

被災地における航空レーザー測量

小野智三*¹, 柴田 遙*²

Working with airborne LIDAR bathymeter system in Tohoku region

Tomozou ONO and Haruka SHIBATA

Abstract

The Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, and the Water and Disaster Management Bureau of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, carried out a collaborative survey using by airborne LIDAR bathymeter system in the Tohoku earthquake stricken region. The system is very quick and wide-ranging.

Due to excellent cooperation and effort, the survey was extremely successful. Data produced by this survey are used by the Disaster Management Bureau and related organizations for tsunami simulation and disaster recovery of coastal regions.

1 はじめに

海上保安庁海洋情報部では、浅海域における計測能力の向上のため航空レーザー測深機を用いた測量を 2003 年から実施している（小野・柴田, 2012）。この手法は航空機を用いることから広大な範囲の計測を迅速に実施できるという特徴を有している。この特徴を生かして国土交通省水管理・国土保全局（旧河川局, 以下, 「水国局」という）と共同で 2011 年 6 月に被災地における航空レーザー測量を実施した。この測量データは海図の最新維持のみならず、津波シミュレーションでの地形データ提供に貢献している（Fig. 1）。

調査は当庁で保有している Optech 社製 SHOALS 1000 型航空レーザー測深機（以下, 「SHOALS 1000」という, Photo. 1）を Beechcraft B 350 型中型飛行機の JA 870 A 号機（第七管区海上保安本部福岡航空基地所属, Photo. 2）に搭載

し実施した。

本稿ではこの航空レーザー測深機による調査について報告する。

2 実施に至る経緯

水国局海岸室と当部海洋調査課で東北地方被災地区の海底地形データ計測について打合せを行った。水国局からは自治体が作成中の復興計画等の策定を実施するためのマニュアルに津波シミュレーション結果を反映させることから、震災後の海域データが必要であるとの要望があった。計測場所としては、リアス式地形 1 ヶ所と平野部 1 ヶ所が必要であり、時間的に両方の実施が難しいのであればいずれか 1 ヶ所でもデータを入手したいとのことであった。

協議した結果、リアス式地形である宮古市田老地区を含む宮古湾と平野部と遠浅の海底地形を持

*1 海洋調査課 Hydrographic Survey Division

*2 第七管区海上保安本部海洋情報部 Hydrographic and Oceanographic Department, 7th R.C.G. Hqs.
(現職 海洋調査課 Hydrographic Survey Division)

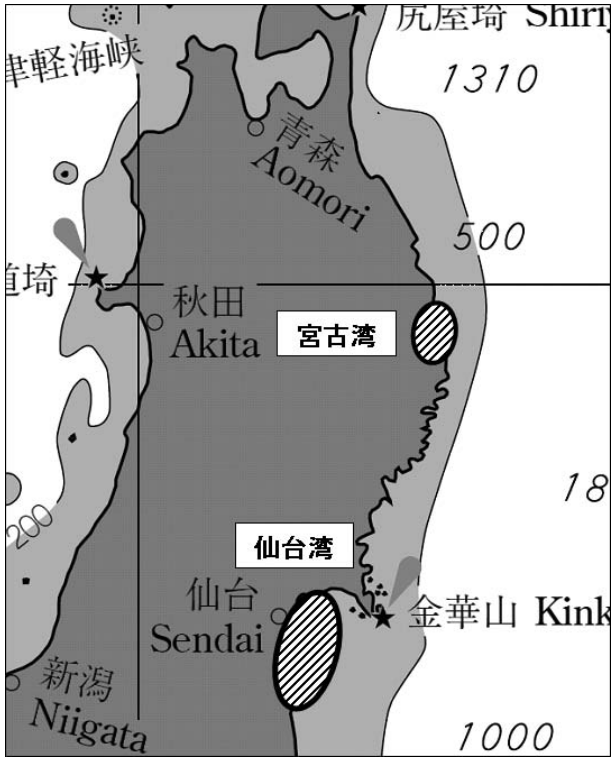


図1 仙台湾と宮古湾の位置図
 Fig.1 Index map showing the location of Sendai Bay and Miyako Bay.



写真1 航空レーザー測深機 SHOALS 1000
 Photo.1 Components comprising the airborne system of SHOALS 1000.

つ仙台湾の2ヶ所を実施することとなった。宮古市田老地区には津波により破壊された世界最大級



写真2 航空レーザー測深機搭載航空機 ビーチクラフトキングエア B 350 「JA 870 A」
 Photo.2 Aircraft equipped with the LIDAR system, Beechcraft King Air B 350 "JA 870 A".

の二重の防波堤が存在する。

3 航空レーザー測量の運用

3.1 基本的な能力と計測飛行

SHOALS 1000 による航空レーザー測量は、通常、高度 1,300 ft (約 400 m)、速度 180 kt (約 330 km/h) で飛行する。この時にスワ幅 230 m、測深密度 5 m×5 m、すなわち 5 m 四方に 1 点の割合でデータを測得することができる。測線間隔はノイズの判断に有用な 50 % の重複率を確保することから 115 m である。模式的な計測飛行の流れを Fig. 2 に示す。

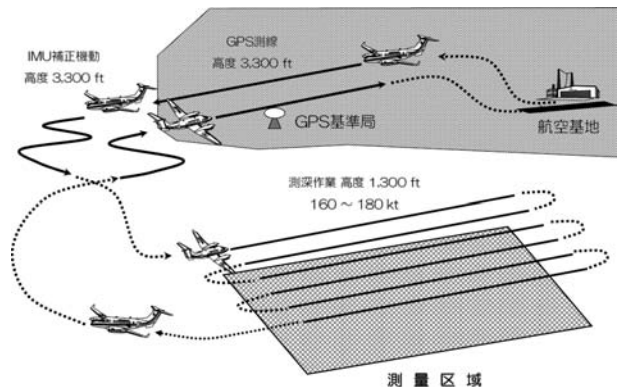


図2 航空レーザー測量の模式図
 Fig.2 Schematic diagram showing the procedure of LIDAR survey.

3.2 基準局の設定

計測時の飛行機の位置は後処理キネマティックで解析している。そのため計測時には地上の任意の点でGNSS観測が必要となる。このGNSS観測点を基準局という。この基準局は、計測区域及び線替りのための旋回に必要な区域も含んで半径30 km圏内に設置する。これは飛行機の位置の計測精度を維持するためである。基準局は国土地理院の電子基準点を活用している。

3.3 測深限界

航空レーザー測深機の測深限界はハードウェア的な限界と光波であるレーザーを用いて計測する手法であるため透明度に依存する。SHOALS 1000の場合、測深限界はハードウェア的に水深50 mまでで、それよりも浅い場合は透明度の約2倍である。また透明度以外の阻害要因としては津波被害による沈没船や沿岸からの流出油や白波等があり、すなわちレーザー光を遮る原因となるものが存在すると計測できない。

3.4 精度確保

機体位置の計測精度を保持するために、離陸してから着陸するまでの飛行中はGNSS衛星の信号を連続して捕捉し続ける必要がある。このため原則として計測飛行を行う時には離陸から着陸までの間20°以内のバンク（機体を傾けること）制限を課している。

20°バンク時の旋回半径は航空レーザー測深機搭載機であるBeechcraft 350型機の場合、約1,800 m（180 kt時）となり、線替りの旋回に最低でも長さ6 km、幅4 kmの空域が必要となる。また、上昇率は飛行機の性能等の制限により1分間に500 ft（約150 m）程度であることから、上昇して障害となる地形を回避するにしても限界がある。これらのことから、幅の狭いリアス式海岸で、周囲が通常の計測高度である1,300 ft（約400 m）よりも高い地形である時は、バンク制限を守りながらの飛行作業は実施できない。

2010年に当庁において導入した飛行機の航跡

を解析するソフトウェアであるアプラニクス社製POSPAC MMSの解析モードの1つに、バンク制限を解除してもバンク制限時の精度を維持したまま解析できるIN-Fusion™ Single Base ProcessingのShort Baseline解析モードがある。この解析モードを利用することにより、通常のバンク角30°での旋回ができ、旋回半径はBeechcraft 350型機の場合、約600 m（180 kt時）程度となる。この場合、線替りの旋回に必要な空域は長さ1.8 km、幅1.2 km程度と縮小しバンク制限時より狭い空域での計測飛行が可能となる。ただし、バンク制限を解除した場合、バンク角を大きくとった時に発生するロール方向の回転加速度及び傾斜角が原因であるセンサー内部の光学系の不具合による機器の異常停止の発生する可能性がある。このことから今までバンク制限の解除は実施しなかった。しかし宮古湾の計測では空域が狭いため通常の計測方法では実施できないことから、敢えてこの飛行方法を採用することとした。懸念事項である機器の異常停止に対する対策は操縦士にバンク機動をするときには過大な回転加速度を機器に与えないようにゆっくりと操縦することを依頼した。

3.5 最低高度

航空法等で制限される最低飛行高度は、人家等がない場所又は海上では200 m以上、市街地上空においては300 m以上である。通常の計測高度は1,300 ft（約400 m）である。

4 実施区域の検討

今回の計測区域は、原則としてバンク制限を守るとしつつも地形的に飛行作業が難しいことから、場合によっては、バンク制限を解除し実施することも考慮に入れて検討することとした。

計測区域の透明度は本来親潮の影響で悪い地方である。さらに震災直後は津波による海底土の巻き上げ等で透明度が悪化していた。しかし発災後3ヶ月が経過していることからかなり回復してきているものと思慮された。この疑問については水国

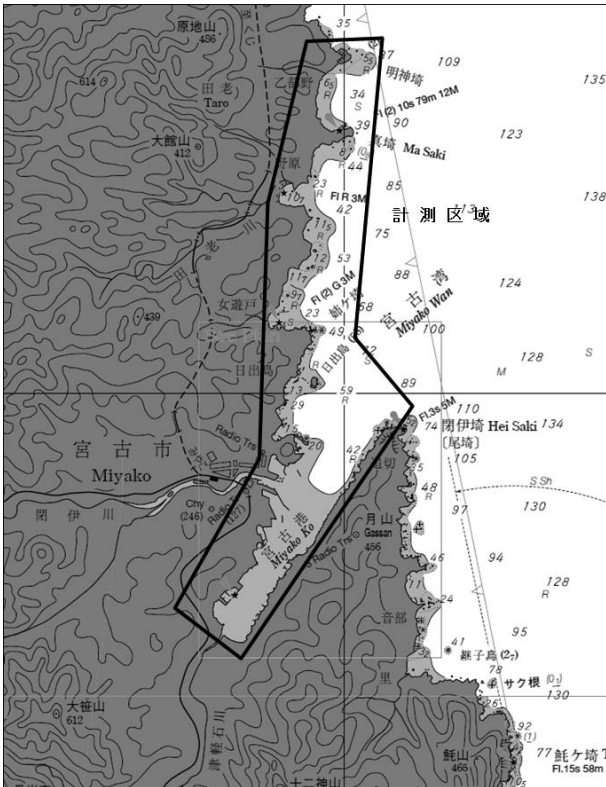


図3 宮古湾の調査区域図
Fig.3 Map showing the survey area within the Miyako Bay.

局が計測飛行前に透明度観測を行い、確認することとなった。航空レーザー測定の作業日数は、宮古湾3.5日間、仙台湾5.5日間、回航2日間、資料整理日1日の合計12日間で実施することとなった。また、調査期間が約半月という長期にわたるため、飛行作業を行わない資料整理日に搭乗員を全員交代させ2組の搭乗員で実施することとした。宮古湾と仙台湾の状況については次のとおりである。

4.1 宮古湾

宮古湾とその北側のリアス式海岸が計測対象区域で。宮古湾内は湾口のある東側を除く3方向を600 m級の山岳に囲まれた非常に飛行困難が予想される地形である (Fig. 3)。

そこで、バンク制限解除の措置を採ることにより測量を実施することとした。これにより飛行機の機動性が向上し障害地形の回避が容易になる。また、宮古湾奥の南側の陸上地形は、東側の十二

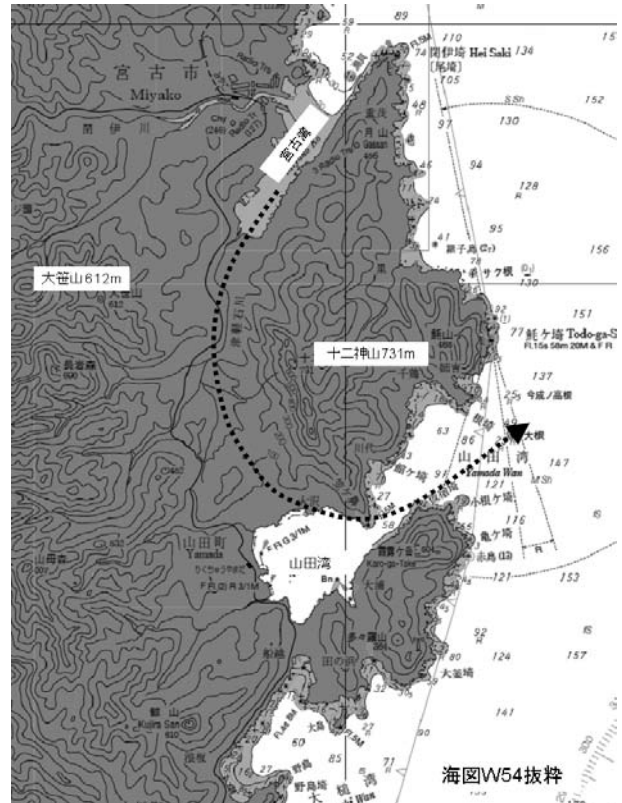


図4 宮古湾からの離脱経路
Fig.4 Map showing the withdrawal course from the Miyako Bay.

神山と西側の大笹山に挟まれた谷状地形となっている。この地形は山田湾へと続いている。この地形を利用し、宮古湾の東側から湾内に進入し計測開始する。宮古湾奥で計測終了と同時に機体を上昇しつつ、緩い左旋回で山田湾への谷間を抜けるコースで計測することにした (Fig. 4)。この飛行方法は、山田湾を経由する迂回経路になるため計測作業の効率は悪くなる。しかしながら安全優先で作業に遂行するためには、この方法の採用が必須であった。さらに飛行作業の安全を担保するために、5月下旬に宮古湾付近の実踏調査を行った。調査内容は、計測飛行に障害になりそうな送電線及び煙突等の存在の有無である。特に宮古湾から山田湾に至るこの谷間の経路の調査は谷を跨ぐ送電線の存在の有無を重点的に行った。この結果、谷を跨ぐ送電線はなく、そのほかにも飛行作業に影響がある障害物は存在しないことを確認した。

計測結果に影響がある透明度は湾内という閉鎖

海域であることから、あまり良好でないことが予想された。

4.2 仙台湾

仙台湾は、地形的には平野部であることから飛行作業は問題ないが、もともと透明度が良い海域ではなく、さらに津波による汚濁、名取川及び阿武隈川の河川からの汚濁水の流入が予想された (Fig. 5).

5 実施計画

5.1 飛行計画

飛行高度 1,300 ft, 基準速度 160 kt, データの計測密度は、5 m に 1 点, スワ幅は 230 m, 測線間の重複率は 50 % で計画した。実施日も 6 月 11 日から 21 日の 12 日間で実施することとなった。

測位については、Applanx の POS/AV を使用し、海上保安庁交通部の DGPS 補正情報提供サービスを使用することとした。使用局は計測地に近い金華山局とした。この局は震災により被災して閉局状態であったため、当初他の方法を検討していたが幸いにも飛行実施直前に復旧した。

5.2 作業基地の選定

原則として派遣における作業基地は、計測区域から近くに位置する当庁航空基地に設定する。これは機器の保護のため、搭載飛行機の格納庫内への駐機、整備作業支援、飛行前の天候調査や航空基地無線局からの運行情報の提供支援等の利点があるためである。

しかしながら、計測区域付近の仙台航空基地は津波の直撃を受けたため、事務所、格納庫等の基地施設はもとより所属航空機のほとんどを失う壊滅的な被害を被っていた。震災から 3 ヶ月経過した派遣時でも漸く燃料補給ができる程度までしか復旧していなかった。また津波の来襲に備えて夜間駐機は認められていなかった。このことから、仙台湾実施時は山形空港、宮古湾実施時は花巻空港を作業基地とし、仙台湾実施時の午前の飛行後

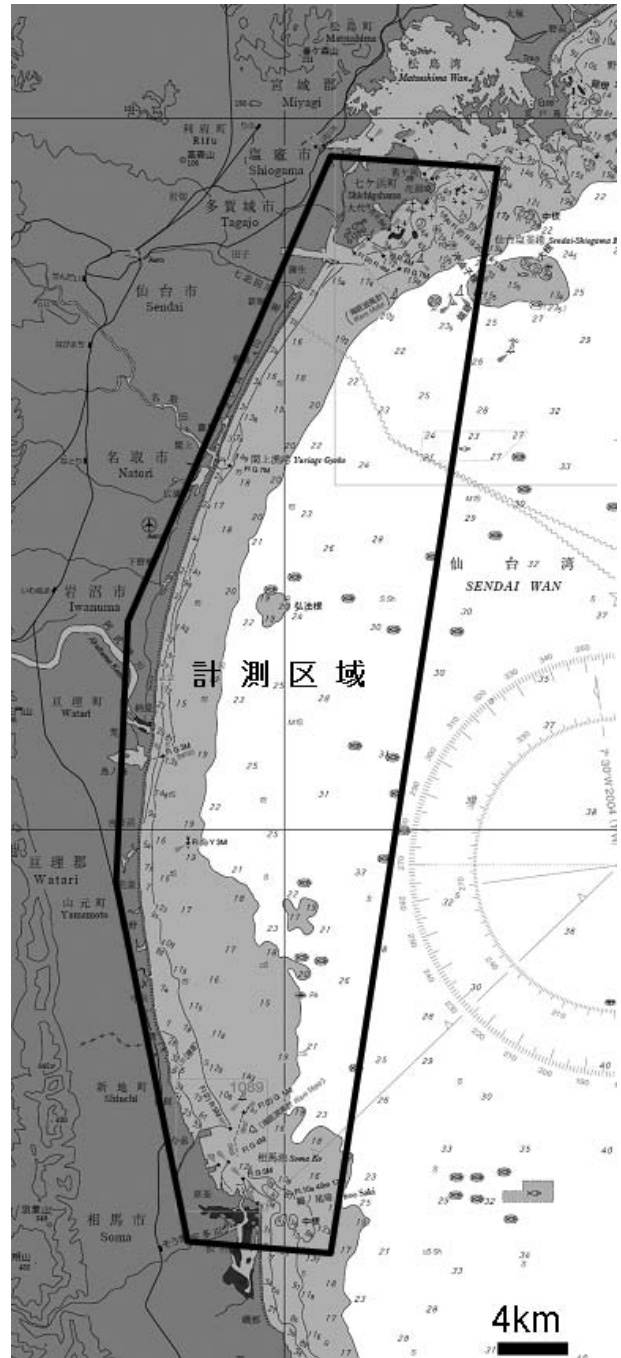


図5 仙台湾の調査区域図

Fig. 5 Map showing the survey area of within the Sendai Bay.

の燃料補給では仙台航空基地を使用することとした。

5.3 電子基準点の選定

実施前に計測地区の電子基準点の状況を国土地理院の担当者に確認したところ、オンラインのデータ収集ができない局もあり、その局ではデー

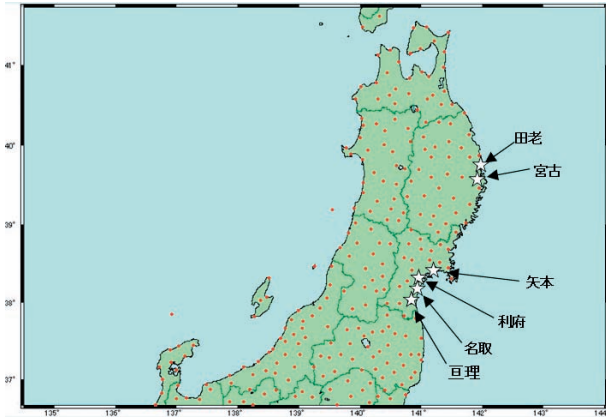


図6 電子基準点の配点図
Fig. 6 Map showing the location of GPS Earth Observation Network System (GEONET).

タ回収に行かないと収録されているかどうかかわからない状況であるとのことであった。このため、予備局を含めて多めに局を選定することとした。仙台湾地区は「名取(020919)」, 「矢本(960549)」, 「利府(940037)」, 「亶理(950179)」の4局、宮古湾では「宮古(940028)」, 「田老(020906)」の2

局の計6局の電子基準点データの提供を依頼した (Fig. 6).

6 調査

6.1 透明度観測

2011年6月6日に、水国局から透明度観測結果についての報告があった。仙台湾方面は、6月3日に仙台市若林区沖、仙台空港沖、山元町沖の3ヶ所で透明度観測を実施し、透明度は3m前後であった (Fig. 7)。宮古湾方面は、6月4日に田老港南東、宮古湾内3ヶ所で実施し、4m前後であった (Fig. 8)。これらの観測結果から津波による影響や5月29日頃東北地方を通過した台風2号の影響、またその前後の降雨等の影響による海水の汚濁はかなり解消されているものと判断した。さらに透明度以外の情報として、全調査地点ではレーザー光を遮蔽するような大規模な油膜及び浮流油は確認されなかった。港内の岸壁付近に



図7 仙台湾の透明度観測結果
Fig. 7 Result of Secchi depth measurement in the Sendai Bay.



図8 宮古湾の透明度観測結果
Fig. 8 Result of Secchi depth measurement in the Miyako Bay.

おいて若干の油膜浮遊が確認されたとの報告もあったが岸壁付近の油膜については規模が小さいため、計測作業に影響は与えないと判断した。実施直前の判断では透明度観測から好天が続いていたため、さらに透明度が回復していることが期待された。そのため水深 10 m 程度までは計測可能であると想定された。

6.2 最低水面の決定

水国局が外注作業で験潮を実施した。宮古港では、構内岸壁に水圧式験潮器を設置し、6月11日から22日までの11日間観測した。この観測結果と震災後決定した藤原第1埠頭南東端にある東北地方整備局BM頂下2.35mの最低水面を比較検討し変この告示値を採用した。Z₀は海上保安庁告示103号による0.83mを使用した。仙台湾では、相馬港に水圧式験潮器を設置し、6月9日から24日までの16日間観測し比較検討の結果、最低水面は震災後決定した福島県験潮所近傍にある県BM(金属鋏)頂下2.58mを採用した。Z₀は海上保安庁告示103号の0.88mを使用した。

6.3 飛行作業

6月10日、福岡航空基地で機材点検を行い、異常がないことを確認した。

翌6月11日の山形への回航及び仙台市東方沖海上で実施した機器校正(キャリブレーション)飛行は、次の航程のとおりである。

09:10 福岡基地発
 12:00 山形空港着
 12:15~13:15 計測準備(センサー固定等)
 15:30 山形空港発
 16:04~17:09 機器校正飛行
 17:50 山形空港着

以後、6月12日から15日の4日間、山形空港を作業基地として仙台湾の飛行作業を実施した(Photo. 3, Photo. 4)。

仙台湾の飛行内容の一例として、12日の作業内容を次に示す。

09:00 山形空港発



写真3 レーザー発射中の状況

Photo. 3 Laser beam is fired from the aircraft.

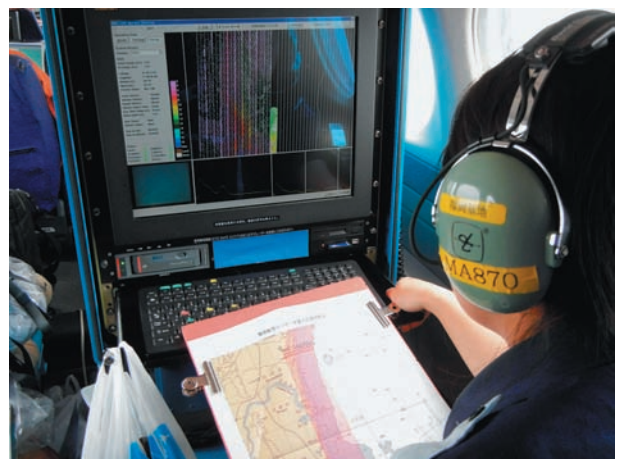


写真4 機上での操作状況

Photo. 4 Onboard monitoring of the survey status.

09:35~09:46 航法機器校正
 09:53~12:05 計測飛行
 12:05~12:10 航法機器校正
 12:30 仙台航空基地着
 12:45~13:30 燃料補給・昼食
 14:00 仙台航空基地発
 14:08~14:13 航法機器校正
 14:26~16:51 計測飛行
 17:00~17:26 航法機器校正
 18:10 山形空港着

計測精度を維持するために計測飛行の前後にはGNSS受信機及びIMU(慣性ジャイロ)の航法機器校正が必要になる。なお、仙台航空基地は後処理キネマティック解析の基準局とした「亘理」

電子基準点から 30 km 圏内に入るため、仙台航空基地への着陸前と離陸後の飛行では GNSS 受信機の航法機器校正は必要としない。

このような飛行パターンで好天にも恵まれたこともあり順調に飛行作業を続け、12日には22測線、13日は23測線、14日は23測線、15日は21測線の計89測線の計測を行った。

仙台湾方面の海域は、津波による浸水域からの排水や海底の巻上げによるものと思われる汚濁水のため、水深10m程度までしか計測できなかった。また、計測区域付近では行方不明者の捜索等で自衛隊・警察・消防のヘリコプターや当庁の航空機が多数飛行していた。このためこれら航空機を回避するために計測を一時中断することもあった。

機材のセンサーには4種類の受信チャンネルがある。このうちの1つにディープグリーンチャンネル（以下、「ディープグリーン」という）という水深15~50mを検知する512nm波長帯の受信チャンネルがある。このディープグリーンのセンサーは光電子増倍管（通称、PMT, Photomultiplier Tube の略）であり光に対して非常に敏感な特性がある。

14日の計測では12:00前にこのディープグリーンが受信不能となった。原因は海面のハレーションによる強力な太陽光線の受信によるものであった。このため正午前後の計測飛行を避けることとし、午前の作業を早めに切り上げ、午後早めに作業を始めることによりこの現象の発生を回避した。

6月17日は、観測機器の整備作業を行うため仙台航空基地に移動した。観測機器の整備作業は、光学部分の保護のためセンサー内に窒素ガスの充填を行う（Photo.5）。整備作業終了後は、宮古湾の地形偵察を兼ねて30°バンクでGNSS信号や機器に不具合が発生しないことを確認するための飛行作業をすることとした。作業内容は次のとおりである。

09:00 山形空港発
10:00 仙台航空基地着



写真5 航空レーザー測深機の整備作業（窒素ガス充填中）

Photo.5 Ground maintenance of the LIDAR system, showing nitrogen gas being purged.

10:30~13:30 燃料補給・機材整備
14:00 仙台航空基地発
14:54~15:19 計測作業
16:10 花巻空港着

なお、この日の飛行作業で30°バンクを行ったが、GNSS信号や機器に不具合は発生しなかった。また30°バンクを使用すれば障害となる地形も回避することができることを確認できた。しかし、4測線を計測したところで計測区域及び付近で計測高度の1,300ftよりも下層に雲が発生し、計測区域内に流入してきたことから測深不可能となったため、15:19に計測作業を切り上げて作業基地へ帰投した。

以後、18日~20日まで3日間で花巻空港を作業基地として宮古湾の計測を実施した。宮古湾での飛行作業は、仙台湾と違い、花巻空港が計測区域及び基準局としている「宮古」電子基準点が30km圏内に入らないので、計測の前後にGNSS受信機の機器校正が必要であった。宮古湾での飛行作業内容について18日の飛行実績を例示する。

09:00 花巻空港発
10:00~10:18 航法機器校正
10:23~11:48 計測飛行
11:52~12:09 航法機器校正

12:32	花巻空港着
12:40~14:00	燃料補給・昼食
14:00	花巻空港発
14:34~14:48	航法機器校正
14:52~17:05	計測飛行
17:15~17:27	航法機器校正
18:05	花巻空港着

宮古湾の飛行作業は、このような飛行パターンで計測を実施し、18日には21測線、19日は34測線、20日は31測線の計86測線の計測を行った。

この計測区域付近には、飛行場やヘリポート等の航空関係機関は存在しなかったため、航空交通に対する情報収集は注意深く行っていなかった。しかしながら、実際の飛行作業では陸上自衛隊の輸送ヘリ UH-1 型機による宮古総合病院への人員輸送や朝日新聞社所有のセスナサイテーション機による被災地の空撮取材等、想像以上に在空機が多く飛行作業は緊張を強いられた。このことから、計画から実施までに時間がなかったとはいえ、もう一步踏み込んだ現場の航空交通の状況調査が必要であったことを痛感した。

21日午前中に物件投下口の閉鎖等の回航準備を行い、12:40花巻空港発、16:00福岡空港着、以後、機材撤収作業を行い、計測飛行を終了した。

今回の実績作業実績は以下のとおりである。

・飛行時間	
仙台湾	32時間10分
宮古湾	23時間40分
回航	6時間10分*
合計	62時間00分
・計測面積	
仙台湾	128.4平方km
宮古湾	32.9平方km
合計	161.3平方km

*回航時間は、福岡基地～山形空港及び花巻空港～福岡基地のみの飛行時間。作業基地・給油地～作業区域までの時間は含まない。

6.4 解析

計測から1週間後、国土地理院から電子基準点データが届いたが、「名取」、「田老」の2局のデータに欠測があった。そこで、仙台湾では「亘理」、宮古湾では「宮古」を使用して解析した。

潮汐データは最低水面（以下、「DL」という）を決定するために使用するとともに、潮高改正用データとして解析ソフトに入力した。

今回の解析は、水国局へ東京湾平均水面（以下、「TP」という）基準の水深及び地形データを提供するため、TP基準で解析を行った。当庁で使用している海図に反映させる水深値は、TP基準の計測結果からTP～DLの補正値を加えて補正する方法を用いた。

解析作業は電子基準点データが到着後から始まり、概ね1ヶ月程度の7月下旬にはTP基準の点群データ（緯度・経度・水深または標高）の解析を終了した。

その後この点群データをTP基準からDL基準に変換して、水路測量編集ソフト等を用いて水深素図や測量原図を作成した。

7 調査結果

仙台湾では、陸上から水深10m付近までの地形データをシームレスに取得することができ、護岸や堤防の決壊部分からその付近海域を計測することができた。特に、海岸線付近の地形で数箇所、比高2～3m程度の凹状地形を計測することができた（Fig. 9）。過去の詳細な地形データはないため過去の地形と比較検討できないが、堤防や護岸の決壊部付近に卓越する傾向が認められるので、これらの地形はこのたびの震災で生成されたと思慮される（Fig. 10の円内部分）。

宮古湾地区では、宮古湾内の一部を除いて水深15m程度まで計測することができた。陸上地形では、港湾施設等で損壊している部分を計測することができた（Fig. 11）。

また、宮古湾の計測区域内にある田老港では、海底から陸上までシームレスにデータを取得することができ、防波堤や岸壁の港湾施設（Fig. 12

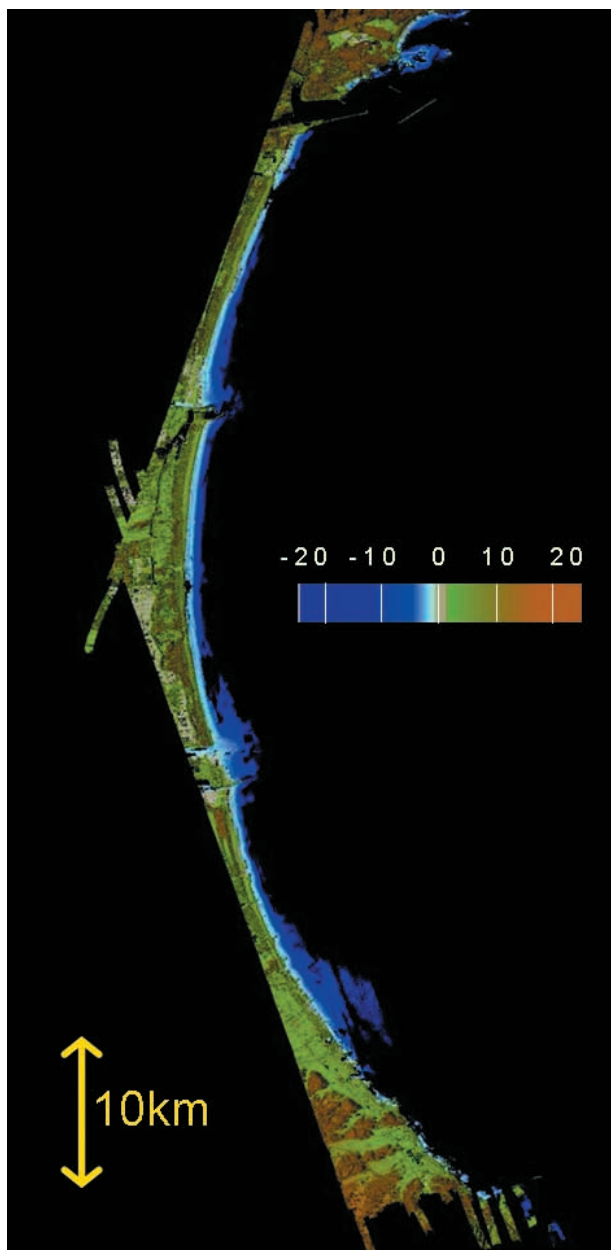


図9 調査結果「仙台湾」
Fig. 9 Topography obtained from the LIDAR survey for the Sendai Bay.

の円内部分), 陸上の防波堤の破壊状況 (Fig. 12の破線部分) から海底地形まで把握することができた。

8 透明度の影響や流出物の計測

SHOALS システムは, 透明度の2倍程度の測深能力がある。計測飛行前に実施した透明度調査では仙台湾 3 m, 宮古湾 4 m であったが, 実際に計測できた水深は仙台湾で約 10 m, 宮古湾で約

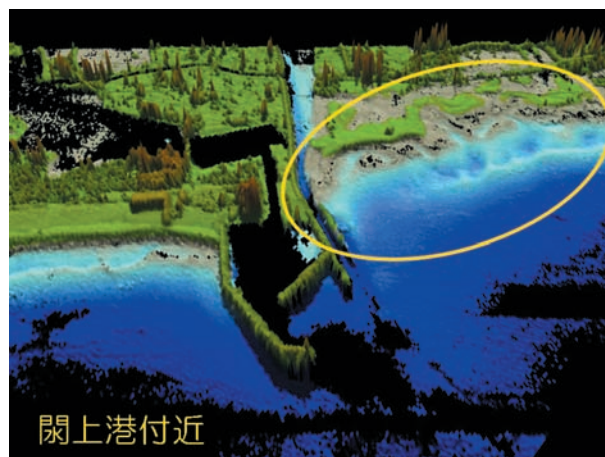


図10 「関上漁港」付近の調査結果
Fig. 10 3 D topography image obtained from the LIDAR survey for the Yuriage Fishing Port area (within the Sendai Bay).

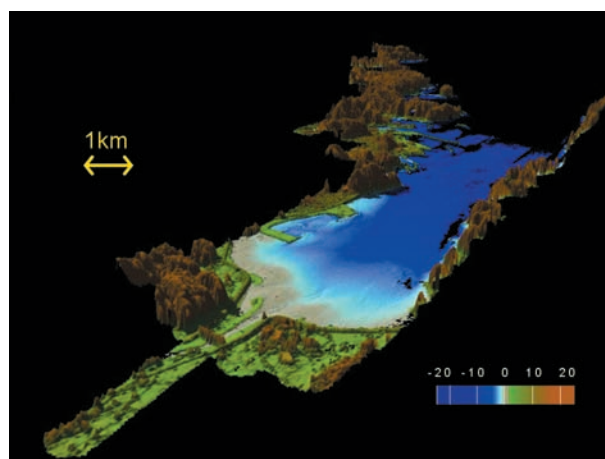


図11 調査結果「宮古湾」
Fig. 11 3 D topography image obtained from the LIDAR survey for the Miyako Bay.

15 m と透明度の2倍以上の計測結果となった。通常, 透明度が悪化する大きな要因の一つとして降雨による河川から海洋への汚濁水の流出がある。気象庁アメダスの「名取」及び「宮古」の観測記録によると, 計測飛行実施前の約半月は数 mm の降水量はあるものの透明度を悪化させるような本格的な降雨は認められない。このことから, 透明度調査時に比べて計測飛行時の透明度が透明度観測時よりも卓越していたと思われる。

SHOALS システムの計測密度は, 通常運用では, 5 m 四方の範囲に1計測点の密度となる。当

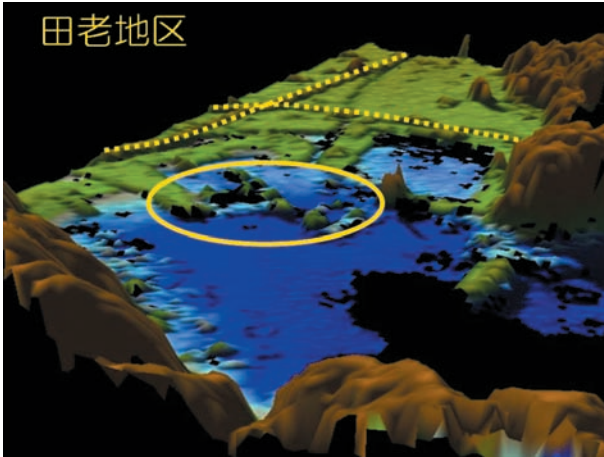


図 12 「田老地区」付近の調査結果
Fig. 12 3D topography image obtained from the LIDAR survey for the Taro District (within the Miyako Bay).

庁の計測では測線間の重複率を 50 % に設定し計測密度の増加するように工夫している。しかしながら計測した物体を把握できるほどの計測密度、最低 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 程度の計測密度は期待できない。Fig. 13 の円内のように陸上に漂着している 40 feet コンテナであっても詳細な形状を把握できるだけの計測点数を得ることはできず計測点数は 1 ~ 3 点であった。仙台湾での計測は、名取川河口付近や仙台新港付近の透明度は良好でなかった。このような汚濁水の海域ではノイズが卓越し、海中の物標の判別が困難となる。それゆえ、このような海域ではコンテナ程度の大きさの物体であってもこれを探知することは非常に難しい。これは SHOALS 1000 の性能の限界であり、 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ の計測密度より蜜に計測ができる航空レーザー測深機が望まれるところである。

2013 年度に当庁で運用開始予定の高密度測深が可能な CZMIL 型航空レーザー測深機であれば、 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ の範囲では水中約 16 計測点、陸上約 110 計測点の能力があることから、より詳細な計測ができるようになる。

9 成果の提供

解析した地形及び水深データは、計測後 1 ヶ月で LMD (経緯度水深) 点群データを成果として

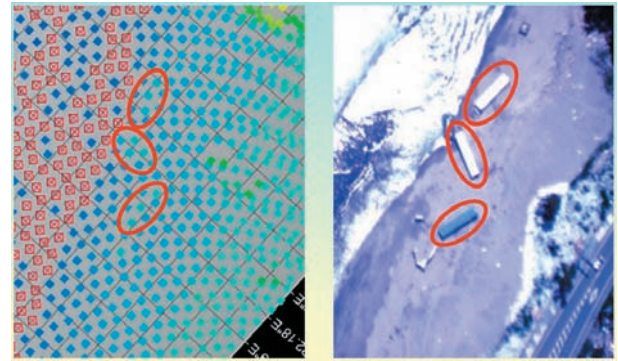


図 13 海岸に打ち上げられたコンテナの計測状況 (仙台湾)

Fig. 13 Estimation of the number of the containers scattered over the coast along the Sendai Bay.

水国局へ提供した。また、この他にも国土地理院を始め関係機関等 4 カ所に提供されている。

宮古湾のデータは、海洋情報部海洋調査課の担当官により作成した水深素図をもとに測量船の測深データと合わせて原図を作成し、海洋情報部内の海図作成部門へ送付済みである。

10 まとめ

2011 年 6 月 10 日から 21 日の 12 日間で実施した調査において取得されたデータは国土交通省水管理・国土保全局等関係機関で津波シミュレーション等に活用されている他、水産庁においても海岸災害復旧における基礎データとして有効活用されている。広範囲を迅速に計測することができるといふ航空レーザー測深機の長所を發揮し、当初の目的を達成することができた。

今後、同様な緊急調査を実施する機会があれば多少なりとも本論文を参考されることを願う。

謝 辞

当調査に多大なるご協力していただいた国土交通省水管理・国土保全局職員、電子基準点データの提供していただいた国土地理院職員、航空機の運用及びその支援作業の担当していただいた第七管区海上保安本部福岡航空基地職員及び第二管区海上保安本部仙台航空基地職員の方々にこの場を借りてお礼を申し上げます。

参考文献

小野智三, 柴田遥 (2012), 航空レーザー測深機による計測作業, *海洋情報部技報*, 48, 91-100.

要 旨

航空レーザー測深機 SHOALS 1000 を用いて東日本大震災の被災地の計測作業を国土交通省水管理・国土保全局と共同で実施した。調査は、仙台湾と宮古湾の2カ所で行った。仙台湾は相馬港北側付近から七ヶ浜町付近にかけての海岸線約30海里及び付近の遠浅地形の計測を行った。また宮古湾はリアス式海岸である宮古湾内から明神埼にかけての海岸線約12海里付近の計測を実施した。これは遠浅地形とリアス式海岸という異なる傾向の地形で津波シミュレーションを行うための地形データを取得することが目的であった。この調査結果から極浅海域の海底地形や震災における被災状況を把握することができた。