

## 報 告

## 第3回日独セミナー報告

井 上 道 雄\*

## 1. 第3回日独セミナー開催のいきさつ

日独セミナーは、1976年4月第2回セミナーが東京で開かれ、多数のドイツ側参加者を迎えて盛大に行なわれたが、今回は第3回目になる。すでに本セミナーは2年毎に日独交互に開催することにほぼ内定しており、第3回はドイツ鉄鋼協会 VDEh が主催する形で準備がすすめられた。1977年5月にドイツ側から Dr. KALLA を通し、日本鉄鋼協会田畑専務理事宛第3回セミナーの開催時期、主題などについて書簡があり、時期としては、たまたま 1978 年4月にシカゴ市において第3回国際鉄鋼会議が開催されることになっているので、これにひきつづいて行なうことが適当であろうということ、場所はデュッセルドルフ市を予定していること、そして主題については製鉄製鋼の基礎として次の二つのテーマを主題としたいという提案がなされた。すなわち Secondary Metallurgy 及び Electrochemical Measurement である。これを受けて、日本鉄鋼協会研究委員会で討議の結果、この提案の趣旨に全面的に協力することになり、6月3日の理事会において井上道雄(名古屋大学教授)が準備委員長に選出され、具体的に準備をすすめることになった。そこで従来の例にならい、第1回以来セミナーに関係して来られた方々にお集まり願ひ、井上道雄準備委員長を中心に的場幸雄東北大学名誉教授、荒木透金属材料技術研究所長、不破祐東北大学教授、松下幸雄東京大学教授、盛利貞京都大学教授および田畑新太郎日本鉄鋼協会専務理事らが協議をすすめ、日本側としては、さきにドイツ側から提案された二つの主題に沿ひ、8~10論文を用意することとし、大学側、会社側をそれぞれ半分ずつ、候補論文について意見を交換した。その結果まず大学側としては、Secondary metallurgy 関係として井上(名大)、不破(東北大)、electrochemical measurement 関係として盛(京大)、後藤(東工大)を内定し、主要鉄鋼会社に上記の趣旨にしたがつて、参加を要請した。6月30日および8月9日の2回にわたる準備委員会の結果、新日本製鉄(株)、日本鋼管(株)、川崎製鉄(株)、住友金属工業(株)および(株)神戸製鋼所の各社が参加を快諾され、それぞれ提出論文題目、派遣者が決定された。このリストは直ちにドイツ側 VDEh の Dr.

KALLA 宛送られた。

一方、ドイツ側からは、7月6日付 KEGEL 氏から田畑氏宛の書簡で本セミナーのドイツ側団長として VDEh の冶金基礎研究委員会の委員長である Dr. RANDAK が任命されたことが伝えられた。またセミナーのすすめ方については、Co-Chairman 制で行なうこととし、ドイツ側 Chairman として、Prof. FÖRSTER (Hamburger Stahlwerke)、Dr. RANDAK (Fried. Krupp Hüttenwerke AG, Bochum)、Prof. STEINMETZ (Haus der Technik, Essen) および Dr. PLUSCHKELL (Hoesch Hüttenwerke AG, Dortmund) が選ばれ、また日本側からは、井上道雄、不破祐、盛利貞および松下幸雄の各教授が Chairman をつとめることとなった。

双方の提出論文(英文)は、あらかじめ交換され、そ



写真 1 Dr. Randak 団長の開会挨拶

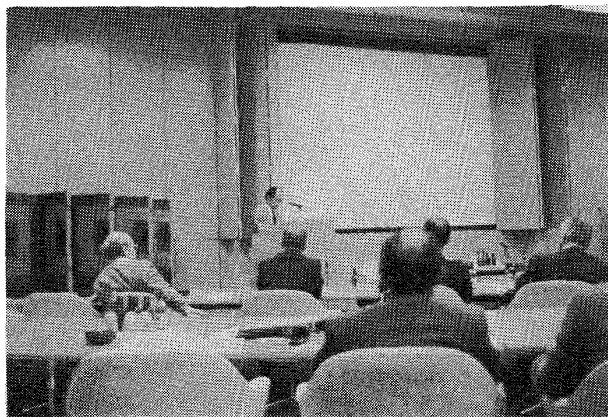


写真 2 井上団長の挨拶

\* 名古屋大学教授 工博 第3回日独セミナー訪独日本代表団長

れぞれ Key discusser を用意して有効な討論ができるよう配慮した。また本セミナーの実質的なリーダーである Dr. KALLA が、セミナーは討論に重点をおくことを強調され、各講演者の発表は 15 分に限り、討論に 25 分を質問者は一人 3 分以内の発言と、ということにきめられた。

## 2. 団員ならびに日程

かくして、第3回日独セミナー参加団員は次のように結成された。

団長 井上 道雄 (名古屋大学工学部金属学科)  
 団員 不破 祐 (東北大学工学部金属工学科)  
 松下 幸雄 (東京大学工学部金属工学科)  
 盛 利貞 (京都大学工学部冶金学科)  
 後藤 和弘 (東京工業大学工学部金属工学科)  
 梅沢 一誠 (新日本製鉄(株)広畑製鉄所技術研究室)  
 江見 俊彦 (川崎製鉄(株)技術研究所)  
 川和 高穂 (日本鋼管(株)技術研究所)  
 多賀 雅之 (住友金属工業(株)中央技術研究所)  
 牧野 武久 ((株)神戸製鋼所中央研究所)  
 田畑新太郎 ((社)日本鉄鋼協会)  
 佐藤 公昭 ( 同 上 )  
 鈴木 道郎 ( " )  
 古賀 忠敏 ( " )

このうち、梅沢、川和、多賀、牧野の4氏は日本から本セミナーのため直接渡独されたが、他の団員はいずれも4月16日から20日まで、シカゴ市で開催された第3回国際鉄鋼会議に出席され、ひきつづき一同揃ってニューヨークで一休みしたのち、4月23日(日) LH-409便でニューヨークを発ち、翌24日早朝、ケルン・ボン空港に着きドイツ入りした。早朝、午前7時というのに VDEh の KALLA 氏が出迎えられ、一同バスで折から永い冬が終つて一度に樹々の梢の緑がもえ始めた田園風景を楽しみながらアウトバーンをドゥイスブルグのホテルまで送られた。ここで日本から直行された前記4氏と合流した。今回は他の会合がデュッセルドルフで開かれているとかで、デュッセルドルフのホテルが早くから予約で満員となり、VDEh のお世話でドゥイスブルグのライン川沿いにある、ホテル・ラインガルテンに宿泊することになった。ホテル到着後、KALLA 氏と凡そのスケジュールについて打合せを行なった結果、当初の予定ではデュッセルドルフの VDEh を表敬訪問することにしてしたが、先方の心遣いで、夕刻までホテルで休息の上、当夜ホテルで歓迎パーティが開かれた。VDEh から KLOTZBACH 会長、KEGEL 専務理事 および KALLA 氏が出席され、ドイツワインで和やかな歓談がつづいた。セミナーおよび研究所、工場見学については、次のようなプログラムがきまつた。

4月25日(火)

見学先 第1班 午前 Fried. Krupp  
 Hüttenwerke AG. 午後 Thyssen  
 Edelstahlwerke AG.

第2班 Technische Hochschule Aachen

4月26日(水)

見学先 第1班 午前 Thyssen AG  
 Hamborn werke 午後 Thyssen purofer GmbH

第2班 午前 Max-Planck Institut および  
 Betriebsforschungs Institut  
 午後 Institut für Schlackenforschung

4月27日(木) 9:00~18:00 セミナー

4月28日(金) "

4月29日(土) Boat tour on the Rheine

なお、これら工場見学、セミナーの間、日本から同行された4人の夫人方のため、Ladies program も組まれてあり、デュッセルドルフ、ケルン、エッセンおよびドルトムンドの観光の御案内をうけた。セミナーの詳細ならびに見学先の紹介については以下に述べる。この間4月26日(水)18時からデュッセルドルフの工業クラブにおいて VDEh 主催の歓迎晩餐会が開かれ、KLOTZBACH 会長夫妻、KEGEL 専務理事夫妻、RANDAK 団長夫妻を始め、本セミナーの主なメンバーの方々御夫妻が出席され、日本側団員全員招待をうけた。席上、KLOTZBACH 会長から丁寧なる歓迎の言葉が述べられ、本セミナーを通じ両国の鉄鋼業の一層の発展と期待する旨結ばれた。これに対し井上団長が日本側を代表して謝辞を述べ、かつて諸先輩が多くを学んだドイツとの特別な歴史を顧み、本セミナーの成功と発展を祈る旨述べた。セミナー終了後、日本側として4月28日18時からパークホテルに RANDAK 団長夫妻以下、主な関係者13名をお招きして、お礼のパーティを開き、和やかな一夕を過した。

4月29日は快晴に恵まれ、日・独双方総勢31名、RANDAK 団長の招待で Fried. Krupp 社の特別ボートでライン下りを楽しんだ。

## 3. セミナーの概要

前述のように、今回のセミナーは4月27日、28日の2日間にわたって、デュッセルドルフ市の中心部にある銀行関係の会館において開催された。参加者は日独双方の代表団の他に、ドイツの主な鉄鋼会社の研究者、技術者約60名が出席した。本セミナーのプログラムは次の通りである。

### 第3回日独セミナープログラム

4月27日(木)

開会挨拶 Randak 団長、井上団長  
 テーマ Secondary Metallurgy  
 座長 Prof. Förster, 井上教授

1. Desulfurization and Deoxidation Behaviors in

## Ladle Furnace

by O.K. Umezawa\* and K. Kajioka\*\*

\* Hirohata Works, Nippon Steel Corporation

\*\* Process Technology R & D Laboratories,  
Nippon Steel Corporation

2. Fundamentals of Mixing Processes in Metallurgy by O.H. Wilhelmi\* and E. Steinmetz\*\*

\* Institut für Industrieofenbau und Wärmetechnik im Hüttenwesen, RWTH Aachen

\*\* Haus der Technik e. V., Essen

3. Treating Fully Deoxidized RH-degassed HSLA Steel Melt with Rare Earths or Calcium for Stringent Sulfide Shape Control

by O.T. Emi\*, O. Haida\*, T. Sakuraya\* and K. Sanbongi\*

\* Research Laboratories, Kawasaki Steel Corporation

4. Model Computations on the Injection of Al-Wire into a Steel Melt

by O.G. Ebner\*, A. Diener\* and W. Pluschkell\*

\* Hoesch Hüttenwerke AG, Dortmund

5. Dissolution of Hydrogen in Liquid Iron from Gas through Slag

by Y. Iguchi\*, S. Suzuki\*\* and O.T. Fuwa

\* Dept. of Metallurgy, Tohoku University

\*\* Nagoya Works, Nippon Steel Corporation

座長 Dr. Randak, 不破教授

6. Decarburization Behavior of Stainless Steel in AOD and VOD Steelmaking

by T. Ikeda\*, O.M. Taga\* and T. Fukui

\* Control Research Laboratories, Sumitomo Metal Industries Ltd.

7. a) Metallurgical Fundamentals of VOD Process

by R. Baum\* and O.R. Heinke\*

\* Stahlwerke Südwestfalen AG, Siegen

- b) Metallurgical Fundamentals of AOD Process

by O.H. A. Dierstein\*, H. Gorges\*,

W. Pulvermacher\* and W. Rubens\*

\* Fried. Krupp Hüttenwerke AG, Bochum

8. Decarburization of Liquid Stainless Steel by Ar-O<sub>2</sub> Bottom Injection through Porous Brick

by K. Narita\*, A. Tomita\* and O.T. Makino

\* Central Research Laboratory, Kobe Steel, Ltd.

9. Some Fundamental Studies on the Behavior of Oxygen, Sulphur and Fluid Flow in the DC-ESR Process

by O.M. Inouye\*, (late) Y. Kojima\*, M. Kato\*\* and S. Asai\*

\* Dept. of Metallurgy, Nagoya University

\*\* Government Industrial Research Institute, Nagoya

10. Mathematical Model for the Investigation of Solidification Characteristics of ESR Ingots

by T. El Gammal\* and O.K. Takahama\*

\* Institut für Eisenhüttenkunde, RWTH Aachen

4月28日 (金)

テーマ: Emf Measurements of Oxygen in Melts

座長 Dr. Pluschkell, 松下教授

11. Electrochemical Measurements in Molten Systems Using Galvanic Cells

by H. Schmalzried\*

\* Institut für Physikalische Chemie, TU Hannover

12. Problems in Oxygen Sensor for Steelmaking

by M. Iwase\* and O.T. Mori\*

\* Dept. of Metallurgy, Kyoto University

13. Properties of Solid Oxide Electrolytes for Electrochemical Measurement of Oxygen Activity in Steel Melts

by O.D. Janke\* and H. Richter\*\*

\* Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf

\*\* Thyssen Niederrhein AG, Oberhausen

14. Emf Measurements for Determining the Basicity of Slags

by M. G. Froberg

\* Institut für Metallurgie, TU Berlin

座長 Prof. Steinmetz, 盛 教授

15. Oxygen Potential in Steelmaking Slag and Art of Use of Oxygen Sensors in Japanese Steel-making Plants

by O.K. S. Goto\*, M. Kawakami\* and Sunayama\*

\* Dept. of Metallurgical Engineering, Tokyo Institute of Technology

16. Operating Results of Emf Measurements for Unalloyed and Alloyed Steels

by O.H.-U. Lindenberg\* and P. Meierling\*\*

\* Fried. Krupp Hüttenwerke AG, Bochum

\*\* Stahlwerke Südwestfalen AG, Siegen

17. Problems in Application of Oxygen Probe in Steelmaking Process

by O.T. Kawawa\*, T. Itaoka\*, H. Tokunaga\*

and R. Imai\*

\* Technical Research Center, Nippon Kokan K. K.

#### 18. Adjustment of Deoxidation Degree of different Steels by Emf Measurement

by J. Schoop\*, H. -G. Fleige\*, G. Zielinski\*, B. Osthoff\*, V. Kersting\* and F. Schruoff\*

\* Stahlwerke Peine-Salzgitter AG, Peine

閉会挨拶 井上団長, Randak 団長

### 4. 提出論文の概要

日独双方から提出された 18 論文の概要を紹介するが始めに述べたように、本セミナーは討論に重点をおくことを強調された Dr. KALLA の趣旨はかなりよく実行されたと思う。一論文について平均 5 件位の質問やコメントが出され、割当の 25 分間もやや超過し勝ちであった。

論文の配列は前記のプログラム通りとし、題目および著者名は重複をさけるため論文番号のみ記載した。なお論文の要約担当者を末尾の括弧内に記した。

本セミナーの論文集は鉄鋼技術情報センターに収録されている。

【論文 1】 60 t 取鍋精錬炉における脱硫、脱酸挙動を主としてスラグメタル反応の面から考察した。脱硫はスラグの塩基度、FeO、MnO 等の低級酸化物含有量に影響され、高塩基、強還元性スラグの造滓技術が重要である。S の移行のメカニズムはスラグ中の  $O^{2-}$ 、 $Mn^{2+}$ 、 $Fe^{2+}$  イオンの移行を併う反応を考えることにより定性的に説明できる。

脱酸反応は鋼浴中の脱酸生成物の浮上分離過程と、スラグ又は耐火物からの酸素の供給過程の差で記述され、最終到達酸素含有量は、鋼中 sol [Al] 含有量、攪拌強度、スラグ塩基度、耐火物種類と密接に関連している。

この取鍋精錬炉を転炉法と組み合わせて使用することにより Al 含有鋼の場合  $T.[O] \leq 20ppm$ 、 $[S] \leq 0.002\%$  の極低硫、極低酸素の清浄鋼の製造が可能となり、品質の向上が計れると共に、高級鋼の転炉による製造が可能となった。(梅沢一誠)

【論文 2】 均質で不純物の少い鋼を製造するためには鋼浴の攪拌プロセスが重要である。本論文は攪拌プロセスの効果に関して従来の文献データを化学工学的見地からまとめたものであり、特に脱硫プロセスにおける攪拌効果について考察している。攪拌を取扱う場合、化学反応を無視すれば、常温の水が 1600°C の溶鋼の kinematic viscosity に類似しているため、水モデル実験を行うことにより、定量的データが得られ易く数学的取扱いが容易となる。

攪拌の見地からはインペラーによる機械的攪拌が効果

的であり、反応の見地からはガスによる粉体の吹込みが効果が大きく、これらの組合せ方式がもつとも効率的であると述べている。以上の考察に対して多くのプロセスでは溶鋼とフラックスの 2 相が共存しており、これら 2 相間の接触効果が重要であるので、この面からの考察が今後必要であるとの意見が多く出された。(梅沢一誠)

【論文 3】 溶鋼の RE、Ca 処理による低合金高張力鋼中の大型介在物の挙動、凝固時の硫化物の析出機構を明らかにし、鋼塊底部に硫化物集積をおこさずかつ V-、A-偏析部でも硫化物が形態調節されるための RE、Ca、S の濃度範囲、“RE-Zone”、“Ca-Zone”、を決定した。この組成範囲の鋼塊から得た製品は優れた水素誘起割れ耐性を示した。極低脱硫法、Ca 添加法、Ca と RE の優劣、硫化物集積機構、製品への応用例に質問が集中した。Peine では RE 処理極低硫鋼を溶融フラックスを通して鑄込み、同様の結果を得ている。(江見俊彦)

【論文 4】 線材添加法は、脱酸法、合金添加法及び脱硫法とし新しいプロセスである。この方法は広い応用性、正確な添加量の調整、添加歩留りが高いことなどの特徴がある。Hoesch 製鉄所では、2 年前より Al-Wire-Feed 法を採用している。Al 線はガス吹込端において鋼に添加され、その後鋼は連鑄機で鑄造される。線材は 12 mm  $\phi$  で、添加速度は 4m/sec である。本論文では溶鋼に添加された Al 線の溶解過程を伝熱解析すると共に溶鋼中における Al 線の運動軌跡を解析している。伝熱解析によれば、Al 線添加後表面に 1~2 mm の鋼のシエルが形成され、次に内部の Al が溶解し、最後に鋼のシエルが再溶解する。全溶解時間は 12 mm  $\phi$  の Al 線で 2.5 sec である。よつて 4m/sec の添加速度では、溶鋼中で浮力を受けても、十分取鍋底部 (3.5m) まで達することができる。〔討論内容〕 (問) 理論的には論文の通りであるが、Al 線表面にはガス、又は機械油の付着があり、溶解時間は計算値より速いのではないか。計算結果を実験的に確認したか? (答) 単に計算のみである。(川和高穂)

【論文 5】 製鋼過程における [H] は炉内雰囲気中の水蒸気分圧が大きな原因となることを明らかにした。わが国の研究の歴史を概説し、近年著者らによつて試みられたガス相からの溶融スラグを通しての水素の溶鉄への溶解についての実験的研究結果が報告された。CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO 系スラグで蔽われた溶鉄は、気相中の水素と接しても、全く水素を吸収することはないが、水蒸気を含む雰囲気と接すると、ただちにスラグは水素を吸収し、さらに溶鉄とともに水素が増加する。本実験ではアルゴン-水素蒸気混合ガス中の水蒸気分圧  $p_{H_2O}$  が、31.8 mmHg および 92.5 mmHg のもとで行なわれたがいづれの場合でも、塩基性スラグの方が酸性スラグよりもスラグを通しての溶鉄への水素の溶解速度が大きい。また、スラグに (FeO) を含有させると、スラグのみな

らず溶鉄への溶解速度も増大する。すなわち、スラグ中の  $\text{Fe}$  イオンは、気-液界面で  $\text{Fe}^{3+}$  となり、 $\text{OH}^-$  をともなつて溶鉄中に酸素および水素を供給するものと考えることができる。これらの結果から、溶鉄へのスラグを通しての水素吸収反応は、スラグ相中の水素の物質移動律速とみなして、その物質移動係数を試算すると、およそ  $10^{-4} \text{cm/sec}$  のオーダーである。これに対し、より水蒸気分圧の低いときの  $[\text{H}]$  の挙動はどうかという点に関心が示された。(不破 祐)

【論文 6】  $1 \text{t} \sim 8 \text{t}$  の実験炉データを解析して、AOD 及び VOD におけるステンレス鋼の脱炭挙動を報告した。即ち脱炭速度は  $0.40\% \text{C}$  以上の高炭領域では酸素供給速度に支配され、 $0.40\% \text{C}$  以下の低炭領域ではその時の鋼浴炭素濃度に支配される事を示し、クローム酸化防止には酸素供給速度と鋼浴の攪拌条件が重要な因子である事を述べた。(多賀雅之)

【論文 7 a), b)】 a) では VOD の脱炭ダイナミック制御についてのプロセスパラメーターと脱炭制御法について概念的報告が行われた。b) では AOD 精錬における脱炭挙動の熱力学的検討を基に、高炭領域では酸素を上吹で、かつ送酸速度を通常の 2 倍程度に増加してもクローム酸化を抑制して脱炭出来る事を述べ、実炉における操業結果を示した。尚、討論の中で低炭領域における酸素上吹の是非が質問されたが、テストの結果は不芳でありクローム酸化が大きく経済的でないとの見解が示された。(多賀雅之)

【論文 8】 ステンレス鋼の脱炭精錬のひとつの試みとして、減圧雰囲気下においてポーラスプラグ底吹き法により、 $\text{Ar-O}_2$  の吹込み試験を行つた結果が報告された。まず  $80 \text{kg}$  真空誘導溶解炉により脱炭挙動を調査した結果、脱炭速度は 1 次式で表わされ、脱炭酸素効率は雰囲気圧力が低いほど、 $\text{Ar-O}_2$  中の  $\text{O}_2$  分圧が低いほど、また溶鋼温度が高いほど大きくなることが判明した。また  $\text{O}_2$  分圧が  $0.5$  以下であればポーラスプラグはかなりの耐食性を示した。基礎実験の結果にもとづき、この方法を  $15 \text{t}$  電弧炉精錬後の仕上脱炭に適用するため、取鍋底部に最大 4 個のアルミナ質ポーラスプラグを取りつけ、 $\text{Ar-O}_2$  (混合比  $1/1$ , 流量  $4.0 \text{Nm}^3/\text{min}$  以下) を吹込んだ結果、 $15 \text{min}$  の処理により  $\text{C} 0.20 \rightarrow < 0.02\%$  の脱炭精錬が可能となり、 $80\%$  以上の脱炭酸素効率および  $98\%$  以上の  $\text{Cr}$  歩留が得られた。この方法はポーラスプラグの通気量に限度があるので大きな脱炭量を得ることが困難であるが、低炭素域での優先脱炭プロセスとして有用であることが示唆された。(牧野武久)

【論文 9】 実験用小型直流 ESR 炉を用い、インゴット中の酸素および硫黄濃度に及ぼす極性の影響を中心に酸素および硫黄の電極-スラグ-メタルプール間の移行過程を実験的に追跡するとともに、ESR 操業中のスラグの流動、温度分布を Navier-Stokes 式と自然対流を組合

わせて解析した。酸素の移行については、これをスラグから汚染ととらえ、電極-スラグ、あるいはメタルプール-スラグ界面の電流密度に支配されることから、電極負の場合の方が鋳型径が大きくなるほど、いちじるしく低下すること、つまり大型 ESR ほど電極負の方が低酸素インゴットが得やすいことを明らかにした。ESR による脱硫という観点からすれば、電極正で大気中溶解が最も有利で、スラグ-雰囲気界面での気化脱硫の効果は明らかである。電極-スラグ-インゴット間の硫黄の挙動については、物質収支を考えることにより、電極負の場合はかなりよく説明することができるが電極正の場合の解析は困難である。またスラグの流動については、工業的大型炉に比べて、本実験炉のような小型炉では大きく、計算結果では中心部で  $\text{max } 20 \text{cm/sec}$  となつた。また電位分布の計算結果は川上らによる実測値とかなりよく一致している。本論文については、スラグ-メタルプール間の酸素の物質移動係数の求め方、AC 大型炉の場合の酸素値の推定について質疑があり、またドイツ側からは Max-Planck Institut (Düsseldorf) における ESR 流動の研究結果のコメントが発表され、これについて、表面、つまり雰囲気-スラグ界面の流動をどのようにして求めたかなどに関して討論が行なわれた。

(井上道雄)

【論文 10】 非定常モデルで凝固過程のメタルプール形状を求めた論文である。すなわち、円柱インゴットを考え、軸対称として、メタルプールならびに凝固部の温度分布を熱伝導に関する基礎式を、適当な境界条件のもとに解いた。解析の手法は従来、このような場合に試みられている方法とほぼ同様である。計算結果は、他の研究者による実測結果とよく一致し、これまでに試みられた定常モデルによる解析結果よりも、本モデルの方が ESR の凝固プロフィールをより精確にあらわすものであることを示した。本計算結果について、最も重要であると思われる総括熱伝導係数、 $U_w$ ,  $U_{wb}$  の見積り方、またスラグ-メタル界面温度のとりあつかいについて討論がなされたが、事実上これらのパラメーターの決め方がむづかしいとのことであつた。(井上道雄)

【論文 11】 高温度で  $\text{ZrO}_2$  基固溶体を固体電解質に用いたガルバニ電池の EMF は安定していてその物理的意味は明らかである。しかるに液体スラグなどのような多元系イオン液体を電解質に用いたガルバニ電池の EMF は再現性が悪く科学研究の対象としては不適当と考えられがちである。理由は 2 つあつて、1) 副次反応が早く進行する、2) EMF の意味を水溶液電解質の場合の単極電位の式の誤つた用い方で考察しがちである。

本論文は後者 2) の問題を明快に解説したもので、

$\text{Me} - \text{B} (1) | \text{多元系スラグ} | \text{Me} - \text{B} (2)$

なる電池の EMF の物理的意味を明確に下の Wagner の式で与え、色々な実例について解説している。

$$-E\mathcal{F} = -\tilde{\mu}_B(2) + \tilde{\mu}_B(1) + \sum_{\alpha} \int t_{\alpha} d\tilde{\mu}_{\alpha B} \\ - \int (\sum_{\beta} t_{\beta}) d\tilde{\mu}_{A,B} + \sum_{\beta} \int t_{\beta} d\tilde{\mu}_{A,\beta} + \int t_e d\tilde{\mu}_B$$

この式より多元系スラグのイオンの輸率  $t_i$  さえわかれば EMF の意味がわかる。水溶液の単極電位の概念を誤って用いないようにという主旨の論文である。

(後藤和弘)

【論文 12】 製鋼用酸素センサーに関し、現在の問題点は、1) 固体電解質の電子伝導と正孔伝導、2) 酸素の透過性、3) 基準極物質中の分極現象、4) 固体電解質の耐熱衝撃値および、5) 基準極物質の 5 項目に大別できると述べ、電子伝導の大きさを示すパラメータ  $P_{\Theta}$  が変化した場合に起電力が鋼浴中の酸素濃度によつていかに変化するか、また酸素の透過に基づく固体電解質界面の酸素量と鋼浴中の酸素量との差異などを図示し、固体電解質はロットごとに  $P_{\Theta}$  の値を明示すべきであると論じている。これに対し酸素の透過量を求める理論式[(5)式]、固体電解質中の不純分として含まれる Na, K の影響、耐熱衝撃性の良好な固体電解質に対する基本的な考え方などについて質疑応答が行われた。なおドイツでは基準極物質として酸化モリブデンを使用する場合は  $\text{MoO}_2$  を使用し、 $\text{MoO}_3$  は使用していないとのことである。

(盛 利貞)

【論文 13】 溶鋼中の極低酸素量測定に固体電解質を用いる場合の問題点にとくに注目した論文で、極低酸素量の計算には電子伝導を考慮に入れた補正式を用いる必要があり、この式中のパラメータ  $P_{\Theta}$  [原文は  $\text{Pe}'$ ] を  $\text{ZrO}_2(\text{CaO})$ ,  $\text{ZrO}_2(\text{MgO})$  および  $\text{ThO}_2(\text{Y}_2\text{O}_3)$  固体電解質について実験的に決定し、前二者では  $P_{\Theta}$  を用いなければならないが、 $\text{ThO}_2(\text{Y}_2\text{O}_3)$  の場合は補正式を用いる必要はないこと、また固体電解質中の内部電流による酸素の移動は避けられず、このために  $\text{Cr}-\text{Cr}_2\text{O}_3$  混合基準極にも分極を生ずること、さらに基準極物質の標準生成自由エネルギーや  $1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{O}(1\%)$  の標準自由エネルギーの変化の数値にも問題があると述べている。考え方は岩瀬・盛の論文の内容とよく似ているが、酸素センサーをかなり長時間溶鋼中に侵漬した場合の起電力の変化などが図示されており、酸素センサーの今後の開発に種々参考となるデータを提供している。

(盛 利貞)

【論文 14】 液相接続のある酸素濃度電池を利用し、標準スラグと供試スラグの酸素ポテンシャルを比較することにより、サルファイドキャパシテイと対応する塩基度相当の尺度を得ることができる。電池の電位の表現には金属陽イオンの活量比も含まれるが、電位とサルファイドキャパシテイの対数との間には直線関係があるので、電位を塩基度の簡便な尺度としてもよい。新しい概念ではない。

(江見俊彦)

【論文 15】 本論文は、 $\text{Mo}$ ,  $\text{MoO}_2$  [ $\text{ZrO}_2-\text{CaO}$ ] 製鋼

スラグ、なる電池の起電力より  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  一定の場合の製鋼スラグ中の  $p_{\text{O}_2}$  と  $\text{Fe}^{3+}$  と  $\text{Fe}^{2+}$  の量比を迅速に測定する方法を開発しようとするものである。実験室的研究と製鋼用転炉内スラグによる研究の結果  $1450^\circ\text{C}$ ,  $\% \text{CaO}/\% \text{SiO}_2 = 1.0$  で次の式を得た。

$$\frac{\text{wt}\% \text{Fe}^{3+}}{\text{total wt}\% \text{Fe}} = 0.00115E(\text{mV}) + 0.075$$

製鋼スラグの  $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$  は  $\text{ZrO}_2-\text{CaO}$  固体電解質にかなり早く浸透するが、数分間 EMF は安定しその再現性は良いことから本方法は製鋼プロセス中のスラグコントロールや製鋼スラグの後処理中のセンサーとして使用出来ることが予想される。

又本報告の後半は 1977 年日本の製鋼現場で 26 000 本の酸素センサーが使用されたがその使用目的やメリットの詳細な調査結果の報告であつた。

前半と後半の両方にドイツ側からかなり質問があつたが特に記すべき内容のものはなかつた。

(後藤和弘)

【論文 16】 酸素プローブを利用して炭素鋼および高合金鋼中の  $\text{O}$  の活量を測定した結果について報告された。

(a) “FOX” プローブ (Ferrottron Oxygen,  $\text{ZrO}-\text{MgO}$  電解質を保護管構造にしたもの) を用いて転炉出鋼後のリムド鋼, Si キルド鋼および Al キルド鋼中の  $\text{O}$  の活量を測定したところ、ひじょうに再現性の良い結果が得られた。とくに Al キルド鋼のように  $\text{O}$  の低い場合でも測定値のばらつきが少なく、Al 含有量との高い相関が得られ、Al の適中率が向上した。また溶銑中の  $\text{O}$  の活量を測定した結果も報告され、 $\text{CaC}_2$  による脱硫処理前で  $a_{\text{O}} = 0.9 \sim 1.2 \text{ ppm}$ , 処理後で  $a_{\text{O}} = 0.6 \sim 0.9 \text{ ppm}$  であつた。

(b) ステンレス鋼などの高合金鋼では、 $\text{O}$  の活量補正に  $\text{Fe}-\text{X}-\text{O}$  系で求めた相互作用助係数  $e_{\text{O}}^{\text{X}}$  を適用することができないため、20 kg 高周波誘導溶解炉の底部に酸素プローブを埋込み、Cr 12~18%, Ni 0~9% を含有した高合金鋼を溶解して  $\text{O}$  の活量を測定し、各鋼種に応じた活量補正係数  $f_{\text{O}}$  を Si, Al, N の関数として求めた。さらにこれらの補正係数を実炉に適用した結果が報告された。また VOD 操業中に溶鋼中の  $\text{O}$  の活量を連続測定した結果が紹介され、酸素プローブの利用が精錬をコントロールする一手段としてひじょうに有効であることが報告された。

(牧野武久)

【論文 17】 酸素電池を製鋼プロセスに応用するためには、正確で安定した酸素電池の開発と使用上の Know-how を確立する必要がある。従来使用していた酸素電池は多くの問題点があり、以下の諸点を改良して新型の酸素電池を開発した。①電解質と標準極 ( $\text{Cr}-\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) との接触、及び電解質と溶鋼との接触が安定するように、電解質の形状と寸法を工夫した。②保護部については外

部断熱材，ブリムの形状と材質の変更，更に保護紙管内部に金属箔を押入することなどを行なった。その結果成功率の高い酸素電池を開発した。

上記酸素電池によつて，セミキルド鋼，及びリムド鋼などの溶解酸素量を測定した。前者については，取鍋内でガス吹込後測定すると取鍋における代表値が得られた。酸素電池と Al-Wire-Feed 法を組合せることにより，リムド鋼の脱酸調整，あるいは薄板用アルミキルド鋼の経済的な製造が可能となつた。

【討論】（問）Fig. 12 に示す溶解酸素はリムド鋼として低すぎないか？

（答）上注法なので，低くはないと思う。

（川和高穂）

【論文 18】 Peine-Salzgitter AG (Peine 工場) では 1977 年以降，快削鋼と熱処理用鋼，ハダ焼鋼の製造に当つて脱酸調整に起電力測定法を実用化していると述べている。

快削鋼はイオウ約 0.3%，ある場合は鉛 0.2~0.3% を含むセミキルド鋼で，その表面性状と硫化物形態を適正にするには注入前溶解酸素が 40~60ppm でなければならないとして，アルゴン攪拌の取鍋で温度低下も考慮し脱酸剤調整に酸素プローブを使用している。

つぎに，熱処理用鋼とハダ焼鋼では表面性状と清浄度の要求から全アルミニウムが 0.005~0.008% のせまい範囲でなければならないとして，スラグ・カットしたアルゴン攪拌の取鍋でアルミニウム添加量を微調整するために酸素プローブを採用している。江見俊彦はこの成果を高く評価し，また H.-U. Lindenberg (Krupp, Bochum) および松下幸雄からコメントがあつた。後者は，日本におけるカルシウム快削鋼の脱酸調整と発光分光法による迅速なアルミニウム形態分析に関するものである。

（松下幸雄）

## 5. 工場・研究所訪問記

セミナーに先立ち，4月25日(火)，26日(水)の2日間に亘つて，前記プログラムの通り工場・研究所の見学訪問をしたが，見学先が工場と研究所とに分かれ準備されていたので団員の希望を募り2班に分れ行動した。各見学先では，業務の多忙にも拘わらず行届いた準備のもと丁寧な説明をうけ，印象深い見学をすることが出来た。以下見学の印象を綴る。なおドイツ訪問後，フランスの IRSID を訪問したので，併せて見学記を記載した。

### 4月25日(火) Fried Krupp Hüttenwerke AG. Rheinhausen

独における公式スケジュールの最初として第Iグループは4月25日午前中を使つて Rheinhausen 製鉄所の見学を行つた。製鉄担当の Dr. Funke から製鉄所概要の説明を受けた後，製鉄所全搬とヤード，港，高炉，転炉，等々の一般見学を行つた。歴史ある地に建設された

Krupp 社の最主要工場であり，新旧設備の並立した立派な工場であつた。特に転炉工場では今回のセミナーに報告された Krupp 社のレポートにある如く，酸素プローブが極めて巧みに実操業に使いこなされており参考となつた。又，製鉄工場では一般鉄道を使つてトローピーカーを他の工場に遠距離輸送しており驚かされた。

（多賀雅之）

### Thyssen Edelstahlwerke

4月25日，午前中の Krupp 社の見学にひきつづき，午後 Thyssen Edelstahlwerke 社 Krefeld 工場を訪門した。工場長の Dr. Ing. Egonköhler 以下技術スタッフの方々が一行を迎えてくれた。当社は Thyssen グループの傘下にあり，ステンレス鋼部門では西ドイツで25%のシェアを誇っている。ひととおりの会社概要の説明を受けた後，ステンレス製鋼工場，条鋼工場および薄板工場を見学した。製鋼工場ではちょうど 100 t AOD 炉が操業中であり，炉前，操業室内で見学することができた。操業室にある大きな黒板には約 10 チャージほどさかのぼつて操業条件，操業結果が細かく記入されていた。技術スタッフの方々はひじょうにオープンな態度で質問に応じてくれ，好印象をうけた。また条鋼工場，薄板工場はきれいに整頓されており，壁に示された SOS の大きな文字 (Sauberkeit, Ordnung, Sicherheit) が目を引いた。工場見学の後，郊外のレストランでビヤパーティの招待にあずかり，Dr. Ing. Egonköhler を中心に技術的な問題について discussion し，またお互いのお国自慢に花を咲かせるなどひじょうに和やかなひとときを過ごすことができた。

（牧野武久）

### Technische Hochschule Aachen

ホテルまで出迎える VDEh の Steffen 氏の車に，井上，後藤，川和，佐藤の4名が同乗し，Aachen に向う。Aachen まで 75 キロ，アウトバーンで1時間そこそこである。9時半ごろ Aachen 着，早速，Institut für Eisenhüttenkunde を訪ね，所長 Prof. Dahl を始め，Prof. El Gammal から主な方々に迎えられ，Prof. Dahl から Institut の概況の説明を受けた。この席には，先年まで永年所長であつた著名な Schenck 先生もお元気な顔をみせられ，筆者は特に感慨深かつた。Institut は大別すると，Extractive Metallurgy (Prof. El Gammal, Prof. Lange)，Process Technology (Dr. Gudenau，以前は Prof. Wenzel) および Physical Metallurgy (Prof. Dahl, Prof. Schmidtman) から成り立っている。今回は Physical Metallurgy の部門は除き，まづ Prof. El Gammal の案内で，ESR の基礎研究（一部は本セミナーで発表）や溶融スラグの界面張力や密度の測定など，また折悪しく Prof. Lange および Dr. Gudenau が外国出張中で不在であつたが，それぞれの研究室の方の案内で見学させていただいた。個々の研究内容の概略は省くが，Prof. Lange の研究室では主として製鋼過程を対象



としたガスと溶鉄間の冶金反応速度論的研究が行われており、Process Technology の部門では、別棟の実験棟に、大学としてはかなり大きいモデルプラントがあつて製鉄工程の諸問題をとりあつかつていた。

午前中の見学終了後、Prof. Dahl の招待で一同 Aachen の代表的な Town Hall のレストランで昼食の接待をうけた。この席には Prof. El Gammal, Prof. Wilhelmi 他主だった方々も列席し暫く歓談した。昼食後 Aachen の有名な Cathedral を見学、ふたたび大学へ戻り、Institut für Verfahrenstechnik (所長、Prof. Wilhelmi) および Institut für Theoretische Hüttenkunde (所長、Prof. Knacke) を訪ねた。この2つは Aachen の大学としては比較的新しい建築である。まず前者では Prof. Wilhelmi が自身で丁寧に研究室を案内して下さり、いわゆる化学工学的研究で、工業炉の熱移動とか異相間の物質移動、混合などに関するいろいろのモデル実験装置が組立てられていた。それらの一部は、今回のセミナーに論文として発表された。後者では、Prof. Kubaschewski が同教授の専門である熱力学に関する沢山の資料を用意され、熱心な案内をうけた。ここではまた、核燃料の物理化学的研究も行なつており、質量分析計による  $\text{UO}_2\text{F}_2$ 、 $\text{ThJ}_4$  などの熱力学的研究、種々のスラグの蒸気種の研究などの他、金属酸化物の塩化反応の速度論的研究など広範囲にわたつている。このほかにも断熱型カロリメーターによる熱力学的諸数値の決定などもあるが、これらの諸研究成果をもとにした熱力学的データベースが注目される。既に 2000 以上の無機化合物の熱力学的数値がプログラムされており、いつでも工業上の必要や、複雑な問題の解明にすぐ応じられるようになっていた。内容豊かな研究室に感銘をうけながら御丁寧な Kubaschewski 教授の見送りをうけて辞したのはもう黄昏時であつた。最後になるが往復の車での送迎や Aachen での見学の労をとつてくれた Steffen 氏の労に感謝する。(井上道雄)

#### 4月26日(水) Thyssen A. G. Duisburg Hamborn

4月26日9時、田畑専務以下6名(VDEh から Dr. KALLA 御同行) ホテルを出発し約30分で同製鉄所到着、門近くのセンターに案内され工場概要説明後、最初 LD 工場(400 t × 2 基)を見学、そこで Dr. HOEFFKEN より説明を受けたが、LD 炉体管理への赤外線 I. T. V の利用ダイナミック・コントロール(部分的に実施)等も行われており、全体として日本とそう差はないように見受けられた。その他混鉄炉は2基、DH 1 基であつた。次いで圧延工場に廻り、主に表面処理工程の見学で午前中を終えた。昼食は同所内のクラブで円卓を囲んでのものであり、お互いの親交をより深めた。再びバスで原料ヤード、荷揚岸壁を廻り、途中窓外に最新鋭大型の Schwelgern 1 高炉を眺めることができたが改修中であり、見学できず残念であつた。また同高炉は民家に隣

接した layout になつていて騒音問題の経験もあるとのことであつた。最後にトピードカーでの脱硫作業の見学を終え同所を後にして予定通り次の見学先 Thyssen Purofer GmbH に向つた。(古賀忠敏)

#### Thyssen Purofer GmbH

当初オーバーハウゼンにあるテストプラントを見学する予定であつたが、テストプラントが稼働停止中のため Essen にある本社を訪問し、Dipl.-Ing. Friedrich-Wilhelm Jenner, Dipl.-Ing. Georg Lange の両氏と面会した。

テストプラントを停止している理由は、(1)スクラップ価格が安くなつている。(2)イランへ技術指導のためにスタッフを送つている。とのことであつた。

まず Purofer Process 説明の映画を約20分見た後、Lange 氏の説明を受け質疑応答を行つた。

現在稼働中の設備としてはテストプラントの他に、(1)ブラジル COSI GUA(重油使用)、(2)イラン(天然ガス使用)の2ヶ所があり、これらのデータとフローシートのパネルを利用して、Purofer 法の特徴が説明された。

還元ガス製造には2基の蓄熱式の発生炉を用い、原料中の硫黄分が燃焼除去される、シャフト炉は冷却帯を持たず排出された還元鉄は熱いままブリケットとするなどの特徴を持ち、工業化操業が容易であるとのことであつた。

その後原料鉱石性状、還元温度還元ガス利用率などについての活発な質疑応答が行われた。(鈴木道郎)

#### Max-Planck-Institut für Eisenforschung

所長の Prof. Engell よりの簡単な説明をうけた後研究所内を見学した。各実験室にはこれから大学へ博士論文を提出しようといういわゆる Doktrand がまちかまえていて、おどろいたことにはそれぞれ実験の説明を2~3枚の原稿にまとめ図面を用意し、更にその場で非常に興味深そうな実験を実際にやつてみせた。研究の内容も立派であるがこのような実演は、非常に重要な研究の姿勢であり、このような強烈的な徹底した実験実証主義こそ学ばねばならぬと深い感銘をうけた。これは Prof. Engell の研究の姿勢が Prof. Schwerdtfeger や Prof. Grabke, Dr. Janke などの製鋼物理化学の研究の指導者達の研究の方法に共鳴していることを示し、研究所内には若々しい Doktorant が数多く熱心にそれぞれの主張と信念をもつて研究しているので、この研究所は今後ますます発展するような気がした。日本からももう少しこの研究所に長期間研究に行つた方が良いような感じがする。我々はなほ Max-Planck-Institut から学ぶべきことが多いような印象をうけて帰路についた。(後藤和弘)

#### Betriebsforschungsinstitut

4月26日ホテルからマイクロバスで約1時間かかり、9時30分 BFI に到着した。デュッセルドルフでは IG-EDO (西欧最大のファッションショー)が行なわれてお



り、市内の交通が各所で渋滞している様子がバスのラジオから聞える。BFI の本部建物は MPI の建物に隣接しており、小さな 3 階の建物であるが、建物の鋼製角柱内部に水を流通させ防火対策の一助等研究所全体に秀れたアイデアが生かされている。Dr. Stelzer に所内を案内して戴いたが、研究設備毎に担当の研究者が待受けており、懇切な説明を受け、ドイツ側の親日感を感じた。MPI が鉄鋼の基礎研究を行うに對して、BFI は、西独鉄鋼会社などの依頼に基き、工業的開発研究を行う処に特徴がある。研究室としては設備工学、プロセスの電算機制御、等の研究室がある。環境工学研究所は公害測定車 2 台を有し、出張測定も行っている。これらの諸点から、BFI は西独鉄鋼会社が現在かかえている共通の研究開発テーマを最少の人的(約 200 名)、資金的出資によって解決しようという国民経済的合理性の所産であるといえよう。(川和高穂)

#### Institut für Schlackenforschung

VDEh, ドイツ国内の企業により共同運営されているスラグ研究のメッカで、ドイツのスラグ関係の研究は全てここで集中して行われている。研究の比重としては

- |                    |     |
|--------------------|-----|
| 1. セメント, コンクリートの研究 | 30% |
| 2. 原料, スラグの研究      | 50% |
| 3. その他             | 20% |

で、そのうち 65% が研究, 35% が各種テストである。高炉, 転炉スラグ共全て有効利用せざるを得ない国柄だけに、その利用研究は盛んで、主体は応用研究である。

主なスラグの研究内容は

- $P_2O_5$  富化による転炉スラグの肥料化
- スラグセメントの改良 (強度, ポロシティー等)
- 高炉スラグの黄水対策
- Free-CaO, Free-MgO の減少と、その測定法の開発

特にこの Free-MgO 問題に関連して、転炉滓の Free-MgO の増加が好ましくないので、ドイツでは転炉のドロマイト操業は考えられないとの事である。

(梅沢一誠)

#### Oestrich~Koblenz

前日でセミナー行事を滞りなく終え、29日(土曜日)は全員 18 名が表記のライン下りに招待された。ドイツ側参加者は、Dr. RANDAK, Dr. KALLA, Mr. STEFFEN, Prof. STEINMETZ, Prof. OETERS, Dr. RÜTTIGER, Dr. PLUSCHKELL であり、遠隔地からの Prof. OETERS を除いてすべて夫人を同伴されたので、総勢 31 名というにぎやかさであつた。好天にめぐまれ、一同早朝の列車で Düsseldorf 経由 Koblenz へ、ここで乗換え Oestrich に午前 11 時ごろ到着、ライン河畔で出迎えの Dr. RANDAK 夫妻と合流した。ここにクルップ・ファミリーのボートがわれわれを待受けていたのである。暫く河畔を散策し、まぶしい光がギラギラ照りつける“Schwan”ホテルのテラスで昼食、ワイン談義で午後 2 時すぎまで談笑、いよいよボートに乗り込んだ。写真は乗船前のスナップでありカメラをかまえた Dr. KALLA と松下を除く全員である。古い歴史の香り、一面にひろがるぶどう畑、一目でそれと分る醸造工場などを観賞しつつモーゼルだライ



写真 3 ライン下りに参加した日独関係者 (昼食後ホテル Schwan 前で)

ンだと一同かなり酩酊しながら、サービス嬢の往復を楽しみ、“Loreley”の合唱、はたまたドイツ男性の学生歌（よき時代？の旧制高校寮歌という感じ、ラテン語だそう）と誠ににぎやかであつた。約80kmの行程を終える前、夕食後井上団長の挨拶、ジャパニーズソングの答礼で Koblenz 到着、ここで Dr. RANDAK 夫妻に別れを告げた。帰りの車中はさすがに一同疲れたかに見えたが、Düsseldorf での下車組、また Essen や Dortmund まで帰る6名と東京での再会を期し夜半の Duisburg 駅に降り立つた。

(松下幸雄)

#### IRSID. Saint Germain-en-Laye

COACHE IRSID 所長, CONSTANT 当所所長の概況説明を内田研究員通訳で拝聴、所内見学討議、昼食懇談後辞去した。時間がなく匆忙に過ぎたが行届いた接遇で歓待された。IRSID では鉄鋼各社共同出資により、565人の研究員中約300人が Maizières-les-Metz で生産プロセス、残りが当所で品質・計測・分析法を次のように研究している。まず、5群の縦組織の研究グループ（鋼の性質×2、物理冶金、化学冶金、測定制御）の他に、Metzとも共同で15群の横組織の研究チームがある。後者が主となり、制御圧延、溶接部の疲労破壊、薄板のCAL、組織と析出物、熱・冷延のシミュレーション、ベイナイト・マルテンサイトの SSCC と HIC、材質とP、線棒用炭素鋼、リッジング、中・極厚高張力鋼板の破壊、発光分析・IMMA による表面の酸化・腐食、連铸における介在物除去法・介在物形態調節・ラミネーション、RI による偏析と割れ、EPMA・IMMA による析出物、数

学的手法による析出物の形態分類、などの研究を行つている。代表的な成果は、振り試験機に高周波加熱装置を設けた温度と歪のシミュレーターの開発とそれによる制御圧延解析、IR 炉で精密に加熱冷却が制御された熱膨脹計の開発とそれによる高炭素線材のパーライト析出・変態遅れ、低炭素鋼の冷却の最適化、キャリアガス溶融抽出・熱伝導法定量によるH、Nの精度のよい分析装置などである。

(江見俊彦)

#### 5. あとがき

以上がデュッセルドルフ市で開かれた第3回日独セミナーの概要であるが、今回の成果をかえりみて2年前に東京で開かれた前回のセミナーと合せて考えると、本セミナーの基礎がおおよそ固まつたといふことができよう。特に今回の成果は、ドイツ鉄鋼協会 KLOTZBACH 会長をはじめ、KEGEL 専務理事、Dr. KALLA 氏らの格別の熱意の賜で、また日本側としても早くから積極的に本セミナーの実現に努力された田畑新太郎専務理事をはじめ関係各位の労を忘れることはできない。われわれ参加者一同心から感謝してやまない次第である。またセミナーの遂行にあたり、ドイツ側団長として労をとられたのみならず、参加者一同をライン周遊に招待して下さつた Dr. ALFRED RANDAK 団長に厚く御礼申し上げる。2年後の1980年には東京で第4回セミナーが開かれる予定であるので、また多数のドイツ側参加者を迎えてより充実した内容のセミナーとなるよう、祈つてやまない。