

# UAV撮影画像を用いた 昭和基地の積雪深分布

荒川逸人(野外科学)

金 高義(福島高専)

友松岳士(KDDI)

## 背景

- 南極昭和基地で1992年から2001年にかけて整備された管理棟建物群周囲に発生する大規模な吹き溜まり(スノードリフト)は基地運営上の大きな問題
  - ✓ 建物出入口遮断
  - ✓ 避難路の遮断
  - ✓ 構造物の変形
  - ✓ 過大な除雪作業
  - ✓ 重力測定への影響
- スノードリフトの低減のメリット
  - ✓ 建物群の生活使用環境の改善
  - ✓ 建物耐用年数の延長
  - ✓ 除雪等の建物維持管理エネルギーの低減

## 本研究の目的

- JARE43で主要部スノドリフト観測(高橋ら、2003)
- リアルタイムコンパクト数値風況診断モデルにより、建物周辺に発生する気流の時間的・空間的变化を把握(NIPR「ニュースとお知らせ」2014年4月24日)
- スノドリフトの観測数が少ない・領域が限定的
- JARE57でドローンによる空撮が頻繁に実施
- SfM-MVS(※)技術により3次元情報を取得  
※Structure from Motion - Multi-view stereo
- スノドリフトの分布を広域かつ迅速に求めることを目的として、昭和基地主要部周辺の3次元解析を実施

## 撮影機材

### 機体 DJI PHANTOM3 ADVANCED

重量(プロペラ・バッテリー含む)	1280g
対角寸法(プロペラ含まず)	350mm
GPS	GPS/GLONASS
最大飛行時間	約23分

### カメラ

センサー	Sony EXMOR 1/2.3"有効画素数12.4M
レンズ	FOV 94° 20mm
ISO感度	100-3200(ビデオ)100-1600(写真)

### バッテリー

容量	4480mAh
----	---------



# 撮影方法

## 撮影条件

自動航行アプリ	Litchi
対地高度	約50m
撮影方向	真下
速度	20-30km/h
撮影インターバル	2秒
オーバーラップ率	60%
撮影日	①2016/10/10(冬期:積雪最大期):307枚 ②2017/01/22(夏期:積雪最小期):397枚



27 June 2017

NIPR設置シンポジウム

5

# 自動航行による撮影例

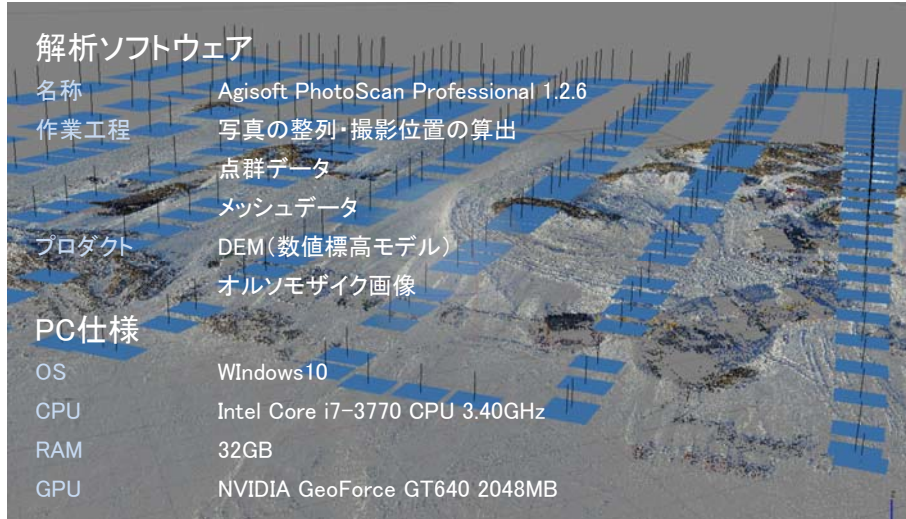


27 June 2017

NIPR設置シンポジウム

6

# 解析方法



解析ソフトウェア	
名称	Agisoft PhotoScan Professional 1.2.6
作業工程	写真の整列・撮影位置の算出 点群データ メッシュデータ
プロダクト	DEM(数値標高モデル) オルソモザイク画像
PC仕様	
OS	Windows10
CPU	Intel Core i7-3770 CPU 3.40GHz
RAM	32GB
GPU	NVIDIA GeoForce GT640 2048MB

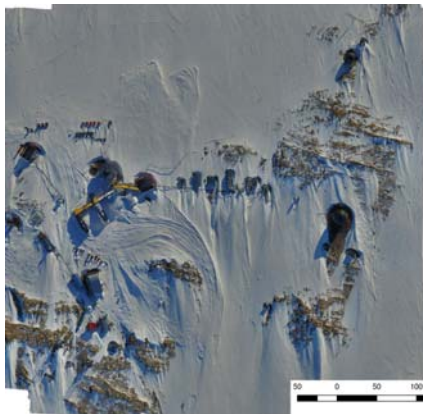
27 June 2017

NIPR設置シンポジウム

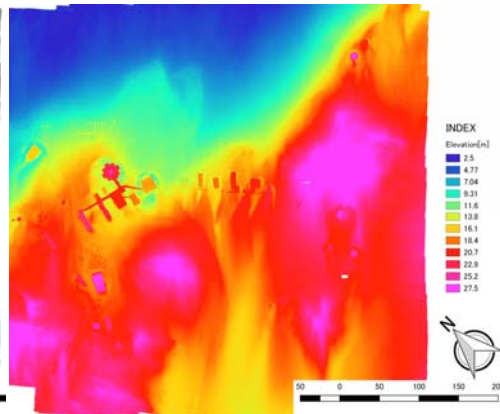
7

# プロダクトの一例

オルソモザイク画像  
解像度 2.5cm/pixel



DEM  
解像度 10cm/pixel



27 June 2017

NIPR設置シンポジウム

8

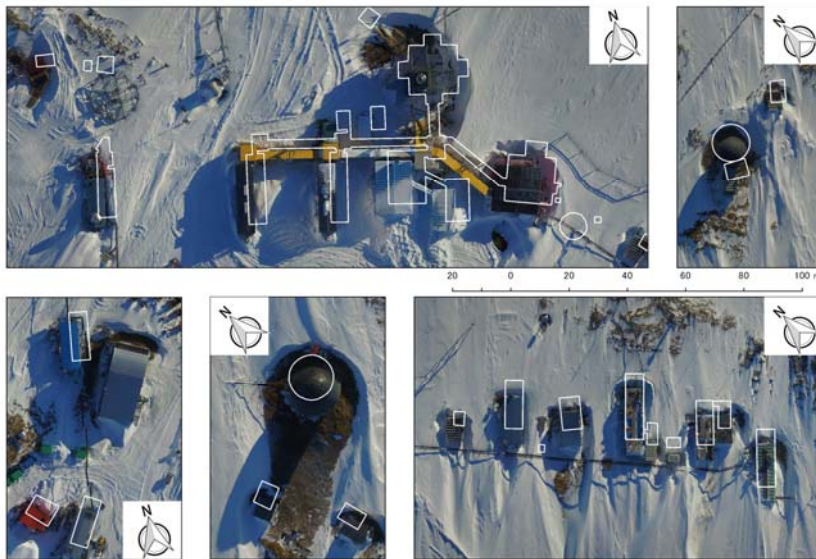
## 位置情報の精度について

- 高度の値が、天測点(高度29.1094m)と飛行高度(約50m)の合計より大きい

座標データ

	経度誤差 (m)	緯度誤差 (m)	高度誤差 (m)	精度 (m)	誤差 (m)
● 経度誤差	2.880953m				
● 緯度誤差		2.969573m			
● 全体誤差	4.198757m				
☑ DJI_0389.JPG	-1.382821	1.903829	0.897496	10.000000	2.518384
☑ DJI_0390.JPG	-1.147820	1.994446	1.032998	10.000000	2.522378
☑ DJI_0391.JPG	-0.660366	2.351980	1.094595	10.000000	2.676944
☑ DJI_0392.JPG	-0.471488	2.324624	1.056206	10.000000	2.596488
☑ DJI_0393.JPG	-0.042251	2.450011	0.980848	10.000000	2.639394
☑ DJI_0394.JPG	0.359409	2.556085	0.887419	10.000000	2.729516
☑ DJI_0395.JPG	0.777937	2.753570	0.899332	10.000000	2.999355
☑ DJI_0396.JPG	2.534314	4.475723	0.865642	10.000000	5.215763
☑ DJI_0397.JPG	2.656598	5.311550	1.154235	10.000000	6.049987
☑ DJI_0398.JPG	2.472235	5.836683	0.967832	10.000000	6.412138
合計 誤差	2.880953	2.969537	0.715204		4.198757

## 国土地理院地形図と比較



# GCPによるデータ補正

## GCP (Ground Control Point : 地上基準点)

・正確な座標 (x,y,z)を持つ点

- ・x 経度(度、度分秒など)or 距離(m)
- ・y 緯度(度、度分秒など)or 距離(m)
- ・z 高度(m)

### GCPなし

GCPなしの解析

### GCPあり①

国土地理院のGCP4点を利用して再解析

・天測点・地学棟・清浄大気観測室・地震計室

### GCPあり②

10月の画像から読み取った任意のGCP8点を追加して再々解析

・正確な位置にはならないが、同じ場所が重なる

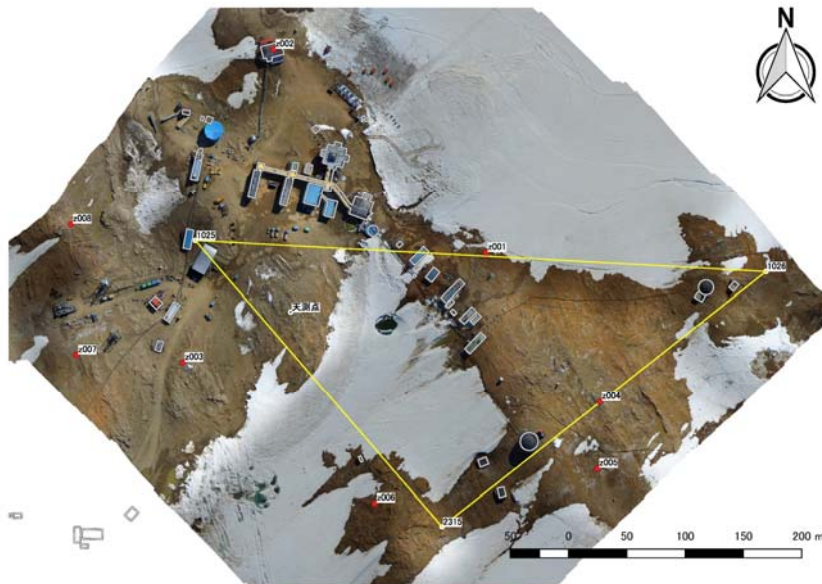
写真: GCPのひとつ天測点

27 June 2017

NIPR設置シンポジウム

11

# GCP一覧



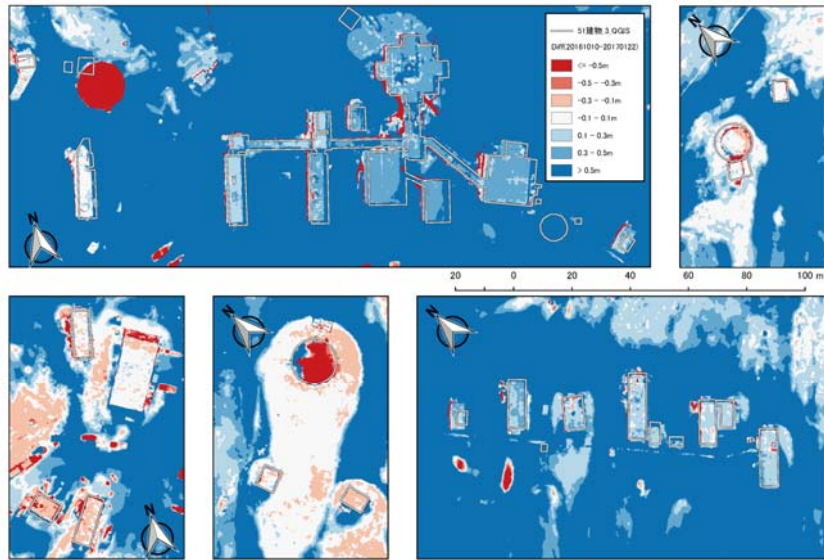
27 June 2017

NIPR設置シンポジウム

12

## 積雪深についての検証

(GCPあり①: 国土地理院GCP4点の場合)



## 誤差の最小化方法

### ① 写真のExif情報を修正

- PhotoScanでExif情報を出力
- PhotoScanで計算された誤差を経緯度に加算。昭和基地周辺( $S69^{\circ}$   $E39^{\circ}$ )付近では
  - 緯度1秒=約30.8184m
  - 経度1秒=約11.0815m
- 高度はGCPにより修正される

### ② カメラアラインメント(カメラの再配置)

### ③ カメラアラインメントの最適化処理(補正)

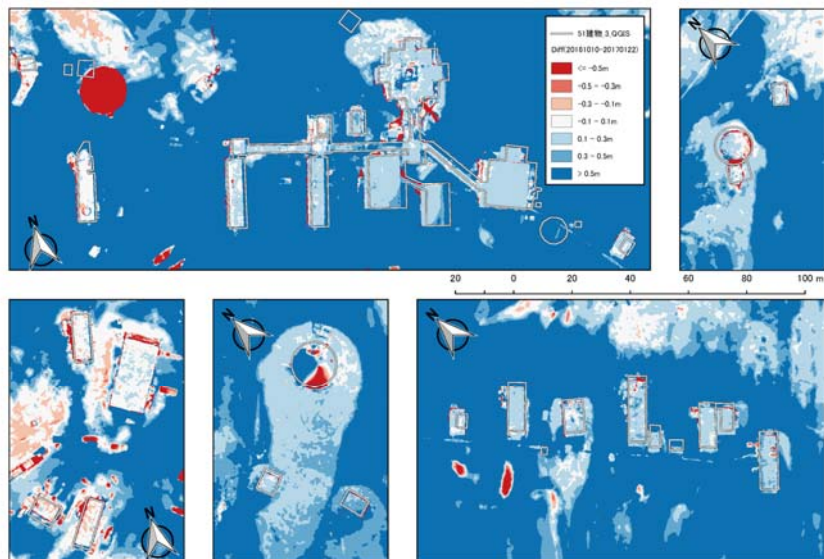
### ④ ①~③を3回繰り返し

## 位置情報の精度について

カメラ	経度誤差 (m)	緯度誤差 (m)	高度誤差 (m)	精度 (m)	誤差 (m)
DJI_0387.JPG	-0.015930	0.023262	-0.040262	10.000000	0.049152
DJI	● 経度誤差	2.880953m	→	0.012569m	0.043659
DJI	● 緯度誤差	2.969573m	→	0.033562m	0.054497
DJI	● 高度誤差	0.715204m	→	0.039379m	0.047759
DJI	● 全体誤差	4.198757m	→	0.053246m	0.057792
DJI					0.040646
DJI					0.051768
DJI					0.065992
DJI_0395.JPG	-0.004208	-0.018723	-0.038400	10.000000	0.042928
DJI_0396.JPG	0.019968	0.006372	-0.038193	10.000000	0.043566
DJI_0397.JPG	-0.008837	0.032829	-0.038338	10.000000	0.051241
DJI_0398.JPG	-0.003553	-0.050380	-0.037931	10.000000	0.063163
合計 誤差	0.012569	0.033562	0.039379		0.053246

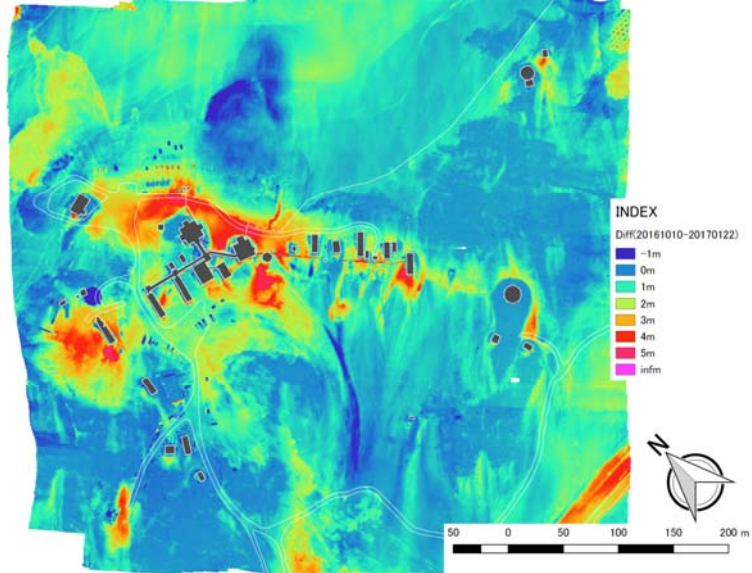
## 積雪深についての検証

(GCPあり②: 国土地理院GCP4点+任意GCP8点)

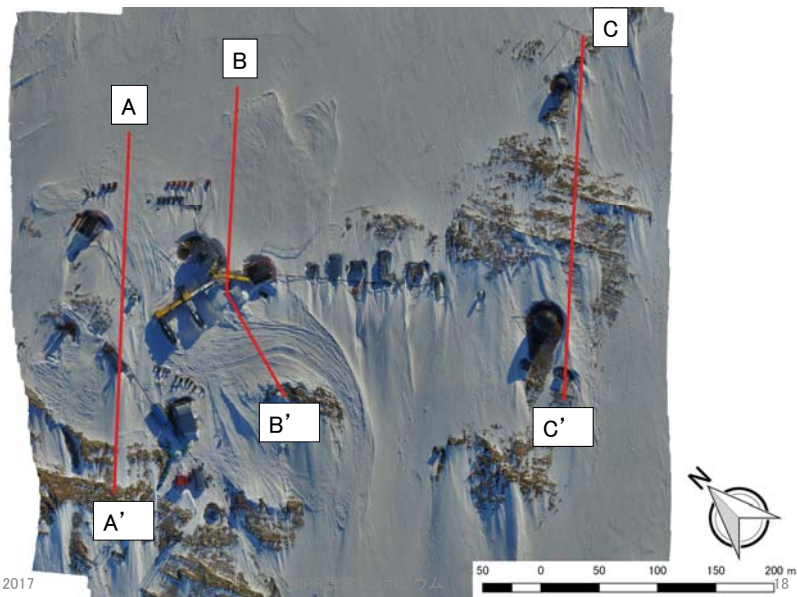




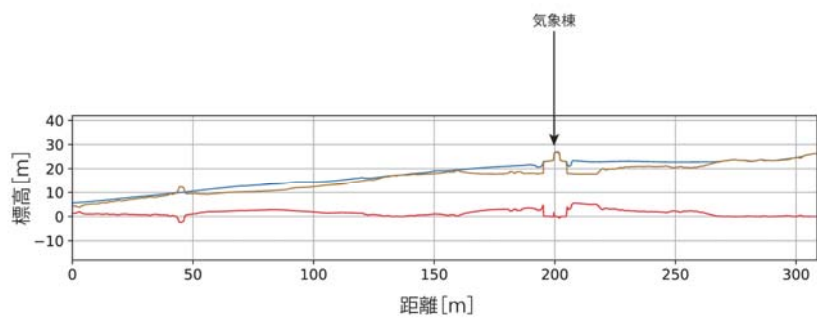
## 2時期の標高差 (2016/10/10と2017/01/22)



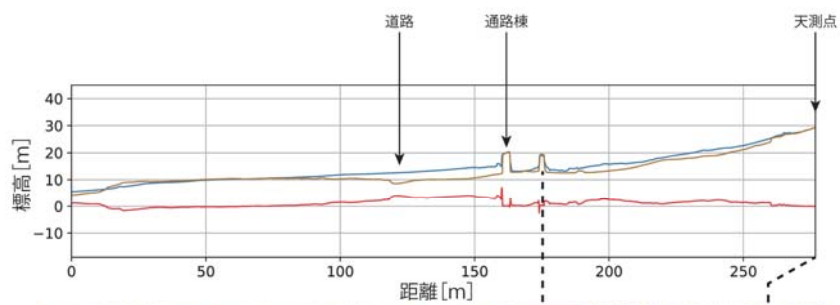
## 横断面図の作成(測線)



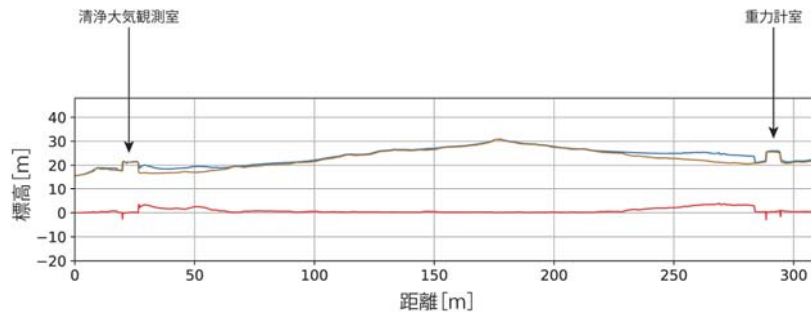
## A-A' 氣象棟



## B-B' 通路棟



## C-C' 清浄大気観測室・重力計室



## まとめ

- スノドリフトの分布を広域かつ迅速に求めることを目的として、昭和基地主要部周辺の3次元解析を実施
- 国土地理院GCP4点の領域の外側は誤差が大きい
- 精度の落ちるが同じ場所が合うことを優先して、GCP8点を設定
- 誤差が小さくなるようにPhotoScanで算出された誤差を加算して解析を繰り返し、位置情報の精度を向上
- 出力した分布図から任意の測線で積雪横断図を作成
- 定量的な評価が簡易にできるようになった
- 今後の課題
  - ✓ ドローン画像取得後に積雪深分布が短時間で出力できる
  - ✓ GCPの充実が必要
  - ✓ 実測との比較検証が必要

ご清聴ありがとうございました