

成層圏プラットフォーム 研究開発の概要について

平成17年7月21日

成層圏プラットフォーム研究開発
に関する懇談会事務局

目次

1. 成層圏プラットフォーム構想	1
2. 推進方策	2
3. 研究開発の目的	5
4. 研究開発の目標と経緯	6
5. 実際の研究開発の流れ	9
6. 飛行試験の概要及び結果	11
参考資料	13

1. 成層圏プラットフォーム構想

成層圏プラットフォームとは

気象条件が比較的安定している高度20 km程度の成層圏に通信機材、観測センサなどを搭載した飛行体を滞空させ、通信・放送および地球観測等に利用。ペイロードの関係で飛行船が有利と見込まれる。(右は飛行船による成層圏プラットフォームのイメージ図)

成層圏プラットフォームの特徴

- 衛星に比べ電波の減衰と遅延が少
- 衛星に比べカバーエリアは狭いが通信容量は大
- 特定地域の集中的かつ連続的観測が可能
- 高分解能、高精度データの取得が可能



2. 推進方策

○推進体制

文部科学省 (科学技術庁) と総務省 (郵政省) が主体となり、平成10年度より共同で研究開発を推進。

1. 産学官の連携 (平成10年3月)

成層圏プラットフォームの早期実現に向け、研究開発方針を検討し、プロジェクトの推進を図るため、産学官で構成される「成層圏プラットフォーム開発協議会」を設置。

飛行船システム (追跡管制システムを含む) と通信・放送、地球観測の各ミッションについては、部会において専門的な議論を実施。



2. 研究開発計画の策定 (平成11年9月)

航空宇宙、通信・放送、地球観測及び社会科学の各分野の学識経験者、有識者等で構成される研究開発評価部会において事前評価を実施し、その評価結果を参考として、「成層圏プラットフォーム研究開発計画」を策定。

3. ミレニアムプロジェクトに選定 (平成11年12月)

成層圏滞空飛行試験、定点滞空飛行試験及び成層圏における観測試験が内閣府の推進するミレニアムプロジェクト^(*)に採用。

平成12年度から15年度までの間、毎年開催される内閣府の評価・助言会議において、プロジェクトの進捗状況の評価を実施。

*新千年紀を迎えるにあたり、人類の直面する課題に応え、新しい産業を生み出す大胆な技術革新に取り組むプロジェクト。今後の我が国経済社会にとって重要性、緊要性の高い情報化、高齢化、環境対応の3分野に関して、テーマを選定。本件は、「環境対応」で採用となった。

○担当分野

飛行船、追跡管制、通信・放送、地球観測の各分野について、文部科学省と総務省の研究開発機関がそれぞれ研究開発を分担し、連携を図りながら、飛行試験等を実施。

	研究開発分野	担当機関
文部科学省 (科学技術庁)	飛行船全体システム	宇宙航空研究開発機構 (航空宇宙技術研究所)
	地球観測ミッション	海洋研究開発機構 (海洋科学技術センター)
		宇宙航空研究開発機構 (宇宙開発事業団)
総務省 (郵政省)	追跡管制システム	情報通信研究機構 (通信・放送機構)
	通信・放送ミッション	情報通信研究機構 (通信・放送機構、通信総合研究所)

3. 研究開発の目的

「成層圏プラットフォーム研究開発計画」(平成11年9月 科学技術庁・郵政省)において、以下のとおり目的を設定。

本研究開発は、成層圏プラットフォームの中核システムとなる飛行船システムの構築、同システムを利用した通信・放送ミッション及び地球観測ミッションを達成し、可能な限り早期に、成層圏プラットフォームの実用化の目処を立てることにより、航空宇宙技術、情報通信技術、地球観測技術等の向上に寄与することを目的とする。

4. 研究開発の目標と経緯

- 平成11年9月、成層圏プラットフォーム研究開発計画【参考1】
《研究開発の目標》

本研究開発において技術開発課題を解決することによって実現される成層圏プラットフォームが、実用化に必要な性能目標を達成可能かどうかを確認するため、平成15年度より、全体システムの技術実証を行うための飛行実証試験を実施する。

目標追加・変更

- 平成11年12月、ミレニアムプロジェクト(新しい千年紀プロジェクト)【参考2】

平成15年度までに、二酸化炭素等の温室効果気体の直接観測を可能とする成層圏滞空飛行船(成層圏プラットフォーム)による観測を実施する。

上記の目標を実現するための各事業に対応した実現目標

- ・平成13年度までに飛行船を成層圏に到達可能とする技術を開発。
- ・平成14年度までに、飛行船の定点滞空を可能とし、その追跡管制を行う技術を開発、確立。
- ・平成15年度までに成層圏高度に到達し、温室効果気体の直接観測を開始。
- ・平成15年度までに、定点滞空する飛行実験を開始。

○平成12年4月、第4回成層圏プラットフォーム開発協議会【参考3】

飛行船システムについて、当面、ミレニアムプロジェクトの達成目標を実現できるよう集中的な開発を進め、技術実証機について、平成15年度に基本設計を開始し、平成17年度に実証試験を開始することとされた。

○平成14年5月、第6回成層圏プラットフォーム開発協議会【参考4】

電源系に関する技術動向の変化を受け、開発方針を見直し、今後1年間かけて、技術実証機の在り方について検討を進めることを決定。

成層圏プラットフォーム開発協議会の下に技術実証機検討チームを設置し、平成14年12月～15年4月にかけて技術実証機のあり方に関する検討を実施。

目標変更

○平成15年7月、第7回成層圏プラットフォーム開発協議会【参考5】

技術実証機検討チーム報告

技術実証機の開発には莫大な費用がかかることなどから、まずは、16年度の定点滞空飛行試験終了後、ミレニアム・プロジェクトの成果を取りまとめて事後評価を行う。

○平成16年3月、電源系研究会における検討【参考6】

低温・低気圧での長期間運用や厳しい重量制限等、システムが成立するためには、太陽電池、再使用型燃料電池それぞれの性能向上や、それを組み合わせた装置が安定作動することなど、数々の課題の解決を図ることが必要。

今後の進め方

○平成16年8月、第8回成層圏プラットフォーム開発協議会

1. 平成16年度に完了する定点滞空飛行試験後、透明性の高い第三者機関において、これまでのプロジェクトの成果や問題点等を取りまとめ、事後評価を行う。
2. 評価の結果を踏まえて、次のステップに進めるか否かについて判断し、次のステップへ移行する方向となった場合には、開発の進め方、資金計画、官民の役割分担等について事前評価を行う。
3. 事前評価の結果、技術実証機の開発を推進すべきと判断された場合、早ければ平成19年度からを目途に新たな措置を講ずる。
4. 平成17年度から当分の間、文部科学省は、電源系に関する要素技術等に係る研究開発を引き続き実施する。また、総務省は、通信・放送分野に関する研究開発を引き続き実施する。

5. 実際の研究開発の流れ

《飛行船関係》

年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	総額	
飛行船システム									
システム研究	成立性検討		システム最適化検討						
要素技術開発	141	要素技術(電源システム等)の開発							
費用実績(百万円)		350	121	395	268	23	188	1,486	
成層圏滞空飛行試験		飛行試験機の設計・製作・要素技術試験					飛行試験		
費用実績(百万円)			246	340	505	161		1,252	
定点滞空飛行試験	169	飛行試験機の設計・製作・要素技術試験					飛行試験		
費用実績(百万円)			299	468	768	1,828	815	4,178	
費用実績(百万円) (その他を含む合計)		421	909	1,460	1,926	2,518	1,228	8,631	
追跡管制システム									
追跡管制システム (ITACS)	概念設計		基本設計	詳細設計		システム 実証試験	飛行試験 ・評価		
追跡管制設備 (TTRAC)				設計・製作・試験・総合調整					
風観測・予測システム (MEWS)	基本モデル試作	評価・改良	観測設備整備/局地最適化・総合調整						
飛行・運用シミュレータ (FLOPS)	基本プログラム試作・評価・改良		詳細プログラム製作・総合調整						
費用実績(百万円)	183	639	654	1,550	919	1,150	347	5,442	

《ミッション関係》

年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	総額
通信・放送ミッション								
	システム概念	実験システム検討	実験システム 搭載機器	実験システム 地上機器	実験システム 事前飛行試験	定点滞空 試験準備	定点滞空 飛行試験	
費用実績(百万円)	222	518	456	957	202	281	172	2,808
地球観測ミッション								124
	システムの予備調査・検討							
	大気観測 システム関係 費用実績(百万円)		概念設計 詳細設計	プロトタイプ 製作	実機製作 環境試験 航空機試験 飛行船結合試験	成層圏滞空 飛行試験		
			34	44	24	22		
	地球観測センサ システム関係 費用実績(百万円)		観測ミッション検討	センサ検討、試作	センサ系・バス系の設計・ 製作・性能試験		定点滞空 飛行試験	
			41	37	39	53	42	
費用実績(百万円) (合計)	46	61	75	81	63	75	42	443
費用実績(総計)	620	1,639	2,094	4,048	3,110	4,024	1,789	17,324

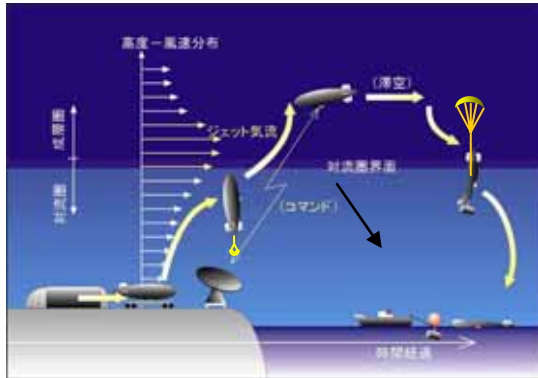
6. 飛行試験の概要及び結果

○成層圏プラットフォーム実現に向けての課題

低温低圧で浮力が小さく、紫外線が強い過酷な環境で長期間滞空する技術の確立が必要
⇒ 材料・構造、飛行制御等について高度な技術開発と段階的な実証が必要

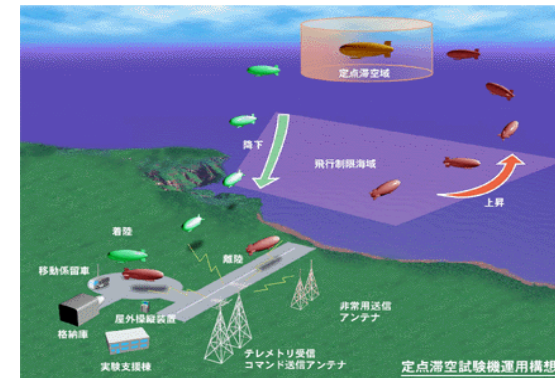
○成層圏滞空飛行試験

無動力の飛行船を成層圏高度（目標高度 15 km）に到達させ、材料・構造基盤技術を確立



○定点滞空飛行試験

動力付飛行船により繰り返し飛行試験（高度 4 km）を実施し、定点に留まるための制御技術等を確立

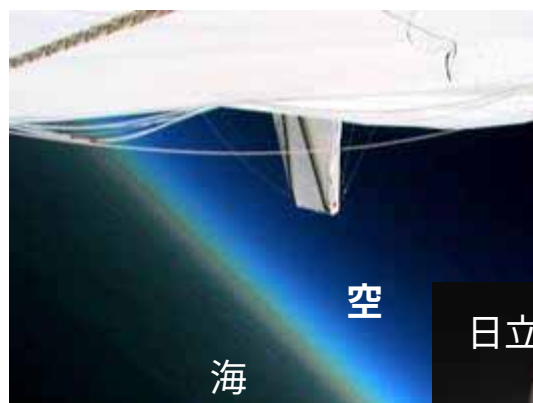


成層圏プラットフォーム技術の確立を目指す

	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度
成層圏滞空試験		設計・検討		▼成層圏飛行	
		試験機製作・組立、地上試験			
定点滞空試験		設計・検討		▼飛行試験開始	
			試験機製作・組立、地上試験		飛行試験

成層圏滞空飛行試験

平成15年8月4日未明、茨城県日立実験場から打ち上げられた全長約47mの飛行船は、成層圏高度まで到達。飛行船に関するデータを取得した。



成層圏滞空中に搭載カメラで撮影

日立港にて放船される試験機



強化繊維でできた飛行船を成層圏高度(約16.4km)まで到達。ー世界初ー

成層圏高度における飛行船に関するデータを取得した後、所定の海域に着水。

しかしながら、同時に予定していた大気観測については、データを取得できず、原因究明を行い提言を得た。

定点滞空飛行試験

北海道大樹町の実験場において、平成16年8月～11月にかけて、計8回飛行。

最終的に高度4kmにおいて定点滞空を行い、飛行制御・追跡管制技術を確立。

地球観測及び通信放送に係るミッション試験も成功。

飛行実験場（北海道大樹町）



スケジュール

4月	5	6	7	8	9	10	11	12
地上試験								
					低空試験			
					高空・ミッション試験			

【参考1】 成層圏プラットフォーム研究開発計画 (平成11年9月) の研究開発スケジュール

研究開発分野	研究開発項目	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	
飛行船システム	全体システムの研究開発	成立性検討		飛行船システムの最適設計				
	要素技術の研究開発	予備調査	材料・構造、空力・推進、電源・熱制御、飛行制御等に関する研究開発					
	システム運用技術の研究開発		計画・設計、システム運用 関連試験 (注1)					
				姿勢・推進制御 データ取得	構造・熱特性 データ取得	飛行制御系 データ取得		
追跡管制システム	追跡管制システムの研究開発	予備調査	システム検討	管制システムの設計、製作及び試験運用			運用	
	技術実証		計画・検討、設計及び製作				技術実証試験	
通信・放送ミッション	全体通信システムの研究開発	概念検討						
	搭載機器の研究開発	システム設計及びマルチビームアンテナ等の研究開発						
	無線アクセス制御方式の研究開発		無線アクセス制御方式の研究開発					
	アプリケーションの研究開発			設計、開発等				
	ミッション運用試験 (マイクロ波帯以下の周波数を使った試験)		概念検討	搭載機器及び端局の設計及び製作		ミッション運用試験		
	技術実証 (ミリ波・準ミリ波帯以下の周波数を使った試験)			搭載機器及び端局の設計及び製作			技術実証試験	
地球観測ミッション	全体観測システムの研究開発			予備調査・検討				
	搭載機器及び地上システムの検討		概念検討					
	利用分野の検討			検討				
	技術実証			一般設計	設計	開発	維持設計	
					ミッション運用試験	技術実証試験		
研究開発評価			評価		評価		評価	

【参考2】 ミレニアムプロジェクト（平成11年12月）後の飛行船システム研究開発スケジュールの変更
《研究開発計画（平成11年9月）》

	年度	10	11	12	13	14	15	16	備考
研究開発計画	システム	成立性検討		システムの最適設計					ミレニアムプロジェクトの計画の具体化の結果、サブスケール構造モデルにより構造様式等の確認を行うため、研究開発計画の変更が必要。
	要素技術	予備調査		研究開発					
	システム運用技術		計画・設計	システム運用関連試験					
	技術実証			設計データ取得	構造・熱特性データ取得	飛行制御系データ取得			
			計画、検討、設計、製作				技術実証		

《ミレニアムプロジェクト（平成11年12月）後》



変更

		年度	10	11	12	13	14	15	16	
飛行船システム研究	システム技術研究		技術的成立性検討		システム最適化技術の研究					
	要素技術研究				要素技術の研究					
ミレニアムプロジェクト	環境観測飛行試験	成層圏滞空飛行試験		成層圏滞空試験機開発			飛行試験			・材料・構造設計技術の確認 ・温室効果大気の採取
				要素技術開発						
		定点滞空飛行試験		定点滞空試験機開発				飛行試験		・制御系設計技術の確認 ・追跡管制運用技術の確認 ※ミレニアムプロジェクトと連携し、地球観測、通信放送試験を実施。
				要素技術開発						
	技術実証			計画、検討		基本設計				

【参考3】 研究開発スケジュールの変更（平成12年4月、第4回開発協議会）

○ミレニアム・プロジェクト期間における目標達成の優先

ミレニアム・プロジェクトで明確にされた達成目標を期間内に実現できるよう集中的な開発を進めるため、技術開発計画等の見直し等を行い、以下のとおり飛行試験機の仕様を設定し、合わせてミッション用の機器の開発等を行うこととした。

○技術実証機のスケジュールの変更

技術実証機について、平成15年度に基本設計を開始し、平成17年度に実証試験を開始することとされた。

	成層圏滞空飛行試験機	定点滞空飛行試験機	技術実証機
全長	40m	67m	(150m)
上昇高度	15km以上	4km以上	20km
全備重量	約300kg	約5800kg	
ペイロード	30kg以上	250kg以上	500kg以上
技術の確認等	材料・構造設計技術 温室効果大気の採取	制御系設計技術 追跡管制運用技術 ※ミレニアムプロジェクトと連携し、 地球観測・通信放送試験の実施	概念の技術実証 ミッション実験の実施
材料・構造技術 外皮膜材面密度 外皮膜材強度 構造様式	120g/m ² 20kgf/cm 一重膜隔膜様式	230g/m ² 100kgf/cm 二重膜キール構造様式	200g/m ² 100kgf/cm 未定
定点滞空性能	—	±1km	±1km
耐風能力	—	15m/s	(20m/s)
抗力係数	—	0.03	0.025～0.03
プロペラ効率	—	78%（対流圏）	80%（成層圏）
電源技術 太陽電池 燃料電池	— —	装備技術開発 (FCP) 270Wh/kg	8% (RFC) 430Wh/kg

【参考4】技術実証機についての開発方針の見直し（平成14年5月 第6回開発協議会）

平成10年度に実施したフィージビリティ・スタディのうち、電源（太陽電池、再生型燃料電池）に関する当時の技術予測に対し技術動向が大きく変化したことから、平成12年4月の成層圏プラットフォーム開発協議会において承認された「要素技術の進展等を踏まえ、平成15年度から技術実証機の基本設計開始、平成17年度から実証試験の開始を目標」とする開発方針を見直すことが必要になった。

方針の見直し

- (1) 当該開発方針を見直し、今後1年間かけて、技術実証機の在り方について検討を進めることとする。
- (2) 引き続き、ミレニアム・プロジェクトに関する2つの飛行試験（成層圏滞空飛行試験及び定点滞空飛行試験）を期間内に実施することに重点を置く。
- (3) 成層圏滞空飛行試験及び定点滞空飛行試験を控え、当該研究開発などを更に効率的にかつ柔軟に推進するため、平成10年度から関係機関間で行われてきた「成層圏プラットフォーム技術連絡会議」、「インターフェイス調整会議」を発展的に改組する。（成層圏プラットフォーム関係機関技術連絡会）これによって、飛行船本体側と追跡管制側との連携強化をはじめ、各ミッションとの連携を一層強化する。

【参考5】技術実証機検討チーム検討結果の報告（平成15年7月 第7回開発協議会）

平成15年4月にまとめた技術実証機検討チーム報告書について報告。

技術実証機検討チーム報告書（一部抜粋）

- ・ まずは、16年度に完了する定点滞空飛行試験後、ミレニアム・プロジェクトの成果をとりまとめ、事後評価を行うことが必要である。
- ・ ミレニアム・プロジェクト終了後、技術実証機開発に着手する場合、
 - ①成層圏プラットフォーム開発の最終目的は、民需による実用化であることを鑑みると、国の全額負担は適切でないこと
 - ②これまでの検討から、技術実証機の開発総額は数百億円程度に達するが、昨今の厳しい国の財政事情から、国の全額負担は困難であることなどを踏まえると、適切な役割分担に基づく官民共同開発体制の検討が必要である。
- ・ 技術実証機の開発着手に先立ち、透明性の高い第三者機関による事前評価が不可欠である。



これを受け、「技術実証機の開発には莫大な費用がかかることなどから、まずは、16年度の定点滞空飛行試験終了後、ミレニアム・プロジェクトの成果を取りまとめて事後評価を行う」こととされた。

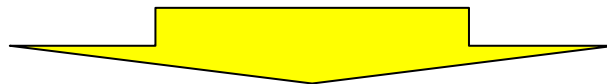
【参考6】電源系研究会における検討（平成16年3月）

○電源系研究会報告書

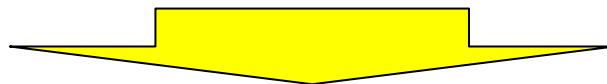
これまで、成層圏プラットフォームの電源系の研究開発については、他の業界（主に燃料電池自動車や住宅用ソーラーシステム）における基礎技術開発を十分活用できるとの前提。



他の業界において進められている研究開発の成果を本分野に直接適用することは難しく、また基盤的な技術だけでなく当該システム特有の技術課題についても研究開発が必要であることが判明。



電源系技術について、太陽電池、再使用型燃料電池系に関する技術課題を主軸に調査・分析。



低温・低気圧での長期間運用や厳しい重量制限等、システムが成立するためには、太陽電池、再使用型燃料電池それぞれの性能向上や、それを組み合わせた装置が安定作動することなど、数々の課題の解決を図ることが必要。

【参考7】研究開発の経緯（詳細）

年度	内容	備考
～9	・成層圏無線中継システムの実用化に向けた調査研究会報告書 郵政省の研究会（科学技術庁（航空宇宙技術研究所）からは研究会構成員に1名が出席） 成層圏無線中継システムの実現可能性を確認。ペイロードの関係で飛行船が有利とされる。 ・成層圏プラットフォーム開発協議会発足 成層圏プラットフォームの早期実現に向けた方策を検討。	・郵政省と科学技術庁が共同プロジェクトについて協議
10	・実施機関（航空宇宙技術研究所／通信・放送機構）の連携による研究開発開始 飛行船のフィージビリティスタディ、ミッションの概念検討を開始。 ・第2回成層圏プラットフォーム開発協議会 研究開発評価部会の設置。	
11	・第3回成層圏プラットフォーム開発協議会 研究開発評価部会による事前評価結果の報告。 ・事前評価の結果を受けて、科学技術庁と郵政省が成層圏プラットフォーム研究開発計画策定 ・ミレニアムプロジェクトに採用（内閣府とりまとめ） 「2003年度までに、二酸化炭素等の温室効果気体の直接観測を可能とする成層圏滞空飛行船（成層圏プラットフォーム）による観測を実施する。」	
12	・ミレニアムプロジェクトとして研究開発を実施（平成15年度まで） ・第4回成層圏プラットフォーム開発協議会 飛行船システムにおける研究開発スケジュールを変更。	・評価・助言会議を毎年実施

13	・第5回成層圏プラットフォーム開発協議会 技術実証機について、平成17年度からの実証実験開始を目標に仕様・運用概念について検討。	
14	・第6回成層圏プラットフォーム開発協議会 技術実証機について、その開発の在り方を今後1年間で検討することを決定。 ・技術実証機のあり方等について、開発協議会の下、技術実証機検討チームによる検討を開始	
15	・第7回成層圏プラットフォーム開発協議会 技術実証機検討チームによる検討結果の報告。 16年度の定点滞空飛行試験終了後事後評価を行うとする報告書を取りまとめ ・成層圏滞空飛行試験 高度16.4kmまで到達。ただし、同時に実施予定の大気採取についてはデータを取得できず。 ・電源系研究会 成層圏プラットフォームの運用に不可欠な電源系についての問題点等を整理。	・外部有識者を交え、原因調査を実施。開発体制についての提言を受ける。
16	・ミレニアムプロジェクト最終評価報告書策定 ・定点滞空飛行試験 高度4kmで定点滞空。また、通信・放送及び地球観測ミッションにも成功。 ・第8回成層圏プラットフォーム開発協議会 成層圏滞空飛行試験の結果について報告。平成17年度に事後評価を行うことを決定。 ・第9回成層圏プラットフォーム開発協議会 定点滞空飛行試験の結果について報告。	