

極域予測年（YOPP）における観測と予測可能性研究

*猪上 淳（国立極地研究所）

1. はじめに

極域予測プロジェクト（PPP: Polar Prediction Project）は、極域から中緯度における数時間から季節スケールの気象予測の精度向上を目指すWMO-WWRPの国際プロジェクトであり、THORPEXを発展的に受け継ぐものである。2013年から10年計画で進められているPPPは、2017年半ばから2019年半ばの2年間でYOPP（Year Of Polar Prediction: 極域予測年）として設定し、集中観測、モデリング、YOPP再解析の作成に向けて準備を行っているところである（Jung et al. 2016）。

2. PPPの活動状況

YOPPの準備期間である2013年から現在までは、PPP運営委員会（著者もその一人）を中心に各国の観測・モデリング・大型プロジェクトの状況を踏まえ、多岐にわたる活動を行ってきた。特に重要な事項としては、ステークホルダーを交えたYOPPサミットの開催（2015年7月）、YOPP実行計画の策定（2016年5月）、若手研究者育成のためのPolar Prediction Schoolの開催（2016年5月）、YOPPエンドースメントの発行、各種アウトリーチ等が挙げられる。2016年9月にはECMWFにてYOPP計画WSが観測・モデルの双方の分野で開催された。今後は2017年5月のWMO Executive Council MeetingにてLaunch Eventを経てYOPPを迎えることとなる。

3. 日本の準備状況

日本の北極観測は、地理的制約を受けるものの、アンサンブルデータ同化やそれを用いた予測可能性研究で着実に成果を挙げてきている。例えば、ドイツ砕氷船のラジオゾンデデータで北極低気圧の予測精度が向上し（Yamazaki et al. 2015）、それに伴って海氷予測も向上すること（Ono et al. 2016）、「みらい」北極航海のラジオゾンデデータから観測コストを考慮した最適観測頻度（1日4回）を提唱したこと（Inoue et al. 2015）など、YOPPを意識した先行研究を行っている。このような実績から、日本は非北極国でありながらもPPPに対して独自のプレゼンスを示し始めている。

2015年9月からは、北極域研究推進プロジェクトArCS（Arctic Challenge for Sustainability）が文部科学省補助事業として始まり、YOPP期間中に「みらい」や北極のニーオルスン基地で観測を強化するとともに、中緯度における極端現象の予

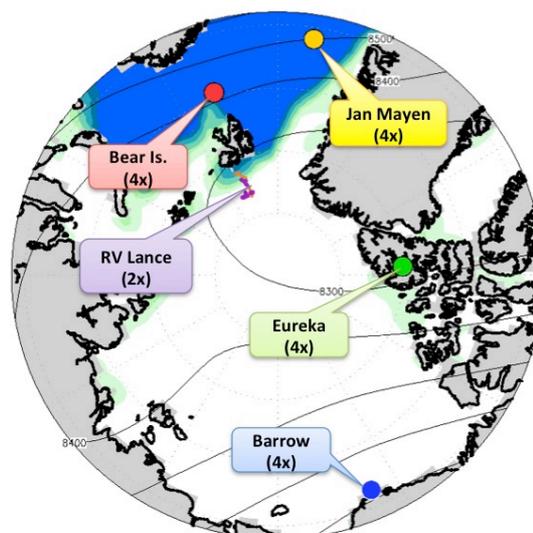


図1：2015年2月のラジオゾンデ特別観測点と観測頻度。

測可能性研究を発展させる体制を整えている（ArCS国際共同研究推進テーマ1：気象・海氷・波浪予測研究と北極航路支援情報の統合：PI猪上 淳）。

また、PPP/YOPPは両極を対象としているため、昭和基地でのラジオゾンデ観測の強化（1日4回等）も、国立極地研究所を中心に検討を始めているところである。

4. 冬季北極海上の観測データ

夏季北極海では、船舶等が利用可能なため比較的観測データを取得しやすい。2012年や2016年8月には猛烈に発達した低気圧が発生し、このような現象を精度よく予測することは、北極航路を航行する船舶の運航上重要と考えられる。しかし、これらの観測データが中緯度の気象予測に及ぼす影響は、夏の極渦の空間スケールや偏西風の蛇行の程度を考慮すると、それほど大きくないと想像される。一方、冬季北半球では、ブロッキング高気圧や北極圏での寒波が中緯度へ南下してくることなど、北極と中緯度の関係が強まると考えられる。ところが、冬季の北極海上の観測データは取得が極めて困難なため、これまで観測データを用いた予測可能性研究はほとんど行われてきていない。

そこで、本研究では2015年冬にノルウェーの研究船Lance号で行われた北極海氷上のラジオゾンデ観測データ等を用いた観測システム実験を実施することにより、北極域での観測データが中緯度の気象予測に及ぼす影響を調べた（Sato et

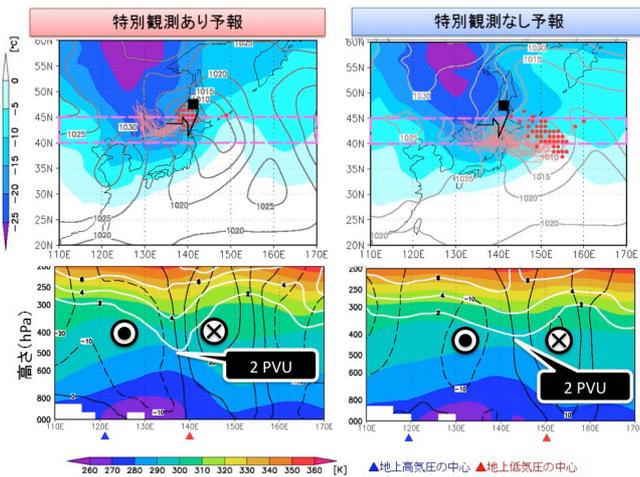


図2: 観測あり予報(左図)と観測なし予報(右図)の地上気圧とT850の分布(上図)と破線領域の温位・南北風・渦位の経度高度断面(下図)。各メンバーおよびERA-Interimによる低気圧経路はそれぞれ赤線・黒線。Sato et al. (2017)より。

al. 2017)。対象とする観測データは、Lance号での1日2回のラジオゾンデデータ(00, 12UTC)、及び現業観測点のJan Mayen, Bear Island, Eurekaの追加観測データ(06, 18UTC)である。観測データは全てGTSに通報され、実際の天気予報でも使用されている。本研究ではこれらの観測データを対象に、JAMSTECで開発されたアンサンブルデータ同化システムALEDAS2によって、対象観測データも含んだアンサンブル再解析(CTL)と、対象観測データのみ取り除いた感度再解析データ(OSE)を作成した(使用した全球観測データセットは、NCEP PREPBUFR)。CTL再解析については、ERA-Interimと比較を行い、基本場は良く再現されていることは確認している(図省略)。

対象とする事例は2015年2月に日本域(9日)および北米東岸(16日)に寒気が南下した事例で、日本の事例では2月3日12時を、北米の事例では2月9日12時をそれぞれ初期時刻とした大気大循環モデルAFESによる5日間のアンサンブル予報を行い、特別観測の有無が東アジア域及び北米東岸での寒波の予測に及ぼす影響を調べた。ここでは日本の事例について概説する。

「観測あり」予報(CTLf)では、北海道西岸で発達する低気圧を各メンバーとも予報できていたのに対し、「観測なし」予報(OSEf)では地上低気圧は北太平洋へ抜け、西高東低の気圧配置が弱くなること示された(図2上)。上空のトラフとの関係を見ると、CTLfでは圏界面の折れ込みが深く、一方OSEfではそのような特徴は見られなかった(図2下)。すなわち、CTLfとOSEfとの予報誤差は上空のトラフ、あるいは高PV偏差の南下の強弱に起因すると考えられる。

両者を予測スキルで評価すると、CTLf予報でも

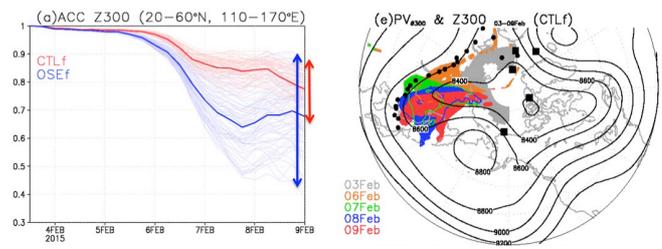


図3: (左図)CTLfとOSEfの各メンバーの予測スキル。(右図)CTLfとOSEfにおけるZ300のスプレッド差の軌跡(黒丸)と、各日の4PVUの分布。■は特別観測点。Sato et al. (2017)より。

予測スキルは時間とともに低下するものの、OSEfの方がさらに悪く、予報のばらつき(不確実性)も大きくなった(図3左)。「観測あり」と「なし」での予報誤差が空間的にも伝播している可能性があるため、この予報の不確実性の差をZ300のアンサンブルスプレッド差を指標として追跡する解析を行うと、予報誤差はトラフが北極から中緯度へ増幅しながら移動していることが分かった(図3右)。

これらの結果から、北極圏での高頻度の高層気象観測は中緯度の寒波予測に有効であることが示された。北極海上での冬季観測は困難であるものの、北極海沿岸域の観測点での高頻度観測を行えば、同等の効果を得ることが可能であることから、YOPP期間中にはさらなる観測網の拡充と持続可能な観測網の構築に向けた適応策が検討されることが望まれる。

参考文献

- Inoue, Yamazaki, Ono, Dethloff, Maturilli, Neuber, Edwards, and Yamaguchi (2015), Additional Arctic observations improve weather and sea-ice forecasts for the Northern Sea Route, *Sci. Rep.*, **5**, 16868.
- Jung, and 25 co-authors (2016), Advancing polar prediction capabilities on daily to seasonal time scales, *BAMS*, **97**, 1631-1647.
- Ono, Inoue, Yamazaki, Dethloff, Yamaguchi (2016), The impact of radiosonde data on forecasting sea-ice distribution along the Northern Sea Route during an extremely developed cyclone, *JAMES*, **8**, 292-303.
- Sato, Inoue, Yamazaki, Kim, Maturilli, Dethloff, Hudson, and Granskog (2017), Improved forecasts of winter weather extremes over midlatitudes with extra Arctic observations, *JGR*, **122** (in press).
- Yamazaki, Inoue, Dethloff, Maturilli, and König-Langlo (2015), Impact of radiosonde observations on forecasting summertime Arctic cyclone formation, *JGR*, **120**, 3249-3273.