

第 2 1 回宇宙開発委員会（定例会議）  
議 事 次 第

1. 日 時           平成 8 年 7 月 1 7 日（水）  
                  1 4 : 0 0 ~ 1 6 : 0 0
  
2. 場 所           委員会会議室
  
3. 議 題           (1) 前回議事要旨の確認について  
                  (2) 国連宇宙平和利用委員会の結果について  
                  (3) 宇宙放射線環境計測計画について  
                  (4) 米国次世代シャトル試験機「X-33」について
  
4. 資 料           委 21- 1   第 2 0 回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）  
                  委 21- 2   国連宇宙平和利用委員会の結果について  
                  委 21- 3   フェーズ I 宇宙放射線環境計測計画シャトル/ミール  
                  ミッション 4 号機 (S/MM-4) に関する搭載実験実施に  
                  ついて  
                  委 21- 4   米国次世代シャトル試験機「X-33」について

# 委 21-1

## 第20回宇宙開発委員会（定例会議） 議事要旨（案）

1. 日時 平成8年7月10日（水）  
14:00～15:30
2. 場所 委員会会議室
3. 議題
  - (1) 前回議事要旨の確認について
  - (2) ALFLEX実験結果について（速報）
  - (3) 技術試験衛星VI型（ETS-VI）の運用終了について
  - (4) 関係各機関において新規に実施する予定の施策及び「宇宙開発計画」の見直しに関する要望事項について
4. 資料
  - 委20-1 第19回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）
  - 委20-2 小型自動着陸実験（ALFLEX）フェーズI第1回実験結果について（速報）
  - 委20-3 技術試験衛星VI型（ETS-VI）の運用終了について（報告）
  - 委20-4 関係各機関において新規に実施する予定の施策及び「宇宙開発計画」（平成8年4月24日決定）の見直しに関する要望事項について
5. 出席者

宇宙開発委員会委員長代理	野 村 民 也
宇宙開発委員会委員	山 口 開 生
〃	末 松 安 晴
〃	長 柄 喜 一 郎
関係省庁	
通商産業省機械情報産業局次長	一 柳 良 雄（代理）
郵政大臣官房技術総括審議官	麩 昭 男 〃
事務局	
科学技術庁長官官房審議官	大 熊 健 司
科学技術庁研究開発局宇宙政策課長	千 葉 貢 他
6. 議事
  - (1) 前回の議事要旨の確認について  
第19回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（資料委20-1）が確認された。

(2) ALFLIX実験結果について（速報）

航空宇宙技術研究所及び宇宙開発事業団より、資料委20-2に基づき、7月6日にオーストラリアのウーメラ飛行場で行われた小型自動着陸実験（ALFLIX）の第1回飛行実験の実施結果について、実験は良好に終了した旨の報告があるとともに、第1回飛行実験における飛行全体、機体及び搭載機器、ブレーキ系統、航法・誘導・制御、空力特性及び荷重解析等の実験結果並びに第2回目の実験計画について説明があった。

これに関し、委員より、飛行実験の運用制約や横風の影響等飛行条件に関する質問があった。

(3) 技術試験衛星VI型（ETS-VI）の運用終了について

宇宙開発事業団より、資料委20-3に基づき、平成6年8月28日にH-IIロケット2号機により打ち上げられ、2液式アポジ推進系の不調により静止軌道投入に失敗した技術試験衛星VI型について、2トン級大型三軸衛星バス技術の実証、国際衛星通信実験、衛星間光通信実験等を行い、定常運用終了後も宇宙環境データの取得及び通信実験を継続してきたが、太陽電池パドルの駆動停止による発生電力の低下のため衛星からの通信が途絶え、よって平成8年7月9日14時に停波コマンドを送信し、運用を終了した旨の報告があった。

これに関し、委員より、運用終了後の衛星軌道等について質問があった。

(4) 関係各機関において新規に実施する予定の施策及び「宇宙開発計画」の見直しに関する要望事項について

事務局より、資料委20-4に基づき、科学技術庁、文部省、通商産業省、運輸省及び郵政省の新規に実施する予定の施策及び「宇宙開発計画」の見直しに関する要望事項について説明があった。

以上

国連宇宙平和利用委員会第 3 9 会期

平成 8 年 6 月 3 日～6 月 1 4 日

於ウィーン

平成 8 年 7 月 1 7 日

外務省

国際科学協力室

○議題案

議題 1 . 議題採択

議題 2 . 議長発言

議題 3 . 一般発言

議題 4 . 宇宙空間を平和的目的のために維持する方策

議題 5 . 科学技術小委員会第 3 3 会期の報告

議題 6 . 法律小委員会第 3 5 会期の報告

議題 7 . 第 2 回国連宇宙会議の勧告の実施

議題 8 . 宇宙技術のスピンオフ利益

議題 9 . その他

議題 1 0 . 国連総会への報告

(了)

## シャトル/ミールミッション(4号機)における 宇宙放射線環境計測計画の実施について

平成 8 年 7 月 17 日  
宇宙開発事業団

### 1. 計画の概要

米露宇宙協力であるシャトル/ミールミッション4号機(S/MM-4)の飛行機会を、宇宙ステーション内での放射線環境調査等の実施に備え、宇宙ステーション軌道における放射線の影響の調査等を目的として、フェーズI宇宙放射線環境計測計画を実施する。

本計画には第2次国際微小重力実験計画(IML-2、1994年7月)で用いられた実時間放射線モニタ装置(RRMD)を改修して、スペースシャトル/スペースハブに搭載する。

### 2. 打上げ日時等

- 打上げ予定日時 平成8年9月中旬以降
- 打上げ予定場所 NASAケネディ宇宙センター(米国フロリダ州)
- 搭乗員 ウィリアム・F・リディ船長以下7名  
(ミール搭乗員の交替を含む)
- 軌道高度 軌道投入時約300km  
ミールドッキング時約400km(打上げ2日目～7日目)
- 軌道傾斜角 51.6度(宇宙ステーションと同じ)
- 飛行予定期間 9日間+1日(ドッキング予備日)+2日(不測の事態)
- 着陸予定日時 平成8年9月下旬以降
- 着陸予定場所 NASAケネディ宇宙センター(米国フロリダ州)

### 3. 実験装置及び実験テーマ

実験装置：実時間放射線モニタ装置(RRMD)  
実験テーマ・代表研究者：別添に示す。

### 4. 今後の実験予定

今回の実験結果を踏まえ、97年5月に実施予定のアトランティスでのST S-84ミッション(シャトル/ミールミッション6号機)において、本計画とは異なるセンサーを用いたRRMDシステムにより、入射粒子数の多いプロトン領域の計測のため実験を実施予定。

シャトル／ミールミッション4号機におけるNASA実験テーマの概要

(括弧内は代表研究者)

1. 宇宙放射線に対する実時間線量計測 (早稲田大学: 道家 忠義)

宇宙放射線の生物に対する影響の度合いを示す線量をリアルタイムで計測する技術を開発することを目的として、RRMDにより宇宙放射線を計測する実験を行う。

2. 宇宙放射線が与える大腸菌突然変異細胞への影響 (PL学園女子短大: 原田 和樹)

宇宙放射線が微小重力の環境下で生物の細胞に及ぼす影響を、性質のよく知られた微生物である大腸菌を試料として用いて調べる。宇宙放射線による大腸菌の細胞致死率及び突然変異誘発率に対する影響、ならびにあらかじめ傷害を受けた大腸菌のDNA修復に微小重力環境が及ぼす影響を調べる。

3. DNA修復に及ぼす宇宙環境に関する研究 (日本原子力研究所: 渡辺 宏)

放射線抵抗性細菌のDNA修復反応を宇宙と地上で比較し、微小重力環境がDNAの修復に及ぼす影響を厳密に明らかにする。

4. 宇宙放射線環境データのリアルタイム交換実験 (通信総合研究所: 富田 二三彦)

安全な宇宙活動を行うためには、宇宙機周辺の放射線環境の現況をリアルタイムで把握すること、将来の環境の変動を予測することが必要となる。今回の実験では太陽や宇宙環境に関するさまざまな観測データと、RRMDのデータをリアルタイムで交換し、総合的に解析することによって、宇宙放射線環境の現状を把握するシステムを実験的に運用する。

シャトル／ミールミッション  
(4号機)における  
宇宙放射線環境計測計画実施計画書

平成8年7月  
宇宙開発事業団

## 目次

	頁
1. 概要 . . . . .	1
1. 1 緒言 . . . . .	1
1. 2 シャトル／ミール計画の概要 . . . . .	1
1. 3 我が国の搭載実験の目的 . . . . .	1
1. 4 搭載実験の実施機関 . . . . .	2
1. 5 搭載実験の実施責任者 . . . . .	2
1. 6 実験システムの名称 . . . . .	2
1. 7 輸送システムの名称 . . . . .	2
1. 8 スペースシャトル搭乗員名 . . . . .	2
1. 9 実施日時及び飛行期間 . . . . .	4
2. 打上げ及び実験運用計画 . . . . .	5
2. 1 打上げ及び実験運用の実施場所 . . . . .	5
2. 2 搭載実験の実施組織 . . . . .	6
2. 3 打上げ・飛行・帰還の概要 . . . . .	7
2. 4 実験運用計画 . . . . .	10
3. 関係機関等への情報の提供 . . . . .	17
3. 1 関係機関 . . . . .	17
3. 2 テーマ提案機関、代表研究者 . . . . .	17
3. 3 報道関係 . . . . .	17

## 図一覧

- 図-1 スペースハブダブルモジュール概要
- 図-2 NASA施設の所在地
- 図-3 運用隊組織
- 図-4 打上げシステムの配置の概要
- 図-5 JSC概要図
- 図-6 NASDA RRMDデータ伝送システム
- 図-7 システム構成
- 図-8 S/MM4用搭載装置断面
- 図-9 飛行中のフェーズI宇宙放射線環境計測タイムライン

## 表一覧

- 表1 実験テーマ一覧 (S/MM-4)

## 1. 概要

### 1. 1 緒言

本実施計画書は、シャトル・ミールミッション(S/MM-4)(STS-79)におけるスペースシャトルの飛行機会を利用した宇宙ステーション軌道における宇宙放射線環境の計測に関し、スペースシャトルの打上げから、実験運用の実施、スペースシャトルの帰還までの搭載実験の計画について記述する。

### 1. 2 シャトル・ミール計画の概要

シャトル・ミールミッションは、平成7年6月から平成10年5月までの間に、ミールへの9回のスペースシャトルの飛行により構成されるフェーズI計画の一環として行われる。

本ミッションの目的は以下の通りである。

- ・宇宙ステーションの開発、運用、利用に際するリスクの低減
- ・宇宙飛行士の長期滞在と医学サポートのための課題識別
- ・宇宙ステーション利用に先立って必要な技術開発の実施

具体的には、微小重力、環境計測、ランデブー・ドッキング、船外活動・組立、および搭乗員健康・ECLSSの5分野で20の実験テーマが計画されている。これまでにシャトル/ミールミッション1～7回までの実験計画が定まっているが、8、9回の実験計画については現在検討中である。

### 1. 3 我が国の搭載実験の目的

S/MM-4(STS-79)での我が国の搭載実験は、リスク低減活動の一環として行う。宇宙ステーションでの我が国搭乗員の有人宇宙活動に備え、宇宙ステーション内の放射線環境評価技術等の向上を図るため、宇宙ステーション軌道における与圧部内での宇宙放射線環境のデータを取得するとともに生物試料への放射線影響の調査を行う。

併せて、放射線環境の実時間解析に係る運用技術の検討を行う。

1. 4 搭載実験の実施機関

宇宙開発事業団

理事長 松井 隆

東京都港区浜松町 2 - 4 - 1

世界貿易センタービル

1. 5 搭載実験の運用実施責任者

宇宙開発事業団宇宙環境利用システム本部

宇宙実験グループ総括開発部員

齋藤 紀男

1. 6 実験システムの名称

フェーズ I 宇宙放射線環境計測 (RRMD) 宇宙実験システム

RRMD: Realtime Radiation Monitoring Device

1. 7 輸送システムの名称

1) スペースシャトル / スペースハブ

アトランティス / ダブルモジュール (図 1)

2) 飛行番号

STS-79

1. 8 スペースシャトル搭乗員名

コマンダ

ウィリアム・F・リディ

パイロット

テレンス・W・ウィルカット

ミッションスペシャリスト 1

ジェイ・アプト

ミッションスペシャリスト 2

トム・エイカーズ

ミッションスペシャリスト 3

カール・E・ウォルツ

ミッションスペシャリスト 4 (UP)

ジョン・E・ブラハ (ミールに滞在予定)

ミッションスペシャリスト 4 (DOWN)

シャノン・W・ルシッド

(S / MM - 3 で搭乗し、ミールに滞在。

S / MM - 4 で帰還)

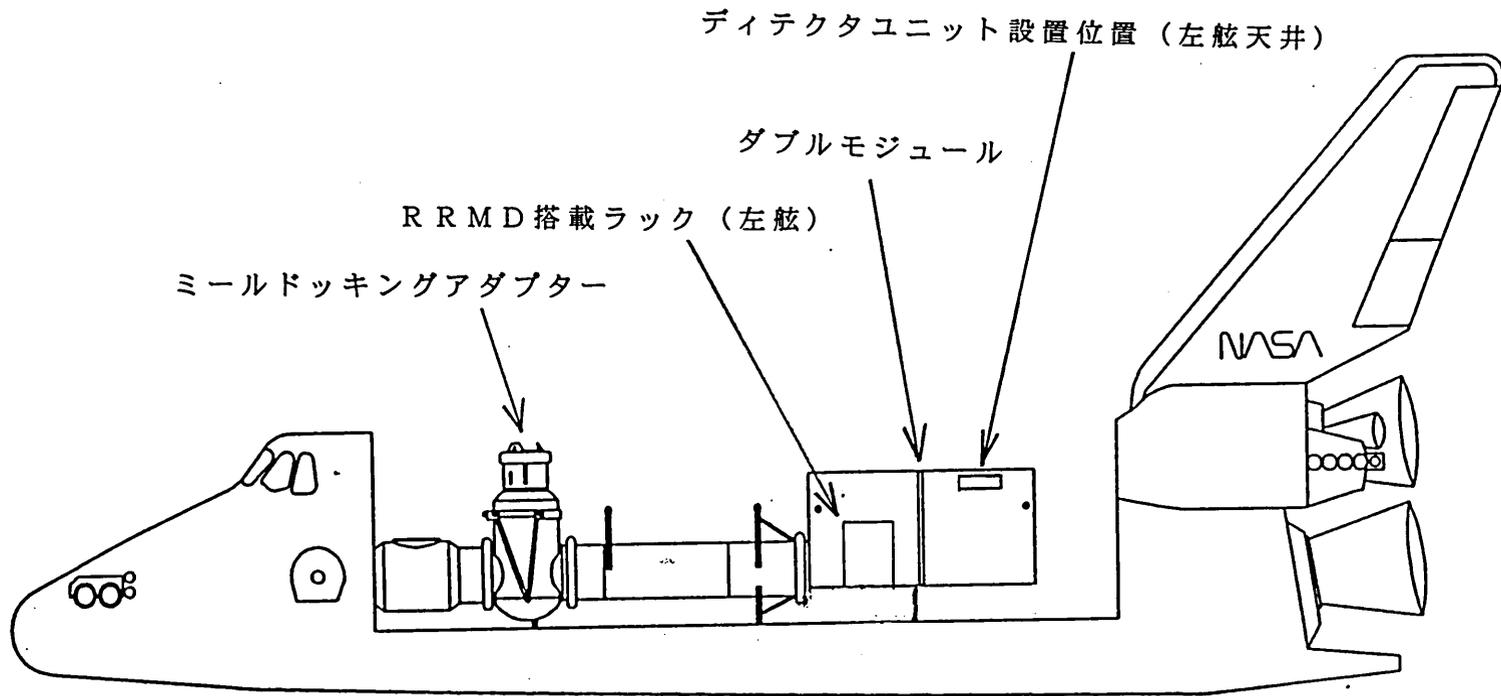


図-1 スペースハブダブルモジュール概要

1. 9 実施日時及び飛行期間

1) 打上げ予定時間

平成8年9月中旬以降

2) 着陸予定時間

平成8年9月下旬以降

3) 軌道高度

投入時 約300km(160NM)

ミールドッキング時 約400km(210NM)

4) 軌道傾斜角

51.6度

5) 飛行期間

9日間

+ 予備日(1日:ドッキングのため)

+ 不測の事態(2日:悪天候などによる着陸順延のため)

- 2. 打上げ及び実験運用計画
- 2. 1 打上げ及び実験運用の実施場所

搭載実験に使用するNASAの関係施設の配置を図-2に示す。主要な実施場所は次の通り。

- 打上げ射場：フロリダ州      ケネディ宇宙センター
- 着陸地：フロリダ州      ケネディ宇宙センター
- 代替着陸地：カリフォルニア州      ドライデン飛行研究センター
- シャトル運用管制：テキサス州      ジョンソン宇宙センター
- 通信ネットワーク管制：メリーランド州      ゴダード宇宙飛行センター
- 通信地上局：ニューメキシコ州      ホワイトサンズ試験研究施設

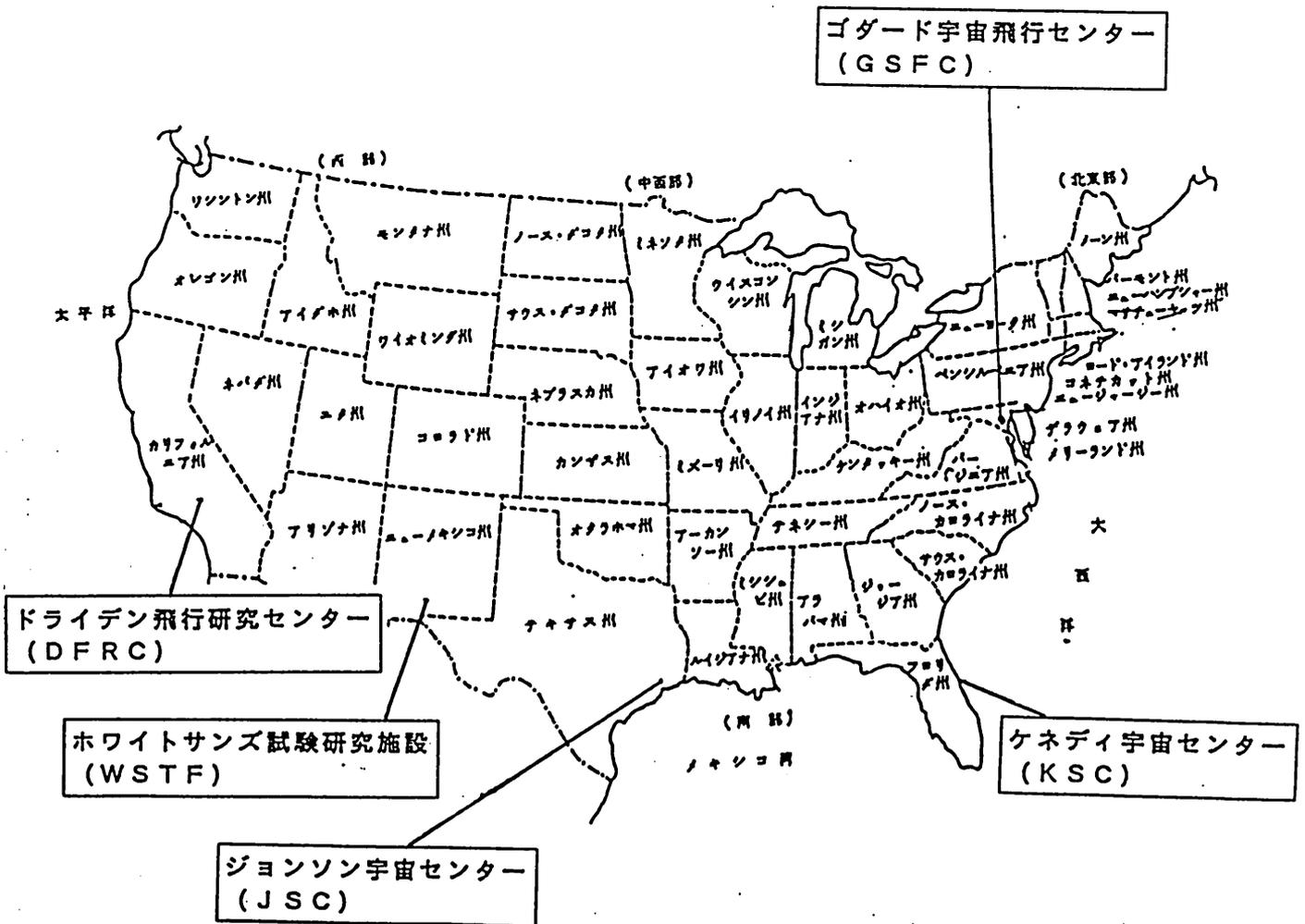


図-2 NASA施設の所在地

## 2. 2 搭載実験の実施組織

搭載実験は、RRMD運用隊により行う。運用隊組織を以下に示す(図-3)。

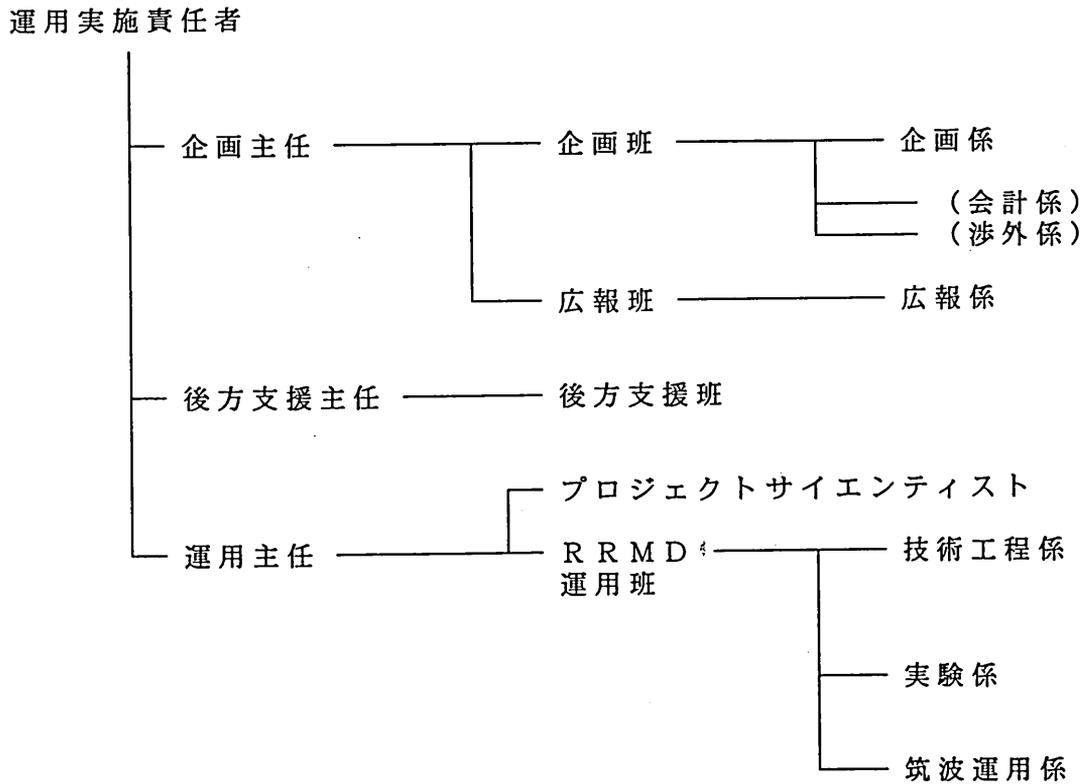


図-3 運用隊組織

## 2. 3 打上げ・飛行・帰還の概要

R R M D 宇宙実験システムを搭載したスペースシャトル・アトランティス号は、ケネディ宇宙センターから打ち上げられる。

軌道投入後、スペースハブを稼働させ、実験を順次開始する。2日目に、ミールとドッキングする。

様々な実験、観測、物資の移送、ミール搭乗員の交代等を行い、ミールと分離後、138周回目に軌道を離脱し、139周回目にケネディ宇宙センターに着陸する。

着陸後、スペースシャトルから回収された生物サンプルをNASAから受領し、日本に輸送し、研究者に生物サンプルを返却する。実験機器は着陸約1ヶ月後にNASAより受領し、宇宙実験が完了する。

1) 打上げ

打上げは、スペースハブシステム、スペースシャトルシステムの地上における組立、点検、打上げ等を行うための施設、設備が設置されているケネディ宇宙センター地区にて行われる。フェーズ I 宇宙放射線環境計測搭載実験装置は、SPPF (Spacehab Payload Processing Facility) でスペースハブに搭載され、スペースハブモジュールヘラック、ロッカー等の組み込みを行う。その後、整備点検 (O&C) ビルへ運ばれシャトルへの搭載準備を行い、シャトル組立棟 (VAB) に運び、垂直に立っているシャトルのカーゴベイへ搭載される。その後、打上げ射点に移動され打ち上げまで待機される。

実験用生物試料のNASAへの引き渡し、フライト後の受領はSPPF内で行われる。

これらの設備、施設の配置の概要を図-4に示す。

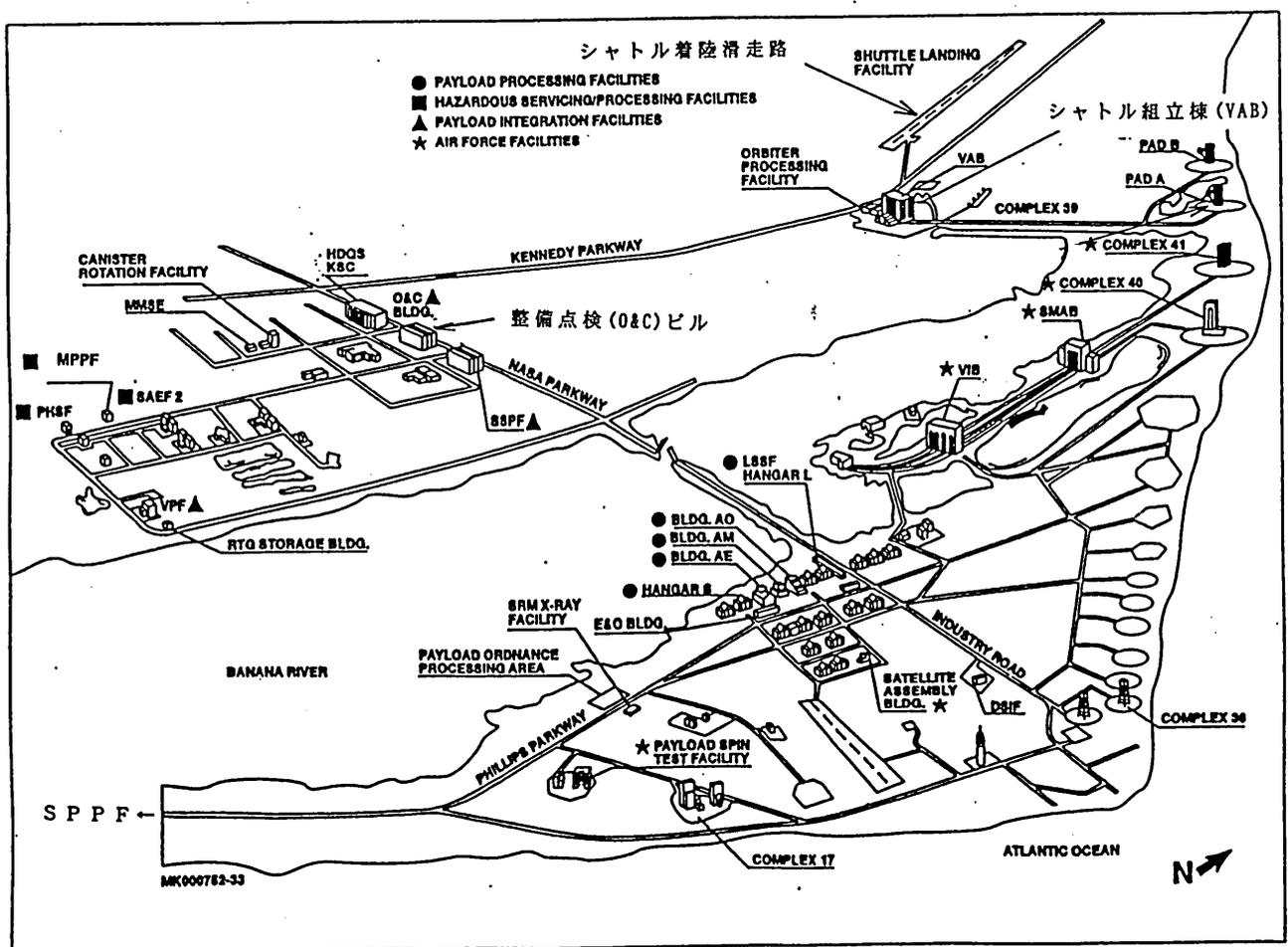


図-4 打上げシステムの配置の概要図

## 2) 飛行管制

飛行管制は、ジョンソン宇宙センターに設置されているミッションコントロールセンター（MCC）で行う（図-5参照）。MCCはスペースシャトル運航全体に対して責任を有しており、シャトルの発射から着陸までの期間、24時間体制でオービターシステムの監視、偶発事故に対する支援を行う。

## 3) 着陸システム

### (a) 第一帰還地

フェーズI宇宙放射線環境計測ミッションの第一帰還地としてKSCのシャトル着陸システムが予定されている。

### (b) 代替着陸地

天候その他の理由によりKSCに着陸出来ない場合は、代替着陸地として米国カリフォルニア州ドライデン飛行研究施設（DFRF）が用意されている。

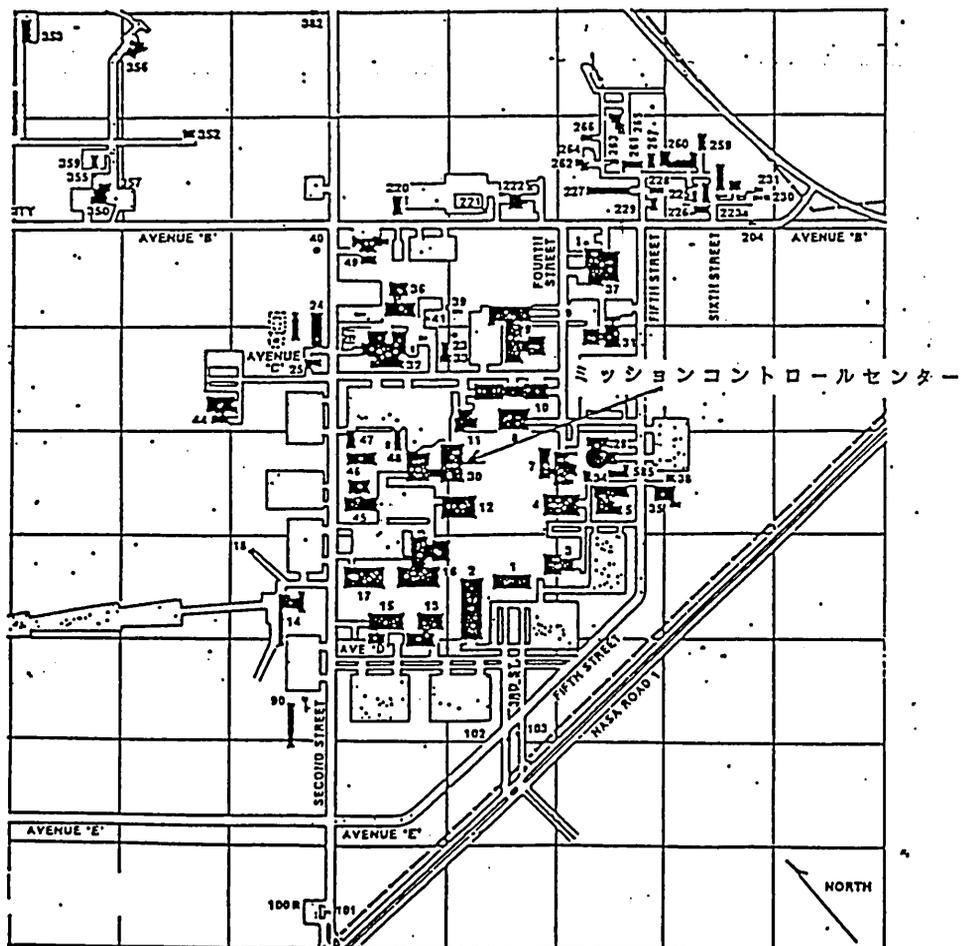


図-5 JSC概要図

## 2. 4 実験運用計画

### 1) 運用システム

フェーズ I 宇宙放射線環境計測では、軌道上スペースハブの与圧部内で 4 名のミッションスペシャリスト (MS) が実験運用を 1 シフトで担当する。NASA の行う実験運用作業は、24 時間体制で搭載実験装置の運用状況及び実験実施状況の監視、評価を行うとともに、必要に応じパイロットクルーに対し音声による指示・支援を行う。実験データはミッションコントロールセンターに設置されるワークステーションに記録されると共に、通信回線を経由して、日本に準リアルタイムで転送され、NASA 筑波宇宙センターに設置されるワークステーションに記録される。各研究者は自己の研究室から通信回線を介してデータの取得が可能である。

NASA RRMD データ転送システムを図 - 6 に示す。

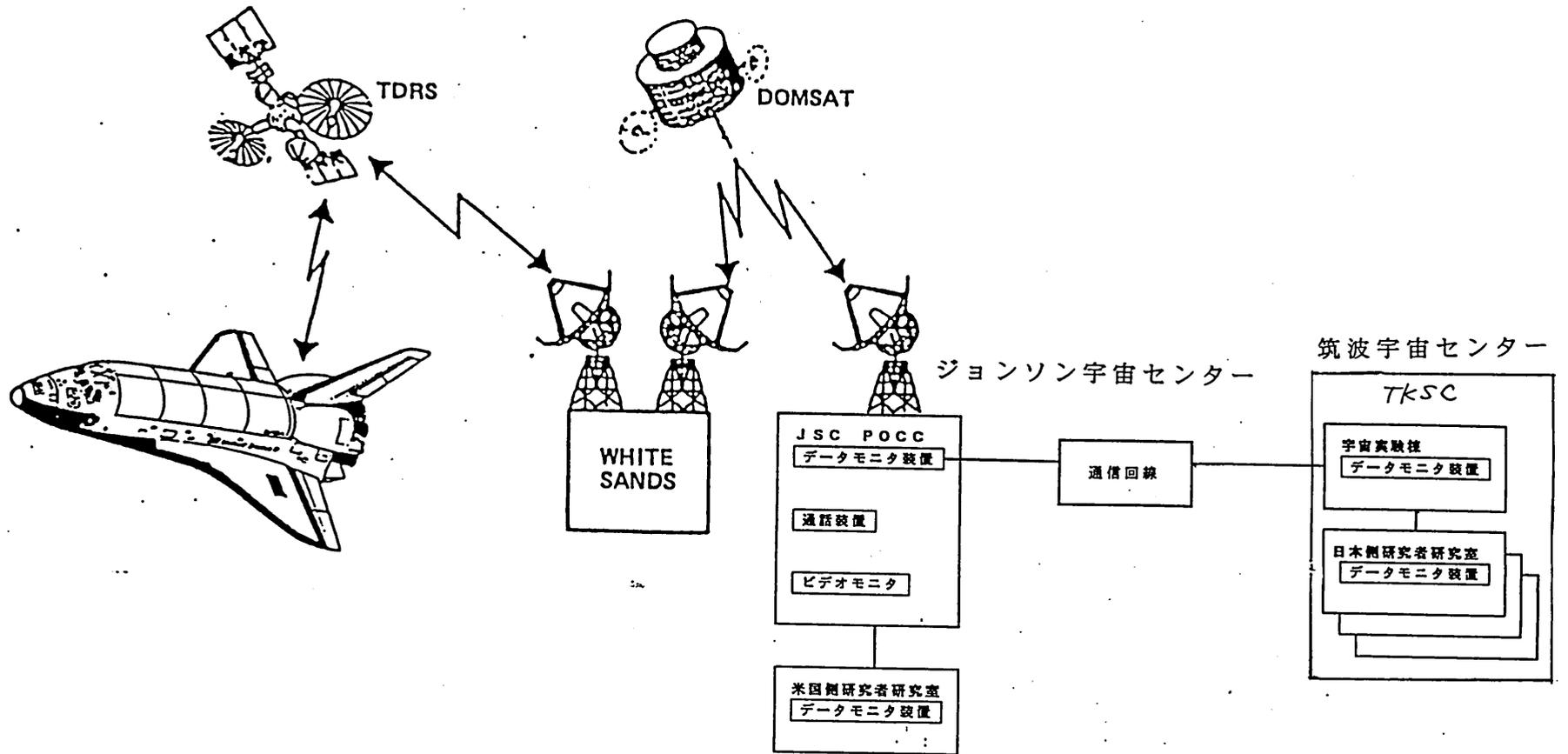


図-6 NASDA RRMDデータ伝送システム

## 2) 実験装置

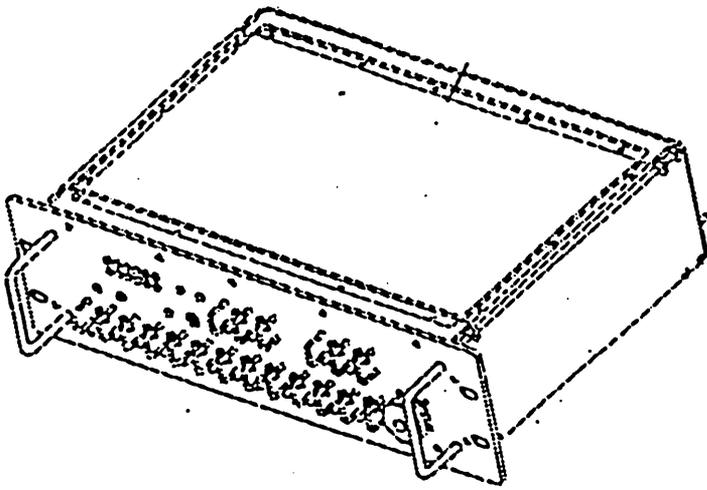
S / MM 4号機に搭載する実験装置は、国際微小重力実験室計画 (IML-2) で開発した実験装置を基本として製作された。構成を、図-7に、仕様と断面を図-8に示す。

## 3) 実験テーマ

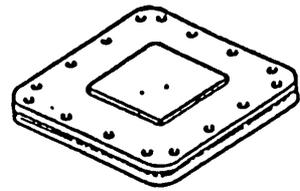
R R M D を使用して行う実験テーマは、宇宙放射線の計測、生物サンプルを用いる実験 (2件)、宇宙環境解析の4件である (表2)。

## 4) タイムライン

実験は、打ち上げ後、初日 (ミッション経過0日目) から、放射線計測が開始され、同時に生物実験の一部も始まる。放射線計測はスペースハブの活動完了時まで行う。残りの生物実験は、帰還2日前 (7日目) に活性化され、スペースハブの活動完了時まで実験が行われる。スペースシャトルの軌道離脱前に生物サンプルは冷凍、および冷蔵され、着陸後研究者の手に渡るまで保存される。一方、ミールとのドッキングは打上げ2日目 (1日目) に行われ、打上げ7日目 (6日目) にドッキング解除される。



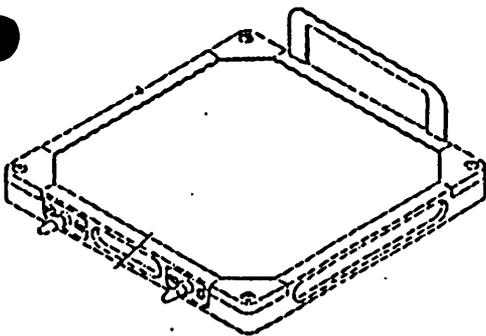
RRMDコントロールユニット  
(改修品)



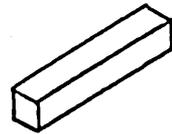
ドシメータ  
(リフrait品)



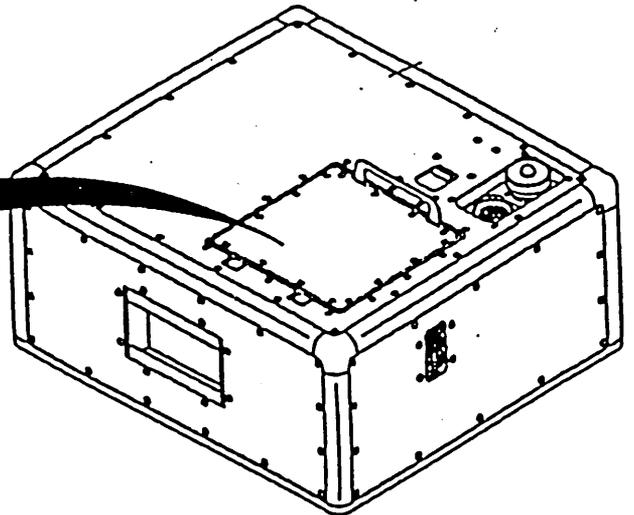
RRMDケーブル  
(リフrait品)



サンプルホルダー  
(リフrait品)



サンプルプッシュバー  
(リフrait品)



RRMDディテクタユニット  
(改修品)

図-7 システム構成

(実験装置仕様)

装置仕様	
検出粒子の線種	C、Ne、Si、Fe
伝送データ	入射時刻、入射方向、エネルギースペクトル
装置寸法	
制御装置	483W×133H×300D (mm)
放射線検出ユニット	320W×160H×350D (mm)
ケーブル	35φ×7500L (mm)
生物試料ホルダー	140W×35H×140D (mm)

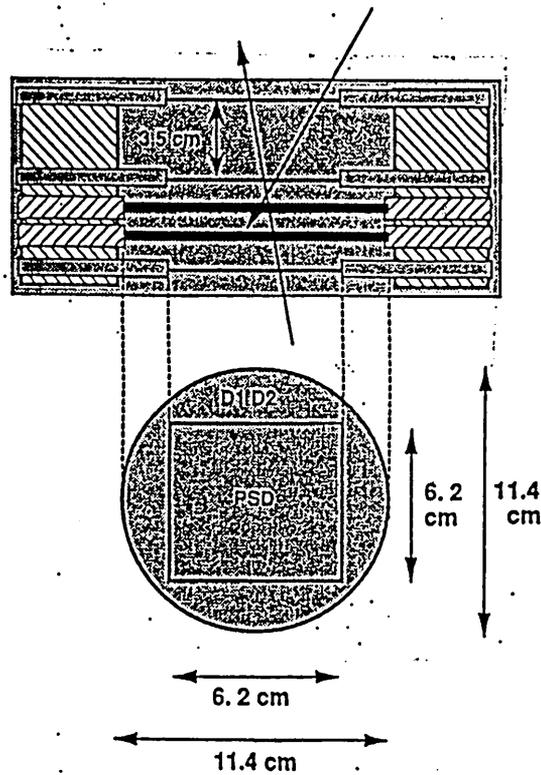


図-8 S/MM-4用搭載装置断面

表 1 実験テーマ一覧 (S / M M - 4)

No	氏名	テーマ	実験内容
1	道家 忠義 (早稲田大学)	宇宙放射線に対する実時間 線量計測	宇宙放射線の生物に対する影響の度合いを示す線量をリアルタイムで計測する技術を開発することを目的として、RRMDにより宇宙放射線を計測する実験を行う。
2	原田 和樹 (PL学園女子短期大学)	宇宙放射線が与える大腸菌 突然変異細胞への影響	宇宙放射線が微小重力の環境下で生物の細胞に及ぼす影響を、性質のよく知られた微生物である大腸菌を試料として用いて調べる。宇宙放射線による大腸菌の細胞致死率及び突然変異誘発率に対する影響、ならびにあらかじめ傷害を受けた大腸菌のDNA修復に微小重力環境が及ぼす影響を調べることとを目的とした宇宙実験を行う。
3	渡辺 宏 (日本原子力研究所)	DNA修復に及ぼす宇宙環境 に関する研究	放射線抵抗性細菌のDNA修復反応を宇宙と地上で比較し、微小重力環境がDNAの修復に及ぼす影響を厳密に明らかにする。
4	富田 二三彦 (通信総合研究所)	宇宙放射線環境データの リアルタイム交換実験	安全な宇宙活動を行うためには、宇宙機周辺の放射線環境の現況をリアルタイムで把握すること、将来の環境の変動を予測することが必要となる。今回の実験では太陽や宇宙環境に関するさまざまな観測データと、RRMDのデータをリアルタイムで交換し、総合的に解析することによって、宇宙放射線環境の現状を把握するシステムを実験的に運用する。

▽ 打上げ

▽ 着陸 1996年5月現在

ミッション経過時間	日	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
	時	6 12 18	6 12 18	6 12 18	6 12 18	6 12 18	6 12 18	6 12 18	6 12 18	6 12 18	6 12 18
1. ミッションイベント		スベ-スハフ ACTIVATION	ミ-ルとの ドッキング					ミ-ルとの アンドドッキング		スベ-スハフ DEACTIVA- TION	帰還
2. 放射線モニタ装置 (RRMD)											
1) 放射線計測実験 RRMD		RRMD立上げ・計測開始							RRMD立下げ・計測終了		
2) 放射線耐菌 SAMPLE HOLDER									試料活性化 試料不活性化・試料冷凍		
3) 大腸菌(1) DOSIMETER		実験開始							実験終了・試料冷蔵		
4) 大腸菌(2) SAMPLE HOLDER									試料活性化 試料不活性化・試料冷凍		

図-9 飛行中のフェーズI宇宙放射線環境計測タイムライン

### 3. 関係機関等への情報の提供

#### 3. 1 関係機関

搭載実験の状況等の情報については、関係官庁等関係機関に速やかに通知する。

#### 3. 2 テーマ提案機関、代表研究者

進行状況に応じ適宜情報を提供するほか、搭載実験の結果得られたデータ等は速やかにそれぞれのテーマ提案機関、代表研究者に提供する。

#### 3. 3 報道関係

- 1) 報道関係者に対し、搭載実験に支障を及ぼさない範囲で取材の便宜を図る。
- 2) 搭載実験の状況については、状況に応じて随時発表を行う。

## 米国次世代シャトル試験機「X-33」について

96年7月17日  
宇宙開発事業団

## 1. 概要

- (1) 米国次世代シャトル試験機「X-33」計画については、'94年1月のNASAの共同開発公募(CAN)に対して、'95年3月よりロッキードマーチン社、ロクウェル社、マクダネル・ダグラス社の3社がそれぞれ中心となってフェーズ1(概念設計)作業を担当、フェーズ2(開発及び試験)契約の獲得に向け、各社独自の提案を行ってきたが、本年7月2日、NASAはフェーズ2の契約相手先として、ロッキードマーチン社を選定したことを公表した。
- (2) ロッキードマーチン社は、垂直離陸/水平着陸(VTHL)型のリフティングボディ形状機体を提案しており、フェーズ2契約においては、実用運用機に対して寸法比53%のサブスケール試験機としてX-33を開発/試験する。西暦2000年までに飛行試験を行い、これにより次世代シャトルである完全再使用型実用輸送系の本格的開発着手に先立ち、技術的及び経済的実現性の検証を行う。なお、X-33開試験費用については約10億ドル(1100億円)が見込まれており、ロッキードマーチン社はこのうち約2億ドル(220億円)を負担する予定である。

## 2. これまでの経緯

- (1) 1994年にNASAは、衛星打上げ等の宇宙輸送分野における米国の国際的主導権の掌握、より安価で信頼性の高い宇宙開発の推進等を目標として、西暦2030年までの長期的視野に立った米国宇宙輸送手段の分析と評価を行い、提案を含めて報告書「Access to Space Study」にまとめた。
- (2) この中で、米国の2030年までの科学、軍事及び商業ミッション需要を満足し、搭乗員の安全性を向上しつつ、宇宙輸送コストを低減していくための対応手段として、以下の3案の比較検討が実施された。
  - a) 現状のスペースシャトル及び使い捨て型打上げ機(ELV)を改良し、  
2030年まで使用する。
  - b) 現状の最新技術を用いて新型ELV及び小型有人往還機を開発し、  
2005年から使用する。
  - c) 次世代最新技術を用いて完全再使用型宇宙往還機(RLV)を開発し、  
2008年から使用する。

(3) 各種分析評価を通じて、単段式ロケット推進型のR L Vを開発する(3)案が、高額の開発資金が必要となるものの運用コストが現状の20%水準に削減できることから、長期的には最も有利との結果が得られ、報告書の結論としてR L Vの開発をN A S Aは提案した。

(4) これらN A S A及び国防省(D O D)の検討結果をベースに、米国政府は今後の宇宙開発政策として、次世代最新技術によるR L Vの開発をN A S Aに、現状最新技術によるE L Vの開発をD O Dに行わせる基本方針を決定した。

これを受けN A S Aは、2008年頃のR L V運用実現に向けた技術実証のためのX-33試験機計画、X-33の前段階実証機で実用機として使用可能なX-34試験機計画を設定、ガイドラインを公表し、1995年1月、契約業者にも開発資金負担を要求する新しい実施形態による共同開発の公募(C A N)を行った。

### 3. X-33計画について

(1) X-33は、スペースシャトル後継機を目指す完全再使用型宇宙往還機(R L V)のための技術実証試験機であり、以下を主な目的としている。

- a) 単段式ロケット(S S T O)の実現に必要な技術の開発及び熟成。
- b) R L Vが、安い費用で開発運用でき、かつ短時間で再打上可能であることの実証。
- c) 技術リスクの低減による、次世代輸送系の商業ベースでの開発・運用に対する民間投資の促進。

(2) R L Vに関する開発スケジュールを図-1に示す。開発は、以下の3フェーズに分けられている。

- a) フェーズ1(1995年 3月~1996年 6月) : 概念設計  
R L V概念の決定と再使用型試験機であるX-33の基本設計仕様の検討。
- b) フェーズ2(1996年 7月~1999年12月) : 開発・製作・試験  
詳細設計、試験機開発、製造を行い、1999年内までに試験飛行実施。  
航空機並の運用可能性を実証。フェーズ3移行に必要な全データを取得。
- c) フェーズ3(2000年 1月~2008年頃) : 実用機開発  
実用機の開発を開始し、2008年頃を目標に運用を実施。実用機の打上げコスト要求は、地球低軌道(L E O)へ、1000ドル/lb(約2.2[億円/ton])以下。

(3) CANへの応募会社の中から、フェーズ1作業に対して3社が選定され、それぞれ毎に異なるコンセプトの実用機及び試験機を提案・検討していた。各社の提案内容概略は以下のとおり。

a) ロッキード・マーチン社

実用機として、リフティングボディ型の垂直離陸水平着陸（VTHL）機を提案。

全長約38m、幅37m、全備重量約969ton、ドライ重量約77～82ton。

ペイロード投入能力は、地球低高度軌道（LEO）へ約18ton。

予想開発費は、45～50億ドル。

エンジンに、新開発の高度補償型エアロスパイクエンジンを採用。

X-33試験機機体としては、実用機の53%のスケールモデルを提案。

（図-2の上側）

b) マクダネル・ダグラス社

実用機として、デルタクリッパー型の垂直離着陸（VTVL）機を提案。

全長約59m、幅15m、全備重量約1087ton、ドライ重量約126ton。

ペイロード投入能力は、LEOへ約20ton。

予想開発費は、40～70億ドル。

エンジンに、新開発の2段燃焼サイクルエンジンを採用。

X-33試験機機体としては、実用機の50%のスケールモデルを提案。

（図-2の中央）

c) ロックウェル社

実用機として、有翼ロケット型の垂直離陸水平着陸（VTHL）機を提案。

全長約65m、幅31m、全備重量約906ton、ドライ重量約91ton。

ペイロード投入能力は、LEOへ約19[ton]。

予想開発費は、50～80億ドル。

エンジンに、新開発の2段燃焼サイクルエンジンを採用。

X-33試験機機体としては、実用機の50%のスケールモデルを提案。

（図-2の下側）

4. X-33試験機選定機体について

(1) 96年7月2日、ゴア副大統領は、NASAがX-33計画フェーズ1作業における各社チーム提案の中から、ロッキード・マーチン社チームをフェーズ2作業の契約者として選定したことを発表した。

(2) ロッキード・マーチン社チームは、ロッキードマーチン社（機体とりまとめ）、Rocketdyne社（エンジン）、Rohr社（熱防護系）、AlliedSignal社（電気系）、Sverdrup社（地上試験設備）及びNASA、DODの各研究所より構成される。

(3) NASAは、X-33試験機の製作・試験飛行のために、ロッキード・マーチン社に対して42ヶ月間、約10億ドル(1100億円)の共同開発協定(Cooperative Agreement)を発行した。これは、政府及び民間が互いにパートナー関係を結び、共通目標である低コスト宇宙輸送系の実現にあたる、新しい方式であり、ロッキード・マーチン社は、この中で同プログラムに対して約2億ドル(220億円)の費用分担を行う予定である。

(4) X-33試験機機体の詳細設計仕様については、概念設計段階であることもあり、現在のところ正確な情報がまだ入手されていない。文献、インターネット上に公開されているX-33関連情報等の中から、主要情報をまとめたものを別紙に示した。主要な特徴を以下に列記する。

- a) リフティングボディ形状機体。1999年3月までに初飛行を実施する。
- b) カリフォルニア州エドワーズ空軍基地がX-33の射場として使用される予定。
- c) 軌道に到達する能力は有さず、実用機の上昇及び再突入環境を模擬・実証する。
- d) 垂直離陸水平着陸型機体。水平状態で地上点検整備後、射点にて機体を起立させ垂直発射。地上運用を含めた総合的な運用実証を行う。
- e) 実用機機体の約1/2スケールの技術実証試験機であり、離陸重量124トン、質量比77% (なお、実用機の質量比要求は93~94%となっており、3社提案中では最も高い)。
- f) 複合材料を多用した軽量化機体構造を採用。また運用性に優れた金属材熱防護システムの適用範囲を拡大。
- g) 高度補償型ノズルエンジンとして、エアロスパイクエンジンを採用。  
J-2Sエンジンコンポーネントを利用して、試験機用エンジンを開発する。

(5) 概略評価の段階でも、当該実用機実現のための要求技術水準は極めて高いと判断される。特に中心となる技術としては、機体軽量化技術とエアロスパイクエンジン技術があげられる。

以上

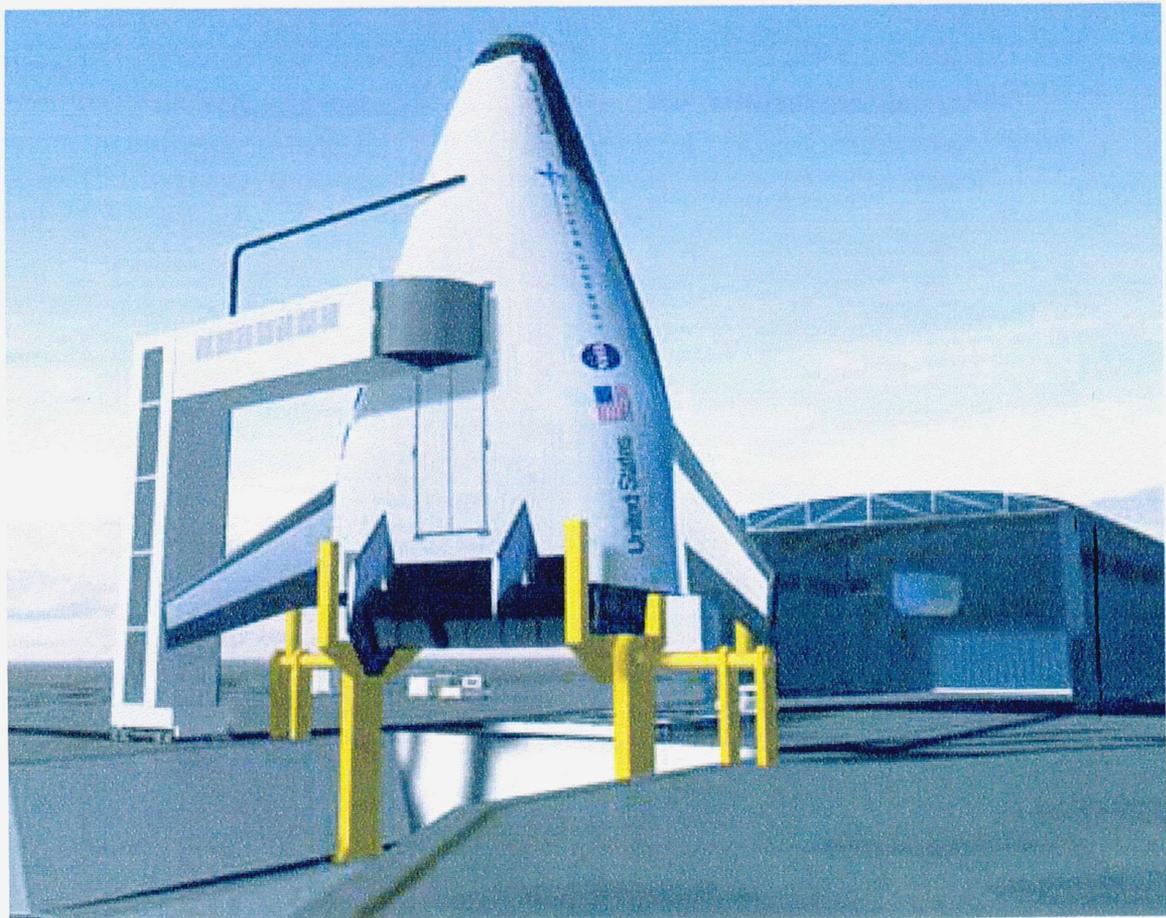
	94年度 6年度	1995年度 平成7年度	1996年度 平成8年度	1997年度 平成9年度	1998年度 平成10年度	1999年度 平成11年度	2008年度頃 平成20年度頃
X-33	1月 ▽CAN 公募	7月 ▽CAN 公募	7月 ▽71-X' 1業者選定 フェーズ1 概念設計	▽71-X' 2業者選定 設計・製作・試験・飛行実証 フェーズ2	▽実証機飛行試験	12月まで	
							詳細日程は未定 フェーズ3 実運用機開発
X-34	1月 ▽CAN 公募	6月 ▽業者選定	6月 ▽計画変更	10月 ▽飛行実証			

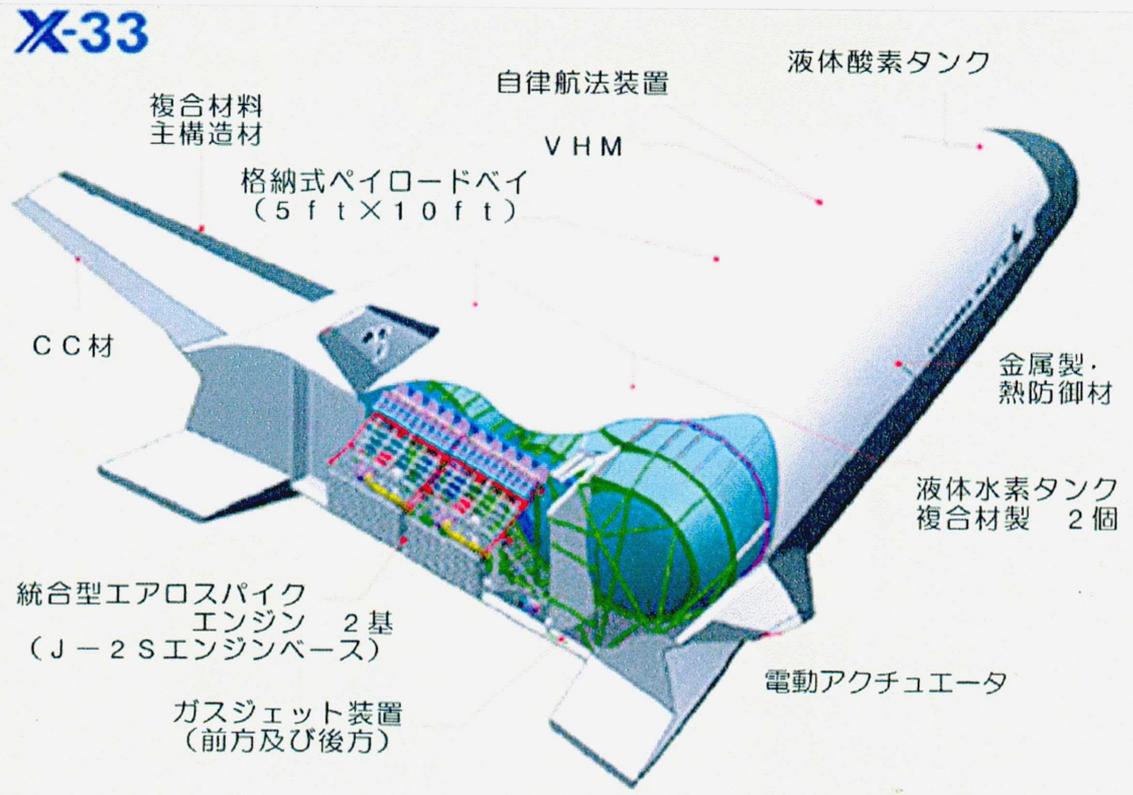
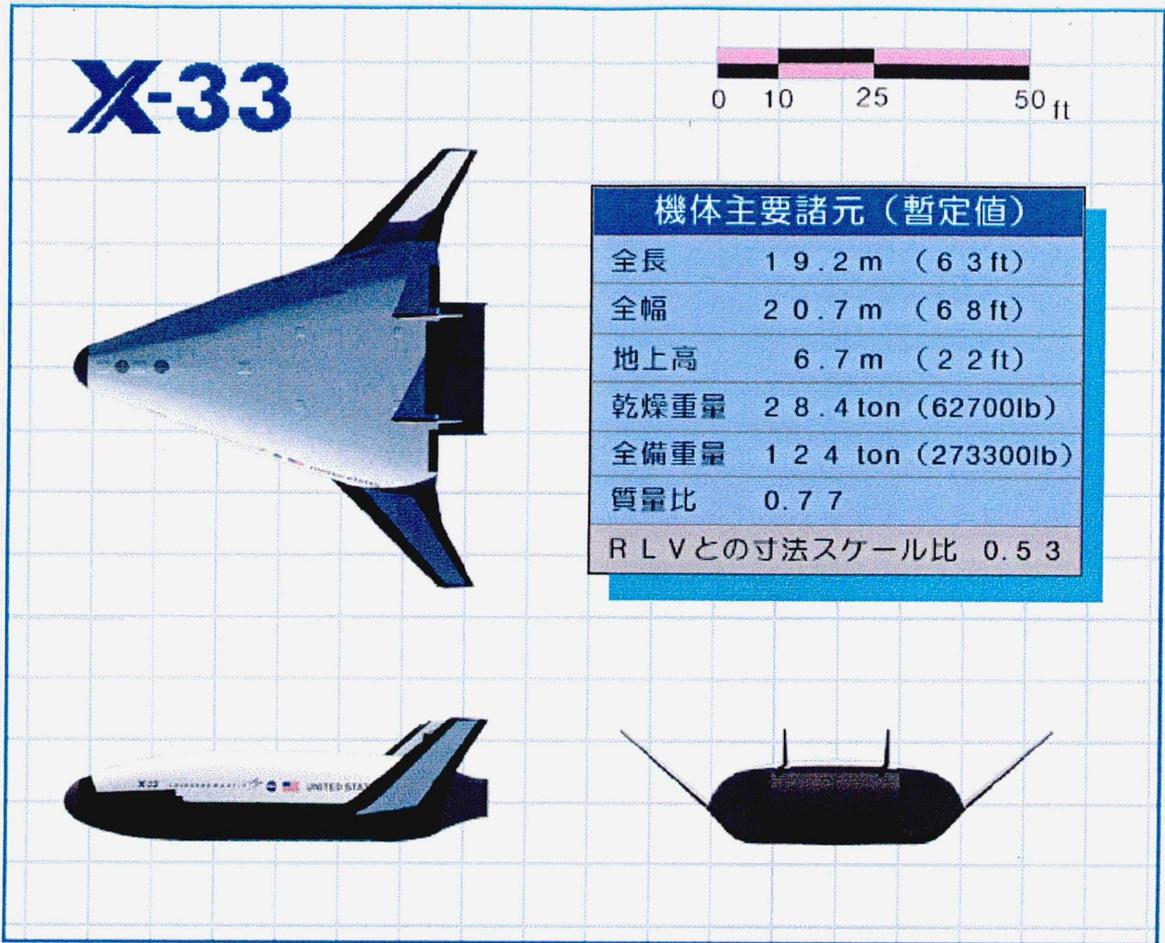
図-1 RLV開発計画



図-2 X-33 候補機体案

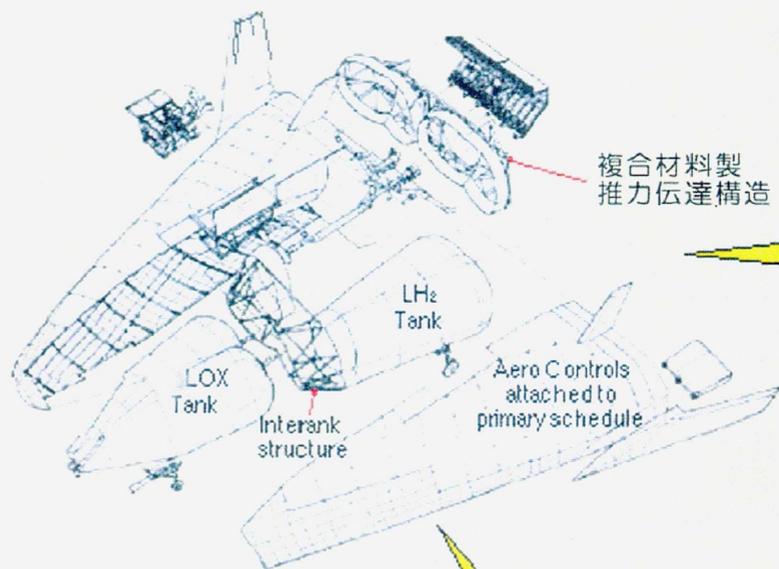
(上側からロッキード・マーチン社、マクダネル・ダグラス社、ロックウェル社提案)





# X-33

## 機体構造詳細



### 極低温推進薬タンク

外部タンクフレーム

複合材料 (IM7-977)

断熱材 (Airex Foam)

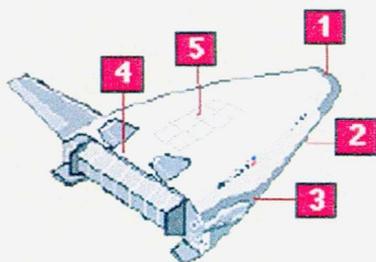
複合材フレーム

TPS タンク取付部

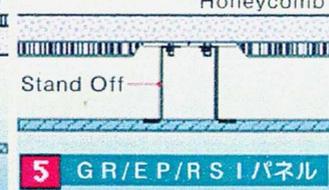
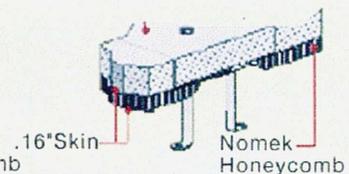
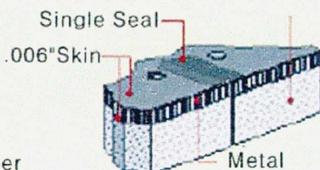
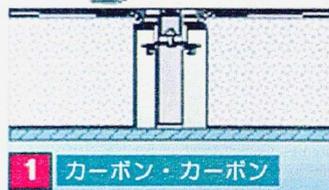
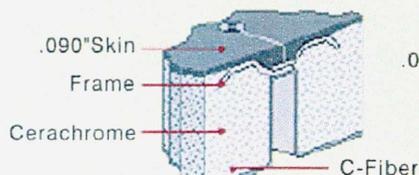
TPS 着脱パネル

### 機体外殻構造

### 再突入熱防護

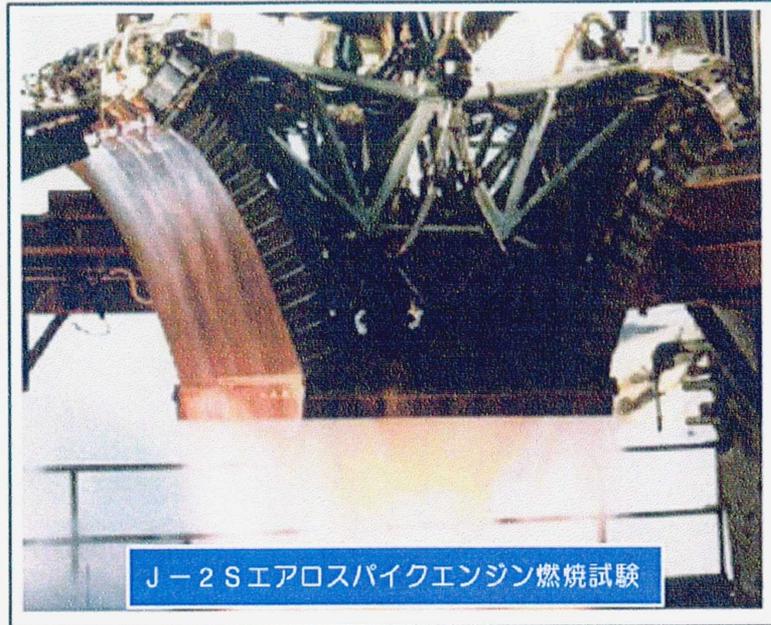


- 1** > 2000°F - Carbon Carbon
- 2** 1700 - 2000°F - MA754
- 3** 1300 - 1700°F - Inco617
- 4** 900 - 1300°F - Ti1100
- 5** < 900°F - Gr/Ep/RSI Panel



# X-33

## エアロスパイクエンジン



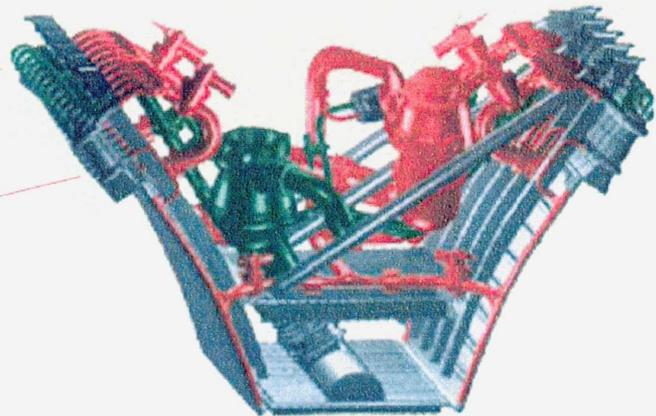
J-2Sエアロスパイクエンジン燃焼試験

X-33用エアロスパイクエンジンは、1970年代初期に開発された、J-2Sリニアエアロスパイクエンジンの発展改良型



モジュール型燃焼室

全14個 (片側7個)



X-33飛行用エンジン

J-2Sエンジンのターボポンプを利用した  
ガス発生器サイクルエンジン  
(J-2SのベースであるJ-2は、アポロ計画  
サターンロケットの第2段・第3段用エンジン)