

**委35-1-1**

**平成11年度宇宙開発事業団評価委員会部会会合の  
開催結果について**

**平成11年9月29日  
宇宙開発事業団**

平成11年5月から6月にかけて宇宙開発事業団評価委員会の部会が開催されました。

結果概要については、別紙のとおりです。

**以上**

別紙

## 平成11年度の部会評価結果概要

平成11年9月29日  
宇宙開発事業団評価委員会幹事

### 1. 実施内容

平成11年度、宇宙開発事業団評価委員会の各部会において、以下の評価を実施した。

- 事前、中間、事後の評価時期に当たる研究開発課題の評価
- 昨年度の部会における評価結果に対するアクションプランの説明

### 2. 評価のスケジュール

- 宇宙環境利用部会

日程:平成11年5月19日(水)～20日(木)

場所:筑波宇宙センター技術交流棟

- 宇宙輸送部会

日程:平成11年5月19日(水)～21日(金)

場所:東京 芝パークホテル

- 軌道上技術部会

日程:平成11年5月26日(水)～28日(金)

場所:筑波宇宙センター技術交流棟

- 地球観測部会

日程:平成11年6月15日(火)

場所:宇宙開発事業団 本社第5会議室

- 技術研究部会

日程:平成11年6月29日(火)～30日(水)

場所:筑波宇宙センター技術交流棟

### 3. 各部会の評価結果概要

別添のとおり

## 平成11年度の宇宙輸送部会の評価結果概要

### 1. 評価結果

#### (1) 課題評価

##### ① J-II衛星打上げシステム

###### (評価)

- ・J-II衛星打上げシステムの開発計画は妥当であり、十分意義を持つものと認められる。

###### (勧告及び留意事項)

- ・リスク分析を行いスケジュール、予算、海外技術・部品の利用可能性に対してキーとなるマイルストンを設けること
- ・新技術の開発を効率的に行うこと、外国メーク等との共同開発で主体性確保に留意すること

##### ②HOPE-XプログラムおよびRLV研究

###### (評価)

- ・HOPE-X及び将来のHOPE-XA計画は適切に勘案され確実に進歩していること
- ・部会としては、これまでの投資の価値とHOPE-X計画の成功がHOPE-XA計画に発展していくことなどを考慮すると、HOPE-Xを続けることが最も効果的であると認識。

###### (留意点)

- ・リスク低減策として、予備機体の建造、追加飛行実験の可能性を検討すべきである。
- ・再使用型打ち上げ機の開発に当たっては、慎重なコスト分析が必要である。

#### (2) 報告事項

##### ①前年度の部会からの提言に対する宇宙開発事業団の対応

- ・提言は、長期的に検討すべき問題でこの1年で解決できる問題ではない。
- ・宇宙開発事業団はこれらの提言に対して順次取り組んでいると評価される。

(注)部会審議の中で、次の2点についてコメントがあった。

- ・技術移転の内容について、部会の意味するところとNASDAの解釈で多少相違があるが、文化の違いもあるので特に拘らない。

部会提言の意味するところは、技術のスピンオフ、NASDAの理解は、プライバタイゼイション(Privatization、民営化)。

・「独立」性について、メンバーのプログラムとの関係ばかりでなく、選考の仕方においての独立性も重要である旨のコメントがあった。

## ②H-II Aの進捗状況

・H-II Aの進捗状況について変更事項(増強型試験機の追加)も含め報告を受けたが問題ないものと判断される。

以上

## 平成11年度の宇宙環境利用部会の評価結果概要

### 1. 評価の結果

審議の結果、研究開発課題に関する評価及び主要なアクションプランに対するコメントがまとめられた。

#### (1) 研究開発課題評価の概要(報告書からの抜粋)

##### (1-1) JEM開発リスクの低減

- ・ NASDA により提案されているJEM開発リスク低減のための計画は適切であり、完全に実行されるべきである。
- ・ 要求仕様への適合を確認するための地上検証を確実に実施し、軌道上不具合のリスクを低減させ、そして1年間のスケジュール遅延に対応するために、宇宙環境利用システム本部に割り当てられる資源(人員や資金など)を増加させることを考慮すべきである。

##### (1-2) HTVの開発強化

- ・ 安全性と運用性に関連した要求事項を検討した結果、設計の見直しによる強化策が必要と認識されている。これらの強化策により、安全性ならびに運用性を改善することができ、新規の能力を付加することが可能となる。
- ・ 安全性に関する開発強化は必須であり、運用面と新規能力のための開発強化については、真摯に検討されるべきであり、そのための適切な予算措置がはかられるようすべきである。
- ・ NASDA は、運用システム等を含めた総括的なHTVの FMEA(\*)と共に、独立評価を確実に実施すべきである。
- ・ HTVは、将来多くの用途が期待されるので、そのような将来的利用の可能性にも配慮することを推奨する。

(\*) Failure Modes and Effects Analysis (故障モード影響解析)

## (2) アクションプラン

昨年度の評価に対するアクションプランに関し、部会は報告書の中で「NASDA が1998年度の評価報告書に応え、アクションプランを設定し、実行してきたことに対して、著しい進展が見られた事をみとめる。」と述べている。また、昨年度の主な指摘に対するアクションプランへのコメントがまとめられた。

## 2. その他

来年の開催日程として、5月18日、19日が仮設定された。

\* 共同部会長であるトラフトン氏が所用のため欠席され、本年に限りリトルス氏が共同部会長を務められた。

以上

## 平成11年度の軌道上技術部会の開催概要

### 1. 評価対象項目と評価結果概要

#### 1-1. 中間評価

##### (1) 追跡管制地上ネットワークシステムの換装

- 基本的コンセプトについては良く考えられているとの評価。
- 個別の会合も実施、ソフトウェアの開発手法、ネットワークのセキュリティ、インテグレーション試験のやり方等についての助言、提案。
- スケジュール管理が課題である。

##### (2) 衛星管制システムの換装

- 個別の会合も実施、ソフトウェアの開発手法(“built a little, test a lot”)、運用者の訓練教育等についての助言、提案。
- スケジュール管理が課題である。

#### 1-2. 事後評価

##### (1) 通信放送技術衛星(COMETS)プロジェクト

- 静止軌道投入の失敗によって、当初予定の実験全ては実施できなかつたが、その後のリカバリで多くの実験を実施できた事については高く評価。
- アジア太平洋諸国との共同実験についても好評価。
- 今後成果を整理、まとめるにあたつては、出来なかつた実験について、その原因を明確にし、将来の設計への反映を行うこと等の提言。

##### (2) 技術試験衛星VII型(ETS-VII)プロジェクト

- 無人の遠隔制御ランデブ・ドッキング、ロボット技術の先駆的ミッションとして高い評価。
- 国内外の他の機関との共同実験の実施は重要。
- ロボット技術に関して、将来の目標と、目標に向けて克服すべき技術課題を明確化し、広く外部の研究者を巻き込んで技術開発を進めるべきとのコメント。

### 2. 部会勧告事項及び指摘事項に対する取り組みと対処計画

#### (1) 勧告事項に対するアクション

- アクションについては、主旨を良く理解し、真摯に取り組んでおり満足できるものである。

- 勧告1に関しては、親委員会でどう取り組むべきか議論するようにオブザーバとして出席した久保田主事が依頼を受ける。

(2) DRTS への指摘に対するアクション

- DRTS エンドトゥエンド確認会以降、課題であった地上システムについても大きな進展が見られ、満足できるものである。

(3) ETS-VIIIへの指摘に対するアクション

- 究明すべき技術課題(柔軟構造物制御、RF ビーム間干渉等)については、確実に解明されるようにしなければならず、このための地上試験、軌道上での確認方法を検討する必要がある。今まで以上に、外部の専門家からの支援を活用するようとの提言。
- 地上システムについては次回部会で報告。

(4) 超高速通信・データ中継実験衛星への指摘に対するアクション

- 世界的に見て、先端的で有意義なプロジェクトである。電力、アンテナサイズ等の縮小については、ミッション要求との整合性から良く検討される必要がある。
- 地上システム、アプリケーションの開発も含め、国際協力について考慮すべきである。
- 名称について考慮されたし(ギガビットの呼称は広く世界に広まっている)。

(5) MDS ミッション研究公募

- 公募選定プロセスの透明性確保、オープン化についての部会の指摘に対するファーストステップとして非常に満足できるものである。

### 3. その他

(1) 研究開発の進め方

- R&D プログラムの進め方やプライオリティ付けに対して他の宇宙開発機関(CSA, ESA, NASA)比較することが非常に有益であるとの指摘。
- また、MDS 計画の中で進められている衛星システム本部と技研本部の協力がまだ不明瞭ではあるが、更にNASDAの中のみならずCRL、NAL、ISASなどといった日本の宇宙開発機関との協力の促進が有益であるとの指摘。

## 平成11年度の地球観測部会の評価結果概要

### 1. 評価報告書における総合的評価及び提言

#### 総合的評価及び提言

国際協力により、オゾンを始めとする地球環境変動に係わる物理量を継続的に観測する計画を実現することは重要であり、GCOMのフィージビリティステディを行うこと、ODUSの開発研究へ移行することは妥当であると考える。

ODUSでは、オゾン観測はもとより、数多くの新しい分光チャネルを提供することにより、オゾンと関連する大気成分の観測の可能性が広がる。また、ODUSの開発研究では、データの処理及び解析により重点を置いていることは評価できる。

NASDAは、他の宇宙機関と調整し、衛星による全球のオゾンと関連する大気成分の観測で、先導的な宇宙機関となるべきである。

それらの研究、開発研究を進めるにあたって、地球観測部会として以下を提言する。

- (1) NASDAは、TOMS【オゾン全量分光計:NASA】で行ってきたオゾン観測を継続すべく、可能な限り早く ODUS による観測を始めるべきである。できれば ODUS の観測期間が他のセンサ(例えば TOMS、OMI【オゾン計測装置:オランダ】)と重なって、オゾン全量観測が継続することが望ましい。
- (2) GCOM ミッションを最適化するために、NASDAはODUSによるオゾン観測を、ILAS-II 後継機や他のセンサによる大気成分観測と調整し、オゾン全量のみならず、オゾンの鉛直分布観測の実現を目指すべきである。
- (3) NASDAは、国内外の研究者の強い要望に十分に応えるべく、アルゴリズム開発、解析研究の活動を遅滞なく進めること、また、打上げ後の解析研究や機器の長期的特性を評価する体制整備を行うべきである。

- (4) ODUSの観測精度を実証するためには、検証実験は不可欠である。そのため、NASDAは、ドブソン及びブリューワ分光計を含んだ全球オゾン観測システム(GO<sub>3</sub>OS)と連携した検証実験を実施すべきである。
- (5) ODUSによるオゾン解析研究をより効率的に進めるため、NASDAは、資金を共同で出資するような革新的な国際協力の枠組みを調査検討してはどうか。

## 2. 今後の予定

- (1) 平成10年度地球観測部会提言に対するアクションプランへの各委員のコメントは、8月末まで受け付け、必要に応じてアクションプランに反映する。  
なお、第3回地球観測部会は平成12年3月20日の週に開催予定。

以上

## 平成11年度の技術研究部会の開催概要

### 1. 評価結果について

#### (1) 全般

技研本部の活動(改革、SELENEプロジェクトの課題と対応)については、その戦略、進め方とも十分理解できる。技研本部の改革に着手したということは大いに評価できるが、その施策の早期具体化が必要。また、具体化の際は様々な困難が伴うところから、更なる努力を行う必要がある。

#### (2) 主たる勧告等は次のとおり。

##### ア) 技研の改革について

- ・改革を具体化に移すために、職員の能力向上は必要なので、それを速やかに実施すべきである。また、研究開発計画を決定し、実行するスタッフの増加と確保に努めるべきである。
- ・専門家を正当に処遇する人事政策が必要である。
- ・ソフトウェアの専門家を宇宙開発に取り込み校正・検証(いわゆる「IV & V」)を行うことは必要なので、実施すべきである。
- ・外部機関と研究コミュニティを形成することは高く評価できる。
- ・研究計画のレビューは、研究目標と優先度の設定につながるものであり、今後とも継続することを求める。
- ・外国研究機関との協力、研究者の交流の拡大、強化を求める。
- ・研究ロードマップを作り研究の優先度を定めることは必要なので実施すべきである。
- ・試験・検証の充実のため、先端技術実証衛星のような宇宙実証機会を持つことは支持し得る。
- ・改革の円滑な推進のため、NASDA 経営幹部が積極的に職員と対話し、改革の意識を浸透させることが必要である。

##### イ) SELENEプロジェクトの課題と対応について

- ・SELENEプロジェクトはNASDAとISASの間の大規模で複雑なプロジェクトであるが、両機関の研究者間の密接な連携と管理体制の関係は妥当であり、有益な収穫を得るための必要なステップを確実にしていると評価できる。
- ・プロジェクト・チーム以外のミッションユーザーもこの計画に参加できるようにする必要がある。
- ・ミッション活動を国民に知らせ、得られたデータを広く教育に利用するべ

きである。

- ・プロジェクトの遂行に当たり、リスクのレベルや成功基準をより具体的に定めることを求める。
- ・既に策定した包括的なリスク管理計画を、プロジェクトの詳細実行計画の中に落とし込んで具体的に記述することを求める。
- ・全フェーズにわたり、明確なコンティンジェンシー・プランが必要である。

## 2. 今後の予定

部会の評価結果も取り入れつつ、技研の改革、SELENEプロジェクトの確実な遂行を期待する。なお、その進捗状況については、来年度の部会(平成12年5月を暫定的に予定)において評価を行う。

以上

委35-1-2

宇宙開発事業団開発事業団評価委員会部会報告書

1. 第2回宇宙環境利用部会報告書
2. 第2回宇宙輸送部会報告書
3. 第2回軌道上技術部会報告書
4. 第2回地球観測部会報告書
5. 第2回技術研究部会報告書

**宇宙開発事業団評価委員会**  
**第2回宇宙環境利用部会評価報告書**

**EVALUATION REPORT OF**  
**THE 2ND MEETING OF THE SUBCOMMITTEE FOR**  
**SPACE UTILIZATION**

**1999年6月30日**

**JUNE 30, 1999**

**宇宙開発事業団評価委員会**

**宇宙環境利用部会**

**Subcommittee for Space Utilization**  
**Committee for NASDA Evaluation**

**宇宙開発事業団評価委員会**  
**第2回宇宙環境利用部会評価報告書**

1999年6月30日

宇宙開発事業団評価委員会  
宇宙環境利用部会

## まえがき

宇宙開発事業団評価委員会宇宙環境利用部会は 1999 年 5 月 19 日から 20 日にかけて開かれた。部会は、大橋とリトルスが共同部会長を勤めた。昨年度の共同部会長であったトラフトン氏が本年度の会議に欠席のため、かわりにリトルスが共同部会長代行を担っている。

今回、宇宙開発事業団から依頼された評価対象は、日本実験棟 (JEM) 開発リスクの低減活動及び宇宙ステーション補給機 (HTV) 開発強化の 2 項目であった。また、前年度の部会の提言に対する宇宙開発事業団のアクションの実行状況について報告を受け、部会としてのコメントを述べた。

すべての会議は、宇宙開発事業団筑波宇宙センターにて開催された。

大橋 秀雄

大橋 秀雄

宇宙環境利用部会  
共同部会長

Wayne Stiles

ウェイン・リトルス

宇宙環境利用部会  
共同部会長 (代行)

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 評価の概要 .....	2
3. 研究開発課題の評価 .....	3
3.1 JEM 開発リスクの低減 .....	3
3.2 HTV の開発強化 .....	4
4. 主な指摘に対するアクションプラン／処置状況へのコメント .....	5
4.1 開発から適切に運用へ移行する方策 .....	5
4.2 国際宇宙ステーションに係る普及啓発活動の実施方策 .....	6
4.3 セントリフュージの開発 .....	7
4.4 JEM 利用開始までの宇宙実験機会 .....	7
4.5 JEM 利用促進 .....	8
4.6 その他 .....	8

### 添付資料

Appendix A 宇宙環境利用部会評価委員リスト

Appendix B 部会スケジュール

## 1. はじめに

NASDA 評価委員会宇宙環境利用部会（Appendix A）は、1999年5月19、20日に、NASDA 筑波宇宙センターにおいて開催された。

当評価部会の主要目的は、以下に掲げる NASDA の研究開発課題に対する計画の妥当性の評価を行う事である。

### 1) JEM 開発リスクの低減

昨年度の部会からの指摘を反映するとともに、NASA-NASDA 間の調整結果を踏まえ、潜在的な軌道上の不具合を最小限に抑えるための JEM 開発リスク低減に関する活動を評価すること

### 2) HTV の開発強化

昨年度の部会からの指摘を反映するとともに、ETS-VII ミッションで学んだ教訓を踏まえ、プログラム開発を確実に行うための HTV 開発強化を評価すること

また、当部会では、上記の他に 1998 年部会で設定された主要なアクションについても評価を行い、コメントを提供した。この評価を行うために、NASDA より当部会に対し以下の事項に関する説明をうけた。

- 1) 第 1 回部会以降の事業環境
- 2) 宇宙環境利用システム本部の活動概要
- 3) 平成 11 年度実施体制（予算、人員、組織）
- 4) 各プロジェクトの進捗状況及び今後の予定（1998 年度に評価された 10 項目）

また、資料、説明、そして事前ならびに会議開催中になされた質問に対する回答が提示された。加えて、評価のために「宇宙環境利用部会提示資料、1999 年 5 月」が提示された。

## 2. 評価の概要

NASDA は、プロジェクトの遂行という点で、すばらしい前進を継続的に遂げており、賞賛に値する。特に、以下に挙げる中核的な活動は特記するにふさわしい。

- 1) 継続的な開発と ISS 運用のための準備
- 2) STS-91 による宇宙放射線環境計測計画の実施
- 3) 毛利宇宙飛行士の STS-99 のミッションスペシャリストとしての搭乗決定
- 4) STS-95 における、NASDA・NASA・ESA 等の共同ミッションの遂行
- 5) 宇宙実験用小型ロケット 7 号機の打ち上げと各種実験の遂行
- 6) 1999 年 2 月の国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士候補者 3 名の選定

NASDA が、10 年以上前に認可された宇宙ステーション予算の枠内で活動を行っているということは特記すべき事柄である。これは、宇宙分野の国際的な水準から見ても、特に、NASDA の管理外である国際パートナーによる要求やスケジュール変更があったという事実を考慮すると異例の事である。なお、2、3 の契約業者によってなされた過剰請求の経緯と処置につき、NASDA から本部会に説明が行われた。本評価部会は、これまでのコスト管理への高い評価が維持されるように、NASDA が引き続き不適切な支払いを排除する対応を行うよう期待する。

JEM のために要求されている予算の増加は、宇宙ステーションプログラムによって課された新しい要求によるものである。次章に記述されるように、当部会は研究開発課題に反映されている NASDA の新しい取り組みを全面的に支援する。この変更を遂行するためには予算増加が必要となるが、この計画変更は必須であるというのが部会の認識である。

部会は、NASDA が 1998 年度の評価報告書に応え、アクションプランを設定し、実行してきたことに対して、著しい進展が見られた事を認める。個々のコメントの詳細は、本報告書の第 4 章に示す。

### 3. 研究開発課題の評価

#### 3.1 JEM 開発リスクの低減

##### NASDA のアクションプラン

JEM 開発リスクの低減のため、以下のアクションプランが設定されている。

- a) コスト及びスケジュール
  - ・ 既定予算の範囲内で実行すべく努力するが、予算が不足した場合には、関係機関等と十分調整し、適切な措置を講ずることとする。
  - ・ JEM 利用開始の遅延に対しては、JEM 打上げ前における実験機会の確保に努める。
- b) ソフトウェア開発
  - ・ PFM 段階でソフトウェア上の重大な不具合が発生しないように、EM コンポーネントから EM 全体システムまでの一連の試験で経験したソフトウェアの不具合の原因を解明し、適切に修正し、PFM ソフトウェアに反映させる。
  - ・ JEM ソフトウェアの適合性を保証するため、ISS-JEM 間のインターフェース確認試験を NASA と共同で実施する。
- c) ISS-JEM 組み合わせ検証
  - ・ 軌道上の不具合発生リスクを低減するために、MEIT のような ISS-JEM 間の組合せ検証試験を NASA と共同で実施する。

##### 評価

NASDA により提案されている JEM 開発リスク低減のための計画は適切であり、a)コスト及びスケジュール、b)ソフトウェア開発、そして c)ISS-JEM 組合せ検証の各事項について完全に実行されるべきである。国際宇宙ステーションプログラム及び NASDA の要求仕様への適合を確認するための地上検証を確実に実施し、軌道上不具合のリスクを低減させ、そして 1 年間のスケジュール遅延に対応するために、NASDA は宇宙環境利用システム本部に割当てられる資源（人員や資金など）を増加させることを考慮すべきである。

昨年度の提言に対して、ソフトウェア開発・試験の分野で実行されている対応と計画は満足できるものであると思われる。その後追加された MEIT III 組合せ試験の実施は妥当なものである。

### 3.2 HTV の開発強化

#### NASDA のアクションプラン

HTV 開発を強化するため、以下のアクションプランが設定されている。

- ・ 安全なランデブー・ドッキング制御システムを開発・運用するため、ETS-VII 及び JEM 開発の経験を有効に活かせる体制、人員配置の強化を図る。
- ・ ETS-VII 軌道上実験における運用経験の確実な反映。
- ・ 設計、検証計画についての国外チェックアンドレビューの実施。
- ・ 技術実証フライトの軌道上試験の確実性を高めるための対策の実施。
- ・ 技術実証フライトの失敗に備えた対策の検討。

#### 評価

安全性と運用性に関連した要求事項を検討した結果、設計の見直しによる強化策が必要と認識されている。これらの強化策により、安全性ならびに運用性を改善することができ、そして新規の能力を付加することが可能となる。部会では、以下の事項を提言する。

- ・ 安全性に関する開発強化は必須であり、運用面と新規能力のための開発強化については真摯に検討されるべきであり、そのための適切な予算措置がはかられるようにすべきである。
- ・ NASDA は、独立評価を確実に実施し、その上で HTV の完全な Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) を実施すべきである。

HTV は将来多くの用途（帰還機、フリーフライヤー、月／火星への輸送機など）が期待されるので、そのような将来的利用の可能性にも配慮することを推奨する。

PDR と CDR は、それぞれ、エンジニアリング・モデル、プロト・フライト・モデル開発フェーズに移行する前に実施されるべきである。リスク低減のために、新規技術の採用よりも既存技術を利用していることを部会は支持する。

## 4. 主な指摘に対するアクションプラン／処置状況へのコメント

### 4.1 開発から適切に運用へ移行する方策

#### NASDA のアクション

##### 1) 運用体制

- ・ 開発を効率的・円滑に進めるための運用組織の構築。
- ・ 運用とりまとめ企業及び運用支援企業の体制の整備。
- ・ JEM システムの開発に関わる技術移転体制と開発企業との関係の構築。

##### 2) 企業との契約形態

- ・ 事業団の要員に限りがあることを踏まえ、アウトソーシングを推進するとともに、契約事務量の軽減、人的資源の有効利用の観点より、契約件数の削減を図る。

##### 3) 要員計画

- ・ 初期組立までに配備すべき要員プロファイルを業務単位で明確化。
- ・ システム整備段階を確実に進めるために、有識者、経験者の活用。
- ・ 海外有人運用経験者による支援の考慮。
- ・ 類似技能業務の統合／兼務、マルチ技能化による要員融通、等による効率化。

##### 4) 要員育成

- ・ 事業団／企業の役割分担に基づき、各分野の運用要員を育成する。

#### コメント

ステーション組立シーケンス rev. E の正式な承認を待つこととなるが、開発から運用への適切な移行を確実に行うための NASDA の処置状況は満足できるものである。しかし、将来プロジェクト／プログラムのために、技術開発を引き続き行うために必要な将来の資源（人員や予算など）が適切であるか検討することを提案する。

- ・ 全国民の利益となる宇宙利用の展開に必要な人的資源を確保する見地から、宇宙環境利用システム本部における NASDA 職員の数と資質について検討することを提言する。
- ・ 開発から運用への人員の移行は、先端技術（システムの将来的な高度化や新規開発）に影響を与える可能性があるという事に注意すべきである。

- ・ テレサイエンスの利用及び促進を提案する。

#### 4.2 国際宇宙ステーションに係る普及啓発活動の実施方策

##### NASDA のアクション

- ・ 宇宙開発委員会「理解増進懇談会」での調査審議結果を踏まえ、広報・普及の中心となる ISS/JEM 広報・情報センターを平成 11 年度から 3 年計画で設置し、ISS/JEM 情報普及の拠点として機能させ、宇宙開発及び宇宙環境利用に対する国民の理解の促進を積極的に推進する。
- ・ 宇宙に関する広報・普及啓発活動を行っている機関（科学館等）や個人（草の根活動家等）に対する支援のための情報データベースを運用するとともに、支援・サービスのための窓口を設置する。
- ・ ISS/JEM を利用して、軌道上での宇宙授業、普及啓発資料の作成等を行い、青少年の育成に資する。
- ・ 外部の広報専門家の登用、広報専門機関との人材交流、派遣研修等を行い広報・普及啓発体制の強化並びに人材の育成に努める。
- ・ JEM の運用/利用が開始されるまでは、日本人宇宙飛行士によるスペースシャトル飛行機会を通じて軌道上広報イベントを企画し、効果的広報・普及・教育活動を実施する。

##### コメント

NASDA が日本の宇宙活動に大衆の関心をひきつけるために行っている努力は評価できる。更に考慮されるべき事項としては、これらの努力は新戦略計画やプログラムの優先順位の設定等を含む、日本の宇宙活動の全ての段階における意思決定者、政策決定者へも向けられるよう試みる事である。こうしたグループの人達も、この NASDA 評価部会で実施しているように、国際パートナーとの交流の機会を持つべきである。

普及啓発の内容は、人気のあるトピックのみならず、一般に知られていないようなトピックも含むべきである。近年充実化がなされる広報組織を活用する事によって、NASDA が一般国民に対してその活動を公開し、その説明責任（アカウンタビリティ）を果たすことが期待される。

- ・新しい普及啓発活動の実施及び情報センターの設立に関して、部会はNASDAを高く評価する。
- ・普及啓発は、科学以外の分野の活動（宗教、芸術等）を含み、地球規模の利益還元や、国際宇宙ステーションの科学以外の分野の利用推進にも力をいれるべきである（向井飛行士に係る広報活動は、非常にすばらしい成果をおさめた）。
- ・国民が関心を持つように、様々な国民層が提案できる実験や軌道上活動に関するコンテストの実施を考慮する事が求められる。
- ・広報活動は、国民にとって価値があるかどうか、また、国民に理解されているかどうかという見地から評価される。国民の日々の生活に還元され得る情報は、国民に普及する必要がある。

#### 4.3 セントリフュージの開発

##### NASDAのアクション

- ・要求条件を早急に確定するために、システム要求審査（SRR）及び実験要求審査（ERR）を早期に実施し、要求の確定を図る。

##### コメント

要求仕様が、いまだ確定されていない。インターフェース要求は、1999年8月のPDRをサポートするために、完全に設定されるべきである。

#### 4.4 JEM利用開始までの宇宙実験機会

##### NASDAのアクション

- ・STS-107、宇宙ステーション・ロシアモジュール、米国モジュールにおける宇宙実験を実施する。
- ・STS-116等の新規シャトルミッション等への参加検討を行う。

##### コメント

JEM運用開始前の実験機会を確保すべきであるという部会からの提言に対するNASDAの対応は満足できるものである。

NASDAはISSで実施する前に、実験の実証、試験、検証及び実験実施（小型ロ

ケット、落下塔、航空機実験）を引き続き実施する事を検討するように部会は提言する。

JEM 運用開始にいたるまで、その他の飛行機会（シャトル、ミール、サービスモジュール等）も検討すべきであろう。

#### 4.5 JEM 利用促進

##### NASDA のアクション

- ・ 平成 10 年 7 月の宇宙開発委員会宇宙環境利用部会応用化研究利用分科会報告書に基づき、地上での製品開発、生産活動等に応用される研究テーマの促進を目指して「先導的応用化研究」を実施する。
- ・ 日本全体の宇宙環境利用研究の進むべき方向を明らかにするため、各分野の「研究シナリオ」を作成する。
- ・ 上記シナリオを参考にしつつ、NASDA が実施すべき宇宙環境利用研究に係る利用戦略を策定し、宇宙ステーション利用に関する長期計画を設定する。
- ・ ライフサイエンス分野や微小重力科学分野における科学研究の国際公募へ参加するとともに、同プロセスによる他国間調整を実施する。

##### コメント

評価部会の提言に従って、NASDA が先導的応用化研究プロジェクトの設立を行ったことは満足できる対処である。

- ・ 研究提案の選定委員会は、民間企業の関与を強めるべきである。
- ・ 科学以外の活動（例えば、芸術的、哲学的、文化的、社会的、並びに精神的な観点からの利用計画）の提案を考慮すべきであろう。

#### 4.6 その他

ISS の能力が最大限発揮されるよう、通信能力を最大化する必要がある。この通信能力により、テレサイエンス、テレロボティックス、遠隔医療、そしてテレンジニアリングが可能となるべきである。これらを実施するためには、全領域での通信、通信待ち時間の短縮、同時アップリンク／ダウンリンクが十分な回線容量で実現できる必要がある。全てのパートナーは、この目標を目指して

努力すべきである。

長期間の訓練を必要としない ISS 搭乗機会の可能性について、より具体的な計画を考慮すべきである。これは、昨年度からのアクションアイテム 8-3 項に沿ったものとして検討されるべきである。

## Appendix A

### 宇宙環境利用部会 評価委員リスト

共同部会長	大橋 秀雄 工学院大学 学長、 ウィルバー・トラフトン 米、インターナショナル ロンチ サービス社 社長 (元 NASA 宇宙飛行局長)
共同部会長 (代行)	ウェイン・リトルス 米、プラット&ホイットニー社 副社長 (元 NASA マーシャル宇宙センター 所長)
委員	クラウス・ベルゲ ドイツ航空宇宙研究所(DLR) 宇宙プロジェクト総括 カール・H・ドイチエ 国際宇宙大学(ISU) 学長 黒田 眞 元 早稲田大学 教授 デビット・ラーソン ニューヨーク州立大学 教授 的川 泰宣 宇宙科学研究所 教授 ヴァレリ・ポリャコフ ロシア保険省生物医学問題研究所(IBMP) 副所長 (宇宙飛行士) 菅野 卓雄 東洋大学 学長 武田 峻 航空宇宙技術振興財団 理事長 田村 照子 文化女子大学 教授 吉田 民人 中央大学文学部 教授
主事	ロイ・ナカガワ NASA 宇宙ステーション連絡員

## Appendix B

### 部会スケジュール

#### May 18 (Tue.)

20:00-22:00 Preliminary Meeting of Co-Chairs

#### May 19 (Wed.)

9:00-10:00 Internal coordination of Space Utilization Subcommittee

10:00-12:00 Morning Session

1. Opening remarks
2. General Overview
3. Action Plan and Status of Major Actions

13:30-17:00 Afternoon Session

3. Action Plan and Status of Major Actions
4. Evaluation of R&D Themes

#### May 20 (Thur.)

9:00-12:00 Morning Session

Preparing for report

13:45-16:50 Preparing for report

16:50-17:00 Closing Remarks

**EVALUATION REPORT OF  
THE 2ND MEETING OF THE SUBCOMMITTEE FOR  
SPACE UTILIZATION**

**June 30, 1999**

**Subcommittee for Space Utilization  
Committee for NASDA Evaluation**

## Preface

The Space Utilization Subcommittee met from 19 through 20 of May 1999. The Subcommittee was chaired by H. Ohashi and W. Littles, who served as acting co-chair in place of Mr. W. Trafton, who co-chaired last year's meeting but was not able to attend this year's meeting.

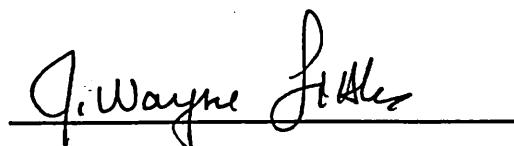
The evaluation topics presented from NASDA this time were the Japanese Experiment Module (JEM) risk mitigation activities and the H-IIA Transfer Vehicle (HTV) design enhancements. Also, the implementation status of NASDA's actions taken in response to last year's recommendations were reported, on which the Subcommittee provided comments.

All of the meetings were held in Tsukuba at the NASDA Tsukuba Space Center.



Hideo Ohashi

Co-Chairperson  
Evaluation Subcommittee for  
Space Utilization



Wayne Littles

Co-Chairperson (Acting)  
Evaluation Subcommittee for  
Space Utilization

## Table of Contents

1. Introduction-----	1
2. Overview of Evaluation -----	1
3. Evaluation of R&D Themes -----	2
3.1 JEM Development Risk Mitigation -----	2
3.2 Enhancement of HTV Development Activities-----	3
4. Comments to "Action Plans and Status of Major Actions" -----	3
4.1 Strategy to Ensure Appropriate Transition from Development Phase to Operations Phase -----	3
4.2 Implementation Plan for Promoting ISS Public Relations and Familiarization -----	4
4.3 Centrifuge Development -----	5
4.4 Space Experiment Opportunities before JEM Utilization Start -----	6
4.5 JEM Utilization Promotion -----	6
4.6 Miscellaneous Areas-----	6

## Appendix

- Appendix A List of Members of the Subcommittee for Space Utilization
- Appendix B Meeting Schedule of Subcommittee

## **1. Introduction**

The Utilization Subcommittee (Appendix A) met at Tsukuba Space Center, National Space Development Agency of Japan (NASDA) on May 19 and 20, 1999.

The primary objective of the subcommittee was to evaluate the appropriateness of NASDA's plans for the following research and development themes.

### **1) JEM Development Risk Mitigation**

To evaluate JEM development risk mitigation activities by incorporating the subcommittee's recommendations from 1998 and NASA-NASDA coordination results to minimize potential on-orbit problems.

### **2) Reinforcement of HTV Development Activities**

To evaluate reinforcement of HTV development activities by incorporating the subcommittee's recommendations from 1998 and lessons learned in the ETS-VII mission, to ensure its successful development.

The subcommittee also assessed and provided comments on other major actions assigned in the 1998 meeting. To accomplish this review, the subcommittee was presented the following:

- 1) Environments of NASDA activities after the first meeting of the subcommittee**
- 2) Activities of the Office of Space Utilization**
- 3) Implementation structure on JFY 1999 including budget, personnel, and organizational structure**
- 4) Activity status and future plans of each project (Ten projects reviewed in 1998)**

The subcommittee was provided data, presentations, and answers to submitted and real time questions by NASDA. The subcommittee was also provided the following report which was considered in our evaluation: Materials for Submission to The Subcommittee for Space Utilization, May 1999.

## **2. Overview of Evaluation**

NASDA is to be congratulated on its continued excellent progress in the conduct of its projects. The following key activities are particularly noteworthy: 1) Continued successful development and preparation for ISS operations. 2) Completion of the Cosmic Radiation Environment Measurement Projects with experiments on STS-91. 3) Flight assignment of Dr. Mohri as a mission specialist on STS-99 4) Completion of the Joint NASDA/NASA/ESA mission on STS-95 5) Launch of Space Experiment Sounding Rocket #7 and conduct of experiments 6) NASDA selection of three astronaut candidates in February 1999 for International Space Station.

The committee has taken special note of NASDA's ability to remain within budget approved for space station more than a decade ago. This is exceptional by any

international standard in the space domain, particularly in the light of changes in requirements and schedule by international partners, over which NASDA has no control. It is noted that some overcharging by a few contractors was reported by NASDA to the committee. The subcommittee expects NASDA to continue with its steps to eliminate all inappropriate expenses in order to safeguard its enviable reputation on cost control.

It is noted that the budget augmentations required for JEM are driven by new requirements imposed by the Space Station Program. As noted in the following section of this report, the subcommittee fully supports the new initiatives reflected in the R&D themes. While budget augmentations are necessary to implement these changes, their importance are such that the subcommittee places them in the category of mandatory.

The subcommittee acknowledges exceptional progress in establishing action plans and implementing changes in response to the subcommittee's 1998 report. Specific comments are provided in section 4 of this report.

### **3. Evaluation of R&D Themes**

#### **3.1 JEM Development Risk Mitigation**

##### **NASDA's Action Plan**

For the JEM development risk mitigation, the following action items are established.

**a) Cost and Schedule**

- NASDA will consult with related organizations and take the appropriate actions in case of budget shortage, in spite of its best efforts to manage within the approved budget.
- NASDA will endeavor to secure experiment opportunities before JEM launch if JEM utilization is delayed.

**b) Software Development**

- To avoid serious software problems in the PFM phase, software problems experienced during the EM component tests and the total EM system test are resolved, properly corrected, and reflected in the PFM software.
- The interface verification tests between ISS and JEM will be jointly conducted with NASA to ensure JEM software compatibility.

**c) ISS-JEM Integrated Verification**

- The integrated verification tests between ISS and JEM such as MEIT will be jointly conducted with NASA to mitigate on-orbit failure risks.

##### **Evaluation**

The JEM development risk mitigation plan proposed by NASDA is appropriate and should be fully implemented in each of the areas of cost and schedule, software development and ISS-JEM integrated verification. In order to ensure complete ground verification of JEM to meet International Space Station Program and NASDA requirements, reduce risk of on-orbit failures, and accommodate a one-year schedule delay, NASDA should consider increasing the resources (i.e., personnel and funding) assigned to the Space Utilization Office.

Actions and plans being implemented in the area of software development and testing, as a result of last year's recommendations, are deemed satisfactory and the added MEIT III integration test is appropriate.

### 3.2 Enhancement of HTV Development Activities

#### NASDA's Action Plan

For the enhancement of HTV Development Activities, the following action items are established.

- To develop and operate a safe rendezvous and docking system, enhance the organization and personnel assignment, utilizing ETS-VII and JEM development experiences effectively.
- To reflect the experience in ETS-VII on-orbit operation.
- To conduct the check and review by the international sector for design and verification plans.
- Actions to assure the success of on-orbit testing of demonstration test flight.
- Study of countermeasures for a demonstration test flight failure.

#### Evaluation

The review of requirements associated with safety and operability has resulted in the identification of required design enhancements. These enhancements can improve safety, operability and add new capabilities. It is recommended that:

- The enhancements for safety be adopted as mandatory and that those for operability and new capabilities be seriously considered and appropriate funding be obtained.
- NASDA should ensure that a complete Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) is conducted for the HTV and that it has been subjected to independent review.

Since the HTV is a vehicle with many future applications (e.g., return vehicle, free flyer, lunar/Martian transfer vehicle, etc.), it is suggested that such future applications be enabled.

PDR and CDR should precede the engineering model and proto-flight model development phases, respectively. To reduce risk, the subcommittee supports the use of proven technology, rather than new technology.

## 4. Comments to "Action Plans and Status of Major Actions"

### 4.1 Strategy to Ensure Appropriate Transition from Development Phase to Operations Phase

#### NASDA's Action

##### a) Operations Organization

- Establish the operational organizations to implement the developments efficiently and smoothly.

- Establish industrial organization including the prime contractor and operation support contractors
  - Construct a JEM technology transfer scheme and other relationships with the manufacturing industry.
- b) Contract Scheme for Industries
- Considering the limitation of NASDA personnel, promote outsourcing, and reduce the number of contracts to reduce contract work and ensure the effective use of personnel resources.
- c) Personnel Plan
- Establish required manpower profiles for each activity leading up to the initial assembly phase.
  - To ensure reliable system development, utilize expertise of experienced persons.
  - Consider utilizing the support by overseas manned space operation experts.
  - Enhance efficiency by providing flexibility in personnel assignments (consolidation of the similar skilled jobs, training personnel with multiple-tasks and skills.)
- d) Personnel Training
- Training operations personnel for each operation activity based on the division of work between NASDA and industries.

#### Comments

The response of NASDA to the action to ensure appropriate transition from development to operations is satisfactory (pending approval of the revision E assembly sequence). However, the subcommittee suggests that NASDA consider whether future resources (i.e., personnel and funds) are adequate to ensure the necessary continued development of the technology to support future projects and programs.

- It is recommended that overall NASDA staffing levels for the Space Utilization Office be reviewed to ensure that NASDA secures the human resources necessary to successfully fulfill its mandate in developing the use of space for the benefit of all Japanese.
- It should be noted that shift of personnel from development to operations may impact advanced technology (pre-planned product improvement).
- Suggest NASDA increase the promotion and utilization of telescience.

#### **4.2 Implementation Plan for Promoting ISS Public Relations and Familiarization**

##### NASDA's Action

- ISS/JEM Public Affairs and Information Center will be established within 3 years starting from JFY1999, based on the recommendation "Public Awareness and Promotion Sub-committee Panel" of the Space Activities Commission. The center will function as the core of JEM information dissemination to further the public awareness development and utilization activities.
- Information database will be provided for organizations like science museums or grass-root individual activists that are conducting public relations and familiarization activities for space. Support and service contacts will be prepared.

- Conduct on-orbit space classes and prepare public information and familiarization materials by utilizing the ISS/JEM for juvenile education.
- Enhance the public information and familiarization organization to conduct personnel training by inviting external publicity experts and exchanging or dispatching personnel with or to publicity specialty organizations.
- Before the start of JEM operation and utilization, NASDA will arrange on-orbit advertising events and perform effective advertising for familiarization and educational activities, through Japanese astronaut flight opportunities.

#### Comments

NASDA is to be commended on its efforts to reach out to the public to involve them in Japan's space activities. Complementary to this effort should be specific initiatives to involve opinion formers and decision makers in all phases of Japan's space activity, including the establishment of priorities in new strategic plans and new programs. This same target group should have the opportunity to interact with international partners, as is happening through the NASDA evaluation committees.

Contents of PR activities should include less well-known, as well as the well-known, topics. NASDA is expected to put efforts on disclosing its activities to the general public and carrying out its accountability by making use of lately strengthened Public Affairs Organization.

- The subcommittee commends NASDA on the establishment of its new public affairs and information center.
- PR activities should include non-scientific aspects (e.g., religion, art, etc.), need to emphasize benefits to the global society (e.g., perspectives of Earth from space, etc.), and solicitation of non-science use of ISS (e.g., Dr. Mukai's public awareness/outreach is very excellent).
- Consider running contests of specific flight objectives, hypotheses and experiments proposed by various strata to gain the interest of the nation.
- Public Affairs activities are evaluated from the viewpoint of whether or not the results of researchers are valuable to people and understood by them. Information to present a return to people's daily life from the results needs to be disseminated to the public.

#### 4.3 Centrifuge Development

##### NASDA's Action

- Conduct System Requirements Review (SRR) and Experiment Requirements Review (ERR) in an early phase to define requirements as soon as possible.

#### Comments

Requirements have not yet been frozen. The interface requirements should be completely established in a timeframe to support the PDR in August 1999.

#### 4.4 Space Experiment Opportunities before JEM Utilization Start

##### NASDA's Action

- Conduct space experiments on STS-107, Russian Service Module and US module.
- Consider participation in new shuttle/other missions such as STS-116.

##### Comments

NASDA's response to the action from the subcommittee to provide experiment opportunities prior to the start of JEM operations is satisfactory.

The subcommittee recommends that NASDA consider the continuation of activities to demonstrate, test, verify, and conduct (e.g., sounding rockets, drop towers, aircraft, etc.) space station experiments prior to implementation on the ISS.

Consider other flight opportunities that might arise prior to JEM operation (e.g., shuttle, Mir, service module).

#### 4.5 JEM Utilization Promotion

##### NASDA's Action

- Based on the Report of the Space Utilization Subcommittee for Applied Research Utilization dated July 1998, the Applied Research Pilot Project was started in April 1999 to promote research applied for developing products and production activity on the ground.
- Produce a research scenario for each discipline to clarify the direction of Japan's space utilization research.
- Establish NASDA's strategy for space environment utilization research and develop the Space Station long-term utilization plan referring the above scenario.
- Participate in the international solicitation for science research such as life science and microgravity science, and conduct international coordination in the selection process.

##### Comments

The establishment of the Applied Research Project is a satisfactory response to the recommendations.

- Research proposal selection board should strengthen the involvement of private industry.
- Consider proposals for non-scientific activities (i.e., utilization plans from the artistic, philosophical, cultural, social, spiritual points of view).

#### 4.6 Miscellaneous Areas

For the ISS to achieve its full potential, communications capabilities need to be maximized. These capabilities should enable: telescience, telerobotics, telemedicine, and tele-engineering. All require total coverage, low latency, and simultaneous uplink and downlink capabilities with sufficient throughput. All partners should strive to this end.

Consider developing more concrete plans for addressing the possibility that there may be an opportunity to board the ISS without long-duration training. This should be considered along with Action Item 8-3 from last year.

## Appendix A

### *List of Members of the Subcommittee for Space Utilization*

<b>Co-Chairperson</b>	<b>Hideo Ohashi</b> President of Kogakuin University <b>Wilbur C. Trafton</b> President of the International Launch Services, (Former Associate Administrator for Space Flight, NASA)
<b>Co-Chairperson (Acting)</b>	<b>Wayne Littles</b> Vice President, RD-180 Program, Pratt & Whitney Corp. (Former Director of NASA Marshall Space Flight Center)
<b>Members</b>	<b>Klaus Berge</b> Director of Space Project of the German Aerospace Center <b>Karl H. Doetsch</b> President of the International Space University <b>Isao Kuroda</b> Former Professor of the Waseda University <b>David Larson</b> Professor of the State University of New York at Stony Brook <b>Yasunori Matogawa</b> Professor of the Institute of Space and Astronautical Science. <b>Valery Polyakov</b> Deputy Director of the Institute for Biomedical Problems (Cosmonaut) <b>Takuo Sugano</b> President of the Toyo University <b>Shun Takeda</b> Executive Chairman of the Japan Aerospace Technology Promotion Foundation <b>Teruko Tamura</b> Professor of the Bunka-Women's University <b>Tamio Yoshida</b> Professor of the Chuo University
<b>Executive Secretary</b>	<b>Roy Nakagawa</b> Space Station Liaison Office, NASA

## Appendix B

### *Meeting Schedule of Subcommittee*

#### May 18 (Tue.)

20:00-22:00 Preliminary Meeting of Co-Chairs

#### May 19(Wed.)

9:00-10:00 Internal coordination of Space Utilization Subcommittee

10:00-12:00 Morning Session

1. Opening remarks
2. General Overview
3. Action Plan and Status of Major Actions

13:30-17:00 Afternoon Session

3. Action Plan and Status of Major Actions
4. Evaluation of R&D Themes

#### May 20(Thur.)

9:00-12:00 Morning Session

Preparing for report

13:45-16:50 Preparing for report

16:50-17:00 Closing Remarks

宇宙開発事業団評価委員会  
宇宙輸送部会報告書

Evaluation Report  
of  
Subcommittee for Space Transportation

1999年5月  
May 1999

宇宙開発事業団評価委員会  
宇宙輸送部会

Subcommittee for Space Transportation  
Committee for NASDA Evaluation

宇宙開発事業団評価委員会  
第2回宇宙輸送部会  
評価報告書

1999年5月

宇宙開発事業団評価委員会  
宇宙輸送部会

長洲秀夫

宇宙輸送部会  
共同部会長  
長洲 秀夫

John Logsdon

宇宙輸送部会  
共同部会長  
John M. Logsdon

## 目 次

第1章	はじめに	1
第2章	開発及び研究計画の評価	1
2. 1	J-II打上げシステム	1
2. 2	HOP-E-Xプログラム及びRLV研究	2
第3章	報告事項	3
3. 1	前年度の部会からの提言に対する宇宙開発事業団の対応	3
3. 2	H-IIAの進捗状況	4
第4章	おわりに	4
付録		
宇宙輸送部会	委員名簿	5
宇宙輸送部会	委員略歴	7
平成11年度宇宙輸送部会	スケジュール	10

## 第1章 はじめに

宇宙開発事業団評価委員会宇宙輸送部会（以下「部会」）（付録参照）は前年に引き続き1999年5月19日から21日にかけて開かれた。部会長は前年通りで、委員としては付録に示すように外国人1名、日本人1名が追加された。

今回、宇宙開発事業団から依頼された評価対象は、J-Iロケット計画及びHOP-E-X計画と再使用型打上げ機（RLV）研究との2項目である。また前年度の部会の提言に対する宇宙開発事業団の対応およびH-IIA計画の進捗状況について報告を受けた。会議は東京で行われたが、J-I計画について視察するために石川島播磨重工業の瑞穂工場を訪問した。ここで得られた見聞はJ-Iの評価に大いに参考になった。

## 第2章 開発及び研究計画の評価

### 2. 1 J-I打上げシステム

宇宙開発事業団は、これまで、我が国独自の、並びに国際協力のための各種大型衛星打上げ需要に応えるべく、H-II、H-IIAなどの大型ロケットの開発を進めてきた。これらの大型ロケットで各種衛星の打上げを行ってきたが、このような大型ロケットを用いることは、柔軟かつタイムリーに打上げ需要に応ずることが困難で、失敗によるリスクも大きくなるのは避けられない。

一方今日、地球観測衛星の打上げや、先進的な宇宙輸送系技術の開発のための、中小型衛星の打上げ需要が見込まれている。これに対して、事業団としてはより柔軟、かつタイムリーであるのは勿論、低コストで対応する能力を持つことが必要であると考えている。J-I衛星打上げシステムは、このような目的に有効に対応するため事業団が開発を計画している打上げシステムであり、M-VとH-IIAの間の打上げ能力のギャップを埋め、日本が幅広い打上げ能力を持つことを意味する。

さらに、宇宙開発事業団はJ-I衛星打上げシステムを通じて将来の機体、特に再使用型往還機へとつながる基盤技術の開発も目指している。また、この計画を通じて、宇宙開発事業団と日本の産業界は、海外の企業と協力すること

により最新の経験を積むことができる。このようにJ-II衛星打上げシステム計画は短期的・長期的な両方の視点から意義深く、挑戦する価値のある計画である。

この開発プログラムによると、LOX/LNG推進系、自動打ち上げ運用システムなど技術開発課題の重点化が図られ、また、国内外の既存技術を採用するなど、開発コストを削減し、また、開発期間の短縮をするなどの配慮がなされている。開発後は、SRBの付加や2段目のエンジンの改良によって、順次、打上げ能力を拡大していく可能性を残している。

本部会は、J-II衛星打上げシステムの開発は意義があるものと考える。しかしながら、いくつか留意すべき事項もある。この計画はスケジュールと予算の制約が厳しいものがあり、計画管理上も困難な挑戦になっている。ゆえに本部会は、リスク分析を行いスケジュール、予算、海外技術・部品の利用可能性に対してキーとなるマイルストンを設けることを勧告する。

開発を進めるにあたっては次のようなことに留意することが必要である。

- (1) 研究開発機関として、第2段エンジンをはじめとする新技術の開発を効率的に行うこと
- (2) 外国メーカーを含む共同開発における主体性の確保に留意すること

以上の結論として、評価対象となっているJ-II衛星打上げシステムの開発計画は妥当であり、十分な意義をもつものと認められる。

## 2. 2 HOPE-XプログラムおよびRLV研究

昨年に比べて、HOPE-Xプログラムの意味付けについて実質的な進歩が見られた。それは特に、HOPE-Xを将来のRLVの技術や要求に関連づけたことである。HOPE-X計画がより実験的な意味を帯びてきたことにより、長期的な予算の問題が緩和され、ライフサイクルコストの分析の必要性が薄れた。3年間の打ち上げ延期により、再使用型打上げ機へ向けた試験および飛行実証の機会が増えた。しかしながらこれ以上の延期が行われないようにすることが重要である。

HOPE-Xおよび将来のHOPE-XA計画は適切に勘案され確実に進歩

してきているが、(N A S D Aが検討している) R L V技術の多くの項目については、より小型の機体により、短期的にはよりやすいコストで取得するという選択しも考えられる。しかしながら、本部会は現在のプログラムに投入された投資の価値と、現在の設計のままでH O P E - X計画を成功させることができH O P E - X A計画にも発展して行く可能性を有するなど、R L V技術をテストする以上の大きな効果を生むことを認識している。

リスク低減化の選択肢として、H O P E - Xでは予備の機体を建造することもあり得ると本部会は考える。(予算の増加により) 追加の飛行実験の可能性も検討すべきであろう。

宇宙開発事業団は、いくつかの異なる再使用型打上げ機のコンセプトの研究を計画している。異なるコンセプトについては、異なる多様な技術が考えられるので、本部会はこの研究は大変価値があると考える。さらに、形状や技術としてどのようなものを選ぶかにより開発コストには大きな差がでてくるであろう。

米国でのスペースシャトルブースター、M A G N U M計画や、欧洲のF E S T I P計画の例からわかるように再使用型打上げ機の回収型液体ブースターはその開発には大きな費用がかかる割には、一回あたりの打上げコストが下がらないという検討結果があることを考えると、その開発にあたっては慎重なコスト分析が必要である。

### 第3章 報告事項

#### 3. 1 前年度の部会からの提言に対する宇宙開発事業団の対応

前年度に部会からいくつかの提言を行っている。それに対する宇宙開発事業団の対応について報告を受けた。

部会での提言はすべて長期的に検討すべき問題でこの1年間で解決できる問題ではない。

宇宙開発事業団はこれらの提言に対して順次取り組んでいると評価される。

### 3. 2 H-IIAの進捗状況

H-IIAの進捗状況について変更事項を含め報告を受けたが問題ないものと判断される。

### 第4章 おわりに

今回の会合においては、H-IIAの進捗状況及びJ-II計画とHOP E-X/XA計画とについてさらに詳しい状況を聞きたい。また、同時にコストエンジニアリングの進展、RLV研究及び独立した評価手法などについて事業団の対応がどのように進歩したかについても報告を受けたい。

また必要があれば関連会社や射場の訪問も行いたい。

部会開催にあたっては宇宙開発事業団からプレゼンテーションを含め、いろいろ支援をいただいたことに感謝する。

付録

宇宙輸送部会 委員名簿

- 部会長 長洲 秀夫  
元航空宇宙技術研究所所長
- 部会長 ジョン M. ログストン  
ジョージワシントン大学 宇宙政策研究所所長
- 委員 伊藤 英一  
(株) KDD ワイアレス事業部衛星ビジネス企画担当部長  
インテルサット理事
- 委員 遠藤 浩  
元航空宇宙技術研究所 科学研究官
- 委員 棚次 亘弘  
宇宙科学研究所 教授 (東京大学教授併任)
- 委員 戸田 勉  
航空宇宙技術研究所 研究総務官
- 委員 中須賀 真一  
東京大学 助教授 (工学系研究科 航空宇宙工学専攻)
- 委員 宮崎 久美子  
東京工業大学 助教授 (社会理工学研究科 経営工学専攻)
- 委員 ウィリアム R. クレイパー  
NASA本部 再使用型宇宙輸送計画室ビジネスアドバイザー
- 委員 ジャン・ジャック ドーダン  
欧州宇宙機関 戦略・事業開発グループ 局長代理
- 委員 ディートリッヒ E. ケレー  
トランス コスト システム社

委員 **チェスター L. ホワイトヘア**  
エアロスペース社 前副社長

主事 **新城 淳史**  
東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻

## 付録

### 宇宙輸送部会 委員略歴

#### 部会長 長洲 秀夫

元航空宇宙技術研究所（NAL）所長

専門：空気力学、宇宙工学

略歴：NAL空気力学第一部長（1970）、NAL宇宙研究グループ総合研究官（1976）、NAL科学研究官（1983）、NAL所長（1985）、日本学術会議会員（1991-93）、富士重工業特別顧問（1989-94）

#### 部会長 ジョン M. ログスドン（米）

米国ジョージワシントン大学宇宙政策研究所所長

専門：国際宇宙政策、世界の宇宙計画史

略歴：ジョージワシントン大学教授（1970）、国際宇宙大学教授（1988）、国際宇宙航空学会会員、副大統領宇宙政策顧問委員会（1992）、航空宇宙工学委員会（1988-94）、商業宇宙輸送顧問委員会（1998-）など種々の顧問委員会

#### 委員 伊藤 英一

（株）KDD ワイアレス事業部衛星ビジネス 企画担当部長

インテルサット（国際電気衛星通信機構）理事

アジア衛星マルチメディア・フォーラム議長

専門：経営学、会計学、産業社会学

略歴：（株）KDD総研 取締役調査本部長（1992）国際電信電話株式会社ネットワーク計画部担当部長（1995）、インテルサット理事（1995-）、KDD衛星ビジネス企画担当部長（1998-）

#### 委員 遠藤 浩

元航空宇宙技術研究所 科学研究官

専門：航空工学

略歴：中央気象台（1954）、航空技術研究所（1966-67）、NAL科学研究官（1989）、日本エアシステム総合安全推進室安全顧問（1995-98）

#### 委員 棚次 亘弘

宇宙科学研究所 教授（東京大学教授併任）

専門：宇宙輸送システムおよび宇宙推進システム

略歴：東京大学航空宇宙研究所（1973）、I S A S 助教授（1981）、ドイツ航空宇宙研究所客員研究員（1984-85）、I S A S 教授（1989）、東京大学教授併任（1992）

**委員 戸田 勘**

航空宇宙技術研究所 研究総務官

専門：構造力学、宇宙工学

略歴：宇宙開発事業団人工衛星開発本部主任開発部員（1985）、N A L 構造力学部長（1995）、N A L 宇宙研究グループ総合研究官（1996）、N A L 研究総務官（1998）、N R C スペースデブリ委員会委員（1993）

**委員 中須賀 真一**

東京大学 助教授（工学系研究科 航空宇宙工学専攻）

専門：航空宇宙工学

略歴：（株）日本アイ・ビー・エム（1998）、東京大学工学部航空学科講師（1990）、同助教授（1993）、東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻助教授（1994）、同航空宇宙工学専攻助教授（1998）

**委員 宮崎 久美子**

東京工業大学 助教授（社会理工学研究科 経営工学専攻）

専門：科学技術政策、コンピューターサイエンス、物理学

略歴：オックスフォード大学、ケンブリッジ大学大学院、欧州経営学院にてMBA、サセックス大学科学政策研究所にて科学技術政策Ph. D.、Logica社、Bell Northern Research社、Schlumberger社、東京工業大学社会理工学研究科経営工学専攻助教授（1995-）、宇宙開発委員会計画調整部会委員（1997-）、電気通信技術審議会委員（1999-）

**委員 ウィリアム R. クレイボーン（米）**

N A S A本部 再使用型宇宙輸送計画室 ビジネスアドバイザー

専門：（航空宇宙）ビジネス

略歴：IComp社社長（1989-91）、American Rocket Company財務担当取締役（1987）、University City Science Center宇宙部副社長（1986）、N A S A本部惑星探査局外部協力担当部長、N A S A本部再使用型宇宙輸送計画室ビジネスアドバイザー（1991-）

**委員 ジャン ジャック ドーダン（仏）**

欧州宇宙機関 (E S A) 戰略局長

専門：流体力学、非均一流、燃焼、安定性理論

略歴：エコールポリテクニークほかにて流体力学教授 (1972-94)、アリアンス  
ペースCEO技術アドバイザ (1985-87)、国立航空宇宙研究所 (O N E R A)  
研究管理 (1970-86)、E S A 宇宙ステーション及び微少重力計画局長 (1987-92)、  
フランス科学アカデミー応用委員会委員

委員 ディートリッヒ E. ケレー (独)

トランス コスト システム社

専門：機械工学

略歴：M B B / D A S A 将来型宇宙輸送システム担当部長、トランス コスト  
システム社代表取締役、I A A会員、ドイツ航空宇宙学会名誉会員、I A A /  
I A F 打上げシステムコスト検討部会部会長

委員 チェスター L. ホワイトヘア (米)

エアロスペース社 前副社長

専門：航空宇宙工学

略歴：Douglas Aircraft Co. (1959)、Super Temp Corp. (1962)、エアロスペース  
社 (1963-1998) にて上段開発担当部長、宇宙輸送事業部惰力上段担当部長、將  
來型打上げシステム事業部長、設備計画技術事業本部長、宇宙輸送事業担当副  
社長

主事 新城 淳史

東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻

## 付録

### 平成11年度宇宙輸送部会 スケジュール

#### 5月19日 (水)

9:00~ 9:05	開催挨拶
9:05~ 9:20	新委員の紹介、委員挨拶
9:20~ 9:30	事務局からのお知らせ
9:30~10:45	報告 ①宇宙輸送部会報告書の提言に対する取り組み状況について ②H-IIAプロジェクトの進捗状況報告と今後の計画案 説明 (J-II衛星打上げシステムの開発)
10:45~11:45	昼食
11:45~12:45	
13:00	芝パークホテル出発
14:30~16:30	石川島播磨重工業 瑞穂工場ご視察
18:00	芝パークホテル帰着

#### 5月20日 (木)

9:00~11:15	審議 (J-II衛星打上げシステムの開発)
11:15~11:30	コーヒーブレイク
11:30~12:30	説明 (宇宙往還技術試験機HOPE-X開発状況 (再使用型輸送系計画を含む))
12:30~13:30	昼食
13:30~14:30	審議 (HOPE-X続き)
14:30~15:00	コーヒーブレイク
15:00~18:30	報告書調整

#### 5月21日 (金)

9:00~10:00	報告書調整
10:00~10:30	コーヒーブレイク
10:30~12:00	報告書まとめ
12:00~13:30	昼食
13:30~14:30	審議結果の事業団への通知
14:30	散会

**Evaluation Report  
of  
Subcommittee for Space Transportation**

**May 1999**

**Subcommittee for Space Transportation  
Committee for NASDA Evaluation**

Hideo Nagasu

Hideo Nagasu  
Co-chairman  
Subcommittee for  
Space Transportation

John Logsdon

John M. Logsdon  
Co-chairman  
Subcommittee for  
Space Transportation

## CONTENTS

1. INTRODUCTION	1
2. EVALUATION OF CURRENT DEVELOPMENT AND RESEARCH	1
2.1 J-II Satellite Launch System	1
2.2 HOPE-X Program and RLV Preparations	2
3. REPORTING TOPICS	3
3.1 NASDA's Action Taken in Response to the Recommendations	3
3.2 Current Status of H-IIA	4
4. CLOSING REMARKS	4

### Enclosures

<i>Member List of Subcommittee for Space Transportation</i>	5
<i>Members' Biography</i>	7
<i>Meeting Agenda</i>	11

## 1. INTRODUCTION

The Space Transportation Systems Subcommittee met from May 19 to 21, 1999. The subcommittee was chaired by the same co-chairpersons as last year and one foreign and one Japanese members newly joined the meeting.

The evaluation topics presented from NASDA this time were the J-II project and the HOPE-X project associated with RLV study. Also, NASDA's actions taken in response to last year's recommendations and the current status of the H-IIA project were reported.

Most of the meeting was held in Tokyo, but the subcommittee members visited Mizuho Works, Ishikawajima-Harima Heavy Industries (IHI) involved in the J-II project, which greatly helped the subcommittee to evaluate the project.

## 2. EVALUATION OF CURRENT DEVELOPMENT AND RESEARCH

### 2.1 J-II Satellite Launch System

NASDA has developed large rockets like the H-II and H-IIA, meeting the demands of launching large satellites made in Japan itself and resulting from international cooperation. These large rockets have been used to launch multipurpose satellites. This makes flexible and timely mission implementation difficult and increases the risks associated with mission failure.

Today, there is increasing demand for launching smaller satellites in areas such as Earth observation and innovative technology development. In response, NASDA judges it necessary to develop a low-cost flexible launcher for these smaller satellites. The J-II launching system is the project designed for this purpose. It fills the gap in launching capability between the M-V and H-IIA, thus providing Japan with a full range of launching capabilities.

In addition, NASDA is taking the opportunity to develop through the J-II project advanced technologies which are key to future generations of launch vehicles, particularly the RLV. Also, the J-II project will provide NASDA and Japanese industry up-to-date experience in collaborative system development with an overseas company. The J-II project is thus a complete and ambitious program, serving at the same time

short term requirements and longer term objectives.

According to the project plan, key new technologies such as LOX/LNG propulsion system and automated ground operations will be developed. The project will also employ existing domestic and imported technologies as a means of reducing costs and shortening development time. After the initial vehicle is developed, an improved J-II, capable of carrying out a wider range of missions, will be promoted by adding new capabilities such as strap-on solid rocket boosters and improved second stage engine performance.

The subcommittee finds the J-II project in general well conceived and worth pursuing. However, it has some concerns. It notes that the project is planned to be carried out on a tight schedule and with a limited budget, and thus presents difficult management challenges. The subcommittee thus recommends that there be established a project risk analysis that defines key milestones with respect to schedule, budget, and availability of imported technologies and components.

In promoting the J-II launching system project, NASDA therefore should :

- a) Emphasize efficient development of new technologies such as the LOX/LNG engine since it is an R&D organization
- b) Establish NASDA's leading role in joint development projects with foreign manufacturers.

In summary, the subcommittee is in general support of the J-II project and recognizes its value to Japanese space development.

## 2.2 HOPE-X Program and RLV Preparations

Compared to last year there is substantial progress in the HOPE-X program definition, particularly with respect to linking it to the technologies and requirements of future reusable launch vehicles (RLV). The increased emphasis of the HOPE-X Program towards a more experimental character relaxes the long-term funding problems and requirement for a life-cycle cost analysis. The three-year postponement of

the HOPE-X launch date creates the possibility of testing and incorporating into the flight demonstration more advanced technology for RLVs. It is important that there be no future postponement of the launch date.

While the HOPE-X and the potential HOPE XA follow-on program are well conceived and are progressing well, the option exists to achieve many of the RLV technology objectives with a smaller vehicle at potentially lower near term costs. However, the subcommittee recognizes both the value of the investment already expended on the current program and the additional benefits beyond testing RLV technologies that accrue to Japan with the success of HOPE-X as currently designed, since this maintains the HOPE-XA option.

As a risk reduction option, the subcommittee observes HOPE-X could benefit from a full set of production spares, in order to allow for a second test vehicle. The option of additional flight tests should be considered (with increased budget).

NASDA plans more study work on different RLV concepts. The subcommittee considers this to be important, since there are many different possible technologies and resulting techniques. Further, there are great differences in the development cost of RLVs, depending on the configuration and technologies selected.

The potential development of a flyback strap-on booster with liquid propellants as part of RLV development needs a careful cost analysis since studies in the USA (Shuttle-Boosters, MAGNUM-Concept) and in Europe (FESTIP) have shown that they have high development cost, but result in little reduction of the "cost-per-flight" or space transportation cost.

### **3. REPORTING TOPICS**

#### **3.1 NASDA's Actions Taken in Response to the Recommendations**

The subcommittee made some recommendations last year. NASDA's actions are reported.

The recommendations are all made for long-term vision, so continuous look at NASDA's change is needed. As NASDA improves its independent review process,

consideration should be given to a process of independent analyses and tests for mission critical functions.

NASDA has been eager to change itself and this attitude is well appreciated.

### **3.2 Current Status of H-IIA**

The report from NASDA, which includes some changes made, indicates no problem.

### **4. CLOSING REMARKS**

The subcommittee requests the opportunity at the next meeting to get a status report of H-IIA and to have an in-depth review of the J-II and HOPE-X/XA programs as well as NASDA changes including cost engineering progress, RLV studies and independent review processes and progress. This should also include industrial and launch facility visits as appropriate.

## *Member List of Subcommittee for Space Transportation*

Co-chairman **Mr. Hideo Nagasu**

Former Director-General of National Aerospace Laboratory (NAL)

Co-chairman **Dr. John M. Logsdon**

Director, Space Policy Institute and Center for International Science and Technology, George Washington University

Member **Mr. Eiichi Itoh**

Director for Intelsat, Network Planning Division, KDD

Member **Dr. Hiroshi Endoh**

Former Deputy Director General, National Aerospace Laboratory

Member **Dr. Nobuhiro Tanatsugu**

Professor, Research Division for Space Propulsion  
Institute of Space and Astronautical Science

Member **Dr. Susumu Toda**

Deputy Director-General, National Aerospace Laboratory

Member **Dr. Shinichi Nakasuka**

Associate Professor, Department of Aeronautics and Astronautics,  
University of Tokyo

Member **Dr. Kumiko Miyazaki**

Associate Professor, Department of Industrial Engineering and  
Management, Tokyo Institute of Technology

Member **Mr. William R. Claybaugh, II**

Business Advisor, Office of Aeronautics and Space Transportation  
Technology, NASA Headquarters

Member      **Mr. Jean-Jeaques Dordain**  
                  Acting Director, Strategy and Business Development Group ,  
                  European Space Agency (ESA)

Member      **Dr. Dietrich E. Koelle**  
                  Trans Cost Systems

Member      **Mr. Chester L. Whitehair**  
                  Former Vice President, Aerospace Corporation

Executive Secretary      **Mr. Junji Shinjo**  
                  Department of Aeronautics and Astronautics  
                  University of Tokyo

## *Biography*

### **Mr. Hideo Nagasu**

Former Director-General of National Aerospace Laboratory (NAL)

**PROFESSIONAL FIELD:** Aerodynamics, Space Engineering

**PROFESSIONAL EXPERIENCE:** Director of Aerodynamics Division, NAL (1970), Director of Space Research Group, NAL (1976), Deputy Director General, NAL (1983), Director General, NAL (1985), Member of Science Council of Japan (1991-93), Senior Advisor of Fuji Heavy Industries Co. Ltd. (1989-94)

### **Dr. John M. Logsdon**

Director, Space Policy Institute and Center for International Science and Technology, George Washington University

**PROFESSIONAL FIELD:** U.S. and International Space Policy, History of U.S. Space Programs

**PROFESSIONAL EXPERIENCE:** George Washington University (1970-), Faculty member and board of trustees of International Space University (1988-), Member of International Academy of Astronautics, Member of Vice President's Space Policy Advisory Board (1992), Aeronautics and Space Engineering Board (1988-94), Commercial Space Transportation Advisory Committee (1998-)

### **Mr. Eiichi Itoh**

Director of Satellite Business Planning Division, KDD, Governor of INTELSAT

Chairman of Asian Satellite Multimedia Forum

**PROFESSIONAL FIELD:** Management, Accounting, Industrial Sociology

**PROFESSIONAL EXPERIENCE:** Managing Director, KDD Research Institute, Inc. (1992), Director of Network Planning Division, KDD (1995), Governor of INTELSAT (1995-), Director of Satellite Business Planning Division (1998-)

### **Dr. Hiroshi Endoh**

Former Deputy Director General, National Aerospace Laboratory (NAL)

**PROFESSIONAL FIELD:** Aeronautics

**PROFESSIONAL EXPERIENCE:** Central Meteorological Observatory (1954), Aeronautical Laboratory (1951), Research Fellow, University of London (1966-67), Deputy Director General, NAL (1989), Safety Consultant, Japan Airsystem Co. Ltd. (1995-98)

**Dr. Nobuhiro Tanatsugu**

Professor, Research Division for Space Propulsion  
Institute of Space and Astronautical Science (ISAS)

***PROFESSIONAL FIELD:***

***PROFESSIONAL EXPERIENCE:*** University of Tokyo Institute of Aeronautics and Space (1973), Associate Professor, ISAS (1981), Visiting Researcher, DFVLR (1984-85), Professor, ISAS (1989), Professor, Tokyo University (1992)

**Dr. Susumu Toda**

Deputy Director-General, National Aerospace Laboratory (NAL)

***PROFESSIONAL FIELD:*** Structural mechanics, Space engineering

***PROFESSIONAL EXPERIENCE:*** Senior Engineer, NASDA Office of Satellite Development (1985), Director, NAL Structural Mechanics Division (1995), Director, NAL Space Research Group (1996), Deputy Director General (1998-), Member, NRC Space Debris Committee (1993)

**Dr. Shinichi Nakasuka**

Associate Professor, Department of Aeronautics and Astronautics,  
University of Tokyo

***PROFESSIONAL FIELD:*** Aerospace Engineering

***PROFESSIONAL EXPERIENCE:*** IBM Japan (1998), Lecturer, Department of Aeronautics, University of Tokyo (1990), Associate Professor (1993), Associate Professor, Research Center for Advanced Science and Technology (1994), Associate Professor, Department of Aeronautics and Astronautics (1998-)

**Dr. Kumiko Miyazaki**

Associate Professor, Department of Industrial Engineering and Management,  
Tokyo Institute of Technology

***PROFESSIONAL FIELD:*** Science and Technology Policy, Computer Science, Physics

***PROFESSIONAL EXPERIENCE:*** Oxford University, Cambridge University, MBA,  
INSEAD, Ph.D. in Science and Technology Policy, Sussex University SPRU,  
Professional staff at: Logica, Bell Northern Research, Schlumberger

Associate Professor, Department of Industrial Engineering and Management, Tokyo  
Institute of Technology (1995-), Member of Space Activities Commission Committee  
on Planning (1997 - ), Telecommunications Technology Council (1999 - )

**Mr. William R. Claybaugh, II**

Business Advisor, Reusable Launch Vehicle Program Office, NASA Headquarters

*PROFESSIONAL FIELD:* (Aerospace) Business

*PROFESSIONAL EXPERIENCE:* President, IComp, Inc. (1989-1991), Chief Financial Officer, American Rocket Company (1987), Vice President of Space Division, University City Science Center (1986), Director for External Initiatives, NASA Office of Exploration, Business Advisor, NASA Reusable Launch Vehicle Program (1991-Present)

**Mr. Jean-Jeaques Dordain**

Acting Director, Strategy and Business Development Group ,

European Space Agency (ESA)

*PROFESSIONAL FIELD:* Fluid mechanics, Heterogeneous flows, Combustion, Instabilities

*PROFESSIONAL EXPERIENCE:* Professor of Fluid Mechanics at Ecole Polytechnique, Ecole Superieure Aeronautique de Espace (1972-94), Technical advisor to CEO of Arianespace (1985-87), National Agency for Aerospace Research (ONERA) (1970-86), Head of Space Station Utilization and Microgravity Program Department, ESA (1987-92), Member of Committee for Applications, Academy of Science

**Dr. Dietrich E. Koelle**

Trans Cost Systems

*PROFESSIONAL FIELD:* Mechanical Engineering, Systems Analysis

*PROFESSIONAL EXPERIENCE:* Director of Advanced Space Transportation Systems,

MBB/DASA Ottobrunn ( 1970-1993), Executive Director, TransCostSystems (1993 - present). Member of the International Academy of Astronautics (IAA), Honorary Member of the German Aerospace Society, Chairman of the IAF/IAA Subcommittee on Launch Systems Economics

**Mr. Chester L. Whitehair**

Former Vice President, The Aerospace Corporation

*PROFESSIONAL FIELD:* Aerospace Engineering

*PROFESSIONAL EXPERIENCE:* Douglas Aircraft Co. (1959), Super Temp Corp. (1962), The Aerospace Corporation (1963-1998) including Director of Upper Stage Office - Space Transportation Directorate, Principal Director of Inertial Upper Stage,

Principal Director of Advanced Launch Systems Directorate - Space Launch Vehicle Operations, General Manager, Architecture, Planning and Technology Division, Vice President of Space Launch Operations

**Mr. Junji Shinjo**

Department of Aeronautics and Astronautics, University of Tokyo

***Meeting Agenda***  
***Second Subcommittee for Space Transportation***

**Wednesday, March 19**

9:00 - 9:05   **Opening Remarks**  
9:05 - 9:20   **Introduction to new members**  
9:20 - 9:30   **Information from Secretariat**  
9:30 - 10:45   **Report**  
                  ① **Status of Actions to Recommendations in Space**  
                  **Transportation Subcommittee Report**  
                  ② **Development Status of H-IIA project and Future Plans**  
10:45 - 11:45   **Presentation: Development of J-II Satellite Launch System**  
11:45 - 12:45   **lunch**  
13:00           **Depart Shiba Park Hotel**  
14:30 - 16:30   **Visit Ishikawajima Harima Heavy Industries, Mizuho Plant**  
18:30           **Arrive Shiba Park Hotel**

**Thursday, March 20**

9:00 - 11:15   **Discussion: Development of J-II Satellite Launch System**  
11:15 - 11:30   **coffee break**  
11:30 - 12:30   **Presentation: Development Status of HOPE-X**  
                  (including reusable launch systems)  
12:30 - 13:30   **lunch**  
13:30 - 14:30   **Continue discussion (HOPE-X)**  
14:30 - 15:00   **coffee break**  
15:00 - 18:30   **Draft report**

**Friday, March 21**

9:00 - 10:00   **Draft report**  
10:00 - 10:30   **coffee break**  
10:30 - 12:00   **Finalize report**  
12:00 - 13:30   **lunch**  
13:30 - 14:30   **Notification of report to NASDA**  
                  - adjourn meeting -

宇宙開発事業団評価委員会  
軌道上技術部会評価報告書  
**Evaluation Report  
of  
Subcommittee for Satellite Engineering**

1999年8月  
August 1999

宇宙開発事業団評価委員会  
軌道上技術部会  
**Subcommittee for Satellite Engineering  
Committee for NASDA Evaluation**

宇宙開発事業団（NASDA）外部評価委員会  
軌道上技術部会報告書

平成11年8月31日

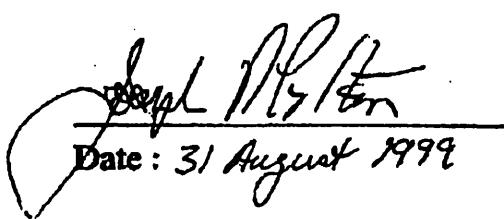
宇宙開発事業団評価委員会軌道上技術部会

● 軌道上技術部会共同部会長

畠野 信義

畠野信義  
日付：平成十一年八月三十一日

Joseph N. Pelton

  
Date : 31 August 1999

## 目 次

1. はじめに	..... 1
2. 計画の評価	..... 1
2. 1 中間評価（進行中の計画の評価）	..... 1
2. 1. 1 ネットワーク管制システム	..... 1
2. 1. 2 衛星管制システム	..... 4
2. 2 事後評価（終了した計画及び終了が近い計画の評価）	..... 5
2. 2. 1 COMETS	..... 6
2. 2. 2 E T S -VII	..... 6
3. 昨年の評価報告の指摘事項に対する行動計画及び実際に行われた行動に対する意見	..... 7
3. 1 全体的な勧告等に対する対応	..... 7
3. 2 E T S -VIII	..... 7
3. 3 D R T S	..... 7
3. 4 ギガビット衛星	..... 8
3. 5 M D S	..... 9
3. 6 O I C E T S	..... 10
4. その他のコメント等	..... 10
4. 1 宇宙プラットフォーム技術とそのサブシステムの標準化への動き	..... 10
4. 2 N A S D A R & D プログラム	..... 10
5. おわりに	..... 11

## 1. はじめに

軌道上技術部会(資料 1)は、1999年5月26-28日、つくばにおいて開催され、NASDA衛星システム本部の業務の評価を行った。本年の部会の審議は、終了した計画(事後評価)、実施中の計画(中間評価)及び、昨年の評価における指摘事項、勧告等に対する対処(行動計画)の実施状況について行った。

これら評価を行うに際し、部会は「軌道上技術部会への提示資料」(資料 2)の提出と説明を受けた。部会は、現在や将来の計画及び、1998年の部会報告についての対応状況について、NASDAから受けた多くの詳細な報告と説明に非常に満足している。約30件についての対処実施の報告があり、その中でも、非常に前向きの対応が行われた項目、今後成果が期待される項目等について以下に特記する。

- ETS-VIのデータの将来計画、特にOICETSへの有効利用
- COMETSの南半球での実験
- 充分な検討に基づくCOMETS代替計画の再検討と中止項目の決定
- ETS-VIIで得られた成果の公開と将来の利用の明確化
- 衛星システム本部全計画の幅広い情報のインターネットによる提供
- 計画に関する外部専門家による評価の活用拡大と新しい連絡方法の確立
- DRTSの目的と実施計画についての本格的なシステムの評価
- ETS-VIIIの危機管理計画の強化とアンテナのスケール・モデル展開実験
- 全計画に好影響をもたらすと期待されるISO9001認定取得への決定
- ギガビット衛星計画の改良と進展、及び国際協力の積極的推進

## 2. 計画の評価

部会は、現在進行中の計画である追跡・地上管制ネットワーク・システムとその安全及び、ほぼ完了する計画であるCOMETSとETS-VIIについてその衛星と実験結果についての詳細な評価のため、多く時間をかけた。結果を以下に示す。

### 2. 1 中間評価(進行中の計画の評価)

#### 2. 1. 1 ネットワーク管制システム

現用の追跡管制ネットワークシステムと置きかえる新しいネットワーク管制システムの機能についてNASDAから説明を受けた。部会は、この計画は充分に考慮され、機能的に完成したものであり、機能のグループ化にも十分に配慮されている。機能的なシステム要求や、それに伴う詳細な設計の要求を評価するのは、本部会の目的ではないが、これらの要求や設計、これらシステム間のインターフェイス、更に衛星とユーザー・プロジェクトとの間のインターフェイスについて充分に理解され、相互に調和して機能することが成功させるために重要である。管理者にとって重要な仕事は、常に吟味し、技術者同士の連絡を良くし、個々の構成要素毎に確認試験を実施することを確実に行って行くことである。

部会は以下の項目について関心(懸念)を持っている。

- (a) 開発スケジュール
- (b) 安全への配慮
- (c) 組み合わせ試験
- (d) 基地の要員
- (e) EOC(地球観測センター)と協力する可能な性能監視

### (a) 開発スケジュールについて

ネットワーク管制システムは安全で信頼性が高く、自動的でコストの低い運用をするために、非常に大きなソフトウェア・システムに依存した機器の組み合わせである。このソフトウェア開発スケジュールに特に懸念を持っている。部会に示された一連のスケジュールはハードウェア主体の開発において歴史的に使われて来た古典的な手法である。機器の購入は示されたように進めることは出来るが、ソフトウェア開発に關わる危険を軽減するためにはもっとフェーズ毎にキチンと分けられた、一步一步の検証が必要である。

要求条件とそれに伴う設計とテストは進展段階毎に分けられなければならない。各段階では、次ぎの段階を自然に構築するような作業機能が必要である。要求条件のグループ化と実行を共通の構成で確信を持って進められるように、各段階はオーバーラップがあって良い。A L O S や E T S - V I I I の打ち上げに間に合わせることが求められていることはわかるが、部会はこれらの勧告が実行されたために妥当な時間があると見ている。そうすることが全体として、より信頼性のある、より危険の少ないスケジュールとなると考える。

### (b) 安全意識について

運用中の衛星に安全上の侵害が発生した実例はある。ネットワークは侵害の最も侵害を受け易い。個々のハードウェアの回路でさえ物理的に侵入されたり壊されたりすることがある。ネットワーク管制システムの、コマンドの暗号化、専用の回路、制限されたアクセス・ゲートウェイ・ルーター、障壁、機器への接近に対する物理的管理等の多層状の防御機能を考慮しておくべきである。例えば、I S D N バックアップ回路は障壁で守られねばならない。ハードウェアの装置に加えて、侵入を検出するための通行の監視のためのソフトウェアを考慮すべきである。方針と手順は文書にされ、侵入に対応出来るかテストされなければならない。また、障壁の開放側と安全側双方の安全の弱点をテストするための検査ソフトウェアも含まれる必要がある。認識と手順への反応は運用者の訓練と検定に含まれるべきである。

### (c) 組み合わせ試験について

ネットワーク管制システムの組み合わせ試験に当たっては慎重な管理計画と監督が必要である。個々の部分の機能が正常であるかに見えて、全体はそれらの集合として期待通りに働くとは限らない。更に、断続的なソフトウェアの不具合は複雑なシステムには有り勝ちであり、危機管理の一部として試験計画の中に出るだけ折り込んで置く必要がある。スケジュールに余裕を与えるためと開発コストを減らすために以下に具体的な提案を示す。

各局の地上システムは同一であるから、先行整備する（草分け）局（例えば勝浦）を決めて進めるべきである。先行局は統合システムを完成させるためや他の局の組み合わせ手順を確立するための試験台である。これは技術的にきちんと管理された環境で、つくばの衛星管制システムとのインターフェイス試験を可能にする。先行局のハードウェアやソフトウェアが勝浦で組み合わせ試験を行っている間に、他の局の機器は工場に残して、つくばと繋いで試験を出来る。各局のアンテナは組み合わせ試験が行われている間に建設出来る。ネットワーク管制システムと衛星管制システムは一緒に適切に働くねばならないから、インターフェイスの確認、ローディングの実行、その他の性能試験、訓練やトラブル・シューティングを行うために、つくばの衛星管制システムと勝浦の先行局ネットワーク管制システムの両組み合わせ試験サイトを繋ぐ専用の通信回線を設置することを勧める。つくばと勝浦の間の構成管理や整合した変更制御は、両方の場所がシステムの環境を把握しているために、責任者により指揮されねばならない。

先行局の組み合わせが終了し、試験で機能、性能、保守手順、運用要員の配置等を確認してから、製造会社の工場に保管されていた機器を最新バージョンのソフトウェアと共に残りの各局に据え付け、点検することが出来る。

独立した検証と確認（I V & V・・Independent Verification and Validation）機能を組み合わせ試験の監督のために行うことの必要性について質問が出され、部会は「一概には言えない」と回答した。良質のI V & Vを実施するためにはかなり負担がかかる。I V & V要員は組み合わせ試験の主担当者と同じように、設計や製造の場に立ち会わなければならない。I V & Vが既に確立された基盤として存在する国や組織では、そのやり方は効果的である。しかし、N A S D Aでは完全に別れて独立した監督要員はいないから、I V & V要員に必要な情報を提供するために必要な労力、時間、経費が大き過ぎるであろう。部会は、特別な努力と資源を主組み合わせ試験に費やした方が良い（例えば、組み立て試験に先行整備局をつくるという勧めがそれである）。

N A S D Aとシステム製造会社双方で構成される専任の組み合わせ試験要員が必要である。それら専任の要員は設計や製造要員とは別で、組み合わせ試験計画を作るために全員一緒に働くべきである。運用要員は組み合わせ試験計画を調べ、運用の立場から意見を述べるべきである。試験の主目的は機能的な要求を満たしているかの確認と期待される性能の測定である。それに加えて、設計と製造要素の弱点を発見すること、起こりそうな不具合を見付け出すこと、システムがどのように反応し回復するかを知ることなどが目的である。システムが正常に働くかどうかを調べなければならないが、同時にシステムがどのように不具合を起こすかを確かめることも目的である。独立した組み合わせ試験要員（設計と製造技術者とは別であれば、製作担当企業の職員でよい）の他に、N A S D Aのプロジェクトのユーザーや外部の専門家からなる評価委員会が組み合わせ試験の計画、スケジュール、準備状況と結果について監督するべきである。この委員会は初期には三ヶ月毎、組み合わせ試験が始まったら毎月開かれるのが良い。

#### （d）地上局要員について

新ネットワーク管制システムの目標は、追跡局がオペレーターの介在無しで自動的に運用されることであると提示資料は強調している。駐在員は保守のためのみであると言う。これは立派な目標であるが、完全な自動運用は難しく、達成するのは経済的に高くつくのが現実である。設計に際し、完全自動運用に対するトレードオフとして、運用要員の方が地上局運用の費用効率が高いかどうかについて何時も考慮するべきである。また、不具合が起こる可能性を無視することは出来ないから、故障した自動化部分をバイパスして手動の運用やサービスが何時でも行えるようになっているべきである。そうすることによって、その追跡局は追跡能力に高い評価を得ることが出来る。この可能性に対処するために、各遠隔局の保守要員は、いくつかの重大な不具合の場合に、代替の運用要員になれるための訓練を受け、資格を取得している必要がある。この保守・運用要員を現場で指導するための手順が文書の形で現場に準備されているべきであり、遠隔局要員を援助するために、支援用設備が中央ネットワーク管制センターから得られるべきである。

#### （e）性能監視について

ネットワーク管制システムには、ローディング、データとコマンドの配信の遅延、その他の典型的な回路性能のパラメーターを測定するための性能監視機能が含まれている。これらの結果を定期的（毎日）に状況報告に纏めて、選ばれた管理者、ミッション・ユーザー、また多分製造企業へも配布することは重要である。また、地球観測センター（E O C）からのミッション・データとミッション計画についての情報が性能監視に有用である。

## 2. 1. 2 衛星管制システム

衛星管制システムは現用と付加されるテレメーター、コマンド及びミッション計画機能を行う新しいシステムである。更に、衛星管制システムは新しいネットワーク管制システムとD R T S 宇宙ネットワークシステムと一緒に円滑に機能しなければならない。新しいシステムの記述は、機能と構成について適切に理解したものとなっている。設計の目的はA D E O S の経験から学んだ欠点を修正したものになる。

(a) 部会が、衛星管制システムについて懸念していることは、ネットワーク管制システムで書かれた懸念と同様である。第一に、開発スケジュールが直列型になっていることがリスクであると考える。衛星管制システムに必要な複雑なソフトウェアは提示資料にあるような非常に大まかな2段階スケジュールに示されるよりもっと一步一歩積み上げる手順が必要である。個々の処理機能は別々に作ることが出来るが、それらをひとつの半自動的な統合システムとするには、インターフェイスに多大な注意を払うことが必要である。小さく作って、沢山試験をする (build a little, test a lot) ことがこのシステムには重要である。また、新しいネットワーク管制システムと一緒にする試験には両システムのスケジュールを合わせなければならない。

(b) 衛星管制システムの信頼性は、その運用の易しさ、訓練の易しさに大きく依存している。各処理システムのための対人インターフェイス (G U I) は注意深く設計されねばならない。設計に際して払う努力には、経験豊富な運用要員に相談することが含まれなければならない。全体として, U N I X O S の選択は妥当である。U N I X O S でG U I ソフトウェアを書くことは, W i n d o w s O S で書くよりずっと難しいであろうが、U N I X O S で実行するC O T S ツールが豊富なはずである。異なった処理システムのための、ブラウザ・ベースのG U I がそれぞれに共通な表示を提供するために検討されるべきである。スケジュールは組み合わせ試験と初期運用中、システム機能と運用者の意見に基づくG U I の最新化が出来るものでなければならない。

(c) もし衛星テレメターのシミュレーションの能力に制約があれば、打ち上げ前試験と各ミッション・ユーザーの訓練に際して、各ユーザーの間でもめるであろう。衛星シミュレーターの必要な利用を確認するために、システムのローディングについてはミッション・ユーザとよく話し合う必要がある。シミュレーターの設計は、実際の衛星の（記録された）テレメータの使用、実際的なテレメータの実時間生成、テレメータの忠実度とバランスを取らねばならない。衛星の運用に忠実でないパターンデータは良くない訓練材料であり、模擬衛星に送られたコマンドを反映していない模擬テレメータは半自動機能や運用要員の仕事の練習にならない。

## 2. 2 事後評価（終了した計画及び終了が近い計画の評価）

### 2. 2. 1 COMETS

COMETSプロジェクトは、衛星が静止軌道に乗せられなかったことから、当初予定した実験が不可能になった。しかし失敗とはいえ、残された機能を有効に修正し、当初予定した静止軌道上での44項目の実験（NASDA14項目、CRL11項目、COMETS通信・放送実験実施協議会19項目）の内の主要な26項目の実験を実施できるようにリカバーした。全くの失敗に終わらせず、当初予定実験項目の多くを実施した事を高く評価する。また、南アジア地域での国際協力実験が進められていることも評価できる。

#### 部会の意見

- ・ 実験できなかった項目は、静止軌道に乗らなかったことが全ての原因であるが、当初の各実験項目について、1) 軌道の問題か、2) パンアレン帯の問題か、3) 衛星設計の問題か、出来なかつた理由を整理しておく必要がある。
- ・ 残機能を生かす努力によって、予定通りでは分からなかつた成果についてもまとめておくこと（オペレーション、他機関の協力のあり方等）。
- ・ 他の衛星プロジェクト（たとえばSFUの成果だけでなく、ETS-VI等）の成果が、どのように反映されているか、対照表があるとよい。
- ・ あらかじめ考えられる失敗について、考慮したことがあればそれも強調すべきである。もし、考慮していなかつたとすれば、どんなことを、どの程度考えておくべきか、想定できる範囲で検討しておくとよい。
- ・ 本プロジェクトで、バス機器（例えば、姿勢制御系、太陽パドル等）等、今後の衛星設計で有効であろう事があれば、整理して提示しておくとよい。
- ・ リカバリーに際し、最も重要なポイントは何だったかを明確に示しておくことは今後のためにも有用である。
- ・ 本計画で、できるもの、できなかつたもの、またその原因等について、報告書、結論でわかりやすく記録すべきである。

事後評価報告書は、学術論文ではないが、既に公表、発表されている詳細な論文、または発表資料も多いようなので、そのリストを挙げておくことが望ましい。

### 2. 2. 2 ETS-VII

ETS-VIIは1997年の打ち上げ以来、自動ランデブードッキング技術と遠隔操縦によるマニピュレータ制御技術の可能性を実証し、世界に先駆けたプロジェクトとして多くの成果をあげた点を高く評価したい。また数々の不具合の発生にも拘わらず初期の目的の大半を達成することができた点も評価する。ただしこれによって実施できなかつた実験項目については、不具合の原因を明確にし今後の対応策を示しておくことが必要であろう。

この実験では次のような基礎技術が達成されている。

- ・ レーザ・レーダ、GPS、ドッキング機構などの要素技術を含む世界初の全自动ランデブードッキング技術の実証
- ・ そのために行ったデータ・リレー衛星を使った運用技術の習得
- ・ ロボット・アームと衛星姿勢の協調制御技術
- ・ スーパーバイザリ制御、力・トルク制御、画像情報による遠隔制御などの先端的な技術の宇宙マニ

### ピュレータへの適用

- ・遠隔操縦に伴う時間遅れの補償技術
- ・軌道上でのORU交換などのサービス技術

これらは有人技術を用いない UN-MANNED によるインフラストラクチャ構築へのアプローチとして独創的であり有意義である。そして、これは将来の宇宙ロボットによる宇宙機の検査、修理、燃料補給などの軌道上サービス技術の基盤となるものであり、これによって世界的にもこの分野でのリーダーシップを獲得したものと考える。さらにこのプロジェクトでは日本および海外の多くの機関の参加を得て成果をあげた点も、今後のNASDAの活動のひとつの方向を示したものとして評価できる。このようなプロジェクトの実施方法は特に基礎的な研究開発に有意義であろう。

これによって得られた成果は将来の自律型宇宙ロボットに発展できると考えられる。そのために以下のようないわゆる提案をしたい。

- ・到達すべき自律型宇宙ロボットの目標を明確に定義すること。
- ・その目標を達成するために必要な未経験の技術項目を明確にすること。
- ・より広範な研究者・技術者からなるグループを組織し、最先端技術の導入をはかること。

### 3 昨年の評価報告の指摘事項に対する行動計画及び実際に行われた行動に対する意見

#### 3. 1 全体的な勧告等に対する対応

部会は、昨年の評価報告で指摘した事項、勧告等に対し、NASDAが非常に誠実に、率直に、そして熱心に対応したことを評価し、満足している。

#### 3. 2 E T S - V I I I

E T S - V I I I は、Sバンドの携帯型ターミナルとの通信やマルチメディア放送を可能にする通信衛星の開発とその軌道上での実証をめざしている。それには3トン衛星のバス技術と世界初のSバンド大型展開型アンテナの開発が含まれている。その19×17mの巨大アンテナには、展開機構の開発、熱真空・太陽輻射圧などの宇宙環境における構造振動、および制御の3つの大きい挑戦的な課題がある。

N A S D A ではこの課題に取り組むために、他機関との連携を含めた技術グループをすでに発足させており十分に問題点を認識し精力的に問題の解明に取り組んでいるものと判断した。そして航空機およびピギーバック衛星を使った無重力環境下での展開試験も計画し、一部はすでに実施されている点を評価する。しかしながら以下の技術項目についてさらに検討を継続・発展させる必要がある。

- ・ 小型模型による展開試験と実際のフル・スケールのアンテナの展開との相似性の問題
- ・ 線形モード解析で解明できない展開機構部のガタの問題
- ・ モーダル・パラメータの同定制度と制御系設計の問題
- ・ 振動計測用の搭載センサの個数と配置場所の問題
- ・ R F 特性の試験評価法

N A S D A の最近のいくつかの不具合は、初めて宇宙環境で行う技術的挑戦について、困難さの認識が甘く、充分な事前の検討、実験・試験等が不充分であったと思われるものも見られる。問題点を明確にし、このプロジェクトを成果の多いものにすることによって、E T S - V I I I のみではなく将来の大型宇宙機の開発のための貴重な基礎技術を向上させることを期待したい。このためにも専門家からなる技術検討グループを設置するように提案したい。

#### 3. 3 D R T S

昨年の部会報告へのN A S D A の対応は非常に優れている。D R T S の成功への信頼性は増加した。

1998年の第一回部会以後、1999年3月にN A S D A はD R T S について検討する外部委員会を開催した。その会議において、N A S D A はハードウェアについて追加の試験を行ったこと、D R T S 衛星に関わる新しい重要な技術を扱う技術専門家の審査パネルを設置した事を報告した。この衛星のリスクが検討されリソースとスケジュールが許す範囲でその対策が示された。重要な成果は、管理体制が強化されたことである。D R T S 計画の目的は実験である、しかし、信頼出来るデータ配布の実用性を示すことがミッションの範囲として視野に入れることが適切であるということは認識されている。E T S - V I I でスラスターの難しさが経験されたのは、リスク緩和策の一部となり得る。D R T S の元の設計で、同じスラスターが使われているので、スラスターを変更すること決定した。これは、打ち上げスケジュールを遅らせることになるが、N A S D A は適切な注意を払ったといえる。

3月の会議の参加者の中には、地上局の開発が充分な危険度の評価や、組織立った、キッチンと記録を残すような試験手順をもって進められているかどうかについて、信頼を持っていない者もいた。この会議のN A S D A への報告書には、いくつかの批判的懸念が指摘されていた。N A S D A はこれらの件について満足できる対策を、本部会及び問題意識を持っている一部の部会委員との打合せで、示した。組織立った地上システム試験計画、C O M E T S との可能性がまだ残るいくつかの目的の軌道上検証計画、

危険度の検討と対応の実施、運用要員の訓練と資格認定の手順の決定について付け加えられた。また、応用（ユーザー）衛星計画との協力が強化された。各応用ユーザー衛星との特定の一連の試験のための要求が決められた。これらの対応がD R T S計画と応用ユーザー衛星をいかに改善したか、来年の部会での報告が期待される。

### 3. 4 ギガビット衛星

部会はギガビット衛星計画についての詳細な説明と、この計画に関連して出された多くの質問に詳細な回答を受けた。これらの質疑応答はこの部会報告の付属資料とする。部会は、これは重要であり、今後も検討していく必要性が高いと考えている。

本部会の意見は以下の通りである。

#### A. 計画の名称

本計画とAdvanced Data Relay Satellite 計画をひとつにしようとする試みが行われたことなどから、最近数ヶ月で様々な命名が試みられ、この計画の名前に混乱がある。例えば、Ultra High Data Rate Satellite, Multi-Media Satellite, Gigabit Satellite 等。この計画は国際的な衛星の会議で国際的に発表されたものであり、NASA,CRC,ESA等に「Gigabit satellite project」として特別に説明されたこともあるから、混乱や誤解を避けるために同じ名前を使うことを奨める。

#### B. ギガビット衛星計画の見直し

ギガビット衛星を可能な限り対費用効果が高く、一連の計画と整合性のあるものにするため、見直しと一部の規模の縮小の努力がなされた。電力消費量とアンテナの口径が20乃至25%小さくなつたが、これらの規模の縮小は全体として適切であり、計画の技術的開発の目的を台無しにしたり、切り下げるものではない。従つて、部会は計画の技術的定義において、これら変更を支持する。この計画の最も重要な技術的目的是、搭載用ATMスイッチの運用、ビームをホッピングや掃引する高性能フェーズドアレイを運用すること、ビットレベルでの処理を行う衛星上の信号の処理と再発信である。これら重要な目的のいずれも提案された衛星電力の削減、アンテナ口径の小型化で悪い影響を受けない。衛星のフェーズドアレイアンテナEMで16素子を製作したこと、このR&D衛星の挑戦的な目的の成功への信頼性が更に増した。

ギガビット衛星計画見直しの基本的な背景として、昨年の本部会報告に示された、複数のリスクを含んだ大鑑巨砲主義、一発勝負の危険と弊害を認識し、着実な方向に流れを変える努力を始めたものと受け止め、個別の技術的コメントとは別に、全体として見直しを前向きに評価し、強く支持している。

#### C. 光ISL機能の中止について

部会討議の中で、ギガビット衛星計画の見直しの内、最も問題のある点である、2ギガビットの光通信回線の中止について質問が行われた。それについてのNASDAの回答は以下の2点について考慮した結果に基づくものであるとしている。ひとつはこの光ISL機能を次期DRTSへ移したこと、もうひとつはESAが、光通信が可能な軌道上機能を持つWIND計画を続けないことを決めたことである。Jensen委員が伝え、Mr. Wittigにより確認された情報によると、ESAは自分のギガビット実験衛星計画を進めようとしており、衛星間回線実験は2005年頃に行えそうである。CRCはこの時期に向かって、企業とカナダ政府による自身のマルチメディア研究開発衛星計画を開始しようとしている、NASAも企業との共同計画を考慮しているなどという可能性も出てきている。この問題について最終的に決める前に光ISL実験での国際的な協力に関するもっと完全な情報を得るよう勧める。ギガビット衛星計画が見直しで12乃至18ヶ月遅れたことで、そのような可能性が出てきたとも言える。また、次期DRTSは実験機能よりむしろ運用機能を提供すべきであり、より確実な光ISLの能力と出来映えが求められていると言える。

#### D. 一層の考慮が必要な重要設計指針

一層の考慮を払う価値があると思われるギガビット衛星の設計の考え方についていくつかを以下に示す。

- ・周波数帯：

ギガビット衛星は2005年頃に打ち上げられる。その頃までには多くのKaバンド衛星が運用段階に入る。従って実験のための新しい重要な周波数帯はQバンド(4.8GHz)とVバンド(3.8GHz)、更に可能性としてWバンド(6.0GHz)である。これらの周波数帯の実験用アンテナやビーコンを入れられるか、また、NASA, ESA, CRL等にもEHF帯の実験用機器を持とうと言う気にさせられるか。

- ・変復調器の能力：

ギガビット衛星の1100MHzの帯域幅は1.2Gbpsのデータ速度が可能であるとされている。2003から2004年の時点では、1ヘルツ当たり6乃至8ビットというようなずっと高い効率を実現可能な最新の変復調器も十分あり得るように思われる。ギガビット衛星の設計に当ってはそのような進んだ変復調器についても十分考慮を払うことが望ましい。

- ・ギガビット衛星の運用のための地上実験計画と利用者端末：

現時点でギガビット衛星の機能は1.2Gbpsで4データ・ストリームを取り扱うことが出来ると考えられている。より進んだ変復調器を使えば、更に早いデータ速度も可能であろう。そのような巨大なデジタル信号処理能力を効率的に使うためには、特に国際的に、大規模な計画が必要である。そのような高いデータ速度をアジア-太平洋地域でどのような新しいサービスと応用の地上実験を行えるかの検討を行う努力を加速するのは有用である。これは、米国、ヨーロッパ、カナダの参加が他所に影響されてやるかどうかを決める事にもなるであろう。地上の利用者端末やトランシーバーはそのような試験のために開発されるであろう。もし光ISLの機能がギガビット衛星に残るようなことがあれば、ESA更には多分カナダや米国とも突っ込んだ国際的な議論が必要となるであろう。最後に、CRLで開発されている成層圏通信プラット・フォームとギガビット衛星との関係の可能性も複合衛星や高高度通信ネットワークの試験という意味で考慮、評価されるべきである。

部会は、ギガビット衛星は宇宙側と地上側双方の新しいカギとなるような技術を開発する上で良く考えられた計画であると信じる。また将来の進んだ放送、マルチメディア、エンターテインメント、広帯域インターネット、テレコンミューティング、電子商取引等の発展に必要な技術の開発に関わっている。進んだ情報サービスにおいて増えつつある国際協力に拍車をかけるばかりでなく、新しい情報通信分野での仕事の拡大を刺激する手段として重要である。特に、この計画での可能性は、新しいユーザー・フレンドリーな広帯域端末の開発への刺激である。低価格、小型でポータブルの可能性を見過ごしてはならない。これは、地上のユーザー端末の現状に活路を開くために、日本と拡大アジア-太平洋地域において産業と商業の密接な協力を追求しなければならないことを意味する。これは、衛星通信が非常に進歩した光ファイバーや広帯域地上無線システムと競合出来るために必要な、特に重要な将来の技術である。

### 3. 5 MDS

将来のMDS搭載候補として七つの提案が採択されたとNASDAから報告された。部会は昨年の報告で、選定過程は透明で公開性を保ち、MDSの性格と納税者の理解を得るために選定のための評価委員会は幅広い分野の委員で構成されるべきであると指摘した。NASDAの対応はその第一歩として満足すべきものであると評価する。

### 3. 6 OICETS

OICETS計画は打ち上げが2年遅れた。これはESAのSILEXとARTEMISが2年遅れたためこれとの共同実験が出来るように遅らせたものである。このOICETS計画の延期では追加経費を最低に押さえており、この期間に最大の試験データを得ることができる。OICETSとSILEXの計画の目的は、先ず衛星間光通信である。これはギガビット衛星計画から光衛星通信を下ろすことからより重要となった。他の国では宇宙と地球との間の光通信が注目されている。このタイプの実験をOICETSを使って可能な範囲で行うことを提案する。

### 4. その他のコメント等

#### 4. 1 宇宙プラットフォーム技術とそのサブシステムの標準化への動き

● 世界的に、可能な限りサブシステムを標準化しようという動きがある。「標準化」されたプラットフォームへ向かっての努力が、ISO 9001標準化等の他の努力と共に続けられるべきである。

#### 4. 2 NASDA R&Dプログラム

部会は、衛星システム本部の「つくば」への移転が、技術研究本部とのより密接な協力が重要とした昨年の評価報告に沿ったものであることを理解し、満足している。

部会は衛星システム本部関連のR&Dプロジェクトを検討し、全体的な方向、技術の範囲及び、資金の水準が適切であると考える。部会はまた、R&Dの分野で国内・国際的協力を広げる機会があり、ギガビット衛星で特に有望であると見る。このR&Dにおける協力の拡大を通じて、全体的な経費の節約、限られた資源のより効率的な配分、そして達成できる技術的目標や目的の範囲を広げることに繋がる。将来を展望すると、例えば衛星通信ではKaバンドを超えてQ/VやW帯、更にはテラヘルツ通信にさえ広がり得る。

部会は、計画や資金配分の優先度がどのように決められ、成果が評価・判定されているかについて、C S A, E S A, N A S A等他の宇宙機関との比較分析を行うことは非常に有用であると考える。

● 衛星システム本部と技術研究本部が、例えばMDS計画で、優先度の決定や重要な目標の設定でどのように協力しているのか明快でない。また、宇宙通信のR&Dの目標や目的の設定において、N A S D Aと他の機関(例えば、C R L, N A L, I S A S, T A O、基盤技術センター等)との間の決定手順を明確にするのは有益である。これについては、これら機関と協力して、5-10ページのR&D戦略計画として短く簡潔にまとめるのが良い。

## 5. おわりに

昨年は最初の外部評価であり、NASDA創立以来約30年の垢を洗い落とす作業が大きく立ちはだかり、ある種の火事場騒ぎの感無きにしもあらずであった。今年は作業の内容、規模共に妥当なものになり、部会の作業は、今後特段のことが無ければ、このような一見、言わば定常的な作業となるとおもわれる。このような環境の中で、昨年見過ごしていた、いくつかの問題点が気になってきた。検討を必要とすると思われるものの中から、特に、部会の機能・役割（親委員会との関係を含む）と各部会の担当（分担）の明確化（考え方の整理）の必要性をここで上げておきたい。

部会の主な役割は、各担当の部門が行おうとするミッションの妥当性の評価、システムの技術的妥当性の評価、組織の運用の妥当性の評価等であろうと思われる。ミッションについては、新たに計画されているMDS等の小型衛星シリーズの計画について、それら個々のミッションの内容の評価に適切な部会が担当する必要がある（軌道上技術部会で全てやるのが最適とは思えない）。また、技術的な評価については、部会はシステムとしての妥当性について考え、その中で特定の技術について問題点が出てきたとき、アドホックな専門家会合を召集するのが適切であり、昨年以来もそのように行なわれて来た（例えば、ネットワーク／衛星管制システム）。しかし、地球観測衛星の技術的システムの妥当性については実質的に担当する部会が無い、新しいシリーズの小型衛星についてどうするか等、今考えなければならぬ問題は少なくない。親委員会との関係にも、部会の側から見て問題がある（実質的にはそれほど不満は無いが、関係が明確化されていないところに不備がある）。

この機会に外部評価のシステムの見直し（手直しを検討すること）をNASDAに提案したい。

## 宇宙開発事業団評価委員会軌道上技術部会メンバー表

平成 11 年 5 月 26 日

共同部会長	畠野 信義 (財) テレコム先端技術研究支援センター 専務理事  ジョセフ ペルトン コロラド大学通信プログラム 教授 ジョージワシントン大学応用宇宙研究所 教授
委員	原島 文雄 東京都立科学技術大学 学長  安田 靖彦 早稲田大学理工学部電子・情報通信学科 教授  木田 隆 電気通信大学電気通信学部 教授  林 理三雄 鹿児島大学工学部電気電子工学科 教授  橋本 和彦 日本ビジネスステレビジョン株式会社衛星通信部 部長  ビノッド モディ ブリティッシュ・コロンビア大学機械工学部 名誉教授  スティーブン ガンター NASA JPL ミッション情報システムエンジニアリング テクニカルマネージャ  ジェームス ハミルトン 通信研究センター (C R C) 衛星通信応用プログラム マネージャ  ニールス ジャンセン E S A / E S T E C 技術システム研究部 部長
主事	木村 真一 郵政省通信総合研究所宇宙通信部宇宙技術研究室 主任研究官

**Evaluation Report  
of  
Subcommittee for Satellite Engineering**

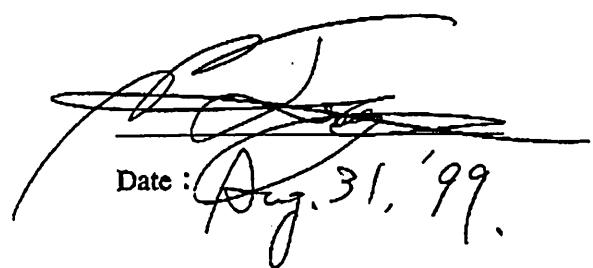
**August 31, 1999**

**Subcommittee for Satellite Engineering**

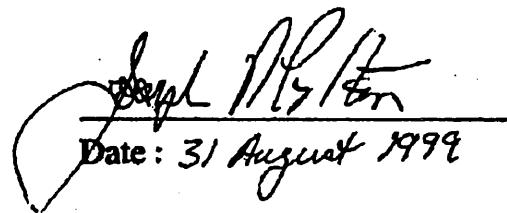
Subcommittee for Satellite Engineering  
Co-chair man

Nobuyoshi FUGONO

Joseph N. Pelton



Date : Aug. 31, '99.



Date : 31 August 1999

## Contents

1	Introduction	.....	1
2	Program Evaluation	.....	1
2.1	Review and Evaluation of On-going Programs	.....	1
2.1.1	Network Control System	.....	1
2.1.2	Satellite Control System	.....	4
2.2	Review and Evaluation of Completed or Near Completed Projects	.....	4
2.2.1	COMETS	.....	4
2.2.2	ETS-VII	.....	5
3.	Comments on the Actions and Action Plans resulting from previous Recommendations	.....	6
3.1	Action on the General Recommendations	.....	6
3.2	ETS-VIII	.....	6
3.3	DRTS	.....	7
3.4	Gigabit Satellite	.....	7
3.5	MDS	.....	9
3.6	OICETS	.....	9
4.	Other Comments, findings and recommendations	.....	10
4.1	Move toward "standard space platform" technology and subsystems	.....	10
4.2	NASDA R&D Program	.....	10
5.	Closing Remarks	.....	10

# **Evaluation Report on**

## **NASDA Satellite Engineering**

### **1 Introduction**

The Satellite Engineering Subcommittee (Enclosure 1) met at Tsukuba, Japan on May 26 through May 28, 1999 to evaluate NASDA Satellite Engineering activities. The Subcommittee considered past projects, on-going projects and the actions and strategies initiated in response to previous recommendations. To conduct this evaluation, the Subcommittee was provided with "Material for the Subcommittee for Satellite Engineering" (Enclosure 2).

The Subcommittee was very pleased to receive a number of detailed presentations and reports with regard to NASDA's current and future programs as well as its follow-up strategies with regard to its 1998 report. There were some 30 reported follow-up strategies including the following significant positive responses:

- \* Expanded use of ETS-VI data in future programs, especially in OICETS
- \* Southern hemisphere experiments with regard to COMETS
- \* Reconsideration of the Alternative COMETS program and decision to cancel after considering all relevant factors
- \* Clarification of ETS-VII spin-offs and future applications
- \* Establishment of a website to provide extensive information on all OSS Programs
- \* Extended use of and new reporting related to outside expert review of programs
- \* Major systems review of DRTS objectives and implementation plans
- \* Enhancement of risk management plan and scale-model deployment of antenna systems for the ETS-VIII Program
- \* Decision to pursue ISO9001 certification which will have a positive effect across all programs
- \* Refinement and streamlining of the Gigabit Satellite program and active pursuit of international participation in this project

### **2 Program Evaluation**

The Subcommittee spent considerable time reviewing on-going programs that included the Tracking and Ground Control Network System, the Satellite Control System and its Security, and projects which are nearly complete. These nearly complete programs that were reviewed in the greatest detail included the COMETS and ETS VII spacecraft and their experimental results. These are reported on below.

#### **2.1 Review and Evaluation of On-going Programs**

##### **2.1.1 Network Control System**

The functional description of the new Network Control System presented to the Subcommittee to replace the current Tracking and Control Network System is well-conceived and functionally complete and shows careful attention to the grouping of functions. It is not the purpose of this Subcommittee to review the functional System Requirements nor the subsequent detailed and design requirements. However, full understanding and coordination for the requirements, design and interfaces among these systems and the interface to the satellites and to the user projects is essential to ensure success.

Assuring continuous review, good engineer-to-engineer communications, and eventual testing in this context is a key management task.

The Subcommittee has concerns for the following:

- (a) development schedule;
- (b) security awareness;
- (c) integration testing;
- (d) station staffing; and
- (e) possible performance monitoring in cooperation with EOC.

(a) Development Schedule Concerns:

The Network Control System will comprise a combination of equipment dependent on a very large software system for secure, reliable, automatic and cost-efficient operations. The software development schedule, in particular, is a matter for concern. The serial schedule presented to the Subcommittee is in an established style that has up to now been used for intensive hardware development. Equipment procurement can still proceed as outlined, but inclusion of risk reduction in the software development requires a more phase-divided and step-by-step process.

Requirements and the accompanying design and testing should be divided into evolutionary steps. At each step, a working capability should be present that naturally builds to the next step. Phases can be overlapped as confidence in grouping of requirements and implementation under a common architecture is achieved. Although the ALOS/ETS VIII launch capabilities are the motive force behind this endeavor, we believe that there is adequate time for these recommendations to be undertaken and that they will result in a more reliable and lower-risk schedule overall.

(b) Security Awareness Concern:

Security intrusions on working spacecraft have occurred. Networks are the most susceptible to intrusion. Even point-to-point hard circuits can be physically accessed or damaged. The Network Control System should consider installing a protection layer that could include command encryption, dedicated circuits, limited access gateway routers, firewalls and physical control of access to equipment. For example, the ISDN backup circuit should be firewall protected. In addition to hardware devices, inclusion of traffic-monitoring software to detect intrusions should be considered. Policies and procedures should be written and tested for their response to intrusions. Also, audit software should be included to test for security vulnerabilities on both the open and trusted sides of firewalls. Awareness and response procedures should be included in operator training and certification.

(c) Integration Testing Concerns:

Integration and testing of the Network Control System will require careful management planning and supervision. Even if individual parts appear to be functionally operating, the whole may not work in concert as intended. Furthermore, intermittent software malfunctions always occur in complex systems, and efforts must be made to include secure countermeasures in the test design as part of risk management. The following is a specific suggestion to benefit the schedule and reduce development costs.

Since the ground systems at the stations will be identical, a pathfinder site, for example at Katsuura, should be established. The pathfinder site would be a test resource for completing the integrated system and for determining the ground station installation procedures for the other sites. This also would enable interface testing with the Satellite Control System at Tsukuba in an engineer-controlled

environment. While the integration testing of the pathfinder hardware and software is being tested at Katsuura, the other manufactured site equipment can remain at the factory to be connected with and tested with Tsukuba. The antenna for each site would be installed while integration testing is in progress. Because the Network Control System and the Satellite Control System must work very well together, we suggest installing a dedicated communications circuit to connect the integration testing sites of the Satellite Control System at Tsukuba and the pathfinder Network Control System at Katsuura to verify interfaces and to conduct loading, other performance tests, training and troubleshooting. Configuration management and coordinated change control between the Tsukuba and Katsuura must be supervised by management to ensure that both locations remain constantly aware of the system environment.

When the pathfinder integration is completed and testing has verified functionality, performance, maintenance procedures and operator usage, the equipment previously kept at the manufacturer's factory can be installed at the other sites with the latest software versions and checked out.

A question was raised in the discussions about having Independent Verification and Validation (IV&V) to oversee integration testing. The Subcommittee's response was that IV&V has met with varied success. A good IV&V effort can be costly and the IV&V staff must participate in both design and manufacturing, just like the prime integration testing staff. In those countries and agencies where IV&V is part of the established infrastructure, these efforts can be beneficial. For NASDA, on the other hand, an absolutely separated and independent overseeing test staff would not be practical. It would take too much energy, time and funds to input the required information to the IV&V staff. The Subcommittee recommendation is that efforts and resources would be better focused on prime integration testing efforts, for example for the above recommendations concerning the pathfinder.

There should be a dedicated integration test staff, with members from NASDA and the system manufacturer separated from the designers and manufacturing staff, but including who all work together to create the integration test plans. The Operations staff should review the integration test plans and make suggestions for operations interests. The primary testing objectives are to verify functional requirements and to measure expected performance. Additionally, the objectives should include tests to uncover flaws in design and in manufactured elements, to reveal likely malfunctions and to observe how the system responds and recovers. The objectives must be to see if the system works correctly, but should also investigate under what conditions the system fails. In addition to the independent integration testing staff (who can be employees of the manufacturer, but separate from the design and production engineers) a review panel of NASDA project users and external experts should provide an overview of the integration and test plans, schedules, preparations and results. Early on, meetings could be quarterly and become monthly when the integration and testing occurs.

#### (d) Station Staffing Concern:

The presentation material emphasized that the goal is to have the tracking stations operate automatically without intervention from operators. The only resident personnel would be for maintenance. While this is a laudable target, the reality is that fully reliable automatic operation is difficult and expensive to achieve. The design should always take into account where operators can be cost effective in station operations, as a tradeoff against full automation. And, because of possible malfunctions, manual operation to bypass a failed automated component or service should always remain a potential alternative, so that the tracking station can maintain a high rating for tracking performance. For this possibility, a number of the maintenance personnel at each remote station should be trained and certified as operators as backup for designated sets of critical malfunctions. Additional written procedures should be available on site for the maintenance/operators to follow and a 'Help' facility should be available from the central Network Control Center to assist the remote station staff.

**(e) Performance Monitoring Concerns:**

We presume that the Network Control System will include performance monitoring to measure loading, data and command delivery delay and other typical circuit performance parameters. It will be important to summarize these measurements in periodic (preferably daily) status reports and to distribute the report to selected managers, mission users and, possibly, to the manufacturers. Also, information about the mission data and mission planning from the EOC should be considered in terms of its usefulness in performance monitoring.

**2.1.2 Satellite Control System**

The Satellite Control System is a new system for performing existing and added telemetry, command and mission planning functions. Additionally, the Satellite Control System must work efficiently with the new Network Control System and the DRTS Space Network System. The new system description shows an adequate understanding of functions and configuration. The design objectives will correct the deficiencies identified during the ADEOS experience.

(a) The Subcommittee concerns for the Satellite Control System are similar to the concerns described above for the Network Control System. Principally, the serial style of the development schedule is considered to carry inherent risks. The complex software needed for the Satellite Control System needs more of a step-by-step building process than shown in the inadequately brief 2-phase schedule given to the Subcommittee. Each of the processing functions can be built separately, but putting them together as a semi-automated integrated system requires a great deal of attention to the interfaces. The philosophy of 'build a little, test a lot' is important for this system. Also, testing with the new Network Control System must be merged into both system schedules.

(b) The reliability of the Satellite Control System will depend, importantly, on its ease of operation and ease of training. The human interface (GUI) for each of the processing systems should be designed carefully. The design effort should include consultation with experienced operators. Overall, the choice of the UNIX OS is appropriate. While it may be more difficult to write GUI software for the UNIX OS than for the Windows OS, there should be enough COTS tools to carry out implementation in the UNIX OS. A browser-based GUI for the different processing systems should be investigated to provide a common 'face' for each. The schedule should leave room for updating the system functions and the GUI should be based on operator suggestions during integration testing and early operations.

(c) Pre-launch testing and training with each mission user may result in conflicts among the users if there is limited capability for simulating satellite telemetry. The system loading should be discussed with the mission users to confirm the needed access to the satellite simulator. The design of the simulator should balance the usage of real satellite (recorded) telemetry, real-time generation of realistic telemetry and its fidelity to real telemetry. Pattern data that has no fidelity with actual satellite operations is a poor training tool and simulated telemetry that does not reflect the commands being sent to the simulated satellite does not exercise the semi-automated functions nor train in operator tasks.

**2.2 Review and Evaluation of Completed or Near Completed Projects**

**2.2.1 COMETS**

The planned experiments could not be carried out as originally designed because the satellite did not reach Geostationary Earth Orbit (GEO). This was because of a launch vehicle anomaly. NASDA adjusted the satellite orbit to a Low Earth Orbit (LEO). Because of this, they were able to avoid

complete failure, and were able to carry out 26 of the planned 44 experiments. Originally 14 were planned by NASDA, 11 by CRL and 19 by the COMETS Communication Broadcasting Experiment Implementation Conference. Most of the experiments which were not completed required the satellite to be in GEO. The Sub-Committee compliments NASDA on its rescue of a failed launch and on their success in accomplishing many of the original experiments. We also commend the successful international joint experiments carried out in South Asia.

#### Sub-Committee Comments

- \* Canceled Experiments: Experiments were canceled because the satellite was not placed into GEO. NASDA should add an appendix to show whether experiments were canceled because of incorrect orbit, problems due to radiation damage caused by excessive exposure to the Van Allen Belts, etc.
- \* NASDA gained information which was not in the original plan because of the recovery efforts. Those results should be documented, as well as the revised operation plan, support provided by other institutions, etc.
- \* NASDA should show how the results relate to other projects such as ETS-VI, the Space Flyer Unit (SFU) etc.
- \* NASDA should detail any contingency planning which they had made ahead of time in anticipation of launch problems. They should also include contingency planning to the most practical extent in future mission design.
- \* NASDA should compile a list of new technologies flown, and show how they relate to future missions.
- \* NASDA should document the critical actions taken during the recovery, and publicize their success.
- \* NASDA should prepare a list of experiments showing which were successful and which were canceled, with the reasons in each case.

NASDA should catalogue all papers and presentations made as a result of the COMETS project.

#### 2.2.2 ETS-VII

The Subcommittee is very pleased to note that ETS-VII, since the launch in 1997, has demonstrated the potential of automated rendezvous and docking technology and manipulator remote control technology, and that ETS-VII has been successful as a project with global initiative. The Subcommittee also notes appreciatively that ETS-VII has achieved most of its initial objectives in spite of many malfunctions. However, for those experimental items that have not been carried out so far due to malfunctions, the causes must be identified and resolved.

The following basic technologies have been developed through this experiment.

- The world's first demonstration of a fully-automated rendezvous and docking technology, including basic technologies such as laser radar, GPS and the docking mechanism
- Acquisition of operating technology using the data relay satellite for the above demonstration
- Coordinated control technology of the robot arm and satellite attitude
- Application of advanced technologies such as supervisory control, force/torque control, and remote control by image information to the space manipulator
- Compensation technology to cover the time delay caused by remote control
- Service technology on the orbit such as replacing ORU

These technologies are innovative and useful in the effort to construct an unmanned infrastructure without using manned technology. These technologies could provide the basis for orbital service technologies such as the inspection, repair and fuel supply of spacecraft conducted by space robots in the future, and the Subcommittee believes that NASDA now leads the world in this field. With the participation in this project of many organizations from both Japan and overseas, NASDA has achieved good results and set the direction for future progress. The way in which this project was conducted could be usefully applied to fundamental research and development in particular.

The project results could be used to develop autonomous space robots in the future, for which the Subcommittee intends to submit the following proposals to NASDA:

- To clearly define the goal of developing autonomous space robots
- To clarify immature technological items that are necessary to attain the goal
- To introduce the most advanced technologies by forming a group of researchers and engineers from wider fields

### **3 Comments on the Actions and Action Plans resulting from previous Recommendations**

#### **3.1 Action on the General Recommendations**

The Subcommittee is satisfied that NASDA has responded to the recommendations made last year very sincerely, honestly, and diligently.

#### **3.2 ETS-VIII**

ETS-VIII aims to develop a communications satellite that enables communication with portable terminals in the S-band frequency and multimedia broadcasting, and also intends to conduct an orbital demonstration. This project includes the development of a 3-ton satellite bus technology and the world's first large deployable antenna for S-band frequencies. There are three main challenges in developing the huge (19 x 17 m) antenna: development of the deployment mechanism, protection from stresses in space caused by low temperatures and solar radiation pressure, and directional control of the antenna.

In order to deal with these issues, NASDA has already set up a technical group in cooperation with other organizations. The Subcommittee therefore concludes that NASDA has fully recognized the core issues and has been actively problem-solving. The Subcommittee appreciates the fact that NASDA has planned and partly carried out the deployment test using aircraft and a piggyback satellite in a weightless environment. The Subcommittee, however, encourages NASDA to continue studying the following technical issues.

- The problem of the lack of similarity between a deployment test using a small-size model and deployment of an actual full-scale antenna
- The problem of backlash of the deployment mechanism that cannot be clarified by linear mode analysis
- The problem of the identification system and the control system design of modal parameters
- The problem of the number of and deployment positions of the onboard sensors for vibration measurement
- Evaluation method of testing RF characteristics

Several malfunctions, which NASDA has recently experienced, seem to have been caused by superficial understanding how difficult it is to offer a technical challenge in a space environment for the first time. Also, some of the prior studies and experiments/tests seem to have lacked in sufficient preparations.

The Subcommittee expects that NASDA will improve the basic technology, which will be useful not only for ETS-VIII but also for developing large-scale spacecraft in the future by solving the above problems and reaping the benefits of this project. To this end, the Subcommittee recommends that NASDA establish a technology study group consisting of experts.

### **3.3 DRTS**

NASDA has made an excellent response to the recommendations of the Subcommittee and confidence in expected DRTS success is satisfactory. In the interim since the 1st meeting of the Subcommittee (1998), NASDA convened an external committee to review the DRTS status in March 1999. The March presentations reported that NASDA had performed additional hardware testing and established technical expert review panels to address the critical new technologies incorporated in the DRTS satellite. The satellite risks have been assessed and mitigation has been addressed within resource and schedule availability. Importantly, the management structure of the Project has been strengthened. The DRTS mission objectives are experimental, but a practical demonstration of reliable data distribution is recognized as being appropriate for the mission scope. As part of risk mitigation, difficulties with ETS VII thrusters have been experienced. Since the same thrusters are used for the DRTS basic design, the Project has decided to replace the thrusters. Although this will cause a delay in launching, NASDA is applying appropriate caution.

The reviewers at the March meeting did not have equal confidence that ground system development was proceeding with sufficient risk assessment and according to a structured, well documented testing process. The report to NASDA for that meeting listed several critical concerns. NASDA has satisfactorily addressed each of those concerns in this Satellite Engineering Subcommittee Meeting and in a supplementary meeting with cognizant Subcommittee members. A structured ground system test plan; a plan for in-orbit verification of objectives still open from COMETS; addressing risk assessment and risk management; and defining a procedure for operator training and certification have been added. Also, coordination with the application satellite projects has been strengthened. Requirements for specific end-to-end-tests with each supported experimental application/applications satellite have been made. Next year the Subcommittee will be interested in hearing how well these actions have helped the DRTS Project and the application satellite users.

### **3.4 Gigabit Satellite**

The Subcommittee received a detailed briefing on the Gigabit Satellite Project and also received detailed answers to a number of questions that were posed concerning this project. These questions and answers are provided as an attachment to this Subcommittee report. In general the Subcommittee continues to believe that this is an important and highly worthwhile undertaking.

Observations concerning this report are provided as follows:

#### **A. Name of the Project:**

There was some confusion about the name of this project since various forms of nomenclature have been used over the last few months and there has been some attempt to combine this project with the Advanced Data Relay Satellite Project. These names have included 'Ultra High Data Rate Satellite', 'Multi-Media Satellite' and 'Gigabit Satellite Project'. Since this project has been internationally presented at international satellite conferences and to special briefings to NASA, Canada's CRC and

Europe's ESA, etc. as the "Gigabit Satellite Project" it is recommended that this name be used for this project to avoid confusion and misunderstanding.

**B. Redefinition of the Gigabit Satellite Project:**

In order to make the Gigabit Satellite as cost effective and streamlined as possible, there have been efforts to redefine and in some cases to downsize certain elements of the project. The power levels and antenna aperture sizes have been decreased by approximately 20% to 25% and it would seem that these changes in the scale of the project are entirely appropriate and would in no way jeopardize or undercut the technical development objectives of the project. Thus the Subcommittee would endorse these changes in the project engineering definition. It is believed that the most important technical objectives of the project are the operation of an on-board ATM switch, the operation of a high performance phased array "hopping or scanning" beam and the on-board processing and regeneration of signal at the bit-by-bit processing level. None of these key objectives would be adversely affected by the proposed re-scaling of the satellite power and antenna aperture size. The creation of a 16-element engineering model of the spacecraft's phased array antenna gives us additional confidence in the successful achievement of the ambitious objectives of this R&D satellite.

The Subcommittee for Satellite Engineering understands that the review of the giga bit satellite plan is mostly based on the fact that NASDA has recognized that "the big ship with big gun principle" (the large-scale satellite with multiple missions principle) has a lot of risks and "the single-chanced attempt" is faced with the danger and bad effects. These were pointed out at the report of the Subcommittee for Satellite Engineering last year and accordingly NASDA has started to make efforts to change its policy towards a sound direction. Apart from an individual comment on technical matters, the Subcommittee for Satellite Engineering positively evaluates this review as a whole and strongly supports it.

**C. Questions about Deleting the Optical ISL Capability from the Gigabit Satellite Project:**

The Subcommittee did have questions about the most critical redesign aspect for the Gigabit Satellite Project. This is about the deletion of the 2 gigabit optical communications link from this project. It was explained that this change is proposed on the basis of two considerations. One was the transferring of this Optical ISL capability to the Advanced DRTS project and that this change was made because the European Space Agency had decided not to continue with its WINDS project that could have provided an in-orbit capability with which optical transmissions could have been conducted. The latest information from ESA as provided by Mr. Jensen and confirmed by Mr. Wittig is that ESA is intending to proceed with its own Gigabit Experimental Satellite and that optical intersatellite links are likely to be tested in the 2005 time frame. There is also the possibility that CRC will embark on its own industry/Canadian Government "Multimedia R&D Satellite" project in this time period and NASA has also given some consideration to a joint industry/NASA project. In short, it is recommended that more complete information about international collaboration on optical ISL experiments be obtained before a final decision is taken on this matter. The fact that the Gigabit Satellite Project has been delayed some 12 to 18 months in its definition would seem to afford such a possibility. Furthermore, the Advanced DRTS project will need to provide an operational capability rather than an experimental capability, and thus more assurance about the optical ISL capability and performance is clearly advisable.

**D. Other Key Design Aspects For Further Consideration**

There are several other aspects of the Gigabit Satellite Design which would seem worthy of further thought. These issues are as follows:

**- Frequency Bands:**

It now appears likely that the Gigabit Satellite will be deployed around 2005. By that time a number of Ka-band satellites will have been operationally deployed. The "key new bands" for experimentation are thus the Q and V bands (48 and 38 GHz) and possibly the W band (60 GHz). Could some

experimental antennas or beacons be included in these bands and could NASA, ESA or CRL be convinced to also have experimental packages in these EHF bands as well?

- Modem Capabilities:

It has been assumed that the 1100 MHz of bandwidth available on the Gigabit Satellite would produce data throughput rates of 1.2 Gbps. It seems quite likely that state of the art modems that might be available in 2003 to 2004 might be able to perform at much higher efficiencies and even operate at 6 to 8 bits per hertz. The design of the Gigabit Satellite might wish to consider incorporation of these more advanced modems.

- Ground Test Plans and User Terminals for Gigabit Operation:

The capability of the Gigabit satellite as now conceived could support some 4 data streams of 1.2 Gbps. With advanced modems it could support even higher data rates.

Effective use of such a prodigious digital throughput capability requires a great deal of planning, especially at the international level. The Subcommittee thinks it would be useful to accelerate efforts to define what ground tests of new services and applications would be undertaken in the Asia-Pacific region with such a high data rate capability. This implies determining whether US, European, and/or Canadian participation may be contemplated as well as by other countries in the Asia-Pacific region, the nature of the ground user terminals and transceivers that would be developed for such tests, etc. Finally, if the Optical ISL capability were to be restored to the Gigabit Satellite it would imply the need for intensive international discussions with the European Space Agency as well as possibly Canada or the US. Finally, the possibility of interconnection of the Gigabit Satellite with stratospheric telecommunications platforms which are being developed by CRL should also be considered and evaluated in terms of testing a hybrid satellite and high altitude telecommunications network.

The Subcommittee believes that the Gigabit Satellite is a very important and well conceived project that will develop key new space and ground segment technologies. It will also support the development of advanced new space-based applications related to video broadcasting, interactive entertainment, broadcasting and multicasting based multimedia business and telecommuting services, as well as broadband Internet and E-Commerce services. It will thus be important as a means of spurring increased international cooperation in advanced information services, but also will serve as a stimulant for new telecommunications and information based jobs. The potential of this project, in particular, to serve as a stimulant to the development of new user-friendly broadband user terminals that are low-cost, compact, and potentially portable should not be overlooked. This means that a closer industry and commercial relationship both within Japan and the greater Asia-Pacific region should be pursued to achieve these "on-the-ground" user terminal breakthroughs. These will be critical for advanced satellite technology to remain competitive with the most advanced fiber and broadband terrestrial wireless systems.

### **3.5 MDS**

NASDA reported seven proposals have been selected for future potential MDS payloads. The Subcommittee recommended in last year's report that the selection process should have transparency and openness and also the evaluation committee for the selection should be composed of members from a wide variety of backgrounds regarding the nature of MDS and in order to obtain the better understanding and support of taxpayers. The Subcommittee is satisfied as NASDA has responded well for the first step.

### **3.6 OICETS**

The launch of the OICETS program has been delayed by two years. This postponement of the launch schedule has been made in order to allow the Japanese optical communications project to coincide with the ESA's SILEX and Artemis programs which have been delayed. This extension of the OICETS

program has been accomplished with a minimum of additional cost implications and will allow the greatest amount of test data to be acquired. The focus of the OICETS and the European SILEX projects is primarily on the use of optical communications for intersatellite communications. This effort will assume greater importance with the deletion of the optical communications component from the Ultrahigh Data Rate Project. In other countries, optical communications for space-to-earth and earth-to-space links is receiving additional attention and it is suggested that experiments of this type be undertaken with OICETS to the extent that this is possible.

#### **4. Other Comments, findings and recommendations**

##### **4.1 Move toward "standardized space platform" technology and subsystems**

Around the world there is a move to try to standardize sub-systems to the maximum extent possible. Continued efforts to move toward "standardized" platforms should be continued along with other effort to move to ISO 9001 standards as well.

##### **4.2 NASDA R&D Program**

The Subcommittee understands and is satisfied by the relocation of the Office for Satellite Engineering to Tsukuba in response to the recommendations of the Subcommittee concerning the importance of maintaining closer cooperation with the R&D Office.

The Subcommittee has reviewed NASDA's R&D related to projects in the area of Satellite Engineering and finds in general that the scope, range of technologies and funding levels seem appropriate. The Subcommittee further finds that there are opportunities for expanded cooperation in the R&D area both within Japan and internationally and that the Gigabit Satellite may hold special promise in this regard. This expanded cooperation in R&D, if well managed, could lead to reductions in net costs, spread limited resources more effectively and expand the range of technical goals and objectives that might be achieved. In looking to the future, the new research in space communications could look beyond the Ka band into the Q/V and W bands as well as even terahertz communications.

The Subcommittees believes that comparative analysis with other space agencies such as the Canadian Space Agency, the European Space Agency, and NASA to assess how their program and funding priorities are set and how performance measures or metrics are established would be very useful. This would create improved ability to monitor R&D activities.

Finally it remains unclear as to how the Office of Satellite Systems and the Office of Research Development will work together in setting priorities and establishing key objectives, particularly in the MDS program. Further it would seem useful to have a clearly defined process for setting space telecommunications R&D goals and objectives between NASDA and related research entities such as CRL, TAO, NAL, ISAS, Japanese key technology centers, and other relevant bodies. This might be best accomplished as a short and concise 5 to 10 page R&D Strategic Plan that is coordinated among all key entities.

#### **5. Closing Remarks**

NASDA had an outside evaluation for the first time in last year and the Subcommittee for Satellite Engineering therefore was strongly confronted with many difficulties of work to wash off the filth of NASDA's 30-year operations since its establishment. This work may possibly have given an impression of a fire panic. However, the work of the Subcommittee for Satellite Engineering this year turned into reasonable one both in its content and scale, and thus it seems that the future work will become seemingly ordinary and regular one like this year unless something special happens. Under such environment, some worrisome points that were overlooked last year have emerged. From among

the points that should be studied, the Subcommittee for Satellite Engineering takes up here the necessity of clarifying the function and role of Subcommittee (including relationship with an upper committee) and the responsibility (work allotment) of each Subcommittee.

It seems that the main role of Subcommittee is to evaluate the propriety of a mission that the department, which each Subcommittee is in charge of, is going to carry out, to evaluate the technological propriety of a system, and to evaluate the operational propriety of an organization. Regarding the mission evaluation, especially for the plans of small-scale satellite series such as MDS which are newly planned, the Subcommittee that is appropriate for evaluating the content of each mission should carry out evaluation. (It does not seem best that the Subcommittee for Satellite Engineering will evaluate all items.) Also, regarding the technical evaluation, Subcommittees should attach importance to the propriety of a total system. It is appropriate to congregate an ad hoc meeting of experts if a specific technical problem occurs through the evaluation process and in fact, this method has been introduced since last year. (For example, for the network/satellite control system) However, there are not a few issues to be dealt with at present, such as a problem that there is practically no Subcommittee in charge of evaluating the propriety of the technological system of the Earth Observation Satellite and a problem about how evaluation on the new series of small-scale satellites should be carried out. From the standpoint of the Subcommittee, there is also a problem about their relationship with the upper committee. (Practically, there is not so much dissatisfaction at the Subcommittee but a relationship between the Subcommittees and their upper committee should be clearly defined.)

Taking this opportunity, the Subcommittee for Satellite Engineering suggests that NASDA should review and modify the current system of outside evaluation.

Enclosure #1

## Member List of Subcommittee for Satellite Engineering

26 May, 1999

Co-Chairpersons	<p><b>Nobuyoshi FUGONO</b> President, Support Center for Advanced Telecommunications Technology Research, Foundation</p> <p><b>Joseph N. PELTON</b> Professor of Telecommunications, University of Colorado Institute for Applied Space Research, George Washington University</p>
Members	<p><b>Fumio HARASHIMA</b> President, Tokyo Metropolitan Institute of Technology</p> <p><b>Yasuhiko YASUDA</b> Prof., Dept. of Electronics and Communication Eng. School of Science and Engineering, Waseda University</p> <p><b>Takashi KIDA</b> Prof., Dept. of Electro-Communications University of Electro-Communications</p> <p><b>Risao HAYASHI</b> Prof., Faculty of Engineering, Kagoshima University</p> <p><b>Kazuhiko HASHIMOTO</b> Chief Engineer, System Engineering Dept., PerfecTV Corporation</p> <p><b>Vinod J. MODI</b> Prof. Emeritus, Department of Mechanical Engineering University of British Columbia</p> <p><b>Stephen Z. GUNTER</b> Technical Manager, Mission Information Systems Engineering Jet Propulsion Laboratory</p> <p><b>James B. HAMILTON</b> Manager, Satellite Communications Applications Program Communications Research Centre</p> <p><b>Niels E. Jensen</b> Head of Technology &amp; Science Studies Department ESA/ESTEC</p>
Executive Secretary	<p><b>Shinichi KIMURA</b> Senior Researcher, Space Technology Section, Space Communications Division Communications Research Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications</p>

宇宙開発事業団評価委員会  
第2回地球観測部会評価報告書

**The 2nd Evaluation Report  
by  
the Subcommittee for Earth Observation**

平成11年6月  
June 1999

宇宙開発事業団評価委員会  
地球観測部会

**Subcommittee for Earth Observation  
Committee for NASDA Evaluation**

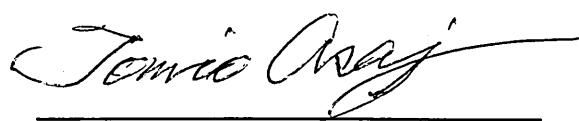
# 宇宙開発事業団評価委員会 第2回地球観測部会評価報告書

## 「地球観測分野研究開発課題」

1. 地球環境変動観測ミッションの研究  
(Global Change Observation Mission : GCOM)
2. オゾン観測センサの開発研究  
(Ozone Dynamics Ultraviolet Spectrometer : ODUS)

平成11年6月

宇宙開発事業団評価委員会  
地球観測部会



---

Dr. Tomio Asai  
Co-chairperson of Subcommittee  
for Earth Observation



---

Dr. Gordon A. McBean  
Co-chairperson of Subcommittee  
for Earth Observation

## 目次

1. はじめに	1
2. オゾン観測センサ(ODUS)の意義	2
3. 総合的評価及び提言	3
添付資料	
E1. 地球観測部会委員名簿	4
E2. 評価スケジュール	5

## 1. はじめに

平成10年7月の宇宙開発事業団評価委員会地球観測部会において、「次世代地球観測ミッション」の1つとして、ADEOS-II後継ミッションである「エネルギー／物質循環、オゾン層変動ミッション」を中・小型衛星を用いて実現することが宇宙開発事業団から提示された。

それに対して、地球観測部会としては、以下の提言を行った。

- ・ADEOSに搭載された複数のセンサは、シリーズ衛星となるADEOS-II及びその後継ミッションでも継続されるべきである。
- ・大型と小型衛星の間のトレードオフについて、科学面、技術面、プログラム面など様々な側面から検討すべきである。

この地球観測部会からの提言を踏まえて、宇宙開発事業団は次世代地球観測ミッションの研究をさらに進め、地球環境変動観測ミッション(GCOM)の研究及びオゾン観測センサ(ODUS)の開発研究の提案を行った。

地球観測部会は、GCOMの研究に着手すること及びODUSの開発研究へ移行することの妥当性について審議した。

GCOMの研究は、ADEOS-II以降の長期地球観測を実現するための研究である。地球環境変動の把握が長期観測に基づくことは自明であり、精力的かつ慎重に進められるべきである。研究の成果として、実現可能かつ地球環境変動把握に効果的な長期観測計画(GCOM)が作成されることが期待され、次回の会合においてGCOM全体のより詳細な議論を行う。

一方、オゾン分布を把握するために、宇宙から全球のオゾンを観測することが重要なことである。また、オゾンを長期的に観測することは、オゾン濃度の減少に関わる問題を明らかにする点で必要不可欠である。さらに、オゾン層への影響を正確に把握する上で、オゾンの鉛直分布を明らかにすることが望ましい。

## 2. オゾン観測センサ(ODUS)の意義

ODUSの重要性について、以下の科学的ミッション、技術開発、国際協力の3点から評価する。

### 2. 1 科学的ミッション

長期にわたる地球観測は、地球環境変動把握に有用となる。フロンの規制は行われているが、今後のオゾン層の動向を正確に知るためには、オゾン層観測の継続が不可欠である。

しかし、TOMSによるオゾン全量観測は2003年頃に打ち切られ、その意味において、2005年以降ODUSがもたらす観測データは、1978年以来の既存のTOMS観測データと併せることにより貴重なデータとなる。特に、オゾンのように季節変動や経年変動が存在する量については、切れ目のない継続的な長期観測が必要である。

また、TOMSにより得られるプロダクトの他に、ODUSによって火山性SO<sub>2</sub>、都市部のNO<sub>2</sub>やSO<sub>2</sub>をそれぞれ定量的に観測でき、エアロゾルのタイプ別評価、OCIOやBrOの微量成分の導出などの新しい情報が得られる。

### 2. 2 技術開発

ODUSのオゾン全量の観測原理は、TOMSで利用された方式を基本としており、技術的に困難なものではない。このことは事前のODUS研究段階で実験的に証明されている。

ODUSでは、新たにスペクトルの連続分光同時測定を実施するので、その設計では十分に検討を行う必要がある。その結果、オゾン全量の導出精度が改善されることが期待される。また、オゾン全量を成層圏と対流圏とに区別して測定できるとともに、成層圏のOCIO、BrOや火山性SO<sub>2</sub>、等の微量成分、これまでの観測では困難であった陸域での対流圏エアロゾル量とその種別、さらには大気汚染中のNO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>等の観測のための新しいセンサ技術が獲得できることになる。

### 2. 3 国際協力

NASAがTOMS後継機の新規開発を止めたことにより、全球のオゾン全量を高精度に観測するODUSは、オゾン破壊物質の国際的規制の効果を追跡するためにも、国際的に極めて重要なセンサと位置付けられる。宇宙開発事業団が長期的な地球観測に寄与するためには、ODUSを開発し運用することは重要である。

TOMSの観測との継続性を重視して、なるべく早い時期にODUSによる観測を実現する必要がある。また、他のセンサ(TOMS、オランダのOMI[EOS-CHEM搭載]など)との連携により、オゾン全量観測の継続性を確保する意味において、他のセンサと重複されて運用される時期があることが望ましい。NASDAは、長期にわたるオゾン観測の分野において、リーダシップを取るべきである。

### 3. 総合的評価及び提言

地球観測部会は、宇宙開発事業団地球観測システム本部より、「地球環境変動観測ミッション(GCOM)の研究」及び「オゾン観測センサ(ODUS)の開発研究」の説明を受けた。

国際協力により、オゾンを始めとする地球環境変動に係わる物理量を継続的に観測する計画を実現することは重要であり、GCOMのフィージビリティスタディを行うこと、ODUSの開発研究へ移行することは妥当であると考える。

ODUSでは、オゾン観測はもとより、数多くの新しい分光チャネルを提供することにより、オゾンと関連する大気成分の観測の可能性が広がる。また、ODUSの開発研究では、データの処理及び解析により重点を置いていることは評価できる。

NASDAは、他の宇宙機関と調整し、衛星による全球のオゾンと関連する大気成分の観測で、先導的な宇宙機関となるべきである。

それらの研究、開発研究を進めるにあたって、地球観測部会として以下を提言する。

- (1) NASDAは、TOMSで行ってきたオゾン観測を継続すべく、可能な限り早く ODUSによる観測を始めるべきである。できれば ODUSの観測期間が他のセンサ(例えば TOMS、OMI)と重なって、オゾン全量観測が継続することが望ましい。
- (2) GCOM ミッションを最適化するために、NASDAはODUSによるオゾン観測を、ILAS-II 後継機や他のセンサによる大気成分観測と調整し、オゾン全量のみならず、オゾンの鉛直分布観測の実現を目指すべきである。
- (3) NASDAは、国内外の研究者の強い要望に十分に応えるべく、アルゴリズム開発、解析研究の活動を遅滞なく進めること、また、打上げ後の解析研究や機器の長期的特性を評価する体制整備を行うべきである。
- (4) ODUSの観測精度を実証するためには、検証実験は不可欠である。そのため、NASDAは、ドブソン及びブリューワ分光計を含んだ全球オゾン観測システム(GO<sub>3</sub>OS)と連携した検証実験を実施すべきである。
- (5) ODUSによるオゾン解析研究をより効率的に進めるため、NASDAは、資金を共同で出資するような革新的な国際協力の枠組みを調査検討してはどうか。

## E1. 地球観測部会委員名簿

### ◎浅井富雄

科学技術振興事業団「地球変動のメカニズム」研究事務所 研究統括

### ◎Gordon A. MCBEAN(マクビーン)

カナダ環境庁 次官補

### Charles F. KENNEL(ケンネル)

カリフォルニア大学サンディエゴ校 スクリプス海洋研究所長

### 真鍋 淑郎

地球フロンティア研究システム 地球温暖化予測研究領域長

### Pierre MOREL(モレル)

NASA 地球科学局 科学顧問

### 高木 幹雄

東京理科大学 基礎工学部 教授

### 竹田 厚

東北文化学園大学 科学技術学部 教授

### Vibulsresth SUVIT(スービット)

タイ国科学技術環境省次官補

### <主事>

### 本多 嘉明

千葉大学環境リモートセンシング研究センター 助教授

## E2. 評価スケジュール

### 1. 提示資料

平成11年5月17日

地球観測分野研究開発課題の提示資料を地球観測部会委員へ送付

### 2. 地球観測部会委員への説明

平成11年5月17日

スビット委員への説明(TEPIAホール)

平成11年5月18日

浅井部会長、真鍋委員、高木委員、竹田委員、本田主事への説明(NASDA本社)

平成11年5月25日

浅井部会長、真鍋委員、高木委員、竹田委員、本田主事への説明(NASDA本社)

平成11年6月2日

モレル委員への説明(NASA本部)

平成11年6月4日

ケネル委員への説明(スクリプス海洋研究所)

平成11年6月8日

マクビーン部会長への説明(カナダ環境庁)

### 3. 評価報告書のとりまとめ

平成11年6月15日

浅井部会長、真鍋委員、高木委員、竹田委員、スビット委員、本田主事による評価報告書のとりまとめ(NASDA本社)。久保田評価委員会幹事もオブザーバ参加。

**The 2nd Evaluation Report  
by  
the Subcommittee for Earth Observation**

R&D Themes Under Evaluation for NASDA Earth Observation

1. Study on Global Change Observation Mission (GCOM)
2. Development of Ozone Dynamics Ultraviolet Spectrometer (ODUS)

June 1999  
Subcommittee for Earth Observation  
Committee for NASDA Evaluation



---

Dr. Tomio Asai  
Co-chairperson of Subcommittee  
for Earth Observation



---

Dr. Gordon A. McBean  
Co-chairperson of Subcommittee  
for Earth Observation

## **Table of Contents**

1. Introduction -----	1
2. Significance of Ozone Dynamics Ultraviolet Spectrometer (ODUS) -----	2
3. Overall Evaluation and Recommendations -----	3

## **ATTACHMENT**

E1. Members of The Subcommittee for Earth Observation -----	4
E2. Schedule of Evaluation Meeting -----	5

## 1. Introduction

In July 1998, at the meeting of the Subcommittee for Earth Observation of the Committee for NASDA Evaluation, NASDA proposed a "mission for energy and material cycles and ozone layer changes" as one of the "next generation Earth observation mission" following the ADEOS-II mission. The proposal also included the implementation of the mission using medium and small satellite systems.

After considering the proposal, the Subcommittee for Earth Observation recommended the following items for implementation by NASDA:

- (1) To continue to carry ADEOS sensors on-board ADEOS-II and successor missions in the series.
- (2) To examine the various scientific, technical, and programmatic aspects of the trade-off between large and small spacecraft.

Taking these recommendations into account NASDA has proposed the "Study on Global Changes Observation Mission (GCOM)" as the next generation Earth observation missions and the "Development of Ozone Dynamics Ultraviolet Spectrometer (ODUS)".

The Subcommittee reviewed the proposals for the feasibility study on GCOM and the development of ODUS.

The GCOM study is intended to provide long-term Earth observation after the ADEOS-II mission. It is well established that long-term observation is necessary to understand the global changes, and so the observation should be continued actively and carefully. The Subcommittee expects that as a result of the GCOM study a feasible and effective medium- to long-term observation plan for the global changes will be established and the entire plan will be thoroughly discussed in detail in the next Subcommittee meeting.

On the other hand, global ozone observation from space is important to understand ozone conditions. Long-term ozone observation is essential for clarification of issues related to the decrease of ozone concentration. Moreover, it is desirable to observe vertical profiles of ozone concentration to understand factors affecting the ozone layer thoroughly.

## 2. Significance of Ozone Dynamics Ultraviolet Spectrometer (ODUS)

The Subcommittee evaluated the proposal for the development of the Ozone Dynamics Ultraviolet Spectrometer (ODUS) from three viewpoints; scientific mission, technology development and international cooperation.

### 2.1 Scientific Mission

Long-term Earth observation is effective in understanding the global changes. Though the use of CFCs has been restricted, the continuous observation of the ozone layer is essential to understanding future variations in the ozone layer.

However, the total ozone mapping by TOMS instruments will be terminated around 2003. Thus the data after 2005 from ODUS becomes especially valuable as an extension of existing TOMS data since 1978. More specifically, the seasonal and interannual variations in ozone concentration should be continuously observed over a long period of time.

ODUS can quantitatively measure NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> in urban areas, and volcanic SO<sub>2</sub>, and provide new information about each aerosol type, and about the atmospheric constituents of OCIO and BrO, in addition to TOMS products.

### 2.2 Technology Development

The principles of ODUS total ozone measurement are based on the TOMS system, and ODUS development should not be technically difficult. This was verified in the ODUS study phase.

The study of ODUS should have much consideration to the design in order to perform continuous spectral measurement. As a result, it is expected that ODUS will improve the accuracy of total ozone mapping. Furthermore, new sensor technologies will be established through the development of ODUS. ODUS can measure total ozone in both the stratosphere and the troposphere, atmospheric constituents such as OCIO and BrO in the stratosphere, and volcanic S0<sub>2</sub>. ODUS can also observe the quantity and type of aerosols in the troposphere over land areas which were difficult to observe in the past, and can detect NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> in air pollution.

### 2.3 International Cooperation

ODUS will precisely observe global total ozone and will be an extremely important sensor internationally to confirm an effectiveness of international regulation to reduce ozone depleting chemicals because NASA will stop development of further TOMS follow-ons. It is important for NASDA to develop and operate ODUS in order to contribute to long-term Earth observation.

ODUS should begin operating as soon as possible in order to maintain the continuity of TOMS observations. It is desirable for ODUS operation to overlap that of other ozone sensors (TOMS, Dutch OMI [EOS-CHEM embarkation]) to maintain continuity of observation of total ozone.

NASDA should play a leadership role in the field of long-term ozone observation.

### 3. Overall Evaluation and Recommendations

The Subcommittee recognized that it is important to implement a plan to continuously observe physical and chemical quantities related to global environmental changes, such as total ozone, through international cooperation, and concluded that it is proper to begin feasibility studies on GCOM and to advance with the development of ODUS.

The new spectral channels made available by ODUS open the possibility of observing atmospheric constituents related to ozone. During the study of ODUS, increased emphasis on data processing and analysis is also justified.

NASDA should, after consultation with other space agencies, become the leading space agency in global ozone and atmospheric constituent measurement from space based observations.

In the initiation of the feasibility study on GCOM and the development of ODUS the Subcommittee recommended as follows:

- (1) NASDA should begin observation by ODUS at the earliest possible time in order to maintain the continuity of TOMS observations. It is desirable that ODUS have an overlapping observation period with other ozone sensors (e.g., TOMS, OMI) to preserve continuous total ozone observations.
- (2) To optimize the GCOM missions, NASDA should coordinate the ODUS ozone observations with the observations of atmospheric constituents by the ILAS-II follow-on and other instruments and aim to observe not only total ozone, but also the vertical profile of ozone concentration as well.
- (3) NASDA should develop algorithms and promote research activities in order to reply the strong needs of domestic and overseas scientists without delay in parallel with ODUS hardware development, and prepare for organizations to research and analyze the data made available by ODUS, and to evaluate long-term characteristics of the instrument after launch.
- (4) Validation experiments are essential to the demonstration of ODUS' observation accuracy. Therefore, NASDA should conduct validation experiments in concert with the Global Ozone Observing System (GO<sub>3</sub>OS) which includes both Dobson and Brewer spectrophotometer instruments.
- (5) NASDA may wish to seek innovative frameworks to co-fund international collaborations to promote ozone research activities using ODUS data.

## E1. Members of the Subcommittee for Earth Observation

### ◎ Tomio Asai

Research Supervisor, Mechanism of Global Change Research Office,  
Japan Science and Technology Corporation

### ◎ Gordon A. McBean

Assistant Deputy Minister, Atmospheric Environment Service, Environment Canada

### Charles F. Kennel

Director, Scripps Institution of Oceanography,  
University of California, San Diego

### Syukuro Manabe

Program Director, Frontier Research System for Global Change

### Pierre Morel

Scientific Advisor, Office of Earth Science, NASA

### Mikio Takagi

Prof., The Faculty of Science & Technology, Science Univ. of Tokyo

### Atsushi Takeda

Prof., Department of Environment Planning Technology, Tohoku Bunka Gakuen Univ.

### Suvit Vibulsresth

Deputy Permanent Secretary,  
Ministry of Science Technology & Environment, Thailand

### <Executive Secretary>

### Yoshiaki Honda

Associate Professor,  
Center for Environmental Remote Sensing of Chiba University

## E2. Schedule of Evaluation

### 1. Submitting Materials for Evaluation

May 17, 1999

The materials of "R&D Themes for Evaluation in NASDA's Earth Observation Field" were submitted to the Subcommittee members.

### 2. Explanation meetings with the Subcommittee members

May 17, 1999

Meeting with Dr. Suvit at TEPIA Hall

May 18, 1999

Meeting with Dr. Asai, Dr. Manabe, Dr. Takagi, Dr. Takeda and Dr. Honda at NASDA HQ

May 25, 1999

Meeting with Dr. Asai, Dr. Manabe, Dr. Takagi, Dr. Takeda and Dr. Honda at NASDA HQ

June 2, 1999

Meeting with Dr. Morel at NASA HQ

June 4, 1999

Meeting with Dr. Kennel at Scripps Institution of Oceanography

June 8, 1999

Meeting with Dr. McBean at Environment Canada

### 3. Drafting an evaluation report

June 15, 1999

An evaluation report was drafting by Dr. Asai, Dr. Manabe, Dr. Takagi, Dr. Takeda, Dr. Suvit and Dr. Honda at NASDA HQ. Dr. Kubota, Executive Secretary of Committee for NASDA Evaluation, was participated as an observer.

**宇宙開発事業団評価委員会  
第2回技術研究部会評価報告書**

**1999年7月30日**

**宇宙開発事業団評価委員会  
技術研究部会**

## まえがき

宇宙開発事業団評価委員会技術研究部会は1999年6月29日から30日にかけて宇宙開発事業団筑波宇宙センターにおいて開かれた。部会は私ども2人が共同部会長を務めた。

宇宙開発事業団から依頼された評価対象は、技術研究本部の改革の将来の方向およびSELENE月探査ミッションプロジェクトの2項目であった。前年度の部会の提言に対する宇宙開発事業団技術研究本部のアクションについても報告された。

本部会は以上の事項について現在までの過程を評価し、コメントを述べた。

久保田 弘敏

久保田 弘敏  
共同部会長  
技術研究部会



Samuel L. Venneri  
共同部会長  
技術研究部会

## 目 次

1. はじめに	1
2. 技術研究課題の評価	1
2. 1 技術研究本部の改革	2
2. 2 SELENEプロジェクト	5
3. おわりに	7

### 添付資料

添付資料（1） 技術研究部会委員名簿

添付資料（2） 部会スケジュール

## 1. はじめに

宇宙開発事業団評価委員会技術研究部会（添付資料(1)参照）は、宇宙開発事業団（NASDA）技術研究本部の活動を評価するため、1999年6月29日および30日に宇宙開発事業団筑波宇宙センターで開催された（添付資料(2)参照）。

当評価部会の主要目的は以下に掲げる2つの項目について評価を行うことである。

- ・技術研究本部の改革
- ・SELENE プロジェクト

この評価を実施するにあたり、部会は「技術研究部会提示資料、1999年6月」の提供を受け、また、技術研究本部の改革に関する現状と将来の方向性、昨年の評価結果を踏まえた新しい計画の確立に関して詳細な説明を受けた。技術研究本部がその改革に真摯に取り組み、かつ、SELENE プロジェクトの成功に向けて努力していることに、部会は非常に感銘を受けた。

## 2. 技術研究課題の評価

1998年6月に実施された技術研究部会では、「技術研究本部は、日本における世界的レベルの宇宙計画を確立するという目標の達成に貢献してきたことは評価できるが、NASDAの将来を担っていることを認識して、さらなる体制強化を図るべき」として、次のような評価がなされた。

- (1) 研究開発の進め方に関すること
  - a) 研究開発の将来展望と研究項目の優先度の明確化
  - b) 研究開発段階から利用・運用までの全期間を通じて必要となる経費（トータル・ライフサイクルコスト）を評価する制度の導入
  - c) 宇宙機設計解析システムの研究開発に関する詳細な実行計画の策定
  - d) 技術研究本部の予算と人員の増加
  - e) 研究計画の質の評価
  - f) 研究者・技術者の能力向上

(2) 外部機関との連携に関すること

- a) 内部の研究と外部との共同研究のバランスの改善
- b) 外部機関との協力関係の増進
- c) 外部機関からのアイデア・概念を取り込める開かれたシステムの構築
- d) ピギーバック衛星計画への幅広いユーザー参加の促進

(3) 月周回衛星 (SELENE) プロジェクトに関すること

- a) リスク管理システムおよびその手順の確立
- b) 宇宙科学研究所 (ISAS) との意志疎通の円滑化、意思決定手順の確立
- c) SELENE のミッションデータの外部利用の促進

(4) その他

- a) ハイパーサットとピギーバック衛星の相違点の明確化

1998年11月には、技術研究本部を含む5つの部会の報告を踏まえて、宇宙開発事業団評価委員会（「親委員会」）において、NASDAの事業に関する評価結果報告書がまとめられ、a) 事業規模に見合った資源（資金、人材等）のバランスの確保、b) プロジェクトを成功に導くための管理の改善等を含む4つの提言がなされた。

一方、1998年7月、宇宙開発委員会は宇宙開発基本問題懇談会を設置し、NASDAの衛星の一連の事故と失敗に内在する日本の宇宙開発全般にわたる本質的、構造的な問題について議論を開始し、1999年5月、NASDAに対して、人的資源の効果的活用、技術開発能力の向上（技術研究本部の強化を含む）、開発プロジェクトの確実な実施、信頼性・品質管理システムの改善等に関する提言を行った。

以上のように、当部会の提言および宇宙開発基本問題懇談会の提言を取り入れて、NASDAは技術開発能力強化を具現化するため、技術研究本部の強化が急務であることを再認識した。

## 2. 1 技術研究本部の改革

このような動きの中で、NASDA技術研究本部はその改革に着手した。そのアクションプランの基本理念は

- 1) より確実なプロジェクトの実行
- 2) 先端技術・ミッションの開拓と技術基盤の強化

### 3) 成果の還元と国際貢献

であり、改革の4つの柱を次のように設定している。

#### 1) プロジェクト立案機能の強化

- a) 概念検討を行う体制の充実
- b) 関係国立研究機関、大学、企業等 (CRL, ISAS, NAL 等) との宇宙インフラ・コミュニティの形成
- c) 先端宇宙技術研究システムの構築

#### 2) プロジェクト実施体制の充実

- プロジェクトへの技術協力体制と先端的で高度に専門的な研究の実施
- a) 専門グループの設置

#### 3) 試験・検証の充実

- a) 試験技術室およびシステム解析・ソフトウェア研究開発センターにおける試験・検証の充実
- b) 中小型衛星（例えば、先端技術実証衛星）を用いた軌道上検証の拡大

#### 4) 外部に開かれた研究開発体制

- a) 宇宙インフラ・コミュニティの形成（上記 1), b) 項参照)
- b) 先端宇宙技術研究システムの構築（上記 1), c) 項参照)
- c) 研究者招聘の拡大、共同研究の拡充
- d) 大学との連携
- e) データの外部への公開（SEES (Space Environments and Effects System) 等）

これらの改革の一部は、既に次のような面で着手されている。

#### 1) 組織と人事の強化

- ・技術研究本部長と研究総監の人事
- ・技術研究本部と衛星本部の連携強化

#### 2) 外部専門家とプロジェクトマネージャによる研究計画の評価と見直し

- ・技術研究本部の改革の方針に沿っての研究計画の見直し
- ・個別の研究テーマの評価

#### 3) プロジェクトとの連携強化

- ・宇宙機ダイナミクス、バッテリ工学、宇宙環境計測等に関する専門グループの設置
- ・プロジェクトに協力する研究の洗い出し

#### 4) リソースの再配分

- ・研究計画への資源配分の重点化

これらを受けて、当部会は次のような評価と提言を行った。

## 一 評 價

宇宙開発事業団技術研究本部が、昨年の当部会および宇宙開発基本問題懇談会の評価と提言を取り入れて、その組織と計画の改革に着手したということは大いに評価できる。技術研究本部の改革は、まさに始まったばかりであるので、同本部はその努力を継続することが望ましく、特にその目的を達成するために、研究者や技術者の能力を常に向上させることが重要である。

## 一 指摘事項と提言

- ・基礎研究の強化および専門的技術によるプロジェクト支援の拡充を行おうとする施策は、改革を成功に導く第一歩として極めて適切である。当部会は、技術研究本部がこの改革を速やかに具体化することを期待する。
- ・技術研究本部は研究開発計画をよりよく決定し、それらの優先度をつけるためのシステムアナリシスが必要なことを認識しており、それを実行しようと考えている。当部会はこのような活動を意義あるものと認め、その実行とスタッフの増加および確保をできるだけ早く行うことを提言する。
- ・プロジェクトとの関係を強化するため、専門グループを形成することは評価できる。
- ・宇宙開発事業団経営幹部は、研究開発の目標の達成に寄与し、貢献した専門家や技術集団の功績を正しく評価し、適切に処遇するための人事政策を確立し、実行する必要がある。
- ・宇宙開発事業団は、ソフトウェアシステム（オンボード処理、誘導制御、地上管制、ミッション運用等）が将来の宇宙開発における重要な要素であることを認識している。当部会は、これを評価するが、さらに全てのソフトウェアの総合的な検証と実証を高い信頼性をもって遂行するために、宇宙システム開発にソフトウェアの専門家を招聘することを提言する。
- ・関連する外部研究機関と「研究コミュニティ」を形成して組織内の人的資源を補うという努力は高く評価できる。
- ・技術研究本部の研究者と外部研究機関の研究者の協力はより強化するのが望ましい。
- ・外部専門家による技術研究の評価は、技術研究本部の研究目標と優先度の設定につながるものであり、今後とも継続して行うことを勧める。

- ・外国の研究機関との研究者の交流および共同研究の確立を拡大し、強化する計画をたてることを勧める。
- ・技術研究本部が、研究活動の枠組みを作り、その優先度をもたせるために、研究ロードマップを作ろうとしていることは妥当であり、推奨される。その際、定性的および定量的達成点を設定すべきである。
- ・先端技術実証衛星のような軌道上実証計画を利用することは妥当である。これらの計画は新しい技術概念の実証を可能とし、将来ミッションの確実な実現を可能とするものである。
- ・改革の円滑な推進のため、その実行に先立ち、宇宙開発事業団経営幹部が積極的に全職員と（必要に応じてグループごと、および個人とも）対話し、改革の意識を職員に浸透させることが必要である。改革は、事実上遅くなつてはいけないし、宇宙開発事業団の内外の研究者を全て巻き込むべきである。しかし、職員が改革の必要性について十分理解し、職員の積極的な貢献が不可欠であることを認識させる必要がある。

## 2. 2 SELENE プロジェクト

月周回衛星（SELENE）プロジェクトは、宇宙開発事業団（NASDA）と宇宙科学研究所（ISAS）との共同によるプロジェクトであり、衛星は 2003 年夏期に H-IIA ロケットによって打ち上げられる予定である。このため、予備設計が 1998 年 6 月から 1999 年 5 月にかけて行われ、1999 年 6 月 21 日から 7 月 12 日にわたって開発移行前審査会が、外部の独立評価委員を含めて行われた。SELENE プロジェクトの目的は、月の科学の推進、月の利用可能性の調査および月・惑星探査の基盤技術の獲得である。

SELENE プロジェクトに対する 1998 年 6 月の当部会の評価と提言は、本章の冒頭に記した通りであるが、それを受け、次のような対応がなされている。

### 1) リスク管理

基本的な考え方として、

- a) プロジェクトの進め方の改善
  - ・プロジェクト体制および責任の明確化
  - ・マイルストーン（設計審査）ごとの独立評価の実施
- b) 「SELENE リスク管理計画書」の制定
  - ・リスクの識別、評価、対策
  - ・管理計画の策定

この中で、主なリスクとして、次のような項目を上げ、その対策を講じている。

- ・リスク 1 —— プロジェクトチーム内の意志疎通、決定の問題
- ・リスク 2 —— 観測ミッションと着陸ミッションの間の調整、各観測ミッション間の調整に関する問題、および予期せぬ事態の発生
- ・リスク 3 —— 新規技術開発の進め方
- ・リスク 4 —— 一部のプロジェクト経験の少ない研究者／観測機器グループによる開発遅延等の発生

また、ミッションサクセスクライテリアを設定して、プロジェクトの達成度を表そうとしている。

## 2) SELENE のミッションデータの外部利用推進

- a) 月ミッション運用・解析センターの設置
- b) ミッションデータは、第一義的にはチーム内の研究者による解析、研究のために利用されるが、一般への公開も図られる。

以上のようなSELENEプロジェクトの進捗状況とアクションプランの説明を受けて、当部会は次のような評価と提言を行った。

### 一 評 価

SELENEプロジェクトは、昨年の当部会の提言を取り入れて包括的なリスク管理のアプローチをとっている。これには、宇宙機の全ての機能、全ての観測機器やミッション管制に関する詳細な文書が含まれている。当部会は、このようなアプローチは妥当であり、宇宙開発事業団と宇宙科学研究所の間の大きな共同プロジェクトを成功に導くために必要なステップであると考える。両機関の研究者間の密接な連携およびプロジェクトリーダーのレベルの管理体制は妥当である。

### 一 指摘事項および提言

- ・宇宙開発事業団および宇宙科学研究所以外の主任研究者(PI)との連携を密にし、全ての課題はミッション全体の一部として解決されなければならない。
- ・プロジェクト関係者以外のミッションユーザーもこのプロジェクトに参加できるようにすべきである。
- ・得られたデータは、日本および全世界で広く研究と教育に利用し、かつミッション活動を国民に知らせる計画を立てるべきである。

- ・月観測ミッションに始まり月着陸ミッションに続くフェーズに対して、ミッションサクセスの4つの基準が設定されている。これらのリスクレベルとミッションサクセスクライテリアは、それぞれのミッションに対して必ずしも妥当に設定されてはいない。当部会は、この複雑なミッションの各フェーズに対して、リスクレベルとミッションサクセスクライテリアをより定量化することを勧める。
- ・当部会は、宇宙機、ミッション機器および管制を含む、既に策定された包括的なリスク管理計画を SELENE プロジェクトの詳細な実行計画の中に組み込み、常に更新し続けることを勧める。
- ・ミッションの全てのフェーズにわたり、明確なコンティンジェンシー・プランが必要である。

### 3. おわりに

当部会は、技術研究本部の活動の改革にあらわれている戦略とアプローチは妥当であると考える。宇宙開発事業団経営幹部の方針が、外部評価委員会および宇宙開発基本問題懇談会の提言を反映していることは明確である。このことは出発点としては適正であるが、研究開発計画および人事面の双方に多くの解決すべき課題が存在することも事実である。この改革は計画段階から実行段階へできるだけ早く移行させる必要がある。このような変革の成功のためには、どのような組織においても、全ての職員の参加と理解を得ることが必要である。

SELENE プロジェクトは、宇宙開発事業団と宇宙科学研究所の間の、大規模かつ複雑で難度の高い共同宇宙計画である。リスク管理を含むプロジェクトの全フェーズにわたる管理構想は、ミッションを成功に導くために必要な第一歩である。この計画の全過程にわたり継続的にリスクを評価し、技術的かつ管理的な問題を洗い出して解決してゆくことが必要であろう。

以上

添付資料 (1)

宇宙開発事業団評価委員会技術研究部会委員名簿

共同部会長	久保田 弘敏 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 教授  サミュエル・L. ヴェンネリ NASA チーフテクノロジスト
部会委員	畚野 信義 (財) テレコム先端技術研究支援センター 専務理事  木田 隆 電気通信大学電気通信学部／大学院情報システム学 研究科 教授  高木 幹雄 東京理科大学基礎工学部電子応用工学科 教授  武田 峻 航空宇宙技術振興財団 理事長  戸田 勉 航空宇宙技術研究所 研究総務官
主事	新城 淳史 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻

添付資料（2）  
技術研究部会スケジュール

宇宙開発事業団評価委員会技術研究部会

平成11年6月29日（火）

9:45 宇宙開発事業団技術研究本部長挨拶  
9:50 新任委員（木田委員）の紹介、事務連絡等  
10:00 部会の進め方調整  
10:15 プрезентーション（その1）  
　　・技術研究本部の改革について  
12:00 昼食  
13:30 プрезентーション（その2）  
　　・SELENEプロジェクトの課題と対応  
15:45 委員会審議（その1）  
18:00 第1日目終了

平成11年6月30日（水）

9:00 委員会審議（その2）  
12:30 昼食  
14:30 結果とりまとめ、報告書（骨子）作成  
16:10 宇宙開発事業団への評価結果の通知  
16:30 部会終了

**Evaluation Report of  
The Second Meeting of the Subcommittee for  
Research and Development**

**July 30, 1999**

**Subcommittee for Research and Development  
Committee for NASDA Evaluation**

## Preface

The Subcommittee for Research and Development met from June 29 through June 30, 1999 at the NASDA Tsukuba Space Center in Tsukuba. The Subcommittee was chaired by H. Kubota and S. Venneri.

The two evaluation topics presented from NASDA were the future directions for innovation of the Office of Research and Development and the SELENE lunar mission project. The statuses of all recommendations made by the Subcommittee in 1998 were also presented.

The Subcommittee reviewed the process to date and provided comments.



Hirotoshi Kubota  
Co-Chairperson  
Evaluation Subcommittee for  
Research and Development



Samuel L. Venneri  
Co-Chairperson  
Evaluation Subcommittee for  
Research and Development

## **Contents**

1. Introduction -----	1
2. Evaluation and Recommendations for Research and Development -----	1
2.1 Innovation of Office of Research and Development -----	3
2.2 SELENE Project -----	6
3. Conclusions -----	8

### **Attachment**

Attachment #1 List of Members of the Subcommittee of Research and Development

Attachment #2 Meeting Schedule of Subcommittee

## **1. Introduction**

The Subcommittee for Research and Development (Attachment #1) met at NASDA Tsukuba Space Center, Tsukuba, Japan on June 29 and 30, 1999 to evaluate activities of the Office of Research and Development (Attachment #2).

The main role of the Subcommittee was to evaluate the following two items:

- Innovation of Office of Research and Development
- SELENE Project

To conduct this evaluation, the Subcommittee was provided with the "Material for Subcommittee for Research and Development, June 1999" and also received a number of detailed presentations with regard to the current and future directions for innovation and establishment of new programs that included follow-up actions taken in response to its 1998 report. The Subcommittee is very impressed that the office of Research and Development tries to reform and innovate itself very strictly, and that it makes an effort towards the success of the SELENE Project.

## **2. Evaluation and Recommendations for Research and Development**

In June 1998, the Subcommittee for Research and Development evaluated that the Office of R and D has contributed to the establishment of a world-class space program in Japan and asked for greater capabilities of the Office by recognizing that the future of NASDA is dependent on this Office. Based on the above evaluation, the Subcommittee gave the following recommendations:

- 1) Methodologies and procedures of R and D activities
  - a) Clarification of prospects and priorities of activities
  - b) Introduction of the concept of assessment of total life cycle cost to be spent during the period from R and D to utilization/operation
  - c) Development of a detailed implementation plan for spacecraft design/analysis support system
  - d) Increase of the number of staff and budget for the Office
  - e) Evaluation of quality of research programs
  - f) Enhancement of critical capabilities and skills of researchers and engineers

2) Cooperation with External Organizations

- a) Improvement of balance between in-house and out-of-house R and D's
- b) Expansion of the cooperation with external organizations
- c) Construction of an open system that allows inclusion of the ideas and conceptions from the external organizations
- d) Enhancement of broad participation in the Piggyback Satellite Project

3) SELENE (SELenological and Engineering Explorer) Project

- a) Formation of systems and procedures for risk-management
- b) Confirmation of smoother communication with ISAS (Institute of Space and Astronautical Science) and clarification of the decision-making process
- c) Promotion of the utilization of the data from SELENE Project by external scientists

4) Miscellaneous

- a) Clarification of the distinction between Hypersat and Pyggyback satellite

In November 1998, the Committee for NASDA Evaluation ("the Parent Committee") which is the superior committee to the Subcommittee for R and D, compiled reports with four recommendations including a) more coherence between NASDA's activities and resources (budgets, personnel, etc.) and b) improvement of management of NASDA's missions, on the basis of five Subcommittee Reports.

On the other hand, in July 1998, the Space Activities Commission (SAC) established the Special Committee to Investigate Fundamental Problems in Japan's Space Activities and started to discuss the essential and structural problems of Japan's Space Activities which faced with a series of accidents and failures of NASDA's satellites. In May 1999, the committee recommended the more efficient utilization of man power, improvement of technology-development capability of NASDA (including, for example, reinforcement of the Office of R and D), accomplishment of the development project and improvement of reliability- and quality-management systems.

In consideration of the recommendations by the Subcommittee of R and D and by the Special Committee to Investigate Fundamental Problems in Japan's Space Activities, NASDA recognizes that reinforcement and innovation of the Office of R and D are the most important in order to accomplish the enhancement of research and development capabilities of NASDA.

## **2.1 Innovation of Office of Research and Development**

On the basis of the above circumstances, the Office of R and D has started to reform and innovate itself. The basic principles of its action plan are

- 1) more reliable project implementation,
- 2) exploitation of advanced technologies/missions and reinforcement of technology basis, and
- 3) Benefits for the public and international contribution.

The four fundamental measures for accomplishment of the above principles are:

- 1) Reinforcement of project drafting function
  - a) Reinforcement of system for concept design
  - b) Creation of a space infrastructure community with the related national organizations, universities, private companies, such as CRL, ISAS, NAL, and so on
  - c) Establishment of Advanced Space Technology Research System
- 2) Improvement of the project performing system to reinforce the system for technical assistance and to conduct advanced and highly-specialized researches
  - a) Establishment of expert groups
- 3) Enrichment of test and verification
  - a) Reinforcement of ground tests and verifications by Environmental and Structural Test Laboratory and System Analysis and Software Laboratory
  - b) Extension to orbital verifications with use of medium and small-sized satellites such as Advanced Technology Verification Satellite
- 4) Establishment of R and D systems open to researchers of the external organizations
  - a) Creation of a space infrastructure community as described in 1) b)
  - b) Establishment of Advanced Space Technology Research System as described in 1) c)
  - c) Extension of invitation of the eminent researchers and joint researchers
  - d) Collaboration with universities
  - e) Utilization of NASDA's data base such as SEES (Space Environments and Effects System) by external researchers

The Subcommittee recognizes that these reformation and innovation in the Office

of R and D have already started in the following viewpoints:

- 1) Restructuring of organization and personnel systems
  - Nomination of Executive Director of the Office of R and D and Research Inspector
  - Collaboration with the Office of Satellite System
- 2) Peer review by the external experts / the other project managers and revision of research programs
  - Revision of research programs in accordance with R and D policies
  - Review of research subjects of the programs
- 3) Further cooperation with project teams
  - Establishment of expert groups on Spacecraft Dynamics, Battery Engineering, Space Environment, etc.
  - Clarification of the researches of each field in cooperation with projects
- 4) Reallocation of resources
  - Prioritization of allocation of budgets in research programs

### **- Evaluations**

Reviewing these actions, the Subcommittee evaluated and recommended as follows:

It is highly endorsed that the Office of Research and Development of NASDA has started to make innovation in their organization and programs by taking the recommendations both by the Subcommittee for Research and Development and by the Special Committee of the Space Activities Commission of 1998. Since the innovation of the Office of Research and Development has just begun, the Office is advised to continue its efforts, especially in order to realize its aim, it is important to continually develop and improve the quality of researchers and engineers.

### **- Findings and Recommendations**

- It is obvious that the effort of both enhancement of fundamental research and transfer of technology into project support is an excellent beginning for major changes and impact on program success. It is advised that the Office of Research and Development continue this effort for very rapidly and persistently moving from the

planning to the implementation of this research innovation.

- The Office of Research and Development recognizes and will implement systems analysis activity to better define and prioritize R & D programs. The Subcommittee endorses and recommends the implementation of this activity and the development and maintaining of the staff as soon as possible.
- It is evaluated to form the expert groups in order to enhance the relation with the project.
- NASDA management needs to implement a personnel management program to recognize and reward experts and teams that contribute to achieving research and development program goals and objectives.
- NASDA management recognizes the importance of software systems (onboard processing, navigation and control, ground operation, payload operations, etc.) and the implication of impacts on future space programs. We endorse and recommend the involvement of software specialists for space systems development in order to accomplish integrated validation and verification of all software with high reliability.
- The effort to form “research communities” with the related external research institutions in order to promote the leveraging of resources in the organization is highly endorsed.
- Cooperation and collaboration among the researches of the Office of Research and Development and those in the external research institutions are advised to be more enhanced.
- We recommend the continued use of peer review process of research activities that includes consideration of overall goals and priorities of the Office of Research and Development.
- The plan for exchange of researchers and establishment of collaboration with international research institutes is recommended to be expanded and enhanced.
- It is endorsed and recommended that the Office of Research and Development formulate Research roadmaps in order to structure and prioritize the research activities. Qualitative and quantitative goals should be defined.
- It is endorsed to utilize the in-space flight experiment programs such as Advanced Engineering Demonstration Satellites. These programs will enable verification of new technology concepts and realize more reliable performance of future missions.
- The NASDA management leadership should develop a process to communicate these proposed changes to all staff members. Impact on NASDA programs and staff needs to be understood before the implementation. The innovation should not be substantially delayed and involve all the researchers both inside and outside NASDA.

## 2.2 SELENE Project

The SELENE project is the collaborative work between NASDA and ISAS, whose satellite will be launched by H-IIA rocket in summer of 2003. The Definition Design was performed from June 1998 to May 1999, and the Pre-Development Review was done in the period of June 21 to July 12, 1999 including Independent Review by experts from the external institutions. The objectives of the SELENE Project are the enhancement of science of the Moon, utilization of lunar observation data and acquisition of the fundamental technologies for lunar and planetary exploitation.

The evaluation and recommendations for the SELENE Project by the Subcommittee for R and D in 1998 are described in the beginning of this chapter. The SELENE Project Team's response as an Action Plan is as follows:

### 1) Risk management

The basic concepts are

- a) Improvement of strategy of the project operation
  - Clarification of the project team structure and the responsibility
  - Independent evaluation at every milestone
- b) Preparation of "SELENE Risk Management Plan Document"
  - Identification, evaluation, and countermeasures for risks
  - Documentation of the detailed plan of the risk management, etc.

Most probable risks are recognized as

- Risk 1 ---- Issues of communication and decision-making within the project team
- Risk 2 ---- Issues of coordination between the observation mission and lunar-landing mission, and among observation missions, as well as unexpected contingencies during the operation
- Risk 3 ---- Development procedures of new technologies
- Risk 4 ---- Delay in development due to researchers/mission instrument groups with less project experience

Each countermeasure is defined for each risk and the effort to describe attainment of the project by setting the Mission Success Criteria is presented.

## 2) Promotion of SELENE Data Distribution

- a) Establishment of the Lunar Mission Operation and Analysis Center
- b) Mission data are primarily used for analysis and research within the team researchers, and also released to the general public

## - Evaluations

By reviewing those progress status of the SELENE Project and action plan, the Subcommittee evaluated and recommended as follows:

The SELENE project incorporated the recommendations by the Subcommittee in 1998 to develop a comprehensive risk management approach. This included detailed documentation of all configuration activities for the spacecraft all instruments and mission operations. This approach is endorsed by the Subcommittee and represents a necessary step to ensure successful outcome of this large joint program of NASDA and ISAS. The efforts to keep close communications between the researchers of both institutions, consolidation of management leadership beginning at the project leader level appear to be reasonable.

## - Findings and Recommendations

- Close communications with PIs (principal investigators) outside NASDA and ISAS should continue and ensure all issues are addressed as part of the total mission activities.
- A plan to involve other mission users needs to be implemented.
- A plan to utilize obtained data for a broad application to education and public awareness of mission activities both in Japan and on a global basis should be implemented.
- Four categories of mission success are defined beginning with the lunar orbiting observation mission and continuing to the landing mission phase. The risk level and mission success criteria are not adequately defined for each of the mission categories.
- The Subcommittee recommends a better quantification of the risk level and the mission success criteria for each phase of this complex mission.
- The Subcommittee recommends to pay special attention to continuous development of a detailed implementation schedule for the SELENE project and integrate with the comprehensive risk management plan that includes spacecraft, mission instruments and operations.

- Understanding contingency planning for all phases of the mission needs to be clarified for the program.

### **3. Conclusions**

The Subcommittee endorses the overall strategy and approach of the Office of Research & Development that was presented for the innovation of all activities. The NASDA management approach clearly reflects following recommendations from both the Evaluation Subcommittee and the Special Committee of the Space Activities Commission. This is a good beginning but there are many challenges that need to be addressed for both technical program content and personnel issues. This innovation needs to move from the planning phase to the implementation phase as rapidly as possible. Any change such as this in any organization requires involvement and understanding of all levels of staff to ensure success.

The SELENE project represents a major complex joint space program between NASDA and ISAS. The overall program management approach including a formal risk management plan for all phases of the project represents the necessary first steps to ensure mission success. This will require continuous evaluation of multiple critical steps during the course of the program and identification and resolution of all technical and management problems.

## **Members of Subcommittee for Research and Development**

Co-chairperson	Prof. Hirotoshi Kubota Dept. of Aeronautics and Astronautics, Graduate School of Engineering , University of Tokyo  Mr. Samuel L. Venneri Chief Technologist, NASA
Member	Prof. Nobuyoshi Fugono President, Support Center for Advanced Telecommunications Technology Research, Foundation  Prof. Takashi Kida Department of Electronic Engineering / Graduate School of Information systems, The University of Electro-Communications  Prof. Mikio Takagi Dept. of Applied Electronics, Faculty of Science and Technology Science University of Tokyo  Dr. Shun Takeda Chief Executive Officer, Aerospace Technology Promotion Foundation  Dr. Susumu Toda Deputy Director-General, National Aerospace Laboratory
Executive Secretary	Mr. Junji Shinjo Dept. of Aeronautics and Astronautics, Graduate School of Engineering, University of Tokyo

Attachment#2

**Schedule of Evaluation Subcommittee**

**Meeting of Subcommittee for Research and Development**

**June 29(Tuesday), 1999**

- 09:45      Opening address by Executive Director of the Office of R&D
- 09:50      Introduction of Dr. Kida (newly appointed member)
- 10:00      Briefing of the procedure of the subcommittee
- 10:15      Briefing of the submitted materials, (followed by Q&A)
  - Part.1   Reform of the Office
- 12:00      Working Lunch
- 13:30      Briefing of the submitted materials, (followed by Q&A)
  - Part.2   Subjects and Efforts on the SELENE Project
- 15:45      Discussion by the subcommittee members (part.1)
- 18:00      End of the 1<sup>st</sup> Day

**June 30(Wednesday), 1999**

- 09:00      Discussion by the subcommittee members (part.2),
- 12:30      Working Lunch
- 14:30      Wrap-up of the discussion
- 16:10      Report by the Subcommittee to NASDA
- 16:30      Closing of the Subcommittee