

## 北極海氷海洋のモデリングと予測システム

羽角博康<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所

本発表では、サブ課題 7-2「北極海氷海洋システムの基本構造と変動に関する観測モデリング融合研究」で得られた成果のうち、数値モデリングに関わる部分について紹介する。サブ課題 7-2 の最終目的は北極域海氷分布の中長期（中期：季節から十年スケール、長期：数十年スケール）変動に対する予測システムを構築することである。近年の北極海氷激減に対しては太平洋から夏季に流入する暖水の影響が大きいことにも代表されるように、中長期的な海氷分布変動においては周辺海域から北極海への海水流入や流入した海水の北極海内での挙動が考慮すべき重要な要素であるが、こうした海洋過程の既存の気候モデルにおける表現は満足と言うには程遠い状況である。その表現のためには境界流や中規模渦を解像できる数 km 以下の水平格子サイズの適用が本質的に必要である。一方、予測においては海氷海洋場の適切な初期値化が重要な要素であり、特に海氷の観測データを気候モデルに同化して予測を行うシステムの開発が必要である。サブ課題 7-2 における数値モデリング研究はこれら 2 点、すなわち高解像度北極海モデリングと予測システム開発を焦点として進めてきた。

高解像度北極海モデリングに関しては、特に大西洋から北極海への流入およびその流入海水の北極海内での変質をよく再現できるモデルの構築を目指してきた。メキシコ湾流を起源とする高温高塩分水はノルウェー沿岸を経た後にバレンツ海を通過する分枝とフラム海峡を通過する分枝に分かれて北極海外洋域に流入する。フラム海峡を通過する分枝は **Atlantic Water layer** と呼ばれる深さ 300 m 付近を占める高温水層を形成する。一方、バレンツ海を通過する分枝はバレンツ海大陸棚上で強い海面冷却を受けた後に外洋域に流出し、**Atlantic water layer** の上部に位置する **cold halocline layer** を形成する。フラム海峡では海峡を横断する密な係留観測が 1990 年代から継続されているが、ここで開発した高解像度北極海モデルはその観測に基づく平均場（水温・塩分・流速）・長期水温上昇トレンド・水温経年変動をいずれもよく再現することができた。この高解像度北極海モデルの結果を解析することにより、大西洋から北極海への熱流入の経年変動を支配する要因を特定し、それが海氷に及ぼす影響を評価した。

予測システムに関しては、アンサンブルカルマンフィルター（**EnKF**）手法によってデータ同化を行うものを開発した。**EnKF** ではモデルの内部変動性に基づいて同化を行わない変数に対しても修正を行うことができる。開発した予測システムでは海面水温と海面気圧のみを限定的にデータ同化するだけでも海氷場を適切に初期値化することができるが、海氷密接度データも同化することによりさらに精度の高い初期値化および予測が可能になっている。予測システムを用いて各月に初期値化した気候予測実験により、北極海氷分布が特定の季節に 1 年を超えて高い予測可能性を持つことが示された。一方、予測システムによって 2000 年状態（気候温暖化がある程度進行した状態）に初期値化した上で一定外力を与えて長期間行った気候実験の結果、2007 年に観測されたのと同レベルの海氷激減が 100 年に 1~2 回の頻度で気候内部変動としても起こり得ることが示された。