

学会へ行こう Final

—AUSTRIB 2006—

山口 奈緒美

Naomi YAMAGUCHI

機械システム工学専攻修士課程 2006 年度修了

1. はじめに

2003 年度発行の龍谷理工ジャーナル 15 巻 2 号で、研究室の先輩の北川貴一さんが、「学会へ行こう」という体験談を発表されました。そして、17 巻 3 号で、私は続編の「国際デビュー戦～学会へ行こう 2～」を書かせていただきました。そしてさらに、18 巻 2 号で、「学会へ行こう 3」を執筆させていただきました。本稿は、私にとって最後の学会発表について、「Final」という形でまとめさせていただきました。できればですが、上記の 3 つも合わせて読んでいただけたら嬉しいです。

私は、2006 年 12 月 3 日から 6 日まで、南半球にあるオーストラリアのブリスベンという都市で開催された「AUSTRIB 2006」という国際学会でオーラル発表をしてきました。タイトルは、「Optimization of Groove Dimensions in Spiral-Grooved Journal Bearings for Run-Out Characteristics with Experimental Verifications」で、日本語訳をすると、「スパイラル溝付軸受における振れ精度向上のための溝諸元の最適化と実験的検証」です。研究内容は以下に簡単に紹介させていただきます。

2. 研究内容

2.1 研究背景

近年の AV, OA 機器スピンドル用軸受において、高回転速度化の要求に対し、高い潤滑膜圧力を発生するスパイラル溝付軸受が採用される傾向にあります。本研究では、ロータの不釣合い質量によってもたらされる、軸受の同期振れ回り振動の振幅を

評価関数とする最適設計を考え、振れ回り振幅を最小とする溝諸元について検討を行い、実験による検証を行います⁽¹⁾。

2.2 基礎式の導出

本研究では、図 1 に示すような、軸方向に一つのスパイラル溝を有するジャーナル軸受を対象とします。本研究で述べる軸受の最適設計とは、スパイラル溝の溝諸元パラメータである丘溝比、溝角度、溝深さを最適化することを指します。

軸受性能は無限溝数理論 (Narrow Groove Theory: NGT)⁽²⁾によって厳密に解析できるものとします。

軸受の挙動に関して軸受系のモデルを立て、運動方程式を解くことによって軸受の振れ量、安定作動のための安全率を求め、最適溝形状を模索しました。

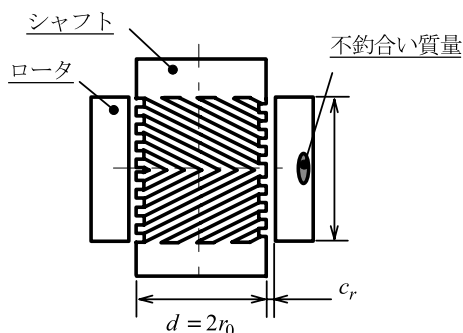
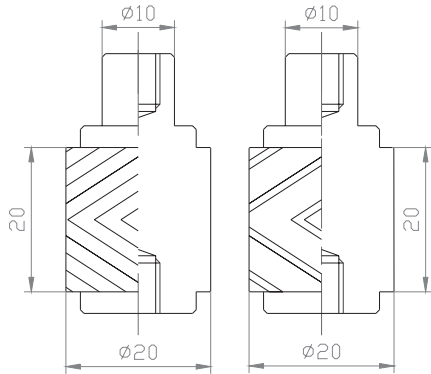


図 1 スパイラル溝付軸受 概略図

2.3 実験方法・結果

前述の理論の妥当性を実験的に検証するため、本



①従来型 ②提案型
図2 シャフトモデル

研究では、次の2種類のシャフトを用意しました。

- ① 主軸受剛性 K_{xx} を最大にする軸受諸元【従来型】
- ② 同期振れ振幅 A_b を最小とする軸受諸元【提案型】

図2は理論に基づいて設計したシャフトを模式的に表したもので、表1は溝諸元です。このシャフトを用いれば、理論的には従来型に比べて、提案型では47%振れを小さくすることができます。ロータは円筒形状とし、タービンによって回転力を得ることとしました。

図3に示す実験装置に、2種類のシャフトモデルをそれぞれ組み込み、X軸とY軸の2方向に設置した静電容量センサーで、ロータの振れ回りを測定しました。それぞれのシャフトについて、ロータの振れ量を回転数1000 rpmから10000 rpmに対して測定しました。結果を図4に示します。それぞれの結果の1次近似曲線より、形状誤差などによる振れを除くと、振れが46%減少していることが見て取れます。これより、理論の妥当性を証明できたといえます。

3. 学会へ向けての準備

私は、修士1回生のときにアメリカの Washington, D.C. で開催された学会に参加しました。その

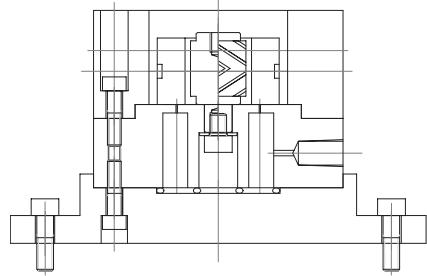


図3 実験装置

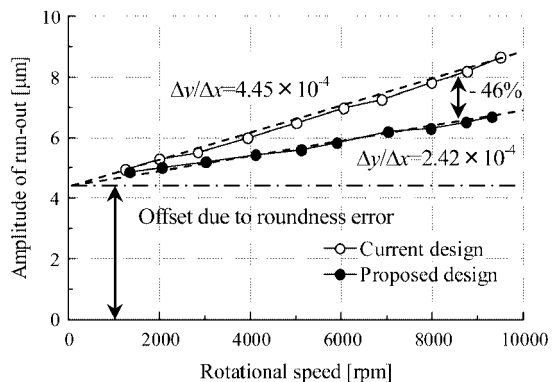


図4 実験結果

時に、もう一度国際学会に挑戦しようと決意し、この学会に参加することを決めました。以下に学会に参加した流れを書きたいと思います。

まず、申し込みの期限が2006年2月28日で、就職活動真っ只中でした。正直、私は就職活動を後回しにしたので、この頃は何もしていませんでした。そして、ちょうどその頃、前回の掲載内容である、トライボロジー学会の予稿集締め切りも重なっており、私は焦っていました。もともと英語が苦手な私は、アブストラクトを書くのにとっても労力を費やしました。何度も書き直しては先生にNGを出され、どうすればいいものかと考えあぐねていました。正直、私の英語で書いた内容はほとんど直されたと思います。情けないことです。でも、無事申し込むことができ、受け取りの返信が来たときは、とても安心しました。

その後、3月中旬から始めた就職活動も4月中に

無事内定を貰え、5月には大学の中間発表を無事終え、その後すぐにトライボロジー学会の発表を終えました。そして、次に待っていたのは、6月1日締め切りのフルペーパーです。フルペーパーとは学会に提出する6枚程度の論文のことです。しかもすべて英語です。トライボロジー学会のあと、2週間しかなく、この2週間は私にとって地獄でした。まともや先生に書き直されまくりました。でも、これも無事に提出することができました。しかし、これが最後ではなく、このフルペーパーの直しがあります。その締め切りが8月25日でした。ただ、学会側から訂正の要求があった人だけだったのです。私は運がよかったのか、訂正の必要はなく、無事にファイナルペーパーを提出することができました。

次に私を待っていたのは、学会発表当日に使用する、PPTの作成です。これは、もともとストーリーを考えていたこともあるし、前回国際学会で発表したときとかぶるところがあったので、比較的楽でした。しかし、やはり発音や質疑応答のことを思うと、出発前日まで打ち合わせを繰り返し、手直しをし続けていました。

4. オーストラリア

4.1 出発

12月3日から学会でしたので、前日入りするために1日に日本を発ちました。オーストラリアまでの直行便ではなく、シンガポールでの乗り換えがあり、オーストラリアのブリスベン国際空港に到着したのは2日の午前7時（現地時間）でした。時差は+1時間だったので、アメリカの学会のときほどしんどい思いをしなかったのです。よかったです。

本当は、私の指導をしてくださっている先生も一緒に行くはずだったのですが、予定がつかず、学生のみで参加することになりました。一緒に参加したのは、同志社大学 修士2回生の根本 和明くん（写真6右端）と、宇野 共生くん（写真6左端）です。二人ともとても優秀な学生さんで、一緒にいるだけで、とても勉強になりました。



写真1 ブリスベンの町並

4.2 ブリスベン

学会の開催地である、オーストラリアの東海岸にあるブリスベンという町は、クイーンズランド州の州都で、とても綺麗な町でした。オーストラリアは夏真っ只中でしたが、湿度が低く、暑くても過ごしやすい気候でした。夜は少し肌寒いくらいでした。しかし、慣れないこともありました。それは、夏のクリスマス！ツリーや、サンタの格好した人がいるのですが、冬のクリスマスに慣れている私は、とても変な感じがしました。

5. 国際学会

5.1 学会会場

学会の会場は、Rydges South Bank というホテルで、オーストラリアで展開しているとても綺麗なホテルでした。ヒルトンのような感じです。しかし、少し小さめの学会なのか、部屋数が少なく感じました。ポスターセッションの出展数も少なかったです。

5.2 初日、2日目

私の発表は開催3日目の12月5日でしたので、はじめの二日間は発表を聞いて、いろいろ学びました。講演では、日本の先生が発表されたりもしており、面白いジョークを交えて会場を沸かしたりしていました。私にはできない芸当だなあ、と思いつ



写真2 モーニングティーの様子



写真3 発表会場

つ、自分の発表を想像して緊張を高めていました。

余談ですが、この学会はとてもティータイムの多い学会で、モーニングティー、ランチ、そしてアフタヌーンティーがあるという感じでした。海外のケーキはとても甘かったです。(写真2)

そして、滞在中宿泊しているホテルに帰ると、学生3人で一緒に発表練習をしました。全員少しは緊張していたと思いますが、私の緊張は一番すごかったと思います。

5.3 発表当日

私のセッションは午前中の最後で、そのセッションの中でも6人中5番目という最後のほうでした。しかも、悲しいことに、一緒に行った同志社の学生さんの発表のセッションと時間がかぶり(二人は同じセッションでした)、私一人で発表しなければならなくなりました。しかし、力を出し切ろうと皆で約束し、それぞれの会場へ向かいました(写真3と同じ部屋で発表しました)。普段通りに振舞おうと必死でしたが、このとき、私の心臓はすでにバクバクです。

今回の学会では、学生の発表件数が少なく、私のセッションでも学生は私一人でした。発表者の方は皆さん立派な先生方です。私の発表が近づくと胃がキリキリ痛み出しました。実を言うと、我慢できなくなり、トイレに駆けこんで吐いてしまったほど緊張していました。しかも、私の前の発表と前の前



写真4 議長と私

の発表の人が同一人物で、私の発表の時間が早まってしまうというアクシデントが!いや、アクシデントでもなんでもないので、とりあえず、心の準備が微妙なまま壇上に立つことになりました。

でも、前回と同じく、壇上に立つと緊張よりも「やらなきゃいけない!」という気持ちのほうが大きくなり、発表中は普通に声を出すことが出来ていたと思います。しかし!ここで本当のアクシデントが!!私は、実は背が低いらしく、海外の方(しかも男性)と比べたら、かなり低いらしいのです。発表のマイクは当然、平均の高さに設定されていますよね?なので、私にはとても高かったみたいなのです。私は気にならなかったのですが、そのまま話し始めたのですが、気を使ってくれた皆さんが、マイクを低く直してくれたのです。すると、二つあるうちの片方のマイクが低くなりすぎて、その瞬間、すごい

マイクの騒音が！会場にいる方々が、全員耳をふさいでしまうくらい、ガーッって鳴り響きました。すぐにスタッフの方が止めてくださって、マイクの位置も私に合わせてくれたのですが、会場は笑いの渦。そのおかげで、私の緊張もだいぶ解けました。これは、いいアクシデントですね。

発表は、何度も学会で発表していますし、大丈夫だったと思います。でも、やはり質疑応答は私にとって難関でした。英語ということがどうしてもネックになってしまうのです。質疑応答に入った瞬間、緊張は再び戻ってきて、質問が耳に入らない。答えたことは的を外れ、日本人の先生が助けてくださったのに、ちゃんとできませんでした。それでもいくつか質問をしてくださり、私にとって、皆さんに悪かったなあという気持ちが残る質疑応答でした。

しかし、嬉しかったこともありました。セッションが終わったあと、私の発表を聞きかかったのに時間がずれていたの聞き逃したと言ってくれた方が何人もいらっしゃったのです。とても嬉しかったです。それに、質問して下さった人に後で謝りに言ったのですが、そのときに少し話すことができ、また、「君の研究はとても面白い！」と言ってくれました。私のセッションの議長の方にも話しかけてもらうことができ、質疑応答で悔いが残る結果となりましたが、とても得ることが多かった学会だと思います。

5.4 Conference dinner

発表日の夜に、懇親会がありました。私たち三人は全員発表も終わったことですし、晴れ晴れとした気持ちで参加することができました。ホテルの最上階のとても綺麗な夜景を見ることができる部屋でした。

まず、Pre-Dinner Drinks があって、皆さん夜景を見ながらお酒を嗜まれていました。前回の学会でお世話になった先生方に声をかけていただける場面もあり、私もこのトライボロジーの世界で少しずつ顔が広がったなあと思いました。そして、次に Sit-

Down Dinner がありました。立食ではなく、普通に席についてコース料理がでてきました。これには驚きました。そして、とても美味でした。食事のほかに、エンターテイメントもありました。急に踊り子さんが出てきて、ロシアの踊りを披露していました。賞を貰っているくらいすごい踊り子さんらしく、サインがもらえるくじ引きもあったりしました。しかも、そのくじ引きで日本人の方が当選して、私の知り合いの先生が貰っていました。また、ワインが当たるくじ引きもあったり、誕生日の人のお祝いもありました。とても楽しい懇親会でした。

5.5 4日目、5日目

4日目は発表がある最終日で、少し人数が少なくなっているような気がしました。私たちは発表が終わっていたので、気楽に、学ぶために発表を聞くこ



写真5 Conference dinner の様子



写真6 QUT の先生方と

とができ、とても有意義でした。最終日は、学会そのものではなかったみたいで、用意していたのですが、参加しなくていいと言われました。ですので、ブリスベン観光に行くことにしました。海外の先生に案内してもらうことができ、ブリスベンの町のことを知る事ができました。

6. 帰国まで

12月8日の午前中に、ブリスベンにある、Queensland University of Technology (写真7) という大学の訪問をしました。とても綺麗な大学で、広さも龍谷大学に比べて格段に広がったと思います。海外の大学は日本の大学よりも自由な雰囲気、植物園と敷地が隣り合わせだったり、コンサートが開かれていたり、とても面白かったです。

そして、9日の早朝から飛行機に乗り、また一日かけて日本へ帰国しました。



写真7 Queensland University of Technology

7. 終わりに

私は、龍谷大学大学院の院生になってから、今回の発表も含め、国際学会2回、国内学会1回参加させていただきました。また、講演会で発表もさせていただきました。そのたびに、指導教員の先生方、共同研究の皆様、同研究室の皆さんにお世話になり、本当に感謝しています。この場をかりて御礼申し上げます。

この4度の経験は、私にとってとても大きなものになりました。正直、自信を持って発表も質疑応答も答えられたという学会はありません。毎度そのときに気づかされることもありましたが、理解力の足りなさを痛感させられました。しかし、再度認識することによって、前進してきました。近くにいる人の意見ではなく、違う視点からの意見は、私の飛躍のために必要なものでした。そして、私の自信につながる出来事もたくさんありました。成長したと実感することもできました。この発表の機会を与えてくださった先生方に、何度感謝の意を述べても足りないと思います。ありがとうございました。

学会に参加すること。それは、とても緊張するし、怖いことでした。「学会発表なんてできるだけの研究もしてないし、面倒くさい。」なんて考えている人いませんか？けれど、何事もやってみなければわからないことだらけだと思いませんか？たとえ、失敗したとしても、やることに意義があるのだと思います。英語の実力がなく、何度書き直されたとしても、努力して試行錯誤したことは私の力になりました。また、発表するという目標を持つことで、目線が前に向きました。惰性で進んで行く時間のもったいなさに気づきました。私は、目標を持って、物事に取り掛かることの大切さを身をもって学ぶことができました。これは、社会に出ても、とても大切なことだと思います。

私は、2007年3月に長年お世話になった龍谷大学を卒業します。6年間も通った学校ですから、とても思い出も強いし、寂しいです。でも、悲観的になるだけじゃなく、この大学生活で得たことを無駄にせず、次は社会に挑戦したいと意欲的に思います。でも、まずは学部+修士の3年間力を注いだ研究をまとめ、修士論文を心残りのないように書き上げたいと思います。それが、私の今の一番の目標です。

最後になりましたが、先輩から引き継いだ「学会へ行こう」シリーズを最後まで読んでいただき、本当にありがとうございました。

参考文献

[1] 平山, 山口, 他 3 名, 機論 C, 713-72 (2006) 241.

[2] J. H. Vohr, 他 1 名, Trans. ASME, J. of Basic Eng.,
187-3 (1965) 568.

COMMAD'06 に参加して

大久保 有里
Yuri OKUBO

電子情報学専攻修士課程 2006 年度修了

1. はじめに

私は、2006 年 12 月 6 から 8 日に、オーストラリアのパーズにある The University of Western Australia (UWA) で開催された国際学会に参加しました。この学会は、COMMAD'06 (2006 Conference on Optoelectronic and Microelectronic Materials and Devices) という名称で、私はポスターセッションで発表を行いました。パーズは日本と時差が 1 時間ありますが、12 月からサマータイムにより時計を 1 時間早めているので時差がまったくなくなり、天気も良く暖かかったのでとても快適に過ごすことができました。



写真 1 学会会場となった UWA

2. 発表内容

化学物質には、それぞれ物質固有の光吸収が主に赤外領域に存在し、これを利用した赤外分光法は化学物質を検知するために有用な手段です。特に化学

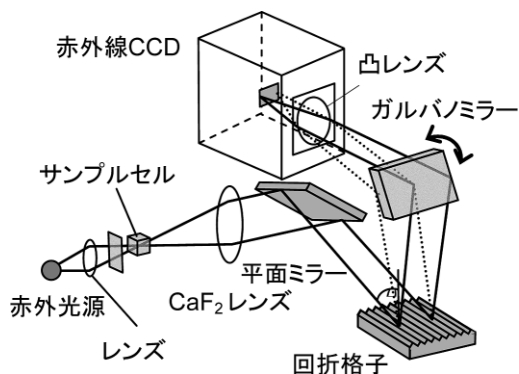


図 1 ガスのスペクトル測定のための光学系

物質の大きな吸収がある $3 \mu\text{m}$ 以上の波長域での測定は、大変重要となっています。そこで、本研究では、中赤外領域での高速なスペクトル測定を実現するための赤外分光装置の開発を行いました。本研究で作製した装置を図 1 に示します。

まず赤外線光源から様々な波長の光が放射され、レンズでガスを流すためのサンプルセルに集光されます。このセルの中にガスを注入すると、ここでガスによる赤外線の吸収が起こります。次にセルからの出射光をレンズによって平行ビームにし、ミラーによって下方に配置した回折格子に入射されます。ここでは、回折格子への入射角をそろえる必要があるため、平行ビームにしました。回折格子によって分光された光はガルバノミラーによって反射され、さらにレンズによって波長 $2 \sim 5 \mu\text{m}$ に感度を持つ PtSi (白金シリコン) CCD センサに受光されます。CCD センサは縦横 256 画素から構成され、図 2 のように横方向の配列では回折格子によって分光された光をそれぞれのチャンネルで同時計測すること

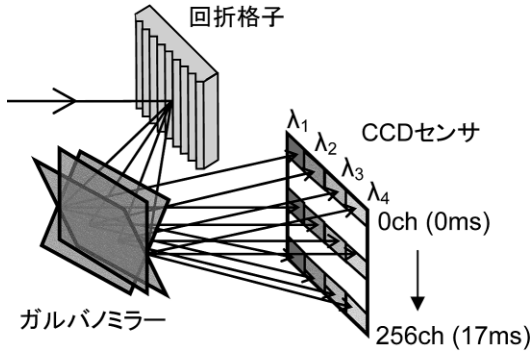


図2 CCD センサの2次元利用

ができます。さらにガルバノミラーの回転角度を変化させることにより、CCDのフレーム時間内(17ms)に縦方向にビームを上から下へと順に走査することができます。つまり、CCDの横方向を波長分解に、縦方向を時間分解にと2次元的使用することを考えました。この方法によって、それぞれの瞬間でスペクトルを測定することができるので、フレーム時間以上に速い間隔で測定することができます。

以上に述べたような方法をとるには、ガルバノミラーをCCDと同期させて回転させる必要があります。通常のCCDは、縦方向256チャンネルがすべて同時に光を受光し始め、フレーム時間後にデータを一齐に出力します。しかし、本研究で使用したCCDは図3に示すようにチャンネル毎に少しずつ時間を遅

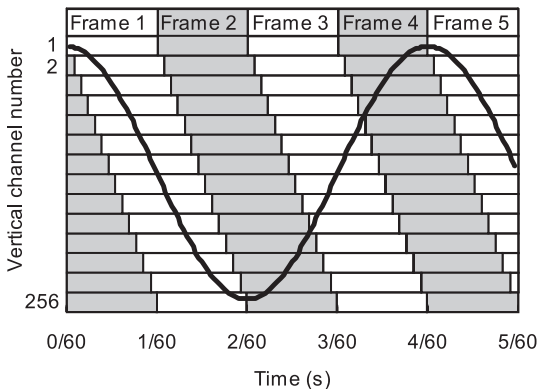


図3 CCD センサのデータ処理方法とガルバノミラーによるビーム走査位置の時間変化

らせながら光を受光し始め、データを出力することがわかりました。そこで、図3の太線で示すようなCCDの4フレーム分を1周期とするような正弦波をミラーに入力して駆動させました。

このように駆動すると、フレーム時間内に縦方向のそれぞれチャンネルに一度だけ赤外線が受光してることになります。1フレーム目で1から256チャンネルを上から下へと順に走査し、2,3,4フレーム目で今度は下から上へと走査しています。図4(a)に1フレーム目の縦方向強度分布を示します。縦方向は時間に対応しているので、縦256チャンネルを約34ms(2/60s)で走査しているのがわかります。図3で示したように、ガルバノミラーは正弦波的な回転運動をしているため、それぞれの縦方向チャンネル

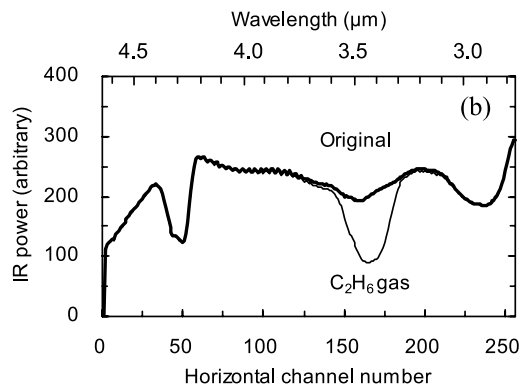
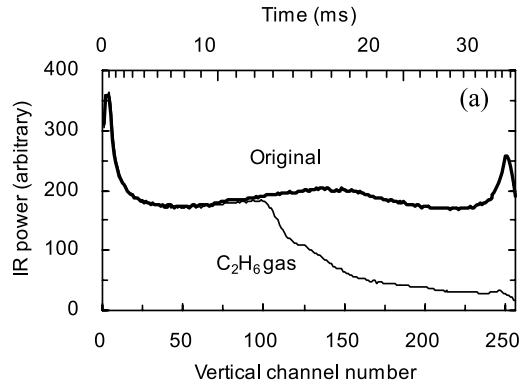


図4 1フレーム目の赤外線強度分布。太線はガスを注入する前、細線は注入後を表し、(a)は縦方向、(b)は横方向を示す。

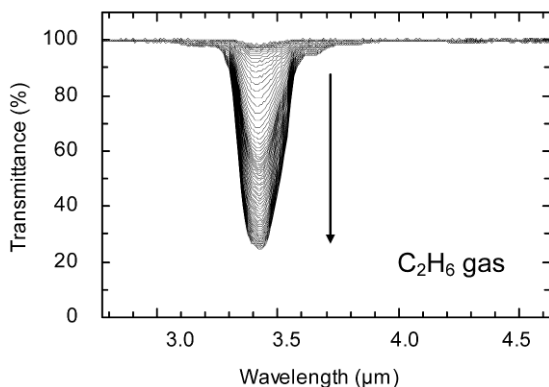


図5 C₂H₆ ガスをセルに注入したときの透過スペクトルの時間変化

では、走査速度が違います。走査速度を測定した結果、中心付近では最速で1チャンネルを80 μsで走査していることがわかりました。図4 (b) は、そのときの横方向強度分布を示します。横方向は波長に対応しています。それぞれ図1の光学系のセルにC₂H₆ (エタン) ガスを流す前が太線、ガスを流した後が細線で示されています。

図4 (a) から、ちょうど縦方向80チャンネル目を走査しているときにガスが流れ始めて強度が減少しているのがわかります。(b) から、横方向170チャンネル付近(波長3.4 μm)でガスの吸収により強度が減少しているのがわかります。この強度比をとり、それぞれの波長とそれぞれの時間で透過率を算出しました。図5は、透過スペクトルの時間変化を示しています。C₂H₆ ガスがセルに充満するにつれ3.4 μm 付近の透過率が減少していく様子を80 μs毎という高速な時間間隔で観測することに成功しました。

3. ポスターセッションについて

今回の学会のポスターセッションは、すべてのオーラルセッションが終了する夕方5時から1時間半行われました。時間内にはワインやビール、クラッカーやチーズが振る舞われ、それを飲んだり食べたりしながら討論が行われたことは、今まで経験したことがなくとても驚きました。しかし、多くの人が



写真2 ポスターセッションの様子

リラックスした雰囲気の中でポスターセッションが行われたので、私も緊張が少しほぐれました。

国際学会の参加は2回目でしたが、まず会場に無事にたどり着けるか、受付の仕方、質問に答えられるのかなどとても不安いっぱいでした。また、英語力はまだまだ不十分で聞き取れないことも多くありました。しかし、理解できない私のために何度も質問を繰り返してくれたり、簡単な表現をしてくれたり、とても親切に接してくれました。そのおかげで前回より落ち着いて話を聞き、質問に答えることができたと思います。質問の中には想定していたものもあり、自信を持って答えることができました。相手が私の答えに納得してくれたときには、とてもやりがいを感じることができました。研究以外では、私の大学のある場所についての質問もあり、簡単な日本地図を書いて説明することもありました。また、自分が行ったことのある日本の都市や共同研究をしたことがある会社について教えてくれる人もいました。学会には様々な国の人が参加していましたが、どの人もとても積極的で、堂々と英語を話し、自信を持ってプレゼンを行っている様子を見て、とても勉強になりました。

4. おわりに

今回、国際学会に参加して、とても貴重な経験することができました。また、大学院2年間で5回

学会に参加することができ、とても充実した大学院生活を過ごすことができたと思います。この経験を今後も活かしていきたいです。

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、資料作成から発表時の英

語の発音修正に至るまで終始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、日頃より有益な御討論、御協力をいただいた工学部電子情報学科齊藤研究室の皆様に深く感謝します。

学会に参加して

齋藤 龍輔
Ryusuke SAITO

電子情報学専攻修士課程 2006 年度修了

1. はじめに

私は、2007 年 3 月 27 日から 30 日に、神奈川県相模原市にある青山学院大学相模原キャンパスで開催された、第 54 回応用物理学関係連合講演会に参加した。この学会で口頭発表を行い、学外での口頭発表の経験は初めてだった私にとって、学会での発表は緊張の連続だった。

2. 研究内容

レーザー結晶化は poly-Si TFT の最重要プロセスのひとつで、多様なプロセス開発が行われているが、結晶化過程の詳細な解析は、実時間測定などの先駆的な研究があるものの、いまだ完全に解明されていない。本研究では、結晶成長理論、熱伝導理論からプロセスモデルを構築し、Microsoft Excel と VBA (Visual Basic for Applications) でプログラムを組み、そのシミュレータの動作確認をし、さまざまな条件でのレーザー結晶化の過程を詳しく観察した。最近では、2 層 Si 薄膜のレーザー結晶化というデバイス構造・製造プロセスが開発されている。上層の Si の溶けている時間が長くなり、より性能のいい大粒径の poly-Si 薄膜ができると期待されるからである。しかしながら、この 2 層 Si 薄膜がどのように溶融して、結晶化するのかはまだわかっていない。そこで今回、2 層 Si 薄膜の結晶化を解析し、2 次元シミュレータを開発した。温度依存の核生成確率モデル・結晶成長速度モデル・潜熱の吸放熱・部分結晶化モデルなどをもとに、相転移・伝熱計算を行う。部分結晶化モデルでは、おのおのの計

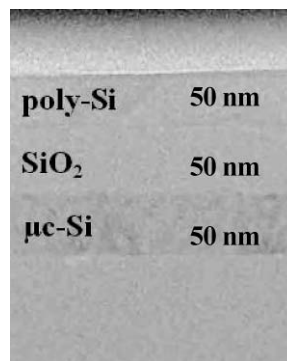
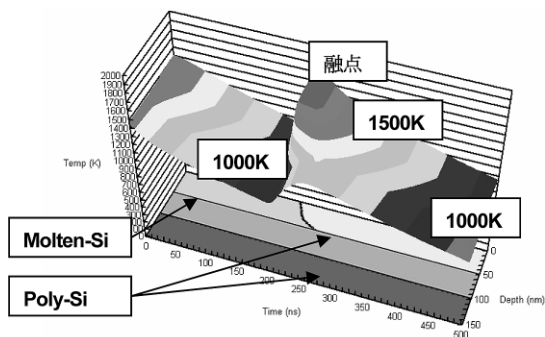


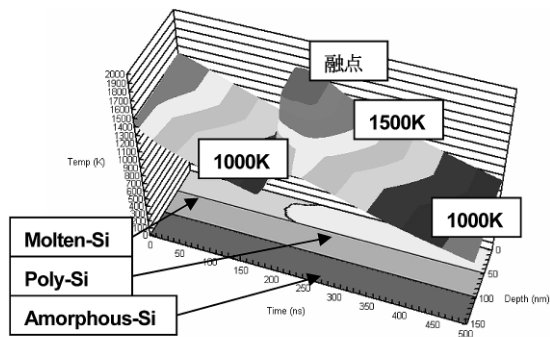
図 1 2 層 Si 薄膜のレーザー結晶化

算セルに結晶化割合を設定し、それが 0 ならばすべて溶融・0 と 1 のあいだならば溶融と結晶が混在・1 ならばすべて結晶とし、あるセルがすべて結晶になってから隣接セルに結晶成長がすすむとする。トポロジカルシミュレーションを行ううえで、メッシュ移動方式よりも簡便・メッシュ数の発散がおこらないなどの特徴がある。

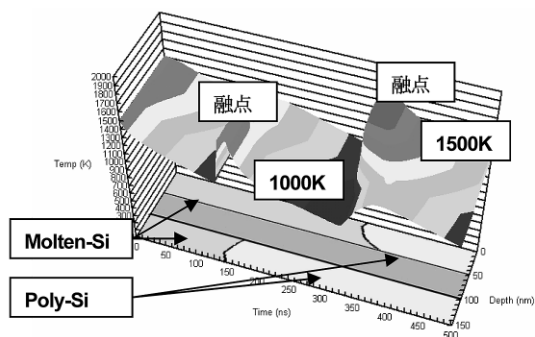
図 1 のように、上層 Si 50 nm/SiO₂ 50 nm/下層 Si 50 nm の構造において、両層加熱型結晶化と 2 段階溶融型結晶化のモデルを想定して、プロセスシミュレーションを行い、結晶化過程の解析を行った。両層加熱型は、一度のレーザーアニーリングで両層を加熱し、初期状態で上層 Si は溶融し、下層 Si の温度が異なるときのシミュレーションを行った。そして、シミュレーション結果を図 2 に温度分布と底面に相転移の時間変化を示す。これらを見るように、上層 Si では潜熱の放出で融点付近まで昇温し、温度が一定になるのに対し、下層 Si では融点付近まで昇温するが、短時間で冷却するといった現象がみ



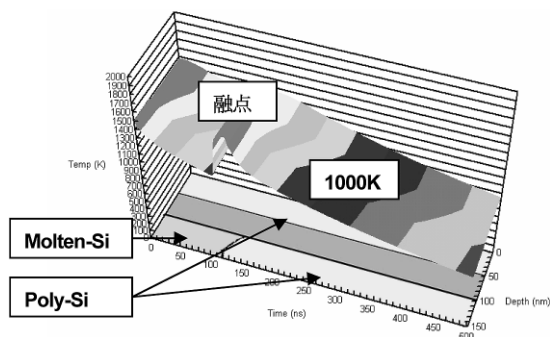
(a) 上層 Si 初期温度 1690K.



(a) 上層 Si 初期温度 1505K.



(b) 両層 Si 初期温度 1690K.



(b) 下層 Si 初期温度 1505K.

図2 両層加熱型結晶化シミュレーション結果
(a) 上層のみ熔融 (b) 両層とも熔融

図3 2段階溶融型結晶化シミュレーション結果
(a) 上層結晶化 (b) 下層結晶化

られた。次に2段階溶融型結晶化のシミュレーションを行った。これは、まず上層 Si をレーザーアニリングし、結晶化させ、その後下層 Si をレーザーアニリングし結晶化させるといった2度アニールする過程である。上層を先に poly-Si にすることによって、上層でのグリーンレーザーの吸収率が下がり、下層 Si へのアニールが容易であるからである。そしてシミュレーション結果を図3に温度分布と底面に相転移の時間変化を示す。これらを見るように、両層加熱型結晶化のときと同様、上層 Si では潜熱の放出で融点付近まで昇温し、温度が一定になるのに対し、下層 Si では融点付近まで昇温するが、短時間で冷却するといった現象がみられた。

これら両層加熱型結晶化と2段階溶融型結晶化といった結晶化過程を想定してシミュレータを開発し、解析を行った。結果より、上層 Si では融点付

近で温度が一定になり、ほかの核生成は抑制され大粒径に、下層 Si は融点付近で短時間なためほかの核生成が起き、小粒径な poly-Si ができるのではないかとこの結果が得られた。結晶化成長による結晶粒の形成は、2次元、3次元の現象である。今後、アモルファス Si と poly-Si のグリーンレーザーの吸収の考慮や、レーザー結晶化の2次元プロセスシミュレーションの応用へと考える必要がある。

3. おわりに

色々な学会で他者の発表を聞くことはあったが、自分で初めてで、前夜まで確認の発表練習をしたが、自分の出番まで緊張は絶えなかった。しかし、話しているうちに落ち着き、とても気持ちがよく、発表を無事に成功させることができた。研究成果を発表することで、さらに自分自身の理解を深めること

ができたので、発表するということはとても重要であることを実感した。

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いただいた木村睦

助教授に深く感謝します。また、日頃より有益な御討論、御協力いただいた理工学部電子情報学科木村研究室の皆様に深く感謝します。

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 6

学会講演報告

—「九州大学応用力学研究所 平成 18 年度共同利用研究集会」講演報告—

酒井 聡 士
Satoshi SAKAI

数理情報学専攻修士課程 2006 年度修了

1 はじめに

2006 年 11 月 7 日（火）、私は九州大学筑紫地区総合研究棟（C-CUBE）1F 筑紫ホールにて開催された、九州大学応用力学研究所平成 18 年度共同利用研究集会「非線形波動現象における基礎理論、数値計算および実験のクロスオーバー」にて講演いたしました。本稿では、その体験と講演内容についてご報告いたします。

2 研究集会について

九州大学応用力学研究所は、九州大学の筑紫地区にあり、福岡県春日市春日公園に位置しています。応用力学研究所では、「『基礎力学現象に関する先端的研究』を共通基盤として、海洋・大気・高温プラズマに関連した広い範囲の未踏の研究分野を開拓」されています。平成 9 年から全国共同利用研究所となり、広範囲の分野の研究者を受け入れて共同研究することで、地球環境保全や新エネルギー開発などの新しい課題を解決することを目指している組織です^[1]。研究によって「基礎力学部門」、「海洋大気力学部門」、「プラズマ・材料力学部門」などの 6 部門に大きく分かれており、その中でもいくつかの分野に分かれています。

今回、私が講演した研究集会は、「基礎力学部門」の中の「非線形力学分野」が主催するもので、11 月 6 日から 8 日の 3 日間で、講演発表が 26 件（内、特別講演 4 件）、ポスターセッション 20 件とパネルディスカッション 1 件が行われました^[2]。特別講演は 60 分、その他の講演は 30 分で、ポスター

セッション時間は約 1 時間でした。その発表内容は、実験数学からシミュレーションによる解析まで幅広くにわたっていました。工学や数学の研究者たちが一堂に会して意見を交換しあうことは、研究集会の目的のひとつとなっているようです。参加者名簿によると、総参加者は約 100 人だそうです。

3 私の研究概観

高速道路にて渋滞に巻き込まれた経験は、いまや誰もが持っているのではないのでしょうか。渋滞に巻き込まれたと思ったら、何事もなかったかのように車が走り出し、「あの渋滞は、いったい何が原因だったのか？」と疑問に思うことも、少なくはないでしょう。車の流れ、すなわち交通流に関する性質は、あまり知られていないのが現状でした。しかし、交通渋滞が社会に及ぼす損失はとても大きく、全国で年間 12 兆円であるといわれています（国土交通省道路局調べ）。そのような中で、交通流に関する研究は、工学、理学を問わず急速に発展しています。

今回の講演内容は、2004 年に西成らによって発表された NFS（Nishinari-Fukui-Schadschneider）モデルを拡張した S（Stochastic）-NFS モデルについて、その

- 現実的な振る舞い
- 開放系において、車の流入確率と流出確率が引き起こす相転移をあらゆる開放系相図の生成
- 開放系相図における渋滞相／非渋滞相の 1 次相転移ラインについて、理論的な近似式の導出についての結果です。

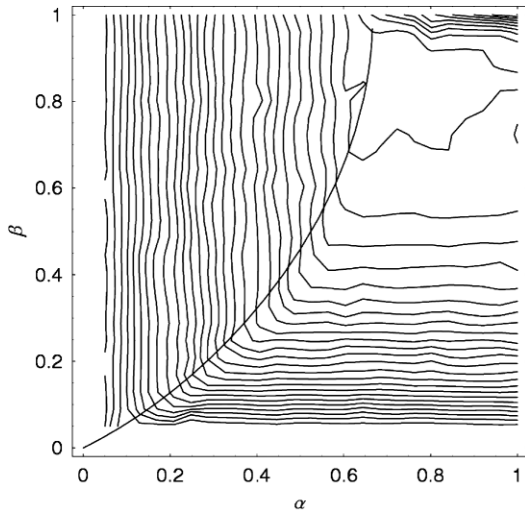


図1 シミュレーションのデータ（等高線表示）と理論によって導いた相転移ラインの比較（参考文献 [3] の中の図を引用）

相転移ラインの理論的導出については、

1. システムの境界付近における流量と密度の関係を車の流入／流出確率を用いて表す（場所の相関を無視する平均場近似という手法を用いる）
2. 周期的境界条件の基本図（流量－密度図）を近似式で表す（渋滞相の傾きの大きさは、渋滞クラスタの後退勾配の期待値であるとする）
3. 上記の2つの式と相転移ライン上において、2相の流量が等しいことを利用して、相転移ラインを導く

の3段階で行います。ここで、さまざまな近似手法を用いたにも関わらず、相転移ラインがシミュレーション結果とほぼ一致していることが興味深いところです（図1参照）。

4 講演

今回の講演は質疑応答を含む30分間のプレゼンテーション形式でした。私にとって、今回の講演会場は予想していたよりも広く感じられました。また、それに伴って講演スライドの映る画面も大きい（図2）ために、長い指示棒の使い方に不慣れさを感じました（レーザーポインタは使用禁止でし

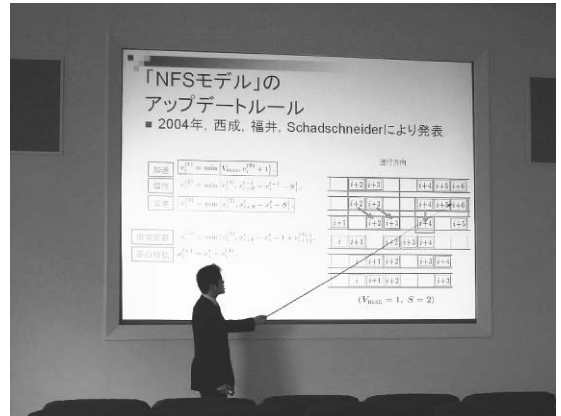


図2 講演中の一場面

た）。緊張のために、指す手が震える場面がありました。

前回の講演の反省点から、言葉を話すスピードをゆっくりとすることを課題として今回の発表に望んだため、話すスピードと講演練習で費やした時間に意識をしました。その結果、講演時間内におさまり、かつ、話すスピードについては徐々に改善しているとの評価をいただきました。さらに、今回の研究会で一番進歩したことは、講演時間内の質疑応答において、質問のあいまいな部分について尋ねることができたことと考えています。これまでは、緊張のためにそのような余裕などほとんどない状態で、「あいまいな」質問に対して「あいまいに」答えていた自分に気づきました。このやりとりが終わった後、とてもやりがいを感じました。また、質疑応答の楽しさを感じた気がします。

しかし、今回の質疑応答を振り返ってみると、グラフを勘違いして理解されている方がいらっしゃいました。おそらくその原因は、何度も出てくるグラフにおいて、最後に出てくるグラフの軸名が小さかったことが原因と考えられます。何度も出てくるグラフであっても、わかるものと思ってスライドを作らず、常に丁寧なものを作るように心がけることが、これからの課題です。今後は、話すスピードと同時に講演スライドの更なる改良が必要であると考

えています。

5 おわりに

今回の講演は、合計で4回目となり、以前と比べて気持ちの余裕が出てくるようになりました。また、時計を意識して発表できるようになったことも、大きな成果だと思っております。また、このような大きな会場で講演できることに、喜びを感じるようになりました。しかし、その一方でスライドの至らぬ点があり、勘違いをされた方がいたことも事実ですので、注意していかなければなりません。

今回の研究集会では、他大学の学生の方も何人か参加されていました。懇親会などで他の学生の方と親しくなり、研究の話やそれ以外の話で盛り上がることができました。大げさに思われるかもしれませんが、他大学の方といろいろな話をしていると、研究のみならずこれからの学生生活についてさえ元氣

をもらうことができたように思われます。

最後になりましたが、東京大学の西成先生、指導教員の飯田先生にはとてもお世話になっていて、たいへん感謝いたしております。また、私を励ましてくださる仲間のみなさんの存在を、とても大きく感じております。これからも、応援をよろしく願いいたします。

6 謝辞

2006年度学生会員の研究・開発活動に対する補助の制度に感謝いたします。

参考文献など

- [1] <http://www.riam.kyushu-u.ac.jp/index.html>
- [2] <http://soliton.t.u-tokyo.ac.jp/ouriki/>
- [3] S. Sakai, K. Nishinari, and S. Iida, J. Phys. A : Math. Gen. に掲載決定.

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 6

学会講演報告

—「第12回交通流のシミュレーションシンポジウム」講演報告—

酒井 聡 士
Satoshi SAKAI

数理情報学専攻修士課程 2006年度修了

1 はじめに

2006年12月2日(土)、私は大阪大学サイバーメディアセンター(豊中地区)豊中研究棟で開催された、第12回交通流のシミュレーションシンポジウム(交通流数理研究会)にて講演いたしました。本稿では、その体験と講演内容、自己評価と課題についてご報告いたします。

2 シンポジウムについて

交通流のシミュレーションシンポジウムは、交通流数理研究会によって主催されていて、1994年からほぼ毎年行われています。今年は12回目になり、12月1日から2日までの二日間行われました。その講演形態は、特別講演と通常講演で、特別講演の講演時間は50分、通常講演時間は20分(質疑応答を含む)でした。その内容は、「多体粒子集団の動的現象の数理」と謳われていて^[1]、講演内容には車の交通流だけではなく生物・歩行者・細胞内の生体分子の流れ、一般的な粒子の話が含まれています^[2]。今回は、特別講演が5件、通常講演が20件行われました。

3 私の講演内容の位置づけ

交通流に関する数理モデルは、大きく分けて交通流をマクロな視点で捉えたモデルとミクロな視点で捉えたモデルに分けることができます。マクロなモデルには、交通流を連続体(波)と考えて扱うバーガス方程式があります。ミクロなモデルはさらに連続的モデルと離散的モデルに分けることができ、

前者の例として最適速度過程、後者の例としてセルオートマトン(CA)モデルを挙げることができます。

我々の考えている「よいモデル」とは、現実的でありかつできるだけ単純であるようなバランスが取れたモデルであると考えています。現実的なモデルを考えすぎると、そのシミュレーション結果に何か特徴が見られたとして、その原因を調べるのが難しくなります。また、逆に単純すぎるモデルを考えると、結果も単純となってモデルを作成する意味がわからなくなると考えています。

CAモデルを用いることについて、その利点がある一方で、批判する考え方もあります。CAは、空間と時間を離散化することで、数理的に現象を抽出しやすいという利点があります。また、CAで扱われる変数は全てデジタルであるために、シミュレーションしやすく道形状のバリエーションなど応用がしやすいということもいえます。さらには、連続モデルでは考慮されることが少ない車の大きさを含んでいるため、現象の離散性を発見できる可能性を秘めています。しかし、CAが複雑な現象を表すモデルとして扱われ始め、理論に関して多数発表されたのは、1986年のWolframの研究以降です。したがって、比較的その歴史が浅いため、モデル化の手法が未熟で複雑なルールを設定しがちであることや、「良いモデル」の基準があいまいで判定が困難という点で批判されています。我々の現時点での研究では、バーガス方程式の拡張モデルを扱っています。

交通流CAモデルは、すでにたくさん発表され

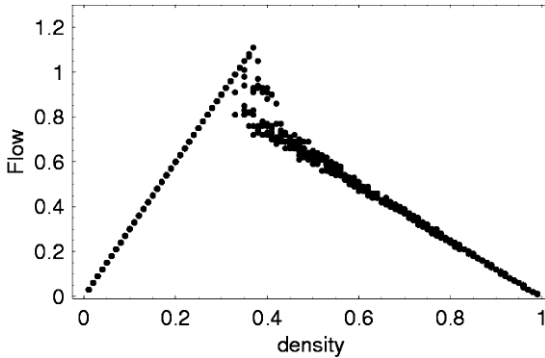


図1 シミュレーションデータで見る密度と流量の関係 (参考文献 [3] の中の図を引用)

ています。たとえば、前方のセルに車がいれば止まり、車がいなければ進むという単純な「ルール184」、その車がある確率で進む「ASEP」、高速度すなわち一度に2セル以上進むことを許す「FIモデル」、高速度での微妙なアクセルさばきの変化によるランダムブレーキ効果を取り込んだ「NSモデル」、運転手が2台先を見て運転する効果を取り込んだ「QSモデル」、トラック等が一旦停止すると加速するのに時間がかかる効果を取り込んだ「SISモデル」などがあります。私は、上記のモデル全てを含む便利なモデルである、確率的拡張 S-NFS モデルを提唱しました。S-NFS モデルは便利だけでなく、あるパラメータを設定することで現実の現象を再現することができています (図1)。

また、S-NFS モデルにおいて、開放系相図の相転移ラインを求めました。開放系相図は、開放系境界条件について車の流入確率 α と流出確率 β のバランスによって生じる渋滞/非渋滞の相領域を表すもので、ASEP や SIS モデルに似たモデルにおいては、すでに相転移ラインの解が導き出されています。我々の研究では、S-NFS モデルの相転移ラインを、上記の方法の応用によって導出しました。これらの研究結果は、さらに複雑な交通流 CA モデルだけでなく、多様な数理モデルの解析手法について考える上でひとつの重要な指標を与えると確信しています。



図2 講演中の一場面

以上の研究結果の詳細は、我々が執筆した論文^[3]に掲載されています。

4 講演

私の今回の講演時間は、質疑応答を含む20分間のプレゼンテーション形式でした (図2)。前回の講演における反省点は、一度出てきた図の軸名がとて小小さくて、公聴者の一部が図を勘違いされたことです。そのため、今回はスライドのグラフをチェックし、軸名が小さいものに関しては、その全ての軸名が見えるように改良しました。また、緊張すると早口になる傾向があることを踏まえて、講演時にはゆっくりと話すことを意識しました。その結果、公聴者の方から、落ち着いて堂々としていて良かったという評価をいただくことができました。

今回の問題点は、質問の意図を理解することであると考えています。質疑応答の際、相手の変化球的な質問に対してストレートに返答しすぎていたため、相手の質問の意図をくみ取ることができていなかったことに、後の議論で気づきました。この問題を解決するためには、私の更なる学習が大切であると感じています。質問をしてくれた方は、交通流の連続モデルについて扱っている方で、CAについてはあまりよく知らない方でした。より私が学習することで、相手の疑問としているところが見えてくるのではないかと信じています。

5 おわりに

今回のシンポジウムは、2年前に私が初めて講演したところであり、会場も同じ大阪大学サイバーメディアセンターの会議室であったため、私にとっては特別な思いがありました。初めての講演ではガチガチに緊張していた自分の記憶がよみがえりますが、講演の回数を重ねるにつれて、より落ち着いて発表することができるようになってきたと考えています。そのように評価してくれる方も出てきました。また、2年前に比べると仲良くなった他大学の学生の数も増えました。以前は論文の名前でしか知らなかった先生方に質問したりされたりすることも増えました。それらの経験は、頼りない私に大きな自信を与えてくれます。また、2年経って、我々の研究分野において国際的評価のある論文誌 *Journal of Physics A: Mathematical and General* に第一著者で投稿・掲載されることもでき、質問・議論・回答をしてくださった方々への感謝の気持ちがとてもふ

くらみます。特に、指導・議論をしてくださる飯田先生、西成先生、私の幅広い学習にお世話になった杉山先生、福井先生、只木先生、研究の議論などにお付き合いくださる金井さん、友枝さん、柳澤さんをはじめとする研究室メンバーの方々にとっても感謝いたしております。

6 謝辞

2006年度学生会員の研究・開発活動に対する補助の制度に感謝いたします。また、私たちの研究活動を支えてくださる大学関係者の多くの方々に感謝いたします。

参考文献など

- [1] <http://traffic.phys.cs.is.nagoya-u.ac.jp/~mstf/>
- [2] 第12回交通流のシミュレーションシンポジウム講演概要集, 交通流数理研究会, 2006.
- [3] S. Sakai, K. Nishinari and S. Iida, *J. Phys. A: Math. Gen.*, Vol. 39, p. 15327–15339, 2006.

SEAL'06 に参加して

赤 司 隆二郎

Ryujiro AKASHI

数理情報学専攻修士課程 2006 年度修了

1. はじめに

私は 2006 年 10 月 15 日から 18 日にかけて中国安徽省合肥で開催された The Sixth International Conference on Simulated Evolution And Learning (SEAL '06) に参加しました。本学会は主に進化計算法の研究と応用について研究発表を行う学会であり、私も 17 日に研究発表を行いました。研究概要および学会発表について報告します。

2. 発表研究の概要

発表研究の目的は、遺伝的アルゴリズム (GA) の多様性ならびに創発性を用い、多様な三次元迷路の問題を生成することです。特に、入り口から出口までの連結した順路であるスループスの長さが異なる 3 次元迷路問題を多数生成することが、本研究の目的であり、通常の最適化問題とはその性質が異なっています。

本研究で取り扱う三次元迷路とは、「T キューブ」と呼ばれる T 字型の空洞を有するブロック 27 個を $3 \times 3 \times 3$ の立方体に積み上げて構成するものです。迷路の入り口は立方体の角に設定し、入り口に対して対角のキューブに出口を設定します。図 1 に T キューブと三次元迷路の全体図を示します。各 T キューブの積み上げる方向によって、T キューブの T 字型の空洞 (T パイプ) が連結され三次元迷路の通路が形成されます。この T キューブの配置方向を遺伝的アルゴリズムの染色体として進化させ、三次元迷路の問題を生成します。

なお、本研究で取り扱ったこの三次元迷路は REC

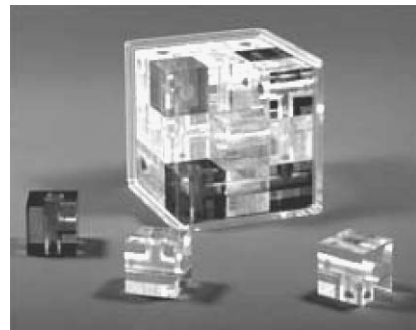


図 1 T キューブと三次元迷路本体

の産学協同研究により教育玩具として開発されたものです。

3. 開催国の様子

先にも述べたとおり、今回の SEAL'06 は中国で開催されました。私が訪問したときの中国は、2008 年に開催される北京オリンピックに向けて、大掛かりな準備がされている最中でした。飛行機の窓から眺めた北京空港の周りには、大きな高速道路と思われる自動車道が建設されており、また空港のまわりには建設会社の看板が何枚も立ち並んでいました。

会場のある安徽省合肥市でも、経済発展により巨大なビルが立ち並ぶだけではなく街のいたるところで道路の舗装などの工事がされており、来るべき大きなオリンピックに向けて、急速に発展をしている様子が目に見えて分かる状況でした。

しかし、その急速な発展や開発の影響のせいかわかりませんが、滞在中の中国の空は霞がかったような薄く白いスモッグのようなもので覆われており、一度もくっきりとした太陽を見ることはで



図2 合肥市の繁華街



図3 SEAL'06の会場入り口

きませんでした。図2の写真からも、その様子が分かると思います。

また、街中では若い人を中心にペットボトルの飲料水を携帯する人がかなりの数で目撃できました。道端でも飲料水を販売する露店が数多く見られ、インフラについての衛生面などの統合的な整備がまだ未着手のように感じられました。

メディアでもオリンピックに向けての国民意識の改革を行う目的からか、モラル向上を呼びかけるようなコマーシャルや中華人民共和国建国時の情勢や、太平洋戦争時の中国人民軍をモデルにした映画やドラマが毎日のように放送されていました。その一方でシャンプーなどの外国製品のコマーシャルも放送されており、中国の大きく変わりつつある姿がテレビから伝わってきました。

4. 会場の様子

学会の会場となったのは合肥市の大きなホテルです。入り口には SEAL'06 の参加者を歓迎する垂れ幕が張られており、フロントの中に受付が設置されていました。

ホテルは公園のような巨大な敷地内にあり、宿舎となった建物だけではなく、迎賓館のような立派な装飾がなされた建物もありました。宿舎となった建物の中にも会議室が何部屋もあり、私の発表はその会議室の一室の第十二会議室で行われました。

会場には開催地近くの地元の大学の教員、大学院



図4 ウェルカムレセプション会場

生の方がボランティアとして参加しており、中国語の出来ない私たちや他の外国の方のために英語で親切に対応してくれました。

開催中には参加者同士の親睦を深めるためのウェルカムレセプションが設けられ、色とりどりの中国料理を心行くまで堪能させてもらいました。

会場はホテルだったため、他の宿泊客の方もおられました。さらに、中国ではいま結婚式のシーズンにあたるためか、学会期間中は毎日のように結婚披露宴の宴会が行われていました。新郎と新婦を祝福するためか、大きな花火と爆竹の音と華美な飾りつけが非常に派手で印象的でした。

5. 発表について

SEAL は二年毎に毎回違う国で開催されます。今回私が参加した SEAL'06 は中国での開催というこ



図5 招待講演の会場

とで、地元の中国の方の参加者が多く見られました。他にもオーストラリアや韓国などアジア、オセアニアを中心に様々な国の方が本学会に参加していました。日本からも私を含め、数名の方がこの学会に参加されていました。今回の SEAL'06 ではアジア地区での開催にも関わらず、日本人の参加者が少なく感じられました。

発表前に他の方々の発表を聞かせて頂きました。英語による発表だったのですが、内容については大まかな流れはなんとか理解することが出来ました。

実際に私が発表したのは、学会三日目の17日の午後からでした。発表は発表者の持ち時間15分の間に行わなければならないため、発表の前に時間と英語のイントネーションに気を付けた練習を何度も行う必要がありました。

その練習の甲斐あってか、本番では英語による発表も練習のときよりもスムーズに行うことができ、私の研究内容をかなり正確に他の参加者の方々に伝えることが出来ました。

また、発表のあとも三次元迷路について個人的に



図6 私の発表

尋ねられる場面があり、出来る範囲での英語で交流することができました。そのときの中国の方々の研究熱心な姿勢にはただ驚かされるばかりでした。

6. おわりに

今回 SEAL'06 に参加することにより大変貴重な経験が出来たと感じました。私は学会ということであれば、国内の学会には二度参加したことがありました。そのときは日本語での研究説明だったので、特に問題もなくスムーズに本番を迎えることが出来ました。

この度の学会は国外での国際学会であったために、言語の壁という問題に悩まされることになりました。しかし、それを克服したことにより自分の中で自信がついたことは今回の学会において大きな収穫の一つだと言えます。

また、他の国の研究者の方々と英語で交流したり、その研究者の方々の前で自分の研究の成果を発表できたことは、それまでの苦労が十分に報われる貴重な経験であったと私は思います。

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 6

MS&T 06 に参加して

—初めてづくしの旅—

豊 福 直 樹

Naoki TOYOFUKU

物質化学専攻博士課程 2年

今回、2006年10月15日から10月19日までの期間で、アメリカ合衆国のシンシナティーにて開催された Materials Science & Technology 2006 Conference and Exhibition (MS&T 06) という無機材料科学の学会に参加しました。

ここでは学会会場や発表、シンシナティーの町の様子について述べたいと思います。

1. 研究発表の概要

今回、私は学会にて「Effects of Heating Rate and Applied Pressure on Sintering of SiC Nanopowder with Stacking Disordered Structure」というタイトルでポスター発表を行いました。私が研究している物質は炭化ケイ素 (SiC) で、高融点・高強度・耐酸化性に優れ、スペースシャトルの外壁など高温構造材料として注目されている材料です。一般的に高温構造材料に用いられる SiC は、原料粉末を熱処理して製造する粉末冶金法が用いられています。SiC を高温構造材料として使用するためには材料表面に穴が少なく、緻密な材料が必要であります。しかし、SiC は難焼結性物質であり、緻密化は非常に困難であります。一般的に SiC の緻密化は焼結助剤の添加、もしくは高温 (2000°C 以上)・超高压 (数 GPa)・長時間 (数時間) の熱処理が必要であります。しかしながら、焼結助剤の添加は材料が本来有する特性に影響を与える恐れがあり、過酷な熱処理条件は装置に大きな負荷を与えるため好まれていません。そこで私が所属する研究室では SiC を粉末冶金法にて焼結助剤を加えずに比較的低温で焼結させることを行っています。

2. シンシナティーへの旅立ち

毎日慌しく国際学会の準備を行っている間に、出発の日がやってきました。今回、先生が都合により後日シンシナティーに到着されるため、一人で現地に向かわなければなりません。私にとって今回の学会が初めての国際学会で、なおかつ初めての海外渡航であったため、関西国際空港で緊張と不安で張り裂けそうになりました。しかし、出発時間が近づくにつれ、友人や研究室のメンバーから激励のメールや電話をもらい、勇気づけられました。

関西国際空港からシンシナティーへの直行便はないため、アメリカのシカゴにあるオヘア空港で飛行機の乗り換えを行う必要がありました。私はオヘア空港に到着して、まず空港の大きさに唖然としました。オヘア空港は国内線の路線網が充実しており、アメリカのハブ空港の1つであります。空港は国際線用のターミナルと国内線用のターミナルが合わせて4つあり、そのターミナル間の移動はシャトルバスやシャトルモノレールにて行います。海外進出初めての私でしたが、オヘア空港の標識はわかりやすく、本を片手に行動することで乗り換えは無事終了しました。

オヘア空港から飛行機で2時間ほど移動すると、シンシナティーにある北ケンタッキー国際空港に到着します。到着して最初にバックを受け取りにロビーに向かいましたが、いくら待ってもバックは届きませんでした。この便でのバック紛失者は多く、私の他にも10人以上の方のバックが行方不明になっていました。英語がそんなに得意ではなく、このよ

うな経験がなかった私はパニックに陥りました。どうしていいのかわからなかった私は、とりあえずバック紛失者の後についていき、何とかバッククレームカウンターに行きました。カウンターでもどのように事情を説明していいのかわからず、途方にくれていましたが、カウンターの方はとても親切で、私の拙い英語にも嫌な顔ひとつせず対応してくれました。しかしながら、私のポスター発表は翌日であったため、スーツをバックに入れていた私は、明日の学会をどうしたらいいの不安になり、ホテルに着いてからの発表練習にも身が入らず、夜もおちおち眠れませんでした。翌日の朝に急いでホテルのロビーに向かうと、すでに私のバックがホテルに届いており一安心しました。後で知ったことですが、アメリカの飛行機ではたびたびバックが行方不明になることがあるようです。

3. 国際学会

MS&T 06

MS&T 06 は無機材料化学の分野で有名な学会である The American Ceramic Society (AcerS) と Association for Iron & Steel Technology (AIST) と ASM International (ASM) と The Minerals & Materials Society (TMS) が共催しているとても大きな学会です。今回の学会はシンシナティの DUKE ENERGY CENTER というとても大きな会場で行なわれ、1900 件以上の研究報告と 150 点以上の展示会がありました。しかし、学会の日程は 5 日間しかなく、同時に 30 件以上の発表が行なわれたため、限られた発表しか見ることができませんでした。いくつかの研究報告を見ていると、日本人の学生が流暢な英語で口頭発表していました。私はポスター発表で今回の学会に参加していたため、同世代の学生が口頭発表しているのを見て、次の国際学会では口頭発表ができるように英語をがんばろうと良い刺激を受けました。また、大きな学会であったため、展示会の規模も大きく、多くの研究者が展示会に訪れていました。



学会会場ロビー



展示会

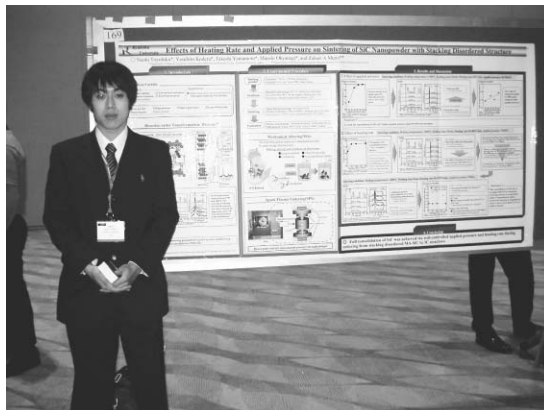
ポスター発表

学会初日の午後から、ポスター発表がありました。英語がとても苦手な私は、発表に対する不安で会場に向かう足取りがとても重たかったことを鮮明に覚えています。ポスター発表は MS&T 06 のウェルカムレセプションと同じ部屋で同時に行われました。ポスター発表はおよそ 40 件で、18 時から 3 時間の発表時間でした。

私がポスター発表を行った内容は、難焼結性物質である SiC を焼結助剤無添加で従来法より比較的低温で緻密な焼結体を作製することが可能であるメカニカルアロイング (Mechanical Alloying : MA)-放電プラズマ焼結法 (Spark Plasma Sintering : SPS) に関する研究でした。この MA-SPS 法はその

名の通り MA 法と SPS 法の 2 つの手法を組み合わせた方法であります。MA 法はボールミルなど機械的な粉碎処理によって粉末を合成・微粉化する手法であります。また、SPS 法は粉末の焼結を行う装置で、従来の一般的な焼結装置では外部加熱による熱処理でしたが、SPS 法ではカーボンダイスに充填した試料に直接電流を印加することで局部加熱を行い、急速昇温を行うことが可能な装置であります。本研究ではまず MA 法を用い、Si 粉末と C 粉末から SiC 粉末を作製します。また、この手法により作製した SiC 粉末は結晶構造が 1 次元方向に乱れた積層無秩序構造をもっていると考えています。この粉末を SPS 法にて焼結を行うことで緻密な焼結体（相対密度 99% 以上）を作製することが可能です。この手法を用いた際、緻密化は焼結温度 1700℃から 1800℃にかけて急激に起こり、同時に熱力学的に不安定な積層無秩序構造が安定な構造への秩序化をとまっています。以上の結果から、この要因は熱力学的に不安定な構造である積層無秩序構造が熱処理されることで安定な構造へ秩序化する緩和現象が SiC の焼結を促進していると考えています。この MA-SPS 法において、SPS 法での熱処理が緻密化に影響を与えていることは十分考えられ、私は SPS 法での熱処理条件を変化させることで SiC の緻密化にどのような影響を与えるかを研究しました。結果は MA 法にて作製した SiC は 70 MPa 以上の圧力で、50℃/min 以上の昇温速度を用いて熱処理することで相対密度 99.5% 以上の非常に緻密な焼結体が作製できることがわかり、昇温過程での緩和現象が緻密化に深く関わっていることが確認されました。

私は上記の内容のポスターを展示し、受講者が訪れるのを待っていました。ウェルカムレセプションと同時にポスター発表は行なわれたため、ポスター会場には多くの研究者の方が来られ、私は不安で居ても立っても居られなくなりました。しかし、最初に私のポスターに質問して下さった研究者の方が親切な方で、簡単な単語と短い英文で質問して下さい



ポスター発表

ました。そのため、私は質問内容が理解でき、単語や身振りで相手に言いたいことを伝えることができ、この 1 件で少し安心することができました。その後、10 人ぐらいの方から質問を受けました。質問内容の多くは MA 法に用いた遊星型ボールミルや SPS 法といった装置の原理や特徴に関する内容で、少し拍子抜けしてしまいました。数人の研究者から研究内容に関する質問をうけ、私が返答すると質問者に納得していただい、また意見を頂くことができ、うれしく思いました。

今回の学会でポスター発表を行ったデータは修士発表会で用いたデータであったため、内容は理解しているつもりであったが、質問者に英語で質問内容に対する答えを伝えることはやはり要意ではありませんでした。また、国際学会に行く機会があれば、今回の教訓を生かしたいと思います。

4. シンシナティーの街並み

シンシナティーはアメリカ合衆国のオハイオ州南西部に位置する、大阪市より少し小さな都市です。かつては産業都市として栄えていましたが、近年では観光にも力を入れているようです。私は毎日学会に参加していたため観光することはできませんでしたが、美術館や博物館など多くの観光スポットがあり、メジャーリーグの球団であるシンシナティー・レッズとアメリカンフットボールチームのシンシナ



シンシナティーの街並み

ティー・ベンガルズの本拠地があります。町の中心部は京都のように碁盤の目状に整備されており、高級ホテルや高級デパートが立ち並んでいました。また、警察官が馬に乗ってパトロールしている光景を

見ることができ、さすがアメリカと感動しました。

5. 学会に参加して

約1週間シンシナティーで過ごし、振り返ってみると長かったようで短い体験でした。しかしながら、初めての海外進出、初めての国際学会といったように初めてづくしで緊張しっぱなし旅になり、今回の旅で自分自身が得たものは大きく、素晴らしい経験ができました。みなさんも、もし国際学会で発表する機会があれば思い切って参加した方がいいと思います。発表準備はかなり大変ですが、きっと想像したよりも素晴らしい経験ができ、自分自身を見直す良い機会になると思います。

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。

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 6

2007 MRS Spring meeting に参加して

前田 毅

Tsuyoshi MAEDA

物質化学専攻博士課程 3年

1 はじめに

私は今回、2007年4月9日から13日に渡ってアメリカのサンフランシスコにある Moscone West で開催された国際会議 2007 MRS (Material Research Society) Spring Meeting に参加しました。この国際会議は非常に大きな規模の会議であり、私の所属する研究室でも行っている化合物薄膜太陽電池や鉛フリー強誘電体などの各専門分野でシンポジウムが開かれ、全部で36のシンポジウムが開催されていた。数多くの口頭講演やポスターによる発表だけではなく、企業による展示もあり、学ぶことができました。またサンフランシスコでは日本ではあまり体験できないような貴重体験ができました。そこで、今回の国際会議を通して体験したこと感じたことを中心に述べたいと思います。

国際会議への参加

私が海外で発表を行うのは今回で3回目です。初めて海外に行ったのは、アメリカのデンバーで開かれた国際会議の ICTMC-14 (14th International Conference on Ternary and Multinary Compounds) に参加したときで、2回目は中国の上海で開催された国際会議 PVSEC-15 (15th International Photovoltaic Science and Engineering Conference and Solar Energy Exhibition) に参加した。1回目にアメリカを訪れたときは初めて海外に行くにもかかわらず、国際会議で口頭発表を行うという普通では考えられない体験をしたのですが、この段階では、3度も海外で開催された国際会議に参加し、発表を行う機会に恵まれると

は想像も出来ませんでした。今回は私と同じ研究室の修士課程2回生の3人、そして和田教授の5人で、国際会議に参加しました。特に修士課程2回生の内の2人は今回の国際会議参加が初めての海外体験であり、非常に貴重な体験になったものと思われます。

日本出発

日本からサンフランシスコへは伊丹から成田経由の飛行機で行った。会場である Moscone West は、空港から BART で約30分の Powell Street 駅から徒歩5分の位置にあった。近くには有名なケーブルカーの駅やユニオンスクエアがあり、周辺には様々な店が建ち並んでいたため約1週間の滞在期間で生活する上で非常に便利な場所であった。しかし、国際会議の参加者が多いためか、出発前に航空券やホテルの予約が思ったより大変だったことが記憶に残っ



図1 ユニオンスクエア付近にて撮影したケーブルカー (サンフランシスコは坂道が多い)

ている。宿泊したホテルから国際会議の会場までは徒歩で約 20 分の距離であった。他の参加者も朝早くから徒歩で会場へ向う姿が見られた。

和田研究室では修士課程の学生以上に国際学会へ参加するチャンスをいただける。航空機チケットの準備やホテルの手配から何日滞在して何をするかの予定を立てるなど、国際会議の参加以外にも海外での生活は自分にとってプラスになる経験ができたように思う。食事や買い物も日常生活が英会話であるため、相手の話す内容を聞き取るのに必死である。このような機会がなければ『必死になって何かをやりとげる』なんてことはないように思う。

国際会議での発表

会議のスケジュールは、講演申し込みおよび A4 1 ページの abstract の提出が約半年前の 11 月と国際会議の場合早くからの準備が必要となる、また、1 ヶ月前の 3 月には A4 6 ページの Proceedings の提出および Registration があった。国際会議でポスター発表は午後 20:00-23:00 と夕食後から夜遅くまで開催された。私は今回、以下のタイトルで発表を行ったので、その概要を報告する。

“First-principles calculations on the $Zn_{1-x}Mg_xO$ window layer material for CIS thin film solar cells”

Cu(InGa)Se₂(CIGS) 太陽電池の典型的なデバイス構造は TCO/ZnO/CdS/CIGS/Mo/ソーダライムガラス (SLG) である。CuInSe₂ のバンドギャップ (E_g) は 1.04 eV であり、太陽電池の光吸収層としての理想値である 1.4 eV よりも小さい。そこで CIGS 光吸収層の Ga 濃度を増加させることで E_g を拡大し、理想値 1.4 eV に近づける試みが活発に行われている。しかし、CIGS の E_g が 1.2 eV 以上にしても太陽電池の開放電圧 (V_{oc}) が低下する為に期待されるように変換効率が向上しない。それは、CIGS 光吸収層と ZnO 窓層との伝導帯のオフセットに原因があると考えられている。そこで CIGS 光吸収層の E_g 増大に対応して、ZnO 窓層についても伝導帯を制御することが必要となり、Zn_{1-x}

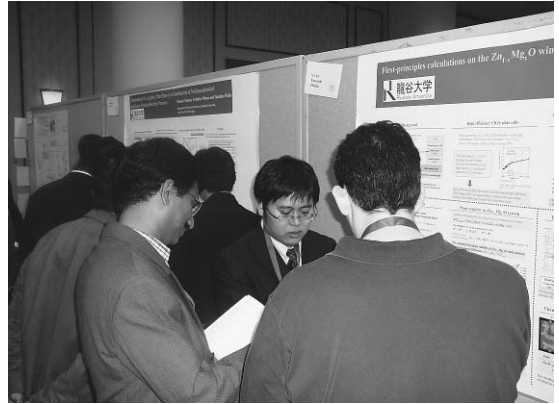


図 2 ポスター発表で説明している様子

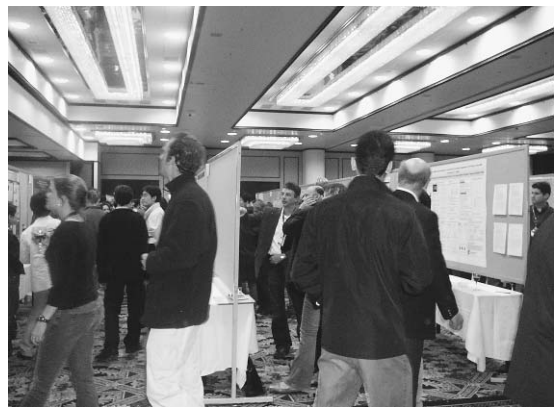


図 3 国際会議でのポスター会場の様子

Mg₂O 窓層に関する研究が行われ始めた。したがって、Zn_{1-x}Mg_xO 窓層と CIGS 光吸収層の接合特性を制御するためには Zn_{1-x}Mg_xO 固溶体の電子構造を理解することは重要である。また、ZnO はウルツ鉱型構造であり MgO は岩塩型であるため、MgO 固溶量が増加すると結晶構造が変化することが予想される。本研究では、第一原理計算を用いて理論的な観点から Zn_{1-x}Mg_xO 固溶体の結晶構造と電子構造を評価したので報告を行った。

本研究では密度汎関数理論に基づく平面波基底第一原理擬ポテンシャル法を用い、Zn_{1-x}Mg_xO 固溶体について計算を行った。周期境界条件を満たしたウルツ鉱型および岩塩型構造の 8 倍のスーパーセル (2×2×2) を用い、Zn_{1-x}Mg_xO (x=0.0, 0.25, 0.50,

0.75, 1.0) についてモデル化した。構造最適化を行い、それぞれの構造の格子定数および全エネルギーを求めた。つぎに、ウルツ鉱型および岩塩型構造の $Zn_{1-x}Mg_xO$ の生成エンタルピー (ΔH_f) を算出し、結晶構造の安定性を評価した。さらに、 $Zn_{1-x}Mg_xO$ 固溶体のバンド構造と状態密度を算出した。

まず、計算で求めた生成エンタルピーから $Zn_{1-x}Mg_xO$ の結晶構造の安定性を評価した。MgO を固溶していない ZnO の ΔH_f は、ウルツ鉱型構造で -309.7 kJ/mol であり、岩塩型の -280.2 kJ/mol と比較して低い値であった。 $0 \leq x \leq 0.5$ ではウルツ鉱型の ΔH_f が低くなり、 $x=0.75$ 近傍ではウルツ鉱型と岩塩型とはほぼ同じ値を示した。 $x > 0.75$ では岩塩型構造の方がウルツ鉱型より低い値を示した。以上のことから、 $Zn_{1-x}Mg_xO$ 固溶体は $0 \leq x \leq 0.5$ でウルツ鉱型が、 $0.75 \leq x \leq 1.0$ では岩塩型構造が安定になると推測される。 $Zn_{1-x}Mg_xO$ 固溶体の $x = 0.0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0$ における計算で求めたバンドギャップは、それぞれ 0.95 eV (実験値 3.2 eV), 1.46 eV (3.6 eV), 1.92 eV (4.2 eV), 2.67 eV, 3.56 eV となり、MgO 固溶量とともに増大した (従来第一原理計算で求めたバンドギャップの理論値は実験値と比較して過小評価されるが、現在、遮蔽を考慮して電子交換を計算する手法を用いてバンドギャップの理論値の改善も検討中である)。ウルツ鉱型 $Zn_{1-x}Mg_xO$ 固溶体 ($x=0, 0.5, 1.0$) の状態密度を計算した結果、ウルツ鉱型 ZnO の価電子帯の上端は O 2p 軌道から、伝導帯の下端は Zn 4s と O 2p の反結合軌道から構成されていた。一方、ウルツ鉱型 MgO では、価電子帯の最上端は O 2p 軌道から、伝導帯の下端は Mg 3s 軌道から構成されている。ウルツ鉱型 MgO ($x=1.0$) における Mg 3s 軌道は、ウルツ鉱型 ZnO ($x=0.0$) における Zn 4s 軌道と比較



図4 修士過程の学生(2人)、和田先生と私

して $+2.61$ eV だけ高いエネルギーに位置している。その結果、MgO 固溶量の増大につれて伝導帯の Zn 4s が高エネルギーにシフトし、バンドギャップが増大すると考えられた。

3時間と長い時間であったため、質疑応答の時間が十分にあった。しかし、夜 20:00 から 23:00 という時間にもかかわらず、多数の参加者が夜遅くまで議論を交わしていた。国際会議で発表という貴重な体験をすることが出来たことは非常に良い経験となりました。

最後に

約1週間程度の滞在だったがサンフランシスコでは発見の連続で、異文化に触れることの楽しさを十分に味わえた。

最後に、こんな素晴らしい経験をする機会を頂いた和田研究室の皆さん、サンフランシスコでお世話になった方々に感謝します。

MRS のホームページ

<http://www.mrs.org/>

Adelaide でのポスター発表

山田 逸成

Itsunari YAMADA

電子情報学専攻博士課程 3年

1 はじめに

2006年12月11-13日に、オーストラリアのアデレード大学で開かれた SPIE/Smart Materials, Nano and Micro-Smart Systems に参加してきました。この学会は、主に微小光学素子や MEMS (Micro Electro Mechanical Systems 微小電子機械システム) などといった様々な分野の要素部品に関する発表が中心である中で、12月11日に「Grooved infrared polarizers with a reduced reflectance」というタイトルで、ポスター形式で行って参りました。

2 アデレード大学

アデレード (Adelaide) は、オーストラリア連邦南オーストラリア州の州都であり、オーストラリアの南部に位置し、南極海に通じているセントビンセント湾に面しています。トレンズ川をはさんで碁盤の目のように整然と区画整理された市街には、開拓

時代の建物が今なお大切に保存されており、伝統と近代、そして都市と緑がバランスよく調和した街でした。その都市部に建つアデレード大学 (1874年創立) はオーストラリアで3番目に古く、ノーベル賞受賞者3名を輩出したオーストラリアの中でも有数の伝統ある名門校といわれています。

3 研究内容

特定の直線偏光を取り出す偏光子は主に、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種類に大きく分けられる。ところが、波長2~20 μm 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ない。そのため、一般的に赤外域では図4に示したワイヤグリッド偏光子が利用されている。ワ



図1 アデレード大学



図2 ポスターセッションの様子

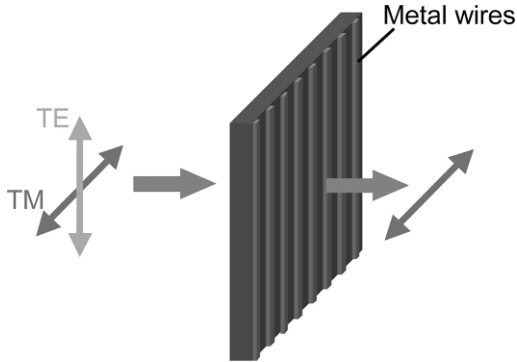
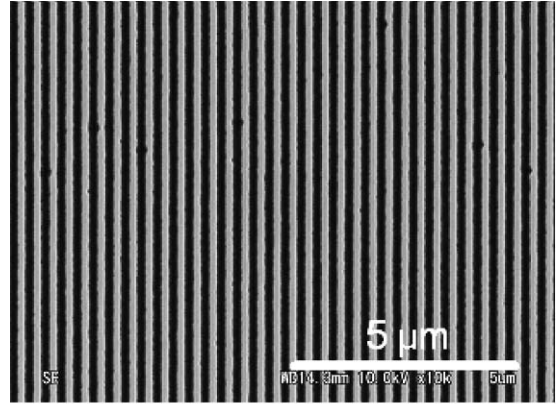


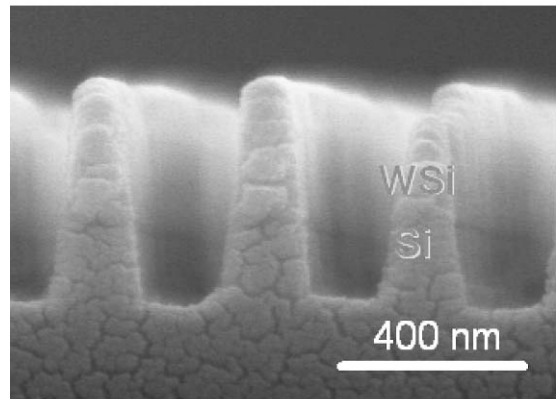
図3 ワイヤグリッド偏光子

ワイヤグリッド偏光子は光透過性基板上に金属格子を形成したデバイスである。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る。赤外線用の偏光子は、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る。現在使用されている赤外線用ワイヤグリッド偏光子では、CaF₂ や KRS-5 などの基板上に、波長の 1/10 程度のピッチで金属格子が形成されている。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る。本研究では、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、評価を行った。

Si 基板は (100) 面、抵抗率 20~30 Ωcm、厚さ 600 μm、大きさ 20×20 mm² のものを使用した。この基板上に Si に対して密着性の高い WSi をスパッタ法で成膜した。さらにその表面にレジストを塗布した後、二光束干渉露光法により格子パターンを形成した。光源は He-Cd レーザ（波長 325 nm）を用いて行った。このように露光・現像してパターンニングしたレジストをマスクとして、SF₆ の雰囲気中で WSi と Si をドライエッチングし、ワイヤグリッド偏光子を作製した。



(a)



(b)

図4 作製した試料の SEM 写真
(a) Top view (b) Cross section

ドライエッチング後の SEM 写真を図4に示す。ドライエッチングによって WSi と Si がエッチングされ、溝深さ約 550 nm（WSi 350 nm, Si 200 nm）、格子周期約 400 nm の格子構造が直径約 10 nm にわたって均一に形成することができた。この試料の偏光特性を赤外分光器（FTIR）で測定した。その結果を図5に示す。TM 偏光のスペクトルに見られる波長 9 μm あたりでの透過率の減少は Si 基板に含まれる SiO₂ による吸収である。波長 4 μm における透過率は 58% であった。一方、TE 偏光はほぼ遮光されており、偏光子として機能することが確認された。偏光子の性能を示す消光比は波長 2.7 μm で 20 dB であり、市販のワイヤグリッド偏光子（20

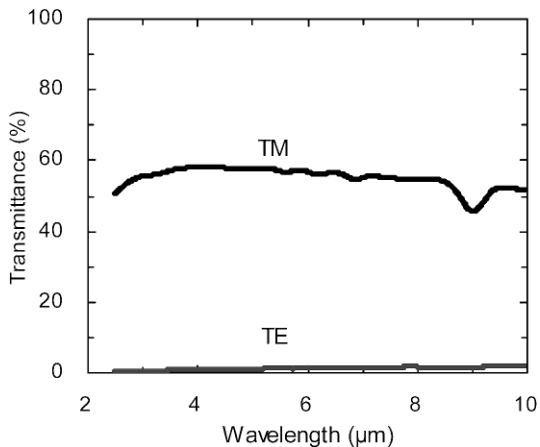


図5 偏光透過スペクトル. TE と TM は偏光方向を示している.

dB) の性能に迫る値が得られた.

5 おわりに

入学して今回2回目の国際学会に参加してきました. 今回も, 様々な方と議論し, 新たなアイデアを持ち帰ることができましたので, 非常に充実した発表であったと考えています. 卒業するまでにもう一度国際学会で発表し, 更なる自身のレベルアップを図りたいと考えています.

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与えてくださり, 終始御理解ある御指導をいただいた齊藤光徳教授に深く感謝します. また, 日頃より有益な御討論, 御協力をいただいた理工学部電子情報学科齊藤研究室の皆様にも深く感謝します.

第 28 回全国都市清掃研究・事例発表会に参加して

松尾 友和

Tomokazu MATSUO

環境ソリューション工学科 2006 年度卒業

1. はじめに

私は、今回 2007 年 2 月 1 日（木）から 2 月 2 日（金）に開催された、第 28 回全国都市清掃研究・事例発表会に参加して、川口駅前市民ホール フレンドシアにおいて性状分析の分野で蛍光 X 線分析における試料作成法の影響についての研究発表を 2 日（金）に行いました。

2. 発表内容

2.1 背景・目的

焼却飛灰、プラスチック等の廃棄物の処理・処分や資源化を行う際の迅速で正確な分析法（前処理を含む）の確立が求められており、その候補の一つに蛍光 X 線分析法があります。しかし、前処理として試料を粉砕する際の汚染の問題、試料の厚さ、あるいは成型法の違いに関する影響の報告は少ないのが現状です。

またプラスチックについては、真空吸引により試料密度を増加させて蛍光 X 線分析法を行う方法について検討しているが、さらに改善の余地があると考えられました。

そこで、蛍光 X 線分析法における以上の諸問題について実験的に検討しました。

2.2 振動式粉砕による汚染の影響

今回使用した粉砕機は、振動式粉砕機であり、粉砕時に構成材の一部が欠けることによる試料への汚染が懸念されます。図 1 の測定結果によれば、Fe の X 線強度は、未粉砕セルロースの場合、無視で

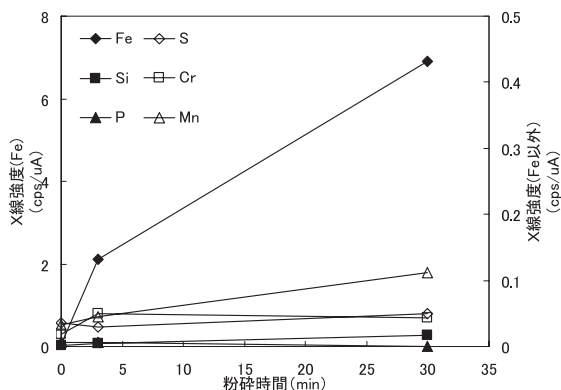


図 1 振動式粉砕による汚染の影響
(試料：粉末セルロース)

きる程度ですが、粉砕時間が長くなるとかなり増加すること、その他の成分も微増することが分かりました。

2.3 容器法と粉末プレス法における試料厚さの影響

試料の厚さ、成型法の違いによる影響を調査するために容器法と粉末プレス法における試料厚さの影響について調査しました。実験結果の図 2, 3 から、容器法、粉末プレス法とも、今回設定した厚さの範囲内（0.5 mm～10 mm）で X 線強度への影響は確認されませんでした。X 線の侵入深さは金属で約 10 μm、有機物で約数 mm と言われております。焼却飛灰や溶融スラグは密度的に金属寄りであることから、厚さ 0.5 mm 以上ではほぼ一定な X 線強度が得られたと考えられます。容器法、粉末プレス法との成型法の違いによる X 線強度の変化も確認されませんでした。

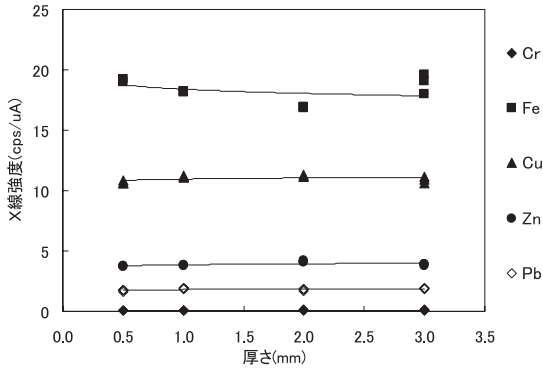


図2 粉末プレス法における試料厚さの影響 (焼却飛灰)

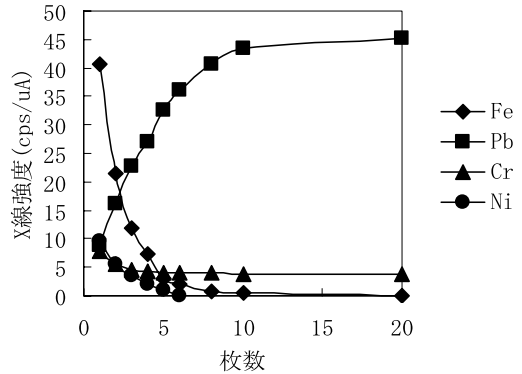


図4 PP 厚み試験 (重し: 柱状 SUS)

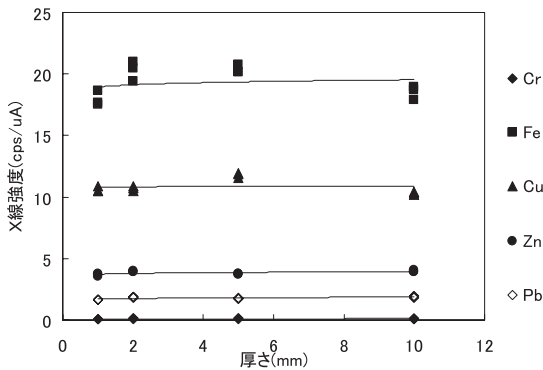


図3 容器法における試料厚さの影響 (焼却飛灰)

2.4 PP シートの重ね枚数と X 線強度の関係

市販されている Pb, Cr 含有のオレンジ色の PP シート (厚さ 0.43 mm) を 5 cm 角程度に切断し, これを 1~20 枚重ね, その上に重しとして円柱状の SUS 304 (以下 SUS という) 又はリング状の SUS を載せ, 蛍光 X 線分析装置により X 線強度を測定し, 重ねた枚数すなわち厚さの影響を調査しました. 重しとして円柱状の SUS を載せたときの結果を図 4 に示します. これによると, Pb, Cr の X 線強度は 20 枚程度ではほぼ一定となり, SUS に含まれる Fe, Ni は 20 枚程度ではほとんど検出されませんでした.

重しとしてリング状 SUS を載せたときも同様の結果を得られました. つまり, PP シートでは 8.6 mm 以上の厚みで X 線強度が安定することが確認され

表 1 加熱成型したプラスチック中 Pb, Cr の X 線強度

	Pb	Cr
平均値 (cps/uA)	9.33	1.34
標準偏差 (cps/uA)	1.61	0.32
変動係数 (%)	17.3	23.6

ました.

2.5 PE と PP の混合試料を加熱成型したときの X 線強度のばらつきについて

プラスチックは, かさばりやすく, 均一にすることが難しいため, PE と PE の融点の違いから, PE と PP の混合試料を加熱成型して, 蛍光 X 線試料として用いることを考えつきました. 加熱成型したプラスチック試料の測定結果を表 1 に示します. これにより, 成型物中の Pb, Cr の X 線強度の変動係数はそれぞれ 17.3%, 23.6% であり, 粉碎したプラスチックの前処理法としてほぼ使用できることが確認されました.

3 発表会のまとめ

発表会を終えて振り返ってみると, 発表前・発表中の緊張は相当なものでした. また, 発表中は次に発する言葉を考えることに精一杯でしたが, 後であすればよかったと, いろいろと反省点が浮かび上

がってきます。発表終了後、質問を受けましたが、満足のいく答えを出せることができず、力不足を感じた瞬間も多々あり、今後の課題としていきたいと思いました。その方々からの質問から多くのヒントや発見を見出すことができ、私といたしましては有意義な時間を過ごすことができたとともに、いろいろな方面の方々と交流をもてた経験に人生のプラスを感じることができました。

4 おわりに

全国都市清掃研究・事例発表会は日本各地からさまざまな大学、自治体、企業の人々が参加します。そのような中で発表できたことは、とても貴重な経験になりました。また、発表を無事に終えることができ、大きな自信を得ることができました。

最後になりましたが、全国都市清掃研究・事例発表会に参加するという貴重な機会を与えてくださっただけでなく、終始御理解あるご指導をいただいた占部武生教授に深く感謝します。

日本生態学会第 54 回大会 (ESJ 54) に参加して

二宮 邦彦

Kunihiko NINOMIYA

環境ソリューション工学科 2006 年度卒業

1. はじめに

私は、愛媛県松山市の愛媛大学において、3月19日から23日まで開かれた日本生態学会第54回大会に参加しました。私の発表は口頭発表形式のもので、液晶プロジェクターを使用したパワーポイントによるもので、時間は発表12分、質疑応答3分の合計15分のものでした。発表題目は「適応的食物網の食物連鎖長」で、他にも、大会中のシンポジウムやポスター発表なども見て回りました。本稿では、発表した研究内容、学会の様子について述べていきます。

2. 研究の背景

環境世紀ともいえる現代社会において、さまざまな環境問題が注目されています。それとともに生態学の分野では、しだいに生態系の保護や多様性の重要性を叫ぶ声が強くなっています。人類の貴重な財産ともいえる生物の多様性を守るためには、生態系の仕組みを知る事が必用です。そこで、私の発表する研究の中では、数あるアプローチの一つである食物網の構造について考えていきました。

3. 研究概要

生物群集では、食う食われる関係が網の目のようにつながり、食物網と呼ばれるネットワークを形成しています。食物網を特徴づける基本的な特性のひとつに、食物連鎖長があります。食物連鎖長とは、基底をなす種から頂点の捕食者までの栄養段階を結び付ける経路の数を指します。食物連鎖長(栄養段

階の数)を知ることは、トロフィックカスケードや生物濃縮といった、生態系に見られるさまざまな現象を捉える上で重要なアプローチの一つです。

さて、食物連鎖長に関して一つの未解決の論点があります。それは、一次生産者の生産力と食物連鎖長の間の関係です。一次生産者の生産力が高ければ、その生態系は多くの栄養段階を支えることができますので、食物網長は長くなるという理論予測があります。その一方で、実証研究においては、しばしば、生産性の食物連鎖長への影響は見られないという結果が報告されています。(一部、微生物の実験においては生産力が影響した。)本発表では、生物が柔軟に餌生物を変化させるという仮定のもとで、生産性と食物網の長さの間にどのような関係が生まれるかを予測することを目的とします。

従来理論研究では、食物網の構造は固定化された繋がりとして仮定されていました。しかし、実際の生態系では、捕食者は適応的に餌生物を刻々と変化させるでしょう。したがって、その時々で捕食・被食の相手が変わると考えられます。つまり、食物網には、多数の見えない潜在的な繋がりが存在しており、食物網に柔軟さを与えているといえます。この柔軟性の効果を評価するために、多種系のロトカーヴォルテラ式に(図1)、適応的餌選択のダイナミクス(図2)を加えて拡張した数理モデルを利用して、「適応的捕食行動」と「生産力」の食物連鎖長への相互作用をコンピュータシミュレーションにより調べました。

適応的捕食に由来する柔軟性の存在下では、生産力と食物連鎖長に関して、従来のものとは大きく異

$$\frac{dN_i}{dt} = N_i \left[-d_i + \sum_{k \in \text{sp. i's resource}} e_{ij} f_{ik} a_{ik} N_k \right] \quad (1a)$$

$$\frac{dN_i}{dt} = N_i \left[-d_i + \sum_{k \in \text{sp. i's resource}} e_{ij} f_{ik} a_{ik} N_k - \sum_{k \in \text{sp. i's consumer}} f_{ki} a_{ki} N_k \right] \quad (1b)$$

$$\frac{dN_i}{dt} = N_i \left[r_i \left(1 - \frac{N_i}{K_i} \right) - \sum_{k \in \text{sp. i's consumer}} f_{ki} a_{ki} N_k \right] \quad (1c)$$

図1 食物網を構成する種の個体数変化を表す式

$$\frac{da_{ij}}{dt} = G_i a_{ij} \left[e_{ij} f_{ij} N_j - \sum_{k \in \text{sp. i's resource}} e_{ij} f_{ik} a_{ik} N_k \right]$$

図2 「適応的捕食行動」の表現を表す式

なる理論予測が得られ、これまでに実証研究で報告されているパターンをよりうまく説明する事が期待できました。

4. 結果

図3は結果のグラフです。グラフから読み取れる結果を述べます。

① 生産性による食物網の長さの変化が見られた。「適応的捕食を考慮しない」食物網では、増加傾向がありました。それに対して「考慮した」食物網は、生産性を増加させても、変化が見られませんでした。

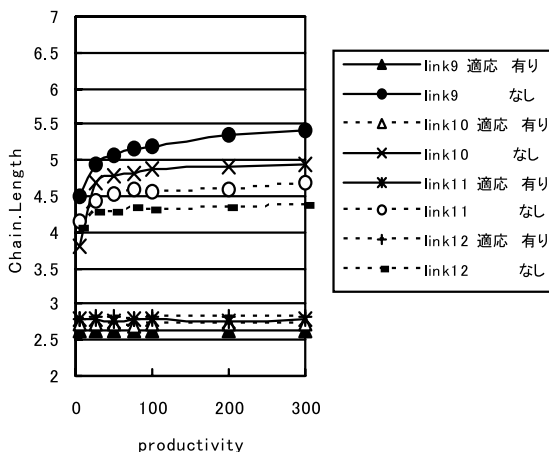


図3 食物連鎖長と生産性

② 適応的捕食を考慮すると長さの平均が短くなりました。

5. 考察

結果①に対して、これまでの研究のような、「生産力に影響して変化する」という結果は、生産力が強ければ、上の栄養段階を支えやすいということから伸びたと推測できます。それに対して今回のような「影響しない」という結果は、食物連鎖が長くなり、上層のエネルギー流が不安定になることに伴い、安定化しようとする効果が強くなり、変化しなかったと推測できます。

長さが短くなったという結果②に対して、「適応的捕食を考慮したもの」では、食物連鎖の長さが短くなる場所に繋がったと推測できます。「適応的捕食」を行う事で、栄養段階の低い位置、つまりなるべく栄養が豊富で個体数も多い場所の方を選ぶという事が推測できます。

「生産力に影響する」という実証研究に対してそれらの研究では、バクテリアや細菌などの選択能力の低い生物で、食物網が形成されている事、またそもそも実験対象となった生物の種数が少ないため選択の限界が生じる事などから、今回、私が考慮する適応的行動は当てはめられなかったと考えられます。

6 まとめ (学会を終えて)

最後に、発表の成果について述べていきます。これまでの理論研究において、「生態系の生産力は食物連鎖の長さに影響を与えない」というような考えはほとんど支持されていませんでした。しかし、今回、「生態系の生産力に影響を受ける」といった理論に対して異なる結果が導かれ、また、これまでの数多くの実証研究における結果と同じ様な傾向が読み取ることができ、現実に存在する多くの食物網のような特徴を上手く捉えられたと考えられます。

発表後に他大学の先生や、院生の方にも声をかけて頂き、私の研究に興味を持って頂いたようで、研

究内容には満足するものがありますが、準備不足から、他の発表者の方と比べプレゼンテーション能力がまだまだ低いと感じました。また、初めての学会発表ということもあり緊張しうまくできたと見えませんでした。

今回の学会参加を通し、シンポジウムでは、大きく言えば、これからの生態学会の方向性や展望など、日本の生態学の最前線の話し合いが聞く事がで

き、ポスター発表では、口頭発表には無い発表者とのコミュニケーションができ大変有意義でした。自分自身の発表には未熟な点が多くみられ、次の機会の注意点として大きな収穫となりました。

今回の学会参加を経験を終え、進学を控える私は、この経験を生かし、次へのステップに進んで行きたいと思いました。

日本生態学会に参加して

坂戸 克匡

Yoshikuni SAKATO

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3月19日から23日まで開かれた日本生態学会第54回大会に参加した。愛媛大学の松山キャンパスにて開催され、発表題目は「群集ネットワークにおけるネスト構造」である。特別研究で研究した内容を発表した。本稿では、初めて学会に参加して感じたことや思ったことなどを書きたいと思う。

2. 研究内容

2.1 概要

植物と訪花昆虫、あるいは植物と種子散布者等がつくる相利関係ネットワークには、ネスト構造と呼ばれる特異な構造が見られる (Bascompte et al. 2003)。また、「ネスト構造は食物網では見られない」ことから、その成立メカニズムは、相利関係と本質的に切り離せないと考えられている (Bascompte et al. 2003)。ネスト構造というものがどういうものなのか、視覚的に分かりやすい、完璧なネスト構造 (図1) とネスト構造が弱いネットワーク (図2) をのせておく。図の黒丸と白丸はそれぞれが似た種の集まりである。そして、間に引かれた線は繋がりを示している。例として、黒丸が訪花昆虫で白丸が花だとすると、どの訪花昆虫がどの花を利用しているかが分かる。ネスト構造の強弱を測るには、図1に統計的にどれだけ似ているかで数値化するのである。

本研究では、食物網でもネスト構造が見られることを報告し、その生態学的意義を考察する。実際、

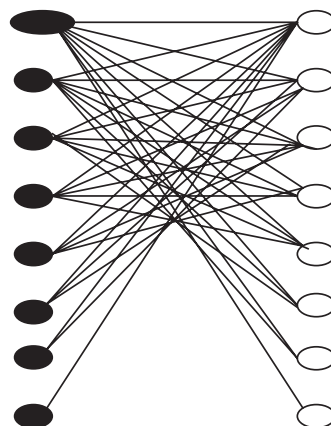


図1 完璧なネスト構造

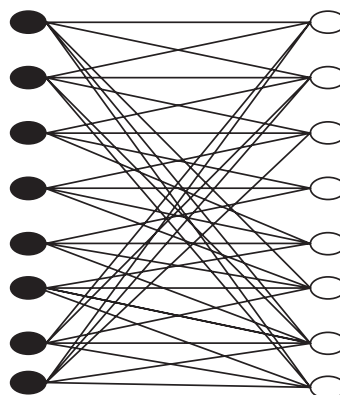


図2 ネスト構造が弱い

寄生者と寄主のような2層からなる食物網を解析し、ネスト構造の有無を調べたところ、多くの食物網から、強いネスト構造が検出された。このことから、(1) ネスト構造が相利共生に特有のものだという仮説は否定され、さらに、(2) ネスト構造は相利関係からではなく、食う—食われるの関係から生じ

ると言えるだろう。

2.2 方法

今回の解析では、16種類の食物網を解析に利用した。統計的に有意であるかどうかを検定するために、ヌルモデルを利用した。本研究ではネスト構造があるかどうかを調べるために、計算プログラム『BINMATNEST』を利用した。なお、本研究では、Bascompte et al. (2003) にならって、ネスト構造の指標としてネスト度 (nestedness) を利用した。

2.3 結果

本研究では、多くの食物網から強いネスト構造がみられた。食物網における Nestedness の平均は $N = 0.876$ だった。これは、相利関係ネットワークにおける Nedtedness の平均 $\bar{N} = 0.853$ (Bascompte et al. 2003) とほぼ同じか、少し高い値である。つまり、食物網におけるネスト構造は相利関係ネットワークにおけるネスト構造と同等の強さがあることを示している。これらの結果から、Bascompte et al. (2003) で示された『ネスト構造は相利関係特有のものである』という仮説は否定された可能性がある。では、なぜ Bascompte et al. (2003) で食物網からはネスト構造がみられなかったのだろうか。やはり、Bascompte et al. (2003) での食物網の解析方法に問題があったと考えられる。Bascompte et al. (2003) は、複雑な食物網から、2層のネットワークを再構成して解析しているが、その方法ははっきりしない。

2.4 結論

以上のことより、「植物と訪花昆虫、あるいは植物と種子散布者等がつくる相利関係ネットワークには、ネスト構造と呼ばれる特異な構造が見られる」(Bascompte et al. 2003) また、「ネスト構造は食物網では見られない」ことから、その成立メカニズムは、相利関係と本質的に切り離せないと考えられている (Bascompte et al. 2003) という、従来の知見

に反し、食物網でもネスト構造が見られること報告する。しかし、本研究において発見された食物網でのネスト構造が、本当に最適採餌によるものかは、いまだはっきりしない。今後は、より複雑な食物網のネスト構造の強弱を測る方法を模索していく必要がある。

3. 発表について

発表はパワーポイントによる口頭発表で、時間は12分質疑応答が3分の計15分でした。発表では、緊張のあまりか早口になり、何回か嚙んでしまい満足のいく発表ができませんでした。もっと12分をうまく使えたなら、より多くの人に自分の研究を理解してもらえたのではないかと反省しています。そのためには、もっとプレゼンテーションの練習をし、もっと自分の研究を理解しなければなりません。私には、反省ばかりが残る初めての学会でした。

4. おわりに

今学会に参加してよかったことがある。それは、他の研究者の人達のプレゼンやポスター発表を見られたことだ。色々な人の発表を見た事により、それぞれの工夫やテクニックを体感できた。みなそれぞれに、よりおおくの人達に自分の研究を理解してもらおうと、頑張っていた。それを体感し、自分もこのように発表してみたいと思えたことが今学会に参加して1番よかったなと感じられたことだ。そして、学部生のうちにこのような体験ができたのも指導教員である近藤先生のおかげである。近藤先生には本当に感謝している。私は4月から龍谷大学の院に進学する。院ではこの経験を生かして、よりよい研究をし、満足のいく発表ができるよう頑張りたいと思う。

参考文献

Graciela R Valladares, Adriana Salvo, H. Charles J Godfray (2001) Ecological Research 16. 925-939

- 伊藤嘉昭, 嶋田正和, 粕谷英一, 山村則男 (1992) 動物生態学. 蒼樹書房
- Joern (1979) *Oecologia* 38. 325–347
- Jordi Bascompte, Pedro Jordano, Carlos J. Melian, Jens M. Olsen (2003) *PNAS* 100. 9383–9387
- Leather (1991) *OIKOS* 60. 40–48
- M. Begon, John L. Harper, Colin R. Townsend (2003) 生態学 564–565 (堀道雄・神崎護訳). 京都大学学術出版会
- Miguel A. Rodriguez-Girones, Luis Tamara (2006) *Journal compilation* 33. 924–935
- Owen T. Lewis, Jane Memmott, John Lasalle, Chris H. C. Lyal, Caroline Whiteford, H. Charles
- J. Godfray (2002) *Journal of Animal Ecology*. 855–873
- Stephens D. W., Krebs J. R (1986) “Foraging theory” Princeton Univ. Press

日本音響学会 2007 年春季研究発表会に参加して

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3月13日～15日に芝浦工業大学豊洲キャンパスで開催された日本音響学会2007年春季研究発表会で口頭発表を行ないました。これは、社団法人日本音響学会が年2回開催している発表会であり、全国からさまざまな分野の人たち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、「マンドリン演奏におけるトレモロ音の主観評価と物理特徴の関連性について」という題目で発表させていただきました。

2. 日本音響学会

日本音響学会は、科学的な方法を用いてさまざまな音の性質や作用に関する研究分野を対象とする学会です。現在の会員数は4500名余で、アメリカ音響学会に次ぐ規模になっています。学会の活動は、学会誌の発行及び月例の研究会、春と秋の研究発表会、公開セミナー、シンポジウムの開催などを研究委員会が中心となって定期的に行なっています。研究委員会は、音声、聴覚、騒音・振動、建築音響、電気音響、音楽音響、超音波、音響化学の8分野に分かれて組織されています。

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

一般に、マンドリンの初心者は熟達者のようなト

レモロ演奏を目指して練習を行い、熟達者によるトレモロ演奏の特徴を知りたいと考えます。しかし、現在では熟達者によるトレモロ演奏の特徴及びトレモロ音の主観評価と物理特徴の関連性は解明されていません。そこで、本研究では熟達者のトレモロ演奏の特徴について調べ、それがトレモロ音に対する主観評価にどのように影響を及ぼすかについて調査します。

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。Fig. 1にマンドリンの外観を示します。

マンドリンには、主に「ピッキング奏法」及び「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。



Fig. 1 マンドリンの外観

Table 1 演奏熟達度評価に影響を与える主な要因

共通とする要因	奏者固有となる要因
楽器の種類	楽器の構え方
弦の種類	撥弦時の音響特性
ピックの材質, 厚さ及び大きさ	弦に対するピックの位置及び角度
押弦の強さ	ピックの持ち方
演奏環境	撥弦作用の頻度

3.3 解析概要

本研究では、トレモロ音の演奏熟達度評価に影響を与えると考えられるおもな要因を列挙し、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。

奏者固有となる要因は奏者間でどのような関係を持っているか分からないため、奏者固有となる要因のうち、単一の項目のみについて調査する必要があると考えられます。そこで、奏者ごとに調査することによって撥弦操作の頻度以外の要因を統一させることができると考え、撥弦操作の頻度に着目します。ここでは、7通りの音色に対して3通りの撥弦操作の頻度のトレモロ音を用いて主観評価実験を行ない、トレモロ音の演奏熟達度評価について調査します。

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、撥弦操作の頻度が6, 8及び9 Hz の3通りのトレモロ音を5回録音しました。2つ目の実験は、トレモロ音に対する演奏熟達度評価実験です。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、撥弦操作の頻度が異なる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。

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

Table 2 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

演奏者 \ 撥弦操作の速度	6 Hz	8 Hz	9 Hz
P ₁	5 (12%)	13 (31%)	24 (57%)
P ₂	4 (10%)	21 (50%)	17 (40%)
P ₃	3 (7%)	13 (31%)	26 (62%)
P ₄	2 (4%)	16 (39%)	24 (57%)
P ₅	2 (4%)	20 (48%)	20 (48%)
P ₆	5 (12%)	12 (29%)	25 (59%)
P ₇	2 (4%)	20 (48%)	20 (48%)

上手と評価された回数 (%)

る熟達度評価の結果を示します。Table 2 より撥弦操作の頻度が8又は9 Hz の演奏音が上手な演奏音と評価された様子が確認できます。撥弦操作の頻度間における偏りの有無を調査するために、Table 2 のデータに対して χ^2 適合度検定を行い、有意水準5%において、いずれの演奏者についても、撥弦操作の頻度間に偏りが無いとは言えないという結果が得られました。

3.5 考察

Table 2 より撥弦操作の頻度が多い演奏音が好まれる傾向がみられます。また、撥弦操作の頻度間に偏りが無いとは言えないという結果から、主観的な演奏熟達度評価において撥弦操作の頻度はキューとなっていると考えられます。そこで、トレモロ音の演奏熟達度評価とその変動感の関係を調査することにします。トレモロ音は遅い速度の AM 信号の特徴を持つと言え、遅い変動音に対する心理量の評価指標として変動強度 (Fluctuation Strength, FS) がこれまでに提案されているため、各演奏音の FS とその演奏熟達度評価の関係を調査します。純音に対する AM 音において、変調周波数が約 4 Hz の時に FS は最大となることが過去に報告されているので^[1]、本研究では録音した演奏音の約 4-8 Hz の変動成分が、人が感じる変動感に影響を与えると考えてその

成分を抽出して各演奏音の FS を調査します。また、抽出した変動成分を「物理的 FS」、心理的な変動感を表す FS を「心理的 FS」と呼ぶことにします。各演奏音の物理的 FS を求めた結果、全演奏者において、撥弦操作の頻度が速くなるにつれて物理的 FS の値が小さくなることを確認しました。よって、撥弦操作の頻度が多い演奏音は、変動が少ないと考えられます。そして、変動が少ないゆえに好まれたと考えられます。

4. 発表の自己評価

今回の学会は参加者が多かったのですが、5 回目の発表であった事と発表前に何回も練習を行い、先生にチェックしていただいたので、落ち着いて発表できました。質疑応答では、2 つの質問があり、1 つ目の質問には明確に回答することができましたが、2 つ目の質問が難しい内容であったため、質問者が納得のいく回答を行なえませんでした。今後

は、質問者が納得のいく回答を行なえるように、研究に対する理解をより深めて発表に望みたいと思います。

5. おわりに

今回の学会発表では多くの方の発表を聞き、私の発表に足りない部分を見つけることができました。また、勉強になる発表が多く、とても有意義な時間を過ごすことができました。今後は、この経験を生かして研究活動や発表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

映像情報メディア学会

—ヒューマンインフォメーション研究会に参加して—

橋本和樹

Kazuki HASHIMOTO

情報メディア学科 2006年度卒業

1 はじめに

私は2007年3月15日、16日に東京工芸大学中野キャンパスで開催された「映像情報メディア学会ヒューマンインフォメーション研究会」に口頭発表として参加してきました。今回は3次元座標情報を用いたバレエ基本姿勢の分析と題しまして発表させて頂きました。

2 研究背景

本研究ではモーションキャプチャシステムにより取得したさまざまなダンスの3次元モーションデータを大量にアーカイブ化を行っています。しかし、これらの3次元情報から基本姿勢や基本動作といった意味のある情報を検索する手法については課題が残されています。本研究では、バレエを対象とし、バレエ理論に基づいて基本動作を自動的に分節化することを目的としました。私はバレエ動作を自動分節化するための第一段階として下半身の基本姿勢の分析を行いました。バレエの基本動作は定型化されて、開始時・終了時は必ず基本姿勢になり、基本姿勢は下半身主体で変化するため、基本動作を検索する手がかりになると考えたためです。今回はこの下半身の基本姿勢の分析について発表を行いました。

3 研究内容

バレエの下半身の基本姿勢は全部で139種類あり、それらは段階層に分類されており、バレエの基本姿勢は両足に体重をかける両足荷重型と片足に体重をかける片足荷重型の二つに大きく分類できま

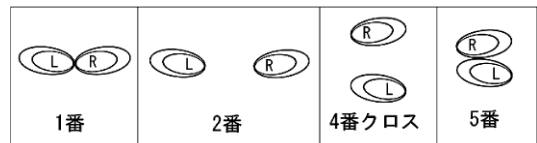


図1 両足荷重の基本姿勢

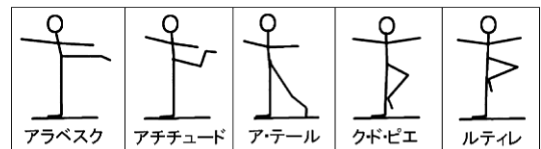


図2 片足荷重の基本姿勢



図3 基本姿勢の分類手順

す。

両足荷重の姿勢には図1のような足配置の基本姿勢が、片足荷重の姿勢には図2のような非軸足の配置による決まる基本姿勢が存在します。これらの基本姿勢をさらに細かく分類していくことにより最終的に139種類の基本姿勢となります。今回はこの9種類の基本姿勢に分類することを目的としました。

基本姿勢は図3のように重心の位置により両足荷重の姿勢と片足荷重の姿勢に大きく分けることができます。そして各々図1、図2に示したようにそれぞれ特徴により基本姿勢が分類されます。

次にバレエ理論に従った各基本姿勢の特徴分析を3次元座標情報に対応させて、重心分析、両足配置

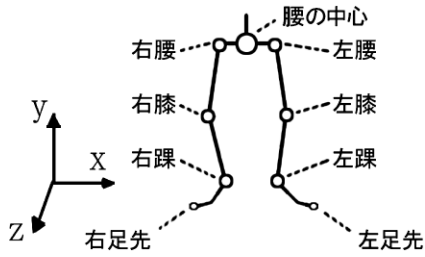


図4 下半身の関節モデル

分析, 非軸足配置分析により, 9種類の基本姿勢を識別する手法を考案しました. 3次元座標情報に対応させるため, 図4に示す9つの点からなる下半身関節モデルを使用しました.

提唱したバレエの基本姿勢の分析手法が正しいかどうかを確認するために, プロダンサーの実演によるバレエの3次元座標データを用いて検証を行いました.

図5は重心分析の結果です. ここでは考案した手法で求めた左右の踝の高低差と重心の片寄りの値の2つの方向から軸足の判定を行えそうなのかを考えました. その結果, 踝高低差で判定する方が有効であると考えられます.

図6は両足配置分析の結果です. ここでは考案した手法で求めた足が前後又は左右の足配置であることを示す足の配置角度と, 両足の開き具合を示した踝間距離の値の相関から両足荷重の姿勢4種類の基本姿勢が分類できるかを調べました. その結果, 左右配置である1番2番と, 前後配置である4番5番は判別できると考えられます. 踝間距離においては概ねバレエ理論通りの結果にはなったが, より正確に識別するためには爪先立ちをしている状態(ポアント)を考慮する必要があることが示唆されました.

図7は非軸足配置分析の結果です. ここでは考案した手法で求めた非軸足の角度と, 軸足に対しての非軸足の距離の相関から5種類の基本姿勢が分類できるかを調べました. その結果, 片足荷重の姿勢5種類を識別できる可能性が示唆されました. ただし,

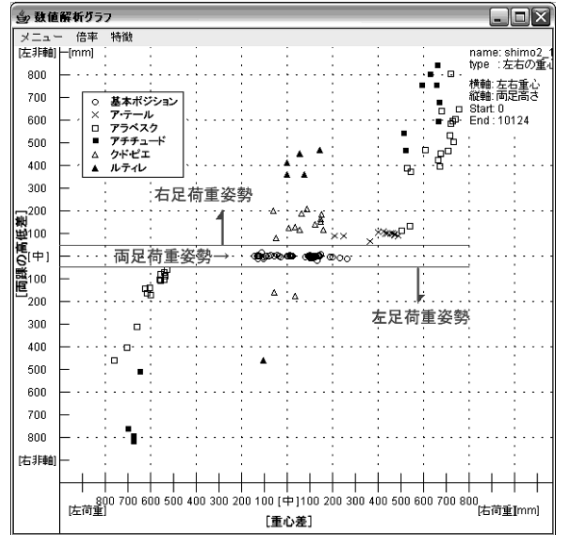


図5 重心分析

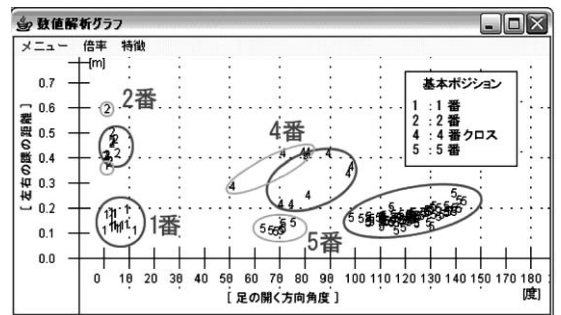


図6 両足配置分析

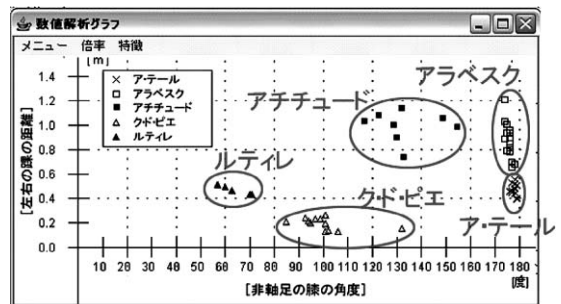


図7 非軸足配置分析

ア・テールとアラベスクの境界が近いいため, 特徴を再検討する必要があると考えます.

提案した手法により9種類の基本姿勢の特徴が検

出できました。今回時間の都合上により、識別の検証まではできなかったが、3つの分析手法により9種類の基本姿勢を識別できる可能性が示唆されたと考えます。

4 研究会の雰囲気について

発表は3月15日(木)~3月16日(金)に東京工芸大学中野キャンパスで行われました。形式は15人による口頭発表形式でした。私は16日が卒業式ということもあり15日のみ参加となりました。会場は授業をする講義室のような場所で到着するとまだ人の入りは少なく、受付の学生の方に声を掛けると丁寧に対応してくれました。

他の発表は全体的に視覚的な研究が多くみられました。ディスプレイ上に表示された空間の感性評価法や、コントラスト検出閾低下の現象に与える図の知覚などの研究発表が行われました。

5 研究発表について

事前準備のため3月14日に東京に降り立ち、その日は発表の練習や、パワーポイントの最終調整に費やしました。当日の15日は発表セッションの30分前に会場に到着し、会場の空気に慣れようと思いました。発表時間までデータの確認などを行い、開始を待ちました。私は2番目の発表だったので、1番目の発表を参考にしようと臨みました。壇上に上がり私の番が来ました。緊張はしていましたが、発表したいことは全部出せたのではないかと考えます。発表後の質疑応答では、相手の質問をよく聞き、時に聞き返し、意図に合うような答えを返せるように努めました。具体的には、モーションキャプチャシステムでの3次元データ取得の時点で関節点を取得できるのか、バレエ以外の動きも識別可能なのか、何でバレエを対象にしたのか、といった質問を受けました。それらに対し、取得したデータを後から処理して関節点に当てはめたことや、今回はバ

レエのみを対象をしたが今後新しい発見により他の動きの識別に応用できる可能性があること、現在研究室でバレエのデータを大量に保有していることなどを答えました。反省点としまして、練習の時はレーザーポインタを使用していたので本番で使用した指示棒をうまく使えなかったことや、持ち時間30分と記憶していたので20分の発表で5分の質疑応答と5分の入れ替え及び休憩と誤認して練習していたら本番は25分の発表で5分の質疑応答だったので自分の発表が時間いっぱいまで発表できず早めに終わってしまったことが挙げられます。

発表者は学生だけでなく、大学の教授達も多く参加されていたので初めはどうなるかと思いましたが、学生の積極的参加を歓迎し、皆様が暖かく接して頂いたおかげでやり遂げることができたと思います。

6 おわりに

今回の学会は私にとって学生として初めて最後の学会となりました。その準備に多くの時間も必要でしたし、苦労や失敗も数多くありました。この期間に学んだ貴重な経験1つ1つを大事にしていきたいと思います。最後に学会参加にあたり支援してくださった方々に深くお礼を申し上げます。



会場風景

第 176 回 自然言語処理研究会に参加して

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 2006 年 11 月 22, 23 日に鹿児島大学で開催された自然言語処理研究会で口頭発表を行いました。この研究会は、情報処理学会が開催しているものです。

2 概要

質問文に現れる用言の同義語を検索対象のドキュメントから自動抽出し、その中から適切な語をユーザに選択させることで、質問文の拡張を行い、係り受け関係の柔軟な照合に利用する。

3 研究背景

自然な文による情報検索ではさまざまな表現を用いることができるので、同義表現のあつかいが重要である。同義表現にはさまざまな種類があり、用言の同義語に限定しても、とりあつかいがむずかしい例が多い。以下の例は、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^[1]) に投稿された問合わせの文である。

(例 1 a) apache で CGI が使用できない

(例 1 b) apache で CGI が実行できない

「使用する」と「実行する」ことは一般に同義ではない。しかし、この場面 (コンピュータを働かせる場面) では、これらの用言は同じ意味を表している。この例のような同義語関係は、シソーラスや辞書の語義説明文などには記述されていないので、取り扱うのはむずかしい。しかし、こうした同義語関係を取り扱えないと、ユーザが用いなかった表現

で記述されている情報を検索するのに失敗してしまう。次の例も Vine Users ML に投稿された問合わせ文であるが、(例 1) の場合以上に取り扱いがむずかしい例である。

(例 2 a) IP アドレスが割り当てられません

(例 2 b) IP アドレスが取得できません

(例 1) では、場面や状況、対象物 (apache と CGI) に対する認識の違いはなかった。一方、(例 2) では、対象物 (IP アドレス) に対する認識が異なっている。(例 2 a) の発話者は「IP アドレスは与えられるものである」と考えている。一方、(例 2 b) の発話者は、「IP アドレスは手に入れるものである」と考えている。このように、対象物 (IP アドレス) に対する認識が異なっているため、同じ内容を表しているにもかかわらず、一般に同義語ではない用言「取得する」と「割り当てる」が用いられている。このような場合についても同義語と判定できることがのぞましい。

そこで、用言がとる格要素を比較して、検索対象の文で用いられる用言の中からユーザが質問文で用いた用言の同義語である可能性が高いものを取り出す方法を提案する。本研究では、検索対象の文としてメーリングリストに投稿された問合わせ文を用いる。提案する方法によって、シソーラスや国語辞典に記述されているような一般に成り立つ同義語関係だけではなく、

- 特定の場面や状況下で生じる同義語関係
- 場面・状況・対象物への認識のずれによって生じる同義語関係

を取り出せることを示す。さらに、提案する方法が

ユーザの質問文を拡張するのに利用できることを示す。

4 用言の同義語候補の抽出

4.1 用言の同義語抽出の処理の概要

ユーザが入力した質問文中の用言と同義語である可能性が高い用言を、検索対象の文から取り出す処理の概要を説明する。検索対象の文には、メーリングリストに投稿された問合わせのメールを利用した。メーリングリストに投稿された問合わせメールを利用するのは、以下に示す有利さがあるからである。

メーリングリストでは特定の目的について情報交換を行っているので、特定の場面や状況下での問合わせ文を収集することができる。

さまざまなメーリングリストがあるので、さまざまな場面や状況下での問合わせ文を収集することができる。

ただし、問合わせメールには問合わせそのものとは関係のない文も含まれている。そこで、渡辺ら^[2]の方法で問合わせメールから問合わせの中心になる文（重要文）とその前後1文を取り出し、それらの文に含まれる用言からユーザが入力した質問文中の用言と同義語である可能性が高いものを取り出すことにした。

本研究では、格要素を比較することによって、ユーザの質問文中の用言と同義語関係にある可能性が高い用言を検索対象の文から取り出す方法を提案する。これは、同義語関係にある用言はよく似た格要素をもつことがあるからである。

そこで、ユーザの質問中にふくまれる用言 V_{user} (N 個の格要素 C_i をもつ) と検索対象の文に含まれる用言 V_{target} の類似度、すなわち同義語らしさ $Sim(V_{user}, V_{target})$ を以下のように定義した。

$$Sim(V_{user}, V_{target}) = \sum_{i=1}^n fdp(C_i, V_{target}) \cdot isf(C_i)$$

ただし、 $fdp(C_i, V_{target})$ は、体言 C_i およびその

同義語を格要素としてもつ V_{target} の数である。 $isf(C_i)$ は体言 C_i の格要素としての重要度をあらわす値で、以下の式で表す。

$$isf(C_i) = \log\left(\frac{N}{sf(C_i)}\right)$$

N は検索対象の文の総数で、その中で体言 C_i を含む文の数が $sf(C_i)$ である。

4.2 用言の同義語らしさの推定手順

検索対象の文で用いられている用言から、ユーザの質問文で用いられている用言と同義語である可能性が高いものを取り出す手順を以下に示す。検索対象の文には、メーリングリストに投稿された問合わせメールから取り出した文を用いた。

step 1 Vine Users ML に投稿された問合わせメールから、問合わせの中心になる文とその前後の1文を渡辺らの方法^[2]で取り出す。取り出した文は形態素解析と係り受け解析を行う。形態素解析には JUMAN^[3]、係り受け解析には KNP^[4]を用いた。

step 2 ユーザが入力した質問文から、質問の内容にかかわらない典型的な表現をとりのぞく。具体的には、

- ~方法を教えてください

などの表現が含まれていたなら、それらの表現をとりのぞく。

step 3 step 2 の結果に対して形態素解析と係り受け解析を行う。形態素解析には JUMAN^[3]、係り受け解析には KNP^[4]を用いた。係り受け解析の結果から用言とその格要素の組を取り出す。

step 4 ユーザの質問文で用いられている用言 V_{user} とメーリングリストに投稿された問合わせメールから取り出した文で用いられている用言 $V_{ml}(j)$ ($j=1, 2, \dots, M$) の類似度 $Sim(V_{user}, V_{ml}(j))$ を 4.1 節で述べた方法で計算する。

step 5 step 4 の結果では、読みが同じ用言（例：「割り当てる」と「わりあてる」）や可能表現

(例:「もらう」と「もらえる」)がそれぞれ別の用言として扱われている。そこで、それらの用言の step 4 の結果を合計し、1つの用言として取り扱う。

step 6 step 5 の結果から、 V_{user} と類似度の高い用言を5つまで取り出す。

5 メーリングリストに投稿されたメールを利用した検索システム

作成したシステムは、

- (1) ユーザの入力した質問文で用いられている用言の同義語候補を検索対象の文で用いられている用言から取り出す。
- (2) 検索対象の文から取り出した用言の同義語候補をユーザに示し、同義語として適切なものを選ばせる。
- (3) ユーザに選ばれた用言を用いて質問文を拡張し、係り受け関係の照合を行う。

6 口頭発表

口頭発表を終えて振り返ってみると、発表前・中の緊張は相当なものでした。また、発表中はきちんとしゃべることで精一杯でしたが、いざ終えてみるといろいろ反省しなければならないことがあります。例えば、ざっとあげるだけでも、

- マイクの扱いに慣れておく
- 質疑応答は場馴れしないとうまく答えることができないため、日頃からディスカッションの訓練を行っておく
- 他の発表者のうまいところを盗む

のようなことがあります。「基本的なことだ」と言われればそれまでなのですが、分かっているのに緊張してできないことがよくあります。実際今回の発表で私は、マイクの電源が入っていると思い込んでしゃべり始めてしまったのですがそれに気づいたのは発表が終わった後でした。緊張するとこのようなことがたびたび起こってしまうので、普段の練習の時から心がけることが大切です。

また、口頭発表の質疑応答は、会場にいる人達全員の前で質問に答えなければなりません。非常に確かな質問をされた場合や質問の内容が分からない場合には、答えに困ることがあるかもしれません。実際、私はありました。しかし、その場合でも、質問者との対話（質問の解釈が正しいかどうか聞き返したりすること）を行うことで適切な対応ができます。口頭発表の質疑応答で一番まずいのは、分かったふりをして対応してしまい、発表者と質問者の間で意味のない対話がされてしまうことです。これは会場にいる人達を無視した対応なので非常にまずいです。逆にこのようなことに気を付けておくと、質疑応答もなんとか乗り切れると思います。質疑応答はとてもありがたい場です。普段、あまり関わることがない他大学の先生から非常に有意義なアドバイスをもらうことができます。

7 謝辞

最後に、研究や発表に対してご指導くださった渡辺先生、岡田先生、芝先生、私の発表練習にお付き合いくださった渡辺研究室、岡田研究室、芝研究室の方々、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。

また、会場で私の発表を聞いてくださった方々に深く感謝致します。特に、質疑応答の場で、さまざまな有意義な質問をしてくださった質問者の方々、ありがとうございました。

参考文献

- [1] <http://vinelinux.org/ml.html>
- [2] 渡辺靖彦, 横溝一哉, 西村 涼, 岡田至弘: メーリングリストを利用した質問応答システムのための知識獲得, 自然言語処理, vol. 12, No. 6, pp. 25-44, (2005).
- [3] 黒橋禎夫, 長尾 真: 日本語形態素解析システム JUMAN version 5.1 使用説明書, 京都大学, (2005).
- [4] 黒橋禎夫: 日本語構文解析システム KNP version 2.0 使用説明書, 京都大学, (2005).

言語理解とオントロジーシンポジウムに参加して

—あいまいな質問に問い返すためのメーリングリストを利用した知識獲得—

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1月30日、31日に開催された電子情報通信学会主催の「言語理解とオントロジーシンポジウム」に参加し、口頭発表を行いました。

2 研究内容

検索要求を適切に表現するのは実はかなりむずかしい。このため、情報検索および質問応答システムが問い返しを行い、ユーザが検索要求を適切に表現するのを支援することは重要である。本研究では、ユーザのあいまいな質問に問い返すための知識をメーリングリストに投稿されたメールから取り出す方法を提案する。

2.1 ユーザの質問に問い返すのに有効な表現の抽出

メーリングリストに投稿された質問のメールを調査すると、問い返しに役立つ情報は以下の特徴を持つことが分かった。

- 問い返しに役立つ6種類の情報（前提、症状、時間、目的、予想、例示）が表現されていた。また、それらの情報の表現には典型的な表現があった。図1に前提と症状の情報の典型的な表現を示す。
- 前提と症状の情報は、以下に示すように同じ表現で表現されることがある。
 - …+ました
 - …+ののです/なのです/んです+が/けど
- 前提と目的の情報は、重要文とその前の文で表現されることが多い。一方、症状の情報は、重

要文の後の文で表現されることが多い。

そこで、メーリングリストに投稿された質問メールの重要文とその前後の文から、ユーザの質問に問い返すための知識を以下の手順で取り出した。

step 1 [質問メールからの重要文抽出]

メーリングリストに投稿された質問メールから重要文とその前後の文を表層表現を手がかりにして取り出す^[1]。

step 2 [問い返し表現の抽出と意味ラベルの付与]

step 1で抽出した文に対して、問い返しに役立つ6種類の情報を含む表現を表層表現を手がかりにして取り出す。例えば、前提と症状の情報を含む表現は図1に示す表層表現を手がかりにして取り出す。さらに、その情報の種類を示す意味ラベル（前提、症状、時間、目的、予想、例示）を与える。ただし、取り出した表現が

- …+ました
 - …+ののです/なのです/んです+が/けど
- である場合、その意味ラベルは次のように決める。
- その文が重要文かその前の文から取り出された場合、前提の意味ラベルを与える
 - その文が重要文の後の文から取り出された場合、症状の意味ラベルを与える

2.2 メーリングリストに投稿されたメールを利用した問い返し

自然な文で表現された質問文に対し、以下の方法で問い返しを行う。

- (1) 質問文中の用言の同義語候補を推定し、質問者

(ユーザ) に示す。

(1) 前提 (conditions)

- …+ました/しました+(が/けど)
(例) このたび, vine 2.1.5 をインストールしました
- …+います/してあります+(が/けど)
(例) vine 2.1.5 を使用しています。
- …+のです/なのです/んです+が/けど
(例) 現在, ELECOM の LD-BBR 4 というルータを使用しているのですが

(2) 症状 (symptom)

- …+ません
(例) このマシン, イーサーのカードが1枚しか入らなくて, イーサーのコネクターもないので, NIC の2枚ができません
- …+ます/ました
(例) kinput 2 はうごいてましたが, jserver は死んでました
- …+のです/なのです/んです+が/けど
(例) 漢字入力には成功しているのですが…

図1 質問メールの重要文で表現されている問い返しに役立つ情報とその典型的な表現 (前提と症状の場合)

- (2) 質問者 (ユーザ) が選んだ同義語を用いて質問を拡張し, それと類似した内容の質問メールを取り出す。取り出した質問メールはその回答メールとあわせて質問に対する答えとする。
- (3) 答えと判定した質問メールから条件/症状などの表現を取り出し, 問い返しとして質問者 (ユーザ) に示す。

以下に問い返しの処理の手順を詳しく述べる。

step 1 [前処理]

Vine Users ML に投稿された 8782 通の質問メールから

- 質問の中心になる文の前の文 (7330 文)
- 質問の中心になる文 (8782 文)
- 質問の中心になる文の後の文 (8614 文)

合計 24726 文を表層表現を手がかりにして取り出し^[1], 形態素解析および係り受け解析を行う。形態素解析には JUMAN^[3], 係り受け解析には KNP^[4]を用いた。

ユーザの質問文についても形態素解析と係り受け解析を行う。ただし, 質問の内容にかかわらず文末表現, 例えば,

- ~について教えてください
- ~について知りたい
- ~方法を教えてください
- ~方法がわかりません
- ~どうしたらいいのでしょうか

などが含まれていた場合は, それらを取り除いて解析を行った。

step 2 [質問文中の用言の同義語候補の推定]

メーリングリストの質問メールの重要文およびその前後の文には 4597 種類の用言が用いられていた。それらの用言を対象に, ユーザの質問文で用いられている用言との同義語らしさを計算する^[2]。その結果から同義語らしさの値が高い用言を5つ取り出し, 同義語の候補としてユーザに提示する。この中からユーザが同義語として選んだ用言を利用して, ユーザの質問文を拡張する。

step 3 [質問の答えとなるスレッドの推定]

メーリングリストの質問メールとユーザの質問文との類似度を計算する。その結果から類似度の高い質問メールを10個選び, それらとそれらの回答メールの組 (スレッド) をユーザの質問に対する答えとする。質問メールとユーザの質問文の類似度は次のように計算する。

最初に, 質問メール M_i から取り出した質問の中心になる文 (重要文) およびその前後の文に含まれる自立語 t の重要度 $w_{word}(t, M_i)$ を以下のように定義する。

$$w_{word}(t, M_i) = tf(t, M_i) \log \frac{N}{df(t)}$$

$tf(t, M_i)$ は質問メール M_i の質問の中心になる文 (重要文) およびその前後の文における自立語 t の出現頻度, N は重要文をとりだすことのできた質問メールの総数, $df(t)$ は自立語 t を質問の中心になる文 (重要文) およびその前後の文に含む質問メ

ールの総数である。

次に、質問メール M_i から取り出した質問の中心になる文（重要文）およびその前後の文における係り受け構造木を構成する枝 l の重要度 $w_{LINK}(l, M_i)$ を以下のように定義する。

$$w_{LINK}(l, M_i) = w_{WORD}(modifier(l); M_i) \\ + w_{WORD}(head(l); M_i)$$

$modifier(l)$ と $head(l)$ はそれぞれ枝 l によって係る文節の自立語、係られる文節の自立語を表す。

質問メール M_i から取り出した質問の中心になる文（重要文）およびその前後の文における係り受け構造木を構成する枝を調べ、質問文 Q および Q の自立語をユーザの選んだ用言の同義語で置き換えた質問文の係り受け構造木にもあらわれるものを取り出す。取り出した枝の重要度の和をユーザの質問文 Q と質問メール M_i との類似度 $SCORE(Q, M_i)$ とする。

step 4 [問い返しの出力]

質問の答えと判定した 10 個の質問メールから問い返しに利用する表現（問い返し表現）を取り出し、意味分類ごとにまとめて出力する。ただし、ユーザの質問文と同じ用言と格要素だけからなる表現は出力しない。

おわりに

私の発表の様子を図 2 に示します。発表中はとても緊張しましたが、なんとか最後まで説明することができました。今回の発表のようにたくさんの人の前できちんと自分のやったことについて説明することはとても良い経験になりました。

今回の発表は自分一人で資料を作り、練習を行い



図 2 発表の様子

ました。そして、完全に自分一人で準備を行うことはとても大変だということが分かり、とても勉強になりました。なぜなら、一人で発表資料を作り一人で練習して本番に望むというのは社会人になれば誰でも通る道だからです。すべて自分の責任というプレッシャーは、かなりのものでした。今回の発表を通して発表資料のチェックを先生にってもらうのは実はとても楽なことだったんだと気づくことができました。これはとても良い経験だったと思います。今後は、自分一人で完璧な口頭発表ができるようにもっと精進していきたいです。

参考文献

- [1] 渡辺, 横溝, 西村, 岡田: 質問応答システムのための知識獲得, 自然言語処理, Vol. 12 No. 6, (2005).
- [2] 西村, 渡辺, 岡田: 同義語を用いた質問文の拡張による係り受け関係の柔軟な照合, 情報処理学会研究報告, 2006 NL-176, (2006).
- [3] 黒橋, 河原: 日本語形態素解析システム JUMAN version 5.1 使用説明書, 京都大学, (2005).
- [4] 黒橋, 河原: “日本語構文解析システム KNP version 2.0 使用説明書”, 京都大学, (2005).

特集 学生の研究活動報告—国内学会大会・国際会議参加記 6

初めての学会発表

中 田 智 也
Tomoya NAKATA
情報メディア学科 4年

1 はじめに

私は、2007年1月10日より米国ラスベガスにて開催された、「IEEE 2007 International Conference on Consumer Electronics」という学会に参加してきました。この学会は、家電全般に関する技術発表の場であり、参加者は700人以上にも上る学会です。

発表のテーマは「アドホック無線通信のルーティング情報を用いた、直感的なユーザーインターフェースの表示方法」で、ポスターセッションに参加しました。今回参加した学会が私にとって初めての発表であり、参加の準備から発表まで多くの問題が出ましたが、無事発表を終えることができました。

2 研究背景

近年、AV機器は多機能となり、その設備も膨大なものとなってきました。そのため、それらを管理するネットワークは大きくなり、システムの増強を行うことで、より複雑なものとなります。また、これらの遠隔制御装置を使用するには、個々のシステム状態を個別に把握し、それぞれにあわせた制御方法を理解する必要があります。これは、ユーザーにとって大きな負担となります。私は、この問題を解決できる新しいユーザーインターフェースについて発表を行いました。

3 発表の準備

私は、ポスター展示だけの発表ではなく、デモ機を作成し、実演を交えた発表を行うことにしました。デモ機の作成は、当初二ヶ月前に完成できるよ

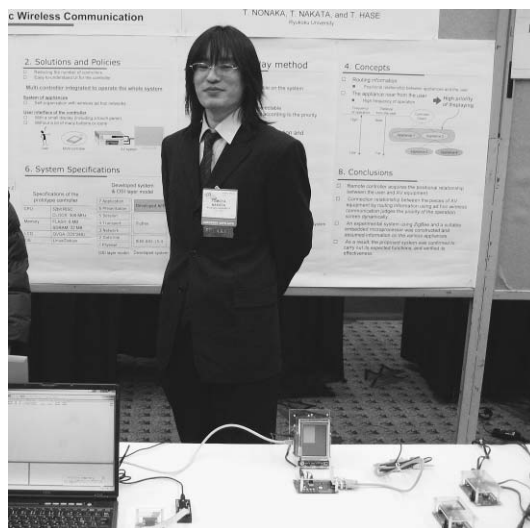


写真1 デモ展示中の様子

うスケジュールを組みました。しかし、スケジュールの通りに完成させることはできませんでした。開発環境では正常に動作することが確認できたはずが、デモ環境へ移植すると原因不明のエラーが発生するなど、多くの問題が発生しました。これらの問題の解決をなかなかすることができず、出発間際までデモ機の正常動作を確認することができませんでした。その問題を解決のために、年末は12月29日まで、年始は1月5日から出勤し、多くの方に御助力を頂き、出発直前の1月7日の夜にやっと完成させることができました。

4 開催地へ出発

海外へ出ることはこれが初めてで、出国から入国までの手続きや検査はこれまで経験したことがあり

ませんでした。そのため、出発時は不安でいっぱいでした。そして、その不安のとおり多くの不運に見舞われる出発となりました。

最初の不運は、初日のアメリカ行きの旅客機が故障してしまい、出国が予定より丸1日遅れてしまったことです。そのため、9日まで行われた世界最大の家電ショーである、「Consumer Electronics Show」に参加できず、残念でした。

そして、ロサンゼルスからラスベガスへ行くための国内線では、当初余裕を持って乗り継ぎ時間をとっていました。しかし、1日遅れたことにより時間に余裕のある便がとれず、ほとんど時間のない便しかとれませんでした。そのため、入国後出発までの残り時間が15分程度しかなく、ぎりぎりの搭乗となりました。

その上、同行していた知り合いの荷物がロストしてしまうなど、大変トラブルの多い出発となりました。

5 会場、そして他の発表者の様子

会場は、ポスター展示用に机と背後にポスター用のボードが置かれ区切られていました。広さは同時に40組ほど発表できるほどありました。参加登録を行い、この会場を見ることで、ここで自分が発表する実感がはっきりと大きくなりました。

他の発表者の発表では、大変興味深いもの、上手に解説をされ質問にもはっきりと答えられる方も多くおられ、学ぶべきところの多いものでした。すばらしいと感動する一方、自分もこんなふうに参加できるのだろうか、少し不安になり緊張しました。

6 発表

発表時間は2時間あり、とても長い時間ですが、短く感じられる時間でした。発表中、20~30人ほどの人が来られました。写真はデモ展示の様子です。

私は、準備時間の多くをデモ機の開発に使ったため、解説に対する準備が不足してしまい、最初、上手く説明を行うことができませんでした。また、現地での設営時にデモ機がなかなか立ち上がらないという問題も発生し、多々自分の準備不足を感じる点がありました。

しかし、説明は何度かするうちにうまく話せるようになりました。また、デモ機も正常に動作させることができました。そして、自分の研究に対し、来訪者の方々の関心を得ることができ、発表を成功に収めることができました。

7 おわりに

今回、国際会議に参加することで、大変貴重な体験をすることができました。準備不足もあり、満足の行く結果を生むことができなかった部分も多くありました。しかし、今回の失敗を経験することで、発表を行うには何を準備しなければいけなかったのか、何が足りなかったのか知ることができました。今後参加できる機会があれば、今回の失敗を踏まえ、万端な準備で挑みたいと思います。

最後に、このような貴重な機会を与えてくださった長谷智弘教授、御助力いただいた野中誉子博士研究員をはじめ多くの方々には深く感謝いたします。

日本音響学会 2007 年春季研究発表会に参加して

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

2007 年 3 月 13 日から 15 日にかけて芝浦工業大学豊洲キャンパスにて開催された「日本音響学会 2007 年春季研究発表会」に参加しました。この研究発表会において私は、「ギターコード演奏に対するコード名推定アルゴリズムの開発」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

近年、計算機の普及と高性能化に伴い音楽演奏や練習の支援を目的としたソフトウェアが一般的に受け入れられるようになってきています。しかし、このような計算機を介した音楽演奏では、計算機がユーザの演奏状況を適切に理解できないため、ユーザの演奏能力を考慮した情報提示が困難となります。

このような現状において、計算機による音楽演奏の理解が可能となることで、ユーザにとってより有効な演奏支援や練習支援が可能になると考えられます。

そこで、本研究ではこのような問題を解決する手段の 1 つとして、ギター演奏において入力されたコード（和音）名を計算機に認識させるコード名推定システムの構築を目指しています。

2.2 コード名推定アルゴリズム

演奏されたコードの構成音を 12 半音階上のクロマティックなデータとして捉え、それらの音の組み合わせからコード名判定を行っています。この推定処理では入力音における 4 音までの音の組み合わせをノードによって表した“コード名探索木”が構築され用いられます (Fig 1)。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、入力音と完全に一致する構成音を持つコード名が推定結果となります。

また、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

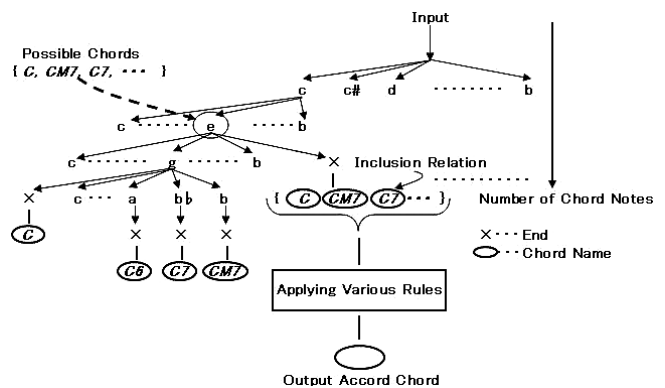


Fig 1 コード名探索木の概観

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、推定候補が複数存在する場合においても対応可能となります。

2.3 提案システムの実装と評価実験

本研究において構築した提案システムは Fig 2 のような概観となっています。

本研究において提案したコード名推定手法が有効であるかどうかを調べる評価実験を Fig 1 のシステムを用いて行ったところ、Table 1 のような結果が得られ、コード進行を考慮することはコード名推定において有効であるということが確認できました。

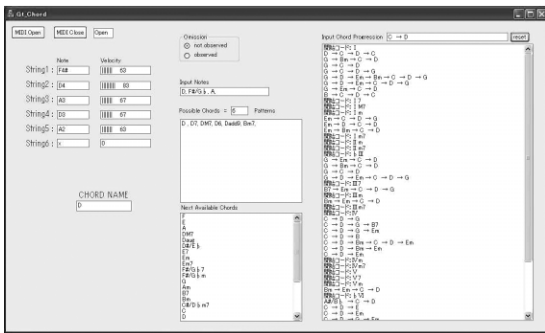


Fig 2 コード名推定システム

3. 発表について

私の参加した研究会は3日間行われ、私の発表は3日目の午前9時30分からでした。朝早くからの発表であったので前日は早めに就寝し、翌日は発表の3時間前に起きました。私が発表を行ったのは音楽音響の音楽情報処理というセッションでした。発表形式は口頭発表で発表時間が12分、質疑応答が3分の合計15分間の発表でした。このセッションにおいて私が1番目の発表者であったということもあり、とても緊張していました。しかし、この発表に向けて念入りに練習を行っていたので、発表が始まれば落ち着いて発表することができ、時間内にスムーズに発表を終えることができました。また質疑応答では2名から質問を頂き、1件目に関しては今後の研究の進め方の参考となる意見を得ることができました。しかし、2件名に関しては、本研究の根本となる問題に関する質問内容だったのですが、あまり質疑応答に慣れていないため、いまひとつ質問者が納得できるような返答をすることができませんでした。このことに関しては、もう一度研究を見直すとともに、多くの学会発表に参加し質疑応答にな

Table 1 楽曲演奏における推定可能コード数

曲名 (歌手名)	コード進行を参照しない場合の判定可能コード数 (認識率)	コード進行を参照した場合の判定可能コード数 (認識率)	差 (向上率)
雪の降らない街 (コブクロ)	30 (75%)	34 (85%)	4 (10%)
星屑の街 (ゴスペラーズ)	16 (40%)	20 (50%)	4 (10%)
聖女たちのララバイ (岩崎宏美)	29 (72.5%)	36 (90%)	7 (17.5%)
Can You Keep A Secret? (宇多田ヒカル)	28 (70%)	35 (87.5%)	7 (17.5%)
酒と泪と男と女 (河島英五)	35 (87.5%)	40 (100%)	5 (12.5%)
奇跡の地球 (桑田佳佑 & Mr. Children)	34 (85%)	38 (95%)	4 (10%)
上を向いて歩こう (坂本九)	31 (77.5%)	33 (82.5%)	2 (5%)
ロビンソン (スピッツ)	32 (80%)	35 (87.5%)	3 (7.5%)
いつか (ゆず)	35 (87.5%)	39 (97.5%)	4 (10%)
DIVE TO BLUE (L'Arc~en~Ciel)	29 (72.5%)	36 (90%)	7 (17.5%)
平均	29.9 (74.8%)	34.6 (86.5%)	4.7*(11.75%)

*: 5% 水準で有意

れることが必要であると感じました。

私の発表が最初であったので、その後も多くの研究発表がありました。リラックスしてそれらの発表を聴くことができました。私の興味のある分野に関するセッションであったため、興味深い研究が数多くあり、今後自分の研究を進めていく上で大変参考になりました。

今回この研究発表に参加し発表を行うことで、自分の研究に有益となるものが得られました。しかし、他の研究発表を聴くことで、自分にはまだまだ至らない点が数多くあるということも痛感しました。これらの貴重な経験を今後の研究や学会発表に活かし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 6

国際会議 ICCE 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 1 月 10 日～14 日の期間にアメリカ合衆国ネバダ州ラスベガスにある Las Vegas Convention Center で行われた国際会議「2007 International Conference on Consumer Electronics」に参加し、研究発表を行いました。

学会は IEEE が主催しており、分野は家電、モバイルコンピュータ、ワイヤレスネットワーク、A/V 技術などです。

2007 年 1 月 13 日の 16 時 30 分～18 時 10 分に行われた SESSION 7.3 で、「Handy Viewer with User Interface According to Device Movement」と題する口頭による研究発表を行いました。

国内国外を問わず、私にとって初めての学会発表であったため、不安要素もありましたが、特に大きな問題もなく発表を終了することができました。

2 開催地について

今まで何度か海外旅行を経験していましたが、開催地アメリカ合衆国へは初フライトとなりました。

しかし、不運な事に出発前にアメリカ往きの旅客機が故障してしまうというアクシデントに見舞われました。航空会社側でホテルを予約していただいた為、空港で一夜を明かすようなことはなかったものの、丸一日旅程がずれてしまい、楽しみにしていた世界最大の家電ショー International Consumer Electronics Show (CES) が見られずじまいでした。また、米国入国時の所持品の検査は、コートや靴を脱いで行う非常に厳しいものであったことや、現地到着時に機内に積み込んだ荷物がロストしてしまったことなどもあり、海外へ行く不便さを感じました。



図 1 現地の様子

到着前からラスベガスは「カジノの街」というイメージを持っていましたが、現地につくと空港内にも大量のスロットマシーンが置いてあり、フライトアテンダントの方などが遊んでいる光景には非常に驚きました。私の宿泊したホテルはラスベガスのストリップ通りに面しており、周辺には多くのホテルやカジノがあり、非常に華やかな場所でした。

また、同じ会場でほぼ同時に開催されていた International CES の後片付けがまだ終了していない状況で、テントや各メーカー専用ブースが雑然と残っていました。

3 会場の様子

ささまざまな国籍の方が会議に参加されていました。日本人も多く参加していて、会場の所々で日本語の会話を聞くことができました。

レセプションパーティーには、100 人以上が参加

し、挨拶や名刺交換などをしてにぎやかに交流を深めていました。

4 発表について

発表会場に入ると、正面にチェアマンの席があり、正面左側には発表者用の発表台がありました。プレゼンテーション用のディスプレイは正面右側に設置されていて、発表会場には100人以上視聴できる座席が設置されており、発表が始まった時の事を想像すると、とても緊張しました。

チェアマンとの挨拶を終えた後、席について自分の発表の順番を待ちながらプレゼンテーション用資料の確認などを行っていたのですが、いざ自分の順番が回ってきて、発表台に上り準備を始めると、パソコンが突然フリーズしてしまいました。

いろいろな操作をしましたが、画面になにも表示されず、結局パソコンを再起動しなければならない状況になってしまい、再起動の時間分発表が遅れてしまいました。

しかしその事がきっかけで私の緊張が少しほぐれ、その後は問題なく発表を終了する事ができました。



図2 発表の様子

5 研究発表の内容

本研究では、入出力を一体化させ、ユーザがデバ

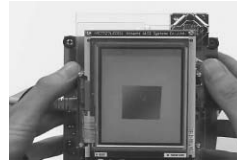


図3 静止時

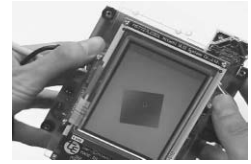


図4 回転時

イス本体を動かすことで、その動きに対応した表示を行うユーザインタフェースを備えたハンディビューアを提案します。

提案するハンディビューアは、初めて操作するユーザでも直感的に操作できるように「操作方法が理解しやすい事」、「入力専用デバイスが不要ある事」、「一般家庭向けに低スペックで実現する事」の3つの特徴があります。

プロトモデルを作って、実験を行いますが、その目的は、デバイスの動きを画面操作に利用できるか確かめるものです。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ィビューアを作成し、ビューア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。その結果を図3と図4に示します。

結果は良好で、ビューア本体を動かすだけで、画面操作を確かめられました。それによって、マウスやキーボードなどの入力専用デバイスが不要になりました。さらに、全ての処理をデジタル家電で使われるような小規模なマイコンで実現できました。

以上の結果より、上記3つの特徴を備えたハンディビューアができました。

6 おわりに

今回、国際会議に参加するにあたって、思いの外、英語の発表用資料の作成に時間がかかってしまいました。そして、予定していたスケジュール通りに口頭発表のリハーサルが行えず、不安要素を残したまま発表になりました。

しかし、国際学会発表というものをはじめて体験し、他の人のさまざまな内容の発表を見ることで、発表時の要領を何となく学ぶ事ができました。も

し、また今後参加できる機会があれば、次回は万全の準備で挑みたいと思います。

また、私は英語があまり得意ではなく、今まではそれでも特に困る事はないだろうと甘く考えていました。しかしアメリカでは日々のささいな事でも、自分の伝えたい内容を伝える事が非常に難しく感じました。今回の滞在期間は短いものでしたが、英語を話せるようになりたいと感じるには十分な期間でした。学会での発表も全て英語での発表とあって、

伝えたい内容を全て伝えられたかどうかは分かりませんが、発表を無事に終了する事ができたので安心しました。

今回、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誉子博士研究員に深く感謝します。

インタラクシオン 2007 シンポジウムに参加して

木下 洋 佑

Yosuke KINOSHITA

情報メディア学科 2006 年度卒業

1. はじめに

私は、2007 年 3 月 15 日に東京の学術総合センターで行われたインタラクシオン 2007 シンポジウムに参加してきました。今回は、「Web 3 D 技術を用いた新体操のインタラクティブ・ルールブックの試作」というテーマでポスター発表を行いました。

2. 研究内容

2.1 研究背景

近年、モーションキャプチャ技術の発展により、リアルな人体アニメーションの取得が容易になりました。一方、Web 3 D 技術の発達により、3 次元 CG を用いたアプリケーションを Web ベースの環境で開発することも可能になっています。そこで、私は、モーションキャプチャした人体アニメーションと Web 3 D 技術を利用した教育システムの開発を目的とし、その一例として、インタラクティブな機能を持った新体操のルールブックの開発を試みました。

新体操には難度と呼ばれる基本動作が存在し、競技における演技構成の得点は、演技中に含まれる難度の種類や数によって決まります。これらの難度は、既存のルールブック^[1]において、数個のイラストや図 1 に示すような新体操特有の記号を用いて説明されている。しかし、これだけでは実際の動作をイメージするのは困難です。そこで、私は、視覚的に理解しやすく、新体操のルールを楽しみながら学習できるシステムの開発を目指しました。なお、本研究では新体操の審判員免許取得者や現役選手の協

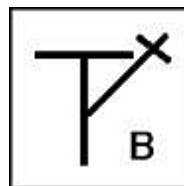


図 1 基本動作を表す記号

力のもと、国内の女子種目で扱われる 43 種 75 個の普遍的な基本動作を対象としました。

2.2 アニメーションデータの取得

本研究で使用するモーションデータを収集するため、現役の新体操選手の実演による動作収録を行いました。この動作収録には、光学式モーションキャプチャシステムを使用しました。図 2 にデータ収録の様子を示す。

取得したデータは、骨格構造と角度情報を持つ形式に変換し、VRML 形式で出力しました。



図 2 データ収録の様子

2.3 システムの開発

開発したシステムの実行画面を図 3 に示します。基本動作のリストから目的の動作を選択すると、そ



図3 試作システムの実行画面



図5 発表用ポスター

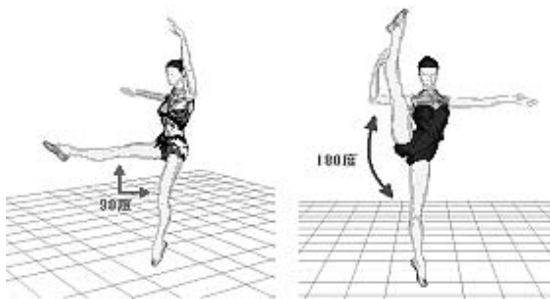


図4 注意点の表示機能



図6 会場の様子

れに対応する3DCGアニメーションを随時再生することができます。また、インタラクティブ機能としては、アニメーションの再生制御や3D空間における視点の変更、衣装の変更、動作の細かい注意点を3Dアニメーションと同時に表示する機能などがあります。機能の一例を図4に示します。開発したシステムは、Javaアプレットで出力し、Web上で公開しています^[2]。

2.4 システムの評価

本研究で試作したシステムを新体操の第一種審判免許取得者に使用してもらったところ、中高生や初心者を対象とした自主学习システムとして有用であると評価されました。特に、注意点を3Dアニメーションと同時に表示する機能については、非常に分かりやすく実用的であると評価が高かったです。今後の課題としては、手具操作への対応、振付の創

作を支援するような機能を追加し、教育システムとして実用的なものに発展させる予定です。

3. 発表

展示したポスターを図5に、会場の様子を図6に示します。今回はポスター発表だったため、本研究で開発したシステムを実際にご覧になっていただくことはできませんでした。しかし、本システムはWeb上で公開しているので、あとでご覧になってもらえるようにポスターと一緒に研究内容やURLが書かれた広告を置いておきました。実際、何人かの方は広告を持ち帰ってくれたので効果があったのではないかと思います。

発表の合間に、他の参加者の方の発表も見学をさせていただきました。人体同士の接触検地を利用した研究や、blog記事からの映像コンテンツメタデータの抽出に関する研究など、たいへん興味深い研

究が多かったです。

4. おわりに

今回、インタラクシオン 2007 シンポジウムに参加して、発表の仕方、ポスターの書き方など、色々と勉強になりました。ここで得た知識を、今後の生活に活かして生きたいと思います。

最後に、研究や発表に対してご指導くださった藤田和弘助教授、曾我麻佐子助手、龍谷大学体操競技

部技術指導者である明神由佳氏、龍谷大学体育局体操競技部の学生の方々、ありがとうございました。なお、データ収録にあたっては立命館大学アトリーサーチセンターをお借りしました。

参考文献

- [1] 日本体操協会：採点規則 新体操女子（2005）.
- [2] 新体操 3D ルールブック <http://motionlab.jp/rg/>

セラミックス基礎科学討論会 in 仙台にて

矢野 義忠

Yoshitada YANO

物質化学科 2006 年度卒業

1. 始めに

私は、2007 年 1 月 22・23 日に仙台国際センターで開催された第 45 回セラミックス基礎科学討論会（主催 日本セラミックス協会基礎科学部会）に参加し、研究成果について「反強誘電体 NaNbO_3 単結晶の育成と評価」という題で、発表をおこなってきました。

このシンポジウムは、無機機能材料に関する研究する人々が講演を行うもので第 1 回が 1961 年に開催されてから、年 1 回のペースで開催されています。ここでは、発表した研究内容の簡単な紹介およびシンポジウムでの感想などを報告させていただきます。

2. 学会発表への参加

それは突然でした。学会で発表することが決まったときは正直戸惑いました。学部生の間に学会発表をすることになるとは思ってなかったからです。

また、知識が不十分な自分に発表ができるのだろうか、質疑応答はできるのか、という不安もありました。しかし、こんな経験は滅多にできないですし、学会に向けて頑張ることにしました。

3. 研究内容

超音波振動子、携帯電話用ブザー、ノートパソコン用液晶パネル用トランス、ライター、インクジェットプリンター用駆動部品、ガスコンロの圧電ガス着火器などに圧電セラミックスが使われています。現在、圧電セラミックスの代表例として高い圧電特

性を持っている $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (PZT) が挙げられます。しかし、PZT は主成分に Pb (鉛) を含むということから環境に有害であり、欧州で鉛化合物に関する規制が始まったことから (PZT は 2006 年現在のところ対象外)、鉛を含まない非鉛系圧電材料の開発が急がれています。Nb 系酸化物が鉛系圧電材料の代わる材料として KNbO_3 や NaNbO_3 が挙げられます。私の所属している研究室では NaNbO_3 の薄膜やセラミックスを作製しており、単結晶を用いることで誘電特性が詳細に評価できることや NaNbO_3 単結晶の系統的な研究が半世紀以上前であることから、私は NaNbO_3 単結晶の育成と誘電特性の評価を行うことにしました。

フラックス法と溶融法の二つのやり方で結晶を育成させたところ、フラックス法で育成させた結晶は双晶が多く電気物性の測定に用いることができなかつたため、溶融法を用いて結晶を育成させることにしました。フラックス法で結晶を育成させると結晶同士が集まって育成されるということが分かりました。図 1 に示しているのが、溶融法で育成させた NaNbO_3 結晶の写真です。

得られた結晶を白金るつぽから取出した後、粉砕して、粉末 X 線回折 (XRD) で相の同定を行いました。また、双晶を含まない結晶を用いて物性評価をおこなうために、偏光に対して結晶面全体に光が透過する結晶のみを選別しました。続いて、4 軸 X 線回折装置を用いて格子定数と結晶方位を決定しました。さらに選別した NaNbO_3 単結晶に金電極を焼き付けし、室温から 600℃ の間で誘電特性の温度依存性と室温における P-E ヒステリシスを測定しま

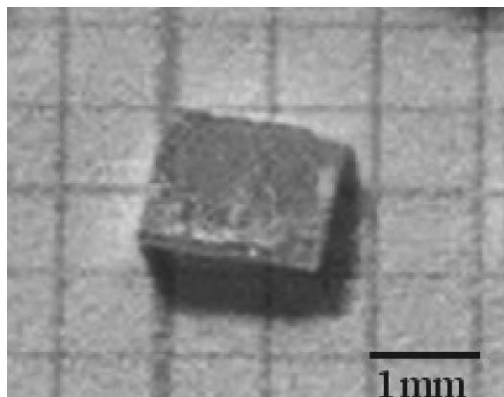


図1 溶融法で育成させた NaNbO_3 結晶

表1 NaNbO_3 単結晶の誘電特性

誘電特性 (室温)				
測定周波数	1 kHz		100 kHz	
	ϵ_r	$\tan \delta$	ϵ_r	$\tan \delta$
$E // c$	424	0.06	375	0.04
$E \perp c$	101	0.03	82	0.01

した。

表1は室温での NaNbO_3 単結晶の誘電特性の測定結果です。誘電率は異方性が大きく、 c 軸に平行方向 ($c //$) の誘電率は垂直方向の4倍以上の値でありました。このことからセラミックスと薄膜で誘電率が大きく異なったのは結晶の配向性の違いが原因であることが明らかになりました。

図2は高温における誘電率の温度依存性を示しています。反強誘電から常誘電相への転移点、キュリー温度 (B) は 366°C であり、文献値 365°C と良く一致していました。さらに、 153°C (A) にも誘電率に小さな変化が見られました。この誘電率の異常については詳しいことは分かっていませんが、薄膜やセラミックスでも観察されていることから NaNbO_3 の本質的な変化であると考えられます。

室温で測定した P-E ヒステリシスでは常誘電体的なヒステリシスを示し、絶縁破壊されるまで電圧

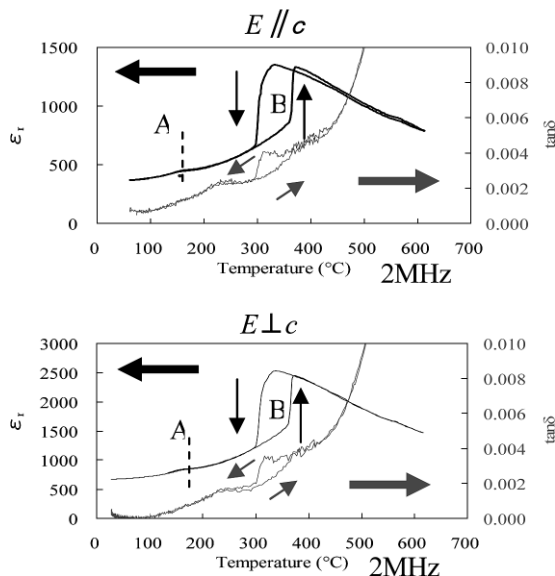


図2 NaNbO_3 単結晶の誘電率の温度依存性

を印加してもヒステリシスにほとんど変化がみられませんでした。

4. 発表について

発表は、講演時間13分、質疑応答7分でした。

初めてということもあり、緊張して発表するだけで精一杯でした。しかし、練習通りに発表することができ、質問もたくさんしていただいたので、結果としてはよかったと思います。他大学の人が行っている研究内容は自分の研究と関連しているところもあったので勉強になり、いい経験ができたと思います。

5. おわりに

今回、この学会に参加し本当に貴重な経験をすることができました。まだまだ、勉強不足なところもありましたが、発表に関して自信を持つことができました。最後に、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に、深く感謝したいと思います。

第 87 回 日本化学学会「初めての学会発表！！」

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

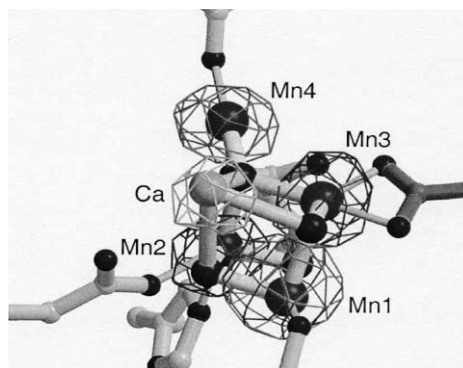


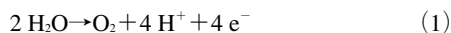
Fig. 1 マンガンクラスターの模式図

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。例えばシッフ塩基、 H_2 (salen)などマンガン(II)塩を空気中で反応させると、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) chloride, anhydrous 存在下, ethyl acetate 中で反応させ、1,3,5-triacetyl-2,4,6-trihydroxybenzene を得た。

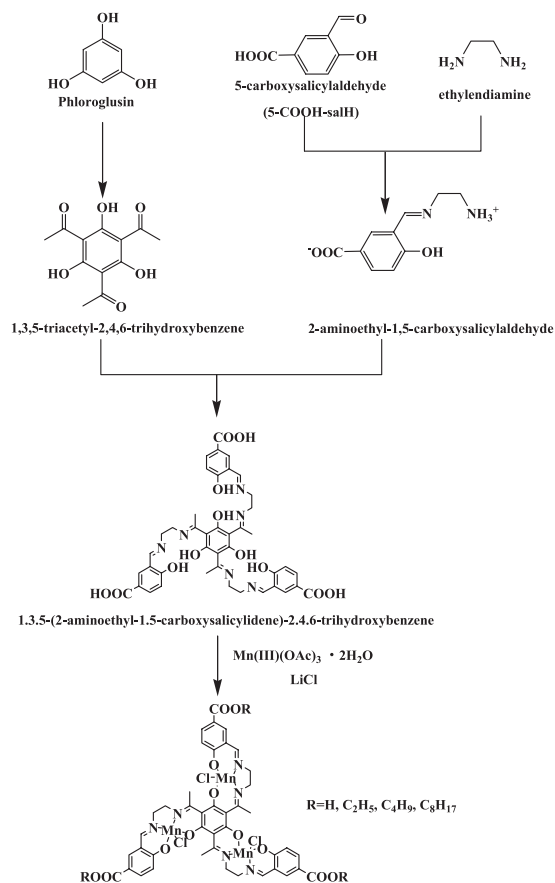


Fig. 2 三核マンガン (III) 錯体の反応機構

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 Mn(III) (OAc)₃ · 2 H_2O 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 Mn(III) (OAc)₃ · 2 H_2O との反応からさらに三核 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 Mn(II) ⇒ Mn(III) の酸化波は、1つのみ確認できたのに対し、Mn(III) ⇒ 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	$[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3]_4\text{N} \cdot \text{PF}_6$
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, THF

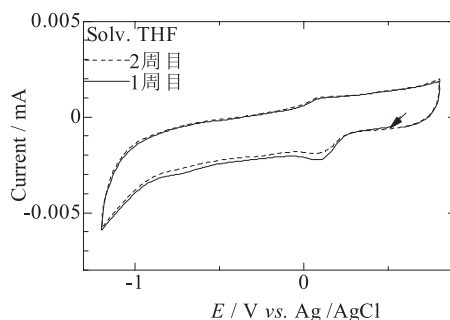


Fig. 3 1.5 eq Cl_2 添加後の $\text{Mn}_3(\text{L}^1)\text{Cl}_3$ のサイクリックボルタモグラム

錯体を形成していることを確認した。また, Mn(III) ⇌ Mn(IV) の酸化還元波は現れなかった。これは, methanol が Mn(IV) を Mn(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

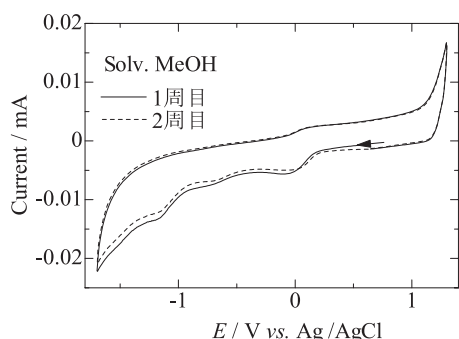


Fig. 4 27.5 eq Cl₂ 添加後の Mn₃(L³)Cl₃ のサイクリックボルタモグラム

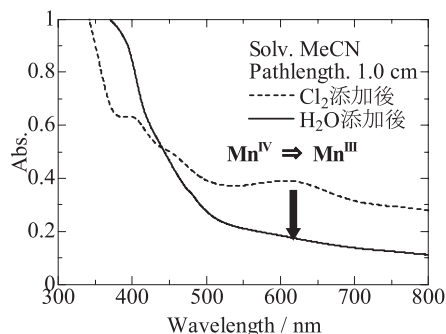


Fig. 5 Mn₃(L¹)Cl₃ に塩素および水を添加した時の UV-vis スペクトルの変化

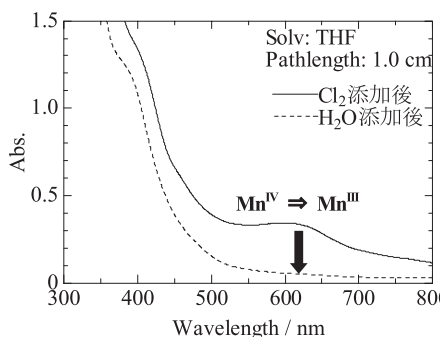
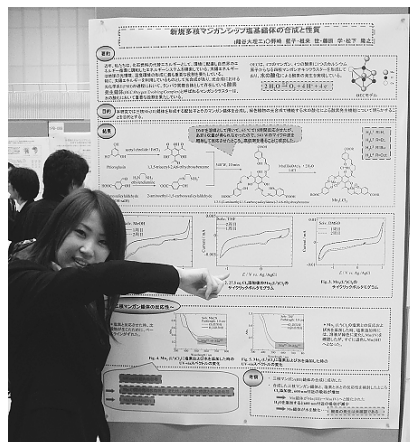
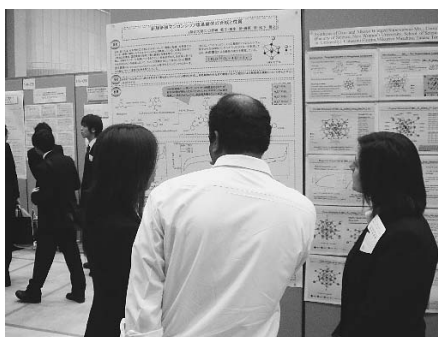


Fig. 6 Mn₃(L²)Cl₃ に塩素および水を添加した時の UV-vis スペクトルの変化

応性は, 共に Cl₂ 添加後に 600 nm 付近の吸収が増加していることから, Mn(III) → Mn(IV) へと価数が増加していると思われる。ここに H₂O 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 Mn(IV) → Mn(III) へと還元されたと考えられる。

3. 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。会場の広さと大勢の参加者にとっても圧倒されました。ポスター発表は, 45 分ずつ, 前半後半に分かれて行われ, 私は前半で発表をしました。途中, 外国の方から質問を受けました。英語での質問が分からず, 何度も「pardon?」や「Slowly speak, please.」と聞き返し先生に助けてもらいながらも, 答える範囲で質問に答えました。いくら質問の意味が分かっているても, 答えを自分の言葉で相手に伝



えることはとても難しく、英会話の重要性を改めて感じました。学会へ参加する前までは、学会へ参加するということは、ただ自分の研究成果を発表する場所だと思っていました。しかし、学会に参加してみると、それは全く違いました。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で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した。今回の初めての学会は、自分の研究を報告することで度胸がつくだけでなく情報を得たり、研究に対する視野をひろ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。

生体触媒化学シンポジウム in 福岡（小倉）にて

久保田 有喜

Yuki KUBOTA

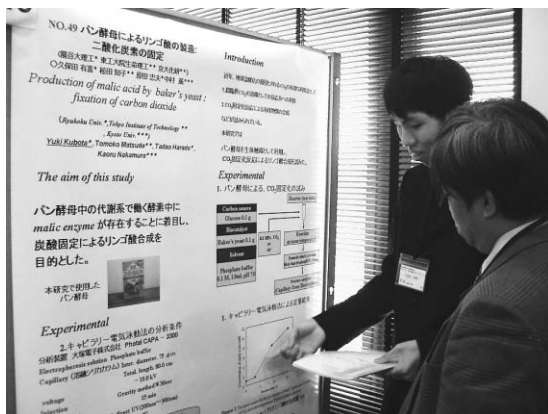
物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2006年12月14・15日に北九州国際会議場で開催された第10回生体触媒化学シンポジウム（主催 生体触媒化学研究会）に参加し、研究成果について「パン酵母によるリンゴ酸の製造：二酸化炭素の固定」という題で、英語でのショートプレゼンテーションおよびポスター発表をおこなってきました。

このシンポジウムは、生体触媒を利用する有機合成に関する研究および生体触媒を利用・応用する人々が講演やポスター発表などを行うもので第1回が1998年に開催されてから、年1~2回のペースで開催されています。ここでは、発表した研究内容の簡単な紹介およびシンポジウムでの感想などを報告させていただきます。

掲載写真は、発表の様子です。



2. 研究内容

はじめに、生体触媒についてどういうものか簡単に紹介します。

生体触媒は、主として生物の体内で働いている酵素からパン酵母や酒造で使用されている麴、医薬分野の血液検査用試薬など広い分野で利用されています。

また、生体触媒の範囲としては、生物の体内から取り出した酵素から酵母などの菌体が含まれます。

研究背景

近年、図1に示すように、地球温暖化の原因である温室効果ガス的一种であるCO₂の大気中濃度が急激に増加しています。

また、京都議定書などに見られるように、CO₂を削減するための試みがさまざまな分野で行われています。そしてCO₂を固定化し、有用物質を合成する研究なども試みられています。

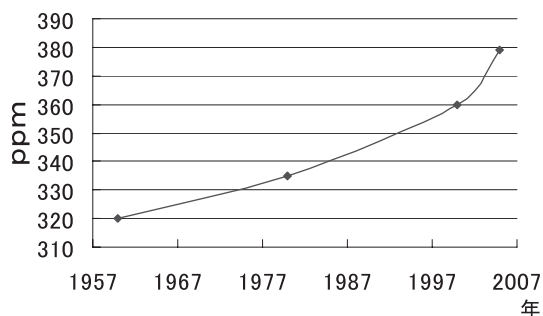


図1 大気中のCO₂濃度変化
(一部データ引用 世界気象機関 (WMO) より)

研究目的

嫌気性細菌および通性嫌気性細菌は、 O_2 のほとんどない CO_2 過剰の嫌気性条件下でも培地を与えることにより容易に増殖することが可能です。

このことから、嫌気性の微生物および通性嫌気性の微生物が、嫌気性条件下において、大気中の CO_2 を生体中に取り込み、吸収した CO_2 を炭素源として利用するための酵素や代謝系を持つ可能性が推定されます。

そこで、本研究では、通性嫌気性の微生物の一種であるパン酵母中の代謝系内に働く malic enzyme (リンゴ酸合成に関与する酵素) の存在に着目し、パン酵母を生体触媒として利用する CO_2 固定化反応によるリンゴ酸の合成を試みました。

研究成果

反応系にグルコースを添加し、パン酵母によるリンゴ酸の生産について検討しました。そして、リンゴ酸の生成量が大気を充填した場合に比較して CO_2 を充填した場合に多くなることを見出しました (図2は、ポスターに掲載した研究結果です)。

こうした結果から、本研究において CO_2 を固定化し、物質合成を行えることがパン酵母で確認できました。また、パン酵母で CO_2 固定化反応を行えたことから他の嫌気性細菌および通性嫌気性細菌でも CO_2 固定化反応が行える可能性があると考えられ、生体触媒を使用した CO_2 固定化反応の新しい

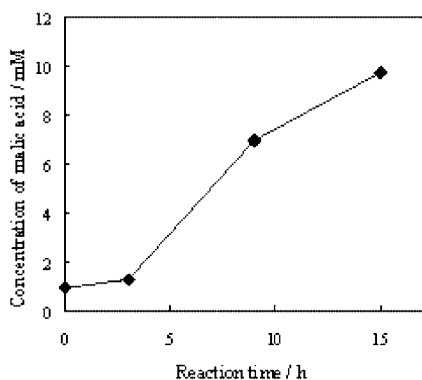


図2 キャピラリー電気泳動法による定量結果

可能性が開けたと考えています。

3. シンポジウムおよび発表について

今回、1日目は、一般講演および依頼講演が行われ、私が参加する英語でのショートプレゼンテーションおよびポスター発表は、2日目に行われました。1日目の様子ですが、活発な発表と質疑が行われていました。講演内容の方は、普段聞きなれない用語や原理などが一部含まれていましたが、内容としては、理解できるものが多かったので聞いていて面白くためになりました。また、講演が終了した後、懇親会が開催されていたので参加したのですが、ここでは、他大学の先生や学生、企業の方などいろいろな方と知り合い交流することができました。その後は、明日の発表も控えていたのでホテルに戻りすぐに寝ました。

いよいよ発表の2日目ですが、午前中に依頼講演があり、ポスター発表は、午後からでした。ポスター発表は、前半と後半に分かれており、私は、前半で英語でのショートプレゼンテーションをはじめに行いました。これは、一分間ほど英語で研究内容の概要を紹介するものです。英語での発表は、はじめてだったのですが、結果としては、比較的うまくできたと思います。

この後、会場に移動してポスター発表を行いました。まず、開始時間になって2人ほど企業の方などが見に来られ、説明したのですが、その後大学の先生や他大学の学生などが次々来られ研究内容の説明や質疑などを行いました。このため、発表時間の間は、休む時間がほとんどなく気がつけば発表時間の1時間が過ぎており、後半の人の英語のショートプレゼンテーションが始まっていました。後から考えると10~12人ぐらいの人に、ポスター発表を聞きに来ていただいたと思います。(ここでは、自分の行っている研究に関して、よいアドバイスなどを頂くことができました。)

無事、自分の発表が終わったので、ポスター発表の後半では、他大学・企業のポスター発表をいろいろ

ろ見て回りました。あまり時間がなくすべてのポスターをゆっくり見る事が、できなかったのがちょっと残念でした。しかし、他大学の人が行っている研究内容を説明してもらい、分析方法や課題に関していろいろと議論や意見交換などができたので、自分にとっても勉強になり、いい経験ができたと思います。

今回のポスター発表の自己評価ですが、発表自体は、非常にうまくいき、まずは、成功だったと思います。また、発表している中で今後まだまだやれそうな研究課題が多く残っていることを実感もすることにもなりました。

4. まとめ

今回、はじめての英語でのショートプレゼンテーションおよびポスター発表への参加と言うことで、要旨作成やポスター作成など、分からないことが多く、準備に手間取り正直大変でした。

しかし、全体的な感想としては、自分の発表も含め楽しむことができ、今後の研究を進める上で有益な経験をすることができたので参加してよかったと思います。

今後は、今回の経験を生かして研究生活も頑張っていこうと思います。

5. 後輩の皆さんへ

最後に学会発表や研究を進める中で感じたことを書いておきたいと思います。それは、大学で学ぶ上で、興味をもっている事に関して自分の学科や専門分野以外の事に関して講義を受けたり、自分で学ぶことは、無駄になることはないと言うことです。なぜかと言うと、専門の授業だけを聞いていると、こ

の内容は、どういう風に研究の役に立つのか、現実にとどこで利用されているかが分かりにくい場合が多いと思います。しかし、専門以外のことを学んでいると類似した内容が一見関係のないような分野で使用されていたり、別の分野での原理や技術の応用がされていることなどが分かり理解がしやすくなったりします。また、将来研究を進める上で専門外の知識が必要となることや別の分野の知識をある程度持っていることと研究を進める上で思わぬところで関連があることに気づいたりすることがあり、研究の役立つことも結構あると思います。

私の場合は、大学で勉強する上で特に特定の分野に、こだわらず興味をもっていた分野の講義は、できるだけ取るようにしていたのですが、このことは卒業研究を行う上で、非常に役に立っていたと思います。そして、こうしたことは、なにも大学という場に限った事ではなく何かをいろいろ自分の意思で学ぶことは、得ることも役に立つことも多く無駄にはならないと感じています。

なお、大学を出てから会社で行われている自分の学んだ専門以外の研究や業務内容などを理解するときにもこうした知識は、役立つ機会も多いと思うので後輩の皆さんは興味を持った講義などがあればぜひ取ってみてください。

6. 謝意

今回の学会発表にあたり、日頃、協力指導していただいた原田忠夫教授ならびに研究室の方々、分析面で協力していただいた藤原研の方々、深く感謝します。また、本研究に関し、多大な協力をいただいた京大化研の中村薫先生、東京工大の松田知子先生に深く感謝します。

日本化学会第 87 春季年会

北 川 悟

Satoru KITAGAWA

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

3月25日(日)から28日(水)にかけての4日間、関西大学千里山キャンパスにおいて開催された日本化学会第87春季年会に参加し、自身の研究を発表しました。一度、学会には参加したことはありますが、そのときは先輩方の発表を見ただけで、一人で発表したことはありませんでした。ここでは、私が発表した研究内容及び学会の感想について書きます。

2. 研究背景

過去から現在に至るまで、化学は発展し続け、現在も進行しています。そのおかげで、我々の生活は豊かになっていることは事実ですが、その発展の裏には大きな「闇」が存在しています。現在、我々が直面している大きな問題は、地球上の資源の枯渇、環境破壊があります。そういった問題が取り上げられたのも最近で、以前はできるだけ高効率、高収率、低コスト、大量生産といった方法がとられてきました。その方法の実用後、製造の過程に出てくる有害物質や廃棄物の処理についてはあまり重点が置かれていませんでした。そこで、平成11年に環境問題に根本から立ち向かうグリーンケミストリー(GC)という理念が決定されました。GCは地球環境や生態系に負荷をかける化学物質の使用を避けながら、環境に優しい物質を作り出し、環境に対する影響を最大に減少させ、できるならなくすことを目的としています。

そこで注目されているのが触媒を用いる反応で

す。触媒とは、化学反応系に少量存在させることで、反応速度を速めたり、特定の反応だけを進める働きがあり、さらには触媒自身は反応の前後でほとんど変化しない物質です。

現在の化学工業における酸化反応は重要な反応であるが、高温・高圧下という条件で反応が行われており、多くのエネルギーが使用されています。また、酸化反応で用いられる有毒な重金属等が環境にばらまかれています。そのようなことを今後続けていけば、人類の存続が危ぶまれます。環境に負荷をかけない酸化反応の開発は、人類の存続のためのやるべきことの一つであると私は思います。

今日、生体内酵素の活性中心を模倣した遷移金属錯体を用いて、よりエネルギーロスの少ない酸化反応を目指した研究が日々行われています。特に、鉄やマンガンは地球上における存在率が多く手に入りやすい上に、動植物中にマンガニオンや鉄イオンが比較的に多く存在するため、有用な金属と考えられています。

また、Mnは通常II価であるが、III価、IV価といった高い酸化状態をとり、酸化還元反応の触媒的な作用に寄与するため、広く活発に研究されています。

生体内酵素の例として、methane monooxygenaseが挙げられます。この酵素は鉄を中心金属にもち、NADPHと酸素により常温常圧下でmethaneからmethanolへ酸化させる酵素です。

このような酸化反応を生体外で実現させるために、生体内酵素を模倣した金属錯体触媒の開発が行われています。

さらに、酸化剤は空気中の酸素を用いて酸化反応が進むことが望ましく、少なくとも環境に負荷をかけない過酸化水素などを用いることが望まれます。過酸化水素酸素原子を基質に移動させた後、 H_2O となるので環境に負担をかけません。このようないくつかの点に注意した、環境にやさしい触媒を研究して、今後の「化学」がさらによりよいものになるように研究を行います。

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 に示すような非対称 Mn 錯体と対称 Mn 錯体の 3 つをそれぞれ合成し、それらと酸化剤である $tBuOOH$ との反応性を UV-vis スペクトル測定、サイクリックボルタンメトリー (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-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。

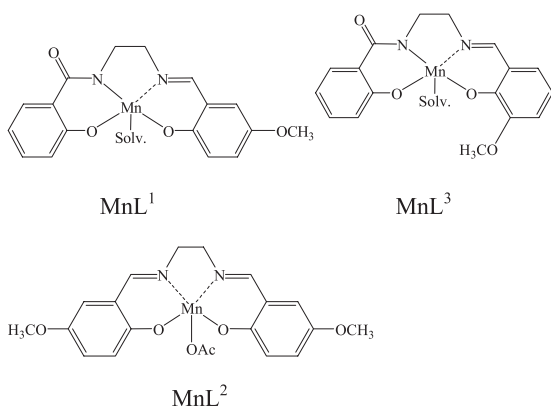


Fig. 1 合成した錯体

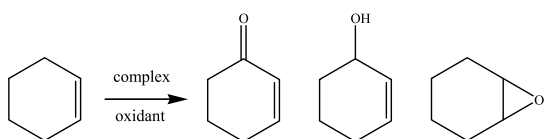


Fig. 2 cyclohexene の酸化反応

4. 結果と考察

Fig. 3 は MnL^1 に $tBuOOH$ を 30 eq. 添加した時の経時変化です。 MnL^1 に $tBuOOH$ を加えると、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。錯体みのスペクトルとは異なることから、 $tBuOOH$ との反応により活性化中間体が生成したのではないかと考えられます。

Fig. 4 は MnL^1 及び MnL^2 の酸化反応の図です。

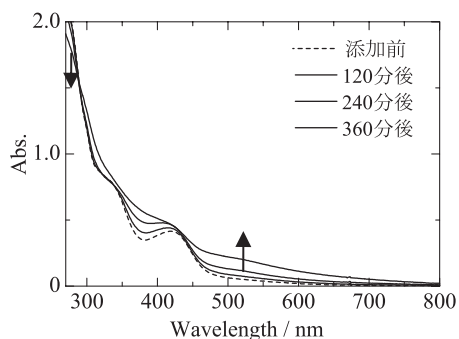


Fig. 3 MnL^1 に $tBuOOH$ を添加した時の経時変化

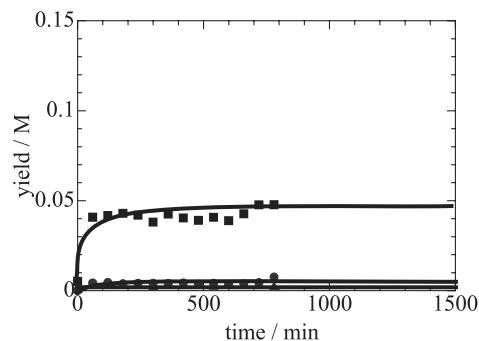
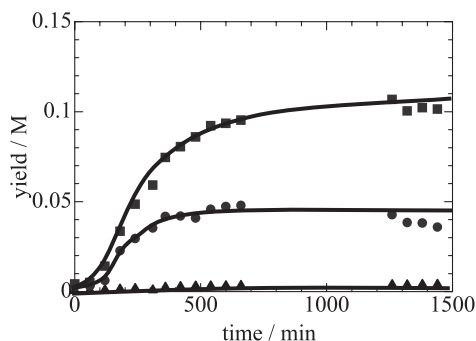


Fig.4. MnL^1 (上)と MnL^2 (下)の酸化反応

Fig. 4 MnL^1 (上)と MnL^2 (下)の酸化反応

MnL¹, MnL², MnL³ 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 MnL¹, MnL³ の方が、対称錯体である MnL² より収率がよかったです。MnL¹ と MnL³ を比較すると、それほど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、非対称錯体の方が酸化触媒として作用したと言えます。

5. 発表について

今回の学会では、ポスターを用いて発表しました。一人の持ち時間は45分でした。45分という時間は普段ならすぐに過ぎてしまう時間ですが、今回のように緊張しているときには、とても長く感じました。持ち時間の間に、私の研究に興味を持ったと思われる人が数人、質問に来られました。自分では分かっているのに、人に説明するとうまく伝えることができませんでした。それでも時間は過ぎ、発表が終わりました。

今回は、分野が化学全般ということもあって、会場に来られた人数が、前回見学した錯体討論会と比較して多いように感じられました。化学と一言で言っても、かなり広い分野で、私たちの研究室で行っている研究と似ているところは数少なかつたように思います。新たなデータを集めることはあまりできませんでしたが、その他にさまざまな収穫がありました。学会というと堅苦しいイメージを連想していたのですが、コーヒーがもらえたり、福引が行われ

たりと、わりと楽しいものだと思います(ちなみに私は栄養ドリンクを当てました。)また、会場には企業の方が新しい分析機器を展示しておられました。普段使用している器具や装置の最新のものから、今まで見たことのないものが多々あり、その使い方を親切に説明していただきました。

今回、学んだことは色々ありますが、その中でも先ほども述べたように、自分の研究を人に分かりやすく説明することの難しさを改めて感じました。また、他大学の実験データの多さにも驚かされました。これらのことは大学で実験をしているだけでは得られないことばかりで、参加して初めて知ることだと思います。これらのことを活かして、今後の研究をさらに充実したものにしていきたいと思ひます。

6. おわりに

初の学会発表は緊張の連続でした。その疲れからか、帰りの電車では非常に眠たかったです。事前の研究や準備は大変でしたが、他の研究を見て勉強したり、他大学の類似した研究を見て、競争心を駆り立てられたりと、非常に有意義な時間を過ごせたことは間違いありません。次にまた学会に参加する機会があれば、今回の経験を活かして、よりよい発表をしたいと思ひます。最後に、日本化学会第87春季年会に参加するに至って、ご指導いただいた先生方、院生の方々に深く感謝します。

日本化学会第 87 回春季年会に参加して

朝井 伴光

Tomohiko ASAI

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千里山キャンパスにおいて開催された、日本化学会第87回春季年会に参加しました。日本化学会では、化学におけるさまざまな分野の方々のポスター発表や講演が行われていました。ここでは、私の研究内容と学会に参加して感じたことについて報告したいと思います。

2. 研究テーマについて

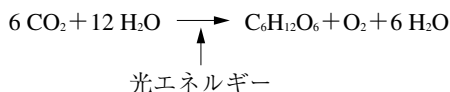
2.1 背景

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使用します。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35億年前に太陽光を用いて光合成を行い、酸素を放出するシアノバクテリア（酸素発生型光合成細菌）が登場しました。このシアノバクテリアの放出する酸素によって、徐々に現在のような大気が形成されたといわれています。

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。反応をまとめると次のようになります。



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、OEC (Oxygen Evolving Center) と呼ばれる活性中心錯体なのです。近年の研究により、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ることが明らかになりました (Fig. 1)。

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

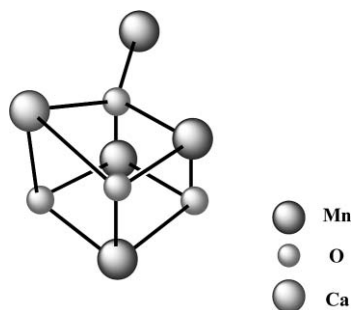


Fig. 1 OEC の構造図

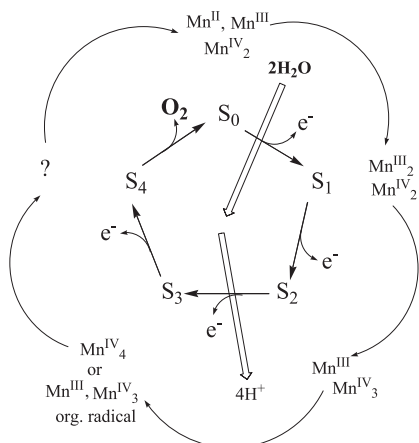


Fig. 2 S クロックモデル図

+電価が蓄積され、S₄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。S₀~S₄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S₀~S₄状態の酸化数を Fig. 2 に示します。

2.2 研究目的

私は、「シアノバクテリアによるマンガンクラスター生成反応の解明」を大きなテーマとして研究を行っています。本研究は、水分解酵素であるマンガンクラスターは多くのアミノ酸残基のNとOに囲まれて存在しており、また二酸化マンガンの骨格と類似しているという報告に基づき、二酸化マンガンとO, N原子をドナー原子とする種々の配位子との合成によりマンガン錯体を合成し、シアノバクテリアによるマンガンクラスターの生成反応を解明しようとするものです。光合成や酸素発生機構の解明により、光合成の潜在的な可能性が明らかになり、人工光合成によるクリーンで安全なエネルギー供給システムの開発や、地球環境問題の解決への糸口になると考えられます。

2.3 実験結果・考察

二酸化マンガンと PHA, DPAH 2, CyDTA, EDTA, DTPA 等の反応により、それぞれ Mn 錯体を得るこ

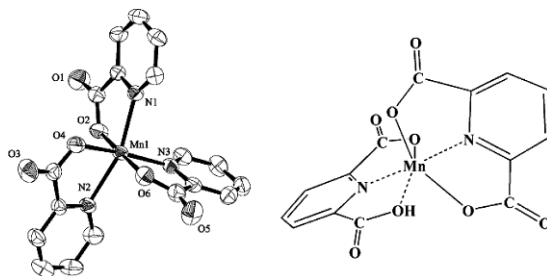


Fig. 3 Mn(III)(PA)₃(H₂O) (左) と Mn^{III}(DPA)(DPAH) (右) の分子構造

とができました。二酸化マンガンは酸化触媒にみられるように触媒的には活性ですが、二酸化マンガンからの錯形成にはほとんど例がなく、二酸化マンガンを金属源として Mn 錯体が得られることは大変興味深いことです。また、これらの実験結果より、本研究での錯形成には (I) 配位子が N 原子, COOH 基を有する (II) 配位子を含む水溶液の pH が 3~4 である (III) Mn イオンに対して配位子が 1:1 で反応すると過程した場合、錯形成定数が log K=14 以上である (IV) 配位子が Mn に配位するときの立体構造に支配される、といった要因が考えられます。

3. ポスター発表について

ポスター発表は発表番号が奇数と偶数に分けられ、それぞれ 45 分間発表するという形でした。学会に参加するのは今回が 2 回目でしたが、自分でポスター発表を行うのは初めてで、会場にもかなり多くの人が出て会場の雰囲気気圧されてしまいました。そんな中でのポスター発表は、卒業論文の発表のときのように緊張し、45 分間がとても長く感じました。ポスターへの質問に対しては、緊張と自分の勉強不足のせいもあってうまく説明することができなかったような気がします……。自分の発表時間が終わってからは他の方のポスターや、化学関連の企業のブースを覗いたりしました。自分と類似したテーマの発表だけでなく、多方面にわたるさまざまなテーマのポスター発表を見られたことは大変勉強

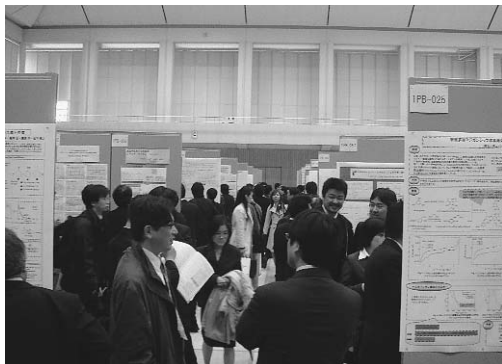


写真1 学会会場の風景

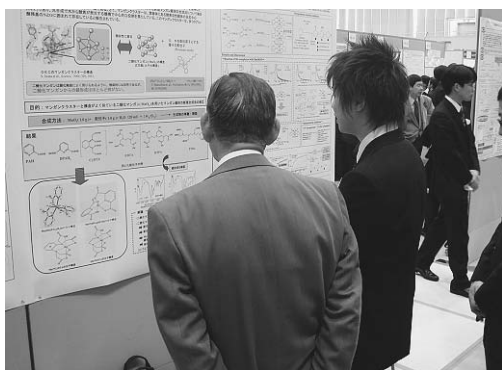


写真2 質問に受け答え中

になり，他大学の方に負けないように研究に取り組もうという意欲の向上にもつながりました．ポスター発表に対しては納得がいくできではありませんでしたが，今回の日本化学会への参加は良くも悪くもいい経験となりました．今回の経験をこれからの研究に生かし，今度こそは納得のいく発表をしたいと思います．

4. おわりに

学会というと，堅苦しくて近寄りがたいイメージがありますが，いろいろ見て回ると意外と楽しいものです．企業のブースでは見学しているとボールペンをくれたりするところもあります．また，学会は自分の発表をするだけではなく，他の人の発表を見たり聞いたりしていると，研究内容に対してだけではなく，発表や説明の仕方，話し方などいろいろ勉強になることも多くあります．今まで学会に行っていない人や興味がある人は一度参加してみてもどうでしょうか？

はじめて学会に参加して

畑 健太郎

Kentarou HATA

機械システム工学科 2006 年度卒業

1. はじめに

2006 年 12 月 8, 9, 10 日の 3 日間, 日本大学理工学部駿河台キャンパスで開催された「第 17 回日本 MRS 学術シンポジウム」に参加しました。MRS とは Materials Research Society の略称です。この日本 MRS は 1989 年に創立され, 先進材料に関する科学・技術の専門家の横断的・学際的研究交流を通じて, その学術・応用研究および実用化の一層の発展をはかることを目的としています。

私は, 日本 MRS において, 「エアロゾルデポジション法による抵抗体膜の形成」に関する研究テーマにてポスター発表を行いました。

2. 発表内容

エアロゾルデポジション (AD) 法というのは, 約 10 年前に開発された日本発 (産業技術総合研究所) の成膜技術です。主に成膜対象にしているのは, セラミックス薄膜・厚膜となります。セラミックスを合成するためには, 一般的には 1000℃ 近い高温を必要とするのですが, この方法を用いると, このセラミックス膜が熱を全くかけない, いわゆる「常温」で成膜することが可能です。加熱を必要としないということは, 製造プロセスとして非常に大きなメリットになります。

本研究では, AD 法にて硬質な様々な抵抗率を有する抵抗体膜を形成し, 各種センサーへの応用することを目指しています。そのために, まず, AD 法による抵抗体膜形成を行い, 電気特性を中心とする膜の基本的特性を明らかにし, 対象とするセンサー

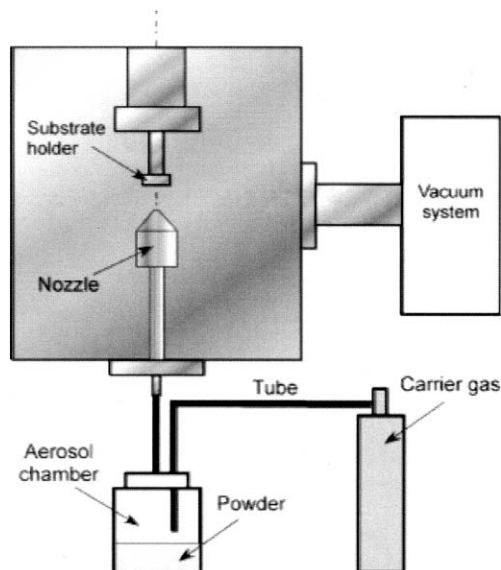


図 1 AD 成膜装置の概略図

が要求する特性と本研究で作成した抵抗体膜の電気特性の相関性を評価するための基礎的知見を得ることを目指して研究を行いました。

図 1 に AD 成膜装置の概略図を示します。本成膜装置は, 原料粉末供給部分, 成膜チャンバおよび真空排気装置にて構成されています。本研究では, 成膜対象であるルテニウム粉末 (アルミナに分散した) をエアロゾルチャンバに充填して, ガスと粉末の混合物である「エアロゾル」を, チューブを通してノズルから基板に供給しました。

基板に衝突した粉末は, 常温で固化して膜となります。この現象を「常温衝撃固化現象」とよんでいます。本研究で成膜したルテニウム抵抗体膜の外観図を図 2 に示しています。ガラス基板上に黒色の膜

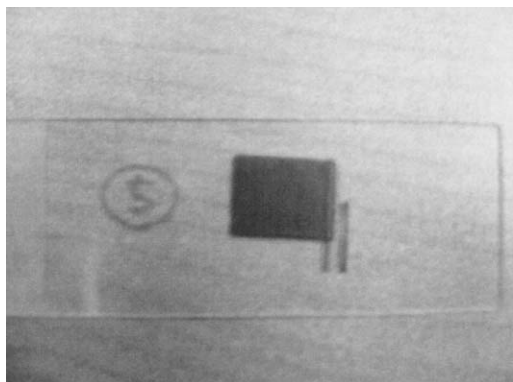


図2 AD法で成膜したルテニウム抵抗体の外観

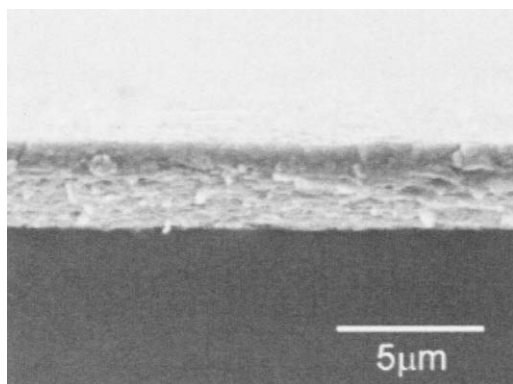


図3 成膜したルテニウム抵抗体膜の断面観察結果

が形成されていることがわかります。そして、成膜面積は $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ であり、膜厚は約 $2\text{ }\mu\text{m}$ となります。成膜時間は、およそ2分程度となります。この試料の断面構造を走査型電子顕微鏡にて観察した結果を図3に示しています。ガラス基板上に緻密なルテニウム膜が形成されていること、基板と膜の界面にはく離などが観察されていないことがわかります。そして、成膜した膜の特性をビッカース硬度試験および4端子法による電気抵抗測定実験により評価した結果を表1に示しています。ルテニウム抵抗体膜の硬度は、Hv 1000 以上であること、電気抵抗は $34\text{ }\Omega$ であることを明らかにしました。さらに、アルミナ分散するルテニウム粉末の量を制御することによって、硬度や電気抵抗を制御できることを明らかにしました。この抵抗体膜は一般的には、

表1 AD法で形成したルテニウム抵抗体膜の特性

ビッカース硬度	Hv 1000 以上
電気抵抗	$34\text{ }\Omega$
膜厚	$2\text{ }\mu\text{m}$

圧力センサーなどに使われるのですが、膜の強度が小さいことが問題となっていました。この方法を用いれば、問題解決が可能ではないかと考えています。

3. 発表時の様子

今回私が、参加した「第17回日本MRS学術シンポジウム」での発表形式は、ポスターセッションでした。これは、会場に研究内容を書いたポスターを貼り、発表者がそのポスターを使い、訪れた人に発表を行うという形式です。実際の発表の状況を図4に示しています。この研究発表は、所属する研究室が関連しているNEDOのプロジェクトに関するものだと聞いていました。そのせいか、ポスターに質問にきて頂く方はとても多く、初めてのポスター発表でしたが、1時間の発表時間はあっという間に過ぎていきました。まだまだ、基礎的な実験でしたが、エアロゾルデポジション法に関する基本的な質問から、応用展開に関する質問まで様々に受けました。時には先生の助けを借りながら、研究所、大学、会社の方々と研究に関する話をさせて頂くことによって、自分の無知を痛感するとともに、より多くのことを学びたいというモチベーションが、わいてきました。また、少しだけ時間をとって、他のポスターの展示も見学をしてきました。私のような学生の質問に対しても、発表者の皆さんに、親切丁寧に説明をしていただくことができました。研究者の方々の研究に対する説明は、非常にわかりやすく、説明力の高さ、研究に対する理解の深さに圧倒されるばかりでした。また、どのポスターも非常に上手く出来ており、見学したポスターから、図の配置や構成といった、内容を理解してもらうための工夫を

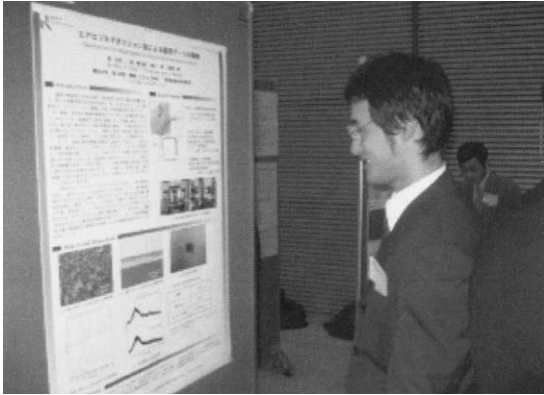


図4 ポスター発表会場にて

多く学ぶことができ、今後の参考にすることができると思います。

4. 講演を聴いて

ポスターセッションの後、エアロゾルデポジション法に関する講演を聴くことができました。研究所、大学、会社の方々の講演を聴いて、私自身の未

熟さを痛感するとともに、このような質の高い発表を行えるようになりたいという高いモチベーションを得ることができました。講演のまた、発表後、ある企業の方に、発表について特に意識している点などについて聞くことができました。その話のなかで、発表する対象を意識し、対象に応じて、発表やパワーポイントの構成を変えることなど、発表に対する様々なポイントを教えていただきました。このような内容を企業の方に話をしていただけるとは、多くある事ではなく、貴重で有意義な体験をすることができ、この経験が今後生きてくると思います。

5. おわりに

第17回日本 MRS 学術シンポジウムに参加したことで多くの方々から研究に対するアドバイスをもらうことが出来、大変に有意義な時間を過ごすことができました。このような貴重な機会を与えてくださった森 正和先生に、深く感謝します。

応用物理学会での研究発表

吉村 和浩

Kazuhiro YOSHIMURA

電子情報学科 2006 年度卒業

1. はじめに

2007 年 3 月 27 日から 30 日に、青山学院大学相模原キャンパスで開催された第 54 回応用物理学関係連合講演会（応用物理学会）に参加し、光制御のセクションにおいて「自己制御型光パルス分岐デバイスの製作」というテーマで口頭発表を行いました。

2. 研究内容

近年、情報伝達処理の媒体を電子から光子に変えることが技術開発の傾向であり、光信号を電気信号に変換せずに制御する機能の開発や、自己制御機能や自己形成機能を持つ光デバイスの実現が重要になっています。

我々の研究グループでは、単一のレーザ光を信号光かつ制御光として使用し、低電圧で光を制御できる液晶を組み合わせたデバイスによって非線形な入出力特性を作り出すことを昨年の応用物理学会で報告しました。この研究をさらに発展させ、本研究ではパルス光を信号光として自己制御によって分岐することを考えました。

作製した自己制御型光デバイスの構造を図 1 に示します。ねじれネマティック液晶が 90 度ねじれた状態で 2 枚の Si 基板（20 mm×20 mm×340 μm）と ITO ガラス基板（20 mm×20 mm×1.1 mm）の間隙（約 5 μm）に挟まれています。液晶分子の長軸は、入射側で横方向、出射側で縦方向になるように Si 基板と ITO ガラス基板の内側に配向処理が施されています。Si 基板には液晶セル駆動回路と接続

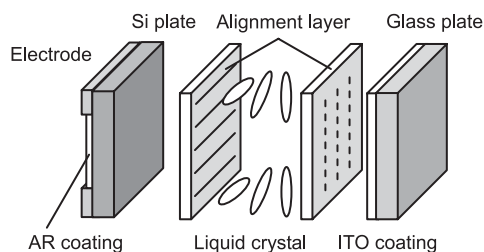


図 1 自己制御型光デバイスの構造

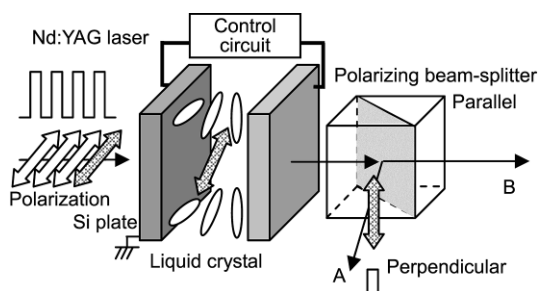


図 2 1 個目のパルスに対する動作原理

するために電極を形成しています。また、Si は屈折率が 3.4 と、空気（屈折率 1.0）との屈折率差が大きく、反射損失が大きいことが問題となります。そこで、入射側 Si 基板の外側には反射損失を低減するために無反射コートを施しました。

次に、動作原理を図 2 に示します。電極の一端は接地され、他端と ITO ガラス基板は液晶セル駆動回路に接続されています。信号光源には、Si のバンドギャップ波長付近で発振する Nd:YAG レーザ（波長 1064 nm）を用います。Si は Nd:YAG レーザ光の一部を吸収し、その結果発生するキャリア（電子または正孔）によって、抵抗値が低下します。回路はこれを検知して、液晶層に交流電圧を印

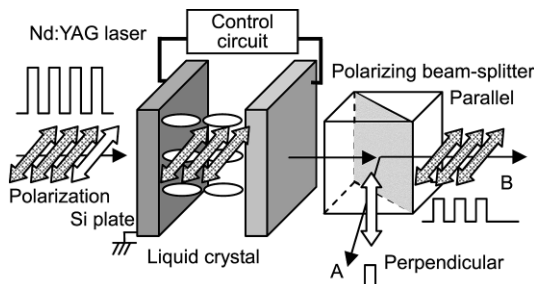


図3 2個目以降のパルスに対する動作原理

加するように設計されています。

パルス光が入射すると、1個目のパルスは液晶の配向に沿って偏光方向（光の電界の振動方向）が90度ねじれて出射され、偏光ビームスプリッタでA方向に反射されます。図3のように1個目のパルスが誘起した印加電圧によって液晶分子は電界方向に配向し、ねじれが解けるため、2個目以降のパルスは偏光方向が変わらないまま出射し、偏光ビームスプリッタを通過してB方向に進みます。A方向とB方向にSiセンサを置いて出射光を受光し測定を行います。

このデバイスを2個縦続接続することで、図4のようにA方向に1個目のパルス、B方向に2個目のパルス、C方向に3個目以降のパルスを分岐することができました。また、図5のように1個のパルスのパルス幅を1/3ずつ分割して3方向に出射するといったことができました。

この研究によって、半導体と液晶の機能を組み合わせることで光の自己振幅変調やパルス分岐の機能が実現できることが示されました。将来的には、複雑な配線が必要とされるニューラルネットワークや光インターコネクションなどに利用することが期待されます。

3. おわりに

大学生活の最後に、学会で自分の研究を発表することができ貴重な経験となりました。2007年4月

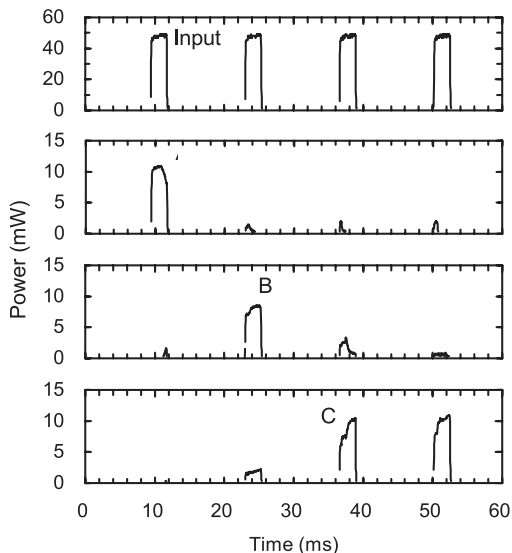


図4 パルス分岐の実験結果

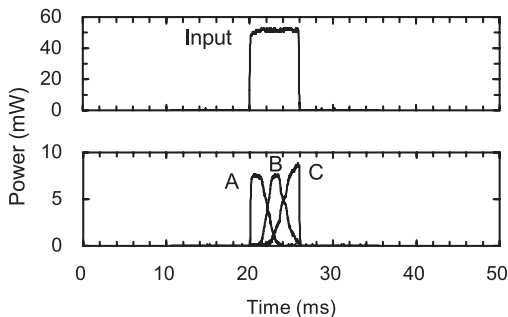


図5 パルス分割の実験結果

より大学院へ進学することになり、今後の学会発表などにこの経験を活かしていきたいと考えています。

最後になりましたが、学会発表の機会を与えてくださったことに加え、終始御理解ある御指導を頂きました齊藤光徳教授に深く感謝致します。実験装置の製作の際に御指導、御協力頂きました工作室の岡本満先生に深く感謝致します。また、御協力を頂きました先生方、日常の研究活動において有益な御討論と御協力を頂きました理工学部電子情報学科齊藤研究室の皆様方に深く感謝致します。

第 54 回応用物理学関係連合講演会に参加して

山下 毅彦

Takehiko YAMASHITA

電子情報学科 2006 年度卒業

1. はじめに

私は、2007 年 3 月 27 日から 30 日の間に青山学院大学相模原キャンパスで開催された「第 54 回応用物理学関係連合講演会」に参加しました。その中で、Si プロセス技術の分野において「薄膜フォトデバイスの特性解析」について発表を行いました。ここでは、私の研究内容と学会発表について報告させていただきます。

2. 研究内容

2.1 背景・目的

薄膜フォトデバイスは、光の光量に応じて光誘起電流を流す受光素子である。一方、poly-SiTFT は低コスト・高性能であり、LCD や OLED などのディスプレイなどに使われている。そして、これらの薄膜フォトデバイスと poly-SiTFT の両方を用いることにより、人工網膜・外光センサ・イメージスキャナなどの先端的なアプリケーションの実現が可能となる。しかしながら、薄膜フォトデバイスの特性は十分には分かっていない。そこで、本研究では薄膜フォトデバイスの特性解析を目的としている。

又、薄膜フォトデバイスが要求される特性としては、大電流でかつ電圧依存性が無いといった特性である。電圧依存性が無いというのは、印加する電圧が変化しても、得られる光誘起電流が一定で変化しない特性のことである。これは、フォトデバイスは光検出を目的としているので、印加する電圧によって光誘起電流が変化するのは好ましくないからである。

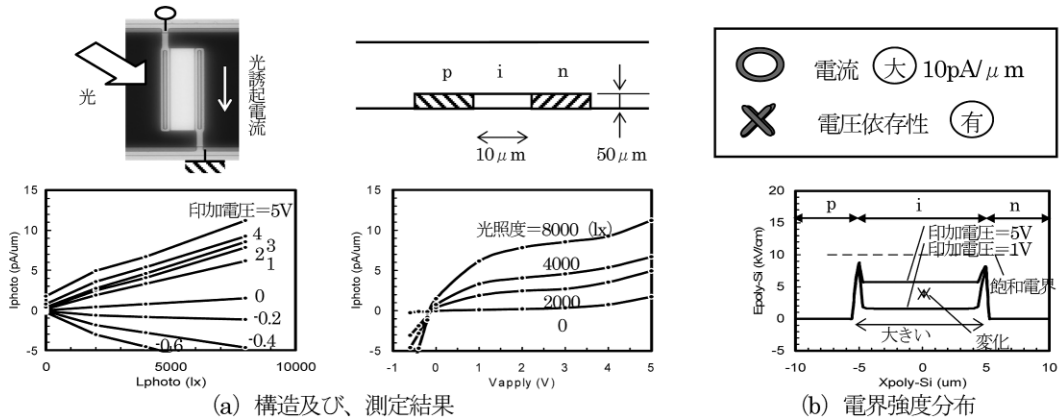
2.2 薄膜フォトダイオード

p 層と n 層の間に i 層を挟んだ p/i/n 型フォトダイオード、p 層と n 層で構成された p/n 型フォトダイオードを用いた。

p/i/n 型フォトダイオードの平面写真、断面構造図を図 1 (a) に示す。又、各印加電圧 (V_{apply}) の光照度 (L_{photo}) に対する光誘起電流 (I_{photo}) 及び、各照度の印加電圧に対する光誘起電流のグラフも図 1 (a) に示している。これより、光誘起電流が光照度に応じて直線的な線形な値が得られていることが分かる。そして、電流値が $10 \text{ pA}/\mu\text{m}$ と比較的大電流である。しかし、印加する電圧によって光誘起電流の値が変化している。これは、電圧依存性があるということである。

そして、なぜこの様な特性が得られたのかを詳しく考察するためにデバイスシミュレーションを用いた。そのシミュレーション結果を図 1 (b) に示す。これは、印加電圧が 1 V, 5 V のときの半導体内のそれぞれの電界強度分布のグラフである。これより、電界の大きい領域が i 層全体に広がっているので、キャリア生成領域が大きくなり、比較的大電流が得られたことが分かる。そして、印加電圧が 1 V と 5 V のときでは電界強度が変化しているので、キャリア生成率が変化して、電圧依存性があったことが分かります。

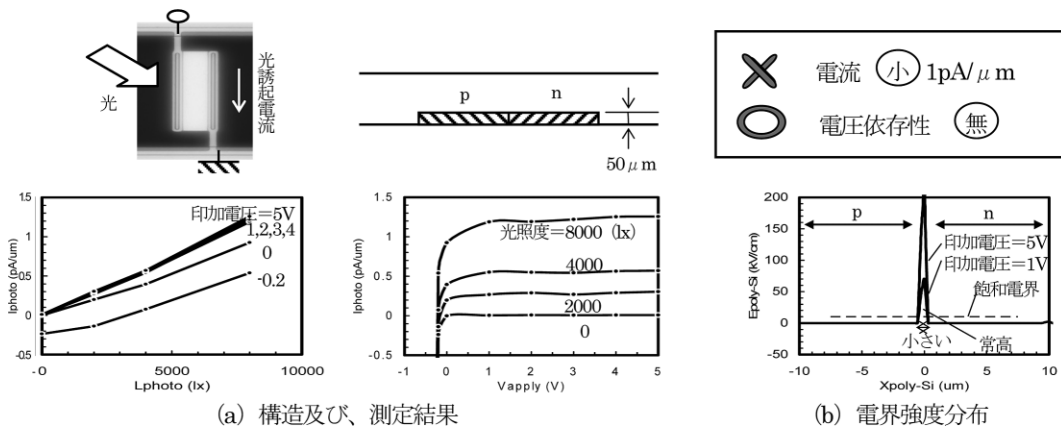
そして、p/n 型フォトダイオードの平面写真、断面構造図、各印加電圧 (V_{apply}) の光照度 (L_{photo}) に対する光誘起電流 (I_{photo}) 及び、各照度の印加電圧に対する光誘起電流のグラフも図 2 (a) に示している。これより、光誘起電流が光照度



(a) 構造及び、測定結果

(b) 電界強度分布

図1 p/i/n型フォトダイオード



(a) 構造及び、測定結果

(b) 電界強度分布

図2 p/n型フォトダイオード

に応じて直線的な線形な値が得られていることが分かる。そして、電流値が $1 \text{ pA}/\mu\text{m}$ と小電流である。しかし、一定の光誘起電流が得られており、電圧依存性がないことが分かる。これは、図2 (b) のシミュレーション結果より、電界の大きい領域が p 層と n 層の極狭い領域でしか発生していないので、キャリア生成領域が小さくなり、小電流が得られことが分かる。又、印加電圧にかかわらず、常に強い電界強度となっているので、キャリア生成率が一定となり、電圧依存性がないということが分かる。

2.3 薄膜フォトトランジスタ

薄膜フォトダイオードでは、大電流かつ電圧依存性がないという特性の両立は不可能であった。そこで、新規構造である薄膜フォトトランジスタを考案した。測定結果を図3 (a) に示す。これより、光誘起電流が光強度に応じて直線的な線形な値が得られていることが分かる。又、比較的大電流で電圧依存性がないことが分かる。これは、ゲート電圧印加により電界強度が形成されるので、電界の大きい領域が i 層全体に広がって、キャリア生成領域が大きくなり、比較的大電流が得られる。又、ゲート電圧印加により縦方向の電界が生じるため、p 層 n 層間の印加電圧にかかわらず、電界強度が一定となるの

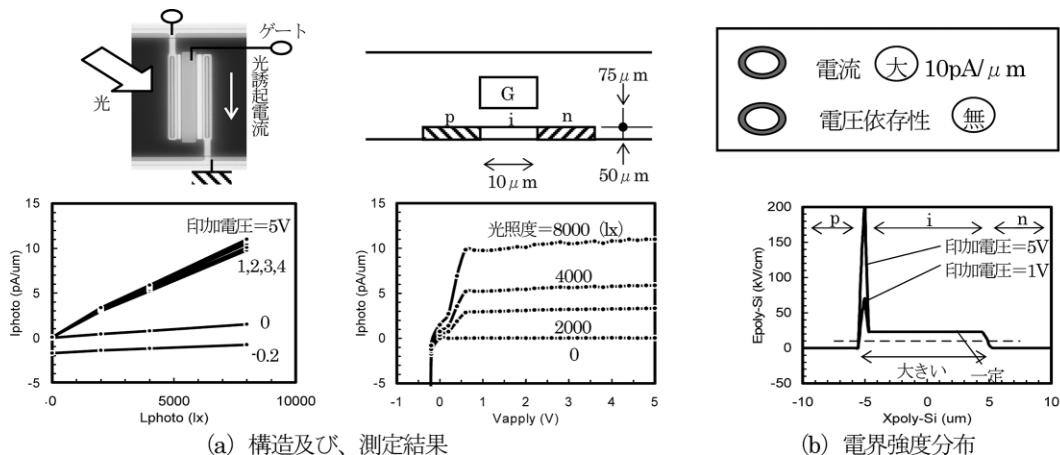


図3 p/i/n型フォトランジスタ

でキャリア生成率が一定となり、電圧依存性が無い特性が得られる。以上より、薄膜フォトランジスタは、大電流かつ電圧依存性が無い特性の両立が可能であり、薄膜フォトデバイスの最適な構造であることが分かる。

又、これらの薄膜フォトデバイスを人工網膜に応用し、人工網膜の動作を確認した。

3. おわりに

私は初めて学会で発表したのもので、とても緊張しました。ですが、これまで頑張ってきた1年間を振り返り、自分がやってきたことを信じて発表を行いま

した。そうすることにより、練習通り発表することができました。又、質問時間では、多くの専門分野の方々から質問やアドバイスを頂きました。そこで、今まで考えもしなかったこと、色々な視点からの質問を頂き、たいへん刺激を受けました。発表前の緊張感も含めて学会で発表することの素晴らしさを知りました。この素晴らしい経験をこれからの研究活動や人生に活かして頑張っていきたいと思いません。

最後になりましたが、これまでご指導をいただきました木村睦先生をはじめ、研究室の皆様へ深く感謝いたします。ありがとうございました。

応用物理学会での発表

山岡 俊文

Toshifumi YAMAOKA

電子情報学科 2006 年度卒業

1. はじめに

私は、青山学院大学相模原キャンパスで 2007 年 3 月 27 日から 3 月 30 日に開催された、第 54 回応用物理学関係連合講演会において、「多結晶半導体の Hall 効果のデバイスシミュレーションと実験解析」という題目で研究発表を行いました。

半導体デバイスの製作に用いられる Si や Ge の結晶は、通常、単結晶であったが、近年では poly-Si などの多結晶半導体も使われ、またその poly-Si の基本物性の向上ための研究も多く行われている。半導体特性評価手法として Hall 効果測定が広く用いられているが、今日まで、半導体における Hall 効果測定についての論述に、単結晶と多結晶の区別はなかった。そこで今回、多結晶半導体における Hall 効果を考察した内容の発表を行った。

2. 研究内容

トランジスタなどの電子デバイスでは、どれだけの電流駆動能力をもっているかが重要となる。電流は、キャリア密度と移動度の積に比例する。このキャリア密度と移動度を得るための半導体特性評価手法として Hall 効果測定が広く用いられている。しかしながら、多結晶半導体では結晶粒界に起因してキャリア伝導が様でない。そのため結晶粒内と結晶粒界では、キャリアの伝導速度が異なる。Hall 効果を起こす要因となるローレンツ力はキャリアの伝導速度に比例するので、多結晶半導体では結晶粒界付近で複雑な Hall 効果が発生すると思われる。

そこで、ローレンツ力を考慮したデバイスシミュ

レータを開発し、結晶粒界を含む多結晶半導体の Hall 効果のデバイスシミュレーションを行うとともに、実サンプルでの実験解析より多結晶半導体の Hall 効果について考察した。

デバイスシミュレータ

今回開発したデバイスシミュレータは、昨年度より開発が進められている。簡単に概要を説明する。

環境は Microsoft Excel, データ格納として 3 つのシートを使い、それぞれに電位、電子密度、正孔密度を格納する。物理方程式（ポワソン方程式、キャリア輸送方程式）を差分化し、メッシュ単位で計算するプログラムを Visual Basic for Applications でプログラミングしている。

シミュレーション

n 型 poly-Si, ドーパント密度 10^{18}cm^{-3} , 結晶粒界トラップ密度 $10^{10}\sim 10^{12}\text{cm}^{-2}$, キャリア移動度 $252\text{cm}^2/\text{Vs}$ として、磁場 0.1T を加えてシミュレーションを行った。エネルギーバンド分布を見ると、結晶粒界付近でポテンシャルバリアが発生している (図 1)。その大きさはトラップ密度が大きくなるにつれて、大きくなっていることが分かる。

一方、Hall 電圧を見ると、キャリア流入側では、より低電圧となり、キャリア流出側では、より高電圧となっている (図 2)。その程度は、トラップ密度が大きくなるほど顕著である。これは結晶粒界の両側でキャリア密度、キャリア速度、電流連続性を考察することにより説明できる。また、Hall 電圧のキャリア流入側、キャリア流出側、全体の平

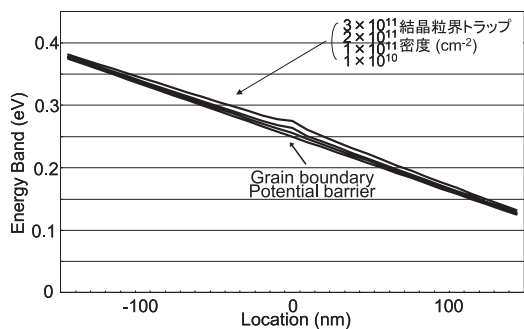


図 1 多結晶半導体のエネルギーバンド分布

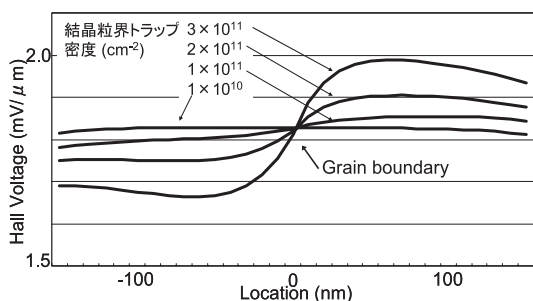


図 2 多結晶半導体の Hall 電圧

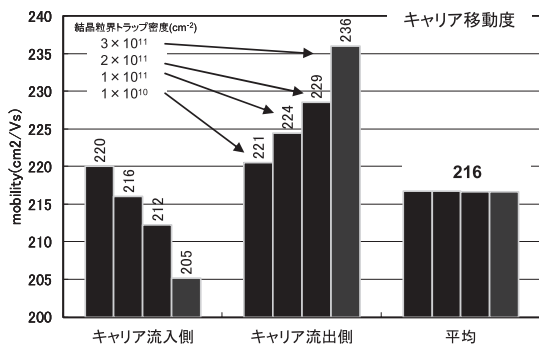


図 3 多結晶半導体のキャリア移動度

均をそれぞれとると、キャリア流入側、キャリア流出側ではそれぞれ、結晶粒界トラップ密度の変化により異なる値がえられたが、全体の平均では、結晶粒界トラップ密度がいずれの場合でも一様な値が得られた。全体の平均のキャリア移動度は約 $216 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であり、入力値に近い値が得られた。

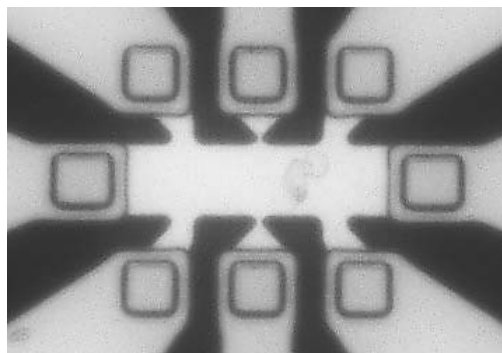


図 4 Hall 効果測定サンプル

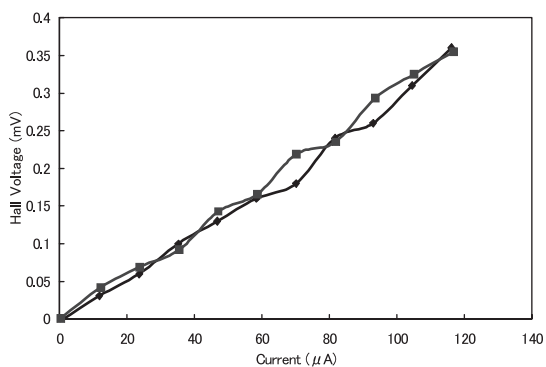


図 5 Hall 効果測定結果

実験解析

シミュレーション結果を検証するために、実験解析を行った。n 型 poly-Si、膜厚 50 nm 、P ドーズ量 $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の実サンプル (図 4) での測定を行った。このサンプルでは、Hall 電圧を測定する端子が約 $2.5 \mu\text{m}$ で非常に小さくなっている。今回、2 つのサンプルにおいて、Hall 効果測定を行った。

図 5 を見てみると、2 つのサンプルの結果はほぼ一致している。また、測定された Hall 電圧よりキャリア密度、キャリア移動度を求めると、それぞれ約 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、約 $26.5 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であり、妥当な結果が得られた。また、活性化率は 20% であった。

まとめ

今回、シミュレーション結果より、狭い範囲では結晶粒界位置や結晶粒界トラップ密度によって異なる値となったが、ある程度の範囲の平均では、結晶

粒界トラップ密度にかかわらず一様な値が得られた。これは、多結晶半導体においても、ある程度以上の範囲をとれば、Hall 効果測定が有効であることが考えられる。

実験解析では、約 $2.5 \mu\text{m}$ の非常に小さな Hall 電圧測定端子においても、正しい Hall 効果測定を行うことができた。

今後、他の条件におけるシミュレーションを進めるとともに、他のサンプルにおいても実験解析を行う。また今回の結果より、数ミクロン程度の大きさにおいて、Hall 効果測定を正しく行えることが確認されたので、新しく磁場エリアセンサを考案中である。

3. おわりに

今回、自分が一年間やってきた研究活動を応用物理学会とういう、大きな舞台で発表を行うことがで

き、非常に良い経験となりました。学会での発表自体は、うまく発表できたのではないかと考えています。しかし、質疑応答においては、非常に難しい質問ばかりで、うまく答えることができず、自分の知識不足を痛感しました。この経験を活かして、次に繋げたいと思っています。

最後になりましたが、龍谷大学理工学部電子情報学科木村睦助教授には、終始御理解のある御指導をいただき、ここに深く感謝の意を表し、御礼申し上げます。また、本研究の一部は、セイコーエプソンとの共同研究、FDK との共同研究、龍谷大学科学技術共同研究センター、龍谷大学ハイテクリサーチセンター革新的材料・プロセス研究センター、私立大学等研究設備整備費、理工学部特別研究設備費(龍谷大学)の支援によるものであり、ここに感謝いたします。

初めての学会討論会

森田 泰史

Yasufumi MORITA

電子情報学科 2006 年度卒業

1. はじめに

2007 年 3 月 20 日から 23 日にかけて愛知県名古屋市の名城大学で電子情報通信学会 2007 年総合大会が開催されました。その総合大会において、21 日から 23 日にかけて ISS 特別企画「学生ポスターセッション」という企画があり、その企画に参加しました。発表人数は 120 [w 1] 人でした。私は 22 日に「(15, 11) ハミング符号を用いた人工免疫プログラムの試作」と題してポスター発表を行ってきました。発表当日のスケジュール概要は、10 時からポスターセッション 2 時間、12 時から討論 1 時間、そして 13 時からポスターセッションが 2 時間ありました。

2. 発表内容

2.1 研究の背景・目的

計算機がコンピュータウイルスに侵され、利用者にとって予期せぬ動作が起きる問題は、計算機に生体の免疫能力を備えれば、改善される可能性があります。そこで、生体の免疫能力をモデルとして、計算機上で実現する研究が行われています^[1]。

そして、免疫をモデルにし、免疫の原理をコンピュータに取り入れる試みから、人工免疫モデルという言葉ができました。本研究では、誤りを訂正・検出する (15, 11) ハミング符号を用いて、免疫作用をモデルとした人工免疫プログラムを試作しました。

2.2 生体の免疫

免疫とは「病気を免れる」ことです。つまり、自

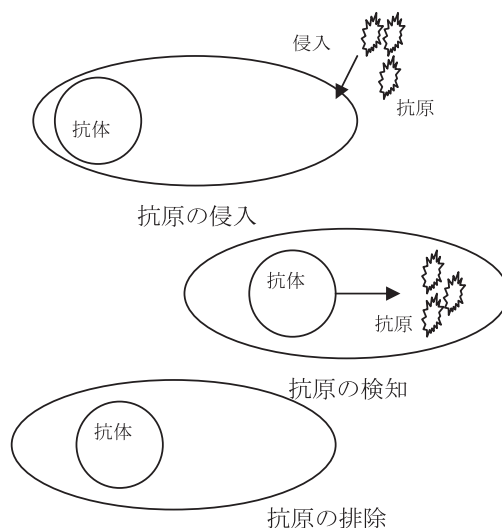


図 1 免疫の仕組み

分自身の細胞と異物や病原菌、ウイルスなどを区別して排除する働きです。また場合によっては、癌細胞などの自身が変質した細胞を排除する働きであります。ここで、病原菌やウイルスなどを抗原といい、この抗原を排除するものを抗体といいます (図 1)。免疫作用のひとつにクローン選択原理があります。この原理は、体外から体内へ入ってきた抗原に対し、対応する抗体があたかも選ばれたように反応し、それ以外の抗体は反応しません。

2.3 誤り訂正符号

誤り訂正符号は、通信路で生じた誤りを訂正する技術です。その誤り訂正符号の一つにハミング符号があります。ハミング符号は、送りたい情報 k ビットに対し冗長である検査 m ビットを付加して、

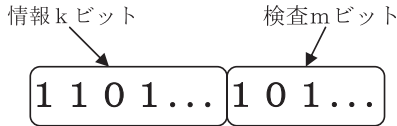


図2 (k+m, k) ハミング符号

(k+m, k) の長さの符号を作ります (図2)。情報ビットと検査ビットには $k=2^m-1-m$ の関係があります。

2.4 人工免疫プログラムの作成

クローン選択原理をモデルにして、誤り訂正符号の情報ビットと検査ビットを、それぞれ抗原、抗体とみなし、誤りが生じるか否かでクローン選択原理を実現できます (図3)。現在 (7, 4) ハミング符号を用いています^[2]。免疫の観点から多くの情報を一度に処理するには、符号の長さ (符号長 $n=k+m$) を長くします。そこで、従来よりも符号長の長い (15, 11) ハミング符号を用います。

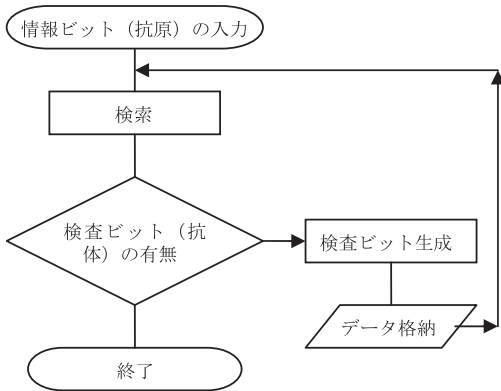


図3 処理の流れ

2.5 符号長の差異によるメリット、デメリット

(7, 4) ハミング符号を用いた場合と (15, 11) ハミング符号を用いた場合のメリット、デメリットを比較しました (表1)。符号化率は、符号長に対する情報ビットの長さであり、

$$\text{符号化率} = \frac{k}{h} \quad (1)$$

表1 (7, 4) と (15, 11) の比較

(7, 4)	比較項目	(15, 11)
約 0.57	符号化率	約 0.73
16 : 8	対応パターン数 (情報数 : 検査数)	2048 : 16

で表されます。

(15, 11) ハミング符号の方が符号化率は高く、人工免疫として考慮すると、冗長度が低いため処理速度が速いです。(情報数) : (検査数) は、情報数と検査数の比を表したものであります。人工免疫では (抗原) : (抗体) とみなされるので、(7, 4) ハミング符号の方が認識率は高く、信頼性があります。

3. 発表

私の行ったポスター発表は、ポスターを見に来られた方に対し、研究の概念や成果の説明、または質疑応答の対応をするということでした。自分にとって初めての討論会ということだったので、最初は緊張していました。ポスターを貼り、討論する準備を終え、後はトイレに行って準備万端だと考えていたところで、さっそく私の研究内容に興味を持って下さった方がポスターを眺めながら「ちょっと話を聞



図4 ポスター発表の様子

かせてよ。」と私に声をかけて下さいました。私は緊張しながらも説明、質疑応答を行いました。そして、私の知識にない免疫に関する話を話に加えながら、会話をして下さいました（図4）。これの中で張り詰めていた緊張が和らぎました。今回、質問者に対し、しっかりとした質疑応答をすることができなかったという場面がありました。また、予想外の質問や意図の分からない質問を浴び、質問者を納得させられる答えを返せなかったという場面もありました。このことにより、自分の説明能力の無さを痛感しました。しかし、自分にとって貴重な体験をしたと思い、討論のおもしろさを感じました。

4. おわりに

今回、電子情報通信学会の討論会に参加して、貴

重な体験をさせていただくことができました。私は、4月から社会人として働きます。この経験を今後に活かせるように頑張りたいと思います。

最後になりましたが、今回の討論会に参加する機会を与えて下さり、また研究の御指導をして下さいました村田正教授、植村渉助手に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 溝口文雄, 西山博之: “免疫をもつコンピュータ,” 岩波科学ライブラリー (2006)
- [2] Wataru Uemura, Shoji Tatsumi, Xie Chen: “A novel artificial immune model based on error control, In IEEE Systems, Man & Cybernetics International Conference, pp. 355-360, (2003).

学生ポスターセッションに参加して

平田 大輔

Daisuke HIRATA

電子情報学科 2006 年度卒業

1. はじめに

私は、2007年3月21日から23日にわたって愛知県の名城大学天白キャンパスで開催された2007年総合大会 ISS 特別企画「学生ポスターセッション」に参加しました。その中で、人工免疫システムによる個人情報漏洩を警告するプログラムの作成と評価というタイトルで発表を行いました。発表の形式は1枚、縦120cm横110cmのポスターを用いポスターセッションを5時間行い、そのうち1時間討論を行うというものでした。以下からがそのポスターセッションの発表の内容です。

2. 個人情報の問題

現在、個人情報の漏洩は深刻な社会問題にまで発展しています。知らないうちに出ていく個人情報の漏洩を本人に知らせるプログラムができたなら、個人情報の漏洩は比較的減ることが期待できます。

免疫では、外部からの侵入者である抗原を抗体は、見つけ出します。そして、体内に警告を出すという機能があります。また、免疫の特性である抗原・抗体の働きを計算機上で実現する研究が行われています。そこで本研究では、その機能をネットワークの情報監視へ応用することによって個人情報の漏洩を発見することを目的として研究しました。

3. 研究概念

本研究では、通信路上で発生する誤りを訂正する誤り訂正符号を基にした新しい人工免疫システムに注目します。

生体の免疫では、蓄えている多数の抗体から、侵入してきた抗原に対応した抗体が選択されます。このシステムをクローン選択原理といいます。

本研究では、クローン選択原理に7-4ハミング符号を用います。符号長4の情報ビットを抗原とし、それに対応する抗体を符号長3の検査ビットとします。情報ビットとは、信号が流れる時の情報の符号のことをいいます。検査ビットとは、情報ビットが誤る時にその情報の誤りを検査する符号のことをいいます。

クローン選択原理を、個人情報を警告するシステムへ応用します。ネットワークを流れる情報を抗原とし、個人情報を抗体とみなし、クローン選択原理より情報漏洩を警告することができます。まず、抗体を生成します。ユーザの個人情報のビット列から対応する検査ビットを生成し、保存します。次にネットワークを流れる情報を情報ビットとし、先ほどの検査ビットを照らし合わせ、対応するかどうかで、個人情報か否か判断しました。

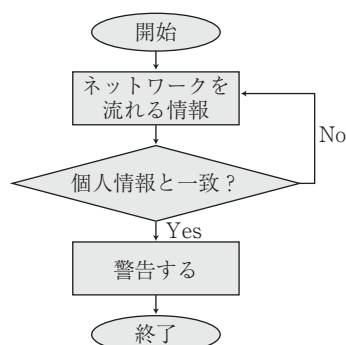


図1 フローチャート

以上のアルゴリズムのフローチャートを図1に示します。

4. 実験と結果

情報ビットに対する検査ビットの比率を変えて処理速度の違いを調べました(図2)。

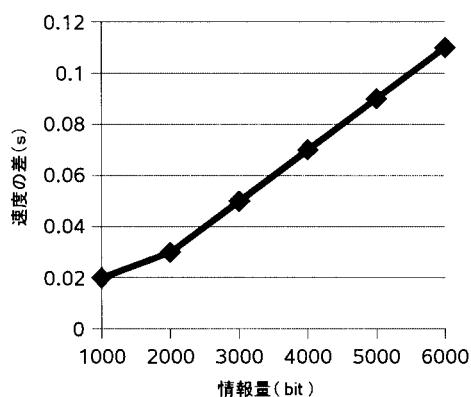


図2 4+3 に対する 4+4 の処理速度の差

4+3 の場合と 4+4 の場合では、4+3 の方が処理速度が速い。情報を増やすごとに処理速度に差が生まれました。

5. 考察・まとめ

人工免疫システムによる個人情報漏洩を警告するプログラムを提案しました。本研究では、7-4 ハミング符号を用いてプログラムを作成しました。実験では 4+3 と 4+4 の違いを調べました。検査ビットを 1 つ増やすことによって処理速度が遅くなるということより、情報ビットの比率が大きいハミング符号を用いることによって処理速度が速くなるといえます。

単純に、1対1でのマッチングを使って同じ個人情報の漏洩を警告するプログラムでは、検査する側の情報が漏れても個人情報が漏洩してしまいます。それに対し、本研究で用いる 7-4 ハミング符号の場合は検査する方が漏れても検査ビットは個人情報のビット列から対応する検査ビットを生成しているので、個人情報が漏洩する心配がないということも

1つの利点であることがいえます。

6. 発表当日

私は、3月22日にポスターセッションを行いました。今回のポスターセッションでは私と同じような分野の発表は、ほとんどありませんでしたが、発表は企業の方や学生の方、また他大学の先生の方などに聞きに来ていただきました。その中で、実験の内容や、テーマについての質問や結果についてのアドバイスをいただき、今後の自分の勉強や社会に出てからの考え方に良い刺激が得られたと思いました。

次の写真は、発表当日のポスターセッションの様子です。



図3 発表の様子

6. おわりに

ポスターセッションをするまでには、ポスターの製作の準備や発表内容の確認などで忙しくなりましたし、自分の行っている研究がどのように周りの人達には見られるのだろうか、受け止められるのであろうかなどを考えると緊張も、普段に大学で行う発表などとは、比べ物にならないものを味わうことになりました。しかし、そこから得られるものはすごく大きいものでありました。他大学の学生の方や教授の方、企業の方との討論では、まったく別の視点のハッシュ法を使った提案もされ、検討する良い機会となりました。学会を通じて感じたことは、学

会に参加するまでにどれだけ努力し，参加してどれだけそこで自分のためになるものを吸収できるかというのが一番大きいものであるということでした。

最後に，学会参加に際し，多くの経験を得る機会

を下さいました植村助手や関係者の人達に感謝の言葉を送り，締めとさせていただきたいと思います。ありがとうございました。

応用物理学会に参加して

島谷 寛也

Hiroya SHIMATANI

電子情報学科 2006 年度卒業

1. はじめに

私は、青山学院大学相模原キャンパスで 2007 年 3 月 27 から 30 日に開催された第 54 回応用物理学関係連合講演会に参加し、レーザ装置・材料のセッションにおいて「弾性ポリマー中の微小色素液滴の変形によるレーザ発振波長の変化」というテーマで口頭発表を行いました。

2. 研究内容

波長可変の微小レーザ光源として色素液滴の利用が期待されていますが、液滴は作製や保持が困難なことが欠点です。そこで本研究では、弾力性のあるシリコンゴム中に微小液滴を形成して、液滴レーザの発振制御を行いました。

まず、サンプルの作製について説明します。メタノールに有機色素ロダミン 6G を溶かした色素溶液は親水性をもつので、シリコンゴムの原液中では自己形成的に液滴となります。図 1 に示すよう

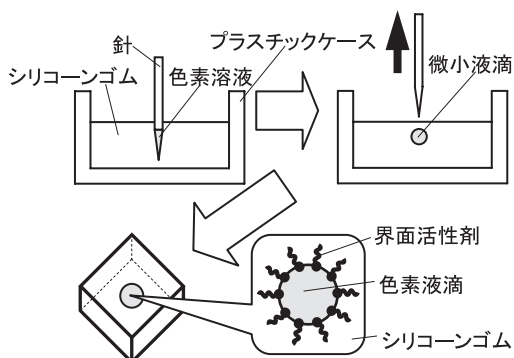


図 1 微小液滴を含むシリコンゴムの作製法

に、先端を研磨してとがらせた針に色素溶液（濃度 0.5 mol/l）を付着させ、硬化剤を混合した硬化途中のシリコンゴム中に挿入し、針を上から抜いて微小液滴を形成しました。そしてシリコンゴムが硬化した後、サンプルをプラスチックケースから取り出しました。このとき、色素が化学反応を起こして黒色化したり、メタノールがシリコンゴム中に拡散して液滴が消滅する現象が見られました。しかし、これらの問題は、色素溶液中に予め界面活性剤を 0.5 mol/l 添加しておき、液滴表面に保護層を形成することで解決できました。この方法で、図 2 (a) に示すように、粒径 30~120 μm の微小液滴を作製することができました。図 3 に示すように、粒径 30

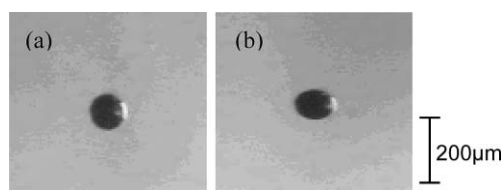


図 2 (a) シリコンゴム中の微小液滴と、(b) それを変形させたときの顕微鏡写真

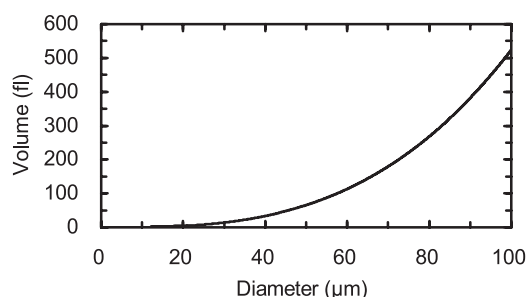


図 3 液滴の粒径と体積の関係

μm の液滴の体積は 14 fl であり、針を用いた液滴の作製は微小液滴を生成する方法として有用であることが分かりました。また、シリコンゴムの両側から力を加えると、図 2 (b) に示すように、液滴が楕円体に変形することが分かりました。

次に、液滴レーザの発光スペクトルの観測、液滴を圧縮したときの共振ピークの移動について説明します。粒径 $55 \mu\text{m}$ の液滴を含むサンプルに、Nd:YAG レーザの第 2 高調波 (波長 532 nm , パルス幅 5 ns , 瞬時パワー密度 30 kW/mm^2) を照射すると、図 4 に示すような太線の発光スペクトルが観測されました。周期的に現れているピークは、液滴中の共

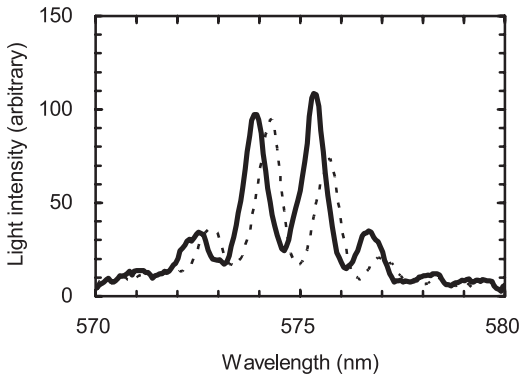


図 4 太線は $0 \mu\text{m}$, 点線は $30 \mu\text{m}$ シリコンゴムを圧縮したときの発光スペクトル

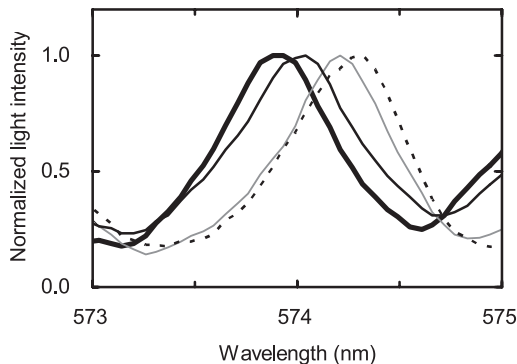


図 5 太線, 実線, 細線, 点線の順に, シリコンゴムを $0 \mu\text{m}$ から $30 \mu\text{m}$ まで $10 \mu\text{m}$ ずつ圧縮したときの共振ピークの移動

振モードに対応しています。発振ピークの間隔から共振器の光路長を算出すると約 $230 \mu\text{m}$ になり、粒径 $d=55 \mu\text{m}$ とメタノールの屈折率 $n=1.33$ から算出される液滴を 1 周するときの光路長 $\pi nd=230 \mu\text{m}$ とほぼ一致しました。このことから、液滴中のレーザ発振は、光が球の表面に沿って周回するウィスパーリングギャラリモードで起こっていることが分かりました。シリコンゴム (30 mm 角) を $30 \mu\text{m}$ 圧縮すると、図 4 の点線に示すように、共振ピークが長波長側に移動するのが見られました。さらに、この共振ピークの移動を顕著に観察するために、シリコンゴムを $10 \mu\text{m}$ ずつ $30 \mu\text{m}$ まで圧縮して発光スペクトルを測定しました。図 5 に示すように、シリコンゴムを $10 \mu\text{m}$ ずつ圧縮することで、共振ピークが 0.1 nm ずつ長波長側に移動していることが分かりました。

この研究によって、液滴をシリコンゴム中に形成することで、液体状態の色素を固体であるかのように取り扱えるようになりました。また、シリコンゴムを圧縮すると、レーザ発振波長を制御することも明らかになりました。

3. おわりに

今回、学会に参加して今までにない貴重な経験をすることができました。研究発表後の質疑応答で、公聴者からの質問が多かったことから、私の研究が好評であることが考えられます。また、発表を無事に終えることができ、自信を持つことができました。

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、終始御理解ある御指導をいただいた斉藤光徳教授に深く感謝します。また、日頃より有益な御討論、御協力をいただいた理工学部電子情報学科斉藤研究室の皆様に深く感謝します。

学会に参加して

澤村 茂樹

Shigeki SAWAMURA

電子情報学科 2006 年度卒業

1. はじめに

私は、2007 年 3 月 5 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の有機エレクトロニクス研究会に参加しました。この学会の議題は、「発光・表示記録用有機材料及びデバイス・一般」で、私は 25 分間の口頭発表を行いました。

2. 研究内容

2.1 背景・目的

私が所属している木村研究室において研究されている Poly-Si TFT (ポリシリコン薄膜トランジスタ) は、低温プロセスによりガラス基板上などに作製可能で低コストであり、 α -Si TFT (アモルファスシリコン TFT) と比較して移動度が高くディスプレイに使用した場合、表示の応答やコントラストの面で優れています。一方、OLED (有機 EL) は、高輝度の発光が得られ、応答速度が速く、低電圧での駆動が可能です。そして、自発光デバイスであるためコントラストが高く、視野角が広く視認性に優れており、また構造が簡単であるため軽量薄型にできるという利点があります。これらを組合せ、TFT を駆動素子として OLED の発光を制御するディスプレイである TFT-OLED (薄膜トランジスタ駆動有機 EL ディスプレイ) は LCD (液晶ディスプレイ) に次ぐ次世代 FPD (フラットパネルディスプレイ) の

本命技術として期待されています。しかし、画素回路に用いる TFT と OLED において特性変動や劣化が生じるため OLED に流れる電流が不均一になるという課題があり、現在、さまざまな駆動方式が提案されています。しかし、未だどの駆動方式が最適であるのかという結論には至っていません。よって、本研究で TFT-OLED における最適な画素回路の駆動方式として電流均一化パルス幅階調方式を提案し、回路シミュレーションと実験評価により動作確認を行いました。

2.2 電流均一化パルス幅階調方式

電流均一化パルス幅階調方式の画素回路とタイミングチャートを図 1 に示します。電流均一化回路 (画素回路右部) では、まず供給電流を与え、Dr-TFT のゲート電圧を一定にし、Dr-TFT の特性変動・劣化を補正し、Dr-TFT の飽和電圧において OLED を動作させ OLED の特性変動・劣化を補正すること

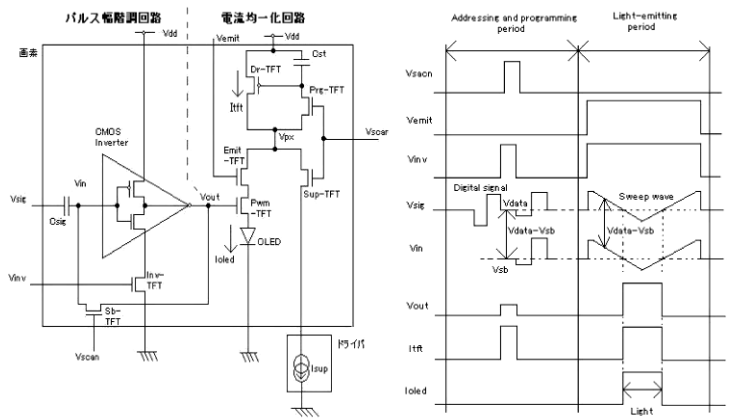


図 1 画素回路とタイミングチャート

で、OLED に流れる電流を均一化します。パルス幅階調回路（画素回路左部）では、発光期間をインバータより出力されるパルスの幅によって制御することで従来の方式と異なり、走査周波数が高くなりません。

2.3 回路シミュレーション

まず、回路シミュレーションによる動作検証の結果を示します。シミュレーションにはシルバコのスマートスパイスを用い、シミュレーション条件として、走査期間と発光期間をそれぞれ 8 ms とし、走査線数を 500 本、周波数 60 Hz、8 bit のグレースケール、画素ピッチを 200 μm 、ディスプレイの輝度

を 100 cd/m^2 と想定し、シミュレーションを行いました。結果（図 2 (a)）として、走査期間において 1 μA の供給電流をプログラムしたので、発光期間において OLED にはほぼ 1 μA の電流が流れており、発光期間としてインバータより 4 ms のパルスが出力されているので、OLED に電流が流れる期間は約 4 ms となっていることが確認できました。さらに、画素回路中の TFT と OLED にバラつきを与え、回路シミュレーションを行い、TFT と OLED の特性変動に対する OLED に流れる電流の均一性についても評価しました。（図 2 (b, c, d, e)）すべての場合において、発光期間に OLED にほぼ 1 μA の電流が流れており、発光期間は約 4 ms という結果が得られました。よって、画素回路中の TFT と OLED に特性変動が発生した場合であっても、OLED に流れる電流は均一化され、発光期間はパルス幅によって制御されていることが回路シミュレーションより確認できました。

2.4 実験評価

実験評価では図 3 に示すように、2つのサンプル

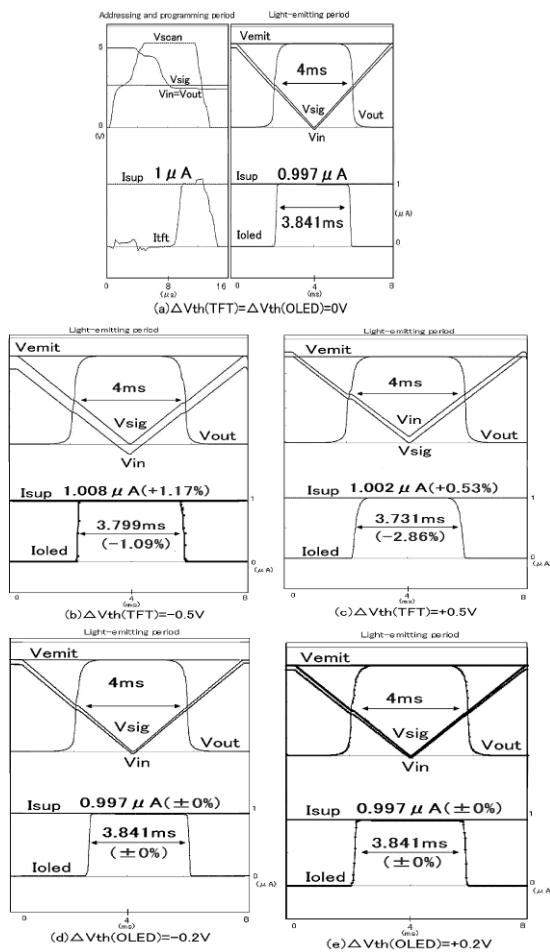


図 2 シミュレーション結果

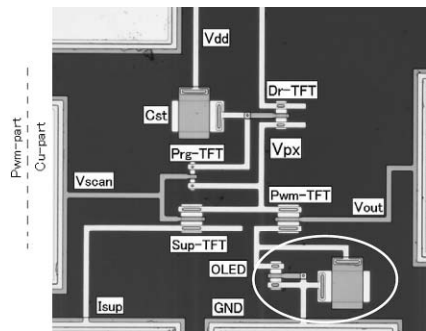
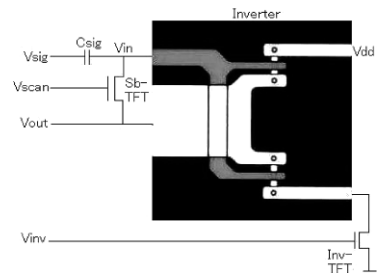


図 3 等価回路

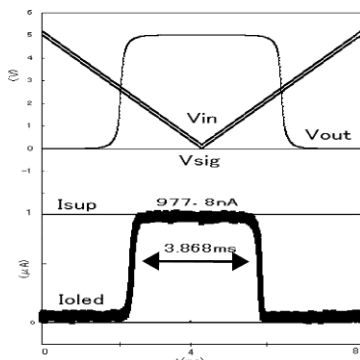


図4 実験結果

を組み合わせ等価回路として測定を行いました。結果（図4）は、シミュレーション結果と同様に、発光期間において約4msの間OLEDにほぼ $1\mu\text{A}$ の電流が流れていることを確認しました。

2.5 結論

以上述べた回路シミュレーションと実験評価の結果より、電流均一化パルス幅階調方式は、TFTとOLEDの特性変動や劣化によらずOLEDに流れる電流を均一化し、パルス幅によって発光期間の制御を行うことが可能な画期的駆動方式と言えます。しかし、画素回路中に多数のTFTを用いているため良品率の低下ということが考えられます。よって、良品率の向上が今後の課題であります。現状では、画素回路中のTFTを2つ削減することに成功しました。また、画素回路を2系統化するスマートピクセルという新たな発想を提案し、現在検討しています。この良品率に関する課題を解決でき、本駆動方式による画素回路が市場に出ることになれば、従来

のものより高画質なTFT-OLEDが誕生すると信じています。

3. おわりに

私は、人前で話をするという事が嫌いで仕方ありません。4回生になりゼミで発表などを行いますが、毎回苦痛でした。しかし、その反面人前で臆することなく発表したいと思っていました。そして今回、学会に参加し今までにない貴重な経験と自信を得ることができました。研究成果を限られた時間の中で他者に分かりやすく伝えるということは非常に困難なことです。自分自身が非常に緊張しやすいため発表の練習を重ねることが大切であると感じました。自分自身の理解を深めるという意味でも発表練習は大切です。学会発表は初めての経験でしたが25分間と発表時間が長かったこともあり落ち着いて発表することができました。また、他者の発表を聴くことで多くの知見が得られ、自分の知識の少なさを痛感し、もっと勉強しなければいけないと思いました。今回の学会を通して、非常に有意義な時間を過ごすことができ、今後も機会があれば参加していきたいです。皆さんも一度学会発表を経験してみてください。

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、終始御理解のある御指導をしていただいた木村睦助教授に深く感謝します。また、日頃より有益な御討論・御協力をいただいた理工学部電子情報学科木村研究室の皆様にも深く感謝します。

ポスター発表

超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム

佐藤 亘

Wataru SATO

電子情報学科 2006 年度卒業

1 はじめに

平成 18 年 11 月 15 日～17 日に愛知県の名古屋国際会議場で行われた「超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム」のポスター発表に「ソニック／フォニック結晶における欠陥モード導波路の実験的考察」の報告として参加させていただきました。

2 研究内容

ソニック結晶とは、一様なホスト媒質中に音波の半波長ほどの間隔で人工的に音響散乱体を周期配列した人工結晶であり、電磁波に対する人工結晶であるフォトニック結晶に相等します。ここで取り上げるソニック結晶は、空気中にアクリル樹脂円柱を 2 次元周期配列した 2 次元ソニック結晶のことです。

従来の音響導波路では、散乱体を線状にすべて取り除くことによって散乱体のない部分が線状導波路となります。これに対して、結晶中の散乱体を 1 つおきに取り除いた点欠陥配列を音響導波路とする単一欠陥配列導波路の方が伝送損失が少ないことのみならず直角曲がりも全く問題のない特徴を持つことが当研究室で見出されています。この単一欠陥配列導波路の伝搬特性から、ソニック結晶を音響フィルター等の機能デバイスとして利用することを目的として、計算機シミュレーションと実験結果において、特に次の二点に注目しました。一つ目は、単一欠陥配列導波路を音波が少ない伝送損失で伝搬する周波数帯（パスバンド）と、その外側の周波数帯の伝送損失が、どれだけ大きな差になるかという点で

あり、二つ目は、パスバンドが起こる周波数の範囲です。この二点に注目して、さまざまな形の単一欠陥配列導波路に関して FDTD 法による計算機シミュレーションと実験を行い比較、考察を行いました。

単一欠陥配列導波路について、実験を行った結果、次のような成果をあげました。(1) 計算機シミュレーションで得られた単一欠陥配列導波路の透過率周波数特性から読み取れるパスバンドの位置が規格化周波数で 0.54～0.59 であったが、実験で得られた結果からも、ほぼ同じ位置にパスバンドが起きていました。(2) 単一欠陥配列直角曲がり導波路において、直角曲がりの影響を受けずに優れた伝送効率を実験的にも検証することができました。(3) 単一欠陥配列直角曲がり導波路の実験結果から、項視間隔 a ごとに 0.52 減衰すると推定されます。(4) 十字路を持つ単一欠陥配列導波路の実験結果から、分岐した音波を合わせると、分岐する前の音波とほぼ同じになりました。(5) 単一欠陥配列導波路のパスバンドと、パスバンドの外側の伝送効率のさが、約 30～40 dB あるという結果を得ました。以上のことから、計算機シミュレーションで得られた成果を実験的にも検証することができました。単一欠陥配列導波路は、優れた伝送効率を持つだけでなく、音響フィルターとしても活用できることが確かめられました。

3 学会での活動内容

私の発表は 16:30～19:00 の中のポスター発表だったので、それまでの時間に他の発表者の話しを

聞き、どのような研究をしているのかとか、私が行っている研究の参考になるものがあるのかということを考えていました。ポスター発表では、ソニック結晶の欠陥モード導波路について、どのように波が伝搬して、周波数によって波がどのくらい透過するのかということを説明して、質問に答えました。

4 ポスター発表と質問

初めてのポスター発表だったので、上手く説明できるのかとても不安でしたが、先生がそばにいたため、発表の時間中はそこまで緊張したりせずにできました。しかし、相手に理解してもらえるような説明の仕方や、答える事のできなかつた質問などが多くあり、緊張や不安よりも、自分の能力に問題があるような気がしました。それでも、質問されて答えられなかつたけれど参考になるものが多くあり、とても良い経験になりました。例えば、特定の周波数帯だけ伝送効率が良いと何に利用することができるのかとか、伝送効率の良い周波数帯の範囲を変える

方法など、次に自分が研究していく課題として考えることができると思います。

5 学会発表を終えて

学会発表を終えて、研究内容を説明する難しさ、他の研究内容を理解する難しさを知りました。私は学会に参加したのが初めてだったのですが、他の発表者の研究内容説明や、それに対する質疑応答を聞き、自分との差があまりにも大きいと感じ、このままで大丈夫なのかと不安になりました。しかし、発表者のほとんどが、大学院生や、それ以上の人達だったので、これから頑張る、もし今後また学会に参加するようなことがあれば今回の学会より成長して参加できるようにしたいというやる気ができました。

今回の学会で得たものは、発表内容というより、学会とはどんなものなのかという雰囲気と、今まで以上のやる気だったような気がします。

初めての事例発表会

水原 詞治
Shinji MIZUHARA

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2月1日、2日に埼玉県川口市で開催された第28回全国都市清掃研究・事例発表会に、同研究室の松尾君とともに参加しました。この事例発表会では、廃棄物処理に関するさまざまな分野での研究発表が行われており、私は、「蛍光 X 線分析における試料作成法の影響について」という題目で、松尾君の共同執筆者という形で参加しました。

2. 学会発表

大学院進学を決めた頃、占部先生から「こういうものがあるんだけど」と今回の事例発表会について説明されました。正直に言うと、学会（事例発表会は正式には学会とは呼ばないらしいですが）での発表は学部生の間はしないと思い込んでいたので、大変驚きました。しかし、このような経験をする機会はありませんと思ったので、卒業研究を共同で行っていた松尾君と一緒に参加することにしました。

発表内容は、話し合いの結果、卒業研究で使用していた蛍光 X 線分析に関する上記の内容となりました。卒業研究と平行して行うことになったので、とても時間がかかり、同時平行の時期は、肉体的にも、精神的にもキツかったです。

私達の発表は2日だったので、前日は他の参加者の発表をゆっくりと見ることが出来ました。他の参加者は、ほとんどが企業や自治体の方で、学生は私達の他には、数人しかいませんでした。参加者は、発表の仕方、PowerPointの使い方等が非常に上手

く、雰囲気になれる所か、不安な気持ちが増す結果となりました。

3. 発表内容

3.1 序論

今回実験に用いた蛍光 X 線分析装置は島津製作所の「EDX-800 HS」です。蛍光 X 線分析とは、試料に X 線を照射し発生する蛍光 X 線のエネルギーを分析することで試料を構成する元素の種類や含有量を調べる分析方法の事です。この蛍光 X 線分析の為の前処理として、試料を粉碎する際の汚染や試料の厚さ、成型法の違いなど様々な問題があるので、これらの諸問題についての検討を行いました。

3.2 実験方法

試料としてセルローズ、一般廃棄物の焼却灰、溶融スラグを用いて、試料粉碎時間、試料の厚さ、成型法を変化させ、それぞれについて X 線強度を測定しました。試料粉碎時間は 0, 3, 30 分の 3 段階に変化させて行いました。成型法は容器法、粉末プレス法の 2 種類を用いて、試料の厚さは、容器法の場合は 1, 2, 5, 10 mm の 4 段階に変化させ、粉末プレス法の場合は 0.5, 1, 2, 3 mm の 4 段階に変化させて行いました。

3.3 結果

まずセルローズを試料とした時の試料粉碎時間の違いにおける汚染の影響を図 1 に示します。

今回用いた試料粉碎装置は、吉田製作所の「振動式粉碎機 形式 1033-300」です。粉碎機の構成成

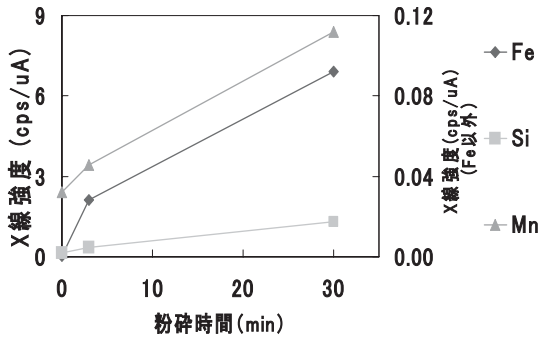


図1 振動式粉碎による汚染の影響

分 (SKS-3) は, Fe, Si, Mn など主成分は Fe となっており, その他の成分は微量に存在しています。

図1の左軸は Fe, 右軸は Fe 以外の X 線強度を表していますが, 粉碎時間を長くすると構成成分の増加が確認することが出来ます。ただ Si, Mn などの微量成分は, 増加していても微増ですから問題になるほどではありません。しかし, Fe に関しては, 粉碎時間 30 分の場合, X 線強度にして約 7 cps/uA の増加, 含有量に換算すると約 2% の増加に相当し, かなりの汚染があると考えられます。

次に, 焼却灰における容器法と粉末プレス法における試料厚さの影響について図2, 3に示します。

図2, 3は各試料成型法における試料厚さの影響を表しているが, とともに今回設定した範囲の中での X 線強度への影響はみられませんでした。X 線の侵入深さは金属で約 10 μm , 有機物で約数 mm といわれています。焼却灰や熔融スラグは密度的に金属寄りであることから今回の設定厚さ 0.5 mm 以上で一定の X 線強度が得られたのだと考えられます。また, 容器法, 粉末プレス法という試料成型法の違いによる X 線強度の違いもみられませんでした。

なお, 熔融スラグにおいても, 焼却灰同様に試料厚さ, 成型法による X 線強度の違いはみられませんでした。

4. おわりに

今回, 私は共同執筆者という形で参加したので発

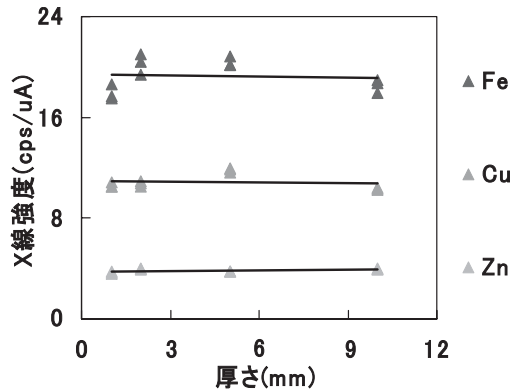


図2 試料厚さの影響 (容器法)

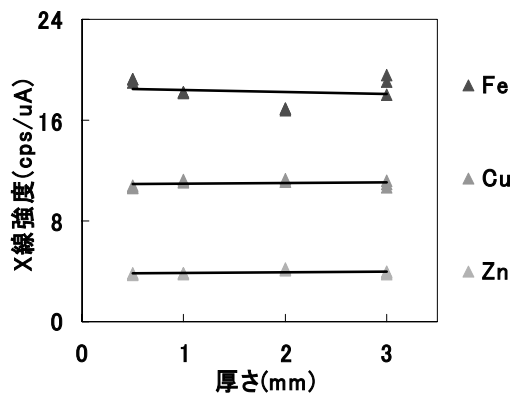


図3 試料厚さの影響 (粉末プレス法)

表をすることはありませんでしたが, 本当に貴重な経験をすることができました。この学会の時期が大学の卒業論文の発表会の1週間前ということもあり, 十分な発表準備が出来なかったために満足のいくではなかったと思います。しかし, 他の参加者の発表から, 自分達に足りないものや発表の見せ方など, たくさんものを得ることが出来ました。今後大学院に進学することにより, 学会発表の機会はたくさんあると思いますので, 今回の経験をもとに自分の納得の行く発表が出来るように頑張りたいと思います。

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占部先生に, 深く感謝いたします。また, 今回の発表者であり共に実験を行った松尾君をはじめ占部研究室のみんなにも感謝いたします。

第 87 回春季年会に参加して

長谷川 俊 介

Shunsuke HASEGAWA

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

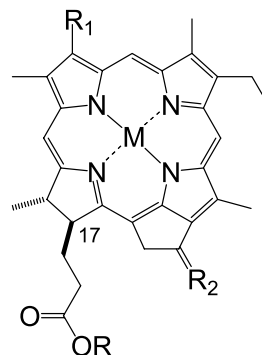
私は今回、2007年3月25日から28日に行われた、大阪の関西大学千里山キャンパスで行われた第87回日本化学会春季年会に参加しました。この学会は、毎年春に開かれる大規模な学会で、ここで私は「クロロフィル誘導体をインターカレートしたりリポソームの構築」という題目で発表を行いました。今回、初めて学外で自分の研究内容を発表したもので、とても緊張しましたが、何とか発表を終えることができました。ここでは私が発表した研究内容について報告をさせていただきます。

2. 研究背景

近年、植物の集光アンテナの構造が、明らかになってきました。紅色光合成細菌の集光アンテナでは多くのクロロフィル分子がリングを形成しており、そのリングが生体膜内に組み込まれ、太陽光のエネルギーを反応中心に送っています。すなわち光合成の初期反応は生体膜内で行われているのです。生体膜の光合成反応のモデルとして、脂質二分子膜の小胞体であるリポソームを用いた例が報告されており、これまでにリポソームの二分子膜の内外の水層にプロトンの勾配を作り、それを用いて ATP を合成する系^[1]や、脂質二分子膜内に天然のクロロフィル分子を導入し、エネルギー移動を観測したという報告例もあります^[2]。

3. 研究内容

今回私が行ったのはクロロフィル-*a* を出発原料



	M	R ₁	R ₂	R
1	H ₂	CH=CH ₂	O	(CH ₂) ₁₀ OH
2	H ₂	CH=CH ₂	O	(CH ₂ CH ₂ O) _n H (n=4, 8.7, 13.3)
3	Zn	CH=CH ₂	O	(CH ₂ CH ₂ O) ₄ H
4	H ₂	CH(CH ₃)OH	H ₂	(CH ₂ CH ₂ O) _{13.3} H

図 1 合成したクロロフィル誘導体

として合成したクロロフィル誘導体 1~4 (図 1) をリポソームの脂質二分子膜内に導入し、中心金属ならびに周りの置換基がリポソーム膜内への取り込みにどのような影響を与えるかを調べました。天然のクロロフィル分子は 17 位が疎水性の長鎖アルキル基であるのに対し、今回合成したクロロフィル誘導体は 17 位が末端が水酸基のアルキル鎖ならびにオキシエチレン鎖を導入しました。クロロフィル誘導体を含むリポソームの作成は、リン脂質であるジパルミトイルホスファチジルコリン (DPPC) とクロロフィル誘導体の混合物を、水中に分散させることでリポソームを形成し、凍結融解後、100 nm サイズのメンブレンフィルターに通して、サイズを均一化させ、GFC によって精製を行うことで内水相に高濃度の CF を含むリポソームを作成しました。こ

のリボソームの可視吸収スペクトルを測定すると、アルキル鎖であるデカン中とほぼ同じ吸収波長を示したため、クロロフィル誘導体はリボソーム膜内の疎水的な環境に存在していることが分かりました。つぎにリボソーム1個あたりに含まれる、クロロフィル誘導体の量を概算した結果17位により長いオキシエチレン鎖を含むクロロフィル誘導体がリボソーム膜内に組み込まれやすく、中心に亜鉛が配位すると取り込まれにくくなることがわかりました。また、リボソームの脂質膜内に、短波長に吸収を持つクロロフィル誘導体をドナー、長波長に吸収を持つものをアクセプターとしてリボソームの脂質二分子膜内に導入し蛍光スペクトルを測定すると、ドナーからアクセプターへの励起エネルギー移動が観測されました。この結果からリボソーム膜内で、人工的にアンテナ系を調製することができました。

4. 発表を終えて

今回が学会での初めての発表で、発表をする前はとても緊張しましたが、いざ発表を始めると思った

ほどでもなく、自分の言いたいことが伝えられたと思いました。学会では多くの方々から貴重な意見を頂き、とても参考になりました。今後はここで頂いた意見を参考にしながら、研究を進めて生きたいと思えます。

5. 最後に

学会は、多方面の方々からいろいろな意見を頂ける貴重な場であると感じました。また、他の方の発表を聞いても得られるものは多くあると思いました。これを読んで興味をもたれた方はぜひ学会に参加することをお勧めします。最後になりましたが今回の学会発表をするにあたって、さまざまな助言を頂いた本学の宮武智弘講師他いろいろと助けてくださったさまざまな方に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] G. Steinberg-Yfrach, et al., *Nature*. 392, 479 (1998).
- [2] J. Goc, et al., *J. Photochem. Photobiol. A* 93, 137 (1996).

日本化学会第 87 春季年会に参加して

竹原 雅俊

Masatoshi TAKEHARA

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

大阪府の関西大学で行われた日本化学会第 87 春季年会 (2007) に参加しました。国内でもかなり大きな学会と聞いていたので一ヶ月前からナーバスになっていました。また、学会が卒業論文の一ヶ月先というこの短い期間で実験の成果をあらたに挙げなければならないということもあって、精神的にも肉体的にも大変でした。

2. 学会について

いよいよ、学会の日がやって来ました。今回が初めての化学学会だったので、会場の様子を色々見て回ったのですが、人が一杯で席に座れない教室があったり、一転ガラガラの教室があったり分野によって教室の人の入り方が違いました (教室の規模によるところもありますが……)。ただ、北は北海道から南は九州まで全国からいろんな人がきていました。また、どの棟の教室も化学会のあらゆる分野で一杯になっていることから全国規模の学会であることが容易に感じとれました。

ここで、昼ごはんの話になるのですが、学食は昼時になると、学会全体で昼休憩の時間になるので一杯になりました。そこで外で食べに行くことにしました。そこには学生街道で学生向けの食堂があり、おかずの量が多くて意外と安い値段で食べることができ満足でした。

化学会では研究発表がメインになるのですが、他にも展示があります。その展示は体育館で行われており、そこではいろいろな企業の方が最新の装置や

機器の説明をしていたり、全国の学生や研究員の方がポスター発表をしていました。また化学系の雑誌や教科書などの販売も行われていました。そこで私はある企業でアンケートに答えると抽選券を引かしてもらえるとというものがあって、アンケートに答えて抽選券を引いたところ、USB (256 MB) が当たりました。かなりラッキーでした。

ついに研究発表の日がやって来ました。研究発表は発表 7 分質疑応答 3 分の計 10 分で行われます。私は、朝 9:30 からの発表だったので人の入りはそれほど多くはなかったのですが、それでも卒論発表のように身内で研究発表するものとは違い他大学の人たちにみられているので独特の緊張感がありました。しかしながら、7 分間という短い時間の中でも外に出てしゃべることができ、自信になりました。

3. 研究テーマについて

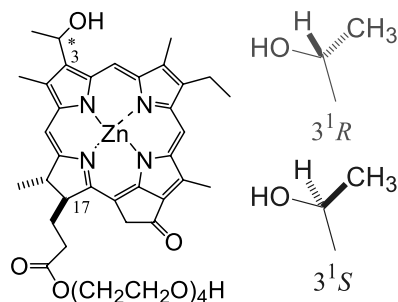
今回の研究発表のテーマは「3 位にキラルなヒドロキシエチル基を有する両親媒性亜鉛クロリンを用いたクロロゾームモデルの構築」です。簡単に説明させていただきますと、光合成生物は、今から 30 億年以上前に誕生したと考えられています。光合成生物は多数の光合成色素からなるアンテナのような精巧な分子集合体をもっており、クロロフィル色素と、蛋白質からなる分子集合体です。その色素は光を吸収し複数の色素を介して反応中心に到達し、光電交換反応により電気化学エネルギーに変換されま

す。この光合成生物の中には緑色光合成細菌というものの存在し、それはクロロゾームと呼ばれる光捕

集 (LH) システムをもっています。クロロゾームは、約 $100 \times 30 \times 15$ nm 楕円形の構造をしています。さらにクロロゾームの中ではバクテリオクロロフィル (BChl)-*c* 分子が自己会合して直径が約 5~10 nm の円筒状の自己会合体を形成しています。自己会合した BChl-*c* 分子によって吸収された光エネルギーはベースプレートに効率よく運ばれます。ベースプレートは BChl-*a*-タンパク複合体で、受け取ったエネルギーを膜内アンテナに渡す役割を果たしています。これらのことから、クロゾームは超分子光捕集体としての役割を果たしています。

BChl-*c* 分子には 3 位にキラルなヒドロキシエチル基があり、天然系のクロロゾームを形成しているバクテリオクロロフィル分子には 3'*R* 体と 3'*S* 体の両方が含まれており、多くの場合 R 体の割合が多いということが報告されています。そこで本研究ではバクテリオクロロフィル分子のモデルとして合成されてきた亜鉛クロリンを新規に合成し、その 3'*R* 体と 3'*S* 体の会合体の特性を調べました。

会合体の調製方法としまして、まず亜鉛クロリンを少量の MeOH でとかし、それを水中で分散させます。これを可視吸収スペクトルの測定をおこなったところ、3'*R* 体と 3'*S* 体は MeOH 中でモノマーで単量体の吸収帯を示し、3'*R* 体と 3'*S* 体をそれぞれ



れ水中に分散させると長波長側にシフトした吸収帯を示すことがわかった。さらに 3'*R* 体が顕著に長波長側にシフトした吸収帯を示すことがわかり 3'*R* 体と 3'*S* 体でこれほど物性の違いをみせることに驚きを感じました。

4. 最後に

研究発表が終わり、その日の晩御飯は店でお酒を飲みにいきました。開放感の中で飲む酒は格別でした。

今回、初めての日本化学会に参加して、自分の成果を外で発表することや、他の学生や先生方の研究発表を見て、いろいろと学ぶことが出来ました。

最後になりましたが、今回の学会の準備でお世話になった方々に深く感謝致します。

日本化学会第 87 春季年会に参加して

齋藤 泰彦

Yasuhiko SAITO

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

平成 19 年 3 月 25 日 (日)~28 日 (水) の期間に関西大学の千里山キャンパスで開催された、日本化学会第 87 春季年会 (2007) に参加してきました。

本キャンパスは大阪の街の中心部から少し離れた場所に位置しています。最寄駅の名称が関大前だったり、キャンパスを出たすぐ近くに大学食堂なる食べ物屋や居酒屋があったりと、大学生活を過ごすには最高の環境だと感じました。

本学会はその千里山キャンパスのほとんどの建物で使用し、4 日間にわたって講演やポスター展示を行う、かなり大規模な学会でした。学会参加者数は約 9000 人でそのほとんどが発表を行うらしく、大学キャンパスと呼ぶにはあまりにもお堅いスーツ姿の人々であふれていました。

講演は、各棟ごとにテーマが設けられ、大小さまざまな教室でそれに関連した発表を行う形式でした。私は 3 日目の午前に脂質・生体膜をテーマとした教室で、約 10 分間の発表を行いました。

2. 発表内容

私は食品試料中から特定の成分を蛍光として検出できるセンシングシステムの構築を目指して研究を行っています。

ポリアルギニンは両親媒性アニオンとイオンペアを形成することで、リボソームを透過することができます。蛍光色素を濃度消光の条件下でリボソームに封入することで、ポリアルギニンの膜透過を蛍光として観測することができます (図 1)。その膜透

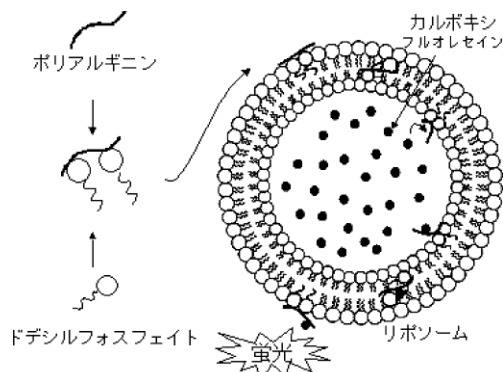


図 1 ポリアルギニンの膜透過

過活性は溶液中の成分によって促進、または抑制されます。酵素は高い基質選択性を有しています。この酵素による物質変換をポリアルギニンの膜透過により蛍光として観測することで、試料中から特定の成分を検出することができます。

旨味成分と知られているグルタミン酸はグルタミン酸オキシダーゼによりケトグルタル酸へと変換されます。この物質変換をポリアルギニンの膜透過により蛍光として追跡することで、試料中のグルタミン酸を検出することができます。同様の操作で、醤油やトマトジュースといった食品試料中からグルタミン酸を検出することができたため、そのことを学会で発表しました。

3. 発表当日

発表当日は少し小降りの雨でしたが、三月にしては若干の暑さを感じるほどでした。今回が初めての学会発表であったため、緊張からかその暑さが幾倍にも感じられました。

講演は連続して行われ、ほんの少しの空き時間にパソコンをつなぎ、発表の準備をしなければいけませんでした。私よりも前に発表していた方たちが、傍聴者からきつい質問を浴びせられるのを目の当たりにし、受刑者の心持で私の番がくるのを待っていました。必死で作ったパワーポイントに合わせてほぼ丸暗記した文章をのせて発表した私には、あまりきつい質問がきませんでした。傍聴者の方たちからすると、発表を聴いてまだまだ議論できるレベルではないと感じられたのかもしれませんが、しかし、初

めの学会発表は大きな失敗もなく終えることができました。

4. 最後に

学会開催中に多くの講演を聴くことで、様々な分野の研究に触れることができました。これからも様々な学会に参加し、自分の研究に役立てるとともに、様々な分野に対する知識の幅を広げていきたいです。

日本化学会第 87 春季年会に参加して

織田 あさ美

Asami ODA

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2007年3月25日(日)から28日(水)にかけての4日間、関西大学千里山キャンパスにて開催された日本化学会第87春季年会(2007)に参加し、「亜鉛クロリン自己会合体を含むリポソームの構築」というテーマで口頭発表を行いました。学会発表は今回が初めてだったのでとても緊張しました。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します。

2. 研究内容

2-1. 研究背景

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-c(BChl-c)分子(図1)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。このBChl-cは、31位のヒドロキシル基と13位のカルボニル基による水素結合および3位のヒドロキシル基と中心の亜鉛による配位結合によって、自己会

体を形成することが1つのモデルとして知られています。

そしてBChl-cのモデル分子として、中心に亜鉛を配位させた『亜鉛クロリン』(図2)が合成されてきました。これもまた、BChl-cと同様に低極性有機溶媒中で自己会合体を形成し、アンテナとして機能することが報告されています^[1]。

ところで、天然の光合成系に目をやると、光吸収のあとに引き続く過程は主として二分子膜内で行われており、分子膜の膜間でのプロトンの濃度勾配を生み出しています。同様に、リポソームの二分子膜を利用した人工光合成系が報告されており^[2]、ここではカロテノイド・ポルフィリン・キノンを共有結合で結んだ分子を二分子膜内に埋め込み、光励起電子移動により膜間でのプロトンの濃度勾配を生み出すことに成功しています。しかしながらこの系では、光を効率よく吸収するアンテナがありません。

そこで本研究では、リポソームの膜内でクロロゾームのモデルとなる亜鉛クロリンの自己会合体を組

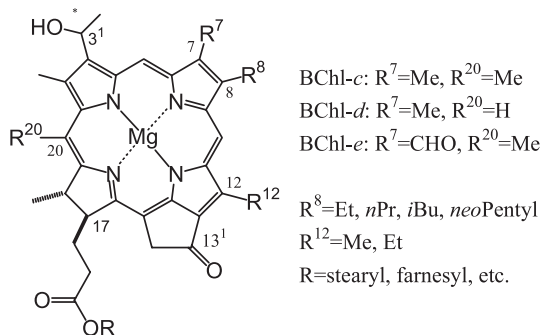


図1 BChl-c, d, e 分子の構造

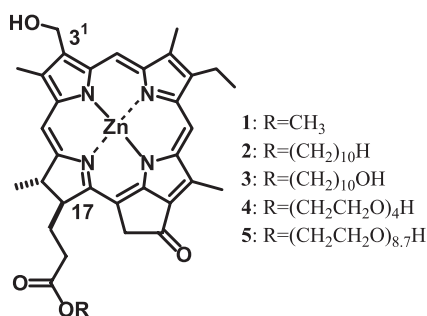


図2 亜鉛クロリン 1-5 の構造

み入れたアンテナ系の構築を目指しました (図3)。

2-2. 実験内容

まず、3位にヒドロキシメチル基をもち、17位の側鎖にアルキル鎖やその末端にヒドロキシル基をもつもの、またオキシエチレン鎖を導入した亜鉛クロリン1-5を合成しました。それぞれの亜鉛クロリンと、炭素鎖のCを16個にそろえられ二分子膜のガラス転移温度が41℃のリン脂質(DPPC)を用いてリポソームを調製しました。このとき、リポソームの評価を行うため、内水相に高濃度の蛍光色素(CF)を封入しました。そして調製したリポソームの可視吸収スペクトルや蛍光スペクトルを測定することで、亜鉛クロリンの側鎖による二分子膜内での自己会合体の形成の違いを検討しました。

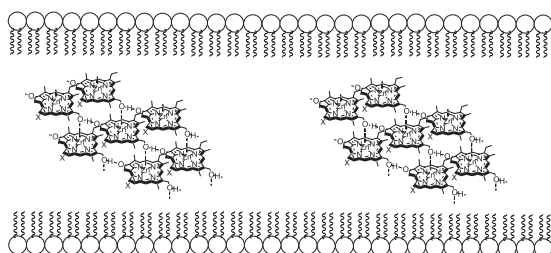


図3 リポソームの二分子膜内で会合する亜鉛クロリンのようす

2-3. 実験結果および考察

亜鉛クロリン1-5を含むそれぞれの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CFの蛍光強度が急激に上昇しました。これは、最初内水相のCFが濃度消光を起こしていたため蛍光を示さなかったのが、界面活性剤を添加してリポソームが壊れたために急激な蛍光強度の上昇が見られたと考えられ、亜鉛クロリンを含んだ状態でリポソームができていると判断しました。

つぎに、亜鉛クロリン1-5を含むそれぞれのリポソーム1個あたりに含まれる亜鉛クロリンの分子数を見積もりました。その結果、ヒドロキシデシル基

を導入した亜鉛クロリンが一番多く二分子膜内に挿入できるということがわかりました。また、それぞれの可視吸収スペクトルを測定した結果、652 nmに亜鉛クロリン単量体の吸収帯と、それより長波長側にシフトした743 nmに吸収帯を示しました。これは亜鉛クロリンの低極性有機溶媒中の会合体スペクトルと類似しているため、亜鉛クロリンはリポソームの疎水的な環境である二分子膜内で会合していると考えられます。そして17位の側鎖にヒドロキシデシル基を導入することにより、二分子膜内でより多くの会合体を形成するということがわかりました。

また、アンテナ系ではより多くの光を捕集するために、より多くの亜鉛クロリン自己会合体をリポソームに含むことが望ましいと考えられます。そこで、一番多くの会合体を挿入できた亜鉛クロリン3を用いて、調製時の亜鉛クロリンの量を増やしてリポソームを調製しました。するとリポソーム1個あたりに含まれる亜鉛クロリンの分子数が増えていきました。しかし1.6 μmol の亜鉛クロリンで調製するとリポソームはできず、限界があるということがわかりました。

つぎに、亜鉛クロリンを含むリポソームの安定性として、リポソームをTriton X-100で壊したときの蛍光の増加量から、残存するリポソームの量を調べました。すると、亜鉛クロリンを多く含むほどリポソームの安定性は低くなるが、30日を過ぎても40%程度は残存しているということがわかりました。

3. 学会での発表

私は今まで学会で発表するという以前に、日本化学会のような大きな学会に参加することさえ初めてだったので、「学会」というものがどのような雰囲気の中行われているのかなどということを全く知らずに、今回発表を行ってきました。学会の準備は、毎日パソコンに向かって、発表の資料を先生に見ていただいて何度も何度も作り直し、やっと発表練習をできたのは前日でした。当日は朝9時ころの発表

だったので、会場までの電車の中で発表用の資料を必死で読んでいました。卒論発表会で一度発表しているとはいえ、いざ発表会場に入るととても緊張しました。発表中も声が少し震えるほど緊張してしまい、もっと場数を踏まなくてはいけないと実感しました。

4. おわりに

今回、初めての学会参加ということであまりうまく発表できなかったという反省とともに、発表すること以外でも

得たことが多くありました。今後、何回か学会に参加する機会があると思いますが、そのときはこの学会での反省点・感じたこと・得たことなどをバネにして、これからもがんばっていきたいと思います。

参考文献

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

日本セラミックス協会 2007 年年会

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3月21日から23日にかけて武蔵工業大学世田谷キャンパスで行われた「日本セラミックス協会2007年年会」に参加しました。この学会で「メカニカルグライディングした窒化ホウ素の焼結中の配向挙動」と題して口頭発表を行いました。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

六方晶窒化ホウ素 (h-BN) は、B と N が交互に共有結合で結びついた層状構造であり、層間はファンデルワールス力で結ばれている (図1)。また、高熱伝導、高電気抵抗、化学的耐食性、潤滑性等の優れた特性を有している。一般的に、h-BN 粉末を一軸加圧焼結すると、h-BN 板状粒は加圧面に対して平行に配列することが知られている。しかしなが

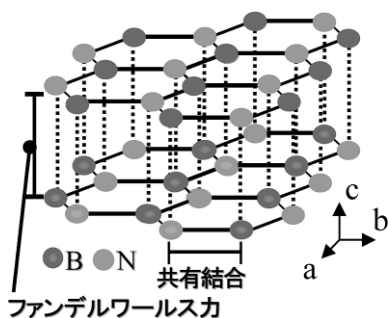


Fig. 1 Hexagonal crystalline structure of boron nitride.

ら、本研究室で MG (Mechanical Grinding) 法により粉碎処理した粉末に B_2O_3 を添加し、SPS (Spark Plasma Sintering) にて焼結することで、h-BN の板状粒が加圧面に対して垂直に配列するものが確認され、一般の焼結体とは異なる配向を有することが分かった。

そこで本研究では、メカニカルグライディングした窒化ホウ素の焼結中の配向挙動について調べた。

2.2 実験内容

h-BN 粉末と Si_3N_4 製ボールを Si_3N_4 製容器内へ投入し、遊星型ボールミルにて 3 h の MG 処理を行った。MG 処理した粉末を回収し、その粉末に対して 5 wt% の B_2O_3 を添加し混合した。得られた粉末は SPS にて $1300\sim 1900^\circ C$ で熱処理を行った。焼結体の評価は、嵩密度測定、X 線回折装置、走査型電子顕微鏡、熱伝導度測定により行った。

2.3 実験結果および考察

図2に熱処理温度に対する焼結体の相対密度を示す。焼結体の相対密度は $1500^\circ C$ から $1600^\circ C$ にかけて急激な増加が確認され、 $1700^\circ C$ 以上においては相対密度が 92% 以上に到達した。図3に焼結体の加圧面に対して垂直に測定した X 線回折結果を示す。密度の急激な上昇が確認された $1500\sim 1600^\circ C$ において急激な構造化が見られ、熱処理温度の上昇とともにブロードしていたピークがシャープになっていくことが確認された。 002 面と 100 面のピーク強度に注目すると、熱処理温度の上昇とともにピー

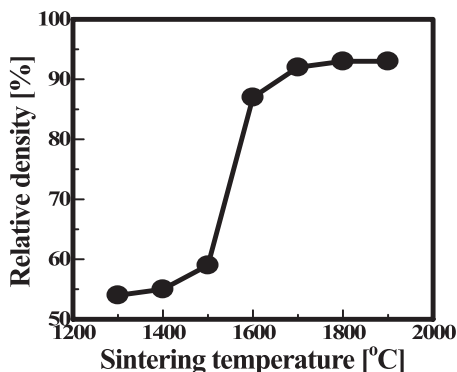


Fig. 2 Effect of sintering temperature on the relative density sintered t-BN with B₂O₃.

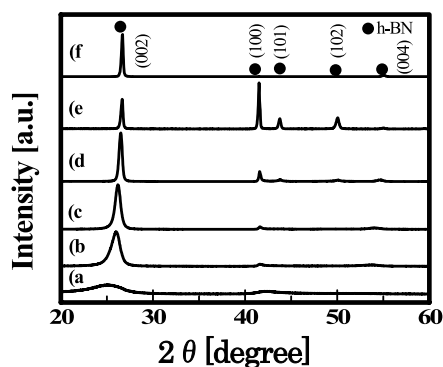


Fig. 3 X-ray diffraction patterns of sintered t-BN with B₂O₃ at (a) 1500°C, (b) 1600°C, (c) 1700°C, (d) 1800°C, (e) 1900°C and (f) h-BN with B₂O₃ at 1900°C.

ク強度比が変化していき、1900°Cにおいては002面と100面のピーク強度比が逆転することが確認された。また、MG処理を行っていない焼結体と比較してもMG処理を行った焼結体は大きく異なり、異なる配向を有することが示唆された。

そこで配向を定量化する指標として、IOP (Index of Orientation Preference) を算出した。IOPは、加圧面に対して平行 (parallel) および垂直方向 (perpendicular) から測定したX線回折結果の002面と001面のピーク強度を

$$I. O. P. = (I_{100}/I_{002})_{\text{par.}} / (I_{100}/I_{002})_{\text{perp.}}$$

に代入することにより算出する。IOP=1のとき等方性を示す。熱処理温度の上昇とともにIOPの増

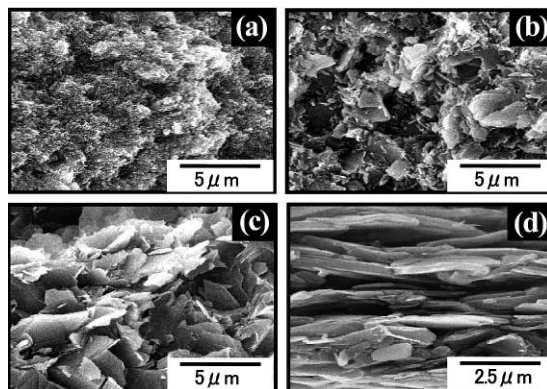


Fig. 4 SEM photographs of sintered t-BN with 5 wt% B₂O₃ at (a) 1700°C, (b) 1800°C, (c) 1900°C and h-BN with 5 wt% B₂O₃ at (d) 1900°C.

加が見られ、1900°Cにおいては、1より大きい13.5を示した。一方、1900°Cで熱処理したMG処理を行っていない焼結体のIOPは、等方性を示す1より小さい 2.8×10^{-2} を示した。これよりMG処理を行い1900°Cで熱処理した焼結体は、MG処理を行っていない焼結体とは異なる配向を持つことが分かった。

図4にSEMによる破断面の組織観察を示す。1700°Cの焼結体においては、h-BN板状組織が見られず、非常に粒径が小さいものが多く確認できたのに対し、1800°Cにおいてはh-BN板状組織が確認され、1900°Cではさらにh-BN板状粒が粒成長している様子が確認された。また、MG処理を行っていない焼結体は、加圧面に対してh-BN板状粒が平行に配列しているのに対し、1900°Cにおいては加圧面に対して垂直に配列しているh-BN板状粒が多く確認された。

図5にMG処理を行っていない粉末 (h-BN) とMG処理を行った粉末 (t-BN) を焼結した際の収縮挙動を示す。Displacementがマイナス方向の場合、試料の系全体が膨張していることを示し、プラス方向の場合、試料の系全体が収縮していることを示す。図5より、MG処理を行っていない粉末 (h-BN) を焼結した場合、ほとんど収縮せずに焼結す

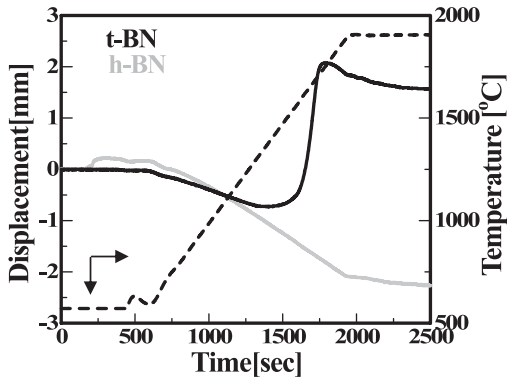


Fig. 5 Temperature and displacement of sintered h-BN and t-BN with B_2O_3 .

る。これは、加圧成形した状態で、板状粒が加圧面に対して平行方向に配列しているため、一軸加圧焼結を行っても加圧面に対してすべり方向が平行に存在するため、ほとんど収縮をせずに焼結し、板状粒も加圧面に対し平行に存在すると考えられる。

一方、MG 処理を行った粉末 (t-BN) は加圧成形した状態で、粒子がランダムに配列していると考えられる。この成形体を一軸加圧焼結するとある温度域で、加圧面に対して平行でない粒子がすべりをおこし、それともなう急激な収縮がおこり。このすべりをおこした粒子が粒成長することで加圧面に対して垂直な板状粒となったと考えられる。

図 6 に熱処理温度が熱伝導度に与える影響を示す。試料の測定方向は、加圧面に対して垂直に測定している。参考文献値として h-BN 結晶の c 軸から垂直方向と平行方向から測定した熱伝導度を記載しています。熱伝導度は熱処理温度の上昇とともに増加し、1900°C では 52 W/mK を示した。これは、熱

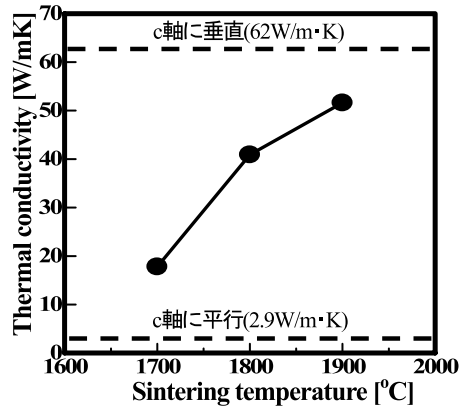


Fig. 6 Effect of sintering temperature on thermal conductivity at room temperature.

処理温度の上昇ともない h-BN の板状粒が成長し、加圧面に対して垂直に配列したことから h-BN 結晶の c 軸から垂直方向に測定した値と近い熱伝導度になったと考えられる。

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、日本セラミックス協会 2007 年年会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い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。

日本セラミックス協会 2007 年年会

康原 昌豪

Masahide YASUHARA

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、2007年3月21日から23日にかけて武蔵工業大学世田谷キャンパスで行われた「日本セラミックス協会2007年年会」に参加しました。この学会で「Nb-C 拡散対の原子拡散におけるパルス通電効果」の題目で口頭発表を行いました。ここでは、私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

パルス通電焼結 (Spark Plasma Sintering: SPS) 法は、試料粉末を充填した黒鉛型に通電することで急速昇温が可能なプロセスであり、従来法 (HP, HIP) よりも比較的低温・短時間で緻密な焼結体を作製することが可能であると言われています (図1)。しかし、SPSにおけるパルス通電が焼結および反応機構に与える影響については十分に議論されていません。近年、パルス通電によるエレクトロマイ

グレーションによって原子拡散が促進されることが、金属や金属間化合物からなる拡散対を用いた研究において報告されています。エレクトロマイグレーションとは、LSI (集積回路) のAI配線の故障原因として知られており、金属への通電によって、金属中の欠陥の濃度や移動度の増加が起こる現象であると言われています。一方、焼結への影響については、通電によって局所的に電流密度が高くなる粒子間において、焼結初期段階のネック成長が促進されると考えられています。しかし、導電性を有する炭化物系セラミックス等においてはこれらのような報告例がほとんどありません。本研究では、導電性を有する Nb, C を用いて SPS におけるパルス通電が原子拡散に与える影響について検討しました。

2.2 実験内容

Nb (厚さ: 0.1 mm) と C (厚さ: 1 mm) を C/Nb/C の順に積み上げて拡散対として使用した。この拡散対を、SPS 装置を用いて直接通電系と非通電系の2

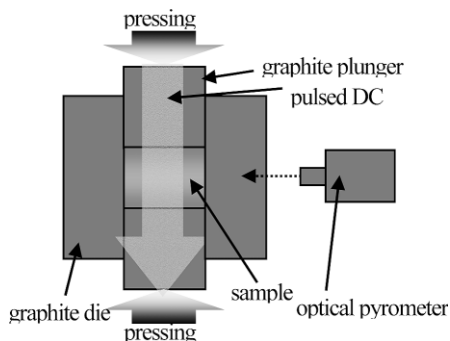


Fig. 1 Scheme of SPS apparatus.

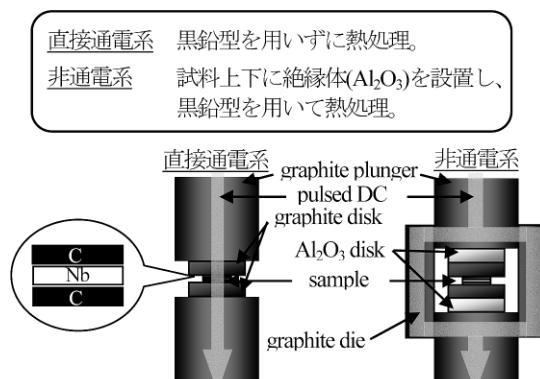


Fig. 2 Scheme of SPS apparatus in this work.

種類の方法で熱処理した (図 2). 得られた生成層の評価は, X 線回折装置 (XRD), 光学顕微鏡, 走査型電子顕微鏡 (SEM), 拡散係数及び見掛けの活性化エネルギーの算出によって行った.

2.3 実験結果および考察

図 3 に SEM によって観察した熱処理後の生成層を示す. 直接通電系および非通電系の両者で 2 層の生成層が確認された. 図 4 に示した XRD による相同定の結果より, 生成層は Nb₂C および NbC であることが確認された.

拡散係数は, フィックの第 2 法則より導かれる以下の式を用いて算出した.

$$x^2 = kt$$

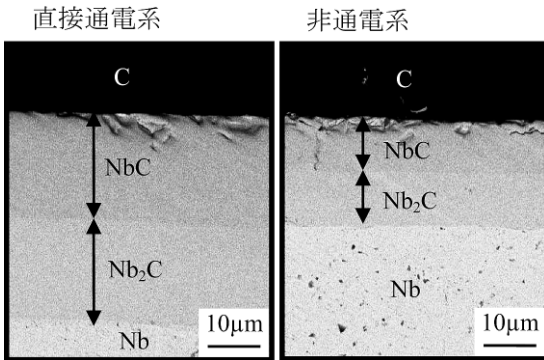


Fig. 3 SEM micrograph Nb-C diffusion couples annealed at 1873 K for 1800s with current and without current.

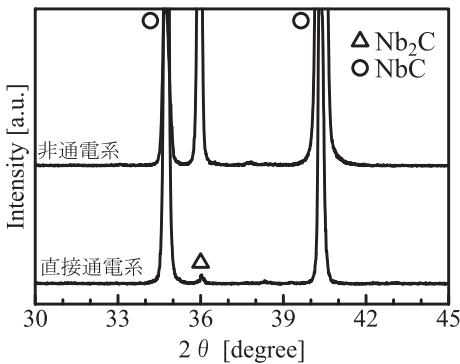


Fig. 4 XRD patterns of niobium surface annealed at 1823 K for 600s.

ここで, x は生成層の層厚, k は拡散係数, t は熱処理中の保持時間を示す. 図 5 に, 保持時間に対する生成層の層厚の二乗のプロットを示す. この時得られた直線の傾きから k を算出した. 直接通電系と非通電系の両者で保持温度の上昇に伴う k の増加が見られ, 直接通電系では非通電系よりも著しい生成層の層厚の増加が確認された. なお, NbC 層においても同様の傾向が確認された. この時の試料寸法は 10×10 mm で, 電流密度は $820 \sim 900$ A/cm² であった.

見掛けの活性化エネルギーはアレニウスの式より算出した.

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

ここで, k は拡散係数, A は定数, E_a は見掛けの活性化エネルギー, R は気体定数, T は絶対温度を示す. 図 6 に絶対温度 T の逆数に対する k のプロットを示す. 直接通電系において, C が Nb 及び生成層中を拡散する際の E_a は, 非通電系に比べて低下することが示された. また, エレクトロマイグレーションの効果は電流密度に影響される. そこで, 直接通電系による熱処理中の電流密度を変化させるため, 試料寸法を 20×20 mm, 14×14 mm に変化させて保持温度一定の条件下で熱処理を行った. 図 7 に電流密度に対する生成層の層厚のプロットを

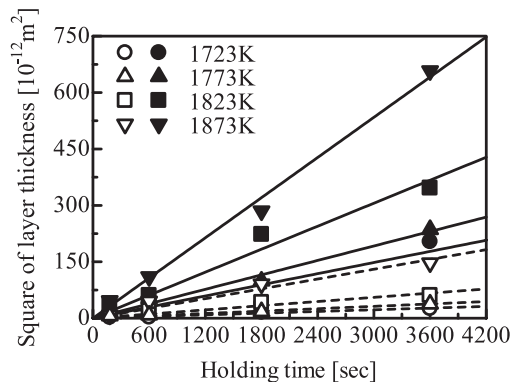


Fig. 5 Product layer thickness of Nb₂C vs. holding time for Nb-C diffusion couples annealed at various temperatures with current (closed dot) and without current (opened dot).

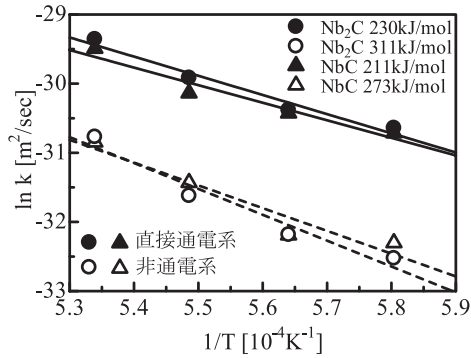


Fig. 6 Temperature dependence of Nb₂C and NbC growth rate constant, for Nb-C diffusion couples annealed with current and without current.

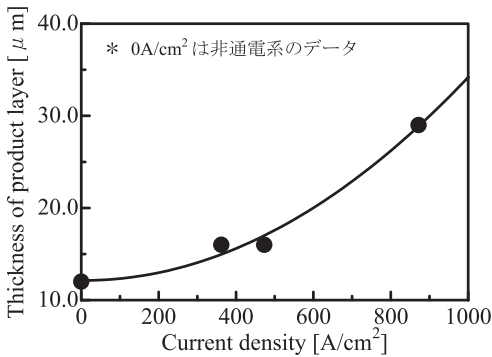


Fig. 7 Product layer thickness vs. current density for Nb-C diffusion couples annealed at 1823 K for 1800s.

示す。この図より、電流密度の増加によって生成層の層厚が増加する傾向が確認された。

これらの結果は、通電によって Nb 及び生成層中の欠陥の濃度や移動度が増加し、Nb 及び生成層中の C の拡散を促進したためであると考えられる。

以上より、SPS におけるパルス通電が原子拡散を促進することが示唆された。

3. おわりに

今回は初めての学会発表で緊張しましたが、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も御意見をいただき、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えます。

最後になりましたが、今回の学会参加にあたって研究の御指導、有益な御討論をいただきました大柳満之教授をはじめ、いろいろとサポートしていただいた研究室の皆様へ深く感謝します。

初めての国際学会を終えて

野村 周 右

Shusuke NOMURA

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は 2007 年 4 月 9 日から 4 月 13 日に開催された Materials Research Society (MRS) に参加しました。場所はアメリカのサンフランシスコの Moscone West にて開かれて、今回初めての国際会議の参加となります。

その国際会議の中で私は、二日目のシンポジウム Y 「thin-Film Compound Semiconductor Photovoltaics」でポスターセッションによる発表を行いました。発表したタイトルは「Fabrication of (Cu, Ag)InSe₂ Thin Films by a Combination of Mechanochemical and Screen Printing/Sintering Processes」で、内容はタイトルどおり太陽電池の光吸収層の作製とその評価についてです。本稿では、発表した内容についてと、その発表した様子など述べたいと思います。

2. 研究概要

2.1 序論

カルコパイライト型 CuInSe₂ (CIS) や Cu(In, Ga)Se₂ (CIGS) は、最適なバンドギャップと高い吸収係数を持つため、高効率薄膜太陽電池の重要な材料の一つとして注目されています。近年においては、NREL により変換効率約 19% 以上を達成したと報告されていますが、CIGS 太陽電池の研究を行っている研究室の多くは多元蒸着法やセレン化法により CIGS 光吸収層の作製を行っています。セレン化法は金属プレカーサーをスパッタ法で形成し、また多元蒸着法は CIGS 光吸収層を各構成元素から蒸着により作製するため、製造コストが高くなってしま

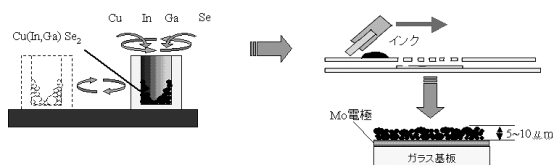


図 1 私の研究室における光吸収層の作製法
従来の作製方法より低コストかつ生産性に優れています！

います。そこで CIGS 太陽電池の低コスト化の一つとして、非真空プロセスによる作製が考えられます。

そこで私たちの研究室では、非真空プロセスであるメカノケミカルプロセス (MCP) 法とスクリーン印刷/焼結法を用いてソーダライムガラス基板上に CIGS 光吸収層の作製を行っています (図 1)。その方法は、まず粉碎、摩擦、圧縮などの機械的エネルギーにより物理化学的変化を起こす MCP 法により Cu, In, Ga, Se の元素粉末からカルコパイライト型の結晶構造を持つ CIGS 粉末の合成を行います。次に、得られた CIGS 粉末を用いてインクを調製し、スクリーン印刷法で CIGS 膜を塗布した後、大気圧・不活性雰囲気での熱処理により CIGS 膜を焼結させます。

現在、この作製法により CIGS 薄膜太陽電池が変換効率約 2.7% を示していますが、焼結性の良い CIGS 膜を得るには、Ga の固溶量が非常に微量になるために最適なバンドギャップ 1.4 eV に調整しにくいのです。そのため変換効率が向上しにくいので、私の研究ではさらなる変換効率の向上を目指すために、バンドギャップ 1.04 eV の CuInSe₂ に対し

てわずかに大きいバンドギャップ 1.24 eV の AgInSe₂ に着目し、Cu サイトに Ag を固溶させた (Cu, Ag) InSe₂ (CAIS) を作製し、その評価について報告しました。

2.2 実験操作

元素粉末 Cu, Ag, In, Se を (Cu_{1-x}Ag_x) InSe₂ [x=0~1.0] の化学量論比になるように秤量後、遊星ボールミルを用いた MCP 法により CAIS 粉末を合成しました。得られた CAGS 粉末に、有機溶剤を加えスクリーン印刷用のインクを調製しました。このインクを Mo 電極層をスパッタ法で形成したソーダライムガラス基板上に、スクリーン印刷法で塗布し、有機溶媒を乾燥後、N₂ 雰囲気中で焼成します。得られた薄膜の相は X 線回折 (XRD) で評価し、微構造評価は走査型電子顕微鏡 (SEM) による表面および断面観察で行いました。

2.3 結果

図 2 に MCP 法で合成した各種組成の CAIS 粉末の XRD 図形を示します。この XRD 図形より、カルコパイライト型の特有のピーク ($2\theta = 17^\circ$ の 101 と $2\theta = 35^\circ$ の 211) が観測され、結晶性の良い固溶体粉末が合成されていることを確認できました。回折ピークは Ag 固溶量が増加するにつれて低角側にシフトし、格子定数が大きくなることがわか

ります。合成した CAIS 粉末は、粒度分布測定の結果により平均粒径が約 1 μm で、Ag の固溶量が増加しても平均粒径はほとんど変化しませんでした。

得られた薄膜の微構造観察から、x=0.05 と 0.1 の薄膜では CAIS 結晶の粒径は平均 2 μm で、ほとんどポイドがなく緻密に焼結していることがわかりました。ですが、x=0.20 以上 Ag 固溶量を増加させると逆にポイドが増加するようでした。(Cu_{0.9}Ag_{0.1})InSe₂ (x=0.1) 薄膜の表面および断面微細構造を図 3 と図 4 に示します。結晶粒が 2 μm 程度まで成長し、比較的緻密に焼結していることが確認できました。また Mo 電極と CIAS 膜の界面をみるとの密着も良いことがわかりました。

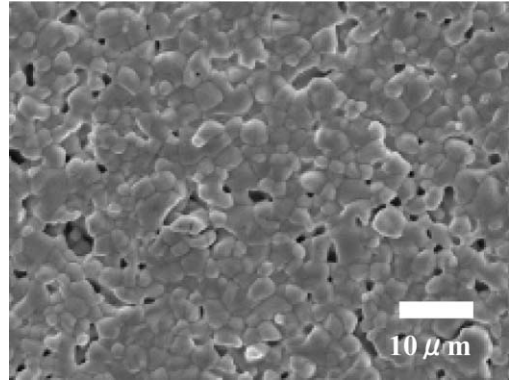


図 3 作製した Cu_{0.9}Ag_{0.1}InSe₂ の表面微細構造

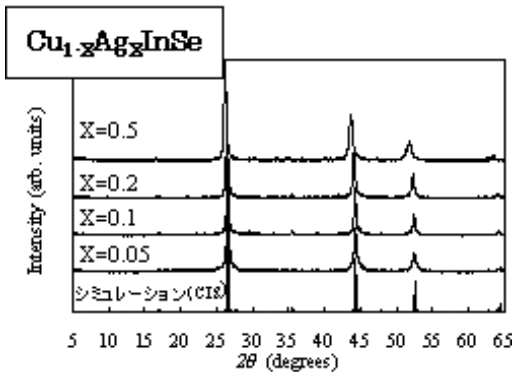


図 2 MCP 法により合成した各組成の CAIS 粉末の XRD パターン

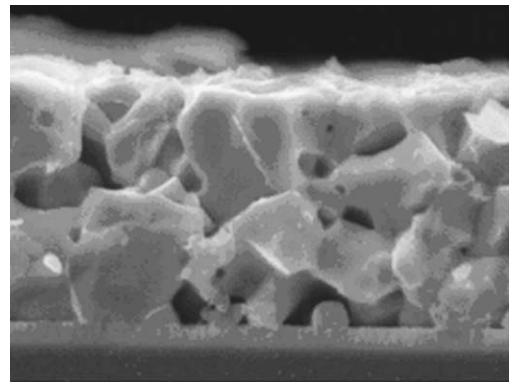


図 4 作製した Cu_{0.9}Ag_{0.1}InSe₂ の断面微細構造

2.4 結論

本研究において MCP 法により $(\text{Cu}_{1-x}\text{Ag}_x)\text{InSe}_2$ の合成に成功しました。作製したインクを用いてスクリーン印刷法／焼結法により薄膜が得られ、Ag 固溶量が 0.2 以下の場合、Mo 電極と密着性の良い比較的緻密な膜が得られることから、この作製法における適した組成は $X=0.2$ 以下であることが分かりました。

3 発表について

今回の発表はポスターセッションで今までに行っていたことがあったのですが、国際会議は初めてで非常に緊張していました。会場内は非常に人が多く、特に私のシンポジウムには多くて移動するだけでもかなり困難な状態でした。発表時間は 3 時間（20 時～23 時と非常に遅い時間でした）と非常に長い時間で、会場内では飲み物や食べ物も用意されていましたが、そんなものを取りに行く余裕もなくほとんどポスター前に立っていました。前日に今回の発表に向けて、なんとか発表用の英語と、質問されそうな点などを考えてその解答用の英語を事前に頭の中に入れておいたのですが、実際に発表するとなると頭の中が真っ白になってしまいます。また、質問者の英語が聞き取れないといった問題もありました。アジア系の人達の話す英語は聞き取りやすいのですが、それ以外の人達の英語は私にとっては非常に聞

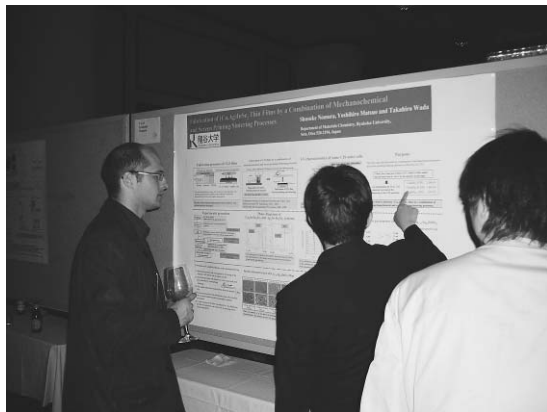


図 5 私が必死にポスター発表している様子

き取りにくく、私が質問に答えられずに去っていかれる人達を見ると非常に申し訳ない気分になります。また、質問の意図が分かっても答えられない時もあり、まだまだ勉強不足であることを実感しました。

4 最後に

今回、初めての国際学会という貴重な経験をする事が出来ました。説明することの難しさや、楽しさを改めて知ることができました。まだまだ稚拙な発表でしたが、今回で少し成長したと思います。次の機会があれば、今回よりも一歩踏み込んだような発表にしたいと思います。

日本化学会第 87 春季年会に参加して

砂子 真人

Masato SUNAGO

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、2007年3月25日～28日の期間に関西大学千里山キャンパスで開催された「日本化学会第87春季年会」に参加しました。日本化学会は、多くの学生や企業の方々が参加し、幅広い研究テーマについて研究報告する大規模な学会であります。そこで、私はポスター形式で発表しました。発表題目は「植生の異なる森林土壌からの有機物の抽出と分析」であります。ここでは、ポスター発表の内容について報告させていただきます。

私の研究室（藤原研究室）では、土壌や水試料を対象にした環境分析を行っています。環境分析と聞くと、残留農薬や環境汚染物質の分析をイメージされると思うのですが、私の研究室では土壌と植物の生育と関係する成分分析や、植物、土壌、川を一連づけた栄養成分の循環について理解を深めるために自然循環成分の分析に注目しています。合成や新しい機能性を評価する化学科よりも、環境を専門とする学科や農学部に近い研究かもしれません。土壌サンプルは主に龍谷大学の隣接地から採取してきます。隣接地は、人の手がほとんど加わっていない自然の状態に近い森林環境であり、針葉樹のマツから広葉樹であるブナやコナラ、またタケといった様々な植生が存在します。

研究背景

世界の森林面積は約34億5,000万haであり全陸地面積の27%程度を占めています。しかし、熱帯林においては2000年までのわずか10年間で約

9400万haも減少しています（FAOデータより）。森林環境問題を考える上で、保全を考えることは課題であります。土壌は植物の栄養源であり、土壌生物に大きく影響を与えています。土壌有機物においては、植物や地表微生物のエネルギー源となるだけでなく、腐植物質が植物に吸収されると光合成や呼吸活性、タンパク質合成を促進します。特に、腐植酸やフルボ酸は根や茎に対して生育促進効果を促すと考えられています。しかし、腐植酸（Humic Acid）をはじめ土壌中に存在する腐植物質は、微生物の働きによって分解と重合が繰り返された無定形の天然高分子であることから構造解析が困難であり、その性質も未知なところが多いのが現状であります。本研究では、土壌有機物の構造がどのような構造であり、土壌中にどの程度存在するのかという情報を得るとともに、蓄積と分解に影響を及ぼす要因でもある植生の違いに着目し分析することを目的としています。

2. 土壌の分析、実験方法

土壌有機物の特徴をまとめると以下の通りであります。

- ①植物や地表微生物にとってのエネルギー源
- ②腐植物質が植物に吸収されると、光合成、呼吸活性、タンパク質合成等を促進
- ③腐植酸（Humic Acid）やフルボ酸（Fulvic Acid）は根や茎に対し生育を促進

実験方法

土壌有機物の抽出方法には、主に3通りありま

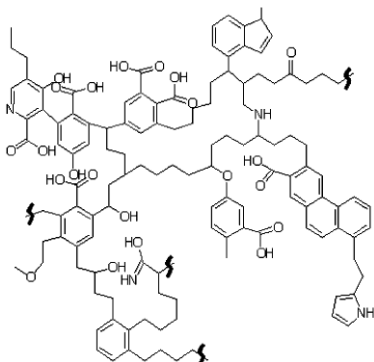


図1 土壌有機物の構造モデル

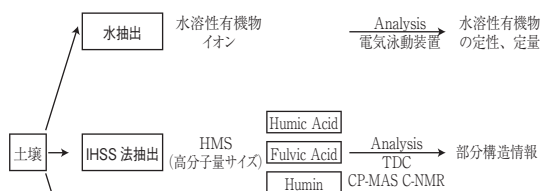


図2 抽出と分析方法

す。水抽出，アルカリ抽出（IHSS法），超臨界抽出であります。それぞれの抽出方法によって抽出できた有機化合物を分析することによって部分構造に関する情報や植生の違いを考察していきます。

IHSS法とは

腐植物質を抽出するために、腐植研究者の多くが腐植試料の調整に様々な方法を採用してきましたのですが、国際腐植物質学会（IHSS）がこの問題を解決するために推奨している抽出法のことであります。土壌サンプルに対しては、アルカリ（NaOH）で抽出されて酸（HCl）で沈殿させることで Humic Acid を得ることができます。

結果と考察

IHSS 抽出から得た Humic Acid の CP-MS ¹³C-NMR（図3）をみると植生共通の構造を多く含むことがわかります。シグナル強度の違いは40-80

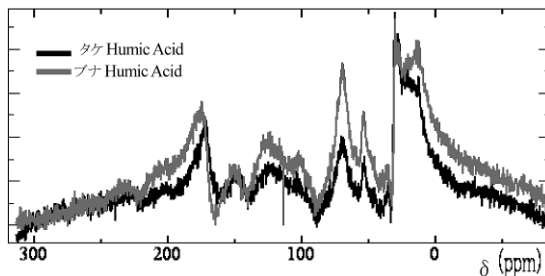


図3 Humic Acid CP-MS ¹³C-NMR

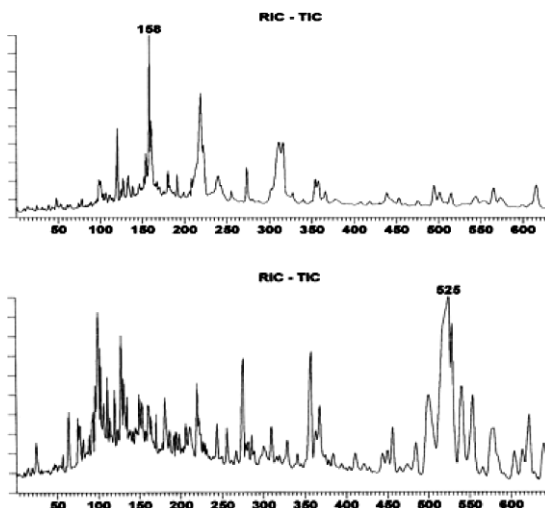


図4 超臨界抽出から得た LMS のガスクロマトグラム（上：タケ植生土壌 LMS 下：ブナ植生土壌 LMS）

ppm の範囲に現れます。リグニンやセルロースといった難分解性有機物の分解進行が異なるためだと考えられます。また、元素分析結果をみると植生による違いはほとんどありませんでした。つまり、Humic Acid 全体構造については植生共通の構造を多く含み、アルキル炭素や O-アルキル炭素といった部分構造の割合が異なり、植物に吸収され易い構造になっていると考えられます。次に、IHSS 抽出から得た Fulvic Acid の全有機炭素測定（TOC）結果をみると、植生に共通して土壌中に 1.5% 未満程度存在していることがわかりました。土壌中にわずか数%しか含まれていませんが、それが植物の生育にとって必須であり大きく関与していると考えられま

す。超臨界抽出から得た LMS のガスクロマトグラム (図 4) では、細かな構造の違いの他に成分数の違いも確認することができました。大きなシグナルの MS 結果をみると、炭素鎖がおよそ 20 程度であり、分子量が 500 程度であることもわかりました。

3. 発表

ポスター形式の発表では、他大学の学生や先生方が興味をもったテーマに質問を投げかけられます。私の研究は他の化学研究者に比べて内容も理解し易く、興味をもっていただけだと思います。発表を終えると、質問にきた先生方からアドバイスを頂きました。発表だけでなく情報交換ができたことに、私にとって学会への参加は有意義なものになったと思います。

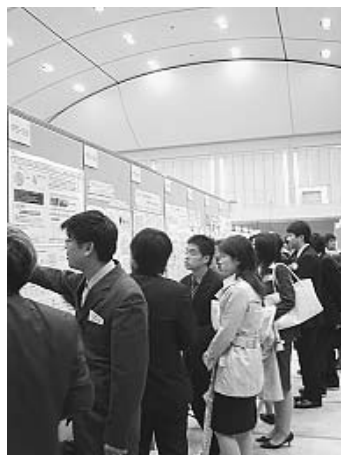


図 5 ポスター発表の様子

第 87 春季年会へ

貞木 史子

Fumiko SADAKI

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

2007年3月25日から28日にかけて「第87春季年会」がキャンパスで開催されました。今回その学会で私は、ポスター発表に参加して、自分の研究内容について発表しました。

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、炭化水素原料をアルデヒド、ケトン、エポキシ等の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、Cr等の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、常温・常圧という生体内での温和な条件下で、より効率の良い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し、さらに、これら錯体と H_2O_2 との反応性および $^1\text{BuOOH}$ を用いた有機基質の酸化反応について検討しました。

2.2 実験内容

今回の研究では Fig. 1 に示すような三つの Mn

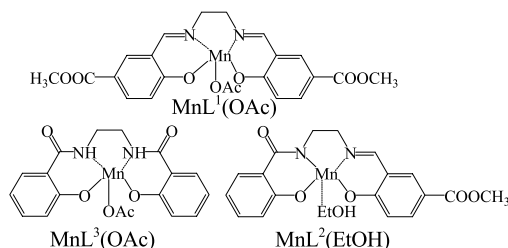


Fig. 1 合成錯体

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を、もう片方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、元素分析や Mn 分析、UV、CV 等の種々の分析により合成できていることを確認しました。

2.3 合成錯体と $^1\text{BuOOH}$ との反応性

2.3-1 カルボキシルメチル対称錯体 $\text{MnL}^1(\text{OAc})$

$^1\text{BuOOH}$ を 20 当量加えたときの経時変化を UV-vis スペクトル測定で測定しました。添加直後すぐにスペクトルが上昇し、また加えた直後に溶液の色が一気に変化したことなどから反応速度が速いといえます。しかし、添加してから時間がたつとスペクトルが減少し、20分から30分後の間ではスペクトルが上下しました。このことから中間体を形成する反応と元の錯体に戻る反応が同時に起きる平衡状態

ではないかと考えられます。そして 35 分からは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。等吸収点がずれないことからここで活性な中間体が形成されているといえます。

2. 3-2 非対称錯体 $MnL^2(EtOH)$

tBuOOH を当 20 量加えたときの経時変化を UV-vis スペクトル測定で測定しました。添加してから 360 min までは、310 nm 付近に等吸収点を持ちながら変化していきました。このことから錯体と tBuOOH が反応し、活性な中間体を形成していることが考えられます。しかし、360 min を過ぎると、今度は 305 nm 付近と 400 nm 付近に新たな等吸収点が現れ、スペクトルが変化していきました。これは、活性な中間体が分解してしまったか、もしくは最初とは別の中間体が形成されているのではないかと考えられます。

2. 3-3 アミド対称錯体 $MnL^3(OAc)$

最後にアミドの対称錯体と tBuOOH を 20 当量加えたときの経時変化です。添加して 50 分までは全体的にスペクトルが上昇し、50 分を過ぎると 335 nm 付近に等吸収点を持ちながら変化していきました。またこのとき、280 nm の吸収が左にシフトしていきました。300 分から 720 分まででは今度は 310 nm 付近に等吸収点を持ちながら変化していきました。これよりアミド対称錯体 $MnL^3(OAc)$ も tBuOOH と反応し、中間体を形成していると言えます。

2. 4 tBuOOH 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

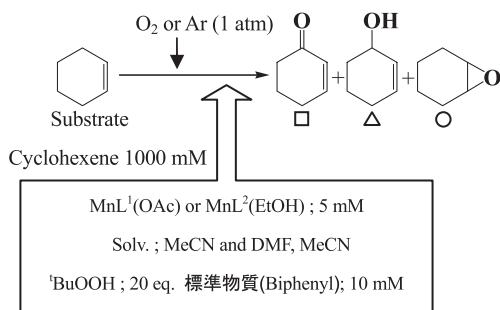


Fig. 2 酸化反応

について検討しました。酸化反応の条件は Fig. 2 の通りで、cyclohexene の酸化物として 2-cyclohexene-1-one (■, □), 2-cyclohexene-1-ol (▲, △), cyclohexene epoxide (●, ○) が得られました。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、 $MnL^1(OAc)$ と $MnL^2(MeOH)$ のみ反応性を検討しました。溶媒は、MeCN と DMF の混合溶媒および MeCN 溶媒のみで反応性を比較しました。

2. 4-1 MeCN : DMF=7.5 : 2.5 の場合

溶媒が MeCN : DMF=7.5 : 2.5、酸素通気の場合、対称マンガノ錯体 $MnL^1(OAc)$ 、非対称マンガノ錯体 $MnL^2(EtOH)$ とともに触媒反応を示しました (Fig. 3)。 $MnL^1(OAc)$ は $MnL^2(EtOH)$ に比べ、顕著な反応を示しませんでした。酸素化された基質の生成量は両錯体ともに一番多いのが 2-cyclohexene-1-one (■, □)、次に 2-cyclohexene-1-ol (▲, △) で、cyclohexene epoxide (●, ○) は生成されにくいという結果でした。

この反応が分子状の酸素を利用して酸化していることを確かめるために同じ混合溶媒の比率で、今度はアルゴン通気で酸化反応を行いました。その結果が Fig. 4 です。酸素通気の時の結果より生成量がどれも大幅に減少しているため酸素を利用して酸化しているといえます。しかし、酸化物が多少生成しているためわずかですが酸化剤の酸素を利用して酸化

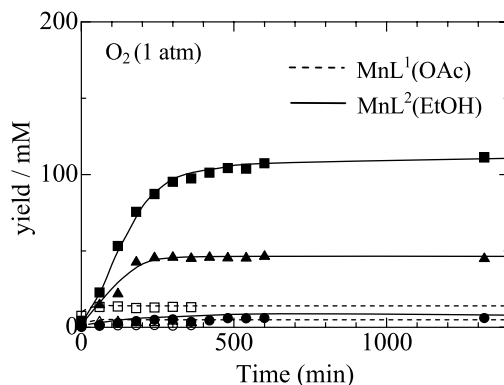


Fig. 3 酸化反応の結果 1 (MeCN : DMF=7.5 : 2.5)

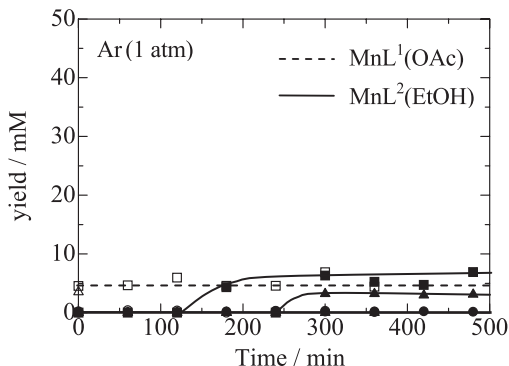


Fig. 4 酸化反応の結果 2
(MeCN : DMF=7.5 : 2.5)

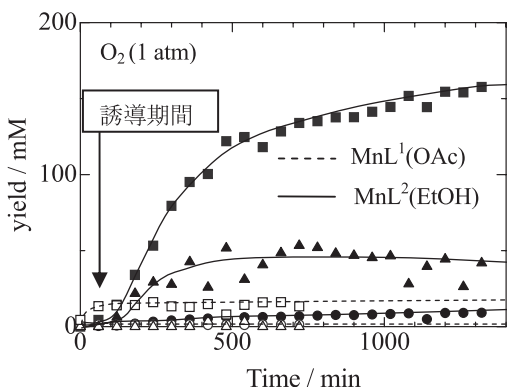


Fig. 5 酸化反応の結果 (MeCN : DMF=9 : 1)

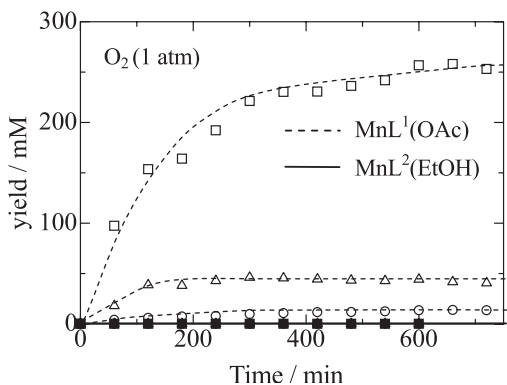


Fig. 6 酸化反応の結果 (MeCN のみ)

反応が起きているということがわかりました。

2. 4-2 MeCN : DMF=9 : 1 の場合

次に、ニトリルと DMF の溶媒比を 1 : 9 にして酸化反応を行いました (Fig. 5). すると $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ 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確認できました. 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. 6). 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きく増大し, それに反して $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ は全く反応しませんでした. 1 : 9 の溶媒比のときに見られた誘導期間のことや, アセトニトリルに溶解しないこと, Ar 雰囲気下でも, 酸化反応を生じたことも考慮すると非対称型錯体 $\text{MnL}^2(\text{EtOH})$ は不均一化では中間体をも生成しないと考えられます. $\text{MnL}^1(\text{OAc})$ では 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.

3. ポスター発表について

今回の学会で, 三回目の参加になります. 毎回, 毎回学会に参加させて頂いてその度に, もっといろんな勉強をした方がいいなと思知らされます. 自分がどれだけ成長しているかも実感できる場所でもあるのでこれからもどんどん学会に参加してみたいと思います. この経験を活かしてより良い研究をしていこうと思います.

4. おわりに

最後に, 今回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 MRS SPRING MEETING (San Francisco, CA) に参加して

小山 智行

Tomoyuki KOYAMA

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、2007年4月8～15日（開催期間：9～13日）にアメリカ合衆国の San Francisco, CA で開催された 2007 MRS SPRING MEETING に参加し、「First-Principles Calculation of Lead-Free Piezoelectric ($K_{0.5}Bi_{0.5}$)TiO₃」という題目でポスター発表を行いました。ポスター発表の時間は3時間で設定されており、それぞれの研究内容について各国の研究者の方々と十分に議論することが出来ます。

2. 研究概要

2.1 序論

圧電材料は、着火素子や超音波発振子などをはじめとして広く用いられています。しかし、主要な圧電材料は鉛を主成分に含むことから環境への影響が懸念されており、現在では、環境保護の観点から鉛を主成分に含まない非鉛系圧電材料の開発が活発に行われています。これまでに私達の研究室では、非鉛系圧電材料として期待されている NaNbO₃ や KNbO₃ などのペロブスカイト型酸化物の研究を行ってきました。

近年では、パソコンを用いたマテリアルシミュレーションによって、ある程度の物性の予測が可能になってきています。私は、第一原理計算を用いて NaNbO₃ や KNbO₃ と同様に非鉛圧電材料である ($K_{0.5}Bi_{0.5}$)TiO₃ (KBT) の研究を行いました。KBT はペロブスカイト型構造を持ち、室温では正方晶系 ($I4mm$) です。また、キュリー点は 377℃ と高く、NaNbO₃ や KNbO₃ で存在している強誘電性を示す

菱面体晶系相も確認されていません。そこで、KBT の各相の熱力学的な関係を明らかにするために、第一原理計算により KBT の各相における生成エンタルピーを求めて、低温における相の安定性を評価しました。また、KBT では、ペロブスカイト構造の A サイトに不活性電子対効果を持つとされる Bi が含まれています。Bi の酸化物である Bi₂O₃ では、この効果によって大きな構造の歪みがもたらされています。ペロブスカイト型構造であっても、Bi は不活性電子対効果によって構造に歪みを与えるのか、電子構造はどのようになっているかを検討して行きました。

2.2 計算方法

密度汎関数理論に基づく平面波基底擬ポテンシャル法（計算コード：CASTEP）を用いて、KBT の各相と、参照物質である K, Bi, Ti, O₂ について計算を行いました。KBT については、K と Bi が秩序配列したペロブスカイト構造の 8 倍の単位格子をモデル構造とし、KBT の菱面体晶系 ($R3m$) 相については、BaTiO₃ の菱面体晶系の構造をもとにモデル構造を構築しました。交換 - 相関関数には局所密度近似 (LDA) を用い、平面波カットオフ・エネルギーは 410.0 eV とし、ウルトラソフト型擬ポテンシャルを用いました。KBT の電子構造を考察するために、参照物質として SrTiO₃ と ($K_{0.5}La_{0.5}$)TiO₃ について電子構造についても計算を行いました。バンド構造および部分状態密度 (DOS) を比較することによって、各構成原子間の化学結合性について評価しました。

2.3 結果

KBT の各相における格子定数の理論値と実験値との誤差はいずれも $\pm 3.5\%$ 以内であり、今回の計算が実験値を精度良く再現していることを確認しました。KBT の各相の生成エンタルピーの理論値を Fig. 1 に示しました。KBT の生成エンタルピーの値は、立方晶系 ($Fm\bar{3}m$) 相に比較して正方晶系 ($I4mm$) 相は低く、 -1508.7 kJ/mol でした。この結果は低温では正方晶系相 ($P4mm$) が安定になるという実験結果と一致しています。また、KBT の菱面体晶系 ($R3m$) の生成エンタルピーの値は、正方晶系 ($I4mm$) よりも高くなりました。これは、KBT には菱面体晶系相が報告されていないという実験結果と一致しています。

KBT の立方晶系相の全状態密度 (DOS) を Fig. 2 に示しました。ここで、全状態密度が各構成原子のどの軌道から構成されるのかを詳しく調べるため

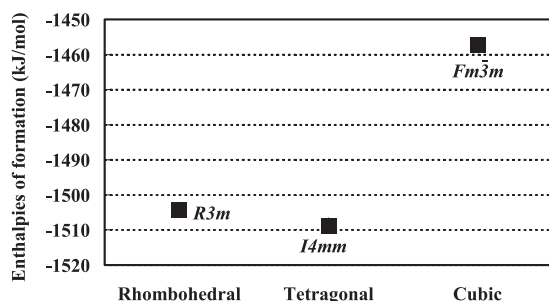


Fig. 1 Enthalpies of formation in various KBT.

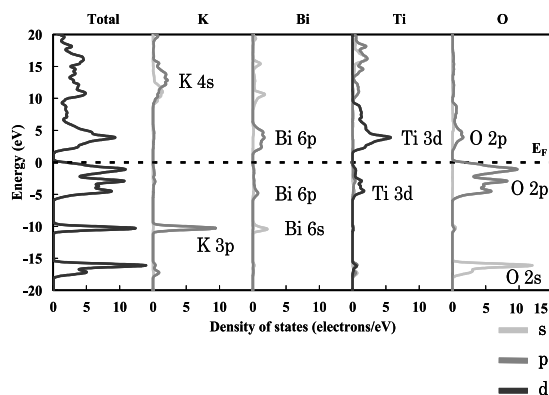


Fig. 2 Density of states (DOS) in cubic KBT.

に、部分状態密度も示しました。価電子帯は Ti 3d, Bi 6p, O 2p 軌道からなり、価電子帯上端は O 2p の軌道です。このことから Ti-O, Bi-O の結合はある程度、共有結合的であると考えられます。それに対して、K の 4s 軌道の寄与は価電子帯にはなく、K-O の結合はイオン結合的であると考えられます。一方で、伝導帯は主に Ti 3d, Bi 6p, O 2p の軌道からなっています。一般的には、ペロブスカイト型酸化物では A サイトを占有する原子と O との化学結合性は、イオン結合的であると言われています。しかし、電子構造の解析の結果から、KBT では、ペロブスカイト型構造の A サイトを占有する Bi の原子価電子が O 2p 電子と相互作用して共有結合性を持つことが分かりました。一方で、一般的なペロブスカイト型酸化物の代表として計算した SrTiO₃ では、やはり、A サイトを占有する Sr の 5s 軌道は O 2p 軌道と相互作用がなく、イオン結合であるという結果になりました。このことは、KBT の A サイトに含まれる Bi が不活性電子対効果を持つことによって発現したと考えられます。さらに、Bi のもたらすこの効果は、構造の解析をしていくことによって、正方晶系 ($I4mm$) の歪みを大きくしていることが分かりました。

2.4 結論

相の安定性の評価から、KBT は低温では正方晶系相が安定であるという実験結果を理論的に裏付けることができました。電子状態の評価からは、A サイトの Bi 6p が、O 2p との共有結合性を持つことを見出しました。典型的なペロブスカイト型酸化物の SrTiO₃ などでは、A サイトとの共有結合性は見られないことから、これは KBT 特有のものであると考えることができます。また、KBT の正方晶の歪みに Bi が大きく寄与していることを見出しました。

3. 発表について

今回の学会は海外で開催されたこともあり、飛行

機すら乗ったことのなかった私にとっては発表以前に様々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。国内での口頭発表の経験は数回ありましたが、ポスター発表については初めてで緊張もしました。発表時には、10名程度の研究者から私の発表内容について、質問をしていただきました。当然のことながら海外の方が大半を占めておりま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に喜びを感じました。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

アメリカ合衆国の中でもサンフランシスコは治安

も良い方です。観光地としては、有名なゴールデンゲートブリッジやフィッシャーマンズワーフ（アルカトラズ島）があり非常に美しい地域です。霧の町として有名なサンフランシスコですが、ちょうど晴れの多い時期であり、滞在中はほとんど快晴でした。また、起伏が激しい町で、街中をケーブルカーが走っているのがかなり印象的でした。

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。特に今回のような海外で開催される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、ならびに研究室の皆様方に深く感謝したいと思います。

日本化学会第 87 春季年会に参加して

今川 仁志

Hitoshi IMAGAWA

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

3月25日から28日の4日間にかけて関西大学千里山キャンパスで開催された「日本化学会第87春季年会」に昨年に続き今年も参加しました。昨年とは研究テーマが異なり、『シッフ塩基配位子を有するPSIIモデルマンガニ錯体の合成と性質』というタイトルでポスター発表しました。ここでは、私の研究内容および学会に参加してきた体験について報告します。

2. 研究内容

2.1 研究背景

私たちの活動エネルギーの源となる炭水化物などの食料や、古代の産物である化石燃料の利用により文明活動を維持し、そして何より、私たちが生きていく上で必要不可欠な酸素を光合成によって作り出すといったように、緑色植物なしでは私たちの今日の生活はないと言っても過言ではありません。

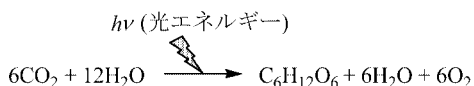
ここで光合成について詳しく見ていきますと、緑色植物は葉っぱの細胞内にある小さな葉緑体で二酸化炭素と水から太陽の光エネルギーを利用して、糖および酸素を作り出しています (Scheme 1)。私たちヒトも含めて、動物の体内では、アミノ酸からタンパク質を合成するなど様々な同化が行われていますが、どれも有機物から有機物への合成であり、植

物のようにCO₂とH₂Oの無機物から有機物を同化することはできません。ここが植物のすごいところです。

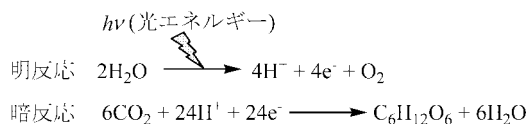
光合成の反応は光エネルギーを必要とする「明反応」と、光エネルギーを必要としない「暗反応」に大別されます。明反応では2分子の水から、4つのプロトン(H⁺)と電子(e⁻)、そして1分子の酸素が生成します。明反応で得られたプロトン(H⁺)はアデノシン三リン酸(ATP)の合成にはかかせず、そして高エネルギーを有するHとなり、暗反応で炭素同化に利用され、CO₂からグルコース(ブドウ糖, C₆H₁₂O₆)が合成されます (Scheme 2)。

ここで、明反応はさらに「光化学系II (photosystem II, PSII)」と「光化学系I (photosystem I, PSI)」の2つの光化学反応に分かれています。PSIIではクロロフィルやタンパク質複合体に光が当たると、クロロフィルが励起され、高エネルギーのe⁻を放出しています。その際、PSIIの酸素発生中心(または酸素発生錯体)(OEC: oxygen evolving center (or complex))によって、水が酸素へと酸化されます。

ところで、PSIIとPSIの名前について不思議に感じた人もいるかもしれません。なぜPS“II”が先で、PS“I”が後なのか?これはまだ光合成の詳細な反応系が明らかにされていない頃、先に発見さ



Scheme 1 光合成の反応式



Scheme 2 明反応・暗反応の反応式

れた光化学反応を PSI と名付けてしまったためです。その後発見された光化学反応を PSII と名付けて紛らわしい名前になってしまったのです。

さて話は戻って、このように光合成は研究されて、現在では小学校、中学校でも教えられていますが、実は 21 世紀のこの時代でもまだよくわかっていないこともあるのです。

その 1 つに、先ほど PSII の酸素発生中心 (OEC) で H_2O が酸化されて O_2 を発生していると説明しましたが、いまだにどのようにして H_2O が酸化されて O_2 が発生しているのかはわかっていません。OEC は遷移金属元素の 1 つであるマンガン (Mn) を含み、この Mn 錯体が触媒中心となって水を酸化していることが分かっていましたが、Mn の数や分子構造が不明でした。3 年前の 2004 年、ロンドンの研究グループが X 線結晶構造解析によって OEC は 4 つのマンガンと 1 つの Ca を含む錯体 (Mn_4CaO_4 クラスタ) であることが初めて報告されました (Fig. 1)。しかし、依然として不明な点が多いままです。反応機構に関しても多くの問題があり、今なお数多くの課題を残しています。

しかし、光合成の H_2O の酸化機構をはじめとする PSII の分子レベルでの機能および構造の研究は、今日の深刻なエネルギー問題を解決するためへの非常に重要な課題です。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

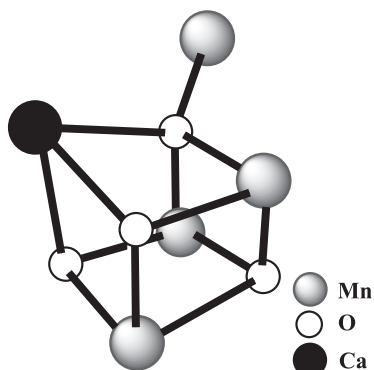


Fig. 1 酸素発生中心 (OEC) モデル

ができるかもしれません。

そこで本研究では、21 世紀の新しいエネルギー資源について、自然界のエネルギー循環と調和したシステムという観点から、光合成による太陽の光エネルギーから化学エネルギーの変換に注目し、PSII を模倣した Schiff 塩基配位子を有する二核マンガン錯体の合成、および二核マンガン錯体と水との反応性について検討することを目的としています。

2.2 実験内容

triethylenetetramine と salicylaldehyde, salicylaldehyde 誘導体および 2-hydroxyacetophenone を混合し、配位子 H_3L^1 , H_3L^2 , H_3L^3 および H_3L^4 を合成し、これらの配位子と $\text{Mn}(\text{OAc})_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ を塩基性条件下で混合し、二核 Mn (III) 錯体を合成しました。また、 $\text{Cu}(\text{OAc})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ または $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ とも反応させ、二核 Cu (II) 錯体を合成しました (Fig. 2, Table 1)。

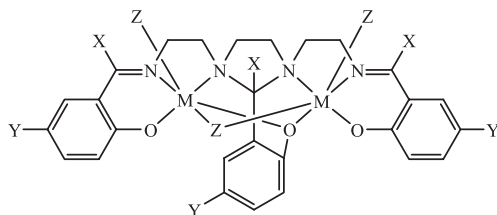


Fig. 2 合成した錯体

Table 1 錯体の略称

M	Ligand	X	Y	Z	略称
Mn	H_3L^1	H	H	OAc	1 OAc
		H	H	Cl	1 Cl
	H_3L^2	CH_3	H	OAc	2 OAc
		CH_3	H	Cl	2 Cl
	H_3L^3	H	NO_3	OAc	3 OAc
		H	NO_3	Cl	3 Cl
	H_3L^4	H	Br	OAc	4 OAc
		H	Br	Cl	4 Cl
Cu	H_3L^1	H	H	OAc	—
		H	H	ClO_4	—
H_3L^2	CH_3	CH_3	H	OAc	—
		CH_3	H	ClO_4	—

2.3 Cl₂ および H₂O との反応性の検討

1 OAc と Cl₂ および H₂O との反応性について UV-vis スペクトルで検討を行ったところ (Fig. 3 (左)), Cl₂ を添加すると, Mn (IV) 錯体の特徴的な 600 nm 付近の電荷移動遷移または *d-d* 遷移吸収に帰属される吸収の増加が見られました. また, H₂O 添加後この吸収が減少していることから, H₂O を酸化し, Mn の価数は減少していると考えられます. 1 Cl, 4 OAc についても同様のスペクトル変化が見られました. しかし, 配位子 H₂L² を用いた Mn 錯体は同様のスペクトル変化が見られませんでした.

次に, 1 OAc と Cl₂ および H₂O との反応性について電気化学測定 (サイクリックボルタンメトリー, CV) で反応性を検討したところ (Fig. 3 (右)), H₂O 添加後 -0.8 V 付近に新たな還元波が現れました. この還元波は酸素の還元波であると考えられ, これにより Mn 錯体が H₂O を酸化して酸素が発生していると考えられます. UV-vis スペクトル同様, 1 Cl, 4 OAc についても同じ変化が見られました.

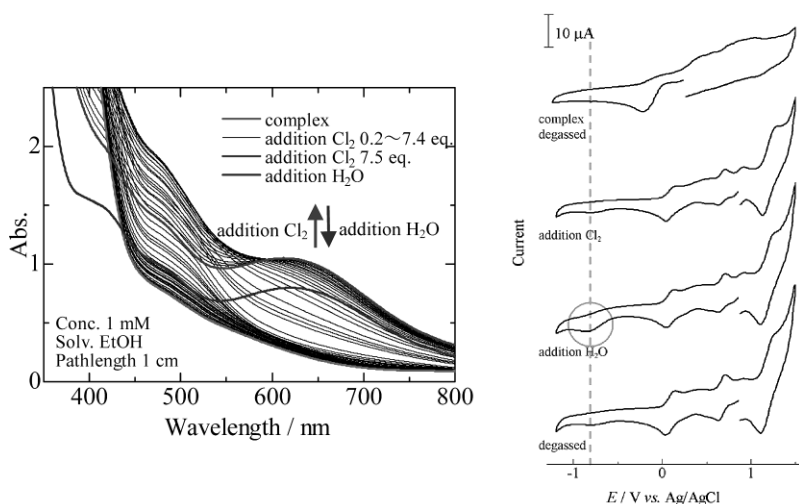


Fig. 3 1 OAc に Cl₂ および H₂O を添加したときの UV-vis スペクトル変化 (左) およびサイクリックボルタモグラム (右)

3 いざ学会

今回の日本化学会の会場は大阪の吹田市にある関西大学の千里山キャンパス (Fig. 4) でしたので, いつもと比べて落ち着いて学会に参加できました. 私のポスター発表は午後からでしたが, せっかくの学会ですのでいろいろと勉強して身に付けなければなりません. 午前から私の研究テーマである光合成に関する特別企画講演 (光合成機能の分子メカニズムと工学応用~分子レベルの探求から太陽光エネルギー)



Fig. 4 日本化学会会場 (関西大学千里山キャンパス)



Fig. 5 学会会場の様子

ギー変換系への応用まで～)があったので、しっかりと講演を聴きました。講演を聴いて、改めて光合成は奥深く、私の研究テーマが難しいものであることを感じました。

さて午後となり、いよいよ私のポスター発表の時間です (Fig. 5)。学会には3回目の参加ですが、どうも慣れません。たくさんの錯体のプロの方たちが私のポスターを見たり、時には簡単に研究の内容を説明し、質疑応答することもあります。今回の学会

では私の研究テーマと似ている方が多数いたので、こちらからもいろいろと質問をして、今後の研究に活かせるよう勉強しました。

4 おわりに

今回の学会は今まで以上に勉強になった学会となりました。次回の国際学会に向けて研究に励みたいと思います。これを読んでいただいた方で、もし学会に参加する機会があるなら是非参加してみてください。普段ではなかなか経験できないことができたり、何かを得ることが出来る絶好のチャンスの場合です。一度だけでも行く価値は十分にあります。

最後に、今回の学会参加にあたり、松下教授をはじめ、ご支援いただいた皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 「新しい高校生物の教科書」 柄内 新, 左巻健男 講談社
- 2) Ferreira, K. N, et al. (2004) Science 303, 1831-1838

日本化学会 第 87 春季年会

赤澤 雅子

Masako AKAZAWA

物質化学専攻修士課程 2年

はじめに

私は、2007年3月25日(日)~28日(水)に関西大学千里山キャンパスで開催された日本化学会第87春季年会に参加し、「2つのウレア基を持つジエニルエテン誘導体のゲル形成とそのフォトクロミズム」について、パワーポイントを用いてはじめての口頭発表をおこなった。この学会までに行った研究と、学会発表の感想を簡単に述べたい。

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ゲル化剤の合成を試みた。4回生からこのテーマで研究をおこなってきたが、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なかった。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について詳細に検討した。

学会準備

初めての口頭発表であった。ポスター発表とは異なり、研究に興味を持っていただいた大勢の学生・先生・企業の方の前で発表するので、あいまいなデータではなくきちんと結果を示さなければならない。私のゲルはとても扱いにくいものであり、熱をかけなければゲルを生成しない。しかし、熱を加え

すぎると今度は化合物が分解または異性化してしまう。それと同時に、この研究の目的は光でゲルをコントロールすること。しかしながら、光を照射しすぎて分解が確認された。学会前になんとも厄介な結果が得られてしまった。学会直前に判明したこの厄介な結果は、発表に向けての測定をさらに困難なものとした。

へこんでいる暇もなく、学会発表の日は着実に近づいてくる。とにかく大事に大事に、そおっと…。分解覚悟で、でも極力分解しないように。そんな思いでなんとか測定をおこなっていった。得られた結果は満足のいくものではなかったが、違う条件ではどうなるのだろうか、と新たに興味の持てる結果をもたらした。

次は、データ整理。初めての口頭発表なので、とにかく相手にも自分にも分かりやすくパワーポイントを作成した。これは今まで何度もおこなってきたのでとくに苦労しなかった。最も苦労したのは、自分の発表原稿。7分という決められた時間きっちりて発表する。また、自分がスムーズにしゃべれる言葉でなければ緊張した場合、大変なことになる。原稿を何度も読み返し、頭の中で何度もイメージトレーニング。

口頭発表

自分の発表の日である26日となり、緊張しながら発表の時間を待った。私の発表の前に、同じ研究室の学生の発表があった。緊張を抑えようとするとするも、2人の緊張が伝わってきた。いよいよ自分の発表時間。公聴者との距離が一番近い人で1メー

トル。前に立つと本当に頭が真っ白になり、前のスクリーンを見つめるしかなかった。とにかく止まらずゆっくりしゃべろう、と心がけていたが、とても早口になってしまった。

発表の7分が終わると、質疑応答が2分。これまた非常に緊張する。答えにくい質問は特になく、座長の先生もこれからの課題などを聴いてもらい、とてもすんなりと質疑応答の時間を終えた。3人ぐらいの方に質問していただき、自分の研究に関心を持ってもらえたと、少し嬉しくも思えた。

学会発表を終えて

初めての口頭発表を終えて、自分の研究を人に説

明することの難しさを改めて知った。また他大学や企業の実験データの量の多さに驚いた。

さいごに

今回のはじめての口頭発表は、とてもいい経験になったと思う。研究を大勢の人の前で発表することで、いろいろな人に研究に興味を持ってもらい、もっとうちの方がいいのではないかと、これは大変だったでしょうと、様々なアドバイスをもらった。これからの研究の方向性が見えてきた気がする。次の学会に向けても、頑張っていきたい。

はじめて学会に参加して

宇都宮 健 志

Takeshi UTSUNOMIYA

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は2006年12月8-10日の3日間、日本大学理工学部駿河台キャンパスで開催された「第17回日本MRS学術シンポジウム」に参加しました。MRSとはMaterials Research Societyの略称です。この日本MRSは1989年に創立され、先進材料に関する科学・技術の専門家の横断的・学際的研究交流を通じて、その学術・応用研究および実用化の一層の発展をはかることを目的としています。MRSは全部で12のセッションがあり、私は「マテリアルダイレクトライティング技術の展開」というセッションにおいて「誘導結合型プラズマ援用AD法によるPZT膜の形成」というテーマで発表しました。

2. 研究の背景と目的

近年、プリンタやデジタルカメラなどをはじめとする電子機器の小型化・高機能化が要求されています。そして、同時にコストダウンも行う必要があります。これに伴って、「圧電アクチュエーター」とよばれる電子部品の高機能化、安価な製造方法が要求されています。圧電アクチュエーターは、「圧電効果」という現象を利用した電子部品のひとつです。圧電効果とは、材料に力を加えると電気が流れる現象のことです。逆に、電気を流すと力が発生します。圧電アクチュエーターは優れた張力と即応性を有しており、これらの特徴を生かしてインクジェットプリンターヘッドや高密度ハードディスクドライブの磁気ヘッドの部品として使用されています。世の中には、「圧電材料」とよばれる材料が数多くあ

ります。チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)もその中のひとつです。圧電アクチュエーターの動きをより大きく、早くするためには、圧電定数とよばれる特性を高めることが重要になります。そのためには、高密度なマイクロパターンを持ったPZT膜をSiやステンレス上に形成する必要があります。さらに、その膜厚は5 μm 以上が要求されています。そして、コストダウンのためにはプロセス温度の低温化を達成する必要もあります。しかしながら、従来の成膜方法では1 μm 以上の膜を生成すると割れが生じやすく、剥離し易くなる、また、物質の成分の制御が困難で、実際の製造にも多くの時間がかかることが問題となっていました。

上述したような問題を解決するために、様々な圧電材料の研究開発や成膜プロセスに関する研究が行われています。その中のひとつに、「エアロゾルデポジション(AD)法」とよばれる新しい成膜プロセスを用いた研究があります。AD法の概略図をFig. 1に示しています。実際の成膜プロセスを簡単に述べると以下の通りです。エアロゾルチャンバー内に充填している原料粉末とキャリアガスを混合させ、原料粉末のエアロゾル化(簡単に言うとタバコの煙の状態)を行います。そして、減圧しているメインチャンバー中において、基板にエアロゾル化された粉末を高速で吹き付けることで膜を作るという方法です。このプロセスの特徴は、ガラス、金属、プラスチック基板上に緻密な結晶膜が常温成膜可能であり、成膜速度は通常の薄膜作成法と比較して非常に速いことです。この成膜方法を用いて、圧電材料であるPZTを成膜した場合、原料粒子が基板上

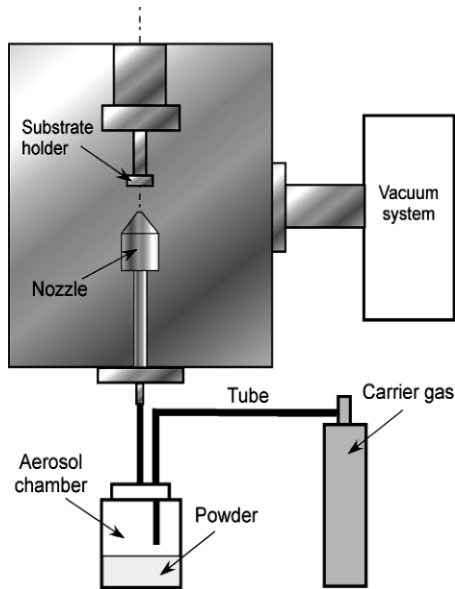


Fig. 1 AD 成膜装置概略図

で破碎することによって、結晶サイズは微細化し、緻密になります。しかしながら、緻密になる反面、内部に残留応力が発生するために、目的とするような圧電特性（圧電特性は誘電特性に依存）が得られないという問題点があります。今回、私たちは吹き付ける直前のガラス管内において、キャリアガスをプラズマ化させ、原料粒子にプラズマのエネルギー（主に熱）を与えることで膜の特性が変化しないかを調べることにしました。

3. 実験結果

プラズマ内部の温度は、高周波電磁場のノイズにより測定できないために、外部要因である高周波電力の値によって評価を行いました。その結果、高周波電力の上昇に伴って PZT の膜色が変わることを明らかにしました。次に、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて成膜した PZT 膜断面を観察した結果を Fig. 2-3 に示します。高周波電力が 0 W と 800 W の条件下で成膜した膜の断面組織の形状は、大きく異なることを明らかにしました。これらの断面組織の違いは、0 W の膜は粉碎、微細化により断

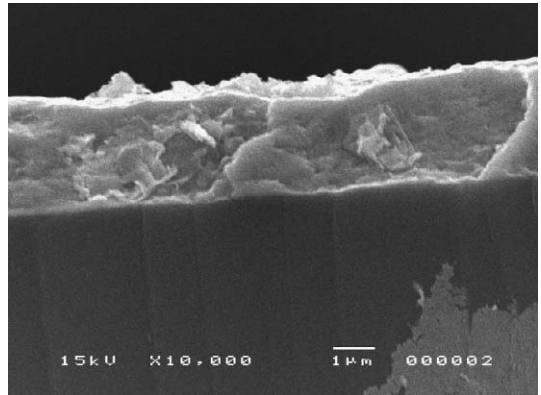


Fig. 2 高周波電力 0 W の膜

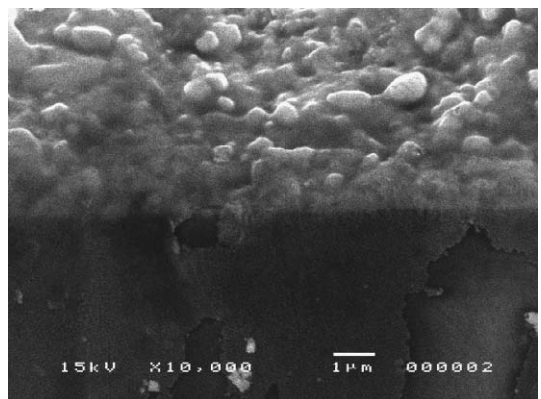


Fig. 3 高周波電力 800 W の膜

面が壁状に堆積されていること、800 W の膜では原料粒子の形状を残しながら成膜されていることを示唆しています。これは、目的で述べたように粉碎・微細化することによる誘電特性の低下を緩和できたと考えられた。残念ながら、現在までの結果からは SUS 基板に成膜を行って、誘電特性評価を行うと誘電率はそれほど高くありませんでした。しかし、誘電損失 ($\tan\delta$) が充分小さいので、膜密度は高いと考えられます。

一方、ガラス基板に成膜した PZT 膜の膜厚を粗さ測定器で測定したところ、0 W の膜では約 $3.8 \mu\text{m}$ であったのに対して、300・600・800 W の膜は約 13~20 倍の厚さがあった。これは、AD 法の特徴である「成膜速度が非常に速い」という利点を大きく

できたという結果が得られた。

4. 発表について

当日の発表では、発表時間になるまですごく緊張しました。しかし、いざ始まってみると、多くの方に訪れていただき、説明や質問への回答に必死で時間を忘れてしまうぐらいでした。訪れていただいた多くの方は、同じ AD 法の研究をしている方でしたので、説明はやりやすかったのですが、全く別の



写真 1 発表風景

研究をされている方とお話をさせて頂くこともありました。その方へ説明するのはとても大変でした。なぜ大変かという、自分の研究は大体理解しているつもりです。しかし、比較対象となる他の成膜方法についての勉強が不足しており、文献を読んだだけの知識では自信も少なく、十分に説明できませんでした。発表時間の 1 時間半は終始説明しっぱなしで他のポスター発表を見る時間はほとんどありませんでした。その後にあった口頭発表は、自分の研究の現状、周りの研究及び考え方を知ることができ、とても勉強になりました。

5. おわりに

ポスター発表では、多くの指摘やアドバイスを頂いてすごく充実した時間を過ごすことができました。また、多くの方に私が発表を行った研究テーマについて、興味を持って頂いてすごく嬉しかったです。学会に行く前は、「あ～、何言われるんやろう。」とネガティブな気持ちでいっぱいでしたが、終わってからは「学会、ちょっとおもしろいやん。」というポジティブな気持ちになりました。また、これからの研究への道筋も掴め、もっと研究することが多いと実感し、やる気が出てきました。これからも学会がもっと楽しくなるように、発表する内容を良いものにしていこうと思います。

第 45 回セラミックス基礎科学討論会での口頭発表

前川 拓哉

Takuya MAEKAWA

物質化学専攻修士課程 2006 年度修了

1. はじめに

2007 年 1 月 22 日（月）から 23 日（火）に宮城県の仙台国際センターにおいて開催された、第 45 回セラミックス基礎科学基礎討論会に参加しました。私は「MA-SPS 法で作製した SiC-AIN 固溶体における変調構造」というテーマで口頭発表を行いました。

2. 発表を行った研究について

ここで、私が発表を行った研究について紹介させていただきます。

2.1 緒言

炭化珪素 (SiC) は高硬度、高融点、耐熱性、耐酸化性、低熱膨張性などの優れた性質を示すが、共有結合を有するため難焼結性物質である。その為、緻密体の作製には焼結助剤の添加や高温・高圧・長時間の熱処理などが必要であった。しかしながら、メカニカルアロイング (Mechanical Alloying : MA) 法により作製した積層無秩序構造を有するナノ SiC 粉末をパルス通電焼結 (Spark Plasma Sintering : SPS) を行うと構造の秩序化に伴って緻密化が進行することが報告されている^[1,2]。また、少量の窒化アルミニウム (1~3 mol% AlN) を添加すると、無添加のものに比べて低温で秩序化が促進され、緻密化が進行することが報告されている^[3]。一般的に、SiC と AlN は広い組成域で固溶体を形成し^[4]、且つスピノーダル分解により変調構造を形成することで破壊靱性の向上に寄与することが知られ

ている^[5]。しかしながら、この変調構造の形成には長時間の熱処理が必要であり、容易に作製することは困難である^[6]。そのため、短時間プロセスで変調構造を有する固溶体を作成することは非常に興味深い。本研究では、MA 法によって作製したナノ SiC-AIN 粉末から変調構造を有する SiC-AIN 固溶体の作製を試み、評価した。

2.2 実験操作

Si 粉末 (純度 : 99.999% , 粒径 : $< 75 \mu\text{m}$, 高純度化学研究所製) と C 粉末 (純度 : 99% , 平均粒径 : $7 \mu\text{m}$, TGP-7 : 東海カーボン製) を、モル比 1 : 1 に秤量後、AlN 粉末 (TOYALNITE-UF : 東洋アルミニウム社製、純度 : 98% , 粒径 : $< 2 \mu\text{m}$) を総量の 0~50 mol% になるよう秤量・添加した。粉末の秤量・充填及び回収は Ar ガスを充填したグローブボックス内で行った。この混合粉末を Si_3N_4 製粉碎容器 (250 ml) に充填後、遊星型ボールミル (P-5, フリッチュ製) にて MA (Si_3N_4 製ボール / 混合粉末 = 300/7.5, Ar 雰囲気で充填, 自転 / 公転 = 1.25/1, 公転速度 = 300 rpm, 24 時間) を行い、ナノ SiC-AIN 粉末を作製した。また、対照試料として市販 3 C-SiC 粉末 (純度 98% , 平均粒径 : $0.27 \mu\text{m}$, イビデン製) を用いた。各粉末を $\phi 20$ のカーボンダイスに充填後、SPS 装置 (Dr. Sinter, SPS-1050 : SPS シンテックス製, 保持温度 : $1800 \sim 1900^\circ\text{C}$, 保持時間 : $0 \sim 30 \text{ min}$, 昇温速度 : $100^\circ\text{C}/\text{min}$, 荷重 : 70 MPa, 減圧雰囲気中) で焼結した。各試料の評価については、密度測定, X 線回折測定 (XRD : RINT-2500, リガク製), 透過型電子顕微鏡観察

(TEM: JEM-4000 EX, JEOL 製) 及び破壊靱性測定 (IF 法) を行った。

2.3 結果および考察

化学量論比 Si : C = 1 : 1 に秤量後 AlN を 50 mol % 添加し MA (MA 時間: 1~24 h) を行った。24 h 混合した MA 粉末の TEM による EDS 結果 (Fig. 1) より Al と Si のピーク強度比がほぼ 1 : 1 であったことから, 非常に均一に混合されていることが確認できた。また, 混合時間を変化させた MA 粉末の XRD 結果 (Fig. 2) より, 8 h までは未反応 Si のピークが MA 時間の増加とともにピーク強度の減少が確認され, 8 h 以上で Si のピークが消失し, 非常にブロードしたピークとなった。このときの密度は 8 h まで上昇するが, 8 h 以上ではほぼ一定の値 (3 g/cm³) となった (Fig. 3)。また, 24 h 混合した MA 粉末を SPS 装置にて焼結温度 1900°C, 保持時間 10 min. で作製した焼結体を粉砕した粉末の密度は約 3.26 g/cm³ であった。この密度の減少は

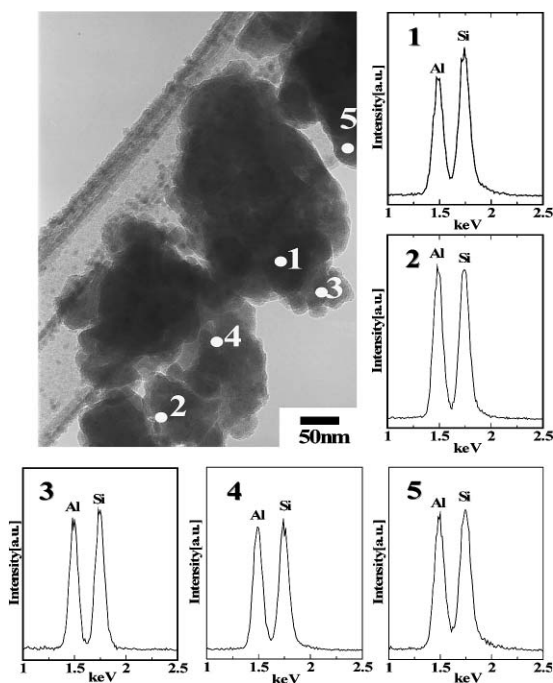


Fig. 1 EDS spectra of SiC with 50 mol% AlN prepared by MA method for 24 hs.

MA 粉末が高濃度欠陥を有していることを示している。これらより今回作製した MA-SiC-50 mol% AlN 粉末は高濃度欠陥を有し, 且つ均一分散状態であることが考えられる。

次に, MA-SiC-50 mol% AlN 焼結体の XRD 結果より, 2H 構造のピークが確認され, 60.0° (2θ) 付近のピークが 2H-AlN 及び SiC の間にシフトしたことが確認された。また, 市販 SiC 粉末と AlN 粉末を用いて作製した試料は MA-SiC-50 mol% AlN 粉末を用いて作製した試料に比べてピークの対称性が良くなっていた。したがって MA-SiC 粉末を用いて作製した試料では市販 SiC 粉末を用いて作製した試料よりもミクロ的に不均質な固溶体であることが示唆された。次に TEM を用いて微構造観察を行

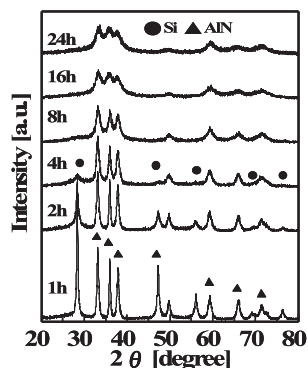


Fig. 2 X-ray diffraction patterns of SiC with 50 mol% AlN prepared by MA method for 1–24 hs.

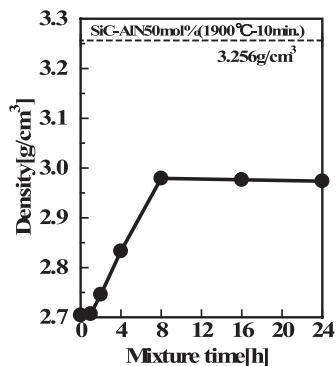


Fig. 3 Density of SiC with 50 mol% AlN synthesized by MA method for 0–24 hs.

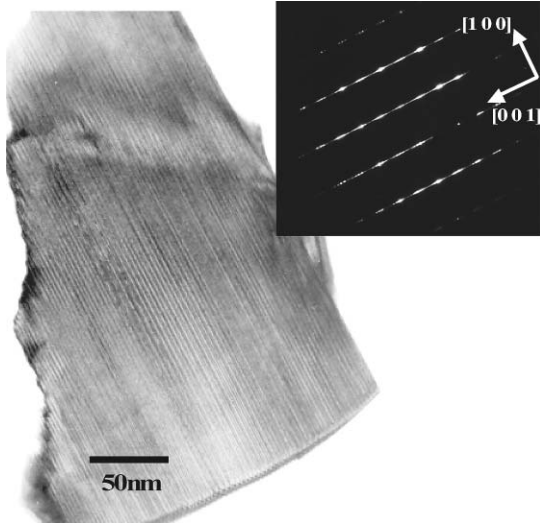


Fig. 4 TEM image of SiC-50 mol% AlN synthesized by MA-SPS method at 1900°C for 10 min.
Electron-beam diffraction pattern of SiC-50 mol% AlN synthesized by MA-SPS method at 1900°C for 10 min.

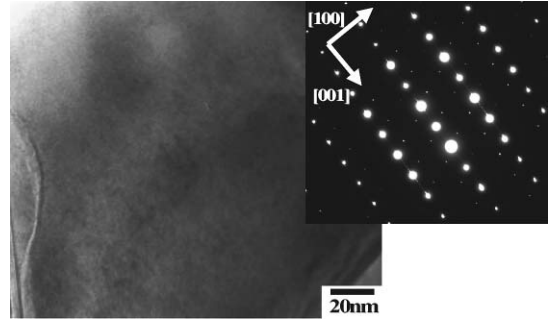


Fig. 5 TEM image of SiC-50 mol% AlN synthesized by MA-SPS method at 1900°C for 30 min.
Electron-beam diffraction pattern of SiC-50 mol% AlN synthesized by MA-SPS method at 1900°C for 30 min.

った (Fig. 4). 電子線回折より面間隔を測定した結果, MA-SPS 法にて焼結温度 1900°C, 保持時間 10 min. で作製した SiC-50 mol% AlN からは基本反射以外に 2H 構造の [001] 方向に変調構造を示すサテライト反射が観察された. また高分解能 TEM により, 6 倍周期の変調構造が観察された. A. Zangvil らが報告した SiC-AlN 系の状態図^[4]にはこの温度域で 6H-SiC は存在せず, また XRD 結果からも 6H-SiC のピークは見られなかった. このことから焼結温度 1900°C, 保持時間 10 min. で確認された変調構造は破壊靱性の上昇に寄与する濃度揺らぎによるものではなく, SiC の積層欠陥に由来するものだと考えられる. しかしながら, 保持時間を 10 min. から 30 min. に変化させたところ, 保持時間 10 min. で確認された変調構造とは異なる [112] 方位にサテライト反射が確認された (Fig. 5). また 1900°C において保持時間の増加に伴い破壊靱性値が上昇した (Fig. 6). これらの結果より, 濃度揺らぎによる変調構造であることが示唆された. Ahmad

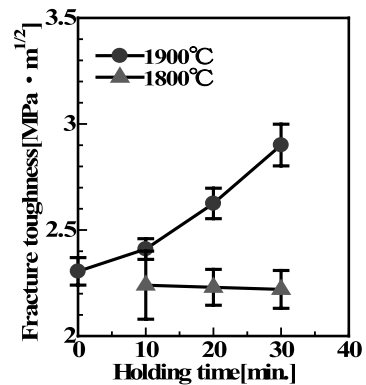


Fig. 6 Effect of holding time on fracture toughness of SiC-AlNss synthesized by MA-SPS method at 1800-1900°C for 0-30 min.

H. Lubis らは SiC-AlN 系における濃度揺らぎによる変調構造が, [112] 方位に形成することを報告している^[7]. 従って, 保持時間 30 min. で確認された変調構造は破壊靱性の上昇に寄与する濃度揺らぎによるものであると考えられた.

今回は 1900°C, 30 min. 保持という比較的短時間の熱処理条件で変調構造の形成が示された. 一般的な SiC-AlN 系ではまず均質な固溶体を形成してから, スピノーダル分解によって変調構造を形成する. MA-SiC-AlN 系においては, すでに均質化して

おり，格子欠陥などの高濃度な欠陥を非常に多量に含んでいるため原子の拡散および欠陥の移動が起こりやすい状態である．よって短時間でスピノーダルおよびバイノーダル分解が進行するため，従来法よりも比較的短時間で変調構造を有する SiC-AlN 固溶体の作製が可能となったと考えられた．

参考文献

[1] M. Ohyanagi et al., *Scripta Materialia*, 50, 111–114

(2004)

- [2] Y. Kodera et al., *J. Mater Sci.*, 41, 727–732 (2006)
- [3] K. Shirai et al., *J. Ceram. Soc. Jpn.*, 114, 220–223 (2006)
- [4] A. Zangvil et al., *J. Am. Ceram. Soc.*, 71, 884–890 (1988)
- [5] M. Miura et al., *J. Mater Sci.*, 28, 3859–3865 (1993)
- [6] W. Rafaniello et al., *J. Am. Ceram. Soc.*, 70, C 125–128 (1987)
- [7] Ahmad H. Lubis et al., *J. Am. Ceram. Soc.*, 85, 933–940 (2002)

第 45 回 セラミックス基礎科学討論会に参加して

荒木 美保

Miho ARAKI

物質化学専攻修士課程 2006 年度修了

はじめに

- ・ 参加した学会
第 45 回 セラミックス基礎科学基礎討論会
- ・ 開催日
2007 年 1 月 22 日 (月)~23 日 (火)
- ・ 開催場所
仙台国際センター
- ・ 発表内容 (口頭発表 13 分, 討論 7 分)
MA プロセスにおける Si-C の反応過程

緒 言

炭化ケイ素 (SiC) は一般に難焼結物質として知られ, その緻密化には焼結助剤の添加, 高温, 高圧といった条件が必要である. 本研究室では, メカニカルアロイング (Mechanical Alloying: MA) により作製した積層無秩序構造を有するナノ SiC 粉末をパルス通電焼結 (Spark Plasma Sintering: SPS) を用いて加熱処理することによって焼結助剤無添加, 比較的低温・短時間にて SiC 緻密体の作製に成功している. また, このときの SPS 中における構造秩序化および緻密化プロセスはすでに報告されている^[1,2,3]. しかし, MA 中の SiC 合成過程については十分に議論をしていない. そこで, 本研究では MA プロセスにおける Si-C の反応過程を検討した.

実験操作

黒鉛粉末 (純度: 99%, 平均粒径: 7 μm , 東海カーボン製) に Si 粉末 (純度: 99.999%, 粒径:

<75 μm , 高純度化学研究所製) をそれぞれ化学量論比 C:Si=1:1 になるように秤量し遊星型ボールミルにて MA (P-5, Fritsch 社製, MA 時間: 1~24 h, 回転数: 300 rpm, ボール: 粉末の重量比=40:1, 窒化珪素容器: 250 ml, ボール径: ϕ 10 mm, Ar 雰囲気下) を行った. 作製した試料粉末の評価は, 粉末 X 線回折測定 (RINT-2500, 理学製), 定容積膨張法を用いた乾式密度測定 (アキュピック 1330, SHIMADZU 社製: He ガス使用), 赤外分光スペクトル測定 (FT-IR 660 puls, 日本分光製), ^{29}Si 核磁気共鳴スペクトル測定 (Avance 300 WB, BRUKER BIOSPIN 社製), X 線光電子分光測定 (XPS-1600 R, アルバック・ファイ製: Ar 補正), 透過型電子顕微鏡観察 (JEM-2000 EX II・JEM-4000, JEOL 製) を用いて行った.

結果及び考察

作製した MA 粉末 (MA-1~24 h) の XRD (図 1), IR 結果 (図 2) から MA-4 h において積層無秩序構造を有する SiC (stacking disorder: SD-SiC) のピークが観察され始めた. また, MA-4 h におけるアモルファス相と結晶相を評価するため, delay time を 1 s (アモルファス相の測定条件) および 300 s (結晶相の測定条件) を用いて ^{29}Si MAS-NMR 測定を行った. その結果, 未反応 Si においては, delay time: 1 s にてブロードしたピークを, delay time: 300 s にて鋭いピークを観察したことから, 一部の未反応 Si のアモルファス化が示唆される. 一方, SiC のピークについては, 両測定条件よりブロードしたピークを観察したことより結晶性のよい SiC

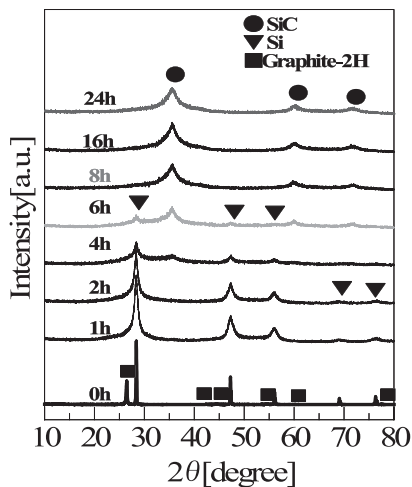


Fig. 1 X-ray diffraction patterns of Si and graphite powder prepared by planetary ball milling for 0–24 h.

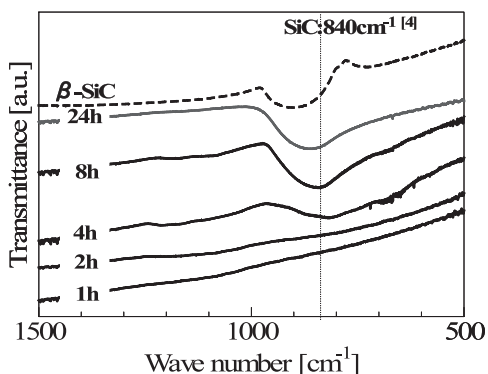


Fig. 2 IR spectra of Si and graphite powder prepared by planetary ball milling for 1–24 h and commercial powder.

が主に形成されていないことが示唆される。

4 h より長時間の MA を行った MA 粉末 (MA-4 h ~) においては, XRD 結果より, 未反応 Si のピーク強度の減少とともに SiC のピーク強度の増加を示し, MA-8 h においては SiC のピークのみが観察された。また 8 h より長時間 MA を行っても, ピークの形状に大きな違いを与えなかった。この結果は, 図 3 に示すように ^{29}Si MAS-NMR 結果 (MA-4 ~ 24 h) とも対応している。さらに, 粉末の密度測定 (図 4) においても, MA 時間の増加 (MA-1

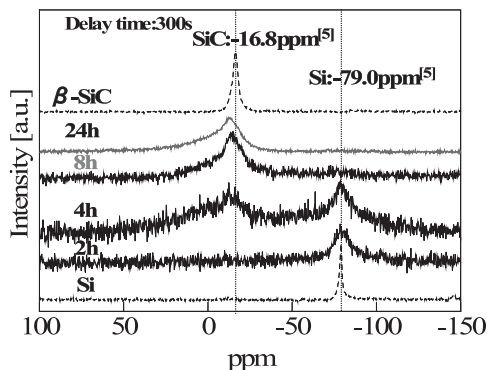


Fig. 3 ^{29}Si MAS-NMR spectra of Si and graphite powder prepared by planetary ball milling for 1–24 h and commercial powder.

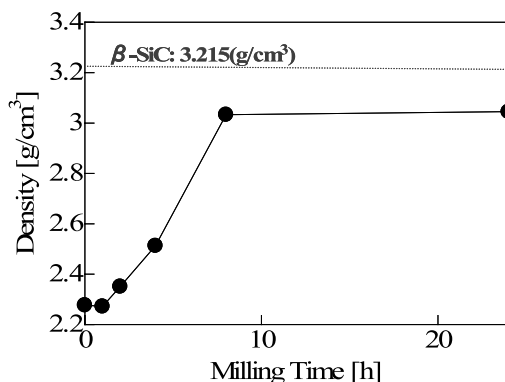


Fig. 4 Density of Si and C powder prepared by planetary ball milling for 0–24 h.

~ 8 h) とともに密度の上昇が観察され, MA-8 ~ 24 h においては, ほぼ一定の値を示した。このことから, Si-C の反応は 8 h までに完了していると考えられる。

XPS 結果 (図 5 (a), (b)) より, MA 時間の増加とともに原料粉末に見られた Si-Si 結合, C-C 結合から β -SiC 粉末 (Si-C 結合) へのスペクトルシフトを観察した。このとき, XPS Si_{2p} スペクトル結果より, SD-SiC が形成され始める MA-4 h より短時間において, Si-Si 結合から Si-C 結合へのスペクトルシフトが観察された。つまり, 4 h より短時間 (反応初期: MA ~ 4 h) において, MA 時間の増加とともに Si-C 結合が形成され始め, SD-SiC 構造が

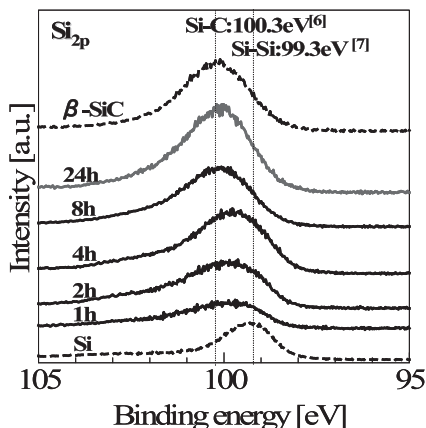


Fig. 5(a) XPS Si_{2p} spectra of Si and graphite powder prepared by planetary ball milling for 1–24 h and commercial powder.

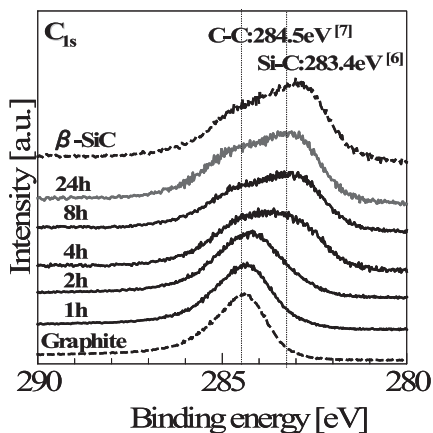


Fig. 5(b) XPS C_{1s} spectra of Si and graphite powder prepared by planetary ball milling for 1–24 h and commercial powder.

存在すると考えられる。しかし、この段階においては SD-SiC は微量であるため XRD では検出されなかったと思われる。その後の 4~8 h において、Si-C 結合の形成が急激に進み、SD-SiC が形成すると示唆される。

また TEM を用いて微構造観察を行い、電子線回折より面間隔を算出した結果 (SiC は 2 H-SiC として指数付けをしている)、MA-4 h において未反応 Si のまわりに微細な SiC 粒子 (直径: 50 nm 程度) を観察した (図 6)。このことから SiC は Si の界面

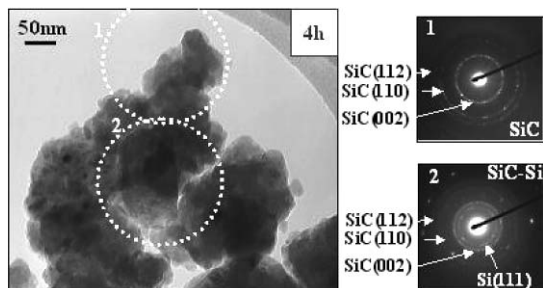


Fig. 6 TEM image of Si and graphite powder prepared by planetary ball milling for 4 h.

付近において形成されると示唆される。そこで、未反応 Si の界面に着目した格子像観察を試みた結果、主に SD-SiC が観察された。

以上の結果より、MA プロセスにおける Si-C の反応は、反応初期 (MA~4 h) において Si-C 結合が形成され始め、SD-SiC が存在する。しかし、SD-SiC は微量であるため XRD で検出されなかったと思われる。その後、反応中期 (MA-4~8 h) においては、未反応 Si が減少するとともに Si の界面において Si-C 結合が形成され、SD-SiC が形成すると思われる。また反応後期 (MA-8~24 h) においては、未反応 Si は観察されず、また MA 時間を 8~24 h 増加させてもスペクトルの形状および粉末の密度に変化が見られなかったことより、Si-C の反応は 8 h までにほぼ完了すると考えられる。

参考文献

- [1] M. Ohyanagi et al., *Scripta Mater.*, 50, 111–114 (2004).
- [2] T. Yamamoto et al., *J. Am. Ceram. Soc.*, 87, 1436–1441 (2004).
- [3] Y. Kodera et al., *J. Mater. Sci.*, 41, 727–732 (2006).
- [4] T. Merle-Mejean et al., *Journal of MOLECULAR STRUCTURE*, 349, 105–108 (1995).
- [5] Xiangqun Xie et al., *Materials Science and Engineering*, 1, 39–48 (1998).
- [6] Yoon-Suk et al., *J. Am. Ceram. Soc.*, 82, 1076–78 (1999).
- [7] Handbook of X-ray photoelectron Spectroscopy, PHYSICAL ELECTRONICS.