

第4章 地形調査

4-1 業務概要

4-1-1 調査内容

表 4-1-1 に調査概要を、表 4-1-2 に調査工程を示した。

表 4-1-1 調査概要

業 務 項 目	数 量	単 位	摘 要
航 空 レ ー ザ ー 計 測	3	km ²	
デ ー タ 処 理	3	km ²	1 次計測データ作成、地物フィルタリング処理
D E M 作 成	3	km ²	
等 高 線 デ ー タ 作 成	3	km ²	
簡 易 正 射 変 換 画 像 作 成	3	km ²	
汀 線 デ ー タ 作 成	1	式	深浅測量データとの統合含む
DEM 差分法による地形変動量解析	1	式	昨年度データを含む

表 4-1-2 調査工程

調査項目	H19 年										H20 年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
レーザー計測 カラー航空写真撮影							7						22

4-1-2 調査実施フロ-

図 4-1-1 に調査から観測結果の流れをフロ-で示した。

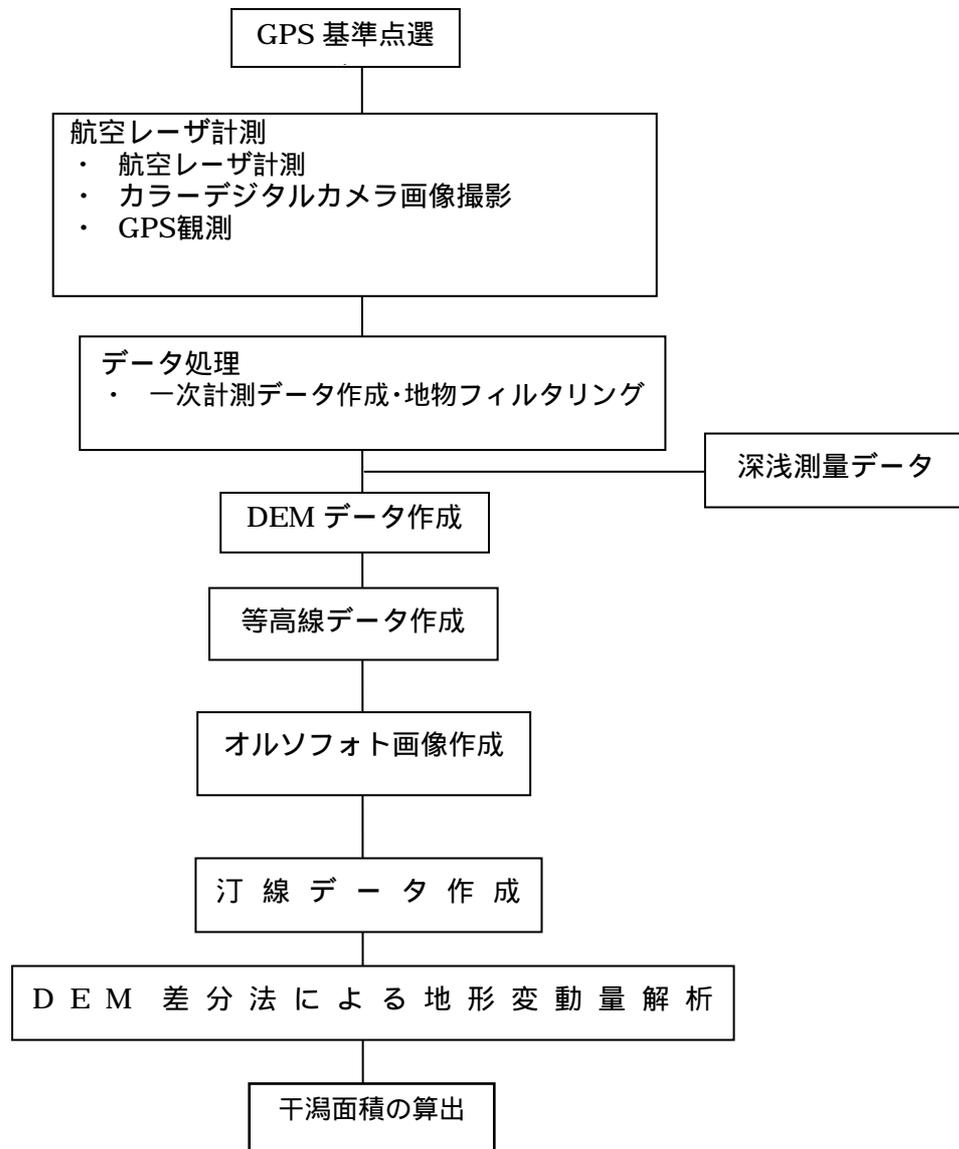


図 4-1-1 調査フロ-

4-1-3 調査位置

レーザー測定の調査範囲は図 4-1-2 に示すとおりである。また、水中部のデータを引用した、深浅測量測線の位置は、図 4-1-3 のとおりである。

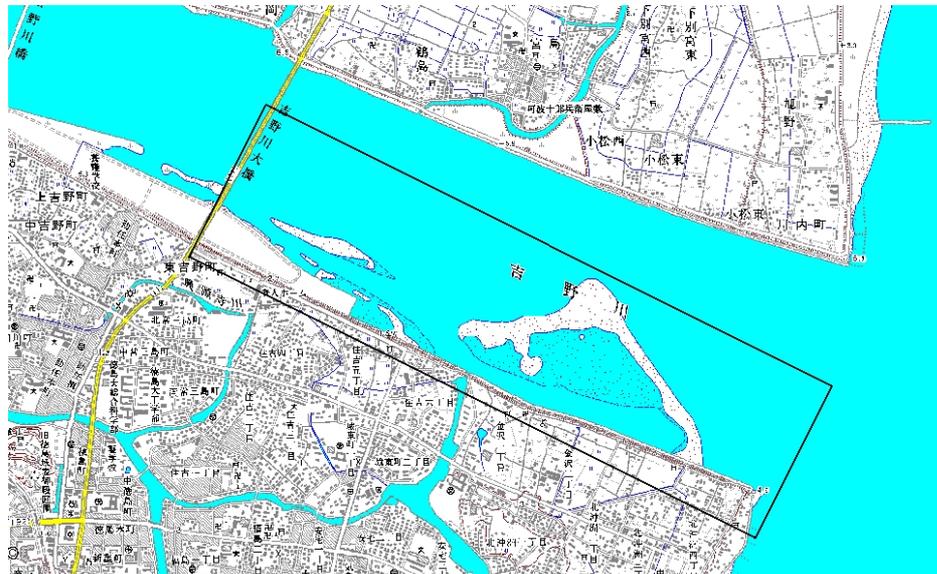


図 4-1-2 調査範囲

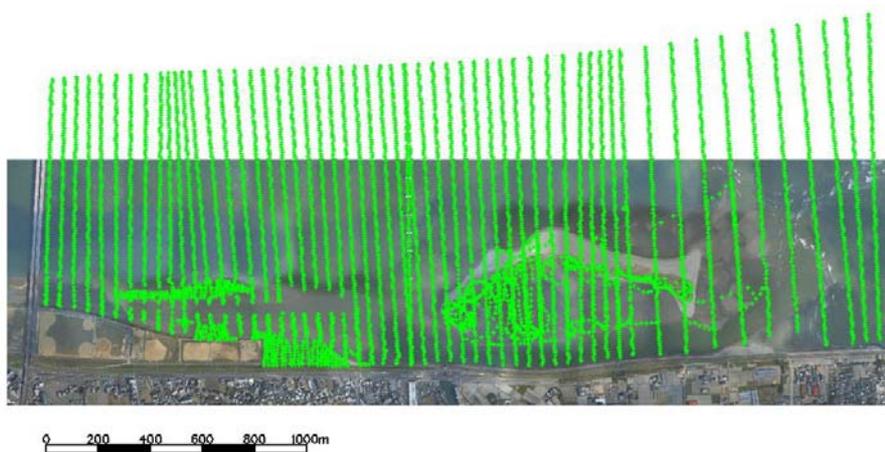


図 4-1-3(1) 深浅測量線 (H19年10月10日～10月22日計測)

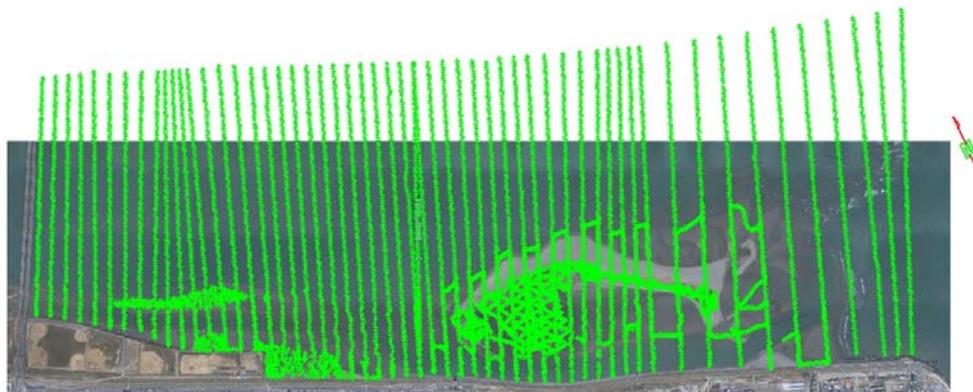


図 4-1-3(2) 深浅測量線 (H20年3月27日～4月10日計測)

4-1-4 使用した基準等

本調査業務およびデータを引用した深淺測量は、高さの基準を『平成 14 年度 緊急地方道路整備工事 徳島東環状線(吉野川橋梁)徳島市住吉 6 丁目～川内町 成果報告書』でまとめられている港湾 D.L. (T.P. -0.978m)としている。

港湾 D.L.と T.P.(東京湾平均海面)、A.P.(阿波工事基準面)の関係を図 4-1-4 に示す。

また、汀線データ作成のための年平均潮位、朔望平均満潮位、朔望平均干潮位は気象庁潮汐資料(<http://www.data.kishou.go.jp/marine/tide/genbo/index.php>)で公開されている小松島検潮所の月統計値を基に利用可能な直近の一年平均を用いた。利用した潮位は表 4-1-3 の通りである。

表 4-1-3 調査で利用した潮位 (港湾 D.L.)

計測日	朔望平均満潮位 (m)	年平均潮位 (m)	朔望平均干潮位 (m)
平成 19 年 10 月 7 日	1.921	1.093	0.021
平成 20 年 3 月 22 日	1.893	1.075	0.001

注：表中の潮位は以下の期間の観測記録を用いて平均した。

平成 19 年 10 月 7 日計測時の潮位：平成 18 年 10 月から平成 19 年 9 月までの平均値

平成 20 年 3 月 22 日計測時の潮位：平成 19 年 3 月から平成 20 年 2 月までの平均値

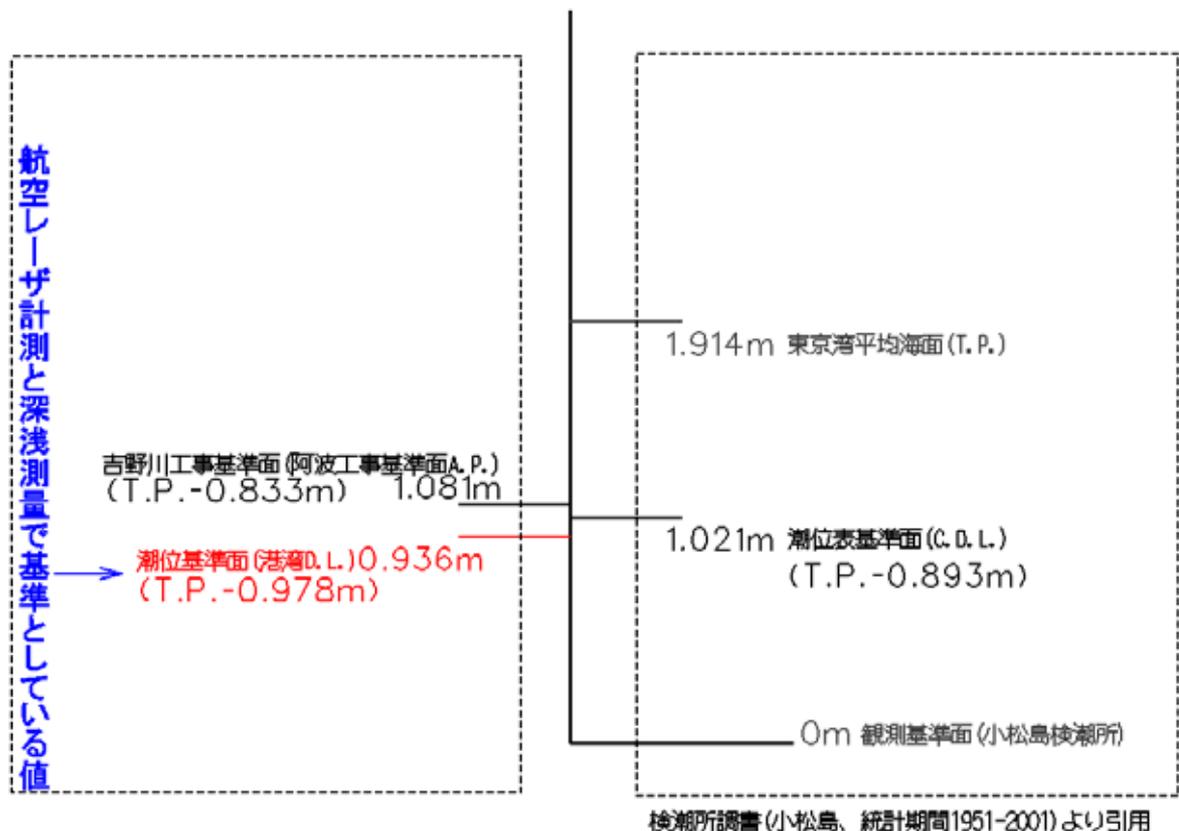


図 4-1-4 潮位及び各種基準面高さの関係

4-2 レーザー測量の作業手順と測量結果

4-2-1 GPS 基地局の設置

航空レーザー計測時に利用する GPS 基準局は、国土地理院が設置している電子基準点「徳島」を選定した。業務範囲から半径 30 km 以内に 5 つ以上の電子基準点があり、その中から最も近いものを利用した(図 4-2-1、表 4-2-1、表 4-2-2)。

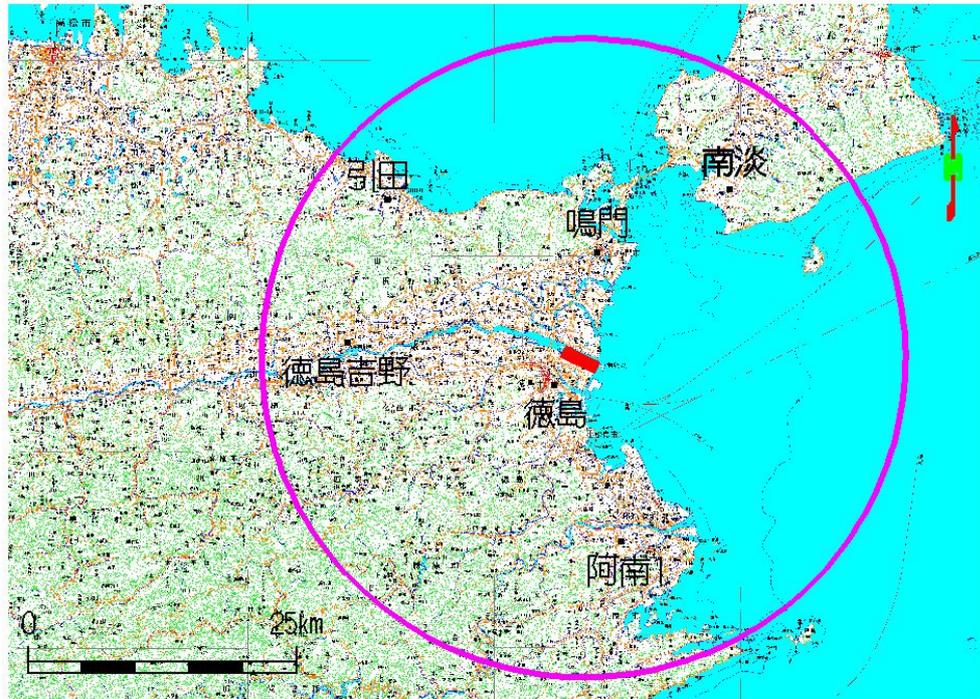


図 4-2-1 電子基準点配点図

表 4-2-1 電子基準点「徳島」詳細情報

【基準点】詳細	
地形図に移動	
基準点コード	EL05134046501
点名	徳島
冠字選点番号	
種別等級	電子基準点
基準点成果	
成果状態	正常
地形図	徳島-徳島
測地系	世界測地系
緯度	34° 03' 35.6652
経度	134° 33' 36.4966
標高	5.79 m
ジオイド高	36.93 m
アンテナ高	0.11 m
平面直角座標系(番号)	4
平面直角座標系(X)	118053.807 m
平面直角座標系(Y)	97864.121 m
縮尺係数	1.000018
基準点現況	
現況状態	正常 20060606
所在地	徳島県徳島市中昭和町三丁目77番地
点の記図	● ...ログインすると閲覧できます
<small>注)電子基準点及びGPS固定点を使用しPCV補正を用いる場合はアンテナ高を使用しないでください。 ★電子基準点を使用しPCV補正を用いる場合は、こちらをご覧ください。</small>	

表 4-2-2 電子基準点「徳島」点の記

電子基準点の記

		基準点3-D'	5134-04-6501	
		付属標基準点3-D'	5134-04-6502	
ふりがな 点名	とくしま	1/20万図名	1/5万図名	設置区分
	徳島	徳島	徳島	地上
点番号	No. 950416	付属標番号	No. 950416A	
所在地	徳島県徳島市中昭和町3丁目7番地			
			地目	学校用地
所有者	徳島市教育委員会（総務課施設係）			
選点	平成7年6月6日	選点者	（社）日本測量協会	
設置	平成8年3月9日	設置者	日立造船情報システム（株）	
付属標観測	平成9年1月23日	観測者	千田進一	
自動車到達地点	徳島市立富田中学校駐車場			
基準点周囲の状況	富田中学校自転車置き場東側にあり			
履歴（1）	標高改算：平成16年7月1日			
履歴（2）	アンテナ交換：平成15年1月31日			
受信機種種	TRIMBLE5700			
アンテナ機種	TRM29659.00			
備考	平成16年6月10日更新			
	付属標取付観測			
要図 1/2.5万図名：徳島				

平成17年 3月10日 調製 国土地理院

4-2-2 航空レーザー計測

操作式レーザー測距装置、GPS 受信機及び IMU(姿勢計測装置)によって構成される航空レーザー計測装置を使用して、対象区域の計測を実施した。計測は潮位や天候等の条件を考慮し最終的に以下の日程で行われた。

調査時の潮位は表 4-2-4 のとおりであった。

表 4-2-3 レーザー計測実施日時

・秋期計測

	日付	開始時刻	終了時刻
レーザー計測	平成 19 年 10 月 7 日	午前 9 時 40 分	午前 10 時 20 分
カラー航空写真撮影	平成 19 年 10 月 7 日	午前 10 時 30 分	午前 10 時 40 分

・春期計測

	日付	開始時刻	終了時刻
レーザー計測	平成 20 年 3 月 22 日	午後 1 時 10 分	午後 2 時 00 分
カラー航空写真撮影	平成 20 年 3 月 22 日	午後 1 時 10 分	午後 2 時 00 分

表 4.2-4 計測時の潮位

・秋期計測

	港湾 D.L	潮位 (T.P.)	観測基準面 (小松島)
午前 9 時	54	-44	148
午前 10 時	51	-47	145
午前 11 時	58	-40	152

・春期計測

	港湾 D.L	潮位 (T.P.)	観測基準面 (小松島)
午後 0 時	34	-64	128
午後 1 時	35	-63	129
午後 2 時	52	-46	146

計測に際しての仕様は表 4-2-5 に示す通りである。なお、干潟の微地形を把握することが目的のため、計測モードは最も地形を計測しやすいラストパルスモードとした。

また、秋期計測と春期計測で仕様が異なっている。秋期計測はレーザー計測と写真撮影をそれぞれ計測したので、レーザー計測のみの仕様になっている。春期計測はレーザー計測と写真撮影を同時に行ったため、写真撮影を考慮し計測標高・コース数などに変化がある。

表 4-2-5 航空レーザーデータ取得条件

・秋期計測

項目	設定
プラットフォーム	C404
計測機材	ALS50 Phase (Leica)
計測高度	対地 600m
対地速度	70m / sec (135kt)
パルス頻度	130kHz
スキャン頻度	45Hz
スキャン角	±20° (FOV40°)
サイドラップ	30%
計測密度	平均 0.5m 四方に 1 点程度
コース数	4 コース

・春季計測

項目	設定
プラットフォーム	C404
計測機材	ALS50 Phase (Leica)
計測高度	対地 700m
対地速度	70m / sec (135kt)
パルス頻度	120kHz
スキャン頻度	40Hz
スキャン角	±22° (FOV44°)
サイドラップ	30%
計測密度	平均 0.5m 四方に 1 点程度
コース数	5 コース

4-2-3 カラー航空写真撮影

デジタル航空カメラを使用し、秋期計測は航空レーザー計測の後に、春期計測は、航空レーザー計測と同時期にカラー航空写真撮影を行った。地上解像度が15cm未満となるように、表4-2-6の条件で撮影を行った。

前項で述べたように、秋期計測はレーザー計測と写真撮影をそれぞれ行ったため、写真撮影のみの仕様になっている。春期計測はレーザー計測と写真撮影を同時に行ったため、レーザー計測を考慮した仕様になっている。デジタル航空カメラは、DMC及びRCD105は同程度の解像度を有する。図4-2-2、図4-2-3に2時期それぞれの標定図を示す。

表 4-2-6 カラー航空写真の取得条件

・秋期計測

項目	設定
使用機材	DMC (f=120.00mm)
対地高度	1000m
対地速度	130m/秒
オーバーラップ	60%
平均地上解像度	15 cm
コース数	2 コース

・春期計測

項目	設定
使用機材	RCD105 (f=60.00mm)
対地高度	700m
対地速度	70m/sec
オーバーラップ	60%
平均地上解像度	15 cm
コース数	5 コース

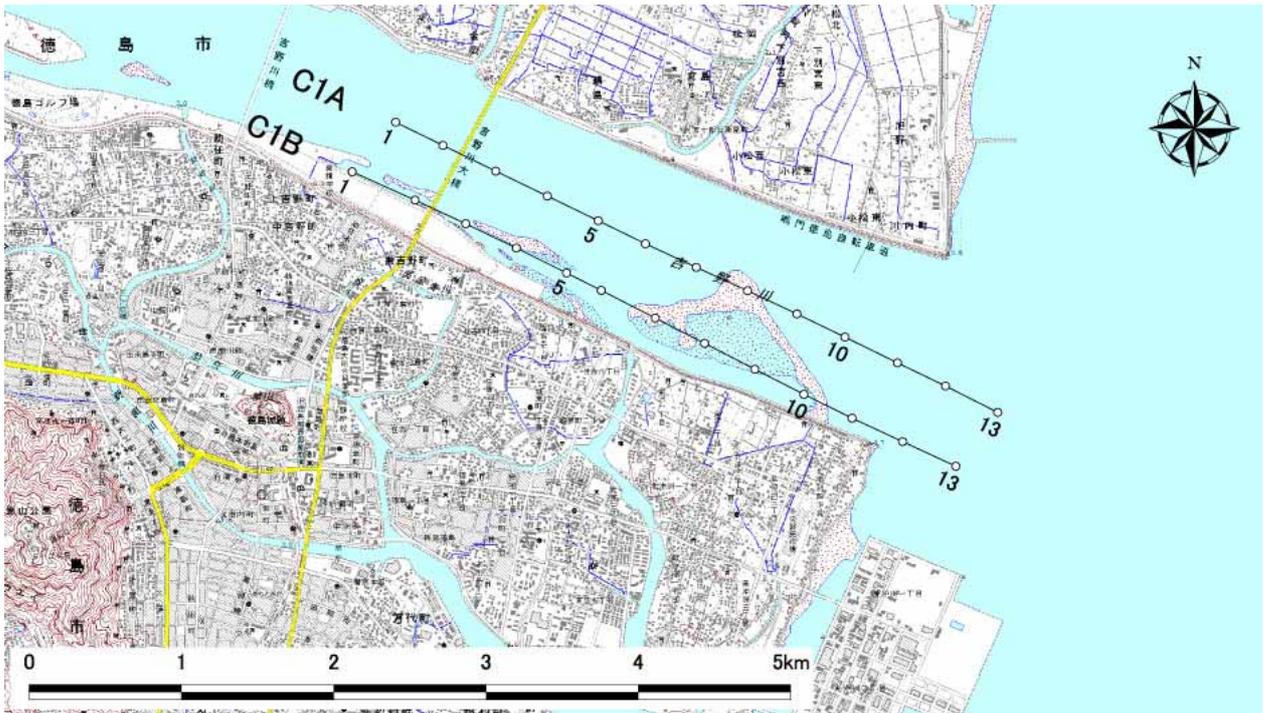


図 4-2-2 標定図 (平成 19 年 10 月 7 日計測)

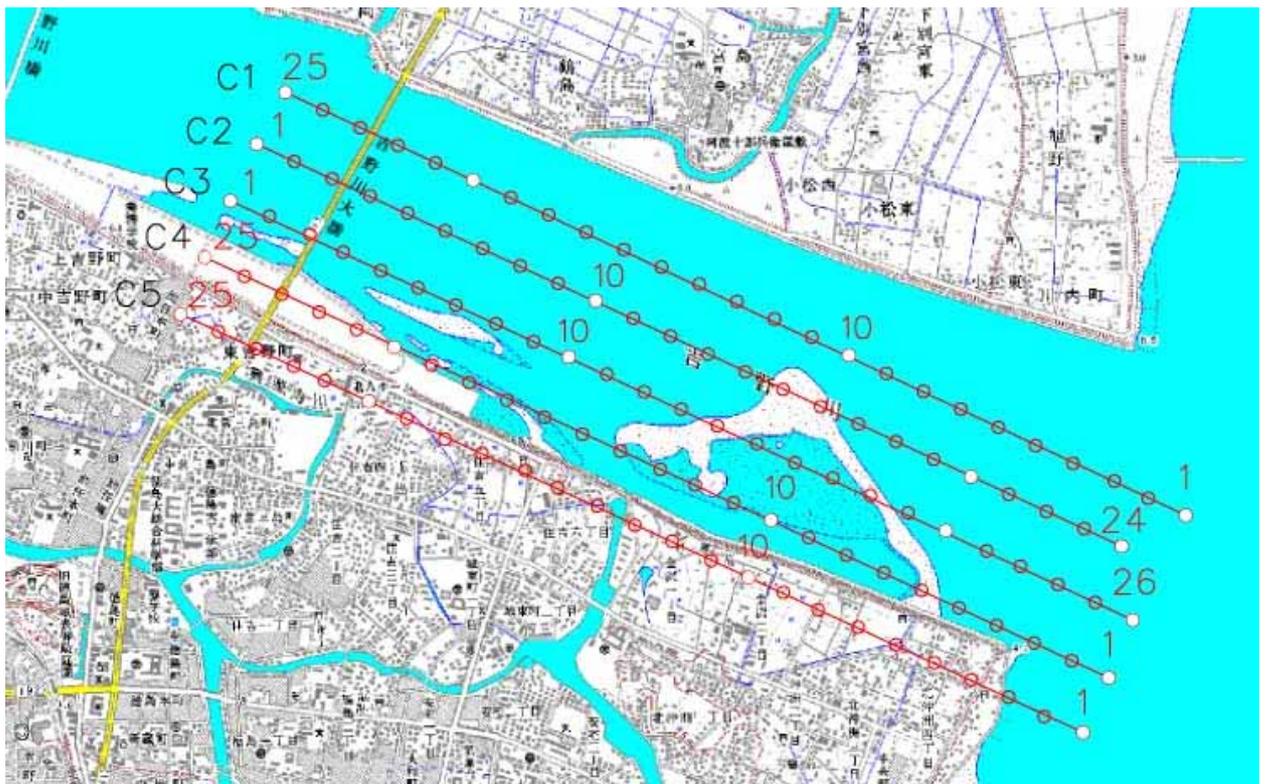


図 4-2-3 標定図 (平成 20 年 3 月 22 日計測)

4-2-4 GPS データの取得

航空レーザー計測時と同時期の電子基準点「徳島」の GPS データを 2 時期とも取得した。データの取得間隔は 1 秒間とし、RINEX 形式で保存した。

4-2-5 データ処理（一次計測データ作成・フィルタリング処理）

取得された機上データおよび地上 GPS データを用いて、地表に照射されたレーザー計測点の座標を計算した。さらに GPS で使用される WGS84 からの座標変換、コース間接続処理およびノイズ除去処理をおこなうことにより、地形や地物などを表す点群データ（一次計測データ）を作成する。

次に、一次計測データに含まれる樹木や人工構造物などの地物を除去するフィルタリング処理をおこない、地形を表す点群データを作成した。図 4-2-4 はレーザー計測点をプロットしたものを横方向（地上から水平線を見る方向）から眺めた例である。この図はフィルタリング処理結果の例を示すもので、赤色点が樹木や人工構造物などの地物と判定された計測点、緑色点が地面であると判定された計測点を示す。

レーザビームは水面上で反射するため、ここで作成した点群データは陸地の高さや水面の高さをあわせたデータとなる。図 4-2-5 は航空レーザー計測のデータのみから作成したカラー陰影図の例である。標高別に色分けした陰影図から中州や堤防等の地形が読み取れる一方、水面にあたる部分がほぼ平坦に表現されていることがわかる。

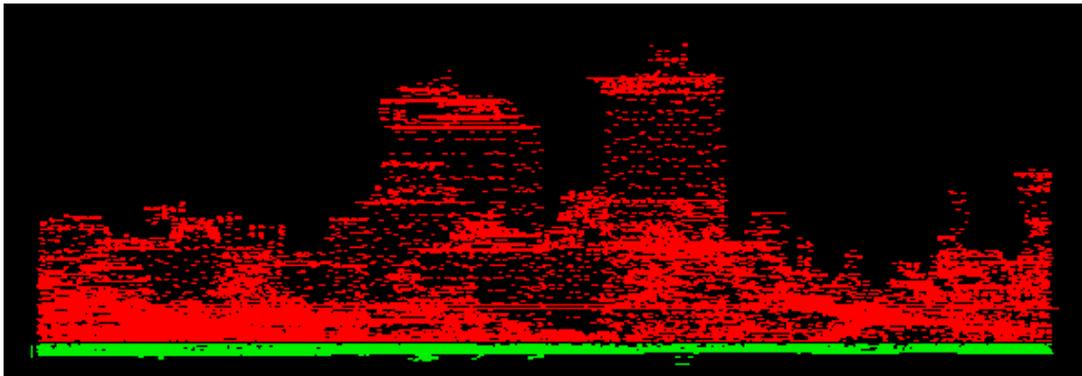


図 4-2-4 フィルタリング処理の例

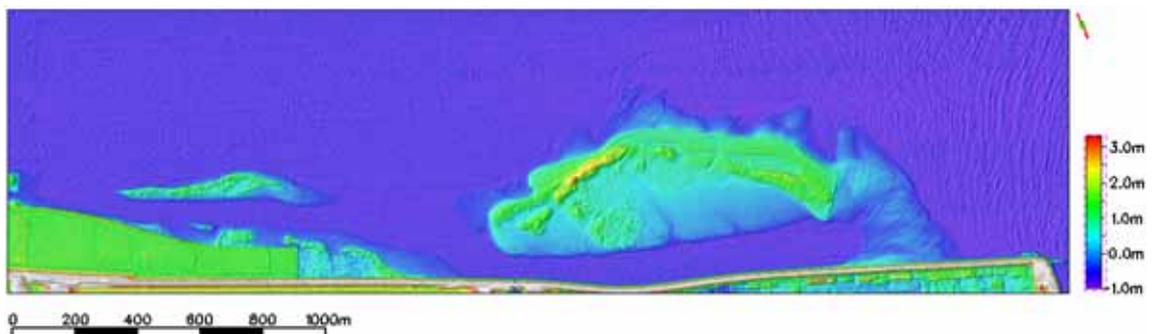


図 4-2-5 航空レーザー計測によるカラー陰影図例（東京平均海水面からの高さ）