

談話室/国際フォーラム

である。はたして有能な人材が確保できているであろうか。博士課程修了者の採用を即研究者の採用と位置づけるのではなく、有為な人材確保の一手段と考えることはできないか。一方、大学側にあってもこれまでの専門性の強い研究者を育てる姿勢から Two majors を持った技術者を育てる姿勢へと変貌すれば、両者の利害は一致し、日本人学生の博士課程振興策に産学一体となった取組も

可能であろう。特に、明日の鉄鋼の発展のために本分野に優れた人材を残すべく、日本鉄鋼協会が主導権を握った抜本的な振興策を望む。最後に、図 1, 2, 3 に今回の調査結果の一部を示す。これらの図の分析と解釈は読者にお任せすることとしたい。

文 献

- 1) 大中逸雄: 鉄と鋼, 75 (1989), p. 1236

国際フォーラム

エリオットシンポジウム

井 口 泰 孝
東北大学工学部 工博

1990 年 6 月 10 日から 13 日まで米国マサチューセッツ工科大学で開催された THE ELLIOTT SYMPOSIUM に参加した。主催は ISS, TMS-AIME と M. I. T. である。会議は MIT の John F. ELLIOTT 教授の公式の定年を目前に控え彼の 40 年にわたる輝かしい業績を祝うという主旨で行われた。従って、参加者は教授と関係の深い人、及び組織委員会の Co-Chairmen である Ohio State Univ. の Prof. G. R. St. PIERRE と LTV Steel Co. の Dr. P. J. KORUS ら組織委員からの個人的勧誘による人達で大部分を占めていたが、ほぼ世界中から主だった Chemical/Process Metallurgists が約 200 人集まった。

このシンポジウムにおける発表に対する基本姿勢は Chemical/Process Metallurgy の基本原理及び技術の現状から将来の研究、開発と工業化についてレビューすることであった。そこで発表者には Proceedings が今後 10 年間に於ける “State-of-the art” への権威ある文献であること及び大学院生へのテキストブックたり得ることが要求された。一般公募講演はなく講演数は 32 件と非常に少ないが下記に示すように、ELLIOTT 教授の研究の幅を物語るように物理化学の基礎、鉄から貴金属に至る金属の製精錬まで非常に広範囲にわたっている。

Innovative Processes

- Iron Bath Smelting, by R. J. FRUEHAN
- Solid State Reduction of Iron Ores, by T. E. DANCY
- Smelting of Magnesium and Aluminum, by H. A. OYE
- A Look at the New Copper and Nickel Metallurgy, by P. J. MACKAY
- Innovative Processes: Lead-Zinc-Tin, by C. O. BOUNDS
- Precious Metals Processing, by R. M. NADKARNI, D. J. KINNEBERG and M. B. MOOIMAN

Physical Chemistry of Melts

- The Thermochemistry of Ferrous Melts, by Y. IGUCHI
- Physical Chemistry of Oxygen in Nonferrous Melts, by Y. A. CHANG and M. ZHANG
- The Physical Chemistry of Copper Mattes, by D. R. GASKELL, J. PALACIOS and C. SOMSIRI
- Thermodynamics of Phosphorus and Sulphur in Basic Slags, by N. SANO
- Metallurgical Electrochemistry in Nonaqueous Media, by D. R. SADOWAY
- Thermochemistry of Joining, by T. W. EAGAR

Materials and Process Chemistry

- Phase Equilibria in Materials Chemistry and Process Metallurgy, by G. R. St. PIERRE and K. S. GOTO
- Hot Corrosion of Materials, by R. A. RAPP
- Plasma Technology in Process Metallurgy, by J. FEIMAN and D. R. MACRAE
- Segregation in Castings and Ingots, by M. C. FLEMINGS
- Fine Particles, by J. D. AYERS
- Vapor Transport in Materials and Process Chemistry, by J. W. HASTIE and J. P. HAGER

Process Dynamics

- Gas/Solid Reactors, by J. W. EVANS and G. P. MARTINS
- Gas-Liquid, by J. K. BRIMACOMBE, G. G. RICHARDS, K. NAKANISHI and P. E. ANAGBO
- Liquid/Liquid, by D. G. C. ROBERTSON
- Mass Transfer, Heat Transfer and Computational Fluid Mechanics in Process Metallurgy, by J. SZEKELY
- Ionic Conductivity in Oxides and Solid Electrolyte Sensors, by K. S. GOTO, K. NAGATA and G. R. St. PIERRE
- Inclusion Engineering, by G. J. W. KOR

Applications

- Industrial Gases for Process Metallurgy, by C. F.

GOTTSMANN and R. J. SELINES

- Evolution of Carbothermic Reduction of Aluminum, by N. E. RICHARDS
- Vacuum Technology, by J. C. HUMBERT and R. G. BLOSSEY

On to the Future

- On to the Future : Asia, by T. EMI
- On to the Future : Australia, by G. R. BELTON
- On to the Future : Europe, by F. OETERS and E. GORL
- Process Research in the Americas, by T. R. Meadowcroft

Whither Chemical/Process Metallurgy, by J. F. ELLIOTT

これらの中で鉄鋼に関連の深い講演の内容について若干紹介する。

FRUEHAN は熔融還元の原理、現在の研究開発をレビューし、還元速度、熱移動、スラグの泡立ちなどの課題はあるが、オーストラリア、日本、アメリカ等で活発な研究がなされており、8~15 年後にホットメタルの供給目的やミニミルのプラントとして商業化されるであろうと述べた。

DANCY は直接還元の現状と問題点、その解決策について述べるとともに、ミニミルによる薄鋼板製造のための良質鉄源供給と関連づけた。また、炭化物を経由したプロセスについての将来についての検討を述べた。

筆者は鉄融体の熱力学について高温融体の取扱い、現在報告され利用されている熱化学データ、更に実測を必要とする系、モデルについて述べるとともにデータベースの構築やその利用についての重要性を強調した。

佐野は彼らの測定値を中心として、塩基性スラグ、フラックス中のりん、硫黄の挙動をキャパシティーの概念で纏めると共に、サルファイドキャパシティーとフォスフェイトキャパシティーとの関係についても述べた。

St. PIERRE は新材料の開発、製造に状態図がいかに重要かを述べると共に興味ある材料を例に取り相安定図の 3 次元の表現法について説明した。熱力学データを用いたモデルや計算機の利用と同時に実験的研究の重要性についても強調した。

MACRAE はプラズマの金属製精錬への適用の歴史及び現状をレビューした。将来の発展は、プラズマの持つポテンシャルを過大評価したり、問題点やハードルを過小評価したりすることではなく、過去 20 年にわたるプラズマ工学の応用の延長上として有望であると述べた。

FLEMINGS は鋳物と鋼塊の偏析について界面動力学、過冷却、拡散による物質移動、固液界面での拡散などを用い理論的に解析すると共に、多成分系でのミクロ及びマクロ偏析について述べた。

EVANS はプラズマ反応炉、溶鋳炉、直接還元プロセス等におけるガス-固体反応の解析をガスと固体の流れ、

熱と物質移動、反応速度及びそれらの間の相互作用を考慮したモデルと実験結果についてレビューした。更に気-固反応の解析法の将来への利用として各種粒子生成による環境問題の解析、乾式製錬プロセスにおける実験室的及びプラントでの結果と数学モデルとの結合による解析、各種材料の製造及び合成プロセスの開発との関連を述べた。

BRIMACOMBE は川崎製鉄の中西らと共著で気液反応のプロセス解析について 69 ページにわたる膨大な原稿を用意した。Q-BOP から始まり転炉法をいっそう発展させた複合吹錬法、ガス吹込みによる溶銑予備処理、2 次精錬等についてその基礎となるガス吹込みの動力学、エネルギー移動、浴の攪拌、吹込みガスの特性と物質移動、羽口やランスとガス及び液体との相互作用等につき水モデル実験による解析を始めとした実験室的な解析を詳細に述べた。また実際のプロセスにおける解析とその精錬効果についても数多くの例を挙げ説明した。

SZEKELY は製精錬プロセスにおける物質移動、熱移動、流体力学での数学的解析、コンピューターの利用について述べ、Navier-Stokes の式が Gibbs-Duhem の式のように User Friendly になることが必要であると述べた。

永田は酸化物中のイオン伝導の機構を述べ、ジルコニア固体電解質、ジルコニアと種々の副電極、及び陽イオン伝導体固体電解質を用いたセンサの紹介とその応用例を述べた。また、日本学術振興会製鋼 19 委センサ小委のタンディッシュ内ガス分析の共同実験の紹介、また製鋼プロセスでのセンサの将来については日本鉄鋼協会センサ調査小委の活動報告に基づきその必要性と、ガルバニ電池の利用の重要性について述べた。

KOR は介在物工学と題して熱力学データの利用による溶鋼と介在物組成の予測を行い正確な情報の必要性を強調した。また、介在物と種々のスラグ系との界面の性質を介在物除去の観点から述べた。

GOTTSMANN は工業的ガスの製造法についてレビューした。将来的にも最も興味深い方法として、隔膜分離の窒素製造法などが紹介された。

HUMBERT は溶鋼の真空処理の目的、方向として低 C, N, H, S, O total, P であることを述べその原理及びプロセスについてレビューした。将来について、大気圧下のプロセスであるアルゴンバブリングとの関連を述べるとともに真空処理の必要性が拡大する方向にあるとの見解を述べた。

江見、BELTON, OETERS, MEADOWCROFT らは各地域の鉄鋼研究、鉄鋼業の将来について現状の紹介を含めそれぞれ述べた。

最後に ELLIOTT が "Whither" という単語を用いて Chemical/Process Metallurgy の現在の問題点を整理し、将来への指針についても述べた。結論的にはこの分野での基礎研究を含めた研究開発はまだ不十分で人材と

資金をかけて行う必要があることを強調した。更に、CO₂ 問題やその他の環境問題を解決せずして発展途上にプラントをエスケープすることは絶対できないと述べた。

ELLIOTT 先生の今後について多くの参列者が興味を持ち、また心配をされていたが Department head である FLEMINGS から MIT としては後継者を探しているが匹敵するほどの人材が見つからないので全面的にバックアップし、今後も活躍を期待していると述べた。この時の ELLIOTT 先生の明るい顔は印象的であった。

昼食は毎日 MIT Student Center の食堂に一堂で会し

☆☆☆☆☆☆☆☆

「第 4 回疲労国際会議 (FATIGUE 90)」 に出席して

堀 部 進
金属材料技術研究所 工博

第 4 回疲労国際会議が 1990 年 7 月 15 日から 6 日間にわたり、米国ハワイのホノルル市で開催された。本国国際会議は、第 1 回がスウェーデンのストックホルムで開催されて以来、3 年ごとに開かれている疲労問題の専門会議である。当初、4 回目にあたる今回の会議は日本での開催が要望されていたが、諸般の経済情勢や材料関係の国際会議の開催が日本で多いことなどから、日本側（日本材料学会が幹事学会）が運営をすべて担当する形でハワイで開催されることになったものである。

そのような経緯もあって、日本からの参加者が最も多く（129 名）、次いで米国（80 名）、英国（26 名）、西ドイツ（25 名）の順であった。また地理的利便さから中国や韓国あるいはオーストラリアからもかなりの研究者の参加があった。

ワイキキの浜辺で早い夏休みをとった若者達が戯れるのを遠目に見やりながら会議は始まった。まず組織委員長の北川英夫日大教授によるユーモアに富んだ Welcome address で口火が切られた。会議は組織委員会の御苦勞できめ細かく計画されており、五つの部屋を会

て取った。更に、シンポジウムの夕食会はボストン美術館で行われ、内容的には日本での退官記念パーティーに近かったが、場所の雰囲気と、学会主催、国際的という点で大きく違い、盛り上がった楽しい会であった。会の当初や途中ではこのように多くの Chemical/Process Metallurgist が一堂に会するのは北米ではこれが最後ではという意見がいくつか聞かれたが、終了時にはまたぜひ集まりましょうと誓うほど盛会であった。

Proceedings は近々 ISS-AIME より発行されるはずである。

議場としてスムーズに運営されていた。講演発表は毎朝 8 時に開始されるが、そのはじめに Overview lecture が 2, 3 組まれており、会議参加者一同がそこで顔を合わせることができた。Overview lecture の講師とそのタイトルを表に示した。どの講師も疲労の分野で活躍中の著名な研究者であり、早朝の時間帯にもかかわらずいずれも盛況であったが、講師人選が Mechanical engineering の人に片寄りすぎ、Materials science の専門家が少ない印象を受けた。

314 件にもものぼった一般講演は 41 のセッションに細かく分類して行われた。その中でとくに講演件数の多かったセッションは、Microstructure, Crack growth, Near threshold crack growth, Small/Short cracks, Metal Matrix Composites (MMC), Structures and components, Crack closure 等である。前回までの会議と比べて今回の会議がかなり違っている点は、新素材・先端材料の疲労に関する報告が急増したことであろう。とくに第 3 回までの会議ではほとんど発表のなかったセラミックス疲労の研究が 12 件報告され、MMC については 15 件の報告があった。その他、新アルミニウム合金や GFRP の疲労き裂進展あるいは電子材料や生体材料の疲労損傷の問題など、新しい材料についての興味深い発表が目白押しであった。大半はまだ現象の解明に重点が置かれており、損傷メカニズムを深く追究するところまで至っていないが、それでも十分聴きごたえのあるものであり、新材料においても疲労現象がいかに大切

表 Overview lecture の講師と講演タイトル

講 師	タイトル
R. O. RITCHIE (USA)	Fatigue of Advanced Materials
T. TANAKA (Japan)	Fatigue Strength Database of Metallic Materials and Its Statistical Analysis
A. F. BLOM (Sweden)	Fatigue and Damage Tolerance Verification of Aircraft Structures
A. J. McEVILY and Z. YANG (USA)	Fatigue Crack Growth Retardation Mechanisms after Single and Multiple Overloads
Z. T. GAO, H. M. FU and W. D. LI (P. R. China)	Reliability-Based Design for Service Life Assessment
H. KITAGAWA (Japan)	Fatigue Problems in Life Prediction
D. TAYLOR (Ireland)	Fatigue in Biomaterials
A. PLUMTREE (Canada)	Fatigue Damage Evolution and Life Prediction
Jiho SONG (Korea)	Development of Fatigue Analysis Procedure and Fatigue Life Prediction