

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 aim of this laboratory is to solve the environmental problems taking the viewpoints of both manufacturer and society into consideration. The researches in this division are categorized mainly into (a) assessing the flow of valuable material resources released in the society and control, recycle and dispose of them efficiently and safely, (b) developing soft synthesis processes for the preparation of nano-structured functional materials that could nurture environmental friendly engineering applications such as electronic devices.

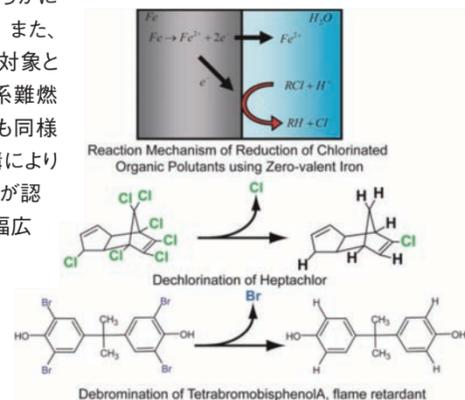
The research activities of the geosphere environmentalogy division were separation, decomposition and migration control of pollutants such as heavy metals. And technologies related to the development of materials to concentrate and retain rare metals is also being researched. On the other hand, the study of functional materials division focused on the mass production of inorganic materials applicable for the electronic devices and batteries. These materials were prepared by a solution synthesis or dry process such as arc discharge evaporation. 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。2011年4月より、本分野創設以来初めて大学院学生3名を迎え、白鳥教授、須藤准教授の指導の下、以下のテーマを中心に活気ある研究活動を進めている。

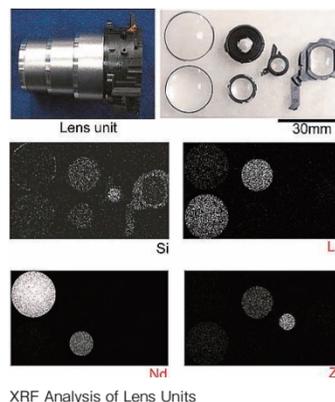
#### 金属鉄粉を利用した残留性有機汚染物質の分解・浄化 (DOWA エコシステム株式会社との共同研究)

世界的に大きな問題となっている残留性有機汚染物質 (POPs) 成分である農薬・殺虫剤について、その金属鉄粉を利用した脱塩素反応による毒性低下に関する技術開発を進めている。POPsに関するストックホルム条約で規制された農薬・殺虫剤において金属鉄粉による脱塩素反応が認められ、その反応経路も明らかになってきた。また、新たに規制対象となった臭素系難燃剤についても同様の反応機構により脱臭素反応が認められ、より幅広い汚染物質への適用が期待される。



#### 希少金属資源循環の促進のための技術・システムの構築 (環境省 循環型社会形成推進科学研究費)

電子・電気機器廃棄物等からの希少金属資源リサイクルのため、リサイクル促進を目指した粉碎・分離評価システムの構築を行っている。微小部 XRF 装置を用いて、電子・電気機器に使用されているプリント基板、各種部品等に含まれている金属類の濃度、含有場所等を把握し、処理フローの最適化につなげることを目的としている。これまでは、主として携帯電話や PC などのプリント基板を中心に解析を進めてきたが、2011年にはデジタルカメラや、東日本大震災以降に使用量が急増した LED 発光体に関する分析を行った。デジタルカメラのレンズには La 等のレアアース類が使用されていることが明らかになった。



#### レアメタルの人工鉱床を目指した社会的検討

小型家電を始めとする多くの高機能製品に使用されている希少金属のリサイクルに関して、NPO 法人 R to S (Reserve to Stock) 研究会とともに、電気機器メーカー、自治体、非鉄金属製錬業界をとりつなぐような社会的実験を行い、我が国の希少金属資源循環戦略へと繋がる検討を行っている。



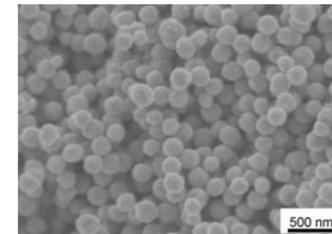
教授 白鳥 寿一 Professor Toshikazu Shiratori  
 教授 永田 長寿 Professor Choji Nagata  
 准教授 須藤 孝一 Associate Professor Koichi Suto  
 助教 堀野 秀幸 Assistant Professor Hideyuki Horino  
 助教 下位 法弘 Assistant Professor Norihiro Shimoi  
 訪問研究員 金田 秀治 Visiting Researcher Shuji Kaneda

### 環境機能材料学分野

#### 金属ナノ粒子の大量合成法

近年、電子機器の高性能化・小型化に伴い、機器内部に使用される部材の微細化が加速している。金属配線を描画するためなどに利用される金属ペースト、その材料である金属粒子の粒径は、現在ではサブミクロンからナノ単位へと移行しようとしている。しかし金属ナノ粒子の合成方法のほとんどは、合成コストが掛かり実用的ではないものがほとんどである。

本研究では、金属ナノ粒子の湿式による低コストでの大量合成方法、およびナノ粒子の表面改質による安定化技術の開発を目指し研究を進めている。

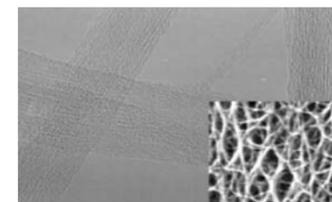


SEM micrograph of the Ni particles.

#### カーボンナノチューブの合成とその応用

単層カーボンナノチューブ (SWCNT) は、導電性など諸物性に優れることから広く応用が期待されているが、高品位なものを大量に合成することが困難である。そこで本研究では、アーク放電法を用いて、結晶性が良い高純度の SWCNT を大量に合成する方法を検討している。

大量合成には、収量の増加と収率の改善が必要であり、原材料や触媒、合成条件の面から検討が必要である。この手法で得られたナノチューブで高分散液を調製し、電子材料や電極材料などに応用することを目的としている。



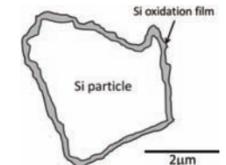
TEM and SEM image of SWCNT

### 環境物質制御学分野

#### 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シリコン酸化膜を被覆させる方法および 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。

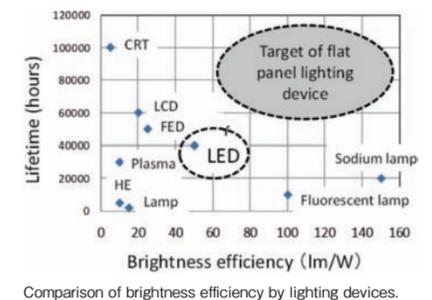


SEM cross-section schematic view of Si particle covered with silicon oxidation film.

#### カーボンナノチューブ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、照明市場で主な照明デバイスと輝度効率を比較したとき (図)、より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。



#### 寄附講座 工場見学会

本講座では、毎年、工場見学会を実施している。2011年には、12月14日に宮城県にある細倉金属製錬株式会社および東日本リサイクルシステムズ株式会社を訪問し、事業内容説明および施設見学を行った。細倉金属製錬では、鉛バッテリーからの鉛リサイクルおよび鉛製錬所、廃水処理施設を見学し、東日本リサイクルシステムズでは、家電リサイクル法に基づく家電品リサイクル施設を見学した。普段はなかなか見る機会のない現場を見学し、現場ならではの問題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。

