



地籍調査における 3次元データの作成と活用について

2023/7/18

一般社団法人 日本国土調査測量協会 副会長
(国際航業株式会社)

加藤 哲

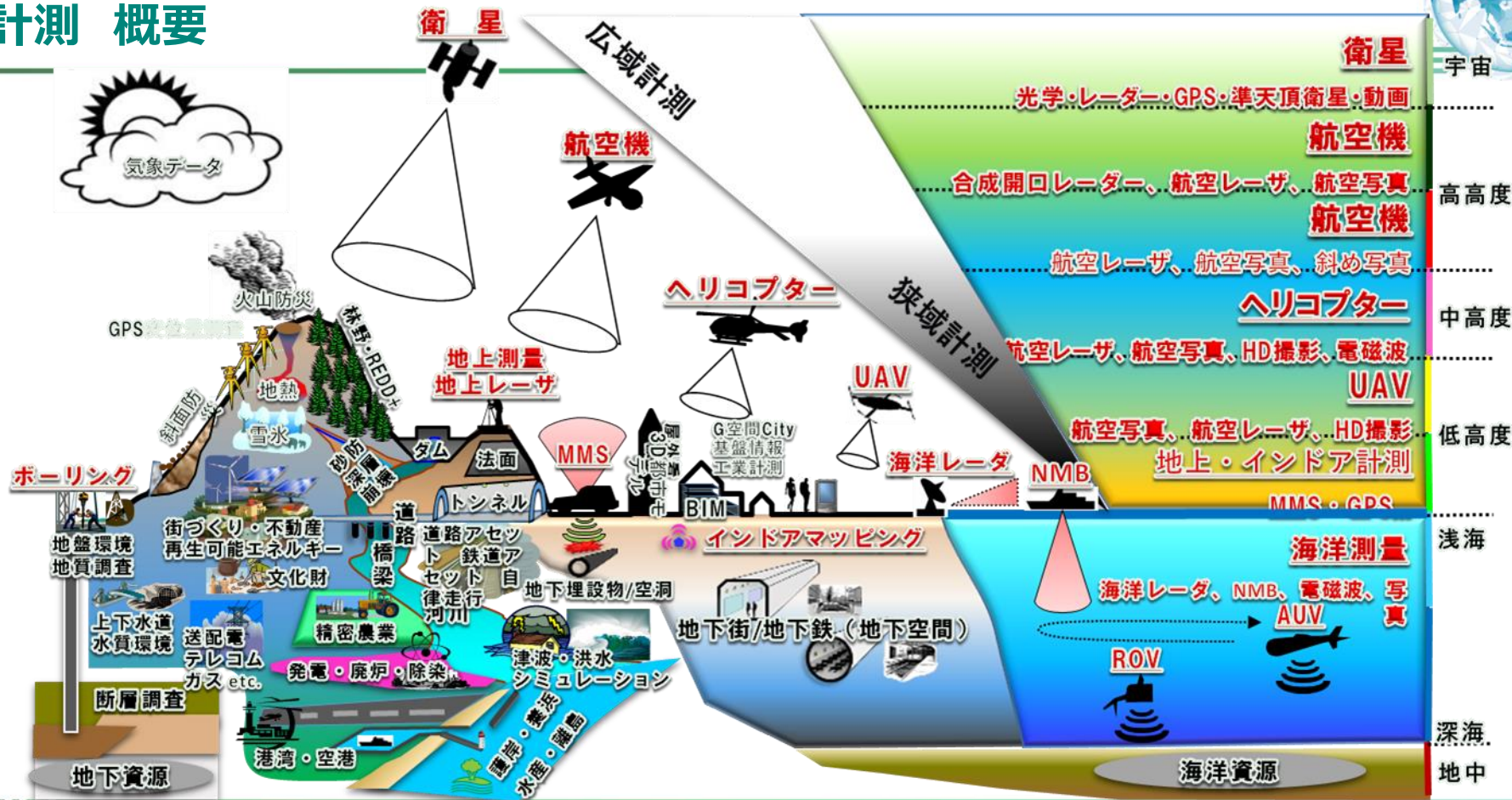


- **計測**
 - 概要
 - 各種プラットフォーム/計測機器
 - 計測計画
- **データ解析・3次元データ作成**
 - 航空レーザ測量の流れ
 - 測量データの点検/調整
 - データ処理
 - アウトプット
- **地籍調査と航空レーザ測量データの活用**
- **まとめ/参考情報**



計 測

計測 概要



計測 プラットホーム トレンド



計測のためのプラットフォーム

単一または複数のセンサを使用し、計測データを相互に補完・統合的に処理を行う

抜け、漏れの無いシームレスなデータを作成することが可能

- ・航空機（固定翼・回転翼）
レーザスキャナ（LS）航空写真

- ・UAV
写真、レーザスキャナ

- ・モバイルマッピングシステム（MMS）
写真、レーザスキャナ

- ・地上設置型・可搬型
設置型 手持ち型 背負子型
Robotics

etc...



計測 各種プラットフォーム 有人機（固定翼）



出典：<http://flyteam.jp/photo/1263291>



計測用航空機

機体型式	Cessna208及び Cessna206 非与圧
カメラ孔	有り、[空撮用]直径50cm程度
最大運用速度	184ノット(208) [341km/h@10,000FT]
最大運用高度	25,000FT[7,620m]
航続時間	5.1時間 @最大巡航速度[10,000FT]
その他	機体価格 約6億

- ✓ カメラ孔機装済み セスナC208キャラバン
- ✓ 非与圧機（5,000メートル以上の高度では酸素マスクが必要）
- ✓ プロペラ式だがエンジンはジェットエンジン（ターボプロップ）
- ✓ 2穴式が主流（カメラとレーザー同時計測）






計測 各種プラットフォーム 無人機 (UAV・ドローン)



種別	主目的	ペイロード (最大値)	航続時間 (最大値)	製品イメージ	補足
マルチコプター μ-UAS	μ-UAS	~3.5kg	~0.5H		最も民生利用が進んでいる分野。小型軽量・可搬性高い。
固定翼 μ-UAS	μ-UAS	~2.5kg	~1H		民生活用が進む。機種によってはマルチコプターと競合。
固定翼 Small	Small	~30kg	~16H		ラジコン活用がバックグラウンド。一部撮影・通信で活用
シングルローター Small	Small	~5kg	~2H		ラジコン活用がバックグラウンド。一部撮影で活用
シングルローター Medium	Medium	~50kg	~4H		農業散布・撮影などで高い実績あり。一般的に高価(数千万円+)
固定翼 Medium	Medium	~80kg	~5H		ガソリンエンジン化、民生品レベルが出現(国内外)
固定翼 Large	Large	~100kg	~12H		航測航空機(小型)と同等。現在は主に軍用向けの開発がメイン
固定翼 X-Large	X-Large	100kg+	~20H+		一般航空機と同等、現在は「兵器」レベル



計測 機器 有人機用



航空レーザ(LIDAR)					
メーカー	Leica Geosystems	Leica Geosystems	Trimble	Leica Geosystems	
センサー種類	ALS60	ALS70-HP	Harrier 68i	Chiroptera II	
				Topographic	Bathymetric
センサー社内名	KL6	KL7	KL8	KL9C	
導入時期	2009	2011	2011	2017	
センサー重量(kg)	105	90	17.5	44	
レーザレンジ(最長距離)	~6000m	~3500m	~3000m	~1600m	400m~600m
GPS/IMU	IPAS	IPAS	POSPac	Inertial Explorer/IE	
パルス周波数(Hz) ※最大値	200,000	500,000	400,000	500,000	35,000
取得パルス	1,2,3nd/end パルス + Waveform data	1,2,3nd/end パルス + Waveform data	Waveform data for 1,2,3nd/end パルス	1,2,3nd/end パルス + Waveform data	Full Waveform data
ビーム径(mrad)	0.22	0.22	0.5	0.5	3
走査角(FOV)	~75°	~75°	~60°	前後±14° , 左右±20°	
スキャンレート ※最大値	100Hz	200Hz	200Hz	70Hz	35Hz
レーザ規格	ClassIV	ClassIV	ClassIII R	Class IV	
レーザ波長	近赤外線(1064nm)	近赤外線(1064nm)	近赤外線(1550nm)	近赤外線(1064nm)	グリーン(532nm)
反射強度/波形記録	取得可 / 無	取得可 / 有	取得可 / 有	取得可 / 有	
デジタルカメラ	カラーデジカメ 7K × 5K	カラーデジカメ 9K × 7K	カラーデジカメ 7K × 5K	カラーデジカメ 9K × 7K	
使用飛行機	セスナ208	セスナC208	AS350 B1	セスナC206	
システム全景					

計測 機器 UAV・ドローン用



センサ名	YellowscanSurveyor	VUX-1UAV	AstraLiteEdge
機器 イメージ			
メーカー	Yellowscan	RIEGL	AstraLite
重量	1.6kg	3.75kg	5kg
GNSS/IMU	POSPac	POSPac	POSPac
パルス周波数	300,000	550,000	20,000
ビーム径	3.0mrad	0.5mrad	11.0mrad
FOV	360°	330°	30°
スキャンレート (最大)	20Hz	200Hz	70Hz
レーザ規格	Class1	Class1	Class3R
レーザ波長	NIR(903nm)	NIR(1550nm)	可視光(532nm)
反射強度	取得可	取得可	取得不可

計測 技術 写真測量



ラップ撮影によるステレオ画像

ラップ撮影によるステレオ画像

優位点

ステレオマッチングによる点群データの取得
地物エッジの取得/過去の画像（アーカイブ）活用可能
テクスチャ用画像としても活用可能
比較的低コスト

劣位点

マッチング不能な場所がある（樹木、水部、雪原等）
写真に写らない場所のデータは得られない
変換処理、位置精度管理が複雑/ DSMのみ取得可能
データ量多：処理時間がかかる

キーポイントの抽出



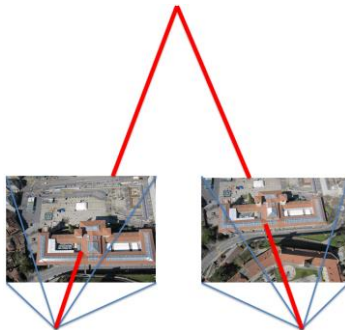
画像毎にキーポイントを取得

マッチング



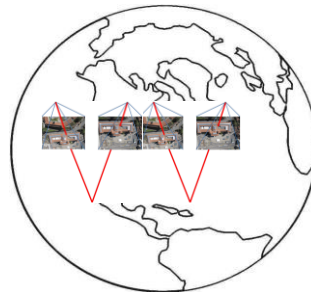
画像ペア毎にマッチング

カメラモデル最適化



ステレオマッチング

GPS/GCP地理情報



GPSによる最適値
GCPによる標定

オーバーラップ
ステレオマッチング

計測 技術 レーザ計測



レーザー計測は大きく下記2種類の方法がある

位相差（干渉）距離レーザ方式

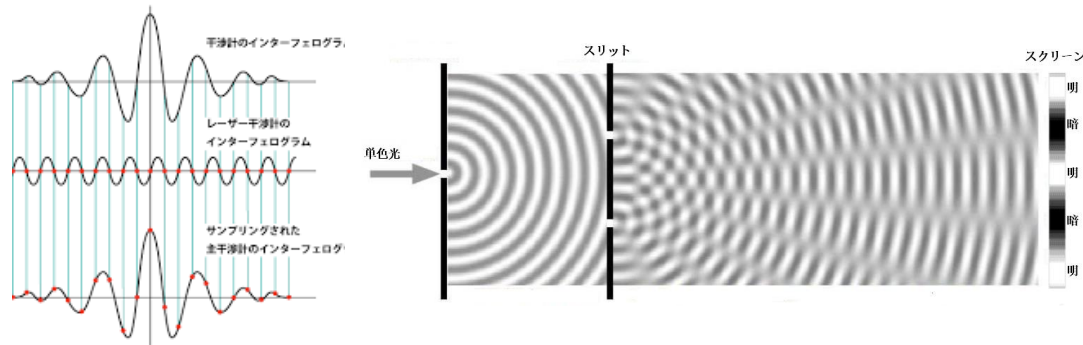
長所：高精度（ μm ）

計測対象のGCP等不要

ソフトウェアによる制御

短所：長大物の計測限界

計測装置が大きめ



パルスレーザ（伝搬）方式

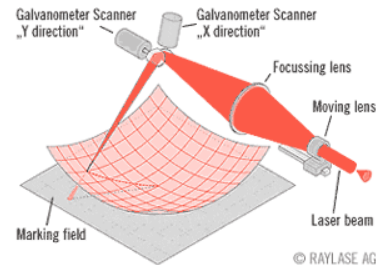
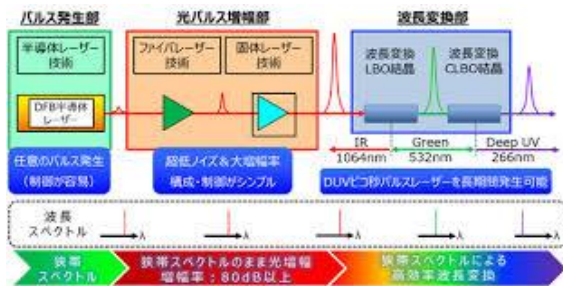
長所：計測装置が小型軽量

モデル化容易・点群処理

計測限界無し

短所：GCP等必要

モデル化のため精密なエッジに誤差あり





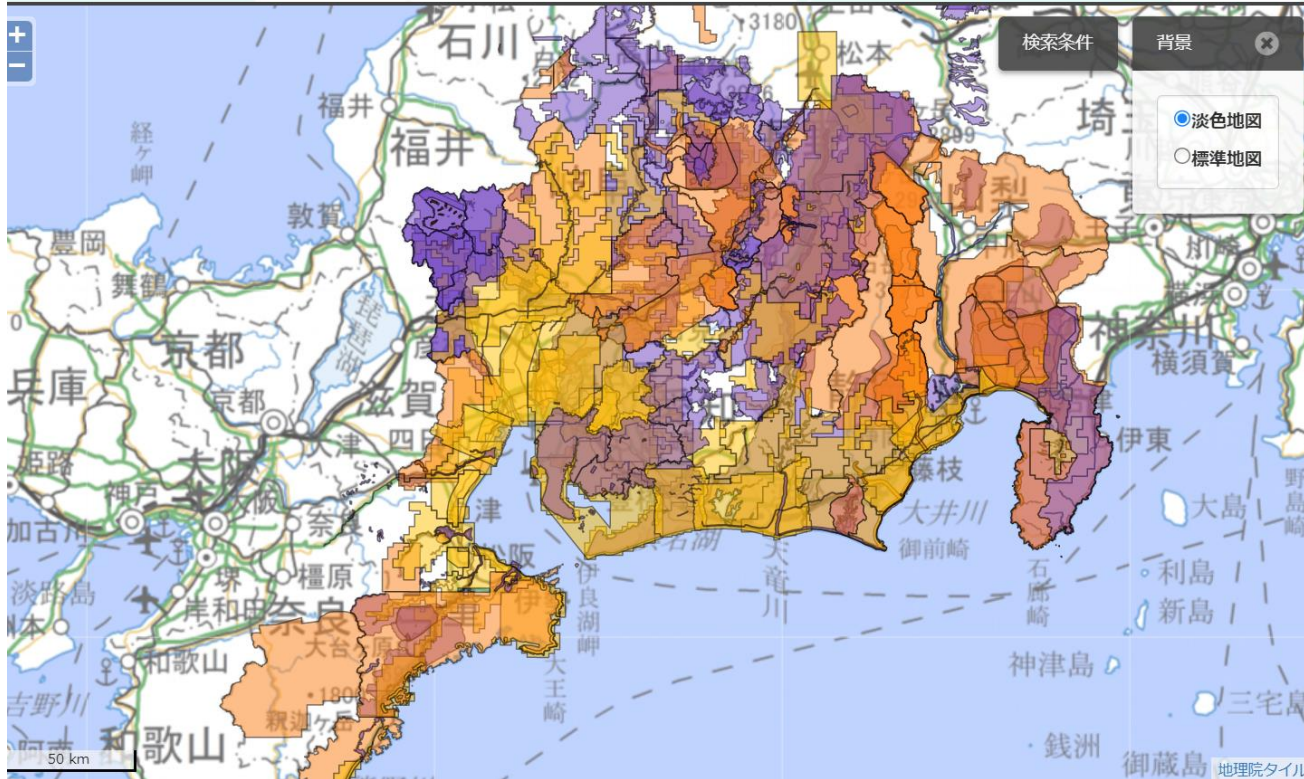
計測 技術 レーザ計測 アーカイブ状況 (公社) 日本測量調査技術協会ポータルサイト

航空レーザ測量データポータルサイト

トップへ戻る

マニュアル

公益財団法人 日本測量調査技術協会
Association of Precise Survey and Applied Technology

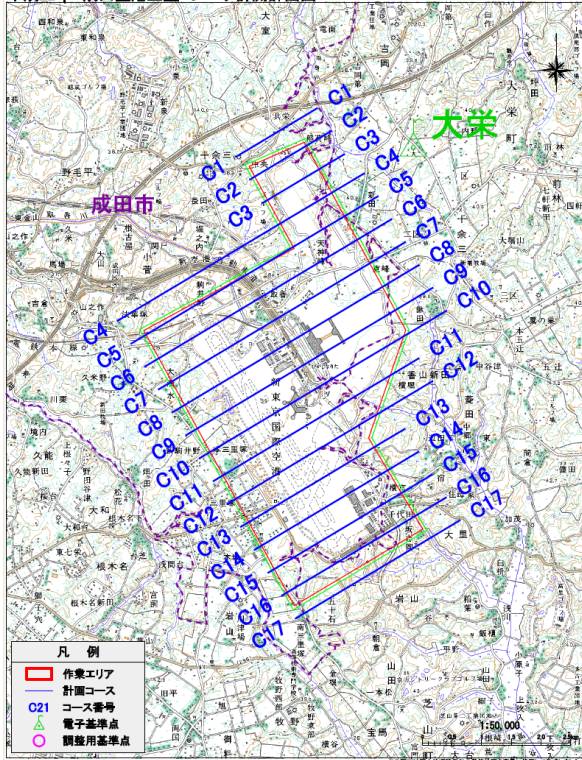


- 2021年度
- 2020年度
- 2019年度
- 2018年度
- 2017年度
- 2016年度
- 2015年度
- 2014年度
- 2013年度
- 2012年度
- 2011年度
- 2010年度
- 2009年度
- 2008年度
- 2007年度
- 2006年度
- 2005年度
- 2004年度
- 2002年度
- 平成13年度 富士山青木ヶ原地区
火山地形調査業務



航空レーザ計測計画

平成22年 成田空港上空 レーザ計測計画図



計測計画は航空法、レーザの安全基準を満す
必要性あり

航空レーザ計測指示書			
作業件名	2010(E5)06系成田	案件番号	即日
撮影開始日	社内担当者へ	レーザ計測基地	調布
フライト時連絡	9系	イニシャライズ方法	インフライト
座標系	18.4km ²	GPS基準局名	太栄
計測エリア面積	2.0m四方に1点	緯度	(B)
点密度	17本	経度	(L)
コース数(通常)	63m	画像必要性	中
計測延長(通常)	-	必要解像度	500cm以上⇒(20cm)
コース数(CF)	-	調整用基準点数	-
計測延長(CF)	-	提供日	データ名
提供日	kyo_ranhta-6500_strip.txt	特記事項	
・KLA限定			
レーザ計測諸元			
4号機用設定値項目		4号機用設定値項目	
コース番号	C1-C17	コース番号	
設定項目	設定値	設定項目	設定値
最高標高	50m	最高標高	
基準面	25m	基準面	
最低標高	10m	最低標高	
スキャン角度	26度	スキャン角度	
基準面の対地高度	6500ft	基準面の対地高度	
コース間	450m	コース間	
飛行速度	113kt	飛行速度	
パルスレート	45000Hz	パルスレート	
スキャンレート	300Hz	スキャンレート	
Current	Full	Current	
その他	お渡しするBLデータは世界測地系です		

計測 計画

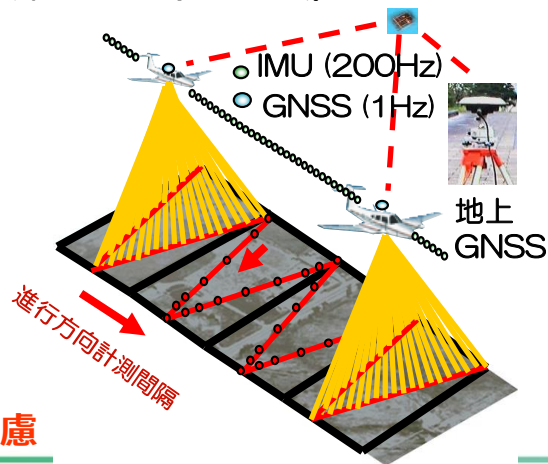


✓ 計測機器の違い

- 計測プラットフォーム : 回転翼と固定翼/対地高度
- 計測点密度 : レーザの照射回数/スキャン回数/斜め照射
- レーザ出力 : 出力が弱かったり、規定標高以上からの計測では、反射波を受信できない
: 近赤外レーザ、グリーンレーザ (Airborne Lidar Bathymetry)
- 受信モード : レーザは一回の照射で複数の反射波が帰ってくる (パルス法)

✓ 計測要求の違い

- ①計測密度
→ 飛行速度を遅くし、レーザスキャン速度 (Scan Rate) を速くすれば、取得点密度は上がる (⇒処理は高負荷となる)
- ②単コースの観測幅
→ 撮影高度を上げ、レーザ照射角度 (FOV) を広くすれば観測幅は広がる
- ③デジタルカメラ画像も取得
→ オルソ写真作成に最適な撮影 オーバラップ、サイドラップも考慮





計測 計画 プラットホームによる特徴

等高度飛行(固定翼)

固定翼計測面積:

約80km²~100km²/日

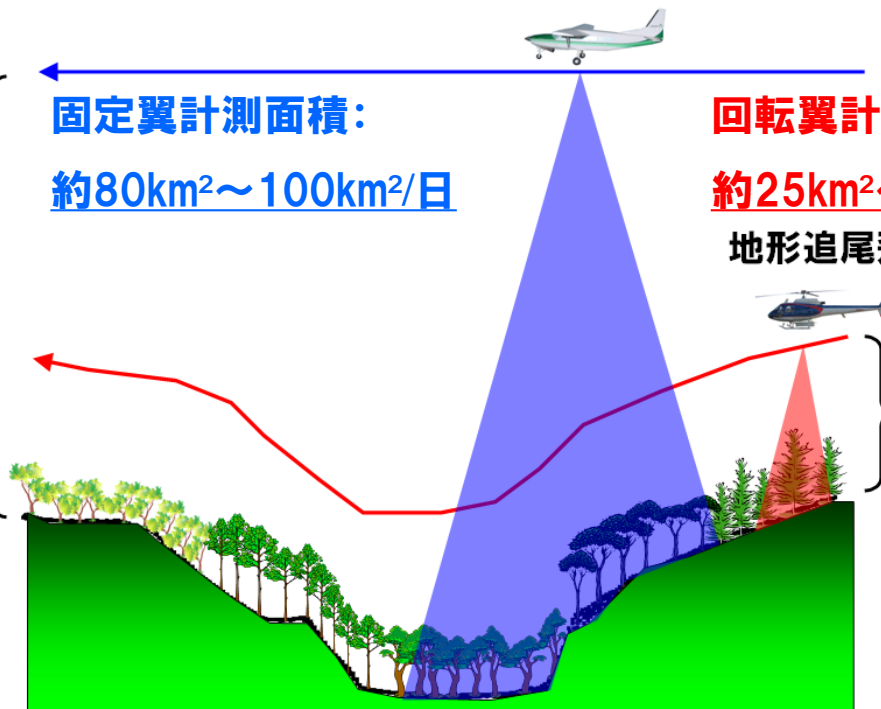
回転翼計測面積:

約25km²~40km²/日

地形追尾飛行(回転翼)

・高高度
・中密度
・高速度

・低高度
・高密度
・低速度



①高度帯が異なるため同時に同空域進入が可能

②固定翼にて広域計測し、点密度不足箇所を回転翼にて計測

③回転翼は低高度計測可能なため天候に左右されにくい

④固定翼はレーザ計測では計測効率が良い



計測 計画

対地高度による計測条件の相違

◎ : 非常に有効

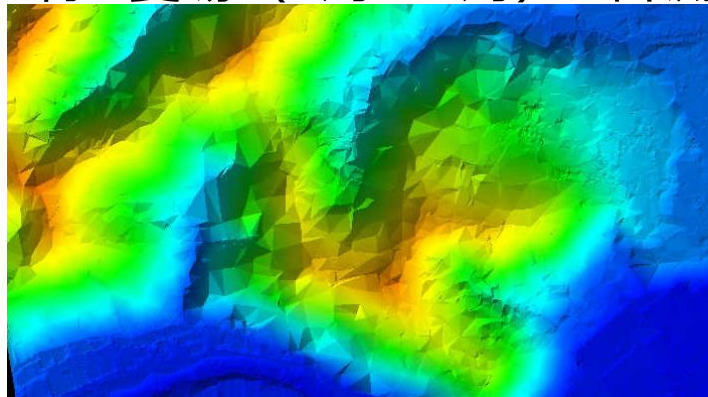
○ : 有効

項目	対地高度が低い場合	対地高度が高い場合	備考
レーザ反射強度	◎	○	同一機材で比較した場合
標高精度	◎	○	
水平位置精度	◎	○	
天候障害（雲）の影響	◎	○	機体より下に雲がなければ計測可能
地形高低差による隣接するコース間の計測漏れ	起きにくい	起きやすくなる	対地高度に対する高低差が小さければ計測漏れは起きにくい
フットプリント（地表面でのビーム径）	小さくなる	大きくなる	位置・高さ精度はフットプリントが小さい方が好ましい
アイセーフ（目への影響）	危険性増す （アイセーフ高度以下は計測不可）	危険性減る	減衰器でレーザを減衰させて対策をとる機種では該当しない
計測可能高度	最低安全高度以下は不可	レーザ到達限界以上は計測不可	その他空域の飛行高度制限もある
機材運用	環境温度：高い 気圧：高い	環境温度：低い 気圧：低い	
地上のスキャン幅	狭い	広い	機材設定値を固定して比較した場合
地上の計測点間隔	狭い	広い	
同時搭載デジタルカメラの地上解像度	◎	○	逆に撮影範囲は高い方が広くなる

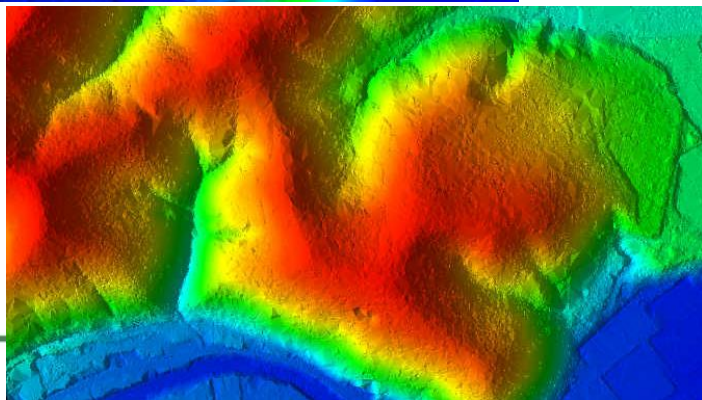


計測 計画 レーザの特性把握

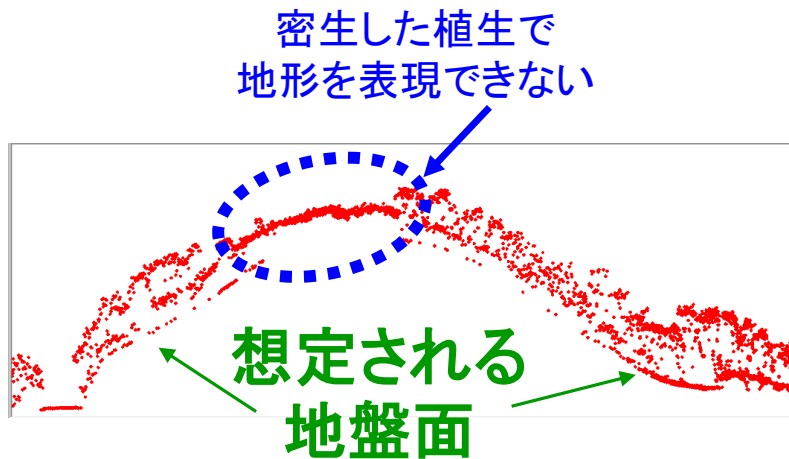
- ・植生繁茂・・・竹林・笹など下層植生はレーザの光が透過しにくい
- ・特に夏場（6月～9月）の計測は最新の機器を用いてもグラウンドデータ取得が困難



着葉期



落葉期





計測 計画 レーザの特性

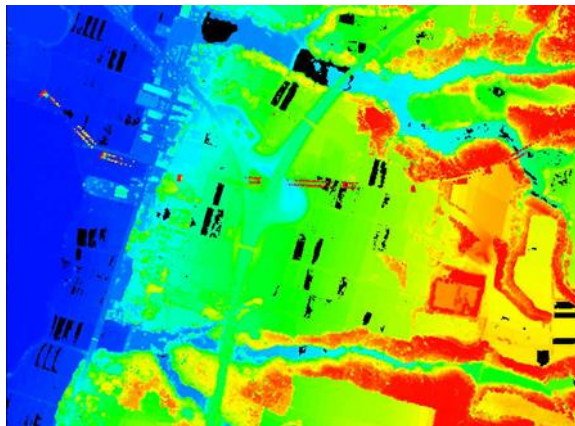
黒く見える地物はレーザ光を吸収し、データの欠損現象が発生することがある。

・・・瓦屋根、黒土、新舗装の道路など

その他

- 水部
- 凍結面
- ソーラーパネル
- ・・・ 水面での乱反射と透明度が高いと吸収される
- ・・・ 乱反射でなく鏡面反射が起こると受信しにくい
- ・・・ パネル面が鏡面になり、受信しにくい

これらが原因で欠損箇所が増え欠測率が高くなることもある



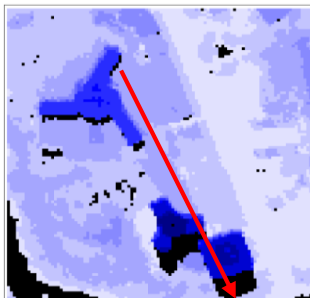
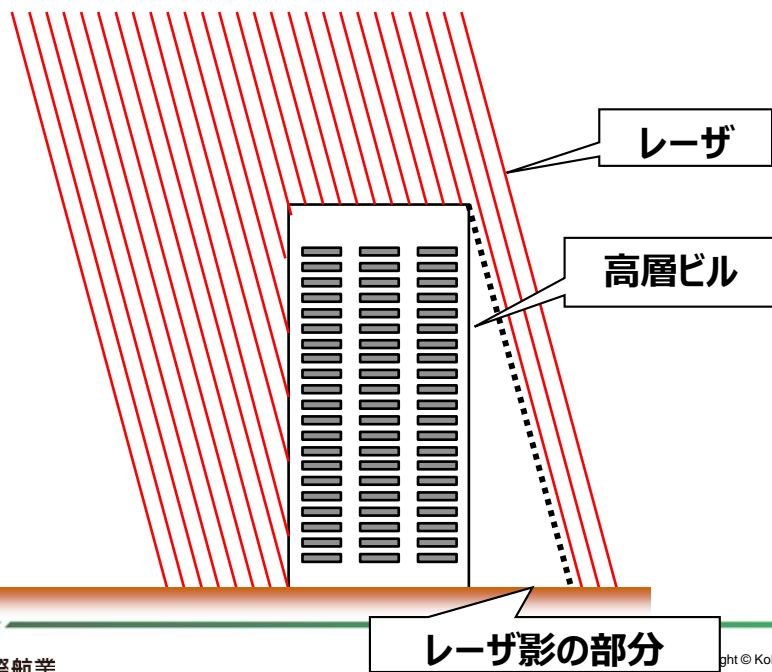


計測 計画 レーザの特性

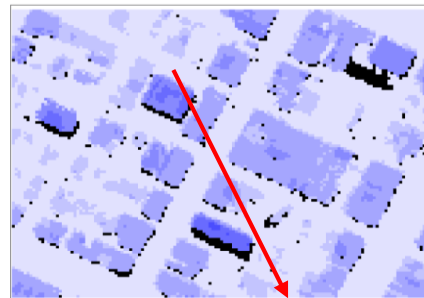
飛行高度とセンサー振り角によって、高層ビルの周囲に計測出来ない箇所が発生

→サイドラップの設定

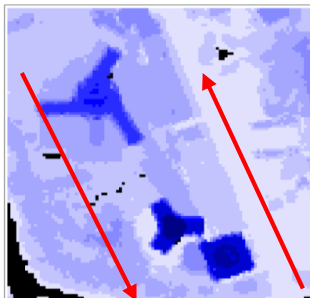
→隣り合うコースは逆向きの計測



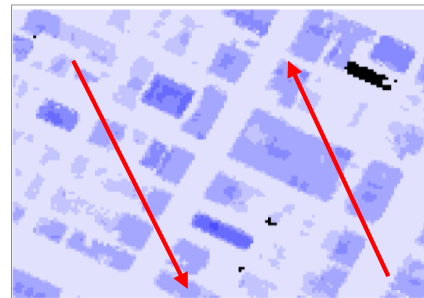
ビル高さ区分：130m
単コースで作成したDSM



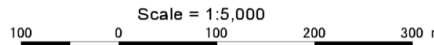
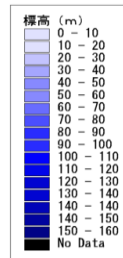
ビル高さ区分：80m
単コースで作成したDSM



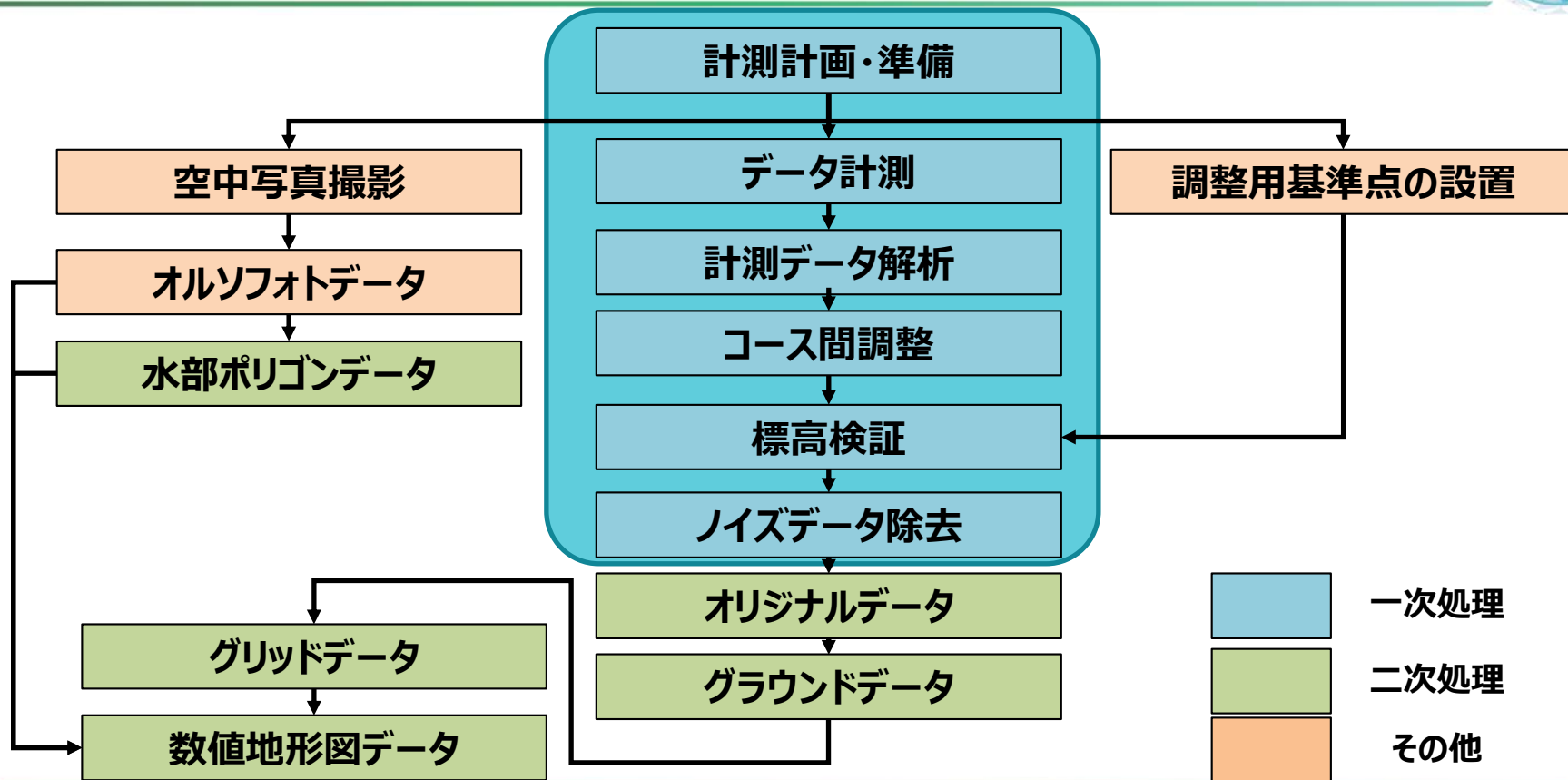
ビル高さ区分：130m
2コースで作成したDSM



ビル高さ区分：80m
2コースで作成したDSM



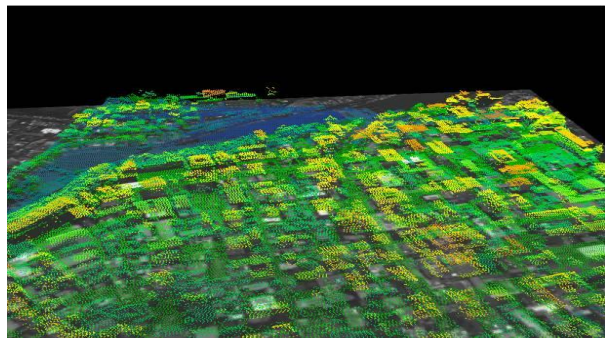
データ解析・3次元データ作成



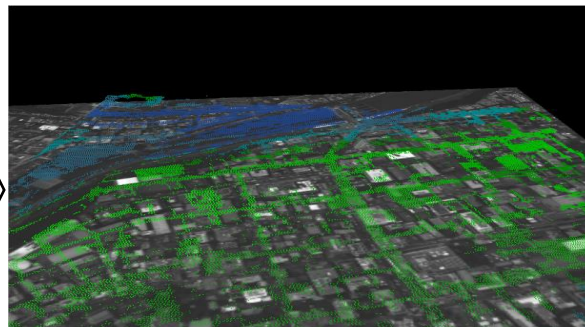


データ解析・3次元データ作成 グリッドデータまでの作成処理フロー

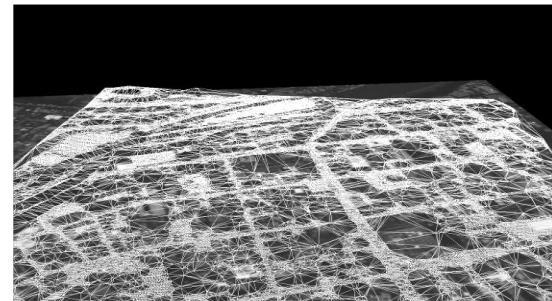
フィルタリングデータから内挿してグリッドデータを作成



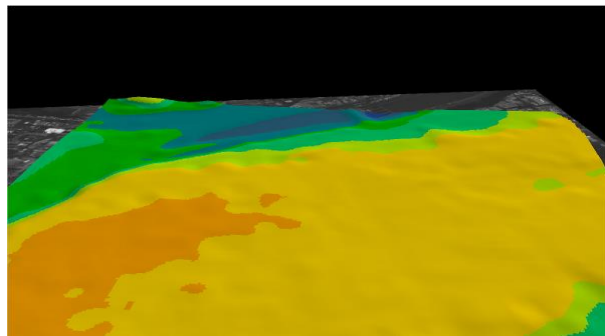
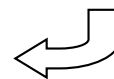
オリジナルデータ (ランダム)



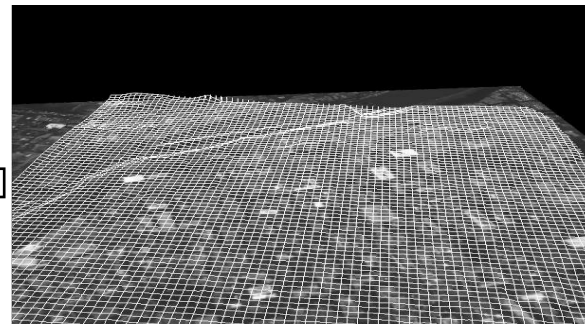
建物・樹木等を除去したデータ
(フィルタリング)



内挿処理 (TIN生成)

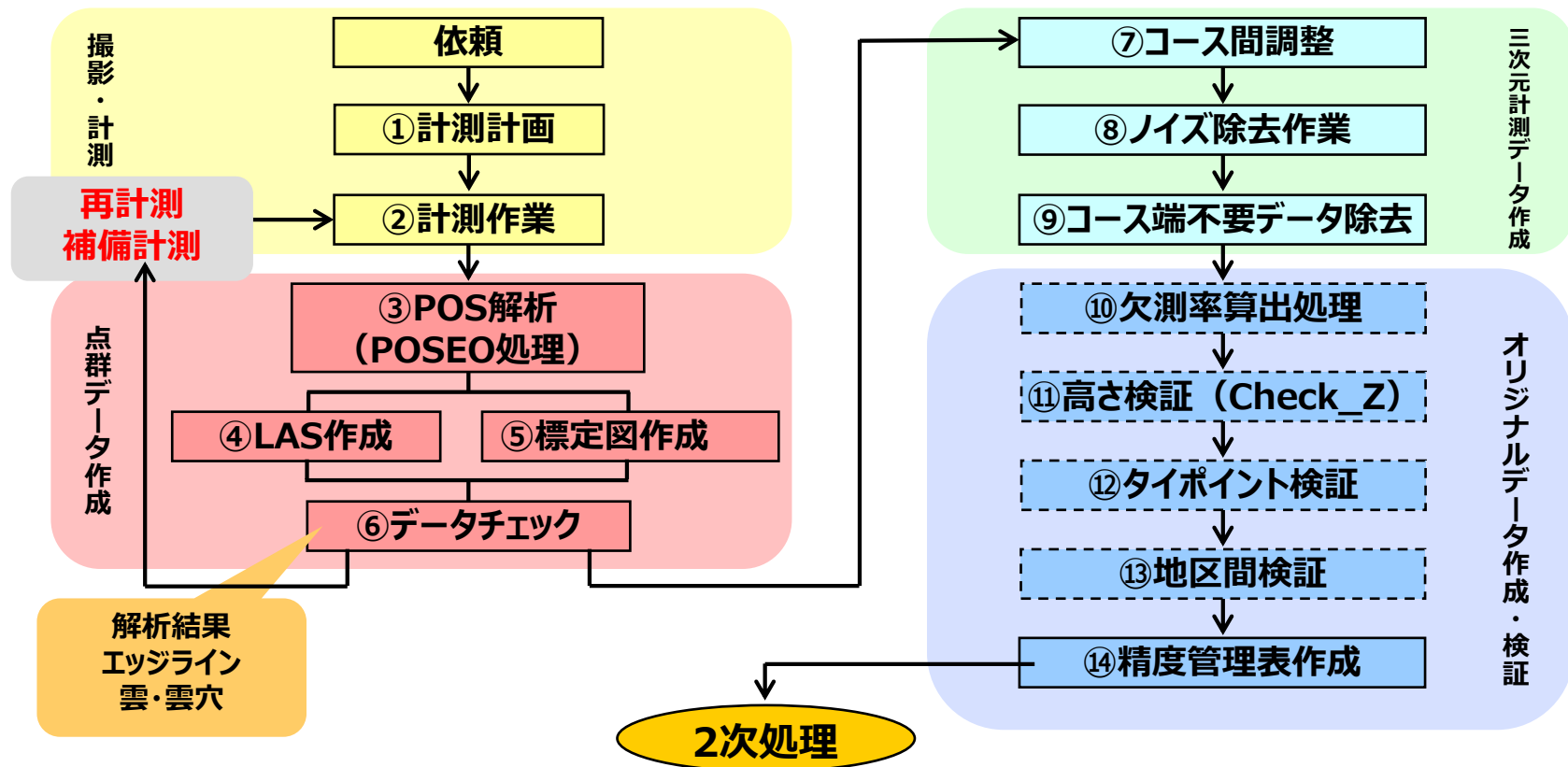


段彩図等での表現



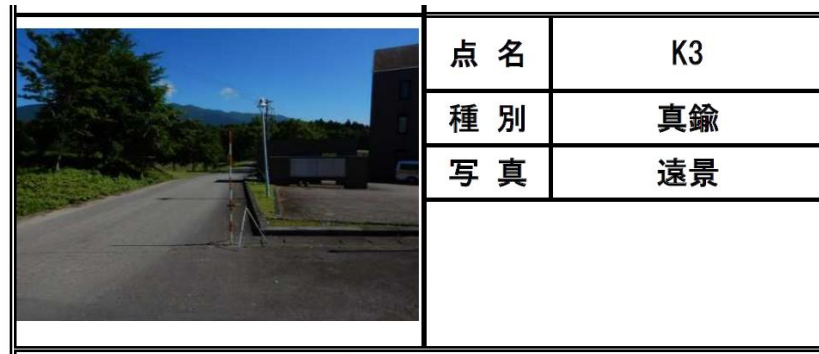
グリッドデータ作成

データ解析・3次元データ作成 1次処理工程





- ✓ 機器キャリブレーション
… 6ヶ月に1回実施

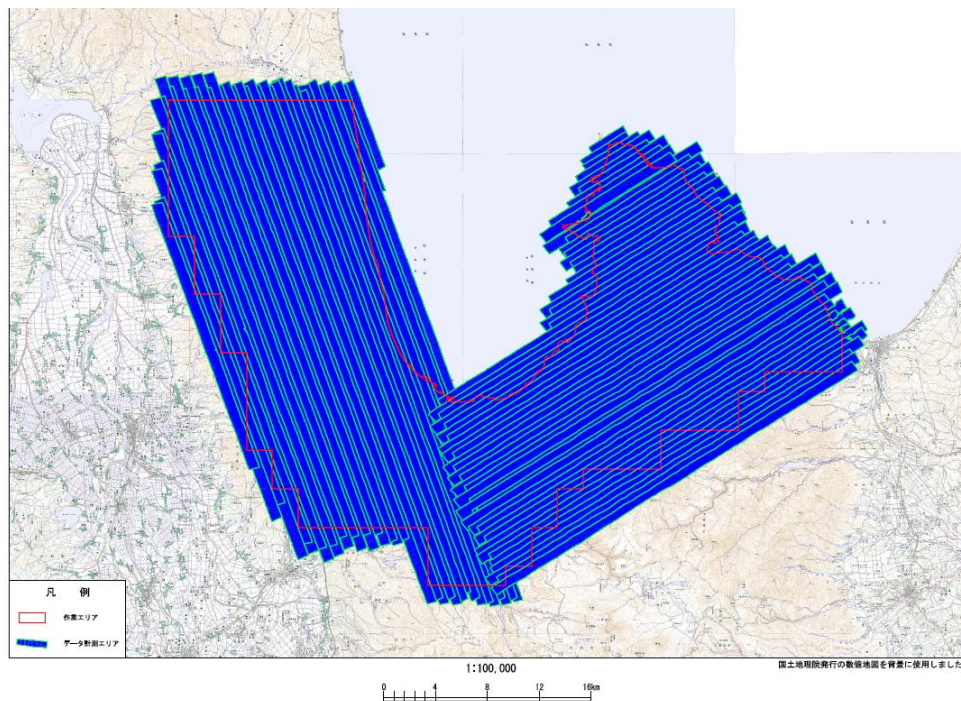


キャリブレーションサイトの基準点

- ✓ 計測範囲の漏れ点検
- ✓ 欠測率の点検（水部は除去）
- ✓ コース間検証（ラップ箇所での断面チェック）
- ✓ 高さ精度検証（絶対精度の検証）

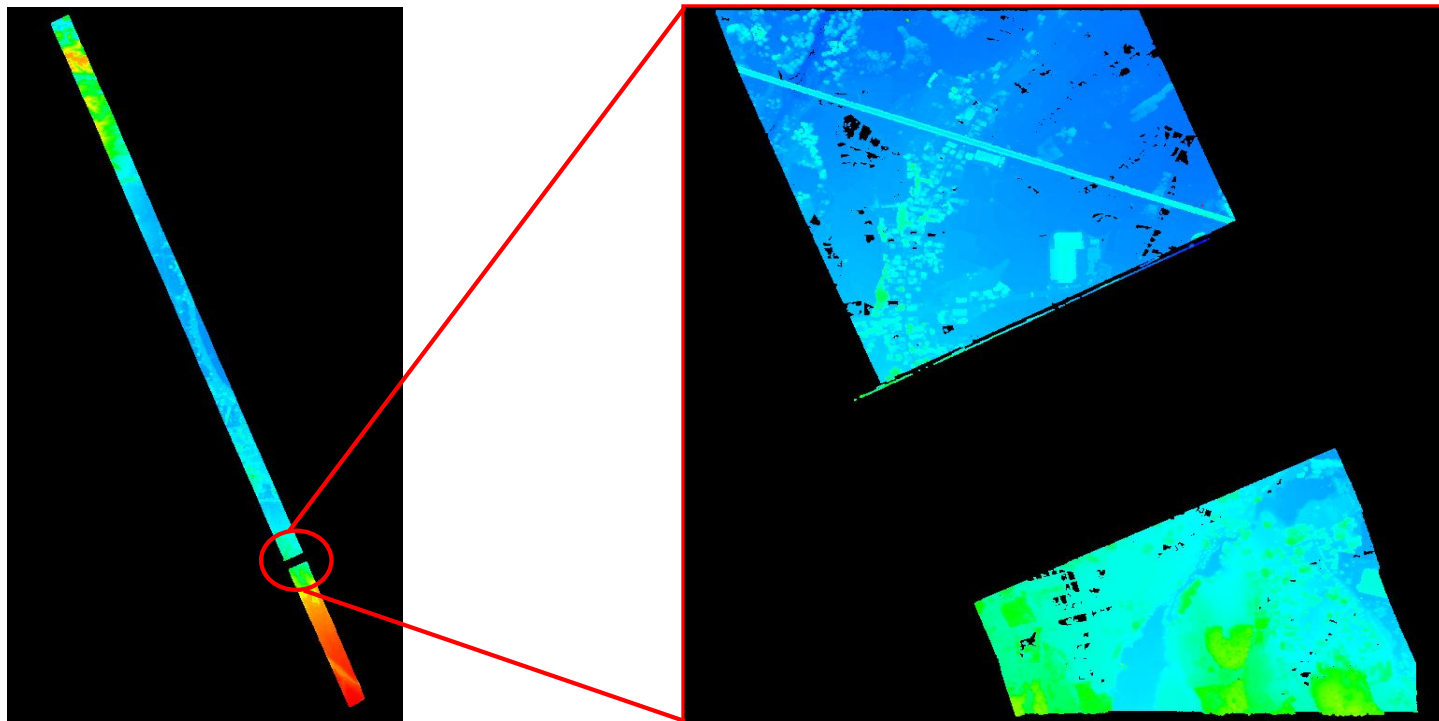


計測後、データ取得漏れ、欠損、コース間ラップ切れがないか、点検図を作成し検査を行う



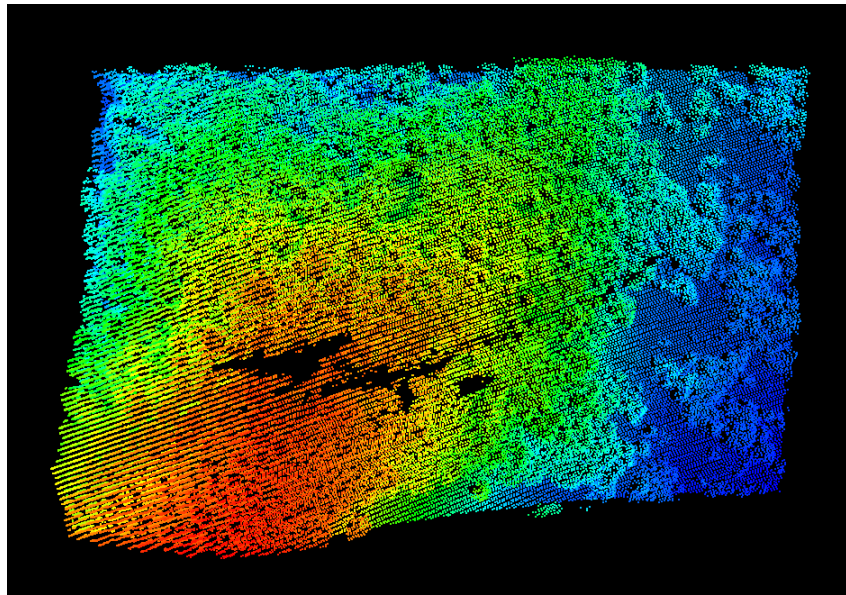


物理的欠損のチェック

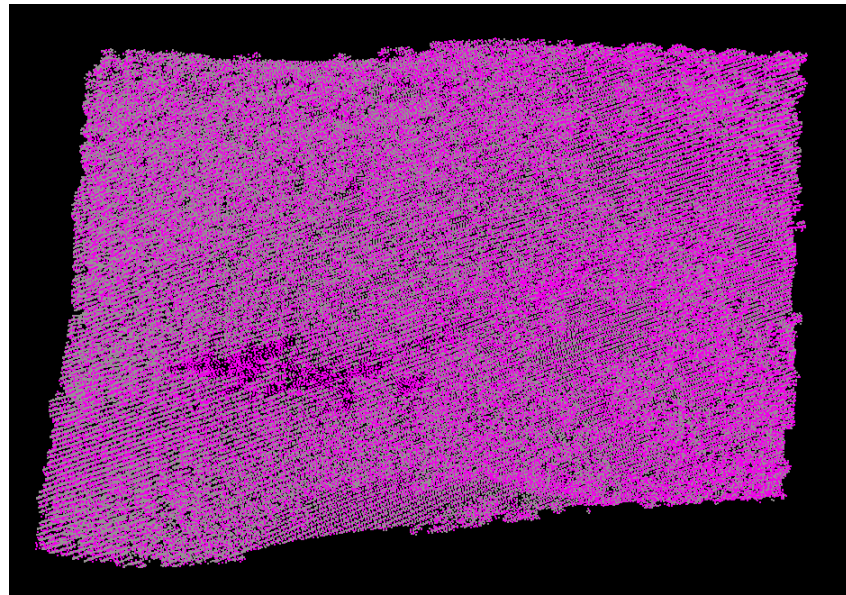




データチェック：欠損（雲等による欠損はラップ状況により差異計測判断）



単コース



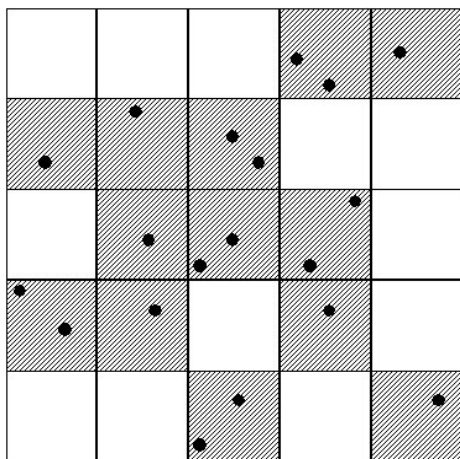
隣接コースとのラップ状況



欠測率の計算：計測地区をメッシュ（データ）単位

任意のメッシュ（国土基本図の図郭等）に分割し、さらに1m×1mに細分化し

レーザ点群が含まれないメッシュ数について調査する



- 点群の存在するメッシュ
- 点群の存在しないメッシュ

イメージ図

$$\frac{\text{点群の存在しないメッシュ数}}{\text{全メッシュ数}} \times 100$$

1m点密度・・・15%未満
2m点密度・・・10%未満



GPS/ IMU解析後、L A S形式のデータを作成し、以下の点について検査を行なう

- ① **雲、雲穴、積雪の有無**
(レーザデータがOKであっても画像がNGになることもある)
- ② **エリアを満たす計測であったか**
- ③ **ラップ°(コース間の重複) 切れはないか**
- ④ **データが正常に出力されているか**
- ⑤ **欠測率が合格しているか**

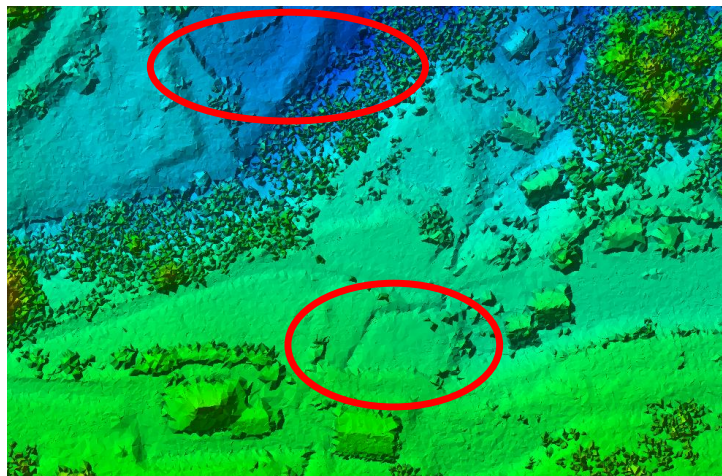


異常があれば再測を実施



データ解析・3次元データ作成 データチェック 再測判断

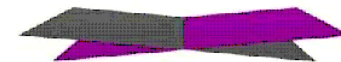
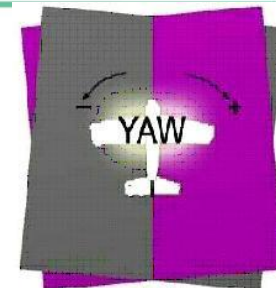
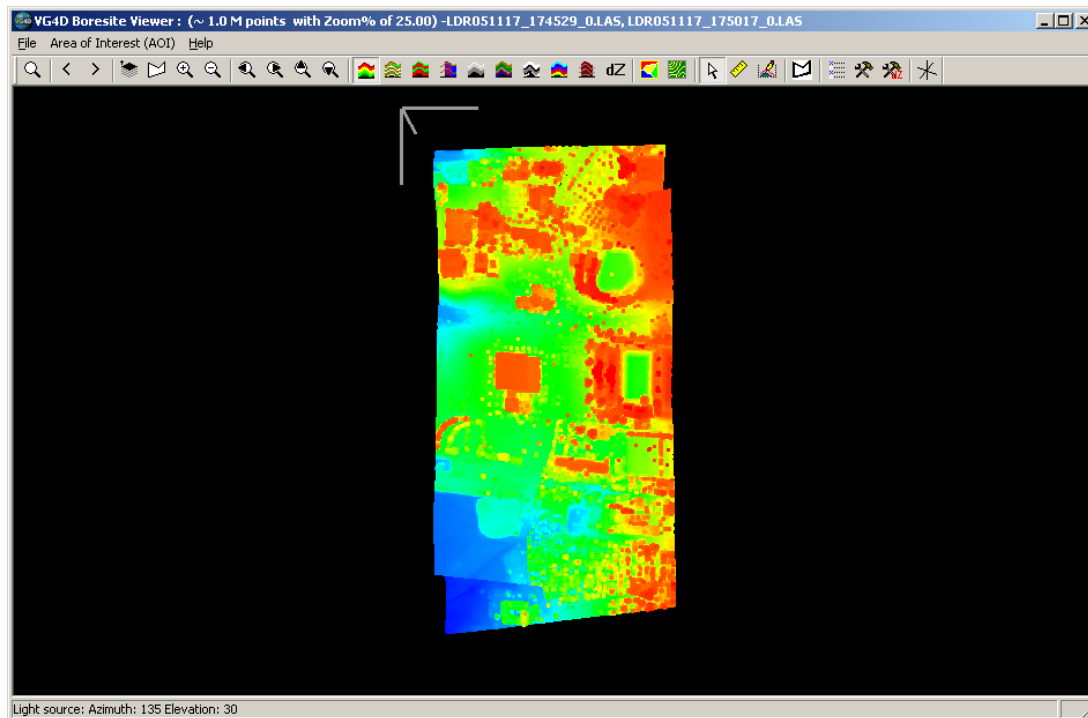
- ・航空レーザ測量において積雪はN G
- ・データとして欠損しているわけではないが、積雪は地表面を透過しないため、標高値が積雪深の高さになる
- ・積雪計測時（特に残雪時）、基準があるわけではないので合否判断に時間を要することがある（エリア内か外か、この程度なら採用、等）





コース間調整

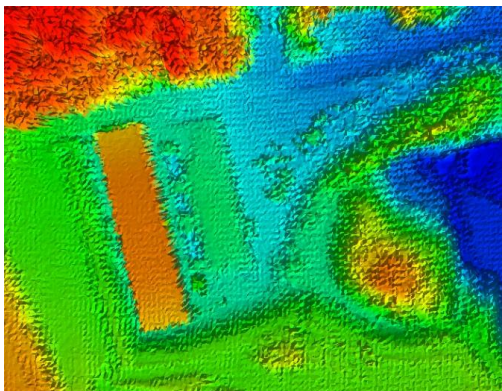
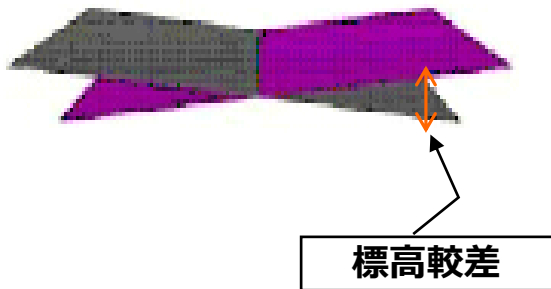
隣接するコースの標高の較差を確認し、較差が大きな場合に調整を行うこと



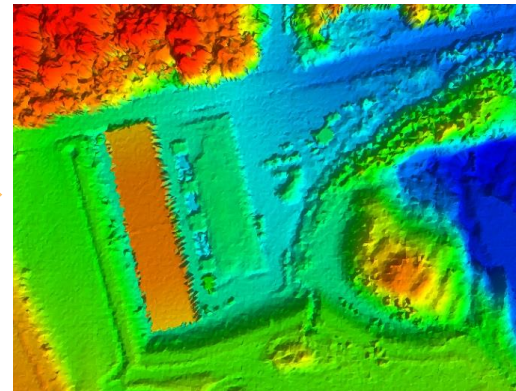


データ解析・3次元データ作成 データチェック コース間調整

- ✓ コース間調整を行った後、タイポイントを取りコース間の較差（標高）について点検を行う
- ✓ 点検箇所：平坦地で明瞭な地点を選点する
- ✓ 点検箇所数：（コース長 km/10）+1 箇所
- ✓ 較差の平均値は±30 cm未満とする



調整前



調整後



データ解析・3次元データ作成 データチェック 調整用基準点

- ✓ レーザとの比較を行うための基準点を現地にて設置
- ✓ 設置箇所数： $(\text{コース長 km}/10) + 1$ 箇所
- ✓ レーザの照射している範囲内で平坦で開けた場所に設置



調整用基準点作業風景

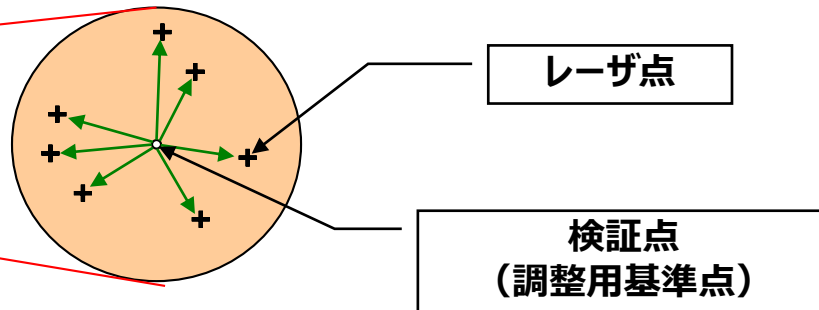
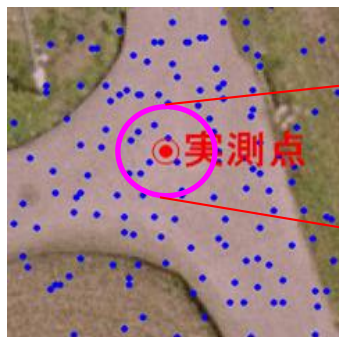
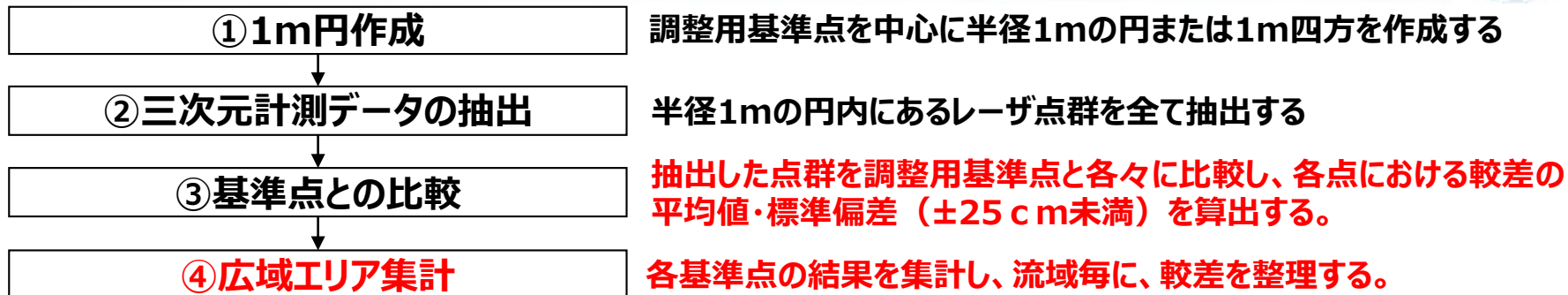


G N S S による調整用基準点の設置





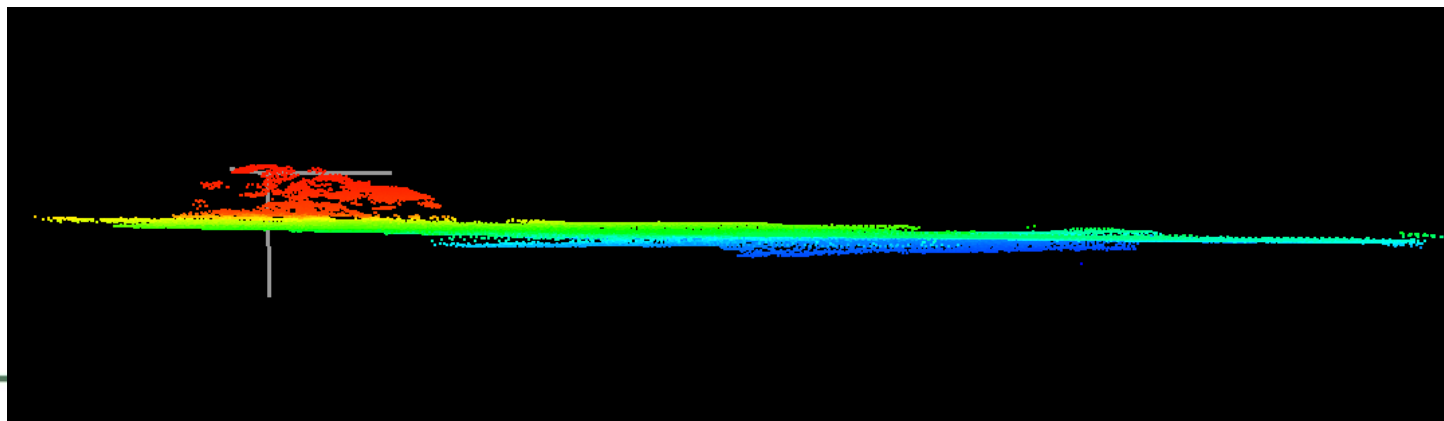
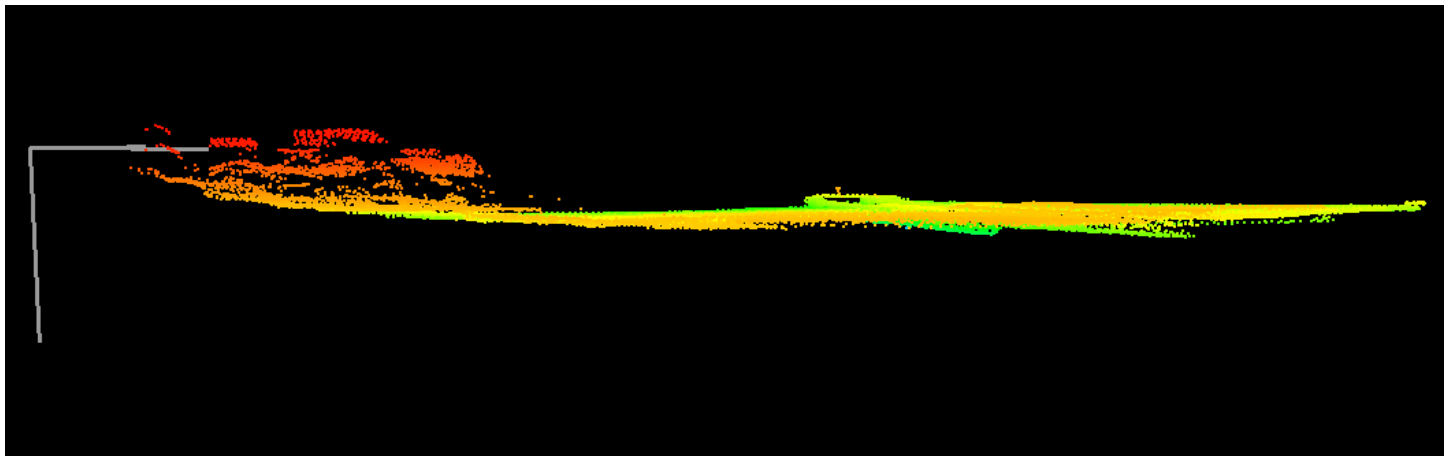
データ解析・3次元データ作成 データチェック 調整用基準点



調整用基準点との格差点検概念図

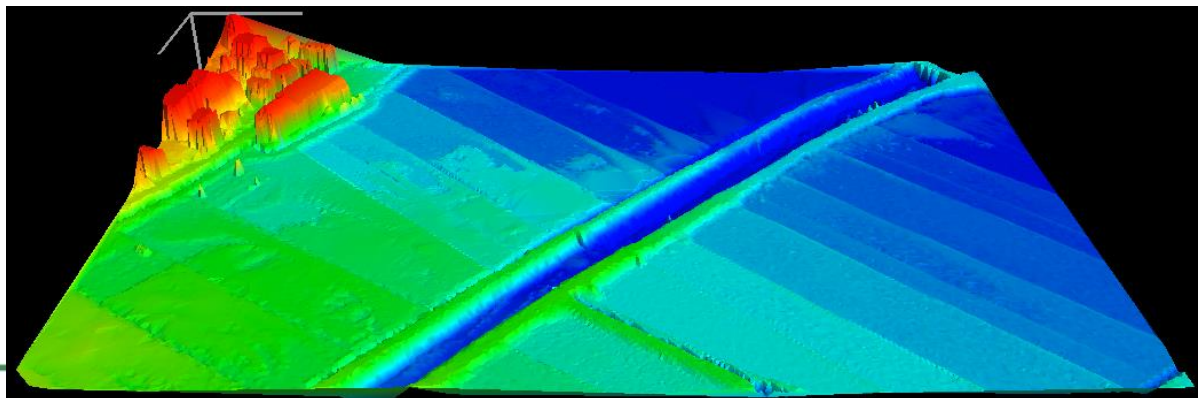
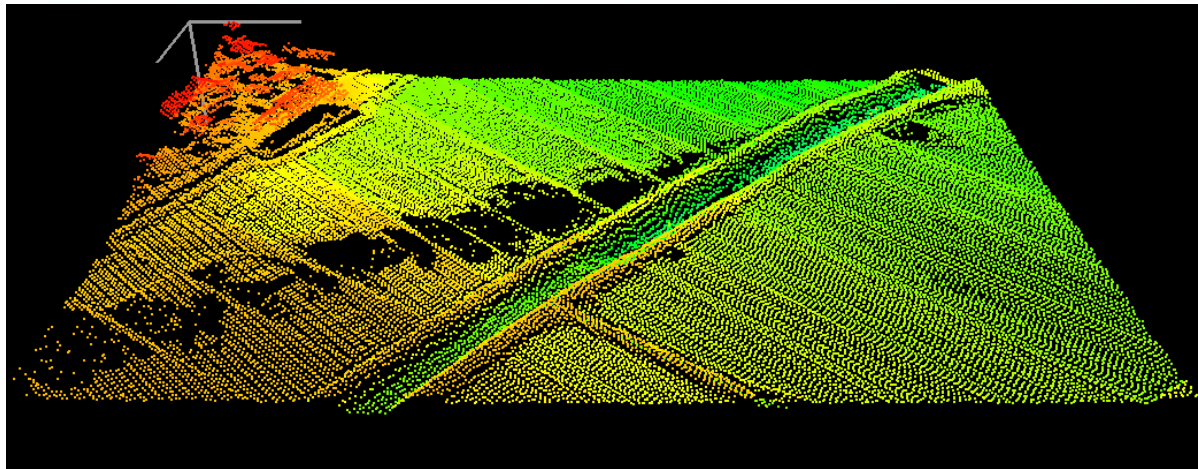


データ解析・3次元データ作成 ノイズ除去





データ解析・3次元データ作成 ノイズ除去





データ解析・3次元データ作成 オリジナルデータ（コース）

✓ データの内容

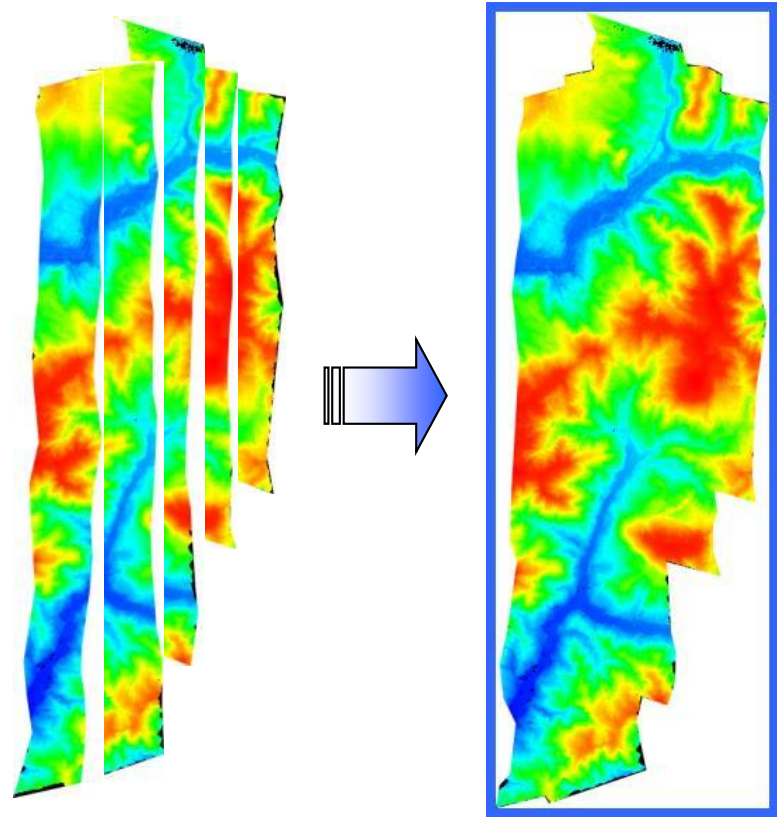
計測コース毎に
X,Y,Z(H),intensity,GPStime…etcの
LASデータが作成される

✓ データ形式

LASデータはバイナリ形式の点群データで1点1点に
情報がある

✓ データのボリューム

コースのデータを足し合わせて、全体のデータを処理
(計測諸元・面積にもよるが、数十億点になる)



データ解析・3次元データ作成 フィルタリング

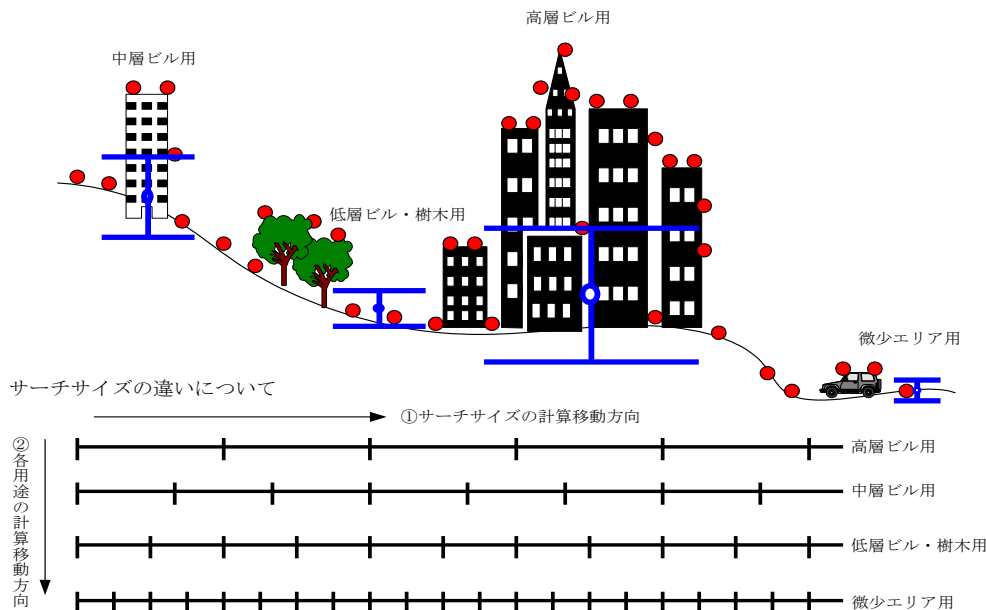
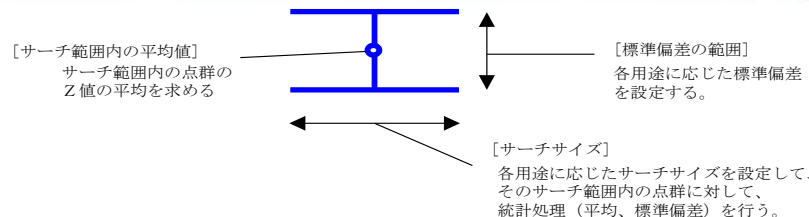
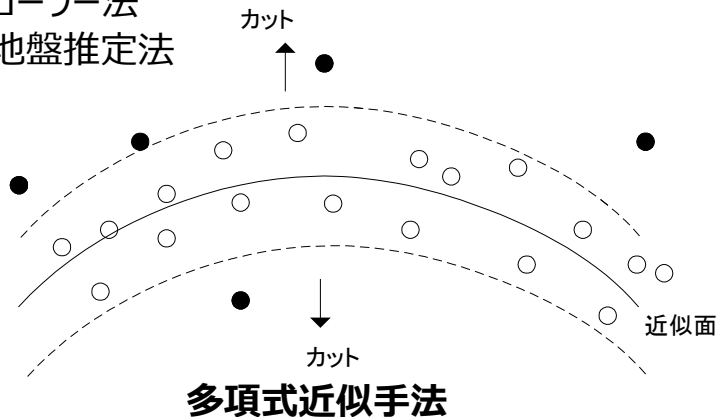


フィルタリング

建物や橋梁などの構造物および樹木などの植生等、
地表面に存在する地物を除去すること

フィルタリング手法：

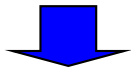
- ・多項式近似
- ・統計解析
- ・クラスタリング分類
- ・ローラー法
- ・地盤推定法



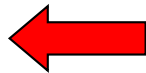


データ解析・3次元データ作成 フィルタリングフロー

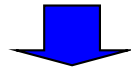
オリジナルデータ



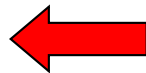
自動フィルタリング



地表面のデータを統計的に解析し、自動的にフィルタリングを行う。

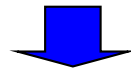


手動フィルタリング

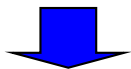


自動フィルタのデータから等高線やTINモデルよりエラーを検出

不合格



データ検査



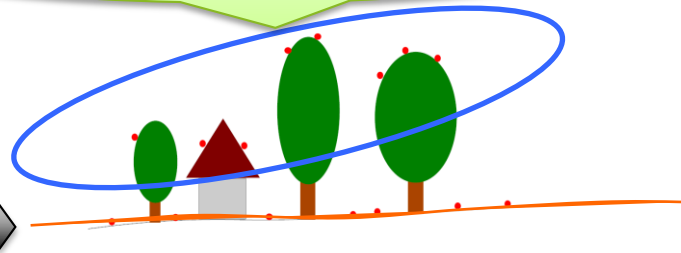
合格

地表面データ
(グラウンドデータ)

地表面データ



構造物、植生は**除去**（地表面として使用しない）



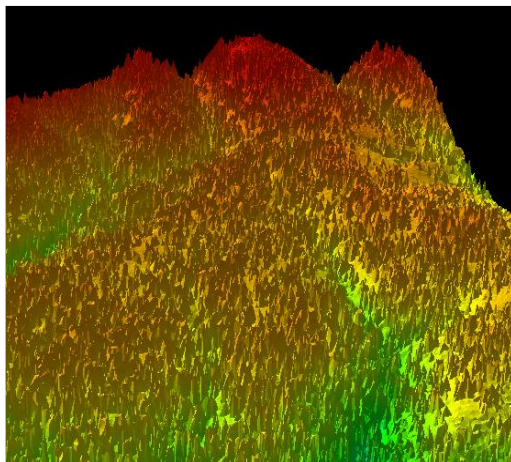
データ解析・3次元データ作成 数値表層モデル及び数値標高モデル



■ 数値表層モデル

DSM(DigitalSurfaceModel)

※建物・樹木・車両等の地物を含んだデータ

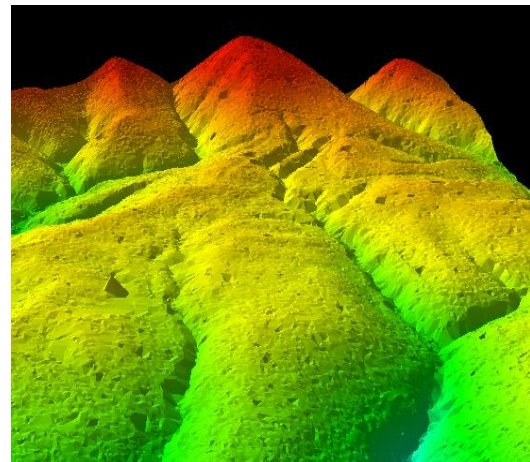


■ 数値標高モデル

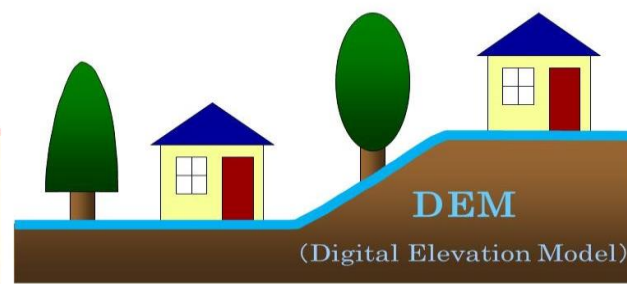
DEM(DigitalElevationModel)

※通例、格子点状に標高数値が並んだ形式

※建物・樹木・車両等の地物を除去したデータ



DSMイメージ

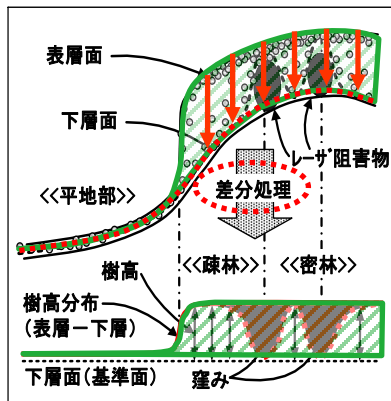
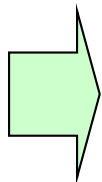


DEMイメージ

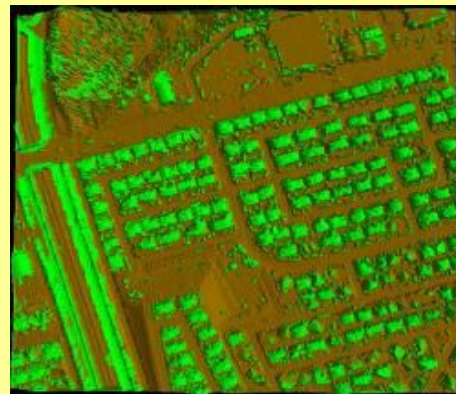
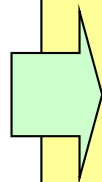
データ解析・3次元データ作成 フィルタリング



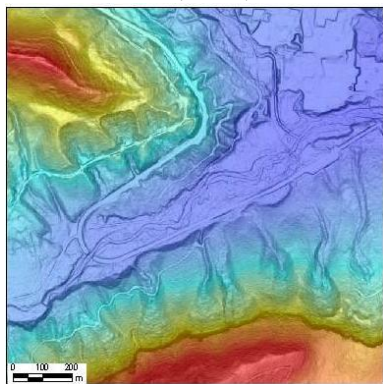
生データ



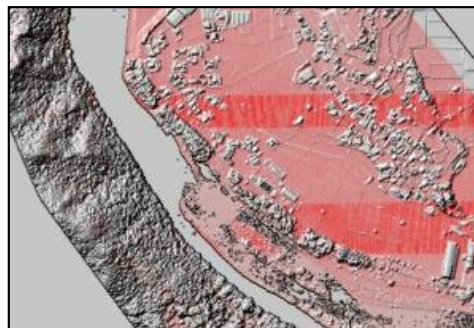
フィルタリングアルゴリズム



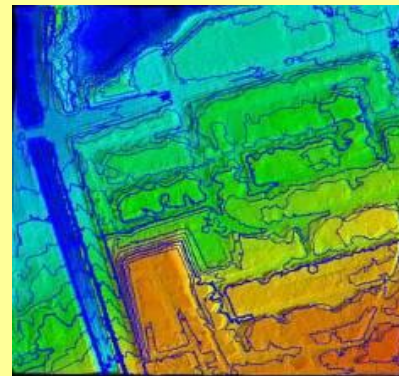
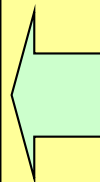
Digital Surface Model (DSM)



表示手法 (独自)



精度検証手法 (独自)



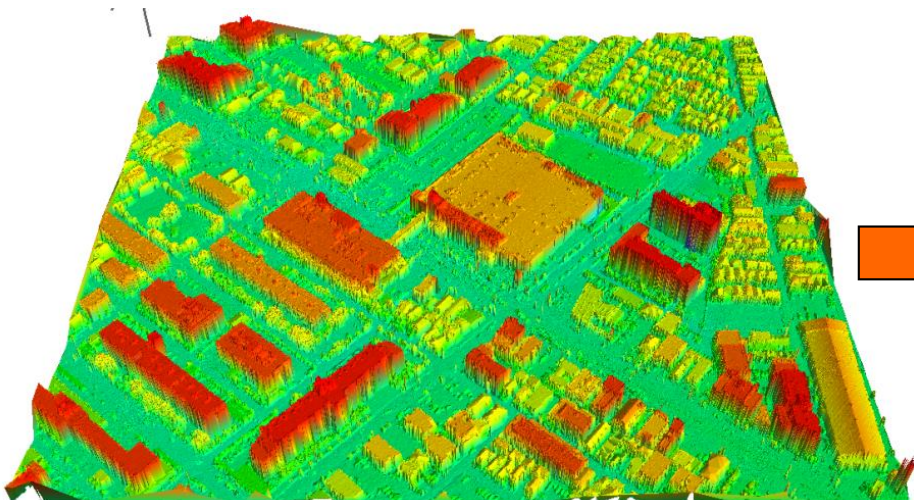
Digital Elevation Model (DEM)



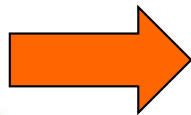
データ解析・3次元データ作成 フィルタリング

✓ 自動フィルタリング

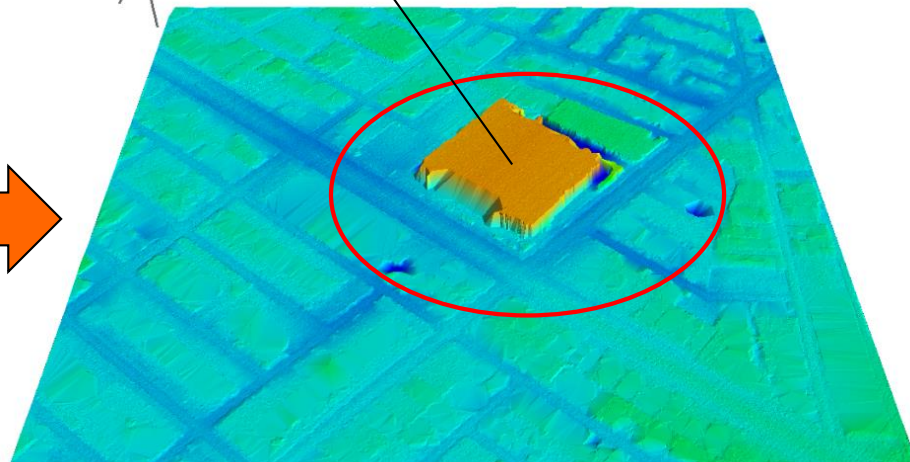
プログラム処理により自動で地物を判断し、人の手を借りずフィルタリングをする作業



自動フィルタリング前



完全には除去できない



自動フィルタリング後

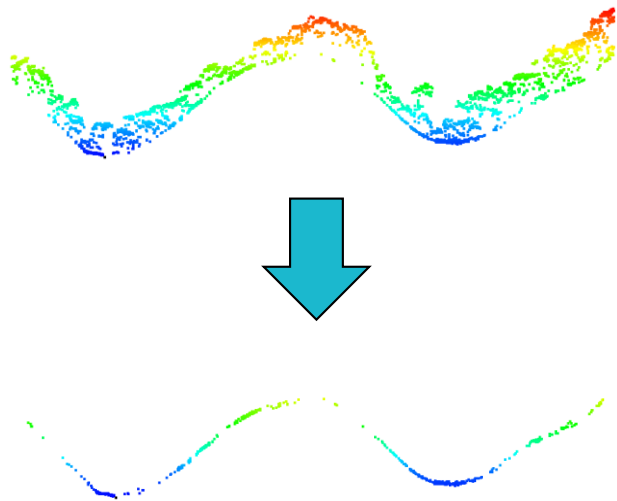


データ解析・3次元データ作成 フィルタリング

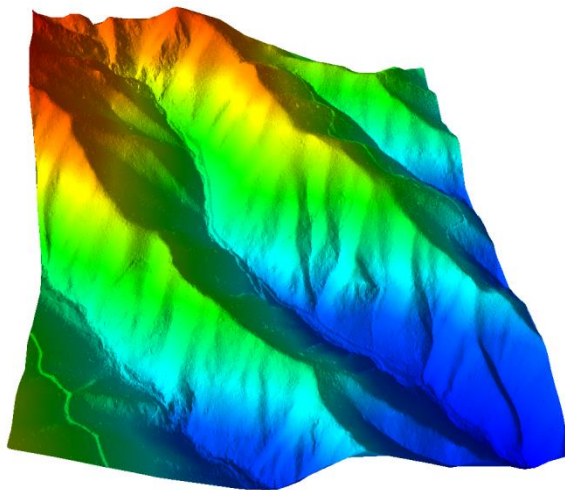
✓ 手動フィルタリング

自動フィルタリングで除去しきれなかった地物のレーザ計測点を様々な方法を使用し、目視で判断し地表面を表現していく作業

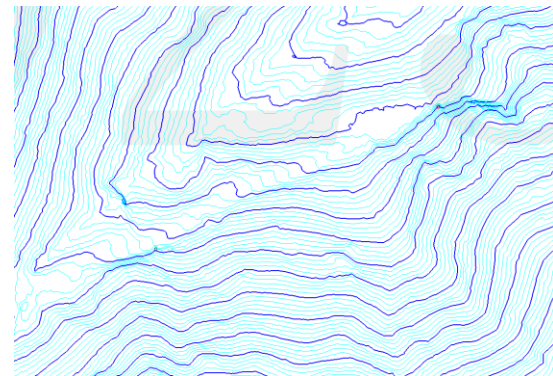
断面フィルタリング



立体フィルタリング

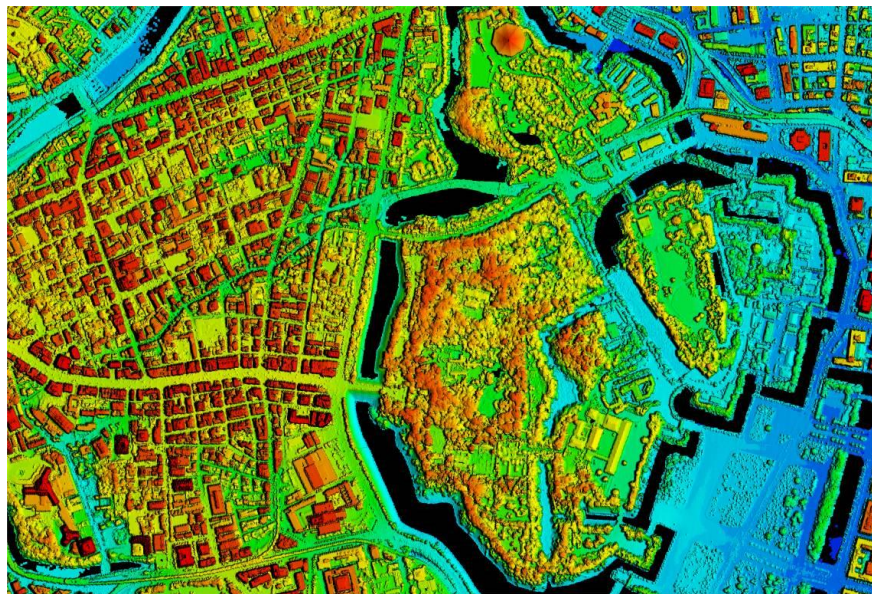


等高線フィルタリング

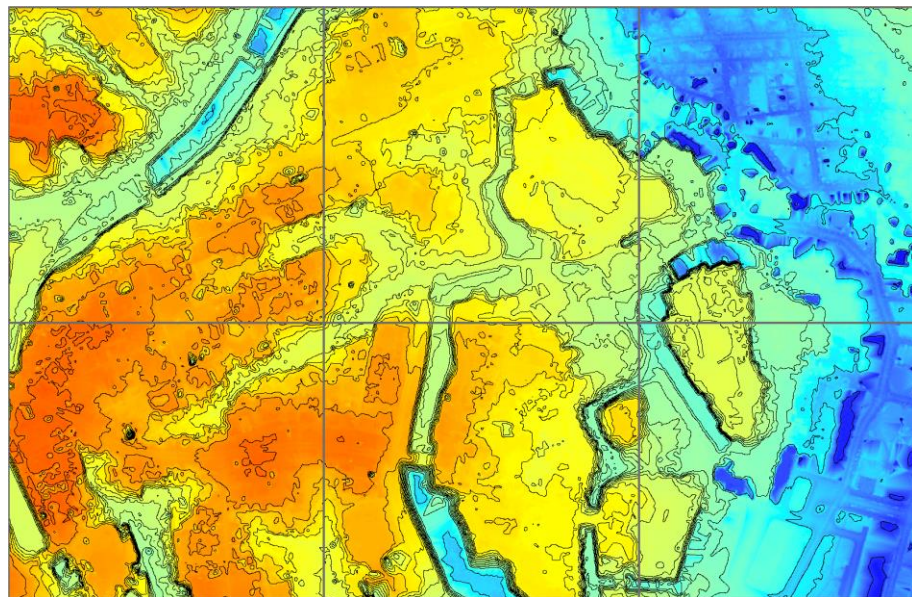




フィルタ処理前後のデータ



フィルター前



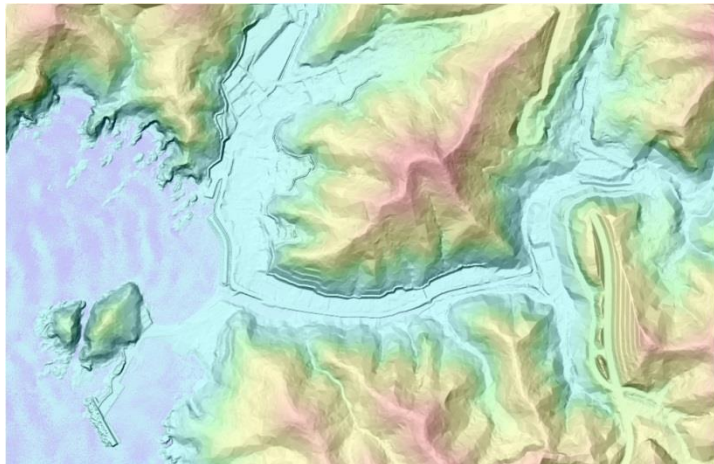
フィルター後



データ解析・3次元データ作成 データ点検

- カラー陰影図・モノクロ点群図による点検

手動フィルタリング後、データの品質をチェックするため、二種類の検査図面を用いて点検を実施

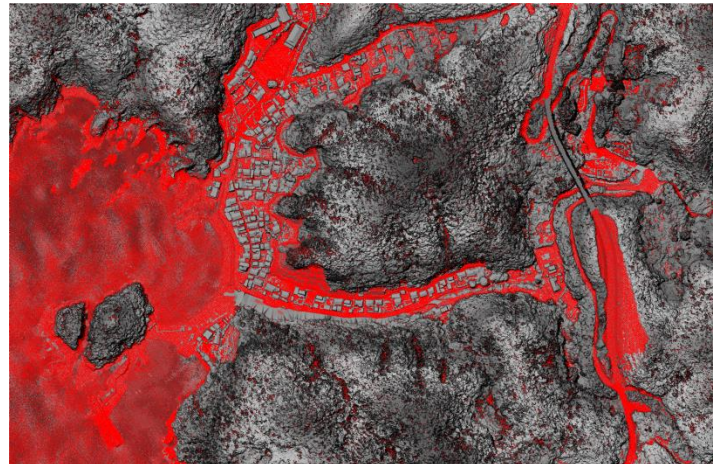


カラー陰影図

特徴

微地形表現が優れているため詳細なノイズの検査が可能。

- ・地物データの残存検査に最適
- ・地物の形状を検査するのに最適



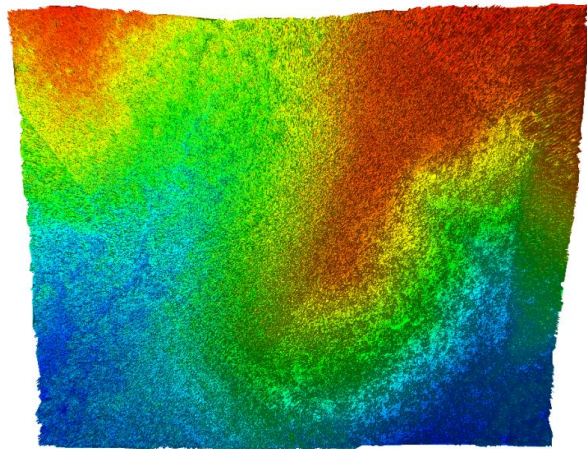
モノクロ陰影点群図

特徴

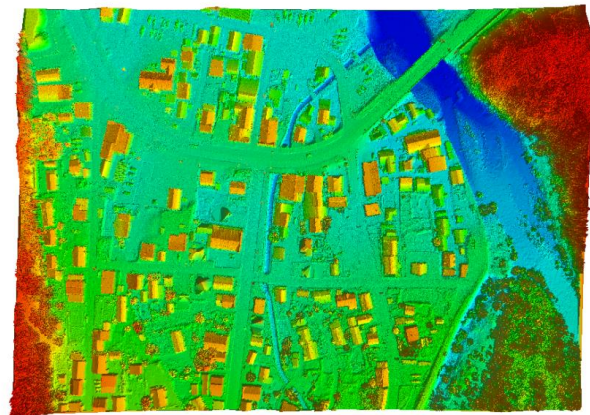
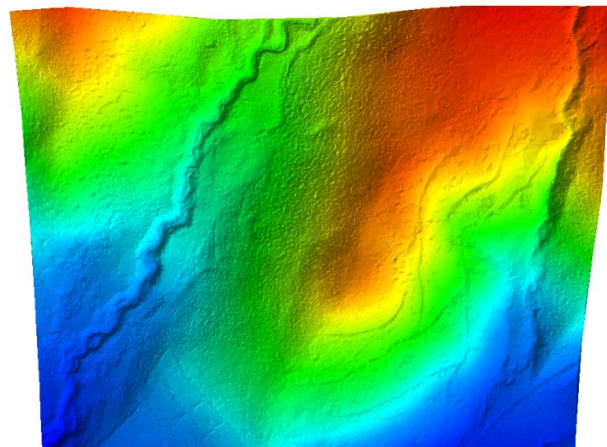
堤防の法肩など傾斜が急激に変化する箇所の点群の欠落を検査

- ・欠落した点群を探す検査に最適
- ・地物上の点群を検査するのに最適

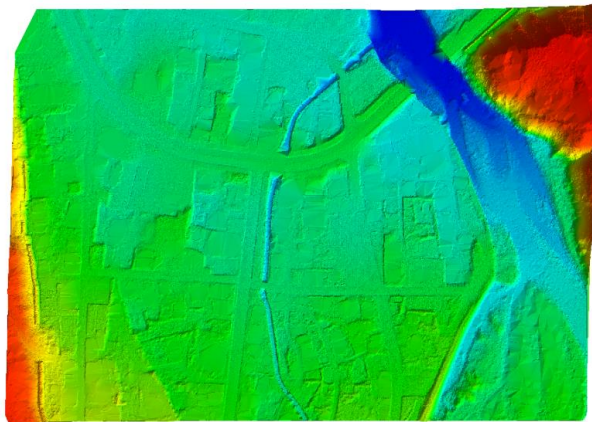
データ解析・3次元データ作成 アウトプット グラウンドデータ



山間部

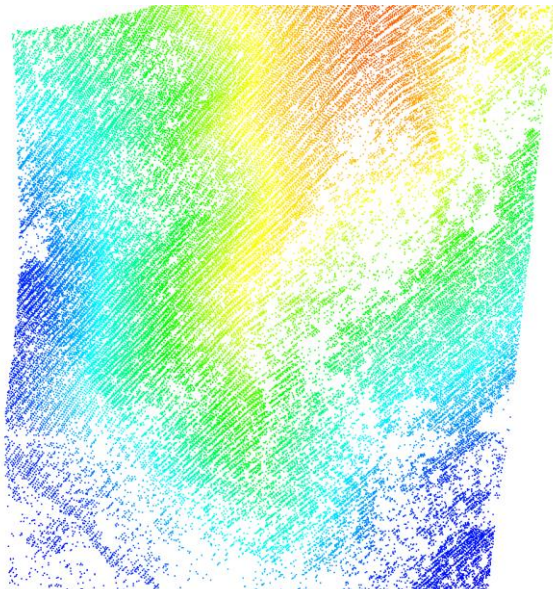


都市部

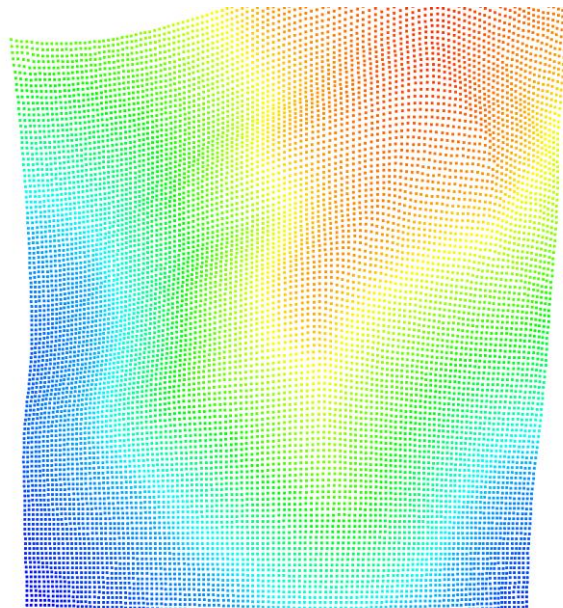




- ✓ グラウンドデータとメッシュデータの比較
- ✓ グラウンドデータを内挿処理しグリッドデータ作成



グラウンドデータ



グリッドデータ

データ解析・3次元データ作成 アウトプット カラー陰影図



表層面データ（DSM）を標高によって色分けしたもの



DSMカラー陰影図（都市部）

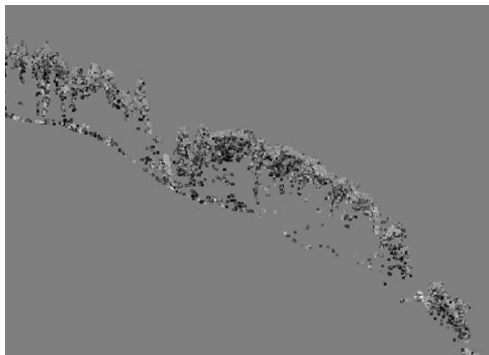


DEMカラー陰影図（山間部）

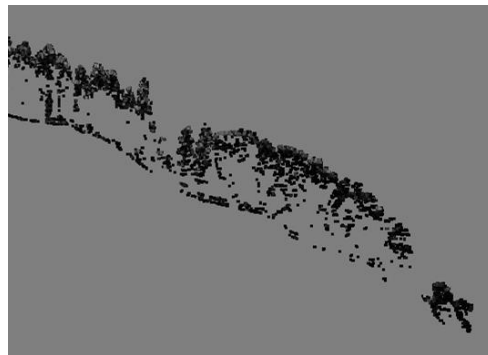
地籍調査と航空レーザ測量データの活用



航空レーザ測量(Chiroptera II 4X)とUAVレーザ測量(VUX-1UAV)にて取得した点群を合成



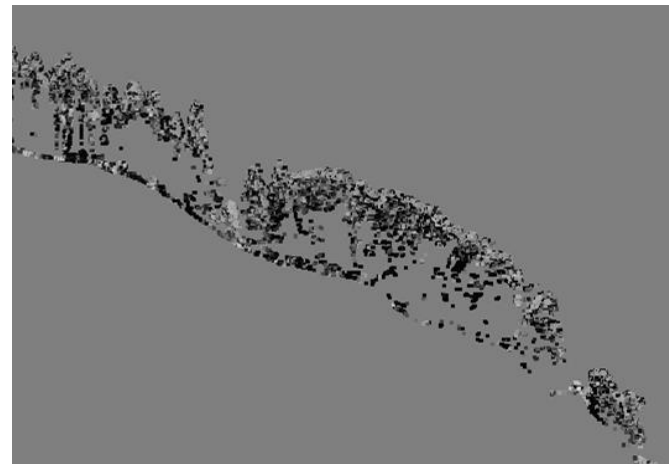
VUX-1UAV
ドローンレーザ



Chiroptera II 4X
有人機レーザ



合成



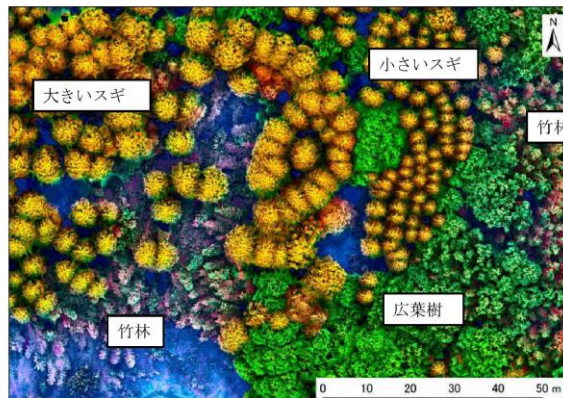
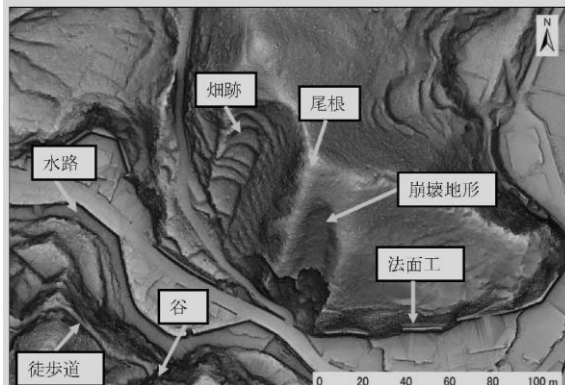
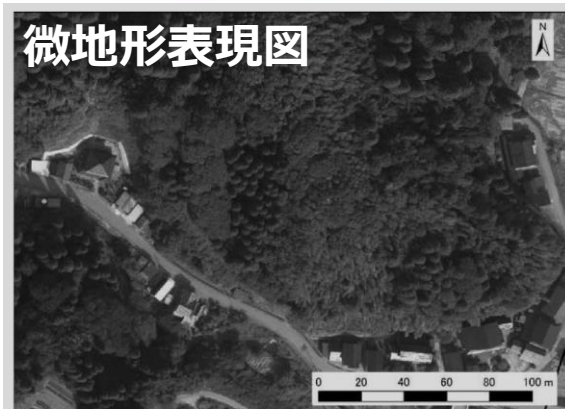
相互に疎な箇所を補完

点密度の付加および補完に有効
森林の林相や正確な微地形の把握に有効



地籍調査と航空レーザ測量データの活用

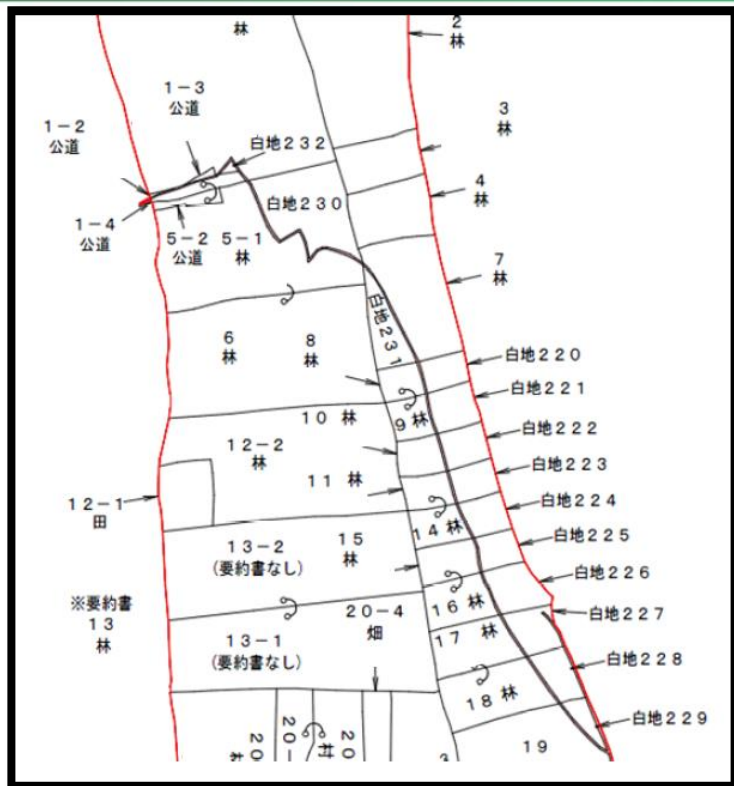
微地形表現図



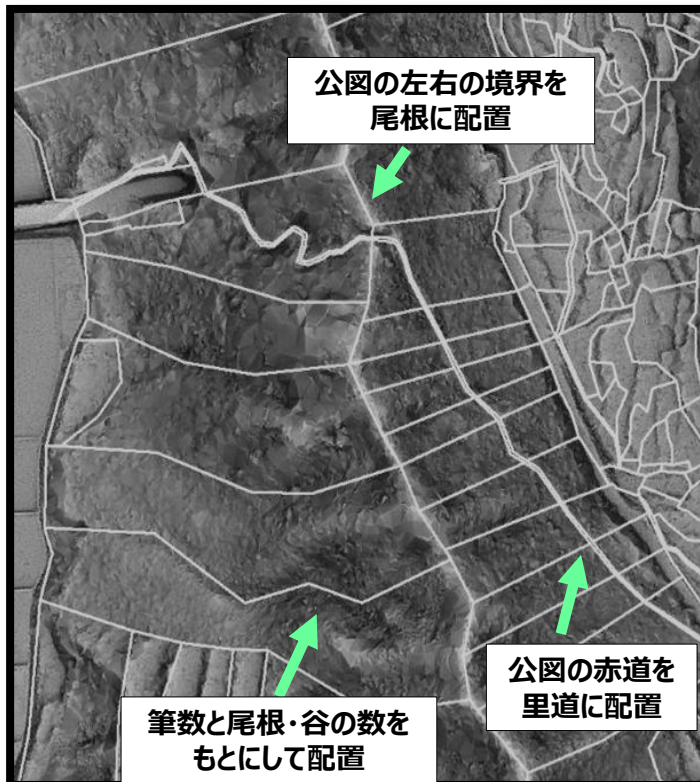
(地籍整備課資料より)



(地籍整備課資料より引用)



現地調査図 (座標なし)

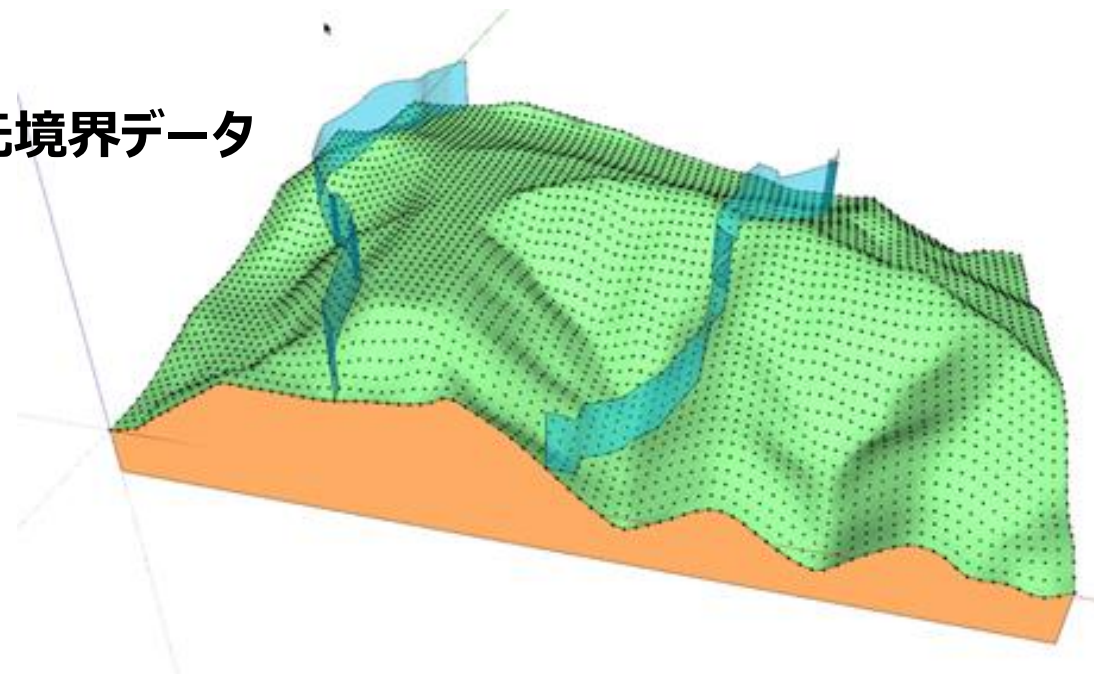


微地形表現図 (座標あり) + 筆界案



見えない3次元データ

- ✓ 地形データ (DEM) + 3次元境界データ
- ✓ 境界データの3次元化
境界情報の本格活用





まとめ・参考情報

まとめ



- ✓ 3次元データ取得には、写真測量法、レーザー計測法などの技術が存在する
- ✓ レーザの特性やプラットフォームの特性を理解し、計測、データ構築することが重要
(計測面積、地形、必要点密度、欠損、撮影高度、コース間調整など)
- ✓ レーザ点群の処理加工は、多くの処理工程と各工程に必要なソフトウェアが存在し
そのオペレーションや手法は、現状各社により異なっている
- ✓ レーザ点群データは地物のエッジをとらえているとは限らないので精度検証時は注意が必要
- ✓ レーザ点群データは様々な形に加工やマージが可能であり、特性に応じた処理が必要
また、その精度管理は独特の方法で行う必要がある
- ✓ 地表面のデータ (DEM) と表層データ (DSM) を活用することにより境界明確化および、
効率化を図ることが可能となる
- ✓ 地籍に関する3次元データは、登記やその他行政業務に対し、新たな利活用を可能とする
(所有者不明土地や放置、山林耕作放棄地問題等の解決の一助となる)
- ✓ 個人の権利や財産を扱う事業なので、精度管理やデータの扱い等は徹底した管理が必要



3次元データ：感覚

コスト

技術

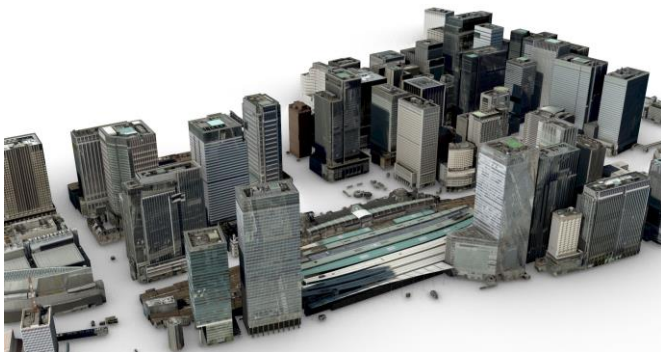
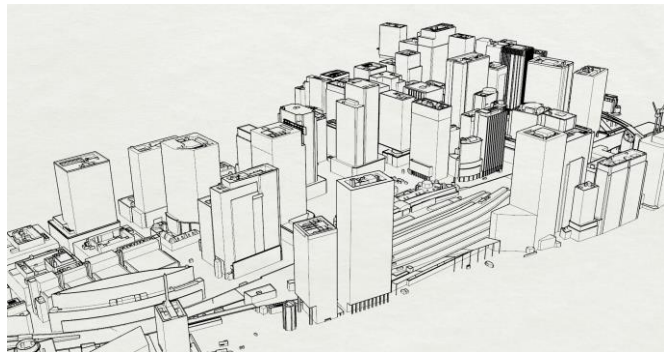
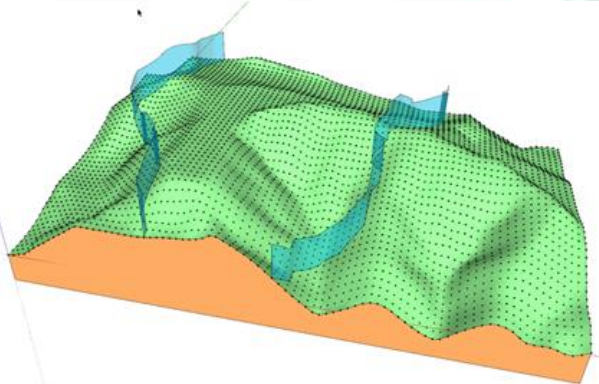
利用場面

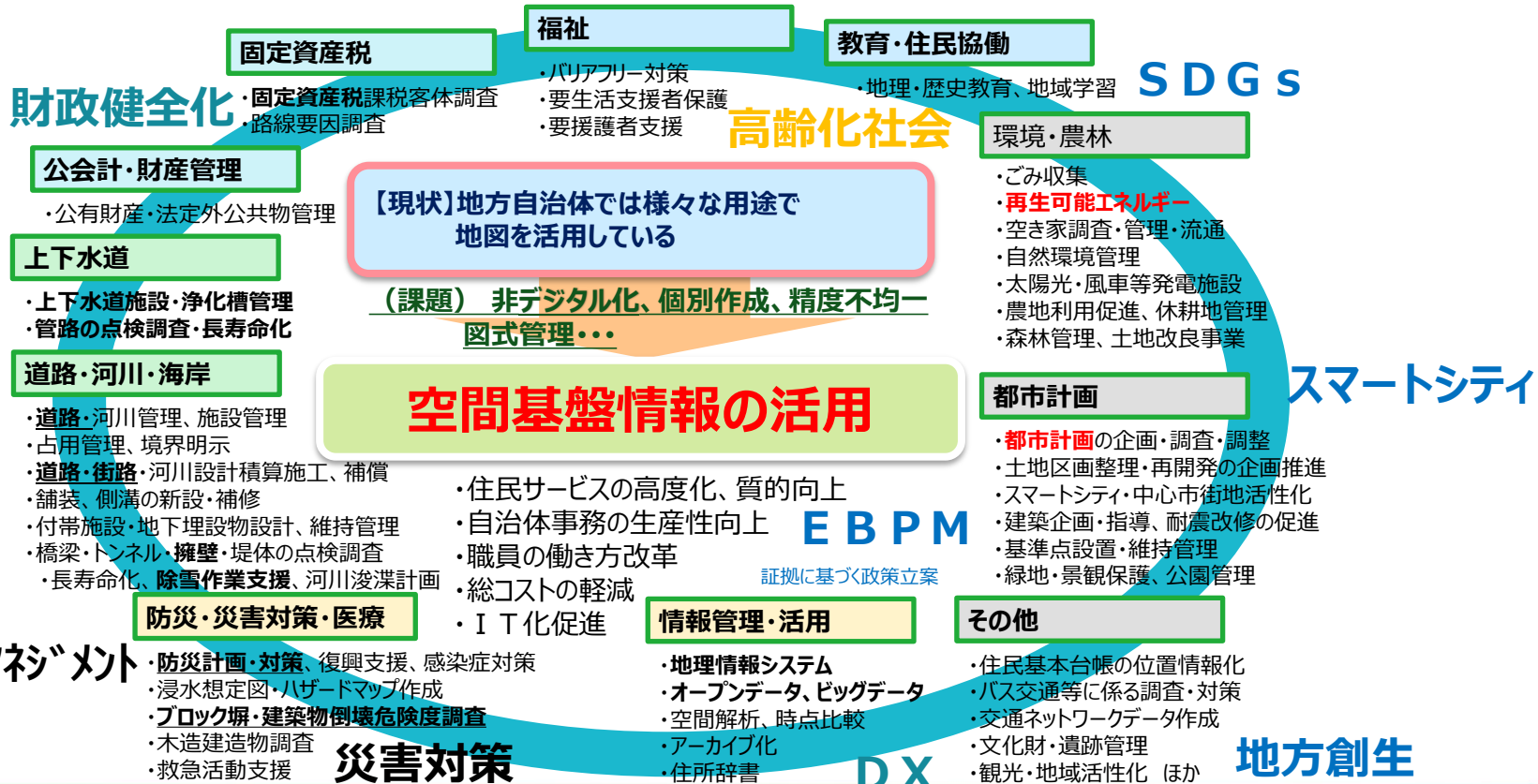
利用手段

セキュリティ

etc...

検討が必要





参考情報 3次元 震災前 熊本城付近



1956年



参考情報 3次元都市モデルの整備地物



3D都市モデルは、LOD 1 から 4 までの詳細度を定義することで情報の一元的な管理を行う

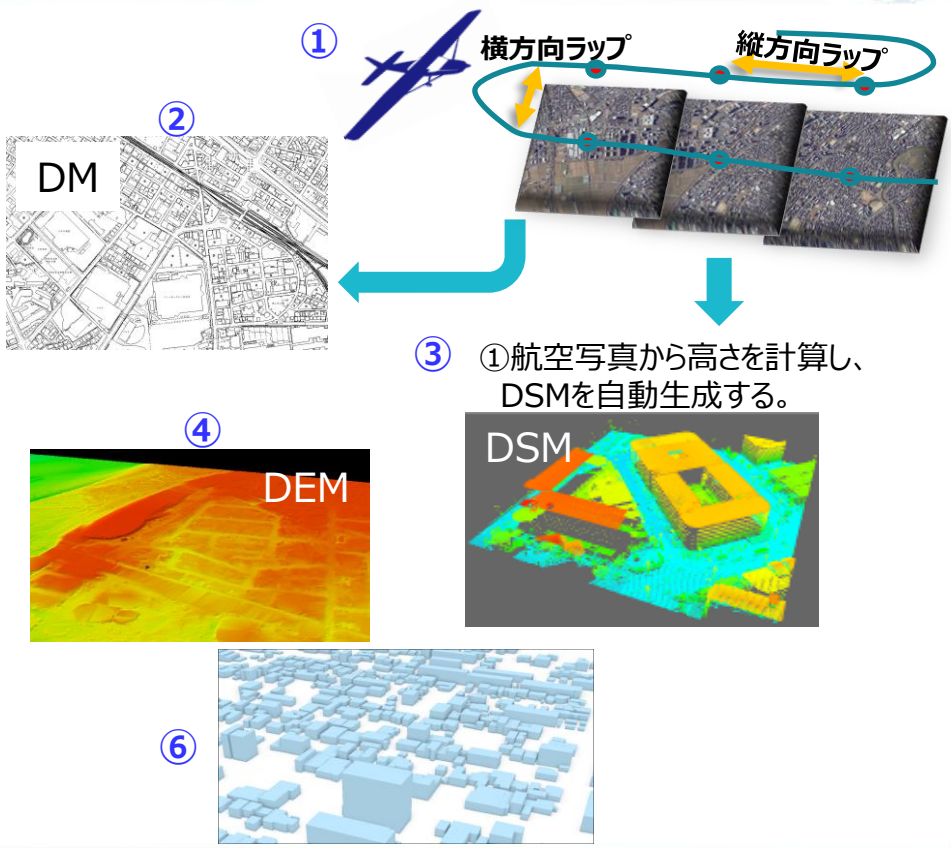
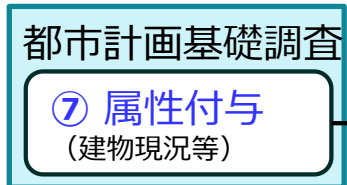
LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4
建物+高さ情報 <箱モデル>	+屋根形状	+外構 (開口部)	+室内 (BIM/CIM)
- 建物の箱型モデル - 高さ情報を活用した各種Simulationが可能	- 建物の屋根形状表現 - 景観シミュレーション - 都市計画・建築規制の検討	- 建物の外構 (窓、ドア) - 自動運転、ドローン配送 - 建築計画の検討等	- BIM/CIM等の建物内部までのモデル化 - 屋内外のシームレスなシミュレーション

説明	基本セット 基本となる 3D 都市モデル	応用セット 1 都市計画の更なる高度化 を目指す 3D 都市モデル	応用セット 2 様々な分野での利用を想 定した 3D 都市モデル	応用セット 3 高度なユースケースに 特化した 3D 都市モデル
建築物	○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD1, LOD2, LOD3)
道路	○ (LOD1)	○ (LOD2)	○ (LOD3)	○ (LOD3)
都市計画決定情報	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)
土地利用	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)
災害リスク	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)
都市設備			○ (LOD2)	○ (LOD3)
植生			○ (LOD2)	○ (LOD3)
地形	○ (LOD1)	○ (LOD2)	○ (LOD3)	○ (LOD3)

参考情報 3次元都市モデル構築 基本フローチャート（例：LOD1）



自動生成





2022FY Project PLATEAU

プロジェクトの全体像：2022年度のテーマと取組み

サマリー

- 2022年度のProject PLATEAUでは、①データ整備の効率化・高度化、②先進的なユースケース開発、③データ・カバレッジの拡大の3つのテーマのもとに、3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化のエコシステム構築に向けた取組を進めていきます。
- ①データ整備の効率化・高度化については、従来の3D都市モデル標準仕様を更に拡張し、土木構造物や水面、動的データ、点群などの新たなオブジェクトをPLATEAUに取り込みます。また、データ整備の効率化を実現するため、AI等を活用した自動生成ツールの開発・OSS化等にも取り組めます。
- ②先進的なユースケース開発については、防災や環境、まちづくり、コンテンツ、モビリティ等の多様な分野で先進技術を活用した3D都市モデルのユースケース開発を実証し、ベストプラクティスの創出と全国展開を目指します。
- ③データ・カバレッジの拡大については、2022年度から新たにスタートする地方公共団体による3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化の財政支援制度を円滑に執行するとともに、データ利用環境を改善するためのPLATEAU VIEWの改修、オープンAPIやSDK開発、ハッカソンの開催等に取組みます。

テーマ	ビジョン	主なサブプロジェクト				
データ整備の効率化・高度化	<ul style="list-style-type: none"> OGC CityGML2.0に基づく日本ローカライズ版標準仕様（PLATEAU標準）を拡張し、対象オブジェクトを拡大することで、より精緻なデジタルツイン構築を実現。 3D都市モデルLOD2の整備を効率的・低価格化するための技術を確立することで、地方公共団体のデータ整備拡大を後押し。 	<ul style="list-style-type: none"> 未定義オブジェクトのデータ作成実証及びこれに基づくPLATEAU標準仕様の拡張 3D都市モデルを効率的に整備するための測量マニュアルの改善・普及 3D都市モデルと都市計画GISの互換性確保のための都市計画GIS標準仕様の検討 AI等を活用したLOD2自動生成ツールの開発・OSS化 クラウドソーシングデータ、BIMモデル、地方公共団体が保有する各種台帳データ等の多様なデータソースを活用した3D都市モデル整備・更新手法の確立。 				
先進的なユースケース開発	<ul style="list-style-type: none"> 先進技術を活用した3D都市モデルのユースケース開発を実証し、ベストプラクティスの創出と横展開を図ることで、官民の多様な分野におけるユースケースの社会実装を推進。 	<table border="1"> <tr> <td>社会課題解決型 ユースケース開発(26件)</td> <td>防災・防犯 環境・エネルギー 都市計画・まちづくり</td> </tr> <tr> <td>民間サービス創出型 ユースケース開発(16件)</td> <td>地域活性化・観光・コンテンツ モビリティ・ロボティクス</td> </tr> </table>	社会課題解決型 ユースケース開発(26件)	防災・防犯 環境・エネルギー 都市計画・まちづくり	民間サービス創出型 ユースケース開発(16件)	地域活性化・観光・コンテンツ モビリティ・ロボティクス
社会課題解決型 ユースケース開発(26件)	防災・防犯 環境・エネルギー 都市計画・まちづくり					
民間サービス創出型 ユースケース開発(16件)	地域活性化・観光・コンテンツ モビリティ・ロボティクス					
データ・カバレッジの拡大	<ul style="list-style-type: none"> 地方公共団体による3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化を支援することで、3D都市モデルの社会実装を推進。 官民の多様なプレイヤーがデータに触れ、活用しやすい環境を整備することで、3D都市モデルのレイパリティを強化し、オープン・イノベーションを創出。 	<ul style="list-style-type: none"> 地方公共団体における3D都市モデルの整備・活用を支援（都市空間情報デジタル基盤構築支援事業） オープンデータ化を推進するためのデータガバナンスの論点整理等 CMS等の新たな機能を付加するためのPLATEAU VIEW改修 Unity等のゲームエンジンで利用可能なSDK等の開発 技術チュートリアルの充実、ハッカソン等の開催 				

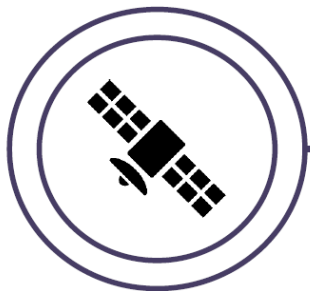


今後の展開

—まちづくりのデジタル・インフラとして、

3D都市モデルの持続可能な整備・活用・オープンデータ化のエコシステム構築を実現

R4年度以降の中長期的展開と残された課題



データ整備の効率化・高度化

- 地上測量等を利用した建物や道路等の詳細モデルのデータ仕様拡張・標準手法開発
- 多様なデータソースを活用した効率的な3D都市モデルの整備・更新スキームの確立
- モデル自動生成ツールの開発



先進的なユースケース開発による スマートシティの社会実装

- モビリティ、カーボンニュートラル、XRなど、スマートシティの社会実装に向けたユースケースの深堀・リーディングケースの創出
- 地方自治体等における防災、環境、まちづくり等の多様な分野のユースケースの社会実装
- オープンデータ化の推進による民間市場におけるビジネス創出



データ・カバレッジの拡大

- 地域課題解決のための3D都市モデル整備・活用を進める地方自治体に対する財政支援
- リーガル面の課題整理
- 自治体向けデータ管理・運用システム“PLATEAU VIEW+α”の開発・実装
- 官民の人材育成に向けたプログラム開発

参考情報 ドローン 国内のUAV規制緩和と新たな規制



無人航空機(ドローン)のレベル4の実現のための新たな制度の方向性 国土交通省

2021年6月28日
小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会

第三者上空での飛行(レベル4が該当)

○ レベル4の実現に向け、より厳格に無人航空機の飛行の安全性を確保するため、

- ・ 機体の安全性に関する認証制度 (機体認証)
- ・ 操縦者の技能に関する証明制度 (操縦ライセンス) を創設。

→ 新たに飛行可能 第三者上空での飛行(レベル4が該当)は、①機体認証を受けた機体を、②操縦ライセンスを有する者が操縦し、③国土交通大臣の許可・承認(運航管理の方法等を確認)を受けた場合に、可能とする。

これまで許可・承認を必要としていた第三者上空以外での飛行

中国機排除か?

DID上空では必要に

③運航管理のルールに従う場合、原則、許可・承認を不要とする。

機体認証

- ・ 国が機体の安全性を認証する制度(機体認証)を創設
- ・ 型式について認証(型式認証)を受けた無人航空機について、機体認証の手続きを簡素化
- ・ 使用者に対し機体の整備を義務付け、安全基準に適合しない場合は国から整備命令
- ・ 設計不具合時における製造者から国への報告義務
- ・ 国の登録を受けた民間検査機関による検査事務の実施を可能とする など

操縦ライセンス

- ・ 国が試験(学科及び実地)を実施し、操縦者の技能証明を行う制度を創設
- ・ 一等資格(第三者上空飛行に対応)及び二等資格に区分し、機体の種類(固定翼、回転翼等)や飛行方法(目視外飛行、夜間飛行等)に応じて限定を付す
- ・ 国の指定を受けた民間試験機関による試験事務の実施を可能とする
- ・ 国の登録を受けた民間講習機関が実施する講習を修了した場合は、試験の一部又は全部を免除 など

運航管理のルール

- ・ 第三者上空飛行の運航管理の方法等は個別に確認
- ・ 無人航空機を飛行させる者に対し、
 - ✓ 飛行計画の通報
 - ✓ 飛行日誌の記録
 - ✓ 事故発生時の国への報告を義務化 など

所有者の把握

航空法改正済み

- ・ 無人航空機の所有者・使用者の登録制度を創設
 - ・ 所有者の氏名・住所、機体の情報(型式、製造番号)を登録、機体への登録記号の表示を義務化
 - ・ 安全上問題のある機体の登録拒否、更新登録 など
- ※施行にあわせて登録・許可承認の対象となる無人航空機の範囲を100g(現行200g)以上に拡大





ご静聴ありがとうございました



一般社団法人 日本国土調査測量協会

 国際航業