

JAXAの衛星による海洋観測と 北極海への取組みについて

木村 俊義
宇宙航空研究開発機構
地球観測研究センター

JAXAの海洋観測についての取組み

政策からの位置づけ

(1) 宇宙基本計画(平成25年1月)

第3章 宇宙開発利用に関し政府が総合的かつ計画的に実施すべき施策

3-1. 宇宙利用拡大と自律性確保を実現する4つの社会インフラ

B. リモートセンシング衛星

・リモートセンシング衛星については引き続き、地図作成、資源探査、農林漁業への活用、災害監視、**海洋観測等に取り組む**(後略)。

・産業、行政、大学等による**新たな衛星データ利用のための実証研究等を支援**するとともに、リモートセンシングに係る利用コミュニティの形成を図る。

(2) 海洋基本計画(平成25年4月)

第2部 海洋に関する施策に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策

5 海洋の安全の確保

6 海洋調査の推進

7 海洋科学技術に関する研究開発の推進等

においても衛星による海洋観測の推進に言及

基本的な海洋情報と、主な各国衛星

観測対象	海外衛星の活用	我が国の衛星	備考
海面水温	NOAA他多数	GCOM-W, GCOM-C, ひまわり	
海上風ベクタ	MetOp, WindSat	GCOM-W(風速のみ)	
海面高度	JASON	(研究・提案中)	海流他
海面塩分濃度	Aquarius, SMOS	-	
海色	EOS, JPSS他	GCOM-C	プランクトン他
海氷	RADARSAT2, MODIS他	ALOS-2, GCOM-W, GCOM-C	
降水	マイクロ波搭載衛星	GPM, GCOM-W	海上気象

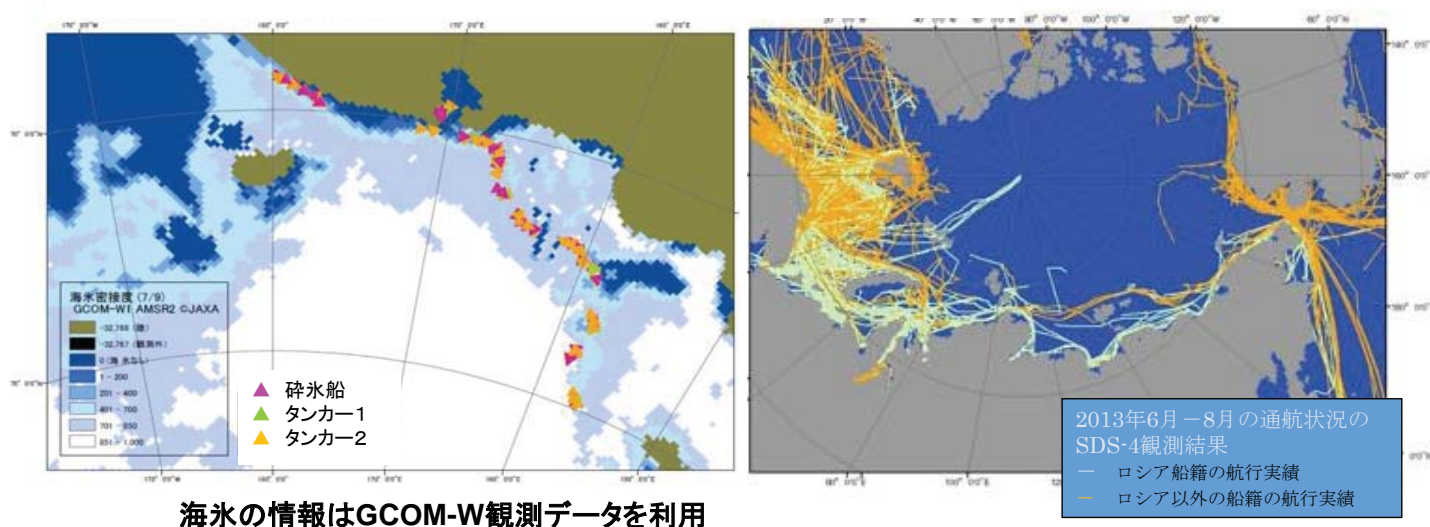
現在運用中/計画中の衛星を用いて基本的な情報収集が可能な状況

更に船舶信号(AIS)の衛星検出、および地球観測衛星からの船舶識別技術、それらを海況情報とマージして提供できる総合的なシステムの研究にとりかかっている

AIS信号を用いた北極海の通航状況把握の例

東シベリア海の衛星AIS信号と海氷の衛星データとの複合解析 2013年7月6日～12日

- 通航状況と海氷状態との関係を同時に把握
(図では砕氷船がタンカーを先導している状態がわかる)



- これまで
 - 地球規模の海洋観測を重点に整備を重ねてきた
 - 状況把握としてはGCOM-Wによる北極海海氷観測と沿岸AISデータだけでもある程度有効
 - 国際協力を含めた衛星観測網においては、近年打ち上げのものを含め、すでに整備を完了しつつ有るとの認識
- しかしながら
 - これを例えば北極海航路の運航判断するような具体的実利用のシステムとして高度化していくためには、これらに加えて
 - ✓ 領域を限りつつ、海氷等の海上物識別のため、さらなる高分解能観測
 - ✓ 沿岸から離れたAIS信号受信
 - ✓ 海上物以外の海況情報提供システム（国内外の衛星観測データ、現場データの統合）等の目的を踏まえた統合化されたデータ提供システムが必要

**更にこうしたサービスを提供し続けられる
地球観測衛星の維持/運用が必須**

- 海氷モニタリング情報
 - GCOM-W(しずく)パッシブマイクロ波センサ(AMSR2)による高頻度全天候低分解観測
 - ALOS-2(だいち2号)L帯合成開口レーダ(PALSAR-2)による低頻度全天候高分解観測
 - GCOM-C SGLIによる高頻度晴天時高々分解能観測

これらを総合した複合衛星データ情報表示システムの構築
- 船舶情報
 - 衛星による沿岸より離れたAIS信号の受信
- 海況情報(その他情報)
 - 国内外衛星データを利用した総合的な海況情報提供システム

(本検討はRESTEC(山之口勤他)、JAXA-EORC(堀雅裕、清水収司)、JAXA-ALOS2(野田明子)等と共に実施したものです)

- 既に打ち上げ済みのGCOM-W(しずく)AMSR2と本年度打上予定のALOS-2 PALSAR-2の相互の観測特性を活かした観測データの複合利用を前提に、北極海航路用の海氷モニタシステムについて検討を行った。(尚、すでにAMSR2による海氷密接度モニタシステムは別途稼働中)

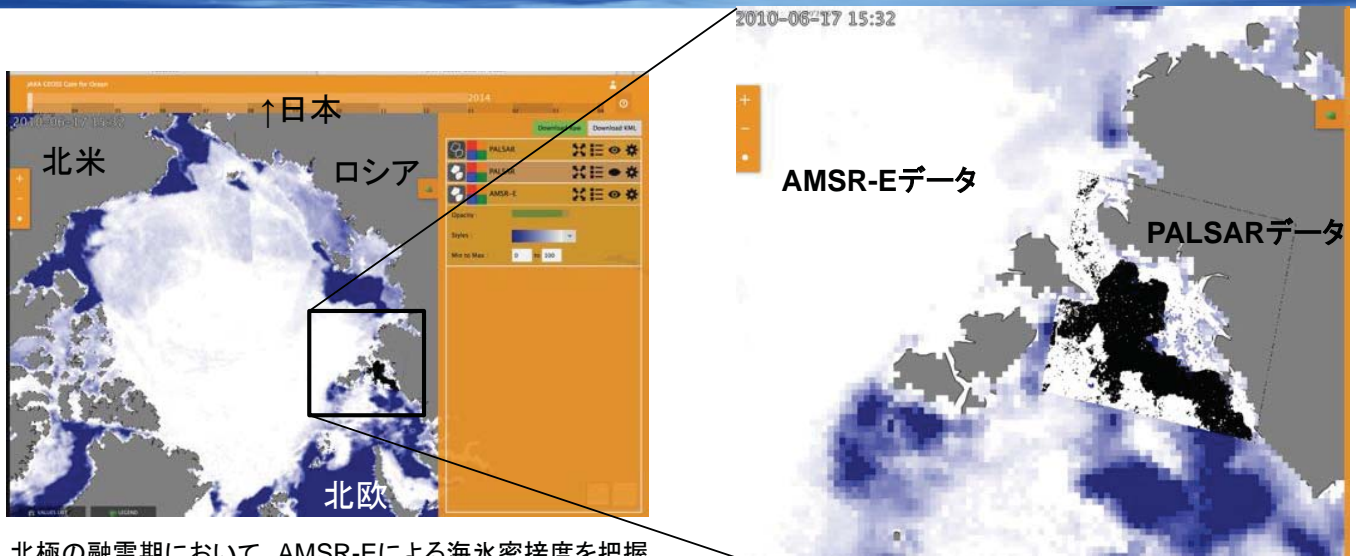
AMSR2
観測巾1450km
極域マップ間隔(1回/日以上)
地表面解像度(10~25km程度)
降交点地方時 13:30

PALSAR-2(SCAN-SAR)
観測巾350/490km
極域マップ間隔(14日)年3回以上
地表面解像度(約100m)
降交点地方時 12:00

極域マップ頻度
地表面解像度

AMSR2>>PALSAR-2
AMSR2<<PALSAR-2

PALSARとAMSRによる海氷情報の整合性は良好か？



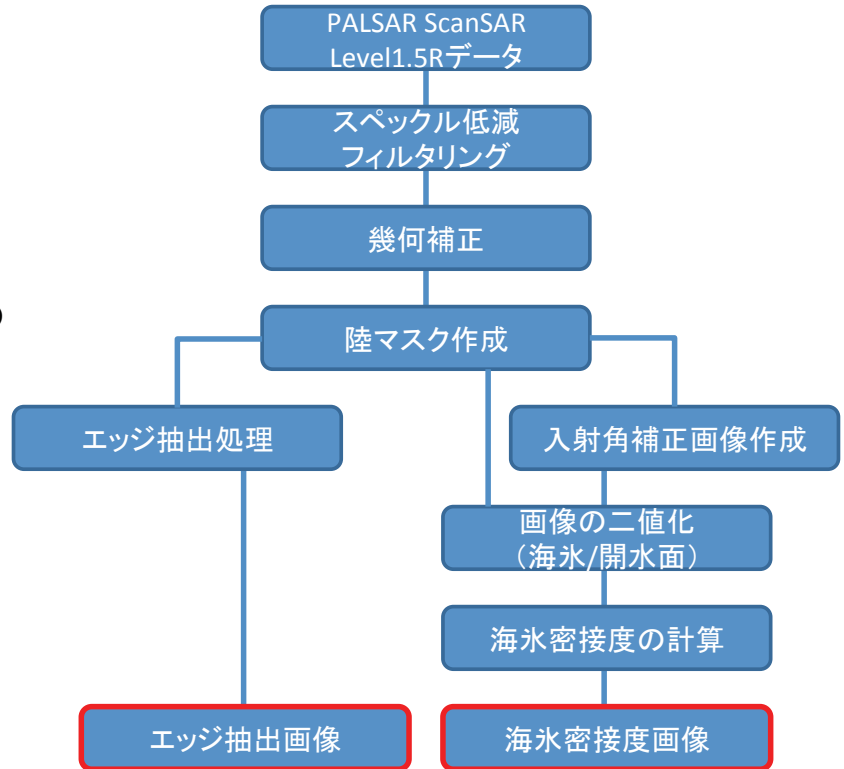
北極の融雪期において、AMSR-Eによる海氷密接度を把握
図は2010/6/17における試作システムのスクリーンキャプチャ

予め知られている狭小で航行にクリティカルな地域についてPALSAR(ALOS)で撮影し、海氷をエッジ処理で識別した詳細画像を重ねて表示した黒く見える領域が開水域

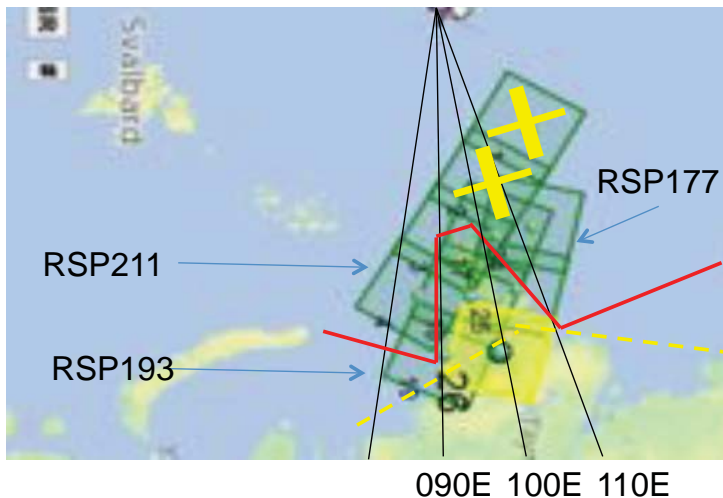
本システムはPALSAR-2/だいち2号機の打上後、AMSR2/しずくと共に用いることで常に最新情報を表示可能(AMSRデータ毎日更新/PALSARデータ3-4日毎[ALOS実績])

<実施概要>

- オホーツク海向けに開発された、PALSAR/ScanSARデータによる海水氷密接度画像、エッジ画像を北極海向けにチューニングし、適用可能性を確認
- AMSR-Eの同日観測の画像との比較を通じて判読・評価を実施



処理の概要図



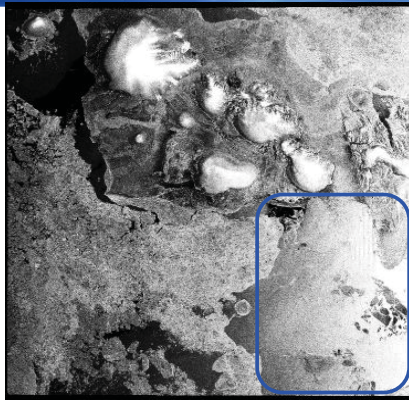
解析対象海域
 赤線は北極海航路(北ルート)
 黄色線は北極海航路(南ルート)

<処理海域とデータ>

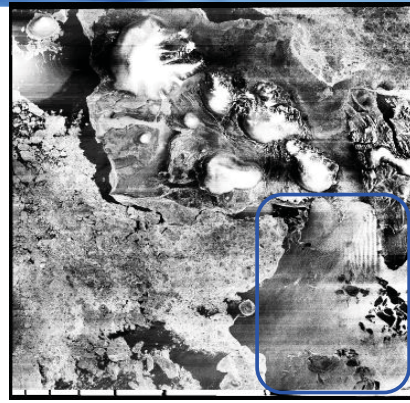
- 過去のマイクロ波放射計の観測結果より、夏期において最も遅くまで海水氷が残留する東経90-110Eの北極海沿岸域を選定。
- ちょうど海水氷が離岸する6月-7月頃のPALSAR/ScanSARデータ (Swath350km)を利用

<PALSARによる海水氷判定>

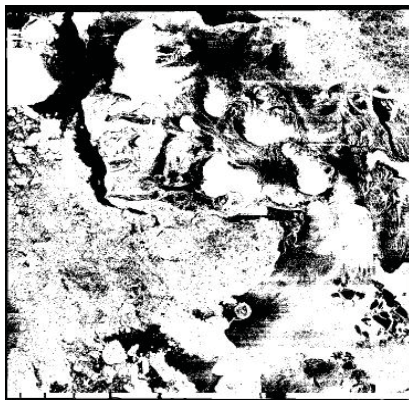
- 海水氷判定は、画素単位で後方散乱強度の二値化で実施。判定は判別分析法とkittler法(主に判別分析法を適用)
- 上記判定結果について、5x5のウィンドウ内にて何画素が海水氷と判定されているかを%で示し、海水氷密接度とした



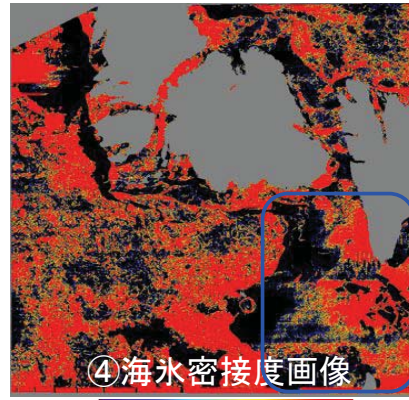
①強度画像



②入射角補正画像



③二値化画像



④海水密接度画像

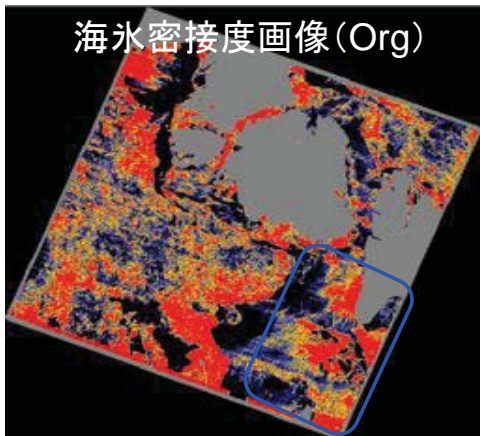
0 100 (%)

主な処理過程とその画像

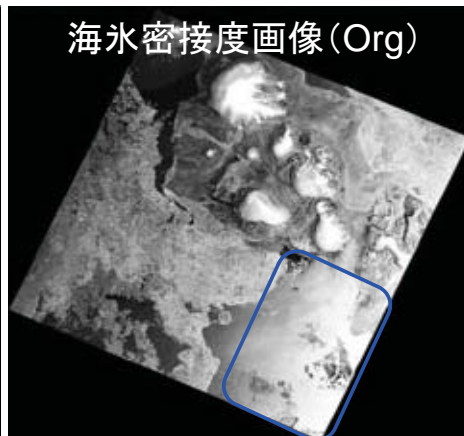
- ①入力のSAR強度画像
- ②入射角補正 (入射角変化に伴う強度変化をレンジ方向に4次関数で近似して補正し、ニアレンジの強度を抑制)
- ③②の画像のヒストグラムから海水域と海水面の二値化を実施
- ④③の画像内、5x5のウィンドウ内にて密接度をパーセンテージで計算

*④画像内、アレンジ側 (向かって右) の明るい領域で海水誤抽出が多発⇒強度が高いことに起因

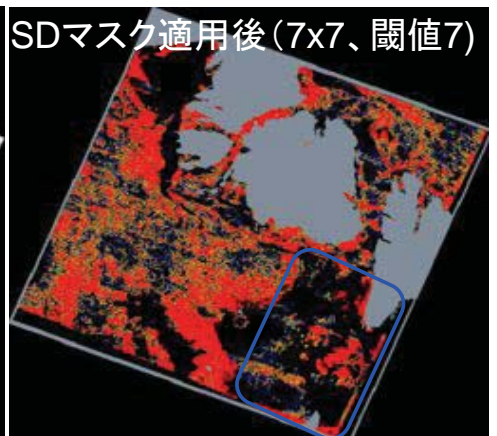
観測日: 2010/6/18 Path193 Frame2000



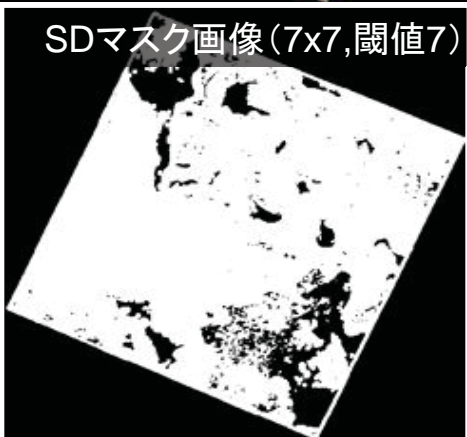
海水密接度画像 (Org)



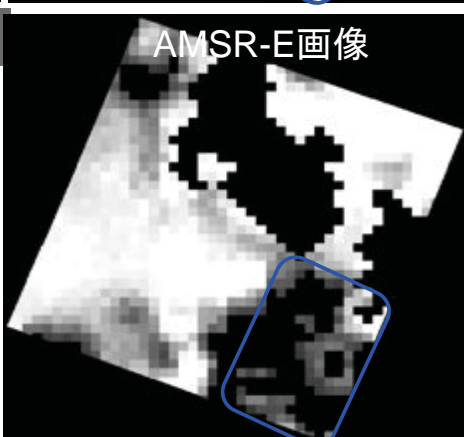
海水密接度画像 (Org)



SDマスク適用後 (7x7、閾値7)



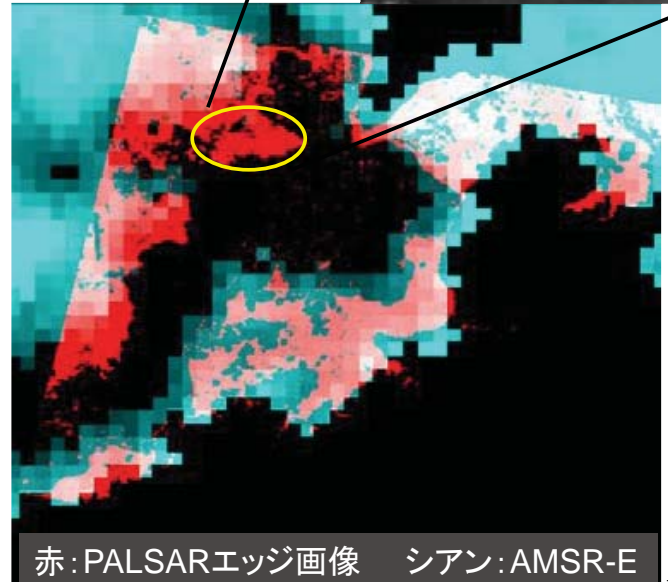
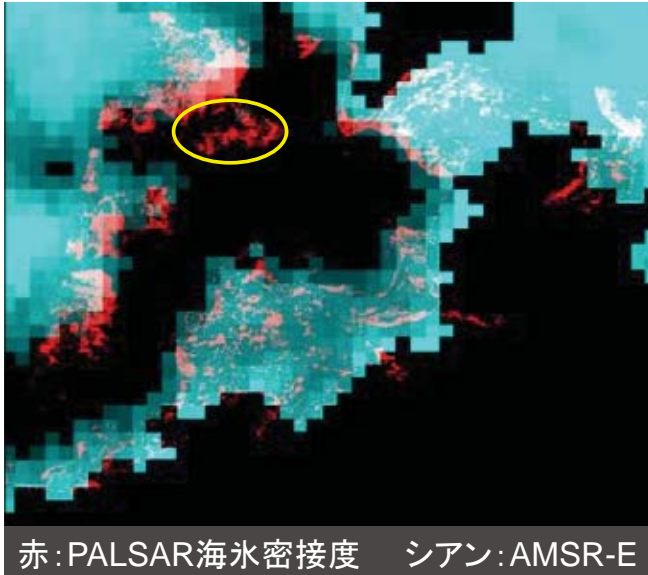
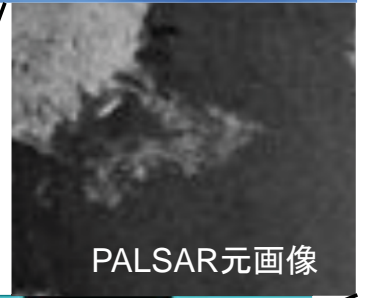
SDマスク画像 (7x7、閾値7)



AMSR-E画像

- 開水面は後方散乱強度のばらつきが小さいと考え、ある一定値よりもばらつきが大きいときにはマスクするフィルタリングを行った。
- 結果、密接度画像内の開水面の検出精度が向上
- AMSR-Eでは識別良。ただし、解像度の違いによりPALSARでの識別への直接適用は困難

- AMSR-EとPALSARで1時間程度の観測時間差はあるものの、全体として海水氷の空間的な分布は良く一致している(衛星の降交点地方時の違いによる)
- 細かい流氷の分布描写は、PALSARが非常に優れる(たとえば黄色○内)
- 平均/分散の計算で求めたエッジ画像はAMSR-Eの海水氷密接度と非常によく一致をみた(海水氷の構造に基づくテクスチャが多くあり、それが後方散乱濃淡を生み出しエッジとして検出され、その結果として面積体形状をなしていると考えられる)



12

まとめ

- 海洋観測における衛星の利用は宇宙基本計画、海洋基本計画にも位置づけられている
- JAXAおよび海外の衛星を含め、海洋情報についての衛星観測網はすでに整いつつ有り、JAXAにおいては、北極海航路を最初の具体例に、総合的な海洋情報提供システムの試作・検討が開始されている。その中で複数衛星データや関連データの統合化されたシステムの構築が必要であり、そもそも、「関連地球観測衛星の維持運用」が必須である。
- 検討例として北極海航路情報処理に係るAMSR-E/PALSARデータを使用したデータ複合利用検討が示された。課題はAMSR-EとPALSARのデータ整合性である。
 - PALSARエッジ画像および海水氷密接度画像とAMSR-E海水氷密接度画像の一致性ではエッジ画像の方が良い空間分布一致性を確認した。
 - 広域な状況確認を頻度の高いAMSRで、航行にクリティカルな狭小な箇所をPALSARで精密に観測する複合システムへの技術的目処が付けられてきた。更に今後打上が予定されるGCOM-C/SGLIの光学観測データとの複合への発展が期待できる
 - また、実利用上の目的に合わせ、違った物理量の組合せ(海水氷密接度画像とエッジ画像)も複合データ利用としては選択肢に入る可能性を確認した。
- JAXAは、今後も研究開発活動を加速し、ALOS-2打ち上げ後、PALSAR-2を使用したシステムの構築および衛星による海洋観測情報システムの一層の推進を行っていく