

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 environmentalogy 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

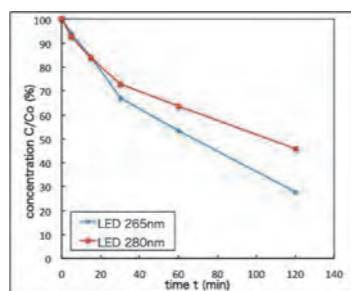
本分野では、地圏環境における汚染物質の分離・分解、電子・電気機器廃棄物等からの希少金属資源リサイクル技術などの研究を推進している。2013年3月には大学院修士課程修了生1名を輩出し、白鳥教授、須藤准教授により下記の研究テーマを中心に活気ある研究活動を行っている。

### 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。研究対象には、平成24年より排水基準として追加された1,4-ジオキサンを適用した。通常、光反応による環境汚染物質の分解では、通常、過酸化水素などの強酸化剤を添加した促進酸化処理が検討されてきたが、本研究では紫外LEDの特徴を明確にするため、酸化剤となる科学物質を添加せず、紫外LEDの放射する単波長の紫外光による1,4-ジオキサンの分解挙動の解明を行った。その結果、波長265および280nmの紫外光を放射するLEDによって1,4-ジオキサンは1次反動的に分解することを示し、その分解効率および分解経路についても明らかにした。本研究は、2013年10月にマレーシア クアラランプールにて開催された International Conference on Water and Wastewater Management (ICWWM2013)において口頭発表した。

### 東北発素材技術先導プロジェクト 希少元素高効率抽出技術領域への参加 (多元物質科学研究所と連携)

都市鉱山からの希少元素回収・再生技術の高度化による元



Degradation of 1,4-dioxane using UV LED with 265 and 280 nm in wavelength.



Photo of presentation in ICWWM2013.

素循環の実現を目的として実施されている研究プロジェクトにおいて物理選別グループに白鳥教授が参画した。電子基板および小型電子・電気機器からの元素回収の効率化を目指した破碎技術の開発に寄与した。

### 見学会

本講座では、毎年、工場見学会を実施している。2013年においては、12月4日に宮城県仙台市にある仙台環境開発株式会社を訪れた。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、大学院博士課程学生および学部研究生各1名が参加した。仙台環境開発株式会社は2013年より本研究科において寄附講座を開設し、ともに研究・教育にあっている企業である。管理型最終処分場ならびに中間処理施設に関する概要説明ならびに東日本大震災によって発生した多量の廃棄物の処理に関わってきた問題点などの説明を受け、実際の処分場および中間処理施設の見学を行った。震災によって大量に発生した廃棄物の処理に伴う最終処分場容量への圧迫を実感しつつ、廃棄物処理の現場における問題点の抽出や技術開発に関する議論を行い、有意義な時間を持つことができた。



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

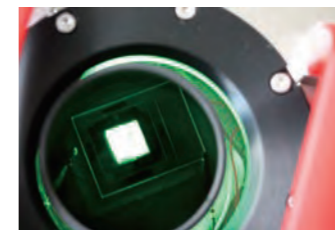


助教  
下位 法弘  
Assistant Professor  
Norihiro Shimoi

### 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Figure1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。本研究は、2013年5月にCanada Vancouverにて開催された Society for Information and Display (SID 2013)において発表し、Distinguished Paper に選出された。

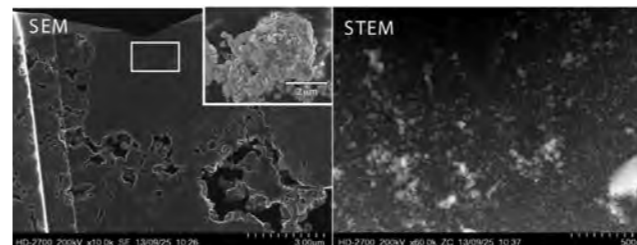


Flat plate lighting with field emitter cathode.

#### 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、粉末Siに粉末CuOを混合粉碎してSiをアモルファス化し、かつSi-Cu-SiO混合物を形成する方法でSi単体に匹敵する高容量かつ高繰り返し充放電を達成する電極活物質材料を開発する。



Left: SEM cross-sectional view of Si-Cu-O composite particle with the overview in the inset. Right: STEM (Scanning transmission electron microscopy) cross-sectional view inside the white frame of the left SEM view. White speckles express silicon and copper alloys, and other field include amorphous silicon and silicon oxides.

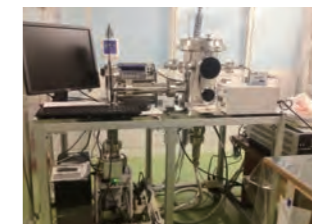
### 受賞

Society for Information Display - DISPLAY WEEK 2013- Distinguished Paper Properties of a field emission lighting device employing high crystallized single-walled carbon nanotubes. Tohoku Univ. (Corresponding author; Norihiro Shimoi)

### 環境機能材料学分野

#### 電子線照射型紫外発光デバイスの開発

窒化物半導体での紫外LEDで、特に300nmより短い波長領域において、pn接合での発光層へのキャリアの注入効率が高められないと言う大きな課題が有る。本研究では、上記課題を解決するため、発光層を電子線励起する方式を検討している。本年度は、発光素子エピタキシャル構造の検討を行うため、カソードミネッセンス装置を開発し、評価・フィードバックを開始している。また、大型積分球を具備した分光評価システムを導入し、各種光学特性の評価、および発光効率の絶対値評価に寄与している。

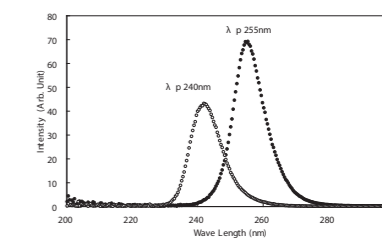


Cathodoluminescence (CL) System



Spectroscopic Evaluation System

紫外250~260nm近傍で殺菌効率が高く、通常水銀ランプの254nmの発光を利用している。窒化物エピタキシャル層構造の調整により、図に示すようにピーク波長λpの可変で合わせ込みが可能である。初期段階ではあるが、発光効率も比較的良いことが判明しており、今後更なる効率向上と、デバイスモジュール化を進めていく。



CL Spectra from Nitride Semiconductor Layer