

ドップラーレーダーによって観測された海氷縁で強化される降雪現象

佐藤 和敏¹、猪上 淳^{1,2,3}

¹ 総合研究大学院大学

² 国立極地研究所

³ 海洋研究開発機構

A snowfall event intensified at the Arctic marginal ice zone detected by a shipboard Doppler radar

Kazutoshi Sato¹ and Jun Inoue^{1,2,3}

¹The Graduate University for Advanced Studies

²National Institute of Polar Research

³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

An Arctic cruise by the Japanese R/V Mirai have been conducted in in the Chukchi and Beaufort Seas during 2013 fall. In October 2013, she encountered a meso-scale convective system with heavy snowfall near a marginal ice zone over the Chukchi Sea. To investigate the structure of meso-scale convective system, we used the shipboard C-band Doppler radar, GPS radiosonde and surface meteorological observation data.

The meso-scale convective system developed near the marginal ice zone and moved toward the R/V Mirai. The C-band Doppler radar observed the strong radar reflectivity more than 30dBZ. The snow accumulation occurred on the ship deck after the passage of the meso-scale system. Based on the Doppler velocity field obtained by RHI scans, the convergence zone was clearly observed across the marginal ice zone, suggesting that the warm southerly winds from the open water area ran up onto a cold internal boundary layer induced by the ice-covered area.

1. はじめに

近年の急激な海氷減少は、大気へ熱や水蒸気の供給を増加させることで対流活動を活発にさせ、降水量の増加を引き起こしている。海氷縁付近では、(1) 海氷と海洋間の温度コントラストが大きく海陸風のような風循環が形成されること、(2) 海氷と海洋の摩擦コントラストにより海氷縁で収束発散が生じやすいこと、などが数値実験で指摘されている。海氷縁付近の海氷上では、この風循環により通常高度1000m付近で風の強い領域(下層ジェット)が形成され、風の鉛直シアが生じることで収束が強化されることがある。しかし、これまで研究は数値実験や理論的考察が多く、このような局所的な風系がもたらす海氷縁付近での降水システムの強化過程について観測された事例はほとんどない。

そこで本研究では、2013年に海洋研究開発機構の地球海洋研究船「みらい」により実施された北極航海の観測データを用いて、海氷縁付近で発生していたメソスケールの降水システムの構造を明らかにする。講演では、気象予測モデルWRF (Weather Research and Forecasting) を用いた数値実験の結果も紹介する。

2. 「みらい」北極航海とCバンドドップラーレーダー

2013年の8月下旬から10月上旬にかけ、海洋研究開発機構の地球海洋研究船「みらい」を用いた北極航海が実施された。「みらい」には、Cバンドドップラーレーダーが搭載されており、対象とする降水粒子の速度や反射強度などの3次元構造を観測できる。ドップラーレーダー観測は、10分間隔で実施されるボリュームスキャンを基本とし、30分に一度実施される広域PPIスキャン、降水エコー接近時に臨時で実施されるRHIスキャンなどで構成される。ボリュームスキャンは、複数仰角のPPIスキャンを組み合わせた走査方法で、降水システムの立体構造を観測できる。広域PPIスキャンは、仰角0.5度に固定し、360度回転させて半径300km以内の降水粒子のエコー強度を捉える。ドップラー速度データも取得するため観測範囲が広域PPIよりも狭くなる(半径160km)。RHIスキャンは、任意の方位角を設定し、仰角方向に0~60度走査し、ドップラー速度や降水エコーの鉛直構造を観測することができる。

3. 2013年に発生した強いメソスケール降雪帯

2013年10月初旬に、「みらい」周辺で渦のような雲がNOAA/AVHRR衛星で複数確認された(図1)。「みらい」は、9月30日から10月1日までの約1日間定点(北緯72.75°、西経168.25°付近)で観測を行い、その際に「みらい」を通過したメソスケールの降水帯の観測に成功した。この地点では、北側50km以内に海氷が存在して

おり、わずか20海里（約37km）内でSSTが約3℃変動していたことから、海氷域からの冷たい水（融氷水）の流入でSST勾配が強くなっていたと考えられる。

「みらい」上空を通過した渦は、レーダーにより9月30日19UTC頃から「みらい」の西側で強いエコーとして確認できていた。この強いエコーは、西側から徐々に「みらい」に接近し、10月1日03UTC頃からエコーの北西側で収束が生じ、10月1日の05UTC頃に「みらい」の上空に到達した際に短時間の強い降雪があり、船上では約5cmの積雪を観測した。降水エコーのスケールは、直径約30kmと非常に小さいが、反射強度は30dBZ以上と強い領域がある（図2a）。ドップラー速度の水平分布では、「みらい」の北西部分で収束している様子が見られる。この強い収束帯と直交する断面観測（RHI）から得られたドップラー速度場から、海氷上で形成された（風速が小さい）内部境界層の上に海洋上からの南風が乗り上げる構造が明瞭に示された（図2b）。気塊の収束する場所では反射強度も上昇流が強くなっており、これは船上で霰が観測されたこととも整合的である。講演では、このようば海氷縁での局所的に降水過程の強化が数値モデルでも再現できるか示す予定である。

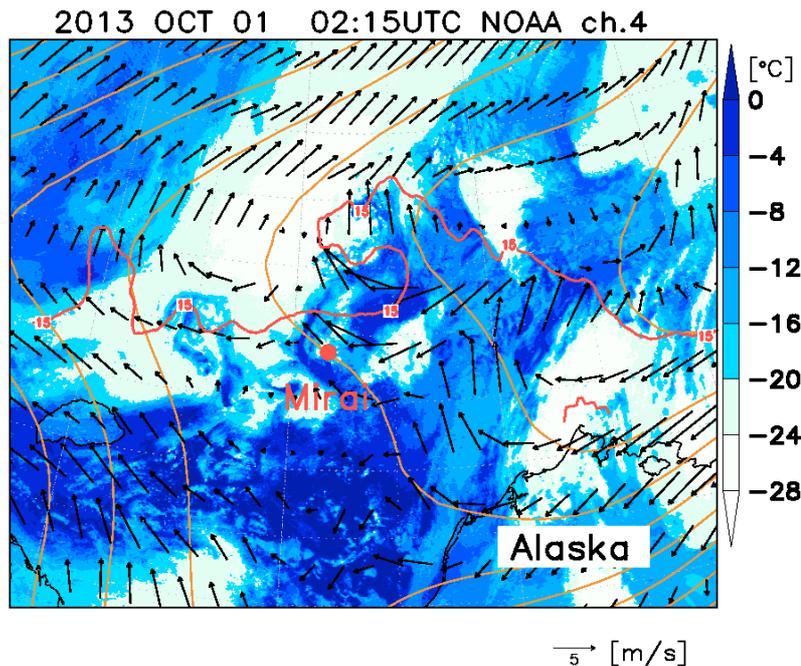


図1 NOAA/AVHRR 衛星による2013年10月1日02:15UTCの雲画像とCFSRによる海面気圧（橙）と風速（矢印）。赤点は「みらい」の位置。赤線は、衛星搭載マイクロ放射計（AMSR2）で得られた2013年10月1日の海氷密度15%線を示している。

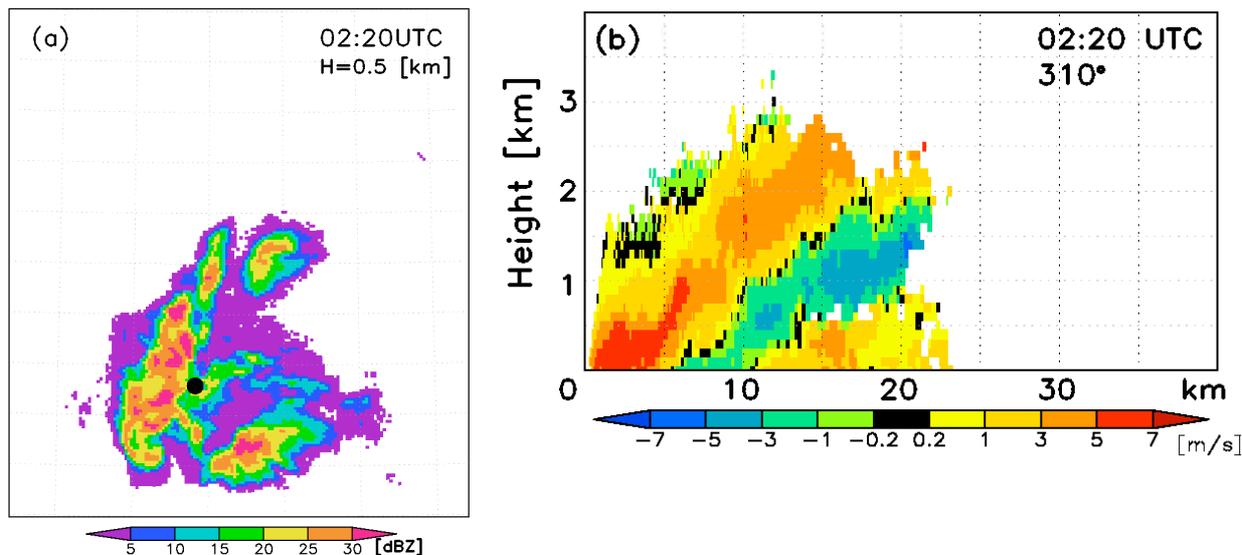


図2 2013年10月1日02:20UTCに「みらい」上空でドップラーレーダーにより観測された高度0.5kmでの降水粒子の(a) 水平方向の反射強度（dBZ）のCAPPI画像と(b) 海氷縁に直交するRHI観測のドップラー速度場。丸印は「みらい」の位置。ドップラー速度は、暖色系は中心（みらい）から遠ざかり、黄緑は中心に近づく風速を示している。