

ISSN 0452-2982

UDC 629.7.04

629.7.07

# 航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-696

極超音速飛行実験 (HYFLEX) 機の搜索・回収に  
おけるDornier-228の飛行について

鈴木 広一 ・ 稲垣 敏治 ・ 白井 正孝  
中村 勝 ・ 鎌田 幸男 ・ 照井 祐之  
寺岡 謙

1996 年 7 月

航空宇宙技術研究所

NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

## 目 次

概 要 .....	1
1. はじめに .....	2
2. 本報告で用いた略語 .....	3
3. ミッションフライト計画策定への準備 .....	3
3. 1 飛行試験 .....	4
3. 2 予行飛行, 機体改修 .....	8
4. ミッションフライト .....	11
4. 1 ミッションフライト概要 .....	11
4. 2 エリア内での飛行詳細 .....	13
4. 3 得られた成果について .....	21
4. 3. 1 写真, VTR 撮影結果 .....	21
4. 3. 2 GPSデータ .....	21
5. 結 論 .....	23
謝 辞 .....	23
参考文献 .....	24

# 極超音速飛行実験 (HYFLEX) 機の搜索・回収に おけるDornier-228の飛行について\*<sup>1</sup>

鈴木 広 一\*<sup>2</sup>      稲 垣 敏 治\*<sup>2</sup>      白 井 正 孝\*<sup>2</sup>  
中 村      勝\*<sup>3</sup>      鎌 田 幸 男\*<sup>3</sup>      照 井 祐 之\*<sup>3</sup>  
寺 岡      謙\*<sup>4</sup>

## A Search and Watch Flight of the Dornier-228 for the Hypersonic Flight Experiment Vehicle (HYFLEX)\*<sup>1</sup>

Hirokazu SUZUKI\*<sup>2</sup>, Toshiharu INAGAKI\*<sup>2</sup>, Masataka SHIRAI\*<sup>2</sup>,  
Masaru NAKAMURA\*<sup>3</sup>, Yukio KAMATA\*<sup>3</sup>, Yushi TERUI\*<sup>3</sup>, Ken TERAOKA\*<sup>4</sup>

### Abstract

The present paper describes a search and watch flight of a Dornier-228 for the Hypersonic Flight Experiment (HYFLEX) vehicle, as well as several flight tests prior to the search flight to construct the required beacon receiver system. Flight tests prior to the search flight were carried out 7 times between September 6, 1995 and February 5, 1996. As a result of these tests, a beacon receiver system which has a capability to receive the signal from the HYFLEX vehicle from about 20 km was successfully constructed. Before the search and watch flight, the Dornier-228 was loaded with HF radio for communication during the search flight far away from land. As for the search and watch flight, a sequence of events and the flight trajectory of the Dornier-228 are shown and the details of the flight are described. FMS and GPS records indicate that the flight was carried out according to the schedule. Also, some photographs of the floating HYFLEX vehicle taken from the Dornier-228 are shown.

**Key Words :** Hypersonic Flight Experiment (HYFLEX), Dornier-228, A Search and watch Flight

### 概 要

本資料では、平成8年2月12日に打ち上げられた極超音速飛行実験機 (HYFLEX) の搜索・回収における当所の実験用航空機Dornier-228 (以下、Do-228) の飛行 (以下、ミッションフライト) 内容について述べるとともに、事前に実施された飛行試験、予行飛行、及びDo-228の機体改修について報告する。まず、飛行試験は平成7年9月6日から平成8年2月5日迄に計7回実施された。本資料では、最初にこの飛行試験の内容について報告する。次いで、ミッションエリアが遠洋上となるために超過重量形態での飛行が要求されたため、パイロットの飛行慣熟のため予行飛行を行ったのでこの内容について報告する。予行飛行では、自機の位置を把握するためにDo-228に搭載されているFMS、GPSについても機能確認を行った。この点についても併せて報告する。また、平成7年12月14日から平成8年1月19日迄、短波無線機を搭載するために必要な機体改修を実施したので、この内容についても報告する。最後に、打ち上げ当日のミッションフライトの概要と詳細について述べ、得られた成果を報告する。以上のように、事前に入念な準備がされた上で実施されたDo-228によるミッションフライトは、大きな成果を上げて完了した。

\*<sup>1</sup>平成8年7月8日 受付 (received 8 July 1996)

\*<sup>2</sup>NAL HYFLEX実験隊 (HYFLEX Experiment Team)

\*<sup>3</sup>飛行実験部飛行課 (Flight Research Division)

\*<sup>4</sup>宇宙開発事業団 (National Space Development Agency of JAPAN)

## 1. はじめに

平成 8 年 2 月 12 日に実施された極超音速飛行実験では、実験機（以下、HYFLEX）を J-I ロケットにより種子島宇宙センターから打ち上げた後、大気圏再突入、大気圏内滑空飛行を行い、小笠原海域に着水後機体を回収する計画であった。

搜索・回収には HYFLEX の搜索、回収支援を行う航空機 2 機と HYFLEX の回収を行う回収船が配置された。航空機は宇宙開発事業団（以下、NASDA）の委託により搜索・回収支援を実施するダイヤモンドエアサービス株式会社（以下、DAS）の Gulfstream-II（以下、G-II）と当所の実験用航空機 Dornier-228（以下、Do-228）である。

搜索・回収計画では、1 機の航空機がミッションエリア（着水予想域）を単機で着水推定時間から 30 分を目途に探索し、機体を発見した場合にはそのまま回収船を誘導、発見できなければ 2 機の航空機が協力して探索を実施する予定であった。発見後は、回収船が現場に到着するまで時間を要する場合は 1 機が HYFLEX を監視し、僚機は給油をしてから監視を交代する計画であった。ここで、機体の探索は HYFLEX から送信されるビーコンを復調して得られる位置情報により行うため、片方の機の復調装置が不具合を起こしたときのバックアップ、ビーコンが HYFLEX から送信されなかった場合の目視による搜索、及び先に述べた HYFLEX 発見後の監視の空白を除く事が航空機が 2 機配置された理由である。

搜索・回収計画では、図 1.1 に示すように着水予定時間から 30 分間ミッションエリアを単機で搜索するのは、G-II が担当することとなった。これは G-II が飛行中の HYFLEX から送信されるテレメトリデータ受信の任務を兼ねていたことから、着水予定時間にミッションエリアの近傍を飛行している必要があったことと、先に述べた発見後の監視の時間的空白を除くためである。

具体的な搜索・回収計画は、図 1.1 を参照されたい。

本資料では、この HYFLEX の搜索・回収支援飛行における Do-228 の飛行内容について述べるとともに、事前に実施された飛行試験、予行飛行、及び Do-228 の機体改修について報告する。

HYFLEX の搜索は、HYFLEX の回収系蓋放出後に発信されるビーコンをビーコン受信器により受信し、このビーコンに含まれる HYFLEX の位置情報を復調して行われる。このため、Do-228 には HYFLEX を搜索する際に必要となるビーコン受信器、及び復調器類が搭載された。以後、ビーコン受信器、復調器等により構成されるビーコン受信／復調システムをビーコン受信器系と呼ぶが、平成 7 年 9 月からは、このビーコン受信器系システムの構築、及び性能評価を行い、ミッションフライトの計画立案のための基礎データを得べく飛行試験を実施した。第 3 章では、この一連の飛行試験について最初に述べる。また、ミッションエリアが遠洋上となるため、搭載燃料重量の観点から超過重量形態での飛行が要求された。そのため、超過重量形態でのパイロットの操作慣熟を図るため、予行飛行を実施したのでその内容について

### G-II (DAS)

- ・小笠原ダウンレンジ局からの位置情報とビーコンを頼りに、着水推定時間から 30 分を目処にエリア内を単機で搜索
- ・発見できた場合・・・回収船が現場に到着するのに時間を要する場合は、Do-228 にエリアを引き渡し給油のため八丈島空港へ帰投。給油後エリアへ戻り、回収船の誘導を行う。時間を要しなければ、そのまま回収船を誘導。
- ・発見できなかった場合・・・高度 1524.0m (5000ft) 以上で搜索

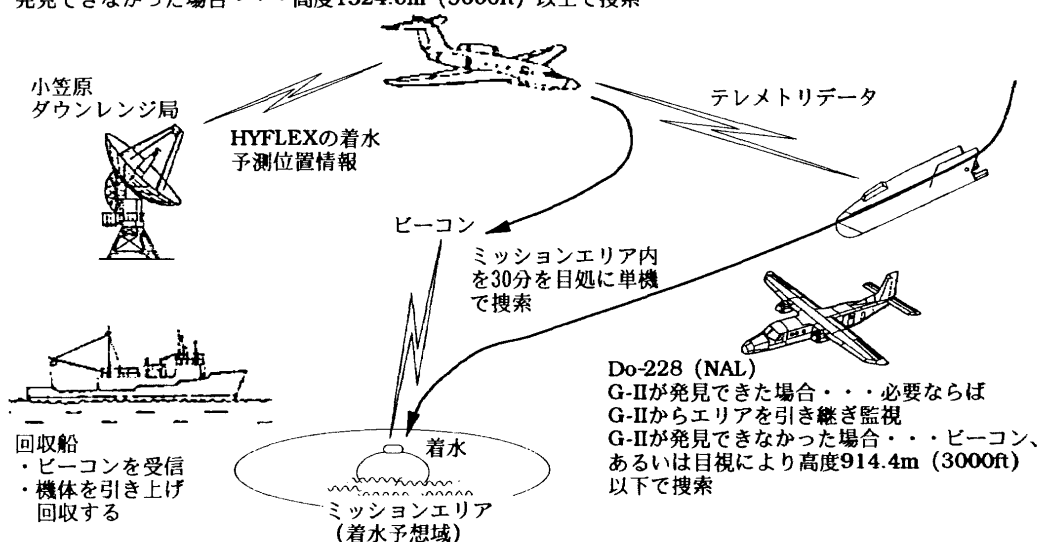


図 1.1 HYFLEX の搜索・回収計画

て述べる。更に、遠洋上から地上との通信を確保するため、平成7年12月からDo-228に短波無線機を搭載する為の機体改修が実施された。本改修について、続いて報告する。

第4章では、HYFLEXの打ち上げ当日のミッションフライトについて概観した後、ミッションエリアでの飛行の詳細について述べる。そして、得られた成果についてまとめる。

最後の第5章では結論を述べる。

なお、極超音速飛行実験に関する詳細は、参考文献1)を参照されたい。

## 2. 本報告で用いた略語

DAS	: ダイヤモンドエアサービス株式会社
Do-228	: Dornier-228 (NAL機)
FMS	: Flight Management System
GPS	: Global Positioning System
G-II	: Gulfstream-II (DAS機)
HF	: 短波
HYFLEX	: Hypersonic Flight Experiment Vehicle
NASDA	: National Space Development Agency of JAPAN

## 3. ミッションフライト計画策定への準備

HYFLEXは、大迎角飛行後に回収系蓋を放出した後、GPSを利用して自機の位置を特定し、その情報をビーコンにのせて発信する。HYFLEXの搜索は、このビーコンを受信し、ビーコンに含まれるHYFLEXの位置情報を復調することにより行われる。そのため、Do-228にはビーコンを受信／復調するための機材が搭載された。

このビーコン受信器系を図3.1に示す。Do-228では、HYFLEXから発信される（正確にはビーコン発信器はフローテーションバッグの上に取り付けられており、HYFLEX本体には付いていない。フローテーションバッグの外形図を図3.2に示す。）ビーコンを機体アンテナ、及びビーコン受信器により受信し、インターフェース・

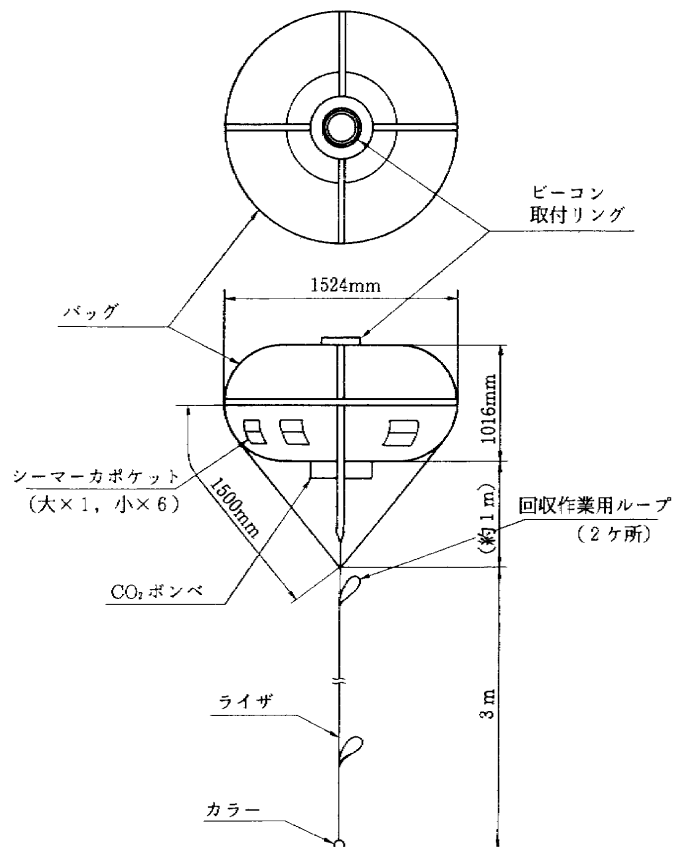


図3.2 フローテーションバッグの外形

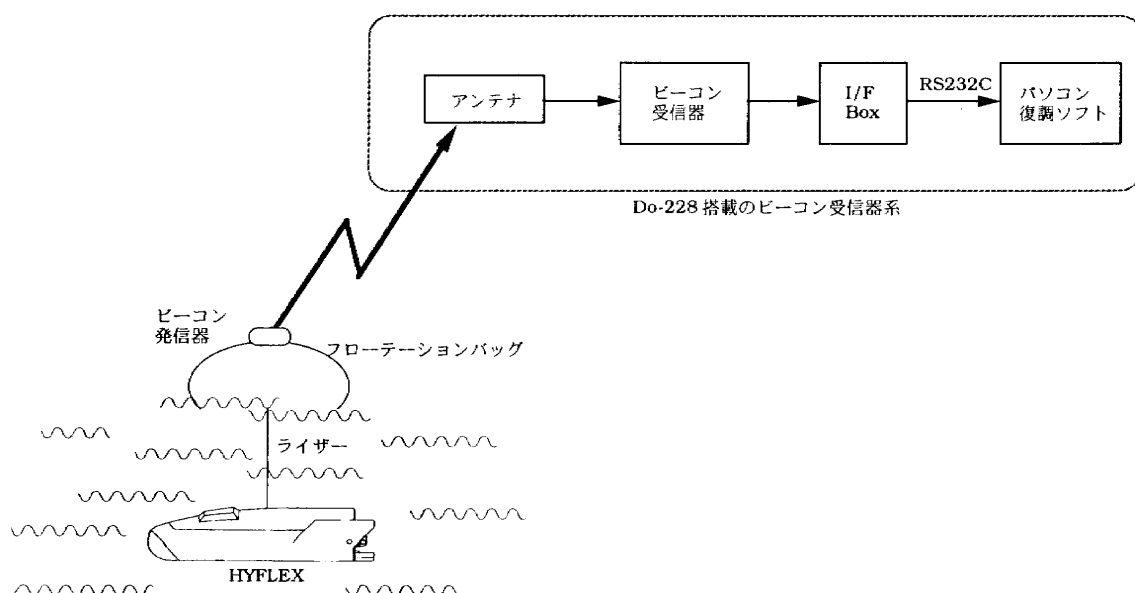


図3.1 Do-228搭載のビーコン受信器系

ボックス（以下、I/F Box）を介して信号がパソコンに送られる。パソコンでは、ビーコン復調用ソフトウェアにより、信号に含まれる位置情報を復調して、CRT上にWGS-84系で緯度、経度を表示する。

本章では、上述のビーコン受信器系のシステム構築と、ミッションフライト計画立案のために必要となる技術データを収集するために実施した飛行試験について、3.1節で解説する。また、ミッションエリアが遠洋上となるために、超過重量形態での飛行が要求された。このため、超過重量形態での飛行慣熟を行うため、平成7年12月5、6日、及び平成8年1月23、24日に予行飛行が実施された。3.2節ではこれら予行飛行について述べる。予行飛行では、自機の位置を把握するためにDo-228に搭載されているFMS、GPSについても機能確認を行ったので、この点についても併せて報告する。また、ミッションフライト時には遠洋上における地上との通信を確保するため、短波無線機を用いることとした。短波無線機搭載のために実施したDo-228の機体改修についても3.2節で報告する。

### 3.1 飛行試験

本節では、ミッションフライトに先立ちビーコン受信器系のシステム構築と、ミッションフライト計画立案のための技術データを取得することを目的として実施された一連の飛行試験について述べる。飛行試験は、平成7年9月6日に始まり、平成8年2月5日に終了するまで、計7回実施された。試験日、及び試験空域を表3.1に示

す。

先にも述べたとおり、HYFLEXはフローテーションバックに取り付けられたGPSレシーバにより入手する位置情報を、ビーコンにのせて発信する。これをDo-228に搭載されているビーコン受信器系により受信して、そのデータを復調する事によりHYFLEXの位置を同定して機体の搜索を行う。

従って、まずNo.1の飛行試験では、フローテーションバックに取り付けられるGPSレシーバ、ビーコン発信器等から成る地上系の機能確認を目的として実施した。Do-228機上でビーコンの受信はできており、地上系の機能は問題ないものとしてNo.1の飛行試験は目的を達成して終了した。

続いてNo.2の飛行試験以降は、全て機上のビーコン受信器系の構築、及び本システムの技術データの取得を目的として実施した。ここで言うビーコン受信器系の構築とは、飛行中ビーコンに含まれる位置情報を復調出来ることを指し、取得すべき技術データとはビーコン受信／復調可能な範囲、それに対する機首方位の影響、ビーコン発信器の指向性を指す。

No.2の飛行試験は、出来る限り実際の搜索を模擬した環境下で飛行試験を行うため、ビーコン送信機が海面上近くに配置可能であり、Do-228の飛行空域が海面上を確保できる上、地上の障害物等が無い大島上空とその周辺海域で実施された。この飛行試験の実験データシートを表3.2に示す。このシートでは左から順に時刻、機首方位、大島海岸に設置されたビーコン発信器からの距

表 3.1 飛行試験の日程等について

Flight No	Date	試験空域	アンテナ No <sup>(注1)</sup>	ビーコン 受 信	ビーコン 復 調	目 的
No.1 <sup>(注2)</sup>	9/6	日産川越	1, 4	○	—	地上系の確認
No.2	10/20	大 島	1, 2	○	×	機上系の確認
No.3	11/1	調 布	1, 2	○	×	機上系の確認
No.4	11/11	調 布	1, 2	○	×	機上系の確認
No.5	12/11	調 布	1, 2	○	×	機上系の確認
No.6	12/13	調 布	3, 4	○	○	機上系の確認
No.7	2/5	八丈島	3, 4	○	○	機上系の確認

注1) アンテナNoの対応は次の通り

No.1 機体前方 2 機体後方 3 機体前方新設 4 八木

2) Flight No.2～6とはビーコン受信機が異なる

表 3.2 飛行実験データシート (No.2 飛行試験)

時刻	方位 (deg)	距離 (nm)	GPS	レベル	D/A	地上A	高度 (ft)	備考
13:05		5.0	×	○	前	任意の向きに設置	2000	
13:07		9.8		× (0)				
13:11		5.0		○ (6)			8500	
	245			○ (20)				
13:21		1.7		○ (10)				
		5.0		○ (15)				
13:25		8.0						
13:26	270	10.0						
	300			×				
	330			×				
	360	10.7		×				
	30			×				
	60	9.8		×				
	90			×				
	120			△				
13:28	150			○ (10)				
	180	8.4		○				
	210			○				
	240			○				
13:28		9.6						
		10.0		△				
		10.8						
13:32	120	8.4		△	後			
	150	8.3		△				
	180	8.6		△				
	210	8.8		△				
	240	9.3		○				
	270	9.6						
	300	9.8		○ (8)				
	330	9.8						
13:33	360	9.4						
	30	9.0		△ (12)				
	90	7.8						
	120	7.3						
	150	7.2						
	180	7.3		×				
	210	7.6		○				
	270	8.5						
		9.8						
		12.0		(+10)				
13:39		15.0		×				
	210			×				
	180			× (8)				
	150			×				
	120			×				
13:40	90			×				
	60			× (10)				
	30			×				
	360			× (6)				
						向きを 90°回転		
		12.0		×		最初の向きに 戻す		
13:42		11.0		×				
		10.0		△				
		8.0		○ (10)				
13:44		6.8		○				
		6.0						
		5.0		○ (20)				

離、ビーコン復調の成否、ビーコン受信レベル（括弧内の数値はビーコン受信器に表示される指示目盛りを示す。受信成否の判断は受信ビーコンの音が聞き取れるか否かによる。）、ビーコン受信のために使用しているDo-228のアンテナ種類、ビーコン発信器の向き、飛行高度、備考の順に記載されている。表では変化のあったときのみその状態を記入し、特に変化がない場合はその前に表れる数値や状況を参照することになっている。この飛行試験から分かったことは次のように結論づけられた。

- 今回の試験では、機体前方のアンテナを使用した場合、高度609.6m (2000ft) ではビーコン発信器の直上から15.01km (8.1nm), 2590.8m (8500ft) では11.12～14.82km (6～8nm) の範囲でビーコンを補足できることを確認した。機体後方のアンテナを使用した場合には、高度2590.8m (8500ft) において14.45km (7.8nm) の距離まで受信可能であった。従って、ビーコン受信に対する高度の影響や前後のアンテナの優劣はないものと考えられる。
- 機首方位による受信レベルの変化については、ビーコン発信器を中心とした円周上を飛行したのではなく、海上に進出する際適当な位置で旋回する試験方法を取ったため、方位変更中に距離が変化してしまい、今回の結果からは結論づける事ができない事が分かった。これは、特に旋回をしたのがビーコン受信可能範囲の限界であったためによる。
- 発信器の指向性についても、飛行中距離、方位が変化してしまい、今回の試験結果からは結論づける事ができない事が分かった。
- ビーコンの復調は、地上試験中には成功していたものの、飛行試験中は1度も成功しなかった。今後、原因の究明と対策を講じることが必要である。

No.3～5の飛行試験も同じ目的で実施された。これら飛行試験の詳細はここでは省略するが、結果としてはNo.2の飛行試験と同じく、ビーコンは受信できるものの、復調には成功しなかった。一連の試験では、地上試験中はビーコンの復調に成功するものの、飛行試験に移行するとその復調が途絶えるという現象が繰り返された。但し、復調が途絶えるという現象は、全ての試験において同じ状況で発生したわけではなく、ある時は離陸準備中の内部電源から外部電源への切り替え時に、或いはタキシング中に復調が途絶えるといった具合で、試験の度に復調が途絶える状況が変化した。従って、復調が出来なくなる原因は一つではなく、幾つかの原因が複合しているものと推測された。

No.3～5の試験ではオシロスコープによる受信波形観測や周波数解析器等による機体内のビーコン波の状態に焦点を当てて原因の特定を行った。その中で、Do-228のプロペラを回転させて地上試験を行った場合、復調可能な状況と比較してビーコン受信器に表示される受信レベルが40dB程度から20dB以下まで極端に低下することが判明した。また、ほぼ同時にオシロスコープからも受信ビーコン波の波形が確認できなくなるという現象が確認された。

その結果、先にも述べたように幾つかの原因が複合していると考えられるものの、その主たる原因がビーコンとプロペラの干渉であることが推測された。更に、受信ビーコン波の音により受信が確認出来ていても、復調を成功させるためには、地上で推測した段階で少なくとも受信レベルが20dB以上は必要であるとされた。

そこでNo.6の飛行試験では、Do-228に取り付けられているブレードアンテナをなるべくプロペラから遠ざける為に前輪引き込み部に取り付けた後、飛行試験を行った。このブレードアンテナを表3.1では機体前方新設ア

表 3.3 飛行実験データシート (No.6 飛行試験)

時 刻	方位 (deg)	距離 (nm)	GPS	レベル	Do ア	地上ア	高度 (ft)	備 考
:	360		○	50	前 (新)		3500	
:	75		△	50→60				直上で回復
:		1.5	△	40				
:		高円寺の上7	△	35				
:	75		×	40～50	八木			
:	355	7	△	30	前 (新)		8500	
:		2.5	○	40				
:			○	50				
:	75	4	○	50				方位変更中復調 O. K.
:		5		40				
:		7						
:								
:								
:								
:								



ンテナと呼ぶ。No.6 の飛行試験結果を表 3.3 にまとめる。この表から分かるように、機体前方新設アンテナを採用した結果、飛行中のビーコンの復調に初めて成功し、その範囲は 9.27km (5nm) (at altitude 2590.8m (8500 ft)) であった。ただし、飛行中に復調を成功させるには、地上で推測した受信レベル (20dB) よりも高い 40dB 程度の受信レベルが必要であった。また、復調成否を示す欄の△印は、安定的に復調に成功していないことを示している。

一方、No.6 の飛行試験では復調が出来ない場合のバックアップとして、指向性の強い八木アンテナを用いることにより、発信器に対する機首方位だけでも特定可能となるよう、合わせて飛行試験を行った。結果として、機体前方新設アンテナと比較して復調可能な範囲がやや狭まるものの、方位の特定には有効であることが分かった。

以上、一連の飛行試験により得られたビーコン受信器系の構築と、関連する技術データに関する知見は以下の通りまとめられた。

- まず、最も重要なビーコン復調の観点からみると、復調が出来たのは No.6 の飛行試験において、機体前方新設アンテナを使用し、受信レベルが 40dB を越えた場合のみである。従って、ミッションフライトにおいてはこのアンテナを用いることとした。No.2 ～ 5 の飛行試験では、受信レベルが概ね 20dB と弱く、この受信強度では復調を成功させるためには不十分であったために復調が出来なかったものと考えられる。

復調を行うために必要な条件は、先にも述べた通り受信レベルが 40dB 以上あることである。このためには、高度 2590.8m (8500ft) 以上であることが望ましい。その根拠は、No.6 の飛行試験結果から、1066.8m (3500 ft) での飛行よりも 2590.8m (8500 ft) での飛行の方が復調可能範囲が広がったことによる。具体的には、高度 1066.8m (3500 ft) での復調可能範囲が 2.78km (1.5nm) であったのに対して、2590.8m (8500 ft) では 9.27km (5nm) へと広がった。

一方、八木アンテナでは、受信レベルは 40dB 程度あるものの、ビーコンの復調可能範囲がばらつき、復調可能範囲を特定するに至らなかった。尚、機首方位の依存性は余り無いものと考えられる。

- 次いでビーコン受信に関して述べる。

No.2 の飛行試験と同一の機器設定で行った No.3 ～ 5 の飛行試験では、ビーコン受信そのものが困難であったことから、地上よりも海上の方が受信感度が良いと考えられる。また、No.6 の飛行試験において機体前方新設アンテナを使用した場合、受信レベルが 35dB 以上キープされる飛行中の最遠方距離は 12.97km

(7nm) (高度は、1066.8m (3500ft), 及び 2590.8m (8500ft)) であった。八木アンテナについては、受信レベル、範囲とも概ね同一性能であった。尚、八木アンテナについては高度 1066.8m (3500 ft) でのみ飛行試験を行った。

以上より HYFLEX 搜索作業の容易さを考えた上で必要となる受信レベル 20dB 以上は、機体前方の新設アンテナを用いれば少なくとも 13.97km (7 nm) の範囲で受信可能である。尚、この環境は高度には特に依存しないものと考えられる。八木アンテナについても受信レベル、範囲は概ね同一であるが、データの復調可能範囲がやや狭まる。

以上述べてきたことから、ミッションフライトを成立させるために望ましい受信器系の構築形態は次の様になる。

- アンテナは機体前方の新設アンテナを用いる。但し、バックアップとして指向性の強い八木アンテナ、或いはこれに類する操作性の良いアンテナを準備する。これはビーコンの復調が出来ない場合にも、指向性の強いアンテナの方位を振ることで、ビーコンを捕らえられる方位だけでも特定できるようにする。
- 飛行高度は 2590.8m (8500ft) 以上とする。

以上のようにミッションフライトを実施するための受信器系システムを確立し、技術データを得た。これらの飛行試験結果から得られたデータを基に構築したミッションフライト時の機体形態、配置を図 3.3 ～ 3.5 に示す。図 3.3 では全機的な機器の配置を示している。図 3.4 に示される機体下部に設置されているのが機体前方の新設アンテナである。これは、No.6 の飛行試験の時よりも更に前方に設置された。図 3.5 の右側前方に見えるのが、機体内に持ち込まれたデルタループアンテナであり、当所が所有している八木アンテナよりも操作性の良いこのアンテナを搭載した。写真左側に見える 2 台の CRT は、手前側が Do-228 の機体現在位置を GPS、及び FMS データにより示し、奥に配置されているのがビーコン復調情報を WGS-84 系における緯度と経度として示すものである。

尚、J-I / HYFLEX の打ち上げが延期されたことを利用して、平成 8 年 2 月 5 日に 7 回目の飛行試験を八丈島 LCL で実施した。その詳細は省略するが、GPS ビーコンの復調可能範囲 21.12km (11.4nm) を記録し、Do-228 のビーコン受信器系の構築は問題無く行われていることが確認された。

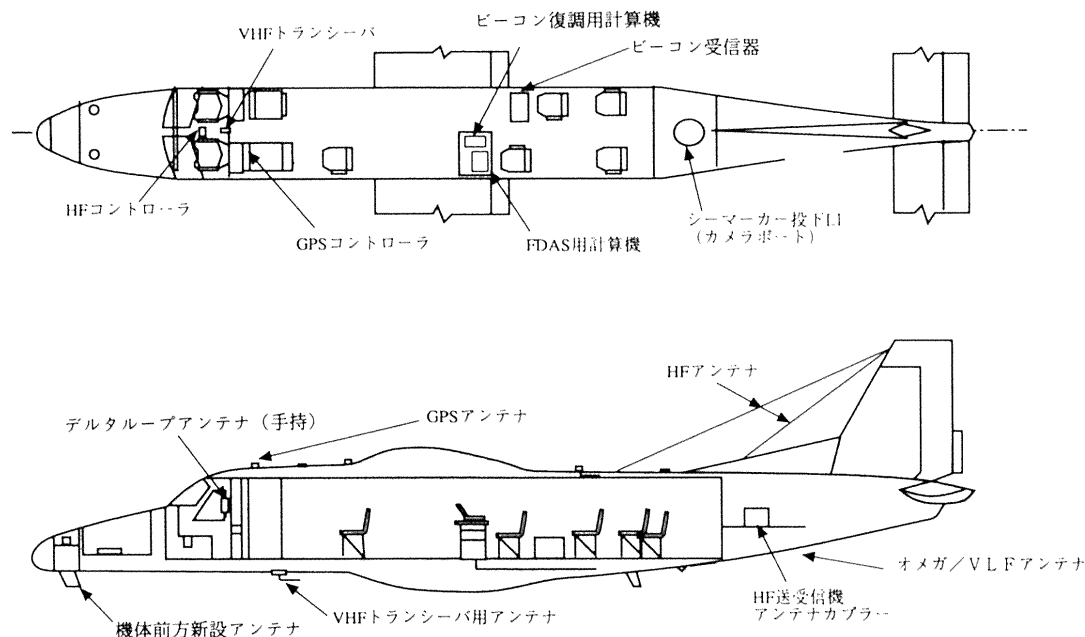


図 3.3 ドルニエ機HYFLEX搜索・回収ミッション用機器配置図



図 3.4 機体前方新設アンテナ



図 3.5 搭載機器配置

### 3.2 予行飛行、機体改修

本節では、超過重量形態の飛行におけるパイロットの飛行慣熟と、Do-228 搭載のFMS、GPSの機能確認を目的として実施した予行飛行について述べる。最初に超過重量形態での飛行が必要となった理由について説明する。

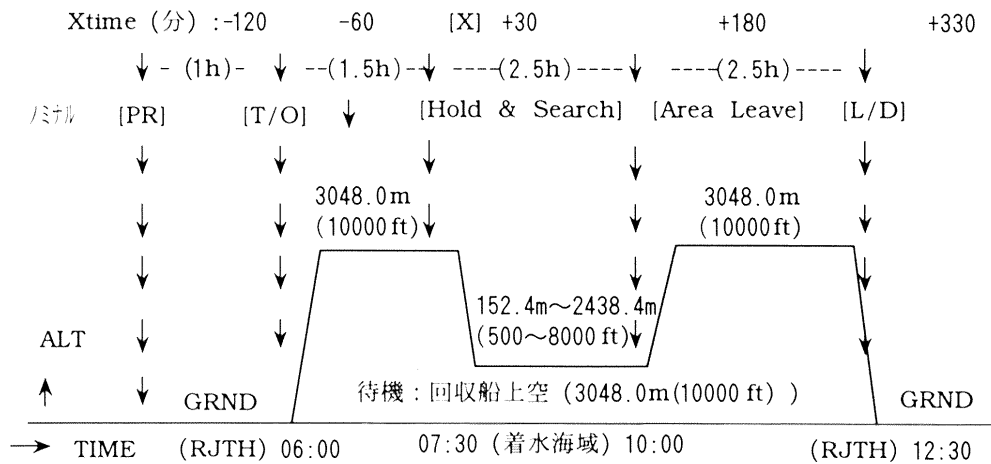
Do-228 は、通常調布飛行場を基地としているが、ミッションエリアとなるHYFLEX 着水予定海域までは距離が遠すぎるため、Do-228 による搜索・回収ミッションの可能性についてHYFLEX 着水予定海域に最も近い硫黄島飛行場と八丈島空港を基地候補として検討した。硫黄島飛行場は防衛庁管理飛行場であり、使用する上で手続き上複雑ではあるものの、使用は可能であった。八丈島空港は、東京都管理の第3種空港であり、離陸が空港運用時間外となるため東京都庁、及び運輸省航空局の運用時間外許可を得る必要があった。ここで、NASDA委託のDASのG-IIとの連携業務を考慮し、民間航空機が

利用し易い八丈島空港を基地とすることとした。

八丈島空港を基地として行うミッションフライトでは、機体の最良性能を使用するため、八丈島空港からミッションエリアまでの往復飛行の巡航高度を3048.0m(10000 ft) 付近とし、搜索海域上空では最大滞空時間が得られる飛行速度(61.73m/s(120kt))を想定した。そのミッションプロファイルを図3.6に示す。ここで、Do-228の基本形態(実験機器を搭載しない状態)での基本重量は3950kgであり、最大離陸重量は5700kgであることから、搭載可能な重量は1750kgとなる。この搭載可能重量の範囲内では、乗組員5名(パイロット2名、機上整備士1名、搜索員2名)、搭載実験器材及び必要燃料(予備燃料45分)を加味し、更に救命ボート、HF無線機、シーマーカーを搭載する形態で図3.6に示した飛行が可能であった。しかし、安全性の向上と往復飛行経路の天候状態に拘わらず確実に搜索ミッションを実施するには、

ミッション飛行 [追風／向風：10.29m/s(20kt)を考慮した条件、予備1.5時間]

[X] = 1996.2.1 07:00～08:30を予定



注：上記[フライトプロファイル]の時間は気象条件により変化する。

RJTH: 八丈島空港

図3.6 ミッションプロファイル

計器飛行方式（IFR：Instrument Flight Rules）による飛行条件を考慮すると可能な限り保有燃料を持つ必要がある。そこで、上記搭載状態に対して燃料タンクには500kgの燃料を搭載する余裕があったので、Dornier社の技術情報、過荷重による構造強度、飛行性能、パイロットハンドブック等による技術検討を行った。その結果、最大離陸重量の8.5%荷重状態での臨時飛行規定を作成し、洋上飛行のための「運用限界外の飛行許可（11条但し書き飛行許可）」を得てミッションフライトを実施する

ることとした。

次いで、HYFLEX 搜索・回収飛行に用いた飛行データ計測システムについて述べる。HYFLEX の搜索・回収飛行においては、自機の飛行位置を精度よく計測する必要がある。そのため、Do-228 の飛行位置を正確に測定するための機器としてFMSを主とし、GPSを副とした飛行位置計測システムを構築した。図3.7、3.8にFMSとGPSの概要<sup>2)</sup>をそれぞれ示す。FMSにおける飛行データはパイロット計器上に表示されるシステムとなっ

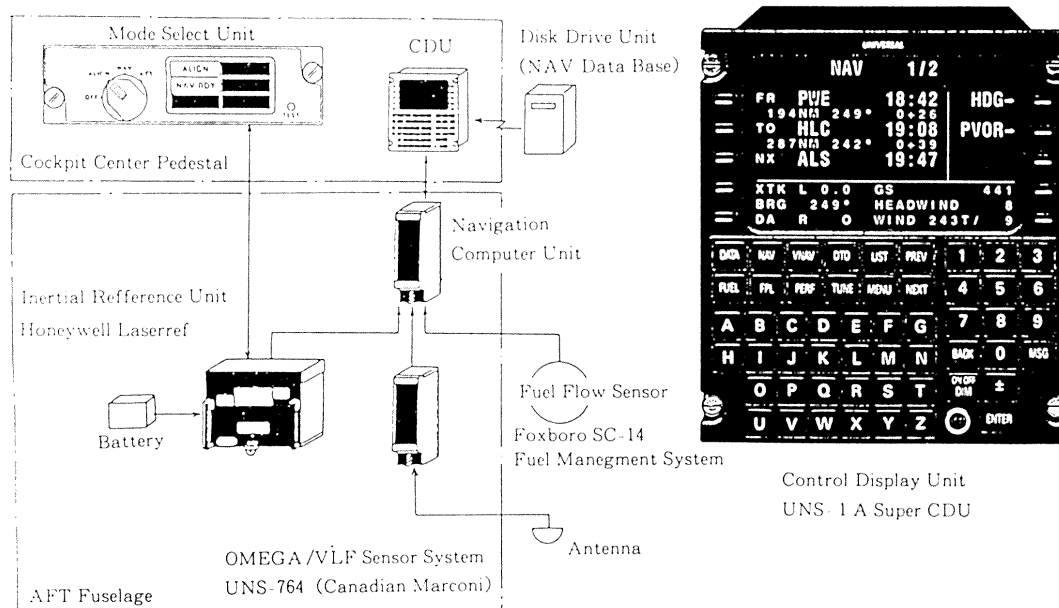
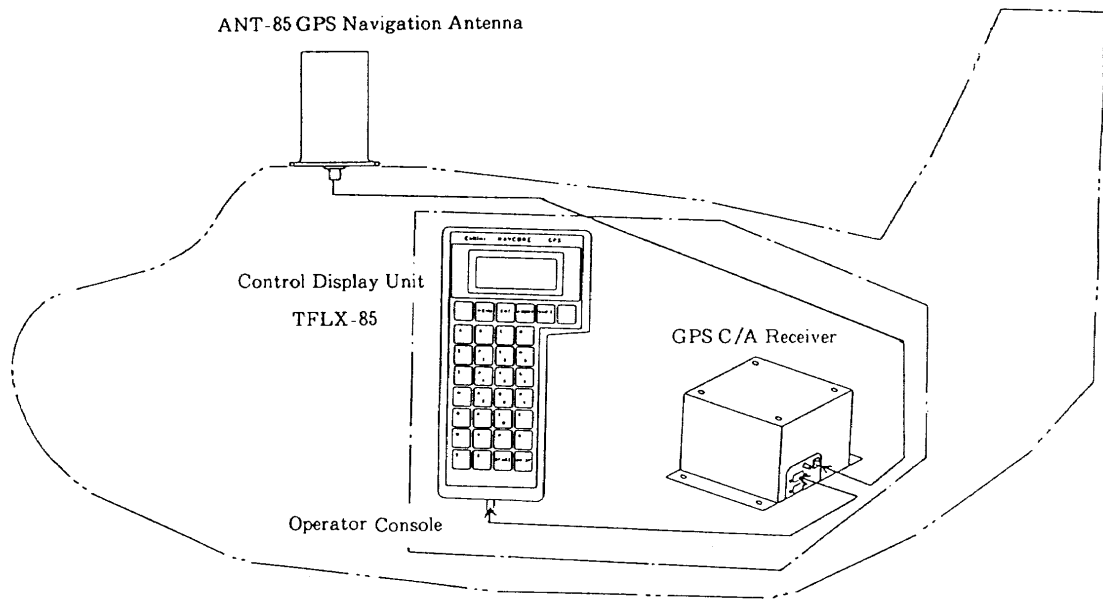


図3.7 FMS<sup>2)</sup>

図 3.8 GPS<sup>2)</sup>

ているが、GPS から得られる飛行データはオペレーション席に設置してある CDU (CONTROL DISPLAY UNIT) で表示するため、CABIN の操作員がパイロットに連絡をする構成となっている。これらのデータは Do-228 に展開されている FDAS (Flight Data Acquisition System)<sup>2)</sup> によって記録/表示が可能であることから、検索・回収飛行に FDAS を活用することとした。FDAS のシステム、性能について図 3.9、及び表 3.4 に示す。なお、HYFLEX 検索・回収飛行のために FDAS のソフトウェアを一部手直したため、予行飛行に於いて機能確認を実施することとした。

表 3.4 FDAS データ収集性能

データ項目	信号の種類	データ量 (byte/s)
IRU DOPPLER INS (リットン) ADS IMU	ARINC429 (Hi)	4040 200 5256 3584* <sup>1</sup> 8080* <sup>2</sup>
MLS21 ADC OMEGA/VLF FMS	ARINC429 (Lo)	2408* <sup>1</sup> 1528 144 360
GPS	RS232C	331
DME/P	GP-10	240* <sup>1</sup>
DME/N, RA, エンジントルク, GS, LOC 各操作量	アナログ12Ch	368
カメラ	パルス	—
UTC 時刻	1PPS+RS232C	起動/終了時のみ

実績収集データ量：20547 byte/s  
最大収集データ量：300MB

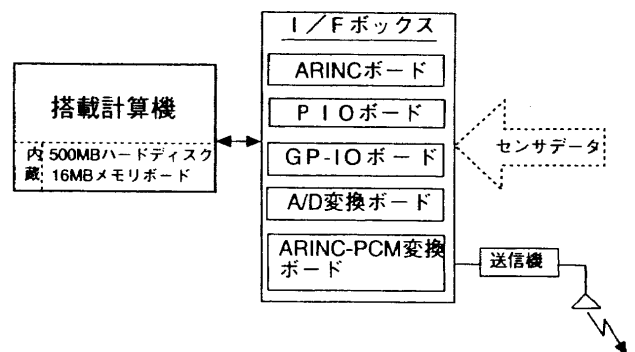


図 3.9 FDASシステム

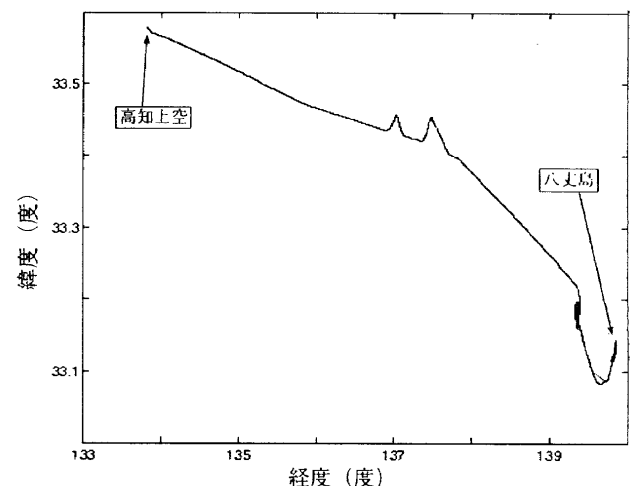


図 3.10 予行飛行軌跡データ (GPS)

八丈島空港に着陸するまで記録された約2時間の飛行位置データが表わされている。途中左旋回して陸地に近づいたり、八丈島近海で行った監視飛行の予行の様子もよくわかる。この結果、FMS、GPSのデータがFDASによって表示／記録できることが確認された。また、記録容量についても想定されるデータ量（約6時間）を満足することが確認された。これによって、HYFLEX 搜索・回収飛行の際、CABINの搜索員にも飛行の状態が把握でき、効率的な飛行作業が実現できることとなった。さらには、超過重量形態での予行飛行を行うことにより、パイロットの慣熟を図ることが出来た。平成7年

12月5、6日に実施した予行飛行内容は、内容が重複するため本資料では省略する。

ミッションエリアが遠洋上となるため、平成7年12月からはDo-228に短波無線機を搭載する為の機体改修が実施された。改修により搭載された機材を表3.5に示す。配置については図3.3を参照されたい。

#### 4. ミッションフライト

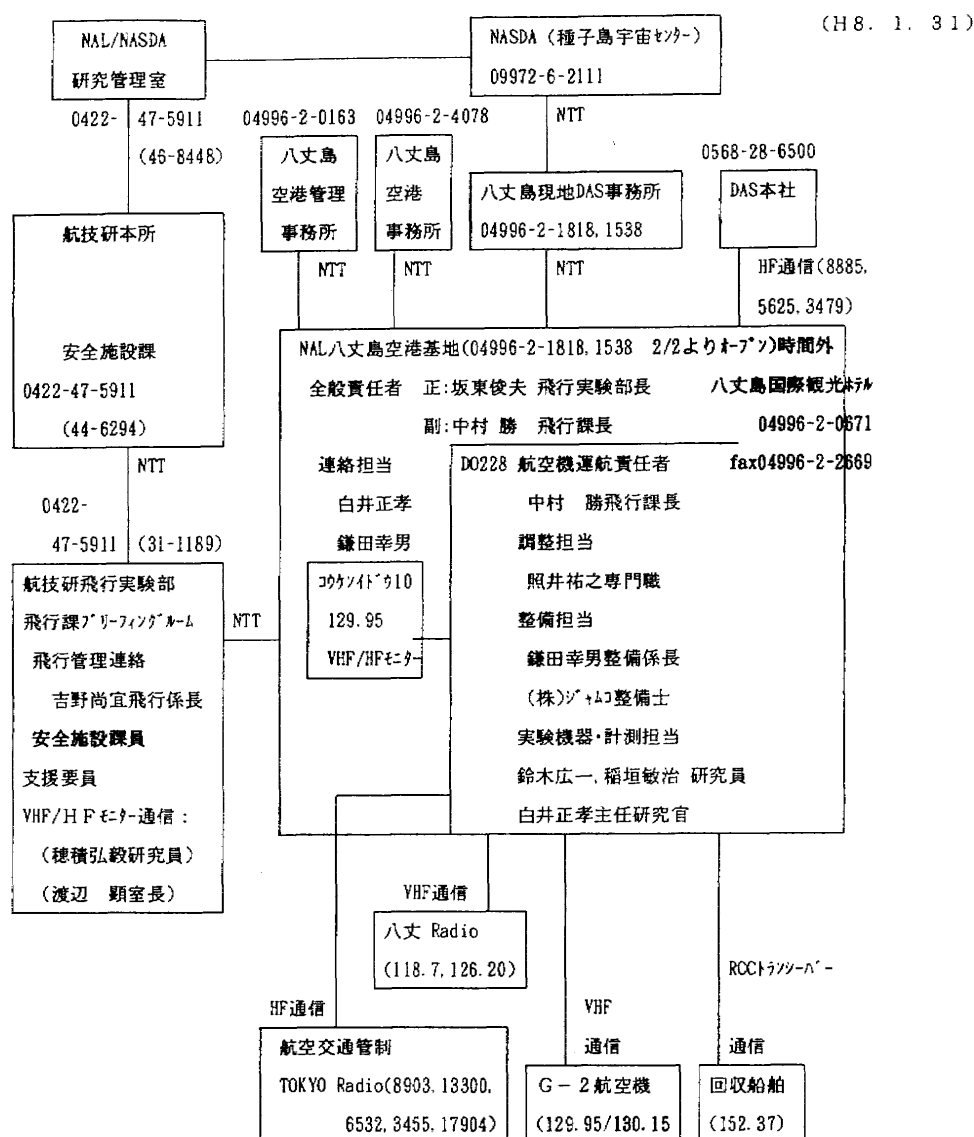
本章では、J-I/HYFLEX 打ち上げ当日に実施されたミッションフライトについて述べる。まず、4.1節ではミッションフライトの概要について述べ、4.2節ではミッションエリア内での飛行について詳細を述べる。4.3節では、今回のミッションフライトで得られた成果について述べる。

##### 4.1 ミッションフライト概要

ミッションフライトは、当研究所の飛行実験業務とし

表 3.5 搭載機材一覧

機体改修工事	HF送受信機（HF9030型）搭載	1式
	アンテナカプラー（HF9040型）搭載	1式
	HFコントローラ（HF9010型）搭載	1式
	HFアンテナ（622-4923-001）搭載	1式



ては長時間の洋上飛行業務であり、且つ、NASDAとの共同研究業務であるため「大規模野外実験」として、八丈島基地、及び調布飛行場飛行実験部フライト・ブリーフィングルームに人員、通信装置等を配置し、飛行管理、及びミッション進捗状況を完璧に把握する体制を構築して任務にあたった。実施体制を図4.1に示す。

次いで、平成8年2月12日に実施されたDo-228によるミッションフライトの概要について、シーケンス・オブ・イベントを表4.1に、飛行計画とFMSにより得られた飛行軌跡を合わせて図4.2に示す。図中、飛行計画は一点鎖線で、FMSによる飛行軌跡は×印で記入されている。併せて、FMS、GPSにより取得した高度に関する飛行データを図4.3に示す。

表4.1 Do-228のシーケンス・オブ・イベント

時刻	イベント
AM7:27	Do-228 八丈島空港離陸
8:26	G-II HYFLEXを発見
9:04	Do-228 エリア到着
	GPSデータ復調開始
:14	Do-228 HYFLEX発見
	シーマーカー投下、VTR、写真撮影開始（高度2500ft、機速120kt）、G-II給油のため一旦帰投
:26	Do-228 VTR、写真撮影終了（高度500ft）
:32	Do-228 GPSデータ復調不調
10:55	Do-228 GPSデータ復調再開
11:04	Do-228 GPSデータ復調跡絶える
:15	Do-228 エリアをG-IIに引き渡し、現場離脱、帰投
PM1:15	Do-228 八丈島空港着陸

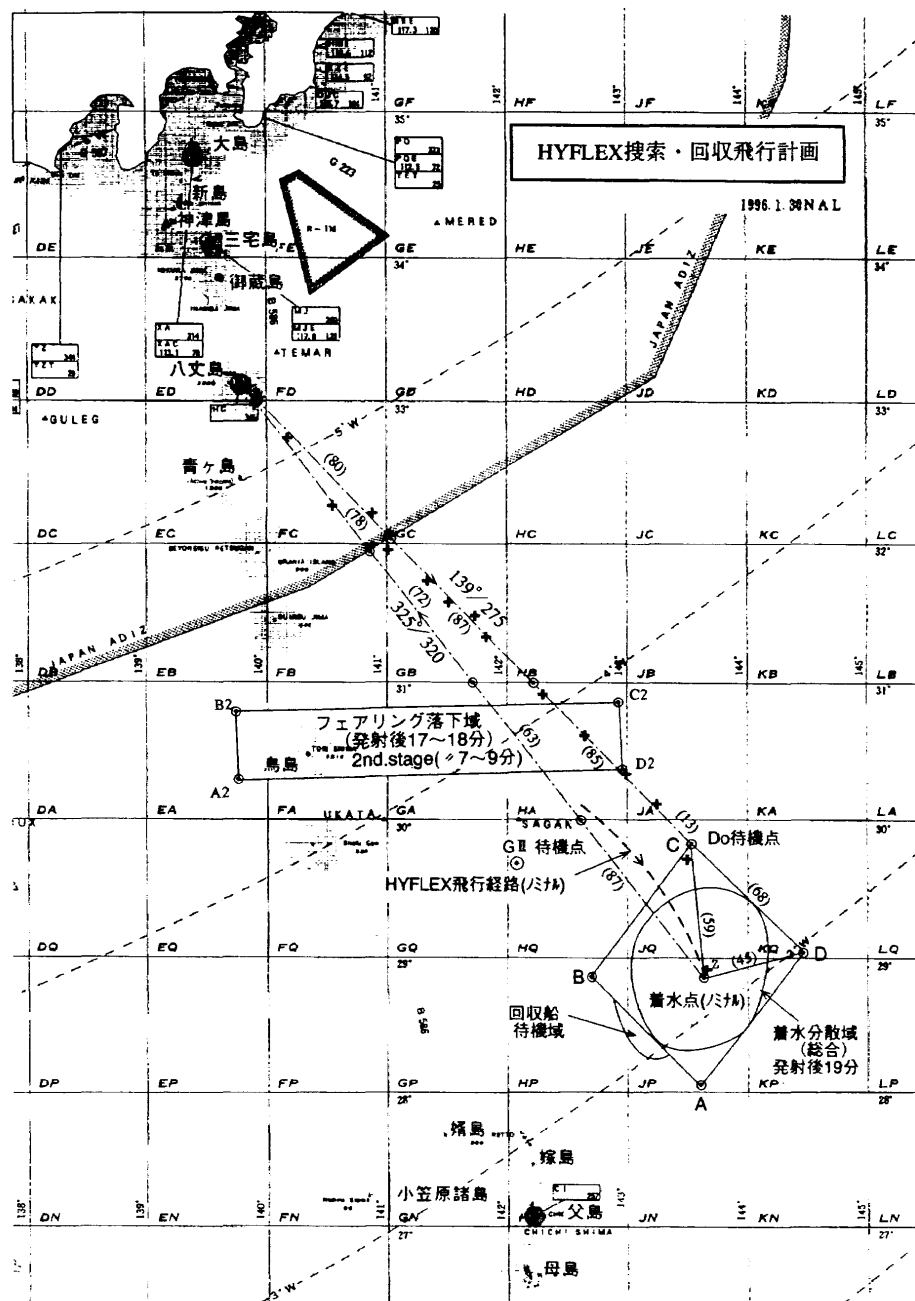


図4.2 HYFLEX捜索・回収飛行計画と飛行軌跡

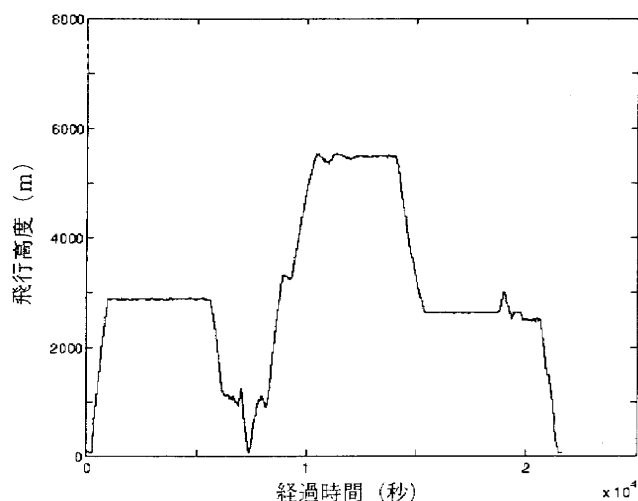


図 4.3 (1/2) 搜索・回収飛行軌跡データ (FMS)

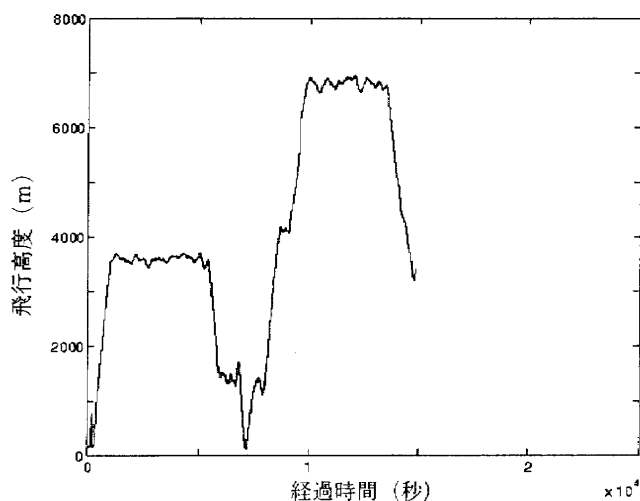


図 4.3 (2/2) 搜索・回収飛行軌跡データ (GPS)

表 4.1 に示すように、Do-228 は AM7:27 に八丈島空港を離陸した。J-I の打ち上げが当初の予定より 1 時間遅れ、AM8:00 に設定されたため、打ち上げから着水までの 20 分に加え、G-II が単機でエリア内を搜索する 30 分を考慮して、AM8:50 以降に図 4.2 中の Do-228 待機位置 (C 点) に到着するよう離陸した。巡航飛行時の高度は 3505.2m (11500ft) であった。J-I 打ち上げ後、着水予定時刻からわずか 6 分後に G-II が HYFLEX を発見し、その位置情報を G-II から得た Do-228 は、C 点到着以前にコースを予定より南向きにとると同時に徐々に高度を下げ、AM9:04 に現場付近に到着した。この前後から Do-228 では、HYFLEX を懸吊しているフローテーションバッグより送信されるビーコンの復調を開始し、HYFLEX の位置情報を入手し始めた。以後、このデータを便宜的に GPS データと呼ぶ。

Do-228 は、AM9:14 に高度 762.0m (2500ft)、対気速度 61.73m/s (120kt) の飛行状態で目視により HYFLEX を確認すると同時に、燃料補給のため一旦八丈島空港へと帰投する G-II より現場を引き継いだ。Do-228 はシーマーカーの投下、VTR、写真撮影を順次実施し、最終的に高度 152.4m (500ft)、対気速度 61.73m/s (120kt) での写真撮影を同 26 分まで行った後、燃料セーブのため高高度へと上昇した。同 32 分にビーコンの復調が不調となり一旦途切れるが、この経過についての詳細は次節で述べる。

上昇した Do-228 は、最終的に高度 6705.6m (22000ft) で監視飛行を継続した。この後 AM10:55 にトラブルシュートの結果ビーコンの復調が一旦再開されたものの、AM11:05 には受信が途切れ、これ以降受信/復調をする事が出来なくなった。この経緯についても、次節以降で解説する。

同 15 分には引き返してきた G-II に現場を引き継ぎ、

Do-228 は帰投を開始した。そして PM1:15 に八丈島空港へ着陸し、ミッションフライトを終了した。

ここで、ミッションフライト時に於けるパイロット・フライト・ログを表 4.2 に示す。また、調布基地での通信モニター記録を表 4.3 に、同じく八丈島基地との通信モニター記録を表 4.4 に示す。八丈島空港周辺の天候は悪く、表からも分かるように Do-228 は一時 IFR での飛行を行った。結果的に、超過重量形態での予行飛行が役に立ち、ミッションフライトに余裕を持つことが出来た。

#### 4.2 エリア内での飛行詳細

本節では、ビーコンを復調し始めた AM9:04 から、AM11:15 に現場を G-II に引き継ぎ帰投するまでの飛行について詳細に述べる。

まず、GPS、及び FMS によるエリア内での飛行軌跡を図 4.4 に示す。図中に示すように、ビーコン復調時の Do-228 から HYFLEX までの距離はほぼ真南へ 25.89km (13.98nm) であった。Do-228 は当初 FMS による機体現在位置を参考にして飛行していたが、FMS の誤差 7.41 km (4 nm) との表示により、途中から GPS を参考に飛行した。

AM9:14 に目視により HYFLEX を確認した時点での飛行状態は高度 762.0m (2500ft)、対気速度 61.73m/s (120kt) である。Do-228 は、まず右旋回を行いながらシーマーカーを投下し、次いで左旋回を行いながら徐々に高度を下げ写真撮影、VTR 撮影を行った。最終的には高度を 152.4m (500ft) まで下げ、HYFLEX の周辺に概ね 30 度おきにシーマーカーを投下、HYFLEX の直上を通過した後、燃料セーブの要求から高度 6705.6m (22000ft) で監視飛行を行うため高度を上げた。

高度上昇中の AM9:32 にビーコン受信器系の不具合により一旦データの復調が途切れる。しかし、この時点で

表 4.2 パイロット・フライト・ログ

時刻	項目・場所・メモ	Do 機残燃料 (ポンド)
0700	Do ドア・クローズ	
0710	Do プリフライトチェック	4200
0712	Do エンジン・スタート	
0716	G-II 機離陸	
0718	Do 出発準備完了	
0720	Do ランプ・アウト	
0723	Do テイク・オフ	
0727	Do-HYFD 通過	
0736	Do-9,500 フィート巡航 (160KIAS)	
0753	Do-HYGC 通過 (燃料流量 265/250 lbs/min)	1950/2000
0804	HYFLEX ロック・オン 位置 28度50分, 143度50分	
0816	HYFLEX 着水 位置 28度57分42, 143度38分82	
0819	Do-HYHB 通過	1850/1900
0823	G-II 機現場海域上空到着 雲量3/8, 雲高5000 フィート, 風30 ノット	
0826	G-II 機HYFLEX 発見, 位置 28度57分44, 143度38分82 回収船現場到着予定 11:30	
0830	G-II ビーコン電波 正常受信	
0840	同 上	
0844	Do-HYJA 通過 (0804 Do-HYCC 通過予定)	1750/1800
0845	Do-HYZZ へ進路変更 (HYFLEX 着水地点へ)	
0854	Do-降下開始 0857 4500 フィート レベル オフ	
0858	回収船 位置 28度34分, 143度12分 方位: 057度, 速度 13 ノット 現場到着予定 11:30	
0904	Do-HYZZ 着水地点到着 GPSR 受信開始	1630/1680
0914	Do-高度2500 フィート HYFLEX 発見	
0915	G-II 機と監視交代, G-II 八丈島へ燃料補給のため帰投, ETA1010	
0920	Do-高度2500 フィートで半径 2 km でシーマーカー投下, 離脱予定時刻 11:00	
0924	Do-高度500 フィートで写真, ビデオ撮影	
0927	Do-高度4000 フィートへ上昇監視, 燃料節約のため 22,000 フィートへ上昇	
0940	Do-高度6000 フィート上昇中, 1100 まで上空で監視	
0955	HYFLEX 位置 28度51分10, 143度40分12	
0959	同上 28度51分21, 143度40分10	
1023	Do-22,000 フィートホールド, 雲間からHYFLEX, シーマカ監視継続	1350/1380
1040	同上, 外気温 - 8℃	1250/1300
1052	G-II 現場到着予定 1115, 回収船も 1115 到着予定	
1057	HYFLEX 位置 28度52分00, 143度40分20	
1100	Do-22,000 フィートホールド	1200/1280
1105	HYFLEX 位置 変化なし	
1113	G-II 現場に到着, 回収船発見した	
1115	Do-G-II に監視引き継ぐ, 八丈島到着予定 1300	1180/1240
1140	Do-HYHA 通過, 高度 10,500 フィート, - 3℃, 160KIAS	1100/1150
1204	G-II 報告 ボートを降ろし HYFLEX 回収作業開始	
1207	Do-HYGB 通過, 高度 10,500 フィート, - 5℃, 160KIAS HYFC1233 予定, 八丈島 ETA1304	1000/1000
1214	G-II 報告 本体なし, フロートのみ	
1228	Do-HYFC 通過	870/920
1253	Do-八丈島方面雄大積雲の為, 計器飛行方式 (IFR) に変更 (地点 150度30海里南)	800/850
1312	八丈島気象; 風 270度/9 ノット, 視程 25km, 気温 12℃/露点 5℃, QNH3016 Do-八丈島北東 10 海里で IFR キャンセル	
1315	Do-八丈島空港着陸	
1320	Do-ランプイン飛行終了	640/680



表 4.3 調布基地での交信モニター記録

時刻	周波数	発信者	モニタの内容
			..... 0700 モニタ開始 .....
0730	TEL		8858 (Do-228) 八丈島 T/O 0723 8431 (G-II) 八丈島 T/O 0716
0813	8.885	8431	テレメータ (両方とも) 正常に受信, ビーコン入っている。 97dB~108dB, .....???.....108dBは天井のアンテナ。
0824	8.885	8431	(HYFLEXを) 発見した。RCCに連絡して下さい。
0826	8.885	8431	GPS- (R?) にでているとおり。
0832	8.885	8431	連絡したか? LOCK ON 08h06m04s, LOCK OFF 08h18m21s DATAは取れている。
			HYFLEXの浮遊地点は 2851.20' N 14340.24' E
0849	8.885	8431	連絡済 (?) 8858は0901に (現場) 到着の予定。 (8858が) HYFLEXを確認したら八丈島に給油に戻る。
0855	8.885	8431 (DAS)	(???) 八丈島には1000~1030に到着の予定。 8MHzは感度が悪いので5MHzをためしたい。
		8431 (DAS)	了解, 5MHzで待機する。
		8431	8MHzでいく。
0921	8.885	8858	Over HYFLEX, Altitude 500ft, Operation Normal. 写真撮影中。
0923	8.885	8858	そのとおり。0915に発見。8431は帰投した。回収船は1130 到着の予定
0926	8.885	8858	しばらくまって.....
0931	8.885	8841	八丈島に給油のため帰投中。八丈島EAT1010, 高度36,000ft POS. ????? 14040E
0940	8.885	8858	上昇中。高度6,000ft. 1100まで現場に留まる。
0952	8.885	8858	(8431を中継して) 8431は予定どおり八丈島に到着する。
0955	8.885	8858	高度18,000ft で待機する。高度14,000ft を通過中。 回収船は1130に到着の予定。
1015	8.885	8858	Over HYFLEX, Altitude 22,000ft, Operation Normal. 8431 の到着は?
1020	8.885	8858	1100までHOLDできる。現場に変化なし。
1025	8.885	8858	了解, 8431は1040に八丈島を出発。現在, 高度22,000ft Sea Marker を視認している。
1041	8.885	8858	高度22,000ft 現場に変化なし。
1045	8.885	8858	(8858が8576をCallするが応答なし)
1048	8.885	8431	8431は1115に現場到着の予定。
1052	8.885	8858	8431は1115に現場到着の予定。回収船も1115に到着の予定。
1113	8.885	8431	現場に到着した。回収船も発見。8858は引き継いで帰投する。
1115	8.885	8858	現在, 高度 22,000ft, 八丈島到着は1300前後の予定。 現場を離れる。
1120	8.885	8431	回収船も発見。現在, 高度4,000ft 降下中。RCCに連絡。
1137	8.885	8858	Position 02952N 14244E 到着予定 HA1140, GB1205, FC1230, FD1256, 八丈島EAT1300 Altitude 10,500ft
1145	8.885	8431	読売, 朝日は高度 1,000ft で1140取材開始 RCCに連絡。回収船はHYFLEX回収作業準備中。フロッグ・マンは潜っていない。
1151	8.885	8431	高度 17,000ft, North SideでHold.
1155	8.885	8858	(8858は8576をCallするが応答なし)
1202	8.885	8431	(回収船は) ただ今ポートを降ろす。回収開始。30~40分で揚がる。
1210	8.885	8858	Position GB1207, Estimate FC1233, Hachijo-jima EAT1304
1212	8.885	8431	回収船からの連絡では (フローティング・バッグのみでHYFLEXの) 本体は沈んでありません。 (本機は) 八丈島に帰投する。
1215	8.885	8858	(8858は8431をCallするが応答なし)
1232	8.885	8431	Position 240NM SE From Hachijo-jima. EAT1325
1240	8.885	8431	Tokyo-Radio とは連絡取れている。...?? 123.1MHz...??... Hachijo-jima. EAT1329
1246	8.885	8431	(RCC??) フローティング・バッグの南東方向 1~2 km に大きな物を見つけたんだけど.....気になって いる...ネズミ色の大きな物...赤ではなかった...残骸が浮いていた...関係あるかどうか調べてみようか... 気になるので... 必要なら戻る...燃料は十分ある。取材機も離脱しているので十分に捜せる.....。 本機は (現場に) 戻る。
1256	8.885	8431	あと15分で現場到着。取材機は離脱帰投。
1310	8.885	8431	...??.....3,500ft.....??...
1336	TEL		8858 八丈島 L/D 1320
1410	8.885	8431	(付近を捜索したが) 確認できない。八丈島に帰投する。 Hachijo-jima. EAT1510
1416	8.903	8431	Tokyo Radio Tokyo Radio 8431 VFR Position 02919N 14325E FL280 Hachijo-jima. EAT0615 (UTC)
		TYO	8431 Roger (Read-Back)
1425	8.885	8431	FL280 アビーム通過。03151N 14040E (0615???) (1510?) まで Flight Plan 延長してください。
			..... 1530 モニタ終了 .....

表 4.4 八丈島基地モニター記録

交信記録 8 年 2 月 12 日

時刻	周波数	内 容
0430		八丈島 天候 晴 風向風速：西南西15kt max20kt 視程10km以上 雲量3/8~4/8
0520		八丈島 くもり WSW 20~25kt 10km以上 7/8~8/8
0545		定時連絡. 0700打上げなし 1 時間遅れ
0605		1 段エンジン圧力センサー不良
0635		WSW 30kt 30km以上 3/8~4/8
0652		8 時打上げ
0700		定時連絡予定通り
0715		G II ランプアウト
0716		G II TAKE-OFF
0716	129.95	Do ENGスタートノーマル
0720	129.95	Do ランプアウト
0723	129.95	Do TAKE-OFF
0800	TV	J-I ロケット打上げ (テレビNHK)
0815	Tel	管理部長 & 飛行係長より搭乗員氏名確認
0915	HF	Do 回収海域到着, 船11:30頃到着 Do 11:00 まで現場の予定 G II 帰投八丈到着予定 10:10 頃
1012	VHF	G II 八丈着陸
1025	HF	Do, 22,000ft でHold
1037		G II TAKE-OFF
1041	HF	Do, 22,000ft - 8℃, G II 到着予定 11:15
1117	HF	Do, G II と交代帰投する 到着予定 13:00
1214	HF	HYFLEX 本体なし フロートだけ
1253	VHF	Do は IFR に切り換え八丈に着陸する
1311	VHF	Do 着陸, 13:15 予定
1312	VHF	Do, IFR キャンセル
1315	VHF	Do 着陸 13:20 ランプイン

は既にHYFLEXを目視で確認しておりGPS データの重要性が低下していたこと、及び乗員が高高度飛行への対応に追われていたことから、ビーコン受信器系の不具合発生に気づいたのはAM10:00 過ぎであった。ここで、乗員の高高度飛行への対応というのは、Do-228 は機体キャビンが与圧されていないため、高度6705.6m(22000 ft)での監視飛行を行うには酸素マスクが必要であること、並びに機体後部にシーマーカー投下用の穴が空いていることから防寒対策が必要なことがある。

AM10:00 過ぎにビーコン復調の不具合を確認するも、酸素マスクを着用している間は行動が制約され、GPS

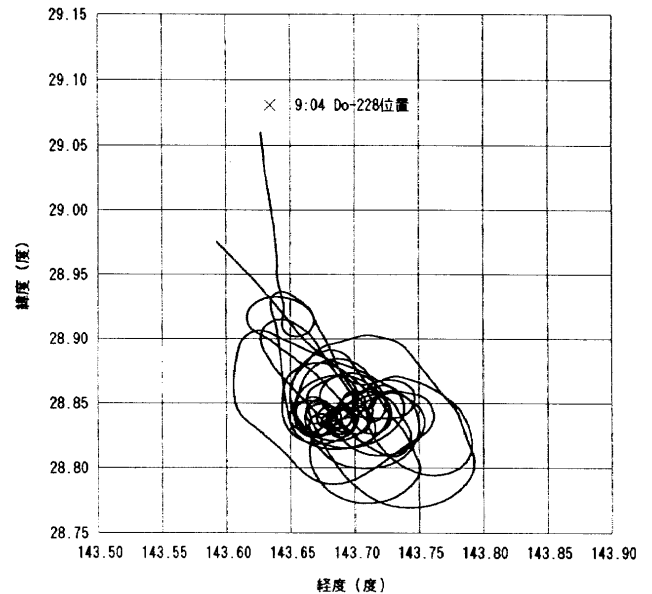


図 4.4 (1/2) エリア内での飛行経路図 (FMS)

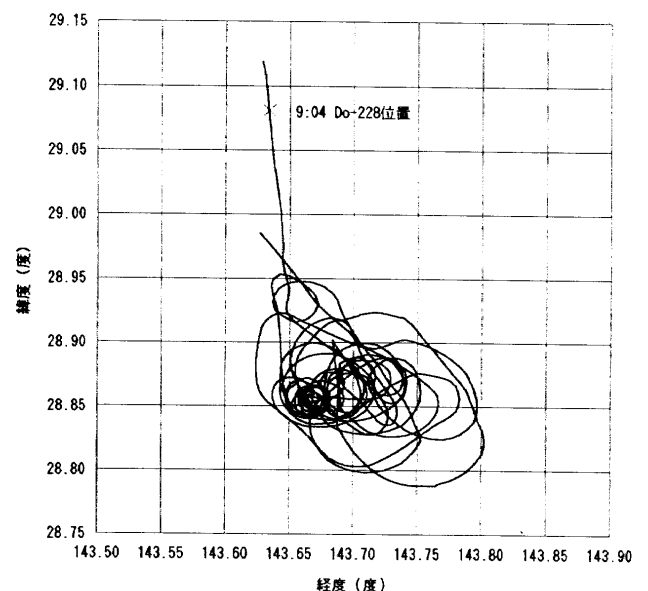


図 4.4 (2/2) エリア内での飛行経路図 (GPS)

データを表示する画面をすぐには実験隊員が確認できない状況にあったため、先にも述べたようにGPS データの重要性が低下していたことからその後しばらく放置された。

そして、AM10:50 頃、G-II とのエリアの引き継ぎを行うため、最新の位置データを取得する必要が生じた。ここで初めてトラブルシュートに乗り出すことになる。ビーコン受信器に表示されている受信レベルは復調に十分な信号強度を有していたため、復調するパソコン側で不具合が発生していると判断し、その原因としてデータ収集過多によるメモリのハングアップが考えられた。そこで、一旦データを保存し再度復調ソフトの立ち上げを行ったところ、同58分に復調を再開した。



図4.5（1／5） 浮遊中のHYFLEX

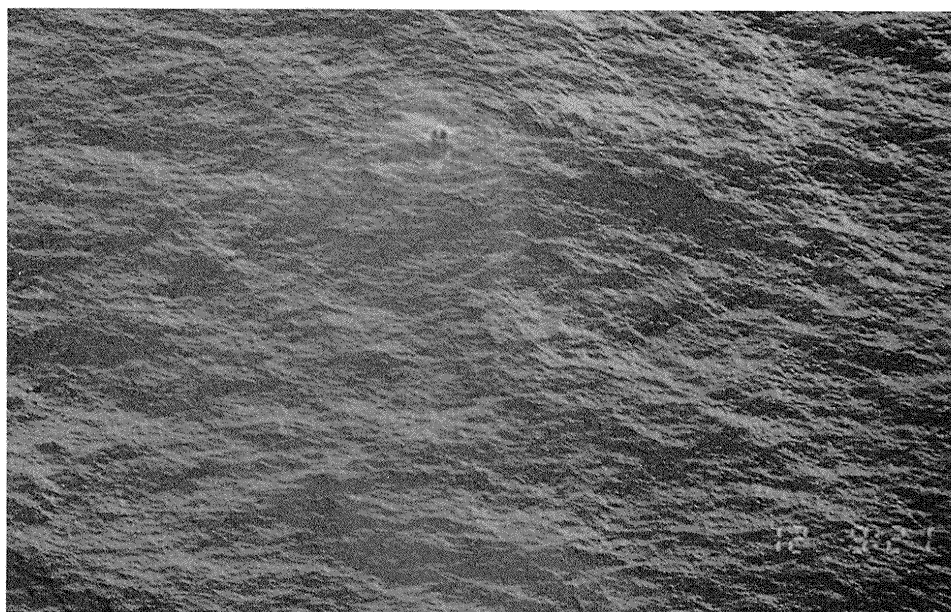


図4.5（2／5） 浮遊中のHYFLEX



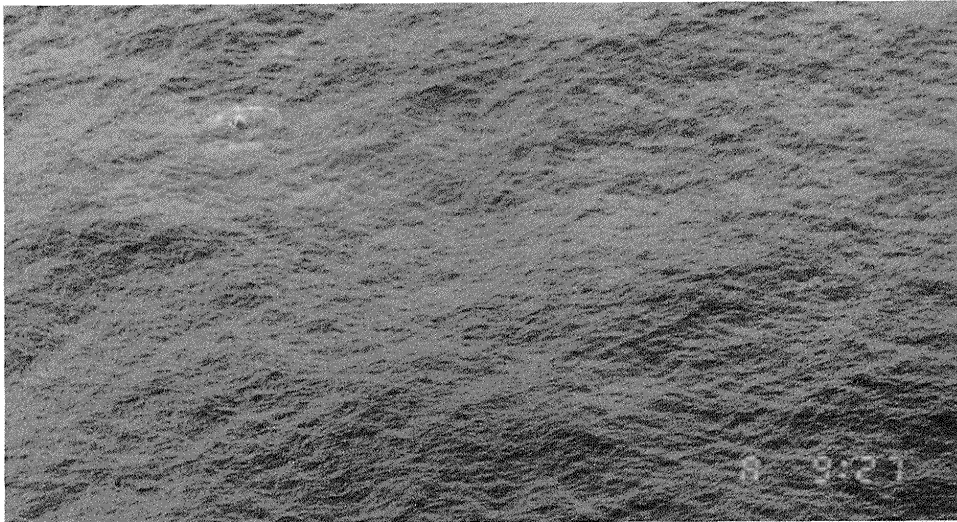


図 4.5 (3/5) 浮遊中のHYFLEX

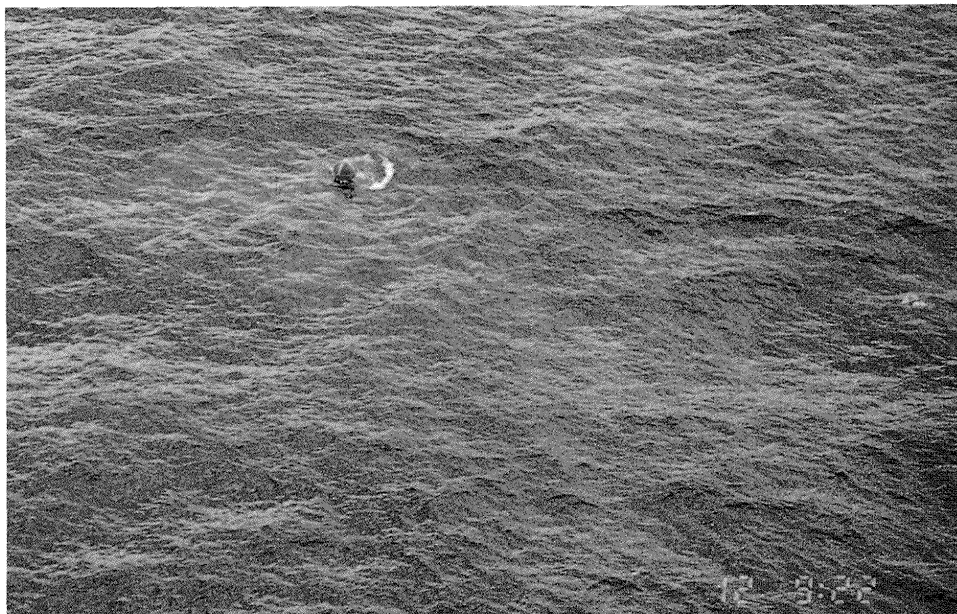


図 4.5 (4/5) 浮遊中のHYFLEX



図 4.5 (5/5) 浮遊中のHYFLEX

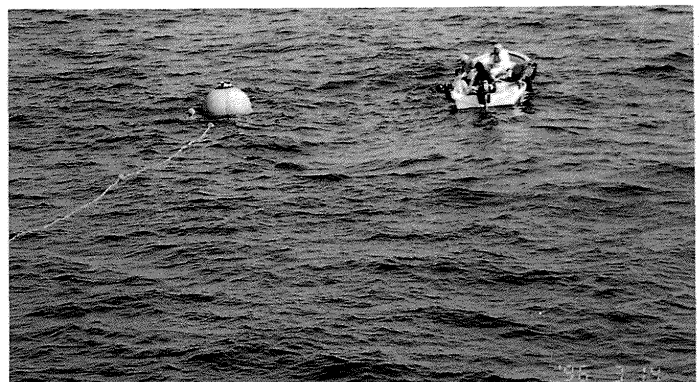


図 4.6



ところが、AM11:04に再度復調が途切れ、この時には受信レベルが20dBを下回っていた上、ビーコンの受信音が聞こえなかった。他方Do-228とHYFLEXの距離も復調可能な範囲を逸脱していないことから（この時刻におけるDo-228からHYFLEXまでの距離は概ね12.60km（6.8nm））、ビーコン発信器側に何らかの不具合が発生したものと考えられた。念のため全ての機器を再立ち上げたものの復調が行われなかったため、GPSデータの取得を断念した。復調が出来なくなった推定原因については次節で述べる。

最終的にAM11:04現在の位置情報をG-IIに連絡した後、AM11:15にG-IIにエリアを引き継いだ。

### 4.3 得られた成果について

#### 4.3.1 写真、VTR 撮影結果

AM9:14から26分までの間に撮影した写真の一部を図4.5に示す。撮影した写真、VTR映像からは、以下のようなことが分かった。

- ・フローテーションバッグ（図中のオレンジ色の部分）の付近に、これに対して概ね2倍程度の白っぽい物体が常に映し出されていた。フローテーションバッグが直径1.5m、HYFLEXは全長4m（可とう断熱材の部分（白い部分）は3.5m）、ライザー長が約4mであることから、白っぽい物体がHYFLEXであると考えたとき、大きさに矛盾はない。また、図4.6には平成8年3月14日に実施された、ライザー破断原因究明のための海中運動試験風景の写真を示す。この試験で使用されたHYFLEXの模型は全体が白色ではあるが、フローテーションバッグに懸吊されて機体が海中に潜っているときの状況は、先に示したDo-228の写した写真と酷似している。

- ・撮影結果からも分かる通り、当日の海面はこの時期にしては非常に穏やかな状態（波高約2m：「ウェザーニュース幕張予報センター」作成の現場海域の予報）である。この中で、図4.5に見られるようにバッグがほとんど水没している状態と、海面上に浮いている状態が写真、VTRにより確認された。このことは、フローテーションバッグの沈み具合により、下方から浮力の半分程度の力を受けながら浮遊していることを示唆している。これは、HYFLEXの水中での予測重量が、およそ300kgであることと整合している。

以上のことから、Do-228から撮影した映像にはHYFLEXが映し出されていたものと考えられ、このことは同時にAM9:26の段階ではライザーは破断していなかつ

た事を示している。言い換えれば、HYFLEXの着水約1時間後にDo-228がその浮遊を確認したことにより、回収系がその時点までは正常に機能していたことが裏付けられた。

#### 4.3.2 GPS データ

4.2節で詳細に述べたとおり、GPSデータを取得できた期間はAM9:04～32とAM10:58～11:04までである。取得した範囲内でのフローテーションバッグの軌跡を図4.7に示す。尚、図中にはG-II、及び回収船が取得したGPSデータも追加した。

データ欠落箇所の内AM9:32から10:58までの原因については4.2節で記述したが、AM11:04以降の原因については以下に述べる。AM11:04以降に、ビーコンの受信音が途絶えたことは既に述べた。また、この原因については、ビーコン発信器側に何らかの不具合が生じたと考えられる事も述べた。フローテーションバッグ回収後に、別途行われた調査では、ビーコン発信器には不具合が発見されず、正常に稼働していることが確認された。このことから復調が途切れた原因は、フローテーションバッグが倒立し、ビーコン発信器が海中に没したためと考えられている。

図4.8にはGPSデータによるフローテーションバッグの東西方向（東方向正）、南北方向（北方向正）、上下方向（上方向正）の速度時間履歴を示した。更に図中には前後5点からなるmoving averageも示した。この

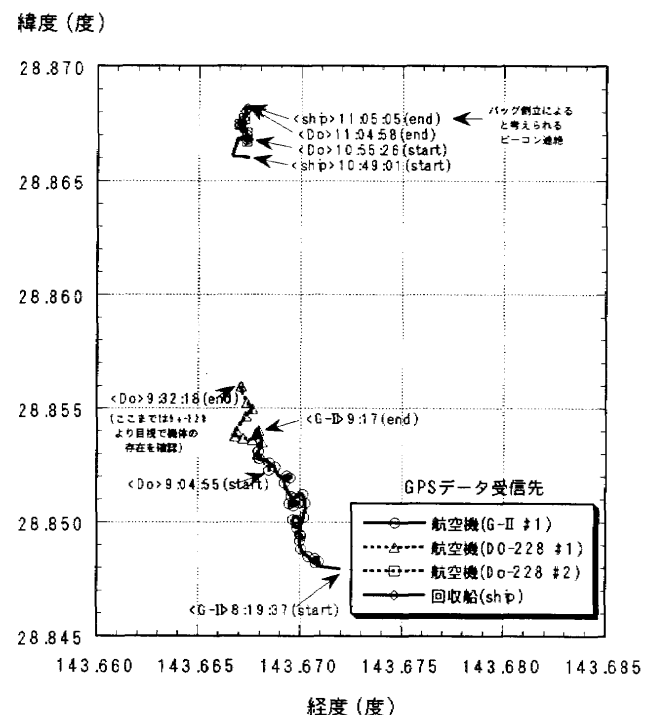


図4.7 GPSデータに基づくフローテーションバッグ位置（緯度／経度はWGS-84座標系による）



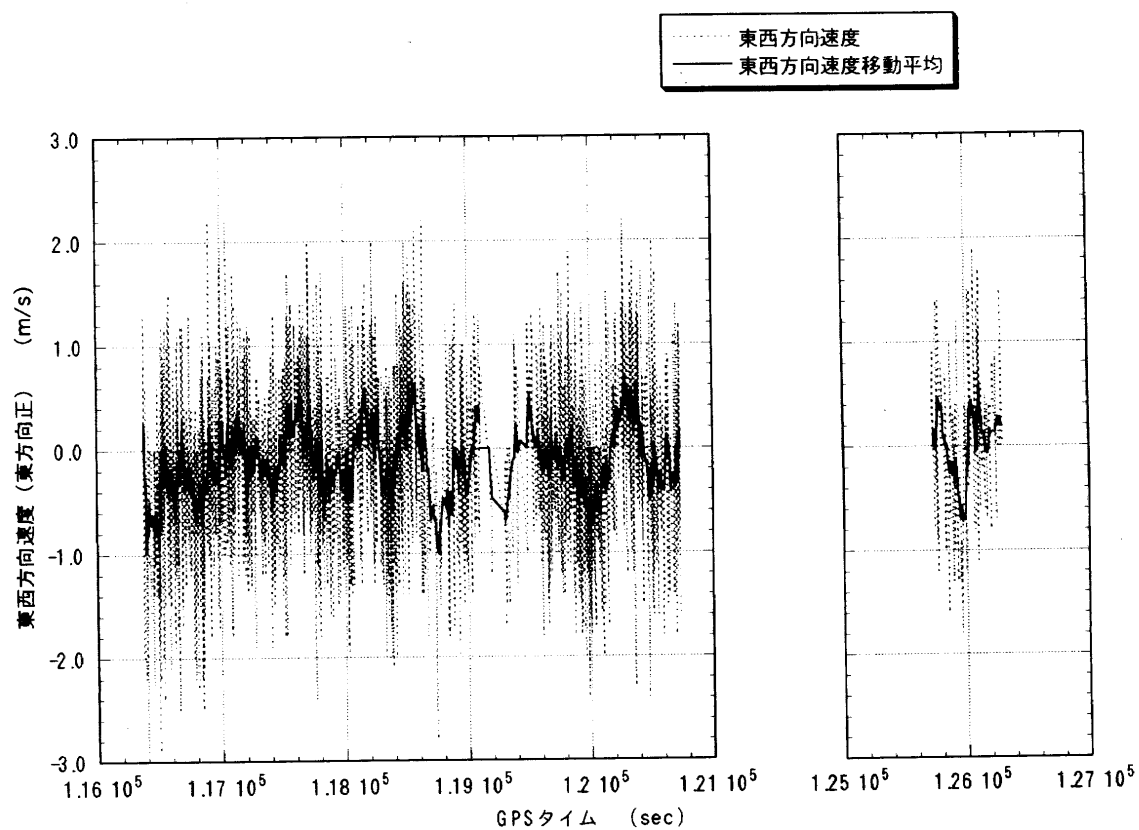


図 4.8 (1/3) GPSデータによる東西方向速度と速度移動平均

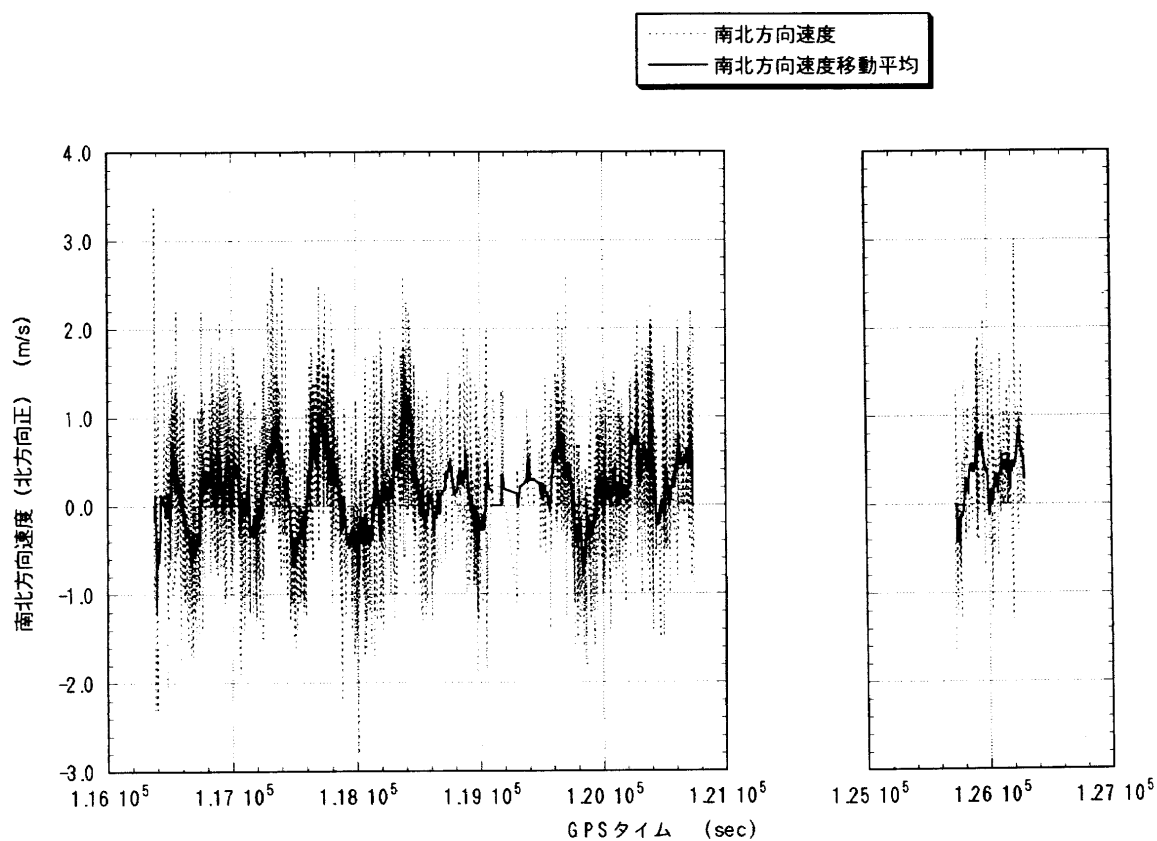


図 4.8 (2/3) GPSデータによる南北方向速度と速度移動平均



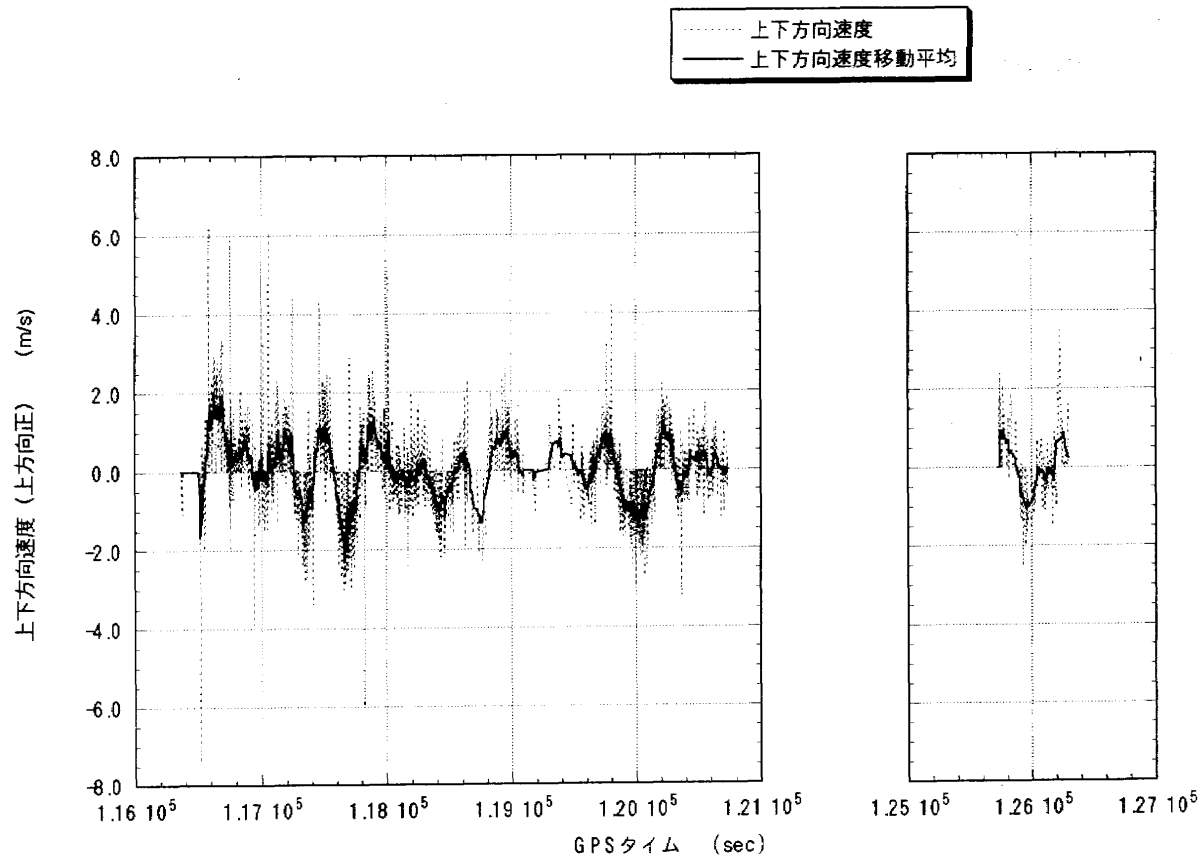


図 4.8 (3/3) GPSデータによる上下方向速度と速度移動平均

図より、HYFLEX がフローテーションバッグに懸吊されている間はあまり海流には流されず、ライザーが切れた時点から海流に流れる様子が速度に表れるのではないかと考えた。しかし、図 4.8 からこのような傾向を見いだすことは出来ない。なお、GPS タイムで  $1.19 \times 10^5$  sec 過ぎにデータの不連続箇所が見受けられるが、これは G-II で取得したデータと Do-228 で取得したデータの接続箇所である。

## 5. 結 論

Dornier-228 が実施したミッションフライトにより、次のような成果が得られた。

まず、撮影した写真、VTR にはフローテーションバッグと共に HYFLEX が写し出されている事が確認された。このことは、少なくとも AM9:26 まではライザーが破断していなかったことを示しており、並びにパラシュート開傘等の一連の減速回収シーケンスが正常に行われたことを示唆していると考えられる。このことは、HYFLEX の回収失敗の原因究明に大きく寄与することとなった。

次に、取得した GPS データにより、フローテーションバッグの軌跡を把握することが出来た。この結果は、先に海洋科学技術センターが実施した無人探査機「かいこう」による探索に供された。

また、GPS データの速度履歴により、フローテーションバッグと HYFLEX に異常が発生した時刻を特定しようと試みたが、明確な答えを得るに至らなかった。

他方、事前の飛行試験等により次のような成果を上げることができた。まず、目標物の探索を実施する際必須の技術となる、ビーコンの受信／復調技術に関して有益な知見を得ると共に、貴重な技術データを蓄積することが出来た。また、超過重量形態での飛行となった今回の長時間の飛行ミッションに対して、パイロットの飛行慣熟が実施できた。

## 謝 辞

Dornier-228 のミッションフライトを実施するに当たっては、八丈島空港管理事務所、及び東京航空局八丈島空港・航空路監視レーダ事務所の方々には大変お世話になったほか、多くの便宜を図っていただいた。この場を借りて深謝の意を表します。

八丈島空港での飛行試験、当日のミッションフライト等を行うに当たっては、ダイヤモンドエアサービス株式会社の皆様に特段の配慮を頂いた。

ビーコン復調機器については、日産自動車株式会社殿より支援をして頂いた。

株式会社ジャムコ殿には飛行試験、予行飛行、機体改修、ミッションフライトと全ての作業に渡ってご支援、

ご協力を頂いた。

また、当所飛行実験部の穂積技官には飛行試験，ミッションフライト当日に地上局より飛行支援をして頂いた。

更には飛行試験，本資料で示したデータ解析には三菱スペース・ソフトウェア株式会社の松本吉昭氏，及び東京女子大学文理学部数理学科の市川泰子さんに手伝っていただいた。

この他にも多くの方々から飛行試験，予行飛行，機体改修，ミッションフライトを実施するに当たり便宜を図って頂いた上にご協力を頂いた。この場を借りて感謝の意

を表します。

### 参考文献

- 1) M.Shirouzu, S.Watanabe : On the Hypersonic Flight Experiment (HYFLEX) for the development of HOPE, AIAA 93-5080
- 2) 飛行実験部：実験用航空機ドルニエ機について  
－現況と装備機器概要－，NAL TM-637，1991年 7 月

---

## 航空宇宙技術研究所資料696号

平成8年7月発行

発行所 航空宇宙技術研究所  
東京都調布市深大寺東町7-44-1  
電話 三鷹(0422) 47-5911(大代表) ㊦182  
印刷所 株式会社 共 進  
東京都杉並区久我山5-6-17

---

Printed in Japan