

“電気炉による金属酸化物の還元に関する研究状況調査” 感想記

Research Activities of Electric Furnace Reduction of Metallic Oxides in Scandinavian Nations

前田 正史*

Masafumi MAEDA

1. はじめに

北欧を訪れることにしたのは、伝統的に彼らの得意とする電気炉内の還元を、そろそろ日本でも考えねばならなくなったからである。日本の工業界では、重厚長大の重工業から、軽薄短小のハイテク産業への変革が、ファッションになっている。今回の調査は、一見、この変革と無関係に見えるかもしれない。ところが、わが国の電子関連企業のほとんどが、北欧の国々に、ある素材を依存しているのである。金属シリコンである。半導体用単結晶シリコンの原料であることは言うまでもない。

エネルギーコストの点で、国際競争力を失い、日本で金属シリコンの生産を、中断して数年になる。金属シリコンは、高品質の塊状珪石、ウッドチップ、木炭、そしてコークスを電気炉に装入して、黒鉛電極からアークを飛ばし加熱し、熔融金属シリコンを系外に排出して、生産する。エネルギー源としては、電力だけである。日本で手に入るものは、余り程度のよくない珪石ぐらいで、電力はもとより非常に高価である。したがって、現在は半導体用シリコンの製造に用いる、高純度金属シリコンは、全量輸入に頼っている。輸入先はノルウェー、カナダが主力であるが、技術的には、ほとんど北欧三国で完成された、といっても過言ではない。今回は、これらの技術開発に寄与した研究機関を訪れ、今後の高純度金属シリコン製造の課題と、現状について討論した。シリコンだけでなく一般に還元の良いチタン、高純度鉄など他の金属についても知見を得た。以下の報告では、あまり専門的なことには立ち入らずに、旅行者の目での感想を、述べたいと思う。

2. はじめの一步、ヘルシンキ

最近、フィンランド航空が、成田—ヘルシンキ間を、ノンストップで結んでいる。約十三時間でヘルシンキに着いた。ヘルシンキ国際空港(バンタ空港)は、日本であれば羽田空港程度の規模であったが、人はもちろん非常に少ない。入国は全く簡単で、日本からの場合ビザも必要がない。ダウンタウンのバスターミナルまで、空港バスで約30分である。その昔、日本の選手が活躍した、

オリンピックスタジアムも見える。成田を出発したときは、26℃で、しかも北欧の夏は今真っ盛り、暑いとの情報があり、油断していたのであるが、これが裏目になった。なんと11℃で、ホテルに着いてすぐ、近くのスーパーマーケットでコートを買った。物価を観察してみたが、全般に日本の30%増して、特に食糧はほとんど輸入品で、さすがに高い感じがした。一般に、フィンランドでは、英語が十分に通用し、道であう人に話しかけても、ほとんど問題はなかった。かつて占領されていたため、スウェーデン語もバイリンガルに近い状態で、理解している。フィン語は、文法的には日本語に近い、と聞いているが、なぜ言葉に堪能なのか。どうも我々の語学力不足は、ヨーロッパ言語とウラルアルタイ言語の差では、説明できそうにない。むしろ、使うチャンスの差であろう。

ヘルシンキ工科大学は、ヘルシンキ郊外のエスプーにあり、市内からバスで15分ほどである。まさに、森と湖の真ん中に、大学と、それに隣接して、国立の研究所が散在している。私が訪れたのは、プロセスメタラギー担当のホラッパ教授である。研究室を案内して頂いたが、設備には、日本製の最新鋭機がならんでいた。日本の大学では、お目にかかれない設備であるのが、何とも皮肉である。それらに混ざって、多くのソ連製品、特に重機械がみられた。どうも、ソ連との貿易で、現金の代わりに現物供与にされているようすである。この国の困難さを思わせた。ちなみに、フィンエア—使用機はDC10であった。イリュウシンではない、念のため。

教授の悩みは、材料関連学科に進学を希望する学生が、非常に少ないことで、設備の割りには、実際に動いている学生が、少なかった。ホラッパ教授も、学生勧誘用のパンフレットなどを作って、懸命に努力されていた。討論のあと、こちらでの仕事も、紹介しろということで、持参のスライドを使って、1時間ほど講義をさせられた。学生の質は、予想以上に良かった。

3. ストックホルム

夜行のフェリーで、スウェーデンへ向かった。ヘルシンキからストックホルムまで十三時間。個室のキャビンで、飛行機の半額で、しめたと思ったのであるが、機関室のとなりで、窓もなく、少しイメージが違ったが、ホ

* 東京大学生産技術研究所 第4部

テルなみである。ともかくも翌朝、友人のアンディの出迎えを受け、車で十分ぐらいの所にある、王立工科大学へ向かった。アンディは日本でいえば助手で、訪問先のエドストロム教授は彼のボスである。教授は、鉄およびフェロアロイの製錬法を主に研究され、またかつてスウェーデン最大の製鉄会社の社長も勤めた人で、実際の現場を踏まえた研究ができる立場にある。スウェーデンでは、最も著名な、学者のひとりである。研究グループは、助手三人、秘書二名で、かなり充実している感じがした。日本でいえば、時限のついた講座であり、報告書とプロポーザルに追われる、とこぼしていた。彼のグループには、学部学生は生研と同様に、所属せず、大学院学生だけである。スカンセンという屋外博物館にあるレストランで、昼のような太陽を浴びながら、夕食をグループの人たちととった。日の入りは十時ごろであった。

4. 北極圏の街ルレオ

翌日、ストックホルム空港から、次の目的地であるルレオに向かった。空港から、三十分位バスに乗り、市内に入った。人口三万人程度の町であろうか。ホテルが4軒しかない。バス停から最も離れたホテルに、やっと部屋を見つけた。荷物を置いてすぐに、バスに乗って目指すメフォス (MEFOS) に行った。この組織は、スウェーデンの金属関連会社と政府が、北方の辺境地区に、優秀な人材と、企業を集めるために設立した、半官半民の研究組織である。独自の研究と委託研究が、半分ずつくらいである。日本からも、某大手鉄鋼会社の依頼があると聞いた。なかなか口は堅く、信用もされているようである。規模は、ちょうど千葉実験所と同じ程度である。石炭のガス化、溶融還元による各種酸化物の還元、などをパイロットプラント規模で行っていた。ここではやはり人の問題があり、来てくれる人が少なくて困っていた。なにしろ冬は酷い、と案内してくれた若い研究者がいていた。無理もない、ここはもう北極圏である。白夜も真っ盛りで日は暮れない。鳥は一体どうしているか、と疑問に思って観察していると、彼らもやはり暗がりに入って寝ているようすで、滑稽であった。ここからノルウェーに入り、つぎはノルウェーの京都と呼ばれるトロンハイムへ行った。

5. 古都トロンハイム

トロンハイムは、落ち着いた静かな町で、京都と言うよりは仙台に近い。実際ノルウェー唯一の工科大学は、町外れの小高い丘の上にある。ローゼンクビスト教授と、シリコン還元を精力的に研究しているオルセン教授に、面会した。ここには生産技術研究奨励会の巨大なものが、政府の肝いりで設立されており、民間との共同研究はすべて、SINTEFと呼ばれるこの組織が窓口になっている。SINTEFは独自の職員と研究員を持ち、その数はそれぞれ487人、622人で大学自身の持つ定員に匹敵する

ものである。2人の教授とも忙しいなか一日中付きあって頂いて、非常に多くのことに啓発された。特に熱力学的な考察から電気炉内を確信を持って解析していたのには、感心した。現在は、金属シリコンだけでなくチタン製錬にも興味を持っている、と言っていた。私などは、ついやってみてから考える悪癖があり、反省させられた。金属シリコンの電解精製もやっていると聞いたのだが、現在は中止している、とのことだった。ローゼンクビスト教授に、ホテルまで送ってもらい、翌朝クリスチャンサンドへ、ベルゲン経由で行った。

6. クリスチャンサンド

クリスチャンサンドは小工業都市で、パルプ工業、ニッケル製錬、そして訪問先である ELKEM の金属シリコン工場と中央研究所がある。研究所長のリン氏に面会した。ここでは太陽電池用の高純度金属シリコンの製造試験を行っており、今回の調査のハイライトである。黒鉛単電極と、炉底の黒鉛に、アークを飛ばし、純シリカライニングと高純度シリカ粉、人造黒鉛粉を圧粉したペレットを原料として、99.99%の金属シリコンを製造できた、といていた。ちょうど、その日に初めてテストするプラズマ炉の実験を、見せてもらった。現場というのは、いずこも同じで、安心した。アーク炉内を観察したフィルムも、見せてもらったが、電極から金属シリコンが、滴るように生成しているのが、良くわかる。金属シリコン1トンあたりの黒鉛電極消費量が、120kgと言っていたが、還元の一部は、電極上で起こっているのは明白であった。実験を担当しているシェイ氏と、有益な討論ができた。

余談であるが、所長のリン氏から夕食に誘われたが、彼いわく、エビがいいかステーキがいいか、エビがいい、といたら、それでは波止場で六時、といわれた。何のことも良くわからずに待っていると、彼はヨットであらわれた。かなり大きなヨットで五人のり位であろうか。船にゆられて20分。適当な小島を見つけて上陸、といってもリン氏が飛び降りて、縄をパイルで固定するだけであるが、夕食は、パンと波止場で買ったゆでエビ2キロ。美味であった。シイラが釣れる、というので試みたが、これは失敗。いずれにしても、楽しませて頂いた。

翌日、コペンハーゲン経由でアムステルダムにゆき、再び都会に戻った。ほっとするような気がした。西ドイツの大学に寄り、ヘルシンキ経由で、東京に帰りついた。大変実りの多い旅であった。

あとがき

北欧における、電気炉操業に関する研究状況調査を行う機会を与えられたので、簡単な報告を行った。なお、本調査の経費の一部は生産技術研究奨励会三好研究助成金により賄われたことを謝して記す。

(三好研究助成報告書 1985年11月20日受理)