

昭和基地の海氷監視における ドローン利用の有効性について



国立極地研究所 南極観測センター
樋口和生

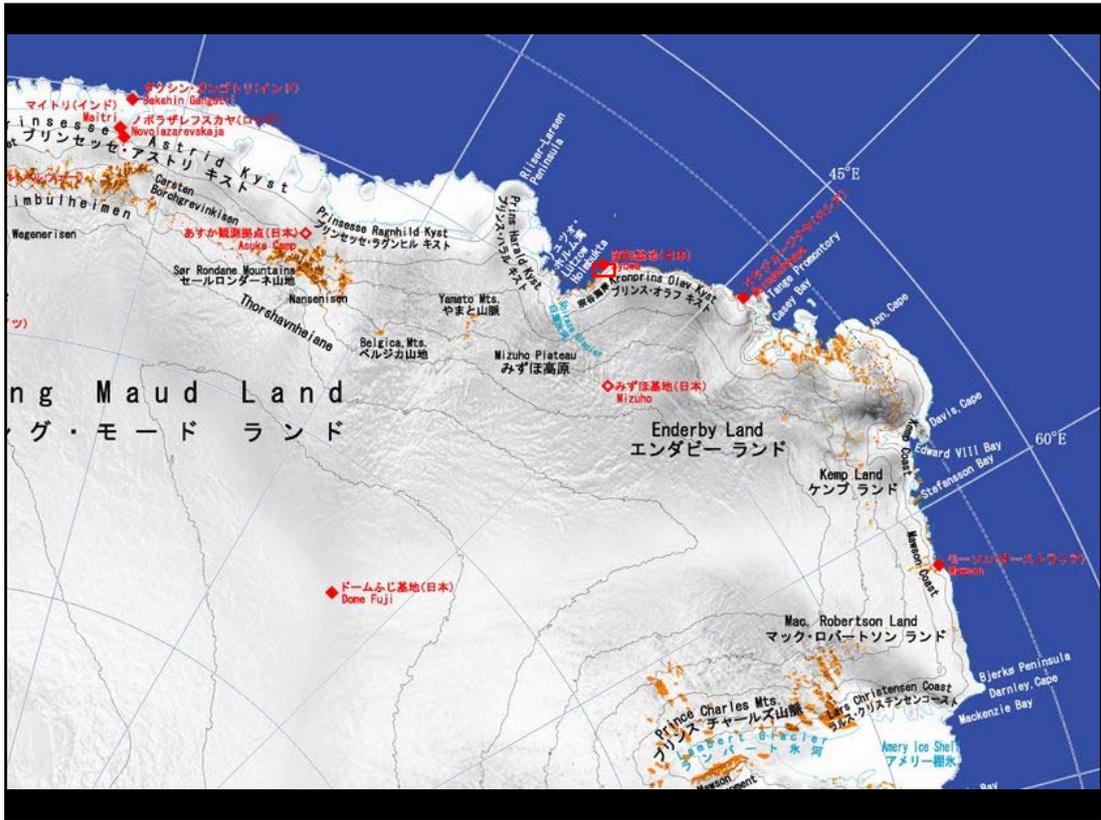
自己紹介

氏名	樋口和生 (ひぐちかずお)
生年月日	1962年2月10日生 55歳
出身地	大阪府枚方市
家族	妻 娘(2人) 息子(1人)
職業	国立極地研究所南極観測センター 設營業務担当マネージャー
略歴	1987年3月 北海道大学農学部畜産学科卒業 1992年～2008年 山岳ガイド 2012年4月～ 国立極地研究所南極観測センター
南極歴	2008.12.～2010.3. 50次越冬(フィールドアシスタント) 2010.11.～2012.3. 52次越冬(野外観測支援) 2012.12.～2013.1. 豪州ケーシー基地 2015.12.～2017.3. 57次越冬(越冬隊長)

発表内容

1. 昭和基地周辺の海氷上のルートについて
2. 10年ぶりに流れた海氷と監視体制
3. ドローン利用の有効性について







海氷にドリルで穴を開け、
積雪深、海氷厚を計り、
標識旗を設置



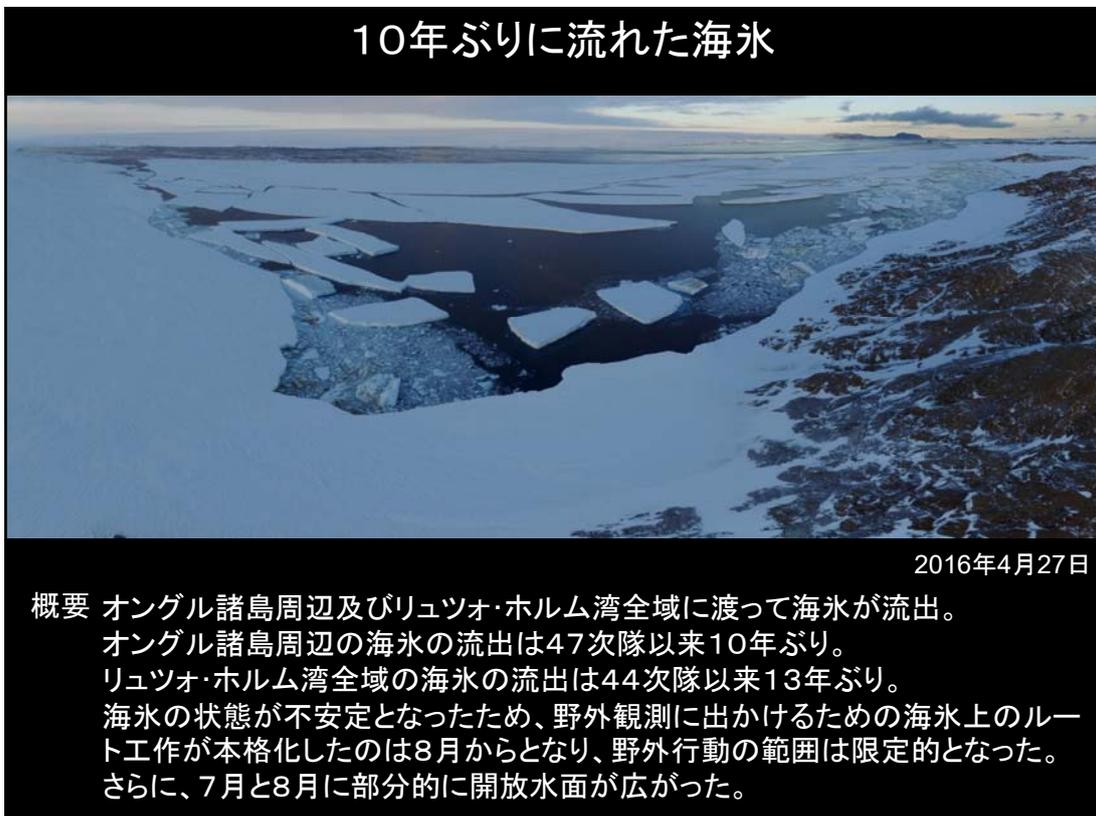
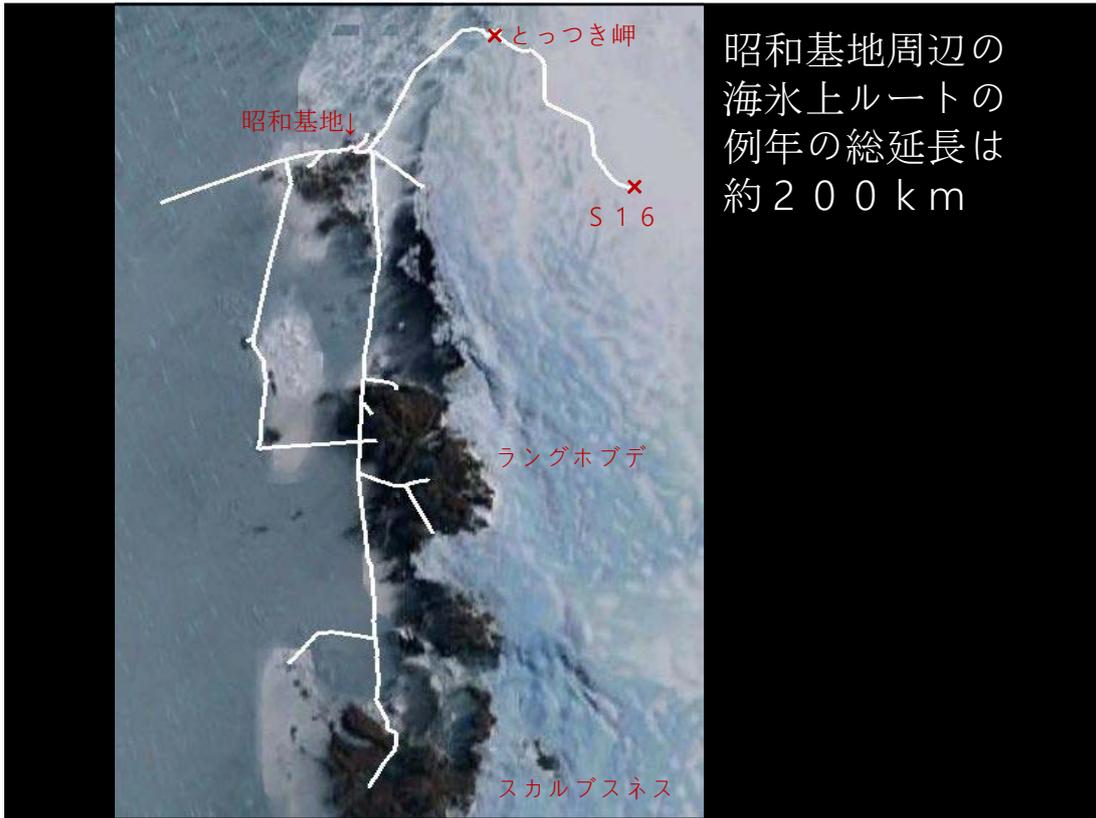
標識旗間の方位と距離を測定



JARE52 ルートデータ記録用紙

No	GPS				距離		GPSの表示値								ルート名		備考	測定日
	磁方位(°)	磁方位(°)	磁方位(°)	磁方位(°)	(m)	(km)	緯度(S)	経度(E)	緯度(S)	経度(E)	緯度(S)	経度(E)	緯度(S)	経度(E)	氷厚	積雪		
S00	100	280	99	279		149	0.0	69	00	11.3	39	34	58.6			昭和基地ゲート(青旗2本)	2011/3/19	
M01					53	-53	0.1	69	00	8.3	39	35	9.2	410	60		2011/3/19	
M02	153	333	152	332		108											2011/3/19	
M02					-5	5	0.3	69	00	8.9	39	35	18.8	100<	30		2011/3/19	
M03	145	325	147	327		127											2011/3/19	
M03					-10	10	0.4	69	00	9.3	39	35	30.1	100<	40		2011/3/19	
M04	140	320	142	322		180											2011/3/19	
M04					-11	11	0.5	69	00	9.4	39	35	44.5	100<	100<		2011/3/19	
M05	135	315	136	316		187											2011/3/19	
M05					-5	5	0.7	69	00	8.8	39	36	1.2	100<	65		2011/3/19	
M06	131	311	131	311		221											2011/3/19	
M06					-54	54	1.0	69	00	8.1	39	36	21.0	200<	100	見晴らし分岐 旗3本	2011/3/19	
T01																	2011/3/19	
T02																	2011/3/19	
T03																	2011/3/19	
T04																	2011/3/19	
T04	81	261	81	261		233	1.8	68	59	40.3	39	37	2.7	240<	54		2011/3/19	
T05					-5	5	2.0	68	59	40.4	39	37	15.6	243<	57	岩島分岐 旗3本 4/1氷厚再測・同値	2011/3/19	
T06	73	253	78	256		398											2011/3/19	
T06					4	-4	2.4	68	59	28.8	39	37	31.1	100<	40		2011/3/19	
T07	77	257	80	260		488											2011/3/19	
T07					-2	2	2.9	68	59	16.0	39	37	56.5	100<	22		2011/3/19	
T08	81	261	78	258		477											2011/3/19	
T08					-16	16	3.4	68	59	3.2	39	38	20.4	100<	5		2011/3/19	
T09	60	240	62	242		449											2011/3/19	
T09					7	-7	3.8	68	58	49.2	39	38	31.0	275	5		2011/3/19	
T09	70	250	69	249		481											2011/3/19	

すべてのデータを記録して「ルート方位表」を作成。
隊内でデータを共有し、野外に出かける際は完成したルート上を移動する。



海水の監視体制

<昭和基地>

- ◆目視観察
- ◆ドローンによる空撮
- ◆西の浦潮汐データ(うねりの監視)

<国内からのサポート>

- ◆人工衛星画像の提供
- ◆専門家によるアドバイス

ドローン操縦ガイドライン(57次隊)

1. 前提条件

- 個人が持ち込んだドローンが対象
- 東オングル島内の屋外が対象

2. 使用するドローンについて

- GPSとグロナスに対応していること

3. 飛行可能な風速について

- 風速6m/s以内: 飛行制限区域を除く島内全 エリア
- 風速8m/s以内: 一部エリア内及び海氷上

4. 飛行可否判断について

- ・事前に隊長に許可を得る
- ・飛行前にコンパス校正が正常に終了している
- ・GPS及びグロナスを10機以上捕捉している
- ・Go-Home昨日を飛行前に設定 など

5. 飛行可能時間について

- ・ゾンデ放球時間の前後30分、
- ・ヘリオペ中は飛行禁止
- ・原則日の出から日の入り

6. 飛行制限区域について

- ・飛行禁止: 観測機器、各種アンテナ、
駐機ヘリ周囲30m以内
- ・離陸禁止: 観測機器、各種アンテナ、
駐機ヘリ周囲50m以内
- ・飛行禁止: 「しらせ」周囲500m以内

7. 飛行高度

- ・原則50m以内
- ・一部エリア及び海氷上は500m以内

8. 事故について

9. 本ガイドラインについて

緑円の箇所が
一部エリア



使用したドローンの主なスペック

製品名: PHANTOM 3 ADVANCED

1. 機体

重量	1280g
対角寸法	350mm
最大上昇速度	5m/s
最大加工速度	3m/s
最大速度	16m/s
運用限界高度	6000m
動作環境温度	0~40℃
GPSモード	GPS/GLONASS
最大飛行時間	約23分
最大傾斜角度	35°

2. ジンバル

操作可能範囲	ピッチ-90° ~+30°
機構	3軸

3. 送信機

最大伝送距離	2000m など
--------	----------

4. バッテリー

電圧	15.2V
正味重量	365g
最大充電電力	100W など

5. カメラ

センサー有効画素数	12.4M
レンズ	20mm F2.8 ∞フォーカス
ISOレンジ	100~3200(ビデオ) 100~1600(写真)
電子シャッター	8~1/8000s
最大静止画サイズ	4000×3000 など



海氷の監視に使った人工衛星のデータ

MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer)

アメリカ航空宇宙局(NASA)によって開発された**可視・赤外域**の放射計。
地球観測システム(Earth-Observing-System:EOS)の「Terra」(EOS AM)と
「Aqua」(EOS PM)に搭載されている。

昭和基地周辺の海氷監視には、太陽高度の高い時期に利用。

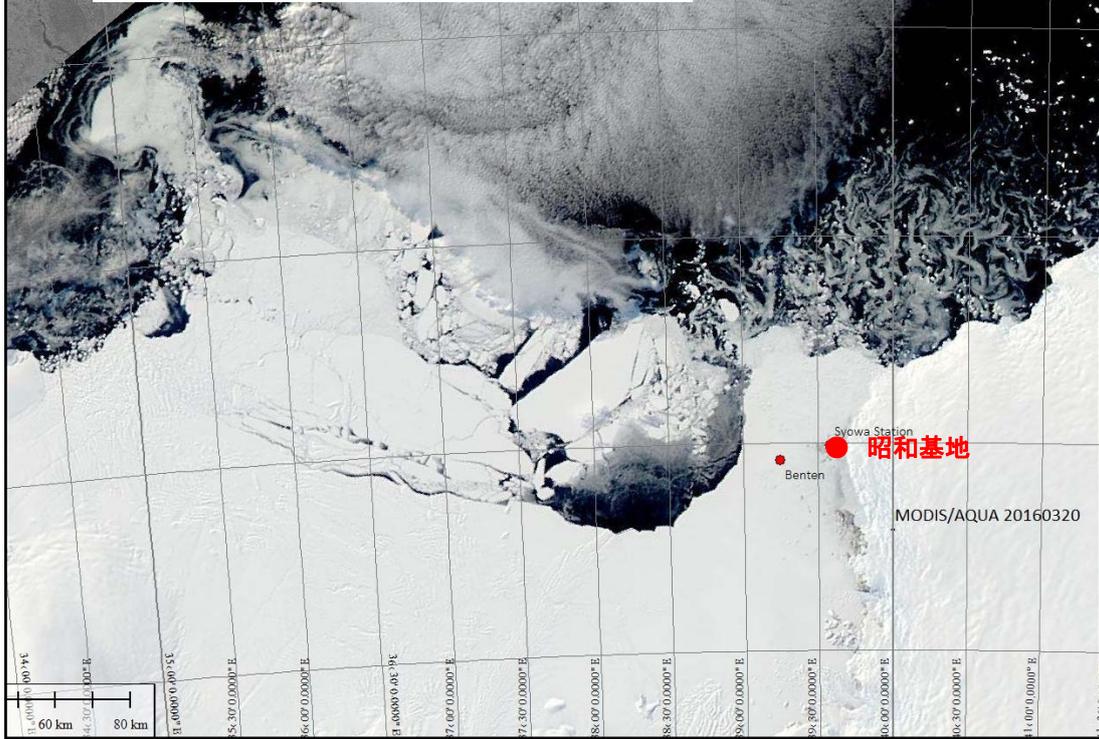
ALOS(Advanced Land Observing Satellite)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)が開発した地球観測衛星。現在は「だいち2号」
を運用中。

昭和基地周辺の海氷監視には、太陽高度の低い時期に、ALOSから送られて
くる合成開口レーダー(SAR)の画像を利用。

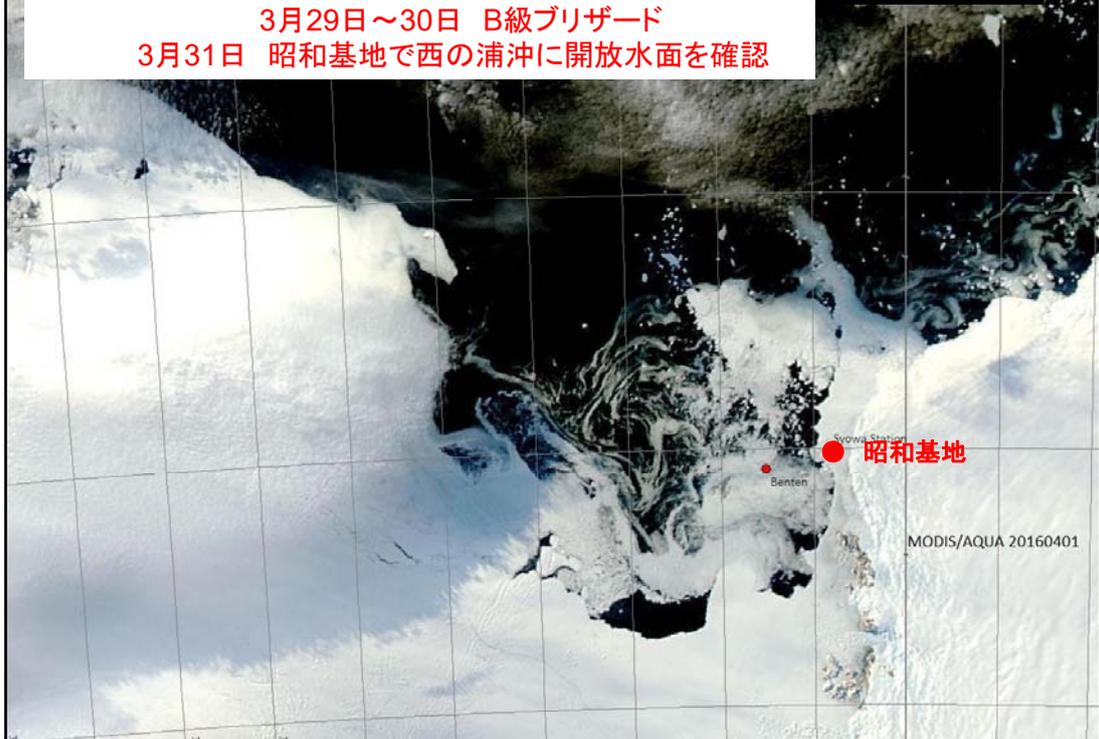
オンゲル諸島西側の定着氷の割れ込み確認

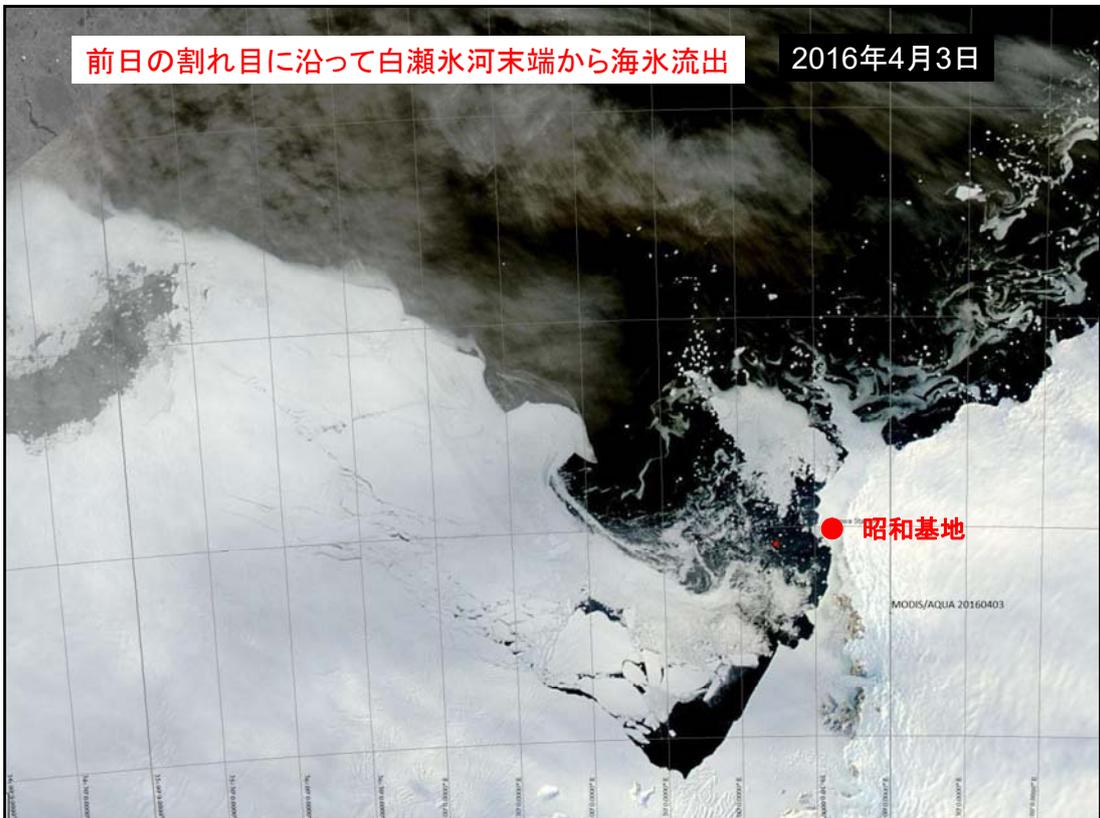
2016年3月20日

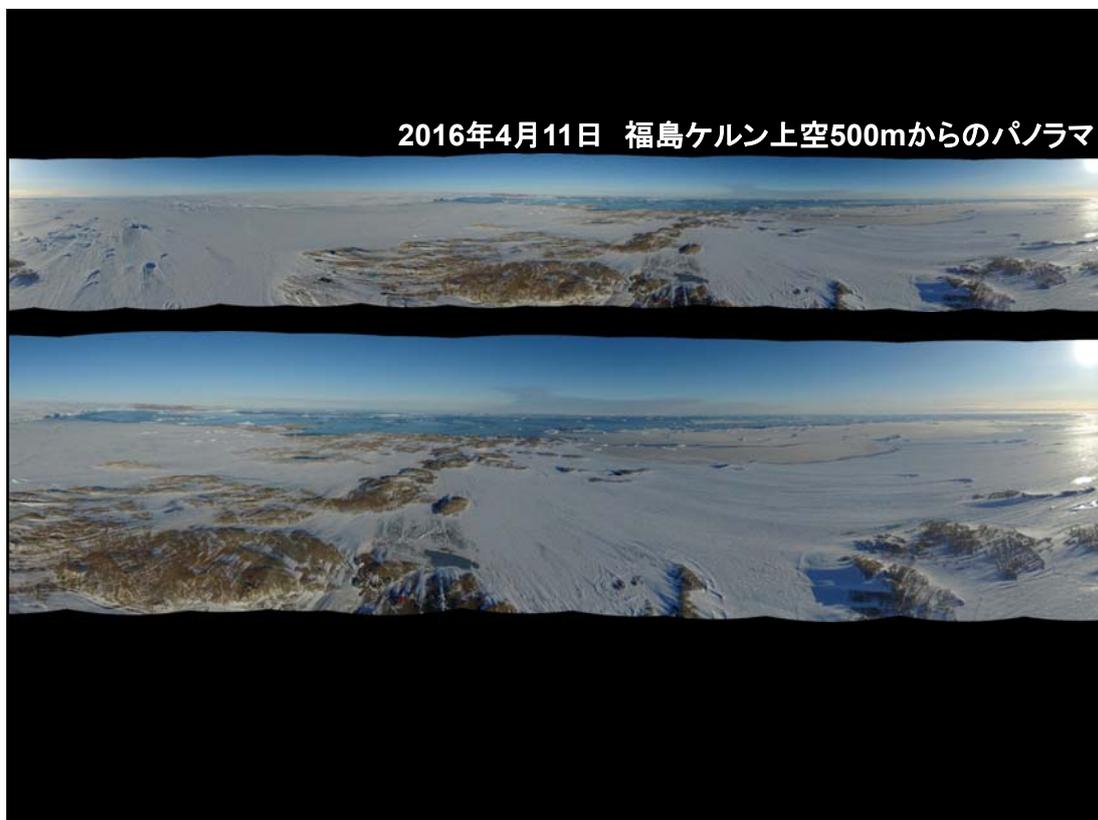
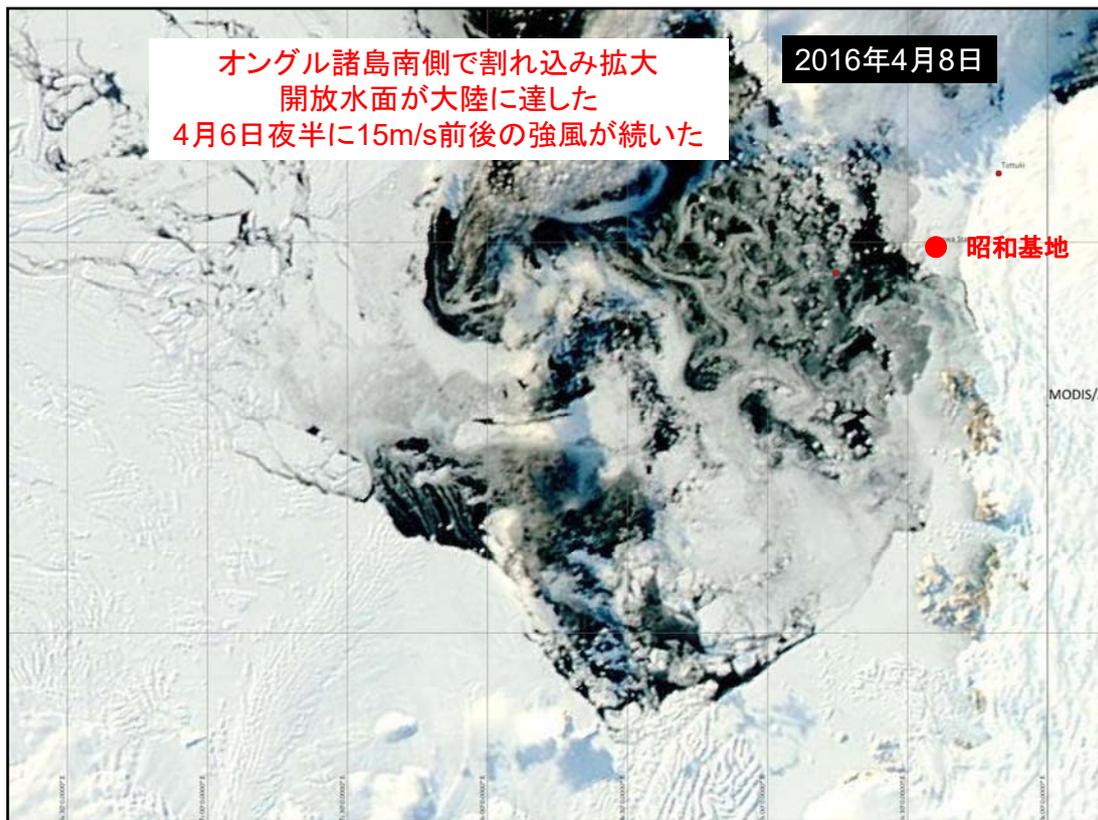


2016年4月1日 定着氷の割れ込みが湾のさらに奥まで拡大
3月29日~30日 B級ブリザード
3月31日 昭和基地で西の浦沖に開放水面を確認

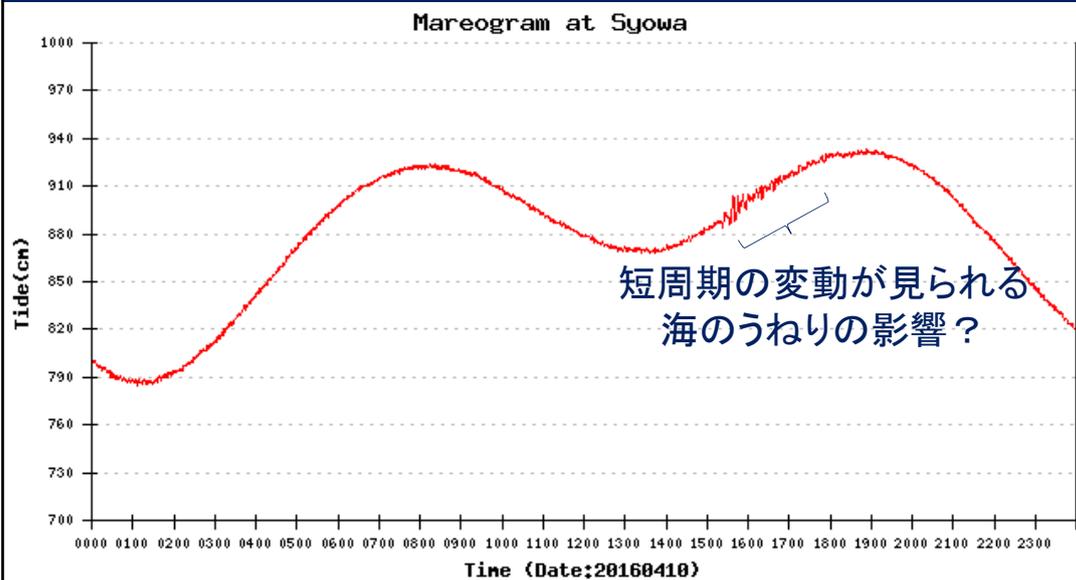
2016年4月1日







2016年4月10日 西の浦験潮小屋 潮汐データ



過去の海水流出事例

オングル諸島周辺の海水が流れたのは47次隊以来10年ぶり

リュツォ・ホルム湾の海水が広域に渡って流れたのは
44次隊以来13年ぶり

昭和基地周辺の海水の現状と今後の方針について

海水状況が不安定で、先が読めないため、北の浦と
西オングルルート以外の野外行動は極夜明けまで延期

今後の方針が野外観測に与える影響

2016年4月11日

影響を受けた野外観測 → 極夜明けに延期

気象: S17測器メンテナンス

気水圏: 大陸上の雪尺観測

地殻圏: 露岩GPS観測 S19GPS観測

影響を受けた設営作業 → 極夜明けに延期

機械: S16オペレーション

通信: S16雪上車無線機整備

環境保全: S16廃棄物持ち帰り

野外観測支援: 海氷上ルート工作

10月の内陸旅行 → 9月までに準備が整えばは可能。

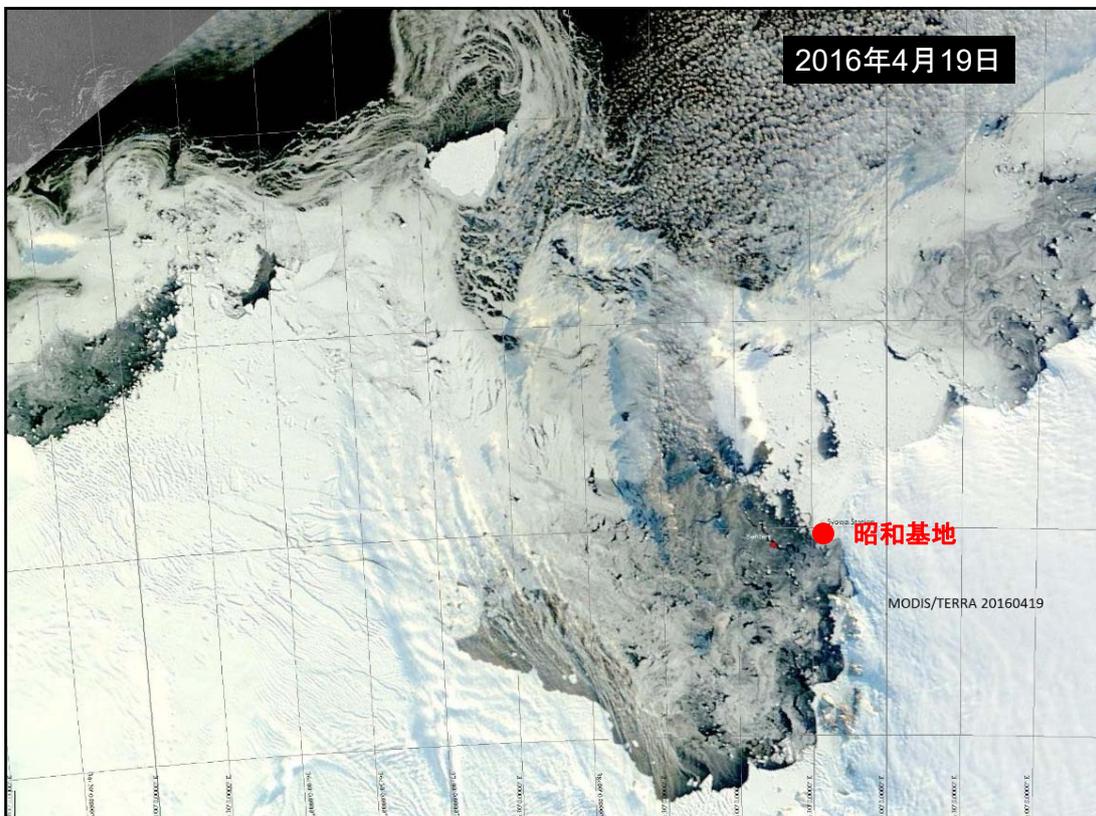
ただし、沿岸のルート工作と重なり、日程はタイトとなる。

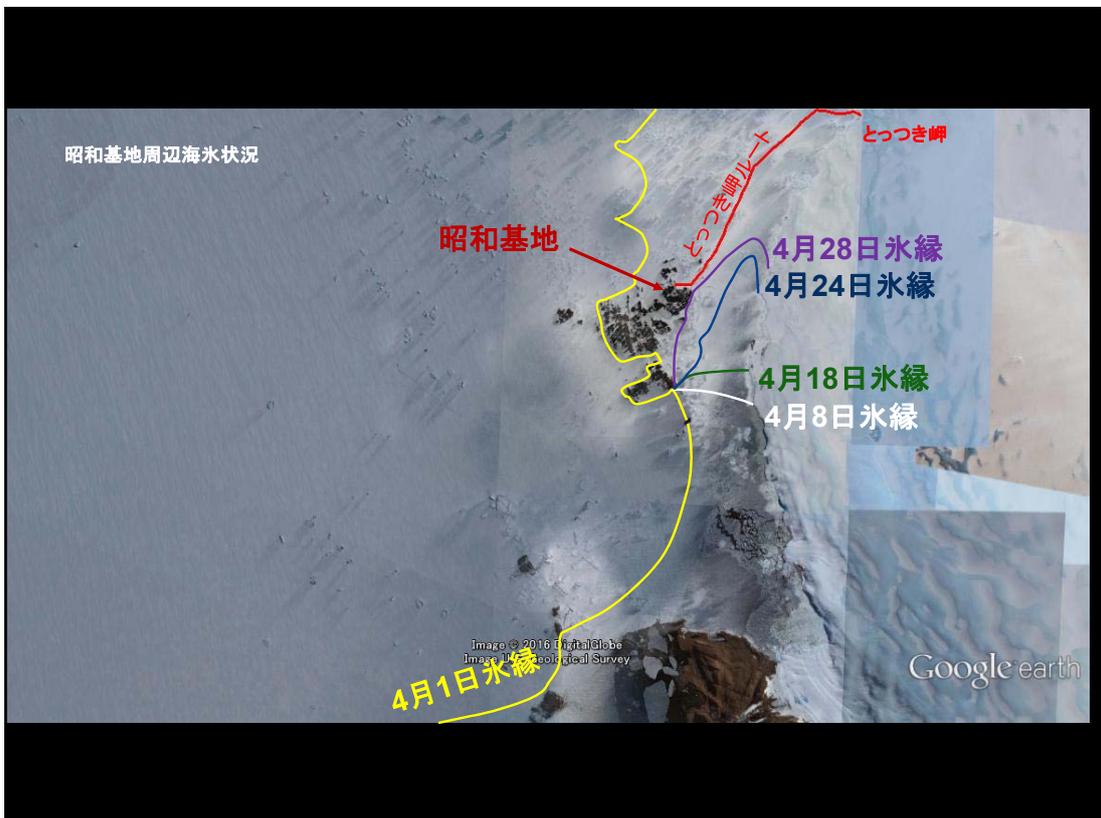
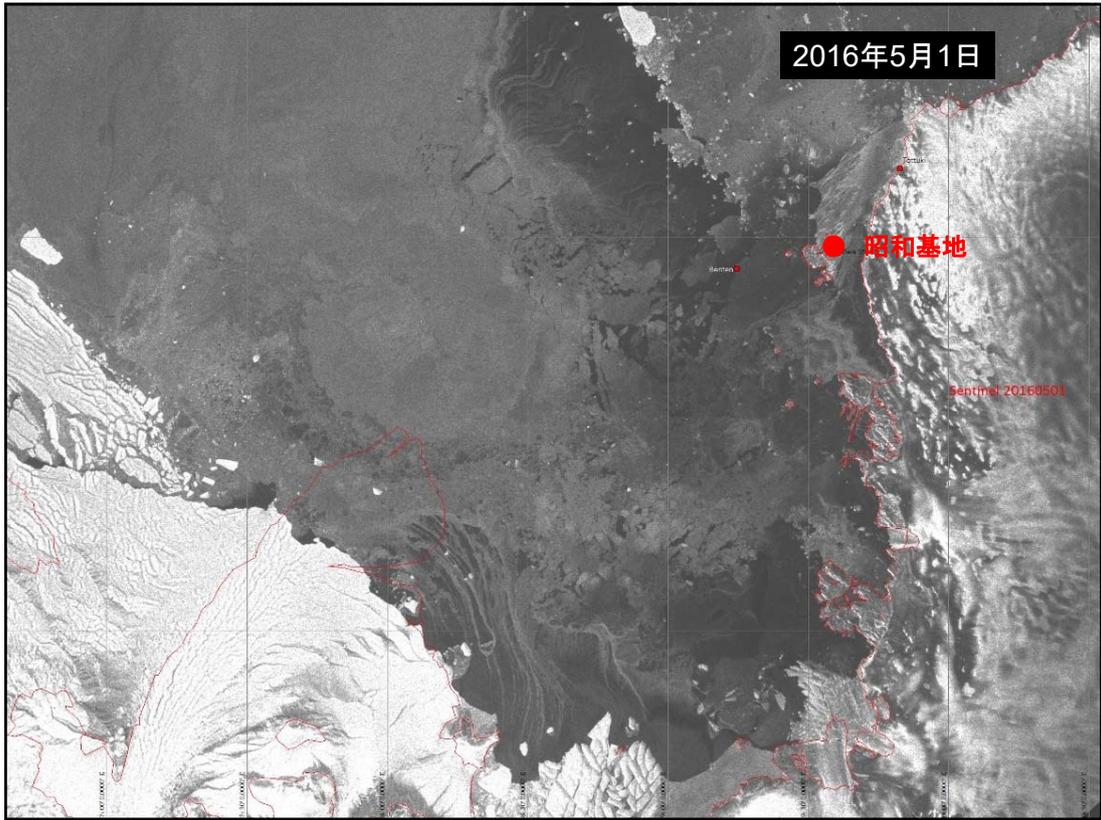
海氷の状況によって左右される。

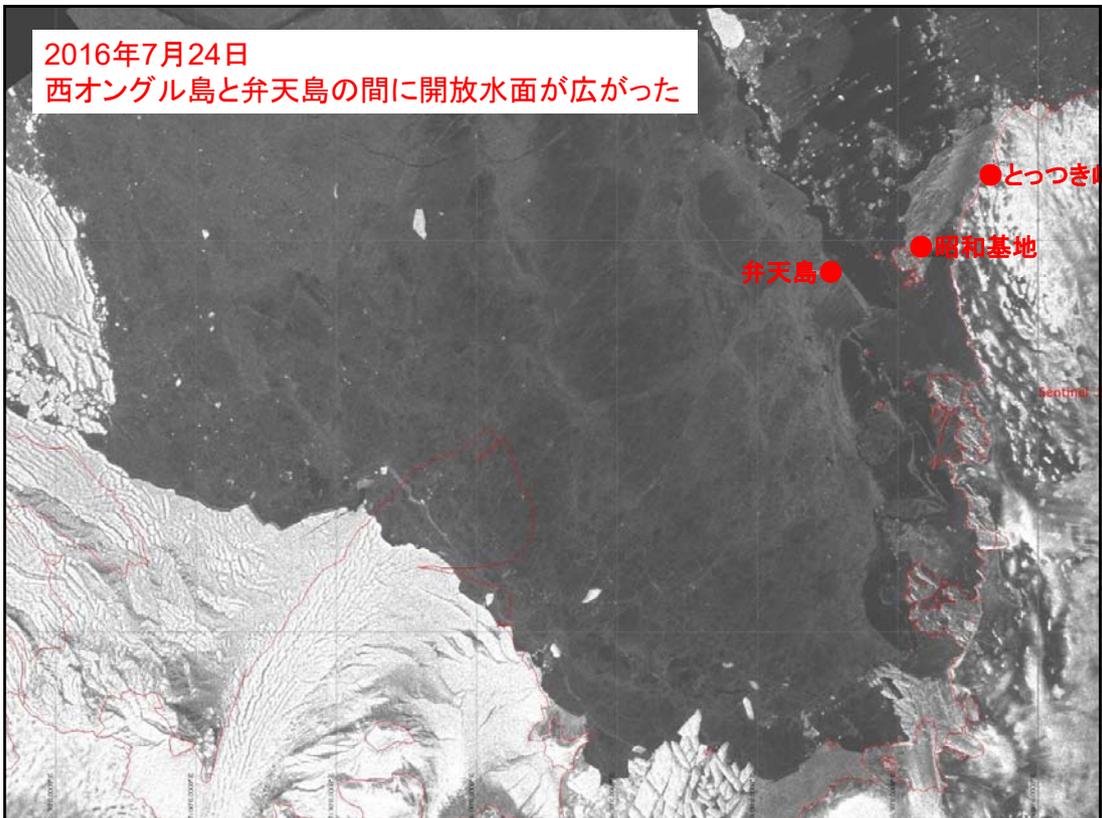
とっつき岬ルートの海氷が流れると、日程が後ろにずれ込む可能性が高い。

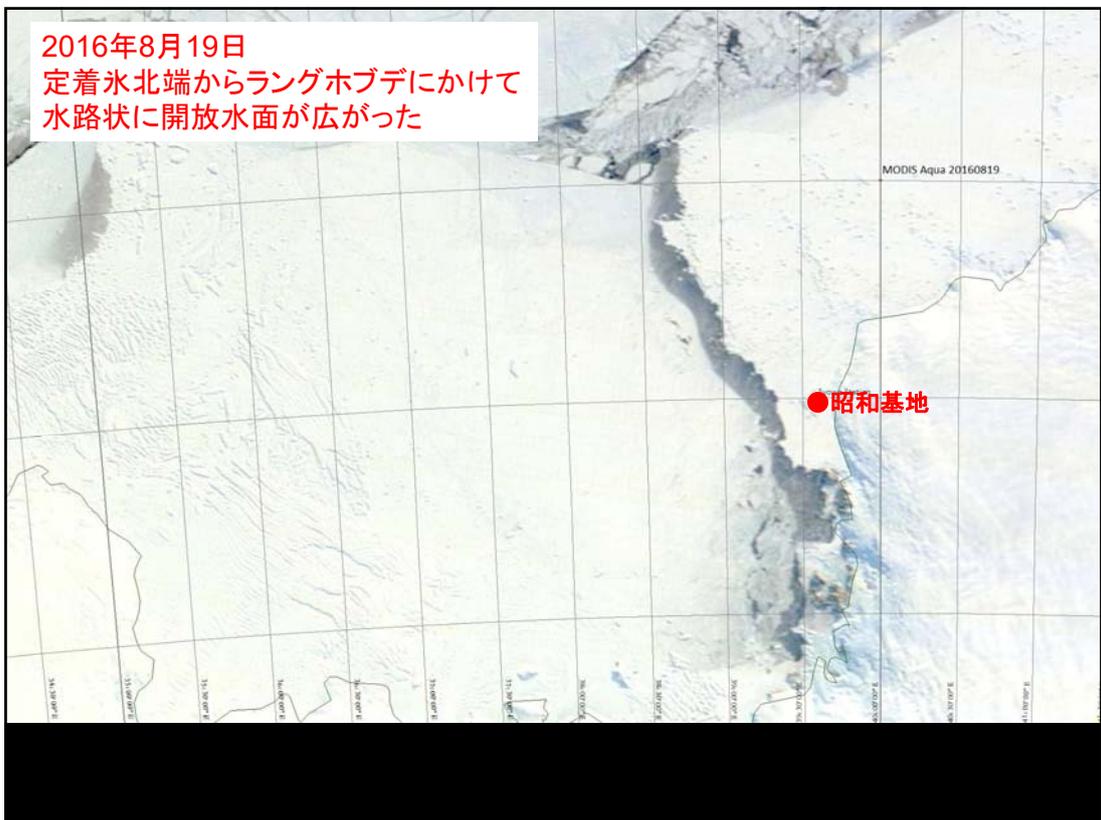
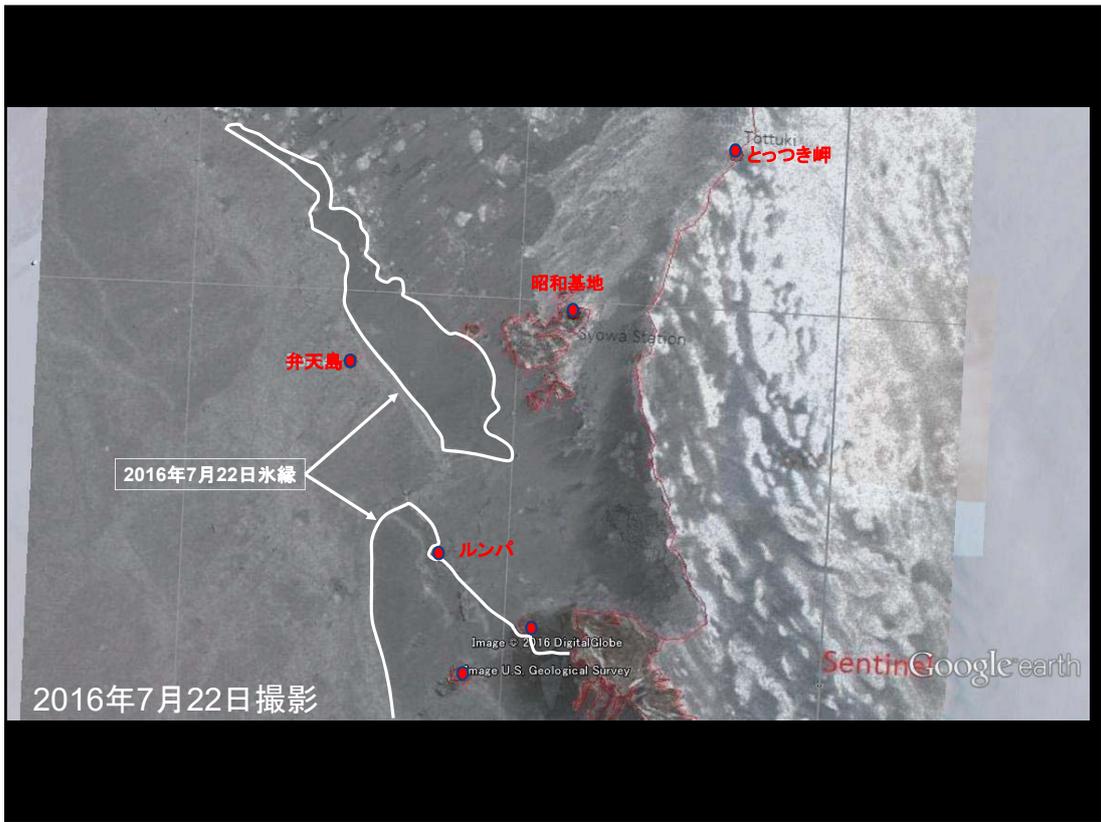
内陸旅行実施の判断は当初4月末と考えていたが、もう少し遅らせる予定。

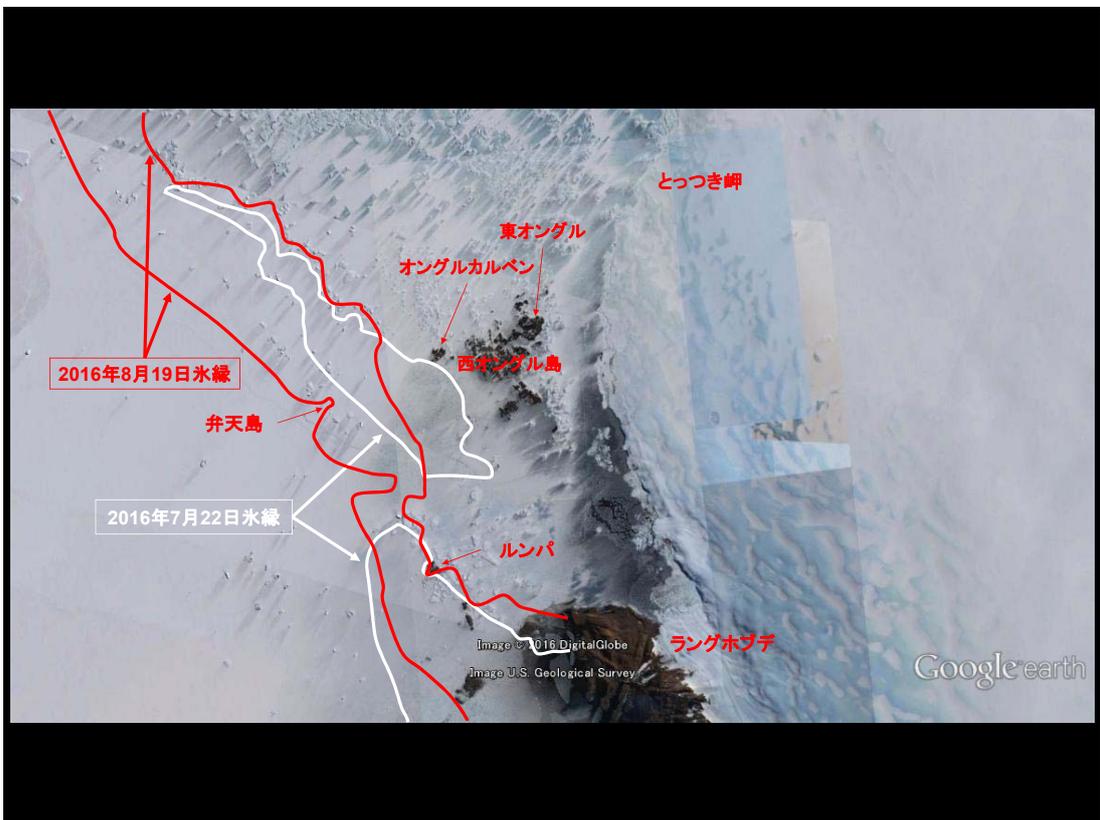
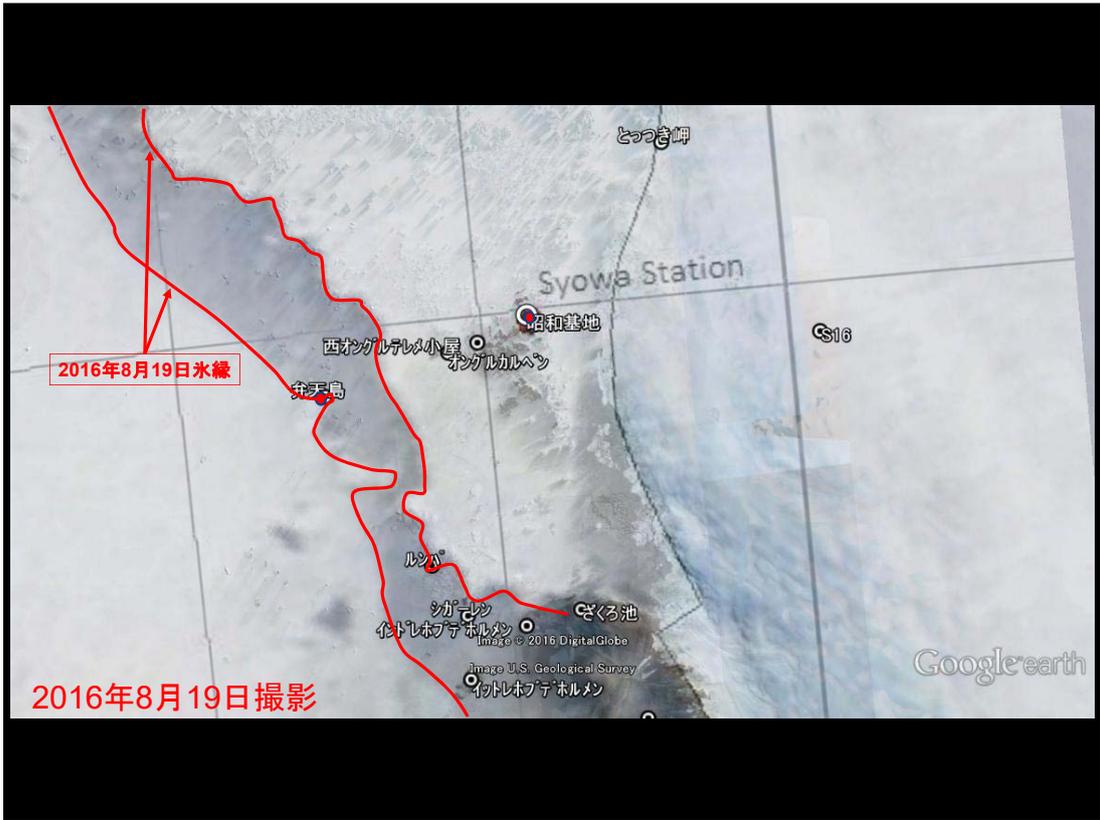
(基本的には実施の方向で考える)

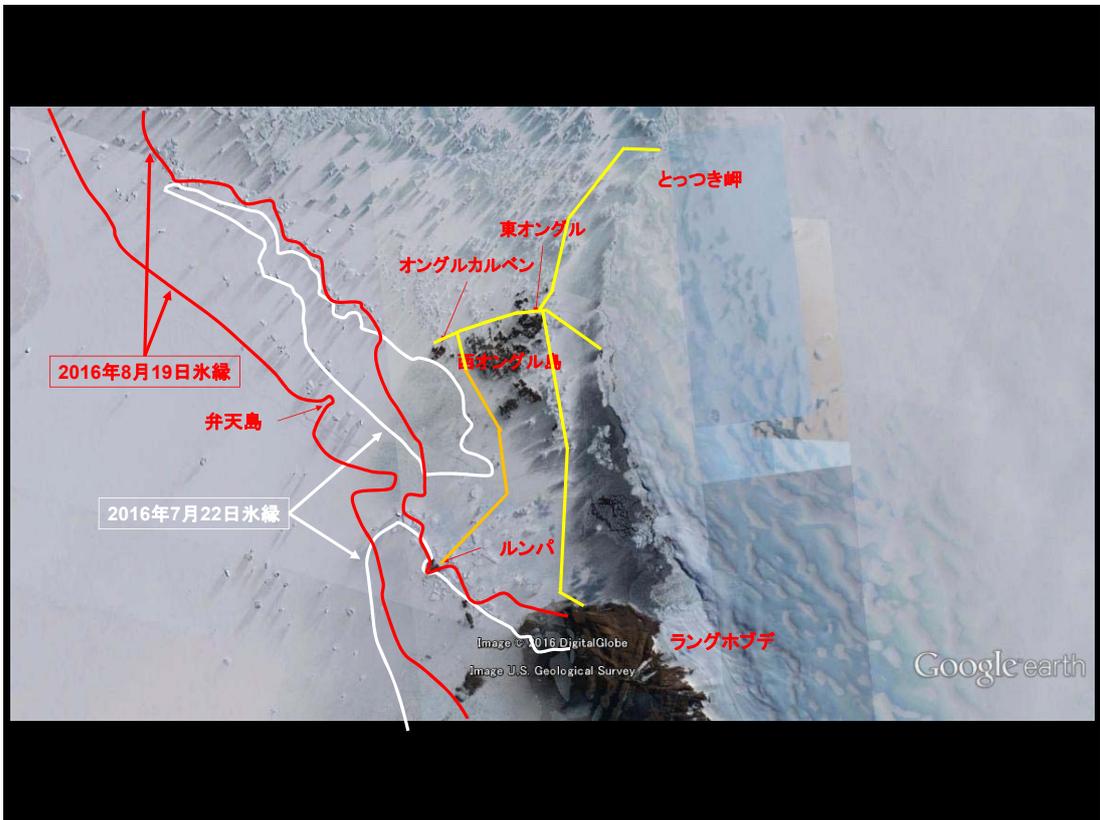
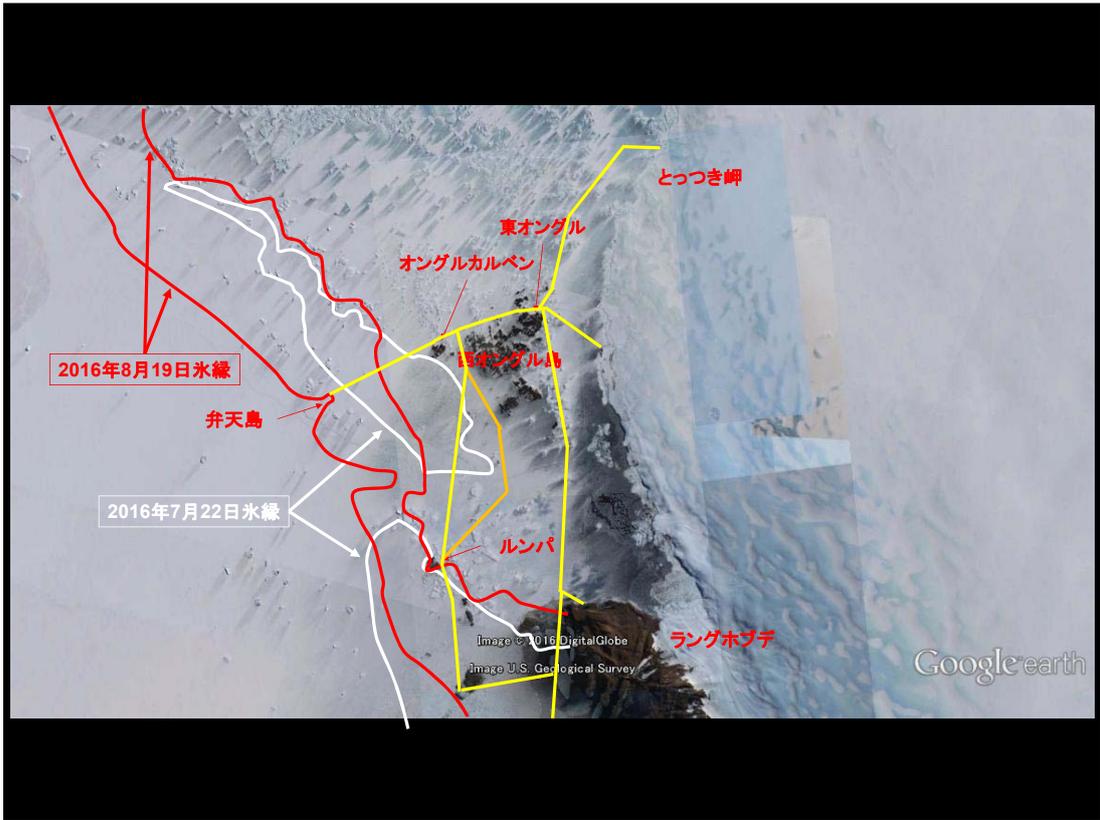


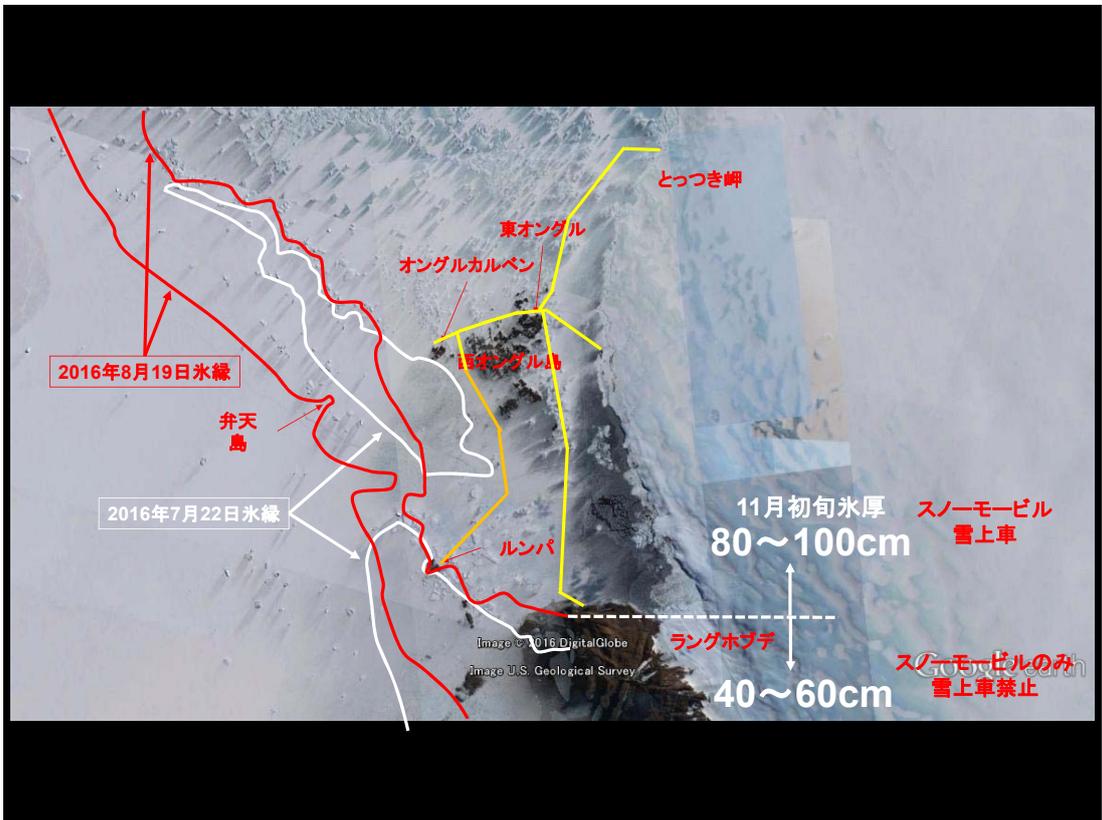
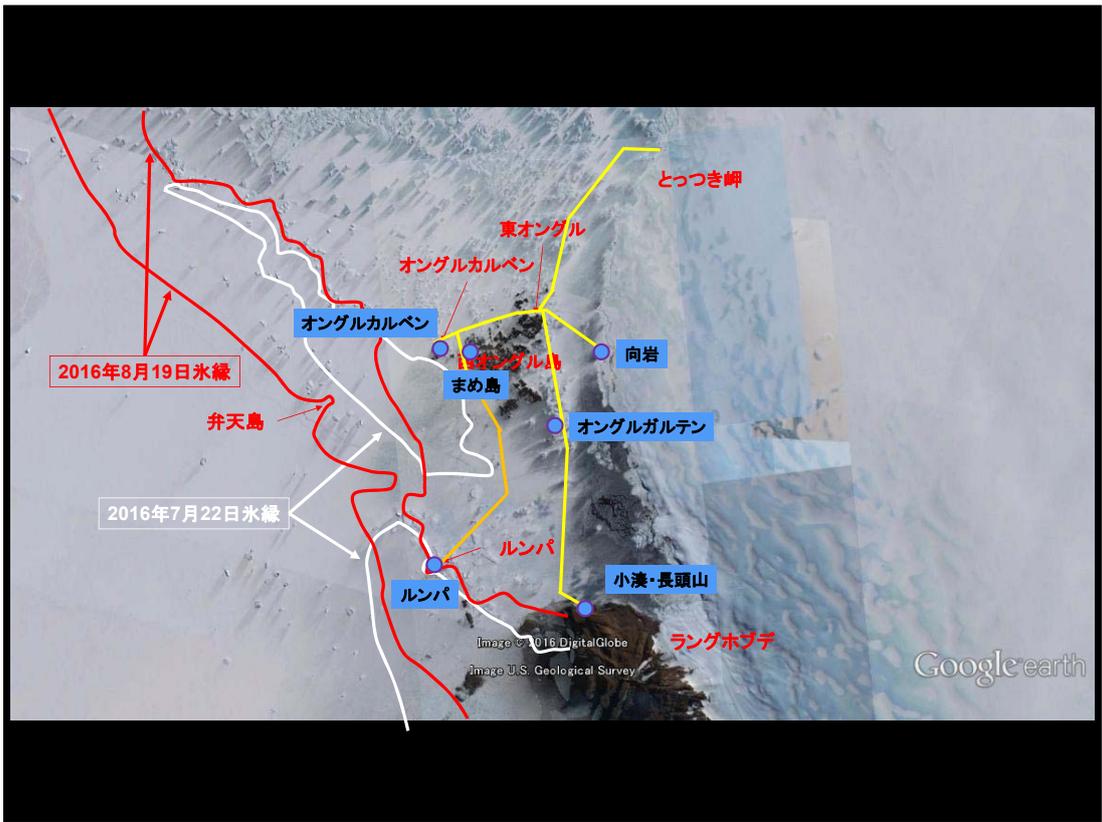




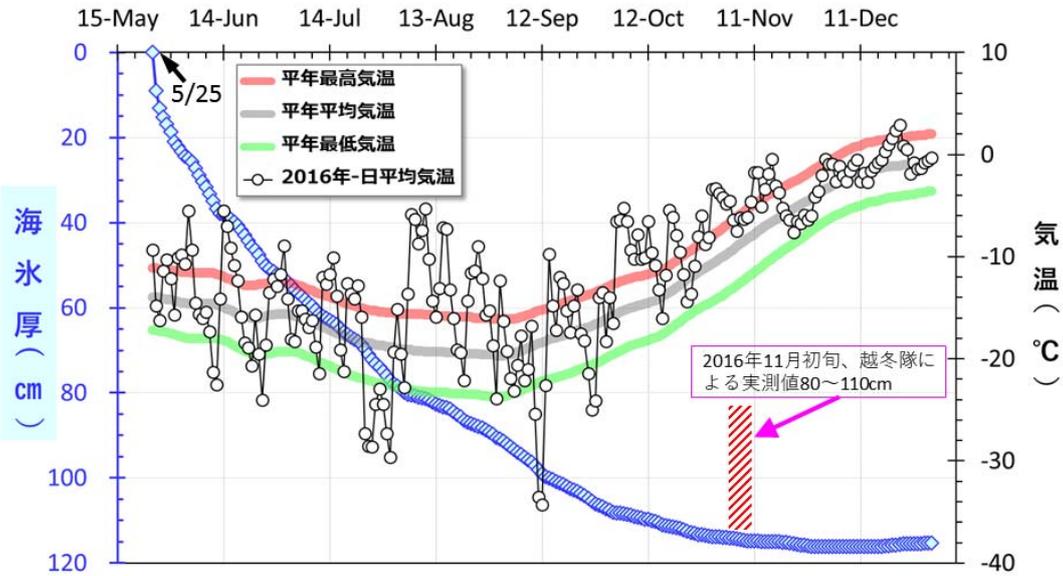








開放水面から新たに成長する海氷の厚さ推測 (気温データをもとに計算)



流出した海域で結氷が基地から視認された5月26日の前日を起点とした計算結果。2016年の気温 (白丸) は冬明けまでほぼ平常並み (グレー) で、春以降はやや高めで推移した。海氷厚の11月初旬時点の実測値 (赤斜線) と計算値 (青) を比較して実測値がやや小さくなった理由は、積雪や海洋の影響で海氷成長が抑制されたためと考えられる【極地研推測】。

まとめ

1. 2016年4月、昭和基地周辺の海水が10年ぶりに流出した。
2. 海氷の流出時及び海氷発達時に人工衛星データを用いて国内から監視を行なった。
3. 人工衛星データによる監視に加え、昭和基地でドローンを使って高度500mから撮影を行なったことによって、より詳細な海氷の様子を捉える事ができた。
4. 上空からの海氷状況の監視だけでなく、海氷上のルート作りの偵察にもドローンの利用は有効だと考えられる。