

**宇宙開発に関する重要な研究開発の評価  
準天頂高精度測位実験の事前評価結果  
中間とりまとめ  
(案)**

平成 18 年 8 月 10 日  
宇宙開発委員会 推進部会

目次

1. 評価の経緯 .....	1
2. 評価方法 .....	1
3. 準天頂高精度測位実験の概要 .....	2
4. 準天頂高精度測位実験の事前評価結果 .....	3
参考 1 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価について .....	8
参考 2 準天頂高精度測位実験の評価実施要領 .....	10
参考 3 準天頂高精度測位実験の事前評価に係る推進部会の開 催状況 .....	22
付録 1 準天頂高精度測位実験の評価票の集計及び意見	
付録 2 準天頂高精度測位実験について (略)	

1. 評価の経緯

宇宙開発を効率的かつ効果的に推進するため、宇宙開発委員会においては、「宇宙開発に関する重要な研究開発の評価について」(参考 1)に基づき、重要な研究開発の評価を行い、その結果を公開するとともに、宇宙開発委員会として独立行政法人宇宙航空研究開発機構(以下「JAXA」という。)が実施するプロジェクトの実施内容や実施体制等に係る助言を与えることとしている。

準天頂高精度測位実験については、JAXA が平成 18 年度に「開発」に移行することを予定しているため、宇宙開発委員会推進部会において事前評価を行った。推進部会の構成員は、参考 1 の別紙のとおりである。

今回の事前評価は、平成 18 年 3 月の準天頂衛星システム計画の今後の進め方及び実施体制の変更に伴い、必要となる準天頂高精度測位実験のシステム開発に向けた検討の進捗状況を踏まえ、2 段階に分けて実施することとした。本中間とりまとめは、その第 1 段階として平成 19 年度概算要求前に実施した「評価その 1」の評価結果をとりまとめたものである。「評価その 2」については、今後「開発」への移行の準備が整った時点で実施する予定である。

2. 評価方法

評価は、官民の役割分担により進めている準天頂衛星システム計画において JAXA が担当する準天頂高精度測位実験を対象とし、推進部会が定めた評価実施要領(参考 2)に即して実施した。

準天頂衛星システム計画については、平成 18 年 3 月、内閣官房に設置された測位・地理情報システム等推進会議において「まず、官が主体となって準天頂衛星システム計画を立ち上げる。」等を内容とする本計画の推進に係る基本方針が定められた。これにより、その進め方及び実施体制が変更された。そのため、この変更に伴い必要となる準天頂高精度測位実験のシステム開発に向けた検討の進捗状況を踏まえつつ、以下の評価項目のうち、企画立案フェーズの早い段階に評価することが望ましい(1)から(4)について、平成 19 年度概算要求前に「評価その 1」として評価した。(5)から(7)については、概算要求後に「開発」への移行の準備が整った時点で「評価その 2」として評価するが、「評価その 1」では検討の進捗状況を確認し、必要に応じ助言することとした。

- (1) プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)
- (2) プロジェクトの目標
- (3) 開発方針
- (4) 実施体制
- (5) システム選定及び基本設計要求
- (6) 開発計画(スケジュール、資金計画、設備の整備計画等)
- (7) リスク管理

評価の進め方は、まず、JAXA から準天頂高精度測位実験について説明を行い、各構成員に評価票(参考 2 の別紙 1)により、評価項目ごとに意見、判定を求めた。各評価項目に対する判定は 3 段階表示として集計した。評価結果は、各構成員の意見、判定を集約してとりまとめた。

なお、本報告の末尾に構成員から提出された全意見及び JAXA の説明資料を付録として添付した。

### 3. 準天頂高精度測位実験の概要

準天頂高精度測位実験は、官民の役割分担により進めている準天頂衛星システム計画において JAXA が担当するプロジェクトとして位置付けられるものであり、衛星測位システムの構築に必要な基盤技術の確立を目指している。

我が国の衛星測位システムの在り方については、「我が国における衛星測位システムのあり方について 中間整理」(平成 16 年 1 月 16 日 総合科学技術会議宇宙開発利用専門調査会)<sup>1</sup>(以下「中間整理」という。)において、GPS(全地球測位システム)との互換性・相互運用性を持ち、段階的に自立可能な衛星測位システムを主体的に構築し、継続的な運用を目指すとした上で、当面は、そのような衛星測位システムのうちの補完システムを整備するとしている。官民の役割分担としては、GPS と同種の測位信号等を配信する測位補完技術の研究開発については、国が主体的に実施し、測位精度を向上させる測位補強技術の研究開発のうち、リスクが高いものについては国が関与するとしている。

準天頂衛星システム計画は、上記の「中間整理」に基づき、日本付近で常に天頂方向に 1 機の衛星が見えるように 3 機の

<sup>1</sup> まず、平成 16 年に「総合科学技術会議」の下で専門調査会の方針が決められ、平成 18 年に民の撤退発表を受けて、同じく「総合科学技術会議」の下で推進会議の方針を出している。

衛星を配置した衛星測位システムを構築し、測位補完・補強サービスを提供する計画であるが、平成 18 年 3 月に測位・地理情報システム等推進会議において定められた基本方針<sup>2</sup>では、まず第 1 段階（技術実証・利用実証段階）として、国が中心となって平成 21 年度を目標に 1 機の準天頂衛星を打ち上げ、研究開発 4 省（総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省）による技術実証、民間、利用省庁等による利用実証を行うこととなった。次に、技術実証・利用実証の結果を評価した上で、基本的に官民が協力し、追加 2 機の準天頂衛星を打ち上げる第 2 段階（システム実証段階）に移行する計画となった。なお、第 1 段階の実施体制については、文部科学省がとりまとめ担当となり、総務省、経済産業省、国土交通省の協力を得て計画を推進するとともに、JAXA が準天頂衛星システムの整備・運用を担当することとなった。

JAXA においては、この基本方針に従い、準天頂高精度測位実験として、まずは準天頂衛星 1 機による GPS 補完技術の開発及び軌道上実証を行うほか、GPS 補強技術の開発及び軌道上実証を行うとともに、将来のより高度な衛星測位システムを構築するために、次世代衛星測位システムの基盤技術の開発及び軌道上実験を行うことを計画している。準天頂高精度測位実

<sup>2</sup> 上位の基本方針が定められているのに、何を評価するのか。

基本方針に従っていることを評価する。基本方針を正當に明細化していることを評価する。基本方針の趣旨を汲み、その指示に逆らっても、他の代案を助言する。実際、委員各位からは、基本方針の決定に疑問を感じているようにも取れる発言がある。

験は、現在、平成 18 年度に「開発」に移行することを予定している。

#### 4. 準天頂高精度測位実験の事前評価結果

##### (1) プロジェクトの目的<sup>3</sup>（プロジェクトの意義の確認）

準天頂高精度測位実験は、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」（平成 16 年 9 月 9 日 総合科学技術会議）及び「宇宙開発に関する長期的な計画」（平成 15 年 9 月 1 日 総務大臣、文部科学大臣、国土交通大臣）に規定されている経済社会の発展と国民生活の質の向上等の我が国の宇宙開発利用全体の意義、目標を踏まえ、GPS 補完・補強技術の開発及び軌道上実証、次世代衛星測位システムの基盤技術の開発及び軌道上実験を行うことを目的としている。

<sup>3</sup> 当初から取るべきであった基本方針（=目的）を推定したい。第一に考えることは、準天頂軌道の意義ではなからうか。静止軌道と同様に（多分もっと制約の大きい）有限の資源である。この軌道に利用価値、他の軌道との特性の違いを世界に先駆けて把握すれば、将来必ず行われる軌道の国際配分に於いて、主導的な役割を務めることが可能になる。そのために「準天頂軌道の利用実証」のプロジェクトを起案した。そのプロジェクトが利用実験を（公募ではなく）募集したところ、「他の軌道より準天頂軌道を利用することが有効性を高める」と判断したミッションが提案されてきた。その中には、現状ではビジネスリスクが高すぎるが、将来の商業化に強い興味を覚える GPS 補強と云うミッションもあった。この枠組みであれば、段階を追って検証を重ね、ビジネス展開も視野に入れたものになる。

GPS 補完については、準天頂軌道を利用して衛星の幾何学的配置を改善することにより、GPS と同程度の精度の測位が可能なエリア・時間を増大する補完技術の軌道上実証を計画している。GPS 補完技術は、「中間整理」に示された GPS との互換性・相互運用性を有し段階的に自立可能な衛星測位システムを構築する上で不可欠な技術であると同時に、その軌道上実証を行うことは、**当面の課題とされる補完システムの整備に向けての第一歩として、それに直結し得るものである。**<sup>4</sup>

GPS 補強については、国土交通省の研究機関で生成する測位補正情報等を送信する技術について軌道上実証を行う計画である。民間による準天頂衛星を利用した測位補強サービスの事業化は、今後民間で検討するものとしているが、**民間の意向を踏まえると、JAXA が国土交通省と連携して GPS 補強の技術実証を行うことは意義が大きく、補強技術のうちリスクの高い研究開発については国が関与するという官民の役割分担の方針にも即している**<sup>5</sup>。また、補完技術とあわせて開発及び軌道上実証を行うことにより、**効率的な実施が可能である。**<sup>6</sup>

<sup>4</sup> 目的が的確であることを強力に説明していない。ご指示を受ける目的の設定になっているとしか言っていない。

<sup>5</sup> 「民間の意向」から切り出すと、「リスクが高く民間では投資できないので、国交省が国の予算で道を付けてくれ。」となってしまう。実際そうなのだが何か変である。

<sup>6</sup> やるかやらないかの議論もなく、「一緒にやれば効率的だ。」と云うことだけで実施できるのか。

次世代衛星測位システムの**基盤技術**<sup>7</sup>は、将来のより高度な衛星測位システムの構築に向けて独自の実験用信号の軌道上実験を行うものであり、軌道上での実験の機会を有効に活用し、「中間整理」に示された方針を具体化していると言える。

以上により、GPS 補完・補強技術及び次世代衛星測位システムの基盤技術の開発及び軌道上実験は、**「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」及び「宇宙開発に関する長期計画」を踏まえ、「中間整理」の考え方を具体化するものであり**<sup>8</sup>、準天頂高精度測位実験の目的としての的確である。

判定：妥当

## (2) プロジェクトの目標

準天頂高精度測位実験は、初号機打上げの約 1 年後に第 2 段階への移行判断を行うこととされていることから、目標を 10 年間の長期的な目標と 1 年間の短期的な目標に分けて設定している。

GPS 補完については、測位精度、高仰角での可視時間、軌道推定精度等の数値目標が具体的に示されており、それ

<sup>7</sup> 擬似時計のことを言っているのか。「将来の高度な測位システム」を開発したいのか。独自にやるのか、協力者を想定しているのか。想定された協力者は、日本の参加に期待しているのか。

<sup>8</sup> それなら、「各文書のどの考え方をどのように具体化しているのか。」を説明する必要がある。「言いつけを守っている」だけで、何も具体化していないのではないか。

らが達成されれば目的を達成したと言い得るものとなっている。

GPS 補強の短期的な目標は、国土交通省が測位補強実験を実施する上で必要とされるインターフェース要求を満足するよう JAXA の地上系及び衛星系の機能、性能及び品質を確保することとしているが、これは国土交通省の研究機関で生成する測位補正情報等を衛星から地上に送信するという JAXA の役割から見て的確である。なお、長期的な目標は、第 2 段階に進む時点で設定することとしている。

次世代衛星測位システムの基盤技術については、JAXA が開発する実験用信号による衛星測位基盤技術実験を行い、次世代の衛星測位信号の設計技術のデータ取得及び修得を行うことを目標としており適当である。

成功基準については、第 1 段階における GPS 補完の技術実証のミニマム、フル、エクストラの基準が具体的に定められている。

以上により、準天頂高精度測位実験の目標は、設定された目的に照らし的確であると判断する。

なお、今後に向けた助言は、以下のとおりである。

- 受信確率の改善に関しては、高仰角特性もさることながら、より直接的に示す方法について検討を望む。

判定：妥当

### (3) 開発方針

JAXA においては、第 2 段階において 3 機の準天頂衛星

によるシステム実証を可能とするために、初号機の設計寿命を 10 年(目標 12 年)として継続性を確保する開発方針をとっている。設計寿命 10 年以上の衛星開発は、旧宇宙開発事業団を含め JAXA として初めてであり、衛星バス及びミッション機器の長寿命化は特に注力すべき課題と考えられる。

また、測位ミッションの仕様の設定に当たっては、JAXA が民間を中心とした利用者の意見を集約する方針としている。

初号機の開発については、「衛星の信頼性を向上するための今後の対策について」(平成 17 年 3 月 18 日 宇宙開発委員会推進部会)に基づき、既存技術の活用、サバイバビリティの強化、運用データの取得及び活用等の信頼性確保のための適切な開発方針が示されている。また、衛星測位技術のロードマップが示され、準天頂高精度測位実験において行う技術開発が、過去の衛星プロジェクトで行った技術開発から将来の衛星測位システムの構築に至る流れの中に位置付けられている。

国際協力の方針については、日米協調の下、GPS との互換性・相互運用性を確保するとともに、GPS 近代化信号と準天頂衛星で使用する測位信号の仕様を共同で設定することとしている。また、東アジア・オセアニア地域との連携を視野に入れた開発・利用計画を立案することとしているが、これについては、更なる具体化が望まれる。

以上を踏まえ、準天頂高精度測位実験の開発方針は、「衛星の信頼性を確保するための今後の対策について」で示さ

れた考え方を考慮しつつ、目標の達成に向けて概ね的確に設定されている。

なお、今後に向けた助言は、以下のとおりである。

- 第2段階への移行判断時には、GPS補完の有効性が認められ、民間の利用者に広く普及していることが望ましい。そのためには、民間が積極的に受信端末の開発を行っていくことが必要であり、JAXAとしてもGPS補完の利用促進のために民間との協力関係を発展させていくことが肝要である。
- 東アジア・オセアニア地域と連携した開発・利用計画が具体化することを望む。
- 「評価その2」においては、関係機関との連携も含めた衛星バス及びミッション機器の長寿命化設計に関する具体的方針、将来に向けた衛星技術の共通化の方針が示されることを期待する。

#### 判定：概ね妥当

#### (4) 実施体制

国における準天頂衛星システム計画の実施体制については、内閣官房に設置された測位・地理情報システム等推進会議が関係省庁の調整を行っている。また、文部科学省は、第1段階のとりまとめを担当し、総務省、経済産業省、国土交通省の協力を得て計画を推進している。JAXAは、第1段階の準天頂衛星システムの整備・運用を担当している。官民の調整は、関係省庁、研究開発機関及び民間で構成さ

れる準天頂衛星システム開発・利用推進協議会が実施している。

JAXAが準天頂高精度測位実験として実施する範囲は、上記の役割分担を踏まえ、GPS補完技術の開発及び軌道上実証、GPS補強情報の国土交通省の研究機関からの受信と衛星を経由した地上への送信、次世代衛星測位システムの基盤技術の開発及び軌道上実験と明確化されている。

ただし、準天頂衛星システム計画の実施体制が複雑であることを踏まえると、第1段階のとりまとめを担当する文部科学省及び準天頂高精度測位実験システム全体の開発をとりまとめるJAXAの役割は特に重要であり、ミッション全体を見渡した上で、関係機関と十分に連携し、相互の理解と協力を得ながら計画を推進するべきである。

また、JAXA内の実施体制はプロジェクトチームが関係部門と連携して業務を実施する体制となっており、概ね的確である。

以上を踏まえ、準天頂高精度測位実験の実施体制は、関係機関との密接な連携に注意を払うことが不可欠であるが、GPS補完技術の開発・軌道上実証等の目的の達成に対する現時点の取組としては概ね的確である。

なお、今後に向けた助言は、以下のとおりである。

- JAXAには、準天頂高精度測位実験システム全体の開発をとりまとめる責任を有する立場から、関係機関と密接に連携するとともに、必要に応じ他機関が担当する開発の状況について適切な確認を行うことが求められる。

## 判定：概ね妥当

### (5) その他

以下の項目については、「開発」への移行の準備が整った時点で評価するものであるが、現時点の検討の進捗状況を踏まえ、「開発」に向け配慮すべき事項について助言する。

#### システム選定及び基本設計要求

準天頂高精度測位実験が測位補完の技術実証を主目的とするものであることを踏まえ、システム選定については、信頼性の確保と第2段階への継続性を重視すべきである。また、衛星測位システムの利用拡大の重要性にかんがみ、基本設計要求の設定に当たっては、利用省庁や民間による利用実証に十分に配慮することが必要である。

#### 開発計画（スケジュール、資金計画、設備の整備計画等）

第2段階への移行が判断された場合、システム実証に必要な期間を確保するとともに、利用省庁や民間による利用を促進するためには、初号機の打上げから第2段階の追加2機の打上げまでの期間を可能な限り短くすることが望ましい。

#### リスク管理

準天頂高精度測位実験には多くの関係機関の連携が必要であることを踏まえ、マネージメント、技術、スケジュール等について、関係機関のリスク情報を共有することは、リスク管理上有意義である。

### (6) 総合評価

準天頂高精度測位実験は、将来の衛星測位システムの構築に不可欠な補完・補強技術の軌道上実証を行うものであり、その成果は、我が国の社会インフラストラクチャに大きな進歩をもたらす可能性がある。そのため、我が国の衛星測位システムの構築に向けた最初のステップとして大きな意義を有している。

推進部会は、今回の「評価その1」において、準天頂高精度測位実験の目的、目標、開発方針及び実施体制等について審議を行い、現段階までの計画は、概ね具体的かつ的確であることから、引き続き「開発」への移行に向けた準備を進めることは妥当と判断した。今後「評価その2」においては、今回の評価結果を前提として、システム選定及び基本設計要求、開発計画、リスク管理について評価する。

なお、今回の評価においては、利用促進に向けた民間との協力、東アジア・オセアニア地域と連携した開発・利用計画の具体化、JAXAの実験システム全体の開発をとりまとめる立場からの関係機関との連携等について、意見が提出された。今後の開発においては、特に衛星測位システムの利用の普及・拡大の重要性を常に念頭に置いて計画を実施していくことが望まれる。JAXAにおいては、第1段階の技術実証の推進に当たって、文部科学省のとりまとめの下、これらの助言について今後適切な対応がなされることを期待する。

(参考1)

## 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価について

平成 18 年 4 月 19 日  
宇宙開発委員会

何度も配布された資料なので、詳細な記載を省略する。下記の各項目が示され、委員、特別委員を記したものが添付されている。例えば、第 2 回推進部会の参考資料 2-1

- 1 . 目的
- 2 . 評価方法
- 3 . 評価の対象
- 4 . 日程
- 5 . 推進部会の構成員
- 6 . 会議の公開

(参考2)

## 準天頂高精度測位実験の評価実施要領

平成 18 年 7 月 11 日  
推進部会

これも第3回推進部会で3-3-1として配布された資料なので、詳細な記載を省略する。本文に続き、別紙1で評価表が示され、別紙2で関連文書の抜粋が示され、別紙3で「測位・地理情報システム等推進会議」の文書「準天頂衛星システム計画の推進に係る基本方針」が示されている。

また続いて(参考3)として、第3回と第4回の推進部会の議事次第が示されている。本実験の事前審査を行った2回の推進部会の全てを表示したことになる。

付録 1

準天頂高精度測位実験の評価票の集計及び意見

1 プロジェクトの目的（プロジェクトの意義の確認）

準天頂高精度測位実験の目的が、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」（総合科学技術会議）及び「宇宙開発に関する長期的な計画」（以下「長期計画」という。）において規定されている我が国における宇宙開発利用全体の意義、目標及び方針等を踏まえ、長期計画のプログラム及び「我が国における衛星測位システムのあり方について中間整理」（総合科学技術会議）に規定されているところに照らし、的確に詳細化、具体化されているかについて評価して下さい。

-----

評価結果

	妥当	概ね妥当	疑問がある
1 プロジェクトの目的 （プロジェクトの意義の確認）	10	1	1
2 プロジェクトの目標	7	4	0
3 開発方針	3	8	0
4 実施体制	4	7	0
5 その他	-	-	-

	妥当	概ね妥当	疑問がある
1 プロジェクトの目的 （プロジェクトの意義の確認）	10	1	1

評価根拠のコメント

【妥当】

- 1 我が国における宇宙開発利用の基本戦略から導かれた衛星測位システムのあり方に従い、国が主体的に測位補完技術の研究開発を実施し、測位補強技術の研究開発では、リスクが高いものについて国が関与するとしている、官民の役割分担方針からみて、このプロジェクトでの GPS 補完・補強技術の開発及び軌道実証、さらに次世代衛星測位システムの基盤技術の開発及び軌道実験を行なうことは妥当だと判断できる。
- 2 妥当である。

3 「GPS と互換性、相互運用性を有する測位衛星を我国が自ら配備することにより、自立性を持った衛星測位システムを構築することを目指す」という総合科学技術会議の決定に基づいて、その第一歩として衛星測位システムの基盤技術を確立するためという本プロジェクトの目的は妥当である。

4 (1)GPS 補完技術を開発し軌道上で実証するとの目的に関しては、CSTP の「中間整理」で示された政策方針(長期的には、GPS と互換性、相互運用性を有する測位衛星を自ら配備することにより、自立性を持った衛星測位システムを構築することを目指すべき、 当面は、GPS との互換性、相互運用性を持つ衛星測位システムのうちの補完システムを整備すべき)を具体化する上で不可欠の準天頂軌道を利用したの GPS 補完技術を開発・実証し、GPS 補完システム整備に直結させることを目指しており、本目的は的確である。

(2)GPS 補強技術を開発し軌道上で実証するとの目的に関しては、 民間企業において現に補強業務の事業化の意向があり、かつ、それが経済的観点から中断せざるを得なかったこと(言い換えれば、経済的条件さえ整えば民間による事業化が期待できること) 補完技術開発・実証の実施を前提にすれば、本開発・実証のための経費は極めて少額で済むこと、 補強技術のうちリスクの高いものについては国側において着実に推進するとされていること、補強信号の生成及び補強信号を受信しての利用実験を国土交通省が JAXA との連携の下責任をもって実施すると

していることから、本件を実施する意義は大きいと認められ、本目的は的確である。

(3)独自の実験用信号の設計・開発を行い、軌道上で実験を行うとの目的に関しては、軌道上での実験の機会を得ることができることになるので、その機会の活用という観点から、将来に向けて、より精緻な信号に関する研究開発を行うことは、意義はあると認められ、本目的は的確である。

5 わが国の衛星測位システムのあり方を踏まえ、システム構築に必要な基盤技術を確立するため GPS 補完・補強技術の開発等を行うことを目的としており、JAXA が行う本プロジェクトの意義は妥当であると考えられる。

6 「我が国における宇宙開発利用の基本戦略(総合科学技術会議)」及び「宇宙開発に関する長期的な計画」(以下「長期計画」という。)において、我が国における宇宙開発は“国民の安全の確保”、“経済社会の発展と国民生活の質の向上”に資するものとして位置付けられている。

また、長期計画のプログラム及び「我が国における衛星測位システムのあり方について中間整理」(総合科学技術会議)において、GPS との互換性・相互運用性を持った衛星測位システムの構築とその継続的運用により高度な測位サービスの実現を目指すことを規定している。

準天頂高精度測位実験は、準天頂衛星システム計画の第1段階として、宇宙航空研究開発機構が関係研究機関の協力を得て、GPS 補完・補強技術と将来のより高度な衛星測位の基盤技術について開発及び軌道上での技術実証を行うものであり、その技術実証成果により、社会の重要な

インフラストラクチャーとなる衛星測位システムを実現し得ると考える。また、利用省庁や民間による利用実証も検討されており、これら官民が連携した取組みにより、災害対策などの国・地方公共団体等が提供する公共サービスへの応用、民間による各種事業への展開が期待できるものと評価する。

- 7 衛星測位技術はわが国として開拓していくべき重要な基盤技術の一つであり、本プロジェクトが掲げる目的は、「宇宙開発利用の基本戦略」、「長期計画」等における大きな方針に則るとともに、「衛星測位システムのあり方について中間整理」を十分踏まえたものとなっている。

わが国における衛星測位システムに関しては、長期的には、自立可能な衛星測位システムを主体性をもって形成していくべきであると考え、そのためには、段階的な開発、実証を進めていくことが肝要であり、本プロジェクトは、その重要なステップを歩み出すもの、と認められる。

当初の準天頂衛星システム計画の極めて大きな変更を受けて立案された本プロジェクトが、準天頂高精度測位実験の第一段階として、準天頂衛星 1 機による衛星測位の技術実証を目指し、その主たる内容として、「GPS 補完」、ならびに他機関との協力のもとでの「GPS 補強」を取り上げていることは妥当であり、かつ、加えて、次世代の衛星測位システム構築のための技術の開発及びその軌道上実験をも目的としていることは評価されるべきことである。

- 8 GPS 機能の補強に基づく移動体位置検知および測地応

用の拡大強化は、「宇宙開発に関する長期的な計画」および「我が国における宇宙開発利用の基本戦略（総合科学技術会議）」にも合致した計画である。また測位システムの利用拡大は我が国にとって将来的に極めて重要な課題であると思われるが、将来自立可能なシステム開発のためには自らの実験システムを持つことは必須であり、そのために既存システムの利用拡大を図りつつテストベッドを構築すると言うアプローチは妥当な計画である。また、近隣諸国との国際協力も目的として取り上げられており、我が国の国際的地位向上をはかる上でも有効である。更に将来的な目標ではあるが、高速移動体の位置測定 1 m、測量精度 2 cm のシステム開発は、将来の我が国のインフラ整備に画期的進歩をもたらす可能性があり、その開発基盤整備としての準天頂衛星開発は極めて有意義であると考え。

- 9 「自立性を持った相互補完関係の主体的な確立」とは何とも難解な表現であるが、とにかく我が国が自前の測位技術確立に努めることは妥当。

#### 【概ね妥当】

- 10 複数省庁との連携の元、JAXA がまとめ役として 1) GPS 補完補強技術の開発及び技術実証、2) 次世代衛星測位システムの基盤技術の開発および軌道上実験を目指すものである。民間が退いた後、もう少し十分な時間をかけ検討を進めるべきと考えられるが、おおむね妥当。

#### 【疑問がある】

11 基本的に、準天頂衛星には反対の立場にたつものである。次世代の GPS といっても、降ってくる電波が多くなれば精度が良くなるのは当然であり、センサーを開発する意味はあるが、衛星の有効性の確認などは、ほとんど、あげなくてもわかるのではないか？それに、継続して打ち上げる計画なくして、意味があるのであるか？

また、JAXA が担当する部分での開発要素が明瞭でないように思う。何が、新しい開発要素かを明示してもらいたい。他省庁の部分には、開発要素は認められるのだが。

ただ、不十分な知識しか持ち合わせていないので、これ以上の評価は慎みたいと思う。そこで、これから先の詳細な部分に関する評価は、棄権とさせていただきます。

## 2 プロジェクトの目標

) 準天頂高精度測位実験において設定された目標が具体的に(何を、何時までに、可能な限り数値目標を付してどの程度まで)明確となっているか、) 設定された目標が設定された目的に照らし、要求条件を満たしているかを含め的確であるか、) その目標に対する成功基準が的確であるか、について評価して下さい。

目標が複数設定される場合にはそれらの優先順位及びウェイトの配分が的確であるかを評価して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
2 プロジェクトの目標	7	4	0

## 評価根拠のコメント

### 【妥当】

- (1) プロジェクトの掲げる数値目標、サクセスクリテリア等は妥当と思われるが、一号機による衛星測位の技術実証の結果、民間がより積極的に事業化を推進できるようなインフラづくりも視野に入れて頂きたい。  
(2) 衛星のより長寿命化に取り組んで頂きたい。
- (1) 補完技術開発・実証の目標に関しては、測位精度、アベイラビリティ、軌道推定精度ともに、それが達成されれば、目的が達成されたと言い得ると認められるもので、的確である。なお、本件が当面整備すべきとされている GPS 補完システムに直結させることを目指していること

から、アベイラビリティに関しては、高仰角特性もさることながら、より直接的に示す方法について検討を望みたい。

(2)補強技術開発・実証の短期的な目標に関しては、本件に係る JAXA 側の役割(たとえば、受け取った信号を品質を落とすことなく吐き出す役割)からして、的確である。また、長期的な目標に関しては、今後の課題としているが、やむを得ない。

(3)次世代の衛星測位信号の開発に係る目標に関しては、従たる研究開発課題の目標としては、適当である。

3 目標は、具体的に示されており、可能な限り数値化への努力がなされている。また、設定された目標は目的に対する要求条件をほぼ満たしていると考えられる。是非とも「フルサクセス」はもとより、「エクストラサクセス」を達成していただきたい。

4 )GPS 補完・補強技術と将来のより高度な衛星測位の基盤技術について、それぞれに長期的な目標(初号機打上げの10年後)と短期的な目標(初号機打上げの約1年後)を明示しており、また、技術開発項目(測位精度、受信確率の改善のための高仰角特性、軌道推定精度及び時刻推定精度)の性能について、数値目標が明確に設定されているものと評価する。

)「我が国における衛星測位システムのあり方について中間整理」(総合科学技術会議)では、「GPS(近代化を含む)との互換性・相互運用性を持ち、段階的に自立可能な衛星測位システムを主体的に構築し、継続的な運用を目指す。」としている。本プロジェクトの目標は、GPSを補完

する技術レベルを設定するとともに、将来の測位システム高度化に向けた基盤技術実験も計画していることから、要求条件を的確に満たしているものと評価する。

)成功基準を「ミニマムサクセス」、「フルサクセス」、「エクストラサクセス」と3つのレベルで設定している。GPS補完技術の「ミニマムサクセス」は高仰角からのGPS信号の送信による可視性改善を基準としており、「フルサクセス」は近代化GPS民生用サービス相当の測位性能を得ることを基準としているなど、目標の優先順位及びウェイトの配分の観点からもプロジェクトの目的に合致した的確なものと評価する。

5 ミッション目的の第一項目である「GPS補完・補強技術の開発及び軌道上実証」に関して、JAXAが担当するGPS補完については、精度等の数値を含めて、短期的な目標ならびに長期的な目標が具体的に示されている。これらは、GPS補完技術の内容およびそれが目指す目的からみて、妥当である。

GPS補強に関しては、具体的には、他機関の実験を支援する内容が短期的目標として記されているのみで、それ自体は、JAXAの責任分担範囲に対応するものとして妥当である。

なお、より大きな観点に立つとき、ここでの「目標」の扱いに限らず、全般的に、JAXAプロジェクトとして、共同実験であるGPS補強をGPS補完と同列のもとに取り扱っていくことが望ましいと考える。

ミッション目的の第二項目「次世代衛星測位システムの

基盤技術の開発及びその軌道上実験」に関しては、技術開発中の実験用信号によって測位基盤技術の実験を行い、短期的にはデータ取得、長期的には設計技術の習得を目標としており、目指すところは妥当とみなされる。

次世代の衛星測位システムの基盤技術の開発は、わが国の衛星測位技術開発の長期的なロードマップ上、重要な位置づけにあるものと考えられ、ミッションの第二目的に関して、ミッションの第一目的と併せて、前向き、創造的な実験が行われることを期待したい。

成功基準については、GPS 補完に関して具体的に与えられており、それらは妥当なものである。なお、エクストラサクセスに関しては、「目標を上回る測位性能が確認されること」とあり、技術的な根拠が示されていないが、その具体的内容は、主として、新たな試みとして行う高精度電離層遅延補正によって、フルサクセスでの目標測位性能（これは GPS のみの場合と同等となる）を上回る測位精度が得られた場合、とのことである（個別質問に対する回答より）。この点は注記しておくべきであろう。

高精度電離層遅延補正を中心に、その他、軌道予報、時刻予報における誤差要因の低減等の試み（個別質問に対する回答より）を加え、本プロジェクトにおいて、GPS 同等以上の性能向上を目指すことが、その研究目標として取り上げられていることは、「GPS 補完」を、補完を越えたものとする可能性を追求するものとして、評価される。これらに関して、プロジェクトが、より前向きに取り組んでいくことを期待したい。

- 6 衛星を実運用しつつ基盤技術実験をおこなって、次世代の測位技術の習得を図るとしたアプローチは妥当である。補完機能の測定精度は通常の GPS 精度と同等と思われるが、観測機会の拡大が目的であるので、特に問題とすべき点は無く妥当な目標である。衛星の軌道測定精度および時刻推定精度に関しては、ETS- の実績の 1 オーダ以内の改善であるので、目標値としては妥当であると考えられる。
- 7 本質的な意義は単独衛星 1 機による技術実証、利用実証と考えており、この評価の対象もそうであるが、「その結果を評価の上、3 機システムへ移行する」とあるのは最終システムの有用性について若干腰が引けている感もなくもない。

#### 【概ね妥当】

- 8 目標の設定を短期と長期に分け、GPS 補完に関しては技術開発目標の設定、短期目標のサクセス・クライテリアが具体的に示されている。また GPS 補強に関しては目標達成の過程で、このプロジェクトに関係する機関や組織との関わりを明確にして進めることが明記されており、概ね妥当だと判断する。
- 9 概ね妥当である。JAXA と他機関との役割や責任の担当区分が明瞭になるに伴って、プロジェクトの目標も的確に明示されるようになった。  
なお、本プロジェクトのように、JAXA 以外に、他機関が責任を持つ実験・システム等が混在している場合、「プロジェクト全体の目標」と「JAXA 実施担当部分の目標」

を区別して両者を明示するとより分かりやすくなると思われる。

- 10 長期的な目標、短期的な目標に明確に切り分け設定されており概ね妥当。GPS 補完については数値目標も設定されている。成功基準も概ね妥当。

### 3 開発方針

準天頂高精度測位実験の活動全体を律する基本的な考え方ないし方針が設定された目標の達成に対する確であることを評価して下さい。

評価にあたっては、「衛星の信頼性を向上するための今後の対策について」で示された考え方を考慮して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
3 開発方針	3	8	0

#### 評価根拠のコメント

##### 【妥当】

- 1 妥当である。記述されている開発方針を是非とも実行していただきたい。
- 2 問題点はない。
- 3 準天頂高精度測位実験の開発方針は、第1段階での準天頂衛星初号機による技術実証後に第2段階での準天頂衛星3機によるシステム実証が可能なように、初号機の設計寿命を10年(目標12年)とするなど、第2段階への継続性を考慮しつつ、初号機の開発にあたっては、信頼性の確保を全てに優先し、新規開発技術を最小限必要なものに絞り込む等の確実な開発を行う方針を打ち出している。また、高精度測位実験システムの開発にあたっては、ADEOS-、ALOS、ETS-での開発成果を最大限活用し、将来の地域衛星測位システムの構築に至るまでの一連の

技術開発ロードマップが明示されている。

本プロジェクトの開発方針は、実利用の技術実証を主目的とするものとしての的確であり、社会の重要なインフラストラクチャーとなる衛星測位システムの実現に確実に結実するものと評価する。

#### 【概ね妥当】

- 4 準天頂衛星初号機の開発、地上システムの開発、関与する国際協力の推進について、いずれの開発方針も設定された目標達成に対する的確であり、第2段階への継続性も踏まえた開発方針として概ね妥当だと判断する。
- 5 (1) 一号機打上げ後、現計画より早く2号、3号機の打上げができるように望む。  
(2) アジア・オセアニア地域との協力、同地へのサービス提供等の国際的戦略の具体化が望まれる。
- 6 開発方針は、信頼性の確保をすべてに優先させて行う等が掲げてあり、基本的に宇宙開発委員会の指摘を踏まえたものになっている。言葉だけでなく、是非ともプロジェクトのかかわる方々全員がこれらの方針にそって開発を実行していただきたい。また、方針にも述べられているが、既存技術の利用と低コスト化の意識を徹底していただくと共に、技術面での国際協力(特に米国)をしっかりと行っていただきたい。
- 7 準天頂衛星システム計画の第一段階の実施体制が多数の省庁、機関、ならびに民間の連携からなるものであり、かつ第一段階から第二段階へ進むに当たっての方針が将

来決定される、という背景を考慮するとき、提案された開発方針は、それらの前提のもとで、概ね妥当であると判断される。

本プロジェクトにおいて、JAXAが責任を持つ範囲は明確に規定され、本事前評価もその範囲を対象としてなされている。しかし、準天頂衛星システム計画第一段階は総合的なミッションであり、かつ、JAXAは全体を統括していくべき立場にあるとみなされる。JAXAプロジェクトは、実行上、実質的にミッション全体を見渡して開発に取り組んでいくことが重要であると考えられる。

初号機的设计寿命を10年以上とすることに関しては、提示された開発方針において、プロジェクトが、十分深い認識を持っていることは認められるが、設計寿命を10年以上とすることはJAXA(旧NASDAを含めて)として初めてのことであり、長寿命化設計は特に力を注ぐべき課題とみなされる。衛星バス系技術に関してはこれまでの実績・蓄積を背景とした取り組みが可能であろうが、ミッション機器に関しても、十分な課題の洗い出しを行っていく必要がある。長寿命化設計に関しては、評価その2において、より具体化した内容の方針が示されることを期待したい。

なお、ミッション機器においては、NICT担当の搭載機器にも同一の設計寿命要求が課せられ、NICTとの間で、長寿命化という観点から、技術面で相互に連携を取っていくことが肝要であろう。

開発方針において、新規開発技術は、ミッション機器を

含めて、最小限必要なものに絞り込む、とあり、ミッション機器に関しては、消極的な印象をもつ。長寿命化要求とのバランスをとる必要はあるであろうが、ミッション機器に関しては、ミッションの成果をより高め、より豊かにするという観点から、新技術の開拓とその実証に積極的に取り組んでいくことを期待したい。

準天頂衛星システム計画の第二段階への移行判断にあたっては、GPS 補完の有用性が広く認められる必要があり、打ち上げ後の約 1 年間において、GPS 補完が民間の一般利用者にかなり広く使われることが望ましいと思われる。そのためには、衛星初号機開発に平行して、マスキューズの小型受信機（端末）が民間において開発され、打ち上げ後にその普及が図られる必要がある。開発方針には、JAXA において、民間における衛星初号機に対応した端末の自主的な開発を促すために、民間（経団連、衛星測位システム協議会、高度測位社会基盤フォーラム、国内の GPS 受信機メーカー等）からの意見を集約し、測位ミッションの要求仕様に反映する、と示されているが、GPS 補完を真に軌道上実証していくためには、要求仕様への反映に止まらず、利用促進のために、この民間との協力関係を継続、発展させていくことが肝要と思われる。

- 8 2号機、3号機打ち上げ後の2段階における3機システム実証が可能な宇宙、地球セグメントの開発を目指し、衛星の設計寿命10年の開発を目標としている等、諸般の開発方針はおおむね妥当。東アジア、オセアニア地域との連携が可能となるよう開発・利用計画の立案をいっそう強く

望みたい。

- 9 3つの衛星でシステムを完成させる前提として、当初10年の寿命を持った1個の衛星で軌道実証を行い、要すれば後続衛星に改善策の反映を図ると言うアプローチは、開発リスク低減の観点からも妥当な方式である。また、GPSシステムのオリジネータである米国と、利用者としての近隣諸国との協力の下で開発を進める方式は、国際協調上も更に技術の深化を図る上でも妥当である。

信頼性向上対策に関しては、冗長機能および耐久性の強化、データ取得の強化等、宇宙開発委員会の定めた方針に基づいており妥当な考え方ではあるが、実現のための具体的な姿が見えてこない。バス系に関しても、変更はミッション要求を達成するための最小限に留める、また、新規開発技術に付いては重点的な先行開発を行う等説明されているが、標準バスの姿および中長期的な改善計画等の具体的内容は明らかで無い。これらに関して、推進部会で何処までを論じるかは議論のあるところと思うが、JAXA/受託メーカーとしては、少なくとも政府ミッションに関してはこれらの点に関する具体策を明確にすべきである。

- 10 前項で述べたことと矛盾するかも知れないが、技術評価の後に第2段階への移行を決定するのは慎重と評価。

#### 4 実施体制

開発計画のうち実施体制が、設定された目標の達成に対する確実性を評価して下さい。

特に、共同開発機関や関係企業との責任分担関係及び JAXA のプロジェクトチームに付与される権限と責任の範囲が明確になっているかについて評価して下さい。

	妥当	概ね妥当	疑問がある
4 実施体制	4	7	0

#### 評価根拠のコメント

##### 【妥当】

- 1 関係する部門が多岐にわたるので、「測位・地理情報システム等推進会議」のリーダーシップと取りまとめ役の文部科学省の力量が問われる。
- 2 本プロジェクトに係る行政レベルの取りまとめは、文科省が担うこととなっているが、本プロジェクトが GPS 補完システムの整備に繋げようとの主旨に出でるものであることを常に念頭に置き、取りまとめ業務を遂行することを望みたい。
- 3 「準天頂衛星システム計画の推進に係る基本方針」(測位・地理情報システム等推進会議)に則り、第1段階は、文部科学省が取りまとめ担当となり、総務省、経済産業省、国土交通省の協力を得て計画を推進し、第1段階の準天頂衛星システムの整備・運用については宇宙航空研究開発機

構(JAXA)が担当する実施体制が明示されている。また、高精度測位実験システムについては、平成15年度以来のJAXAを取りまとめとした各機関の役割分担による研究開発体制が維持されている。さらに、民間との調整の場として、「準天頂衛星システム開発・利用推進協議会」が維持されている。

これまで指摘されてきた“準天頂衛星システムとしてのプロジェクト全体の責任体制”が明確化し、プロジェクトの目標を達成するための的確な実施体制が構築されたものと評価する。

今後、プロジェクトの進捗に伴い、JAXAと共同開発機関の責任分担や利用実証に係る利用省庁や民間との連携について、より具体化されていくものと考えられる。

- 4 折角の「とりまとめ」であるから、文科省はよろしく指導力を発揮すべき。

##### 【概ね妥当】

- 5 準天頂衛星システム計画の実施体制の中で、本プロジェクトの実施体制、特に第1段階の実施体制について、全体の中の位置付け、その役割からみる本プロジェクトの責任範囲の理解はかなり困難なところもあるが、現時点で、このプロジェクトの第1段階の実施体制に関しては概ね妥当だと判断する。
- 6 概ね妥当である。JAXAは全体インテグレータとしてまた衛星バス・システムの開発とりまとめに責任を有する立場として、安全確保・ミッション遂行確保の面から、他機

関の開発・実証の内容に深く立ち入って問題がないかどうか十分にチェックしていただきたい。

7 本プロジェクトは、他省が管轄する研究部隊との連携が重要なポイントの一つであるが、相互の責任範囲と権限は明確に示されている。但し、これらの明確化と共に、各研究機関相互の協力と理解を合わせて重要であり、民間機関の指導も含め JAXA が従来以上に指導力を発揮して積極的に推進していただきたい。

8 準天頂システム計画の第一段階の実施体制は、準天頂衛星計画に関するこれまでの検討経緯、特に、本年3月末に立てられた基本方針に基づいて形成されており、機関間の役割分担ならびに JAXA 内実行体制は、それに依拠した形で作られている。全体的に重層構造の複雑さがあるが、その中で、JAXA 内の実行体制は、概ね妥当なものともみなされる。

第一段階の実施体制において、文部科学省が実質的に取りまとめを行う事柄の内容と JAXA が衛星システムおよびミッションを統括していくこととの切り分け、あるいは両者の共同作業の内容、等が、提案の範囲では理解しがたい。今後の明確化が望まれる。

本プロジェクト、すなわち「準天頂高精度測位実験」においては、利用の推進が極めて重要であり、JAXA 内のプロジェクト実行体制においても、「利用推進」のサブグループが設けられているのは理解される。しかし、利用実証は JAXA の責任範囲外という整理が、今回の事前評価で多々示されたこともあり、この「利用推進」サブグループ

の役割を具体化、かつ拡大していくことは、真に利用推進を図っていく上で極めて重要と考える。

9 JAXA とりまとめのもと、多くの省庁との連携が果たしてうまく行く体制になっているのか懸念されるところではあるが、現時点では概ね妥当と判断する。

10 JAXA とメーカー間の体制に関しては未定であるが、その他の関係機関間の作業体制と責任体制、各機関内の作業および責任体制は明確になっており、問題は無い。それぞれの政府機関が、それぞれの得意分野の開発を推進し、その総合として大規模システムを構築する方式は、それはそれとして妥当であるが、取り纏め機能がインタフェース管理に限定されたのでは技術作業としては必ずしも十分とは言えない。程度の差はあれ、システム統合にはなにがしかの技術上のヒエラルヒーを明確にすることが必要である。統一的な責任体制を構築することは困難かも知れないが、将来の民活も視野に入れると、政府機関の技術者の他に民間会社の技術者も入れた技術チームで、一元的に技術検討とシステム統合を推進する方式は考えられないものだろうか。

また、民活は重要な要素であるが、民に過大な期待をするには無理があると思われる。国としての積極的関与が期待される。

## 5 その他

以下の項目については、「開発」への移行の準備が整った時点で評価するものですが、現時点の検討の進捗状況を確認し、「開発」に向け配慮すべき事項、助言等があれば記載願います。

### (1) システム選定及び基本設計要求

システム(衛星を実現する技術的な方式)の選定及び基本設計要求(基本設計を固めるに当たっての骨格的な諸条件)の評価の際には、以下の点に着目することとしています。

- ) 関係する技術の成熟度の分析
- ) コストも含めた複数のオプションの比較検討
- ) システムレベル及びサブシステムレベルにおける、新規自主開発、既存技術の活用(外国調達に関しては、信頼性確保の方法含む)の適用方針

上記においては、国内技術のみでなく、海外技術も検討の対象に含みます。

### (2) 開発計画(スケジュール、資金計画、設備の整備計画等)

### (3) リスク管理

主要な技術課題、プロジェクト、プログラムの観点におけるリスク管理の考え方

## 助言等のコメント

### (1) システム選定及び基本設計要求

- 1 本プロジェクトは、実利用の技術実証を主目的とするものであり、システムの選定については、開発方針で明示されているように信頼性の確保と第2段階への継続性を重

視いただきたい。また、基本設計要求については、利用省庁や民間による利用実証も考慮いただきたい。

- 2 具体的内容はその道の専門家で無いと評価は難しい。
- (2) 開発計画(スケジュール、資金計画、設備の整備計画等)
- 3 初号機打上げから第2段階(システム実証)の追加2機打上げまで、6年もの永い間が空いている。慎重に計画されているということですが、今後の状況や検討によっては、追加2機打上げの時期を1年でも2年でも早め、プログラム目的が少しでも早く実現されるように、スケジュール変更を提案されることを期待したい。
- 4 プロジェクト開発の予算は、各省がよく協力し、少しの無駄も排除する姿勢で厳しく詰めていただきたい。
- 5 実利用の技術実証を主目的とする観点から、開発計画については、確実かつ効率的なものを立案いただきたい。
- 6 スケジュールや資金計画が提示されていないプロジェクトの事前評価は本来あり得ないものと考えます。  
一方、本プロジェクトはわが国にとって、極めて重要なものであるため、無理を承知で、英知を集めて、困難を突破すべきものと考えます。過去の柵(しがらみ)を捨てて、背水の陣で頑張ってください。
- 7 コマーシャル衛星の場合は、発注から打上げまでの期間は概ね2年である。無理は禁物であるが、矢張り可能な限り短期間で完成させることを念頭に開発計画を立案すべきである。短期間に開発することは、コストダウンのための鉄則である。

### (3) リスク管理

- 8 リスク管理担当者を指名し実行体制を作ることは極めて結構であるが、この体制が十分に機能するよう、プロジェクトの責任者は、細心の注意を持って指導に当たっていただきたい。
- 9 実利用の技術実証を主目的とする観点から、開発スケジュールや打上げ計画等に影響を及ぼす不測の事態への対応を図り、本プロジェクトが所定の目的を確実に遂行できるよう検討いただきたい。
- 10 プロジェクト全体が多機関の共同からなることを踏まえて、マネージメント、技術、スケジュールなどに関して、多機関間で、随時、共同の相互レビューを行うことはリスク管理上有意義であろう。
- 11 従来宇宙開発の失敗例を見ると、開発初期に於ける専門家によるリスク評価が十分行われていなかったことが主な原因であったと思われる例が認められる。此処で言うリスクは純粹に技術上のリスクであり、マネージメントリスクとは多少異なる。技術上の問題が顕在化してから専門家に図るのでは無く、開発開始時に、それぞれの分野の技術専門家に図って、リスクの評価と共に技術チャレンジの方向付けの評価を行うことが重要である。設計が固まってから評価を行ったのでは、それまでの作業の修正に時間と労力が掛かり、実行部門から抵抗が出やすいので、要求仕様が固まり、開発基本構想が固まった時点等の可能な限り早い時期に実施することが重要である。