

平成 22 年度 卒業論文

日本の降雪に影響を与える
シベリアジャパンパターンの予測可能性
Predictability of the Siberia-Japan pattern in association
with the snowfall in Japan

三重大学 生物資源学部 共生環境学科

自然環境システム学講座 地球環境気候学研究室

507306

池田 尚仁

指導教員 立花 義裕

目次

概要.....	3
• 第1章 序論.....	4
• 第2章 使用データ.....	5
2-1 NCEP/NCAR 再解析データ	
• 第3章 解析手法.....	6
3-1 ジオポテンシャル高度	
3-2 シベリアジャパンパターン	
3-3 シベリアジャパンパターンの継続性	
3-4 pre シベリアジャパンパターン	
3-5 pre シベリアジャパンパターンの継続性とシベリアジャパンパターンの予測可能性	
3-6 シベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックスとの相 関	
3-7 顕著なシベリアジャパンパターンが起こる前の15日間	
3-8 顕著な pre シベリアジャパンパターンが起こった後の7日間	
• 第4章 解析結果.....	9
4-1 3-3の解析結果	
4-2 3-5の解析結果	
4-3 3-6の解析結果	
4-4 3-7の解析結果	
4-5 3-8の解析結果	
• 第5章 考察.....	32
引用文献.....	34
謝辞	

概要

Takano et al., 2008 では、シベリアの辺りに高気圧偏差、日本海の辺りに低気圧偏差が存在するパターン（シベリアジャパンパターン）は、日本の降雪に関係があると言われている。このシベリアジャパンパターンが顕著に見られる年の冬期（12月, 1月, 2月）のそれぞれ一ヶ月前（11月, 12月, 1月）に、北大西洋の辺りに高気圧偏差、ヨーロッパの辺りに低気圧偏差が存在するパターン（pre シベリアジャパンパターン）が見られた。しかし、pre シベリアジャパンパターンが顕著に見られる年の冬期（11月, 12月, 1月）のそれぞれ一ヶ月後（12月, 1月, 2月）には、シベリアジャパンパターンは見られなかった。次に、シベリアジャパンパターンが顕著に見られる年の1月のシベリアジャパンパターンが顕著に見られる日の5, 6日前には、pre シベリアジャパンパターンが見られた。しかし、pre シベリアジャパンパターンが顕著に見られる年の1月のpre シベリアジャパンパターンが最も顕著に見られる日の5, 6日後には、シベリアジャパンパターンは見られなかった。

1章 序論

研究背景

近年、報道などで地球温暖化が言われている。しかしながら、2006年冬に日本は激しい低温と豪雪に襲われ、その一方で2007年の冬は、異常に暖かくなった。

日本海側の降雪は、日本海上の気団変質と密接に関係している。冬期に乾燥したモンスーン(気団)が、ユーラシア大陸から日本海に向かって吹き出す。暖かい対馬海流が東シナ海から日本海に流れることにより海水面温度が上昇する。この両者の存在により、海水面から大気へ向かって大きな熱フラックスと水蒸気フラックスが輸送される。この過程により、ユーラシア起源の乾燥している気団は熱と水蒸気を受け取り湿潤気団へと変質し、日本に降雪をもたらす。そして、日本海上の気団変質は、シベリアジャパンパターン (SJ パターン) と正の相関があることが示されている。(Takano et al., 2008)

研究目的

本研究では、日本の降雪と関係のあるシベリアジャパンパターンの予測を目的に解析を行う。

2章 使用データ

2-1 NCEP/NCAR 再解析データ

NCEP/NCAR 再解析データとは, National Center for Environmental Prediction /The National Center for Atmospheric Research Reanalysis を指し, 解像度は, 緯度 2.5° \times 経度 2.5 度である. 期間は, 1960年から2009年で, 11月から2月の月平均データと, 1月の日平均データを使用した. 本研究では, データに Reanalysis1 にある 500hPa 面のジオポテンシャル高度を使用した. 対象領域は, 北極を中心とする北緯 20° から北緯 90° までとした.

3章 解析手法

3-1 ジオポテンシャル高度

ジオポテンシャル高度とは、重力加速度の鉛直積分で定義されるジオポテンシャルを標準重力加速度で割った値と定義される(式 3-1, 式 3-2).

$$\phi \equiv \int_0^Z g dz \quad (\text{式 3-1})$$

ϕ : ジオポテンシャル z : 高度 g : 重力加速度

$$Z \equiv \frac{\phi}{g_0} \quad (\text{式 3-2})$$

Z : ジオポテンシャル高度 g_0 : 標準重力加速度

3-2 シベリアジャパンパターン

この論文でのシベリアジャパンパターンは、シベリア(東経 80° , 北緯 70°)の辺りで高気圧偏差, 日本海(東経 135° , 北緯 40°)の辺りで低気圧偏差が起こっているパターンをいう。シベリアジャパンパターンインデックスは、シベリア(東経 80° , 北緯 70°)の 500hPa 面のジオポテンシャル高度から日本海(東経 135° , 北緯 40°)の 500hPa 面のジオポテンシャル高度を引いた値を標準化して導いたものである。シベリアジャパンパターンは、シベリアジャパンパターンインデックスが正のときのものである。

3-3 シベリアジャパンパターンの継続性

1960年から2009年までの12月のシベリアジャパンパターンインデックス(図4-1)から、12月の上位5年(12月にシベリアジャパンパターンインデックスが高い年)と下位5年(12月にシベリアジャパンパターンインデックスが高い年)を抽出し、12月の上位5年の11月のジオポテンシャル高度を平均した図から12月の下位5年の11月のジオポテンシャル高度を平均した図を引いた図(12月上位年-12月下位年の11月の平均図)を作成する。続けて12月上位年-12月下位年の12月の平均図, 1月の平均図, 2月の平均図, 3月の平均図を作成する(図4-2)。同様に、1960年から2009年までの1月, 2月のシベリアジャパ

ンパターンインデックス(図 4-3, 4-5)から抽出した各月の上位 5 年と下位 5 年を用いて, 1 月上位年-1 月下位年の 11 月の平均図, 12 月の平均図, 1 月の平均図, 2 月の平均図, 3 月の平均図, 2 月上位年-2 月下位年の 11 月の平均図, 12 月の平均図, 1 月の平均図, 2 月の平均図, 3 月の平均図, を作成する(図 4-4, 4-6).

3-4 pre シベリアジャパンパターン

pre シベリアジャパンパターンは, 北大西洋(東経 330° , 北緯 50°)の辺りで高気圧偏差, ヨーロッパ(東経 20° , 北緯 50°)の辺りで低気圧偏差が起こっているパターンをいう。ここでの 2 つの地点は, 3-3 で作成された図より, シベリアジャパンパターンが高い月(12 月, 1 月, 2 月)の 1 ヶ月前の月(11 月, 12 月, 1 月)に見られた高, 低気圧の平均的な中心を示している。pre シベリアジャパンパターンインデックスは, 北大西洋(東経 330° , 北緯 50°)のジオポテンシャル高度からヨーロッパ(東経 20° , 北緯 50°)のジオポテンシャル高度を引いた値を標準化して導いたものである。pre シベリアジャパンパターンは, pre シベリアジャパンパターンインデックスが正のときのものである。

3-5 pre シベリアジャパンパターンの継続性とシベリアジャパンパターンの予測可能性

3-3 と同様に, 1960 年から 2009 年までの 11 月の pre シベリアジャパンパターンインデックス(図 4-7)から, 11 月の上位 5 年(11 月に pre シベリアジャパンパターンインデックスが高い年)と下位 5 年(11 月に pre シベリアジャパンパターンインデックスが高い年)を抽出し, 11 月の上位 5 年の 11 月のジオポテンシャル高度を平均した図から 11 月の下位 5 年の 11 月のジオポテンシャル高度を平均した図を引いた図(11 月上位年-11 月下位年の 11 月の平均図)を作成する。続けて 11 月上位年-11 月下位年の 12 月の平均図, 1 月の平均図, 2 月の平均図, 3 月の平均図を作成する(図 4-8)。同じ様にして, 1960 年から 2009 年までの 12 月, 1 月の pre シベリアジャパンパターンインデックス(図 4-9, 4-11)から抽出した各月の上位 5 年と下位 5 年を用いて, 12 月上位年-12 月下位年の 11 月の平均図, 12 月の平均図, 1 月の平均図, 2 月の平均図, 3 月の平均図, 1 月上位年-1 月下位年の 11 月の平均図, 12 月の平均図, 1 月の平均図, 2 月の平均図, 3 月の平均図を作成する(図 4-10, 4-12)。

3-6 シベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックスとの相関

1960年から2008年までの11月、12月、1961年から2009年までの1月、2月のシベリアジャパンパターンインデックス (図4-13, 図4-1, 図4-3, 図4-5) と1960年から2008年までの11月、12月、1961年から2009年までの1月のpreシベリアジャパンパターンインデックス (図4-7, 図4-9, 図4-11) との相関を、それぞれ取った(表4-1).

3-7 顕著なシベリアジャパンパターンが起こる前の15日間

1月のシベリアジャパンパターンインデックスから、上位8年を抽出し、各年の1月1日～31日のシベリアジャパンパターンインデックスとpreシベリアジャパンパターンインデックスを作成する(図4-14, 図4-15, …図4-21). 各年の1月1日～31日のシベリアジャパンパターンインデックスで、値が高く急勾配の直後に来る変曲点の日を選ぶ. この日を0日目として、すべての0日目の日平均ジオポテンシャル高度の平均から1960年から2009年の1月の平均ジオポテンシャル高度を引いた図を作成する. 次に、すべての1日前の日平均ジオポテンシャル高度の平均から1月平均ジオポテンシャル高度を引いた図を作成する. 同様に、2日前…15日前の図を作成する(図4-22).

3-8 顕著なpreシベリアジャパンパターンが起こった後の7日間

1月のpreシベリアジャパンパターンインデックスから、上位4年を抽出し、各年の1月1日～31日のpreシベリアジャパンパターンインデックスを作成する(図4-16, 図4-18, 図4-20, 図4-23). 各年の1月1日～31日のpreシベリアジャパンパターンインデックスで、値が最も高い日を選ぶ. この日を0日目として、すべての0日目の日平均ジオポテンシャル高度の平均から1960年から2009年の1月の平均ジオポテンシャル高度を引いた図を作成する. 次に、すべての1日後の日平均ジオポテンシャル高度の平均から1月平均ジオポテンシャル高度を引いた図を作成する. 同様に、2日後…7日後の図を作成する(図4-24).

4章 解析結果

4-1 3-3の解析結果

3-3で出た合計15枚の図より,12月のインデックスから作成した図より,12月にシベリアジャパンパターンがよく表れる年では,シベリアの高気圧は12月から2月まで持続し 日本海の低気圧は持続しないことが分かった.1月のインデックスから作成した図より,1月にシベリアジャパンパターンがよく表れる年では,シベリアの高気圧は12月から1月まで持続し,日本海の低気圧は1月から3月まで持続することが分かった.2月のインデックスから作成した図より,2月にシベリアジャパンパターンがよく表れる年では,シベリアの高気圧は持続せず,日本海の低気圧は,1月から2月まで持続することが分かった.

12月のインデックスから作成した11月平均図と1月のインデックスから作成した12月の平均図と2月のインデックスから作成した1月の平均図に,北大西洋に高気圧,ヨーロッパに低気圧が存在するパターンが見られた.この論文中では,このパターンを,preシベリアジャパンパターンと呼ぶことにする.

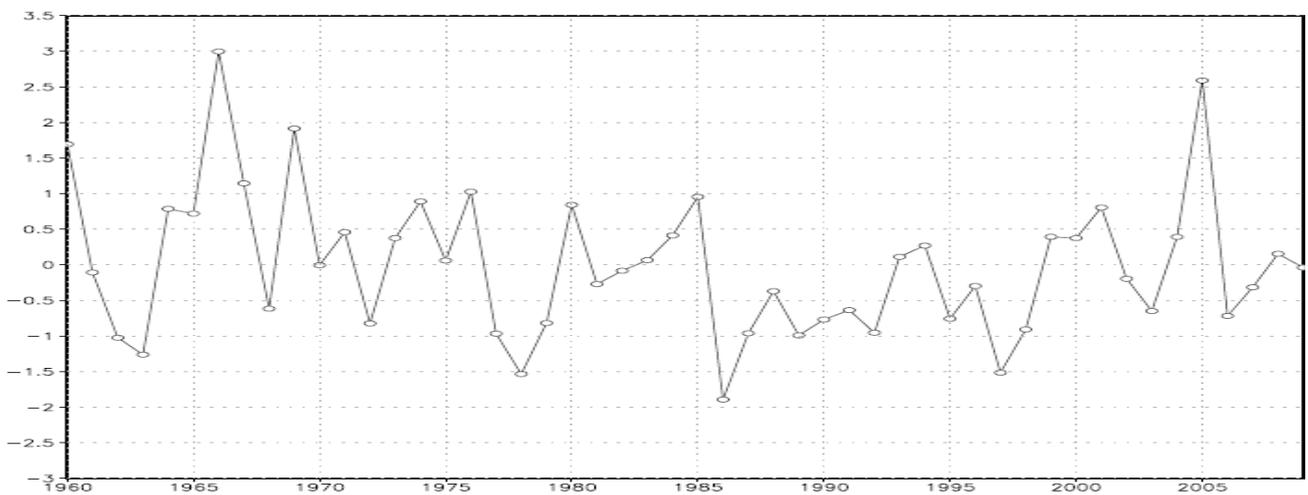


図 4-1 1960年から2009年の12月のシベリアジャパンパターンインデックス. 横軸は,東経 80° ,北緯 70° の500hPa面のジオポテンシャル高度から東経 135° ,北緯 40° の500hPa面のジオポテンシャル高度を引いた値を標準化して導いた値.

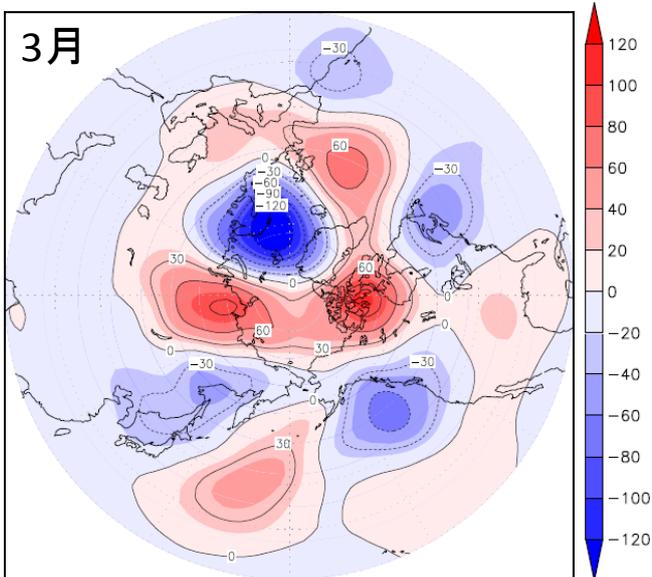
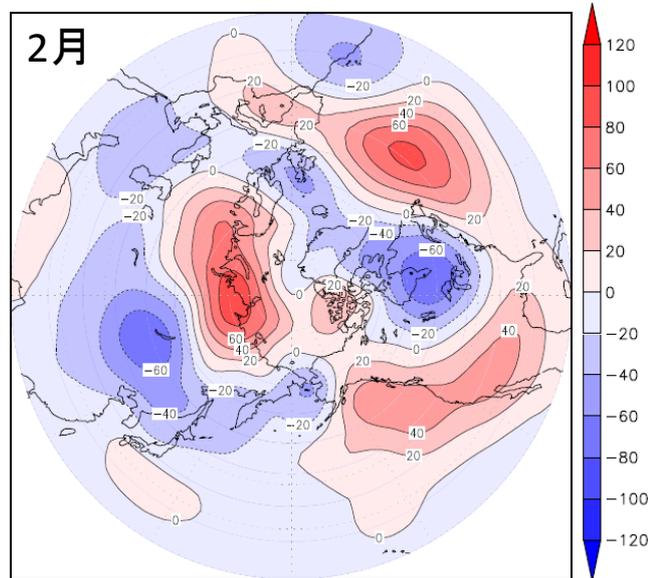
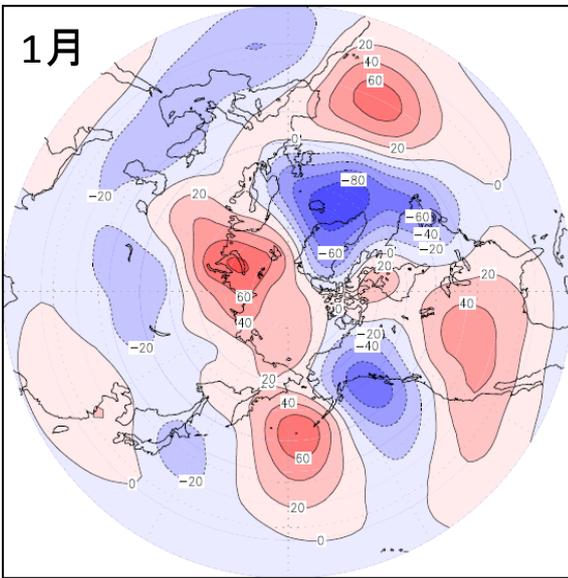
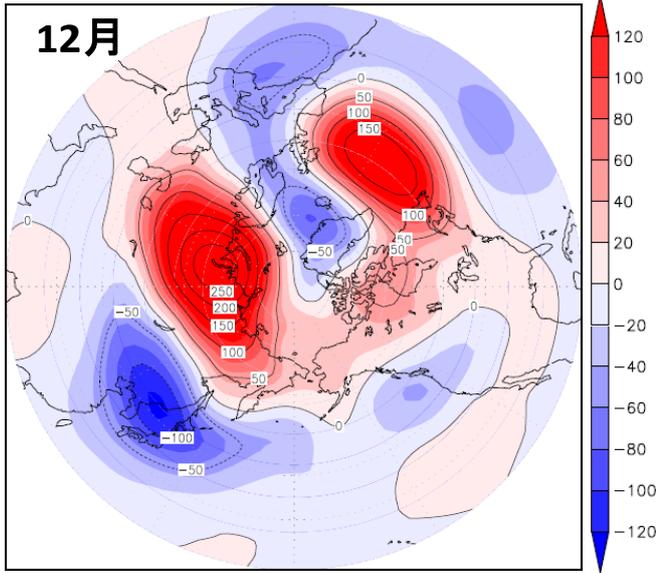
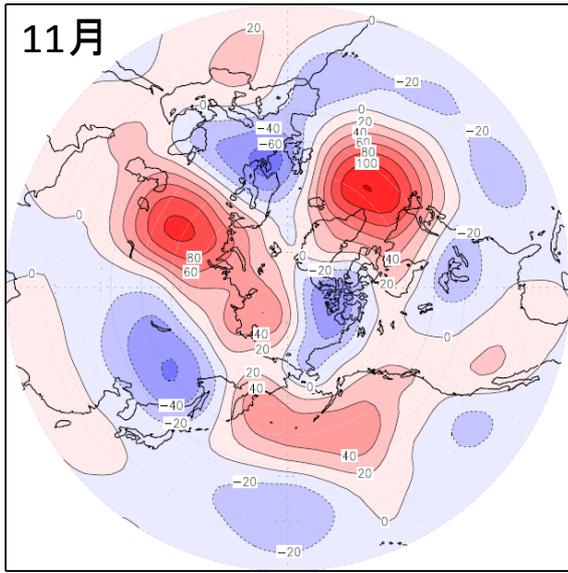


図 4-2 シベリアジャパンパターンインデックスから抽出した 12 月上位年-12 月下位年の、11 月の平均図, 12 月の平均図, 1 月の平均図, 2 月の平均図, 3 月の平均図. コンターと色は, 上位年のジオポテンシャル高度から下位年のジオポテンシャル高度を引いた値である. 単位はメートルである.

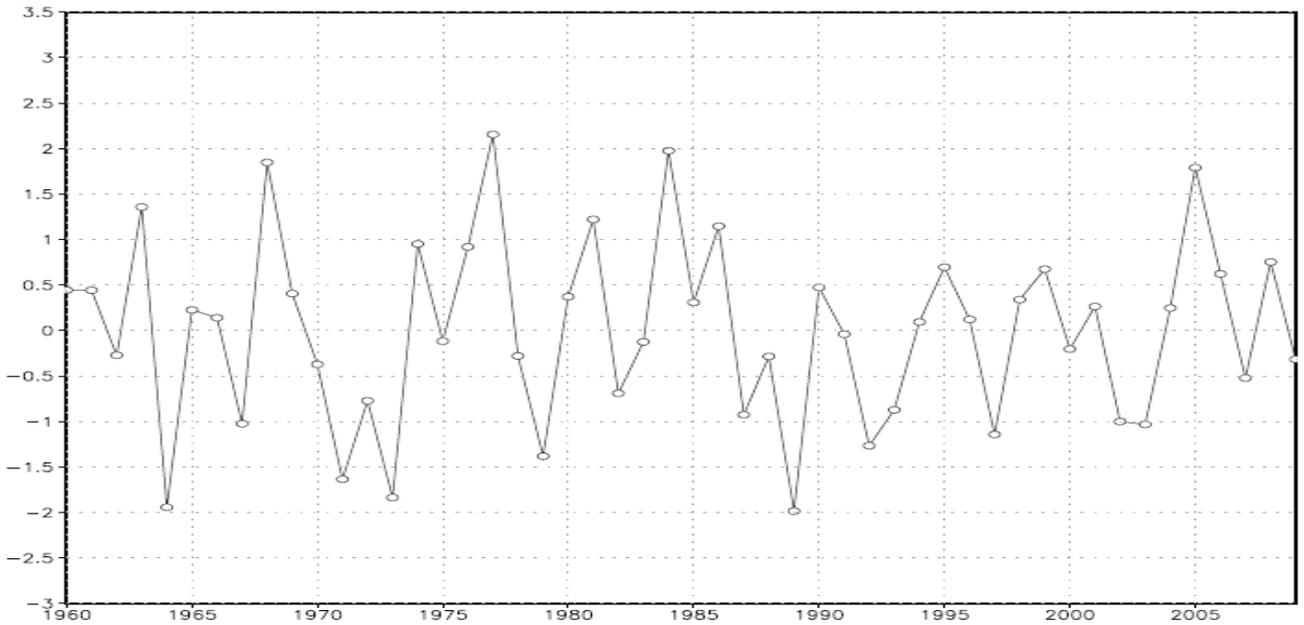
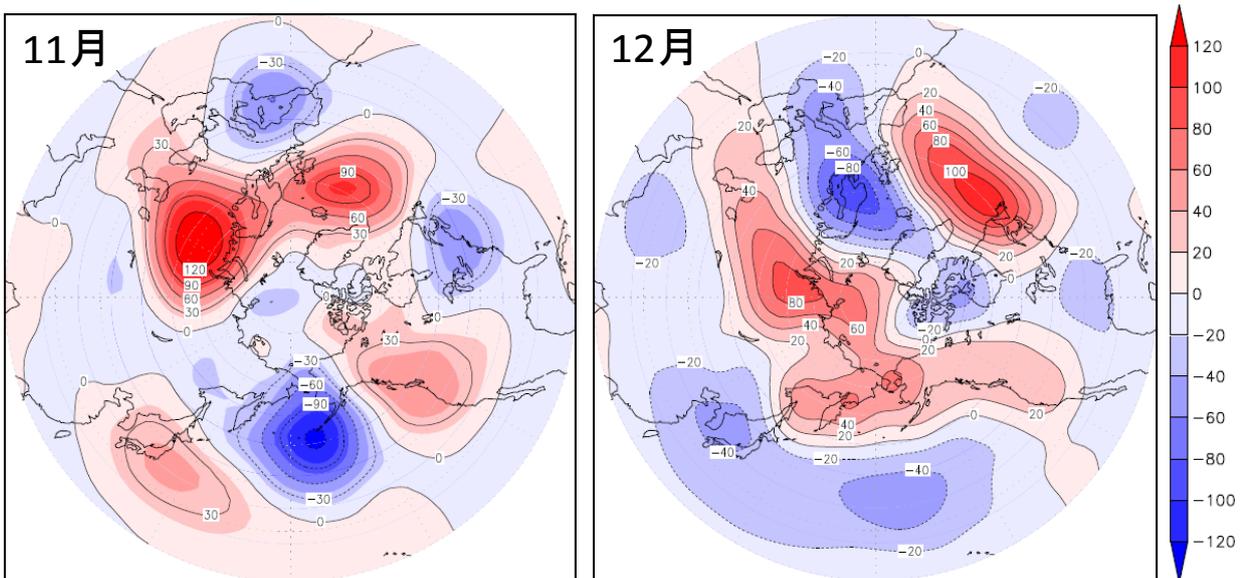


図 4-3 1960 年から 2009 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックス. 横軸は, 東経 80° , 北緯 70° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度から東経 135° , 北緯 40° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度を引いた値を標準化して導いた値.



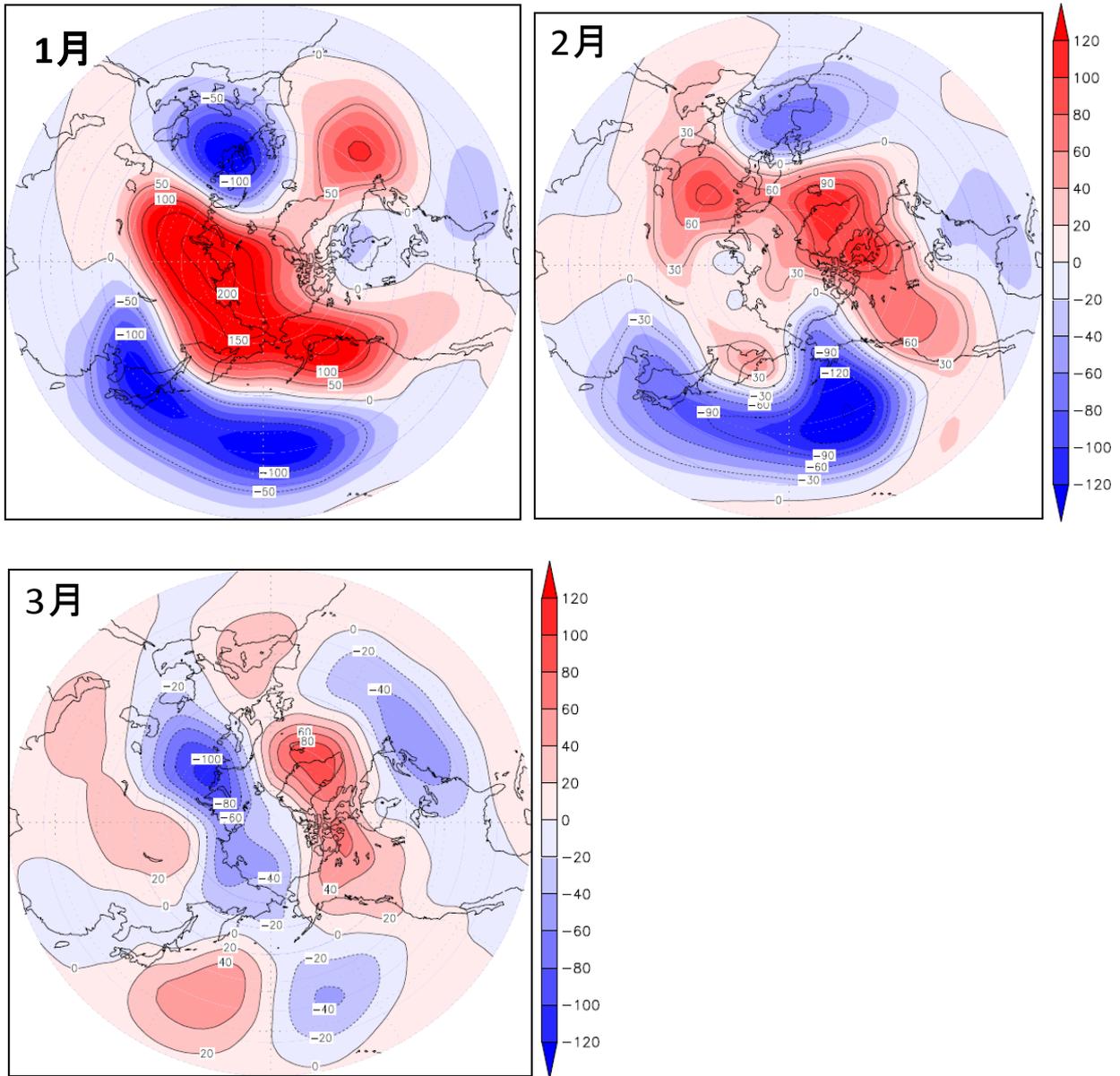


図 4-4 シベリアジャパンパターンインデックスから抽出した 1 月上位年-1 月下位年の、11 月の平均図、12 月の平均図、1 月の平均図、2 月の平均図、3 月の平均図。コンターと色は、上位年のジオポテンシャル高度から下位年のジオポテンシャル高度を引いた値である。単位はメートルである。

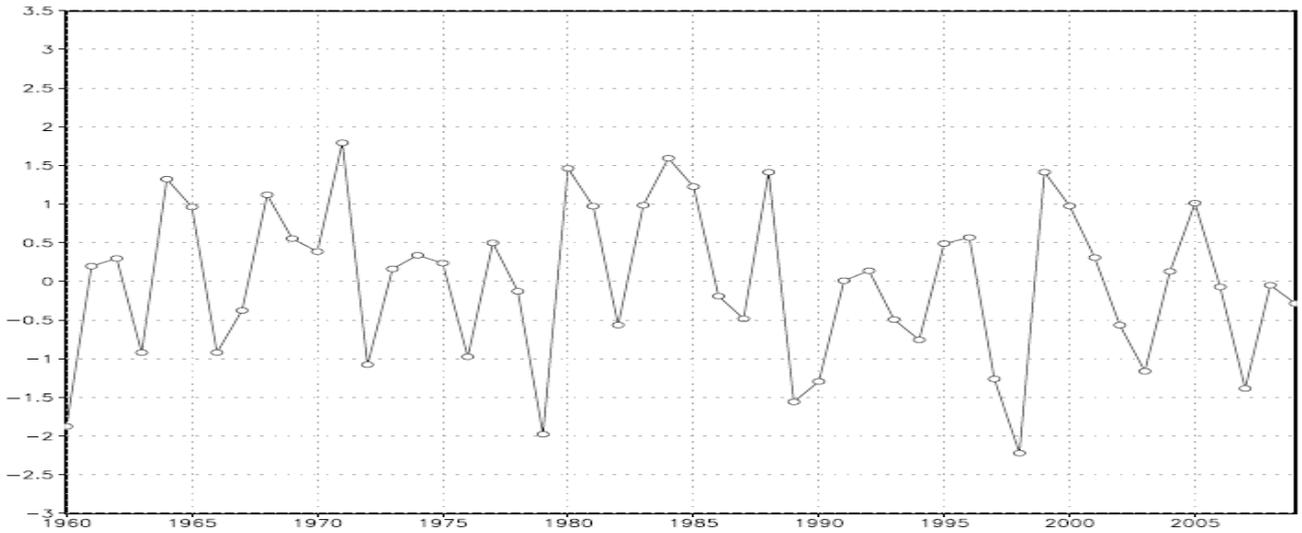
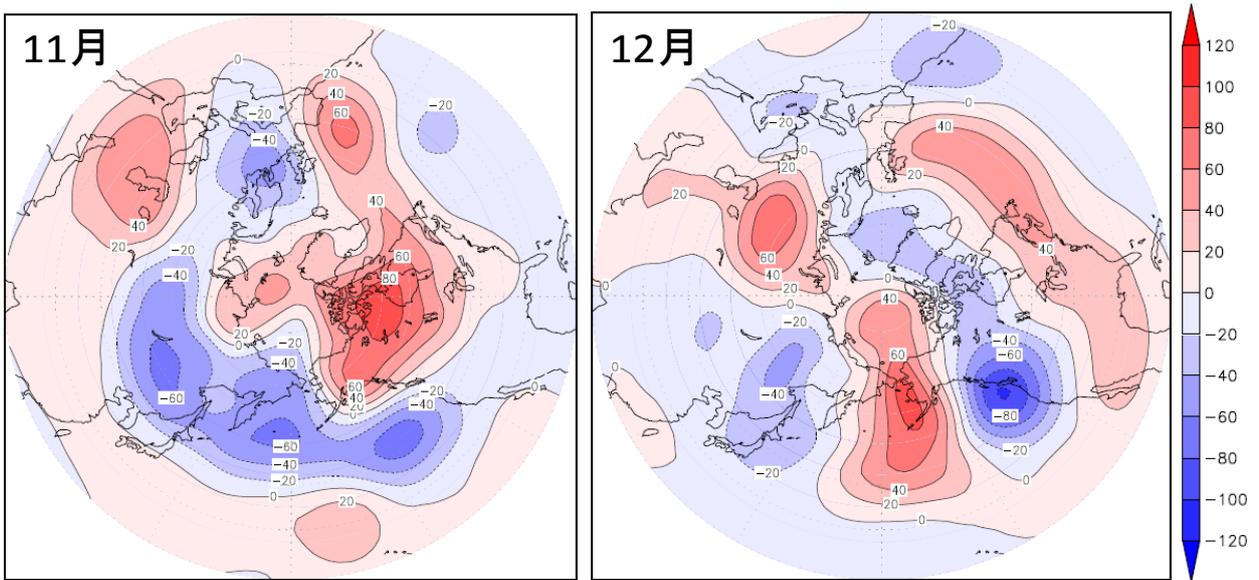


図 4-5 1960 年から 2009 年の 2 月のシベリアジャパンパターンインデックス. 横軸は, 東経 80° , 北緯 70° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度から東経 135° , 北緯 40° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度を引いた値を標準化して導いた値.



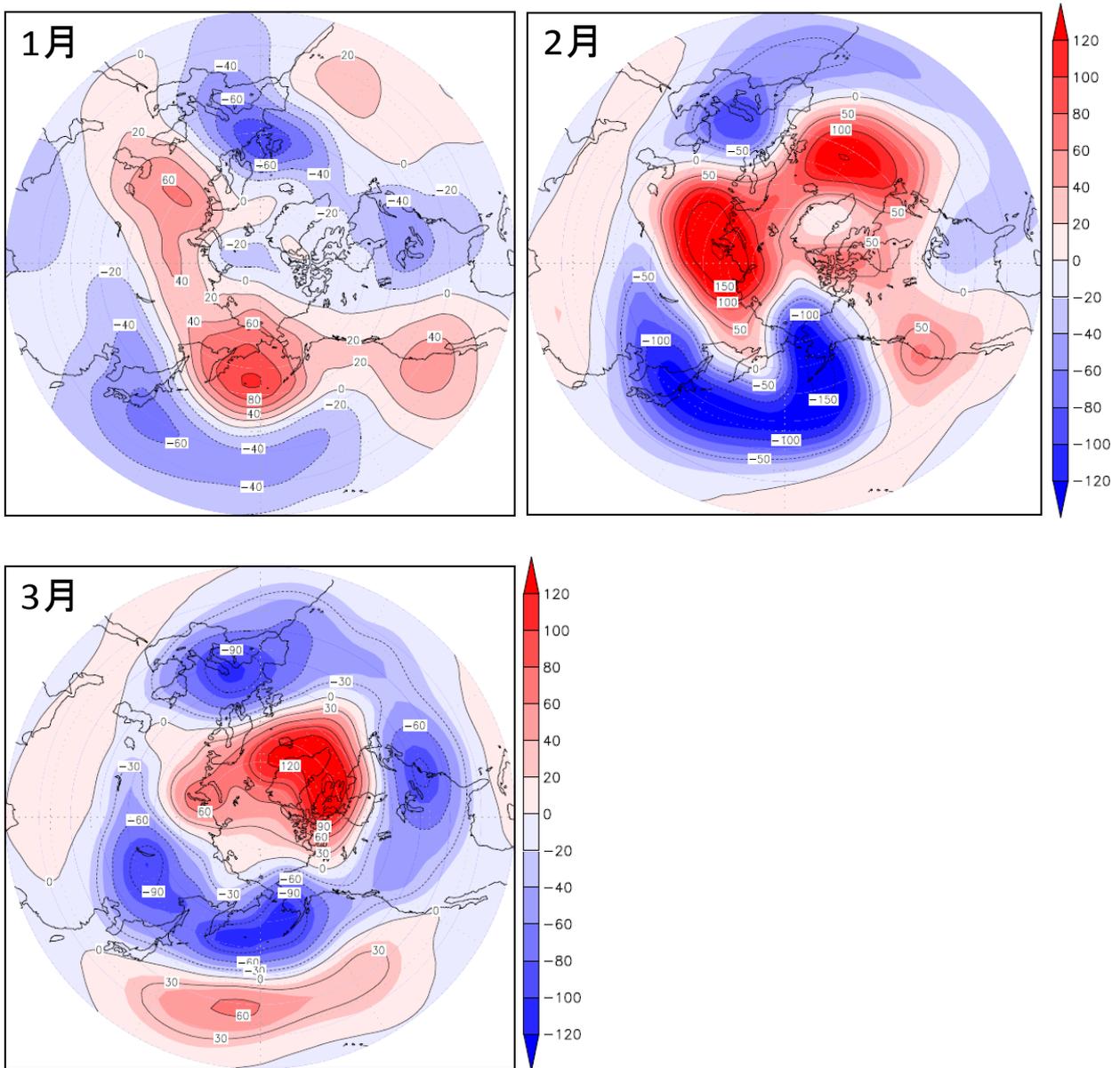


図 4-6 シベリアジャパンパターンインデックスから抽出した 2 月上位年-2 月下位年の、11 月の平均図、12 月の平均図、1 月の平均図、2 月の平均図、3 月の平均図。コンターと色は、上位年のジオポテンシャル高度から下位年のジオポテンシャル高度を引いた値である。単位はメートルである。

4-2 3-5 の解析結果

3-5 で出た合計 15 枚の図より、11 月のインデックスから作成した図より、11 月に pre シベリアジャパンパターンがよく表れる年では、北大西洋の高気圧は、11 月から 12 月まで持続し、ヨーロッパの低気圧は、

持続しないことが分かった. 12月のインデックスから作成した図より, 12月に pre シベリアジャパンパターンがよく表れる年では, 北大西洋の高気圧は, 持続せず, ヨーロッパの低気圧も, 持続しないことが分かった. 1月のインデックスから作成した図より, 1月に pre シベリアジャパンパターンがよく表れる年では, 北大西洋の高気圧は, 持続せず, ヨーロッパの低気圧も, 持続しないことが分かった.

pre シベリアジャパンパターンが高い月 (11月, 12月, 1月) の1ヶ月後の月 (12月, 1月, 2月)の図を見ると, どの図でもはっきりしたシベリアジャパンパターンは見られなかった.

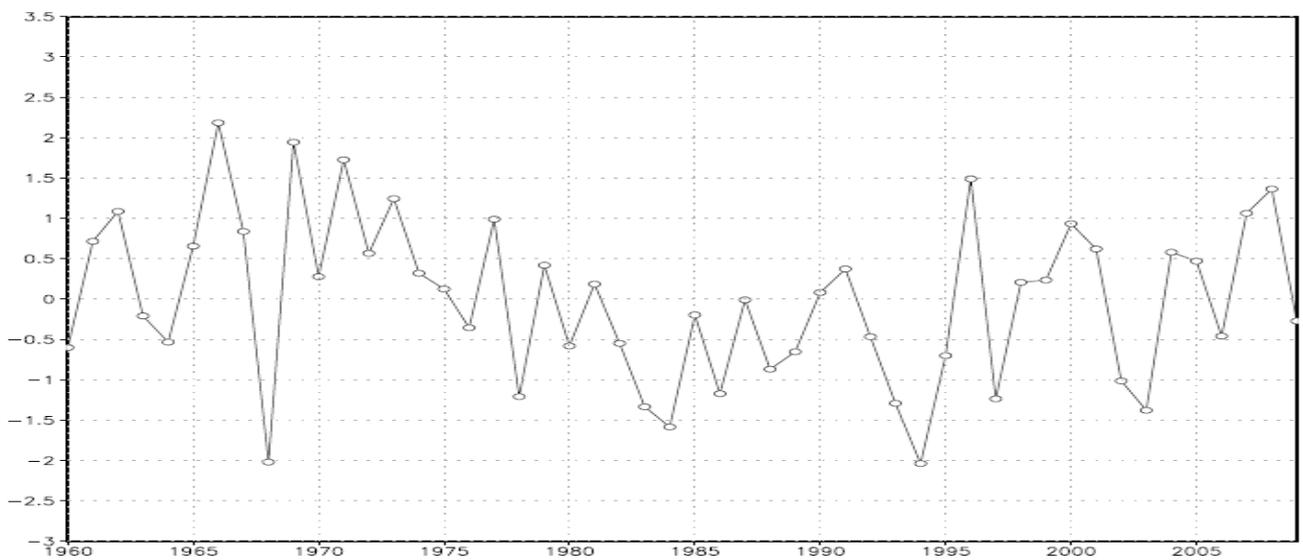


図 4-7 1960年から2009年の11月の pre シベリアジャパンパターンインデックス. 横軸は, 東経 330° , 北緯 50° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度から東経 20° , 北緯 50° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度を引いた値を標準化して導いた値.

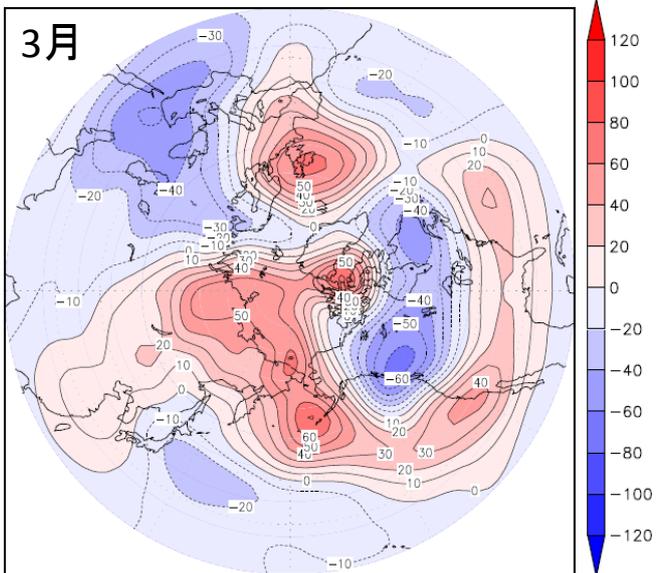
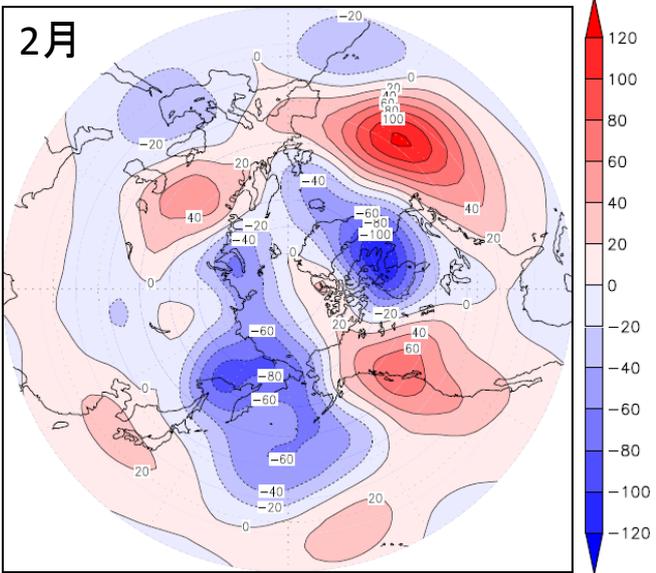
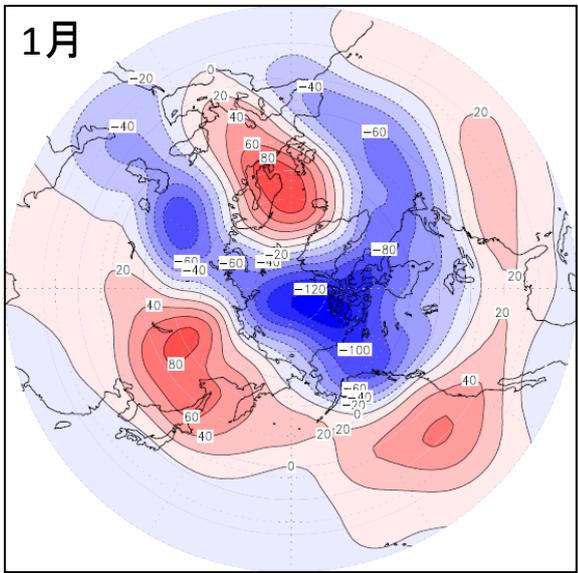
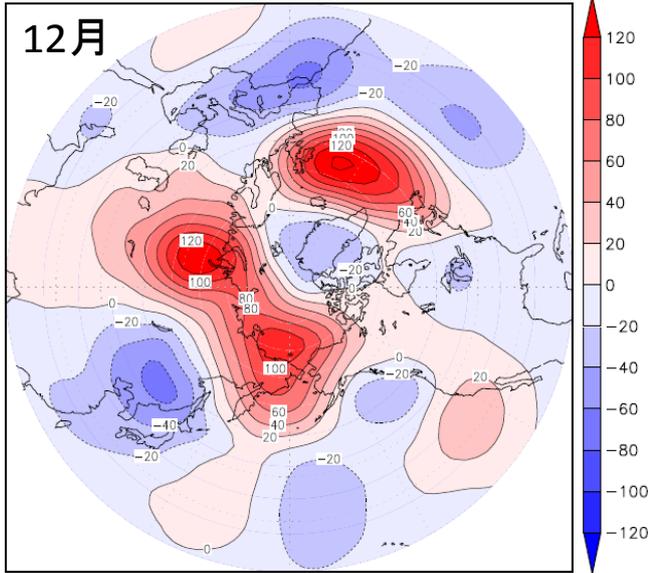
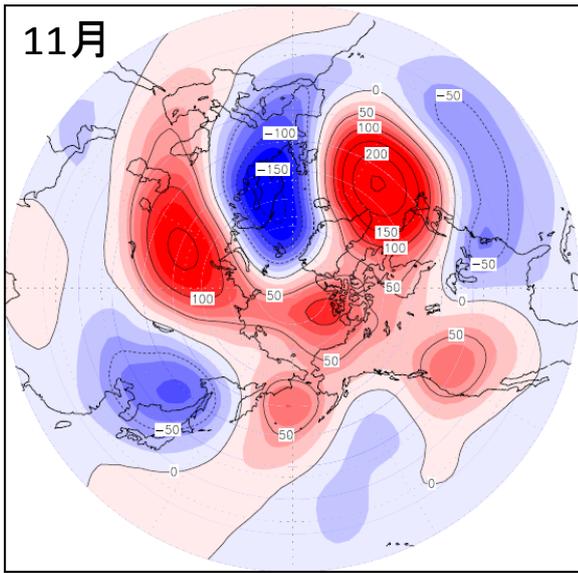


図 4-8 pre シベリアジャパンパターンインデックスから抽出した 11 月上位年-11 月下位年の, 11 月の平均図 12 月の平均図, 1 月の平均図, 2 月の平均図, 3 月の平均図. コンターと色は, 上位年のジオポテンシャル高度から下位年のジオポテンシャル高度を引いた値である. 単位はメートルである.

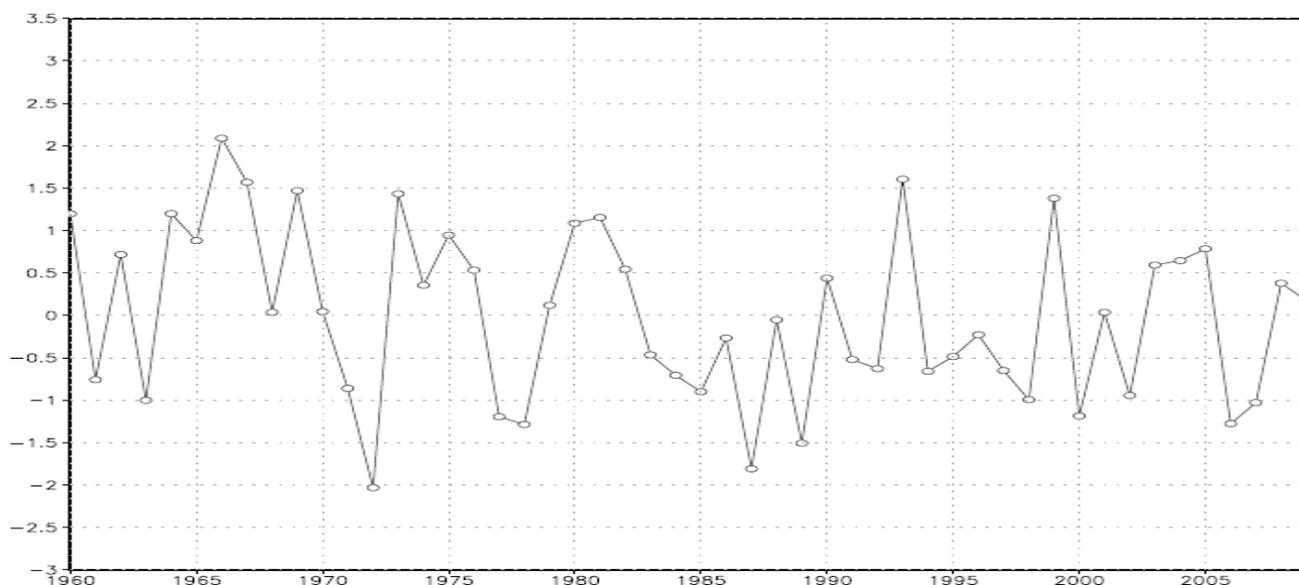
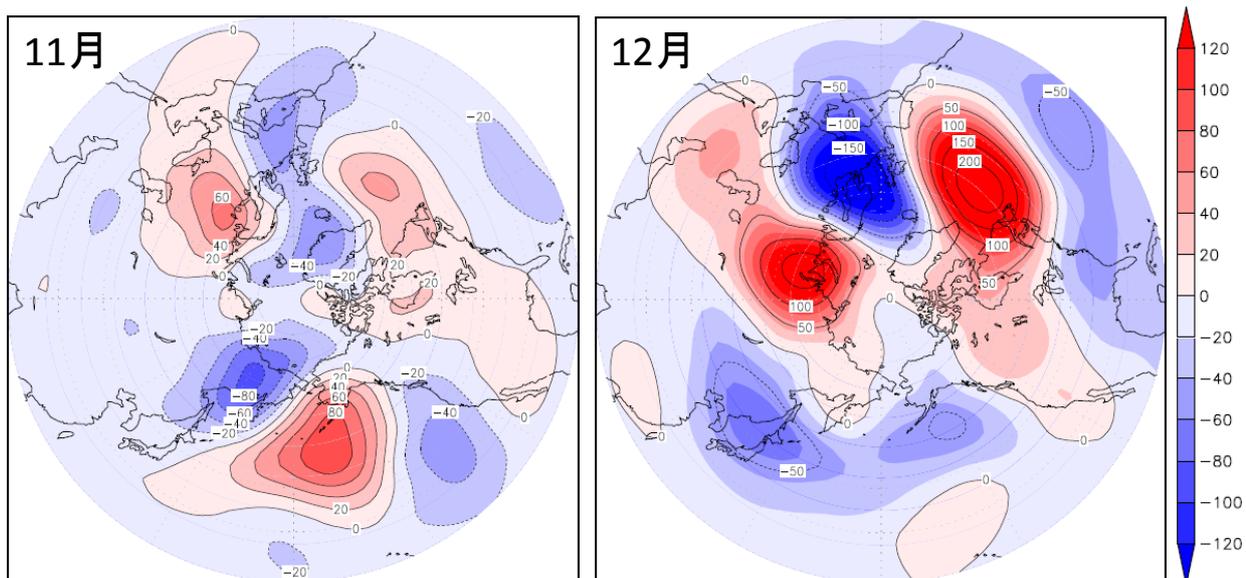


図 4-9 1960 年から 2009 年の 12 月の pre シベリアジャパンパターンインデックス. 横軸は, 東経 330° , 北緯 50° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度から東経 20° , 北緯 50° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度を引いた値を標準化して導いた値.



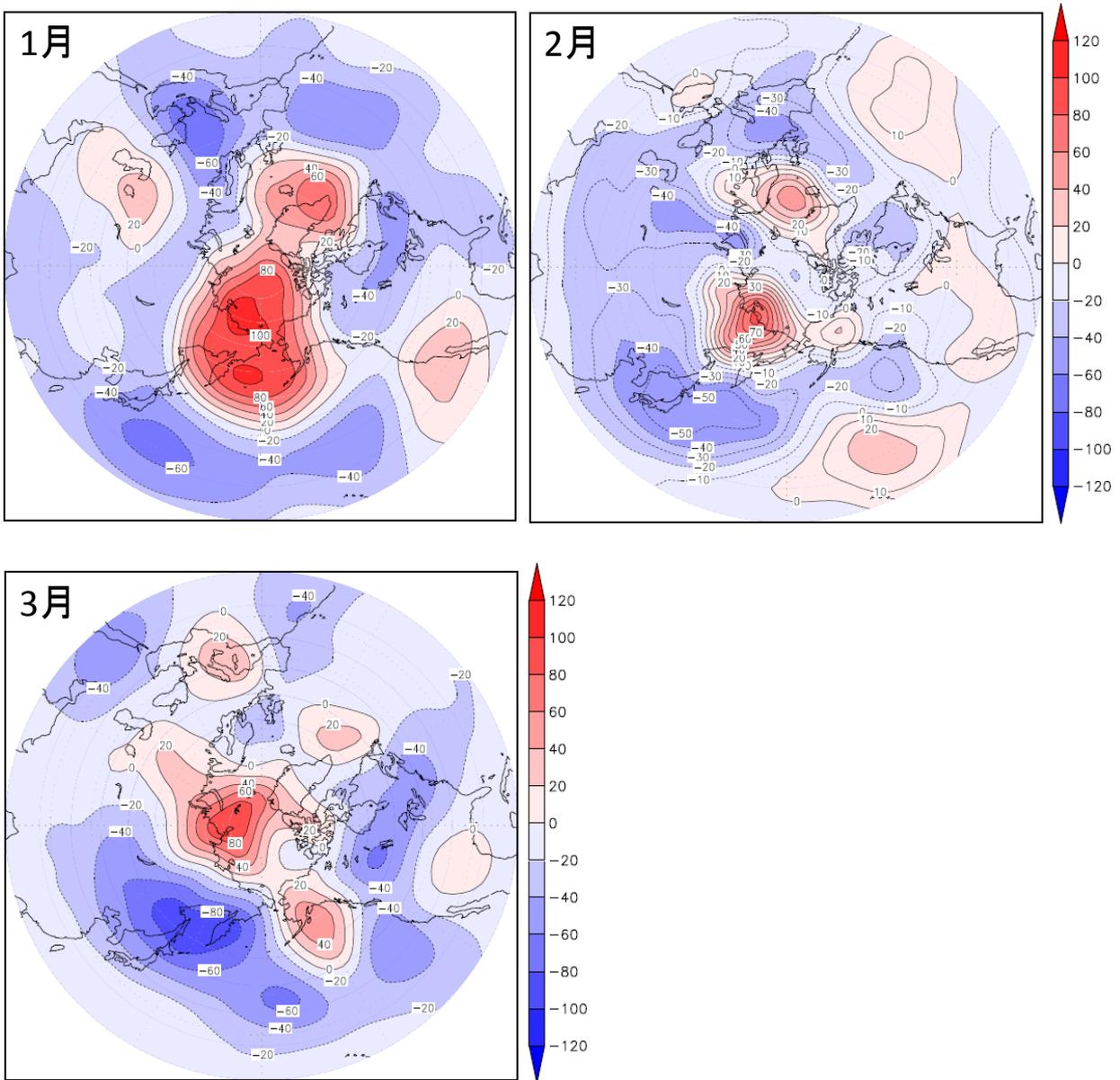


図 4-10 pre シベリアジャパンパターンインデックスから抽出した 12 月上位年-12 月下位年の、11 月の平均図 12 月の平均図, 1 月の平均図, 2 月の平均図, 3 月の平均図. コンターと色は, 上位年のジオポテンシャル高度から下位年のジオポテンシャル高度を引いた値である. 単位はメートルである.

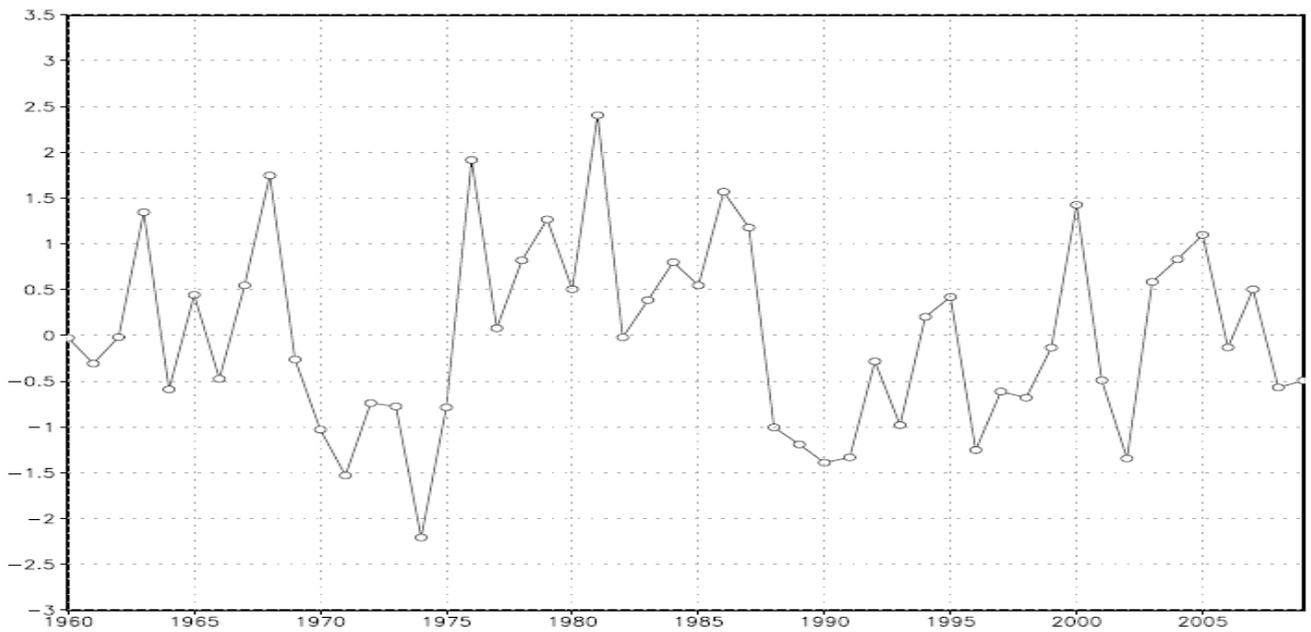
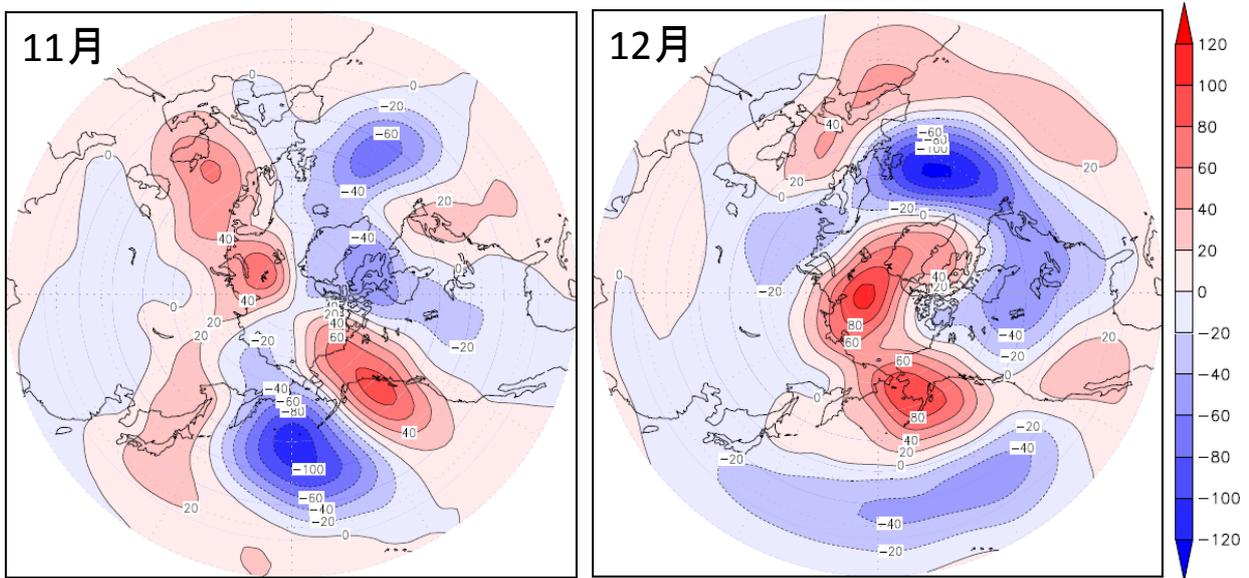


図4-11 1960年から2009年の1月のpreシベリアジャパンパターンインデックス。横軸は、東経330°，北緯50°の500hPa面のジオポテンシャル高度から東経20°，北緯50°の500hPa面のジオポテンシャル高度を引いた値を標準化して導いた値。



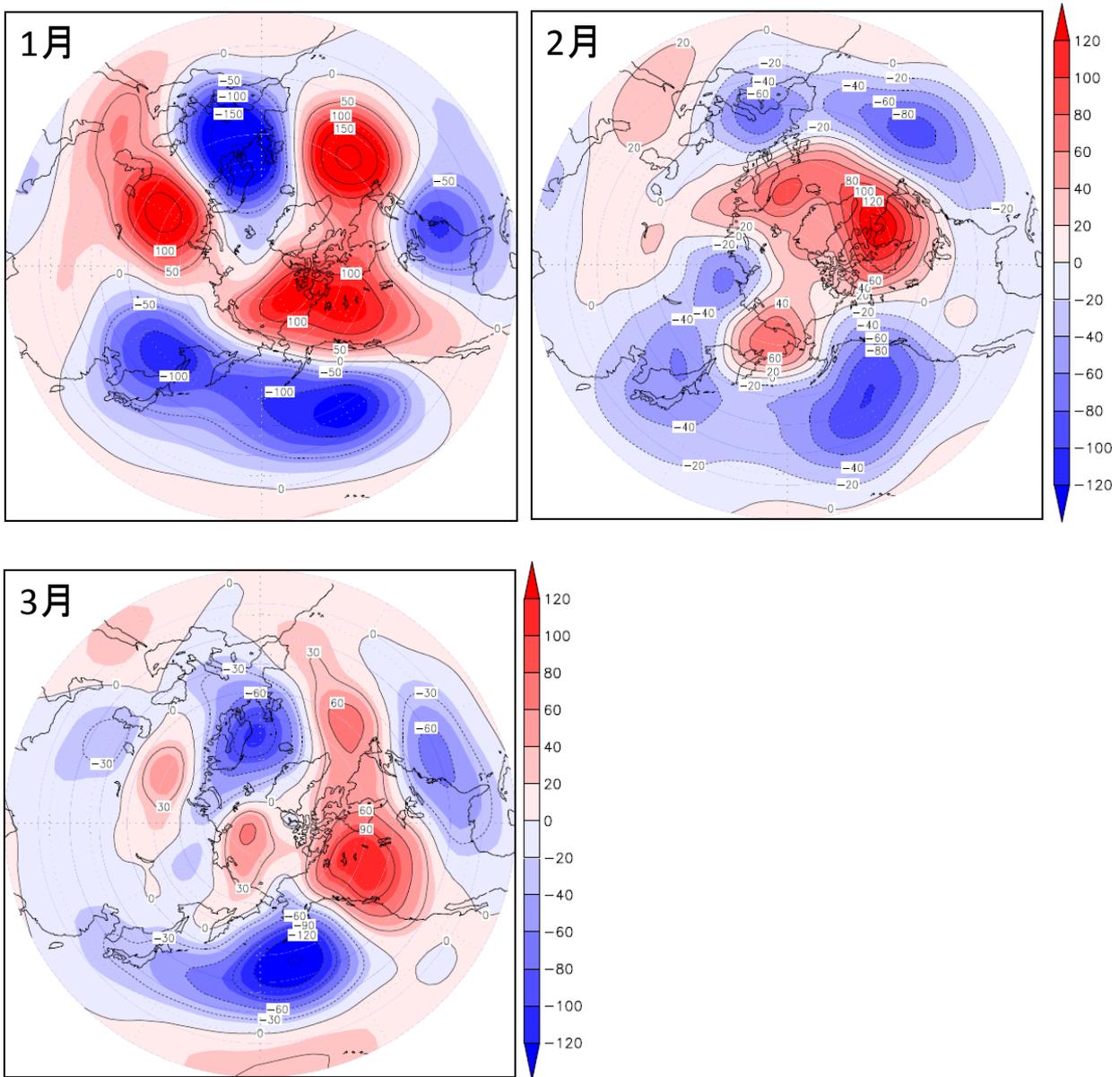


図 4-12 pre シベリアジャパンパターンインデックスから抽出した 1 月上位年-1 月下位年の、11 月の平均図 12 月の平均図、1 月の平均図、2 月の平均図、3 月の平均図。コンターと色は、上位年のジオポテンシャル高度から下位年のジオポテンシャル高度を引いた値である。単位はメートルである。

4-3 3-6 の解析結果

11 月の pre シベリアジャパンパターンインデックスと 12 月の SJ パターンインデックスのように、ある月の pre シベリアジャパンパターンインデックスと次の月のシベリアジャパンインデックスとの相関は見られず、同じ月との相関は見られた。これにより、pre シベリアジャパンパターンとシベリアジャパ

ンパターンは、同じ月で関係があることが分かった。よって、この関係性を詳しく調べるため、ここからは1月の日平均データを見ていく。

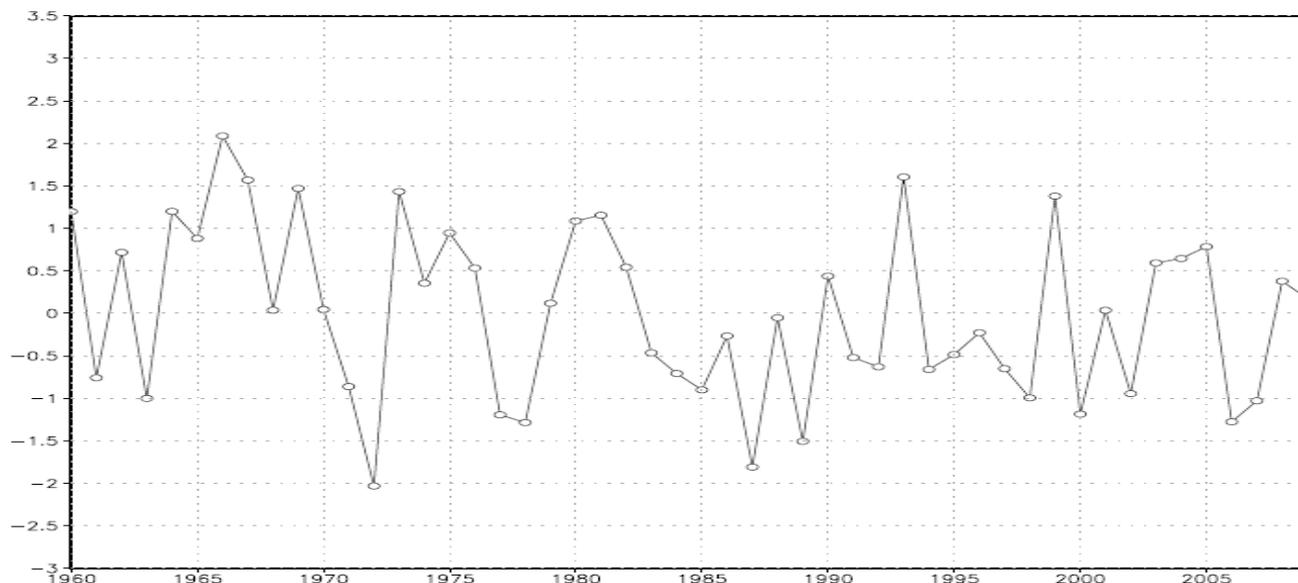


図 4-13 1960 年から 2009 年の 11 月のシベリアジャパンパターンインデックス. 横軸は, 東経 80°, 北緯 70° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度から東経 135°, 北緯 40° の 500hPa 面のジオポテンシャル高度を引いた値を標準化して導いた値.

	11月preSJindex	12月preSJindex	1月preSJindex
11月SJindex	0.478279264	0.033511843	-0.060895461
12月SJindex	0.372028294	0.603292896	0.084820205
1月SJindex	-0.108812765	0.29878072	0.523193676
2月SJindex	-0.003005342	0.11840005	0.136618829

表 4-1 シベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックスの相関

4-4 3-7の解析結果

5 日前, 6 日前の図に pre シベリアジャパンパターンが表れ, 12 日前の図に正の北大西洋振動が表れた.

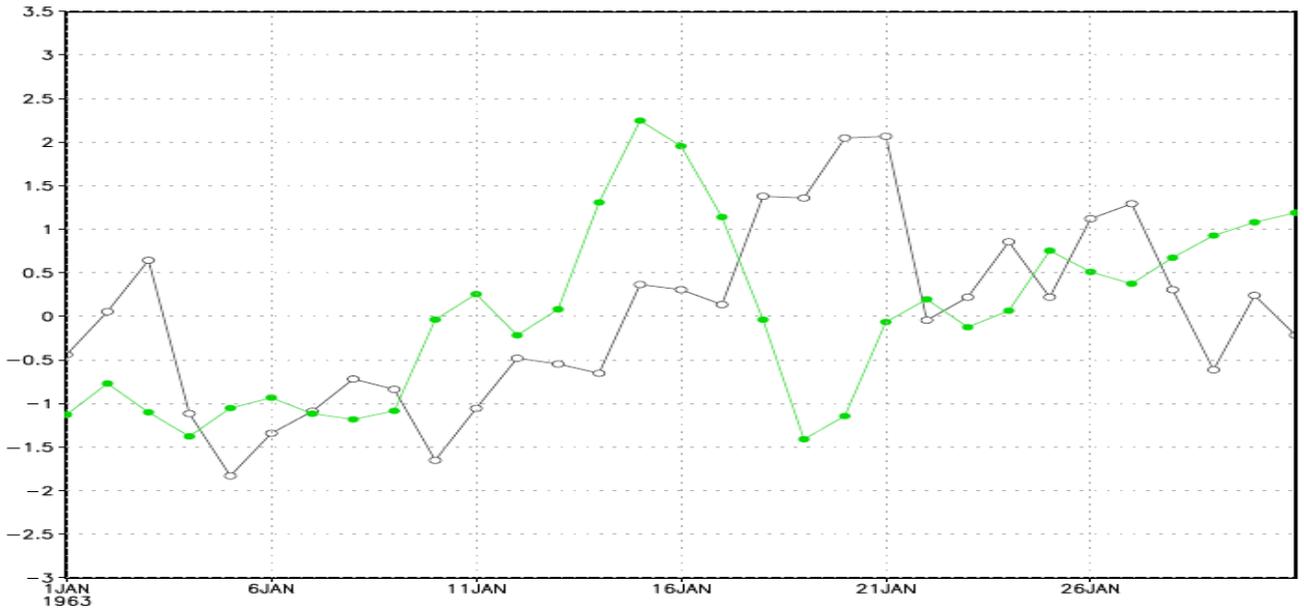


図 4-14 1963 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックス

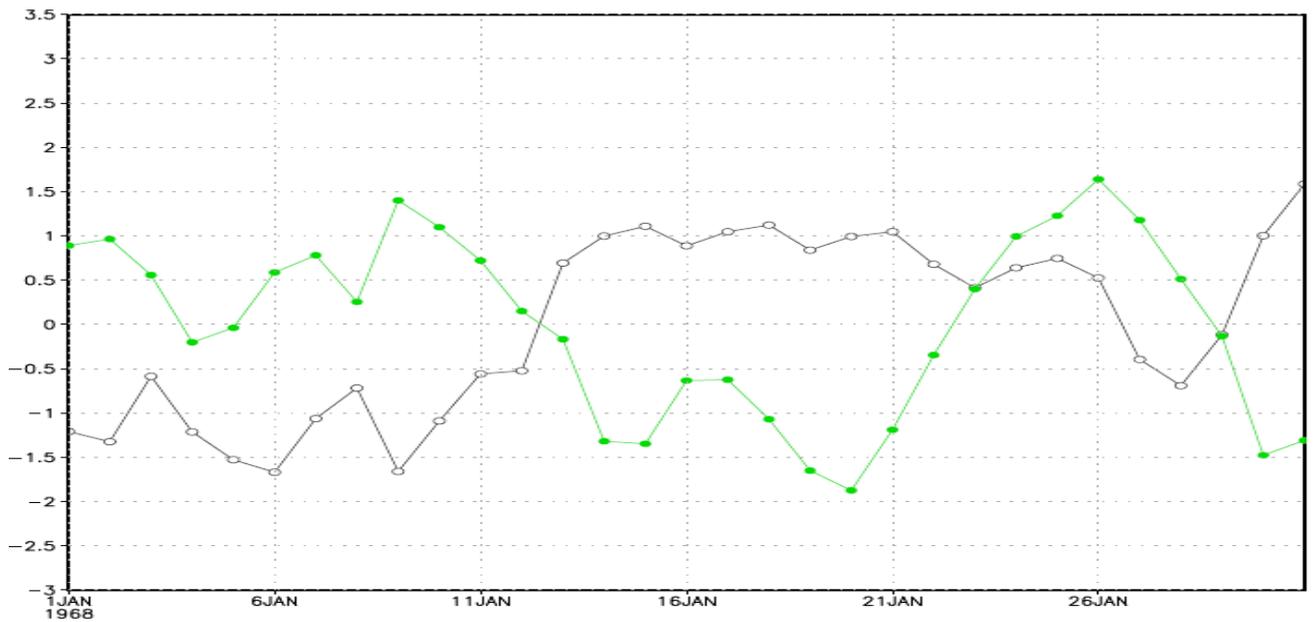


図 4-15 1968 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックス

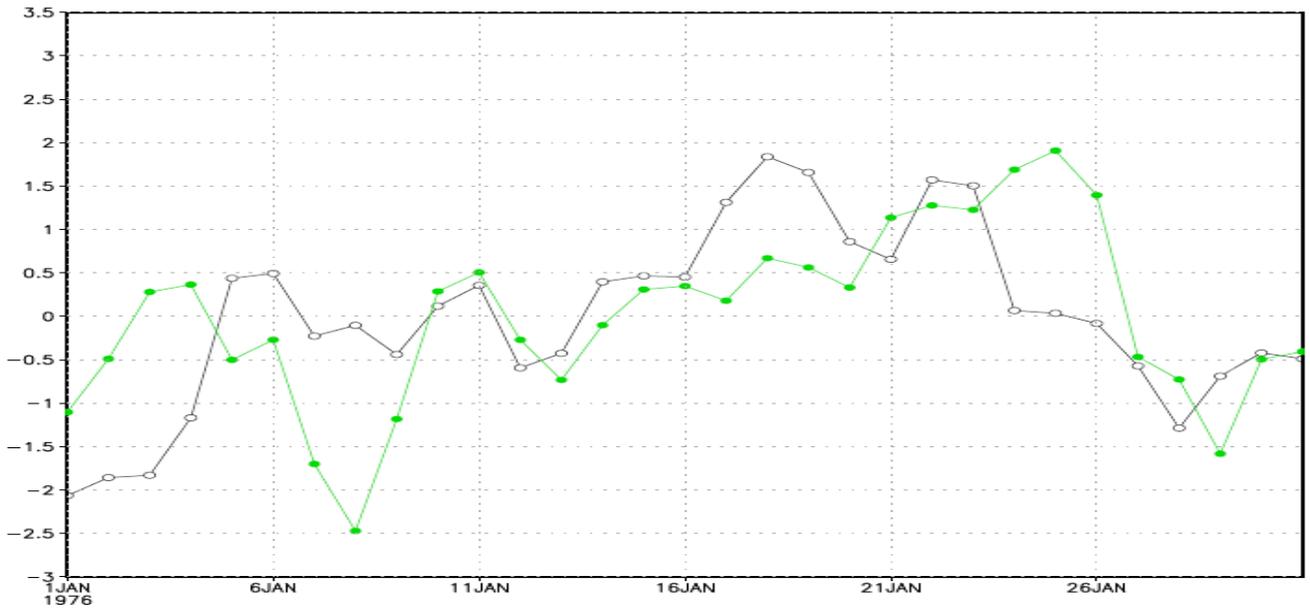


図 4-16 1976 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックス

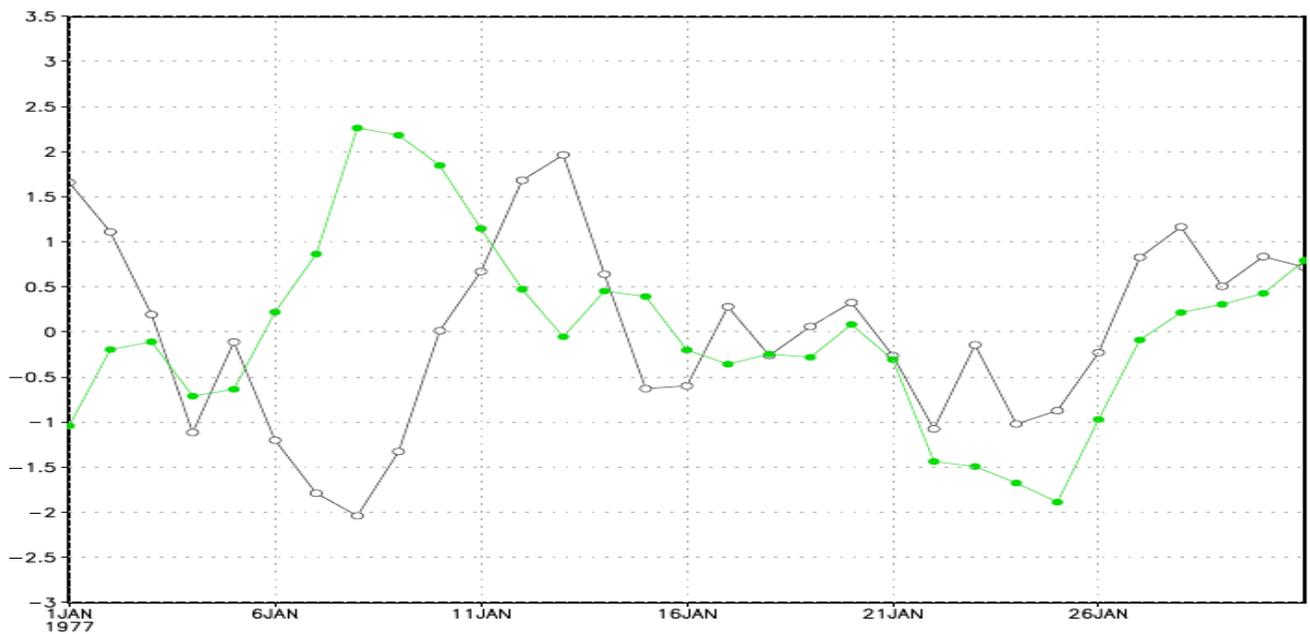


図 4-17 1977 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックス

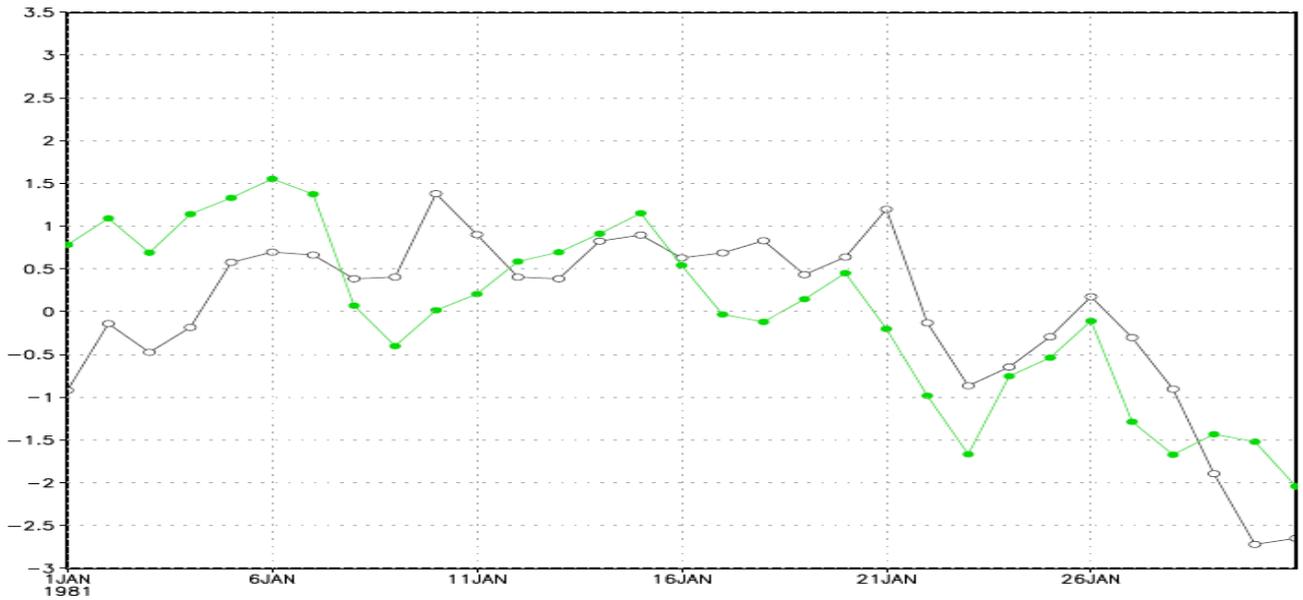


図 4-18 1981 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックス

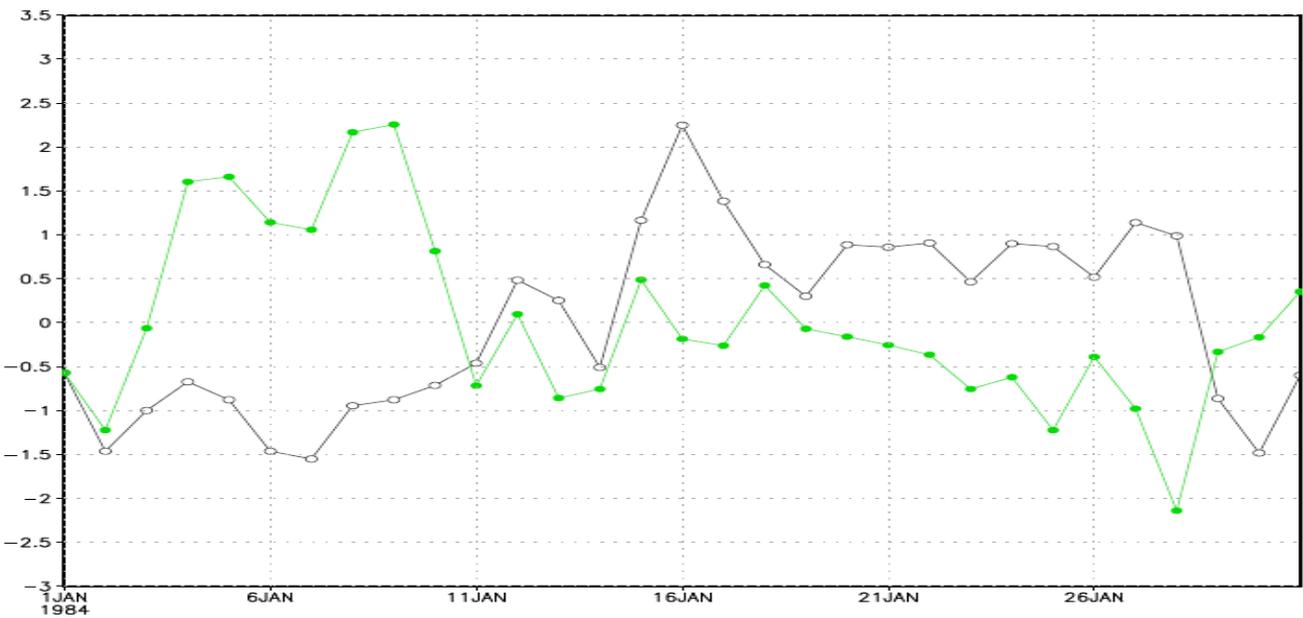


図 4-19 1984 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックス

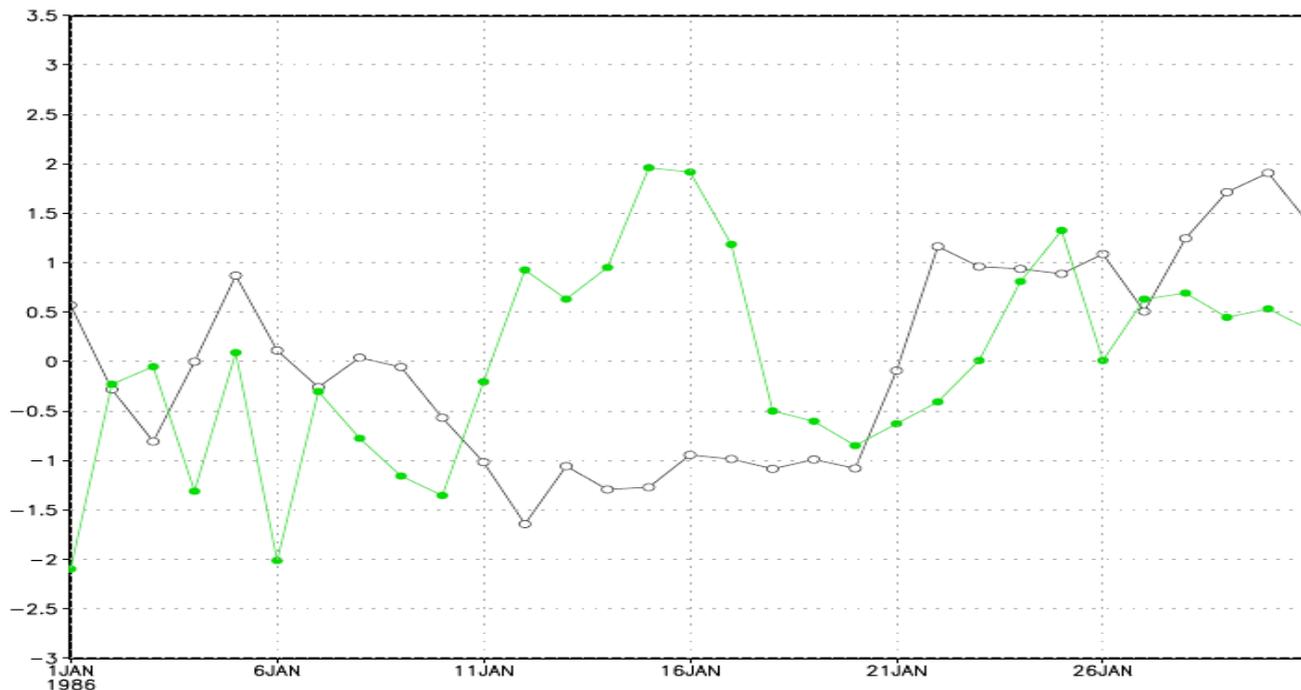


図 4-20 1986 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックス

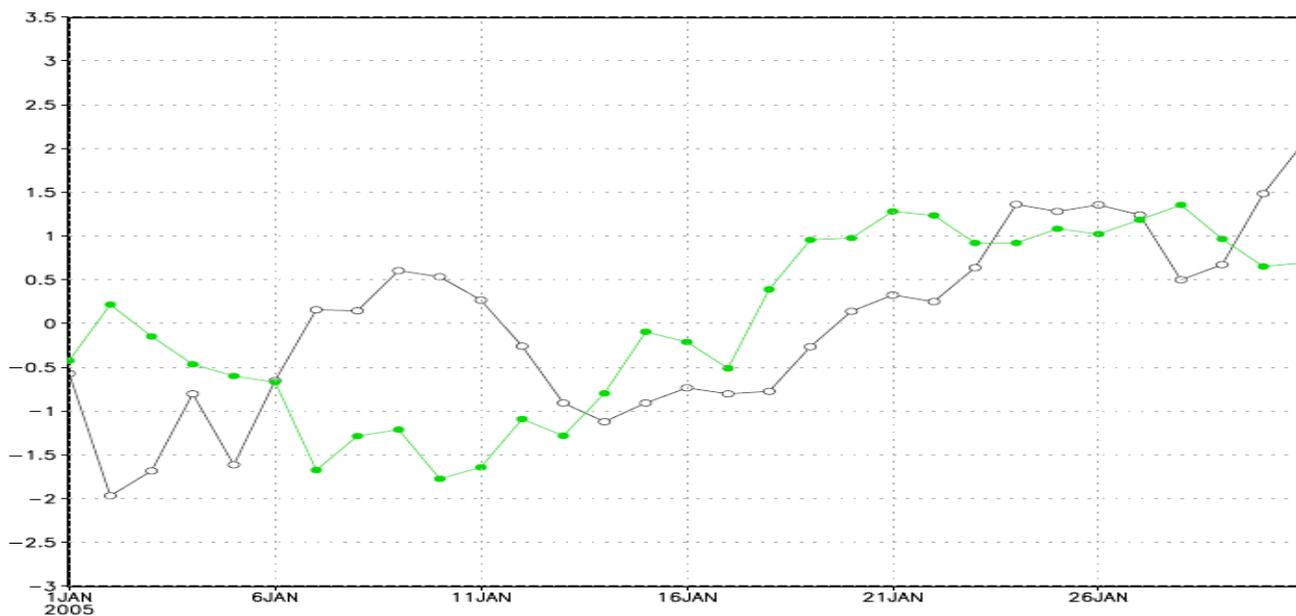
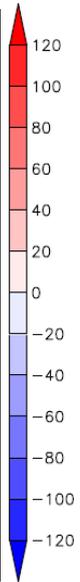
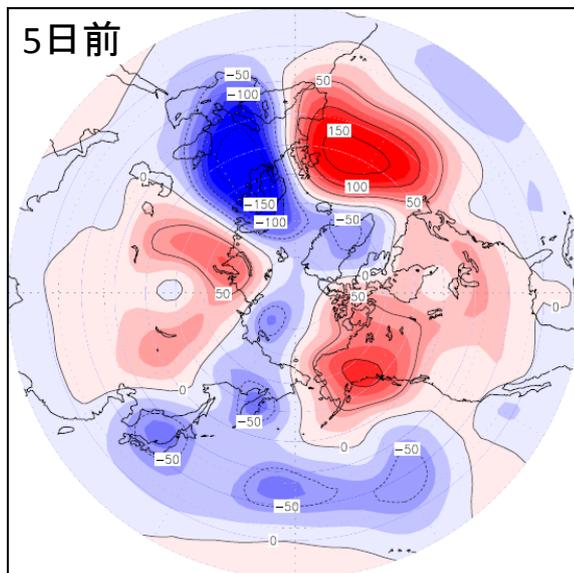
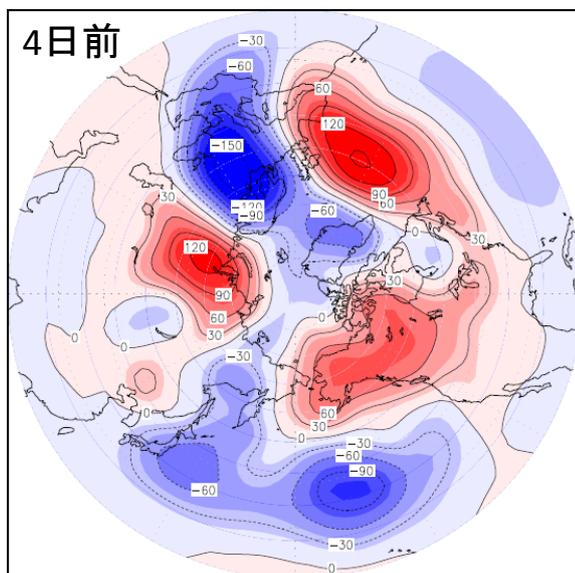
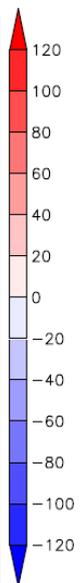
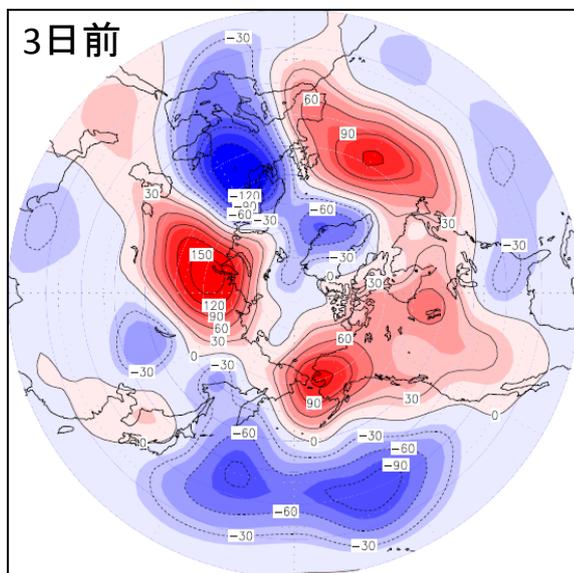
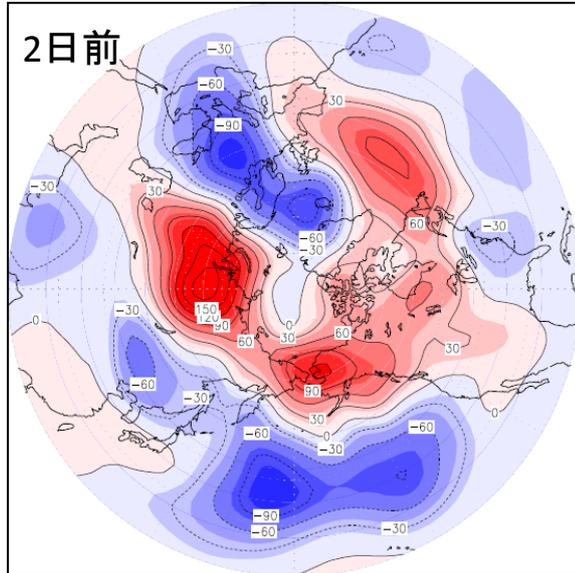
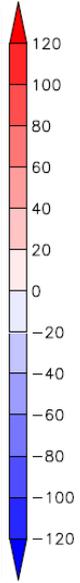
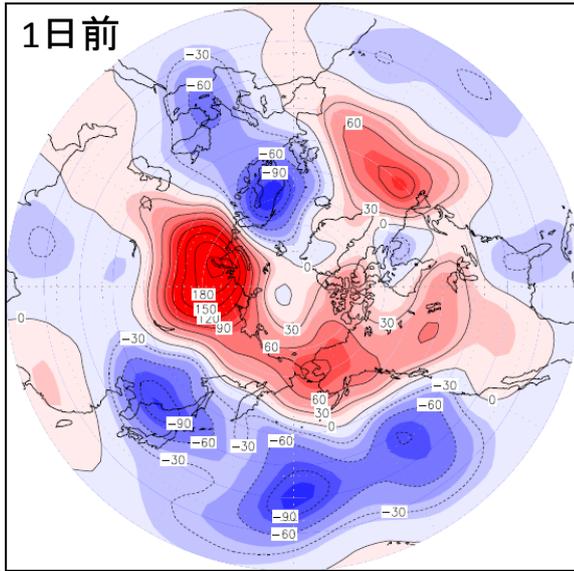
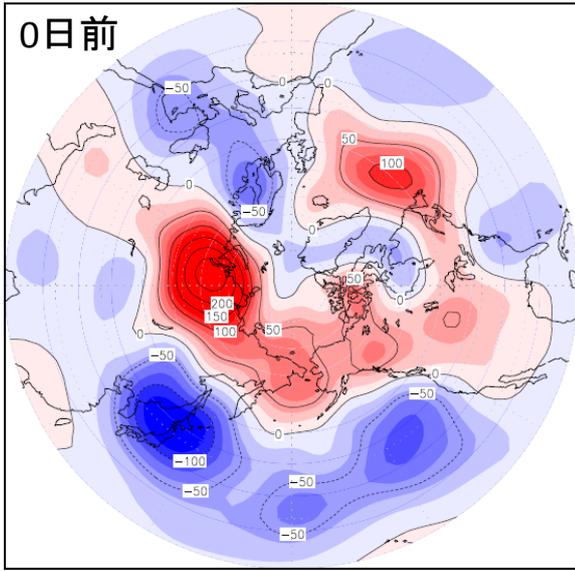
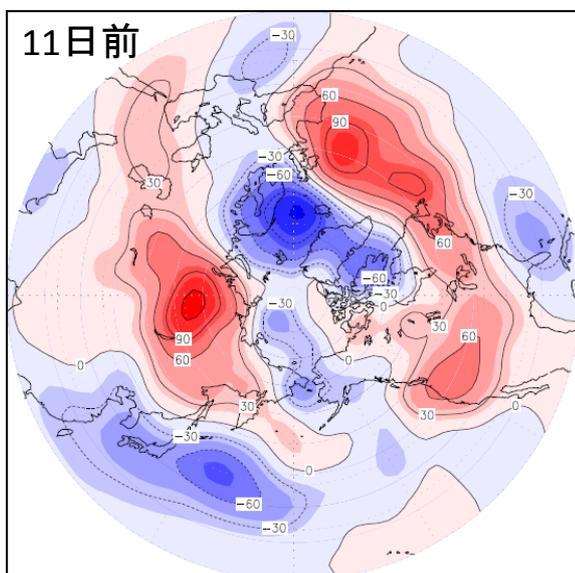
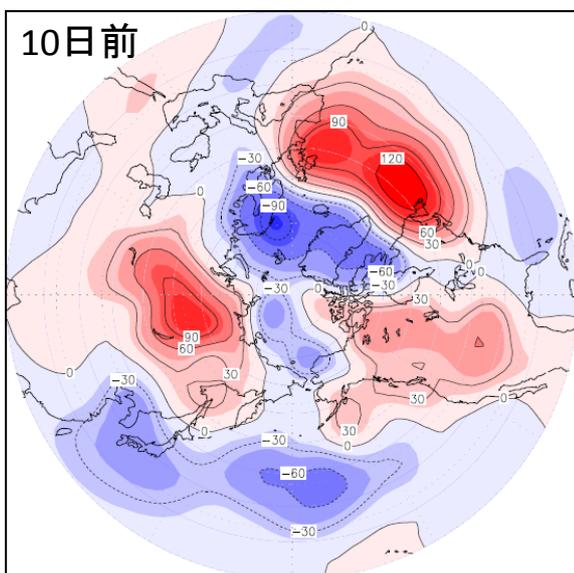
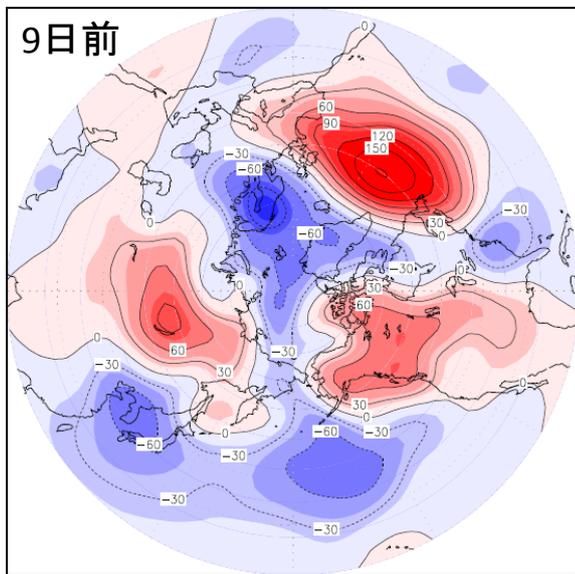
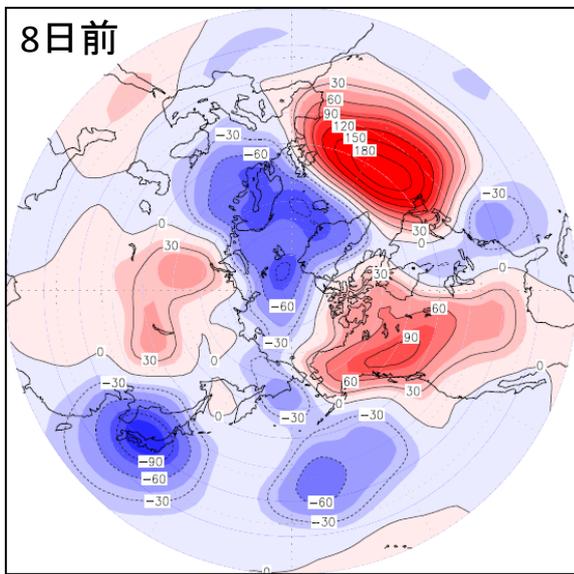
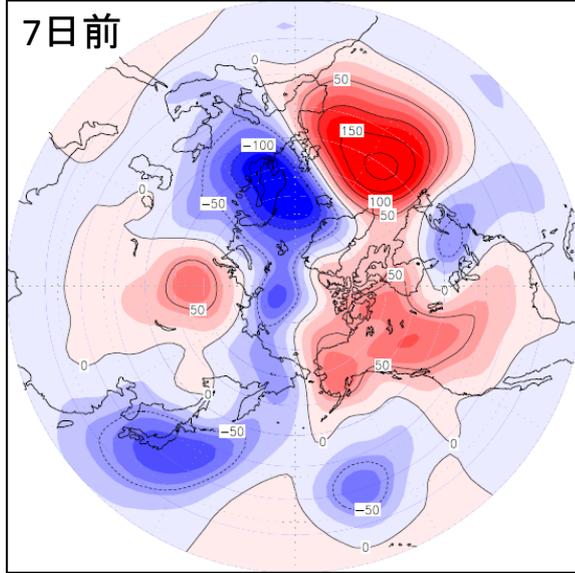
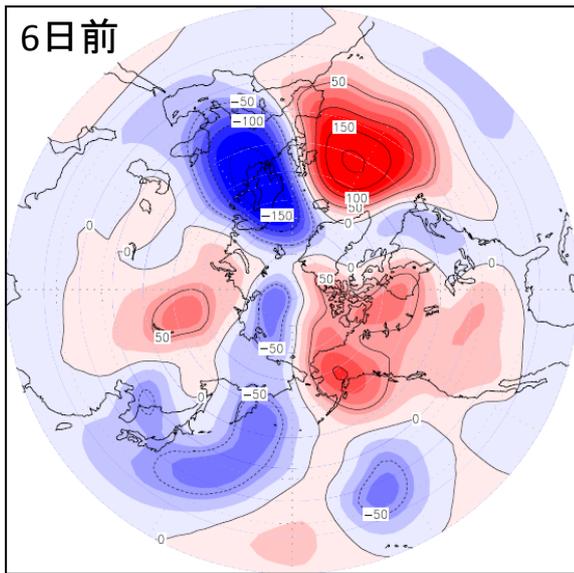


図 4-21 2005 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックス





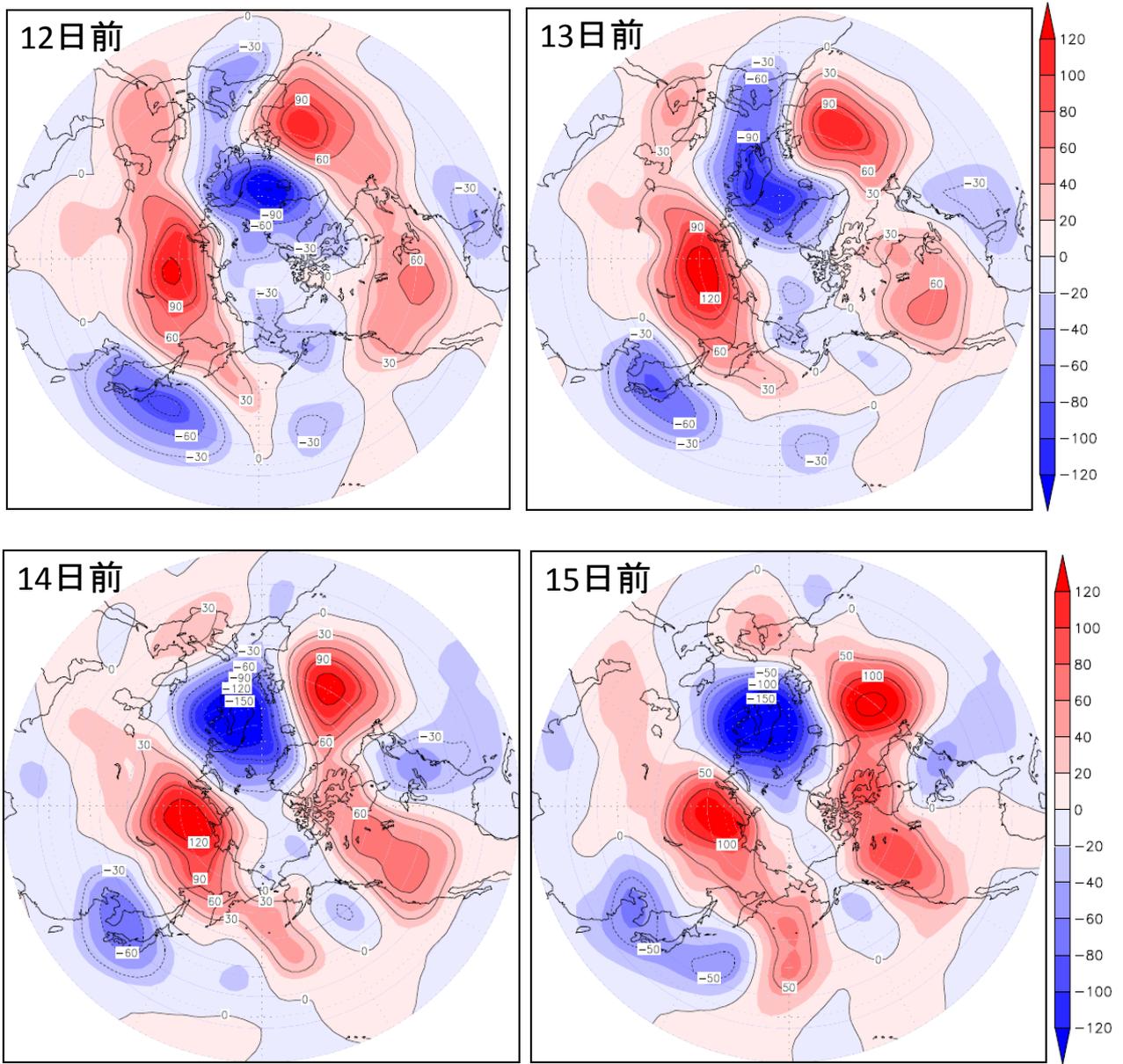


図 4-22 0 日前 (1 日前…15 日前) の日平均ジオポテンシャル高度の平均-1 月平均ジオポテンシャル高度. コンターと色は, 上位年のジオポテンシャル高度から下位年のジオポテンシャル高度を引いた値である. 単位はメートルである.

4-5 3-8 の解析結果

どの図にもシベリアジャパンパターンは見られなかった.

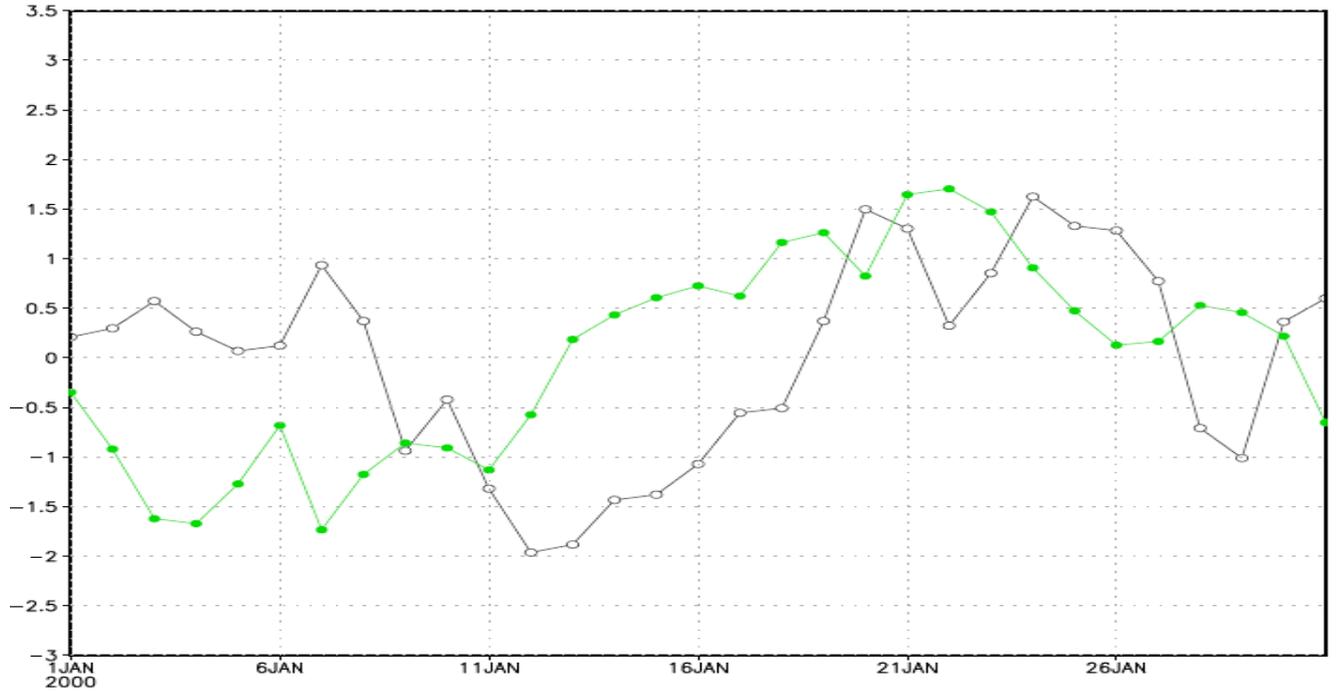
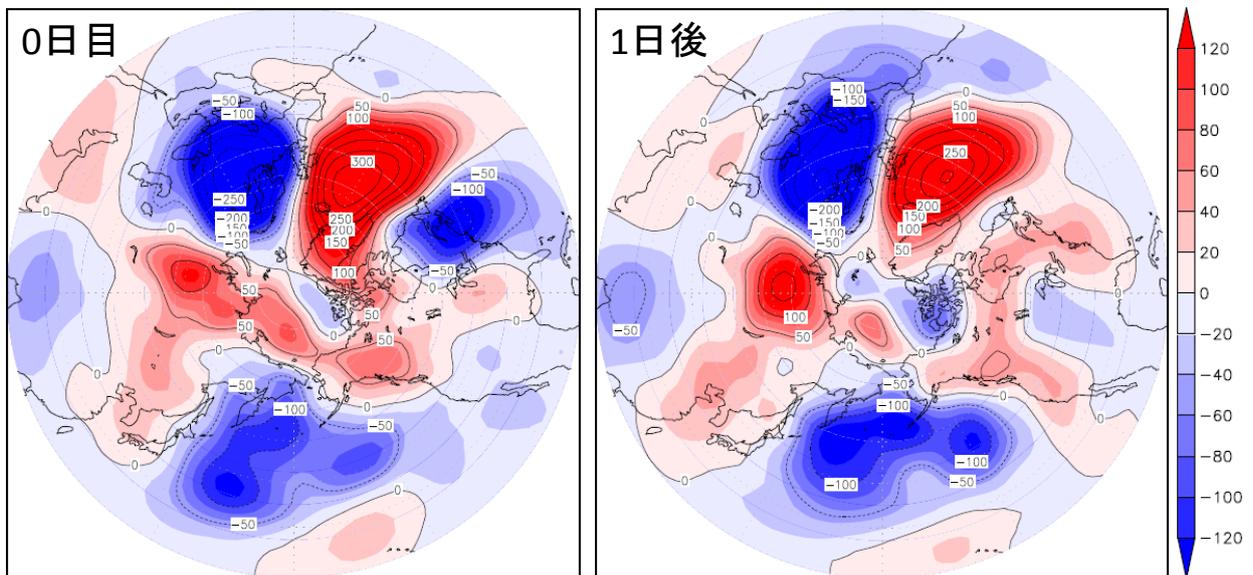


図 4-23 2000 年の 1 月のシベリアジャパンパターンインデックスと pre シベリアジャパンパターンインデックス



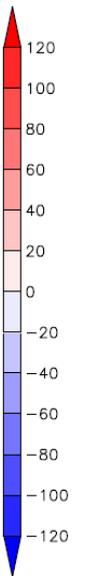
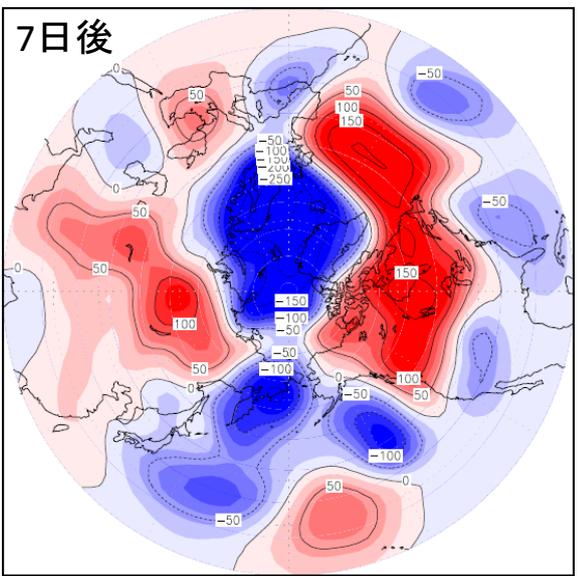
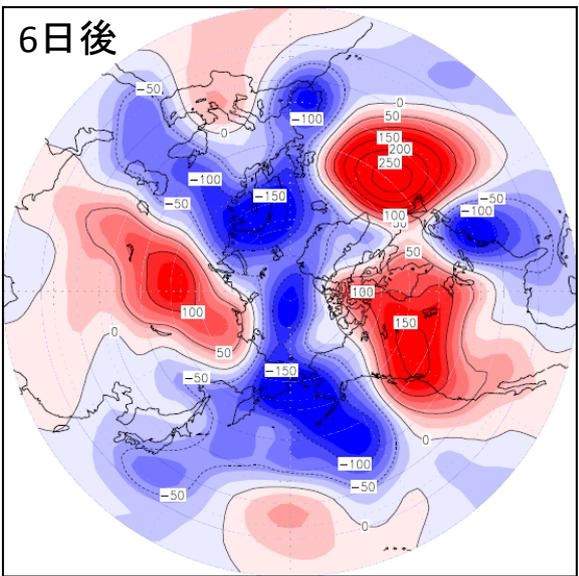
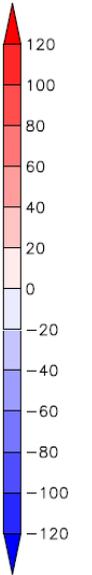
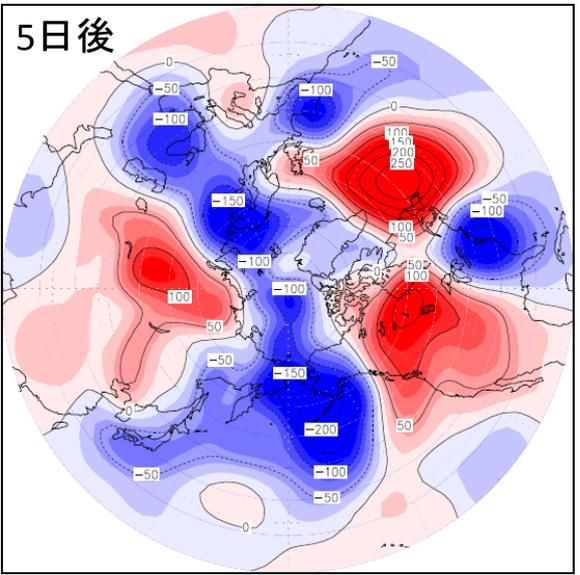
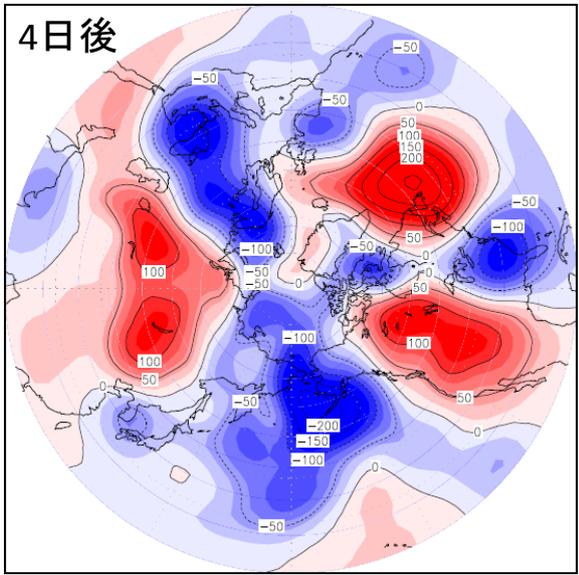
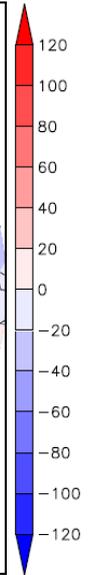
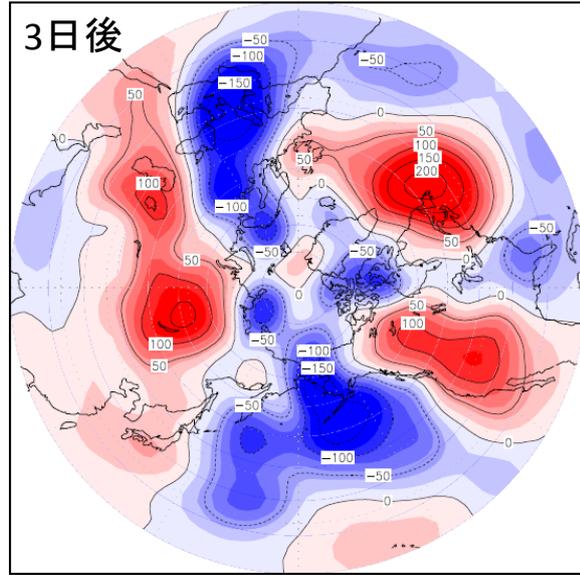
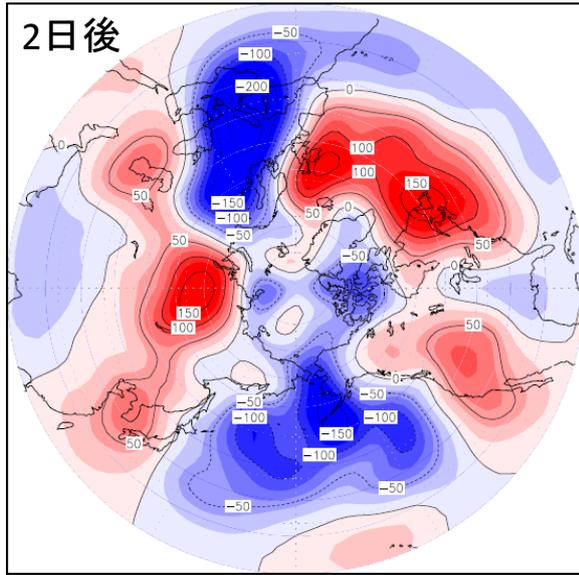


図 4-24 0日後 (1日後…7日後) の日平均ジオポテンシャル高度の平均-1月平均ジオポテンシャル高度. コンターと色は, 上位年のジオポテンシャル高度から下位年のジオポテンシャル高度を引いた値である. 単位はメートルである.

5章 考察

pre シベリアジャパンパターンは、シベリアジャパンパターンの要因の 1 つであることが分かった。pre シベリアジャパンパターンは、シベリアジャパンパターンの必要十分条件ではないが、シベリアジャパンパターンを予測できる可能性がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、三重大学生物資源学部共生環境学科自然環境システム学講座の方々には、多くの貴重な御意見を頂き、感謝しております。特に先生方には、主に合同ゼミ等で鋭い質問、コメントを頂いた事に大変感謝しております。地球環境気候学研究室の先輩方や同級生からは、研究室での生活の仕方、発表の仕方、論文や要旨の書き方、計算機の使い方、気象やプログラミングについての知識など、多くの御支援、御協力に深く感謝致します。さらに、立花義裕教授には、気象の専門的な知識、直接の御指導、貴重な御意見を頂いたことに心より感謝の意を示します。

引用文献

Takano, Y., Y. Tachibana, and K. Iwamoto, Influences of Large-scale Atmospheric Circulation and Local Sea Surface Temperature on Convective Activity over the Sea of Japan in December, *SOLA*, 2008, Vol. 4, 113–116, doi:10.2151/sola.2008-029