

名古屋大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー ニュース

平成24年2月1日発行 第16巻第2号

〒464-8603 名古屋市千種区不老町 TEL (052)789-5447 FAX (052)789-5448 http://www.vbl.nagoya-u.ac.jp

ISSN 1342-8640

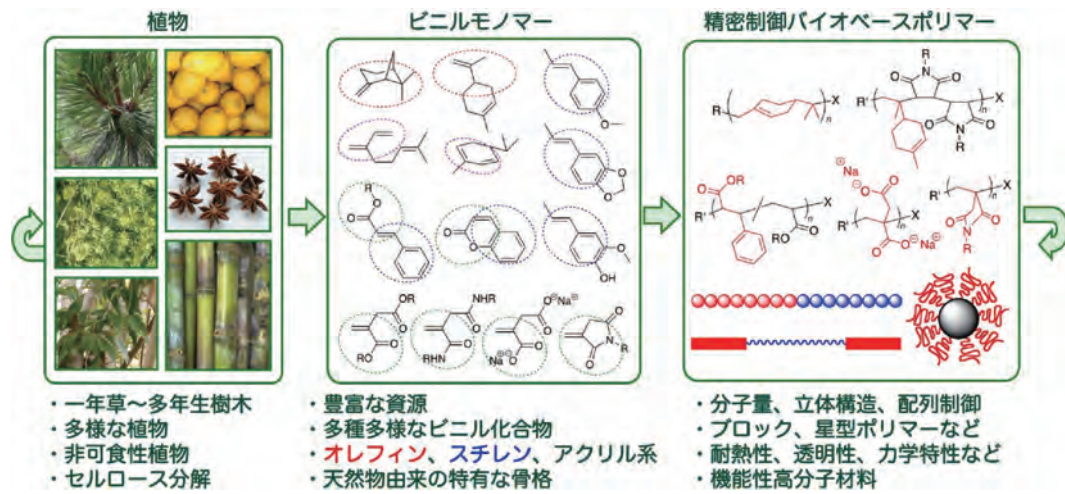


図1. 植物由来ビニルモノマーの精密重合による新規バイオベースポリマー材料の開発

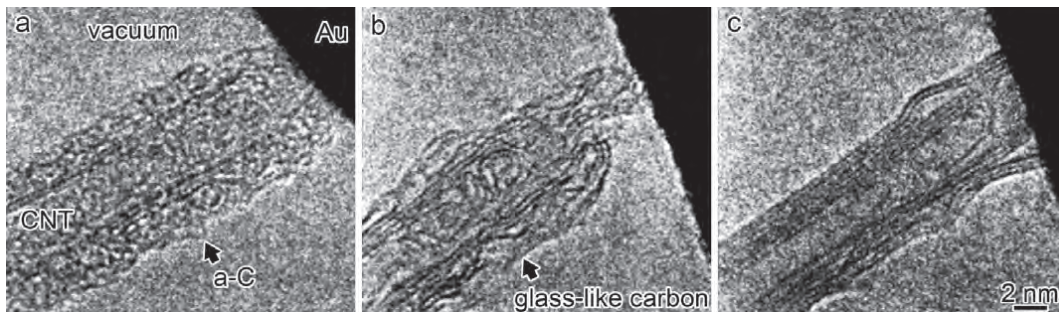


図1 A time sequential series of high-resolution images of the structural change of a multiwall carbon nanotube surface.

## CONTENTS

ベンチャービジネス特論実施報告	2
最先端理工学実験実施報告	2
研究紹介 (1) 植物由来モノマー群の精密重合による新規バイオベースポリマーの構築	3
研究紹介 (2) カーボンナノチューブ表面をテンプレートとするアモルファスカーボンのグラファイト化	4
研究紹介 (3) SiC 溶液成長法 ―無転位バルク結晶をめざして―	5
平成23年度第1回 VBL セミナー	6
平成23年度第2回 VBL セミナー	7
平成23年度第3回 VBL セミナー	7
第15回 VBL シンポジウム	8

# ベンチャービジネス特論実施報告

2011年度も下記の様な内容で、担当の講義としてベンチャービジネス特論が開講されました。ベンチャービジネス特論 I は、例年非常に多数の学生に受講して頂いている講義ですが、本年度も 450 名以上の受講者を数え、例年同様の賑わいのある講義となりました。授業中の様子を見ても、少なからぬ数の学生が真剣な興味をもって講義内容に集中し、熱心に質問する姿が見られました。特に近年、講義後の質問者の数が増える傾向にあり、世間的にはベンチャービジネスが一頃ほどは派手に取り上げられなくなり、社会的には景気が良くない状況が続く中でも、受講生には一定割合でベンチャー企業に興味を持つ人が一定割合でいて、それが増加気味であることは、日本の将来のことを考えても頼もしい気がします。本講義が、この様にベンチャー起業に興味を持った学生に少しでも有益な授業となり、将来、本当に起業を目指す人を増やすことに少しでも寄与できていれば幸いです。

## 2011年 ベンチャービジネス特論 I

本曜日午後 16 大講義室にて、13:00～開講、90分×2(4/28, 5/12 は 90分×3)

4 / 14(木)	イントロダクション	名古屋大学 准教授	田淵 雅夫
4 / 21(木)	「事業化と起業の知識と準備」 「大学の研究から事業化起業へ (1)」	アセット・ウィッツ 代表取締役	南部 修太郎
5 / 12(木)	「大学の研究から事業化起業へ (2)」 「事業化の推進」	アセット・ウィッツ 代表取締役	南部 修太郎
5 / 19(木)	「光学異性体分離のためのキラル充填剤の開発と応用」	名古屋大学 特別招聘教授	岡本 佳男
5 / 26(木)	「メタルジェットプリンターの開発と応用ビジネス」 「ファイバー・鉱石の開発と応用ビジネス」	メジエップ 代表取締役	山口 勝美
6 / 9(木)	「青色 LED の開発・事業化と今後の窒化ガリウム系材料の展望」	豊田合成 常務取締役	太田 光一
6 / 16(木)	「研究成果を特許化するための知識と準備」 まとめ	名古屋大学 助教 名古屋大学 准教授	瀧 真悟 田淵 雅夫



最先端理工学実験  
MBE 装置を使った実習実験

# 最先端理工学実験実施報告

最先端理工学実験は、VBL の最先端の実験設備を利用して実験を行う大学院生向けの講義で、ナノプロセス分野および CAD 分野の実験実習を行っています。本実験は、受講生に最先端の実験設備に触れる機会を与え、自由に利用できることを前提に、何を測定できるか?どのような実験が可能か?を学生自身で考え、研究テーマを提案することで、自主的に研究計画を組み立てる能力を養うことを狙いとしています。

ナノプロセス分野では、① MBE を使用した半導体量子構造の作製、②マイクロラマン分光を用いた層状物質の評価と制御、③光学活性有機・高分子化合物の構造解析、④自ら提案するテーマ (独創実験)、の 4 つのテーマを募集し、3 名の応募がありました。実際のテーマや実験内容を、担当のスタッフや VBL 研究員と相談し、①と②のテーマを実施しました。約 2 週間の期間にて集中的に実験実習を行い、一定の成果を得ることができ、成果発表会にて報告いたしました。

CAD 分野では、ライフサイエンスモジュール (LS) とマテリアルサイエンスモジュール (MS) の 2 分野に分かれ、それぞれ生体分子および電子・ポリマー材料の計算機シミュレーションを行うことができます。本年度は、LS に 5 名、MS に 6 名の受講者があり、各自の研究に直結したテーマでシミュレーションを行いました。

これらの研究成果は、平成 23 年 11 月 30 日に VBL ベンチャーホールにて行われた成果発表会にて、報告されました。以下、発表が行われた研究テーマと受講者です。

- 1) 福原 慶 D2 物質制御工学「光機能変換型高分子ブロック共重合体の設計とメソ構造体形成に関する研究」
- 2) 佐野 誠実 M2 物質制御工学「ポリチオフェンの主鎖間距離と電子密度の分子間相互作用」
- 3) 小林 朋希 M1 化学・生物工学「Hind III (D93A) の活性部位への 2 価金属イオンの結合の検証」
- 4) 小林 由樹 M1 化学・生物工学「2 つのセルロソーム構成モジュール "cohesin" と "dockerin" の接触面の観察～種特異的な結合の解明に向けて～」
- 5) 中島 雅晶 M1 化学・生物工学「宿主防御因子 APOBEC3 ファミリーのホモロジーモデリング」
- 6) 渡邊 万希子 M1 化学・生物工学「付着性蛋白質 AtaA のホモロジーモデリングと付着性の評価」
- 7) 栗田 大輝 M2 マテリアル理工学「ラマン分光を用いた SiC における RIE の影響評価」
- 8) 坪田光治、二木浩之 M1 マテリアル理工学「NEA フォトソード用 AlGaAs の MBE 法による作製と評価」

# 研究紹介 (1)

## 植物由来モノマー群の精密重合による新規バイオベースポリマーの構築

工学研究科 化学・生物学専攻 応用化学分野 上垣外正己、佐藤浩太郎

高分子化合物は、近代の石油化学工業の急速な発展に伴いさまざまなものが合成され、プラスチック、繊維、ゴムなど多様な工業製品に用いられ、私たちの生活に必要不可欠なものである。これらのポリマーは、石油から誘導される種々の置換基を有する低分子のビニル化合物をモノマーとして重合することで得られる。さらに、その置換基の違いにより性質の異なるさまざまなポリマーが合成され、各種用途に対応している。

一方、近年、地球温暖化や石油資源の枯渇問題を鑑み、植物から得られる再生可能資源を用いたさまざまな取り組みがなされている。我々の研究室では、最近、植物由来のテルペノイド類やフェニルプロパノイド類などに属する種々のビニル化合物を、石油由来モノマーと同じように、非極性のオレフィン系、芳香環を有するスチレン系、エステル基を有するアクリル系のように分類し、これまでの石油由来モノマーの重合やポリマーの物性に関する知見を活かすことで、新規バイオベースポリマーの構築を行っている。このような植物由来の化合物には、すでに工業用途で大量に得られているものや、非可食の植物を原料とするものもあり、将来、工業的な展開も可能であると期待される。さらに、これまで石油原料のビニルモノマーに対して培ったリビングラジカル重合などの精密重合技術を適用することで、精密制御構造に基づく植物由来の機能性高分子材料の開発が可能であると考えている。

これまでに、マツ科の樹木などから得られるテレピン油の主成分であるβ-ピネンを、高分子量ポリマーに変換する重合系を見出し、さらに水素添加することで、環状オレフィンポリマー骨格へと導き、高耐熱性、透明性、低吸湿性、低比重のポリマーが得られることを見出した。また、柑橘類の皮から得られるリモネンを、他のモノマーとラジカル共重合することで、前例のない1:2のモノマー配列で制御され、光学活性で高耐熱性の共重合体を与える重合系を見出した。このように、植物由来の化合物の特徴的な骨格をうまく活かし、さらに精密重合技術を用いてポリマーの構造を制御することで、これまでになかった性能や機能を有する高分子材料の構築が可能になると期待している。なお、本研究は、平成22年度より採択された最先端・次世代研究開発支援プログラムのもと推進している。

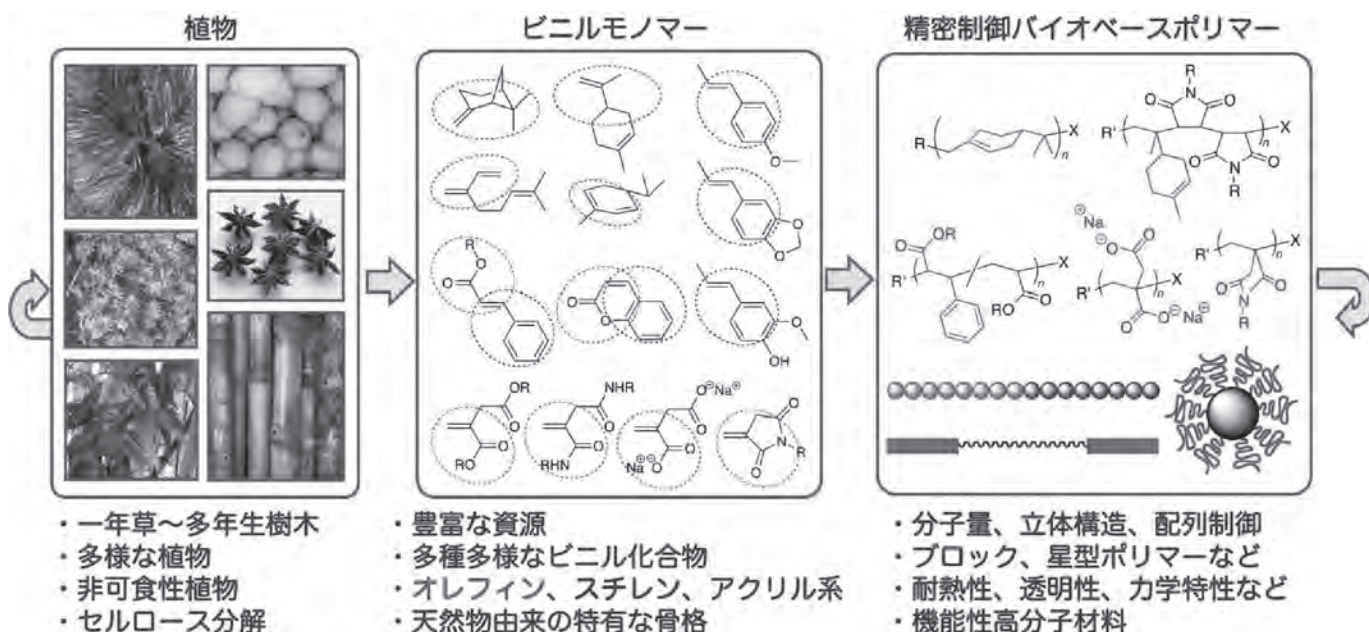


図1. 植物由来ビニルモノマーの精密重合による新規バイオベースポリマー材料の開発

## 研究紹介（2）

### カーボンナノチューブ表面をテンプレートとするアモルファスカーボンのグラファイト化

工学研究科 量子工学専攻 安坂幸師, 齋藤弥八

カーボンナノチューブ（CNT）固有の物性を明らかにする場合、表面にアモルファスカーボン（a-C）などが付着していない清浄な表面を有した CNT を用いて評価することが必要になる。CNT 表面に付着した a-C は熱処理により除去され、CNT 表面は清浄化されることが経験的に知られている。最近、我々は、通電加熱により CNT 表面が清浄化される過程を調べるために高分解能透過電子顕微鏡法によるその場観察を行った。その結果、CNT 表面に付着した a-C を除去するのではなく、CNT 表面において触媒を用いずにグラファイト化させて CNT の原子層として新たに利用できることを見出した（K. Asaka, et al., Applied Physics Letters, 99, 091907 (2011).）。

図 1 に CNT 表面の構造変化を観察した高分解能像の時系列を示す。図 1 の右上の黒い領域は金（Au）電極表面である。CNT は 3 層からなり、その表面は厚さ 1.5 nm の a-C 膜で覆われている（図 1(a)）。CNT 先端を Au 表面に接触させ、電圧を 1.6 V まで上げて保持すると、電流は 61.0  $\mu$  A まで急激に増加した。このとき、CNT 表面の a-C の構造はガラス状カーボンに類似した構造に変化した（図 1(b)）。一度、電圧を 0 V まで下げてから再び 1.8 V まで上げると、電流は 71.8  $\mu$  A まで単調に増加し、ガラス状カーボンは CNT 表面をテンプレートとしてグラファイト層へ遷移した。最終的に、CNT の外層と内層は、それぞれ 3 層と 1 層増加し、CNT の表面は清浄化された（図 1(c)）。この a-C からグラファイトへの相変態は、ジュール加熱による温度上昇に起因することがわかった。その後、電圧を 1.9 V まで上げ、電流が 74.5  $\mu$  A まで増加すると、CNT の最外層からグラファイト 3 層が CNT 先端から剥離して消失した。グラファイト層が剥離する直前の CNT の電流密度は  $3.1 \times 10^8$  A/cm<sup>2</sup> であった。この電流密度は半導体素子の配線に用いられている銅の許容電流密度に比べて二桁程度大きく、a-C から形成されたグラファイト層も CNT を構成する原子層として電子素子材料などに利用できるものと期待される。

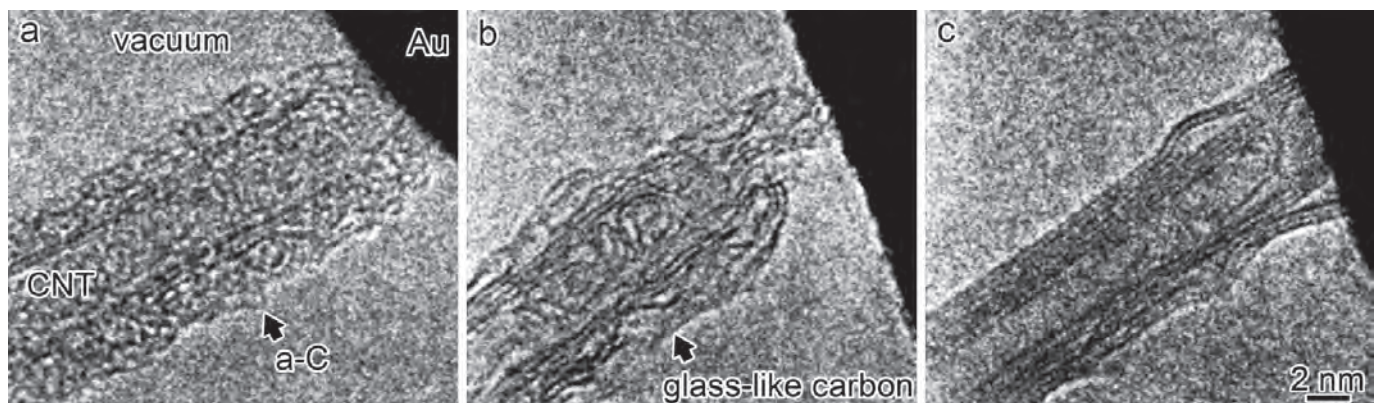


図 1 A time sequential series of high-resolution images of the structural change of a multiwall carbon nanotube surface.

## 研究紹介 (3)

### SiC 溶液成長法 —無転位バルク結晶をめざして—

工学研究科・マテリアル理工学専攻 宇治原徹、原田俊太

再生可能エネルギー社会においては、「エネルギーを創る」という観点と同時に「エネルギーを省く」という観点も必要となる。省エネのための最重要技術の一つがパワーデバイスである。パワーデバイスとは電力変換素子のことで、これを活用することで電気エネルギーを最大限に高効率化して利用することが可能となる。電気自動車やスマートグリッドの必須技術である。現在、次世代パワーデバイス材料として注目されているのが SiC（炭化ケイ素）である。最近の開発の飛躍的進展により、SiC デバイスを実装した家電製品も試作しはじめられてきた。しかし、その本格実用化にはまだ大きな課題があり、最もクリティカルな課題が SiC バルク単結晶の高品質化である。

現在、SiC 単結晶は昇華法で結晶成長されているが、この結晶には平均して  $1 \text{ cm}^2$  あたり 103~104 個の転位などの欠陥が含まれてしまう。近年 RAF 法と呼ばれる画期的手法が考案され、100~102 個まで減少させることが可能となったが、本手法は非常に煩雑なプロセスを要するため実用性に欠ける。それに対して我々は溶液成長法を行っている。本手法は、平衡に近いプロセスであるため、一般に高品質結晶が得られることが知られている。実際に、SiC における重篤な欠陥であるマイクロパイプ、基底面転位については効果的であることをこれまでも示してきた。しかし、貫通転位については、減少傾向はあるものの明確な効果が確認できないままであった。最近、我々のグループは、種結晶のオフ角度を制御することで、ほぼ 100% の貫通転位が基底面の部分転位と積層欠陥に変換することを見出した。図 1 は、その様子を捉えた X 線トポグラフィー像である。点状のコントラストとして現れるはずの貫通転位は皆無で、基底面の欠陥であることを表す線状のコントラストのみが観察される。また、転換した欠陥は、図 1 に示すように成長方向には引き継がれないため、数ミリ成長をすれば全て結晶の外に吐き出されるため、究極的には無転位結晶が実現されることを意味する。

我々のこの成果は、高品質結晶成長において溶液成長法が圧倒的に優位であることを示すものである。また、溶液成長の問題と考えられてきた成長速度の問題も、多元溶媒の利用により昇華法に匹敵する成長速度を得られるようになっている。さらに最近では引上成長の可能性も示されている。現在、SiC パワーデバイスの国家プロジェクトが複数あり、本手法も第三世代型バルク成長法として位置付けられている。

溶液成長がメインストリームの実用技術になるための準備は着々と整いつつある。確かに、まだいくつかの問題はあるが、それに対しても我々は「解決へのしっぼ」は掴んでいる。あとは、確実に「打ち上げ」に向けて邁進するのみである。

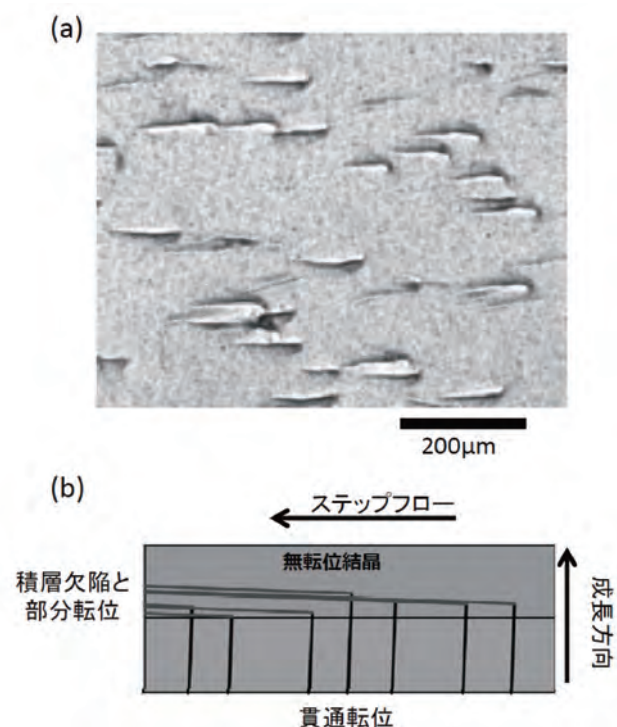


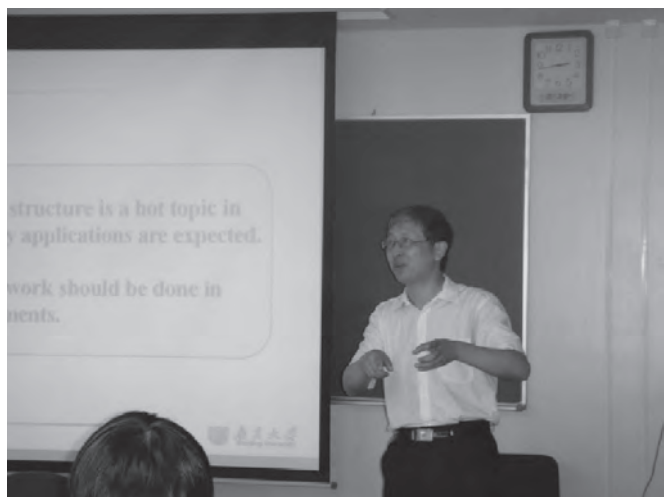
図 1 (a) SiC 溶液成長において、貫通転位が基底面の欠陥に変換した瞬間を捉えた X 線トポグラフィー像。(b) 基底面における欠陥は最終的には成長中にすべて結晶の外にはき出されてしまうので、無転位結晶が実現される。

# 平成23年度第1回VBLセミナー

報告者：中村 新男（工学研究科マテリアル理工学専攻応用物理学分野）

劉 曉峻教授（南京大学）のセミナーが平成23年8月29日（月）13時30分から15時まで工学研究科応用物理会議室で開催された。劉 曉峻教授はVBL 招聘外国人研究員として7月5日から9月1日までの約2ヶ月間滞在し、超音波照射下の化学反応によって作製した半導体、酸化物のナノ結晶のラマン散乱・ルミネセンス、高圧力下におけるラマン散乱の研究および学生に対する研究上の指導と議論を行った。

本セミナーでは、「Manipulation of acoustic waves by artificial structures: From phononic crystals to acoustic metamaterials」というタイトルで、人工的な構造における超音波の伝搬特性や屈折率の制御とその応用に関する講演が行われた。結晶の周期性によって電子のバンドやバンドギャップが現れる場合と同様に、周期的構造によって光のバンド構造がつけられることは、フォトニック結晶の性質として知られているが、「phononic crystal」では、音波の分散がバンド構造を示す。バンドギャップ、負の屈折率、逆ドップラー効果などの現象について説明があり、劉先生の研究室で行われている理論と数値計算の結果が紹介された。「phononic crystal」構造を利用した表面弾性波フィルター、層状有効媒質によって予想される音波の“隠れ蓑”、音波ビームの方向制御などの計算結果が示された。後者の現象は、負の屈折率に関係していることからメタマテリアルで現れる現象と言われることもあり、光の場合と同様に非常に注目を集めている最新の研究成果を学ぶことができた。教員、学生、非常勤研究員の約15名が参加し、活発な議論が行われた。



平成23年度第1回VBLセミナー講演の様子



平成23年度第2回VBLセミナー講演の様子



平成23年度第3回VBLセミナー講演の様子

## 平成23年度第2回VBLセミナー

報告者：八島 栄次（工学研究科 物質制御工学専攻）

表記セミナーがVBL海外招へい研究者（名古屋大学客員教授）で、Columbia大学（米国）教授のNina Berova先生をお招きして、11月16日（水）午後1時半から3時まで、工学研究科1号館1101講義室にて開催されました。昨年に引き続いての開催です。Berova教授は、有機分子や生体分子の構造やキラリティーを迅速に分析し、解析するための独創的な手法を次々と開発し、有機化学や超分子化学、生化学などの多岐にわたる研究領域に多大の貢献をされてきました。特に、Berova教授らによって開発されたポルフィリン二量体からなる“分子はさみ”を用いた円二色性（CD）スペクトルによる励起子カイラリティー法は、複雑な分子や広範な生理活性物質の立体構造や絶対配置を簡便に調べることができ、一般性の高い分析手法として、多方面で極めて頻繁に利用されており、世界的にも著名です。本セミナーでは、“Probing Molecular and Supramolecular Chirality by Experimental & Theoretical Chiroptical Methods”と題した講演をされ、これまでの研究に加え、最近の成果である、CDを用いた新しいキラリティー検出法およびその理論計算について紹介されました。外国人数名を含む、50名以上もの参加者があり、講演後は学生を含む参加者から多くの質問と熱のこもった活発な質疑応答が繰り広げられました。

## 平成23年度第3回VBLセミナー

報告者：田淵 雅夫（シンクロトロン光研究センター）

平成23年11月21日（月）16時00分からVBL4階のセミナー室にて、平成23年度にVBLの外国人招へい研究員として招へいされた外国人の内3名の方々による、2011年度第4回VBLセミナーが開催されました。講演者並びに講演タイトルは下記に示しますが、ナノ構造の形成やその評価に関する講演でした。また、セミナーの場では、下記の3件の講演以外に、招へい担当者だった田淵の研究室の大学院学生2名から各自の研究紹介をする講演もあり、国際交流や大学院学生の教育の側面も兼ね備えた有意義な会となりました。

- N. Sokolov ( ヨッフエ物理工学研究所研究グループ長 / 教授 (ロシア))  
“Recent progress in studies of cobalt - epitaxial fluoride nanoheterostructures”
- S. Suturin ( ヨッフエ物理工学研究所 シニア研究員 (ロシア))  
“In search of the third dimension: new approach to electron and x-ray diffraction”
- L. Pasquali ( モデナ / レッジオ エミリア大学 助教 (イタリア))  
“New Insights on the Interaction between Thiophene Derivatives and Au Surfaces”

## 第15回 VBLシンポジウム

ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー（VBL）では、11月7日（月）、8日（火）の両日、VBLフロンティアプラザにおいて、第15回 VBL シンポジウムを開催しました。

初日は、ナノコラム、ナノワイヤ、ナノチューブを中心とした半導体一次元構造をテーマに、招待講演として上智大学の菊池昭彦先生による「窒化物半導体ナノ結晶の作製とデバイス応用」、宮崎大学の福山敦彦先生による「Si 基板上無触媒 GaAs ナノワイヤの光学的特性評価」と題した講演が行われました。菊池先生は、世界に先駆けて窒化物のナノコラム構造の作製に成功された方で、その結晶構造の評価ならびに LED などの光デバイスへの応用について最新の成果もまじえて御講演頂きました。また、福山先生は、光学測定を基礎から分かり易く説明され、光学測定によって GaAs ナノワイヤ結晶の評価を行った内容について講演されました。

2日目は、主に化合物半導体の超格子・量子構造をテーマの中心に据え、招待講演として東京大学の杉山正和先生による「高効率太陽電池を目指した半導体超格子の応用」、原子力機構の高橋正光氏「放射光を利用した半導体ナノ構造成長の観察」と題した講演が行われました。杉山先生はエネルギー問題解決のキーとなる太陽電池開発の現状全般に関する話題から始まり、御自身が尽力しておられる半導体量子構造を利用した最高のエネルギー変換効率を持つ太陽電池の開発に至るまで、分かりやすく御講演頂きました。高橋氏は、世界最高性能の放射光源である SPring-8 を用いて、半導体量子構造形成過程をその場で観察した結果を講演されました。その内容の多くは、量子スケールの微細構造の形成時に起こる現象を可視化した類の無い興味深い内容でした。

上記招待講演者による講演の他、学内の VBL 関連の研究者 6 名による最新の研究成果も報告され、当シンポジウムを VBL が担当する最先端理工学特論の一環として聴講した学生も含めた多数の参加者らによる活発な質疑応答が行われました。

