

地圏環境学分野 | Geosphere Environment
 環境機能材料学分野 | Study of Functional Materials
 環境物質制御学分野 | Control of Environmental Materials

環境調和型新素材製造と新たな資源循環システムを目指して

Towards Establishing Environmentally Benign Material Synthesis and New Material Circulation Systems

This DOWA Holdings Co., Ltd. Sponsored laboratory was inaugurated in FY 2004 and comes under the endowed division of Graduate School of Environmental Studies. The main study aim of our laboratory is to solve the problems for conservation of our environment taking the viewpoints of both manufacturer and high-consumption society into consideration. The researches in this division are categorized mainly into (a) establishing the process of valuable material resources released in the society and control, recycle and dispose of them efficiently and safely, (b) inventing the preparation of functional materials that can nurture environmental friendly engineering applications such as electronic devices to relieve impact on the environment.

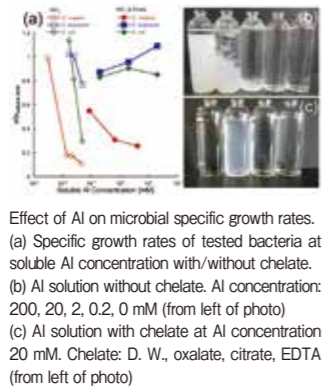
The research activities of the geosphere environmental division were separation, decomposition and migration control of pollutants such as heavy metals. And technologies related to the development of materials to concentrate and retain rare metals is also being researched. On the other hand, the study of functional materials division focused on the mass production of inorganic materials applicable for the electronic devices and batteries. These materials were prepared wet or dry process. The research in the control of environmental materials division was on the development of technologies to apply carbon nanotubes for light emitting devices and modified Si particles for the purpose of future Li-ion rechargeable batteries.

地圏環境学分野

本分野では、地圏環境における汚染物質の分離・分解、電子・電気機器廃棄物等からの希少金属資源リサイクル技術などの研究を推進している。2012年3月には、本分野創設以来の修了生2名を輩出した。2012年4月以降では、白鳥教授、須藤准教授以下、大学院生1名が所属し、下記のテーマを中心に活気ある研究活動を進めている。

アルミニウムによる硫酸還元細菌の抑制機構と廃石膏利用の促進 (吉野石膏株式会社との共同研究)

建設廃棄物として多量に排出される廃石膏は、土壌中に投入すると硫化水素源となるために世界中において「嫌なモノ」として嫌われている。我が国では、最終処分する際には管理型処分場への埋設が義務付けられ、そのため土壌改良等の分野への再利用が進められていない。土壌環境における廃石膏からの硫化水素発生を抑制するために、アルミニウムによる硫酸還元細菌の特異的阻害効果についての研究を進めている。その結果、アルミニウムのキレート化によって、ある種の硫酸還元細菌に対して、一般的な細菌種よりもより効果的に抑制することを見出した。



紫外LEDによる環境汚染物質の分解 (DOWA ホールディングス株式会社との共同研究)

紫外光を放射するLEDの開発が進んでいる一方、その適用拡大については大きな展開に至っていない。本講座では、環境機能材料学分野において紫外LEDの開発を進め

ており、同分野との連携のもと紫外LEDを利用した環境汚染物質の分解について検討を開始した。現在は、新規規制対象物質となった1,4-ジオキサンを対象に検討を進めている。

欧州・アジアにおける電子・電気機器廃棄物リサイクルの視察調査 (NPO 法人 RtoS 研究会と連携)

2012年5月に、NPO 法人 RtoS 研究会を主宰として、電子・電気機器廃棄物のリサイクル先進地域である欧州に赴き、廃棄物関連の展示会、リサイクル関連施設の見学を実施した。リサイクル関連施設は、ベルギーのWEEEオペレーターであるRecupelの同行のもと、家電系リサイクル工場2か所、自動車から家電までを対象とする工場を1か所を見学し、また亜鉛系スクラップリサイクル施設も訪問した。さらに、スウェーデンでは、鉄系スクラップを中心にリサイクル処理を行っている企業および連携するChalmers University of Technologyを訪問した。また、12月には早稲田大学とともにタイに出向き、タイにおける独特な廃棄物収集システムの調査を行った。



Visiting of recycle industries of WEEE in EU.

見学会

本講座では、毎年、工場見学会を実施している。2012年においては、12月5日に宮城県にある東北リコー株式会社を訪れた。本見学会では、大学院において開講している「環境物質制御学」の受講者をはじめ、研究員1名、大学院学生4名が参加した。再生複写機のシステム概要の説明を受けるとともに、最新のトナー製造工場の見学と概要説明を受けた。複写機における部品のリユース、リサイクル、それを有効に実施するためのデザインコンセプトのほか、



教授 白鳥 寿一
Professor Toshikazu Shiratori



教授 鳥羽 隆一
Professor Ryuichi Toba



教授 田中 泰光
Professor Yasumitsu Tanaka



准教授 須藤 孝一
Associate Professor Koichi Suto



助教 下位 法弘
Assistant Professor Norihiro Shimoi

環境に配慮した取り組みについて多くの議論が行われ、現場ならではの問題点の提起をはじめとする意見交換を行い、有意義な時間を持つことができた。



Visiting of Tohoku Ricoh Co. Ltd.

環境物質制御学分野

カーボンナノチューブ (CNT) の面発光デバイスへの応用

照明デバイスの省エネ化への改善に対する要求は依然高く、輝度効率を上げる方法として、我々はCNTを用いた定電圧駆動する面発光デバイスを提案する。CNTを用いた電子デバイス応用研究はFEを含め多方面で多数報告されているが、実用化に成功した例は殆ど無い。そこで、CNT自体の結晶均一性・処理・ハンドリング技術を確認し、発光面のばらつき・発光ちらつき・低寿命・高電圧駆動等の要因を制御しつつ省エネルギー型面発光デバイスの実用化に向けて応用研究・開発を推進する。CNT分散に成功した電子源を用いた面発光の様子を図に示す。数インチサイズの発光面について、発光面均一性の向上・ちらつき低減・長寿命化を達成するCNT電子源の構築に成功している。



Flat plate lighting with field emitter cathode.

Siを利用したリチウムイオン二次電池活物質の創製

本研究は、リチウムイオン二次電池の電極材としてSi素材を活用し、コンポジット化によって理論的に導き出されている、容量限界までの高速充放電を何回でも可能にするための電気特性を持った二次電池を創製することを目的としている。電池容量を多く、かつ多数回の繰り返し充放電を可能にするためには、Siを主材料として活用することは必要不可欠である。そこで、繰り返し充放電対策の初期研究として、粉末化したSiに他のリチウムイオンを吸蔵する酸化膜を被覆化させる方法およびSi粉末そのものをアモルファス化する方法でSi自体の裂傷を防ぐ手法を開発している。

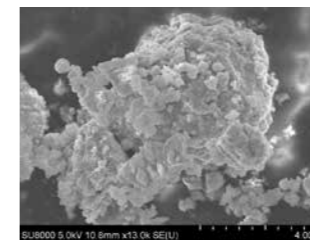


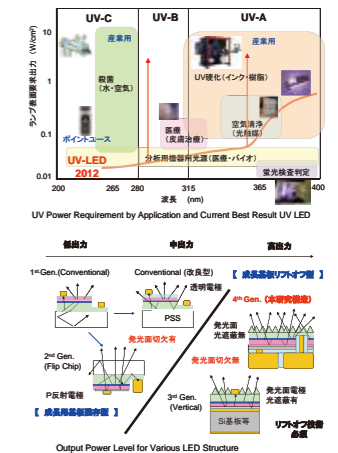
Figure SEM view of Si particle covered with silicon oxidation flakes including metal particles.

環境機能材料学分野

紫外LED 新型デバイス構造の開発

窒化物半導体による青色LED、白色LEDは幅広い分野での応用がなされてきたが、近年、紫外線領域への展開も期待されている。しかしながら、既存の水銀ランプを置き換えるには、図のように約2桁以上の高出力化が必要である。

通常、窒化物半導体LEDでは、サファイア基板を成長用基板として用いるので、発光層の一部を除去してn型コンタクトを形成し横方向に電流を流す方式がとられてきた(1stGen.)。次いで、サファイア基板側から光取だしを行うFlip-Chip構造(2ndGen)が提案されたが、両者ともサファイア基板の熱伝導率が低く放熱性が悪く光取だし効率も良くないため、熱伝導率の高い別種基板にエピタキシャル層を移しかえる方式が好ましい。本研究では、サファイア基板上に成長用バッファ層兼化学選択エッチングが可能な犠牲層を用いたエピタキシャル層の転写手法を用いた縦型LED構造(3rdGen)ならびにその発展型である4thGenの新型構造の製造方法の確立を行い、1桁以上の高出力化を目指す。



電子線注入型紫外線発光デバイスの開発

発光素子の外部量子効率 (EQE) は、内部量子効率 (IQE) とキャリア注入効率 (CIE) と光取出し効率 (LEE) との積である。特に360nmよりも短波長側では、窒化物半導体の混晶は、Al_xGa_{1-x}Nを用いることになるが、Al組成xが高くなるほどp型(Mgドープ)層のアクセプターエネルギー準位が深くなり、キャリア濃度が充分大きくなるのが困難になる。したがってpn接合でのキャリア注入効率が著しく劣る。そのため、IQEが比較的高いにも関わらず、数%程度の外部量子効率に留まっている。またpn接合を形成するためのp型層は発光した光の吸収層にもなるし、電極による光遮蔽の問題も有る。

本研究では、上記p型層の諸問題を避けるため、AlGa系発光層を電子線により励起する方式により、特にUV-C帯での高効率発光デバイスを開発する。