

環境との共生・エネルギーの創製を担うナノ機能素材開発

Development of functional nano-ecomaterials for energy and environment in the environmentally benign systems



教授 高橋 英志
Professor
Hideyuki Takahashi

ナノ材料は省資源で最高性能を発現する材料として期待されているが、真の意味で次世代環境対応型材料とするためには、目的とする機能を最大限に発現できる組成・結晶系・形態に制御する必要がある。このような観点から、本研究室では、原材料中での材料の状態を計算及びX線構造解析等の機器分析を通じて厳密に制御し、その反応機構を電気化学的手法や質量分析等を利用して解明する事で、高効率かつ均質な状態のナノ材料を開発する手法を開発している。また、高性能を発現するための状態制御法の開発を行っている。研究は(A)自然エネルギー変換材料(化合物太陽電池用ナノ材料、熱電変換合金ナノ粒子、光触媒、など)、(B)機能性ナノ-エコ材料(均質合金ナノ粒子、高機能性電子用金属ナノ材料(Cu ナノ粒子, Cu ナノワイヤなど)、固体高分子燃料電池用機能性ナノ触媒材料、など)、(C)難溶性レアメタル等の抽出を可能とするための錯体制御技術、等に分類できる。

Hideyuki Takahashi Laboratory's research has focused on developing and using well-defined nanomaterials in our daily lives. In particular, we have developed methods for synthesizing and utilizing useful nanomaterials with specific morphology. Our research objectives can be classified into (a) natural energy conversion materials, such as alloy nanoparticles for compound solar cells, thermoelectric alloy nanoparticles, and photocatalysts with specific morphology; (b) functional nano-eco materials, such as uniform and well-crystallized alloy nanomaterials, well-defined electric integration nanomaterials (Cu nanoparticle, Cu nanowire, etc.), and precise control of nanocatalysts for fuel cells; and (c) development of novel methods for extracting rare metals with precise control under complex conditions.

研究概要

遷移金属等の貴金属ではない金属のナノ材料を実用化することを念頭に、様々な金属/合金ナノ粒子を、環境負荷が少ない手法で合成する研究開発を行っている。特に、材料の特性の均質化や、高特性を発現する相の選択的合成、長寿命化、を達成するためには、均質で結晶性が高い金属/合金ナノ粒子であることが必要である。更に、工業的応用を念頭におくと耐酸化性が高くかつ表面被覆材の使用は限界まで低減する必要である。この様な全ての条件をすべて満たした金属/合金ナノ粒子を、ピーカー等の簡単な装置のみを用い、常温~70°C程度の水溶液中で、合成するという“現代の錬金術”と言える手法を開発している。

その為には、原料となる水溶液中において、金属の状態を均質化すること、合金を合成する様な場合には還元析出させるためのポテンシャルを単一化及び均質化することが必要である(合成する材料により、酸化および硫化をさせる場合もある)。そこで我々の研究室では計算手法を用いて水溶液中の金属錯体の種類等を制御し、その上で還元析出させる手法を開発した。

Research

To achieve industrial applications of transition metal/alloy nanoparticles instead of precious metal nanoparticles, various procedures for synthesizing these materials have been developed under low environmental loading conditions. In particular, a method of synthesizing uniform and well-crystallized metal/alloy nanoparticles should be developed to utilize the uniform properties, selective and high-performance, suitable phase, and long lifetime. Moreover, materials synthesized for commercial applications should have specific properties, such as high oxidative resistivity and low addition of surfactants. We have developed a method of synthesizing metal/alloy nanoparticles with these properties using simple equipment and low energy conditions (RT ~70°C) in the aqueous phase.

To synthesize uniform and well-crystallized metal/alloy nanoparticles, the condition of metals in the aqueous phase should be restricted to the homogeneous phase, and the reduction potential of both metal complexes should be equal. Sometimes, oxide materials and sulfide materials are also synthesized. Therefore, we introduced our idea for a particle synthesis system based on the predicted concentration of metal complexes in an aqueous solution as a function of pH.

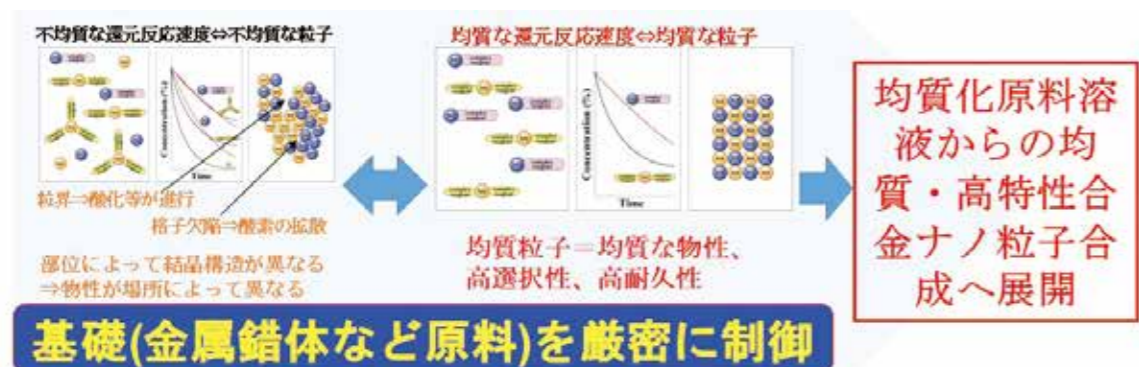


Fig. 1 Schematic drawing of researches in H. Takahashi Lab (concept).



准教授 横山 俊
Associate Professor
Shun Yokoyama



助教 横山 幸司
Assistant Professor
Koji Yokoyama

例えば、化合物太陽電池材料となるCu-In合金ナノ粒子やCu-In-Sナノ粒子、各種ペロブスカイトナノ粒子を水溶液中で合成し、塗布することで太陽電池を形成させる技術を開発した。また、導電性が高く耐酸化性が高いCuナノ粒子やCuナノワイヤ、透明導電性材料用の特異な形状制御を行ったCu粒子、ウイルスや重金属イオン等を高速で回収するためのFeナノ粒子、等の合成と実用化を試みている。更に、エネルギー材料として、熱電変換材料や燃料電池材料、特異な形状で高機能を発現するストラティファイド光触媒材料、を開発している (Fig. 1)。

学生諸君の国際及び国内会議発表、その他の活動

2024年度は、6月開催の資源・素材学会東北支部春季大会にて堀川治暉さん (MC2) と佐藤和哉さん (MC2)、近藤みのりさん (MC1、資源・素材学会東北支部ポスター賞銅賞受賞)、浅見椋斗さん (MC1、資源・素材学会東北支部ポスター賞銅賞受賞)、豊田美礼さん (MC1) が発表した。9月に開催された2024年度資源・素材関係学協会合同秋季大会に堀川治暉さん (MC2、若手ポスター発表賞受賞) と佐藤和哉さん (MC2)、豊田美礼さん (MC1) が参加し、9月に開催された第75回コロイドおよび界面化学討論会に近藤みのりさん (MC1) および浅見椋斗さん (MC1) が参加した。10月に開催された第6回環境科学討論会に近藤みのりさん (MC1)、浅見椋斗さん (MC1)、豊田美礼さん (MC1) が参加した。更に、11月に開催された資源素材学会東北支部秋季大会若手の会には佐藤和哉さん (MC2)、浅見椋斗さん (MC1)、豊田美礼さん (MC1)、若手の会優秀賞受賞、村山十環さん (B4)、坂本翔さん (B4、若手の会優秀賞受賞) が参加した。

次年度以降は、ECSやMRS、資源・素材学会、応用物理学会、など、国内外の学会にも積極的に参加し、成果の発表を行う予定である。また、自然エネルギーに関する周知活動や高大連携に係る東北大学講師派遣における出前授業なども再開する。

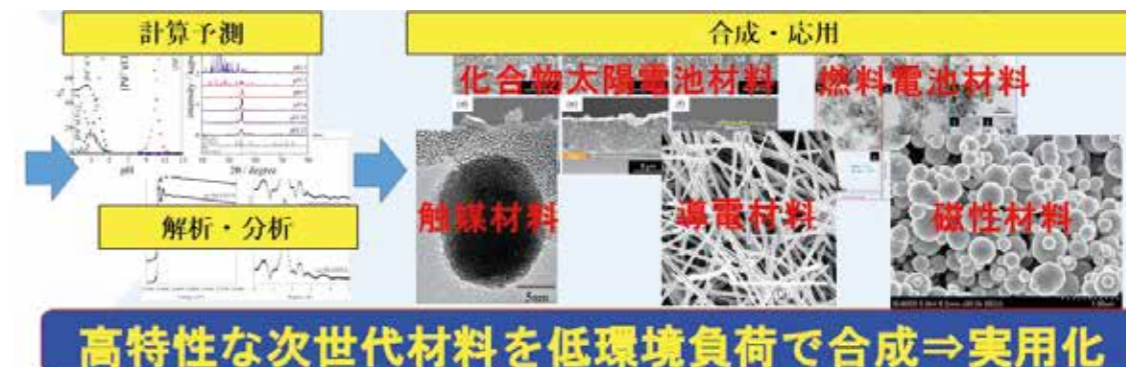


Fig. 2 Schematic drawing of researches in H. Takahashi Lab (target).