

生体医工学シンポジウム 2007 に参加して

中 園 正 吾

Shogo NAKAZONO

電子情報学専攻博士課程 3年

1. はじめに

9月21, 22日の2日間、北海道大学大学院情報科学研究科（北海道札幌市）で開催された「生体医工学シンポジウム 2007」に参加し、「福祉一般Ⅱ」のセッションにおいて、「ボタン押し課題における高齢者の反応特性」についての研究発表を行いました。

2. 研究概要

私の所属する小堀研究室では、システムの観点から生体や知能について解析する研究を行っています。それらは、一般的には、生体工学、医用工学、人間工学などに関連した分野と認知科学、人工知能に関連した分野に属します。

研究の方法としては、生理学や認知科学の知見と計算機科学などの理論をもとにし、被験者による実験とシミュレーションにより、研究を進めています。この中で私は、押しボタンの操作、手の追従動作、迷路の探索の3つの研究題材で研究を行っています。

3. 発表内容

3.1 背景と目的

社会の高齢化が進む今、認知症患者の数は増加しています。認知症に対するリハビリテーションとして、種々の訓練が行われるが、機能の改善は容易ではありません。また、複雑な訓練をこなすことは難しく、簡単にリハビリテーション評価が行えるものが求められています。本研究では、介護老人保健施

設の要介護高齢者に対して、ボタン押し課題の検査を実施し、反応特性および長期的な変化について解析を行うとともに、若年者データとの比較を行います。

3.2 実験システム

実験システムは、市販のパーソナルコンピュータと周辺機器を中心に、押しボタンスイッチ（城南電器工業所：押し圧（約 350～750 g）直径 80 mm）、反応時間測定ソフトウェア、ボタン押し課題測定ソフトウェアで構成されます。また、これらのソフトウェアは独自に開発したものであり、単純反応時間および誤差データ（ターゲットを停止させた位置のずれ）を測定することができます。

3.3 実験課題

ボタン押し課題とは、ディスプレイ上を移動するターゲットが指定枠に入ったらボタンを押す（通常課題）というものですが、ここでは、ターゲットが移動の途中で表示されなくなる消滅課題とボタンを押してからターゲットが止まるまでに一定の遅れがある遅延課題を学習課題としました。被験者には、ディスプレイ上を移動するターゲットが指定の枠内にぴったりと収まるようにボタンを押して停止させる動作を行わせます。

3.4 被験者

3.4.1 高齢者

61歳から100歳までの老人介護保健施設入所者および通所利用者120名（男性30名、平均年齢

78.2±9.1 歳，女性 90 名，平均年齢 84.9±7.0 歳）を高齢の被験者としました。

3.4.2 若年者

19 歳から 23 歳までの健康な大学生 20 名(男性 10 名，平均年齢 22.1±0.7 歳，女性 10 名，平均年齢 20.5±0.8 歳)を健康な若年の被験者としました。

3.5 解析方法

3.5.1 認知症の評価

認知症の重症度の評価には，Clinical Dementia Rating（以下 CDR）を用いました。日常の様子や他の検査結果等を参考とし，施設のリハビリスタッフ（作業療法士 3 名，言語療法士 1 名）により，CDR 評定に係る 6 項目に対する 5 段階の評価が行われ，その評価値から，健康，疑い，軽度，中等度，重度の 5 段階の総合判定値が算出されるものです。

3.5.2 誤差データ

誤差データは，符号付き誤差値として記録されます。指定枠の中心点を基準（0 pixel）とし，ボタン押しの動作により，ターゲットを基準より手前で停止させた場合は負の値に，基準を過ぎて停止させた場合は正の値としました。ターゲットの移動速度あるいは指定枠の表示位置をパラメータにして，セットごとに符号付き誤差値と絶対誤差値の平均値を算出しました。

初回セットについて，ターゲットの移動の向き（下向き，上向き，右向き，左向き），ターゲットの移動速度（速度 1～速度 3），指定枠の表示位置（近方，中央，遠方），CDR（健康，疑い，軽度，中等度，重度）を被験者間の要因とした 4×3×3×5 の分散分析を行いました。また，初回と 4 ヶ月後の誤差値を比較するため t 検定を行いました。

3.6 結果

3.6.1 重症度ごとの実施率と誤差データ

通常課題が最も誤差値が小さく，遅延課題，消滅課題の順で誤差値が大きくなっていった。

若年者から高齢者へ認知症の重症度が高くなるに

つれて，誤差値も大きくなっていった。

3.6.2 課題ごとの誤差データ

誤差値の大きさは違うものの，実験のパラメータによる誤差値の違いは，若年者と同様の傾向であった。

CDR の総合判定値については，有意な主効果が認められた。

3.6.3 4 ヶ月後の変化

健康な高齢者では，消滅課題について，誤差値が大きく減少していることが分かった。

認知症の高齢者では，通常課題，消滅課題について誤差値の減少が見られました。

3.7 考察

3.7.1 課題による違い

消滅課題で被験者が学習したことは，移動速度を正確に把握することと，正確な視標モデルの獲得であると考えます。

遅延課題で被験者が学習したことは，移動速度を正確に把握すること，正確な視標モデルの獲得，遅延時間を考慮した運動モデルの獲得であると考えます。

3.7.2 加齢の影響および重症度との関係

認知症の高齢者であっても，重度の評価の者以外では，この課題の実施に必要となる基本的な知覚運動システムは保持されていると推測されます。

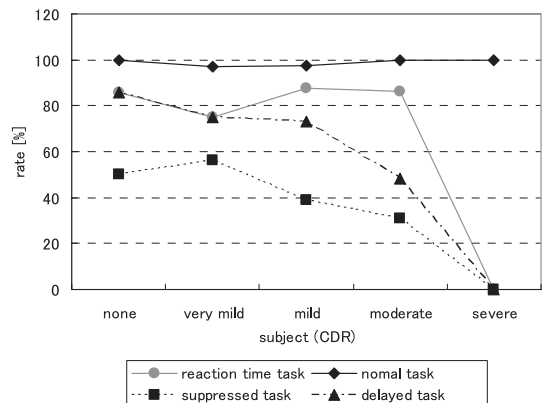


図 1 高齢者の CDR の総合判定値ごとの実施率

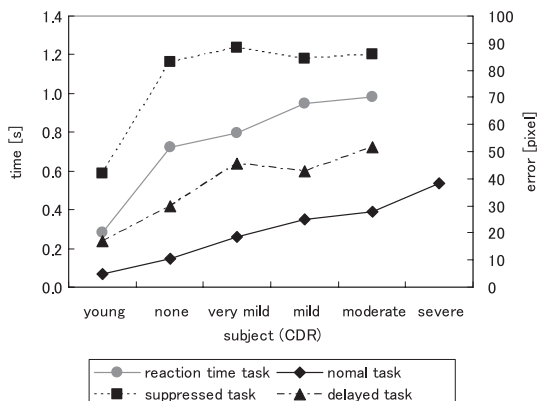


図2 初回での若年者および高齢者の CDR の総合判定値ごとの反応時間と誤差値

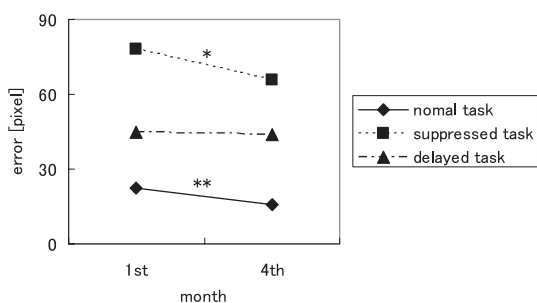


図3 認知症の高齢者における絶対誤差値の変化 (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$)

3.7.3 学習効果

視標モデルをより正確なものに修正することができるが、運動モデルの更新ができなかったと推察されます。

なお、ボタン押し課題の実施経験自体を想起することができない軽度や中等度の評価の者において

も、誤差値の減少が見られたことから、新しい運動技能を獲得することができる手続き記憶の機能は残存していること、また、そうした残存機能をいかした訓練の可能性が示されました。

3.8 今後

さらに長期的な検査を継続して行い、その変化を検証し、リハビリテーションにおける検査・評価・訓練に必要なパラメータの確立と、さらに実用的なシステムを構築することが必要であると考えています。今後の研究の方向性としては、本研究でのボタン押し課題は元来リハビリ用ゲームをもとにしたものであるため、このゲームの有効性を裏付け、また改良へと結びつけることを目指したいと考えています。

4. おわりに

このシンポジウムは、幅広い分野の方々の参加が多く、今後の参考となるご意見を多くいただくことができ、また、異分野の多くの研究者の方々とも情報交換、人的交流ができました。

最後になりましたが、研究の実施にあたり、終始、懇切丁寧なご指導をいただきました小堀 聡准教授に深く感謝いたします。また、日々の研究においては、小堀研究室の大学院生ならびに研究生の諸氏にも大変お世話になりましたこと感謝いたします。

オーストリアでの赤外用偏光子に関する発表

山 田 逸 成

Itsunari YAMADA

電子情報学専攻博士課程 3年

1. はじめに

2007年5月14–16日に、オーストリアのバート・イシュルで開かれた第8回 International Conference on Mid-Infrared Optoelectronics: Materials and Devices に参加しました。この学会は、おもに赤外の光源（レーザーなど）や検出器などのデバイス開発に関する研究内容が多く、私は赤外線を透過するシリコン（Si）を用いた偏光子の作製に関する発表をして参りました。発表は5月14日にポスター発表を行ってきました。



図1 ポスターセッションの様子

2. Bad Ischl（バート・イシュル）

バート・イシュルはオーストリアの景勝地ザルツカンマーグートのほぼ中心地にある。日本的に言えば「イシュル温泉」があり、イシュル川とトラウン川の合わさるところ、クアハウスと公園を中心にして、美しいホテルやレストランが軒を連ねていまし

た。ヨーロッパの温泉は、湯につかるよりも鉱泉水を飲むのに主流が置かれており、バート・イシュルの鉱泉水は生ぬるく、塩辛いが一日に何度か定められた量を飲むのが習慣になっているようです。そのような優雅な観光地のホテル内で本学会が行われました。



図2 バート・イシュルを流れるトラウン川

3. 発表（研究）内容

偏光とは光の電界ベクトルが特定の方向だけを持つ光のことをいいます。その偏光をとりだす偏光子にはおもに、液晶ディスプレイなどに使用されているポリマー偏光子、グラントムソンプリズムのような複屈折性媒質を利用したプリズム偏光子、そしてワイヤグリッド偏光子の3種類に分けられます。ところが、波長 $2\sim 20\mu\text{m}$ の広い赤外域にわたって透過性のあるポリマーや複屈折性媒質が存在しないため、赤外域用のポリマー偏光子やプリズム偏光子を作製することができません。そのため、一般的に赤

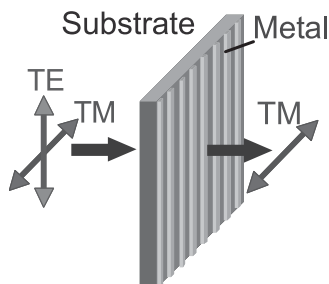


図3 ワイヤグリッド偏光子

外域ではワイヤグリッド偏光子が利用されます。ワイヤグリッド偏光子とは光透過性基板上に金属格子を形成したデバイスであり、このデバイスに光が入射すると、図3に示すように電界が金属格子に垂直な偏光（TM 偏光）は透過し、格子に平行な偏光（TE 偏光）は吸収および反射されます。赤外域用の偏光子は、赤外線カメラ用の反射光フィルタや、異方性媒質の分光分析などに利用されています。現在使用されている赤外域用ワイヤグリッド偏光子では、 CaF_2 や KRS-5 などの基板上に、波長の 1/10 程度（400～500 nm）のピッチで金属格子膜が形成されています。しかし、このような脆く、吸湿性を有する基板材料への微細加工は困難な上、付着した金属格子が剥離しやすいことが問題となっています。

これまで、1～20 μm の波長域で透明な Si 基板上に、Si との密着性が高く優れた加工性を有する WSi（Tungsten silicide）を図4に示すように格子状に形成してワイヤグリッド偏光子を作製し、評価を

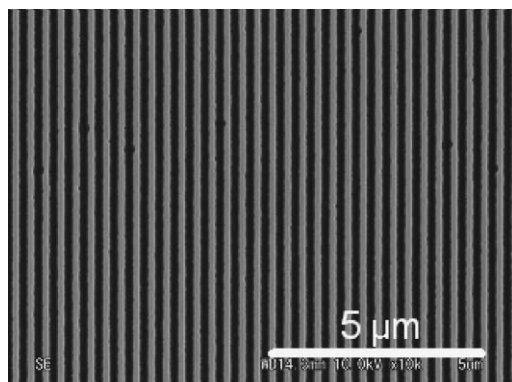


図4 Si 基板上に形成した WSi 格子

行ってきました。ところが WSi は光学材料として使用されることがなく、屈折率や消衰係数といった光学定数が求められていないため、シミュレーション評価などができませんでした。そこでまず、この WSi の屈折率・消衰係数を求め、その値から偏光透過スペクトルを予想することを目的としました。

4. WSi の屈折率・消衰係数の導出方法

媒質の反射率や透過率は屈折率及び消衰係数から導出することができます。今回赤外域で透明な Si 基板上に WSi 薄膜を形成し、その透過率から屈折率・消衰係数を導出しました。Si 基板上にスパッタ法で WSi を成膜し、その WSi 薄膜の膜厚を走査型電子顕微鏡（SEM）で調べた結果、それぞれ 31, 65, 115, 185 nm でした。図5にフーリエ変換赤外分光光度計（FTIR）を用いて測定した透過スペクトルを示します。膜厚の増加に伴って、透過率の減少が確認され、吸収性媒質であることが確認されました。そこで薄膜の干渉・吸収を考慮した理論透過率と実験値が最も合致する（誤差が最小値となる）屈折率と消衰係数を各波長で求めた結果を図6に示します。屈折率・消衰係数ともに長波長に従って増加を示すことから、金属の特性を有することが分かりました。

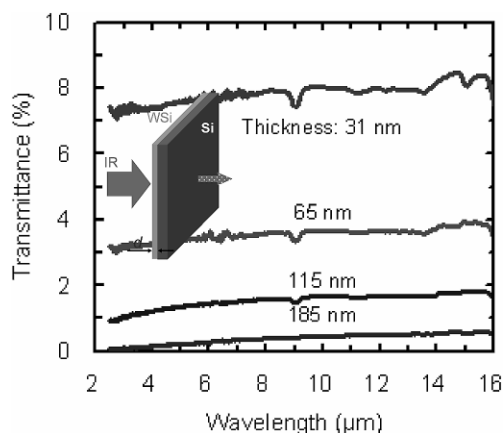


図5 WSi 薄膜の透過スペクトル。（グラフ中の数字は WSi 膜の厚さ）

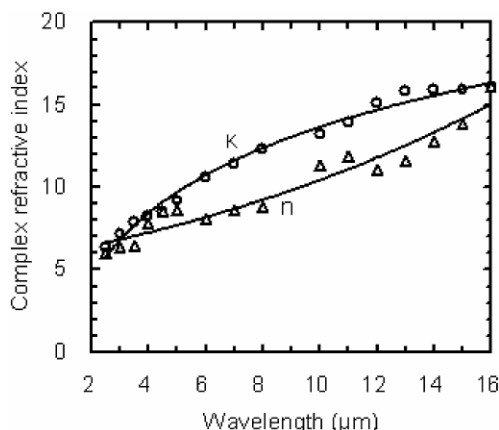


図6 WSiの屈折率 n と消衰係数 κ

5. 厳密結合波解析法による評価と偏光子の作製

前章で求めた屈折率と消衰係数，そして格子構造の透過特性を調べるシミュレーションソフトとして一般的な厳密結合波解析法を用いて，Si 基板上に WSi 格子を形成したときの赤外透過スペクトルを計算しました．その結果，偏光特性が現れることが理論的にも確認され，偏光子の性能を示す消光比 (TM 偏光の透過率 T_{TM} と TE 偏光の透過率 T_{TE} の比； $-10 \log (T_{\text{TM}}/T_{\text{TE}})$ [dB]) は，フィルファクタ (格子の凹凸比) が 0.6 (凹：凸=40：60) 以上，WSi 厚は 300 nm 以上，格子周期 400 nm のとき，消光比が 20 dB 以上，つまり $T_{\text{TE}} : T_{\text{TM}} = 1 : 100$ 以上の偏光子が得られました．

このシミュレーション結果に基づいて偏光子を二光束干渉露光法とドライエッチング法を用いて作製しました．その試料表面の SEM 写真を図 7 に示します．WSi 厚は 300 nm，格子周期は 400 nm，フィルファクタは ~ 0.6 (前回 0.4) の試料を作製することができました．この透過特性を図 8 に示します．偏光性が機能し，消光比も広い波長域で 20 dB 以上であり，市販の製品とほぼ同等の性能が得られました．

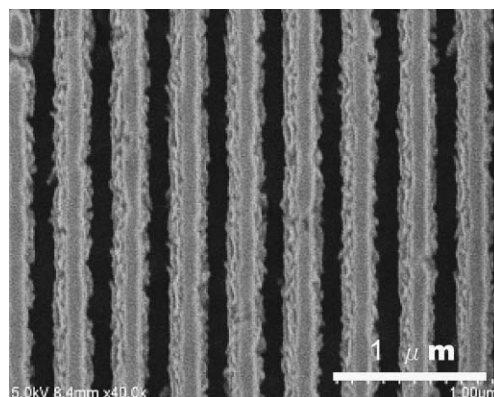


図7 作製した偏光子の SEM 写真 (WSi 厚 300 nm，格子周期 400 nm，フィルファクタ ~ 0.6)

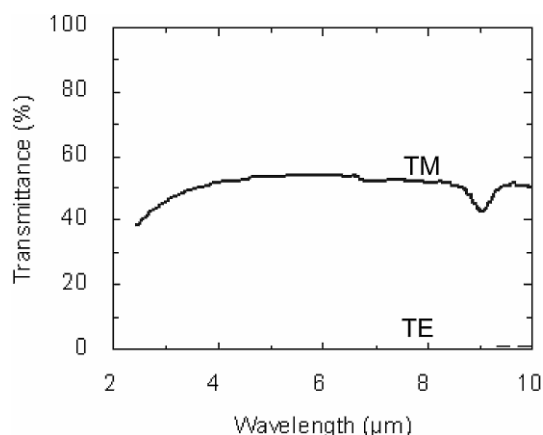


図8 図7に示した試料の偏光透過スペクトル



図9 本学会で知り合った発表者との記念写真 (左側手前 筆者)

6. おわりに

国際学会に参加するという貴重な機会を与えてくださり，終始御理解ある御指導をしていただいた齊

藤光徳教授に深く感謝します．また，この学会を通じて，さまざまな国々の先生方や学生，そして企業の方々との関係を構築することができました．今後の研究活動の発展に役立てていきたいと思います．

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 7

MS & T 07 に参加して

近 藤 貴 行

Takayuki KONDO

物質化学専攻博士課程 2年

今回、2007年9月16日から9月20日までの期間で、アメリカ合衆国のデトロイトにて開催された Materials Science & Technology 2007 Conference and Exhibition (MS & T 07) という無機材料科学の学会に参加しました。この国際会議は非常に大きな規模の学会であり、私の所属する研究室でも行っているセラミックスの焼結、パルス通電焼結、そして水素吸蔵合金の作製など数多くのシンポジウムが開催されていました。また、数多くの口頭発表やポスター発表だけではなく、企業による展示もあり、学ぶことが多くありました。

ここでは学会会場や発表、デトロイトの町の様子について述べたいと思います。

1. 国際会議への参加

私が海外で発表を行うのは今回が初めてになります。アメリカには修士2回の時 UC Davis に8カ月間行く機会に恵まれ、さまざまな経験をさせていただきましたので、今回の学会においてさほど緊張することなく臨めました。

飛行機は日本からデトロイトまで直行便があります。関空からシカゴ経由でデトロイトにもいけますが、時間がかかるために今回は直行便で行くことにしました。時期によりますが直行便でいく方が少し安価であったと思います。デトロイト空港到着後、会場である COBO center まではタクシーで約35分の距離にあります。私の場合、学会には前日入りはせず、発表当日に着き急いで発表準備をしました。準備をしている途中で大柳教授と会うことができ、少しホッとしたことを覚えています。発表を終えて



国際学会会場

ホテルに帰ろうとした時、時間は20時を回っていました。デトロイトはアメリカでも有数の犯罪が多発している都市です。外も暗かったのでタクシーで帰ろうかなと思ったのですが、考えることは皆同じであまりにも多かったので歩いて帰ることにしました。ホテルまで歩いて約30分の距離でした。重い荷物を抱えている日本人は浮浪者にとって絶好の餌食だったと思います。案の序、ダウントウンを抜けてすぐ何人かの黒人の人に声をかけられ、「やばい!」と思いました。言っていることは「お金をくれ。」って言うのは聞き取れたのですが英語は分からないふりをして、だまっていると帰って行きました。「助かった。」と思って急いで帰りました。ホテルについてチェックインを済ませ、その日はあという間に寝てしまいました。その日以降は日が出ている間に帰るようにしていましたが、やはりまた、何人かの人に声をかけられました。次来ることがあれば、絶対ホテルをダウントウンの中に取らないと

いけないと思いました。

2. 国際会議での発表内容

今回の学会にて「Effect of Pulsed DC Current on Atomic Diffusion of Mo-C Diffusion Couple」というタイトルでポスター発表を行いました。簡単ではありますが概要を報告します。

2.1 緒言

パルス通電焼結（Spark plasma sintering：SPS）法は、従来（HP・HIP）法と比べ比較的低温・短時間で焼結が可能であることから、材料合成・焼結分野で幅広く研究が行われている。SPS は試料を充填した黒鉛型にパルス通電し、粉末粒子間で生じるジュール熱拡散、電場による電界拡散などを利用し焼結することから、反応性が促進することを鴫田らによって提案されている。しかしながら、SPS 中における緻密化メカニズムや拡散現象に与えるパルス通電効果について詳細に調査した報告例は少なく統一的な見解が得られていないのが現状である。

近年、Anselmi-Tamburini らは SPS 中において Mo-Si 拡散対を用いて Mo と Si の原子拡散に与えるパルス通電効果を調べた。その結果、SPS 中に流れるパルス電流が原子の拡散に強く影響しているが、その電流の向きは生成層の層厚に影響しないことを報告している。これらの要因は、試料中を流れる電子が金属原子に衝突し原子の拡散に駆動力を与え、生成層の拡散を促進させたと考えられている。しかしながら、これらの研究では低融点化合物間で議論されており、炭化物セラミックス等の高融点化合物を用いた研究は行われていない。そこで本研究では、Mo-C 拡散対を用いて SPS 中におけるパルス通電が高温領域で原子拡散に与える効果を調べた。

2.2 実験操作

拡散反応物として Mo（純度：99.95%，ニラコ社製）及び C（純度：99% up，穴織カーボン社製 R

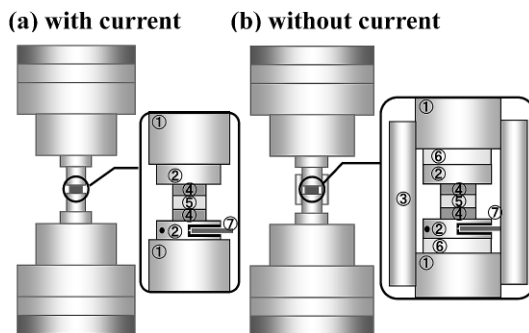


Fig. 1 The schematic of the Mo-C diffusion couple (a) with current and (b) without current.

①Graphite punch, ②Graphite disk, ③Graphite die, ④Graphite plate (R 8710), ⑤Molybdenum plate, ⑥Al₂O₃ disk, ⑦Thermocouple (W-5% Re, W-26% Re)

8710) を用いた。試料寸法が 10×10×1 mm になるように切削し、SiC 耐水紙（グレード：2000）により研磨を行った。SPS 中の Mo-C 拡散対の原子拡散におけるパルス通電の効果を調べる為に、図 1 に示した異なる 2 種の方法を用いた。図 1 は SPS 装置の試料周辺の概略図であり、(a) は直接試料にパルス通電する系、(b) は直接試料にパルス通電しない系である。図 1 (a) に示すように直接試料に通電する為に、黒鉛型を用いずに行った。一方、図 1 (b) に示すように直接試料に通電しない系では、絶縁体物質で知られるアルミナを試料の上下に設置することで試料に通電せずに、黒鉛型のみに流れるようにした。全ての試料の熱処理は減圧雰囲気中（5 Pa 以下）で行った。熱処理温度は 1473–1973 K、昇温速度は 100 Kmin⁻¹、保持時間は 180–1800 sec で行った。熱処理後の試料は、Mo-C 層間の生成層を確認する為に、全てエポキシ樹脂中により固定し、SiC 耐水紙（グレード：80–3000）を用いて研磨した。その後、1 μm のダイヤモンドスラリーを用いて鏡面研磨を行った。この試料を光学顕微鏡により層厚を測定し、得られた層厚から拡散係数及び見掛けの活性化エネルギーを算出した。生成層の同定には X 線回折測定（RINT 2000，理学電気）を用いた。

2.3 結果及び考察

SPS 中における Mo-C 拡散対の原子拡散に与えるパルス通電の効果を調べる為に、直接試料にパルス通電する系及び直接試料にパルス通電しない系で熱処理（保持温度：1473～1773 K，保持時間：180～1800 sec，保持圧力：10 MPa）を行った。得られた生成層の相同定を XRD にて行った結果、熱処理後の生成層は両者共に低温安定相の Mo₂C 単相であった。これらの結果は、諸住らが報告した結果と類似している。

次に、拡散係数を算出する為に式 1 を用いた。

$$x^2=kt \quad (1)$$

拡散生成層の層厚の二乗 (x^2) を保持時間 (t) に対してプロットを行った。その直線の傾きから拡散係数 (k) を算出し、この時、直接試料にパルス通電した系において電流密度は約 970 A/cm² であった。直接試料にパルス通電する系及び通電しない系両者において、保持温度及び保持時間の上昇に伴い層厚は増加した。さらに、直接試料に通電した系において、著しく層厚が増加していることが確認された。この結果は、Anselmi-Tamburini らによる Mo-Si 拡散対を用いた系での報告と一致している。

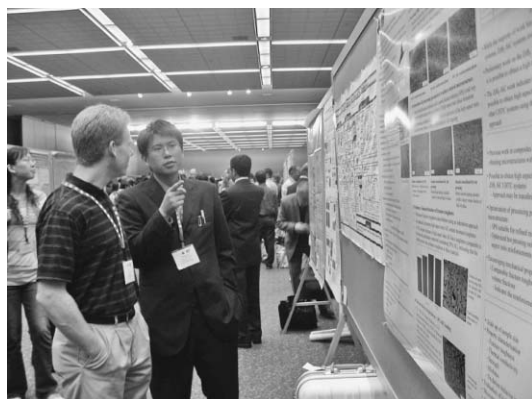
次に Mo 中に拡散する C の見掛けの活性化エネルギーを算出する為に、式 1 より算出した拡散係数 (k) と絶対温度 (T) のアレニウスプロットを行った。その直線の傾きから、拡散層における見掛けの活性化エネルギー (E_a) を式 2 により求めた。

$$\ln k = \ln A - (E_a/RT) \quad (2)$$

ここで、 A は定数、 R は気体定数である。Mo 中に拡散する C の E_a は直接試料に通電した系において 321 kJ/mol、直接試料に通電しない系において 348 kJ/mol であった。後者の値は、諸住らが報告した通電しない系での Mo₂C の E_a : 341 kJ/mol（温度範囲：1373～2173 K）と対応している。この結果、SPS 中においてパルス通電の効果により E_a が低下することが確認された。この理由として、直接試料に通電することで、エレクトロマイグレーション効果による電子と原子の衝突が起り、原子拡散を促



ポスター発表で説明している様子



ポスター発表で説明している様子

進させ生成層がより成長したと考えられた。一般的に、エレクトロマイグレーションは電流密度に影響され、電流密度の上昇に伴い物質移動が急激に促進される。Garay らによる Ti-Ni 拡散対を用いた系での報告では、約 1000 A/cm² 以上で E_a が低下することが確認された。本研究においても電流密度が高い為に E_a が低下し、SPS 中の高温領域（1473～1973 K）においても物質移動がパルス通電に起因していることが示唆された。

2 時間と比較的長い時間であったため、質疑応答の時間が十分にありました。日曜日でもあったにもかかわらず、多数の参加者が夜遅くまで議論を交わすことができました。国際会議で発表という貴重な体験をすることができたことは非常に良い経験になりました。

3. おわりに

約1週間デトロイトで過ごして、振り返ってみると非常に内容の濃い旅であったように思えます。飛行機の時間は約14時間、発表ぎりぎりに到着、浮浪者とのやり取り、UCDavisでお世話になった先生との再会…など。

最後に、国際学会に参加するにあたり、多くのご支援を頂いた研究室指導員の大柳教授および研究室の方に、この場をお借りしてお礼申し上げます。



デトロイトの町並み

日本セラミックス協会 第 20 回秋季シンポジウム

豊 福 直 樹

Naoki TOYOFUKU

物質化学専攻博士課程 2 年

1. はじめに

今回、2007 年 9 月 12 日から 9 月 14 日にかけて名古屋工業大学にて開催された日本セラミックス協会 第 20 回秋季シンポジウムに参加し、「乱層構造を持つ窒化ホウ素の放電プラズマ焼結とその結晶配向」という題目で口頭発表を行いました。

2. 発表内容

2.1 研究背景

六方晶構造を持つ窒化ホウ素（hexagonal Boron Nitride：h-BN）は図 1 のような構造をしています。ab 軸方向に強い共有結合性を有した BN 結合が六角網面構造を形成し、その六角網面構造が c 軸方向に周期的に積層した構造を有しています。また、ab 軸方向は一般的に h-BN 基底面と呼びます。

その特徴は潤滑性、電気絶縁性、耐熱性、熱伝導性に優れた物質であります。特に熱伝導性において h-BN は測定方向に大きく依存し、a 軸方向では高い熱伝導度を有し、c 軸方向では低い熱伝導度を有します。しかしながら、h-BN は強い共有結合性を

有するために難焼結性物質であり、粉末冶金法では酸化ホウ素（Boron Oxide： B_2O_3 ）などの焼結助剤を用いて高密度体を作製します。一般的に h-BN 粉末を一軸加圧焼結することで得られる焼結体は、焼結体中の BN 粒子が加圧面に対して平行に配列します。しかしながら本研究室において、h-BN 粉末を機械的粉碎（Mechanical Grinding：MG）処理し、作製した乱層構造を持つ窒化ホウ素（turbostratic Boron Nitride：t-BN）粉末に B_2O_3 粉末を添加し、一軸加圧焼結法の一つである放電プラズマ焼結（Spark Plasma Sintering：SPS）法にて焼結を試みた結果、焼結中に h-BN 構造へ構造変化し、その焼結体中の BN 粒子は加圧面に対して相対的に垂直に配列しました。このような報告は t-BN 粉末に銅粉末を添加し、一軸加圧焼結法にて作製した試料において報告されていますが、 B_2O_3 粉末の添加による報告はありません。そこで本研究では B_2O_3 粉末の添加量が焼結体中の BN 粒子の配向に及ぼす影響を調べました。

2.2 実験方法

グローブボックス（Glove Box：GB）内にて h-BN 粉末と窒化ケイ素（Silicon Nitride： Si_3N_4 ）製ボールを Si_3N_4 製容器内へ封入し、遊星型ボールミル（P-6、フリッチュ製）にて MG 処理を行いました。MG 処理した粉末は GB 内にて回収し、その粉末に対して 0-10 wt% の B_2O_3 粉末を混合しました。得られた試料は黒鉛型に充填し、SPS 装置にて焼結を行いました。GB は不活性ガス循環精製装置を用い、水と酸素の除去を行った窒素雰囲気にしまし

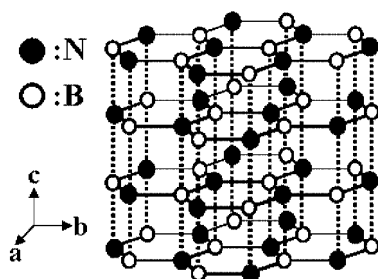


図 1 h-BN の構造

た. GB 内を厳密に制御する理由は t-BN 粉末が酸化すると, B_2O_3 を生成してしまうために B_2O_3 の添加量が把握できなくなるためです. 試料の評価はかさ密度測定, XRD 測定, SEM 観察, 熱伝導度測定により行いました.

2.3 各粉末の焼結中での変位挙動

図2に各粉末の焼結中での変位挙動を示します. Displacement において正の方向への変化は試料の膨張を示し, 負の方向への変化は試料の収縮を示しています. 各粉末において 1300℃ から 1500℃ の間で急激な収縮が観測され, B_2O_3 の添加量の増加に伴い低温で収縮が開始しました. また, その収縮は B_2O_3 の添加量の増加に伴い低温で終了しました. このことから B_2O_3 の添加量が多いほど低温で焼結が開始し, また低温で焼結が完了していることが示唆されます.

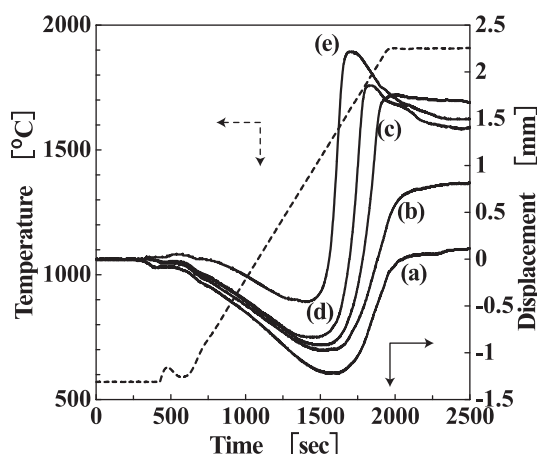


図2 焼結中での変位挙動
 B_2O_3 添加量 (a) 0 wt%, (b) 1 wt%,
(c) 2 wt%, (d) 5 wt%, (e) 10 wt%

2.4 各焼結体の XRD 測定結果

図3に各焼結体の加圧面を XRD にて測定した結果を示します. 各焼結体の XRD 測定結果から, 1 wt% 以下の B_2O_3 添加量で t-BN 構造, 2 wt% 以上で h-BN 構造に帰属される回折ピークが確認されました. このことから, t-BN 構造から h-BN 構造への

構造変化には B_2O_3 が不可欠であることが分かります. また熱処理温度を変化させて試料を作製した結果, すべての試料において収縮挙動から膨張挙動に転じた焼結温度以降で t-BN 構造から h-BN 構造へ構造変化していることが分かりました. また, h-BN 構造を持つ焼結体となった試料において, 26° と 42° の回折ピークが添加量によって異なる強度比を持っています. 26° と 42° の回折ピークはそれぞれ h-BN 構造の (002) 面と (100) 面の回折ピークであり, これら 2 つの格子面は直行しています. このことから各焼結体中の h-BN 基底面はそれぞれ異なる配向をしていることが示唆されます.

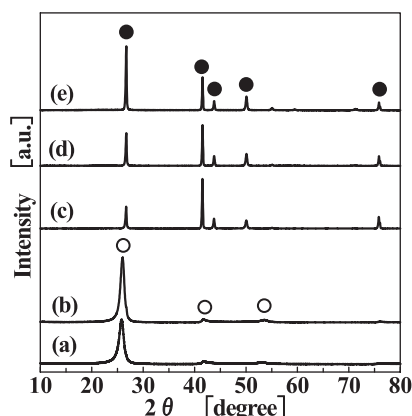


図3 焼結体の XRD 測定結果
 B_2O_3 添加量 (a) 0 wt%, (b) 1 wt%,
(c) 2 wt%, (d) 5 wt%, (e) 10 wt%

2.5 各焼結体中の h-BN 基底面の配向

図4に $\log I.O.P$ の値を示します. I.O.P は h-BN 基底面の配向度合いを評価する手法であり, 焼結体の XRD 測定結果より算出します. h-BN 基底面が等方的に配列している場合, $\log I.O.P$ は 0 となり, 加圧面に対して垂直に配列している場合 $\log I.O.P > 1$ となります. B_2O_3 の添加量の増加にともない $\log I.O.P$ は減少し, 0 に近づきました. このことから, B_2O_3 が h-BN 基底面の異方性を抑制し, 焼結体中の h-BN 基底面はより等方的になったと考えられます. また等方的になった理由は, t-BN 構造を持つ焼結体は等方的な BN 粒子を有してお

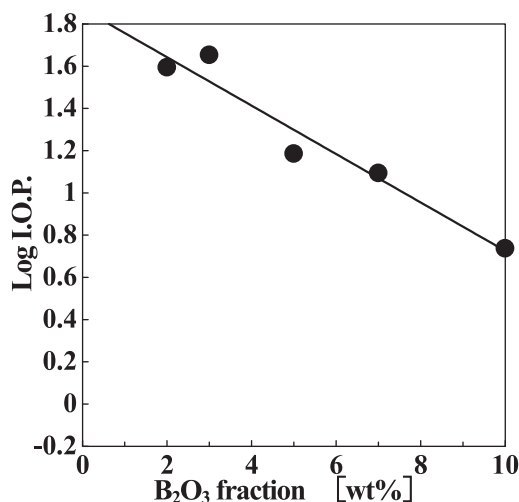


図4 焼結体の IOP 計算結果

り、本研究にて作製した各焼結体は t-BN 構造を持つ緻密体になった後に h-BN 構造に構造変化するためであると考えています。

2.6 各焼結体の SEM 観察結果

図5に各焼結体の SEM 観察結果を示します。B₂O₃を添加していない焼結体では微細な粒子をもつ焼結体でしたが、2 wt%以上の添加量で粗大な板状の粒子が観察されました。しかしながら、I.O.P.の値のような大きな違いは SEM 観察結果から観察することができませんでした。

2.7 各焼結体の熱伝導度測定結果

研究背景にて述べたように h-BN はその構造ゆえに熱伝導度が h-BN 基底面の配向によって異なります。そのため、各焼結体の熱伝導度は h-BN 基底面の配高度合いによって異なることが予想されます。そこで焼結体の熱伝導度を測定することにより、h-BN 基底面の配向について評価しました。熱伝導度は密度に大きく依存するため焼結体の密度は重要であります。焼結体の密度は B₂O₃の添加量の増加にともない上昇し、2 wt%以上で相対密度 92% とほぼ一定の値となりました。続いて、図6に各焼結体の熱伝導度測定結果を示します。熱伝導度の測定方

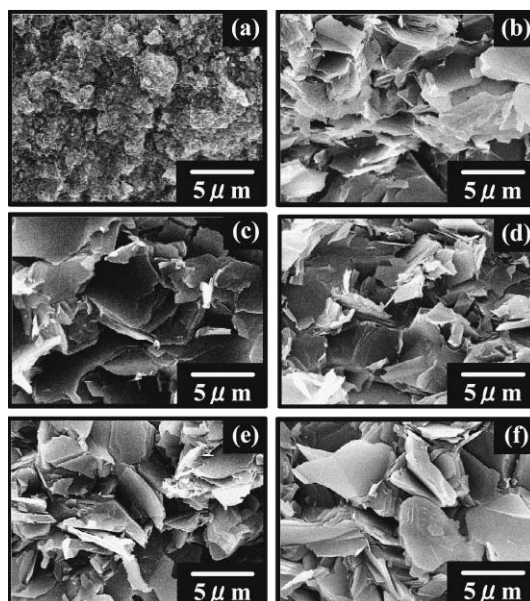


図5 焼結体の SEM 写真
B₂O₃添加量 (a) 0 wt%, (b) 2 wt%, (c) 3 wt%, (d) 5 wt%, (e) 7 wt%, (f) 10 wt%

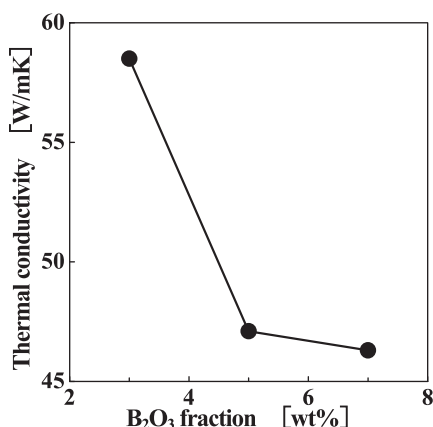


図6 焼結体の熱伝導度測定結果

向は焼結体の加圧面から行いました。熱伝導度は B₂O₃の添加量の増加に伴い減少しました。h-BN の熱伝導度は h-BN 基底面と平行な方向では 128 W/mK、垂直な方向では 8 W/mK を示します。I.O.P 計算結果から、B₂O₃の添加量が少ない焼結体中の h-BN 基底面は加圧面に対して相対的に垂直に配列していると考えられます。そのため、B₂O₃の添加量が少ない焼結体の h-BN 基底面は測定方向と一致し

ているために高い熱伝導度を示したと考えられます。

3. まとめ

h-BN 粉末に 3 h の MG 処理を行い、その粉末に対してさまざまな量の B_2O_3 粉末を混合し、SPS にて焼結を行いました。2 wt% 以上の B_2O_3 粉末を添加することにより h-BN 構造を持つ焼結体の作製に成功しました。また、h-BN 構造に構造変化した焼結体は t-BN 構造から h-BN 構造への構造変化は焼結が完了した後に起こることが分かりました。2 wt% から 10 wt% の B_2O_3 粉末の添加量において、 B_2O_3 粉末の添加量の増加に伴い、h-BN 基底面の異方性

が抑制され、より等方的になりました。

4. 発表の自己評価

学会には質疑応答の時間があり、結構厳しい質疑があります。今回の私の発表では幸いにも厳しい質疑は無く、無事発表を終えることができました。また今回の学会では、自分の研究に近い発表を多く視聴でき、とても勉強になりました。今後の研究で活かしたいと思います。

最後に、学会に参加するにあたり、多くのご支援を頂いた研究室指導員の大柳教授および研究室の方に、この場をお借りしてお礼申し上げます。

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 7

第 25 回日本ロボット学会学術講演会を終えて

永 野 顕 法

Akinori NAGANO

機械システム工学専攻博士課程 1 年

1. はじめに

千葉工業大学津田沼キャンパスにおいて 9 月 13 日から 15 日まで開催された第 25 回日本ロボット学会学術講演会に参加しました。ここでは講演会を通しての感想や私自身が発表して感じた事について述べたいと思います。

2. ロボット学会学術講演会

先に述べたようにロボット学会学術講演会は日本ロボット学会主催の学術講演会で、登壇発表の形式で行われます。持ち時間は 15 分と設定されていて 10 分の発表の後に 5 分の質疑応答となります。また、発表件数が 724 件と非常に多く、3 日間で全ての発表を終えるために 15 の講演室で平行して発表が行われました。私の講演は 2 日目の午後のセッションで、講演内容は「空気圧駆動ロボットハンドの位置・力複合制御による安定把持の研究」というも

のでした。

3. 研究について

3.1 概要

空気圧は優れた環境保全性を持ち、安全性が高いという利点の半面、圧縮性のため摩擦などの非線形要素の影響を受けやすく、制御の安定性や位置精度に問題があると考えられたため、ON/OFF 制御を除きロボットのアクチュエータとしてはあまり用いられていません。しかし、逆にその圧縮性を利用する事により指に機械的なコンプライアンスを持たす事ができ、複雑な制御を用いなくても安定した把持を行える可能性を見出しました。

本研究では空気圧サーボシステムを用いたハンドの製作を行い、位置・力複合制御を行って、把持の



図 1 千葉工業大学

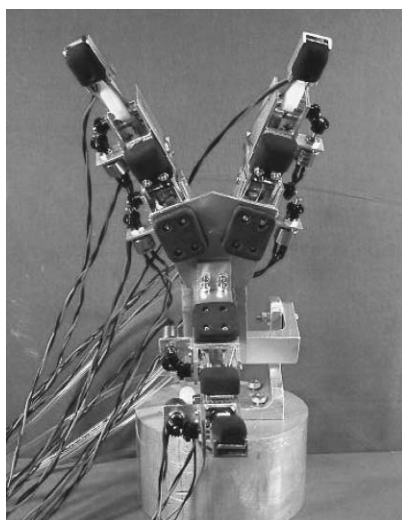


図 2 空気圧ロボットハンド

安定性の向上を目指し、空気圧ハンドの実現可能性を明らかにしました。

3.2 ロボットハンドの構成

把持の状態を明確に調べる為に、ハンド全体の構造を簡素化する事を考え、把持を安定して行うのに最低限必要な指の数となる三指でハンドを構成しました。人間の母指は他の指とは構造が異なり、手の汎用性を高める非常に重要な指ですが、本研究においては把持のみに特化するので、他の指と同じ構造としました。

指の各関節はリンク機構を備え、シリンダが伸びる事により、リンクを介して屈曲を行います。伸展は単動型シリンダに内蔵されるバネにより行われます。各関節には指の回転角度を測定する為にポテンショメータを取り付けています。また、人間は物体を把持しようとする時、その目的や対象物の性質に合わせて指の形状を変化させ、指を対象物に接触させてから、力を加え始めると推測されます。このことより、把持を行う際に対象物と接触した事を感知する為に、指先と指の腹に加圧導電性ゴムを用いた接触センサを取り付けました。

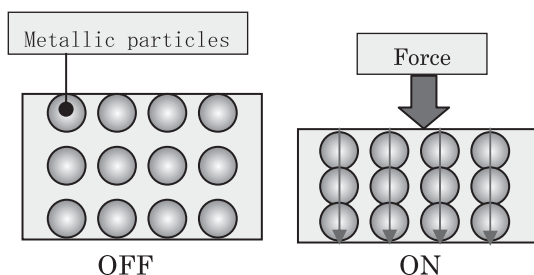


図3 導電性ゴムの構造

3.3 制御アルゴリズム

PD 制御による力の制御では、空気圧信号の伝送遅れによりむだ時間が大きくなり、安定した制御を行う事ができませんでした。そこで、圧力勾配より将来の値を予測し、その予測した値を基に制御を行う事によってむだ時間で生じる遅れの補正を行いました。

3.4 実験

実験は位置制御実験、力制御実験、把持能力実験について行いました。位置制御実験の結果は図. 3 に示すように目標値に対して、標準偏差 ± 3 度以内に安定しました。力制御実験においても標準偏差 0.004 MP と精度の高い制御が行えました。また、把持実験では、大きな外乱を加えられた際に複雑な制御を行うことなく、安定した把持が行えることが確認されました。

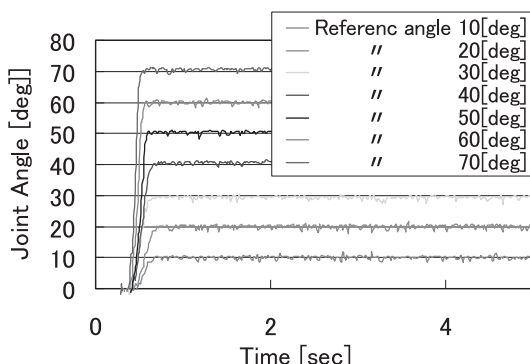


図4 位置制御の結果

4. 講演

4.1 質疑応答において

講演終了後に質疑応答が行われました。質問内容は「空気圧の圧縮性が問題となっているが、どのような制御を行ったのか」と「ロボットの指先にゴムが取り付けられているが、これにより外乱が吸収されているのではないか」という質問でした。前の質問は制御の内容を答える事で納得してもらえました。しかし、後の質問においては指先のゴムでは吸収しえない外乱であると考えられるという意見に対して「ゴム素材の指先では説得力に欠ける」指摘されました。結局、質疑応答の時間だけでは足りなかったため、セッション終了後に質問を頂いた方の下に訪れ「空気圧のみによる安定性を得られたと示すためには、指先には滑り止めのような処理をしただけの金属素材を用いると説得力が出る」とアドバイスを頂き、人に納得してもらう説明をする難しさ

を改めて痛感しました。

4.2 講演会を通して

今回の講演会は非常に多くの講演があり、同時に15もの講演が行われました。このため、興味がある研究の時間帯が重なり見ることができない、自分のセッション中に他の研究を見られないという状況がありました。講演会の規模自体が大きくなったため3日のスケジュールで全ての講演を行うという状況に無理が生じてきているのではないかという感想を抱きました。

また、発表内容も1つの研究対象を細分化し多方面から見ているものが多く、講演を聞く立場からで

は研究の差が分からないというものも見受けられました。

5. おわりに

私はこれまで国内の学会では機会学会主催のロボティクス・メカトロニクス講演会で発表する機会しかありませんでした。今回ロボット学会主催の学術講演会では発表スタイルが異なることから当初不安もありましたが、いざ発表の場に立てばどのような学会であっても、自分の考えを理解していただければ良いという点に気づけました。

今後も学会に参加し、自分の視野を広げる事を続けたいと思います。

N. L. P. M Summer Seminar に参加して

——線形化固有値問題の固有関数の解の形状について——

鈴 江 央

Hiroshi SUZUE

数理情報学専攻修士課程 2年

1. はじめに

今回、私が参加した N. L. P. M Summer Seminar とは、毎年学生が中心になり運営している Seminar で、正式名称を NonLinear Phenomenology and Mathematics Summer Seminar と言います。

期間は、平成 19 年 9 月 10 日から 9 月 13 日までの 4 日間、静岡県沼津市ウェルサンピア沼津（静岡厚生年金休暇センター）で開催されました。

この Seminar には長い歴史があります。Seminar を通じて、数理学を専門とする院生・研究生が日頃の研究成果を発表し互いに刺激しあうことが目的です。

他大学からの参加者の発表を聞くことでさまざまな研究についての知識や自分自身の研究に対する新たな発想を得たり、普段交流のない他大学の方達とも親睦を深めたりできるよい機会になっています。

本稿では、私が N. L. P. M Summer Seminar に参加した感想と、講演した発表内容（線形化固有値問題の固有関数の解の形状）について述べます。

2. 参加する動機

私が、所属する四ツ谷研究室の先輩方から N. L. P. M Summer Seminar の話は聞いており、学部の間から関心を持っていました。

非線形分野の研究をしている方から見た私の研究に関して、多くの疑問点や今まで私が気づいていない点、さらには、今後考える課題の発見などを担当教授以外の方から指導して頂くすばらしい機会だと思いました。



図 1 講演の様子

四ツ谷教授から紹介を受けて鈴江—若狭—四ツ谷の共同研究として、N. L. P. M Summer Seminar に参加することにしました。私の講演時間は、質疑応答を含めて 25 分間与えられました。図 1 は講演の様子です。

3. 講演内容（線形化固有値問題の固有関数の解の形状について）

3.1 研究概要

1次元反応拡散方程式

$$\begin{cases} U_t = \varepsilon^2 U_{xx} + f(U), & (x, t) \in (0, 1) \times (0, \infty) \\ U_x(0, t) = U_x(1, t) = 0 & t \in (0, \infty) \\ U(x, 0) = a(x) & x \in (0, 1) \end{cases} \quad (1)$$

を考える。ただし、 $\varepsilon > 0$, $f \in C^1$ である。

この時間発展問題を考える上では、定常問題というものを考えることが重要である。この定常問題

は、非線形境界値問題

$$\begin{cases} \varepsilon^2 u_{xx} + f(u(x)) = 0, \\ u_x(0) = u_x(1) = 0 \end{cases} \quad \text{in } (0, 1) \quad (2)$$

として与えられる。

非線形境界値問題 (2) の非自明解 $u = u(x)$ に対する線形化固有値問題

$$\begin{cases} \varepsilon^2 \psi_{xx}(x) + f_u(u(x)) \psi(x) + \mu \psi(x) = 0, \text{ in } (0, 1) \\ \psi_x(0) = \psi_x(1) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

について考える。

最近, Wakasa および Wakasa-Yotsutani により, (3) の解を具体的に表示するアルゴリズムが提示され, さらに, $f(u) = \sin u$ の場合における全ての固有値と固有関数の解の表示が得られた。

今回の講演では, $\varepsilon \rightarrow 0$ のとき, その理論を応用して, 固有関数がどのような極限形状になるのかを報告した。

3.2 楕円関数と楕円積分

Wakasa および Wakasa-Yotsutani により表示された固有関数の解の表示式には, Jacobi の sn 関数と第 1 種完全楕円積分 $K(k)$ を用いる。これらは, 以下のように定義される。

$$sn^{-1}z := \int_0^z \frac{d\xi}{\sqrt{1-\xi^2} \sqrt{1-k^2\xi^2}}$$

$$K(k) := \int_0^1 \frac{d\xi}{\sqrt{1-\xi^2} \sqrt{1-k^2\xi^2}}$$

グラフは, それぞれ図 2, 図 3 のようになる。

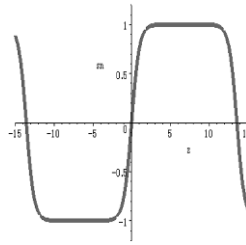


図 2 sn 関数

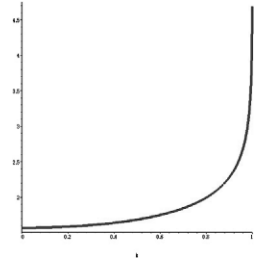


図 3 $K(k)$

図 2 が Jacobi の sn 関数で, 周期性がある。図 3 が第 1 種完全楕円積分で, 単調増大な関数である。

また, 固有値を求める際には, 第 3 種完全楕円積分 $\Pi(v, k)$ を用いる。定義は以下のとおりである。

$$\Pi(v, k) := \int_0^1 \frac{d\xi}{(1+v\xi^2) \sqrt{(1-\xi^2)(1-k^2\xi^2)}}$$

グラフは図 4 のようになり, 単調増大な関数である。

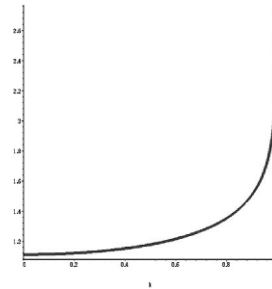


図 4 $\Pi(v, k)$

3.3 固有関数の解の表示式と形状

$f(u) = \sin u$ の場合における (2) の非自明解 $(\varepsilon_n(k), u_n(x; k))$ は,

$$\varepsilon_n(k) := \frac{1}{2nK(k)},$$

$$u_n(x; k) := 2 \sin^{-1}[k \cdot sn(K(k)(1+2nx), k)]$$

で与えられる。

このとき, 非自明解 $(\varepsilon_n(k), u_n(x; k))$ に対する線形化固有値問題 (3) は次の形で与えられる:

$$\begin{cases} \varepsilon^2 \psi_{xx}(x) + \cos u_n(x; k) \psi(x) + \mu \psi(x) = 0, \text{ in } (0, 1) \\ \psi_x(0) = \psi_x(1) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

さて、 $\mu_j^n(k)$ および、 $\psi_j^n(x; k)$ ($n \in \mathbb{N}, j \in \mathbb{N} \cup \{0\}$) は (4) の j 番目の固有値および対応する固有関数を表すものとする。ただし、最初のは 0 番目と数えることにする。このとき、以下のことが成り立つ。

定理 1. (Wakasa)

$$\begin{aligned} \text{(i)} \quad & \mu_0^n(k) = k^2 - 1, \quad \psi_0^n(x; k) = \cos \frac{u_n(x; k)}{2} \\ \text{(ii)} \quad & \mu_j^n(k) = k^2, \quad \psi_j^n(x; k) = \sin \frac{u_n(x; k)}{2}. \end{aligned}$$

定理 2. (Wakasa and Yotsutani)

$j \neq 0, n$ とする。このとき、 $\mu_j^n := \mu_j^n(k)$ に対応する固有関数 $\psi_j^n(x; k)$ は

$$\begin{aligned} \psi_j^n(x; k) &:= \sqrt{|h(u_n(x; k); \mu_j^n, k)|} \cos \theta_n(x; \mu_j^n, k), \\ \theta_n(x; \mu_j^n, k) &:= \int_0^x \frac{2nK(k) \sqrt{\mu(\mu - k^2)(\mu - k^2 + 1)}}{|h(u_n(\xi; k); \mu, k)|} d\xi, \\ h(u; \mu, k) &:= k^2 - \mu - \sin^2 \frac{u}{2} \end{aligned}$$

と表示され、固有値 μ_j^n は超越方程式 $\theta_n(1; \mu, k) = j\pi$ の解に一致している。

超越方程式 $\theta_n(1; \mu, k) = j\pi$ を変形すると、

$$\sqrt{\frac{\mu(\mu - k^2 + 1)}{\mu - k^2}} \Pi\left(\frac{k^2}{\mu - k^2}, k\right) = \frac{j\pi}{2n}$$

となる。左辺を $A_1(\mu, k)$ とすると、

$$A_1(\mu, k) := \sqrt{\frac{\mu(\mu - k^2 + 1)}{\mu - k^2}} \Pi\left(\frac{k^2}{\mu - k^2}, k\right)$$

であり、グラフは図 5 のようになる。

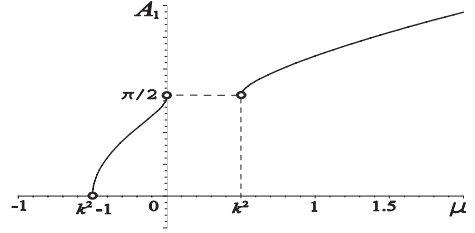


図 5 $A_1(\mu, k)$ のグラフ

従って、固有値 μ_j^n は $A_1(\mu, k)$ と直線 $j\pi/2n$ との交点により求めることができる。

定理 1, 2 の応用として $k \rightarrow 1$ のときの ψ_j^n の漸近形状は次のようになっていることが分かる。

$$\begin{aligned} \text{(i)} \quad & j < n \text{ のとき } \psi_j^n \sim \psi_0^n \cos j\pi x \\ \text{(ii)} \quad & n > j \text{ のとき } \psi_j^n \sim \psi_0^n \cos(j-n)\pi x \end{aligned}$$

以下に $k = 1 - 10^{-10}$ の場合のときの $u_9, \psi_0^9, \psi_1^9, \psi_2^9, \psi_9^9, \psi_{10}^9$ のグラフを図 6～11 に示す。

ただし、赤は固有関数、青は補助線で、 $n > j$ のとき $\cos j\pi x$, $n < j$ のとき $\cos(j-n)\pi x$ である。

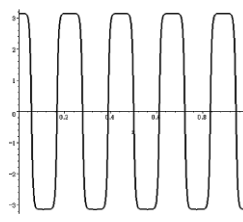


図 6 u_9

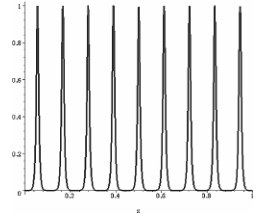


図 7 ψ_0^9

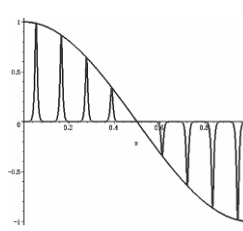


図 8 ψ_1^9

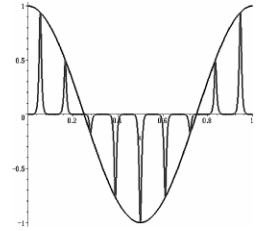


図 9 ψ_2^9

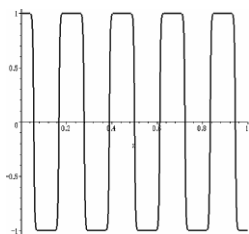


図 10 ψ_0

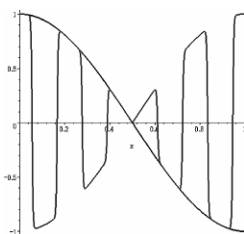


図 11 ψ_{10}

4. N. L. P. M Summer Seminar を終えて

今回の講演を振り返ってみると、講演前・講演中の緊張はあったものの、初めて講演をしたときに比べるとしっかり講演ができたのではないかと思います。それでも、まだまだ話をするにも工夫が必要だと感じました。

自分の言いたいことを伝えることは難しいですが、経験を重ねるごとに成長していることが実感できたことは自分にプラスになったと感じています。

同時に、人に分かりやすく伝えるためにはどのよ

うな工夫をすればいいのか？というヒントを他の人の発表を聞くことで得ることができたと思います。

5. 今後の課題

今回は、 $f(u) = \sin u$ の場合について考えました。質疑応答の際、図 5 の $A_1(\mu, k)$ の分岐は関数が変わるごとにどのように変わるのか？という質問がありましたが、具体的に $f(u) = u - u^3$ になると分岐が 3 つに変わるという程度の返答しかできませんでした。この質問に対する自分なりの答えを今後調べていくことが課題としてあがります。

さらに、このケースのことを応用して、一般の f の場合の固有関数の解の形状を描くことが今後の課題です。

6. 謝辞

最後に、N. L. P. M Summer Seminar に向けてご指導頂いた、四ツ谷教授、色々と助言を頂いた研究室内外の方々、本当にありがとうございました。

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 を終えて

有 松 伸 也

Shinya ARIMATSU

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

5月10～12日に、JR秋田駅に隣接する秋田拠点センターアルヴェにおいて、毎年恒例の日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門主催のロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 が開催されました。

私は、“4足ロボット「龍馬」の開発—首関節運動のウォーク歩容に及ぼす影響—”という研究テーマの共同執筆者として講演会に参加しました。本稿では発表した研究内容、他の研究発表について述べていきたいと思います。

2. 研究概要

今日までに、4足ロボットの研究は盛んに行われていて、その成果として、さまざまな歩容（脚の動作パターン）が実現されてきました。その種類は歩行に分類される低速のウォーク歩容から、走行に分類される高速のギャロップ走行など、数多くあります。しかしながら、これらの歩容を実現してきた4足ロボットの多くは実際の動物とは大きく異なった機構である伸縮型機構を採用しています。

4足動物は移動速度に応じて最適な歩容に変化させることで単位距離当たりのエネルギー消費量を最小化していると言われています。本研究では、この特性を4足ロボットに应用することで、4足移動がロボットの新たな移動手段になり得るのではないかと考えました。そして、この特性が4足動物の機構に関係があるのではないかと考え、本研究の4足ロボットは実際の4足動物に近い機構である回転関節

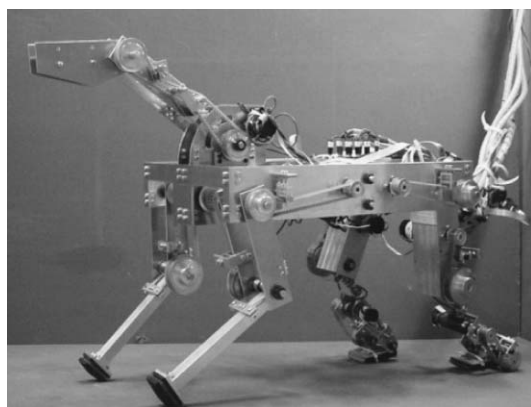


図1 4足ロボット「龍馬」

機構を採用しています（図1）。また、4足動物である馬は移動の際、首振りを行うことで重心を移動させ、安定した歩容を獲得しています。そこで、本研究では首の動作にも着目し、首関節運動が歩容にどのような影響を及ぼしているのかを調査することで、首関節運動の歩容への有効性を示したいと考えています。

3. 講演

私はこのロボティクス・メカトロニクス講演会には一昨年、昨年そして今年と今回で3回目の参加となりました。昨年度は発表者としての参加でしたが、今年度は共同執筆者での参加ということで、発表者という立場での参加ではありませんでした。

3.1 発表内容

発表した研究内容は“改良した4足ロボットについての説明”と“首関節運動がウォーク歩容にどの

ような影響を及ぼしているのかについて”の2点です。

まず、改良した4足ロボットについてですが、一昨年度の4足ロボットは首関節や前脚の強度不足により実験中における破損が度々起こりました。そこで、昨年度はその問題を解決するために4足ロボットの再設計を行いました。その際、首関節においては首関節の動作に連動して頭部が動作するという機構に、前脚においては従来のように膝関節を駆動させるアクチュエータを脚に配置するのではなく、胴体に配置するという変更を行い、また足先の関節も減らしました。これらの変更は、首関節に関してはより前方に推進力を得られることを狙って行ったものであり、前脚の関しては脚自体の軽量化により前脚の動作を俊敏にすることを狙って行いました。足先に関しては、前脚が着地後に地面に引っ掛かることを解決するために行いました。

次に首関節運動がウォーク歩容にどのような影響を及ぼしているのかについて説明します。ウォーク歩容実験は首関節角度を 45 deg に固定した場合と脚の動きに合わせて首振り動作させた場合の2パターンについて行い調べました。どちらの場合においてもウォーク歩容を実現することができましたが、首関節角度を 45 deg に固定した場合と脚の動きに合わせて首関節を動作させた場合の胴体の左右前後の傾きの軌跡は図2、図3に示すように違いが見られました。図2、図3はいずれも横軸は左右の傾き、縦軸は前後の傾きを表しており、‘+’側は左および後に傾いていることを、‘-’側は右および前に傾いていることを示しています。図2、図3を比較すると、いずれの場合も左右の傾きは約±30 deg であることが分かります。しかし、図3の軌跡は図2の軌跡よりも前方に大きく傾いていることが分かります。また、図2の軌跡は乱れがあるのに対して、図3の軌跡の乱れは少ないことが分かります。このことは、胴体の姿勢がある一定の変化を繰り返していることを示しており、首を固定したウォーク歩容よりも首振りを行いながら行ったウォーク

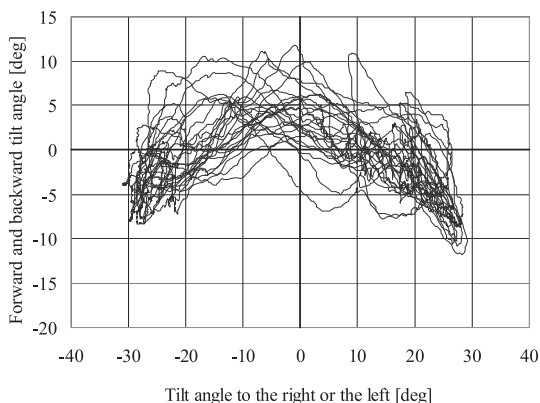


図2 胴体における左右前後の傾きの軌跡
(首関節固定時)

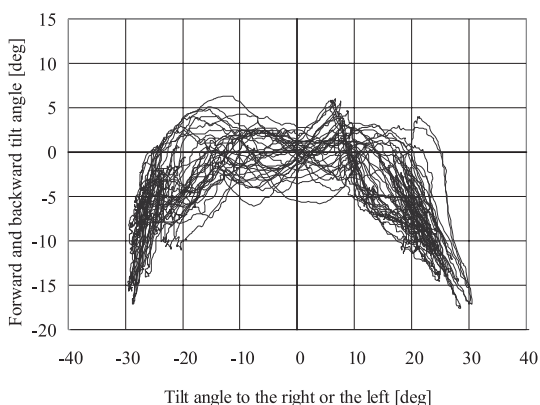


図3 胴体における左右前後の傾きの軌跡
(首振り時)

歩容の方が安定した歩容と言えます。この結果から首関節運動が歩容に影響を与えていることはもちろんのこと、脚の動作に対して首関節運動を適切に合わせることでより安定した歩容ができるのではないかと考えられます。

3.2 他の研究発表

講演会では他の多くの研究についても研究発表が行われていました。そして、私自身の研究に最も関係の深い“脚式ロボット”の研究発表を中心に見学を行いました。そのなかでも印象的だったのは“身体剛性の動的改変による安定な四脚歩容遷移の実現”というテーマの研究でした。この研究は、歩容

遷移時に背骨関節剛性がどのように影響を及ぼしているのかについて調べたものであり、私の研究とリンクするところもあって非常に興味深い研究でした。また、最近の傾向でもある制御系に重点をおいた研究ではなく、機構系をより活用することにより安定した歩容の遷移を行うことを目的とした研究ということもあって、制御系はそれほど難解なものではありませんでした。しかしながら難解な制御系ではないものの機構系を十分に活用することによってロボットは安定した歩容の遷移を行っており、機構系が歩容に対して何らかの影響を与えていることが明らかに分かりました。私自身の研究もこの研究に近いところがあるので、非常に参考になりました。また、多くのことを考えさせられる研究であったとも思います。

他にもばね剛性を変化させる方法についての研究など色々な研究があり、自身の研究に応用できそうな研究や他分野の研究など多くの研究発表を見学しました。

4. まとめ

今年で3回目の参加となるロボティクス・メカトロニクス講演会ですが、参加する度に思うことはさまざまな研究を知る場として、そして、自分自身の視野を広げる場として非常に貴重な場であるということです。そして、今年度の講演会においても私たちの研究を多くの方に知っていただくとともに、私自身も多くの研究を知ることができました。また、自身の専門分野だけでなく、他の分野の研究に触れることは自身の視野を広げると同時に私自身の研究を進めていく上での良い刺激になりました。この経験を活かし、良い研究成果が出せるように精進していきたいと思います。

参考文献

- 1) 坂井善行, 佐藤智紀, 大脇 大, 石黒章夫, “身体剛性の動的改変による安定な四脚歩容遷移の実現”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 '07 講演概要集, 2 A 1-A 10, 2007

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 7

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007

——昨年と比較して——

板 井 雄 大

Yudai ITAI

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

日本機械学会主催，ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 が 5 月 10 日～12 日に開催されました。この講演会は，ロボティクス・メカトロニクスに関する我が国最大の講演会であり，ロボットに関する最新技術についての特別講演や，ポスターセッションによる研究発表が行われます。今年は『豊かな社会を拓くロボティクス・メカトロニクス』をモットーに講演会が開かれ，918 件の研究発表が行われました。

この 918 件の中，私は“サーチ&レスキューロボット・メカトロニクス”というセッションで“可変翼車輪ビークルの独立懸架・操舵機構”について，研究発表を行った中村の共同執筆者として講演会に参加しました。

共同執筆者として参加したため，本稿では，講演会の様子についておもに述べたいと思います。

2. 講演会

2.1 会場の様子

今年の会場は，秋田拠点センターアルヴェというショッピングモールのようなところで開催されました。そのため，一般利用者の迷惑にならないようにと，昨年度に比べて，

- ・講演の時間が 2 時間から 1 時間半に変更
- ・セッション終了の放送やチャイムがならない
- ・講演会場が 1 階と 2 階に分断

と変更がされていました。そのためかは分かりませんが，昨年度よりも混雑したというイメージは受け



図 1 会場の様子

ませんでした。

2.2 1 日目

この日は午前 1，午前 2，午後 1 とセッションが分かれており，すべてのセッションで後輩や同期の講演があったため，講演前には発表者の展示の準備を手伝いました。

私は『ウォームの可逆駆動システム』という研究を行っており，この研究の参考にする目的で，多数の講演を見に行きました。その中でまず，興味を持ったのが，『農業用ロボット・メカトロニクス』というセッションの中の“農作業用スマートスーツ”（図 2）という発表でした。これは農作業中に腰を痛めないように上体を起こすときにパワーアシストするというものでした。まだまだ改良する点が多いようですが，着眼点が面白いと感じました。次に，『アクチュエータの機構と制御』というセッションで，“組み立条件緩和による高減速複合遊星歯車機



図2 農作業用スマートスーツ

構の実現”と“線形板ばねを用いた可変剛性機構の基礎的検討”の発表を聞きました。前者は遊星歯車の設計で歯車の配置条件を少し変えるだけで今まで不可能だといわれていた減速比を実現し、後者は線形板ばねを組み合わせるにより、非線形性を実現し、また、配置をずらすことにより、ばね剛性を変えていくことができおり、ものの見方を少し変えるだけ立派な研究になりえることを再認識しました。

この他にも、人が装着するだけで大きな力が出せる、ウェアラブル（マッスルスーツ）や改良された車椅子などの医療・福祉ロボティクス・メカトロニクス、触覚と力覚など、人と接するロボットやそのためのセンサについての講演が多数ありました。

2.3 2日目

前日と同じく、講演前は講演者の発表の準備の手伝いをし、講演中は発表を見て回りました。

この日は水中ロボットや飛行ロボット、災害救助を目的としたサーチ&レスキューロボット・メカトロニクスのようなロボットに関する研究が大半を占めていました。

そのような中で、一番興味を持ったのが『ロボットハンドの機構と把持戦略』のセッションの“複合遊星ギアを用いたロボットフィンガーの新機構”（図3）でした。これは通常、減速機としてしか利用されない遊星歯車を二つ使い、モーター一つで2関節を動かすというもので、今回発表されていたのは、上記のものにモータをあと1つ加え、3自由度を確保したものでした。このように通常の使い方と



図3 複合遊星ギアを用いたロボットフィンガー

違う使い方をし、新たな動作を発見しているのを見て話を聞き、すごくいい刺激を受けました。他にも、『安全・安心なロボットを目指して』というセッションが今年からでき、“対人衝突時の安全性を考慮したソフトマニピュレータの開発”や“マニピュレータ衝突時の安全性向上へのアプローチ”など、人と接する上で必要不可欠な安全に向け、材料面、制御面での研究が行われていることを知りました。私の研究も利点の中に“本質的安全”というものがあ、私はこの性質をこのシステムを用いた場合の副産物としてしか考えていませんでしたが、このセッションを見ることにより、少し違う切り口で研究を考えていこうと思いました。

また、午後のセッションでは私が共同執筆した中村の発表がありました。彼が研究をしている翼車輪は過去に岡田ら著で学会誌に載ったこともあり、毎年多数の方が話を聞きに来られていました。その中でも今年は翼車輪の実物を持参していたため、さらに注目を浴びていました。また、彼の前のセッションに翼車輪の水中ビークル、彼の横で翼車輪の雪上ビークルの発表があったため、例年以上に翼車輪について話を聞いていただき、認知していただくことができました。

3. おわりに

この学会を通して感じたのが、昨年度と比べ、『人と接するロボティクス・メカトロニクス』ということに重点を置きだしているように感じました。

それに引き換え、あくまで昨年度との比較になりますが『サーチ&レスキューロボット・メカトロニクス』のセッションの出展数が減少しているように感じ、研究の流行がレスキューから人と接するロボットに移行しているように感じました。

また、2年目ということもあり、昨年度のよう新鮮味を感じることができませんでした。中には昨年とどう変わったのかが分からないような発表もありました。ですが、この学会に参加することにより、知見を広げることができ、また、ある方には今自分が行っている研究を説明するとアドバイスをくださる方もおられ、大変有意義なものとなりました。

参考文献

- 1) 関 修治, 佐藤悠太, 田中孝之, 金子俊一, 鈴木善人, 坂本直久, “農作業用スマートスーツ”, Robomec 2007, 1 A 1-G 01, 2007.
- 2) 前川仁, “組立条件緩和による高減速複合遊星歯車機構の実現”, Robomec 2007, 1 A 2-D 04, 2007.
- 3) 武居直行, 小坂来造, 藤本英雄, “線形ばねを用いた可変剛性機構の基礎的検討”, Robomec 2007, 1 A 2-D 05, 2007.
- 4) 石塚康孝, 小金澤鋼一, “複合遊星ギアを用いたロボットフィンガーの新機構”, Robomec 2007, 2 A 1-F 04, 2007.

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 7

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 を終えて

黒田 崇史

Takashi KURODA

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は秋田県の秋田拠点センター ALVE で開催された『ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007』に参加しました。この講演会はさまざまな大学や企業の人が参加してポスターセッションで行われます。1回の発表に90分の時間が与えられ、自分の発表のセッションではポスターの前に立ち、興味を持たれた方に自分の研究を説明します。また、自分の発表以外では会場をまわり、興味のある研究あるいは自分の研究の参考になりそうな講演を聞く時間となっており、毎年活発に意見交換が行われます。

2. 研究について

2.1 研究背景・目的

私は、遠隔操作技術の1つであるマスタスレーブシステム（医療分野における遠隔外科手術や、宇宙開発、海底調査など直接の作業が困難な場所におけるロボットの遠隔操作技術）を応用し、図1に示すように、競技者同士が離れた場所で力情報や位置情報を伝達し合う「遠隔腕相撲システム」の開発を行っています。

所属研究室では図2に示すように、アーム型と直

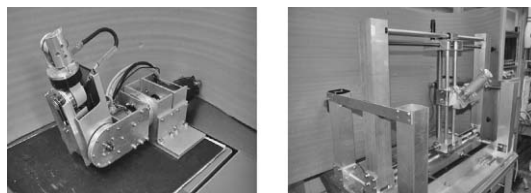


図2 腕相撲デバイス
アーム型デバイス（左）
直交座標型デバイス（右）

交座標型の2種類の腕相撲デバイスを試作しています。

本研究では、直交座標型デバイスにおいて研究を行いました。以前製作した力検出手首デバイスを組み込み、2自由度を有した手首デバイスを製作しました。そして、手首デバイスの関節駆動範囲の測定と、手首デバイスを搭載したことによる直交座標型デバイスへの影響を検証することによって、製作した手首デバイスが直交座標型デバイスに有効であるかどうかを検証しました。

2.2 力検出手首デバイスについて

力検出手首デバイスとは、人間が手首運動を行う際の手首関節の力情報を測定し、その値を出力するものです。図3のように、円筒の中に長さや径にゆとりを持たせた円柱を入れ、それを薄い円柱で挟むことによって、上下と回転に少し遊びを持たせたデバイスとなっています。円筒の上下8つに均等にねじが入り、円柱とねじ先に力覚センサが配置されています。これにより、例えば横方向に設置した上下2つのセンサが均等に力を読み込んだ場合には、横方向だけの力を得ることができます。また、上下に

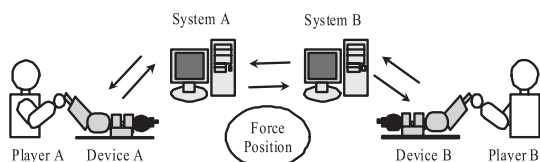


図1 遠隔腕相撲システム

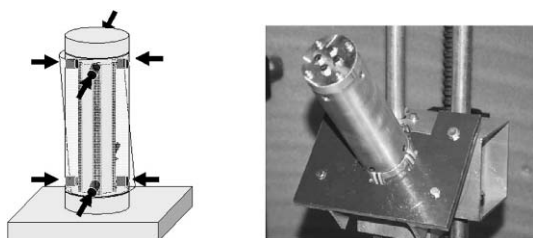


図3 力検出手首デバイス

違った値がでればモーメントとして読み取ることができる機構となっています。

2.3 手首デバイスについて

手首デバイスを図4に示します。以前の力検出手首デバイスはアクチュエータが搭載されていなかったため、力検出手首デバイスを基にして、力をモーメントとして読み取れば駆動する2自由度の手首デバイスを試作しました。手首関節駆動用モータを垂直に配置しているモータ部、断面が口の字型とコの字型の部材を垂直に配置している機構部、力検出手首デバイスを用いた力検出部の3つに分けられます。また、X軸とY軸にロータリーエンコーダを取り付け、機構部の回転を直接検知できるようにしました。

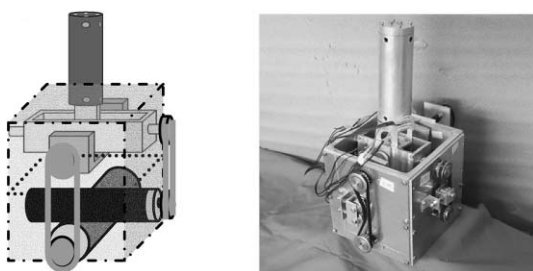


図4 手首デバイス

2.4 手首デバイス適正ゲイン計測実験

手首デバイスに、ゲインを100～500まで4段階に変化させながらステップ入力を与え、そのときの時間と回転角度の関係を調べました。図5より、ゲイン100では目標値に到達せず、ゲイン300とゲイン500ではオーバーシュートしており、ゲイン200

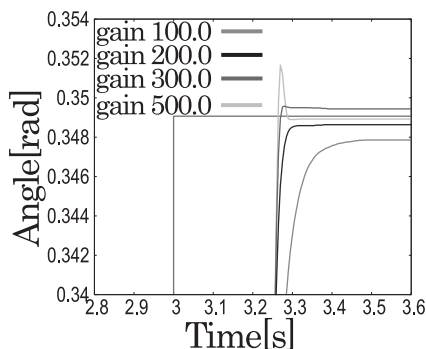


図5 ゲインと収束速度の関係

が目標値に最も近い値に収束していることが分かります。

2.5 直交座標型デバイス動作実験

手首デバイスの質量は5.4 kgであり、前年度、直交座標型に搭載していた力検出部の1.1 kgよりも4.3 kg重くなったので、質量増加により直交座標型デバイスの動作に誤差が生じる可能性があります。そのため、本実験では手首デバイスを搭載して直交座標型デバイスを作動させたときの動作の検証を行いました。目標値をPCから与えた時、力検出手首デバイスのみを搭載させた直交座標型デバイスと、手首デバイスを搭載させた直交座標型デバイスをそれぞれ、Z軸を下から上へ動作させたときの時間と距離の関係を図6に示します。図6より、手首部の質量増加による直交座標型デバイスへの影響は、Z軸方向を下から上へ移動させたときは殆ど無いことが分かります。同様に、Z軸方向上から下へ

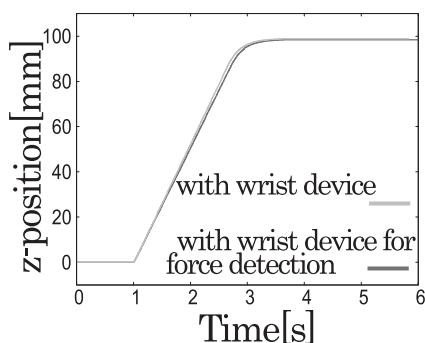


図6 直交座標型デバイスのZ軸の動作誤差

の動作にも、X 軸方向の動作にも影響が殆どないことが分かっています。

2.6 手首デバイス駆動範囲測定実験

直交座標型デバイスへの手首デバイス導入にあたり、手首デバイスの駆動範囲を検証しました。図7のように実際の手首を背屈、掌屈、尺屈、橈屈方向に動かしたときの駆動範囲を別途製作した手首関節位置角度測定装置を用いて測定し、表1に示します。また、手首デバイスを実際に動作させ、各方向にそれぞれ力を加えたときの傾きの最大値・最小値を表2に示します。X 軸最大値が背屈に、X 軸最小値が掌屈に、Y 軸最大値が橈屈に、Y 軸最小値が尺屈にそれぞれ対応しています。表1と表2を比較すると、背屈方向に約9度、掌屈方向に約3.5度、橈屈方向に約40度、尺屈方向に約1度、手首デバイスの駆動範囲が狭くなっていることが分かります。しかし、背屈方向と橈屈方向は腕相撲の動作

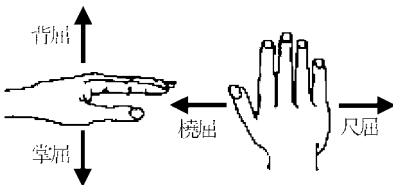


図7 手首の動作

表1 手首の動作範囲

手首の運動箇所	駆動範囲 [deg]
背屈	48
掌屈	42
橈屈	62
尺屈	21

表2 手首デバイスの駆動範囲

測定箇所	駆動範囲 [deg]
X 軸, 最大値	38.88
X 軸, 最小値	38.52
Y 軸, 最大値	22.14
Y 軸, 最小値	21.96

にはほとんど関係が無いため、ほぼ手首の動作範囲と一致していると言えます。

3. 講演会について

私は11日午前のセッションで講演をしました。今回でこの講演会への参加は2回目でしたので、緊張し過ぎることなく、リラックスして臨むことができました。私のコアタイムは後半の45分であったため、最初の30分くらいは気になる研究の講演を聞きに行きました。3自由度を持つ全く新しい機構の発表など興味深い講演も多く、大変参考になりました。そして、残りの約60分は自分のポスターの前に立って、自分の研究の講演を行いました。マススレーブを使った研究をされている方も多く、さまざまな方に講演を聞いていただくことができました。また、質問やアドバイスをさせていただいたり、意見交換したりすることで大変有意義な時間が過ごせました。また、自分の発表以外の時間は、同じ研究室の仲間の発表を手伝いました。今回の講演の中で、堂々と発表し、質問にも的確にはっきりと答えている学生もあり、発表態度という面でも非常に参考になりました。

4. おわりに

今回の講演会は、他大学や企業の方が数多く参加される全国規模のもので、他大学の研究を見て、自分の研究が今どのような位置にあるのかを実感することができました。また、このような規模の大きな学会で発表することで、人前で発表することにも自信を持てるようになりました。そして、同じ研究室の仲間と協力して講演を成功させることができたのも自分にとって大きな経験となりました。今後もこのような機会があれば是非参加したいと思います。

ROBOMECH 2007 in AKITA 参加報告

中 本 拓 志

Hiroshi NAKAMOTO

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

2007年5月10日（木）から5月12日（土）にかけて、ロボティクス・メカトロニクス講演会2007が秋田拠点センター ALVE（アルヴェ）において開催されました。昨年の講演会と同様に、私は同じ機械システム工学科のメカトロニクス・知能システム研究グループの面々とともに、この講演会に参加してきました。今回は講演会の様子や自分の研究内容発表に関してご紹介します。

2. 講演会概要

ロボティクス・メカトロニクス講演会は、（社）日本機械学会が毎年全国各地で開催している大規模な講演会です。2007年度は秋田県を中心地である秋田市の JR 秋田駅最寄りの秋田拠点センター ALVE（アルヴェ）で開催されました。昨年度と違い、一般の施設内での開催ということで一般の方の

入場も受け入れていました。また、講演件数も過去最多の918件ということもあり、会場は Fig. 1 のように非常に盛況でした。

毎回開催テーマが設定されていますが、2007年度は「豊かな社会を開くロボティクス・メカトロニクス」ということで、医療系や材料・ソフト関連といった幅広い研究の講演が見られました。講演会のほかにもワークショップや講習会などさまざまなイベントが開催されていました。

私は2日目、3日目に開催されたポスター講演に参加しました。研究ジャンル別に1日数セッションが生まれ、1セッション90分のうちの45分が自分の発表時間となっています。会場内の1区画に自分のスペースが割り当てられ、そこでポスターやノート PC の動画を用意しました。なかにはロボットの实物や機構を説明する装置を用意しておられる方もいました。そして研究に興味を持って頂いた方に随時説明や質疑応答を行うといった形式でした。Fig.



Fig. 1 会場の様子



Fig. 2 説明の様子

2はそのときの様子です。

3. 発表内容

3.1 研究概要

今回発表した内容は以下のようになっています。我々の研究テーマは「24 自由度 6 脚ロボットの泥濘地歩行に関する研究」です。脚式ロボットが泥濘地のような不整地移動を可能とするためには、ロボットの性能を高めると共に不整地環境の性質を把握することが重要となります。この研究は 6 脚ロボット (Fig. 3) による泥濘地歩行の実現のために、泥濘地環境の歩行に関わる性質を明らかにすることを目的としています。

まず、機械力学的な観点からロボットの脚先と泥濘地をひとつのばねダンパモデルと見なし、このモデルの特性を明らかにすることを試みました。次に、流体力学的な観点から流体としての泥濘地が流れによって脚先に抗力をおよぼすとし、脚先の形状によって抗力がどのように変化するかを測定することを試みました。

3.2 泥濘地環境について

泥濘地は流動的で柔らかであり、その性質は泥濘地を構成する物質やその割合で大きく異なります。本研究では水田のように有限の深さを持つ環境を想定しました。この泥濘地環境の性質のうち歩行に関

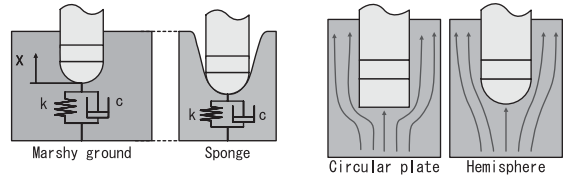


Fig. 4 ばねダンパモデル

Fig. 5 流れモデル

わる性質を明らかにするため、まず、機械力学的な観点からロボットの脚先と泥濘地を Fig. 4 に示すようなひとつのばねダンパモデルと見なしました。次に流体力学的な観点から Fig. 5 のように流体としての泥濘地が流れによって脚先に抗力をおよぼすとした。

泥濘地では泥や水の浸水によりロボットを破損してしまう恐れがあるため、これらのモデルの検証のためにまずスポンジによる仮想泥濘地環境で実験を行い、そこから得られた結果よりロボットに防水加工を施し、実際に水田で用いられている泥で実験を行いました。

3.3 物理的特性検証実験

3.3.1 ばねダンパモデル検証実験

3.2 で述べたばねダンパモデルを検証するため、Fig. 6 に示す実験装置を作成しました。任意の荷重をロボットの脚先と同じ形状のゴムを通して測定対象に加え、測定対称の変化を測定します。この装置によりスポンジと泥を同条件で測定することができ

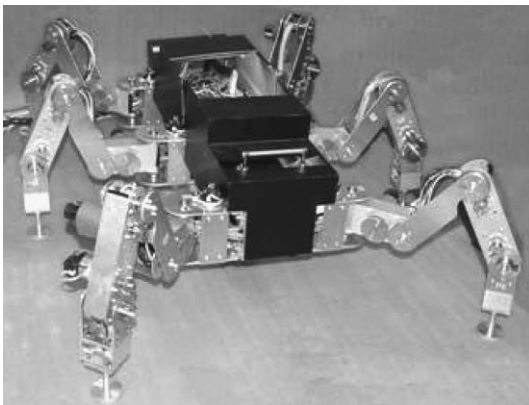


Fig. 3 24 自由度 6 脚ロボット



Fig. 6 実験装置

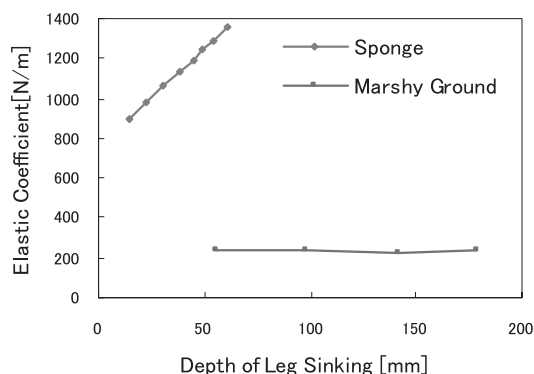


Fig. 7 沈み込み深さによる弾性値

ます．歩行中の脚 1 本に加わる力である 10～80 N の力をスポンジと泥濘地に対して加えその沈み込みの変化を測定し，これらからスポンジ・泥濘地の沈み込み深さによる弾性係数を求めると Fig. 7 のようになりました．

Fig. 7 より，スポンジの弾性係数 k [N/m] は脚の沈み込み深さとともに増加する非線形な性質をもち，脚先の最大荷重となる 80.0 N のときには， $k=1080$ N/m となり，泥濘地の弾性係数はほぼ一定の $k=230$ N/m となることが分かりました．

3.3.2 流れの中の形状抗力の測定実験

歩行時，脚先が泥濘地から十分な反力を得られれば，ロボットは沈み込むことなく安定した歩行を行うことができると考えられます．3.2 で述べたようにロボットの脚先を流体中の物体と考えれば，脚先の形状の変化により形状抗力も変化することになります．この抗力がロボットを支える地面からの反力となるように脚先形状の検討を行いました．Fig. 8 のようなさまざまな形状の脚先をロボットの脚先に取り付け，脚 1 本にスポンジや泥濘地上で歩行動作をさせ実験を行いました (Fig. 9)．

この実験により Fig. 10 のような結果が得られました．泥濘地で大きな変化が見られた断面積最大の円板 (直径 6 cm)・半球・4 つ爪のひづめの 3 パターンを挙げると，最大の反力が得られたのは円板であり 14.21 N でした．次に大きな反力を得ているのは，半球よりも断面積が小さい 4 つ爪のひづめ型



Fig. 8 脚先形状



Fig. 9 実験の様子

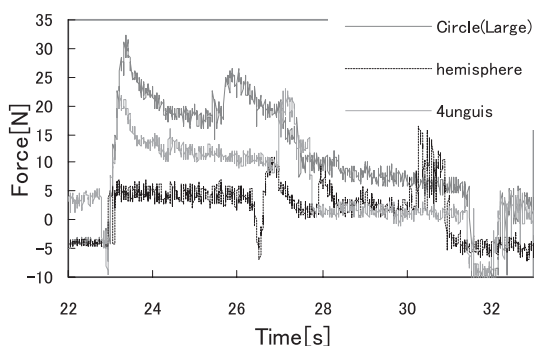


Fig. 10 脚先に加わる力

で 12.94 N となりました．半球の反力は 4.41 N となりました．この結果より，単純に断面積を大きくする以外に形状を工夫することで摩擦などの流体抵抗が増し，泥濘地からの反力を増加させることが可能であるといえます．

3.4 研究まとめ

本研究では，泥濘地歩行を行う際のロボットの脚と泥濘地との関係を明らかにすることを試みました．脚と泥濘地・スポンジをばねダンパモデルと考えた場合，泥濘地においては弾性係数は一定であるがスポンジは沈み込むほどに固くなる非線形の要素をもつことが分かりました．また，泥濘地を流体としてその流れによって脚に抗力を発生させるという考えから，脚先の形状を変化させることで抗力を変化させることが可能であると分かりました．

4. おわりに

今回の講演会参加は 2 回目であったため落ち着いて参加することができました．講演会が大規模な分，色々な方が来られるので専門外の方にも理解し

ていただけるように説明することを心がけました。相手の様子を見ながら説明を進める、今ポスターのどこを説明しているのか分かるよう指し示すなど気をつけました。昨年度の1セッション120分に比べて今回は90分であったのでかなり短く感じました。聞きにきてくれる方もほとんど途切れることなく、コアタイムの45分ではとても説明しきれませんでした。なので、同じ時間帯に発表している同ジャンルの脚式ロボットの講演をあまり見に行けないうという昨年と同じ失敗をしてしまいました。この

辺りはもう少し説明の腕を磨いて要領よくしていきたいと思います。また、違う分野の研究からも、水中ロボットの防水加工技術や、建設ロボットの土掘削技術に用いるための土の性質の解析など、自分の研究に役立ちそうな情報が得られました。

今回の講演会参加では、自分の研究に対する意見に耳を傾けたり、他の方の研究を見ることが余裕をもってできました。今回得られた経験・情報をまとめ、最後の研究に役立てていきたいと思っています。

ROBOMECH 2007 in AKITA に参加して

渡 邊 慎

Makoto WATANABE

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、今年の5月10日から12日まで開かれる ROBOMECH 2007 に参加しました。ROBOMECH は毎年違う場所で開催され今年は秋田県で開催されました。ROBOMECH 2007 は秋田駅に隣接するアルヴェという建物で開催され、私が発表したのは12日の朝一番からで発表セッションは進化・学習とロボティクスでした。このセッションではロボットに動作などを学習させることで制御を行うなどの研究が発表されていました。

2. 研究について

2.1 1脚跳躍ロボットの概要

今回私が発表した研究題名は「学習に基づく3自由度1脚跳躍ロボットの運動制御に関する研究」です。図1は3自由度1脚跳躍ロボットの概略図で

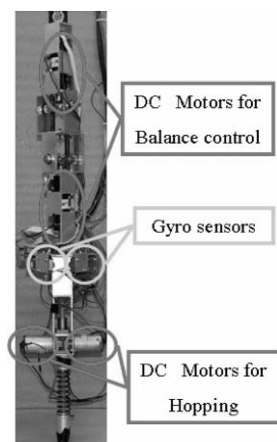


図1 1-Legged Hopping Robot with 3-DOF

す。

3自由度1脚跳躍ロボットはおもに頭部と脚部に分かれていて、頭部と脚部は関節部でつながれています。頭部にはバランスコントロール用のDCモータが2個取り付けられています。脚部には跳躍用のDCモータが2個取り付けられていて、脚部に取り付けてあるねじりコイルばねと併用することで跳躍を可能としています。また、脚部にはジャイロセンサが2個搭載されていて、脚部が床から垂直に何度傾いたかを測定し、頭部に取り付けてあるDCモータのエンコーダにより頭部と脚部の相対的な角度を測定し、脚部のジャイロセンサと併用することで頭部が床から垂直に何度傾いたかを測定しています。

2.2 ニューラルネットワークの概要

ニューラルネットワーク (neural network) とは、脳の神経回路網を数学的にモデル化したものです。図2はニューラルネットワークの概略図です。

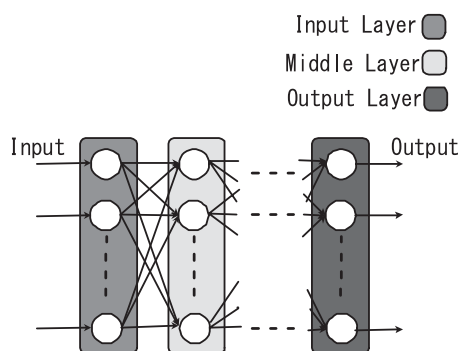


図2 Neural network

ニューラルネットワークは入力層・中間層・出力層の三層から構成されており、それぞれの層にはユニットと層と層をつなぐ結合強度が存在します。入力層はネットワークの外部より入力信号を受け取ります。中間層は入力層または、下位の中間層より入力信号を受け取り、上位の中間層もしくは出力層に出力します。出力層はネットワークの外部に信号を出力します。また、ニューラルネットワークでは、ユニット間に結合されている結合強度を更新することで学習を行います。本研究では、この結合強度の更新に誤差逆伝播法（BP 法）という手法を用いています。

2.3 actor-critic 法の概要

actor-critic 法^[1]は強化学習のアルゴリズムの 1 つで actor は行動を選択するために使われ、critic は actor が選択した行動を評価するものです。actor と critic を分けることで、連続的な行動空間を離散化することなく学習を進めることができ、連続的な行動を出力し状態数も減らすことができます。しかし、強化学習では、状態と行動で表される状態空間を用いて学習を行うため、本研究で制御対象となる 3 自由度 1 脚跳躍ロボットでは状態数が爆発的に増加します。この問題を解決するために、actor-critic 法に階層型ニューラルネットワークを組み合わせ、

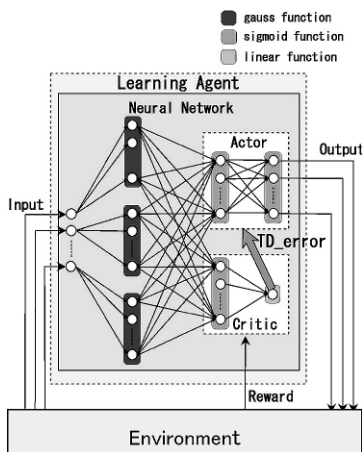


図 3 Learning System

従来の強化学習法では対応できなかった状態数の大規模なタスクを有するロボットの制御にも適用できると考えました。図 3 は actor-critic 法と Gauss-sigmoid neural network を組み合わせた学習システムを表した概略図です。強化学習の自律性、ニューラルネットワークの汎化能力、それぞれの長所を組み合わせることにより、学習能力の高い学習システムの構築ができると考えました。

2.4 車輪型倒立振り子モデルの概要

強化学習の高速化実験に用いた車輪型倒立振り子について説明します。この車輪型倒立振り子は以前、所属研究室で研究されていたものを元にモデルを導出しました。車輪型倒立振り子は図 4 に示すように、振り子と車輪からなります。車輪型倒立振り子の動作は車輪が回転することにより車輪と振り子が並進運動を行い、その並進運動エネルギーにより振り子が回転し、バランス制御を行います。

車輪型倒立振り子の運動方程式を式 (1) と式 (2) に示します。

$$\{(M+m)r^2+J\}\ddot{\phi}+Mlr\ddot{\theta}\cos\theta-Mlr\dot{\theta}^2\sin\theta=\tau \quad (1)$$

$$Mlr\ddot{\phi}\cos\theta+(Ml^2+I)\ddot{\theta}-Mgl\sin\theta=-\tau \quad (2)$$

2.5 学習の高速化実験

強化学習法により制御問題を解く場合、多くの問

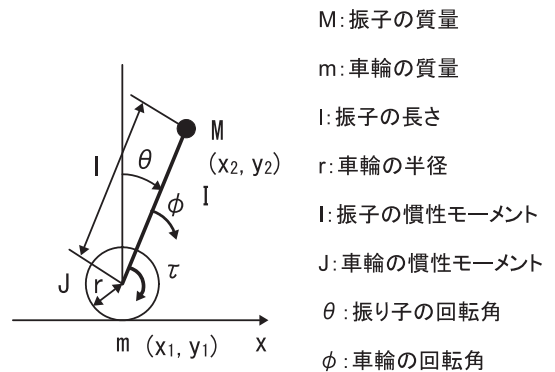


図 4 Wheel Type Handstand Pendulum Model

題で直ちに制御則を獲得することはなく、学習完了までに時間が必要となります。これは、強化学習が始め価値のない状態から、妥当な価値を学習するまでに状態空間を試行錯誤的に探索しながら学習を進めるからです。本研究の制御対象である3自由度1脚跳躍ロボットの構成する状態空間が大きいために学習完了までに多くの時間が必要とすることが予想されます。そこで、本実験では、ニューラルネットワークが結合強度を更新する方法に着目し、2つの手法を用いて学習の高速化を目指しました。実験対象としてバランス制御を必要とする車輪型倒立振子のモデルを用いています。

2.5.1 学習回数の比較

実験として、従来法、更新量を増やした手法1、更新回数を増やした手法2で終了条件を満たした時の試行回数の試行回数の平均値を調べました。この実験を10回行います。表1は実験結果の平均値です。

表1より、どの手法でも、終了条件を満たすことができました。従来法、手法1は終了条件を満たすまでの試行回数では、ほとんど変わらない結果となりました。しかし、手法2は10分の1以下という

表1 Number of Learning Experimental Result

	Established Practice	Technique 1	Technique 2
Episode	2096	2375	161

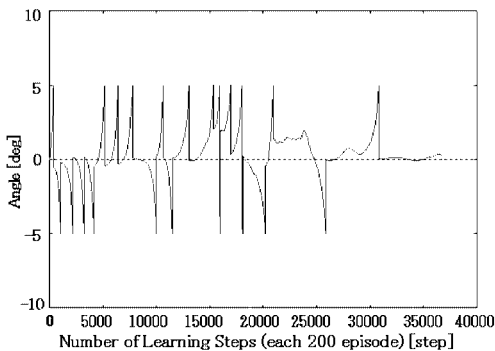


図5 Change of Angle of Established Practice

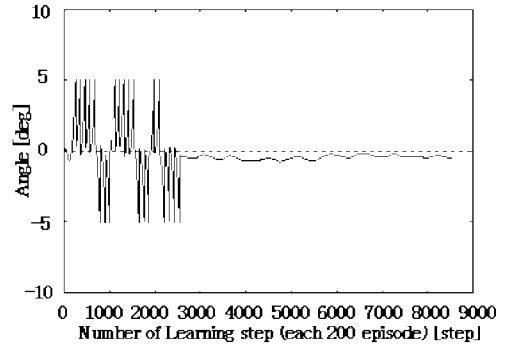


図6 Change of Angle of Technique 1

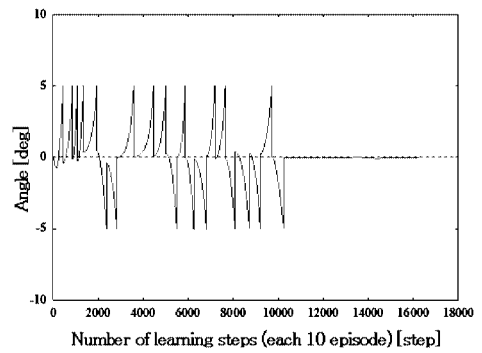


図7 Change of Angle of Technique 2

大幅な短縮となりました。次に図5から図7でバランス制御を獲得しているか実験の収束状態を比較します。

それぞれの手法により振り子の角度が0度に収束していることが分かります。これにより、同様に収束状態が得られました。

2.5.2 学習時間の比較

表2より学習時間は、手法1と手法2と比べて手法2が早い結果となりました。しかしながら、従来法と比べると両手法とも大幅に時間が短縮されていることが確認できます。また、手法1では、学習回数が多いが、学習時間が短い結果となりました。

表2 Learning time of Experimental Result

	Established Practice	Technique 1	Technique 2
Time[s]	830	138	107

2.6 まとめ

本研究では，従来の手法を改良する事により，学習の高速化に成功しました．これは，状態数が膨大となる3自由度1脚跳躍ロボットにも有効であると考えられます．今後は，新しい学習システムを用いて3自由度1脚跳躍ロボットのバランス制御の獲得が課題です．

3. 研究発表について

今回 ROBOMECH 2007 で研究発表をして，大変多くの方が興味をもって話を聞きに来てくださいました．最初は緊張してポスターの前で立ち止まっている人に声をかけられなくて戸惑う場面がありました

が，積極的に質問をしてくださる方がこれれたりして場の雰囲気にもなれることができました．そして，こちらからポスターの前に立ち止まった人に話しかけられることができ，質疑応答が白熱して発表時間が過ぎても議論していました．また，他の大学や企業のブースでも色々な研究の発表を聞くことができて大変貴重な経験ができたと思います．

参考文献

- [1] 中川景太，強化学習に基づく1脚跳躍ロボットの3次元バランス制御に関する研究，龍谷大学修士論文 (2006)

第 25 回日本ロボット学会学術講演会を通じて

大 村 拓 登

Takuto OMURA

機械システム工学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

千葉工業大学津田沼キャンパス（図 1）において 9 月 13 日から 9 月 15 日まで開かれた第 25 回日本ロボット学会学術講演会に参加をしました。この講演会ではさまざまなロボットについての発表が行われていました。講演の時間は各研究につき 15 分あり、発表が 10 分、質疑応答が 5 分でおこなわれます。私の発表のテーマは螺旋路登坂の傾斜センサによる軌道修正の可能性の検討で、14 日の午前 13 時 15 分からの 15 分間でした。



図 1 千葉工業大学

2. 研究について

斜面における自律登坂制御とそのための環境センシングについて研究を行ってきました。今回、螺旋路の自律走行に関してらせん路の中心線に沿った軌道からのずれが傾斜センサを用いて検出できることを見出したので報告をします。

ロボットのロール角やピッチ角を検出する傾斜センサは路面上の軌道からのずれにより個々の出力が変化するので、センサ出力は路面そのものの最大傾斜角度やロボットの進路である最大傾斜角方向について直接的に情報を与えてはくれません。しかしセンサ出力と路面の形状との関係式を導くことで、センサ出力から路面情報を算出し、これを用いてロボットの軌道を修整し、自律登坂することができます。

これまで平らな斜面において、最大傾斜方向からのロボットの進行方向のずれ角とロール角センサの出力との関係式を導き、ロール角センサ出力のフィードバックによりロボットを最大傾斜方向に誘導できることを実証してきました。また、ロール角とピッチ角のセンサ出力から路面の最大傾斜角とその方向を算出し、最大傾斜角の大きさにより直接登坂とジグザグ登坂を自動切換えしながら最大傾斜角方向に誘導できることも実証してきました。

ところで、上記の方法では最大傾斜角方向への方向の制御は可能ですが、軌道の横ずれに関しては制御できていません。このため、誤差が累積すると目標軌道から外れる事が懸念されます。ここではらせん路の走行については、傾斜センサの情報から軌道の横ずれを検出し、それをもとに軌道を修正できる可能性があることを考えました。

螺旋路面は螺旋階段のステップのピッチを無限に細かくしたものと考えられます。すなわち、螺旋中心からの半径線の高さは一定であり、その高さ h は基準線からの水平回転角度 δ に比例し、螺旋のリード l を用いて (1) 式で表されます。

$$h = \frac{l}{2\pi} \delta \quad (1)$$

ここで、螺旋中心を通らない垂直平面による断面を考えてみると、切断線は内側が低く外側が高い上に凸の形状となります。2 駆動輪と 1 キャスター尾輪を持つ移動ロボットを想定し、2 駆動輪が一つの半径線上にあって、尾輪が上記の切断線上にある状態を考えます。このときロボットはその点における最大傾斜方向を向いていますが、ロボットがらせん軌道の内側にあるほど尾輪の位置が低くなり、ピッチ角が大きくなります。つまり、ロボットの旋回半径 r とピッチ角には一定の関係があり、ピッチ角から旋回半径 r が検出できます。ロボットのピッチ角（最大傾斜角）を θ 、車軸から尾輪までの長さを T としたとき、その関係は次式で表されます。

$$r = \frac{T \cos \theta}{\tan\left(\frac{2\pi T}{l} \sin \theta\right)} \quad (2)$$

図 2 に (2) 式によるピッチ角と軌道半径の関係を示します。

以前の検討で、ロボットの姿勢にかかわらず、3 車輪の位置で決定される接平面の最大傾斜角の大きさとその方向はロール角センサとピッチ角センサの値から算出できることが分かっているのです。この最大傾斜角が一定になるようロボットを誘導すれば、一定の旋回半径 r を保つ軌道をロボットに辿らせることができると考えられます。

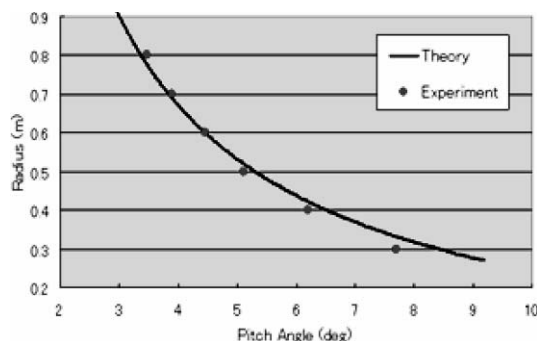


図 2 ピッチ角による軌道半径

つまり、らせん路においては内側のほうが路面の傾斜は大きくなります。このことは路面の傾斜角が分かれば軌道半径が分かるということであり、軌道半径を一定に保つ軌道制御ができる可能性を示しています。一方、平斜面ではロール角センサとピッチ角センサを用いてその地点での路面の最大傾斜角とその方向を検出できることが分かっています。これにより、ロボットに搭載した傾斜角センサを用いてらせん路面の軌道制御ができる可能性を示しました。

3. 講演

3.1 発表について

今回私が発表したセッションは移動ロボットの行動知能でありました。今回のロボット学会は 2 度目の発表だったのですが、前回の研究内容とまったく異なったものなので少し不安があり、発表前まではとても緊張をしていました。しかし、前回の発表より落ち着いて発表をおこなうことができホッとしています。私の発表は理論式が多く、テンプレートを作成するのが難しかったですが、図を多く用いることによって聞いて下さっている方々に分かりやすく伝えようと努力をしました。

質疑応答では、事前に予想をしていた質問があり冷静に答えることができ、その他の質問としてビークルの挙動についての質問が多く、理論式のことについては質問がすくなくりました。

3.2 講演会について

今回の講演会の特徴といたしましては、ヒューマノイドのロボットが数多く研究・発表されていました。ヒューマノイドのセッションは合計 6 つもあることに驚きました。その他にも多彩な発表がおこなわれておりましたが、4 脚ロボットやレスキューロボットなどが少なかった気がします。また、ロボットに感性を持たせようなど心理学的な研究が多く見受けられました。しかし、実用的に使えるようなロボットの研究は少なかった気がします。技術的な研

究ならば、どのように適応することができ、何に役に立つのかを明確にするなど、社会に出たときの実用性を考えなければいけないと思います。今回のロボット学会は発表件数がとても多く、パラレルに発表がおこなわれていたため、見たいものをピックアップしなければなりません。こんなに多く発表をおこなうのであれば、ソフトの面とロボットの構造などのハード面とを分けて学会をおこなったほうがいいのではないかと思います。

4. おわりに

各大学の教授の方々、学生の方々の発表を聞くことができ、新しい世界が広がると同時にこれからのベクトルも感じる事ができて大変有意義な学会になったのではないかと考えています。最後に、私の発表は数式が多く分かりづらかったと思うのですが、多くの方々に聞いていただき、この場をかりて謝辞を述べたいと思います。

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 を経験して

野村 玲子

Reiko NOMURA

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

秋田拠点センターアルヴェにおいて5月10日から12日まで開催された日本機械学会主催のロボティクス・メカトロニクス講演会2007に参加しました。この講演会は、ロボティクス・メカトロニクス分野での国内最大の講演会であり、ロボットに関する最新技術についての特別講演や、ポスターセッションによる研究発表が行われました。

理工学研究科機械システム工学専攻メカトロニクス・知能システム研究グループの研究室に所属している私は、この講演会の2日目に“マイクロロボットのための移動機構の検討”というテーマで研究発表を行いました。本稿では、発表した研究内容と発表した様子について述べたいと思います。

2. 研究について

2.1 背景・目的

近年、診断及び治療技術の高度化が求められるようになってきました。中でも、鏡視下手術（いわゆる内視鏡を使った手術）は、手術の傷跡が小さく、入院期間が短いといった利点があり、急速に普及しています。そのような中、将来、鏡視下手術において体腔内を自律的に移動し治療を行うロボットが期待されています。

体腔内をロボットが移動する上で、移動機構が重要な課題となります。移動手段としては、外部磁場による金属等の吸引が最も現実的であり、実際に研究が行われています¹⁾。しかし、外部磁場を用いる場合、設備が大掛かりになり、また磁場の人体への

影響についての問題があります。そこで本研究では、外部磁場によらず自ら体腔内を移動できる体腔内移動ロボットの移動機構の開発を研究の目標としました。研究の第一段階として、3種類の機構を提案し、それぞれの機構の推進力を比較し、移動機構としての適用の可否を検討しました。

2.2 提案する体腔内移動機構

提案した移動機構は、ドリル型、振動型、液圧型の3種類です。Fig. 1に3種類の移動機構を示します。

ドリル型の移動機構は、Fig. 1 (a) に示すように先端部分がドリル（スパイラル）状になっており、D. C. モータにより先端部分を回転させ、前に進む構造になっています。先端のテーパ角による影響を調べるため、鉛直方向と稜線が成す角度を θ とし、 $\theta=0, 2.5, 5.0, 7.5$ deg の4種類を製作しました。

振動型は、すでに提案されている原理を応用したものです²⁾。Fig. 1 (b) に示すように一定方向に流れのある毛を取り付け、振動モータにより振動を与え、移動する機構になっています。毛の材質の影響を調べるため、ナイロンとプラスチックの毛を用



(a) ドリル型 (b) 振動型 (c) 液圧型

Fig. 1 提案した3種類の移動機構

いました。また、断面形状の影響を調べるため、ナイロン毛について円形断面と楕円形断面のものを製作しました。

液圧型は、Fig. 1 (c) に示すようにかえりのある山型形状で、内部にシリンダーがあり伸び縮みする構造となっています。伸び縮みする際に、返りにより反対側に戻ることを防止して前進する構造となっています。なお滑り防止のため、ゴムを取り付けました。断面形状の影響を調べるため、円形断面を1種類、楕円形断面を2種類製作しました。また、シリンダーのストローク長は15 mm としました。

2.3 実験及び実験結果

2.3.1 実験方法

各移動機構での推進力を計測し、各移動機構に最適な条件を検討すると共に、それぞれの移動機構の比較を行いました。

体腔内移動ロボットの先端部分を体内擬似モデル（冷凍豚肉を解凍したもの）に挿入し駆動させ、推進力をひずみゲージにより測定しました。

2.3.2 実験結果

ドリル型の実験結果を Fig. 2 に示します。推進力は、計測開始後 250 s から 300 s の平均値を取り比較しました。図から分かるようにテーパ角 $\theta = 2.5$ deg で最大推進力が得られることが分かります。

振動型の実験結果を Fig. 3 に示します。振動型は推進力が小さく2枚の食用肉を密着させた状態では

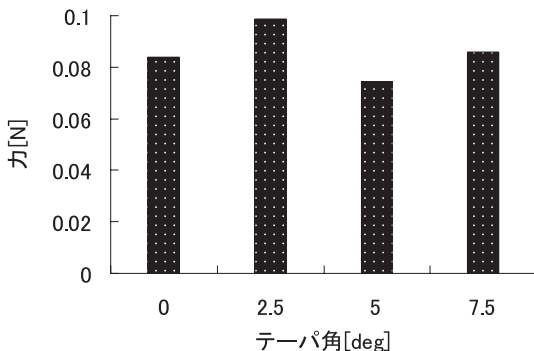


Fig. 2 ドリル型の実験結果

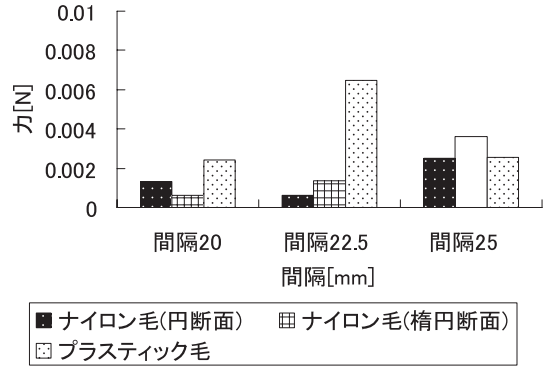


Fig. 3 振動型の実験結果

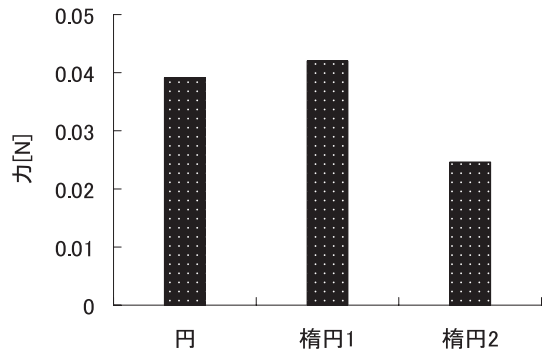


Fig. 4 液圧型の実験結果

移動しなかったため、2枚の食肉の間に20, 22.5, 25 mm の間隔を設け実験を行いました。間隔 22.5 mm において、プラスチック毛で最大推進力が得られることが分かります。

液圧型の実験結果を Fig. 4 に示します。図から分かるように断面1（短軸 16.5 mm，長軸 20.6 mm）において最大推進力が得られることが分かります。

2.3.3 考察

食肉での各移動機構の最大推進力を比較すると、振動型は非常に推進力が小さく、ドリル型が最も大きい推進力が得られることが分かりました。これから、腹腔内で用いる場合を想定した場合、振動型は適さず、ドリル型、液圧型には可能性があると言えます。

3. 発表について

私の発表は11日のプログラムの午前2のセッション

ョンでした。90分の発表時間のうち45分はコアタイムで、コアタイムの間はポスターの前で発表を行います。

初めての学会発表だったので前日まですごく緊張していました。しかし、発表の当日になり他の人の発表の様子を見ると、私が想像していた重苦しい雰囲気とはまったく違い、非常に明るく活発に話し合いがされていました。雰囲気を知った上で発表を行うことができたので、あまり緊張せずに発表にすることができました。

発表において、自分から声を掛けるようにし、口頭説明だけでなく、動画や実物を見ていただき、相手に分かりやすくなるように心掛けました。コア

タイムが45分でしたが、途切れることなく多くの人に声を掛けていただいたので、発表時間90分ずっと発表しました。自分の研究に興味を持っていただいたので非常に嬉しかったです。私の研究に対して興味深いという意見もありましたが、一方で厳しい意見もありました。しかし、厳しい意見ほど今後の研究に役に立つことばかりで非常に有難く思えました。

4. おわりに

ロボティクス・メカトロニクス講演会2007を通して、外部の人に自分の研究を知ってもらい、意見をいただくことにより、研究の課題点や新しい魅力を発見することができました。他にもさまざまな大学の人と研究の情報交換などを行うなど非常によい経験をしました。今後も発表の機会があれば積極的に参加していきたいです。

参考文献

- 1) 野方, 北村, 中木, 犬伏, 森川, “診断治療用マイクロ体内ロボットの腹腔内移動に関する研究”, 第24回日本ロボット学会学術講演会, 2J13, (2006)
- 2) 伊崎, 新妻, 昆陽, 武村, 田所, “繊毛振動によって駆動する能動索状体の開発(繊毛のモデリング)”, ロボティクス・メカトロニクス講演会2006, 1A1-C23, (2006)



Fig. 5 発表の様子

学会へいく

堀 川 和 哉

Kazuya HORIKAWA

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2007年5月10日から12日まで、JR秋田駅隣の秋田拠点センター ALVE（アルヴェ）という会場で開催された、日本機械学会主催「ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007」に参加し、初めての学会発表を経験しました。私のテーマは、「可変翼車輪ビークルの雪上・雪中移動の基礎研究」で「サーチ&レスキューロボット・メカトロニクス」部門にてポスターセッションによる発表を行いました。本稿では、研究内容や学会発表について、また学会で学び得たこと等を紹介します。

2. 研究内容

2.1 背景・目的

可変翼車輪（以下、翼車輪と称す）は、車輪の周囲に取り付けられた翼が周期的に出入りすることにより踏破能力を高めることができる特長を持つ特殊な車輪です（図1）。

翼車輪はこれまで、陸上、水中、そしてその遷移領域である泥濘地での走行性能が証明されてきました。私の研究では、翼車輪の走行領域の拡大を図り、雪に対しての走行性能を検証し、その有効性を証明することを目的としています。雪の路面に対し

高い踏破能力を発揮できるロボットビークルが実現できれば、2次災害の恐れがある救助活動をこのロボットが代替することで、救助活動に大きな貢献が期待できます。

2.2 実験方法・結果

翼車輪単体を用いて雪に対する推進性能を調べるため、図2に示す実験装置を製作しました。また、翼枚数の翼推進力に対する影響を調べるため、図3に示す翼枚数が4枚、6枚、8枚、12枚の4種類の翼車輪を製作し、それぞれ評価を行いました。

これらの翼車輪は外径160mm、幅80mmで翼の最大揺動角度は 44.25° となります。

実験環境を積雪路面と凍結路面に限定し、それらを模擬するため代用の雪を用意しました。積雪路面では密度 $0.46\sim 0.63\text{ g/cm}^3$ の粉砕氷を、凍結路面は人工雪材であるアクリル性吸水ポリマーの粉体を50倍の吸収倍率で水を含ませ、それを凍結させたものを用いました。

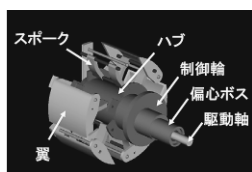
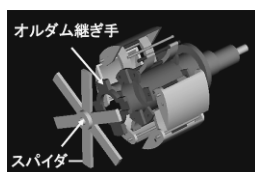


図1 可変翼車輪の構造

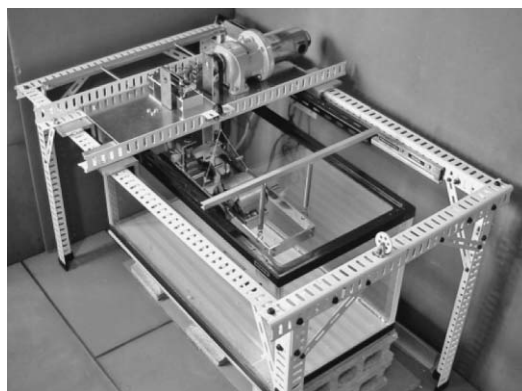


図2 実験装置

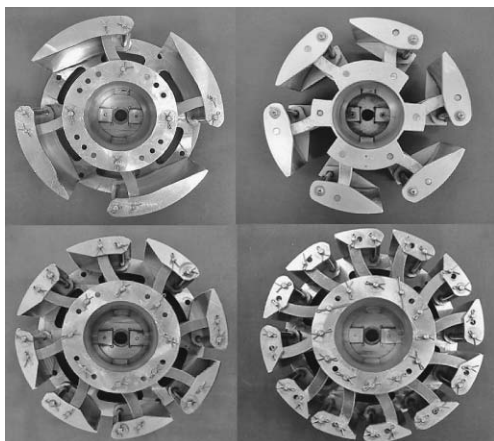


図3 翼車輪の供試体

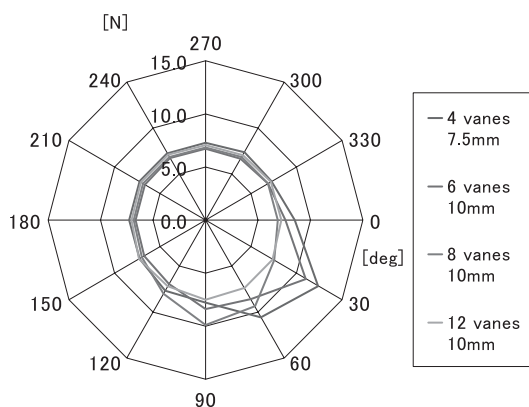


図4 翼の展開方向と推進力の関係（積雪路面）

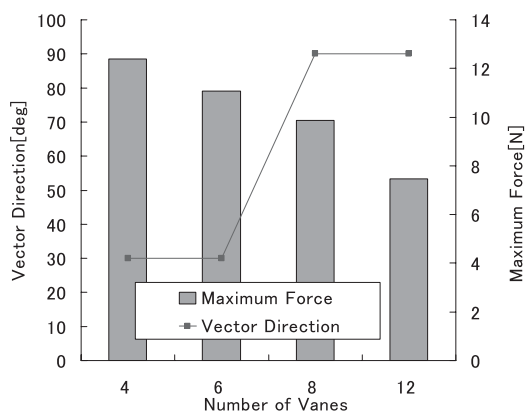


図5 最大推進力（積雪路面）

実験結果は、積雪路面での推進力において図4、図5より翼の展開方向が30° のとき4枚翼で最大推

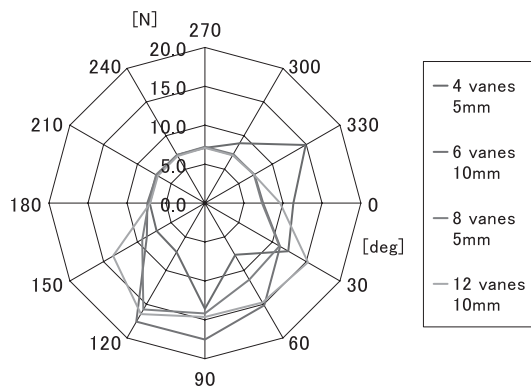


図6 翼の展開方向と推進力の関係（凍結路面）

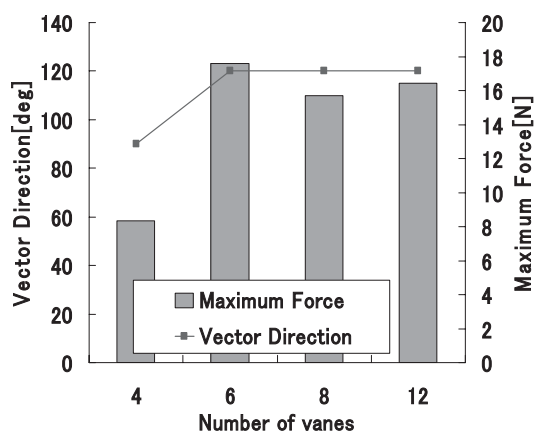


図7 最大推進力（凍結路面）

進力 12.4 N が得られました。また、凍結路面では図6、図7より翼の展開方向が120° のとき6枚翼で最大 17.6 N が得られましたが、いずれの翼枚数においても大きな差は見られませんでした。

2.3 まとめ

翼車輪の雪に対する有用性を証明するため、翼の枚数をパラメータとして、積雪路面と凍結路面を模擬した実験環境において、翼車輪単体での走行性能を評価しました。その結果、翼枚数と車輪の推進力との関係性を示すことができましたが、雪が車輪内に蓄積するという、既存翼車輪の構造上の課題も明確になりました。この課題を克服するためには、車輪内部に掻き込んだ雪を、外部へ効率的に排出できる翼車輪の構造が必要となります。そこで本年度

は、翼制御機構を一端に集約し、翼郭を開放型とする新しい翼車輪を設計製作し、その車輪の雪に対しての評価を移動型実験用ビークルにて行う予定です。

3. 発表

学会最終日、私は「サーチ&レスキューロボット・メカトロニクス」部門にて90分の発表を行いました。図8は発表の様子です。

私の研究のように雪をテーマとしたロボットビークルの研究は前例が少なく、私の所属する研究室内でも初の試みでした。実際に今回参加した学会でも、そのような研究は見当たりませんでした。これを踏まえて、私の研究の新規性の高さを確認することができたと考えています。

発表中は、他大学の教授、学生、一般の方等、多数聴講に来て下さいました。中でも地元秋田の大学に通っておられる学生の方と意見を交わせたことが最も印象に残っています。その方は、雪上を移動できる電動車椅子を開発されていました。新しいプロジェクトで、まだ公表はされていない研究らしく、学会へは情報収集のために来たとおっしゃっていました。雪を用いた実験・評価の難しさや、スリップ防止の工夫など、雪ならではの研究の苦労を共感でき、そして、互いの情報を交換できたことが大きな収穫となりました。

私は発表の際、聴講者に可変翼車輪の構造をより深く理解して頂くために、翼車輪の現物を持って行き、実際に触れて興味を持って頂こうと考えまし

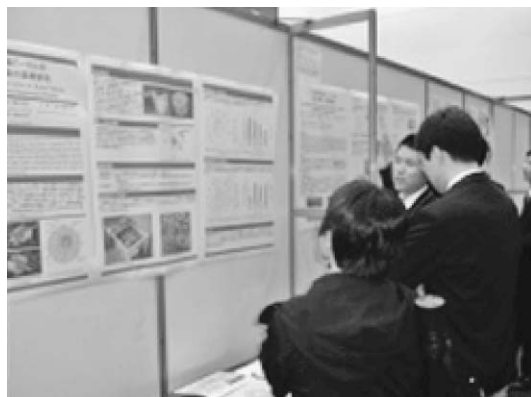


図8 発表の様子

た。結果、大変多くの方に触って頂き、そして、翼車輪の翼の展開構造に対する質問も多数あったことから、翼車輪に興味を持って頂いたと思います。

4. おわりに

雪をテーマとした研究の少なさから、私自身の研究の新規性を改めて実感することができた反面、有効性を証明することの大変さに直面したと思います。発表では、私の研究がまだまだ初期段階であったため、肯定的、および否定的な意見、または改善点等を交えた討論ができず、悔いが残った面もありました。しかし、今回の学会発表は、私にとって自分の研究を世の中に広める第一歩であり、今後の研究のステップアップを図るきっかけにもなりました。現在は研究の方向性も定まり、さらに有効性を証明することに努力していきたいと考えています。

I Participated in the Academic Society in Akita.

前 田 圭 吾

Keigo MAEDA

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

この度、秋田拠点センター ALVE にて開催されたロボティクス・メカトロニクス講演会に参加及び発表を行いました。ROBOMECH in AKITA と題された本年度の講演会は「豊かな社会を拓くロボティクス・メカトロニクス」をテーマとして医工連携を基幹テーマのひとつとしています。この講演会はロボティクス・メカトロニクスに関する国内最大級の講演会であり、龍谷大学理工学部機械システム工学科の3研究室は毎年積極的に参加しています。

講演会において私たちはポスターセッションにて発表を行います。一時間半の発表の間にこの講演会に参加している学生や一般の方なさまざまな方が発表内容を聞きに来られます。ポスターセッションではありますが、学外での初めての発表でしたので、非常にいい機会であったと思います。ここでは、「医療・福祉ロボティクス」のセッション内にて行いました『リンク式キャストの車椅子への適用と段差乗り越え実験』についての研究発表の概要についての報告を行いたいと思います。

2. 研究について

2.1 研究背景

少子高齢化が深刻な問題となっている今日、福祉機器の開発が期待されています。そこで車椅子に着目しました。車椅子は3 cm 程度の段差でも乗り上げることが困難なために、車椅子利用者の行動範囲が狭まります。この問題を解消するために車椅子の段差乗り越え機構の研究をしてきました。



図 2.1 ヒンジ式キャスト搭載車椅子

車椅子の前輪は旋回のために車輪径を大きくすることができません。段差を乗り越え易くするにはモータなどのアクチュエータを用いて解消することはできますが、高価になり、さらに重量の増加も招きます。そのようなことをしなくても、車椅子の前輪に何らかの機構を取り付けることで数 cm 程度の段差の乗り越えは可能であると思われます。

過去に行った段差乗り越え機構の一つとして、図 2.1 に示すヒンジ式キャストがあります。この機構は段差にキャストがあたることでキャストが取り付けられたヒンジが開き、それによって車体を持ち上げられます。そのまま進むことで車椅子は段差を乗り越え、開いたヒンジは取り付けられたばねによって閉じることになります。

私の研究では4節のトグルリンクを利用した段差を乗り越え機構を考案しました。この機構はトグルリンクの原理より、リンクが開くことで車体を持ち



図 2.2 リンク式キャスター搭載車椅子

上げる力が無限大に発生します。さらにリンクの先端が段差の面に接触してさらに車体を持ち上げる力を得ます。そのまま進むことで車椅子は段差を乗り越えることができ、段差を乗り越えた車椅子はリンクの取り付け位置の関係によって開いたリンクが元の状態に復帰します。ヒンジ式キャスターでの段差乗り越え実験では乗り越え易さを速度によって評価していましたが、リンク式キャスターでは動的な評価よりも静的な評価で行うのが適当であると判断し、段差乗り越え実験を力で評価しました。リンク式キャスター搭載車椅子を図 2.2 に示します。

この車椅子を用いて段差乗り越え実験を行った結果を図 2.3 に示します。この結果から、通常の子車椅子よりも小さな力で段差を乗り越えることが可能ということが実証できました。さらに、この車椅子のキャスター径は 170 mm であるので、理論限界であるキャスターの車輪半径以上の段差も乗り越えることが可能ということが分かります。実際の高さ 85

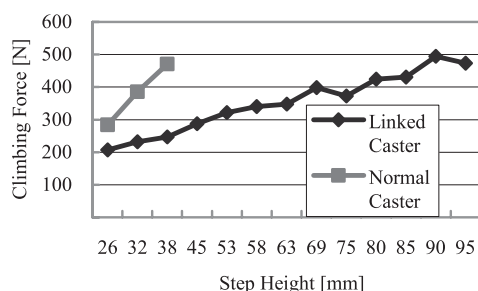


図 2.3 リンク式キャスター段差乗り越え実験結果

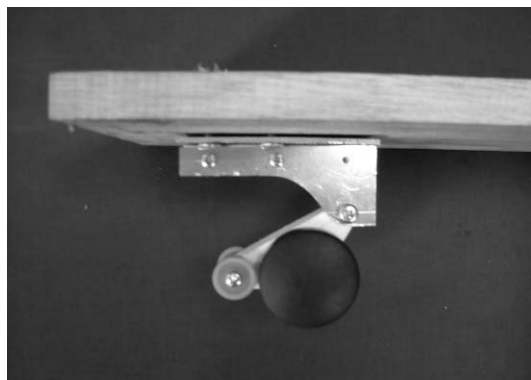


図 2.4 改良型ヒンジ式キャスターの模型

mm の縁石を乗り越えることも確認できました。

リンク式キャスターの実験を進めていく上で新たな段差乗り越え機構を考案しました。図 2.4 に示す改良型ヒンジ式キャスターです。これは模型ですが名の通り、ヒンジ式キャスターを改良し、リンク式キャスターの段差乗り越え後のリンク復帰の位置関係から得た知識を活かした機構です。段差にあたったキャスターが反発力を受けて、キャスターに取り付けられた白いレバーが開きます。それで先端の小車輪が段差にあたって車体を持ち上げ、段差を乗り越えます。図 2.4 に示すように、従来の機構よりも構造が簡単となっています。ヒンジ式キャスターと動作は同じですが、ばねを必要とせずにレバーを閉じることができます。

この模型を用いて段差乗り越え実験を行った結果を図 2.5 に示します。縦軸が乗り越えに必要な力で、横軸が段差の高さです。この結果から、通常の

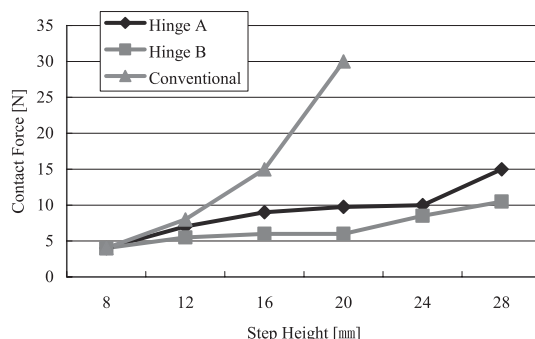


図 2.5 改良型ヒンジ式キャスターの模型実験

キャスターよりも小さな力で段差を乗り上げることができるとことが分かりました。また、車輪半径以上の段差も乗り上げることができました。

実験結果から、この機構は段差乗りに有効であると思われるので、実際に車椅子に取り付けて評価する必要があります。現在、実機への搭載に向けて取り付け方法や強度計算を行っています。

3. 発表について

ポスターセッションは90分間であり、前半の45分間は他の発表を見ることができますが、後半の45分間は各自のポスターの前で発表内容を聴きに來られた方に説明します。45分間で途切れることなく色々な方が説明を聞きに來られました。私の発表を聞きに來られた方は、おそらく、事前に要旨集などで興味を持たれて來られたと思います。私の発表のセッションである医療・福祉関係の発表数は講演会においても特に発表数が多い分野です。その中でも

私の発表に興味を持たれて、説明も十分にできたので自分ではいい発表ができたと思っています。将来、企業でも発表の機会は必ずあるので、これからは学外の講演会には積極的に参加し、自信をつけて、よりよい発表ができるように努力したいと思います。

4. おわりに

今回、学会というものに初めて参加しましたが、発表に対しては特に緊張することなくできました。それは、自分の研究に対して自信を持っていたからであり、自分の研究であるのですべてを理解してしかるべきです。今後、発表をする機会があっても、誇りをもって研究をすることで、堂々とした発表態度で挑むことができることが分かりました。これからも分からないことをあやふやにせず研究を進めていきたいと思っています。

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 を経験して

松 田 祥 士

Syoji MATSUDA

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

5月10日から12日にかけて秋田県でロボティクス・メカトロニクス講演会2007が開催されました。

本講演会は大学・企業等がロボットに関する研究についての発表を行う場で毎年さまざまな分野のロボットの発表が行われています。

私は講演会2日目にアミューズメント・エンターテイナーロボットというセクションで「7自由度人間型ロボットアームによるバイオリン操弓動作」というテーマで発表を行いました。

本稿ではおもに発表内容及び、発表での様子を述べたいと思います。

2. 研究概要

近年のロボットは産業用のロボット以外にも人間とのコミュニケーションを目的とする等、人間に快適性をもたらす役割を持つようなロボットの開発が行われています。その1つにロボットに楽器演奏を目指した研究があります。本研究は、楽器演奏の中でもバイオリン演奏に着目し、研究室で開発した人間と同等の自由度を持ち、一般的な成人男性とほぼ同等の寸法を持つ人間型ロボットアームにバイオリン演奏を行わせる事を目指しています。また、バイオリン演奏を通じて、人間の持つ感性という感覚を表現する能力をロボットに持たせることが、本研究の最終的な目的となっています。

バイオリン奏者は演奏する際の弓が弦にかける圧力（弓圧）や、弾く速度（弓速）、弾く位置（サウンディングポジション）によって絶妙な音の変化を

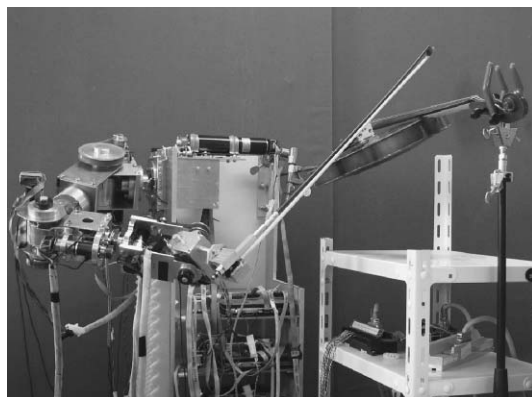


図1 7自由度人間型ロボットアーム

つけています。これより、人間型ロボットアームが演奏した音と弓圧や、弓速、サウンディングポジション、アームの関節角度の変化の関係にどのような関係性があるのかを調査し、ロボットアームの動作をより人間らしいものに近付けることを目指しています。

3. 講演会

3.1 発表内容

今回の学会では、バイオリン演奏ロボットについての概要、及び昨年度おもに取り組んだロボットアームの動作プログラムとハードの改良について発表を行いました。

昨年度までのロボットアームは複雑な形状のため加工精度の低い部品や、機構的問題があり、ロボットアームの滑らかな動作を阻害している箇所がありました。このため近年、大学に導入されたNC工作機を用いた加工精度の向上によるガタの減少と機

構的な問題がある部分の再設計，加工を行い，より精度の高い滑らかな動作が可能となりました。

バイオリン演奏を行う上でロボットアームの動作を決めるプログラムはロボットアームに把持した弓が直線軌道を描く動作を行うプログラムを作成しました。これは，バイオリンは演奏時に弓が弦に対し垂直に弾かれることで最もきれいな音を奏でるといわれているためです。7自由度ロボットアームの逆運動学を解いた関節角度データを用い，ある単位時間ごとにロボットアームの各関節に取り付けられたモータの出力を更新する事により，直線軌道動作を行わせる事に成功しました。

また，昨年度までのロボットアームは初期位置の設定を手動で行っていた為，ロボットアーム動作前から動作に誤差が出ており，同一プログラムでも同じ動作を行えず，演奏時の関節角度等の測定結果が正確に得られませんでした。このため，新たに光電センサーを用いた初期位置設定システムを各関節に組み込みました。これにより従来の初期位置設定に比べ動作前の時点での誤差をほとんどなくす事に成功し，再現性のある動作が可能となりました。

3.2 実験

昨年度の研究ではロボットアームによるボーイング動作と人間によるボーイング動作で生成された音の違いを比較・評価しました。バイオリンはサイレントバイオリン（YAMAHA：SV-120 BR）を使用し，ボーイング動作で生成された音をパソコンに取り込み，音声分析ソフトウェアである WaveSurfer で音声解析を行いました。人間によるものが図2，ロボットによるものが図3です。図の上部が音声波形，下部が周波数分析結果を表しています。

波形について人間のものはボーイング開始から終了にかけ，なだらかな曲線ですが，ロボットによるものは波形に約 0.25 s 毎に周期的なうねりが発生しました。これはロボットアームの動作により生じた振動が把持している弓に伝わり弓と弦の摩擦が変化したためだと考えられます。弓の固有振動数を測定

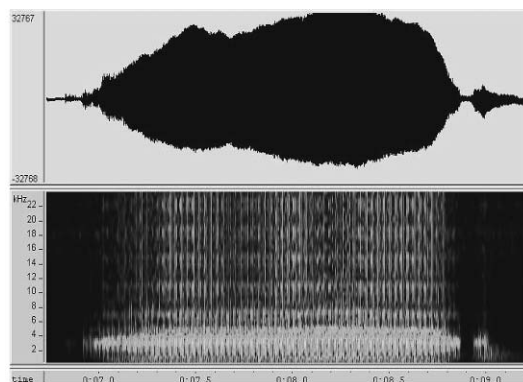


図2 人間によるボーイング

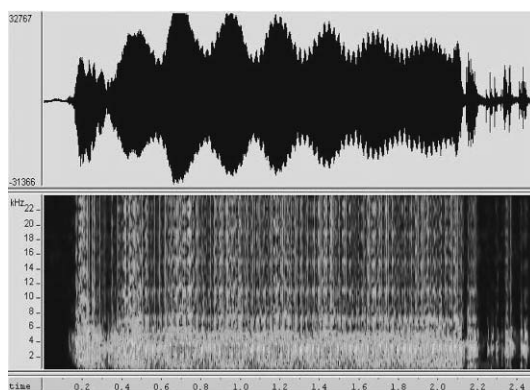


図3 ロボットによるボーイング

したところ，約 4 Hz であったことから，弓が振動することが原因と考えられます。人間の場合は指先による柔軟な把持を行っているため，弓の振動を手首や指先が吸収しボーイング動作への影響を減らしていると考えられます。人間ものは初心者によるもので，この時のボーイング動作で若干発生する音の変化も，熟練者になるほど弓の把持を柔軟に行うことができるため，弓の振動による演奏への影響を減らせると考えられます。

3.3 発表について

発表はコアタイム制を採用しており，1セッション 90 分間でそのうちの 45 分がコアタイムでした。発表はコアタイムの間だけで良かったのですが，多くの人から質問を受け，できるだけ多くの人に自分

の研究を知って頂きたかったのでセッションの制限である 90 分間、発表を行いました。

発表自体は当初思っていたほど大変なものではなく、多くの人に研究に対し興味をもっていただくことができました。

質問はおもに制御方法や研究の現状や今後の展開について聞かれる方が多かったです。このような質問は以前から聞かれることがあるものも多く、あらかじめ答えを考えていたので返答の難しい質問は無かったように思います。しかし、私の研究は音楽演奏を行うロボットということで楽器演奏経験者からの質問も多く、私が楽器演奏の経験が少ないことから返答に詰まる質問もあり、楽器演奏についても勉強する必要があると実感しました。

また、楽器演奏を行う上で苦勞したことや、難しい点を聞くことができ、また研究が進展することを楽しみにしていますといった励ましの言葉を頂くこともありより一層研究に力を入れていこうと思いました。

講演会全体を通して見ての感想としては歩行ロボットが多く見受けられたような気がします。それは従来から研究されていたロボットを用いた物や、新機構で歩行する物などさまざまでした。

また、ロボティクス・メカトロニクス講演会といってもその発表内容はロボットや機構に限らず、ロボットや機構の開発に至るまでの初期の実験の成果やインターネットを用いた通信システムについてなどその分野はかなり幅広く、多くの方の研究発表を



図 4 発表風景

見ることで新しい構想や今まで研究で疑問に思っていた事も知ることができました。

4. おわりに

初めての学外での発表となったロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 を経験し、実際に発表を行ってみて多くの人に発表を見ていただき今まで気付かなかったような意見もあり、また他の大学・企業の方の研究発表を公聴することができ自分の研究に行かせるアイデアを得ることができ、今後の研究にとって有意義な発表になりました。

人前での発表の実戦経験をつむことができ、自分に足りないもの、改善していくべき問題を知ることができ、今回の学会での発表は非常によい経験になりました。

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 を経験して

森 陽 平

Yohei MORI

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は5月10～12日に秋田拠点センター ALVE で開催された日本機械学会主催のロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 に参加しました。この講演会では、理学・工学・医学など、さまざまな分野のロボットに関する研究発表をポスターセッション形式で行います。

私はこの講演会の2日目に研究発表を行いました。本稿では発表した研究内容と発表時の様子について述べていきます。

2. 研究について

2.1 背景・目的

近年、4足ロボットの研究は盛んに行われていて、ウォークやトロットといった歩行に分類される歩容だけでなく、走行に分類されるギャロップ歩容も実現されています。また、歩行から走行へ遷移できるものも存在しています。しかし、これらの4足ロボットは、実際の動物の動きと異なった伸縮型機構を用いているものがほとんどです。

実際の4足動物は移動する際、移動速度に応じて歩容パターンを変化させることにより、単位距離当たりのエネルギー消費量を最適化して移動していると言われています。分かりやすく言えば、各歩容の最適な速度で移動している場合、1km 歩いても走っても消費するエネルギーは同じということです。

本研究では上述したエネルギー消費量の特性を利用するために、動物の機構に準じた回転関節機構を採用しています。また、本研究では4足動物の首の

運動が、歩行や走行の足の運動を補助しているのではないかと考え首関節機構を搭載しました。

以上のような考察の下、これまで本研究では、首関節機構を有する4足ロボット「龍馬」を製作し、ウォーク、バウンド歩容に成功しました。しかし、首を振ることにより前脚に大きな負荷が加わったことで、前脚が破損する等の問題点が発生しました。

そこで今回私は、前脚を中心として行ったハードウェア再設計と、首を振り運動のウォーク歩容への影響について本講演で発表しました。

2.2 ハードウェアの改良

前脚は2.1で述べたように負荷増大による強度不足が原因で破損したので、強度を上げるために脛部の部材の肉厚を増やしました。しかし、これでは前脚の質量は大きくなり、動作が遅くなってしまうという問題が出てきたため、脚に固定されていたひざ駆動用モータを胴体に配置することにしました。これらにより、Fig. 1に示す前脚が完成し、強度の増加と軽量化が達成できました。

また、昨年度の首関節機構は首を振った時に頭部が一定の角度を保ち、鉤のような動きになってしまっていました。この頭部の挙動が原因で脚への負荷が大きくなっているのではないかと考えました。そこで受動関節を増やすことにより頭部が常に前方向に向くようにしました (Fig. 2)。

これらの改良を行った本年度の実機の全体を Fig. 3に示します。

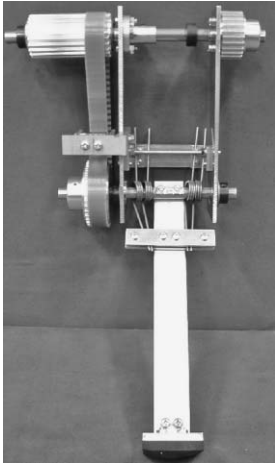


Fig. 1 前脚

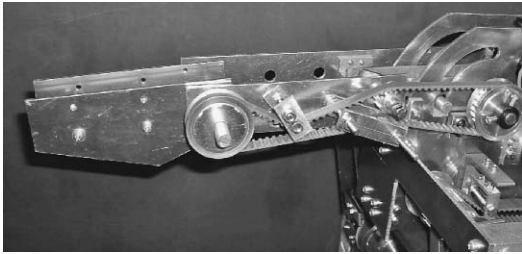


Fig. 2 首関節機構

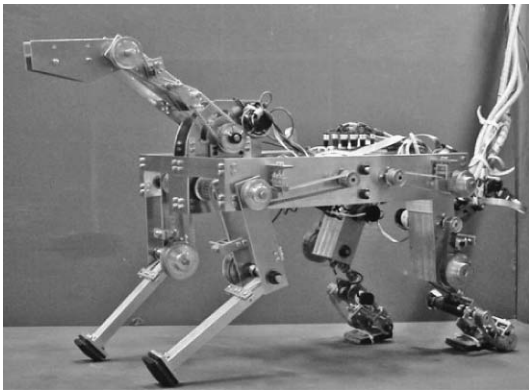


Fig. 3 4足ロボット「龍馬」

2.3 首振り運動のウォーク歩容への影響

改良した4足ロボットでウォーク歩容を行いました。ウォーク歩容とは、右後脚→右前脚→左後脚→左前脚の順番で脚を運ぶ歩容です。首は45度に保ち続けた場合、右後脚を蹴る時に60度まで振り上

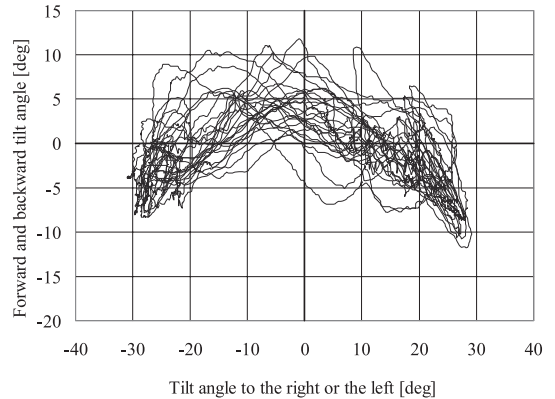


Fig. 4 胴体の傾きの軌跡 (首振り運動なし)

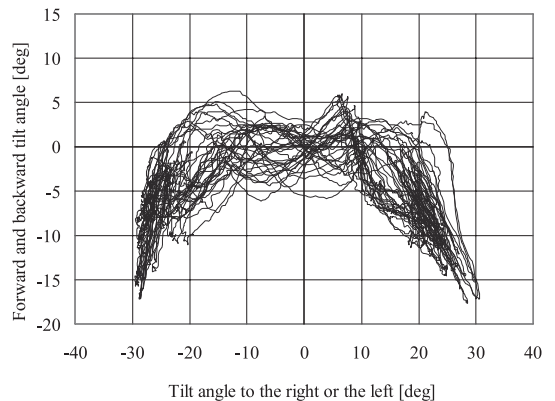


Fig. 5 胴体の傾きの軌跡 (首振り運動あり)

げ左前脚を振り上げる時に30度まで振り下げるという首振りを行った場合の2パターンを用いて実験しました。

どちらの場合でもウォーク歩容の実現は可能でした。実際に首の運動がどのような影響を及ぼしているのか評価するために、前後左右の傾きのデータを傾斜角センサーで計測しました。Fig. 4は首を45度に保った時、Fig. 5は首振りを行った時の前後左右の傾き角度の軌跡です。横軸が左右の傾き、縦軸が前後の傾きを示しています。また、プラスの値は左方、後方への傾き、マイナスの値は右方、前方の傾きを意味します。

首を固定した時も、首振り運動をした時も左右の傾きは共に約 ± 30 degが最大値になりました。しかし、首を固定している時は後方に傾いている割合

が多いのに対して、首振り運動をした時は前方に傾いている割合が多いことが2つのグラフより読み取れます。また2つの図を比べると、首振り運動をしている時の軌跡は、首を固定している時の軌跡より安定しており、首を固定している時より首振り運動をした時のほうが安定した歩容になっていると言えます。

3. 発表について

私の発表は11日のプログラムの最初のセッションでした。90分の発表時間のうち45分はコアタイムというものがあります。コアタイムとは、各自割り振られた時間内ではポスターの前で発表しなければなりません、それ以外の時間では他の研究発表を見に行ってもよいというものです。私は後半45分がコアタイムでした。

発表では、ポスターを見ている方に積極的に声をかけていくことを心がけました。その結果、たくさんの方に私の発表を聴いていただくことができました。

また、中には私の考えてなかった意見をくださった方もいて、とても貴重な時間を過ごせたと思います。

発表終了後は、さまざまな研究の講演を聴きました。中には自分の研究に繋がるようなものもあり、とても多くの刺激を受けました。また、他大学の方の講演を聴いて自分の無知さ、講演での説明の未熟さなど多くのことに気付かされて、大変勉強になりました。

4. まとめ

ロボティクス・メカトロニクス講演会への参加は大変有意義なものであったと思います。他の研究について知ること、さまざまな研究をされている方との討論など普段なかなかできない貴重な経験ができたからです。この講演会で得たことをこれからの研究に活かし、多くの方に認められるような良い成果を出せればと思います。

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 in 秋田

中 村 睦

Makoto NAKAMURA

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

日本機械学会が主催する、ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 が 5 月 10 日～12 日にかけて開催されました。正確には一日目はチュートリアルと懇親会しかなく、講演会が行われたのは 11 日と 12 日の 2 日間です。この講演会はロボティクス・メカトロニクスに関する国内最大の講演会であり、ポスターセッション形式で研究発表を行います。今年は従来のような大学のキャンパス等とは異なり、秋田のセンター街である ALVE という場所で、過去最高数の 918 件の講演が行われました。各研究につき講演時間が 1 時間半割り当てられています。そのなかでもコアタイムという公演時間の前半、もしくは後半の 45 分の時間があり、発表者はその時間は必ずその場にいないわけにはいきません。

私はこの講演会の『サーチ&レスキューロボット・メカトロニクス』というセッションで『可変翼車輪ビークルの独立懸架・操舵機構』という題目で研究発表を行いました。

本稿では今回講演を行った研究の内容と講演会当日の内容について述べます。

2. 研究内容

2.1 研究背景と目的

さまざまな災害を想定したビークルが研究されていますが、その多くは地震災害などの陸上の事態を想定しており、河川や海などでの水難救助を想定したレスキュー用ビークルはほとんど見るできません。この場合のレスキュー用ビークルには平

地、不整地、泥濘地、砂地、水上とさまざまな環境を踏破できる機能が必要とされます。そのため、これらの環境をひとつの移動機構のみで踏破することを目的として、車輪の周囲に周期的に翼を展開させることで、車輪でありながら段差の乗り越えや軟弱路面や水上での推進力の確保を可能とする翼車輪を用いたビークルの研究を行っています。

翼車輪ビークルは地上では不整地を走行することを前提としているため、凹凸の激しい面での高い接地能力と衝撃緩和能力が必要とされます。そのためこの二つの問題点を解決するために、乗用車にも用いられている独立懸架機構を用いたサスペンションを車体に搭載することにしました。また同時に新しく車体の旋回方法をラック・ピニオン式のステアリングに変更することにしました。ただし、翼車輪ビークルにサスペンションを搭載すると、車体と車輪との間の距離が変動してしまい、従来のようにギアを用いた翼への駆動伝達が行えなくなってしまうため、新しくワイヤを用いて翼への駆動伝達を行おうと考えました。

今回はワイヤによる駆動伝達機構とこの機構の搭載を前提としたサスペンション、ステアリング搭載ビークルを別々に製作し、それぞれの評価を行いました。

2.2 ワイヤを用いた駆動伝達機構の実験結果

ワイヤを用いた駆動伝達機構の実現可能性を検証するために、図 1 のような実験装置を製作しました。翼車輪は図 2 のように偏心ボスと制御輪という回転中心が偏心した二つの円柱を回転させることで

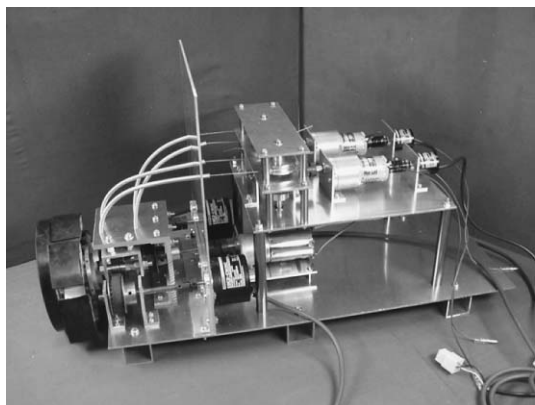


図 1 制御部実験装置

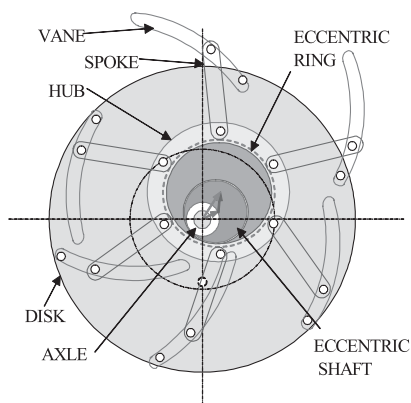


図 2 翼車輪の構造

翼の展開制御を行います。そのため、偏心ボスと制御輪の回転をタイミングベルト・プーリで取り出して回転角度を円コードで読み取ることで入力角度と出力角度の比較を行いました。

実験結果は図 3 のように入力角度に対して両方の出力角度が追従し、この機構の実現可能性を提示することができました。しかし、初期に遅れが生じるなどの課題も見つかりました。

2.3 ビークルの実験結果

実験装置として図 4 のようなサスペンションとステアリングを搭載した翼車輪ビークルを製作しました。実験ではサスペンションを二通り用意して、それぞれについて実験を行いました。

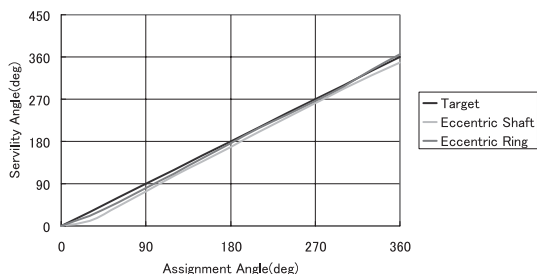


図 3 実験結果

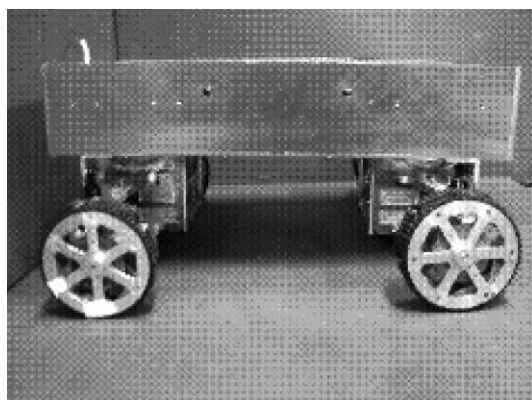


図 4 翼車輪走行車

不整地走行実験ではどちらのサスペンションを用いた場合でもサスペンションを用いていない状態よりも走行速度が速くなり、サスペンションの有用性が証明できました。

段差乗り越え実験では、片輪だけ段差を乗り越える場合ではどちらのサスペンションを用いた場合でもサスペンションがついていない場合よりも高い段差を乗り越えたのですが、両輪が段差を乗り越える場合ではサスペンションの有無による乗り越え段差の高さに明確な差がみられず、サスペンションの有用性が証明できないという課題が見つかりました。

車体の最小旋回半径を調べる実験ではどちらのサスペンションを用いた場合でも理想値よりも 200 mm 前後最小旋回半径が大きくなってしまい、今回製作したステアリングには改良の余地があることが分かりました。

3. 講演会当日

3.1 自分の発表について

私の発表は12日の一番最後の日程に行いました。初めての学会発表で少し緊張しつつ気楽にいうと、人に見にこられるのを待っていました…が見てくれた人は予想外に少なかったのです。隣で雪上翼車輪の研究発表を行っていた同研究室の堀川の半分にも満たない数でした。そのため、あまり人に見に来てもらえなかった原因を私なりに考察してみたと思います。

やはり、最大の問題は見に来てくれる方の呼び込み不足にあったと思われます。私はポスターを見ておられる方に積極的に声をかけず、質問をしてこられる方のみ対応していました。そのため、ポスターを見るだけで次に行ってしまう方を呼び止めることができず、結果として見に来てもらえる方が少なくなってしまうと考えられます。ここではもっと自分の研究を積極的にアピールし、声をかけるべきでした。特に翼車輪は本研究室で独自に製作された車輪で認知度は高くありませんから、なおさらこのような積極性が必要でした。次の機会には自分からもっと自信を持ってアピールしていきたいと思っています。

そしてポスターにかなり表とグラフを多く乗せてしまったため、実験結果を分かりやすくするための表とグラフがポスターを見にくくしてしまうという皮肉な構成になっていたのも失敗でした。もっと製作した装置の図を前面に押し出すべきでした。

ただ、実際に発表を見てもらえた方には例外なく興味を持ってもらえ、実際に翼車輪を渡すとかなり感心した様子で見てもらえました。中には翼車輪をデジカメで写真をとっていかれた方もおられたくら

いです。そのため、翼車輪という機構を紹介するという面においてはかなりよい結果となりました。

3.2 他の発表について

今回見てはじめて思ったことは、今年は1セッションが2時間から1時間半に短縮されたのですが、かなり時間が短く感じたことでした。本格的に説明を聞くと20~30分はかかってしまうため、ほんの一部しか見ることができないのです。特に分野ごとに研究が分けられていますから、分野が一緒だったりするとなおさらです。来年からは元の時間に戻してもらえたらなと感じました。

私はまずワイヤの使用法の参考にするためにワイヤ駆動ハンドを見にいきました。ワイヤ制御で精度を出す方法やワイヤを使用するデメリットなどを教えてもらい、とても参考になりました。大学院から研究テーマを変更して水中翼車輪の研究を行うため、水害についての研究がどれくらい進んでいるのかも見て回りました。しかし、水中ロボットやレスキューロボットを見て回っても水害について触れているものはほとんどなく、あまり参考にはなりません。そして同時に研究テーマとして可能性が大いにあるのではないかと感じました。

ほかにも見ているだけで面白そうな研究がたくさんあり、特にあてがなくても学会に来るメリットは大いにあると思います。

4. おわりに

今回の講演会ではいろんな人の意見や研究を聞くことの大切さ、そしてポスターセッションの難しさなど多くのことを得ることができました。今回の講演会で学んだことを今後の研究活動に役立てていきたいと思っています。

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 に参加して

鍋 島 広 昭

Hiroaki NABESHIMA

機械システム工学専攻修士課程 1 年

1. はじめに

私は 2007 年 5 月 10 日～5 月 12 日に秋田県秋田市の秋田拠点センター ALVE で開催されたロボティクス・メカトロニクス講演会に参加しました。この講演会は、ロボティクス・メカトロニクス分野で国内最大の講演会であり、多くの参加者でにぎわっていました。この講演会はすべてポスターセッションとなっており、活発な意見交換が行われていました。わたしはそこで「3 自由度 1 脚跳躍ロボットの設計と試作」の発表をさせていただきました。

2. 研究内容

2.1 研究背景と目的

学会で発表した研究内容について述べさせていただきます。脚型ロボットの汎用性は高く、さまざまな場所で使用することができますと考えられます。現在研究されている脚型ロボットは外乱に弱く不安定なものが多いので、姿勢制御を行うことによって脚型ロボットが倒れにくくなり、多種多様な範囲で行動できるのではないかと考えました。そこで、脚型ロボットを最も単純化した 1 脚跳躍ロボットを用いました。1 脚跳躍

ロボットは連続した跳躍が可能な跳躍機構、バランスをとるための 2 自由度の関節機構が必要となります。また、それぞれの重心の位置を考慮にいれ、全体の重心の位置が脚先面上に来るように設計をおこないました。そして、図 1 のような 3 自由度 1 脚跳躍ロボットを試作し、その動特性の検討を行いました。

2.2 3 自由度 1 脚跳躍ロボットの構成

2.2.1 3 自由度 1 脚跳躍ロボット

頭部、脚部からなるこの 1 脚跳躍ロボットは、頭部に縦向きに関節用 DC モータ (2 個) があり、それぞれにエンコーダが付いています。このエンコーダによって関節の角度を検出することができます。また、脚部には跳躍用 DC モータ (2 個)、ジャイロセンサ (2 個) が取り付けられており、ジャイロセンサで角速度を検出し、その値を積分することで地面に対するロボットの角度を計測することができます。表 1 に 1 脚跳躍ロボットの緒元を示します。

Table 1 Spec. of 1-legged hopping robot

全長 [mm]	860
頭部の長さ [mm]	400
脚部の長さ [mm]	460
胴体部の質量 [kg]	2.65
脚部の質量 [kg]	1.23
全体の質量 [kg]	3.88

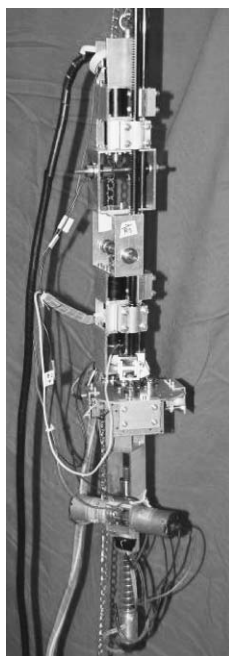


Fig. 1 1-legged hopping robot with 3-DOF

2.2.2 脚部の機構

連続した跳躍を行わせるための機構として図 2 の

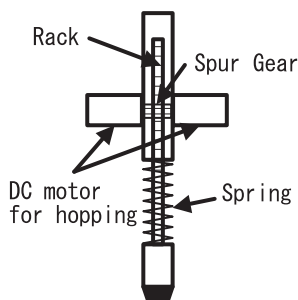


Fig. 2 Structure of active-suspension type leg

ようなアクティブサスペンション機構を採用しました。この機構は、ばね、ラック&ピニオン、DC モータ（2 個）で構成されています。モータの回転運動の力をラック&ピニオンで直進運動に変えることで、脚を伸び縮みさせられます。また、着地時にばねに蓄えたエネルギーを一気に開放させることによって、より大きなエネルギーを 1 脚跳躍ロボットに与えることができます。さらに、モータにダンパの役割を持たすこともできます。これらの特性を活かし、跳躍、軟着地を繰り返させることができ持続的な跳躍が可能な跳躍機構としました。

2.2.3 関節部の機構

関節部は、図 3 (a) (b) のようにラック&ピニオン、球面軸受けを用いたリンク機構となっています。アクチュエータを駆動させるとラックが上下に移動し、左右に脚部を振ることができます。このモジュールを 2 つ用いて 360 度関節を駆動させることができる 2 自由度の関節を構成しました。

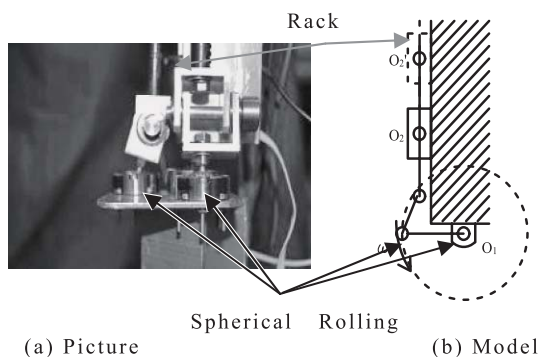


Fig. 3 Structure of joint part

2.3 跳躍、着地中における運動の違い

着地中や跳躍中に関節を曲げることによってどのような影響がロボットに与えられるか確認しました。今回の実験で行った跳躍動作は、まずロボットがばねを縮めてばねにエネルギーを蓄え、次にばねを伸ばして跳躍を開始させるように行い、跳躍時には跳躍高さを大きくするためにばねを縮めロボット脚部の先端を引き上げます。そして、落下中に着地の衝撃を和らげるためばねを少しだけ伸ばしてから着地させ、伸びたばねを着地によって縮ませてエネルギーを蓄えます。この一連の動作を 1 周期として連続した跳躍を行わせました。図 4 (a) (b) に着地時、跳躍時の頭部と脚部の地面との角度を示します。また、図 5 (a) (b) にそれぞれの運動の様子を示します。

跳躍中と着地中に同じように関節を動かしてもその後の動作が異なることが分かります。よって跳躍

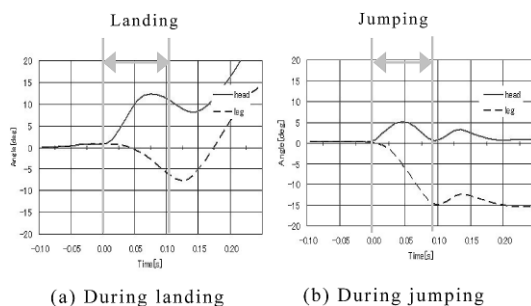


Fig. 4 Properties of joint

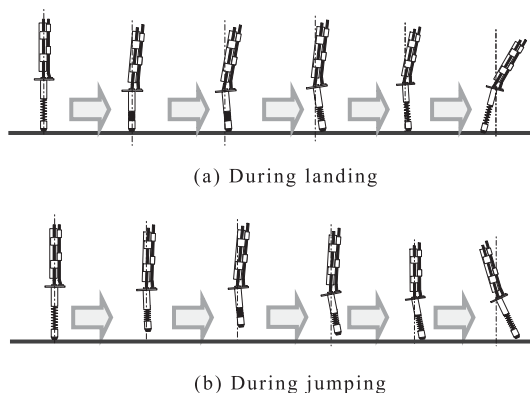


Fig. 5 Animation of 1-legged hopping robot

中や着地中に間接を上手く駆動させることでバランスをとりながら連続的な跳躍を行うことが可能であると考えました。

2.4 研究成果と考察

今研究では、アクティブサスペンション機構を用いて着地のエネルギーを利用しての連続した跳躍を行うことができる跳躍機構と 360 度関節を駆動させることができる 2 自由度の関節の機構を試作しました。これらの機構を採用した 3 自由度 1 脚跳躍ロボットで実験を行い、関節部の動特性について検討を行った結果、姿勢制御に有効な機構を有していることが明らかになりました。また、着地時や跳躍時に関節を曲げることによってどのような影響がロボットに与えられるか確認しました。そして、跳躍動作と姿勢制御の動作が及ぼすロボットへの影響を考察し、跳躍時の影響の重要性を確認しました。今後は、得られた動特性に基づき、3 次元平面において姿勢制御を行いながらの持続的な跳躍の獲得を目指します。

3. 発表について

初めての学会で未体験への挑戦と言う意味ですが、くいい刺激になりました。発表形式はポスターセッションで一人に対して 90 分の発表時間が設けられていました。初めは会場の人の多さとその熱気で少し面食らってしまいました。私の発表は 1 日目の最初の時間帯と言うこともあってどうしたらいいかよく分からないという状態でした。しっかり相手に自分の研究内容を伝えることができないのではないか、難しい質問をされて答えられないのではないか、他の研究している人に比べて面白くないことをやっているのではないのかなど、不安なことばかり考えてしまい、ただ前を通過していく人を見送っていただけでした。そんな中、私の研究室の堤先生が来られて、「せっかくの機会なのだから全力投球して下さい」といわれ、ただ、手をこまねいているだけではまったく意味のないことだと思い、少しずつ



Fig. 6 Picture of conference place

ですが興味を持って立ち止まっている人を見つけては自分から積極的に説明を行っていくことにしました。少しずつですが、場の雰囲気にも慣れてきました。そして、人に自分の研究について伝えられる楽しさに気づくことができました。

多くの人が興味を持ったのがばねを用いた跳躍機構でした。発表を見に来てくださった人も同じ脚の研究を行っているのか、上手く制御できているのかということでした。相手が初めて聞く内容にどのように答えれば上手く説明できるか、すごく考えさせられました。また、バランス制御の難しさや、連続した跳躍ができたときの楽しさを多くの人に共感を持っていただき、自分の研究に対するモチベーションをあげることができました。

自分の発表終了後、いろいろな方の話を聞かせていただくことができ、興味深い多くの研究内容に触れることができました。研究内容も面白かったのですが、一番驚いたのは発表者が分かりやすく丁寧に、すごく熱く説明してくれたことでした。質問をすると、きっちり答えていただけました。そこでは発表者との距離も近いおかげもあって、活発な議論が多く行われていました。中にはその議論に引きつけられ、人垣ができていた所もありました。

多くの研究者を観て感じたのは、研究内容が魅力的なものを行っている人は人間的にも学ぶことがあ

り，その人自身にも人を引き付けるものがあることです．私も人に興味を持ってもらえる「生き方」や「モノづくり」をしたいと思います．

参考文献

- [1] 弥永祐樹，他4名，学習に基づく2自由度1脚跳躍ロボットの運動制御，ロボットメカトロニクス講演会2006, 2A1-E10 (2006)．
- [2] 中野栄二，大久保宏樹，木村浩，跳躍機械の着地制御，日本ロボット学会誌 Vol. 9 No. 2, pp. 169～176 (1991)

日本文化財科学会に参加して

野口 高史

Takashi NOGUCHI

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は2007年6月2・3日の2日間、奈良教育大学で開催された「日本文化財科学会 第24回大会」に参加しました。この科学会は、1984年から1年ごとに定期的に開催されており、自然科学・人文科学両分野の学際的研究の発達および普及を図ることを目的としています。科学会の内容は、文化財の材質・技法・産地・年代測定・古環境・探査・保存科学・情報システム等についての研究の発表をおこなうものです。今回、私の発表テーマは材質・技法部門の「奈良絵本「ふしのひとあな」および「長恨歌」挿絵の色彩材料の分析」であります。

まず「奈良絵本」とは室町時代末期から江戸時代初期にかけて、比較的裕福な庶民のあいだで流行した短編物語集として知られ、極彩色肉筆の挿絵を持つ絵本で、そして平安時代から室町時代に描かれた大和絵を持つ絵巻物と、江戸時代寛永末期から幕末まで流行した木版印刷、この2つの間を取り持ったものとして出版文化史上、貴重なものであります。

今回分析を試みた奈良絵本は、現存するものがわずかに3本あるいは4本の「ふしのひとあな」（富士の人穴）と龍谷大学蔵本、および現存が確認されている6本の「長恨歌」であります。

これらの本の彩色材料、および紙の表面分析の元素分析を行い、使用顔料、用紙の特定、また彩色技法の推定を試みました。

彩色顔料中の金属の分析には、堀場製作所の蛍光X線分析装置XGT 2700を用いました。この装置は、直径0.1 mmという細かい点でX線を試料に照

射することができるため、微小な範囲の元素分析ができ、試料を非破壊的に分析できるといった特徴があります。この分析を各彩色部につき3点行いました。また指定した元素を、色ごとに浮き上がらせる面分析も代表的領域で行いました。金属元素を検出できない彩色部分については、分光測色計i1 Proを用いて、染料の推定を行いました。また顔料の粒子の大きさを観察するためにキーエンス社製の高分解デジタル顕微鏡を用いました。

2. 実験結果

表1に蛍光X線分析により検出された各彩色部からの元素を示します。この表のうち、今回得られた特徴的な色彩である、緑色彩と金色彩の分析結果について考察しました。

2.1 緑色彩

緑色彩は「ふしのひとあな」と「長恨歌」の2つの絵本の間で、異なる顔料・染料が使われていました。「ふしのひとあな」では、緑色の濃淡を表現するために、緑色の顔料である緑青の粒度を細かくしていました。粒度の違いを図1に示します。粒度を細かくしていくと、顔料の粒に多くの光が入るために、それだけ明るく見えことになります。江戸時代前期には「攝州多田銀銅山濫觴来歴申伝略紀」によると緑青は臼で細かくした後、ふるいで粒の大きさ別に分けて、1番から3番までの3種類の濃淡の顔料を作っていたと書かれています。

このようにして作られた緑青が「ふしのひとあな」に使われていたと考えられます。「長恨歌」で

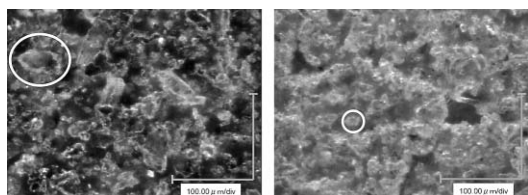


図1 ふしのひとあなの粒度の違い

は緑の濃淡を表現するのに、顔料と染料の2種類を使い分けられていました。緑色彩の濃い部分には顔料である緑青が用いられ、薄い部分には染料である藤黄と藍の混色が使われていたと思われます。このように緑色彩の濃淡を表現するのに、絵本ごとに異なっていて当時の絵画技法の多彩さが見て取れると思います。

2.2 金色彩

「ふしのひとあな」の金色彩は金箔・金泥しか用いられていなかったのですが、「長恨歌」では広い面積にわたる金色彩は金箔で彩色されているのですが、服の細かい装飾や風呂の水の波紋は、金泥のほかに、銀泥の上に紅花等の赤い染料を重ねて金色彩を表現している技法が使われていることが分かりました。日本では舞扇の金色扇に、銀箔の上に紅花油を塗って金色に見せる技法が伝えられています。銀泥と紅花油塗布の技法が、奈良絵本の微細な描写箇所の彩色に及んでいたことを示すものだと考えられます。

またこの技法が使われていた、水の波紋を図2に示します。



図2 銀色を金色に見せる技法の波紋箇所

表1 龍谷本奈良絵本に用いられた彩色材料の元素分析結果

	ふしのひとあな：下(横本)	長恨歌：上(横本)
料紙	Al, Si, S, K, Ca, Fe 間似合紙	Al, Si, S, K, Ca, Fe 間似合紙
白	Ca	Ca
黒	元素検出せず	元素検出せず
赤	S, Hg	S, Hg, Pb
朱	Pb, Ca	Pb, Ca
茶	Pb	Fe
緑	Cu	Cu 元素検出せず
青	元素検出せず	Cu, Zn 元素検出せず
黄	元素検出せず	元素検出せず
金	Au	Au, Ag
銀	Ag	Ag

注：「元素検出せず」は、料紙成分以外の金属元素を検出なかったことを示す。

3. 指摘・質問・感想

今回の奈良教育大学で開かれた学会には前回の学会よりもたくさんの人が集まっており、人が混み合うほど盛況でした。

私は今回の学会で2度目の学会参加なのですが、まったく私の研究のことを知らない人に対して、説明し、理解してもらうことはなかなか大変なことであると再認識しました。しかし去年の学会に比べて、落ち着いて、興味を持ってくれた人に説明できたと思います。

また最初、「長恨歌」の金色彩は金箔・金泥だろうと思っていて、細かい金色彩の元素分析は後回しにしていました。しかし点分析や面分析をしてみると、銀しか検出されず、今回の銀に紅花等の油を塗布し金色彩に見せる技法が使われていることが分かりました。ここで何事も疑ってかかり、根気よく分析をすることが重要であると感じました。

残りの学生生活も1年を切りましたが最後まで自

分の研究をやりきって，充実した学生生活を送り，
就職してもこの気持ちを忘れずに仕事に精進してい
きたいと思います．

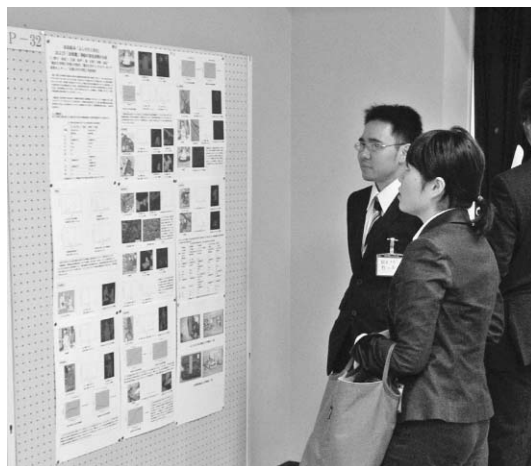


写真 1 発表風景

日本文化財科学会に参加して

藤 本 慎一郎

Shinichirou FUJIMOTO

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は2007年6月2、3日に開催された日本文化財科学会第24回大会に参加し、「ウイグル語文書用紙材質の研究」という題目でポスターセッションを体験しました。

2. 研究内容

大谷探検隊がもたらしたコレクションの中に断片を含めて2700点ものウイグル語文書用紙が保管され、これまでにウイグル語の研究やウイグル族の社会、経済、宗教の研究など文献学的研究が行われています。そして龍谷大学は現在、国際敦煌プロジェクトによる、大谷文書のデジタルアーカイブの編纂を機会に中国・中央アジア文書資料の科学分析を行っています。今回それらの資料の中でウイグル語文書に着目し、元素分析や組織観察を行い、ウイグル族が用いた紙の解明を試みました。

元素分析については堀場製作所の蛍光X線分析装置XGT 2700を用いました。この装置は、直径0.1 mmという細かい点でX線を試料に照射することができるため、微小な範囲の元素分析ができ、試料を非破壊的に分析できるといった特徴があります。ここでは従来の研究で明らかになった水に由来するFe、製紙過程に由来するK（灰）、Ca（填料）に加え、イネ科植物に含まれるSiを測定し、用紙のそれらの元素比を比較、グループ分けを行いました。次に表面観察についてはキーエンス社製の高分解デジタル顕微鏡を用いました。この顕微鏡は資料をスルーフォーカスによりそのままの状態で撮影し、深

度合成を行うことで、高精細な画像を得ることができます。

3. 結果

組織観察の結果、4つの用紙に大別されその特徴を示します。

- ①極めて粗雑で、厚さも不均一な用紙
- ②①に比べ、いくらか丁寧に作られ、厚さも比較的均一な用紙
- ③丁寧に作られ、厚さも一定で丁寧に作られた用紙
- ④上質紙ともいえる均一な用紙

さらに①と③の用紙にはヨシ属の葦の小花（写真1参照）がしばしば混入しており、①の用紙には鳥の羽毛（写真2参照）やイネ科植物の茎（写真3参照）も多数見つかり、紙がイネ科植物を原料にしているのが分かりました。

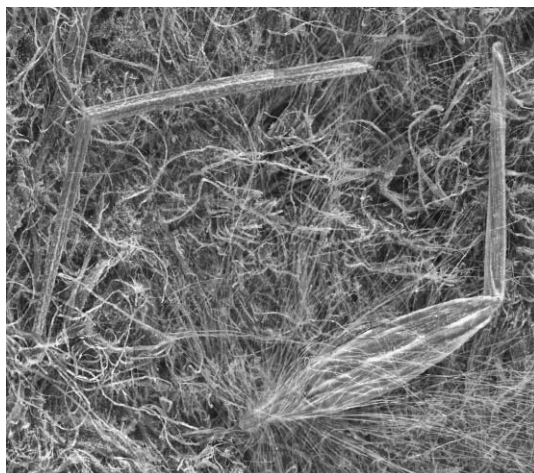


写真1 高分解顕微鏡による小花の拡大図

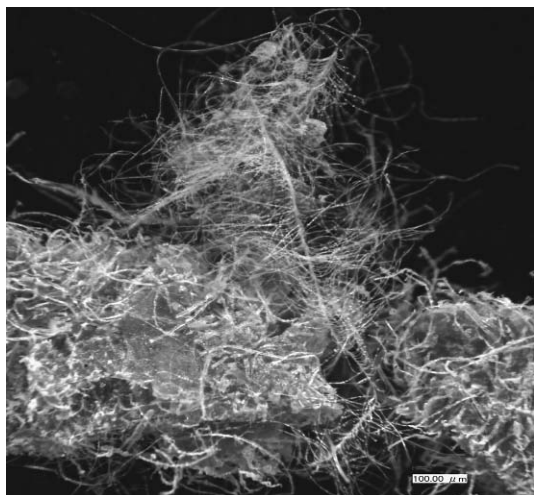


写真2 高分解顕微鏡による羽毛の拡大図

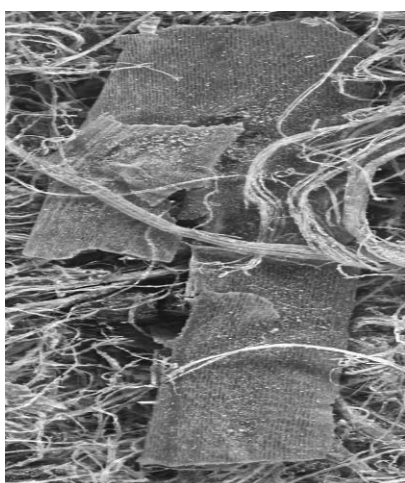


写真3 高分解顕微鏡による茎の拡大図

また①, ②は社会・経済文書, 戸籍簿であるが, ③, ④は仏典, 仏教関係文書とされるもので, 用途により用紙を使い分けていたことが分かりました。

つぎに元素分析を行った結果, 以下の三つのことが分かりました。

(a) K/Fe の関係から 2 グループに分けられました。これは紙を生産する場所が広く分散されていない, 狭い地区に集結されたことを示します。

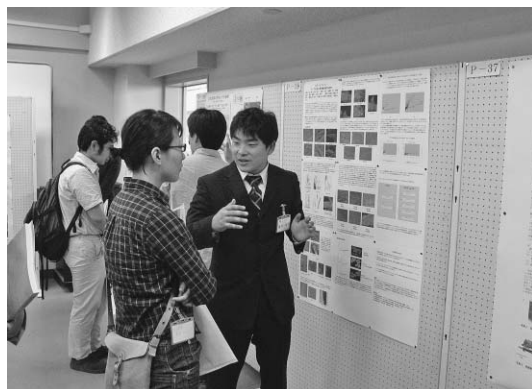


写真4 発表風景

(b) Ca/K, Ca/Fe の関係から 5 グループに分かれ, 紙の使用用途により異なった表面処理が行われていたと考えられます。

(c) 組織観察の結果からイネ科植物を原料と思われる用紙には強い Si のピークが検出しました。

以上の結果はイネ科の植物はウイグル族により紙作りに使用していたことを示します。また潘吉星は「中国製紙技術史」で, 稲わらの紙は 10 世紀に始まると述べているが, 「西域研究資料第四, 中央アジア古代語文献, 西域文化研究会編」によれば大谷コレクションのウイグル語文書で最も古いものは 9 世紀と推定されています。もしこれが事実であれば, イネ科植物を用いた製紙の歴史は稲わら紙より 1 世紀さかのぼり, ウイグル王国に始まったと考えられるのではないのでしょうか。

4. おわりに

今回の学会に参加して, 貴重な経験をすることができました。会場には学生や他大学の教授の方など, さまざまな方が私の研究に興味を示し, それらの方々に研究内容をうまく説明することの難しさを実感しました。また他大学にも自分と同じ紙の材質の研究を行っている学生がいて, 彼らと意見交換することで今後研究を進める上でとても参考になりました。

2007 年光化学討論会

赤 澤 雅 子

Masako AKAZAWA

物質化学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

私は、2007 年 9 月 26 日（水）～28 日（金）に長野県松本市の信州大学で開催された 2007 年光化学討論会に参加し、「ウレア基を持つジチエニルエテン誘導体からなる光応答性オルガノゲル」について口頭発表を行いました。この学会までに行ってきた研究と、学会発表の感想を簡単に述べます。

2. 研究内容

2.1 研究背景

私がフォトクロミック分子に用いたジアリールエテンが、分子間水素結合により集合体を形成する例はいくつか報告されていました。それらを参考に、分子間水素結合を形成するウレア結合を導入して、オルガノゲル（有機溶媒をゲル化するもの）やハイドロゲル（水をゲル化するもの）を形成するようなゲル化剤の合成を試みてきました。4 回生からこのテーマで研究をおこなってきましたが、ゲルを形成する誘導体を見つけ出し、合成することは容易ではありませんでした。

何より一番苦労したことは、「分解」。この言葉に負けず、2 年半このテーマを続けてきました。今回は、ゲルを形成する誘導体を用いて、本来の目的で

ある光を照射することによってゲルからゾル、またはゾルからゲルへのコントロールと、分子レベルから見たゲルの生成と崩壊について詳細に検討しました。

2.2 結果と考察

フォトクロミック化合物であるジアリールエテンは、紫外光を照射すると有色の開環体となり、それに可視光を照射すると無色の閉環体へもどり、それらが熱的に安定で繰り返し行えるという優れた性質を持っています。

このジアリールエテンからなるゲルを光でコントロールするために、水素結合部としてウレア基（ $-\text{NHCONH}-$ ）を導入しました。これらの誘導体は、アルキル側鎖の違いによりさまざまな有機溶媒をゲル化しました。

このゲル化した誘導体（4 o）は、開環体（open）100% のゲルと閉環体（closed）が数パーセント生成したゲルとの間のゲルの融解温度に差が現れました。そこで、この温度差の時に光を照射すると、部

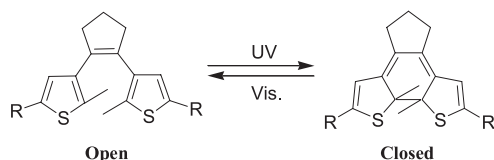


図 1 ジアリールエテンの光異性化

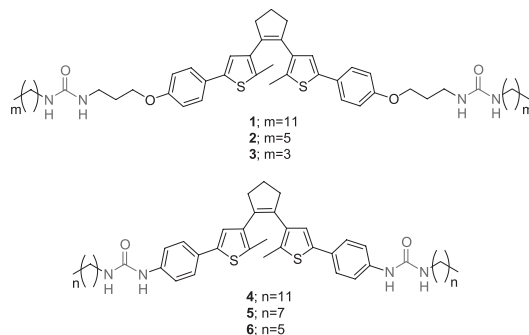


図 2 ジアリールエテン誘導体

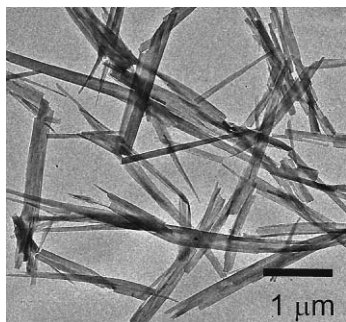


図3 TEM 写真

分的にはありますが、ゲルを生成しました。このようにわずかの閉環体の生成でゲルが壊れたり生成したりする理由をしるために、TEM 観察と分子軌道計算をおこないました。まず、誘導体 4o の *o*-dichlorobenzene ゲルの TEM 写真を図3に示します。ゲルは薄いリボン状をしており、一部が切れるとすぐにリボンが破断すると考えられます。また、分子軌道計算からは開環体 (open) 2 分子が相互作用してできるゲルパーツの生成エネルギーのほうが閉環体 (closed) と開環体 (open) からできるゲルパーツのものよりも安定でした。従って、光により閉環体が生成すると、分子間力が弱まり、リボン状のゲル組織が破断し、ゲルが急速に壊れていくものと考えられました。

3. 学会発表

昨年までは発表時間 12 分、質疑応答が 7 分でした。しかし今年は、発表時間は 7 分、質疑応答が 12 分、ありません。これまでの研究データをまとめたパワーポイントで 7 分間の発表は行えますが、12 分の質疑応答はどうやって乗り越えるかが一番の課題でした。とにかく多くをしゃべらず、なるべく簡潔な発表を目指したパワーポイントとなりました。

発表会場は 6 つ。どれも非常に広い会場で、初日に発表を公聴しただけで、少し不安になりました。その日はホテルに帰ってひとりでぶつぶつ言いなが

ら練習していました。

発表当日、朝からとても興味があって自分の研究に大に関係している発表がたくさんありました。私の発表は午前 11:00。いろんな発表を聞きたいけど集中できていない自分がいることに、ますます緊張してきました。

いよいよ発表。とにかくゆっくりはしっかりしゃべることだけを考えながら 7 分間がすぎてきました。そして、恐怖の質疑応答。はじめは 2・3 人の方が続けて質問をしてくれました。くい違った返答をしてしまったところもありましたが、先生の力も借りながらなんとか過ぎていきました。ふと気がつくと、残り時間 7 分。誰かなんでもいいから質問してください。

なんだかんだで過ぎた 12 分は、終わってみると非常に早かったです。

4. おわりに

自分の発表がなかった日は、たくさんの講演とポスター発表を聴きました。講演はとても興味深いものばかりで、ほんとうに勉強になりました。特に質疑応答が 12 分もあったことで、その研究の根本から問われるような討論となり、発表では分からなかったことが質疑応答で理解が深まりました。

また、ポスター発表も交代でおこないました。とてもストレートな質問が投げかけられることもありましたが、いろいろアドバイスをいただいたり、研究途中のデータに非常に興味を持ってもらったりしてとても嬉しかったです。

今回の発表でまとめ上げた結果は、オランダでおこなった研究が決め手となりました。いろいろな人のアドバイスや助けがあって成し遂げられた研究となりました。その研究が多くの人に興味・関心を持ってもらえて本当に良かったと思います。また、これからの光化学の応用として、企業の研究発表も聴くことができ、とても良い学会でした。

国際フォトクロミック学会に参加して

石 黒 久 登

Hisato ISHIGURO

物質化学専攻修士課程 2年

はじめに

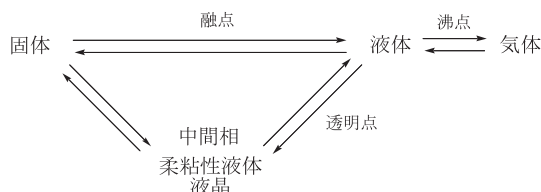
私は、2007年10月7日～10日にかけての4日間、カナダのバンクーバー（マリオットホテル）において開催された ISOP-07 に参加し、「Photo-induced phase changes of triphenylene derivatives connected azobenzene mesogens and triphenylene core by ether linkage」について自身の研究発表を行いました。ここでは、自身の研究内容と、学会発表の感想を簡単に述べさせていただきます。

研究背景

液晶物質は、結晶に類似した分子配向と液体様の流動性を示し、さまざまな物性を示す物質の中でも凝集力の弱い有機物の特質を端的に現すユニークな物質として知られる。この性質を巧みに利用して、現在、液晶材料は表示材料として、広く液晶ディスプレイに工業的に利用されている。

物質は通常固体（solid）・液体（liquid）・気体（gas）の三態をとるが、中間相（mesophase）と呼ばれる固体の持つ規則性と、液体の持つ流動性を併せ持つ一群が存在する。中間相には柔粘性結晶と液晶があり、柔粘性結晶は、温度上昇とともに位置秩序が先に失われ配向の秩序があとに失われるもので、逆に配向秩序が先に失われ位置秩序が後に失われるものを液晶という（Scheme 1）。液晶分子は芳香環などの剛直な部分と、アルキル鎖のような柔軟な部分との両方を持つものが多く、その分子構造に現れる液晶相が依存するという性質がある。

フォトクロミック誘導体とは、1つの誘導体が光



Scheme 1 物質の三態

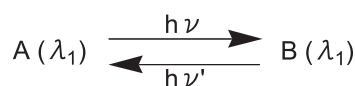


Figure 1

照射により色の異なる2つの異性体を可逆的に生成する誘導体をいう（Figure 1）。一方、液晶と光の相互作用では、アゾベンゼンの紫外光吸収による E-form から Z-form への光異性化により、アゾベンゼンを導入した液晶では液晶相に等温的相転移を引き起こす光誘起相転移液晶となることが知られている。弱い分子間力で、結合し配向している液晶を、光刺激によってその相を制御する研究は数多く行われてきた。

このように、アゾベンゼンは代表的なフォトクロミック色素であり、熱的に安定な E-form に紫外線を照射すると Z-form へと異性化する E-Z 光異性化反応を利用して（Scheme 2）、光刺激によって液晶の相を制御した例は数多く報告されている。

このようなアゾベンゼン部の E-Z 光異性化反応を利用して、弱い分子間力で集合し配向している棒状液晶に、光誘起相転移を起こす研究は数多く行われてきている（Figure 2）。また、トリフェニレンなどが示す代表的なディスコチック液晶ではその電気

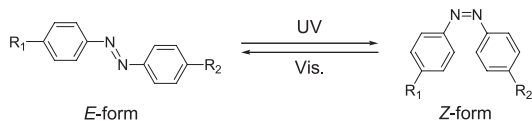


Figure 2 アゾベンゼンの E-Z 異性化反応

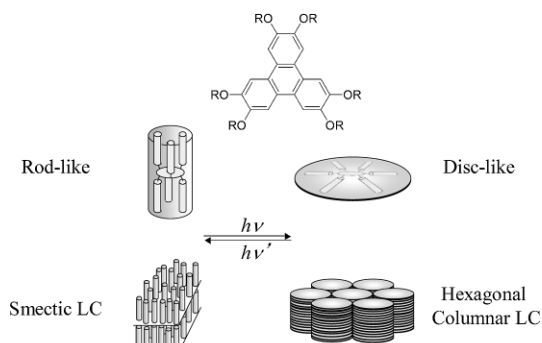


Figure 3 メソゲンとしてアゾベンゼン部位を有するトリフェニレン誘導体

伝導性などから、有機ナノデバイス用材料として注目されている。

本研究ではメソゲンとしてアゾベンゼン部位を有する新規トリフェニレン誘導体の液晶分子を設計・合成し、この分子における棒状と円盤状という二種類の液晶相の発現を光によって制御することを目指している (Figure 3)。

これまで、ネマチック相など秩序の低い相間での変化が一般的であるなか、このような高次の分子構造間での光誘起相変化の研究例は他にない。熱に比べてはるかに効率の良い光をトリガーとして、液晶性という分子の協調性を利用することで、光で絶縁体と導電体を制御することが可能である新規のデバイス材料への応用が期待される。

実験内容

アゾベンゼン誘導体を合成し、その光異性化反応を検討した (Figure 4)。偏光顕微鏡観察により、合成した誘導体の液晶相に紫外光 (365 nm) を照射し、その光応答性を検討した (Figure 5)。また XRD 測定 DSC 測定により液晶相の同定を行った (Figure 6, 7)。

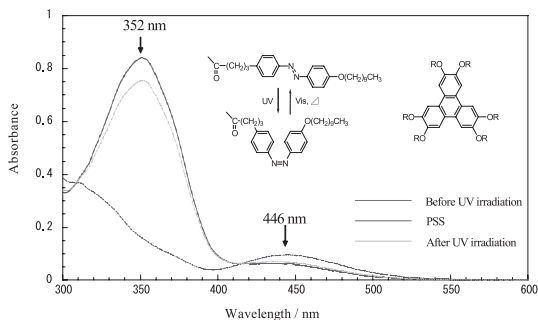


Figure 4 誘導体のクロロホルム溶液中でのフォトクロミック反応

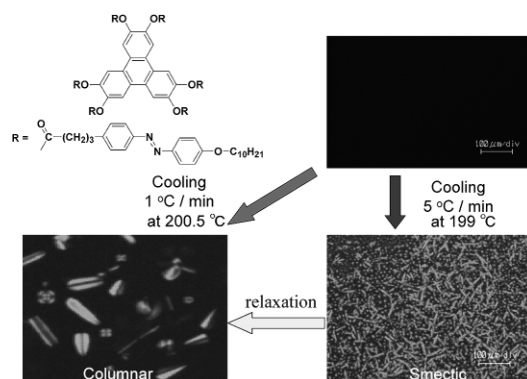


Figure 5 誘導体の液晶テクスチャ

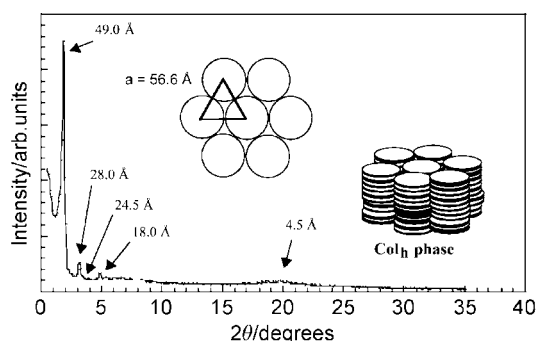


Figure 6 誘導体の XRD 測定

エステル誘導体の液晶相転移について

アゾベンゼン部位を有するトリフェニレン誘導体である誘導体を合成することに成功しました。また、これらの誘導体は、フォトクロミック誘導体であることが確認されました。DSC 測定および偏光

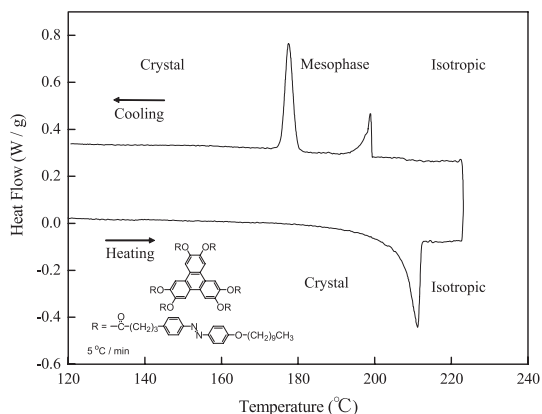


Figure 7 誘導体の DSC 測定

顕微鏡測定により、誘導体はモノトロピック液晶であることが分かりました。また、偏光顕微鏡のテクスチャー観察において誘導体は二種類の液晶性を示し、スメクチック A 相の発現時に観測される *bâton-net* の形成とカラムナー相様のテクスチャーであることが分かりました。さらに、降温速度によりテクスチャーの出現状態が異なることも観測されました。しかしながら、X 線構造解析においては、*bâton-net* テクスチャーおよびカラムナー相様のテクスチャーの面間隔比が出現しなかったため、相構造の決定を確定することができませんでした。液晶相状態に紫外光を照射することにより、液晶相から等方相状態に変化する、光誘起相変化挙動を観測することができました。以上の結果からこの誘導体は紫外光照射によって、スメクチック A 相からカラムナー相への高次構造への変化が可能である初めての現象であることが示唆されました。

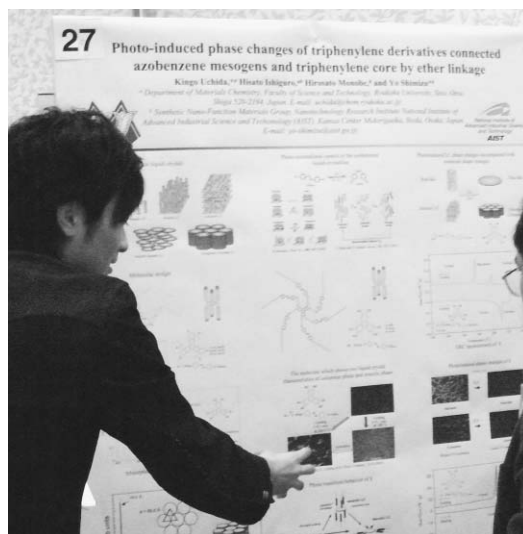
エーテル誘導体の液晶相転移について

今回合成した誘導体は降温時にのみ液晶性を示すモノトロピック液晶であるため、発現する SmA 相は不安定化しています。また、溶液中でアゾベンゼンの E-Z 光異性化反応によるフォトクロミズムを起こすことが認められました。そこで、SmA 相に紫外線 (365 nm) を照射し、SmA 相を不安定化させ、Col 相への相転移を試みたが、等温的に等方相

へと相転移し、Col 相は観察されませんでした。よって、Col 相への相転移を引き起こすには、トリフェニレンコア部とアゾベンゼンメソゲン部をエステル結合のように剛直な結合部を持たせる必要があることが示唆されました。これはトリフェニレンとメソゲンの結合部位がエーテル結合 (フレキシブル) であるために液晶相を発現する際に、分子が一つの形態のみ配向し、そこに紫外光を照射したとしても配向秩序が乱れるだけであり、そのために一つの液晶相のみ発現するものであると考えられました。しかし、光の強度をさらに強くすることで新しく液晶相が発現するのではないかと考えました。また、今回の誘導体では面白い現象も観測されたので、その点についても今後調べていきたいと考えています。

ポスター発表について

ポスター発表は 4 時間でした。私のポスターには大学、企業の方などかなりの人が聞きに来てくれました。発表はすべて英語で、内田教授に助けていただく場面もありましたが、何とか上手く説明することができました。また、外国人の研究者にほめられることは日本人の研究者にほめられるよりも格別なものがありました。そしてディスカッションを行い自身の研究についての欠点や将来展望、実用性や重





要性などいろいろな意見を頂きました。非常に勉強になり、有意義な時間を過ごせました。

バンケットについて

国際学会発表は、国内の発表に比べて、見ず知らずの研究者の方々がたくさんおられます。ヨーロッパ、欧米、北米、アジア、さまざまな国の方が来られています。自身の研究の重要性、面白さをいかに分かりやすく発表できるか、その準備にかかる苦勞、時間、失うものはあります。しかし、そこから得られるものはそれ以上に大きく価値のあるもので

あります。

バンケットとは、学会最終日に、学会に来られた方々の親交を深める懇親会のようなものです。みなさんお酒を片手にいろんな人といろんな話をしたりする訳ですが、なぜかこのような場では実験中、研究室内では考えもしなかった全く別の一歩進んだ発想を生むなど、非常に良い機会になります。単に発表して終わりではなく、このような場に参加することは非常に良い事であると思います。

おわりに

長い期間であらうとなかろうと、私は、将来海外で働きたいと思っています。しかし、この学会に行くまでは、不安もありました。しかし、国際学会に参加して、自身の研究内容や考え方など自信を持って発表することができ、その不安も解消できたのではないかと思います。

このような貴重な経験をさせて下さった内田教授、産総研の清水博士に感謝いたします。そして、暖かく見守って下さった、両親に感謝の気持ちをこめて、心から御礼申し上げます。

国際学会デビュー

今 川 仁 志

Hitoshi IMAGAWA

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

7月15日から20日の6日間にかけてオーストリアのウィーン大学で開催された「ICBIC XIII (13th International Conference on Biological Inorganic Chemistry)」に参加しました。これまでに国内学会には3度発表したことがありましたが、国際学会は今回が初めてでした。ここでは、私の研究活動および学会の様子、そしてウィーンについて報告します。

2. 研究活動

2.1 錯体って？

私が所属している松下研究室では、「遷移金属を有するモデル錯体をもちいた生体系模倣システムの構築」を大きなテーマに日々研究をしています。

まず、「錯体」という言葉を始めて耳にした人もいるかと思います。錯体 (complex) とは一般的に、金属イオンを中心に、その周辺に配位子 (ligand) と呼ばれる分子やイオンが結合したものを言います。高校の化学の無機化学で $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ (ヘキサアンミン銅 (II) イオン) や $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ (テトラヒドロキソアルミン (III) 酸イオン) といった錯イオンを習ったかと思います。錯イオンはその名の通り、それ自身がイオンであり+または-の電気を帯びていますが、中性のものも含めて錯体と呼びます。錯体はさまざまな面で大変興味深い性質を持ち、また自然界においても重要な働きをしていることが分かってきています。例えば私たちの体の中を流れる血液が赤く見える原因のヘモグロビンは

鉄、活性酸素 ($\text{O}_2\cdot$) から防御する SOD (スーパーオキシドディスムターゼ) という酵素はマンガンや鉄、銅-亜鉛やニッケルの錯体です。また、シスプラチンと呼ばれる白金錯体は抗ガン剤に利用されており、医薬品にも応用されています。

2.2 研究背景

錯体は私たちの体の中だけではありません。私たちが生きていく上で必要不可欠な酸素を作り出す植物の葉の中にも錯体は存在しています。

緑色植物の葉の中にある葉緑体では光エネルギーを利用して、水と二酸化炭素から糖類 (炭水化物) を合成し、同時にできた酸素を放出しています。これは、中学校で聞き覚えのある「光合成」です。

光合成の反応は「明反応」の光化学系 II (PSII) と光化学系 I (PSI)、そして「暗反応」に分けられます。PSII では、マグネシウム錯体のクロロフィルやタンパク質の複合体に光が当たるとエネルギーを吸収し、四核マンガン錯体 (Mn_4CaO_4) の酸素発生中心 (oxygen-evolving center, OEC) までエネルギーが伝達されます (Fig. 1)。

このエネルギーを使って OEC で水を酸化し、高エネルギーの電子と H^+ として酸素を放出します。水を酸化して得られた電子は PSI で光エネルギーにより再び励起され、 H^+ と結合して、高エネルギーを有する H_2 ができ、二酸化炭素から炭水化物の合成に使われます。

そこで緑色植物の光合成における PSII の OEC の機能に注目し、OEC モデルマンガン錯体の合成に関する研究を日々行っています。今日、世界のエ

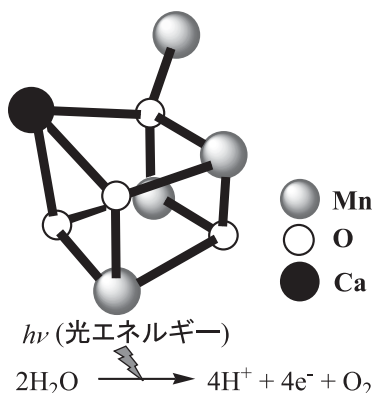


Fig. 1 酸素発生中心 (OEC) モデル

エネルギー消費量は増大する一方で、現在の生活には欠かすことのできない化石燃料の石油の枯渇は目の前に迫っており、原油価格も高騰し、私たちの生活にも着々と影響してきています。そこで、石油に代わる新たなエネルギー源の開発が急がれています。このような状況の中、光合成によるエネルギーの獲得を人工的に生態模倣することができれば、世界中で必要とされているエネルギーをまかなうことができるかもしれません。さらに、太陽エネルギーは無尽蔵かつクリーンなエネルギー源ですから、化石燃料の燃焼による CO_2 の排出量も減少し、地球温暖化をくい止めることができるかもしれません。まさに私たちにとって、地球にとって一石二鳥の研究内容なのです。

2.3 研究内容

Fig. 2 に示す配位子を合成し、これらの配位子と Mn 塩を混合し、二核 Mn (III) 錯体を合成しました。また、Cu 塩とも反応させ、二核 Cu (II) 錯体を合成しました。

それぞれの Mn 錯体と Cl_2 および H_2O との反応性について UV-vis スペクトルおよびサイクリックボルタンメトリーで検討を行ったところ、 H_2O を酸化し、酸素が発生していることが確認できました。

今回の国際学会では “Preparation and Characterization of Novel Dinuclear Manganese Complexes with

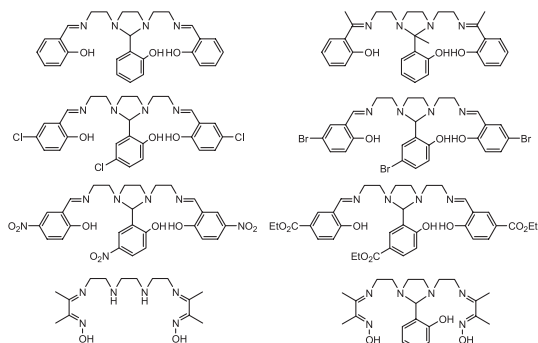


Fig. 2 Structure of Schiff base ligands

Schiff Base Ligands as Models for PSII (Schiff 塩基配位子を有する PSII モデル新規二核マンガン錯体の合成と性質)” という題目で参加してきました。

3. いざ学会へ

3.1 日本→ウィーン

ウィーンが首都のオーストリアはスイスやドイツ、イタリア、チェコ、ハンガリーなどに囲まれた内陸国です。日本からウィーンへの直行便は成田空港からのみ。という訳で、私たちは関西国際空港からオランダのアムステルダムを経由して目的地のウィーンへ。日本からアムステルダムまで 12 時間。そしてアムステルダムからウィーンへは 1 時間半と計飛行時間 13.5 時間の長旅です。エコノミークラス症候群にビクビクしながらも無事ウィーンへ到着。到着は現地時間で午後 8 時（日本とウィーンの時差はサマータイムのため 7 時間）でしたが、ウィーンは緯度が高いため、この時期のウィーンの日没は遅く、夜の 8 時とは思えないほどの明るさでした。

ウィーンを滞在している間、フェーン現象で連日昼間は 35°C 以上、雲 1 つない快晴。直射日光が地肌をジリジリと焼き焦がします。学会に行く前、ウィーンは寒いという話を聞いていたので長袖の服を多めに持っていったのですが、失敗でした（ウィーンに行く 2 日前は最高気温 13°C と寒かったそうですが…）。現地の人たちはタンクトップを着ていたり、中には上半身裸の人もちらほらと。ところが、

日本のように湿度は高くなく、からっとしているので、日陰や建物の中（特に教会）に入ると、クーラーがないのにひんやりとします。

3.2 ウィーンにて

ウィーンへやって来た目的はもちろん学会ですが、せっかく遠出したのですから、その地を知ること大事です。という訳で、ウィーン市内をはじめとして、「塩の城」のザルツブルグ、ドナウ川を遊覧するバッハウ溪谷などを見て回ることに、紙面の都合上、ウィーン市内についてお話をしましょう。

ウィーンと言えばまず頭に浮かぶのが音楽の都。「フィガロの結婚」や「魔笛」を作曲したモーツァルト (Fig. 3)、交響曲第5番「運命」や「歓喜の歌」として親しまれる交響曲第9番で有名なベートーヴェン。そして「弦楽四重奏曲の父」ハイドン、「歌曲の王」シューベルトなど数多くの作曲家がウィーンで活躍しました。

また、ウィーンで驚いたのが景観の美しさです (Fig. 4, 5)。各建築物が統一されていて、日本では京都といったところでしょうか。いたるところに教会があり、内装の美しさには驚きました。あと、忘れてはならないのが、カフェです。ヨーロッパのカフェ文化はここウィーンが始まりです。ザッハー・トルテ (チョコレートケーキ) は甘いものの好きの方にはお勧めです。



Fig. 3 モーツァルト像



Fig. 4 ウィーン自然史博物館
(博物館とは思えない立派な建物です)



Fig. 5 シュテファン寺院
(ウィーン市内の中心にあります)



Fig. 6 世界一床の低い路面電車 (ULF)

ウィーン市内の交通手段には地下鉄と旧市街を一周する路面電車（トラム）が頻繁に走っています。Fig. 6 の路面電車はあのポルシェ社がデザインしたもので、世界一床が低い（段差がたった 18 cm）バリアフリー路面電車で ULF（Ultra Low Floor tram）と呼ばれています。

3.3 ICBIC XIII

さて、いよいよ学会へ。学会会場はウィーン大学（Fig. 7）。創立は 1365 年と 1639 年創立の歴史ある龍谷大学よりも約 270 年も前にできた歴史あるドイツ語圏最古・最大の総合大学です。血液型の RH 因子を発見したラントシュタイナー、物質化学科の人なら 1 度は耳にしたことのあるシュレーディンガー方程式のシュレーディンガーなどなどウィーン大学だけで 11 人ものノーベル賞受賞者がいます。さらに、遺伝の法則を発見したメンデル、原子番号 109 の Mt（マイトネリウム）の名前の元となった放射線研究者のマイトナー、国語の教科書で 1 度は出てきた斉藤茂吉はこのウィーン大学で学んだ学生です。

その他、教職課程を取っている人は聞き覚えのある精神分析学者のフロイト、高校の物理で習ったことのあるドップラー効果のドップラーなどはこの大学で教鞭をとっていました。ちなみにドップラーの生まれた家はザルツブルグにあるモーツァルトのご

近所さんです（歩いて 10 秒）。

学会初日は昼に受付を済ませ、ポスターを貼り、夜からは懇親会。会場はウィーン大学から歩いてすぐの市庁舎。中に入るとすでに大勢の人たちが集まっていた。一番前でスピーチしている人がいたのですが、誰も聞いてはおらず、ビール片手にあらゆるところでおしゃべり（Fig. 8）。スピーチが終わるや否やすぐさま料理に群がっていました。

次の日、いよいよ国際学会デビューの日。日本の学会とは大きく違いスーツではなくラフな格好で、さらにはビール片手にポスター発表です（Fig. 9）。みんな陽気な気分でディスカッションをしていました。日本もこんな雰囲気であればいいのにと思った今日この頃です。今回の学会では私と同じよ



Fig. 8 懇親会（誰も聞いていません）



Fig. 7 学会会場（ウィーン大学）



Fig. 9 学会の様子

うな研究内容のポスターがいくつかあったので、今後の研究に活かせるようにしっかりと勉強しました。

4. おわりに

今回初めての国際学会はいつもの日本の学会とは違い、新鮮で刺激的な学会で、学会を通して得たものは数え切れません。ただ、普段から英語をもっと勉強しておくべきだったと少し反省しています。

これを読んでいただいた方で、国内または国外の学会に参加する機会があるなら、積極的に参加してみてください。学会には今まで経験したことのないことがあります。さまざまな人たちと交流できる場です。1度は行かないと損ですよ。

最後になりましたが、ICBIC XIII に行くにあたり、松下隆之教授をはじめ、ご指導ご支援いただいた皆様に感謝を申し上げます。

第 56 回高分子討論会に参加して

北 村 貞 嗣

Sadatsugu KITAMURA

物質化学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

2007 年 9 月 20 日から 21 日まで名古屋工業大学で開催された高分子討論会に参加し、研究発表を行った。発表題目は「脂肪酸およびグリセリンを炭素源としたポリヒドロキシアルカノエート生成」であった。

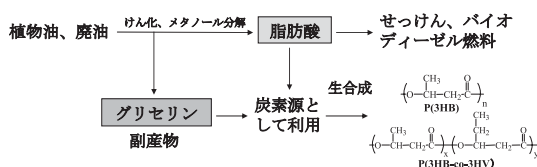
2. 研究概要

微生物は私たち人間が飢餓状態に備えて、脂肪を蓄えるように細胞内にポリエステルを蓄える。このポリエステルは生分解性高分子であり自然界の微生物により分解され、最終的に二酸化炭素と水に分解されることから、環境調和型材料として注目されている。中沖研究室では微生物 *Wautersia eutropha* を使い、再生産可能な資源である植物油や糖などを餌として与えたとき、細胞内にエネルギー貯蔵物質として蓄えられるポリ 3 ヒドロキシアルカノエート (PHA) というポリエステルについて研究している。

3. 発表内容

[緒言]

近年環境問題や石油枯渇問題などにより、バイオマスを原料とした環境調和型高分子が着目されている。*Wautersia eutropha* はエネルギー貯蔵物質として体内にポリヒドロキシアルカノエート (PHA) を蓄積することが知られている。これまで脂肪酸を炭素源としたとき偶数炭素脂肪酸ではポリヒドロキシブチレート P(3 HB) ホモポリマーが、奇数炭素脂



肪酸ではバリレートとの共重合体 P(3 HB-co-3 HV) が蓄積されることが報告されている。

本研究では炭素源として鎖長の異なる脂肪酸を系統的に調べ、脂肪酸鎖長に対する共重合体組成や脂肪酸代謝の変化について検討した。また、バイオディーゼル燃料や石鹸などの生成の際に副産物として生じるグリセリンに着目し、炭素源として脂肪酸と共に利用したときのポリエステル蓄積への効果を検討した。

[実験]

ポリエステル生成は二段階培養で行った。微生物 *W. eutropha* を栄養が多く含まれる有機培地で培養し、菌体を増殖させ、次に窒素源をのぞいた窒素フリー培地に炭素源を加えて培養し、ポリマーの蓄積を行った。ポリマーを蓄積した菌体はフリーズドライにより水分を取り除き、乾燥した菌体をクロロホルムに浸しポリマーを抽出し、ポリマー溶液はエバポレーターによりクロロホルムを取り除いて、ポリマーを回収した。収率は乾燥菌体重量に占めるポリマーの割合とした。

[結果と考察]

炭素数 1 から 20 の直鎖の飽和脂肪酸の Na 塩を炭素源として供給したときの 24 時間培養後の脂肪

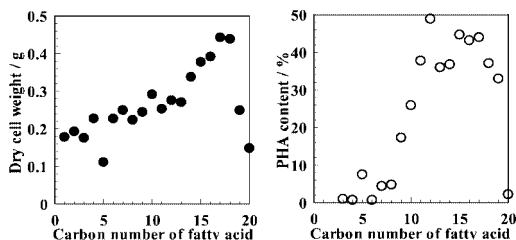


Fig. 1 Dry cell weight (●) and PHA content (○) of polymer from fatty acid.

鎖長に対する乾燥菌体重量と収率の結果を Fig. 1 に示す。鎖長が長くなるとともに、乾燥菌体重量、収率共に高くなり、炭素数が 18 付近の時に最大となった。天然油脂に含まれる脂肪酸の鎖長は、大体 18 前後であることから、天然に存在する鎖長の脂肪酸の資化が最もよかったと考えられる。

脂肪酸が低濃度ではグリセリン添加により乾燥菌体重量で大きな増加が見られたが、脂肪酸濃度が増加するにつれてグリセリン添加による増加量は減少していった。また、脂肪酸 10 mmol 以上の高濃度域では菌体重量の減少が始まり、グリセリン添加による増加は見られなくなった。

偶数鎖脂肪酸からは P(3 HB) が、奇数鎖脂肪酸からは P(3 HB-co-3 HV) が合成されていた。Fig. 2 は奇数炭素脂肪酸の鎖長に対する P(3 HB-co-3 HV) の 3 HV 分率についてプロットしたものである。炭素数 5 の脂肪酸で 3 HV 分率が約 60% になり、鎖長が長くなるほど 3 HV 分率は減少した。これは 3 HV は脂肪酸の β 酸化によりメチル末端に残る炭素 3 つから作られるため、鎖長が長い脂肪酸

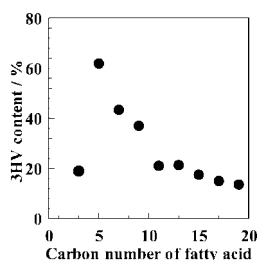


Fig. 2 3 HV content of P(3 HB-co-3 HV) biosynthesized from odd numbered fatty acid.

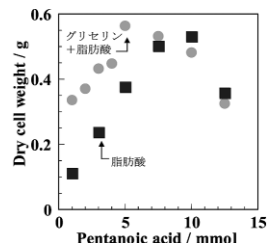


Fig. 3 Dry cell weight of microorganism cultivated with pentanoic acid and glycerin.

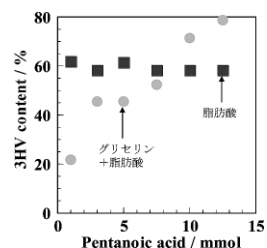


Fig. 4 3 HV content of P(3 HB-co-3 HV) biosynthesized from pentanoic acid and glycerol

ほど 3 HB の量が増えて、相対的に 3 HV 分率が減少するためと考えられる。

炭素源としてグリセリン 50 mmol と加える炭素数 5 のペンタン酸濃度を変化させた時の、乾燥菌体重量 (Fig. 3) と 3 HV 分率 (Fig. 4) の結果である。

脂肪酸が低濃度ではグリセリン添加により乾燥菌体重量で大きな増加が見られたが、脂肪酸濃度が増加するにつれてグリセリン添加による増加量は減少していった。また、脂肪酸 10 mmol 以上の高濃度域では菌体重量の減少が始まり、グリセリン添加による増加は見られなくなった。これは脂肪酸の低濃度域では増加量はグリセリン資化時の重量に相当するため、グリセリン資化により生成される 3 HB の増加量と考えられる。脂肪酸と共にグリセリンも資化されるが、脂肪酸濃度が増加するにつれて脂肪酸が優先的に資化されるために、グリセリンによる増加量は減少していくと考えられる。

次に 3 HV 分率は炭素源が脂肪酸だけのとき、濃度に関係なくほぼ 60% であったが、グリセリンを添加することにより低濃度域では約 20% という低

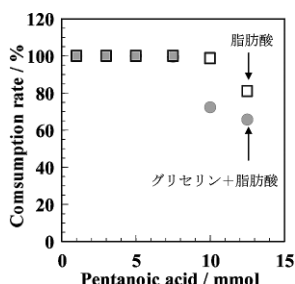


Fig. 5 Consumption rate of fatty acid in microorganism cultivated with pentanoic acid and glycerin.

い値であるが、脂肪酸濃度に比例して 3 HV は増加していき、10 mmol 以上では脂肪酸資化時以上の 3 HV 分率が得られた。これは前述のとおり、低濃度域ではグリセリン資化による影響が大きいので、グリセリンから合成される 3 HB のために全体の 3 HV 分率が低く、濃度増加と共にグリセリンの影響は少なくなるため、脂肪酸資化時の約 60% に近づいていくと考えられる。

Fig. 5 は各ペンタン酸濃度でのペンタン酸の消費率について脂肪酸のみとグリセリン添加を比較したグラフである。グリセリンの有無に関わらず、7.5 mmol まではほぼ全て消費された。10 mmol 以上からはペンタン酸が残留し始めたが、グリセリンが添加されていると脂肪酸のみと比較して消費率が減少することから、脂肪酸の消費を抑制していることが分かった。

グリセリンによりペンタン酸の消費が抑制されるにも関わらず、脂肪酸由来の 3 HV が増加することから、 α 酸化が抑制されていると考えられる。

各脂肪酸濃度でのグリセリンの有無で α 酸化の割合を比較した (Fig. 6)。

炭素源が脂肪酸のみの場合、濃度に関わらず約 40% の α 酸化が起こっていると計算できたが、グリセリンが添加されていると α 酸化の割合は減少し脂肪酸濃度が増加するにつれて減少量が増加してい

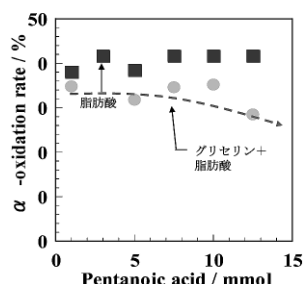


Fig. 6 α -oxidation of microorganism cultivated with pentanoic acid and glycerin.

った。

このことから、グリセリン存在下では α 酸化は抑制され、脂肪酸濃度が増加するにつれて抑制効果は増大すると考えられる。

[総括]

脂肪酸代謝時にグリセリンが存在すると以下の効果があると考えられる。

1. グリセリンより脂肪酸が優先的に資化される。
2. 脂肪酸の低濃度域ではグリセリン資化による 3 HB 合成で菌体重量の増加量が多いが、3 HV 分率は減少する。
3. グリセリンの存在により α 酸化が抑制され、プロピオニル CoA からアセチル CoA への転化が抑えられるため、3 HV が多く合成される。

4. まとめ

2 回目の口頭発表ということもあり、今回は落ち着いて発表ができた。質疑応答において我々が把握していなかった脂肪酸の代謝について指摘を受けたが、研究において疑問であった点にたいしてヒントになる発表も聞くことができたので、今までで一番有意義な学会であったと思われる。

ウィーンへ

貞 木 史 子

Fumiko SADAHI

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

2007年7月15日から20日にかけて「13th International Conference on Biological Inorganic Chemistry」がオーストリアのウィーン大学で開催されました (Fig. 1). 今回その国際学会で私は、ポスターセッションに参加し、自分の研究内容について発表しました.

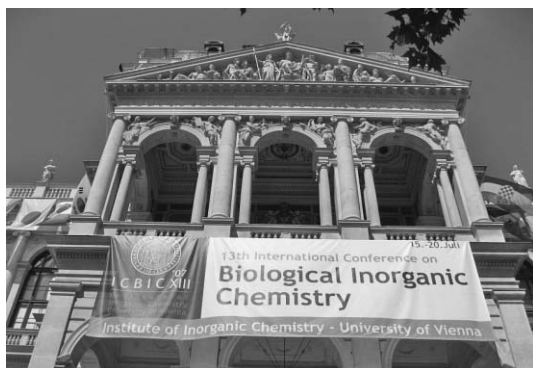


Fig. 1 国際学会の会場 (ウィーン大学)

2. 研究内容について

2.1 研究背景

石油化学工業において空気中の酸素を酸化剤として、炭化水素原料を含酸素化合物に変換する酸化反応は、最も重要な反応の1つです. 重要な反応でありながらもこの酸化反応に用いられる触媒は、有害な金属も含まれており、それらが大量に排出され、環境汚染の大きな原因になってきました. そこで注目されているのが生体内金属含有酵素です. これら生体内金属酵素は、活性中心に鉄やマンガン等の遷

移金属を有し、生体内での温和な条件下で、より効率の良い理想的な触媒反応を容易に行っています.

本研究では、この生体内金属酵素の活性中心の配位環境を考慮した非対称型ならびに対称型のマンガン錯体を合成し、IR スペクトル、UV-vis スペクトル、電気化学測定等により同定および性質を確認し、さらに、これら錯体と BuOOH が活性な中間体を形成し、それが有機基質の酸化反応の触媒へとなるかどうかを検討しました.

2.2 実験内容

今回の研究では Fig. 2 に示すような三つのマンガン錯体を合成しました. 本研究の目的物質である非対称マンガン錯体は片方にアミド基、もう片方にはベンゼン環の五位にカルボキシメチル基を持つシッフ塩基を有し、 $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ としました. また今回は、反応性を比較するために二つ対称マンガン錯体を合成しました. カルボキシルメチル基を有する、対称型マンガン錯体を $\text{MnL}^1(\text{OAc})$, アミドを有する対称型マンガン錯体を $\text{MnL}^3(\text{OAc})$ としました. それぞれの錯体は IR, 元素分析, Mn 分析, UV-vis スペクトル, 電気化学測定等の種々の分析

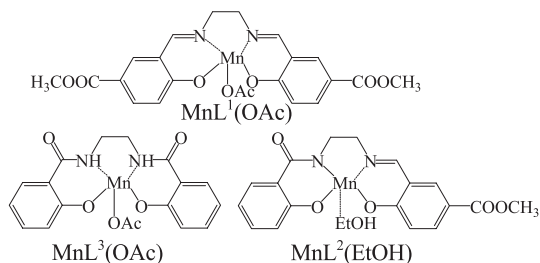


Fig. 2 合成錯体

により同定し、性質を確認しました。

2.3 合成錯体と $t\text{BuOOH}$ との反応性

それぞれの錯体が酸化剤である $t\text{BuOOH}$ と反応し、活性な中間体を形成するかどうかを UV-vis スペクトルを用いて測定しました。 $t\text{BuOOH}$ を添加し、経時変化を測定したところ、全ての錯体が、等吸収点を持ちながらスペクトルが変化していきました。このことにより、活性な中間体が形成していることが分かったので、実際に有機基質の酸化反応を試みました。

2.4 $t\text{BuOOH}$ を用いた有機基質の酸化反応

それぞれの錯体を用いて cyclohexene の酸化反応について検討しました。酸化反応の条件は Fig. 3 に示します。有機基質である cyclohexene の酸化物として 2-cyclohexene-1-one (■, □), 2-cyclohexene-1-ol (▲, △), cyclohexene epoxide (●, ○) が得られます。これら酸化物はガスクロマトグラフィーで定性・定量を行いました。今回の酸化反応では、 $\text{MnL}^1(\text{OAc})$ と $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ のみ反応性を検討し、DMF-MeCN 混合溶媒の比等も変化させ、酸化反応を検討しました。

2.4-1 MeCN : DMF=7.5 : 2.5 の場合

溶媒が MeCN : DMF=7.5 : 2.5, O_2 通気での酸化反応の場合、対称マンガン錯体 $\text{MnL}^1(\text{OAc})$ 、非対称マンガン錯体 $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ とともに触媒反応を示しました (Fig. 4)。 $\text{MnL}^1(\text{OAc})$ は $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ に比べ、反応性が悪い結果となりました。

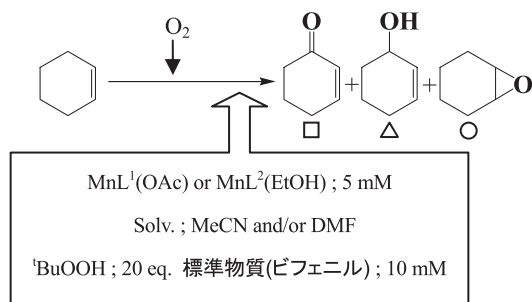


Fig. 3 酸化反応

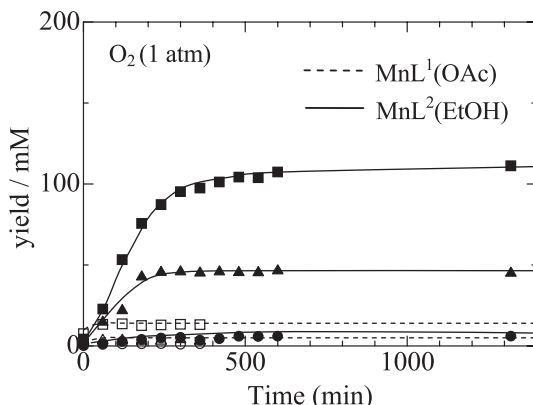


Fig. 4 酸化反応の結果 1
(MeCN : DMF=7.5 : 2.5)

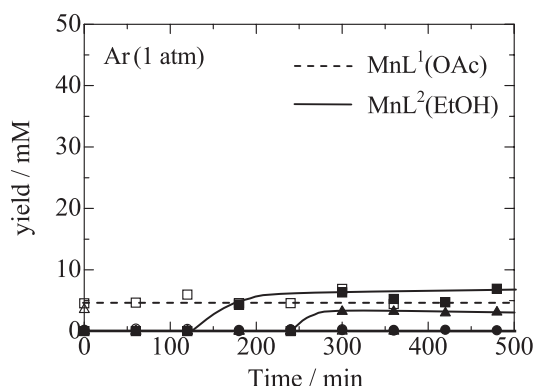


Fig. 5 酸化反応の結果 2
(MeCN : DMF=7.5 : 2.5)

この反応が分子状（気体）の酸素を利用しているかどうかを確認するため、同じ混合溶媒の比を用いて今度は Ar 通気で酸化反応を検討しました。その結果が Fig. 5 です。 O_2 通気での結果より生成量がどれも大きく減少しているため分子状の酸素を利用して酸化しているといえます。しかし、Ar 通気下においても酸化物がわずかに生成しているためほんの一部酸化剤の酸素原子を利用して酸化反応が生じていることを確認しました。

2.4-2 MeCN : DMF=9 : 1 の場合

次に、アセトニトリル (MeCN) と DMF の溶媒比を 1 : 9 にして酸化反応を行いました (Fig. 6)。すると 7.5 : 2.5 の比のときに比べ、 $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$

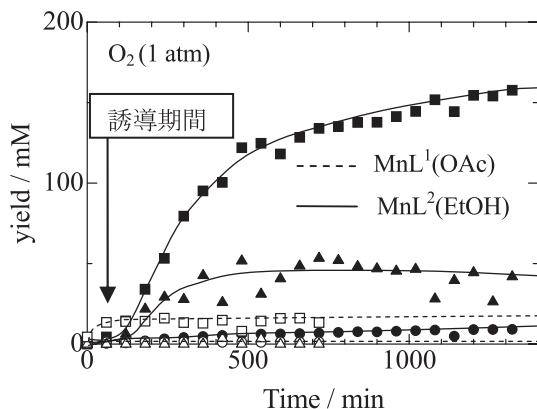


Fig. 6 酸化反応の結果 (MeCN : DMF=9 : 1)

では生成物の収率が増加しました。しかし、 $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ では先ほど見られなかった酸化反応が起きるまでの誘導期間がみられました。これは、錯体が溶解するまでに時間がかかるためだと考えられます。一方、 $\text{MnL}^1(\text{OAc})$ はあまり変化が見られませんでした。

2. 4-3 MeCN のみの場合

最後に溶媒が MeCN のみの酸化反応の結果です (Fig. 7)。MeCN のみでは $\text{MnL}^1(\text{OAc})$ は DMF が存在している場合より触媒活性が大幅に増大し、それに反して $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ は生成量が全く全く反応しないという結果になりました。 $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ の場合、1 : 9 の溶媒比のときにみられた誘導期間や、MeCN に全く溶解しないこと、Ar 雰囲気下で

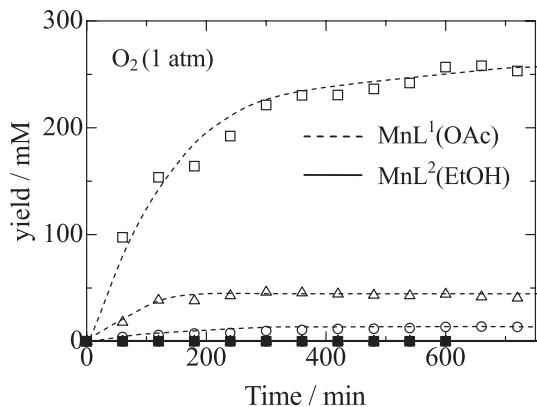


Fig. 7 酸化反応の結果 (MeCN のみ)

も、酸化反応を生じたことなどを考慮すると $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ は不均一化では活性な中間体を形成しないのではないかと考えられました。一方、 $\text{MnL}^1(\text{OAc})$ の場合 DMF によって反応性が阻害されるという事が考えられます。

2. 5 今後の方針

今後、溶媒を変えたり、現在の非対称型マンガン錯体 $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ のカルボキシメチル基の炭素鎖を長くし、溶解度を上げることが今後の課題として挙げられます。

3. ウィーンと学会について

今回は初の国際学会でした。今回はオーストリアのウィーンで開催されましたが、ちょうど 30 度を超える暑い期間だったので一週間ウィーンで過ごすのにとっても苦労しました。けれどウィーンの町並みはとても素敵できれいで映画を見ているようでした (Fig. 8)。

ウィーンに来て驚いたのはあまり店やホテルにクーラーがなかったことです。電車やバスにもついていませんでした。暑いせいで街を歩くのも一苦労でしたがエコの国だなあとつくづく関心しました。いたるところに教会があったので入ってみるととても涼しかったです。クーラーもついてないのに涼しいのはびっくりで昔の人の知恵は本当にすばらしいものですね。もう一つ驚いたのは、電車にも普通に犬



Fig. 8 ウィーンの町並み

が乗っていたことです。犬好きの私にとっては良い風習でした。ウィーンの犬はきちんとしつけがされているんでしょうね。

さて、ウィーン大学までは地下鉄で行くのですがどの切符を買えばいいの分かりませんでした。ガイドブックを一生懸命読むと、地下鉄はどの区間も同じ値段でした。地下鉄のドアは半手動で、日本とは違う部分がたくさんあって最初はものすごくとまどいながらのものでした。不安ながらも地下鉄に乗り込みみんなでウィーン大学へ行くことができました。なんとか自力で受付を無事に済ませ、市庁舎で学会のウェルカムパーティーに参加しました。立食パーティーで、ビールやワインもありましたが、とにかくお茶が飲みたい！お米が食べたい！そんな気分でした。ウィーンに来てほんの少しなのにもうすでに日本が恋しくなっていました。けれどケーキや果物もたくさんあって音楽の演奏があったりととても豪華なパーティーでした。

学会三日目、ついに私たちのポスターセッションが始まりました。学会会場にはビールサーバーがいたるところにありました。さすが国際学会ですね！

今回、ポスターを英語にするだけでも時間がかかり大変だったのですが、英語でのポスターセッションが初めてということもありいつもの学会以上に不安でいっぱいでした。

ただでさえ、英語が苦手な私ですが直に英語に触れる絶好のチャンスなので頑張って質疑応答にチャレンジしました。この国際学会のために、ほんの少しですが英語を勉強していました。しかし、質問は早すぎて一回目は聞き取れず…。めげずに失礼ながらも何回も質問を聞きなおしました。先生方に助けていただいた時もありましたが、ほんの少しでしたが自分一人でなんとかジェスチャーも使いながら答えることもできました。隣にあるポスターの発表者の人とも少し会話することができました。英語があまりしゃべれない私にもゆっくりと何回も話していただきました。とても良い人で、楽しい会話ができました (Fig. 10)。



Fig. 9 ウェルカムパーティーの様子

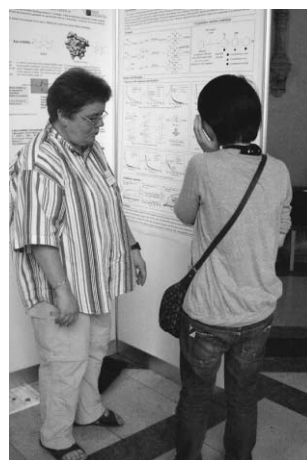


Fig. 10 質疑応答の様子

ウィーンで日を過ごすにつれて英語の聞き取りが若干上手くなったと思います。やはり、本や辞書を使って英語を勉強するよりも、実際に英語を聞いた話したりする場面に行く方が何倍も身につくことを実感しました。五日目にもポスターセッションがありましたが、三日目よりは質問者が少なかったので三日目よりは気持ち落ち着いていたように思います。

4. おわりに

最後に、今回国際学会に参加するにあたり、協力してくださった先生方や研究室の方々に深く感謝いたします。

2007 年高分子討論会に参加して

中 杉 久 彦

Tsunehiko NAKASUGI

物質化学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

今回、2007 年 9 月 19 日から 21 日に名古屋工業大学で開催された第 56 回高分子討論会に参加し、「ポリ乳酸／有機溶媒系から作成した分子凝集体の構造と応用」と題して口頭発表を行ってきました。3 種類の立体規則性のポリ乳酸と有機溶媒である *o*-ジクロロベンゼンを用いてゲルを作成し、立体規則性の差によるゲル中の溶媒の束縛状態に関して熱分析を中心に解析を行った結果を報告してきました。

2. 発表内容

ポリ乳酸

ポリ乳酸はトウモロコシやサトウキビなどの植物由来原料で、環境低負荷型プラスチックと知られています。またポリ乳酸は人工関節などの生体適合性材料としても研究が盛んで、環境問題が叫ばれる現代では注目される材料の一つです。

ゲル

ゲルとは「あらゆる溶媒に不溶の三次元網目構造をもつ高分子およびその膨潤体」と定義され、身近なものには豆腐やゼリーなどがゲルの仲間です。ゲルは紙おむつやコンタクトレンズにも応用されており、ゲルの機能性に関する研究は盛んに行われてきましたが、ゲルの構造やゲル中の溶媒の状態などに関する基礎研究は発展途上であるため、本研究室でもポリオレフィン系の高分子を中心にゲル中の溶媒に関する研究を行っています。

ゲル中の溶媒の融解挙動 (DSC 測定)

Fig. 1 は、L 分率 99.8% (PLA 1) と L 分率 83.0% (PLA 2) の *o*-ジクロロベンゼン溶液から凝集させた試料を -100°C から 0°C まで昇温した時の *o*-ジクロロベンゼンの融解挙動を示しました。PLA 1 ゲル、PLA 2 ゲル共に、純溶媒の融点である -15°C の吸熱ピークに加えて、それよりも低温側にブロードな吸熱ピークが観測されました。高温側の吸熱ピークは純溶媒の融点に近い自由溶媒に近い状態をとり、低温側のピークは濃度の上昇に伴ってより低温側にシフトしたことから、分子鎖に影響する溶媒と考えました。また本研究室では高温側の吸熱ピークを与える溶媒は球晶間の非晶に、低温側の吸熱ピークを与える溶媒は球晶内のラメラ間の非晶に存在すると考えています。

PLA 1 と PLA 2 を比べると、PLA 2 では 10 wt%

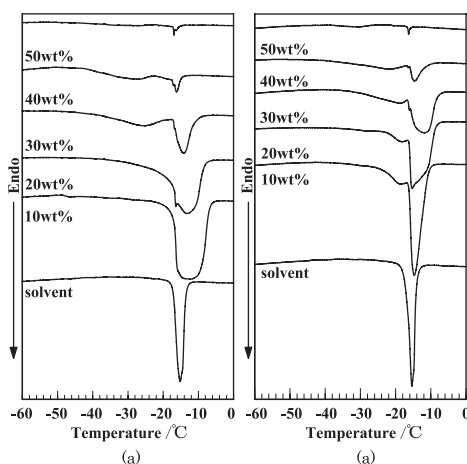


Fig. 1 ゲル中の溶媒の融解挙動
PLA 1 (a), PLA 2 (b)

の低濃度でも -19°C に吸熱ピークが観測されたことと、濃度の上昇に伴う低温ピークの低温シフトが PLA 2 では PLA 1 に比べて小さくなった。これらはゲル中での溶媒の凝集サイズが異なっていると考えられるため、溶媒の凝集サイズを求めました。

ゲル中の溶媒の凝集サイズ

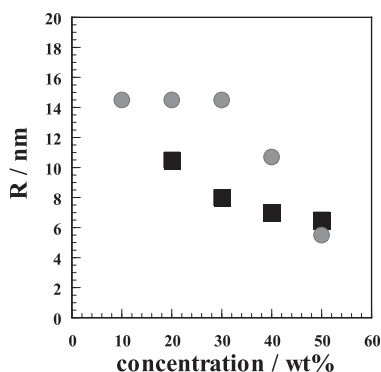


Fig. 2 ゲル中の溶媒の凝集サイズ
■ : PLA 1, ● : PLA 2

ゲル中での溶媒の凝集サイズを求めたところ、濃度増加につれて溶媒の凝集サイズが小さくなり、L 83 は 30 wt% まではほぼ同じ凝集サイズで 40 wt% から小さくなりました。これらはゲル中のモルフォロジーに依存していると考えられますので、偏光顕微鏡観察を行いました。

偏光顕微鏡観察

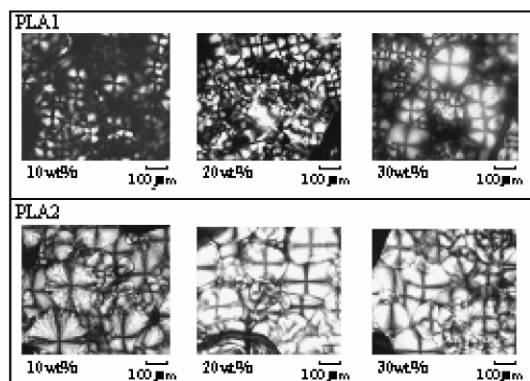


Fig. 3 偏光顕微鏡観察写真

表 1 固体 NMR より求めた結晶化度

concentration	PLA 1	PLA 2
30 wt%	42%	36%
50 wt%	44%	43%

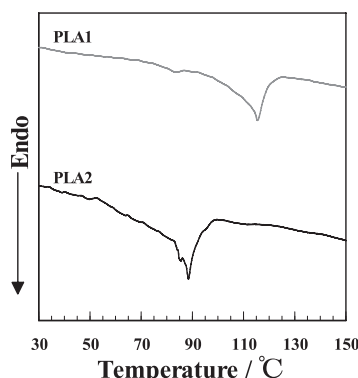


Fig. 4 ゲル中のゲル融解の融解挙動

偏光顕微鏡観察を行った結果を Fig. 3 に示しました。PLA 2 では PLA 1 に比べて大きな球晶が観察されました。PLA 2 では 10 wt% の低濃度でも PLA 1 より PLA 2 の球晶サイズが大きいことから DSC で得られた低温側のピークが観測されたと考えられます。しかし、PLA 2 は PLA 1 に比べて明らかに大きな球晶でありながら、低温ピークの低温シフトは L 100 よりも小さかった。この理由として、PLA 2 では PLA 1 よりも球晶内の非晶相が広くルーズなために PLA 2 中の溶媒の凝集サイズが小さくなったと考え、これらの詳細を調べるため固体 NMR より結晶化度の算出を試みました。

固体 NMR 測定

固体 NMR より結晶化度を算出したところ 30 wt% では表 1 のようになり、PLA 1 は 43%、PLA 2 は 32% となった。また Fig. 4 はゲル中のポリマー部分の融解挙動を示したものですが、PLA 2 の方が低い温度で融解しており、PLA 2 の方がラメラの厚さが小さいことが分かります。これらより PLA 2 の方が非晶相が広くルーズと予想されます。このことから PLA 2 では PLA 1 よりも溶媒の凝集サイズ

が小さくなったと考えられます。

まとめ

- ・ DSC 測定において立体規則性によらず、濃度の上昇と伴に *o*-ジクロロベンゼンの融解挙動が 2 本観測されたが、PLA 2 では PLA 1 よりも低温側ピークのシフトの量が小さかった。これは PLA 2 の方がラメラ厚が薄く非晶相がルーズであると考えられ、溶媒の凝集サイズが PLA 1 よりも弱いと考えられ、溶媒の融解挙動はモルフォロジーに依存すると考えられます。
- ・ PLA 2 の *o*-ジクロロベンゼンの融解挙動において 10 wt% の低濃度でも低温側ピークが観測されたのは球晶サイズが大きいことから球晶内に溶媒が取り込まれたと考えられます。

3. 学会を終えて

今回は 8 回目の学会発表で 3 回目の口頭による発表で終止冷静に発表することができました。またポスター発表も同時に行い、実りある学会となりました。ポスター発表は約 1 時間 30 分、口頭発表は 25 分と口頭発表はあっという間に終わりました。口頭発表の魅力は一度に多数の人にプレゼンができることと、多数の人でディスカッションが行えるため、研究を深めることができます。またポスター発表の魅力は発表時間にゆとりがあり、1 対 1 で密に意見交換ができることです。初めて学会に参加したときよりも自分のプレゼン能力が上がっていることが実感でき、人脈も広げられたと思います。これまで発表してきた自分を誉めるとともに、こういった機会を与えてくださいました、中沖教授に感謝します。

Yuichiro FUJIKAWA

物質化学専攻修士課程 2年

ブレンド比を変えた PHB (Aldrich) と PLLA (島津製作所ラクティ A) の総量に対して 3 種類のセルロース誘導体 (セルロースアセテートブチレート (CAB), セルロースアセテートプロピオネート

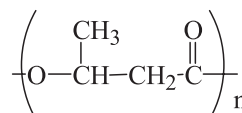


Fig. 1 ポリ (3-ヒドロキシブチレート)

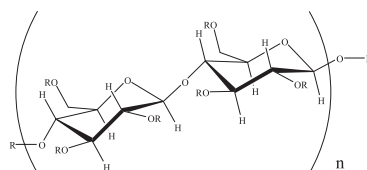


Fig. 2 セルロース誘導体

— 166 —

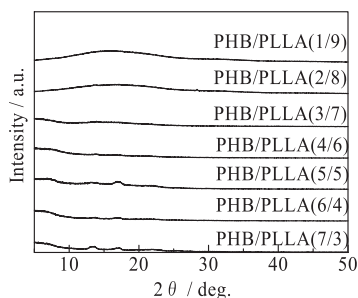


Fig. 3 PHB/PLLA (CP: 5 wt%)

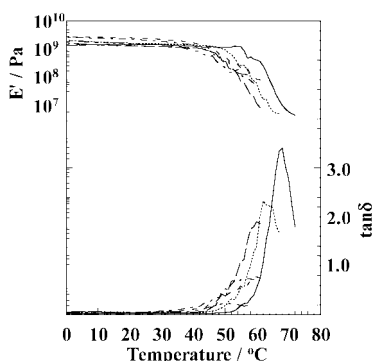


Fig. 4 PHB/PLLA (CP: 5 wt%) DMA 測定結果

Fig. 4 は、CP を 5 wt% 含む PHB/PLLA ブレンド試料の動的粘弾性測定による 損失正接(E')と $\tan\delta$ を示した。PLLA ホモポリマーの T_g は 68°C であり、PHB 分率の増加に伴って低下した。PLLA の T_g を PHB の割合に対してプロットした結果を Fig. 5 に示した。PHB の分率が大きくなるとともに PLLA の T_g は低下し、Fox の式により算出した実線と一致した。X 線回折との結果と合わせて考えると非晶部分では相溶していることが考えられ

以上の結果より、PHB と PLLA にセルロース誘導体を加えた 3 成分ブレンドでは PHB の結晶化を抑制することができ、非晶部分では相溶していると考えられる。

Fig. 6 は、CP を 5 wt% 添加し、PHB と PLLA の割合を変えて測定した引張試験の結果を示した。ブレンドフィルムに対して CP を 5 wt% 添加したものは最大点応力がホモポリマーに比べて上昇した。ま

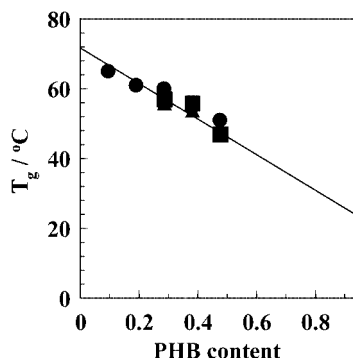


Fig. 5 DMA 測定より得られた PLLA の T_g

$$\frac{1}{T_g} = \frac{W_1}{T_{g1}} + \frac{W_2}{T_{g2}} + \frac{W_3}{T_{g3}} \quad (1)$$

W_n : weight fraction

T_{gn} : glass transition temperature

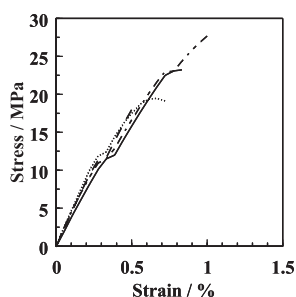


Fig. 6 PHB/PLLA (CP: 5 wt%) 応力-歪み曲線

た、CP の含有率を 50 wt% とすると、ブレンドの割合によって破断点伸度は 77.2% まで改善されることが確認できた。

3. おわりに

今回は初めての学会発表で少し緊張しましたが、直前まで発表内容を検討し、練習を重ねて本番の発表に臨んだため、思ったよりもスムーズに発表できました。また、学会では他の研究者の方々からのご意見をいただき、非常に有意義な経験ができました。これらの経験を今後の研究に生かしていきたいと思っています。

最後になりましたが、今回発表の機会を与えてくださいました中沖隆彦教授、日頃丁寧親切にご指導

ご助言いただきます本研究室の先輩方々および林研 感謝申し上げます。
究室の皆様，特に辻本敬助教にこの場をお借りして

高分子討論会への参加

細 田 直

Nao HOSODA

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

今回私は9月19日から21日まで名古屋工業大学で開催された高分子討論会に参加しました。

2. 発表内容

科学技術が大きく進歩し、私たちの生活は非常に豊かになってきました。高分子化学の分野も石油等の化石資源の利用により、目覚ましい発展を遂げ、利便性の高い材料が多く開発されています。一方で、高分子材料の原料となる化石資源の枯渇や廃プラスチックが原因とされる環境汚染が問題視されています。

このような背景から、私の所属している研究室では、石油などの化石資源の代替として注目されている再生可能資源を出発原料とした高分子材料の開発を目標として研究を行っています。再生可能資源とは、自然界の物質循環サイクルに取り込まれ、繰り返し利用が可能な資源のことで、代表的なものとして植物油脂やタンパク質、糖類などが挙げられます。これらの再生可能資源を利用することで、化石資源の節約や温室効果ガスである二酸化炭素の削減が可能となります。

私は、再生可能資源の中でも特に生産量が多く、安価であるという理由から大豆油を使用し高分子材料の合成を行っています。人類は、昔から大豆油をおもに食用として利用していますが、近年、新聞インキや塗料などに大豆油が使用され環境に配慮した製品であることから、社会的に大きな注目が集まっています。しかしこれらは、大豆油の不飽和基の反

応を利用しているため、残存不飽和基が原因で経時安定性が良くないという問題点が指摘されています。大豆油の側鎖不飽和基をエポキシ化したエポキシ化大豆油（ESO）を用いることで反応性を向上させることができます。ESOは、酸触媒を加え加熱することで硬化し透明性に優れた材料を得ることができます。しかし、ESO単独の硬化物は脆く強度が低く用途が制限されます。そこで、他のポリマーとハイブリッド化することによって、ESOの物性改善を検討しました。まず、結晶性ポリマーであるポリブタンジオールスクシネート（PBS）とのハイブリッド化を行いました。PBSは高い生分解性を有することで知られ、実用的な材料への応用が期待されているポリエステルです。しかし、PBSは結晶性が高いために非常に脆いという性質があり、その改善が求められています。ESOに任意の割合で



Figure 1 Photograph of ESO-PBS hybrid (50 : 50 wt%).

PBS を添加し硬化させたところ、白い光沢のある材料が得られ、機械的強度の上昇や PBS の結晶性の低下が見られました (Figure 1)。つぎに、ESO 硬化物の透明性を保持させるためアモルファスポリマーとのハイブリッド化を検討しました。アモルファスポリマーとしては、ポリブチルメタクリレート (PBMA) を用いました。PBMA は優れた透明性を有し、トップコート剤などに使用される材料です。

PBS の場合と同様に PBMA 存在下において、ESO の熱処理を行った結果、硬化が進行し透明なハイブリッド材料が得られました。本ハイブリッドは ESO ネットワーク中に PBMA が分散した semi-IPN 構造を有していると考えられます。また、本材料は優れた柔軟性を有していることが分かりました (Figure 2)。本ハイブリッドの動的粘弾性測定を行った結果、PBMA 添加に伴い室温付近での貯蔵弾性率が上昇していることが確認されました。一方、PBMA のガラス転移温度 (T_g) 以上では貯蔵弾性率が低下し、軟質化することが分かった。また、 $\tan \delta$ 曲線では 2 つのピークが観測されました。これらはそれぞれ ESO の T_g および PBMA の T_g に由来するピークと考えられる。いずれのピークも PBMA 添加により低温側にシフトすることが分かりました。一軸伸張試験を行った結果、ESO : PBMA (50 : 50 wt%) ハイブリッドでは ESO 単独硬化物

と比較し、破断ひずみが大きく、破断応力も大幅に上昇することが確認されました。以上の結果より 2 種のアモルファスポリマーのハイブリッド化により、透明性を保持しながら、油脂の脆弱性を著しく改善することが可能であることが分かりました。以上の内容を発表してきました。

3. 学会発表

今回の学会は発表時間が一日目の最後でした。午前中に名古屋工業大学に着き、とにかく発表会場に向かいました。その後、多くの研究発表が行われていたので、発表を聞きに行こうと思いポスターセッションなどを見て回りました。あっという間に、発表時間が近付き緊張感が高まり、トラブルなく発表を終えることのみを考えていました。前の演者の発表が終了し、いよいよ私の発表の始まりです。ここで、トラブル発生です。プロジェクターの接続が切れ、何度やってもスライドが映し出せません。結局、いろんな人の助けを借りてようやく発表が始まり、あっという間に終わりました。質疑応答では、まだまだ力不足で決して満足のいくものではなかったのですが、なんとか終えることができました。二日目からは発表が終了していることもあり、落ち着いて他の方々の研究発表を聞くことができました。

4. おわりに

今回、学会に参加して、学外で研究発表を行うことはさまざまな視点からの意見を聞けることやプレゼンテーション能力も含めて新たな課題が発見できるという点で本当に素晴らしいことだと思います。準備段階から多くの苦労はありますが、良い経験ができたと思います。

最後になりましたが、今回の学会参加に際し、さまざまなご助言とご指導いただきました、林 久夫教授、辻本 敬助教に感謝いたします。

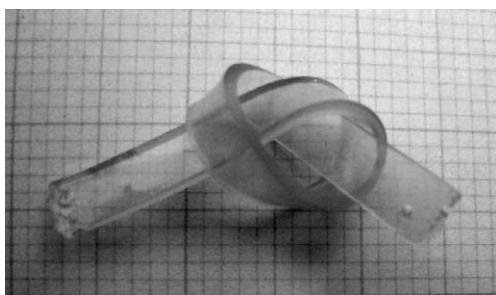


Figure 2 Photograph of ESO-PBMA hybrid (50 : 50 wt%).

第 56 回（2007 年）高分子討論会に参加して

榎 谷 剛 史

Takefumi MASUTANI

物質化学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

9 月 19 日から 9 月 21 日の三日間、第 56 回（2007 年）高分子討論会が名古屋工業大学で開催されました。学会では高分子を専門に研究している人達が集まり、熱心に討論を繰り広げました。日本全国から、大学教授やさまざまな企業の研究者、また私のように多くの学生の方が参加していました。さらには海外からの発表者も多く見られました。

私のポスターにも他大学の学生さんや企業の方が見に来られ、説明するだけではなく、相手の方からも色々なアドバイスを受けてたりして大変充実した学会になりました。私はポリエチレンゲル中の溶媒に着目した研究を行っており、直鎖状低密度ポリエチレンゲルについての研究を行っています。ポリエチレンは代表的なポリオレフィンであり、さまざまな有機溶媒からゲルを作成することができます。しかし、ゲル中の構造はまだはっきりと明らかになっていないので、研究室ではゲル中の溶媒の分子構造に注目し、ゲル中の有機溶媒の融解挙動と分子鎖モルフォロジーの関係について検討しています。

2. 研究内容について

ポスターのテーマは「分岐度の異なる直鎖状低密度ポリエチレンゲル中の分子鎖モルフォロジーと溶媒の凝集構造の関係」という内容で発表しました。図 1 は 0℃ 及び 30℃ で保持した時の、メチル分岐を持つ直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE-M）ゲル中の溶媒である *o*-ジクロロベンゼンの融解過程を熱分析により得られた結果を示しています。図よ

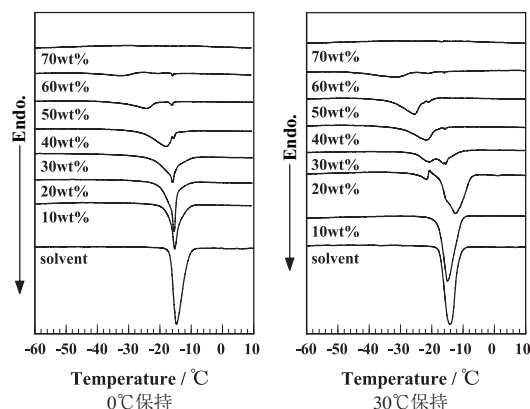


図 1 LLDPE-M ゲル中の溶媒の融解過程

り、濃度が変化するにつれてゲル中の溶媒の融解過程が変化し、高濃度になると融解ピークが二つ観測されました。このことから、高温側にシフトしたピークは純溶媒の融点に近いことから、フリーに近い溶媒の融解ピークであり、低温側にシフトしたピークは濃度に依存することから、分子鎖に束縛された溶媒の融解ピークであると考えています。また、これら両者の融解挙動を比較すると、30℃ 保持では 20 wt% から低温側のピークが見られました。このことはゲル中での溶媒の束縛状態が変化したと考えられます。

また、図 2 にピーク温度の値をプロットした結果、30℃ 保持ではより低温側にピークが観測されました。これらの違いから、ゲル中の分子構造が変化していると考えられ、低温側における溶媒のサイズが異なっていると考えられます。

従って、次にゲル中の溶媒の凝集サイズを求めた結果、図 3 のように高濃度になるにつれて溶媒の凝

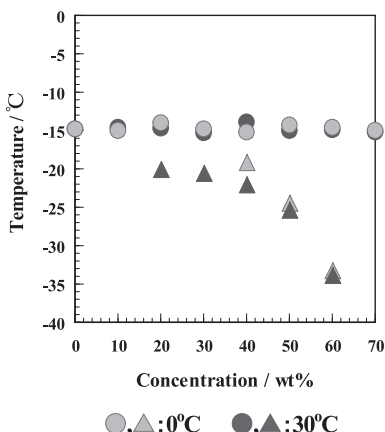


図2 溶媒の融解ピーク温度の値

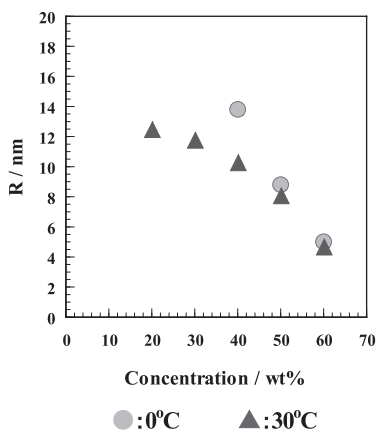


図3 溶媒の凝集サイズ

集サイズは小さくなりました。このことから低温側のピークは凝集サイズに依存することが考えられます。

また 30℃ 保持では溶媒のサイズが小さい値をとったことから、ゲル中のモルフォロジーが異なっていると考えられるので、偏光顕微鏡観察を行った結果、両方のゲルともに高濃度になっても球晶は観察できませんでした。これはメチル分岐が多く存在することにより、結晶形成が抑制されるためと考えられます。しかし、球晶の形成段階である束状結晶が観察でき、30℃ 急冷では 20 wt% の低濃度から束状結晶の形成がされたため、0℃ 保持よりも早く結晶が形成されていることが分かりました。

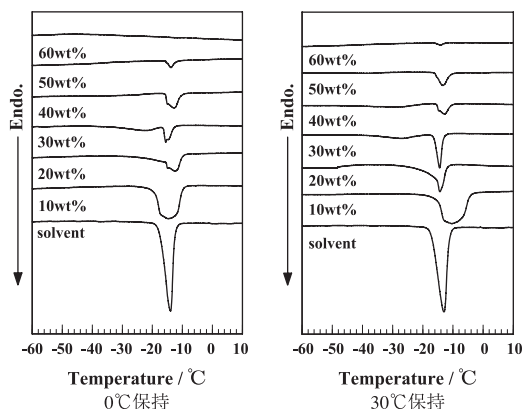


図4 LLDPE-H ゲル中の溶媒の融解過程

次に、ヘキシル分岐を持つ LLDPE-H ゲルについても同様に実験を行いました。図4は溶媒の融解挙動を示しています。

その結果、LLDPE-H ゲルに関しても、高濃度になると共に高温側と低温側のピークが見られ、低温側のピークは濃度における依存性が見られました。しかし、30℃ 急冷でのゲル中の溶媒の融解過程は 0℃ 急冷と似た結果となり、ピーク温度の値も似た値となりました。従って、このことは溶媒の凝集サイズも似ていると考えられるので、メチル分岐ゲルと同様にヘキシル分岐ゲルについても溶媒サイズを求めてみました。その結果、図5のように、各濃度においてヘキシル分岐ゲルの溶媒サイズは、0℃ 及び 30℃ 保持の場合で比較的似た値となりました。

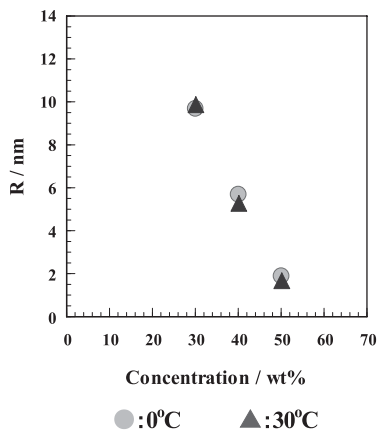


図5 溶媒の凝集サイズ

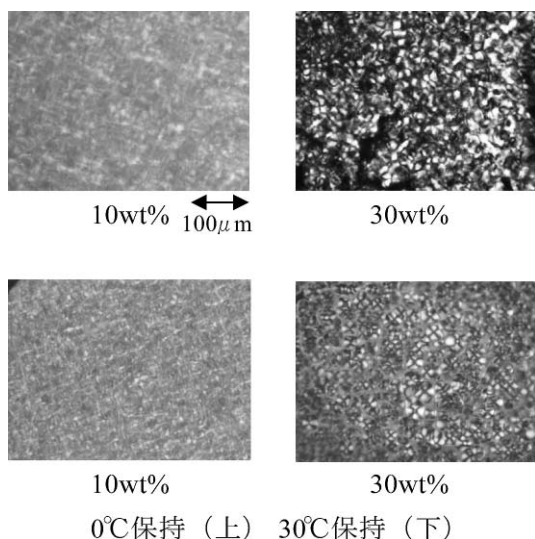


図6 LLDPE-H ゲルの偏光顕微鏡写真

このことはゲル中の溶媒の束縛状態が変化せず、同じであるためと考えられます。従って、両者のモルフォロジーも似ていることが考えられることから、ヘキシル分岐ゲルについても偏光顕微鏡観察を行いました。

その結果、ヘキシル分岐ゲルでは低濃度からサイズの小さい球晶と考えられるモルフォロジーが観察できました。これはヘキシル分岐ゲルでは、分岐の割合が少ないために、球晶の形成がされやすいと考えられます。また熱分析及び溶媒の凝集サイズの結果より、両者のモルフォロジーが似ていることが考えられましたが、30℃急冷では0℃急冷よりも多くの球晶が高濃度になると共に形成されました。しかし球晶サイズは両方のゲルで比較的同じサイズとなったことから、ゲル中の溶媒サイズは似た値をとったと考えられます。

これらのことから、メチル分岐ゲルとヘキシル分岐ゲルでは、両者のモルフォロジーが異なることが確認でき、またゲル中に含まれる凝集状態の異なる溶媒の分率を定量した結果、それぞれの溶媒成分は図7のようになりました。

溶媒の分率の定量に関して各成分の割合を濃度に対しプロットすると、ヘキシル分岐ゲルでは低濃度

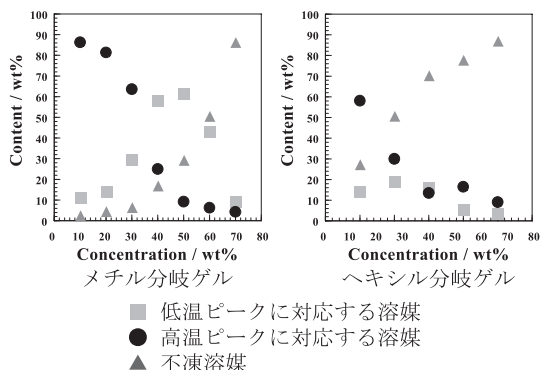


図7 凝集状態の異なる溶媒の分率の定量

から不凍溶媒の割合が大きく増加しました。不凍溶媒が100 wt%となる濃度も58 wt%となり、メチル分岐ゲルよりも低い値となりました。これはヘキシル分岐ゲルでは球晶が観察できたことから、球晶内部に含まれる不凍溶媒が多く存在し、メチル分岐ゲルよりも多くの不凍溶媒を含むためと考えられます。従って、ヘキシル分岐ゲルにおいて、30℃保持で多くの球晶が観察できたのは、不凍溶媒の割合が0℃保持よりも増加した為と考えられます。

以上のような流れで、ポスター発表を行い、見に来ていただいた方の中にはかなりの専門の人もあり、少しディスカッションに困ったこともありましたが、何とか理解してもらえました。また自分のポスター発表以外にも、自分の研究内容に近いポスターを選び、いくつか見て回りました。大学教授や企業からの発表者の方は、はっきりとした喋りかたと、分かり易い説明を行っていたと思いました。また、学生の中にもしっかりとした発表ができていて、まだまだ頑張らなければいけないと思いました。

3. おわりに

今回のような全国規模の学会では、それだけ準備にかかる苦労も、発表の場での緊張も、比べ物にならないものを味わう事になります。しかし、そこから得られるものも大きいと思います。他大学の学生の方や教授、企業の方とのディスカッションでは、

全く別の発想が指摘され、検討する機会となります。学会に参加すればそれでよいというのではなく、参加するまでにどれだけ努力し、参加してどれだけ得られるかが重要だと思います。

最後に、学会参加に際し、多くの経験を得る機会を下さいました中沖教授に感謝の言葉を送り締めたいと思います。ありがとうございました。

日本セラミック協会 第 20 回秋季シンポジウム

山 崎 裕 康

Hiroyasu YAMASAKI

物質化学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

私は、2007 年 9 月 12 日から 14 日にかけて名古屋工業大学で行われた「日本セラミック協会 第 20 回秋季シンポジウム」に参加しました。この学会で「MA-SPS 法による SiC/BN 複合材料の作製」と題して口頭発表（発表 14 分，質疑応答 5 分）を行いました。ここでは、私自身の研究内容と学会発表の感想を述べさせていただきます。

2. 発表内容

2.1 研究背景

炭化珪素（SiC）の機械加工性や対熱衝撃性を改善するために、第 2 成分として六方晶窒化ホウ素（h-BN）を複合化する研究が行われている。この時、SiC は難焼結性物質であるため、SiC/BN 複合材の作製においても、SiC の焼結助剤であるアルミナ・イットリア等の添加が必要となる^[1]。しかし、焼結助剤は、高温での SiC/BN 複合材料の機械的特性を低下させることが予想され、焼結助剤を用いない方法が望まれている。本研究室では、メカニカルアロイング（Mechanical Alloying：MA）法により作製したナノ SiC 粉末をパルス通電焼結（Spark Plasma Sintering：SPS）法にて加熱処理を行うことで、焼結助剤を添加することなく、緻密体の作製に成功している。そこで本研究では、MA-SPS 法を用いて焼結助剤を添加せず、SiC/BN 複合材料の作製を試みた。

2.2 実験内容

Si 粉末と C 粉末と h-BN 粉末を Si₃N₄ 製ボール（ボール重量／粉末重量＝40/1）と共に Si₃N₄ 製容器内へ充填し、遊星型ボールミルにて 24 h の MA 処理（自転速度／公転速度＝－1.18/1，公転速度＝300 rpm）を行った。MA 後に処理粉末を黒鉛型に充填し、SPS を用いて保持温度 1900℃，保持時間 10 min，昇温速度 100℃/min，一軸加圧 70 MPa の条件で加熱処理を行った。得られた焼結体の評価は、高密度測定，X 線回折装置，ビッカース硬さ試験機，3 点曲げ試験機，走査型電子顕微鏡（SEM），透過型電子顕微鏡（TEM）にて行った。

2.3 実験結果および考察

図 1 に、MA 法にて作製した粉末の X 線回折結果を示す。X 線回折結果より、SiC 含有量が 70 vol % までにおいては、ブロードした SiC のピークが

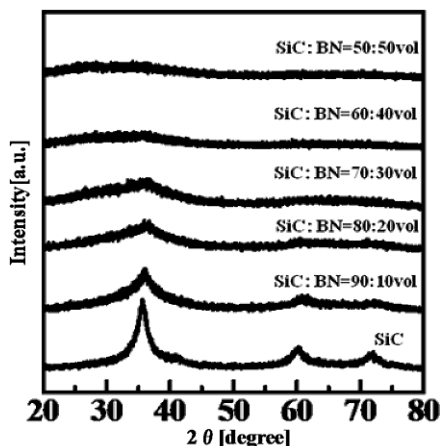


Fig 1 X-ray diffraction patterns of SiC/BN and SiC powder prepared by MA method

確認された。しかしながら、SiC 含有量が 60 vol% 以下では、X 線回折ピークがほとんど確認されず、構造が非常に崩れていることが示唆された。

図 2 に、MA 法により作製した粉末を SPS にて加熱処理し、得られた焼結体の X 線回折結果を示す。X 線回折結果より、SiC の含有量に関わらず全ての焼結体は h-BN と β -SiC に帰属されるピークのみが確認された。これより、相対密度の算出は、h-BN と β -SiC の複合則を基に行った。

図 3 に相対密度を示す。相対密度は、BN 含有率の減少とともに増加していく傾向が見られた。しかし、焼結助剤を添加しないにも関わらず、全ての試料において、相対密度 90% 以上の高密度体である

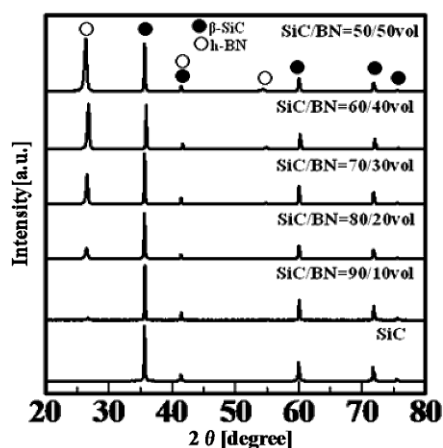


Fig 2 X-ray diffraction patterns of SiC and SiC/BN synthesized by MA-SPS method

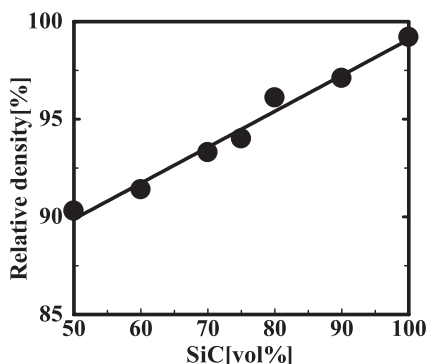


Fig 3 Relative density of SiC/BN versus SiC content

ことが確認された。

次に、得られた焼結体の破断面の SME 写真を図 4 に示す。SiC/BN=90/10 vol% の試料において、幅 $1\mu\text{m}$ 以下、厚さ $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細な板状組織が確認された。さらに BN 含有量の増加とともに板状組織が析出していくことが見られ、SiC/BN=50/50 vol% 試料においては多くの板状組織が確認された。

次に SiC/BN=50/50 vol% 試料の TEM 観察を行った。図 5 に TEM 観察像を示す。1 の電子線回折像からこの粒子が SiC であることが確認され、2 の格子像から 0.33 nm の格子間隔をとることが分かり、これは h-BN の (002) 面の格子間隔と一致したため、この粒子が h-BN 粒子であることが確認された。TEM 像より約 $200\sim 300\text{ nm}$ 粒径を持つ SiC 粒子の周りに約 100 nm 以下の h-BN 粒子が存在していることが確認された。

図 6 に焼結体のビッカース硬度と三点曲げ強度を示す。ビッカース硬度は、SiC の含有量が増加するにつれ増加していくことが確認された。参考文献値 [2] のビッカース硬度と比較した所、焼結助剤を添加しない試料 (SiC/BN=54/46 vol) では低密度体であるためビッカース硬度が測定できないのに対し

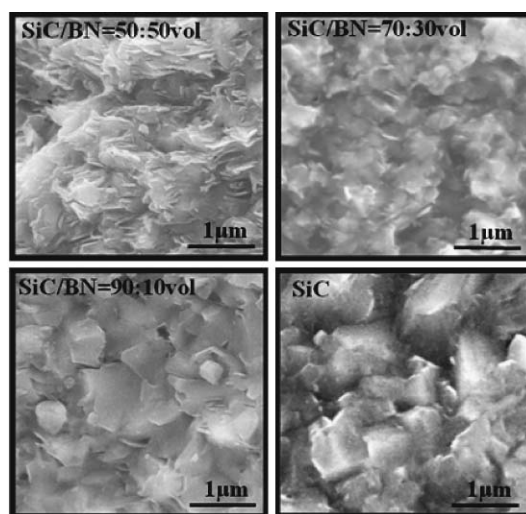


Fig 4 SEM image's of SiC and SiC/BN synthesized by MA-SPS method

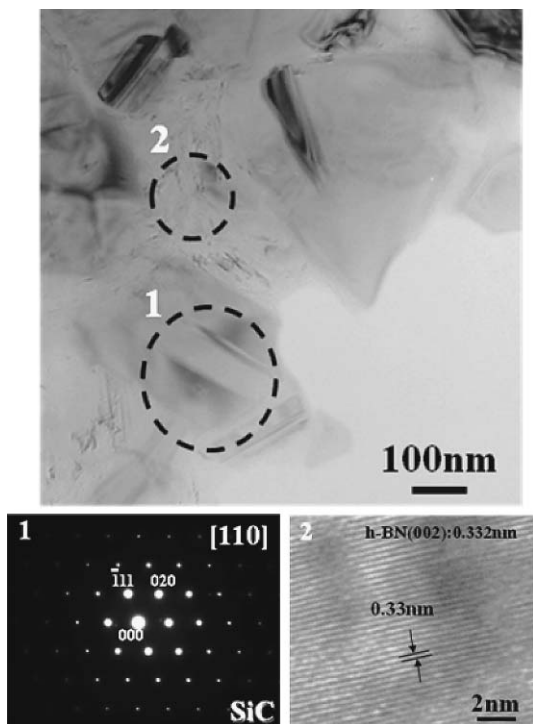


Fig 5 TEM image of SiC/BN=50/50 vol synthesized by MA-SPS method

て、MA-SPS 法にて作製した試料 (SiC/BN=50/50 vol) ではビッカース硬度は約 3 GPa を示した。また、焼結助剤を添加した試料と比較しても同程度の硬度を持つことが示された。これは、焼結体が高い密度と微細な h-BN 粒子が均一分散していることに寄与すると考えられる。

曲げ強度は、h-BN を 25 vol% 複合化したにも関わらず SiC と同程度の曲げ強度を示した。しかし、25 vol% 以上 h-BN を複合化した試料は、一様に強度が減少していく様子が確認された。h-BN を 25 vol% 複合化した試料では、微細な h-BN 粒が SiC の粒怪に均質に分散しているため曲げ強度を維持することができたが、30 vol% 以上 h-BN を複合化した試料においては、粒怪に析出した h-BN 粒がネットワークを形成し、そこが破壊源となり複合材の強度を著しく低下させたと考えられる。これは、先ほど示した SEM による破断面の組織観察結果と一致

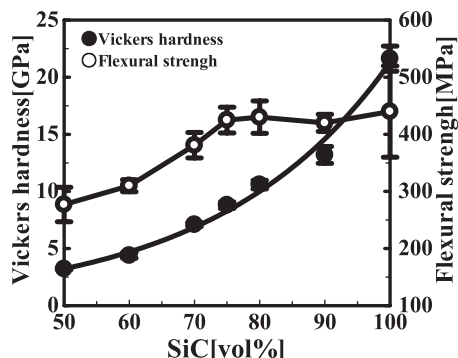


Fig 6 Micro-vickers hardness and Flexural strength of the SiC/BN versus SiC content

する。ここで参考文献値^[2]の曲げ強度と比較した所、焼結助剤を添加しない試料 (SiC/BN=54/46 vol) は、約 62 MPa の曲げ強度を示すのに対し、MA-SPS 法を用いて作製した焼結体 (SiC/BN=50/50 vol) は、約 270 MPa の曲げ強度を有しており、焼結助剤を添加しない試料としては、高い強度を持つことが示された。

3. おわりに

今回の口頭発表ではしっかりと事前準備をして望んだことで、発表時間を過不足なく使い、事前に用意していた内容を全て発表することができ、納得のいくものでした。しかし同時に今後さらに、研究テーマの理解を深める必要性も感じました。

最後になりましたが、日本セラミック協会第 20 回秋季シンポジウムに参加する機会を与えてくださり、研究のご指導をしてくださりました大柳満之教授に深く感謝します。また、日頃より有益な後討論、御協力をいただきました理工学部物質化学科大柳研究室の皆様にも深く感謝します。

参考文献

- [1] Xiangdong Wang, et. al., Materials Letter., 58, 1419-23 (2004).
- [2] Guo-JunZhang, et. al., J. Am. Ceram. Soc., 84[7], 1475-79 (2001).

N. L. P. M Summer Seminar に参加して

—ある線形化固有値問題の数値計算について—

川 合 秀 明

Hideaki KAWAI

数理情報学専攻修士課程 1年

1. はじめに

今回、私が参加した N. L. P. M. Summer Seminar とは、毎年学生が中心となって運営しているセミナーで、正式名称を NonLinear Phenomenology and Mathematics Summer seminar といいます。

このセミナーは毎年、数理科学の分野でご活躍の先生方や、他大学の数理科学を専門とする 院生 研究生の発表を聞くことでさまざまな研究についての知識や、自分自身の研究に対する新たな発想や刺激を得ることを目的としています。

また普段交流のない他大学の方達とも親睦を深めることができるよい機会となっています。

期間は平成 19 年 9 月 10 日から 9 月 13 日までの 4 日間で静岡県沼津市にある、ウェルサンピア沼津で開催されました。このセミナーでの私の講演時間は 25 分間与えられました。

本稿では、私が N. L. P. M. Summer Seminar に参

加した感想と、講演内容について述べます。

2. 参加した動機

以前に私が所属する研究室の先輩である鈴江央さんの学会での講演を見学しに行った時から、学会での発表に関心を持っていました。そこで今回の N. L. P. M. Summer Seminar の話を聞き、こういった場所での発表を経験するよい機会だと思い参加しました。

3. 講演内容について

3.1 研究概要

$\varepsilon > 0, f \in C^2$ として非線形境界値問題

$$\begin{cases} \varepsilon^2 u_{xx}(x) + f(u(x)) = 0 & \text{in } (0, 1) \\ u_x(0) = u_x(1) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

を考えます。(1) の非自明解 $(\varepsilon, u(x))$ は

$$\begin{aligned} \varepsilon_n(k) &= \frac{1}{2n\sqrt{1+k^2K(k)}} \\ u_n(x; k) &= \sqrt{\frac{2k^2}{1+k^2}} \operatorname{sn}(K(k)(1-2nx), k) \\ &\quad (n=1, 2, 3, \dots) \end{aligned}$$

で与えられます。ただし、

$$\begin{aligned} K(k) &:= \int_0^1 \frac{d\zeta}{\sqrt{(1-\zeta^2)}\sqrt{1-k^2\zeta^2}} \\ \operatorname{sn}^{-1}z &:= \int_0^z \frac{d\zeta}{\sqrt{(1-\zeta^2)}\sqrt{1-k^2\zeta^2}}. \end{aligned}$$



図 1 講演の様子

上式の, $u_n(x)$ は n モード解と呼ばれ, n 個の零点を持ちます.

さて, $(\varepsilon, u(x)) = (\varepsilon_n, u_n(x, k))$ を一組固定すると, 線形化固有値問題

$$\begin{cases} \varepsilon^2 \phi_{xx}(x) + f_u(u(x)) \phi(x) + \mu \phi(x) = 0 \\ \phi_x(0) = \phi_x(1) = 0 \end{cases} \quad \text{in } (0, 1) \quad (2)$$

において, $\varepsilon \rightarrow 0$ の場合に, 固有関数 $\phi(x)$ の漸近形状を数値計算で調べました.

この数値計算では, 最近 Wakasa および Wakasa-Yotsutani により示された, (2) の解の具体的な表示式を, $f(u) = u(1-u^2)$ の場合に用いました.

3.2 固有関数 $\phi(x)$ の解の表示式

$f(u) = u(1-u^2)$ のときに対応する線形化固有値問題 (2) は

$$\begin{cases} \varepsilon^2 \phi_{xx}(x) + (1-3u(x)^2) \phi(x) + \mu \phi(x) = 0 \\ \phi_x(0) = \phi_x(1) = 0 \end{cases} \quad \text{in } (0, 1) \quad (3)$$

の形で表されます. μ_j^n と ϕ_j^n はそれぞれ, (3) の j 番目の固有値および対応する固有関数を表すものとします. ただし, 最初のものは番目と数えることにします. $j=0, n, 2n$ の場合の μ_j^n , ϕ_j^n の表示式が次のように示されています.

定理 1 (Wakasa) $n \geq 1$ を固定する

(i) $j=0$ のとき

$$\begin{aligned} \mu_0^n(k) &= \frac{1+k^2-2\sqrt{1-k^2+k^4}}{1+k^2} \\ \phi_0^n(x; k) &= 1 - \frac{(1+k^2)1+k^2-\sqrt{1-k^2+k^4}}{2k^2} u_n(x; k)^2 \end{aligned}$$

(ii) $j=n$ のとき

$$\begin{aligned} \mu_n^n(k) &= \frac{3k^2}{1+k^2} \\ \phi_n^n(x; k) &= \frac{u_n(x; k)}{2k^2} \sqrt{\frac{2}{1+k^2} - u_n(x; k)^2} \end{aligned}$$

(iii) $j=2n$ のとき

$$\begin{aligned} \mu_{2n}^n(k) &= \frac{1+k^2+2\sqrt{1-k^2+k^4}}{1+k^2} \\ \phi_{2n}^n(x; k) &= -1 - \frac{(1+k^2)1+k^2-\sqrt{1-k^2+k^4}}{2k^2} u_n(x; k)^2 \end{aligned}$$

さらに $j \neq 0, n, 2n$ の一般の場合の表示式が次の様に示されています.

定理 2 (Wakasa-Yotsutani). 固有値 μ_j^n は $\theta_{2n}(1; \mu) = j\pi$ の唯一つの解として決まり,

$$\begin{aligned} \phi_j^n(x; k) &= \sqrt{|h_2(u_n(x; k), \mu_j^n(k); k)|} \cos(\theta_{2, n}(x; \mu_j^n(k), k)). \end{aligned}$$

ただし

$$\begin{aligned} h_2(u; \mu, k) &:= \left[\frac{k^2}{(1+k^2)^2} - \frac{1}{2}u^2 + \frac{1}{4}u^4 \right] + \frac{\mu}{6}(u^2-2) + \frac{1}{9}\mu^2 \\ \theta_{2, n}(x; \mu) &:= \frac{1}{\varepsilon_n(k)} \int_0^x \frac{\sqrt{\rho_2(\mu; k)}}{|h_2(u_n(\xi; k); \mu, k)|} d\xi \\ \rho_2(\mu, k) &= \frac{1}{81}\mu \left[\mu^2 - 3\mu + \frac{9k^2}{(1+k^2)^2} \right] \left[\mu^2 - 2\mu - \frac{3(1-k^2)^2}{(1+k^2)} \right] \end{aligned}$$

この定理 1 と定理 2 の解の表示式を使うと, 解の形状を知ることができます. さらに, 解の漸近形状が次の様に予想されています.

予想.

(i) $0 \leq j \leq n$ のとき $\phi_j^n \sim \phi_0^n \cos j\pi x$

(ii) $n \leq j \leq 2n$ のとき $\phi_j^n \sim \phi_n^n \cos(j-n)\pi x$

(iii) $2n \leq j$ のとき $\phi_j^n \sim \phi_{2n}^n \cos(j-2n)\pi x$

実際に $\theta_{2,n}(1; \mu) = j\pi$ から $\mu = \mu_j^n$ を求める計算は、複雑であり、工夫が必要です。

3.3 固有関数 $\phi(x)$ の解の漸近形状

数値計算の結果をいくつか紹介します。

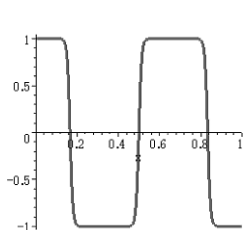


図2 u_3 のグラフ

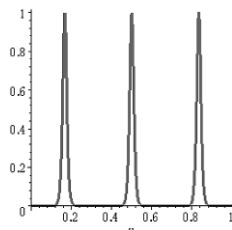


図3 $\phi_0^3(x)$ の形状

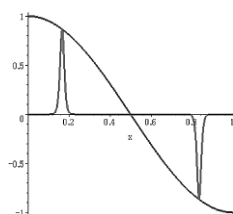


図4 $\phi_1^3(x)$ の形状

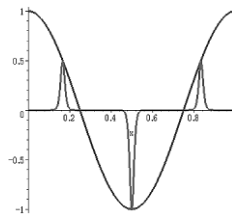


図5 $\phi_2^3(x)$ の形状

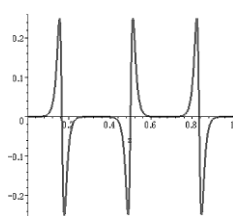


図6 $\phi_3^3(x)$ の形状

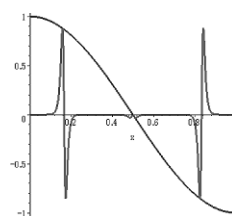


図7 $\phi_4^3(x)$ の形状

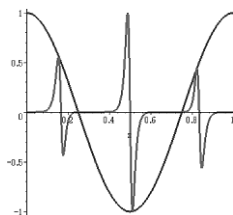


図8 $\phi_5^3(x)$ の形状

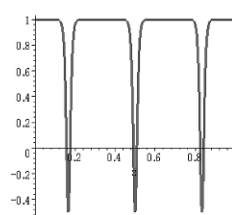


図9 $\phi_6^3(x)$ の形状

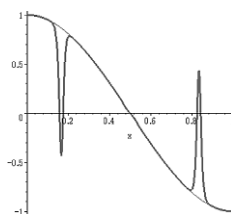


図10 $\phi^3(x)$ の形状

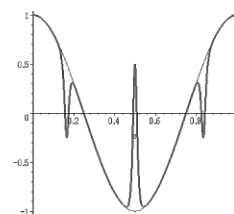


図11 $\phi^3(x)$ の形状

図2は3モードを表す u_3 のグラフです。さらに、図3以降の赤色で描いている線が固有関数 $\phi_j^n(x)$ ($j=0, 1, 2, \dots$) のグラフで、青色で描かれている線が $\cos \cdot$ に対応する助線です。

これらの図から $j=0, 1, 2$ のとき、 $j=3, 4, 5$ のとき、さらに、 $j=6, 7, 8, \dots$ のときで固有関数の形状が全く異なることが分かります。これが、予想は正しいと思われる根拠の1つとなります。

4. 終りに

$f(u) = \sin(u)$ の場合で計算結果が研究室の先輩である鈴江央さんによりうまくできたので、さらに、もう1つの典型例である $f(u) = u(1-u^2)$ の場合の研究を進めました。

研究を始めた当初は $f(u) = \sin(u)$ の場合とよく似た形状になると予想していました。

しかし、実際に計算を始めてみると様子が違い、線形化固有値問題の奥深さを改めて認識することになりました。

5. 謝辞

最後に、今回の N. L. P. M Summer Seminar に参加させて頂き、講演に向けご指導を頂いた四ツ谷教授、そして色々な助言を頂いた研究室内外の方々、本当にありがとうございました。今後は今回の反省を生かし、次に繋げるよう頑張っていきたいと思います。

国際学会に参加して

—初めての海外—

朝井 伴 光

Tomomitsu ASAI

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2007年7月15日から20日にかけてオーストリアのウィーンで開催された ICBIC 13 に参加しました。化学に関するさまざまな研究がポスター形式などで発表されていました。ここでは私の研究内容と、国際学会に参加して体験したことなどについて報告したいと思います。

2. 研究テーマについて

1. 背景

酸素発生をする光合成生物は、水を分解して電子を得て、さらにその電子を二酸化炭素の固定に用います。水を分解する反応の副産物として酸素が発生し、この酸素のおかげで我々は呼吸をし、さまざまな生命を育む地球環境が維持されています。

しかし、原始の地球に酸素はなく、太古の海も現在とは異なり猛毒である物質で満ちあふれていました。アミノ酸を作り出す HCN, HCHO, 海底のマグ

マから噴き出した硫化水素などです。この青酸などの猛毒物質に満ちた原始の海から、約 35 億年前に酸素を吐き出すシアノバクテリアが登場しました。シアノバクテリアによる酸素発生は、光エネルギーを用いた水の分解（酸化）が原因となっています。つまり、電子の供給源である水から電子を引き抜き、その電子を用いて二酸化炭素を固定し、副産物（老廃物）として酸素が生成されます。

<http://www.origin-life.gr.jp/3204/3204181/3204181.html>

<http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/cyanointro.html>

酸素発生型細菌であるシアノバクテリアは、PSI と PSII という 2 種類の光化学系をもっていますが、水から電子を引き抜くためにシアノバクテリアの PSII は特別な構造体を発達させています。それは、光合成細菌からシアノバクテリアへ進化する過程で獲得された「水分解酵素」であり、その活性中心は 4 つのマンガン、4 つの酸素、1 つのカルシウム原子から成っています (Fig. 2)。

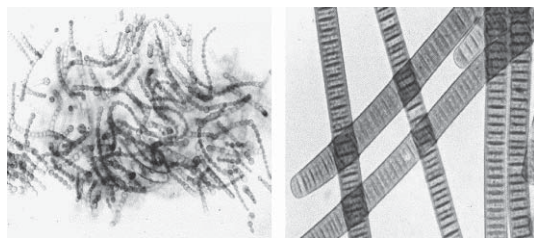


Fig. 1 シアノバクテリア（左）とその拡大写真（右）

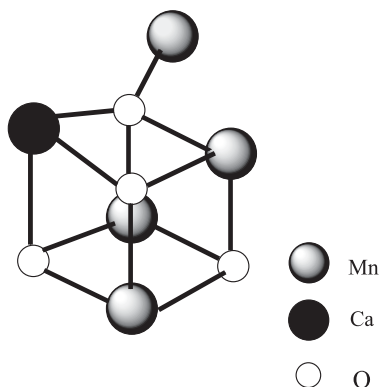


Fig. 2 四核マンガンクラスターの模式図

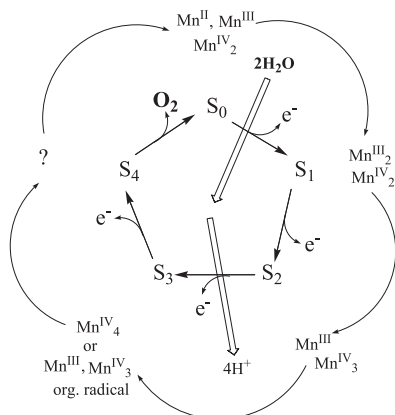


Fig. 3 S クロックモデル図

また、水を酸化するには4電子による酸化が必要 ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$) であることから、Kokらの水の酸化クロックにより、 S_0 状態から徐々に+電価が蓄積され、 S_4 状態になったときに電子を放出する機構が考えられました。 $\text{S}_0 \sim \text{S}_4$ 状態のクラスター中のマンガンがとる酸化数についてはさまざまな検討がされています。最も有力な $\text{S}_0 \sim \text{S}_4$ 状態の酸化数を Fig. 3 に示します。

2. 研究内容

本研究は、このマンガングラスターが二酸化マンガンの骨格と類似しているとの報告に基づき、二酸化マンガンを金属源として、種々の配位子との合成によりマンガン錯体を得られるかを検討し、シアノバクテリアによるマンガングラスターの生成反応を解明しようとするものです。

3. Mn 錯体の合成

配位子には DPAH 2 や DTPA、アミノ酸+シッフ塩基等の O や N をドナー原子とする種々の配位子を用い、反応条件を制御することによりいくつかの単核マンガン錯体の合成に成功しました (Fig. 4)。

以前に合成された $\text{Mn(III)(PA)}_3(\text{H}_2\text{O})$ と実験結果より、本研究での錯形成には、配位子が N 原子、COOH 基を有し、配位子を含む溶水溶液の pH が 3~4 であること、また錯形成定数が $\log K = 14$

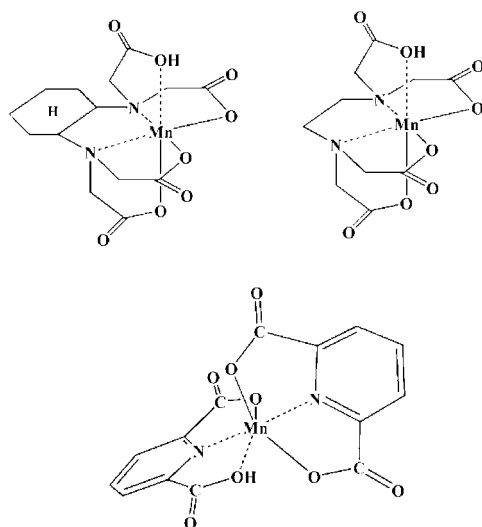


Fig. 4 得られた Mn 錯体の例

以上であることや配位子が配位したときの立体構造などに支配されるといった要因が考えられました。

4. いざ国際学会へ

・出発

ウィーンでの国際学会ということで、当然飛行機でオーストリアに向かいました。実は海外に行くのは今回が初めてで、何を準備したらいいのやら全く分かりませんでしたが、とりあえず荷物をまとめて関西空港へ。オーストリアへはオランダを経由しての約 12 時間のフライトでした。こんなに長い時間飛行機に乗ったことがなかったため、お尻が痛くとても疲れました。このとき初めて機内食も食べました。

・ウィーン到着

無事にオーストリアに着き、出迎えてくれた車でホテルへ移動。着いたのは 19 時か 20 時ぐらいだったと思いますが、ヨーロッパはこの時期昼が長らしく、日本でいう夕方みたいな感じでした。

・国際学会

ポスターでの発表は 2 日間行われました。周りの人が話すのはほとんど英語でした。観光したときもそうですが、短い文章なら言っていることはなんと

なく分かる感じですが、長く話されるとあまり聞き取れなくて、自分のリスニング力のなさにかなり悔しい思いをしました。学会の様子ですが、日本の学会はスーツを着てきっちりしているのに対し、ウィーンの学会ではみんな普段着やラフな感じの服を着ていました。オープニングセレモニーではお酒と食べ物があり、ポスター発表のときにはビールを片手にディスカッションしていました。中庭ではビールの他にちょっとした料理もあったりして、日本の学会とはまったく違う雰囲気でした。私個人としては国際学会のほうが好きです。

・観光

学会の合間を縫ってウィーン市内やザルツブルグなどを観光しました。観光していてやはり目に付く日本では見ることがほとんどない建築様式の建物や、教会、城などでした。特に教会の中はすばらしく、感嘆するばかりでした。ウィーン市内にある市庁舎もかなり歴史を感じさせるもので、日本の市庁舎のイメージとはかけ離れたものでした。市内を普通に歩くだけでもかなり楽しむことができました。

ウィーンでの食事は味付けが濃いものが多かったのですが、私個人としては好きな部類でした。ただ、料理はおいしいのですが、一人前がものすごく多かったりしてお腹いっぱいでも晩御飯が食べられないこともありました。

・おわりに

英語はあまり分らなかったのですが、英語が話せたら多くの人と交流することができたのにと残念に思うこともありましたが、今回の国際学会に参加し



Fig. 5 学会会場の様子



Fig. 6 街の風景

て、日本では体験できない多くのことを感じ取ることができました。また、世界の化学者の方の研究を見ることができ、大変充実したものとなりました。

国際学会に参加するにあたり、松下教授など多くの方にご支援を頂きました。この場をお借りして御礼申し上げます。

平成 19 年度繊維学会年次大会に参加して

大 熨 昭 夫

Akio OONOSHI

物質化学専攻修士課程 1 年

1. はじめに

今回、2007 年 6 月 20 日から 22 日に富山大学で開催された第 55 回繊維学会年次学会に参加し、「シンジオタクチックポリスチレンゲル中の分子鎖モルフロジーと溶媒の凝集状態の関係」をテーマとして口頭発表を行ってきました。結晶性高分子のゲルでは一般に架橋点は微結晶が形成されていると考えられており、シンジオタクチックポリスチレンゲルでは 8 の字らせんを持つ δ 型結晶をとることが報告されています。今回の発表では、シンジオタクチックポリスチレン/*o*-ジクロロベンゼン系の濃度を変えて作成したゲル中の溶媒の熱挙動と凝集サイズについてに検討した結果を報告してきました。

2. 発表内容

ゲルについて

ゲルとは「あらゆる溶媒に不溶の三次元網目構造をもつ高分子およびその膨潤体」と定義され、身近なものには豆腐やゼリーなどがゲルの仲間です。ゲルは紙おむつやコンタクトレンズにも応用されており、ゲルの機能性に関する研究は盛んに行われてきましたが、ゲルの構造やゲル中の溶媒の状態などに関する基礎研究は発展途上であるため、本研究室でもポリオレフィン系の高分子を中心にゲル中の溶媒に関する研究を行っています。

ゲル中の溶媒の融解挙動

o-ジクロロベンゼンを溶媒としてシンジオタクチックポリスチレンの濃度を变化させたさまざまな

濃度でのシンジオタクチックポリスチレンゲルを作成し、この試料を -100°C から室温までに昇温した時のゲル中の溶媒の融解挙動を示しました。純粋な *o*-ジクロロベンゼンの融点に近い高温側の吸熱ピークと、それよりも低温に吸熱ピークの 2 つが観測され、また 60 wt% では二つのピークは観測されませんでした。低温ピークは iPP の実験結果から高温側の吸熱ピークを与える溶媒は球晶間に存在し自由溶媒に近い状態であり、また低温側の吸熱ピーク

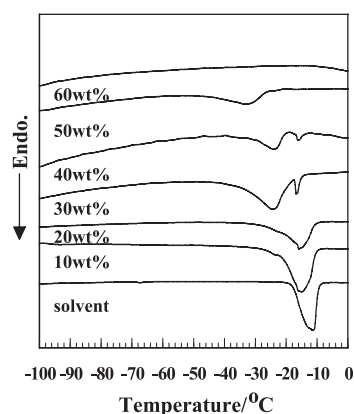
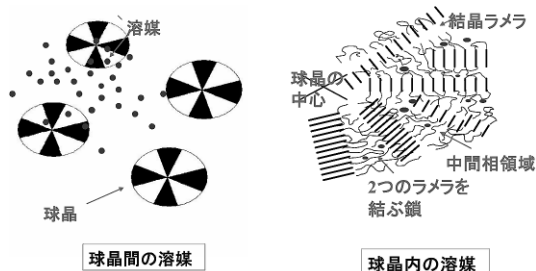


Fig. 1 Melting behavior of solvents in sPS / *o*-dichlorobenzene system depending on various solvents.



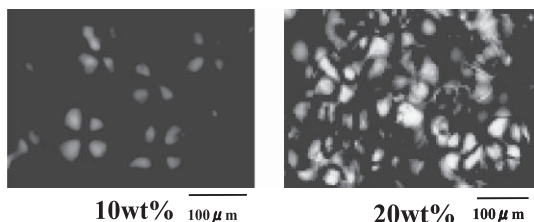


Fig. 2 Polarizing microscopic photographs of sPS/*o*-dichlorobenzene gel

は、球晶内の非晶領域に存在する束縛溶媒と考えられます。そしてこの DSC チャートより高濃度になるにつれて、低温側の融点はより低温にシフトしていきました。

この結果より、低温ピークの融解挙動は sPS のモルフォロジーに影響することが予想されることから、詳細を調べる為に偏光顕微鏡観察を行いました。

各濃度での球晶の平均の直径を示したものです。10 wt%では $80.7 \mu\text{m}$ でありましたが高濃度になるにつれ大きくなり、30 wt%では $104.0 \mu\text{m}$ となりました。このことよりゲル中の sPS 濃度が増加することで球晶内の非晶領域に溶媒が取り込まれたと考えられます。

$$\Delta H(T) = \Delta H(T_m) - \int_T^{T_m} \Delta C_p dT \quad (1)$$

次にゲル中の異なる 3 つの溶媒の存在比を求めるために、ゲル中の溶媒の定量を行いました。*o*-ジクロロベンゼンの液体状態と固体状態の熱容量の差を ΔC_p としたとき、温度 T での過冷却液体のエンタルピー変化 $\Delta H(T)$ は (1) 式で示されます。これよりゲル中の 3 つの溶媒の分率の定量を行いました。

その結果が Fig. 3 のようになりました。このように濃度上昇に伴い高温側の溶媒の割合は減少し、不凍溶媒の割合は増加していきました。この割合が 100% となるように外挿すると、1.2 wt% となり、これ以上では全ての溶媒が不凍溶媒になると考えられます。したがってゲルの結晶化にともなって球晶

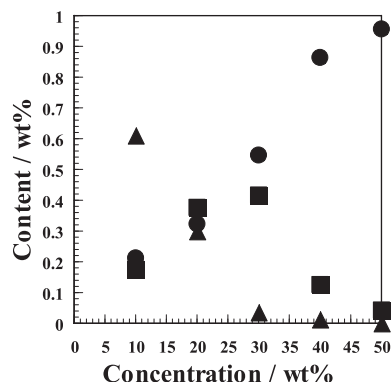


Fig. 3 Weight content of freezable (■), weakly bound (▲), and non-freezable (●) solvent of *o*-dichlorobenzene in syndiotactic polystyrene

内の非晶領域に取り込まれる溶媒が多くなったと考えられます。

次にイシキリヤマらはシリカゲル中の水の融点のコウカはシリカゲル中のトラップされた水のポアサイズで決まること、ラプラスとギブズーデュヘンの式を用いて報告してきました。今回はゲル中に含まれる *o*-ジクロロベンゼンのポアサイズをイシキリヤマらの式から求めました。

$$R = \frac{2\gamma^{s,l}V_mT_0}{\Delta H \Delta T} \quad (2)$$

$\gamma^{s,l}$ は固液界面の界面エネルギー、 V_m はモル体積、 T_0 は三重点、 ΔT は過冷却温度、 ΔH は純水な *o*-ジクロロベンゼンの融解エンタルピーであり、これらの値を代入して各濃度におけるゲル中の溶媒の凝集サイズをみつめました。

Fig. 4 は低温側のピークを与える溶媒の凝集サイズの半径を示したものです。このように高濃度になるにしたがって低温側のピークを与える溶媒の凝集サイズは小さくなり 30 wt% 以上では約 2.5 nm で一定になりました。このことより濃度が増加することでゲル中のポリマーは結晶化したため溶媒は球晶内の非晶領域に取り込まれ、そして押し締められたと考えられます。つまり低温側のピークはゲルのモルフォロジーに依存していると考えられます。

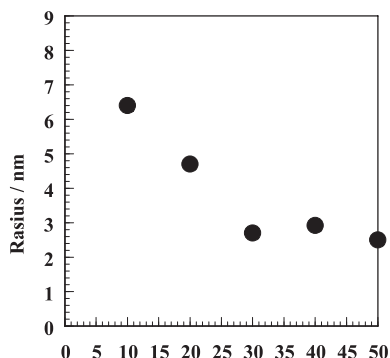


Fig. 4 Radius of *o*-dichlorobenzene calculated by equation (1) depending on concentration

以上のことより高濃度になることでゲル中の球晶が大きくなり、球晶間の自由溶媒が球晶内の非晶領域に取り込まれたと考え、また球晶内のラメラも厚化することによりラメラ間にある溶媒の凝集サイズ

も小さくなりそして融解ピークを与えないほどの大きさになったため DSC チャート 60 wt% では融解ピークが観測されないと考えられます。

3. 発表の自己評価

初めての口頭による発表だったが、口頭発表の魅力は発表時間に限りがあるが、1 対 1 で深い内容で意見交換ができ、時には自分では気づかなかった的確なアドバイスをしてくれたことなどがありました。また対面でセッションを行うため、コミュニケーション能力の向上にもつながるし、親身に聞いてくださった方と意気投合し人脈を広げることもできた。しかし、まだまだ自分の勉強不足が感じられたため次回の学会では、事前に自分の研究以外への理解をより深めて参加したいとも思いました。

光化学討論会に参加して

織 田 あさ美

Asami ODA

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

わたしは、2007年9月26日（水）から28日（金）にかけての3日間、信州大学松本キャンパスにて開催された2007年光化学討論会に参加し、「リポソーム二分子膜内で自己会合した亜鉛クロリンによる集光アンテナモデルの構築」というテーマでポスター発表を行いました。ここでは、研究内容および学会発表で得たことなどを報告させていただきます。

2. 研究内容

2-1. 緒言

生体の光合成では、チラコイド膜のような脂質二分子膜に色素—タンパク複合体が組み込まれ、色素間での光励起電子移動により、膜間でのプロトンの濃度勾配が生み出されています。一方、人工系においても、脂質二分子膜内に埋め込んだ色素間での電子移動により、プロトンの濃度勾配を生み出す例が報告されています^[1]。

一方で、緑色光合成細菌の集光アンテナであるクロロゾームでは、バクテリオクロロフィル (BChl)-c 分子 (図1 a) が自己会合体を形成し、光を吸収してそのエネルギーを伝達する役割を果たしています。そこで BChl-c のモデル分子として亜鉛クロリン (図1 b) が合成され、これが BChl-c 分子と同様に自己会合体を形成することが報告されています^[2]。

そこで本研究では亜鉛クロリンおよびリン脂質とともにリポソーム (内部に水相をもつ脂質二分子膜

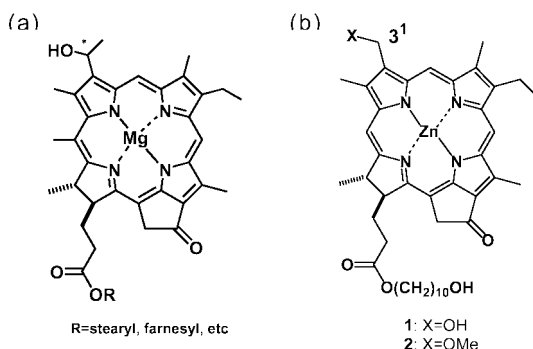


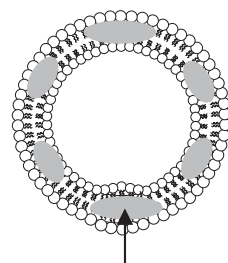
図1 BChl-c (a) および亜鉛クロリン (b)

でできた小胞体) を調製することで、その二分子膜内で亜鉛クロリンを自己会合させた光合成類似のアンテナ系の構築を目指しました (図2)。

2-2. 結果と考察

これまでに、17位の側鎖にヒドロキシデシル

基をもつ亜鉛クロリン (1, 2) は、リポソームの二分子膜内により多く挿入できることが分かっています。よって、17位の側鎖にヒドロキシデシル基を導入し、3'位にヒドロキシル基 (1) およびメトキシ基 (2) をもつ亜鉛クロリン (図1 b) を合成しました。つぎに、それぞれの亜鉛クロリンとリン脂質との混合物からエクストルージョン法により1あるいは2を含むリポソームを調製しました。このとき、リポソームを界面活性剤で壊して二分子膜ができているという評価を行うため、内水相に高濃度の



亜鉛クロリン会合体

図2 亜鉛クロリンを含むリポソーム

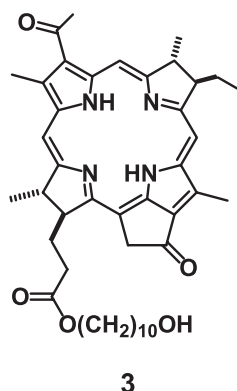


図3 バクテリオクロリン (3)

蛍光色素 (CF) を封入しました。亜鉛クロリン **1** および **2** を含むリポソームに界面活性剤である Triton X-100 を添加したところ、リポソームが壊れて内水相に含まれる CF がバルク相に放出され、濃度消光が解消されて蛍光が確認できたため、リポソームができていたことが分かりました。つぎに、調製したリポソームの可視吸収スペクトルを測定したところ、**1** では 743 nm に、**2** では 724 nm に吸収帯を示し、亜鉛クロリン **1** および **2** はクロロゾーム型の自己会合体を形成していることが分かりました。また、このリポソームの AFM 測定を行ったところ、リポソームの形態を保っていたことから亜鉛クロリンを含んだ状態でリポソームができていたことが分かりました。また、光合成細菌から抽出したバクテリオクロロフィル-a よりバクテリオクロリン (**3**) を合成しました (図3)。そして亜鉛クロリン **1** および **2** の自己会合体とバクテリオクロリンをリポソームの二分子膜内に共存させることで、エネルギー移動が起こるかどうかを調べました。亜鉛クロリン **2** を含むリポソームの蛍光スペクトルを測定したところ、亜鉛クロリン会合体からの蛍光が観測されました (図4 実線)。そこで、バクテリオクロリン **3** をエネルギーアクセプターとして用いて、亜鉛クロリン：バクテリオクロリン=20：1 の割合で加え、同様にリポソームを調製しました。すると、バクテリオクロリンを加えても亜鉛クロリン会合体の吸収帯は変化せず、**2** は会合状態を保っていること

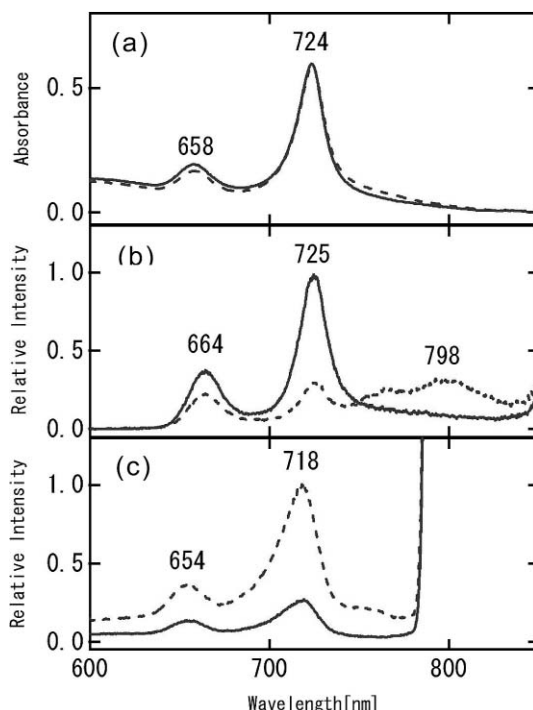


図4 亜鉛クロリンを含むリポソームの可視吸収スペクトル (a)、蛍光スペクトル (b: $\lambda_{\text{ex}}=450$ nm)、蛍光励起スペクトル (c: $\lambda_{\text{em}}=800$ nm)

が分かりました。また、蛍光スペクトル測定から、**3** の添加 (図4 破線) により 725 nm の亜鉛クロリン会合体からの発光が減少し、新たにバクテリオクロリンからの発光が 798 nm に現れました。さらに蛍光励起スペクトルより、798 nm の発光は亜鉛クロリン会合体の光吸収により起こっていることが確認されました。よって、**2** の会合体からバクテリオクロリン **3** へのエネルギー移動が確認され、リポソームの膜内でバクテリオクロリンと亜鉛クロリン会合体が共存し、エネルギー移動が起こったと考えられます。

3. 泊まりがけの学会

今回、ポスターでの学会発表は初めてでしたが、あまり緊張せずに発表することができました。でも前回の学会での口頭発表のときのような発表練習はほとんどできていなかったもので、発表の際、あまり

うまく説明できませんでした。今後ポスター発表を行うときは、口頭発表のように事前に何度か発表練習をしておこうと思います。また、他大学の先生方や学生のポスターや口頭発表を見て、学ぶところも多くありました。そして今回は初めて泊まりがけでの学会ということで、会場までの切符を手配したり、ホテルの予約をしたりと、準備が大変でした。その一方で、観光旅行に行くような気分でもあり、学会が終わったあとなどは近くの観光スポットなどに行きました。松本は周りが高い山で囲まれているので、朝晩はすごく冷えましたが、でも自然がとてもきれいで、美ヶ原高原からの景色は絶景でした。食事もおいしくて、野沢菜を食べたり、おみやげにもいろいろ買って帰りました。

4. おわりに

今回の学会発表を終えて感じたことは、ポスター発表は見に来てくださった人とのコミュニケーションが大事だなと感じました。また、口頭発表のように原稿を暗記しない分、細かいところまで自分の発表内容をおさえておかないといけないことも実感しました。次回ポスター発表を行う際はこのことを念頭におき、今回よりもうまく発表できるようにしたいと思います。

参考文献

- [1] T. A. Moore *et al.*, *Nature*, **385**, 239 (1997).
- [2] T. Miyatake *et al.*, *Photochem. Photobiol.*, **69**, 448 (1999).

ICBIC XIII に参加して

北 川 悟

Satoru KITAGAWA

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

7月15日（日）から20日（金）にかけての6日間、AustriaのViennaにあるUniversity of Viennaで開催されたICBIC XIII（13th International Conference on Biological Inorganic Chemistry）という国際学会に参加し、自身の研究を発表しました。今年の3月に、国内の学会には参加したことはありますが、海外での発表は初めてで、海外も初めてでした。

ここでは、学会で発表した研究内容及び学会の感想について書きます。

2. 緒言

For aerobic organisms the oxidation (oxygenation) reactions using dioxygen are necessary to maintain for living. In these systems metalloenzymes have been known to act as an effective and specific catalyst for the reactions. Thus, many investigations to mimic them have been reported so far, because green and sustainable development may be achieved by using active sites of these enzymes as catalysts in industrial oxidation process.

In this study novel manganese (III) complexes with unsymmetrical Schiff bases which include both acid amide and imine groups have been prepared, characterized by physicochemical methods and employed for oxidation catalysts. For comparison the manganese (III) complexes with symmetrical Schiff bases were also prepared and characterized. Initially, we have ex-

amined the reactivities of the complexes with *t*-BuOOH, which were monitored by UV-vis spectroscopy and cyclic voltammetry. And then these complexes have been used as catalysts for oxygenation of cyclohexene in the presence of *t*-BuOOH, which may function to activate the manganese complexes.

3. 実験内容

本研究では、生体内の環境を考慮したマンガン錯体（Fig. 1）3つをそれぞれ合成し、それらと酸化剤である *t*-BuOOH との反応性を UV-vis スペクトル測定、CV 測定）を行いました。

また、それらを触媒として有機化合物である cyclohexene を酸素酸化反応させ、生成される 2-

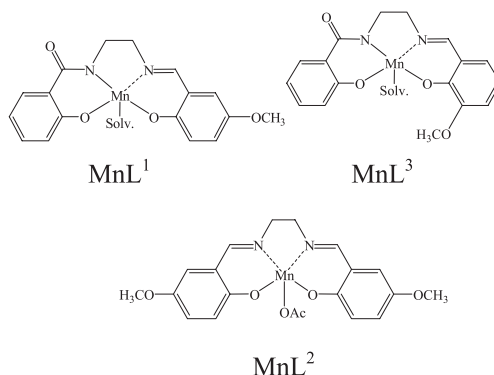


Fig. 1 合成した錯体

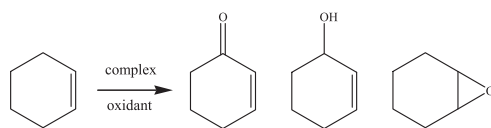


Fig. 2 cyclohexene の酸化反応

cyclohexene-1-one (■), 2-cyclohexene-1-ol (●), cyclohexene epoxide (▲) を指標にして、その酸素酸化反応について検討することを目的としました。

4. 結果・考察

それぞれの錯体に $t\text{BuOOH}$ を 30 eq. 添加した時の経時変化を測定しました。 MnL^1 の UV-vis スペクトル測定結果では、等吸収点を持ちながらスペクトルが変化しました。錯体のみのスペクトルとは異なることから、 $t\text{BuOOH}$ との反応により活性な中間体が生成したのではないかと考えられます。また、サイクリックボルタモグラムより、 -0.47 V 付近に新しい波形が現れたことからそのことが言えます。この反応は、6 時間後までは等吸収点を持ってスペクトルが変化していたが、それ以降は持たなくなっていることから、分解または、還元されたのではないかと考えられます。

MnL^2 の UV-vis スペクトル測定結果では、添加直後に大きくスペクトルが変化し、10 分後にはスペクトルを持たなくなっていることから MnL^2 が III 価から II 価に還元したのではないかと考えられます。サイクリックボルタモグラムについても同様に、添加直後 -0.58 V 付近に新たな波形が現れたが、すぐに消滅してしましたこと、 MnL^2 も $t\text{BuOOH}$ との反応により活性な中間体が生成したと考えられます。

Fig. 3 は MnL^1 及び MnL^2 の酸化反応の図です。 MnL^1 , MnL^2 , MnL^3 とともに生成量は、2-cyclohexene-1-one > 2-cyclohexene-1-ol > cyclohexene epoxide で、非対称錯体である MnL^1 , MnL^3 の方が、対称錯体である MnL^2 より収率がよかったです。また、 MnL^1 は約 2, 3 時間誘導期間がみられるが、 MnL^2 にはそれがみられないという結果になりました。次に、この酸素酸化反応が、酸素化された基質の酸素が分子状の酸素によるものなのか酸化剤によるものなのかを調べるため、アルゴンガス通気したものを比較しました。結果から、酸素化反応が行われていたが、酸素通気したときの結果より大きく生成量が減少し

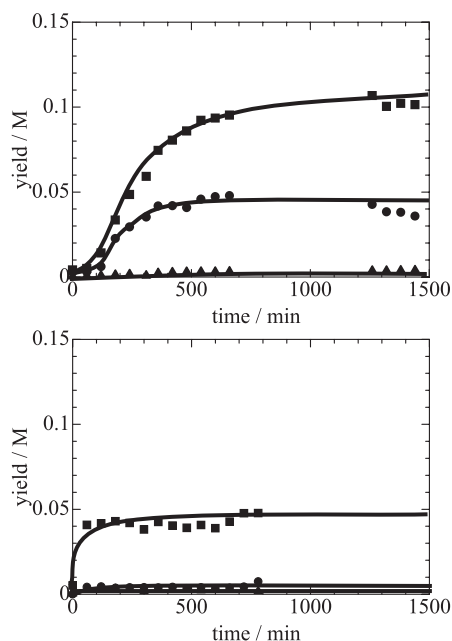


Fig. 3 MnL^1 (上) 及び MnL^2 (下) の酸化反応 (O_2 下)

たことから、この酸素酸化反応は酸素によるものであるといえます。しかし、ごく微量のこの酸素酸化反応は、アルゴンガス通気をしているにも関わらず起こっていることから、中間体が分子状の酸素なしで直接、酸化剤の酸素を酸素酸化反応に用いているのではないかと考えられます。

MnL^1 と MnL^3 を比較すると、顕著な差異は見られなかったため、割愛させていただきます。

これらの結果から、両錯体とも分子状の酸素を用いて酸化反応をしていて、非対称錯体の方がより酸化触媒として作用したと言えます。

5. 発表について

国内とは違い、国際学会ではポスター発表中はビールやワインを飲んだり、ウィナーやチーズ、ポテトを食べたりと非常に和やかな雰囲気で行われました。今回の学会も、ポスターを用いて発表しました。学会は今回で二回目なのですが、国際学会なので、初めてといってもいいでしょう。国内ならたぶん緊張することはなかったと思いますが、とても緊

張しました。何人かの方々は、私のポスターを見に来て下さいました。興味を持って下さっているということなのでうれしいのですが、英語が苦手なのであまり来てほしくないという気持ちもありました。質問者は、私が質問の意味を理解していないと分かったと、ゆっくりで分かりやすい単語を用いて質問をするなどして配慮して下さいだったので、自分の持っている知識をすべて振り絞ってなんとか切り抜けることができました (Fig. 4, 5)。

いろいろな国の方ともっと話をしたかったのですが、英語が話せないのでコミュニケーションが取れませんでした。話せる人は会話が楽しいと思います

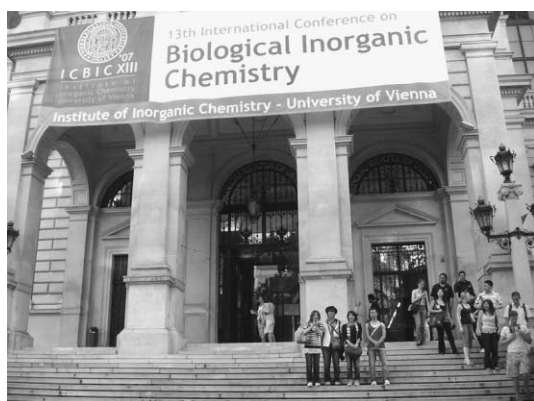


Fig. 4 学会会場の（外）様子



Fig. 5 質疑応答の様子

が、話せない人にすればあまり楽しくありません。日本にいるときには、英語を話したいと思う程度だったのですが、ここに来て英語を話さなければ生きていけないと思いました。もっと英語を勉強しておけばよかったと、今更ながら後悔しました。

6. オーストリアの感想

私は、生まれてこの方一度も日本から出たことがなかったので、わくわくしていましたが、ヨーロッパに何度も行かれたことがある先生方のアドバイスを伺うと、治安は日本と比べるとかなり悪く、危ないから用心して言ったほうがいいとか、どういったことに気をつけないといけないとか、こんなところが日本と違うといったいろいろなことを教えてもらい、ある程度の知識をもって出発しました。

オーストリアというと、やはり思い浮かぶのは、多くの有名な音楽家が生まれた音楽の都で、あのモーツァルトが生まれた国で有名です。また、多くの寺院などの重要文化財が数多く残っています (Fig. 6)。

いざ、オーストリアに着くと、まず感じたのは暑かったことです。天気予報では最高 39 度に達するとのことでした。しかし、日本との大きな違いは、はじめじめした感じはなく、日陰に入るとひんやりと涼しく感じました。



Fig. 6 シュテファン寺院

また、その他の違いとしては、ウィーンは非常に日が長く、21時にやっと日が沈みました。なので、外の明るさと時間に違和感がありました。しかし、そのおかげで学会が終わってからも、ウィーン市内を観光することができました。町並みは、古い石の建物の歴史的な重みがあり、その町並みのきれいさには感激しました。そして、文化、芸術によって醸し出される風土が存在していると感じました。

食事についてですが、正直な感想を述べますと、



Fig. 7 ホテルの朝食

私の口には合いませんでした。完全な欧米スタイルなので、お米の代わりパンが主食で、肉類といえばハム、ベーコン、ソーセージで、野菜はほとんどなく、味付けは非常に塩分の効いたものでした (Fig. 7)。初日は、欧米スタイルもいいかとも思いましたが、やはり二日目、三日目となると日本人の私には、ご飯に味噌汁が恋しくなりました。

7. おわりに

この学会では研究の面以外にも多くのことを学びました。先ほども述べましたが、私は海外旅行に言った経験がなかったので、飛行機の乗り方一つについても勉強になりました。また、その国の独特の風習なども知ることができ、いい経験になりました。

国際学会は国内のとは違い、準備や金銭面に苦労しますが、社会人になってからはなかなか海外に行く機会がないと思うので、学生のうちにに行けるなら行ったほうがいいと思います。いや、ぜひ行くべきです。

最後に、今回の ICBIC XIII に参加するに至って、ご指導いただいた先生方に深く感謝します。

高分子討論会への参加

木村 祐輝

Yuki KIMURA

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

今回私は2007年9月19日から21日に名古屋市にある名古屋工業大学において開催された第56回高分子討論会に参加しました。

2. 準備

学会でのセッションはオーラルによるものとポスターによるものの2種類がありますが、今回はポスターの形式での発表でした。

ポスターはオーラルと比べ発表に時間的余裕があり、また見に来られる方にも質問する時間がたくさんあるので、内容を詳しくし精確に作成する必要があります。また、自分の発表しやすいように文章と図の構成にはとくに気を遣いました。

3. 発表内容

私は微生物プラスチックに関する研究を行っています。近年、石油枯渇が問題視されるようになり、資源の有効活用が叫ばれるようになっていきます。プラスチックは人類の発展に大きく貢献してきましたが、反面、安価で供給できるために廃棄量が増え、不法投棄され環境汚染の引き金となり、丈夫であるがため回収が困難、さらに焼却処理による多量のCO₂の排出も懸念されています。

近年、この問題の解決策として再生可能な炭素減を利用した生分解性のプラスチックが注目されています。生分解性プラスチックは原料が天然資源であり、自然環境中で分解されやすいという従来の汎用プラスチックとは異なる特徴を有します。天然資源

をそのまま利用したもの、化学処理したもの、微生物産生のものなどが挙げられます。中でも微生物産生のプラスチックは環境中での分解が早く、環境に負荷が少ない材料として期待されています。

実験で用いる微生物は炭素源を与え飢餓状態に置くとポリエステルをエネルギー源として体内に蓄積します。今回、*Wautersia eutropha* と呼ばれている菌を用いました。この菌は1920年代に見出され、1980年代から急速に研究が行われてきました。炭素源や培養条件を変化させることで蓄積するポリエステルの種類や蓄積量が増減したりします。また最近では遺伝子操作やポリエステルの合成に必要な酵素のみを抽出して行う *in vitro* の実験なども活発になってきています。

微生物に与える炭素源としては安価で豊富に存在するものが最適とされます。今回、炭素源をアミノ酸としてPHAの生合成を行いました。アミノ酸自体は単離、精製するのに現在のところまだまだコストがかかりますがたんぱく質として自然界に豊富に存在するため、炭素源として用いることが可能であると考えました。

さらに今回は従来からよく培養に用いられている培地である窒素フリーの培地とリン、マグネシウムおよび窒素フリーの培地を用いました。窒素フリー培地と、リン、マグネシウムおよび窒素フリーの培地を用いたときの収率を表1に示しました。リン、マグネシウムおよび窒素フリー培地でのPHA収率が全体的に向上し、特にLeucine, Isoleucine およびPhenylalanine を炭素源として用いたとき40%以上の高いPHA収率を得ることができました。

表 1 アミノ酸と PHA 収率

Amino acid	Nitrogen free	Phosphate, Magnesium, Nitrogen Free
Polymer content (%)		
Leucine	30	49.7
Isoleucine	27.9	47
Phenylalanine	16.4	42.5
Tyrosine	28.2	39
Valine	19.3	26.4
Proline	8.4	24.1
Threonine	3.9	24.7
Histidine	2.5	14.8
Glutamine	2.7	12.7

Valine, Leucine および Isoleucine の 3 種類の分岐鎖アミノ酸 (BCAA) が特に PHA に代謝されやすいことが分かりました。脱アミノ基の後、4 または 5 の適当な炭素鎖の骨格のみが残り *W. eutropha* が PHA を生合成するために少ない代謝経路をとったためであると考えられます。Phenylalanine および Tyrosine は構造式にベンゼン環をもつ芳香族アミノ酸 (AAA) ですが、高収率で代謝されたことを確認しました。

PHA の収率の比較的高かったアミノ酸を用いて、乾燥菌体重量と蓄積された PHA の重量を比較行いました。図 1 にその結果を示します。これらの中で Tyrosine が最も乾燥菌体重量は高く、蓄積する PHA の重量も高くなりました。したがって高収量の PHA を得るためにはアミノ酸の中で Tyrosine が最も効率がよいことが分かりました。

さらに、牛乳たんぱくの主成分であるカゼインを加水分解したカザミノ酸を用いて PHA の生合成を行った。カザミノ酸 100 g 中には Glutamine 酸 6.67 g, Asparagine 酸 3.71 g, Leucine 3.13 g, Histidine 2.84 g, Lysine 2.91 g, Treonine 1.25 g, Isoleucine 1.11 g, Valine 1.75 g, Tyrosine 1.1 g を含有しています。その結果を図 2 に示します。

カザミノ酸は PHA 生合成されるアミノ酸を含有しているにも関わらず、カザミノ酸の添加量が増加しても PHA の収量および収率は低いままで乾燥菌体重量 (DCW) のみ増加しました。

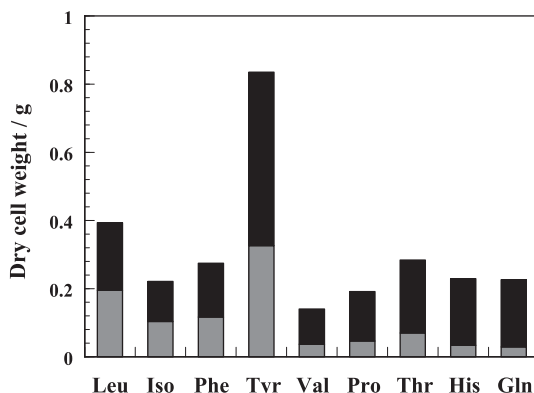


図 1 乾燥菌体重量と蓄積した PHA の重量

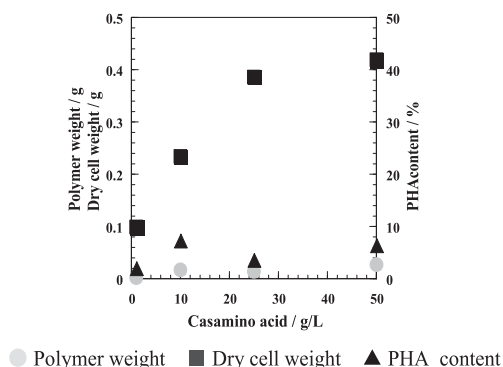


図 2 カザミノ酸を用いた PHA 生合成

カザミノ酸は天然に存在するため、アミノ酸以外の化合物が影響したと考えていますが今後の課題のひとつになりました。

4. 学会発表

上記の内容を発表しました。ポスターの発表は小ぢんまりした体育館を借りて行われました。9 月も終盤に差し掛かっていましたが会場を包む熱気はすごいものでした。熱気と格闘しながらの発表でした。そんな環境にもかかわらず熱心に耳を傾けてくださった方々に感謝したいと思います。

5. おわりに

最後になりましたが、今回発表の機会を与えてくださいました中沖隆彦教授、日頃丁寧親切にご指導ご助言いただきます本研究室の先輩方々および林研

究室の皆様，特に辻本敬助教にこの場をお借りして 感謝申し上げます．

平成 19 年度繊維学会年次大会に参加して

後 藤 直 子

Naoko GOTO

物質化学専攻修士課程 1 年

1. はじめに

今回、2007 年 6 月 20 日から 22 日にタワーホール船堀（江戸川区総合区民ホール）で開催された平成 19 年度繊維学会年次大会に参加し、「 δ e 型シンジオタクチックポリスチレンへの鎖長の異なるアルコールの取り込みと拡散係数」と題して初めての口頭発表を行ってきました。今回はさまざまな溶媒からキャストしたシンジオタクチックポリスチレン（sPS）の溶媒含有結晶から超臨界二酸化炭素処理することによりポアサイズの制御を試み、このポアを利用した選択的溶媒の取り込み及び拡散係数について報告してきました。

2. 発表内容

ポリスチレンについて

ポリスチレンはフェニル基のついた炭素があるため、アタクチック、アイソタクチック、シンジオタクチック連鎖の 3 種類の立体規則性の異なる配列があり、これらの分子構造の違いからそれぞれの物性は大きく異なります。今回用いたシンジオタクチックポリスチレン（sPS）は従来の汎用ポリスチレンの持つ低比重性、耐加水分解性、良成型性、良電気特性に加え、結晶性樹脂の特徴である耐熱性（融点 270℃）、耐薬品性を兼ね備えたエンジニアプラスチックです。sPS の溶融からの結晶化の割合は、同様に過冷却の条件下のアタクチックポリスチレンよりも、大きさが約 2 倍大きく、270℃ 付近の融点で結晶化が 70% 以上に達することができます。その用途は自動車分野、電子部品分野、家電分野、機械分

野など幅広い分野で使われています。

そして多様な結晶構造をとることと溶媒との特殊な相互作用による結晶多形があるため学術的な面からだけでなく実用的な面からも注目されている高分子材料です。

さまざまな溶媒の脱離速度（FT-IR 測定）

さまざまな溶媒から δ 型フィルムを作成し、超臨界二酸化炭素中で処理し、 δ 型結晶中の溶媒の脱離挙動を比較検討しました。表に示される溶媒からキャストしたフィルムを超臨界二酸化炭素で処理したときの吸光度の時間変化を Fig. 1 に示しています。またこれらの吸光度は各溶媒の特有バンドを用

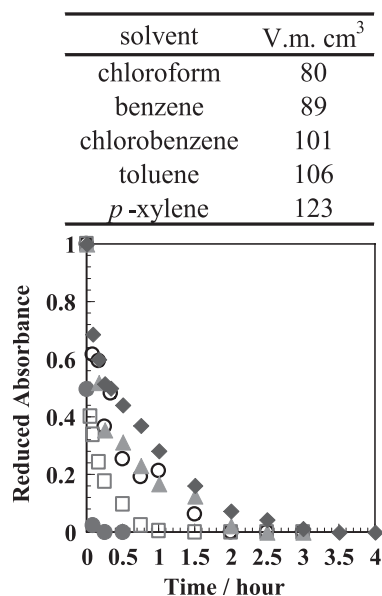


Fig. 1 Absorbance of each bands for each solvents depending on time in scCO₂

いました。

これらの結果より、それぞれの溶媒は時間とともにピーク強度は減少し、赤丸で示したモル体積の小さいクロロホルムはもっとも速く脱離し、モル体積が大きくなるとともに溶媒の脱離時間は長くなりました。このことより溶媒の脱離速度はモル体積に依存していると考えられます。

$$\frac{I}{I_0} = \frac{4}{d} \sqrt{\frac{Dt}{\pi}}$$

また脱離速度は Fick の式より拡散係数ラージ D を見積もることができます。スモール d はフィルムの厚さを示しており、この左辺の吸光度変化を時間の $1/2$ 乗に対してプロットすることにより拡散係数を求めることができます。モル体積が増加するとともに傾きが緩やかになっていることからこの初期勾配を利用し拡散係数 D を求め、モル体積に対してプロットしたのが Fig. 2 です。

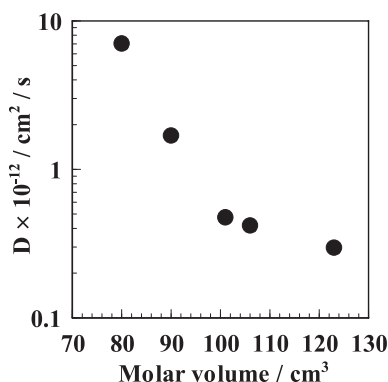


Fig. 2 Diffusion coefficient against molar volume

その結果、モル体積が増加するとともに拡散係数は減少しました。このことから、空孔サイズと拡散係数の関係を明らかにするために X 線回折パターンを測定しました。

さまざまな溶媒の空孔サイズ (X 線回折パターン)

Guerra らの報告より、溶媒の影響は a 軸と c 軸に関係なく b 軸のみが変化するとされています。

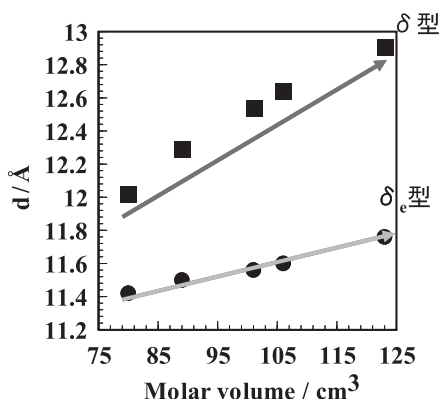


Fig. 3 Molar volume versus δ space of (010) before and after treated in scCO_2 . $\square$: δ form, $\bullet$: δ_e form

このことより b 軸の変化が直接空孔サイズと関係あると考えられます。そこで先ほどもちいました 5 種類の溶媒の空孔サイズを溶媒のモル体積に対してプロットすると Fig. 3 のようになります。

溶媒のモル体積が大きくなるにつれて、 δ 型も δ_e 型結晶もともに b 軸が長くなっています。つまり空孔サイズが大きくなっていることが分かります。このことより、モル体積の大きな溶媒では脱離が遅くなると考えられます。

δ_e 型 sPS フィルムによる有機溶媒の選択的取り込み (FT-IR 測定)

今回、クロロホルムキャストフィルムを超臨界二

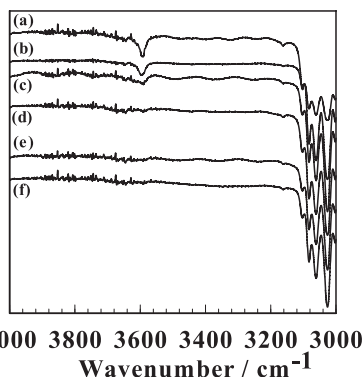


Fig. 4 Infrared spectra of δ_e -form of sPS soaked in pentanol, hexanol, heptanol, octanol, nonanol, decanol

酸化炭素処理したナノポアフィルムを用いて直鎖状アルコールを浸し選択的取り込みを行いました。Fig. 4 は鎖長の異なる直鎖状のアルコールの取り込みを検討するためペンタノール、ヘキサノール、ヘプタノール、オクタノール、ノナノール、デカノール中にクロロホルムキャストフィルムを1日浸し、IR 測定を行った結果です。炭素鎖が6であるペンタノールまで OH 伸縮モードが観測され、フィルム中への溶媒の取り込みが確認されました。これらの結果を用いて拡散係数を求めました。

直鎖状アルコールの拡散係数

まず炭素数1から5のアルコールの取り込み時間を測定するため IR 測定を行い、膜厚がそれぞれ異なることよりポリスチレンの C-H 面内振動モードの吸光度を用いて校正しました。その結果を Fig. 5 にしめます。

このことより、鎖長の長いアルコールになるとともに取り込み時間は遅くなりました。また、最大となる吸光度は鎖長が長くなると増加しました。これは、疎水性である CH_2 が多ければ親和性がいいためはいりやすいと考えられます。

脱離のところで示しました Fick の式を用いて拡散係数を求めました。飽和状態に達した吸光度で規格化して時間の1/2乗に対してプロットしました。これは鎖長が長くなるとともに傾きが緩やかになっています。この初期勾配より拡散係数を求めました。

その結果鎖長が長くなるにつれて拡散係数は減少しました。以上の結果より、拡散係数が減少したのは、分子運動の影響と分子鎖が増加するとコンフォメーションとしてゴーシュをとる可能性があるためと考えられます。

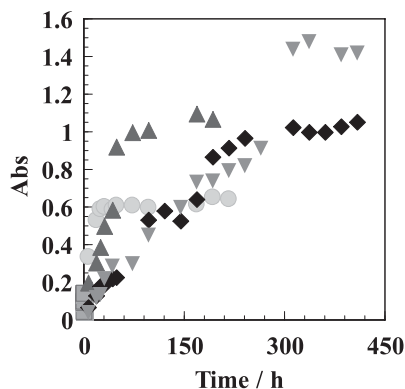


Fig. 5 Time dependence of increased absorbance for methanol ■, ethanol ●, propanol ▲, butanol ◆, and pentanol ▼

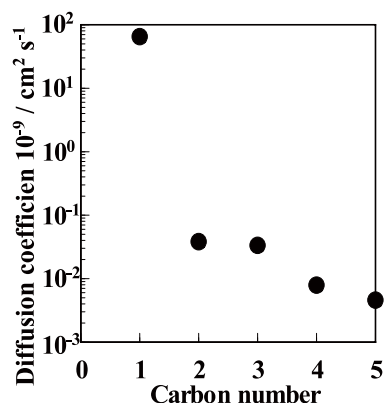


Fig. 6 Diffusion coefficient against carbon number

3. おわりに

繊維学会という高い専門性を必要とする学会で発表することで大きな自信がついたと思います。またその結果を専門家に15分で説明することの難しさを知りました。

今後、学会参加にむけて目標を掲げて、多くの経験を手にしたいと思います。

粘土学会で研究成果を発表して

塚 原 泰 志

Taishi TSUKAHARA

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は 2007 年 9 月 12 から 14 日にかけて北海道大学学術交流会館にて開催された「第 51 回粘土科学討論会」に参加し、研究成果「 (Ni, NH_4) -ゼオライト X からの加熱還元によるニッケルナノ粒子の調製」についてポスター発表を行いました。

2. 研究発表内容

2.1 背景・目的

金属のナノサイズ微粒子は、表面積が極めて大きいためバルク状態に比べ触媒などの性能が向上したり、また表面プラズモンによる金属粒子の着色などバルク状態にない特性の発現が知られていることから、その作製方法が数多く研究されている。しかしながら、従来の方法で得られた金属ナノ粒子の強い凝集性が応用面における問題となっている。この凝集の解決策として、ゼオライト細孔内への金属ナノ粒子の分散担持方法が検討されている。ゼオライトはイオン交換能によりその細孔内に金属イオンを容易に均一分散でき、またゼオライトの空洞が粒子の成長を防ぐことができることから、ゼオライトの交換性陽イオンを金属イオンと交換後、水素等の還元ガス雰囲気熱処理、電子ビーム照射、光還元処理、電気化学還元処理などによる金属イオンの還元を行い金属ナノ粒子を調製する方法が数多く報告されている。しかしこれらの方法はいずれもゼオライト外部からの還元処理であるため、ゼオライト結晶表面に優先的に金属が成長する欠点が存在する。そこで本研究では、イオン交換によってゼオライト中に保

持されたアンモニウムイオンを、還元剤の前駆体物質として用いる還元方法を考え試みた。これは金属イオンとアンモニウムの両方を含むゼオライトをイオン交換法により交換後、このゼオライトを加熱し、アンモニウムイオンから分解発生するアンモニアにより、金属イオンを還元することによって、ゼオライト細孔内への金属ナノ粒子の調製する方法である。本研究では、ニッケルイオンとアンモニウムイオンで交換されたゼオライト X の加熱還元によるニッケルナノ粒子の調製を行った。

2.2 実験操作

ゼオライト X は市販の Na 型粉末試料を用いた。はじめに、ゼオライト X に対して 1 mol/l の硝酸アンモニウム溶液を加え、室温で 24 h イオン交換処理を行った。溶液を数回交換しイオン交換処理を行った後、風乾し、 NH_4^+ -交換ゼオライト（以後、 NH_4X ）を得ました。次に、 NH_4X 10 g に異なる濃度の塩化ニッケル溶液を 1000 ml 加え、室温で 24 h 処理しました。交換処理試料は、水洗後、風乾しました。以後、得られた Ni^{2+} と NH_4^+ の両方を含むゼオライトを、 $(\text{Ni}, \text{NH}_4)\text{-X}$ と表します。 $(\text{Ni}, \text{NH}_4)\text{-X}$ の還元温度を決定するために、TG-DTA 測定を行い、その結果、決められた温度で加熱処理を行った。この加熱試料を XRD, FE-SEM, TEM, FT-IR によって調べた。

2.3 結果と考察

TG-DTA 測定及び加熱試料の FT-IR 測定を行い、その結果から、 NH_4^+ からのアンモニアの生成

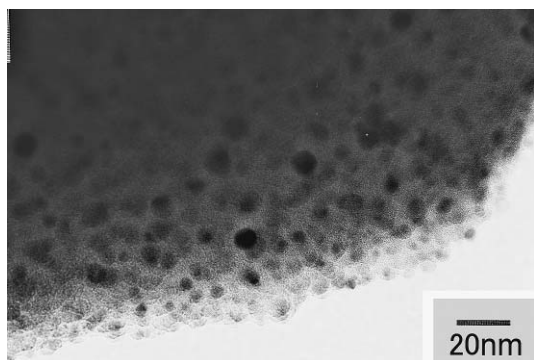


Fig. 1 TEM image of 0.01 M (Ni, NH₄)-X heated at 200°C for 1 h

は 200°C 前後にて最も多く生成することが分かった。そこで (Ni, NH₄)-X 試料を 200°C で加熱処理し、ニッケル金属の生成を調べた。0.01 mol/l の塩化ニッケル溶液で調製した試料を 200°C、1 時間加熱した試料の透過型電子顕微鏡 (TEM) 像を図 1 に示した。ゼオライト粒子内に 1~5 nm 程度の粒子が観察され、電子線回折像の結果から、これらナノ粒子は立方晶の構造をもつニッケル金属であることが分かった。ゼオライト X の細孔の最大直径は 1.3 nm であるにもかかわらず、生成したニッケルナノ粒子は 1.3 nm 以上に成長している。これはアンモニアの脱離と還元反応によって細孔が一部破壊されたゼオライト内において、ニッケル粒子が成長していることを示している。次に電界放射走査型電子顕微鏡 (FE-SEM) 画像を図 2 に示した。ゼオライト X 特有の正八面体の結晶形態は保たれていて、その表面に数 nm の球状粒子が多数析出していることが観察できる。この粒子はニッケル金属粒子と考えられ、ニッケルの還元は細孔内だけではなく、表面でも起こることが明らかとなった。

2.4 結論

以上の結果より、(Ni, NH₄)-X を加熱することでニッケルナノ粒子を調製することに成功した。この方法は大気中でニッケルイオンを還元することが可能であり、外部からの還元雰囲気が必要としないことから、従来の還元方法と比較して、簡単かつ安全

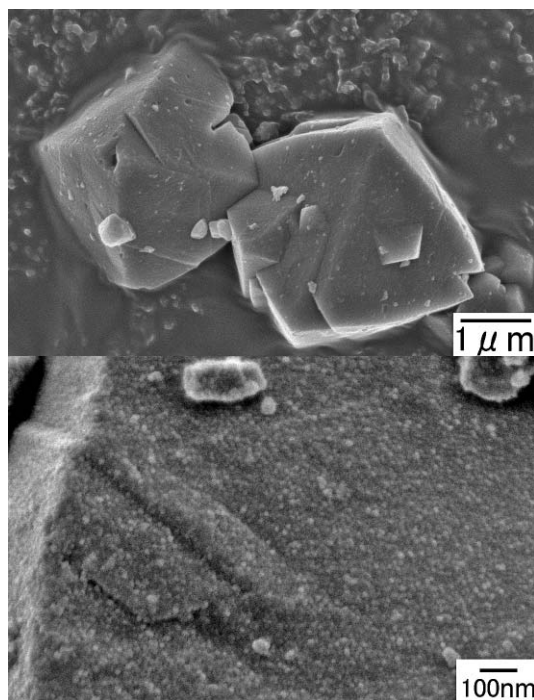


Fig. 2 FE-SEM image of 0.01 M (Ni, NH₄)-X heated at 200°C for 1 h

な方法である。

3. 学会にて

今回の学会は、一日目の午前中に口頭発表、午後には特別講演とシンポジウムが行われ、二日目の午前中にもう一度口頭発表が行われました。口頭発表では後藤研究室の共同研究者の一人である鉄道総合研究所の上原元樹先生をはじめ多くの講演を聞きました。そこでは活発な発表と質疑応答が繰り広げられ、化学だけではなく鉱物学や地質学など幅広いジャンルの発表があり、内容を理解することが難しく、まだまだ自分の勉強不足と知識のなさを痛感するとともに、研究者としては化学だけではなくさまざまなジャンルの知識が必要であり、もっと勉強をしなければならないと思いました。

二日目の 13 時から 15 時にかけて私の参加するポスター討論が行われました。発表の時間は 2 時間あり、発表前はとても長いと思いましたが、実際に発

表してみるととても短く感じられました。発表には15人ぐらいの人が来られ発表を聞いて質問をもらいました。写真は発表の様子です。

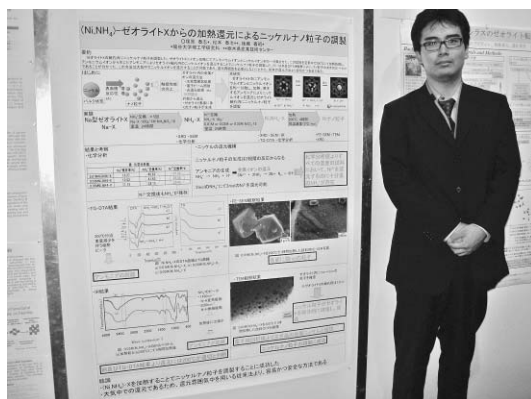
最初のうちは、緊張して詰まったりかんがりしましたが、時間がたつにつれ、気持ちもほぐれ自分の言いたいことが伝えられたと思います。その説明も、勉強してきたことの集大成として、自分の知識を総動員し相手にとって可能な限り分かりやすく説明できたと思います。

また余裕のできた後半では、あまり時間が無くすべてのポスターを見ることができませんでしたが、他大学や企業のポスター発表をいろいろ見て回りました。発表者の皆さんは、よく分からない私に対しても、懇切丁寧に非常に分かりやすく説明していただき、ポスターの構成や図表の配置といった内容を理解してもらうための工夫や説明力の高さ、自身の研究に対する理解の深さに私はただただ圧倒されるばかりでした。また他大学の人と私の実験やその応用研究などに対して議論と意見交換ができたので役立ちました。

4. おわりに

学会全体を通してみれば、私自身の知識のなさや勉強不足を痛感し、また、発表に関しても準備不足であり満足の行かない部分もありました。今後、学会に参加する機会があれば、今回の経験を生かし必ずやさらによりよい発表にしたいと思います。そのときには、発表練習を完璧に行い今度は口頭発表で挑んでみたいと思います。

この経験はこれからの修士研究や後輩の卒業研究指導だけではなく、今後の人生の研究生活にも役立つとても重要なものです。もしこの研究活動報告書を読まれて学会に興味を持たれたら、ぜひ参加する



ことをお勧めします。

5. 謝辞

最後になりましたが、学会に参加するという貴重な機会を与えてくださり、また、発表するにあたってさまざまな助言をいただいた後藤義昭教授ならびに栃木県産業技術センター松本泰治氏には心から感謝致します。また、TG-DTA に関してご指導いただいた白神達也専任講師、SEM 観察に関してご指導いただきました中野裕美実験講師に深く感謝申し上げます。

2007 年光化学討論会でのポスター発表

中 川 裕 友

Hiroto NAKAGAWA

物質化学専攻修士課程 1 年

はじめに

今回 2007 年 9 月 26 日（日）から 28 日（火）に信州大学松本キャンパスで開催された 2007 年光化学討論会に参加し、「ジチエニルエテン誘導体の IR スペクトルに及ぼす置換基効果」についてポスター発表を行いました。この学会で発表した研究内容と、学会発表の感想を述べます。

研究背景

フォトリソミック化合物を光記録材料に応用する場合、両異性体の熱安定性、繰り返し耐久性、などの多くの必要条件が指摘されてきました。ジチエニルエテンは、これらの条件を満たしたフォトリソミック材料ですが、非破壊再生機能については、現在も研究が続いています。我々は、赤外（IR）光を再生光に用いると完全な記録の非破壊再生ができることを提案しました。しかし、IR 光は波長が長いので記録密度が高くできません。この欠点を克服すべくフォトリソミック記録の多重化、さらに近接場 IR 光を用いた記録の高密度化を検討してきました。この目的のために、ジチエニルエテンの構造と IR スペクトルの関係を再検討しました。

研究内容

置換基の異なるジチエニルエテン誘導体 1_o–3_o を合成し、その開環体と閉環体の IR スペクトルを四塩化炭素溶媒中で測定しました。計算値は HF/6-31 G により計算し、実測値と比較し、それぞれの置換基効果について調べました。

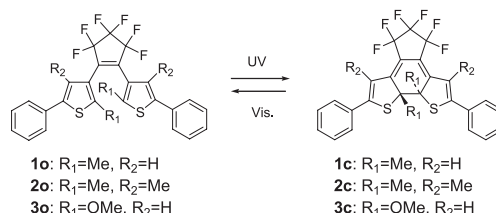


図 1 置換基効果を調べるのに用いた化合物

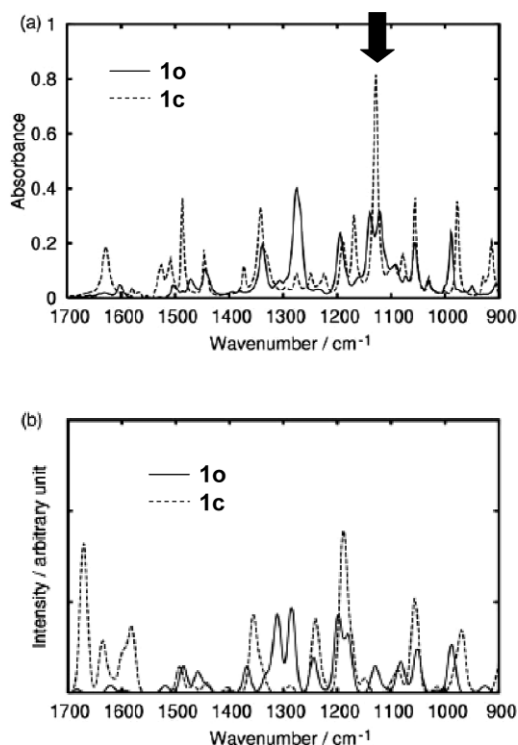


図 2 化合物 1 の IR スペクトル (a) 実測値 (b) 計算値

1120 cm⁻¹ 付近の IR バンドについてみると 1_o（開環体）では 1128 cm⁻¹ に強い IR バンドが観測され

ましたが、**1_o**では 1120 cm^{-1} , 1140 cm^{-1} に二つのピークが観測されました。この結果はフッ素化された5員環の面外振動モードとチオフェン環のCH変角振動モードに由来します。**1_o**では2つのチオフェン環のCH変角振動モードのIRバンドであり5員環の面外振動モードが弱いためIRバンドは2つに割れます。**1_o**(閉環体)ではCH変角振動モードと5員環の面外振動モードが大きくなりそして重なりあうため大きなIRバンドが得られます。 1280 cm^{-1} , 1340 cm^{-1} , 1400 cm^{-1} , 1500 cm^{-1} の周りのピークについても誘導体ごとにIRスペクトルの実測値と計算値を比較検討しました。化合物**1**と**3**は開環体と閉環体で大きなスペクトルの差が見られたことから、読み出しが可能だと考えられます。この結果を用いてより非破壊読み出しに適した構造を考えたいと思います。

学会を終えて

今回ポスター発表という形式で発表しました。発表時間は1時間半と長く感じました。自分のポスター発表の日は同じ系統のポスターが集まる日で多くの人が来られました。ポスター発表が始まってから多くの人に必死に説明をしていました。聞きに来られる人の流れが止まって時計を見たら1時間たっていました。日本化学会の時とは違い、今度は同じ光化学のフィールドの研究をされている人ばかりだったので鋭い質問が矢継ぎ早に飛んできたので大変でした。緊張はしなかったのですが、非常に疲れました。

学会では他の人の発表で自分の研究に役に立つ情報を得ることができたり、自分とは違う発想でされている研究を聞けたりしたので、自分にとって非常にプラスになったと思いました。

ICBIC に参加して

野 崎 藍 子

Aiko NOZAKI

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2007年3月25日から28日にかけて、関西大学理工学部千里山キャンパスで開催された「日本化学会第87回春季年会」にポスター発表の形式で参加しました。学会へ参加することが初めてだったので、とても緊張しました。ここでは、今回私が学会で発表した研究内容と、私が経験したことを報告します。

2. 研究内容

2-1. 緒言

近年、私たちは、化石燃料の代替エネルギーとして、環境に配慮し自然界のエネルギー循環に調和したエネルギーシステムを模索している。

太陽エネルギーは地球の光環境、温度環境の形成に最も重要な役割を果たしている。そして、生命エネルギーの源が太陽エネルギーであることも言うまでもない。生物は、太陽光エネルギーを生命エネルギーへ変換する能力を獲得することにより多様な進化の過程を歩み始めた。これは、太陽光の下で進化している生物が、生きるためのエネルギー源として光エネルギーを利用しながら光合成をしているからで、全ての生物界に見られる。そこで注目したのが光合成の仕組みである。

光合成のPSIIの過程において、膜に結合したタンパク質複合体として存在している酸素発生錯体(OEC: Oxygen Evolving Complex)と呼ばれるマンガン蛋白は、重要な役割を果たしている。OECは、4つのマンガン、4つの酸素に1つのカルシウ

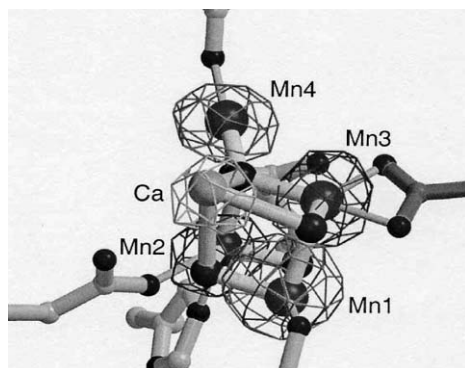


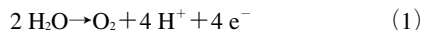
Fig. 1 マンガンクラスターの模式図

ム原子からなる四核マンガンオキソクラスターを形成しており、水の酸化による酸素の発生を実現している。

光合成における酸素発生部位でマンガンは作用し、OECにおいて酸素発生に大切な作用をしている。光合成における酸素発生部位でマンガンは作用し、OECにおいて酸素発生に大切な作用をしている。

マンガンは、通常の酸化状態は二価である。少し配位磁場の強いものを使用すると簡単に酸化され、マンガン(III)錯体が得られる。例えば Schiff 塩基、 $H_2(salen)$ などマンガン(II)塩を空气中で反応させると、容易にマンガン(III)錯体になる。ここまでは、鉄イオンの錯体とは変わらないが、マンガンイオンの場合、(II)→(III)→(IV)の酸化還元過程が非常にスムーズに進行することが特徴的で鉄イオンとは異なる。この電子移動の容易さが、光合成での酸素分子発生に重要であって、マンガンイオンが使用されている原因の一つであると考えられる。

水から酸素を発生するためには、水を酸化的に分解し1分子の酸素を得るために、2分子の水から4電子を除去することが必要である (1)。



これは、水分解クロックと呼ばれる機構によって H_2O と O_2 へ変換されることが実験的に証明されている。

そこで、本研究は、PSII モデルマンガン錯体として三核マンガン錯体を合成し、得られた錯体と水との反応性を検討することを目的とした。

2-2. 実験

phloroglucin と acetyl chloride を iron (III) chlo-

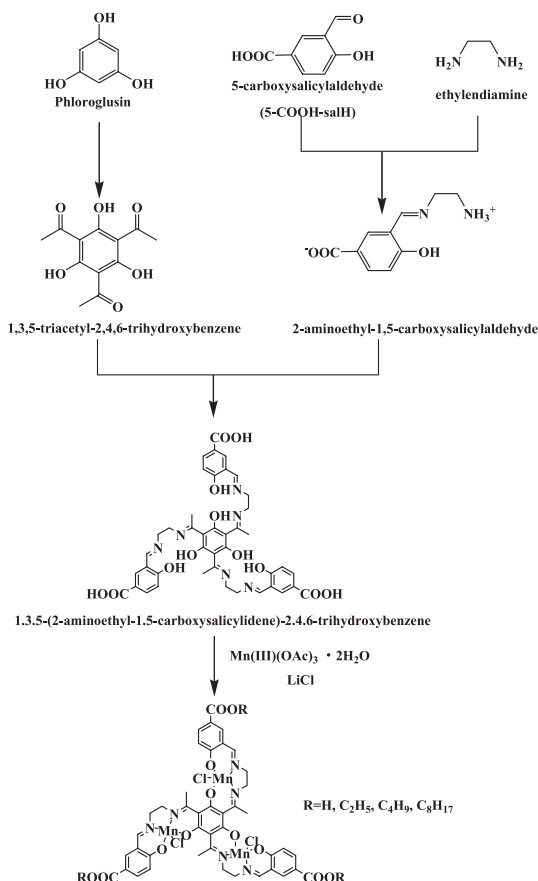


Fig. 2 三核マンガン (III) 錯体の反応機構

ride, anhydrous 存在下, ethyl acetate 中で反応させ, 1,3,5-triacetyl-2,4,6-ihydroxybenzene を得た. これに 5-carboxysalicylaldehyde (5-carboxy-salH) と ethylenediamine の 1 : 1 縮合物の反応を少量の DMF を溶媒として反応させたが, 収量が少量しか得られなかった. 別途, 同様の反応を 540 W のマイクロ波加熱により合成したところ, 高収率で得られることを見出した. この配位子と LiCl 存在下 $\text{Mn(III)(OAc)}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ との反応から目的の三核 Mn(III) シッフ塩基錯体を得た. しかし, この錯体は, 溶媒に溶けにくかったので合成した配位子をエステル化した. そこで得た配位子を LiCl 存在下 $\text{Mn(III)(OAc)}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ との反応からさらにの三核 Mn(III) シッフ塩基錯体を得た. 三核 Mn 錯体は, IR スペクトル, 磁化率などにより同定した. またこの錯体と塩素および水との反応性を UV-vis スペクトル, 電気化学測定により検討した.

2-3. 結果と考察

Fig. 3 及び 4 より $\text{Mn(II)} \Rightarrow \text{Mn(III)}$ の酸化波は, 1 つのみ確認できたのに対し, $\text{Mn(III)} \Rightarrow \text{Mn(II)}$ の還元波は, 3 つのピークが見られたことより, 三核

濃度	$1 \times 10^{-3} \text{M}$
支持電解質	$[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{N}^+\text{PF}_6^-]$
参照電極	Ag/AgCl 電極
対電極	Pt 電極
作用電極	C 電極
掃引速度	100 mV/sec
溶媒	MeCN, MeOH

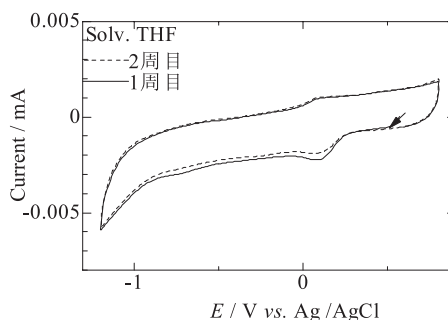


Fig. 3 1.5 eq Cl_2 添加後の $\text{Mn}_3(\text{L}')\text{Cl}_3$ のサイクリックボルタモグラム

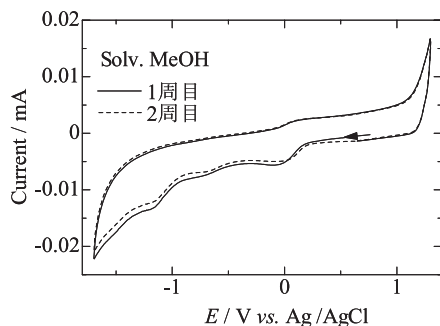


Fig. 4 27.5 eq Cl_2 添加後の $\text{Mn}_3(\text{L}^3)\text{Cl}_3$ のサイクリックボルタモグラム

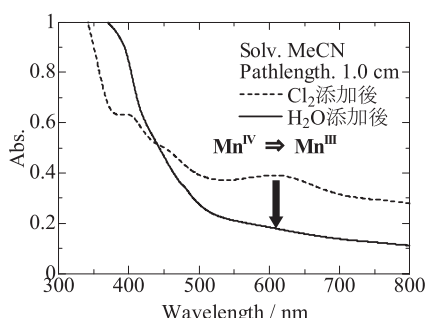


Fig. 5 $\text{Mn}_3(\text{L}^1)\text{Cl}_3$ に塩素および水を添加した時の UV-vis スペクトルの変化

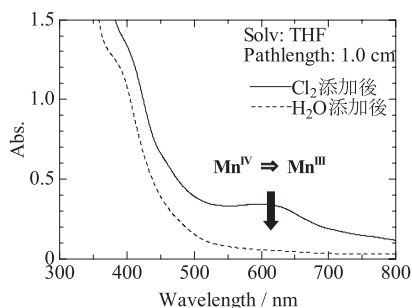


Fig. 6 $\text{Mn}_3(\text{L}^2)\text{Cl}_3$ に塩素および水を添加した時の UV-vis スペクトルの変化

錯体を形成していることを確認した。また、 $\text{Mn}(\text{III}) \rightleftharpoons \text{Mn}(\text{IV})$ の酸化還元波は現れなかった。これは、methanol が $\text{Mn}(\text{IV})$ を $\text{Mn}(\text{III})$ へとすぐに還元しているからと考えられる。

これらの合成した錯体と、塩素及び水との反応性は、Fig. 5 及び Fig. 6 に示した。塩素及び水との反応性は、共に Cl_2 添加後に 600 nm 付近の吸収が増

加していることから、 $\text{Mn}(\text{III}) \rightarrow \text{Mn}(\text{IV})$ へと価数が増加していると思われる。ここに H_2O を添加すると 600 nm 付近の吸収が減少していることから、 Mn 錯体が水を酸化し、自身は $\text{Mn}(\text{IV}) \rightarrow \text{Mn}(\text{III})$ へと還元されたと考えられる。

3. 国際学会について

国際学会初日にはセレモニーがありました。セレモニーは開会宣言がされ、その後立食パーティーが行われました。パーティーには、ご当地ワインやビール、ハムやベーコンにたくさんの食べ物が用意されており、日本の雰囲気とは異なったラフな感じで行われました。

今回私は、ポスター発表という形式で発表したのですが、周りの人たちが外国の方言うこともあり、発表の時はかなり心細かったです。発表中、一人の女学生に質問を受けましたが先生や周りの仲間に助けられ、理解してもらうことができました。「学会は情報収集の場所」。ポスター発表も無事に終わると、今度は自分の研究に関する情報や面白い配位子を合成していたポスターを見に行きました。



4. ウィーンについて

今回、私たちは7日間ウィーンに滞在しました。ウィーンはオーストリアの首都で、オーストリアの中では人口最大都市とされています。日照期間は長く、夜8時を過ぎても太陽が照り、9時を過ぎるといきなり陽は落ち始めます。私たちが行った時の気



温は約 37 度とオーストリアの 7 月の平均気温（25 度）から比べるとかなり気温が高く、7 日間すべて雲 1 つない晴天でした。この暑さのせいか現地の人たちは飲料水を持ち歩き、常に水分補給をしていました。私たちも常に水分を持ち歩いて行動していましたが、あまりの暑さに冷えた部屋と冷えた飲み物欲しさにカフェに入ることもしばしば……。しかし、カフェに涼みにいったはずなのに、現地のカフェには冷房設備がないのです！！室内よりも外のオープンテラスで休む方が涼しいのです。その時の私たち意気消沈しました。

主食はもちろんパンです。基本的にウィーンのご飯は塩分高めでした。やはりあの暑さに耐えるにはエネルギーが必要なのかと思いました。

ウィーンの街並みは、建物全体が近代的なアートで装飾されており、ヨーロッパの独特な雰囲気を感じました。建物自体が 15, 6 世紀に建てられたものもあり、建て直しはせず壊れたら修復作業をしているので、現在も昔の装飾のままで残っているそうです。街中には、バスや路面電車だけでなく馬車も多く走っていることに驚きました。学会の空いた時間に少し観光もしました。

ウィーンといえば、こういった近代的に装飾された建物や教会やサウンドオブミュージックです。街中には、教会や寺院が多くありさまざまな教会を観

光できました。キリスト教とプロテスタントの教会は、建物の様式も異なり、中の雰囲気は全く違いました。偶然にもミサの最中に教会を観光することができ、信仰心の深さを感じることができました。

5. 国際学会を終えて

私は、今回、ポスター発表という形式で発表しました。周囲のなれない環境と会場の広さと大勢の参加者にとっても圧倒されました。ホテルや学会の受け付けの際もちろん全て英語で会話でしたが、持参した英会話本や出発前に先生方に教わった言葉で、乗り切ることができました。一番困ったのが、レストランでの注文でした。メニュー表示がドイツ語表示しかしていないものもあり、注文したものがどんなものか、誰が注文したものかわかりませんでした。学会とは、自分の研究内容を報告するだけでなく、参加者の研究内容を知ることによってさまざまな視野を広げると共に、同様の研究や合成を行っている参加者と情報交換できる、お互いの飛躍の場所です。今回、国際学会で発表をして、自信を持つことができました。そして、さらに研究に対する視野を広げることができました。これからも機会があれば、さまざまな学会に参加して行こうと思います。

光化学討論会に参加して

長谷川 俊 介

Shunsuke HASEGAWA

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は今回、9月26日から28日まで長野県の信州大学松本キャンパスで行われた光化学討論会に参加しました。この学会は私が研究しているような光合成のことなどの光を用いた化学に関することを中心に毎年この時期に行われ、全国から光化学を専門に研究を行っている多くの大学や企業の方々が参加している規模の大きな学会です。

私は今回、この学会で「2本のオキシエチレン鎖を持つクロロフィル誘導体の合成と自己会合」という題目でポスター発表を行いました(図1)。予稿の作成やポスターの準備など、発表までに行うことが多く大変でしたが、何とか間に合い無事に発表を終えることができました。ここでは、そこで発表した内容と、学会中のことについて報告したいと思います。

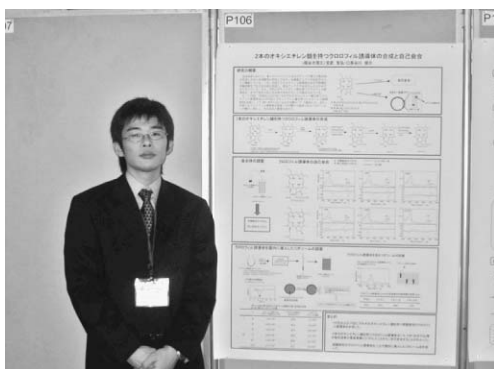
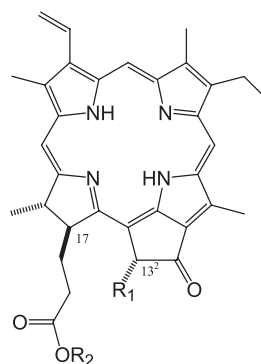


図1 会場の様子

2. 発表内容

光合成系において、多くのクロロフィル分子がタンパク質との複合体を形成しながら生体膜内に存在しており、光捕集アンテナや反応中心として機能しています。その光捕集機能を模倣する研究が進められており、合成したクロロフィル誘導体は水中や低極性有機溶媒中で自己会合体を形成し、集光アンテナや反応中心などのモデルとなっています。そこで、側鎖にオキシエチレン鎖を持つクロロフィル誘導体は、水中で安定な自己会合体を形成することが報告されています^[1]。

そこで今回、132位および17位にそれぞれオキシエチレン鎖を持つクロロフィル誘導体1および17位にオキシエチレン鎖を持つクロロフィル誘導



1: $R_1 = \text{COO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$, $R_2 = \text{COO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$
 $n = 2, 4, 8$

2: $R_1 = \text{H}$, $R_2 = \text{COO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$
 $n = 4, 8, 7, 13.3$

図2 合成したクロロフィル誘導体

体2(図2)を合成し、水中における会合挙動について検討しました。また、合成したクロロフィル誘導体を脂質二分子膜でできた小胞体であるリポソームへの膜内に導入し、光合成系の構築を試みました。

合成したクロロフィル誘導体の可視吸収スペクトルを測定した結果、クロロフィル誘導体1($n=2$, 4)はTHF中で668 nmに単量体のQ_y吸収帯が見られたのに対し、1% THF-水中では694 nmへ長波長側にシフトした吸収帯がみられました。また、一本のオキシエチレン鎖を持つクロロフィル誘導体2では水中で705 nmや677 nmに吸収が見られました。このことから、これらのクロロフィル誘導体は、水中で自己会合するということが分かり自己会合を行う光捕集アンテナの模倣体を作成することができました。

またクロロフィル誘導体とリン脂質を混合して、水中に分散させた結果、脂質二分子膜内にクロロフィル誘導体を取り込んだリポソームが調製できたことが分かり、天然の光捕集アンテナ同様に脂質分子膜内にクロロフィル分子を導入することに成功しました。今後は、さらに多くのクロロフィル誘導体を導入し、天然のアンテナ系と同じような機能を持つ人工の光捕集アンテナの作成に取り組もうと思っています。

今回は二本のオキシエチレン鎖を持つクロロフィル誘導体についての発表を行いました。オキシエチレン鎖の数を三本にしたり、オキシエチレン鎖の部分アルキル鎖に変えたりするなど、いろいろな展開が考えられ、それについても同様の実験を行おうと考えています。

3. 学会の様子

今回の学会は長野県の松本市で行われました。日中はそうでもないのですが、朝と夜は気温が低く、いつものように半そでで町を歩いていると寒く、何か上着を持ってきたらよかったと後悔しました。また、周りに高い山が多く、私が住んでいるところと

は風景がだいぶ違い、遠くに来たことを実感しました。

学会は口頭発表とポスター発表が行われました。どちらの発表も私たちの研究とは違った視点で光合成についての研究をされている方もおり、普段学校では聞けないような内容の研究成果が発表されていました。口頭発表は発表時間が7分間であるのに対して質問や討論の時間が12分間と長めに設定されており、発表内容についての意見交換が盛んに行われていました。またポスター発表は100分間の時間が設けられていました。私は自分の研究に関する、光合成の話や脂質膜の話に関する内容のポスターをじっくり見ることができ、自分の研究に関する視野を広げることができたと思います。

そして、私の発表は最終日に行われました。発表は100分間という限られた時間でしたが、その間に他の大学で光合成について研究されている学生や教授の方々が、私の発表を熱心に聞いてくださいました。また、合成したクロロフィル誘導体の中心に亜鉛を配位させるとどうなるのかなど、発表内容についてのご意見や今後の展望についてのアドバイスをいただきました。どれも今後の研究を進めるにあたって大変参考になり、とても有意義な時間をすごすことができたと思いました。

4. 発表を終えて

発表中は緊張して言葉が詰まったり、少しあせるような場面もありましたが、何とか発表を無事に終えることができて私はとりあえずほっとしました。今回の発表で自分の普段行っている研究内容をほかの人に聞いてもらうのは大切なことであるということを感じています。今回のような泊りがけの学会は初めてでしたが、他校の学生の方とお互いの研究についてディスカッションを通じて交流することができ、普段の学生生活ではできないような体験をすることができました。また、発表後に松本市の観光名所であり、国宝である松本城を見に行きました。が、国宝というだけあってすばらしい一言でした。



図 3 松本城

(図 3). 今後も機会があれば積極的に参加していきたいと思います。

参考文献

- [1] T. Miyatake, S. Tanigawa, S. Kato and H. Tamiaki, *Tetrahedron Lett.*, 48, 2258 (2007).

The 16th IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics に参加して

深 田 正 紀

Masaki FUKUDA

物質化学専攻修士課程 1 年

1. はじめに

私は、2007 年 5 月 27 日から 31 日に奈良県の新公会堂で開催された ISAF-2007 (The 16th IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics) に参加し、「Fabrication of Lead-Free Piezoelectric ($\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5}$) NbO_3 Ceramics by Modified Solid State Reaction Method」という題目でポスター発表を行いました。今回の国際会議は、私達が研究している圧電材料の分野では、比較的大きな国際会議のため、国外からも多数の研究者が参加されており、研究内容に対して、深い議論をする事ができました。

2. 研究概要

2.1 序論

現在用いられている主要な圧電セラミックスは $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (PZT) である。しかし、PZT は環境負荷の大きい鉛を多量に含んでいることから、非鉛圧電セラミックスの開発が期待されている。非鉛圧電酸化物の 1 つである $(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{NbO}_3$ [NKN] はホットプレスを用いて作製した試料で大きな電気機械結合係数が報告されているにもかかわらず、通常焼成では K 成分の蒸発のため焼結が困難である。

昨年度我々は、改良固相法を用いて KNbO_3 [KN] の微粉末を合成し、得られた微粉末に焼結助剤として Co_3O_4 を少量添加することで、緻密な焼結体の作製に成功した。

本研究では、まず改良固相法を用いて NKN 微粉末を作製した。次にその微粉末を用いて通常焼結法で NKN を作製した。しかし、それだけでは相対密

度 90% 以上のセラミックスを作製できなかった。そのため、昨年度同様に改良固相法と焼結助剤 (Co_3O_4) を用いて、NKN セラミックスを作製した。 Co_3O_4 は、KN と同様に NKN にも焼結助剤として効果があり、相対密度 90% 以上の NKN セラミックスが作製できた。本報告では改良固相法による NKN 微粉末の合成と得られた NKN 微粉末と焼結助剤 (Co_3O_4) を併用して作製した高密度 NKN セラミックスの特徴と誘電・圧電特性について報告する。

2.2 実験方法

原料粉末 ($\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, Nb_2O_5 ,) と尿素粉末を mol 比 NKN]:[尿素]=1:1 に配合し、混合、仮焼 (550℃, 4 時間, 2 回), 得られた仮焼粉を粉碎し、焼結助剤 (0.1 mol% Co) を添加し、混合、造粒、成形、本焼 (1080℃, 2 時間) し、 $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3$ -0.1 mol% Co [NKN-Co] セラミックスを得た。粉末 X 線回折により相の同定を行った後、焼結体表面を研磨し、密度を決定した。研磨面に銀電極を焼付け、LCR メーターで誘電率 (ϵ_r), 誘電損失 ($\tan\delta$) を測定し、 P - E ヒステリシス測定により残留分極 (P_r) と抗電場 (E_c) を求めた。分極処理後、インピーダンスアナライザーを用いて、インピーダンスの周波数依存性を測定し、共振-反共振法により電気機械結合係数 (k_p) を求め、 d_{33} メーターにより圧電定数 (d_{33}) を測定した。

2.3 結果

Fig. 1 に Co_3O_4 を焼結助剤として添加して焼結した NKN-Co セラミックスと添加しないで焼結した

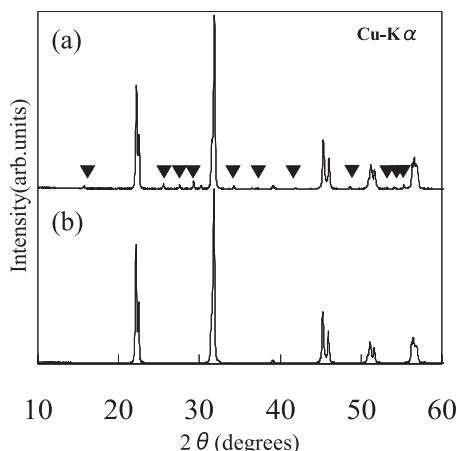


Fig. 1 X-ray diffraction analysis of NKN-Co (a) and non-doped NKN (b) ceramics

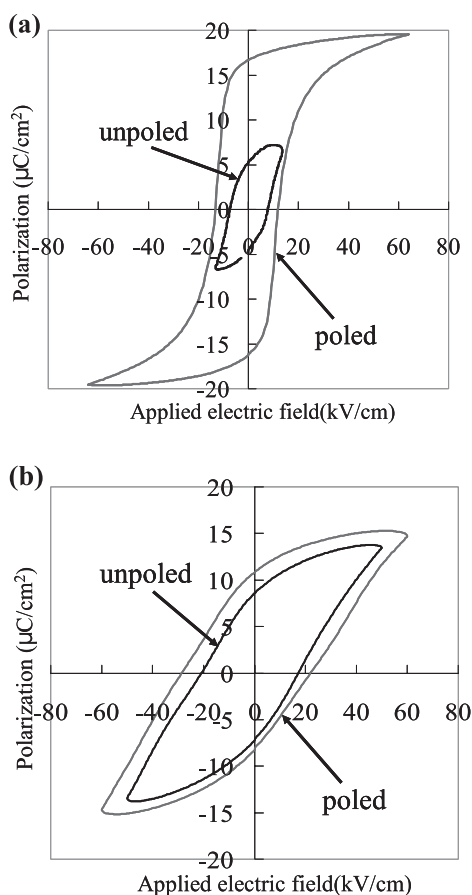


Fig. 2 *P-E* hysteresis loops of NKN-Co (a) and non-doped NKN (b) ceramics

Table 1 Dielectric and Piezoelectric Property of NKN and NKN-Co ceramics

	ϵ_r	$\tan \delta$	k_p (%)	d_{33} (pC/N)
NKN	346	0.04	29	115
NKN-Co	426	0.03	33	126

NKN セラミックスの粉末 X 線回折図形を示す．焼結助剤を添加していない NKN セラミックスは，不純物の回折ピークは観察されず単一相であったが， Co_3O_4 を焼結助剤として添加した NKN-Co セラミックスでは，不純物による回折ピークが多数観察された．

Fig. 2 に NKN-Co および NKN セラミックスの *P-E* ヒステリシスを示す．NKN-Co は，強誘電体特有の飽和した *P-E* ヒステリシスを示す．NKN-Co の P_r と E_c は，それぞれ $P_r=16[\mu\text{C}/\text{cm}^2]$ と $E_c=12[\text{kV}/\text{cm}]$ であった．それに対して，NKN セラミックスは，NKN-Co ほど飽和した *P-E* ヒステリシスを示さず， P_r と E_c は，それぞれ $P_r=9.0[\mu\text{C}/\text{cm}^2]$ ， $E_c=26[\text{kV}/\text{cm}]$ であった．このように，NKN-Co は抗電場が小さいため分極処理は比較的容易にできると思われる．

最後に，Table 1 に NKN，NKN-Co の誘電特性（比誘電率 ϵ_r ，誘電損失 $\tan \delta$ ），圧電特性（径方向振動電気機械結合係数 k_p ，圧電定数 d_{33} ）を示す．

2.4 結論

Co_3O_4 を添加した NKN-Co セラミックスの径方向振動電気機械結合係数 $k_p=32\%$ であった．それに対して焼結助剤を添加していない NKN セラミックスでは径方向振動電気機械結合係数は少し小さく， $k_p=29\%$ であった．また， d_{33} メーターにより求めた圧電定数は，NKN-Co セラミックスでは $d_{33}=126\text{ pC/N}$ ，NKN セラミックス $d_{33}=115\text{ pC/N}$ であった．これらの値は，通常焼成で作製した非鉛圧電セラミックスの中では比較的大きな値である．

3. 発表について

私にとっては初めての学会発表であり，その上，初めての国際学会でもあったため，さまざまな不安がありました．発表についても，これまでに英語を実際に活用した経験がほとんど無かったこともあり，無事に発表を終えられるのか不安でした．卒業研究発表などの内部での発表の経験は数回ありましたが，外部での発表については初めてだったため大変緊張しました．国際学会ですので英語での会話もありましたが，思っていたよりも言葉が通じることが喜びを感じました．反面，勉強不足だと思う点も多数あり，それを補えるように今後は努力していき

たいと思います．

4. おわりに

私の所属する和田研究室では，学会へ参加する機会を多くいただけます．特に今回のような国際会議への参加は，私にとってかなりの経験になりました．このように学生時代に次々と新しいことを経験させていただけることは，今後の自分にとって大きなプラスとなると思います．最後になりましたが，このような貴重な機会を与えてくださった和田隆博教授や研究室の皆様方に深く感謝したいと思います．

2007 年 ISOP-07 でのポスター発表

松 澤 祐 至

Yuji MATSUZAWA

物質化学専攻修士課程 1 年

1. はじめに

私は、2007 年 10 月 7 日（日）～10 日（水）にカナダのバンクーバーで開催された ISOP-07 に参加し、「Photochromism of vapor deposited crystalline film of diarylethenes having chiral substituents」についてポスター発表を行いました。この学会までに行った研究と、学会発表の感想、国際会場での出来事などについて簡単にお話させていただきます。

2. 研究背景

私は、熱安定性、繰り返し耐久性の高いフォトクロミック化合物であるジアリールエテンの結晶の研究を行っています。まず、フォトクロミズムとは単一の化学種が異なる吸収スペクトルを持つ 2 つの異性体を光により可逆的に生成する現象であり、この現象を示す化合物をフォトクロミック化合物といいます。フォトクロミック化合物は異性体間で吸収スペクトルだけでなく屈折率、誘電率、酸化還元電位、幾何構造などの物理的性質や化学的性質が異なります。そのため、フォトクロミック化合物は光学メモリや光学スイッチのような光電子デバイスへの応用が期待されてきました。これまで、色々なタイプのフォトクロミック化合物が報告されてきており、ジアリールエテンは熱安定型フォトクロミック化合物であり熱的に安定で特定の波長の光でのみ異性化を起こし着色します。いくつかのジアリールエテン誘導体は単結晶状態においてもフォトクロミズムを示し、分子構造の違いによって黄色、赤色、紫色、青色、緑色などに着色することが 2004 年に報

告されています。光によって生成された異性体は結晶中においても熱的に安定で、暗所において元の無色の異性体に戻ることはありません。単結晶中におけるジアリールエテンの閉環反応はアンチパラレル配置における反応炭素間の距離によって制限されることが報告されており、反応炭素間距離が $4.2 \text{ \AA}$ よりも長ければ閉環反応は起こらず、 $4.0 \text{ \AA}$ よりも短ければ量子収率 1.0 で閉環反応を起こすことが 2002 年に報告されています。この熱的に非可逆的で繰り返し耐久性に優れたフォトクロミック結晶はホログラムや三次元光学メモリなどのさまざまな光電子デバイスへの応用に期待されています。

また、ジアリールエテン粉末結晶を真空蒸着によってジアリールエテン蒸着膜を形成する際に、ジアリールエテンの開環体を用いると、特異な唐草模様が形成することが報告されています。今回、我々はキラルな置換基を導入したジアリールエテン誘導体を合成し、蒸着を行ったところ、光学異性体により異なる模様が形成したので、その結果についての発表を行いました。

3. 実験内容

まず、我々はキラルな置換基を導入したジアリールエテンを 4 種類、合成しました。それらの粉末結晶をスライドガラスにのせて、それらの結晶を密封状態にさせます。その後、ホットプレート上でそれぞれの誘導体の融点より低い温度で数時間加熱することによって、結晶の上に蒸着されて形成した結晶膜を光学顕微鏡により観察しました。

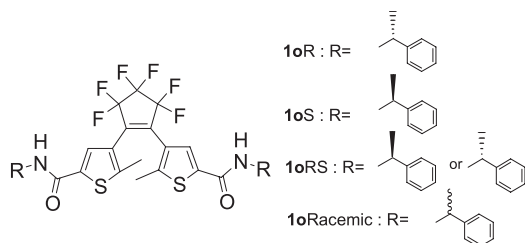


Figure 1 合成した誘導体

4. 結果と考察

Figure 2 は、ジアリールエテン **1oR** 蒸着膜の顕微鏡写真です。ガラス基盤上に小さな薄片状結晶が散らばっていました。この結晶膜に紫外光を照射すると、結晶は全て青紫色に着色しました。

Figure 3 は、**1oS** 蒸着膜の顕微鏡写真です。**1oR** と同様に、ガラス基盤上に小さな薄片状結晶がたくさん散らばっていました。この結晶に紫外光を照射すると、青紫色に着色しました。また、全体の約 15

%, 唐草模様が広がっている結晶が見られ、この結晶も紫外光を照射すると、青紫色に着色しました。

1oR と **1oS** から形成された蒸着膜で小さな薄片状結晶の一つは、AFM 観察から高さ約 1 nm で、結晶表面はとても平らであることが分かりました。

Figure 4 は、**1oRS** 蒸着膜の顕微鏡写真です。作製した **1oRS** の蒸着膜に紫外光を照射すると、青紫色に着色した部分としない部分が見られました。着色しなかった部分はガラス基盤上からの細い針状結晶が、羽毛のように立ち上がって形成していました。着色した部分は、完全にガラス基盤にくっついており、肉眼では薄く膜が張っているように見えました。

Figure 5 は、**1oRacemic** 蒸着膜の顕微鏡写真です。**1oRS** と同様に、紫外光を照射すると着色する部分としない部分に分けられました。紫外光を照射しても着色しなかった部分は、非常に細い針状結晶の集まりで、ガラス基盤から立ち上がって結晶を形成し

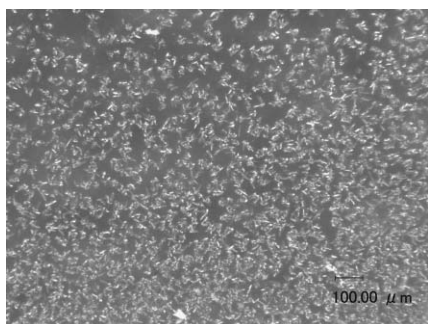


Figure 2 **1oR** 蒸着膜の光学顕微鏡写真

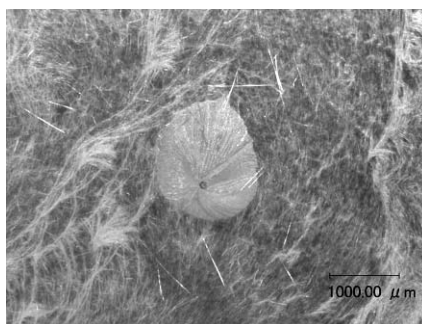


Figure 4 **1oRS** 蒸着膜の光学顕微鏡写真

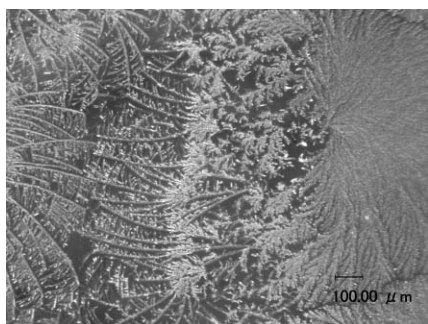


Figure 3 **1oS** 蒸着膜の光学顕微鏡写真

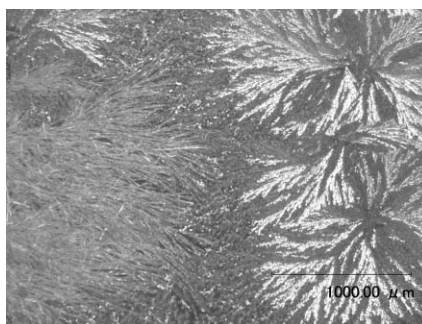


Figure 5 **1oRacemic** 蒸着膜の光学顕微鏡写真

ていました。また着色した部分も **1oRS** と同様で、ガラス基盤に密着した平滑な面でありました。これは、キラルクロマトグラフィーという方法で、立ち上がった細い針状晶と平滑な唐草模様の結晶が同じ成分であることが分かりました。このことから、**1oRacemic** が結晶多形であると考えられます。同様に、**1oRS** も **1oRacemic** の結果よりガラス基盤上からの立ち上がった細い針状晶と平滑な唐草模様の結晶が同じ成分であることが言えると考えられます。

5. 学会準備

私がこの国際会議に参加することが決まったのは、今年の春くらいでした。それは、あまりに急な出来事でした。まず、私は海外へ行くことが初めてだったので、胸が躍るような気持ちもありましたが、やっぱり慣れないところでの発表、さらに、英語ということもあり不安が大半を占めていました。私は英会話について、学校の授業くらいしか経験がありませんでした。英会話学校に入る暇がないために、そのときくらいから高校のときの参考書などを引っ張り出してきて多少ではあるが勉強しました。

国際会議での発表ということもありまして、生半可な研究成果では許されません。研究データをまとめ、ポスターを作り上げることは、非常に苦労しました。特に、研究内容を一目で理解することができるように簡潔に、かつ美しく図を配置することは非常に骨の折れる作業でした。

今回、発表1週間前からポスターを作製し始めましたが、データが揃ってなかったので同時並行でポスターにまとめていきました。しかしながら、なかなかいいデータが出てこないまま日が過ぎていきました。どんどん日が過ぎていくので、死に物狂いの思いでデータを集め、ポスターを作製していきました。結局、ポスターが完成したのは出発する前日でした。

通常ポスター発表の前には、学会本番に向けて発表練習を行うことが普通でしかも英語ということで

練習しないとイケないはずなのですが、上述のように、そのような暇などある訳がなく、ほぼぶっつけ本番という悲しい事態に陥りました。カナダに行く途中や、ホテルに着いて寝る前に発表の練習や研究に関わる論文を読んだり、英語の単語を読んだりと自ら緊張を解そうとしていました。

6. 国際会議が始まるまで

私は、同研究室の先輩と一緒にバンクーバーに向かいました。私は、海外に行くのが初めてだったので飛行機の乗り方一つにしても勉強になりました。バンクーバーまではソウル経由で行きました。ソウルからバンクーバーまで約9時間かかりました。このような長い時間のフライトは一度もなかったので正直疲れました。バンクーバーに着くと、日本とは違い冬でした。その日は、疲れもありゆっくり休むためホテルに向かいました。

国際会議が始まるまで一日くらいあったのでバンクーバーを観光しました。バンクーバーは自然があふれていて町並みがとても美しかったです。観光スポットのスタンレーパークに行ってきました。中心街から北西にある 405 ha の広大な公園です。入り江に突き出した岬全体が、深い森に覆われた自然公園になっていました。湖や川、原生林などが公園内にあり、見るができなかったのですが、カナダグースなどの野鳥やリスなどの小動物も生息しているそうです。バラを中心にした花壇、石楠花の小道など、花の季節にはいっそう鮮やかな風景となります。

7本のトーテムポールが建つ広場や、公園の北端に位置するプロスペクト・ポイント (Prospect Point) は写真撮影に人気の場所です。プロスペクト・ポイントからは、ライオンズ・ゲート・ブリッジを望むことができます。海沿いに公園を一周している約 10 km のシーウォール (Seawall) で、サイクリングや散歩をする人も多いです。夜の9時には公園内に設置された、旧英国陸軍の大砲から「ナイン・オクロック・ガン (9時の大砲)」が撃たれま



Figure 6 トーテムポール

す。昔は沖合の漁船に漁の終わりを知らせる合図として始まったものが、いつしか地元の人々に時を知らせる合図となり、バンクーバーの伝統の一つとなっています。

7. ポスター発表

私の発表は学会初日でした。まず朝一番にポスターを貼り付けに行きました。ポスター発表は夜からだったのでそこまですっと講演を聴いてました。その間、緊張しながら発表の時間を待っていました。一人の持ち時間は2時間30分という時間でした。今までやってきたポスター時間よりもはるかに長く早く終わらないかなと時計ばかり見ていた気がします。国際会議ならではの思いますが、夜ということもありお酒を飲みながらのポスター発表となっていたことに驚きました。でも発表者なのでお酒は控えておきました。もともと人前で話をするのが苦手であるのと発表の練習不足、そして英語ということもあり緊張がピークに達していました。始めてみると、質問者はとても親切な人ばかりで、「English a little」というとポスターを指したり紙に書いて下さったりと何かと配慮してくださいました。自分では分かっているのに最初の頃は知っている単語を並べていることだけでしたが、質問を受け答えしているうちにほんの少しではあるが文章を組み立てることができ英語力の向上を感じさせました。こういう場面で発表することができ、これからの研究に対す

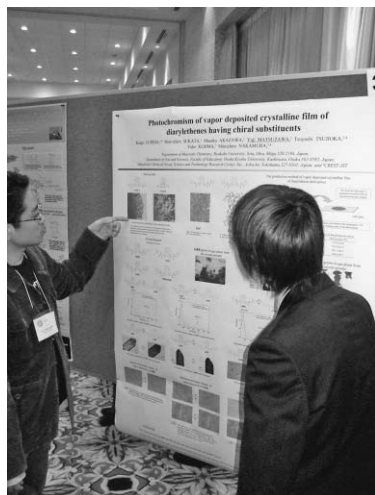


Figure 7 発表風景

るモチベーションが揚がりました。

8. 学会最終日

一日目、二日目と学会が終わり、学会最終日に午後からバンケットがありました。最初、バンケットって何をするのだろうって思っていました。そのときの予定は、ちょっとだけバンクーバー観光して、夕食はロープウェイで登ったグラウス・マウンテンというところで食べました。標高が高く、気温が2℃くらいしかなくてとても寒かったです。しかし、標高が高いということもあり、ここから見る風景はとても感動しました。最初、霧がかかっていたのですが時間が経つにつれて霧が晴れていき、Figure 8



Figure 8 頂上からの風景



Figure 9 夕食風景

のような風景が現われてきました。このような絶景の中で夕食を食べられることは、すごく幸せのことであり、このバンクーバーに来て良かったと思いました。Figure 9 は、夕食風景です。国際交流の場として、いろんな国の人が研究のことから自分の国のことについて語り合っていました。こういうところから研究が発展していくんだなと感じました。このような大変貴重な体験ができ、ちょっと得した気分

になりました。

9. おわりに

今回、初めて国際学会に参加して、他のポスターや講演のデータ量の多さに驚きました。事前の準備は大変でしたが、他の研究を見て、競争心を駆り立てられました。そして、一番は自分の研究を英語で発表するという貴重な体験をさせていただきました。また、発表を通じて世界の研究者方と交流することができ、とてもいい経験になりました。今回の経験を活かして次はよりよい発表にしたいと思います。最後に、ISOP-07に参加するに至って、このような場を提供していただき、そしていろいろとご指導していただいた内田先生、ポスター発表に対するいろいろなアドバイスをしてくださった院生の方々には深く感謝いたします。そして、このような国際会議に行くことを承認してくださった両親には、この場をお借りして、お礼を申し上げます。

電子情報通信学会ソフトウェアインタプライズモデリング研究会での発表

井 上 貴 至

Takashi INOUE

情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、8月24日に東京の機械振興会館で開催された電子情報通信学会2007年度第二回ソフトウェアインタプライズモデリング研究会に参加した。この研究会は、基本テーマが「Web 2.0時代のビジネスモデル」であるが、このテーマに限らずモデルに関するさまざまな研究発表が行われている。私はこの研究会で「ゲームソフトウェアへのモデル駆動開発適用」についての発表を行った。

2. 研究内容

この章では、研究会で発表した研究内容について述べていく。

2.1 研究背景

ゲームソフトウェアにはロールプレイングゲーム・アクションゲーム・ボードゲームなどさまざまな分野があり、ハードウェアの向上に伴って複雑化の一途をたどっている。しかし、ゲームソフトウェアは企業システムや組み込みソフトウェアといった業務用ソフトウェアと比べ開発方法論が確立していないのが現状である。

本研究では、近年注目をあびている、MDA (Model Driven Architecture) と呼ばれる開発方法論の、ゲームソフト開発への適用可能性について検証を行った。そのために、UML (Unified Modeling Language) を使用して代表的なゲームジャンルにおけるゲームソフトウェアの、動的側面に焦点を合わせたモデリング手法を提案し、ゲームソフト開発への

MDA 適用可能性の検証を行った。

2.2 モデリング範囲

モデリングを行うゲームジャンルは、最近の発売傾向からロールプレイングゲーム (RPG)、アクション (ACT)、アドベンチャー (ADV) の三分野に絞る。これら三分野のゲーム動作はアクション的操作とアドベンチャー的操作という二つの変数で特徴付けることができる。アクション的な操作では、プレイヤーの入力に関係なくゲームは進行するという特徴を、アドベンチャー的な操作では、プレイヤーが選択に対して決定を行うまでゲームは進行しないという特徴を持っている。

これらの特徴を元に、前述の三分野のゲームを分類すると図1のようになる。RPGは両方の特徴を併せ持っているが、アクション的な操作は単純であることから、ADVの拡張とみなすことができる。よって、ACTとRPGについてのモデリングを考えると、これら三分野についてのモデリングを考

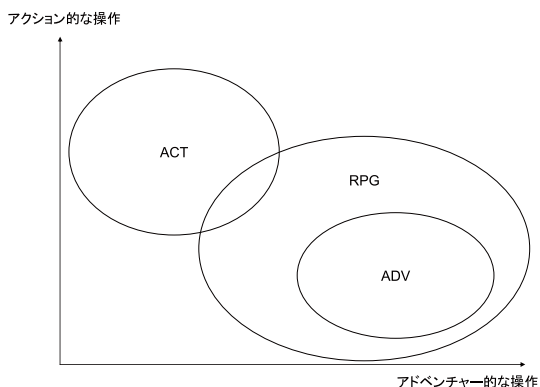


図1 操作の視点から見たゲームジャンルの分類

える．また，ゲームソフトウェアは動的な側面を多く持つことから，動的な側面についてのモデリングのみを考える．

2.3 モデリング手法

本研究のモデリングプロセスは，ユースケース駆動をベースにしている．ユースケース駆動におけるモデリングプロセスを図2に示す．この手法を用いたのは，ユースケース駆動が動的開発・設計手法と呼ばれており，ゲームは動的な側面を多く持っていることから適していると考えられるからである．

プロセスでは，要件定義からユースケース図を作成し，矢印の順番に従ってステートマシン図までを作成する．ただし，ゲームソフトウェアの動的側面のモデリング可能性検証を目的としていることから，クラス図の作成手法については議論しない．

作成する五つの UML ダイアグラムをシステムの内部・外部及び全体・部分という視点で分類すると図3のようになる．本研究では動作の順序関係のみに注目しており，実時間的な制約は取り扱わないことから，タイミング図の作成は行わない．よって，ユースケース図，アクティビティ図，シーケンス図，ステートマシン図のモデリング手法について考える．

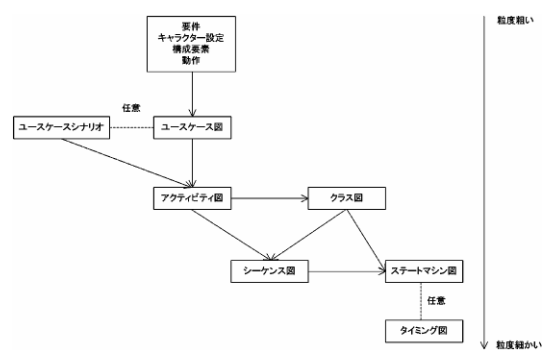


図2 モデリングプロセス

モデリング手法は，各 UML 図で ACT と RPG のそれぞれについて，ゲームソフトウェアをモデリングするための独自のモデリング手法を提案した．

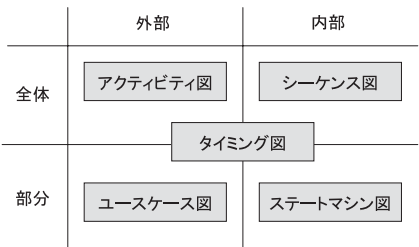


図3 UML 図におけるゲームソフトウェアのモデリング側面概要

2.4 考察

本研究の手法によってユースケース図，アクティビティ図，シーケンス図，ステートマシン図のモデリングを行うことが可能であることが確認できた．このことから，ACT, ADV, RPG における動的側面についてのモデリングは可能であると考えられる．また，本論文のモデリング手法によって，ゲームソフトウェアを一般的なソフトウェア開発のモデリングと同様に扱うことが可能であると考えられる．

今後の展望としては，本研究では扱わなかったタイミング図や，ゲームソフトウェアの静的な側面についてのモデリング可能性を検証する必要がある．また，モデリングで作成した図の正当性や整合性の検証のため，SPIN のようなモデル検査ツールと UML 図を，どのように関連付けるかが今後の課題となる．

3. 発表について

発表会は，初めに特別講演の発表が行われた後，一般論文の発表が行われるという形式で，私は一般論文の前半に発表を行った．発表はスクリーンに映し出されたプレゼン資料と，指示棒を使いながら行い，時間配分は発表時間が 20 分，質疑応答が 5 分であった．発表時間が比較的長かったので，発表は自分のペースで落ち着いてできたと思う．質疑応答については，予想していなかった質問に対してうまく答えることができず，自分の中で内容をまとめ切れていなかったことを痛感した．また，質疑応答の中で研究に関するアドバイスをいただくこともでき

たので、今後の研究に生かしていきたいと思う。

4. おわりに

ソフトウェアインタプライズモデリング研究会での発表は、私にとって初めての学会発表であり、良い経験ができたと思う。私は、発表の順番が比較的早かったので自分の発表が終わってからは、他の人

の発表を落ち着いて聞くことができた。研究会参加者のほとんどが、大学の教授や企業の方だったので、資料の作り方や発表の仕方などは、非常に勉強になった。また、他の大学で行われている研究内容を知ることもできた。今回の発表での経験や得られた知識を、今後の発表や研究に生かしていきたいと思う。

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 7

ICMC 2007 および 19th ICA に参加して

——国外ではじめての研究発表——

岩 見 直 樹

Naoki IWAMI

情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2007年8月27日～31日に開催された ICMC 2007 (International Computer Music Conference) および 2007年9月2日～7日に開催された 19th ICA (International Congress on Acoustics) に参加し、ポスターセッションでの研究発表を行ってきました。どちらの会議ともヨーロッパで、非常に近い日程で開催されたため、両方の会議に参加し発表するということとても貴重な経験を行うことができました。

本稿では、私が行っている研究の簡単な紹介と、国際会議の参加報告、発表の自己評価などについて述べたいと思います。

2. 参加した国際会議について

2.1 ICMC 2007 について

ICMC (International Computer Music Conference) は、音楽情報処理をテーマとした国際会議で、この分野ではとても名の知れた国際会議のひとつです。音楽情報処理に関係する研究者や学生にとっては、一度は参加してみたい国際会議であると思います。今回の ICMC 2007 は、デンマークのコペンハーゲンにある The Royal Academy of Fine Arts, School of Architecture で開催されました (図1参照)。

2.2 19th ICA について

ICA (International Congress on Acoustics) は、音響学全般の非常に幅広い研究分野をカバーするとても大きな国際会議です。私は、音楽音響 (MUS: Musical Acoustics) という分野で研究発表を行いました。



図1 ICMC 2007 のメイン会場



図2 19th ICA の会場

した。今回の 19th ICA は、スペインのマドリッドにある Municipal Conference Centre で開催されました (図2参照)。

3. 研究内容

3.1 研究の背景と目的

音楽演奏を独学で習得する場合、自身の演奏に対

する客観的な評価が得られない、あるいは、演奏の正確さを自身で判断することが困難であるといった問題があります。そこで、音楽演奏の練習をコンピュータによって支援できないかと考えられ、これまでもさまざまな音楽演奏のための練習支援システムが開発されてきました^[1-4]。本研究では、これまでにあまり開発されてこなかったドラム演奏のための練習支援システムの提案と開発を行っています。

3.2 提案する演奏練習支援システムの概要

提案するドラム演奏練習支援システムでは、電子ドラムと呼ばれるドラム演奏向けの電子楽器を用いています。電子ドラムは、ドラム演奏を MIDI (Musical Instrument Digital Interface) と呼ばれるデジタル信号で記録することができるため、音響信号を扱うよりも簡単に演奏の解析を行うことができます。

一概に練習を支援するといっても、ドラム演奏の練習には基本的な練習から応用的な練習までさまざまな技術レベルでの練習があります。本研究では、ドラム初心者なら誰もが行うような基本的な練習を対象としています。

提案する練習支援システムの概要を簡単に説明します。ドラム奏者は、演奏したい楽譜を指定テンポで演奏します。システムは、奏者の演奏状態（演奏間違いが発生した箇所、タイミングのずれの大きさ、叩いた強さなど）をリアルタイムに視覚化します。これにより、奏者は自身の演奏を視覚的に確認しながら演奏することができます。また、演奏終了後には演奏全体が自動的に評価され、さらに演奏に対するアドバイスを奏者に与えます。奏者は、そのアドバイスに従うあるいは参考にして練習を行うことができます。

3.3 システムの実装

現在、提案するシステムのいくつかのモジュールがサブシステムとして実装されています。現行システムでは、i) 奏者の演奏をいくつかの方法で視覚

化することができます。また、まだ簡単ではありませんが ii) 演奏の自動評価を行うことができます。

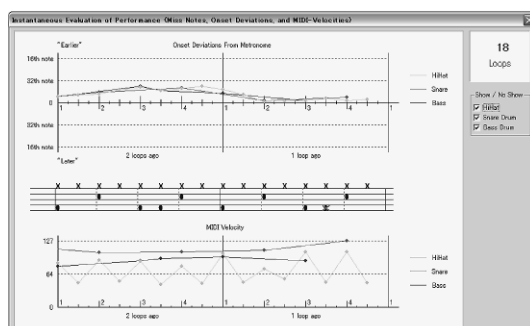


図3 現行システムによるドラム演奏の視覚化の例

4. ICMC 2007 に参加して

19th ICA には私が所属する研究室から私を含め3人の学生が研究発表のために参加したため、そちらの詳細な報告は紙面の関係上、他の研究室メンバに任せるとして、以降は ICMC 2007 について報告をしたいと思います。

4.1 ICMC の特徴

ICMC の最大の特徴は、学術的研究の発表とアート作品の発表がほぼ半々の割合で行われることです。今回の場合、午前9時から午後5時ごろまでの間に研究発表が行われ、その後なんと深夜の1時ごろまで音楽作品や映像作品、インスタレーション作品などのアート作品の発表が行われるというとても活気のある会議です。

4.2 ICMC でのポスター発表

私は、ICMC 2007 のポスターセッションにおいて“A SUPPORT SYSTEM FOR BASIC PRACTICE OF PLAYING THE DRUMS”という題目で研究発表を行いました。私の発表は最終日の8月31日でした。発表時間は、10時20分～15時30分と長く、適宜休憩を挟みながらの発表となりました。

図4は、ICMC 2007 のポスターセッション会場の様子です。同時に行われる発表の件数は最大8件



図4 ICMC 2007 のポスターセッション会場

と少なかったため、一人当たりの発表スペースが大きかったです。そのため、多くの発表者が自身の開発したシステムなどのデモをその場で行いながら発表をしていました。私が開発したシステムは、電子ドラムという大きな機器が必要ですが、さすがにそのような大きなものは持っていくことはできなかったため、代わりに小さな MIDI キーボードを持って行って開発したシステムのデモも行いました。

国際会議というものすごくお堅いイメージを私個人としては持っていたのですが、この会議は参加者同士の距離が近く感じられ、とてもフレンドリーな雰囲気でした。私が発表を行ったポスターセッションにおいても、みなさんととても活発に議論されていました。私の発表を聞きに来てくださった方々も、私の上手でない英語での説明を最後まで聞いてくれた人も多く、中には私の研究に対する提案までしてくれた人もいました。発表前日までは緊張と不安でいっぱいでしたが、おかげさまでガチガチに緊張することもなく発表が行えたと思います。

4.3 Chowning 博士による基調講演

会議4日目の8月30日に John Chowning 博士による基調講演がありました。私自身、この講演を聴くことを楽しみにしていました。Chowning 博士は、YAMAHA 社製のシンセサイザ DX7 で有名な FM (Frequency Modulation) 音源を発明した人で

す。このような貴重な講演を聴くことができるのも国際会議ならではの大きな魅力だと思います。

4.4 開催地（コペンハーゲン）について

ICMC 2007 が開催されたデンマークの首都であるコペンハーゲンは、とても町並みが美しい町でした（図5参照）。コペンハーゲン中央駅前には現存する世界最古のテーマパークであるチボリ（Tivoli）公園があります。また、無料で入館できる国立博物館は、すべての展示物を見るには2,3時間はかかるくらい大きな博物館です。日本のものも多く展示されていました。気候に関しては、北欧だけあって気温が低く、日もなかなか落ちません。昼間でも長袖のジャケットが必要で、夜になるとさらに着込みたいくらい寒くなります。日本の夏とは、気候があまりにも違いすぎるため、体調管理には気を付けていました。



図5 コペンハーゲンの町並み

5. 英語での発表について

国際会議での研究発表は、私にとって大きな挑戦でした。自分よりも経験の多い研究者の方がたくさん発表される中で、慣れない英語で発表することは、私にとってはとても勇気がいることでした。発表の前日などはかなりの緊張と不安がありました。それだけに、やり終えた達成感は大きいものでした。

少し発表の準備についてお話しします。発表準備で特に大変だったのが、研究内容を説明する練習です。私は、まず発表のための口頭原稿の英文を作成しました。口頭原稿は声に出して読むものですから、ただ英文を考えるだけではありません。英語を話す際には、ある文の中の適切な箇所で区切ること、単語の発音を正しく行うことが重要で、それがきちんと行われていないと、正しい英文であってもなかなか相手に伝わりません。そこで、私は口頭原稿のすべての英文に対し、どの部分で区切って読むかを考え、また、すべての単語の発音をチェックしました。それから、その原稿を読みながら暗記する

ようにしました。

口頭で説明する英語はなるべく覚えたつもりでしたが、いざ本番になると焦りからか、なかなかスムーズに話すことが難しかったです。また、ポスター発表の場合、当然こちらが説明している途中で相手が質問をしてくる場合がありますので、そういった場合にうまく対応できなかったときもありました。うまく説明できないときは、図を使ったり PC を使って用意していた動画を見せたりして、なんとか伝えようと努力しました。

6. おわりに

今回、ICMC 2007 と 19th ICA という 2 つの国際会議で研究発表をするというとても貴重な経験ができました。特に、今回の経験で英語のスキルが非常に重要なものであることを改めて実感しました。英語をもっと積極的に勉強していきたい、話せるようになりたいと、今までよりも強く思うようになりました。研究のほうも引き続き頑張っていきたいと思っています。

最後に、今回の発表を行うにあたり、ご指導をいただいた情報メディア学科杉田繁治教授、三浦雅展講師に深く感謝いたします。



図 6 ICMC でのポスター発表の様子



図 7 ICA でのポスター発表の様子

参考文献

- [1] R. Dannenberg, M. Sanchez, A. Joseph, R. Joseph, R. Saul, and P. Capell, “Results from the Piano Tutor Project”, *Proceedings of the Fourth Biennial Arts and Technology Symposium*, 1993.
- [2] S. Smoliar, J. Waterworth, and P. Kellock, “piano-FORTE: A System for Piano Education Beyond Notation Literacy”, *ACM Multimedia 95-Electronic Proceedings*, 1995.
- [3] 江村伯夫, 三浦雅展, 柳田益造, “ピアノ基礎技術を向上させるための独習支援システム”, 音楽音響研究会資料 MA 2005-6, 2005.
- [4] D. Hoppe, M. Sadakata and P. Desain, “Development of real-time visual feedback assistance in singing training: a review”, *Journal of Computer Assisted Learning*, 22, 2006.

国際会議 HCII 2007 に参加して

小 梶 亮 甫

Ryosuke KOKAJI

情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は2007年7月22日～27日の期間に中国北京市にある Beijing International Convention Center で行われた国際会議「12th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII 2007)」に参加しました。

学会のテーマは「人とコンピュータの相互作用」で、私は2007年7月24日～27日に行われたポスターセッションにおいて、「User Interface of Display Screen Output According to Device Motion」と題する発表を行いました。発表は滞りなく進行し、多くの人に研究の成果を見ていただきました。国際会議に参加するのは今回で二回目とあって、前回より緊張しなかったものの、気を引き締めて挑みました。

2. 開催地について

この度の学会発表は中国への初フライトとなりました。開催地は2008年北京オリンピックに向けて世界中から注目されています。そのためか、出国前から新聞やテレビで中国の食の安全が疑われるニュースが多く流れていました。私は中国に対してネガティブな印象を受けてしまい、入国後の事がとても不安でした。

しかし、宿泊したホテルは何度も国際会議が開かれている場所で、食事もある程度安全なものばかりだったので安心しました。現地ではほとんどホテルで過ごしていたため、中国の歴史的な建造物等をあまり見てまわる事ができませんでした。しかし、天安門広場を訪れた際は、テレビで見たことのある光景に思わ



図1 現地の様子

ず感動しました。もしまた中国へ行く機会があれば今度は中国の歴史にも触れたてみたいと思いました。

3. 会場の様子

会場の Beijing International Convention Center は北京郊外にある建設中のオリンピックドーム隣に位置してしていました。私の宿泊したホテルも会場の隣にあり、会場までの移動はスムーズに行うことができました。

ポスター会場には日本人学生も多く参加していました。飛行機での移動距離も短かったこともあり、あまり海外に来たという実感はわきませんでした。

4. ポスター発表について

ポスター会場に入ると、板が設置されており、自分のポスターも含めて4枚あるポスターの貼り付け作業を行いました。ポスターの見学をされる方向け



図2 ポスター会場の様子

に研究の解説をするための3分間ほどの解説文を用意していたのですが、待機するスペース等がありませんでした。そのため解説を諦めて会場を見て回ることにしました。

ポスター会場は Beijing International Convention Center の1フロア全てを使ったもので、370件の研究成果が掲示されました。やはり中国で開催される国際会議だけに、会場には中国人や韓国人などアジア地域の人が多い気がしました。

私のポスターの前に立ち止まってくださる方もおられて、うれしく思いました。

5. 研究発表の内容

本研究では、小型ディスプレイに表示しきれない隠れた情報にアクセスする方法として、デバイスの動きに対応して画面構造を変化させるユーザインタフェースを備えたポータブルビューを提案します。

提案するポータブルビューは、虫眼鏡のように操作できることを想定しました。図3に提案のイメージ図を示します。

ユーザはデバイス本体を動かす事で、画面の切り出し領域の移動、拡大縮小が行えます。

プロトモデルを作って、実験を行いデバイスの動きを画面操作に利用できるか確かめました。実験では、入力手段としてジャイロセンサを使ったハンデ

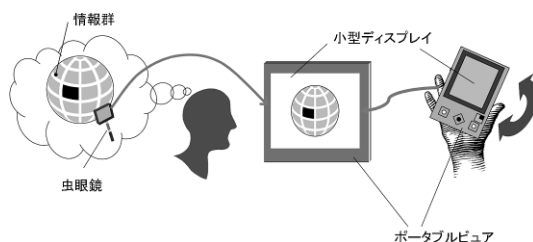


図3 虫眼鏡のようなユーザインタフェース

ィビューを作成し、ビュー本体を時計回りおよび反時計回りに回転させて、画面表示の確認を行いました。

結果は良好で、ビュー本体を動かすだけで、画面を操作できました。これにより、デバイスの動きで操作できるポータブルビューができました。

6. おわりに

国際会議への参加は2回目となりました。前回は口頭発表だったのに対して、ポスター発表は今回が初となりました。ポスター発表は、口頭発表とは異なり、人に見て理解してもらうという点に工夫が必要でした。会場では、私のポスターの前に立ち止まってじっくりと眺めてくださった方々もおられましたが、私の伝えたい内容を100%伝えられたかどうか不安です。私なりに図・表のレイアウトや解説文を工夫しましたが、ポスターの大きさの制限などから、やはり説明不足の箇所もあったかもしれません。しかし、研究成果をこのような国際的な場を借りて発表できたことは私の自信に繋がりました。

今回ポスター発表というかたちで国際会議に参加できたことは私にとって大変有意義な体験となりました。この経験を将来の研究発表にも活かしたいと思います。

最後に、終始ご理解ある指導をしていただいた長谷智弘教授と野中譽子博士研究員に深く感謝します。

国際会議に参加して

此 木 康 至

Yasushi KONOKI

情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は2007年9月2日から7日にかけてスペインのマドリッドにて開催された「19 th International Congress on Acoustics (ICA 2007)」に参加しました。この会議は3年ごとに開催され、世界各国から音楽音響に関するさまざまな研究が発表される、規模の大きな会議です。この会議において私は「Estimating a chord name for a set of notes played with a MIDI-guitar」という題目で発表を行いました。

本稿では私の研究内容と学会での発表について報告します。

2. 研究について

2.1 研究背景

調性音楽においてコードは楽曲の構成を表すものであり、重要な要素として捉えられています。このことから、コード名推定を目的とした研究が盛んに行われています。コードには数多くのコードタイプと、それらに対するコード名が存在し、各コード名に対して構成音の組み合わせや構成音間の音程関係が定義されています。コード名推定を対象とした多くの研究では、この定義を前提として研究が進められています。しかし、実演奏においては「構成音の省略」、「転回形」、「テンションヴォイスイング」などの演奏技法が頻繁に使用され、これらの技法によってコードの構成音や構成音間の音程関係が定義とは異なるものとなり、コード名を一意に定めることは不可能となってしまいます。コード名推定においては、「演奏≠定義」となる状況も考慮し、その状況

に即した柔軟な推定手法が必要となります。

本研究では、「テンションヴォイスイング」については決定論的に解くことが困難であるため、この技法が使用されない場合を想定し、「コード名探索木」の構築、「コード進行を考慮したコード名推定」によって、上記の問題について解決を試みています。

2.2 本研究におけるコード名推定手法

Fig 1 に本研究におけるコード名推定手法の概念図を示します。

本研究における大まかなコード名推定の流れとして、まず、MIDI ギターによって演奏された入力音は12半音階上のクロマティックなデータとして捉えられます。次に、それらの入力音に対して可能性のあるコード名をコード名探索木によって全て洗い出されます。そして、演奏されたコード進行を考慮

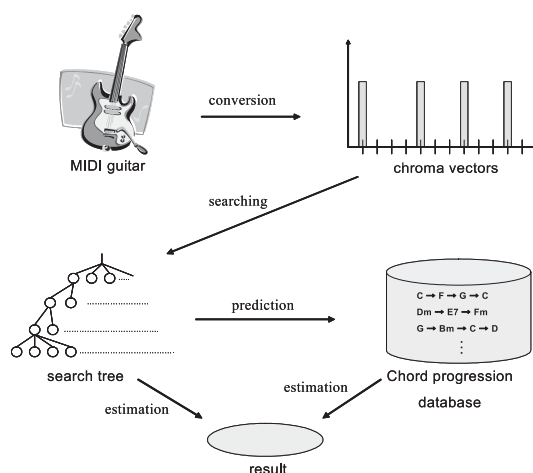


Fig 1 提案手法の概念図

することで、その時点において相応しいコード名を求められ、コード名探索木によって得られたコード名群とマッチングを行うことでコード名を推定します。

2.3 コード名探索木

コード名探索木は入力音における4音までの音の組み合わせが各ノードによって表されたものです。その構造として、深さは入力音の数に相当し、各ノードにはそのノードの示す音を構成音として必ず含むコード名が全て登録されています。従って、入力音群と一致するノードのコード群が推定候補となります (Fig 2)。

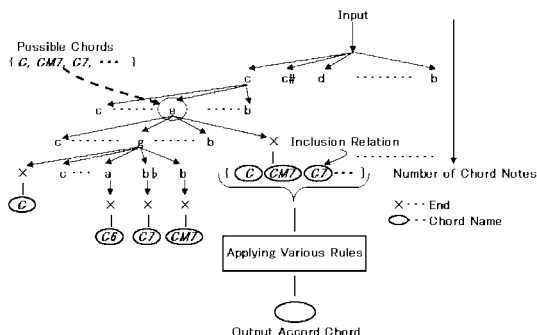


Fig 2 コード名探索木の概観

2.4 コード進行を考慮したコード名推定

コード名探索木において、入力音と完全に一致する候補が複数存在する場合は、コード進行を考慮することでその判定精度の向上を図っています。この処理では、経験的な知見から得られたコード進行パターン (進行: 2~8 和音, パターン数: 177) によって構成される“コード進行データベース”を参照し、過去に演奏されたコード進行と一致するコード進行パターンから次の演奏に対する予測コードを求めます。この予測コードを用いることで、その時点において相応しいコード名が分かり、推定候補が複数存在する場合や、演奏されたコードが「構成音の省略」, 「転回形」などによってコード名の定義と異なっている場合でも対応可能となります (Fig 3)。

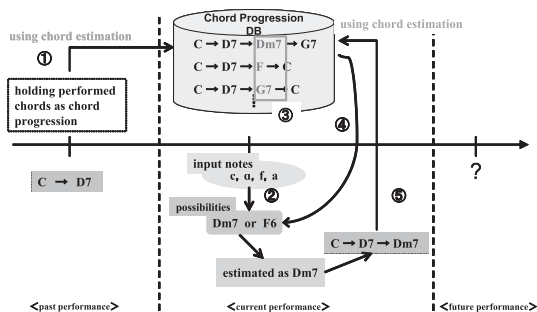


Fig 3 コード進行を考慮したコード名推定の流れ

ある時点において、以前に推定された結果をコード進行として保存する (①)。次の演奏音として入力された音群に対して推定候補が複数存在する場合 (②) は、コード進行データベースにおいて、①でのコード進行と一致するコード進行タイプから次に出現する各コードを予測コードとして求め (③)、予測コードと判定候補とのマッチングによって絞込みを行う (④)。そして、推定結果が1つに定まる場合はそのコードをコード進行として加え、次の入力音に備える。

2.5 提案システムの実装結果

Fig 4 に提案システムの概観を示します。

また、本研究における提案手法がコード名推定において有効であるかどうかを調べるため、本システムを用いて評価実験を行いました。その内容として、日本の歌謡曲 10 曲を対象とし、各楽曲におけ

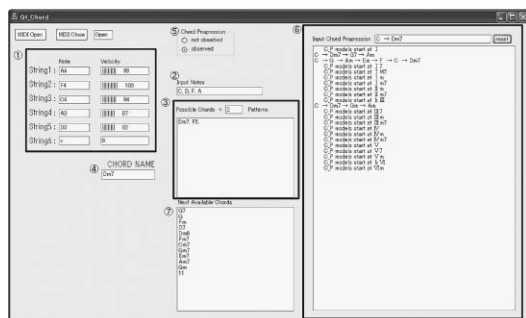


Fig 4 提案システムの概観

①; ギターの各弦において発せられている音名, 音量。②; クロマベクトル上において発音された音名 (探索ツリーのノードを示す)。③; ②で示されるノードに登録されているコード名群 (推定候補)。④; 推定結果。⑤; コード進行の考慮, 非考慮を選択。⑥; 演奏されたコード進行とコード進行データベースにおいて一致するコード進行パターン。⑦; ⑥のコード進行モデルから得られる予測コード名群

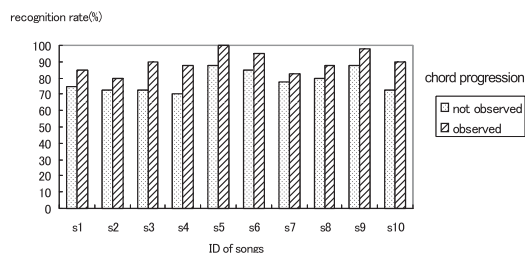


Fig 5 実験結果

るコード進行を 40 個目まで演奏し、コード進行を考慮した場合としない場合において正確に推定されたコード名数を評価基準としました。その結果を Fig 5 に示します。

実験の結果、コード進行を考慮することで平均約 12% 向上がみられ、検定によってこの結果に有意性があると認められました。

3. 発表について

この会議は 9 月 2～7 日にかけてスペインのマドリッドにおいて開催され、私の発表は 3 日目の 9 月 4 日でした。発表形式はポスター発表で、発表時間は約 4 時間でした。

この会議で発表した研究内容は、以前に国内での研究会において英語で発表したことのある内容であったため、プレゼンに関する言葉の言い回しや重要となるポイントの説明の仕方、質問されるであろう内容とその返答などについては、ある程度要領を得ていました。しかし、以前の発表はオーラル形式であったため、発表の段取りを大幅に変更しなければなりません。オーラル形式ではあらかじめ発表における制限時間が定められているため、その時間を目安に発表内容を考えたり、シミュレーションをしたりすることが可能です。しかし、ポスター形式ではほとんどの場合が聴者一人に対して発表を行うため、できるだけ手短に分かりやすく研究内容を説明しなければなりません。また、多くの場合が一对一の対話形式であるため、説明の途中で質問をされることも十分考えられます。従って、オーラル形式と比べて、より柔軟な英会話能力が重要となりま



Fig 6 会場（右側の建物）周辺の様子

す。

発表では多くの方に研究発表を聴いていただきました。初めのうちは説明することに必死で、聴者の表情を意識する余裕がありませんでした。しかし、何度か説明をし説明に慣れることである程度余裕ができ、聴者の表情を意識するようになりました。聴者の表情を見ることで説明がうまく伝わったということや、十分に理解してもらえていないということがはっきりと分かり、理解してもらえていない場合は自分の知る限りの単語と簡単な構文を使い、内容が伝わるよう必死に言い回しを考えました。また、説明の途中で質問されることも多く、その質問への返答をしながら発表を続けるということにとっても苦勞しました。聴者によって英語の発音も異なり、その聞き取りやすさも異なるため、聞き取れない場合は先生の力をお借りするということも多々ありました。また、質問内容は理解できても、その返答を英語でうまく説明できないということが何度もあり、歯がゆさを感じるとともに自分の英語力のなさを痛感しました。

今回の国際会議への参加を通して実際に生きた英語を体験することができ、英語の重要性を改めて実感しました。会議においてだけではなく、さまざまな場所で外国人の方と英語でコミュニケーションをとることで、日本を出ると多くの人が当たり前のように英語を話し、英語を話せないことがどれだけ不



Fig 7 発表の様子

利であるかということを感じさせられました。また、意思疎通できたときの喜びも大変大きいものでした。今後この貴重な経験を英語の学習や国際会議などに活かしていきたいと思います。

最後になりましたが、今回の会議に参加する機会を与えてくださり、また研究において多くの御指導をいただいた杉田繁治教授、三浦雅展講師、そして多くの関係者の方々に深く感謝いたします。

電子情報通信学会・特性要因図に基づくクラス構造決定手法

重 光 真

Makoto SHIGEMITSU

情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

ソフトウェア開発方法論は、開発プロセスの上流工程において、「要求分析」、「要件定義」という工程を含む^[1]。構造化分析・設計手法やオブジェクト指向分析・設計手法などの既存の方法論には、システム化対象問題領域には定められたルールやプロセスが存在し、それらを分析により明確化するという考えが背景にある。この手法は、定型業務と呼ばれるアプリケーション分野には有効であるが、非定型業務への適用は一般に困難である。何故ならば、非定型業務には定められたルールやプロセスが事前に定められていない場合があり、前述のようなソフトウェア開発方法論では適応が難しい為である。

従来の非定型業務に対するソフトウェア開発では明確な要求分析手法や指針が示せないため、開発生産性の低下や最適な解決策の策定が難しいなどの問題が生じやすい。

本論文では、品質管理や品質改善活動で利用される、特性要因図による因果分析に着目し、確立していない非定型分野でのソフトウェア開発法を提案する。

2. 非定型業務で行う開発での問題

ソフトウェア開発法における従来の方法論は、主として定型的な要求を対象に要求分析が行われている。非定型的な要求の場合、試作品を依頼者に示しながら、試行錯誤により段階的に要求を抽出する、プロトタイプ手法に頼らざるを得ない。そのため、開発生産性の低下や最適な解決策の策定が難し

いなどの問題が生じる。非定型分野での開発において、確立した方法論が存在しないためである。

3. FDM による要求定義から UML 図への展開

3.1 特性要因図に基づく非定型要求分析とモデル化

問題領域の業務手順やシステムの使用形態が事前に決定されていない分野の要求分析、要求定義の問題を解決する方法が、本論文で提唱する FDM (FDM: Fishbone Driven Method) である。非定型的な要求は抽象的で具体化が困難であり、抽出した要件も体系化が難しく、項目が散乱している状態であるため、仕様に落とすことが困難である。この事が非定型業務のソフトウェア開発を非効率にしている原因である。つまり、非定型要求の開発について、このような要求から要件を体系的にまとめる一般的な方法論があれば、開発の効率化が期待できる。FDM では非定型的な要求の要求分析、要求定義において、次のような手順で UML 図を作成する。

- ・要求の背景がもつ問題の要因を洗い出し、特性要因図によって要因を体系的に纏める
- ・そこに現れる個々の要因について、それぞれ解決策を考案し、その解決策を定義する。
- ・定義された解決策からソフトウェアの機能であるメソッドを作製し、特性要因図の体系的な配置に置き換える。
- ・体系的に表されたメソッドを置き換えた図の特定の範囲で分割し、クラスとする。
- ・図によって表されたクラスとメソッドから

UML へ導く。

この方法論では個々の問題の要因分析と、要因間の関連分析が重要となる。FDM では、問題の要因分析に特性要因図を用いる。

3.2 特性要因図とは

品質管理 (QC) は元々数値データから品質管理を行うのではなく言語データから品質管理を行う為に作られたものであり、数値化できない依頼者の要求定義の問題に応用することに適していると考えられる。

特性要因図とは何かの問題が生じている時、その要因を体系的に、漏れなく書き表す手段である。何か問題が生じているならばその問題が生じる要因があるはずであり、その要因もまた、それが起こる要因を持っているはずである。この構造をそのまま体系的に書き表せば要因が構造化できる。このように問題の要因を体系的に書き表した図が特性要因図である。

3.3 解決策と仕様の対応抽出

特性要因図を用いて、依頼者の要求の問題を分析すると、その問題の要因が体系的に書き表せる。書き表した要素は問題となっている特性が生じた要因である。この解決策を対応させて書き表せば解決策もまた同じように体系化して表せる。要求である実現したい仕様の姿の逆はその要求が必要になる背景にある問題であり、問題を細分化したものが要因である。すなわち、逆に言えばその問題の要因は実現したい仕様の部分そのものになるのである。そして仕様を実現したものの集合がソフトウェアであることから、特性要因図は実現すべきソフトウェアの構造そのものを反映するものであると考えられる。解決策は実現すべき仕様の要件であることから、特性要因図より導き出したこの要件を体系化した図を要件構造化図と名づけることとする。

以上の事を一般化した形で表すと以下のようになる。今ある特定の依頼者がもつ要求を R とする。

そして依頼者が自身で具体化できない期待するソフトウェアの仕様を R' とする。 R の逆である要求の背景にある問題を Q とする。 Q が生じる要因を Q_n とし、この要因をもたらし更なる要因を Q_{n-m} とする。この更なる要因の解決策を Q'_{n-m} とする。この各解決策を全て実現する事で、主となる問題は解決し、なおかつ、最初の実現したい要求の一部が満たされる。つまり $Q'_{n-m} \subseteq R'$ が成り立つのである。これらより、 $R' \in Q'_{1-1} \cup Q'_{1-2} \cup \dots \cup Q'_{k-s}$ が成り立つ。 Q'_{n-m} はヒアリングでは聞き出せなかった解決策であり、特性要因図によって初めて具体化された項目である。具体化された項目 Q'_{n-m} はメソッドであり、このメソッドを体系化したものがクラス構造となる。このように特性要因図を経て要件構造化図からクラス図を導くことで、具体化できなかった要求を定義し、またクラス構造も決定する事ができる。

3.4 要件構造化図から UML 図への展開

オブジェクト指向のクラス図において、クラス名は種類わけされた手続きの集合の名前であり、メソッドはそのカテゴリに関連した操作である。この構成は先ほどの要件構造化図によく似ている。大骨を大分されたクラス別カテゴリ、中骨をクラス名、それ以下の骨をメソッドとすると、特性要因図からクラス構造が決定される。

FDM による手法の手順をまとめると以下のようになる。

1. ヒアリングによって依頼者の要求とソフトの使用条件を聞きだし、最重要な要求を決定する。
2. その要求がある背景の要因から特性を定義する。
3. 依頼者と共に特性要因図を作製する。
4. 要因の項目に番号を振り、別表に並べて書き表す。これを変換表 1 とする。
5. 4 の項目に対して全ての項目にその解決策と効果を書き記す。これを変換表 2 とする。
6. 変換表 2 の解決策と効果が依頼者の期待する物であるかを確認する。

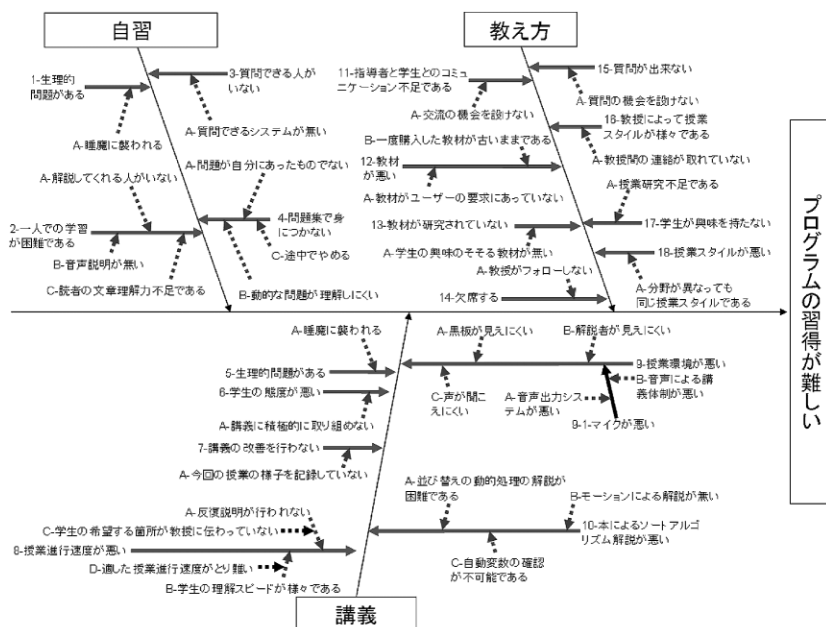


図 1 教育支援ソフトにおける特性要因図

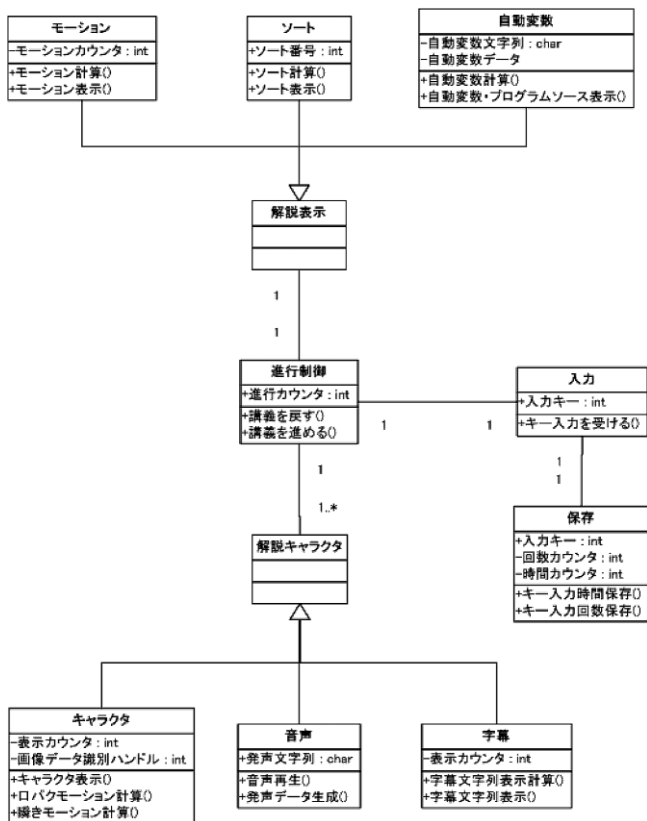


図 2 クラス図 (一部)

7. 変換表2の項目を実行するアクタと行動を書き記す。これを変換表3とする。
8. 特性要因図の項目を変換表3によって表された行動に書き換え、要件構造図を作成する
9. 8によって作製した要件構造図において、重複したメソッドやクラスを整理する。
10. 9によって書き表された要件構造図を元にクラス図を作製する。
11. 8,9からアクティビティ図、シーケンス図を作製し、UMLの記述が完成する。

4. 適応事例

FDMを教育支援ソフトの開発に適応して事例を述べる。依頼者の要求は「より学生がプログラムをしっかりと理解できるようなソフトを作ってほしい」であるものとする。この要求から特性を「プログラムの習得が難しい」と定義し、図1のように特性要因図を書き表す。FDMの手順に沿ってUML図を作製した。ここでは省略して完成したクラス図の一部を図2に示す。

5. 結論

FDMにより、QCで使われている特性要因図から要因の因果関係分析し、要求を分析、手続きを体系化する方法を用いて、要件構造図から、仕様とその構造を元に、アクティビティ図、シーケンス図を作製し、上流モデルを完成させた。この方法論を実際に教育支援ソフトの要求定義、要求分析に適応す

ることにより、ただ一つの依頼者の要求から妥当性の高いクラス構造とそのメソッドが定義できることが確認できた。

要求の詳細が定義できず、またプロセスの分からない非定型要求に対して、ただ一つの要求から正しいクラス構造とメソッドを導く工程が確立できた事により、この分野での開発方法論として有効性の高い方法論であると考えられる。

また、導出された個々のメソッドは、特性要因図によって見つけ出したソフトウェア開発の目標が抱える問題の要因の解決策であり、このメソッドの集まりがもっとも要求を反映するものであることが期待できる。実際に、適応事例で書き表された全ての要因に解決策が示されているので、考え出された問題の要因はソフトウェアの仕様により解決できる範囲で適切に解決されたと思われる。これにより問題に対する依頼者の要求が明確に定義でき、現段階で妥当性の高い仕様を作製できたと言える。作製した特性要因図を元に、すぐ要件構造図が作成できる事から、早い段階で仕様の定義が可能である。開発の最初の段階で確実な仕様が決定的ことにより、不確かな開発が進む危険性を回避できる。

これらの事より、FDMを使用することで、普段定義、分析の難しい非定型要求が定義、分析でき、手続きの体系的表記が可能となり、クラス構造が決定できることから非定型業務における比較的小規模なソフトウェア開発における効率的な開発が期待できる。

情報処理学会 合同研究会に参加して

七 里 崇

Takashi SHICHIRI

情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2007年5月24日、25日に法政大学 市ヶ谷キャンパスで開催された情報処理学会の研究報告会に参加しました。今回の報告会は、自然言語処理研究会と音声言語情報処理研究会の合同開催であり、自然言語や音声言語に関するさまざまな発表が行われました。また私は、研究会合同企画として設けられた「学生セッション」にて研究発表を行いました。

2. 研究内容

今回、私は「音声理解を指向した音声認識のための単語重要度の自動推定」という題目で研究発表を行いました。ここでは、その発表内容について説明します。

2.1 研究の背景

近年の自然言語処理技術の発展により、音声メディアを処理する研究分野では、音声をテキスト化する音声認識にとどまらず、音声理解のための研究が行われるようになってきました。音声理解とは、発話から話し手の意図や発話内容がもつ概念を理解するという人間の最も基本的かつ高度な能力の1つです。音声をを用いた情報検索では、ユーザの発話から検索要求（意図）の解釈を行う必要があるため、情報検索は音声理解のファーストステップとしてとらえることができます。

情報検索には検索にとって重要な単語と、そうでない単語が存在します。したがって、音声を入力に

持つ情報検索システムを考える場合、検索要求の音声認識では、検索にとって重要な単語の誤りを少なくすることが求められます。このため、音声認識の評価は“認識できなかった単語の数（割合）がどれだけ少ないか”ではなく“重要な単語の認識誤りがどれくらい少ないか”という観点から行う必要があります。認識戦略として“重要な単語を優先的に認識する戦略”が必要となります。先行研究では、単語の重要度（重み）を単語の認識誤りが検索に与える影響の観点から定義し、この重みを用いて、音声認識の評価尺度「重みつき単語誤り率（WWER）」を定義した上で、WWERの最小化を目指す音声認識を行うことで検索への影響の最小化が行われています。実際に、この手法により重要度が高い単語の認識誤りを抑えることができ、情報検索の精度向上に効果があることが示されています。

しかしながら、これまで、単語重要度の定義方法についての十分な検討はなされていませんでした。このような背景から、情報検索のための単語重要度の自動推定手法について研究しています。

2.2 音声認識の評価尺度

音声認識では、決められた評価尺度に基づき、誤りが最小になるように処理を行います。音声認識の一般的な評価尺度には単語誤り率（Word Error Rate: WER）があり、式（1）で定義されます。

$$WER = \frac{I + D + S}{N} \cdot 100 \quad (1)$$

ここで N は実際に発話された単語の数、S は置

換誤りの単語数, D は削除誤りの単語数, I は挿入誤りの単語数です. 式 (1) から分かるように, WER は, 単語の誤りを全て同一に扱う, すなわち重要な単語とそうでない単語を同等に扱う尺度になります.

これに対し, 単語の重要度を考慮した評価尺度として重みつき単語誤り率 (Weighted Word Error Rate: $WWER$) があり, $WWER$ は式 (2) で定式化されます.

$$WWER = \frac{V_I + V_D + V_S}{V_N} \cdot 100 \quad (2)$$

V_N : 正解単語の重みの和

V_I : 挿入誤り単語の重みの和

V_D : 削除誤り単語の重みの和

V_S : 置換誤り単語の重みの和

この $WWER$ に用いる単語の重みを検索への影響という観点から適切に定義することができれば, $WWER$ を最小化することで, 検索にとって重要度の高い単語の誤りを抑えることができます.

2.3 単語重要度の自動推定

単語重要度は, その単語が音声認識で誤認識されたときの, 検索に与える影響に基づいて決定します. 具体的には, 音声認識の誤り率 ($WWER$) と音声認識誤りによって生じる検索スコアの低下率との間に強い正の相関が得られるように単語重要度の推定します. これは, $WWER$ と検索スコア低下率の誤差を最小化する問題として定式化することができます (3).

$$F(x) = \sum_m \{ (WWER_m - S_m)^2 \} \rightarrow \min \quad (3)$$

ここで, x は各単語の重要度 (x_k) を要素とするベクトルになります. この式に最急降下法を適用し, 誤差を最小とする単語重要度を求めます.

本手法で単語重要度を推定するには, 検索スコア低下率を求める必要があります. 検索スコア低下率

を求めるには検索結果が正しいかどうかを判断するための教師信号が必要になり, 大規模システムを対象とする場合は教師信号の作成が困難になります. このため, 本手法では, 書き起こし文を用いたときの検索結果を疑似教師信号とする, 教師信号を人手で与えない“教師なし推定”も行いました.

2.4 実験結果

NTCIR-3 WEB 検索タスクを用いて評価実験を行いました. まず, 単語の重要度を考慮しない評価尺度である単語誤り率と検索スコア低下率との関係を図 1 に示します. 図からも分かるように両者の相関は弱いことが分かります. この結果は, 情報検索を対象とした場合, 単語誤り率が音声認識の評価尺度として適切でないことを示しています. 次に, 提案手法で求めた単語重みで定義した重みつき単語誤り率と検索スコア低下率との関係を図 2, 3 に示しま

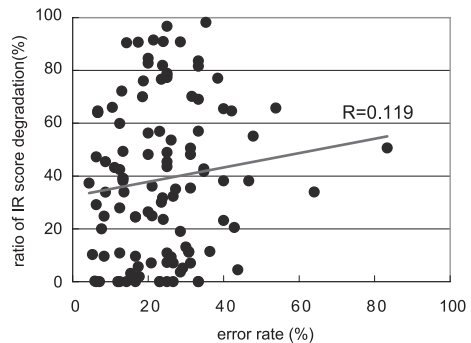


図 1 単語誤り率と検索スコア低下率の相関

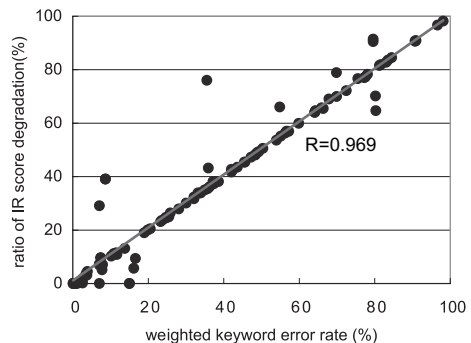


図 2 重みつき単語誤り率 (教師あり推定) と検索スコア低下率の相関

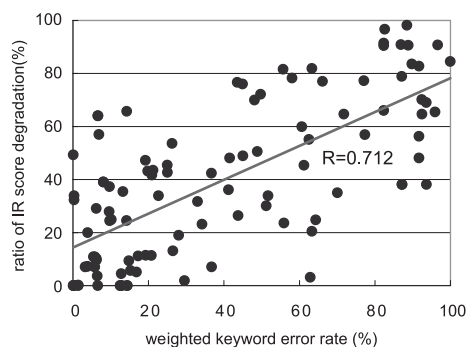


図3 重みつき単語誤り率（教師なし推定）と検索スコア低下率の相関

す。教師あり推定，教師なし推定ともに高い相関を得ることができました。

3. おわりに

学会への参加は，今回が初めてでしたが，発表や質疑応答では，さまざまな意見が交わされており，非常に勉強になりました。また，私自身の発表においても貴重な意見を数多くいただきました。今回得た経験を今後の研究に生かしていきたいと思えます。

国際学会に参加して

—IEEE International Symposium on Consumer Electronics 2007—

嶋 野 雅 人

Masato SHIMANO

情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2007年6月20日から23日までの4日間、アメリカ合衆国テキサス州にある都市ダラスで開催された、ISCE 2007 (International Symposium on Consumer Electronics 2007) に参加し口頭発表を行いました。

ISCE とは、IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) のソサエティーの一つである Consumer Electronics (CE) Society が主催する国際学会であり、家庭用電化製品 (家電) の分野における、A/V 技術やワイヤレス通信技術、ホームネットワークに関する技術などについての研究発表がなされます。

私は、Consumer Network 3 というセッションにて、小型、低電力の組み込み Web サーバについての研究発表を行いました。

2. 発表内容について

本学会で、私は「Small, Embedded Web Server for Home Appliances with Embedded MPU and Real-time Operating System」という題目にて発表を行いました。

私の研究は、背景として、近年のホームネットワーク技術に関する研究の発展により、今後ますます導入が期待されるホームサーバについて、ハードウェアが抱える高価格・大型・高電力消費の問題と、ソフトウェアが抱える大リソース・非リアルタイム性の問題を提起しました。そして、ハードウェアは低コスト、小型で低電力であること、ソフトウェア



図1 T-Engine 外観

は小リソースで、リアルタイムで動作すること、尚且つ実用的な性能を持つことを課題に、新しい Web サーバシステムの構築を目指しました。

まず、ハードウェアには、図1に示す T-Engine という組み込み機器標準開発システムを選択しました。そして、ソフトウェアには、国産のリアルタイムオペレーティングシステム (RTOS) の T-Kernel/Standard Extension を選択しました。そして、TCP/IP のプロトコルスタックと、ファイル転送と遠隔操作機能を組み込んだサーバアプリケーションを作成し、Web サーバシステムを完成させました。

完成した Web サーバシステムは、まず1つ目の課題に対し、組み込み機器を用いることで本体サイズを小型化しました。消費電力は最大で3.3 W 程度で、普通の30~40分の1に抑えることができました。次に、2つ目の課題に対して、組み込み向け RTOS を用いることで、全ソフトウェア容量は1.6 MB 程度に減少しました。そして最後の課題に対しては、



図2 Web サーバ（右）とブラウザ PC（左）



図3 学会会場

表1 システムスペック

MPU	SH 7727 (SH 3-DSP core)	
	クロック周波数ー	
	内部：	96 MHz
	外部：	48 MHz
メモリ	SDRAM：	32 MB
本体サイズ	(H×W×D)	120×75×50 mm
動作電圧	5.6 V DC	
最大消費電流	600 mA	
ソフトウェア	Total	1.57 MB
	OS：	1.20 MB
	TCP/IP：	0.28 MB
	web サーバアプリ：	0.9 MB

ファイル転送，遠隔操作ともに正常な動作が可能で，特に，テキストベースのページや遠隔操作はストレスのない動作が実現できました．図2に，Webサーバシステム全体の外観を，表1に本システムのおもなスペックを示します．

3. ダラスについて

学会が20日から始まるため，私は19日にダラス入りをしました．会場は，テキサス州ダラスフォートワース空港から程近い，ウェスティンホテルの大きな会議室が使用されました．

ダラスは，アメリカ南部に位置し，合衆国の州の中で面積，人口ともに最大であるテキサス州にあ



図4 ストックヤード



図5 テキサスカウボーイ

り，隣接するフォートワース市とあわせた都市圏人口がテキサス一である商業工業都市です．そして，テキサス・インスツルメンツや，アメリカン航空，

セブンイレブンの本社があることや、ジョン・F・ケネディ大統領が暗殺された場所として有名な所です。

また、隣接するフォートワース市には、西部劇のような風景が今も残るストックヤードという地区があります。ここでは、週末には家畜取引所のイベントやカウボーイショーなどが催されています（図5参照）。

4. 発表の準備

本学会で発表するためには、まず2-3ページの論文を応募する必要があります。当時、学部の特例研究を纏めて卒業論文を書き上げたばかりでしたので、卒論のアブストラクトをベースに英文化したものを提出しました。

その後、採択の通知がきてからは、学会参加費の支払いや航空券、ホテルの手配をネットで行い、発表用の資料の製作に取り掛かりました。

発表はパワーポイントで行われるため、卒論発表の際に使用した資料をベースに英文化し、さらに口頭用の英語原稿を用意しました。しかし、もともと英語は得意ではなかった為、資料の作成に手間取り、十分な発表練習をすることができませんでした。幸い自分の発表は大会二日目の午後4時からの予定だったので、時間の許す限り、現地で英語原稿の読み込みと修正を繰り返しました。原稿内容が固まってからは、各英単語のアクセントや文脈のイントネーションをチェックし、いよいよ発表の日が来ました。

5. 発表当日

当日の朝、同行していただいた長谷教授と博士研究員の野中さんの前で最終の発表テストを行った後、発表の番が来るまで心を落ち着かせていました。自身国内外問わずの初めての学会発表でしたので、朝から緊張でガチガチでしたが、昼食のときに学会の座長さんに「緊張しなくて大丈夫」という言葉をいただき、ここまで来たらあとはやるだけ、と



図6 発表中の筆者

決心を固めました。

発表は、動作試験の動画がプロジェクターとの相性で少し変に映ってしまったことが残念ですが、観衆の方々の暖かい拍手とともに何とか無事に終えることができました（図6参照）。質疑応答では、CE Society の会長兼本学会の大会委員長や参加者から、採用した OS についてや、乾電池でも動作可能かなどを質問されました。しかし、うまく英語で答えることができず、たくさんの質問を頂いたにも関わらず、殆どの回答に長谷教授の助けを借りてしまいました。しかし、期待以上の反応を頂けて本当に嬉しかったです。正直なところ、私は発表に関してはあまり褒められたものではなかったと自覚していますが、技術者の先輩方に私の研究に興味を持っていただけたのはとても嬉しいことでした。

私の発表を終えると、発表者の交流会（バンケット）が始まりました。座長さんと少し話した後、一人で居た堪れなくなっていると、韓国の研究者の方々に話しかけていただきました。日本のドラマの話や、私が大学で韓国語の授業を受けていたことなど、他愛のない話をしました。しかし、ここでもスムーズに会話の続けられない自分の英語力のなさを痛いほど痛感し、申し訳ない気持ちになりました。

6. おわりに

今回の国際学会に参加して、大きな収穫が三つありました。まず一つ目は、貴重な経験を得たことで、発表に自信がついたこと。そして二つ目は、他の研究者さんの発表を聴いて、自身の研究意欲が刺激されたこと。最後に、英語で物事を考える機会を得られ、英語をちゃんと習得したいという欲が生ま

れたことです。修士課程の研究でも、こういった舞台で発表することがまたできるよう頑張るつもりです。

最後になりましたが、今回の国際学会での発表に惜しみない協力を尽くしていただいた、長谷智弘教授と野中誉子博士研究員、ならびに、学会参加にまつわる諸費用を補助していただいた龍谷大学理工会に深く感謝いたします。

国際ワークショップ (WICOW) に参加して

西 村 涼

Ryo NISHIMURA

情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は2007年6月19日に宮崎のシーガイアにあるワールドコンベンションセンターサミットで開催された国際ワークショップ The First Workshop on Information Credibility on the Web (WICOW) で口頭発表を行いました。このワークショップは人工知能学会の全国大会が主催するもので、初めて開催されたものでした。

2. ワークショップの目的

ブログや SNS の普及による情報発信コストの低下に伴い、User Generated Content と呼ばれる情報が大量に流通するようになってきています。このような状況で、Web で得られる情報の信頼性の問題はますます重要になってきています。このワークショップは、「情報の信頼性」の問題についてさまざまなアプローチで取り組んでいる内外の研究者が集まって議論を深めることを目的に開催されました。このため、さまざまな研究発表が活発になされました。

3. ワークショップの様子

国際ワークショップだったので、会場では英語でコミュニケーションがされていました。しかし、今回は会場が日本ということもあり、日本人が多かったです。発表された研究は15件あり、このうち10件が口頭発表でした。1件あたりの発表時間は20分で、質疑応答は5分でした。残りの5件はポスター発表でした。このワークショップは査読があった

ため、査読の結果によって口頭発表とポスター発表が分けられているようでした。私は、5件目に口頭発表のセッションで発表を行いました。

4. 発表した研究の概要

ここでは、私が発表を行った研究の概要について説明します。

4.1 背景

インターネットの普及とともに自由に閲覧できる電子化された文書の数が多くなるにつれ、これらの文書からユーザが必要とする情報を効率的に獲得することが困難になってきています。このため、ユーザからの質問に対して明確な回答を自動的に提示する質問応答 (QA) システムが注目されています。質問応答システムとは、自然な文で入力された質問に対する答えを提示してくれるシステムのことで、従来の情報検索システムは、単語あるいはその組み合わせを入力とし、それらが含まれている文書を提示していました。しかし、質問応答システムが提示するのは答えそのものです。以下に例を示します。

質問 富士山の高さは何メートルですか？

回答 3776 メートルです

ユーザからのさまざまな質問に質問応答システムが回答するためには、十分な量の知識を集めなければなりません。近年では、WWW の文書量が膨大になってきたため、WWW の文書を知識として利用した質問応答システムが盛んに研究されています。しかし、こうした文書を質問応答システムの知

識として利用する場合、その中に含まれる誤りが問題となっています。そこで、私は質問応答システムで用いる知識の内容を確認することで、信頼性が確認された回答をシステムが提示できるようにしました。

4.2 メーリングリストに投稿されたメール

メーリングリストには質問と回答のメール繰り返し投稿されるものがあります。例えば、Vine Linux に関心のある人たちが情報を交換しているメーリングリスト（Vine Users ML）では質問と回答のメールがさかんに投稿されています。私は、こうしたメーリングリストに投稿されたメールを知識として用いて質問応答システムを構築することを考えました。その有利さを以下に示します。

- 特定のドメインについての質問と回答の例を集めやすい
- あいまいな質問に対する問い返しの例を集めやすい
- 情報のすばやい更新が期待できる
- 回答内容の確認が行われる
- 回答内容に誤りがあると、その誤りが指摘されることが多い

Vine Users ML に投稿されるメールを調査すると、以下の4種類に分けることができました。また、図1にそれぞれのメールの種類と関係を示します。

質問メール ある問題について、最初に投稿される

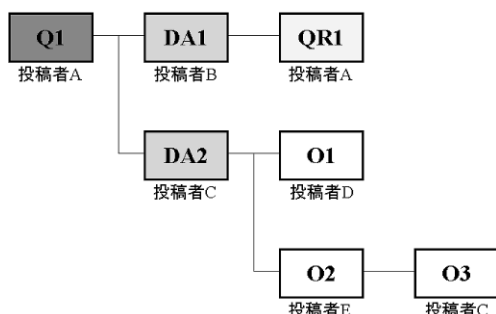


図1 メーリングリストに投稿されたメールの種類と関係

質問のメール。質問メールでの質問は、質問応答システムにおけるユーザの質問と同様に、その内容が不明確だったりあいまいな場合もある。

直接回答メール 質問メールに直接回答するメール。直接回答メールは、質問メールの質問にそのまま答える場合と、質問内容を問い返す場合がある。

質問者返信メール 直接回答メールに質問メールの投稿者が直接返信するメール。質問者返信メールでは、直接回答メールの内容にしたがって行った作業の報告や問い返しに対する回答が述べられている。
その他 質問メール、直接回答メール、質問者返信メール以外。

私は、質問メールからは重要文とその前後の文（図2）を、直接回答メールからは重要文（図3）をそれぞれ取り出しました。そして、これらの組み合わせを質問応答システムの知識として利用しました。また、これらの知識の内容を確認するために、質問者返信メールから取り出した重要文（図4）を

いつも質問ばかりで申し訳ありません。

vine2.1をフルインストールし、YMF724chipで音を出す為にALSA-0.5.10をインストールしました。

効果音などは問題なく出るのですが、CDの音が出ません。

CDプレイヤーは動いているのですが、音が出ないという状態です。

(GNOME CDは動きますが、xplayedはdiskを認識していないようです?) windowsではCD再生が出来るので、ケーブルに問題はないと思います。

/etc/groupのdiskにはroot,user共に登録してあります。"#chmod a+r /dev/cdrom"としても駄目でした。

→重要文の前文

→重要文

→重要文の後文

図2 質問メールの重要文とその前後の文の例

> vine2.1をフルインストールし、YMF724chipで音を出す為にALSA-0.5.10をインストールしました。

> 効果音などは問題なく出るのですが、CDの音が出ません。

[vine-users:031122] CD再生についてとよく似た症状なので、ケーブルやボリュームなど要チェック。

CDのつもりがAUXやVIDEOに入っていることもあるので。

→重要文

図3 直接回答メールの重要文の例

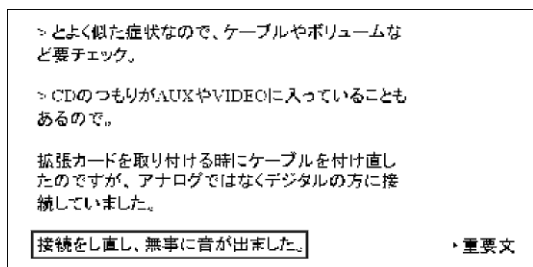


図 4 質問者返信メールの重要文の例

用いました。実際には、質問者返信メールの重要文を利用して以下のような内容確認ラベルを与えることで、知識の内容確認を行いました。

Positive ラベル 知識の内容を肯定する情報があることを示すラベル。

Negative ラベル 知識の内容を否定する情報があることを示すラベル。

Other ラベル 知識の内容を肯定／否定する情報が見つかっていないことを示すラベル。

4.3 メーリングリストに投稿されたメールを利用した質問応答システム

メーリングリストに投稿されたメールを利用して、私が作成した質問応答システムについて説明します。作成したシステムは、以下のような流れで処理を行います。図 5 に作成したシステムの概要、図

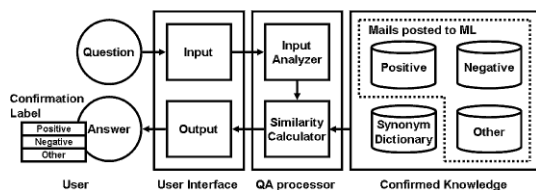


図 5 システムの概要

6 に回答の提示例をそれぞれ示します。

- (1) 自然な文で表現されたユーザの質問を受け付け、システムが持つ質問メールの重要文とその前後の文と比較する。
- (2) ユーザの質問とよく似ている質問メールの重要文とその前後の文とその回答メールの重要文の組み合わせを回答として取り出す。
- (3) 取り出した回答に内容を確認するラベルを与えてユーザに提示する。

5. おわりに

口頭発表を終えて振り返ってみると、去年に何度も発表したおかげで初めて発表した頃と比べてだいぶ落ち着いてしゃべることができました。また、今回は初めて英語で口頭発表をするので、しっかり練習したことが影響してか発表はそれなりに自分でも満足できました。ただし、今回もいろいろ反省しなければならぬことがあるので、以下で整理しておきたいと思います。

- 英語の勉強をしておく
- 英語の発音に気をつける
- 質疑応答は、しっかり聞いて、質問の内容が分かるまで聞き直す。そして、きちんと質問の内容を理解してから答える。

ざっとあげるだけでもこのような反省点があります。今後は、このような反省点を改善すべくがんばりたいと思います。

最後に、研究や発表に対してご指導くださった渡辺先生、私の発表練習にお付き合いくださった渡辺研究室の方々、ありがとうございました。これからもよろしくお願いいたします。

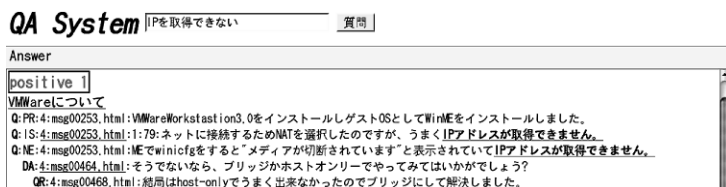


図 6 システムの回答提示例

国際会議 19th ICA に参加して

安井 希子

Nozomiko YASUI

情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

今回、2007年9月2日～7日に Spain の Madrid で開催された 19th International Congress on Acoustics (ICA) でポスター発表を行ないました。この会議は、3年に一度開催されている国際会議であり、世界から様々な分野の方々が口頭発表又はポスター発表を行なっています。今回の発表では、“An index for evaluating the performance proficiency of tremolo played by the Mandolin (マンドリンのトレモロ音に対する熟達度評価に関する指標の提案)” という題目で発表させていただきました。

2. ICA

ICA は、音響一般を対象とする学会で、さまざまな Session があります。具体的には、Bioacoustics, Communication Acoustics, including Speech, Computational Acoustics, Electro-acoustics and Audio Engineering, Environmental Acoustics, Musical Acoustics, Non-linear Acoustics, Noise, Physical Acoustics, Physiological and Psychological Acoustics, Room and Building Acoustics, Structural Acoustics and Vibration, Ultrasonics, Underwater Acoustics という 14 個の Session があります。今回は、Musical Acoustics (音楽音響) という Session で発表させていただきました。

3. 研究内容

ここでは、私が発表を行なった研究について説明させていただきます。

3.1 研究概要

熟達したトレモロ音の特徴に関する統一的な意見はこれまで存在しませんが、例えばその一例に「1回の撥弦における音の大きさがほぼ一定で、撥弦操作が均一、すなわち変動が少ないと感じられるもの」という意見があります。この指針は比較的、一般に受け入れられるものではありませんが、その特徴を客観的に測定した研究はほとんどないのが現状です。さらに、トレモロ音の熟達度を表現する指標はこれまで提案されていません。本研究では、熟達度の高いとされるトレモロ音の特徴を音響学的に明らかにし、その結果を練習や指導に生かすことを最終目標としています。本稿では、熟達したトレモロ音の特徴を調査し、トレモロ音の熟達度を表す指標を調査します。

3.2 マンドリンの概要

マンドリンとは、洋ナシ形に膨らんだ木製の胴と完全5度の関係で調弦された金属性の複弦を持つ撥弦楽器であり、各対はほぼ同じ高さに調弦された2本の弦から成り立っています。Figure 1 にマンドリンの外観を示します。



Figure 1 A mandolin

マンドリンには主に「ピッキング奏法」と「トレモロ奏法」という2種類の奏法があります。ピッキング奏法は1対の弦を一回だけ撥弦する奏法であり、トレモロ奏法は持続音を奏でる目的で考案された奏法で、ピックを用いて1対の弦を上下方向に撥弦させることを繰り返すことによって持続音を奏でる奏法です。本研究では、「トレモロ奏法」について調査します。

3.3 調査概要

本研究では、トレモロ音に対する熟達度評価に影響を与えると考えられる主な要因を列挙し、奏者間で共通にすることができる要因群と奏者固有とならざるを得ない要因群の2つに分割しました。考えられたおもな要因を Table 1 に示します。

共通とする要因のうち、撥弦操作頻度はトレモロ音の変動感及び熟達度評価に強く影響を与える主要な要因と考え、撥弦操作頻度に着目することにしました。また、演奏音の音色も熟達度評価に影響を与えると考えられますが、その音色は奏者固有となる要因群をはじめとする様々な要因が関与するため、奏者間で音色を統一させることは困難であると考えられます。そのため、本調査においては奏者固有となる要因群を排除するために、奏者間での比較を行わず、奏者ごとに調査することにしました。本稿では、7通りの音色に対して3通りの撥弦操作頻度のトレモロ音を用いて主観評価実験を行ない、トレモロ音の熟達度を調査しました。また、トレモロ音

の変動感を調査するために、トレモロ音の物理的な変動について調査しました。

本研究では、2つの実験を行ないました。1つ目の実験は、トレモロ演奏の記録実験です。この実験では、マイクロフォンを用いて、3年以上の演奏経験を持つ熟達者7名による、撥弦操作速度が6, 8及び9 Hz のトレモロ音を5回録音しました。2つ目の実験は、トレモロ音に対する熟達度の主観評価実験です。この実験では、半年以上の演奏経験を持つマンドリン奏者7名に対して、撥弦操作速度が異なる2つの演奏音を呈示し、上手と判断した演奏音を選択してもらいました。また、遅い速度の変動音に対する変動感の評価指標として変動強度 (Fluctuation Strength, FS) が Fastl *et al.* によって過去に提案されており、過去の研究より振幅変調された純音において変調周波数が約4–8 Hz の時に FS は最大になると報告されているので^[1]、本研究では約4–8 Hz の変動成分が、人が感じる変動感に影響を与え、主観評価に影響していると考え、記録したトレモロ音の音響データに対して約4–8 Hz の変動成分を抽出し、それを「物理的 FS」と呼ぶことにします。最後に、トレモロ音の物理的 FS と熟達度評価の関係を調査します。

3.4 調査結果

Table 2 に、各演奏者によるトレモロ演奏に対する熟達度評価の結果を示します。Table 2 より撥弦操作頻度が8又は9 Hz の演奏音が上手な演奏音と

Table 1 Main factors affecting subjective evaluations of the tremolo performance proficiency using a mandolin

Common factors	Individual factors
Shape of instrument	Position relative to instrument
Type of strings	Acoustic property when plucking a pair of strings
Material, thickness, and size of pick	Position and angle of pick for strings
Reverberation of recording environment	Style of holding pick
Subjective strength of pressing strings	Average speed in a single plucking
Plucking rate	

評価された様子が確認できます。

また、各演奏者のトレモロ音に対する物理的 FS の値を Fig. 2 に示します。Figure 2 より、どの演奏者においても撥弦操作頻度が多くなるにつれて物理的 FS の値が小さくなる様子を確認できます。

3.5 考察

Table 2 及び Fig. 2 より、上手と評価された演奏音は物理的 FS の値が小さい様子が確認されました。よって、マンドリンのトレモロ音に対する評価指標として、物理的 FS が提案できると考えられます。しかし、本研究では、3 通りの撥弦操作頻度しか調査していないので、他の撥弦操作頻度におけるそれぞれの関係を確認する必要があります。

Table 2 Results of evaluating subjectively the tremolo performance proficiency performed by each player

Player	Plucking rate		
	6 Hz	8 Hz	9 Hz
P ₁	4*(11%)	10*(28%)	22*(61%)
P ₂	2*(6%)	18*(50%)	16*(44%)
P ₃	0*(0%)	14*(39%)	22*(61%)
P ₄	5*(14%)	11*(30%)	20*(56%)
P ₅	3*(7%)	14*(39%)	19*(54%)
P ₆	6*(16%)	10*(28%)	20*(56%)
P ₇	3*(7%)	18*(50%)	15*(43%)

The number of cases evaluated as good (%)
*: $p < .05$

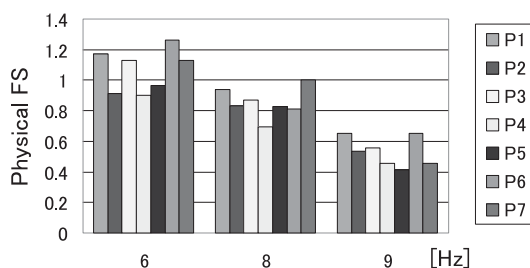


Figure 2 Amount of physical FS for tremolo played by each player calculated by original procedure

4. ポスター発表

19th ICA の会場を Fig. 3 に示します。かなり広い会場でした。

国際会議で初めての発表だったため、かなり緊張していましたが、無事に発表することができました。ほとんどの方が分かりやすく話していただいたので、質問内容を理解することは容易でした。しかし、その質問に対して英語で説明することは難しかったので、ジェスチャーで説明し、理解していただけるように努めました。発表の様子を Fig. 4 に、ポスターと私を Fig. 5 に示します。今後は、さらに英会話の練習をし、多くの海外の方と話せるように努めたいと思います。

国際会議 5 日目の夜にバンケットが開かれまし



Figure 3 国際会議の会場



Figure 4 発表の様子



Figure 5 ポスターと私



Figure 6 バンケットの前座

た。そこでは、前座で民族衣装を来た方々が演奏をしていました。その様子を Fig. 6 に示します。軽い立食後に、室内で席について夕食をいただきました。その際、一緒に来ていた他大学の日本の方だけでなく、海外の方と同席しました。その方が隣に座られたので、簡単な自己紹介をして少しだけ会話をしました。かなり緊張しましたが、分かりやすく話していただき、楽しい時を過ごす事ができました。

5. おわりに

今回の発表では、自分の英会話能力の低さを実感しました。海外の方と少しでも会話できるように、研究だけでなく、英会話にも力を注ぎ次の国際会議に望みたいと思います。

最後に、今回の発表を行なうにあたり、御指導を頂いた情報メディア学科杉田繁治教授、三浦雅展講師に感謝致します。また、ご支援を頂いた多くの方に感謝致します。

参考文献

- [1] H. Fastl, E. Zwicker, "Psychoacoustics Facts and Models", pp. 247-256, Springer-Verlag, 1990

土木学会 平成 19 年度全国大会に参加して

島田 知子

Tomoko SHIMADA

環境ソリューション工学専攻修士課程 1 年

1. はじめに

2007 年 9 月 12～14 日に広島大学東広島キャンパスで開催された「土木学会平成 19 年度全国大会」に参加した。私は、「尿からのリン回収を目的とした MAP 生成とその過程における生理活性物質の挙動」という題目で口頭発表を行った。

本稿では、発表した研究内容、学会の様子について述べたいと思う。

2. 研究内容

2.1 背景・目的

肥料の三大要素である栄養塩（リン、窒素、カリウム）のうち、リンは化石燃料と同様に枯渇が危惧されている資源であり、日本はその国内消費量の全てを海外からの輸入に依存している。また一方で、排水中のリンや窒素が湖沼等の閉鎖性水域において富栄養化問題を引き起こしている。このようなアンバランスさを解消するため、リンの回収・再利用が必要である。下水汚泥中のリンを回収する方法も検討されているが、下水中のリンの大部分は尿由来のものであることが分かっている。そこで、尿中のリンを回収するために尿尿分離トイレを用いて尿を分離し、尿中の有価物であるリンをリン酸マグネシウムアンモニウム (MgNH_4PO_4 ; MAP) として回収できる装置・方法が開発されている。MAP は緩効性肥料として利用可能な性質を持つので、人尿から MAP を生成し、肥料として使用することで、下水中のリン濃度の低減やリンの再利用・循環を図ることが可能である。

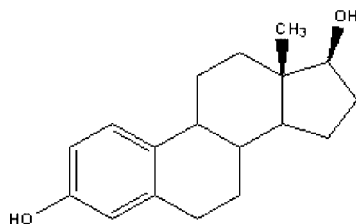


図 1 17β-エストラジオールの構造式

この MAP 法は尿だけでなく、下水汚泥中や、家畜糞尿からのリン回収にも使われている方法である。しかしながら、人間の尿中には女性ホルモン（17β-エストラジオール；E2 等）や医薬品等の生理活性物質が含まれている。これらの物質を含む尿から生成した MAP を肥料として作物等を作る場合には、その作物中に生理活性物質が移行し、蓄積したり、環境中へ放出されるおそれがある。

そこで本研究では、尿から MAP を生成し、その過程での生理活性物質、特に 17β-エストラジオールの挙動を明らかにすることを目的とし、ひいては MAP の肥料としての利用可能性を検討することを最終的な目的としている。なお、本研究では、17β-エストラジオールや医薬品など、生物にとって何らかの薬理作用をもたらすものを、「生理活性物質」と表現することとしている。

2.2 実験方法

貯留した尿を遠心分離機により固液分離し、このとき分離した沈殿を沈殿①とし、上清を上澄み尿①とした。上澄み尿①の pH を測定した後、スターラーで攪拌しながら pH が 9 になるまで 2 N 水酸化ナ

トリウム水溶液を添加した。pH の上昇に伴い、白色の沈殿が生じた。再び遠心分離機により固液分離を行い、このとき分離した沈殿を沈殿②、上清を上澄み尿②とした。上澄み尿②をスターラーで攪拌しながら 1 M 塩化マグネシウム水溶液を適量添加した。この時、白色の沈殿が生じた。これを遠心分離機により、沈殿と上清に分け、分離した沈殿を乾燥した。この沈殿は MAP であり、上清を上澄み尿③とした。

次に MAP 生成過程の尿の液相（4 種）および固相（3 種）に含まれる E2 の定量を行い、E2 の挙動を追跡した。なお、固相中の E2 は次の手順で抽出した。まず、沈殿①、②は全量を、MAP は 5 g（乾燥重量）をガラス製のバイアル瓶（容量 13 mL）にとり、メタノールを 5 mL 加え、20 分間超音波洗浄機（FU-9 H, 東京硝子器械）にかけることにより抽出した。その後、遠心分離により得た上澄み液を、抽出液とし、これを測定した。E2 濃度の測定はおもに ELISA 法（環境汚染診断薬エコロジーナ 17 β -エストラジオール（E2）ELISA キット, 日本エンバイロケミカルズ）を用いた。

2.3 結果および考察

MAP 生成により、尿中リンの 89% が MAP として回収されたことが分かった。MAP 生成過程で減少したリンのうち回収されていないものは、pH 調整の際に生じる沈殿中に含まれている可能性が考えられた。また、MAP はマグネシウム、アンモニア、リン酸がそれぞれ 1 mol ずつ反応して生成されるので、尿中のアンモニア性窒素の回収率は、尿中リンの濃度によって変動すると考えられた。

図 2 は MAP 生成過程における液相中の E2 濃度の変化を棒グラフに、また貯留中の尿の液相中 E2 濃度の変化を折れ線グラフに示した。この図から、MAP 生成過程における尿試料の液相中での E2 濃度の変化は、尿の貯留中での減少が最も大きく、これ以降の過程では、ほとんど変動が見られないことが分かる。このことから、MAP 生成過程での尿中

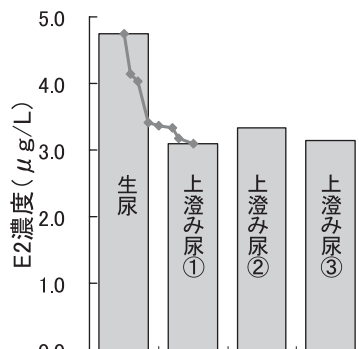


図 2 液相中の E2 濃度変化

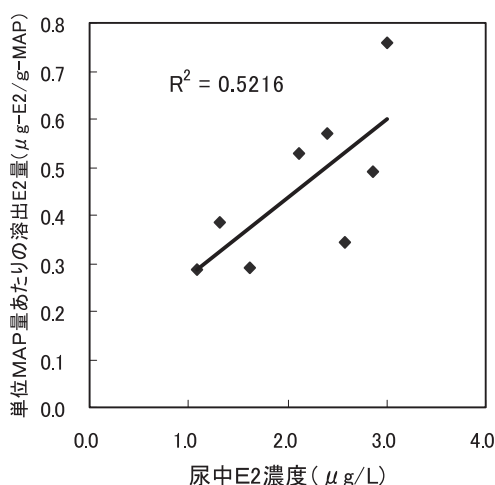


図 3 尿中の E2 濃度と単位 MAP 量あたりの溶出 E2 量の相関図

E2 は沈殿①に移行する以外は液相中に残り、また、MAP へ移行する E2 量も少ないと考えられる。また、液相中の E2 濃度は貯留時間の経過に伴い低下していき、貯留 10 日目までにはその濃度が安定した。

次に、MAP の原料とした尿中の E2 濃度を横軸に、MAP 溶出液中の E2 濃度を縦軸にとりプロットしたものを図 3 に示した。このグラフから、相関係数 $R^2=0.52$ という結果が得られた。よって、この両者には正の相関がうかがえる。さらにこの結果は、MAP から溶出するであろう E2 が環境に影響のない程度まで下げるために必要な MAP 生成前の尿の希釈率設定することができることを意味してい

る。これに併せ今後、人尿に含まれる E2 以外の生理活性物質、おもに医薬品等の挙動および生成する MAP の安全性について調べる必要がある。

3. おわりに

今回の口頭発表は、講演時間 7 分、質疑応答 4 分の計 11 分で行われた。この発表は私にとって初めての学会での発表だった。発表練習ではなかなか 7 分という時間内におさめることが難しく、発表日当日の朝まで修正をすることになった。しかし、そのために練習を繰り返したためか、本番の発表の際も思ったほど緊張せず、初めての発表としてはまずまずかと思ったが、他の研究発表を見て、まだまだだ

と思うことも多々あった。また、他の研究者の方々から質問や意見を頂き、今後の研究にとっても役立つことになると思う。今回初めて学会に参加して、発表する事も重要だと思ったが、他の人の研究発表を聞くことも大切なことだと思った。発表を聞きに来ている人たちは事前に発表要旨をチェックし、研究について調べてきている様子だったので、その姿勢を見習わなければならないと感じた。これからも学会に積極的に参加し、より多くのことを学んでいきたいと思う。

最後に、研究のご指導、またこのような貴重な機会を与えてくださった越川先生、また、発表練習に付き合ってくれた越川研究室の皆様には謝意を表す。

初めて学会に参加して

滝 さやか

Sayaka TAKI

環境ソリューション工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2007年9月12日から14日に広島大学東広島キャンパスで開催された、土木学会第62回年次学術講演会に参加しました。この学会では、水環境や建築等、さまざまな分野の研究発表が行われており、とても大規模な学会でした。私は、「河川水および下水放流水中の大腸菌群等および溶存態DNAとそれらの負荷量」という題目で、越川博元准教授の共同執筆者という形で参加しました。

2. 研究背景

日常的に使用されている医薬品（PPCPs：Pharmaceuticals and Personal Care Products）が河川中に存在していることが指摘されている。中でも抗生物質は大量使用に伴い、抗生物質耐性細菌の急激な増加が懸念されている。環境中に抗生物質が残留するとき、抗生物質耐性細菌や耐性遺伝子の拡散の起因になる可能性が考えられる。

また一方で、環境水中における溶存態DNAの存在が報告されている。溶存態DNAとは、孔径 $0.2\mu\text{m}$ のフィルターを通過した濾液に含まれるDNA分子のことである。溶存態DNAは、遺伝子資源として自然形質転換による細菌の新たな機能の獲得に寄与している可能性があり、抗生物質に感受性である細菌が、抗生物質耐性細菌に形質転換する可能性がある。本研究は、河川流下過程における薬剤耐性微生物の挙動について考察することを最終目的とし、ここでは琵琶湖・淀川流域を対象として、採取した河川水あるいは下水処理場放流水について、大

腸菌、糞便性大腸菌群、および溶存態DNAの定量とその負荷量について検討した。

3. 研究内容

2006年9月6日に、淀川水系（桂川・宇治川・木津川・淀川）において採水・流量の観測を行った。採水地点は40ヶ所、うち8ヶ所は下水処理場放流口である（図-1）。

大腸菌群・糞便性大腸菌をメンブレンフィルター法を用いて測定した。大腸菌群の測定には、MF-Endo培地を使用し、 $36^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ で 23 ± 1 時間培養し、形成された暗赤色で金属光沢を有するコロニー数を数えた。糞便性大腸菌の測定には、M-FC寒天培地を用いて、 44.5°C で 23 ± 1 時間培養し形成されたアニリンブルーのコロニー数を数えた。

溶存態DNAは、孔径 $0.2\mu\text{m}$ のフィルターを通過した試料水を、臭化トリメチルアンモニウム

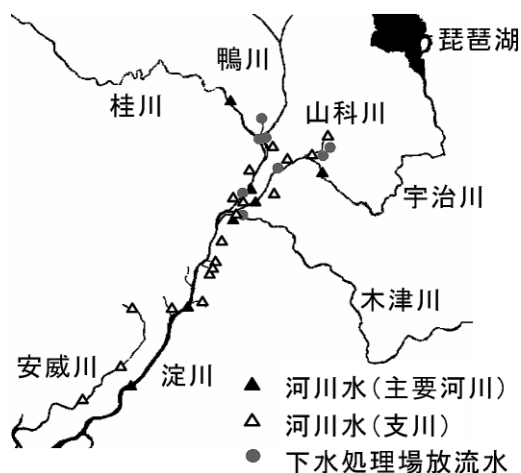
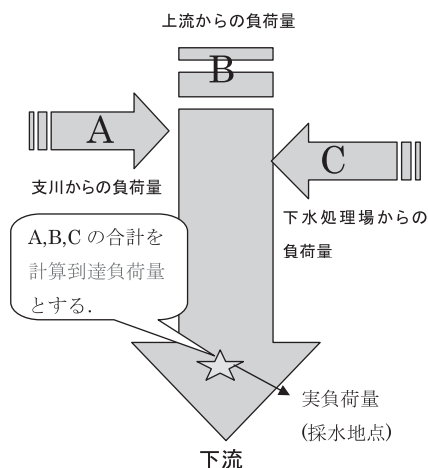


図-1 採水地点



図一2 実負荷量と計算到達負荷量

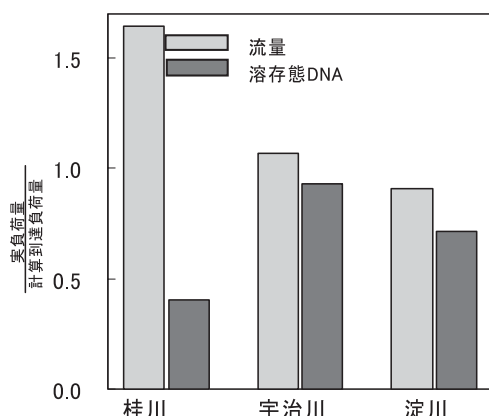
(CTAB) を添加して DNA を凝集し、これを精製して得られたものを溶存態 DNA とした。

得られた結果を元に、計算到達負荷量と実負荷量の比をとることにより、負荷の動態について考察した。計算到達負荷量とは、下流域の採水地点までに到達するであろう負荷量と定義し、上流・支川・下水処理場からの負荷量の合計値である（図一2）。実負荷量と計算到達負荷量の比が、1 より大きい値であれば流下過程で増加していることを、1 に等しければ負荷に変化がないことを、1 より小さい値であれば流下過程で減少していることを示している。

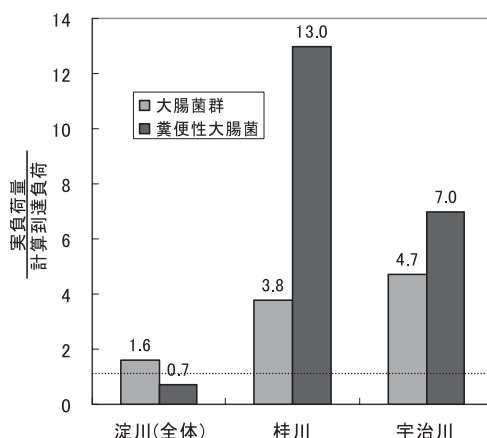
4. 結果と考察

図一3 は流量および溶存態 DNA について、計算到達負荷量と実負荷量の比を示したものである。流量は、桂川では収支がとれていなかったが、宇治川、淀川では収支がとれていた。

溶存態 DNA の負荷量については、桂川では図一3 の縦軸に示した比が 1 より小さいことから、流下の過程で大きく減少していたが、宇治川、淀川ではあまり減少していないことが分かった。桂川で大きく負荷量が減少（24%）している理由については明確ではないが、宇治川および淀川では負荷量の減少はそれぞれ、87% および 79% でり、流下過程において溶存態 DNA が分解したあるいは、他の微生物



図一3 桂川、宇治川、淀川における流量および溶存態 DNA の計算到達負荷量と実負荷量の比



図一4 桂川、宇治川、淀川における大腸菌群、糞便性大腸菌群の計算到達負荷量と実負荷量の比

等に取り込まれたと考えられる。

大腸菌群、糞便性大腸菌群の負荷量についてまとめたものが、図一4 である。淀川では糞便性大腸菌群が減少していたが、桂川、宇治川ではいずれの大腸菌群も、また淀川でも大腸菌群はむしろ増加していることが分かった。特に桂川では、糞便性大腸菌が他の流域に比べ多く存在している。桂川下流域での土地利用状況を調べると、周辺には大小さまざまな耕作地が存在し、肥料が使用されている。肥料の中に糞便性大腸菌が存在することから、耕作地から河川に糞便性大腸菌が流入したために、桂川の実

負荷量と計算到達負荷量の比の値が大きくなり、流下過程で糞便性大腸菌が大きく増加するという結果になった可能性がある。糞便性大腸菌群が減少しないことは、糞便性大腸菌群が死滅しにくい、または通常の大腸菌群が糞便性大腸菌群に形質転換している、などの可能性が考えられる。

溶存態 DNA が伝播や形質転換のための DNA 資源になりうるなどの可能性もあり、水の安全性の面から適切な制御が必要であると考えられる。

5. おわりに

今回、私は共同執筆者として参加したので口頭発表は行わなかったのですが、越川准教授が発表している間、どんな質問や意見がくるのかと、発表者ではないのにとても緊張すると同時に楽しみでした。

自分では思いつかない考えの意見が聞くことができ、とても参考になりました。会場で得た貴重な意見は今後の研究をする上で参考にしたいと思います。

学会は、自分の研究が多くの方にその場で直ぐに評価され、意見を頂くことができるので、今後の研究の参考だけではなく、やる気にも繋がると思います。また、他の研究者の発表も聞くことができ、たった3日間の間で多くのことを学ぶことができました。今後、さまざまな学会に参加し、自分の知識の幅を広げ、その知識を今後の研究に活かしていきたいです。

今回の初めての学会参加は、色々と学ぶことも多く、大変貴重な体験ができました。

土木学会年次学術講演会での研究発表

中 川 貴 裕

Takahiro NAKAGAWA

環境ソリューション工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

この度参加した 2007 年度の土木学会全国大会年次学術講演会は、広島大学（東広島市）において 3 日間の日程で開催されました。与えられた発表時間は 7 分間で、「オゾン電解併用処理による低導電率廃水中の 1,4-ジオキサン除去効果」と題して学士卒業論文の成果の一部を発表しました。土木学会は会員数 4 万人余りの大規模な学会で、建設に関するだけでなく、環境・エネルギーに関する分野も扱っています。そのため、水処理に関する研究発表の場としては重要な位置づけにあります。

2. 発表内容

私の所属する岸本研究室（水質システム工学研究室）では、排水高度処理技術の開発を行っています。オゾン電解併用処理（Ozonation combined with electrolysis）と呼ばれる新しい水処理方法を、これまで適用不可能であった電気伝導率の低い廃水にも適用できるように装置の開発を行った成果について発表しました。

オゾン電解併用処理とは、水を電気分解する際に陰極の電子とオゾンを反応させ、酸化力が極めて強いヒドロキシルラジカルという物質を生成し、その酸化力で有機物の分解を行おうとするものです。工場排水や家庭排水には難分解性有機物と呼ばれる、自然界中で分解されにくい物質が多く存在します。これらの中には発がん性を有するものもあり、処理されることが望ましいですが、有用な処理プロセスがない場合もあります。しかし、オゾン電解併用処

理はほとんどの難分解性有機物を分解除去できます。ところが、水を電気分解するというプロセスの性質上、処理対象水が電解質を多く含まないと電気を流せず、処理が行えないという欠点を有していました。そこで、電気伝導率の低い廃水でも処理ができるように陽極と陰極の間に陽イオン交換膜を挟み、水の電気分解の際に陽極で発生する水素イオンをイオン交換膜を通して陰極に運ぶことで電気分解を可能としました（電極にはたくさん穴を開けています）。

処理可能であることを確認するために、難分解性有機物で、オゾンによっても分解しない 1,4-ジオキサンを用いてその分解除去実験を行いました。発表では、電解電流の違いによる 1,4-ジオキサンの分解の特性やその反応速度の評価を PowerPoint を用いてグラフで示しながら説明しました。

3. 発表

発表は、講演時間 7 分と質疑応答 3 分の合計 10 分が与えられました。初めての学会発表ということもあり、大変緊張しました。当然ながら練習は何度も行い、発表日の朝も一人でリハーサルを行いました。そのため、練習のときと同様に発表すれば問題がないのですが、緊張のため早口になって時間が残りすぎるか、逆に早口にならないようにゆっくり話して講演時間の 7 分をオーバーしてしまうといったことは練習での対策が難しいため心配でした。発表本番では開始から 6 分経過後に 1 鈴、7 分後に 2 鈴がなるということで、1 鈴目が大変重要でした。結果的に、本番は 6 分 30 秒程度で終わったと思われる

ます。速すぎず遅すぎずといった事前の練習の成果が役に立ちました。

発表では、簡潔・明瞭に行うことを第一としました。目的を説明するスライド以外には文章をほとんど書かず、基本的に図のみを投影しました。用意されていたレーザーポインタも有効活用し、図中のどこを見たらよいのかを聴講者に探させることのないようにしました。最もややこしいと思われる実験装置の説明には2分使いました。練習の段階では、この実験装置のスライドで、「陰極付近でオゾン曝気した」と説明する部分がありました。しかし、発表前日の他者の講演で、オゾンを使用した水処理に関する研究報告を聞き、そのときにオゾン生成の原料ガスが実験結果に影響を与える可能性があることを知りました。そこで急ぎよ、「原料ガスは純酸素を使用した」ことを加えました。この前日の講演を見た人が私の発表を見て疑問に思わせないための配慮でした。少なくとも自分の研究に少しでも関連のある発表は聞いておいたほうがよいと感じました。実験結果を説明するスライドでは全てグラフを用いました。説明する際には、グラフの軸が何であるかをはっきりと伝えました。というのは、3つグラフを用いましたが、そのうち1つは横軸が他の2つと違うため、誤解を招くおそれがあったからです。スライドでのアニメーションは、特に使う必要がないうえ操作が煩雑であるため、全く使用しませんでした。また、質問者に配慮してスライド番号と図番号を表示しました。

発表の際は、できるだけ流暢に話すことを目標としました。練習のときから気になっていたのはタイトルが言いづらいことでした。低導電率という言葉は普段ほとんど使わず、「電気伝導率が低い」というのが普通でした。低導電率と書いた目的はタイトルを短くすることでしたが、結局本番では緊張のあまりこの言葉を3回言い直してしまいました。しかし、それ以降はほとんど問題なく話せたつもりです。

講演会では優秀講演者表彰制度というものがあり、40歳以下の研究者を対象に論文内容に加え、

講演が簡潔明瞭で優れたものに与えるそうです。しかし、表彰されるのはごく一部の発表であり、論文内容はともかく、講演の評価で受賞できるとは全く思っていないのですが、できるだけことはしようという思いで、今回の発表に臨みました。

4. 質疑応答

事前にさまざまな質問に答える対策を先生にいただきましたが、実際にあった質問は予期せぬものばかりでした。質問は合計6つあり、うち5つは同一者によるものでした。私と似たような分野の研究をしているのか、やや事情に詳しそうな印象を受けました。教室の一番後ろの離れたところから質問されたので、聞き取りにくく困りました。一部の質問ではその内容を理解できず、予測して答えることもありましたが、何とか全て答えることができました。他の発表を見ていてよく感じていたのですが、質問者の質問に対して発表者が的確に答えられていない場合が多々ありました。冷静に聞けば分かる質問も前に立って聞くと、緊張するからなのか理解が困難になってしまうことを実際に体感することができました。質問内容は、今後の発表に役に立つと思います。忘れないように発表終了直後に全て控えておきました。例えば、オゾンは十分に曝気しているのかといった質問がありましたが、発表中にはこの点には触れていませんでした。しかし、重要なことであり、今後の発表では何らかの形でこの説明を行うよう検討する必要性を感じました。イオン交換膜がないと電気分解ができない理由も聞かれました。これは、今回の研究で最も重要な部分であるにも関わらず、説明が足りなかったののかもしれません。この文書の「2. 発表内容」で、「水の電気分解の際に陽極で発生する水素イオンをイオン交換膜を通して陰極に運ぶことで電気分解を可能とした」と書きましたが、この説明は質疑応答のときも行わず、今となっては説明すべきだったのかもと感じています。

5. 他の発表を聴講して

自らが講演するだけではなく、他者の発表を聞いてできるだけ多くの知識を得て自分なりに考えることも学会講演会に参加するうえで重要なことであると考えています。先生からは最低1回は質問するようと言われていました。しかし、質問するためには多くの知識を持っていないとなかなかできるものではないため、自分の知識不足に対して反省の連続でした。学部4年次生のときに、自分の研究に関することにはある程度詳しくなったのですが、少し分野が違うだけで突然話が理解しにくくなるというのは今でもあまり変わっていません。修士からはその点を克服するため、4年次生の研究内容も把握し、ある程度助言もできるようになることを目指しています。とりあえず、今回の講演会では自分の研究に関係のありそうな発表で質問を行いました。

他の人が質問しているのを聞いてみると、いつも感心します。例えば、別にすべき実験などをしたかどうか確認する場合など、背景となる知識を相当持っていないとできそうにもないのに、そういった質問をする人は、講演者が替わってもまた質問をすることが多いです。しかし、そういったことができないとこの水処理業界ではやっていけないと感じ、残り少ない今後の学生生活の過ごし方について考えさせられる機会となりました。

6. おわりに

研究発表が終わった後に後悔しないように発表の練習はしっかり行い、疑問に思ったことは事前に先生に聞き、関連論文はある程度頭に入れ、質問対策

も考慮して覚えるにくいことは紙にまとめて発表時に手元に準備するなど、結果的に多くの時間を費やしました。そのようなこともあって、終わった後に後悔することはあまりありませんでした。しかしながら、今後も発表する機会はたくさんある訳で、毎回これほど時間をかける訳にもいきませんし、毎回緊張しすぎるのもよいことではありません。できるだけ早い段階で発表活動に慣れ、余裕を持って臨めることを今後の目標としたいです。

また、研究内容に関しては先生に頼りすぎているため、もし一人でオゾン電解併用処理を低導電率廃水に適用できるようにし、そのことを立証するように頼まれたら、極めて困難であったことは間違いありません。そういった、研究の中身に関することに対して新たな提案ができるようになり、その成果を自ら発表できるような人物になることが最終目標であると感じました。

発表終了後、社会人になったあと日本の大学で博士課程に進んだという韓国の方から名刺をいただきました。本来は名刺を交換する場だったのかもしれませんが、そのような準備は全くしていないうえ、どのように受け取ったらいいのかもよく分からないまま社会人とすでに交流している自分に気付いたとき、もっとしっかりしなければならないと反省させられました。

7. 謝辞

講演要項の執筆、講演会の発表・質疑応答の練習など、さまざまな面でご指導くださった岸本先生をはじめ、共同研究者様各位に感謝いたします。

AM-FPD'07 に参加して

西 崎 仁 貴

Hitiotaka NISHIZAKI

電子情報学科 4 年

1. はじめに

私は、2007 年 7 月 11-13 日に、兵庫県淡路島にある国際会議場で開催された、AM-FPD'07 (INTERNATIONAL WORKSHOP ON ACTIVE-MATRIX FLATPANEL DISPLAYS AND DEVICES) という国際学会に参加しました。この学会では口頭講演と著者インタビューがセットになっており、口頭講演は木村睦准教授が担当し、著者インタビューでは私が担当するという形で参加しました。

2. 研究内容

現在、薄膜トランジスタ (TFT) は、携帯電話、パソコン、テレビなどの液晶ディスプレイにおもに用いられています。これらのディスプレイ上には数 10 万個～数 100 万個といった数の TFT が並んでおり、それら一つ一つを動作させることにより画像を表示します。TFT の利用によってこれらのディスプレイは薄型かつ、高精細な画像の表示を実現しています。近年では有機 EL ディスプレイ (OLED) が注目され、研究が進められています。また、CPU やドライバ、画素メモリ、フレームメモリなどをガラス基板上に作製するシステムオンパネル (SOP) 技術があります。これにより高価な外部 IC が不要になり低コスト化、小型化が可能であります。

本研究では TFT、薄膜フォトトランジスタを用いた人工網膜の開発を目的としています。もし TFT での人工網膜が開発できれば、プラスチックなどのフレキシブルな基板上に作成できるため人体に適した形状にでき、負担が減ります。また最近開発され

た SUFTLA という TFT を転写・複製する技術を用いることによって、TFT の積層化が可能となりました。この TFT の積層化を利用することにより受光素子を一番下に置くことによって広い領域で受光することができ、また生態網膜にあるさまざまな機能を次々と積層することができるようになります。

人工網膜とは失明された人に網膜チップを埋め込み、そして光に応じた出力により網膜を電気刺激することによって光を取り戻そうという、たいへん期待されている技術です、図 1 にその人工網膜の回路構成を示します、この人工網膜は 4 個の TFT から構成されています。

この網膜画素は基本的なカレントミラー回路に基づいています。感度はバイアス電圧 (V_{bias}) と調整電圧 (V_{adjust}) を組み合わせて制御できます。そして図 2 に網膜アレイの回路構成を示します。

生態網膜はさまざまな機能を持っていますがこの網膜アレイはエッジ強調機能を実現します。どのようにエッジ強調機能を実現するかというと、 V_{out}

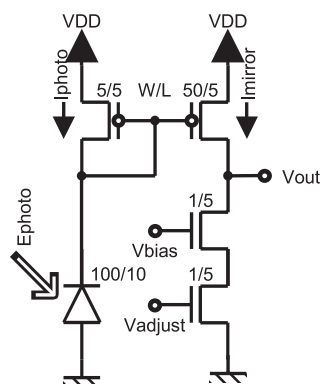


図 1 網膜画素の回路構成

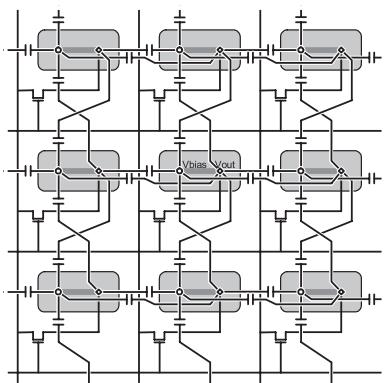


図2 網膜アレイの回路構成

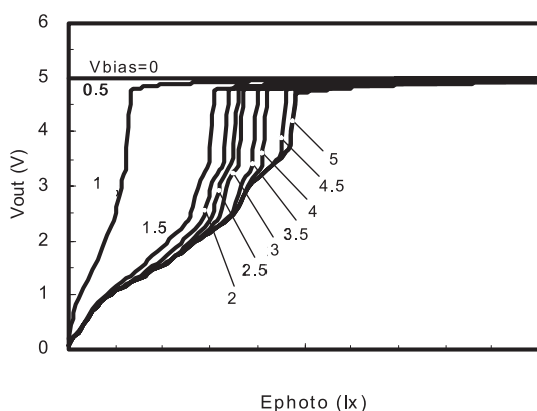


図3 v_{bias} の特性

は出力信号として読み出すだけでなく、隣接画素の V_{bias} として印加します。図3の V_{bias} の特性から当該画素が高照度であるとき、その当該画素の V_{out} は高電位となり、その高電位を隣接画素の V_{bias} として印加するので、その隣接画素の V_{out} は低電位となります。当該画素が低照度であるときは、その逆となるので結果としてエッジ強調機能を実現することができます。

また、私は現在、TFT による人工網膜の基礎的な照度検出機能や、人工網膜の受光素子である薄膜フォトランジスタの評価解析や先ほど記述したエッジ強調機能の特性評価をすすめています。図4は丸い遮蔽物を網膜アレイ上設置し光を照射したときの出力分布で、照度に応じた出力が得られてい

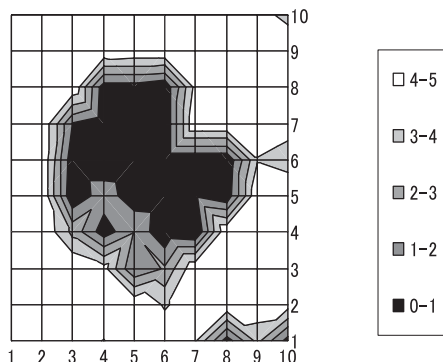


図4 丸い遮蔽物を置いたときの出力分布

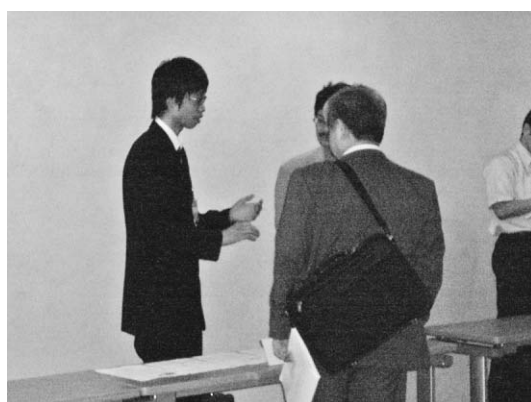


図5 質疑応答の様子

ることが分かります。

3. おわりに

今回で国際学会に参加したのは2回目なのですが、前回の国際学会では知識が少なかったため多くのことを理解できませんでしたが、今回はもちろん前回に参加したときより多くの知識を得ていたので自分なりに理解できました、また著者インタビューという場で発表するという貴重な経験をすることができました、初めは緊張していたのですが、研究についての質問を受けたとき、誠心誠意答えたところ、理解をしてもらえたことで緊張が解れました、また今回の学会に参加したことで自分自身がまだまだ勉強不足だということを新たに実感しました。

最後になりましたが、国際学会に参加するという

貴重な機会をあたえてくださった木村睦准教授に深く感謝します。また、日ごろより有益な御討論，御協力をいただいた理工学部電子情報学科木村睦研究室の皆様に深く感謝します。

AM-FPD 07 に参加して

松 木 邦 晃

Kuniaki MATSUKI

電子情報学科 4 年

1. はじめに

私は、2007 年 7 月 11 日～13 日の 3 日間にかけて開催された“AM-FPD 07”に参加しました。この学会で私は「レーザー結晶化のプロセスシミュレーターを用いた 2 層ポリシリコン薄膜のレーザー結晶化の解析」と言う、タイトルでポスター発表を行いました。

2. 研究内容

現在 poly-Si は、パソコンや携帯電話の液晶ディスプレイや有機 EL 等さまざまな物に用いられており、将来的にはシステムオンパネルなどに応用が期待されています。そんな poly-Si を作る重要なプロセスの一つにレーザー結晶化があり、多様なプロセスが開発されていますが、結晶化のメカニズムはまだ詳細には分かっていません。この原因はレーザー結晶化が $1\ \mu\text{s}$ の速いプロセスである事と極端な熱平衡であることです。そこで、木村睦研究室で開発されたレーザー結晶化のプロセスシミュレーターを用いてシミュレーションを行い、2 層 poly-Si のレーザー結晶化を解析しました。解析のために 1 回照射モデル、2 回照射モデルと言うものを仮定しました。

まず始めに、1 回照射モデルを図 1 の様に仮定しました。つまり、1 回のレーザー照射で 2 つの Si 層を照射します。図 2 と図 3 は 1 回照射モデルの相転移と温度分布を表します。図 2 が示す様に、低エネルギーで照射した時は上層 Si だけが結晶化しました。その上層 Si では、強い過冷却状態で核生成

が起り、そのあと、潜熱が放出される事で温度が融点近くまであがると言う現象が見られました。高エネルギーで照射した場合、図 3 が示す様に両方の Si 層が結晶化しました。熱は基板を通り分散するため、下層 Si が先に結晶化します。この場合でも

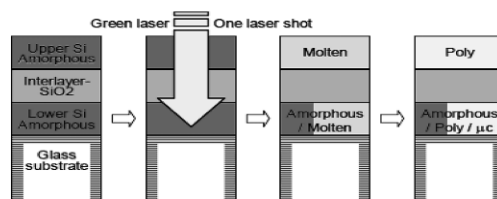


図 1 1 回照射モデル

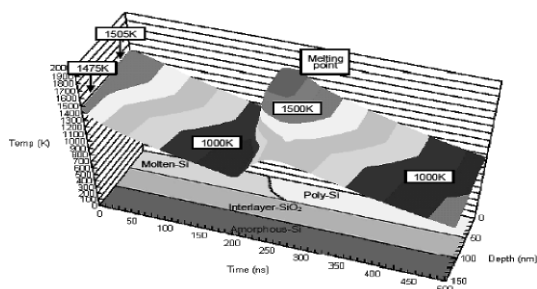


図 2 低エネルギーの時の相転移と温度分布

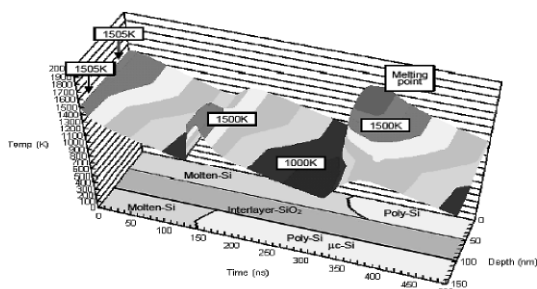


図 3 高エネルギーの時の相転移と温度分布

上層 Si が結晶化が始まると潜熱によって温度が融点近くまであがりました。温度が融点近くまであがり、それが長時間保たれると言う事は、その分他の核生成が妨げられ 1 つの結晶が大きく成長すると言う事です。従って、下層 Si より上層 Si の方が上質な poly-Si ができる事が分かりました。

次に、2 回照射モデルを図 4 の様に仮定しました。つまり、1 回目のレーザー照射で上層 Si だけ

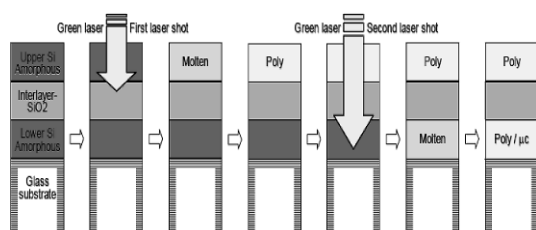


図 4 2 回照射モデル

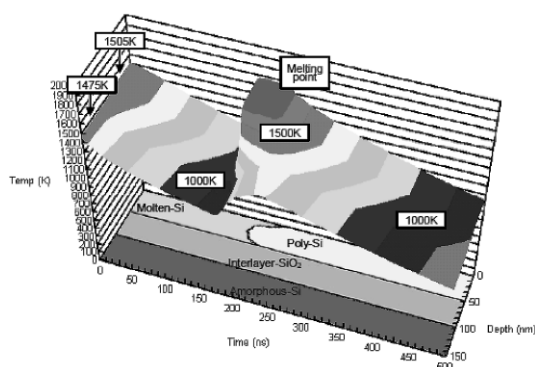


図 5 照射 1 回目の相転移と温度分布

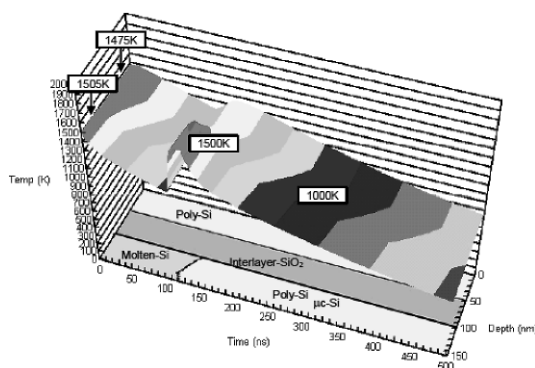
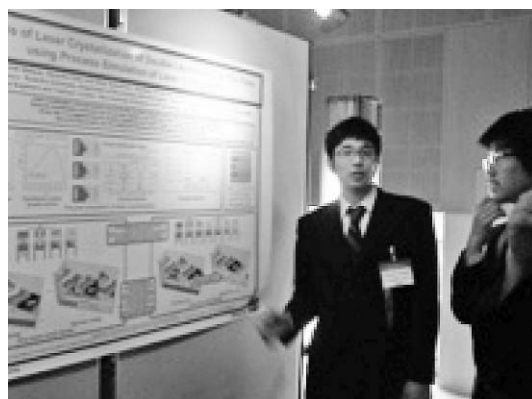


図 6 照射 2 回目の相転移と温度分布

を熱します。そして、上層 Si が一度溶け、poly-Si になった後、2 回目のレーザー照射で下層 Si を照射します。図 5 が示す様に、1 回目の照射で上層 Si が結晶化する時に、1 回照射と同様に潜熱による融点近くで温度が長時間保たれています。しかし、2 回目のレーザー照射で下層 Si が結晶化する時には、図 6 が示す様にそれが見られません。つまりこれは、1 回照射同様、2 回照射でも下層 Si より上層 Si の方が上質な poly-Si ができる事が分かりました。

3. 発表について

発表は、時間にして 2 時間、ポスターの前に立ち、見に来て頂いた人に対し質問に答えると言う形式でした。どうにか答えられた質問もあれば、予想外の質問に答えきれない時もあり、自分の未熟さを思い知らされる事もありました。なので、次に発表させて頂ける機会があるなら、その時は研究に関して自分の考えをまとめ、しっかりと質問に答える事ができるようにして行きたいと思います。



発表の様子

4. おわりに

今回、初めて学会に参加し、発表する機会を与えて頂き本当に貴重な経験をする事ができました。この経験を基に、今後の研究をより良い物にしていき、もう一度発表の機会があれば参加したいと思

ます。

最後に、この様な貴重な経験を与えて下さった木
村睦先生に、深く感謝致します。

RoboCup 2007 Atlanta に参加して

渡 邊 優 一

Yuichi WATANABE

電子情報学科 4 年

1. はじめに

2007 年 7 月 1 日から 2007 年 7 月 10 日にアメリカのアトランタで開催された「RoboCup 2007 Atlanta」に参加し、4 足リーグで行われた 3 つのチャレンジの 1 つ、オープンチャレンジにおいて口頭発表を行いました。RoboCup とは、ロボットでサッカーを行うのがメインの競技会で、世界各国から集まったチームが各リーグで試合を行い、優劣を競います。4 足リーグとは、4 足歩行可能なロボット、今回は AIBO¹⁾を使用して競技を行うリーグであり、そのリーグの中で、AIBO を用いた研究について 3 分間自由に発表を行う項目をオープンチャレンジといいます。AIBO とは、SONY によって発売された 4 足ロボットで、カメラ、無線ネットワークカード、スピーカなどを搭載しています。本稿では、発表した内容と体験を報告します。

2. 研究背景

私が所属している植村研究室では、アドホックネットワークを中心とした無線通信について研究しています。現在、携帯電話のような無線端末では、基地局を利用してネットワークを構築しています。それに対してアドホックネットワークでは、移動する無線端末（以下ノード）が通信の中継機的作用を果たすため、基地局を使用せずに、ノード間でネットワークを構築することができます。イメージを Fig. 1 で示します。このネットワーク形態は以下の現場での利用が注目されています。

災害時の救助活動を行うための情報のやり取りを

About utility of AIBO in an ad-hoc network

About the mobile ad-hoc network

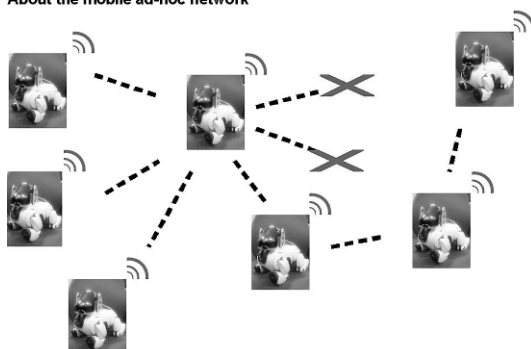


Fig. 1 アドホックネットワークのイメージ

することや、車と車の中で道路の渋滞情報などをやり取りする車々間通信があげられます。

私が RoboCup での発表に用いた ERS-7 という種類の AIBO には、無線ネットワークカードが内蔵されています。この無線機能を使うことによって、AIBO とパソコン間、AIBO と AIBO 間での無線通信が可能となるので、データを送信するノードから受信するノードへ無線信号が直接届かない場合、中継の役割を果たすノードを介することで、2 つのノード間の情報のやり取りが可能となります。私はこれに注目し、緊急災害時の救助活動に役立つと考えました。具体的には、人が入れない場所、瓦礫などが崩れてしまうような場所、そしてガスが充満している場所のような危険なところに取り残されている人を発見することです。

3. 研究内容

本発表では、カメラから画像情報を得ている

AIBO（以下、送信ノード）とその画像情報を受信するノートパソコン（以下、受信ノード）の無線信号が直接届かない場合を想定し、中継の役割を果たす複数の AIBO を送信ノードと受信ノードの間に設置しました。それらの中継機を介することで、遠方で得た画像情報を受信ノードへ届けることができるネットワークを構築しました。

ネットワークの通信プロトコルである UDP (User Datagram Protocol) を使用し、AIBO に内蔵されている無線機能を用いて開発を行いました。UDP とは、データパケットが相手に届いているかどうかの確認を行わない通信形態のことです。確認を行うやり取りがないので、届いていないデータパケットを再要求する TCP という通信プロトコルと比べると、転送効率はよいのです。しかし短所として、送信先にデータパケットが届いていないことがあります。代表的な使用例は、動画配信などで使われているストリーミング配信です。途中でデータが抜け落ちても問題が少ないので UDP プロトコルが使用されています。本発表で開発したプログラムでは、カメラ画像のデータをそのまま送信するのではなく、1 枚の画像情報を数十以上の行に分けて 1 行ずつ送信しています。また、行番号も一緒に送信しているため、分割した 1 つが抜け落ちたとしても、その行を除いたほかの全ての分割画像情報をずれることなく表示します。一方、位置情報を加えない場合には、抜け落ちた行の場所に次の分割画像情報を表示するために画像がずれてしまいます。

今回 UDP を用いたのは、画像情報の更新時間を可能な限り小さくするためです。また、画像情報を常に更新するプログラムであるため、TCP では遅延が大きくなると考えたからです。

最初に、送信ノードと受信ノードの無線信号が直接届くネットワークを構築しました。次に無線信号が直接届かない場合において、1 つの中継ノードを介して、送信ノードと受信ノードの通信を行うネットワークを構築しました。この 2 つのネットワークにおいて損失はありましたが、表示された画像を十

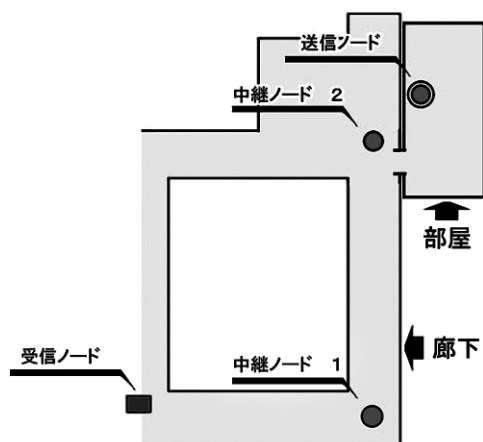


Fig. 2 実験での各ノードの配置

分に認識できるものでした。そこで中継ノードを 2 つに増やして実験を試みました。瀬田学舎 1 号館の間取りを利用 (Fig. 2 参照) して、通路の角にそれぞれ受信ノード、中継ノード、そして部屋の中に送信ノードを配置して実験を行いました。損失については、数十行に分けた画像情報の内、数行が抜け落ちることが確認されました。手を激しく振るような、素早い動作を送信ノードの前で行った場合に、受信ノードで表示される画像は、その動作が何であるのかが分かりにくいものでした。しかし、ゆっくりとした動作である場合、送信ノードのカメラが見ている状況を十分に認識できました。したがって、「遠方で得た画像情報を受信ノードへ届ける」という目的は達せられたと考えられます。以上で、人の入ることができないような危険な場所の状況を、人がパソコンを通じて安全な場所から見る事が可能となりました。

4. 英語での発表

発表に必要なものである、スライド (Fig. 1) と動画 (Fig. 3) を用意しました。スライドはアドホックネットワークを説明するため、動画は開発の成果を会場で説明するために用意しました。

「RoboCup 2007 Atlanta」は世界大会であるため、オープンチャレンジでの発表は当然、英語で行われ



Fig. 3 作成した動画のスクリーンショット

ます。私は国内・国外でこのような発表の場に立つことがなかったので、今回の RoboCup が初の発表でした。その上、英語での発表となりました。出発以前から緊張と不安、高揚と期待はもちろんありましたが、英語での発表原稿を必死で覚えていたので緊張というものは逆にあまり感じませんでした。現地に着いてからは文化の違い、言語の違いや時差といった初めての体験に戸惑うことが多々ありました。

英語の発表練習には、植村先生と私が所属する日本チーム・BabyTigersDASH の皆様に協力いただきました。BabyTigersDASH は、大阪市立大学の学生が中心のチームで、大会では4足リーグに参加しました。私はこのチームの一員として、オープンチャレンジを担当しました。また、プログラムを開発するにあたって多くの助言をいただきました。

私はプロジェクタを使って、スライドと動画を用いた発表を行う予定でした。プロジェクタの使用について、近くにいた責任者に確認を行い、使用可能だという返答を発表3日前にもらっていました。しかし、オープンチャレンジ当日になって、プロジェクタがほかのリーグのもので使用できないとの通知があり、プロジェクタを使った発表の方法しか想定していなかったためにパニックになりました。急遽、チームメンバーのノートパソコンを聴講者に向けて、スライドや動画を示しながら発表を行う方法をとることにしました。しかし、最初の発表チー



Fig. 4 筆者の発表風景

ムがプロジェクタの使用の交渉に成功したため、予定通りプロジェクタを使用しての発表ができ、ほっとしました。発表する際には何が使えなくなるか分からないので、いろいろなアクシデントを想定し、発表の方法をできる限り準備しておくべきだと実感しました。

多くの方が発表を見に来られましたが、あまり緊張せずに落ち着いて発表することができました (Fig. 4)²⁾。自分が思うよりうまく発表が行えたのではないかと思います。結果として、オープンチャレンジに参加した10チームの中で6位となり、日本チームの中では1番の成績でした³⁾。

5. 開催地・アトランタについて

アメリカ南東部に位置するアトランタは、アメリカ植民地時代において多くの黒人が奴隷として働かされていました。南北戦争、リンカーンの黒人解放運動、マーチン・ルーサー・キングジュニア牧師の、かの有名な“I have a dream”の演説を経て今に至ります。そのため黒人の方が白人より多く、白人を見かけることがとても珍しいです。1996年にはオリンピックが開催されました。滞在先のジョージア工科大学はバスや車を使わないと移動できない

くらい広く、何箇所かに広い駐車場があり、周回バスも運行していました。周回バスは工科大学学生に無料で運行しています。大会中は RoboCup 会場への特別バスが運行していて、競技大会参加者は無料で利用できました。私もよく利用しました。

また、アトランタといえばキング牧師ゆかりの教会のほかに、CNN 本社、コカ・コーラボトラーズ本社やオリンピック公園があるなど観光地として興味深いところが多いのですが、残念ながらアトランタの犯罪率は、アメリカの中で 1, 2 を争うほどの悪さです。アトランタ市内の中心から少し外れた街角にはお金を要求してくる人がいるので、日中でも街中を歩くには集団行動の方が望ましいです。夜になってからの外出はするべきではありません。実際に私は日中一人で歩いていて、「Change please! (小銭頂戴!)」とお金を要求された体験をしました。彼らも生活がかかっているため、かなり執拗にお金を要求してきます。無視して歩いていても、彼らの迫力をとても怖く感じました。

6. おわりに

今回の世界大会に向けての研究を通して、自分の欠点といえる部分を認識することができたと思います。また、相手に分かってもらえるような発表を行うには、強調すべきところにアクセントを持つてく

ること、それを実現するためには練習を十分にとることが必要であることを学びました。

滞在中、質問されたときに相手の言うことは分かるのに返答ができなかったり、買い物や食事のときも片言でしか受け答えができませんでした。海外では、日常会話程度の聞き取り、返答を最低限できるようにする必要があることを感じました。次回国際学会の発表を行うことがあれば、今回の経験を活かしたいと思います。

最後になりましたが、いろいろご指導・助言をいただきました植村先生、動画撮影の協力と英語発表に関する助言をしていただいた植村・村田研究室の皆様、ご多忙の中動画撮影に協力していただいた岡西君、英語原稿の作成に協力していただいた前川さん、現地で発表練習に付き合っていたいただいた BabyTigersDASH の皆様、本当にありがとうございました。

注

- 1) AIBO は SONY の登録商標です。
- 2) 発表内容の動画へのリンク：<http://rins.st.ryukoku.ac.jp/~wataru/robocup2007.wmv>
- 3) 発表結果の Web サイトへのリンク：<http://www.informatik.uni-bremen.de/4legged/bin/view/Website/Results2007>（私が発表した結果は BabyTigersDASH, C 1 の項目です。）

第 56 回 高分子討論会に参加して

西 村 拓 也

Takuya NISHIMURA

物質化学科 4 年

1. はじめに

2007 年 9 月 19 日から 21 日まで名古屋工業大学で開催された高分子年次大会に参加し、ポスターでの研究発表を行った。発表題目は「非晶性アタクチックポリスチレン中に取り込まれた溶媒の融解挙動」であった。

2. 研究概要

ゲルについての現在の高分子科学における定義は「三次元網目構造をもつ高分子およびその膨潤体」とされている。高分子と溶媒の組み合わせで無数のゲルを形成することができる。高分子ゾルがゲルに変化する現象をゲル化と定義し、ゲル化は架橋構造の形成によりもたらされる。ゲルには一次（化学）結合によるものと、微結晶形成や水素結合など二次（物理的）結合によるものがあり、前者を化学ゲル、後者を物理ゲルと呼んでいる。近年では時間分解測定など光散乱技術の進歩によりゲル化過程での構造解析が可能となり少しずつ不明な点が解明しつつある。しかし溶媒に注目した研究はきわめて少ない。

3. 発表内容

〔緒言〕

アタクチックポリスチレン（aPS）は非晶性高分子であるが、ゲル化する事が報告されている。

一方、シンジオタクチックポリスチレン（sPS）のような結晶性高分子のゲルでは架橋として結晶が形成すると考えられている。我々はゲル中の溶媒の融解挙動について DSC 測定より 2 本の吸熱ピーク

があることを報告した。aPS 二硫化炭素系ではゲル化する事が報告されているが、架橋点構造については明らかではない。

本研究室ではこれまで結晶性高分子ゲル中に取り込まれた溶媒の融解挙動を溶媒の凝集サイズに着目した報告をしてきた。

本研究では aPS を有機溶媒に溶解したときの溶媒の融解挙動についてゲルと粘性溶液の場合について検討した。

〔実験〕

試料は和光純薬株式会社より購入した aPS を使用した。液体¹³C NMR 測定より、ラセミ二連子は 0.63 であった。DSC は Rigaku 8230 D により測定した。aPS/CS₂ ゲルは約 -50℃ 以下に冷却する事により得られる。CS₂ の融点は -107.9℃ であるのでゲル中の CS₂ の凝集構造を確認するために -150℃ まで冷却後 DSC により融解過程を測定した。

〔結果と考察〕

Fig. 1 に濃度を変えた DSC 測定の結果を示した。2-7 wt% における aPS/CS₂ ゲル中の溶媒の融解挙動は純溶媒の融解ピークと比べると高温側にプロードになった。これより、ゲル中に取り込まれた溶媒の束縛状態に分布がある事が考えられる。また 10 wt% 以上では、吸熱ピークが若干低温側にシフトした。我々はこれまで sPS/o-ジクロロベンゼンゲル中の溶媒の融点は凝集サイズに依存する事を示した。従って aPS/CS₂ ゲルでも CS₂ の凝集サイズが小さくなったと考えられる。

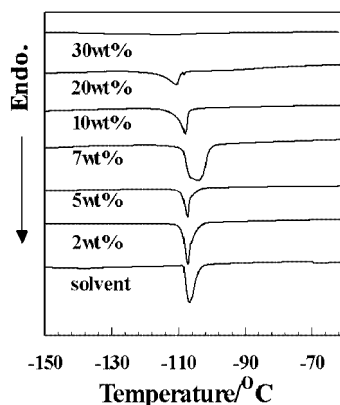


Fig. 1 Melthing behavior of CS₂ in aPS gels depending on polymer concentration

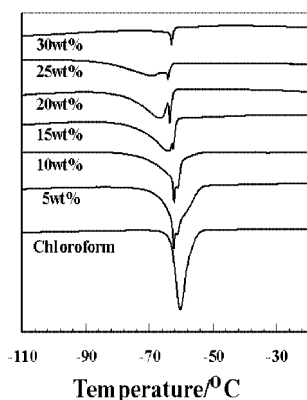


Fig. 2 Melthing behavior of chloroform in aPS gels depending on polymer concentration

また Fig. 2 に sPS/クロロホルムゲル中の溶媒の融解挙動を示す。結晶性である sPS では球晶が形成されるため、ゲル中の溶媒の融点は 2 つ観測され、溶媒分子は球晶内と球晶間にあると推定している。しかし、aPS では基本的に非晶性であるため溶媒の融点は 1 つしか観測されなかったと考えられる。

ここで融解エンタルピー (ΔH) が 0 になる濃度確かめるために ΔH を濃度に対してプロットしたのが Fig. 3 である。 ΔH は濃度と共に減少し 30 wt% で 0 となった。この事は 30 wt% 以上で全ての溶媒が不凍溶媒になっていると考えられる。しかし sPS/*o*-ジクロロベンゼンではこの濃度が 51.2 wt% で

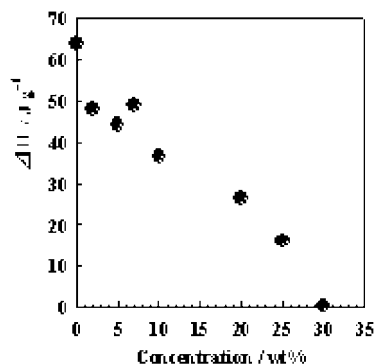


Fig. 3 Melthing enthalpy of CS₂ in aPS/CS₂ gels

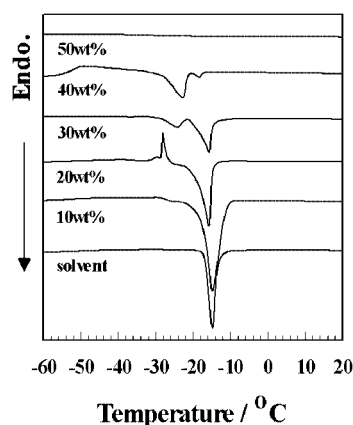
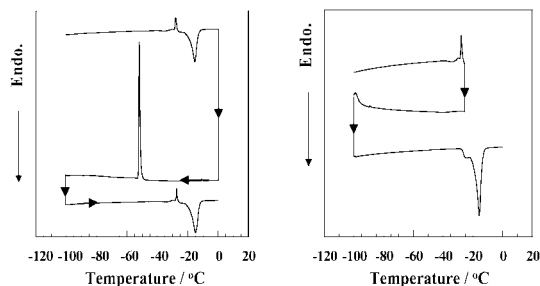


Fig. 4 DSC curve for *o*-dichlorobenzene in 10–50 wt% aPS solutions

あり、本実験での 30 wt% は aPS ではより低濃度から不凍溶媒のみになったことを示している。aPS は結晶のない均一構造をとるためと考えられるが、詳細については検討中である。

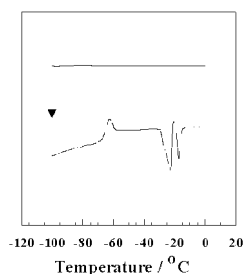
次に、本研究室でもにもゲル化溶媒として用いられている *o*-ジクロロベンゼンにおいても同様の実験を行った。aPS/*o*-ジクロロベンゼン系ではゲル化せず粘性液体となったが、予期していない特異的なピークが観測された。Fig. 4 はこの粘性液体中の *o*-ジクロロベンゼンの融解挙動を示したものである。

より低濃度の、10 wt% から 20 wt% では -14°C 付近の *o*-ジクロロベンゼンの融解ピークに加えて -30°C 付近で発熱ピークが観測された。このピークがどのようなものなのか、熱可逆性をみた。



左図は 0℃ まで昇温した後一度冷却して昇温測定を行った図で、1 回目の昇温測定の結果と 2 回目の昇温測定では発熱ピーク、融解ピークともに変化がなかった。この事より熱可逆性である。右図は -30℃ の発熱ピークと -14℃ の吸熱ピークの間の -26℃ まで昇温した後一度冷却して昇温測定した図である。1 回目の昇温測定で観測された発熱ピークが、2 回目の昇温測定では観測されなかった。この事より凝集サイズの小さい溶媒が溶解し、より大きなサイズになったと考えられる。

また Fig. 4 において、より高濃度の 30 wt% 以上では 2 つの吸熱ピークが観測された。これは、凝集サイズに分布ができたためと考えられる。下図に示



すように、30 wt% 以上の濃度での DSC チャート結果を拡大すると、-60℃ 付近に小さな発熱ピークが確認された。この発熱は、降温時に凝固しなかった溶媒が過冷却状態にあり、昇温時に凍結したためと考えられる。

【総括】

I. aPS/CS₂ ゲルで、CS₂ の吸熱ピークが低温側にシフトした事は溶媒の凝集サイズが小さくなったためだと考えられる。sPS/o-ジクロロベンゼンゲルでは 2 本の吸熱ピークが観測されたが aPS ゲルとは異なる結果となった。このことは、aPS は非晶性であり球晶が形成されないためだと考えられる。

II. aPS/o-ジクロロベンゼン粘性溶液中の o-ジクロロベンゼンの融解挙動は低濃度で発熱ピークが観測される。これは、o-ジクロロベンゼンの凝集サイズの小さいものが融解し、それが再結晶化したために発熱ピークが観測され、より大きな凝集構造を作ったためと考えられる。高濃度ではブロードな吸熱ピークが 2 本観測された。この場合は溶媒の凝集サイズに広い分布があったためと考えられる。

4. まとめ

この発表に関して、4 人の方が質問に来ていただいた。初めてのポスター発表で緊張もしたが、外部の方々との意見交換ができ、さまざまな研究に触れることで刺激を受けた。次回以降、口頭発表をする機会もあると思うので内容の深い研究をより分かりやすく発表できるように備えておきたい。

第 56 回 高分子討論会に参加して

藤 原 愛 美

Narumi FUJIWARA

物質化学科 4 年

1. はじめに

2007 年 9 月 19 日から 21 日まで名古屋工業大で開催された高分子討論会に参加し、ポスターでの研究発表を行った。発表題目は「アイソタクチックおよびシンジオタクチックポリプロピレンの立体規則性による相違」であった。

2. 研究概要

ゲルについての現在の高分子科学における定義は「三次元網目構造をもつ高分子およびその膨潤体」とされている。高分子と溶媒の組み合わせで無数のゲルを形成することができる。高分子ゾルがゲルに変化する現象をゲル化と定義し、ゲル化は架橋構造の形成によりもたらされる。ゲルには一次（化学）結合によるものと、微結晶形成や水素結合など二次（物理的）結合によるものがあり、前者を化学ゲル、後者を物理ゲルと呼んでいる。近年では時間分解測定など光散乱技術の進歩によりゲル化過程での構造解析が可能となり少しずつ不明な点が解明しつつある。しかし溶媒に注目した研究はきわめて少ない。

3. 発表内容

〔緒言〕

これまで我々の研究室ではアイソタクチックポリプロピレン (iPP) およびシンジオタクチックポリプロピレン (sPP)/*o*-ジクロロベンゼンゲルのゲル中の溶媒に注目して、DSC による融解過程の熱測定を行ってきた。その結果、*o*-ジクロロベンゼンに

は 2 つの融解ピークがあり、高温ピークを与える溶媒は自由溶媒に近い溶媒、融点より低温ピークを与える溶媒は濃度に依存してシフトする事からラメラ間に強く束縛された溶媒であると報告した。また、80 wt% 以上の非常に濃度が高いゲルでは溶媒の融解が観測されなかったことから、全ての溶媒が不凍溶媒になっていることを報告した。本研究では立体規則性の異なる iPP 及び sPP ゲル中の溶媒の束縛状態の違いを熱分析の結果から比較・検討した。

〔実験〕

iPP は昭和電工より提供された立体規則性 98.5% のものを、sPP は住友化学より提供された立体規則性 98.0% のものを使用した。ゲルはアンプル管に試料を入れ、脱ガス・窒素充填の後に封管し、160℃のオイルバスで溶解、0℃で急冷した。その後、1 日保持した後に DSC、偏光顕微鏡で測定した。装置は RigakuDSC 8230 D を使用し、まず -100℃に降温、その後 170℃まで 5℃/min で測定した。

〔結果と考察〕

Fig. 1 に 10 wt% から 80 wt% の iPP および sPP ゲル中の *o*-ジクロロベンゼンの融解ピークを比較した。両者とも濃度が高くなるとともに低温側ピークがより低温側にシフトしていくことが観測された。また、iPP の低温側のピーク強度は全ての濃度で小さいのに対し、sPP は濃度が高くなるとともに低温側のピーク強度が大きくなり、高温側のピーク強度が相対的に減少した。

次に iPP と sPP の低温側の融解ピークを濃度に

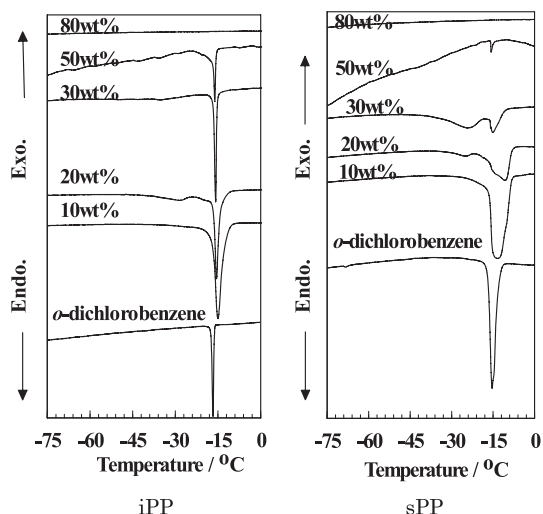


Fig. 1 Melting behavior of *o*-dichlorobenzene in gel depending on polymer concentration

対してプロットしたのが Fig. 2 (a) である. 両者とも低温側にシフトしたが, sPP の方がより低温側にシフトした.

Ishikiriya らはシリカゲル中の水の融点がシリカゲルのポアサイズが小さくなるほどより低温にシフトすることから, 水の凝集サイズを求めた. そこで同様にシリカゲルに *o*-ジクロロベンゼンを含ませ DSC 測定を行い, 融点降下度 (ΔT) とシリカゲルのポアサイズより校正曲線を引くことによりゲル中の溶媒の凝集サイズを概算した. その結果が Fig. 2 (b) である. グラフより sPP の方が iPP より

り溶媒の凝集サイズは小さくなった. これらの要因としてモルフォロジーの影響が示唆されるため, 偏光顕微鏡観察を行った.

以下の偏光顕微鏡写真のように iPP ゲルでは明瞭な球晶が観測されたが 0°C に急冷した sPP ゲルでは球晶が観測されず, 束状結晶のようなものが観測された.

また固体高分解能 DD/MAS ^{13}C NMR により, たて緩和時間の 5 倍以上を待ち時間として全成分を測定して波形分離により結晶化度を求めたのが表 1 である. iPP の方が sPP より結晶化度が高かった. これらのことから低温ピークを与える溶媒の凝集サイズについて次のように推測している.

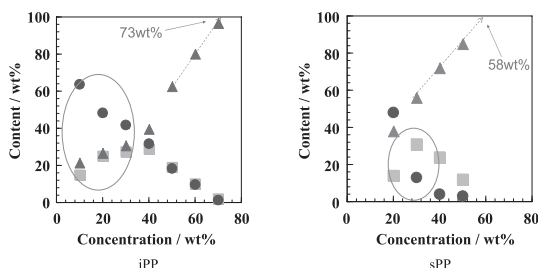


Table 1 Degree of crystallization of 10 wt % iPP and sPP gel.

Crystal phase/%	
iPP	59.9
sPP	50.0

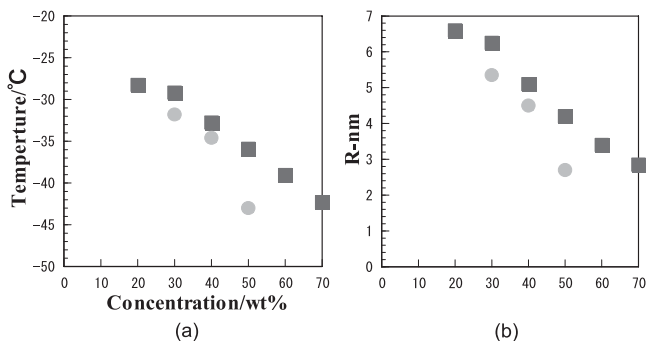


Fig. 2 (a) Low melting temperature of *o*-dichlorobenzene in iPP and sPP gel
(b) Radius of coagulation for *o*-dichlorobenzene in iPP and sPP gel
■ : iPP ● : sPP

下のイメージ図のように、iPP ゲルでは球晶が密に詰まっていることから球晶間に非晶はあまりなく、ほとんどが球晶内にあると考えられる。したがってラメラ間の非晶部分が大きく、この領域にある溶媒のサイズが比較的大きくなったと考えられる。一方、sPP では大きな球晶がなくラメラ間をつなぐ非晶が密になり、その領域にある、溶媒のサイズが小さくなったと考えられる。

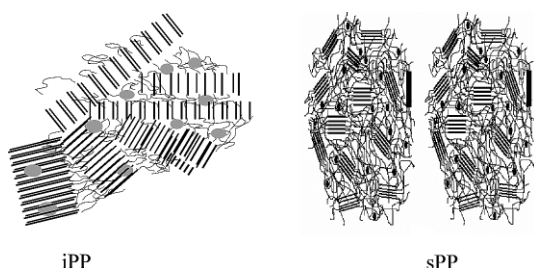


Fig. 3 では iPP および sPP のゲル中の異なる状態の溶媒の割合を濃度に対してプロットし、両者を比較した。DSC で高温側ピークに帰属される自由溶媒 (●) は両者とも濃度が高くなると減少したが sPP の方で急激に割合が減少した。それとともに不凍溶媒の量 (▲) は増加し iPP では 73 wt% で、sPP では 58 wt% で不凍溶媒のみになった。低温ピークを与える溶媒の割合 (■) は低濃度域では増加し、高濃度になると溶媒全体の量が減るため減少した。sPP では自由溶媒よりも凍結束縛溶媒の方が割合が大きくなったが、モデル図で示したようにラメラ間の非

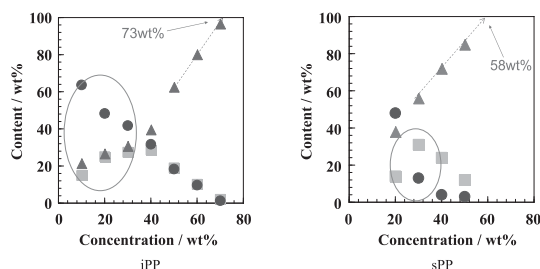


Fig. 3 The weight content of freezable, free and non-freezable solvents as a function of iPP and sPP concentration

■ : freezable bound solvent, ● : free solvent, ▲ : non-freezable solvent

晶のほとんどが凍結束縛溶媒となったためと考えられる。

$$\Delta H(T) = \Delta H(T_m) - \int_T^{T_m} \Delta C_p dT$$

$$\text{低温側 } W_L = \frac{\Delta H(T_L)_{\text{obs}}}{\Delta H(T_L)}$$

$$\text{高温側 } W_H = \frac{\Delta H(T_H)_{\text{obs}}}{\Delta H(T_m)}$$

$$\text{不凍溶媒 } W_N = 1 - W_L - W_H$$

ΔC_p : *o*-dichlorobenzene の液体状態と固体状態の熱容量の差

$\Delta H(T)$: 温度 T での過冷却液体のエンタルピー変化

$\Delta H(T)_{\text{obs}}$: 実測のエンタルピー

$\Delta H(T_m)$: 純粋な溶媒のエンタルピー

【総括】

- 1) 立体規則性の異なる iPP と sPP の *o*-ジクロロベンゼンゲル中の *o*-ジクロロベンゼンの融解挙動を比較した。その結果、自由状態に対応する高温ピークと、凍結束縛溶媒に対応する低温ピークの 2 本が両者で観測されたが、低温ピークの融点は sPP の方が低かった。このことは sPP ゲル内での溶媒の凝集サイズが iPP よりも小さいことを示している。
- 2) iPP ゲルでは明瞭な球晶が観測されたが sPP では束状結晶であった。また iPP の結晶化度が高かったことから、球晶内の非晶が比較的多く、そのために凍結束縛溶媒のサイズが大きくなったと考えられる。
- 3) 自由、凍結束縛、不凍溶媒の分率を融解エンタルピーから求めた。各分率はモルフォロジーの影響を強く受け、微結晶が広く分布していると考えられる sPP ゲルでは自由溶媒よりも凍結束縛溶媒の方が分率が大きくなった。

4. まとめ

この発表に関して、5 人の方が質問に来ていただいた。初めての学会で緊張していたが、自分の研究テーマに近いからと興味を持っていただいたり、偏光顕微鏡に興味を持って見ていただいた方など、一様に皆熱心で、とてもいい刺激になった。また、ポ

スター会場には、その他にも多くの大学・企業の展示があり、発表する側としても、見る側としても得るものは多かった。

音楽音響研究会に参加して

上 村 昌 代
Masayo UEMURA
情報メディア学科 4年

1. はじめに

私は、2007年8月25日から26日に茨城県の筑波大学で開催された音楽音響研究会(Musical Acoustics, MA研)に参加しました。今回、MA研では「マンドリントレモロ音の不均一性と変動強度の関係」と題してポスター形式の発表を行いました。本稿では、研究内容と発表について報告させていただきます。

2. MA研について

MA研は、科学的方法を用いてさまざまな音の性質や作用について研究している人々の集まりであり、次のような特徴をもっています。

- 研究対象：音楽に関係のある音
(例：楽器の音や歌の声、楽器、楽器の製作技術、音楽演奏、作曲など.)
- 基礎となる学問分野：物理学、室内音響学、聴覚生理・心理学、音楽学、信号・情報処理工学など
そこでは、参加者間で盛んに議論が行われることで相互に理解を深めています。

2.1 研究背景

撥弦楽器や打楽器などの減衰音を奏でる楽器を用いた演奏において、持続的な音を奏でることは困難ですが、打叩または撥弦を繰り返すことによって擬似的に持続音を奏でることがあります。それらはトレモロやロールなどと呼ばれ、発音を繰り返すことによって得られる奏法です。トレモロやロールの演奏においては、熟達者と初心者において差がありま

すが、それらをうまくあらわす指標についてはこれまで報告されていません。そこで、本研究では、トレモロやロールなどの演奏と、変動強度(Fluctuation Strength, FS)の関係について調査します。具体的には、マンドリン演奏におけるトレモロと、スネアドラム演奏におけるクローズドロールを対象とし、それらの音響信号に含まれる変動強度(物理的変動強度, Physical FS)と、熟達度の関係を調査します。

2.2 マンドリンにおけるトレモロ演奏研究概要

マンドリンを用いたトレモロ演奏時における、各々のピッキング操作に関する調査を行っています。具体的には、トレモロ演奏時の様子を高速度カメラで記録し、その撥弦操作の様子を調査しています。また、録音されたアップストローク時及びダウンストローク時のピッキング音を用いてトレモロ音を合成し、模擬音に対する変動強度を求めることで、撥弦操作の撥弦時刻および振幅についての不均一性が熟達度評価へ与える影響について調査しています。調査結果より、時間逸脱に比べて振幅逸脱の方が変動強度に与える影響が大きいことが確認されています。

3. 発表について

ポスターセッションは初日のプログラムの最後に行われました。実際に発表会場で発表を行う前にポスター概要講演があり、一人2分程度の研究概要を述べた後に発表会場に移り、ポスターセッションが開始されました。前半コアタイム・後半コアタイムに

分かれており、それぞれ持ち時間が1時間ありました。私は後半コアタイムだったので、前半コアタイムでは他大学のポスター発表を聞きに行くことにしました。まず一通りポスターを見てまわり、『この研究気になる』と思ったポスター発表を聞きにいき



図1 筑波大学内の風景



図2 会場風景

ました。分野が違う方だったのですが、丁寧に説明していただき、分かりやすかったです。次の発表を聞きに行こうとすると、以前にもごいっしょした方が「研究、説明してよ。」と話しかけて下さいました。その時、気づくとまだ前半コアタイムの時間帯であるにも関わらず、同じ研究室の人はすでに発表を始めていました。そこで、私も研究の説明を始めました。何故このようなことになったかという、MA 研では、今までポスター形式での発表は無く口頭発表のみでした。ポスター発表は今回が初の試みということもあり私の発表も含め全部で9件と少なかったからです。そのおかげもあり、多くの方に私の発表を聞いていただき、又、質問や意見をいただくことができました。中には、「この研究は面白いですね。頑張ってください」というお言葉をいただきました。単純ですが、とても嬉しかったですし、研究に対する意欲も高まりました。今後、いただいた意見などを参考にして、さらに研究に励みたいと考えております。

4. おわりに

学会に参加する機会のある方は、是非どんどん参加してみてください。参加することで、多くの方と交流が深まります。又、話していく中で自分が考えてもみなかった質問や意見をいただけるので、貴重な体験ができる場だと思います。

最後になりましたが、MA 研に参加するにあたり、お世話になった皆様に深く感謝いたします。

「第9回日本感性工学会 大会」に参加して

初 田 慶一郎

Keiichiro HATSUDA

情報メディア学科 4年

1. はじめに

2007年8月1日～3日にかけて、工学院大学新宿キャンパスで開催された「第9回日本感性工学会 大会」に参加しました。本大会は、感性情報による価値創造をメインテーマとして、会員の方々や一般の方々の有益な情報交換の場として開催されています。

本稿では、卒業研究に関する学会での講演発表とそれまでの経過について報告します。

2. 研究内容

2.1 背景と目的

インターネットユーザにとって、膨大な情報の中から目的のサイトを見つけ出すためには、検索サイトが必要不可欠です。この検索サイトに関して、ユーザが検索結果を閲覧している様子を調べた研究があります。

しかしこれらの報告では、デザインの違い、ユーザの検索目的の違いについての調査はなされていません。

そこで本研究では、デザインの違いや検索目的の違いがユーザの検索結果の見方に及ぼす影響を、アイカメラを用いて物理的に計測します。

2.2 研究概要

本研究では、デザインの異なる検索サイト3社を用い、検索目的の異なる実験2種を行います。

実験では、被験者の検索結果の見方を調べるために「最初に視線が停留するまでの時間」と「最初に

視線が停留する位置」をアイカメラで記録し、分析します。

2.3 研究成果

図1に分析結果の一例を示します。視線が停留した場所には円が表示され、長く停留すればするほど、円は大きく描かれます。分析結果をもとに、研究成果について考察します。



図1 分析結果の一例

最初に視線が停留するまでの時間

検索目的の違いや、検索サイトのデザインの違いに関係なく、最初に視線が停留するまでの時間は、およそ0.3秒でした。

そのため、検索目的の違い、デザインの違いには依存しないと考えられます。

最初に視線が停留する位置

特定のサイトを探す場合は、ほとんどが1番目の検索結果に最初に視線が停留しました。また、ユーザにとって最も有益な情報を探す場合には、6割が

スポンサー欄，残りの4割が1番目の検索結果に視線が停留しました。

そのため，検索目的が違う場合に，最初に視線が停留する位置が変化すると考えられます。

また，デザインの違いからは結果に差異はみられず，デザインの違いには依存しないと考えられます。

研究で得られたこれらの知見は，今後の検索サイトの設計に有益だと考えます。

3. 大会当日までの流れ

3.1 予稿集原稿

7月2日が予稿集原稿の提出日でした。1ヶ月前から，原稿のアウトラインを作成しました。しかし，途中で得られていない実験データや分析できていない実験データがあることが判明し，追加実験を行いました。このように，アウトラインを作成する中で見えてきた課題も多くありました。

1週間半ほどでアウトラインが完成し，そこから内容の埋め込み作業を行いました。しかし，科学・技術文章を書いたことがなかったので，うまく書けず時間がかかりました。その結果，提出期限の直前で原稿を提出することになり，一時は，発表を取り下げるかどうかという話にまでなりました。

3.2 発表資料

予稿原稿提出のあと，発表資料と発表原稿を作成しました。作成を始めて1週間の時点で，ゼミの方たちの前で，発表リハーサルを行いました。このとき指摘されたことは，「早口で内容についていけない」，「スライドに文字が多すぎる」，「話している言葉とスライドの言葉が微妙に違う」などです。これらの意見を参考に，「発表を聞いている人がどう思うのか」ということを意識して発表資料を作り直しました。

発表の日が近付くにつれ，見せ方や話し方など細かい点も修正でき，最終的には，原稿の内容を暗記し，自信を持って発表に臨める発表資料を作成する

ことができました。

4. 学会発表

4.1 講演

8月1日の午前10:00からC会場で発表を行いました。このセッションでは，「認知・行動」について5人が発表をしました。私は「検索サイト利用時のユーザ心理に基づく視線の解析」と題して，研究成果について発表しました。（発表順：5番目 発表時間：12分・質疑応答：3分）

何度も発表の練習をしたため，それほど緊張もせずに発表に臨むことができました。しかし，ほとんどプロジェクターを見たまま発表をする形になってしまいました。その理由として，学校では発表資料にアニメーションをつけて，目の前に置いたPCでそれを確認しながら聴衆の方を向いて発表する練習をしました。

しかし，学会ではPCの位置が低くアニメーションを確認することができなかったため，プロジェクターを見ながら発表を行いました。

聴衆の方を向いて発表できれば良かったと思います。

4.2 質疑応答

聴衆の中には企業から来られた方や，発表者の付き添いで来られた教授，学会関係者の方々がいました。



発表の様子

質疑応答では、「実験試料に既存の検索サイトを用いず、実験用に一から検索サイトを設計してみてはどうか」というアドバイスを受けました。

今後、卒業研究に役立てたいと思います。

5. おわりに

学部生として学会に参加しましたが、とても良い経験となり、自信を持つことができました。今回得られたことを、卒業論文の作成にも役立てたいと思います。

最後に、発表をするにあたり、多くのご支援を頂いた長谷教授と野中氏に、この場を借りてお礼申し上げます。

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 7

学会講演を終えて

——第9回日本感性工学会大会 発表報告——

平 田 章 悟

Shogo HIRATA

情報メディア学科 4年

1. はじめに

私は東京の工学院大学にて8月1日から3日間にわたり開催された、第9回日本感性工学会大会にて研究成果を発表しました。本稿では、発表までの経過やその研究内容について報告します。

2. 本学会について

本学会は、従来の人文科学、社会科学、自然科学の枠にとらわれることなく、幅広い学問領域を融合して、感性工学という新しい科学技術を展開しています。

今回で9回目となる日本感性工学会大会は「感性情報による価値創造」というメインテーマを基に、東京都新宿にある工学院大学新宿キャンパスにて8月1日から3日間、開催されました。

3. 研究内容

本大会にて「錯視図形に対する評価と視線情報の関係」の発表を行いました。研究内容について簡潔に説明します。

3.1 研究に至った経緯

見ている図形が実際の大きさと異なって見えたり、見方によって異なる意匠が見えたりする現象は錯視と言われています。またそれらの図形は、錯視図形やだまし絵などと呼ばれています。

これら錯視図形を見ているときに、人はどこを見ているのか明らかになっていません。

この問題を解明するため、私は次の研究に取り掛かりました。

3.2 研究概要

本研究では、錯視が起こるときに、人が図形のどの位置を見ているのか調査します。

具体的には、アイカメラを使用し、錯視図形を見ている時の眼球運動を計測します。実験試料には図1, 2に示す「ミュラー・リヤー図形」と「ルビンの壺」の2種類を使用します。

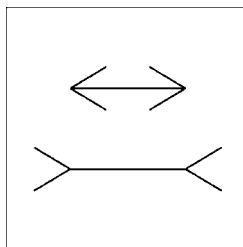


図1 ミュラー・リヤー図形

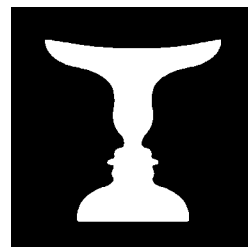


図2 ルビンの壺

3.3 結果

ミュラー・リヤー図形の停留点分析の結果を図3に示します。図中の円が視線の停留した位置を示しています。停留時間が長いほど円は大きくなります。図より、下の線分を見ている時の方が停留点の間隔が広いということが分かります。

次にルビンの壺を「壺」として見ている時、「対面する人」として見ている時の軌跡分析の結果を図4, 5に示します。図中の線が、視線の通った位置を表しています。2つの図を比較すると、「対面する人」を見ている時は、壺の上部を見ていないことが分かります。これは壺の上部が対面する人の輪郭ではないからであると考えられます。

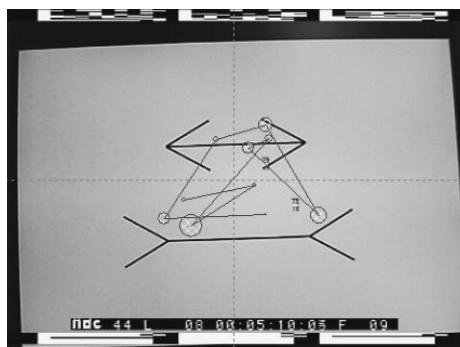


図3 ミュラー・リヤー図形の分析結果

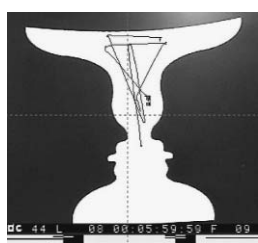


図4 壺

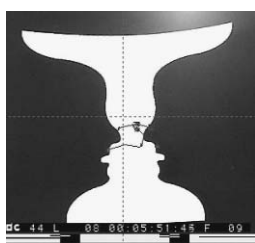


図5 対面する人

3.4 考察

実験を通して、ミュラー・リヤー図形では、実際の大きさや角度ではなく、見かけの大きさや角度に相当する位置を見ていると考えられます。また、ルビンの壺では、それぞれの意匠の輪郭や特徴的な部分を見て、違いを見分けていると考えられます。

本研究から得られた知見は、錯視が起こる仕組みを解明する研究や、新たな錯視図形を設計する研究において、有益と考えられます。今後、研究をさらに発展させ、この分野においてより有益な研究成果を上げたいと思います。

5. 講演

私は8月1日の10:00-11:15分の間、C会場にて行われた一般セッション（認知・行動）にて発表を行いました。会場には、約20人の方々がおられました。発表形式はパワーポイントを使用した12



発表の様子

分の講演発表と3分の質疑応答です。このセッションでは私を含め5名が発表しました。

発表は予想していたよりも落ち着いて行うことができました。練習の結果、流暢に説明できたことが大きな自信となりました。

今後の課題としては、発表資料を作成するときにとっても時間を費やしたので、効率よく、見やすい資料作りが出来るように経験を積むことだと考えています。また、質疑応答で「類似した研究があるので」という質問を頂いたので、従来研究の調査対象をもっと広げる必要があると思いました。

6. 終わりに

今大会に参加するにおいて、非常に多くのことを学びました。特に学术论文の書き方、より良いプレゼンテーションの方法では理解を深め、知識を得ることができました。そして大学の教授方や企業の方々の前での発表は、とても良い経験であったと実感しております。

最後になりますが、このような貴重な機会を与えてくださり、終始熱意のある指導をしてくださった長谷智弘教授、野中氏に深く感謝します。

また、日頃よりご協力頂いた理工学部情報メディア学科長谷研究室の皆様に深く感謝します。

2007 年音楽音響研究会サマーセミナーに参加して

村 上 優 樹

Yuki MURAKAMI

情報メディア学科 4 年

1. はじめに

今回、2007 年 8 月 25 日から 26 日にかけて筑波大学にて開催された音楽音響研究会サマーセミナー（通称、MA 研）という音楽情報処理についての学会に参加してきました。今回の発表では、「ポピュラー音楽で用いられるドラムリズムパタンの調査」（Investigating drum rhythm patterns employed in popular music）という題目で発表させて頂きました。ここでは、学会で発表した研究内容と学会発表時の様子についてご報告させていただきます。

2. 研究について

2.1 研究背景

ポピュラー音楽において、楽曲の基盤となるリズムを形成する代表的な楽器として、ドラムが挙げられます。このドラムの演奏から生み出されるリズムパターン（以後、ドラムリズムパターン）は、楽曲全体

のリズムに関する特徴の決定に大きく寄与することから、楽曲を構成する重要な要素を持つと言えます。そして、このドラムリズムパターンは、大きくは「基本リズムパターン」と「フィルイン（メロディーとメロディーの空白部分を埋めるための即興的なパターン）」に分類されます。しかし、それらを区別する厳密な定義は存在しないのが現状です。そこで本研究では、記号情報、すなわち MIDI 楽曲を解析対象とし、統計的手法とヒューリスティックな判定基準を用いることにより、ドラムリズムパターンを基本リズムパターンあるいはフィルインに自動で判別します。それにより、楽曲におけるドラムリズムパタンの流れや特長を明確化することを目指します。提案手法による分類処理の概要を Fig 1 に示します。

2.2 フィルインの判定基準

まず、判定基準を決定するために必要となる前提知識を以下に示します。

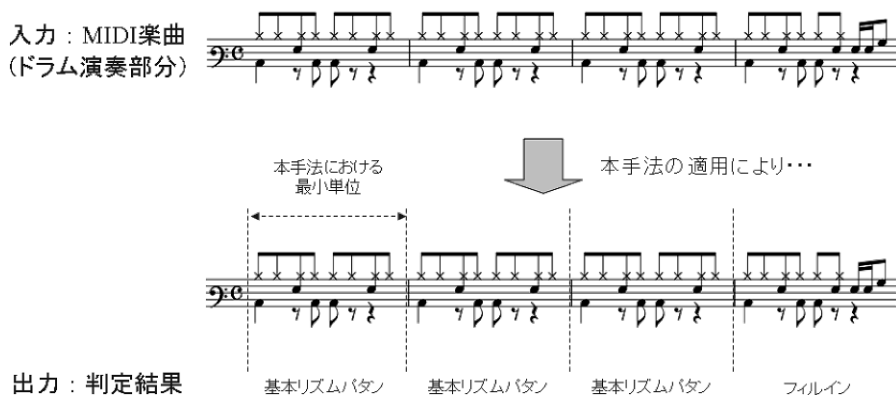


Fig 1 提案手法による分類処理の概要

- ・単一楽曲内において、フィルインは基本リズムパターンに比べて出現頻度が低い。
- ・フィルインはどの楽曲においても基本リズムパターンと比較した場合、全体的に出現頻度が低い。
- ・フィルインは、同じパターンを連続して使われることは稀である。反対に、基本リズムパターンは同じ、あるいはほぼ同じパターンを連続して用いることが多い。

上記の前提に基づき、対象楽曲の各小節に対して基本リズムパターン、あるいはフィルインのどちらかの判定を行います。判定の際に考慮すべき点は、

- 単一楽曲内におけるドラムリズムパターンの出現頻度
- 全楽曲内におけるドラムリズムパターンの出現頻度
- 前後のドラムリズムパターンの流れ

の3点とします。3点それぞれに対して一定の基準を満たす場合、当該ドラムリズムパターンをフィルインと判定します。3点それぞれの判定基準の詳細を以下に示します。

a) 単一楽曲内における全ドラムリズムパターンの出現頻度の平均値を用いて、当該ドラムリズムパターンの出現頻度がその値未満の場合に、フィルインと判定します。当該ドラムリズムパターン r に対しての判定基準は、当該ドラムリズムパターン r の出現頻度を S_r 、単一楽曲内において用いられたドラムリズムパターンの総数を n 、単一楽曲内におけるドラムリズムパターン i の出現頻度を S_i とすると、以下の式 (1) を満たす場合に a) の基準においてフィルインであると判定します。

$$S_r < \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \quad (1)$$

b) 全楽曲内において用いられた全ドラムリズムパターンの出現頻度の平均値を用いて、当該ドラムリズムパターンの出現頻度がその値未満の場合、フィルインと判定します。当該ドラムリズムパターン r に対する

判定基準は、a) で述べた変数に加え、ドラムリズムパターン r の全楽曲内における出現頻度を D_r 、ドラムリズムパターン i の全楽曲内における出現頻度を D_i とするとき、以下の式 (2) を満たす場合に b) の基準においてフィルインであると判定します。

$$D_r < \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (2)$$

c) 前後のドラムリズムパターンの流れから判定するための基準として、任意の小節から以降の4小節区間内に同様のドラムリズムパターンが含まれる場合、それらはフィルインではないと判定します。つまり、この処理によって、当該ドラムリズムパターンの後の4小節の範囲においては、重複しないドラムリズムパターンは c) の基準においてフィルインであると判定します。その処理の流れを Fig 2 に示します。

当該ドラムリズムパターンを以上の3つの判定基準に従い判定させ、これら3つの基準を全て満たしたドラムリズムパターンのみをフィルインと判定します。つまり、これらの基準に1つでも満たさないパターンは、基本リズムパターンとして判定します。

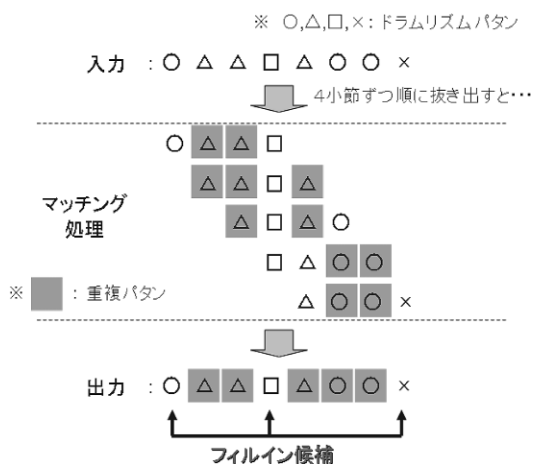


Fig 2 判定手法 c) の処理の流れ

2.3 性能評価実験

信号検出理論に基づいて提案システムの評価実験を行いました。具体的には、判定結果の中からランダムに1曲抽出し、アマチュアのドラム奏者が判定した結果と提案システムが判定した結果との比較を行いました。実験結果を Table 1 に示します。これらの値から求めた弁別力を示す指標 d' は 2.509 となったため、提案システムはある程度弁別力を持つと考えられます。

評価実験を通じて提案手法がドラムリズムパタンの判定に有効であることが示唆されました。また、楽曲内におけるドラムリズムパタンの流れを上手く表現するためには、統計的に扱うだけでなく、ドラムリズムパタンの多様性を上手く処理する必要があることが示唆されました。

Table 1 提案システムの性能評価実験の結果

		ドラム奏者	
		フィルイン	基本リズムパターン
提案システム	フィルイン	7	8
	基本リズムパターン	0	46

3. 学会発表について

私はこれまでいくつかの学会に見学として参加した経験がありましたが、発表を行うために参加したのは初めてでしたのでとても緊張しました。私は今回、ポスター形式での発表でしたので、本番である約1時間のポスター発表の前に数分間の概要講演がありました。この概要講演は、自身の研究テーマについて概要を簡単に説明するもので、配当時間は2分程度でした。このとても短い時間に自身の研究テーマをまとめて簡潔に説明するのは難しかったです。なぜなら、自身の研究テーマの「ポイント」を自分自身がしっかりと理解していなければならないからです。それとは逆に、本番のポスター発表では時間をあまり気にする必要がなかったため、最初こ

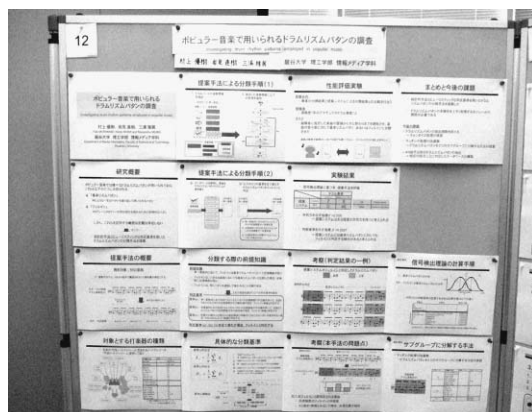


Fig 3 筆者の発表用ポスター

そ緊張したものの、次第に落ち着いてポスター発表を行うことができました。ポスター発表の利点は、見に来られた方の質問に対して、リアルタイムで受け答えをすることができる点だと思います。そのため、活発な質疑応答が期待できます。質疑応答を重ねた結果、「面白い研究ですね」と言っていた時は非常に嬉しかったです。今後も発表という場を通じて、色々な方と接していきたいと思います。

4. おわりに

今回の学会発表では、多くの人達からたくさんのことを学びました。発表を通じて多くの研究者の方や企業の方とお話することができ、貴重なご意見を聞くことができました。この経験を活かし、今後の研究に役立てていきたいと考えています。

最後に、今回の発表を行うにあたり、御指導を頂いた情報メディア学科杉田繁治教授、三浦雅展講師に感謝致します。また、同研究室に所属する方々などご支援を頂いた多くの方に感謝致します。

参考文献

- [1] Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata, Satoshi Tojo, "An Automatic Music Analyzing System based on GTTM: Acquisition of Grouping Structures and Metrical Structures", 情報処理学会 研究報告, 2004-MUS-56 (2004)

音楽音響研究会のサマーセミナーに参加して

森 田 慎 也

Shinya MORITA

情報メディア学科 4年

1. はじめに

私は、2007年の8月25日、8月26日の二日間、茨城県の筑波大学で開催された音楽音響研究会のサマーセミナーに参加しました。私は、26日に「ピアノ基礎練習を対象とした奏者への視覚フィードバックの試み」という題目で口頭発表を行いました。

2. 研究内容

2.1 研究背景

近年、電子ピアノやMIDIキーボードの発達により、以前からピアノ演奏を習得したいと考えていた多くの人がピアノ演奏の習得を目指して容易に練習できるようになっています。しかし、その多くの人はピアノ演奏の習得を途中で断念してしまいます。その原因は、時間的、空間的制限により専門家の指導を受けられない、自らの演奏に対する客観的な評価を受けられない、あるいは練習の目標を自ら設定できないなどが原因であると考えられます。このような現状により、ピアノ練習支援システムの開発[1]やピアノ演奏の自動評価に関する研究[2]が行われています。しかし、先行研究[1]では演奏情報やアドバイス文の提示といったユーザビリティ面は考慮されていません。そこで、本研究ではピアノ基礎練習を対象とした奏者への視覚フィードバックを試みました。

2.2 研究概要

本研究では、先行研究[2]の評価方法に基づいて、ピアノ基礎演奏に対する自動評価システムの構

築を行いました。また、提案システムでは、演奏の評価値を奏者に提示するだけでなく、ユーザビリティ面を考慮して、視覚的なメトロノームを実装し、打鍵強度、基準時刻からの打鍵時刻の逸脱、打鍵時間長を演奏の入力音毎に表示させ、さらに、演奏情報の記録を行うことができるようになっています。また、演奏情報に基づいた演奏に対するアドバイスを奏者に提示することができます。

2.3 システム概要

提案システムは、大きくは「自動演奏評価機能」と「視覚フィードバック機能」の二つの機能に分かれています。自動演奏評価機能は、演奏情報に対して、自動で演奏評価を行うものであり、視覚フィードバック機能は、演奏情報をリアルタイムに視覚化し、熟達度の提示、演奏情報や演奏の評価結果を基にしたアドバイスの提示を行うものです。提案システム内部の処理を図1に示します。なお、対象とする演奏は1オクターブ内上下行の音階演奏であり、使用楽器はMIDIピアノとします。

2.4 システムの外観

提案システムでは、大きく三つの情報を奏者に提示しています。一つ目は、視覚的なメトロノームです。このメトロノームは、テンポに合わせて黒い丸が左から右に移動するものです。拍子は4拍子とし、第1拍目は最左円が黒の状態となり、順に右へ移動していくようになっています。また打鍵強度、打鍵時刻のズレ、打鍵時間長をリアルタイムに表示できるようになっています。二つ目は、課題曲の譜

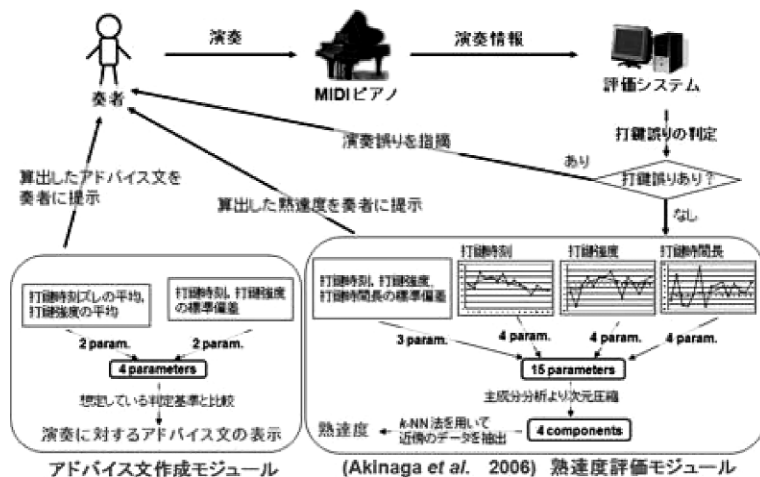


図1 提案システムの内部処理

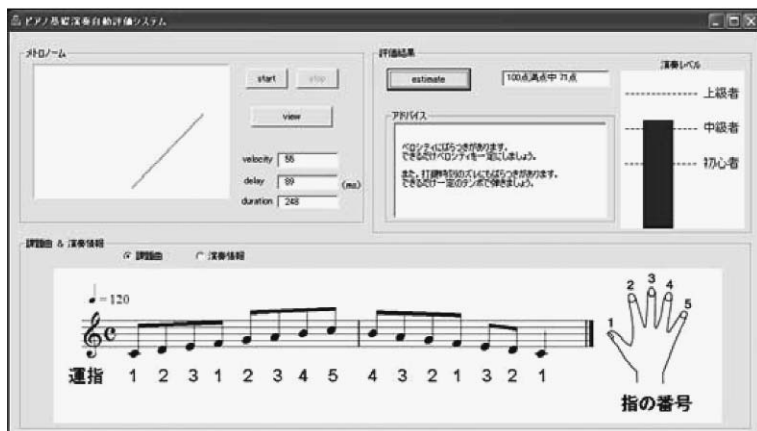


図2 提案システムの外観

例です。初心者が、本システムを用いて演奏する場合、奏者は鍵盤、楽譜、システムを見ることになるが、その負担を軽減するためにシステム上で楽譜の提示を行っています。三つ目は、演奏評価結果です。ここでは、算出した熟達度の他に演奏に対するアドバイスも同時に提示しています。提案システムの外観を図2に示します。

2.5 システムの評価実験

提案システムの動作評価を行うために以下の実験を行いました。被験者としてピアノ演奏歴のない本学学生3名、ピアノ演奏歴10年の本学学生1名、

ピアノ演奏歴7年（エレクトーン演奏歴20年）で幼児教育の教員免許を取得した社会人1名の計5名に提案システムを使用してもらいました。被験者には、システムの使用方法を説明した上で実際にシステムを使用し、熟達度を算出するまでの流れを見せた後、自由にシステムを使用してもらいました。そして、提案システムの長所や短所、感想などを記入用紙に記入してもらいました。

2.6 奏者の回答

(a) 長所

被験者が提案システムの長所と感じた点を以下に

示します。

- ・視覚化されたメトロノームが分かり易かった。
- ・課題曲が簡単である。
- ・間違えた箇所を視覚的に提示してくれる。
- ・使い方が簡単である。

(b)－短所－

被験者が提案システムの短所と感じた点を以下に示します。

- ・楽譜上のどこを演奏しているのか分らなくなる。
- ・テンポが速い（実験時は 120 bpm）。
- ・演奏してもらわないと演奏方法が分らない。
- ・ボタンの配置が分かりにくい。
- ・テンポを変えられない。
- ・「ヴェロシティ」などの知らない単語が表記されている。

(c)－追加してほしい機能－

被験者が追加してほしいと感じた機能を以下に示します。

- ・次に弾く音符を示してほしい。
- ・テンポを変えられるようにしてほしい。
- ・ボタンを使いやすくしてほしい。
- ・音階演奏だけではなく楽曲も弾けるようにしてほしい。
- ・練習する曲を増やしてほしい。
- ・弾くだけではなく音楽知識（コードなど）も学べるようにしてほしい。
- ・初級，中級，上級のように色々なレベルがほしい。
- ・課題曲を再生する機能がほしい。

2.7 まとめと今後の課題

本実験により，視覚化されたメトロノームや打鍵誤りの提示などの視覚フィードバック機能の有用性を確認することができました。また，1 オクターブ内の音階演奏に限られているがピアノ演奏に対する自動評価を行えるようになりました。ただし，ボタンの変更，手本となる演奏の再生などの改善は容易であるが，練習支援システムとして必要となる課題

曲の増強が困難であり，さまざまな課題への評価は本手法では難しくなっています。今後は課題曲を容易に増強できるように演奏評価方法を改善する予定です。

3. 発表について

私の参加した発表会は2日間おこなわれ，私の発表は2日目でした。発表形式は口頭発表で発表時間は10分でした。今まで，学会発表を見に行ったり，ポスター発表をしたりしましたが，口頭発表は初めてでした。発表する前までは緊張していましたが，自分の順番になると自然と落ち着いて発表をすることができました。また，質疑応答では4名の方から質疑をいただきました。質疑の応答に関しては，一件目は答えることができました。二件目では質問ではなくピアノ演奏の評価に関するアドバイスをいただきました。三件目はピアノ演奏に対する評価値に関する質疑でした。しかし，私が参考に行っている先行研究の理解が浅く正確に答えることができませんでした。四件目ではメトロノームの視覚表示に関してのアドバイスをいただきました。

今回の発表で多くの意見やアドバイスを得られることができました。今回の経験を今後の研究に反映させていきたいと思います。

4. おわりに

今回の発表会では私の研究内容だけでなく，他の方の発表を見ることにより，発表の方法についても多くのことを学ぶことができました。このような貴重な経験をこれからの研究や発表に生かしていきたいと思います。

参考文献

- [1] 北村 環，三浦雅展 “ピアノ導入教育のための学習支援システムの実現を目指して”，日本音楽知覚認知学会平成18年度秋季研究発表会，pp. 115–120 (2006)。
- [2] S. Akinaga, M. Miura, N. Emura, and M. Yanagida “Toward realizing automatic evaluation of playing

scales on the piano”, Proc. of ICMPC 9, pp. 1843–1847 (2006).

- [3] R. Dannenberg, M. Sanchez, A. Joseph, R. Joseph, R. Saul, and P. Capell, “Results from the Piano Tutor Project”, Proc. of the Fourth Biennial Arts and Technology Symposium, pp. 143–150 (1993).

音楽音響研究会サマーセミナーに参加して

山 梶 雄一郎

Yuichiro YAMAKAJI

情報メディア学科 4年

1. はじめに

今回、2007年8月25日から26日に茨城県の筑波大学で開催された音楽音響研究会サマーセミナー(MA研)に参加してきました。MA研では、音響に関する調査や計算機によって音楽情報を処理するといったテーマが盛んに議論されています。今回の発表では、和音進行パターンを用いた楽曲の類似度計算モデルの提案(A Calculation Model for Similarity of Music Using Chord Progression Patterns)という題目でポスター発表をさせて頂きました。以下、研究の内容とMA研での発表について報告させていただきます。

2. 研究内容

2.1 研究概要

本研究では、楽曲の類似度を求める計算モデルについて提案しています。この提案モデルでは、楽曲の重要な特徴と考えられる和音進行を trigram モデルを用いた3連続の和音進行パターンとして表現し、楽曲の類似度を求めています。また、和音進行パターンの抽出対象として、演奏情報が記載されているXFフォーマット形式のMIDI楽曲を用います。

2.2 研究背景

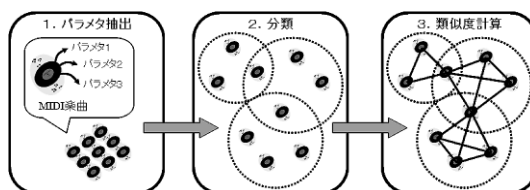
近年、大量の音楽情報を入手、蓄積、再生することが可能になりました。その反面、扱う楽曲が大量であるため、ユーザ嗜好に則して分類することは難しくなっています。例えば、「朝に聞く曲」や「帰り道に聞く曲」などの分類などです。この問題を

を解決する方法として、ユーザによる評価データを用いて楽曲間の類似度を求めるといった手法が用いられています^{[1][2]}。しかし、この方法では、ユーザによる膨大な評価作業が必要となり、これらの手法の妥当性を評価するための実験が困難であるといえます^[3]。

そこで本研究では、楽曲のユーザ評価を用いず、演奏情報を用いた楽曲間の類似度を求める計算モデルを提案します。具体的には、楽曲の重要な特徴量と考えられる和音進行^[4]を用いて類似度の計算を行います。対象とする楽曲をMIDI楽曲のXFフォーマット形式とし、和音進行は、trigram モデルを用いた3連続の和音進行パターンとして抽出します。また、各楽曲間の類似度のデータベースを作成し、このデータベースを用いることにより、提案するモデルの評価を行います。

2.3 提案モデルにおける楽曲の類似度計算の手順

提案モデルにおける楽曲の類似度計算の手順の概要を図1に示します。以下にその具体的な手順について述べます。



1. MIDI 楽曲からのパラメタ抽出
2. 楽曲の分類
3. 和音進行パターンを用いた楽曲間の類似度計算

図1 類似度計算の手順

2.3.1 MIDI 楽曲からのパラメタ抽出

当該 MIDI 楽曲より抽出するパラメタを表 1 に示します。このとき、情動を決定すると考えられる^[5] 5つのパラメタを「情動パラメタ」とします。当該楽曲の和音の trigram の出現頻度の順位 r_n ($n=1 \sim N$) は、その出現頻度の平均順位とします。その抽出手順を図 2 に示します。このとき、 N を全 MIDI 楽曲の和音進行パタンの種類数とし、出現頻度 0 の場合も順位をつけます。

表 1 当該楽曲において抽出するパラメタ一覧

和音の trigram の出現頻度の順位		r_i ($i=1 \sim N$)
情動パラメタ	代表旋法	M
	代表テンポ値	T
	ヴェロシティ値の平均	$\bar{v}$
	ヴェロシティ値の標準偏差	v_{SD}
	発音時間長の変動値	d

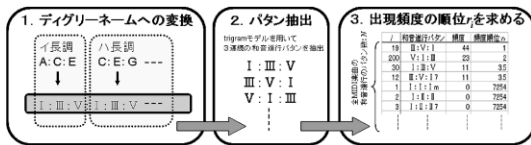


図 2 和音進行パタンの順位 r_i を求める手順

2.3.2 楽曲の分類

情動パラメタが類似した楽曲は、共通の印象を受けると考えられます。そこで、提案モデルでは、情動パラメタによる楽曲の分類を行います。具体的には、以下に示す 4つの基準を全て満たした場合、楽曲間の類似度計算の対象とします。

1. 旋法基準
(旋法 M が同じかどうか)
2. テンポ値基準
(テンポ値 T が同程度かどうか)
3. ヴェロシティ基準
(ヴェロシティ値の平均及び標準偏差が同程度かどうか)
4. デイレーション基準
(発音時間長の変動値 d が同程度かどうか)

2.3.3 楽曲間の類似度計算

楽曲間 A, B の類似度 $S(A, B)$ は、和音進行パタンの出現頻度の順位 r_i ($i=1 \sim N$) を用いて N 次元の空間内で表現し、式 (1) によって求めます。

$$S(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^N r_{iA} r_{iB}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N r_{iA}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N r_{iB}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (r_{iA} - r_{iB})^2}} \quad (1)$$

2.4 評価実験の方法

被験者 6 人を用いて、提案モデルから選出した楽曲群及びランダムに選出した楽曲群に対して類似評価及び嗜好評価を行いました。その手順を図 3 に示します。

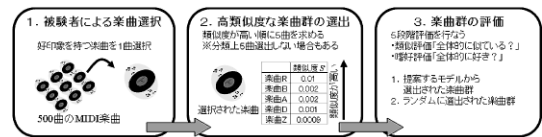


図 3 評価実験の手順

2.5 評価結果と考察

図 4 に提案モデルから選出した楽曲群に対する評価、図 5 にランダムに選出した楽曲群に対する評価を示します。それぞれ縦軸を回答人数、横軸を評価値とします。評価値は、高いほど高評価を意味します。

図 4 及び図 5 より、ランダムに選出された楽曲群よりも、提案モデルから選出された楽曲群に対して高評価が得られました。また、Wilcoxon 検定より、評価結果に有意水準 0.05 で有意な結果が得られたため、本手法の有効性を確認しました。

なお本研究では、trigram モデルを用いて抽出した和音進行パタンの類似度を考慮していません。そのため、trigram モデルを用いて抽出した和音進行パタンの進行時間及び転回型など考慮した和音進行パターン同士の類似性を考慮した楽曲間の類似度計算方法を検討する必要があると考えられます。また、本研究では、楽曲の時間の単位に時価に相当するテ

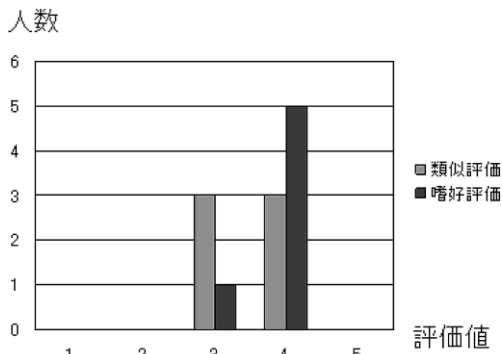


図4 提案モデルから選出された楽曲群に対する評価

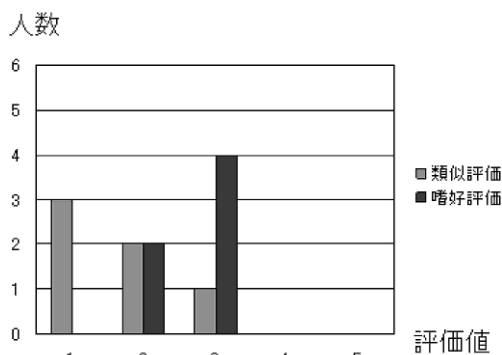


図5 ランダムに選出された楽曲群に対する評価

ィックを用いています。そのため、若干の誤差を含む可能性があります。今後の調査として時価と実時間との比較が必要であると考えられます。

3. 発表

MA 研は、私にとって、初めての学会発表でした。発表の具体的な準備は、7月の上旬から行いましたが、原稿作成や、発表に用いるポスター作成などに苦戦し、とても短い期間であるように感じました。

発表では、初めての学会発表であるため、最初は言葉につまり、うまく話すことができていないと感じていましたが、発表を続けるうちに次第と落ち着い

ていったように感じます。また、進行上の手違いがあり、予定されていた発表時間よりも30分ほど発表時間が延びてしまいました。しかし、私の研究を聞いて下さった方々にパラメタの重み付けや提案モデルの評価方法などについて貴重なご意見を多く頂け、とても参考になりました。

今後は、今回の経験を活かし、研究活動を行っていききたいと思います。

4. おわりに

今回のMA 研では、失敗やハプニングもありましたが、それ以上に得るものが大きかったと思います。この経験を活かし、今後の研究に反映していきたいと思っています。

最後に、日ごろより私の研究に対してご指導、ご意見下さる三浦先生、杉田先生、実験などにご協力して頂きました三浦研究室、杉田研究室の方々、ありがとうございます。そして、これからもよろしくお願いします。

参考文献

- [1] 彦坂, 谷口, 誉田, 白井, “ユーザ嗜好に適応させた選曲システムの提案”, 情報処理学会研究報告, 2006-MUS-68 pp. 19–24 (2006)
- [2] 梶, 平田, 長尾, “状況と嗜好に関するアノテーションを利用したプレイリスト生成システム”, 情報処理学会第67回全国大会, [http://www.brl.ntt.co.jp/people/hirata/Papers/ipsj 2005-Mar.pdf](http://www.brl.ntt.co.jp/people/hirata/Papers/ipsj%202005-Mar.pdf) (2006)
- [3] 吉井, 後藤, 駒谷, 尾形, 奥乃, “ユーザの評価と音響的特長との確率的統合に基づくハイブリッド型楽曲推薦システム”, 情報処理学会研究報告書 2006-MUS-68 pp. 45–52 (2006)
- [4] 藤澤, Cook, 長田, 片寄, “和音に関する心理物理モデル” 情報処理学会研究報告書 2006-MUS-66 pp. 99–104 (2006)
- [5] Patrik N Juslin, John A Slobda, “Music and Emotion”, p. 315 (2001)

めざせ！ソーラーカーレース 2007

高 階 惇 平
Junpei TAKASHINA

内 林 篤 彦
Atsuhiko UCHIBAYASHI

機械システム工学科 4年

1. はじめに

我々は昨年度の先輩から引き継いだ車体「龍龍（ロンロン）1号」（図1参照）の改良を行い、「ソーラーカーレース」（正式名称は『FIA ALTERNATIVE ENERGIES CUP DREAM CUP ソーラーカーレース 鈴鹿 2007』）に参加しました。その活動について報告させていただきます。



図1 車体

2. 研究目的

現在、自動車は必要不可欠なものです。しかし化石燃料を燃やして動力を得るため有害な排気ガスを発生させてしまい、地球温暖化や酸性雨による森林崩壊などの環境問題の原因となっています。そこで、我々は、環境に影響を与えない、太陽光エネルギーに着目し、そのエネルギーを使うソーラーカーについて研究しています。さらに「ソーラーカーレース」に参加し、他のチームと比較することにより、新たな改良点を見つけ、その改良の評価を行い

ます。

本年度は、数年前からの研究対象である「龍龍（ロンロン）1号」が昨年、フレームがCFRPモノコック構造からアルミスペースフレームになり、この車体を用いて活動しています。

大会出場の目的としては、今回改良を行った車体での走行データを取得し、今までのデータとの比較、検討を行うこと、さらに、他チームとの技術的な交流を持つことで、さらに現車体の改善点を見つけることです。

3. 試走会に向けて

本年度の研究として最初に行ったのは、新モータの選定でした。当初はモータだけ変更する予定でしたが、モータを制御する現スピードコントローラの



図2 新モータ

表1 新モータ仕様

出力	電圧	電流	回転数	トルク	効率	巻線抵抗	重量
[W]	[V]	[A]	[R. P. M]	[Kg-m]	[%]	[Ω]	[Kg]
1600	96	18	5100	0.31	93	0.12	10.8

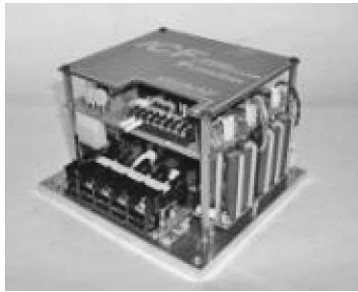


図3 新スピードコントローラ

表2 スピードコントローラ仕様

定格電圧	定格電流	瞬時最大電流
[V]	[A]	[A]
96	50	100

定格電流が足りないためこちらも変更することになりました（図2，図3，表1，表2参照）。それにともない配線が古くビニールテープで絶縁している箇所があったため，コネクタや圧着端子等を用いて新しくしました。

4. 試走会

2007年6月25日，鈴鹿サーキットにおいて「ソーラーカーレース」の試走会に参加することを目指して研究してきましたが，大会3日前にポテンショメータの選定ミスから事故を起こしてしまい，ステアリングシャフトと左サスペンション機構が破損してしまい，試走会参加を断念することになりました。

5. 本戦に向けて

試走会3日前に左フロントサスペンション機構が破損したことで，昨年度までのフロントサスペンション機構はアライメントが狂っていたため，まっすぐ後退することが出来ませんでした。そこで，フロントサスペンション機構をすべて新しく設計することにしました。

また，昨年度の大会で指摘されたロールバーの強度不足を解決するための改良，ブレーキ，ウインカーランプのLED化を行いました。

5.1 サスペンションの新設計，製作

フロントサスペンション機構を新しく設計するにあたって，まず，各アライメントの決定をしました。決定した各アライメントは，トレッド1200mm，キャスター5度，キャンバー角，トー角はともに0度としました。この値を実現するために，サスペンションの機構を設計しました。作成したフロントサスペンションを図4に示します。

この新しくしたサスペンション機構により，まっすぐ後退できるようになりました。このことより，狂っていたサスペンションのアライメントが改良されたと言え，これによりコーナリング時の安定性の向上や転がり抵抗の軽減が期待できます。

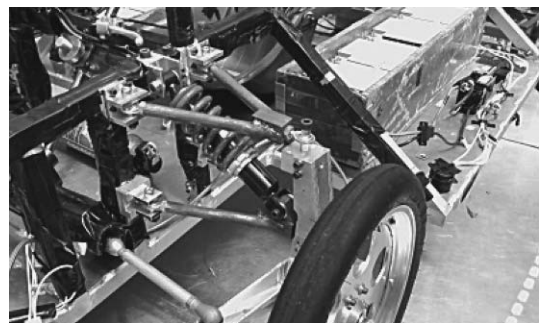


図4 新フロントサスペンション機構

5.2 ロールバーの補強

昨年度の大会でロールバーの強度不足を指摘されたため，鉄板をT字型に溶接し，ロールバーとフレ

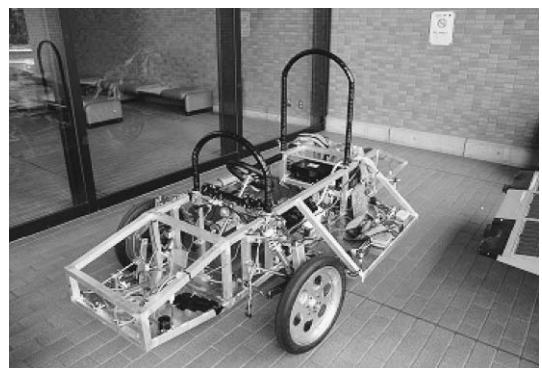


図5 以前のロールバー

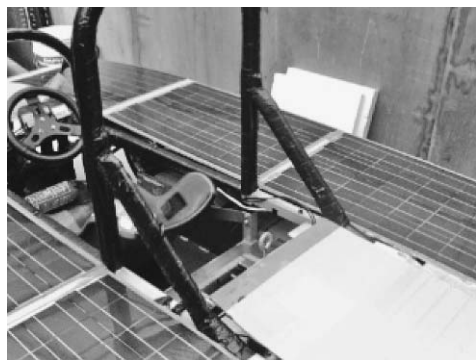


図 6 補強したロールバー

ーム間に取り付けることによりロールバーの補強をしました。

以前のロールバーを図 5 に、補強したロールバーを図 6 に示します。

5.3 ウィンカー、ブレーキランプの LED 化

昨年、LED 用の回路が焼ききれたため、ブレーキのランプを急遽、現場で二輪用のものに変更しましたが、LED ランプのほうが消費電力が低いため、回路を作り直しました。しかし、それに伴って、今まで使用していた二輪車用のリレーが使えなくなり、LED 用の IC リレーに交換しました。製作したウィンカー、ブレーキランプを図 7 に示します。



図 7 LED ウィンカー、ブレーキランプ

6. 本戦

2007 年 8 月 3 日から鈴鹿サーキットにおいて「ソーラーカーレース」の本戦が開催され、これに参加しました。

しかし、大会 2 日前の試走中に配線ミスから正逆ユニットが発火し、その影響でモータが磁力不足のまま大会を迎えることとなってしまいました。

1 日目の車検では急制動で規定の速度まで出ず、2 日目の早朝に行われた予備車検では、速度が出ない分を、制動距離を短くして頂くことで、無事合格できました。

2 日目のフリー走行は磁力の低下したモータで走行することは危険だと判断し、断念しました。予選走行は、出場しなければ決勝に出ることができないので、磁力の低下したモータで出場しました。

やはり、モータの磁力不足から上り坂が越えることができないため、途中で走行を止めました。

そして、モータを交換することでその問題を解決し、最後尾から 3 番目からのスタートですが、決勝への参加も認めていただきました。

3 日目の決勝レースでは、スタートから第二コーナーまでは順調に走行していたのですが、以前のモータを固定していた治具をそのまま使用したため、本来スイングアームの回転軸とモータの回転軸が同一直線状になればならないところが明らかにずれており、この影響によりモータの軸に大きな負荷がかかり、モータの軸が曲がってしまいました。そのため走行不可能と判断し、完走を断念しました。

7. 最後に

結果としてはリタイアという非常に残念な結果になってしまいましたが、このような国際的なレースに参加し、自分たちの力を試すことができたのとはとてもいい経験でした。

この経験を通してモノを作り出す難しさと厳しさを知る良い機会だったと思います。また、スケジュール通りに行動することの難しさも痛感しました。

他のチームではどのような車体を設計しているのか実際に見ることもでき、今後の研究について大変有意義なものになったと思います。

我々の活動を支えていただき本当にありがとうございました。