

地圏環境学分野
環境機能材料学分野
環境物質制御学分野

Geosphere Environment
Study of Functional Materials
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 metal oxide and carbon nanomaterials, dispersion systems and nanostructures thereof for the development of functional materials that could nurture environmental friendly engineering and biotechnological applications.

The research activities of the geosphere environmentalogy division were separation, decomposition and migration control of pollutants such as heavy metals. And also, technologies related to the development of materials to concentrate and retain rare metals is being researched. On the other hand, the study of functional materials division focused the synthesis of electric materials applicable for the batteries and electrodes. These materials were prepared by a solution synthesis or dry process such as arc discharge evaporation. The research in the environmental material control division was on the development of technologies to produce carbon nanotubes and magnetic oxide nanoparticles for the purpose of future electronic devices, magnetic evaluation of nanoparticles and therapeutic strategy such as hyperthermia treatments.

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。白鳥教授、須藤准教授の他、2010年11月より日本学術振興会外国人特別研究員としてR. Mattheis博士を迎え、以下のテーマを中心に研究を進めている。

鉄粉を利用した残留性有機汚染物質の分解・浄化

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分解浄化に関する技術開発を進めている。いくつかの農薬・殺虫剤について、脱塩素反応による機能低下が確認された。本研究では、環境修復生態学分野(井上研究室)とも連携を取っている。

鉱山廃水のパッシブトリートメント技術

休止鉱山より流出する高濃度に重金属類を含んだ鉱山廃水は、半永久的に継続した処理が求められ、鉱山事業者および自治体に対する負担が極めて大きな問題である。海外では、積極的な廃水処理を行うのではなく、自然界の治癒力を用いたパッシブトリートメントが進められ、実績を残してきている。我が国においては、本システムの導入は進んでおらず、我が国の実情に併せた技術開発が求められている。本分野では、地化学および微生物学的観点からパッシブトリートメント技術を検討し、国土に併せた技術導入を目指している。

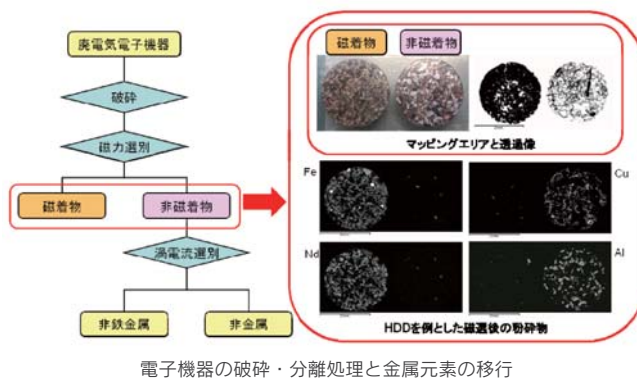
金属資源循環の促進のための技術・システムの構築

電子廃棄物等からの希少金属資源リサイクルのため、リサイ



嫌気性湿地による鉱山廃水処理とその機構説明

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。顕微XRF装置を用いて、破碎した電気・電子機器の実装部品類に使用されている金属類の濃縮度や分離度を評価し、処理フローの最適化につなげることを目的としている。また、2010年より環境省「循環型社会形成推進科学研究費補助金」による「E-Wasteからのレアメタルリサイクリングに関するセパレーションプロセス最適化」を早稲田大学 大和田秀二教授らと共同で開始した。小型電気・電子機器に実装されているレアメタル含有部品を対象に検討を進めている。



電子機器の破碎・分離処理と金属元素の移行

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。

環境機能材料学分野

本分野では、省資源やエネルギー問題など環境科学的視点に立脚した電子材料や半導体材料などの高機能材料の開発を目指している。具体的には、湿式と乾式の組み合わせなどによって無機材



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



准教授 佐藤 義倫
Associate Professor Yoshinori Sato



助教 堀野 秀幸
Assistant Professor Hideyuki Horino



助教 粕谷 亮
Assistant Professor Ryo Kasuya

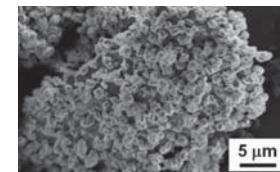


訪問研究員 金田 秀治
Visiting Researcher Shuji Kaneda

料の微細構造の制御や複合化を行なっている。それらの構造・物性・機能・用途特性などを多角的に解析することで、環境機能材料の創製およびプロセス開発を検討している。

リチウムイオン二次電池用大容量正極材の開発

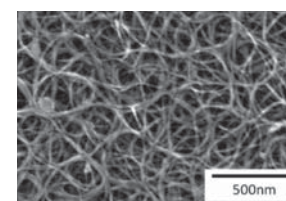
リチウムイオン二次電池の正極材に用いられているコバルト酸リチウム(LiCoO₂)は、希少金属であるコバルトの使用量削減が求められている。これに加え、ノートパソコンや携帯電話といった電子機器の駆動時間を延ばすために、これまでよりも大きな電池容量を持つ材料への期待が高まっている。そこで、従来よりもリチウムを多く含む正極材料として、Li₂MO₃(M=遷移金属)の開発を行っている。



SEM micrograph of the cathode material.

正極材の粒子サイズが大きい場合、中心付近のリチウムイオンは充放電の際に長い距離を移動する。この速度は比較的遅いため、充放電の速度が上がるとリチウムイオンの移動が追従しにくくなる。これに対して、微粒子を用いることでリチウムイオンの移動をスムーズにできるが、かさ密度が減少するため充填できる粒子の重量は低下する。このようなトレードオフの関係を踏まえ、我々は微粒子と粗大粒子の複合化に着目して研究を進めている。

単層カーボンナノチューブの合成と応用



SEM micrograph of the single-walled carbon nanotubes.

導電性や熱伝導性などさまざまな物性に優れた単層カーボンナノチューブをアーク放電法を用いて、結晶性良く高純度で合成する方法を検討している。この手法で合成されたナノチューブを電極材料や触媒材料などに応用することを目的としている。

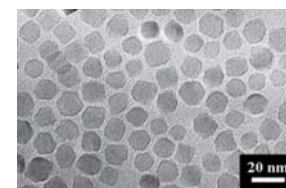
環境物質制御学分野

電気二重層キャパシタ電極の開発

大きな比表面積とバリステック伝導特性を持つ単層カーボンナノチューブを用いて、ナノチューブの表面状態を制御した薄膜電極の作製し、出力10⁴~10⁵ W/kgを持つ高性能電気二重層キャパシタ電極の開発を行っている。

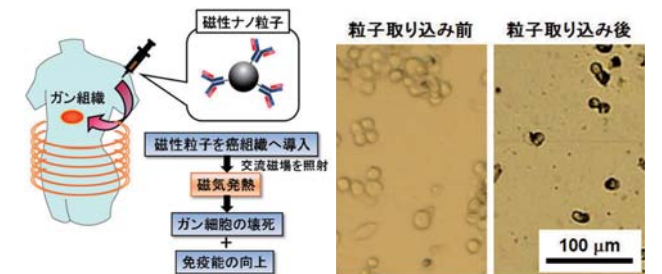
磁気温熱療法を目指した磁性ナノ粒子の研究開発

ガン細胞の周辺に磁性ナノ粒子を集積させ、磁場照射によって生じる熱で約43℃に加熱すると、ガン細胞の壊死が促進される。磁性ナノ粒子の発熱特性は、用いる粒子のサイズや周辺組織の粘度などに左右されることから、その最適化が求められている。本研究は2009年度に日本学術振興会科学研究費補助金・若手研究(A)



TEM micrograph of the magnetite nanoparticles.

に採択され、現在研究を遂行している。これに加えて、磁性ナノ粒子により血中に存在する癌細胞である循環腫瘍細胞(CTC)を検出する試みを行っている。CTC表面に選択的に結合できる抗体分子を粒子表面に付加するとともに、標的外細胞への予期しない吸着を抑制できる表面デザインを模索している。



(left) schematic representation of magnetic fluid hyperthermia (right) photograph of macrophage cells with and without magnetite nanoparticles

工場見学会

本講座では、工場見学会を毎年開催している。2010年12月は使用済み自動車のリサイクル処理工場 2箇所を見学した。啓愛社 宮城リサイクル工場(黒川郡大郷町)では、使用済み自動車の解体作業と部品取り、有価物選別までの過程を見学した。一方、ヤマナカ 仙台工場(多賀城市)では使用済み自動車や長尺鋼材のプレス破碎と選別工程を見学した。



啓愛社 宮城リサイクル工場(黒川郡大郷町)



ヤマナカ 仙台工場(多賀城市)

受賞

- 1) Best poster award at 12th International Conference on Magnetic Fluids (Kasuya et al.)
- 2) Best poster nominee at 2010 MRS Spring Meeting (Kasuya et al.)