

2021年8月の記録的な大雨と 大規模な大気循環場の特徴

令和3年9月13日

気象庁

資料の構成

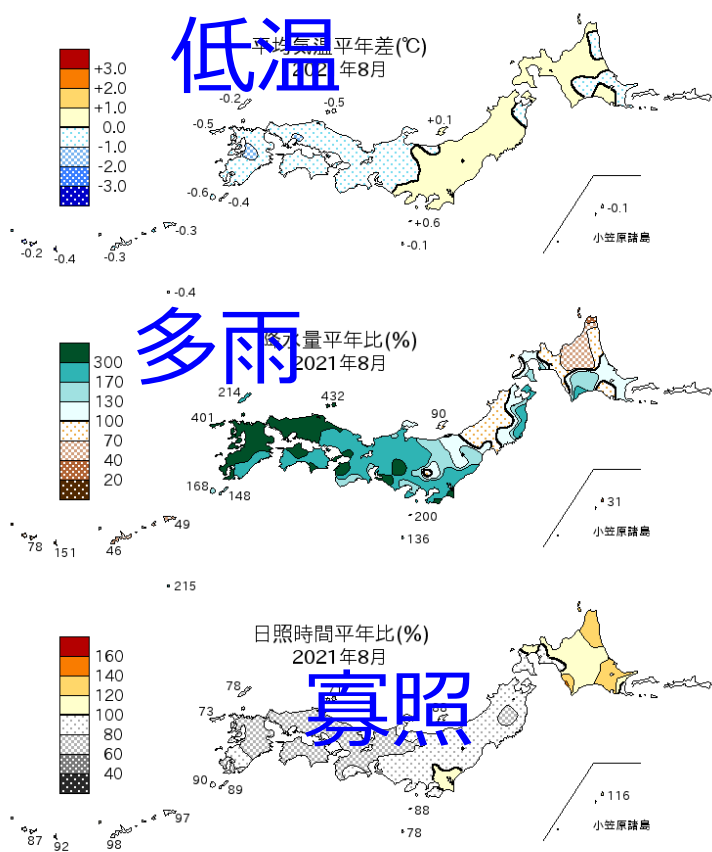
- 2021年8月の天候
- 2021年8月中旬の大規模な循環場の特徴
 - 海況と循環場の概要
 - 熱帯の循環場
 - ジェット気流
 - 日本付近の循環場
- 地球温暖化との関係
- まとめ（大規模な大気の流れから見た要因）
- 記録的な大雨をもたらした事例と大気の流れの特徴
 - 8月14日の九州地方を中心とした大雨
 - 「顕著な大雨に関する情報」の発表状況

2021年8月の天候

2021年8月の日本の天候

- 西日本～東日本で記録的な大雨。
- 日照時間も西日本～東日本で少なかった。
- 気温は、西日本と沖縄・奄美で低かった。

気温/降水量/日照時間 平年差(比)



気候表

太字は「かなり」

	高低 気温 平年差 (°C)	多少 降水量 平年比(%)		多少 日照時間 平年比(%)	
		日	太	日	太
北日本	+0.3	79	141	102	100
東日本	+0.1	152	219 ②	82	88
西日本	-0.7	371 ①	297 ①	73	76
沖縄 ・奄美	-0.3	76		96	

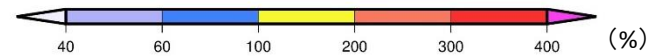
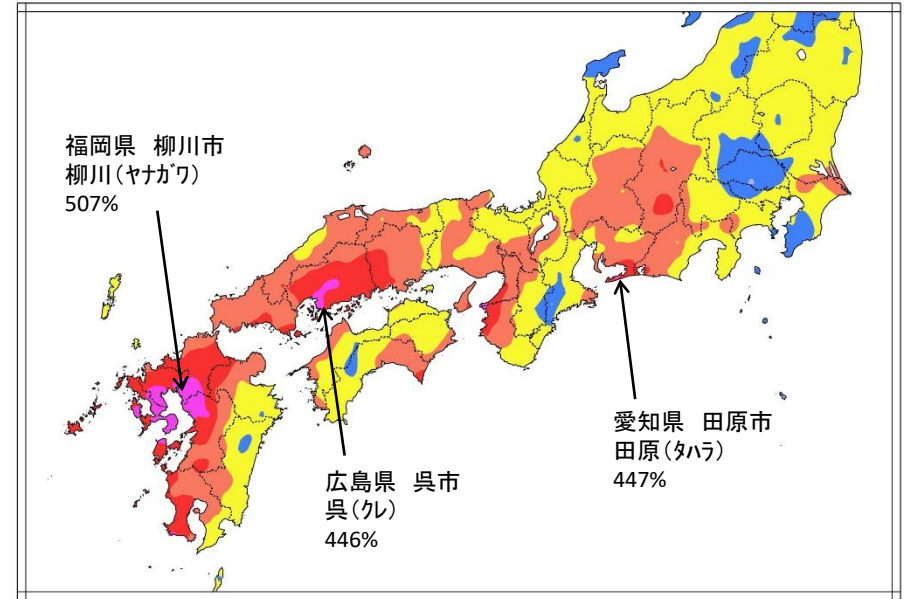
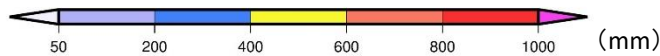
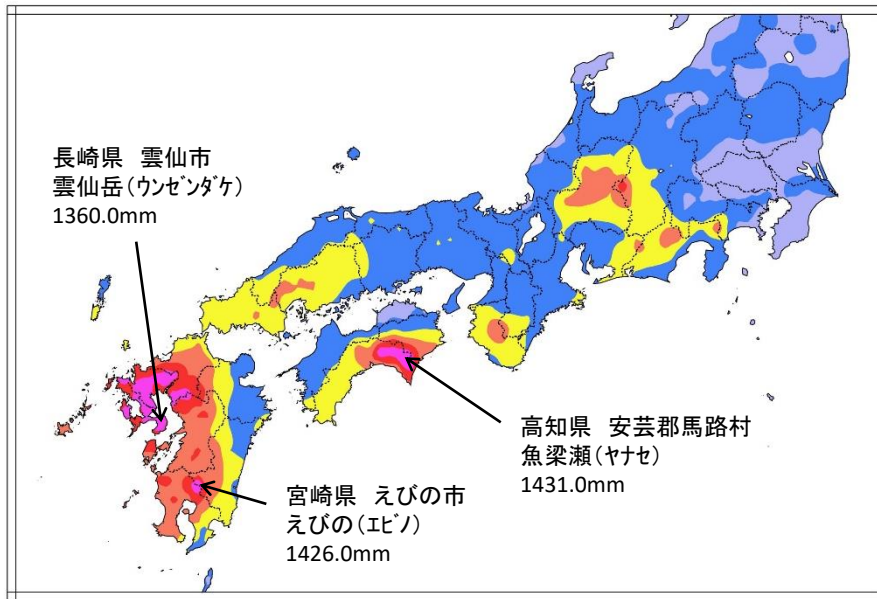
○数字: 1946年の統計開始以降の順位(3位まで)

2021年8月の「前線による大雨」の降水量分布

- 期間降水量は九州南部地方と四国地方で1,400ミリを超えたところがあり、8月の月降水量の平年値の5倍近い雨量となった地点もあった

期間降水量 (8月11日～8月26日)

8月平年値に対する比



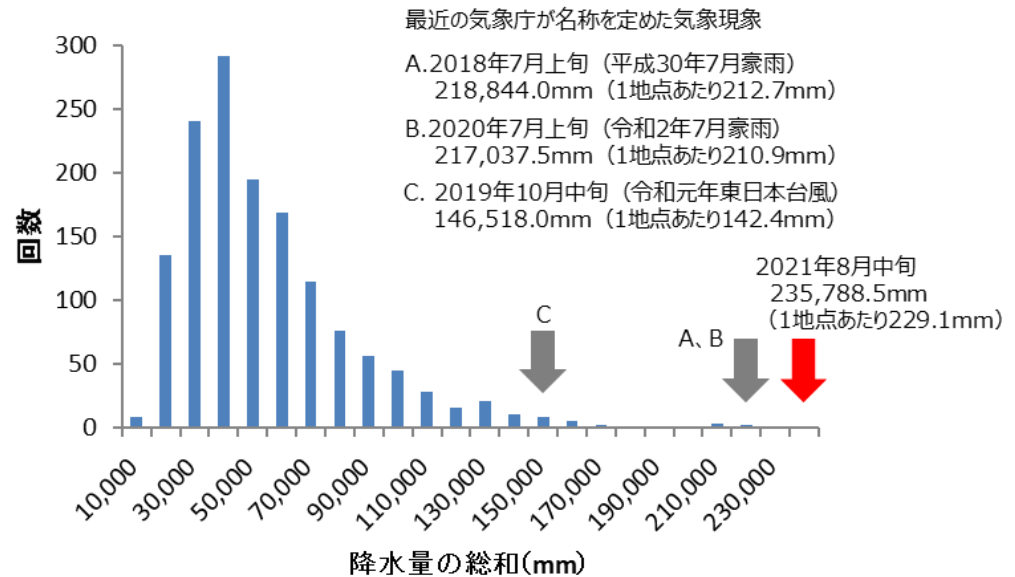
2021年8月中旬の降水量の総和

- 比較可能な全国1029地点のアメダスで観測された降水量の総和は、2021年8月中旬が235,788.5mmとなり、1982年以降で最も多くなった

各旬の多い方からの順位

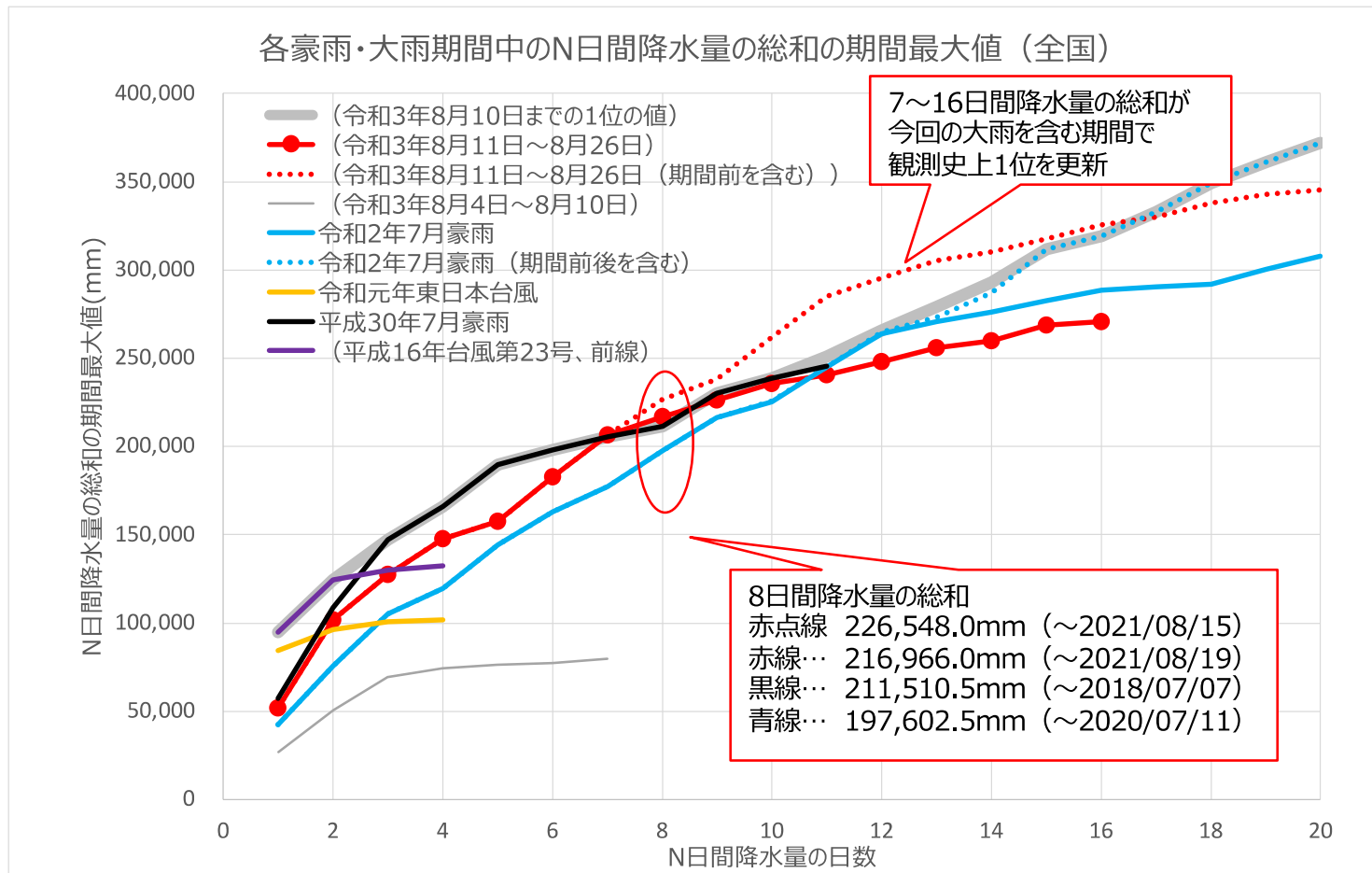
順位	年月旬	総和 (mm)
1	2021年8月中旬	235,788.5
2	2018年7月上旬	218,844.0
3	2020年7月上旬	217,037.5
4	1985年6月下旬	209,016.0
5	1990年9月中旬	205,925.0
6	2017年10月下旬	203,475.5
7	2014年8月上旬	185,173.0
8	1999年6月下旬	170,692.0
9	1995年7月上旬	166,014.0
10	1989年9月上旬	165,200.0

各旬の度数分布



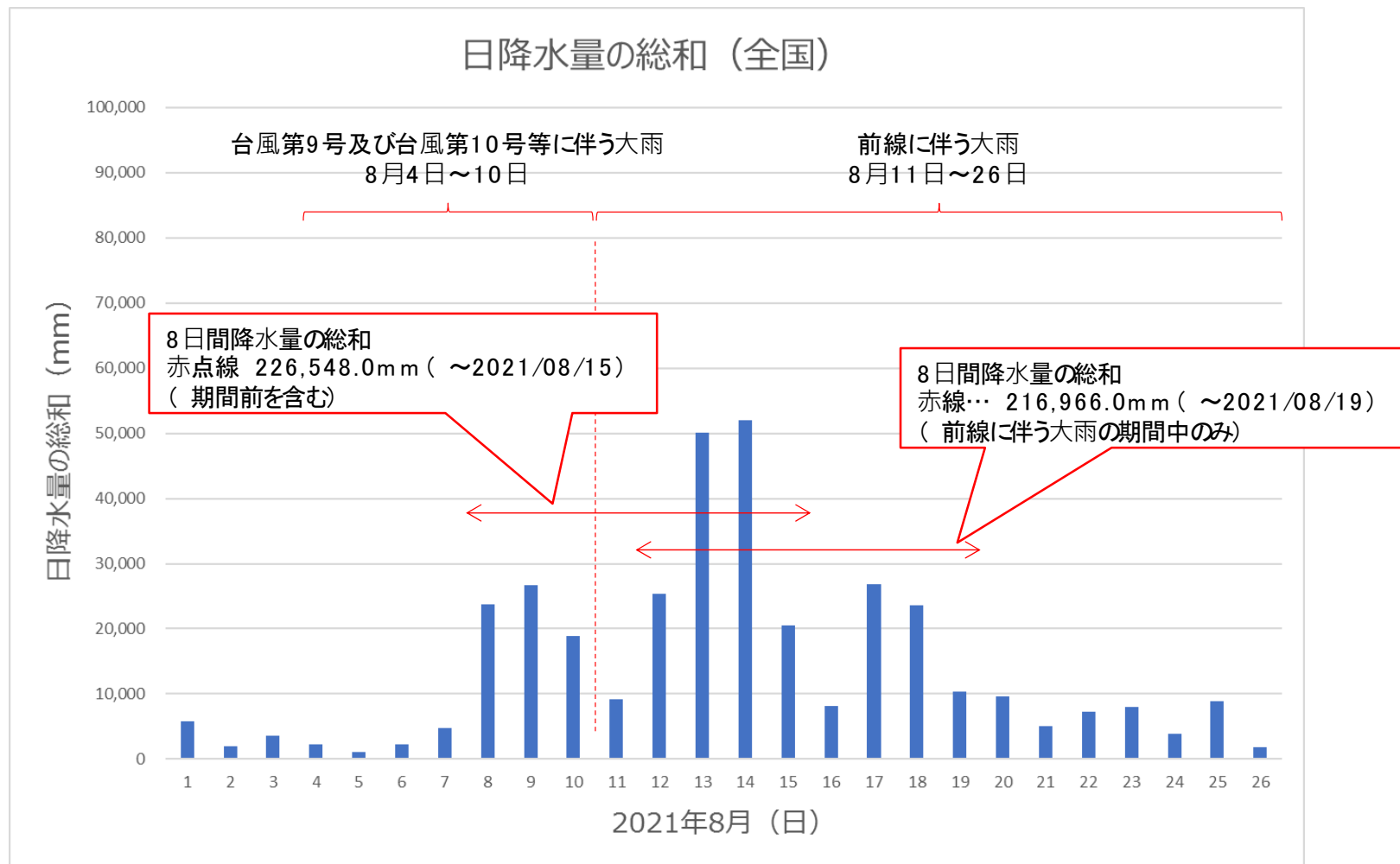
2021年8月の「前線による大雨」の過去事例との比較

- 旬をまたぐ大雨事例と比較するため、任意の連続するN日間の降水量の総和の期間最大値を求めたところ、7日間と8日間は1982年以降で1位の値となった
- 各N日間降水量の総和は、3日間から6日間はやや少ないものの、平成30年7月豪雨と概ね同じ値となった



補足：「期間中のみ」と「期間前を含む」の違い

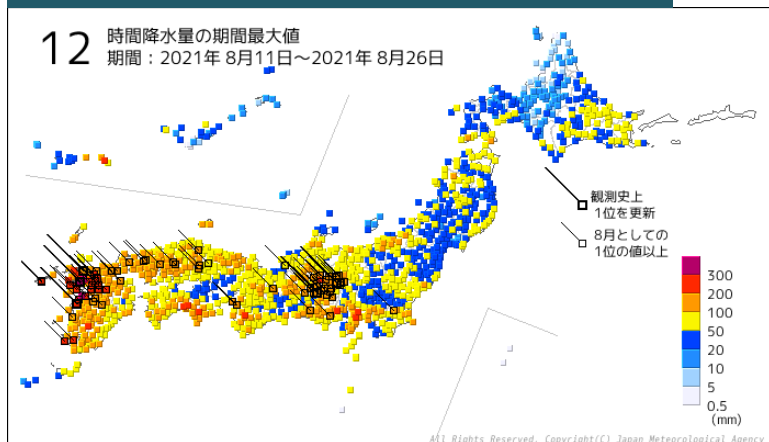
- 今回の「前線による大雨」（8月11日～26日）の前に、台風第9号及び第10号等に伴う大雨があったため、例えば8日間降水量の様に、10日以前の降水量を含めた方が大きくなる場合がある



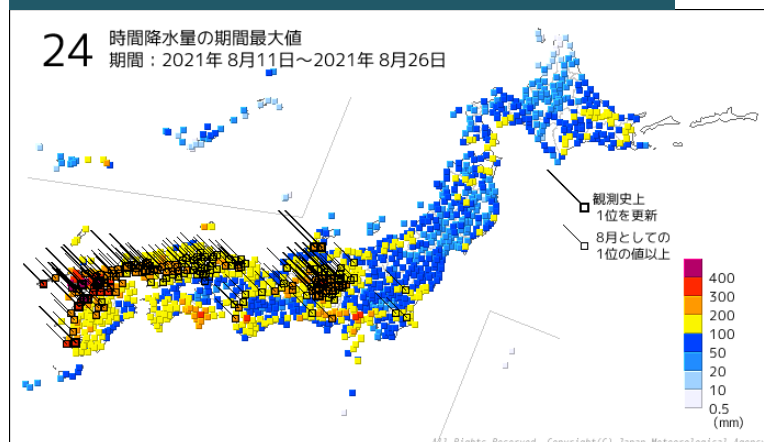
令和3年8月の「前線による大雨」における降水量最大値と記録更新状況

- この大雨の期間（8月11日～26日）で24～72時間降水量の多い記録を更新した地点が、西日本から東日本で多数みられた

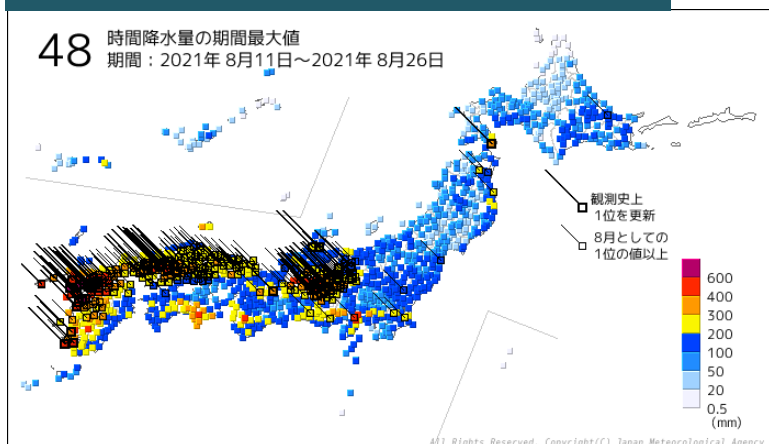
12時間降水量の最大値



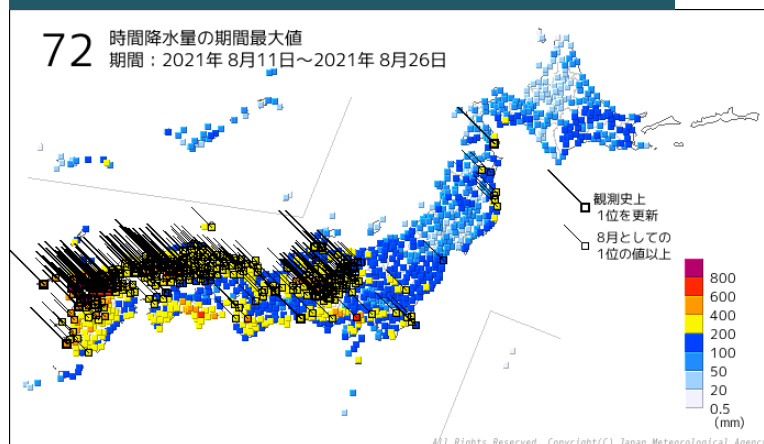
24時間降水量の最大値



48時間降水量の最大値

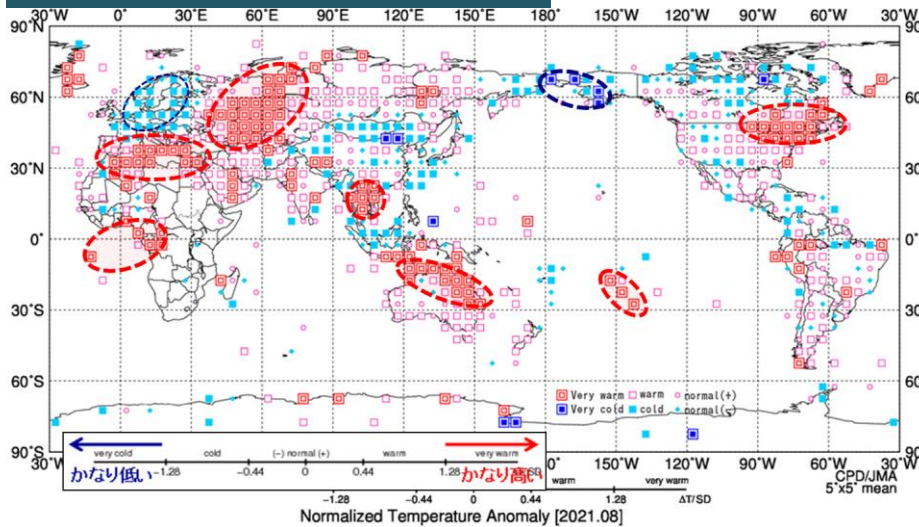


72時間降水量の最大値

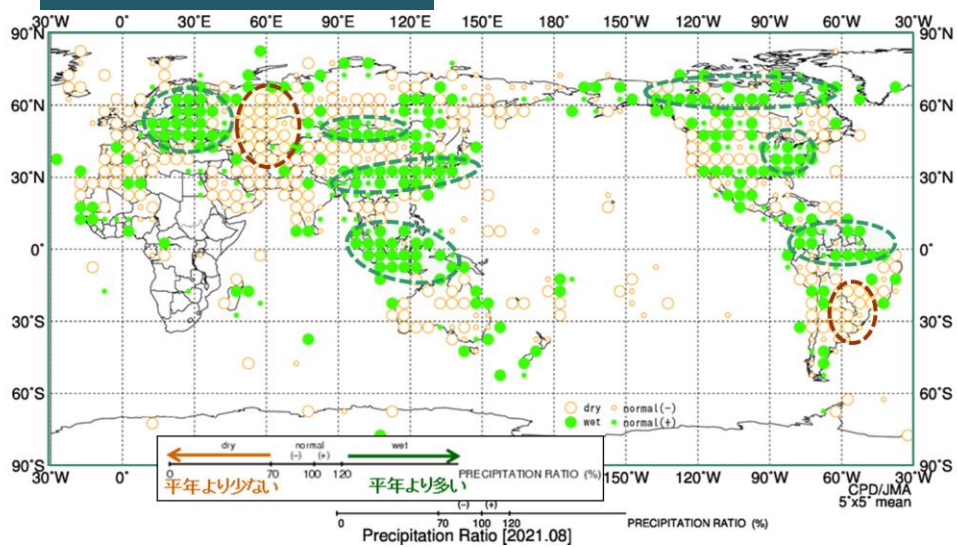


2021年8月の世界の天候

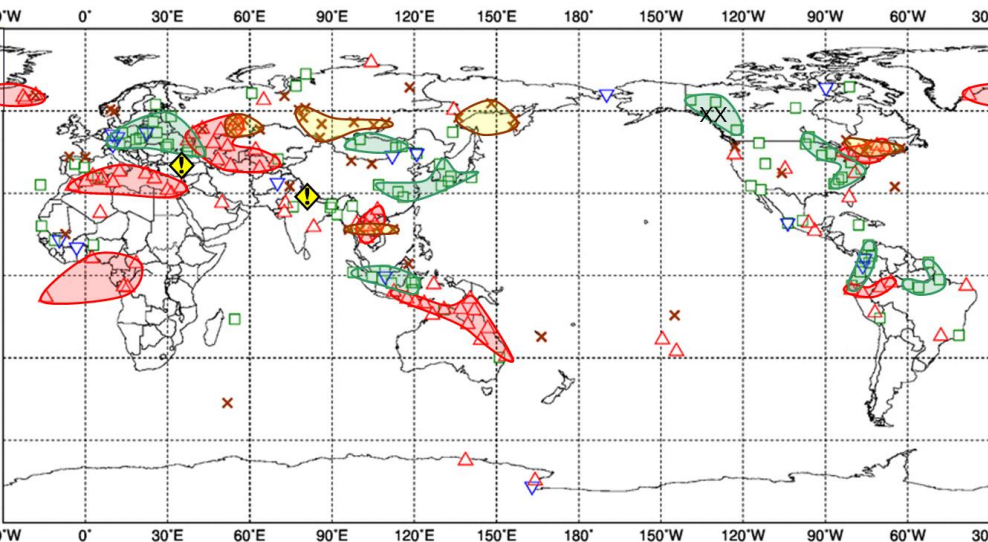
平均気温規格化偏差



降水量平年比



異常天候と気象災害



異常高温：地中海周辺、中央アジア南部～ロシア南西部、オーストラリア東部～スマトラ島 等

異常多雨：東日本～中国中部、スラウェシ島～ジャワ島、ロシア南西部～ヨーロッパ中部 等

異常少雨：インドシナ半島、中央シベリア南部～西シベリア南東部 等

2021年8月の大規模な循環場の特徴

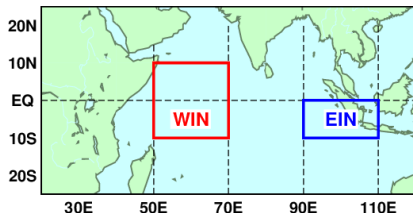
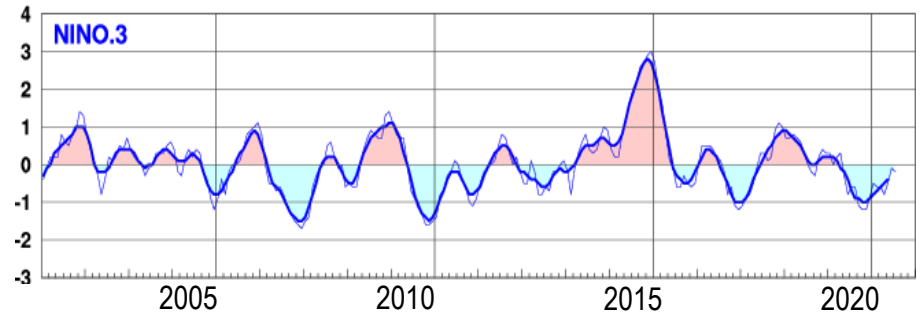
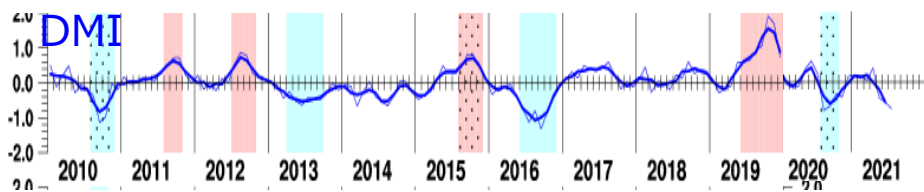
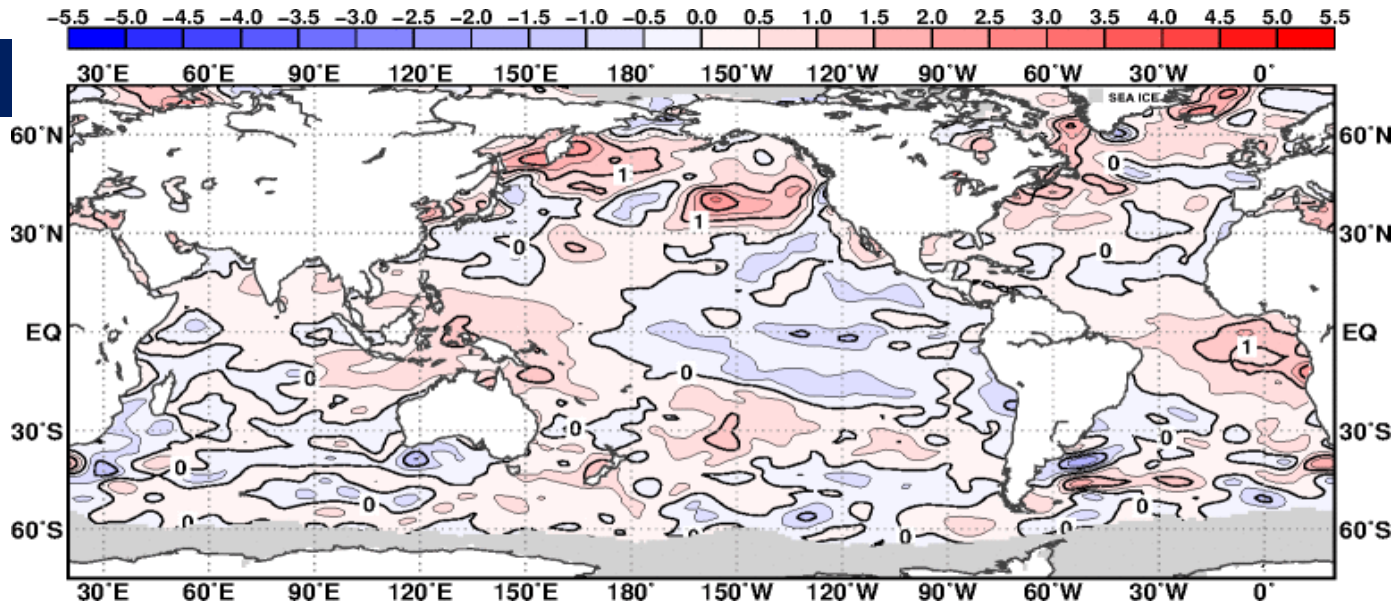
海況と循環場の概要

2021年8月の海況の概要

- 熱帯域の海面水温(SST)は、インド洋（北部と東部中心）、南シナ海、海洋大陸、太平洋西部などで正偏差、太平洋赤道域の中・東部と日本の南で負偏差（ラニーニャ現象は2021年春に終息）。
- インド洋ダイポールモード指数（DMI）は負。

海面水温

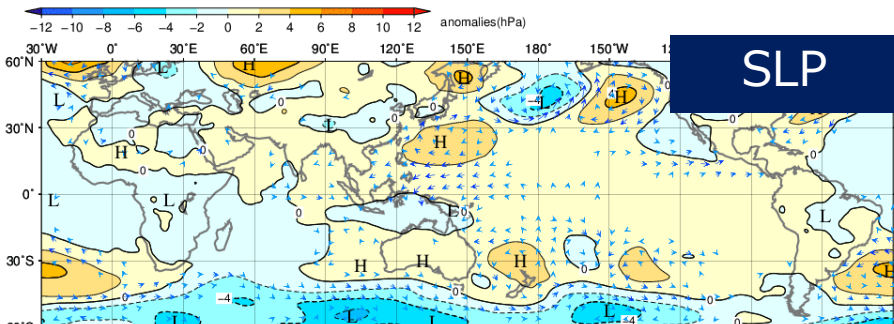
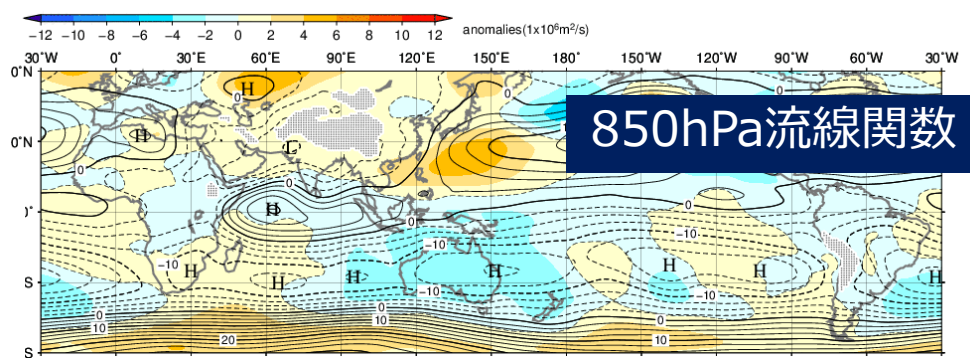
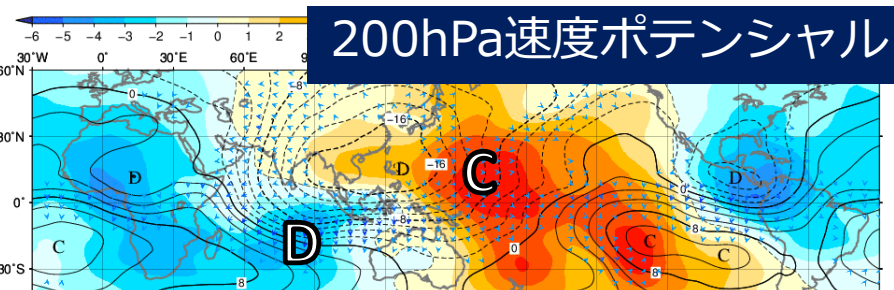
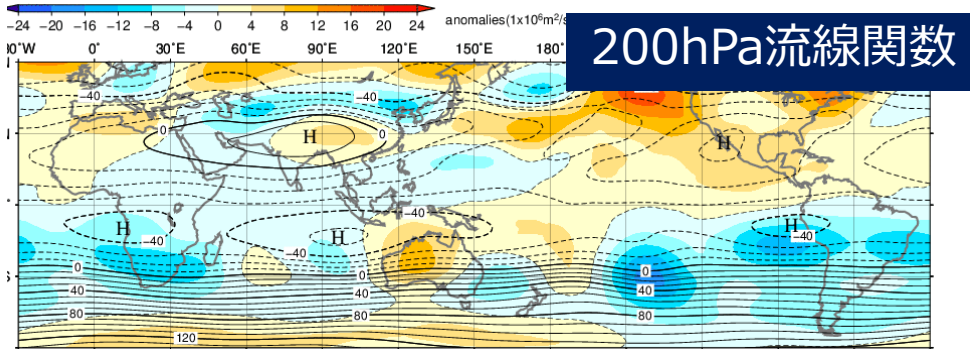
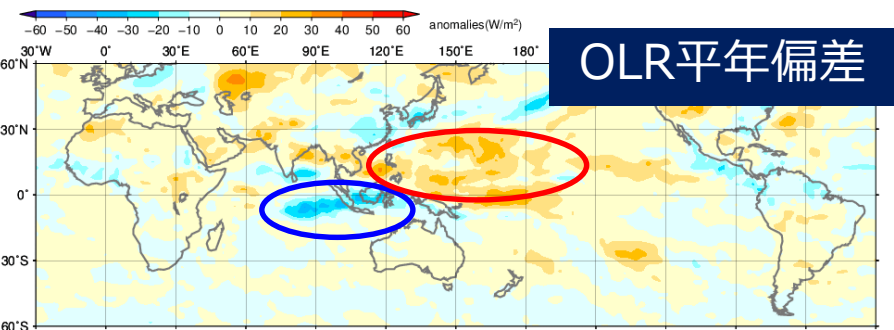
等値線: 実況、
陰影: 平年偏差



DMI (ダイポールモード指数) =
WIN (基準値差) - EIN (基準値差)

2021年8月の循環場の概要（熱帯）

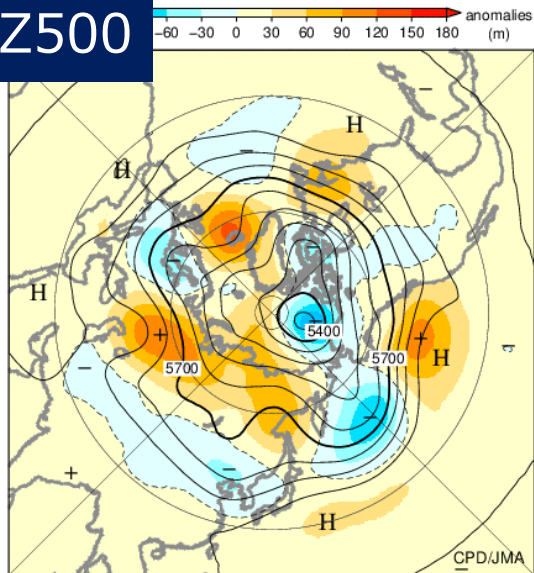
- 対流活動は、平年と比べてインド洋東部（特に赤道付近）で活発、南シナ海から太平洋西部で不活発。上層の大規模発散偏差も対流活動の偏差に対応。
- 海面気圧(SLP)はベンガル湾から日本の南で正偏差。日本の南の太平洋高気圧は南西への張り出しが強い。
- 上層では、ユーラシア大陸上の亜熱帯ジェット気流が南偏した。



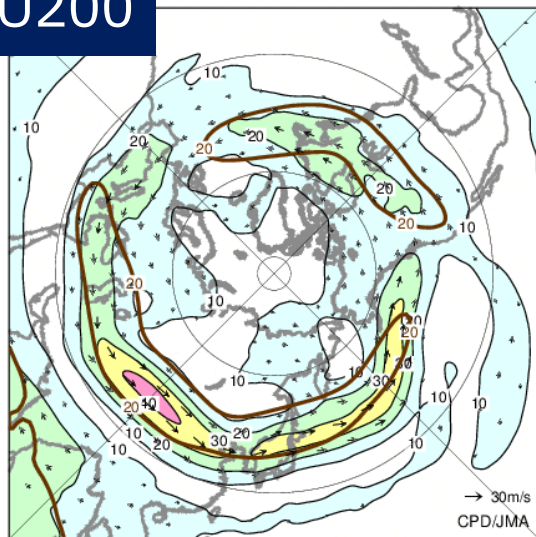
等値線: 実況、陰影: 平年偏差

2021年8月の循環場の概要（北半球・日本域）

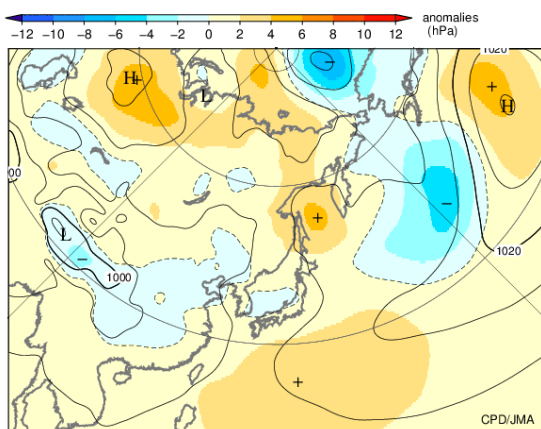
Z500



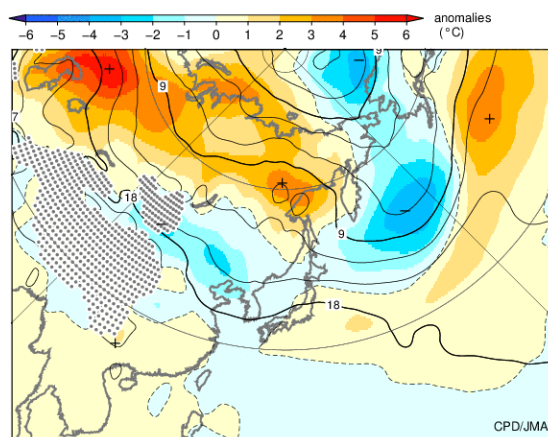
U200



SLP



T850



- Z500：日本の北と南で正偏差、西（黄海付近）で負偏差。ヨーロッパ北部で負偏差。ユーラシア大陸北部では寒帯前線ジェット気流に沿って波列パターン。
- U200：亜熱帯ジェット気流はアジア域では南偏して強く、日本の西側で南に蛇行。寒帯前線ジェット気流はユーラシア大陸北部の65～70°N付近で明瞭。
- SLP：太平洋高気圧は日本の南東～南海上で平年より強く、南西への張り出しが強い。オホーツク海高気圧が中旬に発達・持続
- T850：中国東部～北日本付近で低温偏差。

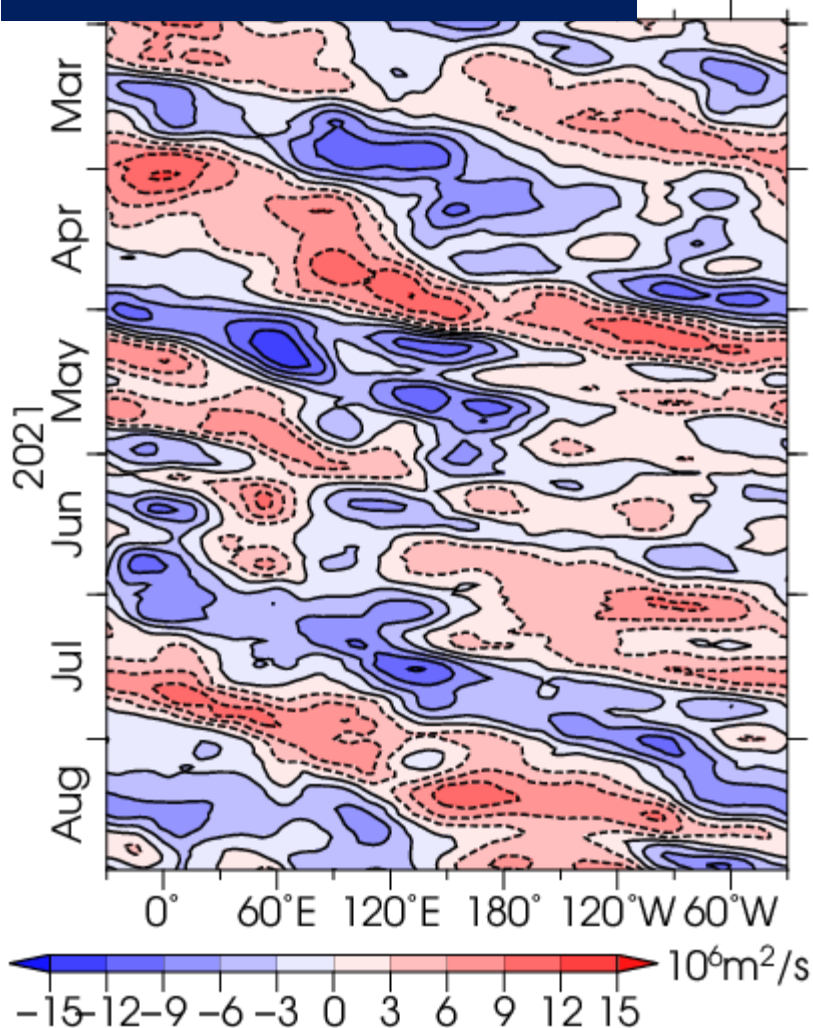
2021年8月の循環場の特徴

熱帯の循環場

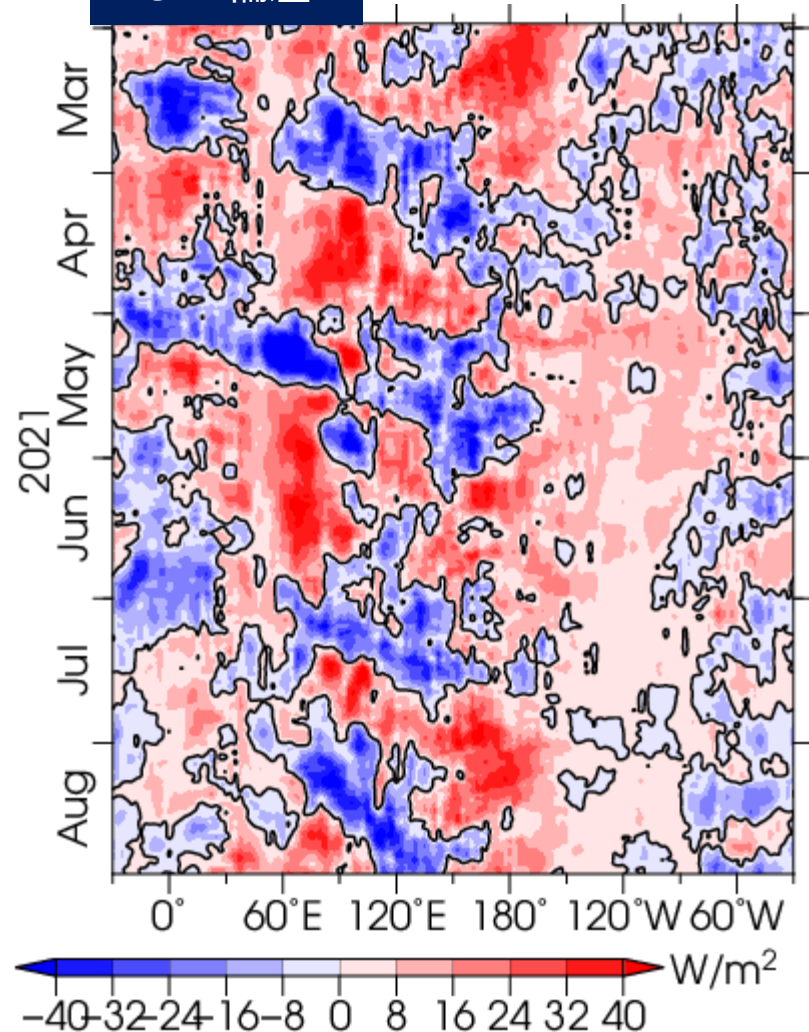
赤道季節内振動

- 8月上旬にインド洋で対流活動が活発化し、その東側で対流活動が抑制され上層収束偏差に。
- この対はゆっくり東進し、8月下旬には海洋大陸付近で対流活動が活発化。

200hPa速度ポテンシャル偏差

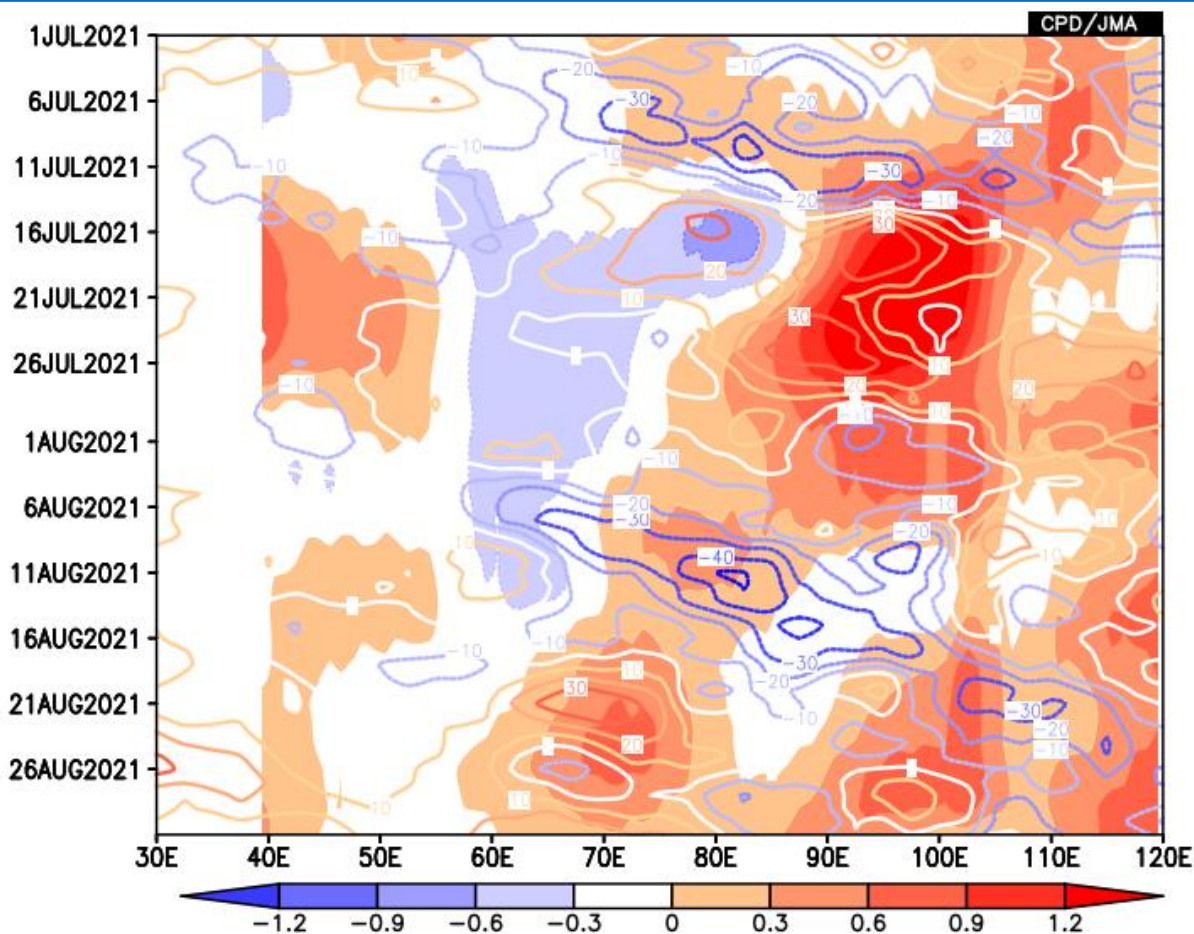


OLR偏差



インド洋熱帯域のSSTと対流活動の変化

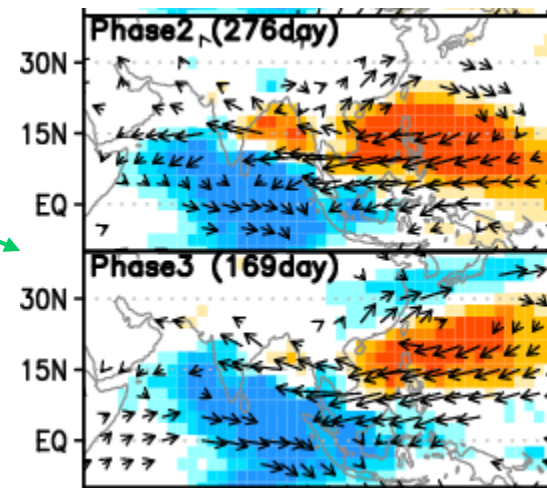
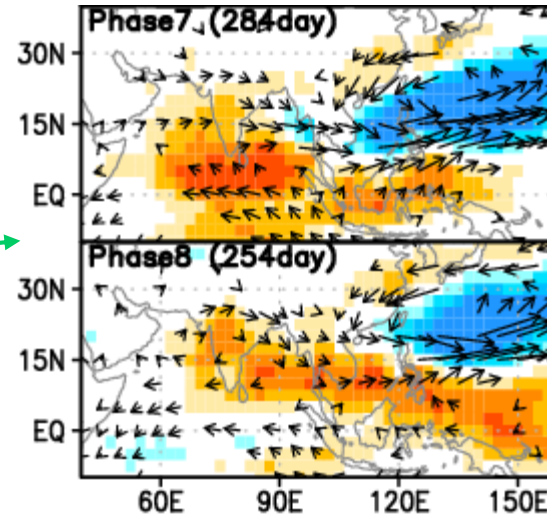
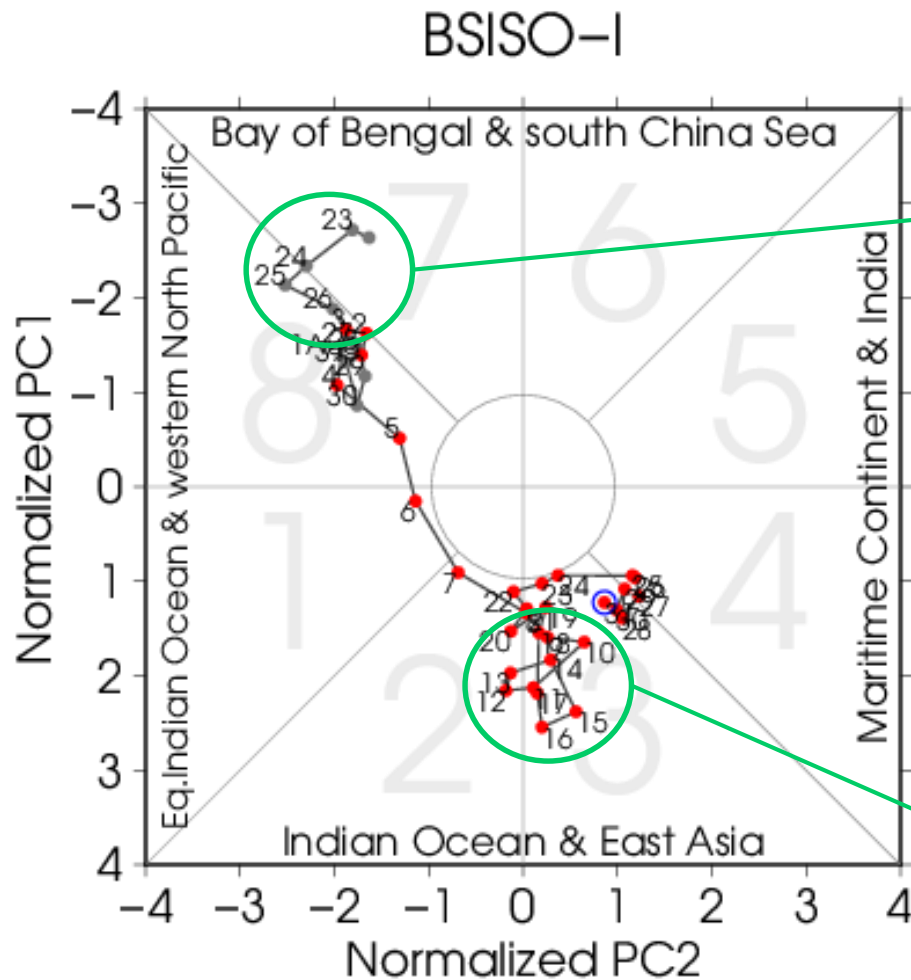
- インド洋熱帯域（10S-赤道平均）では、7月中旬から東部で正偏差、西部で負偏差となった。
- OLR（10S-10N平均）でみた対流活動は7月の終わりからインド洋熱帯域東部で平年よりも活発化し、その後、赤道季節内振動に伴う対流活発位相の到来と同期して対流活発域は西に拡大・持続した。



10S-赤道で平均したSST平年偏差(陰影)及び10S-10Nで平均したOLR平年偏差(等値線)
(いずれも5日間の移動平均をかけている)

北半球夏期季節内変動 (BSISO)

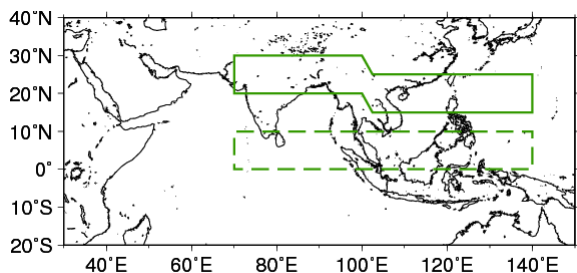
- 7月下旬は位相7～8だったが、その後急速に位相2～3に遷移し、8月中旬はその状態が持続した。



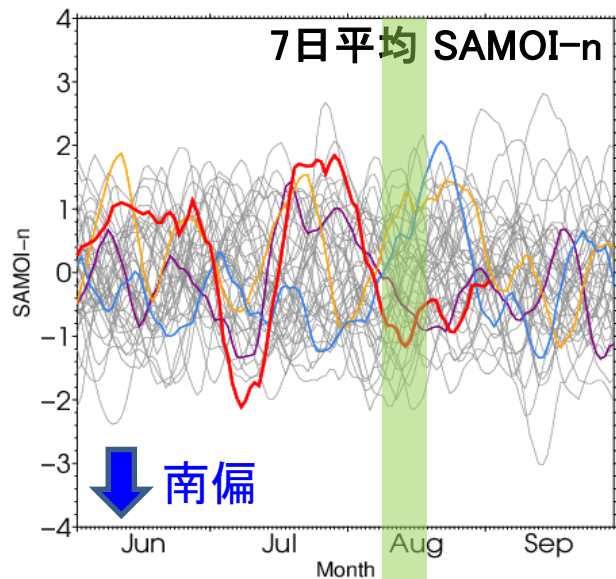
アジアモンスーン活動の推移

- 2021年8月の大雨期間中、アジアモンスーンは南偏、かつかなりの西偏。(インド洋東部に対流活発域が局在)

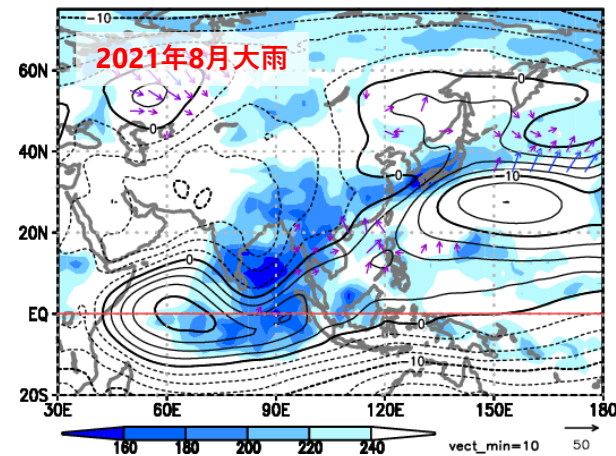
SAMOI-n (北偏度)



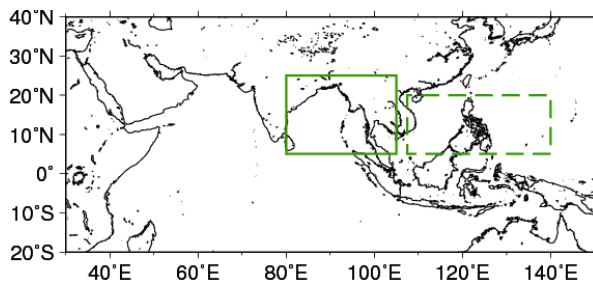
SAMOI-n (北偏度) (インド北部～フィリピンの北東海上(下段の図の緑実線で囲った領域)と北インド洋中部～フィリピンの南東海上(下段の図の緑破線で囲った領域)で平均したOLR指数の差; 対流活発域が北偏している場合正の値をとる)



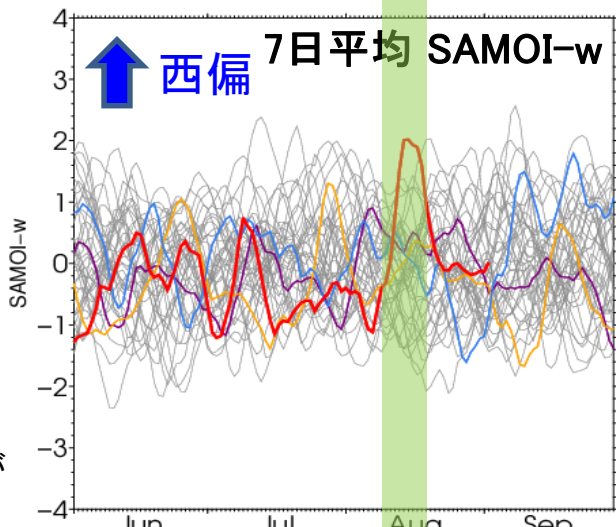
11Aug.2021 - 17Aug.2021



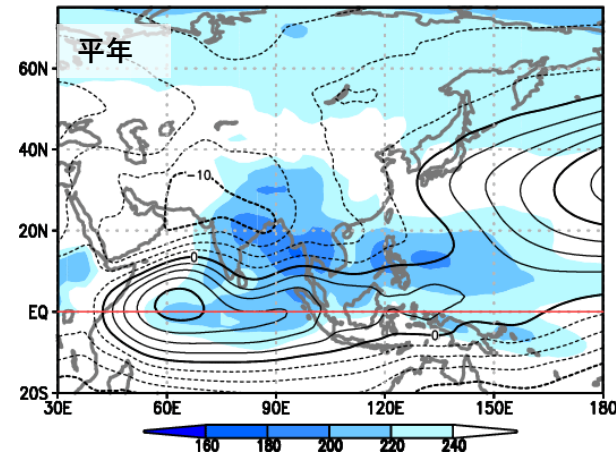
SAMOI-w (西偏度)



SAMOI-w(西偏度) (ベンガル湾～インドシナ半島(下段の図の緑実線で囲った領域)と南シナ海～フィリピンの東海上(下段の図の緑破線で囲った領域)で平均したOLR指数の差; 対流活発域が西偏している場合正の値をとる)

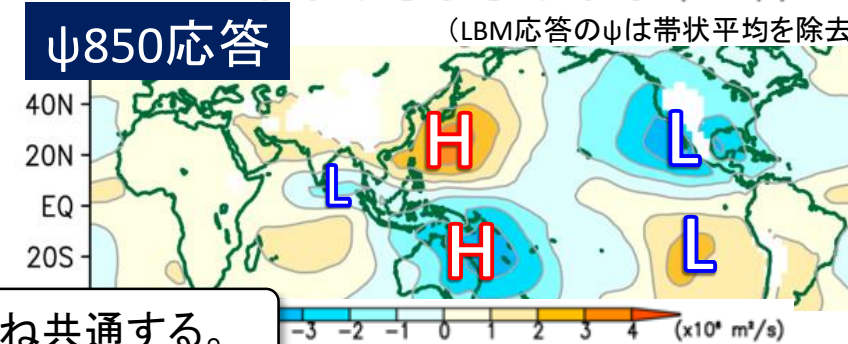
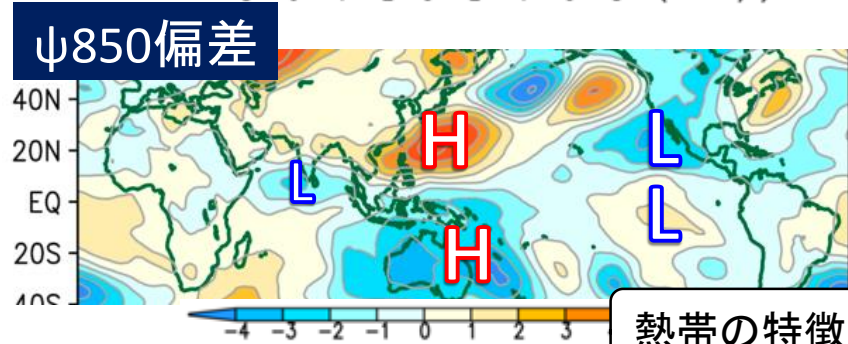
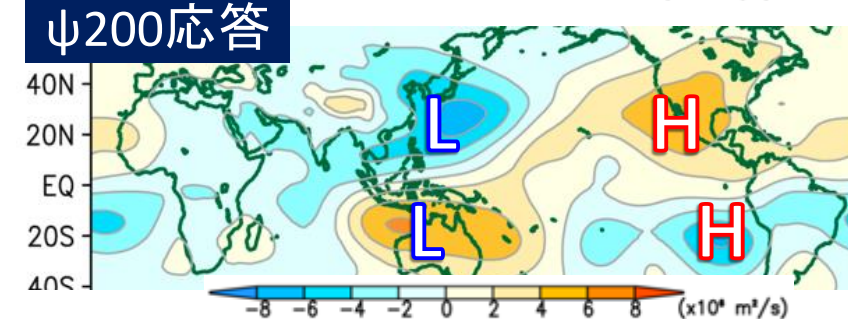
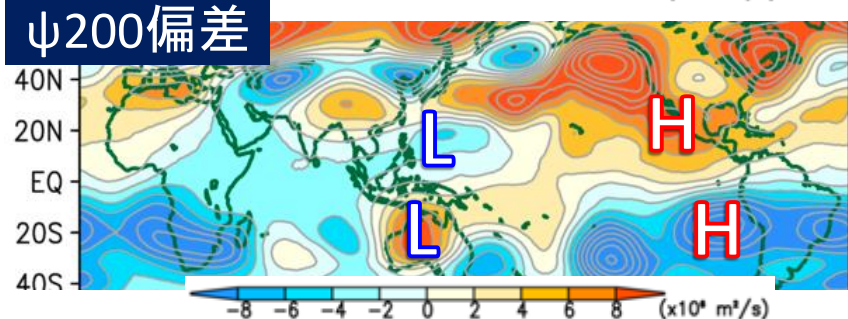
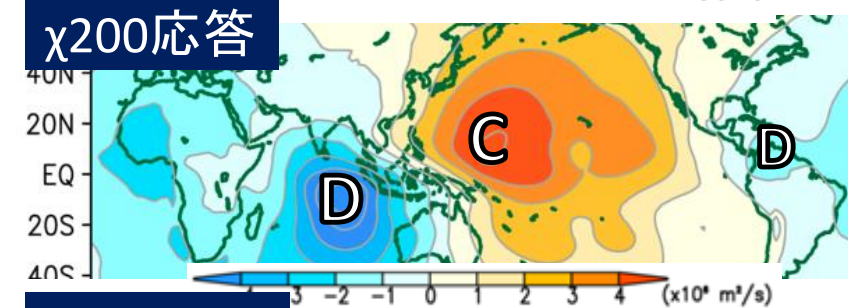
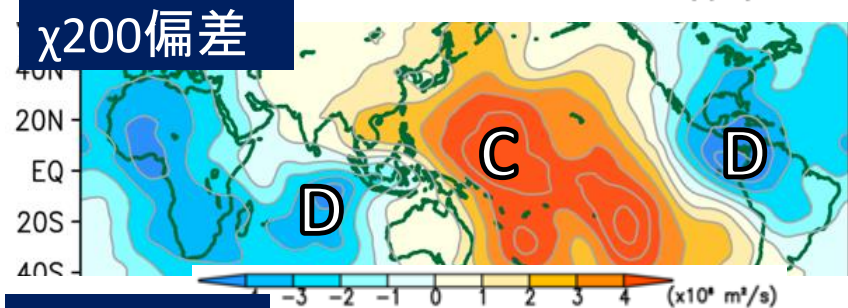
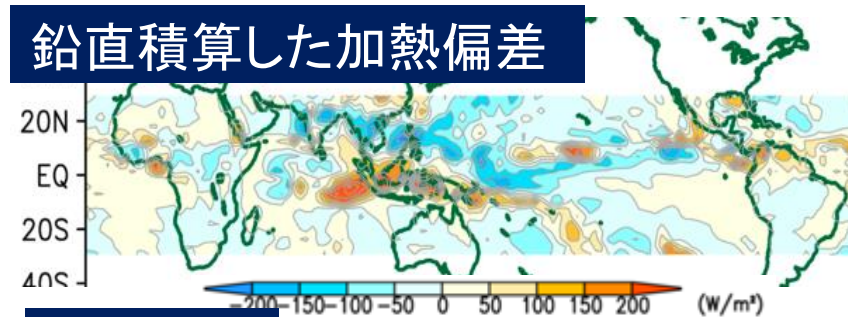
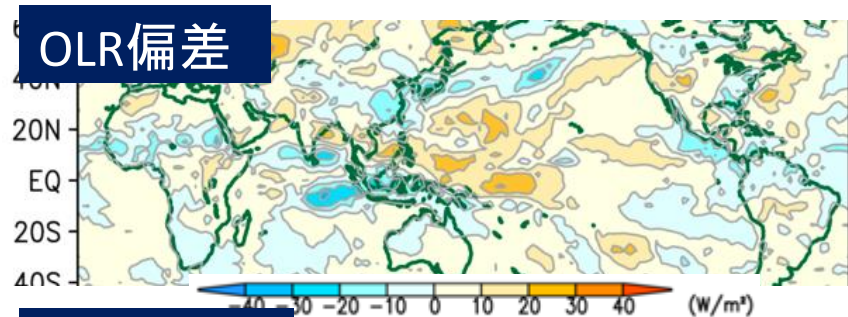


11Aug. - 17Aug.



LBMを用いた熱源実験 (2021年8月)

実験環境は渡部委員(東京大学)提供
(Watanabe and Kimoto 2000)



熱帯の特徴は概ね共通する。

2021年8月（中旬）の循環場の特徴

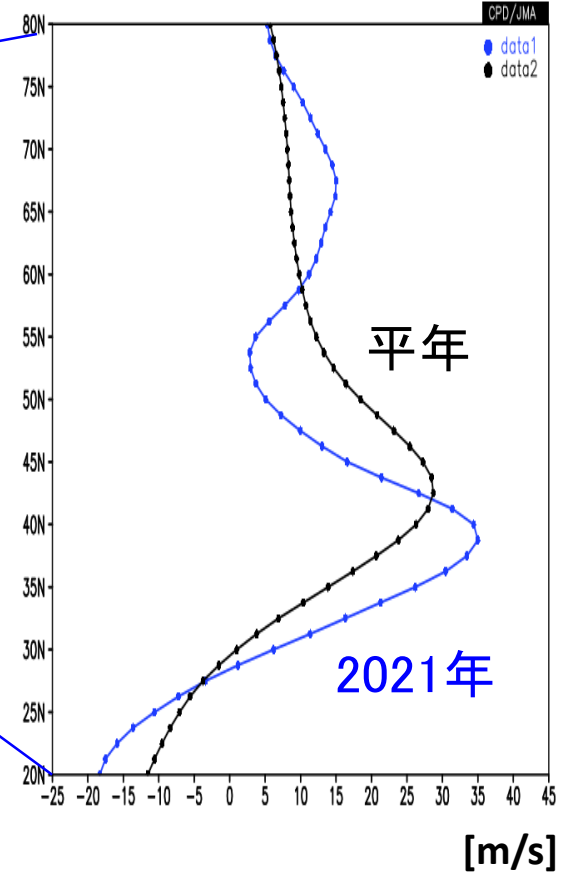
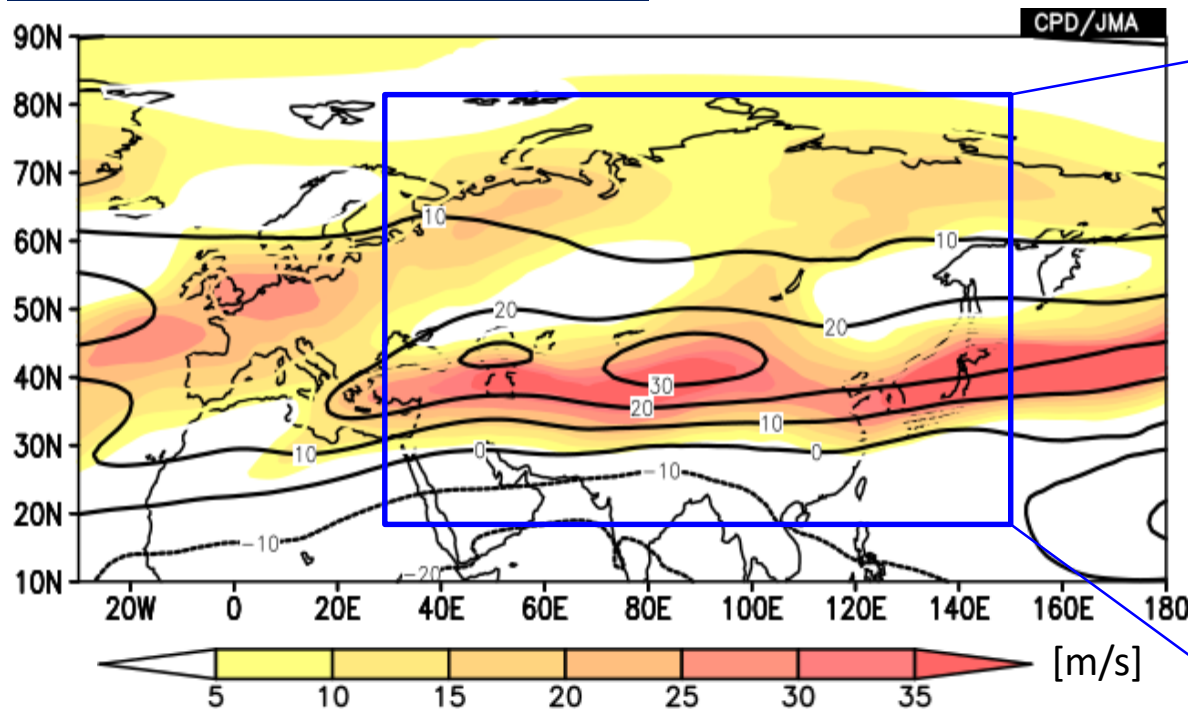
ジェット気流

ユーラシア大陸上のジェット気流 (U200, 8/11-17)

- 亜熱帯ジェット気流は、平年より南寄り強い。50~55°N付近は弱風帯、65~70°N付近では寒帯前線ジェット気流が明瞭（ダブルジェットの構造）。

実況（陰影）・平年（等値線）

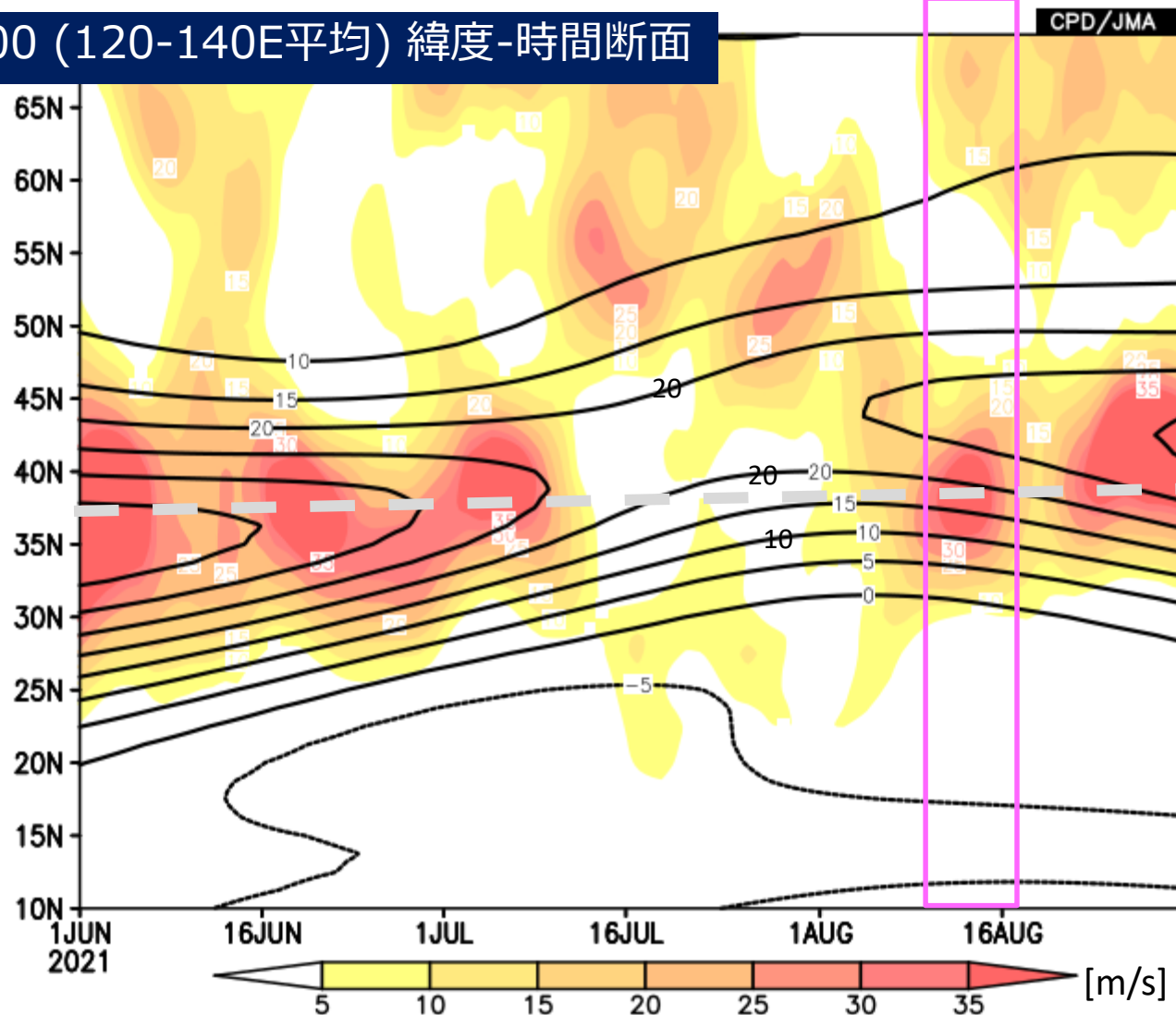
30-150E平均



日本付近のジェット気流の推移

- 8月中旬は南偏して、平年より強かった。
- ジェット気流の中心の緯度は、平年の6月下旬～7月初旬頃に相当する。

U200 (120-140E平均) 緯度-時間断面



等値線：平年
陰影：実況
(5日移動平均)

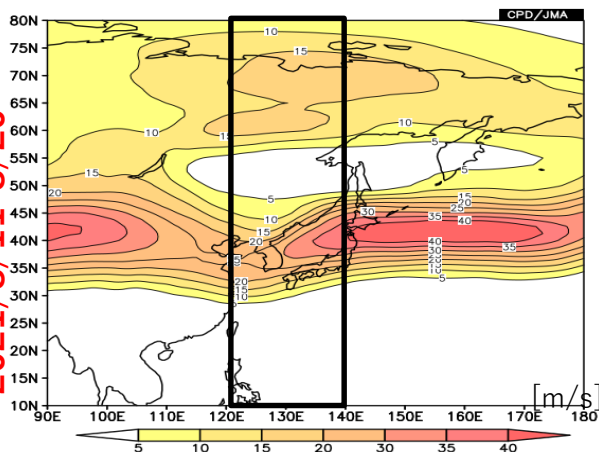
日本付近のジェット南偏と上昇流

- 令和3年8月中旬は、日本付近で亜熱帯ジェットが軸は38N付近で、平年より南偏した状態が続いた。この南偏は1980年ほどではないがそれに次ぐくらいの顕著なもの。
- 同じ時期の日本付近の上昇流の大きさは過去64年でとびぬけて大きい。

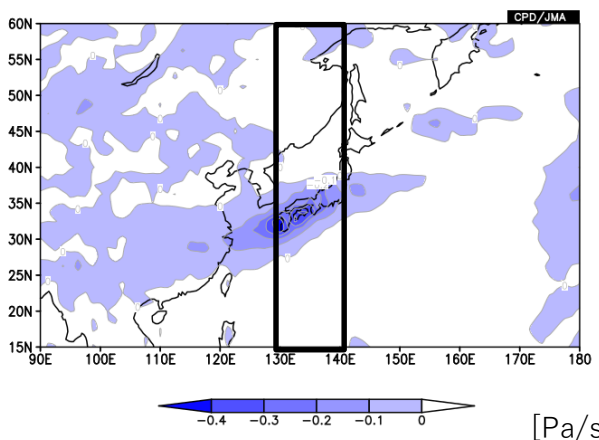
2021年8月大雨 2014年8月豪雨
1980年8月 1979年以降それ以外

令和3年8月中旬
2021/8/11-8/20

200hPa 風 (矢印) 風速 (陰影)

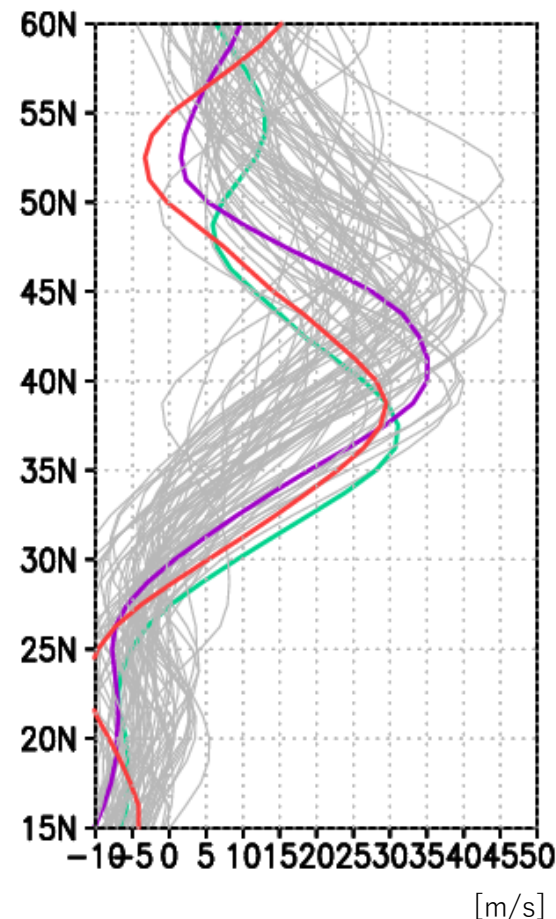


500hPa ω 偏差 (陰影)



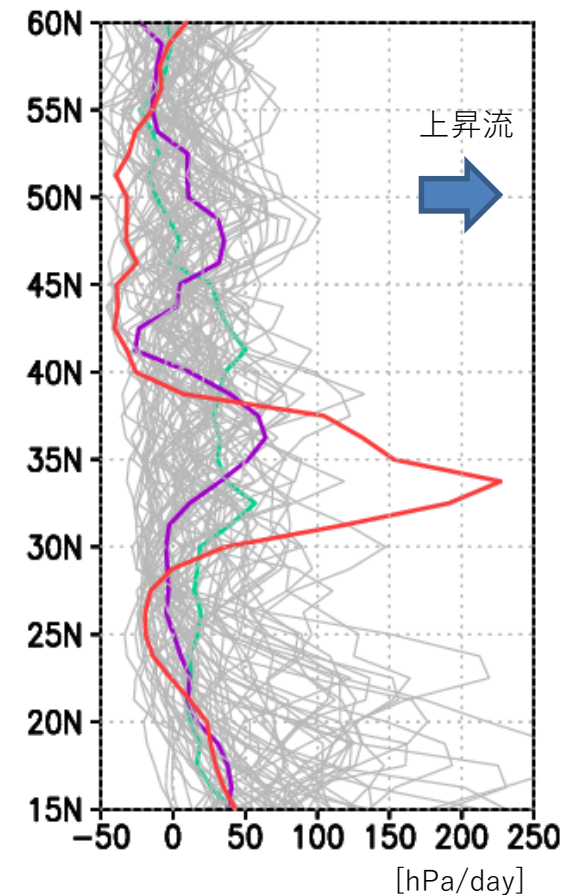
120-140E平均 U 8月中旬

Period: Aug11-Aug20, Lon: 120-140



130-140E平均 $-\omega$ 500 8月中旬

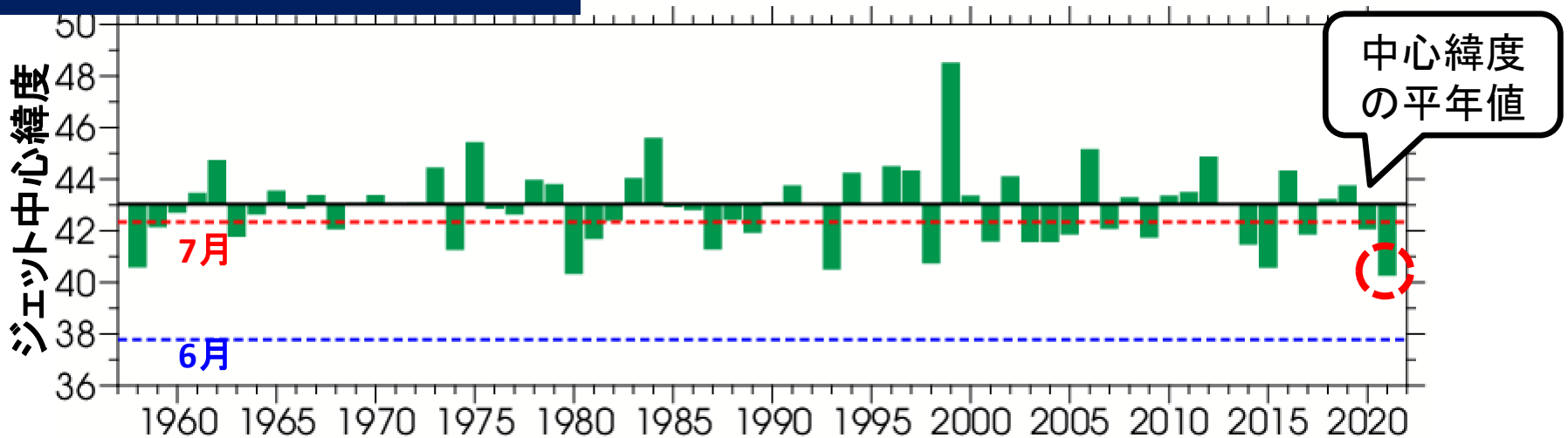
Period: Aug11-Aug20, Lon: 130-140



アジア大陸上の亜熱帯ジェットの南北位置(8月) ①

- 今年8月のアジア大陸上の亜熱帯ジェット気流は大きく南に偏っており、8月としては1958年以降で最も南に位置した水準と言える。
- 今年8月のジェット中心緯度は、6月・7月平年値のほぼ中間に位置しており、梅雨後半頃に相当するとみられる。

ジェット中心緯度の経年変化



“ジェット中心緯度”の定義:

月平均200hPa東西風の、東西波数 $k \leq 2$ (基本場)の成分*が最大となる緯度を求め、それを40°-120°Eで東西平均した値

赤破線: 7月の平年値, **青破線:** 6月の平年値

*波による影響を取り除くため (Enomoto 2004を参考)

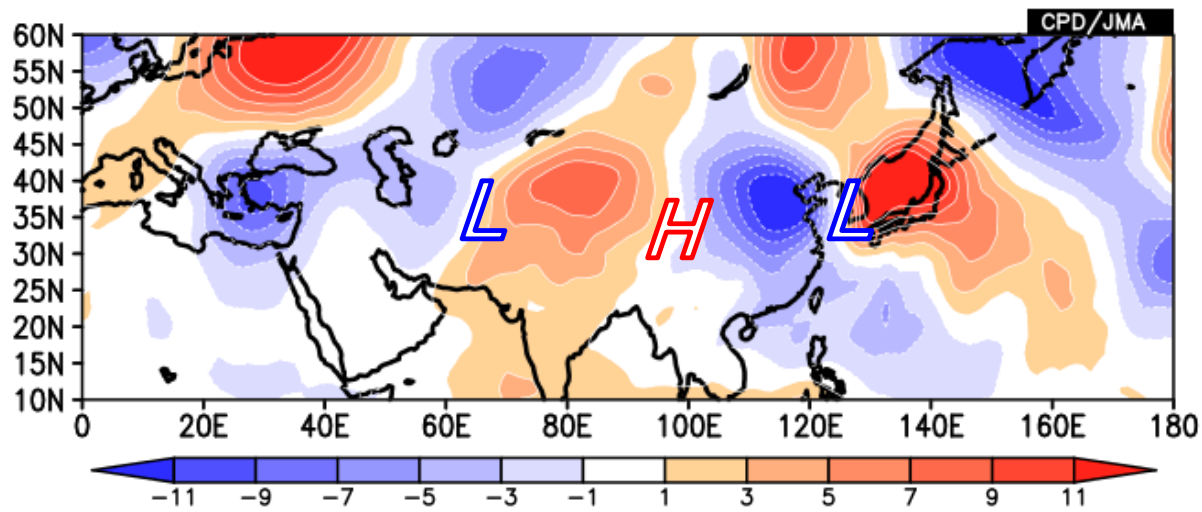
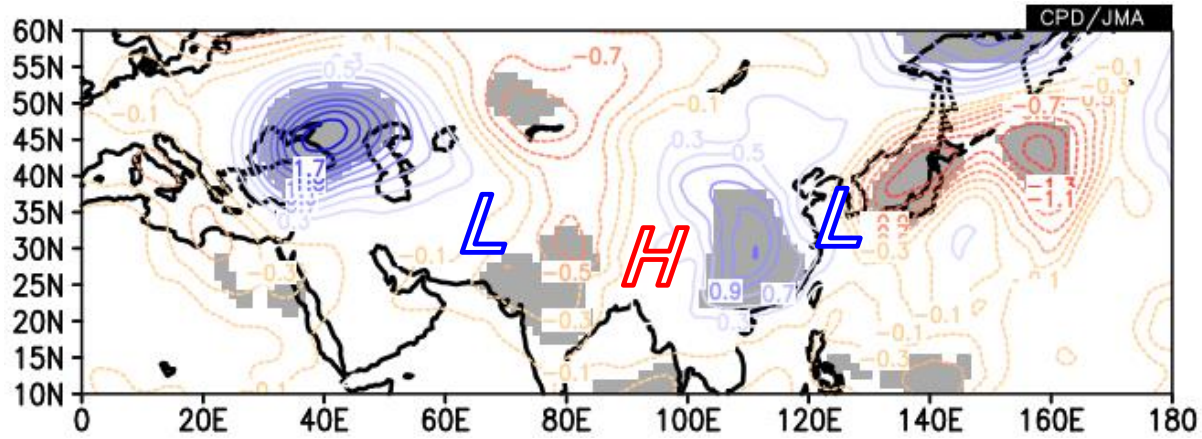
アジア大陸上の亜熱帯ジェットの南北位置(8月) ②

- ジェット南偏時には、中国西部付近で高気圧性循環偏差、朝鮮半島付近で低気圧性循環偏差となる傾向があり、今年8月の位相と整合的である。

200hPa南北風 (単位: $m s^{-1}$)

等値線: 回帰パターン
 灰色陰影: 回帰パターンが95%
 信頼度水準で統計的に有意
 ※ジェット南偏時の偏差に着目
 するため、色を反転させた。
 統計期間: 1958~2020年の
 8月

8/1~21平均 200hPa南北風 偏差(JRA-55) (単位: $m s^{-1}$)



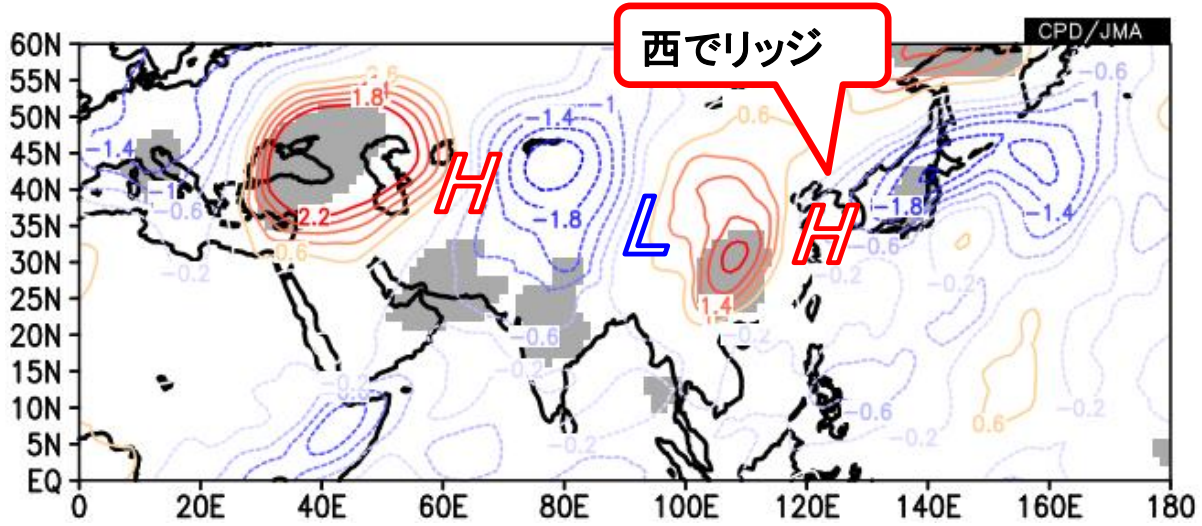
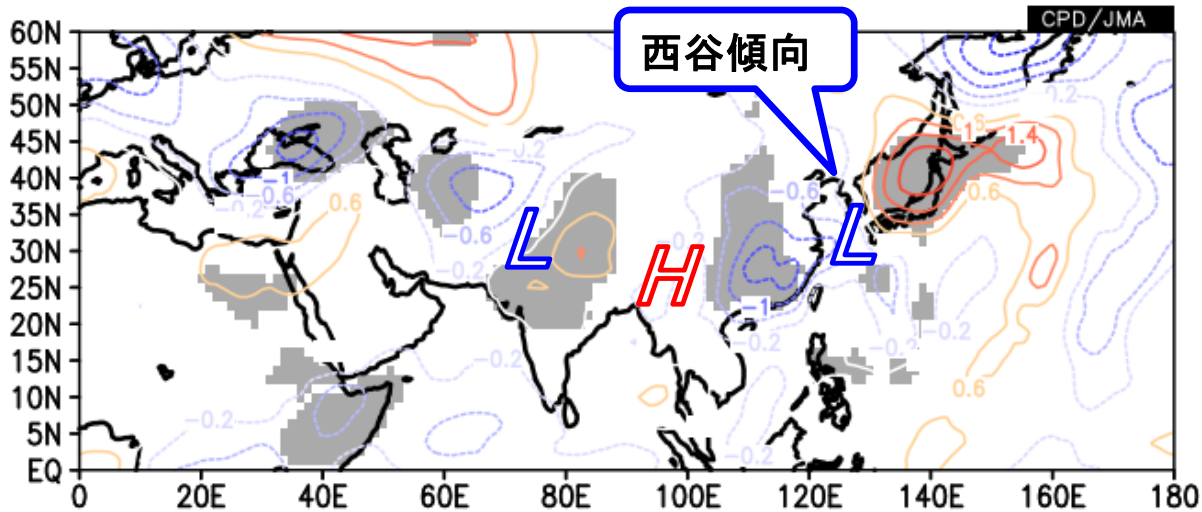
アジア大陸上の亜熱帯ジェットの詳細位置(8月) ③

200hPa南北風偏差
(単位: $m s^{-1}$)

南偏年(20年分)での
合成図

北偏年(20年分)での
合成図

等値線: 偏差の合成図
灰色陰影: 合成偏差が95%
信頼度水準で統計的に有意



南偏年: 1980,1993,2015,1958,1998,1974,1987,2014,2003,2004,2001,1981,2009,1963,2005,2017,1989,2020,1968,2007
 北偏年: 1999,1984,1975,2006,2012,1962,1996,1973,2016,1997,1994,2002,1983,1978,1979,2019,1991,1965,2011,1961
 ※2021年を除き、顕著な年の順に並べている。

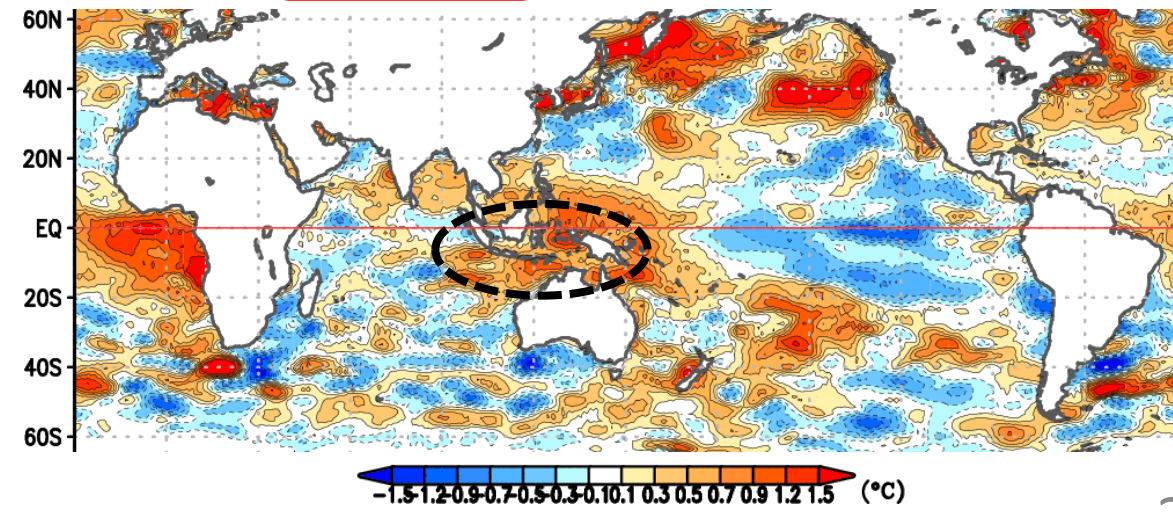
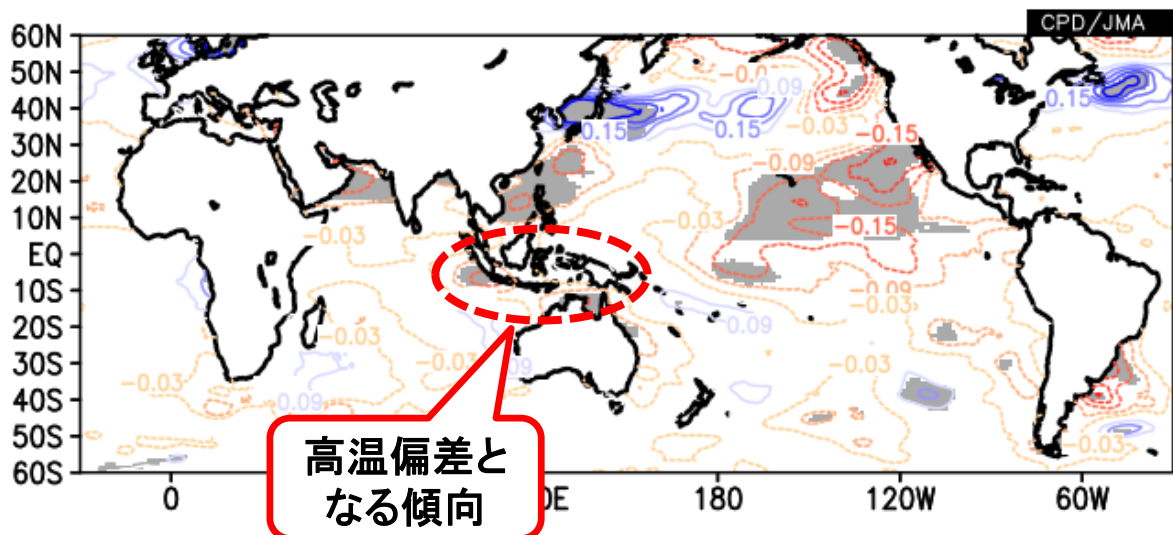
アジア大陸上の亜熱帯ジェットの南北位置(8月) ④

- インド洋東部付近の高温偏差を除いて、ジェット南偏時に現れやすいSSTの特徴は、今年8月のSSTと整合しない。

海面水温(単位:°C)

等値線: 回帰パターン
灰色陰影: 回帰パターンが95%信頼度水準で統計的に有意
※ジェット南偏時の偏差に着目するため、色を反転させた。
統計期間: 1958~2020年の8月

8/1~22平均海面水温偏差(単位:°C)



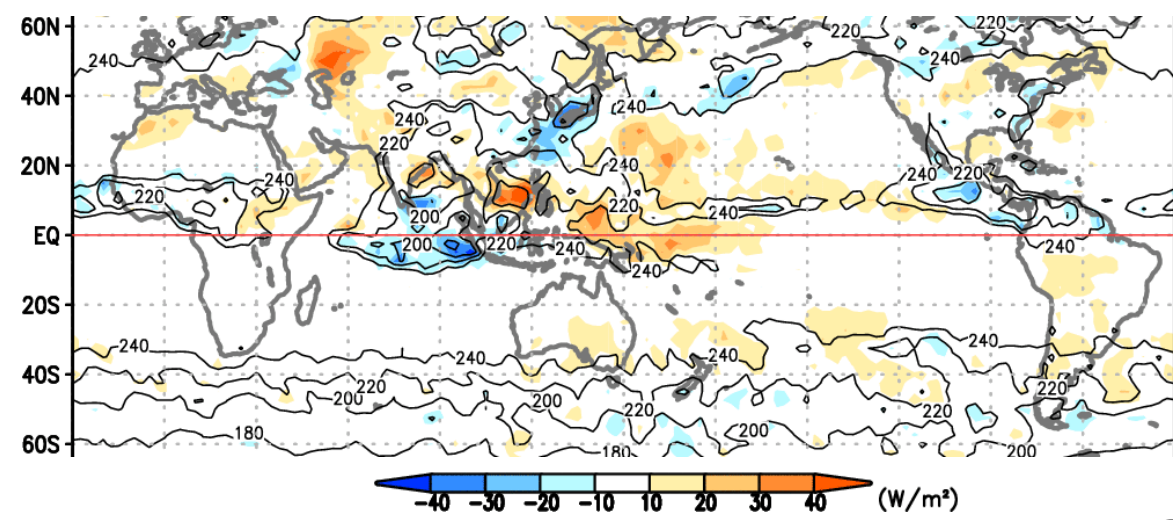
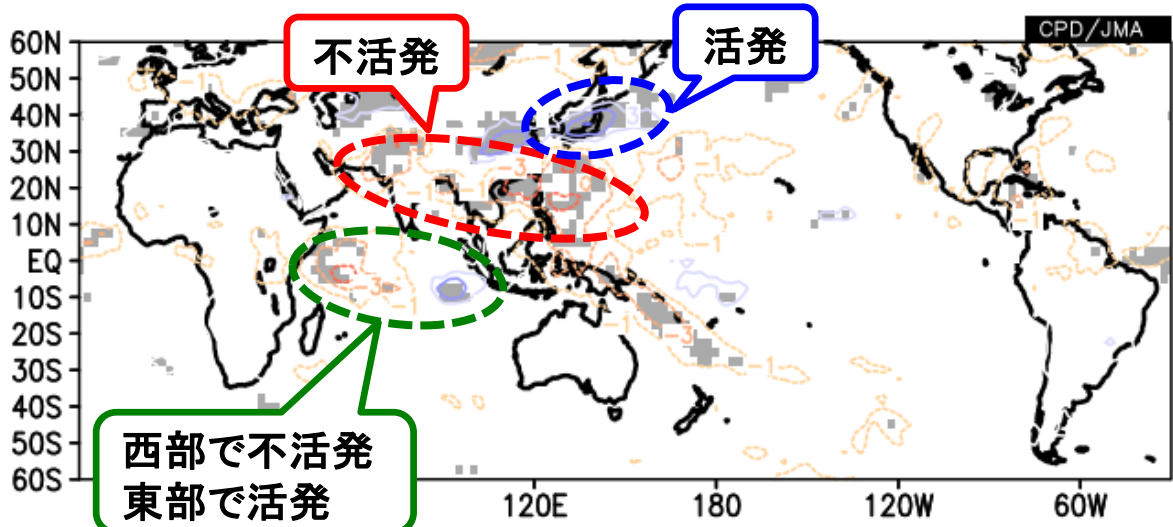
アジア大陸上の亜熱帯ジェットの南北位置(8月) ⑤

- インド洋東部で対流活発、南アジア～フィリピンの東海上で対流不活発となる傾向は、今年8月のOLR偏差と対応する。

OLR(単位:W m⁻²)

等値線: 回歸パターン
 灰色陰影: 回歸パターンが95%
 信頼度水準で統計的に有意
 ※ジェット南偏時の偏差に着目
 するため、色を反転させた。
 統計期間: 1979～2020年の
 8月

**8/1～22平均
 OLR偏差
 (単位:W m⁻²)**



アジア大陸上の亜熱帯ジェットの南北位置(8月) ⑥

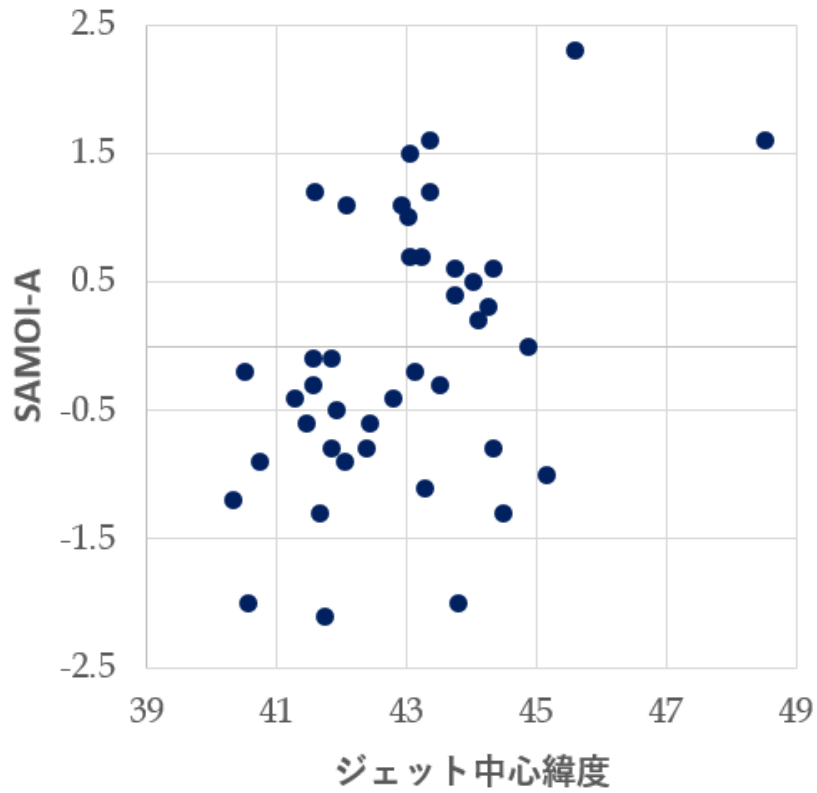
• ジェット南(北)偏時には、モンスーン全体の活動(SAMOI-A)が 不活発(活発)になる傾向があるが、両者に高い相関は見られない。

ジェット中心緯度とSAMOI指数との相関係数

SAMOI指数	相関係数
SAMOI-A	+0.42*
SAMOI-N	+0.37*
SAMOI-W	-0.18

統計期間: 1979~2020年の8月
 表中の*は、99%信頼度水準で統計的に有意な相関係数を示す。

散布図 (横軸) ジェット中心緯度 (縦軸) SAMOI-A

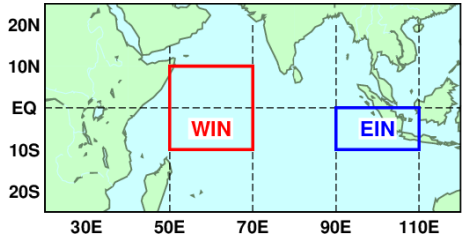


アジア大陸上の亜熱帯ジェットの南北位置(8月) ⑦

• ジェット南(北)偏時には、インド洋東部(EIN)で海面水温が高(低)い傾向があるが、両者の指数に高い相関は見られない。

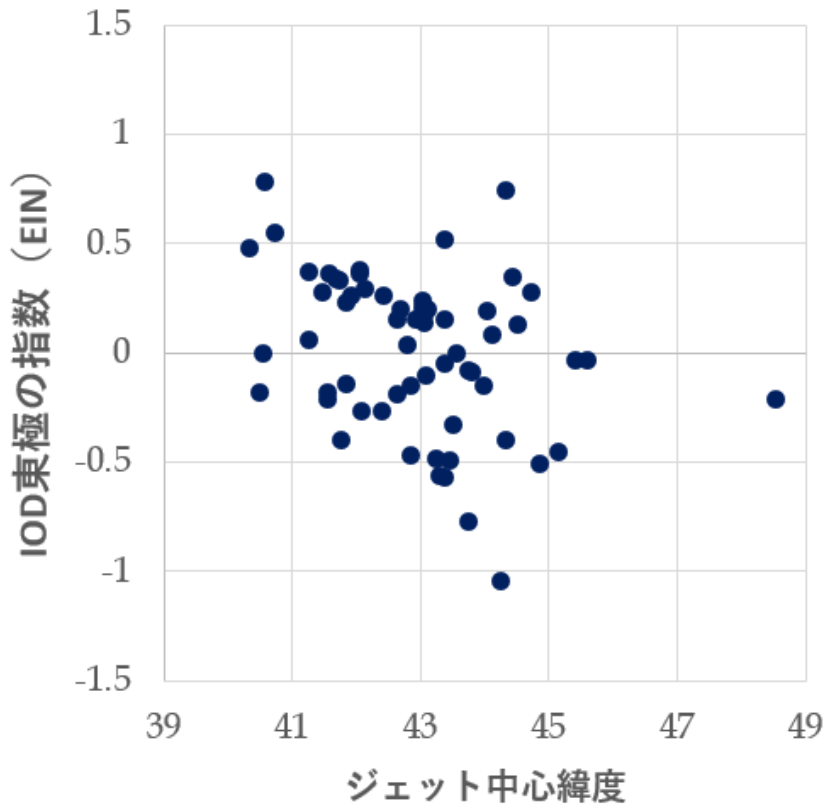
ジェット中心緯度とIOD各指数との相関係数

IOD指数	相関係数
DMI	+0.20
WIN(西極)	-0.09
EIN(東極)	-0.33*



統計期間: 1958～2020年の8月
 表中の*は、99%信頼度水準で統計的に有意な相関係数を示す。
IOD指数: 3か月平均値の前30年平均からの差を使用

散布図 (横軸) ジェット中心緯度 (縦軸) IOD指数(EIN)



2021年8/11-17の循環場の特徴

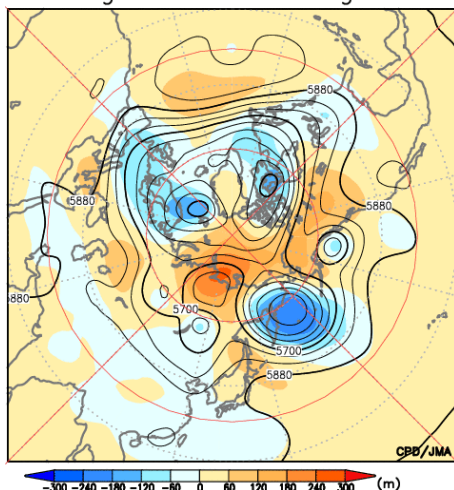
日本付近の循環場

ブロッキング高気圧とオホーツク海高気圧

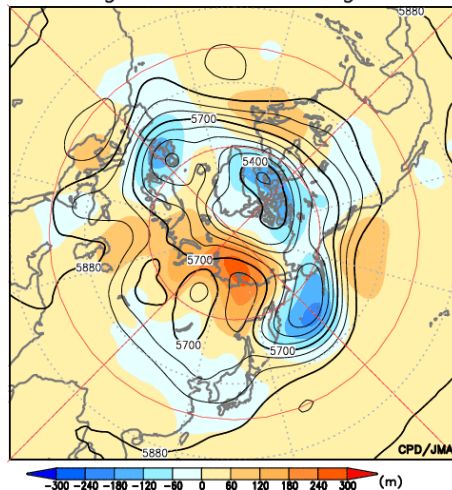
- 8月初めにラプテフ海上空にブロッキング高気圧が形成。その後、ブロッキング高気圧の南進に伴い対流圏下層でオホーツク海高気圧が発達。

500hPa高度
実況(陰影)・平年
(等値線)

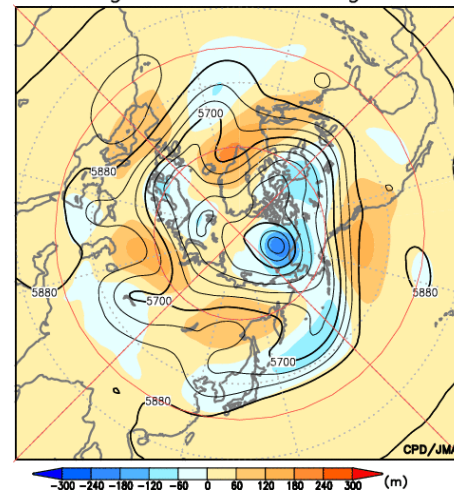
01Aug.2021 - 05Aug.2021



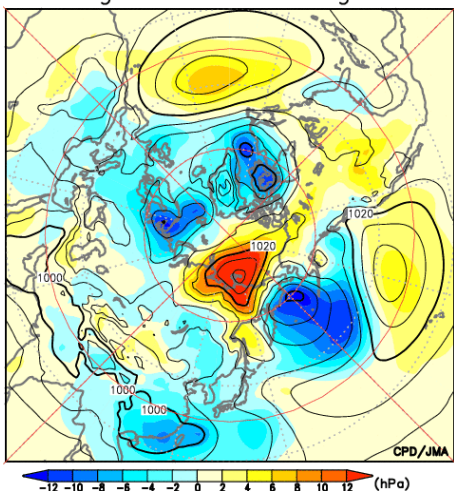
06Aug.2021 - 10Aug.2021



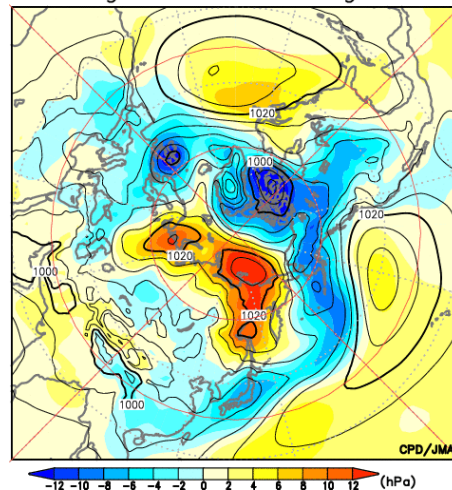
11Aug.2021 - 17Aug.2021



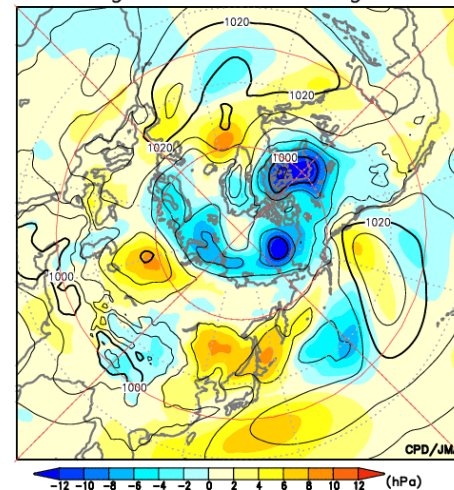
01Aug.2021 - 05Aug.2021



06Aug.2021 - 10Aug.2021



11Aug.2021 - 17Aug.2021

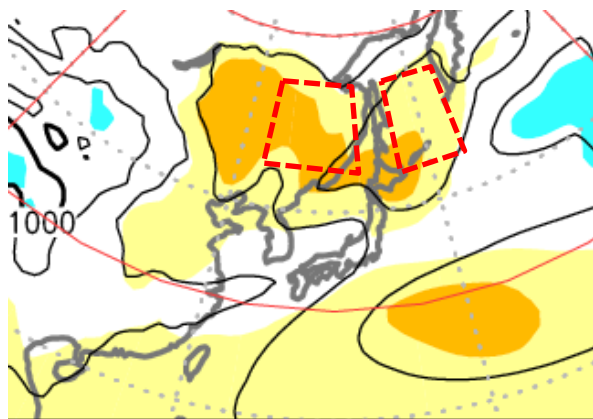


海面気圧
実況(陰影)・平年
(等値線)

オホーツク海高気圧の張り出し

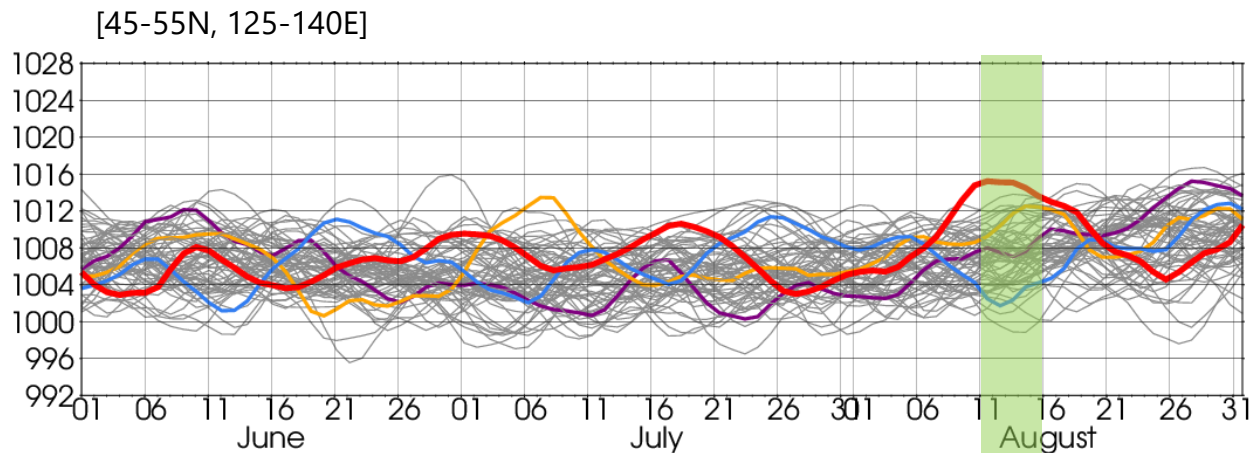
SLP規格化偏差

2021/8/11-8/17

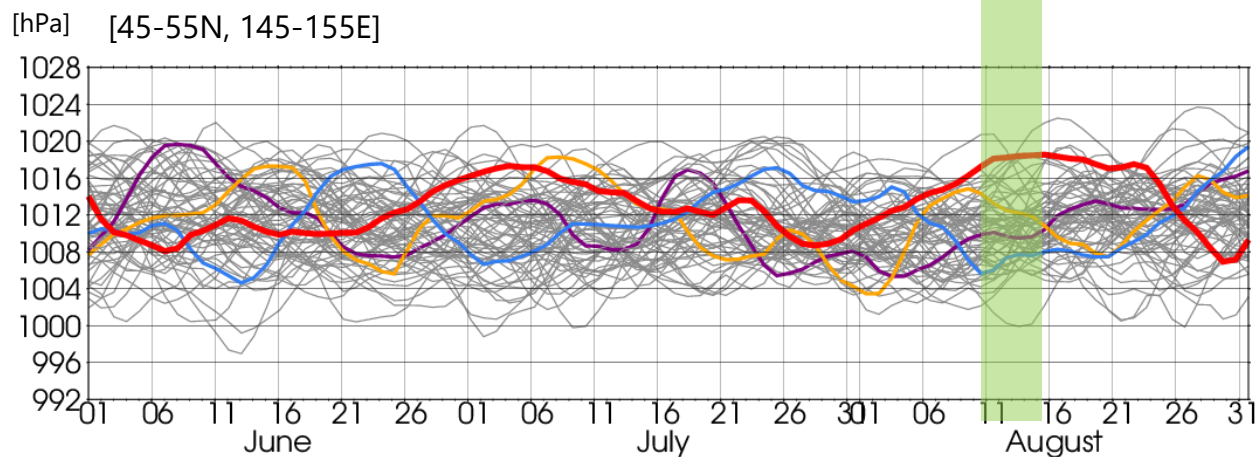


7日移動平均 SLP

2021年 2018年
2020年 2014年
1958年以降それ以外

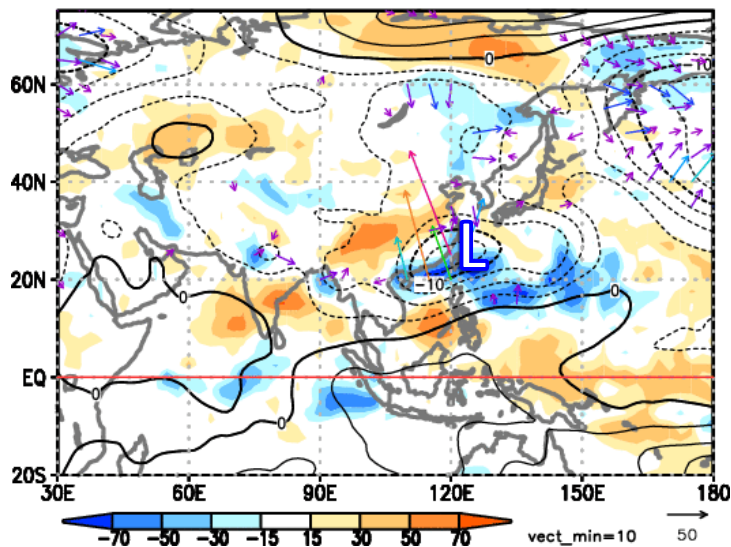


2021年8月中旬はオホーツク海高気圧が顕在化。特に沿海州～日本海北部方面への張り出しが記録的に強い。

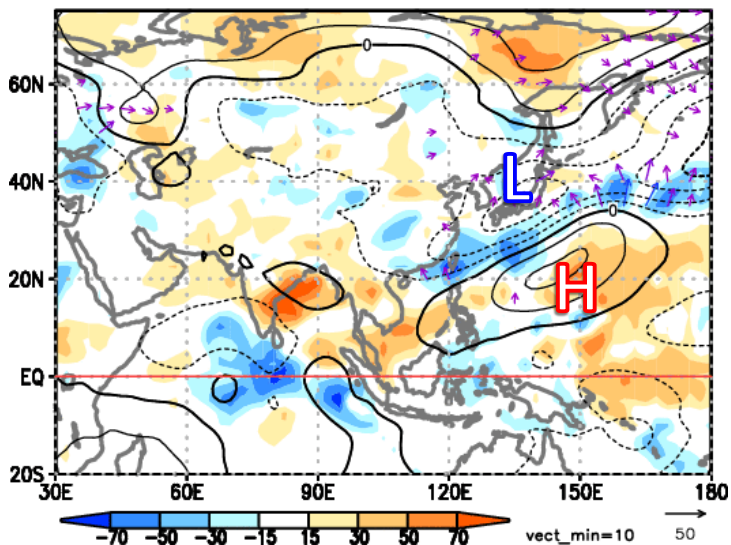


太平洋高気圧の南海上の張り出し

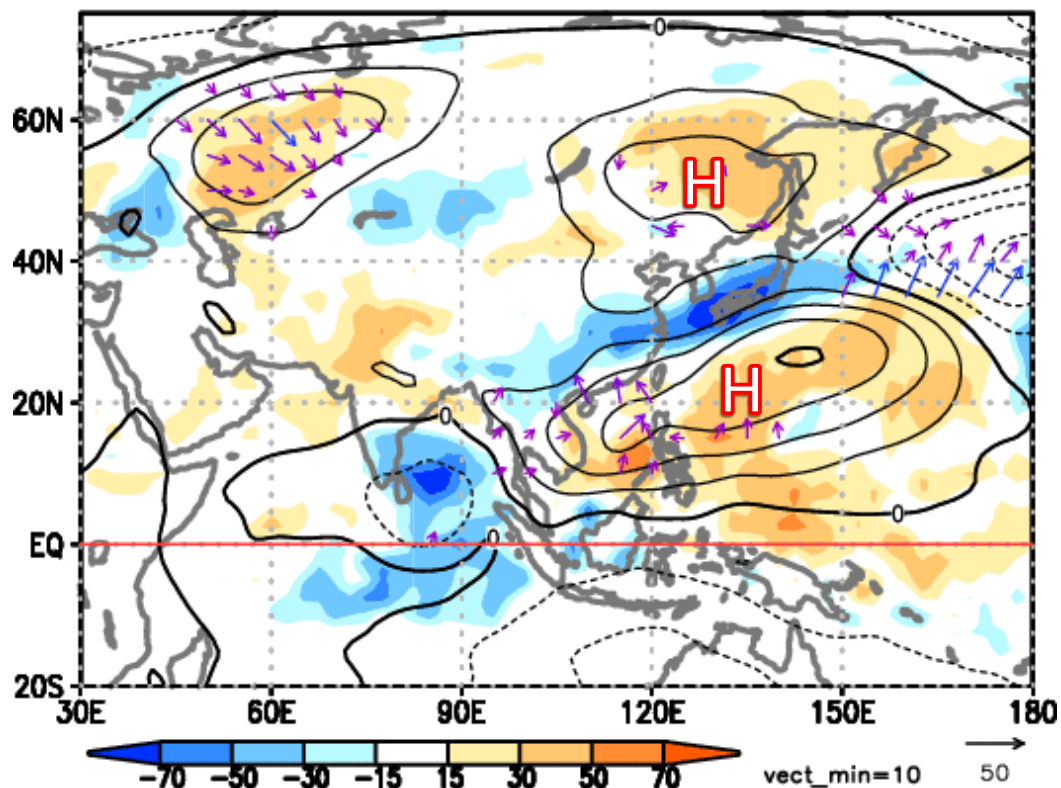
01Aug.2021 - 05Aug.2021



06Aug.2021 - 10Aug.2021



11Aug.2021 - 17Aug.2021

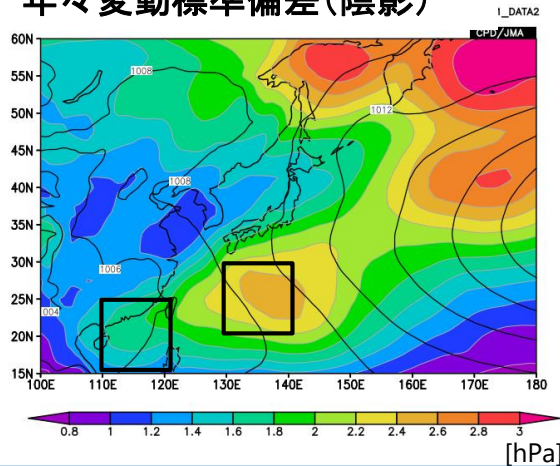


- 日本の南で持続した低気圧性循環偏差は8月初旬で解消し、高気圧性循環偏差がフィリピンの東から南シナ海にかけて伸長した。

850hPa流線関数偏差 (等値線)、OLR偏差 (陰影)、850hPa波の活動度フラックス (矢印)

太平洋高気圧の南海上の張り出し

SLP 8月 平年値(等値線)
年々変動標準偏差(陰影)

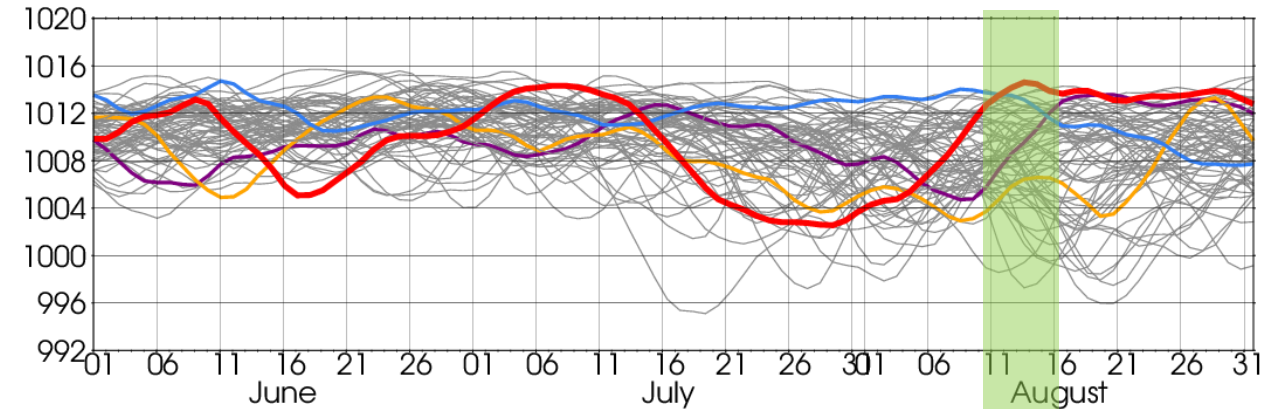


- 8月の太平洋高気圧の西への張り出しに関するSLPの年々変動の振幅は日本の南の海上で大きく、その極大域は南シナ海北部へのびる。
- 日本の南海上では、7月後半～8月初頭にかけて海面気圧がかなり低い、8月中旬以降はかなり高い。
- 南シナ海北部でも同様の变化。

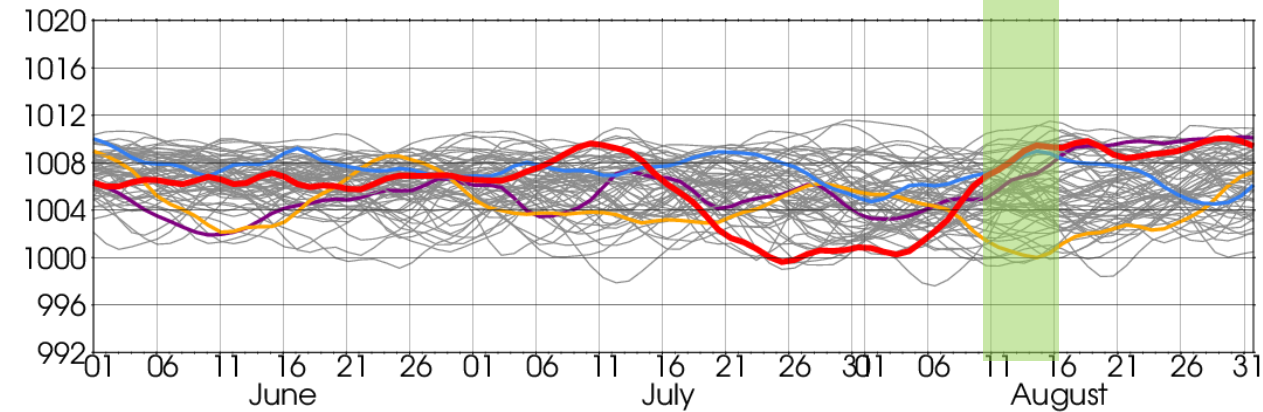
7日移動平均 SLP

2021年 2018年
2020年 2014年
1958年以降それぞれ以外

[hPa] [20-30N, 130-140E] 日本の南海上



[hPa] [15-25N, 110-120E] 南シナ海北部

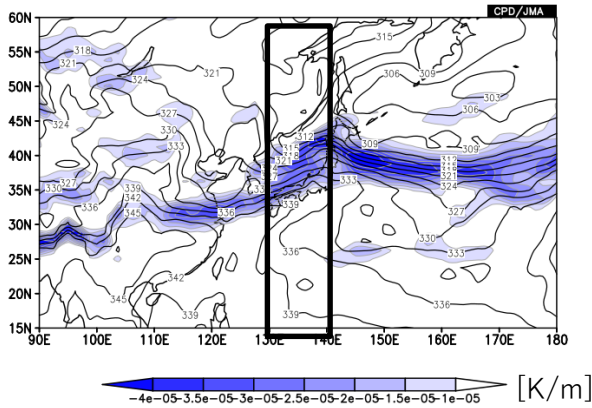


日本付近の前線

- 令和3年8月中旬は日本付近の相当温位の南北勾配が、過去と比べてもかなり大きい。前線の北側の低温/低相当温位が顕著。

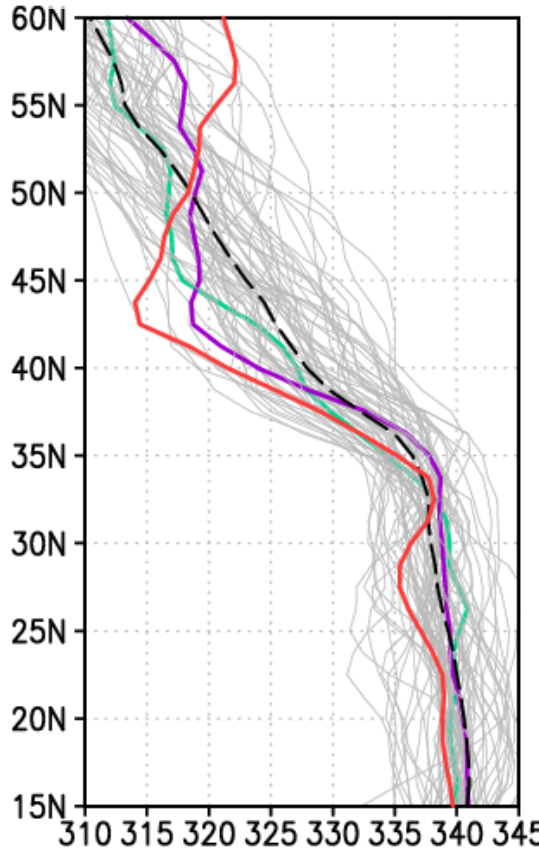
2021年8月大雨 2014年8月豪雨
1980年8月 1979年以降それ以外 破線は平年値

$d\theta_e/dy$ (陰影) θ_e (線) 850hPa

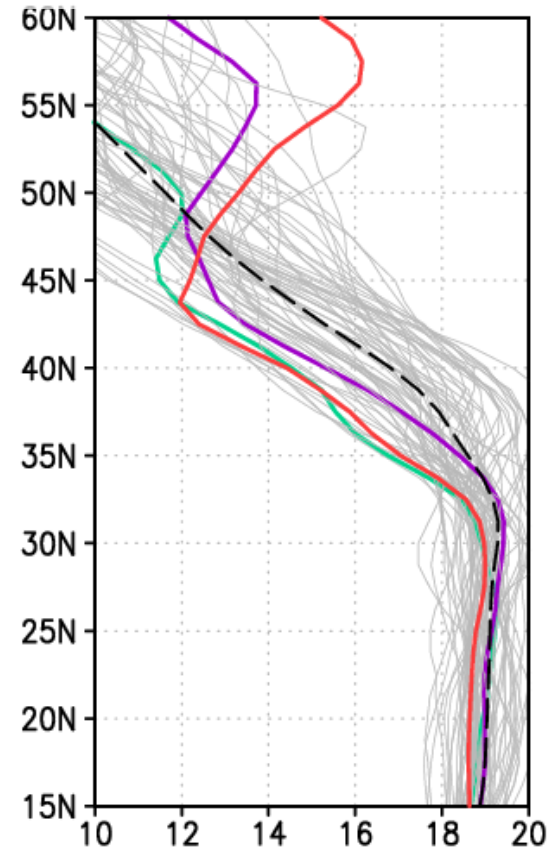


令和3年8月中旬
2021/8/11-8/20

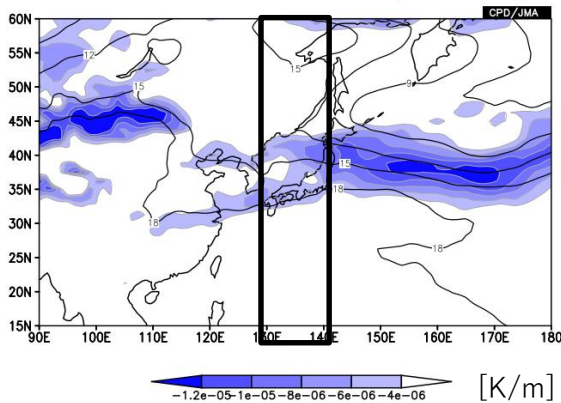
130-140E平均
Average of θ_e 850
Period: Aug 11-20 2021



130-140E平均
Average of T 850
Period: Aug 11-20 2021



dT/dy (陰影) T (線) 850hPa



[K]

[°C]

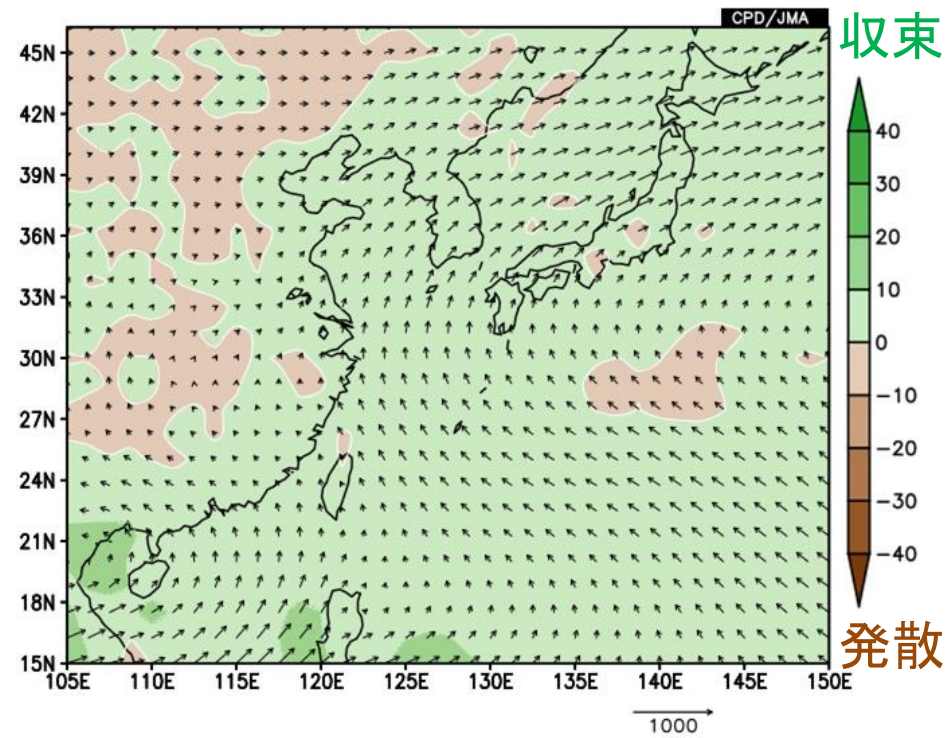
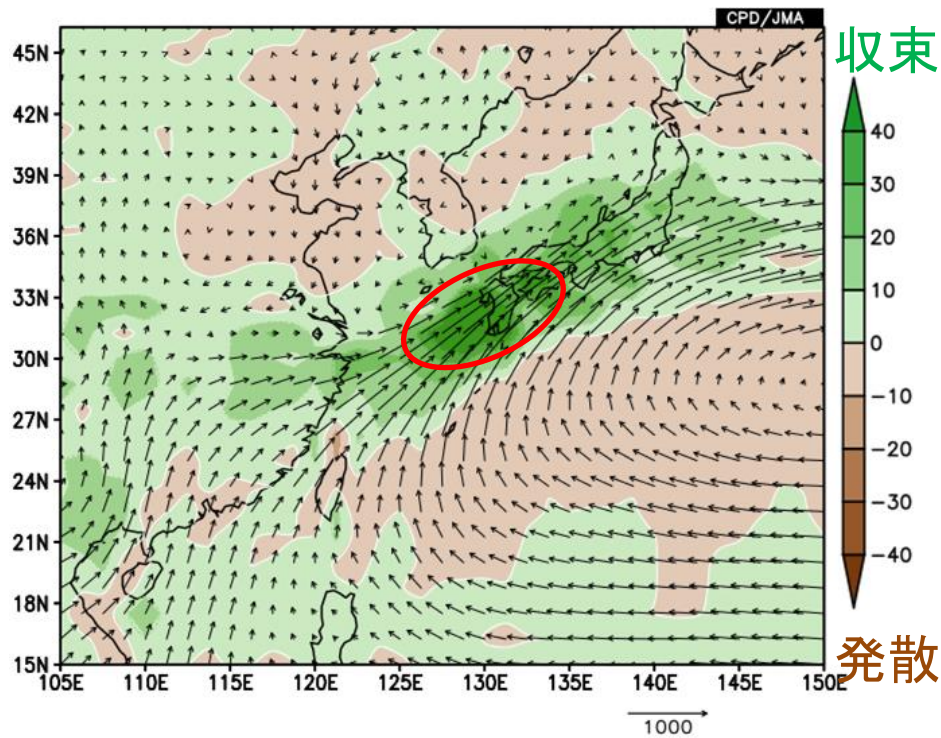
鉛直積算水蒸気フラックス

- 南シナ海から華中を経て西・東日本へ向かう気流と太平洋高気圧の縁に沿って東シナ海から西・東日本へ向かう気流が合流。

矢印: 水蒸気フラックス(kg/m/s)
陰影: その収束(mm/day)

実況 (2021年8/11-17)

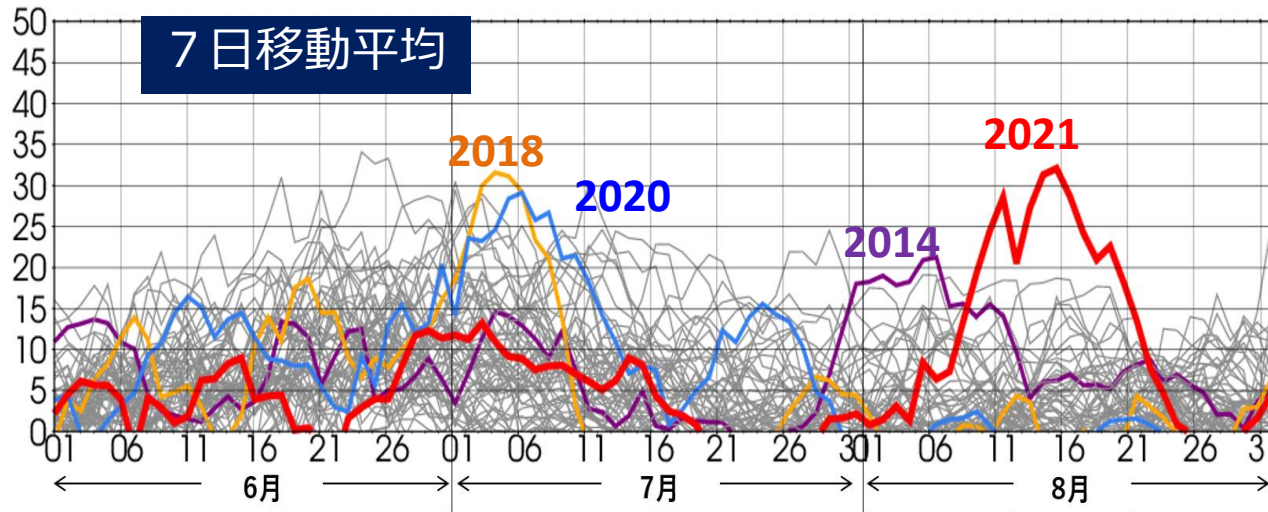
平年 (8/11-17)



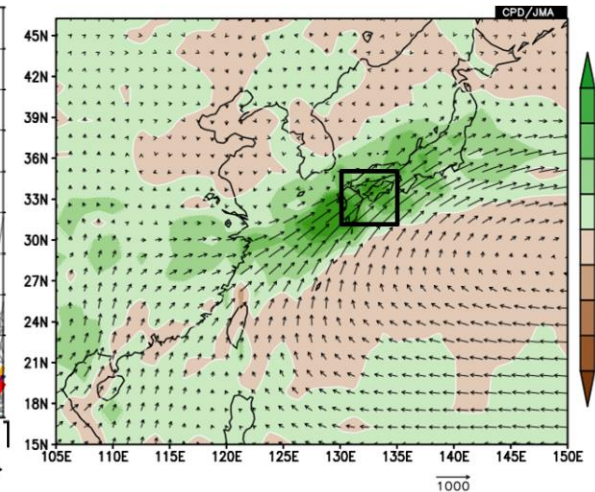
鉛直積算水蒸気フラックス収束の時系列 (6~8月)

- 7日間を基準とすると、西日本（右図囲み）において対流圏全体に集まった水蒸気量は、「平成30年7月豪雨」や「令和2年7月豪雨」期間のピーク時に匹敵し、8月中旬としては1958年以降最も多かった。
- 前述の豪雨事例と比較して、水蒸気の流入が集中した期間が長く持続したという点が特徴的。

西日本（右図黒枠内）平均の鉛直積算水蒸気フラックス収束



矢印: 水蒸気フラックス(kg/m/s)
陰影: その収束(mm/day)

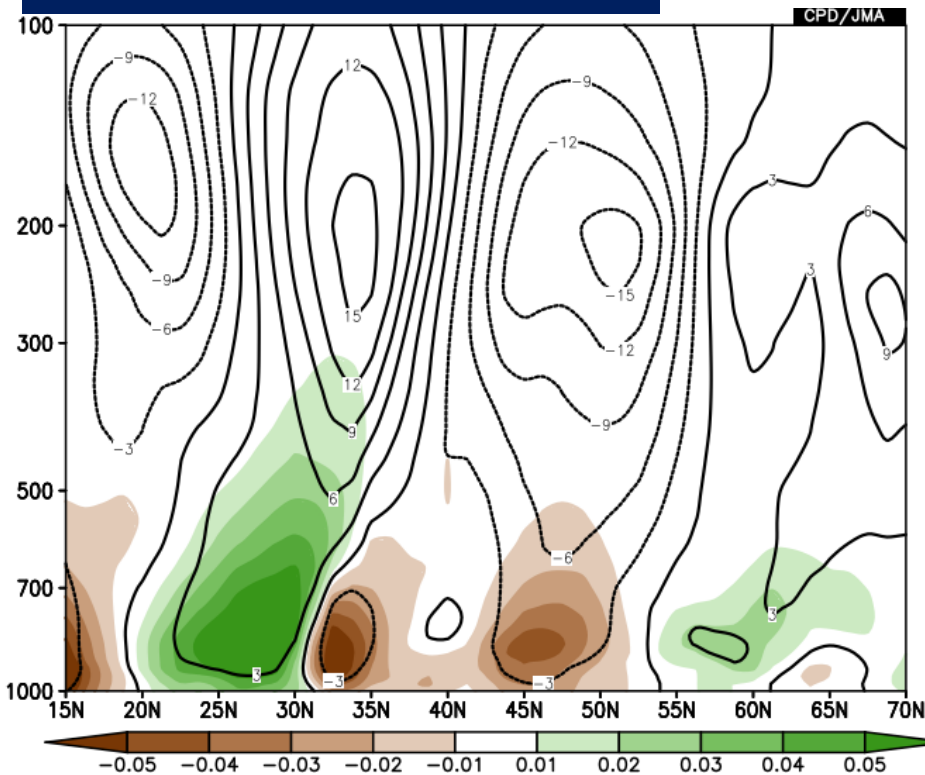


- : 2021年の値
- : 2020年（「令和2年7月豪雨」）
- : 2018年（「平成30年7月豪雨」）
- : 2014年（「平成26年8月豪雨」）
- : そのほかの年（1958年以降）の値

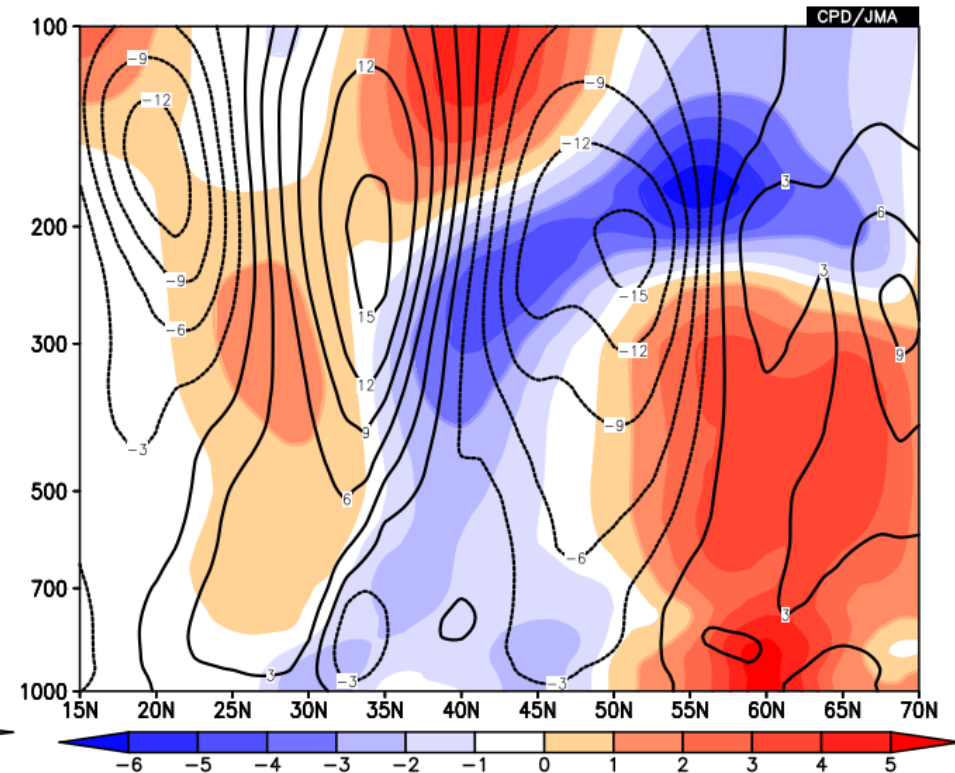
前線帯の南北-鉛直断面 (2021年8/11-17、長江流域～日本付近)

- 長江流域では上層ほど北へ傾いた構造。前線帯が平年より明瞭で、その南側で中・下層の東向きの水蒸気フラックスが平年よりも大きい。

東西風偏差 [m/s] (等値線)
東西方向水蒸気フラックス偏差
[kg/kg*m/s] (陰影)



東西風偏差 [m/s] (等値線)
気温偏差 [K] (陰影)

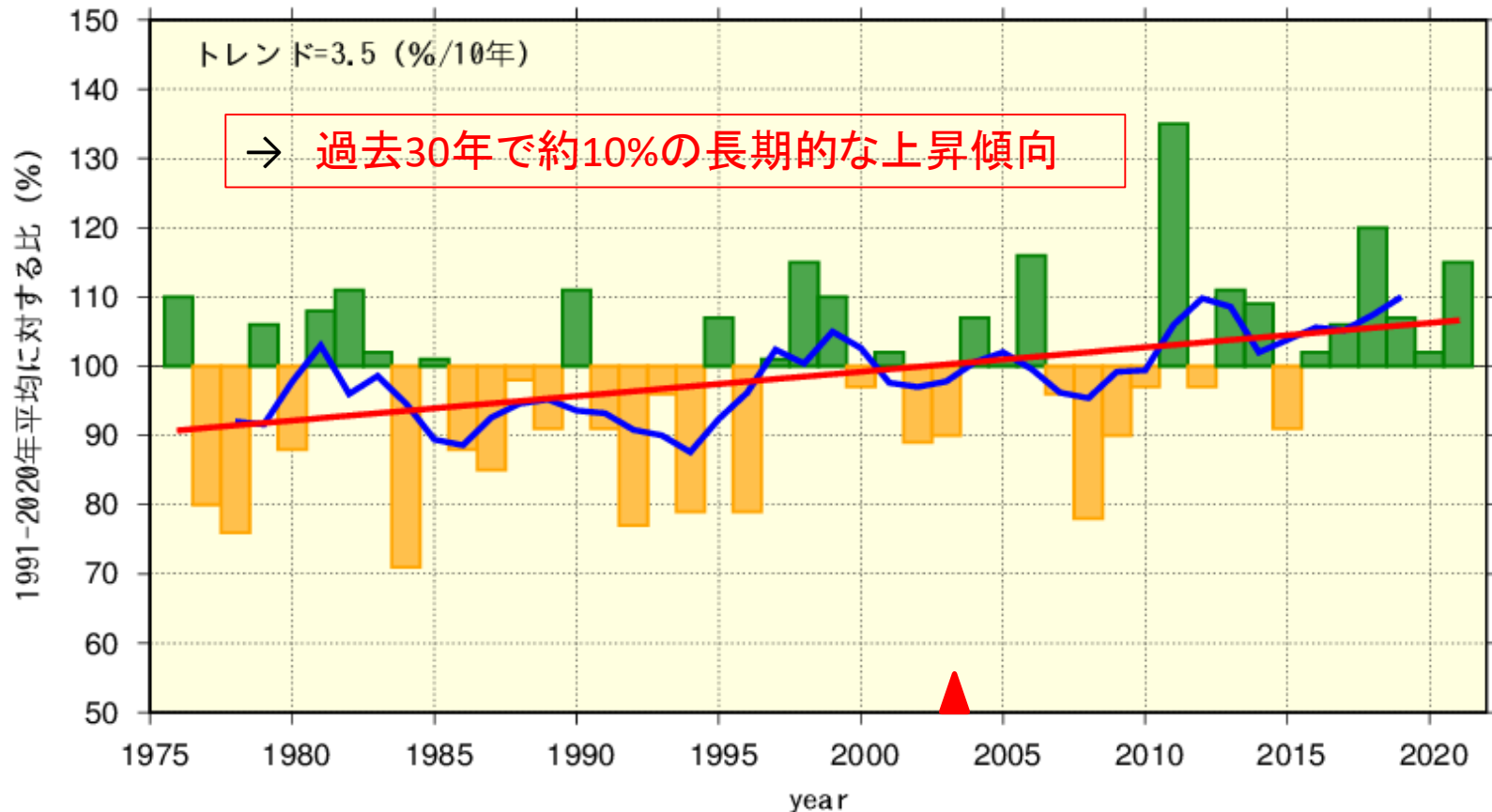


2021年8月11～17日平均の長江流域～日本付近(110E-125E平均)の
(左)東西風平年偏差(等値線)および東西方向の水蒸気フラックス平年偏差
(右)東西風平年偏差(等値線)および気温平年偏差

地球温暖化との関係

長期変化傾向（年最大72時間降水量）

[アメダス637地点平均]年最大72時間降水量の基準値との比



全国の年最大72時間降水量の基準値との比の経年変化（期間：1976～2021年）

棒グラフは全国のアメダス地点のうち1976～2021年の期間で観測が継続している地点（637地点）の基準値との比（%）を平均した値。2021年の値は8/31までのデータに基づく。

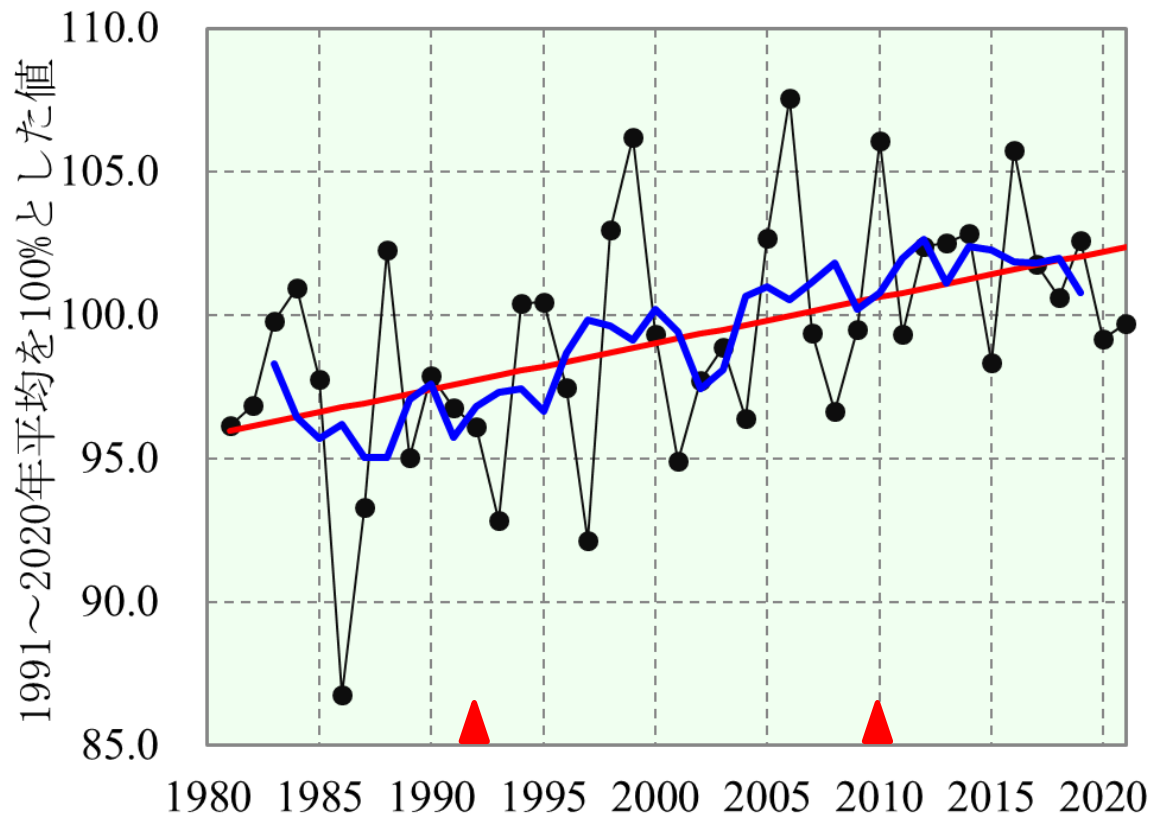
青線は5年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向（信頼水準95%で統計的に有意）。

基準値は1991～2020年の平均値。

<備考> ▲は観測の時間間隔を変更した年（2003年より前は1時間間隔、以後は10分間隔）。

長期変化傾向（850hPa比湿）

850hPaにおける比湿の経年変化(8月)



「長期的には極端な大雨の強さが増大する傾向」の背景要因として、

地球温暖化による気温の長期的な上昇傾向に伴い、**大気中の水蒸気量も長期的に増加傾向にある**ことが考えられる

※稚内、札幌、秋田、輪島、館野、八丈島、潮岬、福岡、鹿児島、名瀬、石垣島、南大東島、父島の国内13高層観測地点。

日本域における8月の850hPaの月平均比湿の基準値との比の経年変化（1981～2021年）

細線（黒）は国内13高層気象観測地点※の平年比（%）を平均した値、
太線（青）は5年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向（信頼水準99%で統計的に有意）。
基準値は1991年から2020年の平均値。

＜備考＞ ▲は測器の変更のあった年を示しており、両▲間では相対的にやや値が高めになっている可能性がある。

大規模な大気の流れから見た 2021年8月の記録的な大雨の要因

大規模な大気の流れから見た 2021年8月の記録的な大雨の要因

- 8月中旬の記録的な大雨は、8月初め以降日本の北方で持続的に強まった地表のオホーツク海高気圧と日本の南海上に張り出した太平洋高気圧の間に、対流圏下層気温の南北勾配が強まり、盛夏期にもかかわらず梅雨の後半のような大気の流れとなり、西日本～東日本付近に前線帯が形成された。そこに中国大陸から、また太平洋高気圧の縁辺に沿って西南西及び南から水蒸気が集中的に流れ込む状態が持続したことにより記録的な大雨がもたらされた。
- 地表のオホーツク海高気圧は、寒帯前線ジェット気流の持続的な蛇行によって8月上旬前半に東シベリアで発達した対流圏上層のブロッキング高気圧に伴って持続的に強まった(①)。この蛇行には、7月に寒帯前線ジェット気流が特に明瞭だったことが寄与している可能性がある。
- 太平洋高気圧は平年よりも南偏し、日本の南海上で強く西に張り出した。これには、熱帯の対流活動の季節内変動に伴って北西太平洋で対流活動が抑制されたことが寄与した可能性がある。太平洋高気圧の縁辺に沿って、南からと西南西方向からの水蒸気フラックスが九州付近で収束した(②)。
- 加えて、中国の華中においても前線の活動が活発だったため、中国東部で異常多雨となった。その要因として、華中では南西に張り出した太平洋高気圧の縁辺に沿って南シナ海方面から非常に暖かく湿った気流が入りやすかった一方、前線の北側では上空の気圧の谷の後面で下層に寒気が入り、前線を挟んで南北の温度差が大きかったことが挙げられる。なお、中国から日本の上空にかけては、対流圏全体で気温の南北差が大きかったことに対応して対流圏中・下層(上空約4,000m以下)で偏西風が強かったために、日本付近に華中方面からも水蒸気が流入しやすかったことも、日本の大雨に寄与した可能性がある。

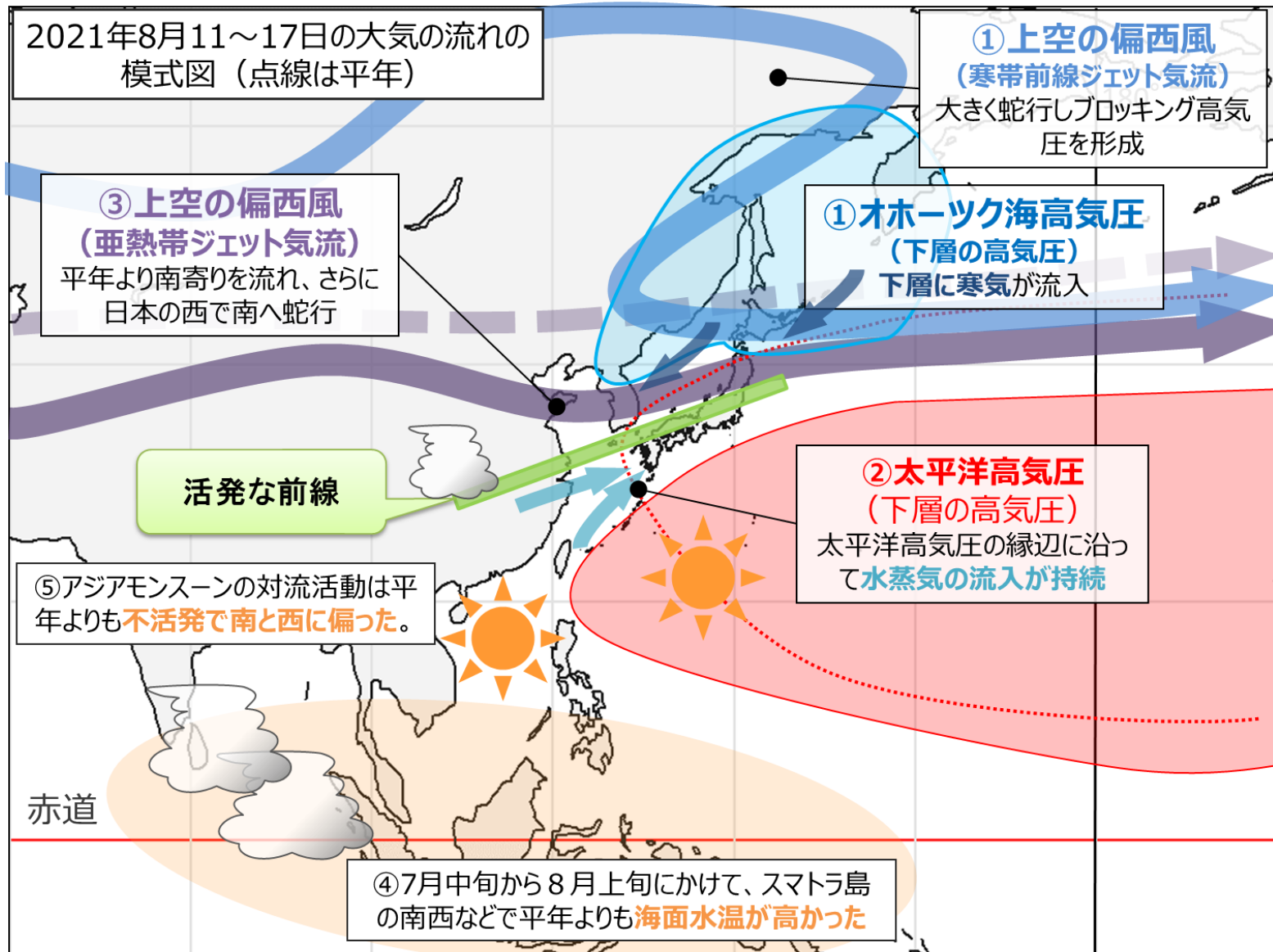
大規模な大気の流れから見た 2021年8月の記録的な大雨の要因（案）（承前）

- 東アジア～日本上空では対流圏上層の亜熱帯ジェット気流が平年よりも南に位置し、地表の太平洋高気圧の南偏にも関わった。上層のチベット高気圧は中国南部上空で強まり、その北東側の東シナ海上空では気圧の谷となった。こうして、亜熱帯ジェット気流が日本の西側で顕著に南下した影響で、西日本～東日本付近で上昇気流が起きやすく、降水活動が維持されやすい状況が続いた（③）。8月15日以降は、北大西洋上空で発達した気圧の尾根に伴う偏西風の蛇行の影響で、東経60度以西でユーラシア大陸上の亜熱帯ジェット気流の蛇行が強まり、その影響がさらに東方に及んで日本の西方の上層の気圧の谷を持続させた可能性がある。
- 7月中旬～8月上旬の熱帯の海面水温は、スマトラ島の南西で正偏差、インド洋西部では負偏差と、負のインド洋ダイポールモード現象※1の特徴と共通する分布となっていた（④）。この影響でアジアモンスーン域の対流活動が変化し、東アジアの大気循環にも影響を及ぼした可能性がある。
- アジアモンスーン域の対流活動は、南シナ海～フィリピンの東で平年よりも不活発で、活動の中心は平年よりも南及び西に偏った（⑤）。統計的な調査から、アジアモンスーンが不活発で活動の中心が南及び西に偏った場合は、東アジア上空で全般に亜熱帯ジェット気流が平年よりも南偏し、さらに日本の西方で気圧の谷となる傾向が示された。これらは本年8月中旬の状況の特徴と一致しており、不活発で南西に偏ったアジアモンスーンの活動が今回の持続的な広域豪雨に影響した可能性があるが、そのプロセスについてはさらに調査が必要である。

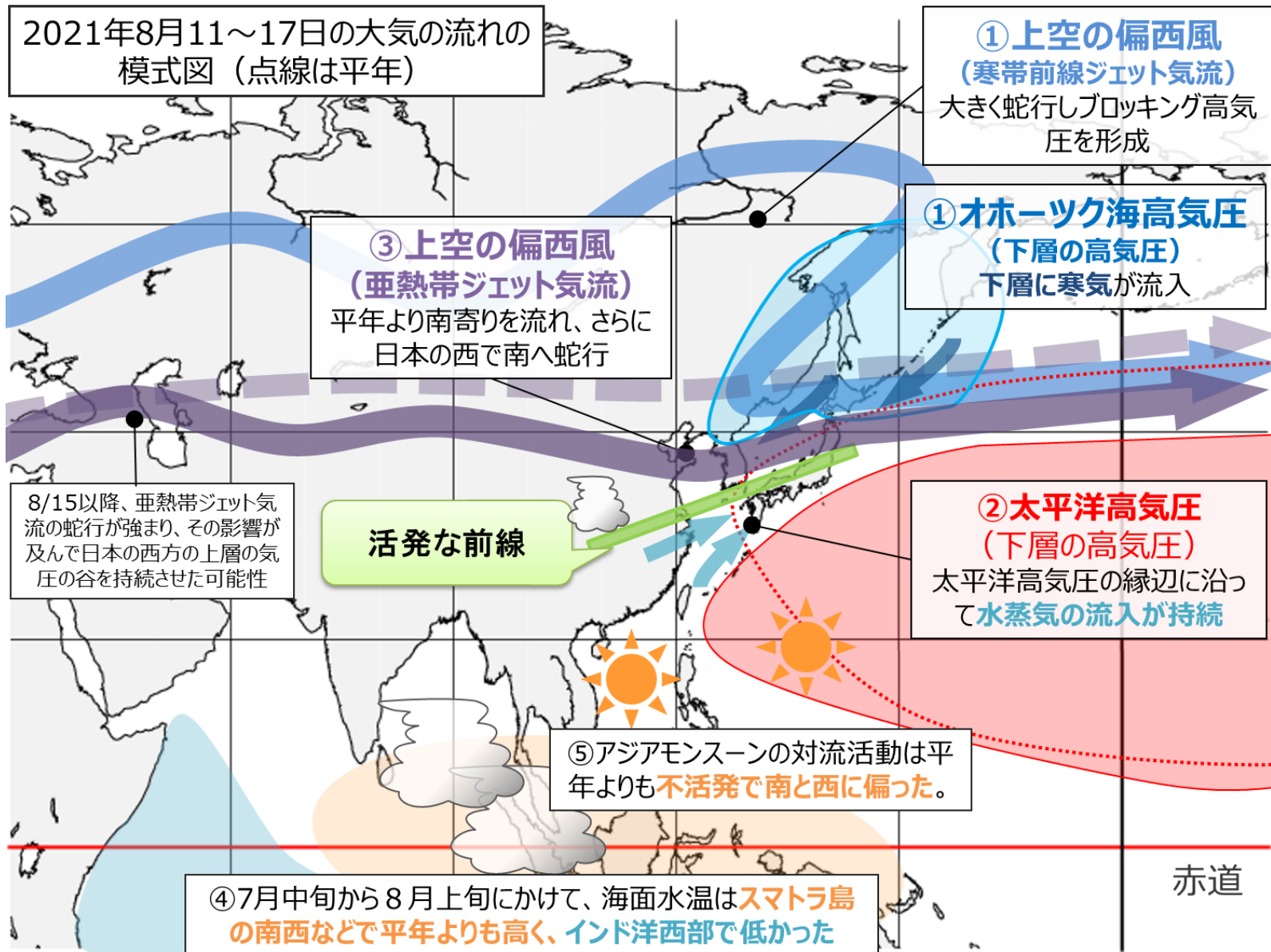
上記に加えて地球温暖化の影響

- 今回の一連の大雨において地球温暖化による長期的な水蒸気量の増加が降水量を増やした可能性がある。

2021年8月の記録的な大雨 をもたらした大規模な大気の流れ



2021年8月の記録的な大雨 をもたらした大規模な大気の流れ（広域）



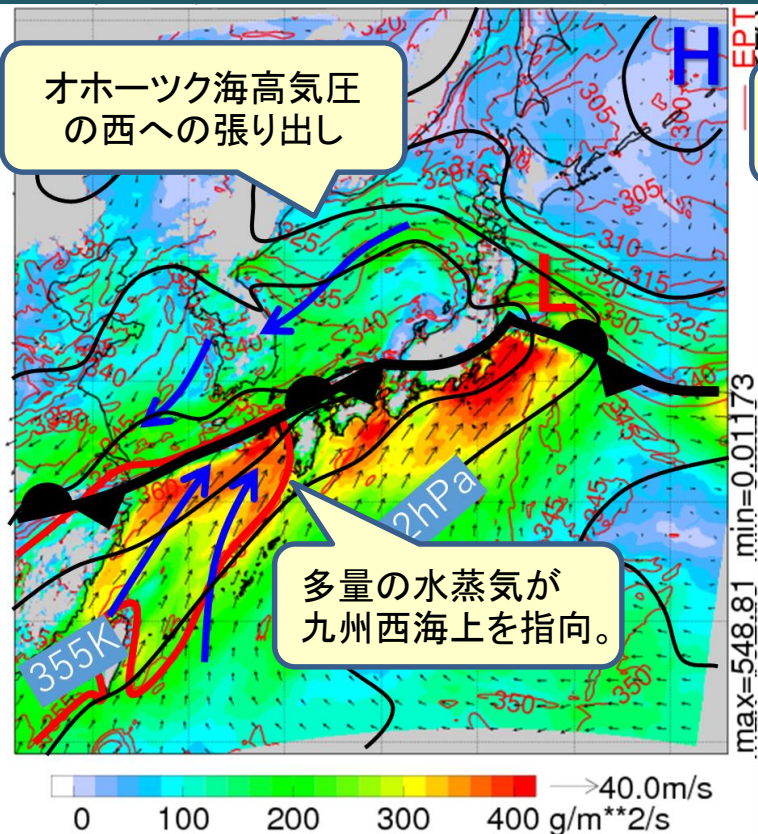
3. 記録的な大雨をもたらした事例 の大気の流れの特徴

(1) 8月14日の九州地方を 中心とした大雨

8月14日未明～明け方頃の総観場の特徴

- オホーツク海高気圧が西へ張り出し、日本の南の太平洋高気圧との間で、前線は本州付近に停滞した。前線の南側では西からの流れと太平洋高気圧縁辺の流れが合流し、多量の水蒸気が流れ込んだ。
 - 500hPaのトラフの接近に伴って、東シナ海では下層の温度傾度が強まり、前線付近で上昇流が強まった。上昇流の強まりと共に下層風が強まり、前線の南側で対流雲が発達しやすい環境となった。
- ※天気図はすべて2021年8月14日03時のもの

地上前線と等圧線、500m高度の風・相当温位・水蒸気フラックス



衛星赤外画像と500hPa天気図

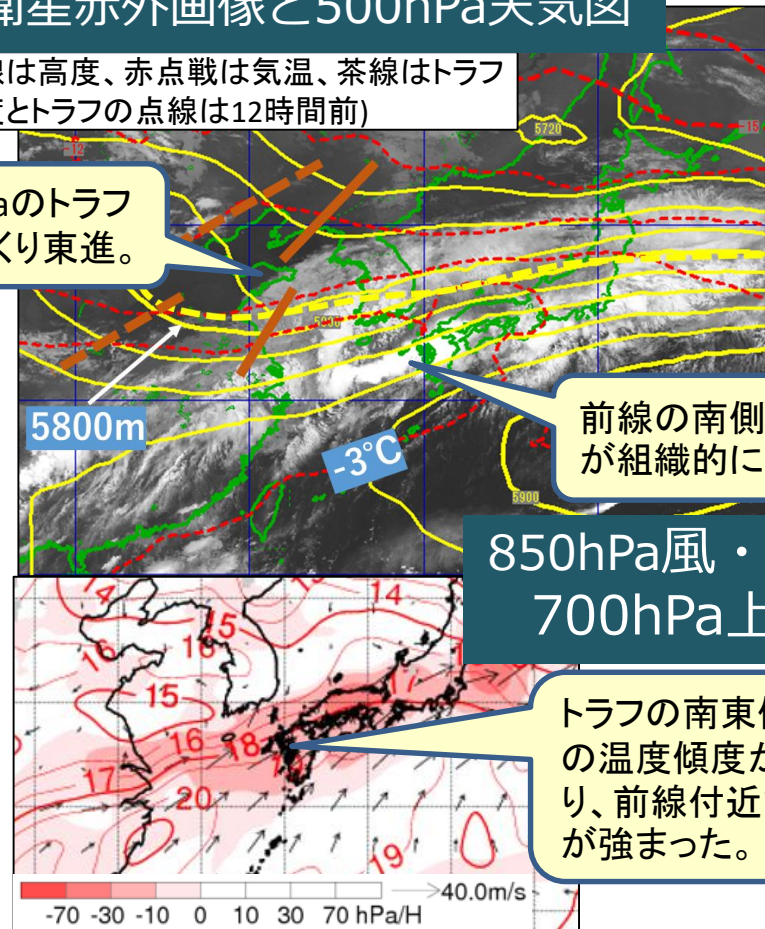
黄線は高度、赤点戦は気温、茶線はトラフ高度とトラフの点線は12時間前)

500hPaのトラフがゆっくり東進。

前線の南側で積乱雲が組織的に発達。

850hPa風・温度、700hPa上昇流

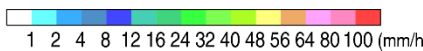
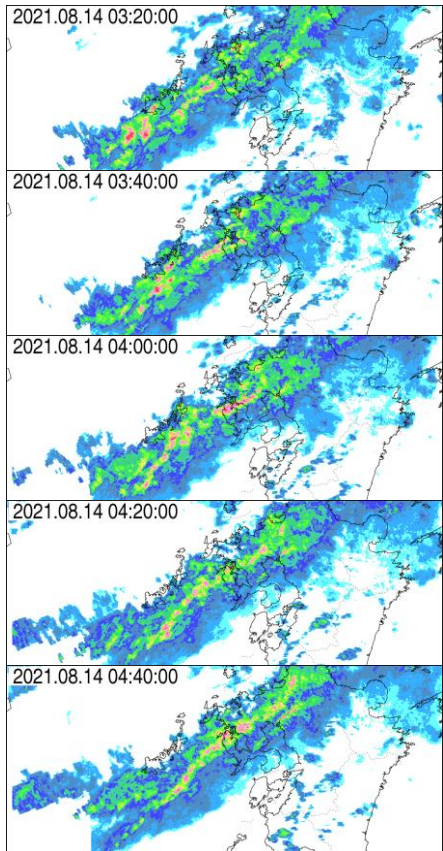
トラフの南東側で下層の温度傾度が大きくなり、前線付近で上昇流が強まった。



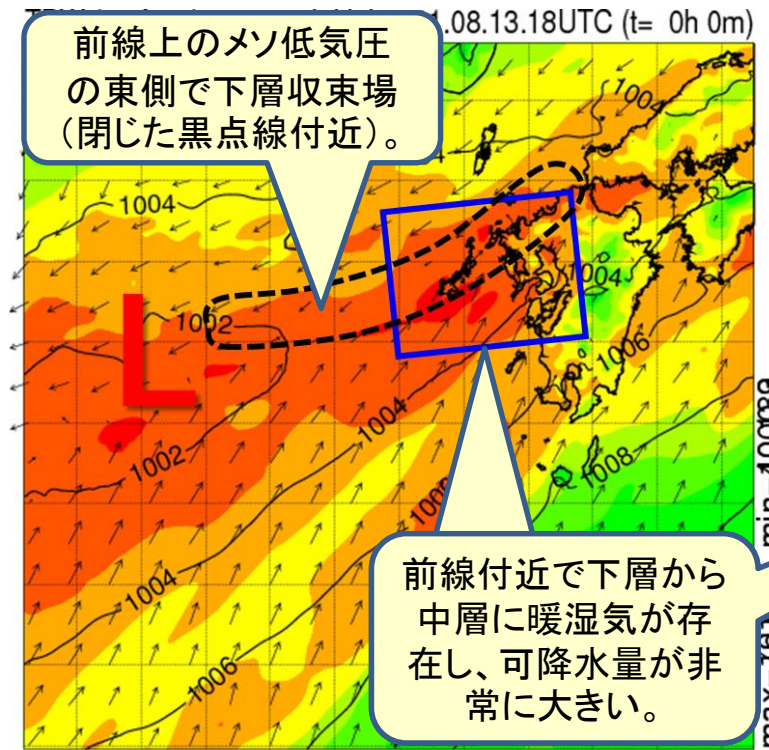
8月14日未明～明け方頃のメソスケールの特徴

- 九州の西海上で発生した積乱雲が、北東方向に移動しながら降水システムを組織化し、線状降水帯を形成した。
- 前線付近では下層から中層に暖湿気が存在し、可降水量の非常に大きな分布が広がり、また、前線上のメソ低気圧の東側で下層収束が明瞭であり、降水システムが組織化しやすい環境となった。

レーダーエコー強度

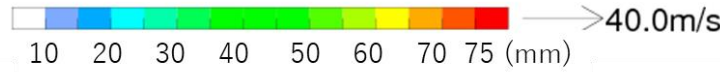


地上気圧・風・可降水量

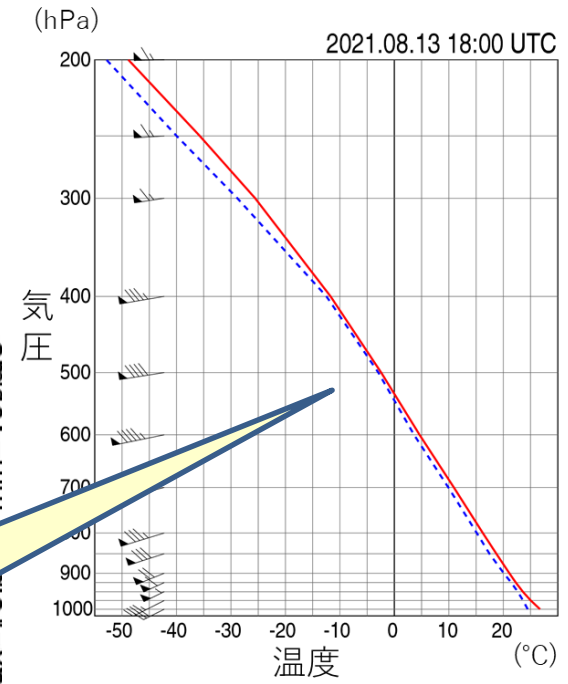


前線上のメソ低気圧の東側で下層収束場(閉じた黒点線付近)。

前線付近で下層から中層に暖湿気が存在し、可降水量が非常に大きい。



青枠内の気温と露点温度の鉛直プロファイル(平均値)



※天気図とエマグラムは2021年8月14日03時のもの

3. 記録的な大雨をもたらした事例 の大気の流れの特徴

(2) 顕著な大雨に関する情報の 発表状況

顕著な大雨に関する情報の発表状況

- 2021年8月中旬に「顕著な大雨に関する情報」※を計9回発表。

※ 大雨による災害発生の危険度が急激に高まっている中で、線状の降水帯により非常に激しい雨が同じ場所で降り続けている状況を「線状降水帯」というキーワードを使って解説する情報。

情報発表時分					号数	府県予報区	一次細分区域
年	月	日	時	分			
2021	8	12	13	59	1	福岡県	筑後地方
2021	8	12	13	59	1	熊本県	熊本地方
2021	8	13	09	19	1	広島県	北部、南部
2021	8	14	02	21	1	佐賀県	南部
2021	8	14	02	21	1	長崎県	北部
2021	8	14	02	49	2	長崎県	南部、北部
2021	8	14	05	00	2	佐賀県	南部、北部
2021	8	14	05	59	3	長崎県	南部、北部
2021	8	14	06	09	1	福岡県	福岡地方

(参考) 顕著な大雨に関する情報の発表基準

- 【雨量】解析雨量（5kmメッシュ）において前3時間積算降水量が100mm以上の分布域の面積が500km²以上
- 【雨量】1.の形状が線状（長軸・短軸比2.5以上）
- 【雨量】1.の領域内の前3時間積算降水量の最大値が150mm以上
- 【危険度】1.の領域内の土砂キキクルにおいて土砂災害警戒情報の基準を実況で超過（かつ大雨特別警報の土壌雨量指数基準値への到達割合8割以上）又は洪水キキクルにおいて警報基準を大きく超過した基準を実況で超過

※ 上記1～4すべての条件を満たした場合に発表する。

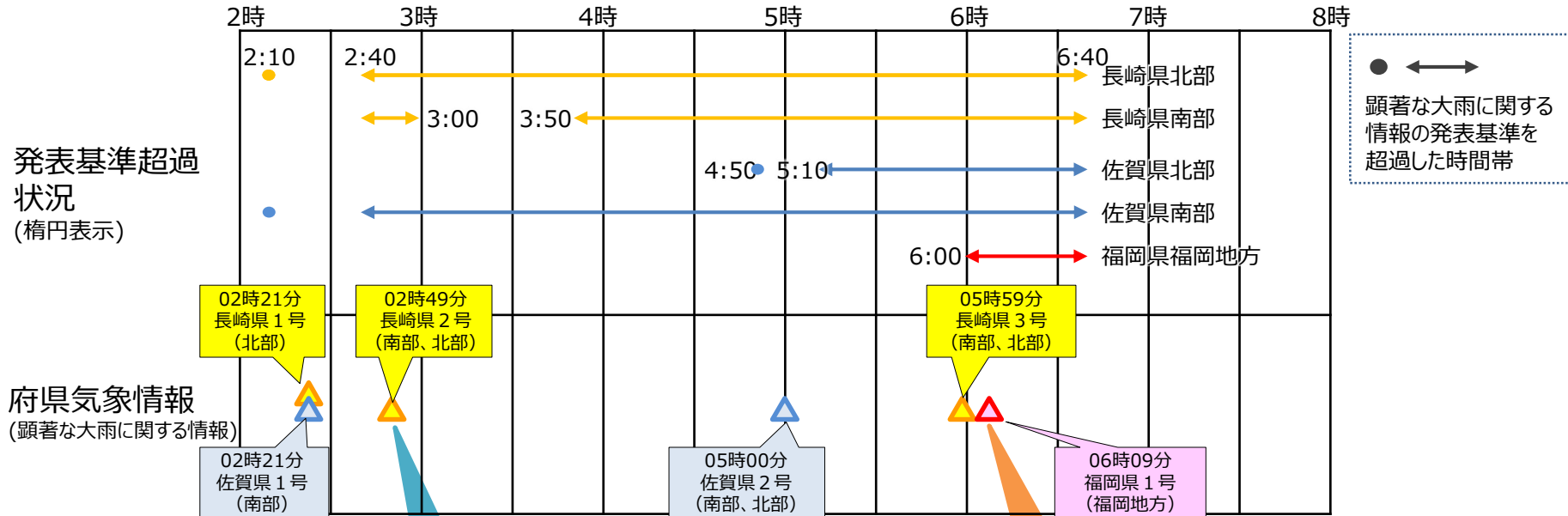
※ 再度基準を超過したときに情報発表を抑止する期間は3時間とする。

（内閣府SIPと連携して発表基準を検討）

顕著な大雨に関する情報の発表基準超過状況 ~8月14日~

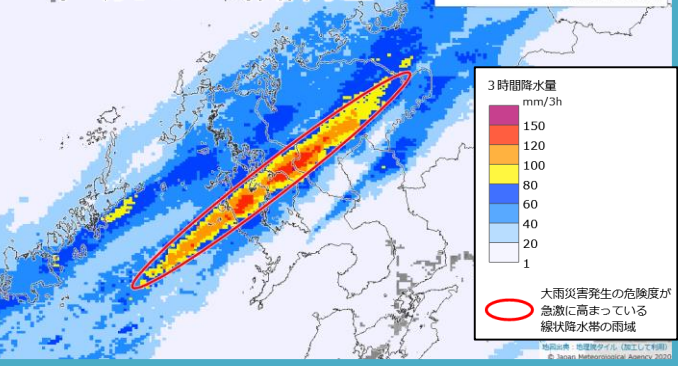
- 福岡県、佐賀県、長崎県では線状降水帯による非常に激しい雨や猛烈な雨が降り続き、8月14日未明から朝にかけて「顕著な大雨に関する情報」を発表。

○顕著な大雨に関する情報発表時刻、対象地域



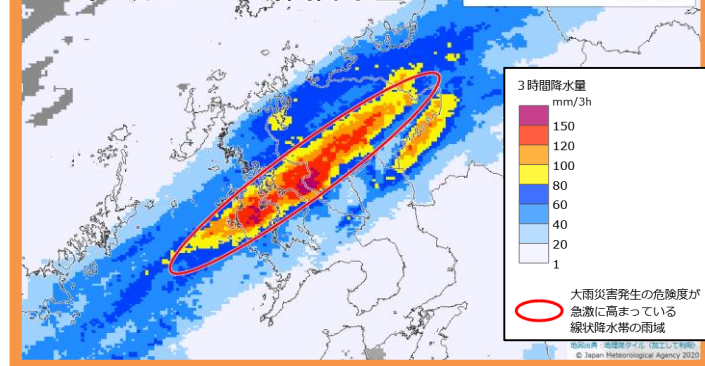
○今後の雨 (3時間降水量)

02時40分までの3時間降水量



※ 02時40分、「線状降水帯」の面積は約950km²、3時間最大降水量は約150ミ。

06時00分までの3時間降水量



※ 06時00分、「線状降水帯」の面積は約1450km²、3時間最大降水量は約170ミ。