第 17 回 AIAA/SAE/ASME Joint Propulsion Conference 出席報告*

上 條 謙 二 郎**

第 17 回 AIAA/SAE/ASME Joint Propulsion Conference は“過去・現在・未来の推進系”という主テーマをかかげて本年 7 月 26 日より 3 日間米コロラド州コロラドスプリングスで開催された。発表テーマは航空宇宙の推進系に限られているが, Air Breathing Propulsion 20, Liquid Propulsion 6, Solid Propulsion 7, Propellant and Combustion 6, Electric Propulsion 1, Support System 1, Ground Test and Simulation 1, ASME (ASME 担当セッション) 4, SAE 2, など 50 セッション, 論文 150 件にもおよぶ大きな会議であった。このほかに液体ロケットエンジン, 固体ロケットエンジンならびにジェットエンジンの歴史に関する特別講演が企画されていた。またスペースシャトル初飛行の成功直後でもあり, リフトオフから着陸までの美しい感動的な映画なども紹介された。

本会議は国際学会ではないが, わが国からの 5 件をはじめ, 英国から 8 件, 西独から 2 件, フランスから 4 件, 中国から 2 件, ユーゴスラビアから 1 件, イスラエルから 1 件の発表があり, また聴講のため出席した外国人も, 筆者の気がついただけで, わが国から 4~5 人, フランスから 5 人, 中国から 5 人ほどみられるなど, 国際学会の雰囲気を感じさせる会議であった。

筆者はおもに液体推進系のセッションに参加したが, 会議開催中の 3 日間は午前と午後ともにプログラムがびっしりと組まれていたため, 他のセッションに参加する余裕はまったくなかった。まずここではロケット関連の事柄に限らせていただくこととして, さらに筆者の参加した液体ロケットのセッションをおもに紹介することとする。他の分野のセッションについては発表論文のアブストラクトなどを参考にして若干触れることにする。液体ロケット推進系の研究発表は六つのセッションで行われた。以下セッション別にその概要を紹介する。

Liquid Propulsion 1: Launch Vehicle & Ad-

vanced Propulsion Concepts このセッションでも最も注目を集めたのはスペースシャトル初飛行時における主エンジン (SSME) の作動状況を紹介した発表であった。発表に用いられたカラー映画によっても, 大出力の主エンジンが信じられないほど順調に作動している様子が十分うかがえた。これまでの Joint Propulsion Conference では SSME 開発における失敗の紹介が多かったと聞いていただけに, 発表者の自信にあふれた態度は印象的であった。飛行においてはほとんど問題はなかったようであるが, 燃焼圧力センサが熱放射により若干ドリフトした点が報告された。本セッションではこのほかスペースシャトル以降の推進系として検討されつつある推進剤切換式エンジンと対比して炭化水素燃料/液体酸素エンジンがとりあげられ, プロパンを用いる二段燃焼サイクルエンジンの可能性が示された。また Martin Marietta 社はスペースシャトル以降の大型ロケットとして, スペースシャトルの各部 (SSME, SRB, ET など) を最大限利用する方式 “Building Block” を提案した。

筆者はこのセッションにおいて, わが国で現在開発中の H-1 ロケット第 2 段液酸/液水エンジン用ターボポンプの開発状況を紹介した。このエンジンの開発が開始される直前にたまたま米国の数人の専門家から意見を聞く機会をもったが, 困難を予測する人がほとんどであった。それからおよそ 5 年後 LE-5 エンジン・ターボポンプの順調な開発状況を紹介できたことは喜ばしいことであった。発表後のディスカッションではかなりのスピードで開発が進んでいるわが国の現状を不思議に思っている様子がうかがえた。またフランスの SEP 社のアリアンヌロケットの H-8 システムの主任から長時間にわたり, わが国のターボポンプに関して詳しい質問を受けた。最近になってフランスが推力 60 トンの高圧液酸・液水エンジンの開発研究にとりかかったこと, またそのターボポンプの方式が LE-5 のものになりに似ていることがわかり, ようやく質問の意味を納得した。

Liquid Propulsion 2: Spacecraft and Satellite Propulsion このセッションでは人工衛星用の貯蔵 (Storable) 推進薬を用いる小型推進系に関する発表が

* 昭和 56 年 11 月 9 日原稿受理 Report on the AIAA/SAE/ASME 17th Joint Propulsion Conference

** 航空宇宙技術研究所角田支所 Kenjiro KAMIJO

ほとんどであった。推力 5 ポンドのロケットエンジンの認定試験、他の衛星から電気エネルギーを取り込み、ジュール熱を利用して性能を上げるヒドラジンスラスタの開発、同じくヒドラジンをを用いる低軌道衛星用スラスタ MARK II の開発研究、通信衛星用推進系の開発、惑星探査ボエジャーの推進系などである。この種の小型エンジンに対しても推進薬ポンプ（電気モータ駆動）を用いる方式が JPL から提案された。

Liquid Propulsion 3: Orbiter Transfer Propulsion スペースシャトルが順調に進みだしたためもあったか、軌道間輸送機用推進系を主題とする本セッションはかなりの活況であった。100 人ほどの座席では足りず、会場の後方に立つ人の姿も見られた。Martin Marietta 社 (3 件)、Boeing Aerospace 社、General Dynamics 社、Aerojet 社 Rocketdyne からさまざまな推進系が提案され、活発な議論もなされた。OTV 用推進系の推力レベルとしては二つが考えられているようである。静止衛星ミッション用の比較的推力の大きなもの (10 トン程度)、これは比推力 480 秒の Advanced Space Engine であり、Aerojet 社がシステムを発表した。General Dynamics は ASE エンジンの代りに RL-10 エンジンの改良型の使用を強く提案していた。一方推力の小さな推進系 (1.5 トン以下) が大型構造物運搬用として最近詳しく検討されている。本セッションにおいてもこの種の発表が主であった。種々のエンジンサイクル、推進薬の組合せ、燃焼圧力などについてシステム研究がなされているが、最終的にはポンプ式液酸/液水エンジンを第 1 候補にあげていた。こうしたエンジンを開発するにあたってはとくに超小型高速ポンプの開発が大きな課題の一つのようであった。現在わが国においてもこの種の小型極低温推進系の研究が行われつつあり、この面からも本セッションは興味深いものであった。なお Rocketdyne のシステム研究を発表した二世の SHOJI 氏と話す機会をもったが、わが国の推進系についてかなり詳しい知識をもっておられたのは、筆者の驚きであった。

Liquid Propulsion 4: Propellant Management and Feed System このセッションでは、再使用型ロケットを対象とした低重力下での推進薬の移送に関する研究、極低温推進薬を宇宙空間に貯蔵するシステムの開発研究、OTV 用小型極低温推進薬エンジンのポンプの吸込みシステムの簡略化に関する研究、などが発表された。このうち極低温の貯蔵システムについては電気推進系のためのアルゴン、小推力ロケット用のメタン、OTV 用の酸素と水素が対象であり、スペースラボによる実験が予定されている。

Liquid Propulsion 5: Recent Experiences with Liquid Propulsion Problems 本セッションではほとんどが論文なしで発表された。がその内容はきわめて新しいものばかりであった。SSME 開発の総括ならびに将来について MSFC の Bob 氏が発表した。今後予定されている推力アップのためのエンジン試験は必ずしも順調ではない様子がかがえた。スペースシャトル初飛行時の SSME の比推力について Aerospace 社の BECK 氏の解析が紹介され、結論として予想 I_{sp} を約 3 秒下回ったことを指摘した。この点については今後詳しく紹介される機会があるものと思う。第 3 番目にわが国の H-1 ロケット用 LE-5 エンジンの開発状況が宇宙開発事業団の片木氏から紹介された。燃焼試験の映画を用いての発表は好評であった。順調に進んでいる開発のうちでとくに開発費用に関して関心をもった人達がいたようである。以上のほか OTV に関するもの 3 件、スペースシャトル後の大型ロケット、スペースシャトルの N_2O_4 の漏れ事故に関して 3 件が発表された。

Liquid Propulsion 6: Liquid Propulsion Technology このセッションでは第二世代のスペースシャトルオービタの制御用推進系を無毒の液酸/炭化水素エンジンに替える提案、ヒドラジンとモノメチルヒドラジン推進系の比較試験、MON-1 推進薬に含まれる塩化物の種々金属のクラック発生への影響、などが発表された。

Solid Propulsion については、Motor Efficiency, Advanced Concepts, Component Design and Analysis, Structural Integrity, Flight Instrumentation of Motors, MX Technology のセッションにおいて合計 38 の研究が発表された。Propellant Combustion については、Exhaust Plume Flow Field Analyses, Airbreathing Combustion Systems With and Without Chemical Reactions, Propellant/Fuels Developments and Utilization, Solid Propellant Combustion Instability, Solid Propellant Combustion and Flow Field Modeling, Theoretical and Experimental Combustion of Propellants の各セッションにおいて 33 件が発表された。わが国からは日産自動車の森田氏の固体推進薬の振動燃焼に関する研究、防衛庁技術研究本部の久保田氏ならびに日本油脂 (株) の滝塚氏がそれぞれニトラミン系コンボジット推進薬の燃焼に関する研究を発表された。Electric Propulsion のセッションでは JPL, TRW, NASA Lewis Research Center などから 6 件が発表された。宇宙輸送を対象とした Air Breathing Propulsion のセッションは Ramjet Component Technology, Ramjet System Technology,

Hypersonic Propulsion などであるが、このうちの二つは非公開であった。わが国からは防衛庁技術研究本部の宮本氏がロケット／ラムジェットエンジンに関する研究を発表した。

筆者は本会議のごくわずかをかいま見た程度である

が、それでもつくづく感じたことは米国における航空宇宙関係の研究や開発の数の多さと裾野の広さであった。このことは会議を終えてデンバーの飛行場に立ち寄ったとき、着陸してくる飛行機の数で納得できた。