

南岸低気圧の進路・発達率と 黒潮大蛇行との関係

中村啓彦

鹿児島大学/水産学部

早崎将光

筑波大学/生命環境系 持続環境学専攻

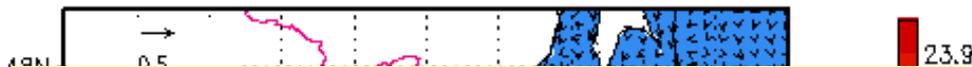
見延庄士郎

北海道大学 大学院理学院 自然史科学部門

日本付近の中緯度海洋の特徴

海面の流速と水温分布

2005年2月25日



海から大気へ放出される
熱エネルギー分布

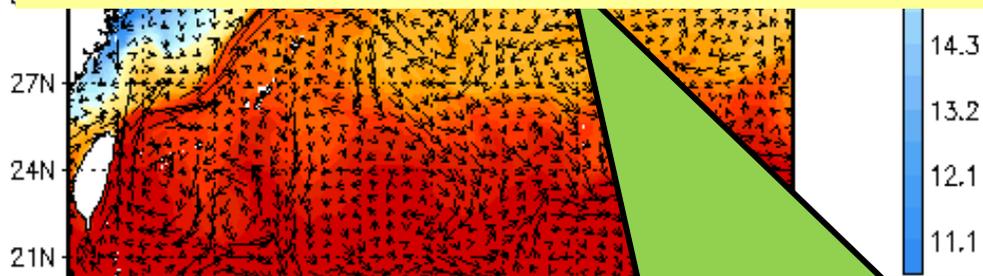
2011年1月1日

この黒潮からの莫大な熱放出は、日本の気象や気候の変動に影響するのだろうか？

たとえば

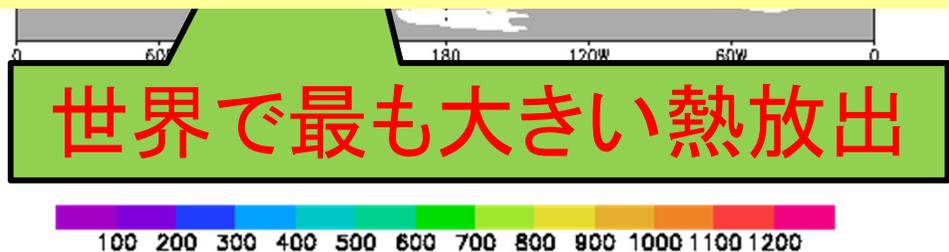
黒潮流路の変化

気象・気候の変化？



黒潮上に高水温域が出現

FRA-JCOPE2 17-years reanalysis



世界で最も大きい熱放出

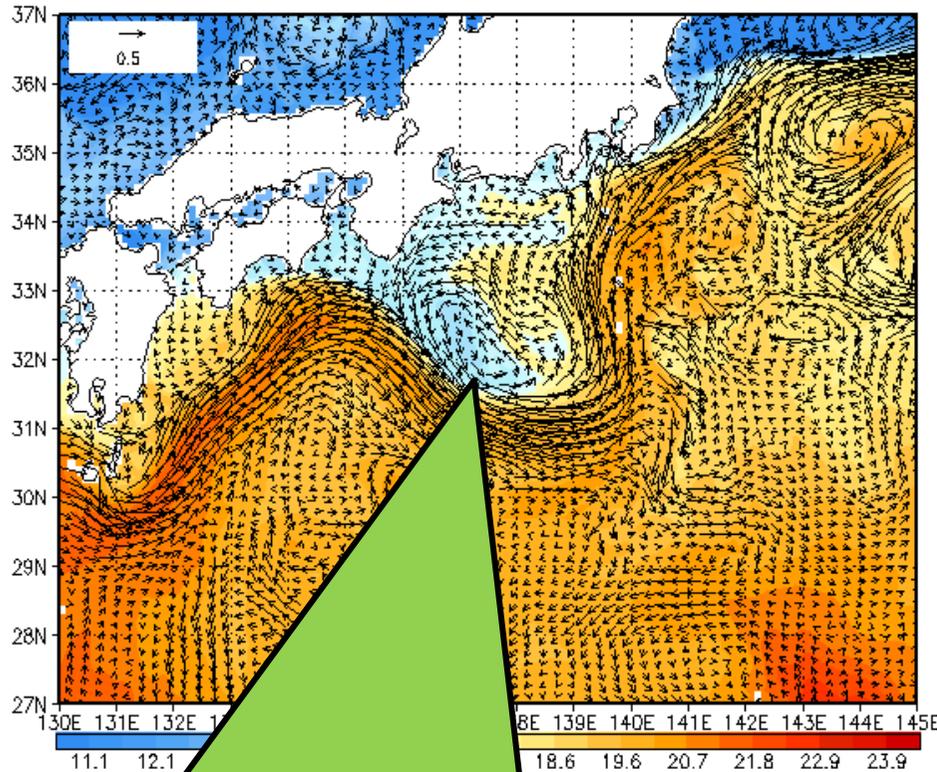
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200

「気候系のHot spot」ホームページより

東海沖（紀伊半島から遠州灘）の黒潮には 2つの安定した流路がある

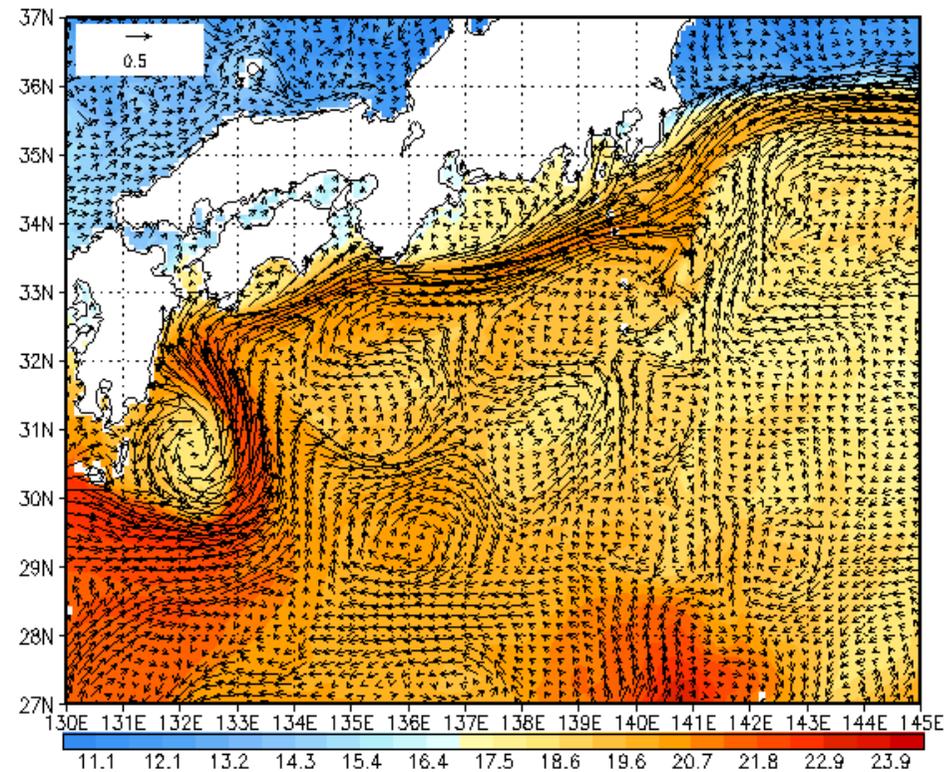
大蛇行流路

（2005年2月25日）



直進流路

（2004年3月30日）



東海沖に巨大な冷水域（3～4 低温）

先行研究

大蛇行か直進流路かで水温分布が大きく変わるため、黒潮上の風・雲・降水に影響することが知られている。

Nonaka and Xie (2003, JCLIM), Xu et al. (2010, JCLIM)

本研究の目的

しかし、**総観規模擾乱(移動性低気圧)**にまで影響するかどうかは未解明。

そこで、日本の気象にも影響が大きく、かつ黒潮大蛇行域の直上を通過する「**南岸低気圧**」に注目して、黒潮大蛇行の気象に与える影響を調べた。

新学術領域研究「気候系のhot spot: 中緯度海洋と気候」 (平成22年度～26年度)の一環で進められた

【N2012】

Nakamura H, Nishina A, Minobe S (2012, J. Climate)

Response of storm tracks to bimodal Kuroshio path states south of Japan

@地上天気図から作成した低気圧トラックデータセットを解析

@関東の降雪に対する影響を解析

【H2013】

Hayasaki M, Kawamura R, Mori M, Watanabe M (2013, GRL)

Response of extratropical cyclone activity to the Kuroshio large meander in northern winter

@JRA25から作成した低気圧トラックデータセットを解析
(気象研究ノートではJRA55も解析)

@大気海洋結合モデルのアウトプットでメカニズムの解析

N2012の解析

解析期間: 1969～2006年(11, 12, 1, 2, 3月)

黒潮流路の分類:

日本水路協会・海洋情報センターの黒潮流軸データセット(半年毎)を利用

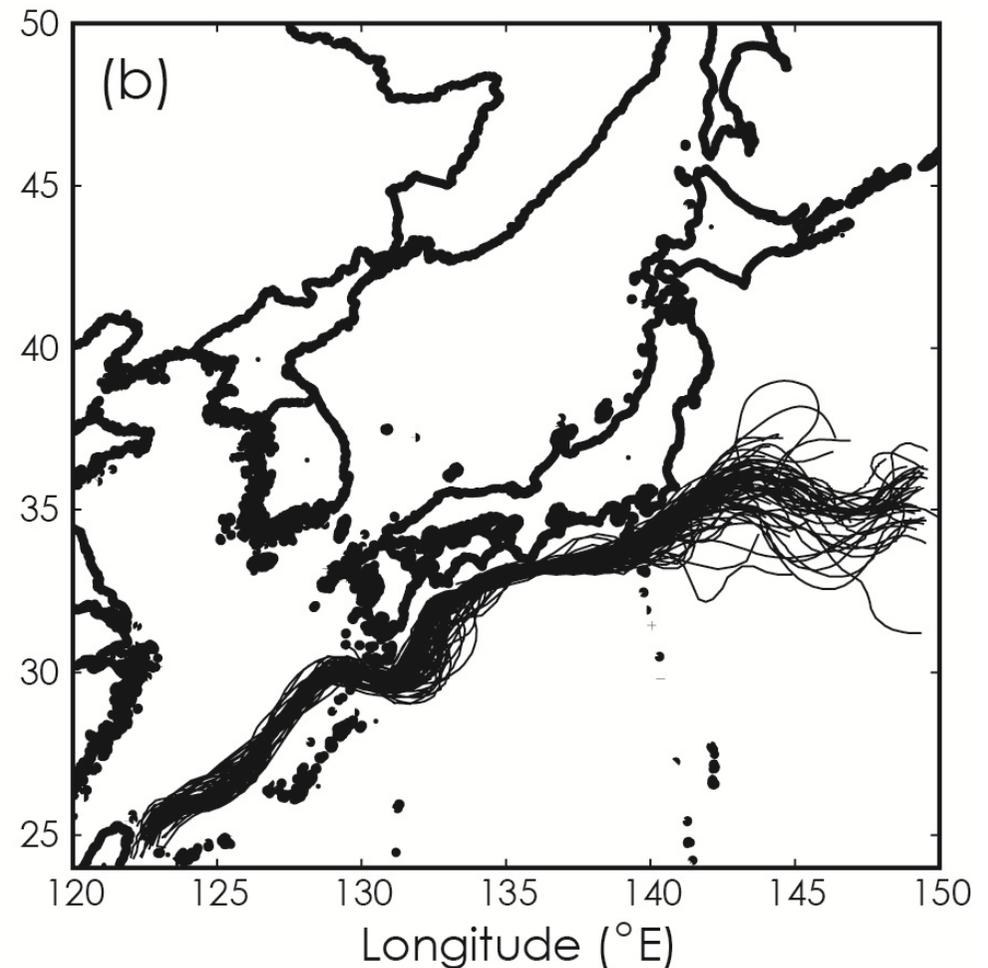
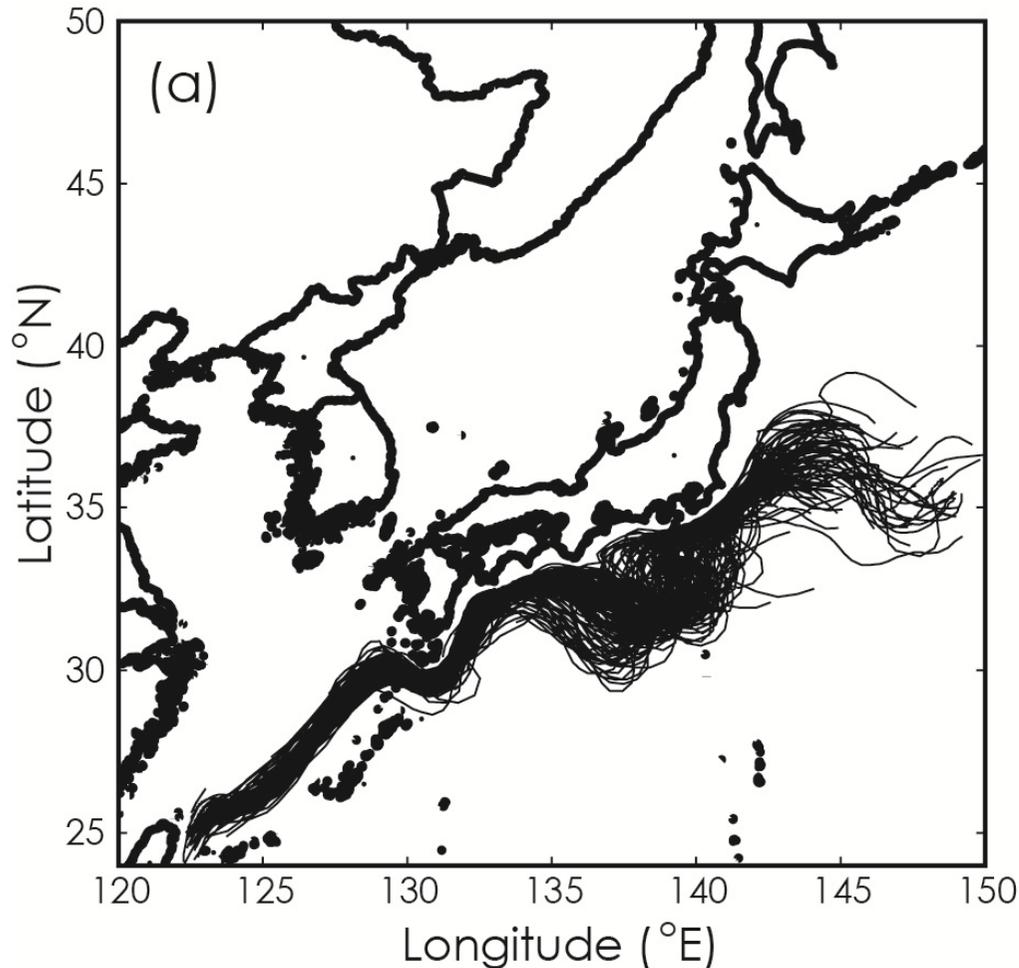
低気圧トラックデータセット:

気象庁の地上天気図から南岸低気圧の移動経路と中心気圧のデータセットを作成

黒潮流路型

1969-2006 (38カ年: 11, 12, 1, 2, 3月) の合成図

半月毎の流路を分類

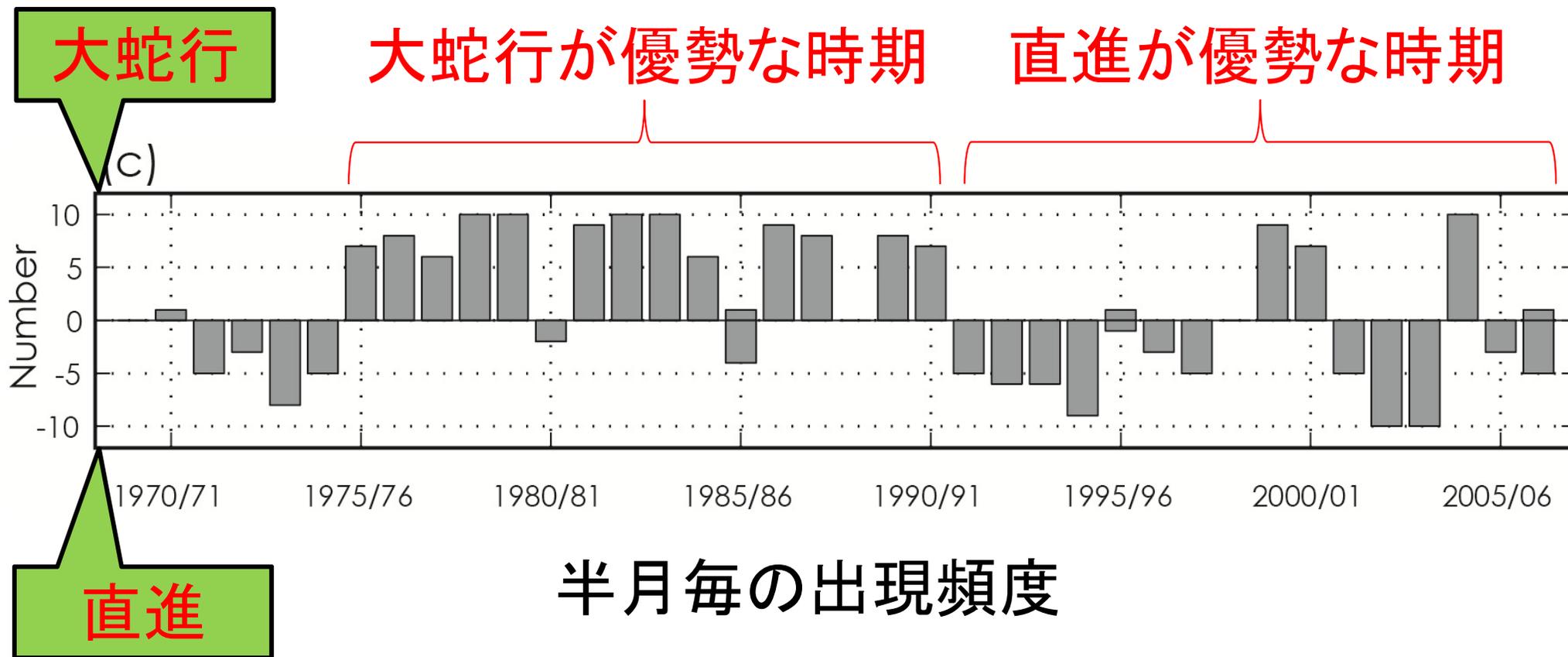


大蛇行流路 (69ヶ月) **36%**

直進流路 (48ヶ月) **25%**

大蛇行と直進流路の出現回数の時系列

1969/70 -- 2006/07 (11, 12, 1, 2, 3月)

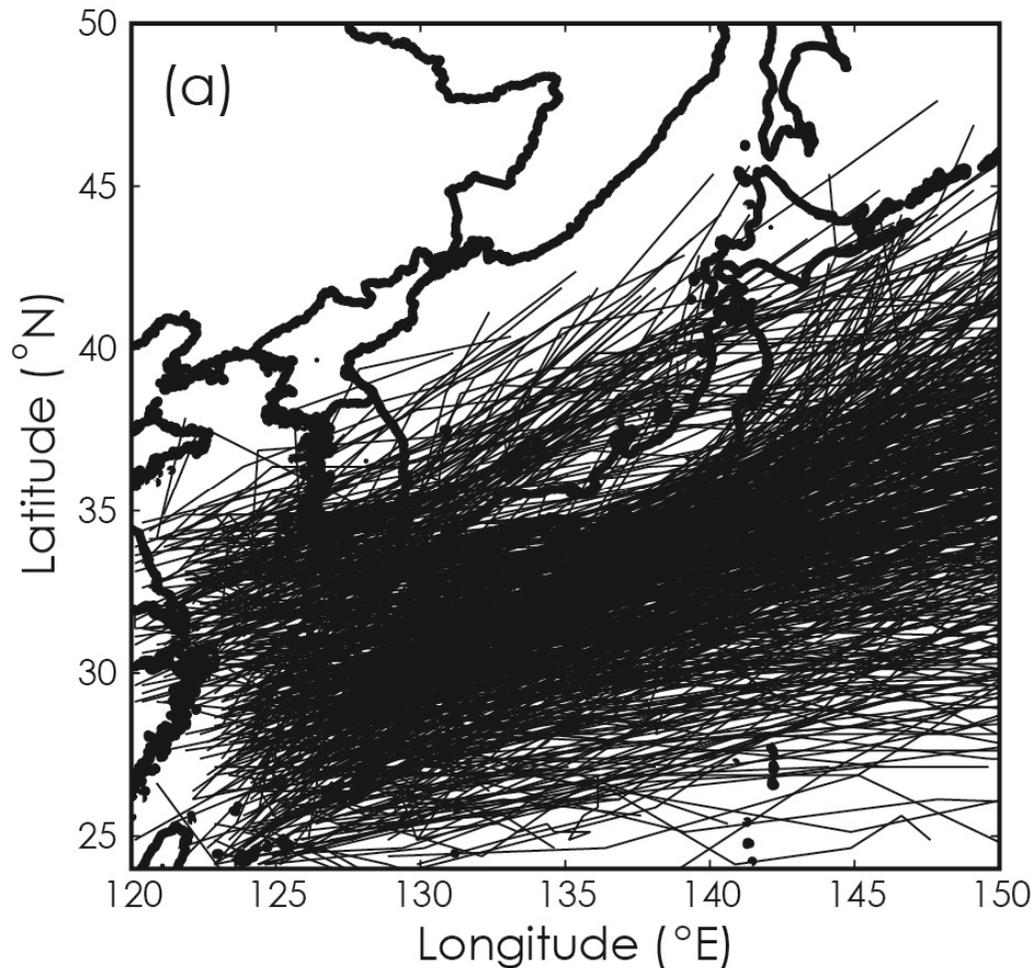


直進流路と大蛇行流路の間を、数か月から数年の時間スケールで遷移している。WPやEAWMIの気候のインデックスとは統計的に有意な関係はない。

1969-2006 (38カ年)で東シナ海の黒潮流域で発生し、日本の東海上で1000 hPa以下に発達したものを対象

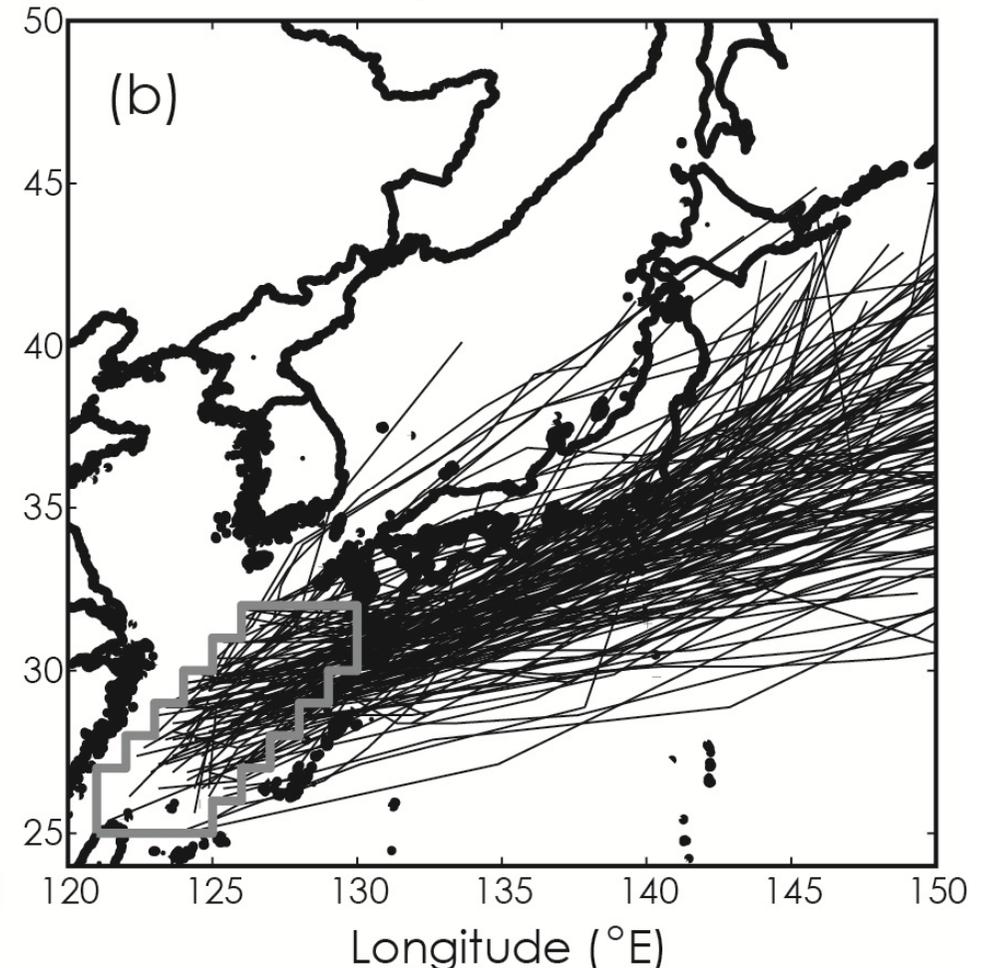
空間解像度: $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ (読み取り精度に等しい)

全データ



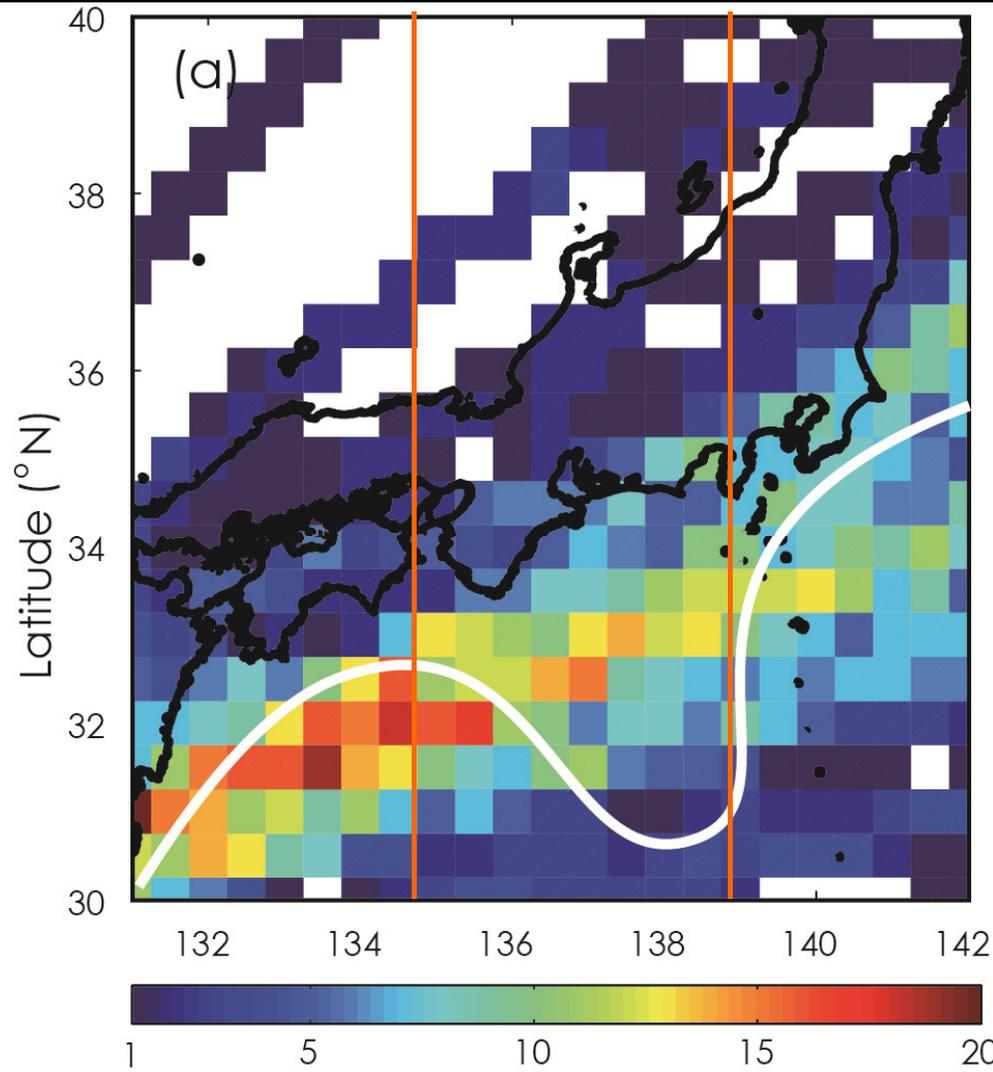
低気圧トラック数: 802個

発生域: 黒潮周辺, 到達域: > 30 N

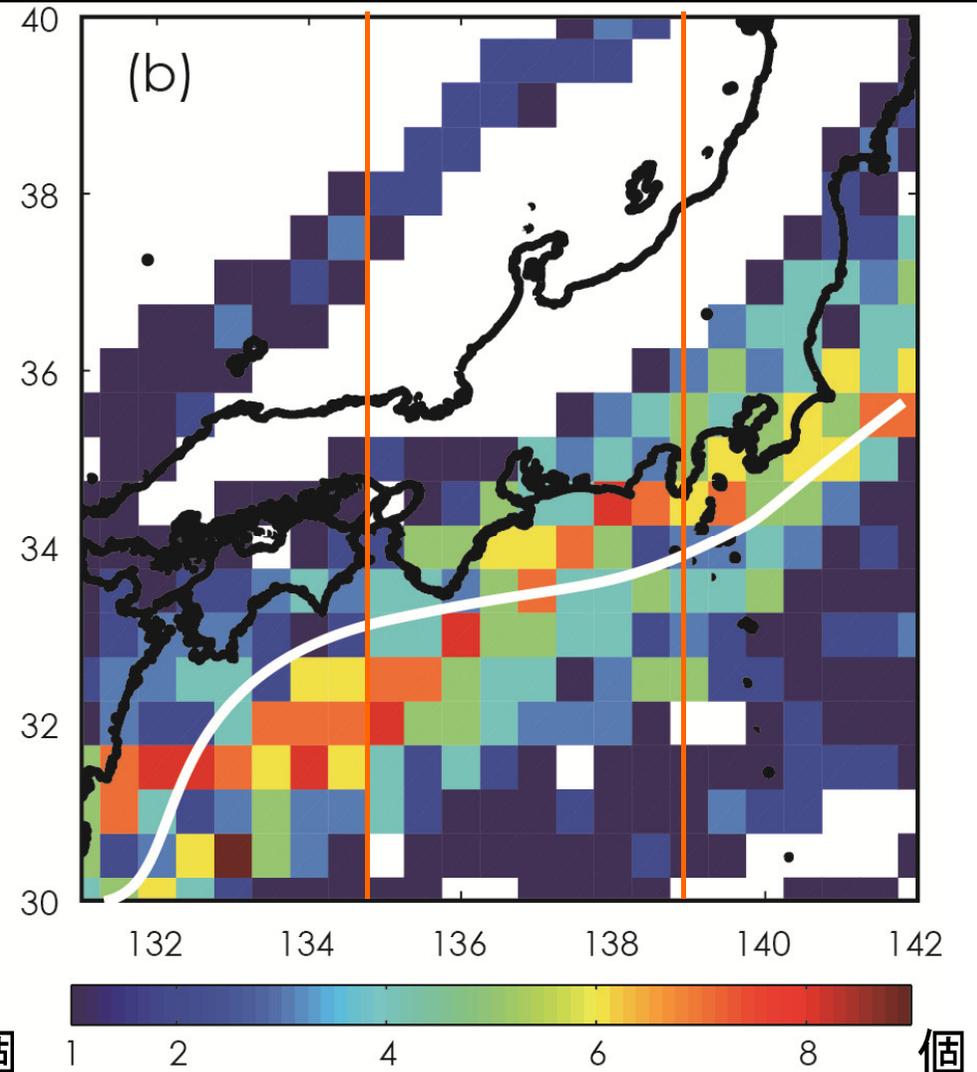


低気圧トラック数: 139個

大蛇行流路：東海沖で岸から離れて沖合で分散
直進流路：本州南岸に集中



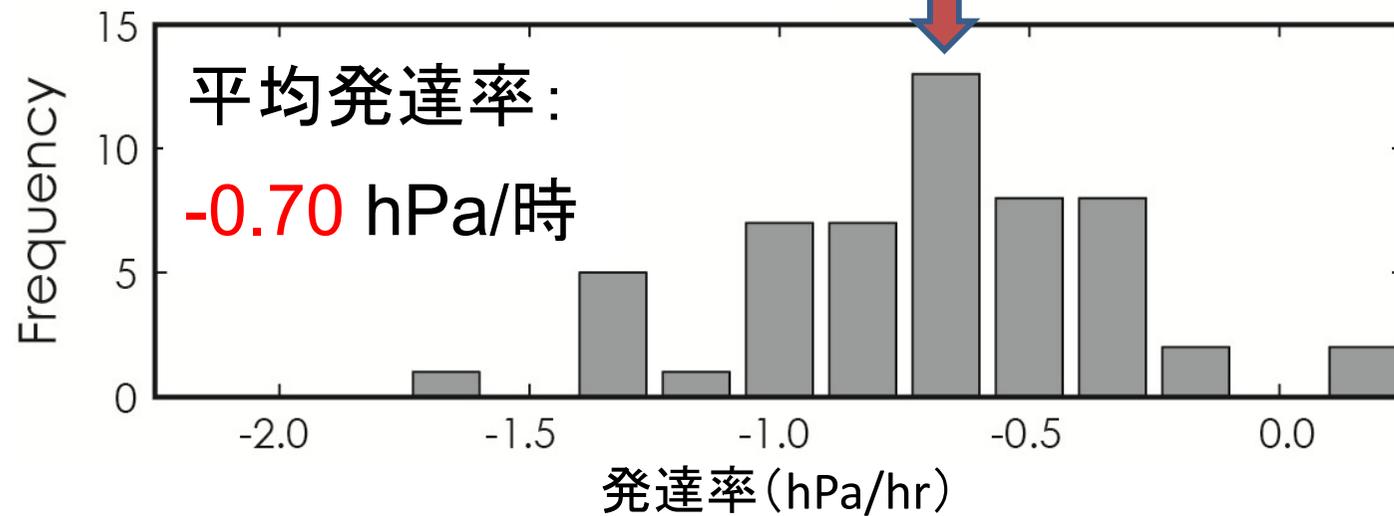
大蛇行流路 (n=61)



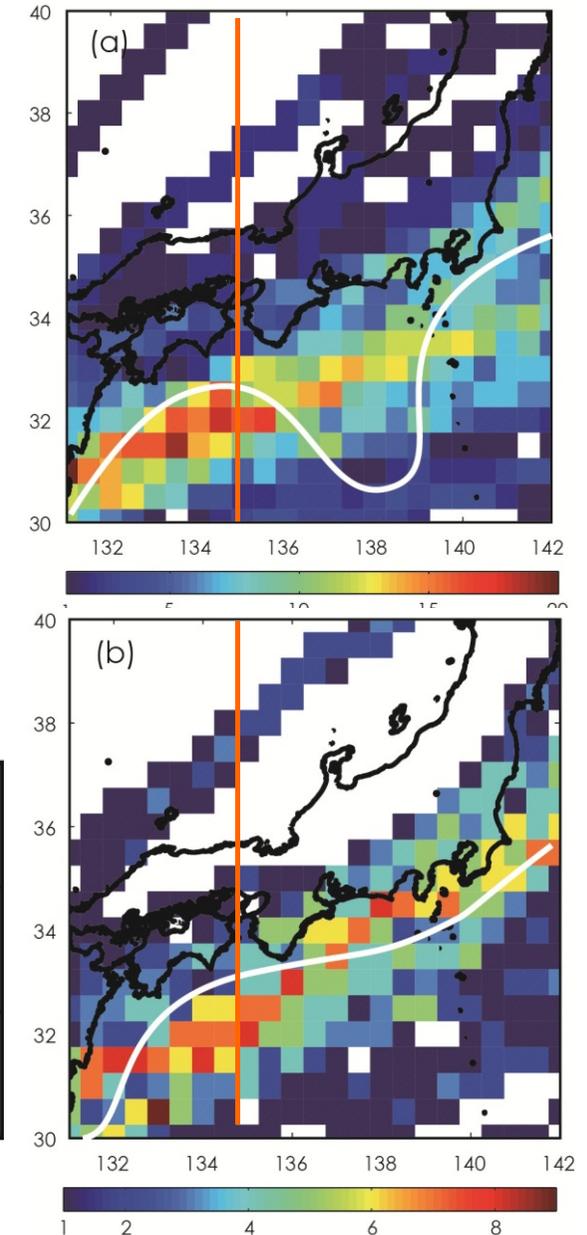
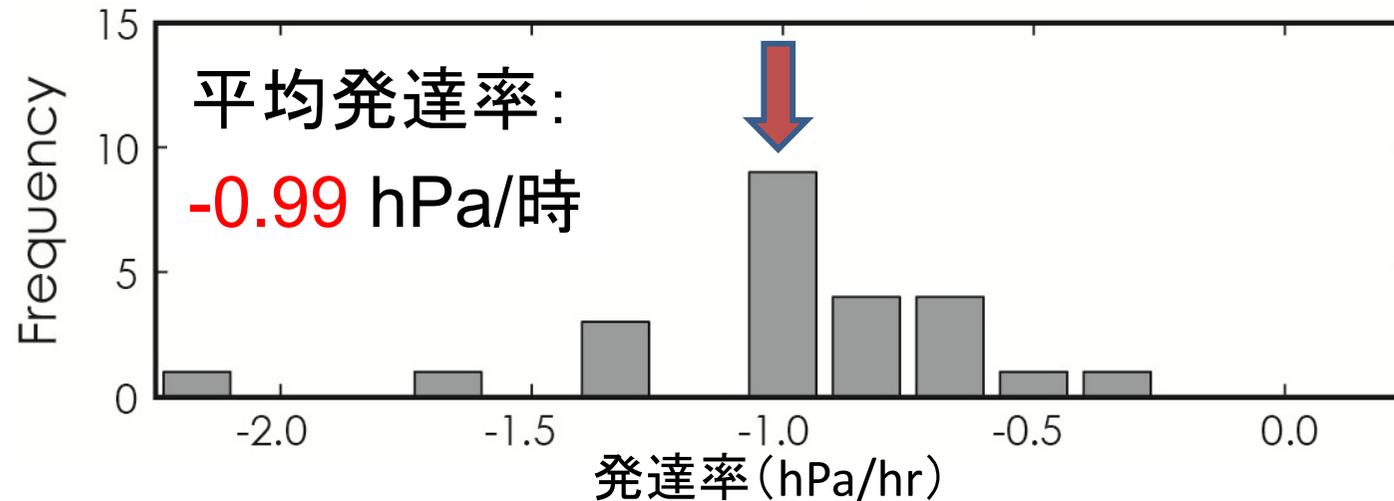
直進流路 (n=27)

大蛇行と直進路での発達率の比較

大蛇行流路 (n=54)



直進流路 (n=24)



差: $\alpha=0.05$ で有意

発達率: 130~145° Eでの最大気圧変化率

H2013の解析

1) 再解析データで追解析

JRA25から作成した低気圧トラックデータセットを解析
(気象研究ノートではJRA55も解析)

2) 大気海洋結合モデルの出力でメカニズムの解析

MIROC4h: 20世紀地球温暖化実験

(仮説)

1) 高温な黒潮水の大気加熱の効果

2) 沿岸水(低温)と黒潮水(高温)の水温差の効果

黒潮上で上昇気流を励起

低気圧を強化

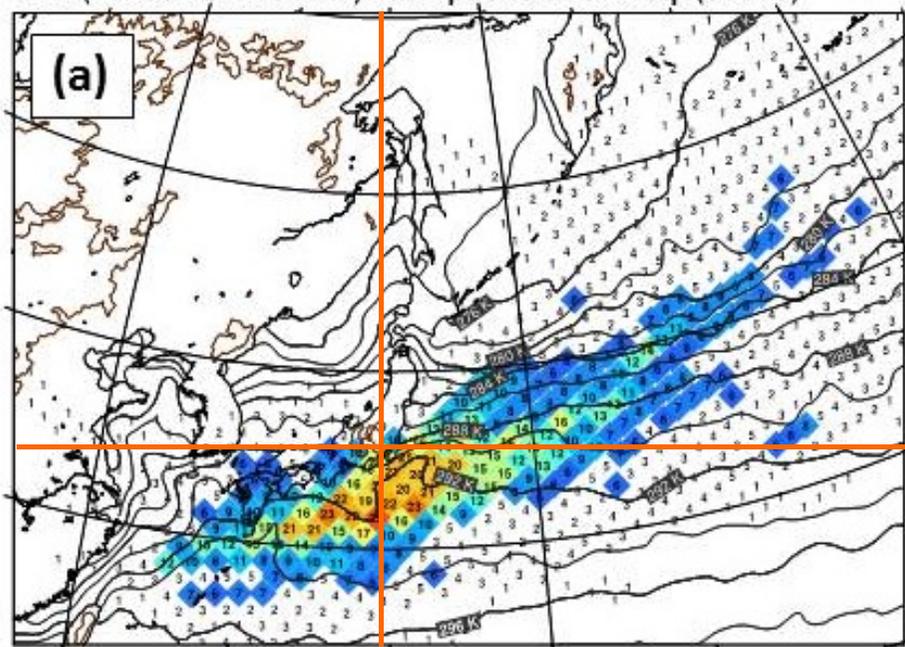
JRA25: 低気圧の個数分布

期間: 1979年～2004年(12,1,2,3月)(25カ年)

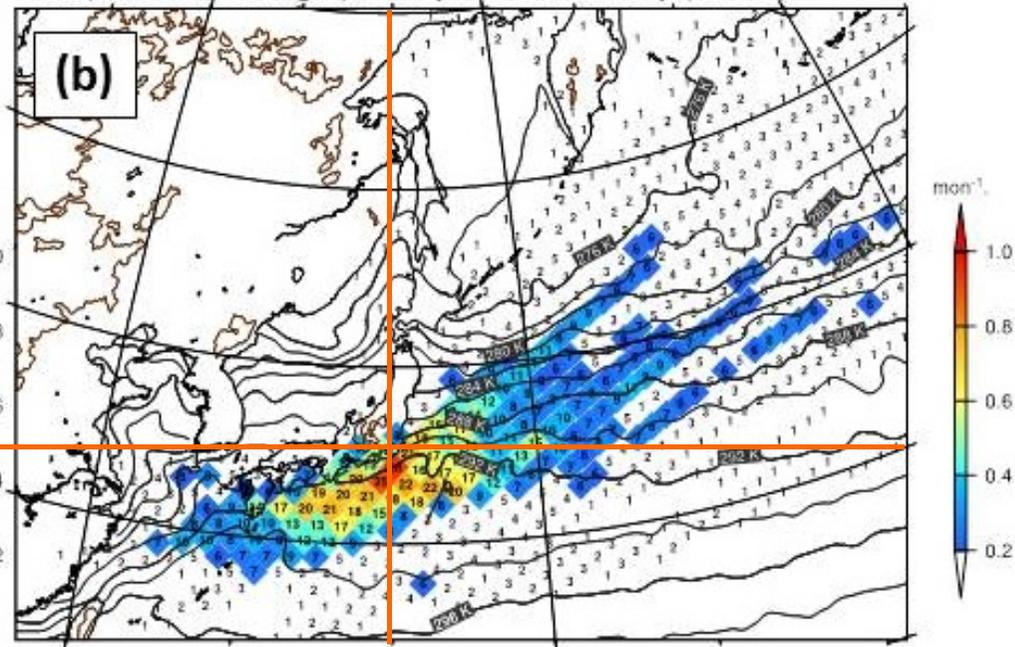
空間解像度: $1.25^{\circ} \times 1.25^{\circ}$

Hayasaki et al. (2013, GRL)

JRA (Kuroshio meander): Composite track freq. (shade)



JRA (Kuroshio straight): Composite track freq. (shade)



大蛇行流路(全7年, $n=99$) 直進流路(全7年, $n=81$)

南岸低気圧の定義: 北緯20度より北で黒潮流域を通過

大蛇行流路: 東海沖で岸から離れて沖合で分散
直進流路: 本州南岸に集中

大蛇行と直進路での発達率の比較

表3.1 黒潮流路別の南岸低気圧の諸特性 .

		大蛇行流路期	直進流路期
サンプル数	JRA25	48(計7年)	35 (計7年)
	JRA55	63 (計16年)	44 (計11年)
発達率: hPa/hr	JRA25	0.99	1.05
	JRA55	1.08	1.22
発達量: $\Delta(\text{ }^2\text{p})$ 10^{-9} Pa/m^2	JRA25	10.3	14.8
	JRA55	13.69	20.21
最少中心気圧: hPa	JRA25	1002.9	999.2
	JRA55	1000.0	997.3

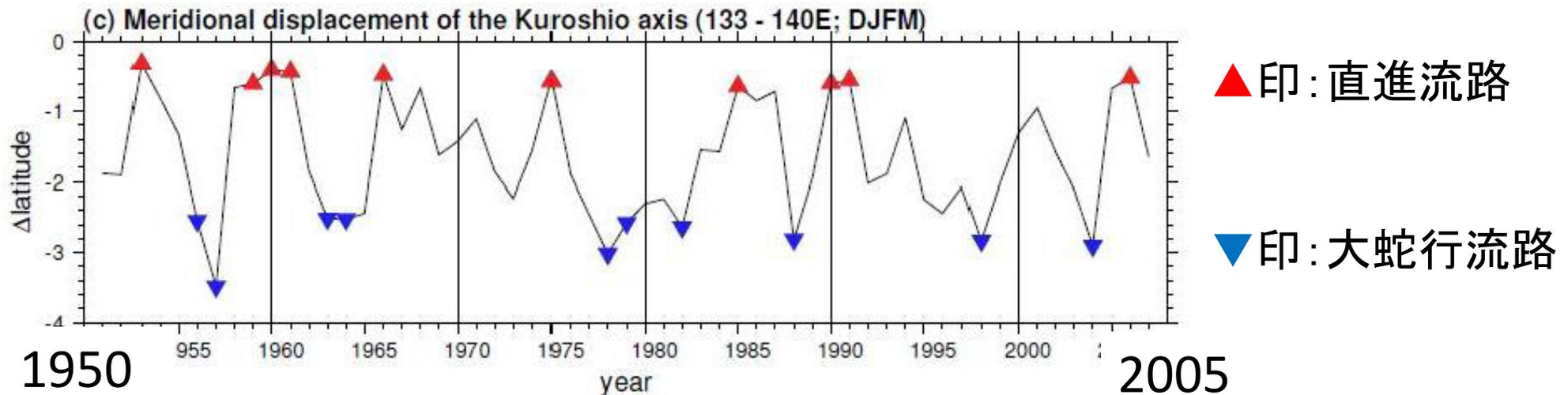
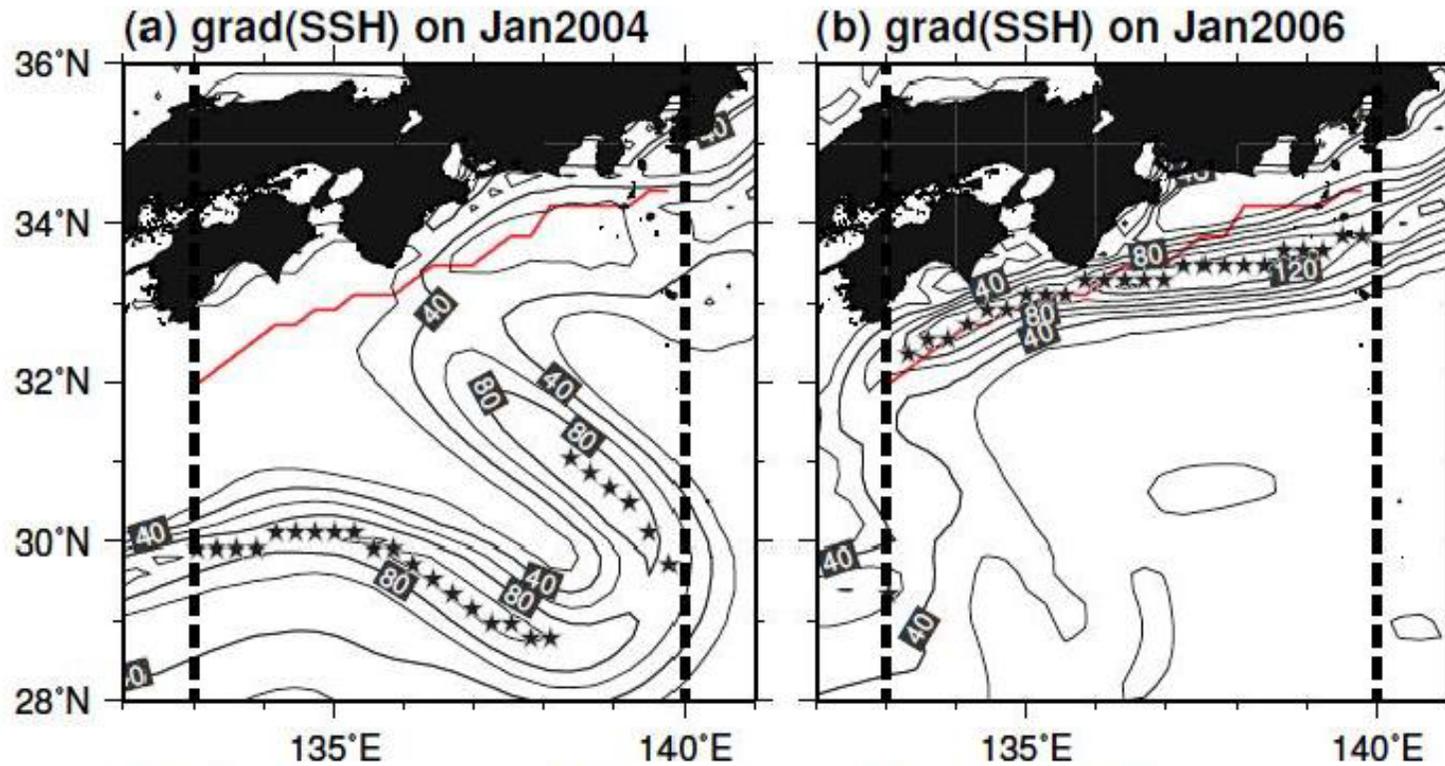
直進流路の方が大蛇行流路より発達率が大きい

MIROC4h: 月平均海面高度 (SSH) の水平勾配と黒潮流軸位置

大蛇行流路 (2004年1月)

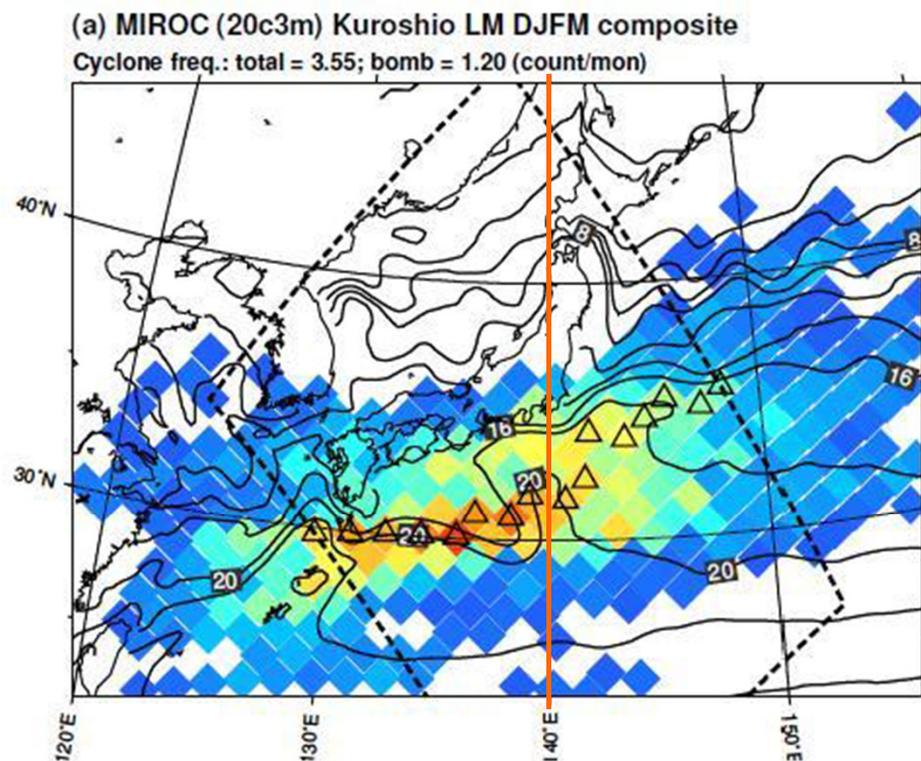
直進流路 (2006年1月)

Hayasaki et al.
(2013, GRL)

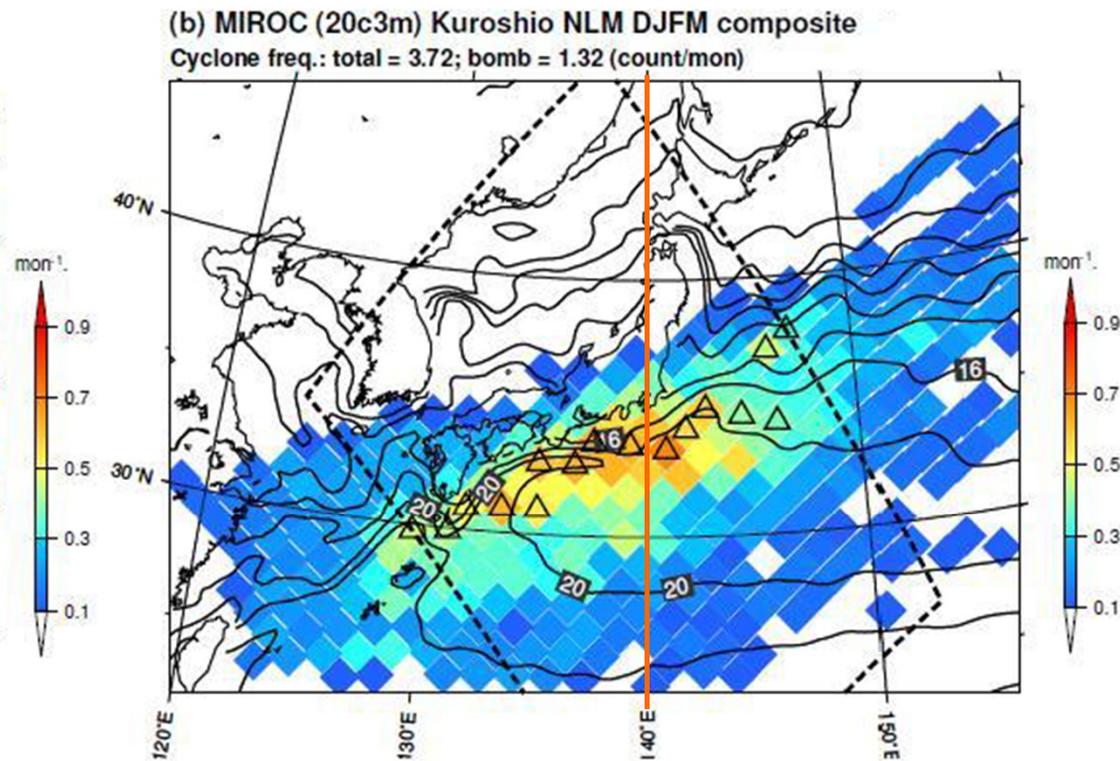


MIROC4h : 低気圧の個数分布

空間解像度 : (大気) $0.56^{\circ} \times 0.56^{\circ}$ (海洋) $0.28^{\circ} \times 0.19^{\circ}$



大蛇行流路 (全10冬季)

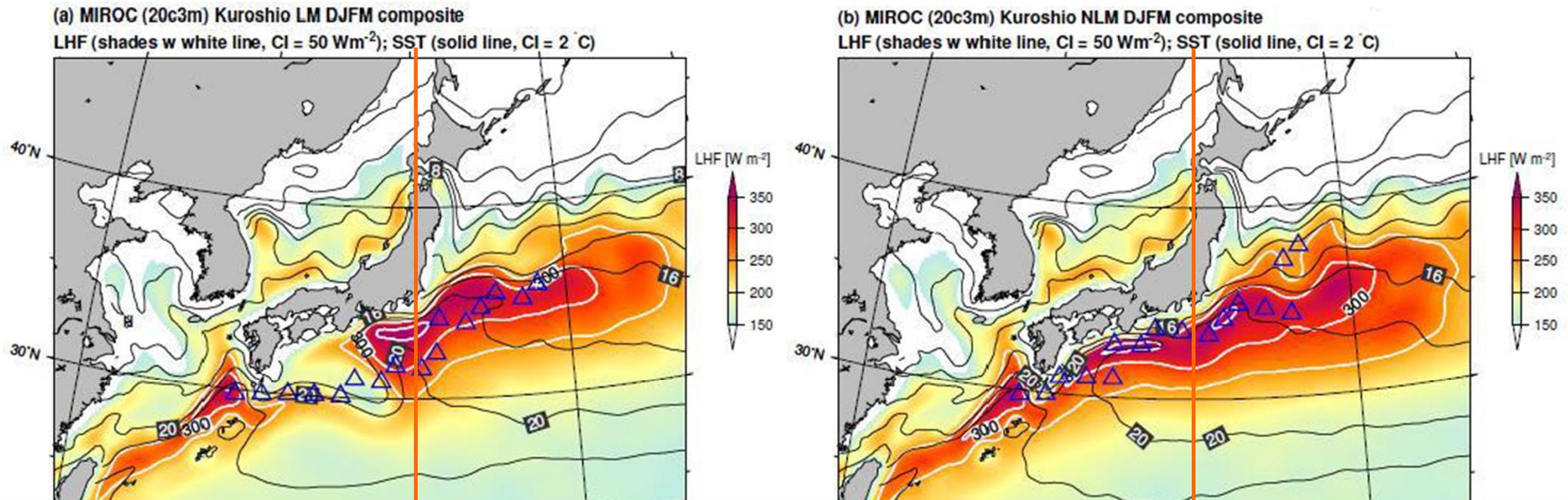


直進流路 (全10冬季)

大蛇行流路 : 東海沖で岸から離れて沖合で分散
直進流路 : 本州南岸に集中

MIROC4h : 潜熱フラックス

潜熱フラックス (カラー: C.I. = 50 W/m^2), SST (コンター: C.I. = $2 \text{ }^\circ\text{C}$)



黒潮上: 非断熱大気加熱により低気圧の発達促進
冷水渦上: 逆に発達阻害

潜熱フラックスの差: 約 100 W/m^2 顕熱フラックスの差: 約 50 W/m^2

Xu et al. (2010, JCLIM)

2004/05年冬季の黒潮大蛇行での見積りと同等

関東の降雪に関するN2012の解析

- 南岸低気圧が、八丈島より南を通ると関東で雪、北を通ると雨になりやすいといわれている。
- 大蛇行流路のとき南岸低気圧は沖合を通過する傾向がある。

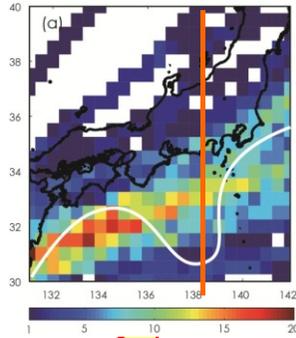


大蛇行流路のとき関東で降雪が起こりやすいかどうかを検証

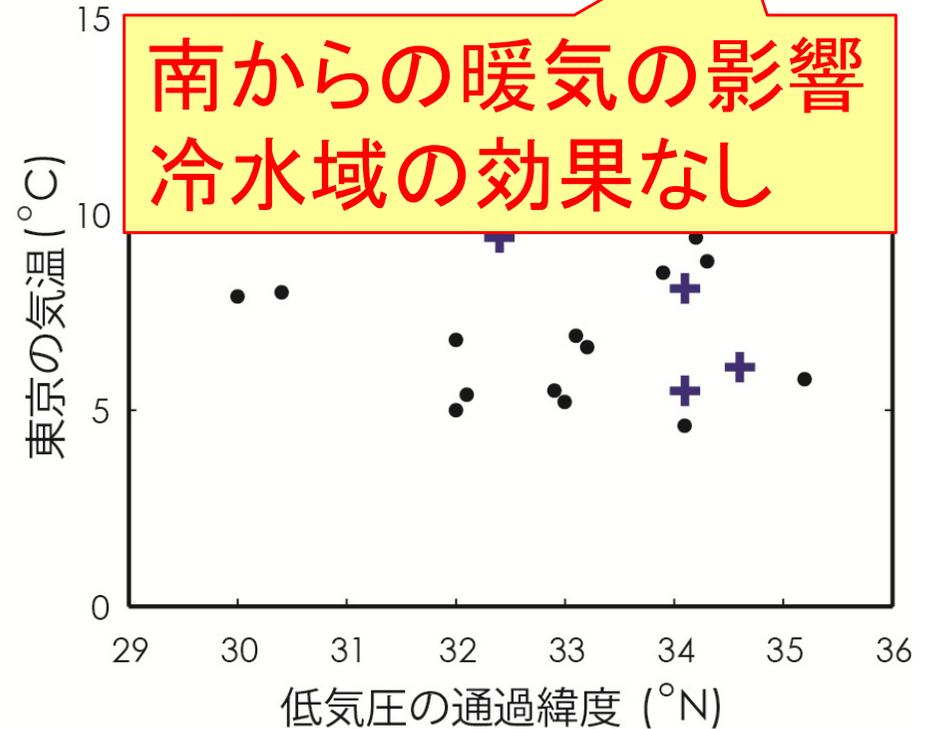
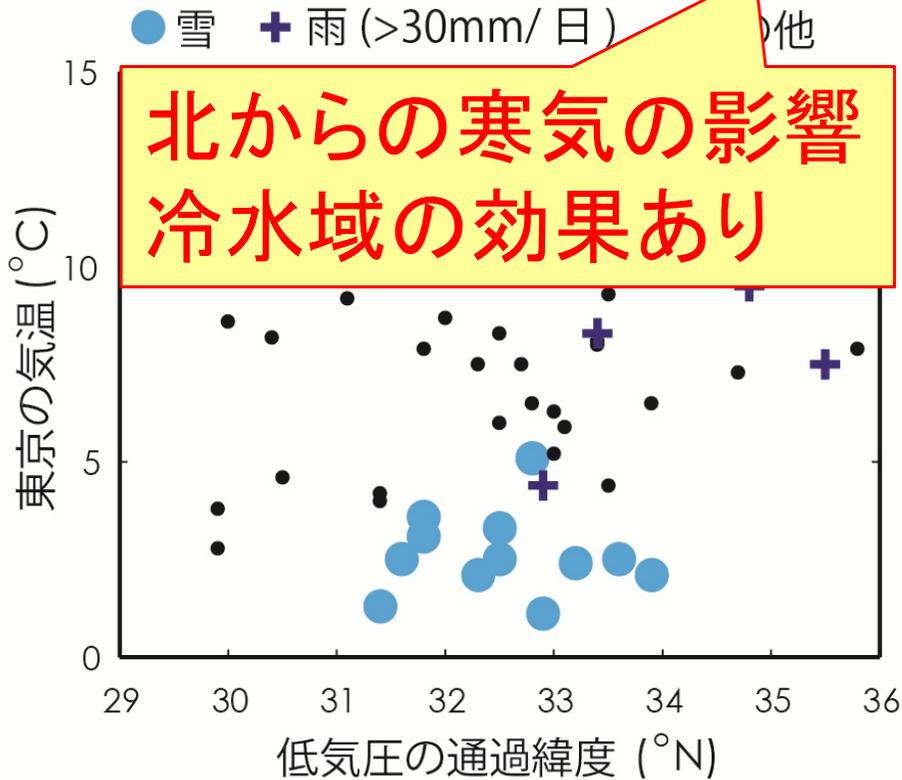
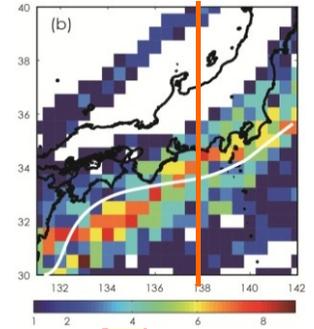
東京について、過去38年間の気象庁日平均気温と降水・降雪量データを調べた。

東京の降雪 — 過去38年間の統計解析 —

大蛇行流路
(n=58)



直進流路
(n=25)



138E線での低気圧通過位置

● : 降雪
+ : 大雨 (>30mm/d)

まとめ

黒潮が日本南岸で直進するか大蛇行するかで、南岸低気圧の進路と発達率が変化する。さらに、それに伴い関東の降雪にも影響が現れる。

今後の課題

- 水温分布の違いが低気圧の内部構造の変化を引き起こすメカニズムの解明
- より高解像の海面水温データを用いた場合の南岸低気圧の応答を検証