

# 宇宙航空研究開発機構研究開発資料

## JAXA Research and Development Memorandum

---

実験用ヘリコプタによる GPS/IFR ルートの試験的飛行

奥野 善則, 又吉 直樹, 白水 博文

2004年9月

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

宇宙航空研究開発機構研究開発資料  
JAXA Research and Development Memorandum

実験用ヘリコプタによるGPS/IFRルートの実験的飛行

Preliminary Flight Evaluation of GPS/IFR Routes  
Using MuPAL-ε Research Helicopter

奥野 善則\*<sup>1</sup> 又吉 直樹\*<sup>1</sup> 白水 博文\*<sup>2</sup>  
Yoshinori OKUNO\*<sup>1</sup> Naoki MATAYOSHI\*<sup>1</sup> Hirofumi SHIROUZU\*<sup>2</sup>

\* 1 : 総合技術研究本部 航空安全技術開発センター  
Air Safety Technology Center, Institute of Space Technology and Aeronautics

\* 2 : 総合技術研究本部 飛行試験技術開発センター  
Flight Test and Simulation Technology Center, Institute of Space Technology and Aeronautics

2004年9月

September 2004

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

Figure 1. Schematic diagram of the proposed system.

Figure 2. Schematic diagram of the proposed system.

Figure 3. Schematic diagram of the proposed system.

Figure 4. Schematic diagram of the proposed system.

Figure 5. Schematic diagram of the proposed system.

Figure 6. Schematic diagram of the proposed system.

Figure 7. Schematic diagram of the proposed system.

Figure 8. Schematic diagram of the proposed system.

## 目 次

略 語	1
1. はじめに	2
2. 試験方法	2
2.1 試験機材	2
2.2 記録データ	3
2.3 試験手順	3
3. 飛行ルート	4
4. 結果	4
4.1 全体概要	4
4.2 飛行経路精度	6
4.3 無線交信・レーダ監視・VOR/DME受信状況	11
4.4 各飛行区間毎の結果	11
5. おわりに	16
謝 辞	16
参考文献	16
付 録	18



# 実験用ヘリコプタによる GPS/IFR ルートの試験的飛行\*

奥野善則\*<sup>1</sup> 又吉直樹\*<sup>1</sup> 白水博文\*<sup>2</sup>

Preliminary Flight Evaluation of GPS/IFR Routes Using MuPAL-ε Research Helicopter\*

Yoshinori OKUNO\*<sup>1</sup>, Naoki MATAYOSHI\*<sup>1</sup> and Hirofumi SHIROUZU\*<sup>2</sup>

## Abstract

JAXA's research helicopter MuPAL-ε was used to conduct a preliminary flight evaluation of Instrument Flight Rules (IFR) routes based on Global Positioning System (GPS) navigation, as proposed by the Research Committee on Helicopter Flight Safety and IFR Operations. The routes are designed to be suitable for helicopter use because the minimum en-route altitude is sufficiently low (3000 ft). MuPAL-ε acquired extensive data about communication, navigation and surveillance (CNS), i.e., the feasibility of communication with control, the accuracy of GPS based navigation, and the feasibility of radar surveillance. Operation of the MTSAT satellite-based augmentation system, MSAS, is scheduled in the near future, and MuPAL-ε will be utilized in a feasibility study of GPS/IFR routes, which will increase helicopter safety and utility.

Keywords: helicopter, IFR, GPS

## 概 要

ヘリコプタの特長を活かしたIFR（計器飛行方式）による運航を実現するため、衛星航法によるIFRの研究が進められている。GPSとMSAS（運輸多目的衛星用衛星航法補強システム）を用いたIFRが実現すると、既存の航空保安無線施設（VOR/DME等）の位置に依存しない自由なルート設定が可能となり、また山等の障害物の影響を受けにくくなるためルートの最低経路高度（MEA）を低くすることも可能となり、ヘリコプタでの利用に適した飛行ルートが実現する。「ヘリコプタIFR等飛行安全研究会」（航空振興財団）では、具体的なGPS/IFRルートの検討・提案を行っている。JAXAの保有する実験用ヘリコプタMuPAL-εを用いてこれらのルートを実際に飛行し、CNS（通信・航法・監視）の観点からルートの実現性に関する予備的な調査を行った。MuPAL-εは飛行中の機体の位置等を高精度に計測・記録する機能を有しており、ルート上の各点における飛行経路の精度、管制との通信およびレーダー・モニタの可否状況、現行の無線航法支援施設（VOR/DME）の受信状況等のデータを取得した。MuPAL-εによる飛行が、民間分野において提案されたGPS/IFRルートの実現性、有用性を予備的に調査・検討する手段として有効であることが示された。

## 略 語

		通信・航法・監視
ACC	Air Traffic Control Center 航空交通管制センター	DGPS Differential GPS
ADI	Attitude Director Indicator 姿勢指示器	ディファレンシャルGPS
AEIS	Aeronautical En-route Information Service 航空路情報提供業務	DME Distance Measuring Equipment 距離測定装置
CNS	Communication, Navigation, Surveillance	FMS Flight Management System 飛行管理装置
		GNSS Global Navigation Satellite System 全地球航法衛星システム

\* 平成16年8月30日受付 (received 30 August 2004)

\*<sup>1</sup> 総合技術研究本部 航空安全技術開発センター  
(Air Safety Technology Center, Institute of Space Technology and Aeronautics)

\*<sup>2</sup> 総合技術研究本部 飛行試験技術開発センター  
(Flight Test and Simulation Technology Center, Institute of Space Technology and Aeronautics)

GPS	Global Positioning System 全地球測位システム
HSI	Horizontal Situation Indicator 水平状況指示器
ICS	Internal Communication System 機内通話システム
IFR	Instrument Flight Rules 計器飛行方式
INS	Inertial Navigation System 慣性航法装置
MEA	Minimum En-route Altitude 最低経路高度
MSAS	MTSAT Satellite-based Augmentation System 運輸多目的衛星用衛星航法補強システム
MTSAT	Multi-functional Transport Satellite 運輸多目的衛星
R/W	Runway 滑走路
TCA	Terminal Control Area ターミナル管制区
VFR	Visual Flight Rules 有視界飛行方式
VOR	VHF Omnidirectional Radio Range 超短波全方位無線標識
WP	Waypoint 経由点

## 1. はじめに

我が国の現状ではヘリコプタの運航は有視界飛行方式 (VFR) によるものがほとんど (99%以上) であり、安全性と利便性の向上のため計器飛行方式 (IFR) による運航の普及が望まれている。ヘリコプタのIFR運航の普及を阻害する要因の一つとして、現行のIFRルートがVOR/DME等の航空保安無線施設の位置を基準に設定されているためヘリコプタによる飛行のニーズに必ずしも合致していないこと、また日本の地形では地上の無線施設と飛行ルートとの間に山がある場合が多く、最低経路高度 (MEA) を低くできないためヘリコプタによる利用に適さないこと、等があげられる。ヘリコプタはキャビンが非与圧であるため、特に傷病者の輸送等の用途では飛行高度を高くとることができない。またほとんどの機体は防水装置を装備していないため、着水気象条件の中では飛行することができない。運輸多目的衛星 (MTSAT) を利用した衛星航法補強システム (MSAS) が実用化されればGPSを用いたIFR運航が可能となり、ヘリコプタに適したルートの設定が可能となる。(財)航空振興財団が主催する「ヘリコプタIFR等飛行安全研

究会」(以下、研究会)では、GPSの利用を前提としたヘリコプタに適したIFRルートの具体案が検討・提案されている(文献1-3)。飛行高度を低くするため可能な限り海上を通るようなルートが選ばれており、海上では最低経路高度が3000 ft (914 m) に設定されている。

JAXAの保有する実験用ヘリコプタ(図1.1、文献4)は、普段は東京都の調布飛行場で運航されているが、北海道の大樹町多目的航空公園を飛行実験場として利用しており、また耐空検査等の整備を名古屋空港で実施しているため、年間数回この間をフェリー飛行する。これらの機会を利用して、研究会で提案されたルートの内、名古屋-東京-仙台-青森-帯広を結ぶルートを飛行し、CNSすなわち通信 (Communication)、航法 (Navigation)、監視 (Surveillance) の確保の観点から以下のような調査を行った。

- ・通信 … MTSATの運用開始後も通信については当面は現行の地上無線施設を利用することになるため、ルート上における航空交通管制センター (ACC)、航空路情報サービス (AEIS)、各レーダ・サイト等との通信の可否状況を調査する。
- ・航法 … GPSを参照してマニュアルで飛行を行った場合の経路維持の精度を調査する。また、ルート上における現行の航空保安無線施設 (VOR/DME) の受信状況を調査する。
- ・監視 … 現行の管制レーダによる監視の可否状況を調査する。
- ・その他 … 他のトラフィックとの干渉等、実際の飛行に際し問題となった点についてまとめる。

なお、本資料では一部に航空機で慣用されている単位表記を用いている。SI単位への換算値は、1 ft = 0.3048 m, 1 NM = 1852 m, 1 kt = 0.5144 m/sとなる。

## 2. 試験方法

### 2.1 試験機材

#### ・機体

機体は三菱式MH2000A型機(図1.1)で、最大離陸重量4,500kgの中型ヘリコプタである。IFRの型式は取得されていないが、計器飛行に必要な航法装置、計器等は装備されている(図2.1)。自動操縦装置は姿勢保持機能のみで、FMSのような機能は有していない。操縦は全てパイロットのマニュアルによって行う。

#### ・GPS受信機と表示装置

GPS受信機としてTrimble 2000 Approachが装備されている。オリジナルのMH2000A型機ではGPS受信機



図1.1 実験用ヘリコプタ MuPAL-ε



図2.1 MuPAL-εの計器板



コース偏位指針

図2.2 HSI



図2.3 IFR訓練用ゴーグル

に接続するマップ表示装置が計器板に装備されるが、MuPAL-εではこれを取り外し、代わりに表示内容を自由にプログラムすることが可能な実験用ディスプレイが装備されている（図2.1）。今回の試験では、設定経路からの偏位をHSI（図2.2）に表示した。コース偏位指針の感度は1 dotあたり0.2 NM、片側Full Scaleで1 NMに設定した（一部の試験では1 dotあたり0.5 NMに設定した。詳細は4.2参照）。また一部の飛行区間ではIFR訓練用のゴーグルを用いて外視界を制限した状態で操縦を行った（図2.3）。

## 2.2 記録データ

実験用ヘリコプタに搭載されている計測システムにより、以下のデータを記録した。計測システムの詳細は文献4にまとめられている。

### ・機体位置

母機搭載のGPS受信機とは別に計測用としてDGPS/INS複合装置（GPS受信機はThales Navigation社製Z-Eurocard）を搭載しており、飛行中の機体の位置データを精度1m程度（文献5）で50 Hzで計測・記録する。

### ・VOR/DME

母機搭載品のVOR（Bendix King製KNR634A）およびDME（同KDM706A）の出力をARINC429インターフェイスを経由して記録する。

### ・対気速度

機体に装備されるピトー静圧システムによって対気速度を計測・記録する。

### ・ICS音声

パイロットの無線交信および機内通話をICSを通して記録する。

## 2.3 試験手順

飛行は全て有視界飛行方式（VFR）で行う。以下に試験手順をまとめる。

- ・飛行前に各ウェイポイント（WP）の座標をGPS受信機に入力する。
- ・メインパイロット（右席）はHSIに表示されるコース偏位指針を参照して設定経路を飛行する。
- ・経路上の予定された地点において、無線交信、レーダ・モニタの状況確認を行う。無線交信は主にコパイロット（左席）が行う。通常の運航と比較して頻繁に交信を行うので、交信先（ACC、AEIS、各レーダ・サイト等）には予め試験の目的と飛行予定を伝えておき、可能な限り協力が得られるようお願いした。



・経路上の予定された地点において、VOR/DMEのデータを1局あたり30秒記録する。周辺のVOR/DME局の周波数を順次切り替えてデータを記録する。VOR/DMEの有効範囲（カバレッジ）は最低40 NMであるが、より遠方の局に対しても受信確認を実施した。

### 3. 飛行ルート

研究会では平成13年度に名古屋－関東地方を結ぶGPS/IFRルートを検討し、民間のヘリコプタを利用して試験飛行を実施した（文献1）。また、平成14年度には太平洋岸の都市を結ぶルートの検討・提案を行った（文献2）。これらのルートの内、名古屋－調布飛行場間、および調布飛行場－大樹町多目的航空公園間のフェリー－飛行に利用できるルートを飛行した。図3.1に飛行ルートを示す。図中の赤い太線は研究会で検討・提案されたルート、青線は今回飛行を計画したルートである。各WPの座標を付録の表A.1に、受信確認を行った無線交信先、レーダ・サイト、VOR/DME局の位置、周波数等を表A.2、表A.3、表A.4にそれぞれ示す。飛行高度は3000 ft（大子－いわき間のみ5000 ft、下記参照）、飛行速度は任意とした。以下に各飛行区間の詳細を示す。（ ）内は各レグ（WP間）の番号と距離・真方位を、【 】内はWPの名称を示している。

#### (1) 区間1 名古屋－調布

名古屋空港－(①、14.4 NM, 225°)－桑名WP【KWANA】－(②、19.9 NM, 182°)－野間沖WP【NOMAH】－(③、18.6 NM, 131°)－神島WP【KMSMA】－(④、96.9 NM, 88°)－神子元島WP【MKMTO】－(⑤、51.8 NM, 38°)－横須賀VOR－(⑥、25.1 NM, 353°)－調布飛行場 計 227 NM  
横須賀VOR－調布飛行場は研究会で提案されたルートには含まれていない。この区間は通常のVFRルートを飛行した。

#### (2) 区間2 調布－仙台

調布飛行場－(①、25.4 NM, 37°)－関宿VOR－(②、50.4 NM, 29°)－大子VOR－(③、38.6 NM, 51°)－いわきVOR－(④、59.4 NM, 357°)－仙台空港 計 174 NM  
大子－いわき間の航空路は平成14年度にヘリコプタ等での利用を考慮してMEAが10000 ftから5000 ftに引き下げられた。今回の試験飛行でもこの区間のみ飛行高度を5000 ftとした。

#### (3) 区間3 仙台－青森

仙台空港－(①、34.2 NM, 56°)－出島沖【F001】－(②、70.5 NM, 22°)－鮎ヶ先沖【F002】－(③、74.4 NM, 354°)－六ヶ所沖【F003】－(④、36.1 NM, 273°)

－東北VOR－(⑤、21.7 NM, 258°)－青森空港 計 237 NM

この区間については、事前の検討により以下の問題点が懸念されたため、研究会で提案されたルートを一部変更した（図3.1参照）。

- ・仙台空港－F001の方位が仙台空港のILS進入経路と接近しており、またF001付近で航空自衛隊の訓練空域と接近するためF001の座標を少し内陸側に移動した。
- ・F002付近で自衛隊の訓練空域と接近するためF002の座標を少し内陸側に移動した。

#### (4) 区間4 青森－帯広

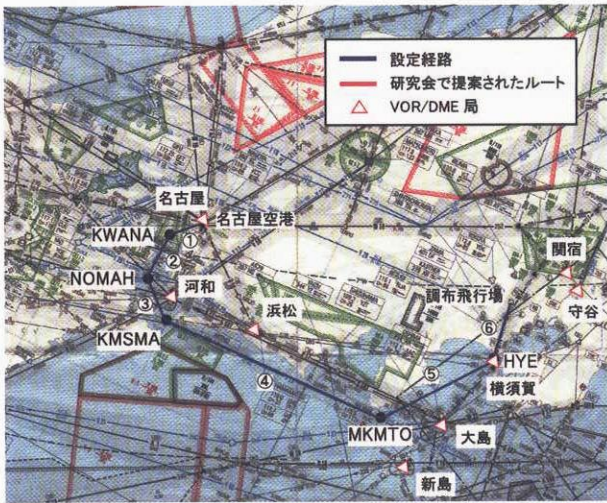
青森空港－(①、62.7 NM, 6°)－函館VOR－(②、68.6 NM, 47°)－鶴川VOR－(③、56.9 NM, 79°)－帯広空港 計 188 NM  
鶴川VOR－帯広空港は研究会で提案されたルートには含まれていない。この区間は通常のVFRルートを飛行した。

## 4. 結果

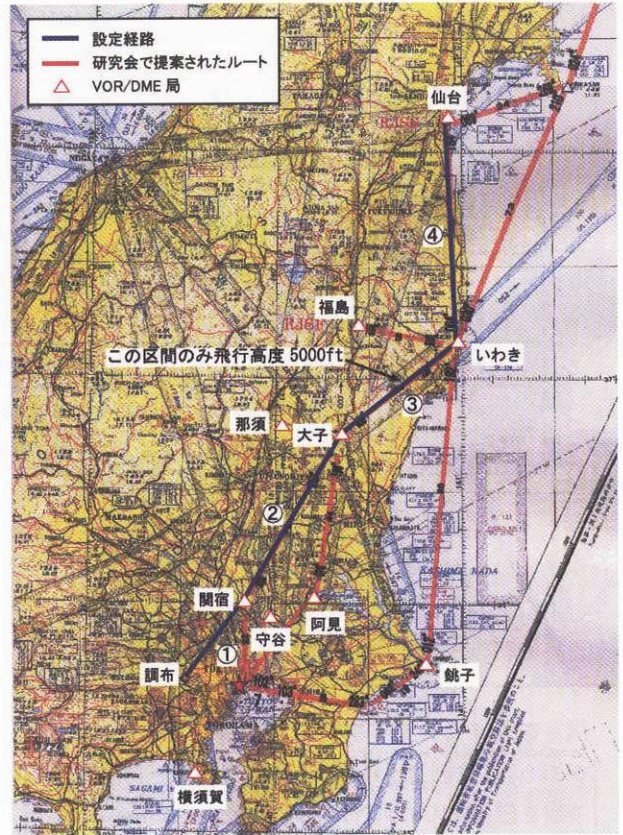
### 4.1 全体概要

試験飛行は主に次の3回の期間で実施された。(1) 02年11月の名古屋－調布間のフェリー、(2) 03年6月の名古屋－大樹町間のフェリー、(3) 03年10～11月の調布－大樹町間のフェリー（往復）、(4) 03年12月の名古屋－調布間のフェリー。このうち(1)のケースは予備試験としての実施であり、一部試験条件が異なる部分や試験手順の不手際等もあったため、本章で扱う結果には含めていない。また(2)、(3)においては天候不良のため試験を中止した飛行区間があり、最終的には各飛行区間毎に2回ずつのデータを取得することができた。表4.1に各飛行実施日と飛行区間を示す。飛行はVFRで行ったので、試験中に雲や他のトラフィックを避けるため予定経路を逸脱せざるを得ない区間もあった。また、計測システムの不具合によって一部データが欠落している区間もある。これらの状況を備考欄に示した。また図A.1に各飛行実施日の天気図を示す。

図4.1に各飛行毎の飛行データを示す。図は左上から順に飛行経路、レグ番号（図3.1参照）、設定経路と実際に飛行した位置の水平方向のずれ（設定経路に直行する方向のずれ、進行方向の右側に機体がずれる方向が正）、飛行高度（GPSによる）、飛行速度（対気速度とGPSによる対地速度）、飛行中に機体が受けた風速・風向（対地速度と対気速度の差から求めた）を示している。機体位置のデータは航法に用いた母機用GPSのデータではなく実験用に搭載したGPS（DGPS/INS）のデータを用いている。以下に各飛行区間における状況をまとめる。



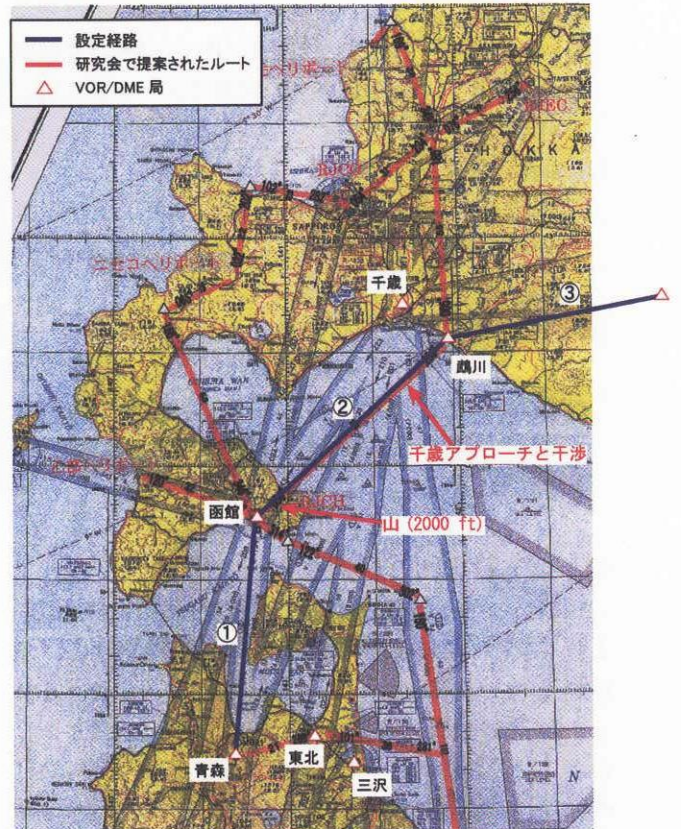
(1) 名古屋ー調布



(2) 調布ー仙台



(3) 仙台ー青森



(4) 青森ー帯広

図3.1 飛行予定経路

表4.1 飛行実施日、区間

飛行番号	実施日	飛行区間	備考
F00	02年11月11日	名古屋-調布	予備試験
F01	03年 6月 6日	名古屋-調布	他のトラフィックのため一部経路を逸脱
F02	6月 6日	調布-仙台	天候不良のため一部経路を逸脱
F03	10月24日	調布-仙台	一部データ欠落
F04	10月25日	仙台-青森	
F05	10月25日	青森-帯広	
F06	11月 9日	帯広-青森	天候不良のため一部高度を変更, 一部データ欠落
F07	11月10日	青森-仙台	一部データ欠落
F08	12月10日	名古屋-調布	天候不良のため一部高度を変更

## (1) 名古屋-調布

1回目(F01)では全ての区間で予定経路を飛行できた。ただし、浜松付近(経過時間34分頃)で他のトラフィック(自衛隊浜松基地から離陸した機体)との間隔を確保するため一時的に予定経路を逸脱した区間があった。2回目(F08)は一部(神島-神子元島間)で雲を避けるため飛行高度を下げた区間があった。

## (2) 調布-仙台

1回目(F02)はいわき以降の区間で雲を避けるため経路を大きく逸脱し、かつ高度を3000ftに下げることができなかった。また2回目(F03)は飛行は順調であったが太子の手前までの区間でデータが欠落している。

## (3) 仙台-青森

1回目(F04)は全て順調であった。2回目(F07)は飛行は順調であったがF002-F003間で一部データが欠落している。

## (4) 青森-帯広

1回目(F05)は全て順調であった。2回目(F06)は鶴川付近、および函館以降(帯広寄り)の付近で高度を下げる必要があった。また、函館以降の区間でデータが欠落している。

## 4.2 飛行経路精度

HSIにコース偏位を表示し、パイロットの手動操縦によって飛行した場合の経路精度について検討する。飛行番号F01-F08の全ての試験ではHSIに表示されるコース偏位指針の感度を1 dotあたり0.2 NMに設定した。ただし、予備試験として実施した飛行番号F00では、1 dotあたり0.5 NMに設定していた。この際の飛行データを付録の図A.2に示す。この飛行の時には風の変化が激しかったこともあり、1 dotあたり0.5 NMの感度では経路からのずれが大きくなったため、F01以降の飛行から

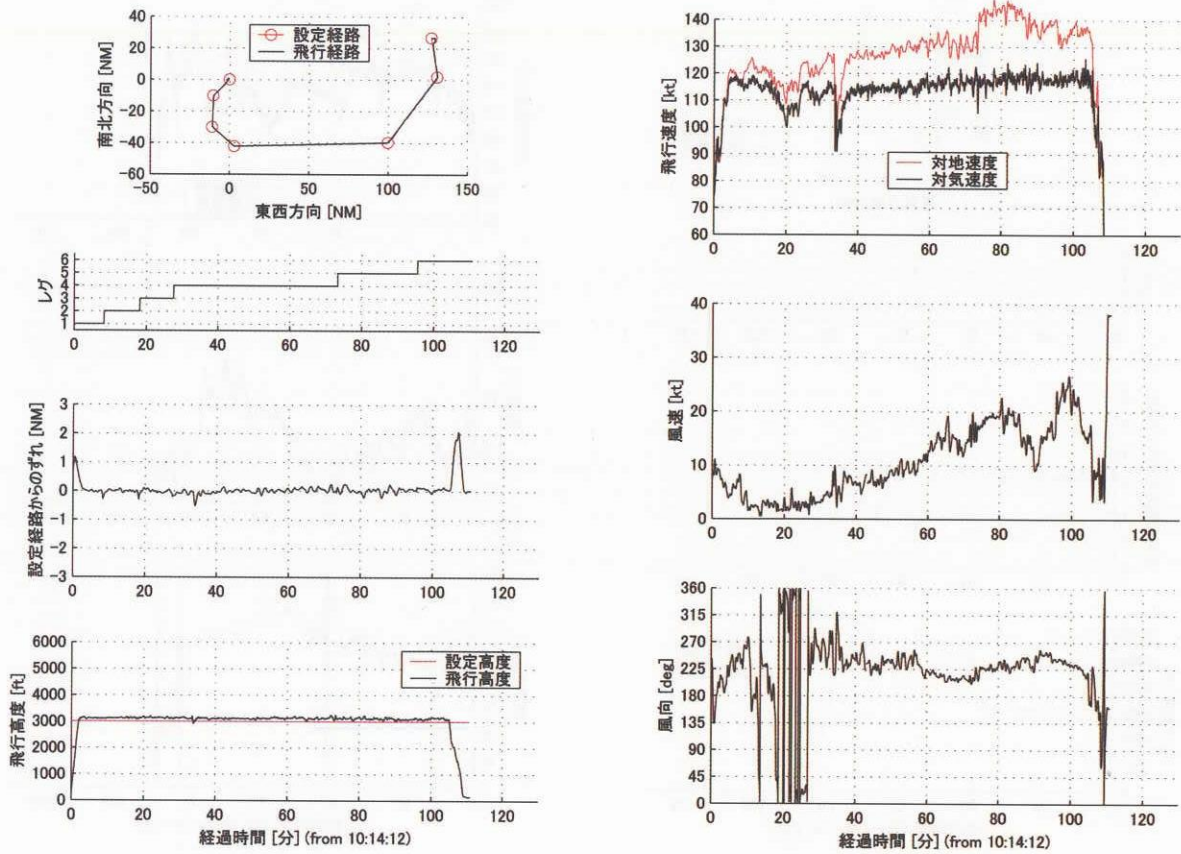
1 dotあたり0.2 NMに感度を変更した。

全ての飛行データのうち、以下の区間を除く経路における水平方向のずれの平均値、標準偏差、最大値を求めた結果を表4.2に示す。

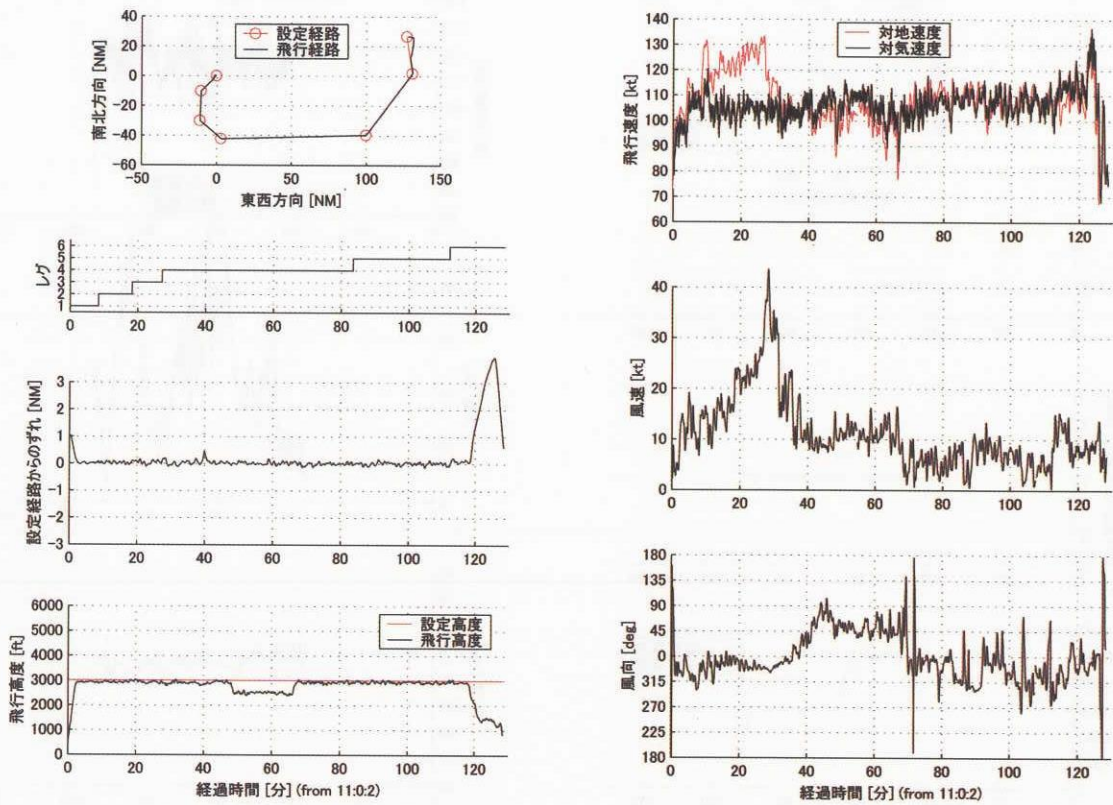
- ・気象条件によって経路を逸脱した場合はその区間を含むレグ全体を除く
- ・飛行場への離着陸を含むレグ、即ち最初と最後のレグは除く
- ・WPの前後各2 NMの区間を除く

今回の飛行ではHSIのコース偏位指針を設定経路からのずれに比例して駆動する方式を選択しているため、経路からのずれはWPからの距離にはほぼ無関係になっており、平均(平均値+標準偏差)で0.1 NM程度、最大でも0.5 NM以下となっている。機体位置の計測に用いているDGPS/INSの測位精度は水平面内で1 m程度であり、経路精度に比べて十分に小さいため無視できる。母機搭載の航法用GPSは単独(ディファレンシャルではない)GPSのため、測位誤差が数十mに達する可能性も考えられるが、それでも表4.2に示した飛行経路精度に及ぼす影響(即ちパイロットは指示された経路を正確に飛行しているが航法用GPSの測位誤差のために飛行経路にずれが生じている可能性)は小さいと考えられる。また、MSAS実用化後は航法用GPSの精度の向上も期待される。

一方、航法にVOR/DMEを用いる場合、VORの方位誤差を1°と仮定すると(4.3、表A.6参照)、30 NMの距離で約0.5 NMの測位誤差となる。即ち、従来航法(VOR/DME)では測位誤差と設定経路からのずれがほぼ同じオーダーになると考えられる。これらの影響を考慮して定められた現行の航空路設定基準では、航空路幅が4 NMと定められているが、測位誤差の小さいGPS航法の導入によって航路幅が縮小されることが期待される。航路幅の縮小は特に山間部等におけるMEAの引き

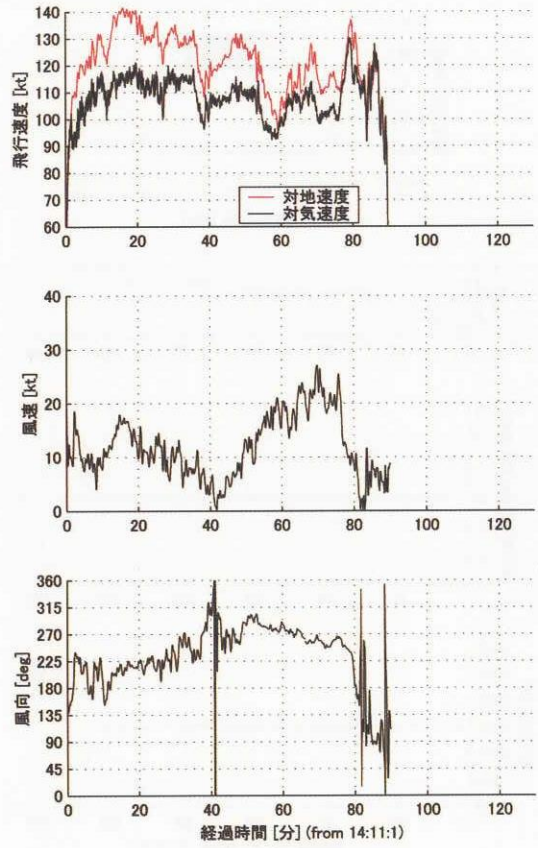
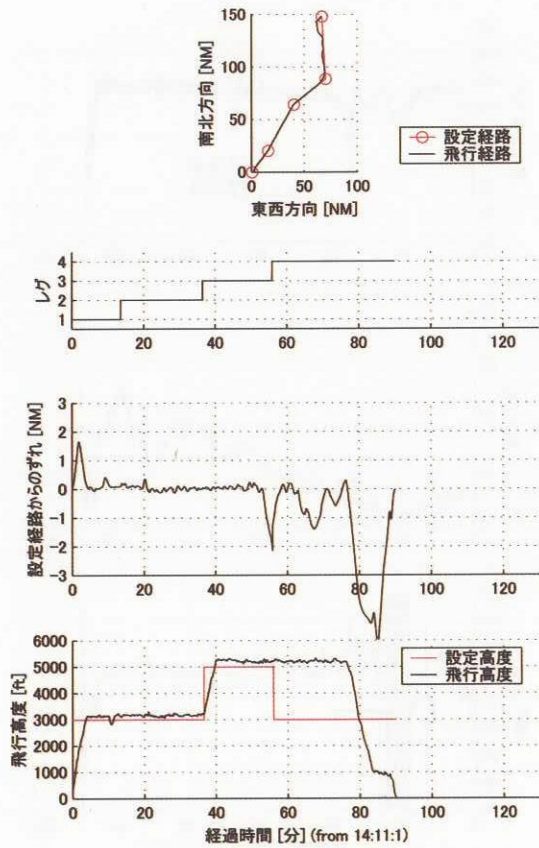


(a) F01

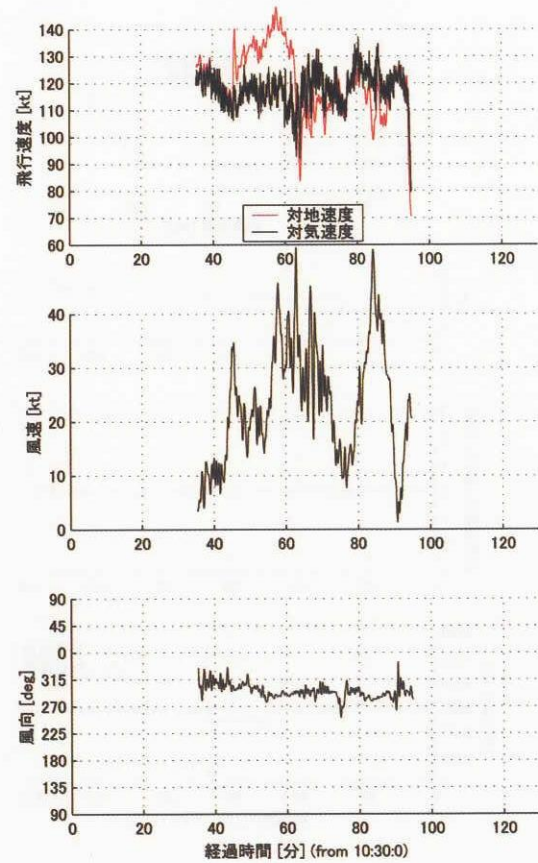
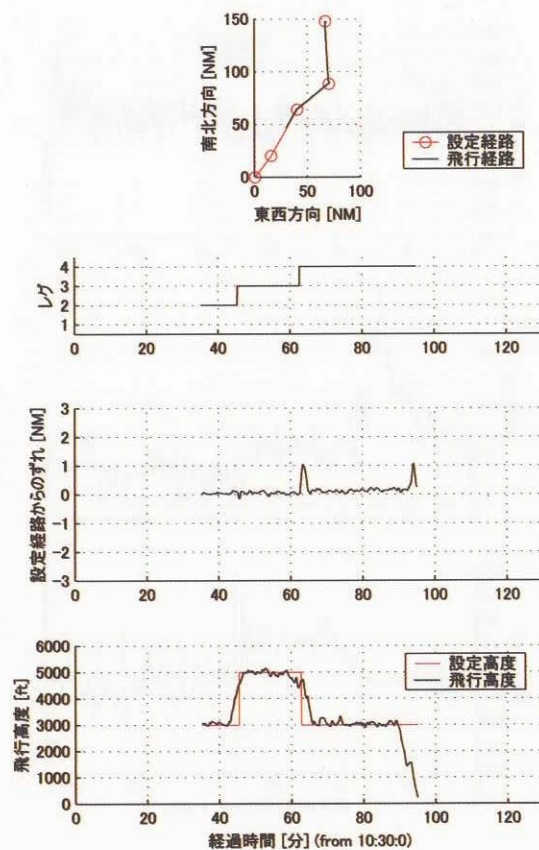


(b) F08

図4.1 飛行データ (1) 名古屋-調布

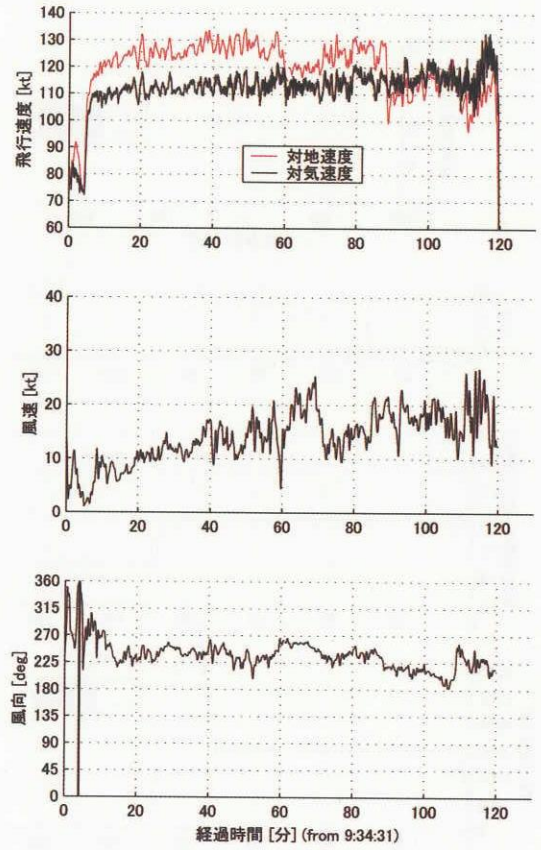
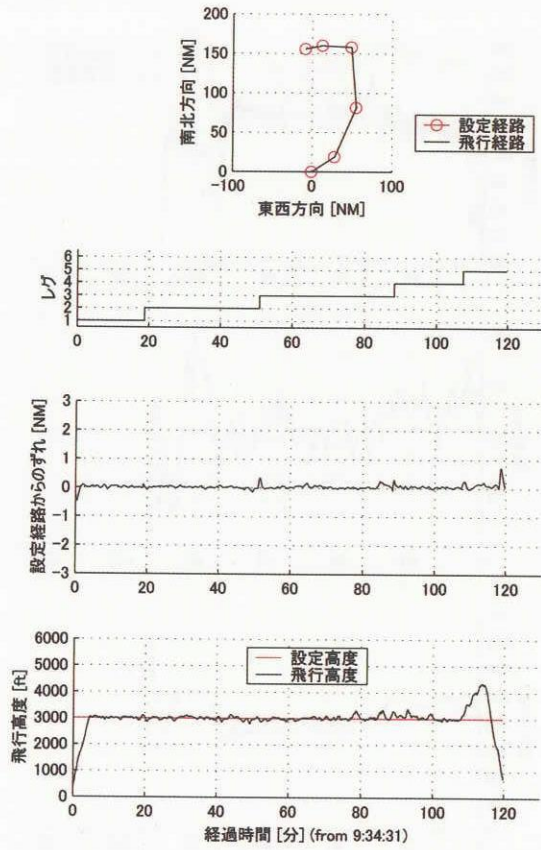


(a) F02

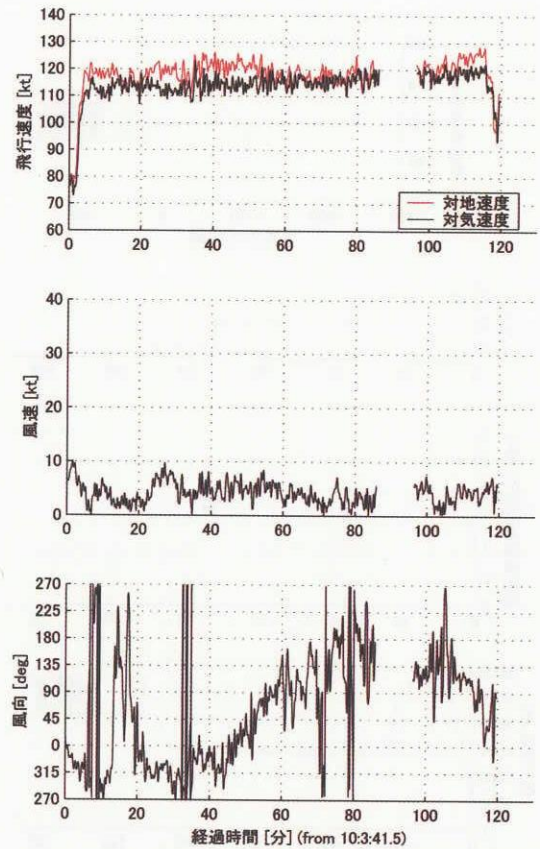
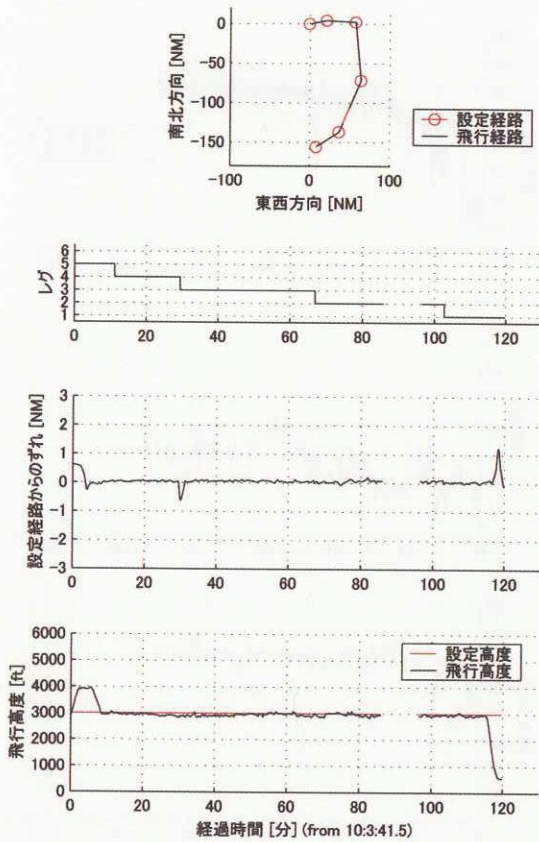


(b) F03

図4.1 飛行データ (2) 調布-仙台

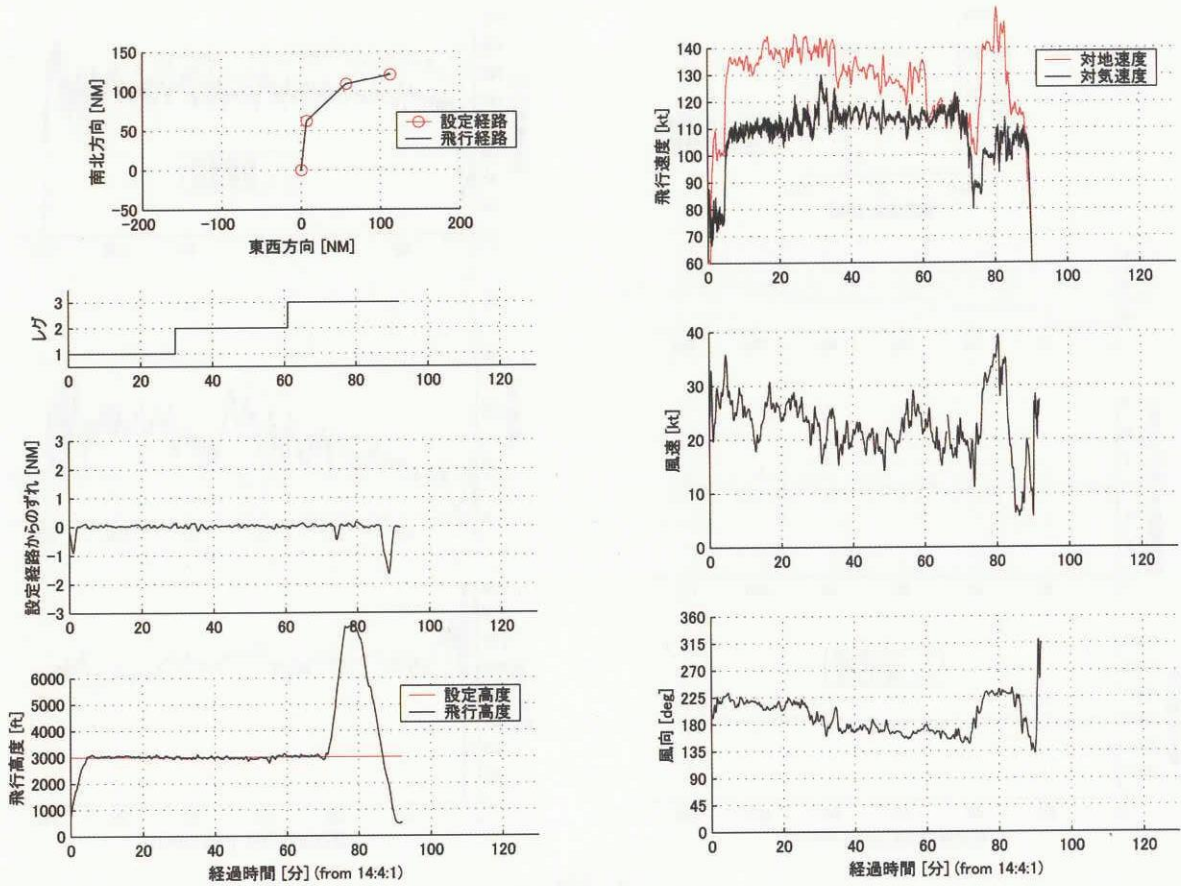


(a) F04

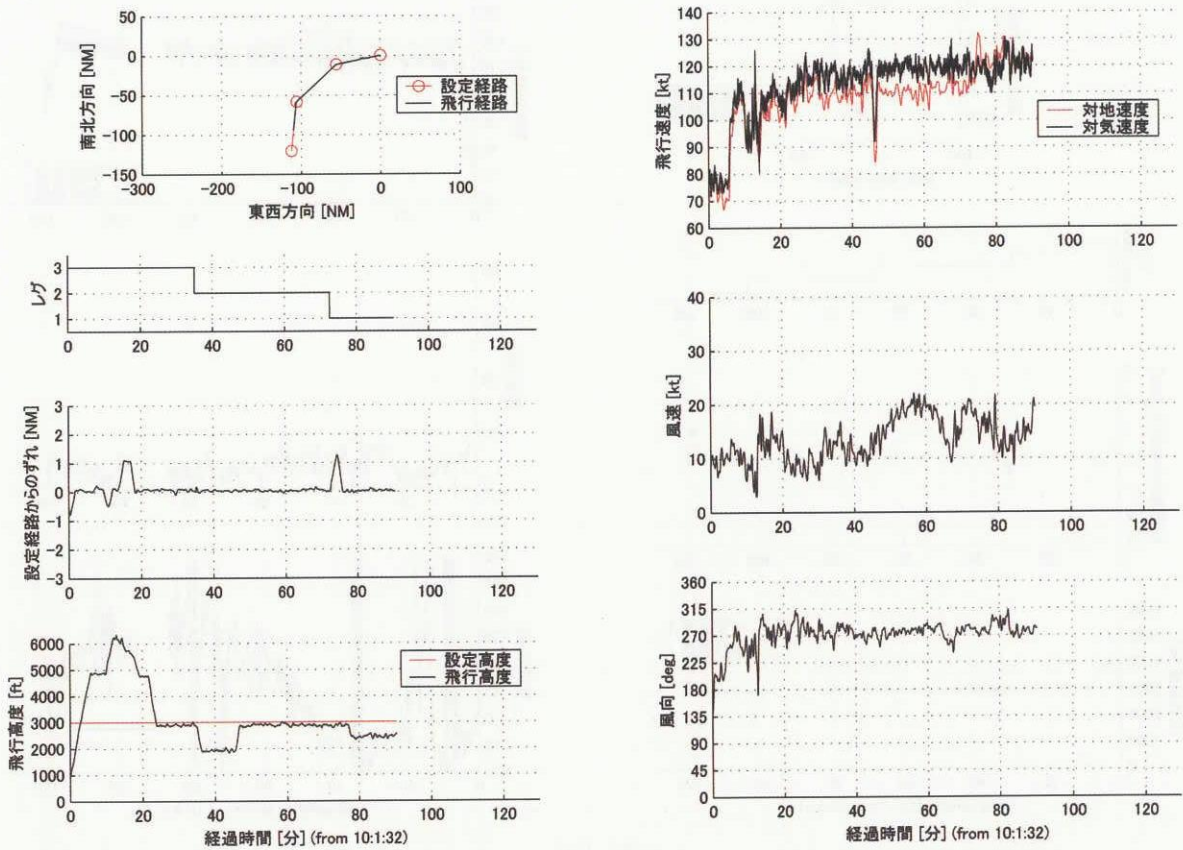


(b) F07

図4.1 飛行データ (3) 仙台-青森



(a) F05



(b) F06

図4.1 飛行データ (4) 青森一帯広 (鶴川)

表4.2 設定経路の飛行精度（水平面内）

飛行番号	レグ番号	設定経路からのずれ (NM)		
		平均値	標準偏差	最大値
F01	2	0.00	0.03	0.08
	3	-0.01	0.05	0.10
	4	0.00	0.10	0.52 <sup>*1</sup>
	5	0.03	0.10	0.24
F08	2	0.03	0.04	0.10 <sup>*2</sup>
	3	0.04	0.07	0.16 <sup>*2</sup>
	4	0.02	0.07	0.45 <sup>*2,*3</sup>
	5	0.02	0.05	0.17 <sup>*2</sup>
F02	2	0.03	0.09	0.36
	3	-	-	-
F03	2	0.04	0.03	0.13
	3	0.05	0.04	0.14
F04	2	0.02	0.03	0.13
	3	0.04	0.05	0.25
	4	0.05	0.03	0.11
F07	2	0.06	0.04	0.20
	3	0.05	0.04	0.39
	4	0.04	0.02	0.08
F05	2	0.02	0.05	0.14
F06	2	0.04	0.03	0.16 <sup>*3</sup>
計		0.03	0.06	0.45

\*1: 他のトラフィックを避けるため一時経路を逸脱した結果  
 \*2: ゴーグルを着用した区間  
 \*3: 雲を避けるため高度変更を行った区間(水平方向の経路は維持)

下げにつながるため、ヘリコプタによる利用の場合にメリットが大きい。

4.3 無線交信・レーダ監視・VOR/DME受信状況

表A.5に各飛行区間における無線交信記録を示す。表中の「感明度」は無線交信の感度、明瞭度を示している。また、「レーダ」はレーダ・サービスを受けた区間を示している。機体側からのリクエストによって意図的にレーダ・サービスを開始/終了している場合もあるため、レーダ・サービスが可能な区間を表している訳ではない点に注意する必要がある。

表A.6にVOR/DMEの受信状況を示す。表中の「VOR方位誤差」、「DME距離誤差」は、GPSによる機体位置を真値として計算したVOR、DMEの測位誤差（約30秒間の平均値と標準偏差）を示したものである。また「距離換算VOR誤差」は、VORの方位誤差をVOR方位と直交する方向の距離誤差に換算した値を示している。

図4.2はこれらの結果を図にまとめたもので、各飛行区間における無線交信とレーダ監視の可否状況（各図の(a)）およびVOR/DMEの受信可否状況（各図の(b)）

表4.3 図4.2で用いたデータの飛行番号

	通信・レーダ	VOR/DME
(1) 名古屋-調布	F08	F01
(2) 調布-仙台	F02の前半+F03の後半	
(3) 仙台-青森	F04+F07	F04
(4) 青森-帯広	F05	

が示されている。それぞれ受信確認を行った時点での機体の位置と確認先の無線局、レーダ・サイトの位置を受信状況に応じて色分けした線で結んでいる。無線交信の場合には、青色が問題なく通信できた場合、黄色が電波は受信できたが感度、明瞭度に問題があった場合、赤色が全く受信できなかった場合を示している。レーダ監視の場合には、緑色がレーダによる捕捉の確認ができた地点、ピンク色がレーダによる捕捉ができないことが確認された地点（即ちレーダ・サイトと無線交信はできたがレーダでの捕捉はできなかった地点）を示している。またVOR/DMEの場合には、青色がVOR、DMEとも正常に受信できた点、ピンク色がVORのみ正常に受信でき、DMEは正常に受信できなかった点、赤色がVOR、DMEとも正常に受信できなかった点を示している。VORが受信できずDMEのみ受信可能だった点は存在しなかった。なお、図4.2は各飛行区間において順調に予定経路を飛行したケースのデータを用いて作成している。各図で用いたデータの飛行番号を表4.3に示す。

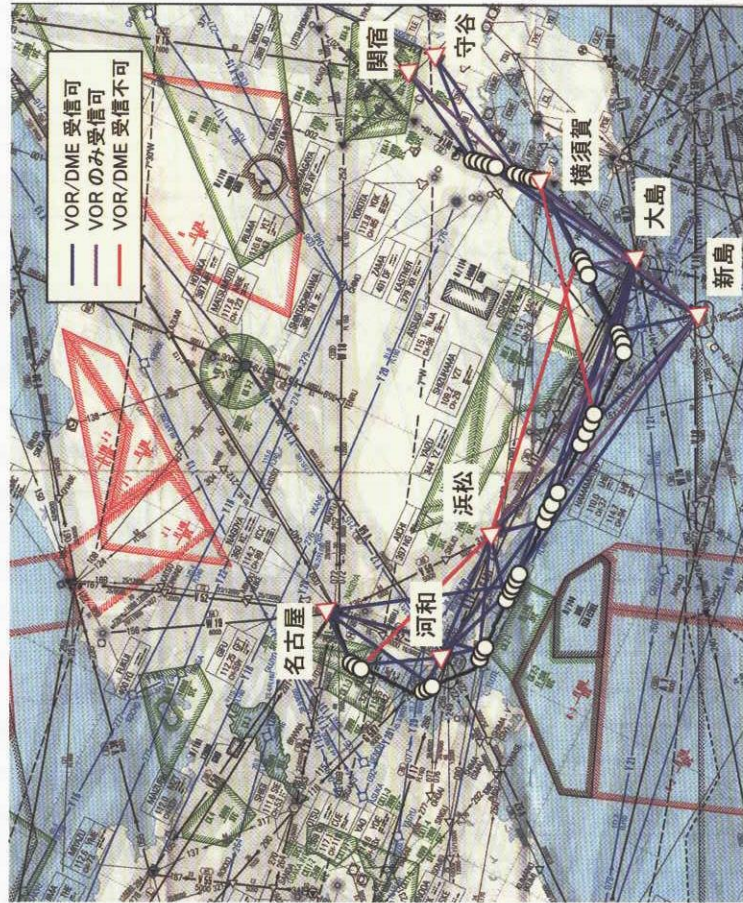
4.4 各飛行区間毎の結果

各飛行区間毎の結果をまとめる。経路設定上の問題点については図3.1に赤字で示した。

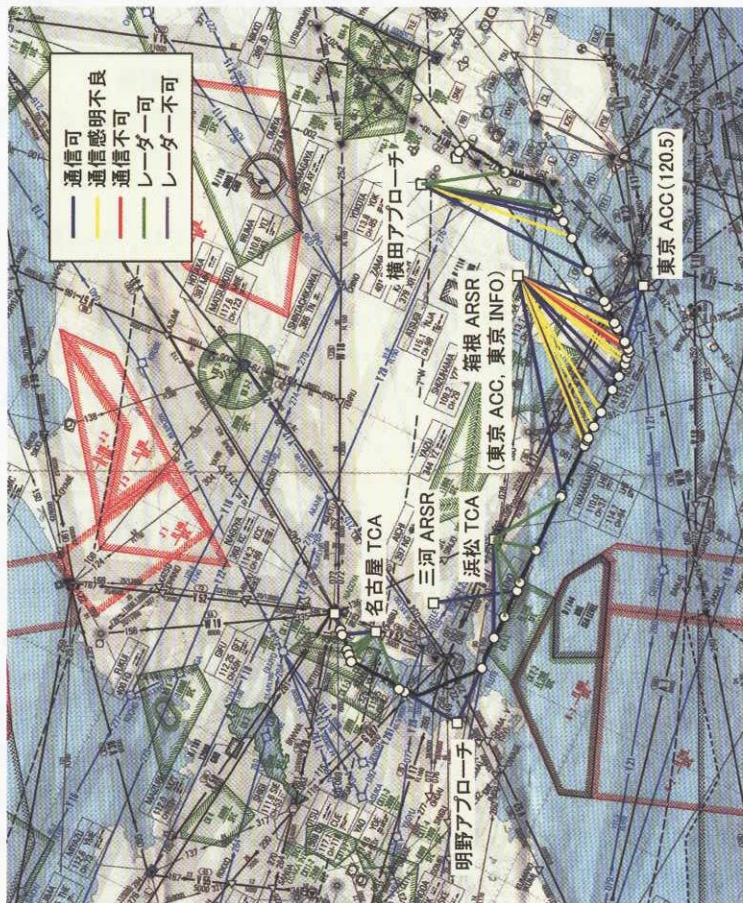
(1) 名古屋-調布

名古屋-浜松までは、名古屋TCA、明野レーダ、浜松レーダにより切れ目なくレーダ・モニタが可能であった。浜松以降、駿河湾を低高度で飛行するとレーダ・サービスが受けられない（箱根のレーダは伊豆半島の山に遮られる）。東京ACCは最低高度以下のためレーダ・サービスを受けることができなかった。伊豆半島付近では、高度3000ftでは、神子元島から神島方向に15~30NMの区間で断続的に東京ACC（123.7MHz）、東京INFOとの無線交信が困難となる。特に神子元島の前後5NMは全く交信できない場合がある。【この区間については、別の飛行（03年11月14日実施の調布-名古屋間のフェリー飛行）の際にこの付近で旋回しながら高度を変えて受信状況の確認を行った。その際の結果では、神子元島上空でも高度5000ftまで上昇すると送受信共に感明良好、高度4000ftでは受信が断続的に途切れて不安定という結果であった。】



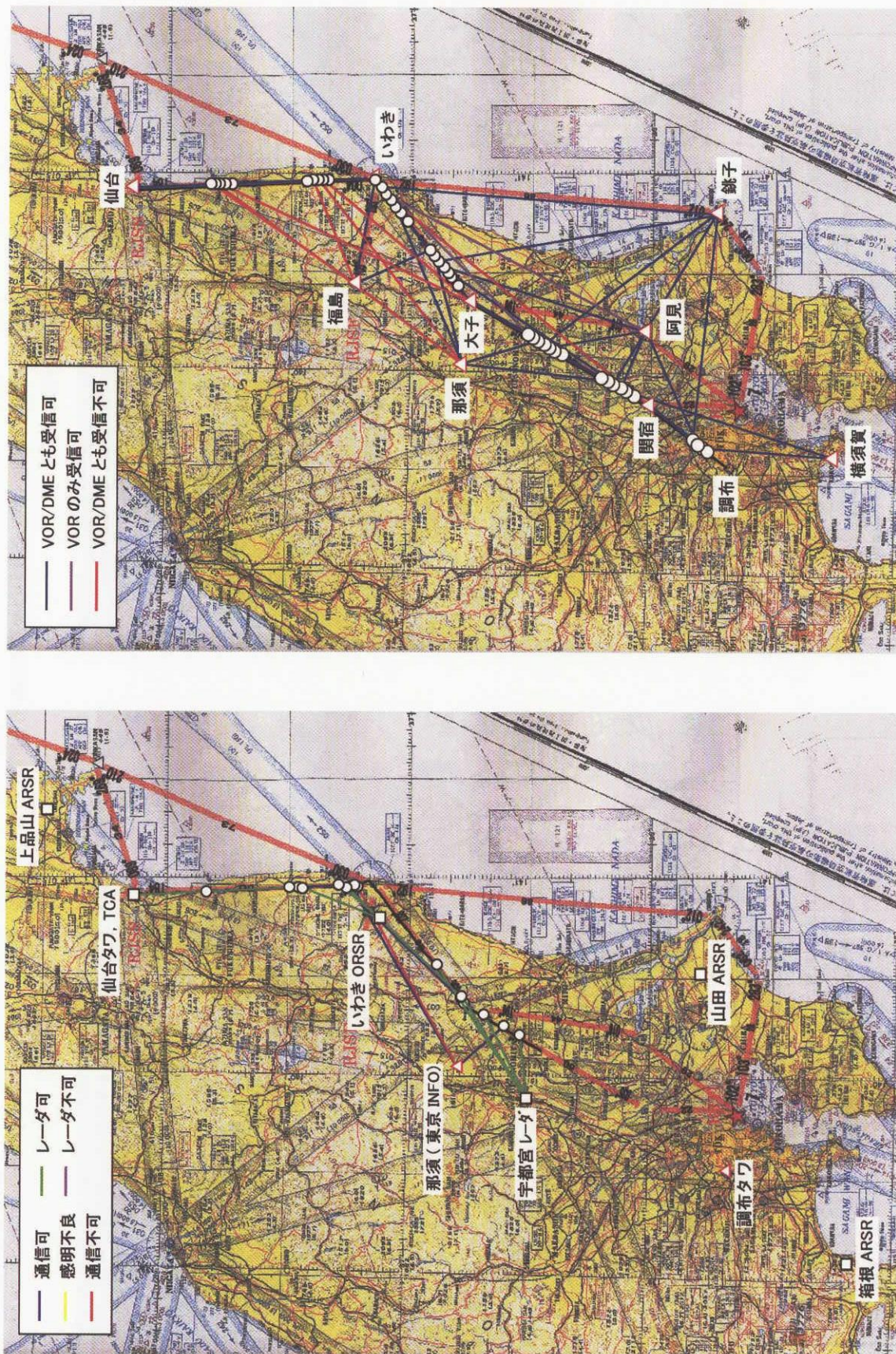


(a) 通信・監視



(b) VOR/DME

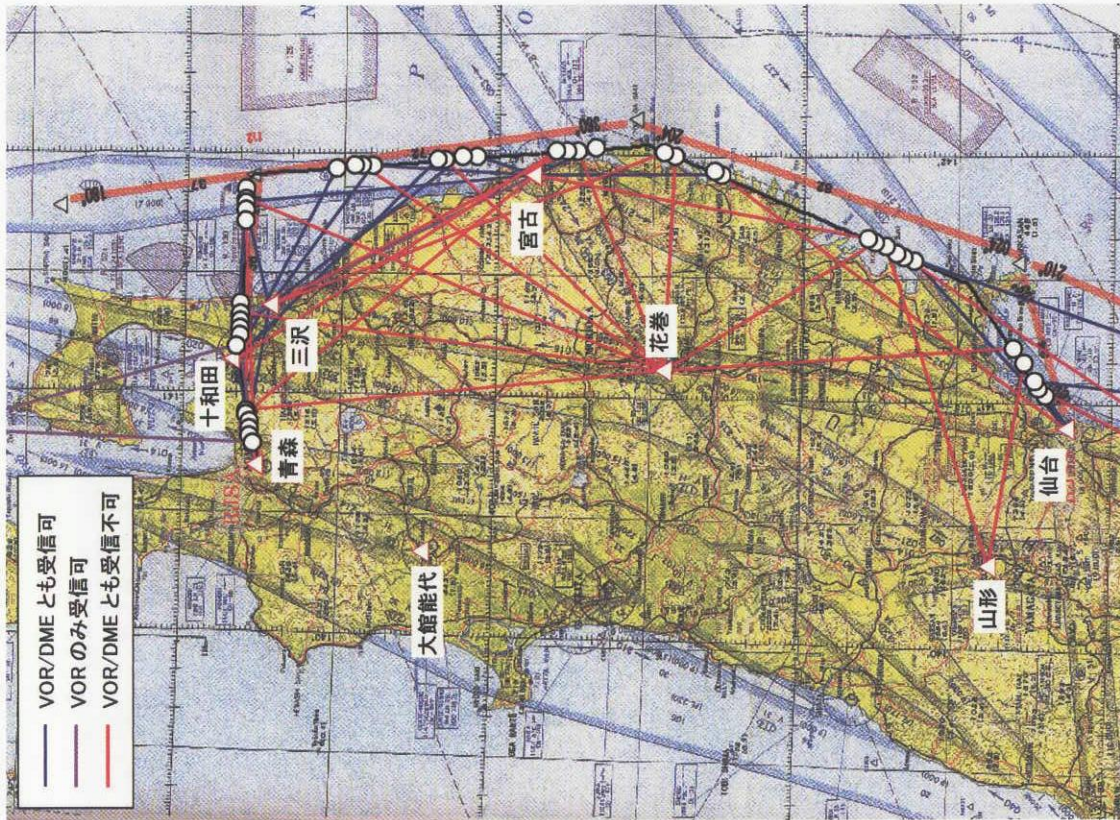
図4.2 通信・監視・VOR/DME受信状況の確認結果 (1) 名古屋一調布



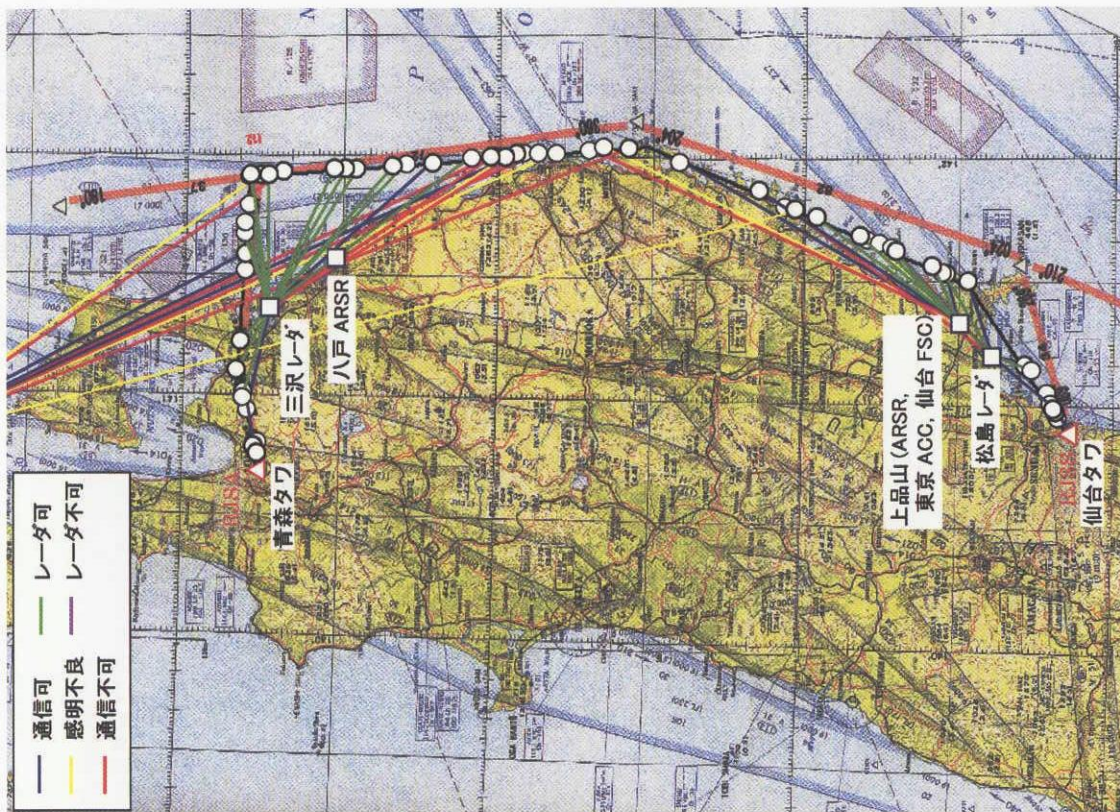
(b) VOR/DME

(a) 通信・監視

図4.2 通信・監視・VOR/DME受信状況の確認結果 (2) 調布-仙台

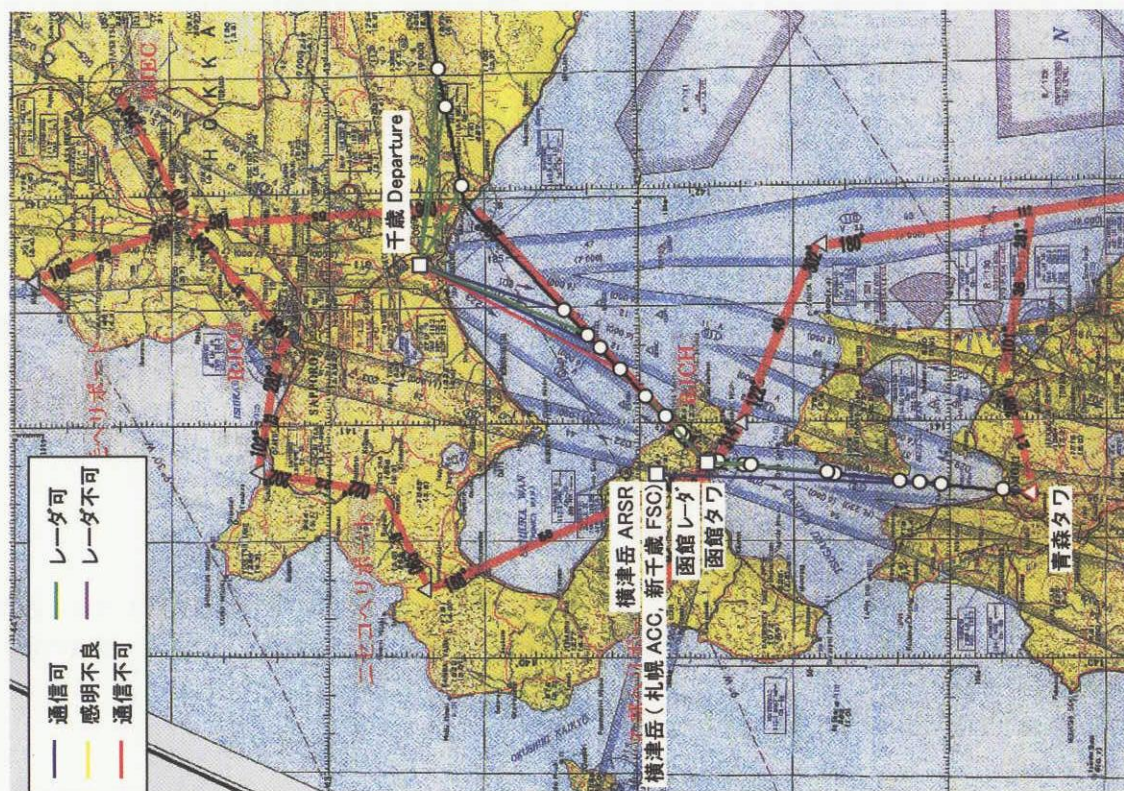
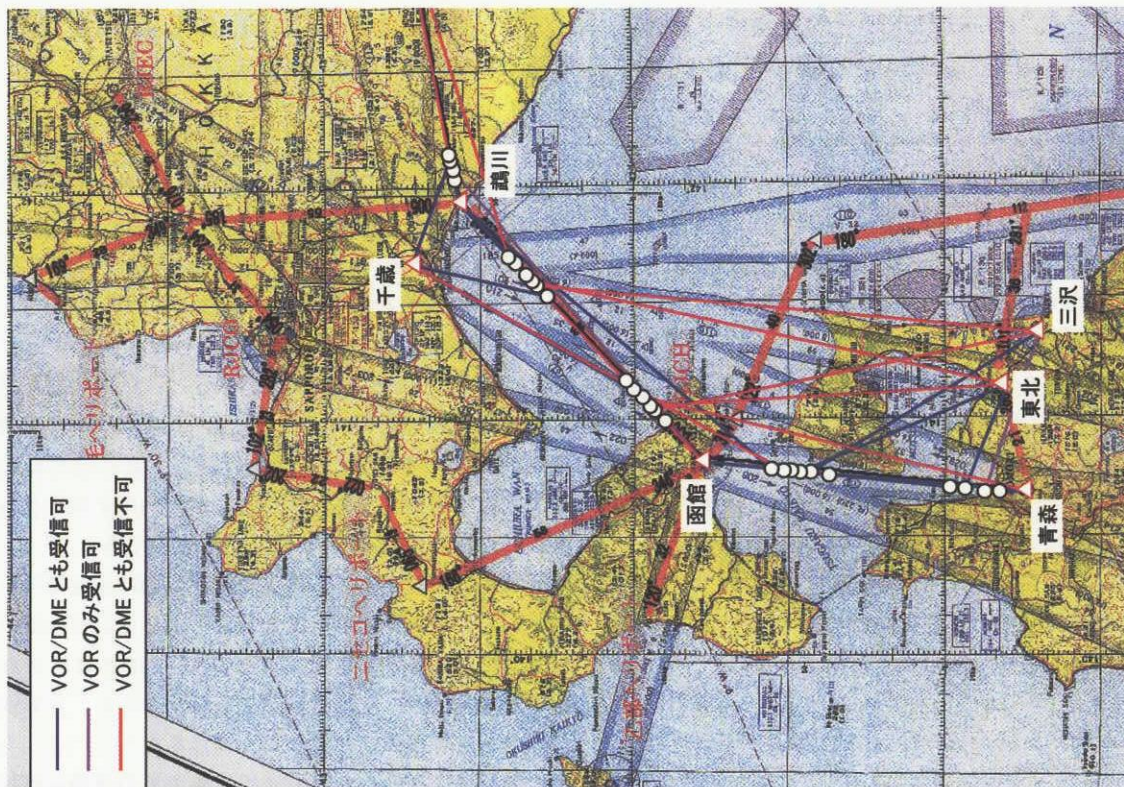


(b) VOR/DME



(a) 通信・監視

図4.2 通信・監視・VOR/DME受信状況の確認結果 (3) 仙台-青森



(a) 通信・監視

(b) VOR/DME

図 4.2 通信・監視・VOR/DME 受信状況の確認結果 (4) 青森一帯広 (鶴川)

なお、東京ACC (120.5MHz)、羽田RADIO (124.3MHz)との交信は高度3000 ftでも安定して可能であった。VOR/DMEについては、遠距離の局を除いて全て順調に受信できた (VOR/DMEの有効範囲は最低40 NMであるが、今回の飛行ではより遠距離の局についても調査を実施している)。

以下にパイロット・コメントをまとめる。

- ・桑名WPについて  
桑名3000 ftはエアラインの航路と訓練空域に挟まれておりマージンが小さい。また、中部国際空港の完成後はこの付近のルート設定は困難と思われる。
  - ・浜松付近  
訓練空域の近傍を通過するため浜松レーダのサービスを受けられれば安心感がある。
  - ・燃料  
このルートで風が強い向かい風の場合には燃料が不足する可能性がある。特にIFR運航の際の予備燃料を考慮するとこのルートは距離的に厳しい (使用した機体が実験機のため搭載可能燃料が標準形態のMH2000A型機より少ないという事情もある)。
- (2) 調布-仙台  
宇都宮レーダ、東京ACC、仙台TCAにより切れ目なくレーダ・モニタが可能であった。  
関宿VORは訓練機が多い。  
また、いわきVOR通過後は、山際を飛行するルートで、西寄りの風では山の後流となり気流が悪い状態が続く。
- (3) 仙台-青森  
当初予定の経路 (図3.1赤線) では、仙台空港ILS進入経路との干渉や自衛隊の訓練空域に接近する区間があったため、F001とF002の位置を変更して (図3.1青線) 飛行を行った。  
F001-F002間の北緯38度40分~39度の区間では、高度3000 ftでは松島レーダとの交信およびレーダ・モニタが断続的に不安定になることがあった。同区間で東京ACCのレーダ・モニタは可能であった。またこの間でどのDME局も受信できない区間があった。  
F002-F003間の北緯39度30分~40度の区間は、高度3000 ftでは東京ACC、札幌ACC共に交信が困難になる。三沢、松島両レーダの覆域からはもはずれている。またこの付近では西寄りの風では山の後流となり気流がやや不安定であった。  
東北VOR通過後は地形とのクリアランスを取るために高度を上げる必要があった。
- (4) 青森-帯広  
函館空港の出発機と干渉することがあった。  
函館VOR-鷓川間で、函館VOR通過直後に山とのク

リアランスが少ない。

函館VOR-鷓川間で、千歳空港がR/W36の場合は進入経路と干渉するため、高度2000 ft以下まで降下するよう指示を受けた。(2000 ft以下の低高度で飛行すると無線交信が困難になる区間があった。)

## 5. おわりに

本資料では、(財) 航空振興財団の主催する「ヘリコプタIFR等飛行安全研究会」で提案された、GPSの利用を前提としたヘリコプタに適したIFRルートを実際に飛行し、CNSすなわち通信、航法、監視等の観点からルートの実現性について調査を行った。同研究会にはJAXAもメンバーとして参加しており、今回の調査結果は既に研究会でも報告されている (文献3) が、本資料では研究会の報告書には紙面の都合上盛り込めなかった詳細な情報をまとめた。なお、本資料に記載された内容については全てJAXAが責を負うものである。

研究会では提案ルートの実現性、有効性を検証するために一般の機体を用いた調査飛行も実施されている (文献1) が、実験用ヘリコプタMuPAL<sub>e</sub>はさまざまな飛行データを計測・記録する機能を有するため、定量的な技術データを提供できるという利点を有している。ただし、飛行検査機のように航法用無線電波の状態を直接的に測定・解析するための装置を搭載しているわけではない。GPSを利用した計器飛行方式が正式に制度化され、実際にルートを設定するため飛行検査機による検査が必要となる。

今回の調査飛行は他の目的 (飛行実験場や機体整備場へのフェリー飛行) のための飛行を利用して実施されたが、研究会では今回飛行を行った区間以外にも様々なルートを検討、提案している。運輸多目的衛星用衛星航法補強システム (MSAS) が実用化され、ヘリコプタに適したIFRルート設定が可能になればこのような調査飛行のニーズはますます高まることが予想され、JAXAとしても積極的に協力していく予定である。これらの結果がヘリコプタの運航安全の向上、利用拡大のために役立てられれば幸いである。

## 謝 辞

無線交信、レーダ監視の状況調査に際しては、各関係機関のご理解とご協力をいただいた。深く感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 「平成13年度 ヘリコプターの計器飛行方式による飛行のための実施諸問題に係わる調査研究報告書」、(財) 航空振興財団、平成14年2月。

- 2) 「平成14年度 ヘリコプタ IFR 等飛行安全研究会 調査研究報告書」、(財)航空振興財団、平成15年3月。
- 3) 「平成15年度 ヘリコプタ IFR 等飛行安全研究会 調査研究報告書」、(財)航空振興財団、平成16年3月。
- 4) 奥野善則、又吉直樹、照井祐之、若色薫、穂積弘毅、井之口浜木、船引浩平、「実験用ヘリコプタ MuPAL-ε の開発」、航空宇宙技術研究所 TM-764、2002年6月。
- 5) 又吉直樹、奥野善則、井之口浜木、「実験用ヘリコプタ搭載 DGPS の測位精度等評価飛行実験」、航空宇宙技術研究所 TR-1460、2003年5月。

表A.1 各WPの座標

名称	座標 (WGS-84)
名古屋空港 (RJNN)	35°15.330'N/136°55.463'E
桑名 (KWANA)	35°05.143'N/136°43.006'E
野間沖 (NOMAH)	34°45.183'N/136°42.183'E
神島 (KMSMA)	34°32.923'N/136°59.163'E
神子元島 (MKMTO)	34°34.500'N/138°56.495'E
横須賀 VOR (HYE)	35°15.350'N/139°35.251'E
調布飛行場 (RJTF)	35°40.300'N/139°31.683'E
関宿 VOR (SYE)	36°00.656'N/139°50.350'E
大子 VORTAC (GOC)	36°44.662'N/140°20.991'E
いわき VOR (IXE)	37°08.932'N/140°58.541'E
仙台空港 (RJSS)	38°08.383'N/140°55.017'E
出島沖 (F001)	38°27.523'N/141°31.033'E
鮎ヶ先沖 (F002)	39°32.700'N/142°05.800'E
六ヶ所沖 (F003)	40°46.832'N/141°56.924'E
東北 VOR (MWE)	40°48.535'N/141°09.436'E
青森空港 (RJSA)	40°44.083'N/140°41.450'E
函館 VOR (HWE)	41°46.442'N/140°49.933'E
鶴川 VOR (MKE)	42°33.300'N/141°57.338'E
帯広空港 (RJCB)	42°44.000'N/143°13.033'E

表A.3 確認を行ったレーダ・サイトの位置

名称	座標 (WGS-84)
箱根 ARSR	35°10'47"N/139°03'55"E
三河 ARSR	34°52'07"N/137°12'55"E
山田 ARSR	35°46'46"N/140°31'38"E
いわき ORSR Nr1	37°06'42"N/140°47'44"E
いわき ORSR Nr2	37°06'43"N/140°47'44"E
上品山 ARSR	38°30'03"N/141°21'31"E
八戸 ARSR	40°30'04"N/141°35'28"E
横津岳 ARSR	41°56'16"N/140°46'17"E
名古屋 TCA	35°15'20"N/136°55'28"E
明野アプローチ	34°31'49"N/136°40'27"E
浜松アプローチ	34°44'52"N/137°40'50"E
横田アプローチ	35°44'34"N/139°21'08"E
宇都宮レーダ	36°30'30"N/139°52'36"E
仙台 TCA	38°08'23"N/140°55'01"E
松島レーダ	38°24'16"N/141°12'58"E
三沢レーダ	40°42'14"N/141°22'52"E
函館レーダ	41°46'31"N/140°49'10"E
千歳ディパーチャ	42°42'00"N/141°41'10"E

表A.2 確認を行った無線交信先と周波数

コール・サイン	周波数 [MHz]	
東京コントロール	125.7	
	123.7	
	120.5	
	124.1	
	118.9	
札幌コントロール	124.5	
東京インフォメーション	箱根	134.7
	三河	135.5
	那須	135.65
仙台 FSC	上品山	135.8
新千歳 FSC	横津岳	127.1
羽田 RADIO		124.3
名古屋タワー		118.7
調布タワー		118.0
仙台タワー		118.7
青森タワー		118.3
函館タワー		118.35
帯広タワー		118.7
名古屋 TCA		119.15
明野アプローチ		120.1
浜松アプローチ		120.1
横田アプローチ		123.8
宇都宮レーダ		122.45
仙台 TCA		121.025
松島レーダ		120.1
三沢レーダ		120.7
函館レーダ		119.0
千歳ディパーチャ		124.7

表A.4 確認を行った VOR/DME 局の位置と周波数

名称	座標 (WGS-84)	周波数 [MHz]
名古屋 VORTAC (KCC)	35°15'55.0"N / 136°54'53.8"E	114.2
小牧 VOR (CME)*1	35°15'49.3"N / 136°54'57.4"E	117.8
河和 VORTAC (XMC)	34°42'16.7"N / 136°57'28.0"E	113.5
浜松 VOR (LHE)	34°44'52.3"N / 137°40'50.4"E	110.0
遠州 VOR (ENE)*1	34°44'55.4"N / 137°41'13.4"E	109.4
大島 VORTAC (XAC)	34°42'44.1"N / 139°24'50.5"E	113.1
新島 VORTAC (NJC)	34°20'53.2"N / 139°16'16.5"E	116.5
横須賀 VOR (HYE)	35°15'21.0"N / 139°35'15.1"E	116.2
守谷 VOR (SNE)	35°56'05.4"N / 139°58'53.2"E	114.0
関宿 VOR (SYE)	36°00'39.3"N / 139°50'21.0"E	117.0
阿見 VOR (TLE)	36°01'16.3"N / 140°12'19.8"E	116.0
銚子 VORTAC (CVC)	35°43'35.3"N / 140°47'57.9"E	113.6
大子 VORTAC (GOC)	36°44'39.7"N / 140°20'59.5"E	115.3
那須 VOR (NZE)	36°46'57.6"N / 140°02'08.9"E	114.8
福島 VOR (FKE)	37°13'27.5"N / 140°26'13.5"E	113.45
いわき VOR (IXE)	37°08'55.9"N / 140°58'32.5"E	117.7
仙台 VOR (SDE)	38°08'18.9"N / 140°55'17.3"E	116.3
山形 VOR (YTE)	38°23'19.0"N / 140°21'28.6"E	113.0
花巻 VOR (HPE)	39°25'59.5"N / 141°08'22.6"E	112.8
宮古 VOR (MQE)	39°51'56.3"N / 141°57'03.8"E	116.6
三沢 VORTAC (MIS)	40°42'13.8"N / 141°22'52.0"E	115.4
東北 VOR (MWE)	40°48'32.1"N / 141°09'26.2"E	114.9
青森 VOR (MRE)	40°44'19.7"N / 140°42'19.2"E	114.1
函館 VOR (HWE)	41°46'26.5"N / 140°49'56.0"E	112.3
千歳 VOR (CHE)	42°41'59.7"N / 141°41'10.2"E	116.9
鶴川 VOR (MKE)	42°33'18.0"N / 141°57'20.3"E	116.4
帯広 VOR (OBE)	42°44'02.3"N / 143°13'13.6"E	109.65

\*1 仮設局



(1) 03年6月6日 (F01, F02)



(2) 03年10月24日 (F03)



(3) 03年10月25日 (F04, F05)



(4) 03年11月9日 (F06)



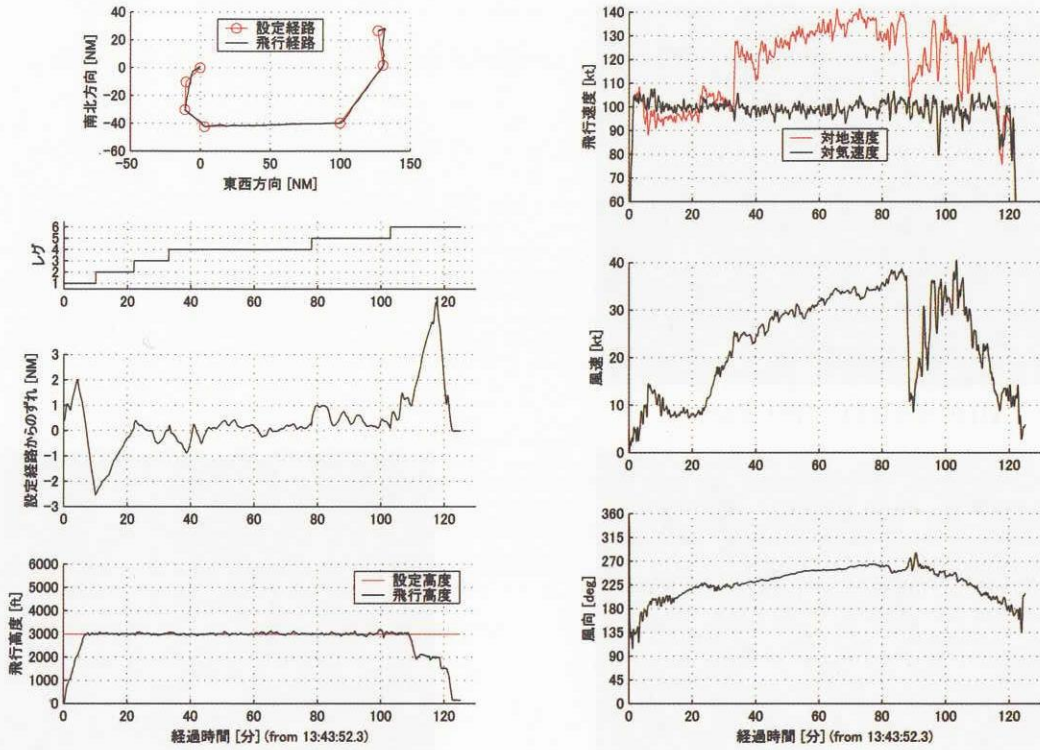
(5) 03年11月10日 (F07)



(6) 03年12月10日 (F08)

図A.1 飛行当日の天気図 (天気図は (株) ウェザーマップの提供による)





図A.2 飛行データ 名古屋ー調布 (F00)

表A.5 交信記録

(1) F01

交信時刻	機体位置			交信先	感明度	レーダ	交信内容
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				
10:18	35° 10' 52.5"	136° 50' 02.8"	3090	名古屋タワ	○		7NM east 3000 周波数変更
10:18	35° 10' 22.8"	136° 49' 26.2"	3120	名古屋TCA	○		周波数変更 SQ6201
10:19	35° 09' 33.1"	136° 48' 22.0"	3130	名古屋TCA	○	○	レーダコンタクト (6201) 7NM west of Nagoya 3000
10:25	34° 58' 24.7"	136° 42' 43.9"	3120	名古屋TCA	○	○	他機情報
10:26	34° 56' 48.0"	136° 42' 38.3"	3120	名古屋TCA	○	○	レーダサービス終了 レーダロスまで継続を依頼
10:27	34° 54' 05.7"	136° 42' 37.9"	3140	名古屋TCA	○	○	明野へのコンタクト指示 (120.1)
10:29	34° 50' 53.0"	136° 42' 26.9"	3140	明野アプローチ	○	○	Request traffic advisory 15NM North of AKENO 3000
10:30	34° 48' 54.6"	136° 42' 22.0"	3150	明野アプローチ	○	○	レーダコンタクト (6201)
10:32	34° 45' 33.6"	136° 42' 22.6"	3110	名古屋TCA	○	○	ラジオチェック&レーダモニタ継続依頼 10NM west of KOWA VOR 3000
10:37	34° 39' 04.2"	136° 50' 44.0"	3140	名古屋TCA	○	○	VHFにカッチングが出たため leaving
10:38	34° 37' 28.0"	136° 52' 58.8"	3160	東京 INFO	○		ラジオチェック 10NM south of KOWA 3000
10:41	34° 33' 10.6"	136° 59' 04.2"	3100	明野アプローチ	○		他機情報
10:42	34° 33' 06.3"	137° 00' 11.3"	3120	明野アプローチ	○		SQ5376
10:44	34° 33' 06.4"	137° 06' 17.1"	3140	明野アプローチ	○	○	レーダコンタクト
10:46	34° 33' 12.0"	137° 11' 50.8"	3100	明野アプローチ	○		他機情報
10:51	34° 33' 30.6"	137° 23' 38.3"	3090	浜松レーダ	○	○	コンタクト 高度3000ftから変更があったときに連絡するよう指示 17NM SW of HAMAMATSU 3000
11:01	34° 33' 44.9"	137° 48' 22.3"	3110	東京 INFO	○	○	アンテナを切り替えて聞こえるようになったといわれた。 15NM SE of HAMAMATSU 3000"
11:05	34° 33' 58.3"	137° 57' 44.2"	3090	浜松レーダ	○	○	他機情報
11:07	34° 34' 00.7"	138° 02' 32.2"	3120	浜松レーダ	○	○	他機情報&レーダサービス終了
11:09	34° 34' 01.6"	138° 08' 26.7"	3110	航研調布	×		交信できず
11:14	34° 34' 15.9"	138° 22' 30.6"	3130	羽田 RADIO	○		ラジオチェック 15NM west of NIJIMA 3000
11:29	34° 38' 39.2"	139° 00' 45.7"	3200	航研調布	○		ラジオチェック
11:31	34° 41' 27.3"	139° 03' 00.4"	3120	航研調布	○		到着予定時刻連絡
11:32	34° 44' 30.9"	139° 05' 52.6"	3110	横田アプローチ	×		交信できず
11:35	34° 49' 57.9"	139° 11' 06.9"	3150	横田アプローチ	×		交信できず
11:39	34° 56' 39.3"	139° 17' 29.8"	3120	横田アプローチ	×		交信できず
11:40	34° 57' 57.9"	139° 18' 18.2"	3100	横田アプローチ	×		交信できず
11:40	34° 59' 27.6"	139° 20' 06.3"	3080	横田アプローチ	○		SQ5456
11:41	35° 00' 52.6"	139° 21' 23.1"	3190	横田アプローチ	○	○	レーダコンタクト
11:58	35° 34' 38.9"	139° 32' 32.9"	3110	横田アプローチ	○	○	レーダサービス キャンセル
11:59	35° 36' 50.7"	139° 32' 29.8"	2770	調布タワ	○		3NM east 手前でレポートするよう指示 4NM SE of CHOFU 2000
12:00	35° 38' 55.7"	139° 34' 06.3"	1970	調布タワ	○		1NM east 手前でレポート指示
12:01	35° 40' 05.7"	139° 34' 15.0"	1500	調布タワ	○		位置報告
12:03							Landing

## (2) F02

交信時刻	機体位置			交信先	感明度	レーダ	交信内容
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				
14:47	36° 45' 03.0"	140° 21' 38.4"	3300	東京ACC	○	○	change SQ1212
14:48	36° 45' 26.3"	140° 22' 14.9"	3550	東京ACC	○	○	climb to 5000, continue radar monitor
14:48	36° 45' 54.4"	140° 23' 01.8"	3770	東京ACC	○	○	レーダコンタクト (1212)
14:48	36° 46' 25.2"	140° 23' 46.9"	4030	航研調布	△	○	スケルチOFFでカッティングあり
14:56	36° 55' 12.2"	140° 37' 14.3"	5240	航研調布	△	○	周波数変更を連絡、カッティング
15:07	37° 12' 15.9"	140° 57' 44.4"	5270	東京INFO	×	○	応答せず
15:08	37° 12' 42.1"	140° 57' 51.1"	5230	東京INFO	×	○	応答せず
15:08	37° 13' 46.9"	140° 58' 04.1"	5240	東京INFO	○	○	仙台の天候確認 4NM west of IWAKI VOR 5000
15:10	37° 16' 03.7"	140° 58' 15.2"	5180	東京ACC	○	○	118.9にコンタクトするよう指示
15:10	37° 17' 03.4"	140° 57' 55.2"	5210	東京ACC	○	○	118.9にコンタクト
15:16	37° 26' 45.4"	140° 56' 33.0"	5140	東京ACC	○	○	レーダサービス終了 仙台TCAにコンタクトするよう指示
15:16	37° 27' 34.1"	140° 56' 30.8"	5170	仙台TCA	○		SQ1502
15:17	37° 28' 53.4"	140° 56' 00.7"	5210	仙台TCA	○	○	レーダコンタクト
15:19	37° 32' 50.7"	140° 55' 36.6"	5190	仙台JAMCO	△	○	仙台予定到着時刻連絡、カッティング 36NM South of SENDAI 5000
15:24	37° 42' 51.1"	140° 55' 51.3"	5220	仙台TCA	○	○	目的地確認
15:25	37° 44' 52.6"	140° 56' 05.7"	5130	仙台TCA	○	○	他機情報
15:28	37° 49' 06.2"	140° 55' 37.3"	4830	仙台TCA	○	○	高度変更連絡
15:31	37° 54' 00.9"	140° 50' 53.8"	2890	仙台TCA	○	○	ルート連絡
15:35	38° 02' 36.4"	140° 48' 51.1"	1010	仙台TCA	○	○	他機情報
15:37	38° 05' 14.0"	140° 51' 49.5"	970	仙台TCA	○	○	レーダサービス終了 仙台タワにコンタクトするよう指示
15:38	38° 05' 50.5"	140° 52' 13.8"	920	仙台タワ	○		着陸要求
15:39	38° 07' 52.5"	140° 53' 46.8"	710	仙台タワ	○		位置連絡
15:41				仙台タワ	○		パーキング位置確認
15:43							Landing

## (3) F03

交信時刻	機体位置			交信先	感明度	レーダ	交信内容
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				
10:38				調布タワ	○		管制圏離脱
10:48				東京ACC	○		他機との交信を傍受
				宇都宮レーダ	○		他機との交信を傍受
10:50				東京ACC	○		ラジオチェック
10:57				宇都宮レーダ	○		Request radar advisory (5712)
10:59				宇都宮レーダ	○	○	レーダコンタクト
11:02				宇都宮レーダ	○	○	他機情報
11:08	36° 32' 09.4"	140° 12' 14.6"	3110	宇都宮レーダ	○	○	他機情報
11:10	36° 35' 49.9"	140° 14' 51.5"	3080	東京INFO	○	○	仙台の天候確認
11:13	36° 40' 50.2"	140° 18' 19.2"	3140	宇都宮レーダ	○	○	Request climb to 5000ft
11:17	36° 46' 29.2"	140° 23' 58.7"	4960	宇都宮レーダ	○	○	レーダサービス一応終了
11:21	36° 52' 58.3"	140° 33' 57.4"	4960	宇都宮レーダ	○	○	レーダロス
11:24	36° 56' 24.7"	140° 38' 57.2"	4910	東京ACC	○		Request radar monitor (1212)
11:25	36° 58' 11.8"	140° 41' 54.2"	5010	東京ACC	○	○	レーダコンタクト

11:32	37° 08' 40.4"	140° 58' 12.2"	4520	東京ACC	○	○	周波数変更(118.9)
11:34	37° 10' 43.2"	140° 59' 35.7"	4130	東京ACC	○	○	Request descent 5000 to 3000
11:35	37° 11' 35.0"	140° 58' 51.6"	4010	東京ACC	○	○	レーダサービス終了 Out of radar coverage
11:36	37° 13' 36.1"	140° 58' 23.0"	3070	仙台ATIS	○		
11:43	37° 27' 33.0"	140° 57' 31.1"	3270	仙台TCA	○		Request radar advisor (1513)
11:44	37° 29' 20.0"	140° 57' 30.6"	3000	仙台TCA	○	○	レーダコンタクト
11:55	37° 50' 02.2"	140° 56' 14.8"	2940	仙台TCA	○	○	他機情報

(4) F04

交信時刻	機体位置			交信先	感明度	レーダ	交信内容
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				
9:39	38° 11' 17.0"	141° 0' 28.2"	2860	仙台タワ	○		管制圏離脱
9:39	38° 11' 41.4"	141° 1' 19.7"	3040	松島レーダ	○		Request radar monitor →休止中のためレーダサービス不可
9:44	38° 17' 11.5"	141° 11' 36.8"	2950	松島レーダ	○		調査飛行内容の確認
9:54	38° 28' 39.5"	141° 31' 39.3"	3090	松島レーダ	○		Report at Idushima
9:56	38° 32' 40.1"	141° 33' 48.3"	2960	東京ACC	○		Request radar monitor (1204)
9:58	38° 35' 52.8"	141° 35' 33.8"	3020	東京ACC	○	○	レーダコンタクト 78NM South of MIYAKO QNH 2978
10:01	38° 42' 39.3"	141° 39' 14.4"	3040	東京ACC	○	○	高度確認 maintain 3000 all way
10:05	38° 49' 19.9"	141° 42' 47.9"	3050	東京ACC	○	○	高度低いためレーダリクエスト不可 レーダロスまで継続依頼
10:09	38° 58' 04.5"	141° 47' 33.7"	2950	東京ACC	○	○	レーダサービス終了 周波数変更指示 5nm south of MIYAKO
10:11	39° 01' 45.4"	141° 49' 29.1"	2950	札幌ACC	×		カッティング多い
10:12	39° 03' 55.3"	141° 50' 44.2"	3010	札幌ACC	×		Unable radar serviceといわれる
10:15	39° 09' 12.9"	141° 53' 41.5"	3050	仙台FSC	○		ラジオチェック 青森ウェザチェック
10:27	39° 34' 18.9"	142° 04' 31.0"	2940	札幌ACC	×		
10:38	39° 56' 1.9"	142° 02' 21.9"	3010	三沢レーダ	×		
10:39	39° 57' 51.9"	142° 02' 20.6"	3010	三沢ATIS	△		天候確認 QNH 2987
10:40	40° 00' 38.2"	142° 01' 50.5"	3000	三沢レーダ	×		
10:46	40° 11' 43.6"	142° 00' 40.9"	2950	三沢レーダ	○		スコーク 1343
10:50	40° 19' 25.6"	141° 59' 49.3"	2980	三沢レーダ	○	○	レーダコンタクト(いつから見えていたか不明) 38NM southeast of MISAWA
10:53	40° 26' 46.7"	141° 59' 02.2"	3290	三沢レーダ	○	○	ルート確認
10:54	40° 28' 17.2"	141° 58' 55.8"	3120	三沢レーダ	○	○	高度確認
10:55	40° 30' 22.0"	141° 58' 42.3"	2970	三沢レーダ	○	○	機種(回転翼or固定翼)確認
11:00	40° 40' 24.3"	141° 57' 53.5"	3220	新千歳FSC	×	×	カッティング多い
11:01	40° 43' 24.1"	141° 57' 27.0"	3150	三沢レーダ	○	○	TOHOKU VORへコース変更時にレポートするよう指示
11:02	40° 44' 31.0"	141° 57' 19.1"	3010	新千歳FSC	△	△	
11:03	40° 46' 39.4"	141° 56' 53.8"	3040	三沢レーダ	○	○	レポート
11:11	40° 47' 42.1"	141° 36' 27.6"	3040	新千歳FSC	○	○	
11:20	40° 48' 20.9"	141° 15' 06.5"	2950	三沢レーダ	○	○	他機情報
11:23	40° 48' 30.1"	141° 07' 35.5"	3120	三沢レーダ	○	○	レーダサービス終了
11:25	40° 47' 22.8"	141° 01' 48.4"	3710	青森タワ	○		ラジオチェック 5NM east手前で位置報告を指示
11:31	40° 45' 18.3"	140° 48' 28.6"	2950	青森タワ	○		位置報告
11:32	40° 44' 57.7"	140° 46' 02.7"	2180	青森タワ	○		Landing

## (5) F05

交信時刻	機体位置			交信先	感明度	レーダ	交信内容
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				
14:08	40° 49' 32.2"	140° 42' 20.0"	3020	青森タワ	○		管制圏離脱
14:14	41° 01' 21.1"	140° 43' 51.8"	3050	新千歳FSC	○		千歳、帯広のウェザをリクエスト
14:16	41° 05' 36.9"	140° 44' 23.5"	3040	函館ATIS	○		ウェザ確認
14:18	41° 09' 26.8"	140° 44' 54.4"	3080	函館レーダ	○		コンタクトしたが、Standbyといわれる →その後応答なし
14:23	41° 21' 57.5"	140° 46' 40.9"	3050	函館レーダ	○		Request radar monitor (1513) 25nm south of hakodate 3000
14:24	41° 23' 13.7"	140° 46' 48.0"	3010	函館レーダ	○	○	レーダコンタクト 23nm south of hakodate
14:30	41° 37' 55.1"	140° 48' 50.1"	3050	函館レーダ	○	○	レーダサービス終了(管制圏をクロスする ため) 函館タワにコンタクト指示
14:31	41° 39' 25.8"	140° 48' 59.8"	3080	函館タワ	○	○	コンタクトタワ 7NM south of Hakodate 3000
14:33	41° 44' 21.0"	140° 49' 43.1"	2970	函館タワ	○	○	位置確認 2NM south of Hakodate VOR 3000 滑走路通過時に報告するよう指示
14:34	41° 46' 07.5"	140° 50' 00.4"	3070	函館タワ	○	○	滑走路通過を報告 管制圏離脱時に報告するよう指示
14:36	41° 50' 54.9"	140° 56' 20.1"	2960	函館タワ	○	○	管制圏離脱を報告 6NM NE 3000
14:37	41° 51' 33.8"	140° 57' 05.0"	3000	函館レーダ	○	○	函館レーダと再コンタクト request radar monitor 7NM NE of Hakodate
14:39	41° 54' 21.0"	141° 1' 22.8"	2980	函館レーダ	○	○	レーダコンタクト (1513) 11NM NE of Hakodate
14:41	41° 58' 10.8"	141° 6' 39.3"	3020	函館レーダ	○	○	レーダサービス終了 17NM NE of Hakodate
14:44	42° 03' 04.9"	141° 13' 42.1"	3030	千歳 departure	×		(前回(6月)も聞こえなかった。40NMは 厳しい?)
14:47	42° 06' 55.4"	141° 19' 06.3"	3040	千歳 departure	○		Request radar monitor(5426) 38NM SW of Chitose 3000
14:49	42° 09' 27.0"	141° 22' 45.5"	3010	千歳 departure	○	○	レーダコンタクト
14:52	42° 13' 59.7"	141° 29' 12.4"	2970	千歳 ATIS	○	○	天候確認
15:07	42° 33' 58.2"	142° 01' 57.8"	3050	千歳 departure	○	○	レーダロスまで継続依頼
15:15	42° 37' 0.2"	142° 22' 57.6"	3140	千歳 departure	○	○	Request climb to 8000
15:19	42° 38' 28.6"	142° 32' 48.9"	6630	千歳 departure	○	○	レーダモニター終了(40NM 6500 ftでも レーダOKのためこの地点で終了)
15:26	42° 41' 34.5"	142° 54' 57.4"	6160	帯広タワ	○		ラジオチェック

## (6) F06

交信時刻	機体位置			交信先	感明度	レーダ	交信内容
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				
10:25	42° 37' 20.8"	142° 24' 41.4"	3010	新千歳FSC	○		青森のウェザをリクエスト 20NM east of MUKAWA VOR 3000
10:26	42° 36' 47.1"	142° 20' 37.9"	2910	千歳 departure	○		Request radar monitor (5403) 17nm east of MUKAWA VOR 3000
10:27	42° 36' 28.8"	142° 18' 31.9"	2870	千歳 departure	○	○	レーダコンタクト
10:28	42° 36' 13.5"	142° 16' 50.8"	2930	千歳 departure	○	○	高度確認
10:31	42° 35' 05.5"	142° 08' 54.6"	2890	千歳 departure	○	○	コース確認
10:35	42° 33' 39.6"	141° 59' 25.3"	2960	千歳 departure	○	○	IFR進入機がいるため高度2000 ftへ変更 できないか確認→2000 ftへ降下
10:37	42° 32' 15.5"	141° 55' 50.0"	2200	千歳 departure	○	○	機種確認
10:40	42° 28' 43.3"	141° 50' 33.5"	1950	千歳 departure	○	○	他機情報
10:44	42° 24' 01.7"	141° 43' 45.4"	1960	千歳 departure	△	○	カッチングあり

10:45	42° 22' 48.4"	141° 41' 55.4"	1940	千歳 departure	○	○	高度 2000 ft 維持依頼
10:47	42° 20' 06.4"	141° 37' 59.4"	1960	千歳 departure	○	○	高度 3000 ft 許可 → 3000 ft へ上昇
10:53	42° 12' 07.8"	141° 26' 23.6"	2940	千歳 departure	○	○	レーダサービス一応終了 レーダロスまで継続依頼
11:00	42° 03' 43.5"	141° 14' 27.4"	3000	千歳 departure	○	○	レーダサービス終了 周波数を変更するよう指示
11:01	42° 02' 52.1"	141° 13' 19.5"	2980	函館レーダ	?		応答せず
11:01	42° 02' 12.0"	141° 12' 14.3"	2950	函館レーダ	○		Request radar monitor (1513) 22NM NE 3000
11:03	42° 00' 04.7"	141° 9' 13.9"	2940	函館レーダ	○		レーダコンタクトできず。10nm NE of HAKODATE でレポートするよう指示
11:07	41° 54' 38.8"	141° 1' 25.4"	2930	函館レーダ	○	○	レーダーコンタクト
11:08	41° 53' 01.3"	140° 59' 04.9"	2940	函館レーダ	○	○	他機情報
11:15	41° 44' 51.2"	140° 48' 38.1"	2930	函館レーダ	○	○	他機情報
11:18	41° 38' 35.7"	140° 48' 52.2"	2900	函館レーダ	○	○	他機情報 & 2500 ft への降下を要求 → 承認 される
11:20	41° 34' 42.9"	140° 48' 17.5"	2420	函館レーダ	○	○	他機情報
11:27	41° 18' 50.1"	140° 46' 04.5"	2420	函館レーダ	○	○	レーダサービス一応終了 レーダ・ロスまで継続依頼
11:28	41° 17' 27.1"	140° 45' 55.6"	2480	函館レーダ	○	○	レーダ・サービス終了 (unable radar monitor) 周波数変更指示
11:40				青森タワー	○		着陸要求 7NM N of AOMORI
11:42				青森タワー	○		機種確認
11:42				青森タワー	○		control zone に入ったことを連絡
11:47							接地

(7) F07

交信時刻	機体位置			交信先	感明度	レーダ	交信内容
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				
10:06	40° 44' 53.6"	140° 48' 49.6"	3890	青森タワー	○		5DME 4000 east 周波数を変更するよう指示
10:09	40° 46' 38.0"	140° 56' 58.4"	3780	三沢レーダ	○		Request Radar monitor (1330) 9NM TOHOKU VOR
10:11	40° 47' 08.6"	141° 00' 15.7"	3290	三沢レーダ	○	○	レーダコンタクト
10:23	40° 47' 42.0"	141° 32' 53.1"	2950	新千歳 FSC	○	○	仙台のウェザをリクエスト 18NM east of TOHOKU VOR 3000
10:27	40° 47' 21.9"	141° 42' 07.2"	2900	三沢レーダ	○	○	他機情報
10:28	40° 47' 13.9"	141° 44' 47.8"	2870	三沢レーダ	○	○	他機情報
10:28	40° 47' 11.7"	141° 45' 28.2"	2850	三沢レーダ	○	○	他機情報
10:30	40° 47' 05.2"	141° 49' 18.8"	2890	三沢レーダ	○	○	start southbound でレポート指示
10:33	40° 46' 38.9"	141° 57' 14.2"	2820	三沢レーダ	○	○	旋回開始をレポート
10:48	40° 16' 39.9"	142° 00' 30.1"	2920	三沢レーダ	○	○	レーダサービス一応終了 レーダロスまで継続依頼
10:54	40° 04' 25.1"	142° 01' 59.3"	2970	三沢レーダ	○	○	レーダサービス終了 (レーダロス) 周波数を変更するよう指示
10:56	40° 00' 4.2"	142° 02' 27.0"	2950	札幌 ACC	×		他機との交信を傍受 (地上からの音声聞 こえず)
10:59	39° 54' 25.5"	142° 03' 13.1"	3020	札幌 ACC	○		他機との交信を傍受
11:01	39° 51' 31.5"	142° 03' 28.8"	3020	札幌 ACC	×		他機との交信を傍受 (地上からの音声聞 こえず)
11:02	39° 48' 25.4"	142° 03' 52.9"	2980	札幌 ACC	△		他機との交信を傍受
11:05	39° 42' 09.8"	142° 04' 35.0"	3020	東京 ACC	×		他機との交信を傍受 (地上からの音声聞 こえず)
11:07	39° 39' 07.7"	142° 05' 0.4"	2920	仙台 FSC	×		カッピングといわれる
11:15	39° 24' 12.9"	142° 01' 10.8"	3010	仙台 FSC	○		仙台のウェザをリクエスト 28DME south of MIYAKO VOR 3000

11:26	39° 04' 28.7"	141° 50' 31.0"	2860	松島レーダ	×		応答せず
11:33				松島レーダ	△		リーディング3 55NM NE of SENDAI VOR 3000(SQ5413)
11:35				松島レーダ	△	○	レーダコンタクト 52NM 050
11:37				松島レーダ	△	×	レーダコンタクトロスト 49.6 NM
11:38				仙台ATIS	○		
11:43	38° 33' 44.3"	141° 34' 13.5"	2930	松島レーダ	○	○	レーダーコンタクト確認(出島手5NM)
11:56	38° 16' 12.5"	141° 09' 38.7"	2920	松島レーダ	○	○	レーダ・サービス終了 周波数を変更するよう指示
11:57	38° 14' 23.5"	141° 06' 08.1"	2930	仙台JAMCO	○		10NM NE of SENDAI
11:58	38° 13' 28.2"	141° 04' 21.3"	2940	仙台タワ	○		着陸要求 8nm NE of SENDAI
11:59	38° 12' 13.0"	141° 01' 56.3"	2500	仙台タワ	○		YURIAGEでホールド(高度500 ft)指示
12:02	38° 11' 30.3"	140° 58' 04.5"	740	仙台タワ	○		着陸場所指示
12:08							接地

## (8) F08

交信時刻	機体位置			交信先	感明度	レーダ	交信内容
	緯度(WGS84)	経度(WGS84)	高度 [ft]				
11:00:00				名古屋タワ	○		離陸
11:03:04	35° 11' 57.1"	136° 51' 22.0"	2930	名古屋タワ	○		周波数変更することを連絡 5NM SW of 名古屋 3000
11:04:01	35° 10' 53.0"	136° 49' 57.2"	2910	名古屋TCA	○		Request TCA Advisory (1372) 7NM SW of 名古屋 3000
11:05:50	35° 08' 26.6"	136° 47' 02.7"	2920	三菱	○		位置報告 10NM SW of 名古屋 3000
11:06:16	35° 07' 53.8"	136° 46' 20.2"	2950	名古屋TCA	○	○	レーダコンタクト 11NM SW of 名古屋 (トラフィックが多いため遅れた?)
11:07:00	35° 06' 57.6"	136° 45' 10.1"	2940	名古屋TCA	○	○	機首方位確認および他機情報
11:08:10	35° 05' 28.8"	136° 43' 20.5"	2920	名古屋TCA	○	○	桑名通過。変進を報告。他機情報。
11:15:45	34° 50' 24.7"	136° 42' 20.9"	2900	名古屋TCA	○	○	エリア外のためTCAサービス終了
11:16:40	34° 48' 34.4"	136° 42' 23.4"	2960	明野アプローチ	○		15NM N of 明野 レーダサービスを要求 するが、休みだった
11:18:03	34° 45' 47.6"	136° 42' 12.6"	2920				ノマ通過
11:22:38	34° 39' 27.0"	136° 50' 16.2"	2900	三菱	○		位置報告 7NM W of 河和 VOR 3000
11:26:58	34° 33' 16.4"	136° 58' 37.0"	2860				神島通過
11:27:44	34° 32' 46.5"	137° 00' 21.3"	2930	明野アプローチ	○		変進を報告。15NM E of 明野。 周波数変更許可
11:32:37	34° 33' 12.4"	137° 11' 12.5"	2910	浜松TCA	○		Request TCA Advisory (5312) 26NM W of 浜松 3000
11:36:26	34° 33' 19.8"	137° 19' 19.5"	2920	浜松TCA	○	○	レーダコンタクト 22NM SW of 浜松 (トラフィックが多いため遅れた?)
11:40:20	34° 33' 13.8"	137° 27' 19.4"	2840	三菱	○		位置報告 16NM SW of 浜松 3000
11:41:08	34° 33' 24.4"	137° 28' 57.9"	2940	東京ACC 123.7	○		モニタ開始
11:42:30	34° 33' 28.8"	137° 31' 35.8"	2920	浜松TCA	○	○	QNH変更
11:48:27	34° 33' 43.1"	137° 43' 39.8"	2700	浜松TCA	○	○	雲のため高度2500に降下を通知
11:58:00	34° 34' 02.6"	138° 03' 17.0"	2570	浜松TCA	○	○	エリア外のためTCAサービス終了
11:58:20	34° 34' 01.7"	138° 03' 58.8"	2530	東京INFO	○		モニタ開始
12:07:20	34° 34' 16.0"	138° 21' 12.2"	2920				高度3000に復帰
12:07:39	34° 34' 13.4"	138° 21' 51.3"	2950	東京INFO	△		ラジオチェック, ハウンリング気味 27NM W of 神子元島 3000
12:08:40	34° 34' 22.4"	138° 23' 56.2"	2980	東京INFO	○		ラジオチェック 送受信共に明瞭

12:09:10	34° 34' 21.3"	138° 24' 57.3"	2900	東京INFO	△		ラジオチェック 送信ハウリング気味, 受信明瞭
12:11:10	34° 34' 16.8"	138° 29' 10.8"	2910	東京INFO	△		ラジオチェック 送信R4、受信R3(途切れがち) 22NM W of 神子元島 3000
12:13:36	34° 34' 15.4"	138° 34' 29.6"	2980	東京INFO	△		ラジオチェック 送信R3(22NM地点よりノイズ気味)、 受信R4(途切れがち) 18NM W of 神子元島 3000
12:17:18	34° 34' 26.2"	138° 42' 42.0"	2880	東京INFO	○		ラジオチェック 送信R5、受信R5 10NM W of 神子元島 3000
12:19:35	34° 34' 24.8"	138° 47' 51.7"	2960	東京INFO	○		ラジオチェック 送信R5、受信R5 7NM W of 神子元島 3000
12:21:30	34° 34' 28.8"	138° 52' 09.2"	2930	東京INFO	△		ラジオチェック 送信R5、受信R5(少し途切れがち) 3NM W of 神子元島 3000
12:22:35	34° 34' 30.5"	138° 54' 25.7"	2950	東京INFO	△		ラジオチェック 送信:カッティングがひどい 受信:ほとんど聞き取れない 1~2NM W of 神子元島 3000 東京ACCはR5"
12:23:10	34° 34' 24.7"	138° 55' 46.3"	2890				神子元島通過
12:23:30	34° 34' 34.1"	138° 56' 29.3"	2950	東京INFO	×		ラジオチェック 全く聞こえない
12:23:30	34° 34' 34.1"	138° 56' 29.3"	2950	東京ACC 123.7	△		カッティングがひどく、聞き取りづらい
12:24:00	34° 35' 17.6"	138° 57' 12.7"	2940	東京ACC 123.7	×		全く聞き取れない
12:25:00	34° 36' 42.1"	138° 58' 36.9"	3000	東京ACC 120.5	○		123.7が全く聞こえないため、周波数変更。受信良好。
12:25:15	34° 37' 04.0"	138° 58' 55.7"	3030	東京INFO	△		ラジオチェック 送信:カッティングがひどい 受信:カッティング、聞き取りにくい 4NM NE of 神子元島 3000
12:27:15	34° 39' 59.4"	139° 01' 39.8"	2960	東京ACC 123.7	△		123.7に戻す。 若干カッティング有り
12:27:38	34° 40' 33.7"	139° 02' 09.1"	2960	東京ACC 123.7	○		R5、これ以降受信良好
12:28:23	34° 41' 43.6"	139° 03' 09.0"	2880	東京INFO	○		ラジオチェック 送信R5、受信R5 10NM NE of 神子元島 3000
12:31:12	34° 45' 39.3"	139° 07' 15.7"	2970	東京INFO	○		ラジオチェック 送信R5、受信R5 15NM NE of 神子元島 3000
12:32:05	34° 47' 02.7"	139° 08' 20.8"	2910	東京ACC 120.5	○		モニタ再開。受信良好
12:37:30	34° 54' 26.2"	139° 15' 14.3"	2960	横田アプローチ	○		東京ACC(120.5)のモニタを終了し、横田レーダに切り替え。
12:38:35	34° 55' 54.7"	139° 16' 42.3"	2960	航研調布	○		位置報告 24NM SW of 横須賀VOR
12:43:12	35° 2' 18.4"	139° 22' 53.1"	2970	横田アプローチ	△		Request Radar Advisory (5456) 17NM SW of 横須賀VOR 3000 受信:カッティング有り
12:46:12	35° 6' 34.8"	139° 27' 02.3"	2930	横田アプローチ	○		位置確認される 10NM SW of 横須賀VOR 3000
12:47:45	35° 08' 55.5"	139° 29' 08.9"	2900	横田アプローチ	○		Unable IDENT. IDENT again.
12:48:15	35° 09' 38.2"	139° 29' 48.8"	2980	横田アプローチ	○	○	レーダコンタクト
12:52:05	35° 15' 04.2"	139° 34' 53.9"	2970				横須賀VOR通過
12:55:30	35° 20' 55.0"	139° 34' 31.4"	2940	航研調布	○		着予定報告 7NM N of 横須賀VOR
12:58:45	35° 26' 42.6"	139° 33' 56.9"	2640	横田アプローチ	○	○	降下開始。レーダサービス終了
13:06:05	35° 39' 39.7"	139° 36' 26.6"	1360	調布タワ	○		Request Landing 5NM E of 調布
13:07:43	35° 40' 16.4"	139° 33' 42.0"	1300	調布タワ	○		Report 1NM E of 調布
13:09:30							着陸



表A.6 VOR/DME受信記録

(1) F01

確認時刻	機体位置			VOR局	VOR [度]	DME [NM]	VOR方位誤差 [度]		距離換算VOR誤差 [NM]		DME距離誤差 [NM]		備考
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
10:23	35° 02' 19.0"	136° 42' 53.2"	3110	河和	154.3	23.4	-1.7	0.0	-0.7	0.0	0.1	0.0	
10:24	35° 00' 46.1"	136° 42' 47.2"	3130	遠州	113.1	138.5	-2.2	8.9	-2.0	7.8	87.9	122.4	ID不安定
10:33	34° 42' 56.5"	136° 45' 09.6"	3170	河和	99.5	10.3	-1.1	0.1	-0.2	0.0	0.1	0.0	
10:34	34° 41' 55.1"	136° 46' 34.8"	3140	遠州	93.7	45.2	0.4	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	
10:35	34° 41' 03.1"	136° 47' 58.5"	3140	名古屋	16.0	35.3	-0.4	0.4	-0.2	0.2	0.0	0.0	
10:43	34° 33' 04.4"	137° 03' 09.6"	3140	遠州	77.4	33.6	0.9	0.2	0.5	0.1	0.1	0.0	
10:44	34° 33' 08.0"	137° 05' 24.9"	3130	名古屋	355.2	43.6	-0.3	0.2	-0.2	0.1	0.0	0.1	
10:44	34° 33' 03.3"	137° 07' 09.5"	3150	河和	324.9	12.2	-1.0	0.2	-0.2	0.1	0.0	0.0	
10:52	34° 33' 32.0"	137° 24' 21.9"	3070	遠州	58.8	18.0	1.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	
10:53	34° 33' 33.1"	137° 27' 45.4"	3120	河和	294.8	26.6	-1.2	0.1	-0.6	0.0	0.1	0.1	
10:54	34° 33' 33.2"	137° 29' 41.1"	3100	名古屋	332.9	51.2	0.1	0.5	0.1	0.4	0.2	0.1	
10:54	34° 33' 34.4"	137° 31' 48.7"	3120	大島	91.8	93.9	0.3	0.1	0.5	0.2	0.2	0.0	
10:55	34° 33' 28.0"	137° 33' 55.6"	3110	新島	105.5	85.6	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	
11:03	34° 33' 54.8"	137° 53' 22.6"	3100	遠州	324.6	14.9	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	
11:04	34° 34' 00.4"	137° 56' 39.2"	3110	河和	284.8	49.6	-1.4	0.1	-1.2	0.1	0.0	0.1	
11:05	34° 33' 53.2"	137° 59' 27.0"	3140	大島	90.0	71.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	
11:07	34° 33' 55.3"	138° 3' 57.6"	3130	新島	108.9	94.4	-0.1	0.1	-0.1	0.2	33.2	88.7	DME受信が5秒強乱れる
11:14	34° 34' 10.4"	138° 21' 18.8"	3120	遠州	296.1	34.8	1.4	0.2	0.8	0.1	0.1	0.0	
11:15	34° 34' 09.5"	138° 25' 43.3"	3170	新島	114.5	43.9	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	
11:17	34° 34' 12.8"	138° 29' 17.6"	3140	大島	86.6	46.7	0.3	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	
11:18	34° 34' 14.4"	138° 32' 23.3"	3150	横須賀	63.6	262.7	5.0	10.9	5.8	12.5	196.7	135.8	VOR不安定, DMEは全く×
11:26	34° 34' 30.2"	138° 55' 17.0"	3090	横須賀	45.9	52.3	0.2	0.0	0.2	0.0	-0.1	0.0	
11:28	34° 35' 48.3"	138° 57' 40.9"	3110	遠州	286.3	220.4	1.6	1.3	1.7	1.4	156.7	125.3	IDは雑音多い, DMEは全く×
11:28	34° 37' 15.7"	138° 59' 09.8"	3130	大島	82.5	21.8	0.2	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	
11:29	34° 38' 24.7"	139° 00' 32.1"	3150	新島	149.7	21.8	-0.2	0.3	-0.1	0.1	0.0	0.1	
11:36	34° 52' 23.1"	139° 13' 21.7"	3110	横須賀	45.1	29.1	0.2	0.2	0.1	0.1	-0.1	0.0	
11:38	34° 54' 34.0"	139° 15' 29.9"	3150	大島	153.9	21.3	0.3	0.3	0.1	0.1	7.2	44.3	DME受信が最初の数秒間乱れる
11:38	34° 55' 56.7"	139° 16' 53.0"	3140	新島	186.8	35.2	-0.4	0.3	-0.3	0.2	0.2	0.0	
11:39	34° 56' 56.4"	139° 17' 40.4"	3100	遠州	86.7	213.6	-181.1	11.2	1.6	15.6	133.3	130.0	VOR,DME共に×
11:49	35° 16' 20.3"	139° 35' 16.2"	3120	横須賀	190.2	0.9	1.4	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
11:50	35° 17' 48.3"	139° 35' 02.8"	3110	大島	199.8	35.9	-0.2	1.0	-0.1	0.6	-0.1	0.0	
11:51	35° 19' 04.4"	139° 34' 51.4"	3100	新島	200.2	214.5	-0.8	0.2	-0.9	0.3	154.4	131.1	DMEは全く×
11:52	35° 21' 05.2"	139° 34' 31.3"	3090	守谷	36.5	40.2	-0.3	0.2	-0.2	0.2	0.0	0.0	
11:52	35° 22' 44.8"	139° 34' 14.9"	3100	関宿	26.3	221.8	0.0	0.4	0.0	0.3	181.7	125.9	DMEは全く×
11:55	35° 28' 01.6"	139° 33' 30.2"	3130	横須賀	180.5	12.6	0.3	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.0	
11:56	35° 29' 53.3"	139° 33' 15.2"	3140	大島	194.9	47.5	0.0	0.5	0.0	0.4	-0.1	0.0	
11:56	35° 31' 30.1"	139° 33' 03.7"	3150	新島	196.9	71.9	-0.5	0.0	-0.6	0.1	0.0	0.0	
11:57	35° 33' 15.7"	139° 32' 46.8"	3120	守谷	49.8	31.2	-0.3	0.2	-0.2	0.1	0.0	0.0	
11:58	35° 34' 45.7"	139° 32' 31.5"	3100	関宿	36.0	29.7	-0.4	0.2	-0.2	0.1	0.1	0.0	評価時間20秒

(2) F02

確認時刻	機体位置			VOR局	VOR [度]	DME [NM]	VOR 方位誤差 [度]		距離換算 VOR 誤差 [NM]		DME 距離誤差 [NM]		備考
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
14:16	35° 47' 11.5"	139° 38' 00.1"	3140	横須賀	190.9	31.8	0.2	0.2	0.1	0.1	-0.1	0.0	
14:17	35° 48' 22.4"	139° 39' 00.4"	3130	阿見	70.9	29.9	-0.8	0.4	-0.4	0.2	-0.1	0.0	
14:17	35° 49' 41.6"	139° 40' 17.3"	3160	銚子	103.3	55.6	-0.1	0.1	-0.1	0.1	0.2	0.0	
14:26	36° 04' 21.8"	139° 52' 59.0"	3180	関宿	216.7	4.3	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
14:27	36° 06' 03.0"	139° 54' 12.3"	3160	横須賀	203.5	52.9	0.0	0.1	0.0	0.1	-0.1	0.0	
14:27	36° 07' 33.5"	139° 55' 16.9"	3180	阿見	120.9	15.1	-0.5	0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	
14:28	36° 09' 25.5"	139° 56' 32.9"	3170	銚子	128.7	49.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	
14:29	36° 10' 51.9"	139° 57' 32.0"	3200	那須	12.5	36.3	-0.8	0.3	-0.5	0.2	0.0	0.0	
14:30	36° 12' 29.3"	139° 58' 33.7"	3140	大子	36.3	36.9	-0.5	0.1	-0.3	0.1	0.0	0.0	
14:35	36° 22' 04.8"	140° 05' 01.1"	3130	大子	36.5	26.0	-0.6	0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0	
14:36	36° 23' 53.5"	140° 06' 27.0"	3110	関宿	215.3	26.7	-1.0	0.1	-0.5	0.1	0.0	0.0	
14:36	36° 25' 14.8"	140° 07' 18.1"	3170	阿見	176.5	24.3	-0.8	0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0	
14:37	36° 26' 35.6"	140° 08' 20.5"	3190	銚子	150.2	53.7	0.0	0.3	0.0	0.3	0.1	0.1	
14:38	36° 27' 54.8"	140° 09' 20.2"	3170	那須	349.2	19.9	-1.2	0.2	-0.4	0.1	0.0	0.0	
14:39	36° 29' 13.4"	140° 10' 01.9"	3230	福島	81.4	224.8	57.5	32.8	38.9	25.0	178.8	129.6	VOR,DME 共に×
14:39	36° 30' 36.1"	140° 11' 06.5"	3210	いわき	53.2	247.1	0.8	1.5	0.7	1.4	193.1	134.8	ID 不明瞭、DME は×
14:51	36° 49' 24.2"	140° 28' 23.4"	5260	いわき	57.9	31.0	-0.7	0.1	-0.4	0.0	-0.1	0.0	
14:52	36° 50' 27.4"	140° 29' 57.0"	5260	関宿	219.1	59.1	-0.5	0.2	-0.5	0.2	0.0	0.0	
14:52	36° 51' 23.1"	140° 31' 23.2"	5280	阿見	202.8	52.3	-1.1	0.1	-1.0	0.1	-0.1	0.0	
14:53	36° 52' 24.8"	140° 33' 00.4"	5250	銚子	176.5	69.9	-0.4	0.1	-0.5	0.1	0.1	0.0	
14:54	36° 53' 19.7"	140° 34' 22.7"	5300	那須	262.2	26.6	-1.1	0.1	-0.5	0.0	-0.1	0.0	
14:55	36° 54' 51.1"	140° 36' 46.3"	5250	福島	343.2	20.4	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
14:56	36° 56' 31.0"	140° 39' 29.2"	5220	大子	237.6	17.9	-1.0	0.0	-0.3	0.0	-1.1	0.1	
15:00	37° 01' 39.4"	140° 47' 26.0"	5190	いわき	57.4	11.4	-0.7	0.3	-0.1	0.1	-0.1	0.0	
15:01	37° 02' 34.8"	140° 49' 01.3"	5180	大子	237.7	28.7	-0.9	0.1	-0.5	0.0	0.0	0.0	
15:02	37° 03' 24.6"	140° 50' 10.0"	5170	関宿	224.1	221.9	-0.2	1.5	-0.3	2.1	142.8	129.3	DME×
15:03	37° 04' 56.1"	140° 52' 08.2"	5190	阿見	212.6	71.2	-0.9	0.1	-1.1	0.1	0.0	0.0	
15:04	37° 06' 07.4"	140° 53' 56.4"	5240	銚子	189.8	82.5	-0.3	0.1	-0.4	0.1	0.0	0.1	
15:05	37° 08' 12.6"	140° 55' 10.1"	5220	那須	249.3	47.7	-1.2	0.1	-1.0	0.1	0.2	0.0	
15:05	37° 09' 29.8"	140° 56' 13.9"	5180	福島	286.9	24.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	
15:10	37° 16' 45.5"	140° 57' 59.2"	5190	いわき	184.0	7.8	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	
15:11	37° 18' 11.6"	140° 58' 09.9"	5220	大子	228.3	44.9	-0.5	0.1	-0.4	0.1	0.0	0.0	
15:12	37° 19' 48.8"	140° 58' 03.0"	5200	那須	239.4	55.6	-1.4	0.1	-1.3	0.1	0.1	0.1	
15:12	37° 20' 56.7"	140° 57' 38.9"	5170	福島	260.0	26.3	-0.6	1.1	-0.3	0.5	0.1	0.0	
15:13	37° 22' 23.0"	140° 57' 36.3"	5220	仙台	5.6	46.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	
15:22	37° 39' 52.2"	140° 56' 23.2"	5170	仙台	6.3	28.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	
15:23	37° 41' 41.8"	140° 55' 57.4"	5300	いわき	183.5	32.7	-0.2	0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	
15:25	37° 43' 54.7"	140° 55' 58.7"	5210	大子	212.4	256.3	0.0	0.6	0.0	0.7	190.9	132.6	DME×
15:25	37° 45' 30.5"	140° 56' 14.8"	5160	那須	222.2	118.1	-1.3	0.4	-1.7	0.5	45.4	98.0	10秒強の間DME×
15:26	37° 46' 53.7"	140° 56' 32.4"	5200	福島	222.3	161.0	-0.8	0.5	-0.6	0.3	119.8	141.6	DME×

## (3) F03

確認時刻	機体位置			VOR局	VOR [度]	DME [NM]	VOR方位誤差 [度]		距離換算VOR誤差 [NM]		DME距離誤差 [NM]		備考
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
11:18	36° 49' 26.6"	140° 28' 31.3"	5040	大子	238.4	7.6	-0.6	0.2	-0.1	0.0	-0.1	0.1	
11:19	36° 50' 21.9"	140° 29' 50.1"	4970	関宿	219.3	59.0	-0.3	0.2	-0.3	0.2	0.0	0.0	
11:20	36° 51' 28.3"	140° 31' 33.9"	4990	阿見	203.1	52.4	-0.9	0.2	-0.8	0.2	-0.1	0.0	
11:21	36° 52' 38.3"	140° 33' 22.8"	4980	銚子	177.0	70.0	-0.2	0.1	-0.2	0.1	0.1	0.0	
11:21	36° 53' 39.2"	140° 35' 03.4"	5080	那須	262.0	27.2	-0.9	0.1	-0.4	0.0	-0.1	0.0	
11:22	36° 54' 42.4"	140° 36' 38.4"	5130	福島	343.9	20.5	0.6	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	
11:26	37° 00' 23.7"	140° 45' 25.6"	4930	いわき	58.1	13.5	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
11:27	37° 02' 10.4"	140° 48' 08.1"	4990	大子	237.8	27.8	-0.6	0.0	-0.3	0.0	-0.1	0.1	
11:28	37° 03' 20.4"	140° 49' 47.4"	5050	那須	252.8	41.6	-1.1	0.1	-0.8	0.1	0.1	0.0	
11:29	37° 04' 33.6"	140° 51' 42.6"	4830	関宿	221.6	216.6	-2.9	14.8	-4.1	20.6	135.9	133.2	VORに断続的ノイズ。DME受信不可。
11:30	37° 05' 49.6"	140° 53' 49.3"	4690	阿見	212.9	126.7	-1.2	0.3	-1.5	0.4	54.1	101.3	DME後半10秒間受信不可となる。
11:31	37° 06' 59.1"	140° 55' 38.0"	4730	銚子	190.9	83.6	-0.1	0.0	-0.2	0.1	0.1	0.0	
11:32	37° 08' 31.4"	140° 57' 56.1"	4520	福島	289.1	25.9	0.8	0.2	0.4	0.1	0.1	0.0	
11:39	37° 20' 13.9"	140° 57' 57.8"	3130	いわき	185.0	11.2	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	
11:39	37° 21' 29.6"	140° 57' 54.7"	3010	大子	100.9	268.5	-125.0	34.9	-38.7	27.0	221.3	130.5	VOR数秒間だけ受信可。DME受信不可。
11:40	37° 22' 26.1"	140° 57' 54.1"	2950	那須	116.7	229.9	-121.8	56.7	-48.4	47.6	172.9	128.1	VOR数秒間だけ受信可。DME受信不可。
11:41	37° 23' 53.6"	140° 57' 46.7"	3120	福島	91.6	217.1	-163.1	14.2	-7.9	6.7	189.9	118.3	VOR/DME共に受信不可。
11:42	37° 25' 25.4"	140° 57' 41.6"	2990	仙台	5.1	42.9	-0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	
11:51	37° 43' 39.1"	140° 56' 39.3"	3030	仙台	5.1	24.7	-0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	
11:52	37° 45' 18.2"	140° 56' 40.1"	3100	いわき	185.0	36.3	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	
11:53	37° 46' 53.5"	140° 56' 29.0"	3010	大子	163.2	227.8	-48.5	57.7	-51.1	57.8	159.5	128.1	前半15秒間VOR受信可。DME受信不可。
11:53	37° 47' 52.5"	140° 56' 29.7"	2930	那須	90.0	229.8	-132.5	0.1	-55.1	0.2	155.0	136.6	VOR/DMR受信不可。
11:54	37° 48' 46.1"	140° 56' 26.1"	3020	福島	132.7	220.2	-88.8	61.4	-42.7	37.5	177.5	127.6	VOR数秒間だけ受信可。DME受信不可。

(4) F04

確認時刻	機体位置			VOR局	VOR [度]	DME [NM]	VOR方位誤差 [度]		距離換算VOR誤差 [NM]		DME距離誤差 [NM]		備考
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
9:42	38° 14' 53.0"	141° 07' 18.2"	2990	いわき	193.7	66.2	0.4	0.1	0.5	0.1	0.0	0.0	
9:42	38° 15' 57.9"	141° 09' 08.7"	2950	大子	90.0	215.0	-119.8	0.1	-85.8	0.1	116.1	124.2	VOR/DME共に受信不可。
9:44	38° 17' 07.5"	141° 11' 27.7"	2970	山形	278.0	229.1	-8.5	42.7	-5.9	27.0	189.2	126.5	VOR断続的にノイズ。DME受信不可。
9:45	38° 19' 10.9"	141° 15' 22.5"	3000	花巻	19.5	214.6	16.2	70.2	18.7	63.0	147.7	128.4	VOR断続的にノイズ。DME受信不可。
9:58	38° 38' 15.0"	141° 36' 49.7"	2920	仙台	235.1	44.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	
9:59	38° 40' 19.0"	141° 37' 57.7"	3000	福島	90.0	221.6	-130.2	0.0	-79.2	0.1	117.9	122.6	VOR/DME共に受信不可。
10:00	38° 41' 55.5"	141° 38' 51.0"	2990	いわき	206.8	98.3	0.8	1.6	1.4	2.8	0.1	0.0	
10:01	38° 43' 51.0"	141° 39' 50.8"	3020	山形	168.6	216.9	-90.5	80.4	-64.8	63.9	152.1	134.5	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
10:02	38° 45' 59.6"	141° 40' 58.1"	2910	花巻	299.9	210.5	-35.6	85.6	-27.5	47.2	163.2	122.3	VOR断続的にノイズ。DME受信不可。
10:03	38° 47' 32.8"	141° 41' 53.9"	3010	宮古	90.0	227.6	71.5	0.1	62.0	0.1	162.2	128.9	VOR/DME共に受信不可。
10:18	39° 15' 49.2"	141° 57' 15.6"	3120	宮古	7.8	36.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	
10:18	39° 17' 27.5"	141° 58' 06.6"	3050	仙台	90.0	224.2	-132.8	0.0	-62.2	0.1	139.4	128.8	VOR/DME共に受信不可。
10:19	39° 18' 46.2"	141° 58' 49.9"	3040	福島	90.0	205.7	-127.2	0.0	-115.5	0.1	60.9	131.6	VOR/DME共に受信不可。
10:20	39° 20' 23.4"	141° 59' 41.7"	3020	いわき	90.0	226.6	-117.1	0.0	-124.5	0.0	86.7	134.1	VOR/DME共に受信不可。
10:21	39° 22' 25.5"	142° 00' 45.0"	2910	山形	90.0	243.0	-150.1	0.1	-48.6	0.2	145.5	136.1	VOR/DME共に受信不可。
10:22	39° 25' 00.8"	142° 02' 14.2"	2980	花巻	90.0	231.9	-189.1	0.4	6.6	0.3	190.2	132.4	VOR/DME共に受信不可。
10:23	39° 26' 44.9"	142° 03' 02.4"	2820	三沢	90.0	233.9	-255.9	0.1	79.0	0.2	152.4	128.7	VOR/DME共に受信不可。
10:30	39° 40' 00.0"	142° 03' 57.2"	3050	宮古	345.0	13.0	1.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	
10:31	39° 42' 07.3"	142° 03' 46.6"	3010	仙台	90.0	224.2	-127.0	0.1	-86.1	0.2	116.3	131.8	VOR/DME共に受信不可。
10:31	39° 43' 33.0"	142° 03' 38.9"	3010	花巻	227.5	205.9	-27.9	59.9	-21.6	40.0	159.7	125.7	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
10:32	39° 45' 22.4"	142° 03' 29.2"	2960	三沢	90.0	234.9	-249.5	0.1	60.7	0.1	170.1	133.3	VOR/DME共に受信不可。
10:33	39° 47' 30.1"	142° 03' 10.8"	2900	東北	314.2	176.6	-20.1	63.6	-25.2	65.9	103.0	143.6	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
10:41	40° 03' 17.4"	142° 01' 37.7"	3080	宮古	205.2	11.8	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	
10:42	40° 05' 46.2"	142° 01' 23.6"	3030	三沢	325.1	46.9	-4.2	5.7	-3.4	4.6	0.1	0.0	
10:43	40° 07' 26.1"	142° 01' 07.8"	2950	仙台	90.0	223.7	-120.6	0.1	-111.5	0.1	94.1	132.9	VOR/DME共に受信不可。
10:44	40° 08' 54.7"	142° 00' 58.0"	3030	花巻	90.0	224.3	-141.1	0.2	-37.1	0.2	165.3	133.7	VOR/DME共に受信不可。
10:45	40° 10' 19.9"	142° 00' 52.0"	3050	東北	323.3	54.7	0.9	0.3	0.8	0.3	-0.1	0.0	
10:51	40° 22' 44.5"	141° 59' 30.3"	2960	三沢	313.5	34.1	0.4	0.7	0.2	0.4	0.0	0.0	
10:52	40° 25' 26.7"	141° 59' 13.0"	3200	花巻	90.0	212.2	-131.1	0.2	-53.6	0.2	141.0	127.2	VOR/DME共に受信不可。

10:53	40° 26' 49.1"	141° 59' 02.2"	3270	宮古	190.4	34.8	-0.2	0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	
10:54	40° 29' 41.6"	141° 58' 46.9"	3000	東北	306.0	42.0	1.1	0.1	0.8	0.1	-0.1	0.0	
11:04	40° 47' 02.2"	141° 53' 28.9"	3120	東北	281.6	33.5	0.8	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	
11:05	40° 47' 06.5"	141° 50' 47.9"	3150	花巻	90.0	233.6	-119.7	0.1	-75.9	0.2	146.3	132.7	VOR/DME共に受信不可。
11:05	40° 47' 11.0"	141° 49' 16.9"	3090	宮古	182.1	55.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
11:06	40° 47' 13.1"	141° 47' 39.4"	3060	三沢	263.8	19.5	0.3	0.7	0.1	0.2	0.0	0.0	
11:07	40° 47' 20.1"	141° 45' 26.0"	3320	青森	262.7	250.1	-11.9	45.4	-9.9	34.2	202.0	130.2	VOR断続的にノイズ。DME受信不可。
11:16	40° 48' 05.9"	141° 23' 53.5"	2960	東北	281.4	10.9	0.7	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.0	
11:17	40° 48' 11.6"	141° 21' 07.8"	3000	花巻	90.0	223.7	-104.7	0.2	-80.0	0.3	141.0	132.0	VOR/DME共に受信不可。
11:17	40° 48' 16.1"	141° 19' 34.6"	3000	宮古	161.3	203.7	-0.1	0.8	-0.1	0.9	140.6	126.1	DME受信不可。
11:18	40° 48' 17.4"	141° 17' 53.5"	2940	三沢	157.4	7.1	0.9	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	
11:19	40° 48' 20.1"	141° 15' 34.7"	2980	青森	270.0	220.0	0.6	0.3	0.3	0.2	194.5	128.7	DME受信不可。
11:20	40° 48' 27.3"	141° 13' 24.0"	2970	函館	351.7	220.6	-0.1	1.0	-0.2	1.1	160.0	131.6	DME受信不可。
11:27	40° 46' 40.8"	140° 56' 42.2"	4230	花巻	90.0	249.3	-91.7	0.2	-81.1	0.3	168.1	137.0	VOR/DME共に受信不可。
11:27	40° 46' 30.9"	140° 55' 22.3"	4320	宮古	115.9	218.1	-31.6	29.1	-37.8	35.0	146.0	123.5	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
11:28	40° 46' 12.0"	140° 53' 49.2"	4300	三沢	110.1	22.5	1.3	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	
11:29	40° 45' 54.1"	140° 52' 09.6"	4180	東北	87.8	13.3	0.6	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.0	
11:29	40° 45' 36.3"	140° 50' 27.5"	3710	青森	266.9	6.3	0.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	
11:30	40° 45' 18.3"	140° 48' 28.6"	2970	函館	9.6	125.5	-0.3	1.7	-0.4	1.8	64.4	106.5	後半DME受信不可(降下中)。

## (5) F05

確認時刻	機体位置			VOR局	VOR [度]	DME [NM]	VOR方位誤差 [度]		距離換算VOR誤差 [NM]		DME距離誤差 [NM]		備考
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
14:11	40° 56' 31.1"	140° 43' 07.4"	2990	東北	121.0	21.6	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	
14:12	40° 59' 29.6"	140° 43' 33.5"	3020	函館	15.3	47.2	0.5	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	
14:23	41° 22' 27.6"	140° 46' 44.1"	3000	函館	15.3	24.1	0.6	0.5	0.3	0.2	0.0	0.0	
14:24	41° 25' 53.6"	140° 47' 08.6"	3000	三沢	156.6	51.4	-0.2	4.0	-0.2	3.6	0.0	0.0	
14:25	41° 27' 55.2"	140° 47' 29.1"	3060	東北	166.4	42.7	0.6	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	
14:26	41° 29' 38.2"	140° 47' 38.7"	2970	青森	193.7	45.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	
14:26	41° 31' 08.8"	140° 47' 51.1"	3030	千歳	90.0	225.7	51.2	0.1	63.3	0.1	144.6	128.5	VOR/DME受信不可。
14:27	41° 33' 27.2"	140° 48' 08.9"	3060	鷓川	49.6	79.1	-0.7	0.3	-1.0	0.4	0.2	0.1	
14:38	41° 53' 41.8"	141° 00' 24.3"	2980	函館	236.5	10.7	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
14:39	41° 55' 42.0"	141° 02' 55.4"	3040	三沢	90.0	230.0	-86.9	0.2	-74.9	0.3	155.0	125.9	VOR/DME受信不可。
14:39	41° 56' 38.6"	141° 04' 15.0"	2980	東北	153.8	207.3	-31.5	43.4	-35.6	46.9	139.1	132.0	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
14:40	41° 58' 04.6"	141° 06' 31.4"	2990	青森	192.8	215.7	-9.6	30.5	-12.6	38.5	139.8	122.9	VOR/DME断続的に受信可。
14:41	41° 59' 39.4"	141° 08' 32.9"	2960	千歳	39.5	48.7	0.4	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	
14:42	42° 01' 05.1"	141° 10' 46.0"	3030	鷓川	56.2	47.2	-0.3	0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	
14:53	42° 16' 15.1"	141° 32' 36.1"	2880	千歳	23.3	26.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	
14:54	42° 18' 10.8"	141° 35' 25.5"	2920	三沢	90.9	258.6	-103.0	7.3	-93.9	12.2	162.2	137.6	VOR/DME受信不可。

14:54	42° 19' 03.5"	141° 36' 37.7"	2930	東北	158.7	248.4	-42.4	49.3	-62.5	70.4	155.7	131.5	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
14:55	42° 20' 07.4"	141° 38' 13.4"	2950	函館	212.1	221.5	-23.4	45.7	-19.6	35.3	172.2	120.1	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
14:57	42° 22' 18.8"	141° 41' 20.8"	2960	鷓川	56.0	16.1	-0.4	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	
14:58	42° 23' 31.2"	141° 43' 03.2"	2960	帯広	90.0	221.0	7.4	0.1	9.0	0.1	151.3	131.4	VOR/DME受信不可。
15:07	42° 34' 08.4"	142° 03' 11.2"	3010	鷓川	267.9	4.4	-0.3	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	
15:08	42° 34' 26.3"	142° 05' 39.8"	3050	函館	238.4	228.9	0.3	0.3	0.4	0.4	155.0	128.5	DME受信不可。
15:08	42° 34' 45.8"	142° 07' 59.7"	3030	千歳	300.0	21.0	0.9	0.1	0.3	0.1	-0.1	0.0	
15:09	42° 35' 06.0"	142° 09' 43.9"	3030	帯広	90.0	217.5	1.2	0.0	1.0	0.0	169.8	122.5	VOR/DME受信不可。

(6) F06

確認時刻	機体位置			VOR局	VOR [度]	DME [NM]	VOR方位誤差 [度]		距離換算 VOR 誤差 [NM]		DME距離誤差 [NM]		備考
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
10:38	42° 30' 59.2"	141° 53' 51.3"	1900	千歳	329.0	14.4	0.3	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	
10:48	42° 18' 54.7"	141° 36' 17.4"	2820	鷓川	55.9	21.2	-0.7	0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0	
10:49	42° 17' 17.5"	141° 33' 54.4"	2830	千歳	21.3	25.2	-0.3	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	
10:50	42° 15' 49.1"	141° 31' 48.7"	2860	函館	176.2	204.2	-59.2	76.0	-36.8	41.6	161.3	128.5	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
10:51	42° 14' 58.9"	141° 30' 36.4"	2870	帯広	87.8	225.6	9.0	6.2	12.7	8.8	144.3	127.4	VOR/DME受信不可。
11:02	42° 01' 01.3"	141° 10' 32.8"	2820	千歳	38.0	46.8	-0.4	0.3	-0.3	0.3	-0.1	0.0	
11:04	41° 58' 29.9"	141° 06' 58.5"	2860	函館	235.4	227.8	0.0	0.2	0.0	0.1	210.2	128.1	DME受信不可。
11:05	41° 57' 25.0"	141° 05' 27.3"	2930	函館	235.4	16.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
11:06	41° 56' 11.6"	141° 03' 34.9"	2850	鷓川	55.9	54.4	-0.7	0.1	-0.6	0.1	-0.1	0.0	
11:16	41° 42' 32.8"	140° 48' 00.2"	2950	函館	30.6	4.2	1.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
11:17	41° 39' 29.9"	140° 49' 01.1"	2900	鷓川	50.0	74.1	-2.9	1.9	-3.8	2.5	0.1	0.0	
11:18	41° 37' 50.4"	140° 48' 41.2"	2820	千歳	54.5	126.7	13.7	21.7	17.7	27.7	51.6	105.3	VOR/DME断続的に受信不可。
11:22	41° 30' 26.1"	140° 47' 43.2"	2400	青森	193.1	46.2	-0.5	0.1	-0.4	0.1	0.0	0.0	
11:23	41° 28' 23.8"	140° 47' 24.7"	2460	東北	166.5	208.0	0.5	0.2	0.4	0.1	164.8	133.2	DME受信不可。
11:24	41° 26' 16.4"	140° 47' 07.2"	2520	三沢	146.8	211.1	-10.2	3.3	-9.2	3.0	159.4	120.8	DME受信不可。

(7) F07

確認時刻	機体位置			VOR局	VOR [度]	DME [NM]	VOR方位誤差 [度]		距離換算 VOR 誤差 [NM]		DME距離誤差 [NM]		備考
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
10:15	40° 48' 26.7"	141° 11' 14.5"	2980	三沢	133.7	10.8	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	
10:16	40° 48' 22.2"	141° 13' 12.7"	2990	青森	268.5	23.9	-0.1	0.3	-0.1	0.1	0.0	0.0	
10:16	40° 48' 17.6"	141° 15' 10.6"	2950	函館	322.1	215.2	-28.5	71.9	-29.2	58.1	154.0	130.6	VOR断続的に受信可。DME受信不可。

10:26	40° 47' 28.4"	141° 38' 49.8"	2940	東北	281.3	22.3	0.3	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	
10:27	40° 47' 21.6"	141° 42' 19.7"	2910	宮古	90.0	217.1	-86.7	0.3	-56.4	0.3	160.6	123.6	VOR/DME受信不可。
10:28	40° 47' 13.2"	141° 45' 00.1"	2870	三沢	261.8	17.5	0.0	0.9	0.0	0.3	0.0	0.0	
10:29	40° 47' 10.9"	141° 47' 10.2"	2880	青森	274.0	200.0	-0.9	1.4	-0.8	1.2	150.6	121.6	DME受信不可。
10:30	40° 47' 00.7"	141° 50' 39.8"	2920	函館	331.6	75.1	0.6	0.1	0.8	0.1	0.1	0.0	
10:38	40° 37' 12.5"	141° 58' 00.7"	2970	東北	295.9	38.6	0.6	0.1	0.4	0.1	-0.1	0.0	
10:39	40° 34' 51.1"	141° 58' 16.0"	2860	花巻	90.0	219.1	-126.9	0.1	-63.0	0.2	140.3	128.0	VOR/DME受信不可。
10:39	40° 33' 31.5"	141° 58' 27.1"	2910	宮古	189.6	41.6	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	
10:40	40° 31' 54.5"	141° 58' 37.3"	2900	三沢	299.9	29.1	1.0	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	
10:41	40° 30' 28.0"	141° 58' 51.0"	2880	青森	162.7	217.6	-128.9	96.1	-46.6	59.6	157.7	122.2	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
10:42	40° 28' 47.3"	141° 59' 02.8"	2900	函館	115.5	227.0	-219.1	74.5	59.0	90.2	133.5	126.7	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
10:46	40° 21' 01.8"	141° 59' 58.6"	2880	三沢	316.5	35.3	1.5	0.9	0.9	0.6	0.0	0.0	
10:47	40° 17' 42.8"	142° 00' 22.9"	2880	花巻	90.0	220.7	-135.5	0.2	-45.8	0.2	155.3	124.2	VOR/DME受信不可。
10:48	40° 15' 21.7"	142° 00' 37.0"	2900	宮古	194.1	23.5	-0.6	0.1	-0.3	0.1	-0.1	0.0	
10:50	40° 13' 01.2"	142° 00' 54.8"	2960	東北	321.0	52.9	0.6	0.1	0.6	0.1	0.0	0.0	
10:59	39° 54' 57.7"	142° 03' 07.9"	3020	宮古	244.1	5.5	-1.1	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	
11:00	39° 51' 41.4"	142° 03' 26.7"	3040	花巻	104.1	217.6	-142.4	43.8	-30.3	34.4	167.9	126.6	VOR/DME受信不可。
11:01	39° 49' 44.4"	142° 03' 42.7"	3000	三沢	307.6	225.4	-29.8	64.4	-30.3	55.1	164.3	125.6	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
11:02	39° 47' 46.6"	142° 03' 58.6"	2960	東北	334.4	73.7	0.7	0.2	0.9	0.2	0.0	0.0	
11:11	39° 31' 39.1"	142° 05' 10.5"	2980	宮古	351.0	21.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	
11:11	39° 30' 27.9"	142° 04' 34.0"	2930	仙台	90.0	244.6	-130.8	0.0	-74.5	0.1	146.3	128.1	VOR/DME受信不可。
11:12	39° 28' 58.8"	142° 03' 44.9"	2870	花巻	108.8	212.8	-165.0	54.9	-11.2	35.2	169.8	122.4	VOR断続的に受信可。DME受信不可。
11:13	39° 27' 29.5"	142° 02' 53.6"	2870	三沢	90.0	221.1	-255.8	0.1	78.3	0.2	140.4	121.1	VOR/DME受信不可。
11:14	39° 26' 14.8"	142° 02' 16.5"	2900	東北	306.9	228.9	-35.1	84.4	-52.7	91.2	137.2	127.1	VOR断続的に受信不可。DME受信不可。
11:46	38° 27' 51.6"	141° 31' 02.7"	2930	仙台	242.3	34.3	-0.4	0.2	-0.3	0.1	0.0	0.0	
11:47	38° 26' 21.5"	141° 28' 42.4"	2970	福島	90.0	219.5	-131.3	0.1	-66.2	0.1	131.4	126.6	VOR/DME受信不可。
11:47	38° 25' 37.5"	141° 27' 21.8"	2930	いわき	203.4	79.9	-0.3	0.3	-0.4	0.4	0.0	0.0	
11:48	38° 24' 52.0"	141° 25' 55.3"	2940	山形	90.0	220.2	-185.8	0.2	5.1	0.1	169.6	128.3	VOR/DME受信不可。
11:49	38° 24' 06.3"	141° 24' 28.7"	2940	花巻	356.1	220.0	-0.3	0.5	-0.4	0.6	156.9	122.0	DME受信不可。
11:50	38° 23' 11.8"	141° 22' 45.5"	2950	宮古	90.0	226.1	65.0	0.1	83.9	0.2	133.5	129.3	VOR/DME受信不可。

(8) F08

確認時刻	機体位置			VOR局	VOR [度]	DME [NM]	VOR方位誤差 [度]		距離換算VOR誤差 [NM]		DME距離誤差 [NM]		備考
	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	高度 [ft]				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
11:12	34° 57' 03.4"	136° 42' 41.9"	2920	浜松	110.8	49.4	-0.6	2.6	-0.5	2.2	0.0	0.0	VORにノイズ入る。
11:18	34° 44' 21.7"	136° 43' 09.0"	2990	河和	105.5	12.0	-1.5	0.2	-0.3	0.0	0.0	0.1	
11:19	34° 42' 49.5"	136° 45' 21.6"	3010	小牧	20.6	33.8	0.1	0.4	0.1	0.3	-0.1	0.0	
11:21	34° 40' 35.5"	136° 48' 33.7"	2930	浜松	91.6	43.2	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.0	DMEにノイズ入る。
11:28	34° 32' 56.2"	137° 02' 41.7"	2840	河和	341.8	10.3	-0.3	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	
11:29	34° 33' 06.0"	137° 04' 57.4"	2860	小牧	356.4	43.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	
11:30	34° 33' 04.5"	137° 07' 16.3"	2920	浜松	74.1	30.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	
11:41	34° 33' 25.4"	137° 29' 13.2"	2910	浜松	46.7	14.8	-0.2	0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	
11:42	34° 33' 28.1"	137° 31' 47.8"	2920	小牧	332.2	52.0	1.0	0.4	0.9	0.4	0.0	0.0	
11:43	34° 33' 36.2"	137° 33' 47.2"	3010	河和	291.8	31.3	-1.1	0.1	-0.6	0.0	0.1	0.0	
11:44	34° 33' 32.7"	137° 36' 31.5"	2970	大島	91.4	89.9	0.2	0.4	0.3	0.7	0.0	0.0	
11:45	34° 33' 39.1"	137° 38' 14.9"	2920	新島	106.1	82.2	0.3	0.1	0.4	0.1	0.1	0.0	
11:59	34° 33' 58.8"	138° 05' 51.0"	2550	浜松	305.4	23.3	0.9	0.2	0.4	0.1	-0.1	0.0	
11:59	34° 34' 01.7"	138° 07' 40.4"	2520	河和	283.8	219.7	-0.8	0.4	-0.8	0.4	161.2	124.3	DME受信不可。
12:00	34° 34' 08.9"	138° 09' 05.9"	2520	大島	89.5	63.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	
12:01	34° 34' 06.0"	138° 10' 44.8"	2460	新島	110.6	55.8	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	
12:32	34° 47' 55.8"	139° 09' 15.1"	3000	大島	118.6	13.8	-0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	
12:33	34° 49' 41.3"	139° 10' 54.6"	2990	横須賀	44.8	32.5	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	
12:34	34° 51' 11.2"	139° 12' 17.2"	2960	浜松	90.0	220.2	-181.7	0.2	2.2	0.2	144.6	126.0	VOR/DME共に受信不可。
12:35	34° 52' 29.0"	139° 13' 28.7"	2930	新島	182.1	107.8	-0.1	0.4	-0.1	0.2	76.2	121.3	前半20秒間程度DME受信不可。
12:49	35° 11' 02.5"	139° 31' 10.5"	2920	横須賀	44.5	5.4	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	
12:50	35° 12' 56.6"	139° 32' 55.3"	2940	大島	199.0	30.8	0.1	0.2	0.0	0.1	-0.1	0.1	
12:51	35° 13' 52.6"	139° 33' 51.7"	2910	新島	201.0	219.7	-0.6	0.2	-0.6	0.2	164.8	127.1	DME受信不可。
12:52	35° 15' 20.4"	139° 35' 04.0"	2980	守谷	32.6	45.1	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	
12:52	35° 16' 44.6"	139° 35' 15.2"	2990	関宿	23.3	229.3	0.4	0.2	0.3	0.2	183.8	128.7	DME受信不可。





宇宙航空研究開発機構研究開発資料 JAXA-RM-04-004

---

発行日 2004年9月6日  
編集・発行 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構  
〒182-8522  
東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1  
TEL 0422-40-3000 (代表)  
印刷所 株式会社 実業公報社  
東京都千代田区九段北1-7-8

---

© 2004 JAXA

※本書（誌）の一部または全部を著作権法の定める範囲を超え、無断で複写、複製、転載、テープ化およびファイル化することを禁じます。

※本書（誌）からの複写、転載等を希望される場合は、下記にご連絡ください。

※本書（誌）中、本文については再生紙を使用しております。

<本資料に関するお問い合わせ先>

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 情報化推進部 宇宙航空文献資料センター



宇宙航空研究開発機構  
Japan Aerospace Exploration Agency