

## 国際会議報告

## 第 2 回循環流動層国際会議

堀 尾 正 毅\*

去る 3 月 14 日から 18 日まで、パリから北方へ約 1 時間のコンピューニュ工科大学で、第 2 回循環流動層国際会議が開催された。ボイラー、新製鉄法、その他化学プロセスの分野における高い関心を反映して、参加者は 250 名をこえ、5 日間にわたって活発な議論が展開された。わが国からは化学工学協会の派遣団 18 名（団長：架谷昌信名古屋大学教授）を含む 22 名が参加した。固気分散系の分野における数少ない大型の未踏分野とも言うべき循環流動層 (CFB) について、いま研究の前進は目覚ましい。以下、本国際会議の様子をその背景も含めて簡単に紹介する。

## 1. 循環流動層国際会議前史

これまでの流動層に関する国際会議のうち最も権威のある流動層国際会議は米国工学財団の支援によるもので、参加者数と発表件数を制限して全体会議のみで運営することを特色とし、3 年ごとに開催されてきた。流動層燃焼の分野では、米国エネルギー省、電力研究所および米機機学会による流動層燃焼国際会議がおよそ 2 年ごとに開かれている。

CFB が旧来の気泡流動層との対比において討論の対象となつたのは、既に第 1 回流動層国際会議 (1975, 米, Pacific Grove, Ca.) からであつた。この時、YERUSHALMI ら<sup>1)</sup>は、終末速度以上のガス空塔速度においても、固気間のスリップ速度が終末速度の数十倍にも達するような、かなり濃厚な固気分散系が存在することを示し、それを「高速流動層」と命名した。「高速流動層」に該当する操作は、1942 年運転開始の第 1 号 FCC (流動接触分解) プロセス (米, Barton Rouge, Tx.) を筆頭に、流動層開発の早い時期から存在していた。また、空気輸送の立場から見れば、「高速流動層」は濃厚輸送の一種であつた。Hydrocarbon Research 社にて、気泡流動層型 Fisher Tropsh 合成の開発に失敗した経験を持つ SQUIRES 教授は、1975 年当時、ニューヨーク市立大学 (CUNY) において YERUSHALMI らとともに「高速流動層」の利点を強調しようとしていた。またその背後には REH<sup>2)</sup>による CFB アルミナ焼成炉の成功も励みとなつていた。しかし、「高速流動層」の用語の提唱と気泡流動層への批判および CUNY プロジェクトの宣伝が余りにも先行したことが災いして、YERUSHALMI らの論

点に対する会議の反応は批判的であり冷淡であつた。

流動層燃焼 (FBC) における循環型 (CFBC) の進出、高速領域についての GRACE-TUOT<sup>3)</sup>の安定性解析、LI-KWAUK<sup>4)</sup>による S 字型の軸方向粒子濃度分布の提出などを通じて、「高速流動層」および CFB が新しい流動層技術として学問的にも認知されるようになってしたのは 1980 年代に入ってからである。カナダの New Brunswick (NB) 州では CFBC のデモプラントの計画を 1984 年から開始し、隣接する Nova Scotia 州でも検討を始めていた。このような背景の下で第 1 回の CFB 国際会議がカナダ人により企画された。ただし、筆頭の組織者はインド Durgapur の中央機械工学研究所からノバスコシア工大に移つたばかりの Dr. BASU であつた。このような諸事情を反映して、循環流動層会議の国際会議としての性格付けは、当初は必ずしも明確ではなかつた。しかし、企業、大学から多数の参加者が集まり、第 1 回会議 (1985 年 11 月 Halifax, Nova Scotia) は大きな成功を収めた。

## 2. 第 2 回循環流動層国際会議の概要

会議は表 1 に示すようにポスターセッション一つを含む 6 セッションと四つのワークショップで構成され、3 件の招待講演を除き、数学者ベッセルとガウスの名を冠した二つの会場で行われた。表 1 には各セッションの論文数も示した。3 日目の午後にはナポレオンもしばしば滞在したコンピューニュ城の見学、4 日目の夕刻には室内楽のプログラムを盛りこんだバンケットが催され、フランスの雰囲気を満喫させてくれた。図 1 は食堂となつていた小さな館の門を写生したものである。

国別の発表件数では米国の 14 件に日本と中国の各 8 件がつづき、次いで、カナダ (6 件)、フランスおよびスウェーデン (各 5 件)、英国 (4 件)、西独 (3 件)、その他 8 件であつた。このうちの大半は流れの構造とボイラーに関するものが占め、第 1 回会議に報告されたような鉄鉱石等の還元に関する発表はなかつた。これは、流体力学的解明が CFB 内諸現象のモデル化における再重要課題になつているからであり、現在得られつつある成果が今後新製鉄法開発にも生かされていくことは確実

表 1 会議のプログラム

セッション	3月/日	題 目	件数
招待講演	14	流体力学, SASOL の歴史, 伝熱	3
I II III a III b III c	14, 15, 17	流体力学および計測	13
	14	伝熱	4
	15, 17	燃焼 (モデル化およびパイロットテスト)	8
	16	燃焼 (操業経験)	5
	17	燃焼 (環境への影響)	4
IV V	17	新しい形式	7
	18	粒子の循環技術	4
ワー ク シ ョ ッ プ		フランス電力	
	I II III	流体力学 高温 CFB の設計 石油および石油化学	
	16 16 18		
ポスター セッション	15	流体力学(13), 燃焼(5), 伝熱(1)	19

\* 東京農工大学工学部 工博

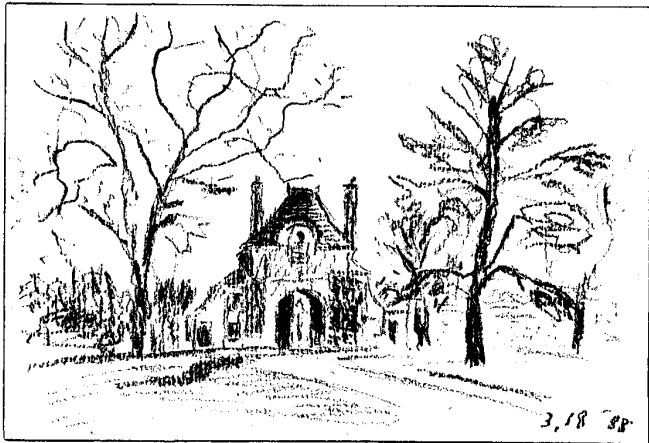


図1 大学に隣接する食堂の庭 (著者のスケッチ)

である。

以下の5点は今回の会議の特徴の要約である:

1. CFB 会議が, ボイラーばかりでなく合成石油, 石油化学およびその他の応用を巻き込んだ技術開発と基礎研究を代表する会議として定着したこと。

2. CFB 層内の流れの構造について, 半径方向分布を含む数多くのデータが提出され, 基礎的な解明を実証的に行う条件がようやく世界的に充実してきたこと。

3. 従来, データ不足のために不明確であった「環状流構造」の存在が著者ら, BADER ら, HARTGE ら, RHODES らの次の報告により明確に示されたこと:

M. HORIO *et al.*, "Solid distribution and movement in circulating fluidized beds"

R. BADER *et al.*, "Gas-solids flow patterns in a 12 inch diameter circulating fluidized bed"

E. U. HARTGE *et al.*, "Solids concentration and veloc-

ity patterns in circulating fluidized beds"

M. J. RHODES *et al.*, "Riser hydrodynamics of a circulating fluidized bed"

4. CFBC における  $\text{NO}_x$  と石灰石の関係についてより充実したデータが提出され定説となったこと。

5. いつそうの大型化とリスクの少ない開発に向けて, スケーリング則が必要であることなど研究の方向が示されたこと。

気泡流動層研究を代表してきたケンブリッジ大学の DAVIDSON 教授は, 流動層国際会議とのオーバーラップを指摘し, CFB 国際会議に対してはいまなお批判的である。しかし, 彼自身第2回大会にも出席しており, CFB 国際会議の国際的位置づけはほぼゆるぎのないものとなっている。次回会議は1991年中国で開催予定である。また, 会議の Convenor (召集者) は次回からモバイル石油の Dr. AVIDAN が務めることになった。微粉のエントレインメント対策と固気均一接触の実現という流動層技術の本質的課題に答えようとする CFB 技術は1980年代以降の大きな流れとなっており, 大学・企業双方からの参加者が各種の制約なしに議論でき, 競い合うことのできるこの会議の盛況はしばらくつづくものと考えられる。

#### 文 献

- 1) J. YERUSHALMI, M. J. GLUCKMAN, R. A. GRAFF, S. DOBNER and A. M. SQUIRES: Fluidization Technology, ed. by D. L. KEARINS, 2 (1976), p. 437 [McGraw-Hill]
- 2) L. REH: Chem. Eng. Prog., 67 (1971), p. 58
- 3) J. R. GRACE and J. TUOT: Trans. Inst. Chem. Eng., 57 (1979), p. 49
- 4) Y. LI and M. KWAIK: Fluidization, ed. by J. R. GRACE and J. M. MATSEN (1980), p. 537 [Plenum Press]