

TR-O-0051

09

CIS宇宙ミッション参加報告

古濱 洋治

1992. 7.29

ATR光電波通信研究所

# ATR Technical Report

## 「C I S 宇宙ミッション参加報告」

古濱 洋治

1992. 7. 29

### 〔目 次〕

|            |     |
|------------|-----|
| 1 . 概要     | 1   |
| 2 . 技術調査報告 | 3   |
| 3 . 所感     | 2 8 |

### 付 録

- ① 参加者名簿
- ② 日程
- ③ 資料集
- ④ 写真集
- ⑤ 新聞報道コピー集



## I . 概 要

7月6日から15日まで、C I S宇宙ミッションの一員としてロシアに滞在し、宇宙開発関係の政府機関、研究所、企業を訪問した。今回の調査団は、本年6月上旬に外務省においてコプチェフ・ロシアスペースエージェンシー総裁と日・露宇宙協力について意見交換が行われた際、派遣が決まったものであり、42名（官14名、学識経験者2名、産26名、付録1参照）が参加した。この他通訳2名（1名現地参加）、添乗員2名、記者13名（11名現地参加）が参加した。

調査は、ロケット関係（第1班）、衛星関係（第2班）の2つに分かれて行われた。小生は第2班に属し、科学アカデミー機械中央研究所、ソープ飛行管制センター、N P O（科学生産公団）ラボーチキン、ロシア宇宙機器製作研究所、N P Oコンボジット、N P Oモルニア、ヒムマッシュ研究所、K B（設計局）フォトンを訪れた。尚、役所関係の参加者は1日早く現地入りし、ロシアスペースエージェンシー、工業省、科学アカデミーなどの訪問を行った。

今回の調査団の訪問に際して、訪問先の詳しい内容については事前に明らかにされなかった。C I Sの説明によれば、代表団の驚きそうなC I S側の得意とするところを選んだということであり、ロケット、制御技術、構造、材料などに重点が置かれていた。通信・放送に係る宇宙技術には見るべきものはほとんどなく、以前から指摘されているようにC I Sはこの分野の技術に弱いというべきであろうか。以下、注目に値すると考えられる技術項目を列挙する。

①巨大なロケット段の燃焼実験塔（出力1200t、燃料容量500t）

②世界最大のロケット「エネルギア」のタンク製造プラント（建屋高さ72m及び120m）、タンク38m×8mφ

③衛星搭載用の光学機器、液体窒素小型冷凍機

④鳥の羽毛のような電波吸収材料、医用炭素ゴム（純粋の炭素）、高張度ステンレス（強度3倍）、熱絶縁体（カーボン・カーボン）、電波透過性シリコンレジン、燃えないプラスチック、Al+Mg合金（密度小さくAlの60%、強度大）、Be合金、超合金（Ti+Fe）などの各種材料。

⑤惑星探査における7つの記録

⑥宇宙船「ミール」の2人の飛行士による船外活動の実況放映

全体としてロシアの宇宙開発は、冷戦下の軍拡競争の下で長年にわたって優秀な頭脳、資金、資源など国力をかけて推進され、巨大なシステムとなっている。これだけのものを維持発展させれば、国力が傾くのは当然だと言えよう。（我が国の宇宙開発予算（約2千億円）を全部投入しても施設の維持費も出ないであろう。日本が年2回打ち上げているようなロケットを毎週1回打ち上げており、「エネルギ

ア」は、日本で開発の遅れている「H-II」ロケットより10倍も強力である）。冷戦構造が崩壊した現在、このような技術を人類の平和・福祉にどのように生かして行くかが今後の課題であり、我が国を含めて先進諸国の宇宙開発計画の枠組の再検討が必要となっている（本ミッションと相前後して、NASSA長官がモスクワ入りしている）。間接的ではあるが、これらの動向はATRの将来計画策定にあたって考慮しておかねばならない要因である。

## II. 技術調査報告†

### 1. 科学アカデミー機械中央研究所 ( Kaliningrad, Moscow region )

ロシアの機械産業全般の技術力向上を目的に、一般機械（ロボット等）、新素材開発、振動工学等の分野で基礎と応用の両面で研究活動を行っている。宇宙開発分野では「プラン」、「プロトン」の部品開発に参加している。

#### A. ウトビー氏の概要説明

- ・研究所の設立は1946年、面積は50ha、職員数は1万名である。
- ・業務内容は以下の通りである、
  - ①宇宙技術（ロケット、宇宙船製作）の開発方針を決めること。
  - ②具体的な設計と共にロケットなどの設計に参画すること。
- ・設計グループが独立して、小会社「エネルギア」を作った。
- ・傘下にいくつかの科学センターがある（次のツープ飛行管制センターも研究所内にある）。

#### B. 強度研究センターの見学

- ・職員 500名、内 80 名 博士号を持っている。
- (a) 静強度耐圧試験とシミュレーション（静強度、低温静強度、衝突・振動の各試験）
  - ・材質の研究を行っている。静強度耐圧試験装置の床補強プラットフォームは数万t/m<sup>2</sup>の負荷に耐える。
  - ・ロケット「エネルギア」の強度の保障するのに10年かかった。
  - ・各種の実験に使うロケットのサンプルは1つしかないので、臨界点の手前までやって止めるようにしている。即ち、センサによる測定と、シミュレーション値とを比較しながら次の荷重における予測値を計算して安全性を確かめている。これらが制御卓の表示板に出るようになっている。測定値は総てケーブルを通じて取っている。
  - ・ワークステーションは使っていない。〔Q（古濱）に答えて〕
- \* 簡単な方法で着実な試験を行っている。

---

† 本文は通訳を介して記録したものである。

(b)熱強度試験（実験棟平面積 74m × 46m）

- ・液体窒素による負荷サイクル試験。
- ・ロケット「エネルギア」の強度試験。
- ・原子力発電所のボンベの試験。

(c)温度・圧力試験 Box

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| ・大きさ 8 mφ × 16m（高さ），     | ・耐圧 3,000 atm            |
| ・ Axial force 4,800 Tc , | ・ 温度範囲 液体窒素温度 ～ 1,200° C |

(d)振動強度実験室

- ・打上げ直前の地上における振動強度の負荷試験を実施する。
- ・実験対象の最大サイズは 32m（高さ）× 6 mφ（直径），100t（重量）である。

(e)熱・空力試験〔資料1〕

- ①真空ステーション4台の真空ポンプ（30MW/台，排気速度 300m<sup>3</sup>/sec/台）
  - ②アーク放電させ、磁場で加速して高温にしたプラズマをチェンバーの測定対象へ導く。その後、中和器で中和する。5 mmHgまで引ける。50MWのヒータ（3 MW, 10MWもあり）700 ～ 12,000° C, ノズル直径 1 m 。
- ・「ブラン」宇宙船と同じもの、及び「ブラン」の熱絶縁タイルを試験した。

(f)巨大な丸型 Space Chamber

- ・ロケットの段間分離時の真空とjetのシミュレーション（上段のjetが、下段を吹き飛ばして分離する）。
- ・液体窒素により壁を冷却（レニングラード図書館の本の乾燥にこの装置を使った）。

(g)各種風洞試験装置

①遷音速試験装置（Transsonic）

- |                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| ・大きさ 600 × 600, | ・マッハ 0.4 ～ 2.5                |
| ・圧力 12kg,       | ・実験物の大きさ 60 ～ 70mm × 50cm（長さ） |

②超音速試験装置（Supersonic）

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| ・圧力 100atm,       | ・マッハ 1.75 ～ 7.0, |
| ・温度 -273 ～ 800° C |                  |



・本センターは、宇宙飛行士訓練センター、搭載機器メーカ、科学研究機関、マスコミと継がれている。また、1975年の「ソユーズ・アポロ」実験の時は、N A S Aと継がったし、本年7月26日の仏ソ共同飛行に備えて、一ヵ月前からC N E Sとも継がっている。

・本日（1992.7.8, 16:35）宇宙船から飛行士が宇宙空間に出た。この実況を大画面のテレビに上映、また「エネルギア・ブラン」の映像および日本（秋山）ソ連飛行士の協同飛行の映像を上映した。

＊2時間に及ぶ宇宙船「ミール」におけるヴィクトレンコ、カレリー両飛行士の船外活動の実況が日常的な出来事のように平静に行われていた。強い自身と経験豊かさの現れとみた。

☆「まとめ」としてウトビー氏の強調したこと。

①数年前に開発した地球観測衛星「オケアン」を用いて、台風の誕生を観測している。日本と協力して台風発生、発達、予報に利用したい。

②「地震予知衛星」を開発したい。

③銀河系を観測する大型望遠鏡を開発した。日本で同じことを繰り返す必要はない。協同作業をしましょう。

### 3. N P O（科学生産公団）ラボーチキン（Leningradskoe, Moscow region）

同公団は、1937年に航空機工場として設立された。戦時中は数多くの戦闘機の開発を行い、戦後もジェット戦闘機の製造に取り組んできた。

現在の主たる業務は以下の通り。

- ・無重力実験衛星の開発（ラボーチキン衛星）
- ・月・惑星探査機の開発（月着陸船，金星，火星探査機）
- ・科学衛星の開発

#### A. バークルーノフ所長の概要説明〔資料3〕

・オートメーションシステムの製造（発注予算：30億ルーブル）。以下にその主要製造分野を示す。

①科学アカデミー関係（29%）、宇宙システムの製造（地球・太陽系惑星・天文学の研究）。

低軌道，高軌道衛星の製造。

②国防省関係のロケットの製造（43%）

③商業目標・宇宙システムの製造 (22%)

④日常生活用品の製造 (6%)

当所には設計ビューロー（研究，設計，地上テスト，追跡関係），ババキン実験センター，試作工場プラントがあり1万名の職員がいる。

上記①との関係での将来計画は以下の通りである。

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| (1)「M a r s - 9 4」プログラム             | 1994 |
| (2)「M a r s - 9 6」" , 降下カプセル        | 1996 |
| (3)「プログノス」 , 太陽地球間相互作用              | 1993 |
| (4)「インテルボウ」, プログノスの一部, 太陽風, 電離層への影響 | 1993 |
| (5)「R e l i k t」, 背景放射              | 1994 |
| (6)「スペクトルーR G」, X線, $\gamma$ 線      | 1995 |
| (7)「スペクトルーK R T」                    | 1997 |
| (8)「スペクトルーU F T」, U V線              | 1997 |

## B. 見学（写真 1,2）

### (a)宇宙博物館

・全55年間の歴史の内、最初の21年間はラボーチキン技師長の提案による戦闘機，宇宙ロケットの開発を行った。後半の34年間は、宇宙ロケットの開発を行っている。（22千台以上の戦闘機の生産，40年前に空対空ミサイルの開発を行った）。

・「ルナ9号」，「ルナ10号」（月面軟着陸），月面車2台これらは1年半稼働した。

・「ベネラ4号」，「ベネラ8号」（1970年 金星に着陸，金星大気の気圧 90kg，温度 460° C）。

・「ベガ1号」，「ベガ2号」（ラジオ地図の作成，望遠鏡を付けると「アストロン」となる）。

cf. ハレー彗星「さきがけ」。

・「ベネラ15号」，「ベネラ16号」

・火星ステーション「マース2号」～「マース7号」

・「アストロン」は紫外線望遠鏡を搭載している。

・「グラナット」が飛んで3年目となっている。 $\gamma$ 線の測定，日本の memory を搭載している。

### (b)電波暗室（銀行間の通信用衛星「クーポン」のアンテナ特性評価中）

・大きさ 60m × 30m × 30m

- ・測定周波数帯 200MHz ～ 38GHz (波長 1.5m ～ 8mm)
- ・反射率 -40dB
- ・電波暗室の吸収材には、光ファイバー状の中空のガラス繊維に銑鉄をつめたものを使っている。  
[Q (古濱)に答えて。\*形状に興味あり(写真 3)]
- ・「クーポン」の仕様に次の通りである。
  - ・Rx 14GHz, Tx 11GHz の phased array ant (ビームの形状が制御できる)。
  - ・トランスポンダ 16chs,                      ・寿命 5年 → 7年へ
  - ・ビームの大きさ 2° × 2°,                      ・打上げ年 1993 年
  - ・ロケット 「プロトン」で 2.5t 静止軌道上へ

#### (c)エンジン組立工場

- ・ヒートパイプ: 4m, 内径 2mmφ, 出力 300W (→数10KWでも作成可), どんな重力場でも使用可, 6ヶ国の特許取得。

#### ☆「まとめ」でのクリミニョフ氏の主張

- ・軍用に使わなくなったロケット「アエロスタット」を使って、台風を中心に金星探査などに使った Lab を送り込む。
- ・火星、小惑星の日本との共同観測を行ってはどうか。

#### ☆その他、次の提案があった。

- ・4台の「モルニア」タイプの衛星と3台の静止衛星による森林火災の検出システム「パイロット」。
- ・材料開発衛星「テコス」。
- ・通信、環境モニタ、宇宙技術開発のための「エコール」。

#### 4. ロシア宇宙機器製作研究所 (Moscow)

ロケット開発の総合研究センターである当研究所は、1946年に設立された。

1947年には、ロシアで最初のロケット飛行試験が行われ、1957年には、人類初の人工衛星の打上げを行っている。当研究所の業務は、主として有人宇宙船と無人宇宙船のコントロール、宇宙ロケット機材の強度の研究実験等を進めている。

#### A. グーシェフ所長の概要説明

- ・ 設立は1946年、職員数は9,000名である。（試作プラント，実験工場，分工場，研究所）。ロケット，宇宙システム制御機構の製造を行っている。
  - ・ 有人飛行用制御システムの製造はガガーリン以来続けている。「ミール」も作った。また、米国のスペースシャトルに似た「ブラン」の制御システムを製作した。
  - ・ 航行と測地の制御は1960年代から行っている。「グロナス」（「GPS」に似ている。3つの軌道×8衛星）の製造を行っている。「グロナス」には、光学アレー反射板を搭載している。「グロナス」と「GPS」共用の受信機（弁当箱の3倍位の容積）を見せてくれた。
  - ・ 「グロナス」を使った飛行機着陸システム（精度1m）を提案している。
  - ・ 通信衛星の制御系統，中継機器を製作。（オリンピック中継，8ch，現在24chの新しいシステムを開発している）。地上用トランシーバも開発している。
  - ・ 「SSRD」，「SSRD-2」とよばれる15GHz（12GHz $\times$ ）帯を用いた衛星間通信システム（「レ・トランスリヤートル」）も使われている。
- \* 展示物の中に 40cm × 20cm の曲面ミラー，25cm × 20cm の球面鏡，25cm $\phi$ パラボラ鏡（0.06 $\mu$ m精度）および直径 3cm $\phi$ 程度の円形コーナーキューブから成るアレーが展示されていた。

#### B. Remote Sensing シミュレーションシステムの見学

- ・ 地球観測衛星「レスルスO」，「オケアンO」の情報処理システムの作成。
- ・ 光学機器の作成（0.5~0.6，0.6~0.7，0.7~0.8，0.8~1.0，10.4~12.6 $\mu$ m），分解能は波長1 $\mu$ mにおいて40mである。地上局（モスクワ，ノボシビルスク，ハバロフスク）1局の覆域は半径5,000kmである。車載用小型局は2~3つある。
- ・ 森林火災の検知・モニタ（0.5~0.7 $\mu$ m），天気予報，大地湿度のモニタ。
- ・ ラボーチキン研究所のカメラは総てここで作った。
- ・ 金星のパノラマ写真（500°C，100kg気圧，設計上は40分であったが、見えている間の120分間働いた）。無重力中のフィルムの化学処理（ドライ方式），フィルムの放射線からの保護などが難しかった。
- ・ 6,000km 高度から火星の熱地図（テルモスカン）を撮る「フォボス」搭載の熱スキャナ。CdHgTe（液体窒素冷却），70K，小型冷凍機を内蔵（\*この技術はスゴイ）。

## 5. NPOコンボジット ( Kaliningrad, Moscow region )

当公団は、1975年にロケット及び宇宙機材用の材料の研究と開発を目的とする材料中央研究所として設立された。当公団では、世界初の高強度のアルミ・リチウム合金や高強度ポリマー複合材等数多くの材料開発を行ってきた。また、宇宙空間を想定した各種試験施設を完備している。

### A. ポロビニコフ所長の概要説明 (写真 4)

- ・ 研究所 2 つ (4,000名) と工場 3 つ (6,000名) の連合体。合わせて 10,000名のスタッフがいる。新材質の開発, 新物品のための技術開発を行っている。
- ・ 当社は他の組織ほど困難ではない。生産は昨年比で20%増、スタッフも減っていない。
- ・ 2年前に外国に公開した。多数の国から訪問者があり、毎日2〜3社が訪問する。西欧への販売増えている。米国調査団が訪問後、議会に報告書を提出したが、20項目の内最初の5項目が材料であった。
- ・ ソ連のロケット, 宇宙船の構造は、当社で作った材料を使っている。1989年までは、ロケット宇宙船のみを作っていた。現在は全体の30%となっている。ソ連の総ての材料研究所と協力しており、評価もやっている。また、加工設備の開発, 試作, 品数は少ないが量産を行っている。
- ・ 宇宙物品の材料について言えば、当社の許可がないと宇宙船に使うことができない。当社の開発品を他工場で作るときは、全期間にわたって当社が管理・指導する。
- ・ 製作設備は総てソ連製、研究用計算機は外国製である。
- ・ 医学関係, 石油精製, ガス産業用の材料・設備および交通機関用設備も作っている。
- ・ 米, 加, 伊など色々な国の会社と合併企業を作っている。
- ・ コンボジット社は、今年9〜10月から株式会社 (規模は8〜10億US\$) となり、外国資本も導入する。基本資産即ち株式の25%はスタッフが、20%は所長および副社長が持ち、55%は公開する。

### B. 見学

- (a) 医学関係: ステンレス製注射針, 鉄骨や板と人間の体との結合剤 (bio 活性剤-ハイドロキシエピタイ)。炭素ゴム (純粋の炭素) から血栓の生じない血管を作っている。
- ・ 低温加工のステンレスは 1/3 厚さで通常ステンレスと同一の強度をもっている。

- ・熱絶縁材「カーボン・カーボン（C-C）」，ポリマー・マトリックス（ガラス，カーボンの金メッキ微小球を含む無機・有機塗料）をスプレーを使って塗装できる。効率良好で接着剤不用。
- ・電波に対して透明な耐腐蝕熱絶縁材「シリコンレジン（水晶ガラス＋充填剤）」，リン結合剤と水晶とを使えば、3,500Kまで電気特性不変（燃えないプラスチック）である。
- ・ガラスプラスチックは建築材に使う。1,200Kまで強度変わらず、焼けても有毒ガスを発生しないので、飛行機のblack boxの容器に使う（1 cmの厚さの容器の外側が1,200° C で1時間後に、内側は40° C以下）。
- ・C-C：100～500  $\mu\text{m}\phi$  のグラファイト（密度 0.2～0.6g/cm<sup>3</sup>）をガス・フェイズ飽和方式で作る。混合物には色々なものがある（H，希土類，Sn，Se，B を50％まで入れることができる）。
- ・グラフレン：硼素を2～10％加えると酸化され難く、550 ～ 750° C まで酸化温度が上昇する。また、添加物によってグラフレンの特性が変えられる。電気抵抗は縦方向が横方向に比べて小さく、10～100倍異なる。また抵抗率は $10^{-2}\sim 10^{-4}\Omega\cdot\text{cm}$ の範囲で変えられる（原子力発電所の放射能遮蔽に使える）。
- ・また、有機溶剤をバインダーとして使えばスプレー塗装もできる（350° Cまで使用可，耐酸性があり、電気抵抗率は低く  $\rho = 10\sim 100\Omega\cdot\text{cm}$ ，レーザに耐える。カーボプラスチックの2倍）。
- ・レジン：耐イオン，耐放射線（中性子，X線， $\gamma$ 線の遮蔽）。鉛が入っていないく、且つ鉛の入っているものに対して2倍の効率。プラスチック，金属へのcoating，cold 製法によるメッキも可。

#### (b)材質テスト

- ・材料の性能試験（構造解析，構造試験，Bio強度特性，機械試験，非破壊試験，耐水素試験，疲労試験）。
- ・C-C材料の密度の不均一性（0.5％まで）を調べるX線トモグラフィー検査。

#### (c)金属複合材料

- ・Al+Mg合金：BとCとで補強，密度低く（Al合金の60％），強度大。
- ・融点の高いラミネート材料：耐熱コーティング（1800Kまで可），耐酸化性あり。
- ・耐高温・耐摩擦・耐圧の2金属接合：Al+Fe，Fe+Nb（配管バブル，管；ラミネート材によりアンテナを作ると温度特性良好）。

#### ○宇宙における材料作成の目的

- ①無重力状態での材料作成の基礎研究（試作品のテスト，施設設計）
- ②Bio技術（Bio結晶成長，最大結晶細胞の摘出）の開発

③半導体の作成 (ZnO, Si, Ge, HgI<sub>2</sub>, CdSTe, CdSe; CdS, ZnSe, PbTe)

- ・宇宙空間の無重力状態 ( $10^{-5}g$ )においても衛星の振動によって $10^{-2}g$  となる。このため、機械的除振装置(0.5~1000Hz)を作り、非常に狭い空間であるが、 $10^{-5}g$ を達成した。現在、容量 100~200kg のものを建設中。

(d)超合金

- ・Ti+Fe: power metal(「エネルギー」などの水素、酸素エンジンに使う),  $-253^{\circ}C$  (液体H<sub>2</sub>) ~  $850^{\circ}C$  の温度範囲で使用可能、溶接ナシ、高圧加熱で作成する。
- ・AlN, BN のセラミックも作っている。
- ・金属アモルファスについては、日本で発達しており鈴木先生の本がある。

(e)通常合金 (宇宙環境で使う)

- ・AlLi合金にScを混合: 降伏点 ( $48kg/mm^2$ ) が2倍となり、作業性が良くなる。
- ・耐寒性 steel, Ti合金の作成
- ・冶金施設: ①電気釜 (W線をheaterとしている, 100kW, 10t金属塊まで作成可)  
②電子線溶融装置 (不純物が混入しない)
- ・医療実験室: 20Hz振動による人工骨の耐振テスト (利用者の条件に合わせて特性をcheckする)。

(f)ベリリウム合金 (Dr. ヴィコフスキーの説明)

- ・宇宙船, ロケットの unit に使うため研究と生産を行っている。
- ・Be合金は軽くして強く精密加工性, 機密性に優れている ( $100\mu m$ の亀裂があると宇宙船, ロケットに使えない)。表面精度が高いので光学鏡として使える。また熱耐性, 熱運搬性が良好である。
- ・AlBe合金は軽く, 硬く, X線耐性良好。しかし加工難しい。
- ・Be採掘難しい。Be酸化物, 粉も毒性あり。Be溶融オープンには真空誘導法 (3kHz) を使っている。
- ・金属セラミックのBeCuメッキ鏡とリモートセンシング用走査ミラーとして使う。

6. NPOモルニア (Moscow)

A. ゴシェンスキー所長の概要説明 (見学なし) (写真 5,6)

①会社「モルニア」

- ・本局6000名, プラン関係はモルニアの指導のもとに行われた。トウシノ機械製作所もここにある。
- ・有人キャビンを作ったチャーシシェフ記念設計局はツアギの空力研究所にある。

## ② ブラン計画

- ・当初、熱絶縁材などの材料がなく、高精度着陸などの自動制御技術がなかった。他に多数の課題があったが、この2つが重要なポイントであり全く新しいテスト設備が必要であった。このため新しい組織を作って対処した。
- ・オンブ型（「ブラン」の特徴）のため静止荷重が600t以上になる場合があるので、振動，静止実験施設を作った。
- ・空力摩擦に耐えるベアリング（摩擦力の分散がないと溶接状態になるので、高い信頼性が必要）。熱変形に耐える宇宙船の設計、特に宇宙船の扉の所に高い摩擦力が生ずる。表面特性が重要になるのでプラズマトロンラプで熱絶縁体の実験を行った。また表面の化学特性も実験・検討した。
- ・宇宙真空における太陽光線および低温状態について熱実験ラプで実験・検討した。
- ・風洞実験はツアギで実施した。これはブラン計画のポイントであった。宇宙における実際のプラズマの再現は不可能なので、風洞実験と宇宙実験（2つの飛行模型を使った）間の修正係数を検討した。これによって、ブラン頭部の熱分布，材料の検討を行った。（写真 7）
- ・Hyper Sonic の条件において熱絶縁体がうまく働くかどうか実験的に検討するため、4回「ボル4号」を打上げ、「ブラン」と同じ期間宇宙に滞在させた後回収した（インド洋で2回，黒海で2回）。このため熱分布，力分布の計算モデルに自信をもっている。タイルが1枚欠落しても問題はない。
- ・「ボル4号」はブランと重要部分の形状は同じ、大きさは1/8であった。また、Hyper Sonic 実験では、マッハ数（6～16）とReynolds数を合わせ、風洞とモデル実験結果とを比較した。これらは「ブラン」の飛行で確認した。
- ・熱実験の応用範囲は広く且つ面白い。熱絶縁材料の水晶繊維（ $\text{SiO}_2$ ）の開発に10年間かかった。
- ・材料に不純物の混入は許されないため、工作機械には潤滑油を使わず、エアベアリングを使った。
- ・形状に応じてタイルを貼付るため、ソフトウェアは100万ステップ以上となった。
- ・相互作用のシミュレーションは巨大な数学シミュレーションである。異常事態になっても、異常ユニットを外して残ったものがそのまま動作するようにシミュレーションを行った。また自動制御システムのシミュレーションも行った。帰還における自動着陸のため空力特性のデータバンクを作り、これに基づいて数学シミュレーションを行った。異常，正常時のパラメータ化を行った。
- ・制御システム模型を作り、「鉄の鳥」実験を行った。即ち、空力特性，空気，外部条件が全く同じ環境のもとで制御装置の実験を行った。どんな場合でも「鉄の鳥」実験を行う必要がある。

- ・飛行機「トポレフ 1 5 4」に「ブラン」と同じ空力・制御特性をもつ Flight Lab（3機作った）を搭載して、パイロット訓練用，制御システム改善用として使用した。着地・停止するまで自動モードで行った。
- ・4つのタービンエンジンを付けたブラン模型は高度5 kmまで飛行可能であり、色々な風の強さに対して24回実験を行った。実際のブランの着地のとき、横風は実験の2倍であったが、うまく行った。数学的モデル実験では、極端な場合についても予めシミュレーションを行っていた。

## B. 質疑応答

- Q（小林）： 「ボル4号」のマッハ数は？
- A（所長，以下同じ）： マッハ28～30。
- Q（小林）： 材料の大きさは？
- A： 長さ 4 m × 幅 2 m。
- Q（小林）： 形は「ブラン」に似ていないが？
- A： 「スパイラル」計画の形を用いた。このモデルの下側の形状は「ブラン」と似ているので本質的なデータは同一である。即ち、1965年ミコヤン設計技師の下に設計した主翼に回転翼を使う方式を採用した。同一の曲率であると温度が $2,500^{\circ}\text{C}$ となるが、回転翼を使うと $1,500^{\circ}\text{C}$ 以下におさえることができるので、この原理を用いた。「ボル4号」の下側のタイル数は114枚であり、「ブラン」のものと同数である。また、一番危ない nose，翼先端の部分にはモリブデンを使用した。
- Q（新野）： 「グロナス」システムはどうなっているか？
- A： 米国の「NAVSTER」と共に開発される。「ブラン」では、ジャイロスコープを使った。
- Q（林）： スペースチェンバーの太陽光線には何を使っているか？
- A： Xe管。
- Q（小林）： 「鉄の鳥（＝実物模型のこと）」の大きさは？
- A： 実物大。
- Q（川嶋）： 開発時期は？

A : 1976年 「プラン」のための会社設立。  
1979年 「鉄の鳥」実験。  
1982年7月 「ボル4号」の飛行。  
1984年 「ボル5号」の飛行。

### C. 今後の計画（ゴシェンスキー所長説明）

- ・「ブラン」はツウシンスキー工場で組立てられた。これをバイコヌール基地に届けるため、爆撃機「メシェコフ」を用いた。ロケット「エネルギー」はサマーラの工場で組立てられた。このロケットはパーツで同機を用いて運んだ（50t以下の制限のため）。8mφ×50mのロケット（主ロケット部分）を運んだときは同機と同じ大きさであった。
- ・その後、運搬のため飛行機「アントノフ225」を開発した（運搬時には「ブラン」の尾翼を外す）。最大重量600t, payload 250t。この飛行機は1段目の打上げ手段（機上打上げ）として使える。〔資料5, 写真8〕
- ・一段目は「ムリヤ」飛行機。2段目は軌道飛行を行う。「ボル4号」の実験に用いた。「ムリヤ」の燃料は酸素, 水素, ケロシン。このような飛行機を使うとタンクの大きさを小さくできる。
- ・「ムリヤ」のエンジンの重量1kg当たり、打上げ重量1tである。このようなエンジンは、翼付飛行機のみならずロケットにも有効である。これによれば200km高度へ無人の場合10tの、有人の場合8tのpayloadを上げることができる。
- ・統計解析も行った（これは米国, 英国も行っている）。これによると、軌道に乗せる必要のあるpayloadの重量は全体の80%が9~10tである。また大きさ, 寸法も重要な要因である。同じ研究テーマについてNASA(USA)は、9~10tのpayloadを軌道に乗せる研究をしている。
- ・200km高度の軌道に1kg届けるため、上記システムを使うと\$1,000以下、「タイタン(USA)」「スペースシャトル(USA)」では\$10,000以上かかる。「マックス」システムを用いた計算によると、（国家でなく）私的資本による商売で、近い内に利益がでると思われる。
- ・国際協力については、経済的バランスを見つける方向で最適利用システムのための協力が必要。
- ・英国とInterim「Hotol」計画を進めている。一段目「ムリヤ」（飛行機）、二段目タンクなしの飛行。
- ・フランスとは、「Hermes」の色々な利用方式を考えている。
- ・私共は国と私的資本を使ってテーマ毎にWorking Groupを作って研究する。

- ・宇宙服，救助装置などを作っている機関「ゼータ」の代表ハルチェンコ氏の話：グローバルな問題と共に、ヨーロッパと色々な研究協力をしている。日本も協力すれば「宇宙における生命維持」，「船外活動に必要な装置」について利用できるのではないかな。
- ・全体として宇宙開発は人類発展に当面する問題である。しかし、研究開発機関の privacy の壁は高い。共通の問題を解決するために協力し、最適方式を見出す必要がある。

#### D. 質疑応答（再開）

- Q（報道）：「スペース・シャトル」と「ブラン」とどちらが完成度が高いか？
- A（所長，以下同じ）：似ている。自動モードは「ブラン」の方が良い。半導体作成の環境を作るための加速度コントロールは特許になっている。無重力状態で新しい材料，bio 製品の作成が可能である。
- Q（新野）：どれぐらいの金を投資すると有人化できるか？
- A：1990年のルーブルで19億～25億ルーブル。バイコヌール基地の使用料金が変わっている。当時、10億ドル必要とU S Aで聞いた。必要なら正確な計算が可能である。
- Q（新野）：「マックス」システムの開発費はいくらぐらいか？
- A：20～25億ドル，6年間。10年後に投資を回収できる（10億ドル程度）。
- Q（丸山）：どういう利益が上がるのか？
- A：年間50回打ち上げる。利用者に貸し切る。
- Q（報道）：どこまで開発は進んでいるのか？
- A：プロトタイプ（設計図）まで出来ている。
- Q（春日部）：株式会社となるのか？
- A：外国の会社の提案が面白いと思う。
- Q（新野）：「エキルギアM」と「マックス」システムとの関係は？
- A：全然異なる。即ち、①「エキルギアM」は1回しか使っていない。垂直ランチャを使う。「モルニア」は水平ランチャを使う。従って競争関係にはない。次に②「ミールステーション」とのドッキングのため、「ミールステーション」の位置が打上げ面と同じ面でないとドッキング不可。この正確な位置の一致を必要とし、ドッキング時間まで長くなる。「マックス」の一段目は動いている基地，必要な位置に合わせることがで

きる。また、正常時，異常時でも使い易い。「マックス」はどんな空港でも打ち上げ可能。大きな payload を静止軌道に乗せることができる（18t）。

Q（小林）： 飛行機の離陸距離は？

A： 「S-130（USA）」や「A-140（ロシア）」と同じく 3.5km である。6人乗りタクシーを売りたい。（写真 9）

## 7. ヒムマッシュ研究所（Zagorsk）

同研究所は、ロシアにおける人工衛星及び各種宇宙機器の熱真空環境，地上燃焼実験，噴煙干渉実験を行っている。

### A. ゼニソフ副所長の概要説明

#### (a) 化学機械研究所

42年前に設立した独立した研究所であり、宇宙局に属している。6,000人規模。液体水素，液体酸素，液体窒素プラントをもっている。実際には化学にはあまり関係なく、ロケット，宇宙技術の研究を行っている。

・当所は次の4つの課題を扱っている。

① 液体燃料 ロケット

② ロケット段ごとの実験

③ 燃焼試験 マイクロ（scale down model）エンジン実験，真空チャンバで宇宙の状態を再現した燃焼実験。

④ 熱真空実験 真空チャンバにおける cold 宇宙の再現及び太陽光線のシミュレーション，宇宙輻射のシミュレーションもやっている。

#### (b) ビデオ（6分間）上映

### B. 見学

#### (a) ジメチル・ハイドロジン・エンジン実験施設

・冷却中（液体酸素）での金属強度試験。低い所に廃棄物が集まるので設備は高い所にある。

- ・軽量化した「エネルギアM」エンジン（推力7.5t）の実験準備中、これは「H-II」に似ている。200 t の酸素、水素燃料。また、「スペースシャトル」の主エンジンに似ている。仏「プルカント」の2倍の出力があり、特性が高い。
- ・5つのスタンドを1962年から使っている。これまで12,000回実験を行った。水素関係実験および10～200tまでのエンジンの実験は総てここで行った。
- ・機構毎と全体の実験を行っている。また、エンジンそのものの他、ロケットの段毎の実験も行っている。早いテンポで実験可能。 $O_2 + H_2$  反応から得られ実験も行っている。エネルギーのみならず飛行士の飲む水も得られる。研究環境の実験も行っている。低温プロセスの最適化。fundamentalも入っている。
- ・モスクワ航空大学、ミンスクの熱交換研究所、ハリコフ市の航空研究所とも協力している。また、応用数学研究所の研究の coordinate もしている。
- ・ここの研究所を経由して、他の研究所と contact すると容易である。
- ・日本の水素エンジン計画は面白い。可能なら日本の開発計画に参加できれば面白いと思う。

#### (b)質疑応答

Q： 燃焼継続時間は？

A： ここでは 115秒。実際には別のスタンドで行い、600秒かかる。エンジンが縦方向になっている。横方向の方が安い。エンジンに一番圧力がかかる。実験、データ処理に10日間かかる。水素関係の事故は大きくなるので安全性を考えている。私共も大きな事故があった。

Q： 真空絶縁剤、発砲ポリウレタンなどの保護剤を色々なところに使っている。実験のテンポが早いと聞いたが？

A： ・真空絶縁は2重パイプに、発砲ポリウレタンは短期間の低温の場合に使う。消音装置により音圧レベルを 160dBから94dBに下げた。「アントノフ」の尾翼の熱影響についても検討した。音と熱の影響の実験を行った。

・「エネルギア」については、5,000 回以上の実験、100 種類の unit 実験を行った。水素実験は remote control で行う。

・マイクロエンジン chamber の大きさは  $100m^3$  である。

・日本人の代表団は初めての来所である。全世界から視察に来ている。日本との協力に興味があり、可能なら日本のためにも実験できる。

(c)液体エンジン空冷研究の説明

- ・宇宙条件（熱真空）の再現し、安定に動作するよう容量 100～1m<sup>3</sup>の真空チャンバがある（真空関係は強力な施設）。
- ・最大真空化能力 : 5,000万ℓ/h,                      ・作業真空 : 10<sup>-2</sup> ～ 10<sup>-5</sup>mmHg
- ・max 真空度 : 10<sup>-5</sup>mmHg,                      ・熱真空温度 : 63 ～ 77K
- ・色々な断面に Optic illuminator が付いており、観察できるようになっている。排気ガス吸入システムもあり、また chamber の扉、前室の扉の開閉も remote control できる。燃料は酸化剤、O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> と C,H の混合物である。
- ・無重力実験のために飛行機を使っている。落下塔も使っている。
- ・remote control と data acquisition system があり、高速データについては 150パラメータまで、低速データは 250まで取得できる。
- ・継続的に impulse 実験を行えるのみならず、ロケットjetと宇宙船表面の相互作用の実験、jet間の相互作用の実験また、熱宇宙装置、生命維持装置の実験も可能である。

(d)見学

- ・多段式ポンプ,                      ・機械的ポンプ
- ・拡張ポンプ,                      ・水循環ポンプ
- ・ブースタポンプ,                      ・凝結ポンプ（液体窒素）
- ・油ポンプ,
- ・「サリュート」, 「ミール」, 「ブラン」宇宙船の実験を行った。

(e)質疑応答

- Q（ソ） : エンジン燃焼用のポンプは（日本に）あるか？
- A（林） : 小さなものが I S A S にある。能力600kgのエンジンまで実験できる。
- Q（ソ） : 日本はこのようなチェンバの利用に興味があるか？
- A（林） : ある。
- Q（春日部） : エンジンと宇宙機との相互作用の研究はできるか？ エンジンによる太陽電池の汚れの実験は可能か？
- A : 「サリュート」で行った。
- Q（川嶋） : 使用頻度は？

A : 1 回動かすと 7 ～ 9 ヶ月継続して使う。数千回起動ができる。数百万回、エンジンの on-off が可能、年間、最大 3 ～ 5 つのエンジンテスト可能、同一燃料ならば、同時に何種類も実験可能である。

(f) ロケット段の燃焼実験塔 (写真 10, 11, 12)

- ・「ボストーク」, 「プラトン」などの実験を行った。1988 年が最後の使用、今後の使用計画はない。
- ・出力 1,200t, (2 m $\phi$  × 30m まで可) 500t までの燃料を充填できる。冷却水 6t/sec, 400t の O<sub>2</sub> タンク。地下の基礎巨大、スタンドの高さ 50m。
- ・ロケット据付プラントでテスト後、コルセットを付けてそのまま横にする。これに三角形の枠を付け、特殊運搬機を用いて据付実験プラントからここまで運ぶ。

(g) 熱実験装置の説明 (ミトロファーフ氏)

- ・宇宙機器, エレメントの熱実験を行う: 自動機器 (金星, 火星, 月) 探査船の熱実験の研究, 通信衛星, TV 衛星, 気象衛星の熱モード実験, 「ミール」, 「ブラン」のエレメントの熱実験。
- ・装置の概要: 真空度  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  mmHg, 液体窒素による black space のシミュレーション。Xe ランプによる擬似太陽。宇宙線, IR の模擬テストができる。
- ・主チャンバは縦型シリンダで、充填は上から行う。小型チャンバを主チャンバに乗せて使う。  
(写真 13, 14, 15)。3 ～ 10m<sup>2</sup> の面積に対して擬似太陽光線の強度は 450 ～ 3,000W/m<sup>2</sup>。実効的な実験エリアは 300m<sup>3</sup> の容量 (直径 5 m, 高さ 10m)。リモートコントロールで駆動、2,000 個のパラメータをケーブルを用いて取り出せる。
- ・通信・放送衛星については全ソ連から来た衛星の試験を行った。
- ・「スタッチョナー」は応用機械研究所で設計している。発注者は通信省、傘下の研究所で設計する。〔Q (吉村) に答えて〕
- ・モルニアの設計寿命は以前 2 年程であったが、最近は 10 年となっている。通信システムは、各ユニット部品の寿命が全体の life に影響している。各ユニットの試験は (ここでは) していない。  
〔同上〕
- ・飛行前の衛星, 宇宙船における実験、及び長期間飛行した衛星をモデルとして実験している。
- ・Xe ランプの寿命は 3 kW のもので 2,000hrs (使い捨て)、55kW のものはガス、電極を交換して再使用すると長時間使える。〔Q (林) に答えて〕

(h)実験 complex の説明 (ガリヤーエフ氏)

- ・容積 8,500m<sup>3</sup>, 160tクレーン, 巨大なチャンバーのフタ, 反射ミラー。(写真 16,17)
- ・高さ 100m, 地上から84m, 地下22m まで装置がある。液体窒素で冷却する。必要な真空度 ( $10^{-6}$  mmHg) を達成するには数時間から数日間かかる。
- ・1985年から使っている。「ミール」のロケット, 「ブラン」の実験もここで行った。現在、「ブラン」の次のstepの実験の準備中。太陽シミュレータの強度 2kW/m<sup>2</sup>, 面積 24 × 6m 平行ではない。ビームの広がり 7° 以内。

Q (林) : ケーブルからのガスの放出は問題とならないか?

A : 問題となる。但し、止める技術はノウハウ。

C. 所長との会見

Q (所長) : コメントは?

A (丸山) : 日本にない様な施設があり、色々なことをやっている。

Q (所長) : 多大の経済的な努力を払ってこの施設を作った。用途を考えていただければ、協力を検討する。

A (丸山) : 検討する。

Q (所長) : 設備を利用の経験を考えて使って欲しい。50年間ソ連の技術をこめて、施設を作っている。専門家はいるか?

A (丸山) : 林先生以外にいない。

Q (所長) : 設立以来、数千回の実験を行った。ソ連邦で打ち上げられたものは全部ここを経由していった。

A (丸山) : 日本は、NASA, ISASで同じようなことを、また通信放送衛星はCRLでやっている。

Q (所長) : 液体燃料実験施設は日本にあるか?

A (林) : 開発までゆかないが、液体水素エンジンの研究もやっている。真空チェンバもいくつかある。「H-II」ロケット 出力は 100t, 静止軌道上に 2 t の衛星を打ち上げる能力がある。主エンジンは液体水素, ブースタは固体ロケット。液体水素エンジンは「SSME」と同程度である。「H-II」の他に、低軌道に約1tのpayloadを打ち上げるロケット「J-1」がある。日本のロケットの組立方は縦方向である。

## 8. KB フォトン ( Samara )

当設計局は、1985年に設立され、民生宇宙機器、応用目的や科学目的の宇宙機器の開発を業務としている。

地球観測装置により、高精度のラージスケールの地図作成のための地形測量データを取得している。

地球周辺の宇宙空間、地球の天然資源の調査、研究の目的で「ナウカ」シリーズの人工衛星、その他宇宙総合観測衛星「フラム」、「レスルス」、「コスモスー2」が打ち上げられている。

無重力状態での材料製造に関連しての宇宙実験を行うために人工衛星「フォトン」が開発、運用されている。

宇宙環境での生物・医学実験機器の開発も行っている。

### A. 設計技師長ゴズロフ氏概要説明〔資料6, 写真18〕

・当所では以下の分野の設計、開発、生産を行っている。

- ①環境保護, 地球観測衛星
- ②材料研究, 微小重力
- ③医学生物学
- ④軍縮の管理

#### (a) 「レスルスーF1, F2」

- ・長焦点, 可視・赤外4ch, 高度250~350kmから地表のmappingを行う。
- ・解像力はF1で6~8m(白黒), F2で5~8m(白黒)である。
- ・降下カプセルが帰還後、測地専用カメラのフィルムを回収・現像して情報処理する。

#### (b) 微小重力関係

- ・「フォトン」は1985年から毎年、7回打ち上げている。現在までに7回打ち上げた。降下カプセル中に資材が入っている。カプセル回収後、技術資料を得る。
- ・軌道上の無重力状態( $10^{-4} \sim 10^{-5}g$ )で安定化する, Active lifeは30日間、宇宙材料開発研究, 微小重力実験を行う。

- ・ payload は 850kg, 使用電力 400W , NiCd電池を使用している。エネルギー特性から30日間までは使えない。但し、バイオはエネルギーがあまりいらぬ。

#### (c)宇宙生物学, 医学

- ・ 衛星「ビオン」は1973年から9回打ち上げられた。今年も（#10を）打ち上げる。色々な生物を乗せて実験している。（#1～6＝白ねずみ, #6＝猿）。生物医学研究所と共に研究している。有人飛行の人体への影響の評価のため、生物を使っている。打上げ直前まで（1.5hr）sampleに手を入れることができる。
- ・ 「レスルスーF1」生物・物理実験が可能である。
- ・ コンテナと Air 降下カプセルが帰還可能。軟着陸エンジンも付いている。全体 6,200kg。球のみ 3,000kg。船内プログラムと外からコマンドをかけることができる。通信チャンネルの電源は電池を使っている。

#### (d)国際協力

- ・ 「フォトン」, 「レスルス」を使って国際協力をしている。「バイオパン」（宇宙機械コンテナ）はCNESと相互設計開発をしている。次世代衛星を開発している。
- ・ 1989年から独・カイゼルトレーダ社と「Kojima」, 「Kajimir」も開発している。今後2,3年間続く予定。
- ・ 仏（CNES, Matra, Cifa）と“crocodile”計画を遂行した。これらは biotechnology に関係がある。今年9月、仏との協力「バイオパン」を打ち上げる。
- ・ 今年は宇宙年一環として、今年11月「ビオン10号」を打ち上げる。
- ・ バイオパンの中に「バイオボックス」を搭載する。ダーミヤ社（独）と設計・開発計画あり。成果を国際シンポジウムでマトラが発表した。成果の権利は発表者にある。
- ・ 衛星技術能力によって発注・研究できないものもある。衛星「ニカ」の計画に取り組んでいる。
- ・ 「ニカーT」微小重力関係の研究。「フォトン」, 「レスルス1号」, 「レスルス2号」より能力が高い。120日間に期間を延長した。
- ・ 一日の割当エネルギーを使うことが可能。太陽電池を使用している。「ニカ」の9倍。スペースカプセルでデータを回収する。
- ・ 観測には、「スペクトルB」（可視）および「スペクトルBI」（IR）を使っている。「ニカ」とは全然違う。通信周波数を使う。寿命が長く、解像力は非常に高い。

#### ①ロケット「ソユーズ」(SOYUZ)

- ・3段式, パッケージ方式, 補助ロケット4つは地上で点火する。
- ・クリーンエンジン(ケロシン+液体酸素), 7,000kg payload, 低軌道衛星用(無人, 有人)。
- ・「プログレス」の打上げ: 1990.12. 2 ソユーズロケットによって16回目。国際パイロットチーム(秋山, ウラジミール), ロシアと日本の国旗, ソニーのコマーシャルを搭載した。
- ・「ソユーズ」は 1,000 機ぐらい作った。信頼性(0.987) 高い。

#### ②ロケット「ボストーク」

- ・衛星「メテオール」を40機ぐらい打ち上げた。「レスルスC1」衛星, 「ボルガ1800」衛星, イン
- ド2つ地球資源調査衛星「イルス1」, 「イルス2」を打ち上げた。

#### ③ロケット「モルニア」:

- ・高軌道。通信衛星「モルニア」の打上げ, 月, 金星, 火星, 深宇宙研究のために使った。

④32年間に当社は 1,500機以上のロケットを作った。年間50機、生産できる。

#### (e)軍縮の管理

- ・用途は軍軍用であった。解像力が高く、戦略軍備削減に係わる軍縮管理 check 用である。
- ・スチルカメラタイプ(スチルカメラ用フィルムを使う) 地上に降下。フィルム幅 420mm, 解像力 0.7 ~ 1.0m (コントラスト比 0.2 のとき)、解像力と倍となる(コントラスト比 1 のとき)。
- 焦点面の像 300mm長焦点レンズ。主レンズは 500mm。高度 180~500km。
- ・この1つの衛星によって 460万km<sup>2</sup> を cover できる。
- ・mapping衛星「オリオン」: 71° 軌道傾斜角。(太陽周期軌道も可), 波長可視域 500~800nm, シャッタースピード 1/250秒。1:100000 (1cm → 1km), 1:50000 (1cm → 500m)の地図。
- ・高精度で位置, 距離がわかるような機器が必要。地上距離誤差は数10m以内(100m以内)。
- ・緯度, 経度の照合, 軌道の高さ。星の位置を調べる。
- ・5,000 万km<sup>2</sup> の area の地図, 地図の精度 XY軸: 75m, Z軸: 20m
- ・「オリオン」によって5万分の1の地図を取得した割合。

|        |       |         |       |
|--------|-------|---------|-------|
| ヨーロッパの | 9 1 % | 南米      | 2 7 % |
| アジア    | 5 1 % | オーストラリア | 4 2 % |
| 北アメリカ  | 6 1 % | アフリカ    | 2 4 % |
| 北カナダ   | 未完成   |         |       |

- ・日本の会社「スペースニートピア」は、展示用として「ビオン」衛星の丸いカプセルを買った。

## B. 見学

### (a) 「レスルスー F 1」 衛星 (写真 19, 20, 21)

- ・ エコロジー研究, 資源調査用である。
- ・ 当所は実験室であって組立工場ではない。設計上のテスト, 宇宙での機能変化のテストを行い、テストの結果によって構造, 制御, エネルギー制御システムの改造を行う。
- ・ 長焦点光学カメラ, 短焦点のものは今は付けていない。帰還用スティルカメラの熱補償。航行安定用, 方向, 軌道制御用 air system。各種の姿勢安定装置が付いている。AgZn化学電池を使っている (400W・h)。
- ・ 降下中のカプセル温度は最大40° C。外部は2000° C となる。換気装置が付いている。絶縁体はアベレーションタイプ。

### (b) 設計衛星の動特性試験を行うラブ (1965年から)。(写真 22)

- ・ 3 軸制御システム 1960年代から Digital Syst. を使っている。
- ・ 姿勢の安定化の試験にこの装置を使う。非常に基礎が安定してできている。エアベアリングが中に入っている。450mm。クレーンは6 t 上げられる。 $\mu$ m order の駆動ができる。
- ・ 中国と実験協定を結んだ。

### (c) 「プロGRESS」 工場所長ロージン氏の説明

- ・ 有人打上げ用ロケット、「ソユーズ」のプラント (写真 23)
- ・ 1958年から作っている。年間50本, 4 ~ 5 本/月、生産可能である。信頼性の統計値は0.987であり、非常に高い。
- ・ バイコヌール基地, プリセック基地へ送る。
- ・ 飛行スケジュールと同じ process で実施する。
- ・ 「レスルス」 (アメリカに引き渡す Commercial case)。

### (d) 世界最大のロケット「エネルギー」タンク製造プラント

- ・ 燃料タンクの大きさ 8m $\phi$  × 38m, リング間は電子ビーム溶接。(写真 24) 溶接部分は 100%, X-ray 検査する。全体は「酸化剤タンク」+「タンク間」+「シッポ」の部分から構成されている。最終組立後、テストしてバイコヌールの発射台へ運搬する。
- ・ payload は 102t (低軌道, 270 ~ 400km 高度) であり, 2 回打ち上げた。2 回目は「ブラン」を打ち上げ、automation mode で着陸した。
- ・ 建物の屋根高 72m, 高い方 120m。

- ・タンク厚 5cm。同時に 6 台のフライス盤で作る。材質はスカンジウムを含んだアルミ合金であり、この 50mm のものを枠分を残して 5mm±に削る。（写真 25）水圧 test, 低温 static testを行う。
- ・1993年「エネルギア」ロケットを打上げる。
- ・有人化するには安全性を高める必要があるので、「エネルギア」には色々なものを付けすぎている。93年前半に無人ブランを打上げる予定。
- ・ロケット「ソユーズ」の製造場所

|         |   |          |             |   |        |
|---------|---|----------|-------------|---|--------|
| エンジン    | : | サマーラの工場, | 熱絶縁体        | : | 当所     |
| 配管      | : | 当所,      | 有人衛星本体      | : | モスクワ郊外 |
| 制御システム  | : | ハリコフの工場, | 無人衛星本体, カバー | : | 当所     |
| タンク間の継目 | : | 当所,      |             |   |        |

「エネルギア」 — 「シャトル」と違って、「ブラン」のみならず「エネルギア」で打上げられるものすべてに使える。例えば（具体例なし）ここは生産部門であって、設計部門ではない。〔Qに答えて〕

- ・民間化する計画はない。
- ・日本人が行っていないところが沢山ある。日本とU S Aとがかかわった制約〔\*ココムを指す〕があるためで、制約がなくなれば、総てのことを公開する。
- ・「エネルギア」ロケットによって、火星へ研究者を送る。
- ・日本のためにロケットを打ち上げるときは、発射台を日本に作って欲しい。
- ・独自技術を開発してロケットを作ることが良いかどうか。日本人はロケットより通信などの搭載機器を作った方がよいのではないか。
- ・民間協力については、宇宙のみならず、地上でも協力を進めたい。
- ・サンヨーのマイクロ波オーブンを50万台／年生産する契約を結び、12万5千台のオーブンが作られた。
- ・日本からの借款によって金が出るようになっていたが、政治（北方領土の）問題があった。
- ・エリチンが日本を訪問するとき、こういう話が出てくるはず。借款の内容にどのようなものが入るのか。政府レベルで決まるものの中に入れていいと思う。日本から技術を導入したい。

- ・サマーラ州には石油精製，合成レジン，肥料がある。探鉱コンテナ 2200ℓ，6m × 2.5mφ，liquid container，車載，鉄道，船もある。工場のそばに空港がある。ヴォルガ川，運河によって黒海まで行ける。北にも行ける。建設用地がある。utility あり。車の組立工場，他のプラントもある。
- ・国の中で宇宙開発は小部分。
- ・日本はマーケットが狭いのでロシア市場はどうか。

C. 全体会合（ゴズロフ氏の補足説明）（写真 26）

- ・工場では 25,000人、設計 5,000人、工業者傘下の一般機械製作技術部門に属している。
- ・「ソユーズ」はこれまで3回改造した。
- ・ロケット「モニルア」によって月，火星探査船を打ち上げるとき4段目を付けた。
- ・いま4回目の改造をしようとしている。

### III. 所 感

1. 通信・放送衛星分野については、今回C I S側の選んだ調査対象から外された為か、ほとんど見るべきものはなかった。その他衛星については、月、金星、火星探査などの実績について、帰還探査船の展示や、センサの詳しい説明があり、興味を引いた。地球探査を考えると自然環境のモニタ、保全の立場から世界的な共同研究・共同作業を展開できる可能性がある。この分野の発展を望みたい。また、「GPS」システムに似た「グロナス」システムがあり、両者共用の小型受信機が開発されている。これらの両システムを使うことにより精度の向上が期待されるので、こうしたシステムの検討を行う必要がある。
2. 以下の項目については専門ではないが、感じたところを述べる。宇宙関係の各種の材料の分野ではC I Sの技術レベルは高く、研究から実用まで色々な形態の協力ができるのではないかと。材料の他、構造、振動、熱、荷重など各種設計・試験などのノウハウの蓄積は膨大であり、使えるのではないかと。また、ロケットとその関連技術については、その大きさ、実績からみて、我が国のレベルからはるかに先を歩んでいる。極端に肥大化したこの技術をどうするかについては、この技術をそのまま人類が、維持することは不可能であり、縮小と転用以外に手はないのではないかと。
3. ツープ飛行管制センターを訪問したとき、宇宙船「ミール」の2人の飛行士による船外活動の実況が大画面で上映された。有人活動の日常化と共に、技術の蓄積に自信のほどが窺えた。
4. 旧ソ連の宇宙開発は、軍事、民生の区別なく、国策に従って自力で基礎から応用まで着実に積み上げて来たものと考えられ、豊富な技術の蓄積、多数の優秀な人材、他国にないような施設があり、その片鱗を見ることができた。ソ連崩壊後、資金不足が懸念されるが、ロシア宇宙庁が新設されるなど宇宙開発体制が再構築されつつあり、また公開性の増大等大きな転換期にある。宇宙開発計画には前向きであり、また外国との協力、外国の資本参加に積極的である。こうした状況を踏まえた、我が国を含む世界主要国の宇宙開発計画の大枠の再検討が必要となっている。
5. 週末の土曜日、モスクワ市の北側オスタンキイノにあるTV塔の回転食堂で、全員が夕食を摂った。高さ540m、地上から約340mのところに回転展望台と食堂があり、50分で一回転する。このTV塔は、以前は秘密のベールにつつまれ写真を撮ることも自由にならなかったそうであるが、ペレストロイカ以来オープンになり、今では観光スポットの一つになっている。テレビ塔から北部の一角に8の字型をした宇宙飛行士のアパート群を見ることができ、エリート達の恵まれた環境の

一部を垣間見ることができた。因に、世界最高のTV塔はカナダのトロントにあるもので、地上580mという。

6. 帰国前日、モスクワ市内のVDNFにある常設博覧会場の宇宙館を見に行った。会場の広場の前には、宇宙開発の先駆者がロケットの多段構成を考案したロシア宇宙開発の父“ツオルコフスキー”の銅像と、チタン製ロケットの高いモニュメントがあった。博覧会場の先導役が宇宙開発という位置付けである。残念ながら、宇宙館の展示物は米国へ貸出で見ることができなかったが、旧ソ連邦の宇宙開発への意気込みを知ることができた。

7. 今回のCIS訪問中、全期間（7月6日から16日）わたって天候に恵まれた。前半は、上着やセーターを着用する必要があったが、週末から後半は日中32°Cに達し、モスクワとしては猛暑となった。調査団が、日本から暑さを持ち込んだと言われる所以である。体調を崩すことなく調査を終了することができ、幸いであった。

☆付録 1 参加者名簿

〔第 1 班〕

|      |       |     |                             |
|------|-------|-----|-----------------------------|
| (班長) | 岡 崎   | 俊 夫 | 科学技術庁長官官房審議官 (団長)           |
| 特別顧問 | 小 林   | 繁 夫 | 東京大学名誉教授                    |
|      | 増 子   | 宏   | 科学技術庁研究開発局宇宙国際課係長           |
|      | 新 野   | 正 之 | 科学技術庁航空宇宙技術研究所ロケット高空性能研究室長  |
|      | 山 崎   | 豊   | 通産省機械情報産業局宇宙産業課長            |
|      | 伊 藤   | 俊 哉 | 外務省欧亜局ロシア課事務官               |
|      | 西 口   | 彰 人 | 外務省国連局科学課事務官                |
|      | 的 川   | 泰 宣 | 文部省宇宙科学研究所教授                |
|      | 村 山   | 英 俊 | 宇宙開発事業団筑波宇宙センター所長           |
|      | 関 口   | 千 春 | 宇宙開発事業団主任開発部員               |
|      | 篠 原   | 俊 光 | 経済団体連合会開発部調査役               |
|      | 小 野   | 栄 一 | (株)日本航空宇宙工業会専務理事            |
|      | 原 田   | 宏   | 三菱重工業(株)宇宙機器部次長             |
|      | 三 戸   | 成 也 | 川崎重工業(株)航空宇宙事業本部宇宙機設計部長     |
|      | 菊 川   | 廣 繁 | 富士重工業(株)航空宇宙事業本部宇宙技術室長      |
|      | 竹 中   | 幸 彦 | 石川島播磨重工業(株)顧問               |
|      | 山 本   | 東 光 | 日本電気(株)宇宙ステーションシステム本部長代理    |
|      | 浅 井   | 達 郎 | 日産自動車(株)航空宇宙事業部宇宙技術部部長      |
|      | 飯 山   | 繁 生 | 東洋エンジニアリング(株)技術研究所プロセス開発部部長 |
|      | 末 吉   | 一 成 | (株)三菱総合研究所人間環境研究部第 1 室長     |
|      | 黒 田   | 泰 弘 | 清水建設(株)宇宙開発室常任顧問            |
|      | 荒 木   | 祐 宏 | 清水建設(株)宇宙開発室                |
|      | 山 田   | 鐵 男 | 竹中工務店(株)役員補佐                |
|      | 五 十 嵐 | 肇   | 三菱商事(株)宇宙航空機部顧問             |
|      | 森 村   | 実   | 三菱商事(株)主事                   |
|      | 熊 切   | 康 雄 | 丸紅(株)宇宙航空機部技術調査役            |
|      | 近 藤   | 成 喜 | 三井物産(株)航空宇宙産業営業部課長          |
|      | 太 田   | 憲 司 | 科学技術広報財団通訳                  |
|      | 佐 久 間 | 潔   | 日本交通公社添乗員                   |

〔第 2 班〕

|      |            |     |                                       |
|------|------------|-----|---------------------------------------|
| （班長） | 丸 山        | 剛 司 | 科学技術庁研究開発局宇宙国際課長                      |
| 特別顧問 | 林          | 友 直 | 千葉工業大学教授                              |
|      | 大須賀        | 克 己 | 郵政省通信政策局宇宙通信政策課長                      |
|      | 吉 村        | 和 幸 | 郵政省通信総合研究所企画調査部長                      |
|      | 立 野        | 敏   | 宇宙開発事業団理事                             |
|      | 本 間        | 正 修 | 宇宙開発事業団調査国際部国際課長                      |
|      | 大 沢        | 武   | (株)日本航空宇宙工業会技術部部長                     |
|      | 伊 藤        | 真 一 | 三菱重工業(株)宇宙機器部宇宙 1 課長                  |
|      | 岡 本        | 俊 夫 | 日本電気(株)宇宙開発事業部長代理                     |
|      | 川 嶋        | 竜 名 | (株)東芝小向工場宇宙プログラム担当部長                  |
|      | 山 下        | 興 慶 | 富士通(株)宇宙開発推進室長                        |
|      | 春日部        | 公 身 | 三菱電機(株)宇宙・衛星通信事業部長付                   |
|      | 菅 原        | 一 郎 | 日揮(株)営業第 3 部                          |
|      | 古 濱        | 洋 治 | (株)エイ・ティ・オール光電波通信研究所代表取締役社長           |
|      | 桜 井        | 傳   | (株)サテライトジャパン企画部部長代理                   |
|      | イリーナ・ボボーヴァ |     | Soviet-American joint venture SAMA 通訳 |
|      | 森 松        | 皓 子 | 日本交通公社添乗員                             |

☆付録2 C I S 宇宙ミッション日程

〔役所関係者は7月5日出発，民間企業は7月6日出発〕

|         |                                            |                               |
|---------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| 7月5日（日） | 成田～モスクワ                                    | 役所関係のみ参加                      |
| 6日（月）   | ロシアン・スペース・エージェンシー工業省                       |                               |
| 7日（火）   | 科学アカデミー（宇宙研究所を含む）<br><br>日本主催レセプション（参加者合流） |                               |
|         | <第1班>                                      | <第2班>                         |
| 8日（水）   | NPO エネルギア                                  | 科学アカデミー機械中央研究所<br>ツープ飛行管制センター |
| 9日（木）   | 宇宙飛行士訓練センター<br>保健省医学生物研究所                  | NPO ラボーチキン<br>ロシア宇宙機器制作研究所    |
| 10日（金）  | ツアギ研究所                                     | NPO コンポジット                    |
| 11日（土）  | プレセック宇宙基地                                  | NPO モルニア                      |
| 12日（日）  | 予備日                                        | 予備日                           |
| 13日（月）  | NPO エネルゴマシュ<br>フルニシェフ工場                    | ヒムマッシュ研究所                     |
| 14日（火）  | バイコヌール宇宙基地<br>（カザフ共和国）                     | KB フォトン                       |
| 15日（水）  | 全体ミーティング<br>ロシア・スペース・エージェンシーとの会合           |                               |
| 16日（木）  | 解散<br>モスクワ発                                |                               |
| 17日（金）  | 成田着                                        |                               |

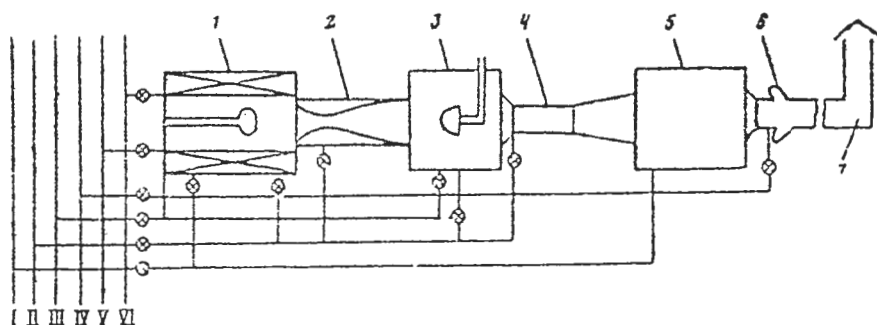
## ЦНИИМАШ

## ELECTRIC-ARC GAS DYNAMIC UNITS

The units are designed for: testing heat-protective material thermal resistance in high-temperature gas flows; defining temperature regimes on full-scale structure element models; testing heat flows coming to a body surface flown about by a high-speed gas flow; determining plasma radiophysical characteristics to provide radio communications with flight vehicles; testing electrical engineering devices fed by alternate and direct current; testing DC-and AC-plasma generators of up-to 50MW.

## TECHNICAL DATA:

working gases: air, nitrogen; heater pressure - up-to 20MPa; stagnation temperature - 700 - 12000 K; test gas rate of flow - 0.01-20kg/sec; test time - up-to 600 sec; heater power - up-to 50MW; DC voltage - 1.2-16kV, DC power - 0.1-10kA; AC voltage - 0.9-6kV, AC power - 0.1-10kA; stagnation pressure behind normal shock wave - 0.01-2.5MPa; Mach number - up-to 8; Re number -  $10^3$  -  $10^7$ ; jet diameter - 0.04-1m; test object length - 0.04-1.5m, diameter - 0.02-0.5m.



The unit diagram

I - water,  $P_y = 5 \cdot 10^5$  Pa; II - water,  $P_y = 1.6 \cdot 10^6$  Pa; III - water,  $P_y = 10^7$  Pa; IV - air,  $P_y = 2 \cdot 10^7$  Pa; V - nitrogen,  $P_y = 3.2 \cdot 10^7$  Pa; VI - air,  $P_y = 3.2 \cdot 10^7$  Pa.

I - electric-arc heater; 2 - nozzle; 3 - working section;  
4 - diffusor; 5 - cooler-neutralizer; 6 - ejector;  
7 - exhaust passage.

## AN AERODYNAMIC UNIT WITH GAS HIGH-FREQUENCY INDUCTION HEATING

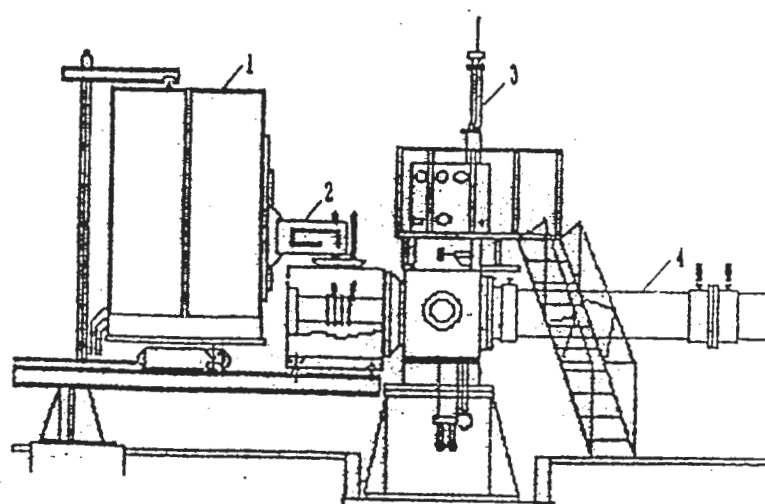
The unit is designed to analyse in a high-temperature gas flow:

- heat transfer;
- material heat resistance under different heat loading regimes;
- material compatibility;
- heat-protective coating destruction products effects on electron concentration in ionized gas and on radio wave propagation;
- sensor efficiency in low-temperature plasma environment;
- material catalyzation activity in a chemically unbalanced gas.

### TECHNICAL DATA:

working gases: air, nitrogen, argon and others; test chamber pressure - 0.6-36kPa; gas temperature - 6000-10000 K; gas flow speed - 400-2000m/sec; working gas rate of flow - 5-50g/sec; HF-generator power - 1000kW; HF-field frequency - 440kHz; inductor voltage - up to 10kV; Mach number - 0.3-2.5; working gas jet diameter: in supersonic regime - 0.05m, in subsonic regime - 0.2m; test chamber dimensions - 0.8x0.8x0.8m; characteristic model sizes - 0.01-0.2m; chemically pure flow (without electrode material destruction products).

Thermovision, spectrometric, sounding and SHF techniques are applied when carrying out tests.



The unit diagram

1 - HF-generator; 2 - plasma generator; 3 - model inserting fitting; 4 - exhaust passage

# ЦНИИМАШ

## A MAGNETIC GASDYNAMIC UNIT

The unit is used for determining:

thermochemical and erosion resistance and dust liberation of materials and coatings under complex loadings (thermal gasdynamic, thermal, vibratory, impact) in vacuum;

chemically active high-speed gas flows effects (monatomic oxygen, nitrogen, etc) on materials;

processes taking place in high-speed molecular beams interaction with surface, electrophysical processes in low-density gases;

plasma spraying processes, refractory and anti-corrosion coatings, structure surface plasma processing.

### TECHNICAL DATA

Test gases: air, nitrogen, argon, and others

Gas temperature 5000-10000 K

Gas flow speed 1000-10000 m/sec

Chamber pressure 0.1-1000 Pa

Flow core size up-to 0.4m

Test chamber sizes:

length 4m

diameter 1.6m

Fed electric power 4MW

Max. test time 40000 sec

Vibratory loads in a frequency range of 5 - 5000 Hz

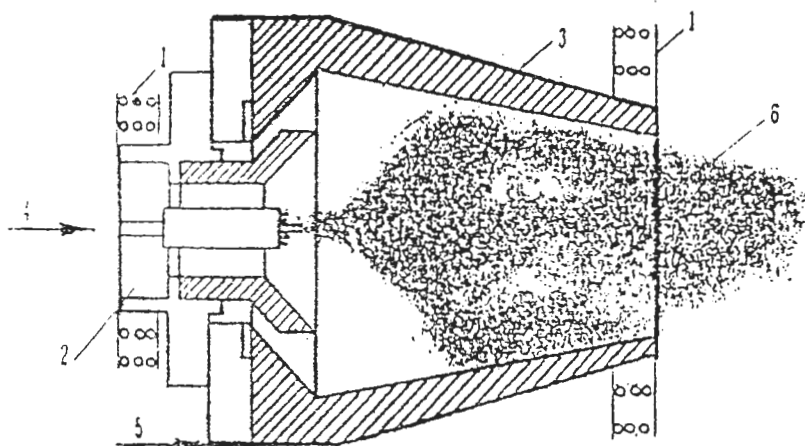
250 m/sec<sup>2</sup>

Impact loads

10000 m/sec<sup>2</sup>

The flow is chemically pure ( not containing booster element destruction products).

A set cyclogram of complex loading may be reproduced.



A magnetic plasma-dynamic accelerator

1 - magnetic system, 2 - cathode, 3 - anode, 4 - argon,

5 - air, 6 - plasma flow

## A SET OF UNITS FOR DETERMINING MATERIAL THERMO- PHYSICAL AND THERMOMECHANICAL PROPERTIES

Units are designed for analysing strength, plasticity, elasticity, low-cyclic fatigue and crack-resistance properties of materials under different loadings in gas media (including hydrogen medium) and in cryogenic liquids under test temperatures of 4 - 1200 K;

for determining thermal conductivity, heat capacity, diffusion and gas-permeability coefficients of materials and heat-protective structures under temperatures of 4 - 400 K and ambient pressure of 10 - 10 Pa; for solving structural-parametric optimization problems of cryogenic insulation of land- and space-based stationary and transport systems;

for determining thermal expansion properties of structural and heat insulation materials in a temperature range of 4 - 500 K (method sensitivity -  $10^{-8}$  K); for choosing materials for constantly-sized structures;

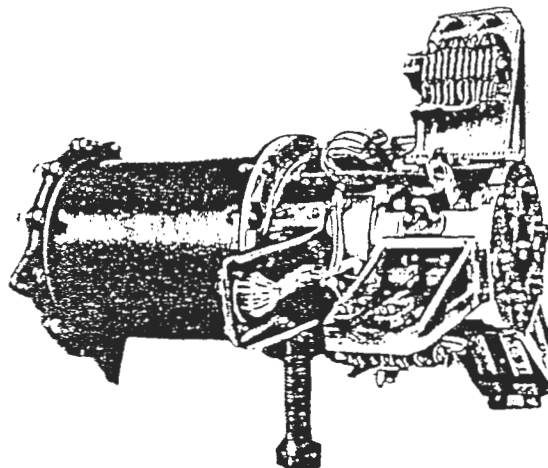
for experimental/computational prediction of optical property change of external (including temperature controlling) surfaces of different space systems in long-duration space missions on various orbits and in interplanetary space;

for examining various coatings' resistance under solar, electron and proton radiation effects in space vacuum taking into account oxygen ion pollution and bleaching action; for choosing optimal coating for particular operation conditions;

for researching gas-liberation kinetics and forecasting material mass loss under cosmic space factor effects; for evaluating output characteristics change of on-board optical and optoelectronic systems, their elements and photodetector under space pollution effects; for developing recommendations to reduce harmful pollution effects;

for tribotechnical tests of structural metal and non-metal materials, coatings, lubrications both on standard models and friction joint models in high vacuum, atmosphere and different gas media under a wide range of temperatures, slipping speeds and loadings;

for choosing up-to-date anti-friction materials for friction joints, operating in various media in a wide range of load/speed and temperature regimes.



The friction simulator for determining tribotechnical characteristics of materials under space conditions

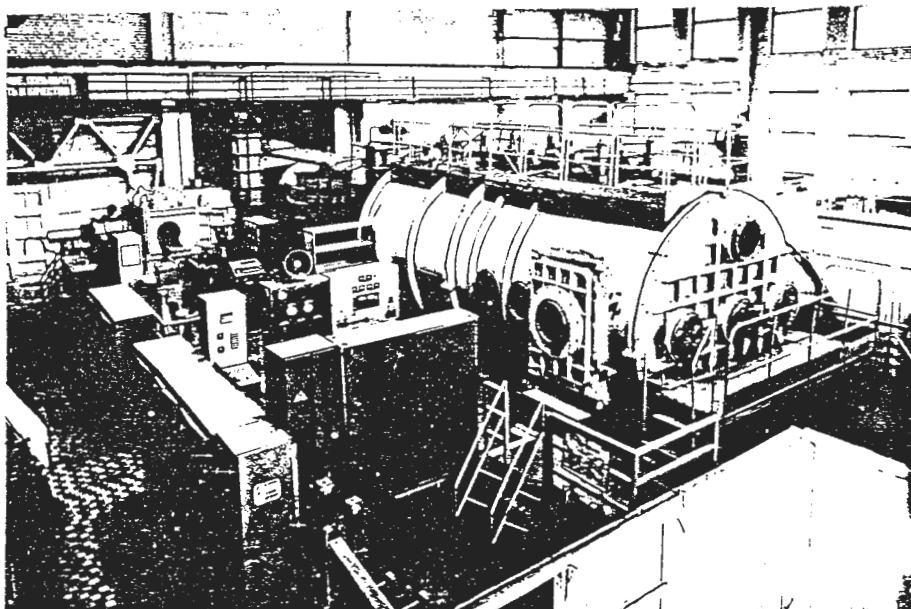
## A VACUUM GASDYNAMIC UNIT

The unit is used for defining: heat transfer, aerodynamic characteristics, force and heat action of jets in vacuum, medium gasdynamic parameters around spacecraft formed by surface material gas liberation, engine exhaust, drain openings, etc;

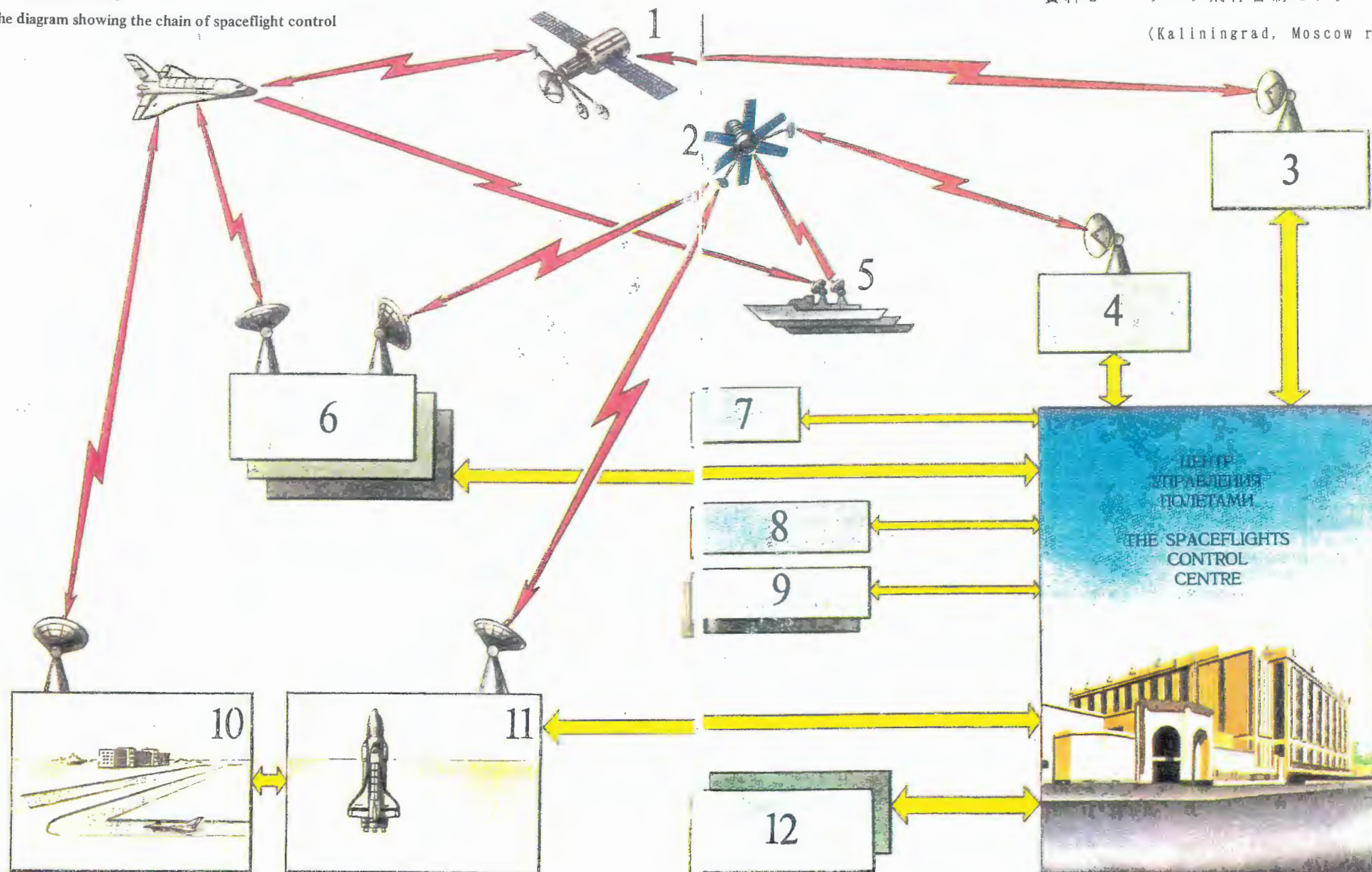
liquid jet efflux into vacuum including cryogenic liquid jet efflux, as well as for testing various technological processes in vacuum under cryogenic temperatures for industry applications. Tests are carried out in a rarified gas flow.

### TECHNICAL DATA

|                                                                                                                                              |                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Test gases:                                                                                                                                  | carbon dioxide, nitrogen, argon, helium, air; |
| Gas temperature                                                                                                                              | up-to 1000 K                                  |
| Gas rate of flow:                                                                                                                            |                                               |
|                                                                                                                                              | in continuous operation mode 1-20g/sec        |
|                                                                                                                                              | in short-duration mode up-to 100 g/sec        |
| Mach number                                                                                                                                  | 3 - 16                                        |
| Chamber pressure                                                                                                                             | 0.01 - 100 Pa                                 |
| Flow core size                                                                                                                               | up-to 0.25                                    |
| Test chamber sizes:                                                                                                                          |                                               |
|                                                                                                                                              | BKK-I6 3x6.5m                                 |
|                                                                                                                                              | TP-I6 1.7x2.4x1.2m                            |
| Reynolds number per a meter                                                                                                                  | $10^2 - 10^6$                                 |
| Electron beam diagnosis, flow visualization using glow discharge, thermovision and other methods of measurements are applied in these tests. |                                               |



Test chamber BKK-I6

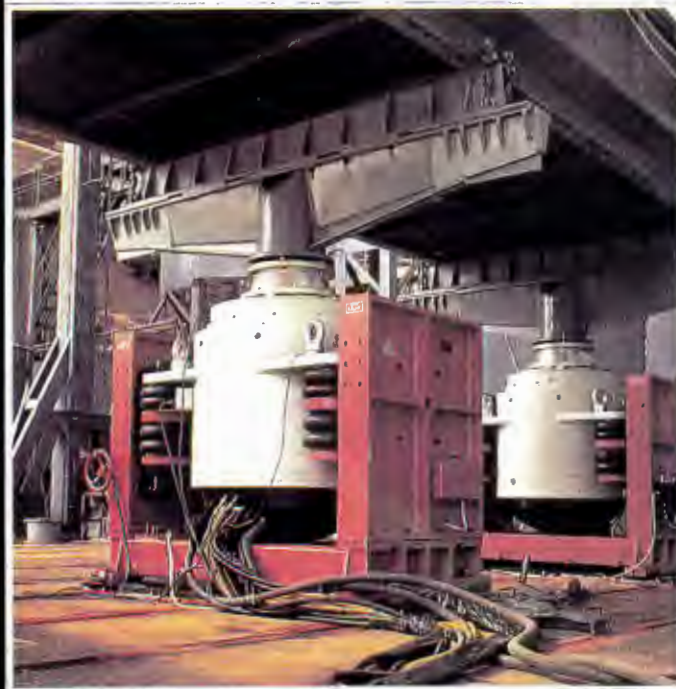


1. Спутник связи "Луч"
2. Спутник связи "Молния"
3. Пункт ретрансляции
4. Центральная станция системы спутниковой связи
5. Плавающие командно-измерительные пункты
6. Наземные измерительные пункты
7. Поисково-спасательный комплекс
8. Центр подготовки космонавтов
9. Организации Академии наук СССР
10. Космодром
11. Посадочный комплекс орбитального корабля
12. Комплексные, комплексно-моделирующие стенды предприятий-разработчиков

1. The communication satellite *Luch*
2. The communication satellite *Molniya*
3. A relay retransmission station
4. The master station of the comsat system
5. The ship-borne tracking posts
6. The land-based tracking posts
7. The search-and-rescue service

8. The Cosmonauts' Training Centre
9. The structure of the USSR Academy of Sciences
10. The spaceport
11. The landing complex of a spaceship
12. The complex simulating stands of the bodies which developed the equipment

# LAVOCHKIN ASSOCIATION



**The Association, named after Semyon Lavochkin, for its half-century evolution period has passed a hard way advancing in the development of the aircraft structures during the World War II and jet aircraft and rockets at the postwar period.**

**A quarter of century ago the Association staff was charged to produce spacecraft intended for the exploration of the Universe. Our colleagues from Europe and America take part in many of our projects.**

**The production on many foreign firms helps us to create the state-of-the-art base. We believe that the business cooperation of many countries will enable us to get answers for perennial questions being of the human beings concern both in the past and the future of our planet.**

# LAVOCHKIN ASSOCIATION



## VENERA-7

**VENERA spacecraft  
Designed and manufactured by Lavochkin Association.**

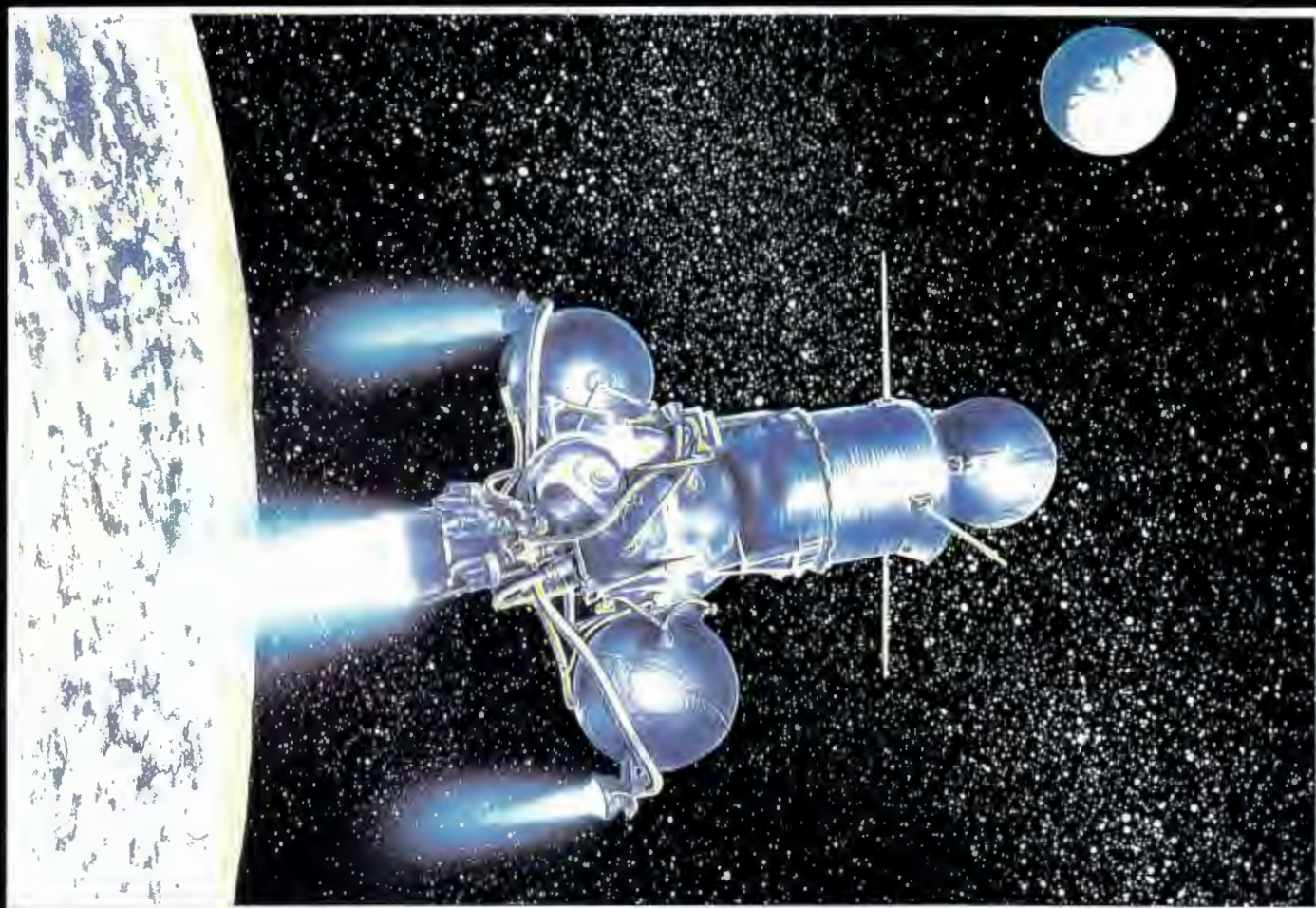
**The descent module of the VENERA 7 spacecraft was the first module in the world to make a soft landing on Venus on December 15, 1970 and transmit the data about its surface.**

**During the cruise phase the intensity of cosmic rays was measured. That allowed to define the regularity in distribution of the solar flux in interplanetary at different distance from Earth.**

**The powerful chromospheric flare born on December 10, 1970 was under observation.**



# LAVOCHKIN ASSOCIATION



## LUNA-24

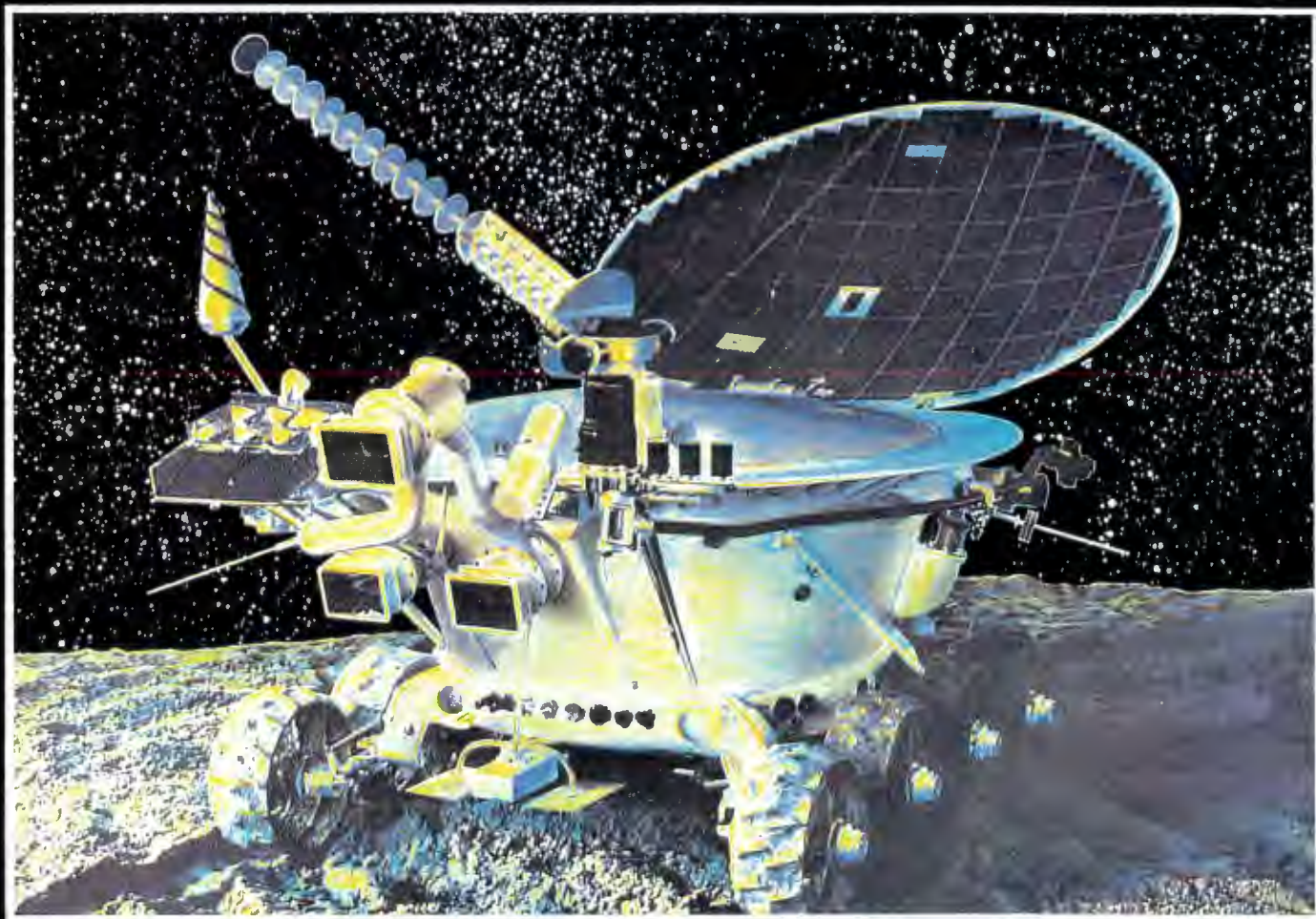
**LUNA 24 spacecraft.  
Designed and manufactured by Lavochkin Association.**

**The LUNA 24 spacecraft launched on August 9, 1976  
returned to Earth the Moon soil samples taken from the Sea of Crises  
with the penetration of soil up to 2 m depth.**

**The delivery of samples was provided within bak-proof container without  
disturbing the natural arrangement of soil layers.**



# LAVOCHKIN ASSOCIATION



## LUNOKHOD-2

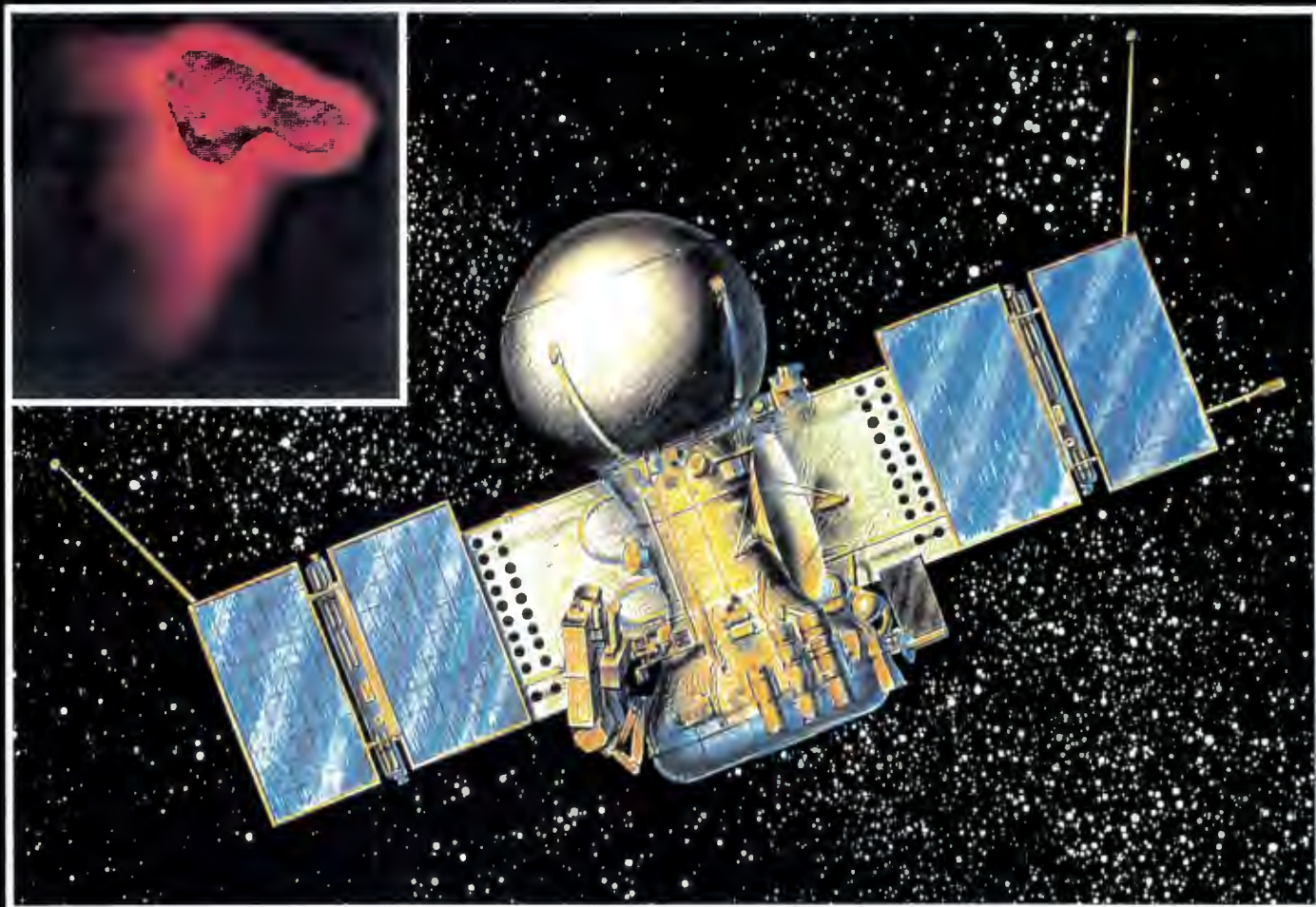
**The automatic rover intended for the exploration of Moon  
Designed and manufactured by Lavochkin Association**

**On January 16, 1973 the automatic moon rover LUNOKHOD 2 was delivered  
to the eastern suburb of the Sea of Serenity (Lemonie crater)  
with the help of the LUNA 21 spacecraft.**

**By that time the mission of the first automatic rover LUNOKHOD 1  
was successfully completed. It had investigated a vast area  
of the lunar Sea of Rains for more than 300 days  
(from November 17, 1970 to October 4, 1971) ended.**



# LAVOCHKIN ASSOCIATION



## VENUS-HALLEY

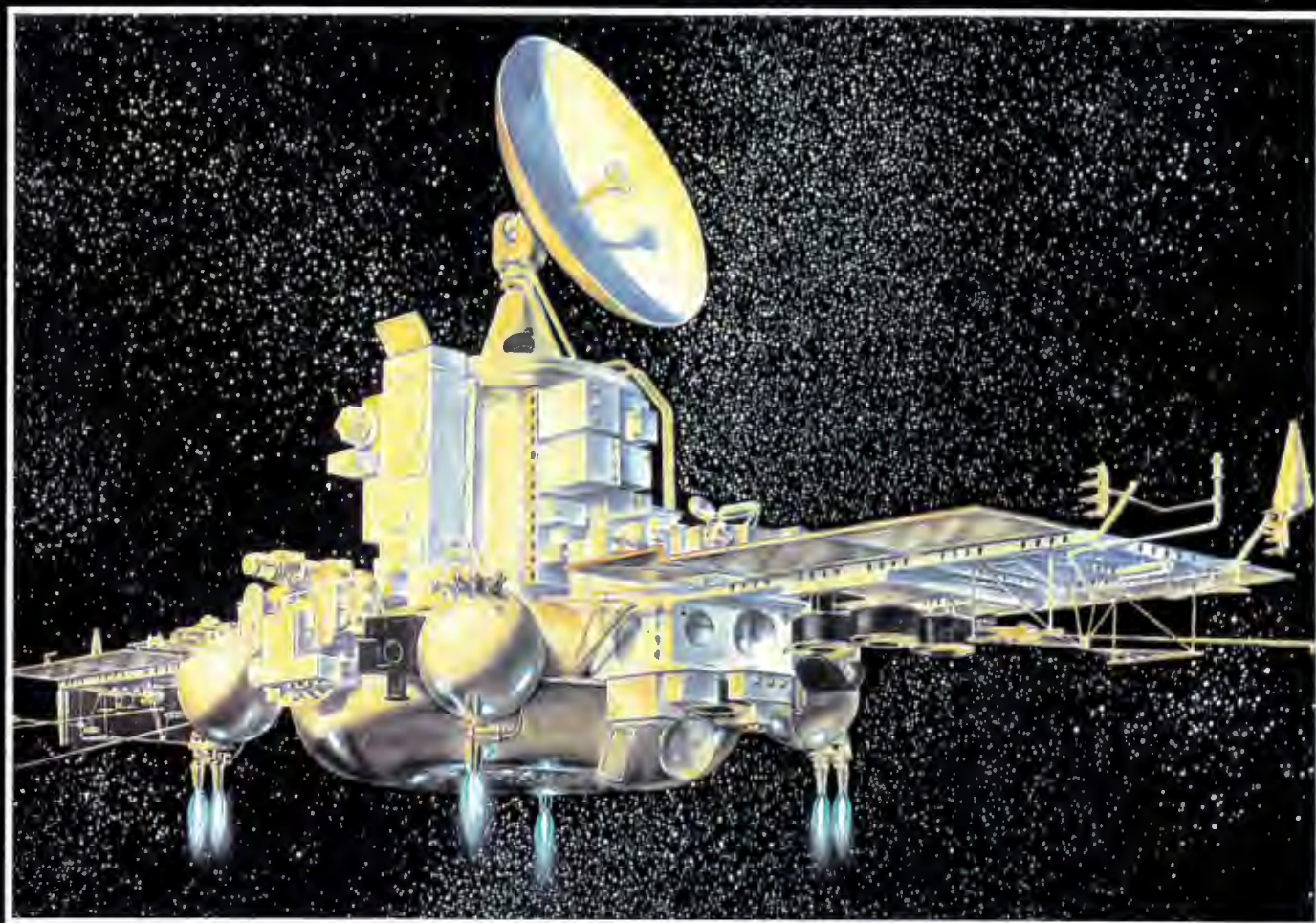
**Automatic Interplanetary Stations "Venus-Halley"  
("Vega 1" and "Vega 2"),  
designed and manufactured in Lavochkin Association**

**The integrated studies of the planet Venus and Halley's comet were conducted.**

**In developing the scientific equipment together  
with the Institutes of the Academy of Sciences  
took part the national space centres of Austria, Bulgaria, Poland,  
GDR, Hungary, France, FRG, Czechoslovakia.**



# LAVOCHKIN ASSOCIATION



## PHOBOS

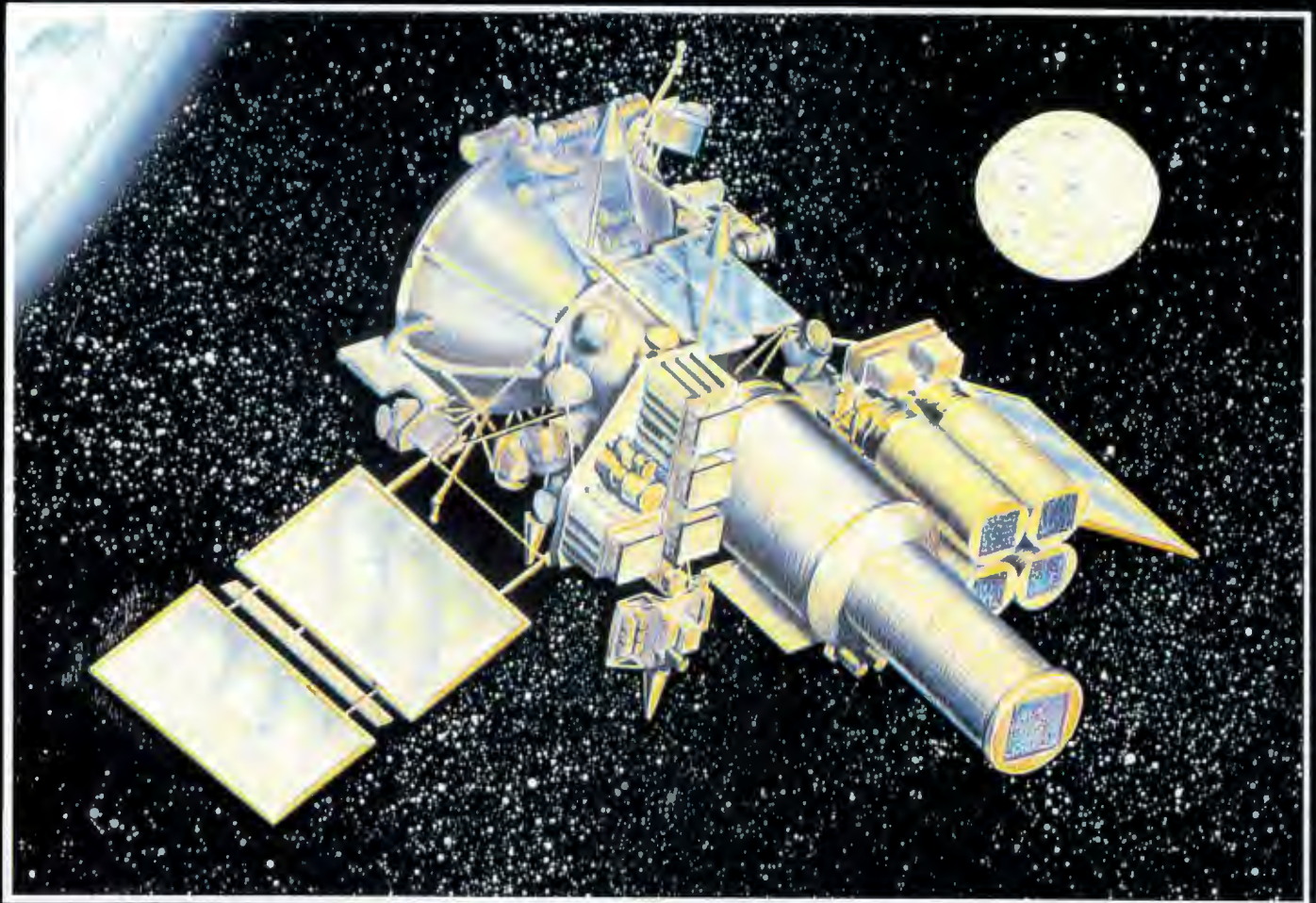
**A new generation spacecraft.  
Desined and manufactured by Lavochkin Association**

**The PHOBOS spacecraft was designed for integrated studies of the Martian  
satellite Phobos as well as of Mars,  
Sun and interplanetary space during Earth-Mars transit path.**

**The PHOBOS project was developed with the active  
participation of scienticts and engineers from of Austria, Bulgaria,  
Hungary, Poland, Finland, FRG, Czechoslovakia, Switzerland  
and the European Space Agency.**



# LAVOCHKIN ASSOCIATION



## GRANAT

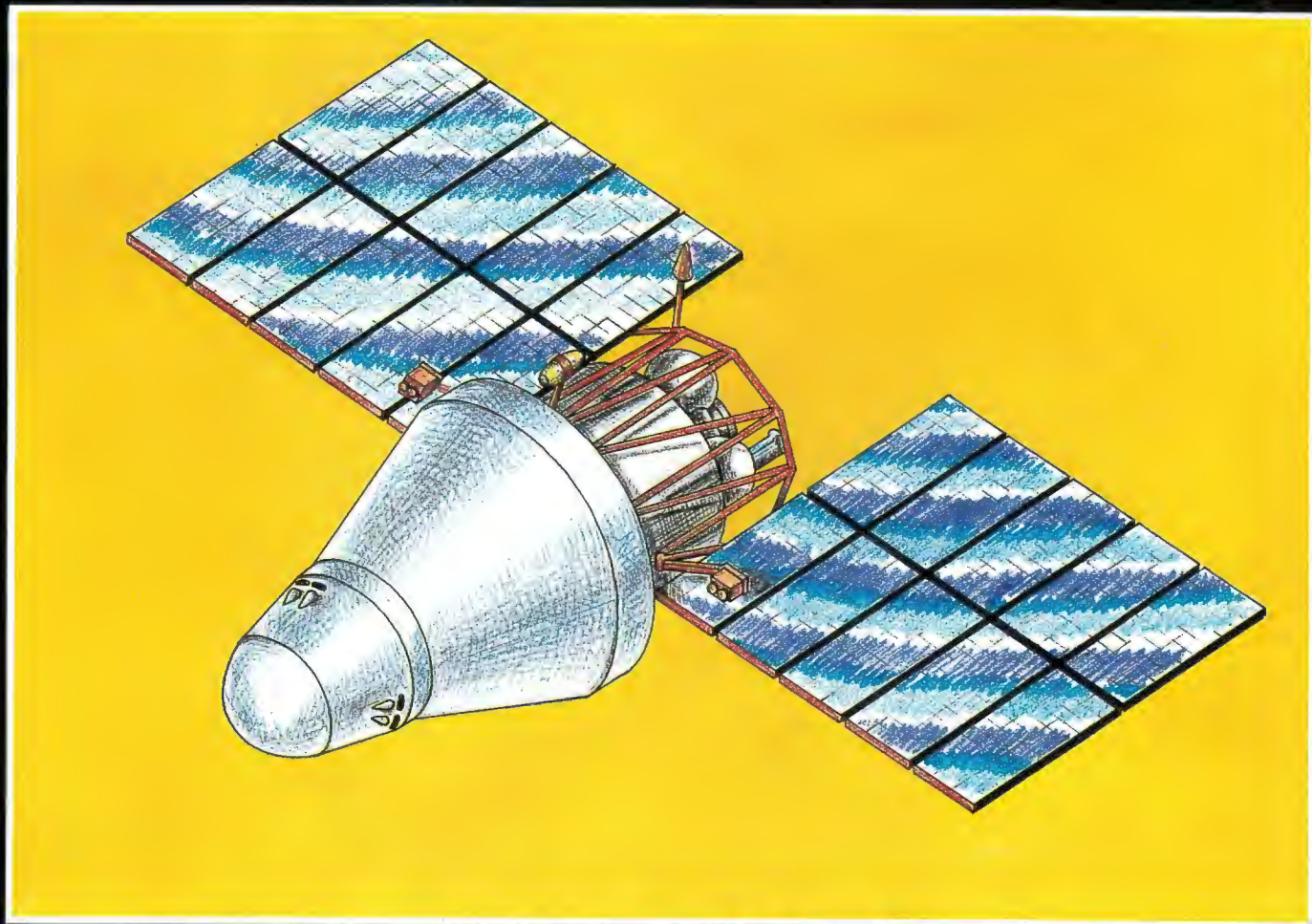
**GRANAT spacecraft.  
Designed and manufactured by Lavochkin Association**

**Space observatory in the Earth's satellite orbit.**

**The Granat spacecraft was intended for studying spectral  
characteristics of the radiation sources in the X-and gamma-ray bands.**



# LAVOCHKIN ASSOCIATION



## LAVOCHKIN

**The "Lavochkin" space complex is being developed by the consortium which includes Lavochkin Association, Association of Engineering, "Southern" Association.**

**The "Lavochkin" space complex is proposed for orbital production operations in the state of microgravitation.**

**It will be used for the orbital experimental industrial production of semiconductor monocrystals, medical biological operations and for the performance of the experiments on metallurgy, crystallography, protein structure growing and for the recovery of yielded materials.**

**The first "Lavochkin" mission is planned in 1993.**





LAVOCHKIN  
ASSOCIATION

# LAVOCHKIN ASSOCIATION

50 years of work beyond the curtain of the state secret, work aimed at strengthening the defence capability of the Soviet Union. Such is the background of the aerospace firm at Himky, a foremost organization in the USSR for the development and use of unmanned spacecraft in the study of the outer space, celestial bodies and planets.

Established in 1937 as an aircraft manufacturing company, the firm grew to become a major manufacturer of fighter planes during the WWII. Thanks to their exceptional survivability, the aircraft built under the guidance of S. A. Lavochkin, an outstanding aircraft designer, enjoyed tremendous popularity they truly deserved. Over 22,000 high-speed, reliable and safe "La" fighter planes fought on the fronts of the war.

The experimental aircraft La-176, driven by a jet engine, was the first one ever to develop the sonic speed in a horizontal flight in December, 1948.

The next step of the Himki-based firm from jet aircraft to missile technology. That was how the first anti-aircraft guided missiles came to guard the skies over the Soviet cities.

By the end of the 1950s, the first intercontinental supersonic cruise missile named "Boorya" had been engineered and tested successfully. The missile was equipped with stellar optics. The ideas, on which its design as well as the designs of Lavochkin's other flying apparatus were based, were in fact several decades ahead of their time.



# LAVOCHKIN ASSOCIATION

The era of practical development of the outer space... Since 1965, the firm led by Babakin has been an active participant in the rapidly growing process of exploration of the outer space, the Moon and planets. The reliability of flying apparatus, the atmosphere of creativity, bold quest of new solutions guaranteed success in the implementation of the space research programs. There were no analogs to Lavochkin's spacecraft in the world; each machine was an embodiment of dozens of inventions. It was in the firm's shops that scientific fiction was coming true. "World's first" was the characteristic feature of the firm's cosmos-related activity.

In fact, the firm's world's first feats included:

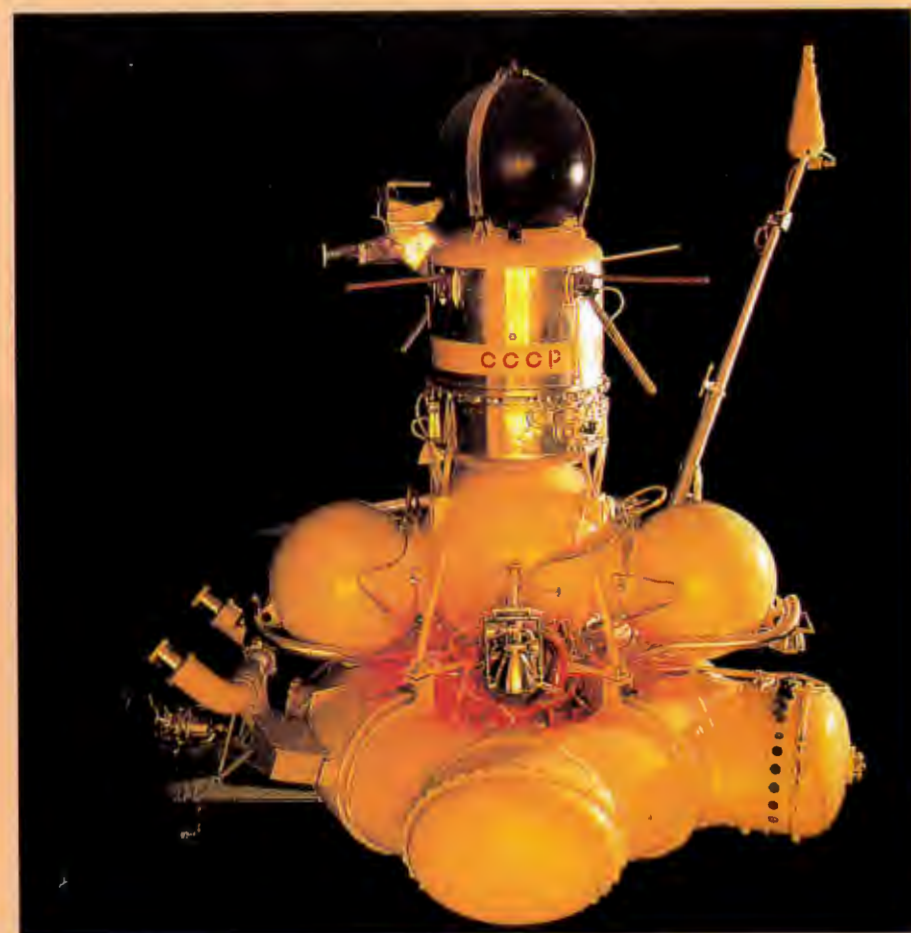
- soft landing on the Moon, Venus and Mars.

- sampling of the Moon soil and delivery of the samples to the Earth.

- global study of the Moon, Venus, circumterrestrial and circumplanetary space from the orbit of man-made satellites.

- the launching of a ground-controlled automatic apparatus which performed a long multi-kilometre raid of the Moon, thus facilitating a complex program of research.

- TV panoramas of sections of the Venus surface.



Over the period of 30 years of the firm's space-oriented effort, the following space vehicles were launched into the outer space:

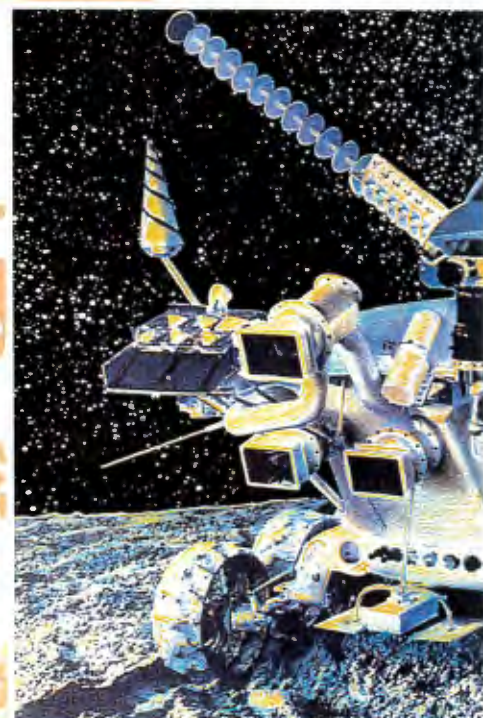
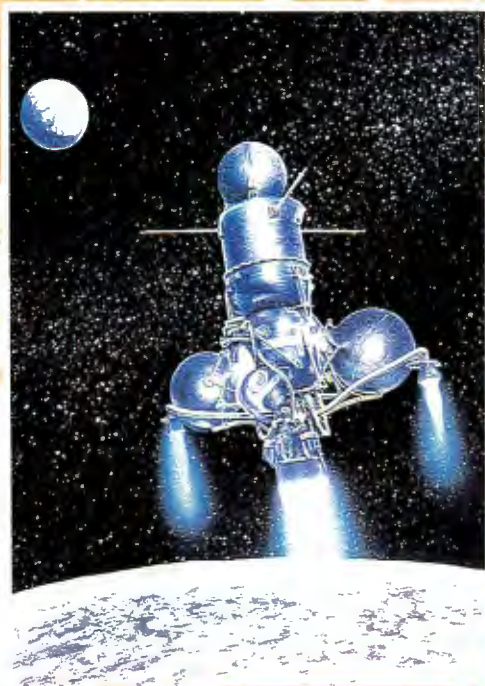
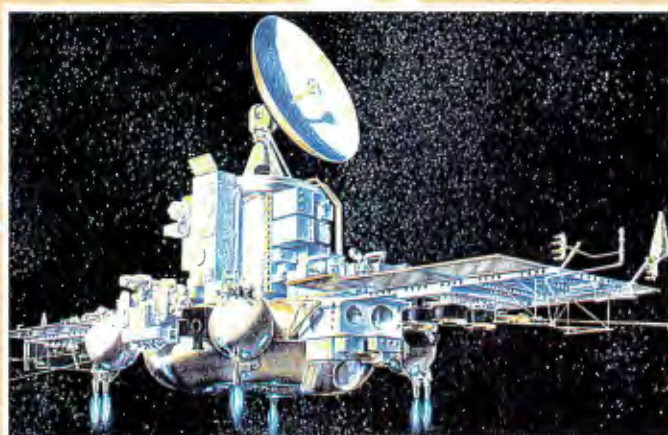
- Earth research satellites of the "Prognoz" family to study the effect of the Sun on the interplanetary environment and magnetosphere of the Earth, as well as to study the solar activity.

- "Luna" automatic stations.

- "Venera" automatic interplanetary stations, whose reliability enabled the firm to initiate new space experiments, more profitable economically and more efficient from the standpoint of research.

- "Mars" automatic interplanetary stations.

- "Vega" automatic interplanetary multi-purpose stations. These made it possible to achieve, within the framework of a single expedition, different objectives, like the study of the planet Venus, the processes of global circulation of the Venus atmosphere with

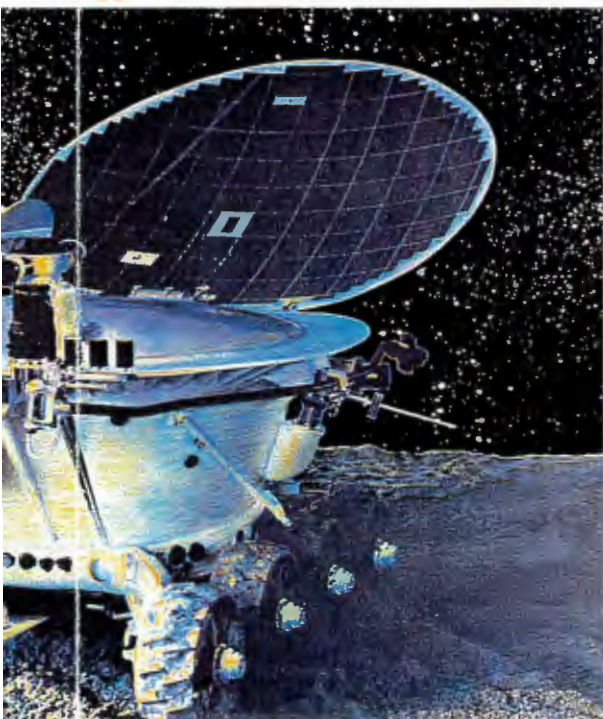
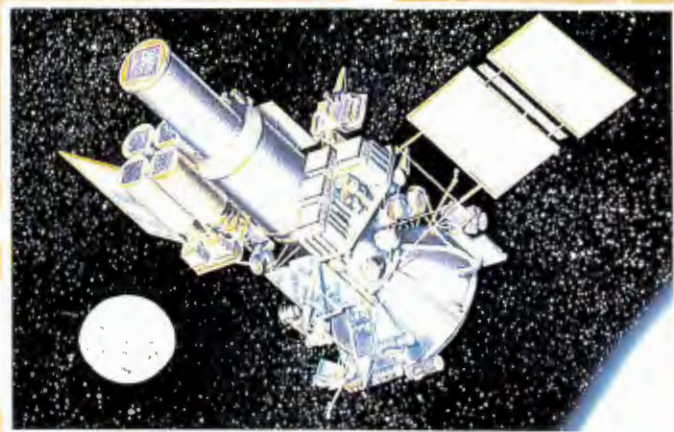


the aid of a drifting balloon probe, the study of the Halley comet by approaching the comet nucleus for the first time ever.

— spacecraft of a new generation for the “Phobos” multi-purpose space research program, that have made a substantial contribution to the existing store of human knowledge of the Sun, Mars and its satellite Phobos.

— astrophysical observatories “Astron” for the study of the cosmic radiation sources in and outside the galaxy, and “Granat” observatories used for the observation of various celestial objects in a wide range of radiation.

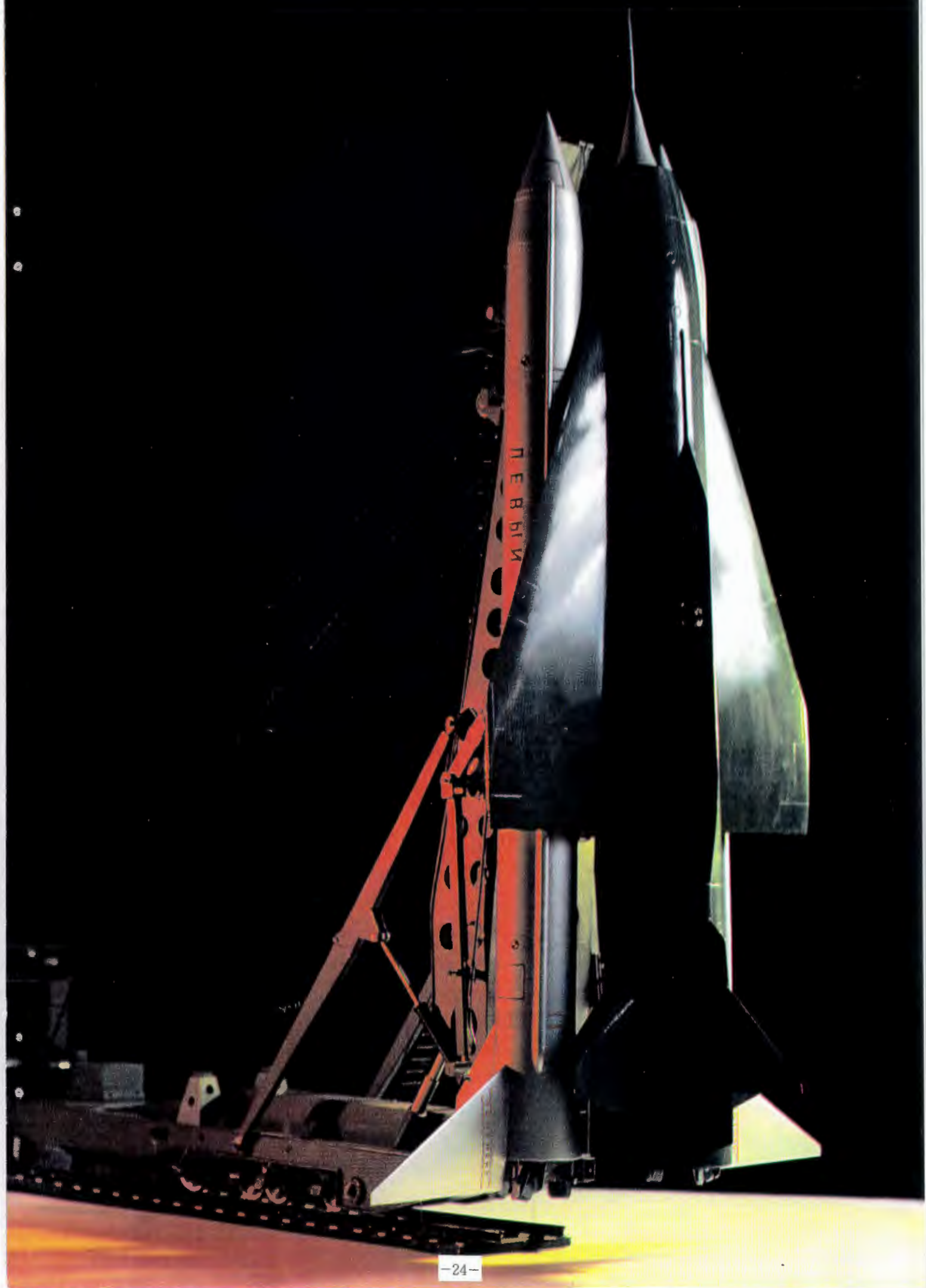
The promising areas of the firm’s activity include the creation of the “Spectre” range of space observatories, whose technical capability will make it possible to study all existing kinds of radiation and make preparations for the launching of spacecraft to Mars with a view to returning Mars soil samples to the Earth.



# LAVOCHKIN ASSOCIATION



The high research/technological and industrial potential of the firm ensures the quality and reliability of unique experiments involving analogs of space vehicles under conditions similar to those of actual operation. The firm has most up-to-date research and development facilities, in particular, the most powerful centrifugal machine in the USSR, state-of-the-art aids of ballistic and navigation support and control of spacecraft in flight, plus a lot of other equipment to ensure the implementation of space research programs. Of great importance to the success of these programs are the firm's production facilities, viz. its experimental plant, furnished with a fleet of most up-to-date machines. Thousands of people employed by the plant have a wealth of experience in developing and putting to commercial use advanced technologies. The uses of these are practically unlimited: from the manufacture of major components of spacecraft to most sophisticated tools for micro-surgery.



# LAVOCHKIN ASSOCIATION

A wide range of the firm's own technologies is a guarantee of its commercial success. The firm anticipates a boost of commercial activity through direct business contacts with foreign experts involved in the creation of space technology and through wider and stronger co-operative and trade/economic ties with partners of various countries. A major step in this direction has been made: the launch, on mutually-beneficial terms, of the Indian-made satellite IRS-1A for remote sensing of the Earth. Besides, the firm was instrumental in putting into orbit, using a Soviet-made launch vehicle, these spacecraft: the French-made satellite of the Earth "SNEG-3" intended to study X-ray and gamma-ray radiation as well as ultra-violet radiation of the Sun; the French-made satellites of the Earth MAC-1 and MAC-2 to study the effect of the outer space on major components and units of space vehicles.

Thanks to the reliability of its spacecraft and years of experience the firm was able to begin the development of most sophisticated craft at a minimum cost and within the shortest period of time, and to invite foreign scientists and technocrats. Taking part in unique space experiments were research centres and firms of Austria, Bulgaria, Hungary, Germany, Ireland, Poland, U.S.A., France, Finland, Czechoslovakia, Switzerland, Sweden and other countries.

Indeed, we have a lot of experience, first-rate production facilities, unique proving grounds, we know how to use state-of-the-art materials and technology, we have no fear of risk...

Said Korolev once: "There is a good dead of future in astronautics, its prospects boundless as the Universe itself."

With this, we agree entirely!

LAVOCHKIN ASSOCIATION  
141400, ul. Leningradskoe sh., 24,  
Himky-2, Moskovskaya obl.  
tel. 573-90-56  
telex 911721 IRBIS SU  
telefax 5733595



## MAIN TRENDS OF ACTIVITY

The Institute of Space Device Engineering is the leading organization in the USSR in the field of production of instruments and equipment (development, design, manufacture) for:

- space-based systems for the exploration of Earth's natural resources and environmental control;

- space-based systems for the position location of distressed ships and aircraft;

- unmanned spacecraft systems designed for the exploration of solar system planets, the Moon and the Space;

- satellite navigation and geodetic systems and users' equipment for these systems;

- ground-based and on-board radio systems used to support the manned flights;

- medical instruments and systems for diagnostics and active therapy;

- automatic testing systems;

- software;

- telemetry;

- laser optical systems;

- satellite communication systems.



## SPACE-BASED SYSTEMS FOR EXPLORATION OF EARTH'S RESOURCES AND ENVIRONMENTAL CONTROL

The "Resurs" space-based system for remote sensing of Earth is put in service in the USSR. The system contains satellites "Resurs-O" and "Okean-O" intended for quickened collection of data concerning the condition of land, ocean and environment.

The "Resurs-O" satellite accommodates a complex of multizonal scanners (MZS) which consists of a medium-resolution multichannel unit with opto-mechanical conical scanning (MZS-CS) and a high-resolution three-channel unit with electronic scanning (MZS-E) based on charge-coupled devices. The MZS-CS unit scans the land surface in five spectral bands (in the visible and thermal IR spectral bands) in the swath of 600 km and with maximum resolution of about 170 m.

The MZS-E unit produces images in three spectral bands in the swath of 45 km with the resolution of 45 m. Installation of two MZS-E units on board the spacecraft increases the swath to 80 km and allows scanning the Earth surface in a more flexible way.

分辨率  
1.5 m

In the next few years the maximum resolution will be improved to 23 m.

The "Okean-O" oceanographic satellite is distinguished by the presence of a side-looking radar (SLR) and a scanning microwave radiometer (RM-0.8). The side-looking radar permits obtaining images of the ocean surface in the 3.2-cm band irrespective of the weather conditions with the resolution of 1-2 km in the swath of 450 km. The RM-0.8 microwave radiometer is designed to take measurements of the ocean surface temperature accurate to 1-2 K with the data smoothing done in the swath of 660 km with a resolution of 6 km. In addition to the radiophysical equipment the "Okean-O" satellite carries a low-resolution optical four-channel scanner (MZS-L) with a resolution of 1 km in the swath of 1930 km. It is designed to acquire the real-time information concerning the cloudiness and sea surface condition.

X-band

Information obtained from the space contributes to the more intensive development of the productive forces, to the control and protection of the environment. This information is used in geology, cartography, agriculture, forestry, water-supplying and fish industry, oceanography, melioration, land-reclamation and town-building.



# SPACE-BASED SYSTEMS FOR POSITION LOCATION OF DISTRESSED SHIPS AND AIRCRAFT

## International Mission COSPAS-SARSAT (USSR, USA, France, Canada)

The COSPAS-SARSAT international satellite system for the search for and rescue of the ships and aircraft in distress is intended to determine the coordinates and search for distressed objects and permits successfully solving the noble task of saving the lives.

The COSPAS-SARSAT consists of two analogous, technically compatible but practically independent systems — the COSPAS of the USSR and the SARSAT of the USA, France and Canada. These systems use low-orbit satellites injected into circular near-polar orbits with altitudes of 800 to 1000 km. They cover the whole terrestrial globe.

The satellites carry special-purpose distress signal repeaters. The distress signal is sent by the emergency position-indicating radio beacons on a frequency of 121.5 MHz making it possible to locate the distress area accurate to 10–15 km and by the radio beacons on a frequency of 406 MHz providing the accuracy of about 3 km.

Within the span of eight years of operation, by the end of 1990 the COSPAS-SARSAT system helped to save more than 1600 human lives on board the distressed ships and aircraft equipped with special radio beacons. The experience gained by the COSPAS-SARSAT system corroborates the possibility of the fruitful international cooperation in the peaceful space exploration.



# UNMANNED SPACECRAFT SYSTEMS FOR EXPLORATION OF SOLAR SYSTEM PLANETS, THE MOON AND THE SPACE

Scientific space research is one of the most important lines in the basic study of physical and chemical processes taking place on the heavenly bodies, processes of their origin and evolution in the solar system and in the Universe as a whole. The results of these studies allow drawing a conclusion concerning the past, the present and the future of the Earth.

Over a period of several years the ISDE developed a number of on-board complexes for the exploration of the solar system planets, the Earth, the Moon and the Space. Among these complexes are automatic interplanetary stations "Venus", "Vega", "Fobos", "Luna", "Mars", "Prognoz", "Granat" and others.

Western and eastern long-range space communication centers were erected to receive the scientific data from the spacecraft.

The centers are equipped with unique 70-m radio telescopes having an effective area of 2500 m<sup>2</sup>.

The work is performed in accordance with the international program in cooperation with the leading countries of the world: the USA, Germany, France, Japan, Canada and others.



# SPACE-BASED NAVIGATION AND GEODETIC SYSTEMS

## "GLONASS" Project

The "Glonass" system is intended to provide global high-accuracy navigation of marine vessels, civil aircraft, mobile ground facilities and to take geodetic measurements.

The ISDE has developed and is introducing the main radio- technical complexes of the "Glonass" system: navigation equipment and command-measuring equipment of the satellites, ground-based complexes for the satellite tracking and control network, and user's equipment.

The satellites of the "Glonass" system (initially 10 to 12 satellites will be in use and by 1995 their number will be increased to 24) are arranged in three orbital planes, eight satellites in each plane, at a near-circular orbit with an altitude of 19,100 km.

The ground-based stations provide for recurrent transmission of navigation data to the satellites that are then continuously sent to the users. The navigation message comprises information about the satellite coordinates, the system time scale and system almanac.

Using this information and the results of measurement of navigation parameters (pseudo-range and radial pseudo-velocities) of four satellites, the user determines three coordinates of the position and the velocity vector components by an interrogation-free method. The number of users of the "Glonass" system is practically unlimited.

In case of full-scale deployment the system allows carrying out continuously global navigation with the accuracy of determining planar coordinates being not worse than 100 m and the velocity not worse than 15 cm/s.

The "Glonass" system permits performing comparative geodetic measurements between the separated points.

The RMS error of the geodetic measurement is  $1 \text{ to } 2 \text{ cm} \pm (1 \text{ to } 2) \times 10^{-6}$  of the separation between the points.

The "Skipper" receiver-indicator developed by the ISDE is capable of locating the position accurate to 20 m (RMS).

The new generation of the equipment for the aviation, marine, land and geodetic uses that is being developed by the ISDE allows simultaneous operation as a multi-channel version both in the "Glonass" system and in the American GPS system.



## GROUND-BASED AND ON-BOARD RADIO SYSTEMS USED FOR SUPPORTING THE MANNED SPACE FLIGHTS

Over a long period of time the ISDE developed the ground-based and on-board systems designed to communicate with the cosmonauts, control their health, receive and transmit the service information.

Among the data reception complexes are ground-based complexes (in the towns of Yevpatoriya and Ussuriysk) and ship-borne complexes operating at various points of the World Ocean (research vessels "Cosmonaut Yuri Gagarin", "Academician Sergei Korolev", "Cosmonaut Vladimir Komarov" and others).

The data-processing centers of the space support ships compute the target data, antenna control programs, process the data coming from the space for their preliminary evaluation and compression and further transmission over the communication links to the flight control center (FCC).

The space support ships carrying special equipment are actually command-measuring floating complexes which are capable of accomplishing the Soviet space exploration program during their autonomous 7-month sailing at sea.



## MEDICAL INSTRUMENTS AND SYSTEMS

The ISDE working traditionally in conjunction with the Institute of Medico—Biological Problems that is the leading organization of the USSR engaged in training of cosmonauts and testing of clinical diagnostic equipment in orbit started developing the medical instruments by the following guidelines:

- environment monitoring aids;
- medical instruments for active therapy and medical aid;
- radioisotope diagnostics and research aids;
- aids and methods of practical surgery;
- laboratory equipment in the form of portable biochemical analyzers;
- aids used for anesthesiology and artificial breath.

The ISDE works in close contact with the following leading medical centers of the USSR:

- the Institute of Transplantology and Artificial Organs;
- the All—Union Cardiological Center;
- the Sklifossovski First Aid and Research Center;
- the Scientific Research Institute of Occupational Hygiene;
- the All—Union Scientific Research Institute of Medical Equipment Testing;
- the All—Union Scientific Center of Medical Rehabilitation and Physiotherapy.



## INSTRUMENT MAKING TECHNOLOGY AND TESTING EQUIPMENT

To provide the required components for the developed systems the ISDE manufactures:

solid-state LSI circuits (CMOS technology), up to 3200 gates;

solid-state LSI circuits (bipolar technology), maximum operating frequency 600 MHz;

hybrid integrated circuits (thin-film and thick-film technology);

printed-circuit cards of different types (single- and double-sided cards, multi-layer cards);

piezoelectronic products;

SAW devices.

To enable the performance of the operational check of the manufacturing processes the ISDE develops and manufactures automatic testing equipment to carry out the input, step-by-step, and output check of units and components.



## SOFTWARE

The Institute of Space Device Engineering offers efficient software for the on-board and ground-based complexes being developed.

The ISDE develops the software for the on-board and ground-based radio systems:

**1. For digital processing of radio signals:**

detection of a signal, measurement of signal parameters (frequency, delay, phase, amplitude, etc.), detection of digital data in various types of modulation, decoding of sophisticated error-immune codes, correlation analysis and others as applicable to the tasks solved by the users of the "Glonass" system, COSPAS-SARSAT system, radio supporting systems for the interplanetary space programs "Vega" and "Fobos", satellite communication systems, etc.

**2. For processing of measurement data:**

in the "Glonass" navigation system: solution of navigational problems in the user's equipment, solution of the navigation field quality control problem; solution of the problem of high-accuracy determination of the orbit and current parameters of the on-board frequency standards;

in the COSPAS-SARSAT system: solution of the problem of finding the coordinates of the emergency radio beacon (ERB), solution of the problem of measuring data identification and position location of the ERB-121 in the interactive mode; solution of the problem of determination of the satellite orbit by the use of data obtained from the orbitographical ERB-406 beacons;

in the radio and quantum-optical systems: preliminary processing of data; computation of target data for the narrow-beam antennas and telescopes, automation of session procedures, etc.

**3. For simulation** of various sophisticated informational, metering and control systems.

**4. For a priori evaluation** of accuracy of solution of navigational and ballistic problems (determination of spacecraft orbits using the measurement data) and for optimum design of radio and quantum-optical metering systems.



## MEASURING-TRANSDUCING SYSTEMS (MTS) FOR ORIENTATION OF NARROW-BEAM ANTENNAS OF ON-BOARD AND GROUND-BASED RADIO COMPLEXES

The MTSs are based on primary sine-cosine synchro resolvers (SCSR) that are in quantity production and are used mainly for simultaneous conversion of angular displacements of the antenna scanners in two axes. Converted information may be entered into the computer sequentially in each axis. All types of converters come in two-channel version in order to provide "cold" reserve. In the on-board MTSs, back-up transducers of the SCSRs are provided in addition to the back-up electronic units. In the ground-based MTSs, provision is made, as a rule, for back-up electronic units only.

Upon application of power to the MTS the normal operating conditions of the equipment are preceded by an automatic monitoring of the main and back-up channels which includes supply of information about the quality of operation of the equipment.

Used as primary information transducers are manufactured in quantity cylindrical transducers with the rotor-to-shaft arrangement and circular-type transducers mounted directly on the shaft of the member being controlled which excludes errors of the mating components which are typical for the systems using cylindrical transducers.

Total errors for an MTS employing circular transducers with an inner rotor diameter of 32 mm and an outer stator diameter of 71 mm are  $\pm 30$  arc seconds with a resolution of  $\pm 10$  arc seconds. Primary power supply for such MTSs is  $27^{+7}_{-4}$  V.

For the MTSs using circular transducer with an inner rotor diameter of 60 mm and outer stator diameter of 100 mm a resolution of 1.23 arc seconds is attained with the accuracy being within a few arc seconds.

The MTSs require no mechanical tie-in of the position of circular transducers to the shafts of members being controlled. The operation of tying-in of the position of transducer shafts to the base shafts of the antenna scanner combined with the operation of mating of the CR and FR dials is accomplished by introducing correcting codes into the arithmetic-logic units of the MTS by means of a switch arranged on the face panel of the instrument of the ground-based MTSs and caps on the connectors in the on-board MTSs.



Exchange with the computer is effected over standard interfaces using serial binary code for the on-board MTSs and parallel binary or Gray code for the ground-based MTSs.

For all types of the MTSs transducers and electronic units are made interchangeable with no need for the adjustment of unit parameters. Adaptivity of the electronic section of the MTS to the spread of parameters of the transducers is achieved by proper selection of the operating conditions of four-coil synchro resolvers (having rotating stator field) and algorithms of processing of information signals of rotor coils that exclude errors connected with inevitable distortion of the circular field in the transducer. Besides, the electronic section of the MTS compensates for errors occurring due to temperature changes in the transducers. For the MTSs accurate to  $\pm 30$  arc seconds these errors are brought down to  $0.02 \text{ arc min}/^{\circ}\text{C}$ , for the MTSs accurate to a few seconds these errors do not exceed  $0.002 \text{ arc min}/^{\circ}\text{C}$ .

On-board MTSs can find wide application in the output data conversion systems of the analog transducers used in the self-contained navigation equipment of the moving objects of various classes.

Ground-based MTSs can find application in the metal-working industry and, in particular, in NC machines, scanning devices, etc.

High-resolution MTSs (with resolution of up to 1.23 arc second) may be used in the control systems of the telescopes for any wave bands.

Total errors of the measuring-transceiving system are below the instrument errors of the primary transducers which stems from efficient operation of electronic units that measure and compensate for the main components of error in the process of conversion.



# "QUICK-LOOK" ACQUISITION AND TRANSMISSION TV SYSTEM ON THE BASIS OF "LUCH" GEOSTATIONARY REPEATER-SATELLITE

The system is designed to acquire TV information and accompanying sound and telephone signals from the points of real events, to transmit this information to the data acquisition center, to receive it back and to hold TV bridges and conferences.

The system comprises the following basic components:

## 1. Ground-based stations (GS):

- master transceiving stations (MS);
- reporter transceiving stations (RS).

The master and reporter transceiving stations come in three versions:

- modular stations (RS-MOD);
- mobile stations (RS-M);
- stationary stations (RS-S).

The location of the master and reporter transceiving stations (inside or outside the country) is determined by the customer.

## 2. Space complex (SC)

The space complex is a functional part of the system. The "Luch" repeater—satellite orbital group consists of three geostationary repeater—satellites stationed at the following points:  $16^{\circ}$  W,  $95^{\circ}$  E and  $160^{\circ}$  W.

The guaranteed coverage (radio visibility zone) provided by each "Luch" repeater—satellite is from  $70^{\circ}$  S to  $70^{\circ}$  N with elevations exceeding  $5^{\circ}$ .

The system provides two-way TV communication between the MS and RS or between the RS's. It has:

- one color TV channel;
- two higher-class broadcast channels (or one stereo channel);
- four service telephone communication channels (one of channels may be used for automatic communication via the automatic exchange).

The technical and energetic characteristics of the radio channel permit obtaining high-quality television, broadcast and telephone signals that conform to the IRCC and IFRB standards.

The master transceiving station allows transmitting and receiving the TV, broadcast and telephone signals in the 11/14 GHz and 13/15 GHz frequency bands.

The transmitter power is 240 W, min.

The diameter of the transceiving antenna is 5 m.



The station is equipped with a satellite TV system intended to receive TV programs from the geostationary communication satellites in the frequency range of 10.95 to 12.5 GHz. The satellite TV system receives TV programs using a customer's multichannel receiver and records these programs on a video tape recorder.

The master transceiving station requires for its accommodation a room with an area of 85 to 105 m<sup>2</sup>.

The antenna may be erected by means of special mount on the ground or on a building roof.

Approximate cost of the station is 1 million roubles.

The repeater transceiving station permits receiving and transmitting TV, broadcast and telephone signals in the 13/15 GHz frequency band.

The transmitter power is 100 W, min.

The diameter of the transceiving antenna is 2 m.

The stations operate on a three-phase AC input of 380/220 V  $\begin{smallmatrix} +15 \\ -20 \end{smallmatrix}$  %, 50 to 60 Hz.

The station-borne equipment draws 5 kW, max.

The equipment normally operates at temperatures from +5 °C to +50 °C. The antenna system and its components can operate at temperatures from -40 °C to +50 °C.

The RS-MOD is made in the form of separate units accommodates in cases that are convenient for carriage and transportation.

The mass of the units is 25 kg, max., the mass of the transmitter unit is 35 kg.

The antenna system is of sectional type. The mass of the antenna complete with the scanner, mirror and antenna-feeder assembly is 150 kg, max.

The mobile reporter station is arranged in the shelter of a vehicle. The antenna system is a collapsible one and is stowed on the roof of the shelter.

The station measures 3.8 m in height, 2.5 m in width and 5 m in length.

The mass of the equipment is 400 kg, max., the mass of the auxiliary equipment is 400 kg, max., the mass of the antenna system is approximately 200 kg.

In the absence of the industrial power line the equipment can be operated from a self-contained engine-generator set.

Approximate cost of the station is 500,000 roubles.

The stationary reporter station is similar to the mobile one.

The stationary station operates under the stationary conditions, its antenna will be erected on a building roof at a distance of not more than 100 m from the station.



# THE MULTIPURPOSE AEROSPACE SYSTEM

The USSR Ministry of the Aircraft Industry proposes to take part in the organization of an international commercial association for development, manufacture and operation of a multipurpose aerospace system on the basis of the AN-225 airplane serving as a mobile launcher

## PURPOSES

- Putting payloads into a near-earth orbit and bringing them back from the orbit
- Transportation and maintenance of various-purpose space objects
- Realization of emergency and rescue works in the orbit
- Solution of scientific and technological problems in the orbit
- Realization of international control of outer space
- Sounding of the Earth surface and realization of International Ecological Control

## ADVANTAGES

- Low cost of putting payloads into near-earth orbits
- Possibility of launching objects in any direction
- Possibility of putting objects into orbit, providing the necessary phasing and parallax relative to the aerodrome of departure
- Possibility of extensive manoeuvring in the longitudinal and the lateral planes when returning from the orbit
- Effectiveness of application

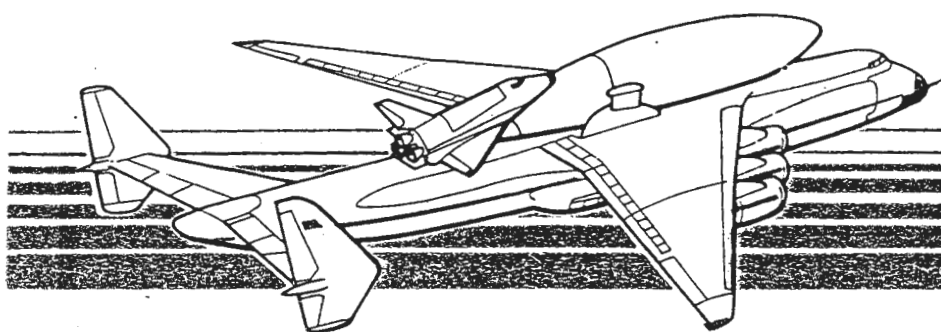
## SPECIFICATION

Takeoff weight, t \_\_\_\_\_ 600  
Weight of the 2nd stage  
(orbital airplane with an  
external fuel tank ), t \_\_\_\_\_ 250  
Weight of the payload in the  
orbit of the 200 km altitude, t  
- manned version \_\_\_\_\_ up to 7  
- unmanned version \_\_\_\_\_ up to 8

Address to:  
NPO "Molnia"  
123459, Moscow  
Novoposelkovaia, 4  
Chief Designer,  
Tel.: 493-92-55

# МНОГОЦЕЛЕВАЯ АВИАЦИОННО- КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

МИНИСТЕРСТВО АВИАЦИОННОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР  
ПРЕДЛАГАЕТ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ  
В ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
АССОЦИАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ,  
ИЗГОТОВЛЕНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
НА КОММЕРЧЕСКОЙ ОСНОВЕ  
МНОГОЦЕЛЕВОЙ АВИАЦИОННО-  
КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
НА БАЗЕ САМОЛЕТА АН-225  
В КАЧЕСТВЕ  
ПОДВИЖНОГО СТАРТА



## Назначение

- Выведение на околоземную орбиту и возврат с орбиты полезных грузов.
- Транспортно-техническое обеспечение космических объектов различного назначения.
- Проведение на орбите аварийно-спасательных работ.
- Решение на орбите научно-технических и технологических задач.
- Проведение международного контроля за космическим пространством.
- Осуществление экологического контроля за поверхностью Земли.

## Преимущества

- Низкая стоимость выведения полезных грузов на околоземные орбиты.
- Возможность запуска в любом направлении.
- Возможность выведения на орбиту с необходимым фазированием и параллаксом относительно аэродрома вылета.
- Возможность широкого маневрирования в продольной и боковой плоскостях при возврате с орбиты.
- Оперативность применения.

## Основные характеристики

Взлетная масса системы, т \_\_\_\_\_ 600

Масса второй ступени  
(орбитальный самолет с  
внешним топливным баком), т \_\_\_\_\_ 250

Масса полезного груза  
на орбите высотой 200 км, т \_\_\_\_\_  
- в пилотируемом варианте \_\_\_\_\_ до 7  
- в беспилотном варианте \_\_\_\_\_ до 8



SAMARA

JULY 14, 1992

## A G E N D A

of the Japanese delegation stay in the Central Specialized  
Design Bureau and in the "Progress" factory

- 12.30 Introduction of the CSDB Administration  
Speaker: Dmitry I.Kozlov - Chairman and General Designer
- 12.45 Introduction of the Japanese Delegation Members
- The CSDB Presentation
- 13.00 Speaker: Vladimir D.Kozlov - Deputy General Designer,  
Head of the "Photon" Design Bureau
- 14.00 Speaker: Georgy E.Fomin - Deputy General Designer
- 15.00 Visit to Assembly Shop  
Speaker: Georgy E.Fomin - Deputy General Designer
- "VECTOR" Dynamic Test Bed  
Speaker: Vladimir S.Kandalov - Deputy Head of the Division
- 15.40 Moving to "Progress" factory
- 15.50 Visit to "Progress" factory  
Speaker: Gennady P.Zhitin - Leading Designer
- 17.30 Moving to the CSDB
- 17.40 Questions and Answers
- 18.00 Formal Dinner
- 20.00 Departure from Samara

THE LIST OF THE CSDB PARTICIPANTS OF THE MEETING  
WITH THE JAPANESE DELEGATION ON JULY 14, 1992

1. Prof. Dmitry I. Kozlov  
Chairman and General Designer
2. Dr. Vladimir M. Saigak  
Deputy General Designer, Foreign Trade Company Director
3. Dr. Georgy E. Fomin  
Deputy General Designer
4. Dr. Vladimir D. Kozlov  
Deputy General Designer, Head of the "Photon" Design Bureau
5. Mr. Valery I. Abrashkin  
Deputy Head of the CSDB Division
6. Dr. Vladimir S. Kandalov  
Deputy Head of the CSDB Division
7. Dr. Alexey A. Sochivko  
The CSDB Chief Engineer
8. Mr. Andrei V. Sidorenko  
Deputy Head of External Affairs Department
9. Mr. Valentin V. Vesnovsky  
The CSDB Deputy Chief
10. Mrs. Natalia V. Kharasova  
Interpreter

Central Specialized Design Bureau  
"Foton" Design Bureau

SPACE FACILITIES  
AND COMMERCIAL SPACE SERVICES

## CENTRAL SPECIALIZED DESIGN BUREAU

- was founded in 1959 in Samara
- is the head organization specializing in the development of space technology and information systems for remote sensing of Earth

### MAJOR FIELDS OF USE OF DEVELOPED SPACE FACILITIES

- experiments and pilot-scale production of new materials under microgravity conditions
- remote sensing of Earth for solving problems associated with efficient nature management and ecology
- basic and applied research under the orbital flight conditions

The CSDB includes the "Foton" Design Bureau which performs the functions of a foreign trade company and also

- conducts design work on the development of promising space complexes and systems
- solves technical problems of arrangement, testing, and operation of a payload on spacecraft and launch vehicles
- handles commercial and technical problems of payload installation

## CENTRAL SPECIALIZED DESIGN BUREAU "FOTON" DESIGN BUREAU

- offer a possibility for conducting experiments on board the "Foton", "Resurs-F1", "Resurs-F2" unmanned spacecraft under microgravity conditions
- offer a possibility for launching spacecraft by the "Soyuz", "Vostok", "Molnia" launch vehicles

For Further Information Please Contact:

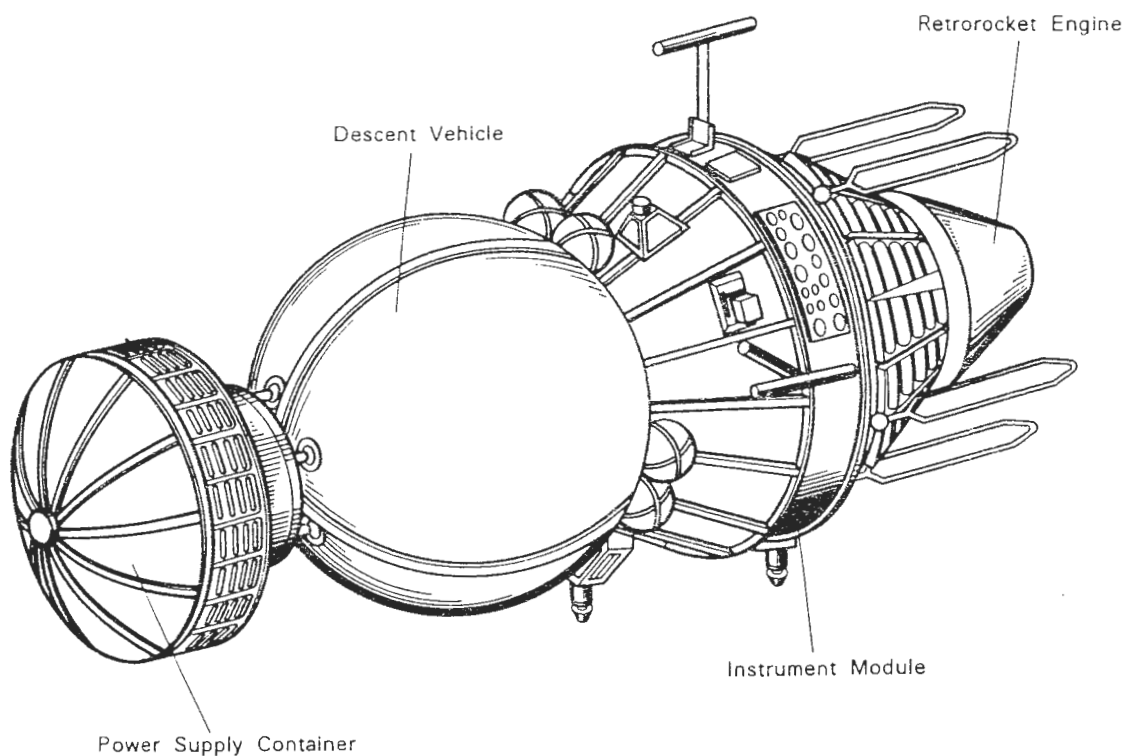
Central Specialized  
Design Bureau  
USSR, 443009, Samara,  
Pskovskaya Str., 18  
Phone 22-28-14  
Telex 214153 NIKA

"Foton"  
Design Bureau  
USSR, 443001, Samara,  
Molodogvardeiskaya Str., 151  
Phone 33-26-32  
Telex 214153 NIKA

**MICROGRAVITY EXPERIMENTS  
ON BOARD THE SOVIET UNMANNED SPACECRAFT**

**"FOTON"**

- is designed specially for conducting experiments in the field of space technology and biotechnology
- allows control of the equipment from Earth and reception of telemetry data from the orbit in the course of experiments
- makes it possible to return to Earth a descent vehicle with the payload and specimens obtained



**Flight Conditions and Available Onboard Resources**

|                                               |                    |
|-----------------------------------------------|--------------------|
| Active life                                   | 14 - 16 days       |
| Orbit parameters:                             |                    |
| apogee                                        | 300 km             |
| perigee                                       | 220 - 250 km       |
| inclination                                   | 62.8°              |
| Payload volume                                | 4.7 m <sup>3</sup> |
| Payload mass                                  | 700 kg             |
| Daily average power consumption               | 400 W              |
| Peak power consumption<br>(max. 1.5 hr a day) | 700 W              |

For Further Information Please Contact:

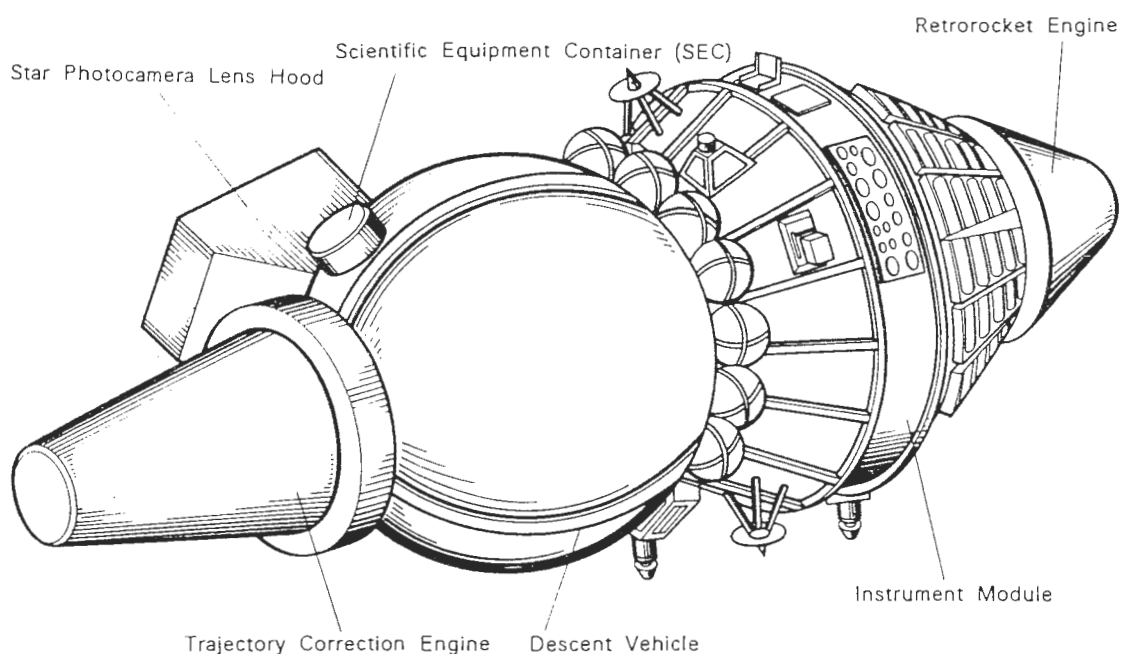
Central Specialized  
Design Bureau  
USSR, 443009, Samara,  
Pskovskaya Str., 18  
Phone 22-28-14  
Telex 214153 NIKA

"Foton"  
Design Bureau  
USSR, 443001, Samara,  
Molodogvardeiskaya Str., 151  
Phone 33-26-32  
Telex 214153 NIKA

# MICROGRAVITY EXPERIMENTS ON BOARD THE SOVIET UNMANNED SPACECRAFT

## "RESURS-F1"

- is designed for different-scale multizonal and spectrozonal photography of Earth surface
- allows for accommodation of additional space research equipment to be returned or not returned to Earth
- allows control of the equipment from Earth and reception of telemetry data from the orbit in the course of experiments
- provides for a soft landing of the descent vehicle with the payload and specimens produced
- can be used for simultaneous injection of small satellites into the working orbit of a spacecraft



## Flight Conditions and Available Onboard Resources

|                                     |                                                                |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Active life                         | up to 25 days (including up to 11 days in non-oriented flight) |
| Orbit parameters                    | close to circular,<br>altitude range of<br>250 - 410 km        |
| Total payload mass                  | up to 150 kg                                                   |
| payload mass of recoverable capsule | up to 15 kg                                                    |
| payload mass of descent vehicle     | up to 33 kg                                                    |
| Payload power consumption           | 140 A·hr                                                       |

For Further Information Please Contact:

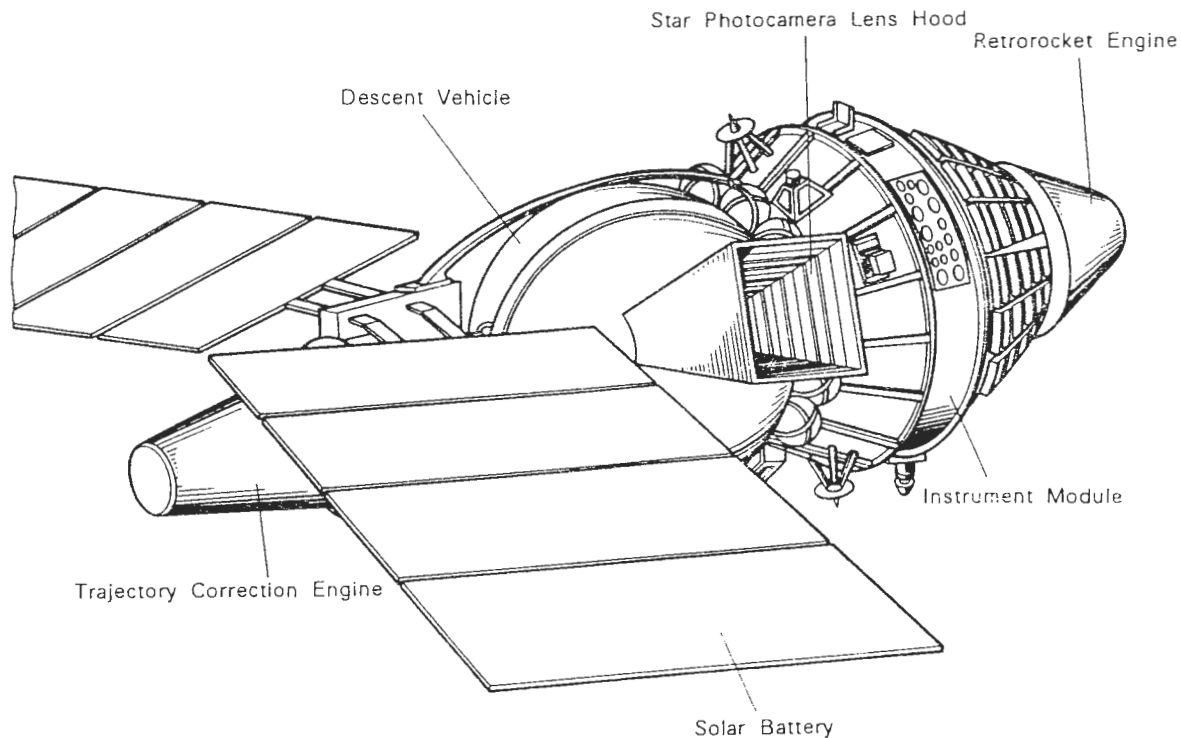
Central Specialized  
Design Bureau  
USSR, 443009, Samara,  
Pskovskaya Str., 18  
Phone 22-28-14  
Telex 214153 NIKA

"Foton"  
Design Bureau  
USSR, 443001, Samara,  
Molodogvardeiskaya Str., 151  
Phone 33-26-32  
Telex 214153 NIKA

MICROGRAVITY EXPERIMENTS  
ON BOARD THE SOVIET UNMANNED SPACECRAFT

"RESURS-F2"

- is designed for simultaneous multizonal and spectrozonal (or chromatic) photography of Earth surface
- allows for accommodation of additional space research equipment to be returned or not returned to Earth
- allows control of the equipment from Earth and reception of telemetry data from the orbit in the course of experiments



Flight Conditions and Available Onboard Resources

|                                 |                                                         |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Active life                     | up to 30 days                                           |
| Orbit parameters                | close to circular,<br>altitude range of<br>250 - 450 km |
| Total payload mass              | up to 200 kg                                            |
| payload mass of descent vehicle | up to 100 kg                                            |
| Payload power consumption       | up to 80 W                                              |

For Further Information Please Contact:

Central Specialized  
Design Bureau  
USSR, 443009, Samara,  
Pskovskaya Str., 18  
Phone 22-28-14  
Telex 214153 NIKA

"Foton"  
Design Bureau  
USSR, 443001, Samara,  
Molodogvardeiskaya Str., 151  
Phone 33-26-32  
Telex 214153 NIKA



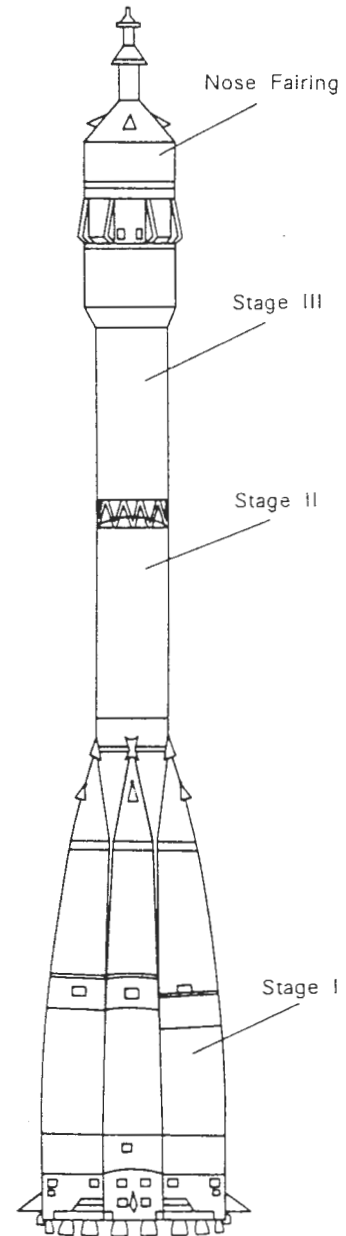
SPACECRAFT LAUNCHED  
BY THE SOVIET LAUNCH VEHICLES

"SOYUZ"

The three-stage "Soyuz" launch vehicle is designed for injecting spacecraft with a mass of 5400 - 7100 kg into low orbits with a minimum altitude of 180 - 250 km, a maximum altitude of 250 - 1000 km and an inclination from  $51^{\circ}$  to polar orbit of  $90^{\circ}$  and sun-synchronous orbit of  $97^{\circ}$ . The duration of the injection is 9 min.

Payload Arrangement Area

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Height                    | 3.7 m |
| Cylindrical part diameter | 2.3 m |



For Further Information Please Contact:

Central Specialized  
Design Bureau  
USSR, 443009, Samara,  
Pskovskaya Str., 18  
Phone 22-28-14  
Telex 214153 NIKA

"Foton"  
Design Bureau  
USSR, 443001, Samara,  
Molodogvardeiskaya Str., 151  
Phone 33-26-32  
Telex 214153 NIKA

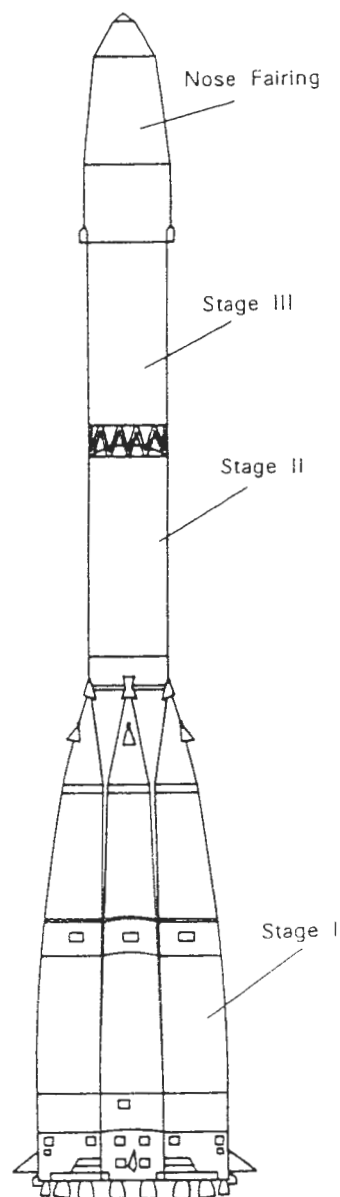
SPACECRAFT LAUNCHED  
BY THE SOVIET LAUNCH VEHICLES

"VOSTOK"

The three-stage "Vostok" launch vehicle is designed for injecting spacecraft with a mass of 1150 - 1840 kg into sun-synchronous orbit with an inclination of 98° or 99° and with an altitude of 650 - 1000 km. The duration of the injection is 11 min.

Payload Arrangement Area

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Height                    | 3.7 m |
| Cylindrical part diameter | 2.3 m |



For Further Information Please Contact:

Central Specialized  
Design Bureau  
USSR, 443009, Samara,  
Pskovskaya Str., 18  
Phone 22-28-14  
Telex 214153 NIKA

"Foton"  
Design Bureau  
USSR, 443001, Samara,  
Molodogvardeiskaya Str., 151  
Phone 33-26-32  
Telex 214153 NIKA

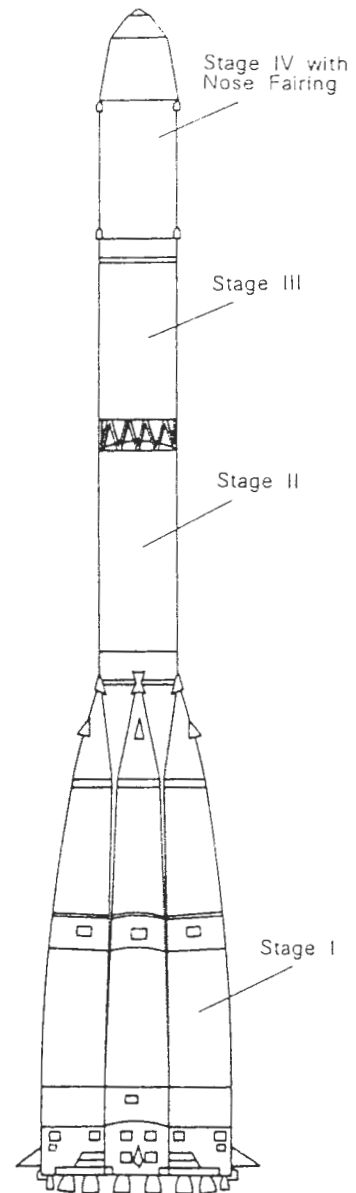
SPACECRAFT LAUNCHED  
BY THE SOVIET LAUNCH VEHICLES

"MOLNIA"

The four-stage "Molnia" launch vehicle is designed for injecting spacecraft with a mass of 1000 - 2000 kg into high elliptical orbits with an apogee of about 36,000 km, a perigee of about 700 km, and an inclination of 65° or into interplanetary trajectories

Payload Arrangement Area

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Height                    | 3.7 m |
| Cylindrical part diameter | 2.3 m |



For Further Information Please Contact:

Central Specialized  
Design Bureau  
USSR, 443009, Samara,  
Pskovskaya Str., 18  
Phone 22-28-14  
Telex 214153 NIKA

"Foton"  
Design Bureau  
USSR, 443001, Samara,  
Molodogvardeiskaya Str., 151  
Phone 33-26-32  
Telex 214153 NIKA

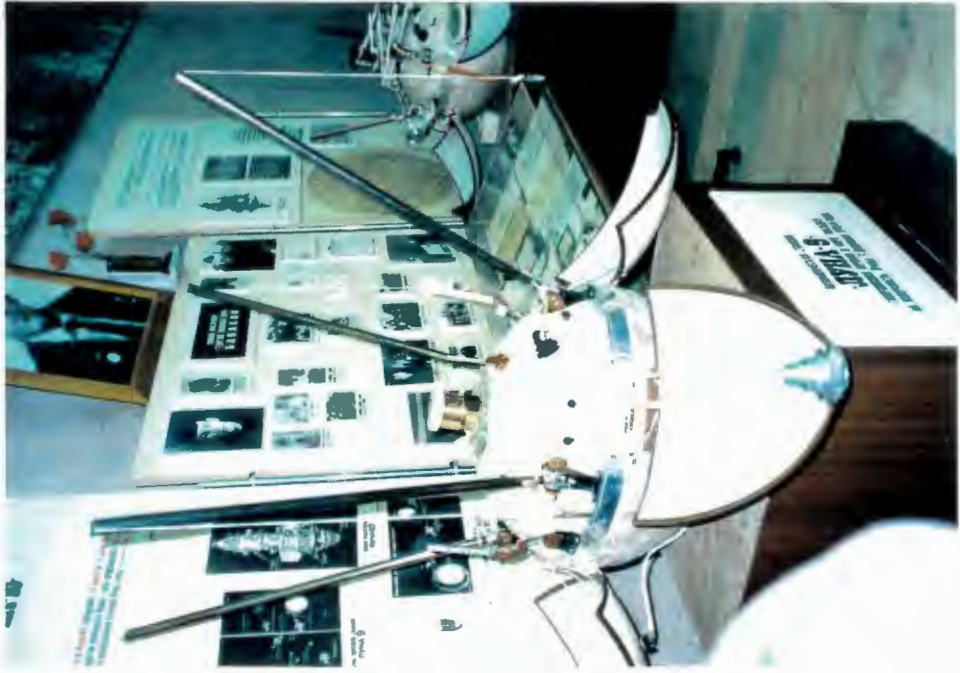


写真2 (右端) パークルーノフ NPOラボーチキン所長

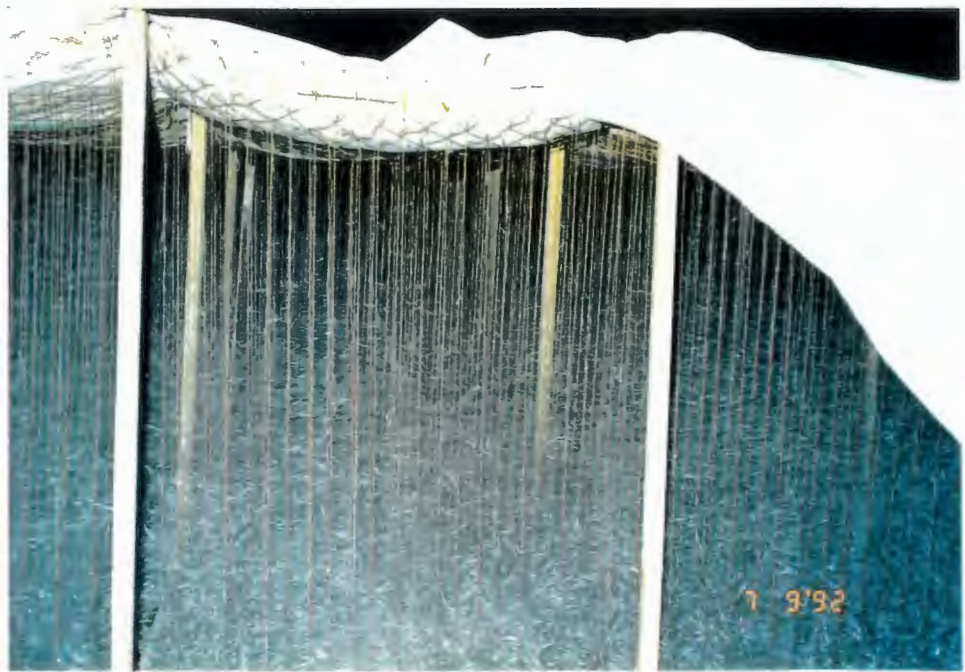


写真 3 電波暗室の吸収体



写真 4 ポロビニコフ N P O コンポジット所長



写真 5 N P O モ ル ニ ア 幹 部 （ 左 か ら 右 へ ）

ス ニ ェ ツ キ ー 宇 宙 航 空 関 係 副 所 長

ヴ ォ イ ノ フ 空 力 ・ 熱 伝 導 関 係 副 所 長

ゴ シ ェ ン ス キ ー 所 長

イ リ ー ナ ・ ポ ボ ー ヴ ァ 通 訳



写真 6 N P O モ ル ニ ア 幹 部 、 他 （ 左 か ら 右 へ ）

ス コ ー ロ ジ ェ フ 対 外 関 係 副 所 長

ハ ル チ ェ ン コ 宇 宙 服 製 作 所 「 ゼ ー タ 」

ゴ ー ロ リ 工 業 省 航 空 産 業 局

ス ニ ェ ツ キ ー 宇 宙 航 空 関 係 副 所 長

ヴ ォ イ ノ フ 空 力 ・ 熱 伝 導 関 係 副 所 長

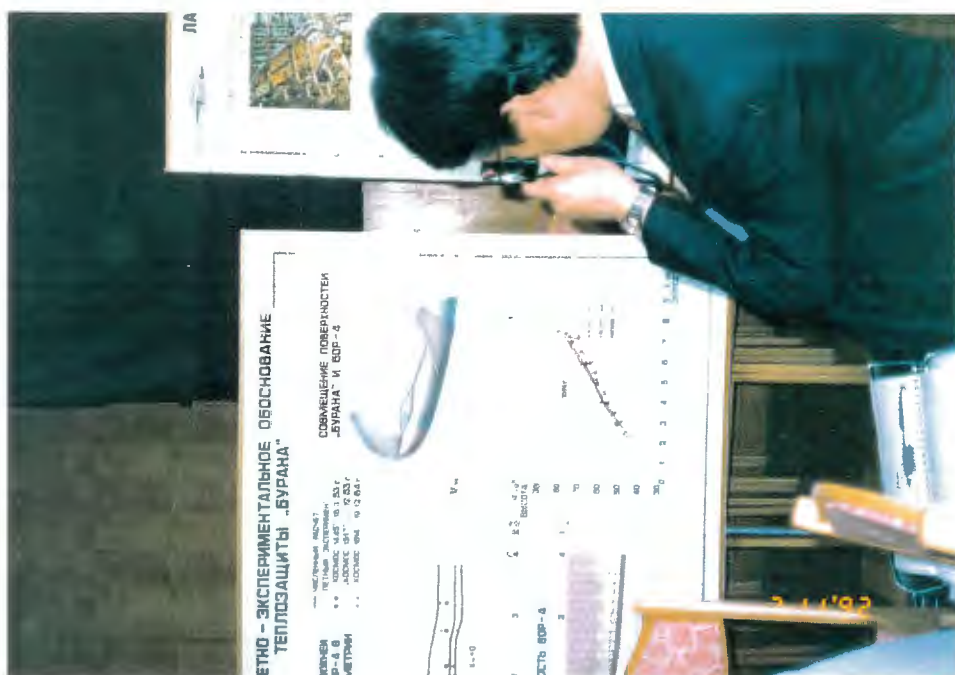


写真 7 「ブラン」と「ボル 4 号」の比較実験結果



写真 8 巨人運搬機「アントノフ 225」を用いる「マックス」システム



写真 9      軌道飛行機「6人乗りタクシー」



写真 10      ヒムマッシュ研究所のロケット段燃焼実験塔上部



写真 1 1 1 ヒムマッシュ研究所のロケット段燃焼実験塔下部



写真 1 2 ヒムマッシュ研究所のロケット段燃焼実験塔後側

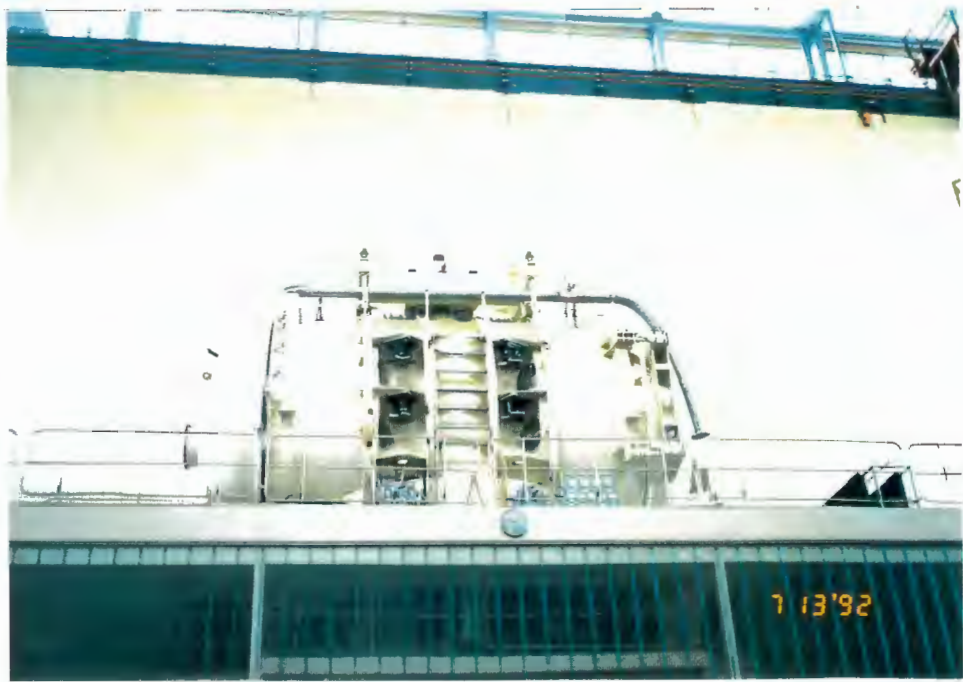


写真 1 3      熱実験用小型チャンバ（横型）



写真 1 4      熱実験用主チャンバ（縦型）



写真 1 5 熱実験用チャンバ実験構成図

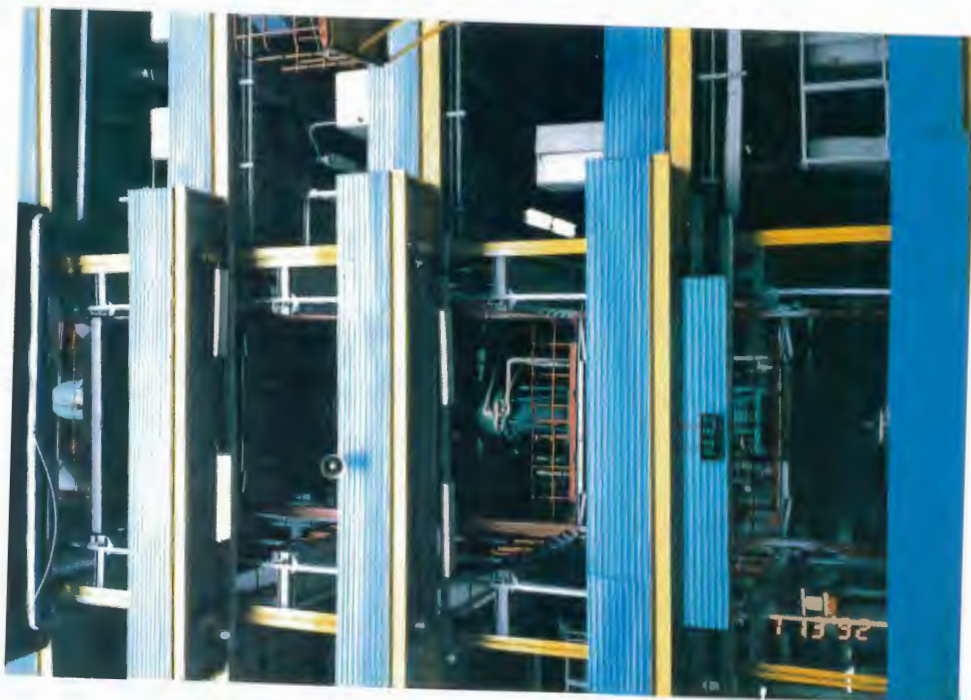


写真 1 6 大型宇宙空間シミュレーター本体



写真 1 7      大型宇宙空間シミュレータ上部蓋



写真 1 8      立野 N A S D A 理事と V . ゴズロフ K B フォトン設計技師長



写真 1 9      資源探査・エコロジー研究衛星「レスルス F 1」

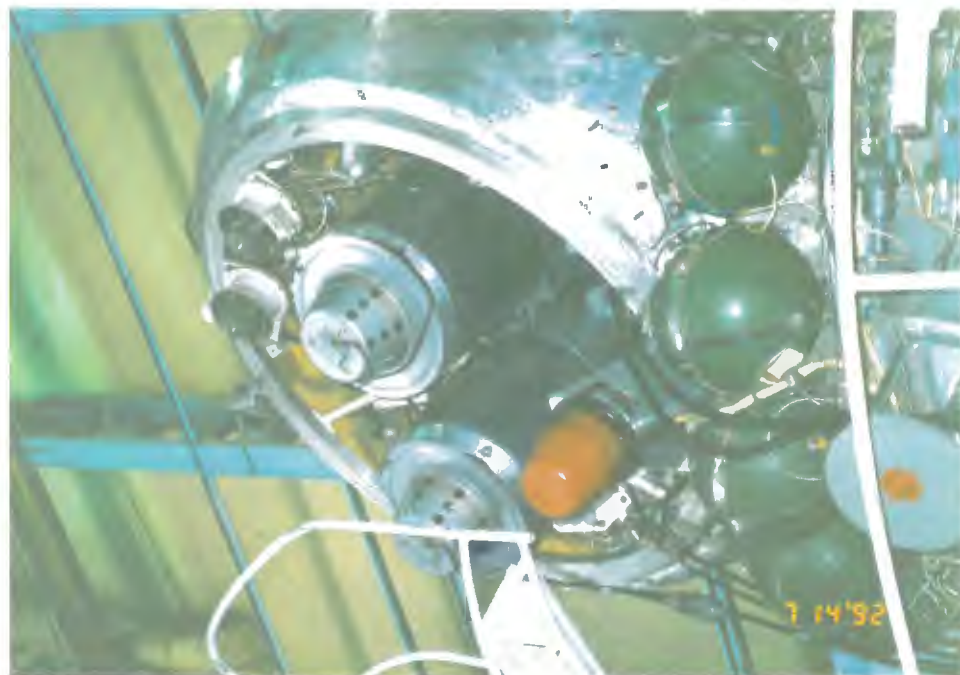


写真 2 0      資源探査・エコロジー研究衛星「レスルス F 1」

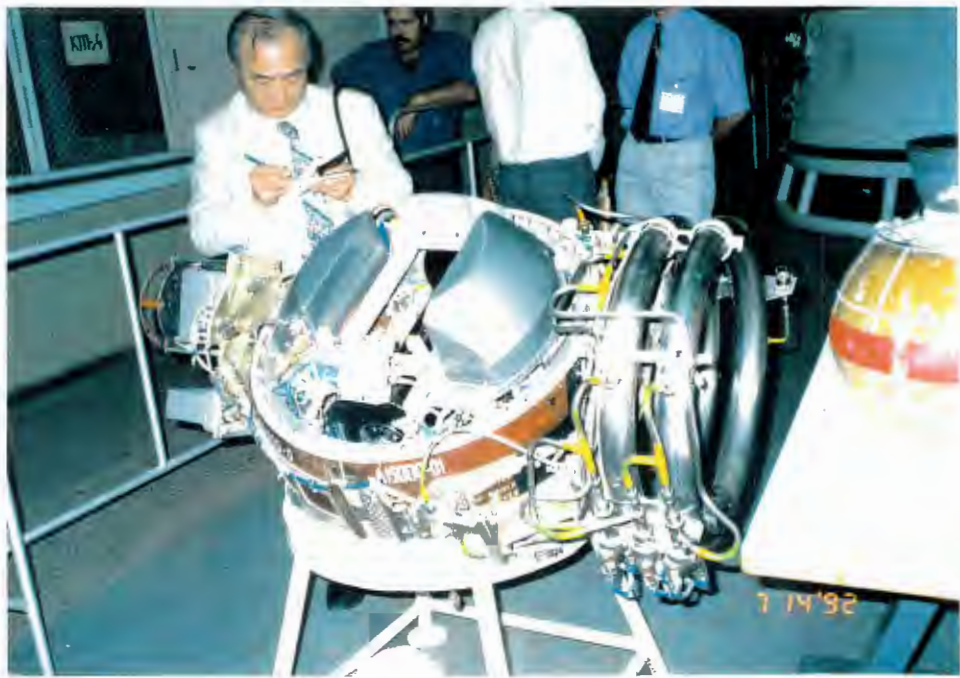


写真 2 1      資源探査・エコロジー研究衛星「レスルス F 1」

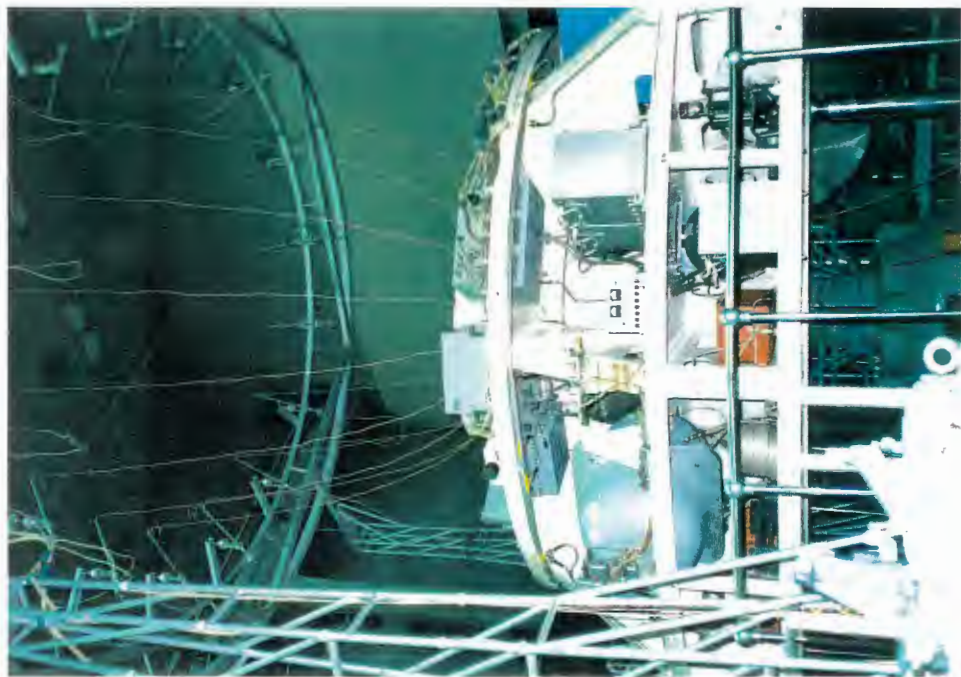


写真 2 2      動特性試験装置

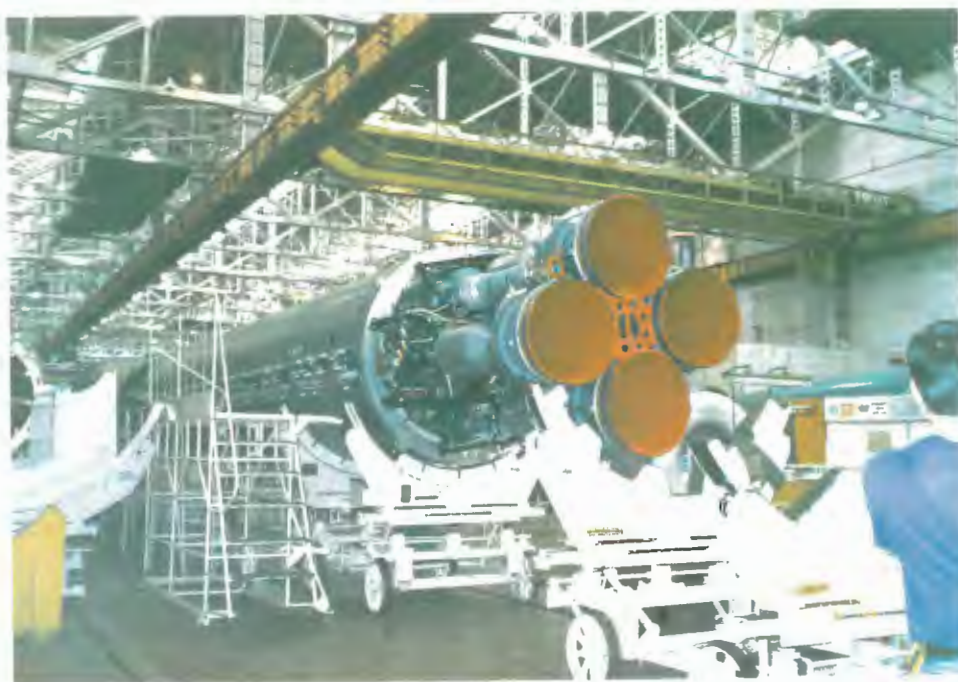


写真 2 3      液水・液酸ロケット



写真 2 4      燃料タンク   直径 8 m，長さ 3 2 m



写真 2 5      燃料タンク内壁（直径 8 m，スカンジウム・アルミ合金）



写真 2 6      D. ゴズロフ K B フォトン所長

ロシアが20項目協力打診

ロケット共同開発望む

新に取り付ける「材料生  
習種」などが含まれる。そ  
らに、日本の進んだエレク

め、ロシヤの主要プロシエ  
クトへの日本企業の参加を  
強く求めている。

「疫病研究」を基本にして  
なり、この方針を崩さない  
方面で検討する。特に日本

やシヤトル開張、実額が少  
ない宇宙夾、さらにリキ  
ートセンシングデータは、

えた三びと十五びとの分解  
のレポートセンシングデ

12 有人飛行の安全確保などのために新たなシステムを作る。

システムを作るのに必要  
宇宙医学のデータや経験  
公開する。

13 日本のロケットを  
ースにして、新たにロケ  
は可能とする。

14 大型ロケット「エ  
ルギア」やスペースシャ

15 ロンズの半田接合技術は、従来の半田接合技術に比べ、作業性が向上し、作業に日本企業のエレクトロニクス技術を活用する。

15 ロンズの半田機  
作に日本企業のエレクト  
ニクス技術を活用する。

15 ロンズの半田機  
作に日本企業のエレクト  
ニクス技術を活用する。

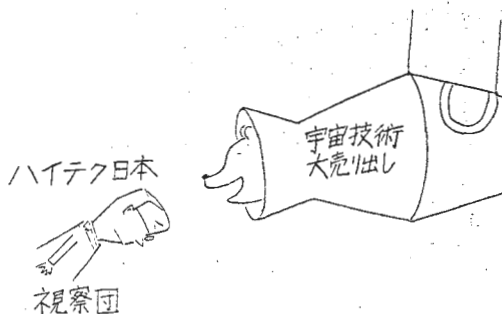
# 日ロ宇宙協力 協定締結へ

【モスクワ14日＝竹内敬二】

日本とロシア両国が平和目的の宇宙開発分野で協力する「日ロ宇宙協力協定」を、九月のエリツィン大統領訪日の際に締結することが、十三日までの協議で決まった。冷戦終了を象徴する協力関係の目玉として、ロシア側が三十年の歴史をもつ有人飛行分野や、地球環境探査などでの協力が焦点になる見通し。十六日には、ロシア宇宙庁と日本の外務省のほか、官民合同の「独立国家共同体(CIS)宇宙視察団」としてロシアを訪問中の科学技術庁職員が実務者会談をもち、調整に入る予定。

協定は「日本・ロシア平和目的の宇宙探査及び利用に関する協力協定」と称し、情報の交換、研究者の交流、共同研究などを進めることをうたう。蓄積した宇宙技術を経済再建のデコにしたいロシアと、今後の開発に生かしたい日本の思惑が一致した。

## 社会戯評 横山泰三



日本は後進国  
ロシアが売り込み攻勢

モスクワ  
竹内敬二

巨大ロケットエンジンの前で懇談する工場関係者と日本の視察団  
 11月13日、エネルギー省の液体燃料ロケット工場（APC）

八三年。その秘密基地も、報道関係者拒否とはいえ、大視察団に公開された。

・参加者の一人、新野正一は「航空宇宙技術研究所空室は」「日本の宇宙開発も冷戦構造の上に立ってきた。今後は何を独自に開発すべきなのか、根本から考え直す必要があるのでは」といふ感想を漏らしていた。

いは「一九九〇年の貨幣価値で二十五億ドルあれば有人化が完成」と数字も披露した。その後の激しいインフレで、換算は難

**時刻時刻**

感想を述べた。しかし、長年、米国に倒れてきたやり方をミサイル技術拡散防の取り決めの「ミサイルガイドライン」(ロシアは米盟)にひっきり、米国の制裁を受ける可能性も

「いやあ心臓に悪い」。

モスクワ郊外のエネルゴマシユ液体燃料ロケット工場視察のあと、日本のロケット研究者が、四合のエンジンをもとめて一基にした推力約八百ポンドのロケットエンジンが並ぶ。ロシア側は「買いませんか？ 一基千五百—三千万ルーブル（試験費用）」。

日本は推力八十六トの国産H2ロケットエンジンの

「LEU」を開発中だが、トランプ好きでもたつていて、日本側は細かい技術面の質問を繰り返し、ノーコメントだね。」「やむを得ずおひらきしていただいている。欧州のアリアンロケットよりきちんとしている感じだ」と、竹中幸彦・元宇宙開発事業団理事はいった。

KBフロン工場は、天井の高さが最高百十メートル、低い部分でも七十メートル。その建屋部分が数百メートル続き、ロケットがズリリと並ぶ。「こんな設備を日本でつくれば何兆円かかるか……」（メーカー社員）という声もきかれた。

発を進めてきた。米国のシヤトルそっくりの「プラン」の場合、巨大ロケット「エネルギー」を開発、運搬用に巨大輸送機「アン・ト・フ・ラキ」をつくったほど。

視察した十方所ほどの工場ほとんどが、従業員一万人以上。「宇宙関係で働

は、全く規模が違う。  
それ以上に日本側が驚いたのは、商売熱心さ。「口頭でもいいから両国が協力を始める」とその場で約束して欲しい」と迫り、「早急に合同作業部会を作りたい」「ロシアには有人

の単位。「これから無人の  
シャトル『ホープ』を設計  
する日本にとって魅力的な  
投資です」といわれるわ  
だ。

るのだ。

売り込みのためには秘密のペールも取ってみせた。千三百回と世界一の打ち上げ回数を誇るブリセック基地は、五七年に完成していたが、その存在が公的に西側に明らかになったのは

れた十六日夕、米国航空宇宙局(NASA)のゴードン・長官とコプチェフ・ロシア宇宙庁長官はモスクワで共同記者会見し、スペースシャトルと「ミール」のドッキング飛行などの協力合意を発表した。その中には、「エネルギーロケット」を、米国の宇宙開発に

ソユーズ宇宙船用のプロ  
トシロケットなどをつくる

事での必要性から、金と人をふんだんに使って宇宙開

く人は、全部合わせても一万人以下」という日本と

.. 売

み以夢に

戸忌し

「可成りな調査だね」とい  
う項目も含まれていた。

売り込み攻勢に戸惑い

「可成りな調査だね」とい  
う項目も含まれていた。