

JASニュース

宇宙科学研究所

1998.12 No.213



KSCに新設されたパラボラアンテナ（本文記事参照） 撮影：豊留法文

〈研究紹介〉

軌道システムによる輸送の改善

東京大学大学院工学系研究科 曾 根 悟

◆はじめに

筆者は最近までもっぱら地上の、しかも陸上の軌道輸送、さらに主として旅客輸送分野の研究を進めてきたので、宇宙輸送との比較などもあまり考えたことはなかった。しかし、陸上旅客輸送の分野だけでも、たとえば自動車と鉄道とでは、旅客輸送量あたりの乗客の死傷率に3桁以上の、消費エネルギーでも大都市では1桁以上の開きがあるように、意外に大きなパラメータのばらつきのあるものが社会的に併存が許されているおもしろい分野である。

大学で電気工学を専門とする者の中で、交通システムの研究をしている人が少ないために、筆者のグループでは近年だけでも下記のようにさまざまな問題に取り組んでいる。

1. 高速・高頻度輸送のための列車ダイヤ
2. 列車ダイヤ異常時の運転整理手法
3. 無線使用列車制御システム

4. 電気車の純電気ブレーキ化
5. 新しい都市交通システム
6. 交通システムの評価手法
7. 交通システムの国際評価
8. 列車ダイヤの評価シミュレータ
9. 列車群への電力供給システムのシミュレータ
10. 列車群運行総合評価シミュレータ
11. 鉛直輸送システム
12. 公共交通利用個別支援システムIPASS

これらの中から、これから急速に高齢化の進む我が国で特に必要性が高まりそうな、最初と最後に挙げたふたつのテーマを選んで紹介したい。

◆高速・高頻度輸送のための列車ダイヤ

先進国中明白に最悪のレベルにある首都圏の通勤列車の混雑問題を緩和する手だての一つとして、与えられた線路の上に、より多くの列車をより速く流すための研究である。これまでの成果の中から、有効性の高

い三つの手法を紹介してみたい。

通勤輸送に特化した地域分離型輸送ダイヤ：多くの通勤者が都心の端末駅やその近くの乗換駅まで行く性質を利用して、都心に集まる人数をほぼ n 等分する地域に分け、列車は各地域から1本ずつ用意する。都心に近い第1地域は各駅停車で運ぶとして、第2地域の列車は第1地域はノンストップでよく、第3地域の列車は第1、2地域はノンストップでよいから、平均すると停車回数を大幅に減らすことができる。これを図1のように合理的な順序に配列すると、列車を詰めて速く走らせることが可能になる。

この方法によれば、平均速度が高まること、混雑度の列車ごとの差が小さくなること、郊外側で無駄に空いた列車を走らせることが減らせることなどのために保有車両数をあまり増やさずに大幅な増発が可能になる。

都心側の列車頻度を高めることができるのは、従来のダイヤでは停車列車の後にまた停車列車が到着する場面や、停車駅の少ない列車が多い列車を追い越しながら速く走るために間隔を空ける必要があったのに対して、このダイヤでは通過列車が束になって走る部分で頻度が稼げるからである。

都心部に端末がある路線では、束になって到着する列車を収容するだけの着線が無ければならないし、束になって到着する直前には束になって発車させることによって到着線を空にしておく必要がある。このためには地域数 n と同数の線か、その半分の線を持つのが望ましい。 $n=4$ の場合と、 $n=6$ で着発線数が3の場合

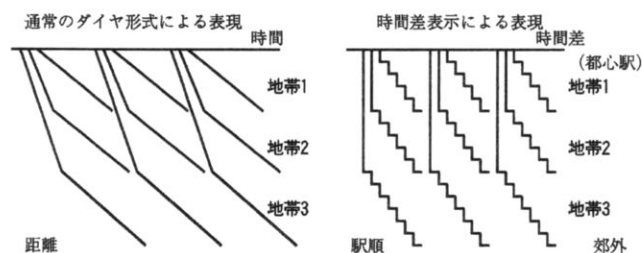


図1 地域分離型輸送による高頻度運転の実現

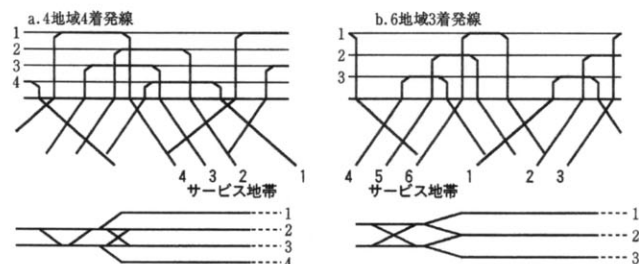


図2 高頻度の折り返し実現の例

の例を図2に示す。

このパターンのダイヤには、総停車回数が少ないために、消費エネルギーも少なくなり、大增発しても変電所の増強が不要なことも挙げられる。

一方、問題点としては、利用者の少ないルートでは何回かの乗換を強いられたり、所要時間が増加すること、増発に伴って開かずの踏切問題が一層深刻化する可能性があること、これまで利用者の少ない駅で、相対的に列車頻度が高かった駅では、駅での待ち客収容能力が不足する可能性があることなどがある。

選択停車ダイヤの活用：停車駅の少ない列車が各駅停車を追い越しながら走る従来型のダイヤではどうしても高速列車に利用が集中しがちで、そのために高速列車の混雑が激しくなる。これを解消しつつ、高速列車をいっそう高速化できるのがこの手法である。従来の高速列車の代わりに、図3のように停車駅を分担した複数の高速列車群に置き換えるのである。また、この手法は地下鉄などの追い越し設備のない路線に応用して、利用客の比較的少ない駅停車を5本中3回などに制限することにより、図4のように列車群全体のスピードを高めることにも応用できる。

はみ出し停車の活用：輸送力を高めるには、列車の収容力を高めるのがもっとも手取り早い。それには増結して列車長を長くすることや、車両を二階建てにして床面積を増やすことが有効であるが、首都圏の通勤時のような異常な混雑の場面では二階建て車両は必ずしも有効とは限らない。それは、構造上扉の数が増せないからである。そこで増結することになるが、一部の駅ではプラットフォームの延長が困難な場合が多い。

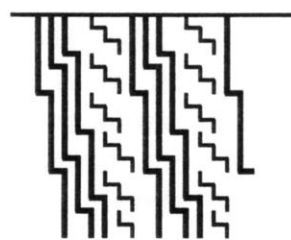


図3 選択停車を急行に活用した例

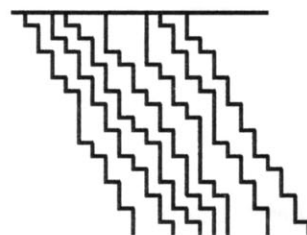


図4 選択停車による全体の高速化

これができるまで待つのではなく、積極的にはみ出し停車を利用することで、混雑緩和をしようとするものである(図5)。いわば選択停車ではなく、部分停車である。

ホームにかからない部分の扉を開けない制御を機械的に保証することは困難ではないし、停車しない車両に乗って困らないような案内も後述の方法で実現できるから、実用性の高い方法になる。

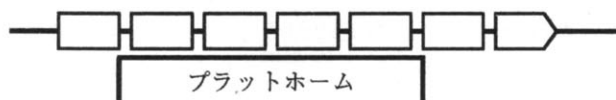


図5 はみ出し停車による輸送力増強

◆公共交通利用個別支援システムIPASS

IPASSとはIntelligent Passenger ASsistance Systemから名付けたものでIntelligent passつまり万能なパスとしてこれさえ持っていれば運賃の支払いには手間がかからず、必要な案内が望みの形態で得られる近未来のシステムである。交通事業者側からは、運賃の取り逃がしが殆どなくなるだけでなく、各種の割引などを通じて利用促進を図ることができ、案内をする仕組みを利用して、詳細な需要の把握ができるために、列車

ダイヤの設定などがよりの確にできるようになる。

それだけではなく、的確な案内が個別・リアルタイムにできることでこれまで採用を見送ってきた合理的ではあるが複雑で案内が困難と考えられてきたダイヤを実現したり、列車ダイヤが乱れたときにも的確な案内ができることを通じて、近年一部の鉄道で失われてしまった利用者からの信頼感を取り戻すこともできるようになる。

IPASSができると、乗車前にその時点と地点に応じた最適な（これは個人の好み等により、最も安い、最も速い、着席できる、等さまざまであるがそれに対応した）経路を案内できるし、乗車駅や乗換前にもその都度必要な（必要でない人には何もしない）案内ができる。

運賃の支払いに関しては、通常は全く手続きが不要で、IPASSとシステム側との情報交換により、利用経路や設備を特定し、それに応じて指定の口座から後日一括して引き落とすだけである。自宅で電気を使った電話を掛けたりするのにいちいち支払いの手続きをしないのと同じである。自分の金での旅行と、会社の金での出張のように財布を使い分ける場合など、特殊な取り扱いのみ事前に登録が必要となろう。

表1 各種利用手続きの優劣比較

評価項目	方式	有人方式	磁気券方式	ストアード	無改札	ゲートあり	ゲートなし
		出改札システム	接触型自動改札	フェアシステム	システム	非接触ICカード	非接触ICカード
乗客の利便性	運賃・料金徴収の容易性	○	×	○	◎	○	◎
	所要時間等	×	A	A	◎	A	◎
	旅客動線の長さ	×	A	A	◎	A	◎
	駅での案内	○	×	△	△	△	◎
	乗車中・乗換駅での案内	△	×	×	△	△	◎
	案内モードの多様性	◎	×	×	×	○	◎
経営効果	リアルタイム個別案内	△	×	×	×	○	◎
	プライバシー・損害	○	△	△	○	△	B
	故障時対策	◎	○	△	◎	△	△
	導入費	◎	△	△	◎	×	×
	駅インフラ建設費	△	×	△	◎	△	◎
	運営費	×	△	△	◎	○	○
向上	異常時対応力	○	×	×	△	△C	◎
	柔軟な営業施策	○	×	△C	○	△C	◎
	柔軟なダイヤの活用	×	×	×	×	△C	◎
	顧客情報の取得管理	△C	×	×	×D	○	◎
	予約との兼用	×	×	×	×D	○	◎
	不正乗車対策	△E	○E	○E	△E	○E	○E
上	不正乗車対策	△E	○E	○E	△E	○E	○E
	関連部門への拡張	△C	×	×	×D	○	◎

注：各項目について ◎：優れている，○：良い，△：劣る，×：不可能又はきわめて劣る

A：無人化に伴って増設すれば○，そうでなければ× B：○にできると思われるが，未開発

C：工夫次第で改善の余地あり D：これを必要としない用途に限定利用されている

E：制度・運用との関連が強く，システムに固有の優劣ではない

◆各種運賃徴収方式の比較

現状の自動化した出改札システムは、案内機能が失われただけでなく、運賃を調べるなどの手間を利用者に掛けており、高齢者などにはきわめて不評でこれからの時代には対応できない。世界的には都市交通の分野では、運賃体系を簡単にして、回数券を自分でキャンセルする無改札方式が最も優れているが、日本の大都市には運賃制度などを大幅に変更しない限り応用しにくい。そこで、日本の現状にも対応し得るハイテク利用の無改札方式に勝ち得る唯一の方式として提案するのがこの方式なのである。

◆IPASS機能の実現法

ハードウェア的には、情報携帯端末としては簡単な表示・制御機能付きのICカード、携帯電話機などが考えられる。駅や車内の要所々に配置したアンテナとの間で、電波等により10m程度の距離での通信を行い、システムでは利用者の追跡を行う。また、大きな駅・事業所などには登録のための装置や有人の案内所も置いて、最初の登録や登録内容の変更などにも対処する。

案内は個人の固定的な登録情報（速いルート希望、禁煙席希望、階段歩行を極力しないルート希望、など）や可変の情報（その日の行き先等）をもとに、現実の列車ダイヤやその時の状態（次の列車の空席は1号車

と2号車のみ、等）と利用者の位置とから生成し、希望の形態（音声で、文字で、等）で伝える。ダイヤや列車の状態は今でも把握していることが多く、一般に利用されていないだけである。ダイヤが乱れた状態ですら、運行司令所などでは近未来のダイヤ予測はできていることが多いから、他線への振り替え輸送なども含めれば、利用者への迷惑は簡単に、桁違いに減らすことができる。この案内の実現のためのソフトウェアの開発にはかなりのマンパワーを要するが、交通事業者の乗務員などには拘束時間ではあっても待ちの時間が長いから、その気になればこの時間は生み出すことができる。

需要分析は、希望条件や詳細な利用実績から、比較的容易に従来とは比較にならない精度で把握できよう。

もちろん良いことだけではない。

利用者のプライバシー保護をどうして保証するか、比較的長い時間がかかると考えられる全ての場所と利用者にとってこのシステムが行き渡るまでの過渡期をどのようにするか、など未解決の問題も多く残っている。

地上の輸送問題の一側面だけの紹介になったが、まだまだ情報システム工学的には改善の余地が大きいことを御理解いただけたなら、この小文の目的は果たせたと考えている。
(そね・さとる)

お知らせ



1 月						2 月								
1	5	10	15	20	25	30	1	5	10	15	20	25	28	
M-V-2						計器噛合せ								
LUNAR A						総 合 試 験								
						M-V-4						B1, B2 仮組立		(7/31まで)
						S-310-28						フライトオペレーション		(3/10まで)

宇宙学校開催のお知らせ
今年も宇宙学校を下記のとおり開催します。

[A会場]

日時 平成11年1月9日(土)
会場 東京大学教養学部13号館1323教室
(目黒区駒場3-8-1)

[B会場]

日時 平成11年2月7日(日)
会場 相模原市立産業会館
(相模原市中央3-12-1)

内容 第1時限

宇宙の謎を探る

- ・大きいブラックホールと小さいブラックホール

A) 堂谷忠靖 助手

B) 藤本龍一 助手

村田泰宏 助手

第2時限

惑星と生命

- ・小惑星へ行く
- ・地球の生きものと重力
- 〈ビデオ：私たちの太陽系〉

藤原 顕 助教授

黒谷明美 助教授

第3時限

ロケットと人工衛星

- ・ロケットの世界
- ・ロケットと通信
- 〈ビデオ：人工衛星〉

竹前俊昭 助手

橋本正之 助教授

問合せ先：宇宙科学研究所庶務課企画・広報係

TEL：042-759-8008



★KSC科学衛星追跡管制設備でき上る

[表紙写真参照]

海沿いの道が内之浦に近づき、「おおすみ」と追跡アンテナの模型のある小公園を過ぎたあたりから、前方かなたの山の上に二つの傘型の構造物が見えはじめます。従来、二つともほぼ同じ大きさでしたが、この秋、左側の傘が一際大きくなりました。道が内之浦の街に入り、内之浦橋をわたるあたりに来ると、構造物がパラボラアンテナであることは明瞭になります。向って左側の大きなパラボラ、それがこの度完成した、直径34mの科学衛星追跡用アンテナです。

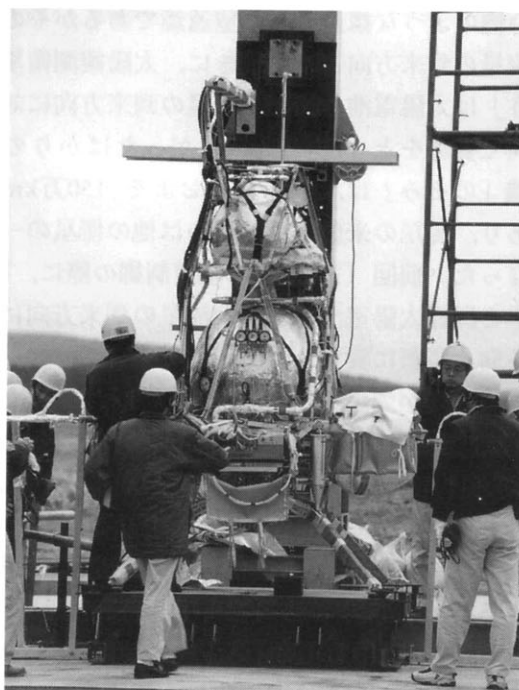
「KSC科学衛星追跡管制設備」の総称のもと、「科学衛星追跡用大型アンテナ設備」と「S/X帯追跡管制設備」という二つの設備の製作が1996年に始まりました。KSCにおける衛星追跡を本格的な2局体制にすることを狙うものです。設計に当って、深宇宙探査機に対応するための機能ももたせました。テレメータ台地の18mアンテナを撤去し、その跡に建てることにしました。大がかりだったアンテナ建設工事でも、台風に妨げられることもなく、無事に終わりました。去る11月末には全設備の立合検査が行われました。引き続き、ジオテイルを使った追尾等の試し運転が始まっています。

この工事に先立って解体した18mアンテナの銘板には、1962年12月という数字が刻まれていました。この新たな34mアンテナ追跡局も、宇宙研の科学衛星を、今後永く支えていくものと確信しております。

(廣澤春任)

★再使用ロケット実験機・第2次エンジン推力特性試験

10月23日から11月8日まで能代実験場で、将来型宇



[試験前の最終点検中のロケット]

宙輸送システムの基礎研究の一環として再使用ロケット実験機のエンジン燃焼実験が行われました。この実験では前回の実験に引き続き、エンジンの推力制御特性や機体への環境影響調査、飛行に用いる航法誘導制御系機器の動作確認および飛行実験に向けての運用習熟などを目的として、合計7回のエンジン燃焼試験を行いました。冬の先触れの強風や時雨に見舞われつつ天気と格闘しながらの実験となりましたが、実験班の努力のおかげで予定どおり実験を進めることができました。後半の実験では機体は一部の機器を除いてほぼ飛行時の形態に仕上げ、地面の上に4本の足で立った状態で離着陸時の環境調査や、地上系から切り放して

搭載系で独立してエンジン制御を行う試験などを行い、後は足を離せば浮き上がる、と言うところまで計画通り実験を終了する事ができました。次は飛ばします。

(稲谷芳文)

★飛翔中の人工衛星のしし座流星群対策

しし座流星群（レオニード）の人工衛星への影響が心配されていたことは、11月号のISAS事情欄でも紹介されている。相手はたかだか大きさ1mm以下の“ちり”であり、人工衛星に当たる確率は極めて低いとはいえ、万が一当たった時にはその相対速度は70 km/sもあり、最悪の場合は衛星が制御不能に陥る可能性もあると警告されていた。

宇宙研の飛翔中の全衛星は安全のため高圧電源を切り、姿勢によって危険度が減と考えられる場合には事前に姿勢の変更を行なった。X線観測衛星「あすか」は長い筒のような構造をした望遠鏡であるがその開口部を流星の到来方向とは逆向きに、太陽観測衛星「ようこう」は太陽電池パドルが流星の到来方向に対して横を向く姿勢をとった。7月に上がったばかりの火星探査機「のぞみ」は、地球からおおよそ150万kmの距離にあり、流星の来襲を受けるのは他の衛星の一日遅れとなった。前回（11/4）の軌道制御の際に、「ようこう」と同様太陽電池パドルが流星の到来方向に対して横を向く姿勢に変更し、流星に備えた。

さて日本中が流星ブームにわく数日が経過したが、幸いなことに宇宙研の衛星への流星の衝突は無かったようである。関係者が流星に「当たりませんように！」と願いをかけたお陰と思うが、いかがであろうか。

(松岡彩子)

★あきる野施設HATS作動特性試験

あきる野施設のHATS（High Altitude Test System＝高々度高空性能試験システム）は、実験室レベルで小規模ロケットの高々度飛翔環境における性能試験を行

うための設備です。上段推進系開発における様々な研究課題に取り組む上で必要な設備として強く要望してきたもので、推進薬量20kg、推力約300kgf程度の小型ロケットの燃焼試験を想定して設計されています。

今回の試験は、12月に予定しているDOM-3真空スピンド燃焼試験を前に、ロケット燃焼時における設備機能の確認を主目的として行われました。供試ロケットとして用意されたのは、推進薬量17.1kg、最大推力約300kg、燃焼時間約20sの本格的なTM-250EBモータです。メンバーも、任意参加であったにもかかわらず、NTCの地燃で活躍しているベテランが勢揃いしました。

燃焼試験は、11月13日15時30分の点火で行われました。取得された圧力、温度データから、モータの着火・燃焼および設備の機能は正常で、HATSのガス力学的作動特性も良好であることが確認されました。

(徳留真一郎)

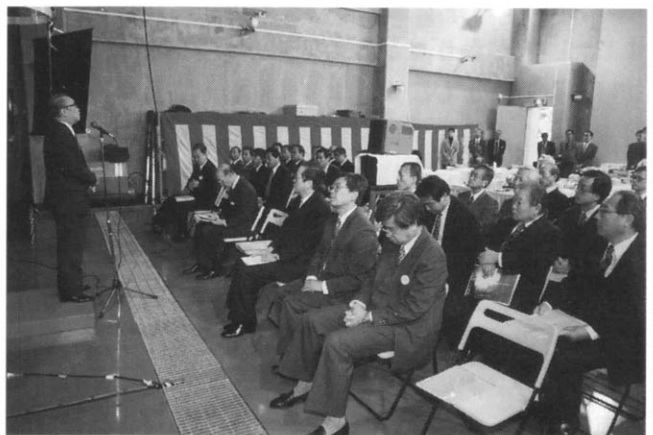
★「あきる野施設」竣工披露式典

11月26日、東京都あきる野市の自然豊かな菅生地区の一隅に新営なった「あきる野施設」の竣工披露式典が、美しい紅葉に囲まれた現地において、催されました。式典に先立ち、参列の地元および支援関係者に対して完成した場内施設設備の説明が行われ、西田所長の挨拶で開幕した式典は、来賓の田中あきる野市長の「宇宙の世紀である来世紀に向けて、立派な成果を挙げて下さい」との歓迎と励ましの祝辞で閉幕しました。引き続き催された参列者全員による懇談会も、松尾副所長の「地元との融和・協力を大切に」との決意表明と乾杯で始まり、和気藹々の談笑の内に流れ解散となり、式次第の全てが滞りなく終了しました。なお、同施設は、今後、宇宙研にとって、宇宙用化学推進に関する基礎実験研究と教育活動および小規模実用実験実践の場として、地味ながら重要な役割を果たすものと期待されています。

(高野雅弘)



あきる野施設HATS（真空槽とバッファタンク）



祝辞を述べる田中あきる野市長

★インテーク・ノズルシステム燃焼制御実験

今回の実験は、スペースプレーンの推進システムとして期待されているATREXエンジンの空気取り込み、水素ラム燃焼、排気ノズルから成るシステムの制御に関するものである。また、排気ノズルに用いられる炭素・炭素複合材製のプラグノズルの材料面からの耐久試験も行った。

ATREXエンジンでは、地上・静止状態からマッハ6程度までの飛行中に大気から吸い込まれた空気は、インテークによって亜音速まで減速、圧縮され、ラム燃焼で水素と混合、燃焼し、プラグノズルによって膨張、加速し、その排気ジェットによって推進力を得ている。

亜音速ラム燃焼エンジンでは、インテークのスロート下流に垂直衝撃波が生じるが、この垂直衝撃波の位置は不安定で、僅かな圧力変動によっても振動が生じる。特に、着火、燃焼による流れの擾乱が大きくなると、衝撃波の振動はエアーインテークの全圧回復性能を低下させ、エンジン推力が低下したり、エアーインテークの不始動が起こり、全システムの機能が大きく損なわれる可能性がある。そこで、スロート面積を変化できる構造のプラグノズルを用いて、エアーインテークの垂直衝撃波の位置を常に最適な位置に止める制御が必要である。

燃焼を伴わないエアーインテークとノズルから成る空気流だけの制御システムに関しては、相模原の超音速風洞において、その制御試験に成功している。

今回の実験では燃焼を伴う制御方法を確立するため、能代ロケット実験場で行った。試験日程は、予定通り、平成10年11月17日から27日で、この時期としては記録的な大雪の中で試験を行った。最初に、燃焼当量比を下げ着火できる加減を調査した後、システムの制御試験を行った。試験装置や計測系に不具合が生じたとは言え、予想された通り燃焼を伴うシステムの制御はかなり難しいことが認識された。プラグノズルの制御システムは、多少の改良点はあるものの、燃焼火炎中においても正常に作動することや、衝撃波の位置の検出方法は確認できた。試験装置を改修し、近い将来、改めて制御試験を行う予定である。

炭素／炭素複合材を用いたプラグノズルを燃焼ガス流中に曝して、その損傷を調査する試験を行った。燃焼当量比が1近辺のかなり強力な燃焼火炎にプラグノズルを曝したが、燃焼時間を長くできず、炭素・炭素製プラグの温度は計画したような高温度まで上昇せず、耐酸化コーティングの劣化はほとんど認められなかった。しかし、プラグを後方から支持していたステンレスが溶融、飛散し、また、燃焼室を簡易に水冷却したが、長時間の試験には耐えないと判断した。今後は、飛行試験と同程度の長時間の燃焼に耐えるよう試験装置を改修し、炭素・炭素複合材製プラグノズルの耐久性を確認する必要がある。

大雪の中、短期間に合計26回の試験を行うことができ、関係各位に感謝します。
(棚次亘弘)



★国際宇宙ステーション発進

日米欧加露16カ国が共同で宇宙空間に建設する「国際宇宙ステーション (ISS)」の建設がいよいよ開始された。まず一番手として、さる11月20日午後、バイコヌール宇宙基地から「ザリャー (日の出)」という愛称のロシア製の制御棟 (基本機能モジュール=FGF) が、プロトン・ロケットで高度180km×350kmの軌道に投入された。

太陽電池を開いたザリャーは当面、電力供給、軌道・姿勢制御、地上との交信を受け持つことになる。次いで12月4日の夕方、ケネディ宇宙センターからISSの二番手として「ユニティ (統一)」と呼ばれる部分がスペースシャトル「エンデバー」によって打ち上げられた。

「ユニティ」は、ISSの実験棟や居住棟を結ぶつなぎ

目 (ノード) の役割を果たすもので、12月7日午前、ザリャーに接近し、ロボットアームで接合部分をドッキングさせた。その後飛行士は電力ケーブルなどを接続し、さらにザリャーとユニティの内部に入り込んで、種々の機器の取り付け作業を行うことになっている。

ISSはプロトン・ロケットとスペースシャトルを使って45回に分けて部品が運ばれ、宇宙で少しずつ建設していった、2004年に完成する見通しとなっている。

日本でも1997年11月に宇宙開発事業団の土井隆雄飛行士がステーション建設に用いる携帯型クレーンのテストを船外活動で行ったほか、1999年にも若田光一飛行士が組み立てに参加する予定になっている。なお日本の実験棟「JEM」を開発しており、これは2001年から3回に分けて宇宙へ運ばれて、ISSに取り付けられることになっている。ISSは10年間の運用が予定されている。
(時間は日本時間：的川泰宣)

初めての国際会議に出席して

北 原 勇

西田所長より、スイスのベルンでIACGが開かれるが、次年度開催の担当は本研究所なので是非部長に会議の雰囲気を見てもらいたいがどうか、と話があり、まだ本研究所に赴任して間もない小生は直ちに、出席させて下さいと云ってしまいました。

その後冷静に考えてみたら、初めての国際会議への出席、もちろん会話はEnglishどうしよう？管理部内の8人会（メンバーは小生、連携協力企画官、各課長の8人—私が赴任してから各課の連絡を密にしようと毎週月曜日に開催することとした打合せ会—）に相談したところ、国際会議の窓口でもあり英会話に自信のある国際調整課の鎌田補佐と一緒に出張したらどうかと、暖かい進言を頂き一件落着。

それと前後して西田所長、対外協力室的川教授よりスイスに出張するのだから、ESAの施設であるESTEC（欧州宇宙研究技術センター）を訪ねたらどうかと、これまた暖かいお言葉を頂き、オランダ・スイスの二カ国の出張となりました。

まずIACGとは何か。的川メモより：ハレー彗星を接近観測するために、世界の科学者が協力する目的で、4つの機関（NASA・ESA・Intercosmos・ISAS）がハレー彗星に探査機を送り、探査ミッションの連携協力を協議するため国際宇宙科学研究機関協議会（IACG：Inter-Agency Consultative Group）を始めました。

第一回目の協議会は、パドヴァ（イタリア）で開催され、原則として4機関の輪番で開催を担当することとなっています。

1986年にハレー彗星が去った後の第六回目の協議会（パドヴァ・ローマで開催）終了後、ローマ法王パウロ2世が出席者全員をヴァチカン宮殿に招待したことは、有名な話です。この会議で今後も宇宙科学の領域で協力の柱を定めてIACGを続けることとなり、Groupの後にfor Space Scienceとして現在のIACGがスタートしました。協力の柱は「太陽地球系科学」（宇宙プラズマ物理学）でした。世界中の太陽地球系科学ミッションが一段落した1996年ケープカナベラル（アメリカ）で開かれたIACGにおいて、次の協力の柱を「惑星探査」にすることが決定されました。

現在のIACGの組織は総会と重要な協力テーマを議論する4つのワーキング・グループ（WG-1：太陽系探査、WG-2：太陽地球系科学、WG-3：データ・アーカイヴィング、WG-4：ネットワーク）と3つの小委員会（P-1：高エネルギー天体物理学、P-2：赤外線・サブミリ波天文学、P-3：電波天文学）か

ら成っています。

宇宙科学では各国が激しい競争の中で国際協力が飛躍的に進んでいます。日本の宇宙科学をバランスよく発展させるためには、世界各国の動向を的確に把握しておく必要があります。そのためにはこの協議会を通じて正しく認識できることは最大の成果となっています。

又日本の宇宙科学は、予想よりずっと早く世界的なレベルに達し、すでにX線天文学、宇宙プラズマ物理学、太陽物理学、電波天文学の分野のように世界をリードする実績をあげています。

今後も惑星天文学、赤外線天文学等の分野でも観測ロケットやSFUなどの成果を基礎にした意欲的な計画が準備されていて、宇宙科学研究所には、単にIACGのメンバーというだけでなく、ますます強力なリーダーシップを発揮するため国際的に大切な役割があると言えます。今回のIACG（メンバーは、NASA、ESA、RSA、ISAS）にISSI（国際宇宙科学研究所）の全面的な協力を受けて開催されました。

この国際会議に参加させて頂き各機関の研究者が緊張しているものの昔からの知人のように熱心に明るく協議している様子は、私の想像した重々しい国際会議と違い、研究者が、各々の研究の競争の中で真に心を許した友人として討議をしておられました。このような会議が本当の国際協力であり、宇宙科学の飛躍的発展に寄与するものと確信しました。

このほかにESAの1施設であるESTECの博物館を訪れ、解り易く整然と陳列され全部見学するのに半日以上は必要な程の内容の充実に驚きました。又ESTECに隣接してゴルフ場があり広大な敷地と研究者用宿泊施設の中にバス停が複数あるなど大変羨ましく思いました。

最後にIACG出席の本研究所の先生方とレセプション及び夕食の際色々と話をさせて頂きありがとうございました。又ISSIの事務局の皆様お世話になりました。私とお話をしてくださいましたISSIのDr. V. Manno、NASAのDr. C. Pilcher、Dr. J. Green氏サンキュー。

個人的にはオランダでは車庫入列車乗車、防寒用品調達、飾り窓、観覧車搭乗事件等、スイスでは請求書置き忘れ事件、又出張を通じて二人の美人に遭遇等エピソードが楽しい思い出となって残りました。

一來年の沖縄開催の成功を祈念して—

（きたはら・いさむ）

固体ロケットによる宇宙輸送について

徳留 真一郎

ここでは、全段固体ロケットの宇宙輸送機のこれらについて、僭越ながら私見を述べさせていただきます。なぜ“全段固体ロケット”かという、話を単純にしたいという意図とは別に、今後固体推進系が生き残っていくためには、その単純さ故の利点を特に強調しなければならないという思い込みがあるからです。

特に“これから”を考える場合、言うまでもなく“低コスト化”と“低公害化”は避けて通れません。ここで“高性能化”という言葉を出すと、低コスト化に相対するような印象を与えます。しかしながら、適当な原材料の採用と設計上の工夫により達成される比推力性能の向上や機体構造重量の低減は、直接的に機体の小型化と充填推進薬量の低減につながりますから、オペレーションの簡素化とも相俟ってコスト低減に貢献できるはずで、重さによるオペレーションの煩雑さを考えると、大型固体ロケットで大量輸送というイメージは思い浮かびません。従って、低コスト化の観点からは、量産効果による大幅な低減は期待薄で、地道に各コンポーネントの低価格化（低廉な原材料の採用、民生部品の導入、製造・検査工程の簡素化など）と発射前準備作業の簡素化を図る必要があります。また、低公害化の観点からは、価格、性能、取扱い易さの3点で現在の推進薬を凌ぐものが出てくることはしばらく無さそうですから、排出ガス中の有害物質を減らす技術の確立が必要になります。さらに高性能化については、推進薬の性能は頭打ちになっていますが、モータ・ケース材や耐熱材、断熱材の改良による構造重量の低減、また高開口比伸張ノズルの改良や展開ノズルの採用による比推力性能の若干の向上は期待できます。仕組みが単純でコンパクト、そして即時発射が可能という固体ロケットの基本特性を上手く活かした使い方を考えると、将来の固体輸送系の姿は次のキーワードに集約できると思います。

・高信頼性 ・迅速さ ・柔軟性

少なくとも、ハードウェアとしての高い信頼性は実証済みであると確信しています。

迅速さは、固体ロケットの持つ特徴を最大限生かすために前面に押し出さなければなりません。

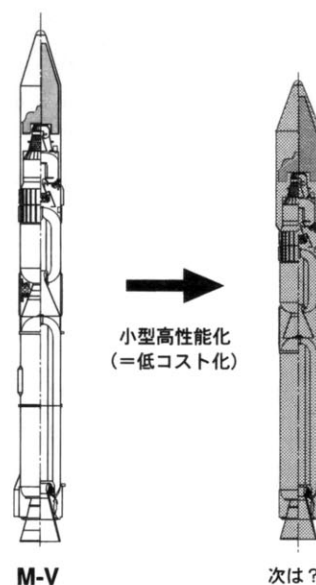
柔軟性とは、特別な地上支援設備が不要で場所や時期を選ばないという意味です。現在のところ、お手本となるのが米国Orbital Sciences社のPegasusとTaurusです。Pegasusは、航空機からの空中水平発射という

固体ロケット以外では困難な発射方法を採用することにより、打上げ時期と方向を選ばない高い柔軟性を生み出しました。Taurusは、M-3SIIとM-Vの中間規模の衛星打ち上げロケットです。徹底した低コスト化と発射前準備作業の簡素化により、打ち上げ費用はM-Vの1/3、特別な地上支援設備を必要とせず、射場への機体搬入から打ち上げまで1ヶ月で完了するというシステムです。これらは、全段固体の輸送機がその迅速さと柔軟性を売りにすれば、中・小規模の衛星を打上げる手段として生き残る可能性を示しています。

宇宙研では、22年前のABSOLUTE計画で、近い将来十分達成可能な目標として、全段固体の打ち上げ機体の実現可能性を検討しています。当時の検討の結果、利用可能な技術と衛星需要を見込んではいじ出された

スペックは、打ち上げ時総重量106tonで高度250kmの円軌道に2.1tonの衛星を投入可能というものでした。しかしながら、その20年後に開発が完了したM-V型ロケットの性能は、総重量139tonで同円軌道への衛星投入能力は1.8tonとなり、22年前の目標を下回っています。

ABSOLUTE計画当時の将来技術は、現在、ほとんど利用可能になっていますが、M-V開発中に完成された技術で十分に



取り込めなかったものも少なくありません。そういう意味では、M-Vの開発はそれ自身のためというだけでなく、次世代固体打ち上げ機開発のための下地を作ったとも言えます。

現時点で、これまでの経験と技術を基に、新たに目標を設定し直せば、推進薬性能と材料技術の向上に伴う軽量化およびオペレーションの簡素化は確実に見込めますから、ABSOLUTE計画における上記スペックを凌駕する低コストでコンパクトな打ち上げシステムが開発可能なはずで、それは、もちろん高い信頼性、迅速さおよび柔軟性を併せ持つものとなるでしょう。

(とくどめ・しんいちろう)



定年前の年の暮れ

栗木 恭一

年来の不義理があって、10月下旬にピサ市の外れにあるピサ大学併存のチェントロ・スパチオ（宇宙センター）にアンドレヌッチ教授を訪ねた。「明日の講演は旧市街の会場をお願いします」と云われ、翌日秘書さんにその会場へ案内して貰った。小さな広場に面し、周囲の民家と見た目で変わらぬ建物の重々しい木の扉を開け真っ暗な中に踏み込むと、床石が凸凹していて危うく転びそうになった。既に会場には教授、学生合わせて40～50人が集まっていたが、急に明るい部屋に招じ入れられて驚いたのはその内装であった。（写真）壁も天井もルネサンス期の絵画で覆われており、重要文化財に取り囲まれての講演となった。最近の電気ロケット推進の2、3の研究成果を話したが、OHPを点灯すると薄明かりに淡い色の天使の姿が浮かび上がり、眩惑的ともいえる気分になった。ガリレオ大先生に始まるピサ大学の先生達はこんな優雅な雰囲気での講義をしてきたのかと感じ入った。因みに、この建物はエンリコ・フェルミ記念館と呼ばれている。

その気分の醒めぬまゝ帰路に思い浮かんだのは、大阪出身の洋画家、小出櫓重（1886－1931）の晩年（とはいっても若死だったが）の次なる述懐である。以下、「洋画」を「西洋科学」、「絵画」、「芸術」を「科学」と読み換えてみて頂きたい。

「日本は洋画の発祥の地ではなかったもので、つひ勢ひその根が如何なる栄養を吸いつつ何の要求から現代となったかを眺める事が出来難い不便な位置にあるために、つひにその花だけを眺め、何の仕度もなく花だけを模造しようとする傾向があり、又、若き壮なる年配にあっては特にそれを先ず企てようとする。だがもともと、切り花の生命はどうせ幾日間の間である。

日本の洋画壇の今までの傾向は大体が輸入時代だから止むを得ない道程であったが、その切り花は無数の花の中のたった一つの種類に過ぎない場合でさえも、その一種の花が当分のうちに全日本の浦々にまで流感



のごとく速やかに発生するのである。

だが根が無いために、次の切り花の到来を待ちあぐむ。勿論花の見本だけでも心を刺激し開発する役には立つ。然し勿ら、根を本土におろすべき芸術はその根も共に知る事なき限り本当の発生と進歩は困難である。」（1930）

芸術は洋画以外にもまだあるからよいが、科学は西洋由来のもののみである。この文を思い出したのは、ピサ大学のルネサンス様式講義室で科学の根を育てた土の香を嗅いだ気がしたからである。何が切り花で何が根かとか、万事グローバルになった世の中だから根がどこにあらうとよかろうとか聞こえて来そうである。だが、小出画伯が物故して半世紀余がたち、この間に研究生活の大半を過ごした私には、根ともいふべき先生の講義を、その香のする部屋で聴いた覚えはない。バブル経済も根のない資本主義体制の切り花であったのかと、寂しさの残る定年前の年の暮れである。

（くりき・きょういち）



本号の＜研究紹介＞は、生活に密着した「陸上の輸送」に関するもので、一見、宇宙とは無関係に思われるが、近い将来、このテーマは「宇宙の輸送」へと向けられる。「地上」から「宇宙」へ、そして「逆もまた真なり」である（荒木）

ISASニュース

No.213 1998.12

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所（文部省） ☎229-8510 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 042-759-8009

The Institute of Space and Astronautical Science

◆本ニュースに関するお問い合わせは、上記の電話（庶務課法規・出版係）までお願いいたします。（無断転載不可）

*なお、本ニュースは、インターネットでもご覧になれます（<http://www.isas.ac.jp>）。