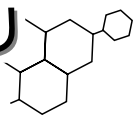


第22回

研

究室だより



“界面”に着目した材料工学 —ナノ粒子から鉄鋼製錬プロセスまで—

吉川 健

Takeshi Yoshikawa

大阪大学 大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻 助手

田中敏宏

Toshihiro Tanaka

同上 教授

界面制御工学領域（教授 田中敏宏、講師 平井信充、助手 吉川 健）が所属する大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻は、2005年にマテリアル応用工学、マテリアル科学、生産科学の3専攻が統合し設立した専攻です。材料科学と生産科学が融合した教育研究体制がとられ、材料の基礎物性から機能性の発現、生産・加工プロセス、さらには構造化デザイン・評価とそのシステム構築に至るまでの分野を体系的に教育し、プロセス中での材料の変化を中心とした「ものづくり」の全体像を広い視野で捉えることのできる技術者・研究者の養成を目指しています。また文部科学省21世紀COEプログラムでは、当専攻を中核とし、同研究科知能・機能創成工学専攻、接合科学研究所、産業科学研究所、および超高压電子顕微鏡センターのマテリアル生産科学専攻協力講座により構成される「構造・機能先進材料デザイン研究拠点の形成」が2002～2006年に採択され、金属材料を中心とした材料系の一大研究拠点の形成に取り組んできました。

このような周囲環境の中、当研究室では各種材料中に必ず存在する界面を物理化学的に捉えるという観点より、ナノ粒子から鉄鋼製錬プロセスまで、材料プロセスの省エネルギー化や、材料の再資源化、高付加価値化を目指して「界面制御工学」に関する研究課題に取り組んでいます。

第一に力を入れているのが、界面物性の予測システムの構築です。これまでに、表面・バルク間での熱力学的平衡を取り扱うButlerの式と熱力学データベースを組み合わせ、溶融合金の表面張力の予測モデルを確立し、一方イオン—共有結合性の物質で生じる表面緩和の概念を反映させた半経験式を提案し、溶融スラグ等のイオン性融体の表面張力の推算にも成功しています。現在は、合金系、セラミックス系の固液界面エネルギーの実測と、それを反映した評価モデルの検討に力を注いでいます。さらに、競争的に研究が進むナノ粒子の世界に関し、ナノサイズ化による融点降下や相変態挙動につい

て、界面の効果を考慮した熱力学的アプローチから“ナノ粒子系状態図”を評価し、世界に先駆け解析を行っています。

次いで、界面に関する研究を行う上で必然的に生じる“界面の構造を知りたい”という希望のもと、原子間力顕微鏡を用いて、電極の界面構造の液中観察を行っています。界面構造に及ぼす液性や吸着成分の影響等の基礎調査から、汎用電池中の電極反応に伴う電極表面構造および形態変化のその場観察を通じ、原子～ミクロンスケールでの界面反応の理解およびその制御を目指しています。

一方、機能性材料の創製に対しては、低環境負荷のアプローチにより材料中に異相界面を導入するという基本方針の下、様々なポーラス材・複合材の作製を行っています。例えば、酸化スケールを有する鉄の還元性焼鈍により表面に1～100 μm のポーラス構造を有する鉄試料を作製し（Fig.1），“特異拡張濡れ”を応用した金属複合材用のテンプレートや、ガラス/セラミックスの担持体として用いています。また、製鉄業で大量に副生するスラグや廃ガラスの高付加価値利用に向け、水と工業廃熱が利用可能な“水熱反応法”を適用して、内部に任意の気孔を導入したセラミックスを作製し、呼吸する（調湿性）建材や遮音壁といった高機能材料の創製に挑戦しています。さらに製鉄実操業に貢献すべく、精錬用石灰の最適利用法の検討を行っています。ここでは焼結の制御によりオープンポアを有する石灰を作製し、“ティッシュペーパーが水を吸い込む”毛細管現象を利用して、脱リン・脱硫スラグを石灰中の微細孔に浸透させることでリン・硫黄の高速固定化と石灰の有効利用を目指した“Capillary Refining”技術の開発に取り組んでいます。

ここで述べた研究例はごく一部のものですが、当研究室のいずれの研究も“界面”をキーワードとし、界面科学を軸とした冶金学研究に取り組んでいます。毎年フィンランド、ルーマニア、イタリア等から多くの外国人研究員を迎え、また15名を超す大学院生とインタラクティブな研究室セミナーを継続して行い、高い教育・研究体制を維持するよう努め、一同で界面の真実に一歩でも近づけるよう励んでいます。

（2007年1月23日受付）

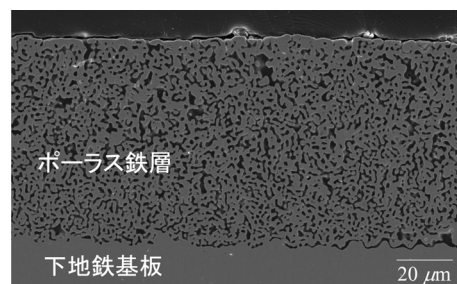


図1 鉄基板上に作製したポーラス鉄層