

# 北極海の海水変動と大気循環場の関係

— 夏季北極海の海水減少と冬季ユーラシアの低温 —

本田明治

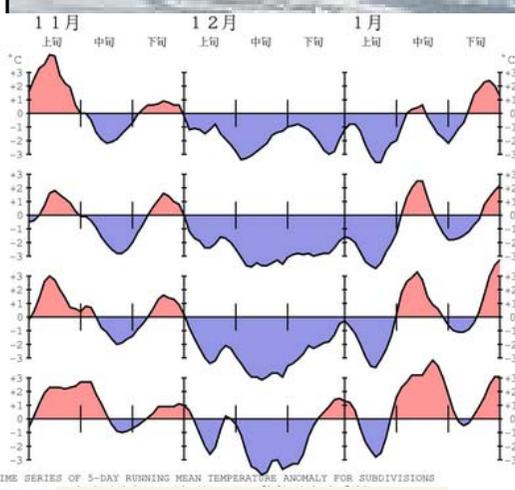
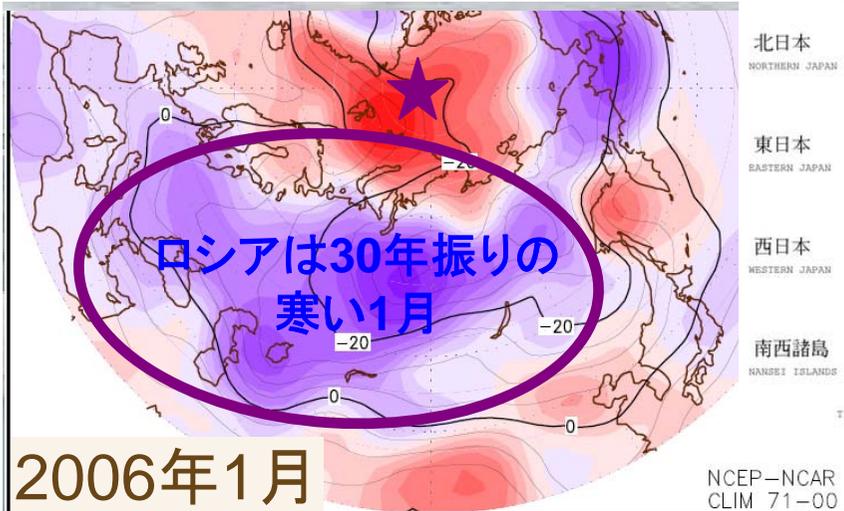
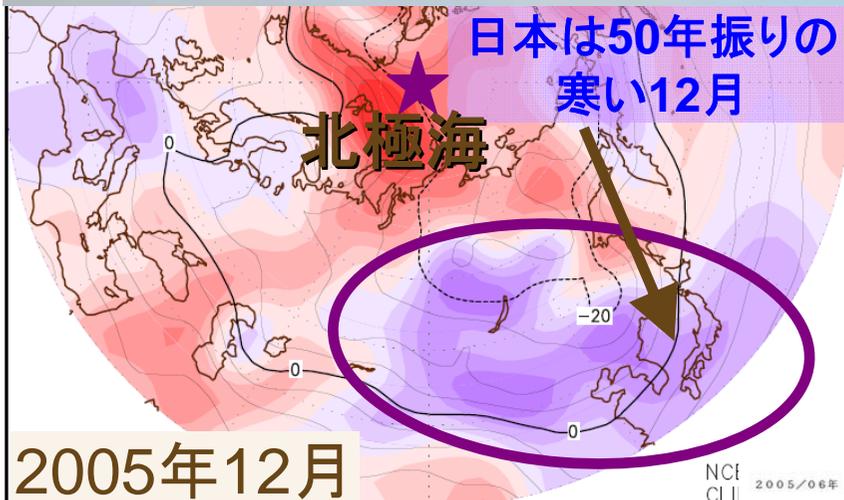
( 海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター )

平成20年度異常気象分析検討会  
平成21年2月23日

arctic@jamstec.go.jp

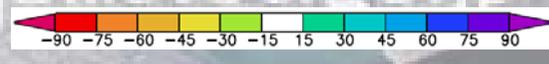
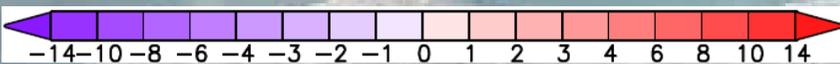
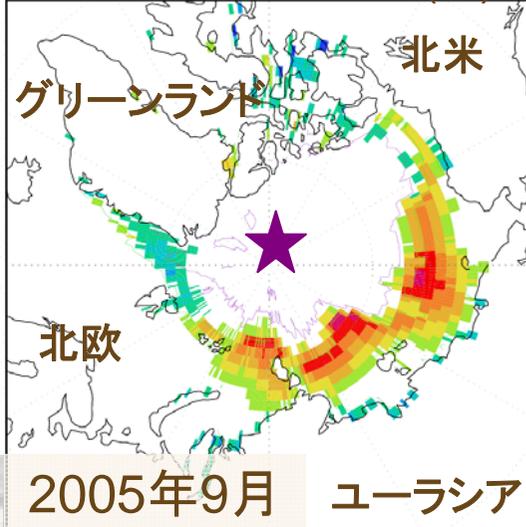
# 2005/06年冬の 寒冬・豪雪

地上気温の平年差(°C)



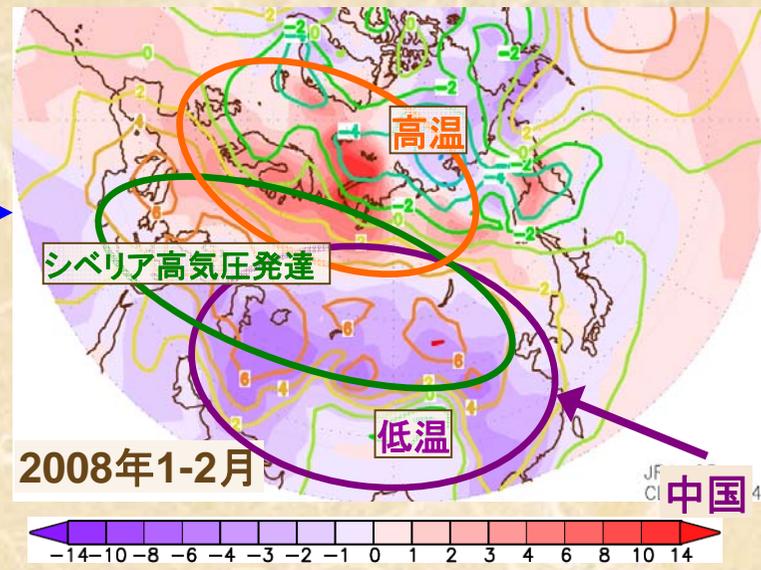
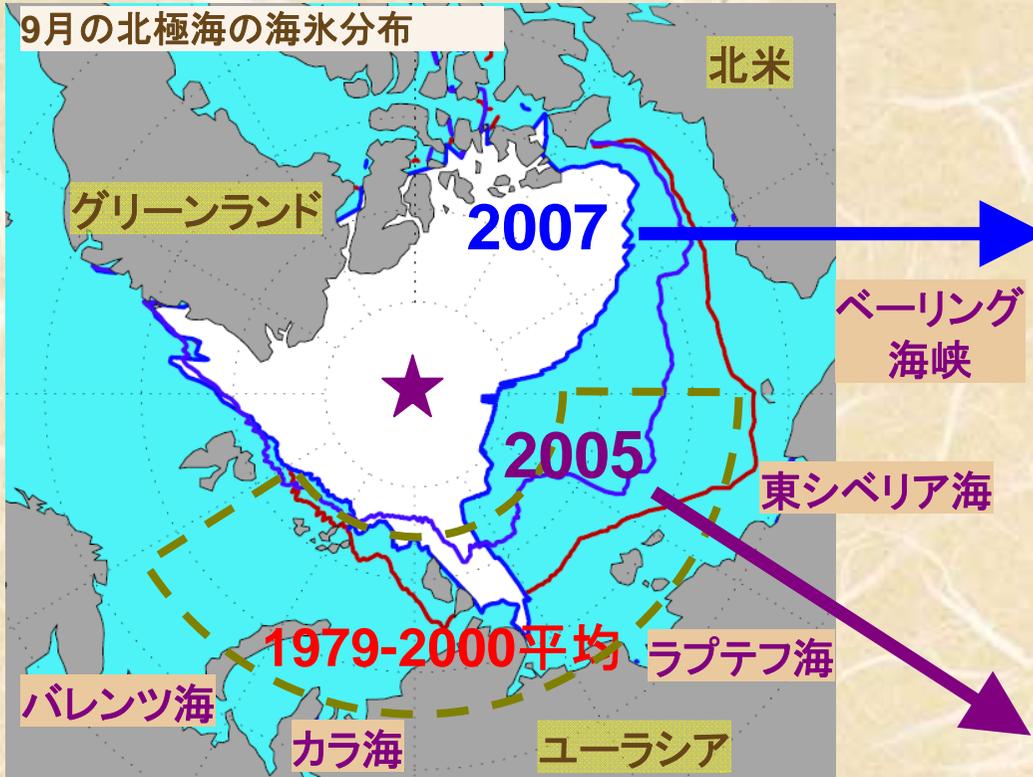
2005年11月～2006年1月の地上気温平年差(気象庁)

海水密接度平年差(%)



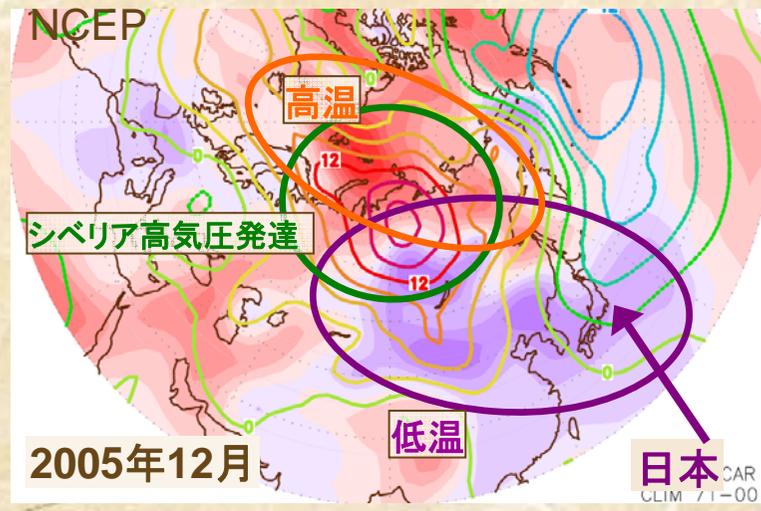
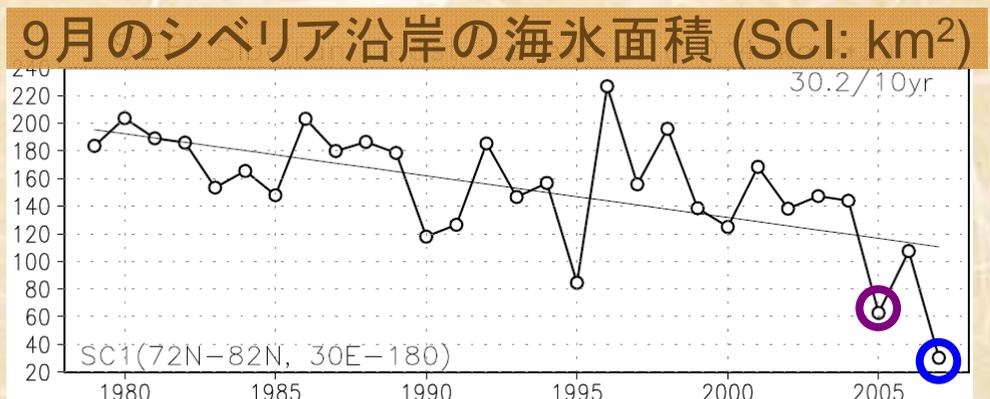
# 夏季北極海の海水減少

# 東アジアの寒冬・大雪？



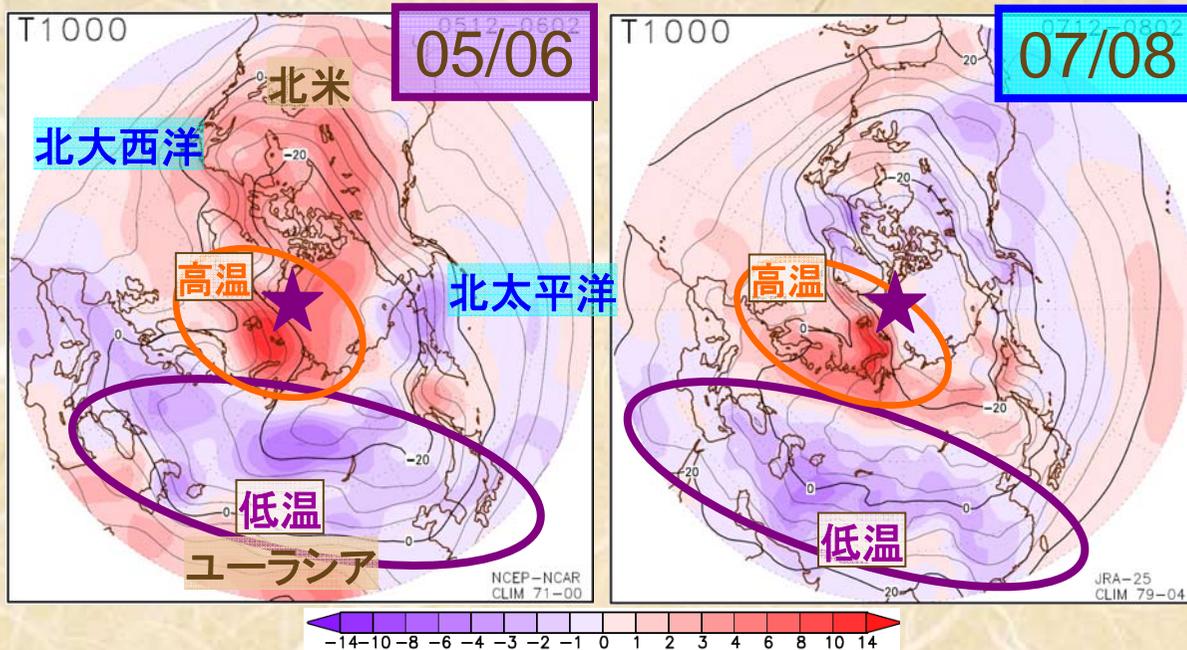
2008年1-2月  
地上気温平年偏差 (°C)  
色等値線: 海面気圧偏差(hPa)

## 近年シベリア沿岸での減少が目立つ

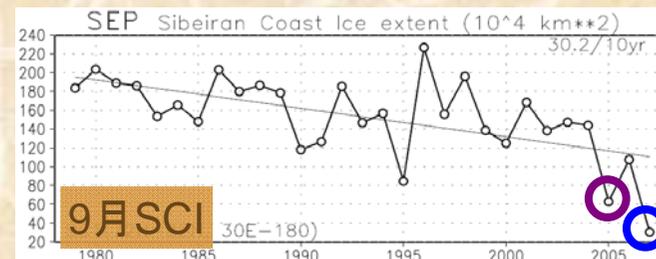


2005年12月  
日本

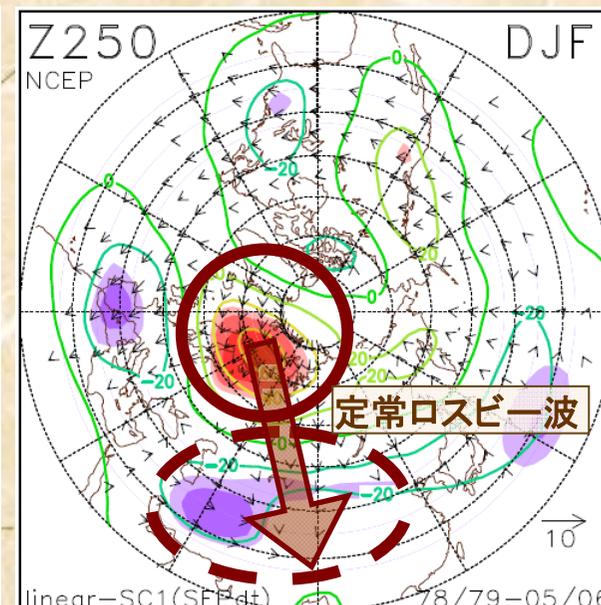
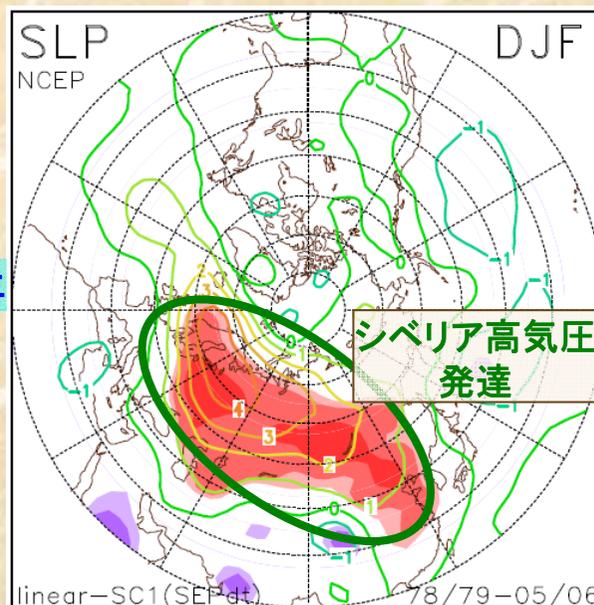
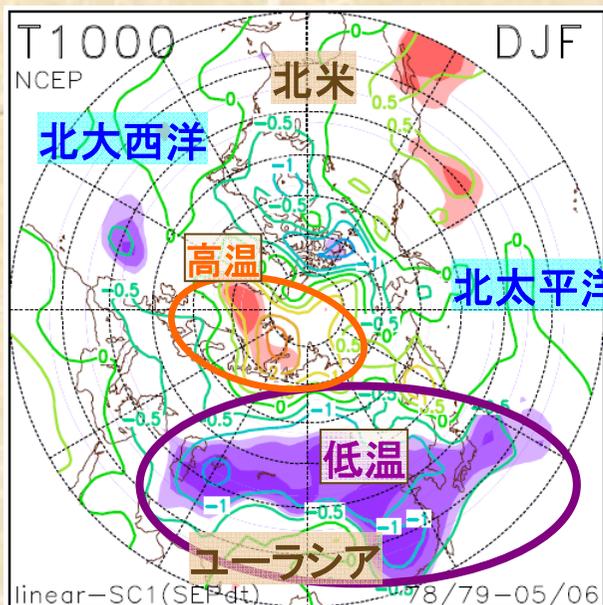
# 冬季(12月~2月)平均地上気温偏差



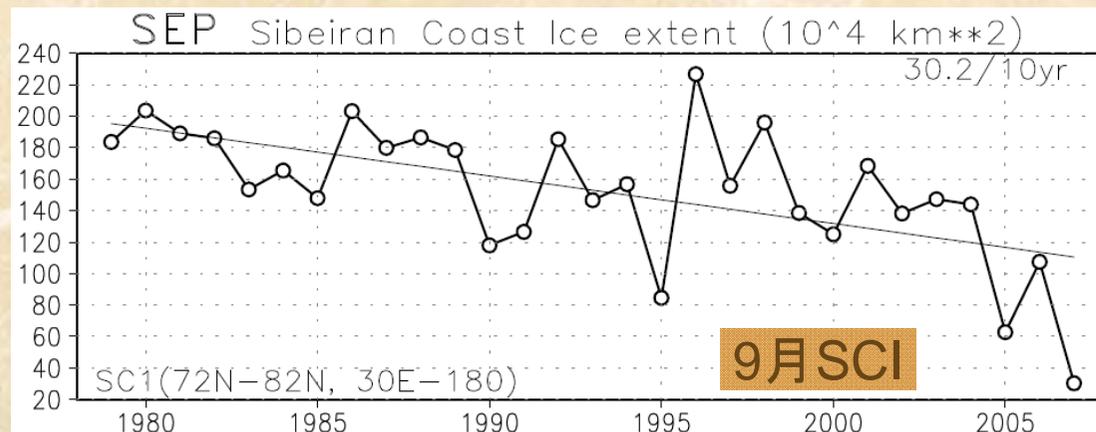
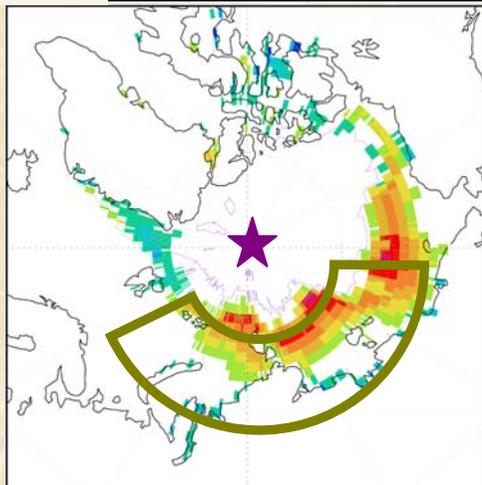
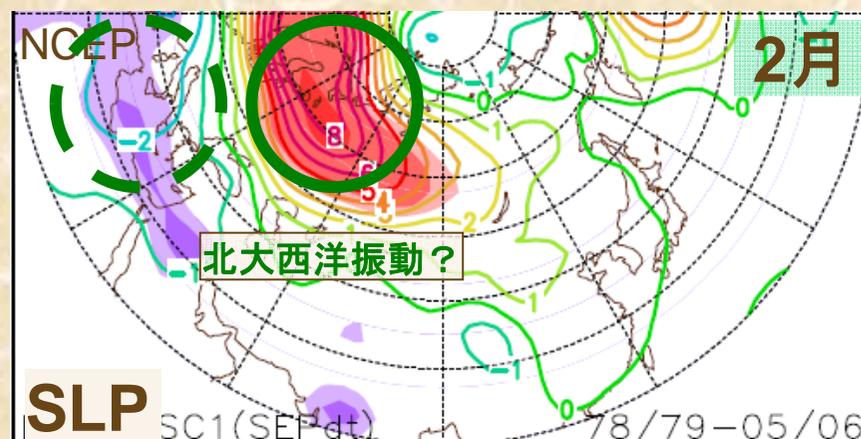
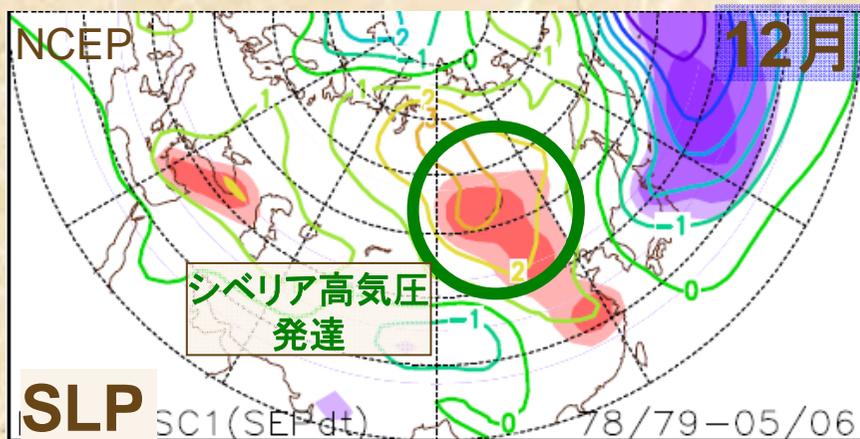
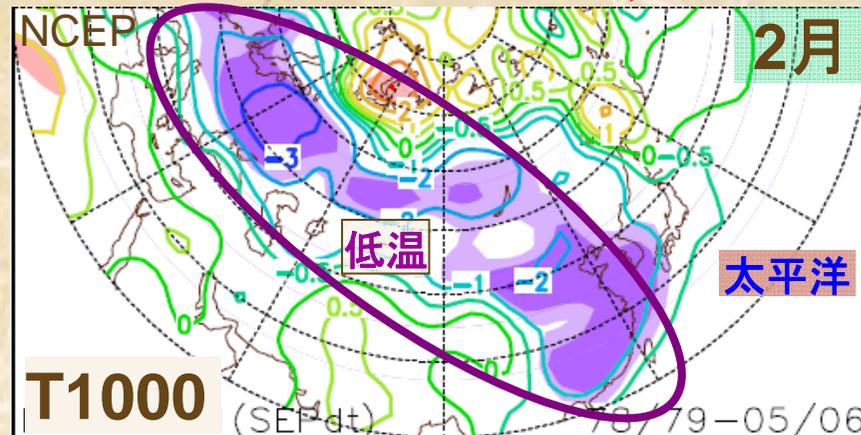
両冬平均場共通の特徴  
 →ユーラシアの帯状低温  
 →北極海の高温



## 冬平均 T1000, SLP, Z250と9月SCI (トレンド除去)の線形回帰(符号反転, 2σ)



12月と2月の T1000, SLPと9月SCI (トレンド除去)の線形回帰 (符号反転,  $2\sigma$ )



# 北極域(シベリア沿岸)海氷 大気応答感度実験

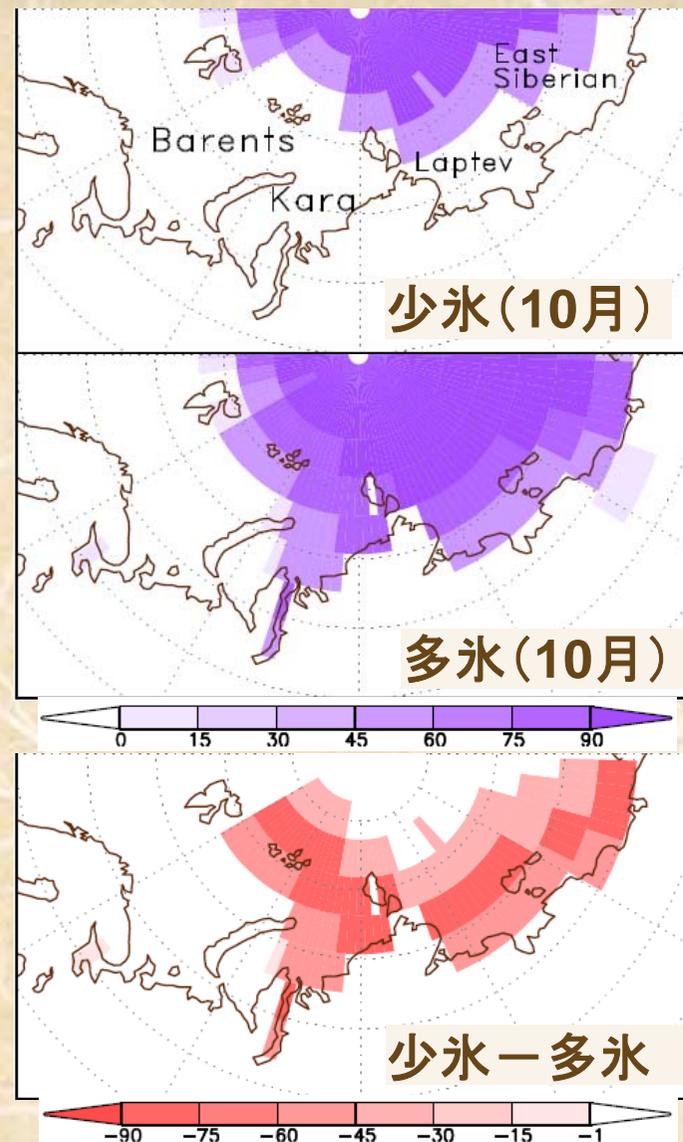
大気大循環モデル(AGCM):  
AFES2.5 T42L20  
(分解能約2.8度, 最上層8hPa)

## 海氷の設定(境界条件)

- ・ 密接度で設定→氷厚に変換
- ・ 9,10,11,12月のシベリア沿岸に少氷と多氷を設定(図は10月)  
(11,12月の差はほとんどない)
- ・ 他海域の海氷分布は気候値
- ・ 海面水面はすべて気候値

## 実験

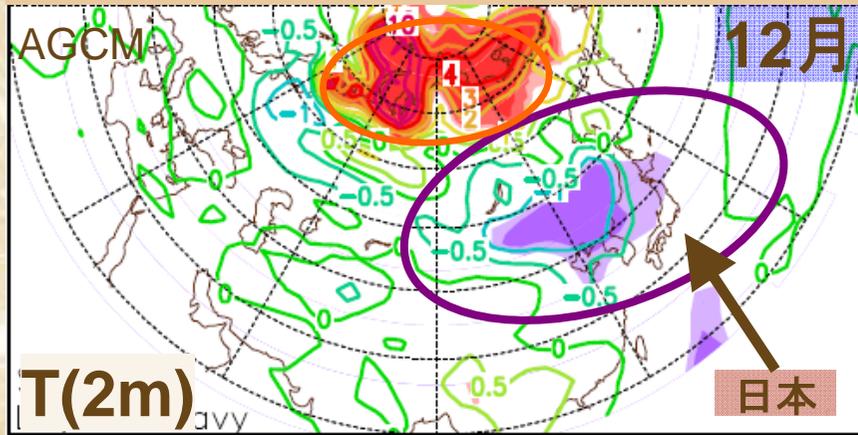
- ・ 同じ大気の初期条件(9月1日)より「多氷」、「少氷」それぞれ3月1日まで計算
- ・ 初期値はControl runの6年目~55年目、50例ずつ計算



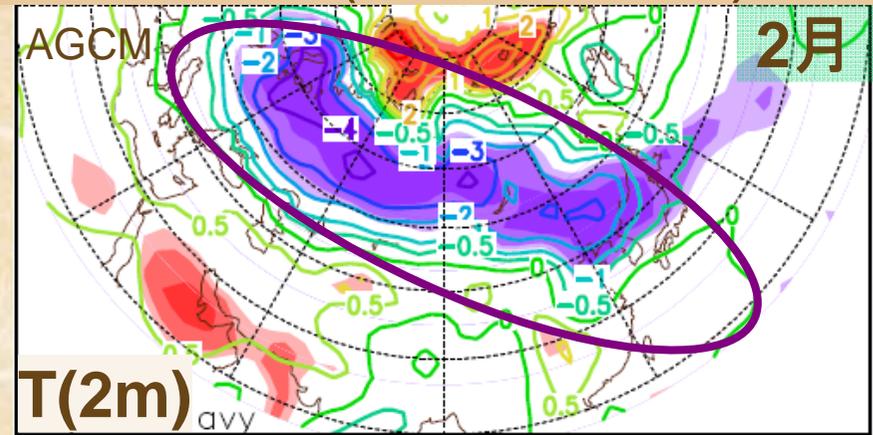
## 解析

- ・ 「少氷ラン」と「多氷ラン」のアンサンブル平均の差(少氷-多氷、定常場)
- ・ メンバー6-16, 27-43の28例

# 海水応答実験結果: 地上気温応答差 (少氷 - 多氷)

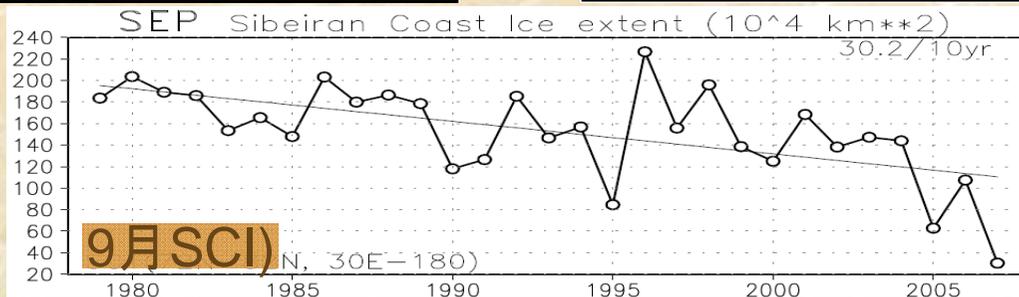
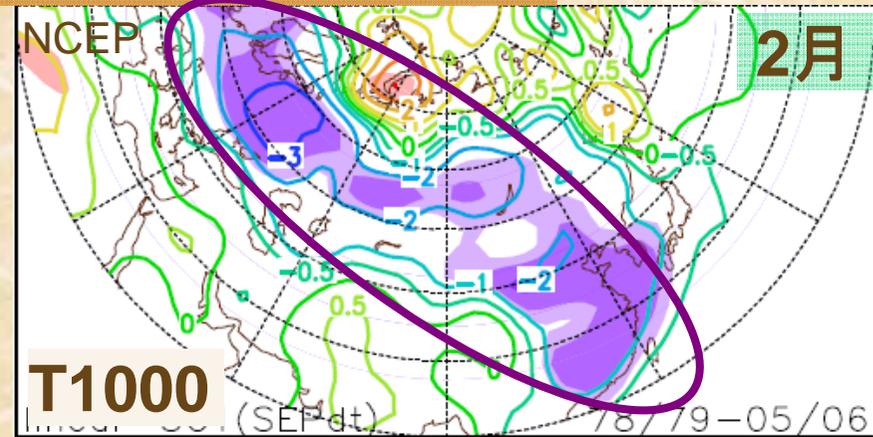
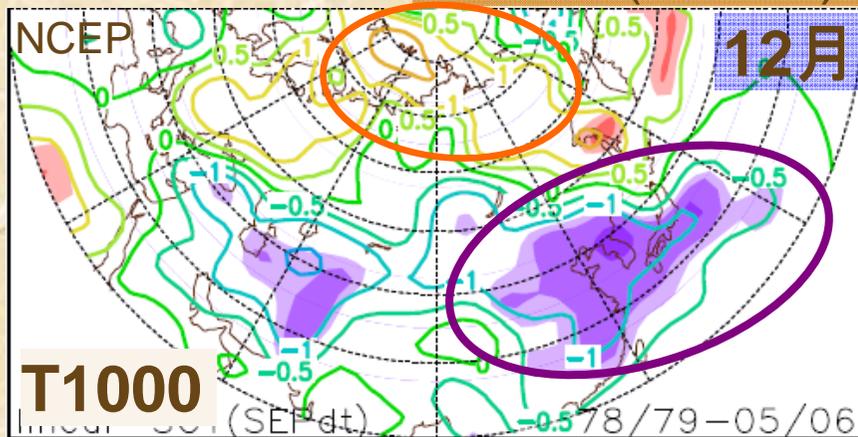


極東を中心に低温



欧州～東アジアの帯状低温

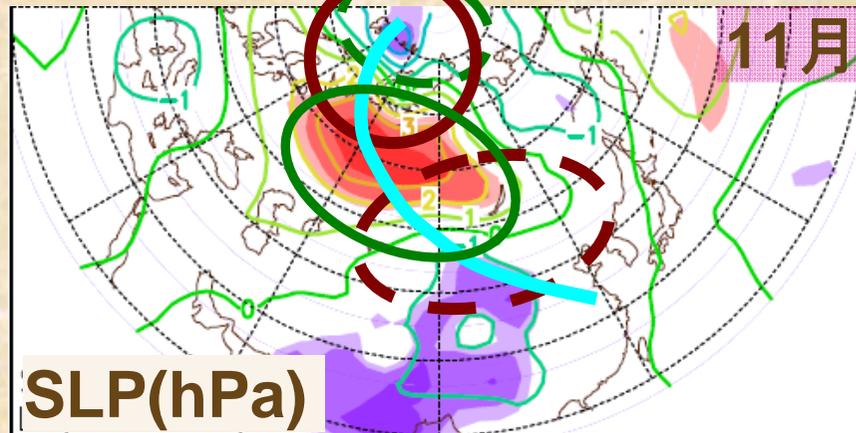
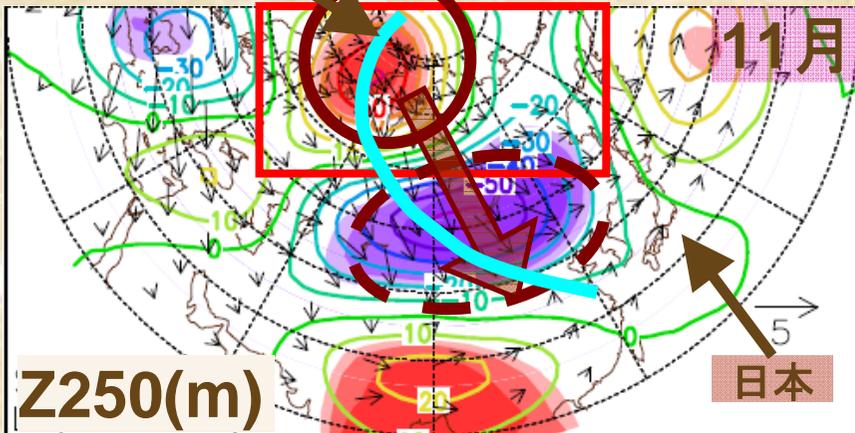
## 観測(NCEP): 9月SCIとの線形回帰



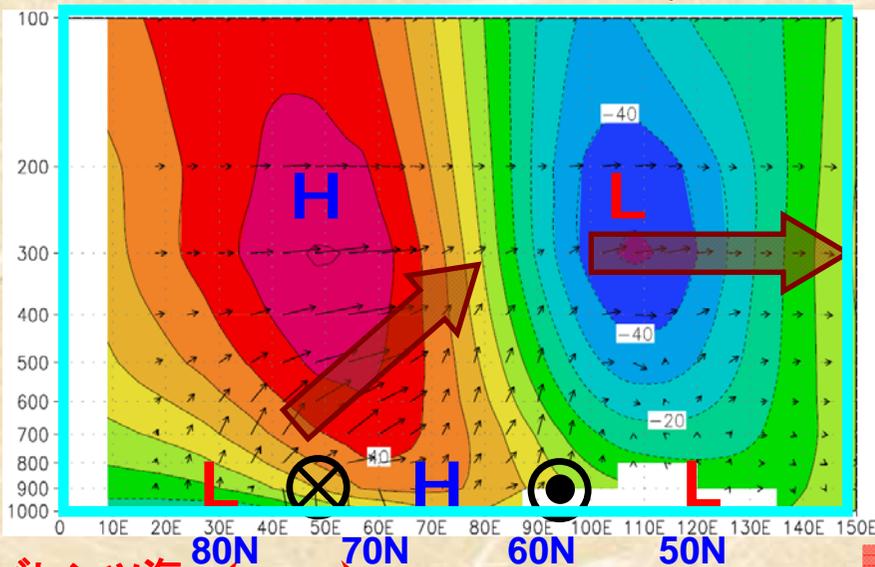
# 初冬の大気応答メカニズム(定常ロスビー波)

バレンツ海

海氷応答実験(少氷-多氷)(11月)



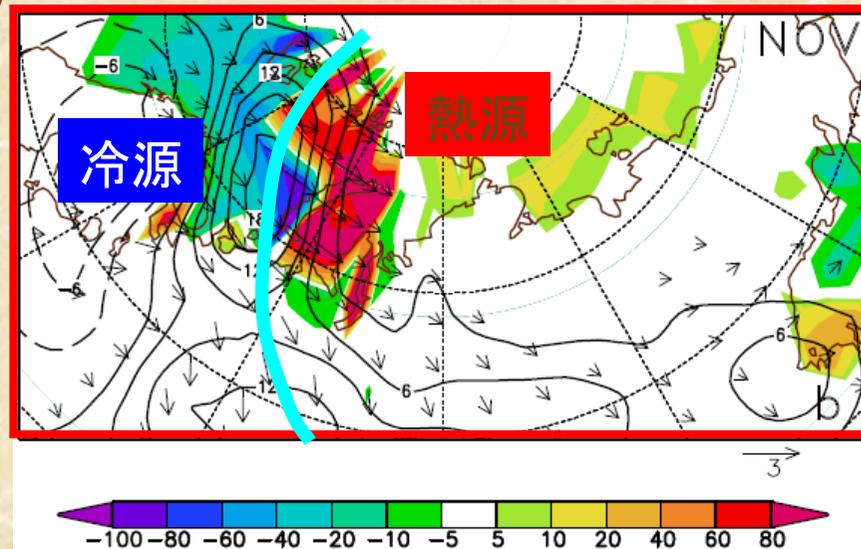
矢印: 波の活動度フラックス (WAF:  $m^2s^{-2}$ )



バレンツ海

高度差の波列に沿った鉛直断面(m)

矢印: 波の活動度フラックス (WAF:  $m^2s^{-2}$ )



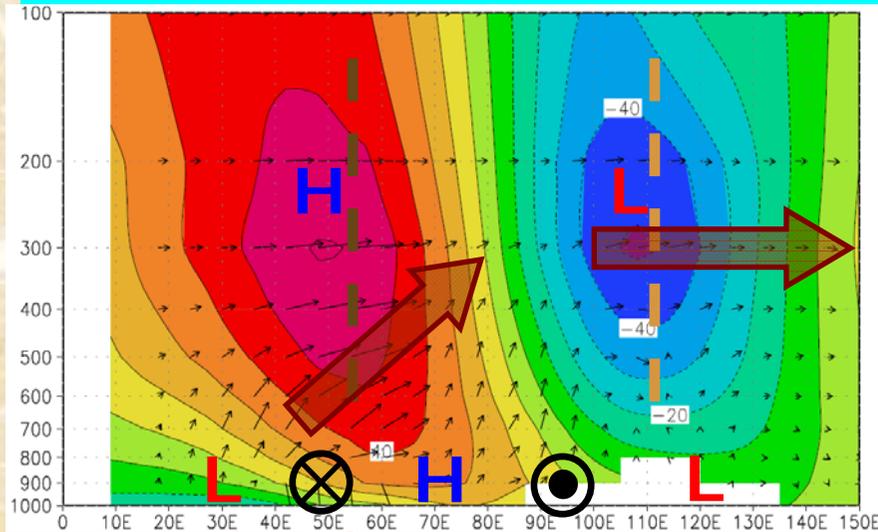
海面の乱流熱フラックス(顕熱+潜熱)の差(上向き正:  $W/m^2$ )

700 hPa 上向き波活動度フラックス(等値線:  $10^{-1}m^2/s^2$ )

加熱偏差のピークは晩秋に現れる!

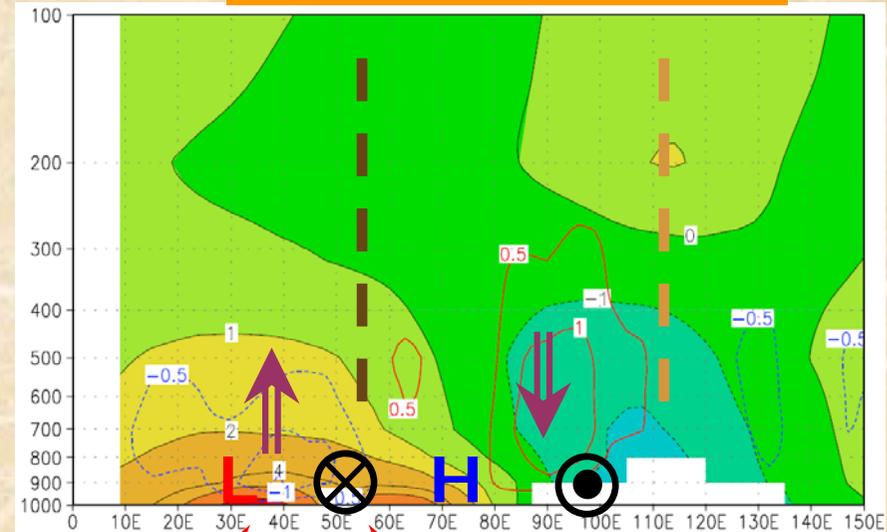
# 海水応答実験 鉛直断面図 (少氷 - 多氷、11月)

高度 (m) 波活動度フラックス ( $m^2s^{-2}$ )



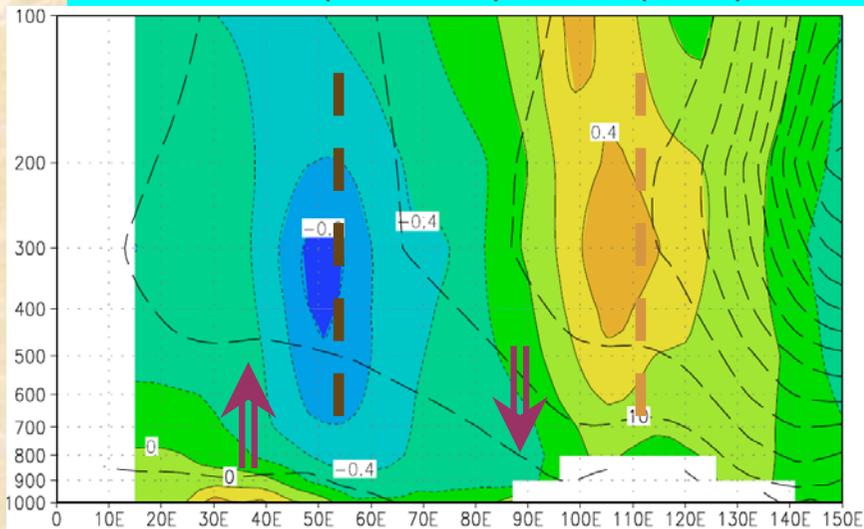
バルンツ海

気温 (K) 鉛直風 (m/s)

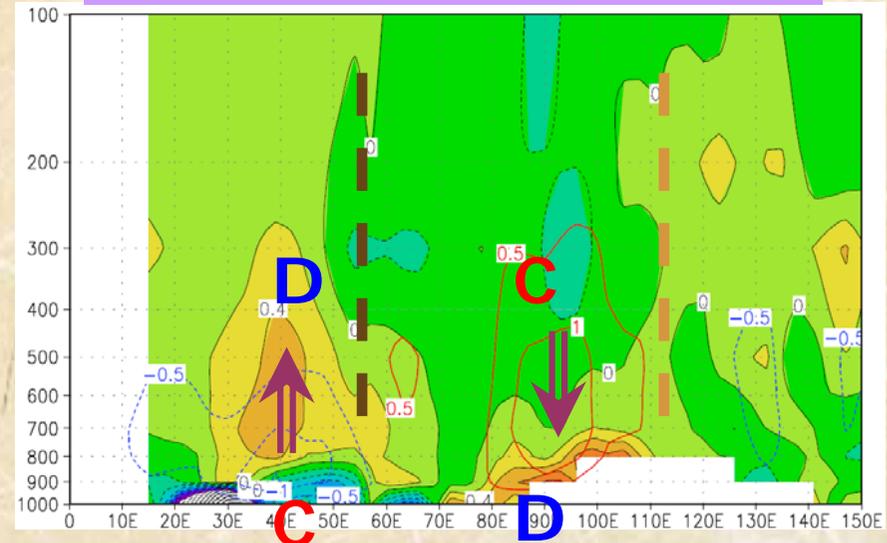


80N 70N 60N 50N

相対渦度 ( $10^{-5} s^{-1}$ ) 西風 (m/s)

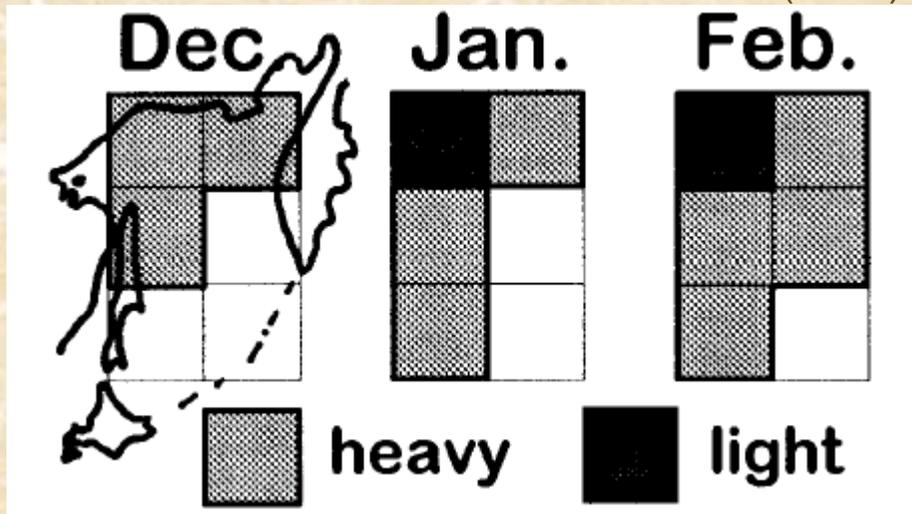


発散 ( $10^{-6} s^{-1}$ ) 鉛直風 ( $10^{-1} m/s$ )

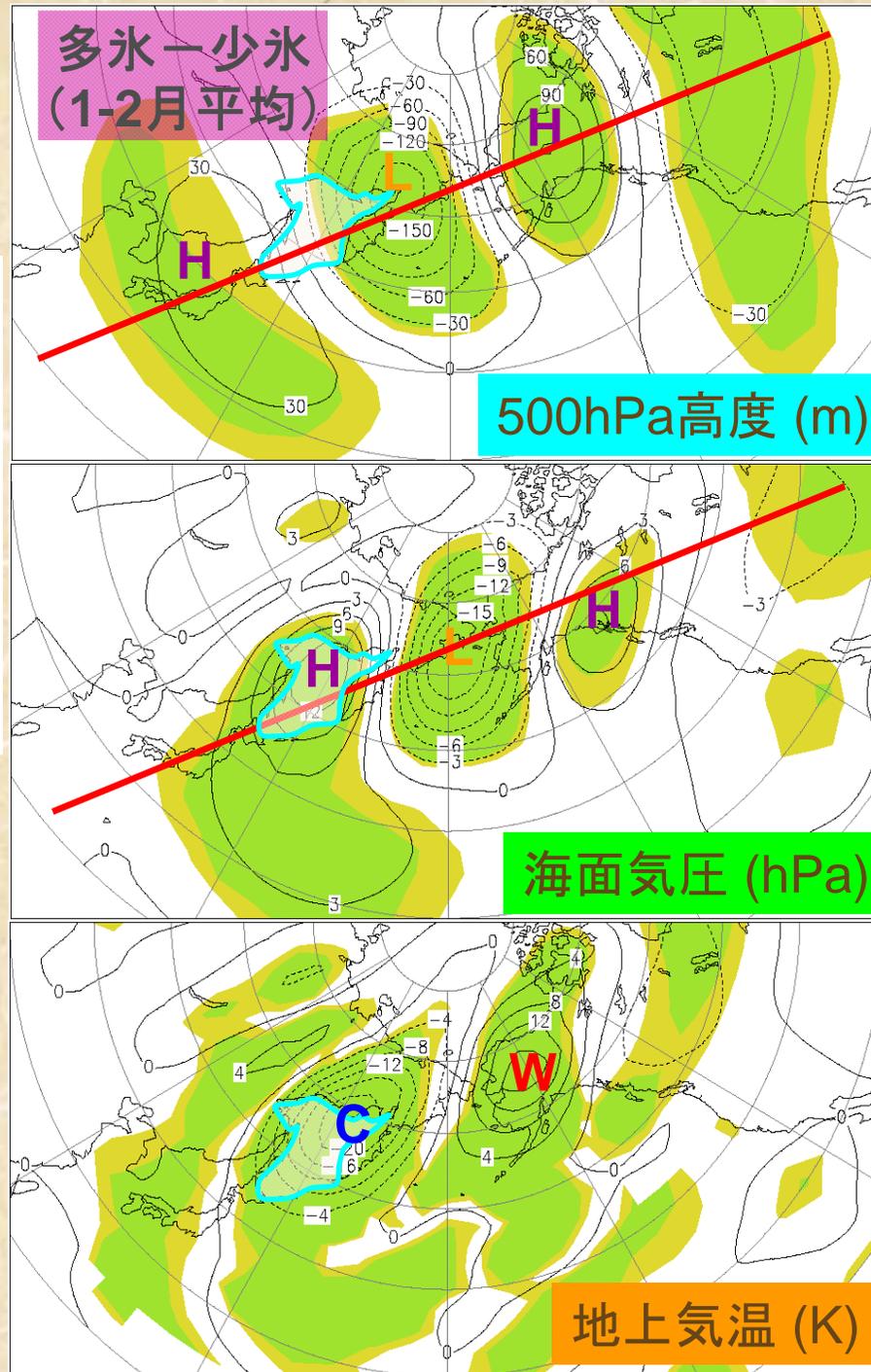
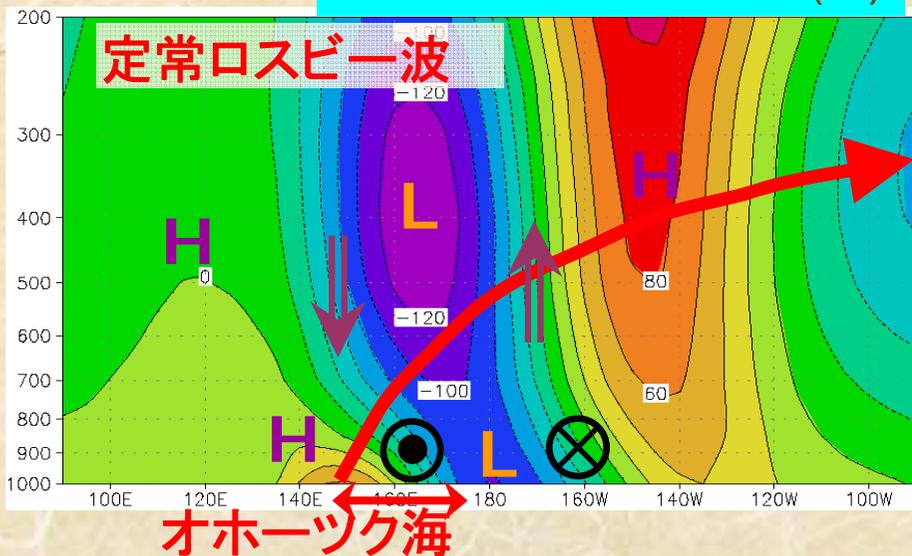


# オホーツク海の海氷 大気応答感度実験(参考)

Honda et al. (1999)

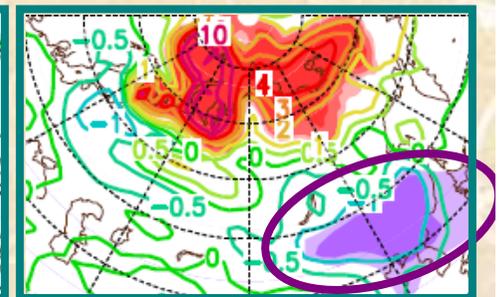
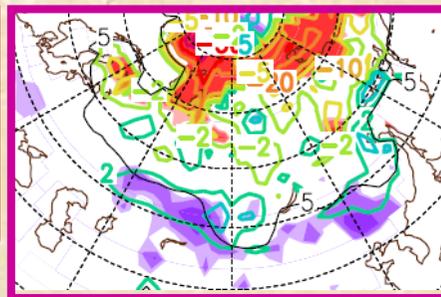
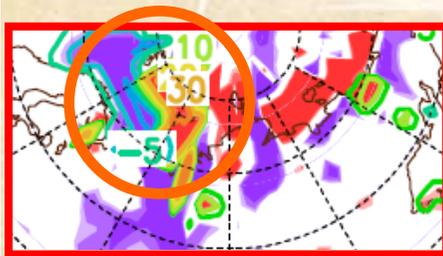
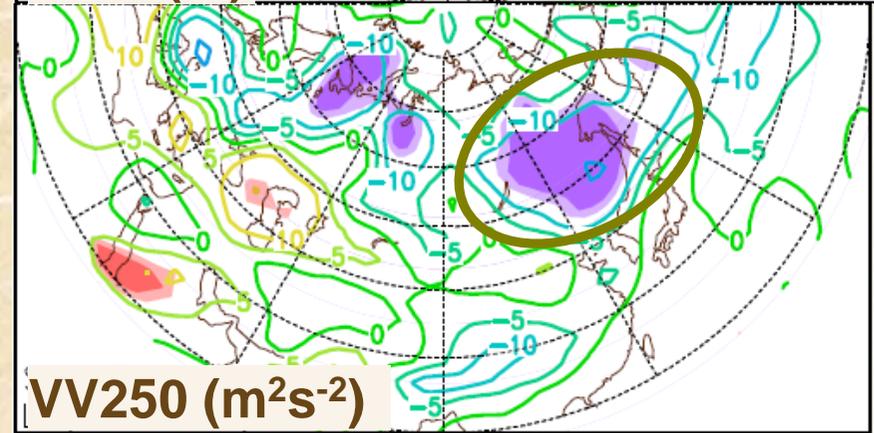
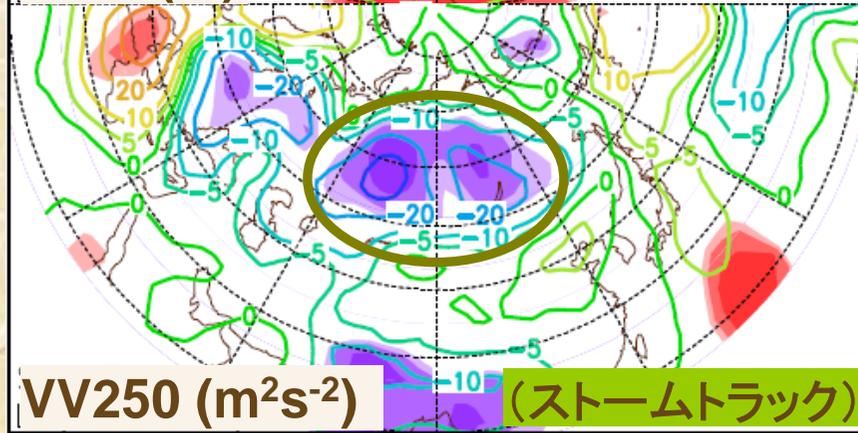
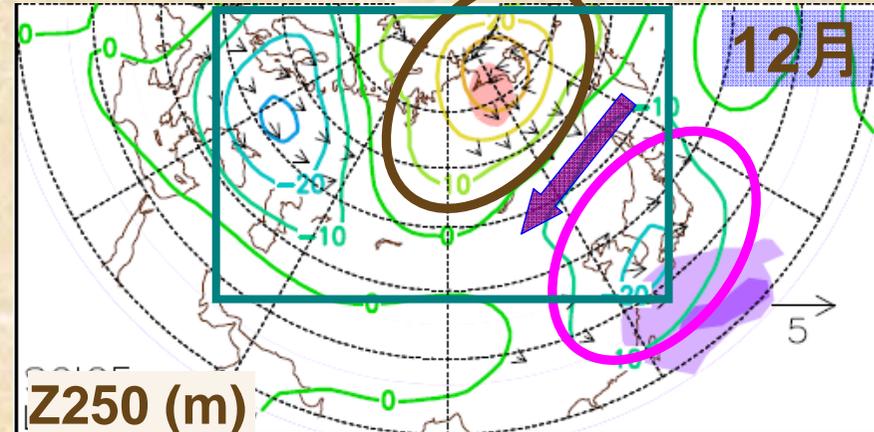
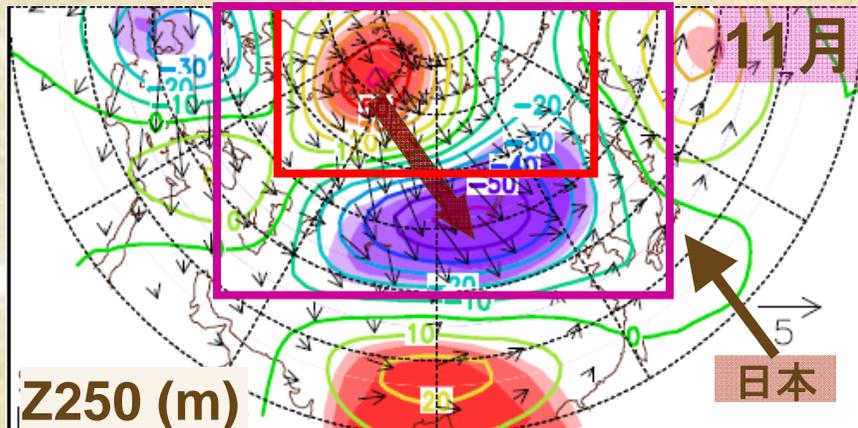


高度 鉛直東西断面 (m)



# 初冬の大気応答メカニズム(極東の低温域形成)

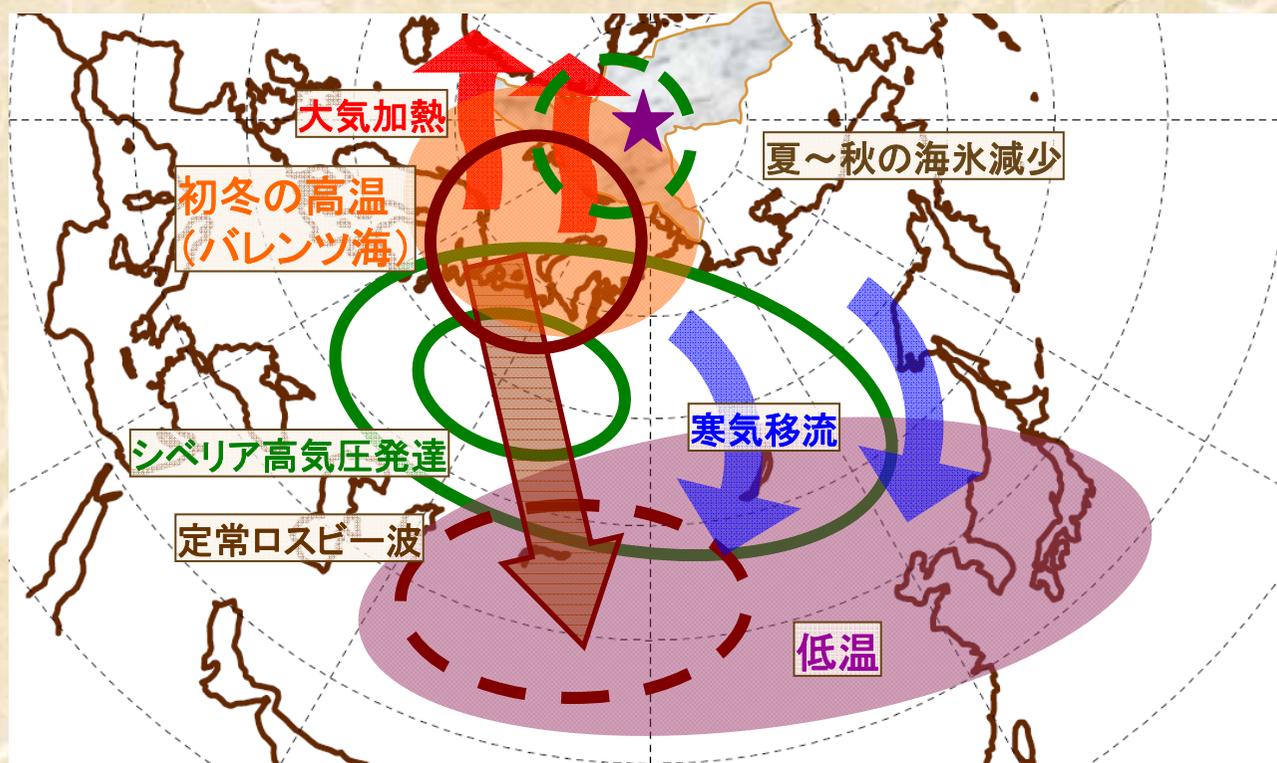
海水応答実験(少氷-多氷)(左:11月、右:12月)



海面気圧 (hPa)

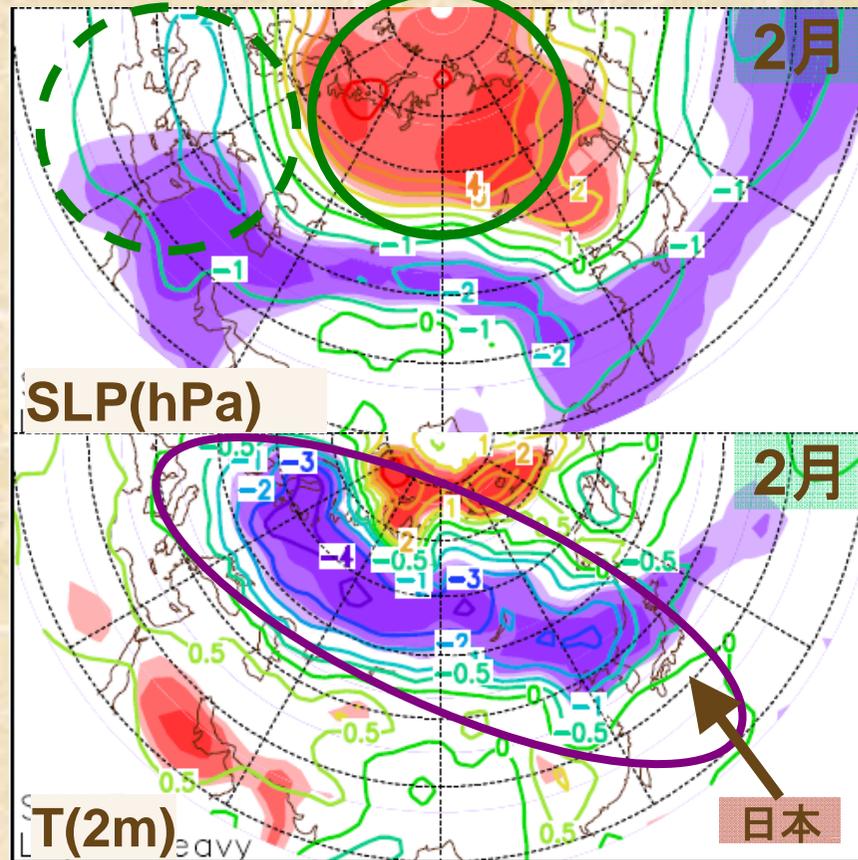
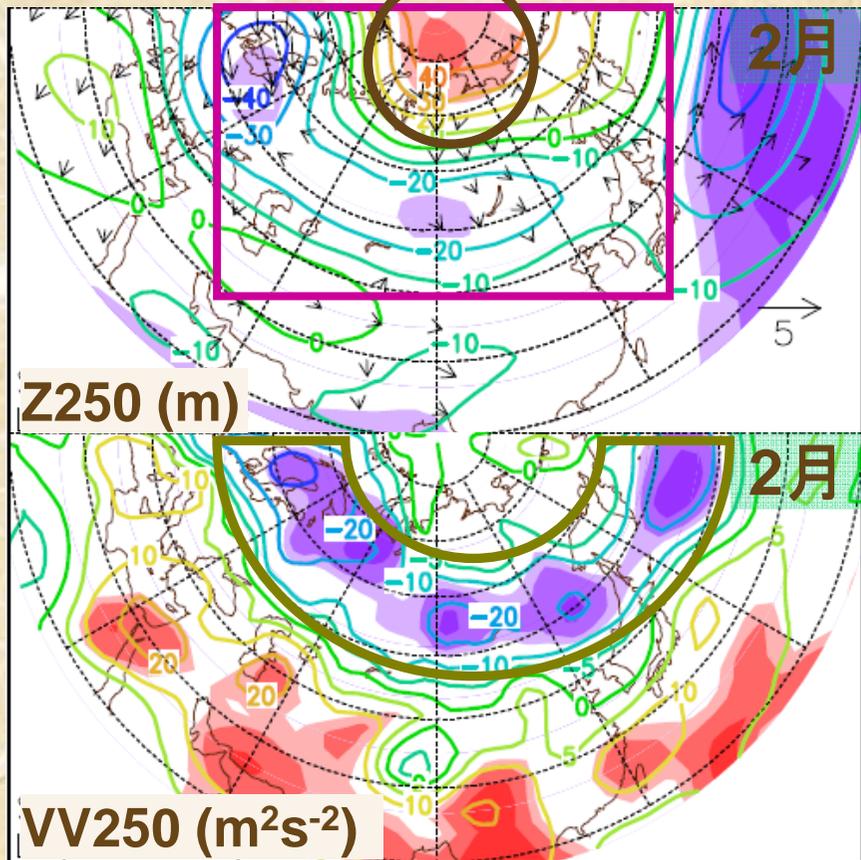
地上気温 (K)

# 北極海の海水減少がもたらす初冬のユーラシアの低温 (11月～12月)

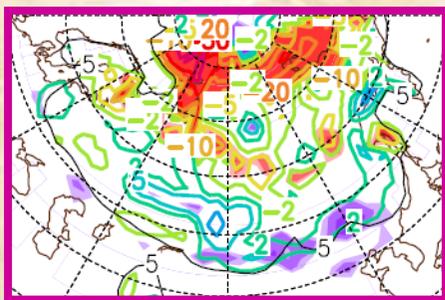


# 晩冬の大気応答過程(ストームトラック?)

海水応答実験(少氷-多氷)(2月)



欧州～東アジアの帯状低温

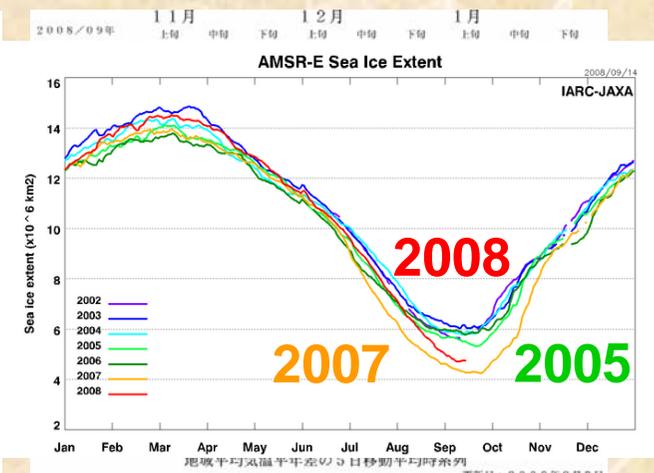
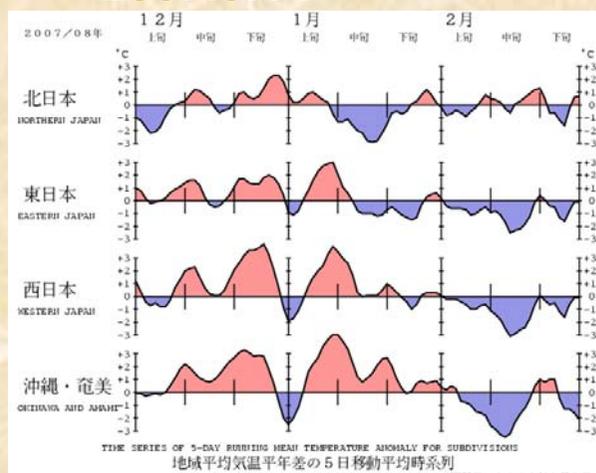
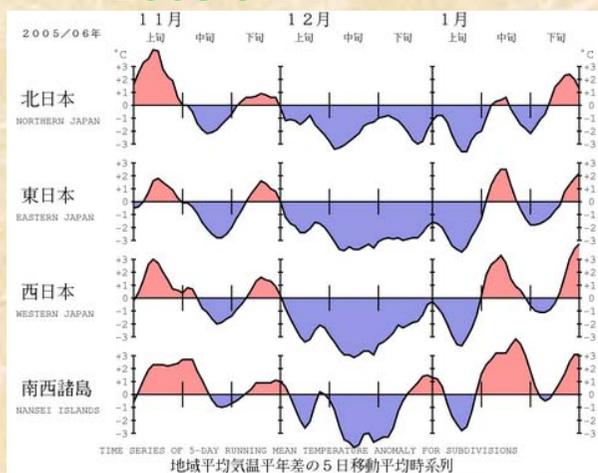
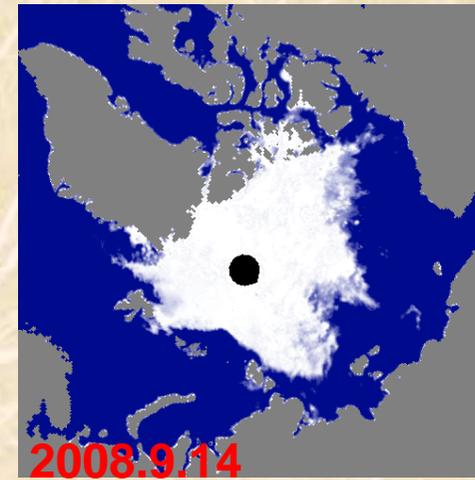
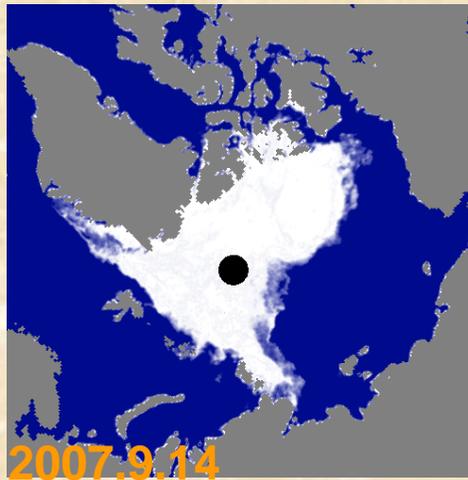
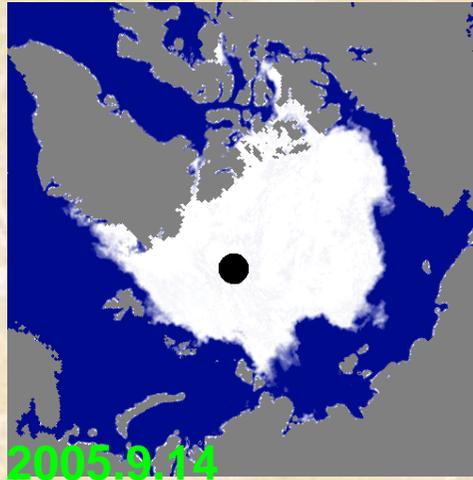


積雪量 ( $10^3kg/m^2$ ) (11月～1月)

応答の時間差についてはまだ説明できない

- 積雪の影響?
- 成層圏の影響?

# 2008/09年の日本の冬は？



地上気温平年差(気象庁)  
(左)2005.11~2006.1 (右) 2007年12月~2008年2月

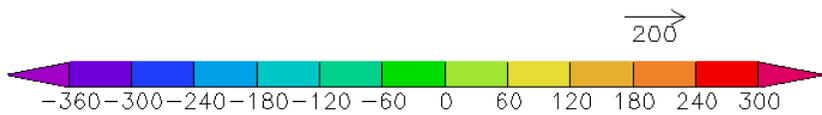
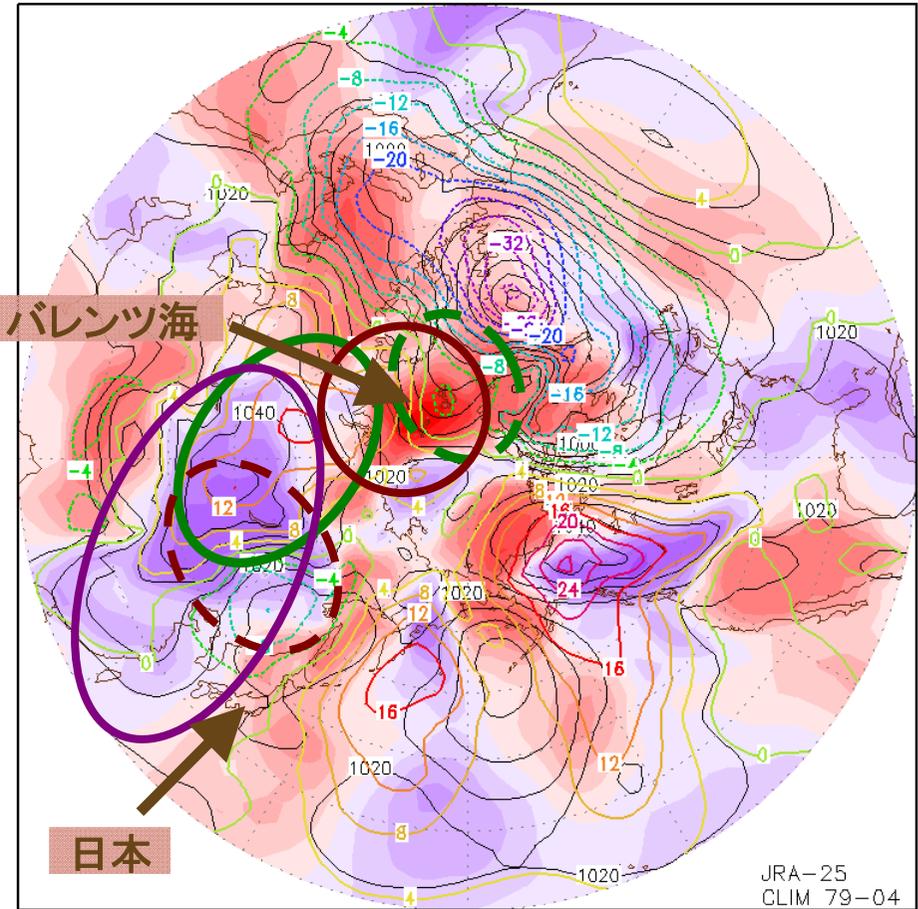
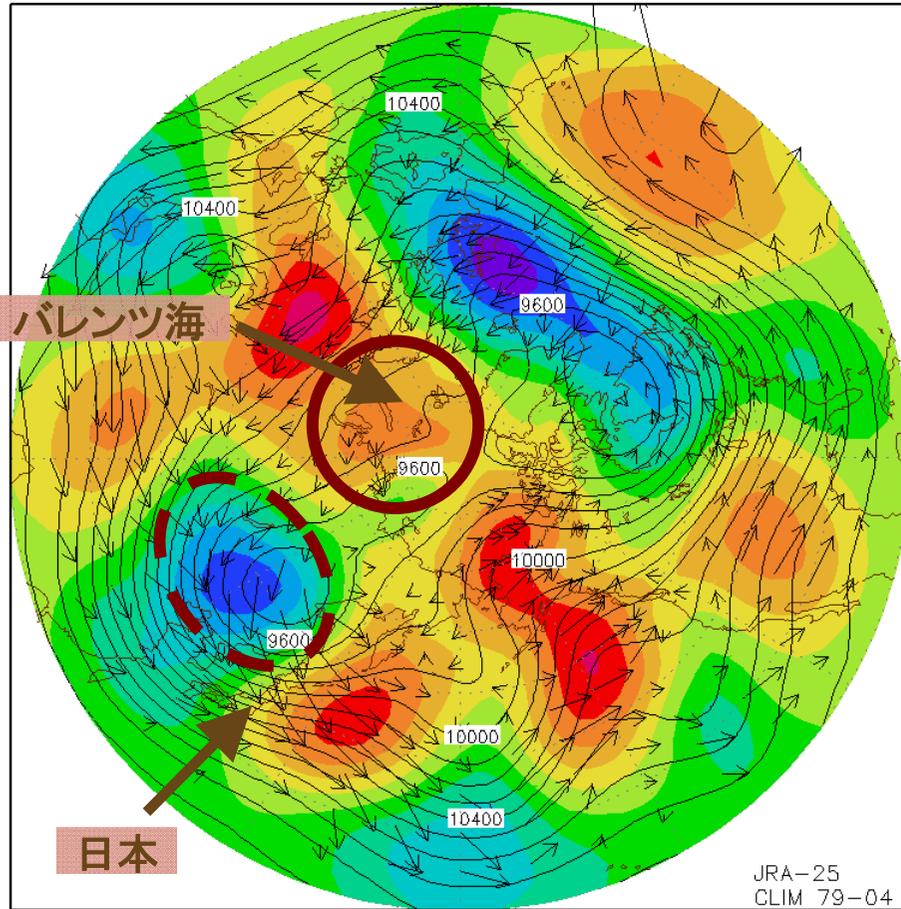
9月14日の海氷域分布図と各年の時系列(IARC-JAXA)

2008年は2007年に次ぐ少なさ。特にアラスカ沖の海氷が少ない。  
日本では初冬は北暖西冷傾向。寒暖差大きい。

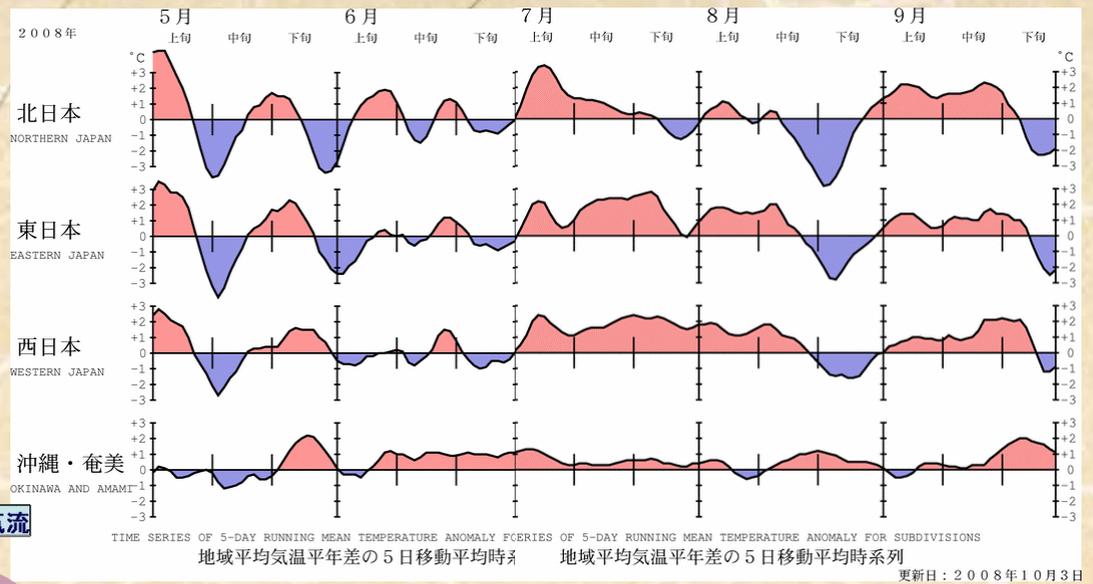
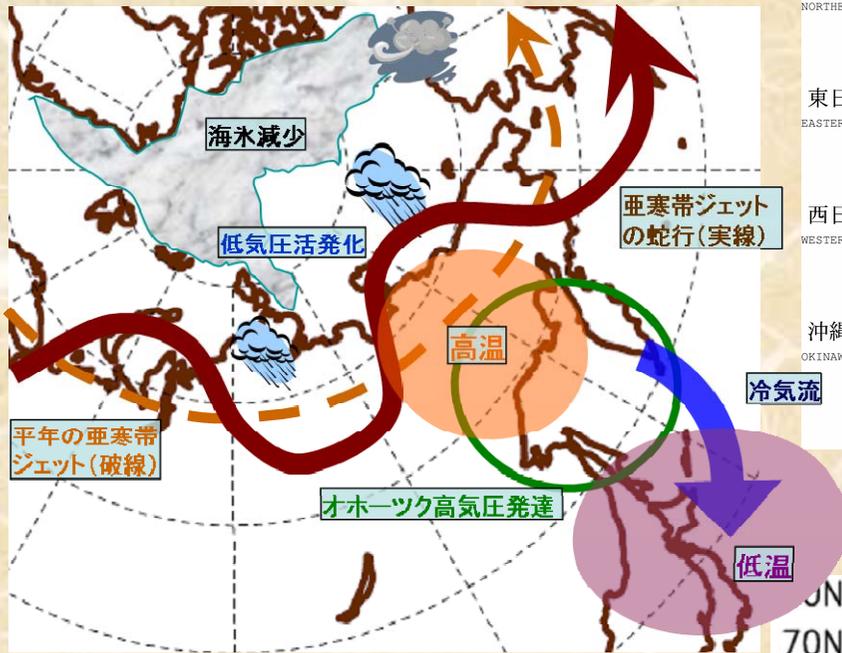
# 海水による大気応答？ (2009年1月第5半旬)

2009.01.21-2008.01.25 Z250 WAF

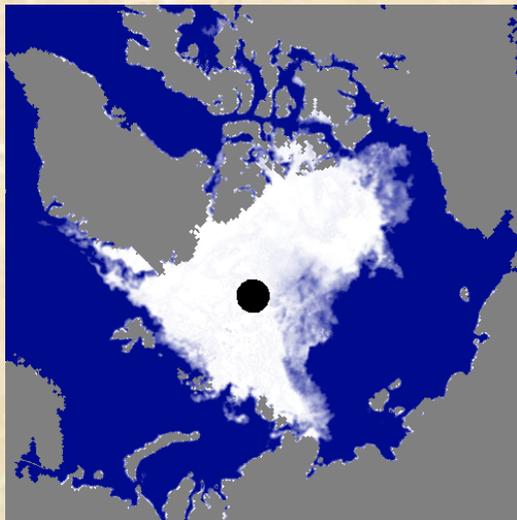
2009.01.21-2008.01.25 SLP T1000



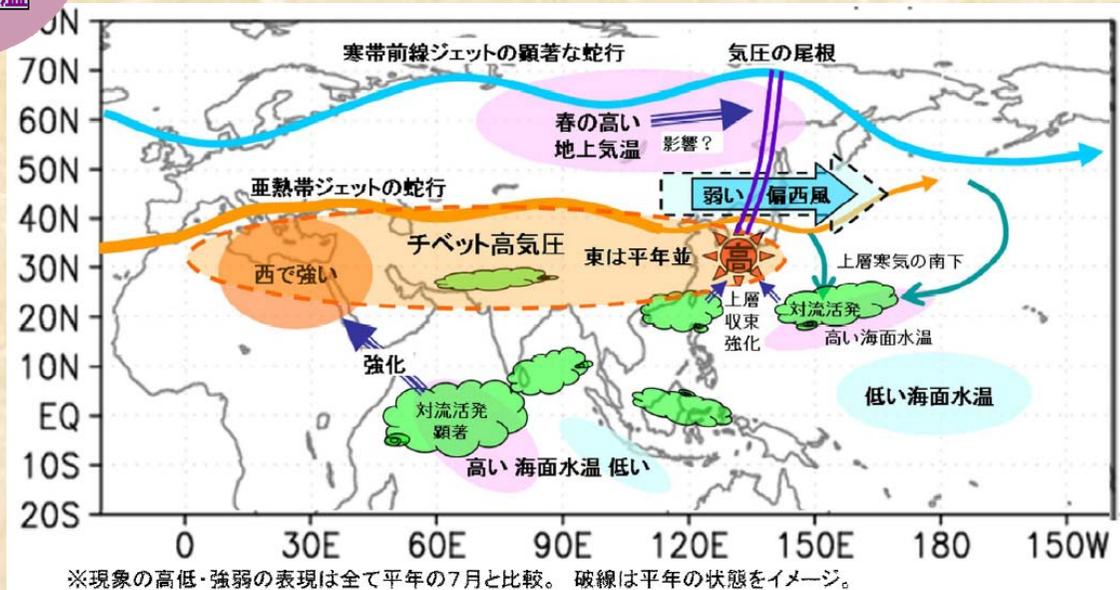
# 夏の異常気象も北極から？



2008年5月～9月の地上気温平年差(気象庁)



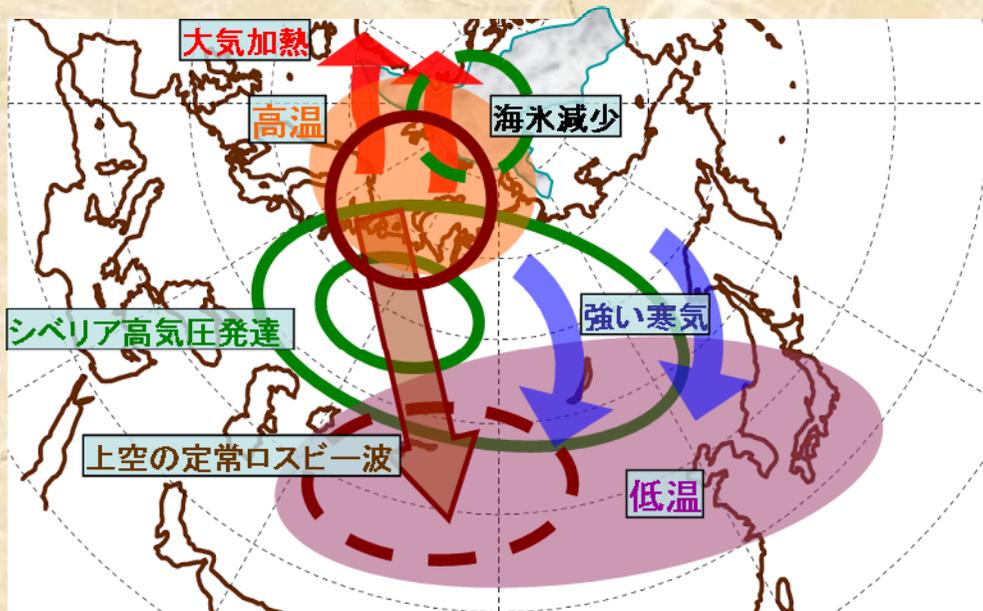
8月26日の海氷域分布図(IARC-JAXA)



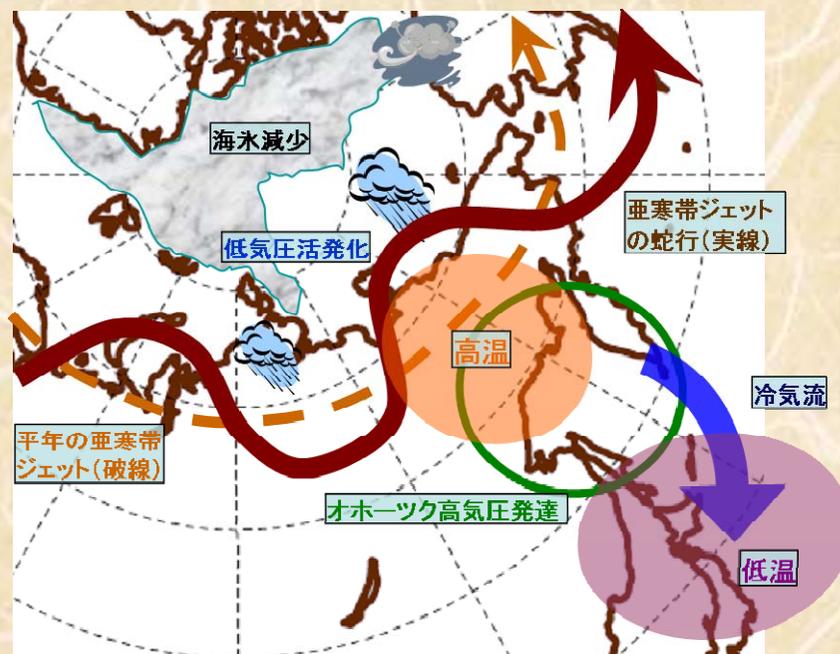
2008年夏の異常気象分析検討会での検討結果より(気象庁)

# 北極域の変動が引き起こす異常気象 (予想されるメカニズム)

冬の模式図

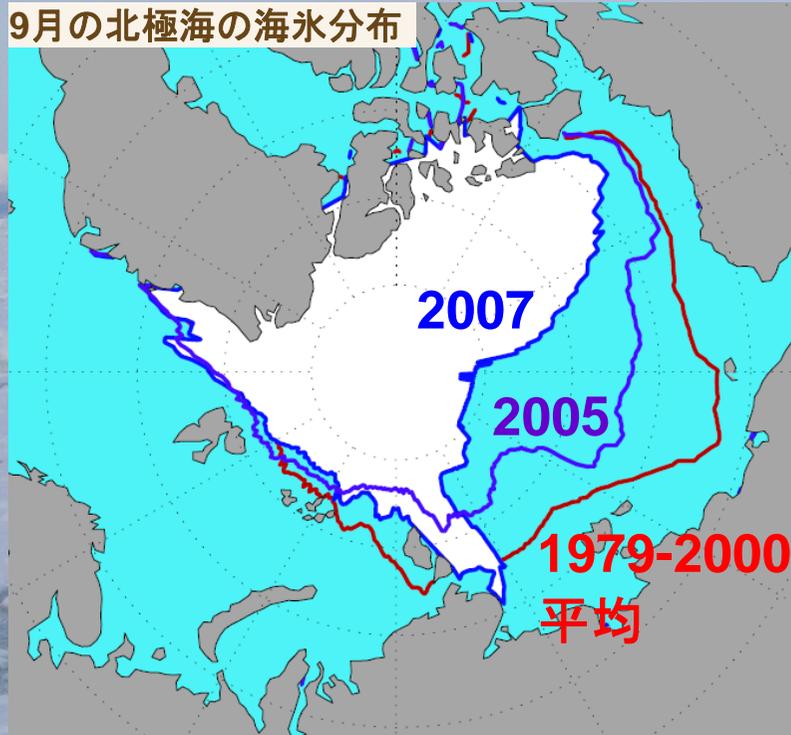


夏の模式図

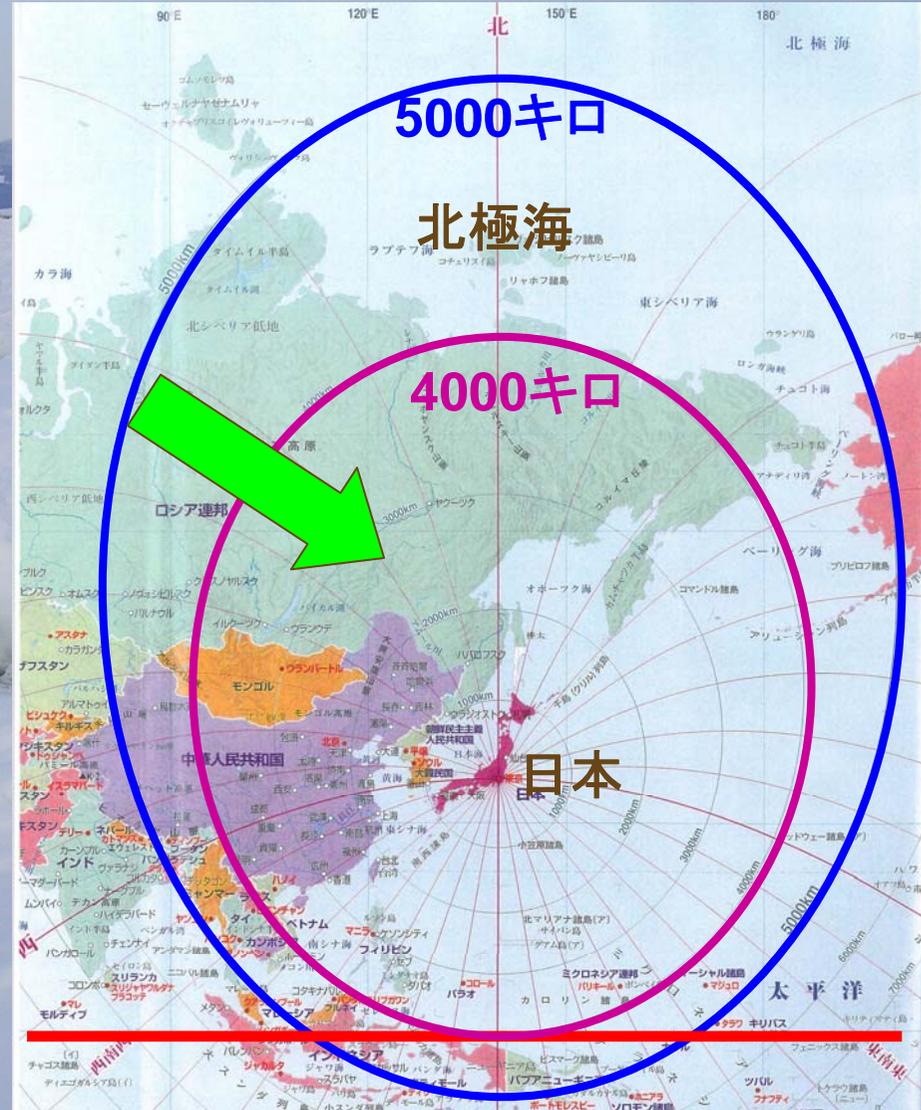


# 北極の変化は日本やアジアの気候に影響する

9月の北極海の海氷分布



北極域は意外と近い  
シベリアは西側(風上側)に位置する



## 終わりに

北極海の変化のみが日本の気候を決めているわけではない。

→やはり熱帯の影響が大きい(ENSO, IOD, MJOなど)

→異常気象の要因は通常複数ある

ただし北極の影響は今後無視できないだろう

将来、夏の北極海の海氷が消失すると...

～ますます日本の冬が寒くなる、とは限らない

陸面、海洋の状況も変わってくる

→平均の大気循環場も現在とは異なってくるだろう

～気候の状態(基本場)が変わってくる

## 関連文献

本田明治, 猪上 淳, 山根省三, 2008: 夏季から秋季の北極域海氷面積変動が冬季ユーラシアの天候に及ぼす影響. 平成19年度「異常気象と長期変動」研究集会報告, 148-151.

本田明治, 猪上 淳, 山根省三, 2009: 北極海海氷変動に対する大気応答の力学・熱力学過程. 平成20年度「異常気象と長期変動」研究集会報告, 印刷中.

Honda, M., J. Inoue and S. Yamane, 2008: Influence of summertime Arctic sea-ice reduction on wintertime Eurasian coldness. *Geophys. Res. Lett.*, 改訂中