

国際会議報告

製錬冶金における革新技術と反応容器設計に関するラインハルト・シューマン国際シンポジウムに出席して

原 茂 太*

冶金物理化学において多大の貢献をされたパデュー大学のシューマン先生の功績をたたえるシンポジウムが米国コロラド州において開催され、出席の機会を得て 11 月 8 日から 14 日まで 2 年ぶりに訪米した。その会合の印象について書いてみたい。

ロスアンゼルスからグランドキャニオンを越えロッキー山脈に至るとその東斜面は新雪で白く輝いていた。1 mile high city と呼ばれ、標高 1600m にあるコロラド州都デンバーは飛行機でロスアンゼルス、シカゴ、ヒューストンから約 3 時間、ニューヨークより約 5 時間と米国のほぼ中央に位置している。近年この地は、情報関係の会社が移動して来たり、国際会議の施設の充実もあつてますます発展しており、都市域の人口も 200 万人を越えたそうである。ここで飛行機を換えて 1 時間弱で会場となる都市コロラドスプリングスに到着した。会場となるホテルは市街地から少しはなれたロッキー山脈のふもとの閑静な地にある。

この国際シンポジウムは日本鉄鋼協会、日本鋳業会をはじめ The Institution of Mining & Metallurgy (英)、Verein Deutscher Eisenhüttenleute (独)、CIM (カナダ)、Societ Francaise de Metallurgie (仏) などの共催のもとで TMS-AIME により秋期大会の一部として 11 月 9 日より 4 日この地で開催された。参加国は 15 か国 106 人に及んだが、最近のこの種の会合としては珍しく日本からは木村 (住友鋳山) と筆者の二人で、それにミズーリローラ大学に留学中の柴田 (新日鉄) が加わった。

会は初日の MILLER 博士 (ユタ大) および ELLIOTT 博士 (MIT) の基調講演で開始された。MILLER 博士は「乾式冶金における革新プロセス技術の分析」と題する基調講演において、近年成功を収めたプロセス、「低品位金鉱石のヒープリーチング」、「硫化物鉱の加圧抽出」、「Hydroxy axime による溶媒抽出」、「炭素吸着剤の利用」、「Jarosite 沈殿の利用」、「プラント廃液のバイオ処理」をあげ、これらプロセスの成功の主因子はニーズ、経済性、汎用性に求められると結論した。また、現在および将来期待される革新技術として、「バクテリアリーチング」、「Liquid Membrane 技術」、「流動層電解抽出」、「溶

媒抽出液より金属の直接還元 (沈殿)」をあげ、財政的裏付けのある大学-政府-企業の協力が革新的技術の成功の鍵となると指摘した。筆者はこの領域は専門外であり、論旨を十分に理解し得たと言え難いけれども、鋳山国である米国では種々の複雑鉱石より有価金属を濃縮し、抽出プロセスの開発が展開されており、ここで開発された技術は他の領域への応用 (例えば機能性材料の合成等) に転用できるのではないかと考えたりした。

次に、乾式冶金プロセスについて、ELLIOTT 博士の基調講演「金属製造の革新的プロセスおよびプロセッシング法の必要性」が続いた。博士は古代ギリシア人が持ち続けた人間が鳥のように自由に空を翔ぶと言う夢が、MIT の人力飛行機プロジェクト “Daedalus” の成功で達成されたのは 1986 年のことであつたことを例に引き、革新的技術の生まれる背景についての考え方を示した。すなわち、革新的技術もしくは技術革新の成功は科学的また技術的インフラストラクチャーの発達に依存する。したがって、研究室における考え方やアイデアが現実のものとなるためには、このようなインフラストラクチャーの発展が不可欠であると強調した。さらに、金属工業の歴史的発展を省みる時、社会的デマンドとエネルギー源の変化が革新的技術の発展と不可分であると指摘した。次いで、今後金属製造工業の置かれる技術的環境は次のような領域の技術革新を要求するものと予測した。(1) 環境保全 (2) 金属スクラップおよび廃棄物の再利用 (3) 労働生産性の向上 (4) エネルギー問題 (5) 製品の質の向上と非金属素材との競合である。

材料プロセッシングの最も重要な革新は鋼の連続鋳造に見られるように、従来のプロセスの工程を幾つか排除し得るようなものとなるであろう。そして、今後研究の対象となる領域の例として、製錬プロセスで存在する微細粒子、気相、凝縮相 (スラグ、マット、金属) 間の界面における物理化学的現象、高温融体と容器との反応に関する基礎、冶金プロセス (乾式および湿式) における主要な化学反応の速度などが上げられ、さらに、プロセス冶金においてコンピューターの利用は進展しているけれども、プロセスセンシング技術の遅れが壁となりつつあり、この方面の研究も重要である。湿式冶金においては遺伝子工学やバクテリアによる処理プロセスの発展が重要になると予測した。

第 2 日目からは 2~3 会場に分散して発表が行われた。セッションと発表件数は表に示す。鉄冶金、冶金物理化学を研究対象としている筆者は主としてその方面のセッションに参加した。その印象について少し触れることとする。

第 2 日目に参加した “High Intensity Smelting” のセッションでは QSL 法, Plasma Arc Smelting, Flash Smelting, Flame Cyclone Smelting 等主として非鉄鉱石の処理ではあるが、高い製錬効率を目指すプロセスに関

* 大阪大学工学部 工博

表 分科会名と発表件数

High Intensity Smelting	10
Novel Aspect of Gold Recovery	5
Resin and Membrane Application in Hydrometallurgy	4
Process Analysis and Characterization	12
Fundamental Studies in Pyrometallurgical Systems	8
Advance in Electroextraction	6
New Process Chemistry	5
Process Engineering in Pyrometallurgical Systems	5
Developments in Hydrometallurgy	5

する 10 編の報告がされた。ここで、Lurgi (西独) より発表された Flame Cyclone Reactor は現行の銅の製錬炉 (Noranda, Outokump, Mitsubishi 法など) に比して十倍以上の製錬速度を持つと言われ、今後の展開が注目される。このプロセスは以前 BSC (英) でテストされたサイクロスチール法と類似しており、耐火物の問題が解決すれば鉄鋼プロセスにも転用し得る技術であると感じた。

第 3 日目に入ると “Flash Smelting Technology” と反応容器内の混合状態の解析が話題の中心となつた。現在、米国では休止していた銅精錬炉の再開、また新しい Flash Smelting 炉の建設 (Magma, Arizona) が進行しており、これがホットな議論を呼び、木村らの Flash Smelting 炉に関する研究が注目された。発表後ロビーで質問せめとなつたが、鉍石バーナーより出た銅精鉍の粒子が飛行中に温度を上げ合体がおこるとした木村の結果と全く反対の結果を発表した THEMELIS (コロンビア大) が「我々が間違つたかもしれない。早速帰つて追試してみる」と卒直に言つたのは印象的であつた。

“Fundamental Studies in Pyrometallurgical Systems” のセッションでは SCHUHMAN 先生の高温冶金プロセスにおいて酸素活量という考え方の有用性について、先生の持論が展開されたこと、また筆者らも関わつてきた気相と酸化鉄系融体の間の界面化学反応速度に関する佐々木 (現日新製鋼) と BELTON (BHP. オーストラリア) の研究が興味を引いた。筆者らの熔融スラグの泡立ち現

象に関する報告ではコークスの泡の抑制効果について質問を受けた。

第 4 日目になると “New Process Chemistry” と “Process Engineering in Pyrometallurgical Systems” のセッションに参加したが、CO ガス中の硫黄の除去に酸化マンガンをを用いる AHMADZAI (スウェーデン王立工大) の研究が、石炭をガス化して熔融炭酸塩燃料電池に使用するとき問題となると思われ興味を引いた。

以上駆け足で、この会議の印象を述べたが、会場が非常に閑静な場所であり、参加者の大多数が同じホテルに宿泊していたことなどから、鉄、非鉄製錬に関わりなく化学冶金にたずさわる人々が家族的な雰囲気の中で親交を深められたことに感心した。このような雰囲気が国内の学会においても得られたらと考えたりした。

最後に、第 3 日日夜のシンポジウムディナーにおける鉛製錬プロセス QSL 法 (QUENEAU-SCHUHMAN-LURGI 法) の共同発明者である QUENEAU 博士 (ダートマスカレッジ) のスピーチ「New Reactor for Old」についてふれる。博士は SCHUHMAN 先生の真摯な人柄にふれると共に QSL 法のアイディアがある日 SCHUHMAN 先生とその研究室で酸素活量について論じているとき、この考え方を取り入れた最良の製錬炉の設計と言うことから誕生したことを披露し、ついで革新的技術の成功の困難さについて述べた。その言葉でこの報告を閉じることとしたい。『革新的製錬プロセス開発に立ち向う冶金技術者は多いが、「成功した! (I got it!)」と叫ぶことのできるのはほんのひとにぎりの人である。しかしながら、冶金技術者は志を高くかかげて革新的製錬プロセスの開発に邁進しようではないか。』

なお、このシンポジウムのプロシーディングスは The Metallurgical Soc. of AIME より 1000 ページ余のハードカバーの本として出版されていることを付記する。