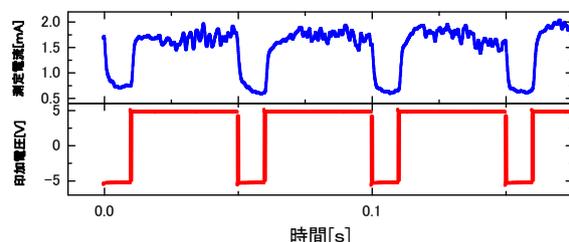


Fig.2 スイッチング回路の印加電圧によるプローブ波形

イオンサイクロトロン共鳴法によるイオンの選択的分離

*安田翔太(東海大学理学研究科物理学専攻)、竹本典弘(東海大学理学部物理学科)、小原康裕(東海大学理学研究科物理学専攻)、小野督幸(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)、河村和考(東海大学)

イオンサイクロトロン共鳴法は、プラズマ中の特定のイオンを選択的に加熱することができるため、使用済み光ファイバーの不純物除去やヘリウム3の同位体分離などへの応用が期待されている。

この方法は、外部磁場により旋回運動(サイクロトロン運動)を行うイオンの、旋回の周波数(サイクロトロン周波数)と同程度の高周波電場を印加することで、共鳴現象によりイオンの旋回半径を大きくするというものである。サイクロトロン周波数はイオンの質量と電荷によって異なるため、特定のイオンを選択的に分離することができる。本研究室で用いるシートプラズマは粒子の旋回中心が中心領域近辺に揃っているという特徴をもっているため、共鳴イオンと非共鳴イオンの分布が空間的に異なってくる。これにより粒子間の衝突回数が減り、分離・回収効率が上がると考えられている。

本研究室では、イオンサイクロトロン共鳴法を用いたイオンの選択的分離の実用化にむけて、実験とシミュレーションを行っている。今回はヘリウム・水素混合プラズマでのヘリウムイオン分離実験を行い、特定のイオンの分離が可能であることを確認した。また、シミュレーションによりイオンの選択的分離が可能であることを検証した。

図1に実験装置を示す。シートプラズマ生成装置(TPD-SheetIV)により、ヘリウム・水素混合プラズマを生成し、プラズマの上下に配置した平行平板電極により高周波電場を印加した。そして、後方に設置したオメガトロン型質量分析器により各イオンの相対密度を計測した。

図2に粒子シミュレーションによるイオンの選択的分離の結果を示す。プラズマソースにより生成された2種類のイオンのうち、共鳴イオンは高周波電極を通過することで共鳴を起こし旋回半径が大きくなるのがわかる。旋回半径が大きくなった共鳴イオンは直進する非共鳴イオンとは異なる軌道をとる。これを分断する様に回収電極を設置すれば、特定のイオンの選択的分離および回収が可能であると考えられる。詳細はポスターにて発表する。

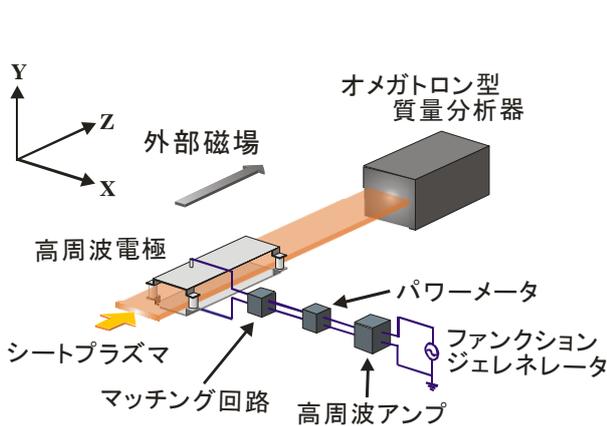


図1 実験装置

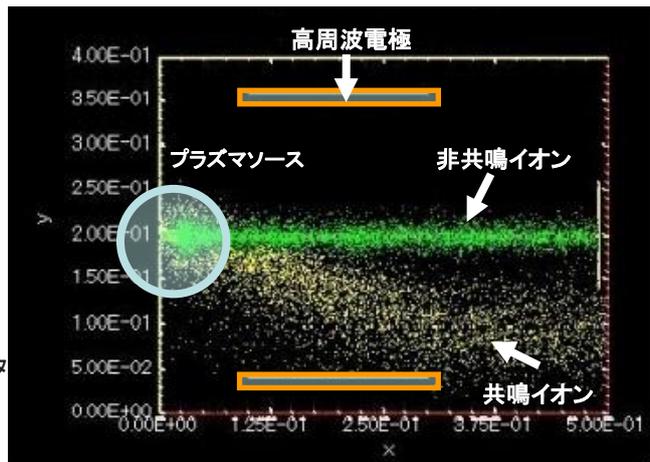


図2 粒子シミュレーションによるイオンサイクロトロン共鳴法

溶媒キャスト法を応用した導電性材料のコスト削減

* 国京伸明(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、神田昌枝(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
* * 西義武(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、

【緒言】

ABS 樹脂等の熱可塑性樹脂を成型するためには、加熱融解後に成型することが一般的である。その為には、多くの熱エネルギーを投入する必要がある。本研究において、ABS 樹脂を室温で成型することに成功した。本研究では、有機溶媒を使用することによって樹脂に流動性を持たせ成型した。また、この方法で作製した成型体の強度評価を行ったところ、衝撃値が向上するという結果を得た。さらに、金属粉末を分散させた複合材料の作製に取り組んだところ、含有量が $19.0 \pm 1.0 \text{ vol\%}$ を超えたところで急激な伝導率の向上が見られ、導電性材料として有用な材料になった。

【方法】

ABS 樹脂の溶媒キャスト法での試料作製方法は、ポリプロピレン (PP) 製スクリー管内で ABS 樹脂とアセトンで質量比が約 2 : 1 (分子比 1 : 2) で混合した。その後、ポリエチレン (PE) 製鋳型に圧入成型した。試料を鋳型内で 1 日間、鋳型から取り出し 4 日間、計 5 日間(計 432ks)溶媒を揮発させ硬化させた。なお、乾燥処理は、約 40°C で行った。その後、ルーターとカッターを用いて引張試験・曲げ試験・衝撃試験の試験片形状に整えた。

溶媒キャスト法の応用として、ABS 樹脂とアセトンの混合後の流動化した試料に銅粉末を ABS 樹脂に対しての体積混合率で混合させ、銅粉末分散型 ABS 樹脂の作製をおこなった。さらに約 24 時間静置した後、鋳型に入れて成型し、乾燥固化させた。

ABS 樹脂とアセトンの混合比は、成型体の内部に気泡が発生しないようにアセトンの量を調整しました。

【結果】

室温溶媒キャスト処理した ABS 樹脂試料の各機械強度の変化において曲げ強度は 55%。最大曲げ応力での歪みは 84%に低下、引張り強度は 46%に低下。引張り歪は 82%に低下。破断歪は 62%に低下した。しかし、衝撃試験だけは 70%の向上がみられた。

さらに、銅粉末を分散させた ABS の銅粉含有量と電気抵抗の変化は、 $19.0 \pm 1.0 \text{ vol\% Cu}$ 付近で 10^{19} オーダーという大きな電気伝導率の変化が見られた。

この現象はパーコレーション理論によって説明することができ、これを利用して

導電材料のコスト削減

が実現できる可能性がある。

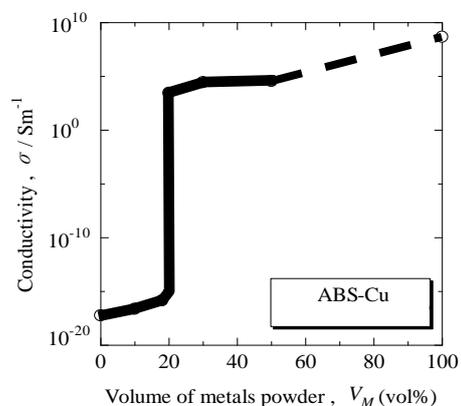


Fig.1 Relation between metal additions V_M and electrical conductivity (σ) of Cu powder dispersed ABS polymer (ABS-Cu).

ハイドロキシアパタイトに対する脱灰, 石灰化処理効果の研究

*矢崎俊悟(東海大学工学研究科光工学専攻), 砂田美和(王子コーンスターチ株式会社),

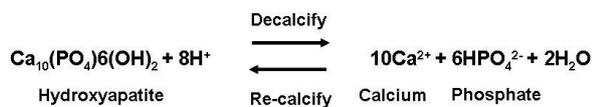
**若木守明(東海大学工学研究科光工学専攻)

1. はじめに

アパタイトは生体適合セラミックスとして生体親和性が高いことより、緻密な焼結体や多孔質体が人工骨や人工歯根として既に臨床応用されている。特に粒状のハイドロキシアパタイト (HAp) は骨の欠損部や抜歯後の充填材として外科、歯科の分野で多く用いられている。本研究の狙いは、歯の再石灰化過程の解明に対する基礎研究として、歯の主要構成要素であるエナメル質および象牙質での主要成分である HAp を用いて石灰化のメカニズムを明らかにすることである。本研究では、王子製紙株式会社が開発したリン酸マルトデキストリン (Phosphate Acid Maltodextrin: PMD) と、歯に対する再石灰化効果があるとして広く一般的に知られているキシリトールを用いた石灰化溶液の石灰化効果と、通常の口腔環境下を想定した自然石灰化作用とを比較検討することを目的とした。

2. 脱灰, 石灰化メカニズム

脱灰は HAp が酸と反応する事によりアパタイト構造が崩れ、リン酸、カルシウムがイオン化して流出する反応である。脱灰と石灰化の関係は以下の式によって表される平衡反応である。

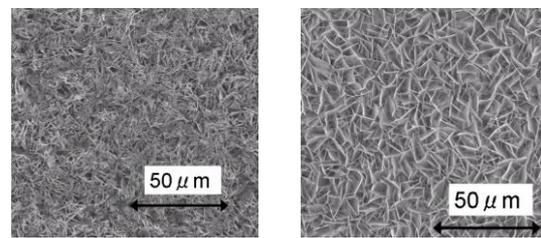


3. 石灰化処理手法

本研究では PMD, キシリトールと HEPES 緩衝液を用いて、石灰化処理を行った。石灰化促進剤として HEPES 緩衝液を用いる事でほぼ 24 時間以内にリン酸カルシウムが定着する事が確認されている。石灰化過程を見る標準処理として、人間の口腔環境に対応した処理も行った。

4. SEM による表面モルフォロジー観察

石灰化処理を 24h 行った表面の SEM 画像を Fig. 1 に示す。Fig. 1 より、表面に微小な板状構造が成長していることが見て取れる。なお、XRD と EDX の結果から、最終的に生成されたプレート状の微細構造は、前駆体 OCP であることを確認した。



(a)PMD 石灰化処理 (b)キシリトール石灰化処理

Fig. 1 石灰化処理 24h の SEM 像

5. 要約

HAp ペレットに対して、PMD 石灰化溶液とキシリトール石灰化溶液と自然石灰化溶液という 3 種類の石灰化促進溶液を用いた。これら促進溶液により、HAp 前駆体 OCP の成長を確認した。以上を総合すると、3 種類の石灰化溶液処理の結果、PMD, キシリトール, 自然石灰化溶液の順に、HAp ペレット上に OCP 結晶をより早く、より高密度に形成することを確認した。

6. Reference

- 1) Izawa, T, Wakaki, M : "Application of laser Raman spectroscopy to dental diagnosis" Proceedings of SPIE, 5687 (2005) 1.
- 2) 杉本, 若木, 砂田: "構造および光学的評価を用いたハイドロキシアパタイトに対する脱灰, 石灰化処理効果の研究, 東海大学紀要工学部, Vol. 47, NO. 2 (2007) 25.
- 3) 矢崎, 杉本, 若木, 砂田: "キシリトール石灰化促進剤を用いたハイドロキシアパタイトへの石灰化効果の研究, 東海大学紀要工学部, Vol. 48, NO. 1, (2008) 27.

運動残効知覚中の脳波、および疲労との関連性の検討

*芹澤由洋(東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)、大塚光明(東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)、早坂明哲(日本医科大学情報科学センター)、木村達洋(東海大学開発工学部情報通信工学科)、田所裕之(東海大学開発工学部医用生体工学科)、岡本克郎(東海大学開発工学部医用生体工学科)、**山崎清之(東海大学開発工学部医用生体工学科)

1. はじめに

画面上にストライプが動いて見える刺激映像を一定時間注視し順応させた後、静止した画像を提示すると実際には運動していないにもかかわらず、順応方向とは逆に運動知覚が生じる。これを運動残効という。これまでに刺激映像注視時及び、運動残効中の脳波の違いについての報告はなされておらず、不明な点が多い。そこで本研究では動的刺激による運動残効の脳内過程を明らかにする目的で、動的刺激注視時と、運動残効中の脳波を計測し、スペクトル解析の結果を検討した。

2. 実験

実験は健常大学生を被験者とし、静電シールドルーム内に設置されたパーソナルコンピュータ(PC)を用いて行った。PCのCRT上に、実験用刺激を表示した。コントロールとして安静開眼時に全面白色の画像を表示し計測を行い、次に運動残効を誘発させるストライプが直交して動く刺激映像を表示し、これを消去後、運動残効の確認用画像(アラビア文字のランダムな羅列、以後プローブと呼ぶ)を表示した。

脳波は両耳朶結合を基準としO1、O2、MT野に対応すると思われるT3、C3、T5、P3の midpoint (Y1)、T4、C4、T6、P4の midpoint (Y2) から単極導出し、FFTを用いた周波数解析を行い、Y1とO1、Y2とO2のパワースペクトルの差を算出した。脳波のサンプリング周波数は100 Hz、量子化精度は16bitとした。

また、運動残効に影響を与える要素、特に疲労との関連性を検討するため、実験前後に主観的疲労報告用のアンケート(日本産業衛生学会産業疲労研究会製)および、フリッカー計測装置(竹井機器工業製)を用いた測定を行った。

3. 結果と考察

図1より運動残効知覚時における α 波量がY1に比べ、O1の割合が多い事がわかる。また、同実験時にY1における α 波量が減少していることもわかった。以上から運動残効知覚時にY1における α 波の量が減少し、これが知覚時にMT野が関与している可能性を示唆している。

アンケートによる疲労報告では、運動残効時間との関連性は認めにくい。しかし、図2に示すようにフリッカーでの周波数の差が増えるほど運動残効時間も増加する傾向を示した。これは疲労と運動残効時間の関連性を示唆するものであり、運動残効時間が視覚系への負担の評価に有用な指標となり得る可能性が考えられる。今後、結果の妥当性を高めるため、サンプル数を増やし実験の精度を高めていく必要がある。

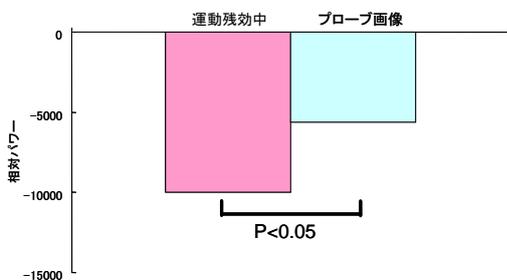


図1. Y1からO1を減算したときの α 波の比較

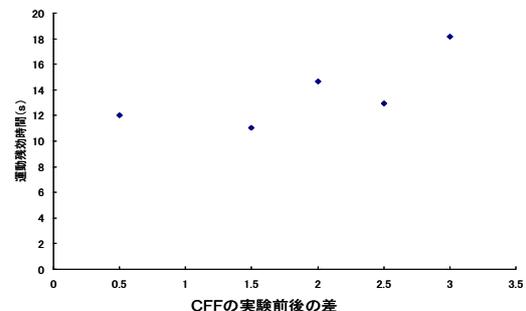


図2. フリッカー計測装置における点数と運動残効時

動的錯視知覚中の脳波の検討

*大塚光明(東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)、芹澤由洋(東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)、早坂明哲(日本医科大学情報科学センター)、木村達洋(東海大学開発工学部情報通信工学科)、**山崎清之(東海大学開発工学部医用生体工学科)、田所裕之(東海大学開発工学部医用生体工学科)、岡本克郎(東海大学開発工学部医用生体工学科)

[はじめに]

動きの知覚は、網膜上に投影された像が移動、回転することで生じる実体の運動の知覚と、実際には網膜上を動いていないが動きの知覚が生じる動的錯視の2種が考えられる。後者は動知覚の高次なメカニズムに対応していると考えられる。しかし、動的錯視の脳内メカニズムはまだ不明な点が多く、明確な説明はなされていないが、大脳皮質MT野が関連していると考えられている。そこで本研究では、動的錯視を知覚している際の脳波を計測し、分析を試みた。

[実験方法]

被験者は、健常男子大学生とし、脳波用静電シールドルーム内に設置されたパーソナルコンピュータ(PC)を用いて行った。PCの17インチCRT上に、実験用刺激画像を提示した。刺激画像は、立命館大学・北岡教授の“蛇の回転”の構成要素を参考にして、周辺視で回転して見える図形、同じデザインだが配列を変えて回転して見えない図形、実際に回転して見える図形の3種類を用いた。脳波は、国際脳波学会連合基準電極配置法に基づき、両耳朶を基準としO1、O2、MT野左側と考えられているT3、C3、T5、P3の中点(Y1)、MT野右側と考えられているT4、C4、T6、P4の中点(Y2)から単極導出しデジタルデータレコーダ(TEAC:DR-M3)に記録した。脳波のサンプリング周波数は100Hz、量子化精度は16bitである。刺激提示画像を注視している時の脳波を切り出して、FFTによりパワースペクトルを求め、条件間で比較した。

[結果と考察]

Figは脳波パワースペクトルのうち8-13Hzにあたる α 帯域の積分値を%で表示したものである。本研究で、錯視が生じない図形を見ている時よりも錯視が生じる図形、実際に回転して見える図形の時に、MT野(Y1、Y2)の測定部位において α 波出現量の変化が認められた。このことから、MT野が動的錯視の知覚においてもその情報処理に関与していることが考えられる。

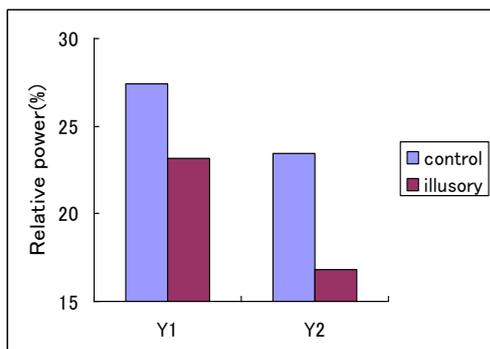


Fig1 Integrated α power in illusory condition vs. control

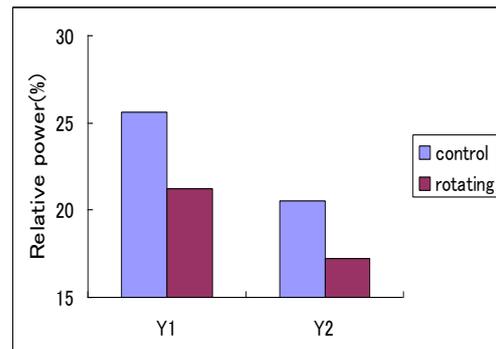


Fig2 Integrated α power in rotating condition vs. control

UV-LED を用いた NADH 蛍光検出型アルコールガスセンサに関する研究

* 石丸英孝、鈴木祐貴、月精智子、齊藤浩一、工藤寛之、* * 三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）、
沢井政之（東海大学大学院 工学研究科）

【はじめに】

近年、ガス計測技術の向上に伴い、疾患に特異的な揮発性の生体情報が注目されている。これら揮発性の生体成分を高感度かつ選択的に計測できれば非侵襲での疾患の診断やスクリーニングが可能となる。しかし、既存のガス計測法であるガスクロマトグラフィーや半導体ガスセンサには、操作が煩雑で装置が高価、十分な選択性が得られない等の課題がある。つまり、疾患に特異的な揮発性生体情報の計測では、簡便かつ選択性、携帯性に優れ、連続計測が可能なガスセンサが必要である。これまでに当研究室では、生体の代謝酵素を用いることで口臭成分等を選択的に計測する光学式の生化学式ガスセンサ（バイオスニファ）を開発してきた。また、酵素の中には酸化型ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド（NAD⁺）を電子受容体として、還元型ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド（NADH）を生成する脱水素酵素が多数知られている。NADH は 340 nm の紫外線励起光を照射することにより 491 nm の蛍光を発することが知られており、NADH の蛍光を計測することで様々な基質成分の計測に応用できると考えられる。そこで本研究では、近年の技術革新により量産可能となった高輝度紫外線 LED（UV-LED）を用いた NADH 蛍光検出型バイオセンサを開発し、隔膜フローセルに適用することで、モデル成分でアルコールガスを計測する生化学式ガスセンサの開発を行った。

【実験方法】

NADH 蛍光計測システムの構築では、まず光ファイバプローブに 2 分岐型の光ファイバを接続し、一方に band pass filter (BPF: 340 ± 10 nm) を介して UV-LED 励起光源を取り付け、もう一方に long pass filter (LPF: λ > 400 nm) を介して、NADH の蛍光 (491 nm) を検出する小型分光器を接続した。NADH 蛍光計測の実験では、純水を満たしたキュベット内に光ファイバ先端を浸し、標準 NADH 溶液の滴下に伴う蛍光強度の変化を調べた。次に、アルコール脱水素酵素 (ADH) を固定化した親水性の多孔質ポリテトラフルオロエチレン膜 (PTFE、膜厚: 80 μm、孔径: 0.2 μm) を光ファイバプローブ先端に装着し、エタノール用バイオセンサを作製した。このセンサを図 1 の実験系に用いて、標準エタノール溶液の滴下に伴う蛍光強度を計測した (図 1)。さらに、センサ感応部に隔膜フローセルを適用することで、エタノール用ガスセンサを作製した。ガス計測実験では、標準ガス発生装置にて発生した各濃度のエタノールガス (0.32–300.0 ppm) をセンサ感応部に付加し、酵素反応により生成される NADH の蛍光強度の変化を調べ、エタノールガス計測を行った。

【結果及び考察】

NADH 蛍光計測の結果、NADH を 1.0–300.0 μmol/l の範囲で定量が可能であった。また、エタノール溶液計測では、PBS 中のエタノール溶液濃度の増加に応じた蛍光強度の増加が確認され、定量範囲は 0.1–100 mmol/l であった。さらにエタノールガス計測では、酒気帯び運転の判断値 (78 ppm) 及び人の嗅覚による検出限界 (0.36 ppm) を含む、0.32–100.0 ppm の範囲で定量が可能であり、酵素の基質特異性に基づく高い選択性が確認された。本 NADH 蛍光検出型生化学式ガスセンサは、他種の脱水素酵素との組み合わせることによって多様な化学物質の計測が可能となることから、医療や環境、食品分野等における診断や検査に利用できるものと考えられる。

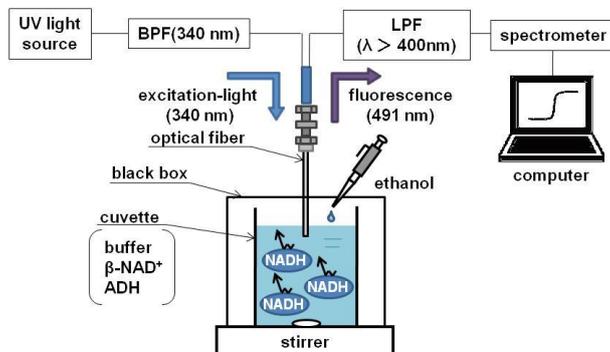


図 1. NADH 蛍光検出システムを利用したエタノール溶液計測の実験系

弾性率の変化が及ぼす血压波形の変化と反射波の重畳についての検討

- * 川島淳（東海大学開発工学部医用生体工学科）、平柳圭佑（東海大学開発工学部医用生体工学科）、
安齋洋平（東海大学開発工学部医用生体工学科）、田久保力（東海大学開発工学部医用生体工学科）
* * 杵淵嘉夫（東海大学開発工学部医用生体工学科）

はじめに

健全な成人の場合、大動脈よりも末梢側ほど圧が高くなる、ピーキング（peaking）現象や、脈波の立ち上がりの急峻化（スティーピング）現象が起きている。しかし、人工心肺を使用する体外循環（CPB：Cardio pulmonary bypass）の後では、大動脈側よりも末梢側ほど圧が低くなる、大動脈・橈骨動脈間圧較差現象が起こることがある。これらの現象について、我々は長軸方向の弾性率分布、末梢および血管分岐部からの反射波が深く関与していることを報告した。本研究では、様々な血管モデルを作成し、反射波が血压波形に与える影響について実験的に検討したのでここに報告する。

対象と方法

弾性率（硬度）の異なる（柔C0～硬C15.0）、内径 3～4mm、外径 6～7mmのウレタンチューブを作成した。等間隔に圧取り出しポートを配置し、必要に応じて適当な長さのダミーチューブ、及び分岐点を付加した血管モデルとした。拍動ポンプから血压波形やインパルス波形を印加して波形の変化を観察した。弾性率のレンジは血管系のそれと概ね同等である。チューブは全体の弾性率が均一のものと、血管の弾性率分布を再現した徐々に弾性率が上がるモデルを使用した。チューブの一方の端（入力端）からインパルスや血压波形を印加しチューブ各点の圧波形を観測した。

結果と考察

反射波が重畳する度合いは反射点までの距離により変化する。チューブの弾性率とそれに依存する脈波伝搬速度および末梢端（反射点）までの長さ等から、進行波に対する反射波の部位を特定することができる。したがって観測された脈波を構成する両成分の寄与の度合いを知ることができる。動脈系各部、あるいは大動脈から橈骨動脈に至る血管内圧の変化は弾性率分布のみならず、末梢側からの反射波によって引き起こされる。

反射波が進行波に重畳している波形と、そうでない波形を図1、2に示す。これらの図はヒトの血管弾性率を再現したチューブを用いて実験を行ったものである。反射波が進行波に重畳することにより、波形の変化の急峻化、及び圧力の上昇が見られる。これらの結果から血压波形のピーキング・スティーピング現象の成因として、進行波に反射波と弾性率が及ぼす影響が関与していることが実験的に確認できた。

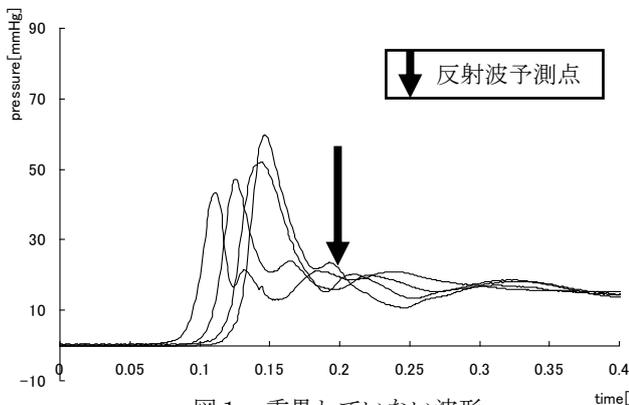


図1 重畳していない波形

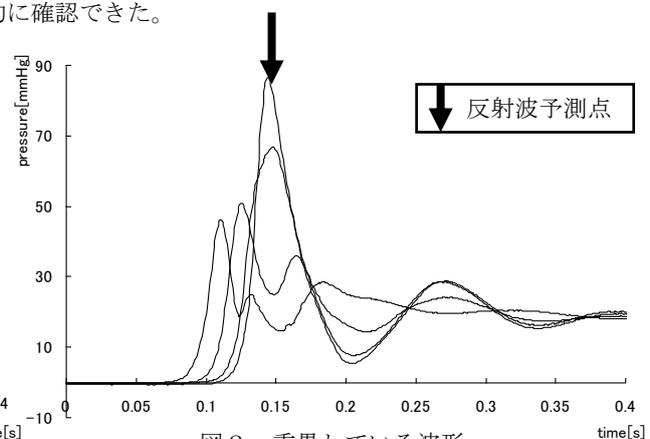


図2 重畳している波形

Effect of Tissue Culture Conditions on Growth of Sweet Potato Plantlets Cultivated *Ex Vitro* without Acclimatization

Raihana binti Zainudin and Shinsaku TAKAYAMA

Department of Biological Science and Technology, Tokai University

317, Nishino, Numazu, Shizuoka, 410-0395, JAPAN

Tel:81-55-968-1111, Fax:81-55-968-1151, E-mail:7afbm004@wing.ncc.u-tokai.ac.jp

The effects of light intensity (photosynthetic photon flux density (PPFD) of 0, 2.5, 5, 15, 30, 50, 60, 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), ventilation conditions (natural ventilation and airtight conditions), agar and liquid (without agar) media on growth of sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultured *in vitro* on B5 medium, and their growth characteristics cultivated *ex-vitro* were investigated. After 30 days of cultivation *in vitro*, growth of plantlets was most favorable at PPFD of $100\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. The plantlets produced by tissue culture were transplanted directly in soil without acclimatization under solar radiation for 30 days. Most plantlets survived except for *in vitro* conditions at PPFD of $0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ cultured on agar medium. In *ex vitro* cultivation, the growth (fresh weight, dry weight), shoot length, leaf size, number of leaves increased in accordance with the increase of *in vitro* irradiances at PPFD 0 to $100\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. The *in vitro* irradiance at PPFD $50\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ to $100\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ showed most favorable growth when cultivated *ex vitro*. Plantlets cultured in airtight *in vitro* vessels have smaller leaf size when cultivated *ex vitro* comparing to *in vitro* ventilation vessels, but significant differences were not observed in their growth.

Keywords: B5 medium, *Ipomoea batatas*, *in vitro*, *ex vitro*, plant tissue culture

INTRODUCTION

Acclimatization is the stage generally required in adaptation to environmental stresses in cultivation of *in vitro* propagated plantlets *ex vitro*. This process is time consuming, and required energy and cost in transplantation process.¹ To reduce these requirements in transplant process, we had transplanted the *in vitro* propagated sweet potato plantlets directly to *ex vitro* conditions in natural environment under solar radiation without acclimatization. We also aim to investigate the effects of *in vitro* culture conditions on growth and morphology of plantlets cultivated *ex vitro*.

II. MATERIALS AND METHODS

Sweet potato (*Ipomoea batatas*. L cv Beniazuma) plantlets cultured on B5 medium (8g/L Agar and liquid medium) were irradiated with fluorescent lamps at photosynthetic photon flux density (PPFD) of 0, 2.5, 5, 15, 30, 50, 60, 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Airtight vessels (AT) were sealed with two layers of stretch polyethylene films, and natural ventilation vessels (VT) were sealed with two layers of waxed papers plus two layers of household aluminum foil.

After 30 days of *in vitro* culture, the plantlets were taken out from the vessels, and transplanted *ex vitro* to commercial plastic containers (50 x 35 x 8 cm) filled with soil (5cm in depth). Cultivation of plantlets was performed 30 days from 20 August until 19 September 2008 in natural environment

under solar radiation. The growth (fresh weight, dry weight), shoot length, leaf size, number of leaves, were measured. Chlorophyll content was also analyzed according to Arnon (1949).

III. RESULTS

Most plantlets cultivated *ex vitro* without acclimatization survived at high percentage, except for plantlets cultured *in vitro* on agar medium irradiated at PPFD $0\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

In plantlets cultivated *ex vitro*, stimulation of growth (fresh weight, dry weight), shoot length, leaf size and number of leaves, were observed in accordance with the increase in *in vitro* irradiances at PPFD from 0 to $100\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Leaf length and leaf width was longer for plantlets derived from *in vitro* VT conditions. The optimum conditions for *ex vitro* were the use of plantlets cultured *in vitro* at PPFD from 50 to $100\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. The *ex vitro* chlorophyll content revealed minor difference.

In conclusion, the *ex vitro* without acclimatization process can be practically used for large-scale production of sweet potato plantlets through tissue culture with least labor and cost.

REFERENCES

- 1 J. POSPÍŠILOVÁ, I. TICHÁ, P. KADLEČEK, D. HASEL, Š. PLZÁKOVÁ, Acclimatization of Micro Propagated Plants to *Ex Vitro* Conditions (Biologia Plantarum 42 (4), 1999), pp. 481-497.

反射波が血圧波形に及ぼす影響についての検討

* 平柳圭佑（東海大学開発工学部医用生体工学科）、川島淳（東海大学開発工学部医用生体工学科）、安齊洋平（東海大学開発工学部医用生体工学科）、田久保力（東海大学開発工学部医用生体工学科）

** 杵淵嘉夫（東海大学開発工学部医用生体工学科）

はじめに

健康な成人において大動脈基部の圧波は末梢血管へ伝搬するにつれ、血管内圧が上昇すること（ピーキング現象）が知られている。一方、人工心肺装置を用いて体外循環（以下 CPB）を施行後の患者の橈骨動脈圧は大動脈圧よりも著しく低下する（大動脈・橈骨動脈間圧較差現象）ことがある。これらの現象について、我々は血管半径方向の弾性率の非線形性、長軸方向の弾性率分布、末梢および血管分岐部からの反射波が深く関与していることを報告した。本研究では、血管モデルを作成し、反射波の振舞と血圧波形に及ぼす影響について実験的に報告する。

対象と方法

ウレタンゲルを用いて外径 7mm、内径 3mm の、硬度が違う血管モデルを作成し、それぞれの末端に反射点を変化させるためのダミーチューブを接続した。作成した血管モデルに、圧力を導出するためのポートを等間隔に取り付け、シリンジによりインパルス波形を印加して内圧を測定した。ダミーチューブを徐々に短くしていったときの圧波形を観測し、反射波が伝播する圧波に与える影響について検討した。

結果と考察

反射波が陽性のときと陰性のときに観測された圧波形を、それぞれ図 1, 2 に示す。図 1 に示すように反射波が進行波に重畳すると脈波の波高値が増高することを確認した。また図 2 では逆に波高値が低下することが確認できた。以上の結果から、反射波が血圧波形に大きく影響し、ピーキング現象や大動脈・橈骨動脈間圧較差現象を引き起こす一因となっている可能性を実験的に示した。

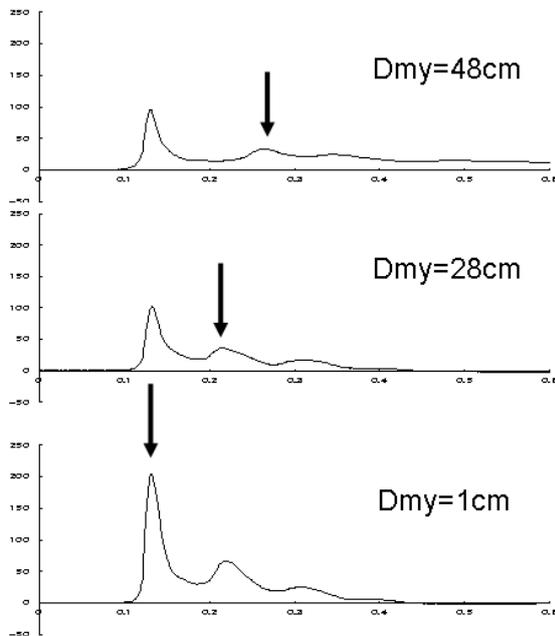


図 1 陽性反射

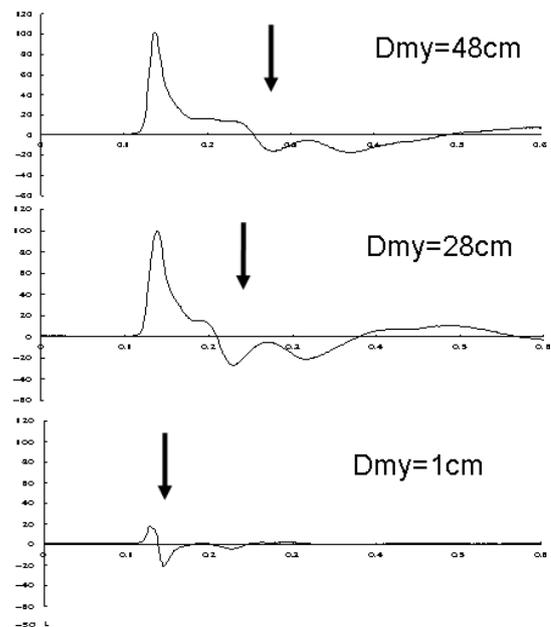


図 2 陰性反射

血液粘性が血管弾性率の非線形性に及ぼす影響

* 田久保力（東海大学開発工学部医用生体工学科）、川島淳（東海大学開発工学部医用生体工学科）、安齊洋平（東海大学開発工学部医用生体工学科）、平柳圭佑（東海大学開発工学部医用生体工学科）

** 杵淵嘉夫（東海大学開発工学部医用生体工学科）

はじめに

健全な成人の場合、末梢の血圧波形でピーキング現象およびスティーピング現象が観測され、体外循環（CPB）を施行後では大動脈-橈骨動脈間圧較差現象が生じることがある。これらの現象には、血管長軸方向の弾性率の分布、および血管壁の内圧依存性の半径方向の非線形的な弾性率変化が関与していることを報告したが、CPB 後の圧較差現象の成因については必ずしも明らかではない。CPB 中の血液希釈がそのトリガとなりうるかどうか実験的に検討した。

対象と方法

PEG (Polyethylene Glycol 20000、和光) を用いて、血液粘度 3~4cSt を含む粘度 2~5cSt の溶液を作成した。CPB 後のモデルとして水を使用した。内径 3~4mm、外径 7~8mm のウレタンチューブを作成し、そこにナイロン製被膜を付けることによって非線形応答をするモデルチューブとした。モデルチューブは全長 40cm とし、等間隔に圧トランスデューサーを配置した。上記の溶液を充填した後、モデルチューブにその容積と同じ量の溶液を印加していくことにより、動作点を変化させながら圧力の変化を測定した。なお、溶液を充填し、圧力がかかっていない状態を 100Vol%とした。その後、充填液を変化させて同様の実験を行い、粘度変化によって弾性特性に変化が起ることを確認した。

結果と考察

実験によって得られた弾性特性を図 1 に示す。横軸が内圧、縦軸が増加率であり、内圧の増加に対して体積の増加が小さいほど硬い特性であることを示している。つまり膨らむほど硬くなることを意味し、ヒトの動脈壁の特性と同じである。モデルチューブを変えずに充填する液のみを変化させた結果、充填液の粘度が高いほど、より少ない体積変化で内圧が変化した。CPB による血液希釈によって末梢側の血管内圧が低下すると、血管壁の弾性率は壁の体積 - 内圧特性にそってより小さい方向（柔らかい）に移動する。その結果、血管内脈波の振幅が減少し圧較差現象が起こる。粘度を変化させて測定した弾性特性から CPB の血液希釈による血液粘度の低下が大動脈 - 橈骨動脈間圧較差現象を起しやすくすることが実証できた。

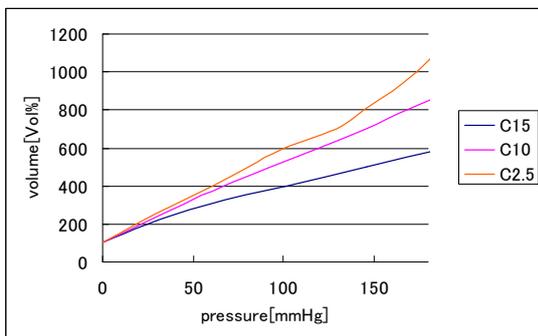


図 1 モデルチューブの弾性特性

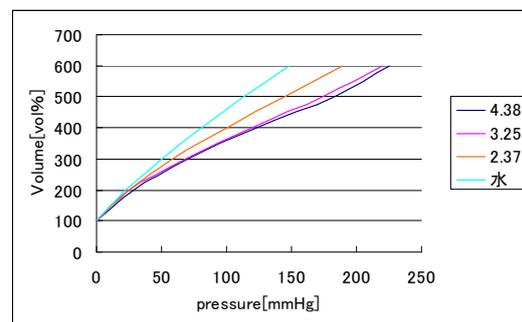


図 2 粘度による弾性特性の変化

血液の粘性変化と圧較差現象との関係

- * 安齊洋平（東海大学開発工学部医用生体工学科）、田久保力（東海大学開発工学部医用生体工学科）、川島淳（東海大学開発工学部医用生体工学科）、平柳圭佑（東海大学開発工学部医用生体工学科）
- ** 杵淵嘉夫（東海大学開発工学部医用生体工学科）

はじめに

健全な成人の場合、末梢の血压波形ではピーキング現象およびスティーピング現象が観測され、体外循環(CPB)を施行後では大動脈-橈骨動脈間圧較差現象が生じることがある。これらの現象には、血管長軸方向の弾性率の分布、および血管壁の内圧依存性の半径方向の非線形的な弾性率変化が関与していることを報告したが、CPB後の圧較差現象の成因については必ずしも明らかではない。CPB中の血液希釈がそのトリガとなりうるかどうか実験的に検討した。

対象と方法

PEG (Polyethylene Glycol 20000、和光)を用いて、血液粘度3~4cStを含む粘度2~5cStの溶液を作成した。CPB後のモデルとして水を使用した。内径3~4mm、外径7~8mmのウレタンチューブを作成し、そこにナイロン製被膜を付けることによって非線形応答をするモデルチューブとした。モデルチューブは全長40cmとし、等間隔に圧取り出しポートを配置し、必要に応じて適当な長さのダミーチューブを付加した。血管の硬さは血管系のそれと概ね同等である。上記の溶液を充填した後、インピーダンスマッチングを行い、チューブの一方の端（入力端）から血压波形を印加しチューブ各点の圧力波形を測定した。その後マッチングしたインピーダンスの値を変えずに充填液のみを変化させて実験を行い、粘度変化によって圧較差現象が起こることを確認した。

結果と考察

モデルチューブの弾性特性を図1に示す。モデルチューブの状態を変えずに充填する液のみを変化させた結果出力される圧力は減少した。CPBによる血液希釈によって末梢側の血管内圧が低下すると、血管壁の弾性率は壁の体積-内圧特性にそってより小さい方向(柔らかい)に移動する。その結果、血管内脈波の振幅が減少し圧較差現象が起こる。PEGを用いて粘性を変化させたモデル実験で実際に擬似血压波形の振幅減少が見られるため、CPBの血液希釈による血液粘度の低下が大動脈-橈骨動脈間圧較差現象の一つの要因であることが実証できた。

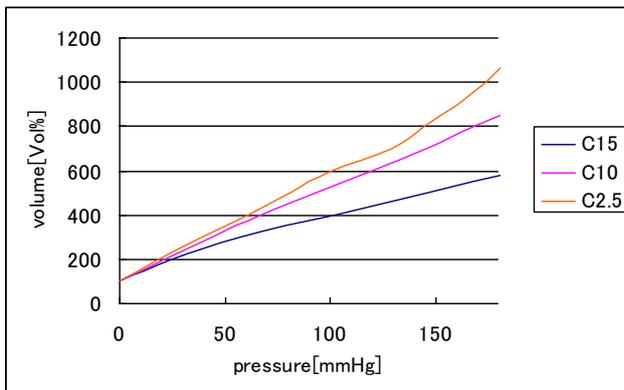


図1 モデルチューブの弾性特性

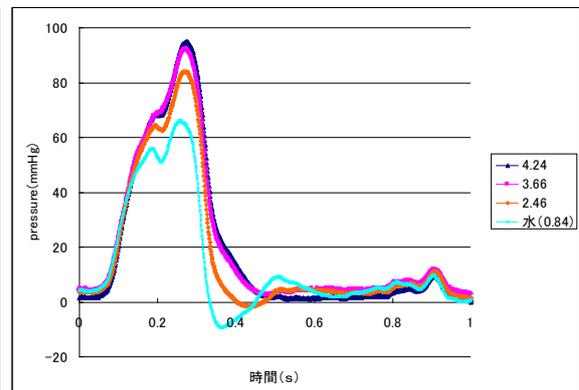


図2 粘度変化による圧力波形の推移

ダニアレルゲン測定のための光ファイバ式蛍光免疫計測システムに関する研究

* 板橋玄 (東京工科大学 バイオニクス学部)、越田智之、矢野和義 (東京工科大学大学院 バイオ情報・メディア研究科)
宮島久美子、齊藤浩一、工藤寛之、** 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】

近年、気管支喘息やアトピー性皮膚炎などのアレルギー疾患が増加しており、国民の3人に1人が罹患する国民病とされている。アレルギー疾患への対処としては環境中のアレルギーゲンを回避・除去することが重要であり、アレルギーゲンの高感度な計測が期待されている。現在、アレルギーゲンの測定法として免疫計測法が広く用いられているが、特殊な設備や煩雑な操作を要するといった課題がある。そこで本研究では、エバネッセント波を利用し、高感度かつ迅速な免疫測定が可能な光ファイバ式蛍光免疫計測システムを用いて、住環境アレルギーゲンとして特に重要なコナヒョウヒダニ由来の *Der fI* について蛍光免疫計測を行った。

【実験方法】

本システムでの蛍光免疫計測の原理を図1に示す。検出プローブとして用いた光ファイバは入光部にレンズを有し、入射角が一定になるように調整されている。計測ではまず、光ファイバの側面に捕捉抗体を固定化し、蛍光標識抗体を用いてサンドイッチ法により *Der fI* を捕捉・標識した。レーザーダイオードにより照射された励起光をレンズにより集光し、光ファイバ側面より滲み出るエバネッセント波により標識抗体の蛍光色素を励起した。この際に生じた蛍光を同一の光ファイバで集光し、フォトダイオードにて電流に変換し測定した。なお、捕捉抗体・標識抗体はマウス由来の抗 *Der fI* モノクローナル抗体、蛍光色素はCy5を使用した。実験ではまず、*Der fI* の測定条件の最適化を行い、その後、本システムを用いた *Der fI* の定量特性を調べた。

【結果及び考察】

測定条件として捕捉抗体の濃度、希釈液の調整等の最適化を行ったところ、*Der fI* の特異的な検出が確認された。さらに、異なる光ファイバ (n = 5) において同一濃度の *Der fI* を測定した結果、バラツキ (C.V. = 6.98%) の少ない計測が可能であった。なお、従来の免疫測定法と特性を比較した結果、本システムでの *Der fI* 標準抗原溶液の定量性は従来法と同等以上の感度であり、また測定時間については、従来法では1回の計測に2時間を要するのに対し、本システムでは15分程度と短時間で計測が可能であった。

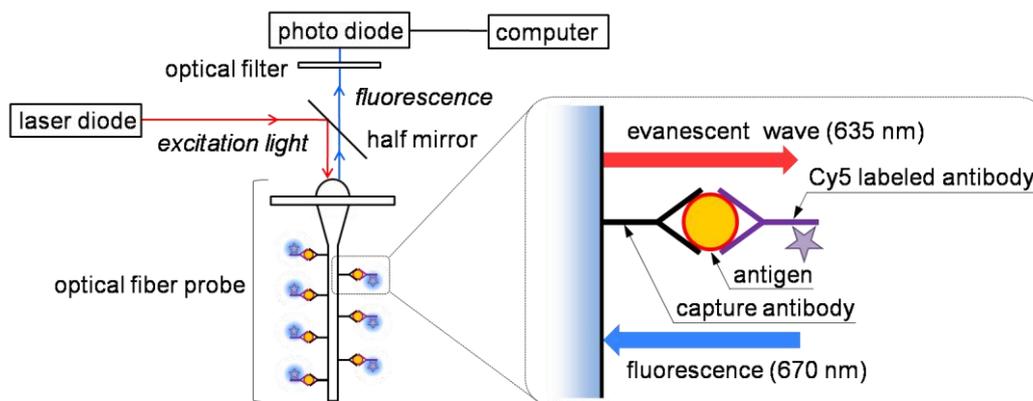


図1. 光ファイバ式蛍光免疫計測の検出原理

Diamond-like carbon (DLC) 膜表面における血液適合性

- * 脇 雅幸 (東海大学開発工学部医用生体工学科)
 ** 望月 明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

【緒言】

Diamond-like carbon (DLC) は医療分野において、冠動脈ステントや人工心臓弁などの体内に埋め込む、あるいは直接血液と接触する器具に対するコート膜としての用途が考えられている。血管内への留置を目的とする際に、デバイス表面のもつ血液適合性は重要な性能となる。今回、我々は血液適合性DLCの開発を目的とし、DLCへ導入する酸素等のヘテロ元素の種類とその量が、血液適合性に及ぼす影響を検討したので報告する。

【実験】

- ・材料： SUS 基板上に DLC を蒸着した後、酸素及びアンモニアプラズマ処理し、表面官能基を導入した表面処理 DLC

- ・評価法：

＜血液適合性評価＞

血小板粘着試験：血小板数調整血漿を用い、材料表面に粘着した血小板数を SEM にて定量。

凝固系評価 (TAT)：ヘパリン化全血を 37℃ で 2 h 接触後に、TAT 産生量を ELISA 法により定量。

補体系評価 (C3a)：ヘパリン化全血を 37℃ で 2 h 接触後に、C3a 産生量を ELISA 法により定量。

＜キャラクタリゼーション＞

DLC 表面組成分析：XPS (ESCA) により測定

【結果と考察】

図1に示す補体系の評価については、いずれも PRE 値の3~4倍の値になっており、中程度の適合性である。図2の凝固系の評価では未処理の SUS 基板に比べ、凝固系の活性化が大幅に抑制されている事がわかる。材料間で比べると、A5 が最も活性化能が低いと考えられるが、さらに n 数を増やして検証する必要がある。当日は、これらの実験結果と XPS による表面元素組成の解析結果とあわせて報告する。

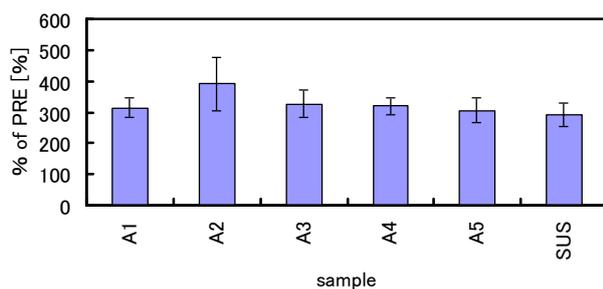


図1：C3a 産生量 (n=4)

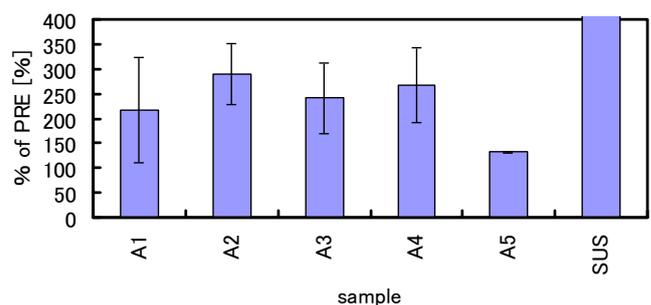


図2：TAT 産生量 (n=2)

各種 Diamond-like Carbon (DLC) 表面における組織細胞増殖性について

* 小俣 智範(東海大学 開発工学部 医用生体工学科)

**望月 明(東海大学 開発工学部 医用生体工学科)

【緒言】

冠動脈硬化病変部の狭窄治療法の一つとしてステント埋込み術があげられるが、ステント埋込み部位において過度の新生内膜増殖による再狭窄が問題となっている。この再狭窄には抹消血中の単球や血管前駆細胞が関与していると考えられていることからステント用 DLC の表面組成の内皮前駆細胞の増殖性に及ぼす影響について人冠動脈由来内皮細胞、平滑筋細胞のそれと比較検討した。

【実験】

・材 料 : 各種プラズマ処理 DLC、内皮前駆細胞(Bio-chain 社)、人冠動脈由来内皮細胞(Cell Applications)、平滑筋細胞(Cell Applications)

・評 価 法

細胞増殖試験: 24well プレートを用いて中央の 8well を使用し、 5×10^3 cell の細胞を播き専用培地の BGM-2 を用い、CO₂ インキュベータにて 3 日間培養した後、WST-8 を培地量に対して 1/10 量を加え、CO₂ インキュベータ内にて、3 時間インキュベートを行った。WST-8 と反応させた培地 200 μ l を 96well プレートに移し、吸光度(細胞数に比例)を測定し、TCP と比較する中で TCP に対する相対増殖率を求めた。

【結果と考察】

Fig1~3 に各細胞の増殖性を示している。内皮細胞は表面組成の影響を大きく受け、増殖率 80~170% の範囲で変化し、平滑筋細胞は影響が小さくいずれも 100% 以下の増殖率であった。問題の EPC については、平滑筋細胞と同レベルの増殖性かつ同じような表面組成の影響を受けた (No. 4 で増殖抑制)。

当日は、DLC の表面化学組成とこれらの細胞の増殖性について定義する。

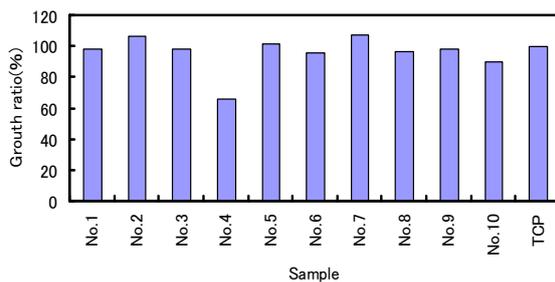


Fig1.EPC の増殖率

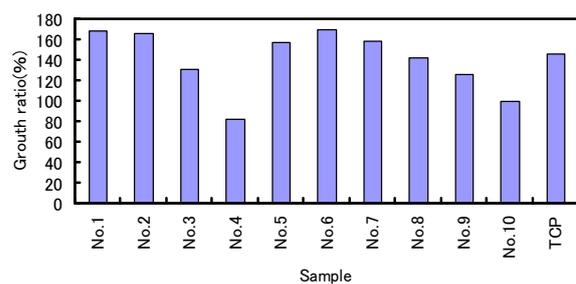


Fig2.EC の増殖率

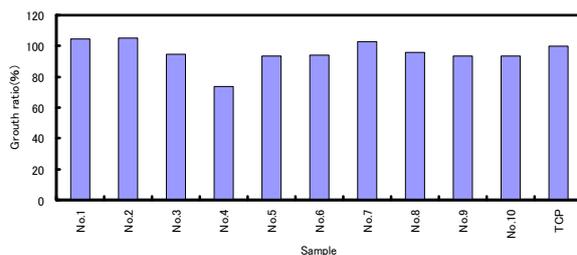


Fig3.SMC の増殖率

各種高分子材料の生体適合性

*永嶋 竜弥 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

**望月 明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

【緒言】

医療分野で広く用いられる高分子材料の代表として PHEMA、PMEA、PMMA と生分解性を有する事から、ドラッグデリバリー用途や、埋込み用途で期待される PCL、PLA とを用いて血液適合性、細胞増殖性の観点から生体適合性について比較を検討した。また、各種材料における接触角測定や蛋白吸着試験を行い、生体適合性との相関を比較、検討した。

【実験】

・材料 : ガラス、PET、PHEMA、PMEA、PMMA、PCL、PLA、コントロール: TCP (組織培養用プレート)

・評価法

接触角測定: 接触角計を用いて $10 \mu\text{l}$ の水に対する接触角を求めた。

血小板粘着試験: 血小板数調製血漿を用い、材料表面に粘着した血小板数を SEM にて定量した。

凝固系評価 (TAT): ヘパリン化全血を 37°C で 2 時間接触後に、TAT 産生量を ELISA 法により定量。

蛋白吸着試験: アルブミン、グロブリンを 37°C で 2 時間接触後に、蛋白質吸着量を BCA 法により定量。

細胞増殖試験: ヒト冠動脈内皮細胞 (CELL APPLICATIONS 社) を 96well プレートの各 well に 1×10^4 cell の細胞を播き、専用培地を用い 3 日前培養を行い WST-8 により吸光度 (細胞数に比例) を測定し、TCP と比較する事で、TCP に対する相対増殖率を求めた。

細胞粘着試験: ヒト冠動脈内皮細胞を 96well プレートの各 well に 2.5×10^4 cell の細胞を播き、4 時間前培養を行い WST-8 により定量。

【結果 と 考察】

各 sample 間でアルブミン吸着量、細胞増殖量に変化があることがわかった。

一般にアルブミン吸着量が多い物質は生体適合性が良く、内皮細胞は増殖率が大きいほど生体適合性が良いとされているが、Fig. 1、2 からは相関を見ることができなかった。

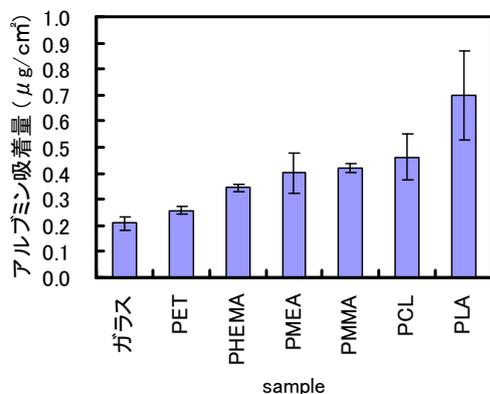


Fig1.アルブミン吸着量 (n=5)

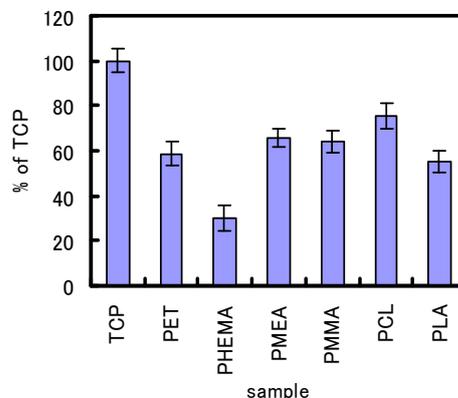


Fig2.内皮細胞(継代数 9)増殖試験 (n=18)

2-ヒドロキシエチルアクリルアミド共重合体における水の構造と血液適合性について

*花嶋 佑里恵 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、伴野 友郁 (東海大学開発工学研究科医用生体工学専攻)

**望月 明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

【緒言】

我々は高分子材料の血液適合性発現において、低温結晶化を特徴とする中間水が血液適合性に寄与しているという概念を一步進展し、適度に束縛された水(低温結晶化は必須条件ではない)が重要であるという考えを新たに展開している。そしてこれを裏付ける材料として、アクリルアミドの一種であるヒドロキシエチルアクリルアミド (HEAA)とメタクリル酸ブチル (BMA)の共重合体を合成し、この血液適合性と水の構造との関係を調べたのでここに報告する。

【実験】

右図に示す HEAA と BMA のランダム共重合体 (Poly(HEAA/BMA))をラジカル重合法により合成した。

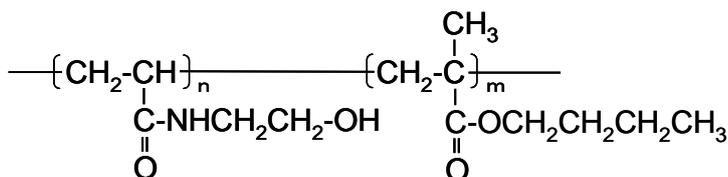


Fig1 Poly(HEAA/BMA)

・評価法

水の構造

吸湿平衡(25°Cの飽和水蒸気下に静置)状態の試料について DSC を用い-80°Cに冷却後、3°C/min にて昇温し、その昇温過程での氷の融解熱より解析した。

血液適合性評価(活性化評価の指標)

凝固系 [TAT] : ~パリン化全血を 37°C、2h 接触後 ELISA 法により定量した。

補体系 [C3a] : Pool 血清を 37°C、1h 接触後 ELISA 法により定量した。

血小板 [粘着数] : 血小板多血漿を 37°C、2h 接触後 SEM により粘着血小板数を定量した。

【結果と考察】

Fig2 の結果から HEAA 含量が上昇するに伴い血小板粘着数は少なくなり、HEAA 含量 19mol%以上の領域では血小板粘着は殆どない。この事から HEAA は血液適合性に優れていると言える。一方、吸湿平衡にある試料中の水の構造は Fig3 に示すように HEAA 含量が上昇するに伴い凍結水量、不凍水量は共に上昇している事が分かる。又、HEAA 含量 33mol%以下の領域で凍結水の存在が認められなかった事から、吸湿によりポリマー中に入った水は全て不凍水として存在している事が分かる。当日は飽和含水試料を含め、血液適合性と水の構造について議論する。

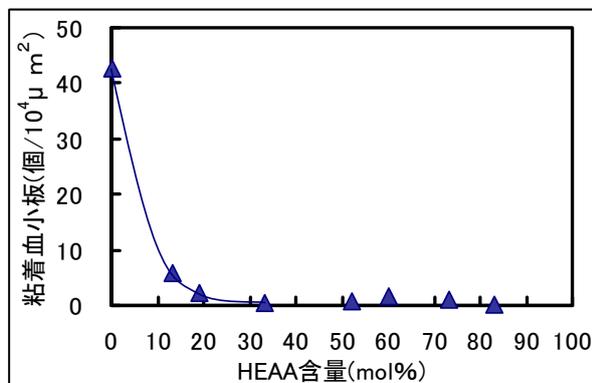


Fig2 血小板粘着試験(n=3)

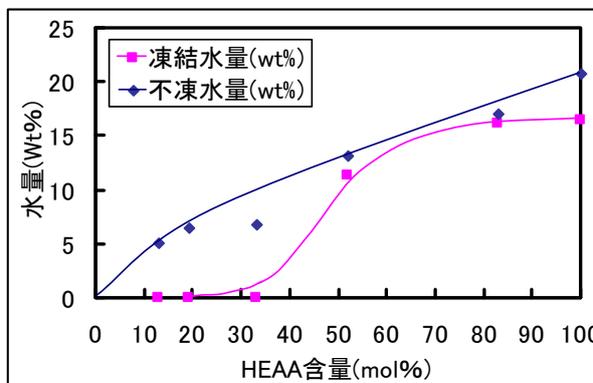


Fig3 HEAA/BMA 共重合体中の各水の量

HEMA-MMA 共重合体における水の構造と血液適合性

*並木 崇大 西森 祐介 (東海大学開発工学研究科医用生体工学専攻)

**望月 明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

【緒言】

我々は材料の血液適合性発現には材料中の水の構造が関与すると考え研究を進めている。これまで HEMA 系ブロック共重合体は血液適合性に優れるという多くの報告があるが、水の観点からこれを深く考察したものは殆んど無い。今回リビングラジカル重合にて HEMA-MMA ブロック共重合体を合成し、ポリマー中の水の構造と血液適合性との関係について検討したので報告する。

【実験】

1. ポリマー合成

ATRP により最初に HEMA を重合し、次いで MMA モノマーを追加する 2 段階法により HEMA-MMA ブロック共重合体を合成し、NMR、GPC にて同定した。(Fig.1) (Armes et. al., *Macromolecules* 2004, 37, 2395-2403)

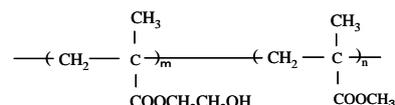


Fig.1 HEMA-MMA block-polymer

2. 評価法

DSC : 飽和含水 (EWC) 状態の試料を -80°C に冷却後、 $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ にて昇温させ、その昇温過程を観察した。

表面分析 : 各ポリマーの薄膜材料表面を、XPS (ESCA) により C1s 組成分析 (TOA= 45°) を行った。

血小板粘着 : 血小板浮遊血漿を用いて 37°C にて試料と 2h 接触させた後、SEM 像から粘着数を求めた。

凝固系 : 指標として TAT 産生量を ELISA 法にて測定した。

【結果と考察】

ATRP 法によって合成された HEMA-MMA ブロック共重合体のキャラクタリゼーション結果を Table-1 に示す。これより分子量が 12000~19000、Mw/Mn はいずれも 1.1 程度であることからリビング重合が上手く進んだことがわかる。これら共重合体を重塩酸/重水中でミセル化したものに対し H^+ -NMR を測定し、MMA 部ピークが消失したことからブロック共重合体が得られたと判断した (データ未載)。飽和含水状態において水は PHEMA セグメント部にすべて配位していると仮定し PHEMA segment 重量に対しての水和量比を PHEMA セグメント長に対しプロットしたところ、セグメント長の増加に伴い含水量は低下することが分った。(Fig.2) このことから、PHEMA segment がポリマー中の水の構造に影響を与える事が示唆された。又、飽和含水試料に対し DSC を用いて水の構造を解析したところ、水の融解ピークが低温側でブロードであり、自由水以外にポリマー分子と相互作用する凍結水の存在が示唆された。この低温側の水を束縛水と定義し、束縛水、自由水の量を決定し、又、不凍水量を求め、これらと PHEMA セグメント長との関係を調べた。また血液適合性については、ブロック共重合体においては顕著に粘着数が低下することが示された。(Fig.3) これらの結果を基に血液適合性について PHEMA segment 長、水の構造の観点から考察した。

Table-1 Characterization

Polymer	Mn		HEMA segment	Mw/Mn
	NMR	GPC*		
PHEMA	7700	12300	7700	1.23
HEMA-b-MMA 82/18	13200	13500	11300	1.14
HEMA-b-MMA 65/35	12000	12900	8500	1.13
HEMA-b-MMA 45/55	19000	15100	9800	1.15
HEMA-b-MMA 33/67	16100	12200	6300	1.12
PMMA	13500	12200	-	1.03

* after benzoylation

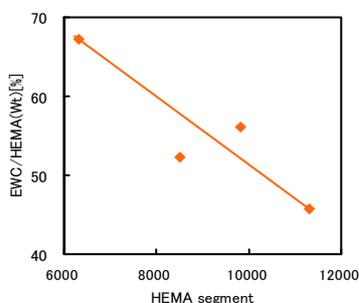


Fig.2 EWC/HEMA vs PHEMA segment

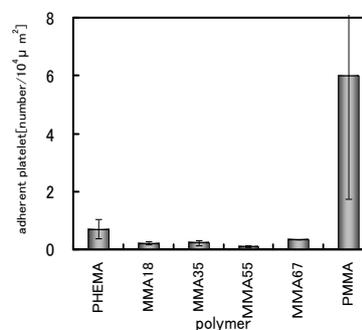


Fig.3 Adherent platelets on block-polymer

ATRPにて合成したHEMA/MMA共重合体における水の構造と物性

- * 島田朋尚（東海大学開発工学部医用生体工学科）
 並木崇大（東海大学開発工学研究科医用生体工学専攻）
 * * 望月明（東海大学開発工学部医用生体工学科）

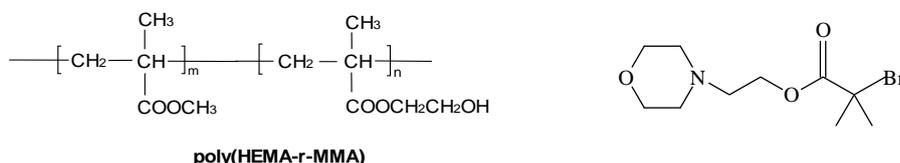
【緒言】

Poly (2-hydroxyethylmethacrylate) (PHEMA) は一般に水不溶性であるが、近年、低分子量になると Cloud Point (CP) を有することが知られている。このことから PHEMA は分子量に依存してポリマー中の水の構造にも変化があるものと推測される。低分子 PHEMA はその水溶性の問題から、血液適合性が評価できないので、不溶化を目的とし、methylmethacrylate (MMA) と共重合化し低分子領域での分子量と HEMA 含有量が水の構造と血液適合性について研究した。

【実験】

リビングラジカル重合 (ATRP による) 共重合体ポリマーを示す。
 高分子ポリマーはラジカル重合を用いた。

ATRP 用開始剤 ME-Br



- ・ 試料 平衡吸湿試料：フィルム化した試料を約 2 週間飽和湿度下に置き、平衡状態にした。
 接触角試料：各ポリマーの 0.5%MeOH 溶液を PET シートにスピコートした。

・ 評価法

平衡吸湿：吸湿率 (%) = $[(W_{\text{moist}} - W_{\text{dry}}) / W_{\text{dry}}] \times 100$
 接触角測定：接触角計を用いて水の接触角を求めた。

【結果と考察】

今回 HEMA/MMA 共重合体の分子量依存性を検討する為、分子量が 5000、10000、15000 前後、及び高分子量の試料を用いて接触角を測定した。接触角は分子量が増大する各系 (HEMA 含量) において異なる挙動を示す事がわかった。一方吸湿率をみると、低分子量共重合体においては、HEMA が 50% では吸湿率増大の傾向であるが、分子量 5000 のものについては、HEMA50%以下で吸湿率が再び増大するという特異な現象が見られました。DSC による水の構造解析、血液適合性 (C3a) についてあわせて報告する。

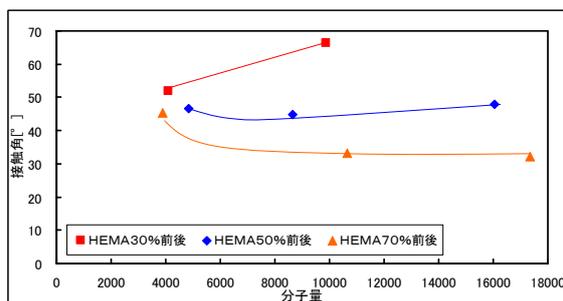


図 1：接触角と分子量の関係

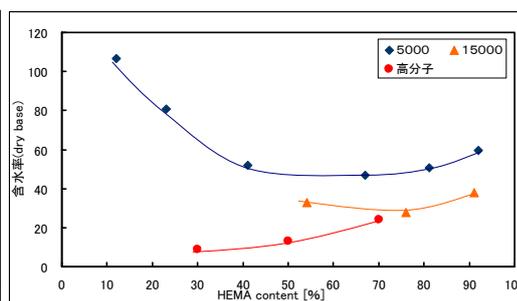


図 2：HEMA 含有量と吸湿率

N-置換 acrylamide 系共重合体の水の構造と血液適合性

* 伴野友郁 (東海大学大学院開発工学研究科)、伊奈郁乃 (東海大学開発工学部医用生体工学科)

** 望月明 (東海大学開発工学部医用生体工学科)、田中賢

【緒言】

我々は適度に束縛された水(束縛水)の存在が高分子材料における血液適合性発現に重要であると考えている。これまでの実験から、束縛水の質的違いも血液適合性発現に関係する可能性が示唆されたので N,N-ジメチル及び N,N-ジエチルアクリルアミド共重合体 (PDMA、PDEA) の飽和含水及び飽和吸湿試料の水の構造を示差走査熱量計 (DSC)、X 線回折・示差走査熱量同時測定装置 (XRD - DSC) を用いて解析し、アクリロイルモルフォリン共重合体 (PACMO) のそれと、それらの血液適合性を合わせて比較検討した。

【実験】

- 1) ポリマー：右に示す各 acrylamide 系ランダム共重合体をラジカル重合により合成し、用いた。

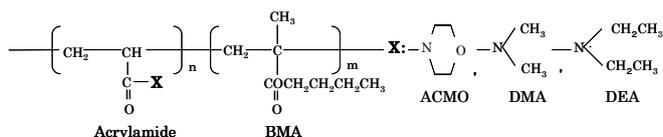


Fig1 N-substituted acrylamide copolymer

- 2) 水の構造解析

- DSC (示差走査熱量計)

飽和含水及び飽和吸湿試料 (EMS) の氷融解ピークを、変曲点で 2 つに分割し、低温側を束縛水、高温側を自由水に基づくものと定義。その熱量から各水の量を求めた。

- XRD-DSC (X 線回折・示差走査熱量同時測定装置)

飽和含水及び、飽和吸湿試料を -80°C に冷却後、 $2.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で昇温。昇温過程で生じる氷融解ピークの結晶構造を、X 線を用いて同時測定し、解析。

- 3) 血液適合性評価：以下を活性の評価指標として用いた。

- 血小板：材料表面に粘着した血小板数を SEM によりカウントした。(N=7)
- 凝固系：TAT 産生量を ELISA 法により定量した。(N=5)

【結果と考察】

各共重合体において N-置換 acrylamide 含量の上昇に伴い束縛水量は増大するが、同一組成で材料間を比較すると PDEA < PACMO < PDMA の順であった (データ未掲示)。また DSC では各共重合体の飽和含水及び飽和吸湿試料において水の低温結晶化を観察出来なかった。XRD-DSC 同時測定でも各共重合体の飽和含水試料については低温結晶化は観察出来なかったが、飽和吸湿試料では PACMO、PDMA において XRD から低温結晶化が DSC における結晶融解中に観察された (Fig2-a)。これより、中間水 (束縛水の中でも低温結晶化を示す水) を含有する事が分かった。しかし PDEA では低温結晶化は観察されなかった (Fig2-b)。血液適合性について血小板粘着は、束縛水量の増大に伴い減少し (Fig3)、特に中間水が観察された PDMA、PACMO では殆ど見られなかった。TAT 産生量でも同様な傾向であった。従い、束縛水でも質的な違いが血液適合性に関係する可能性が示唆された。

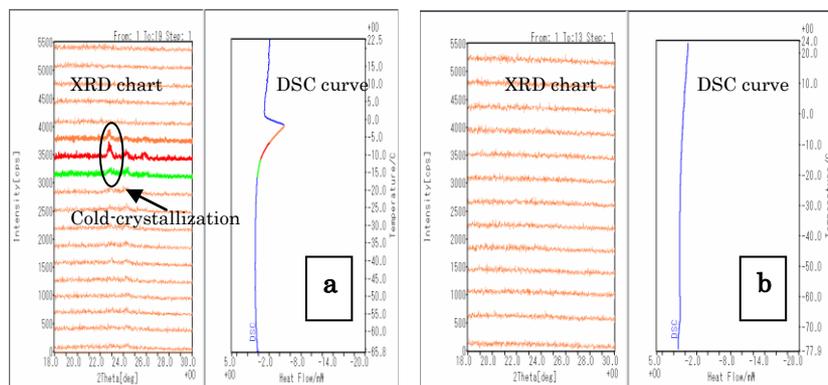


Fig2 XRD-DSC charts

- a: PACMO (ACMO = 82.9%) with EMS (Equilibrium Moisture Sorption)
b: PDEA (DEA = 75%) with EMS

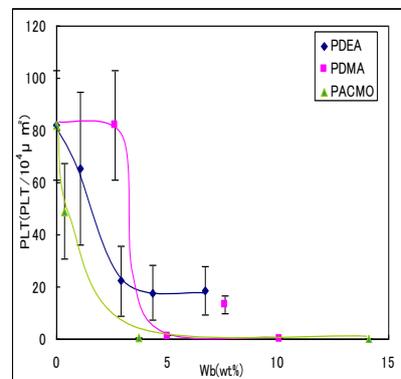


Fig3 Number of platelets vs amount of bound water (Wb).

パーソナルコンピュータを用いた定量的色覚検査法の構築

*成岡亮（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）**衛藤憲人（東海大学開発工学部医用生体工学科）

1. 始めに

現在臨床の場で用いられる色覚検査法は、仮性同色表、アノマロスコープ、Panel D-15 など、様々な検査法が存在するが、半世紀以上前に開発されたものもあり、手法の煩雑性、精度不足、再現性の低さなど、様々な問題点を抱えている。本研究は従来検査法を参考にし、高精度で色弁別能を定量化する新たな色覚検査法の確立を目的とする。

2. 方法

本研究では色相弁別限界の彩度値の測定を目的とした予測的な色の提示プログラムを提案する。具体的には、被験者の色弁別能を統計理論に基づいて予測することで、提示色の色相、彩度を柔軟に変化させ、色相弁別限界彩度値を測定する。この手法最大の特徴は、被験者が弁別を苦手とする色を自動的に抽出し表示することで、詳細な検査を迅速かつ効率的に履行する事が可能となる点である。そのため 100 hue test 等のように全ての色の調査を必要とせず、同等の結果を遥かに少ない時間で実行できる。検査結果は色の代表的表色系である x-y 表色系の面積として表すことが可能であることから、定量性および病態の直感的な把握に優れている利点が存在する。被験者への色の最適な提示方法は現在も引き続き検討中であるが、これまでの結果より被験者の理解と実行が容易であるグループ化提示法が有効であると考えている。

3. 結果

医学的所見により正常な群、色覚異常を認められた群を設定し、本手法を用いて色覚異常を弁別できるかを検討した。その結果、二つの群では明らかな分布の違いが認められ、色覚異常の弁別が可能であることが確認できた。x-y 表色系は、中央に近づくにつれ彩度が低下することから、より面積が小さい群が色弁別能に優れているといえる。また特定の色の判別に異常を呈する症例は、その形状が病態を表現することから、病態把握が容易である利点も存在する (Fig. 1)。一方、同検査結果と代表的検査法である Panel D-15 との結果比較は相関性が認められたものの、明確な関連付けには達しておらず本手法と従来法の関連性は今後の課題として残されている。

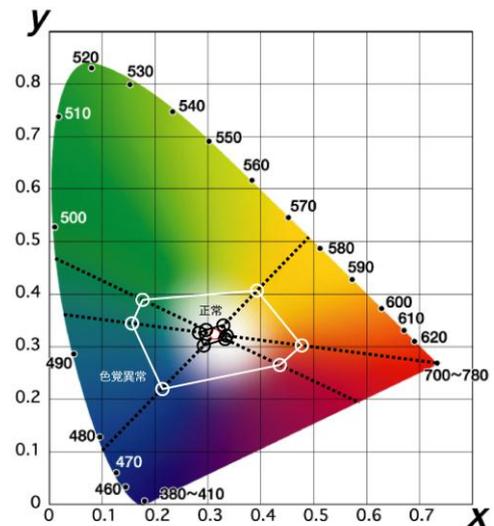


Fig. 1: 結果表示例

4. 考察

CRT モニタは高い色再現性を有するものの、その性質上被験者の眼に負担をかけやすい問題点が存在した。そこで被験者の眼への負担を軽減するために、CRT モニタから液晶モニタへの変更を検討している。CRT および液晶の両モニタを同一キャリブレーションにて更正後、同条件下で検査を行ったところ、両者には大きな差がないことが確認できた。この結果、CRT モニタにおける大きな問題であったちらつきや映り込み、さらに設置面積等の問題点を解決できると考える。一方、本検査法は発光色を用いた色光検査であることから残像の問題は避けられない。現在、表示時間の短縮化、表示法の検討によって残像の軽減を図っているが、更なる検討が必要であると考えている。

超音波成分を多く含む箏特殊奏法の聴取効果の光トポグラフィ (NIRS) 測定

* 渡部 祐子 (東海大学大学院芸術学研究科音響芸術専攻)

** 沖野 成紀 (東海大学教養学部芸術学科音楽学課程)、田丸 智也 (東海大学高輪教養教育センター)

近藤 真由 (東海大学医学部基礎医学系)、灰田 宗孝 (東海大学医学部基礎医学系)

【はじめに】

1980年代後半からインドネシアのガムラン音楽に関する研究が発表され、耳には音として聞こえない超音波が、可聴音の音色に影響を与えるだけでなく、人間の脳の血流量も増加させ、 α 波を活性化させることが報告されている¹。最近では田村治美²がいくつかの和楽器について同様の観点から研究を進め、箏の特に意図的に雑音を挿入した奏法に超音波成分が多く検出されたことから、それらの聴取効果を α 波測定等によって明らかにしようとしている。

【目的】

田村らが同一録音に対して20kHz以上をフィルタリングしたものとしなかったもので比較しているのに対し、本発表者、渡部が箏の演奏家としてあくまで具体的な箏の音間で比較したいという意向から、同一箏曲を、超音波を多く含む奏法とそうでない奏法とで演奏、録音し、被験者に聴いてもらい、光トポグラフィにより大脳皮質の反応を比較測定することで、超音波成分を多く含む箏の音の聴取効果について検証する。

【音刺激の作成】

まず、渡部の箏独奏で輪連(中指の右爪脇で絃を強く擦り鳴らす奏法)と通常奏法による単旋律《さくら》を、マイク(DPA製4007)とレコーダー(KORG製MR-1000)を用い、PCM:192kHz,24bitでモノラル録音した。出だしの「ら」の音のCoolEditProによるスペクトル解析では、通常奏法の上限15kHzに対して、輪連奏法では70kHzまでの成分が確認できた。脳機能測定に当たっては、タスクAとタスクBを1分間ずつABABAの順で交互に課すブロック・デザイン方式を採用した。通常奏法をA、輪連奏法をBとして計5分間の音刺激を、上記ソフトを用いて編集した。そして再生用スピーカーとしてはGenelec製2029を1個、同レコーダーに直結した。

【脳血流の測定】

光トポグラフィ(日立メディコ製ETG-100)は、前頭部の頭皮の上から(4x4)16本の光ファイバーによる多点測定により、近赤外光を用いて脳内のヘモグロビン量の局所的分布を経時的、空間的に測定する装置で、脳局所での神経活動の賦活化にともなう脳血流量の時間変化を、2次元的に表示する装置である³。16本のプローブのうち、8本は光源用、8本は検出用ファイバーとなっているが、各光源を相異なる周波数で変調することで、検出された光がどの光源からのものかを判別し、脳血流の変化部位を測定出来る。被験者は、文書による同意を得た音楽専攻の大学生女子9名で、病院内の外界から閉鎖された研究室にて、楽な体勢で椅子に着席し、前方約1mにスピーカーを設置、前頭部にプローブを装着、測定した。

【結果と考察】

まず9例中、ノイズが大きくて解析対象とならないものが3例あった。残り6例中、oxy-Hb信号平均についてタスクB(輪連奏法)がタスクA(通常奏法)より大きい、つまり輪連奏法で通常奏法より脳が賦活化したのは4例であった。何れも前頭部左よりで活性化が見られた。被験者総数に対する「活性化率」は67%であった。サンプル数が少なく現段階では決定的なことは言えないが、洋楽器等に比べて超音波成分が多いとされる箏について、輪連といった意図的に雑音を挿入した奏法では、つまり超音波成分(非可聴音)を含む音は同じ箏の通常奏法と比べて、意識されなくても大脳前頭葉をより活性化する可能性のあることが示唆された。

¹大橋力『音と文明—音の環境学ことはじめ—』(岩波書店、2003)。

²田村治美、堀田健治、山崎憲「音と音楽の療効果と文化的背景に関する基礎研究—超音波を含む日本の音と音楽が生理・心理に及ぼす影響をめぐって—」『日本音楽療法学会誌』6(2):132-145,2006。

³灰田宗孝「脳機能計測における光トポグラフィ信号の意味」*Medix* 36:17-21,2002。

水封入マットにおける生体振動計測による簡易睡眠ステージ判定の検討

*能孝明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、岸澤由洋（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、早坂明哲（日本医科大学情報科学センター）、和泉周一（タニタ体重科学研究所）、佐々木敏昭（タニタ体重科学研究所）、**山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

1. はじめに

睡眠時無呼吸症候群や高齢化社会が問題視される中、睡眠の質への関心が高まっている。しかし、従来の睡眠段階の判定は、多チャンネル脳波や眼球運動などの生体信号を検出し、睡眠ポリグラフ（PSG）によって睡眠段階を判定するというように測定が非常に煩雑である。また、測定装置の操作などは非常に複雑で、専門的な知識が要求される。

そこでこの方法を簡易化するために、寝具の下に水を封入したマットと圧センサからなる測定装置を配置し、寝具上の人体の粗体動などの生体振動データから、簡易的に睡眠段階を判定することを試みた。

2. 方法

身体に異常がない大学生16名を被験者とした。PSGによる睡眠判定としては、脳波用シールドルーム内で以下の指標を連続計測した。①両耳朶を基準として誘導出した脳波（EEG:F3, F4, T3, T4, C3, C4, P3, P4, O1, O2）、②眼球運動（EOG）、③頤筋筋電図（EMG）、④心電図（ECG）、⑤呼吸（RESP）である。睡眠段階の判定は指標をもとに、30秒を1ページとして Rechtschaffen & Kales の基準により肉眼判定した。

これと同時に、生体振動計測のため、寝具の下に水封入マットを敷き、接続されたセンサにより圧計測を行った。センサの構造はFig.1に示す。このセンサは受圧膜によって空気室と水封入マットとが仕切られており、空気室には、圧力センサの受圧部が配置され、圧力変動に応じて生体の変位に応じた信号出力を発生する。これにより得られた出力波形から帯域フィルタを介すことで、RESP、心拍数及び体動の情報を抽出し、被験者の睡眠状態を推定した。判定はまず粗体動の有無により離床か在床かを判定し、判定対象区間の呼吸数と閾値とを比較して深睡眠を推定した。さらに、それ以外の区間を心拍数を参照してREMと浅睡眠とに分類した。

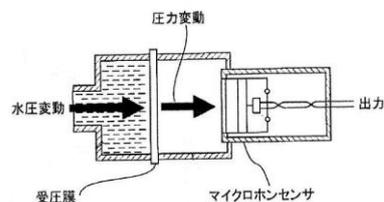


Fig. 1 睡眠段階判定装置の振動センサ構造

3. 結果と考察

PSGによる睡眠判定と水封入マットを用いた睡眠判定の結果において一致率を求めたところ、有意な一致がみられた。例をFig.2に示す。被験者16名のうち、睡眠区間の60%以上で一致がみられたのは12名だった。体圧変動による判定は、完全に行動学的な外的現象を指標とするため、脳波のような生理状態をリアルタイムで反映する指標とはやや時間的なずれ（遅れ）が生じる可能性がある。しかし、本研究のように30秒程度の区間で大まかな判定を行う場合は、実用上利用可能であると考えられる。

この方式を用いれば電極装着などの手間がかからないため、一般的な使用に耐えるシステムの構築が可能であり、健康を睡眠の観点から評価してフィードバックする新しい簡便な方法の提供が可能であると考えられる。

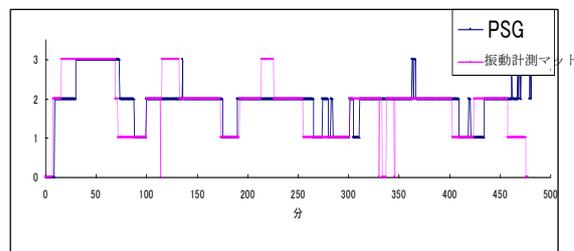


Fig. 2 睡眠判定の比較

x 軸は睡眠時間, y 軸は睡眠段階でそれぞれ、0:覚醒段階、1:レム睡眠段階、2:浅睡眠段階、3:深睡眠段階

“滝の錯視”及び“ピンナ錯視”知覚中の脳波の検討

*柏谷奈津希（東海大学開発工学部医用生体工学科）、増田美聡（東海大学開発工学部医用生体工学科）、芹澤由洋（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、大塚光明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、**山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）

1. はじめに

実際には動いていないが線分が対向して移動するように見える”滝の錯視”、目との距離を変化させると回転して見える”ピンナ錯視”知覚中の脳波を検討した。動きの知覚は、網膜上に投影された像が移動することによって生じる運動の知覚と、実際には網膜上動いていないが動きの知覚が生じる動的錯視が考えられる。動的錯視は脳皮質 MT 野が関係していると思われるが、不明な点が多い。そこで本研究では動的錯視による脳内過程を明らかにする目的で、脳波を計測し、スペクトル解析の結果を検討した。

2. 実験

実験は健常大学生を被験者とし、静電シールドルーム内に設置されたパーソナルコンピュータ（PC）を用いて行った。PCのCRT上に、実験用刺激を表示した。刺激画像は、錯視が生じる立命館大学・北岡教授の“滝”と“ピンナ錯視”の作品を参考にした2種の図形を用いた。コントロール画像として錯視が生じないように作成した画像を提示した。

脳波は両耳朶結合を基準とし O1、O2、MT 野に対応すると思われる T3、C3、T5、P3 の中点（Y1）、T4、C4、T6、P4 の中点（Y2）から単極導出し、FFTを用いた周波数解析を行い、Y1とO1、Y2とO2のパワースペクトルの比を算出した。脳波のサンプリング周波数は100 Hz、量子化精度は16bitとした。

3. 結果と考察

Fig 1は“滝”の錯視画像を見せた場合の脳波パワースペクトルのうち8-13Hzにあたる α 波帯域の積分値を%で表したものである。本研究で、錯視が生じない画像を見ている場合よりも、錯視が生じている画像を見ているときの方がMT野近傍と考えられる（Y1、Y2）において α 波出現量の変化が認められた。これは動的錯視の知覚にMT野が関与している可能性を示唆している。“ピンナ錯視”知覚中では、特定の傾向が得られなかった。今後は、実験条件を工夫して個人差も考慮した検討が必要である。

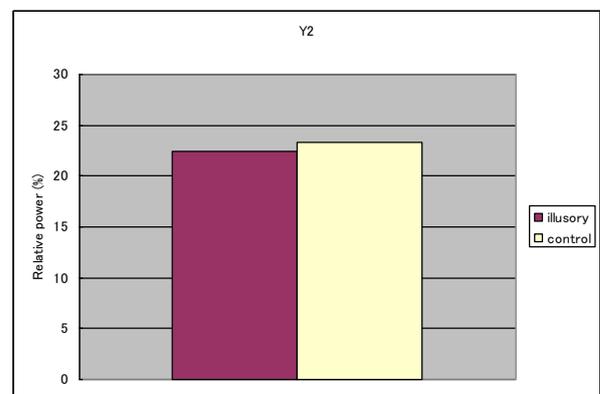
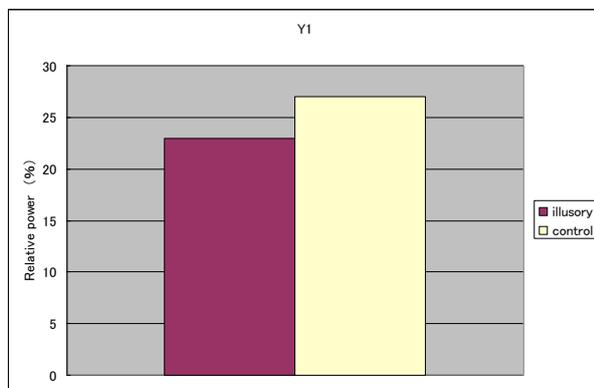


Fig1 Integrated a power in illusory condition vs. control

携帯音楽プレイヤーが聴覚特性に及ぼす影響

*冉然（東海大学大学院開発工学科医用生体工学専攻）、叶明（東海大学大学院開発工学科医用生体工学専攻）、芹澤由洋（東海大学大学院開発工学科医用生体工学専攻）、大塚光明（東海大学大学院開発工学科医用生体工学専攻）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、早坂明哲（日本医科大学情報科学センター）、**山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

1. はじめに

携帯音楽プレイヤー（PAP）で音楽を日常的に聴く人が増えている。PAPの長時間使用による騒音性難聴の可能性が指摘されている。本研究ではオーディオメータによる聴力検査と聴覚脳幹誘発電位（ABR）を用いて、PAP使用と聴覚特性の関連について検討した。ABRからV波潜時を計測し、刺激強度—潜時曲線を作成した。PAPで日常的に音楽を聴取している場合について、オーディオメータの成績とV波の潜時を比較、検討した。

2. 実験

実験では耳鼻科的既往のない健常大学生32名（平均23.5歳）を対象とした。作製したアンケートでは、「普段耳鳴りはしますか？音楽を聴く時に一番利用するのは何ですか？」などの質問項目がある。アンケートの回答によりPAP聴取グループ（PAP有グループ）とPAP非聴取グループ（PAP無グループ）に分け、オーディオメータによる聴力検査とABRの計測を行った。オーディオメータを使った聴力検査はリオン製AA67Nを用いて特定の周波数で聞き取り調査を行った。オーディオメータによる聞き取り調査は左右それぞれ大きい音から小さい音、小さい音から大きい音の4パターンに分け、最小可聴域を調べた。ABRは、10-20法による正中中心部Czに電極を装着し、耳朵を基準として、日本電気三栄製誘発電位計測装置（SYNTAX 1100）を用いて計測した。シールドルーム内は暗室とし、被験者には安静状態を維持させた。刺激はクリック音とし、刺激強度は50、55、60、65、70、75、80、85、90 dBで測定した。また、刺激頻度は10Hzとし、加算平均処理の加算回数は各刺激につき1000回とした。

3. 結果および考察

聴力に関するアンケートとオーディオメータによる聴力検査では、PAP有およびPAP無グループとも同程度の聴力レベルが得られた。ABRの刺激強度—潜時曲線の比較ではV波の潜時が低刺激強度でPAP有グループの方が潜時の延長していることが分かった（Fig. 1）。聴力検査ではオーディオメータだけではなくABRの測定を加えることにより、聴力特性の詳細な情報が得られることが分かった。これにより、微細な聴力低下を計ることができ、現在の聴力検査に活用されれば騒音難聴・音響障害の早期発見、予防の向上に繋がることが考えられる。

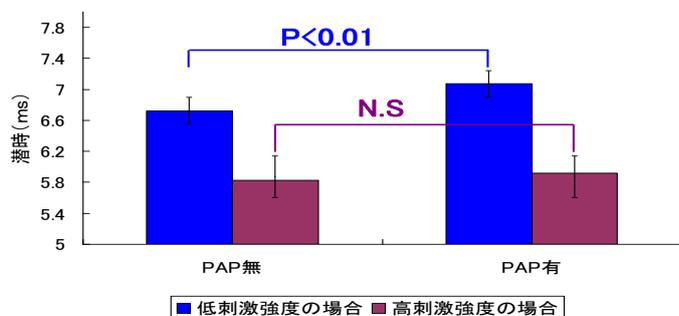


Fig.1 V波潜時の平均値と標準偏差

ガドリニウム (Gd) 薄膜表面上における室温での水素・水の反応性

*榎本将明 (東海大学工学部エネルギー工学科)、谷幸範 (東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、村上翔一 (東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、**内田裕久 (東海大学工学部エネルギー工学科)

1. 緒言

希土類金属は機能性材料として水素吸蔵合金や磁歪材料など多くの工業製品に利用されている。また、希土類金属は気体としての水素、酸素、水との反応性が非常に高い事が知られている。以前より、本研究室では希土類金属薄膜 (La, Ce, Pr, Nd, Tb, Dy) と水素、酸素、水との反応性を超高真空下において定量的に調べてきた。本研究では磁性材料 (光磁気ディスク) や MRI 検査用の造影剤に利用されている Gd に着目し、Gd 薄膜表面上における水素、水との反応性について定量的に調べることを目的とした。

2. 実験方法

実験装置はパイレックスガラス製であり、反応系、排気系、ガス導入系の 3 つの系に大別される。装置内をヒックマンポンプで真空排気し、イオンゲージ・試料の脱ガス、反応系とガス導入系の脱気を繰り返し行うことで、反応系内を 5×10^{-8} Pa 以下の超高真空状態にした。抵抗加熱法により Gd (純度 99.9%) 薄膜を反応管の内壁に 100nm 蒸着させガスを導入した。導入ガスは H_2 (純度 7N)、 H_2O (比抵抗 $18M\Omega cm$ の超純水) を使用し、キャピラリー管に一度貯めた後、反応管に導入した。このときのキャピラリー管のコンダクタンス、リザーバー管と反応管の圧力差から Wagener 法を用いて反応量 N と反応確率 r を求めた。反応量 N の単位を ML とし、1ML を 1×10^{15} molecule/cm² と定義する。試料表面と水の反応において、水から解離した水素原子が再結合した水素分子の分圧変化から、水の解離定数 β ファクターを求めた。膜圧測定には水晶振動式膜圧測定計を用い、全圧測定には B-A 型イオンゲージ、分圧測定には四重極質量分析計を使用した。測定温度は 298K で行った。

3. 実験結果

Gd 薄膜表面上の水素、水の初期反応確率は $r_{H_2}=1$ 、 $r_{H_2O}=1$ と最も高い値を示した。これは、清浄表面を有する Gd 表面上に入射した全ての水素あるいは水分子が容易に金属表面と電子交換でき、速やかに解離反応した結果と考えられる。水素の反応性は、 $N_{H_2}=350ML$ 付近まで反応量の増加に伴い、反応確率 r_{H_2} は徐々に減少しているが高い値を示した。これは、二水素化物が形成されても表面に伝導電子が残っているためであると考えられる。反応量が $N_{H_2}=350ML$ を超えると、 r_{H_2} が急激に減少した。これは、表面全体が二水素化物で覆われることで電子供給が困難になること、表面で解離した水素原子の戻り反応が顕著になったことが考えられる。水の反応性は、 $N_{H_2O}>30$ とき水の反応確率 r_{H_2O} 、水から解離した水素の反応確率 r_{2H/H_2O} が減少した。これは、水の反応が進行することで、水酸基が水酸化被膜を形成し、水分子への電子供給が妨げられ解離が困難になるためだと考えられる。解離した水素原子はほとんどが金属内部に吸収されたと考えられる。また、 r_{2H/H_2O} 、 β ファクターが 35ML 付近から急激に減少した。これは、水から解離した水素原子が表面で反応せず、表面近傍の水素原子と再結合して放出される戻り反応が顕著になるためだと考えられる。

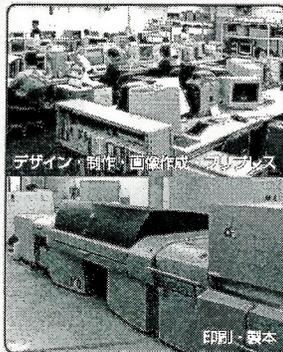
Okumura Printing World

いつも一歩先の技術へ。
そして、新しい可能性の発見。

Printing

デザイン・制作●プリプレス●印刷●製本

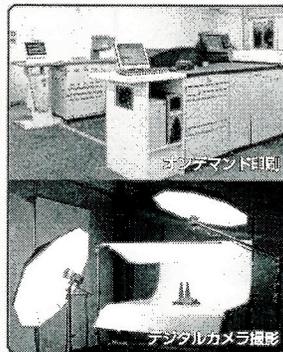
企画・デザインから印刷までトータルにプロデュース。
一貫した製造ラインで、クオリティの高い印刷製品をよりスピーディーにお客様へ提供していきます。



On Demand

オンデマンド印刷●デジタルカメラ撮影

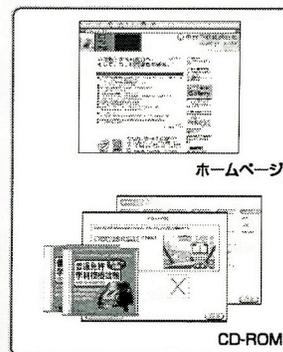
「必要なものを、必要な時に、必要なだけ。」
情報化とともにより多様化する市場ニーズに、的確に対応していく新しいサービスです。



Multimedia

ホームページ制作●CD-ROM制作

デジタルデータの活用法を突き詰め、お客様とのネットワーク環境をさらに整備することにより、印刷に留まらない新しいメディアにいち早く対応します。



奥村印刷株式会社



SA-COC-1546
FSC認証製品は、責任ある森林管理のために
高い環境基準と社会基準に従っています
©1996 Forest Stewardship Council A.C.

本社/王子工場 〒114-0005 東京都北区栄町1-1
川越工場 〒350-0833 埼玉県川越市芳野台2-8-66

Tel.03-5390-6211 (代) Fax.03-5390-6153
Tel.049-225-3741 (代) Fax.049-225-0295

<http://www.okum.net/>

<後援団体>

東海大学、日本材料試験技術協会、日本真空協会
ばね技術研究会 (社)応用物理学会、(社)電気学会
(社)日本熱処理技術協会 (社)日本物理学会
(社)表面技術協会)

SAS (Society of Advanced Science)

〒259-1292 平塚市北金目 1 1 1 7 東海大学湘南校舎

TEL 0463-69-1960 / FAX 0463-69-1961

e-mail sasinfo@sas-jas.gr.jp

<http://www.sas-jas.gr.jp>