

2024年の記録的な高温 の特徴とその要因

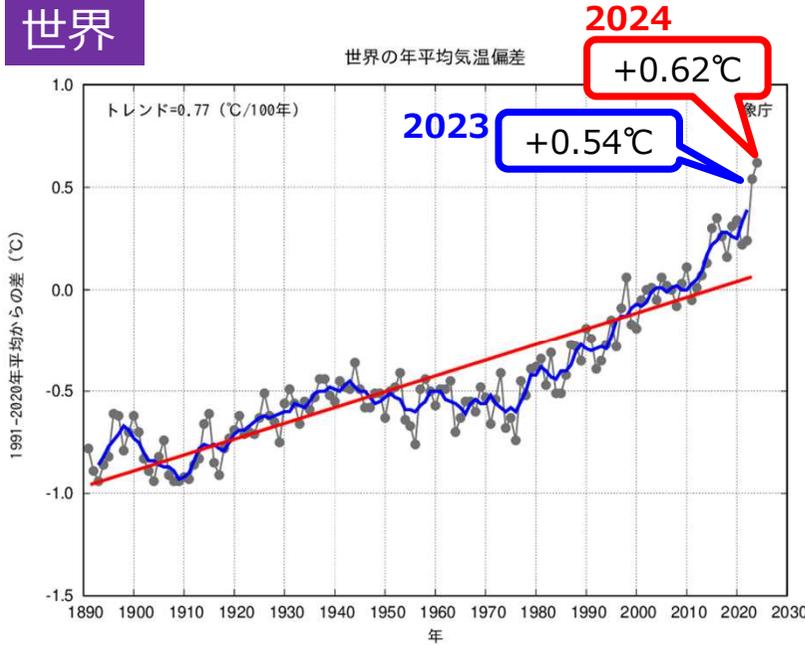
気象庁 大気海洋部 気候情報課

1. はじめに

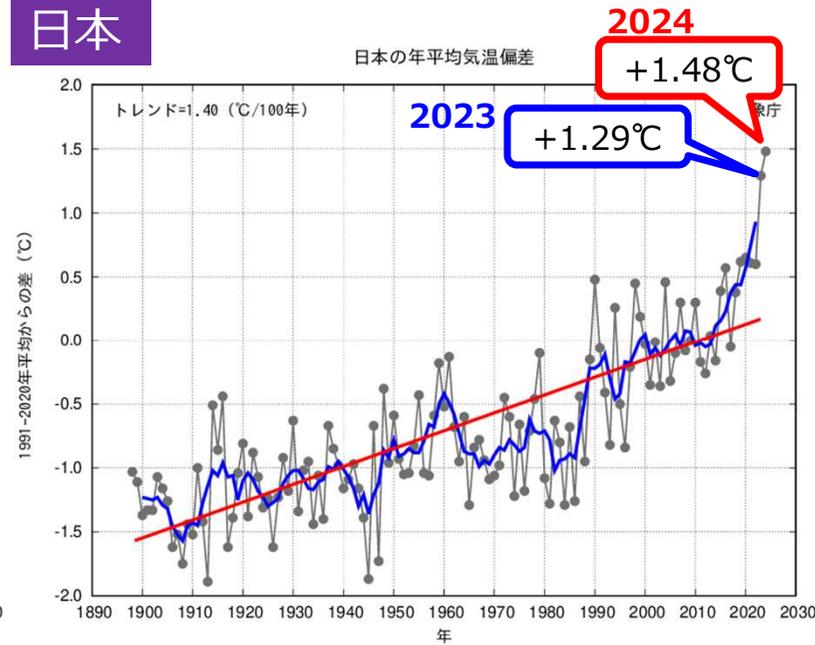
世界・日本の年平均気温偏差

青線: 偏差の5年移動平均値
赤線: 長期変化傾向

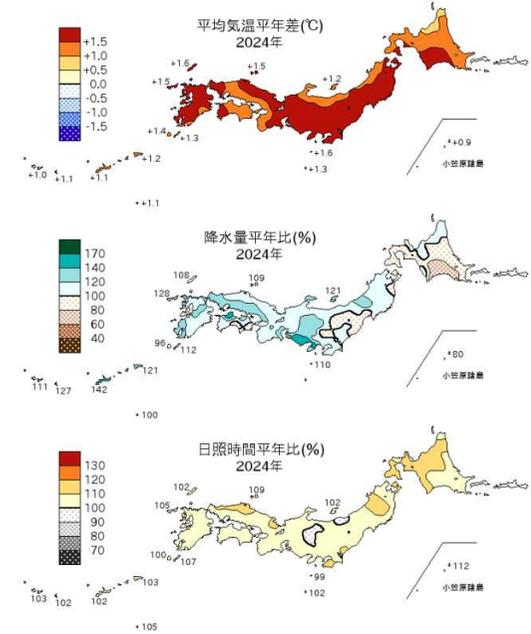
世界



日本



2024年の日本の 気温・降水量・日照時間 平年差(比)の分布



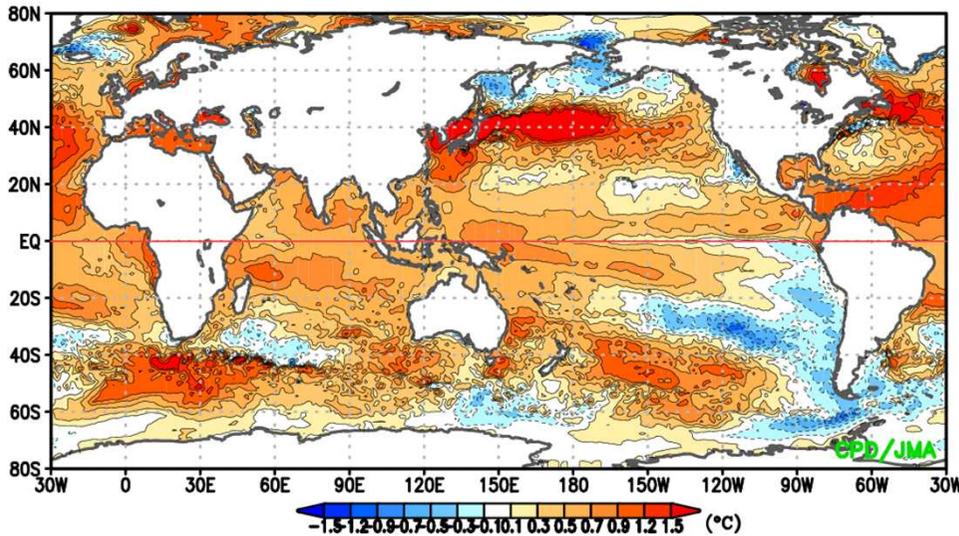
- 2024年の世界及び日本の年平均気温は、統計開始以降、2023年を上回り最も高い値となった。世界気象機関（WMO）やコペルニクス気候変動サービス（C3S）等からは、2024年の世界の平均気温が、産業革命以前の水準に比べて+1.5°C以上高くなったと報告された。
- 本資料では、2023年から引き続き、日本の異常高温に関する大気や海洋の変動の特徴について、主に2024年平均場に着目した解析結果を示す。

2. 海面水温の特徴

2024年平均の海面水温、ENSO/IOD

SST平年差

Jan.2024 - Dec.2024

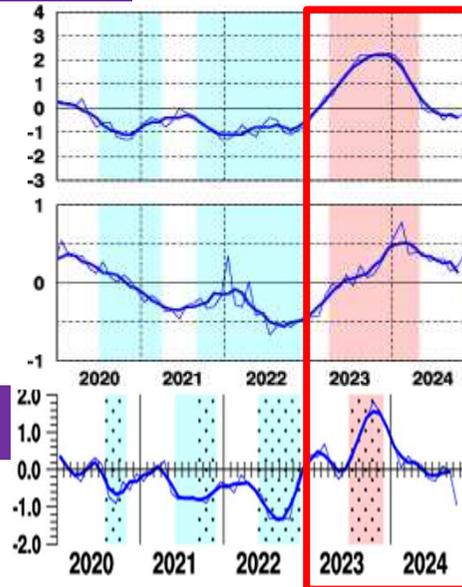


ENSO関連指数

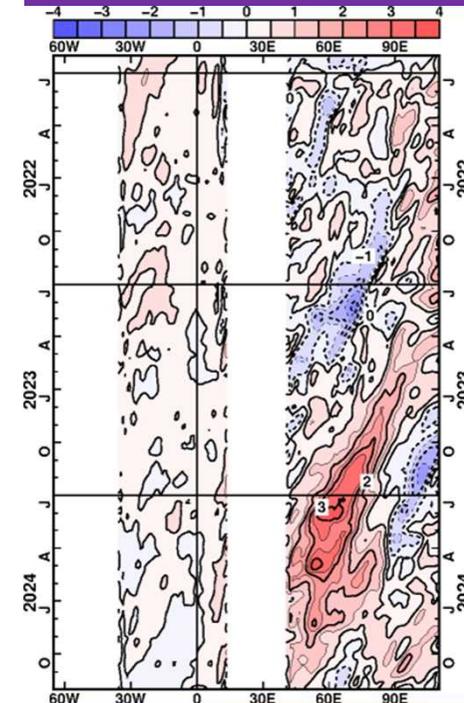
NINO.3

IOBW

IOD指数



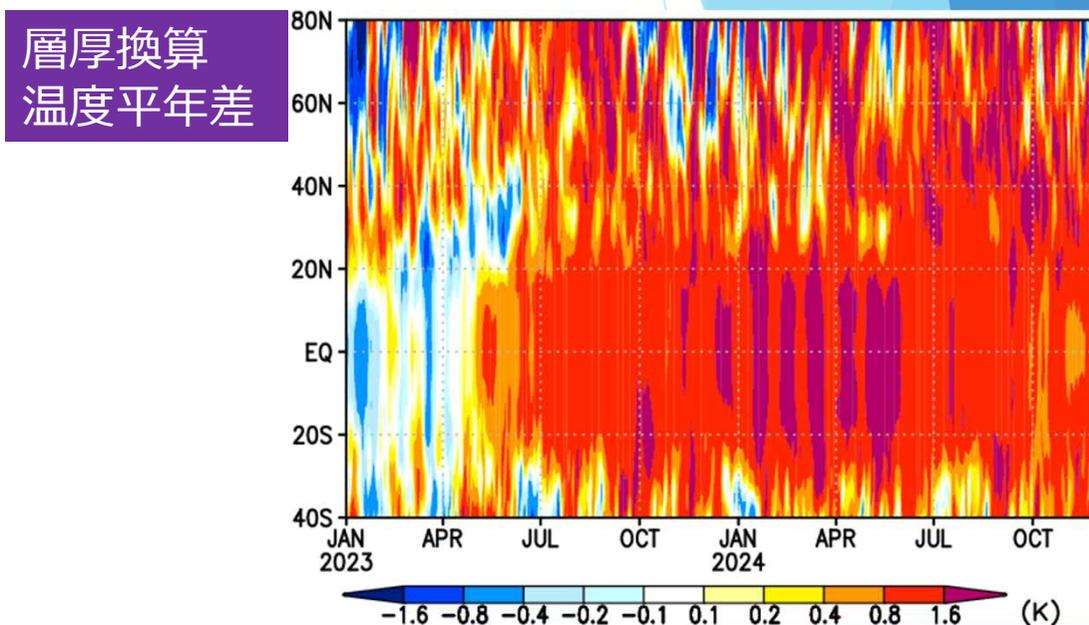
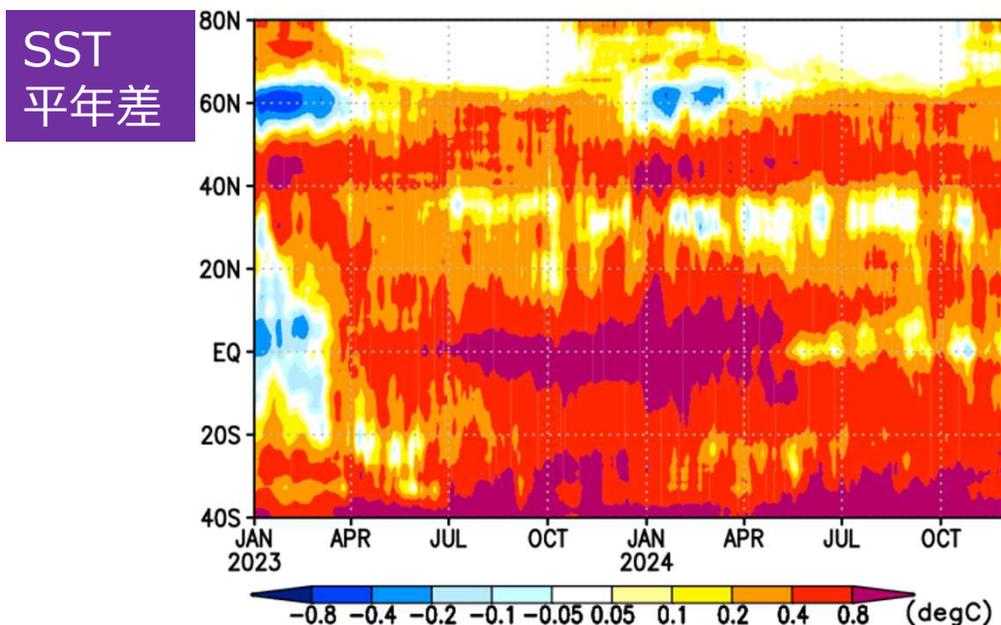
10°SでのOHC平年差の経度-時間断面



- 海面水温 (SST) は、広く正偏差となり、特に大西洋熱帯域やインド洋、西部太平洋赤道域、日本近海～北太平洋中緯度、北大西洋中緯度で顕著な正偏差となった。
- 2023年春に発生したエルニーニョ現象が、2024年春に終息した。
- インド洋での顕著な高温は、2024年春に終息したエルニーニョ現象や、2023年夏～秋に発生した正のインド洋ダイポールモード (IOD) に伴うインド洋10°S帯での暖水偏差の西進と関連するとみられる。

3. 帯状平均した大気・海洋の特徴

帯状平均の時間-緯度断面



※層厚は200~850hPa間で算出

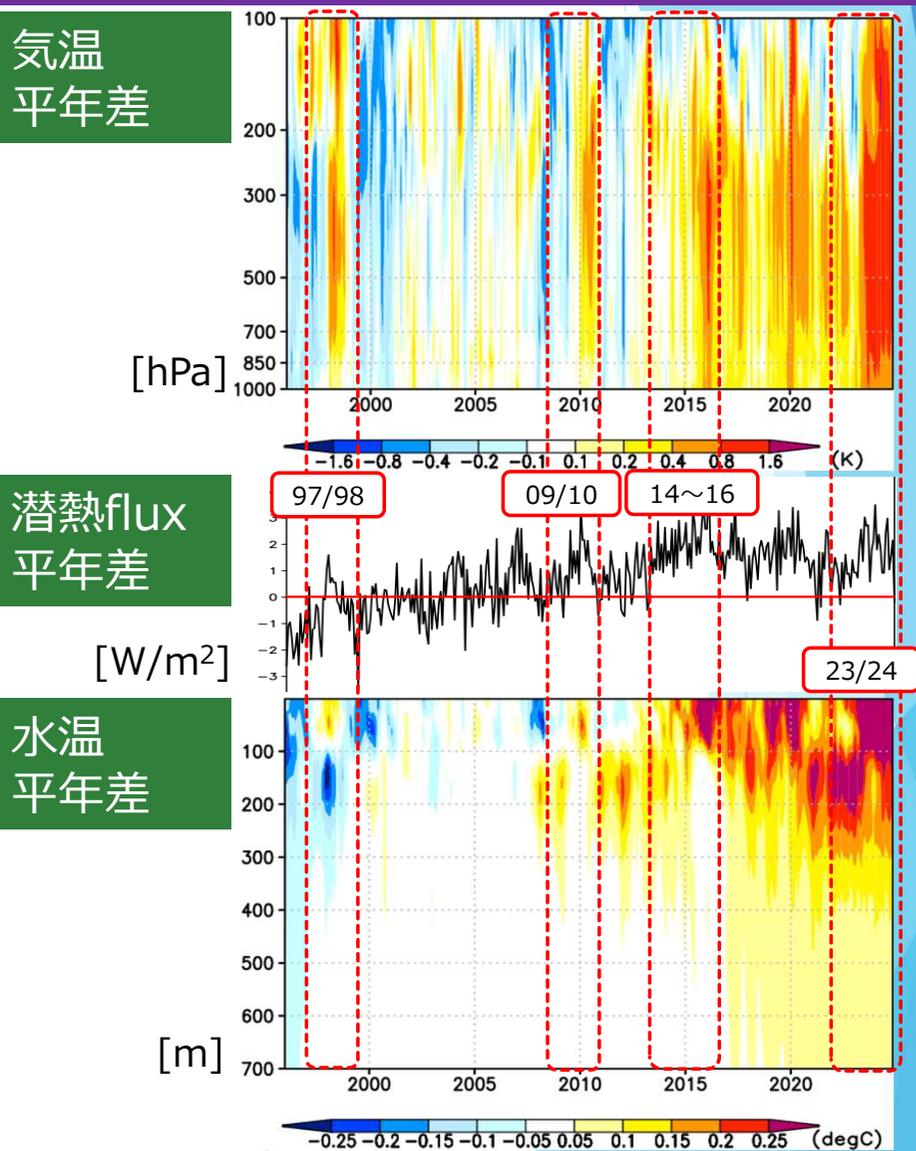
- 2024年春に終息したエルニーニョ現象に関連して、熱帯域では5月頃からSSTの顕著な高温が弱体化し、春から夏にかけて、顕著な高温は熱帯でやや弱体化した一方、北半球中緯度帯へ拡大した。この特徴は、ポスト・エルニーニョ時に見られやすい特徴と整合する。
- 北半球中緯度ではSST正偏差が持続していることも、対流圏中緯度での対流圏の高温偏差に影響した可能性がある。

3. 帯状平均した大気・海洋の特徴

熱帯・中緯度での 海水温・対流圏気温

- 数年続いたラニーニャ傾向により100m以深で蓄積された暖水偏差の中心が、2023年春～2024年春のエルニーニョ現象に伴って海面付近を含む100m以浅へシフトし、海→大気側の潜熱フラックス偏差が増加し、対流圏での昇温に寄与したとみられる。
- 海水温・潜熱フラックス・気温偏差の同様の時間発展は、過去のエルニーニョの事例である1997/98年、2009/10年、2014～16年にも見られた。

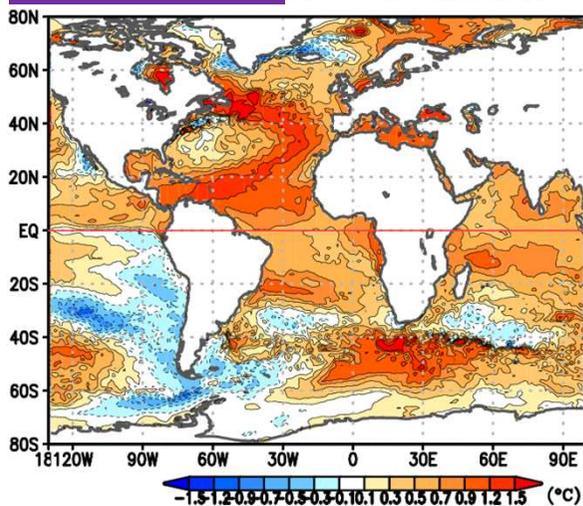
60S-60N, 帯状平均の時間鉛直断面, 時系列



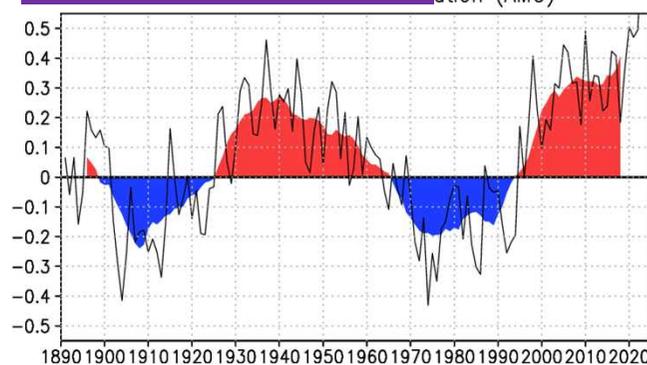
4. 十年・数十年規模振動

大西洋数十年規模振動 (AMO)

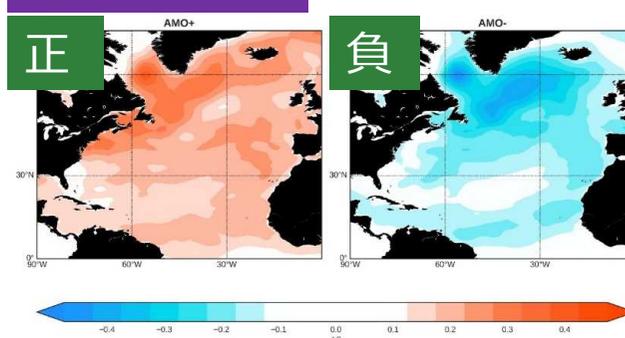
SST平年差 24 - Dec.2024



AMO指数の時系列 (AMO)

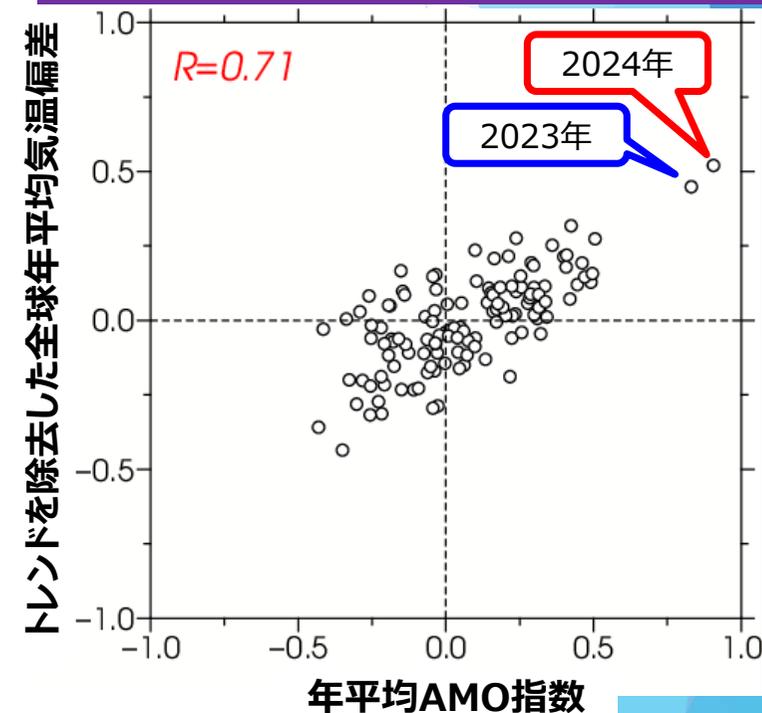


AMOパターン ※JAMSTECのHPより



期間: 1901~2024年

年平均AMO指数と全球平均気温偏差



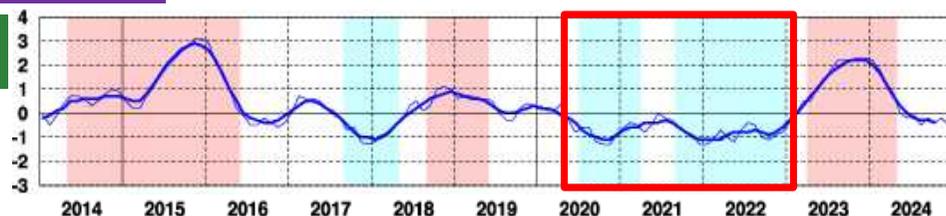
- 北大西洋でSSTが顕著に高いことに対応して、AMO指数は正で大きな値となった。1990年代半ば頃からAMOは正位相で推移している。全球平均気温は、AMO指数と有意な正の相関関係を示す。

4. 十年・数十年規模振動

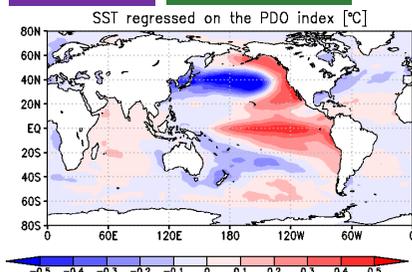
負のPDOと2020～22年の数年続きのラニーニャ傾向

ENSO関連指数

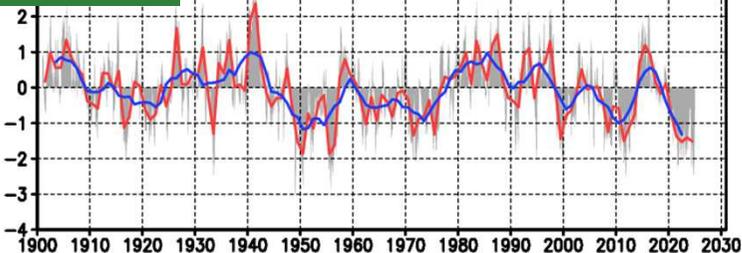
NINO.3



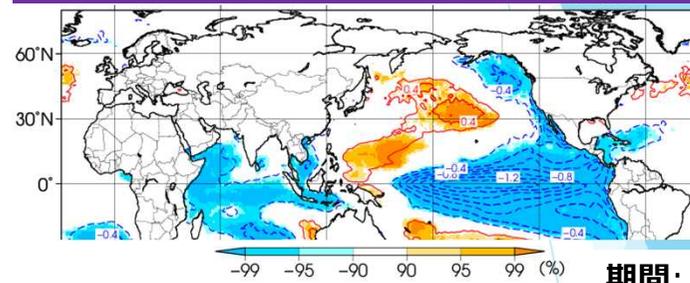
PDO パターン



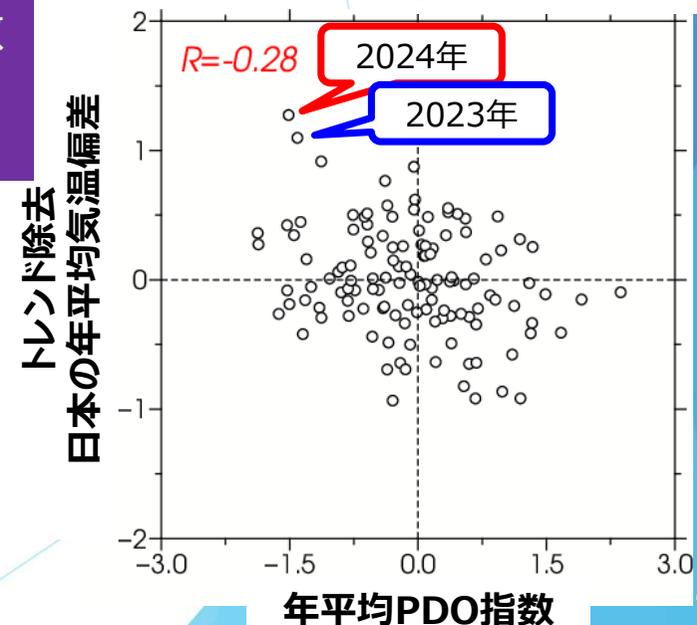
時系列



SST偏差のラニーニャ合成図 (冬)



PDO指数と日本の平均気温

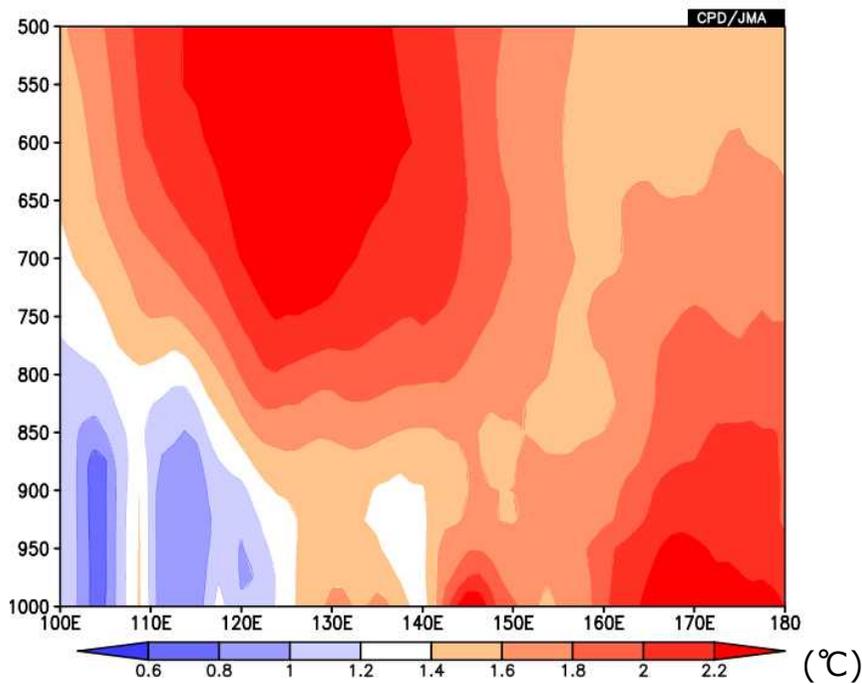


- 2020～22年の数年間、ラニーニャ傾向が続いた。
- この状況と2020年頃以降のPDO負位相の強化、日本近海～北太平洋中緯度で持続する顕著なSST高温偏差との関連性が示唆される。
- 日本の年平均気温は、PDO指数と有意な負の相関関係を示す。

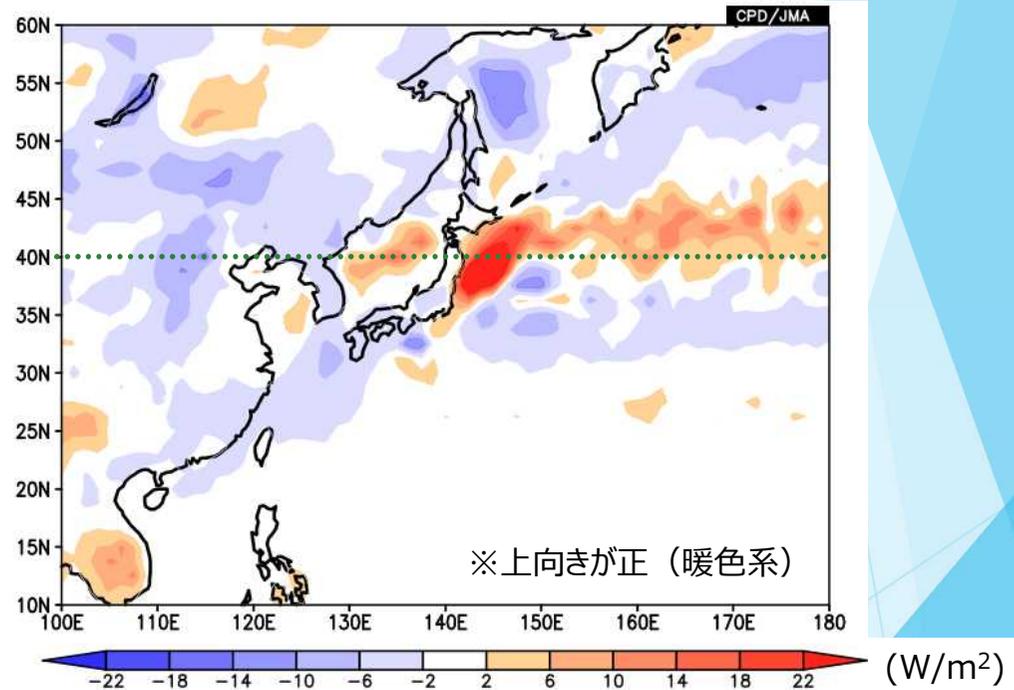
5. 日本近海の海面水温

日本近海の高い海面水温の影響（2024年平均）

40°Nでの気温平年差の経度-鉛直断面



顕熱フラックス平年差



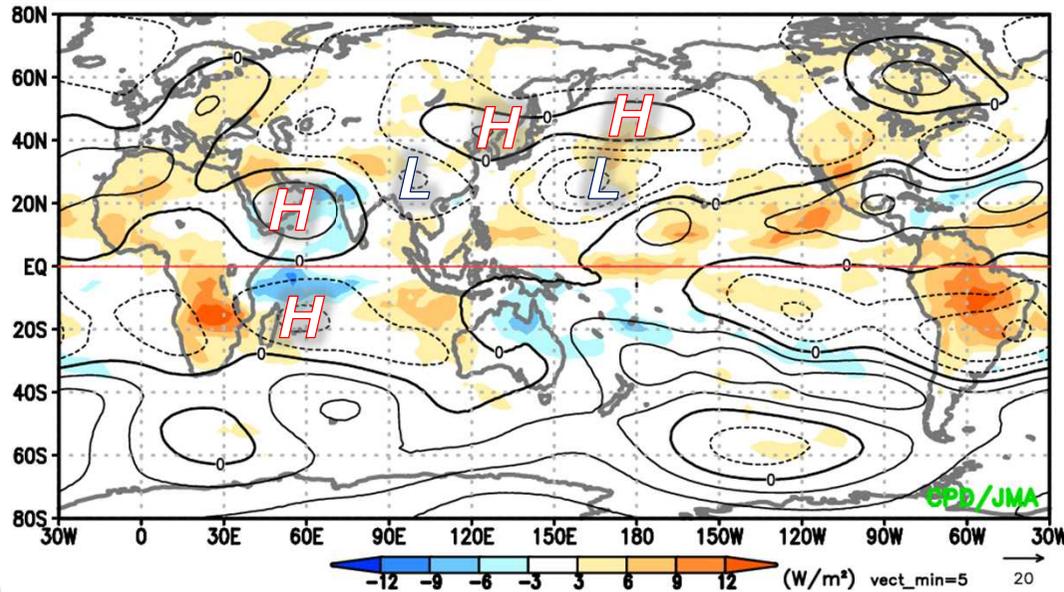
- 三陸沖や日本海の一部領域での大気下層の高温偏差の振幅は、地表面（海面）付近ほど大きい。
- 同領域では顕熱フラックスが正偏差（海面が大気を暖める側）となっており、日本近海の高い海面水温が下層の高温偏差に寄与したとみられる。

6. 大気循環場の特徴

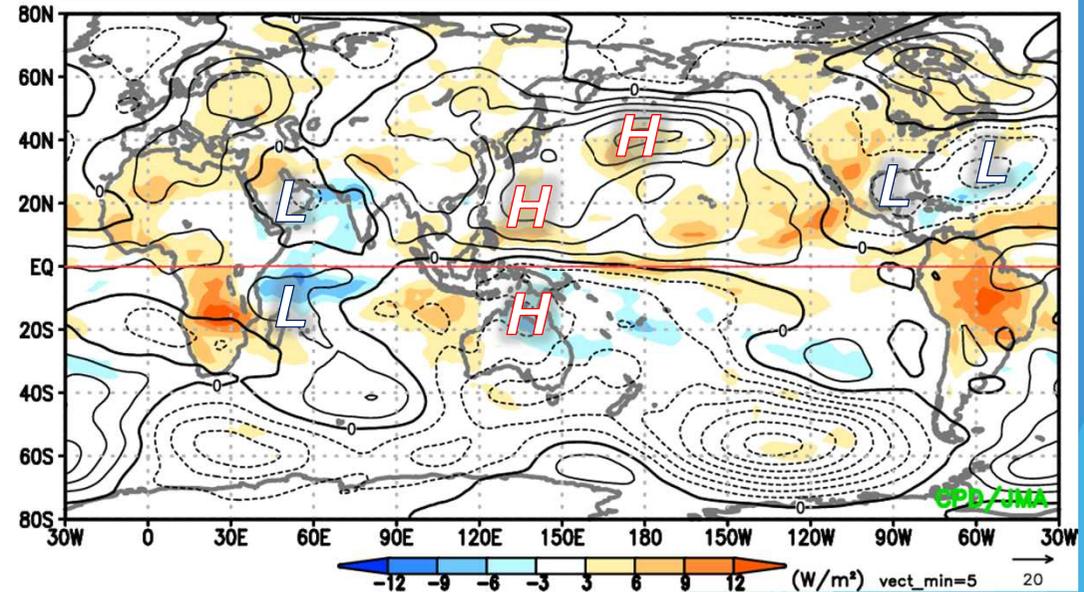
2024年平均の対流圏上・下層での流線関数

コンター: 流線関数平年差
色: OLR平年差

200hPa流線関数平年差 - コンター間隔: $2 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$



850hPa流線関数平年差 - コンター間隔: $0.5 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$



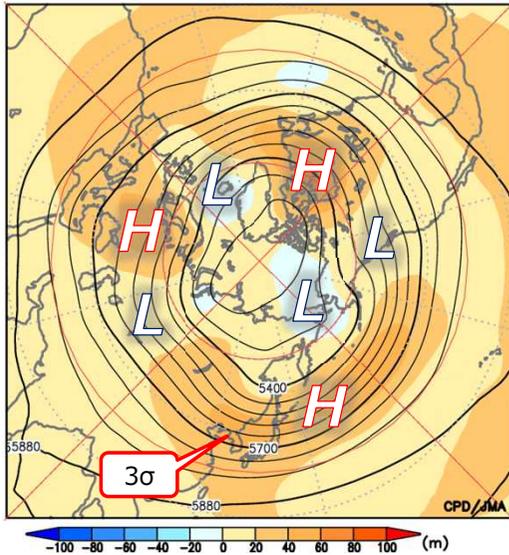
- インド洋西部では、SST正偏差に関連して対流活動が活発となった。
- 対流圏上層では、インド洋西部や東南アジア付近の対流活発・不活発に関連して、ユーラシア大陸南部～日本付近で波列状の偏差パターンとなった。北太平洋中緯度で高気圧性循環偏差、その南で低気圧性循環偏差となり、偏西風の北偏や夏の中部太平洋トラフの強化に対応する。
- 対流圏下層では、インド洋～太平洋西部で対流活動偏差に関連した南北半球対の偏差となった。

6. 大気循環場の特徴

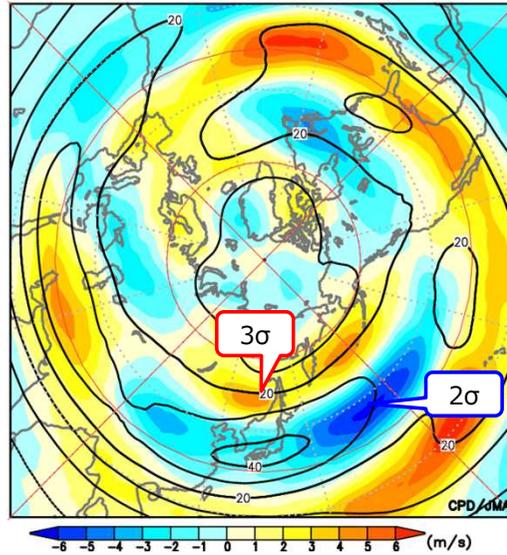
2024年平均の北半球の循環場

コンター: 解析値
色: 平年差

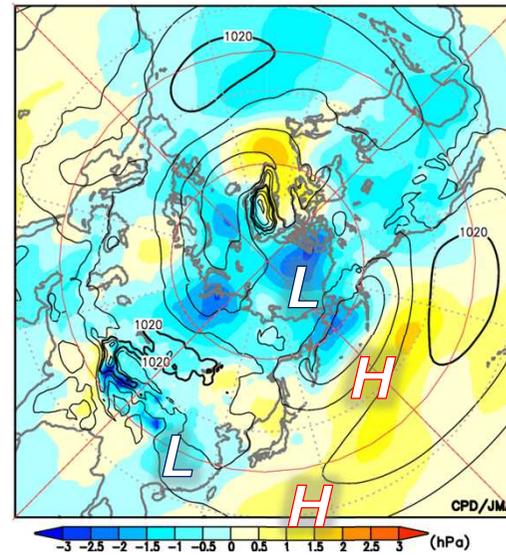
500hPa高度 Dec.2024



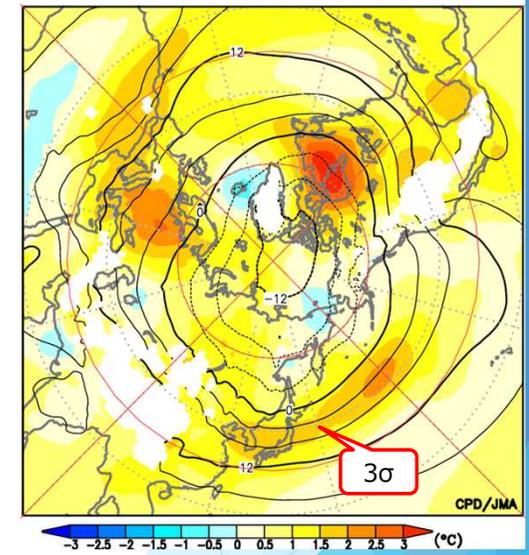
200hPa東西風 2024



海面気圧 - Dec.2024



850hPa気温 Dec.2024



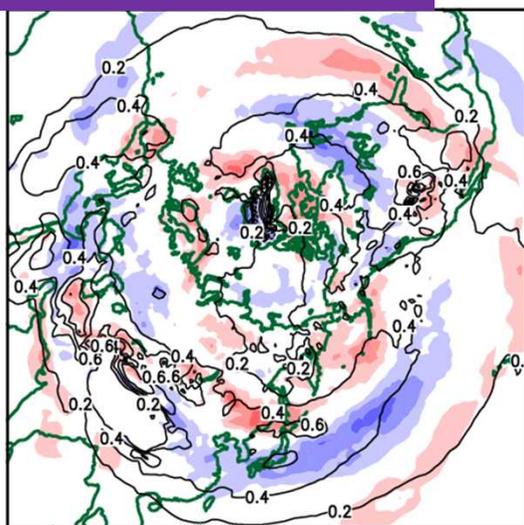
- 500hPa高度は、東アジア～北太平洋中緯度で広く正偏差（偏西風が顕著に北偏）、ベーリング海峡付近で負偏差となった。北米～北大西洋北部～西シベリアで波列状の偏差パターンとなった。
- 海面気圧は、上層の循環偏差に対応して中国南東部で負偏差、北太平洋の亜熱帯高気圧の西への張り出しが強く、日本付近は平年と比べて南～南西からの気流の影響を受けやすい場となった。
- 850hPa気温は、東アジア～日本の東海上で広く顕著な正偏差となった。

6. 大気循環場の特徴

2024年平均の高周波擾乱活動

700hPa Eady擾乱
最大成長率

[1/day]
2

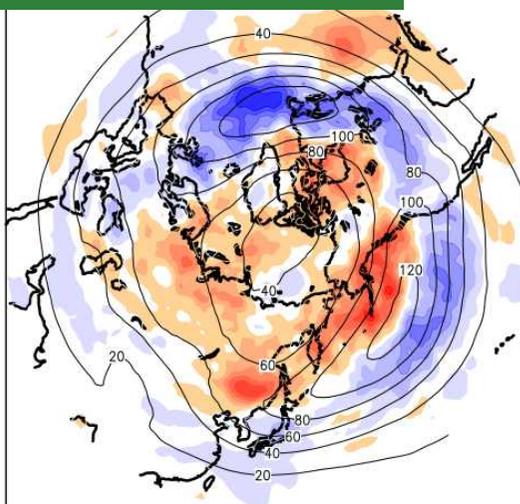


(1/day)

300hPa高周波擾乱活動

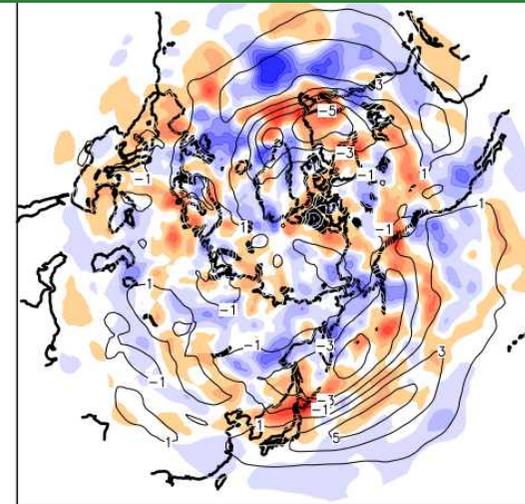
運動エネルギー偏差

CPD/JMA



(m²/s²)

渦度フラックス収束偏差に伴う
高度変化率 (Δz) 偏差



(m/day)

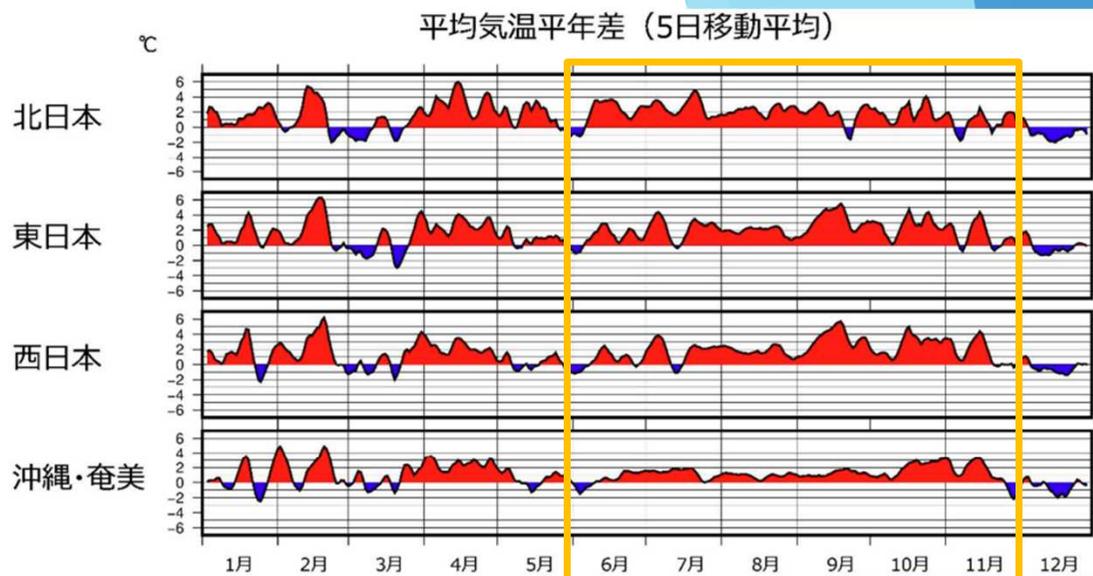
(左図) コンター: 解析値、色: 平年差
(中・右図) コンター: 平年値、色: 平年差
高周波擾乱: 2~8日周期成分

- 北太平洋での水温前線の北上や偏西風の北偏に対応して、擾乱が発生しやすい環境場も北偏した。
- これに対応して、北太平洋のストームトラックも北偏し、それに伴う擾乱のフィードバック効果によって偏西風の北偏が持続したとみられる。

7. 季節ごとの特徴

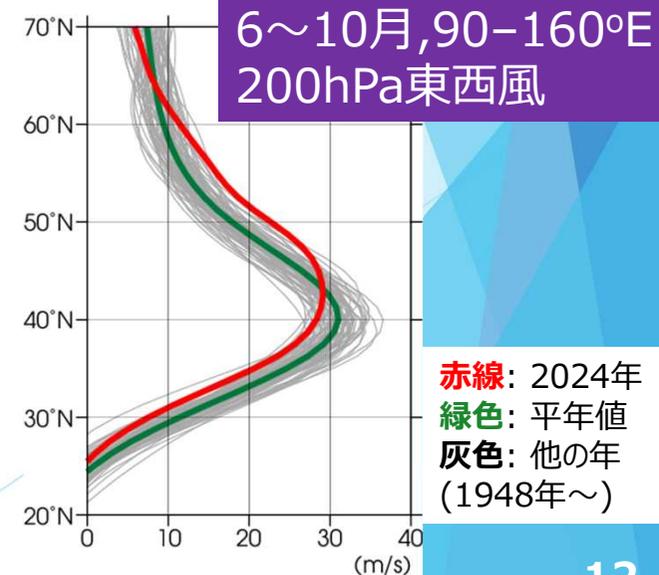
季節ごとの特徴

- 特に夏・秋には、フィリピン付近での対流活動の活発化や東アジア～北太平洋での偏西風の顕著な北偏に伴って、日本付近では顕著な高温偏差が続いた。



※Hは高気圧性循環偏差、Lは低気圧性循環偏差の略

	2023/24年冬	2024年春	2024年夏～秋
熱帯SST	エルニーニョ	エルニーニョ弱 インド洋昇温	ENSO中立・ラニーニヤ的 インド洋高温
熱帯対流活動	インド洋西部で活発 海洋大陸で不活発	インド洋西部で活発 フィリピン付近で不活発	秋にかけてフィリピン付近 で活発化
テレコネクション	亜熱帯ジェット気流 沿いの波列→日本 付近で偏西風北偏	亜熱帯ジェット気流沿 いの波列→日本付近で 偏西風北偏	日本付近で偏西風 北偏
中緯度SST	日本近海～北太平洋中緯度で正偏差 (全季節共通)		



7. 季節ごとの特徴

SST感度実験

※気象庁全球アンサンブル予報システム (GEPS2303) を使用し、

①解析値実験 (30-60NにSST解析値、その他は気候値を与える)

②気候値実験 (全球にSST気候値を与える)

のアンサンブル平均の差 (応答) を評価した。

アンサンブルメンバー数: 25

陰影: SST偏差の応答

ドット: 応答が95%信頼度水準で有意

コンター: 気候値実験

中緯度(30-60°N)
SST感度実験

200hPa東西風

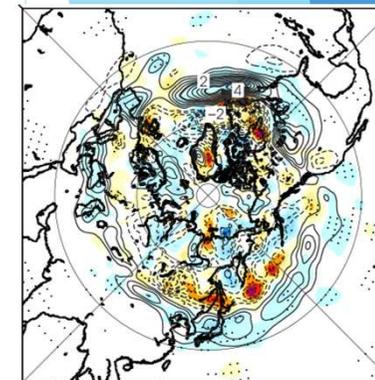
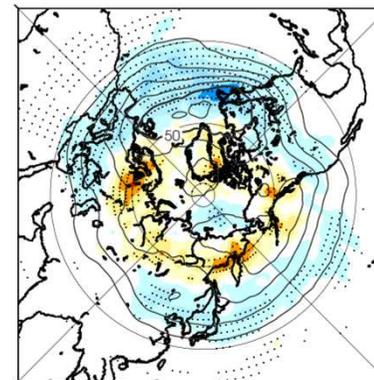
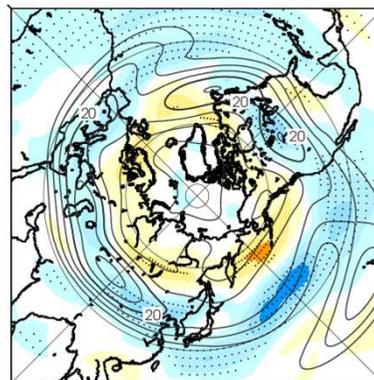
運動エネルギー

300hPa高周波擾乱活動

渦度フラックス収束
に伴う高度変化率

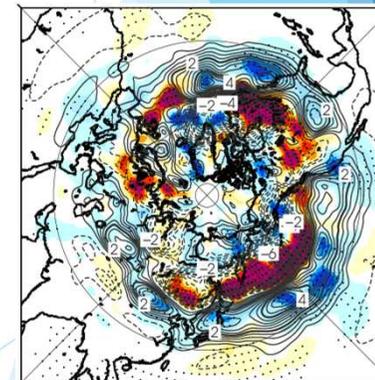
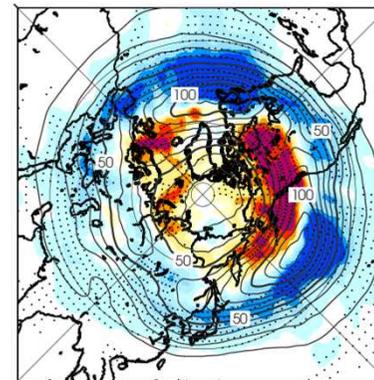
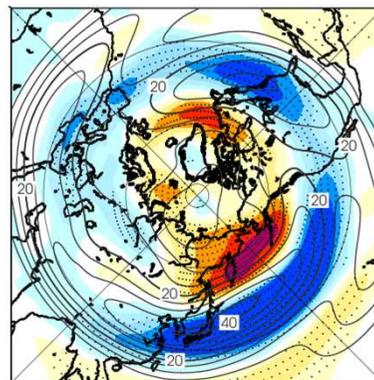
夏対象

初期値:
5/3 16Z



秋対象

初期値:
8/3 16Z



-3.6 -2.8 -2.0 -1.2 -0.4 0.4 1.2 2.0 2.8 3.6 (m/s)

-9 -7 -5 -3 -1 1 3 5 7 9 (m²/s²)

-1.8 -1.4 -1.0 -0.6 -0.2 0.2 0.6 1.0 1.4 1.8 (m/day)

- 夏・秋を対象とするSST感度実験より、北半球中緯度の高いSSTが、移動性擾乱の活動域の北偏及びそれに伴う擾乱のフィードバック効果を通して、偏西風の北偏の持続に影響したことが示された。

8. まとめ

まとめ

- 2023年から引き続く日本付近の異常高温に関する大気や海洋の変動の特徴について、主に2024年平均場に着目した解析結果をまとめた。
- 海面水温は、インド洋、西部太平洋赤道域で顕著な正偏差となった。日本近海～北太平洋中緯度で顕著な正偏差となった（負のPDO）。インド洋での顕著な高温は、2024年春に終息したエルニーニョ現象と関連するとみられる。北大西洋でも顕著な高温が持続した（正のAMO）。
- 熱帯の対流活動は、平年と比べて、インド洋西部、カリブ海付近～その東海上で活発、東南アジア付近、太平洋赤道域～南米で不活発となった。
- 対流圏上層では、インド洋西部や東南アジア付近の対流活動偏差に関連して、ユーラシア大陸南部～日本付近で波列状の偏差パターンとなり、東アジア～日本の東海上で偏西風が北偏した。
- 特に夏～秋の日本付近～東海上での偏西風の北偏の持続は、北太平洋中緯度での海面水温の正偏差に関連した、下層の傾圧帯や移動性擾乱の活動域の北偏に伴う擾乱のフィードバック効果によってもたらされ、中緯度の高い層厚換算温度に寄与した可能性が考えられた。

ご議論いただきたいポイント

- ✓ 2024年の日本の高温をもたらした持続的な偏西風の北偏に対する、ENSO（ポスト・エルニーニョ）、北半球中緯度帯での高い海面水温（負のPDO含む）との関連性