

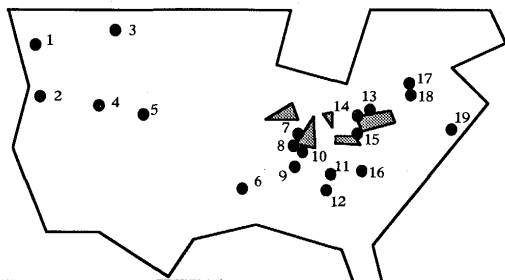
ピッツバーグ通信

長坂 徹也
東北大学工学部

筆者は、1992年4月から93年4月までの約1年間、米国 Pennsylvania州Pittsburgh市にあるCarnegie Mellon University (CMU) にて、R. J. Fruehan, Alan W. Cramb 両教授のResearch Associateとして研究生活を送る機会を得ました。ここでは、当地滞在中に見聞した北米における製鉄製鋼研究について、CMUでの研究活動や1992年、93年のIron & Steel Society (ISS) 定期講演大会での様子を中心に、簡単に紹介したいと思います。なお、CMUの歴史的背景や学内の様子などは、伊藤、関両氏の留学報告¹²⁾をご参照下さい。

北米の大学における製鉄製鋼研究

下図は、鉄鋼製錬分野に関連する研究を行っている北米の主要な研究機関を例示したものです。この中で、筆者の知る限りMcMasterを除いて現在典型的な製鉄の基礎を研究している機関は存在せず、大部分は製鋼主体の研究活動を行っており、例えばBrimacombe, Cramb, Fruehan, Guthrie, Sahai各教授はその代表的存在だと認識しています。た



- 1 : Univ. British Columbia, Profs. J.K.Brimacombe, I.V.Samarasekera
- 2 : Univ. California-Berkeley, Prof. J.W.Evans
- 3 : Univ. Alberta, Prof. H.Henein
- 4 : Univ. Utah, Prof. H.Y.Sohn
- 5 : Colorado School of Mines, Prof. S.W.Thompson
- 6 : Univ. Missouri-Rolla, Profs. D.G.C.Robertson, A.E.Morris
- 7 : Univ. Michigan, Prof. R.D.Phelke
- 8 : Michigan Tech. Univ., Prof. C.L.Nassaralla
- 9 : Purdue Univ., Prof. D.R.Gaskell
- 10 : Univ. Illinois at Urbana-Champaign, Prof. B.G.Thomas
- 11 : Ohio State Univ., Profs. G.R.St.Pierre, Y.Sahai
- 12 : Univ. Cincinnati, Prof. D.M.Kundrat
- 13 : Queen's Univ., Prof. C.A.Pickles
- 14 : Univ. Toronto, Profs. A.McLean, I.D.Sommerville, S.Argyropoulos
- 15 : McMaster Univ., Profs. D.R.Kay, W-K.Lu, G.A.Irons
- 16 : Carnegie Mellon Univ., Profs. R.J.Fruehan, Alan W.Cramb
- 17 : Ecole Polytechnique, Profs. A.D.Pelton, C.W.Bale
- 18 : McGill Univ., Prof.R.L.L.Guthrie
- 19 : MIT, Profs. J.Szekely, U.B.Pal

鉄鋼製錬に係る基礎研究を手掛ける
北米の大学と研究者



CMUのAlan Cramb教授のオフィスで
(左から、Cramb教授、筆者)

だ、実験的手法を駆使した研究は乏しく、計算機支援のプロセス解析やシミュレーションが最近のトレンドとなっているようです。

CMUでの研究活動状況

CMUではFruehan教授を所長、Cramb教授を副所長としてCenter for Iron and Steelmaking Research (CISR) が組織されており、活発な鉄鋼製精錬に関する基礎研究が行われています。CISRは1984年にNational Science Foundationの支援で発足し、現在では北米の大手鉄鋼会社を中心とした約30社が賛助会員として名を連ねています。1990~91年の実績では、年間予算約140万ドルで運営されており、1社当たりの年間会費は27,000から45,000ドルとなっています。最近では溶融還元法に関する大学側基幹研究組織として、AISIとDOEから豊富な資金援助を受けており、従ってCISRでは溶融還元に関する要素研究が大きな比重を占めています。

実験に重点を置くCISRは、計算主体のプロセスモデリングが隆盛を極める北米においては今や稀な存在と言えます。詳細は不明ですが、春と秋に行われるCISRの成果報告会議で、予め両教授やメーカー側から提出されているProposalを基に、両教授と賛助会員の代表者間の話し合いで具体的研究テーマが検討されるようです。また、Pittsburgh郊外にあるAISIの溶融還元プラントにはCISRの卒業生が数名送り込まれており、AISIとも逐次情報交換が行われ、両教授の重

要な新規テーマの源となっています。このように、CISRとAISIや企業とが常に緊密な関係を保ちながら研究が進められていきますので、数年先に就職を控えた学生達の士気も自然に上がり、結果として全体の研究活動度が高く維持されるという、うまい仕組みになっています。

表1に最近のCISRの主要研究テーマを示します。同じ傘下とはいえ、Fruehan, Cramb両教授は独立した研究室を所有しており、主な研究分野も微妙に異なっています。Fruehan教授の最近の興味は、もっぱら溶融還元法の要素研究であり、これに対してCramb教授は、製鋼過程における界面現象や凝固について幅広い研究を行っています。筆者がCISRで行った研究は、溶鉄と水蒸気、炭化水素との反応等、溶融還元炉内におけるガス-メタル反応速度(Fruehan教授)、スラグの相平衡とSulfide Capacity, 硫化物fluxへの銅の溶解度、ステンレス溶湯の表面張力(Cramb教授)等です。Fruehan教授51才、Cramb教授39才と、お互いの年齢と性格もかなり相違し、Fruehan教授がどちらかというとEngineer的であるのに対し、Cramb教授はScientist的色彩が強く、対照的な大物教授2人に同時に任せ、異なる環境で研究に従事できたのは、全く幸運であったと言えます。

ところで米国の大学では、講義内容が教授自身の評価に反映されるのが一般的ですが、CMUのような私立大学では、研究資金の獲得量に評価のウエイトが置かれています。従って、実稼働部隊である院生を多く確保し、せっせと学位や論文等具体的業績を挙げる、という研究中心の傾向が生まれます。不幸にして一旦研究成果が挙がらないとなると、研究費取れず→学生取れず→成果挙がらず、という悪循環に陥り、最悪の場合にはポストを失うことにもなります。30才前後の若いAssist. Prof.にとっても生き残りのために多大な努力を強いられ、若くして独立し、自由に研究できる反面、不幸にして淘汰される研究者も多いのが現状です。幸いCISRはこのサイクルがうまく回転しており、CMUの経

表1 CISRの最近の研究テーマ

Fruehan教授	
溶融酸化鉄系スラグの還元速度	
溶融還元炉内における気-液反応速度	
スラグのnitride capacity	
溶融還元法におけるスラグフォーミング	
溶融還元炉における混合特性	
高硫黄溶鉄の脱硫	
Mn鉱石溶融還元に関する熱力学	
溶鋼脱りんの熱力学	
Cramb教授	
溶鋼へのスラグ巻き込み現象	
電磁気による溶融金属の形状制御	
溶融鉄合金の表面張力と密度	
溶融ステンレス-スラグ系の界面張力	
固体鉄スクラップからの脱銅	
スラグの相平衡とsulfide capacity	
ストリップ製造に関する基礎実験	

営サイドからも高く評価されていますが、CISRは北米でも例外的な存在で、研究費獲得という点からのみ言えば、鉄鋼製錬の研究を精力的に進めることはそう簡単ではないようです。

なお、CISRには、過去日本から月橋(東大)、伊藤(早大)両助教授がResearch Associateとして、また升光、笹川(新日鐵)、野村(大同)、豊田(三菱マテリアル)各氏が学生、客員研究員として活躍しておられ、筆者滞在中には、石井(新日鐵)、関野(住金)両氏が在籍しておられました。このように、CISRに対する我が国の貢献度は大きいと言えますが、月橋、伊藤両先生のCISRでのご活躍振りは、後任者である筆者にとって大変大きなプレッシャーでありました。

ISSにおける最近の基礎研究報告の状況

1992年のISSの講演大会は、カナダのTorontoで、93年は米国Dallasで開催されました。表2は、両会議での全発表の国別内訳を示したものです。我が国からも多数出席されており、内容の詳細については省略しますが、日本からの講演は、両会議とも全体の約15%を占めており、北米以外の諸外国からの講演件数は約半数近くに達しています。全体的にはやはり企業側の講演が圧倒的に多いのですが、北米の大学からの報告は製鋼に偏ってはいるものの、全体の15%程を占め、まだそれなりに頑張っているな、という印象を受けました。

ところで最近ISSは、大学の研究者に対してユニークな制度を設けています。これは1988年に発足し、北米の大学における鉄鋼研究の活性化と人材確保を目的に、若手の教授にISS Professorの称号を与え、年5万ドルの資金を3年間提供するというもので、これまでSahai, Argyropoulos, Thompson, またごく最近PicklesとCramb各教授(所属は図参照)が任命されています。これによる波及効果は意外に大きく、ISS Prof.の指導を受けた学生は、大部分が鉄鋼関係の企業に就職しているようで、ISSの狙いは今の所成功しているようです。

さて我が国は

北米における鉄鋼製錬の基礎研究は、必ずしも活発に行われているとは言えませんが、幾つかの興味深い研究も散見でき、まだまだ余力を残しているように思われます。中でもCMUのCISRは、着々と研究成果を挙げています。しか

表2 1992, 1993年のISS定期講演大会における発表内訳

	製 鉄				製 鋼			
	北 米		日 本	他	北 米		日 本	他
	企業	大学			企業	大学		
1992	24	8	19	41	56	30	20	29
1993	27	4	13	29	44	19	14	25

しながら、全体的には日本をはじめとする諸外国の研究に押され気味であり、特に日本の動向に対する北米の関心は、予想よりも遥かに高いと感じました。実際、一部には「基礎研究は日本に任せる」という気配があるのも事実です。過去5年間に学術雑誌に掲載された鉄鋼製錬に係る全文献中、日本からの論文は約半数近くを占めており、彼らにとっても貴重な情報源であるはずですが、大部分が和文で掲載されているため、十分活用されているとは言えません。今後可能な限り英訳し、世界中のより多くの人に研究結果を知ってもらうことが世界のトップを自負する我々の義務であると考えますが、いかがでしょうか？また、我が国では活発に鉄鋼製錬の基礎を手掛けている研究機関が現在も多数存在し、これがそう簡単に消滅するとは考えられ

ませんが、将来的な動向については不安がない訳ではありません。従って、CISRやISS Professorshipのようなシステムなど、将来的戦略として北米から学ぶべきことはまだまだ多いように思われますがいかがなものでしょうか。

最後に、今回の機会を与えて下さった恩師萬谷志郎教授（現秋田工専校長）に深甚なる謝意を表します。また、お世話になった神保至博士、Ms. M. Lesko, Dr. A. Sharan (CMU) に誌面を借りて厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 伊藤公久：鉄と鋼，75（1989），p.851
- 2) 関東峻：鉄と鋼，75（1989），p.1233

（平成6年1月14日受付）

Tylecote教授と 「A History of Metallurgy」

佐藤 駿 (株)日本鉄鋼協会育成委員会育成企画小委員会委員
(住友金属工業(株)技術企画管理部)

日本鉄鋼協会育成委員会育成企画小委員会では、協会会員特に若手技術者と学生会員の学術、技術的素養の育成と普及を目的に、各種の啓蒙活動を企画、推進している。海外の優れた図書の紹介もその活動の一環として位置づけられるが、今回、標題の図書について簡単にご紹介したい。

本書は、金属学の歴史についてその最も初期から現在までの推移をユニークで且つ興味深く紹介した格好の読物であり、異なった文明の金属学的技能と技術の発展やそれらの間の関連を注意深く取り扱っている。その中では、中近東での金属学の発生や西欧に於ける産業革命のごとき重要なトピックスが数多く盛り込まれている。

著者、Ronald F. Tylecote教授は1916年に英国マンチェスターで生まれ、1928年溶接時の応力集中に関する研究でマンチェスター大学でMAを受けた後、溶接の研究者として産業界に入り軽合金の圧接と銅の酸化の研究を行い、数多くの先駆的な論文を発表している。その後、ロンドン大学のICI研究フェローとして研究を続け、1952年にはそこでPh. Dを受けた。

彼の金属考古学に関する興味は、1939年にH. Fleure教授の下で発掘作業に参加したときが契機となった。その後、彼は世界中いたるところで発掘を行い、ローマ時代、中世及び中世以後の時代の遺跡で彼自身の発掘調査隊を組織、指揮している。1953年にニューカッスル大学の講師に任命され、金属考古学のリーダーの一人となった。1968年には、イラン、アフガニスタン及びトルコを対象とした、国際高

温冶金調査隊のメンバーとして活躍した。

近年では、ロンドン大学考古学研究所の金属考古学名誉教授となり、教育面の業績に加えて英国古代遺跡記念物研究所の金属学顧問を勤め、「Historical Metallurgy」（この分野の公表論文、レビューを最も広範に網羅）の編集者であったが、1991年惜しまれつつ亡くなった。

本書は、1976年に発行された初版の増補第2版であるが、著者自身の序文にもあるように、初版の発行以降金属考古学に関する一般的な興味が非常に高まり、歴史書の常として、発掘調査等で新しい知見が増えるにつれ初版の内容の補強が必要となり、特に、ローマ時代以後と産業革命から近代にかけて改訂を行ったものである。

本書の体裁は、まず表紙に、図1、図2に掲げたように、古代の鍛錬作業と溶解作業の様子がそれぞれの版でデザインされており、金属学や技術史に興味を持つ向学の徒の目を引きつけるものがある。次に本書をひもとくと、人類と金属の初めの出会いから近代金属技術・工学の発展に至るまで10章の全編にわたり、眺めるだけでも楽しくなるようなイラストと写真が150葉も豊富に挿入されている。この他にも、巻末の付録には本書の内容の理解を助ける専門用語の解説や地区別年表および地図が11ページにわたって添付された親切編集となっている。

本書は、触って、眺めて、そして読んで頂く場合はもちろん、勉強部屋の書棚や居間のサイドボードに飾って置かれても、損にはならない買物と思われる。