

# ヤマセに関わるローカルな大気 海洋相互作用

児玉安正(弘前大院・理工)

# ーヤマセ関連プロジェクトとの関係・および構想ー

生存基盤科学研究ユニット サイト型研究(滋賀サイト、青森サイト)  
「青森における陸域・大気圏の物質交換・輸送・混合層の精密測定」  
(代表者 京都大学津田教授(第1期) 橋口准教授(第2期))

ヤマセの高層観測(昨年), ウインドプロファイラー観測 (今秋から)  
WPデータの同化、物質輸送

新学術領域研究 縁辺海が大気の擾乱・雲形成・大規模循環に及ぼす影響  
(代表者 立花義裕 三重大学教授)  
大気 ←→ 海洋

ヤマセが海洋に及ぼす影響 (海洋内部客観解析データ JCOPE)

## 本プログラム

マルチモデル内の大気海洋相互作用

温暖化後のヤマセ時の大気海洋相互作用

特に海洋の変化の影響

# 京都大学生存科学基盤科学研究ユニット サイト型研究 「青森における陸域・大気圏の物質交換・輸送・混合層の精密測定」

平成20年度 京都大学生存基盤科学研究ユニット 研究計画調書  
(萌芽研究)

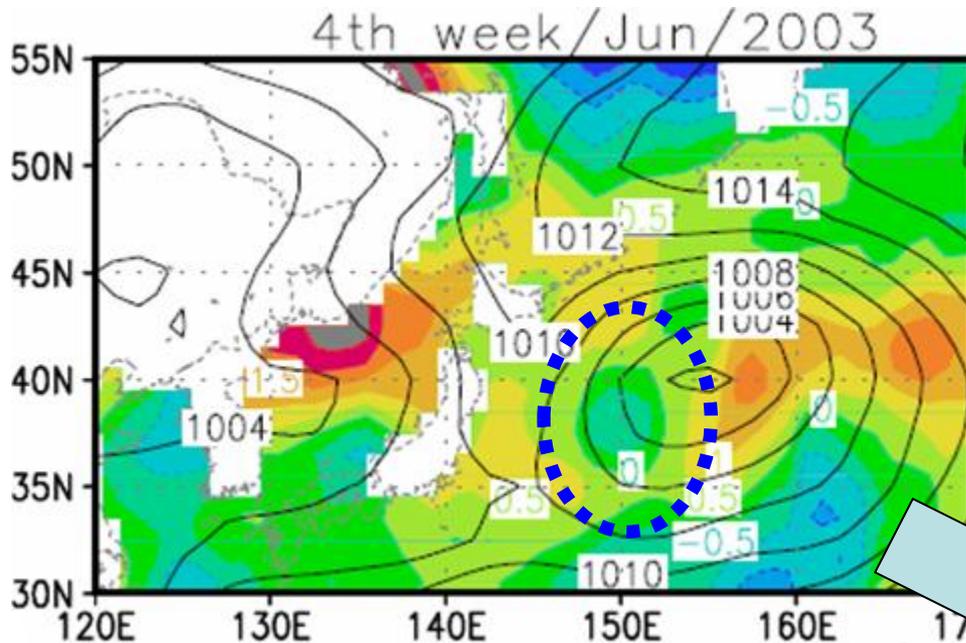
ふりがな		ついでとしたか		京都大学 ・部局・職		生存圏研究所・教授	
研究代表者氏名		津田 敏隆					
研究課題		青森における 陸域・大気圏の物質交換・輸送・混合過程の精密測定					
研究経費 <small>(千円未満の 端数は切り 捨てる)</small>	年度	研究経費 (千円)	使用内訳 (千円)				
			設備備品費	消耗品費	旅費(国内外)	謝金・その他	
	平成20年度	1000		470	440	90	
	平成21年度	1000		420	490	90	
	総計	2000		890	930	180	
研究組織 (研究代表者及び研究分担者)							
氏名(年齢)	所属研究機関・部局・職	現在の専門	学位	役割分担 <small>(本年度の研究実施計画に対する分担事項)</small>			
津田敏隆(55)	京都大学・生存圏研究所・教授	地球大気計測	工学博士	総括、			
橋口浩之(40)	京都大学・生存圏研究所・准教授	レーダー工学・気象学	博士(工学)	ウインドプロファイラ観測			
中村卓司(46)	京都大学・生存圏研究所・准教授	地球大気計測	博士(工学)	ライダー観測			
山本真之(34)	京都大学・生存圏研究所・助教	大気リモートセンシング	博士(情報学)	ウインドプロファイラ観測			
古本淳一(34)	京都大学・生存圏研究所・特定助教	地球大気計測	博士(情報学)	ウインドプロファイラ観測、RASS観測			



# ウインドプロファイラー(1.3GHz)

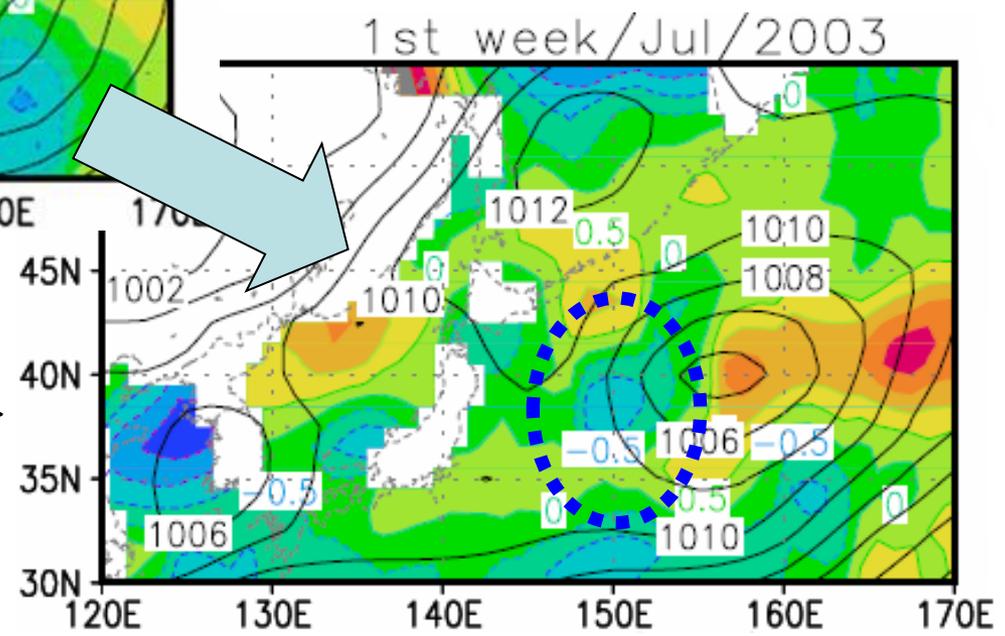


# ヤマセ ⇒ 海洋に影響？



海面水温平年偏差(°C)

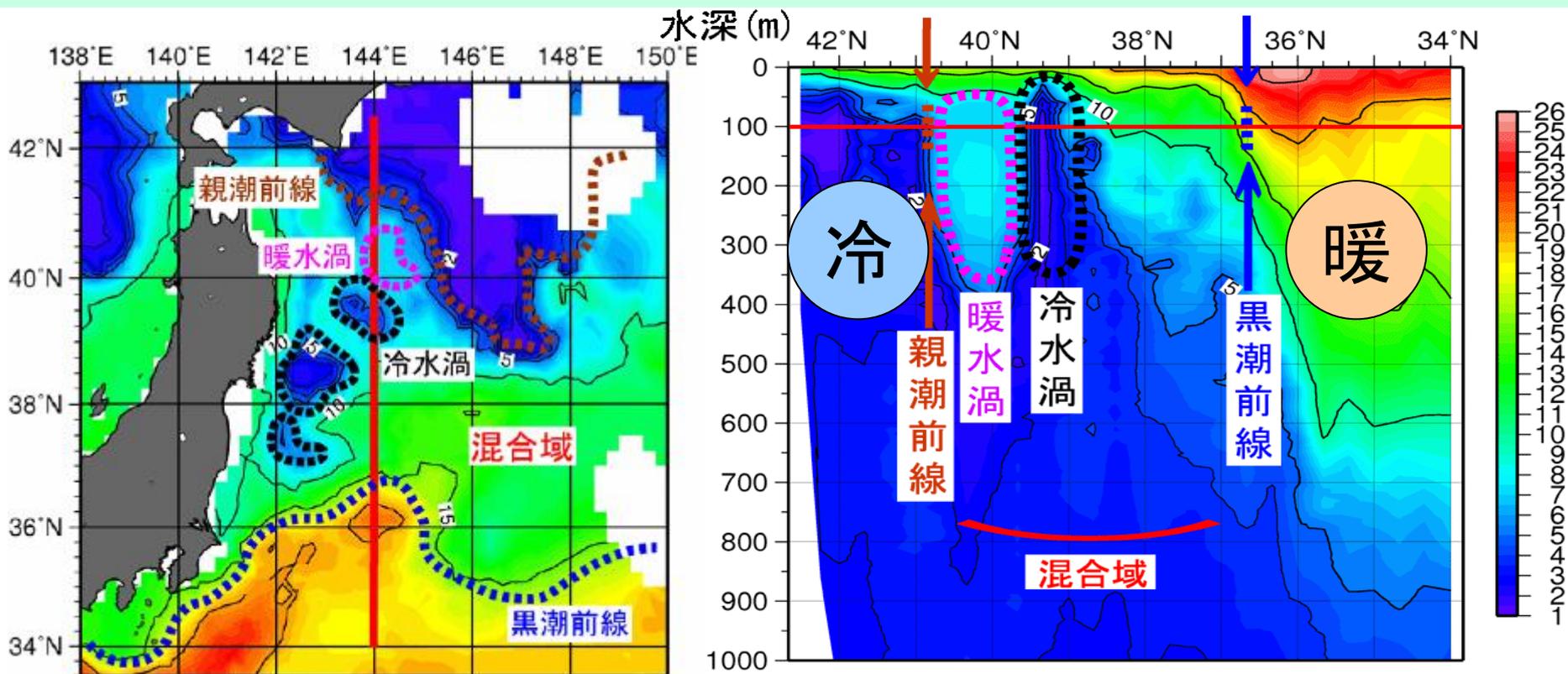
←ヤマセ吹き始め



ヤマセ時→



# 背景2: 海洋の鉛直構造



2002年7月上旬の深さ100mの水温図と

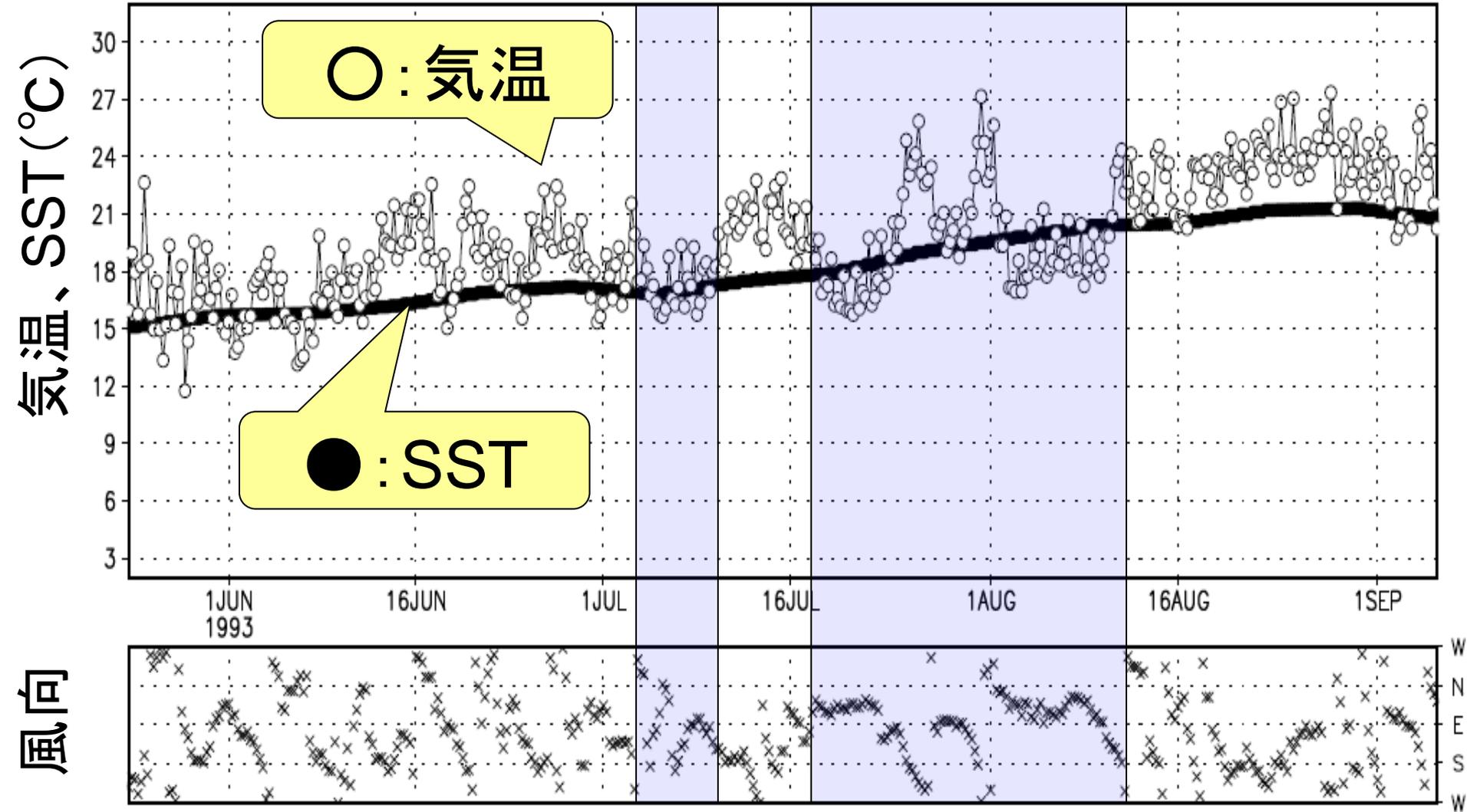
東経144度線に沿った水温断面図

(気象庁ホームページより)

# 三陸沖のSST変化の例

海気温度差 負 → SST上昇率 小

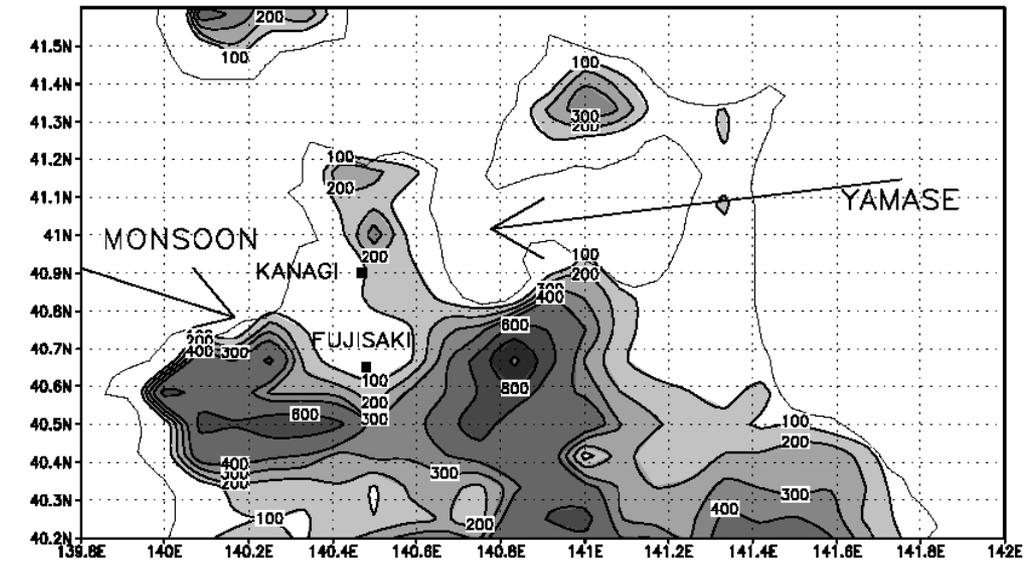
1993年6~8月 気温、SSTと風向(40N,142.5E)



# 2009年のヤマセ高層観測 (at 金木, 五所川原)



放球風景 金木農場



## 観測期間, 放球場所:

冬季: 2009年1月31日~2月15日 (土・日のみ)

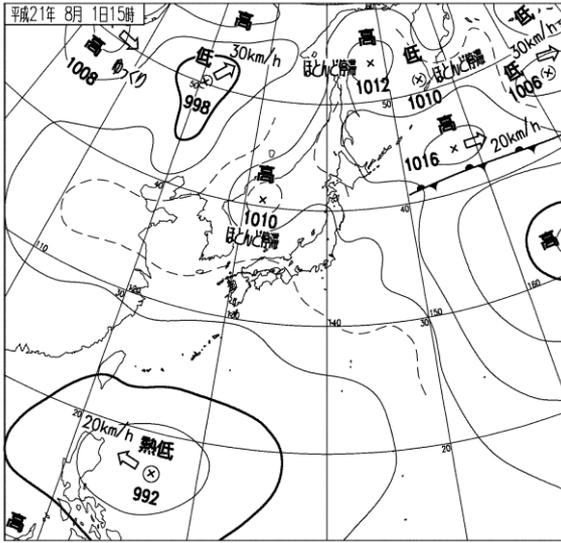
弘前大学藤崎農場

季節風の上流側に岩木山や白神山地があり地形の影響を受けた季節風が観測される。

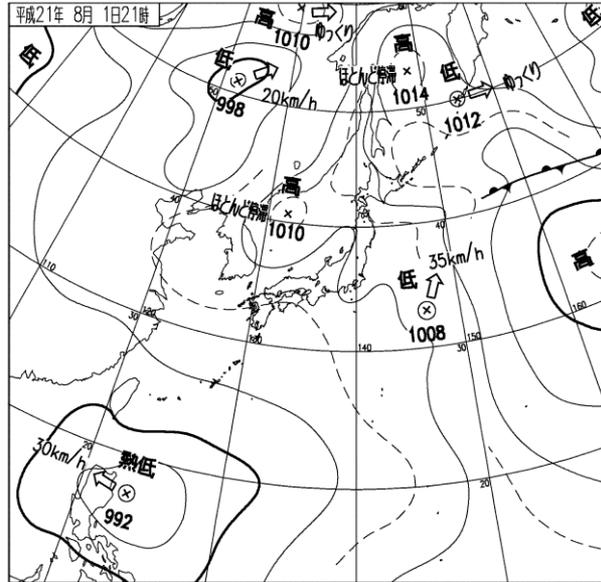
夏季: 2009年7月25日~8月9日 (土・日のみ)

弘前大学金木農場

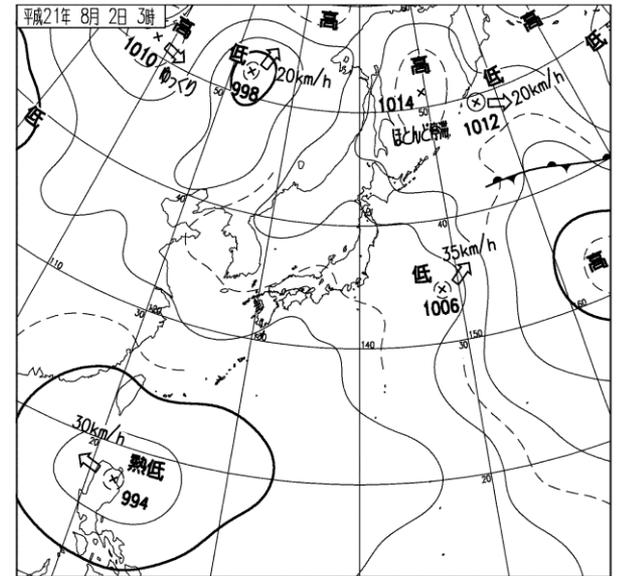
ヤマセの上流側に高い山が無く, ヤマセが陸奥湾を經由して日本海側まで流入しやすい



8月1日06Z



8月1日12Z



8月1日18Z

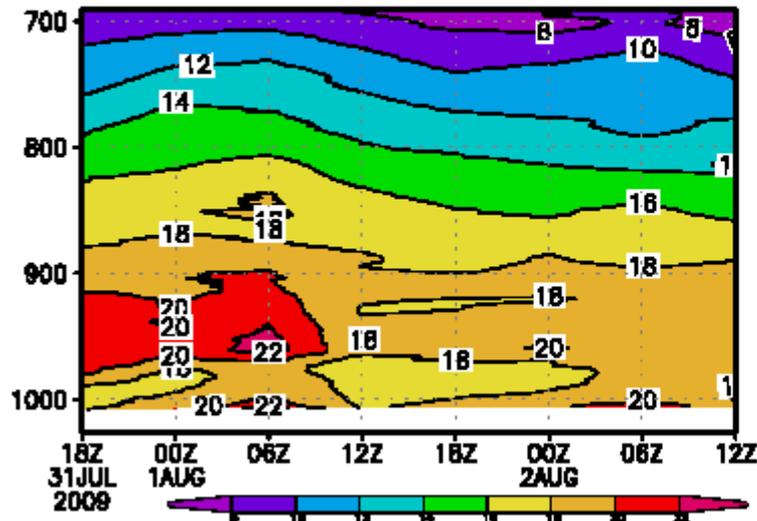
ヤマセ時の特徴である、オホーツク海高気圧  
東北地方の太平洋側に沿って伸びるリッジが観測された

# 津軽山地にかかるヤマセの出し雲

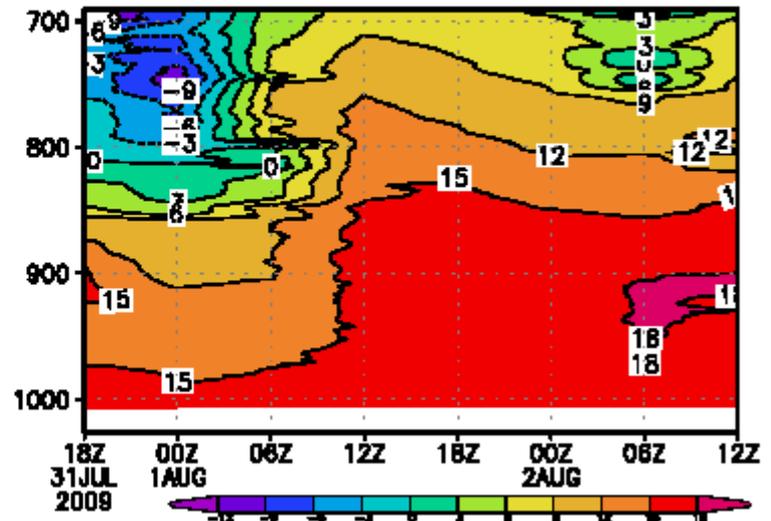


# Kanagi y09 0801\_0802

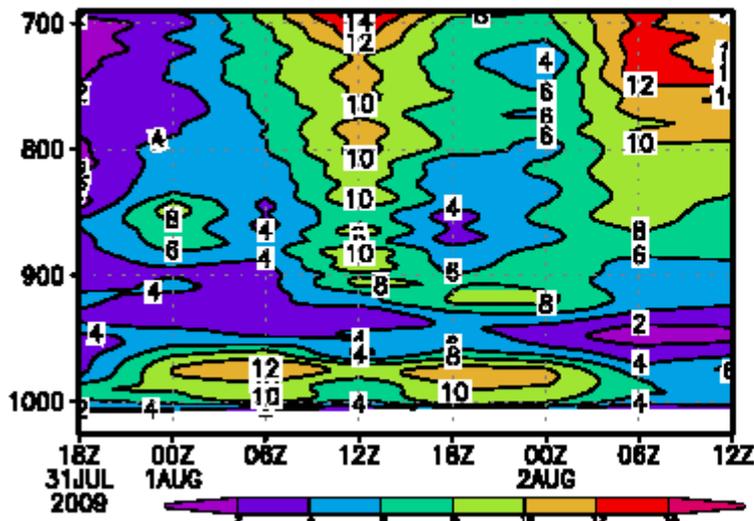
## Temperature(°C)



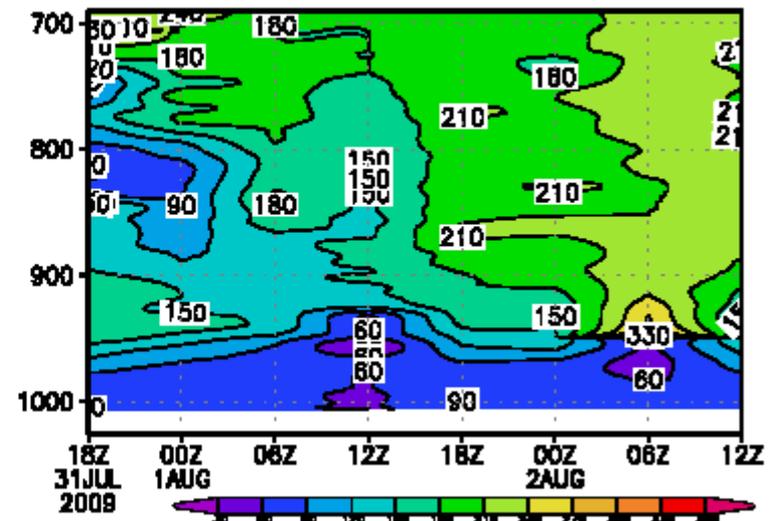
## Dew-point Temperature(°C)



## Wind Speed(m/s)

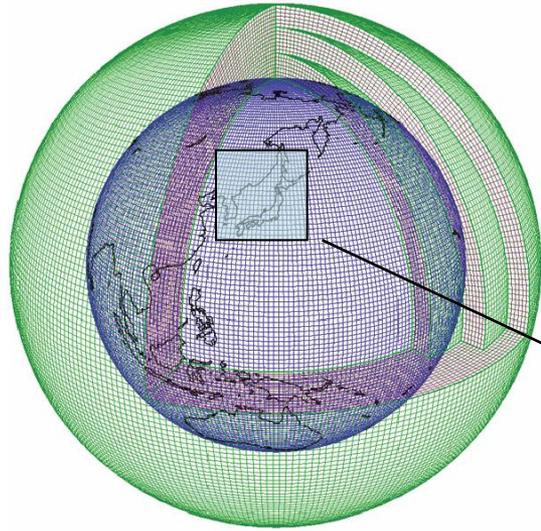


## Wind Direction(°)

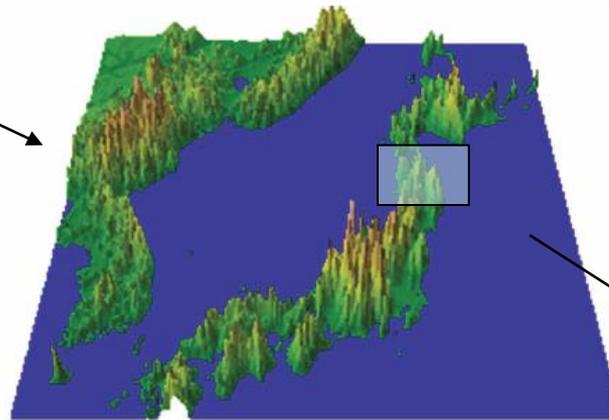


# 気象非静力学モデルを用いたダンスケーリング実験 (気象研究所 瀬古弘さんから データ提供)

謝辞: モデル計算実行:  
気象庁気象研究所予報研究部 林修吾 様  
モデルデータ提供: 気象庁数値予報課

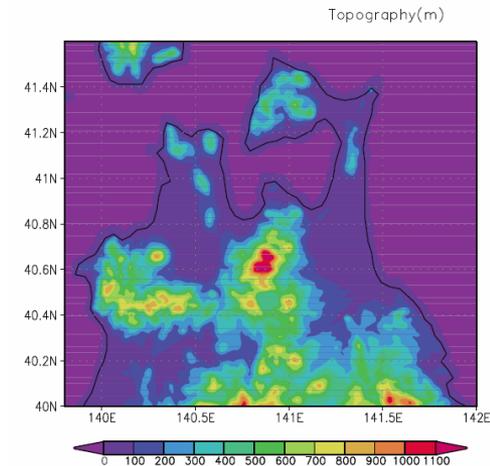


20km



5km

1km

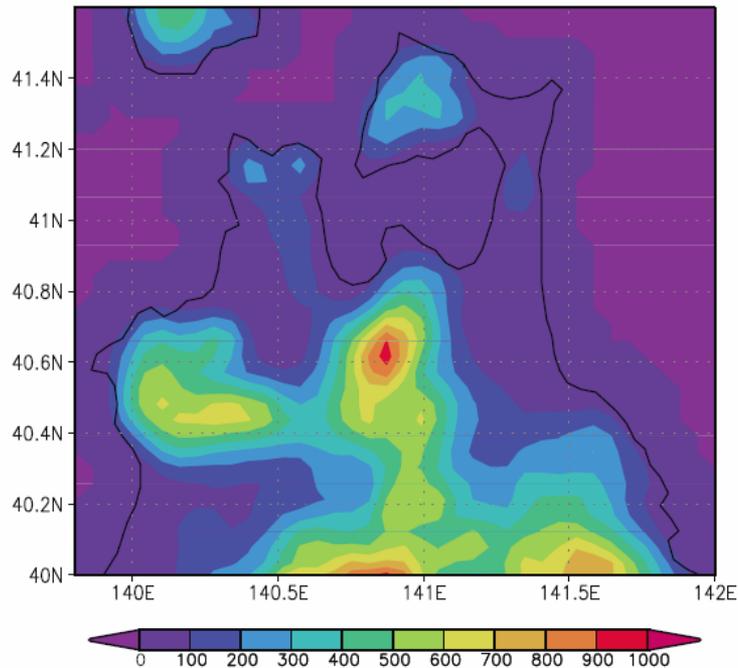


県内の地区別のローカルな  
気象予測, 気象災害情報の提供

# モデル内の地形表現の改善

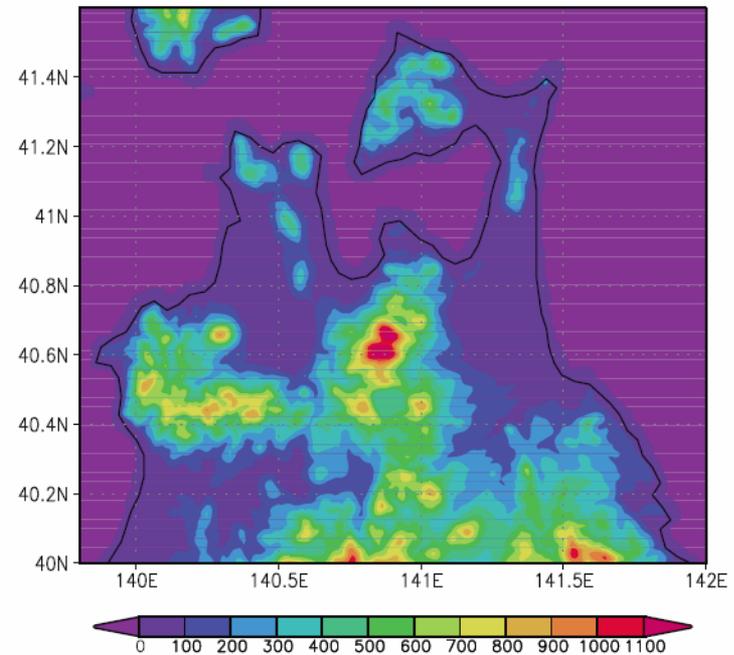
## 5km(気象庁メソ予報)

Topography(m)

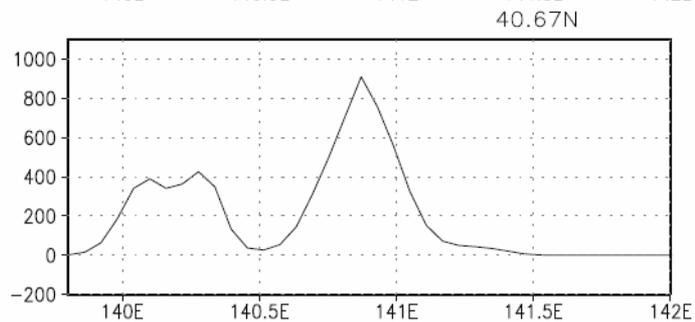
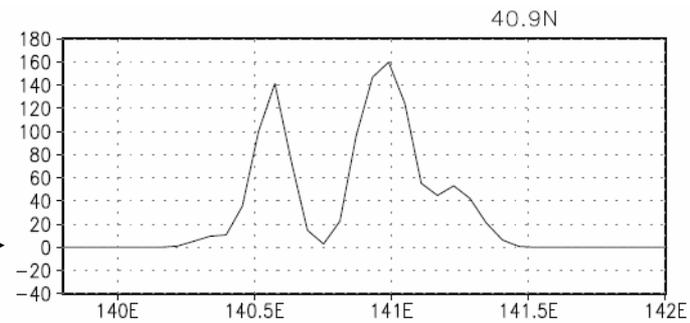
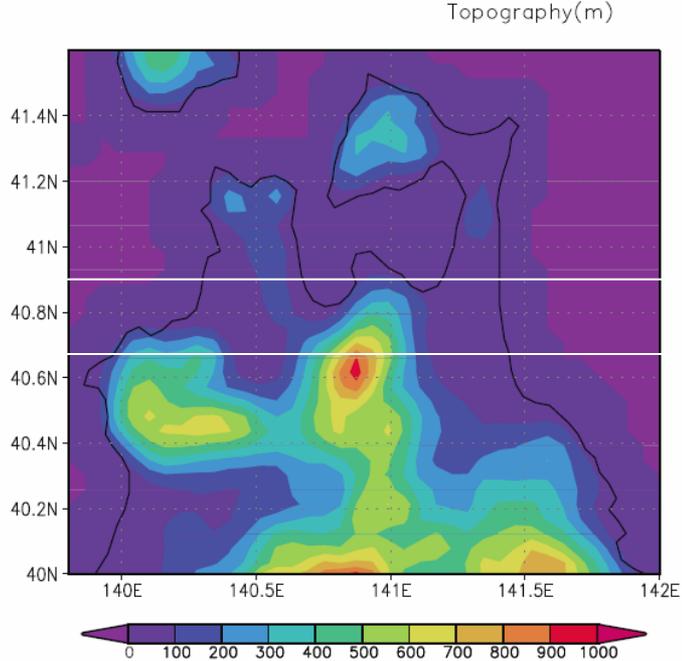


## 1km

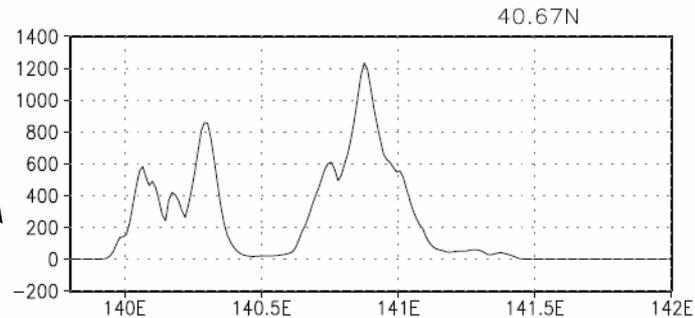
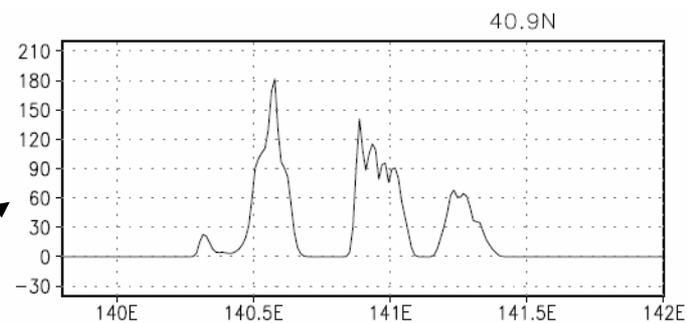
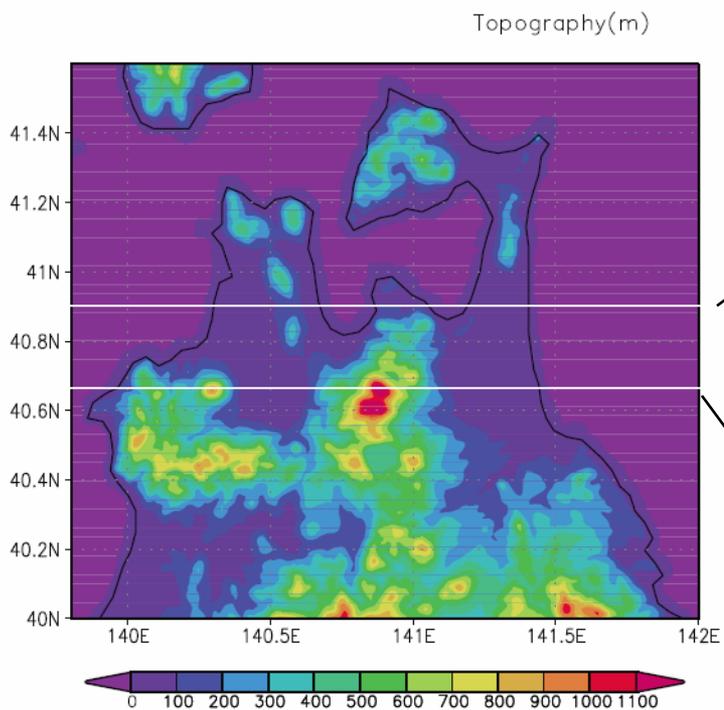
Topography(m)



5km



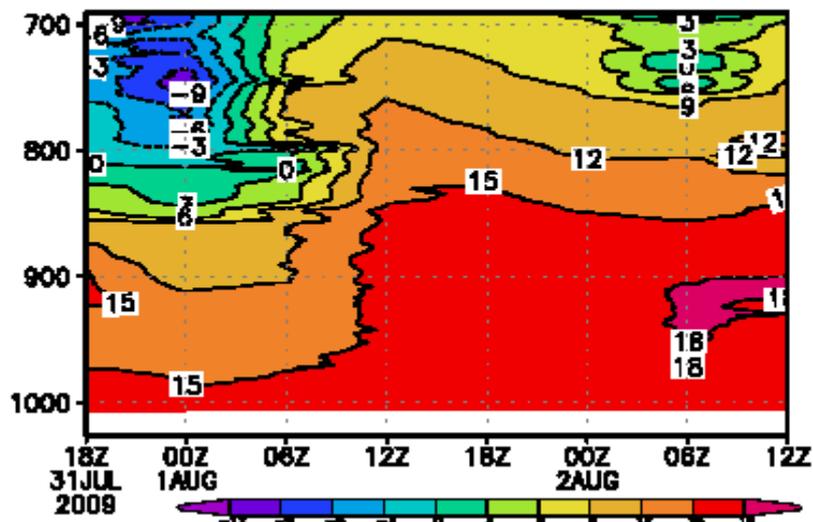
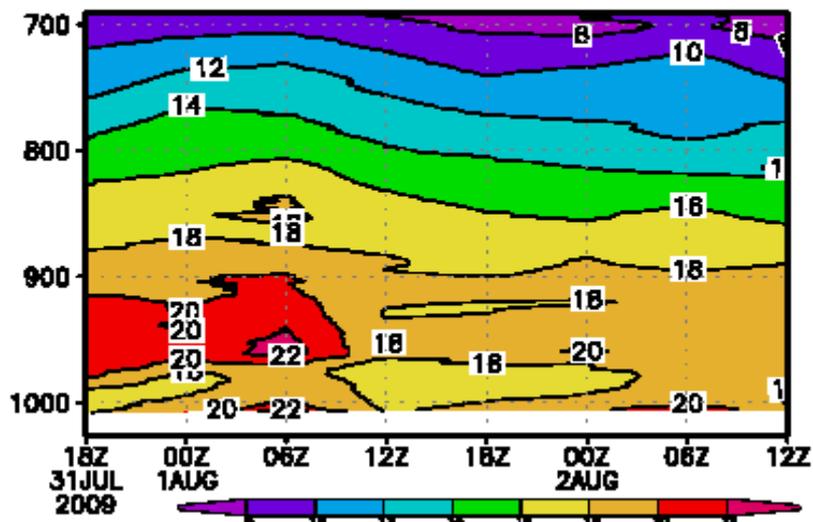
1km



# Kanagi y09 0801\_0802

Temperature(°C)

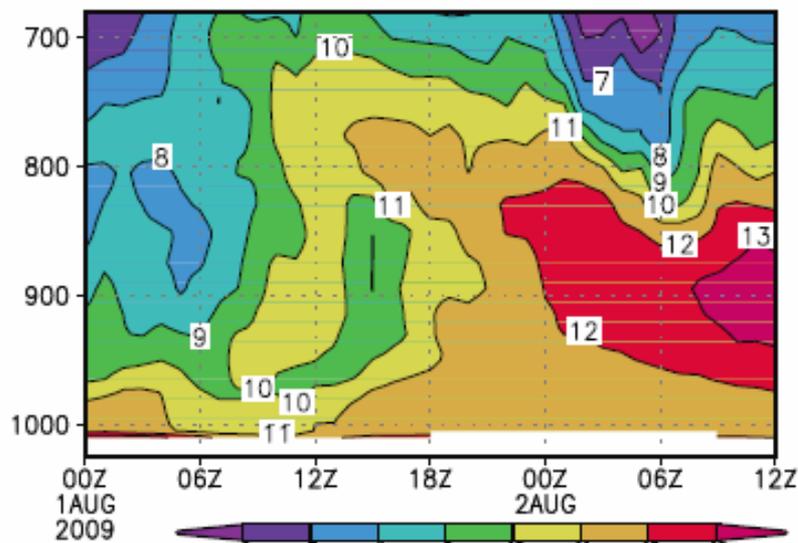
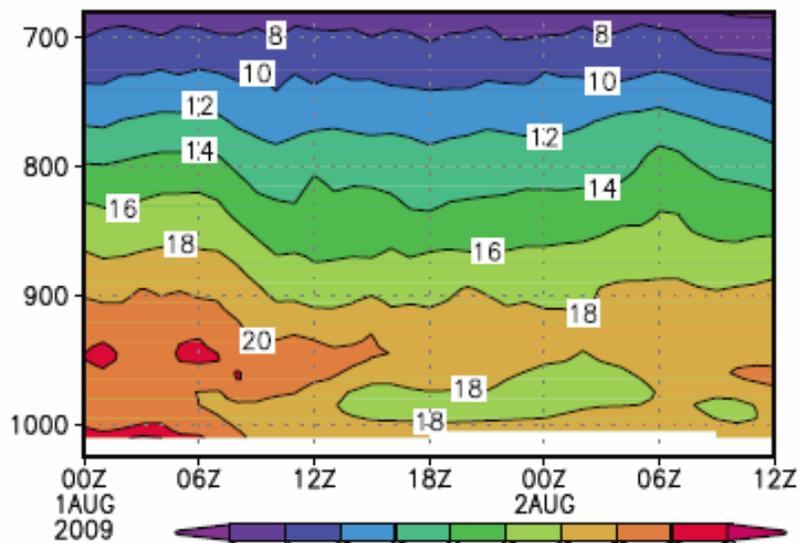
Dew-point Temperature(°C)



1km RUN (KANAGI 40.9N 140.47E)

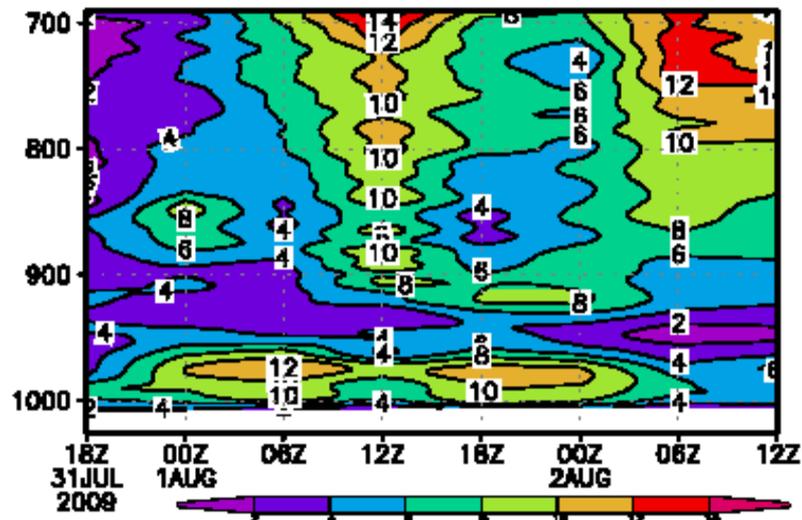
T(°C)

Mixing Ratio(g/Kg)

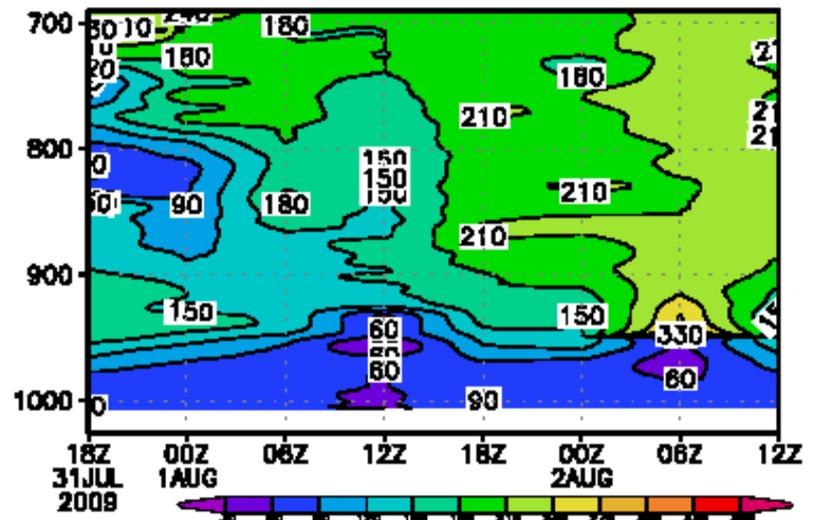


# Kanagi y09 0801 0802

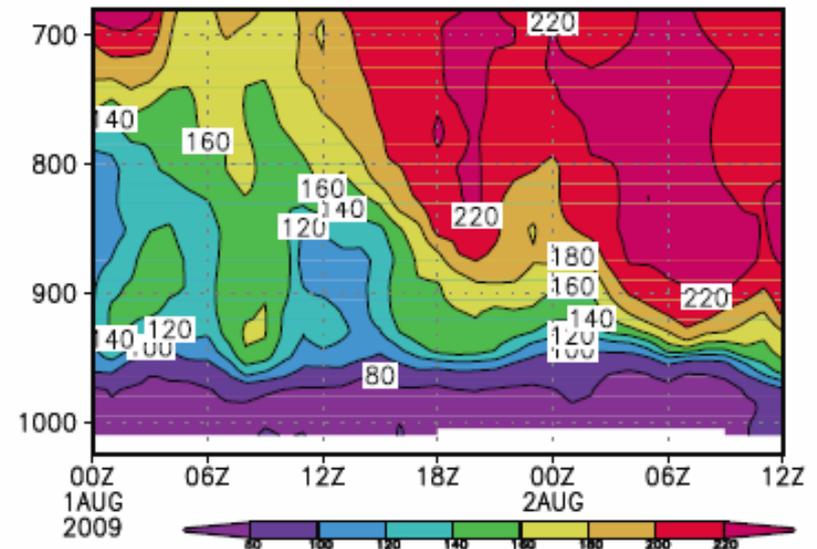
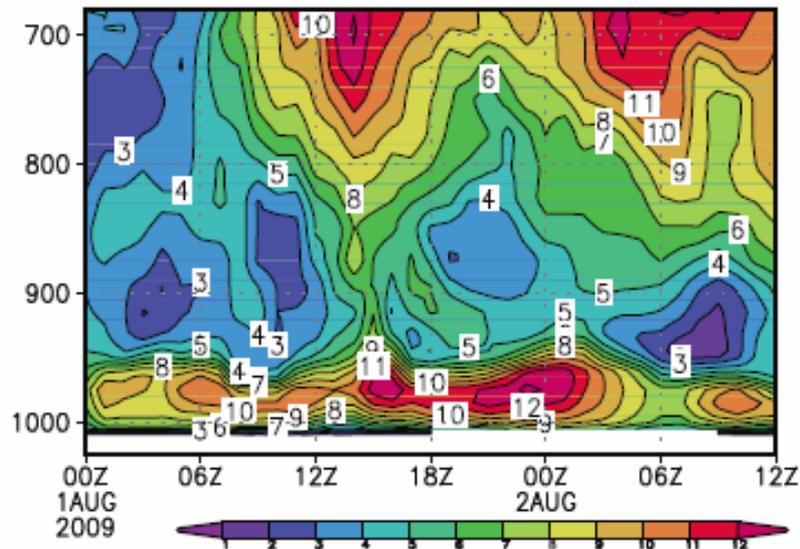
## Wind Speed(m/s)



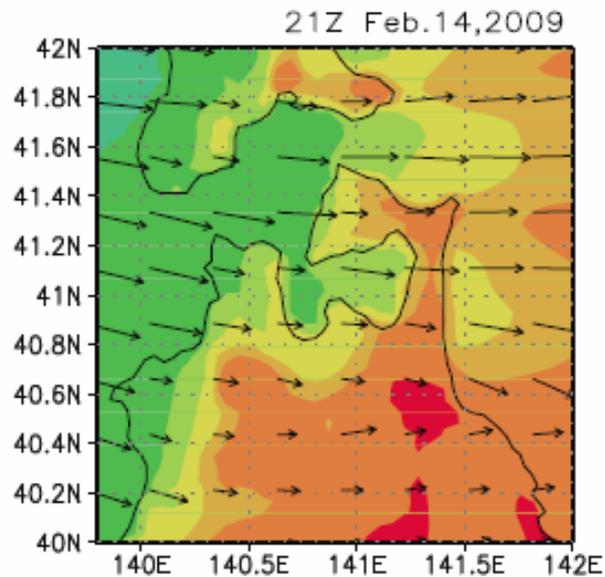
## Wind Direction(°)



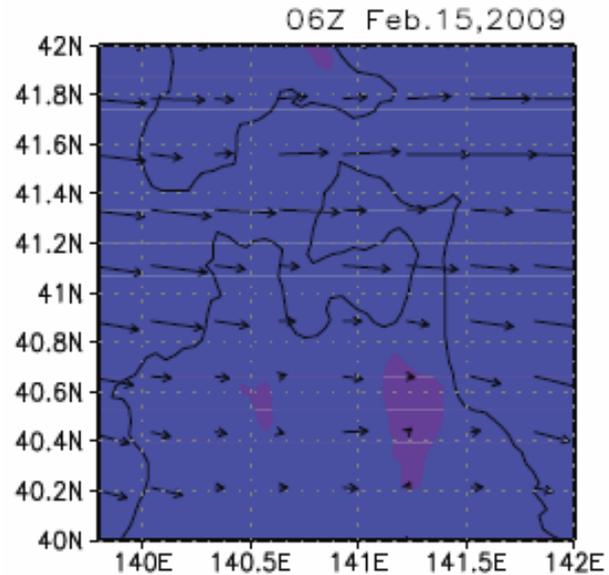
1km RUN (KANAGI 40.9N 140.47E)  
 Wind Speed(m/s)      Wind Direction(deg)



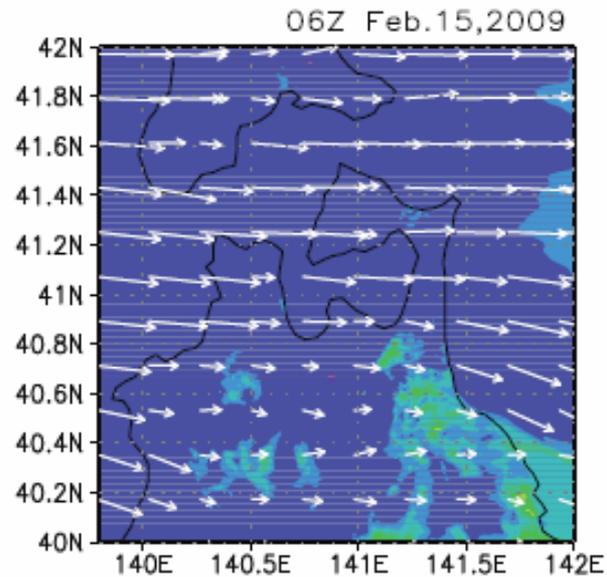
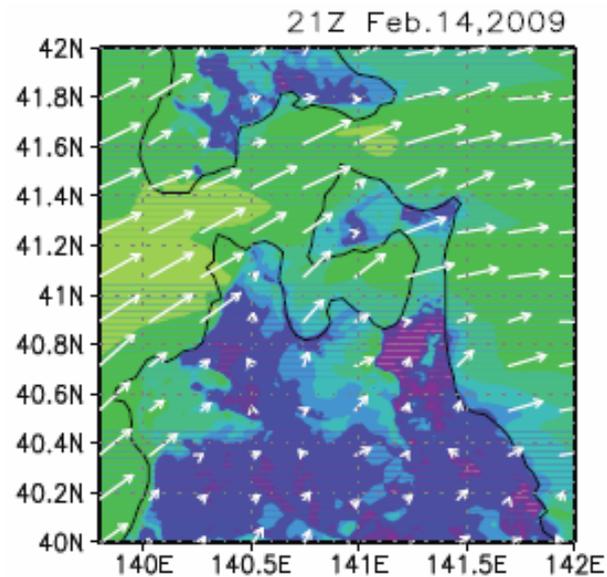
# 冬のケース



## 5km 分解能



## 1km 分解能



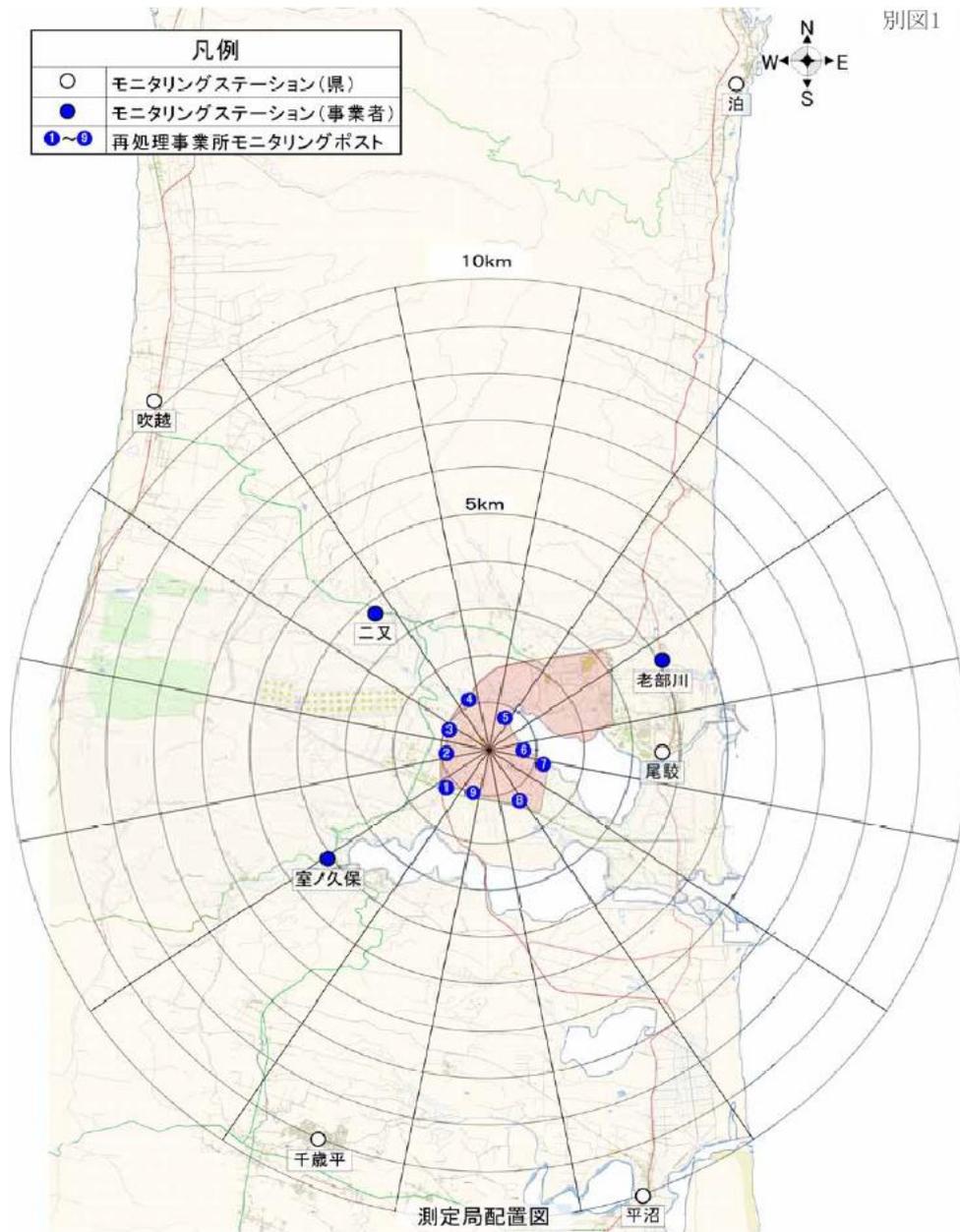
陸奥湾の風分布

# 原子力半島 下北



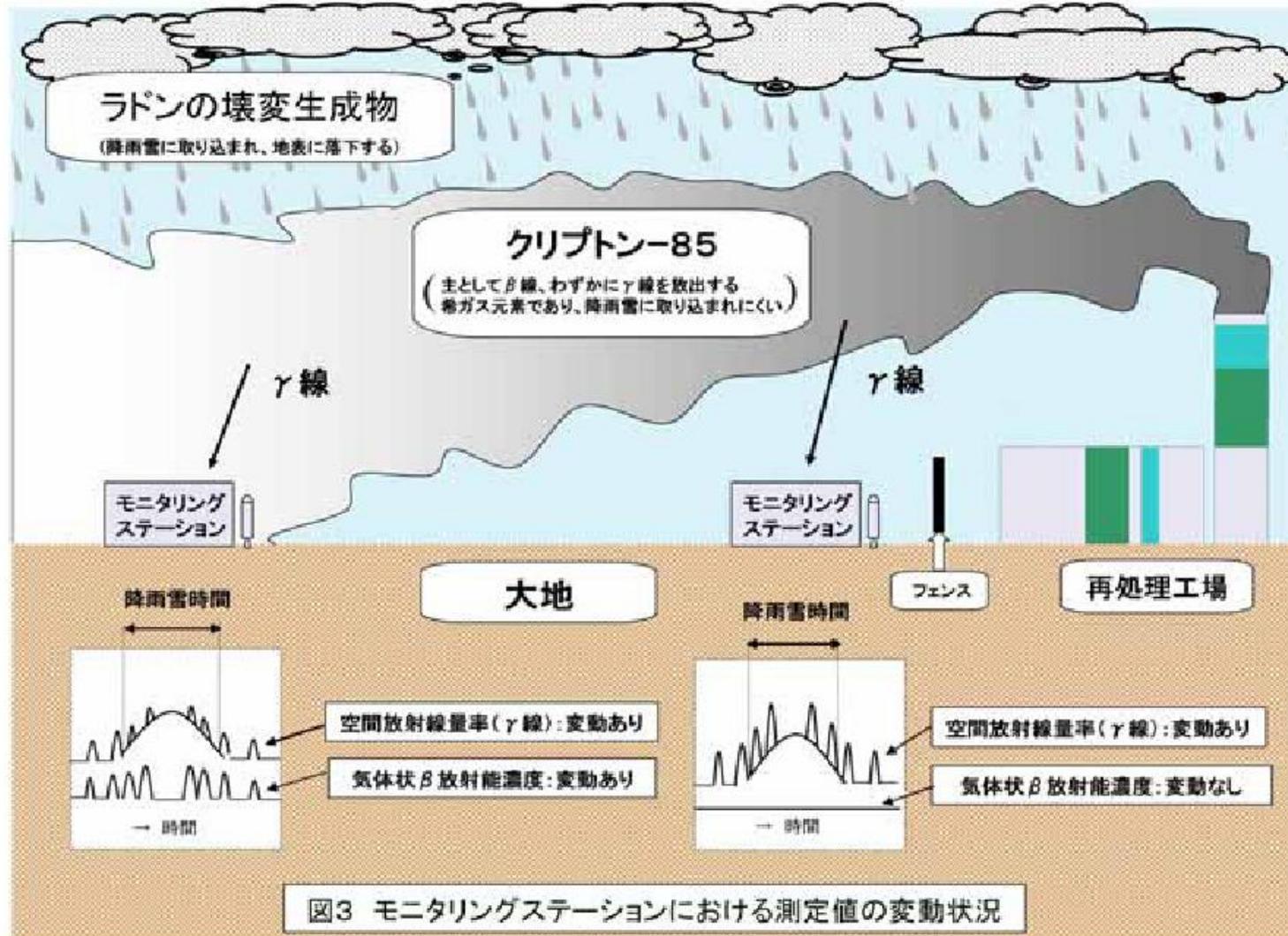
別図1

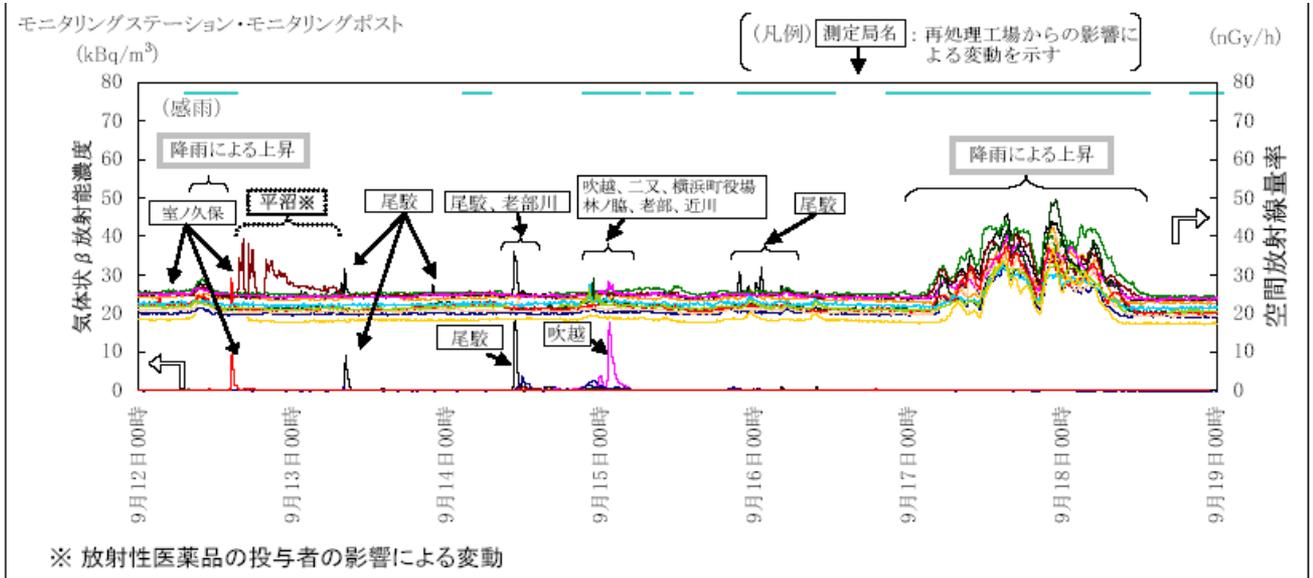
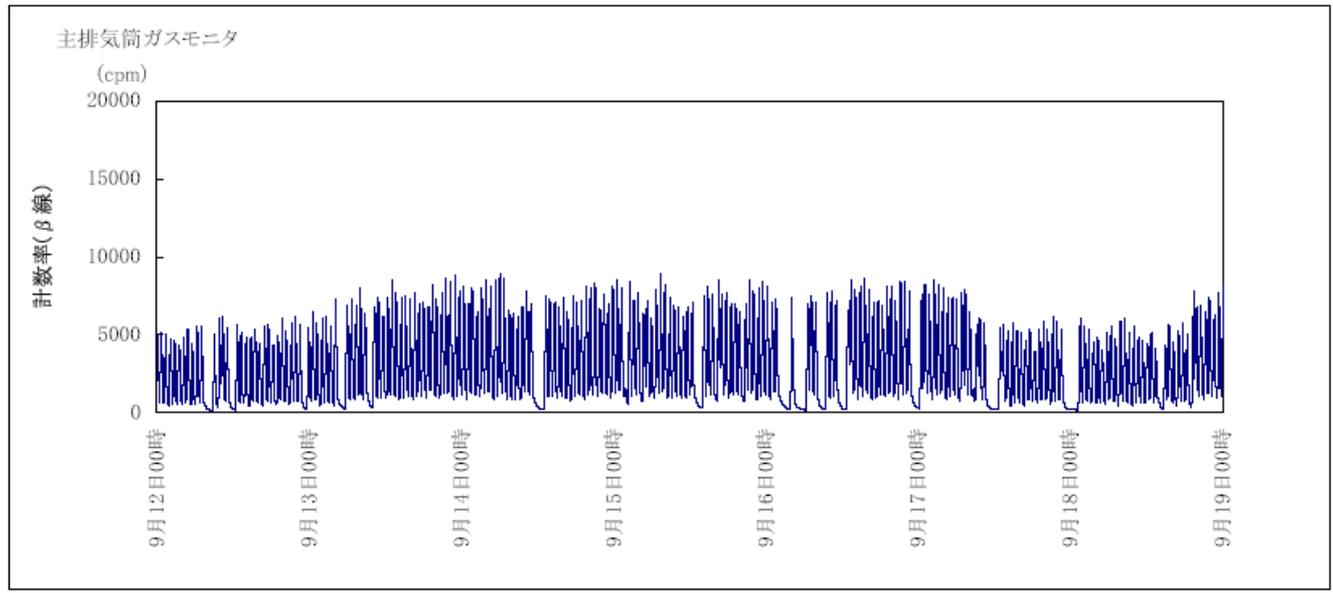
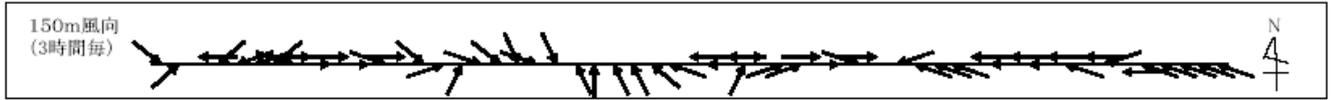
凡例	
○	モニタリングステーション(県)
●	モニタリングステーション(事業者)
①~⑧	再処理事業所モニタリングポスト



測定局配置図

# 再処理工場から排出されるクリプトン85が風下へ輸送される過程が、地上のモニタリングで検出される





平成19年9月



# 六ヶ所村の大気境界層観測

今後3～4年間やりたい

ウインドプロファイラー(WP)観測,  
RASS(音波の伝播速度から気温プロファイル測定)??  
ライダーによる気温プロファイル測定

ヤマセの鉛直構造のモニタリング

モデルで気体状放射性物質輸送をシミュレート  
放射線モニタリングデータで検証

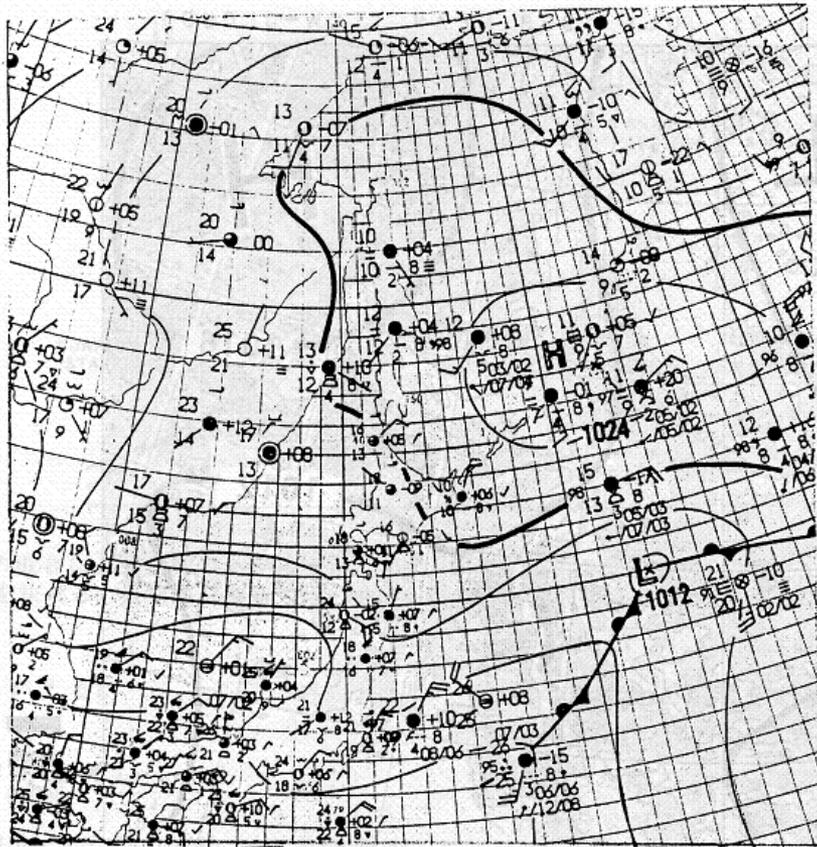
# ヤマセの鉛直構造と海上の気団 変質の関係

児玉安正(弘前大院・理工)

遠宮善陽・浅野正二(東北大・CAOS)

Kodama et al. 2009 (JMSJ)

# ヤマセとは



天 気		雲 型	
●	雨	—	一層雲
☉	霧雨	△	積雲
≡	霧	∩	層積雲
≡	もや（視程 2 km 以下）	Σ	積雲と層積雲

図 5.3: 図 5.2 と同日の 9 時 (日本時間) の地上天気図 (気象庁 (1988) に加筆)。

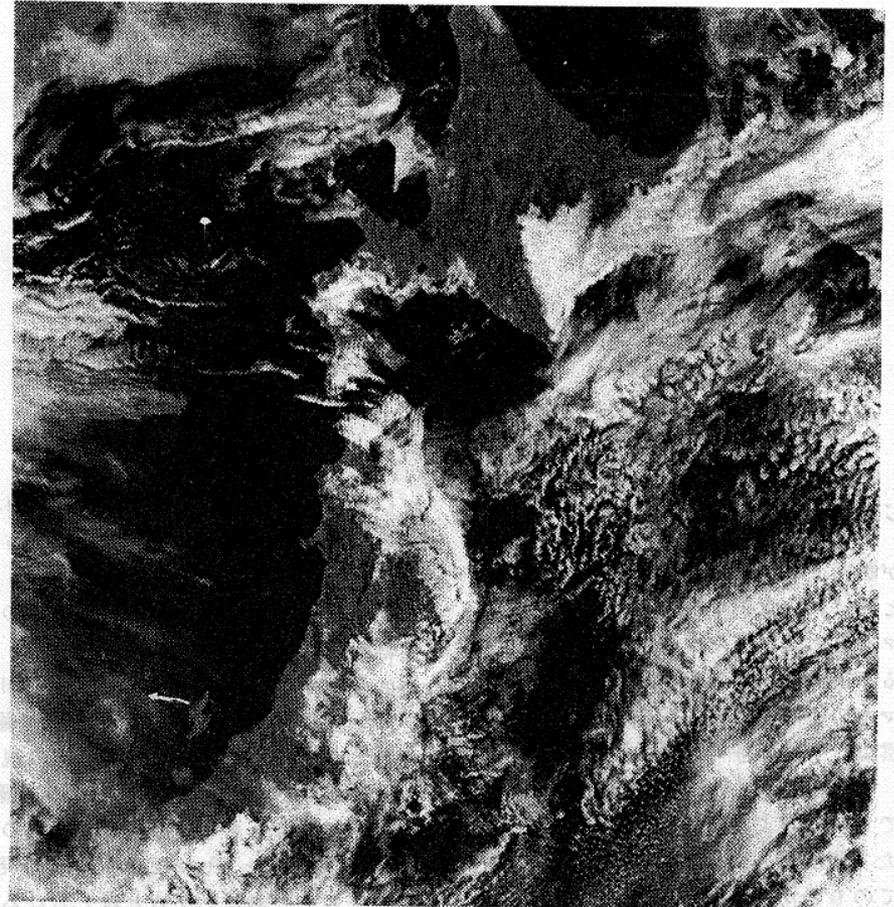
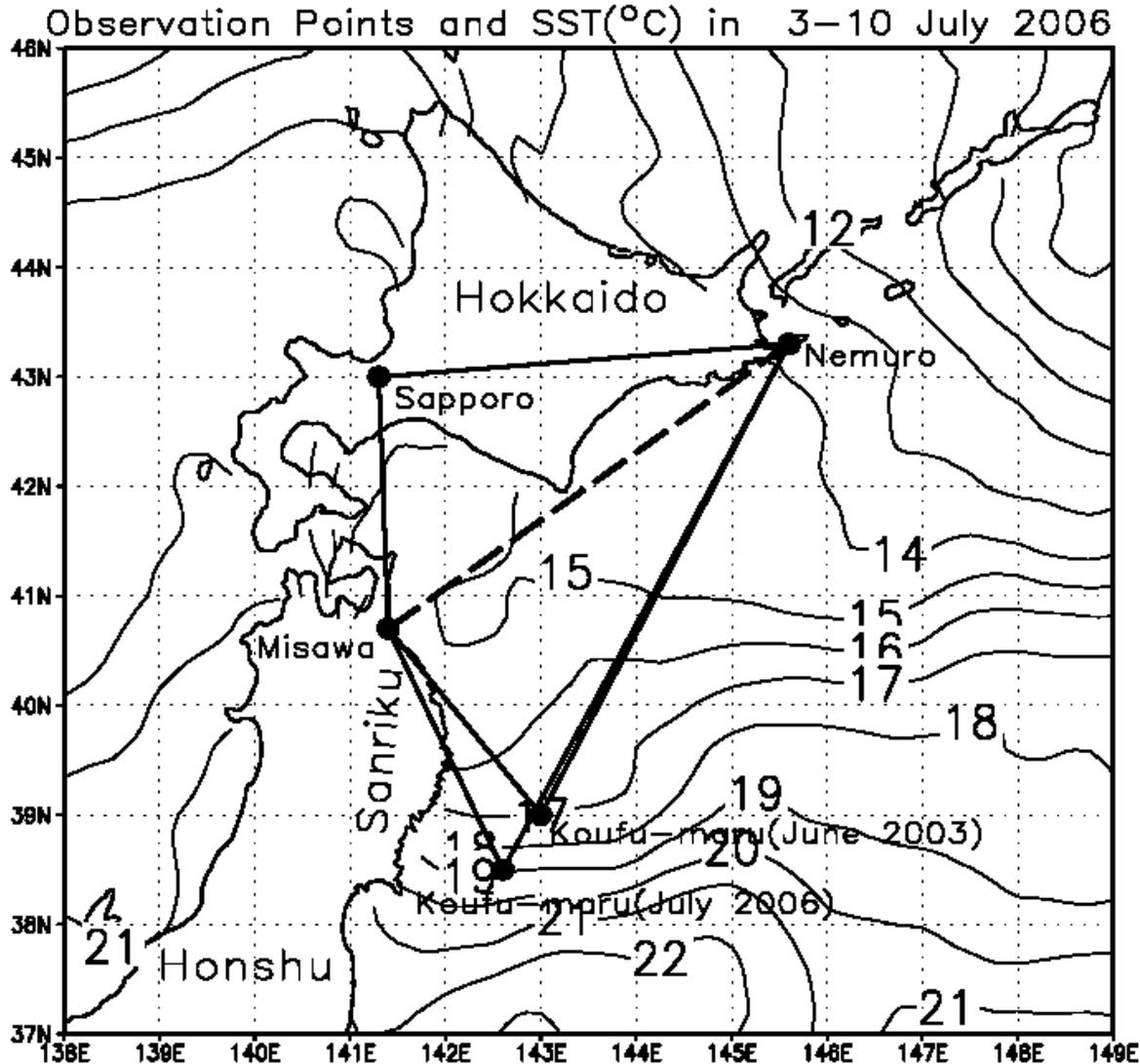


図 5.2: 1988 年 6 月 26 日 7 時 (日本時間) の NOAA/AVHRR 可視画像 (境田と川村, 1989)。

# 海洋フロントの存在とやませ

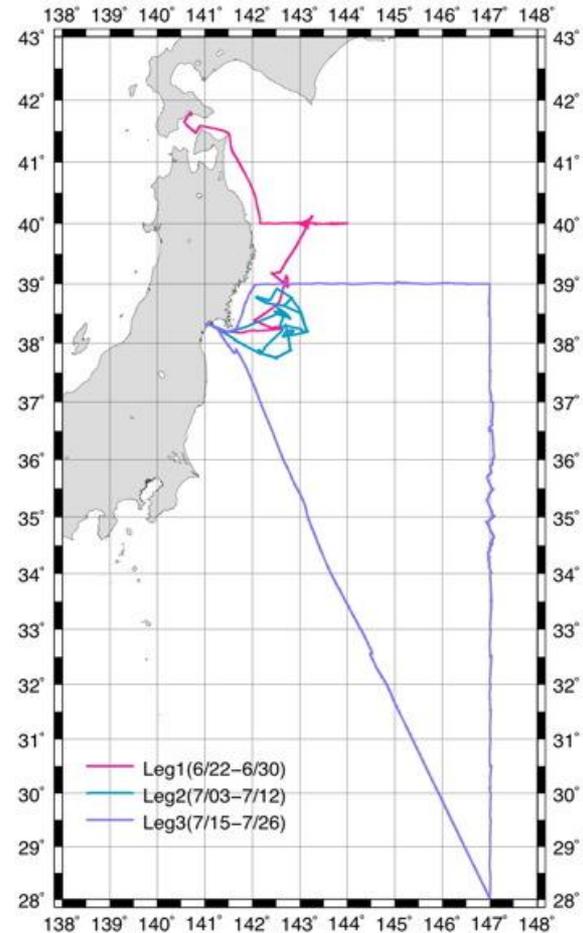


# ヤマセ共同観測(2001-2007) (東北大CAOS-函館海洋気象台)



高風丸

2006 Route



# 通常の上気象観測，強化高層観測， 持込機器による観測（放射、雲底高度）

## 使用観測機器と目的（2006年の例）

精密全天日射計 EKO MS-801 (製品番号F88006) ドーム透明	下向日射フラックス(波長帯0.3-2.8 $\mu\text{m}$ )測定
精密全天日射計 EKO MS-801 (製品番号F88008) ドーム黒	下向日射フラックス(波長帯0.7-2.8 $\mu\text{m}$ )測定
精密赤外放射計 EKO MS-200 (製品番号S89038.03) (付属 サーマスタ用温度変換回路)	下向赤外放射フラックス(波長帯3-50 $\mu\text{m}$ )測定
赤外放射温度計 HEIMANN KT 15.82-B	雲底温度測定
雲分光計 英弘精機試作品(付属 温度制御器)	0.862, 1.65, 2.2 $\mu\text{m}$ の各放射強度測定
データロガー 江藤電気 THERMODAC EF	観測データの自動記録
ノートパソコン hp compaqmx 4600	データロガーの制御、データの取り込み
パーティクルカウンタ RION KC-01D (付属 ノートパソコン hp compaqmx 4600)	エアロゾル粒径分布の測定
シーロメータ IMPULSEPHYSIK LD-40 (付属 ノートパソコン TOSHIBA Satellite 4600)	雲底高度測定
マイクロ波放射計 (気象研究所から借用) (付属 ノートパソコン TOSHIBA Satellite 4600)	大気中鉛直水蒸気量・雲水量測定
赤外放射温度計 HEITRONICS KT 19 II	海表面温度測定
GPS (付属 ノートパソコン hp OmniBook XE3)	船舶観測位置

# 従来に関連研究

→ 海岸・陸域のデータ、衛星リモートセンシング  
海上の観測が不足

- Ninomiya & Mizuno (1985, JMSJ) 熱収支解析
- Urano, Nakamura, Asai (1990, 月刊海洋) 数値実験:  
ヤマセ雲の雲頂放射冷却
- Kodama(1997, JMSJ) 流跡線解析: 海洋の気団変質の影響
- Takai, Kawamura, Isoguchi(2006, JMSJ) 衛星海上  
風: 海上のヤマセの挙動と東北地方の気温偏差
- Kojima(2006, SOLA) 衛星リモートセンシング: ヤマセ雲の光  
学的・雲物理学的特性
- Nagasawa, Iwasaki, Asano, Saito, Okamoto  
(2006, JMSJ) ヤマセ雲の数値実験

# • 研究手法

- 海上の高層観測(高風丸)データの利用
- 後方流跡線解析
- 流跡線に沿った海面熱フラックス(顕熱+潜熱)
- 観測されたヤマセ鉛直構造と気団変質の履歴

# • 解析対象

ヤマセ特別観測期間中でヤマセが観測された2期間

- 2003年6月21日~25日
- 2006年7月4日~10日

# データなど

- SSTデータ(NGSST,  $0.05^\circ \times 0.05^\circ$  )  
(Guan & Kawamura 2004)

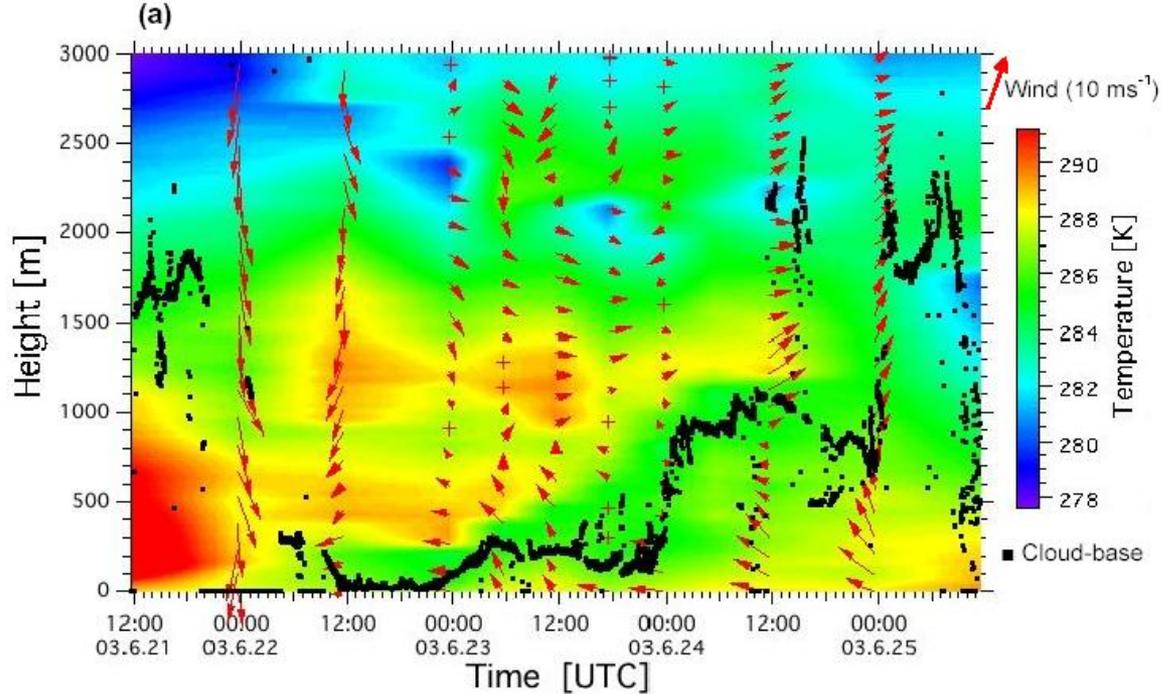
高分解能で、海洋フロントが表現される

- 大気データ(気象庁領域モデルGPV)  
(  $0.2^\circ \times 0.25^\circ$  )

以上はバルク法(Kondo 1975)に利用

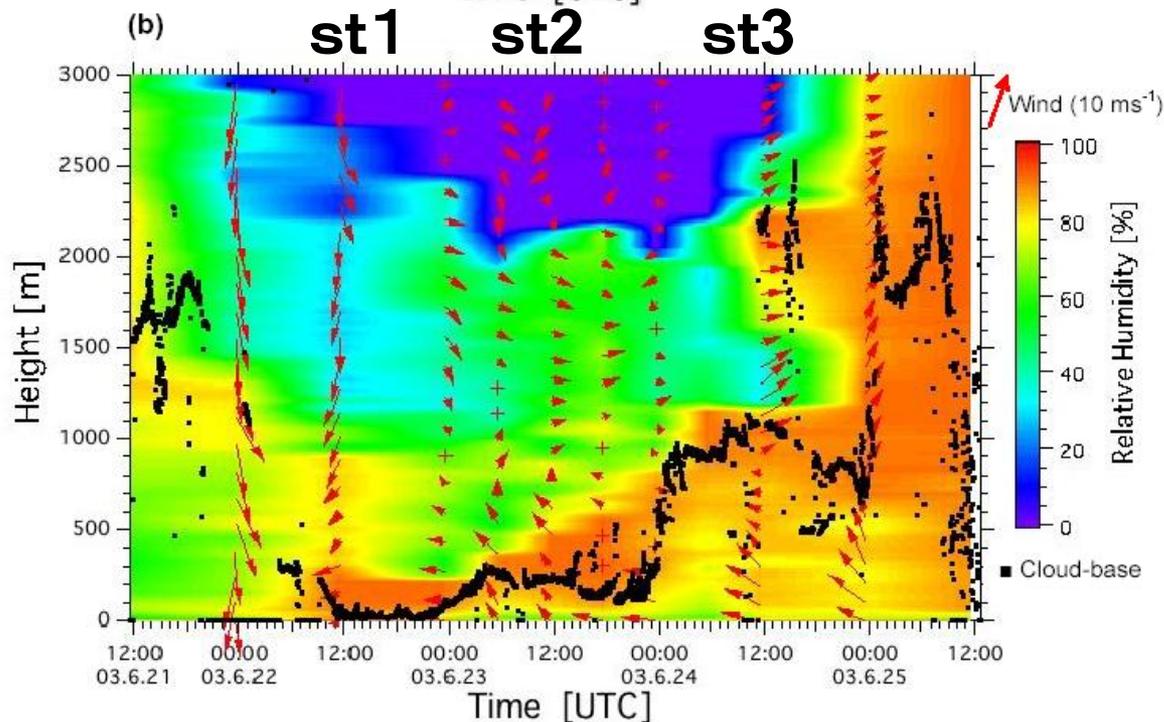
- 流跡線解析 国立環境研 METEX  
(Zeng et al. 2003) NCEP-NCAR再解析データを利用

# 2003年6月のケース



## 2003年のケース

高風丸でヤマセ雲の  
ステップ状の上方への  
発達が見られた



St1: 浅い混合層  
St2: 混合層が上方へ発達  
St3: 雲底が上昇

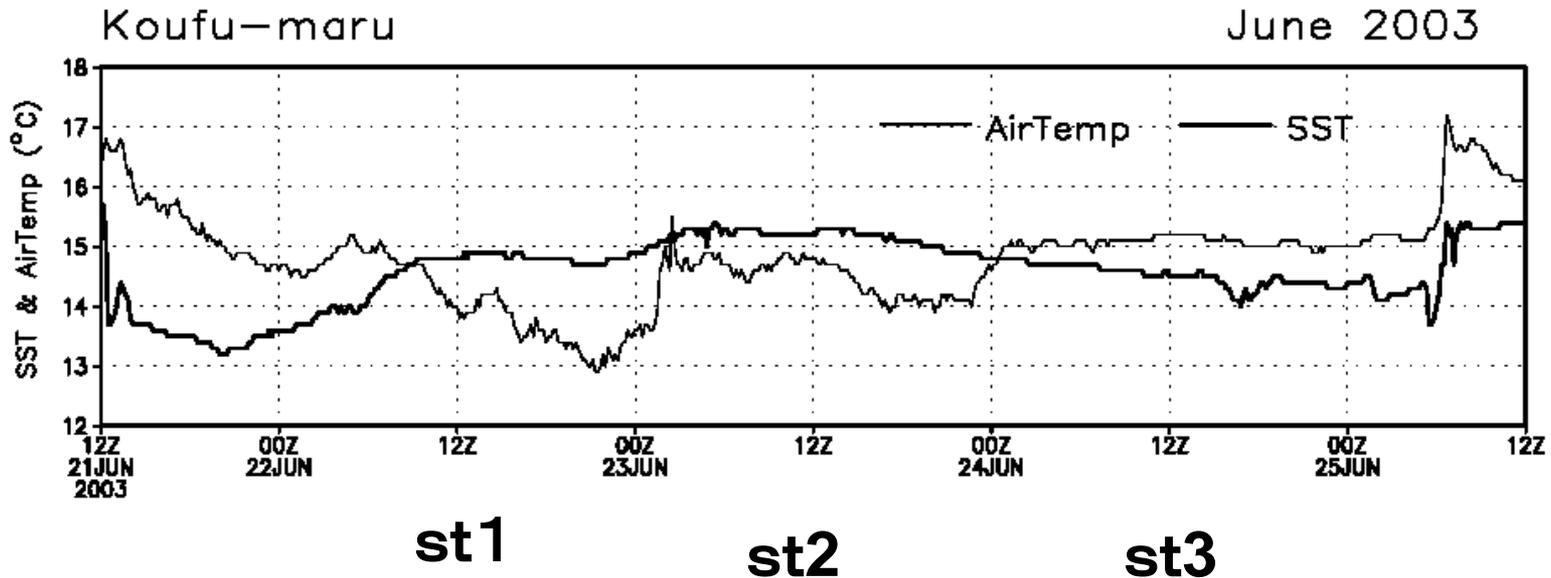
St1, St2: 放射冷却  
St3: +海洋の加熱

Kojima et al. 2006

St1, St2: SST > 気温

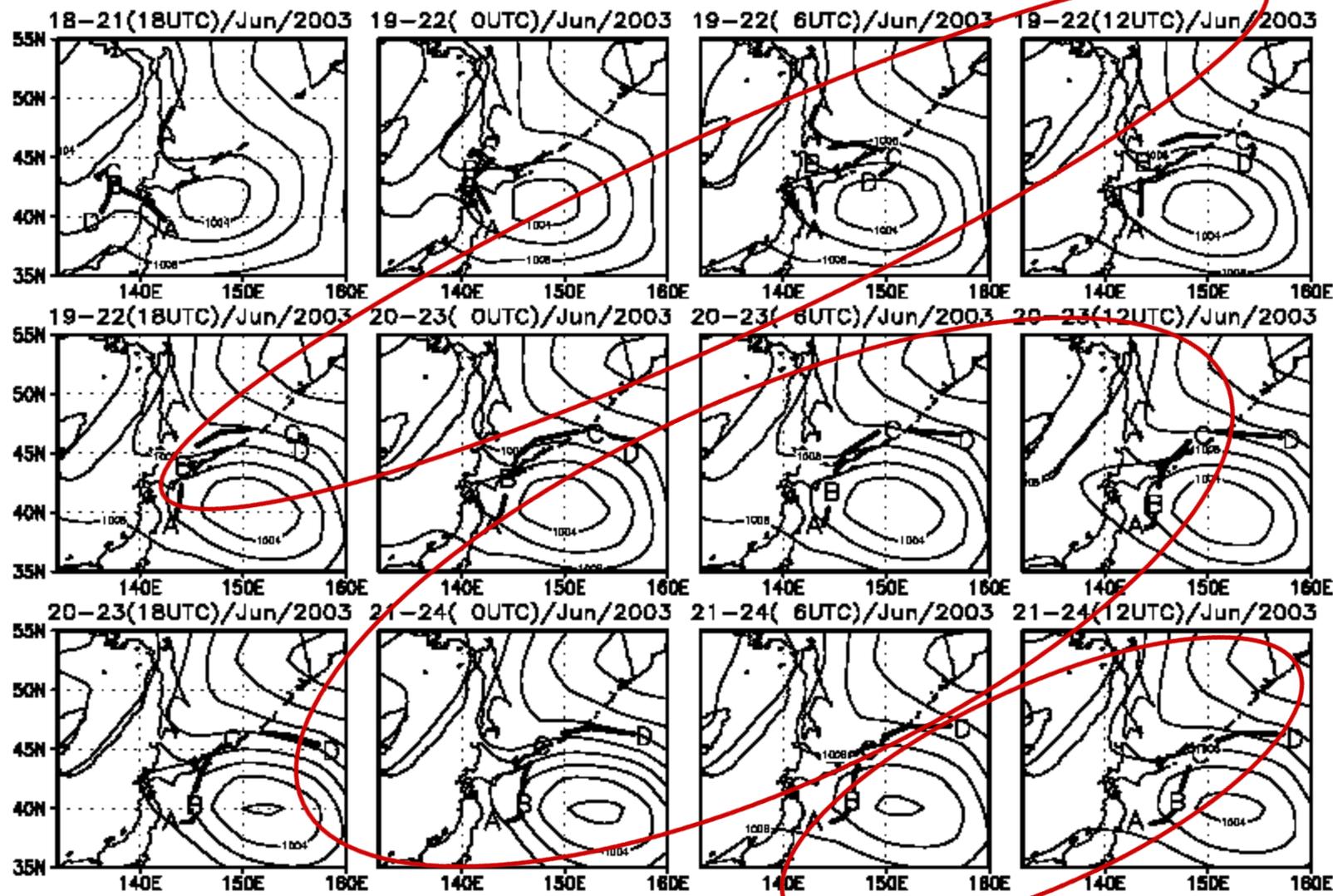
St3: SST < 気温: 気温上昇 海洋による加熱

気温は日変化も顕著



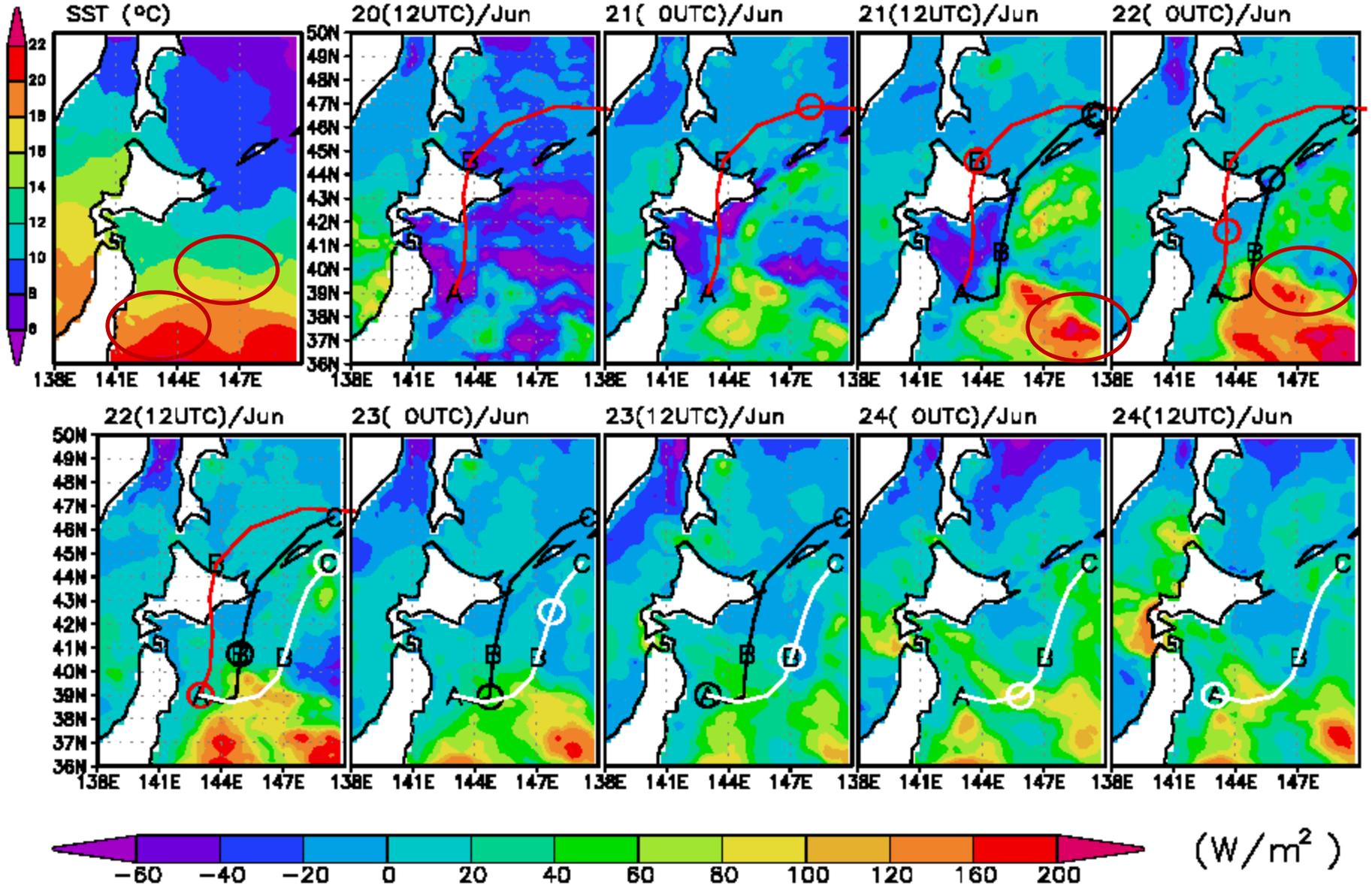
後方流跡線解析(終点:高風丸、高度120~160m)

ヤマセの後方流跡線は, 時間経過と共に東方にシフトした

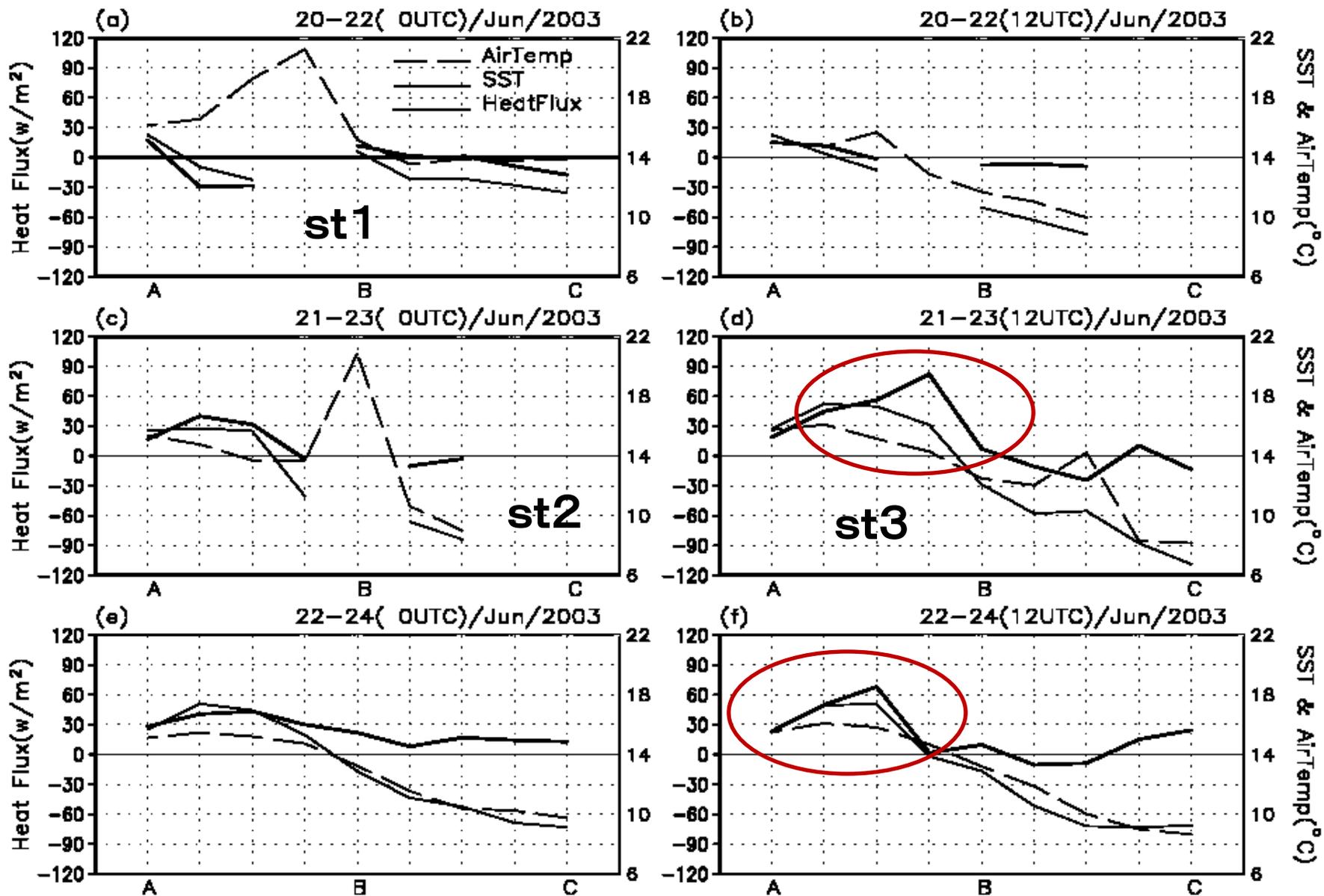


# 北海道から(st1)→千島から(st2)→海洋フロント経由(st3)

Total Heat Flux(W/m<sup>2</sup>) Kondo(1975)



# 海洋フロントを通過する経路では、海面加熱が大きい



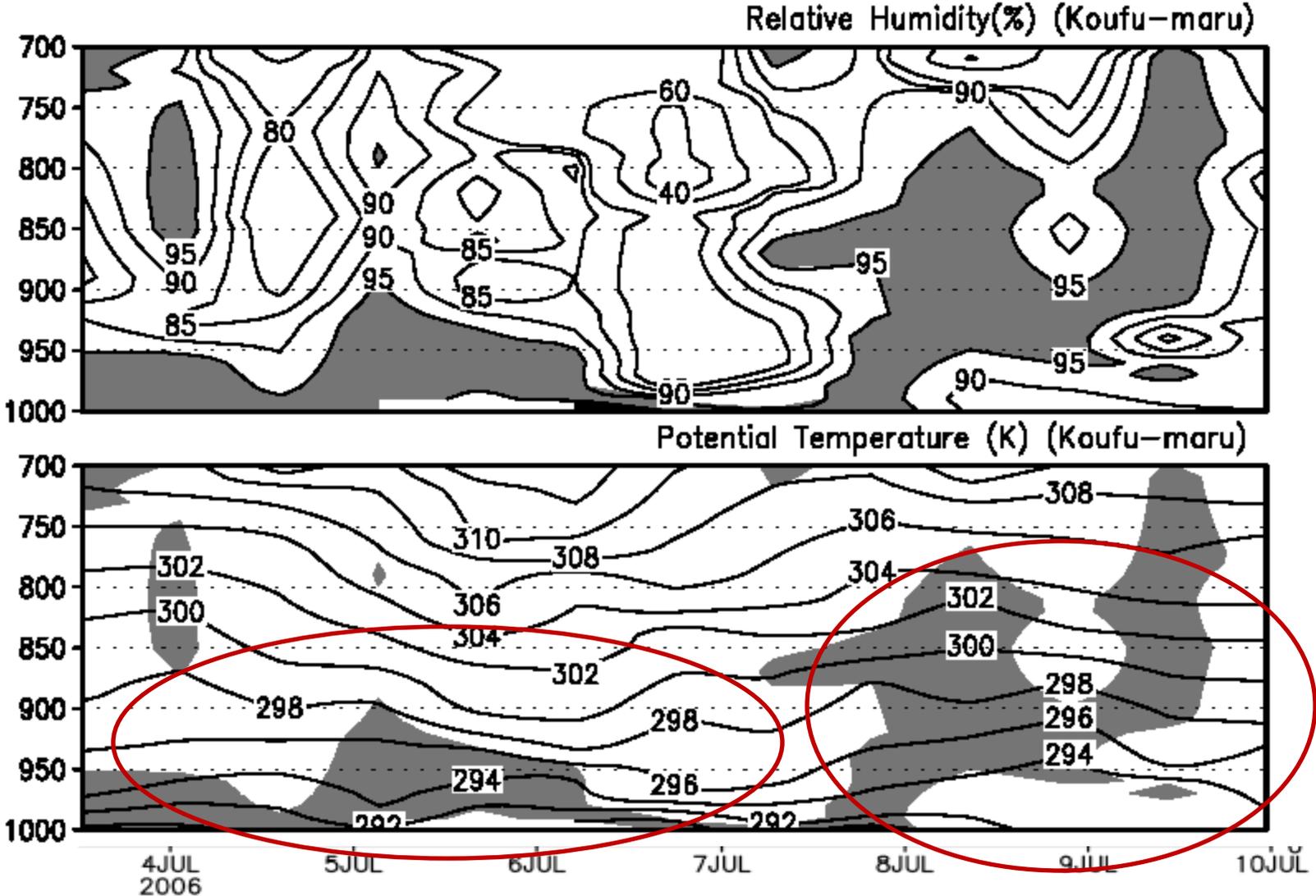
# 2003年まとめ

時間経過と共に、ヤマセの流跡線は東にシフト

- Stage1 : 北海道から
- Stage2 : 千島から
- Stage3 : 黒潮続流の海洋フロントを通過

2006年7月のケース

# 2006年のケース 接地安定型から対流混合層型に変化

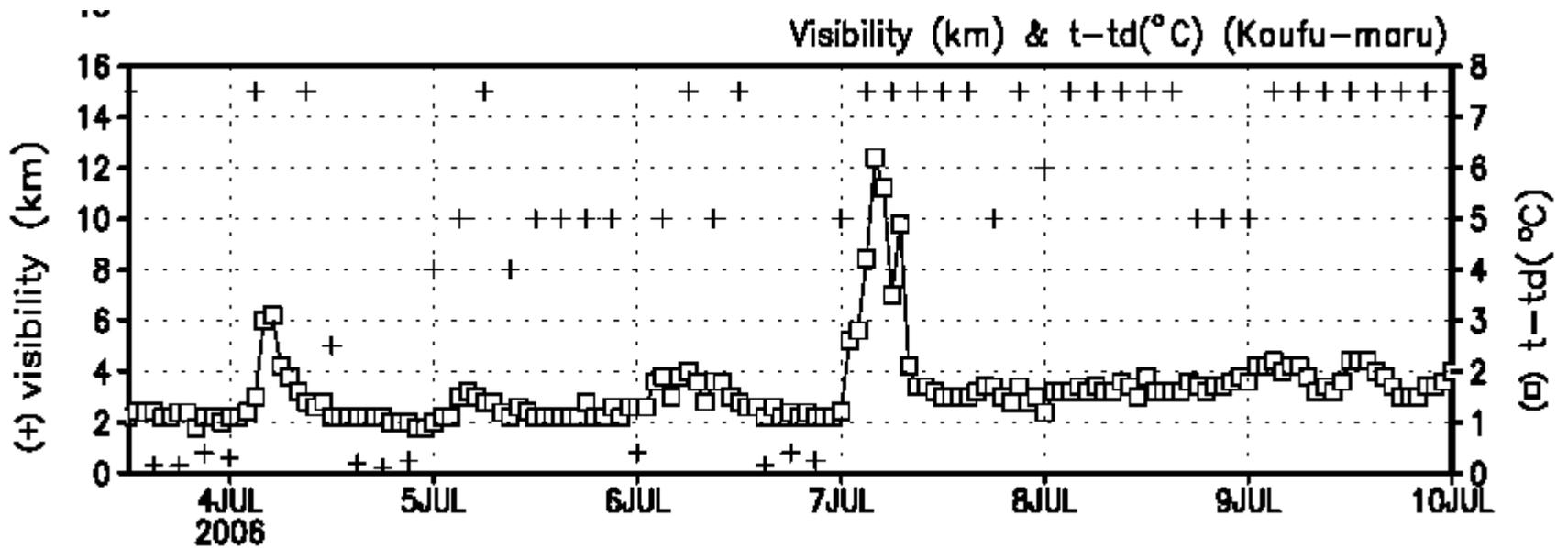
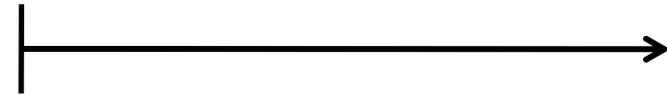


← 接地安定層型      Stage1      Stage2      対流混合層型 →

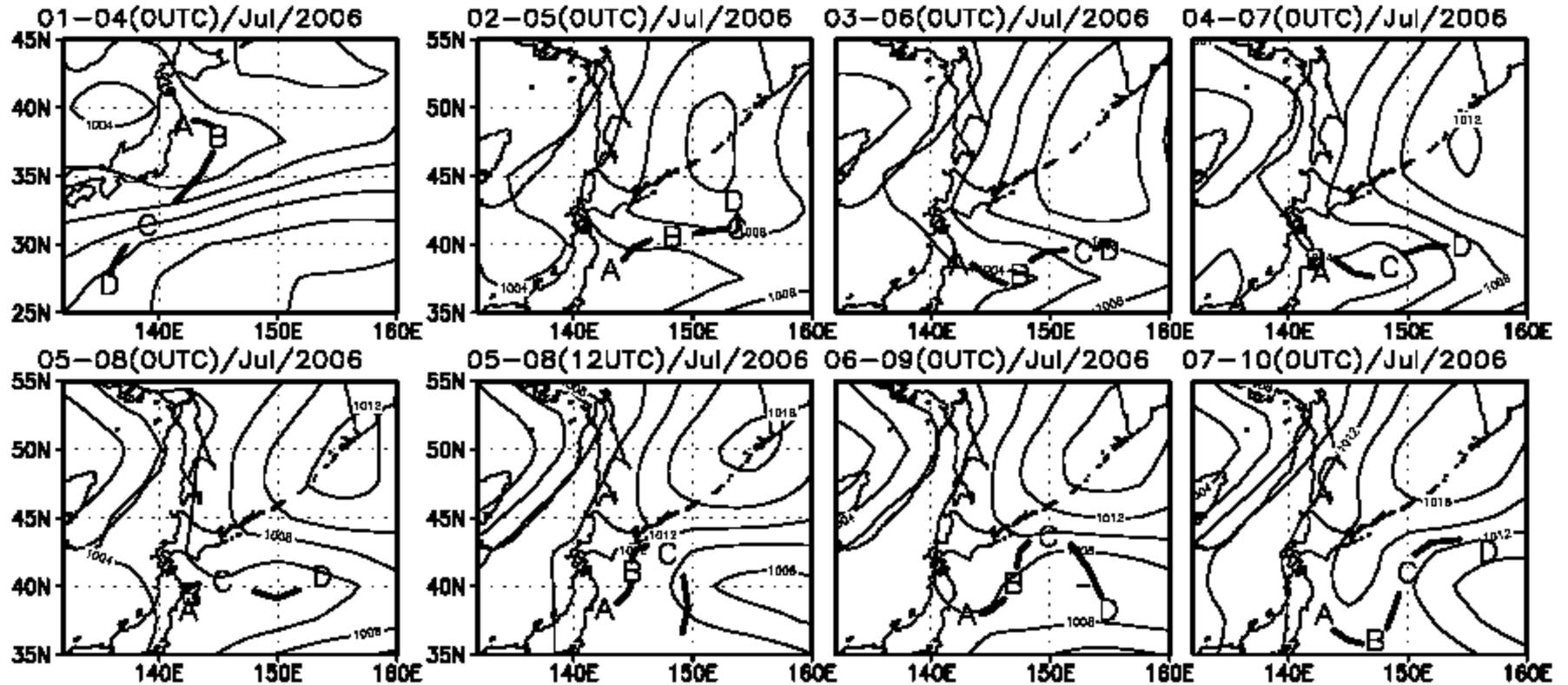
# 高風丸の観測:

前半は視程が夜間に低下

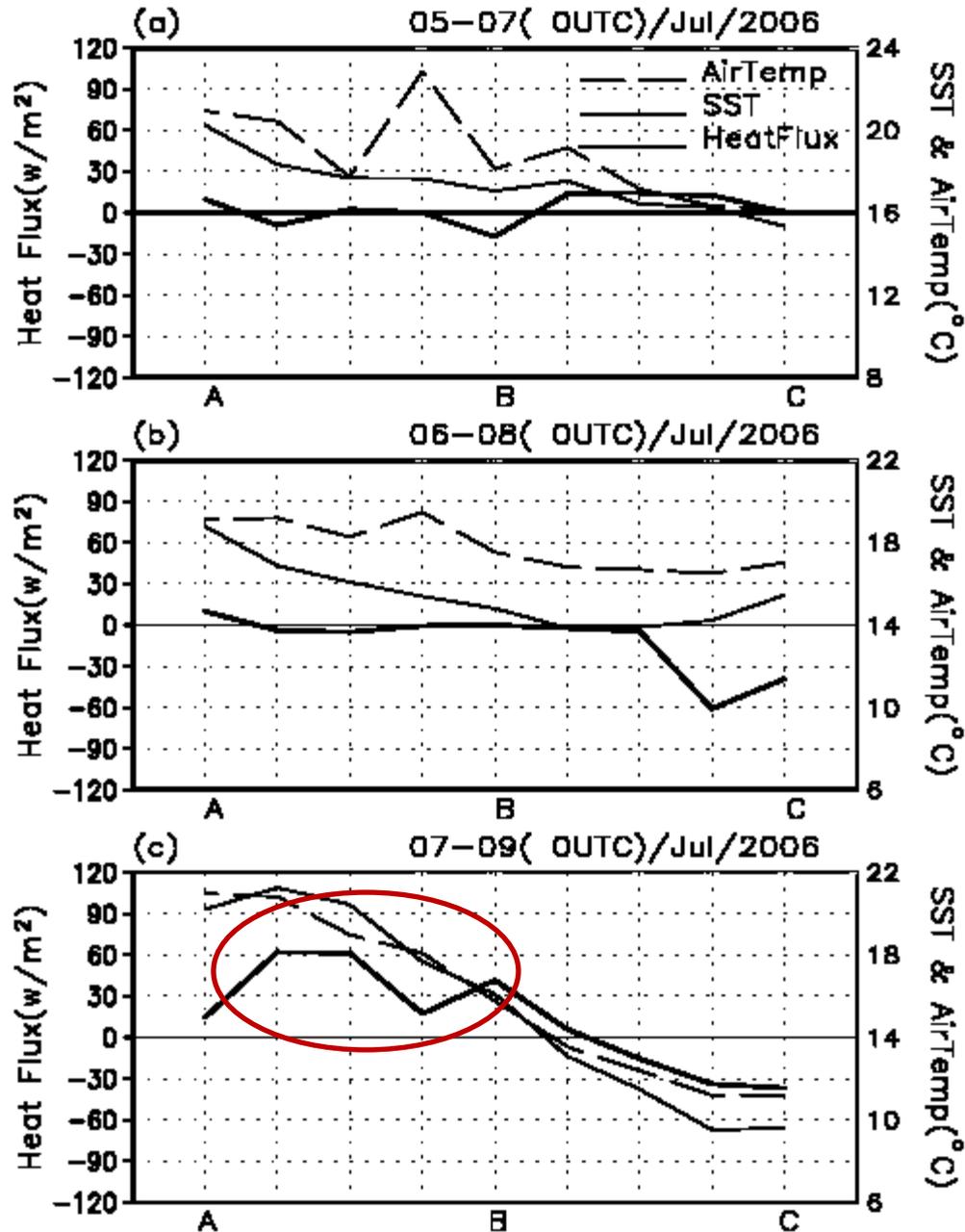
Stage2



# 流跡線解析 : Stage1:zonal Stage2: 北風



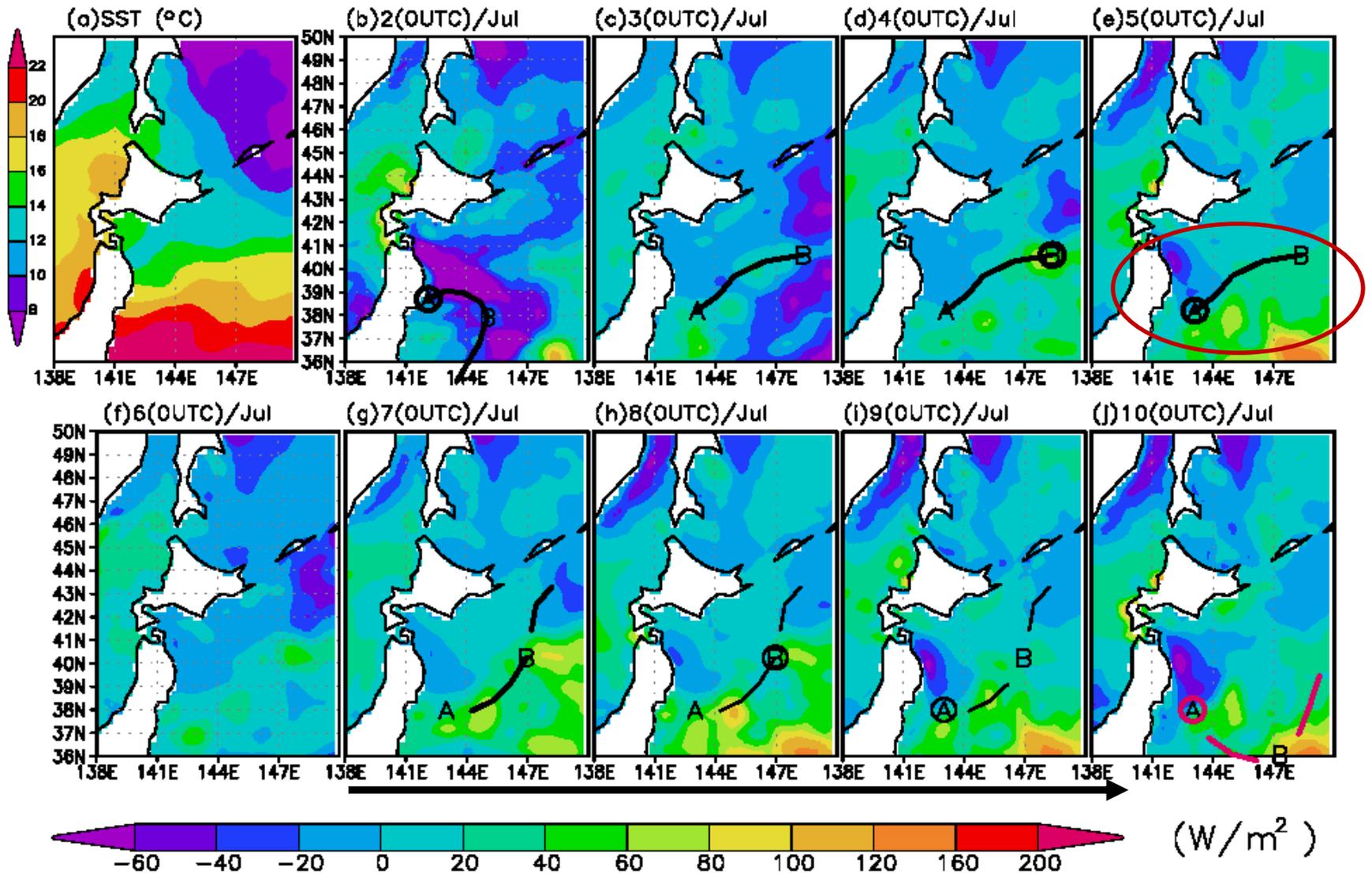
# 熱フラックス:後半は加熱が強まった



Stage2

# Stage 2 では 加熱が強まる(海洋フロントを通過)

Total Heat Flux( $\text{W}/\text{m}^2$ )



# 2006年まとめ

時間経過と共に、ヤマセの流跡線は向きが西向きから、南西向きにシフト

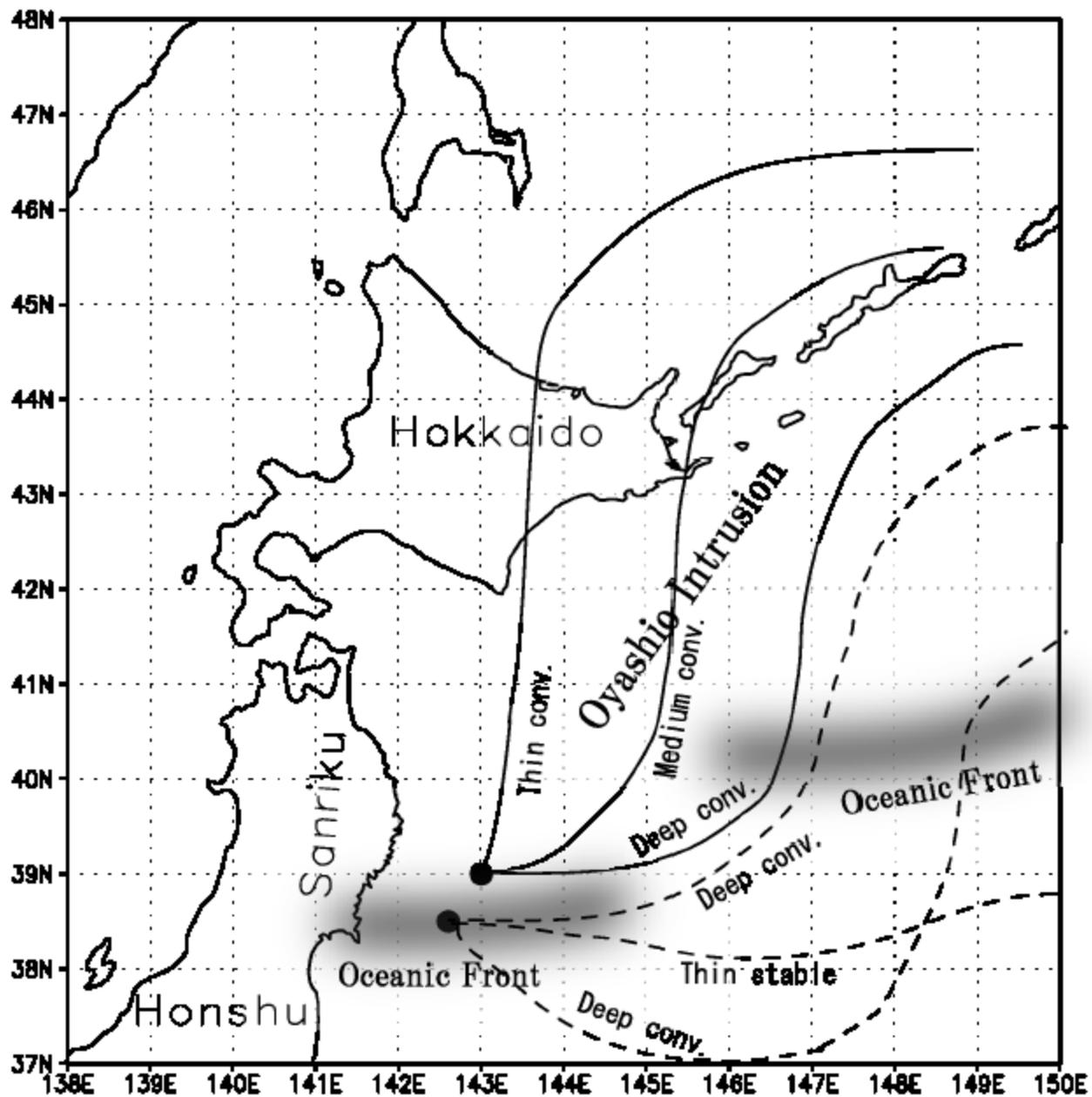
- Stage1 : 黒潮続流フロントの南側を通過

強い加熱なし

親潮の前面のフロントで冷却

- Stage2 : 黒潮続流フロントの南側を通過

強い加熱、発達混合層



# まとめ

- 海上のヤマセのプロファイルの詳細な観測が初めてなされた。
- ヤマセのプロファイルの変化は、後方流跡線の変化と密接に関係していた。
- 海洋フロントでの気団変質がヤマセのプロファイルに大きな影響を及ぼすことが示唆された。

# 研究期間と使用データ

研究期間: 1993~2005年、6~8月

使用データ

- ・NCEP/NCAR再解析データ(6時間毎)

→気温、風、海面気圧

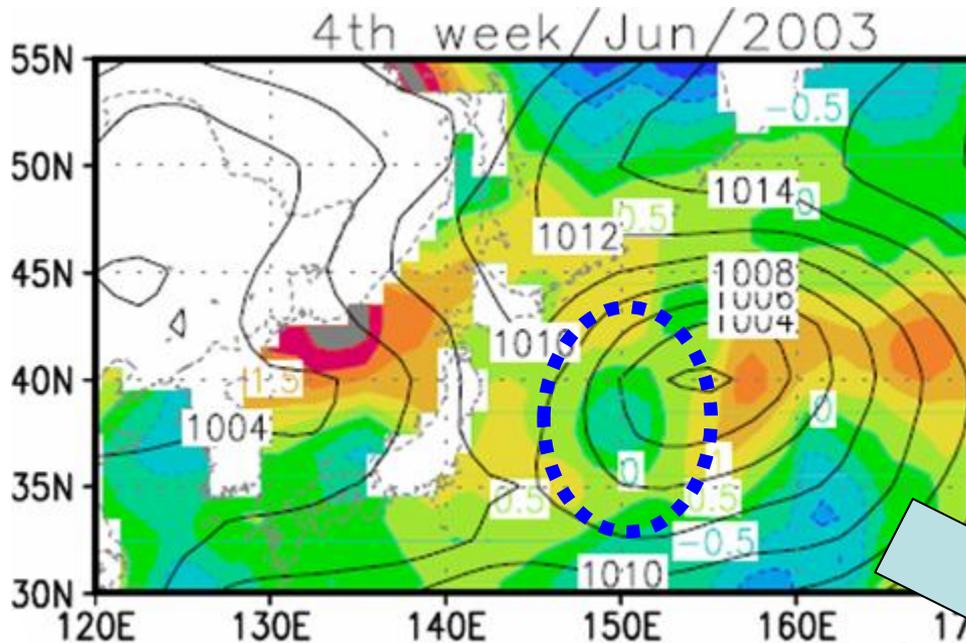
- ・NOAA(週平均)

→海面水温(OI SST)



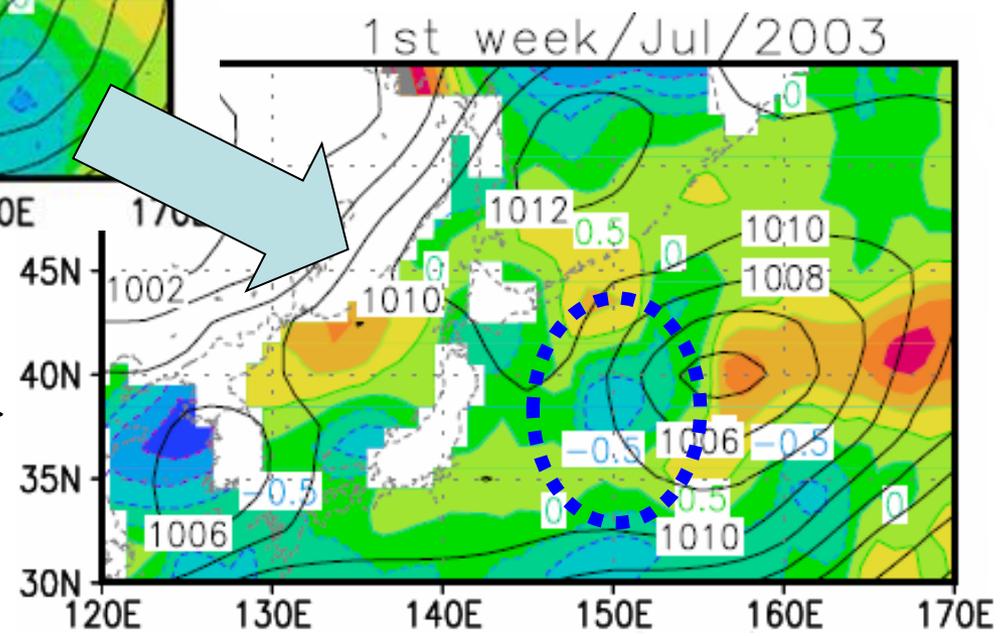
合わせて  
週平均

# ヤマセ ⇒ 海洋に影響？



海面水温平年偏差(°C)

←ヤマセ吹き始め



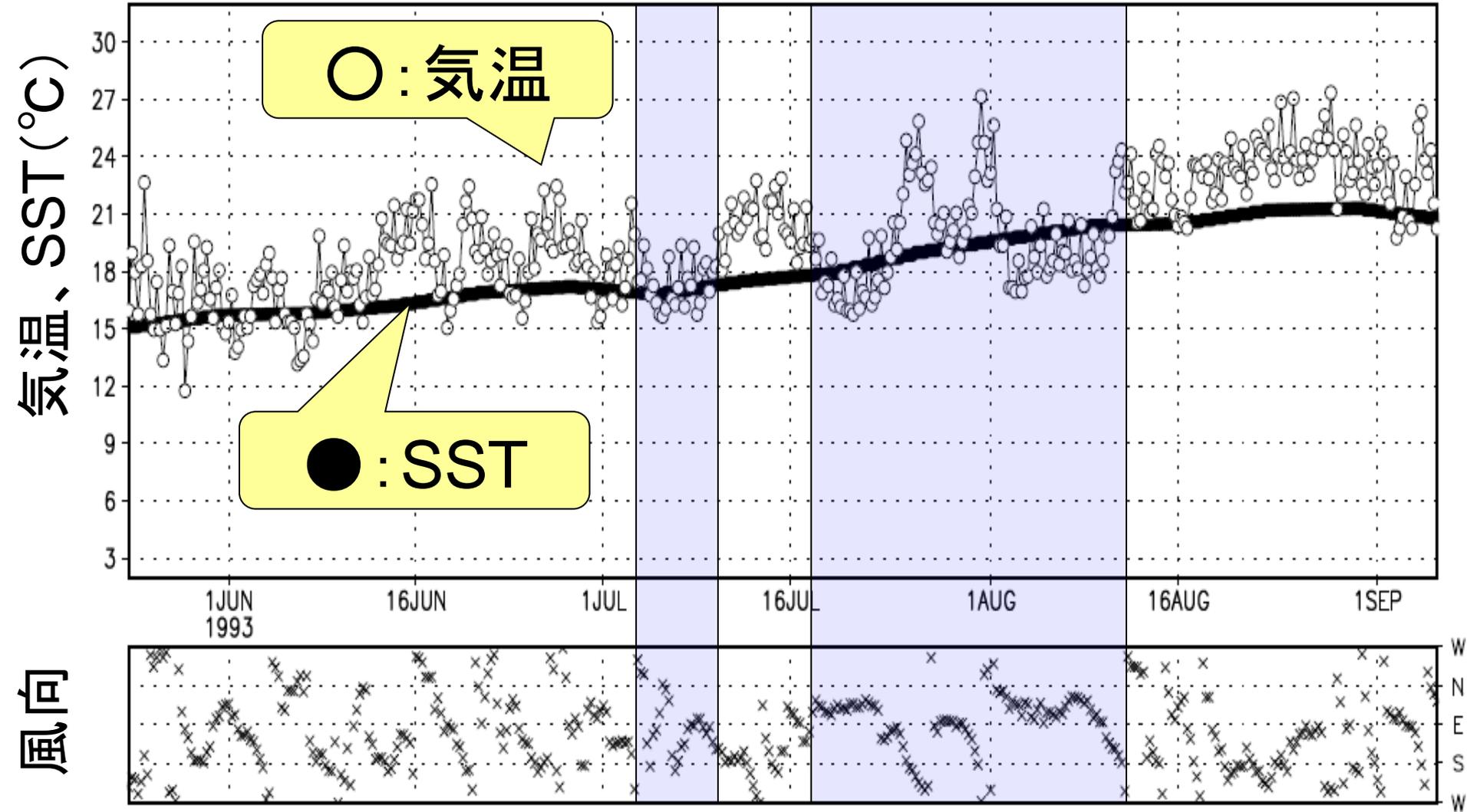
ヤマセ時→



# 三陸沖のSST変化の例

海気温度差 負 → SST上昇率 小

1993年6~8月 気温、SSTと風向(40N,142.5E)



# ヤマセと海洋の相互作用

海洋 → ヤマセ

海面水温 → 三陸沿岸のヤマセの気温

(Kodama 1997; Kodama et al. 2009)

ヤマセ → 海洋 ?

現在の多くのヤマセの数値実験では  
海面水温を与えて、大気の変動を計算している

# 目的

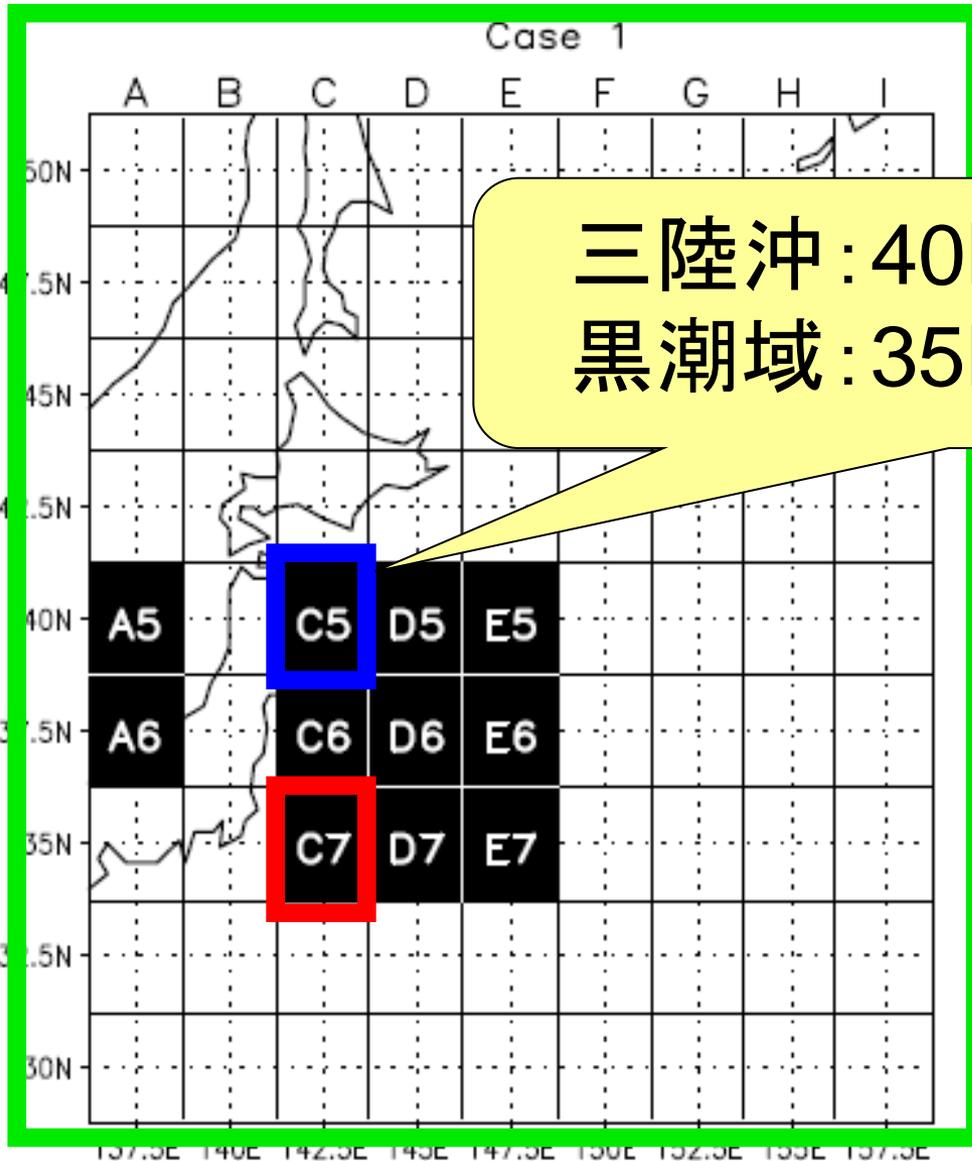
研究例の少ない

ヤマセ 影響? 海洋



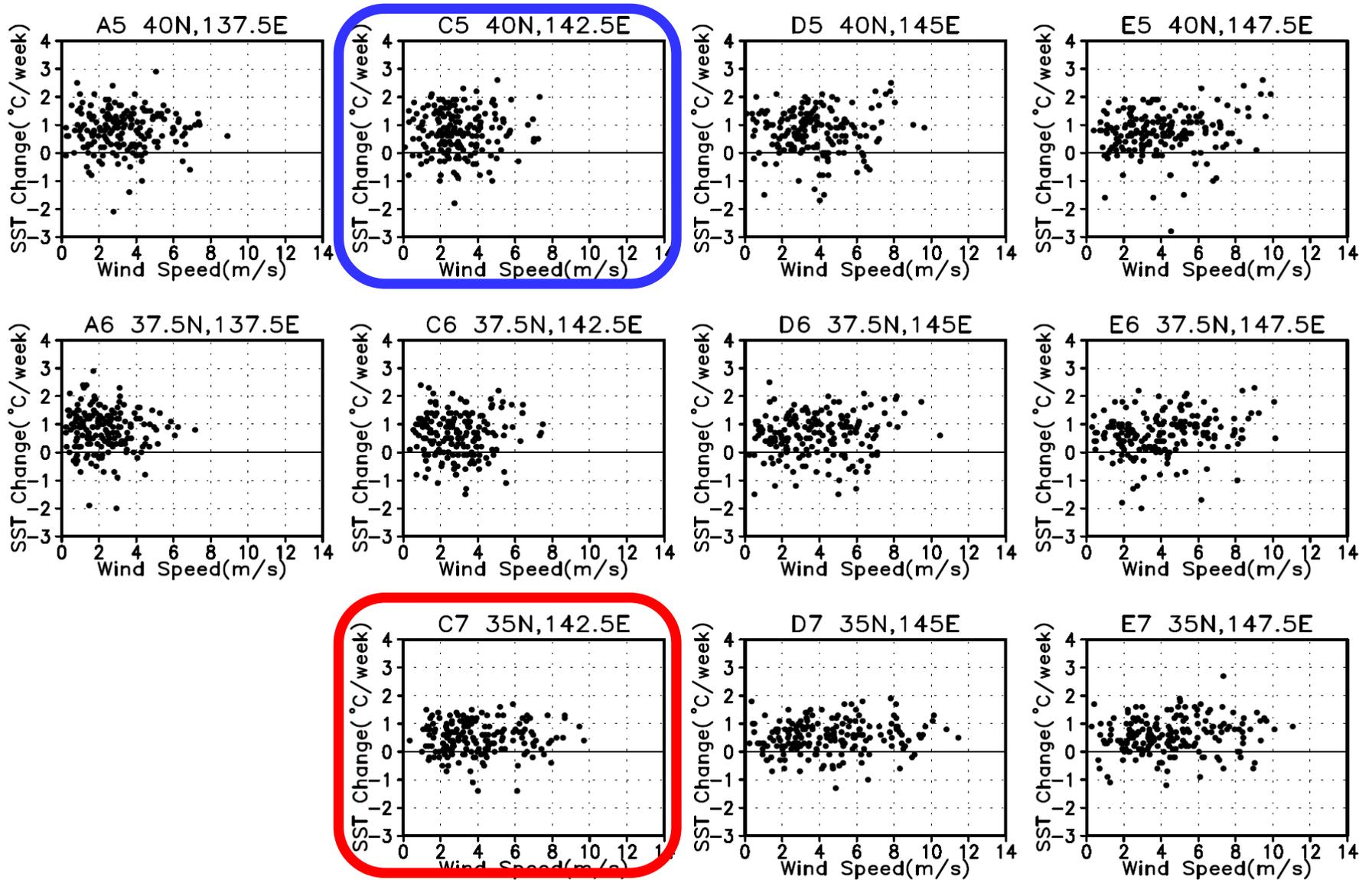
三陸沖だけでなく、より広範囲において  
海面水温変化傾向を比較する

# 三陸沖との比較領域

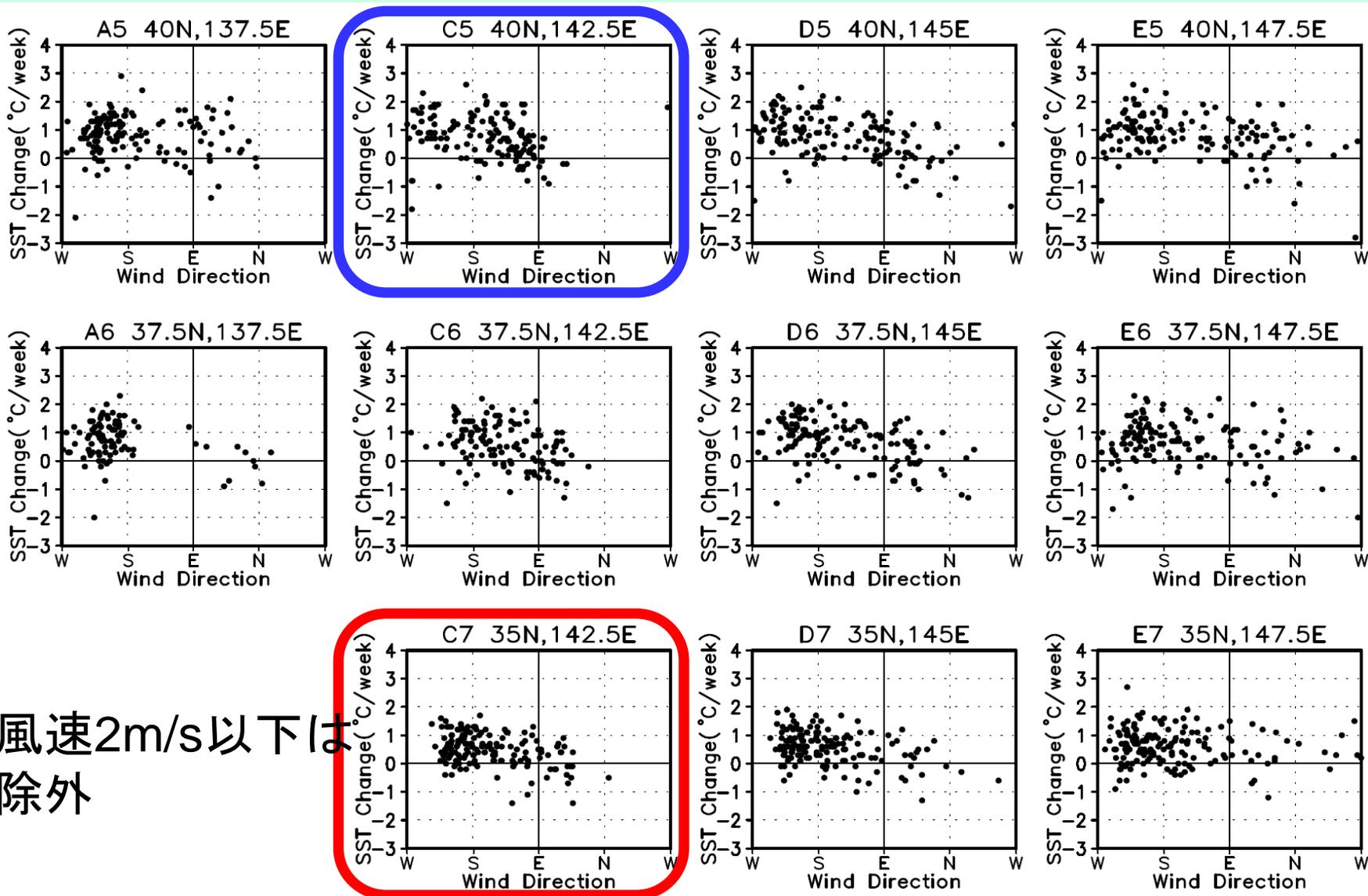


三陸沖: 40N, 142.5E (C5)  
黒潮域: 35N, 142.5E (C7)

# SST上昇率と風速

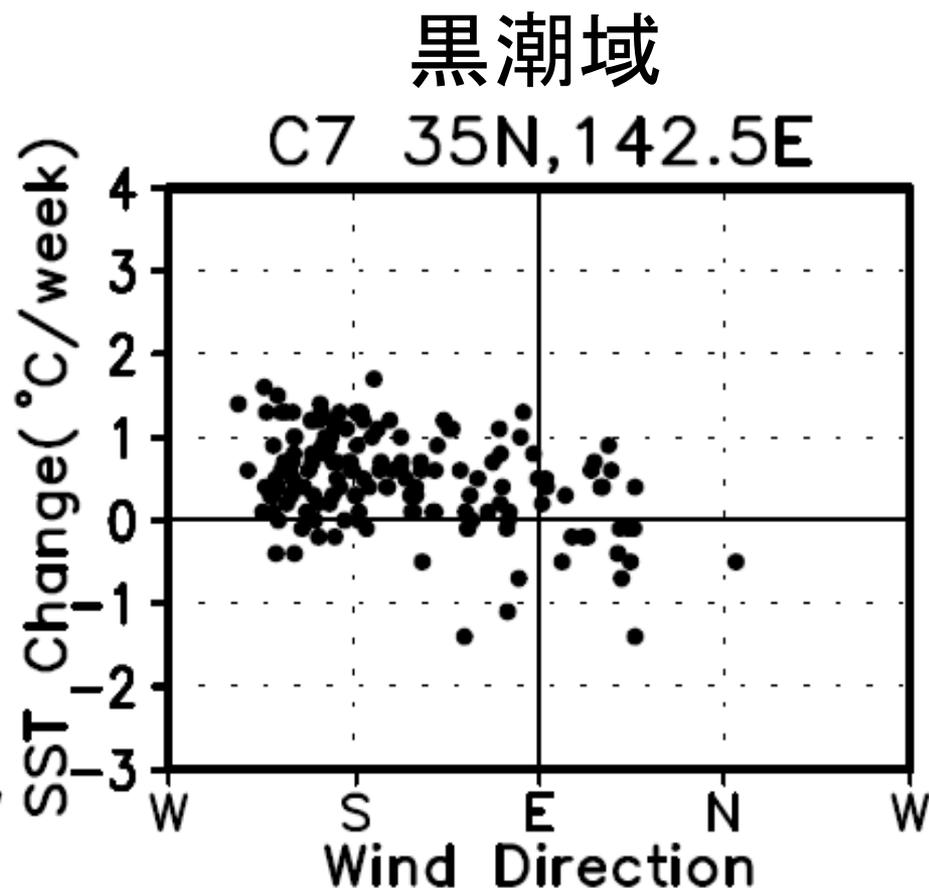
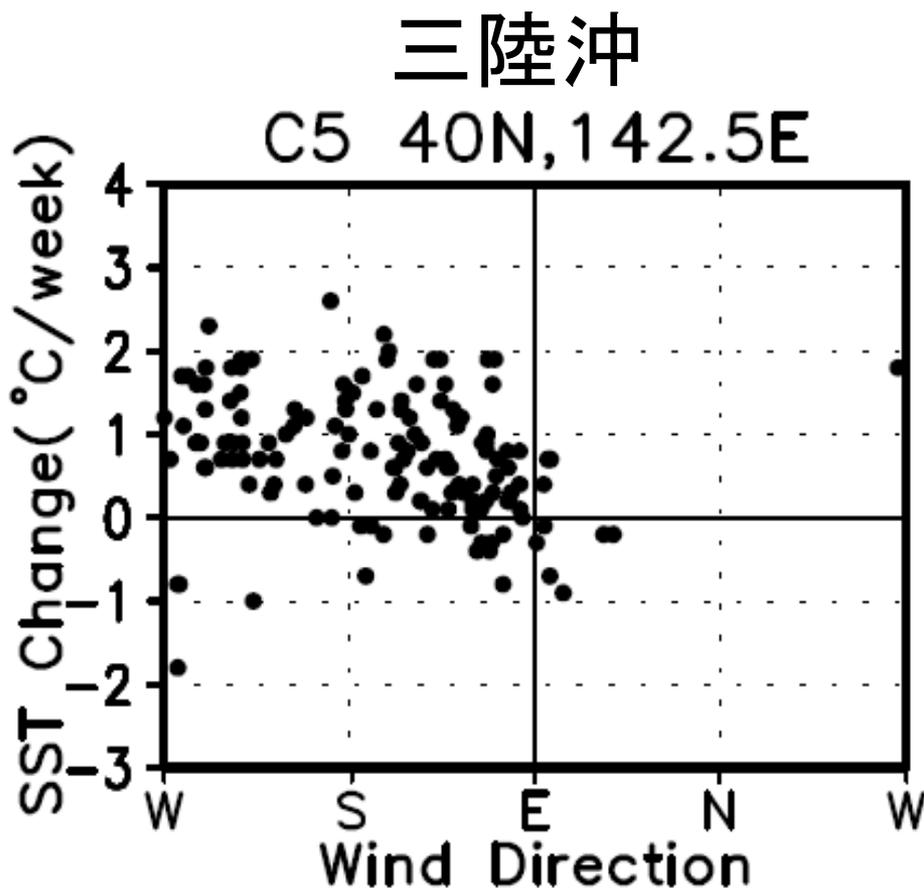


# 1週間当たりのSST上昇率と風向



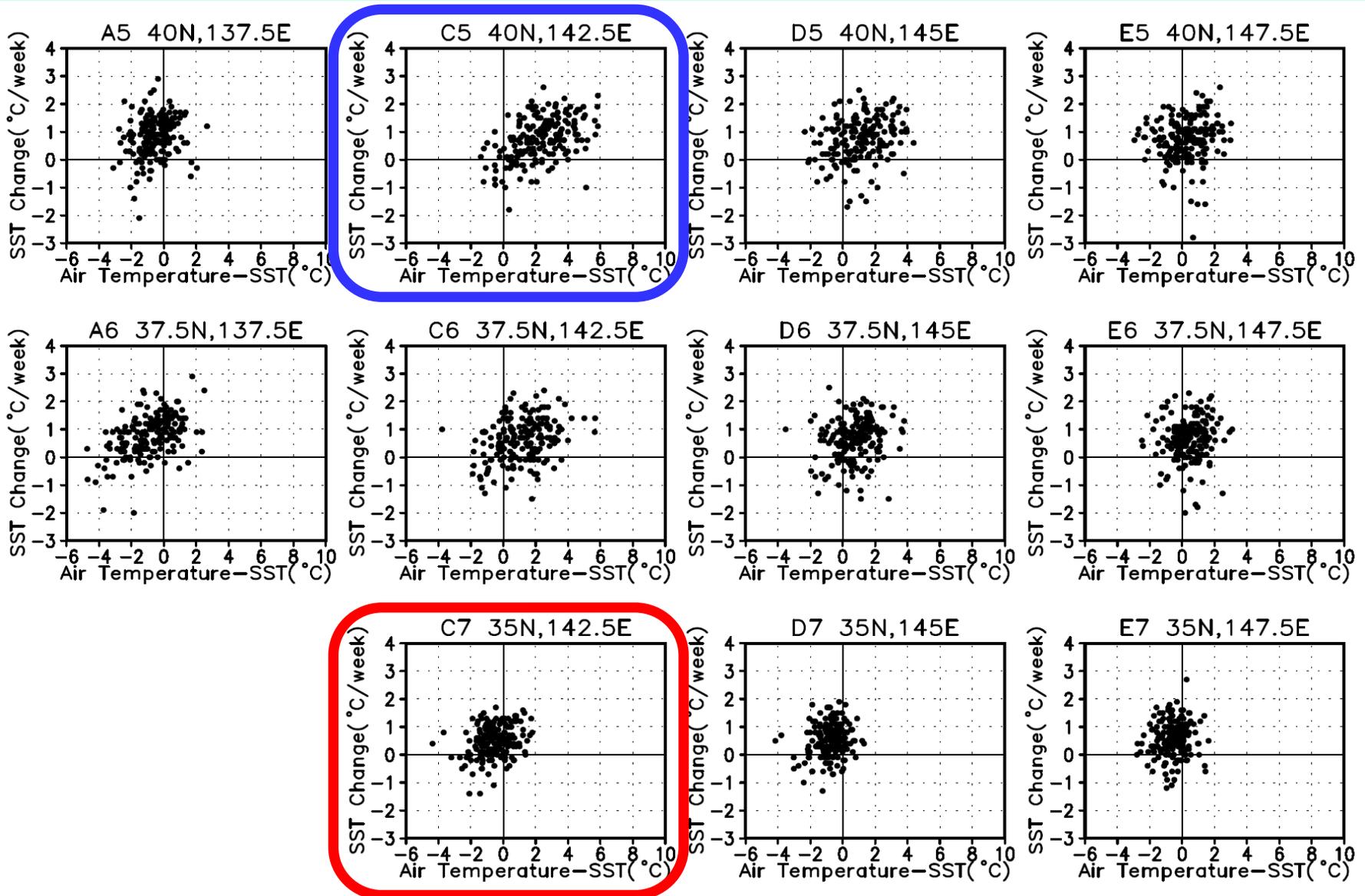
風速2m/s以下は  
除外

# 三陸沖 東風 ⇒ SST上昇率 小



風向によるSST上昇率の変化 三陸沖 > 黒潮域

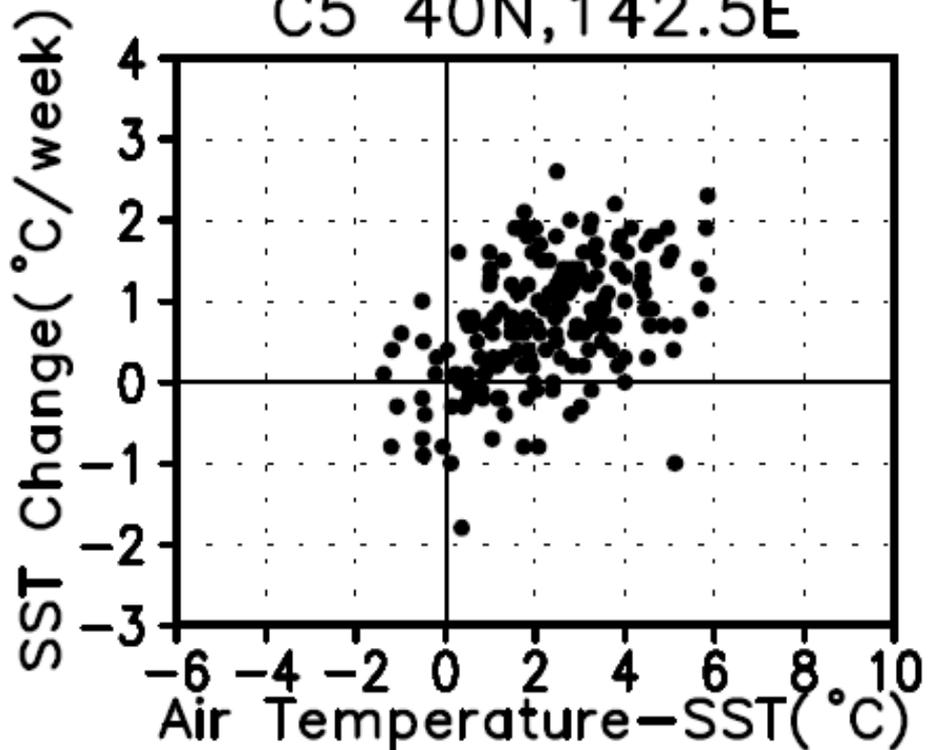
# SST 上昇率と海気温度差



三陸沖 海気温度差 小  $\Rightarrow$  SST上昇率 小

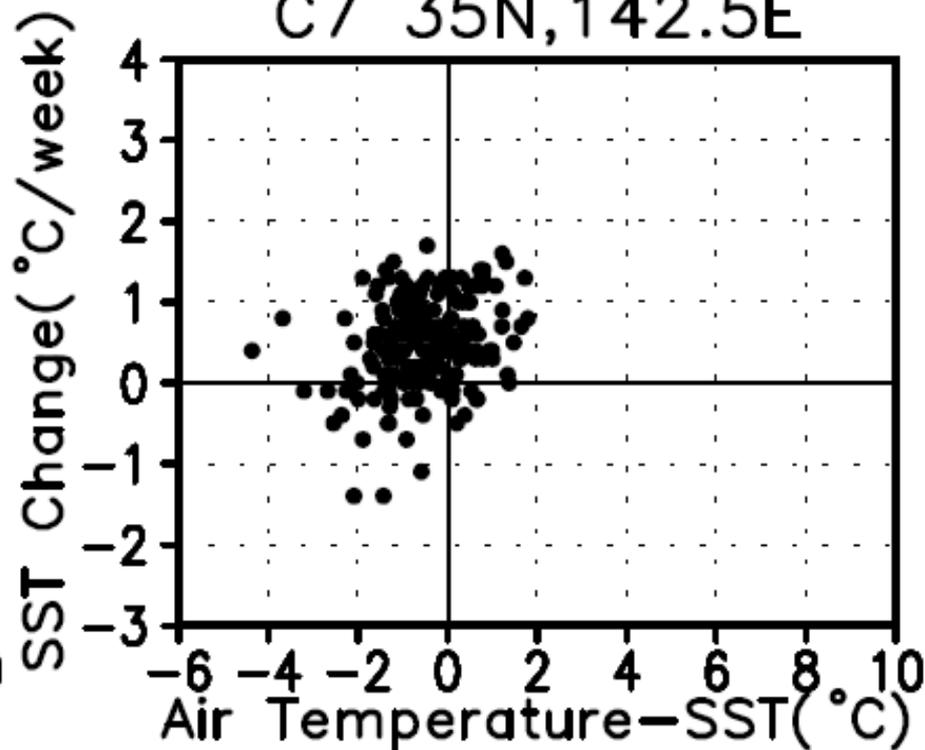
三陸沖

C5 40N, 142.5E



黒潮域

C7 35N, 142.5E

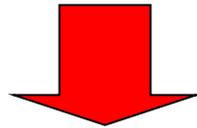


黒潮域 海気温度差 負  $\Rightarrow$  SST上昇率 正 がある

# まとめ

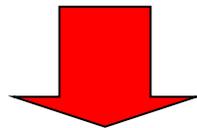
ヤマセ時

気温 $\sim$ SST or 気温 $<$ SST  
SST下降、または上昇率が低下



三陸沖：SST上昇率低下はヤマセとみられる東よりの風に集中

黒潮域：風向依存性は三陸沖にくらべて不明瞭



三陸沖におけるSST ヤマセによる影響

# まとめ

- CMIP3マルチモデル(大気海洋結合モデル)の解析

地球温暖化に伴う

海洋のSST, 亜表層構造の変化

それが温暖化後のヤマセに与える影響

*北太平洋のSST上昇→*

*ヤマセが発生しても低温傾向は緩和される可能性も*

遠藤さん(気象研)と情報交換しながら