我が国の近年の極端気象と地球温暖化

中 村　 尚

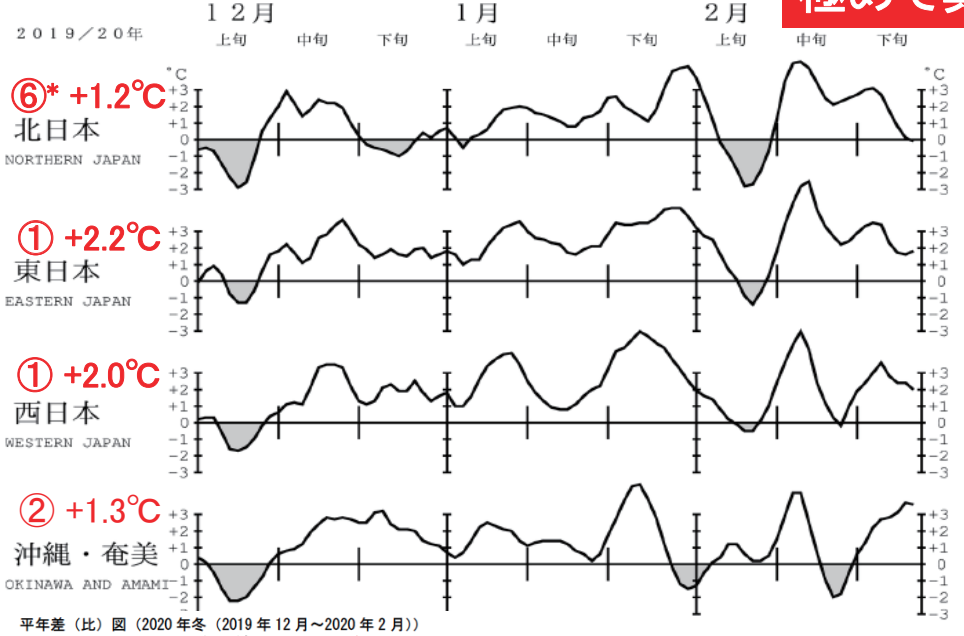
東京大学 先端科学技術研究センター 教授

日本学術会議第三部会員，防災減災学術連携委員会委員

（公社）日本気象学会理事，気象災害委員会副委員長

気象庁異常気象分析検討会会長

極めて異常だった今冬



東京で最早の桜開花 (3/14)

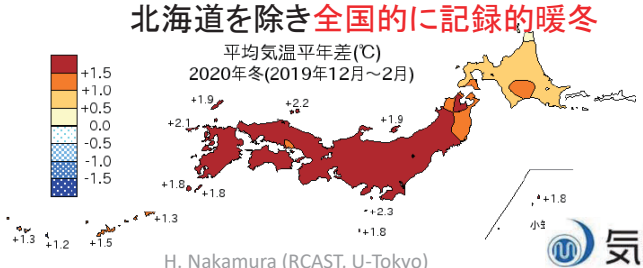
東・西日本では観測史上最も暖かい冬

全国153地点中111地点（72.5%）にて高温記録1位

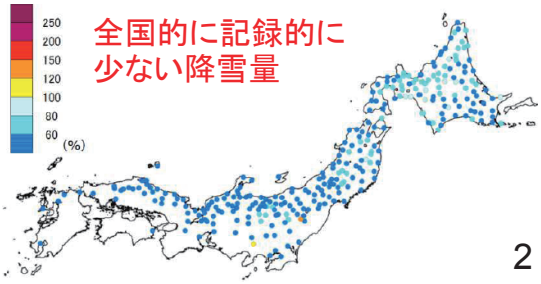
↑

自然変動＋温暖化

北海道を除き全国的に記録的暖冬



全国的に記録的に少ない降雪量



気象庁 Japan Meteorological Agency

H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

近年深刻化する豪雨災害と猛暑の影響

記録的豪雨（*大雨特別警報）	死者（不明者）
「令和元年19号台風」*と低気圧による豪雨（10月）	**99 (3)**
「平成30年7月豪雨（西日本豪雨）*」	**237 (8)**
「平成29年7月九州北部豪雨」	39 (4)
梅雨前線による熊本の豪雨（平成28年6月下旬）	7
「平成27年9月関東・東北豪雨」*	8
前線による豪雨（広島豪雨）（平成26年8月中旬）	75
台風12・11号と前線による豪雨（平成26年8月上旬）*	6
台風8号と梅雨前線による豪雨（平成26年7月上旬）	3
台風26号による豪雨（平成25年10月中旬）	40 (3)
台風18号による豪雨（平成25年9月中旬）*	6 (1)
前線による豪雨（島根豪雨）（平成25年8月下旬）	1
大気不安定による秋田・山形豪雨（平成25年8月上旬）	3 (2)
梅雨前線による島根・山口豪雨（平成25年7月下旬）	2 (2)
「平成24年7月九州北部豪雨」	30 (3)
台風12号による豪雨（平成23年8月末・9月初旬）	82 (12)
「平成23年7月新潟・福島豪雨」	4 (2)
「平成21年7月中国・九州北部豪雨」	36
「平成20年8月末豪雨」	2
「平成18年7月豪雨」	28 (2)
「平成16年7月福井豪雨」	4 (1)
「平成16年7月新潟・福島豪雨」	16

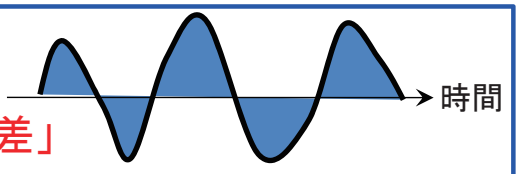
	熱中症死者（6～9月）
平成30年	**1518**
平成25年	1036
平成22年	**1684**（9月に200名超）

異常気象（極端現象）と「気候変動」・「気候変化」

■ 気候変化：climate change：主に「地球温暖化」：
➔「天候ベース」を決める

＋

■ 気候変動：climate variability
主に自然変動
➔「天候ベース」に重畳した大振幅「偏差」



※ 亜熱帯・中高緯度域では主に偏西風ジェット気流の蛇行に伴う

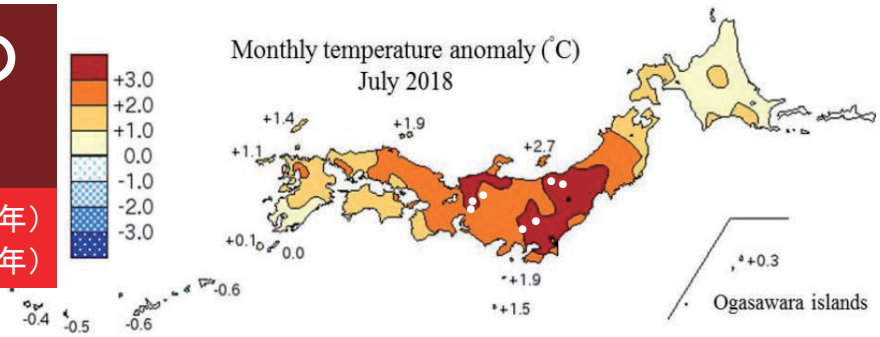
⬇

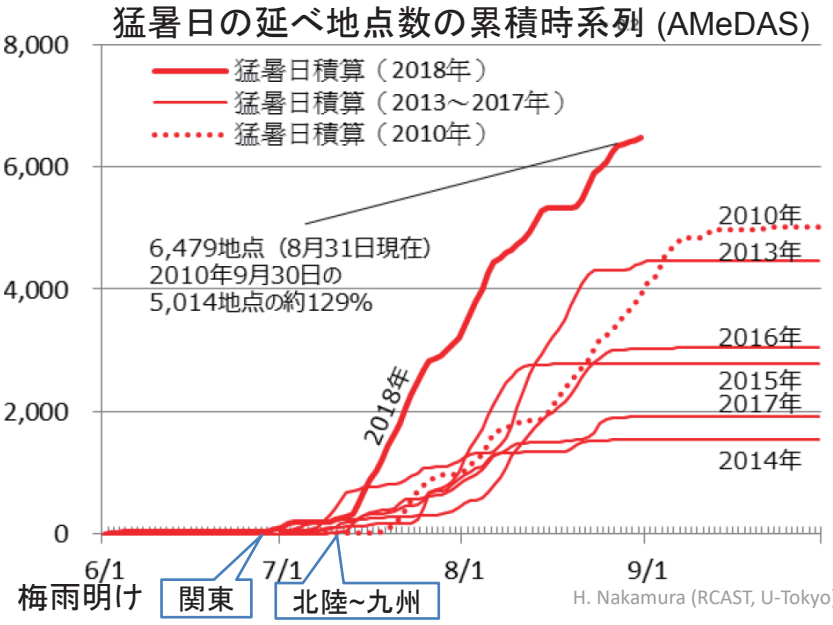
温暖化時の異常気象（極端現象）の発現例 ➔ 災害

☐ 猛暑や異常暖冬の出現増【過去に無い現象】
☐ 豪雨（時間降水量80mm超）の出現増【過去に無い現象】
☐ 異常寒波や冷夏の出現【温暖化の中での”揺り戻し”】

平成30年夏の猛暑

熱中症死者: 1518（2018年）
1684（2010年）





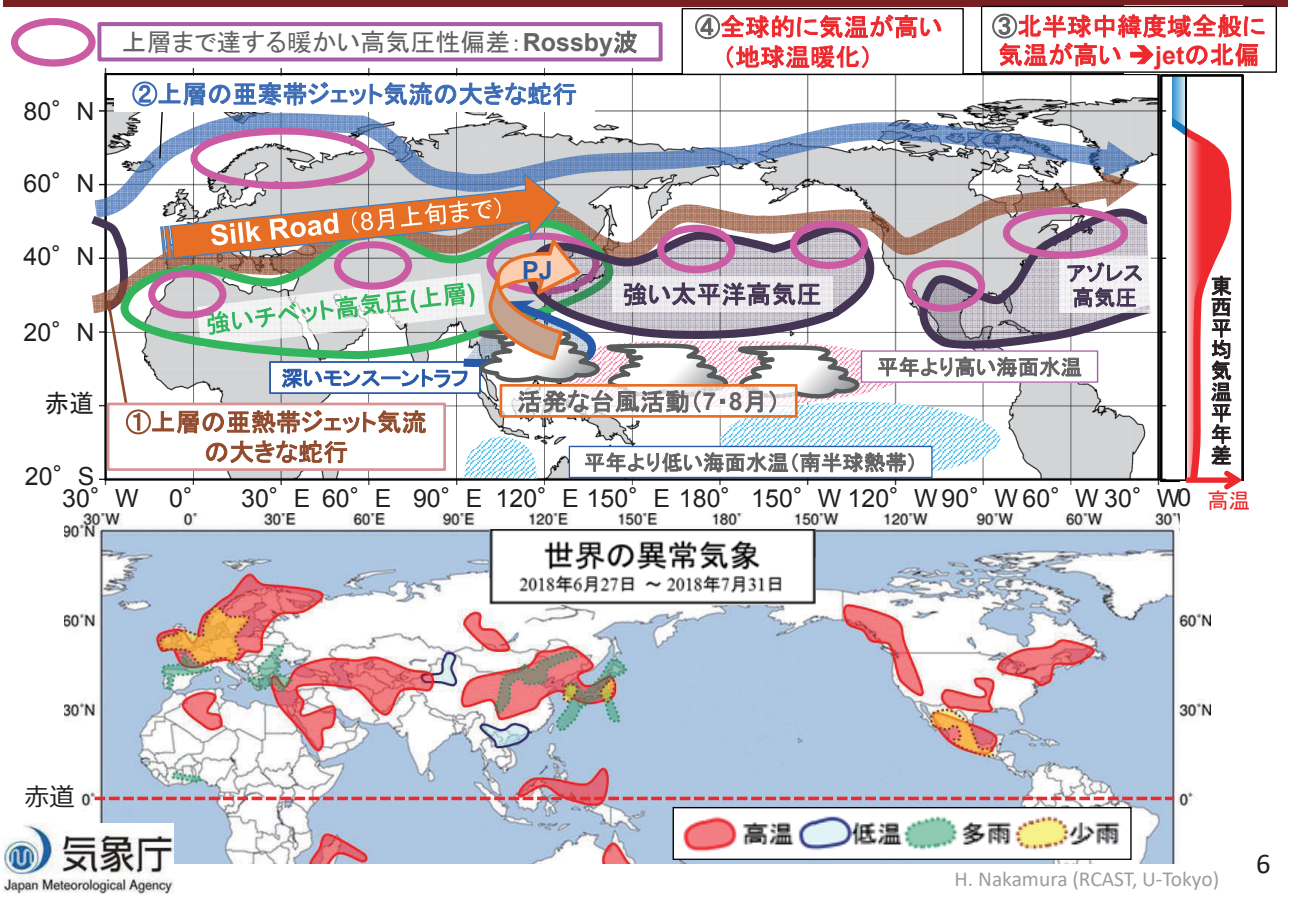
AMeDAS927地点のうち202地点で歴代1位（タイ含む）の高温記録.

2018年に観測された我が国の歴代高温記録（℃）

1. 熊谷（埼玉）41.1 (7/23)
2. 美濃（岐阜）41.0 (8/8)
2. 金山（岐阜）41.0 (8/6)
6. 中条（新潟）40.8 (8/23)
6. 青梅（東京）40.8 (7/23)
13. 三条（新潟）40.4 (8/23)
15. 名古屋 40.3 (8/3)

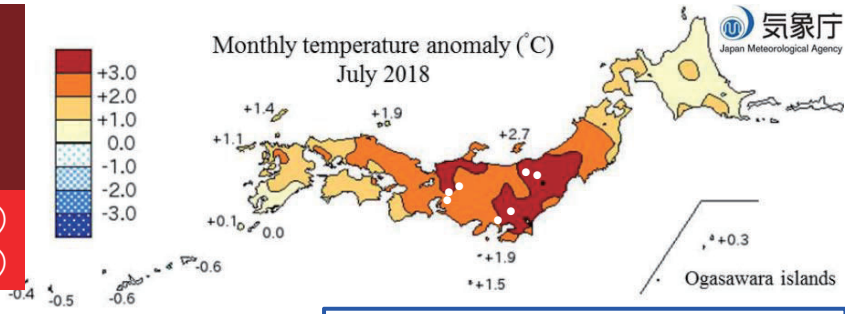
Shimpo et al. (2019 SOLA)

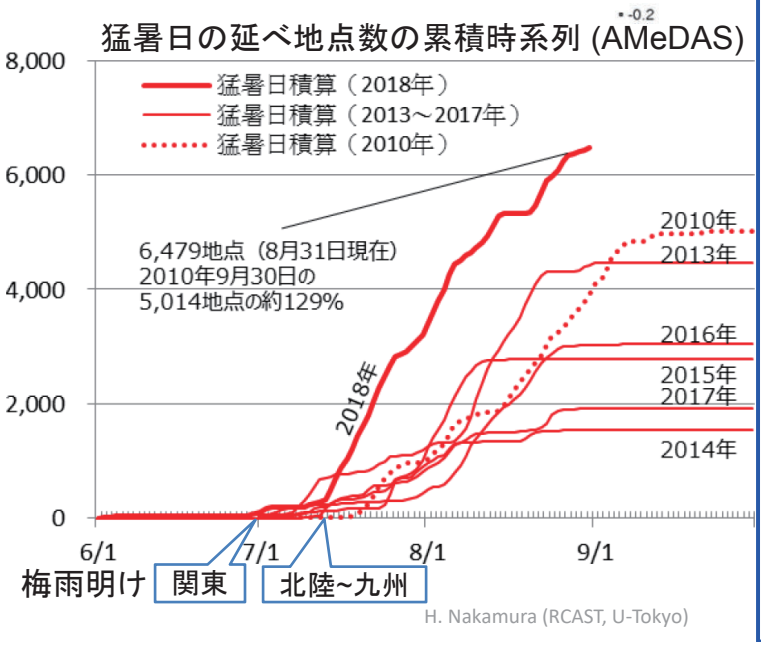
7月に日本・北半球各地に高温をもたらした大規模大気循環



平成30年夏の猛暑

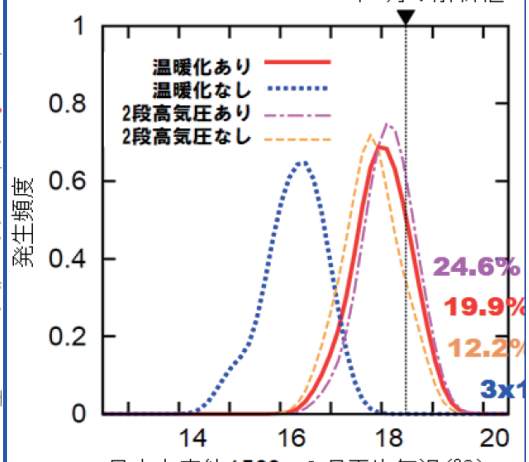
熱中症死者: 1518（2018年）
1684（2010年）





H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

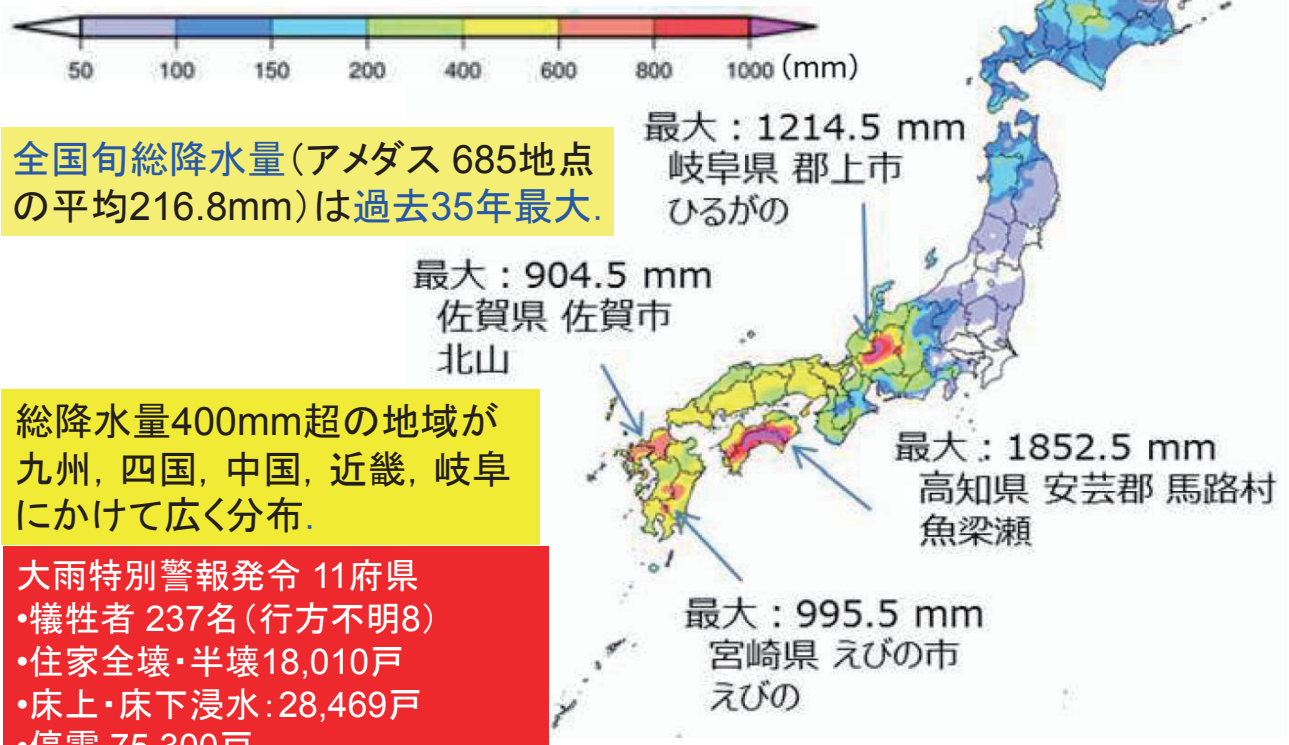
大気大循環モデルによる2018年7月日本上空1500mの気温の頻度分布
温室効果気体の増加がある実験と無い実験の比較



Imada et al. (2019, SOLA)

「平成 30 年 7 月豪雨」の降水分布

（期間：6月 28 日から7月8日）



全国旬総降水量（アメダス 685地点の平均216.8mm）は過去35年最大.

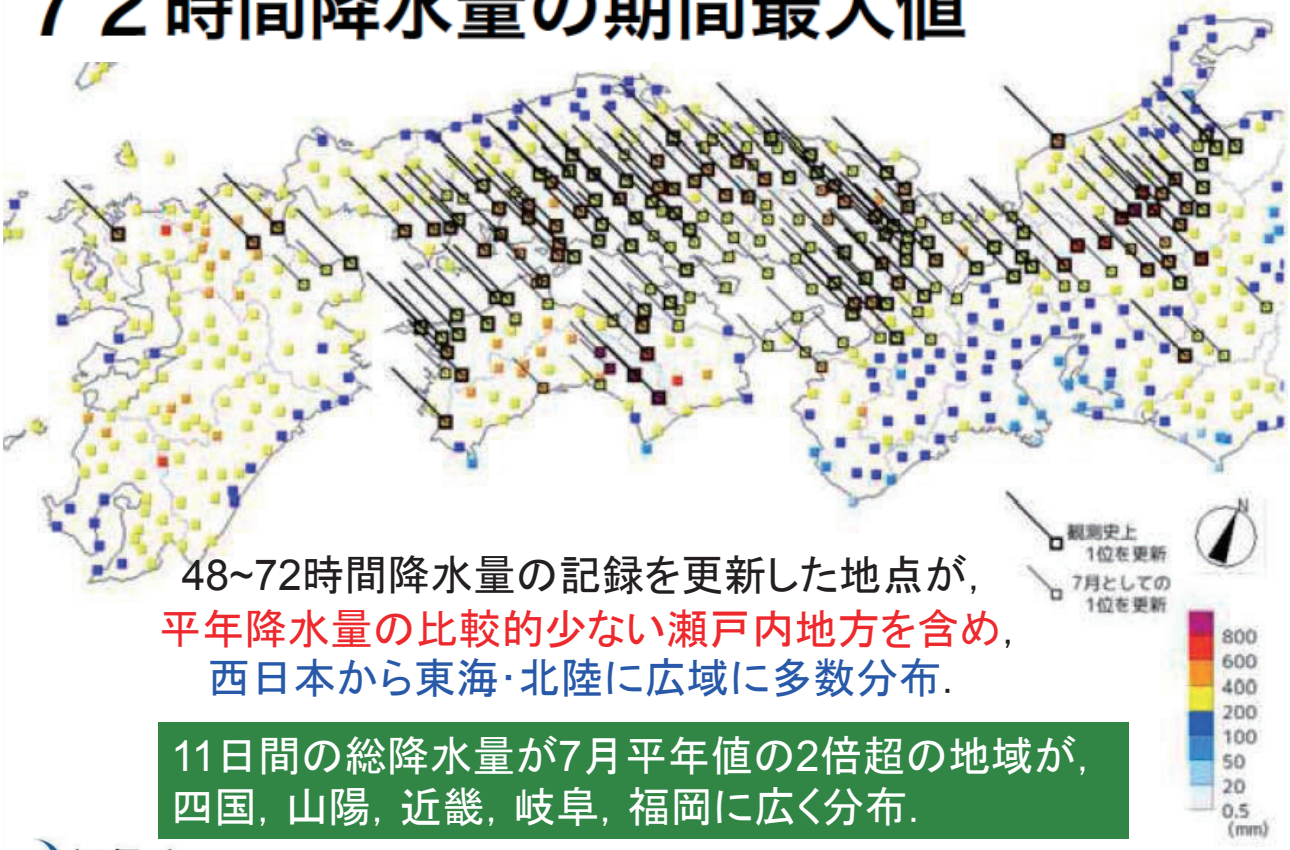
総降水量400mm超の地域が九州，四国，中国，近畿，岐阜にかけて広く分布.

大雨特別警報発令 11府県
- 犠牲者 237名（行方不明8）
- 住家全壊・半壊18,010戸
- 床上・床下浸水：28,469戸
- 停電 75,300戸
- 断水 263,593戸

Shimpo et al. Takemura et al. (2019SOLA)

H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

７２時間降水量の期間最大値



48~72時間降水量の記録を更新した地点が，
平年降水量の比較的少ない瀬戸内地方を含め，
西日本から東海･北陸に広域に多数分布．

11日間の総降水量が7月平年値の2倍超の地域が，
四国，山陽，近畿，岐阜，福岡に広く分布．

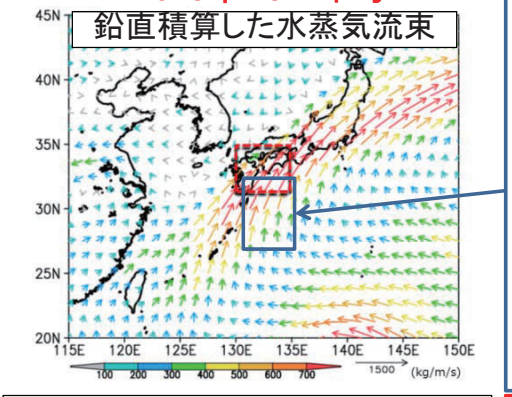
気象庁 Japan Meteorological Agency

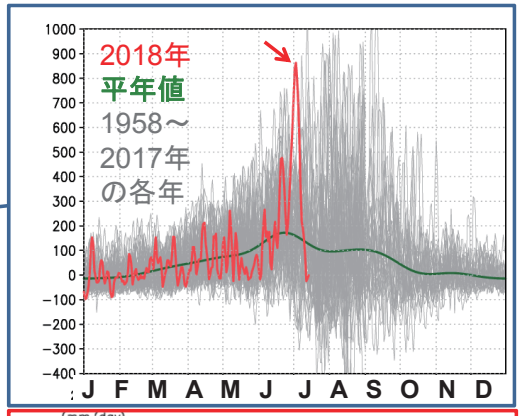
H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

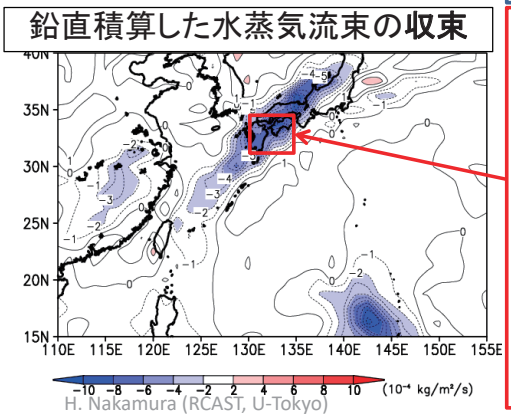
Shimpo et al. Takemura et al. (2019SOLA)

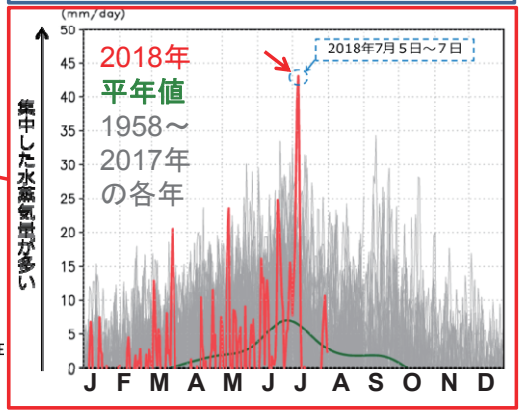
豪雨災害の甚大化を招いた要因（Ｉ）:
多量の水蒸気を含む熱帯からの気流の持続的流入

2018年7/5~7平均









H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

気象庁 Japan Meteorological Agency

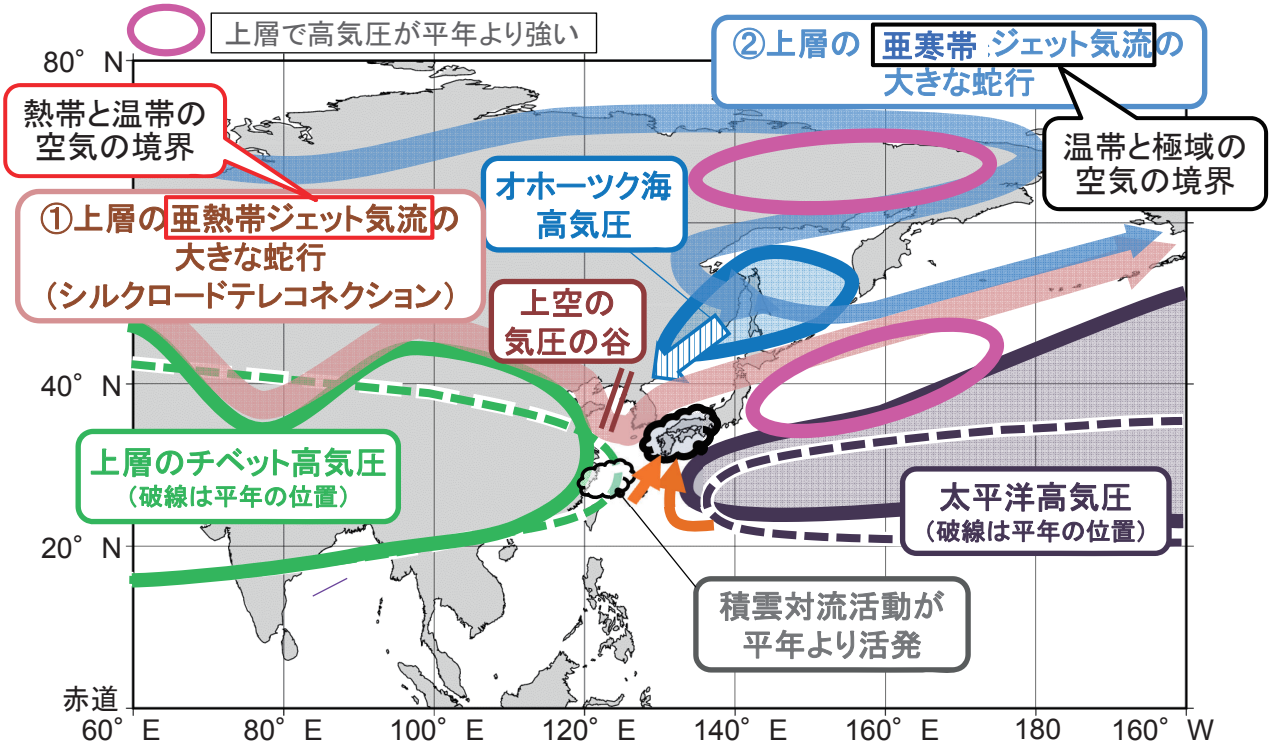
西日本への
水蒸気流入量
は過去60年で
最大級

黒潮域での
蒸発量増大

豪雨の西日本
への水蒸気
fluxの収束量
は過去60年で
最大!

Takemura et al. (2019SOLA)

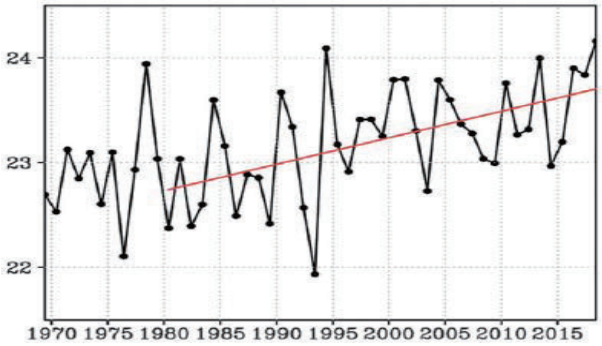
西日本を中心に記録的な大雨(7/5~8)をもたらした下層の南風強化と上層のジェット気流の蛇行



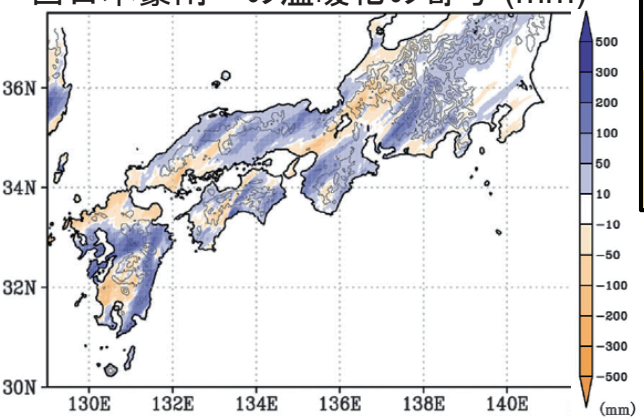
平成30年8月10日異常気象分析検討会;Shimpo et al. (2019 SOLA)

豪雨への地球温暖化の寄与の可能性

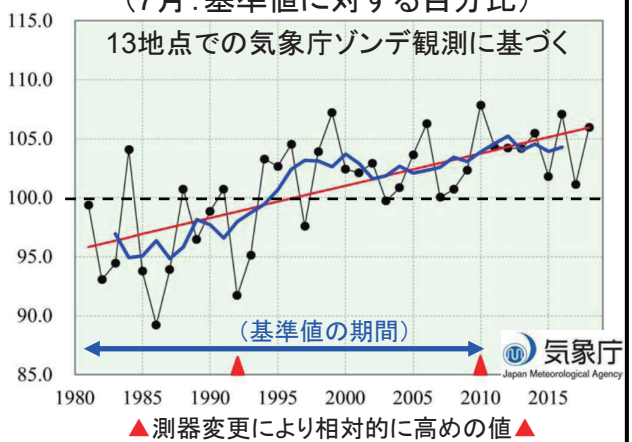
過去50年の日本域の夏季地表気温(℃)



西日本豪雨への温暖化の寄与 (mm)



日本上空1500mでの水蒸気量の変化
(7月:基準値に対する百分比)



▲測器変更により相対的に高めの値▲

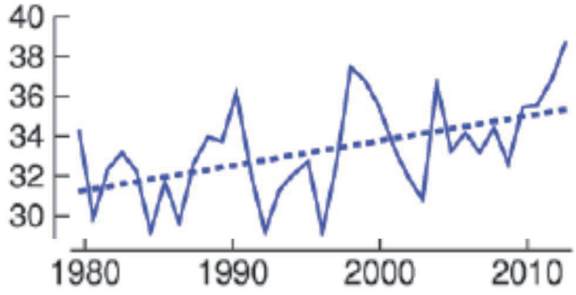
1980年頃以降,日本の夏季下層気温は1℃余り上昇 ➔ 対応して下層水蒸気量も約10%増加(理論値は約7%)

水平解像度2kmの領域大気モデルによる西日本豪雨の再現:現実的な気温を与えた実験と過去40年の気温上昇を除いた実験との差
(Kawase et al. 2020 BAMS)

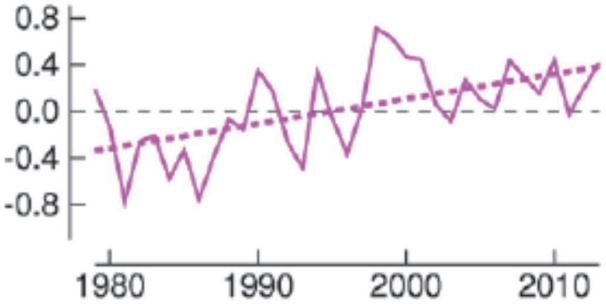
豪雨への地球温暖化の寄与の可能性

日本の年最大1時間降水量の長期増大傾向

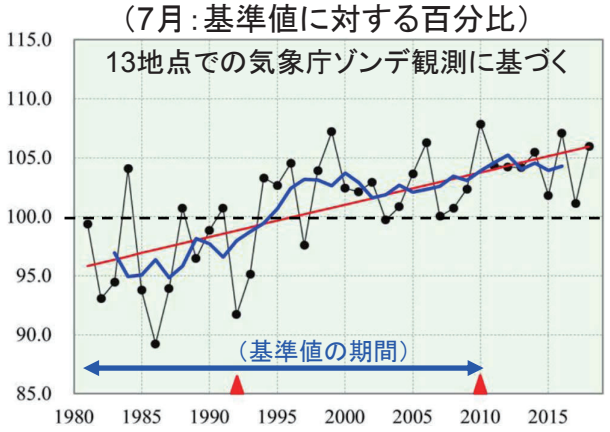
[mm] Fujibe (2015 SOLA)



[℃] 日本近海の海面水温（平年偏差）



日本上空1500mでの水蒸気量の変化
（7月：基準値に対する百分比）



1980年頃以降，日本の夏季下層気温は1℃余り上昇 ➔ 対応して下層水蒸気量も約10%増加（理論値は約7%）

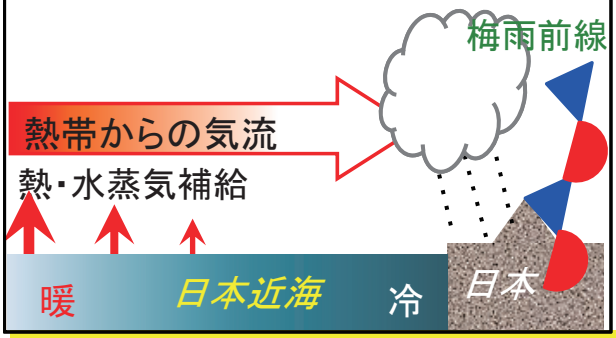
過去100年，日本近海は全海洋平均より2～3倍の速いペースで温暖化が進行 (Wu et al. 2012 NCC).

気象庁 Japan Meteorological Agency

日本周辺海域の温暖化による豪雨・台風への影響

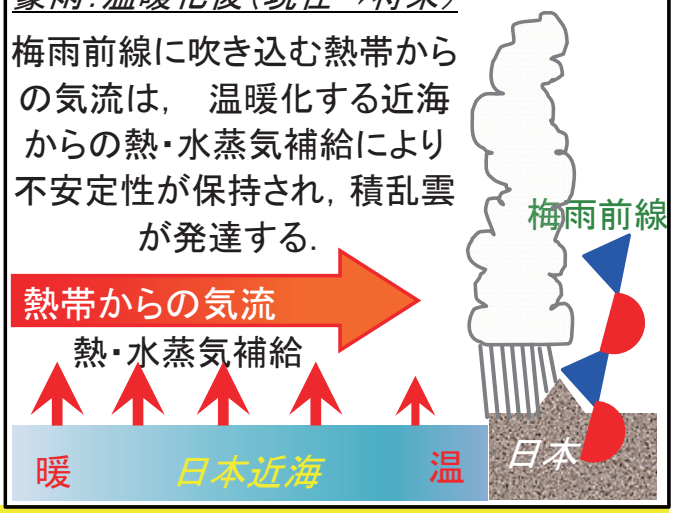
豪雨：温暖化以前

北上した梅雨前線に向けて熱帯から吹き込む気流は，日本近海が冷たいため安定化し，積乱雲を発達させにくい．



豪雨：温暖化後（現在→将来）

梅雨前線に吹き込む熱帯からの気流は，　温暖化する近海からの熱・水蒸気補給により不安定性が保持され，積乱雲が発達する．

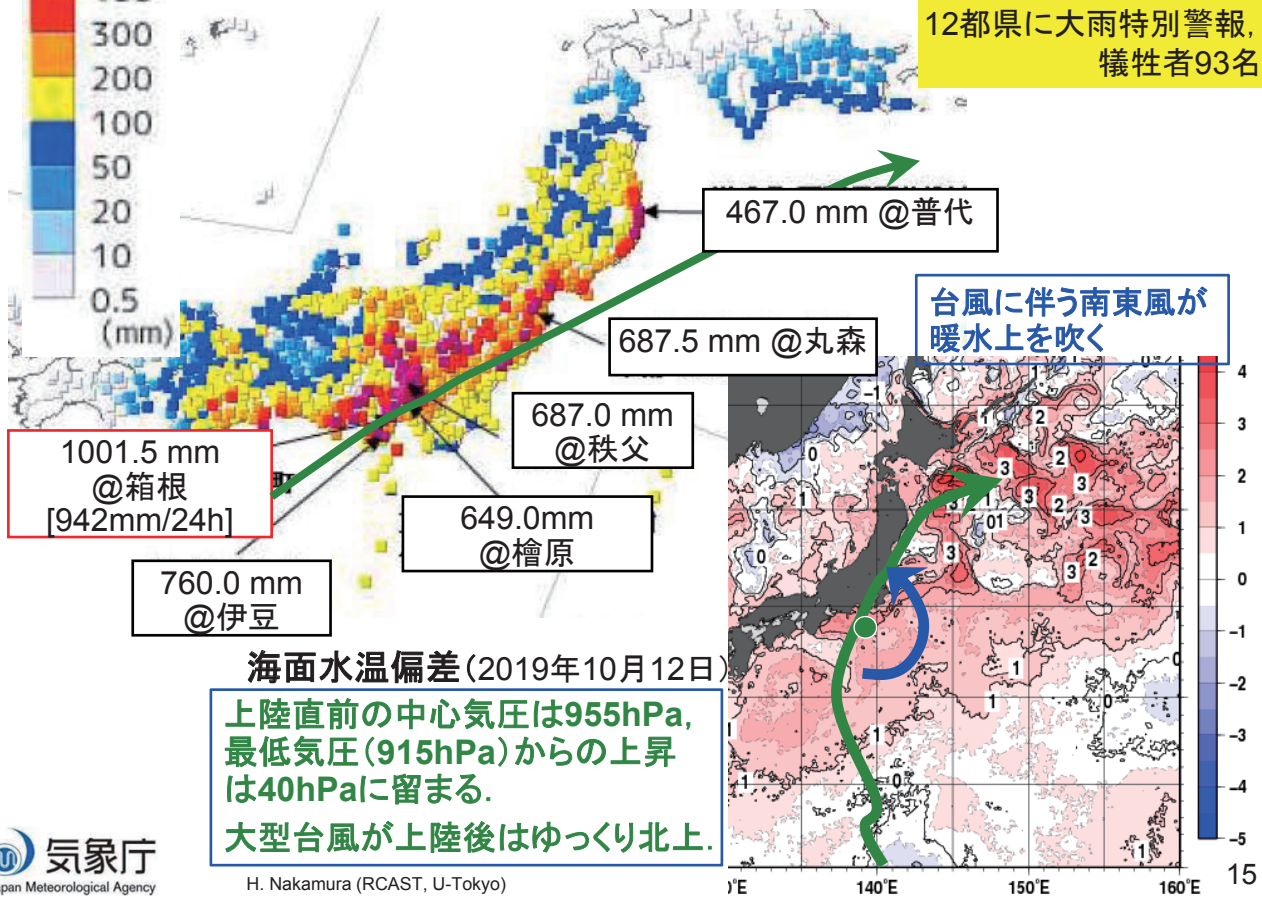


過去100年，日本近海は全海洋平均より2～3倍のペースで温暖化が進行．

【台風への影響】

1. 日本近海の温暖化に伴い，台風が余り衰えずに列島に接近・上陸 [例：2013年18号 (9月)；2018年24号 (9~10月)；2019年19号(10月)].
2. 現在に比して，将来は猛烈な台風の発生頻度が増加との予測（暴風）
3. 海面上昇も加わり，高波・高潮・豪雨による浸水被害甚大化の懸念

2019年台風19号による豪雨 [10月10~13日総雨量(mm)]



まとめ

1. 近年，温暖化の顕在化につれて，過去に例の無いような異常気象の発現が，我が国のみならず，世界各地でも相次ぎ，甚大な被害をもらたしている．

   (例) 2019年後半のオーストラリアでの高温・乾燥 → 大規模森林火災

   ➔ 2017年までの20年間の自然災害による世界の経済損失額325兆円のうち，実に77%が気候変動によるもの

2. こうした極端な異常気象の発現は，顕在化する温暖化に顕著な自然変動が重畳することによる．

   ➔ 異常高温の頻度増大；日本など湿潤域では豪雨の強度・頻度増大

   ➔ 温暖化の下で自然変動の特性自体がどう変調するかは研究課題

3. 温暖化に伴う気象災害の激甚化傾向を反映し，地震・津波や火山噴火時の複合災害の激甚化にも一層の警戒が必要．

H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

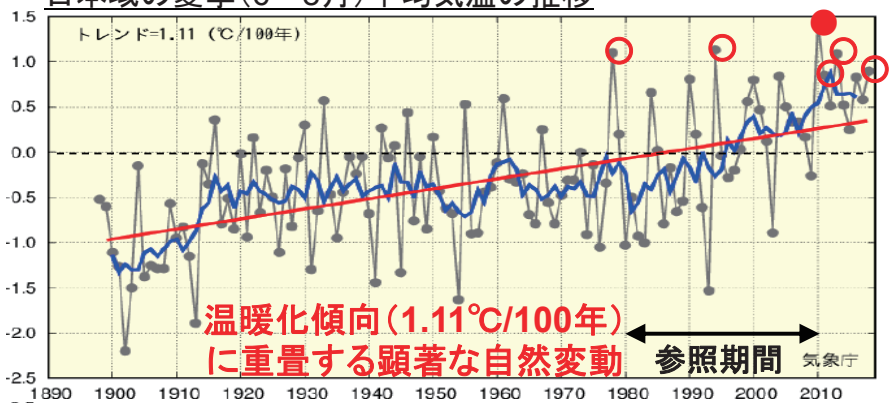
温暖化傾向に重畳する自然気候変動のシグナル

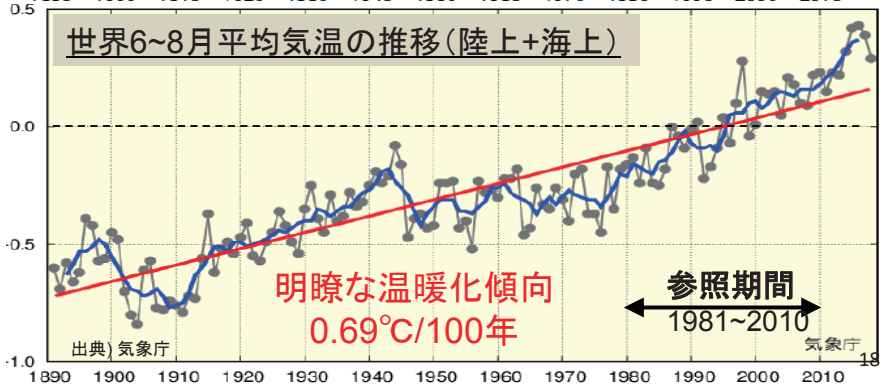
❶2010 (+1.41° C)
②1994 (+1.13° C)
③1978 (+1.10° C)
④2013 (+1.09° C)
⑤2018 (+0.90° C)
⑥2011 (+0.85° C)

※20世紀平均からの偏差なら更に+0.45° C

地域気候を論ずるには，自然変動の理解が不可欠!

日本域の夏季(6～8月)平均気温の推移

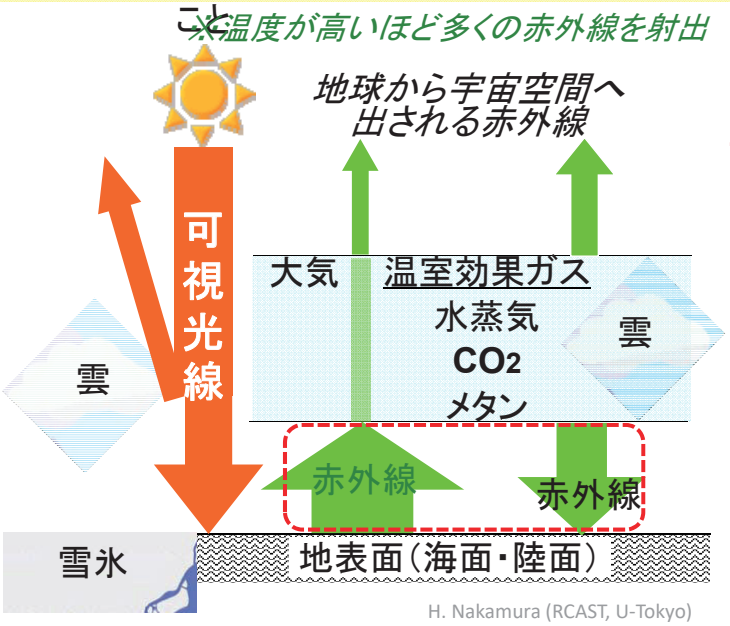




「温室効果」と「地球温暖化」

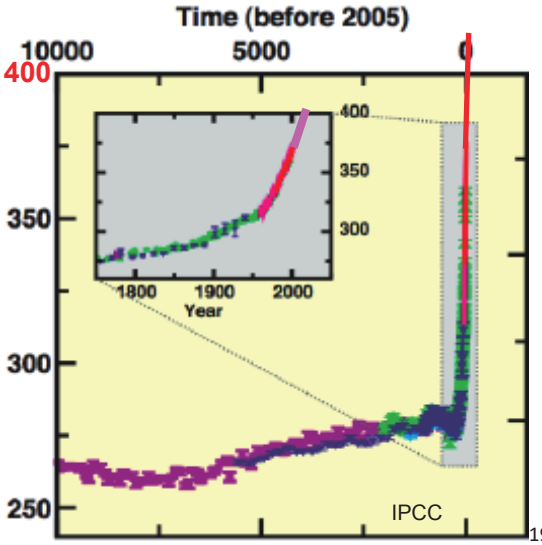
■**温室効果**：地表から出された赤外線を温室効果ガス（水蒸気，CO_2など）が吸収して大気を暖め，その大気から出された赤外線が地表をさらに暖める効果．温室効果が無ければ，全球平均地表気温は–18℃に下がってしまう．

■**地球温暖化**：化石燃料の消費や森林伐採などの人為的要因により，大気中のCO_2やメタン等が増加して温室効果が強まり，気温を上昇させようとすること

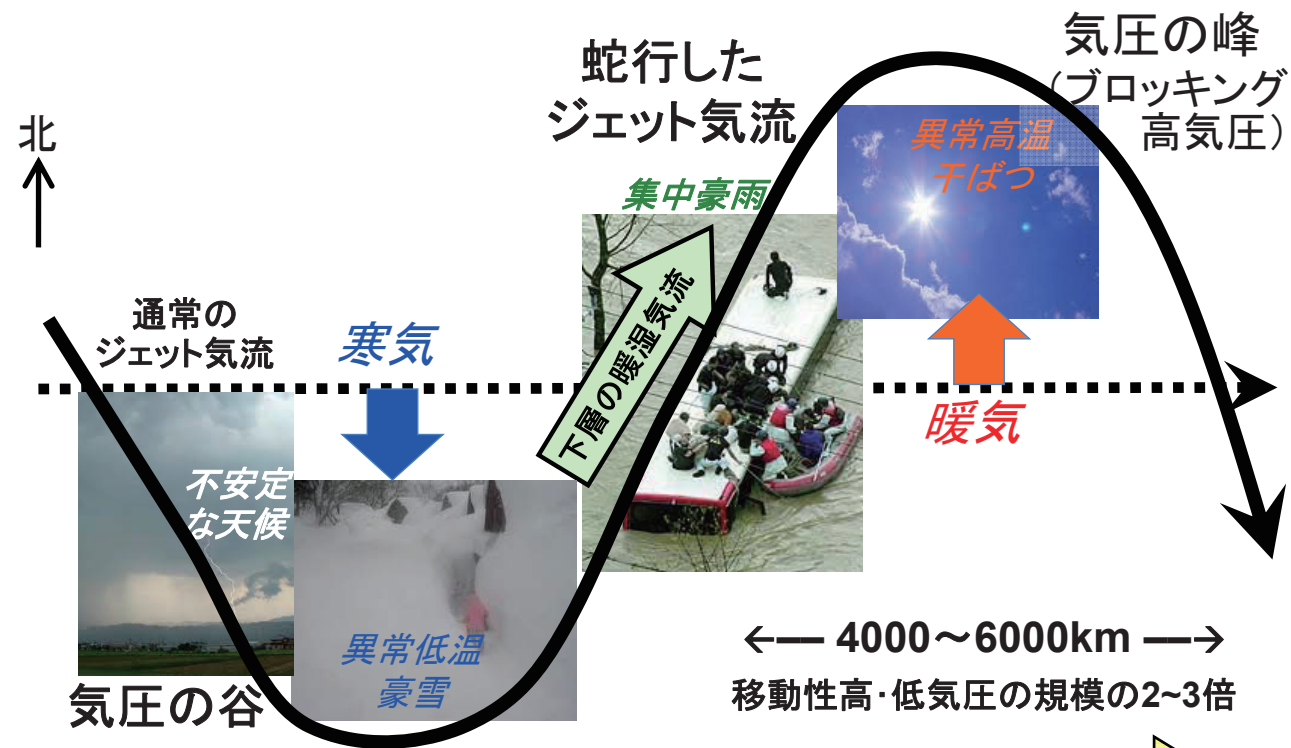


H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

大気中のCO_2濃度 (ppm)の変化



ジェット気流の持続的蛇行に伴う異常気象：自然変動



H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)