

高プロ Today 2010

No.18 Apr. 2010

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: 有山 達郎 (東北大学)

1.

副部長巻頭言

地球温暖化問題、資源の高騰、景気後退など、鉄鋼業を取り巻く環境はますます厳しさを増しています。私は学生時代に2度に亘って製鉄所での実習を経験し、その後現在に至るまで鉄鋼サポーターを自任しておりますが、日本の鉄鋼業界にこの苦境を乗り越って新しい地平を切り開いていただきたいと心から願っております。環境に恵まれた企業は保守的になる傾向があり、困難な状況こそイノベーションを生み出す原動力になるものと思います。これに加えて、意欲のある若い人材を確保することも重要な要素と思います。元々、鉄づくりの現場は圧倒的な迫力で見ると魂を惹きつける力があります。大学に所属する身としては、若い学生たちに鉄鋼の生産現場を体験させてやりたいと思っており、常々、学部生

谷口 尚司

(東北大学大学院環境科学研究科 教授)



や大学院生にインターンシップの機会を利用するよう強く勧めています。私の勧めで鉄鋼会社でのインターンシップを経験してきた学生は、「とてもためになった」、「鉄についてもっと勉強したい」、「将来は鉄関係に進みたい」、などうれしい報告をしてくれます。ご多忙の中で学生を受け入れられ、親身な指導をして下さっている皆様方に、この場を借りて心から御礼申し上げます。数十億年も地中で眠ってきた鉄鉱石が、煮えたぎる炉の中で強靱な鉄に生まれ変わる姿に魅せられるのは、若い学生も定年近い教員(私)でも変わりなく、鉄鋼界の将来を大いに期待したい気持ちです。

2.

高温プロセス部会への提言

冒頭からテレビ番組の話題で恐縮ですが、NHKで「サラリーマンNEO」という番組が放映されていたのをご存知でしょうか。オフィス内で起こり得る場面を滑稽に描くコメディ番組です。その中で“龍崎室長”なる熱血上司が登場します。彼は部下に対し、突拍子もない質問を浴びせます。例えば「なぜ、飛行機は空を飛べるか?分かるか?」です。回答に躊躇したり、「翼が揚力を生み・・・」云々と答えたりしようものなら、彼は一喝します。「他の誰よりも空を自由に飛びまわりたいと思う人が、いたからであっ」

単なるコメディの一場面ですが、“龍崎室長”が言いたいのは、理屈よりも“他の誰よりも～したい”という熱意が優先するということだと思います。この熱意は、すべての仕事に通じるのですが、とりわけ研究開発にとっては極めて大

木村 世意

((株)神戸製鋼所)



切な要素であると思います。もちろん、環境と高品質化、地球温暖化防止と量産化の両立といった問題は、非常に複雑で、熱意だけでは解くことが難しいでしょう。

ここで、僭越ながら部会に対する提言です。“他の誰よりも～したい”と思う老若男女が、大学、企業の双方から集い、研究結果、開発成果という知恵を出し合い、これらから、複雑な問題を解決するための、体系立った理論を生み出す場であってほしいと思います。さらに、熱意を持続けられる学生や若手を育てる場であってほしいと思います。

今後とも、“したい”ことが実現することによって、益々鉄鋼業が発展し、高温プロセス部会がなお一層活性化されることを期待します。

3. 研究会トピックス

■「高強度・高反応性コークス製造技術研究会」

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。本研究会は、2006～2009年度に産官学の研究者（大学・産総研11名、企業17名）が協力して、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に使用して、高強度でガス反応性が高いコークスを製造する方法などを研究しました。

昨年9月に東京で最終報告会を開催し、大勢のご参加を得ました。現在、研究成果を論文化して、本年5月に鉄と

主 査：三浦 孝一（京都大学）

幹事長：加藤 健次（新日鐵）

鋼の特集号を発行する予定で準備を進めています。本研究会による研究開発成果が、今後のわが国の鉄鋼業における石炭資源有効利用技術および省エネルギー、CO₂削減に貢献する技術として、さらに発展することが期待されます。

さて、本年度からは東北大青木主査を代表として、新たに「劣質・未利用炭素資源コークス化技術研究会」が発足します。新研究会につきましても、これまで同様に皆様のご指導、ご協力をよろしくお願いします。

■「鉬石・炭材の近接配置による高炉の還元平衡制御研究会」

高炉操業でのCO₂の大幅削減が製鉄分野での最重要かつ喫緊の課題となっていますが、その可能性として、鉄鉬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の基礎技術として、①鉬石と炭材のナノスケールでの近接配置による還元反応の高速化と低温化、②浸炭・溶解反応の低温高速化について研究を行ってきました。その成果として、鉬石への炭素イオン注入、イオン交換法など鉬石と炭材の粒子間距

主 査：清水 正賢（九州大学）

離をノレベルまで極限的に近接化させることで還元平衡温度を200～300℃低減できること、また、スラグの組成設計あるいはメタルのセメント化によりメタル・スラグの溶融分離温度を鉄-炭素共晶温度まで低減可能であることを明らかにしました。これらの研究活動成果を本年9月の日本鉄鋼協会秋季講演大会討論会で報告いたします。多くの製鉄研究者・技術者の参加を期待します。

■「分散現象に基づく次世代高炉数式モデルの開発研究会」

本研究会は産業界のニーズに応え産学が一体となって進める最初のB型研究会として2007年4月にスタートしました。技術部会として製鉄技術部会、コークス部会の支援を仰ぎ、学側委員として7人が参画しています。近年、高炉分野においては、地球温暖化対策から来る低還元材比操業への強い指向を背景に、高精度な分布制御、高反応性コークス及び高被還元性の塊成鉬の使用検討など操業方法及び装入原料が大きく多様化、複雑化しています。さらに我が国では内容積が5000m³を超える大型高炉が10基以上となり、炉下部、炉床部の通気性、通液性の制御が高炉操業上、極めて重要となっています。これらの課題解決に應えるために高炉の数式モデルは非常に有効なツールとなります。従来、高炉数式モデルに関しては連続体モデルを基盤にして適用が進められてきましたが、上述の高炉操業の方向に合致し、装入粒子単位の機能、局所的な運動挙動を反映しつつ、炉頂から炉床部までを一体として扱え、今後の操業支援に直接的に役立つ新たな概念に基づく数式モデルの開発

主 査：有山 達郎（東北大学）

が求められています。このような背景から、本研究会が組織化されました。具体的なねらいとしては、高炉特有の不均一性、不連続性に柔軟に対応できる離散要素法をベースに反応、伝熱、さらには粒子単位の反応、物理的变化などを取り入れたモデルを構築することを目指しています。2009年度は最終年度ですが、離散要素法と連続体によるガス流れ、伝熱、反応を連成したハイブリッドモデルの開発にはほぼ目途が立ってきました。高炉下部では溶銑、スラグの液滴の挙動を精緻に表現できるところまでできました。従来モデルでは把握が困難な粒子運動とガス流れとの相互作用解析など新しい知見も得られています。また、不連続現象の典型である棚つりの生成予測も見えてきました。残りの課題は全体の統合化と実用化ですが、産学の研究者が互いに英知を絞りながら、鋭意、完成へと向けて努力しています。本研究会は冒頭でも紹介しましたように新しい形式の研究会であり、目標設定に難しいところもありますが、目に見える形で成果をまとめていきたいと思っています。

■「非金属介在物の固相内組成組織制御研究会」

非金属介在物に関しては多くの研究がありますが、鋼の特性に対する影響は、溶鋼や凝固時の挙動だけでは決定されず、様々な加工熱処理の履歴を受けた後の存在状態が最も重要です。介在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ので、凝固後の履歴によって鉄鋼材料中では様々

主 査：北村 信也（東北大学）

な様相をとります。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で、すでに多くの知見がある溶鋼・凝固時の挙動と、鉄鋼材料での挙動との間のミッシングリングを結ぶことを目的として活動しています。

■「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：伊藤 公久（早稲田大学）

本研究会は、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、平成20年度より活動を行っています。平成21年度には、転炉型反応炉を用いた溶銑脱りんにおける、マルチフェーズフラックスを用いた反応シミュ

レータおよび、マルチフェーズスラグの粘性と熱伝導率の推算プログラムが、研究会の成果として得られました。22年度はこれらのプログラムを反応シミュレータのもとに統合し、実際に活用していただく企業側委員のご意見を反映した、実用的なシミュレータの完成を目指します。

■「ミクロ・マクロ偏析制御研究会」

主 査：江阪 久雄（防衛大学校）

表記の研究会が平成21年度にスタートしました。「偏析」は「割れ」、「介在物」と並んで、鑄造工程の3大疾患の一つであり、長年にわたって我々を悩ませ続けてきた課題です。非常にハードルの高いテーマですが、「組織形態を考慮したミクロ偏析の予測」と「固相の移動を考慮したマクロ偏析の予測と制御」の2本を柱に、実験的かつ理

論的に攻略しようと計画しています。対象となるプロセスは「鋼の連続鑄造」と「遠心鑄造」で、大きく異なっていますが、『組織形態』と『流動』という共通する切り口で、攻めてゆきます。

中立と産の協力の元、最短で、最適な解に到達し、産業界全体が潤うような成果を上げたいと思っております。

■「低炭素焼結技術原理の創成研究会」

主 査：葛西 栄輝（東北大学）

高炉用塊成鉱の製造過程に発生するCO₂量の大幅な削減を可能にする技術原理を探索し、実現するために、H21年度にスタートした産学連携研究会です。従来の関連研究成果を参考にしつつ、焼結層内における凝結材粒子の燃焼速度解析および熱移動解析を行っています。また、バイオマスなどカーボンニュートラル炭材に加えて、気体補助燃

料、スチール缶スクラップ、ミルスケールなど炭材以外の発熱源の挙動についても検討しています。さらに、原料の混合・造粒、焼結機への装入、焼結層内の塊成の各過程および焼結プロセスの総合シミュレーションに関する研究を進めています。

4. 国際会議・国際シンポジウム実施報告

International Symposium on Ironmaking for Sustainable Development 2010

「鉄鋼環境国際シンポジウム (ISISD 2010)」

森井 建夫 ISISD2010組織委員長（大阪大学）

2010年1月28日（木）～29日（金）の2日間、大阪大学銀杏会館（吹田市）にて、鉄鋼環境国際シンポジウム（International Symposium on Ironmaking for Sustainable Development, ISISD2010）が開催された。

日本鉄鋼協会内では 高温プロセス部会主催、社会鉄鋼工学部会、環境・エネルギー工学部会共催、また、大阪大学工学研究科・日本学術振興会製鉄第54委員会・大阪大学“グローバルCOEプログラム”「構造・機能先進材料デザイン教育研究拠点」共催にて、今注目の環境負荷軽減や劣質資源対応を目指した製鉄技術の基礎研究から、応用研究、開発研究までの最新の発表ならびに討論を行った。講演論文総数42件、参加者90名と小規模ながら、海外からは、各地域を代表した主な研究者・技術者を中心に発表の4割を占め、内外よりこの分野の重点研究をほぼ網羅して、今後の展望を得ると共に、価値のある意見交換の場を提供した。

The 2nd International Symposium on Cutting Edge of Computer Simulation of Solidification and Casting 第2回国際シンポジウム「凝固・組織シミュレーションの最先端」(CSSC2010)

中島 敬治 CSSC2010組織委員長（特殊無機材料研究所/KTH）

2010年2月3日（水）～5日（金）の3日間、北海道大学 学術交流会館（札幌市）にて、第2回国際シンポジウム「凝固・組織シミュレーションの最先端」(The 2nd International Symposium on Cutting Edge of Computer Simulation of Solidification and Casting)が開催された。

国際シンポジウム「凝固・組織シミュレーションの最先端」は、1999年に第1回が大阪大学（吹田市）で開催された。

その後10年の急激な進展に鑑み、第2回国際シンポジウム「凝固・組織シミュレーションの最先端」が、日本鉄鋼協会・高温プロセス部会 凝固・組織形成フォーラム主催、大阪大学グローバルCOEプログラム「構造・機能先進材料デザイン教育研究拠点」主催で、日本および欧米各国を中心に広く世界の研究者・技術者が一堂に会し、凝固、鑄造およびそれに続く組織形成のコンピュータ・シミュレーションおよびモデル検証のための実験技術に関し議論し、その開発・適用の可能性、将来展望を語る場として開催された。

今回の講演件数は76件、参加者は103名（ドイツ、フランス、イギリス、スウェーデン、ノルウェー、アメリカ、カナダ、中国、韓国、台湾などの海外12ヶ国から51名参加）に達し、活発な討議が展開され成功裏に終了した。

近年における凝固、鑄造分野のコンピュータ・シミュレーションおよびモデル検証のための実験技術に関する諸外国での急速な発展の中で、日本で再び、本国際シンポジウムが開催された意義は大きい。なお、次回は2013年（または2014年）、スウェーデン ストックホルムで開催される予定である。

5.

第30回学生ポスターセッション賞を受賞して

【努力賞】

東北大学大学院工学研究科 渡辺 健太郎

この度は第158回秋季講演大会第30回ポスターセッションにおきまして、「サブミクロン酸化鉄のREDOX反応を利用した高速還元体の創製」という題目で努力賞を頂き、誠にありがとうございます。このような賞を受賞できたのも日頃からの有山教授、井上准教授、植田助教の御指導のお陰であり、大変感謝しております。また、実験面での御協力、御助言を頂きました伊藤技官、生活面において様々な面から支えてくれた有山研究室の皆様にも深く感謝しております。

今回のポスターセッションでは、専門外の方に説明することの難しさ、短時間で説明する事の大変さを感じました。私は4月から鉄鋼会社に勤めます。就職後も、今回のポスター発表で得た貴重な経験を活かし、より一層精進していきたいと思ひます。



東北大学大学院工学研究科 和久田 康司

この度は2009年秋季鉄鋼協会学生ポスターセッションにおきまして、「計算科学によるCO₂固体化学吸収のシミュレーション」という題目での発表し、努力賞をいただき、ありがとうございます。このような賞を受賞することが出来たのも有山先生、井上先生、川添先生、Rodion先生、また多くのスタッフのご指導のお陰であり、大変感謝しております。特に金属材料研究所の川添先生、Rodion先生には計算の遂行に当たり多くの技術面からの指導をして頂き誠に感謝しております。今回の経験を活かし、より研究を進め、知識面、技術面から自己研磨に励んでいきたいと思ひております。繰り返しになりますが、ご指導頂いた方々に感謝したいと思ひます。



東京工業大学工学部金属工学科 小池 美矢子

第30回学生ポスターセッションにおいて努力賞を頂き、ありがとうございました。

今回発表させて頂いた、四端子法による固体Sb₂Te₃の電気抵抗率測定方法に関しては、まだまだたくさん問題が残っています。その後の実験で、端子の改善や試料形状・作製方法において改善すべきことがはっきりしてきました。これらの問題を解決し、さらなる測定精度の向上を目指していこうと思ひます。また、今後の講演大会でその進展を発表できたらと考えています。ポスターセッションでは、これまで指摘されたことのないような内容や知らなかったことをアドバイスして頂くことができ、様々な話を伺える良い機会であったと思ひます。参加にあたって協力してくださった研究室の皆様や、アドバイスをくださった皆様、鉄鋼協会の皆様、本当にありがとうございました。



東北大学大学院工学研究科 小野 慎平

学外でのポスターセッションは初めての経験で、少し緊張しましたが、有意義な時間を過ごすことができました。ポスターセッション会場を見回してみても、どの学生も凄く綺麗なポスターを作ってきているので驚きました。ポスターセッションでは、自分の研究テーマに対して、普段は考えないような視点からの意見を多数聞くことができました。また、人に説明することを通して自身の考えを改めて検討することができたのも大きな収穫でした。それらは、後に修士研究を進める際に非常に役立ちました。全ての意見を修士発表や論文に反映させることは叶いませんでしたが、今回のポスターセッションに参加したことで得た経験は今後の技術者人生にとって大きな糧となっていくと思ひます。



東北大学大学院工学研究科 原田 晃史

この度は2009年秋季鉄鋼協会学生ポスターセッションにおきまして、「固体鋼中の非金属介在物の熱処理による変化」という題目で努力賞を頂き、誠にありがとうございました。このような賞を頂くことができたのも、ご指導頂いた北村先生、柴田先生、丸岡先生、さらには研究室皆さんのお陰だと思ひております。ポスターセッションでは他大学の方や企業の方から多くの質問やアドバイスをいただき、その後の研究を遂行するにあたり大変参考になりました。普段は学外の方と議論する機会が少ないため非常に新鮮で貴重な経験であり、また、このような賞を頂けたことから自信にもなりました。

四月からは一社会人として働き始めますが、大学で得た知識や経験を活かし、より一層精進していきたいと思ひます。



6. 高温プロセス部会委員構成

●運営委員会

部会長	有山 達郎	東北大	委員（講演大会協議会担当）	林 幸	東工大
副部会長（製鉄代表）	武田 幹治	J F E	委員（会計担当）	三村 毅	神 鋼
副部会長（製鋼代表）	谷口 尚司	東北大	委員（編集委員会担当）	森田 一樹	東 大
副部会長（生産技術部門推薦）	高谷 幸司	住 金	委員（企画リーダー）	須佐 匡裕	東工大
副部会長（生産技術部門推薦）	宮脇 新也	神 鋼	委員（資源・エネルギーフォーラム座長）	林 昭二	名工大

●A型研究会

鉬石・炭材の近接配置による高炉の還元平衡制御研究会	清水 正賢	九 大	委員（製鉄プロセスフォーラム座長）	佐藤 道貴	J F E
非金属介在物の固相内組成組織制御研究会	北村 信也	東北大	委員（精錬フォーラム座長）	北村 信也	東北大
低炭素焼結技術原理の創成研究会	葛西 栄輝	東北大	委員（凝固・組織形成フォーラム座長）	安田 秀幸	阪 大
ミクロ・マクロ偏析制御研究会	江阪 久雄	防衛大	委員（ノーベルプロセッシングフォーラム座長）	岩井 一彦	名 大
劣質・未利用炭素資源コークス化技術研究会	青木 秀之	東北大	委員（高温物性値フォーラム座長）	福山 博之	東北大
精錬反応プロセスにおける混相流・多重スケール解析技術の開発研究会	嶋崎 真一	東北大	委員（一般表彰選考WG）	清水 正賢	九 大

●B型研究会

マルチフェーズ利用による溶銑脱磷プロセスシュミレーション研究会	伊藤 公久	早 大	委員（一般表彰選考WG）	松尾 充高	新日鐵
			委員（企画担当）	樋口 善彦	住 金
			委員（企画担当）	齋藤 公児	新日鐵
			委員（企画担当、分析部会との連絡）	河合 潤	京 大
			顧問	井口 学	北 大