

2022年6月下旬の太平洋高気圧の強まりと負のIOD

榎田 貴郁 (気象庁 大気海洋部 気候情報課)

1. はじめに

2022年8月22日開催の異常気象分析検討会では、6月下旬～7月初めの日本の記録的な高温は、亜熱帯ジェット気流の蛇行とフィリピン付近における積雲対流活動の活発化による上層の高気圧と地表の太平洋高気圧の強まり（シルクロードパターンとPJパターン）が主要因とされた。

一方で、負のインド洋ダイポールモード（IOD）が活発であったが、これと日本の高温の関係は明らかにされなかった。しかし、6月中旬～下旬の日本南方の下層高気圧性循環偏差の発達、インド洋の下層低気圧性循環偏差への風の吹き込みを伴っており、

太平洋高気圧の強まりに負のIODが影響した可能性を示唆している（図1）。それについて今回調査した。

本調査では、大気循環場のデータはJRA-55 (Kobayashi et al., 2015)か、その後継のJRA-3Q（図1、4）を、熱帯の積雲対流活動の評価には外向き長波放射量（OLR）データ (Liebmann and Smith, 1996)を、海面水温（SST）はMGDSST (栗原ほか、2006)を、それぞれ使用した。また、熱帯対流活動の大気循環場への影響を評価するため、線形傾圧モデル（Linear Baroclinic Model: LBM, Watanabe and Kimoto, 2000）を使用した。負のIODやラニーニャ現象の発生の有無の判定は、気象庁の定義による。

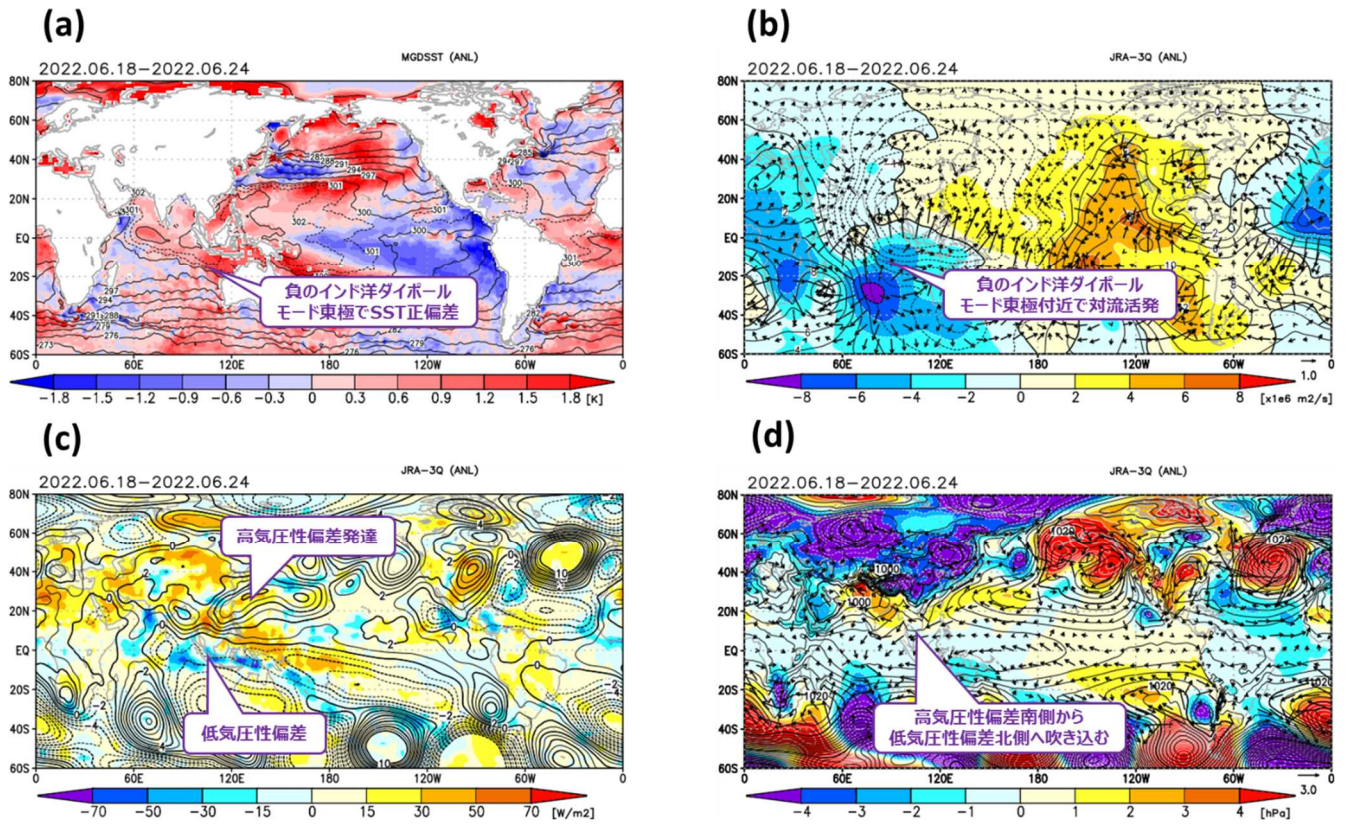


図1 2022年6月中旬～下旬(6/18～24)の7日平均の実況。(a) SST(コンター、K)、SST偏差(カラー、K)、(b) 200hPa速度ポテンシャル偏差(カラー、 $10^6 \text{ m}^2/\text{s}$)、発散風偏差(矢印、 m/s)、(c) 850hPa流線関数偏差(コンター、 $10^6 \text{ m}^2/\text{s}$)、OLR偏差(カラー、 W/m^2)、(d) 海面気圧(コンター、hPa)、海面気圧偏差(カラー、hPa)、850hPa風偏差(矢印、 m/s)。偏差は平年値(1991～2020年の30年平均値)からの差。

2. 結果

負の IOD に対応させて、インド洋東部(赤道の 100E 付近)に仮想の熱源を与えた 6 月の LBM 実験では、インド洋北部に下層(850hPa)低気圧性循環偏差が現れるものの、日本南方に下層高気圧性循環偏差が現れない(図 2)。一方で、インド洋北部(80E、15N 付近)に仮想熱源を与えた実験では、インド洋北部の下層低気圧性循環偏差とともに、日本南方に下層高気圧性循環偏差が現われる(図 3)。

2022 年 6 月中旬～下旬の経過をみると、インド洋

南東部の対流活発が次第にインド洋北部に拡大したことがわかる。このとき、日本南方の下層高気圧性循環偏差も発達している(図 4)。

Ajayamohan et al. (2008) は、負の IOD 時には、インド洋南東部での SST 正偏差に対応してインド洋赤道域で水蒸気量の増加や水蒸気収束の強化が見られ、対流活動の北進が明瞭化しやすい、と指摘している。インド洋南東部の降水偏差のウェーブレット解析により、負の IOD 時には夏前半を中心に季節内変動が強まることも示した。

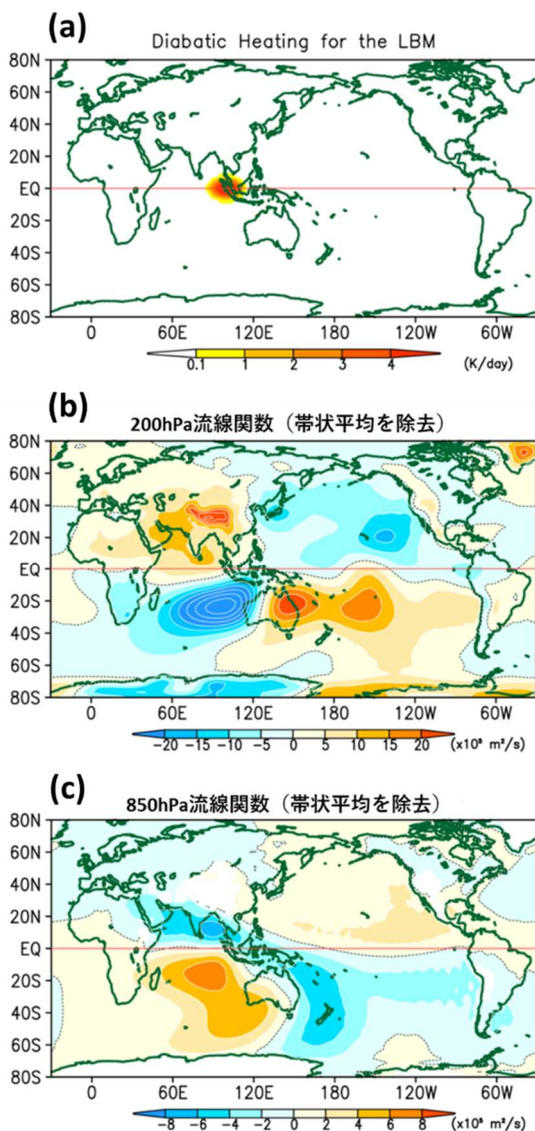


図 2 インド洋東部(赤道 100E 付近)に熱源を与えた 6 月の LBM 実験。(a) 熱源分布、(b) 200hPa 流線関数の応答、(c) 850hPa 流線関数の応答。

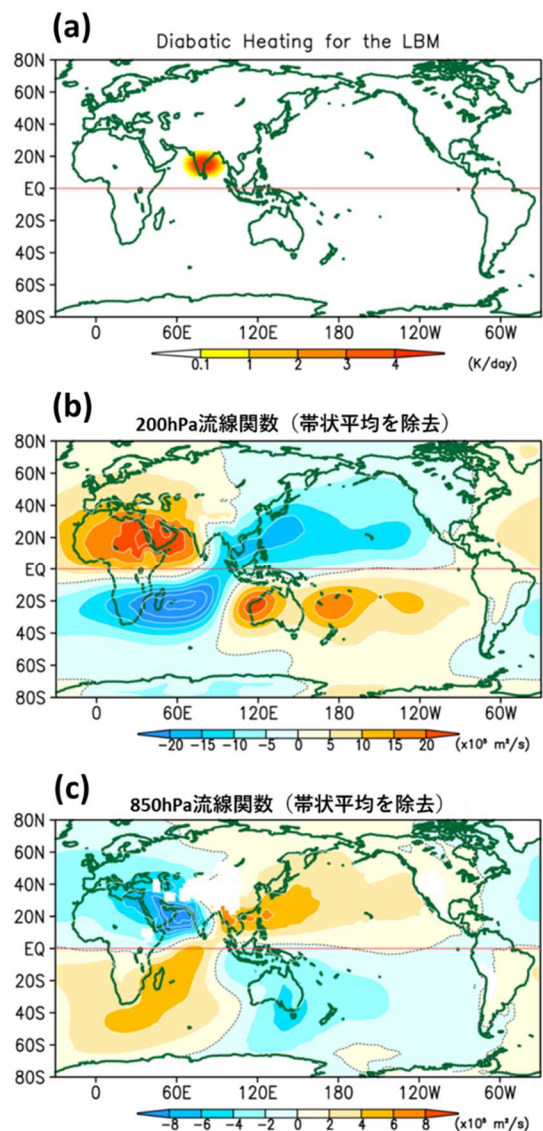


図 3 図 2 と同じ。ただし、インド洋北部(80E、15N 付近)に熱源を与えた実験。

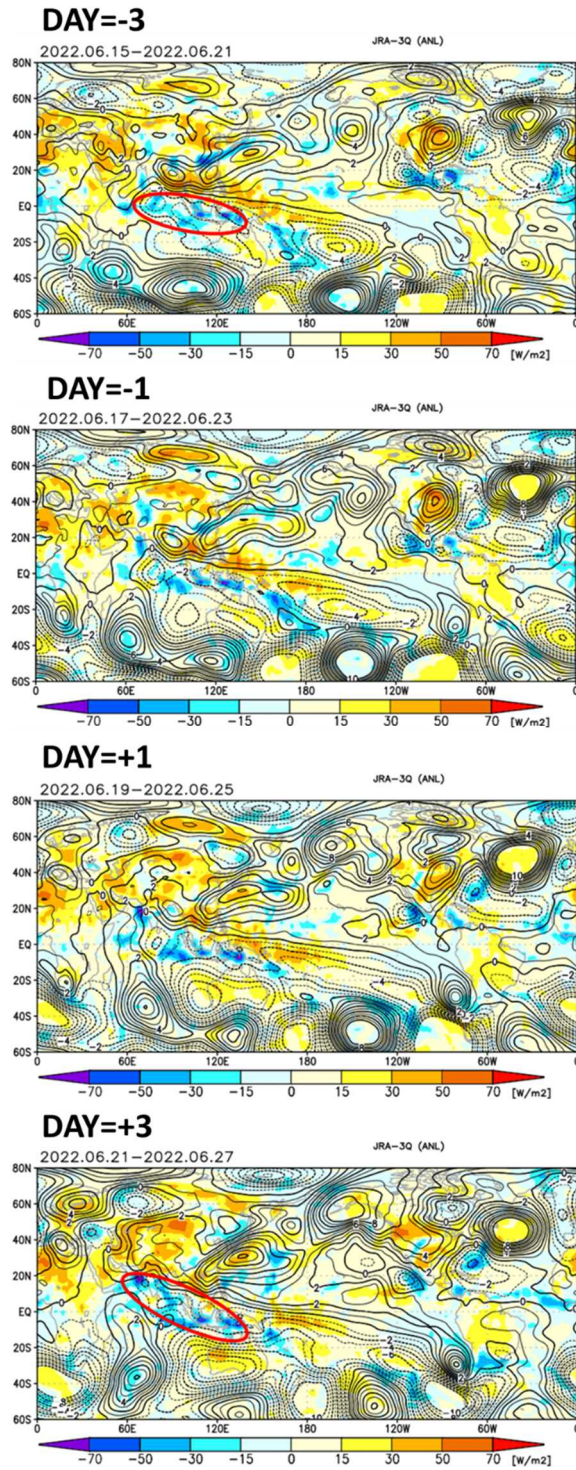


図4 7日平均の OLR 偏差(カラー、 W/m^2)、850hPa 流線関数偏差(コンター、 $10^6 m^2/s$)の推移。偏差は平年値(1991~2020年の30年平均値)からの差。2022年6/18~6/24がDAY=0。DAY=-3とDAY=+3の楕円は、インド洋南東部の対流活発が北部に拡大していることを示す。

2022年6月中旬~下旬についても、こうした現象であるならば、過去にもインド洋の対流活動の北進と日本南方の太平洋高気圧の強まりが見られているはずである。6月中旬~下旬(6/18~24)のインド洋南東部(80~130E、10S~0)のOLRと大気循環場とのラグ回帰を実施した(統計期間は、1979~2021年)。全球のOLRとのラグ回帰では、DAY=0(6/18~24の7日間平均)あたりで、インド洋南東部の対流活動が強まり、そのあと一部が北西進する様子が見られる(図5(a))。下層(850hPa)の流線関数とのラグ回帰では、約1週間(DAY=+7)でインド洋北部の下層低気圧性循環偏差が強まって、日本南方の下層高気圧性循環偏差も強まる様子が見られる。南半球側と併せて見れば、インド洋で低気圧性循環偏差の対、太平洋で高気圧性循環偏差の対の、4極子となっている(図5(b))。また、上層(200hPa)の流線関数とのラグ回帰では、やはり約1週間で、インド洋で高気圧性循環偏差の対、太平洋で低気圧性循環偏差の対の、4極子が現われる(図5(c))。下層と上層で循環が逆向きの傾圧構造となっている(日本北方は順圧構造だが、今回は調査の対象外とする)。なお、上層のDAY=-7で、南北両半球に高気圧性循環偏差が見られているが、インド洋南東部が対流活発な年にラニーニャ現象が発生中の年がかなり含まれており、その特徴が現われているためと考えられる。

6月のLBM実験の結果を確認すると、傾圧構造の4極子やその空間の広がり、インド洋東部熱源への応答とインド洋北部熱源への応答の重ね合わせで、表現されることがわかる(図2、図3)。

6月中旬~下旬(6/18~24)に、インド洋南東部で対流活動が顕著だった年は、2022年も含め、負のIODが発生中であることが多い(図6)。また、対流活動が顕著だった年は、どの年も、その後、日本南方の下層高気圧性循環偏差、上層低気圧性循環偏差が見られる(図略)。

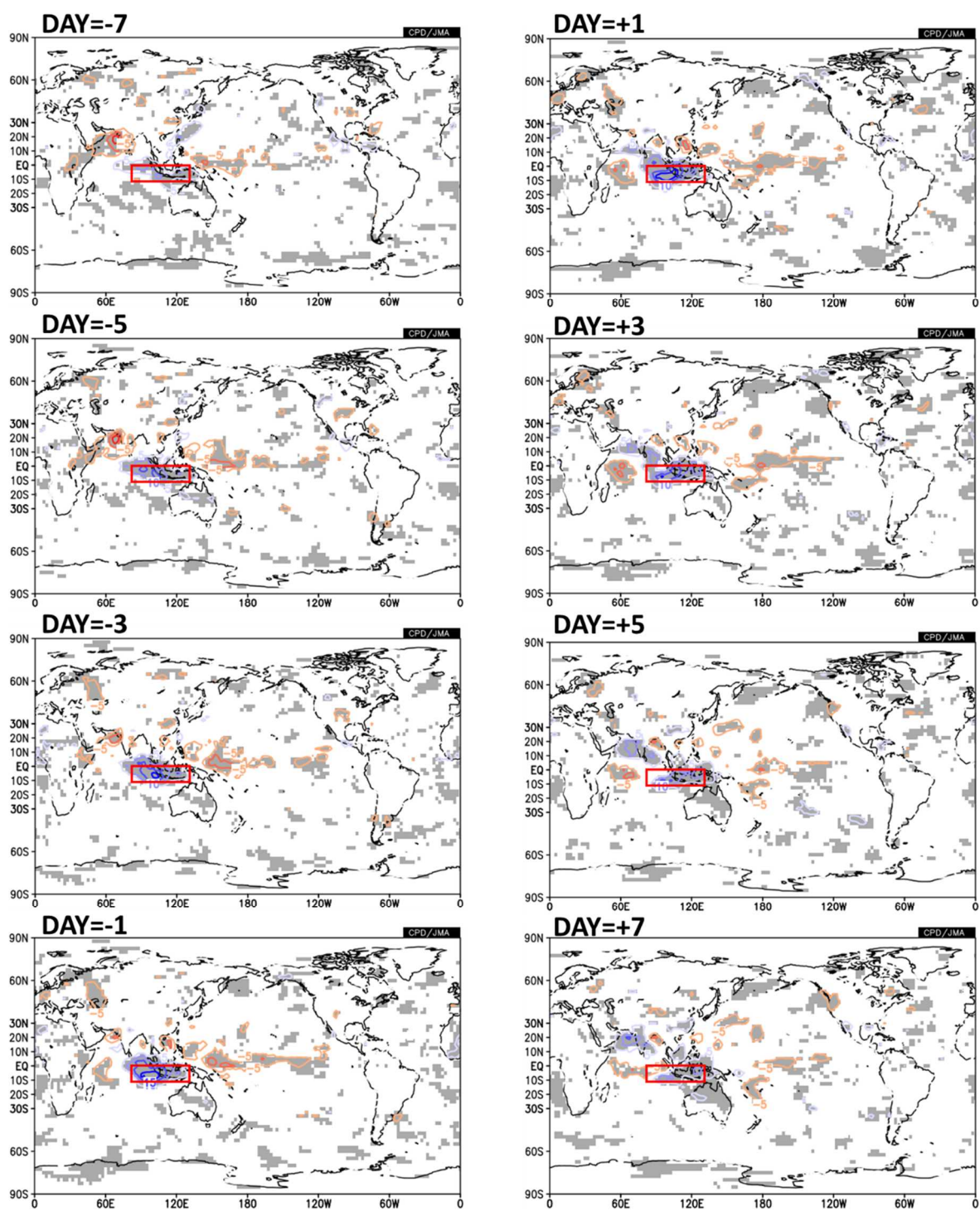


図 5 (a) 6 月中旬～下旬(6/18～24)のインド洋南東部(80-130E、10S-0、図中赤枠)で平均した OLR と、全球の OLR とのラグ回帰。

統計期間は 1979～2021 年。90%の確率で有意な領域に陰影。インド洋南東部が対流活発 (OLR 負偏差) の場合は、符号を反転した状態に対応 (コンターは負の値を暖色、正の値を寒色、としている)

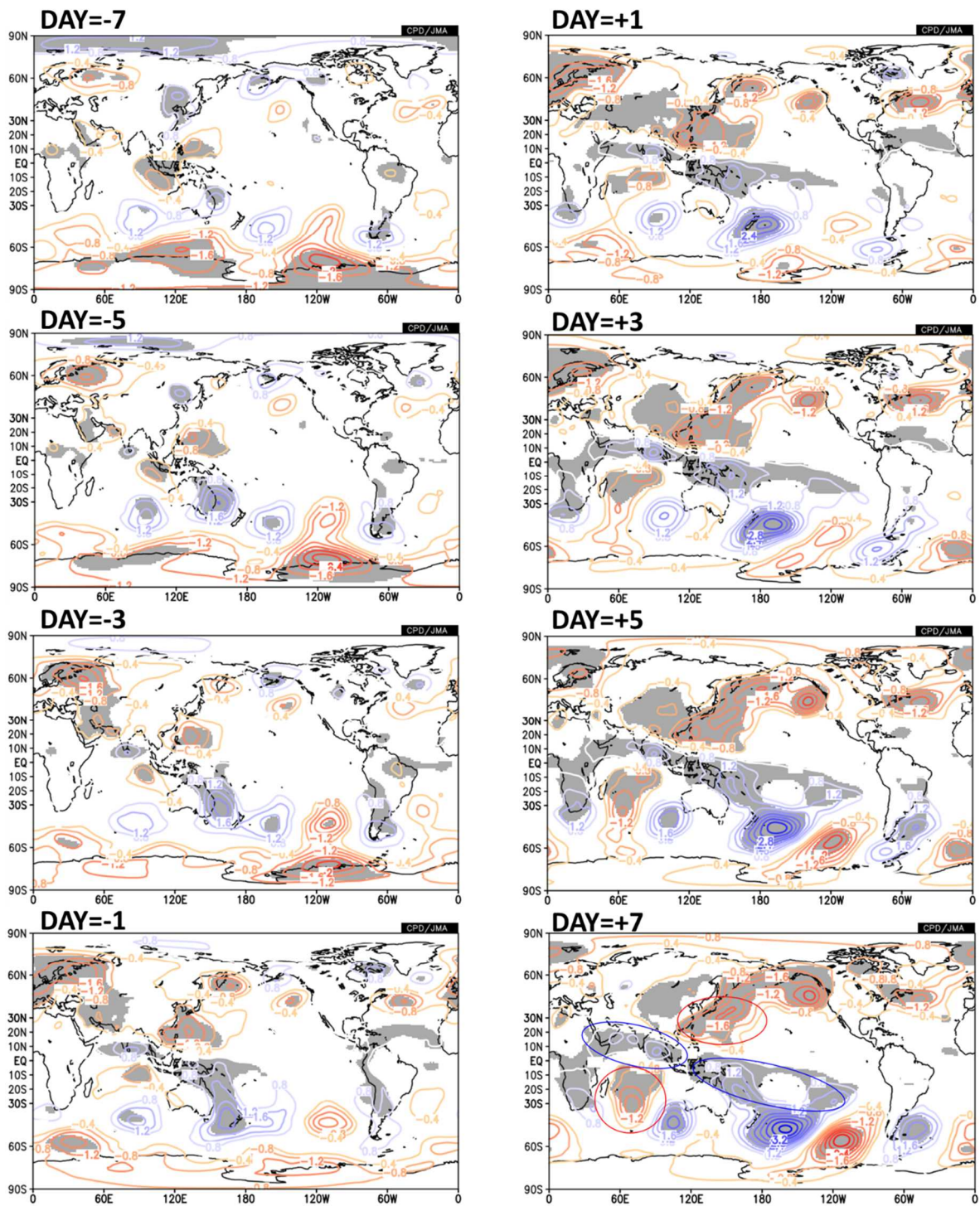


図 5 (b) 図 5 (a)と同じ。ただし、全球の 850hPa 流線関数とのラグ回帰($10^6 \text{m}^4/\text{Ws}$)

DAY=+7 の 4つの楕円は、インド洋南東部が対流活発なとき、7 日後にインド洋両半球で低気圧性偏差、太平洋両半球で高気圧性偏差が現われることを示す。

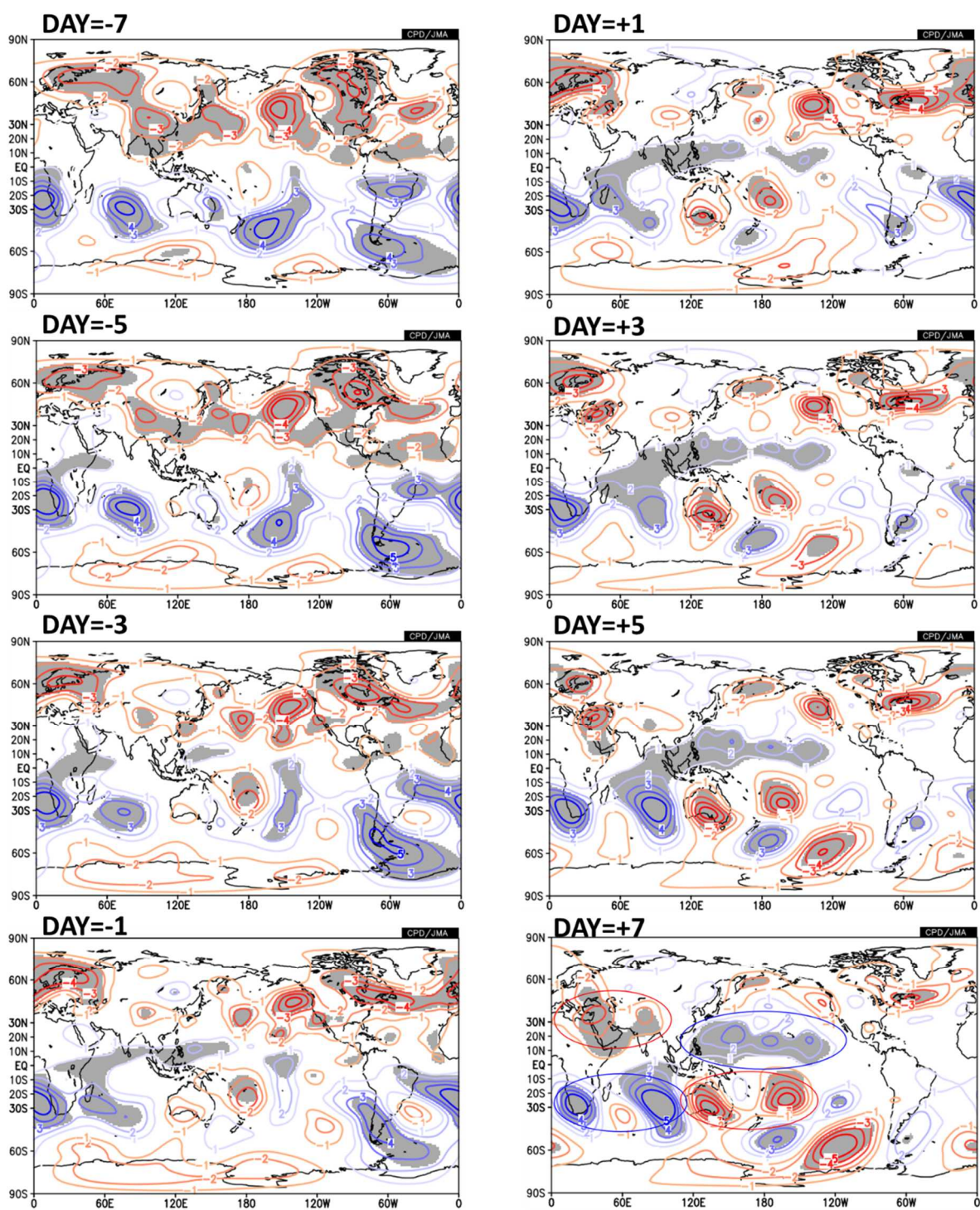


図 5 (c) 図 5 (b)と同じ。ただし、全球の 200hPa 流線関数とのラグ回帰($10^6 \text{m}^4/\text{Ws}$)

DAY=+7 の 4つの楕円は、インド洋南東部が対流活発なとき、7 日後にインド洋両半球で高気圧性偏差、太平洋両半球で低気圧性偏差が現われることを示す。

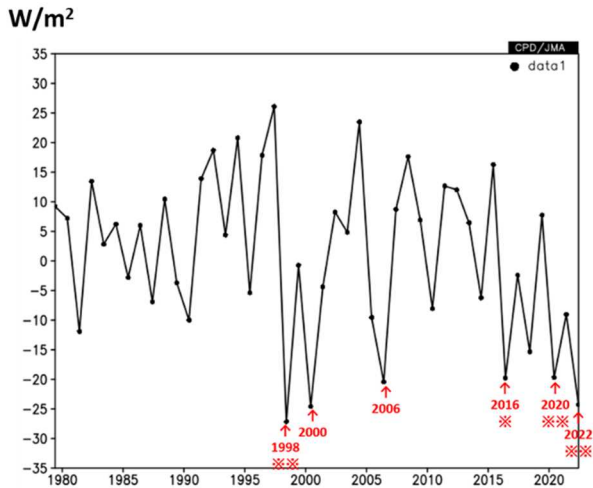


図 6 6 月中旬～下旬(6/18～24)のインド洋南東部(80-130E、10S-0)で平均した OLR 偏差の年々変動。偏差は平年値(1991～2020 年の 30 年平均値)からの差。赤字は、OLR 負偏差が顕著な年を示す。**は、負の IOD とラニーニャ現象が発生中、*は、負の IOD が発生中であることを、それぞれ示す。

3. おわりに

2022 年 6 月下旬、負の IOD と関係するインド洋南東部の対流活動から北西進したインド洋北部の対流活動が、日本南方での太平洋高気圧の強まりに寄与したことがわかった。また、過去にも同様の現象が発生していることがわかった。

今回は、負の IOD に伴う日本の南海上での太平洋高気圧の強化に、シルクロードパターンや PJ パターンの発現が加わることにより、日本は記録的な高温になったと考えられる。

謝辞

本調査で用いた線形傾圧モデルは東京大学渡部教授よりご提供いただきました。ここに感謝いたします。

参考文献

- Ajayamohan R. S., S. A. Rao, and T. Yamagata, 2008 : Influence of Indian Ocean Dipole on Poleward Propagation of Boreal Summer intraseasonal Oscillations. *J. Climate*, **21**, 5437-5454.
- 異常気象分析検討会, 2022: 6 月下旬から 7 月初めの記録的な高温及びその後の天候の特徴と要因について. <https://www.jma.go.jp/jma/press/2208/22b/kentoukai20220822.pdf>, 2023 年 3 月 2 日閲覧.
- Kobayashi, S., Y. Ota, Y. Harada, A. Ebata, M. Moriya, H. Onoda, K. Onogi, H. Kamahori, C. Kobayashi, H. Endo, K. Miyaoka, and K. Takahashi, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Japan*, **93**, 5-48.
- 栗原幸雄, 桜井敏之, 倉賀野連, 2006: 衛星マイクロ波放射計, 衛星赤外放射計及び現場観測データを用いた全球日別海面水温解析. 測候時報, **73 特別号**, S1-S18.
- Liebmann, B. and C. A. Smith, 1996: Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 1275-1277.
- Watanabe, M., and M. Kimoto, 2000: Atmospheric-ocean thermal coupling in the Northern Atlantic: A positive feedback. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **126**, 3343-3369.