

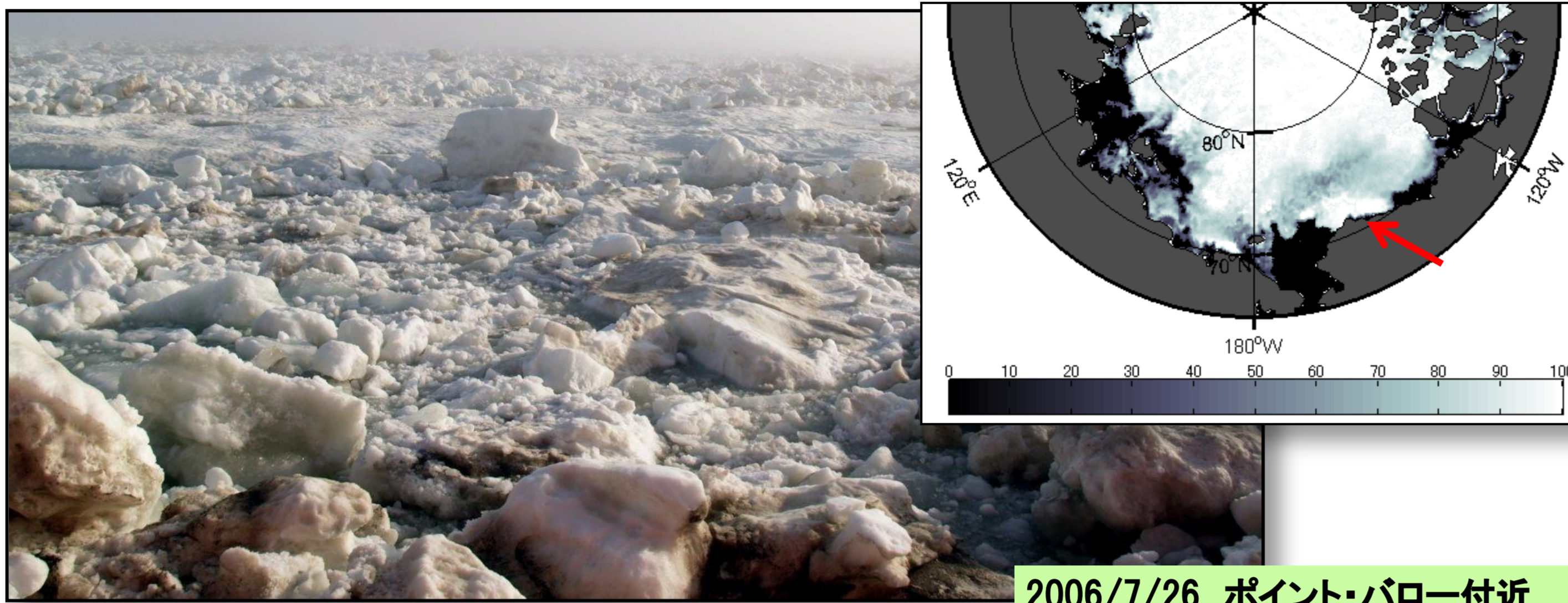
# 海水分布予測のための基本要素(2)

## 海水の積み重なりによる海水厚増大効果の影響判断

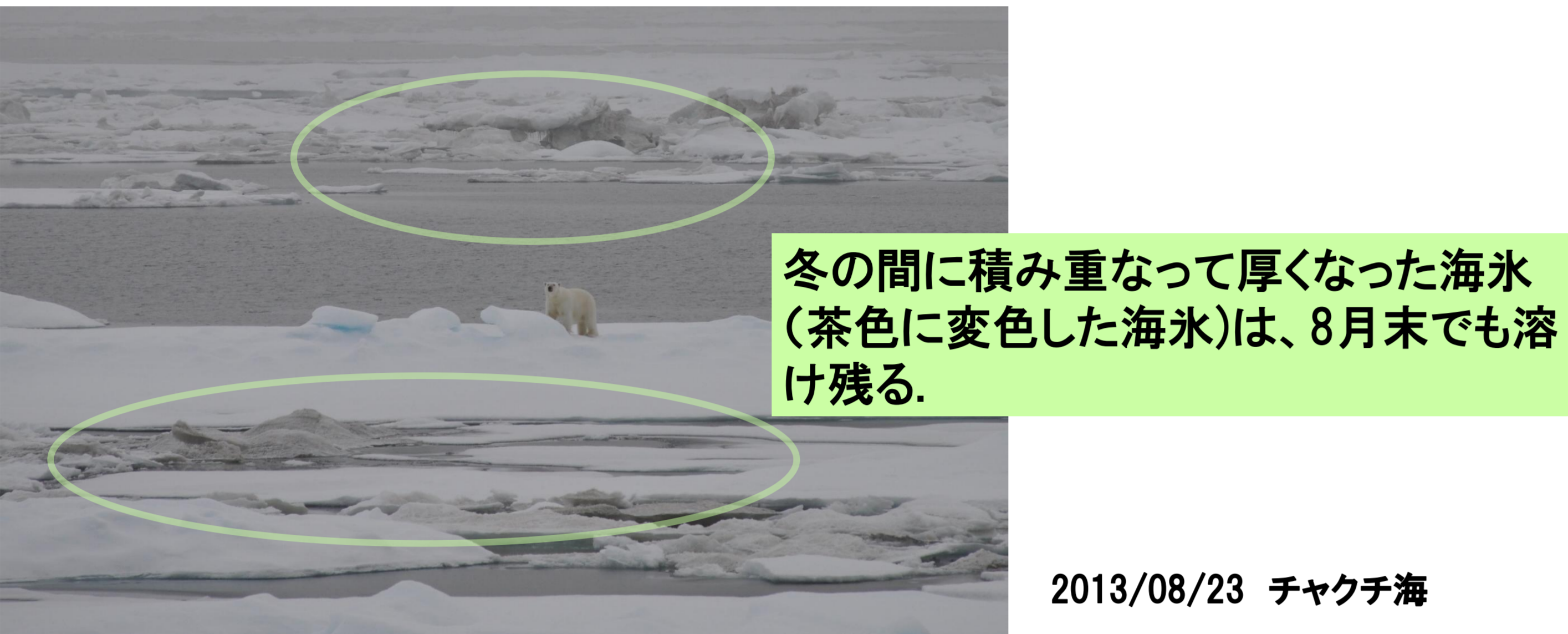
東京海洋大学 吉澤枝里、島田浩二

### 1 研究の背景・目的

近年の著しい海水減少に伴い、北極海の支配的な海水タイプは多年氷から一年氷へと変化した。冬の間的一年氷の成長量は最大で2m程度であり、現気候状態では融解期に溶けきってしまう。しかしながら、一年氷であっても海水収束によって海水同士が積み重なる場合には、融解期に残存する可能性は高くなる。本研究では、高分解能海水運動データセットを利用して、海水の積み重なりによる力学的な海水厚の増大を推定し、融解期の海水状態との関係を調べた。海水運動の収束は海盆域よりも海水運動が陸岸境界によって遮られる沿岸域で発生しやすいと考えられることから、本研究で得られる結果は北極海航路の利用可否判断に利用できると予想される。



2006/7/26 ポイント・バロー付近 (Photo by 島田浩二)



冬に積み重なって厚くなった海水(茶色に変色した海水)は、8月末でも溶け残る。

2013/08/23 チャクチ海

### 2 データ

本研究では、下記のデータを使用した。

【海水運動データ】

・AMSR-Eマイクロ波放射計輝度温度画像に面相関法を適用して計算された海水運動データセット(詳細は本セミナー鴨志田氏ポスター発表)

【海水密度、輝度温度データ】

・AMSR-Eマイクロ波放射計輝度温度(18, 36 GHz垂直・水平偏波)データ  
・同輝度温度データから計算された海水密度データ

### 3 冬の海水収束量計算の手法

本研究では、以下の手順で冬の間海水収束量を計算した。今回はAMSR-E運用期間を対象とした。

- 海水運動、海水密度、輝度温度データを使用して、各グリッドでの下記の変数を計算する。
  - 海水運動の収束・発散
  - 海水密度の時間変化量
  - Gradient Ratio(海水種別に関わる変数)を計算する。

$$C_{t+\Delta t} = \frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y}$$

海水運動データを利用して、各グリッドで1日後の海水密度  $C_{t+\Delta t}$  を計算する。 $C_{t+\Delta t}$  が100%を超える場合、同グリッドで収束が起こったと判定する。

1日後に密度が100%を超える=収束が発生

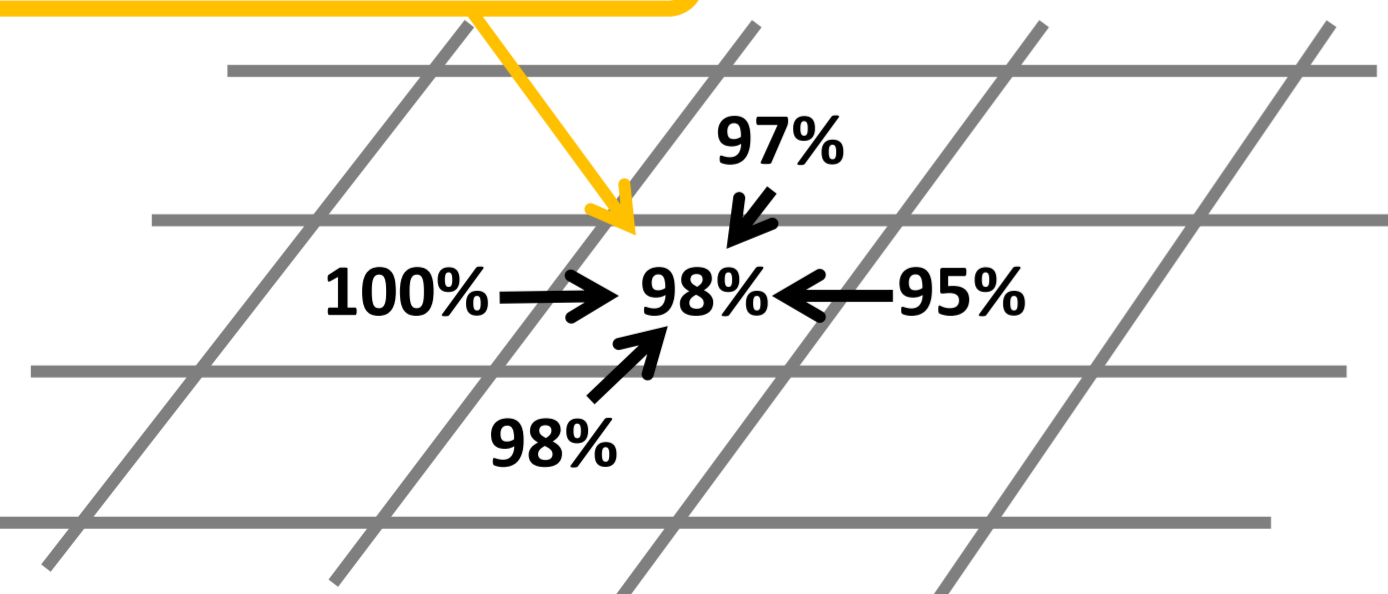


図1. 海水密度の時間変化量計算の概略図

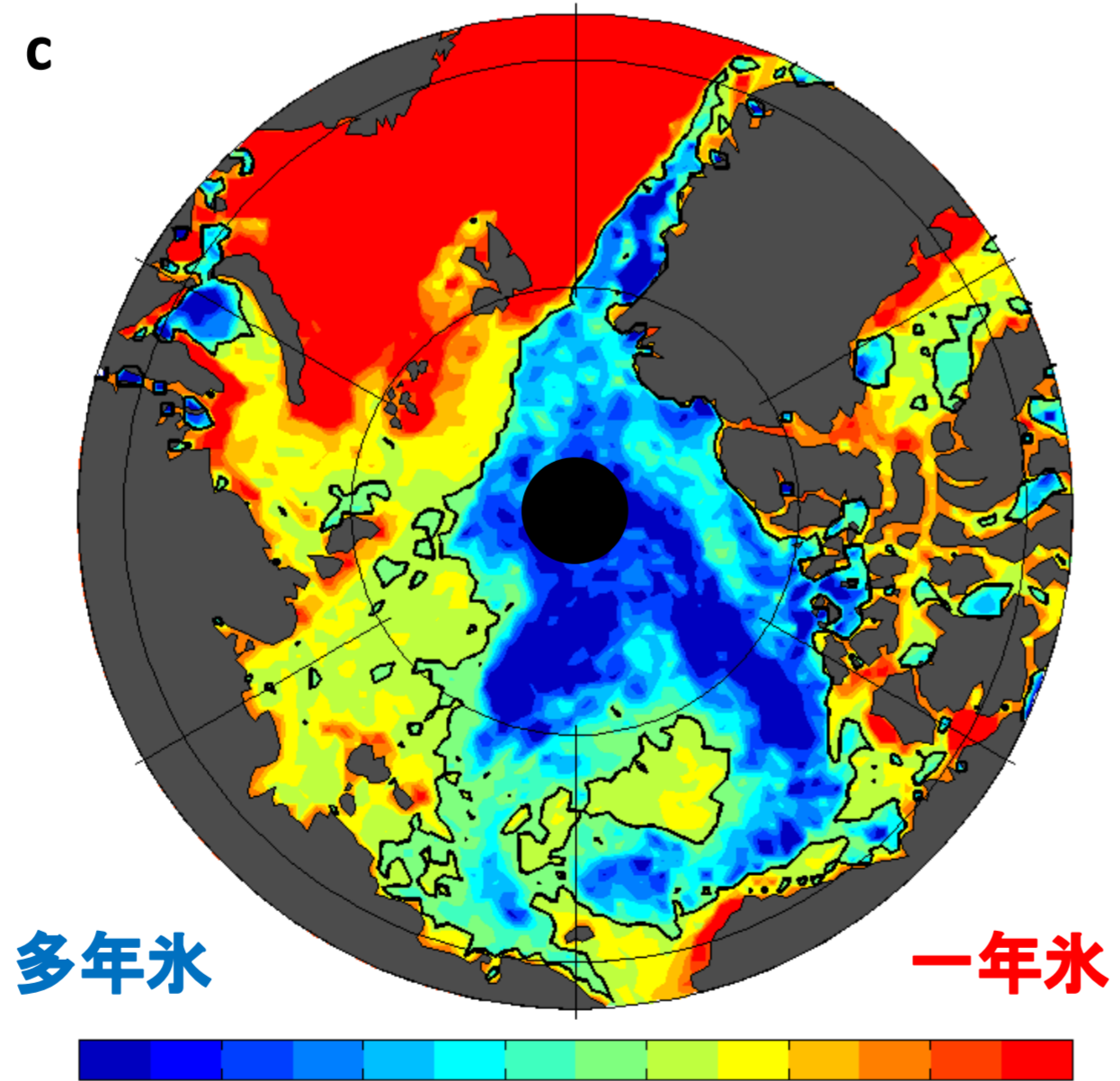


図2. Gradient Ratio空間分布(2009/05/01)

- 各年5月1日の各グリッドからの海水の移動軌跡を前年の11月1日までトレースバックする。各日の海水位置での収束・発散、海水密度、Gradient Ratioを線形内挿で求める。

海水位置での収束値、密度の時間変化量、Gradient Ratioを線形内挿で求める。

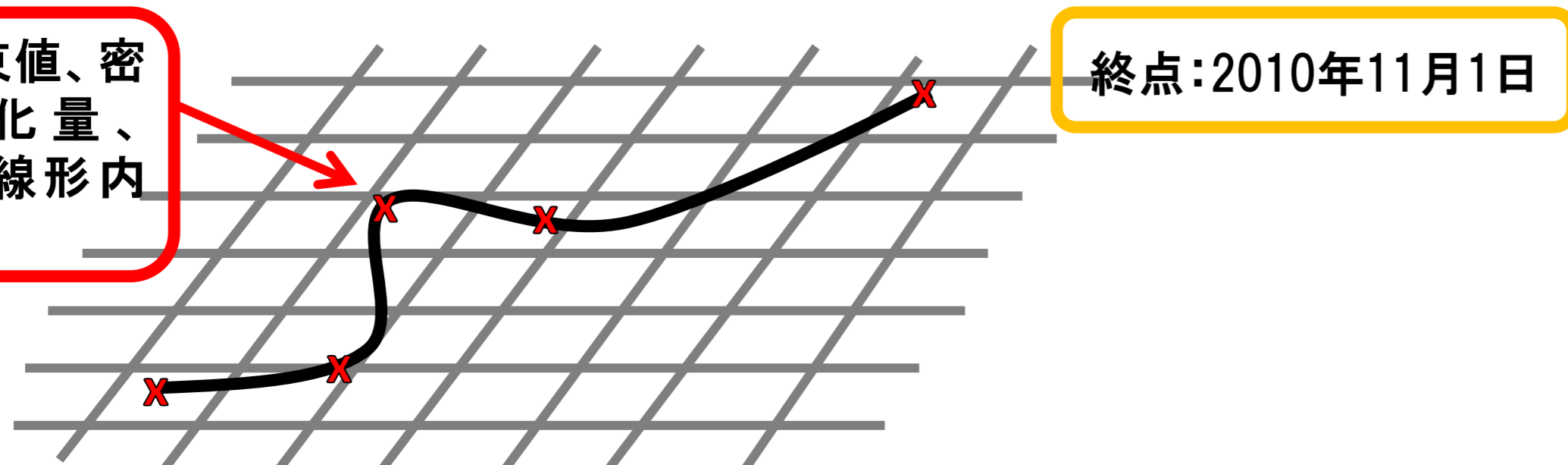


図3. 海水の移動軌跡上での各変数の計算方法

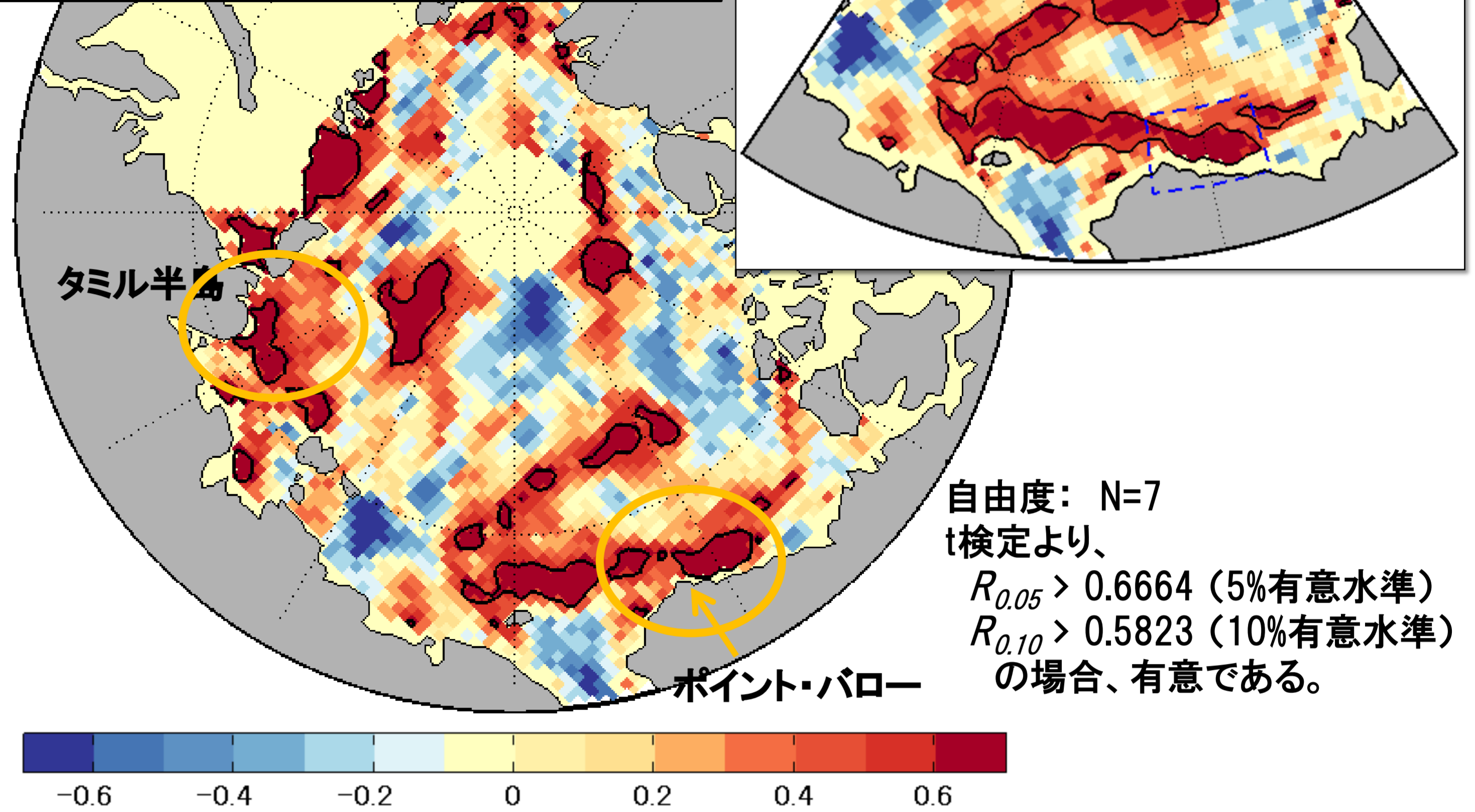
### 3 冬の海水収束量計算の手法(つづき)

- 海水の移動軌跡に沿って、収束の積算値を計算し「冬の海水収束量」と定義する。この際、海水厚の増大につながる比較的厚い海水の収束のみをカウントするために、Gradient Ratioに閾値を設定する(Gradient Ratio < -0.02) (図2 黒線)。

### 4 冬の海水収束量と翌夏の海水密度の関係

冬の力学的な海水成長が翌夏の海水変動をコントロールする海域を抽出するために、  
・冬(11-4月)の海水収束量  
・翌夏(7-9月)の海水密度  
の相関を計算した。

#### 11-4月の海水の積み重なり積算 vs. 夏の海水密度



自由度: N=7  
t検定より、  
 $R_{0.05} > 0.6664$  (5%有意水準)  
 $R_{0.10} > 0.5823$  (10%有意水準)  
の場合、有意である。

図4. 冬期収束量 [11~4月] vs 夏期海水密度 [6~9月平均値] の相関係数空間分布。(2003~2011年。黒線はR = 0.6を示す。)

- ・ポイント・バロー沿岸域からチャクチ海北部にかけての東西のバンド域
  - ・タミル半島沿岸域
- において、両者間で有意な正の相関が認められた(図4)。  
→北極海航路のチョークポイントとして知られるこれらの海域では、「冬の海水収束量が多いほど、翌夏に海水が残存しやすい」という関係が見出された。

#### 4月の海水タイプのスナップショット vs. 夏の海水密度

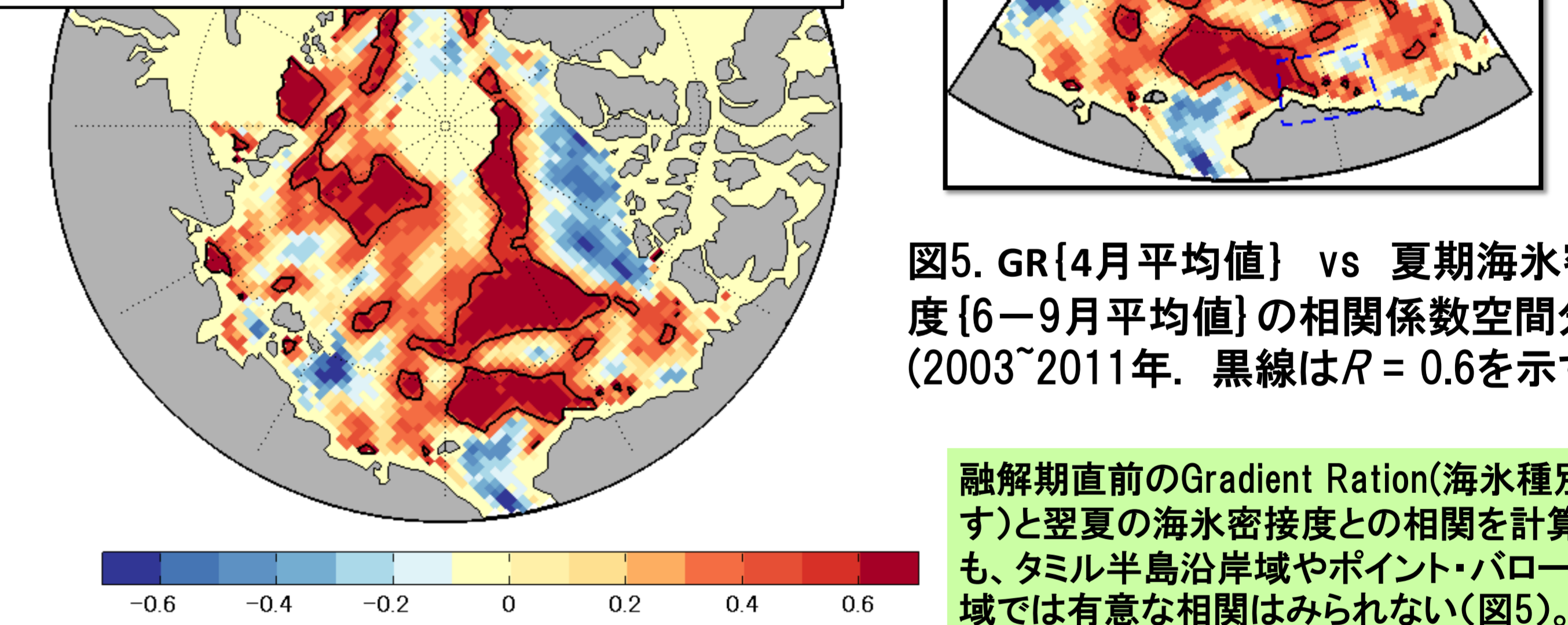


図5. GR[4月平均値] vs 夏期海水密度 [6~9月平均値] の相関係数空間分布。(2003~2011年。黒線はR = 0.6を示す。)

融解期直前のGradient Ratio(海水種別を表す)と翌夏の海水密度との相関を計算しても、タミル半島沿岸域やポイント・バロー沿岸域では有意な相関はみられない(図5)。

### 5 北西航路利用可否判断予測への応用

4の結果に基づいて、冬の海水収束量を利用したポイント・バロー沿岸域での夏の海水密度の予測式を求めた結果、4月の段階で海水収束量で夏の海水状態が予測可能であることが示された

$$\begin{aligned} (\text{夏の海水密度}) &= 1.378 \times (\text{冬の海水収束量}) + 0.213 \quad (R=0.722) \\ (\text{夏の海水密度}) &= 10.3 \times (\text{4月のGradient Ratio}) + 0.322 \quad (R = 0.322) \end{aligned}$$

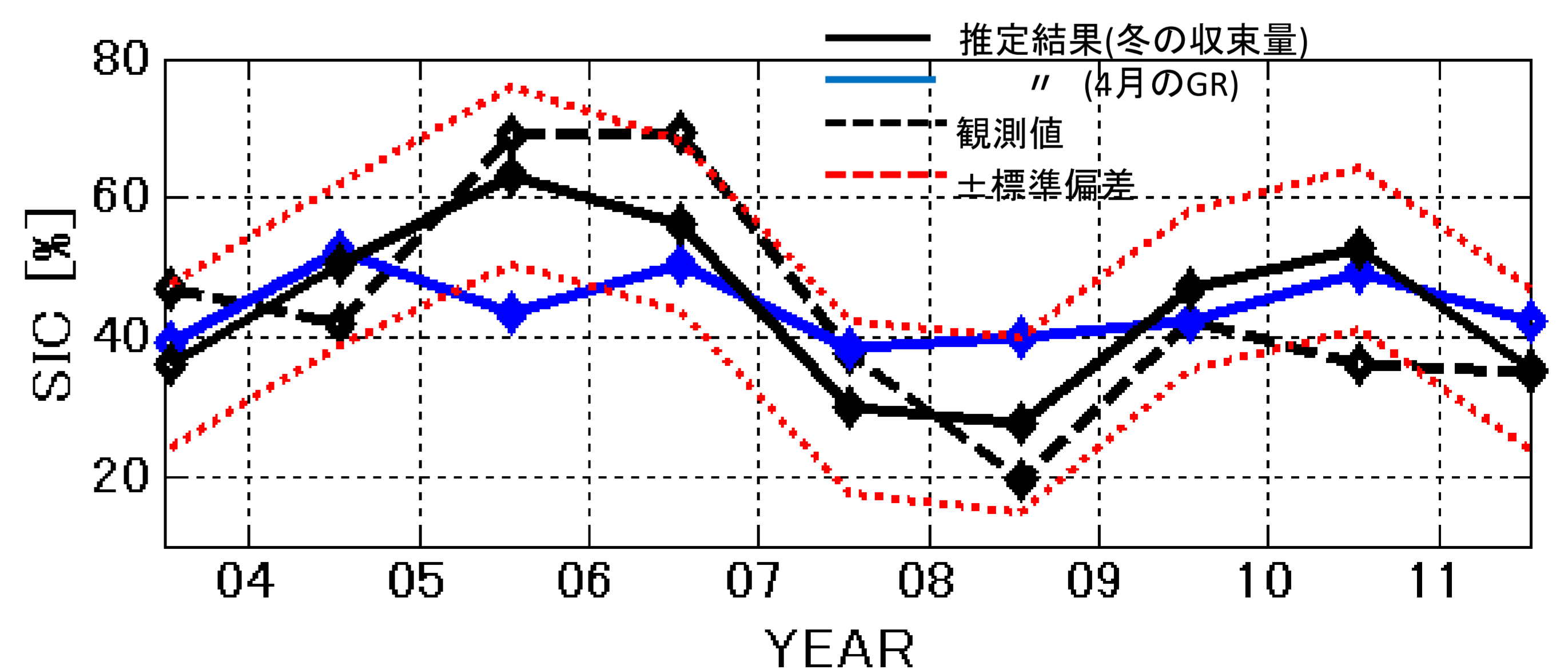


図6. 7~9月の海水密度予測値(収束積算値、GRより算出)・観測値の時系列(2003~2011年)

#### Key points

- ◆海水の表面状態(輝度温度)には反映されない  
海水の積み重なりによる海水厚の増大を考慮する
- ◆春(4月)の時点で、チョーク・ポイントにおける北極海航路の利用可否判断(夏の海水の数カ月予報)が可能