

きが見られた。いわく動的回復、いわくひずみ速度依存加工硬化、いわく変形抵抗のひずみ速度依存性、これらの要因を何とか数式モデルとしての構成式に組み入れようという努力が見られた。また変形中の集合組織の変化や回転も、現象とシミュレーションが一致しないときの口実に引き出された。しかし、金属学の世界ではすでに 20 数年前に議論されたことが、あの時代のレベルでまた開かされたのは筆者にとって不思議な体験であった。20 数年前と今とでは、我々の計算機シミュレーションの能力が格段に違うから、同じことが認識されても実際の変形のシミュレーションのレベルはそれ相当の進歩はしている。しかし認識としての金属の塑性変形に関してはほとんど変わっていない。これは 20 数年前に金属屋として材料の構成関係の研究していて、今、数値計算屋としてシンポジウムに参加した筆者のタイムトンネル体験だったと言えるだろう。

数値計算システムに利用する構成式に調節可能定数が 7 とも 8 ともあるのは多すぎるが、ことほどさように物体の力学的性質を数学的に表現するのは簡単ではない。物質科学的立場から言えば、たった 7~8 この調節可能定数で、完全な力学的性質の記述ができることは不可能と言えるからである。

#### 4. 数値計算と構成式

構成式と有限要素法との関係でのもう一つの問題は、自由度の増大が解の精度の改善に役立たないことが、有限非弾性変形ではしばしば起こるのではないかということである。とくにせん断ひずみ集中という問題に対して、要素を細かくして収れんをはかるといっても集中度が増してしまう。これはバルセロナの会議では一種絶望的な様相とも見られたのであるが、今回は構成式の中にある工夫をする、すなわち応力が、ひずみ、ひずみ速度及び温度に依存する他、ひずみ勾配にも依存するような形の構成式にすることによって、解法上の問題を解決できるということが報告された。

今年 4 月に筆者がフランスのジーンズで開かれたヨーロッパ構造力学会議に参加した時には、せん断ひずみ集中はそれが生じる位置が剛塑性体の変形におけるすべり線と対応するということから、要素を細かくするとせん断ひずみ集中厚はいくらでも減少することに積極的な評価が感じられたのであるが、今回は再びバルセロナ会議の延長にもどったという感じであった。参加者の色分けによるとも考えられるが、今後の動向を見守りたいところである。しかし、ある特定の数値計算法のために物体の構成関係系をいじるということは疑問である。

#### 5. 日本の研究

シンポジウムに参加してから、二週間たって、今感じていることは、我々の研究というものが本来の学問性を

どこまで追求しているものだろうかということである。日本人の研究は仕事ととしてはほぼ完璧に近い。しかしその仕事の枠組は既存のものであることが多い。そうであると、学会の場でも議論を行うことは難しい。本人が新しい枠組を提示したのではないから、その枠組の是非を問うことはできない。そうするとでの良し悪しの講評になってしまう。これでは本当の学会の議論にはならないであろう。

そこへいくと、ヨーロッパの研究者の多くの講演は問題を取り扱う本人独自の枠組を提示していた。したがって、議論は本人の示した新しい概念、つまり考え方を対象にして大に行われた。聞いていて非常に気持ちのよい印象を持った。たまたま、米国の大学では博士課程になると学生に「討論法」の訓練を課すということを知人から聞いたばかりであったが、欧米では学者のやるべきことは新しい概念の創出であり、それを世間に議論をもって広めていくことであるということを改めて認識させられた。

最近、日本では基礎研究への寄与が小さいのでその充実をはかるべきであるという声が高い。しかし、日本は、単に発想にすぎなかったもの、単に枠だけがあったものを発展させ、学問体系を整え科学技術の形にまとめ上げること大いに貢献してきた。欧米での国際会議でいただく先述のような反省の念はあるものの、基礎研究への寄与に関しては、研究の実行段階以降では世界に冠たる実績をあげていると言っても過言ではない。

隴を得て蜀を望むという故事があるが、欲を言えば文化的问题により困難かもしれないが、研究を発想の段階から創造できるようになる努力と、またそれができる学者の卵の養成を大いにやる必要はあろう。日本が基礎研究にそれ相応の寄与をすると認められるのは、新しい発想に動機づけられた研究が日本から発表されるということだからである。そのような観点での教育の改革、大学院教育の見直しが必要となろう。

#### 文 献

- 1) 木原諒二: 材料技術者のための弾塑性力学 (1961), p. 77 [丸善]

#### 激論と興奮の 1991 McMaster シンポジウム

清 水 正 賢

(株)神戸製鋼所鉄鋼技術研究所 工博

激論の後は競馬場で興奮のディナー。さらに驚いたのは、当日の第 9 レース (メインレース) の名称が、なんと「McMaster Ironmaking Symposium Race」。19th McMaster シンポジウムでこんな企画を行ったのは、会議の実質的な主催者、McMaster 大学の W. K. Lu 教

授である。競馬場の馬場コースを「Raceway」と呼ぶかどうかは？ であるが、今年の会議テーマ「Raceway Control」を「高炉と競馬場」にひっかけた巧みな演出は、会議の成功にける Lu 教授の情熱と、良き思い出を期待する参加者への創意ある心配りであろうと想像される。

「19th McMaster Symposium on Iron and Steel-making」は、1991 年 5 月 14 日～16 日、カナダ・オンタリオ州・ハミルトン市、McMaster 大学のメディカルセンターで「高炉のレースウェイ制御」(Raceway Control of Blast Furnace)をテーマに開催された。この会議は、カナダの代表的な鉄鋼会社である、Stelco, Dofasco, Algoma の 3 社と McMaster 大学冶金工学科が組織する製鉄・製鋼技術に関する国際会議で、毎年 McMaster 大学で開かれている。今年は、アメリカ、カナダ、日本、ドイツ、フランスなど 8 か国から約 80 人が参加し（日本からは 5 名参加）、16 件の講演に対して活発な討論が行われた。会議規模は決して大きくはないが、その中身は通常の国際会議と異なり、会議のテーマを事前に設定し、そのテーマに関して徹底的に議論を闘わすことを最大の特徴としている。このような会議の性格から、会議に出席する常連の間では、討論の厳しさをもじって、別名「サバイバル会議」とも呼ばれるそうである。確かに事前配布されたプログラムを見ると、各講演の後の質疑応答に加え、各セッションの終わりには総合討論 (General Discussion) の時間がセットされており、各セッションでの発表者全員が壇上に集められ、聴衆者からの矢継ぎ早の質問に順番に答えたり、見解を述べるのが義務付けられている。英語が不得意な日本人（私）にとっては、まさに被告席に立たされる思いであった。加えて、会議の運営と進行をコントロールしている Lu 教授は、率直かつ本音の討論を行わせようと、進んで自由な雰囲気づくりに努め、聴衆は講演者に対して遠慮のないストレートな質問を浴びせてくる。この会議には初めて参加したが、内容の充実を第一義に考えた、高レベルの国際会議と言えよう。

今年の会議テーマ「高炉のレースウェイ制御」では、現在、高炉各社が熾烈な競争を演じている「高炉への微粉炭多量吹込み (PCI)」に関する講演と討議が、質、量の両者において中心をなしていた。現時点における PCI の状況は、ドイツ、フランス、イギリスなどの西欧陣営と日本が先頭集団を形成しており、吹込み量も日を増して増大しつつある。中でも英国の BSC が、3 か月の試験操業において、3 日間ではあるが、PC 比  $250 \text{ kg/t-p}$  の世界記録を実現したという報告に参加者の強い関心が集まった。燃料比が  $550 \text{ kg/t-p}$  と若干高い

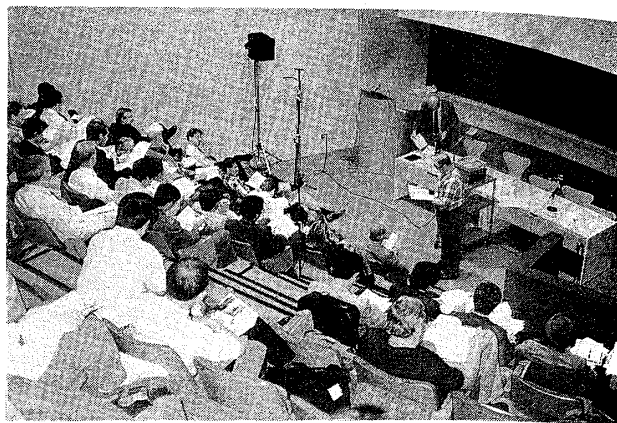


写真 1 McMaster Symposium の会議風景

点は評価が分かれるが、既に世界の PCI 技術は  $200 \sim 300 \text{ kg/t-p}$  の時代に突入したとも言え、参加者の興味も、「吹込み量の限界はどこか」という点に移りつつある。本会議においても限界量についての討論が行われたが、各社の見解は総じて強気であり、限界に対する明確な答えを見いだすことはできなかった。PCI 技術に続いて発表件数の多かったのは「炉床溶銑流制御」に関するものであった。炉床耐火物の保護による高炉の炉体寿命延長策は、各国の高炉メーカーにとって重要な課題となっており、炉床侵食の防止を目的とした基礎研究や応用技術の開発に多くの努力が注がれている。溶銑の流動特性などかなりの点が明確にされてきてはいるが、高温場での検知技術など制御の基本となる技術の開発が今後の大きな課題と思われる。その他、新しい複合送風技術として、「高炉への粉鉍石吹込み」の検討が日本の高炉メーカーから報告された。高炉プロセスの経済的利点という観点からみて、粉鉍石吹込みは議論の多いプロセスであるが、実際の経済性は各社のローカリティに大きく依存するため、その目的や位置付け、また、総合的な評価が重要であると言える。

二日にわたる会議の間、緊張と熱い討論の疲れをいやしてくれたのは、休憩時間に散策した McMaster 大学の緑多いたたずまいであった。近代的なメディカルセンターの回りを黄緑色に芽生えた広い芝生と林が取り囲み、どこからともなく可愛らしいリスが現れて、人間を恐れることなく我が者顔で元気に走り回っている。人間と動物が調和しながら生活している環境は、まさにカナダの持つ雄大な自然の賜であろう。とうてい日本では考えられない羨ましい世界である。時間の関係で、カナダの多くを見聞することはできなかったが、美しい新緑の中で過ごした興奮の 3 日間は、今も強く心に焼き付いている。