

鉄鋼製造技術を通して、資源・エネルギー問題に貢献する

Development of new steelmaking technology contributing to the sustainable society

Steel products are made using iron ore as the main raw material. After these products have been used, they are scrapped and once again returned to iron material. In this way, iron, which is a basic material for daily life, can be reused time and time again, varying its form; thus, it is kind to the environment. At the same time, steelmaking process needs a large amount of energy and resources and it exerts a large influence on the environment. Then, it is necessary to reduce the impact on the environment at all stages, from the purchase of raw materials and equipment, manufacturing, technological development, transportation of products, to their use, recycling and disposal.

Based on such backgrounds, in our course teaching and research will be undertaken to develop new techniques related to the synthesis of various environmentally adaptable materials, especially metallic materials. Our mission is to develop novel material synthesis processes, which allow us to establish sustainable industries and social systems that utilize the environmentally adaptable-type materials.

連携講座(新日鐵住金)について



Fig.1 Nippon Steel & Sumitomo Metal R&E Center located in Futtsu, Chiba.

本連携講座は、2003年の環境科学研究科の設立と同時に、環境適合材料創製学分野の教育と研究を行うことを目的として、鉄鋼メーカー(千葉県富津市)の技術開発部門内に

開設されるという他の講座にはない特徴を持っています(Fig.1)。この特徴を最大限に活かし、実用を意識した環境技術・プロセス技術の習得を主眼とした学生教育と、基礎研究の早期社会還元を使命として取り組んできています。また、大学と鉄鋼メーカーとの活発な人的交流・研究機器の共同利用を通じて環境に適合した材料・プロセスに関するプロジェクト型共同研究提案を目指しています。

現在、本連携講座では、新日鐵住金に所属する3名の研究者が教員となり、これまで、修士学生14名、社会人博士8名を輩出し、2012年度は博士課程前期6名、博士課程後期1名が在籍しています。

連携講座(新日鐵住金)の主な研究課題

本連携講座では、鉄鋼メーカーで長年培われた蓄積技術に基づき、省エネ高効率プロセスやマテリアルの設計・評価技術等の研究に取り組んでいます。

①木質バイオマスの酸化鉄還元反応への影響

日本のCO₂排出量の15%は鉄鋼業に由来しており、そのうち

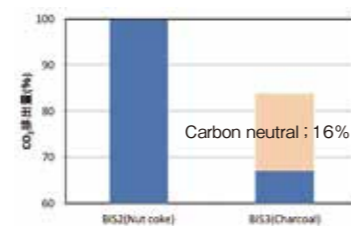


Fig.2 Effect to reduce CO₂ emissions.

の57%を占める高炉プロセスの効率改善によるCO₂排出削減を目指した技術開発が進められています。本研究では木炭バイオマス活用の可能性に着目し、還元材のークスの一部を反応性の高い木炭バイオマスで代替することでプロセス効率改善により16%、さらに木炭バイオマスのカーボンニュートラルという特性を考慮すれば33%ものCO₂排出削減が期待できるという結果を得ており、さらにその具現化に向けた検討を進めています。

②高Crフェライト系耐熱鋼の粒界析出強化の支配因子と高強度化

環境とエネルギー資源保護両立のために、大容量の石炭火力発電プラントの高効率化に貢献する耐熱鋼の高強度化研究を進めています。特に高Crフェライト系耐熱鋼のクリープ強度向上因子を解析し、機構を明らかにして高強度化を目指します。そのためには組織中に分散させた転位の移動障害を制御することを、定量的かつ論理的に検証しています。強度が30%向上すれば、日本のCO₂排出量を3%も低減できて、環境と資源問題を同時に解決できる重要な研究です。

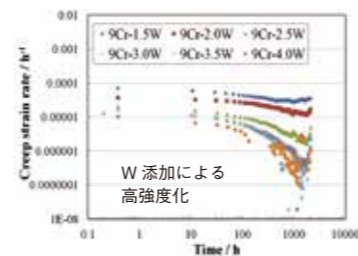


Fig.3 Precipitation distribution effect on the creep strain of the 9% Cr steel.

③単ロール法におけるアモルファス合金の製造条件最適化と板厚決定機構解明

アモルファス合金は軟磁性、高強度、耐食性等に優れ、高効



客員教授
佐藤 有一
Invited Professor
Yuuiti Sato



客員教授
長谷川 泰士
Invited Professor
Yasushi Hasegawa



客員教授
岡崎 潤
Invited Professor
Jun Okazaki

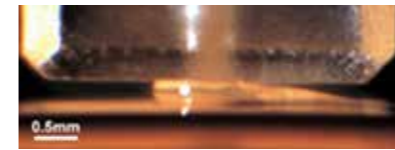


Fig.4 Photograph of the melt puddle on wheel.

率は変圧器をはじめ多分野で利用され、省エネルギーに貢献している材料です。但し、アモルファス合金を製造するためには、毎秒100万°Cもの速さで熔融合金を冷却する必要があります。単ロール法は、熔融合金を回転する金属ロールに噴射することで急冷し、アモルファス合金を製造するプロセスです。単ロール法で得られる製品の仕様拡大を目指し、鑄造の挙動観察を通して本プロセスの原理解明に取り組んでいます。

④その他の研究課題

その他にも以下の研究課題に取り組んできており、本講座での研究成果は国内外の学会などの場で発信してきています。

- ・マグネタイト鉱石の酸化性に関する基礎研究
- ・高Crフェライト系耐熱鋼の窒化物による析出強化
- ・高Crフェライト系耐熱鋼における析出強化機構

「プロセスエネルギー評価学」集中講義

2012年度も例年通り10月～11月にかけて、本連携講座の特徴を活かして、連携講座教授陣に加え学外から専門技術者を非常勤講師として招聘し集中講義を実施しました。この講義では、産業の第一線で活躍している技術者からの生の声を学生に伝えることができるとともに、その内容は以下の示すように法令からリサイクルまで多岐にわたり、鉄鋼製造プロセスを主としたエネルギー・環境の現状と取り組みに関する実践的理解を深めることができたと自負しています。

- ・鉄鋼製造プロセスの概要と環境との関わり
- ・廃棄物と廃棄物リサイクル法律・制度面からの解釈
- ・鉄鉱石・石炭資源の現状と今後
- ・鉄鋼業における資源利用技術
- ・製鉄プロセスを活用したリサイクル技術
- ・鉄鋼業における環境関連分析技術
- ・鉄鋼業における公害防止技術(水質)
- ・高温材料とエネルギー問題
- ・金属系エコマテリアルと製造プロセス技術

業績

学協会発表実績(2012年1～12月)

①国内学協会

- ・日本鉄鋼協会日本鉄鋼協会 第164回講演大会「木質バイオマスの酸化鉄還元反応への影響(横田恭平)」(学生ポスターセッション報告 努力賞受賞)
- ・日本金属学会「単ロール法における大気中メルトパドルの観察(清野龍)」
- ・日本鉄鋼協会 第163回講演大会(シンポジウム:高温材料のフィジカルメタラジー)「フェライト系耐熱鋼の設計指針と強度予測技術(長谷川)」
- ・日本鉄鋼協会第163回講演大会:西山賞受賞記念講演「W含有高Crフェライト系耐熱鋼の高強度化(長谷川)」
- ・日本材料学会講演大会:高温強度部門委員会「高Crフェライト系耐熱鋼の溶接継手熱影響部の強度低下機構解明と寿命予測(長谷川)」
- ・日本鉄鋼協会秋季講演大会 第164回講演大会「エネルギー論による先進フェライト系耐熱鋼の組織解析(長谷川)」

②国際会議

- ・6th International Congress on the Science and Technology of Ironmaking「Effect of Woody Biomass on Reduction Behavior of Iron Oxide(横田恭平)」
- ・19th International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructure Materials「Observation of melt puddle behavior in planar flow casting in air(清野龍)」
- ・4th International Conference on Integrity of High Temperature Welds「The efficiency of precipitation strengthening to HAZ of welded joints in W containing high Cr ferritic creep resistant steels(佐藤徹也)」
- ・12th International Conference on Creep and Fracture of Engineering Materials and Structures「The Creep Deformation Mechanism of the Heat-affected Zone of Welds and its Mitigation Possibility in Creep Strength-enhanced Martensitic Steel(長谷川泰士)」
- ・4th International Conference on Integrity of High Temperature Welds「Type IV damage avoidance by austenite memory effect of HAZ of P92 steel, and Type IV damage possibility of fine-grained austenite along the prior austenite grain boundary by memory effect(長谷川泰士)」