



高プロ Today 2008

No.15 Oct. 2008

社団法人 日本鉄鋼協会

〒101-0048 東京都千代田区神田司町2-2 新倉ビル2F URL <http://www.isij.or.jp>

学会・生産技術部門事務局 Tel:03-5209-7013/Fax:03-3257-1110

編集者:須佐 匡裕(東京工業大学)

発行者:井口 学(北海道大学)

1.

副部長巻頭言

今年の8月には北京五輪が開催され、選手の活躍に感動された方も多かったと思います。メインスタジアムであった北京国家体育場、通称「鳥の巣」と呼ばれる巨大な施設も記憶に新しいところでしょう。世界鉄鋼連盟によると、独特な外観を構成する骨格構造は45,000トンもの鋼板が溶接により組み上げられたものであり、またスタジアム全体では110,000トンの鉄が使われたとのこと。また北京ではオリンピックの競技施設や関連設備に少なくとも300万トンの鋼材が使われたともいいます。まさに社会インフラを支えるためには鉄が大量に消費されることを実感する数値です。

このように鉄は新興国の需要の増大を背景として、近年その生産量が急激に増えてきている点は皆さんもご存知のところ。2007年における鉄鋼主要生産国・地区における粗鋼生産量は13億4350万トンであり前年に比べて7.5%もの高い伸びを示しました。伸びの多くは中国によるものですが、日本国内においても国内外の需要に応えるべく増産基調がつづいています。しかしその反面、資源メジャーの寡占化も手伝い、鉄鉱石は昨年に比べて約2倍、さらに石炭に至っては約3倍と原料価格の急騰を招いています。もちろん希少金属も例外ではありません。さらにCO₂排出

第2グループ担当理事 三宅 貴久

(住友金属工業株式会社 常務執行役員)



抑制や環境負荷低減などの社会からの要求も厳しくなり、鉄鋼業を取り巻く環境は大きく変化しています。

現在、日本は世界第2位の粗鋼生産量ではありますが、世界全体の生産量の高々10%程度に過ぎません。その中でも日本の鉄鋼業は産学の総力のもと、高品質な製品や洗練された製造プロセスの研究開発により、技術力で世界をリードしてきました。今後も世界をリードするためには、いままです以上に高級品への指向と品質の向上に加え、資源高や低環境負荷の要求下においてもコスト競争力をつけるべく原材料の効率的な利用や劣質資源の活用、そして省エネや歩留まり向上対策などをさらに推進していかなければなりません。また技術・技能を有する人の大量退職への対応としての技能伝承など、鉄鋼業の抱える課題はつきません。

このような中で本部会はすべての課題に対して中心的役割をはたす責任をもっており、これまで以上に産学の総力をあげてこれらの問題にとりくむ必要があります。そのためにも会員の方には本部会への積極的な参加を期待します。

2.

高温プロセス部会への提言

環境規制、原料価格高騰など近年の鉄鋼業を取り巻く環境変化には目を見張るものがあります。私が川崎製鉄に入社した当時からは想像もつかない規模での生産量増加、CO₂排出規制のためのスクラップ利用増加、スラグ・ダストに対する環境規制など鉄鋼各社には広い視野で、先を見越した取組み、技術開発が求められています。このような環境下において高温プロセス部会の果たす役割は大きいと思います。

私が最初に上司と共に部会の活動に参加したのは「スラグ極小化委員会」の研究会だったと思います。当時担当していたトービードカーにおける溶銑脱りん反応の解析結果を報告し、大学の先生や鉄鋼他社の方と多くの議論を行い、これまでにない視点で色々指摘や助言を頂きました。当時私はまだ入社4年目くらいだったと思いますが、それまで社内だけの業務であった仕事の幅が広がったような充実感を覚えました。その後も学会や研究会へ参加する事で自分の開発する技術を客観的、学術的に掘り下げるきっかけを得たと共に、鉄鋼業として直面する課題を大学関係者、

菊池 直樹

(JFEスチール株式会社)



他社の方から学んだと思います。

今回、高温プロセス部会への提言として若手技術者・研究者の交流を挙げたいと思います。最近では2004年に発足したYESの会がありますが、JFEからの参加メンバーからは大変有意義であったとの感想を聞いています。私は企業研究者として、学会や研究会において大学の若手スタッフと交流する機会が現状多くないと感じています。若手の大学研究者の方には、これから鉄鋼業との良い関係を継続して構築して頂くことを、大いに期待しています。交流の場を設けることで、彼らに鉄鋼企業の実情やニーズを聞いて頂くと共に、我々企業から彼らに魅力的な研究課題を提示できるか?を考える機会になると思います。

具体的なやり方としては、例えば学会期間中の交流会を開く、短期間の企業研修へ参加していただくなどの方法が良いのではないかと思います。

今後とも鉄鋼業の発展のため高温プロセス部会の益々の寄与に期待しています。

3. 研究会トピックス

[A型研究会]

1 複合造粒・層設計焼結研究会

主査：葛西 栄輝（東北大）

世界的に急激な鉄鋼需要の拡大が続く中、原料や石炭価格の大幅な高騰が進行しています。また、豪州系を中心とした高結晶水微粉鉱石の配合割合の増加が顕著であり、鉄鉱石の性状変化に柔軟に対応可能な焼結技術の確立が望まれています。一方、温室効果ガスの排出削減への要求も高まっており、高炉還元材比低減に資する焼結鉱の製造以外に焼結プロセス自体の炭素原単位低減も大きな課題です。

本研究会では、このような鉄鋼原料を取り巻く課題を背景に、高品質焼結鉱の高速焼成を可能にする「複合造粒・複合層設計」に基づく焼結原

理を確立するため、原料の造粒過程を支配する鉱石の性質、運動、粉と粒子の相互作用の定量的な把握、焼結層内のヒートウエーブや空隙構造形成過程の制御因子の明確化など、基礎・基盤的研究を推進してきました。劣質鉱石多配合下での高生産性確保を可能にする、多くの斬新な研究成果が得られており、本年9月の秋季講演大会（熊本大学）討論会にて最終報告を致しました。また本研究会の成果詳細は、和文成果報告書および ISIJ International 特集号において報告する予定です。是非ご高覧頂き、今後の研究推進に向けた助言と激励をお願い致します。

2 マルチフェーズフラックスを利用した新精錬プロセス技術研究会

主査：月橋 文孝（東大）

鉄鋼精錬プロセスにおいて、スラグ発生量の削減、ふっ化物の使用制限等の問題に対応するため、マルチフェーズフラックス中で石灰を有効利用する、新たな精錬反応プロセスを展開するための研究会活動を平成17年度から開始し、平成20年度は研究成果のまとめの期間となっています。研究会には大学の研究者11名と鉄鋼会社の研究者10名が参加し、(1)石灰系マルチフェーズフラックス精錬剤の反応熱力学、動力学、高温物性などの物理化学、および(2)石灰系マルチフェーズフラックス精錬剤のミクロ形態・性状制御、界面反応、濡れ性などのミクロの観点から、フラックス-メタル界面現象の研究を重点的に行って多くの成果を得ました。最終年度の平成20年度は各研究者のこれらの成果を組み込んで、ミクロ

マクロ統合したマルチフェーズフラックスを利用した精錬反応モデルを確立し、適用指針を提案する予定です。

本研究会の成果は、平成20年秋季講演大会で討論会として発表し、また、平成21年3月に「鉄と鋼」特集号として発行します。

さらに本研究会の成果を、平成20年度より始まった生産技術部門研究会「マルチフェーズ利用による溶銑脱磷プロセスシミュレーション研究会」（主査：早稲田大学伊藤公久教授）に引き継ぎ、具体的に精錬現場で適用できるモデルプログラムとして、さらに発展させることになっています。今後も部会の皆様の御支援をお願い致します。

3 鉱石・炭材の近接配置による高炉の還元平衡制御研究会

主査：清水 正賢（九大）

高炉操業におけるCO₂排出量10.5%の削減は最重要かつ喫緊の課題ですが、そのためには高炉還元材比の大幅削減に繋がる高炉製錬機能の抜本的な改善が必要です。その可能性として、鉄鉱石と還元材の近接配置による還元平衡温度の低減が考えられます。本研究会ではこの還元平衡温度制御を狙いとして、鉄鉱石と炭材のナノスケールでの近接配置による①還元反応の高速化と還元平衡温度の低温化、②浸炭・溶解反応の低温高速化、さらに③高炉への適用法について研究を行っております。具体的な研究手法として、炭材のガス化反応解析へのセルラー

オートマトン法の適用、鉱石・炭材の近接配置へのイオン交換法の適用、スラグのカーボンキャパシティを考慮した浸炭反応制御など斬新な手段を導入して進めています。これまでの大きな研究成果として、イオン交換樹脂中へのナノ酸化鉄担持により炭素のガス化開始温度を150～200℃低減できること、炭材内装法によりスラグ融点まで鉱石の溶解温度を低減できることが見出されています。これらの成果を平成21年度春季講演大会討論会で発表する予定ですので、多くの会員の方々の参加を期待しています。

3 高強度・高反応性コークス製造技術研究会

主査：三浦 孝一（京大）

近年、石炭資源の高騰により石炭有効利用技術の開発が喫緊の重要課題です。また、地球環境問題を考える上でCO₂削減が強く望まれています。本研究会では、産官学の研究者（大学・産総研11名、企業17名）が協力して、製鉄業のシンボルである高炉内で鉄鉱石を還元するために使用するコークスの機能を画期的に改善し、省エネルギーおよびCO₂削減に貢献する技術確立を目的とした研究を行っています。従来のコークス製造方法では、高炉内でのコークスのガス反応性を高めると、コークス強度は低下します。これに対して、従来は全く使用できなかった劣質な石炭

をコークス製造用を使用する方法などを検討し、高強度でガス反応性が高い相矛盾する性質を有するコークス製造技術に関する基礎研究を行っています。上記のコークス製造が可能となれば、今後の石炭資源の拡大、省エネルギーおよびCO₂削減などの大きな効果が期待されます。本研究会は今年で3年目を迎えました。来年（2009年）秋にはこれまでの研究成果について、シンポジウムを開催する準備を進めています。シンポジウムで皆様に研究成果を報告し、討議したいと思います。今後ともご支援をよろしくお願い致します。

5 非金属介在物の固相内組成組織制御研究会

主査：北村 信也（東北大）

非金属介在物の問題はこれまでも重要性が謳われ、溶鋼から鋳片までの挙動については数多くの知見が得られています。しかし、鋼の特性に対する非金属介在物の影響は溶鋼や凝固時の挙動で決定されるのではなく、加熱・圧延等の様々な加工熱処理の履歴を受けた後の、鉄鋼製品中での存在状態が最も重要です。ところが、この分野は高温プロセスと材料の組織・特性との境界領域にあるため、報告例が極めて少なく、溶鋼・鋳片の挙動と、材料・製品の挙動との間には大きなミッシングリングがありました。介在物(酸化物、硫化物、炭素化合物)は、温度によって様々な相が

分解・晶出し、それぞれの融点、変形能、熱伝導度、結晶化度等が異なります。その結果、凝固時点では同じ組成であった場合でも、破壊・伸展、分解・再析出、相変化・相分離、成長粗大化、結晶化などが、凝固後の履歴によって大きく異なり、鉄鋼材料中では様々な様相を呈する事になります。本研究会は、これまで蓄積がほとんど無い、高温固体内での介在物挙動の基礎的データを採取する事を目的としてスタートしました。今の時点ではどんな成果が出るのか予想もできませんが、これから4年間、委員の皆さんのご協力を得て進めて行きますので、是非ご期待願います。

【B型研究会】

1 分散現象に基づく次世代高炉数式モデルの開発研究会

主査：有山 達郎（東北大）

ご存じのように地球温暖化問題、資源価格急騰など鉄鋼関連では様々な問題がクローズアップされています。これらに対応するために製鉄の核となる高炉の様々な操業改善の指針を得るツール、誰でも使える汎用性に富む新たな数式モデルを作ることを目的に昨年4月から標記の研究会がスタートしました。離散要素法をベースに、部分的に連続体モデルを結合させたハイブリッドモデルの開発を目指しています。既に発足から1年半経過しましたが、骨格となる離散要素法の計算はほぼ完成の域に近づき、精度向上の段階に入っています。また、離散要素法計算によって得られた空間情報をガス流れ計算に反映させる作業も進み、興味深い計

算結果が得られつつあります。高炉下部の液流れに対しては分散系解析に適した新たな粒子法（MPS法）の採用によって溶銑、スラグ液滴の流れ解析が可能な段階に入ってきました。今後は、それらのパーツの統合と実用性を考慮した計算コードの最適化が課題であります。この研究会は製鉄部会、コークス部会との支援のもとに活動を行っていますが、本年3月には中間報告会も開催しました。なお、この種の研究は世界的な潮流でもあり、国際的な情報交流、意見交換のために10月16日、17日に東京にて国際シンポジウムを開催する予定です。高プロ関係者、是非、ご参加ください。

2 マルチフェーズ利用による溶銑脱燐プロセスシミュレーション研究会

主査：伊藤 公久（早大）

本研究会は、平成17年度に発足した「マルチフェーズフラックスを利用した新精錬プロセス技術研究会」（主査：東京大学月橋文孝教授）の4年間にわたる研究成果を元に、実際の精錬現場で適用できる、マルチフェーズフラックスを用いた精錬反応のプロセスシミュレータを開発することを目標に活動しています。研究会には7名の大学の研究者と、9名の鉄鋼会社の研究者が参加し、実際にシミュレータを活用していただく企業側の具体的な要求をできる限り実現できるよう、委員相互の十分な意見交換をは

じめとした様々な試みを行っています。シミュレータに用いる計算モデルは、全体の反応を記述するマクロモデルと、浮上粒子や固相生成反応を扱うメゾスケールモデルを有機的に組み合わせた、ハイブリッドモデルを指向しています。さらに、より正確な熱力学データや各種物性値の推算プログラムについても、各委員の専門性を生かして開発を進めています。実用プログラムの開発には、精錬現場での様々な情報が欠かせません。今後とも部会の皆様のご支援をお願い致します。

4. 私の留学体験記



齊藤 敬高
(九大)

私は2008年1月からカリフォルニア州バークレー市にあるUniversity of California BerkeleyでVisiting Professorとして勉強をさせて頂いております。気候は年間を通じて温暖で、特に4～10月にかけては乾季で雨が一滴も降らず昼間は晴天が続きます。また、バークレーは全米で政治的・社会的に最も進歩的な都市として知られています。特に学生・市民の環境問題に関する意識は非常に高く、この原稿を書いている建物（写真参照）の近くでも、大学の施設拡充にともなう森林の伐採に反対し、数人の反対派がオークの木に2年近く住み着いています。また、行き交う自動車は日本の鉄鋼業が支えている燃費



の良い日本車が大半であり、さらに全登録車両のうちハイブリッドカーが5～6%を占めるといわれています（州平均は0.7%）。所属はDept. of Materials Science & Eng.のAndreas M. Glaeser教授のグループで、セラミックスの焼結および組織形成にともなう粒界現象およびセラミックス/金属界面の安定性について研究をしています。また、超高温耐熱セラミックスの接合に関して、九州大学とUCBの共同研究を立ち上げるべく関係各方面と調整を行っています。つまり、直接的には鉄鋼関連の研究に従事している訳ではないですが、高温プロセスに関する自分の見識を広げ、鉄鋼に還元することができたら良いなと思っています。

最後に、海外渡航という貴重な機会を頂いた九州大学中島邦彦教授および独創的な研究と美味しい食べ物が大好きなUCB Andy Glaeser教授に深い謝意を表します。

5. 学生ポスターセッション受賞者のコメント

【優秀賞】

大阪大学大学院工学研究科 川西 咲子

この度は、「溶融Fe-Si-C合金を利用したSiCの低温結晶成長の試み」という研究テーマで優秀賞を頂き、誠にありがとうございました。このような賞を頂く事ができたのも、ご指導いただきました多くの方々のお陰と感じております。また、ポスターセッションの際には、多くの方々から貴重なご助言を頂き、今後の研究活動に繋がる非常に有用な時間を過ごすことができました。この場をお借りして心より感謝申し上げます。

現在は修士課程2年となりましたが、同様のテーマで研究を継続して行っております。最近では期待通りの結果が得られず試行錯誤の毎日ですが、今後はより一層の努力を重ね、知識と技術を身につけたいと考えております。来年からは社会人となり、これまでより更に困難な事が待ち構えていると思いますが、社会に貢献できるよう日々精進致します



【努力賞】

東海大学 堀田 太洋



この度は学生ポスターセッションにて努力賞を頂きありがとうございました。このような機会をいただいた関係各位の方々、またご指導いただいた多くの先生方に深く御礼申し上げます。

私の受賞テーマは「同軸法による Fe_3O_4 と SiO_2 の複素誘電率及び複素透磁率測定」でしたが、自分が伝えたい内容を明快に表現することが、如何に大変であるかを痛感いたしました。今後、発表の機会も多くなるとは思いますが、この経験を大いに参考にしたいと考えます。またこのテーマのプレゼンテーションでは各大学の先生方をはじめ、企業の方やさらには外国の方にも聞いて頂き、生のご意見を直接うかがえたのも大変参考になりました。

みなさまが興味を持ってくださった点をさらに煮詰めていきたいと思っております。

東京工業大学 原 恭輔



この度ポスターセッションにおいて「市販電子レンジによる空気中での銑鉄生成実験」という題目での発表で努力賞をいただき、うれしく思います。審査員の先生方をはじめポスターをご覧頂いた皆様からたくさんのご質問、ご指摘をいただき、色んな角度から自分の研究を見直すことが出来ました。発表者と質問者の距離が近く手で資料や図を見ながらじっくりとディスカッションが出来るのはポスターセッションならではの魅力で、口頭発表とはまた違う充実感がありました。発表の最後に励ましのお言葉を頂くことも多く、研究への意欲をさらに高めることが出来たのも大きな収穫です。今回ポスター発表をご覧下さった方々、そして日ごろご指導くださる先生方、先輩方への感謝を忘れずにこれからますます研究に励んでいきたいと思っております。ありがとうございました。

熊本大学 権丈 孝弘



1年間強磁場に関する研究を行い、集大成として学生ポスターセッションで発表を致しました。努力賞を頂けるとは思っていなかったので驚きました。行ってきたことが評価されて嬉しいです。これも先生や先輩方の適切なご指導の賜物だと思います。短い期間でしたが、非常に貴重な時間になりたくさんの人に感謝の気持ちを述べたいです。ありがとうございました。私は今年熊本大学を卒業し、東京工業大学に進学しました。研究テーマは全く異なったものになりましたが、これまでに培った知識や考え方を存分に発揮していきたいです。そして、学生時代に学んだ材料学の知識や経験を活かして社会に貢献できる人材になりたいと考えています。

6. 高プロ部会ニュース

高プロTodayは、創刊後7年を経、今回で第15号を発行するに至りました。高プロTodayのあり方について、昨年より、高プロ運営委員会で検討してまいりましたが、今後当面は、以下のような編集および頒布方針で発行を継続することになりましたのでお知らせします。

- 本冊子は、主に高プロ会員に向けて、高プロの活動予定を周知するとともに、その活動実績等を記録として残すことを目的として編集・発行する。
- 編集・校正・頒布作業の効率化のために、デザイン等を簡素化するとともに、頒布媒体はPDFファイルのみとする。また、このPDFファイルは、事務局より高プロ会員に電子メールで配信するとともに、協会ウェブサイトにも掲載する。
- 発行は、原則として、年2回(4月および10月)行う。

以上のような理由により、本号から高プロTodayを電子メールでお届けしておりますが、ご愛読のほど今後ともよろしくお願い申し上げます。

7. 2008年春の技術部会大会(製鉄・製鋼分野)開催報告の紹介

技術部会(製鉄・製鋼分野)では、技術課題の発信と情報交流を基本に、部会大会への大学関係者の参加の推進を進めています。

回数	部会名	開催日 場所	共通議題	特別講演等	大学招待講演・ 研究紹介	その他	大学 参加者数 今回
98	製 鉄	6/12、13	長寿命高炉の 高効率操業	「CO ₂ 削減に向けた高炉内還元反応の 低温高速化」「高強度高反応性コークス 製造技術研究会活動紹介」	①京都大学・三浦孝一 ②九州大学・清水正賢 ③大阪大学・小西宏和 ④東北大学・折笠広典	学による講評	4名
(13)	コークス	4/17、18	(技術伝承、操業 改善、石炭・装炭 車、老朽化対応、 安全・環境対応)	—	—	(生産技術発表大会) グループ討議「コークス工場 の環境対応および作業者の 環境意識の向上」	0名
138	製 鋼	3/7	高級鋼製造方法 の改善	「応用数理における製鋼研究」	①早稲田大学・伊藤公久		1名
71	電気炉	5/22、23	主原料の最適 使用方法	「鉄スクラップ価格高騰の背景と展望」			0名
124	特殊鋼	6/5、6	高級条鋼製造に おける最近の 技術改善	「製鋼精錬プロセスと溶融スラグの粘度」	①九州大学・中島邦彦 ②九州大学・助永壮平 ③名古屋大学・佐野浩行	5/28産学交流会(高周波・ 富山)で実施	3名
83	耐火物	6/12、13	—	「これからの技術者と組織マネジメント —鉄鋼用耐火物技術のさらなる発展を 期待して—」「コンクリート及びコンクリート 構造物の挙動解析」	—	パネルディスカッション「製鉄 現場における耐火物補修作 業と安全対策の改善事例」	0名