

見聞記

活気づくアメリカの燃料電池開発

Recent Development Status of U. S. Fuel Cells
(Attended at The 1994 U. S. Fuel Cell Seminar)

穴 原 良 司*

Rioji Anahara

1. まえがき

最近アメリカの燃料電池開発は、新しい目標に手掛かりをつかみその実現に向かって活気を取り戻したかに見える。

昨年11月末、3日間にわたって行われたアメリカFuel Cell Seminar (San Diego) に出席し、その後アメリカ各地を訪問してこのことを強く印象づけられた。その背景は具体的に何か。そのことについて述べるのがこの小文の目的である。

2. U. S. Fuel Cell Seminar

現在世界で燃料電池関連の大きな定期的な集会として認知されているのは、アメリカのこのSeminarとイギリスLondonで開かれるGrove Symposium (この二つは2年毎に開催)とわが国のIFCC (International Fuel Cell Conference)の3つであるが、中でもアメリカのSeminarは20年近い歴史を持っており、規模、内容、参加人員などあらゆる点で世界最大という評価を得ている。

2.1 参加人員、応募論文

今回のSeminarについて少し具体的な数字を申し上げてみると、

・参加人員 695名(事務局発表)
(前回の625名を上回り、組織委員会の強気の予想をも上回る、史上空前の参加者となった)。

・応募論文数

応募総数 200

口頭発表数 51, ポスター発表 127

(応募全論文を組織委員会で審査し、不適當なものを省き重複分を調整し、口頭発表とポスター発表分を選択して上記の結果を得た)。

参加人員のうちアメリカ人がほぼ400名で最も多い

* 燃料電池開発情報センター 事務局長
〒101 東京都千代田区神田小川町2-1-7

のは当然としても、日本人は108名で二番目に多い。この順番は従来と変わらないが、これまでは参加者も口頭発表論文数もほぼ全体の四分の一を日本人が占めていたことと比較すると、今回は参加者数は若干少なくなったようである。日本人参加者で最も目立ったことは、電力会社、ガス会社などの参加者が減り、代わりにこれまであまり参加の無かった自動車、船舶関連の輸送部門からの人がふえたことで、これは燃料電池の最近の開発動向と関係があるのかも知れない。

口頭発表論文数で見ると、総数51件のうち日本発表分は16件(ほぼ3割)でこれは従来の割合よりかなり多くなった。

発表論文の種類を見ると

PAFC 11 (21%), MCFC 14 (22%), SOFC 10 (20%), PEFC 10 (20%), AFC 1 (2%) 一般 5 (10%) となり、これを過去3回の発表割合と比較して見ると図-1のようになる。傾向的には、PEFCの激増が目立ち、MCFCも活発であるが、PAFCは漸減傾向にある。(PAFCはアメリカの一社とあとは日本のみで、これはこのところずっと変わっていない)。

Seminar終了後、組織委員会(アメリカ8名、ヨーロッパ、日本各1名の計10名から成る)の会合があり、運営内容の反省、次回の計画などを話し合ったが、参加者数も期待を上回って財政的にもゆとりが出来、3日間の日程も順調に運ばれて問題点も少なく、雰囲気はかなり明るいものになった。伝統があるといってしまうまでもうだが、これだけの大きなSeminarでありながらとりしきっている委員会はこの組織委員会のみで、2、3回開かれて基本事項をきめておくと、あとは会議運営専門会社がすべて引き受けて完全な形に仕上げていく。その効率の良さはただ驚きというほかはない。

2.2 会議の運営

今回はじめて実行された会議運営上の新しい変化は、日一英の同時通訳をはじめておいたということで、そ

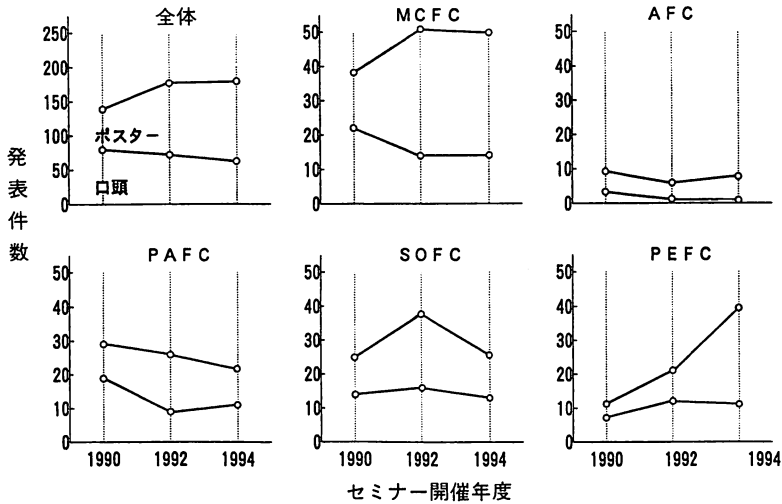


図-1 燃料電池タイプ別発表件数の趨勢

の為に費用もふえ、会費も高くなったが、日本側発表者の大きな悩みはかなり解消されて好評であった。(すべての日本語の発表、質問は全部英語に訳され、すべての英語の発表、質問は日本語に訳された。)しかしこの通訳の発想は当然のことながら日本人へのサービス向上が原点にあった訳ではなく、むしろアメリカ人の利益から決められたものであった。日本人の技術内容はかなり高いレベルにあるのに、言葉がわからなくて十分に理解出来ないのは勿体ないという考え方である。

今回はその第一回であったが、日本語は殆ど完璧に翻訳されアメリカ人、ヨーロッパ人には好評であったが、英語の日本語訳は必ずしも順調とはいえず、今後の反省点になった。英語発表者が事前に原稿を翻訳者に渡さず、減法早口の発表をするので同時通訳者が付いて行けない事態になったので、これを解決すれば(この解決は実は容易ではないが)あとは実行、協力あるのみという段階にある。

2.3 次回の組織委員長、日程、開催場所について

今回の組織委員長はすんなりと互選により、Dr. Pandit Patil (Director, Advanced Vehicle Technology Group, U. S. DOE) ときまった。

活気づく開発を反映するようなエピソードを御紹介すると、次期委員長のDr. Patil から燃料電池開発がこれから急展開するので、これまでの2年間隔では長すぎる、もっと短くした方がよいのではないかと提案があった。しかしなかなか他との調整がつかず最も早くしても1996年9月ということで落ちついたが、間

隔は1年9ヵ月、これではいくらかも短縮されず、論文数が多くなり過ぎるのではと真剣に心配する委員も見られた。

開催場所はOrlando (Florida), San Antonio (Texas), 又はPalm Spring (California) の中から選ぶことになった。サイトの条件は、会議場機能を備えた場所であり、ホテルの割引が十分に約束され、国際空港に近く、気候もよいなどの条件から前述の会議社が具体的にあたり、その条件を検討して組織委員会が決める段取りになる(次回4月12日)。

3. アメリカの燃料電池開発活性化

アメリカは上記した次期 Seminar 委員長 Dr. Patil の発言にもみられるように、それぞれの燃料電池開発に明るい手掛かりをつかんで、それが活性化の背景になっているように見える。PAFC, MCFC, PEFC のそれぞれについてその具体的な姿を述べて見たい。

3.1 PAFC商用化への進展

アメリカでPAFCの開発を進めているのはIFC, ONSI社のみであるが、従来から展開していた200kW (PC 25A) 56台の運転実績がアメリカ、ヨーロッパ及び日本で好調で(その運転実績を表1に示す)、それに支えられて一層の軽量化、コスト低下を図った改良型をPC25Cとして1995年から供給することを発表した。

表1に示されている状況は、現時点としてはかなり優れたものであり、PAFCの信頼性向上を実証するものとして高い評価を得ている。

表1 PC 25A型200kWの状況
(1995年1月31日現在)

出荷台数	56台 (内, 22台は日本向け) ○米国 22台 ○日本 22台 ○欧州 10台 ○カナダ 1台 ○韓国 1台
運転開始台数	50台 (内, 20台は日本)
最長の累積運転	19,242時間以上 (南カリフォルニア・ガス#1)
累積10,000時間以上に到達したプラント数	31台 (内, 12台は日本)
連続, 4,000時間以上の記録を有するプラント数	12台 (内, 3台は日本)
連続運転の最長記録	7,570時間 (世界記録) (南カリフォルニア・ガス#5)
平均稼働率	94.9%

PC-25C (200kW) はPC-25Aに比べて、体積で約2/3、重量も約2/3、値段は工場渡し\$3,000/kWと発表されておりまさに商用化直前という感が強い。

エネルギー価格の安いアメリカでは、\$3,000/kWではまだ十分に競争力を持たないと判断のもとに、DOD (アメリカ防衛省) はアメリカ国内に設置されるPAFCプラントに対し、\$1,000/kWの補助金を出すことを決定し、アメリカ議会の承認を得た。(1995年1年間で最高\$18M、これはPAFC200kWプラント90台分に当たる。) これはClimate Change Action Plan とよばれる予算で、ひきつづき1996年度もDODが\$18M、DOEも\$8Mの予算を申請している。(但し1996年度はPAFCに限らずPEFCも対象にしようとしており、商用化促進の為に政策的援助を継続しようという姿勢が見られる。) これらはいうまでもなく、ユーザーによる運転台数を増やし、アメリカの優位を維持しようとする意図をもつものであるが我が国のフィールドテスト助成金との酷似が興味を引く。

PC 25Cの軽量化、コスト低下は電気システムの簡素化、機械部品の部品点数削減、設計見直しなどによってもたらされたといわれているが、特に驚くべきことはセル触媒層の改良によって電池スタックの出力密度を20%上げ、スタック高さを低減したとされていることで、何よりもセル特性の向上に心を砕いている国内メーカーにとって大いに参考になるものと考えられ

る。

PC 25Cが相当台数運転に入り、十分な信頼性が実証されれば一挙にPAFC実用化の波が高まってゆくことは間違いないと思われる。

アメリカ政府の補助がこの動きに弾みを与えることになることは疑いを入れず、長い低迷期から脱却出来る大きなトリガになると予想される。

3.2 MCFCの開発進展

アメリカのMCFC開発には、ERCグループとMC-Powerグループとがあり、共にその開発進展を競い合っている。ERCグループは内部改質型MCFCによって2MWの大型プラントをサンタクララ市に建設中で、BOPの据え付けはこの1月でほぼ終わり、スタック搬入を今年半ばと予定している。関係者の自信はかなり高く年内には運転開始と期待されており、その成果が大いに注目されている。

一方のMC-Power社はずっと地道な開発姿勢をとり、先ず250kW試験プラントを運転して、スタックの性能を調べ(YUNOCALという石油会社の研究所の中に設置)その後更に250kWデモプラント(San Diego市)を運転し、1997年頃より1MW機の実証試験を予定している。

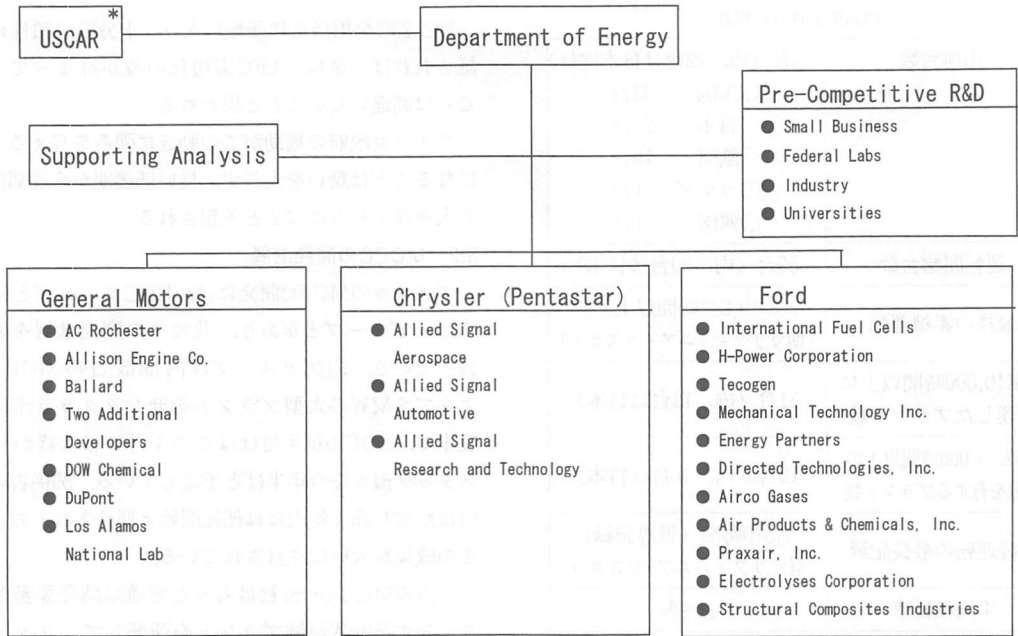
MC-Power社のグループはIGT (スタック技術)、Bechtel (システム設計)、Stewart & Stevenson Service (プラントのパッケージ化) などにより成っており、MC-Power社はスタックの設計、製造及びとりまとめを担当している。

両プロジェクトともDOE, EPRI, GRI, 電力、ガス会社及び州政府などから資金援助を受けており、アメリカの威信をかけたプロジェクトといえる。この両プラントが1995年に相競いあいながら運転に入るとはMCFCプロジェクトの一つの目に見える成果として注目に値する。

3.3 PEFCへの大きな期待

カリフォルニア州の公害規制(1998年には新しく販売される全乗用車の2%をZero Emission Vehicle 一いわゆるZEVとしなければならないと決めており、更にこの数字は年を追って強化され2003年には10%になる)にともなうZEV導入促進の動きとあわせて、PEFCを駆動源とする車両向けの開発が急速に熱気を帯びて来た。

PEFCが車両用に最適とされる理由は、比較的低温運転のため起動時間が短い、出力密度を高く取れる、電解質の逃げがない、出力変化に追従しやすい(ただ



* United States California Air Resources Board

図-2 PEFC駆動車両の開発体制（アメリカ）

し水素直接供給の場合）などの点で有利とされているためである。

1991年DOEがGMグループ（GMを主契約社として、Ballard, Dow Chemical, Los Alamos National Labなどが協力）と契約したのはメタノール改質装置を搭載する方式のPEFC駆動車両の開発であったが、1994年から新たにDOEはFord, Chrysler両社と水素源を搭載する方式でのPEFC開発をスタートさせ、ここにアメリカビッグスリーとの契約によるPEFC駆動車両開発が本格化することになった。（図-2参照）。

これらの動きは1993年春のBallard Power System

ms社による世界最初のPEFCバスの成功に大いに刺激されている。これは120kW PEFC（純水素-空気型5kWユニット24セット）を駆動源とし、シリンダーに入れた加圧水素を燃料とするもので、したがってリフォーマーもピークパワー供給用のバッテリーも持っていない。このバスはアメリカ各地をデモ運転してディーゼルエンジンと同等以上の性能を実証し、一躍世界の注目を浴びることになった。このZEVバスのレイアウトを図-3に示す。

特にDOE, DODの呼びかけに応じてアメリカの三大自動車メーカーがPEFC自動車開発に歩調を揃えたことは燃料電池開発史上のビッグイベントであり、実

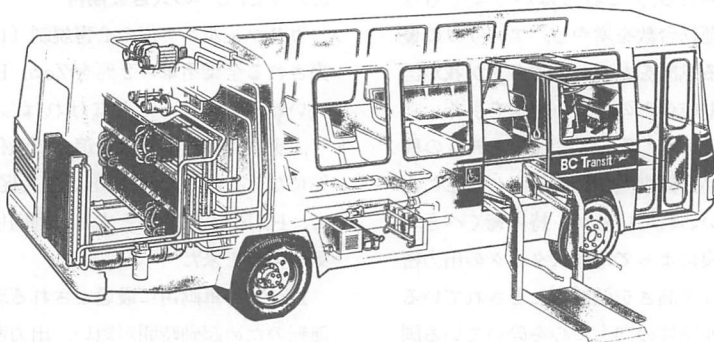


図-3 世界最初のPEFC駆動バス（Ballard社製）

表2 DOEの1996年度申請予算

項目	予算額 (M\$)	対1995年度
車両用燃料電池	45.2	+22
ハイブリッド車両	55.6	+17.3
電気自動車	31.6	+ 3
静止型燃料電池	55.5	+ 6

用化への動きが加速されることを期待する声大きい。

これらの動きを反映するようにアメリカDOEの1996年度燃料電池開発申請予算は車両用において大きな伸びを示しており、殆ど倍増の勢である。(表2参照)。(表2の中のハイブリッド車両と電気自動車は燃料電池とは関係がない)

これに対し静止型燃料電池予算のDOE要求額は\$55.5Mで、対1995年度\$6Mの伸びに過ぎない。(主な内訳はMCFCに\$30M、WestinghouseのSOFCに\$16Mとなっている)。

勿論表2の要求額がそのまま通るわけではなく、議会の激しい削減要求を受けて大幅に減額されることは間違いないが、DOEのこの姿勢はアメリカの燃料電池開発の将来を指向するものとして誠に興味深い。

表2の車両用燃料電池について述べると、\$45.2Mのうち\$28.2Mがビッグスリー向けで、PEFCや直接メタノール改質などの基礎研究向けに\$9.2M、さらにDOEバス(PAFC)の設計変更\$2M、電気機関車用とリフォーマプログラムにそれぞれ\$1Mがあげられている。

4. まとめ

世界の民需用燃料電池の開発は1967年、当時のPratt & Whitney社(現IFC社)のTarget Programからスタートしたが、産業界を巻き込んだ30年近い開発を経ながら、未だに商用化へのメドが立っていないという例はエネルギー開発プログラムとしても希有のものではなからうか。PAFCも商用段階に最も近い

といわれながら、信頼性とコストの壁にはばまれて容易に離陸できない状況に喘いでいる。

しかし今回のIFC、ONSI社のPC 25Cとそれに続くPC 25Dの発表は従来のレベルを打破して、一挙に実用化への動きを加速させものという期待が強くこめられている。PC 25Cのコストは1995年で\$3,000/kW、PC 25Dは1998年に\$1,500/kWといわれているが、十分の信頼性と寿命保証をとまってこの価格が実現され得るかどうかについて世界中の注目が集まっている。

しかしそれにも関わらずPAFCの将来に対して大方が期待を持つ所以は、Target以来多くの困難を乗り越えながら続けられてきたIFC社の開発実績に対する強い信頼感があるからであろう。そしてこのIFC、ONSI社の実績は国内メーカーにも大きな刺激を与えることは疑いを入れない。

PAFCの開発鈍化に対してPEFCの開発進展は極めて順調なように見える。PEFC開発の歴史も1965年Gemini宇宙船以来であり決して短くはないが、DuPont社、Dow Chemical社によるすぐれたイオン交換膜の開発以来、民需用に大きな期待を担うようになって来た。幾つかの困難は予測されているものいづれも将来を閉ざすようなものは見当たらない。さらにDow Chemical社がBallard社と組んで、静止型250kWプラントの開発に乗り出して来たこともPEFCへの期待に一層の重みを加えるものとなる。

燃料電池開発の過去の歴史はこれまでに常に未来形で語られることが多かった。曰く何年後にコストは幾らになる、曰く商用化は何年に実現する、等々。今回の明るい活気も若干の未来期待はあるものの、確かな現実をふまえて今度は本物という希望を感じ取っているようである。着実な技術進歩に支えられた明るい明日の実現を信じて止まない。