



2019年9月29日  
東京支部第67回例会

# 「チベット高気圧の日本付近への張り出しは、マボロシかもしれない」

キーワード:チベット高気圧、小笠原高気圧、ロスビー波(赤道・順定常)、西風ジェット、導波管、碎波

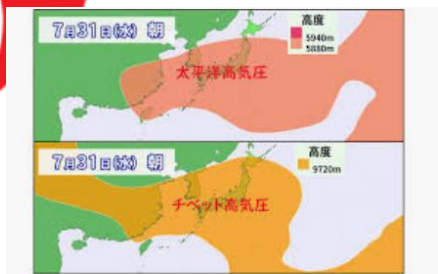
日本気象予報士会

田家 康 (No.3365)

一般社団法人 日本気象予報士会



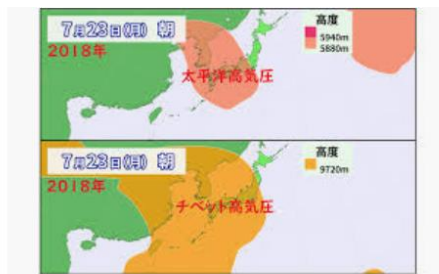
# 「猛暑」「ダブル高気圧」で検索



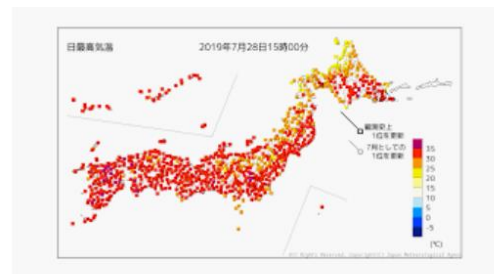
今週はダブル高気圧で今夏一番の猛暑型に(杉江勇...  
news.yahoo.co.jp



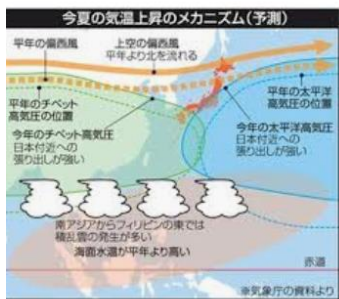
猛暑は「ダブル高気圧」の影響: スノーボー...  
nuki2pon.exblog.jp



今週はダブル高気圧で今夏一番の猛暑型に(杉江勇...  
news.yahoo.co.jp



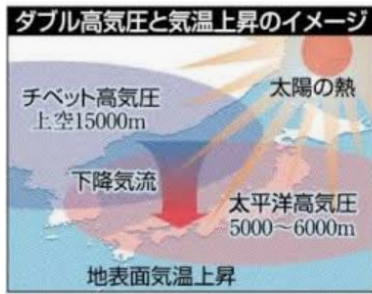
今週はダブル高気圧で今夏一番の猛暑型に(杉江勇次) - 個...  
news.yahoo.co.jp



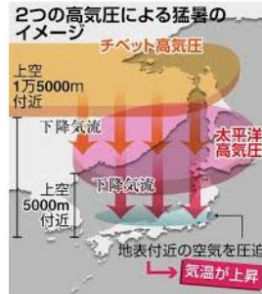
厳冬「一転「炎夏」に! ? ダブル高気...  
tishinpon.co.jp



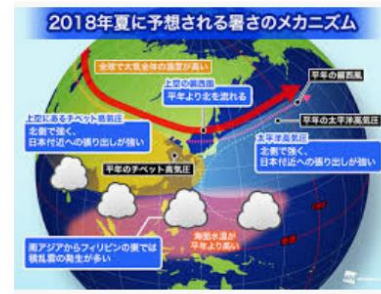
今年は梅雨明け早々猛暑到来 "ダブル高気...  
headlines.yahoo.co.jp



ダブル高気圧で嘘もダブル - (新) 日本の黒...  
blog.goo.ne.jp



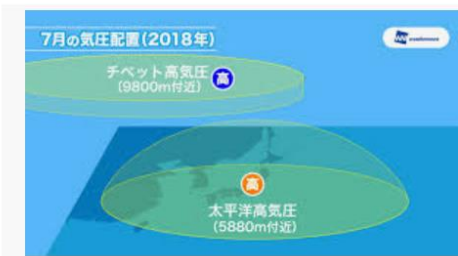
2つの高気圧、地表の空気圧...  
sankei.com



今年の夏は、猛暑? 暑さ厳しくなる可能性...  
weathernews.jp



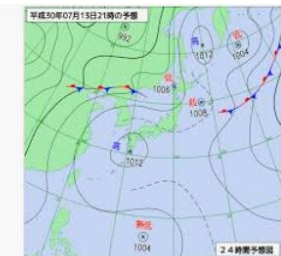
ダブル高気圧」の到来で今年も暑い夏がやってくる! ...  
artimas.in



ダブル高気圧が「ゲリラ豪雨」を抑制、発生数は例年の半...  
in.weathernews.com



今週はダブル高気圧で今夏一番の猛暑型に(杉江勇次) - 個...  
news.yahoo.co.jp



すみません。ダブル高気圧で週末は...  
us.lawyerblog.com



# 「日本列島付近にチベット高気圧が張り出す・・・」の知りうる限りの初見(2002年)

## 平成14年度数値予報 研修テキスト

「数値解析予報システムの検証と改良」

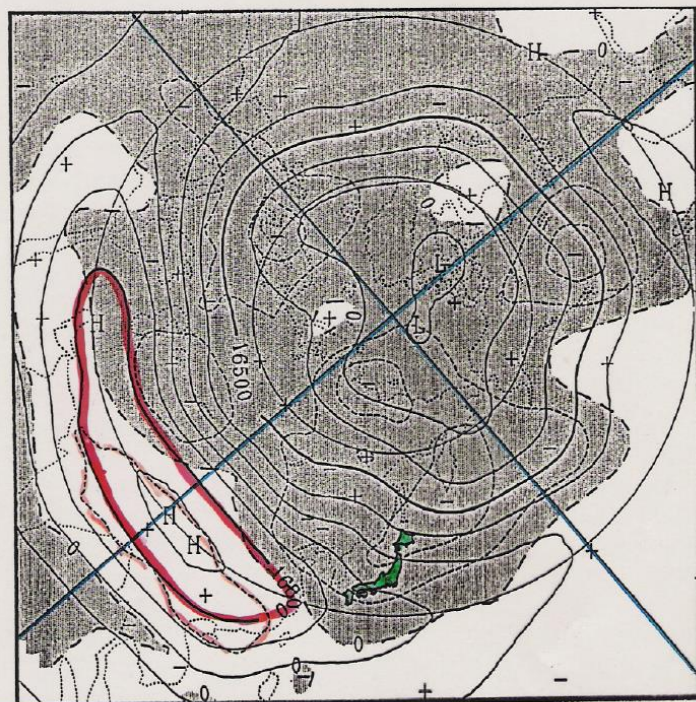
(数値予報課)

- 300hPa高度(図2.1.5)は、日本とその南では正偏差で高気圧を弱める傾向は見られず、チベット高気圧の日本付近への張り出しは、解析値よりも強く予想する傾向がある。

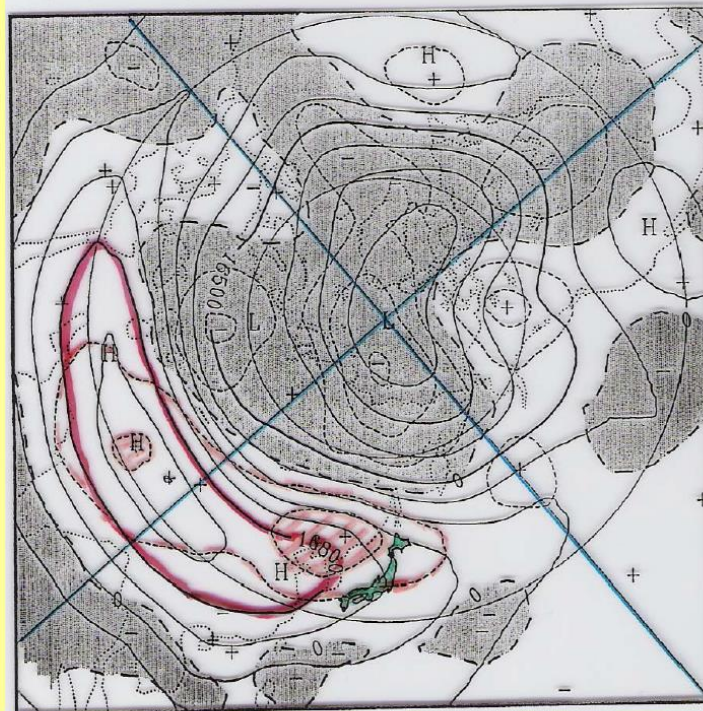


# 酒井重典(2007)長期予報の歴史 (日本気象学会東北支部での講演)

## 暑夏と冷夏のチベット高気圧の違い



1993年7月



1994年7月



## 平成 25 年度予報技術 研修テキスト

(予報課)

- 10 日 21 時と 11 日 9 時の高層・地上天気図などから、総観場のじょう乱の状況や推移を確認する(第 2.1.4 図参照)。300hPa 面ではチベット高気圧が大陸から東シナ海付近へ張り出している。

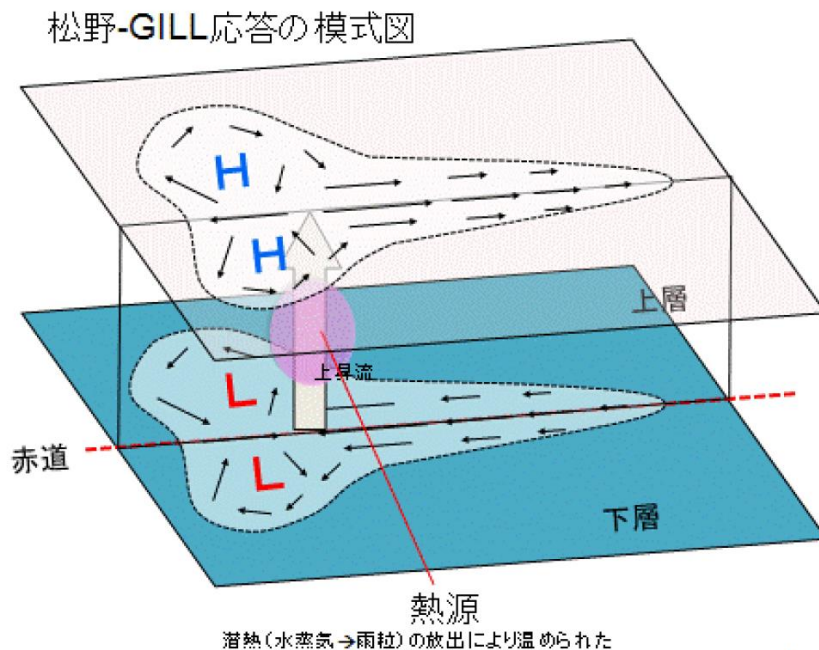
## 平成 26 年度予報技術 研修テキスト

(予報課)

- 傾度風が吹くと仮定し、遠心力による非地衡風成分を考えると、上層でチベット高気圧が東に強く張り出している際、東西走向のリッジ軸の先端(高気圧性曲率:最大)において非地衡風成分(北風)は最大で、同高圧の北東象限が定性的に上層発散域となる。



# チベット高気圧は北東に張り出すのか？



- 松野 - Gill応答: 赤道を挟む双子低気圧
- 赤道付近: 東向きケルビン波
- 赤道の南北側: 西向きロスビー波(赤道ロスビー波)
  - 北半球で北西に張り出すなら、松野 - Gill応答でイメージできるが...



# 「チベット高気圧の北東方向への張り出し」 を力学的に説明する論文は確認できない

日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要  
No.43 (2008) pp.313-323

## EOF解析によるチベット高気圧とその日本夏季気温との 関係についての気候学的研究

永野 良紀\*・加藤 央之\*\*・山川 修治\*\*\*

1. 東アジアにおける200hPa高度場をEOF解析した結果、7月、8月ともにEOF1は東アジアでのチベット高気圧の北偏の強弱、EOF2は日本付近での張り出し強化の卓越度を示している。
2. 7月の気温においては、日本列島の大部分の地点でチベット高気圧の北偏や日本付近の張り出し強化と関係があった。しかし、8月になると北日本でしかこれらの関係が認められなかった。

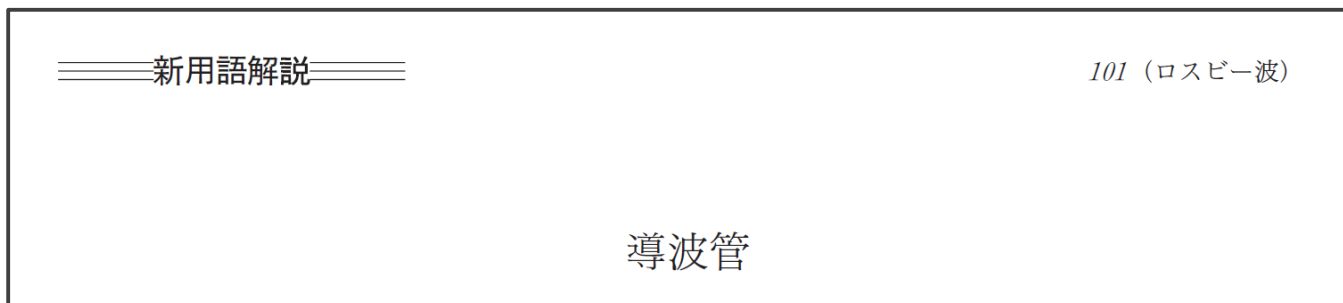
☆EOF解析であって、力学的な内容ではない。

☆日本気象学会《天気》を検索しても、力学的な論文はまったく出てこない。



# 「クジラの尾型天気図」を説明する力学的なモデルは他にあるのか？

- ある。「導波管」:《天気》2010年10月号



- 大気及び海洋にも、光ファイバーのような導波管 (waveguide) に相当する構造がある。
- ロスビー波に対する導波管は、西風が南北方向に集中して分布する領域 (西風ジェット) に現れる。
- 西風ジェットではロスビー波が捕捉され効率的にエネルギーが伝播される。
- 例えば、夏の小笠原高気圧の形成に寄与する「シルクロードパターン」は、ユーラシア大陸上の亜熱帯ジェットを導波管とするロスビー波である。

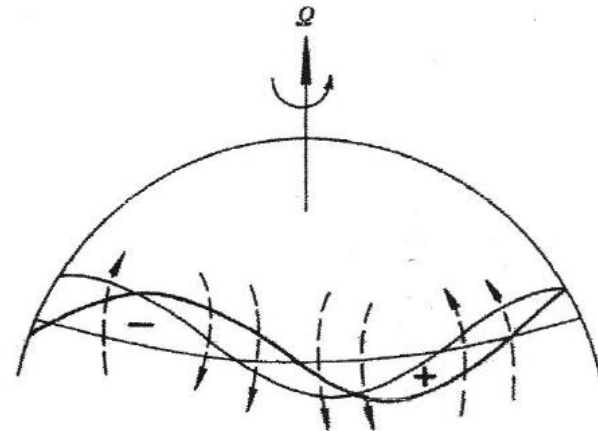




# ロスビー波

図 5.13 ロスビー波の説明図 (Holton, 1992)

太い実線はある時刻における波動の位置で、少し時間が経った後の位置が細い実線。+、-の記号と破線の矢印はそれぞれ波動に伴う渦度と流れ。



- 小倉正光『総観気象学入門』
  - ベータ効果(コリオリパラメータが緯度によって変化する割合)が本質的に重要な波動。
  - 順圧大気では絶対渦度は保存される:  $\text{絶対渦度} = \text{相対渦度} \zeta + \text{惑星渦度} f$
  - 惑星渦度は高緯度側で大きい  $\Rightarrow$  東西方向では西に伝播する波動がロスビー波。
- 位相速度は西向き: 自転の影響で、高・低気圧は自ら西へ移動しようとする波動として振る舞う性質を持つ。
- 群速度は東向き: 高・低気圧が移動しなくても、ロスビー波はその波動エネルギーを東へ伝えて、離れた場所に偏西風蛇行を引き起こす。



# コリオリカとロスビー波

## コリオリカ

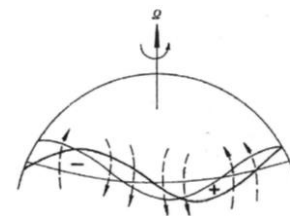
## ロスビー波

物理的・数学的理解 角運動量保存則

絶対渦度 = 相対渦度 + 惑星渦度

観測的理解

回転系の座標系がどう変わるかという実験(思考実験)



ぶっちゃけた理解 (気象予報士試験に受かればいいレベル) 大気や海洋の動き  
北半球では右に曲がる  
南半球では左に曲がる

波の形状は西に移動  
大気擾乱のエネルギーは東に移動

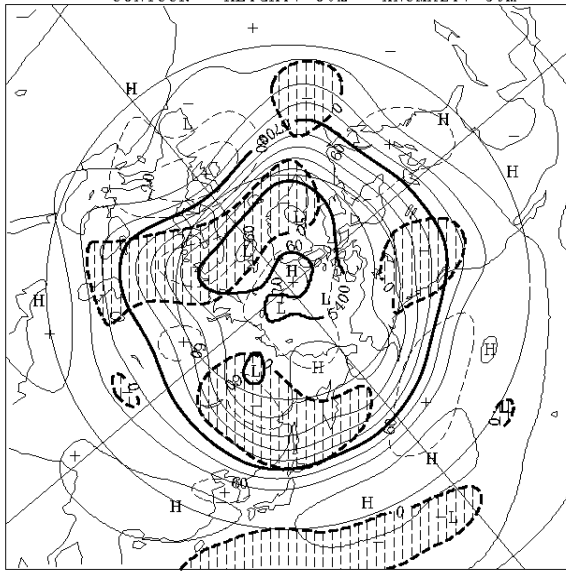


# (順) 定常ロスビー波とは

7( 3- 9)DAY MEAN ( 9/14- 9/20)

500hPa HEIGHT AND ANOMALY

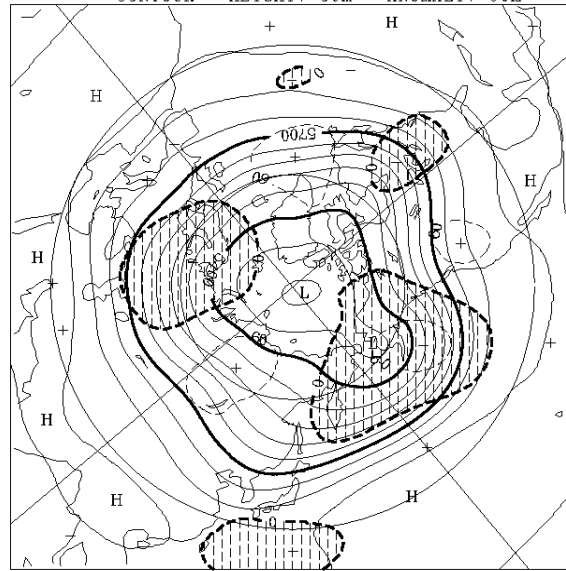
CONTOUR HEIGHT: 60m ANOMALY: 60m



7(10-16)DAY MEAN ( 9/21- 9/27)

500hPa HEIGHT AND ANOMALY

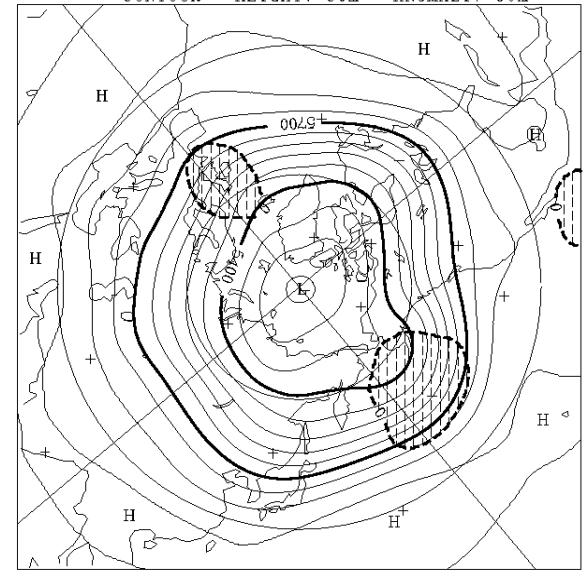
CONTOUR HEIGHT: 60m ANOMALY: 60m



14(17-30)DAY MEAN ( 9/28-10/11)

500hPa HEIGHT AND ANOMALY

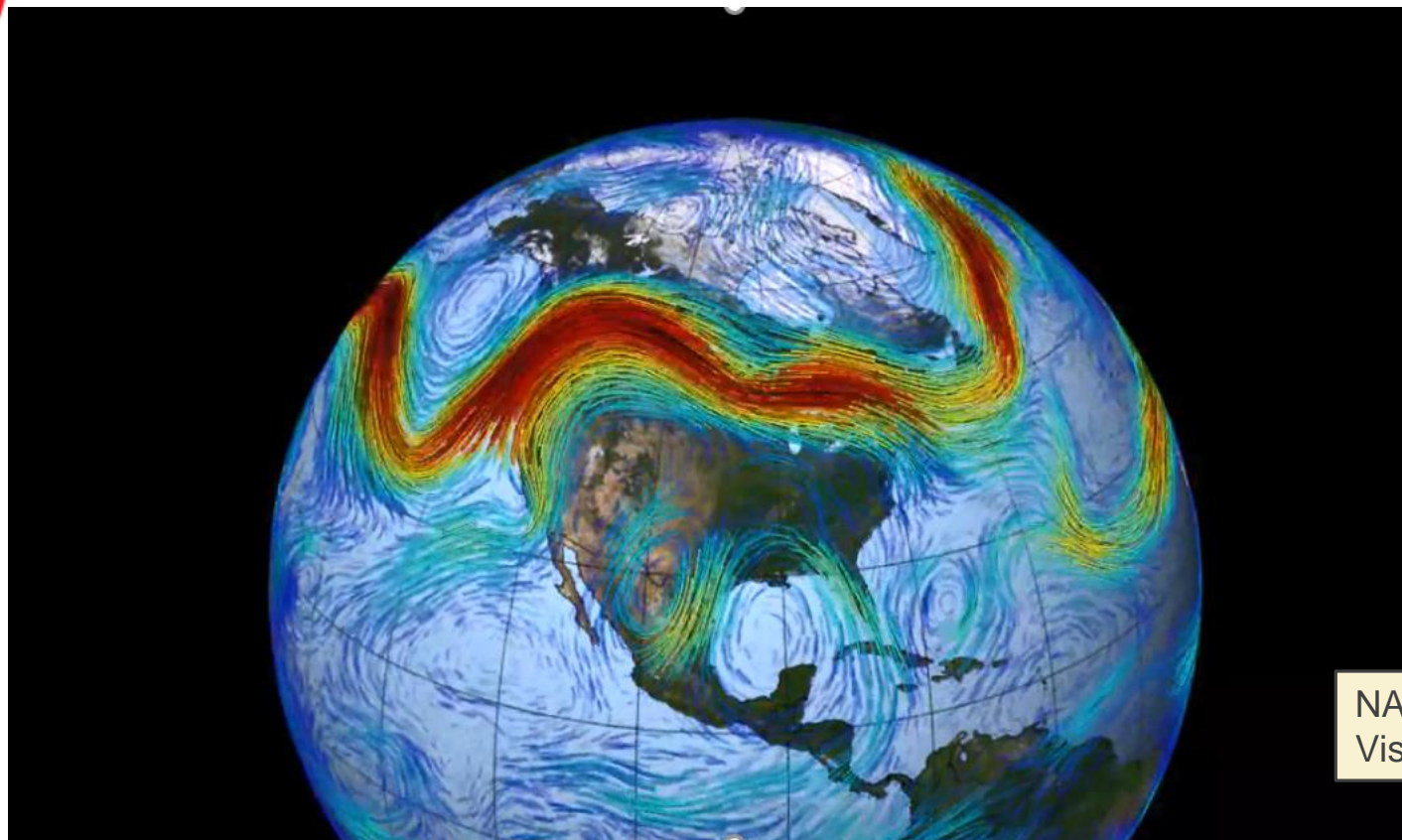
CONTOUR HEIGHT: 60m ANOMALY: 60m



- (順) 定常ロスビー波: 「およそ1週間より長い時間スケールを持つロスビー波は、背景の西風と位相速度とが相殺されるため、パターンがほとんど移動しない。このため、地上に対する位相速度はほぼ0と見なしてよい」(『導波管』)
- 上図の5700メートルのトラフ・リッジは、ほぼ同じ場所にある。



# ロスビー波（短い波と長波）



NASA: Scientific  
Visualization Studio

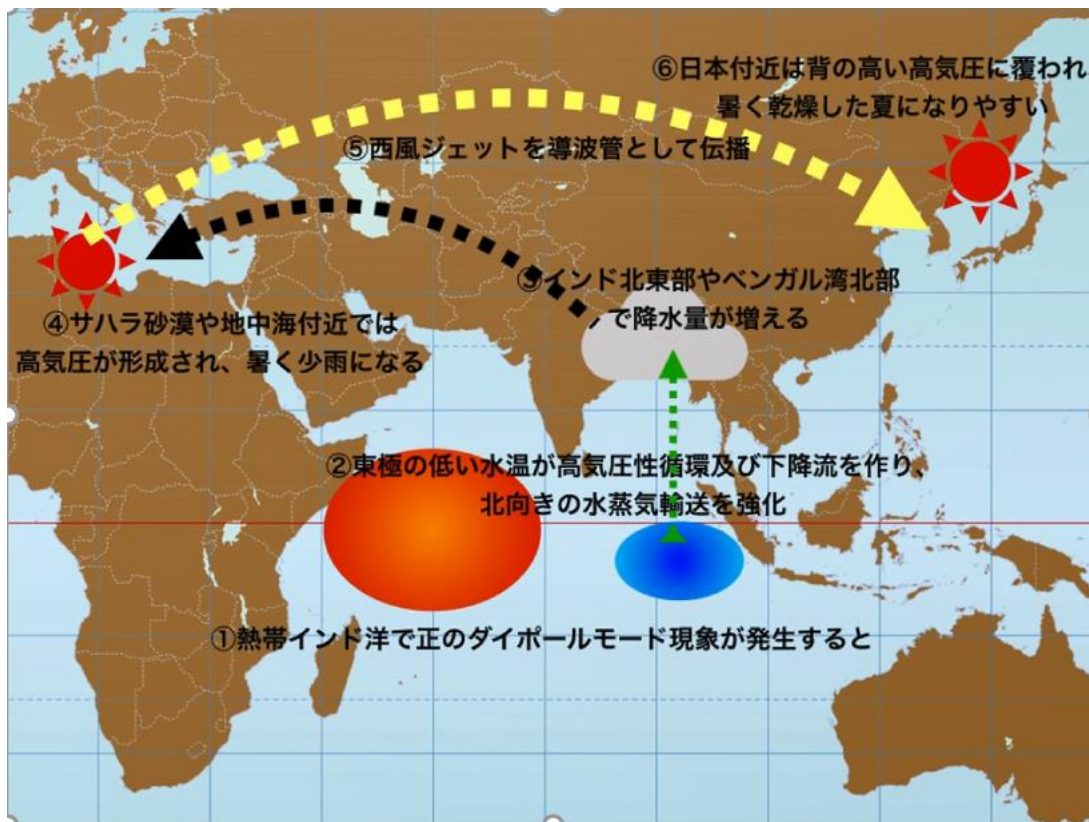
NASAのゴダード宇宙センターの解説

- ・ロスビー波はプラネタリー波で、天気の状態に重要な影響を与える。
- ・このアニメーションでは、ジェット気流が示すように、長期と短期の大気の波動が見える。

一般社団法人 **日本気象予報士会**



# ロスビー長波の伝搬と西風ジェット

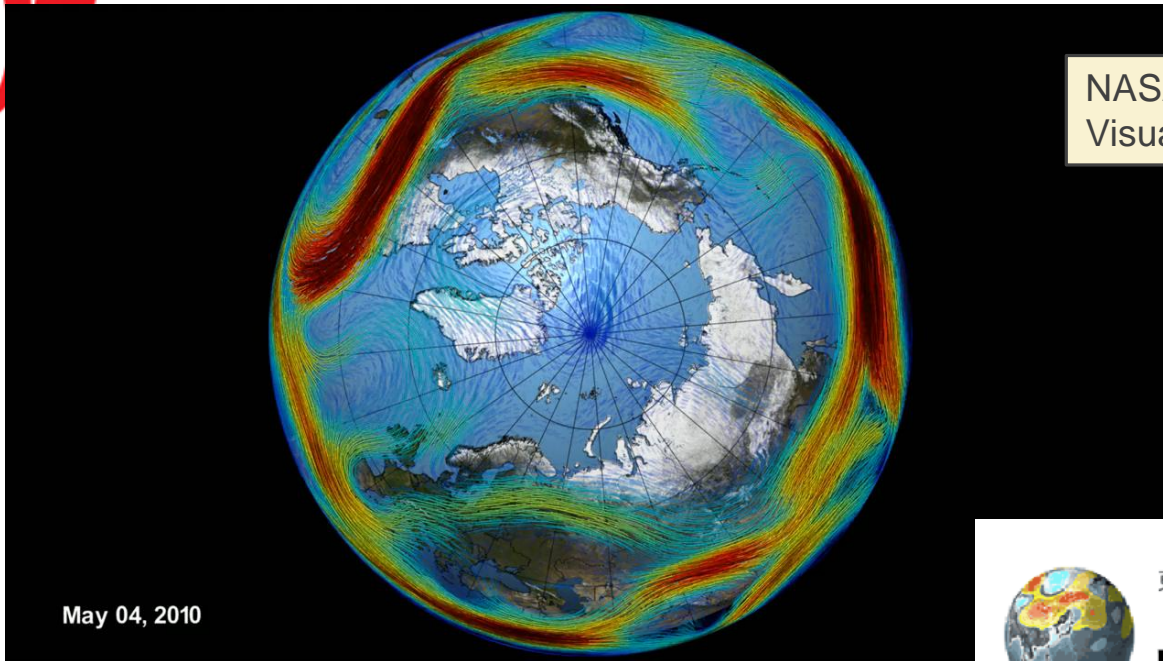


JAMSTEC:APL

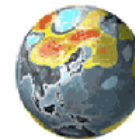
- ②⇒④ 赤道ロスビー波(ロスビー長波☆定常ロスビー波ではない)の伝搬:ベンガル湾からフィリピン付近で活発化した積雲活動で上昇した大気の一部は西方に向かい、地中海周辺やヨーロッパ南部で下降。(テレコネクション)
- ④⇒⑤ 西風ジェット(Asian Jet):地中海周辺やヨーロッパ南部で下降した大気は、その地に猛暑をもたらす。この断熱的な加熱効果を補償する形でヨーロッパの北部から冷気が移動。冷気と暖気のぶつかり合いで大気擾乱がつけられ、それが西風ジェット(Asian Jet)の生む導波管を通して日本付近に到来。



# 西風ジェット(アジアジェット)と日本の成果



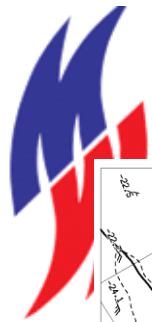
NASA: Scientific  
Visualization Studio



東京大学 先端科学技術研究センター 気候変動科学分野  
大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻

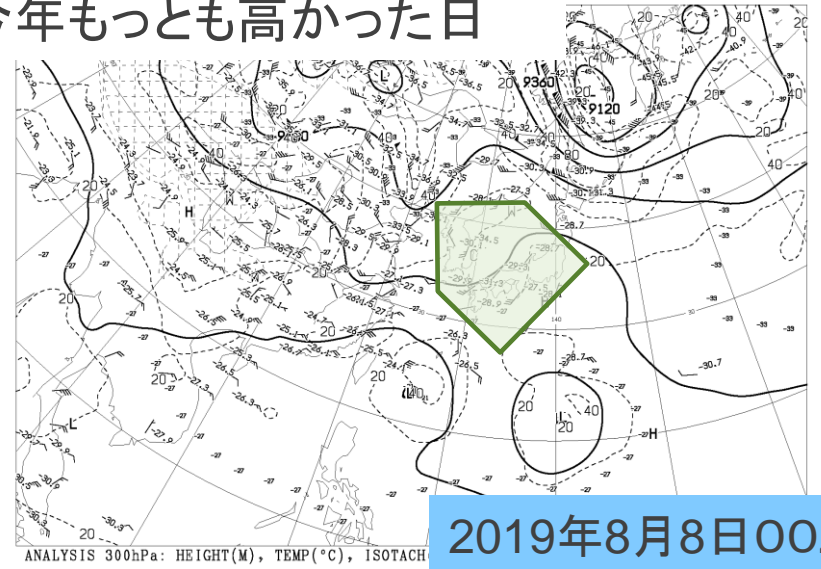
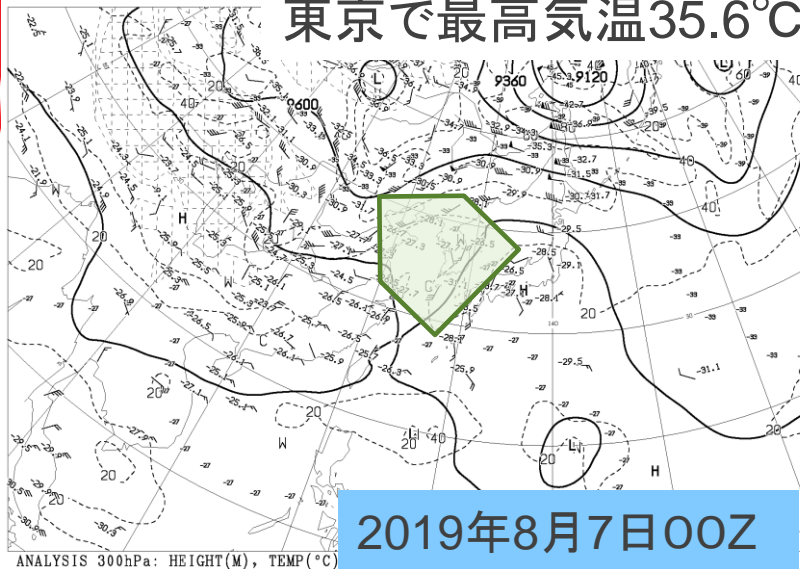
## 中村・小坂研究室

- 東京大学: 中村・小坂研究室HP
  - 夏には、チベット高原に発達するチベット高気圧に伴って、北緯40度付近にアジアジェットと呼ばれる強いジェット気流が形成される。
  - ジェット気流はロスビー波の導波管(通り道)となり、ロスビー波によって大規模波動(高・低気圧偏差の連なり)のエネルギーが東向きに運ばれる。
  - ユーラシア大陸上を西から運ばれてきたエネルギーによって、小笠原高気圧が発達して日本付近で盛夏となる事がある。



# 導波管の砕波 (Breaking Wave)

東京で最高気温35.6°Cと今年もっとも高かった日



- 太平洋に抜けると西風ジェット(9600メートル付近)の導波管としての役目は弱まるために、日本付近に大気擾乱は溜まる(=空気塊が溜まる)。
- 空気が溜まることで、対流圏全体に及ぶような背の高い高気圧を生み出す。この高気圧が<鯨の尾>の部分になる。
- <鯨の頭>の方は大きいですが、その大きい部分が小笠原高気圧Bonin High(太平洋高気圧)に対応。
- チベット高気圧が日本付近に張り出すのではなく、チベット高気圧の北側の西風ジェットが導波管となり、導波管の破碎により高圧部が生まれる。

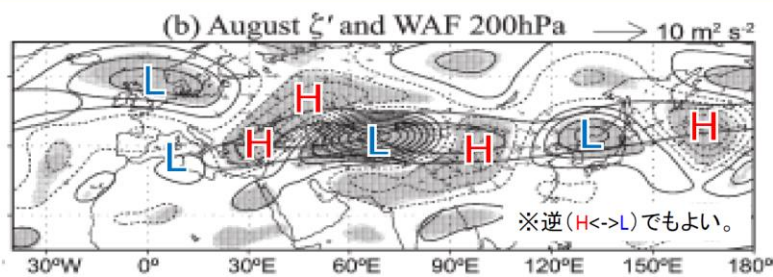


# 「平成30年7月豪雨及び今夏の高温の要因について」

(2018年9月; 異常天候分析検討会、気象庁地球環境・海洋部)

## <キーワード> シルクロードテレコネクション (シルクロードパターン)

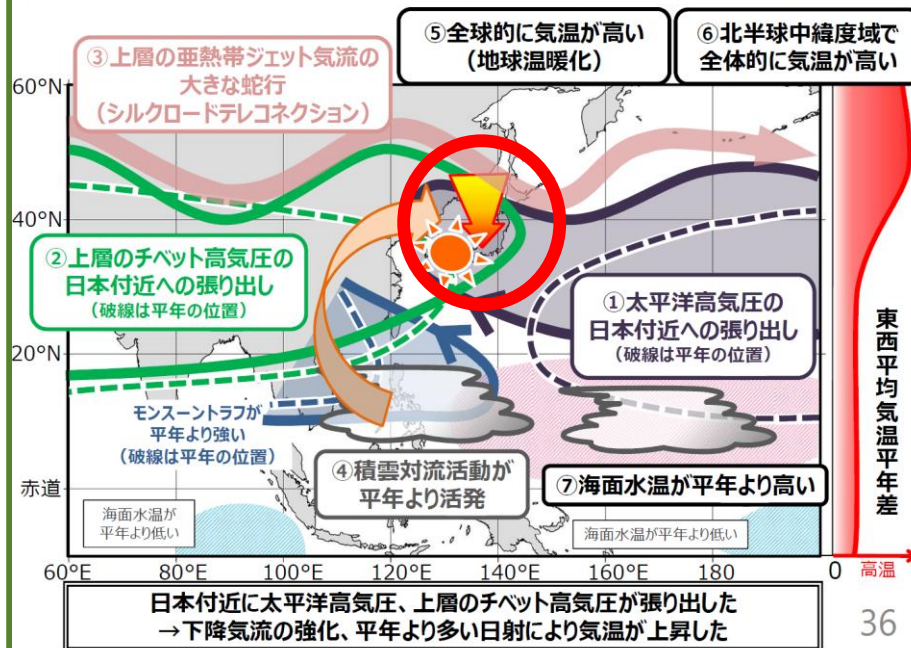
- 夏季のユーラシア大陸上空では、**亜熱帯ジェット気流 (アジアジェット)** の大きな蛇行がしばしば現れる。
- これを「**シルクロードテレコネクション**」と呼び、特に最も出現しやすいパターンで、小笠原高気圧の強弱に関連するパターンを「**シルクロードパターン**」と呼ぶ。(Enomoto et al. 2003; Enomoto 2004; 榎本 2005)




シルクロードパターン(8月)の例: 200hPa南北風の主成分(EOF)解析に基づく場合 (小坂 2011の第2図から抜粋)

29

## 7月中旬頃の記録的な高温をもたらした大規模な大気の流れ



36

- 左図ではシルクロード・パターンによる日本付近の高圧部に言及。
- 右図でシルクロード・テレコネクションまで言及。そして、亜熱帯ジェットの低緯度側にある  は何か? 「導波管の碎波」ではないか。しかし、本文では何も触れていない。





# 西風ジェット(アジアジェット)を導波管とするエネルギーはどこで砕波するか

- 低緯度側の西風ジェットが導波管
  - 砕波は日本海・東シナ海⇒猛暑
- 高緯度側の西風ジェットが導波管
  - 砕波はオホーツク海⇒冷夏
- 発表者の最後のコメント
  - 導波管のロジックは「猛暑」「冷夏」を説明できる拡張性がありそう。
  - 気象研究所の方の論文類でも、「導波管の砕波」(ロスビー波の砕波)で日本の猛暑を説明するものもある。
  - 果たして、「チベット高気圧の日本付近への張り出し=猛暑」のロジックでの説明が、今後も続くのだろうか？