

# ALOS/PALSARを用いたSvalbard, Novaya Zemlya における氷河の流動速度の検出



宇宙測地学研究室 4年 小沼 義季

## 1.はじめに

本研究は、地球温暖化問題に関連して注目されている「氷河」の流動を、人工衛星から得られたデータを使って観測したものである。データは、JAXAが打ち上げた人工衛星「ALOS」に搭載されている、合成開口レーダー「PALSAR」が観測したものを利用した。合成開口レーダーはマイクロ波を地表にむけて放ち、その反射波を観測することによって地表の画像データを得る、能動的なレーダーセンサーである。最大の特徴は、昼夜、天候を問わず地表を観測することができるということである。人工衛星「ALOS」は地球を約90分で1周するので、ある地点を観測しながら通過した後、周回を繰り返してまたその地点の上を通り、観測することになる。すると、ある地点で、いくつかの時期の画像データを得ることが出来る。その得られたデータのうちから2つの時期のデータを選び、2つを比べることによって、地表の変化を観測することが出来るのである。



Figure.1 (JAXA <http://www.jaxa.jp/projects/sat/alos/>)  
ALOS/PALSAR 運用期間:2006年1月~2011年4月  
レーダー波長:Lバンド(波長23.5cm)

## 2. 先行研究

近年のグリーンランドの氷河を調べた研究では、流動速度が以前と比べて早くなっていることが報告されている。それをふまえて、そのグリーンランドと同じく、北極圏の高緯度に位置する「Svalbard」、「NovayaZemlya」の近年の氷河の流動速度がどうなっているのか?というのが本研究の動機である。

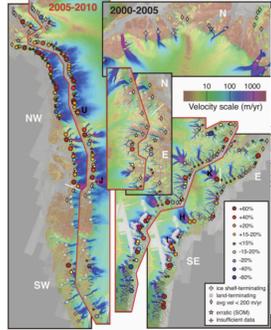


Figure.3 Figure.4 (Moon et al., 2012)  
2000~2010年におけるグリーンランドの氷河流動速度の変化

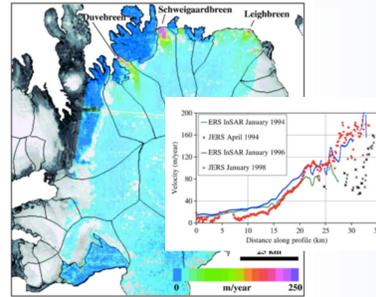


Figure.5 Figure.6 (Strozzi et al., 2008)  
1994~1998年におけるSvalbardの氷河流動速度の変化

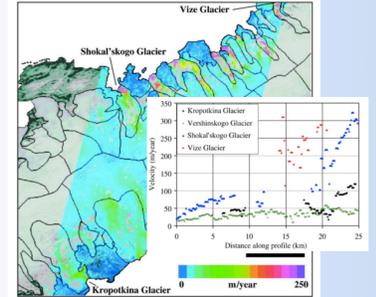


Figure.7 Figure.8 (Strozzi et al., 2008)  
1994年におけるNovayaZemlyaの4つの氷河の流動速度の変化

## 3. 観測地域

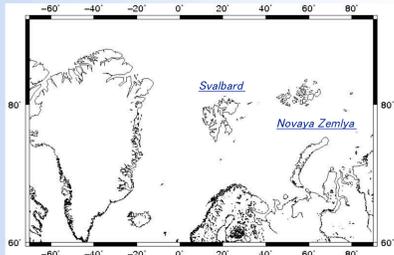


Figure.9 グリーンランド、Svalbard、NovayaZemlyaの位置関係

スヴァールバル諸島 (ノルウェー領土)  
総面積 : 60,640 km<sup>2</sup>  
人口 : 2,394 人  
北緯 : 74°~ 81°  
東経 : 10°~ 35°  
約6割が大小無数の氷河

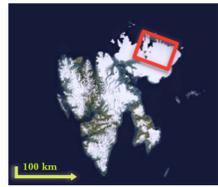


Figure.10 (挿れざき <http://vickywallst.blog15.fc2.com/blog-entry-979.html>)  
Svalbard諸島、上空からの写真

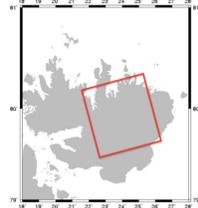


Figure.11 本研究で用いたPALSARのデータ  
Path:579 Frame:1610 (ascending)

ノヴァヤゼムリヤ (ロシア領土)  
総面積 : 90,650 km<sup>2</sup>  
人口 : 2,716 人  
北緯 : 70°~ 76°  
東経 : 51°~ 69°  
ソビエト連邦時代、核実験場とされ、1990年まで核実験が行われていた



Figure.12 (Google earth)  
NovayaZemlya

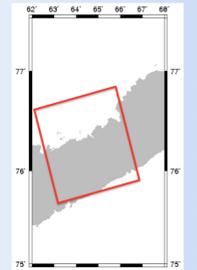


Figure.13 本研究で用いたPALSARのデータ  
Path:513 Frame:1530 (ascending)

## 4. 観測データ・結果

本研究ではPixel Offset法という手法を用いた。Table.1、Table.2は観測を行ったときの、衛星間の距離(基線長)を表したものである。SARデータの解析においては、2つのデータの観測期間と、この基線長が短いほど、良い結果を得られやすくなる。

### Svalbard

Duvebreen氷河に注目して、解析を行った。用いたのは2007年7月から2010年9月までの7つのデータである。本研究では、最も結果の良かった20080122\_20080608のペアを用いて氷河を観測した。

Path:579 Frame:1610 slave

master	20070722	20080122	20080608	20080724	20090124	20091027	20100914
20070722		1887	2665	-1317	-3327	-833	2304
20080122			1579	-3204	-2721	417	
20080608				-4785	-6797	-4301	-1162
20080724					-2010	463	3621
20090124						2493	5630
20091027							3137
20100914							

Table.1 基線長(m)の一覧表  
観測日(年、月、日)=(YYYYMMDD)

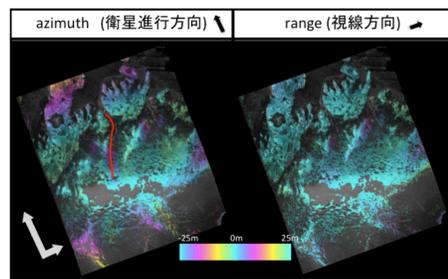
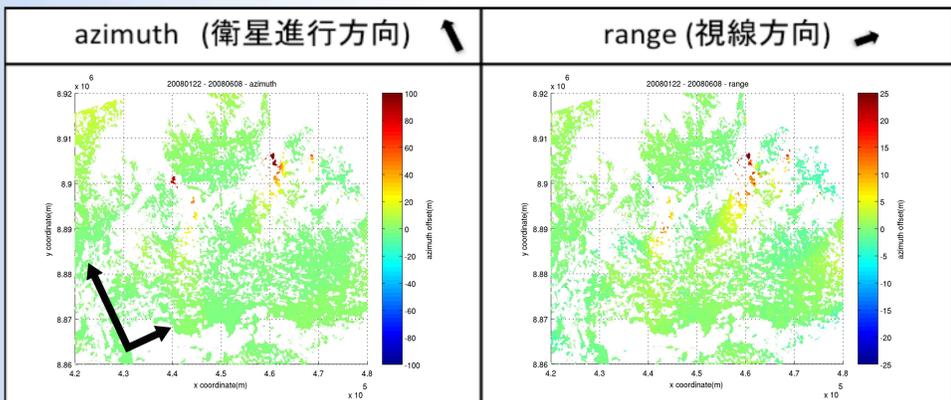


Figure.14 20080122\_20080608のPixel Offset画像



### NovayaZemlya

Vize Glacierに注目して、解析を行った。用いたのは2007年2月から2010年12月までの13のデータである。本研究では、20071223\_20080206、20081225\_200902092つのペアを用いて氷河を観測した。

Path:513 Frame:1530 slave

master	20070204	20070907	20070922	20071223	20080207	20080509	20081225	20090209	20090627	20090815	20090922	20100330	20100630	20101231
20070204		1433	1712	2826	3078	-3896	-4506	-1582	-402	-293	331	2995	4706	
20070907			814	1195	2139	-5385	-3866	-3021	-1883	-1723	-1099	1240	1584	3277
20070922				914	1855	-5687	-4148	-3303	-2165	-2004	-1380	960	1282	2996
20071223					6580	-5061	-4217	-3078	-2918	-2294	46	368	2081	
20080207						-1583	-4004	-9160	-4022	-3861	-3237	-897	-976	1138
20080509							1230	2768	3205	3066	4290	6222	6954	8669
20081225								1984	2145	2349	5111	5433	7147	
20090209									1139	1300	1923	4265	4587	6301
20090627										161	785	3128	3448	5162
20090815											624	2945	3267	5001
20090922												2843	4872	
20100330													334	2037
20100630														1713
20101231														

Table.2 基線長(m)の一覧表  
観測日(年、月、日)=(YYYYMMDD)

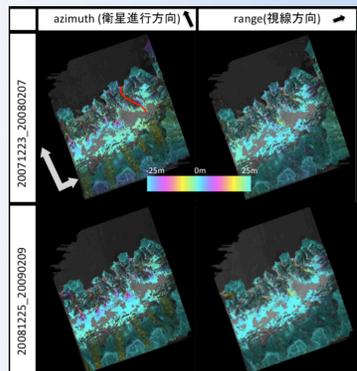


Figure.15 20071223\_20080206、20081225\_20080209のPixel Offset画像

## 5. 速度推定

解析したデータから流動速度の最大値を求めた。

Duvebreen(Svalbard) 234.63 ~ 241.13m /year  
Vize Glacier(NovayaZemlya) 394.75 ~ 446.67 m /year(20071223\_20080207)  
367.22 ~ 404.99 m /year (20081225\_20090209)

## 6. まとめ

- 今回の結果から、グリーンランド以外の北極圏の氷河でも、流動速度が速くなったことが確認された。
- 氷河を観測することが出来たデータはごくわずか。観測が出来たデータも、今後、解析方法を改良すれば、さらに良い結果を得ることが出来るはず。

### 参考文献

Tomokazu Kobayashi, Mikio Tobita, and Makoto Murakami (2011) - Pixel Offset Technique for Measuring Local Large Ground Surface Displacement. *Journal of the Geodetic Society of Japan* Vol. 57, No. 2, (2011) pp. 71-81  
 F. M. Joughin, B. Smith, L. Howat (2012) - 21st-Century Evolution of Greenland Outlet Glacier Velocities. *DOI:10.1126/science.1219985* *Science* 336: 576 (2012)  
 Tazio Strozzi, Alexei Kouraev, Andreas Wiesmann, Urs Wegmüller, Aleksey Sharov, Charles Werner (2008) - Estimation of Arctic glacier motion with satellite L-band SAR data. *Remote Sensing of Environment* 112 (2008) 636-645  
 Masato Furuya (2006) - InSAR: A New Trend in Crustal Deformation Measurement. *Journal of the Geodetic Society of Japan* Vol.52, No.4, (2006), pp.225-243