



ISSN 1349-1121
JAXA-RM-10-012

宇宙航空研究開発機構研究開発資料

JAXA Research and Development Memorandum

空中ソニックブーム計測システム確認飛行試験（その1）

中 右介, 牧野 好和, 進藤 重美

2010年12月

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

目 次

1. はじめに	1
2. 試験計画	2
2.1 試験場所	2
2.2 試験期間	2
2.3 試験体制	2
2.4 試験内容	3
2.5 計測システム	3
2.5.1 空中計測システム	3
2.5.2 地上計測システム	4
2.6 システム安全	5
2.7 サクセスクライテリア	6
3. 試験結果	6
3.1 飛行データ	6
3.1.1 地上追尾データ	6
3.1.2 オンボードデータ	6
3.2 大気データ	6
3.2.1 観測気球データ	6
3.2.2 係留気球データ	6
3.3 ソニックブームデータ	27
3.3.1 空中計測データ	27
3.3.2 地上計測データ	28
4. まとめ	41
5. 謝辞	41
参考文献	41
付録 写真集	42

空中ソニックブーム計測システム確認飛行試験（その1）*

中 右介*¹, 牧野 好和*¹, 進藤 重美*¹

Flight Test for Airborne Blimp Boom Acquisition (ABBA) System Check (ABBA Test #1)*

Yusuke NAKA*¹, Yoshikazu MAKINO*¹ and Shigemi SHINDO*¹

ABSTRACT

Flight test using an actual supersonic aircraft was conducted as part of JAXA's low-sonic-boom concept demonstration project (D-SEND project) in order to check a prototype system for measuring sonic-booms above the ground named ABBA (Airborne Blimp Boom Acquisition) system developed by JAXA. Some sonic-booms from the aircraft were successfully measured at 1000 m above the ground by the system avoiding strong atmospheric turbulence effects. In addition to the airborne measurement, some sonic-booms on the ground and inside a building, and vibration data of the building caused by a sonic-boom were collected.

Key words: supersonic flight, sonic-boom measurement, airborne measurement

概 要

低ソニックブーム設計技術の実証と空中ソニックブーム計測技術の獲得を目的とする低ソニックブーム設計概念実証（D-SEND）プロジェクトにおいて、JAXAが開発した空中ソニックブーム計測システム（ABBAシステム）の確認のため実機を用いた飛行試験（通称 ABBA Test #1）を実施した。ABBAシステムにより大気擾乱の少ない地上 1,000 m 付近において実機が発生するソニックブームを計測することに成功した。また、地上においてもソニックブーム計測を実施するとともに、地上建築物内部で観測される室内ソニックブーム、及び窓や壁などの建築物の振動データも取得した。

1. はじめに

宇宙航空研究開発機構航空プログラムグループ超音速機チームでは、環境適合性に優れた超音速旅客機の設計技術を確立することを目的とした静粛超音速機技術の研究

開発プログラム¹⁾を推進している。この研究開発プログラムにおいては、低ソニックブーム設計コンセプトの実証を第一の目的とする低ソニックブーム設計概念実証プロジェクト(D-SENDプロジェクト)²⁾を進めており、低ソニックブーム設計コンセプト実証研究機の開発を行っている。

* 平成 22 年 10 月 18 日受付 (Received 18 October 2010)

* 1 航空プログラムグループ 超音速機チーム (Supersonic Transport Team, Aviation Program Group)

研究機の飛行試験等による低ソニックブーム設計コンセプトの検証のためには、高精度なソニックブーム計測技術が不可欠であるが、ソニックブームは他の騒音とは異なり、強い超低周波成分と衝撃的かつ大幅な圧力上昇を伴う単発音である。このような独特の音響的性質のため、一般的な騒音計測機器では高精度な計測が行えず、専用の計測システムの構築が必要となる。また、ソニックブーム波形は地表面から上空1,000 m程度までの大気境界層内における大気乱流により大きく崩れることが知られている。このため、機体の低ブーム設計効果を検証するためには、大気乱流による変形が起こる前のソニックブーム波形の計測が重要であり、地上に加えて上空での計測技術の確立も不可欠である。

本論文では、JAXA 超音速機チームが2009年9月にスウェーデンで実施した、実機を用いた地上および上空でのソニックブーム計測試験の結果³⁾を報告する。

2. 試験計画⁴⁾

2.1 試験場所

飛行試験はスウェーデン王国のNEAT (North European Aerospace Test range) 試験場の中のVidsel Test Rangeにて実施した。(図1)



図1 試験場所

2.2 試験期間

試験は、NEAT Vidsel Test Rangeにおける地上及び上空の天候が穏やかな時期、及びNEAT側の都合に合わせて、下記の通り実施した。

- (1) 現地準備期間
平成21年9月11日～15日
- (2) 計測日
平成21年9月16日
- (3) 総括・撤収
平成21年9月17日～19日

2.3 試験体制

試験の実施体制を図2に示す。試験はJAXA超音速機チーム、ソニックブーム推算技術の研究委託先である名古屋大学、ソニックブーム計測システムに関する研究の共同研究相手のブリュエル・ケアー (B&K) 社、支援契約先であるスウェーデン宇宙公社 (Swedish Space Corporation: SSC)、試験場運営機関 (RFN)、及びスウェーデン空軍 (RSAF) とで実施した。それぞれの組織が果たした役割は下記の通り。

- ① JAXA：試験計画立案，SSC との調整，契約，空中計測・地上計測の主体的な実施
- ② 名古屋大学：試験法・計測技術の体験・習得，空中計測支援
- ③ B&K：地上におけるブーム計測

JAXA team

Leader of JAXA team^①
 Boom measurement of the ground^{①③}
 Boom measurement of the blimp^{①②}
 Risk management officer^①
 (①: JAXA, ②: Nagoya University, ③: B&K)

NEAT team

Technical manager^④
 Contractual manager^⑤
 Technical co-manager^④
 Blimp team^⑤
 Pilot^⑥
 Meteorology^⑥
 Air Traffic Control(ATC)^④
 (④: RFN, ⑤: SSC, ⑥: RSAF)

図2 試験体制

- ④ RFN：計測地点・ブームハウスの提供,
- ⑤ SSC：契約，係留気球の運用等の試験支援
- ⑥ RSAF：超音速機の運用，飛行データ・気象データの提供等

2.4 試験内容

本試験において使用した超音速機，実施した飛行ケース及び計測項目は下記の通り.

(1) 使用した超音速機

Swedish JAS 39 Gripen（図3）を最寄りの Vidsel 空港より離陸させ，計測ケースの飛行（フライオーバー）を実施する.

主な仕様：

- ・全長：14.1 m
- ・全幅：8.4 m
- ・全高：4.5 m
- ・翼面積：30 m²
- ・空虚重量：6,620 kg
- ・全備重量：8,720 kg
- ・最大離陸重量：14,000 kg
- ・エンジン：1 × Volvo Aero RM12（GE F404）
- ・最大推力：80 kN with afterburner
- ・乗員：1 名

主な性能：

- ・最大速度：Mach 2
- ・航続距離：約 800 km
- ・実用上昇限度：15,000 m
- ・翼面荷重：341 kg/m²
- ・推力重量比：0.94

(2) 飛行ケース

Run#(時刻)：ケース番号：飛行条件

Run#1(09:56)：ケース A：M=1.53, H=11 km



(<http://www.saabgroup.com>)

図3 Swedish JAS 39 Gripen

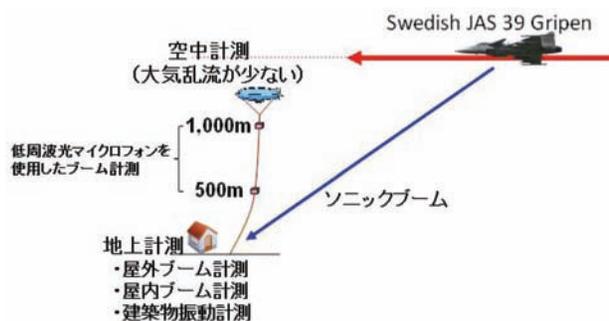


図4 主な計測項目

Run#2(10:15)：ケース B：M=1.4, H=14 km

Run#3(11:48)：ケース C：M=1.4, H=6 km

Run#4(17:05)：ケース A：M=1.53, H=11 km

Run#5(17:18)：ケース C：M=1.4, H=6 km

ケース A は静粛超音速研究機（S3TD）の巡航状態を模擬した飛行であり，ケース B は本機体で発生し得るソニックブーム最小のケース，ケース C はコンコルドと同等の強度のソニックブームを発生するケースである．試験は全ケースとも 9 月 16 日に実施したが，#2 と #3 の終了時に試験航空機は給油のため一旦空港に戻っており，離陸回数としては 3 回の飛行（3 sorties）を実施した．それぞれの飛行（sortie）のミッション番号は，

91002 (Run#1/Run#2)

91004 (Run#3)

91006 (Run#4/Run#5)

となっている．

(3) 計測項目

主な計測項目を図4に示す.

①高度約 1,000 m（大気乱流の影響の少ないデータ）

ソニックブームデータ（光マイクロフォン，コンデンサマイク各 1），気圧，気温，湿度，GPS 位置データ，GPS 時刻

②高度約 500 m（地上との中間点のデータ）

ソニックブームデータ（光マイクロフォン）

③地上屋外（ブーム評価法に資するデータ）

ソニックブームデータ（コンデンサマイク）4 点，GPS 時刻

④屋内（ブーム評価法に資するデータ）

ソニックブームデータ（コンデンサマイク）3 点，建築物振動データ（窓，壁，天井）8 点

2.5 計測システム

2.5.1 空中計測システム

本試験で用いた空中計測システム（ABBA システム）は以下に示す (1)～(7) の構成から成り立つ．なお，今回

ABBA システムを搭載した係留気球は NEAT 側から提供され、その仕様は以下の通りである。

主な仕様：

- ・ VIGILANCE 社（オランダ）製 FB-6500-D
- ・ 全長：15.2 m
- ・ 最大直径：5.18 m
- ・ 容積：134 m³
- ・ 高度：900 m（今回 1,000 m）
- ・ 耐風速：25 m/s@45-150 m（今回 15 m/s@1,000 m）
- ・ ペイロード：118 kg@900 m（今回 25 kg@1,000 m：光ファイバー 500 m 分の空気抵抗を考慮）
- ・ 必要地上クリアランス：半径 30 m

(1) 音響計測系

高度約 1,000 m および約 500 m に低周波光マイクロフォンと低周波コンデンサマイクロフォン（1,000 m のみ）を設置した。

光マイクロフォンは Optoacoustics 社製 Optimic 2180 を 300 Pa まで計測できるように改良したものをを用いた。コンデンサマイクロフォンには B&K 社製の 4193 型低周波マイクロフォンと 2669 型プリアンプの組み合わせを用い、GRAS 社製のマイク電源 12 AR により 200 V の偏極電圧供給を行った。マイクロフォンの感度を上げるため、4193 型低周波マイクロフォンに付属の低周波アダプタ UC-0211 は使用しなかった。

(2) 記録系

小型軽量のデータレコーダとして 24 ビットの AD 変換分解能を持つ Crystal Instruments 社製 CoCo-80 を使用し、3 チャンネルのソニックブーム音響計測データ（1,000 m の 2 チャンネルおよび 500 m の 1 チャンネル）と時刻同期信号を記録した。サンプリング周波数は、CoCo-80 の内蔵メモリに 3 時間以上の計測データを保存できるよう、25.6 kHz とした。

(3) 同期信号系

飛行データ、地上計測データとの同期を GPS 時刻で行うため、GPS アンテナの接続された時刻信号発生器から IRIG-B 形式の信号を出力し、記録系のデータレコーダに記録した。

(4) 環境計測系

市販の小型機器を使用して、計測点雰囲気条件（大気圧、温度、湿度）を計測し、機器内部のメモリに記録した。サンプリング周波数は 0.2 Hz とし、11 時間の記録が行えるように設定した。環境計測系は高度 1,000 m に設置する音響計測系、記録系と同じ点に設置し、ソニックブーム計測

時の高度約 1,000 m における計測に加え、係留気球の上昇および下降中も観測を行い、地表から高度約 1,000 m までの分布の計測も行った。

(5) 位置計測系

ポータブル GPS を使用して計測点の緯度経度および高度を計測・記録した。環境計測と同様、ソニックブーム計測時および係留気球上昇・下降時に計測・記録を行った。

(6) 通信系

WiFi ルータと長距離無線 LAN アンテナを使用し、地上の PC から記録系の監視・制御を行った。記録系の制御および監視には、データレコーダに付属のソフトウェアを使用した。

(7) 電源系

バッテリー内蔵の機器では付属のバッテリーを用い、それ以外の外部電源を必要とする機器へは別途製作した電源系から電力を供給した。係留気球の運用および超音速機の運行時間を考慮して設計運用時間を 6 時間と設定し、設計運用時間を上回るように電源系の容量を設計した。容量の増加および軽量化のため、電源にはリチウム 1 次電池を使用し、変圧器により各機器に適した電圧に変換して電力を供給した。

2.5.2 地上計測システム

本試験で用いた地上計測システムは以下の構成から成り立つ。

(1) 音響計測系

屋外と屋内の 7 地点におけるソニックブーム計測を行った。Ch 1 のマイクロホンは建物等の反射の影響のない屋外ブーム波形を計測するために、計測小屋（ブームハウス）から 50 m 離れた地点の地面に設置した。Ch 1 以外のマイクロホンは計測小屋周囲および内部に、図 5 に示すように設置した。Ch 1 の設置場所は Ch 2 から小屋の壁面に垂直な北西方向（図 5 の上方向）に 50 m 離れた地点である。Ch 1 と Ch 4 は地面に置いた反射板上にマイクロフォンを設置した。反射板の大きさは 50 cm × 50 cm であり、反射面には厚さ 2 mm のアルミニウム板を用い、その裏面に厚さ 9 mm の合板を貼り合わせて作成した。

地上での音響計測に使用した機器を表 1 に示す。本試験においてはマイクロフォンの性能によるソニックブーム計測波形への影響を調査し、今後のソニックブーム計測におけるマイクロフォンの選定に資するデータの取得も目的としたため、低周波性能等が必ずしもソニックブーム計測に適合しない可能性のあるものも含めて、複数種のマイ

表1 地上計測機器

Ch	種類	センサ	プリアンプ	アンプ	設置位置
1	音響	B&K 4193 (UC-0211付)	B&K 2669	B&K 2690	屋外:計測小屋より北西50mの地面
2	音響	B&K 4193 (UC-0211付)	B&K 2669	B&K 2690	屋外:北西窓中央
3	音響	B&K 4193 (UC-0211付)	B&K 2669	B&K 2690	屋内:北西窓中央
4	音響	B&K 4949B			屋外:北西窓下方の地面
5	音響	GRAS 40AZ	GRAS 26CG		屋外:南西窓中央
6	音響	GRAS 40AQ	GRAS 26HG		屋内:部屋中央
8	音響	RION XN-1J			屋内:南西窓中央
9	振動	Endevco 2250A-10			屋内:北西窓中央
10	振動	Endevco 61C12			屋内:北西窓枠
11	振動	Endevco 7251A-500			屋内:南西窓中央
12	振動	Endevco 61C13			屋内:南西窓枠
13	振動	RION PV-85		RION UV-06A	屋内:北西壁
14	振動	RION PV-85		RION UV-06A	屋内:南西壁
15	振動	RION PV-85		RION UV-06A	屋内:南東壁
16	振動	RION PV-85		RION UV-06A	屋内:天井



図5 計測小屋付近および内部のセンサ配置

全チャンネルの音響および振動データをサンプリング周波数 48 kHz で同時サンプリングし、24 ビットの分解能で AD 変換した。IEPE 型のセンサには、NI PXI-4472B から励起電流を供給した。AD 変換されたデータは PXI シャーシに接続されたコントローラコンピュータ NI 8353 に搭載されたハードディスクに保存した。また、計測制御・監視用のプログラムは NI 社の LabVIEW を用いて作成した。

(4) 同期信号系

飛行データ、空中計測データとの同期を GPS 時刻で行うため、PXI の時刻同期モジュール NI PXI-6682 に GPS アンテナを接続して時刻を取得してタイムスタンプを作成し、計測データに付加して記録した。

クロフオンを使用した。

(2) 振動計測系

ソニックブームによる建築物の振動挙動を検討するため、計測小屋内部の窓、壁面および天井に加速度計を合計 8 チャンネル設置して計測を行った。加速度ピックアップの配置を図 5 に、使用した振動計測機器を表 1 に示す。

(3) 計測制御・記録系

計測開始・終了等の制御、計測中のデータの監視、および計測データの記録にはナショナルインスツルメンツ (NI) 社のハードウェアおよびソフトウェアを使用した。ハードウェアはモジュール式の PXI システムを用いた。入力モジュールには NI PXI-4472B を用い、計測した

2.6 システム安全

試験実施におけるシステム安全の考えとしては、実績のある超音速航空機を使用するため、計測システム及び支援要員の安全は確保されており、また、飛行制限区域、立入り制限区域内での飛行管制（最寄りの Vidsel 空港から）された飛行により、第三者への損害も極めてまれであると考えられた。

飛行試験計画段階で推定された最大のブームもコンコルドレベルであったため、計測者への聴力障害、窓等の損害は起こらないと考えられたが、NEAT 側の安全対策に従い、パイロットからのカウントダウンによる要員への周知や窓等の事前開放による破壊防止対策を必要に応じて実施した。

2.7 サクセスクライテリア

本飛行試験におけるサクセスクライテリアを下記の通り定義した。

- ・ミニマムサクセス：地上計測システムによるソニックブーム（屋外ブーム，屋内ブーム，建築物振動）データ取得。（地上計測システムの検証）
- ・フルサクセス：空中計測システム，地上計測システムによるソニックブームデータの取得。（地上及び空中計測システムの検証）
- ・エクストラサクセス：良好な気象条件で，全ての計測項目及び飛行データを同期して取得。（ソニックブーム伝搬解析手法の検証データ取得）

3. 試験結果

3.1 飛行データ

3.1.1 地上追尾データ

試験飛行中の機体の位置を地上からレーダーで追尾して計測したデータがNEAT側より提供された。提供されたデータ項目は，時刻（それぞれのRun毎に機体が設定速度に到達した時刻を0秒とする），ブームハウスを原点として北から時計回りで124°の方向をX軸とする機体位置（X, Y, Z：座標系を図6に示す），機体位置変化率（X', Y', Z'），機体速度（V）及び加速度（V'），飛行方位角と方位角変化率，飛行経路角と経路角変化率，及び飛行経路長である。それぞれの飛行（フライオーバー）に対する地上追尾データを図7～図11に示す。

3.1.2 オンボードデータ

地上からのレーダー追尾データとは別に，機体に搭載された機器によるオンボードデータもNEAT側より提供された。提供データ項目は，時刻，緯度，経度，高度，マッハ数，飛行速度，方位角である。図12～図14に各sortie



(<http://maps.google.co.jp>)

図6 地上追尾データ座標系

毎のオンボードデータ表及びグラフを示す。なお，図中に赤丸で示しているブームハウスの位置は緯度66.4°経度19.3°である。

3.2 大気データ

3.2.1 観測気球データ

ソニックブーム伝播推算に必要な飛行試験中の飛行空域における大気情報を収集する目的で，大気観測気球による観測を試験日に2回実施した。それぞれの実施時刻は下記の通り。

観測番号（観測時刻）

91002/91004 (10:25)

91006 (17:37)

1回目の観測はRun#2とRun#3の間（1st sortieと2nd sortieの間）に実施し，2回目の観測はRun#5の直後（3rd sortieの後）に実施した。計測項目は，時刻，高度，大気圧，温度，露点，湿度，水平方向風向風速，大気密度である。それぞれの観測データ（数値データの一部と描画データ）を図15と図16に示す。数値データ表中に記載されている地名Point Charlieが気球放球点であり基準海面高度（Mean Sea Level: MSL [m]）440 mである。データはこの地点を基準とした地上高度（Above Ground Level: AGL [m]）で記載されている。なお，ソニックブーム計測地点（地名Nausta）はMSLで473 mであり，Point Charlieよりも33 m高度が高い（表中のAGL27 m～37 mの間の地点）。ABBAシステムはNaustaから更に1000 m上空である。風向データは北を0°として時計回りに定義され，風速の“v-comp”は南北方向の風速成分（北向きの風速成分が正），“u-comp”は東西方向の風速成分（東向きの風速成分が正）を示している。

3.2.2 係留気球データ

(1) 上空約1,000 mの計測点の位置

係留気球の上空約1,000 m位置のGPSによる位置計測結果を図17 (a), (b), (c), (d)に示す。

図17 (a)は高度と緯度を，(b)は緯度と経度を，(c)は試験日時刻（現地時間）と高度を，(d)は経度と高度を表す。図17 (a), (b), (d)で計測点の移動に関する三面図として見る事が出来る。

各図から係留気球の運用場所の標高が500 m弱であることが判り，図17 (a), (b), (d)から時間とともに北西の風が強くなり，係留気球が南西に流され，高さが約30 m程度低くなったことが判る。また，図17(c)から上空1,000 mまで上昇するのに2時間半程度必要としたことが判る。また，2回の上昇と下降を行っているのは，試験途中にデータレコーダのデータを地上へダウンロードしたために電力を消費し，自動でOffとなり，電源交換を行ったためである。

RFN LISTTYPE 1

MISSION NR : 91002:1

MISSION TYPE: JAXA

MISSION DATE: 2009-09-16

TZERO: 9,56,00.0

STATIONS ON MISSILE: Textfile

COORDINATE SYSTEM

LOCAL CARTESIAN SYSTEM WITH ORIGO IN

X = 2420604 (Sweref93)

Y = 846959

Z = 5820824

X-Axis oriented 123.9995 degrees relative True North

PRINTED PARAMETERS

TIME = TIME IN SECONDS REL. TZERO

X,Y,Z = CARTESIAN COORDINATES IN LOCAL SYSTEM :

X',Y',Z'= COORDINATE VELOCITIES IN M/S

V = VELOCITY M/S

V' = ACCELERATION (M/S**2)

C = FLIGHT COURSE IN DEGREES

C' = FLIGHT COURSE RATE IN DEG/SEC

D = DIVE ANGLE RELATIV THE X/Y PLANE (+=CLIMBING --DIVING)

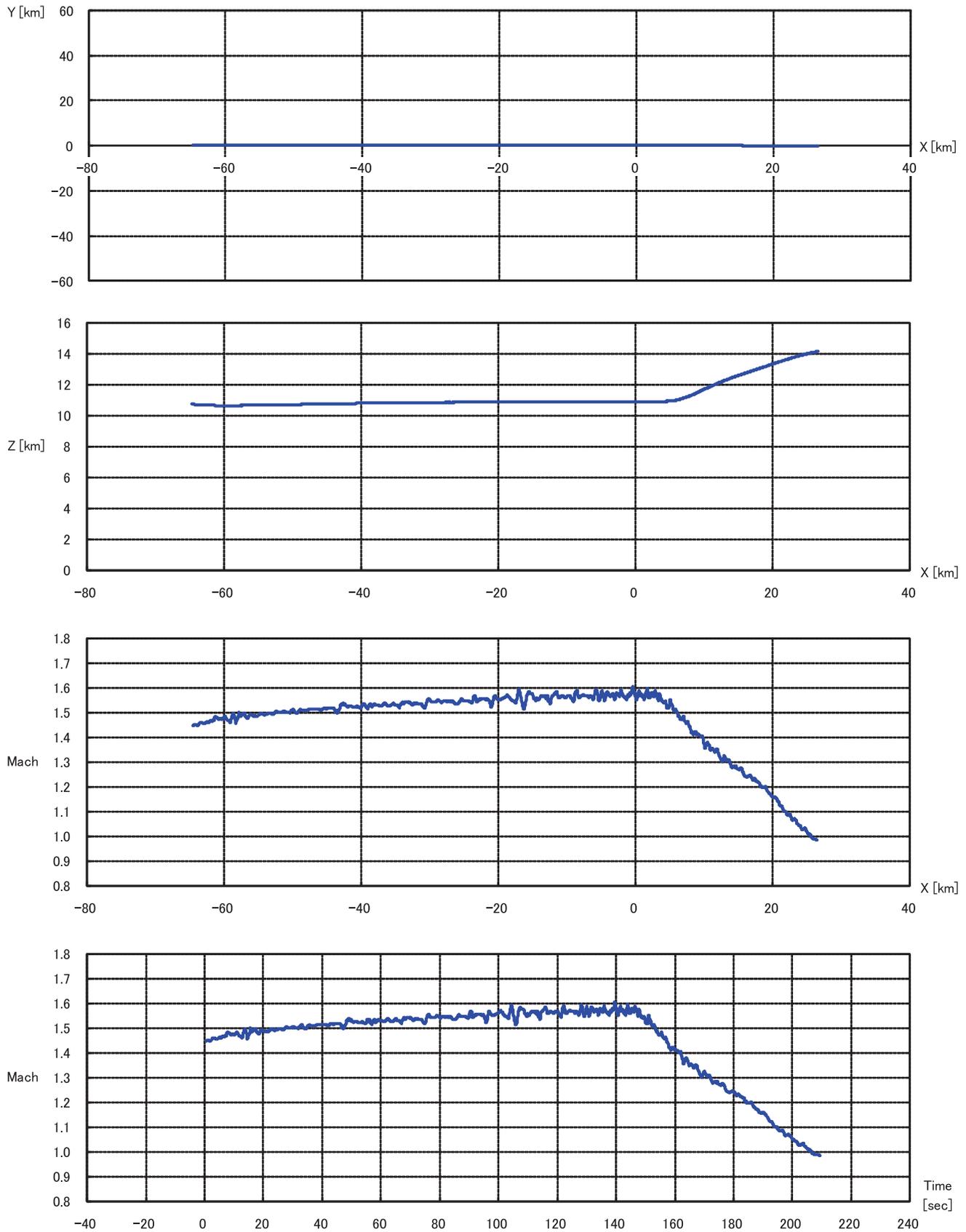
D' = DIVE ANGLE RATE IN DEG/SEC

S = TRAJECTORY LENGTH IN METER FROM TIME TZERO

TIME	X	Y	Z	X'	Y'	Z'	V	V'	C	C'	D	D'	S
0	-64739.4382	449.693	10736.2313	430.9	-23.2	-44.9	433.9	-20.4	120.9	-2.1	-5.9	5.7	0
0.1	-64696.3455	447.3741	10731.7452	429.2	-24.7	-40.4	431.8	3.8	120.7	3.8	-5.4	10.8	43.3
0.2	-64653.5912	444.756	10728.1592	433.3	-17.6	-28.6	434.6	8.8	121.7	2.6	-3.8	12.2	86.6
0.3	-64610.2579	444.4178	10726.0879	434.8	-17.2	-17.7	435.5	13.4	121.7	1.2	-2.3	12	130.1
0.4	-64565.8074	442.3942	10724.7701	436	-17.5	-10.4	436.4	8.4	121.7	-1.6	-1.4	7.7	173.7
0.5	-64522.8209	439.9597	10724.5822	437.1	-20.6	-4.2	437.7	8.6	121.3	-1.8	-0.6	1.2	217.4
0.6	-64479.3246	438.2557	10723.6926	437.2	-22	-6.3	437.8	6.3	121.1	-1.2	-0.8	-4.7	261.2
0.7	-64434.9272	436.1743	10724.5239	438.4	-22.1	-15.3	439.2	-4	121.1	0.8	-2	-7.3	305
0.8	-64391.1666	433.3052	10721.6389	437.7	-21.3	-22.8	438.8	-7.1	121.2	1.5	-3	-4	348.9
0.9	-64347.7241	431.4076	10717.937	434.1	-17.9	-23.6	435.1	-5.9	121.6	0.1	-3.1	3.2	392.6
1	-64304.0676	430.0128	10715.5614	435.5	-18.1	-17.3	436.2	0.2	121.6	-1	-2.3	8.9	436.2
1.1	-64261.4091	428.8769	10715.7644	436.9	-23	-5.7	437.6	12.1	121	-2.1	-0.7	8.7	479.9
1.2	-64216.5735	425.538	10714.0636	437.2	-22.7	2.1	437.7	6.4	121	0	0.3	3.6	523.7
1.3	-64173.0171	422.1424	10715.8496	439.8	-23.9	-0.4	440.4	0.2	120.9	3.7	-0.1	-3.9	567.6
1.4	-64129.6872	422.0143	10716.5827	437.6	-17.9	-6.4	438	-5.7	121.7	4.6	-0.8	-6.4	611.5
1.5	-64084.9632	418.6661	10714.3054	437.1	-11.4	-16.2	437.5	-13.1	122.5	3.8	-2.1	-2	655.3
1.6	-64041.8083	418.338	10711.6483	436	-11.4	-14.3	436.4	-10.2	122.5	0.1	-1.9	5.2	699
1.7	-63998.4157	418.265	10710.2334	434.5	-12.3	-4	434.7	-7.8	122.4	-2.4	-0.5	8.5	742.5
1.8	-63954.9725	416.5031	10711.493	433.9	-16.7	7.4	434.3	-2.6	121.8	-1.7	1	3.5	786
1.9	-63911.1348	413.4232	10712.3708	434.2	-17.9	5.4	434.6	-3.2	121.6	1.9	0.7	-4.2	829.4
2	-63868.4839	412.4151	10714.2557	434.8	-15.1	-5.5	435.1	2.1	122	4.4	-0.7	-9.3	872.9
2.1	-63824.5392	411.3758	10711.5339	432.4	-5.9	-13.6	432.7	6.9	123.2	2.9	-1.8	-6.6	916.3
2.2	-63780.8733	409.9782	10709.1596	435.9	-6.1	-18.3	436.3	15.4	123.2	-1.5	-2.4	0	959.7
2.3	-63738.7173	411.7091	10708.0966	437.1	-11.5	-13.4	437.4	24.6	122.5	-5.2	-1.8	3.3	1003.4
2.4	-63693.4341	409.2025	10706.8073	440	-18.1	-5.9	440.4	15.3	121.6	-3.6	-0.8	2.1	1047.3
2.5	-63649.7124	406.0308	10705.9861	442.4	-20.1	-7.6	442.9	1.6	121.4	0.8	-1	-2.4	1091.5
2.6	-63605.37	403.7666	10707.2834	440.7	-15.6	-13.5	441.2	-10	122	4.1	-1.8	-4.5	1135.7
2.7	-63561.5385	404.3611	10704.0351	437.3	-9.8	-18.8	437.8	-9.5	122.7	3.3	-2.5	-0.2	1179.7
2.8	-63517.1469	402.2292	10701.0262	437.6	-7.2	-17.2	438	4	123.1	0.4	-2.3	6.5	1223.4
2.9	-63475.1704	401.8882	10699.7134	439.6	-11.5	-6.3	439.8	15.3	122.5	-3.2	-0.8	8.5	1267.3
3	-63429.7608	401.3956	10700.823	442	-13.2	5.1	442.2	5.9	122.3	-4.4	0.7	3.9	1311.4
3.1	-63385.4133	399.0462	10700.9991	442.9	-19.3	2.6	443.3	-4.9	121.5	-1.9	0.3	-4.7	1355.7
3.2	-63341.0209	397.05	10702.9517	438.7	-20.1	-6.9	439.2	-11.9	121.4	0.7	-0.9	-9.9	1399.8
3.3	-63298.0883	394.4219	10699.9515	438.3	-15.2	-18.3	438.9	-6.9	122	2.6	-2.4	-6.6	1443.7
3.4	-63254.0938	393.6506	10697.8848	437.8	-12.3	-22.3	438.5	1.2	122.4	1.1	-2.9	0	1487.6
3.5	-63209.7487	393.1331	10694.3587	439.8	-13.1	-15	440.2	4.2	122.3	-1.3	-2	5.4	1531.6
3.6	-63166.3146	391.5308	10694.5823	438.7	-17	-8.5	439.1	2.8	121.8	-2.7	-1.1	4.1	1575.5
3.7	-63122.0835	388.9329	10694.094	440.3	-18.1	-4.7	440.7	-0.2	121.6	-2	-0.6	-1.3	1619.5
3.8	-63078.5898	387.2714	10693.765	439.1	-20.1	-11.7	439.7	-2.4	121.4	-0.6	-1.5	-6.2	1663.5
3.9	-63033.4652	386.2131	10692.4165	439	-19.2	-18.5	439.8	-12	121.5	0.3	-2.4	-6.1	1707.5
4	-62991.0971	382.8285	10689.5495	437.2	-18.5	-25.2	438.3	-4.8	121.6	1.2	-3.3	0.6	1751.4
4.1	-62946.3244	381.5483	10686.9428	434.5	-17.3	-21.1	435.3	-1.6	121.7	0	-2.8	7.8	1795.1
4.2	-62903.5505	380.3684	10683.8835	439.1	-16.4	-8.2	439.5	3.2	121.9	-1.7	-1.1	11.8	1838.8
4.3	-62859.9952	378.7728	10684.685	438	-20.1	2.7	438.4	4.9	121.4	-1.5	0.4	6.8	1882.7
4.4	-62814.6989	376.0321	10686.5886	437.7	-23.9	7.8	438.4	-1.9	120.9	-0.7	1	-1.1	1926.6
4.5	-62771.7626	373.654	10686.9547	437.9	-19.6	-3.1	438.3	1.2	121.4	0.9	-0.4	-6.3	1970.4

(a) 地上追尾データ表 (一部)

図7 地上レーダー追尾データ (Run#1 91002:1)



(b) 地上追尾データグラフ

図7 地上レーダー追尾データ (Run#1 91002:1)

RFN LISTTYPE 1

MISSION NR : 91002:2

MISSION TYPE: JAXA

MISSION DATE: 2009-09-16

TZERO: 10.15,10.0

STATIONS ON MISSILE: Textfile

COORDINATE SYSTEM

LOCAL CARTESIAN SYSTEM WITH ORIGO IN

X = 2420604 (Sweref93)

Y = 846959

Z = 5820824

X-Axis oriented 123.9995 degrees relative True North

PRINTED PARAMETERS

TIME = TIME IN SECONDS REL. TZERO

X,Y,Z = CARTESIAN COORDINATES IN LOCAL SYSTEM :

X',Y',Z'= COORDINATE VELOCITIES IN M/S

V = VELOCITY M/S

V' = ACCELERATION (M/S**2)

C = FLIGHT COURSE IN DEGREES

C' = FLIGHT COURSE RATE IN DEG/SEC

D = DIVE ANGLE RELATIV THE X/Y PLANE (+=CLIMBING --=DIVING)

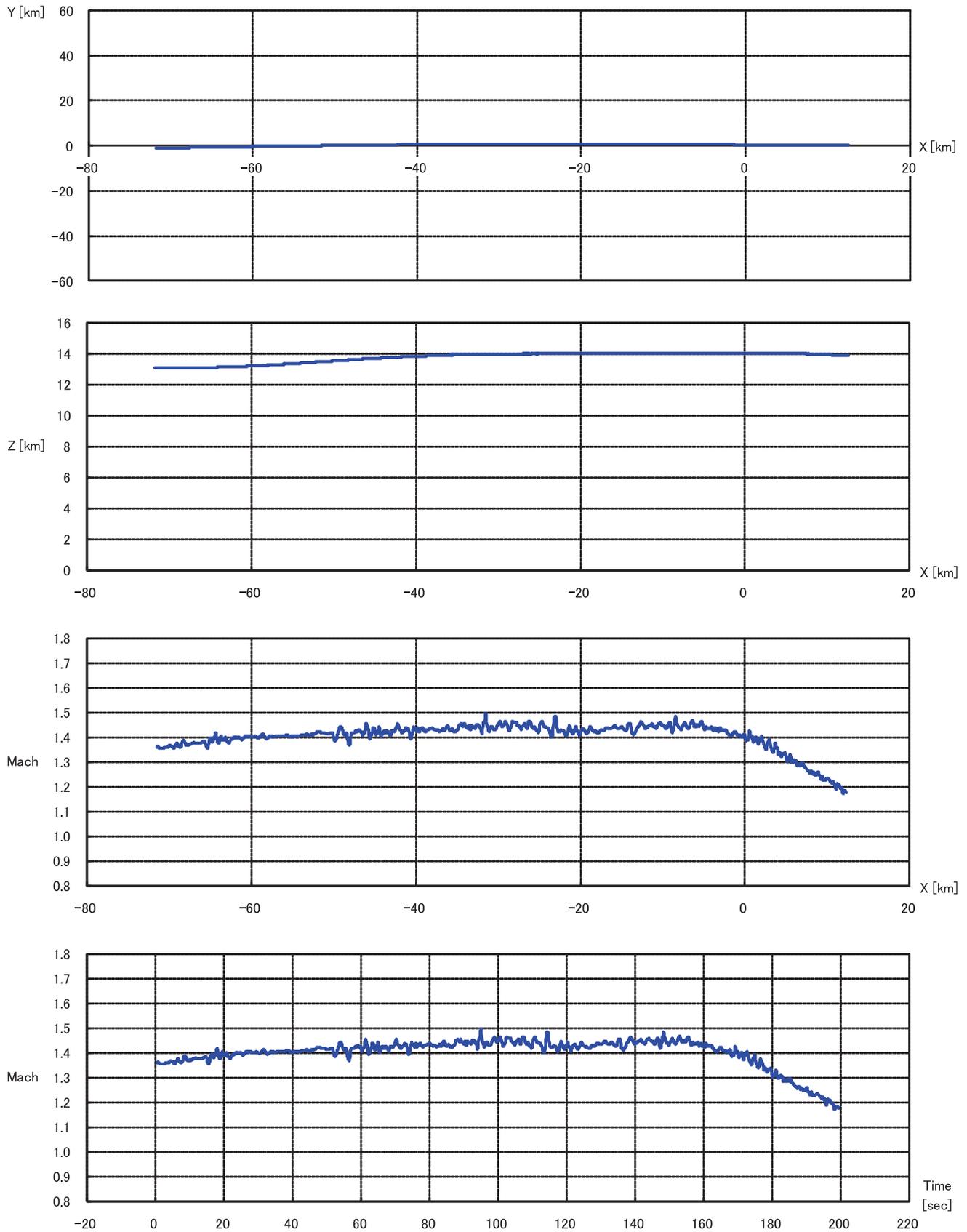
D' = DIVE ANGLE RATE IN DEG/SEC

S = TRAJECTORY LENGTH IN METER FROM TIME TZERO

TIME	X	Y	Z	X'	Y'	Z'	V	V'	C	C'	D	D'	S
0	-71761.0404	-1139.432	13087.852	397.5	26.4	11	398.5	69.1	128.8	0.9	1.6	14.1	0
0.1	-71721.2929	-1136.789	13088.9524	403.9	27.5	21.2	405.4	36.5	128.9	1.5	3	-4.7	40.2
0.2	-71680.2547	-1133.9362	13092.0894	404.7	29	4.5	405.8	31.5	129.1	1	0.6	-3	80.8
0.3	-71639.8141	-1130.1512	13089.407	408.3	30.7	4.9	409.5	20.1	129.3	-0.1	0.7	-1.4	121.5
0.4	-71599.4106	-1128.2374	13089.8648	411.1	29.5	8.9	412.2	19.9	129.1	-0.7	1.2	2	162.6
0.5	-71557.5572	-1124.27	13092.5144	411.1	27.5	14.3	412.2	8.2	128.8	-1.4	2	-1.2	203.8
0.6	-71515.8536	-1122.1494	13095.0102	413.3	28.8	7.1	414.4	-5.6	129	-0.8	1	-3.9	245.2
0.7	-71476.0519	-1119.4495	13093.9615	411.6	26.3	1.4	412.5	-7.5	128.7	-0.5	0.2	-2.2	286.5
0.8	-71433.4943	-1116.2368	13092.6968	408.4	26.9	1.4	409.3	-14.1	128.8	-0.3	0.2	1.4	327.6
0.9	-71392.915	-1114.0515	13094.3877	410.1	26.2	9.2	411.1	-7.2	128.7	0.8	1.3	0.1	368.6
1	-71353.2243	-1111.3909	13095.4802	407.1	27.1	8.2	408.1	-3.2	128.8	1.1	1.2	-4.6	409.6
1.1	-71311.1208	-1108.7527	13097.1704	408.5	29	-1.7	409.5	-9.3	129.1	1.2	-0.2	-9.1	450.4
1.2	-71270.8533	-1105.3137	13095.412	407.3	29.3	-9.5	408.5	-5.3	129.1	-0.8	-1.3	-5.4	491.3
1.3	-71229.875	-1102.579	13093.5795	404.9	29.2	-14.5	406.2	-4.8	129.1	-1.8	-2	2.8	532.1
1.4	-71190.1964	-1099.8409	13092.5136	406.3	24.1	-4.5	407.1	3.5	128.4	-1.7	-0.6	7	572.7
1.5	-71148.9836	-1096.8949	13091.3616	407	25.1	5.8	407.8	8.1	128.5	-0.5	0.8	5.1	613.5
1.6	-71108.142	-1096.1163	13094.2514	408.6	25.5	5.3	409.5	5.6	128.6	1.5	0.7	-2.9	654.4
1.7	-71067.4116	-1091.8848	13095.6223	408.2	27	-1.4	409.1	0.8	128.8	1.1	-0.2	-6.7	695.3
1.8	-71026.6672	-1089.6034	13093.0228	408.1	28.7	-11.2	409.2	-3.2	129	1	-1.6	-4.1	736.2
1.9	-70985.6325	-1086.6442	13091.285	407.3	27.4	-9.7	408.3	-3.6	128.9	0.3	-1.4	0	777.1
2	-70944.9991	-1084.402	13090.8268	407.2	28.9	-5.3	408.2	-4	129.1	-0.6	-0.7	1.3	817.9
2.1	-70904.6176	-1080.7881	13091.8886	406.8	28	-4.1	407.8	-0.9	128.9	-1.4	-0.6	-1.8	858.7
2.2	-70863.5825	-1078.0709	13090.0641	406.6	26	-9.2	407.5	-2.6	128.7	-1.6	-1.3	-5.1	899.5
2.3	-70822.9491	-1075.8288	13089.6059	407.2	24	-14.2	408.2	-2	128.4	-0.3	-2	-6.2	940.2
2.4	-70782.5464	-1073.8832	13087.3461	405.5	25.2	-18.5	406.7	-1.4	128.6	1	-2.6	-2.6	981
2.5	-70741.5135	-1070.8814	13086.1689	405.7	27.2	-21.6	407.1	-0.1	128.8	1.2	-3	2.7	1021.7
2.6	-70701.5427	-1067.9604	13082.513	406.1	27.9	-14.7	407.3	7.7	128.9	0.4	-2.1	7.9	1062.4
2.7	-70660.623	-1065.1655	13081.2332	406.9	27	-6.6	407.8	5.1	128.8	-0.2	-0.9	8.5	1103.2
2.8	-70619.9287	-1062.816	13082.4661	409.4	26.9	2.1	410.2	4.7	128.8	-0.3	0.3	2.6	1144.1
2.9	-70578.8913	-1059.9313	13082.8854	407.3	27.2	0.1	408.3	5	128.8	0	0	-2.7	1185
3	-70537.7291	-1057.1274	13082.7613	408.5	27.1	-8.9	409.4	6.3	128.8	0.1	-1.3	-3.9	1225.9
3.1	-70498.0487	-1054.432	13081.1347	409.7	27	-10.8	410.7	12	128.8	-0.1	-1.5	1	1266.9
3.2	-70456.1218	-1052.0334	13078.8741	411.2	27.6	-6.4	412.1	4.6	128.8	0	-0.9	5.8	1308
3.3	-70414.8481	-1048.9801	13079.4132	412	27	2.3	412.9	-8	128.8	-0.1	0.3	5.8	1349.3
3.4	-70373.7463	-1046.0733	13080.4023	409.7	27.2	5.1	410.6	-15.6	128.8	0.1	0.7	3.5	1390.5
3.5	-70333.2315	-1043.9101	13081.5234	406.6	26.5	4	407.5	-12.6	128.7	0.8	0.6	1.6	1431.4
3.6	-70292.0755	-1040.9465	13080.3634	406.1	27.5	5.4	407.1	-3.7	128.9	0.4	0.8	3.4	1472.1
3.7	-70252.3848	-1038.2859	13081.4559	407.3	29.2	7.9	408.4	4.6	129.1	-0.5	1.1	4.8	1512.9
3.8	-70211.1148	-1035.1473	13083.1161	407.1	27.2	15.3	408.3	3.6	128.8	-1.6	2.2	4.3	1553.7
3.9	-70170.0698	-1032.2229	13084.0973	408.1	24.9	16.4	409.1	4.9	128.5	-2	2.3	1.9	1594.6
4	-70129.6636	-1030.3837	13086.7123	407.5	24.1	16.5	408.5	13	128.4	-0.4	2.3	-0.5	1635.5
4.1	-70089.0825	-1028.2411	13087.8426	409.8	23.9	14.3	410.8	16.5	128.3	1.1	2	-2.2	1676.4
4.2	-70047.8693	-1025.0848	13089.4949	412.9	26.7	15	414	9.7	128.7	0.7	2.1	-4.8	1717.7
4.3	-70006.0548	-1022.925	13089.8495	413.6	28	9.6	414.7	-0.9	128.9	0.2	1.3	-5.6	1759.1
4.4	-69964.7239	-1019.6791	13093.2008	410.7	25	1.8	411.4	-5.2	128.5	-1.6	0.3	-5.5	1800.4
4.5	-69923.8574	-1016.9517	13090.7919	410.9	25.4	0.9	411.6	1.4	128.5	-1.9	0.1	0.4	1841.6

(a) 地上追尾データ表 (一部)

図8 地上レーダー追尾データ (Run#2 91002:2)



(b) 地上追尾データグラフ

図8 地上レーダー追尾データ (Run#2 91002:2)

RFN LISTTYPE 1

MISSION NR : 91004:1

MISSION TYPE: JAXA

MISSION DATE: 2009-09-16

TZERO: 11.48,20.0

STATIONS ON MISSILE: Textfile

COORDINATE SYSTEM

LOCAL CARTESIAN SYSTEM WITH ORIGO IN

X = 2420604 (Sweref93)

Y = 846959

Z = 5820824

X-Axis oriented 123.9995 degrees relative True North

PRINTED PARAMETERS

TIME = TIME IN SECONDS REL. TZERO

X,Y,Z = CARTESIAN COORDINATES IN LOCAL SYSTEM :

X',Y',Z'= COORDINATE VELOCITIES IN M/S

V = VELOCITY M/S

V' = ACCELERATION (M/S**2)

C = FLIGHT COURSE IN DEGREES

C' = FLIGHT COURSE RATE IN DEG/SEC

D = DIVE ANGLE RELATIV THE X/Y PLANE (+=CLIMBING --DIVING)

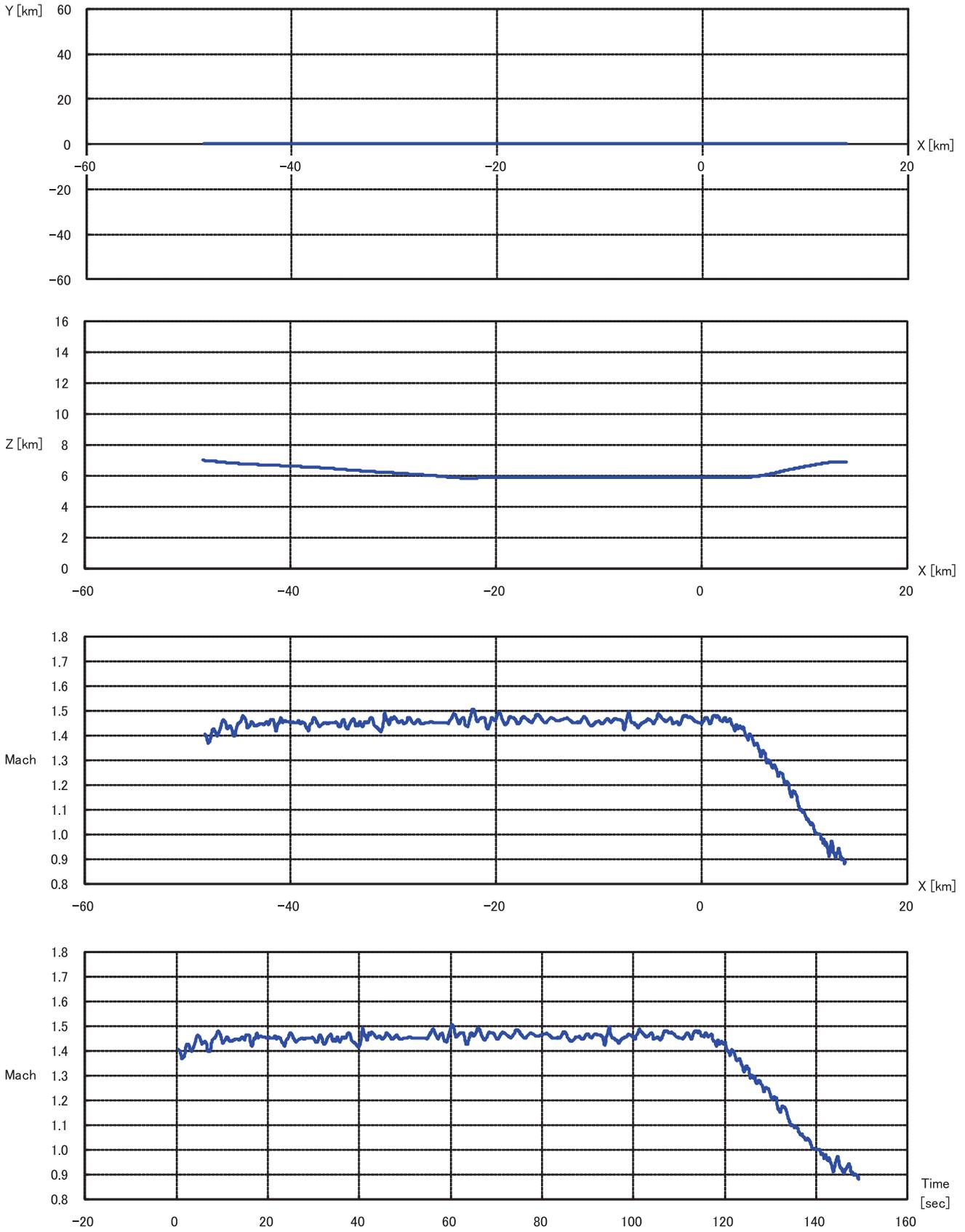
D' = DIVE ANGLE RATE IN DEG/SEC

S = TRAJECTORY LENGTH IN METER FROM TIME TZERO

TIME	X	Y	Z	X'	Y'	Z'	V	V'	C	C'	D	D'	S
0	-48535.4787	213.9742	6998.0769	422.2	26.7	-42.4	425.1	-30.7	126.6	-17.3	-5.7	11.2	0
0.1	-48493.2617	216.6431	6993.8368	420.5	13.8	-33.9	422.1	-8.5	124.9	-8.5	-4.6	5.6	42.4
0.2	-48451.3849	216.739	6991.3003	421.8	14.1	-34	423.4	13.1	124.9	-3	-4.6	2.2	84.6
0.3	-48408.4751	218.5425	6987.4535	424.7	12.9	-33.8	426.2	14.1	124.7	0.1	-4.5	0.5	127.1
0.4	-48366.9606	220.0907	6984.272	427.9	16.3	-35	429.6	6.5	125.2	0	-4.7	0.8	169.9
0.5	-48323.1429	221.4076	6980.463	424.6	13.3	-32	426	-9.3	124.8	-0.5	-4.3	1.2	212.7
0.6	-48280.1209	223.4616	6977.2807	425.3	14	-32.1	426.7	-24.8	124.9	-1.5	-4.3	1.6	255.3
0.7	-48239.5973	223.4887	6974.9421	421.7	12.1	-30.4	423	-23.7	124.6	-1.1	-4.1	1.1	297.8
0.8	-48196.079	226.0428	6970.9701	417.5	11	-29	418.7	-26.7	124.5	-1.8	-4	1.8	339.9
0.9	-48154.317	226.17	6968.4177	417	10.5	-28.8	418.2	-17.5	124.4	-0.5	-4	2.7	381.7
1	-48113.9868	227.6448	6966.0186	414.9	7.9	-25.4	415.8	-11.1	124.1	0.7	-3.5	3.4	423.4
1.1	-48072.1252	227.9428	6963.0067	414.9	11.6	-21.8	415.7	-20.4	124.6	2	-3	4.4	465
1.2	-48029.7095	229.0894	6960.9842	413.7	13	-20	414.4	-25.2	124.8	2.6	-2.8	2.9	506.5
1.3	-47988.9918	231.2605	6960.0246	408.1	15	-15.1	408.6	-31.3	125.1	1.7	-2.1	-0.3	547.7
1.4	-47948.7006	232.5065	6957.5322	406	15.1	-17.7	406.7	-21.1	125.1	2.1	-2.5	-3	588.4
1.5	-47908.5859	233.7276	6957.1717	402.9	16.1	-23	403.9	13.5	125.3	0.6	-3.3	-5.7	629
1.6	-47866.9049	235.4283	6953.5401	404.9	19.5	-26.2	406.2	41.5	125.8	-2.1	-3.7	-4.2	669.5
1.7	-47828.4447	237.8494	6950.4968	414.2	15.3	-31.6	415.6	54.9	125.1	713.8	-4.4	-1.1	710.6
1.8	-47786.325	240.1907	6947.7507	420.4	8.6	-29.8	421.5	40.6	124.2	1071.8	-4.1	1.3	752.4
1.9	-47741.7937	239.002	6944.2837	422.8	-0.3	-27.1	423.7	14.8	123	1074.3	-3.7	3	794.7
2	-47700.0413	239.1318	6941.7299	421.8	-2	-25.2	422.5	14.5	122.7	-2	-3.4	1.9	837
2.1	-47660.1876	238.2271	6939.9813	421.9	0	-23.3	422.6	31.8	123	-1079.4	-3.2	0.8	879.2
2.2	-47616.2425	239.5926	6937.312	428.6	1	-25.2	429.3	40.2	123.1	-1079.3	-3.4	1.3	921.8
2.3	-47572.7316	238.7648	6934.8259	435.5	0.5	-24.8	436.2	32.2	123.1	-719.2	-3.3	3.5	965.1
2.4	-47529.4684	239.358	6931.7108	435.4	0.4	-20.5	435.8	12.4	123	1.7	-2.7	5.8	1008.7
2.5	-47485.8397	238.5815	6930.3631	435.2	3.5	-13.4	435.4	-4.9	123.5	3.3	-1.8	4.6	1052.3
2.6	-47442.0105	239.8639	6929.2731	435.8	6	-9.1	435.9	-18.3	123.8	3.4	-1.2	0.6	1095.8
2.7	-47398.8544	240.2572	6929.3337	433.4	10.1	-13.1	433.7	-34.9	124.3	2.7	-1.7	-5	1139.3
2.8	-47355.0792	241.5127	6927.6752	427.1	9.6	-18	427.6	-47.5	124.3	1.4	-2.4	-8.6	1182.4
2.9	-47312.618	242.8031	6924.6248	421.1	11.6	-26.9	422.1	-43.9	124.6	-1.1	-3.7	-8.6	1224.9
3	-47271.595	243.4126	6922.619	416.5	9.9	-33	417.9	-21.3	124.4	-3	-4.5	-6.7	1266.9
3.1	-47230.0351	245.1046	6918.4096	414.9	5.4	-36.1	416.5	5	123.8	715.3	-5	-3.1	1308.6
3.2	-47188.1094	245.3019	6914.2845	418.1	1.4	-37.4	419.7	15.6	123.2	1075.9	-5.1	-0.1	1350.4
3.3	-47146.9015	244.5804	6910.7427	422.2	-1.3	-36.3	423.8	6.9	122.8	358.2	-4.9	1.7	1392.6
3.4	-47104.132	244.3918	6907.7687	420.8	-1.6	-34	422.1	0.5	122.8	-359.4	-4.6	3.2	1434.9
3.5	-47060.9195	244.9155	6903.5244	417.6	0.6	-31.8	418.8	-1.7	123.1	-1078	-4.4	4.4	1476.9
3.6	-47020.7231	244.3132	6900.8768	421.5	2.8	-27.9	422.5	16.6	123.4	-717.7	-3.8	4.7	1519
3.7	-46979.8211	244.914	6898.2932	422.1	3.7	-23	422.7	32.6	123.5	1.2	-3.1	4.1	1561.2
3.8	-46933.9092	245.7857	6896.4573	427.9	5.4	-21.6	428.4	22.3	123.7	-0.5	-2.9	3.5	1603.8
3.9	-46893.2797	246.0234	6894.2212	431.6	3.7	-20.7	432.1	16.6	123.5	-1.6	-2.8	4.2	1646.8
4	-46850.062	246.4728	6892.134	428.6	0.9	-16.5	428.9	0	123.1	-0.7	-2.2	4.5	1689.9
4.1	-46805.9458	246.4382	6890.0833	430.7	0.1	-10.3	430.8	-1	123	2.2	-1.4	2	1732.9
4.2	-46763.274	246.047	6890.2863	429	4.8	-10.1	429.1	24	123.6	4.3	-1.3	-3.6	1775.9
4.3	-46721.3434	246.2949	6890.0015	431.1	10	-16.4	431.5	29.8	124.3	3.3	-2.2	-8.4	1818.9
4.4	-46677.8795	248.947	6887.144	439.5	12.4	-27.7	440.5	31.9	124.6	-0.1	-3.6	-8.8	1862.5
4.5	-46633.1054	250.0036	6883.4675	438.6	9.2	-34	440	26.7	124.2	-1.8	-4.4	-5.8	1906.5

(a) 地上追尾データ表 (一部)

図9 地上レーダー追尾データ (Run#3 91004)



(b) 地上追尾データグラフ

図9 地上レーダー追尾データ (Run#3 91004)

RFN LISTTYPE 1

MISSION NR : 91006:1

MISSION TYPE: JAXA

MISSION DATE: 2009-09-16

TZERO: 17.5,0.0

STATIONS ON MISSILE: Textfile

COORDINATE SYSTEM

LOCAL CARTESIAN SYSTEM WITH ORIGO IN

X = 2420604 (Sweref93)

Y = 846959

Z = 5820824

X-Axis oriented 123.9995 degrees relative True North

PRINTED PARAMETERS

TIME = TIME IN SECONDS REL. TZERO

X,Y,Z = CARTESIAN COORDINATES IN LOCAL SYSTEM :

X',Y',Z'= COORDINATE VELOCITIES IN M/S

V = VELOCITY M/S

V' = ACCELERATION (M/S**2)

C = FLIGHT COURSE IN DEGREES

C' = FLIGHT COURSE RATE IN DEG/SEC

D = DIVE ANGLE RELATIV THE X/Y PLANE (+=CLIMBING --DIVING)

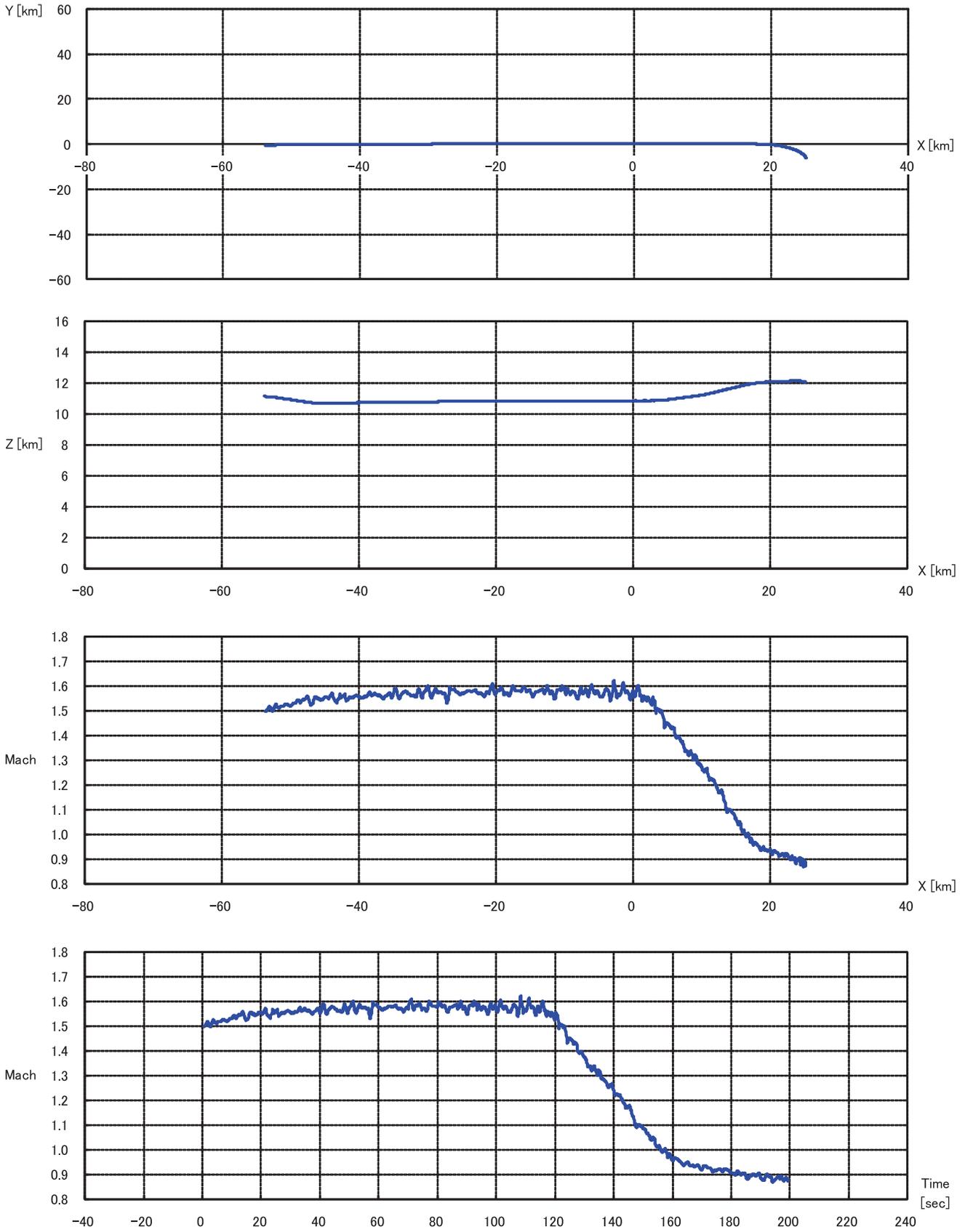
D' = DIVE ANGLE RATE IN DEG/SEC

S = TRAJECTORY LENGTH IN METER FROM TIME TZERO

TIME	X	Y	Z	X'	Y'	Z'	V	V'	C	C'	D	D'	S
0	-53841.8779	-477.6576	11130.5007	442.5	21.1	-39.6	444.8	17.6	125.7	-8.1	-5.1	5	0
0.1	-53797.6238	-475.5432	11126.5426	444.9	14.9	-35.8	446.6	28	124.9	-3.2	-4.6	10.7	44.6
0.2	-53752.9014	-474.6704	11123.332	449.5	16.4	-23.3	450.4	20.1	125.1	-1.3	-3	10	89.4
0.3	-53707.7342	-473.117	11121.5689	451.3	15.5	-13.4	451.7	9.3	125	0.4	-1.7	5.5	134.5
0.4	-53662.0735	-470.6568	11121.3477	451.8	16.4	-12.4	452.3	-5.4	125.1	-0.3	-1.6	-2.4	179.7
0.5	-53617.397	-469.8028	11120.8482	449.5	16.7	-19.9	450.3	-7.8	125.1	-0.7	-2.5	-6.2	224.9
0.6	-53572.1714	-468.1507	11117.4979	447.2	14.8	-29.3	448.4	1	124.9	-1.5	-3.8	-3.2	269.8
0.7	-53527.9172	-466.0364	11113.5398	448.6	13.5	-28.9	449.8	14.1	124.7	-2.1	-3.7	3.4	314.7
0.8	-53483.1949	-465.1636	11110.3293	452.4	12.1	-20.4	453	15.4	124.5	-1	-2.6	6.8	359.8
0.9	-53437.562	-464.5699	11109.9622	454.8	10	-11.3	455	6.2	124.3	1.2	-1.4	2.9	405.2
1	-53391.163	-462.8312	11109.1064	453.2	13	-11.7	453.5	-2.5	124.6	3.3	-1.5	-3.9	450.7
1.1	-53346.535	-462.2035	11108.5123	451.7	18	-22.2	452.6	-2.5	125.3	4	-2.8	-7.1	496
1.2	-53302.1114	-459.8542	11105.2267	451.5	21.2	-30.3	453	8.8	125.7	1.2	-3.8	-4	541.3
1.3	-53256.2405	-457.0658	11100.8098	452.6	21.6	-29.9	454.1	14.1	125.7	-1.8	-3.8	1.9	586.6
1.4	-53210.5729	-454.8157	11097.7843	456.3	16.1	-24	457.2	13	125	-3	-3	3.8	632.2
1.5	-53166.0208	-453.9278	11097.2676	457	13.5	-18.2	457.5	11.8	124.7	-1.8	-2.3	0.2	677.9
1.6	-53119.0918	-453.3746	11095.0115	457	13.7	-21.4	457.7	0.4	124.7	1	-2.7	-4	723.7
1.7	-53073.4882	-451.0237	11093.0992	458.4	15.7	-30.7	459.7	-0.5	125	2.2	-3.8	-5.3	769.5
1.8	-53028.3261	-449.396	11089.179	454.7	19.1	-33.6	456.3	1.8	125.4	2	-4.2	-0.2	815.3
1.9	-52982.214	-448.0685	11084.8292	456.4	19.6	-33	458	0.6	125.5	0.8	-4.1	6.5	861.1
2	-52937.3906	-445.3074	11082.3357	458.6	19.6	-21	459.5	-2.1	125.5	-1.1	-2.6	8.3	906.9
2.1	-52890.7699	-443.275	11080.0032	457.9	18.7	-11.2	458.4	-22.5	125.3	-2.2	-1.4	5.2	952.8
2.2	-52844.7591	-441.9826	11081.0743	454.6	15.4	-11.5	455	-30.1	124.9	-2.5	-1.5	-2.9	998.5
2.3	-52799.5951	-440.3867	11079.8717	448.5	12.8	-16.7	449	-18	124.6	-1.5	-2.1	-5.5	1043.7
2.4	-52755.6563	-439.0611	11076.6406	448.1	12	-29.1	449.2	0.6	124.5	-1.1	-3.7	-0.5	1088.6
2.5	-52711.091	-438.3434	11073.8815	451.5	14	-23.7	452.3	6.9	124.8	-1.4	-3	5.3	1133.7
2.6	-52664.9789	-437.0159	11069.5317	453.4	10.3	-9.9	453.7	-13.6	124.3	-2	-1.2	7.8	1179
2.7	-52619.1975	-434.422	11071.5715	450.1	8.3	-5.4	450.2	-18.9	124.1	-2.2	-0.7	3.4	1224.2
2.8	-52574.8796	-435.8963	11072.8609	443.3	7	-7.5	443.5	-4.5	123.9	0.6	-1	0.6	1268.8
2.9	-52531.1137	-434.7632	11069.5179	447.8	6.6	-11.5	447.9	12.8	123.8	2.1	-1.5	1.4	1313.4
3	-52487.3504	-433.3482	11066.8235	452.3	13.5	-4.6	452.5	31.4	124.7	2.3	-0.6	1.1	1358.4
3.1	-52439.0851	-432.3883	11068.8556	451.8	13.4	-1.4	452	20.4	124.7	1.8	-0.2	-2.6	1403.7
3.2	-52394.7538	-430.3159	11070.9042	456.8	13.1	-8.6	457.1	26.9	124.6	0.2	-1.1	-5.9	1449.1
3.3	-52351.5024	-429.5633	11066.7531	455.2	14.1	-20	455.8	35.1	124.8	0.6	-2.5	-2.9	1494.8
3.4	-52302.7232	-428.2018	11063.5973	463.4	14.2	-19.1	464	13.5	124.8	1.6	-2.4	1.1	1540.8
3.5	-52257.5107	-426.3796	11062.4894	465.7	15.8	-8.2	466.1	-0.7	124.9	1.8	-1	0.4	1587.3
3.6	-52210.0313	-424.8101	11063.4664	458.2	19.1	-10.4	458.7	-23.2	125.4	2.2	-1.3	-5.4	1633.5
3.7	-52164.9765	-423.3823	11062.7219	457.2	19	-22.7	458.1	-16.7	125.4	1.3	-2.8	-8.8	1679.4
3.8	-52119.8892	-420.1412	11058.2844	454.7	20.8	-33	456.4	2.7	125.6	-0.1	-4.1	-3.5	1725.1
3.9	-52073.9888	-419.235	11053.7295	457.4	19.6	-31.7	458.9	6.3	125.5	-0.4	-4	3.8	1770.8
4	-52028.1606	-416.508	11051.4631	458.9	18.2	-19.8	459.7	5	125.3	-1.3	-2.5	5.1	1816.8
4.1	-51982.1461	-415.383	11050.2904	459.1	18.6	-14.2	459.7	-8.4	125.3	-0.6	-1.8	0.1	1862.7
4.2	-51936.3706	-412.954	11050.0851	457.7	16.3	-21.4	458.5	-16.2	125	-0.8	-2.7	-7	1908.6
4.3	-51890.3552	-411.7148	11047.3173	453.9	17.9	-30.4	455.3	-21.2	125.3	-2.4	-3.8	-8.8	1954.3
4.4	-51845.1961	-410.1695	11042.2745	451.8	14.8	-39.1	453.7	-15.7	124.9	-3.8	-4.9	-3.3	1999.8
4.5	-51800.7725	-407.8202	11038.9888	449.6	9.6	-39.4	451.5	1	124.2	-4.7	-5	2.5	2045

(a) 地上追尾データ表 (一部)

図 10 地上レーダー追尾データ (Run#4 91006:1)



(b) 地上追尾データグラフ

図 10 地上レーダー追尾データ (Run#4 91006:1)

RFN LISTTYPE 1

MISSION NR : 91006:2

MISSION TYPE: JAXA

MISSION DATE: 2009-09-16

TZERO: 17.18,10.0

STATIONS ON MISSILE: Textfile

COORDINATE SYSTEM

LOCAL CARTESIAN SYSTEM WITH ORIGO IN

X = 2420604 (Sweref93)

Y = 846959

Z = 5820824

X-Axis oriented 123.9995 degrees relative True North

PRINTED PARAMETERS

TIME = TIME IN SECONDS REL. TZERO

X,Y,Z = CARTESIAN COORDINATES IN LOCAL SYSTEM :

X',Y',Z' = COORDINATE VELOCITIES IN M/S

V = VELOCITY M/S

V' = ACCELERATION (M/S**2)

C = FLIGHT COURSE IN DEGREES

C' = FLIGHT COURSE RATE IN DEG/SEC

D = DIVE ANGLE RELATIV THE X/Y PLANE (+=CLIMBING --DIVING)

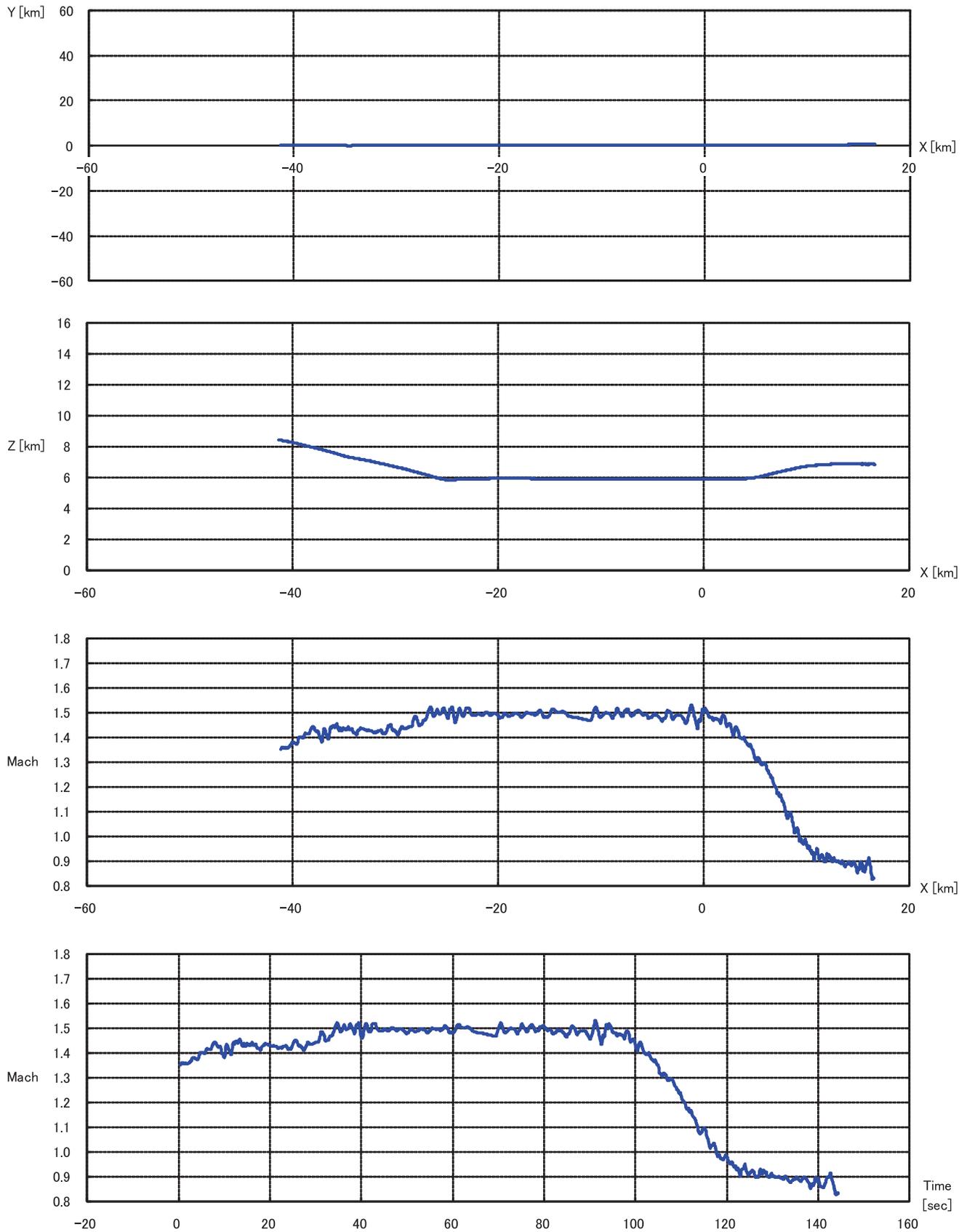
D' = DIVE ANGLE RATE IN DEG/SEC

S = TRAJECTORY LENGTH IN METER FROM TIME TZERO

TIME	X	Y	Z	X'	Y'	Z'	V	V'	C	C'	D	D'	S
0	-41315.5655	199.7356	8428.7992	384.9	4.5	-75.8	392.3	16.6	123.7	3592.4	-11.1	2.4	0
0.1	-41277.0773	200.1815	8421.2171	386.9	-0.7	-74.5	394	41.6	122.9	-1.7	-10.9	7.9	39.3
0.2	-41238.1935	199.6033	8413.8993	395.1	2.3	-66.6	400.6	44.8	123.3	-360.8	-9.6	10.3	79
0.3	-41198.3587	200.2032	8407.2405	401.3	2.7	-58.9	405.6	42.4	123.4	-3.4	-8.4	11	119.4
0.4	-41157.3951	200.8601	8402.5091	405.6	0.2	-51.7	408.9	30.1	123	1072.2	-7.3	8	160.1
0.5	-41116.8256	200.906	8397.4594	408.2	-11.9	-46.8	411.1	23.6	121.3	1069.3	-6.5	5.2	201.1
0.6	-41076.1718	199.3358	8392.9282	409.9	-18.4	-46.6	412.9	14.5	120.4	711.1	-6.5	2.8	242.3
0.7	-41034.8625	195.0363	8388.6432	412.2	-26.3	-44.6	415.4	0.5	119.3	-2.1	-6.2	1	283.7
0.8	-40993.433	194.6086	8383.6247	410.9	-24.7	-43.8	414	-14.8	119.6	3.2	-6.1	0.1	325.2
0.9	-40952.1181	190.1097	8379.8136	408	-16.3	-44.6	410.8	-21.1	120.7	9.1	-6.2	-1.2	366.4
1	-40912.0935	189.4293	8375.459	405.1	-11.6	-45.2	407.8	-14.7	121.4	-709.9	-6.4	-1.7	407.3
1.1	-40871.524	189.4751	8370.4093	405.2	-0.1	-47	407.9	-8.8	123	-353.6	-6.6	-1.2	448.1
1.2	-40831.16	189.1395	8365.7165	405.2	3.4	-47.9	408	-4.4	123.5	-716.7	-6.7	-1.6	488.9
1.3	-40789.9846	190.2178	8361.1901	403.5	-1	-47.2	406.3	-6	122.9	-0.8	-6.7	-2.4	529.6
1.4	-40750.2657	190.7346	8356.1106	403.3	0.4	-50.5	406.5	-0.4	123.1	-0.9	-7.1	-2.7	570.3
1.5	-40710.2115	188.1719	8351.618	402.1	-1.6	-53.7	405.7	10.7	122.8	-718.9	-7.6	-2.4	610.9
1.6	-40669.3926	190.378	8345.2376	404.6	0.5	-54	408.1	19.8	123.1	359.8	-7.6	-1.8	651.6
1.7	-40629.3709	189.6151	8339.7605	407.1	2.8	-54.8	410.8	22.4	123.4	359.8	-7.7	-2.1	692.5
1.8	-40588.4073	190.272	8335.029	409.8	-2.4	-57.7	413.8	7.6	122.7	1078.4	-8	-3.2	733.7
1.9	-40547.1568	189.6119	8329.3368	409.5	-0.9	-61	414	-11	122.9	718.2	-8.5	-3	775.1
2	-40505.6144	189.1847	8321.6164	405.4	-3.4	-62.9	410.3	-26.4	122.5	-0.8	-8.8	-0.4	816.3
2.1	-40466.0069	189.6903	8315.9604	402.3	-2.9	-61.8	407	-27.2	122.6	-2.2	-8.7	2.1	857.2
2.2	-40426.264	188.5242	8310.2689	400.1	-4	-56.7	404.1	-13.6	122.4	-2.6	-8.1	3.7	897.8
2.3	-40385.6879	188.485	8304.098	399.7	-8.4	-54.6	403.5	3.2	121.8	-2.9	-7.8	4	938.2
2.4	-40345.727	187.7802	8299.1736	401.7	-9.8	-52.5	405.3	26.9	121.6	-1.3	-7.4	3	978.6
2.5	-40306.4141	185.8567	8294.1931	404.8	-10.2	-50.3	408.1	39	121.6	1.2	-7.1	1.9	1019.3
2.6	-40265.0337	184.9634	8288.992	412.2	-8.1	-49.9	415.3	32.4	121.9	2	-6.9	0.7	1060.4
2.7	-40223.6226	184.7801	8284.0589	414.7	-5.4	-51.6	418	16	122.3	2.4	-7.1	-1.5	1102.1
2.8	-40181.016	184.2714	8279.2912	413.3	-5.5	-51.4	416.5	-6.9	122.2	1.5	-7.1	-3.6	1143.8
2.9	-40141.0484	183.4816	8273.2456	411.7	-3	-55.8	415.5	-10.5	122.6	0	-7.7	-4.2	1185.4
3	-40099.6802	182.8727	8268.6917	408.7	-3.9	-60.1	413.1	-7.8	122.5	-1	-8.4	-5.1	1226.8
3.1	-40058.4494	183.9671	8261.4556	409.7	-6.2	-61.8	414.4	-3.8	122.1	-1.8	-8.6	-2.6	1268.2
3.2	-40017.9681	182.0795	8255.1296	407.7	-7.6	-66.1	413.1	4.7	121.9	0	-9.2	0	1309.6
3.3	-39977.0353	180.7875	8249.1296	408.8	-7.6	-62	413.5	9.5	121.9	1.7	-8.6	1	1350.9
3.4	-39936.5195	180.6814	8241.8283	411.5	-3.3	-60.3	415.9	12.5	122.5	2	-8.3	1.7	1392.4
3.5	-39894.7723	180.8856	8237.1174	413.2	-2.3	-61.7	417.8	9.1	122.7	1.6	-8.5	-0.6	1434.1
3.6	-39853.3457	180.3754	8230.9764	412.7	-3.3	-61.1	417.3	3.6	122.6	-718.2	-8.4	-0.9	1475.8
3.7	-39812.0369	179.8139	8223.6969	412.4	-2	-64.5	417.4	-0.2	122.7	-1076.8	-8.9	0	1517.6
3.8	-39771.5126	179.5909	8217.992	413.2	3.1	-62.5	417.9	-17.6	123.4	-1076.5	-8.6	0.3	1559.3
3.9	-39729.4919	180.2726	8211.3384	412.8	6.1	-60.9	417.4	-26.2	123.8	0.1	-8.4	1.1	1601.1
4	-39688.0408	181.6714	8205.9039	404	5.3	-60.6	408.5	-12.9	123.8	1075.2	-8.5	0.6	1642.4
4.1	-39647.3555	181.8003	8199.2749	404.6	-2.9	-59.6	409	-0.3	122.6	1073.4	-8.4	0.6	1683.3
4.2	-39610.5999	181.489	8193.731	411.1	-9.7	-60	415.6	17.8	121.7	715.2	-8.3	0.6	1724.5
4.3	-39565.8962	178.8895	8187.6042	409.3	-10.1	-58.9	413.7	-7.3	121.6	0.1	-8.2	-0.8	1766
4.4	-39523.2256	178.2801	8181.7232	410.6	-8.2	-60.1	415.1	-22.4	121.9	3.3	-8.3	-2.4	1807.4
4.5	-39486.3696	178.3788	8175.8079	400.9	-3.2	-61.7	405.6	19.3	122.5	3.7	-8.8	-3.4	1848.4

(a) 地上追尾データ表 (一部)

図 11 地上レーダー追尾データ (Run#5 91006:2)



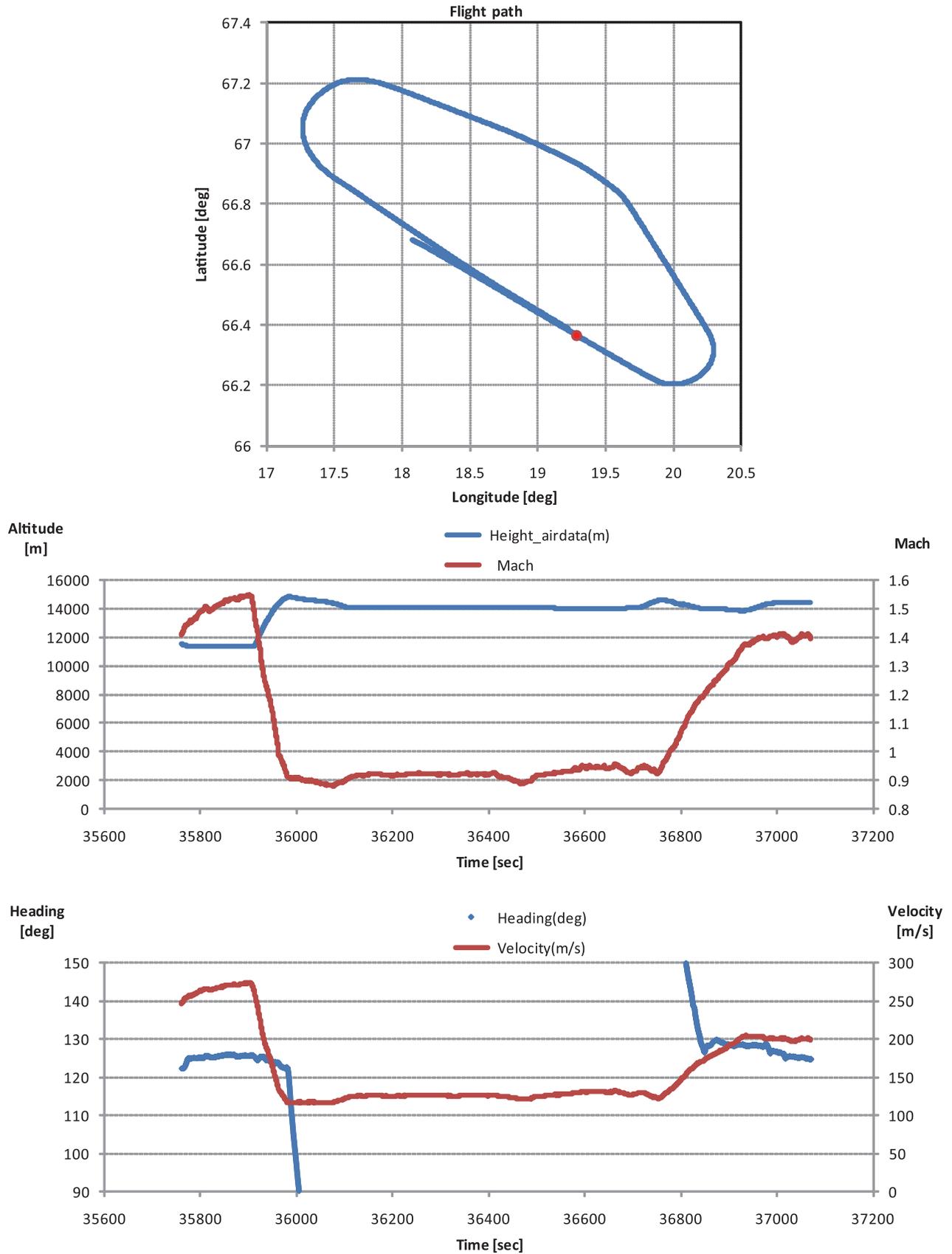
(b) 地上追尾データグラフ

図 11 地上レーダー追尾データ (Run#5 91006:2)

Time(s)	Latitude(deg)	Longitude(deg)	Height_airdata(m)	Mach	Velocity(m/s)	Heading(deg)
35760.037	66.68003064	18.07703616	11531	1.409	246.2	122.263
35760.171	66.67976937	18.07816718	11529.1	1.41	246.3	122.275
35760.304	66.67950352	18.07929361	11527.3	1.41	246.3	122.281
35760.437	66.67923767	18.08042463	11525.5	1.41	246.4	122.286
35760.571	66.67897181	18.08155336	11523.7	1.41	246.5	122.286
35760.704	66.67870596	18.08268323	11521.9	1.41	246.5	122.286
35760.837	66.67844469	18.08381425	11520.1	1.411	246.6	122.286
35760.971	66.67817884	18.08494412	11518.3	1.411	246.7	122.286
35761.104	66.67791299	18.0860717	11516.5	1.411	246.7	122.286
35761.237	66.67764714	18.08720158	11514.7	1.411	246.8	122.286
35761.371	66.67738128	18.08833374	11512.9	1.412	246.9	122.286
35761.504	66.67712001	18.08946591	11511.1	1.412	247	122.286
35761.637	66.67685416	18.09059578	11509.3	1.412	247.1	122.286
35761.771	66.67659289	18.09172794	11507.5	1.413	247.2	122.281
35761.904	66.67632704	18.09286011	11505.7	1.413	247.3	122.281
35762.037	66.67606119	18.09399227	11503.9	1.414	247.4	122.275
35762.171	66.67579534	18.09512444	11502.1	1.414	247.5	122.275
35762.304	66.67552948	18.09625889	11500.3	1.415	247.7	122.275
35762.437	66.67526363	18.0973922	11498.5	1.415	247.8	122.281
35762.571	66.67499778	18.09852666	11496.7	1.416	248	122.281
35762.704	66.67472734	18.09965997	11494.9	1.416	248.1	122.281
35762.837	66.67447066	18.10079557	11493	1.417	248.2	122.286
35762.971	66.67419564	18.10192888	11491.2	1.417	248.3	122.292
35763.104	66.67392979	18.10306678	11489.4	1.418	248.4	122.298
35763.237	66.67366852	18.10419894	11487.6	1.419	248.7	122.315
35763.371	66.67340266	18.10533569	11485.8	1.42	248.8	122.326
35763.504	66.67313223	18.10647129	11484	1.421	249.1	122.332
35763.637	66.67287096	18.10760804	11482.2	1.421	249.2	122.332
35763.771	66.67260511	18.10874594	11480.4	1.422	249.3	122.344
35763.904	66.67233009	18.10988268	11478.6	1.422	249.4	122.355
35764.037	66.6720734	18.11102058	11476.8	1.423	249.6	122.367
35764.171	66.67179838	18.11215733	11475	1.423	249.6	122.378
35764.304	66.67153253	18.11329293	11473.2	1.423	249.7	122.39
35764.437	66.67127126	18.11443197	11471.4	1.423	249.8	122.407
35764.571	66.67100083	18.11557101	11469.6	1.424	249.8	122.424
35764.704	66.67073497	18.11671005	11467.7	1.424	249.9	122.453
35764.837	66.67046912	18.11784909	11465.9	1.424	250	122.47
35764.971	66.67019868	18.11898928	11464.1	1.425	250.1	122.487
35765.104	66.66993283	18.12012946	11462.3	1.425	250.3	122.504
35765.237	66.66966698	18.1212685	11460.5	1.426	250.4	122.521
35765.371	66.66939654	18.1224064	11458.6	1.427	250.6	122.538
35765.504	66.66913069	18.12354658	11456.8	1.428	250.8	122.556
35765.637	66.66886025	18.12468791	11455	1.429	251.1	122.584
35765.771	66.6685944	18.12582925	11453.2	1.43	251.2	122.607
35765.904	66.66832855	18.12697058	11451.3	1.43	251.3	122.642
35766.037	66.66805811	18.12811306	11449.5	1.43	251.4	122.687
35766.171	66.66778768	18.12925324	11447.7	1.431	251.6	122.728
35766.304	66.66752183	18.13039572	11445.9	1.432	251.7	122.75
35766.437	66.66725597	18.13153476	11444.2	1.432	251.9	122.779
35766.571	66.66698554	18.13267495	11442.4	1.433	252	122.802
35766.704	66.66671968	18.13381742	11440.6	1.434	252.2	122.831
35766.837	66.66644466	18.13496219	11438.9	1.435	252.4	122.877
35766.971	66.66617881	18.13610353	11437.1	1.436	252.7	122.911
35767.104	66.66591296	18.13724486	11435.4	1.437	252.9	122.957
35767.237	66.66563794	18.13838848	11433.7	1.438	253.1	123.003
35767.371	66.66537209	18.13953096	11432.1	1.438	253.2	123.031
35767.504	66.66509707	18.14067	11430.5	1.439	253.4	123.071
35767.637	66.66483122	18.14181248	11428.9	1.439	253.5	123.1
35767.771	66.66456078	18.14295495	11427.3	1.44	253.6	123.123
35767.904	66.66428576	18.14409743	11425.8	1.44	253.6	123.157
35768.037	66.66401991	18.14523991	11424.2	1.44	253.7	123.203
35768.171	66.66374489	18.1463801	11422.8	1.441	253.8	123.26
35768.304	66.66347445	18.14752257	11421.3	1.441	253.8	123.312
35768.437	66.66319943	18.14866276	11419.9	1.441	253.9	123.358
35768.571	66.66293358	18.14980409	11418.6	1.441	253.9	123.409
35768.704	66.66265856	18.15094428	11417.2	1.441	253.9	123.444
35768.837	66.66238812	18.15208446	11415.9	1.441	254	123.49
35768.971	66.6621131	18.1532258	11414.7	1.441	254	123.535
35769.104	66.66184267	18.15436484	11413.5	1.441	254.1	123.57
35769.237	66.66156765	18.15550502	11412.3	1.441	254.1	123.616
35769.371	66.66129263	18.15664635	11411.2	1.441	254.2	123.673
35769.504	66.66101302	18.15778654	11410.1	1.442	254.2	123.725
35769.637	66.66074259	18.15892214	11409.1	1.442	254.3	123.77
35769.771	66.66046757	18.16006118	11408.1	1.442	254.4	123.805

(a) オンボードデータ表（一部）

図 12 オンボードデータ（Run#1/Run#2 91002）

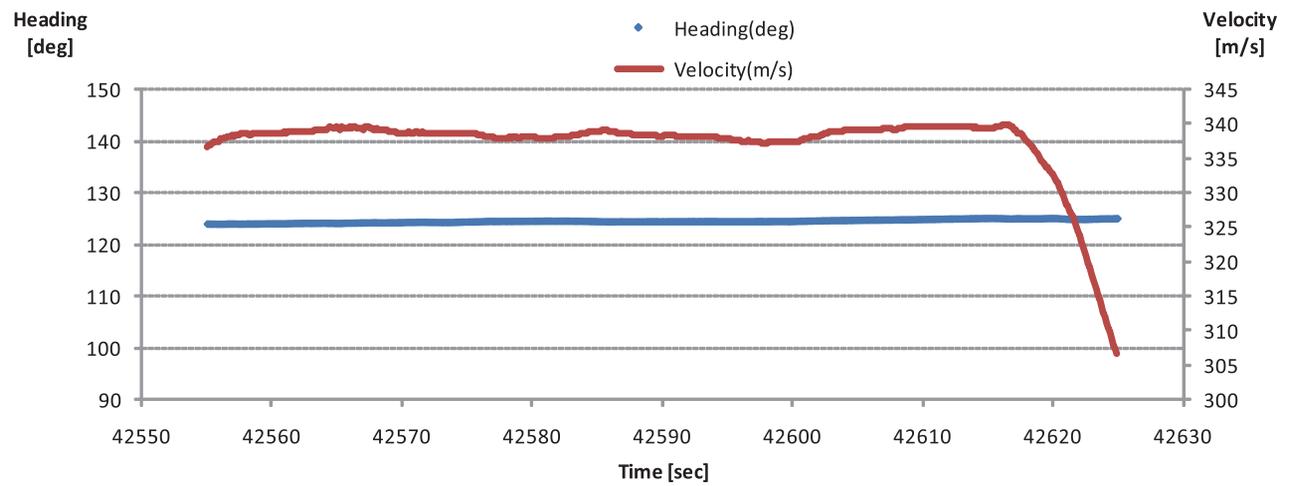
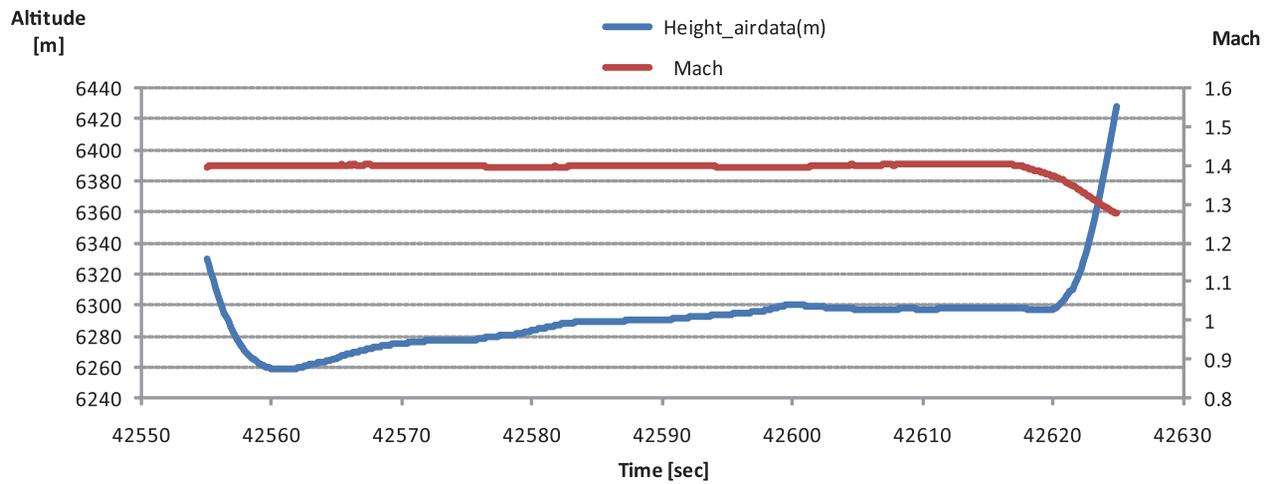
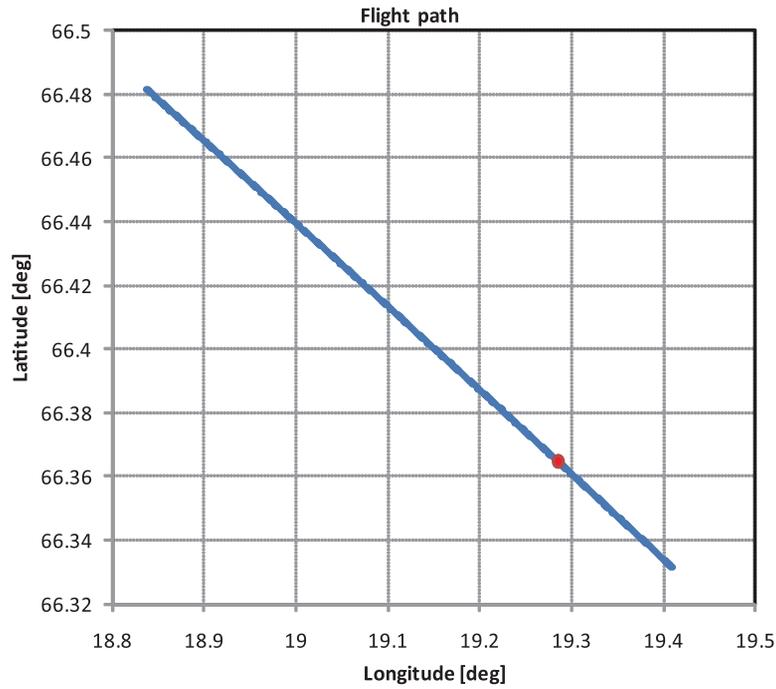


(b) オンボードデータグラフ
図 12 オンボードデータ (Run#1/Run#2 91002)

Time(s)	Latitude(deg)	Longitude(deg)	Height_airdata(m)	Mach	Velocity(m/s)	Heading(deg)
42555.054	66.4816589	18.8372125	6329.8	1.396	336.7	124.005
42555.187	66.48137471	18.83831258	6326.1	1.397	337	123.994
42555.321	66.48108136	18.8394138	6322.4	1.397	337	123.988
42555.454	66.48080176	18.84051159	6318.7	1.397	337.2	123.982
42555.587	66.48051757	18.84161281	6315	1.397	337.3	123.988
42555.721	66.48022421	18.84271404	6311.4	1.397	337.3	123.977
42555.854	66.47994461	18.84381641	6307.9	1.397	337.5	123.965
42555.987	66.47966042	18.84491534	6304.5	1.397	337.5	123.965
42556.121	66.47937165	18.84601886	6301.1	1.398	337.8	123.959
42556.254	66.47908747	18.84712123	6297.9	1.398	337.9	123.971
42556.387	66.47880328	18.84822475	6294.9	1.398	337.9	123.977
42556.521	66.47851909	18.84932483	6291.9	1.399	338.1	123.988
42556.654	66.47823949	18.85042949	6289.1	1.398	338	124.011
42556.787	66.47795072	18.85153186	6286.5	1.399	338.2	124.011
42556.921	66.47765736	18.85263538	6284	1.399	338.4	124.005
42557.054	66.47737318	18.85374004	6281.7	1.398	338.2	124.011
42557.187	66.47708899	18.8548447	6279.6	1.399	338.4	124.005
42557.321	66.4768048	18.85594936	6277.6	1.398	338.3	124
42557.454	66.47651603	18.85705403	6275.8	1.398	338.4	123.994
42557.587	66.47623643	18.8581564	6274.2	1.399	338.5	123.994
42557.721	66.47594307	18.85926106	6272.7	1.398	338.5	123.994
42557.854	66.47565889	18.86036572	6271.3	1.399	338.6	124
42557.987	66.4753747	18.86147039	6270	1.398	338.5	124
42558.121	66.47508134	18.86257505	6268.8	1.398	338.6	124.011
42558.254	66.47481091	18.86365221	6267.8	1.398	338.4	124.011
42558.387	66.47450839	18.86478667	6266.7	1.398	338.4	124.005
42558.521	66.47422878	18.86589133	6265.8	1.398	338.5	124.011
42558.654	66.47394001	18.8669937	6264.8	1.398	338.5	124.011
42558.787	66.47365583	18.86809836	6264	1.398	338.6	124.011
42558.921	66.47336706	18.86920532	6263.2	1.398	338.7	124.011
42559.054	66.47308287	18.87030998	6262.5	1.398	338.6	124.017
42559.187	66.4727941	18.87141693	6261.8	1.398	338.6	124.028
42559.321	66.47250991	18.8725216	6261.2	1.397	338.6	124.04
42559.454	66.47222114	18.8736274	6260.7	1.398	338.6	124.045
42559.587	66.47193237	18.87473436	6260.3	1.398	338.6	124.051
42559.721	66.47164818	18.87583558	6259.9	1.398	338.6	124.057
42559.854	66.47135941	18.87694254	6259.6	1.398	338.7	124.057
42559.988	66.47107522	18.87804835	6259.3	1.398	338.7	124.057
42560.121	66.47078645	18.8791553	6259.1	1.398	338.7	124.057
42560.254	66.47050685	18.88028174	6258.9	1.398	338.7	124.057
42560.388	66.47021808	18.88138869	6258.7	1.397	338.6	124.051
42560.521	66.46993389	18.88249335	6258.6	1.397	338.6	124.057
42560.654	66.46964512	18.88360031	6258.5	1.397	338.6	124.051
42560.788	66.46936093	18.88470268	6258.5	1.398	338.7	124.051
42560.921	66.46907216	18.88580963	6258.4	1.398	338.8	124.068
42561.054	66.46878339	18.88691659	6258.4	1.398	338.7	124.068
42561.188	66.46849921	18.8880224	6258.5	1.398	338.8	124.074
42561.321	66.4682196	18.88912935	6258.5	1.398	338.8	124.085
42561.454	66.46793083	18.89023516	6258.6	1.398	338.8	124.091
42561.588	66.46763748	18.89134326	6258.8	1.398	338.8	124.103
42561.721	66.46735329	18.89245021	6259	1.398	338.8	124.114
42561.854	66.4670691	18.89355373	6259.2	1.398	338.8	124.12
42561.988	66.46678492	18.89465954	6259.5	1.398	338.8	124.126
42562.121	66.46649615	18.89576649	6259.7	1.398	338.8	124.137
42562.254	66.46620279	18.89687459	6260	1.398	338.8	124.137
42562.388	66.4659186	18.8979804	6260.4	1.398	338.8	124.143
42562.521	66.465639	18.89908736	6260.7	1.398	338.8	124.154
42562.654	66.46535023	18.90019546	6261	1.398	338.8	124.148
42562.788	66.46506146	18.90130241	6261.3	1.399	338.9	124.148
42562.921	66.46477727	18.90240478	6261.6	1.399	338.9	124.148
42563.054	66.4644885	18.90351288	6261.8	1.399	338.9	124.143
42563.188	66.46420431	18.90461984	6262	1.399	338.9	124.148
42563.321	66.46391554	18.90572794	6262.2	1.399	339	124.148
42563.454	66.46362677	18.90683489	6262.5	1.4	339.1	124.148
42563.588	66.46334259	18.9079407	6262.7	1.399	339	124.154
42563.721	66.46305381	18.9090488	6262.9	1.399	339	124.16
42563.854	66.46276963	18.91015576	6263.1	1.4	339.1	124.166
42563.988	66.46248086	18.91126042	6263.4	1.399	339	124.171
42564.121	66.46219209	18.91236852	6263.6	1.4	339.2	124.171
42564.254	66.4619079	18.91347318	6264	1.4	339.2	124.16
42564.388	66.46161913	18.91458128	6264.3	1.401	339.3	124.16
42564.521	66.46133953	18.91568824	6264.6	1.401	339.5	124.16
42564.654	66.46105534	18.91679634	6265	1.401	339.4	124.148
42564.788	66.46076198	18.91790444	6265.4	1.401	339.4	124.143

(a) オンボードデータ表（一部）

図 13 オンボードデータ（Run#3 91004）

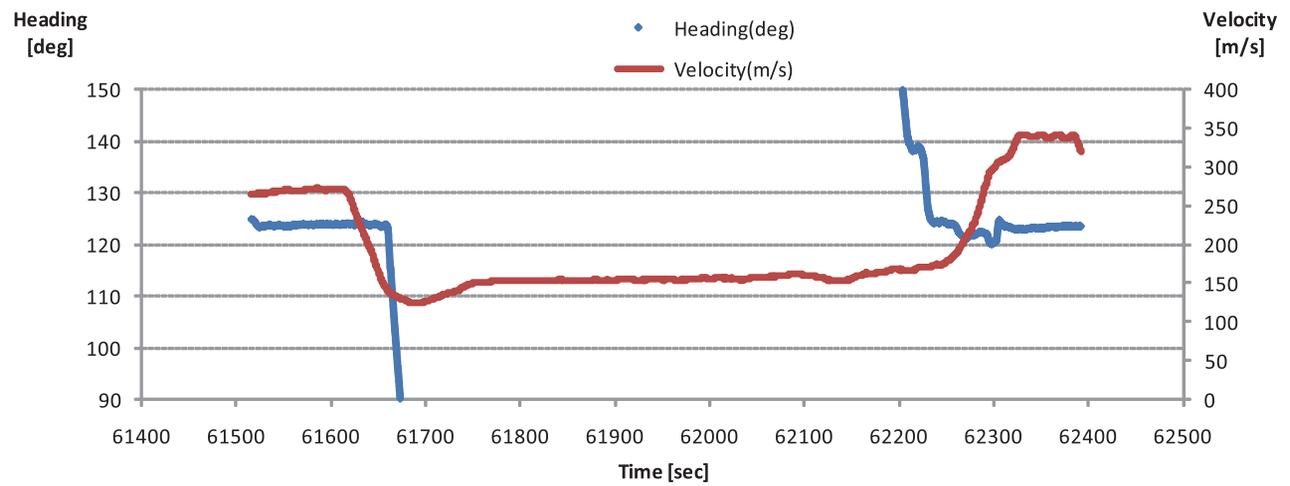
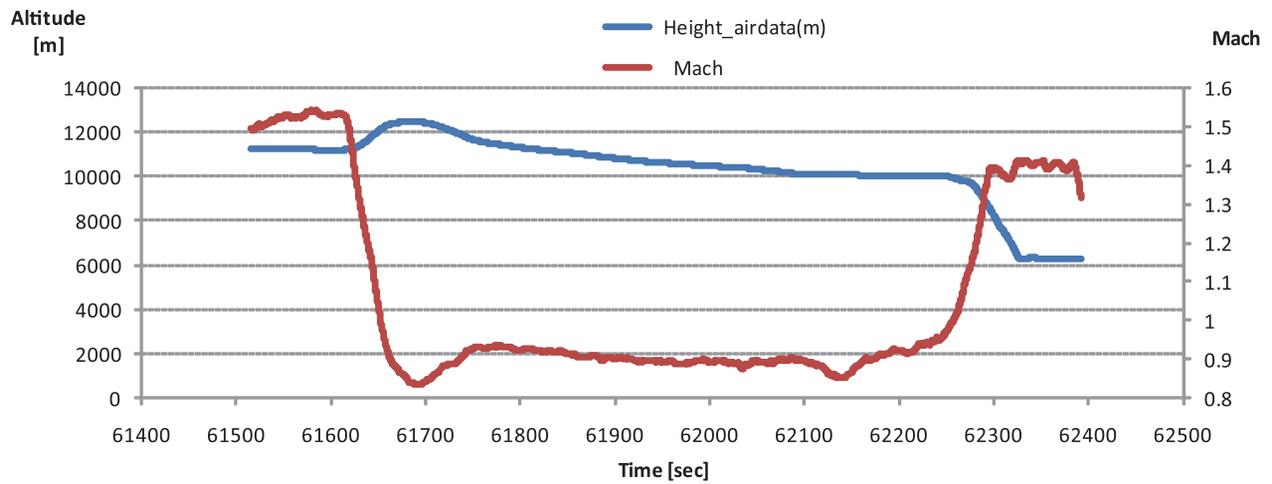
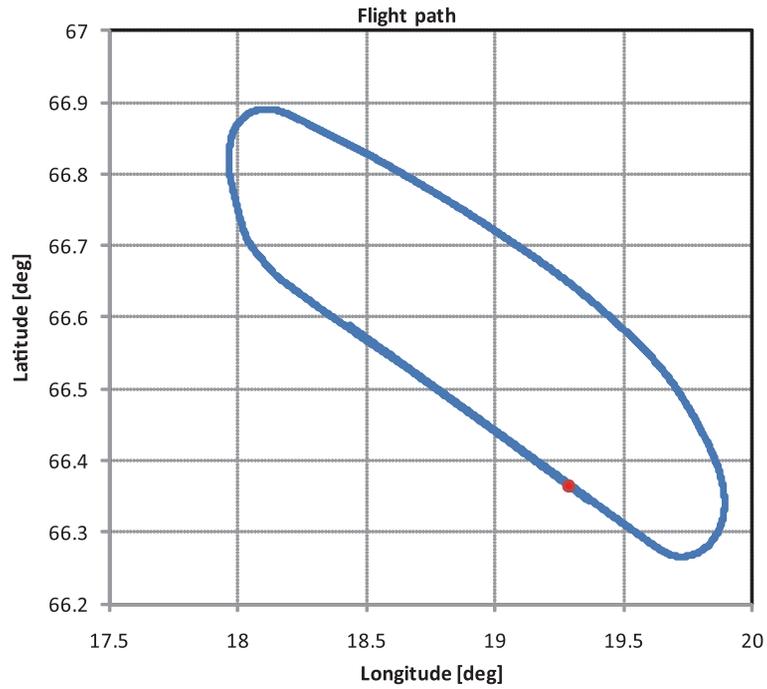


(b) オンボードデータグラフ
 図 13 オンボードデータ (Run#3 91004)

Time(s)	Latitude(deg)	Longitude(deg)	Height_airdata(m)	Mach	Velocity(m/s)	Heading(deg)
61516.102	66.58813738	18.43490445	11245.3	1.494	264.1	124.853
61516.236	66.5878211	18.43606068	11243.8	1.494	264.1	124.83
61516.369	66.587514	18.43721806	11242.5	1.494	264.1	124.802
61516.502	66.58720231	18.43837429	11241.2	1.493	264.1	124.784
61516.636	66.58688604	18.43953051	11240.1	1.493	264.1	124.779
61516.769	66.58657893	18.44068789	11239.1	1.493	264.1	124.779
61516.903	66.58626266	18.44184756	11238.2	1.493	264.1	124.773
61517.036	66.58595097	18.44300035	11237.4	1.493	264.1	124.756
61517.169	66.58564386	18.44416116	11236.7	1.493	264	124.744
61517.302	66.58532759	18.44531853	11236.1	1.493	264	124.739
61517.436	66.5850159	18.4464782	11235.5	1.492	264	124.727
61517.569	66.5847088	18.44763787	11235	1.492	264	124.716
61517.702	66.58439252	18.44879524	11234.6	1.492	263.9	124.704
61517.836	66.58408084	18.44995491	11234.3	1.492	263.9	124.699
61517.969	66.58377373	18.45111458	11234	1.492	263.9	124.699
61518.102	66.58345746	18.45226966	11233.8	1.492	264	124.699
61518.236	66.58315035	18.45342932	11233.7	1.493	264.1	124.687
61518.369	66.58284325	18.45459014	11233.6	1.493	264.2	124.664
61518.502	66.58252697	18.4557498	11233.6	1.493	264.2	124.653
61518.636	66.58221529	18.45688884	11233.6	1.493	264.2	124.647
61518.769	66.58190818	18.45804851	11233.6	1.494	264.2	124.63
61518.903	66.58159191	18.45920932	11233.7	1.494	264.2	124.624
61519.036	66.58128022	18.46037128	11233.8	1.494	264.2	124.607
61519.169	66.58097311	18.46152866	11234	1.494	264.3	124.572
61519.302	66.58066601	18.46268947	11234.1	1.495	264.3	124.532
61519.436	66.58034973	18.46385257	11234.3	1.495	264.3	124.498
61519.569	66.58004263	18.46501339	11234.5	1.495	264.3	124.469
61519.702	66.57973552	18.46617649	11234.7	1.495	264.4	124.429
61519.836	66.57941925	18.46733959	11234.9	1.496	264.5	124.389
61519.969	66.57911215	18.46850155	11235.1	1.496	264.6	124.338
61520.102	66.57880504	18.46966466	11235.2	1.497	264.6	124.297
61520.236	66.57849335	18.47082662	11235.4	1.497	264.7	124.246
61520.369	66.57818625	18.47198857	11235.6	1.497	264.8	124.189
61520.502	66.57787914	18.47315512	11235.8	1.498	264.9	124.137
61520.636	66.57756287	18.47431937	11236	1.498	264.9	124.08
61520.769	66.57726035	18.47548247	11236.2	1.498	264.8	124.028
61520.902	66.57694866	18.47665016	11236.4	1.497	264.8	123.977
61521.036	66.57664155	18.4778167	11236.5	1.497	264.8	123.937
61521.169	66.57633445	18.47898324	11236.7	1.497	264.8	123.908
61521.302	66.57602734	18.48014635	11236.9	1.497	264.9	123.868
61521.436	66.57572024	18.48131403	11237.1	1.497	264.8	123.833
61521.569	66.57541313	18.48248172	11237.3	1.498	264.8	123.799
61521.702	66.57510602	18.48364941	11237.6	1.498	264.9	123.753
61521.836	66.57479892	18.48481824	11237.8	1.498	265	123.713
61521.969	66.57448723	18.48598708	11238	1.499	265.1	123.679
61522.102	66.57418013	18.48715706	11238.2	1.5	265.3	123.639
61522.236	66.57387302	18.48832704	11238.5	1.5	265.3	123.593
61522.369	66.57357508	18.48949587	11238.7	1.5	265.3	123.553
61522.502	66.57325881	18.49066471	11238.9	1.5	265.3	123.518
61522.636	66.57296087	18.49183698	11239.1	1.502	265.5	123.495
61522.769	66.57265377	18.49300696	11239.4	1.502	265.6	123.484
61522.903	66.57234666	18.49418037	11239.6	1.501	265.5	123.461
61523.036	66.57203955	18.49535379	11239.8	1.502	265.6	123.432
61523.169	66.57173703	18.49652492	11240	1.503	265.9	123.421
61523.302	66.57142993	18.49769719	11240.2	1.504	266	123.404
61523.436	66.57112282	18.49886717	11240.4	1.505	266.1	123.392
61523.569	66.5708203	18.50004173	11240.6	1.506	266.3	123.386
61523.702	66.5705132	18.50121515	11240.8	1.506	266.3	123.369
61523.836	66.57020609	18.50238971	11241	1.506	266.4	123.358
61523.969	66.56990815	18.50356428	11241.2	1.506	266.4	123.346
61524.102	66.56960105	18.50473999	11241.4	1.507	266.5	123.346
61524.236	66.56929852	18.5059157	11241.6	1.507	266.5	123.346
61524.369	66.568996	18.50709255	11241.7	1.507	266.5	123.335
61524.502	66.5686889	18.50826597	11241.9	1.507	266.5	123.323
61524.636	66.56838179	18.50944168	11242.1	1.507	266.4	123.318
61524.769	66.56808385	18.51061853	11242.2	1.506	266.4	123.306
61524.903	66.56777675	18.51179654	11242.4	1.506	266.2	123.306
61525.036	66.56747423	18.51297568	11242.5	1.505	266.1	123.318
61525.169	66.56717629	18.51415368	11242.7	1.504	266	123.329
61525.303	66.56686918	18.51533168	11242.8	1.504	265.9	123.352
61525.436	66.56655749	18.51650969	11242.9	1.503	265.8	123.369
61525.569	66.56625956	18.51768654	11243.1	1.503	265.7	123.375
61525.703	66.56595703	18.51886454	11243.2	1.502	265.6	123.375
61525.836	66.56564993	18.52004254	11243.3	1.501	265.4	123.375

(a) オンボードデータ表（一部）

図 14 オンボードデータ（Run#4/Run#5 91006）



(b) オンボードデータグラフ

図 14 オンボードデータ (Run#4/Run#5 91006)

FMV:T&E RV/RV

Testrange VidseI

Barbro Juuso

Marina Sundman

TEST REPORT

METEOROLOGICAL MEASUREMENTS

Mission no: 91002:1, 91004:1

Height reference: Point Charlie

**GROUND
OBSERVATIONS**

Date: 2009-09-16

Time: 10:25 UTC

Place: Point Charlie

MSL: 440

Ground wind: 290 deg 5,0 m/s

Visibility: 75 km

Clouds: 3/8 Cu 1100 m, 1/8 Ac 3500 m, 1/8 Ci 6500 m

Air Pressure: 952 hPa QFE Point Charlie

Temperature: 9,6 deg C

Rel humidity: 57,2 %

Weather: NSW

Remarks: Virga

**UPPER AIR
MEASUREMENTS**

Date: 2009-09-16

Time: 10:25 UTC

Place: Point Charlie

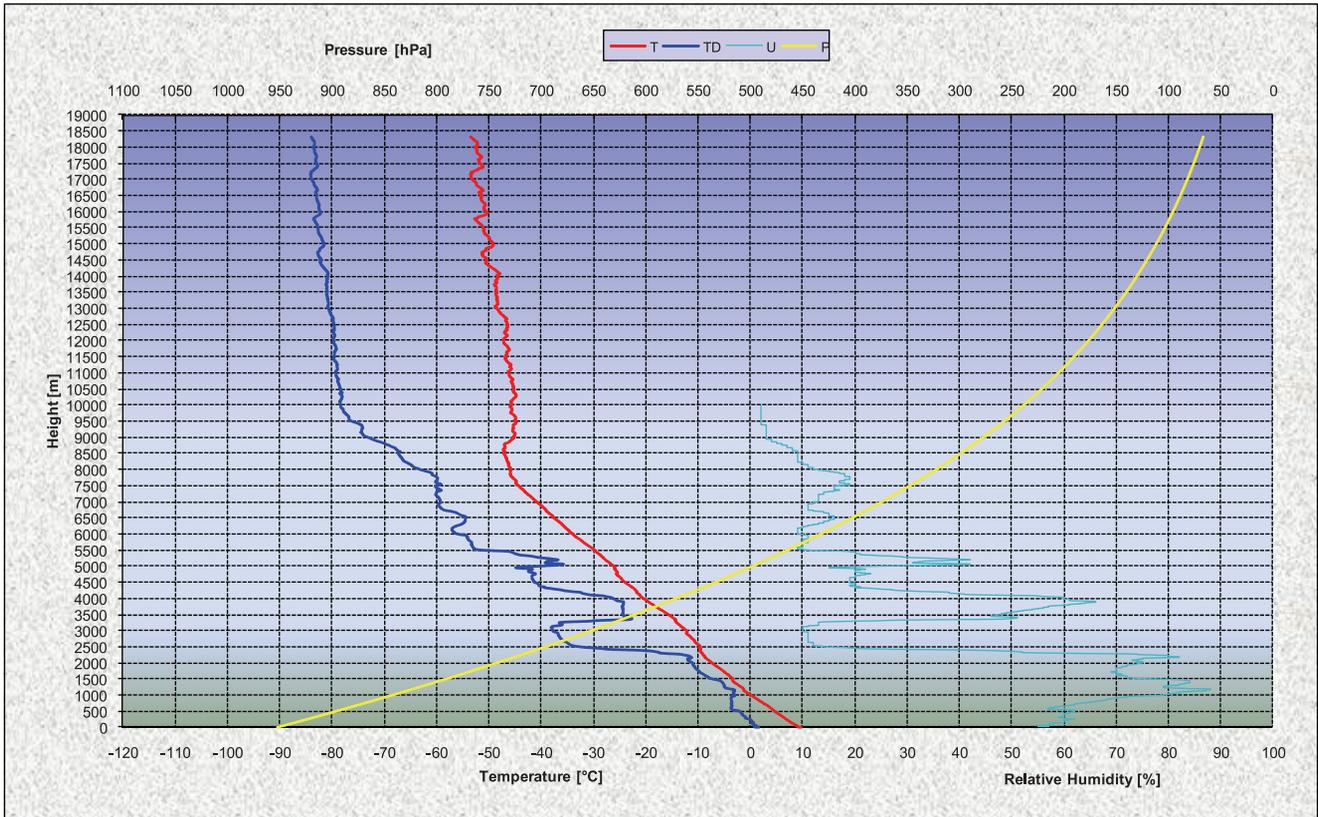
MSL: 440

Remarks: Nausta 473 MSL

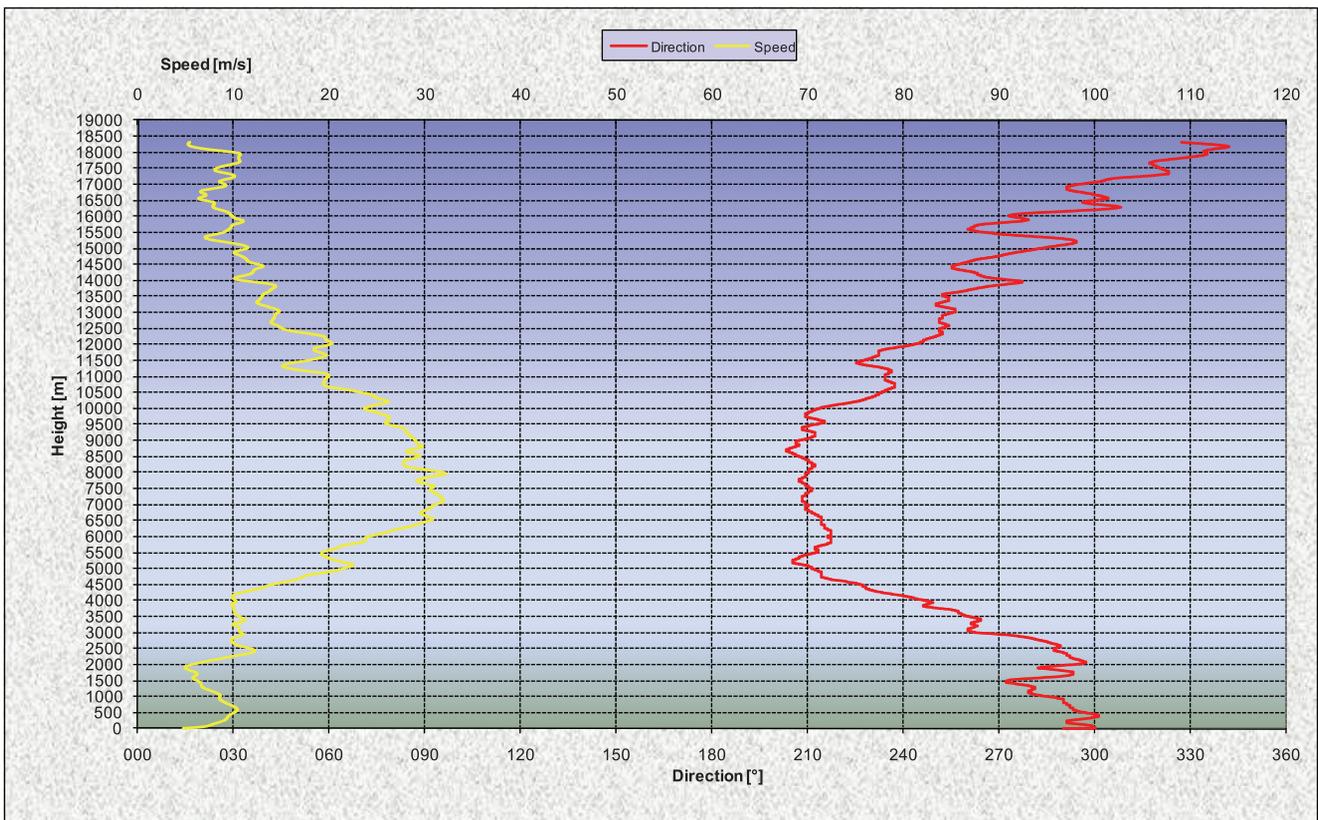
Time	AGL Height	hPa P	deg C T	deg C TD	% U	deg Dir	m/s Speed	m/s v-comp	m/s u-comp	kg/m3 Density	m/s Sound
0	0	952.4	9.7	1.6	57	290	5.0	-1.7	4.7	1.17	337.1155
2	8	951.5	9.3	0.8	55	298	4.7	-2.2	4.2	1.17	336.877
4	17	950.4	9.1	0.7	56	300	5.1	-2.5	4.4	1.17	336.7577
6	27	949.3	9.0	0.9	57	300	5.6	-2.8	4.9	1.17	336.698
8	37	948.2	8.9	1.0	57	299	6.1	-3.0	5.3	1.17	336.6383
10	47	947.0	8.9	1.1	58	299	6.5	-3.2	5.6	1.17	336.6383
12	58	945.8	8.8	1.1	58	299	6.8	-3.3	5.9	1.17	336.5786
14	69	944.5	8.6	0.8	58	299	7.1	-3.4	6.2	1.17	336.4592
16	81	943.1	8.5	0.5	57	299	7.3	-3.5	6.4	1.16	336.3995
18	93	941.8	8.4	0.5	58	299	7.4	-3.6	6.5	1.16	336.3398
20	103	940.7	8.3	0.4	58	298	7.5	-3.6	6.7	1.16	336.28
22	111	939.7	8.2	0.4	58	297	7.6	-3.5	6.8	1.16	336.2203
24	119	938.8	8.1	0.4	58	297	7.7	-3.5	6.9	1.16	336.1605
26	128	937.8	8.0	0.5	59	296	7.8	-3.4	7.0	1.16	336.1007
28	137	936.7	7.9	0.6	60	295	7.8	-3.3	7.1	1.16	336.0409
30	147	935.6	7.8	0.6	60	294	7.9	-3.2	7.2	1.16	335.9811
32	156	934.6	7.7	0.5	60	293	8.0	-3.2	7.3	1.16	335.9213
34	164	933.7	7.6	0.5	60	292	8.1	-3.1	7.5	1.16	335.8615
36	172	932.7	7.5	0.4	60	292	8.2	-3.0	7.6	1.16	335.8017
38	180	931.8	7.5	0.3	60	291	8.3	-3.0	7.7	1.15	335.8017
40	190	930.8	7.4	0.2	60	291	8.4	-3.0	7.8	1.15	335.7418
42	200	929.6	7.3	0.1	60	291	8.5	-3.0	8.0	1.15	335.682
44	210	928.4	7.2	0.2	61	291	8.6	-3.0	8.1	1.15	335.6221
46	221	927.2	7.1	0.1	61	291	8.7	-3.1	8.2	1.15	335.5622
48	231	926.1	7.0	0.1	62	291	8.8	-3.2	8.3	1.15	335.5023
50	242	924.9	6.9	0.0	61	291	8.9	-3.3	8.3	1.15	335.4425
52	253	923.6	6.8	-0.3	60	292	9.0	-3.4	8.4	1.15	335.3825
54	265	922.3	6.7	-0.5	60	293	9.1	-3.5	8.4	1.15	335.3226
56	277	920.9	6.6	-0.8	59	294	9.1	-3.7	8.4	1.14	335.2627
58	289	919.6	6.5	-1.0	59	295	9.2	-3.8	8.4	1.14	335.2028
60	300	918.4	6.4	-0.9	59	296	9.2	-4.0	8.3	1.14	335.1428

(a) 計測データ表（一部）

図 15 観測気球データ（91002/91004）



(b) 気圧・気温・湿度データ図



(c) 風向風速データ図

図 15 観測気球データ (91002/91004)

FMV:T&E RV/RV

Testrange VidseI

Barbro Juuso

Marina Sundman

TEST REPORT

METEOROLOGICAL MEASUREMENTS

Mission no: 91006:1

Height reference: Point Charlie

**GROUND
OBSERVATIONS**

Date: 2009-09-16

Time: 17:37 UTC

Place: Point Charlie

MSL: 440

Ground wind: 290 deg 2,5 m/s

Visibility: 75 km

Clouds: 5/8 Ci 6500 m

Air Pressure: 950 hPa QFE Point Charlie

Temperature: 5,4 deg C

Rel humidity: 76 %

Weather: NSW

**UPPER AIR
MEASUREMENTS**

Date: 2009-09-16

Time: 17:37 UTC

Place: Point Charlie

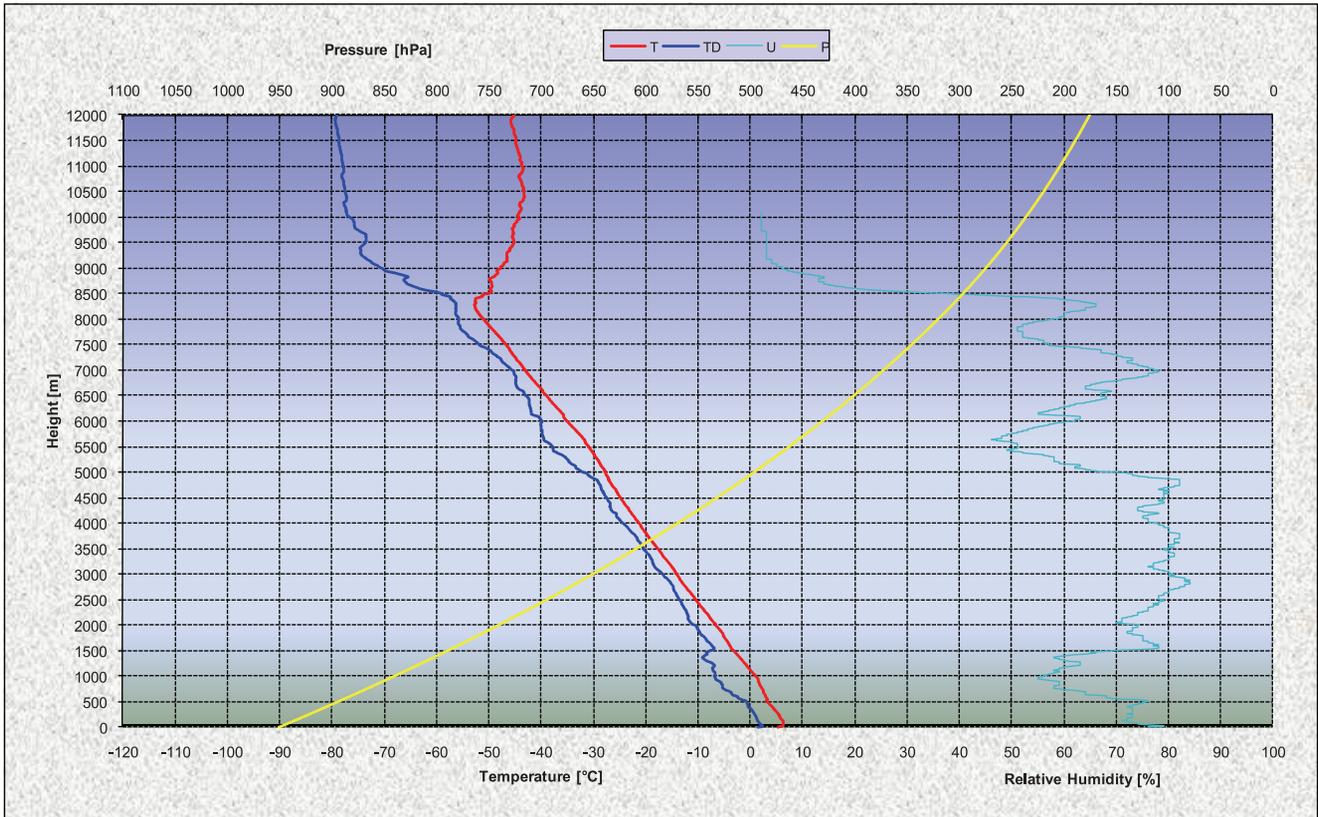
MSL: 440

Remarks: Nausta 473 MSL

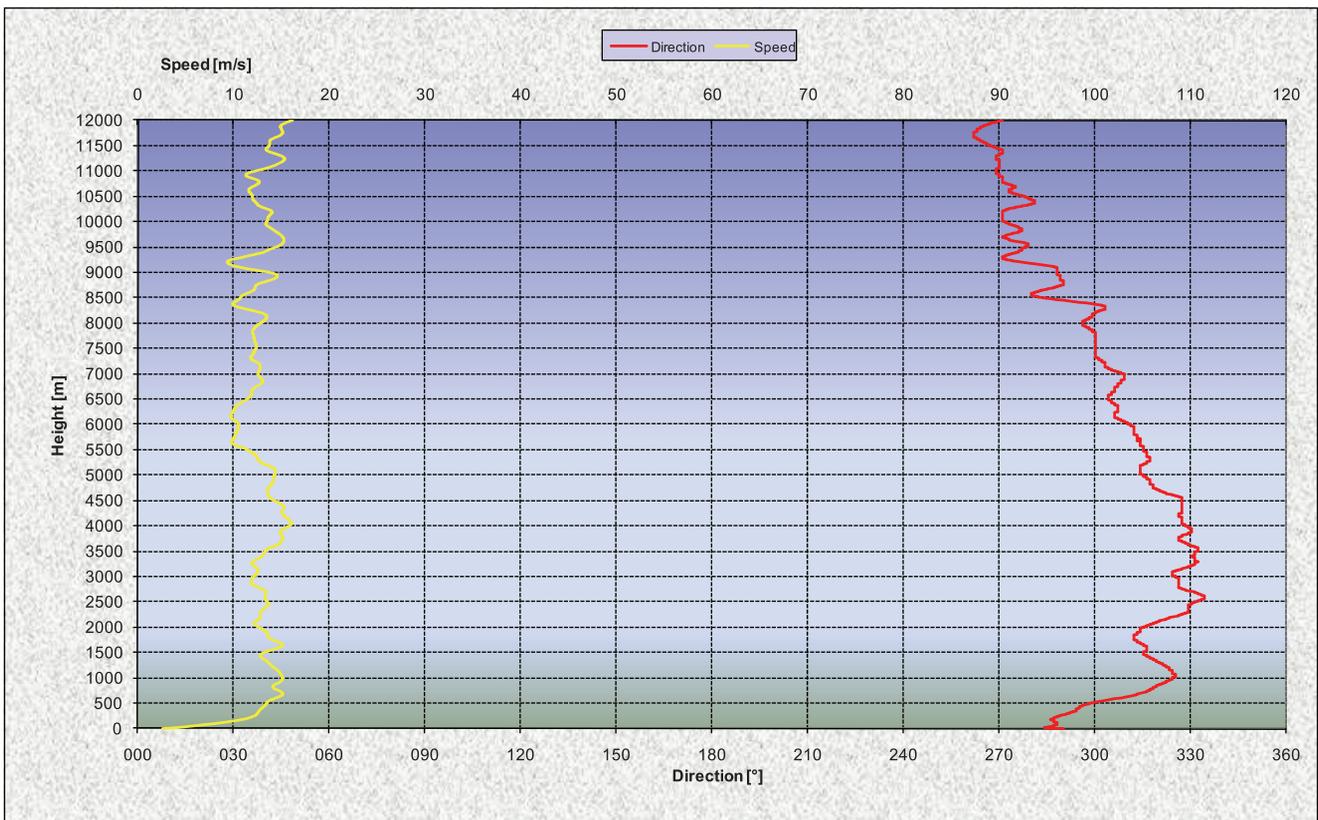
Time	AGL Height	hPa P	deg C T	deg C TD	% U	deg Dir	m/s Speed	m/s v-comp	m/s u-comp	kg/m3 Density
0	0	950.6	5.4	1.6	76	290	2.5	-0.9	2.4	1.19
2	8	949.7	5.5	2.2	79	285	3.3	-0.9	3.2	1.18
4	17	948.6	5.9	2.5	79	284	4.0	-1.0	3.9	1.18
6	29	947.2	6.2	2.5	77	285	4.6	-1.2	4.4	1.18
8	41	945.9	6.4	2.4	75	286	5.2	-1.4	5.0	1.18
10	53	944.5	6.4	2.2	74	287	5.8	-1.7	5.6	1.17
12	64	943.2	6.4	2.1	74	287	6.4	-1.9	6.1	1.17
14	76	941.9	6.4	1.9	73	288	6.9	-2.1	6.6	1.17
16	87	940.6	6.4	1.8	73	288	7.5	-2.3	7.1	1.17
18	98	939.3	6.4	1.8	72	288	8.0	-2.4	7.6	1.17
20	109	938.0	6.4	1.7	72	288	8.5	-2.6	8.1	1.17
22	120	936.8	6.4	1.6	71	288	8.9	-2.7	8.5	1.16
24	131	935.5	6.3	1.5	72	287	9.3	-2.8	8.9	1.16
26	142	934.3	6.2	1.5	72	287	9.7	-2.9	9.3	1.16
28	152	933.2	6.1	1.4	72	287	10.1	-2.9	9.7	1.16
30	161	932.1	6.0	1.4	72	287	10.4	-3.0	10.0	1.16
32	173	930.8	5.9	1.4	72	286	10.7	-3.0	10.3	1.16
34	183	929.6	5.9	1.3	73	286	11.0	-3.1	10.6	1.16
36	193	928.5	5.8	1.3	73	287	11.3	-3.2	10.8	1.16
38	204	927.3	5.7	1.3	73	287	11.5	-3.3	11.0	1.16
40	215	926.0	5.7	1.2	73	287	11.7	-3.5	11.2	1.15
42	227	924.6	5.7	1.1	73	288	11.9	-3.6	11.3	1.15
44	239	923.3	5.6	1.1	73	288	12.0	-3.8	11.4	1.15
46	249	922.1	5.6	1.0	72	289	12.2	-3.9	11.5	1.15
48	261	920.9	5.4	0.9	73	289	12.3	-4.1	11.6	1.15
50	271	919.7	5.4	0.9	73	290	12.4	-4.2	11.6	1.15
52	282	918.5	5.3	0.8	73	291	12.4	-4.4	11.6	1.15
54	293	917.2	5.2	0.7	73	291	12.5	-4.6	11.6	1.15
56	303	916.1	5.1	0.7	73	292	12.5	-4.7	11.6	1.14
58	315	914.8	5.0	0.6	73	292	12.6	-4.8	11.6	1.14
60	326	913.5	4.9	0.5	73	293	12.6	-4.9	11.6	1.14

(a) 計測データ表（一部）

図 16 観測気球データ（91006）

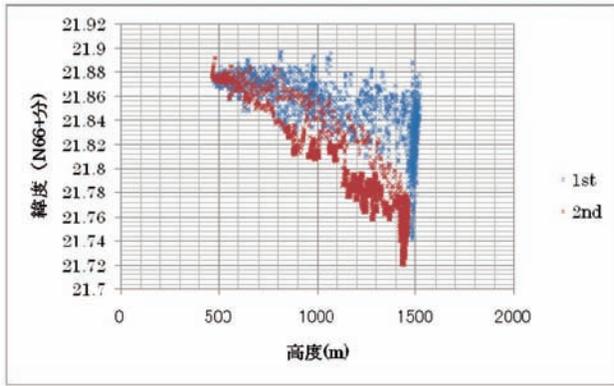


(b) 気圧・気温・湿度データ図

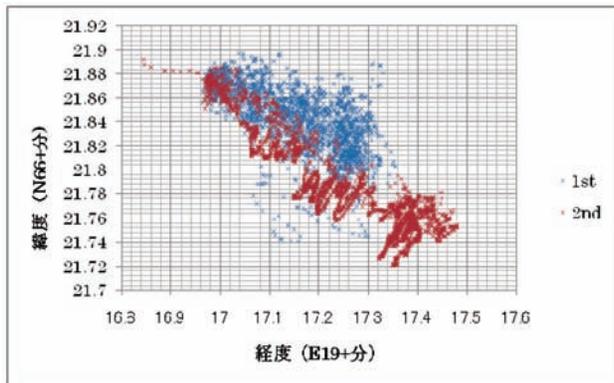


(c) 風向風速データ図

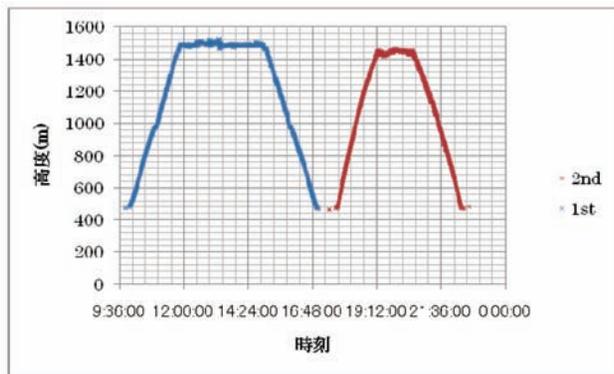
図 16 観測気球データ (91006)



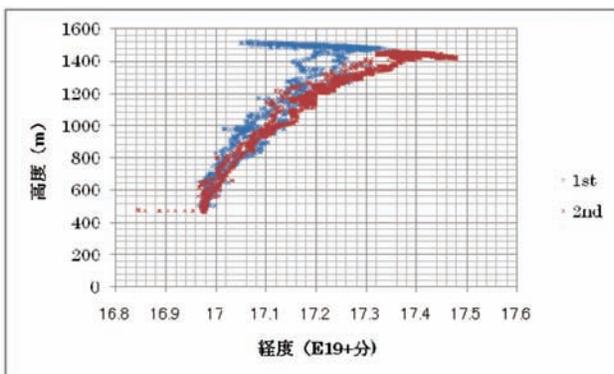
(a) 緯度—高度



(b) 緯度—経度

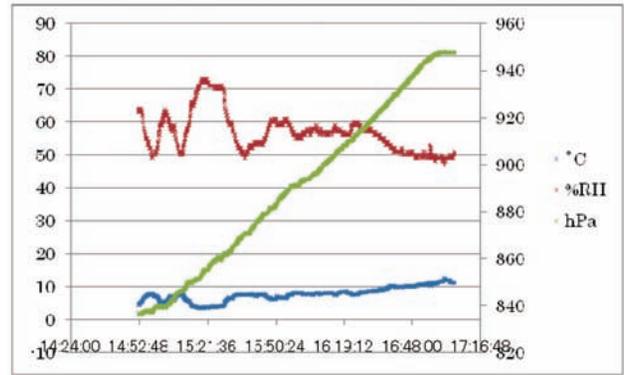


(c) 高度—時刻

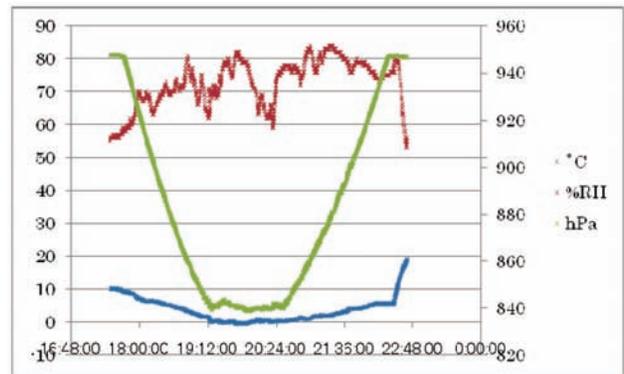


(d) 高度—経度

図 17 上空約 1,000 m 計測点位置



(a) 91002



(b) 91006

図 18 上空約 1,000 m 計測点の外気温，湿度，大気圧

(2) 上空約 1,000 m の計測点の外気温，湿度，大気圧
係留気球の上空約 1,000 m における外気温，外気湿度，
気圧を図 18 (a)，(b) に示す。

図 18 (a) は，電源交換のために降ろすまでのものであるが，
サンプリング数の設定を 1 Hz としていたために上昇開始からのデータが
上書きされて残っていない。

図 18 (b) は，夜となり，気温の下降と雲の発生により湿度が
上昇していることが判る。データの最後部分の気温の上昇と湿度の低下は，
室内へ装置を持ち込んだためである。

3.3 ソニックブームデータ

3.3.1 空中計測データ

高度 500 m に設置した光マイクロフォンは，光ケーブルを接続する端子が
切断してしまった。この切断は 1 回目の飛行以前に起こったものとみられ，
高度 500 m におけるソニックブームデータは全ての飛行において取得する
ことができなかった。

また，3 回目の飛行（フライオーバー）時には係留気球上昇直前に空中計測
機器の電源を入れてから 6 時間は経過していなかったが，計測直前にデータ
レコーダがバッテリー切れとなった。

リー容量の低下により電源が切れてしまい、ソニックブームデータを取得することができなかった。

計測に成功した1, 2, 4, 5回目の飛行（フライオーバー）の高度1,000 mにおけるソニックブームデータを図19～図22に示す。Ch 1がコンデンサマイクロフォン、Ch 2が光マイクロフォンによる計測データである。時刻は各飛行における相対時刻であり、後に示す地上計測のCh 1のソニックブーム計測データの音圧値が最大となる時刻を零としている。上空においては、超音速機から発生して地上方向へ伝播する直接波と、直接波が地表面において反射して上空方向へ伝播する反射波が観測される。図19～図22には直接波および反射波の両データを示す。4回目（図21）および5回目（図22）の飛行における上空計測データは、1回目（図19）、2回目（図20）と比べてノイズが増加してS/N比が低下しているが、全てのチャンネルでノイズが増加していることから、データの取り込みに用いた機器に原因がある可能性が高いものと推測される。

3.3.2 地上計測データ

地上計測は全ての飛行、チャンネルにおいて正常な計測に成功した。全5回の飛行に対する地上計測データを図23～図32に示す。上空計測データの図と同様、時刻は各飛行において地上計測のCh 1（計測小屋から50 m離れた地点）におけるソニックブーム計測データの音圧が最大となる時刻を零とした相対時刻としている。

各飛行条件に対してFirst-cut法⁵⁾を用いてN波の強度を推算した。機体全長は14.1 m、機体重量の情報は得られていないが、増槽タンクや機外器材は搭載していないため空虚重量と最大離陸重量の中間をとって7.7 tonと仮定した。地上での反射係数は経験値から1.9とし、機体形状の影響を考慮するための形状ファクタ K_s は揚力パラメータ K_L の関数として下記の通り与えた。

$$K_s = 2.1K_L + 0.065$$

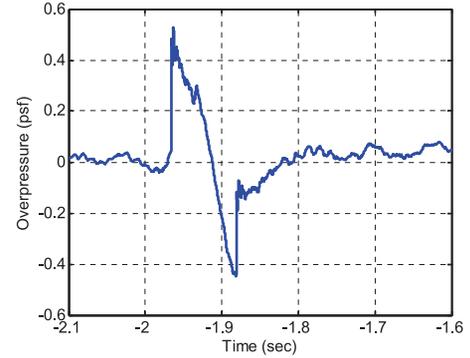
これは図33右上に示すデルタ翼の戦闘機タイプの近似式である。また地上計測システムの標高が約500 mであることから仮想的に飛行高度を500 m下げて推算した。

ケース A (Run#1/#4) : $M=1.53, H=11 \text{ km}, \Delta P=1.17 \text{ psf}$

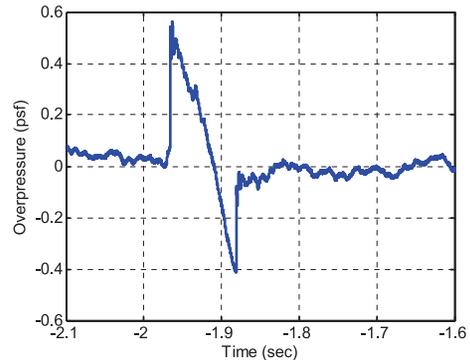
ケース B (Run#2) : $M=1.4, H=14 \text{ km}, \Delta P=0.83 \text{ psf}$

ケース C (Run#3/#5) : $M=1.4, H=6 \text{ km}, \Delta P=2.26 \text{ psf}$

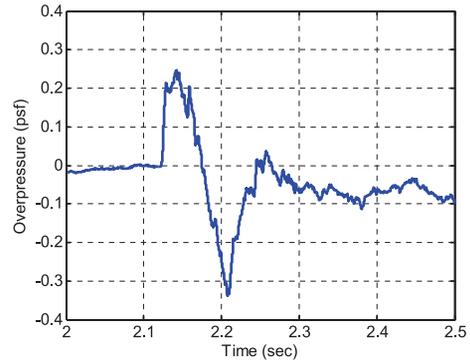
これらの推算結果を計測結果（各飛行の地上計測Ch 1データ）と比較してみると、特に先端圧力上昇量は良い一致を示しており、N波強度推算法としてのFirst-cut法の有効性が示されている。



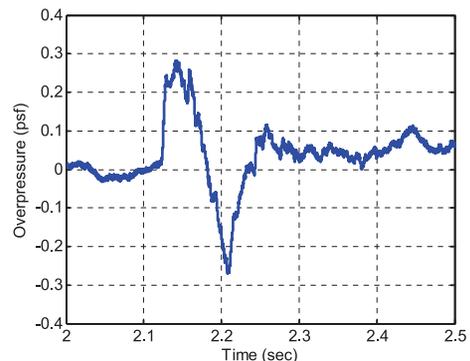
(a) Ch 1 : 直接波



(b) Ch 2 : 直接波

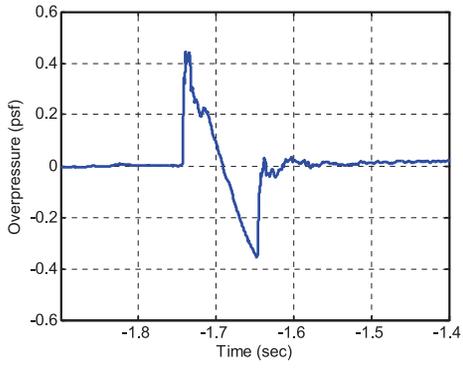


(c) Ch 1 : 反射波

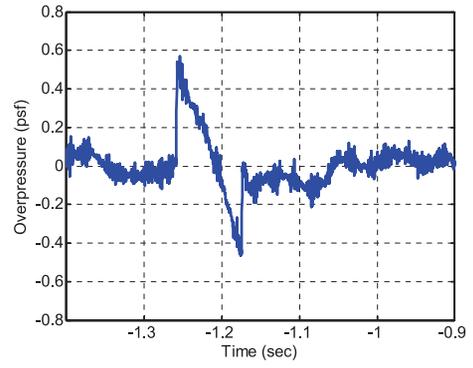


(d) Ch 2 : 反射波

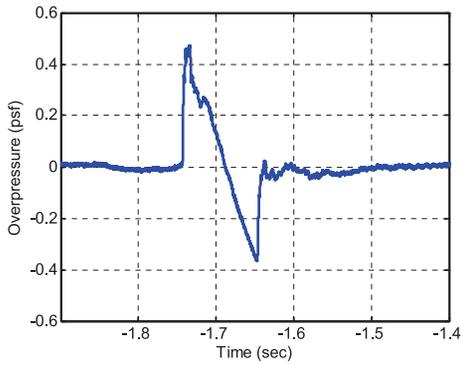
図19 上空計測データ (Run#1 91002:1)



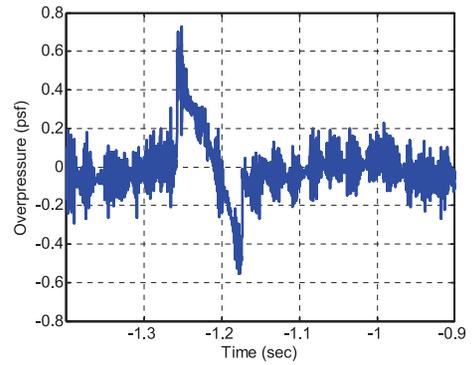
(a) Ch 1 : 直接波



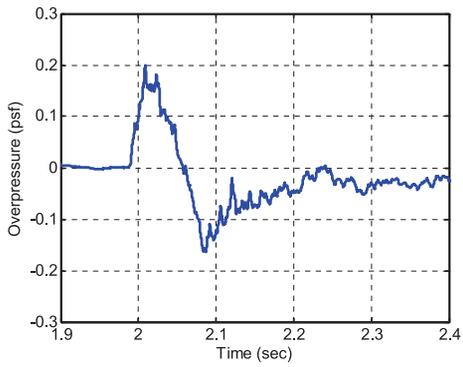
(a) Ch 1 : 直接波



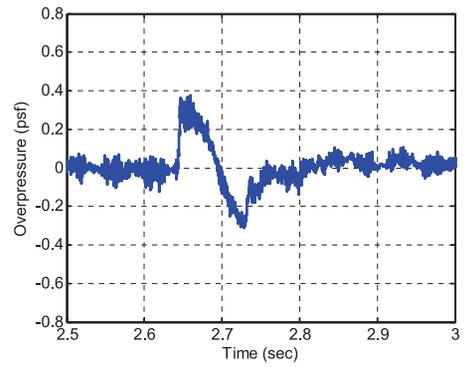
(b) Ch 2 : 直接波



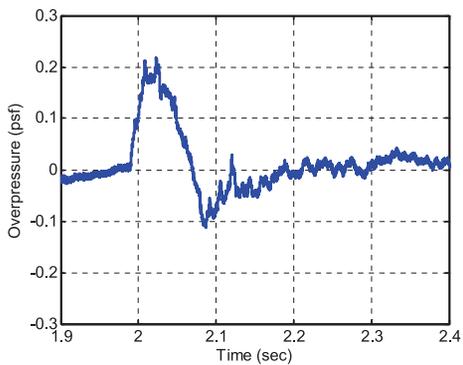
(b) Ch 2 : 直接波



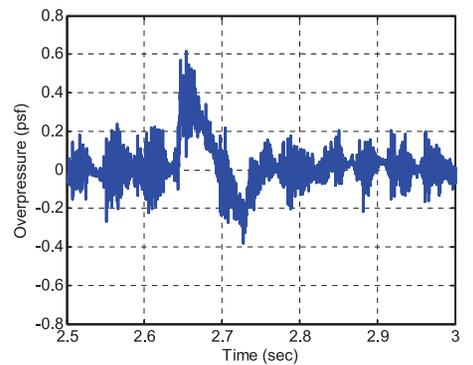
(c) Ch 1 : 反射波



(c) Ch 1 : 反射波



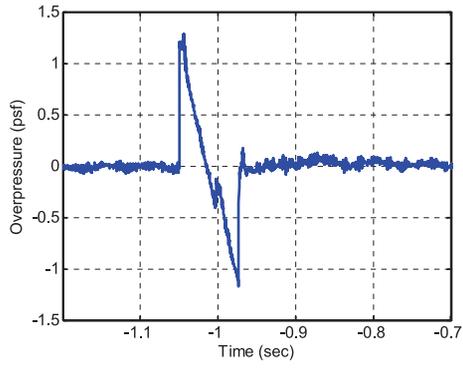
(d) Ch 2 : 反射波



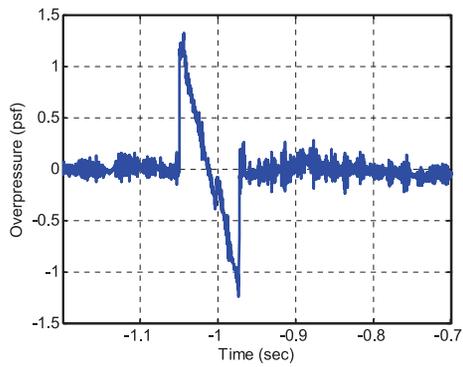
(d) Ch 2 : 反射波

図 20 上空計測データ (Run#2 91002:2)

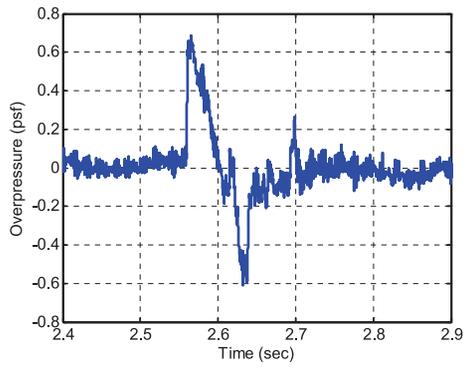
図 21 上空計測データ (Run#4 91006:1)



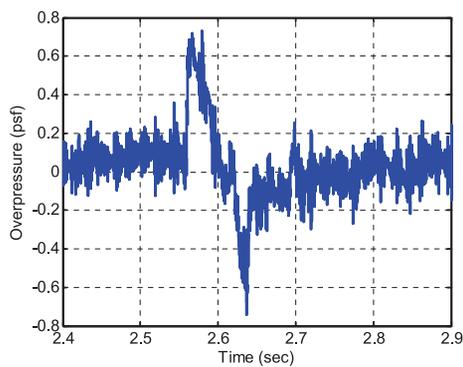
(a) Ch 1 : 直接波



(b) Ch 2 : 直接波

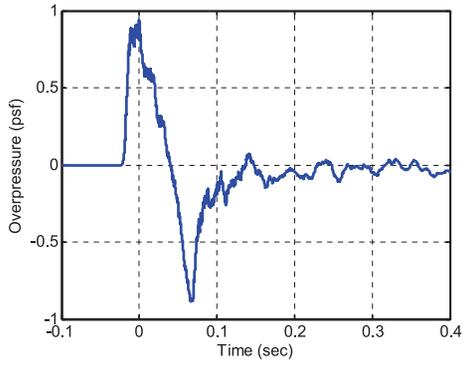


(c) Ch 1 : 反射波

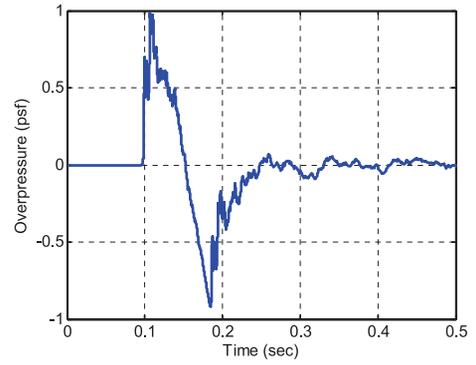


(d) Ch 2 : 反射波

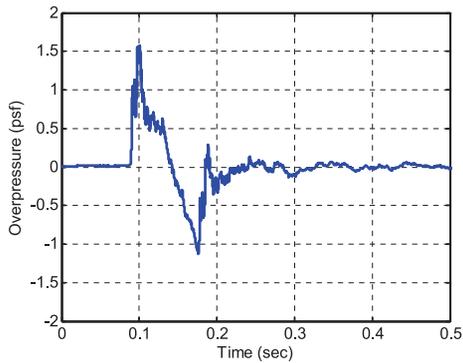
図 22 上空計測データ (Run#5 91006:2)



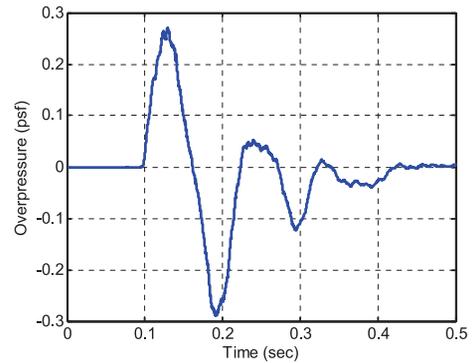
(a) Ch 1



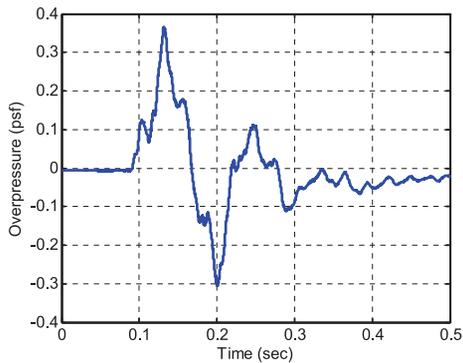
(e) Ch 5



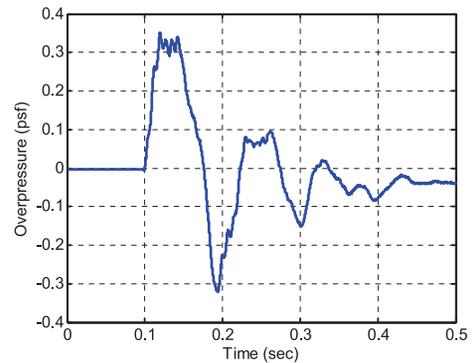
(b) Ch 2



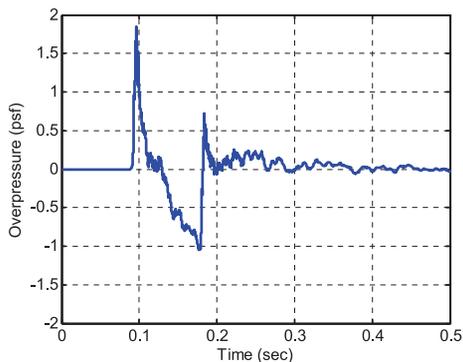
(f) Ch 6



(c) Ch 3



(g) Ch 8



(d) Ch 4

図 23 地上計測音響データ (Run#1 91002:1)

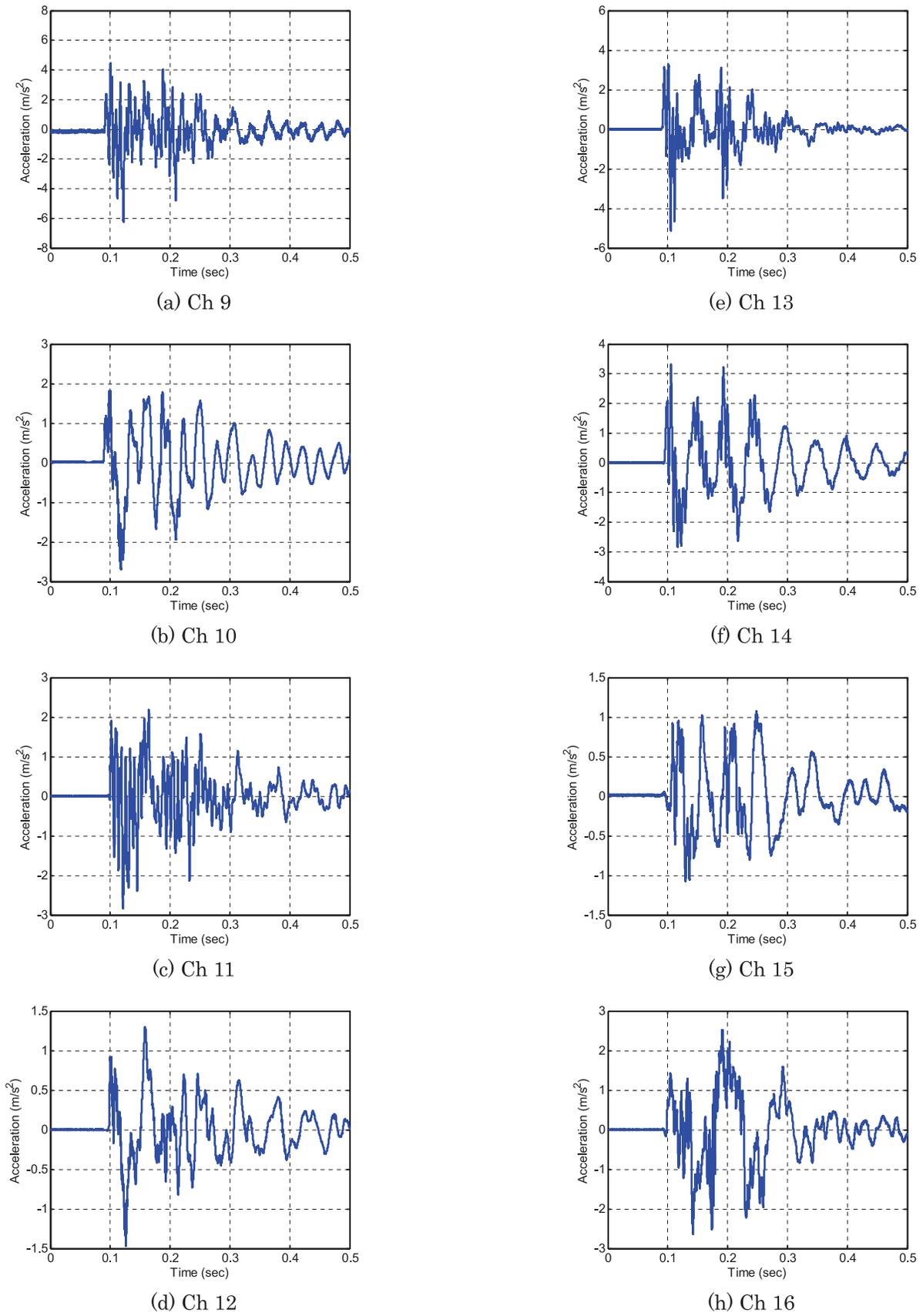
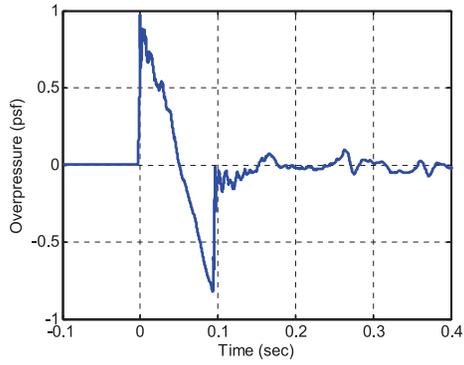
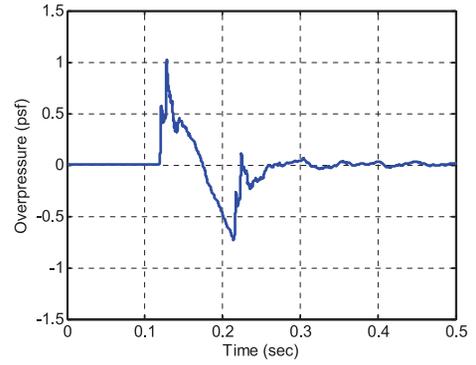


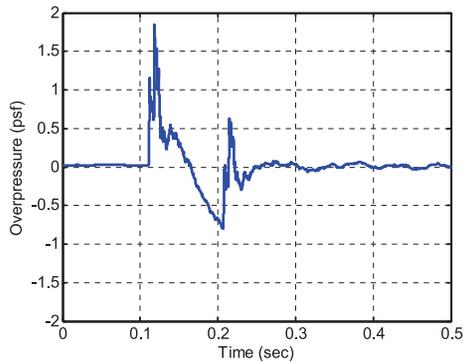
図 24 地上計測振動データ (Run#1 91002:1)



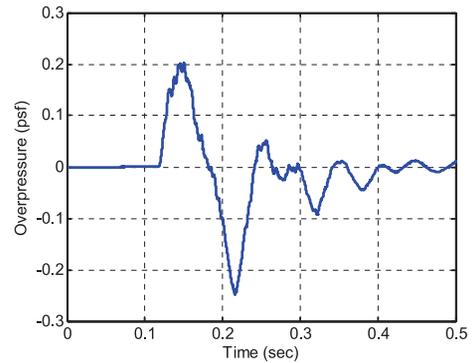
(a) Ch 1



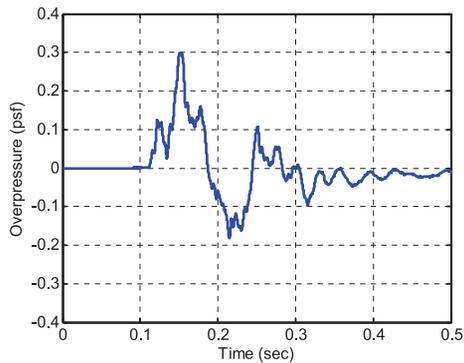
(e) Ch 5



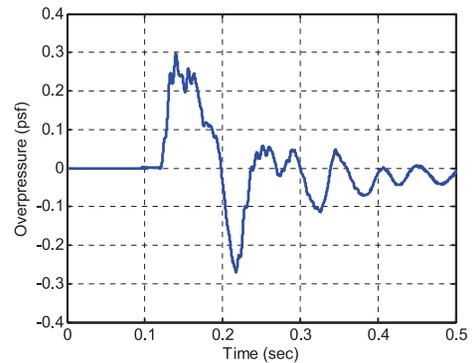
(b) Ch 2



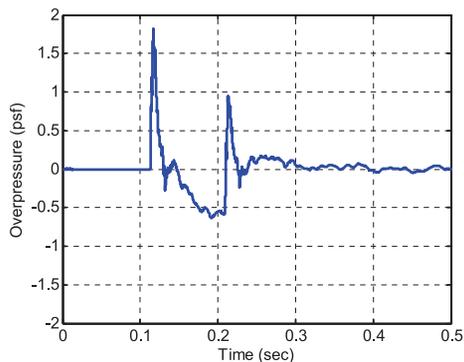
(f) Ch 6



(c) Ch 3



(g) Ch 8



(d) Ch 4

図 25 地上計測音響データ (Run#2 91002:2)

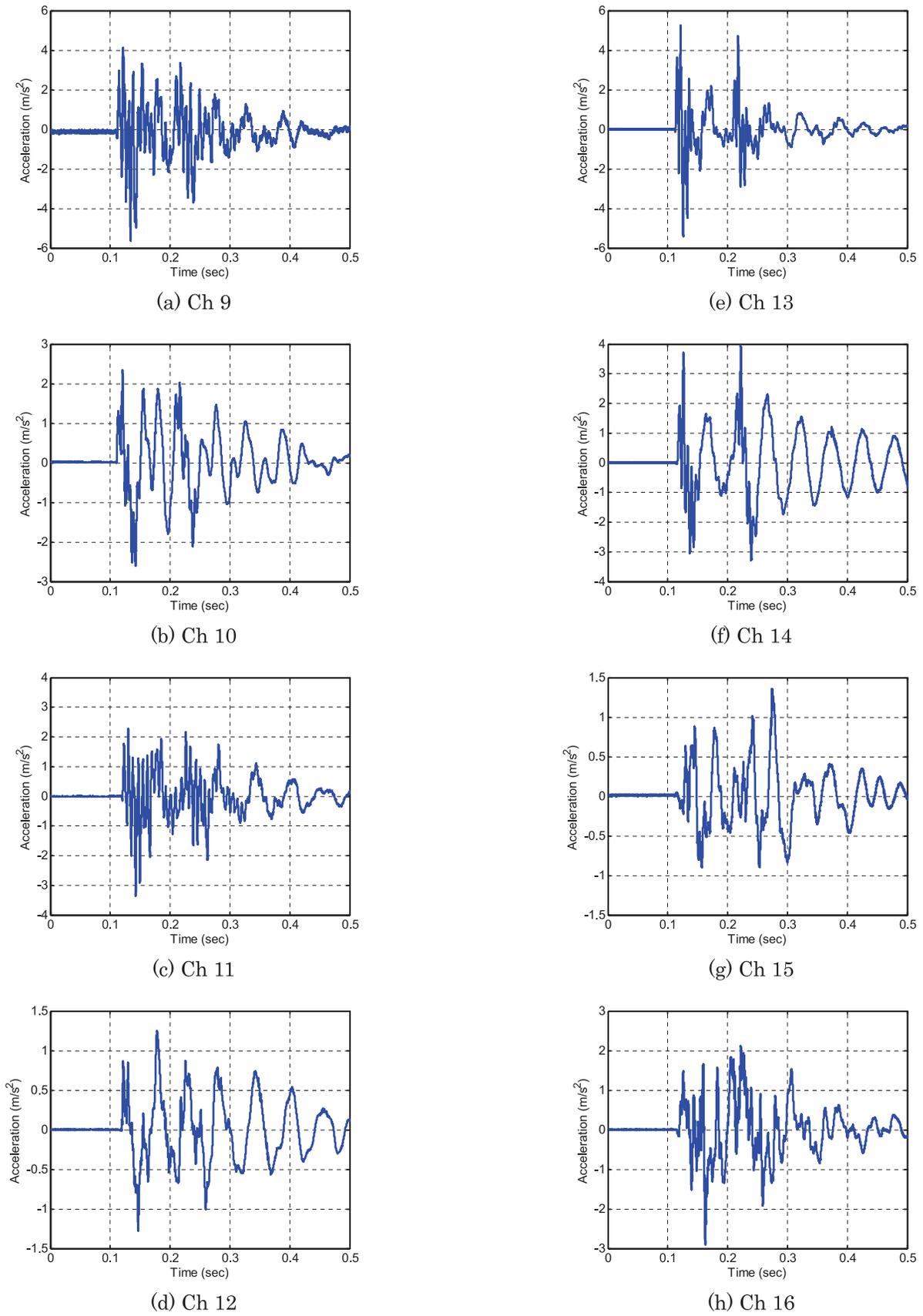
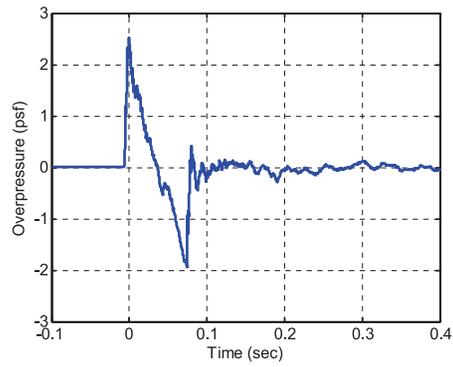
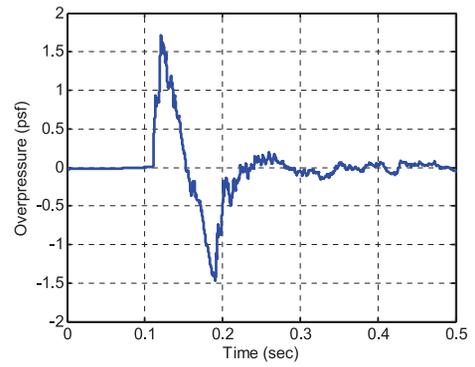


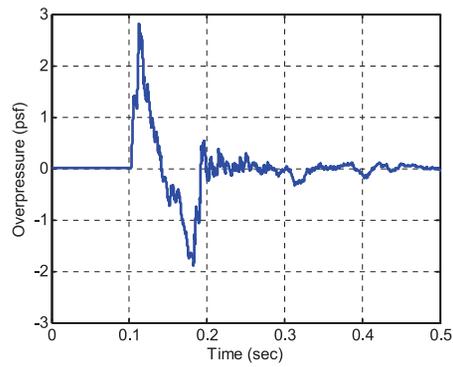
図 26 地上計測振動データ (Run#2 91002:2)



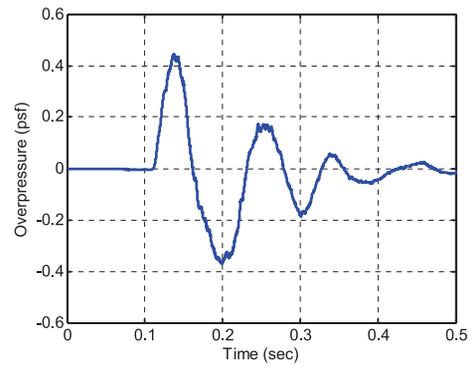
(a) Ch 1



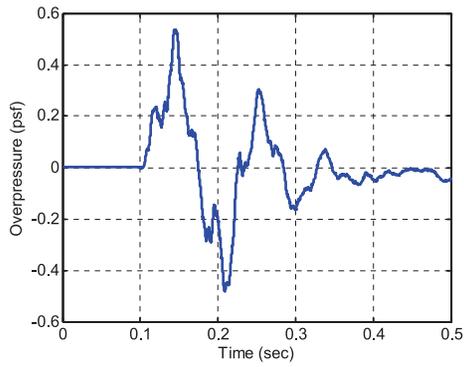
(e) Ch 5



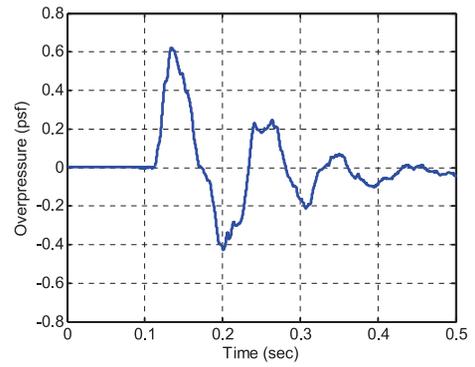
(b) Ch 2



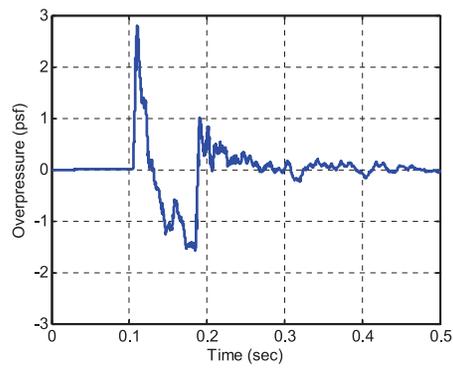
(f) Ch 6



(c) Ch 3

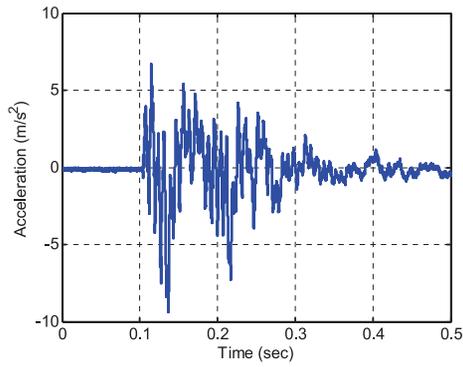


(g) Ch 8

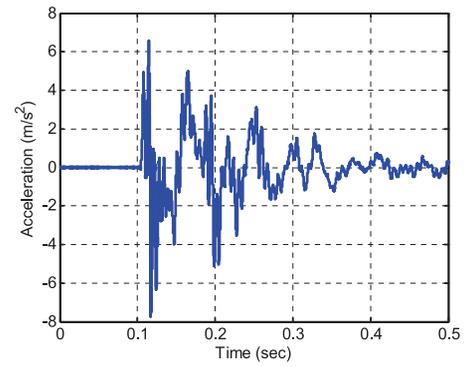


(d) Ch 4

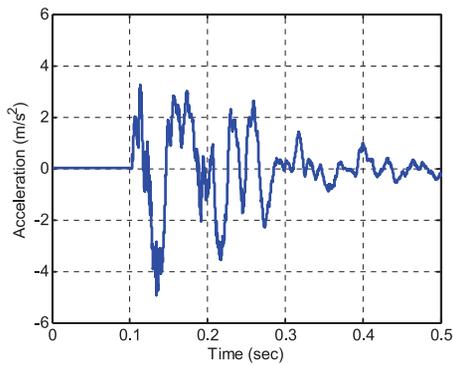
図 27 地上計測音響データ (Run#3 91004)



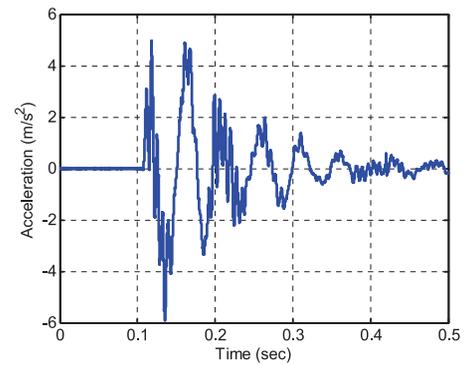
(a) Ch 9



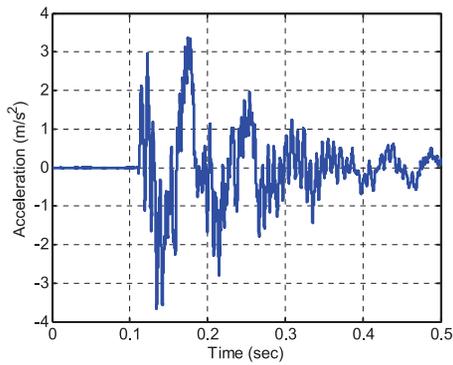
(e) Ch 13



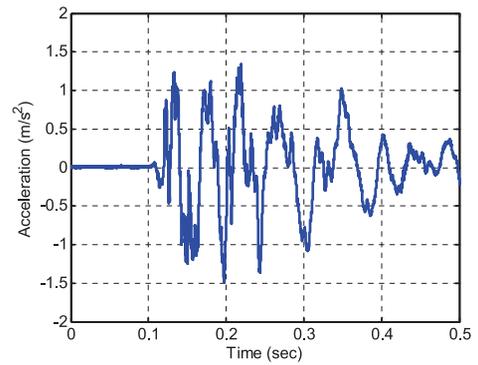
(b) Ch 10



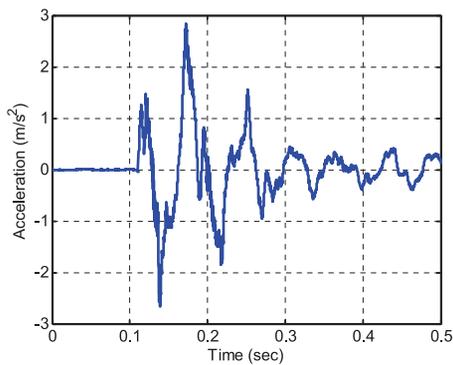
(f) Ch 14



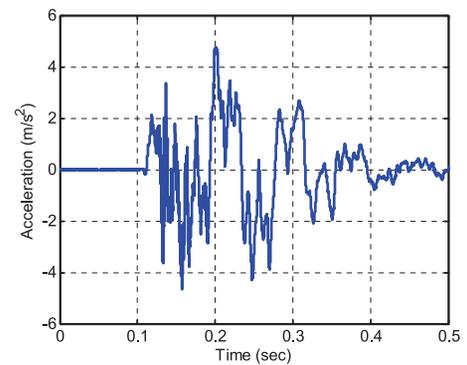
(c) Ch 11



(g) Ch 15

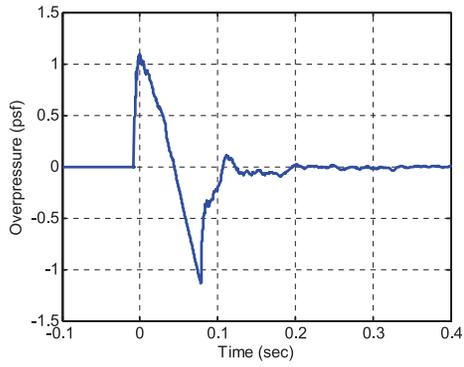


(d) Ch 12

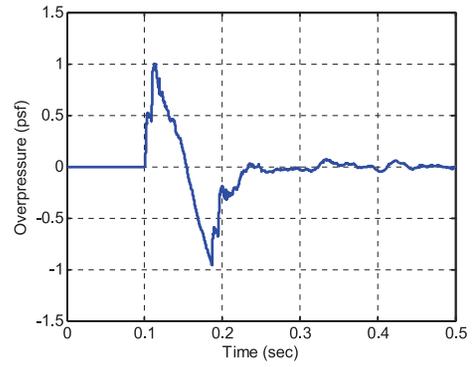


(h) Ch 16

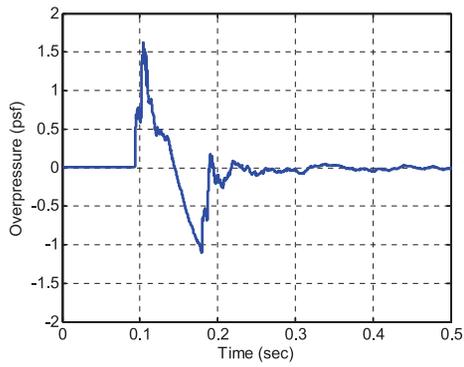
図 28 地上計測振動データ (Run#3 91004)



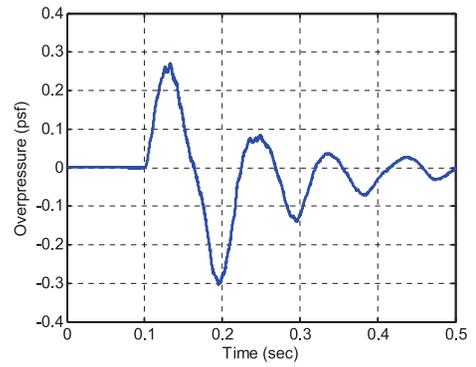
(a) Ch 1



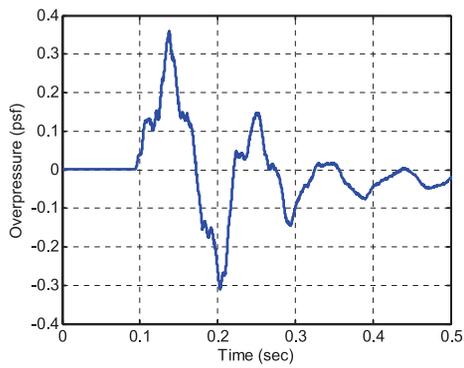
(e) Ch 5



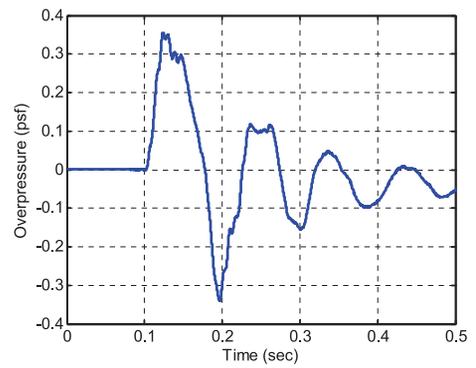
(b) Ch 2



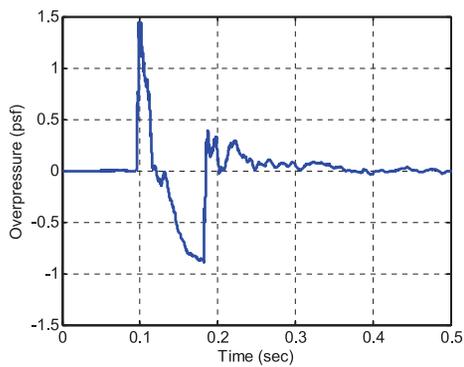
(f) Ch 6



(c) Ch 3



(g) Ch 8



(d) Ch 4

図 29 地上計測音響データ (Run#4 91006:1)

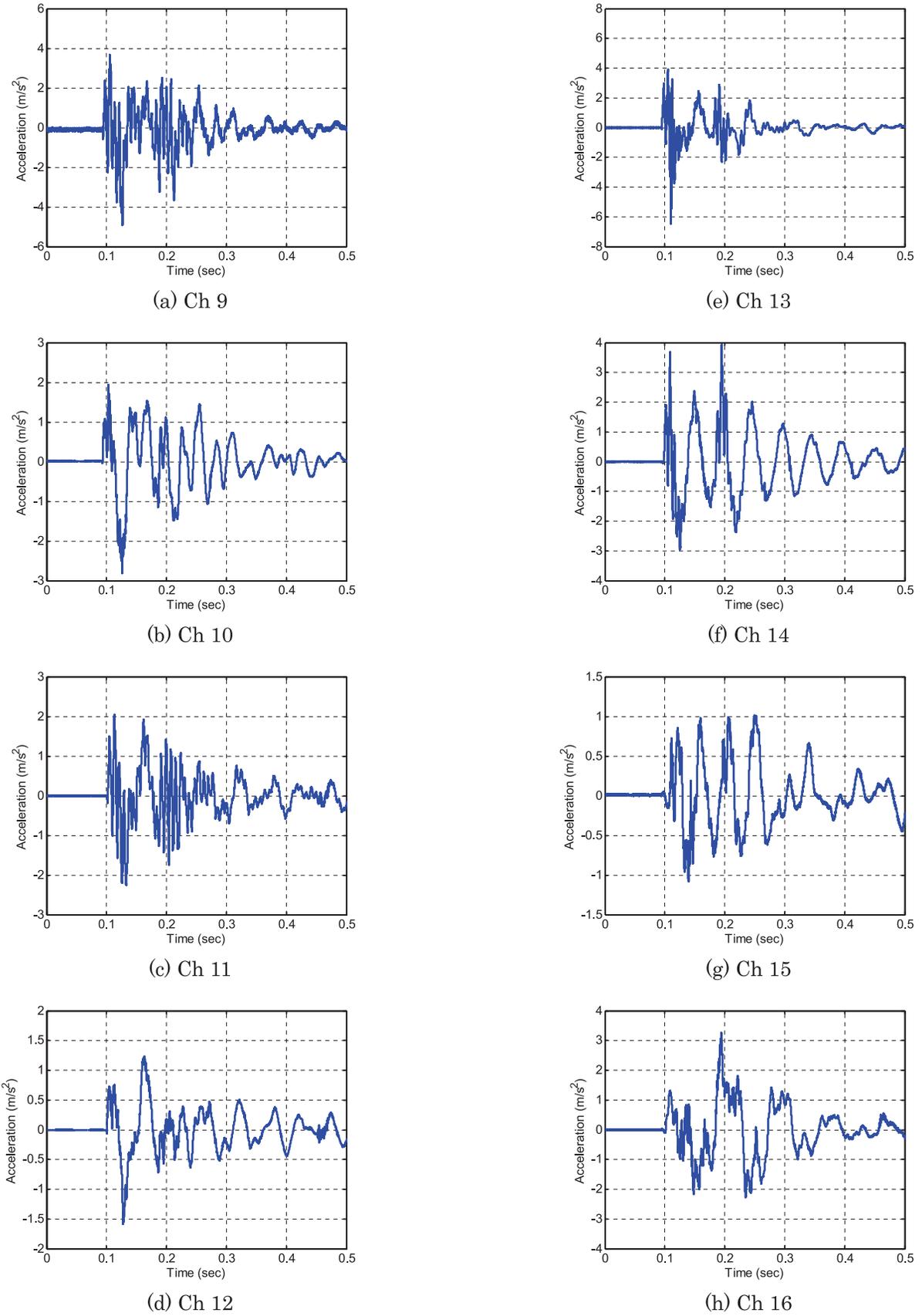
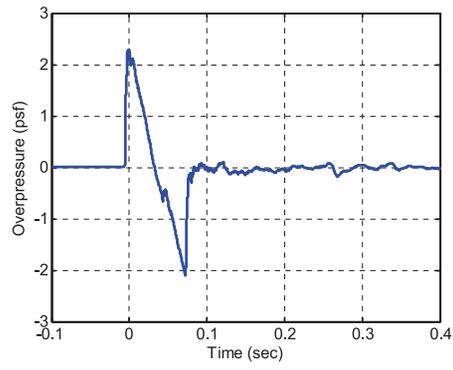
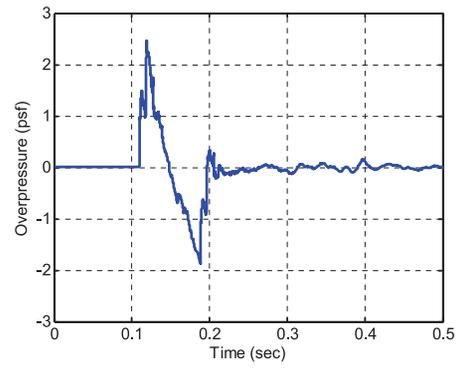


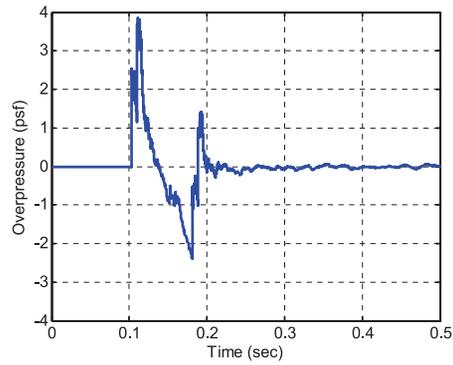
図 30 地上計測振動データ (Run#4 91006:1)



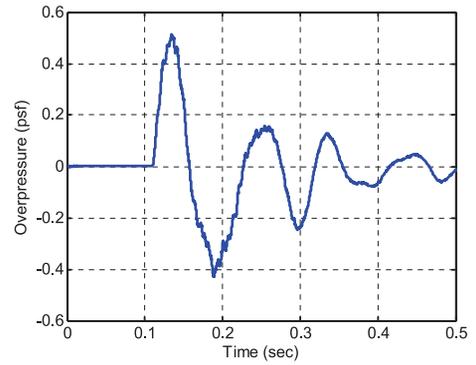
(a) Ch 1



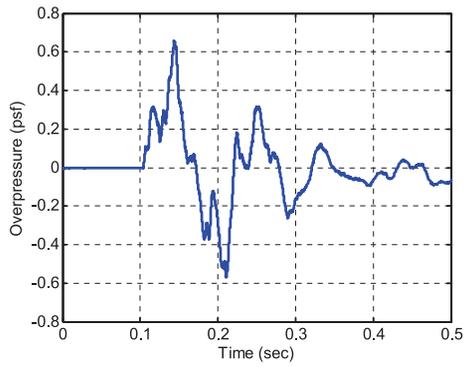
(e) Ch 5



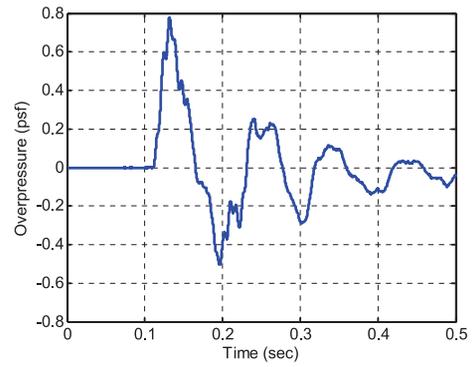
(b) Ch 2



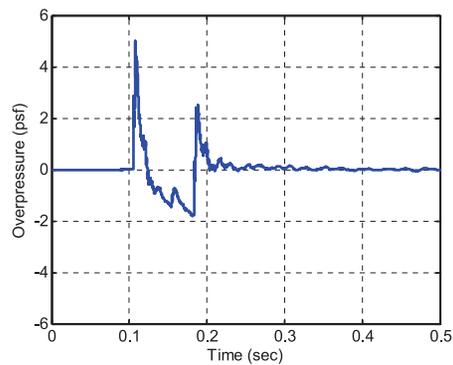
(f) Ch 6



(c) Ch 3

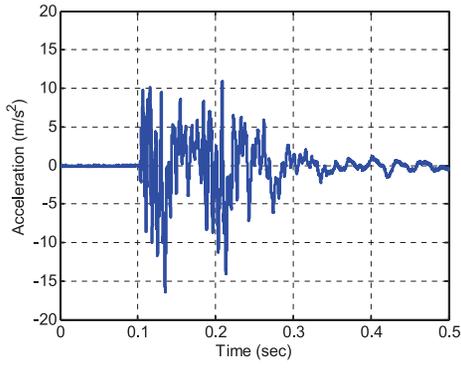


(g) Ch 8

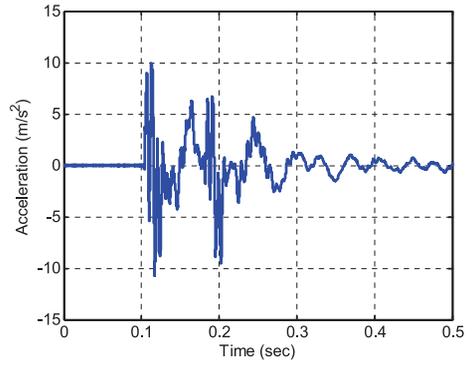


(d) Ch 4

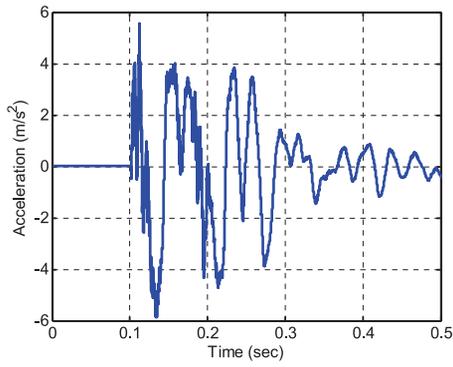
図 31 地上計測音響データ (Run#5 91006:2)



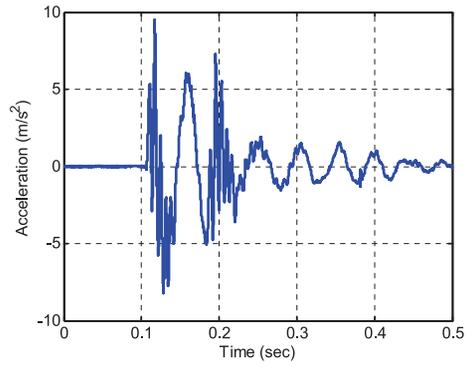
(a) Ch 9



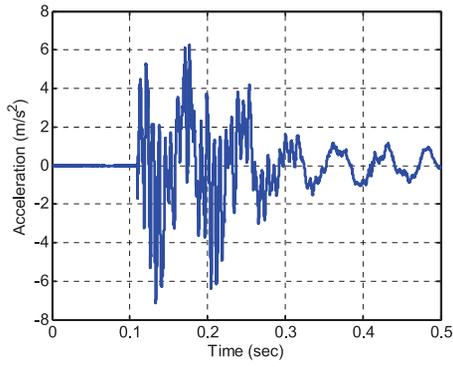
(e) Ch 13



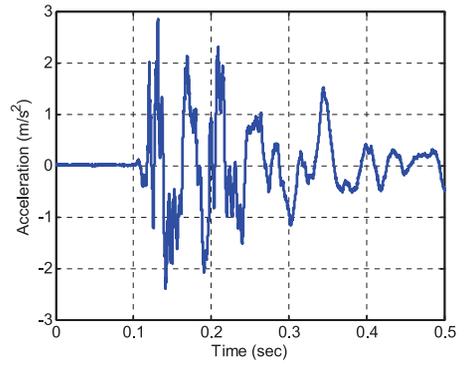
(b) Ch 10



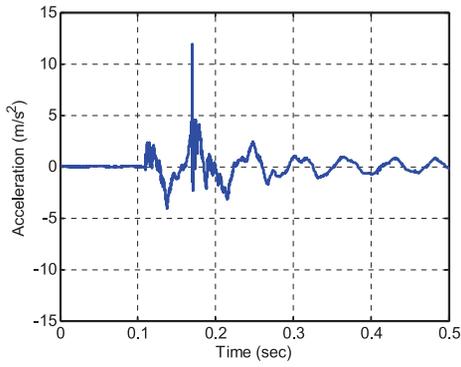
(f) Ch 14



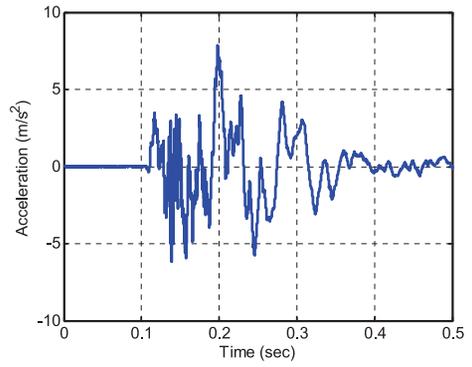
(c) Ch 11



(g) Ch 15



(d) Ch 12



(h) Ch 16

図 32 地上計測振動データ (Run#5 91006:2)

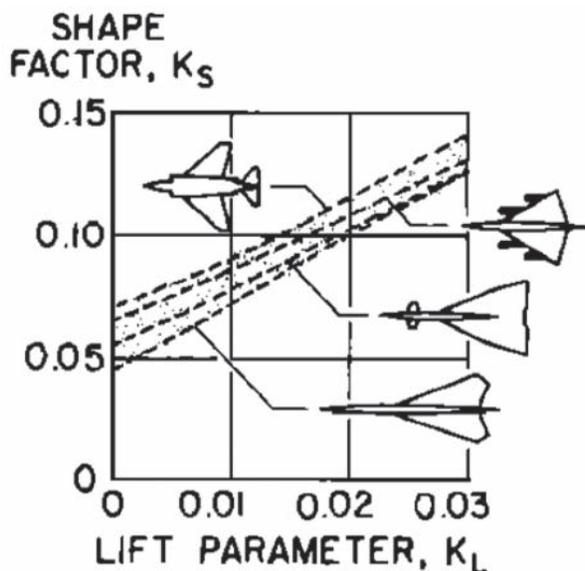


図33 First-cut 法における K_s と K_L の関係⁵⁾

4. まとめ

JAXA が開発した空中ソニックブーム計測システム (ABBA システム) の確認のため実機を用いた飛行試験 (ABBA Test #1) を実施した。地上計測システムにより実機が発生するソニックブーム (屋外ブーム, 屋内ブーム, 建築物振動) データを取得し, ミニマムサクセス (地上計測システムの検証) を達成した。また, ABBA システムにより大気擾乱の少ない上空 1000 m 付近においてもソニックブームを計測することに成功し, フルサクセス (地上及び空中計測システムの検証) も達成できた。光マイクの破損により中間高度 (上空 500 m) での計測ができなかったが, その他の計測項目は飛行データと同期して取得し, エクストラサクセス (ソニックブーム伝搬解析手法の検証データ取得) も概ね達成できたものとする。

本試験で明らかとなった今後の課題としては, ABBA シ

ステムの中間高度における計測手法の改善, 地上ブーム波形計測手法 (特に反射板の設置とマイクの取付方法) の改善, D-SEND 飛行試験に向けた複数の ABBA システムの同時運用, 等が挙げられる。

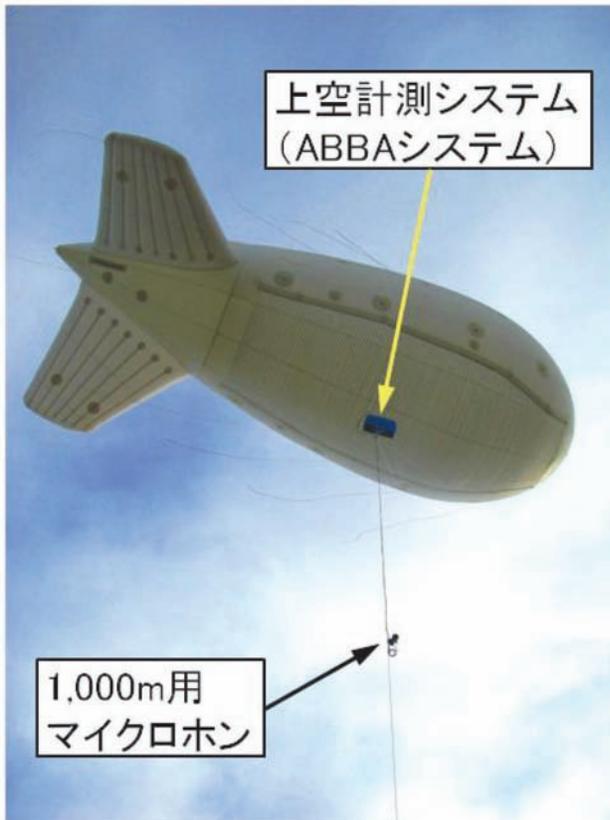
5. 謝 辞

本飛行試験のソニックブーム計測の実施にあたり, JAXA 研究開発本部ジェットエンジン技術研究センターの岡井敬一氏, 名古屋大学の清水克也氏の御協力を得た。また, 本試験に係る契約手続きや試験器材輸送手続き等に御尽力頂いた関係各位に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 村上 哲「静粛超音速研究機技術の研究開発について」第 40 回流体力学講演会／航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム論文集, pp. 79-82, 2008.
- 2) 本田雅久, 牧野好和, 富田博史, 進藤重美「低ソニックブーム設計コンセプト確認落下試験 (D-SEND) 計画」日本航空宇宙学会第 41 期年会講演会講演集, pp. 652-655, JSASS-2010-1115, 2010.
- 3) 中 右介, 牧野好和, 進藤重美「実機によるソニックブームの地上および上空計測」第 42 回流体力学講演会／航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム 2010 講演論文集, pp. 532-535, JSASS-2010-2095-F/A, 2010.
- 4) 「NEAT におけるソニックブーム計測試験計画書」XNS-09019.
- 5) Carlson, H.W. and Maglieri, D.J., "Review of Sonic Boom Generation Theory and Prediction Methods", Journal of Acoust. Soc. Am., Vol. 51, pp. 675-684, 1972.

付録：写真集



ABBA システム 設置状況



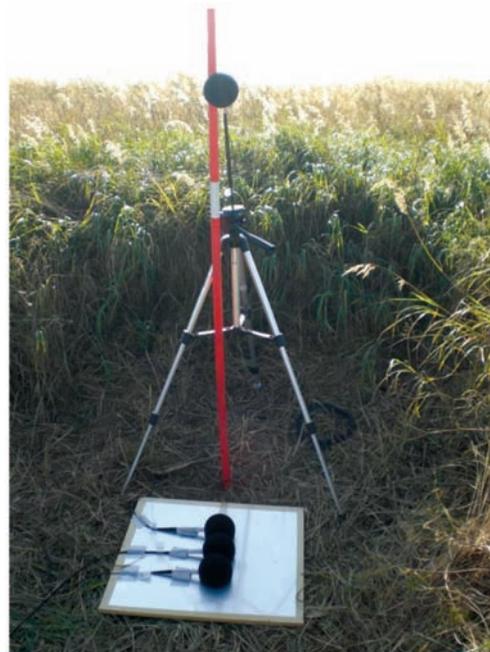
上空 500 m 計測点マイクロホン

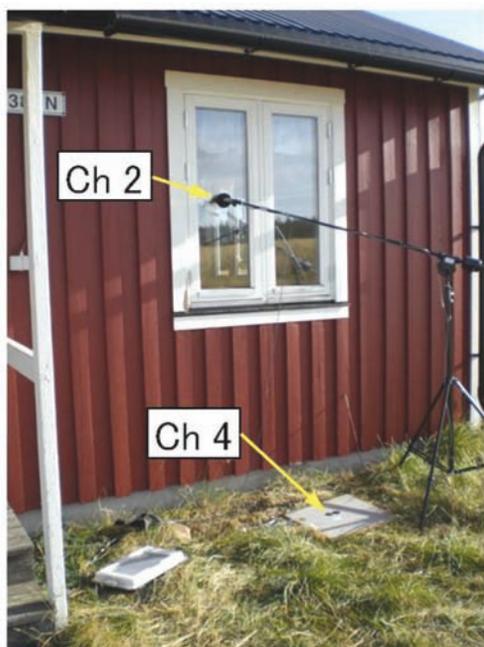


計測用家屋 (ブームハウス)

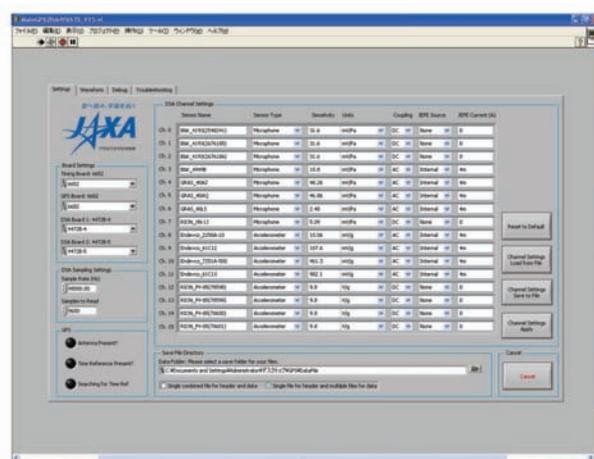


ABBA システム (マイクロホンを除く)

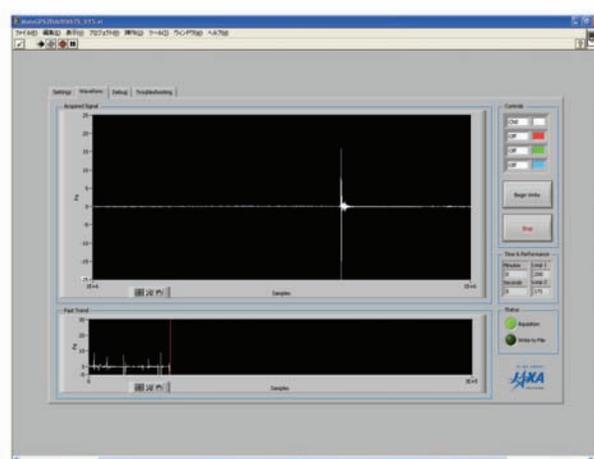
地上計測 Ch 1
(バックアップ用マイクロホン等を含む)



地上計測 Ch 2, Ch 4



(a) 設定画面

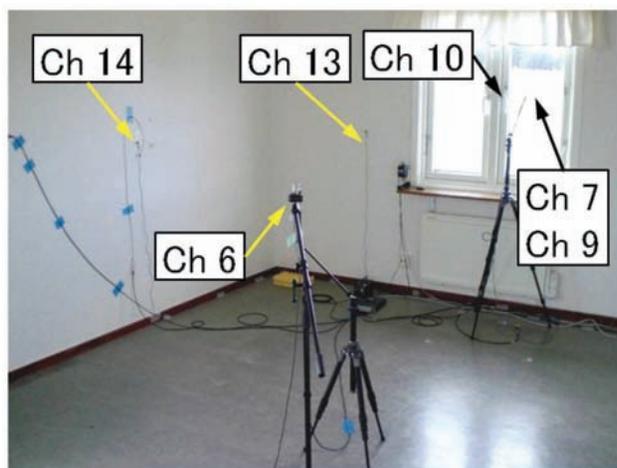


(b) 制御・監視画面

計測制御・監視用プログラム



地上計測 Ch 2, Ch 5



室内計測用センサー設置状況



地上計測制御・記録系