

表 1 セッション別内容と発表件数

Session	Contents	Review papers (Oral)	Poster session
I	Coal conversion and combined cycle technology	5	17
II	Steam power plants	9(1)	37(2)
III	Gas turbines	7	56(7)
IV	Diesel engines	3	2
V	Novel perspectives in materials and processes	7	16(1)
	Total	31(1)	128(10)

() 内の数字は日本人による発表件数を表す

501 II プログラムの状況説明がなされた。この会議では、化石燃料使用によるエネルギー機器用耐熱材料全般を取り扱う上記 COST 501 (High temperature materials for conventional systems of energy generation and conversion using fossil fuels) と、蒸気タービン用材料を対象とした COST 505 (Materials for steam turbines) に関する研究成果が中心に報告された。

発表形式として、一般の投稿論文はすべて Poster session により、招待講演者による総括的な Review paper のみが Oral session によるという恒例の方法が今回も採用された。ただし、午後の Poster session で発表される各論文の概要が当日午前中の Oral session において Reviewer から事前に紹介されるというシステムがとられ、Poster session 活性化のための配慮が感じられた。各セッションごとの内容と発表件数は表 1 に示したとおりであり、前回までと異なり、各用途別にセッションが組まれた。ガスタービン用材料に関する研究が相変わらず主流で、とりわけ単結晶超合金や ODS 合金の開発ならびに特性評価、寿命予測などの研究成果が多数報告された。合衆国での超合金シンポジウムとは対照的に環境効果を始めとする特性評価研究が相当重要視され、この分野で発表した筆者にとっても多くの反響を得て、収穫の多い会議となった。また、石炭エネルギーの有効利用とシステムの複合化技術などによる高効率化に関する研究報告が多かったのも今回の特徴のひとつである。石油依存度の高い日本とは対照的に、欧米の石炭に寄せる期待の高さと、石炭燃焼特有の材料劣化(腐食)問題の深刻さを痛感するとともに、日本でも石炭エネルギーに対する認識を改め、より積極的に取り組んでいく必要性を感じた。なお、研究発表の詳しい内容については 2 分冊の Proceeding が Kluwer Academic Publishers から出版されているので、これを参照されたい。

本会議では、開催地がフランス語圏だったこともあって、昼食のメニューや毎夜企画された Cultural events などいろいろな面で少なからずカルチャーショックを受けたが、それだけに新鮮で印象深い会議であった。内容的な展開も含めて、4 年後の開催が楽しみである。

最後に、本会議への出席に際し、日本鉄鋼協会より第 14 回日向方学術振興交付金によるご援助をいただい

たことを付記する。

SRNC '90 (溶融還元とニアネット シェイプ鑄造に関する国際会議) に出席して

片山 裕之・宮沢 憲一
新日本製鉄(株)製鋼研究センター

韓国金属学会、英国金属学会共催による標記の会議が、1990 年 10 月 15～17 日の 3 日間、韓国浦項の RIST (産業科学技術研究所) およびそれに隣接する浦項工科大学で行われた。会議出席者は 27 개국, 394 名である。日本からは日本鉄鋼協会森田会長を始めとして 72 名が参加した。(ほかには地元韓国が 128 名、ドイツ 39 名、アメリカ 27 名、ソ連、英国各 18 名など)。

オープニングセッションでは RIST の BAIK 所長が『韓国鉄鋼業の現状と今後の展望』という講演を行った。それによると韓国は、浦項製鉄所 (910 万 t/年)、光陽製鉄所 (540 万 t/年) によって現在 1450 万 t/年の鉄鋼生産を行っており、世界で第 7 位に躍進してきている。(なお、会議終了後、両製鉄所の見学会が行われ、量産鋼製造の効率化の極限を追及した、すっきりとした生産体制を見学者に強く印象づけた。)

なお、韓国は溶融還元法の開発についても関心を持っており、研究プロジェクト (1990～1994 年、予算約 35 億円) がスタートしている。

会議においては、溶融還元に関しては 35 の論文、ニアネットシェイプ鑄造に関しては 34 の論文が提出された。以下に主な発表と議論を紹介する。

【溶融還元】

提出論文の内訳を表 1 に示す。

溶融還元基礎関連

Prof. FRUEHAN (カーネギーメロン大学) が還元反応、伝熱の機構およびスラグフォーミングについて、主として日本の諸研究および自分の研究室での研究結果に基づいてレビューを行った。多量のスラグを存在させて適度の底吹攪拌状態で上方から酸素をソフトに吹く方式については、ほぼ一貫した説明ができる状況になってきているが、それとは思想が異なる強攪拌型の Hismelt 法について炉内現象をどのように理解するかが、今後に残された課題と思われる。

予備還元プロセス関連

流動層における鉍石粉のステッキングの機構とその防止策が議論の中心であった。

鉄およびフェロクロムの溶融還元プロセス

国内ではすでに議論されている日本の報告 7 件が中心であった。外国の発表でとくに注目されたのは、COREX 法の最近の状況に関する報告である。南ア

表 1 溶融還元関連提出論文内訳

分野 国名	基礎研究	予備還元	溶融還元	ダスト処理	トータルシステム	計
日本	2	2	6		1	11
ドイツ	1	3	1			5
韓国	2		2			4
オーストリア	1		2			3
スウェーデン				2	2	2
カナダ						2
中国			1		1	2
アメリカ	1				1	2
英国				2		2
ソ連			1			2
フィンランド					1	1
計	7	5	13	4	6	35

表 2 ニアネットシェイプ casting 関連提出論文内訳

分野 国名	薄スラブ連铸	ストリップ casting			スプレー casting	その他	計
		単ベルト	双ロール	単ロール			
日本	2		8		1	2	13
韓国			1		2	1	4
ドイツ	2	1			1		4
ソ連				1			1
フランス				1		2	3
米国	1					1	2
台湾				1			1
インド				1			1
オーストラリア		1					1
オーストリア	1						1
ベルギー	1						1
イタリア			1				1
計	7	2	10	4	4	7	34

(注) 論文数は発表者国名で整理した

ISCOR 社の 30 万 t/年の実用プラントは立上げでいろいろのトラブルがあったが、設備改造後は順調な操業を行っており、仕様を 10% も超える生産が行われているという。溶銑品質については S, Si レベルの低下（現状は S: 0.04%, Si: 0.25%）、また石炭単位については 1000 kg/t を切る数字が出るようになったなど改善が認められる。今後、その炉内現象、原料条件と原単位の関係などを理解するためのデータの報告が待たれる。

そのほかには、韓国 (RIST) ではクロム鉱石の溶融還元に関して、日本の製鉄新技術研究組合の方式と類似の、ロータリーキルンと上底吹き組合せ方式の試験結果が報告された。また、中国（北京科学技術学院）からは IMCFO プロセスという、鉱石-石炭ブリケットを原料として、シャフト炉で予熱・予備還元し、反射炉で石炭と空気を吹き込んで溶融還元する方式が報告された。中国での実験作業状況がスライドで紹介され、座長をして“Real metallurgy!”と言わしめた。

ダスト処理プロセス

亜鉛を含んだ製鋼ダストの処理にプラズマを用いる方法が 2 社から報告された（英国の Davy Makee 社と、Tetronics のプラズマ技術を利用したカナダの Mutiserv 社）。いずれも処理法が実用段階に入っている。この処理によって、金属亜鉛、溶融スラグおよび鉄ダストが得られる。

溶融還元全体を通して見ると、これまで知られている諸プロセスの“How to”については今回の会議で報告・

議論がなされたと言えるが、溶融還元の工程でおこる現象の全体としての把握およびその解釈 (Why)、さらに今日の社会的要請（とくに CO₂ 発生量の軽減、S 循環の問題をどう断ち切るか）に応えるために何を研究してゆくか (What) についての議論は今後に残されたように思われる。

【ニアネットシェイプ casting】

提出論文の内訳を表 2 に示す。

薄スラブ連铸関連

ミニミル鉄鋼製造への応用を主対象にした薄スラブ連铸法（スラブ厚さ約 30~80 mm 程度）の積極的開発を背景に、薄（狭）铸型従来連铸法（3 件）、垂直・水平双ベルト法（各 1 件）、ブロック連铸法（1 件）の開発状況の発表があった。薄（狭）铸型連铸法については、凝固後のインライン圧延による厚さ約 2~15 mm のストリップ製造の開発（オーストリア、ベルギー）、および実用中の CSP プロセス（Compact Strip Production）や開発中の CPR プロセス（Casting Press Rolling）と同様に、凝固中と凝固後の圧延によりストリップを製造する方法の開発（イタリア/ドイツ）が発表され、生産速度（铸造速度）、溶鋼注湯方法、铸片性状・品質などの質疑がなされた。凝固中圧延の薄スラブ連铸への適用に対する会議参加者の関心は極めて高く、またベルギーより発表された铸型内壁パウダー注入、铸型直下加速冷却技術などの適用も興味深い。凝固中圧延の効果（圧延負荷軽減、铸造組織微細化）については、Aachen 大学より溶鋼を使っ

たシミュレーション実験の結果が報告されたが、基礎的検討が今後さらに必要とのこと。

ストリップ casting 関連

IRSID とドイツ鉄鋼協会との共著による、欧州におけるニアネットシェイプ casting 技術の開発状況の報告に続き、双ロール法 (10 件)、単ロール法 (4 件) の発表があった。日本からは双ロール法に関する発表が多い。

双ロール法による狭幅ストリップ casting (幅 40~350 mm) については、ステンレス SUS 304 鋼の casting 試験、凝固組織、铸片性状、材質などの調査、表面性状や割れに及ぼす操作条件、注湯方法、ロール表面材質・コーティングなどの効果が議論された。铸片欠陥を支配する基礎現象の議論は少ない。SUS 304 鋼の材質については、機械的特性が現行品と同等との報告が多い。一方、草川先生発表の球状黒鉛鑄鉄の双ロール薄帯では、靱性などの特性向上が得られており、急冷による材質向上の実証として興味深い。

双ロール法による広幅ストリップ casting (幅 400~1000 mm) については 4 件の発表があり、注湯方法、サイド堰、プロセス制御、铸片厚さ変動、割れ、表面・内部性状、凝固組織などの討議がなされた。これらの発表は、SUS 304 鋼の量産技術の先端の開発として注目されているものであり、800 mm 幅铸片の安定 casting (日本)、1.5 m 直径の casting ロール (イタリア)、最高 1 m 铸片幅の異径双ロール設備 (ドイツ)、および casting 量の増加 (1~4 t) など、casting 技術の向上と開発規模の拡大が着実に進んでいる。

単ロール法については、メルトオーバーフロー法に関する SUS 304 鋼や Sn の casting 実験と熱移動・流動解析、メルトドラッグ法のモデル実験と解析、プレーナフロー法の流動解析などが発表された。

単ベルト法によるストリップ casting については、オーストラリアより注湯流のシミュレーションと溶鋼 casting 実験 (铸片厚さ 10 mm, 幅 150 mm)、ドイツ Clausthal 大学より溶鋼実験 (铸片厚さ 5~10 mm, 幅 150 mm) と注湯流、伝熱・凝固の理論解析が報告され、この基礎研究結果を利用したパイロット casting 機の開発 (ドイツ) が紹介されている。

スプレー casting 関連

オスプレー法による板、パイプ、丸ビレットなどの形状の超合金、金属基複合材料、2 層鋼などの製造開発 (ドイツ、日本/英国)、及び米国 Drexel 大学での基礎研究 (表層ポロシティの形成機構、凝固組織形成) が発表された。铸片サイズの拡大 (面積 $2 \times 1 \text{ m}^2$ 、厚さ 8~60 mm)、複層の鋼板・パイプ、非鉄金属への技術応用と普及などが注目される。

その他

SUS 304 鋼の初期凝固組織形成 (東大)、Al 合金や鑄鉄の半熔融状態での圧延 (東大)、Pb-Sn 合金の半熔融双ロール casting (Pusan 大学)、遠心力利用やホロー形状の新エレクトロスラグ casting 法 (ソ連) など、基礎現象や新プロセスに関する興味ある発表があった。

今回の発表では casting 技術・設備開発の大きな進歩が見られる。しかし、開発を支える基礎現象、要素技術、及び casting から材料・製品までの一貫した研究の議論は少ない。今回、国際的または大学/企業間の共同研究が散見されるが、今後、これらの共同研究は研究開発の促進にとってますます重要になるものと思われる。

『鉄鋼は国力なり』と誇りをもって躍進している韓国鉄鋼業を背景とし、会場となった RIST の優れた施設、行き届いた準備と手厚い応対、会場とホテル間の連絡バスから眺められた美しい自然などが印象深かった。

☆☆☆☆☆☆

●主要国における大学の研究費と研究者数 (平成 2 年版科学技術白書)

	年	大学の研究費 (億円)	全研究費に 占める割合 (%)	大学の研究者数 (人)	全研究者数に 占める割合 (%)	大学の研究費 の人口比 (1 人につき円)	大学の研究者数 の人口比 (1 000 人につき人)
日 本	1987	12 096	13.4	124 234	29.7	9 893 ^{*3}	1.02 ^{*2}
	1988	12 396	12.7	128 109	29.0	10 096	1.04
米 国	1986	24 982	13.2	113 500	14.3	10 340 ^{*3}	0.47
	1987	23 547	13.7	119 100	14.8	9 651	0.49
西ドイツ	1983	6 162	15.6	28 955	22.1	10 032 ^{*3}	0.47
	1985	5 431	13.5	29 438	20.5	8 900	0.48
フランス	1985	4 230	15.0	26 089	25.5	7 667 ^{*3}	0.43
	1986	4 145	15.0	26 593	25.3	7 483	0.40
イギリス	1985	2 802 [*]	11.5	—	—	—	—
	1986	2 524	11.6	—	—	—	—

註 * ノーベル賞受賞者の多いイギリスには意外。

^{*2} 日本の大学の研究者数は、人口比では、米国、西ドイツ、フランスの 2 倍以上に注目。

^{*3} 日本の大学の研究費は、人口比では、米国、西ドイツと比べて少なくない。

選考法を開発して、研究者数を、人口比で、欧米並みにすべきではないか。

佐野 幸吉