

# VBLnews

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25年2月1日発行 第17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

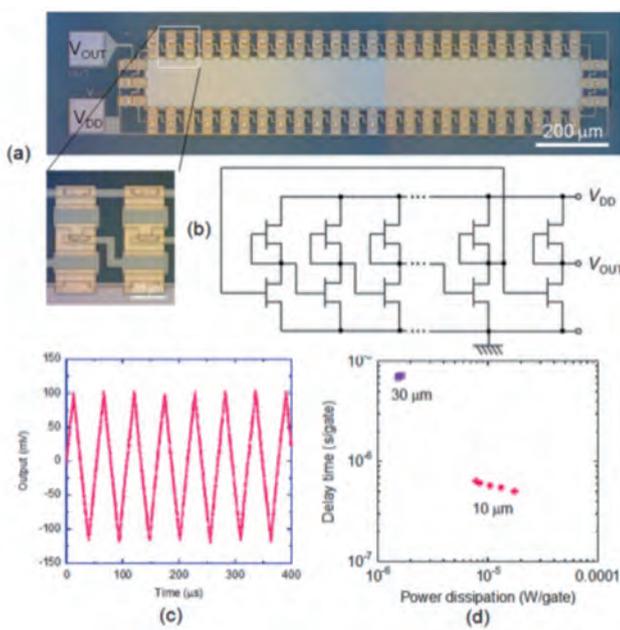
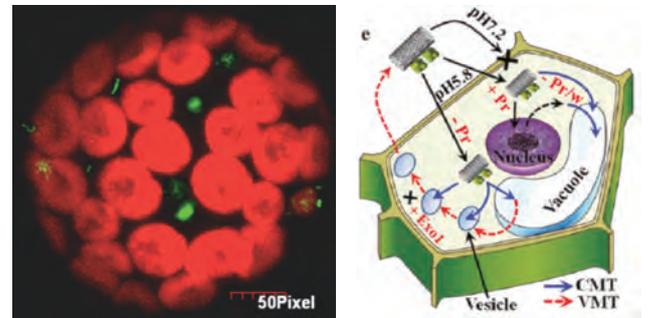


図2 作製した53段CNT-TFTリング発振器の(a)チップ写真,(b)回路図,(c)発振波形,(d)動作速度(遅延時間)と消費電力の関係(図中の数字はチャンネル長)(3ページ)。

図2 植物細胞に導入したCNT(緑色)と植物細胞へのCNT導入経路(4ページ)



## CONTENTS

ベンチャービジネス特論I実施報告	2
最先端理工学実験報告	2
カーボンナノチューブ薄膜トランジスタ集積回路の実現	3
カーボンナノチューブによる植物細胞への遺伝子導入	4
ブロック共重合体のマイクロ相分離構造を光で並べる、動かす	5
第16回 VBL シンポジウム	6
平成24年度第1回 VBL セミナー報告	7
平成24年度第2回 VBL セミナー報告	8
平成24年度第3回 VBL セミナー報告	8

## ベンチャービジネス特論I実施報告

VBLでは、将来に起業または事業化を考える上で何が必要となるかを学ぶ、大学院学生を対象とした講義を行っております。この講義の特徴は、研究者としてはなじみの薄い、起業や事業化に際して必要となる経営や法律等に関する知識を得ることを目的としています。大学での研究をもとに起業、あるいは事業化することを想定し、その際に必要となる、最低限の知識と問題点を明確に示すことを目指しています。そのための概略の講義を行なうと共に、学内外の講師を招聘し、名古屋大学での研究成果をもとにした技術開発や事業化の例、名古屋大学の教員が起業した例などが具体的に聴講できるようになっています。

受講学生数は、年々増加しており、本年度は受講生が500名を越えました。これほど多くの受講があるのは、ベンチャービジネスや新規事業に興味を持つ学生が非常に多く、研究をビジネスに結びつける意欲の高さを感じさせるものでした。

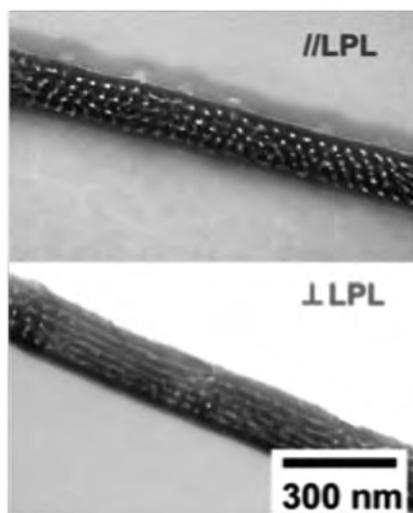


(株) アセットウィッツ南部修太郎先生の講義風景

## 最先端理工学実験報告

ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー 永野 修作  
シンクロトン光研究センター 渡邊 信久

最先端理工学実験は、VBLにある最先端の実験設備を利用して受講生に最先端の実験設備に触れる機会を与える実習科目で、CAD分野の計算機実験とナノプロセス分野の実験を実施しています。CAD分野では、アクセルリスのMaterials StudioとDiscovery Studioを用いてマテリアルサイエンス系、バイオサイエンス系それぞれのテーマで計算機シミュレーションが可能です(右図)。本年度は、マテリアルサイエンス系13名、バイオサイエンス系4名の受講者で、約一ヶ月の間隔で導入と応用の2度の講習を実施し、各自の研究に直結したテーマで計算機実験を行ないました。また、ナノプロセス分野には3名の学生の応募があり、高分子ナノ材料の配向フィルムの作製と構造観察(左図)という課題で集中的に実験を行い、一定の成果を得ることができました。全受講者の成果発表会を11月30日に行い、異分野の学生間で活発に討論を行いました。



ブロック共重合体配向フィルムの断面観察



構造未知タンパク質のホモロジーモデル結果

# カーボンナノチューブ薄膜トランジスタ集積回路の実現

工学研究科 量子工学専攻 水谷 孝, 岸本 茂\*

カーボンナノチューブ (CNT) は、高い電子 / 正孔移動度、フレキシブル性、透明性などの特長を有し、将来の高速・高機能電子デバイス用チャンネルとして期待されている。しかし CNT は、カイラル指数に依存して半導体にも金属にもなるという大きな課題があった。これに対し我々は、プラズマ化学気相成長法 (P-CVD) では、トランジスタのドレイン電流変調特性において、半導体的に振舞う CNT を優先的に成長できることを実証した。この特長を生かして、今回この P-CVD 成長技術を、CNT ネットワークをチャンネルとする薄膜トランジスタ (TFT) およびその集積回路作製に適用し、108 個のトランジスタからなる中規模集積回路 (MSI) の高速動作に成功した。

CNT-TFT は石英基板上に作製し、バックゲート構造を有する。チャンネル長が  $10\mu\text{m}$  と CNT-TFT では比較的短く、また高密度ネットワーク (パーコレーション値しきい値の約3倍) をチャンネルとして用いたにも関わらず、ドレイン電流の高いオン / オフ比が実現できた。これにより高速動作にとって重要な、高電流密度動作が可能となった。半導体 CNT の優先成長技術を適用したことが貢献している。CNT-TFT 集積回路としては、53 段インバーターより構成されるリング発振器を作製した。出力バッファも含めると CNT-TFT の総数は 108 素子である。明瞭な発振波形を観測し、発振周波数から見積もった動作速度は  $0.51\mu\text{s}/\text{gate}$  であった。ナノカーボン集積回路では、最大規模かつ最高速度であり、アクティブマトリクス型ディスプレイに適用可能な速度である。リング発振器ではすべてのトランジスタが正常動作する必要がある、今回開発した技術の、成熟度が十分に高いことを示している。

\*ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー兼務

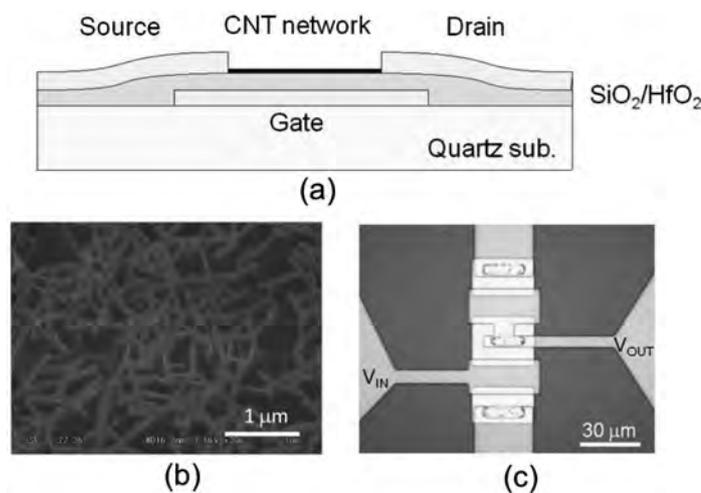


図1 作製した CNT-TFT の (a) 断面模式図, (b) CNT ネットワークの SEM 像, (c) CNT-TFT インバーターの顕微鏡写真。

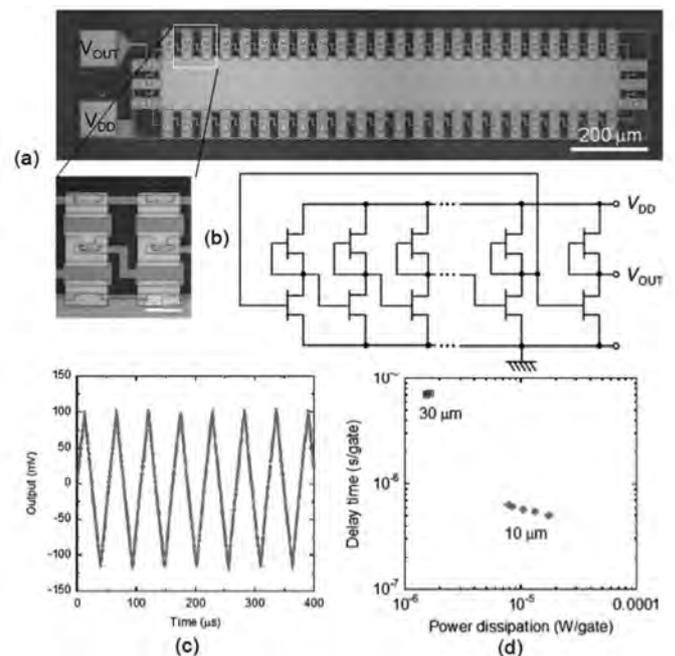


図2 (表紙カラー) 作製した 53 段 CNT-TFT リング発振器の (a) チップ写真, (b) 回路図, (c) 発振波形, (d) 動作速度 (遅延時間) と消費電力の関係 (図中の数字はチャンネル長)。

# カーボンナノチューブによる植物細胞への遺伝子導入

工学研究科 化学・生物工学専攻 馬場 嘉信

カーボンナノチューブ (CNT) は、動物細胞に対して、遺伝子や様々な化合物を導入するのに優れたナノ材料である [1]。しかし、植物細胞は、動物細胞と同じ細胞膜のさらに外側にセルロースでできた細胞壁があるために、CNT のみならず他のナノ材料をもってしても遺伝子や化合物を導入するのが非常に困難であった [2]。

我々は、CNT に対して細胞壁を分解する酵素を固定化することで、細胞壁にナノサイズの細孔を形成することで、遺伝子をはじめとした様々な化合物を植物細胞に導入するという新しいアイデアのもとに、CNT による植物細胞への遺伝子導入について研究を進めた (図 1)。

まず、酵素を固定化した CNT を合成することに成功し、さらに、DNA を混合するだけで、疎水相互作用により CNT-DNA 会合体を形成することに成功した。この新規 CNT 材料により非常に効率的に植物細胞に対して遺伝子導入することに成功した (図 2) [2,3]。細胞への毒性や細胞増殖への影響を検討し、CNT 材料は、毒性が低く、細胞増殖にも影響を及ぼさないことを明らかにした。

次に、CNT による植物細胞への遺伝子導入の機構解明を行い、TEM、共焦点顕微鏡を駆使する共に、RICS (raster scan image correlation spectroscopy) 法を開発することで、CNT の細胞内の小器官である核等への精密な分布解析と遺伝子導入機構解明に成功するだけでなく、細胞内小器官へのターゲッティングに成功した [4-6]。また、導入した CNT を植物細胞自身が利用して細胞器官を形成することを明らかにした [7]。

これらの成果により、CNT による植物科学の研究領域を開拓した [2]。



図 1 CNT による植物細胞への遺伝子導入の概念図

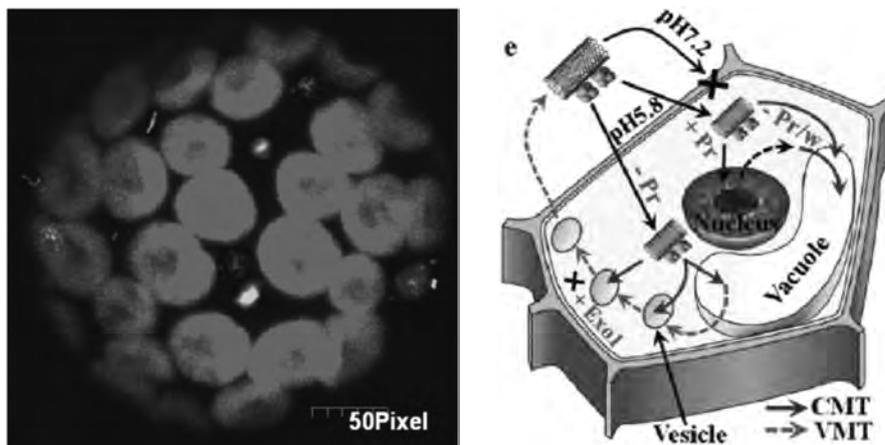


図 2 (表紙カラー) 植物細胞に導入した CNT (緑色) と 植物細胞への CNT 導入経路

1. K. Kostarelos, et al., Cellular uptake of functionalized carbon nanotubes is independent of functional group and cell type, Nature Nanotechnology 2007, 2, 108-113.
2. M.F. Serag, et al., Nanobiotechnology Meets Plant Cell Biology: Carbon Nanotubes as Organelles Targeting Nanocarriers, RSC Advances, 2013, in press.
3. M.F. Serag, et al., Introducing Carbon Nanotubes into Living Walled Plant Cells through Cellulase-Induced Nanoholes, RSC Advances, 2012, 2, 398-400.
4. M.F. Serag, et al., Trafficking and sub-cellular localization of multi-walled carbon nanotubes in plant cells, ACS Nano, 2011, 5, 493-499.
5. M.F. Serag, et al., Functional Platform for Controlled Subcellular Distribution of Carbon Nanotubes, ACSNano, 2011, 5, 9264-9270.
6. Maged F. Serag, et al., Spatiotemporal Visualization of Subcellular Dynamics of Carbon Nanotubes, Nano Letters, 2012, 12, 6145-6151.
7. M.F. Serag, et al., The plant cell uses carbon nanotubes to build tracheary elements, Integrative Biology, 2012. 4, 127-131. Back Cover

# ブロック共重合体のマイクロ相分離構造を光で並べる、動かす

ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー 永野 修作

ナノオーダーの規則構造を分子レベルから造り込み、自己集合と自己組織化を融合して配列・配向する研究が活発に行われている。互いに混ざり合わない二つ以上の高分子鎖を繋げたブロック共重合体は、これら高分子鎖レベル（数十ナノメートル）の規則的な相分離構造（マイクロ相分離構造）を形成する（図1）。マイクロ相分離構造は、ブロック共重合体の鎖長と体積分率により様々スケールにて様々な構造を示し、界面活性剤に似たラメラ、シリンダー、スフィア構造をとることが知られている。近年、高額な設備が必要なナノリソグラフィ技術に替わる微細加工技術として、このマイクロ相分離構造を配列・配向する技術が盛り上がりを見せている。しかし、ボトムアップ材料のマイクロ相分離構造を用いても、その配列・配向には、基板の数十～数百 nm のリソグラフィのトップダウンパターンをテンプレートとして使用している現状がある。我々の研究グループでは、リソグラフィ技術なしに、マイクロ相分離構造を配列・配向する技術の開発に取り組み、光応答性液晶ブロック共重合体によりマイクロ相分離構造の光配向技術を確立している。

フォトクロミック分子であるアゾベンゼンは、直線偏光の電場から逃げるように垂直方向に分子配向変化を起こす（Weigert 効果）。この分子配向変化と液晶性の自発的な高い配向秩序を組み合わせると、高効率に光配向変化するフォトクロミック液晶システムが構築できる（図2）。液晶性アゾベンゼン高分子鎖を持つブロック共重合体を分子設計することで、偏光照射によるマイクロ相分離シリンダー構造の三次元的な光配向制御（図3）を達成した（Adv. Mater., 18, 883 (2006), Chem. Mater., 19, 1540 (2007)）。これらの成果は、ナノリソグラフィのアシストなしに分子の自発的な自己集合と自己組織によりマイクロ相分離構造の三次元的な配向に成功したと言え、微細加工技術として発展が期待される。また、ごく最近では、光応答性液晶の液晶温度にて直線偏光の向きを変えるだけでシリンダー構造が液晶表示デバイスのようにアクティブに動く分子システムにも展開し、従来の静的なナノ構造から“アクティブ”に動くナノ構造へ、リソグラフィの概念にとどまらない新たなデバイス材料へ発展するものと期待している（Angew. Chem. Int. Ed., 51, 5884 (2012)）。



図1 ジブロックコポリマーとマイクロ相分離構造

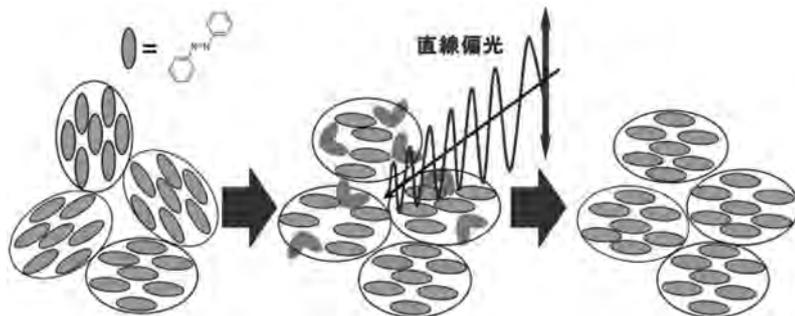


図2 液晶性アゾベンゼン分子を用いた高効率な光再配向（フォトクロミック液晶システム）

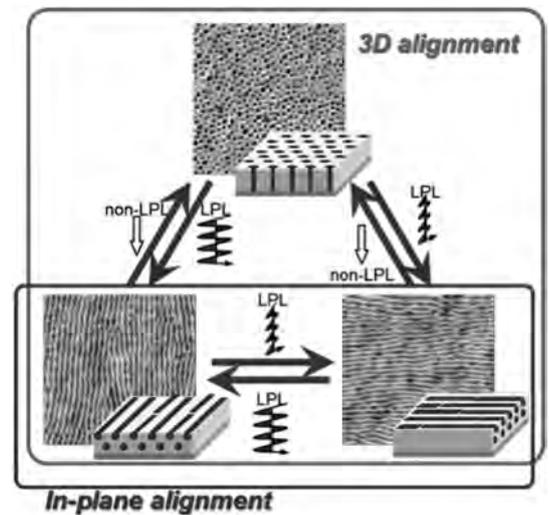


図3 ミクロ相分離構造の光配向の概念図：偏光や非偏光の組合せで三次元的な光配向を達成できる。

## 第16回VBLシンポジウム

平成24年12月4日(火)、5日(水)の両日、VBLベンチャーホールにおいて、第16回VBLシンポジウムが開催されました。本年度は「最先端計測技術と物性」というメインテーマの下、合計9名の先生方の講演がなされました。

初日は「電子顕微鏡を用いた微細構造解析の現状」をテーマとし、東京大学の幾原雄一先生と科学技術振興機構(JST)・九州大学の陣内浩二先生による招待講演、名古屋大学の武藤俊介先生、佐々木勝寛先生、丹司敬義先生による講演がなされました。最先端の解析法と観察法についての研究成果を交えた大変興味深い内容でした。

2日目は「遷移金属化合物の磁性・超伝導研究の現状」をテーマとし、遷移金属酸化物や化合物で最近発見された新奇な磁性や超伝導などの物性について、早稲田大学の勝藤拓郎先生と東京大学の上田寛先生による招待講演、名古屋大学の伊藤正行先生、小林義明先生による講演がなされました。

上記講演の他、VBLが担当する最先端理工学特論の一環として、名古屋大学の小林義明先生と川崎忠寛先生によるNMRと電子顕微鏡に関する講義も行われ、活発な質疑応答がなされました。2日間を通し、最先端の研究の一端に触れることが出来た興味深いシンポジウムでした。



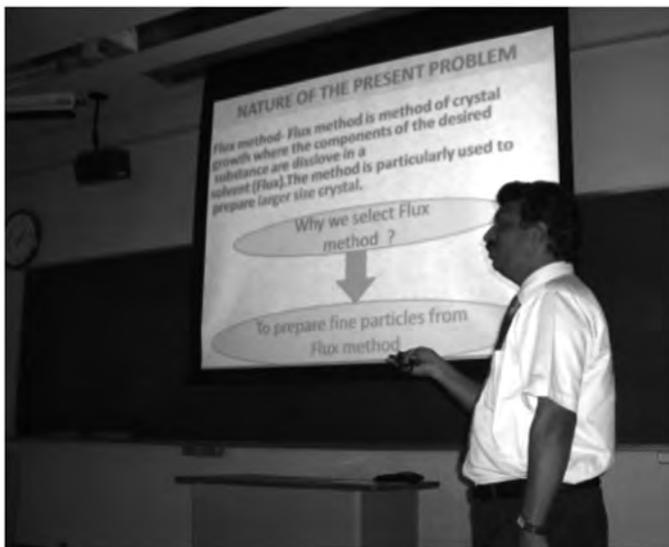
幾原雄一先生(東京大学;左上), 陣内浩二先生(九州大学・JST;右上), 勝藤拓郎先生(早稲田大学;左下), 上田寛先生(東京大学;右下)による講演の様子

# 平成24年度第1回VBLセミナー報告

報告者：工学研究科 化学・生物工学専攻 吉田 寿雄

CHASKAR Manohar Ganpat 教授 (Baburaoji Gholap 大学) のセミナーが平成 24 年 7 月 11 日 (月) 13 時 00 分から 14 時 30 分まで工学研究科 131 講義室で開催されました。CHASKAR 教授は VBL 招聘外国人研究員 (客員教授) として 4 月 16 日から 7 月 14 日までの約 3 ヶ月間滞在し、新規な光触媒の合成法に関する共同研究を行い、学生に対する研究上の指導と議論を行いました。

本セミナーでは、「Synthesis of Fine Calcium Titanate Particles by Flux Method and Their Photocatalytic Performances for Hydrogen Production」というタイトルで、フラックス法を応用した半導体光触媒微粒子の合成とキャラクターゼーション、及び、それらの光触媒の水分解反応における活性評価に関する講演が行われました。水の完全分解のための光触媒の高活性化を達成するには、欠陥が少なく完全結晶に近い微結晶であって、かつ高い比表面積をもつことが望ましいと考えられています。フラックス法は、古くから知られる結晶合成法の一つで、融剤 (フラックス) と共に原料を高温で融解させてゆっくりと徐冷することで大きな結晶が得られる方法ですが、この方法を応用して、調製パラメータを最適化すれば、高活性な光触媒微粒子を合成することができると考え、研究が開始されました。CHASKAR 教授は、特に冷却時の冷却速度が重要であることを実験結果と共に示し、実際に得られた結晶粉末の SEM 画像や、XRD、DR-UV-vis スペクトルと、光触媒の水分解反応における活性を比べながら、フラックス法を応用する際の必要な指針を示され、加えて、今後さらに高活性な光触媒を得るためのアイデアも紹介されました。微結晶の合成に関するパラメータと結晶の発現・成長に関して、さらには光触媒にとって望ましい構造について、それぞれ学ぶことができました。教員、学生、さらには名大名誉教授・服部忠先生にも参加いただき、計 10 名余が参加し、活発な議論が行われました。



## 平成24年度第2回VBLセミナー報告

報告者：理学研究科 物質理学専攻 大内 幸雄

VBL 外国人招聘研究者としてお招きした上海大学 (中国) 化学科の周尉 (Wei ZHOU) 准教授により、表記セミナーが平成 24 年 7 月 31 日 16 時から 18 時 00 分まで VBL セミナー室にて開催されました。講演題目は「Ionic Liquids: Electrochemical Basics and Metal Deposition Study」で、最近特に注目を集めているイオン液体を題材に取り上げ、イオン液体を用いた金属電析を中心にサイクリックボルタングラムと微分容量測定、ならびに赤外分光やラマン分光などを用いたイオン液体 / 電境界面の構造変化を初学者にも分かり易く解説されました。イオン液体は液体であるにもかかわらず内部に高い構造性を有していることが知られており、それが電極界面における酸化・還元に強い影響を及ぼしています。イオン液体の系では、特に Mg 電析に効果のあることが明らかにされました。15 名ほどの参加者によって、電極界面構造に関して白熱した議論が戦わされ、予定していた時間を大幅に超過する活気あるセミナーになりました。



## 平成24年度第3回VBLセミナー報告

報告者：シンクロトロン光研究センター 田淵 雅夫

平成 24 年 9 月 6 日 (木) 15 時 00 分から VBL 4 階のセミナー室にて、平成 24 年度に VBL の外国人招聘研究員として招聘された外国人研究者の一人、Federico Boscherini 氏による、2012 年度第 3 回 VBL セミナーが開催されました。氏は、X 線吸収分光の分野で顕著な業績を挙げておられる研究者で、今回は日本でも盛んに研究が行われている窒化物半導体の評価に X 線吸収分光を応用された結果を中心にご講演を頂けました。当日は約 20 名の聴衆にお集まりいただき、講演の後、予定の時間を 30 分以上も超えて質疑応答が続くような会となりました。講演を頂いた Boscherini 氏にはもちろん、お集まりいただいた皆様にも感謝いたしたいと思えます。

Federico Boscherini (VBL 招聘研究員, ポローニャ大学 / 准教授 (イタリア))

“Local structure of dilute and concentrated nitride semiconductors and hydrogenation effects”