

委 18-4-1

宇宙実験用小型ロケット 5 号機
打上げ計画書

(平成 8 年 8 ・ 9 月期)

(案)

平成 8 年 6 月

宇宙開発事業団

目 次

1. 打上げ計画	1
1. 1 緒 言	1
1. 2 打上げ実施機関	1
1. 3 打上げ実施責任者	1
1. 4 打上げ実施場所	1
1. 5 打上げの目的	1
1. 6 ロケットの機種及び機数	1
1. 7 打上げ期間及び日時	1
1. 8 打上げの実施体制	2
1. 9 ロケットの飛行計画	2
1. 10 微小重力実験計画	2
1. 11 ペイロード部の回収計画	2
1. 12 ロケットの主要諸元	7
1. 13 打上げに係わる安全確保	9
2. 関係機関への打上げの通報	12
3. 関係機関への情報の提供	13

表 リ ス ト

第1表 ロケットの飛行計画	4
第2表 実験テーマと搭載実験装置	5
第3表 ロケットの主要諸元	7

図 リ ス ト

第1図 打上げの組織	3
第2図 実験機器部の形状	6
第3図 ロケットの形状	8
第4図 打上げ時の警戒区域	10
第5図 ロケットの落下予想区域	11

宇宙実験用小型ロケット5号機打上げ計画書

1. 打上げ計画

1.1 緒 言

宇宙開発事業団は、平成8年8・9月期に、宇宙実験用小型ロケット5号機（以下「TR－IA－5」という。）の打上げを行う。

この計画書は、TR－IA－5の打上げからペイロード部の回収までの計画を記述するものである。

1.2 打上げ実施機関

宇宙開発事業団
理事長 松 井 隆
東京都港区浜松町2丁目4番1号
世界貿易センタービル

1.3 打上げ実施責任者

理 事 十 亀 英 司

1.4 打上げ実施場所

宇宙開発事業団 種子島宇宙センター
鹿児島県熊毛郡南種子町大字茎永

1.5 打上げの目的

TR－IA－5の打上げは、宇宙環境利用の促進及び宇宙ステーションでの各種実験に必要な宇宙実験技術の高度化・宇宙ステーション用共通実験装置の開発に資するため、微小重力実験を実施することを目的とする。

1.6 ロケットの機種及び機数

宇宙実験用小型ロケット5号機（TR－IA－5） 1 機

1.7 打上げ期間及び日時

(1) 打上げ期間

平成8年9月7日(土) ～ 平成8年9月30日(月)

(2) 打上げ日時

機 種	打 上 げ 日	打上げ予備期間	打上げ時間帯	海面落下時間帯 (打上げ後分)
TR－IA－5	平成8年 9月7日(土)	9月8日(日) ～ 9月30日(月)	7：00 ～ 9：00	約8分～15分

1.8 打上げの実施体制

ロケット及び実験装置の整備作業、打上げ作業並びにペイロード部の回収作業を、種子島宇宙センターの定常組織を中心として、関連部門の支援を受けて実施する。この打上げの組織を第1図に示す。

1.9 ロケットの飛行計画

TR-I A-5は、種子島宇宙センター竹崎射点から発射上下角75.6°(ノミル)、方位角119°(ノミル)で打ち上げられる。

打上げ後のロケットは、動翼により制御され、第1表に示す所定の飛行計画に従って太平洋上を飛行する。

この間、打上げ後約63秒に姿勢制御を終了し、約64秒にペイロード部が分離され、ガスジェット装置によるレート制御が開始される。

打上げ後約80秒でレート制御が終了し、ペイロード部の回転は停止する。その結果、10⁻⁴g*以下の微小重力環境となり、所定の実験を開始する。打上げ後約271秒に最高高度約274kmに達した後降下し、打上げ後約441秒で実験を終了する。実験時間は、約6分間である。

その後、ペイロード部は、回収装置を作動させ、海面に着水する。

*gは、地球の重力加速度を基準とした単位

1.10 微小重力実験計画

宇宙ステーション時代における微小重力実験に必要な、その場観察技術、温度測定及び温度制御技術等の宇宙実験技術の高度化並びに宇宙ステーションの共通実験装置の開発に資するために、4種類の搭載実験装置により、第2表に示す6テーマの微小重力実験を実施する。

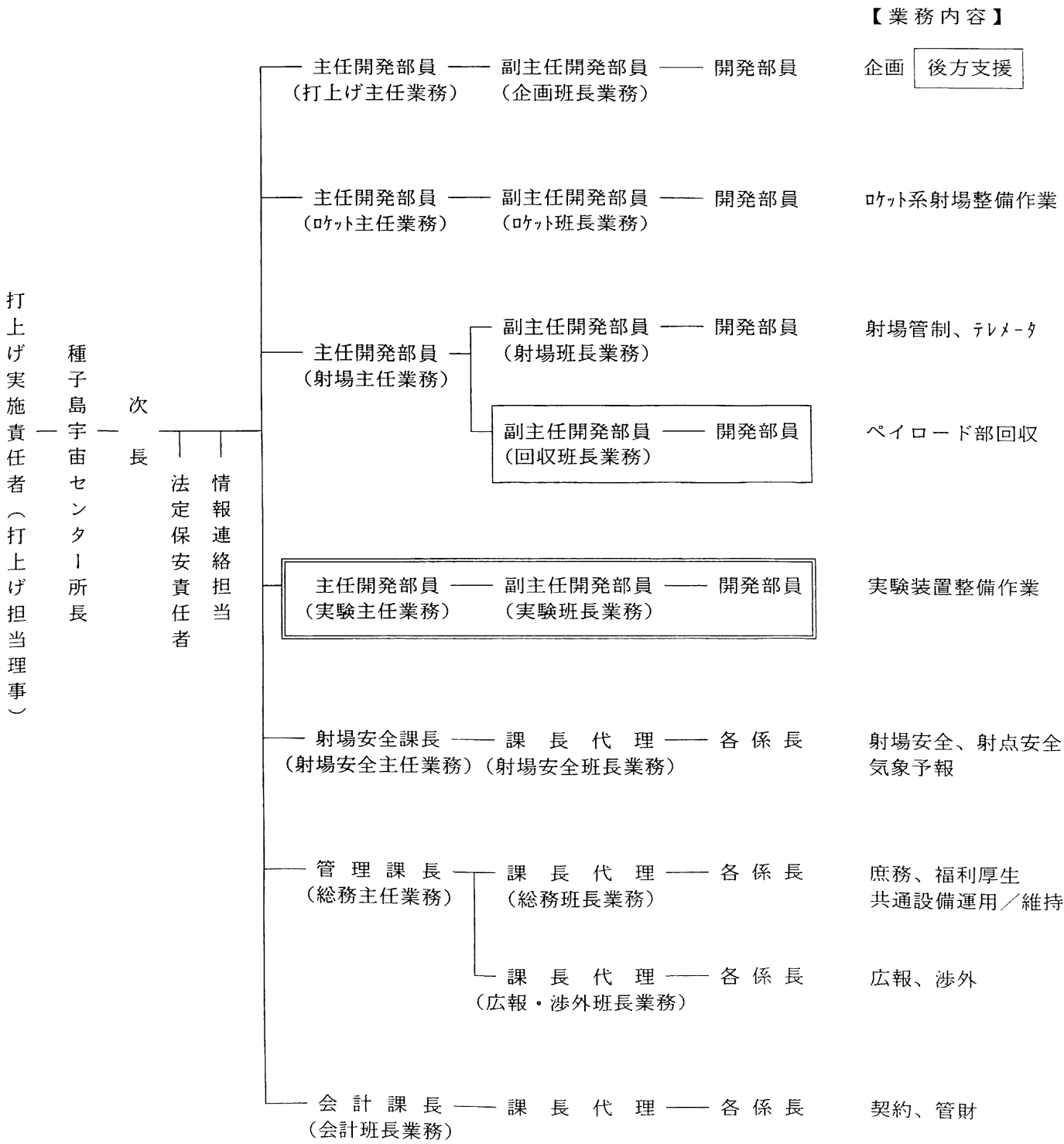
第2図に実験機器部の形状を示す。

1.11 ペイロード部の回収計画

微小重力環境での実験を終了したペイロード部は、大気圏に再突入後、空気抵抗及びパラシュートにより減速されながら緩降下し、海面に着水する。

着水後、フローテーションバッグの展開が行われ、浮遊するペイロード部から発信されるビーコン電波と流出するシーマーカーを目標に、航空機が探索を行う。

回収船は、航空機と連絡をとりながら浮遊海域に向かい、回収を行う。



注1： [] は、宇宙輸送システム本部及び同打上・運用室の支援を受ける。

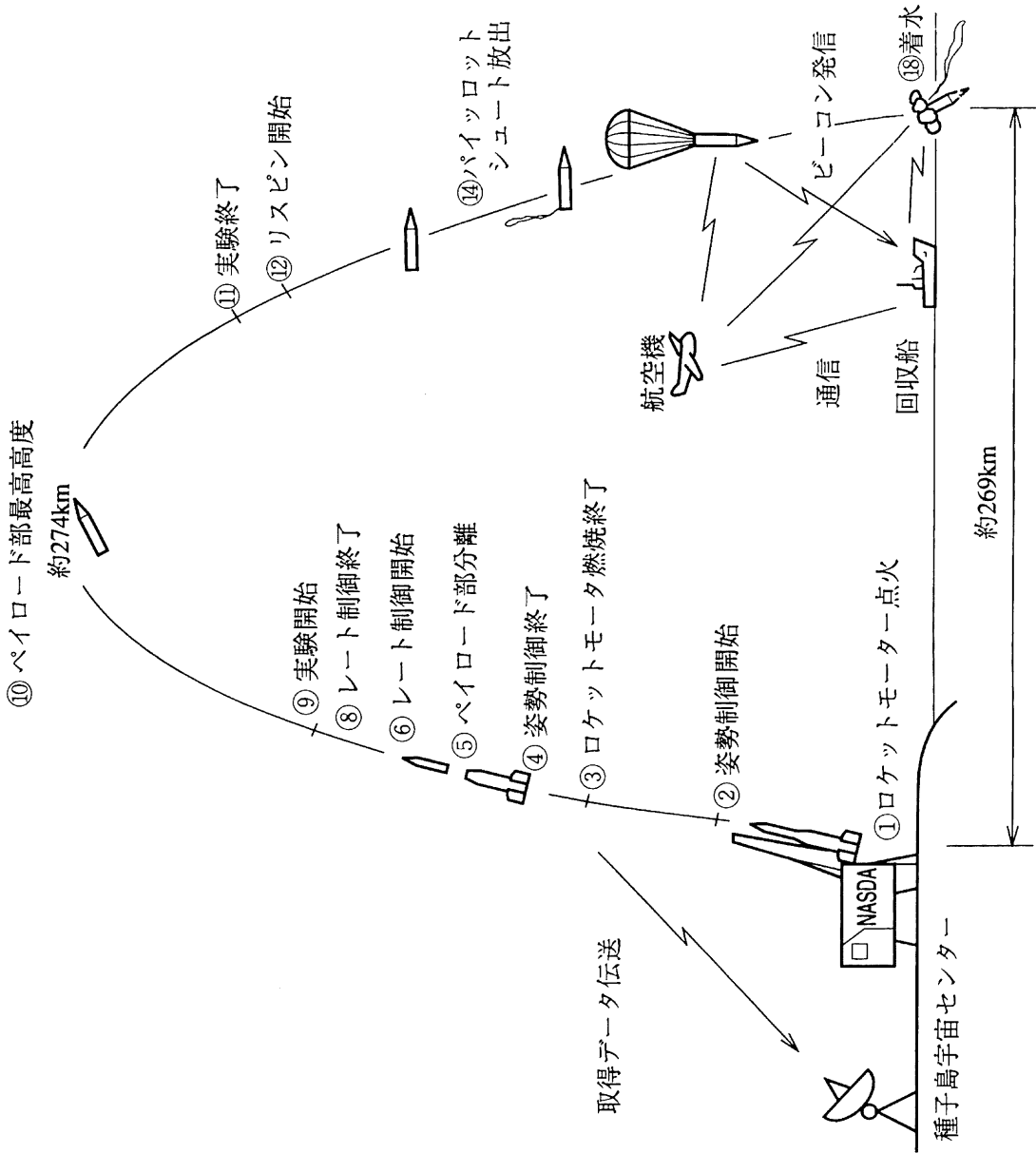
注2： [] は、宇宙環境利用推進本部 宇宙実験Gの支援を受ける。

第1図 打上げの組織

第1表 ロケットの飛行計画

事 象	発 射 後 経過時間	高 度
	分 秒	km
① ロケットモーター点火	0	0
② 姿勢制御開始	1	
③ ロケットモーター燃焼終了	50	53
④ 姿勢制御終了	1 3	
⑤ ペイロード部分離	1 4	80
⑥ レート制御開始	1 4	
⑦ タンブルモーター点火	1 5	
⑧ レート制御終了	1 20	
⑨ 実験開始	1 20	109
⑩ ペイロード部最高高度	4 31	274
⑪ 実験終了	7 21	145
⑫ リスピン開始	7 25	
⑬ 回収装置アーミング	8 50	
⑭ パイロットシュート放出	9 35	6
⑮ ドローグシュート放出	9 45	
⑯ メインシュート全開	9 55	
⑰ メインシュート全開	10 2	
⑱ 着水	14 7	
⑲ フローテーションバンバッグ展開	14 7	

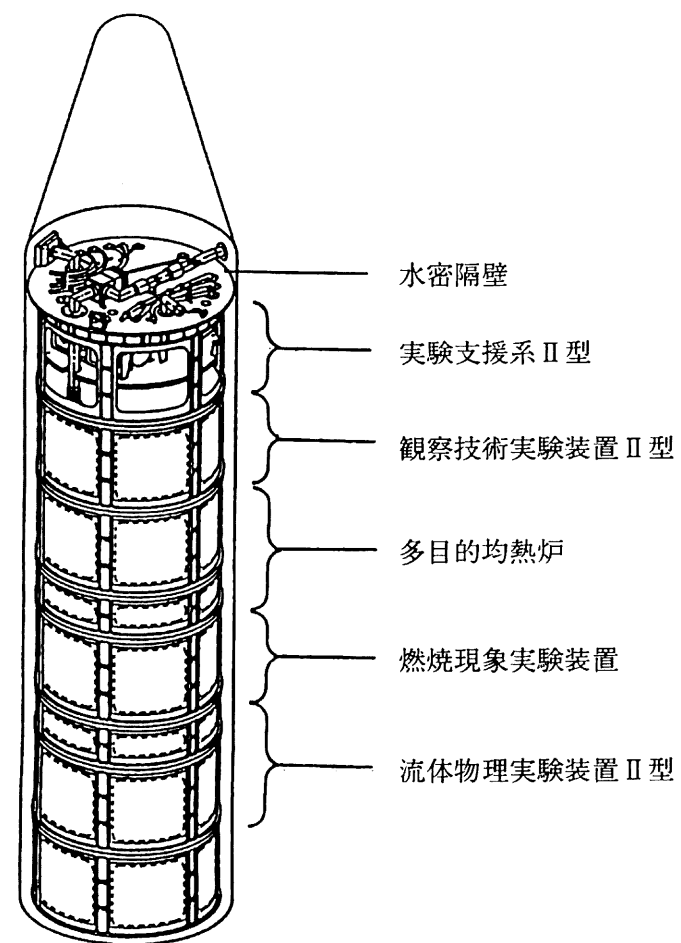
注：数値は概略計画値



第2表 実験テーマと搭載実験装置

分 野	実 験 テ ー マ と 搭 載 実 験 装 置
コロイド結晶実験	(1) テーマ名：分散系の自己組み立て成長 (2) 実験装置：観察技術実験装置Ⅱ型 (3) 実験目的： 近年、ミクロンオーダーの微粒子が自動的に組み上がり（自己組み立てと呼ばれる）、通常の結晶と類似した規則配列を持つことが知られている。本実験では、微小重力場でコロイド粒子の結晶化過程を観察して、結晶成長メカニズムの解明に資する。
沸 騰 実 験	(1) テーマ名：微小重力場の核沸騰熱伝達機構に関する基礎実験 (2) 実験装置：流体物理実験装置Ⅱ型 (3) 実験目的： 沸騰熱伝達は、宇宙での効率的な熱交換方法として有力な手段である。本実験では、微小重力場において気泡を生成し、熱伝達等について従来にない高精度測定を実施する。また、マランゴニ対流による気泡周りの流れ等のデータを取得する。これらを考慮して、熱伝達モデルを提案する。
ろ う 付 け 実 験	(1) テーマ名：微小重力環境における融液の間隙浸透性 (2) 実験装置：多目的均熱炉 (3) 実験目的： 宇宙での構造部の組み立て・補修にはろう付け等の接合技術が必要であるが、微小重力下では溶融金属の流動挙動が重力下と著しく異なり、重力による流動促進や安定化が不可能である。このため、自己制御機能を持つ接合技術の開発が必要であり、本実験では、温度分布・間隙と融液の浸透挙動との関連等を明らかにする。
拡 散 実 験	(1) テーマ名：ゲルマニウム半導体融液の自己拡散の研究 (2) 実験装置：多目的均熱炉 (3) 実験目的： 地上では対流の存在により融液拡散係数の高精度測定は困難である。本実験では、ゲルマニウム半導体の自己拡散係数を高精度に測定するとともに、拡散係数の温度依存性を明らかにする。
燃 焼 実 験	(1) テーマ名：均一噴霧の生成及びその燃焼 (2) 実験装置：燃焼現象実験装置 (3) 実験目的： 燃焼分野における噴霧燃焼の研究では、通常重力場での実験が困難である。このため、微小重力環境下で噴霧中の火炎伝播速度に及ぼす粒径、粒密度等をパラメータとしたデータを取得し、噴霧燃焼の解明に資する。
技 術 開 発 実 験	(1) テーマ名：シアーセル法によるゲルマニウム半導体融液の高精度拡散係数測定技術の開発 (2) 実験装置：多目的均熱炉 (3) 実験目的： 拡散実験における加熱・冷却時の非定常な拡散は、一般的に定量的評価が難しい。シアーセル法は、非定常時の拡散を排除できることから、拡散係数を高精度に測定可能な方法であるが、微小重力実験の技術としては確立されていない。本実験では、シアーセル法による新たな拡散係数測定技術の開発を行う。

(注) 多目的均熱炉は、独立に制御できる6式の電気炉を有する実験装置で上記3テーマを実施。



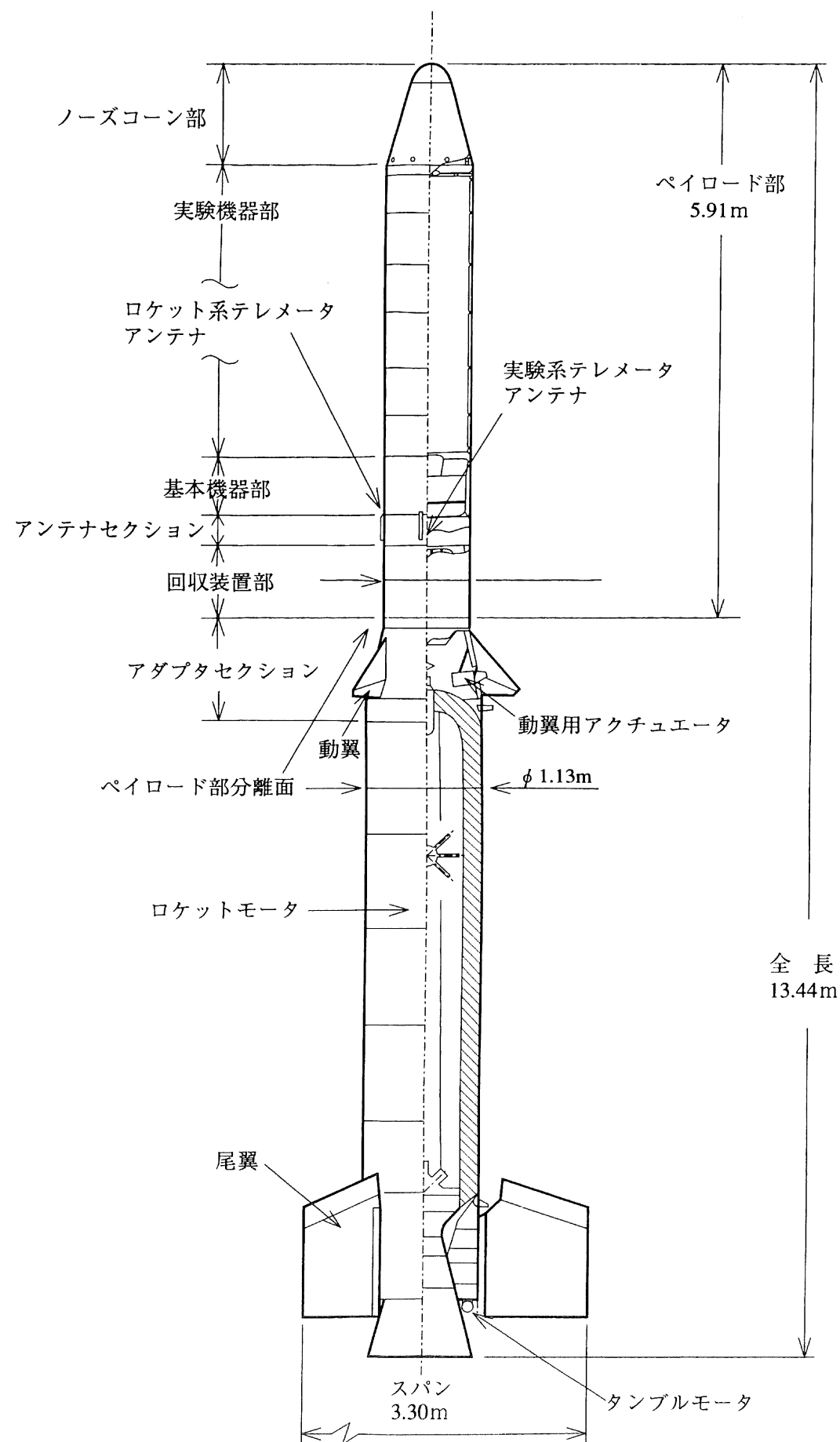
第2図 実験機器部の形状

1.12 ロケットの主要諸元

ロケットの主要諸元及び形状を第3表及び第3図に示す。

第3表 ロケットの主要諸元

項 目		第 1 段		ペ イ ロ ード 部
		モ ー タ 部	アダプタセクション	
全 長 (m)		13.44		
		6.68	0.85	5.91
外 径 (m)		1.13	後部 : 1.13 前部 : 0.85	0.85
全 備 質 量 (t)		10.27		
		8.55	0.25	1.47
推 進 薬		固 体 推 進 薬	—	—
推進薬質量 (t)		7.0	—	—
初期推力 (t)		75.2	—	—
比 推 力 (s)		272	—	—
燃 焼 時 間 (s)		52	—	—
発射上下角 (°)		75.6 (ノミナル)		
発射方位角 (°)		119 (ノミナル)		
到達高度 (km)		約 274		約 274
水平飛行距離 (km)		約 269		約 269
姿勢	ピッチ・ヨー	動 翼		ガスジェット
	制 御 ロ ー ル	—		ガスジェット
搭 載 機 器 等		・ タンブルモータ	・ 動翼用アクチュエータ ・ 動翼用電池	・ 電池 ・ ガスジェット ・ 慣性センサパッケージ ・ 制御電子装置 ・ V H F テレメータ送信装置 (290MHz帯) ・ 電力シーケンス分配器 ・ 回収装置 (ビーコン送信装置 (290MHz) 含む)



第3図 ロケットの形状

1.13 打上げに係わる安全確保

- (1) 打上げに係る作業の安全については、打上げに関連する法令のほか、別に定める射圏安全管理規程、危険物及び重要施設設備の取扱いに関する規程並びに安全管理計画に従って、措置を講ずる。
- (2) 射場周辺住民に対する安全確保については、あらかじめロケット打上げ計画の周知を図り、警戒区域に立ち入らないよう協力を求める。
- (3) 打上げに係る警戒については、次の要領により実施する。
 - ア. 陸上の警戒

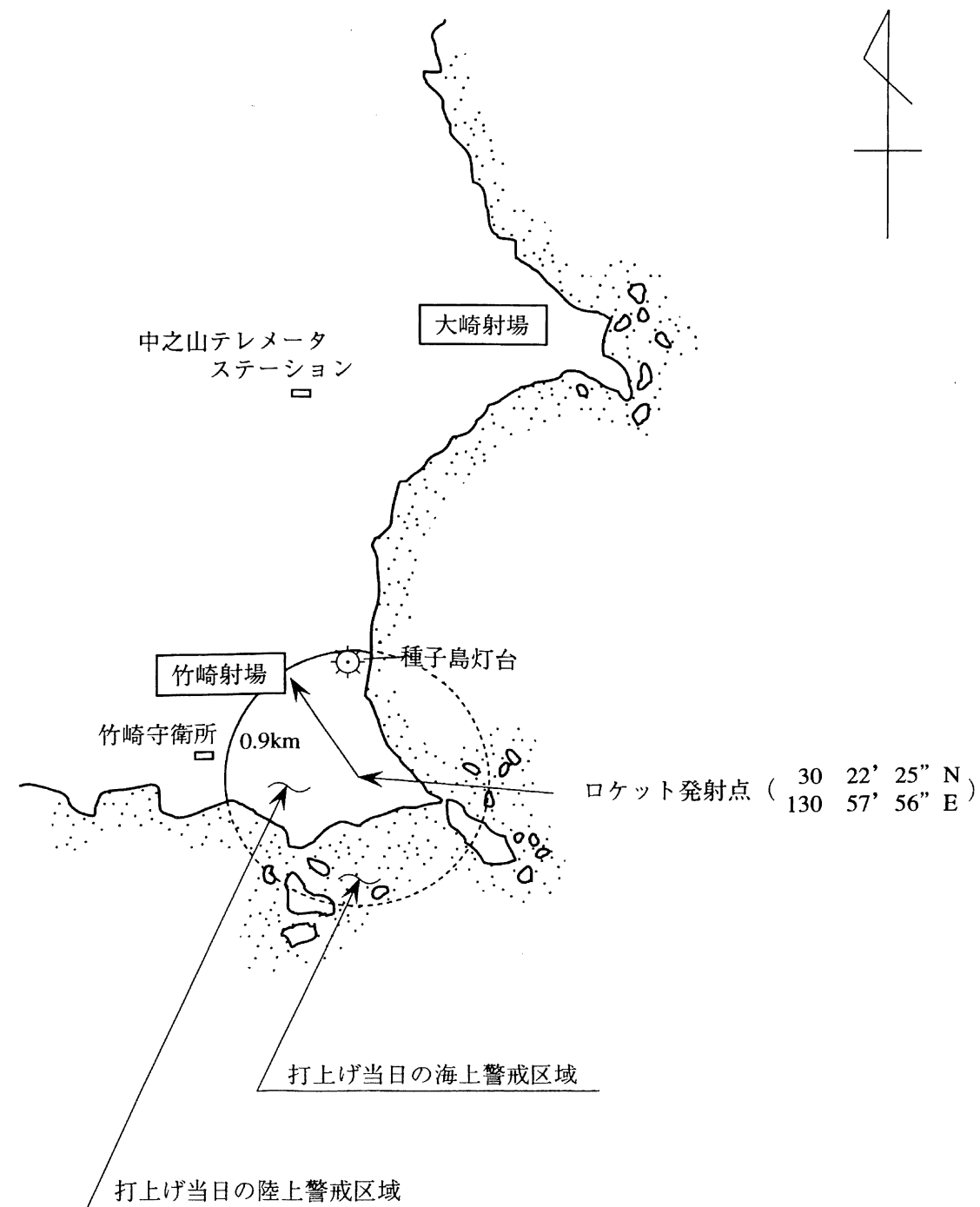
射場及び射場周辺の警戒については、事業団において警戒員を配置し、巡回等必要な措置を講ずるとともに、鹿児島県警察本部及び種子島警察署に協力を依頼する。
 - (7) 打上げ時

打上げ時（発射2時間30分前から）における陸上警戒区域は、第4図に示すとおりとし、当該区域には一般の人が立ち入らないよう協力を求める。
 - (4) 打上げ時以外

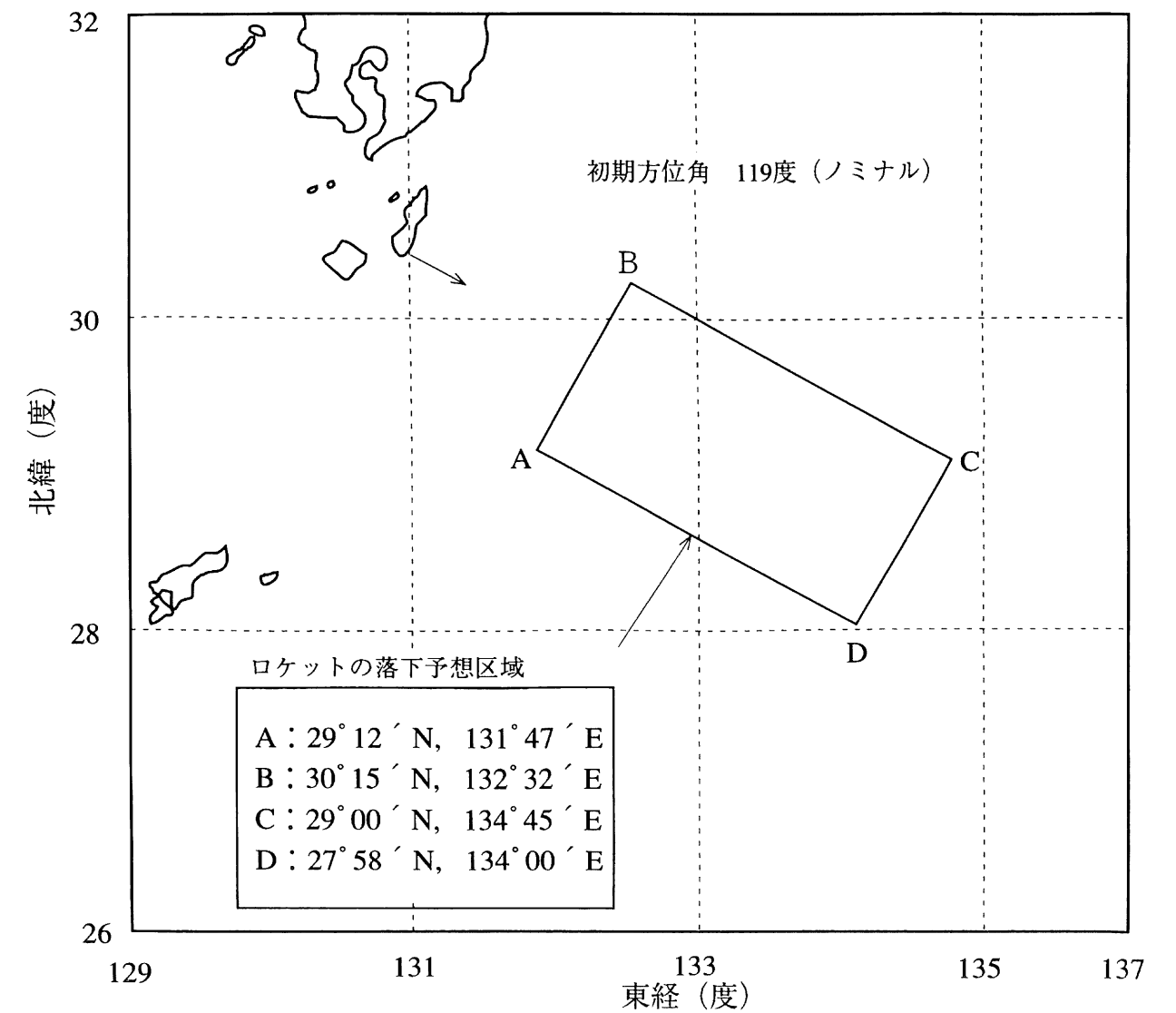
危険物等の取扱場所の周辺には、関係者以外立ち入らないよう、要所に警戒員を配置して警戒を行う。
 - イ. 海上の警戒

打上げ時の海上警戒区域は、第4図に示す海域とし、一般の船舶が立ち入らないよう、海上監視員及び警戒船による警戒を行う。これに加えて、海上保安庁第十管区海上保安本部の協力により、巡視船による警戒を行う。
 - ウ. 射場上空の警戒

射場上空の航空機の航行安全については、運輸省大阪航空局鹿児島空港事務所及び種子島空港出張所に協力を依頼するとともに、必要な連絡を行う。また、種子島空港出張所には連絡員を派遣し、射場と緊密な連絡をとる。



第4図 打上げ時の警戒区域



第5図 ロケットの落下予想区域

2. 関係機関への打上げの通報

(1) ロケットの打上げの実施、打上げ日の変更等に係る関係機関への通報

ア. 打上げの実施、打上げ日の変更等

原則として、打上げ日の前々日15時までに決定し、通報先関係機関に速やかに通報する。

イ. 打上げを実施する旨の通報後の変更等

天候その他の理由により打上げを行わない場合には、打上げを行わないこと及び変更後の打上げ日を速やかに通報する。

ウ. 通報の方法

関係機関等への通報は、電話、FAX等によって行う。なお、東京航空局新東京空港事務所、大阪航空局鹿児島空港事務所及び種子島空港出張所、航空交通流管理センター並びに東京、福岡及び那覇の各航空交通管制部には、(1) 及び (2) のほか、打上げ時刻を打上げの6時間前、2時間前及び30分前に通報し、また、打上げ直後及び終了後速やかにその旨を通報する。

(2) 船舶及び航空機の航行安全のための事前の通報

第4図に示す海上警戒区域及び第5図に示すロケット落下予想区域の情報が船舶及び航空機に周知されるよう、以下のとおり、事前に関係機関に通報する。

ア. 船舶の航行安全

ロケットの打上げに係る情報について、水路通報としてあらかじめ発せられるよう、事前に海上保安庁水路部に通報する。

イ. 航空機の航行安全

ロケットの打上げに係る情報について、運輸省航空局より航空路誌補足版としてあらかじめ発せられるよう、航空法第99条の2及びこれに関連する規定に基づき、事前に大阪航空局鹿児島航空事務所に通報する。なお、ノータムの発行に必要な情報は、これに加えて、東京航空局新東京空港事務所に対する(1)、(2) 及び (3) の通報による。

(3) 船舶、航空機及び一般に対する打上げの周知

ア. 一般航行船舶に対しては、海上保安庁の水路通報、無線航行警報及び共同通信社の船舶放送（海上保安庁提供の航行警報）による。

イ. 漁船に対しては、漁業無線局からの無線通信のほか、NHK（鹿児島、宮崎）、南日本放送、宮崎放送及び大分放送の各局のラジオ放送並びに共同通信社の船舶放送（海上保安庁提供の航行警報）による。

ウ. 航空機に対しては、運輸省からの航空路誌補足版及びノータムによる。

エ. 一般に対しては、NHK（鹿児島、宮崎）、南日本放送、宮崎放送及び大分放送の各局のラジオ放送による。

3. 関係機関への情報の提供

(1) 関係機関

打上げの結果等の情報については、科学技術庁等関係機関に速やかに通知する。

(2) 報道関係

ア. 報道関係者に対し、打上げに係る安全確保に留意しつつ、取材の便宜を図る。

イ. 打上げの結果については、打上げ実施責任者等から発表を行う。

めていくことが重要であることに鑑み、国際共同研究や外国研究者の受け入れを推進するとともに、JEM利用テーマの募集に関して、国際パートナーの動向や双務性を踏まえた上で外国研究者からの研究提案を受け入れていくことが重要である。

また、我が国における宇宙環境利用研究の推進に併せて、我が国が主体的に進める課題に関する国際シンポジウムを開催し、積極的な国際協力を働きかけるなどの取組みも進めていくことが重要である。

③宇宙ステーションの運用利用に関する国際調整

宇宙ステーションの利用をより有効に進めていくためには、より利用しやすいシステムになるよう国際パートナーが足並みを揃えて努力する必要がある。この観点から、特に、実験準備期間の短縮や柔軟な利用計画の策定等に関して、より利用者本位のシステムになるように、我が国としても積極的に国際調整を進めていくことが重要である。

(5) 民間利用の促進の考え方

宇宙環境利用の活動をより広範・有効なものとするとともに、その成果を地上の研究開発や生産活動に反映していくためには、民間による利用促進を図ることが重要である。一方、宇宙環境利用の研究については、当面は、基礎的な研究が中心となることが考えられ、民間による商業的な利用については、これら基礎的な研究の成果を踏まえて具体化していくことが期待される。

従って、当面の宇宙環境利用の推進にあたっては、宇宙環境利用の成果が広く民間で活用されてゆき、長期的な視点に立って、民間による商業利用に繋がる環境を醸成していくため、宇宙開発事業団における共同研究や招聘研究員制度等の活用、民間研究者がリーダーとなるような研究の推進等により、民間研究者の本分野への参加を促していくことが適当である。

これら民間研究者の参加の促進にあたっては、宇宙環境利用に関する成果や技術情報を積極的に提供することや、研究内容について最終的な実験成果の公表を前提としつつ研究段階や評価・選定における一定の秘密保持の配慮等を考えることなどが重要である。

第3章 当面の宇宙環境利用推進方策

3.1 公募により研究を推進するシステムの整備

第2章に示す宇宙環境利用の推進の考え方に基づき、各利用機関・研究機関における宇宙環境利用研究の一層の拡充を図ることに加えて、今後、広範な分野に及ぶ数多くの研究者の参加の下に研究を推進する体制を整備することが適当である。その際、以下の点に留意することが重要である。

- (1) より多くの研究者の参画を得てさまざまな視点からの研究を進めることにより、優れた宇宙実験の提案がなされ、ひいては有意義な成果が生み出されることを目標とする。
- (2) 我が国の研究者及び適当な場合には外国の研究者からも研究提案を公募することにより、多くの研究者に対して広く参加の機会を確保する。
- (3) 研究提案の公募にあたっては、宇宙環境利用の推進の観点から、別添1に示す宇宙環境利用が有効な研究領域を設定する。
- (4) 独創的な視点を含むさまざまな視点からの研究が行い得るよう、研究者の自主性・主体性を尊重する。
- (5) 有効な宇宙実験の提案に向けて産学官の研究者やこれまでの分野を越えた研究者の協力が図れるよう情報の提供をはじめとした支援等を行う。
- (6) 特に微小重力利用研究に関しては、一定の評価等に基づき、落下施設、航空機、小型ロケット等を利用した実験機会を確保する。
- (7) 国際共同研究について積極的に推進を図る。また、民間研究者がリーダーとなる研究の推進など、民間研究者の参画を積極的に促進する。
- (8) 運用にあたっては、研究者の主体性や研究の創造性が十分に発揮できるよう研究者・利用者サイドに立った研究体制の構築を図る。また、研究テーマの選定にあたっての評価だけでなく、宇宙実験の提案に向けて研究の進捗に応じた適切な評価を行っていくため、本システムにおいて適切な評価体制を確立する。

3. 2 J E M利用に向けた効果的推進のための体制整備

第2章に示す宇宙環境利用の推進の考え方に基づき、特にJ E M利用に向けた宇宙環境利用の効果的研究推進のための中核的な役割を担う組織として、宇宙開発事業団に、以下の機能を有する研究センターを整備することが適当である。

- (1) J E M利用テーマの選定に向けて宇宙実験を提案するため、宇宙環境利用の共通的・基礎的な知見や技術を効率的に蓄積することや具体的な成果の早期の創出を目指すことなどをはじめとした我が国の宇宙環境利用の推進の牽引力となる研究について、自ら計画的に研究を進める。
- (2) J E M利用テーマとして選定された研究テーマについて、提案した研究機関や研究者等と協力して、宇宙で実験し成果を得るまでの一連の研究や開発を実施する。
- (3) 宇宙実験に関わる技術や情報等の幅広い提供、国内の研究動向を踏まえた国際的な協力の促進、宇宙実験成果の集積・提供、宇宙環境利用に係る広報活動をはじめとした人材育成や国民の理解を得るための活動など、宇宙環境利用の推進のためのさまざまな支援について、関係機関等と協力しつつ行う。また、このために必要となる施設設備、データベースや情報ネットワーク等の整備を行う。

また、研究センターの事業の実施にあたっては、以下に示すように、外部に開かれた運営を確保することが重要である。

- (4) 研究の指導・統括を行う責任者等に外部研究者を招聘するとともに、研究センターで実施する研究テーマのリーダーや研究者についても、研究テーマに応じて外部研究者を招聘する。また、これら研究者の主体性が確保されるような運営を行う。さらに、研究の実施場所についても、研究テーマに応じて分散して設けるなど、柔軟な対応を図る。
- (5) 研究センターで自ら計画的に進める研究のテーマ選定は、J E M利用に向けて総合的に利用要求をとりまとめる委員会の評価を得て行う。また、研究センターで実施する研究は、その進捗に応じて、柔軟かつ適切に評価委員会を設けて評価する。

第4章 J E M利用テーマの選定

J E M利用テーマの選定にあたっては、第2章に示す宇宙環境利用の推進の考え方に基づき進めることが適当であり、具体的には、以下に示す考え方に沿って行うことが適当である。

4. 1 J E M利用計画の策定

J E Mの利用計画の策定は、宇宙ステーション計画における全体的な運用利用計画の国際調整及び策定と整合をとって進める必要がある。宇宙ステーション全体の運用利用計画は、現状の枠組みでは、運用利用の実施年の5年前に、輸送能力や電力等のリソース配分を中心とした統合運用利用計画(C O U P)を策定することと、実施年の2年程度前に、実験の実施時期等を含む具体的な運用利用計画を策定することの2段階を経て策定される。また、C O U P作成に係る国際調整に必要となる国内利用計画(P U P)を実験実施の6年程度前に策定することが必要となる。これらの作業については、宇宙基地協力協定等の国際的な枠組みに基づき、国内関係機関等との所要の調整の上、科学技術庁及び宇宙開発事業団で行い、適宜、宇宙開発委員会の了承を得る。また、これらの計画策定に必要となるJ E M利用テーマについては、本章で定める選定方法に基づき選定される。

なお、これらの宇宙ステーション全体の運用利用計画の策定については、運用利用の準備の進捗や経験の蓄積等に応じて、より有効な宇宙ステーションの利用が可能となるよう国際調整に基づき見直していくことが重要である。

4. 2 汎用的・共通的な実験装置等の整備

タイムリーなJ E M利用テーマの選定を行うために必要となる汎用的・共通的な実験装置や支援装置については、国内外の利用動向や利用機関・研究機関の要望等を踏まえて、宇宙開発事業団がJ E M運用利用の一環として整備することが適当である。その際、宇宙ステーションの他の国際パートナーとの分担開発、共同利用等に関する調整を積極的に進めることにより、宇宙ステーション全体としてより効率的な研究環境を確保するとともに、我が国の研究者が、より多く、より多様な実験機会を利用できるよう進めることが重要である。

4. 3 J E M利用テーマの評価・選定の基準

当面のJ E M利用テーマを選定する際の評価については、J E Mの「軌道上研究所」としての位置づけに鑑み、実現性等に問題がないことを前提として、科学技術上の意義を基準とすることが適当である。なお、評価にあたっては、宇宙環境利用の基盤的共通技術の開発に寄与することや、民間利用の促進に寄与すること、宇宙環境利用に係る人材育成や普及啓発に寄与することなど、我が国の宇宙環境利用の推進の観点を考慮することが重要である。

4. 4 JEM利用テーマの選定方法

汎用的・共通的な実験装置等の実験機会をタイムリーに利用するテーマについては、宇宙ステーションの国際パートナーとの運用利用に関する調整を踏まえて、科学技術庁及び宇宙開発事業団が、対象となる実験機会及び配分可能な利用資源等を設定するとともに、その実験機会等に関して、我が国の研究者及び適当な場合には外国の研究者に対して、利用テーマの公募を行う。

また、国際的な調整、実験装置の開発等を行うための十分な準備期間が確保できる時期におけるJEM利用テーマについては、科学技術庁及び宇宙開発事業団が、別添2に示す各分野毎のこれら利用テーマ選定の考え方や課題等に基づき、我が国の研究者及び適当な場合には外国の研究者に対して、利用テーマの公募を行う。

提案された利用テーマの評価及び選定は、宇宙開発事業団が行う搭載性・実現性等の技術評価を踏まえて、第2章に示すJEM利用に向けて総合的に利用要求をとりまとめる委員会の下に設置する各分野毎の選定委員会において行う。選定された利用テーマは、宇宙開発委員会に報告する。

利用テーマの募集・選定にあたり、汎用的・共通的な実験装置等の実験機会をタイムリーに利用するテーマについては、安全性や実験装置との適合性に関するデータ等が十分な場合には、テーマ選定から2年程度後に実験が実施できることを目途とする。また、利用テーマの募集及び選定は、JEM利用開始の2年程度前から行い、原則として毎年実施する。

また、計画的な研究の推進、国際的な調整、実験装置の開発等を行うための十分な準備期間が確保できる時期におけるJEM利用テーマの選定方法については、選定から3～6年程度後に宇宙での実験ができることを目途とする。また、利用テーマの募集方法は、関連する研究の進捗や課題の具体化等に応じて、JEM利用に向けて総合的に利用要求をとりまとめる委員会において定める。

4. 5 JEM利用テーマの選定後の作業

JEM利用テーマとして選定された研究テーマについては、第3章に示す宇宙開発事業団の研究センターと協力して研究を進める。

特に、JEM曝露部利用をはじめとして固有の実験装置の開発が必要となる利用テーマについては、その実現に向けて、第3章に示す研究センターと提案した研究機関・研究者等とが、既存の体制にとらわれない新たな体制をきめ細かくかつ柔軟に考えていくことなどにより、密接に連携した体制を構築することが重要である。

なお、選定された研究テーマについても、具体的な実施時期を確定するなど、JEM利用計画として搭載を決定するにあたっては、当初の評価に沿った研究進捗がなされているか等の観点から、評価することが必要である。

第5章 今後検討すべき課題

当面の宇宙環境利用については、以上の推進方策により進めていくことが必要であるが、宇宙環境利用を総合的に推進していくためには、以下のような課題について、今後引き続き検討することが必要である。

(1) 宇宙ステーションのより有効な利用のための運用利用の在り方の検討

宇宙ステーションは、多国間の協力と調整によりその運用利用が行われるものであり、世界的にも初めての試みといえる。このような宇宙ステーションをより有効に利用していき、人類に有益な多くの成果をもたらすためには、その運用準備や利用準備等に関する国際調整を通じて、絶えずより良い運用利用の在り方を検討していく必要がある。特に、宇宙ステーションの利用が間近に迫った現在、各国際パートナー間や国際的な利用者コミュニティにおいて、国際的な研究システムや研究テーマ募集など、さまざまな議論が進められている。我が国としても、宇宙環境利用を推進するにあたり、このような視点からの検討を進めるとともに国際的な議論に積極的に参加し、より良い運用利用システムの構築に協力していくことが重要である。

また、宇宙ステーションの利用に係る費用負担の考え方についても、国際的な運用利用の在り方と密接に関連するものであり、併せて検討することが必要である。

さらに、宇宙ステーションの運用利用の在り方やその中で我が国の役割等を検討するにあたり、必要に応じて、検討体制を整えていくことも重要である。

(2) 共通実験装置の更新等を含む中・長期的な実験装置の開発・整備計画

宇宙環境利用に関する研究は、宇宙で利用可能な実験装置・支援装置等と密接な関係を有する。これまで汎用的・共通的な実験装置については、JEM開発の一環として開発・整備してきているが、今後は、国際的な調整に基づく実験装置の分担開発・相互利用や新たな実験装置開発が必要な利用テーマの提案が想定されるとともに、利用動向等を踏まえたさらなる共通実験装置の開発が必要となることも考えられる。これらの状況の中で、宇宙環境利用が継続的・系統的に発展し、効率的な利用が図れるよう、中・長期的な計画に基づき、実験装置を開発・整備していくことが重要である。

(3) 宇宙ステーション以外の軌道上での宇宙環境利用の機会に対する取組み

多くの研究者が継続的に利用可能な軌道上での宇宙環境利用の機会が、当面、宇宙ステーションのみであるが、宇宙環境利用に対する多様なニーズに対応するためには無人の宇宙実験システムや低中高度プラットフォーム型衛星等も有効な宇宙環境利用手段であり、これらの計画が具体化する

場合には、より効果的に宇宙環境利用を進めるための取組について検討を行う必要がある。

- (4) 宇宙環境利用を契機とした宇宙に関わる文化、人文・社会科学等の推進
宇宙開発を推進するにあたり、国民の理解と協力を得るよう普及啓発に努めることは当然である。その中でも特に、宇宙ステーションの運用利用をはじめとする宇宙環境利用の推進にあたっては、宇宙と人間との関係がより身近なものに感じられる文化、芸術、人文科学等に係る活動の実施を推進するとともに、これらの活動に関わる人材の育成に努めることが重要である。
- (5) アジア太平洋地域との国際協力の拡大
宇宙環境利用に関するこれまでの国際協力は、欧米など、主に宇宙ステーションの国際パートナー等との間で行われてきた。今後、特にアジア・太平洋地域に対して、我が国はその一員として、また、この地域から唯一の宇宙ステーション計画への参加国として、宇宙環境利用の分野におけるこれらの地域の期待と需要を踏まえながら、宇宙での研究・実証機会の提供、共同プロジェクト、共同研究、人材交流等、多様な方法により協力を拡大する方策を検討することが重要である。
- (6) 青少年や若手研究者が宇宙環境利用に参画する具体的方策
宇宙環境利用の推進にあたり人材を質及び量の両面において充実させることが不可欠であるが、特に、将来の宇宙環境利用を担う青少年や大学生等を含む若手研究者に対して、宇宙環境利用の実験機会や航空機による無重量体験機会を提供することなど、宇宙環境利用をより身近に感じるような取組を検討することが重要である。

宇宙環境利用が有効な研究領域の概要

1. 宇宙環境を利用した物質科学、新材料創製、物理・化学現象の解明等に関する研究領域

宇宙環境を利用した物質科学、新材料創製、物理・化学現象の解明等（以下、物質科学等という）に関する研究領域としては、これまでに実績のある研究や新たな研究、基礎的な研究から具体的な応用の狙いを有する研究、独創的な研究など、さまざまな研究提案に広がりを持って柔軟に対応可能であるとともに、これらの研究が宇宙環境利用の効果との関係の観点から体系化が図られるよう、以下のとおりの研究領域を考える。

○熱・物質の移動に関する重力に依存した現象の解明と制御

○微小重力下での系の均質混合と粒子位置制御を利用した現象の解明と新材料創製

○微小重力下で自重や静水圧効果が除去されることを利用した現象の解明

○無容器処理による現象の解明と新材料創製

○宇宙での超高真空環境の実現と材料研究への利用に関する研究

(1) 熱・物質の移動に関する重力に依存した現象の解明と制御

材料製造に関わる現象や化学反応現象などでは、温度や濃度等の勾配が存在するため、重力の影響により、密度の違いに伴う対流が発生する。このように、さまざまな現象における熱や物質の移動には、重力が大きく関与する。微小重力を利用するあるいは特殊な環境を設定するなど、重力の影響を変化させることによって、これら現象の熱・物質の移動を制御したり、新たな現象を解明することが可能となる。

熱・物質の輸送における重力による対流の抑制は、輸送現象そのものの精密な解析に有効である。拡散係数等の熱物性値の計測やマランゴニ対流といった現象においては、地上では重力による対流のために精度の良い計測や観察が阻害されるが、微小重力下ではそういう外乱がなくなり、高精度で計測・観察することが可能になる。これらの計測や観察により得られる熱物性値や流体モデル等を用いることにより、より高品質な半導体結晶等を製造するために必要となるシミュレーションの高度化が図られ、製造

技術の改善等に大きく寄与することが期待されている。

複雑な現象のモデル化という点でも、微小重力は有効である。結晶成長、凝固といった材料生成過程や燃焼等の化学反応などの現象における熱・物質の輸送は、地上では、ほとんど拡散と対流の複合として現れる。対流による熱・物質の輸送は、非線形性が強く、複雑な場合には解析的な取扱いが不可能に近くなるため、対象とする現象の実態を正確に把握することは極めて困難になる。微小重力下では、純粋な拡散による熱・物質の輸送が実現されるため、複雑な現象が単純化され、現象の実態を把握・解析することが容易となり、現象のモデル化が図られる。

例えば、燃焼現象では、燃焼に伴い大きな温度勾配が発生する。地上では著しい対流により燃焼現象そのものを観察・測定することは不可能であるが、微小重力下では、火炎伝播挙動等の精度良い計測が可能となる。このような研究によりエンジン等の燃焼効率の改善が図られれば、省エネルギーの効果など、大きな経済的なメリットが期待される。また、沸騰現象では、気液界面での大きな密度差のため、地上では沸騰核の生成と共に生成気泡の加熱面からの剥離が生じ、沸騰核の発生挙動等の観察・計測は不可能であるが、微小重力下では、その解明が可能となる。さらに、結晶成長においては、固液界面への物質輸送や界面での物質の取込みが結晶の質に大きく影響する。地上においては、結晶成長によって生じる濃度勾配や温度勾配、組成変化等に伴う対流が発生し、結晶成長過程や結晶の質に影響を与える。微小重力下では、このような対流の抑制により、結晶成長メカニズムの解明や高品質結晶の育成条件の把握など、結晶成長過程の理解・解明が可能となるとともに、高品質な半導体結晶等の育成が可能となり、地上での半導体製造等に大きく寄与することが期待される。

これらの研究のための実験技術としては、さまざまな輸送現象を3次元的に観察し、解析する技術や、シミュレーション技術、結晶成長表面の観察技術等が必要である。これらの技術は地上での実験、研究の高度化にも寄与すると期待される。

(2) 微小重力下での系の均質混合と粒子位置制御を利用した現象の解明と新材料創製

互いに混じり合わない液体と液体、気体と液体、個体と液体等の間においては、地上では、密度差により浮遊や沈降が生じ、互いに分離する。微小重力下では、このような系において、微細粒の分散状態を達成でき、長時間維持できる。このような微小重力の効果を利用することにより、新たな現象の解明や新材料の創製が図られる。

このような効果を利用することによって大きく進展すると考えられる研究の一つは、相分離現象の解明である。地上では、相分離の初期に、密度差に起因した相の移動が生じ、これに伴い凝集メカニズムが働くために、重力に依存しない相分離のメカニズムを実験的に検証することはほとんど

不可能である。微小重力下では、重力に影響されない相分離の過程を連続的に観察可能であり、そのメカニズムの解明が期待される。

また、結晶の周りの環境を対称的に維持できることで、結晶成長に有効であることが考えられる。タンパク質結晶などの核発生や成長過程においては、地上では、重力による沈降・浮遊作用が成長する核の周りの拡散場の対称性を乱し、成長界面の過飽和度を大きくするなどの影響により、良質な結晶の育成を阻害する。微小重力下では、成長核周囲の対称性を確保することができるため、大型・良質のタンパク質結晶の成長が期待される。大型・良質のタンパク質結晶の育成により、これまで解明されていなかった結晶構造の解明が可能となり、タンパク質の構造と機能との関係の研究を促進し、タンパク合成による新たな医薬品等の創製に大きく貢献することが期待されている。

また、材料製造においても、密度の異なる複数の成分を巨視的に均一に分散した状態を維持できることを利用して、均一組成の粒子分散合金、偏晶合金等の新たな材料を製造することが考えられる。これらの研究・実験については、均一分散に必要な条件が整理されつつあり、これまでの宇宙実験から得られた知見に基づく高品質材料の創製が期待されるとともに、これら新材料の特性把握を通じて、地上における高強度複合材料の実用化への波及が期待される。

これらの研究のための実験技術としては、溶融・凝固の試料温度を直接測定する技術や温度の安定性・均一性を高精度に制御する技術、溶融試料中の気泡を除去する技術、相分離過程や凝固界面形状を観察する技術等が必要であり、これらの技術は、従来の宇宙実験の高度化を促し、宇宙における新材料創製の基盤を形成していくものと期待される。

(3) 微小重力下で自重や静水圧効果等が除去されることを利用した現象の解明

地上においては、物質には重力方向に自重が作用し、流体等ではこの静水圧の効果により、厳密には、物質の密度は高さの関数になる。静水圧は、自由表面が存在する系や、圧縮率が大きい系では特に影響が大きいことから、静水圧効果等を除去する必要がある研究や実験では、微小重力の利用が期待される。

静水圧除去効果の有効性を示す例として、臨界点近傍の流体挙動が挙げられる。物質は、臨界点付近では、気体とも液体ともつかない性質を持つようになり、圧縮率が大きくなる。地上では、微小な位置の差による静水圧によって、臨界流体の圧縮の程度が変化し、系内を一樣な状態に維持することができないため、正確な物性値を計測することができない。微小重力下では、静水圧効果が無く、系を一樣な状態に維持することが可能であり、臨界点での物性の高精度な計測が期待される。

また、自重や静水圧の効果除去することの特徴として、大型液体ブリッジを安定に生成可能であることが挙げられる。地上よりも遥かに大きな

液体ブリッジが維持できることから、マランゴニ対流や濡れ性の実験などの格好の実験環境が得られる。また、浮遊帯域熔融法等での液体ブリッジを利用した高品質な結晶の育成にも有効であり、地上では実現不可能な大きさの単結晶を得ることができる。

物質の中には、極めて柔らかいものがあり、このような物質については、地上では、製造段階で自重により変形が生じるため、大型結晶の成長は困難である。微小重力下では、自重や静水圧効果が無いため、このような柔らかい物質でも製造可能となる。過去、地上では困難であったヨウ化水銀の大型結晶の成長が微小重力実験によりはじめて成功している。このような材料の中には計測素子として期待されるものもあり、新たな材料の創製や先端技術の発展に寄与することが期待される。

これらの研究のための実験技術としては、特に、臨界現象等の観察・測定では、極めて高度な温度制御及び計測を必要とするとともに、現象観察と温度制御とを対応させて実験を行う必要からテレサイエンス技術が必要となる。テレサイエンス技術は、本研究領域のみならず宇宙実験に広く重要かつ必要な技術であり、宇宙実験の高度化に寄与するものと期待される。

(4) 無容器処理による現象の解明と新材料創製

微小重力環境では、高温に加熱した流体を、空間に浮遊させ、維持し、処理する無容器処理が可能である。これは、微小重力環境の特徴を活かせる実験技術であり、基礎、応用研究ともに、地上の技術では困難なさまざまな革新が期待されている。

無容器処理の最大の特徴は、容器との界面除去効果である。容器界面における不均一核生成が抑制されるため、大きな過冷却が実現可能となり、地上では通常出現しない準安定相を作り出すことが可能となる。準安定相では、通常得られない特異な電氣的・磁氣的な機能・性質が発現する可能性があると期待されており、微小重力下での実験によりはじめて新材料が得られる可能性がある。

坩堝からの不純物の混入防止も、極めて大きな利点となる。一般に、高付加価値材料は、坩堝との反応性が大きく、地上では高純度結晶を得ることはできない。無容器処理により、高純度の材料を製造することが可能となる。例えば、光ファイバー等の光学素材には、坩堝との反応性が大きいものがあり、高機能の材料の製造が期待される。

無容器処理は、高品質結晶の成長を行うためにも有効である。容器と接して結晶が成長するとき、容器と結晶の間に発生する歪みのため多くの欠陥が発生する。浮遊状態で結晶を成長させれば、このような歪みを受けることなく、高完全性の結晶を得ることが可能となる。

無容器処理は、物性計測にも有効である。微小重力環境では、液滴球の真球度が良好になることもあり、通常の物性計測法では困難な過冷却状態での物性計測、高反応性物質の物性計測等の高精度化が可能となる。

無容器処理を利用した微小重力実験は緒についたばかりであり、浮遊体の位置制御方法、加熱方法など、多くの技術開発課題があるが、その克服と相俟って、飛躍的な科学技術上の成果の創出が期待できる。

(5) 宇宙での超高真空環境の実現と材料研究への利用に関する研究

宇宙空間は無限の排気能力を持つ広大な空間であり、地上では実現不可能な大規模の高真空が実現できる。熔融状態からの高純度物質の製造にとって、雰囲気からの不純物の混入が大きな問題である。宇宙環境利用の特徴である浮遊状態の達成と高真空を利用し、地上では実現困難な熔融状態からの高純度物質の製造が達成できると期待される。

半導体の製造では、素子動作の信頼性のために清浄な結晶が必要とされ、混入する不純物の制御がデバイスの進歩とともにますます重要となっている。特に、エピタキシャル成長においては、ハイドロカーボンや僅かな炭素等の不純物ガス原子の成長相内への取込みが問題となっている。宇宙空間では、ウェーク（航跡）の利用による清浄な高真空状態を実現することにより、地上では得られない高品質な物質の製造が可能になることが考えられており、半導体デバイス製造等に用いることが期待されている。

さらに長期的には、高真空に加え、宇宙の広大な空間、浮遊状態の実現を利用することにより、宇宙での大規模な材料製造プロセスなどの発展の可能性も秘めている。

2. 宇宙環境を利用したライフサイエンス、宇宙医学、有人宇宙技術等の研究に関する研究領域

宇宙環境を利用したライフサイエンス、宇宙医学、有人宇宙技術等（以下、ライフサイエンス等という）に関する研究領域については、宇宙環境と生物・人間との関わり合いの観点に基づき、現在広く注目されている研究から新しい視点からの研究、基礎的な知見の獲得を目指した研究から応用的な研究など、さまざまな研究提案に柔軟に対応可能であるとともに、新たな研究手法の研究や共通基盤的な研究を促し、数理・工学的アプローチや実験技術の研究開発に積極的に対応していくものとして、以下のとおりの研究領域を考える。

○生物の構造・機能に対する重力の影響の解明

○宇宙・地球環境での生物の適応性と生態系に関する研究

○宇宙放射線の物理的効果と生物・人への影響に関する研究

○宇宙環境が人体及び精神に与える影響とその対策に関する医学や人間工学の研究

○宇宙環境を利用した生物工学の研究と実験技術の研究開発

(1) 生物の構造・機能に対する重力の影響の解明

地球上のほとんどの生物が重力環境に依存し、長い進化の過程からきわめて多様な種固有の構造と機能を獲得してきた。これら地球上での生物が有する重力に依存した構造と機能の必然性について理解することは、生命の本質を解明する上で重要な知見を与えることが期待できる。

宇宙環境においては、地上の重力に束縛されず任意に重力レベルを設定できることから、生物が重力によって受ける影響を、より明確かつ詳細に研究することが可能となる。

この研究領域においては、生物の発生・分化及び成長、植物の重力感受・応答、動物の重力感受とシグナル伝達、重力に依存する遺伝子発現と調節など、分子、細胞、器官、個体など、異なったレベルの特徴的な現象に着目した研究の実施により、重力に依存する生物特有の素過程を支配しているメカニズムを解明することが期待される。

(2) 宇宙環境での生物の適応性と生態系に関する研究

地球生命環境の特徴である遺伝子、種及び生態系の多様性が、人工的な環境によって大きな影響を受け始め、生物と環境の相互作用や生態系維持のための研究が重要な課題となっている。地球上の極限環境にも存在する様々な生物が獲得した環境適応能力の解明やその進化過程についての研究も、生物が本来有する環境適応能力を解明する上で重要である。これらの研究は、地球生命がおかれた現状を理解し未来を予測する上で必要なだけでなく、生命の起源と進化に関し新たな知見を与えることが期待できる。

この研究領域では、生物と環境の相互作用のうち、重力、太陽紫外線、真空、電磁場、温度、放射線など、生物系にとって重要なさまざまな環境因子に着目し、これまで進化の過程で獲得してきた環境適応能力が、遺伝子、個体、あるいは生態系としてどのような影響を受けるかについて理解することが期待される。また、環境を制御する技術に関しても、生物・生態学及び物理・化学の両方の側面からの研究を行うとともに、宇宙環境など、特異な閉鎖環境に長期間滞在する生物によって構成される生態系が受ける変化や影響についても、ライフスパンを超えた研究の展開が期待される。

さらに、宇宙ステーションの曝露部などを利用し、月や火星などの「圏外環境」での生命の生存可能性や地球外生命の存在可能性を探究することは、原始地球やオゾン層が減少した地球環境などのシミュレーションとして生命の起源や適応限界について新たな知見を与えることが期待される。

(3) 宇宙放射線の物理的効果と生物・人への影響に関する研究

宇宙に存在する放射線は、バンアレン帯を構成する電子やプロトンの他、地球上ではほとんど存在しない高エネルギー粒子などがあり、そのレベルは軌道上での位置や太陽活動によって大きく変動する。これらの宇宙放射線は、長期に宇宙滞在する搭乗員や生物試料に持続的な影響を与えるが、そのメカニズムや線量率効果などは明らかではない。

この研究領域では、宇宙放射線の物理的側面と生物影響のメカニズムの解明をねらい、突然変異や遺伝子修復の変化、微小重力との複合効果、低線量粒子放射線の長期被曝影響などについて研究を行うことが期待される。また、生物や人の長期宇宙滞在時の宇宙放射線の量的及び質的実態を詳細に把握するための宇宙放射線計測、予測技術、さらには、放射線防護の観点から、線量当量の算出、被曝管理のための計測技術・健康管理技術の開発に関する研究の進展が期待される。

(4) 宇宙環境が人体及び精神に与える影響とその対策に関する医学や人間工学の研究

宇宙環境に人が長期滞在する場合に生じる生理的影響と精神科学的な影響については、これまでNASAやロシアにおける宇宙飛行でかなり調べられてきたが、それらの詳細やメカニズムについては、未だ十分理解されていない点が多い。我が国においては、これまでほとんど有人宇宙飛行によるデータが無く、宇宙滞時に生じる複雑な影響については、今後、国際協力も踏まえたさらに詳細な研究とその対策が重要である。また、人間の宇宙滞在における安全性の向上、作業能率の向上、グループパフォーマンスの向上及び快適性の向上を目的として、有人安全技術や人間工学などの工学分野の研究も重要である。

この研究領域では、有人による長期宇宙滞時の影響として注目すべき心循環器、骨・カルシウム、筋肉、神経・前庭系、栄養代謝、血液・免疫、精神・心理などの生理学的及び人間科学的影響の把握とそのメカニズムの解明並びに対処手法の研究を行い、人体の生理学的知見の蓄積等により人間に対する理解を広げるとともに、有人宇宙飛行の安全性・作業能率等の向上を図ることが期待される。また、これらの研究を通じて、地上の医療等への貢献を果たすことが重要である。

(5) 宇宙環境を利用した生物工学の研究と実験技術の研究開発

宇宙という特殊環境において生体システムが引き起こされる順応や適応といった短期的・長期的影響は、宇宙でのライフサイエンス等の研究の重要な課題の一つである。このような宇宙環境での宇宙医学や生物学における問題を詳細かつ体系的に理解するためには、数理・工学モデルによる解析と実験による評価を併せて行うことが必要である。

また、微小重力環境の効果を利用したバイオプロセス技術を活用するこ

とにより、高分子や生体超分子などの物性研究や、タンパク結晶化の詳細観察とメカニズムの解析、さらに、これらの成果に基づくタンパク結晶化の制御などを目標とした研究が可能となる。また、現在広く利用されている遺伝子のクローニングやゲノム解析技術には、遺伝子自身やそのDNAフラグメントなどの巨大分子の分離精製が必要とされており、微小重力環境を利用した効果的な物質分離・分析法についての研究、開発を進めることが有効である。我が国では、宇宙での細胞培養技術に関してこれまで実績があり、細胞生物学の研究とともに、微小重力下の細胞のさまざまな応答や機能が調べられてきた。培養細胞は、動物細胞のみならず、植物の細胞や組織なども今後利用対象にされていくことが期待され、培養技術も微小重力環境でより効果的な方法を開発することが課題である。さらに、細胞培養技術と物質分離、解析技術の複合化による軌道上での効果的なバイオプロセス技術の研究開発についても今後必要と考えられる。

さらに、本研究領域では、宇宙環境を利用したライフサイエンス等の研究をサポートするためのバックグラウンドとして、細胞工学、遺伝子工学、タンパク工学などの専門領域の成果を活用した研究の立案や、研究に必要な分析・解析技術の高度化と技術開発についても進めていくことが必要である。また、軌道上でのライフサイエンス実験や地上でのシミュレーションをサポートするための試料処理、軌道上解析、テレサイエンスといった基盤的な実験支援技術（スペースバイオテクニクス）の研究開発を強化し、軌道上でのライフサイエンスの実験の質を高めることが重要である。これら技術の研究開発の成果は、軌道上実験をサポートするだけでなく、地上の産業技術、分析技術などに広範囲にスピノフすると考えられる。また、本領域を設定することによって、工学系研究者の積極的な参入が期待される。

3. JEM曝露部利用を目指した理工学・通信、宇宙観測、地球観測、宇宙インフラストラクチャ整備のための基盤的・先端的な技術開発等

JEM曝露部利用を目指した理工学・通信、宇宙観測、地球観測、宇宙インフラストラクチャ整備のための基盤的・先端的な技術開発等については、もともと宇宙での研究や実験を指向したものである。このため、材料・ライフサイエンス分野等とは異なり、公募により研究を推進するシステムで推進すべき研究領域として、宇宙との複合領域となる新たな研究領域を設定する必要はない。むしろ、以下に示すそれぞれの分野や活動において、宇宙インフラストラクチャ整備のためのJEM曝露部の有効な活用、全体的な観測目的や観測シナリオの中でJEM曝露部の特徴を活かした利用等の視点から具体的な構想をまとめていくことが重要である。

(1) 理工学・通信、技術開発等の分野

宇宙インフラストラクチャは、高度化・多様化する宇宙活動を効率的かつ安定的に展開して行くために必要な共通基盤的なシステムである。JEM曝露部は、宇宙インフラストラクチャの開発・利用に必要な共通的な技術の実証を行う場として有効であるとともに、宇宙環境を理解し、その利用の高度化を図るために必要な技術データの収集・蓄積を行う場として有効であり、最大限の活用を図ることとして、計画的に利用を進める。

① ロボティクス・テレサイエンス関連技術

ロボティクス・テレサイエンス関連技術は、宇宙実験等に係る自動化・自律化、宇宙飛行士の船外活動作業の代行、軌道上宇宙作業ロボットの実現など、将来の宇宙インフラストラクチャの開発・利用に不可欠な共通的な技術領域である。その技術開発は、人間のインテリジェンスと器用さへの挑戦であるとも言え、JEM曝露部は、このような未知かつリスクな実験に最適の場を提供する。

② エネルギー関連技術

エネルギー関連技術は、科学技術創造立国としての我が国にとって、独自性・自立性を確保すると同時に真の国際貢献を可能とするために発展させるべき重要な技術である。また、今後、宇宙に活動を広げていく際にも必ず必要になるものであり、無線でのエネルギー伝送の技術、太陽熱の利用技術、電力貯蔵技術など、宇宙インフラストラクチャの開発・利用のための鍵となる技術である。さらに、宇宙でのエネルギー関連技術の発展は、地上での基礎工学研究や、プラズマ物理・半導体物理等の理科学研究の推進への寄与も期待される。JEM曝露部は、このようなエネルギー関連技術の実証を行うために好都合な条件を数多く備えている。

③ 通信関連技術

通信関連技術におけるJEM曝露部利用は、以下の意義、必要性があり、これらの技術課題について、JEM曝露部を利用して実証を行うことは極めて有意義である。

- ・ 将来の宇宙インフラストラクチャにおける大容量通信・データ中継システムに必要な技術の実証実験とデータ取得
- ・ 高度情報通信基盤やグローバル・インフォメーション・インフラストラクチャ（GII）構築に必要な超高速衛星通信システム等の実現の鍵となる技術に関する実験実証とデータ取得
- ・ 次世代の高度な衛星通信システムに必要な要素技術における我が国の技術開発能力の向上

④構造物関連技術

21世紀には、宇宙インフラストラクチャとして、各種プラットフォームなどの大規模な宇宙構造物が想定されるが、このためには、軌道上での軽量の構造物の展開・組立等に関する設計・構築技術の確立、姿勢制御の安定化、衝撃荷重の低減、高度宇宙環境利用のための微小重力環境の改善等が課題となる。これら課題の解決に向けて着実に技術開発を進めるためには、宇宙環境下での材料・機構部品の劣化、熱変形、振動等の諸現象の把握や技術実証方法の研究を行うとともに、地上試験のみでは不十分な要素技術の実証や新しいコンセプトの構造物の研究開発を軌道上で行う必要があり、JEM曝露部はそのための有効な場となる。

⑤熱管理・液体管理関連技術

将来の宇宙インフラストラクチャにおいては、エネルギー需要の増大や温度管理等に関するミッション要求の多様化・高度化、軌道上での燃料の貯蔵・再補給といった新たなニーズなどに応じて、大容量の熱輸送・排熱や極低温冷却といった熱の管理技術及び熱輸送用液体や極低温液体推進剤等の液体の管理技術が重要である。これらの要素技術の実証を行うためには、JEM曝露部は有効な場となる。

⑥宇宙環境計測・影響評価関連技術

JEM曝露部では、宇宙空間に開放された場での宇宙環境の利用が可能となるが、そのためには、利用すべき宇宙環境を十分に理解することが重要である。科学衛星等の観測により、自然科学の立場からの地球周辺の宇宙環境の理解が進んできたものの、宇宙環境利用の立場からのデータの収集や蓄積、宇宙環境が材料や部品に与える影響の理解は依然として十分なものではない。このため、JEM曝露部を利用して、宇宙ステーション周辺／軌道近傍における宇宙放射線、中性ガス、プラズマ、磁界、電界、電磁波、紫外線等の宇宙環境を計測しデータを蓄積するとともに、スペースデブリについても、回収等の将来的な対策を念頭に置きつつ、計測を行う。また、宇宙用の部品・材料に対して宇宙環境が及ぼす影響についてもデータを収集・蓄積する。

⑦その他

これまで我が国では検討が十分ではなかったが、最近米国等においてJEM曝露部利用を目指した研究が進められているものとして、極低温での物理現象など、基礎物理現象の研究が挙げられる。また、重力環境制御、軌道・姿勢制御、宇宙環境計測・スペースデブリ捕獲など、幅広い用途が想定されるテザー技術もJEM曝露部利用の可能性が考えられる。

(2)地球観測

地球環境を監視し、環境破壊を防ぎ、環境を保護するためには、変化の実態を把握し、そこで起こっている現象のメカニズムを解明し、モデル化してシミュレーションを行い、将来を予測し、その結果に基づいて対策を立てる、ということが必要である。このためには、地球全体規模での環境の観測、監視が重要であり、宇宙からの地球観測は、その不可欠の手段である。このような地球環境観測を効率的かつ効果的に行うために、長期的な観測シナリオを検討し、これに基づき将来必要となる観測センサや観測システム技術の研究開発を進めることが重要である。JEM曝露部は地球観測として以下の利点を有しており、このような観測シナリオの中で有効に利用していくことが重要である。

- ・ 軌道高度が比較的低高度で、通常の衛星では実現し難い高度を長期にわたって維持できること
- ・ 軌道傾斜角が51.6度で、人間活動の行われる主要な緯度範囲をカバーしていること
- ・ 重量・電力等のリソースの制約が比較的小さいこと
- ・ 機器の構成変更や保守の可能性があるので、開発要素の多い機器による検証実験等にも利用できること

地球観測センサや観測システムに関しては、今後、技術的な難度の高い大気観測を中心としたミッションの実現が課題となっている。上記のJEM曝露部の利点を踏まえ、これらのミッションに対してJEM曝露部が有効な場を提供することが期待される。これまでの検討により、特に初期の利用として、大気中の水蒸気・エアロゾルや風ベクトルの観測に有効なレーザレーダ（ライダー）の搭載実験、大気中の微量気体からのサブミリ波放射の計測の宇宙実証、地球温暖化の現象解明とモデル化に重要な上層雲のレーダによる観測実験、対流圏の大気成分の全地球的な観測などのミッションが提案されてきた。今後さらに本分野の研究を推進することで、より高度な地球観測ミッションの提案がなされることが期待される。

(3)宇宙観測

人類は、宇宙や太陽系の起源そして構造、地球及び生命体の誕生といったものへの科学的興味を常に探究し続けてきた。この要求に応える宇宙の科学的探究の活動は、ますます重要なものとなっている。これらによって得られる様々な知見や知識は、新しい宇宙観・地球観・生命観を生み出し、新たな思想や文化の創造、知的で成熟した社会の実現に貢献するものと考えられる。

このような宇宙科学、とりわけ宇宙からの天文観測において、JEM曝露部の利用は、姿勢変動や視野、高精度のポインティング、有人システムに伴う安全性要求等の制約があるものの、観測装置の開発期間の短縮や定期的な輸送手段の確保が可能であり、重要な観測イベントの時期に合わせた実験装置の搭載が可能となること、実験装置の回収による実験内容の多様化や技術

実証実験が可能となることなどの利点を有している。このため、宇宙観測の分野においても、科学的に意義があり国内に推進できる研究グループがあること、他の宇宙観測衛星や地上での観測と重複せずに相補的であること、曝露部の特徴を生かせることなどの考え方にに基づき、J E M曝露部を有効に利用していくことが重要である。

宇宙観測の分野においては、宇宙科学研究所を中心として衛星などを用いた科学観測の成果と経験が積み重ねられている。J E Mにおけるミッションでもそれらに対応する高度な観測計画が期待されており、この観点からの検討は既に長期にわたり行われてきた。特に初期の利用においては、制約条件に十分配慮した計画を厳選し、確実な科学的成果を目指すことが重要であるが、初期のJ E M曝露部の有効な利用に向け、そうした条件を満たす計画として、以下のような具体的ミッションが提案されてきた。

- ・ X線全天モニタ等による高エネルギー天体や突然現象の監視・発見
- ・ 未解明であるガンマ線バースト現象の捜索・研究
- ・ 高エネルギー宇宙線の直接観測による宇宙線の起源の解明
- ・ 太陽の次期活動期に合わせたX線スペクトルなどの活動モニタリング
- ・ 高エネルギー電子の観測による宇宙空間での電子加速などの研究

今後、J E Mの環境条件や利用の可能性が明確になるにつれて、さらに、電波や可視・赤外線観測などの分野でも優れた提案がなされることが期待される。

十分な準備期間が確保できる時期における
J E M利用テーマ選定の考え方等

1. 宇宙環境を利用した物質科学等の研究に関する利用テーマ選定に向けての考え方と課題例

宇宙環境を利用した物質科学等に関する研究において、計画的な研究の推進、国際的な調整、実験装置の開発等を行うための十分な準備期間が確保できる時期に選定するJ E M利用テーマの考え方及びそれに対応する課題例は、以下のとおりとすることが適当である。

なお、本研究分野においては、今後、各研究機関・利用機関による研究や公募により研究を推進するシステム等により、さまざまな視点からの研究を進め、より重要な課題や有望なテーマがさらに生み出されていくことを期待するものである。このため、以下の考え方、内容及び具体的な課題等については、これら研究の進捗を踏まえて見直すことが適当である。

(1) 国際的に我が国が優れた微小重力研究の実施

微小重力研究は人類にとっての知的資産の形成を目指す新たな研究分野であるとの観点から、J E M利用にあたっては、我が国が国際的に優れた研究に重点を置いて進め、微小重力科学の発展への貢献を果たすことが適当である。

具体的には、結晶成長機構に関する研究、マランゴニ対流のモデル化に向けた研究、燃焼現象に関する研究等について、我が国は、これまでの研究の実績により優れた研究ポテンシャルを有していると考えられる。

今後、J E M利用に向けて、これらの研究をより一層充実させるとともに、さらに国際的に優れた研究を増やしていくことが重要である。

(2) 先端の実験技術の開発と基礎的データの蓄積

宇宙環境利用の一層の発展のためには、その有するポテンシャルを十分に発揮させる先端的な手法の実験技術の開発を計画的に進めていくことが重要である。また、これまでに得られた知見に基づき、基礎的データを体系的に蓄積し、その成果をより汎用的なものとして役立てていくといった取組を進めていくことも重要である。

具体的には、先端的な実験技術開発としては、準安定相の生成とともに新材料創製に期待されている浮遊処理技術等が挙げられる。また、基礎的データの体系的な蓄積としては、高品質結晶製造のシミュレーション研究等に有用となる拡散係数や熱物性値の高精度計測等が挙げられる。

(3) 新材料等の創製に向けた先導的プロジェクトの実施

特に、初期のJEM利用にあたっては、国民の理解を得、より多くの研究者の関心を高めていくとともに、新しい産業の鍵となる技術の創出等の宇宙環境利用の有効性を実証するため、先導的なプロジェクトの実施によって、宇宙環境を利用して有望な新材料等を創製することを目指した取組にも重点をおいて進めることが適当である。

具体的には、化合物半導体の創製、良質のタンパク質結晶の育成、複合材料の創製等の研究が考えられる。

2. ライフサイエンス等の研究に関する利用テーマ選定に向けての考え方

宇宙環境を利用したライフサイエンス等の研究については、我が国は、米国やロシアに比して宇宙での研究経験が少なく、今後、地上での高い研究ポテンシャル等を活かして、我が国として特徴ある研究を発掘し、育成していくべき段階にある。このため、計画的な研究の推進、国際的な調整、実験装置の開発等を行うための十分な準備期間が確保できる時期に選定すべきJEM利用テーマについては、現段階で具体的な課題を挙げるよりも、当面、そのような利用テーマの選定に向けて、以下のとおりの考え方を明確にし、宇宙環境利用の研究等の進捗を踏まえ、それぞれの考え方に応じて具体的な研究テーマを選定していくことが適当である。

(1) 生命と環境の関係の視点から生命に関する根源的な疑問に答える研究の実施

宇宙開発は、本来、国家の枠を越えて協調し、人類の利益のために持続的に取り組むことが望まれる分野である。我が国は、これまで、独自の有人宇宙システムを持たず、平和目的に徹して着実に宇宙開発を進めてきた。このような我が国にとって、宇宙ステーション計画に参加し、それを利用してライフサイエンス等の研究を進めることの大きな目的の一つは、宇宙ステーションを人類共通の財産として最大限に有効活用し、生命や宇宙といった人類の根源的な疑問に答えるような科学研究を進め、共通の利益となる新たな知見や知識を獲得していくことに求められるべきである。

環境と生命との関わり合いに関して、宇宙環境が生物・人間に与える影響や機構を解明していくことにより、地球上の環境で生物・人間が獲得した機能・形質等に関する理解を深め、生命現象を解明するとともに、生命の起源や進化といった疑問に答え、宇宙における地球生命体の生存や時間的・空間的な可能性を探究していくことが重要である。

(2) 宇宙実験成果により人々の生活の向上や環境改善等に役立つ研究の実施

宇宙環境利用を進めるにあたっての重要な視点の一つは、地上での社会生活等との関連であり、宇宙環境利用の成果が広く社会に還元され、より広範囲に利用されるよう進めることが重要である。

宇宙環境を利用したライフサイエンス等の研究から得られた知見や知識は、例えば、老人等の骨粗鬆症への対策や、地球環境での生態系の保護等に役立つ可能性が考えられる。このような波及効果の大きい研究を進めることにより、宇宙環境利用に対する理解が広まるばかりでなく、関心を有する研究者を増やし、さらに有意義な成果をもたらすことが期待される。

(3) 人類の活動領域の拡大に向けた有人宇宙活動の基盤技術の獲得

人類はこれまでも、その長い歴史において活動領域の拡大を図ってきたが、人類がその活動領域を宇宙へと拡大していくことは、人類が持続的に発展、繁栄していくという希望の現れの一つである。地球の有限性についての認識が高まる一方、技術的にかなりの信頼性をもって宇宙へと活動領域を拡大する可能性を有するに至った現在において、人類が宇宙に進出したいと考えることは、自然な欲求であるといえる。この観点から、有人宇宙活動は、人類共通の利益をもたらすとともに、人類史的な意義を持つものであり、国際的な活動として長期にわたって着実かつ継続的に進めることが重要である。

このような重要な意義を有する有人宇宙活動に対して、我が国としては、国際的な枠組みの中で宇宙ステーション計画に参加しつつ、宇宙飛行士の選抜・訓練・健康管理についての経験を十分に積むとともに有人宇宙システムに係る技術の修得を行うこととしており、このような取組を着実に進めていくことが重要である。

また、長期的には、国際的な有人宇宙活動の展開に対して、我が国も積極的な貢献が果たせるよう進めることが重要であり、宇宙ステーションの利用にあたっては、宇宙医学の研究や閉鎖生態系の研究など、先行的・基盤的な研究を進めていくことが重要である。

(4) 我が国として特徴ある研究の実施に向けた先端の実験技術等の研究開発

ライフサイエンス等の研究については、地上における研究手法・実験技術が近年急速に発展している。これらの先端的な研究手法や実験技術を宇宙での実験に適用することにより、新たな知見の獲得が期待されるとともに、我が国として特徴のある新たな宇宙環境利用の可能性が広がっていくものと考えられる。このため、このような視点から我が国として先端的な実験技術や研究手法の研究開発を推進していくことが重要である。

3. JEM曝露部利用の考え方

JEM曝露部を有効に利用していくための考え方としては、以下に示す4つの考え方に整理することが適当であり、これらの考え方に基づいて有意義な利用テーマを選定していくことが適当である。

特に、初期のJEM曝露部利用については、利用の多様性を確保することが重要であり、上記の各考え方に対して、JEM曝露部の各ユニットを割り当てることが適当である。さらに、これらに対応して、それぞれ専門家による選定委員会を設けるとともに、速やかに初期の利用テーマを選定し、計画の実現に向けた具体的準備を進めていくことが適当である。

なお、これらの利用の考え方については、利用提案の具体化や利用の進捗等に応じて、特に有効な分野等を見定めるなどにより、JEM曝露部全体が効率的かつ有効に利用されるよう、その内容やユニットの割り当て等を柔軟かつ適切に見直していくことが適当である。

(1) 曝露部を利用した先端的な科学研究の実施

宇宙ステーションの利用における大きな目的の一つは、宇宙ステーションの特長を活かした科学研究を行い、人類共通の利益となる知見や知識を獲得し、人類の知的フロンティアの拡大を図ることである。この観点から、JEM曝露部の利用にあたっては、その特長を活かした先端的な科学研究を進めることに重点をおいて進めることが重要である。

このため、宇宙の起源・進化・構造を探究するための軌道上からの天体観測、宇宙からのリモートセンシングによる地球科学研究、微小重力を利用した基礎物理現象の研究、材料・ライフサイエンス分野の科学研究など、広範な分野を対象として、その科学的価値から有意義なテーマを選定し、JEM曝露部ならではの科学研究を実施する。

(2) 宇宙インフラストラクチャ構築のための先端的・基盤的技術の開発

宇宙開発は、本来的に、未知なる可能性を秘めた宇宙を、人類共通の財産として、最大限有効に活用していくことを目指している。宇宙インフラストラクチャは、このような宇宙開発を、効率的かつ安定的に展開して行くために必要な共通基盤的なシステムであり、その構築に向けて、長期的観点から着実に進めることが重要である。JEM曝露部は、このような宇宙インフラストラクチャ構築のために必要となる先端的・基盤的な技術の開発の場として有効であり、その利用にあたっては、宇宙インフラストラクチャ構築を目指した研究や技術開発に重点をおいて進めることが重要である。

このため、ロボティクス・テレサイエンス、エネルギー、構造物等をはじめとした様々な技術分野を対象として、宇宙インフラストラクチャ構築に必要な重要な開発項目の観点からテーマを選び、JEM曝露部を最大

限活用した技術開発を行う。

(3) 新たな宇宙利用の創出に向けた利用ミッションの実証

宇宙開発の大きな目的の一つが、国民の社会生活等に実際に役立つ宇宙利用の創出であることは言うまでもない。宇宙を利用した通信・放送、気象観測といったものは既に国民生活に不可欠となっているが、利用ニーズの高度化や多様化に対応して、新たな宇宙利用ミッションの創出を図ることが重要であり、このためには、独創的なアイデアや技術的難度の高い開発が必要である。JEM曝露部は、このような研究や技術の実証の場として有効であり、その利用にあたっては、新たな宇宙利用の創出に向けた研究や技術開発、ミッションの実証に重点をおいて進めることが重要である。

このため、将来の宇宙利用に繋がる地球観測・通信ミッションの技術実証や個別の衛星で行うには挑戦的な利用ミッションの実施、また、そのクリティカルな要素技術の研究や開発などを対象として、JEM曝露部の有効性を踏まえてテーマを選び、JEM曝露部を利用した研究、技術開発・実証等を幅広く進め、新たな宇宙利用ミッションの創出を図っていく。

(4) 共同利用のプラットフォームとしての多くのニーズへの対応

JEM曝露部に対しては、宇宙環境の理解や利用の高度化を図るために必要な科学データの収集・蓄積、宇宙用部品・材料の高度化・高信頼性化を図るための試験の実施と技術データの蓄積、小型の機器による多くの観測やタイムリーな観測、構成要素レベルでの技術開発など、数多くの利用が期待されている。これらは、それぞれ小型の利用ミッションであり、個別には通常の衛星等でも実施可能である。しかし、全体として、このような共同利用型の活動は、長期にわたって運用利用される軌道上の拠点の構築によってはじめて可能となるものであり、JEM曝露部利用の大きな特徴といえる。また、このような活動を効果的に展開することで、より多くの研究者の宇宙開発利用への参画やより独創的な研究開発が促されることが考えられ、大きな意義を有する。この観点から、JEM曝露部利用にあたっては、小型のさまざまな利用テーマに対する共同利用のプラットフォームとしての活動を確保し、数多くの利用ニーズに応えていくことに重点をおいて進めることが重要である。

(参考1)

宇宙環境利用部会の設置について

平成7年9月6日
宇宙開発委員会決定

我が国の宇宙環境利用を効果的に推進し有効な成果をもたらすため、宇宙環境利用部会を常設部会として設置することとし、「部会の設置について」(平成7年7月26日付宇宙開発委員会決定)に下記の事項を追加し、同決定を別紙のとおり改正することとする。

また、これに伴い、宇宙ステーション部会を廃止する。

記

1. 宇宙開発委員会に、常設部会として、宇宙環境利用部会を置く。
2. 宇宙環境利用部会は、宇宙環境利用の分野の重要事項に関するもののうち、宇宙開発委員会で定めるものについて調査審議する。

(別紙)

部会の設置について

平成 7 年 9 月 6 日
宇宙開発委員会決定

宇宙開発委員会（以下「委員会」という。）における部会の設置等について、次のとおり定める。

I. 部 会

委員会に設置する部会は、常設部会及び特別部会とする。

1. 常設部会

(1) 委員会に、常設部会として、計画調整部会、安全評価部会、技術評価部会及び宇宙環境利用部会を置く。

(2) (1) に掲げる部会は、それぞれ次の各号に規定する事項のうち、委員会で定めるものについて調査審議する。

① 計画調整部会

毎年度の宇宙開発関係経費の見積り方針及び宇宙開発計画に関すること。

② 安全評価部会

宇宙開発に係る安全に関すること。

③ 技術評価部会

人工衛星及び人工衛星打上げ用ロケットの打上げ（打上げ実験及び地上実験を含む。）の評価に関すること。

④ 宇宙環境利用部会

宇宙環境利用の分野の重要事項に関すること。

(3) 専門委員が常設部会に属する期間は、次のとおりとする。

① 専門委員が常設部会に属する期間は、2 年とする。ただし、補欠の専門委員が属する期間は、前任者の残りの期間とする。

② 常設部会に属する期間は、更新することができる。

③ 常設部会に属する期間の満了の時点において調査審議中の事項がある場合には、調査審議が終了するまで属する期間を延長することができる。

2. 特別部会等

(1) 委員会に、必要に応じ別に委員会で定める特別の部会等を置く。

(2) (1) に掲げる部会等は、委員会で定める事項について調査審議する。

II. 分科会

1 部会は、その定めるところにより、分科会を置くことができる。

2 分科会に属すべき専門委員は、部会長が指名する。

3 分科会に分科会長を置き、その分科会に属する専門委員のうちから部会長の指名する者がこれにあたる。

4 分科会は、分科会長が召集し、主宰する。

5 分科会長に事故があるときは、その分科会に属する専門委員のうちから、あらかじめ部会長の指名する者がその職務を代理する。

6 分科会において調査審議を終了したときは、その結果に基づき、部会で定めるところにより、部会又は部会長に報告し、又は意見を述べるものとする。

7 1 から 6 までに定めるもののほか、分科会の運営に関し必要な事項は、分科会長が分科会にはかって定める。

宇宙環境利用部会 構成員

相原 宏徳
浅島 誠
池上 徹彦
石澤 禎弘
大慈彌省三
海部 宣男
軽部 征夫
木村 茂行
木村 錫一
黒川 清
河野 通方
○澤岡 昭
中嶋 暉躬
古濱 洋治
増田 祐司
松尾 弘毅
向井 千秋
◎山中 龍夫
覧具 博義

三菱商事（株）常務取締役
東京大学教養学部教授
日本電信電話（株）取締役基礎技術総合研究所長
宇宙開発事業団理事
石川島播磨重工業（株）副社長
文部省国立天文台教授
東京大学先端科学技術研究センター教授
科学技術庁無機材質研究所総括無機材質研究官
通商産業省工業技術院四国工業技術研究所長
東京大学医学部教授
東京大学工学部教授
東京工業大学応用セラミックス研究所長
サントリー（株）生物医学研究所長
郵政省通信総合研究所長
東京大学社会情報研究所教授
文部省宇宙科学研究所教授
宇宙飛行士（宇宙開発事業団有人宇宙活動推進室）
横浜国立大学工学部教授
日本電気（株）基礎研究所長

◎：部会長

○：部会長代理

宇宙環境利用の総合的な推進方策に関する調査審議について

平成7年9月6日
宇宙開発委員会決定

我が国の宇宙環境利用を効果的に推進し有効な成果をもたらすため、次により調査審議を行う。

1. 審議事項

宇宙環境利用の総合的な推進方策について調査審議を行う。

2. 審議方法

1. の調査審議は、宇宙環境利用部会において行うこととし、必要に応じて宇宙開発委員会に報告を行うこととする。なお、当面の宇宙環境利用の推進方策については、平成8年3月末までに終えることを目途に調査審議を行う。

宇宙環境利用部会 調査審議経緯

- 第1回 平成7年10月31日(火)
(1) 宇宙環境利用部会の設置について
(2) 宇宙環境利用の現状について
(3) 宇宙環境利用の総合的な推進方策の調査審議の進め方について
- 第2回 平成7年11月22日(水)
(1) 欧米等の宇宙環境利用の計画等について
(2) 宇宙環境利用の総合的な推進方策について(その1)
・専門委員の意見(その1)
・宇宙環境利用の意義について
(3) 各分野の重点課題等の検討のためのワーキンググループについて
- 第3回 平成7年12月22日(金)
(1) 宇宙環境利用の総合的な推進方策について(その2)
・専門委員の意見(その2)
・宇宙環境利用の推進の基本について
- 第4回 平成8年2月13日(火)
(1) 宇宙環境利用の総合的な推進方策について(その3)
・専門委員の意見(その3)
・宇宙環境利用の推進方策・推進体制について(その1)
- 第5回 平成8年2月29日(木)
(1) 宇宙環境利用の総合的な推進方策について(その4)
・総合的な推進方策に関する議論の整理
・宇宙環境利用の推進方策・推進体制について(その2)
(2) ワーキンググループにおける検討の進め方について
- 第6回 平成8年3月21日(木)
(1) 宇宙環境利用の総合的な推進方策について(その5)
・専門委員の意見(その4)
・JEM利用テーマの評価・選定にあたっての考え方について
- 第7回 平成8年4月23日(火)
(1) 宇宙開発委員会の公開等について
(2) 宇宙環境利用の総合的な推進方策について(その6)
・専門委員の意見(その5)
・宇宙環境利用研究センターについて
(3) 各ワーキンググループからの報告
- 第8回 平成8年5月16日(木)
(1) 宇宙環境利用部会報告書(素案)について
(2) スペースハブ利用による蛋白質結晶実験について
- 第9回 平成8年6月13日(木)
(1) 宇宙環境利用部会報告書のとりまとめ
(2) 今後の調査審議の進め方について

(参考4)

第1 ワーキンググループ

(宇宙環境を利用した物質科学、新材料創製、物理・科学現象の解明等の分野)

【構成員】

[部会専門委員]

池上 徹彦	日本電信電話(株)取締役基礎技術総合研究所長
木村 茂行	科学技術庁無機材質研究所総括無機材質研究官
木村 錫一	通商産業省工業技術院四国工業技術研究所長
○澤岡 昭	東京工業大学応用セラミックス研究所長
覧具 博義	日本電気(株)基礎研究所長

[その他有識者]

東 久雄	科学技術庁航空宇宙技術研究所主任研究官
伊藤 献一	北海道大学工学部教授
岸 輝雄	東京大学先端科学技術研究センター長
栗林 一彦	文部省宇宙科学研究所宇宙基地利用研究センター長
西永 頌	東京大学工学部教授
三浦 秀士	熊本大学工学部教授
山本 良一	東京大学生産技術研究所教授

○: 主査

【開催経緯】

第1回 平成8年3月11日(月)

- (1) 宇宙環境利用の総合的な推進方策の調査審議について
- (2) ワーキンググループにおける検討の進め方について
- (3) 第1 ワーキンググループに係る宇宙環境利用分野の現状と重要領域に関する調査結果について
- (4) 第1 ワーキンググループでの検討の進め方について

第2回 平成8年4月4日(木)

- (1) 第1 ワーキンググループ報告(素案)について

第2 ワーキンググループ

(宇宙環境を利用したライフサイエンス、宇宙医学、有人宇宙技術等の分野)

【構成員】

[部会専門委員]

浅島 誠	東京大学教養学部教授
軽部 征夫	東京大学先端科学技術研究センター教授
○黒川 清	東京大学医学部教授
中嶋 暉躬	サントリー(株)生物医学研究所長

[その他有識者]

内野 善生	東京医科大学医学部教授
大西 武雄	奈良県立医科大学生物化学教室教授
長田 裕之	科学技術庁理化学研究所抗生物質研究室主任研究員
鎌田 博	筑波大学生物科学系教授
竹下 彰	九州大学医学部教授
長棟 輝行	東京大学工学部化学工学科教授
東田 陽博	金沢大学医学部神経情報研究所教授
山下 雅道	文部省宇宙科学研究所宇宙基地利用研究センター助教授

○: 主査

【開催経緯】

第1回 平成8年3月7日(木)

- (1) 宇宙環境利用の総合的な推進方策の調査審議について
- (2) ワーキンググループにおける検討の進め方について
- (3) 第2 ワーキンググループに係る宇宙環境利用分野の現状と重要領域に関する調査結果について
- (4) 第2 ワーキンググループでの検討の進め方について

第2回 平成8年4月4日(木)

- (1) 研究領域、研究課題等に関する委員の意見
- (2) 第2 ワーキンググループ報告(素案)について

第3回 平成8年4月16日(火)

- (1) 諸外国における宇宙環境利用ライフサイエンス研究の目標等について
- (2) 我が国及び欧米の宇宙ステーション用実験装置について
- (3) 第2 ワーキンググループ報告(案)について

第3ワーキンググループ
(宇宙での理工学・通信の研究、宇宙観測、地球観測、宇宙インフラストラクチャ整備のための基盤的・先端的な技術開発等の分野)

【構成員】

[部会専門委員]

海部 宣男	文部省国立天文台教授
○河野 通方	東京大学工学部教授
古濱 洋治	郵政省通信総合研究所長
松尾 弘毅	文部省宇宙科学研究所教授

[その他有識者]

小川 利紘	東京大学理学部教授
幸坂 紳	通商産業省工業技術院電子技術総合研究所極限技術部長
戸田 勸	科学技術庁航空宇宙技術研究所構造力学部長
松本 紘	京都大学超高層電波研究センター長

○：主査

【開催経緯】

第1回 平成8年3月27日(水)

- (1) 宇宙環境利用の総合的な推進方策の調査審議について
- (2) ワーキンググループにおける検討の進め方について
- (3) 第3ワーキンググループに係る宇宙環境利用分野の現状と重要領域に関する調査結果について
- (4) 第3ワーキンググループでの検討の進め方について

第2回 平成8年4月 5日(金)

- (1) 第3ワーキンググループ報告(素案)について

(参考5)

我が国における宇宙環境利用に関する主な経緯

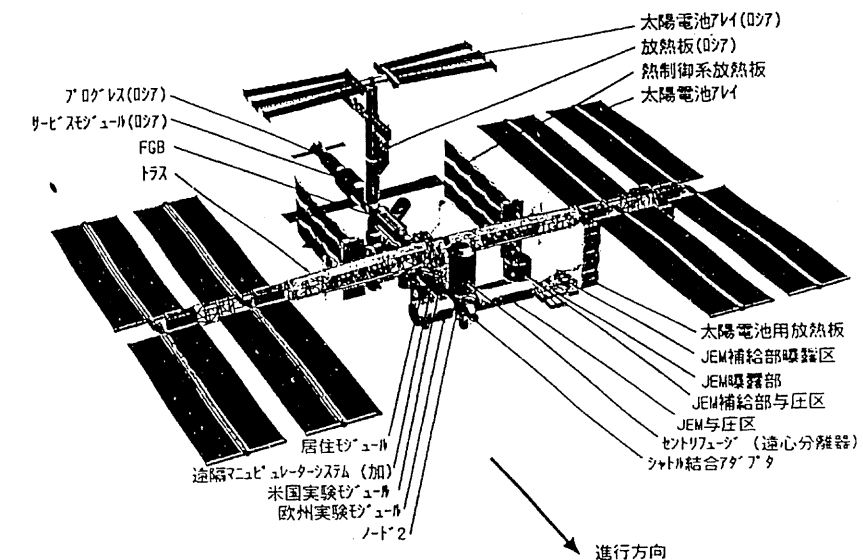
- 昭和31年 ・ 東京大学熊谷教授による微小重力下での液滴の燃焼実験(発表)
- 昭和36年 ・ 東京大学による三陸大気球実験の開始
- 昭和48年 ・ スカイラブ計画における金属材料研究所高橋博士による複合材料作製実験
- 昭和54年 ・ 宇宙開発委員会第二部会報告「スペースシャトルの利用の推進について」(第一次材料実験の実験テーマの募集)
- 昭和55年 ・ 小型ロケット(TT-500A)による微小重力実験(以降、昭和58年までに6回実施。うち2回回収失敗。)
- 昭和56年 ・ 米国スペースシャトル初飛行
- 昭和58年 ・ スペースシャトルの宇宙実験室(スペースラブ)による初実験
・ 宇宙科学研究所によるスペースシャトルによる粒子加速器を用いた実験(SEPAC)の実施
- 昭和59年 ・ 米国レーガン大統領が宇宙ステーション計画の推進を発表
・ 朝日新聞社によるスペースシャトルを利用した雪結晶成長実験
・ 宇宙開発委員会第一次材料実験テーマ選定特別部会で第一次材料実験の実験テーマを選定
・ 宇宙利用シンポジウム(第1回)開催(以降、平成7年までに12回開催)
- 昭和60年 ・ 宇宙開発委員会宇宙基地計画特別部会報告「宇宙基地計画参加に関する基本構想」
・ 第1回宇宙環境利用国際シンポジウム(IN SPACE)開催(以降、平成7年までに10回開催)
・ 第1回宇宙ステーション利用計画ワークショップ開催(以降、平成8年までに18回開催)
- 昭和61年 ・ スペースシャトル・チャレンジャー事故
・ (財)宇宙環境利用推進センター設立
・ (株)宇宙環境利用研究所設立
・ (財)無人宇宙実験システム研究開発機構設立
- 昭和62年 ・ 宇宙開発委員会宇宙基地特別部会報告「宇宙ステーションの開発利用の本格化に向けて」
・ 宇宙科学研究所宇宙基地利用研究センター設立

- 昭和63年
- ・ 宇宙科学研究所宇宙基地利用基礎実験費による研究支援開始
 - ・ 日本、米国、欧州及びカナダの12ヶ国が宇宙ステーションの設計、開発、運用及び利用に関する協力協定に署名
- 平成元年
- ・ (株)宇宙環境利用研究所によるドイツの小型ロケットによる実験(平成2年にも実施)
- 平成2年
- ・ ダイヤモンドエアサービス(株)による航空機実験の運用開始
 - ・ (社)日本航空宇宙工業会によるスウェーデンの小型ロケットによる実験(平成4年にも実施)
 - ・ JEM利用の事前調査の実施
 - ・ TBSによるミール宇宙船への日本人の初の宇宙飛行(宇宙科学研究所によるアマガエルの実験)
- 平成3年
- ・ (株)地下無重力実験センターによる落下施設の運用開始
 - ・ 宇宙実験用小型ロケット(TR-1A)1号機打上げ(以降、平成7年までで4機を打上げ)
- 平成4年
- ・ 第一次国際微小重力実験室(IML-1)
 - ・ 宇宙開発委員会宇宙ステーション部会報告「宇宙ステーション取付型実験モジュール(JEM)の利用の基本方針」
 - ・ 宇宙環境利用フロンティア共同研究プロジェクトの開始
 - ・ (社)日本航空宇宙工業会によるミール宇宙船の利用(平成5年にも実施)
 - ・ 第一次材料実験(FMPT)
 - ・ 東京大学と中国との共同研究による中国の回収型衛星の利用
- 平成5年
- ・ ドイツのスペースシャトル利用実験計画(D-2)への宇宙環境利用研究所の参加
 - ・ 第1回JEM利用テーマ一次選定
 - ・ 日本、米国、欧州及びカナダが宇宙ステーション計画へのロシアの参加招請を決定。ロシア受諾。
- 平成6年
- ・ 第二次国際微小重力実験室(IML-2)
- 平成7年
- ・ 軌道上からの無人回収システム(EXPRESS)打上げ(失敗)
 - ・ (株)日本無重量総合研究所による落下施設の運用開始
 - ・ 宇宙実験・観測フリーフライヤ(SFU)打上げ
- 平成8年
- ・ SFU回収

宇宙環境利用関連用語

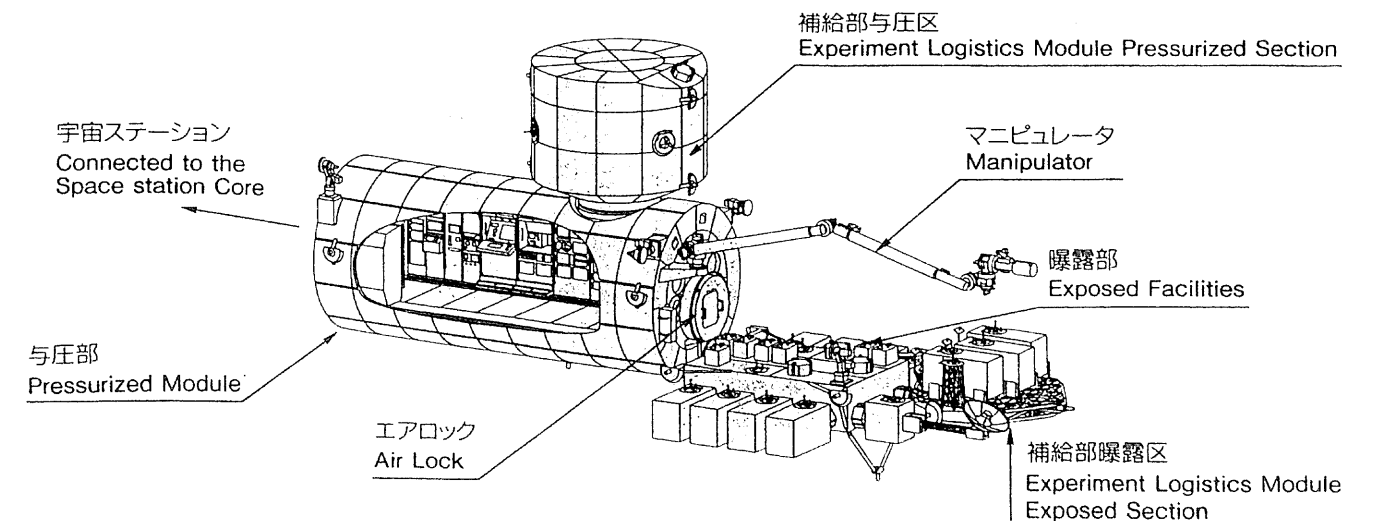
宇宙ステーション計画

日本、米国、欧州、カナダ、(ロシア)が共同して行う平和目的の国際協力プロジェクト。低軌道(約400km)の地球周回軌道上で組み立てられる宇宙ステーションにおいて、日本人を含む6名の宇宙飛行士が常時滞在し、無重力、高真空など宇宙空間の特徴を利用した研究開発を実施する。1997年に組立を開始し、2002年に組立を終了する予定。



JEM (Japanese Experiment Module: 宇宙ステーションの日本の実験棟)

材料、ライフサイエンス実験等の研究を行う実験室である与圧部、直接宇宙空間に曝された実験スペースである曝露部、実験装置、保全資材等の保管・輸送を行う補給部から構成される多目的の軌道上の実験棟。2000年に組立を開始する予定。

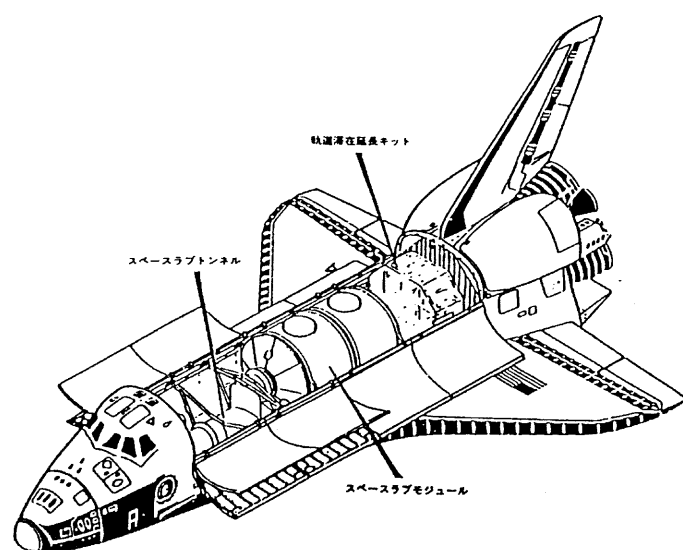


F M P T (The First Material Processing Test : 第一次材料実験)

宇宙環境を利用した我が国の本格的な宇宙実験の第一歩として、1992年9月にスペースシャトル「エンデバー」号の宇宙実験室であるスペースラブを用いて行われた国際協力ミッション。宇宙開発事業団の毛利衛宇宙飛行士が搭乗し、我が国の34テーマを含め材料及びライフサイエンス分野における43テーマの実験を8日間にわたり行った。

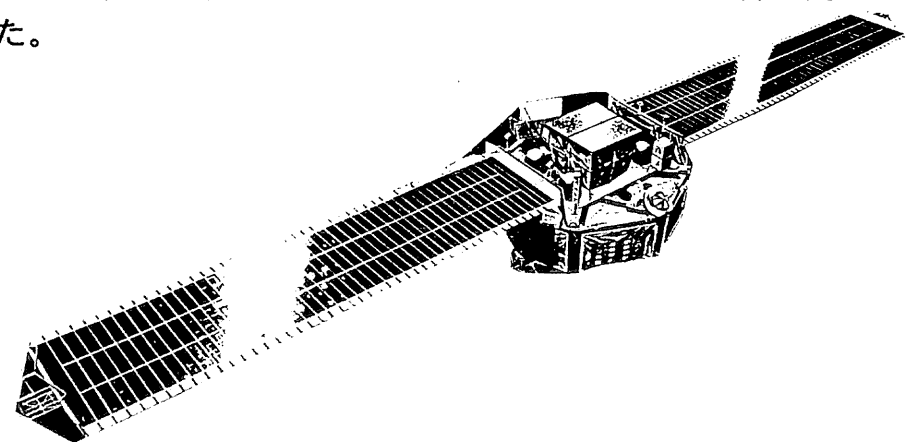
I M L - 2 (Second International Microgravity Laboratory : 第二次国際微小重力実験室)

1994年7月に日本、米国、欧州、カナダの13カ国が参加し、スペースシャトル「コロンビア」号の宇宙実験室であるスペースラブを用いて行われた国際協力ミッション。宇宙開発事業団の向井千秋宇宙飛行士が搭乗し、82テーマに及ぶ実験を14日間にわたり行った。我が国は6つの実験装置及び12テーマの実験により参加した。



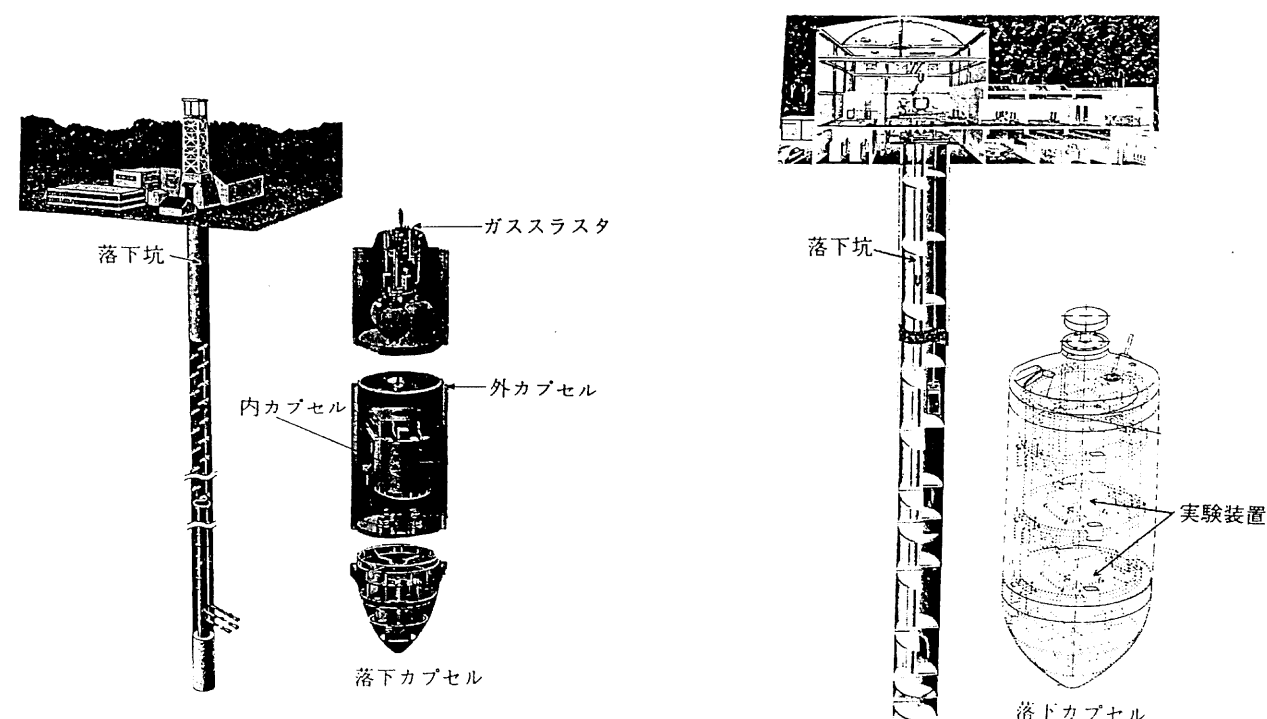
S F U (Space Flyer Unit : 宇宙実験・観測フリーフライヤ)

再使用が可能な無人宇宙実験システム。1995年3月にH-IIロケットにより打ち上げられ、軌道上で各種宇宙実験、観測等を行った後、1996年1月にスペースシャトル「エンデバー」号に搭乗した宇宙開発事業団の若田光一宇宙飛行士により回収された。



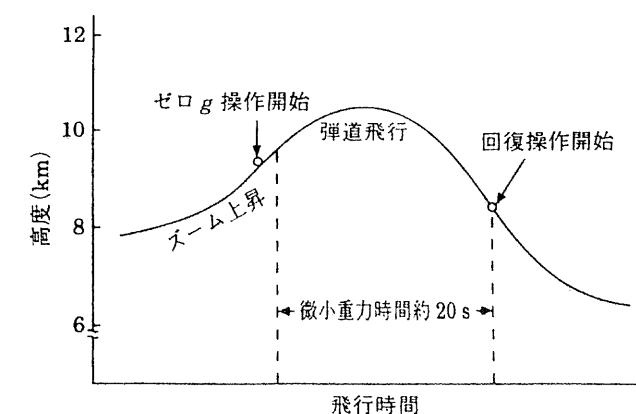
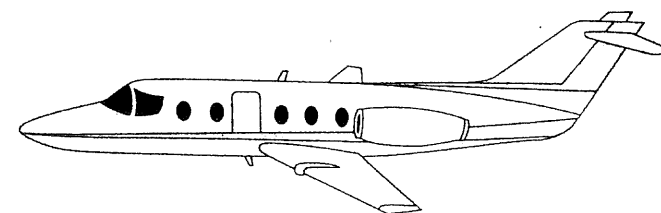
落下施設

落下施設では、塔や地下坑等において物体を自由落下させることにより得られる微小重力環境を利用し、実験等を行う。良質な微小重力レベルが得られ、比較的簡易に利用できるという利点を持つ。微小重力の持続時間は自由落下距離の長さにより、現在我が国で広く一般に供されている落下施設では4.5秒～10秒程度である。



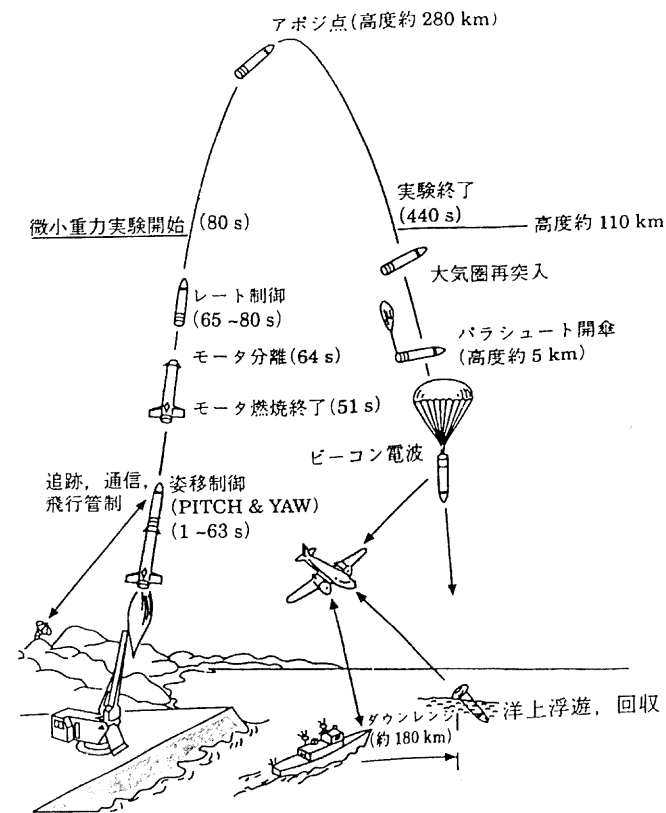
航空機

航空機を放物線飛行（パラボリックフライト）させ、上昇時及び下降時に得られる航空機内の微小重力環境により、実験等を行うことができる。微小重力レベルは他の実験手段に劣るが、数十秒間の微小重力の持続時間が得られ、研究者が搭乗し実験操作・観察等が可能になるという利点を持つ。



小型ロケット

小型ロケットを打ち上げ、大気密度が十分に低くなる高度約100 km以上の宇宙空間における上昇時及び下降時に得られる微小重力環境を利用することで実験等を行う。数分間にわたる良質の微小重力レベルが実現できる利点を持つ。



宇宙実験用小型ロケット（ＴＲ－１Ａ）５号機の打上げに係る安全対策について

平成８年６月２６日
研究開発局宇宙政策課

ＴＲ－１Ａ５号機の打上げに係る安全対策は、基本的に昨年８月に打ち上げられた４号機と同じものであり、「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価のための基本指針」に照らし妥当であると考えられる。

その安全対策の概要は、次のとおりである。

- １ ロケットの推進薬等の射場における取扱い
作業時における静電気対策、保護具・防護設備の使用等の対策がとられている。
- ２ 警戒区域の設定
整備作業期間中及び打上げ時に警戒区域（図－１）が設定され、関係者以外の立入規制が行われる。
- ３ 航空機及び船舶に対する事前通報
水路通報、ノータム等により適切な時期に必要な情報が通報される。
- ４ 落下物等に対する安全対策
ロケットの落下予想区域及び落下予測点軌跡は陸地及び外国の周辺海域に影響を与えないよう設定されている。
なお、今回の打上げにおいては、打ち上げたものがすべて地球上に落下し、ミッション終了後宇宙空間における不要な人工物体となるものはない。
- ５ 飛行に対する安全対策
打上げ時の観測風及び発射角を用いて、動翼故障時の落下予測点を解析し、これが図－２の範囲内にある場合にのみ打上げを行う。
- ６ 安全管理体制
安全確保に責任を有する者として射場安全課長（射場安全主任業務）及び主任開発部員（ロケット主任業務）が置かれている。
打上げ前には、作業別安全教育訓練、総合防災訓練等を行う。

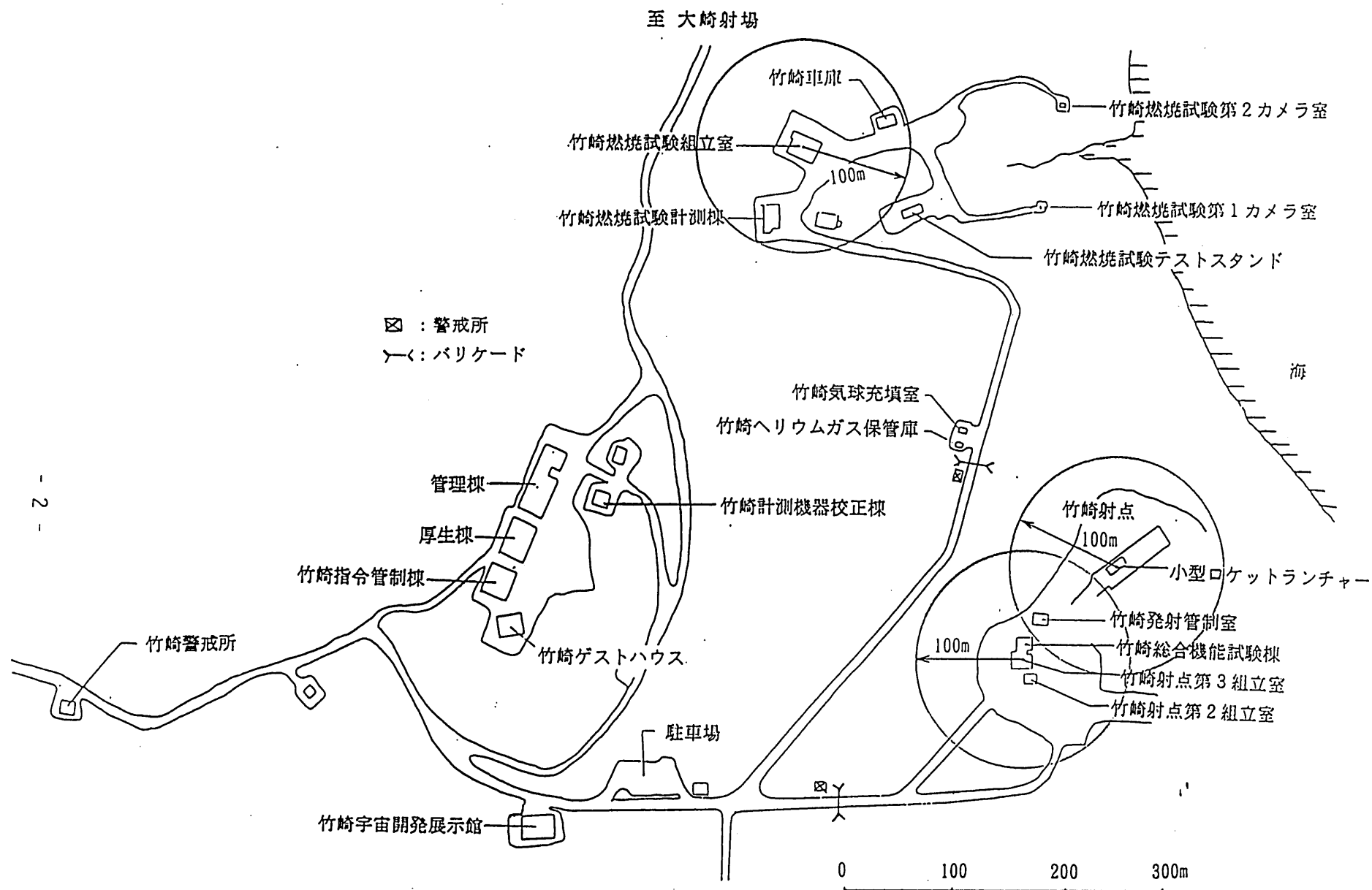


図-1 整備作業期間中の警戒区域

北緯 (度)

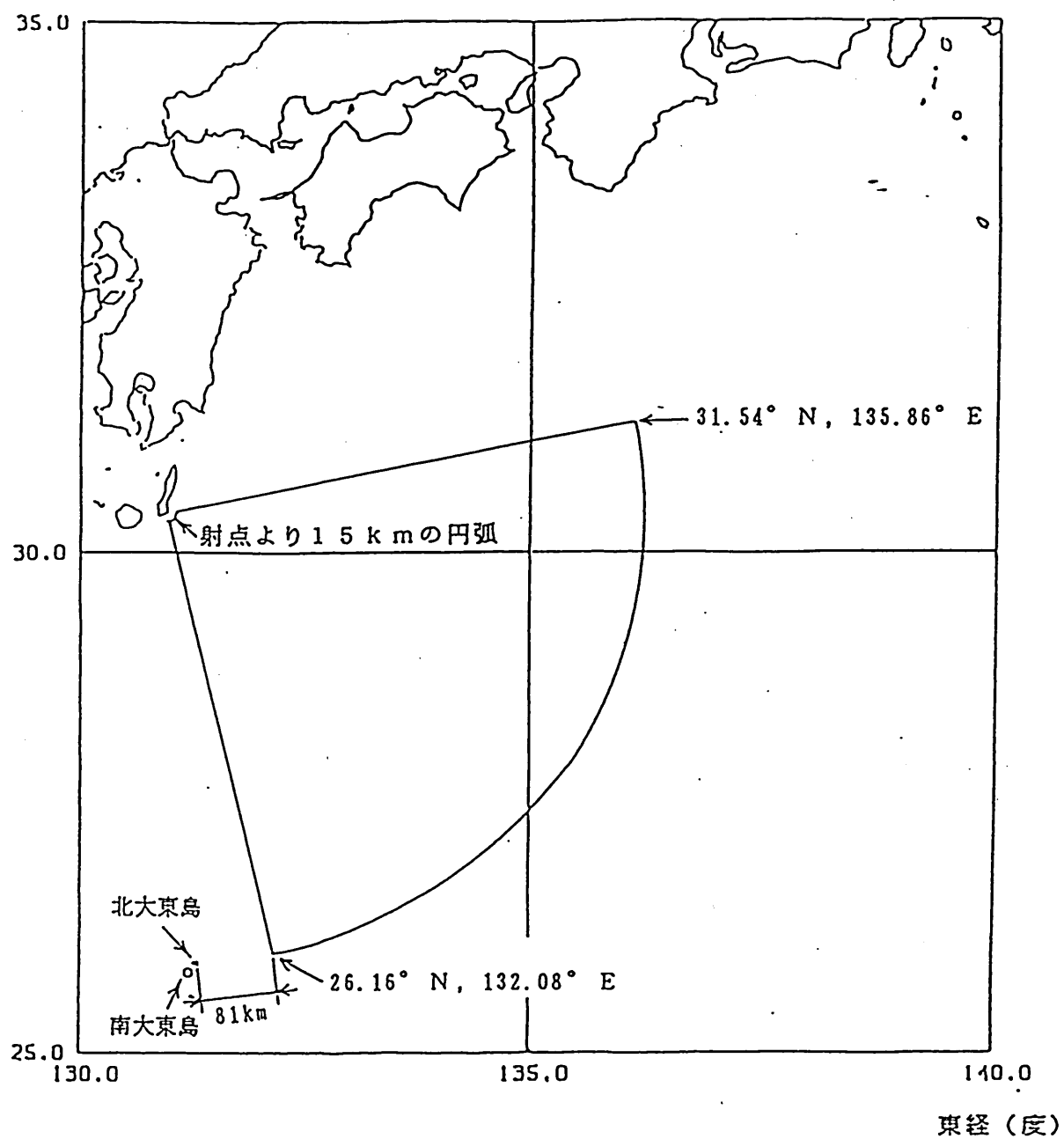


図-2 動翼故障時の落下範囲