



マイクロ波による海氷物理量計測に関する研究

A study on microwave measurement of sea ice physical parameters

若林 裕之, 中村 和樹 (日大)
長 康平(WNI)

CEReS環境RSシンポジウム
千葉大学 Feb.22,2013

概要

- ✓研究目的
- ✓テストサイト
- ✓グラントゥールースデータ解析
- ✓衛星データ解析
- ✓まとめ・今後の課題

2

研究の目的

- 研究目的
 - 海氷モニタリングにおけるリモートセンシングデータの有効利用
 - 環境変動の把握
 - 氷海における航路の確保
 - SARによる海氷モニタリングの有効性評価
 - 周波数および偏波特性把握
 - 海氷物理量(氷厚・表面ラフネス)抽出の可能性評価
- 今までの経緯
 - 1993~2013までの海氷観測実験(サロマ湖及び外洋)
 - ERS-1/2, JERS-1, RADARSAT等の単偏波SARによる解析
 - 海氷の成長に伴う後方散乱特性
 - 後方散乱の入射角特性を利用した海氷物理量の抽出
 - 多偏波SAR (Pi-SAR, PALSAR)データの解析
 - 海氷物理量に感度の高いパラメータ検討
 - 薄氷域における海氷検出精度向上

3

SARによる海氷物理量計測における問題点

- 地上観測データに起因する問題
 - 海氷の後方散乱特性:誘電率とラフネスに依存
 - 誘電率: 現地での直接測定が困難 > 氷の塩分濃度と表面温度からモデル推定
 - ラフネス: 広範囲の把握が困難 > 数少ない観測点のデータ使用
 - 多様な氷厚に対するデータ取得の問題
 - テストサイト
 - サロマ湖: 氷厚範囲 20cm~40cm
 - 船舶による観測: 衛星同期観測やデータ解析における同定
- 問題点解決を目標にサロマ湖における観測実験を実施
 - 海氷表面誘電率の直接測定
 - 薄氷域データの取得

4

関心領域とテストサイト



オホーツク海

*オホーツク海に発生する海氷はすべてが一年氷であり比較的薄い氷が多い

*薄氷の特性を把握するのに適したサイト

サロマ湖

*オホーツク海と2つの湖口で接続されている

*湖水の塩分濃度は外洋の海水とほぼ同じ

*冬期間の湖水は20~40cmとなり安定している

5

Satellite and Ground Observations

✓Satellite observation

List of satellite data in 2012 observation period

Satellite/Sensor	Acquisition date	Acquisition mode	Incidence angle (deg.)
ENVISAT/ASAR	Feb. 14, Feb. 22	AP-mode HH+VV	32 (Feb. 14) 23 (Feb. 22)
TerraSAR-X	Feb. 16, Feb. 23	Dual-pol.	
RADARSAT-2	Feb. 18	Quad-pol.	40

✓Ground truth experiment :2012/02/13-02/24

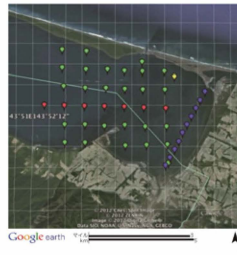
6

地上データサマリ

✓ 東西南北にほぼ1km間隔で測定ポイント設定(44点)

✓ 計測項目

- ・氷厚(平均:33.3cm)
- ・表面粗度(平均:RMS高さ 3.3mm)
- ・海水表面塩分濃度(平均:12.4ppt)
- ・積雪深(平均:9.6cm)
- ・海水表面誘電率



7

広域氷厚と塩分濃度の関係

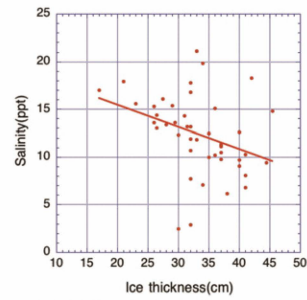
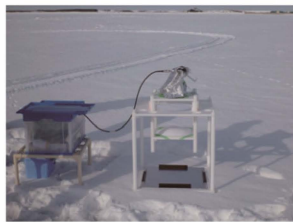


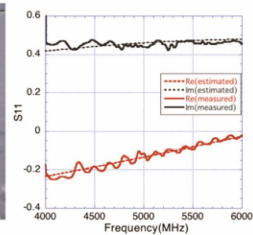
Fig.2 Relation between ice thickness and ice surface salinity

8

自由空間法による誘電率計測 (S11使用)



Measuring system for ice surface dielectric constants



サンプリング地点SN6
推定値 7.21-j2.74

9

自由空間法による誘電率計測結果

Site	Ts(cm)	Ti(cm)	Si(ppt)	DC(Re) Measurement	DC(Im) Measurement	DC(Re) Model est.	DC(Im) Model est.
SN1	8	21	17.9	8.78	-0.502	4.66	-0.69
SN2	8	26	15.3	5.42	0.0	4.31	-0.55
SN3	11	38	6.2	6.00	0.0	3.51	-0.23
SN6	15	35	12.5	7.21	-2.74	4.21	-0.51
SN7	14	35	10.0	5.45	-1.94	3.93	-0.4
SN10	10	32	2.6	3.66	-0.52	3.24	-0.12

10

衛星データ処理

ENVISAT-APS

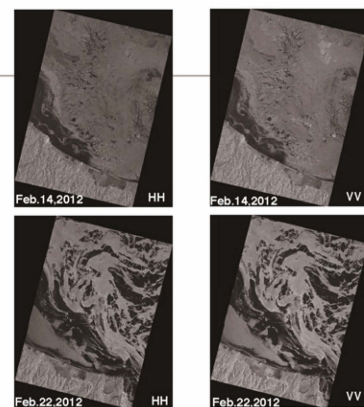
- (1) 複素-振幅変換
- (2) アンテナエレベーションパターン補正
- (3) 距離補正
- (4) 入射角補正
- (5) 後方散乱係数変換
- (6) UTM座標投影
- (7) サンプリングポイント抽出

RADARSAT-2

- (1) 複素-振幅変換
- (2) 入射角補正
- (3) 後方散乱係数変換
- (4) UTM座標投影
- (5) サンプリングポイント抽出

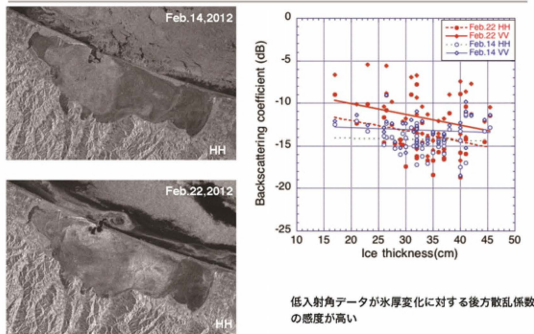
11

ENVISAT ASAR



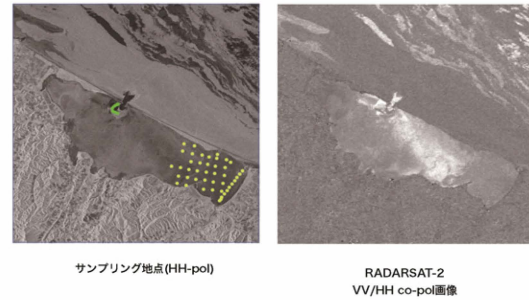
12

ENVISAT/ASAR データ解析結果



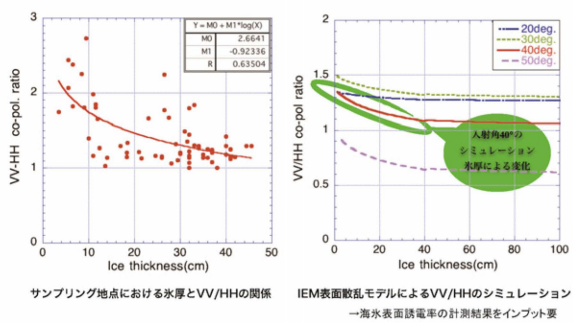
13

RADARSAT-2 データ解析結果1



14

RADARSAT-2 データ解析結果2



15

まとめ

- ✓ サロマ湖にてSARデータの海水モニタリング有効性を評価するための同期実験を実施
 - ✓ ENVISAT/ASARとRADARSAT-2データと同期
 - ✓ 海水の後方散乱特性に関する詳細計測実施
- ✓ 誘電率計測結果
 - ✓ 海水表面塩分濃度との関係を確認
 - ✓ モデル計算による誘電率より大きい誘電率を確認
- ✓ ENVISATおよびRADARSAT-2データ解析
 - ✓ ENVISATデータ:氷厚-後方散乱係数(低入射角有意性)
 - ✓ RADARSAT-2:VV/HH偏波比の氷厚依存性

16

今後の課題

- 誘電率計測の精度確認および精度向上
- 海水誘電率モデルの改良
- 継続したトゥルスデータ取得および衛星データ解析
 - サロマ湖、アラスカ・バロー定着氷

謝辞

- ENVISATデータの一部は「千葉大学環境リモートセンシング研究センター共同利用研究」にて購入。
- 「IARC-JAXA 情報システム(IJIS)及び衛星データ等を利用する北極圏研究」の助成を受けて観測実験を実施およびENVISATデータの一部購入。
- RADARSAT-2データはKIOST(Korea Institute of Ocean & Technology)の好意により提供。
- 薄氷グランドトゥルスデータは東海大学(長 研究室)の好意により提供。

17