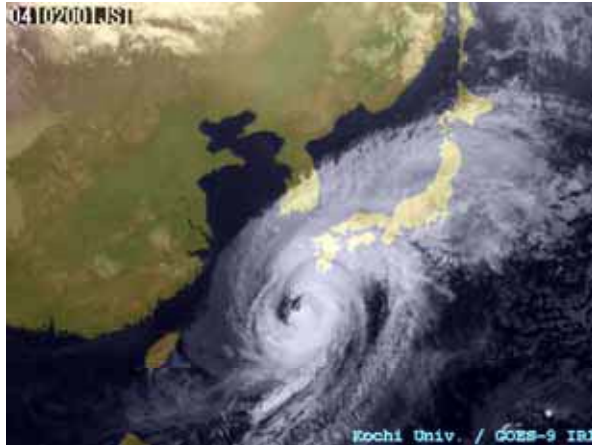


## 生活は様々な「現象」に影響される



現象： 台風、低気圧、梅雨、豪雨、  
干ばつ、熱波....



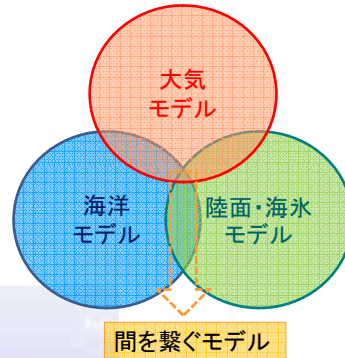
## Key Question

温暖化した世界では、身近な現象は  
どのように変わるだろうか？



## 100年後を予測する手段: 気候モデル

- モデル: 風向風速、気温、雨量、積雪量、海水温、海流などの、「次の時間」の状態を、物理法則を表す数式に基づいて表現する。
- 大気モデルではひとつの格子(サイコロ)は、100km×100km×1km 程度の大きさ。「次の時間」は10分程度。



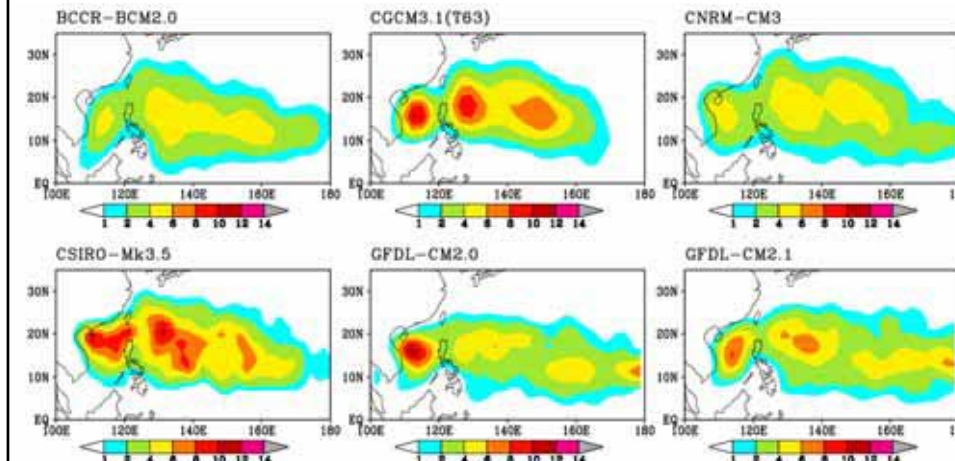
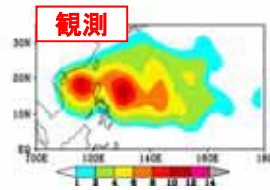
## CMIP3気候モデル比較

- CMIP3データセット: IPCC第4次報告書のため、世界の各機関が24個の気候モデルで計算した20世紀気候再現、21世紀気候予測の結果が集約されている。
- 物理の仮定や計算方法に少しずつ違った流儀がある。
- 「現象」の再現結果も少しずつ異なる。

 BCCR-BCM2.0	 CSIRO-Mk3.5	 GISS-AOM	 MIROC3.2(hires)
 CCSM3	 ECHAM5MPI-OM	 GISS-EH	 MIROC3.2(medres)
 CGCM3.1(T47)	 ECHO-G	 GISS-ER	 MRI-CGCM2.3.2
 CGCM3.1(T63)	 FGOALS-g1.0	 INGV-SXG	 PCM
 CNRM-CM3	 GFDL-CM2.0	 INM-CM3.0	 UKMO-HadCM3
 CSIRO-Mk3.0	 GFDL-CM2.1	 IPSL-CM4	 UKMO-HadGEM1

CMIP3に参加した12ヶ国, 24個のモデル

## モデルによる現象の違い 例：「台風」の発生場所



## 研究の基本的な考え方

現象の発現には(現在も将来も不変な)  
物理的必然性がある

温帯低気圧：南北の温度差を混ぜる  
積乱雲：地表の熱(潜熱)を上空に運び上げる

マルチモデル平均は  
ひとつのよいモデル  
よりも再現性がよい

(モデルの持つランダムな  
誤差を相殺するので)

現在の現象が再現できないモデルは、  
将来の現象も正しく予測しないだろう

現在の現象がうまく再現できないモデルを除いたマルチモデル  
平均により、より確からしい将来予測が期待できる

(スクリーニングしたマルチモデル平均)



## 研究手法

- 様々な現象について現在気候での再現性を評価

(観測値と比較)

- 現在気候での再現性評価を利用し、将来気候での現象の現れ方を「よりよく」読み取る

(スクリーニングしたモデル群によるマルチモデル平均など)

- アジア域の現象の再現性をまとめて表す気候場の評価方法を考える

(アジアメトリック)



1. 東京大学大気海洋研究所 高数他
2. 東京大学先端科学技術センター 中村他
3. 気象庁気象研究所 気候研究部 尾瀬他
4. 北海道大学大学院 地球環境科学研究所 谷本他
5. 筑波大学大学院 生命環境科学研究科 植田他
6. (独)海洋研究開発機構 城岡他
7. (独)海洋研究開発機構 河谷他
8. 名古屋大学大学院 環境学研究科 神沢他
9. 気象庁地球環境・海洋部気候情報課 前田他
10. 京都大学防災研究所水資源環境研究センター 鈴木他

## これまでに扱った現象

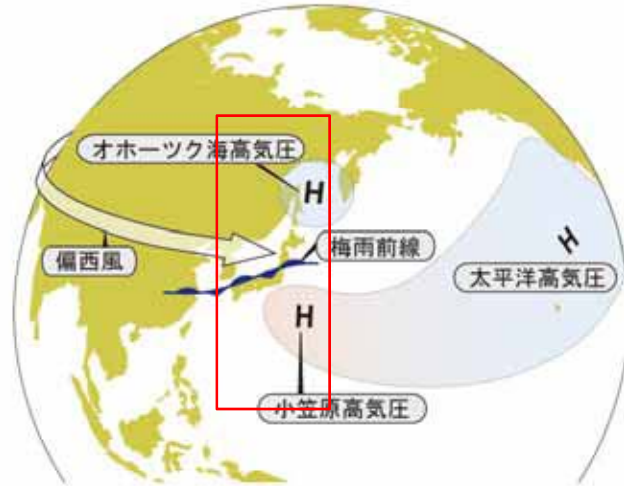
1

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 台風発生</li> <li>2. 台風経路</li> <li>3. 熱帯降雨分布</li> <li>4. 東アジアの降水強度</li> <li>5. PJパターン</li> <li>6. 春一番</li> <li>7. 夏の北極域ストームトラック</li> <li>8. シルクロードパターン</li> <li>9. ヤマセとオホーツク海高気圧</li> <li>10. 降水量変化予測の不確実性と海面水温変化分布</li> <li>11. 日本沿岸平均水位変動と上昇トレンド</li> <li>12. 北半球夏のジェットと成層圏オゾン</li> <li>13. 熱帯西太平洋の降水応答</li> <li>14. 成層圏ENSOシグナル</li> <li>15. 海洋Rossby波位相速度</li> <li>16. アリューシャン低気圧</li> <li>17. 熱帯太平洋における海洋平均構造とENSO特性</li> <li>18. 全球平均および帯状平均気温</li> <li>19. 地上気温の年々変動と日々変動</li> <li>20. 梅雨期の降水強度</li> <li>21. 北半球環状モード(NAM)</li> <li>22. 北極点付近の海水厚</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>23. 熱帯太平洋表層貯熱量</li> <li>24. 北太平洋10年規模変動PDO</li> <li>25. 北太平洋海面気圧トレンド</li> <li>26. 北太平洋亜熱帯循環系トレンド</li> <li>27. 夏季アジアモンスーン</li> <li>28. オンセットの将来気候</li> <li>29. 梅雨明けと西部北太平洋モンスーン</li> <li>30. ENSO非対称</li> <li>31. 梅雨前線</li> <li>32. 関東の温暖化と都市化</li> <li>33. 西風バーストとENSO</li> <li>34. MJO-東アジアテレコネクション</li> <li>35. MJO、季節内変動</li> <li>36. 梅雨前線</li> <li>37. 盛夏期太平洋高気圧</li> <li>38. 赤道準2年振動</li> <li>39. 熱帯の雲降水活動</li> <li>40. ジェット気流の南北移動</li> <li>41. 小笠原高気圧の軸の移動</li> <li>42. 水文循環過程<br/>河川流出</li> </ol> |
|---|--|

43



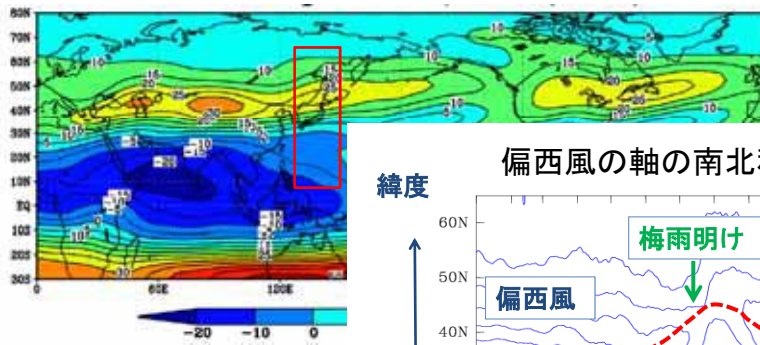
# 日本の夏の天候



(東大 中村研 提供)

## 偏西風(ジェット気流)の季節進行

高度約12km 東西風 8月気候値 (79-07平均)



偏西風の軸の季節的な南北移動を上手に再現するモデル

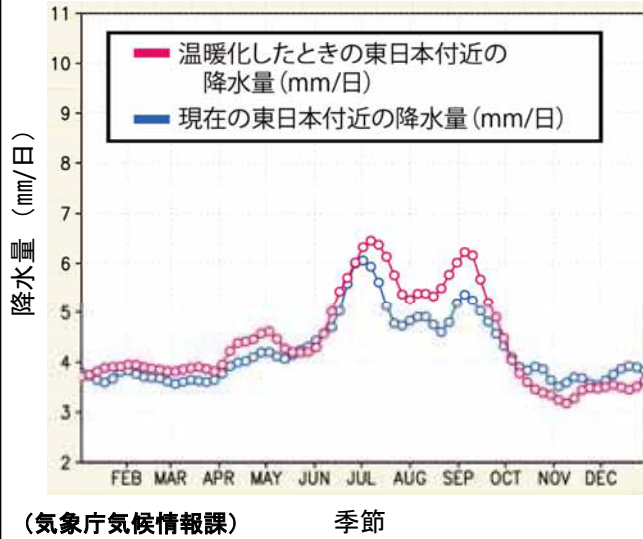
→東日本の雨の季節変化を上手に再現する

(気象庁気候情報課)

# 東日本の降水量の季節変化

偏西風の軸の季節移動を上手に再現する5モデルを選択

○夏を通じて降水量が増加＝梅雨が明けない



今まで以上に「じめじめした夏」になりそうじゃな



# ヤマセ

夏季にオホーツク海高気圧から吹き出す北東風。東北地方に日照不足と冷害をもたらす。



## モデルの評価

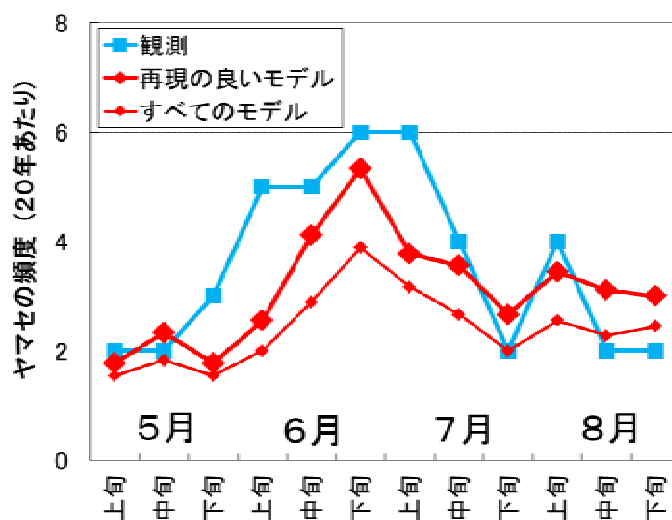
北西太平洋の気圧分布 (120-170E, 25-60N) 7-8月

## ヤマセのカウン

142.5-155E, 40-45N 旬(10日)平均の北風

(遠藤他 2011)

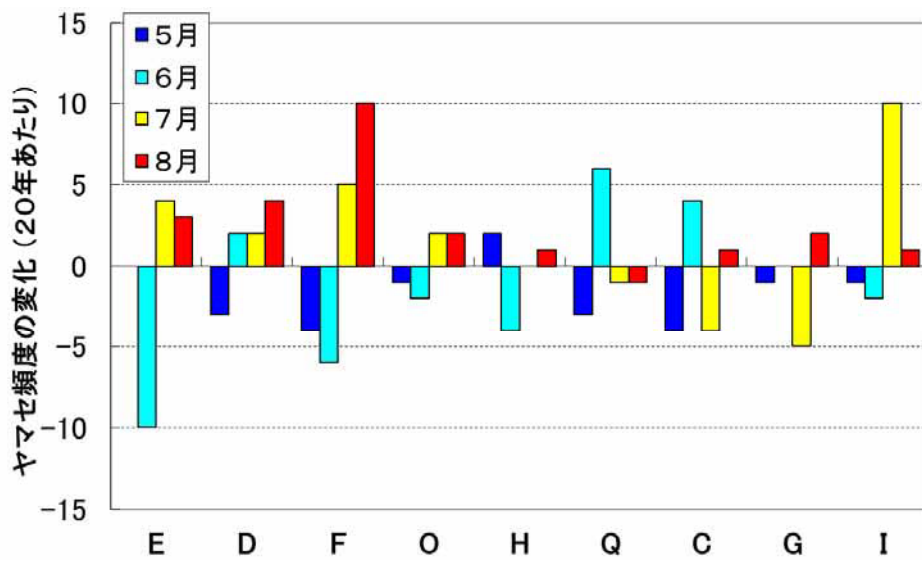
## ヤマセ頻度の季節変化 (北西太平洋の気圧分布でスクリーニング)



(遠藤他 2011)

## 将来のヤマセ頻度の変化

上位9個のモデル: 8つのモデルがヤマセ頻度の増加を予測





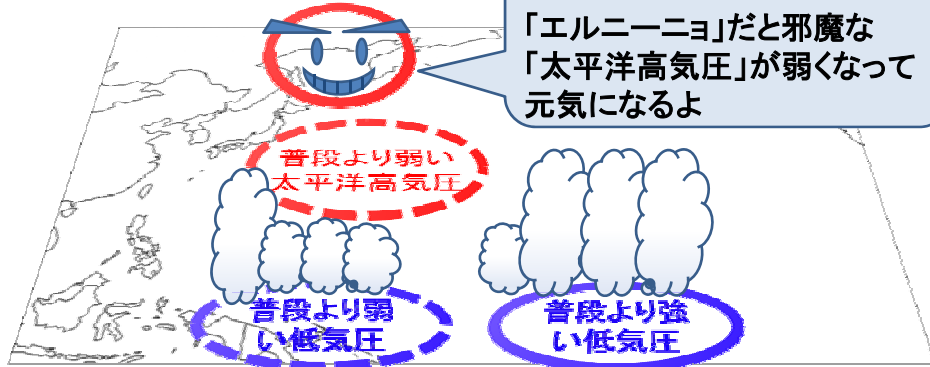
## なぜ将来ヤマセが増えるか？

オホーツク海高気圧の再現性がよいモデル

→エルニーニョ的な将来変化

オホーツク海高気圧だよ

「エルニーニョ」だと邪魔な  
「太平洋高気圧」が弱くなって  
元気になるよ



普段より冷たい

普段より温かい

熱帯の海



梅雨ならこれ、台風ならこれと  
いちいちモデルを選ぶのも大  
儀じゃの。もしまとめて評価  
できんかの？

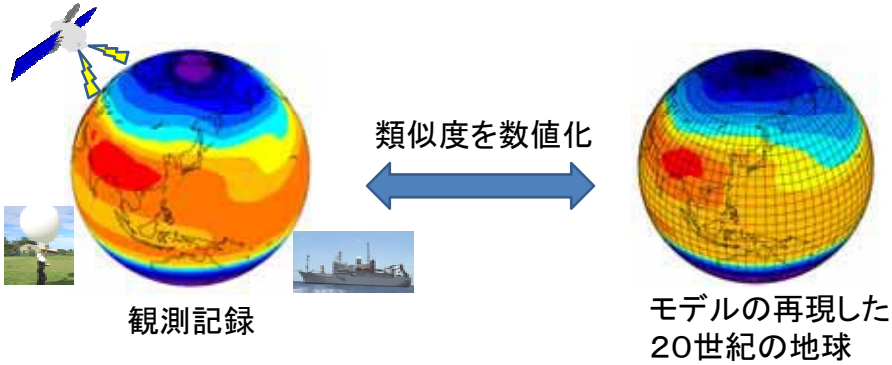
とおっしゃったとか、おっしゃらなかったとか...

## 気候モデル性能評価指標

—東アジア版の評価指標(東アジアメトリック)—

# 気候モデルの性能評価

—東アジア版の評価指標(東アジアメトリック)—



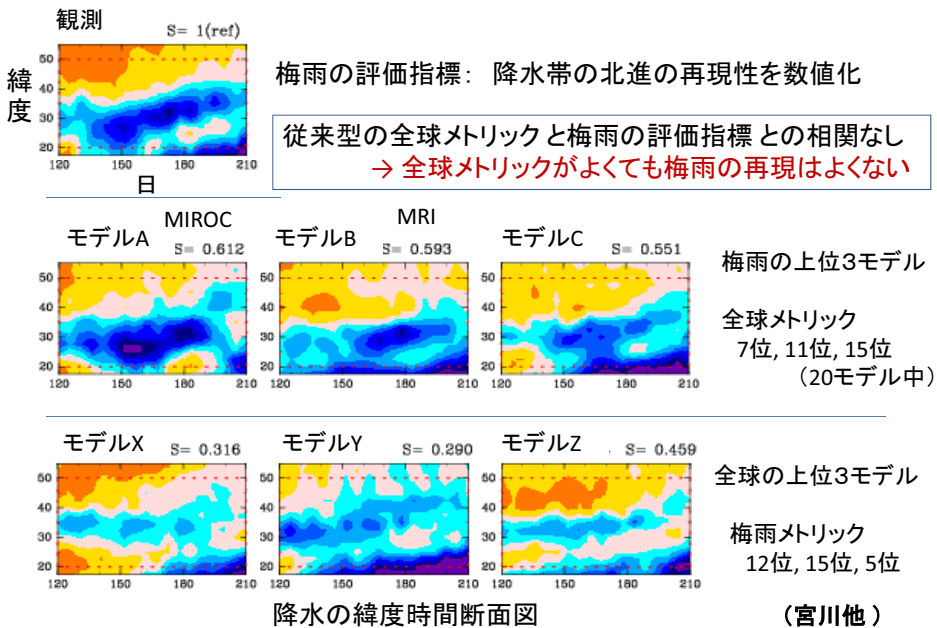
## 従来型の全球気候評価の指標「全球メトリック」

各データ点での風、気温、湿度などの誤差(の2乗)を全球で足し合わせた値などで評価

写真提供: 海洋研究開発機構

(宮川他)

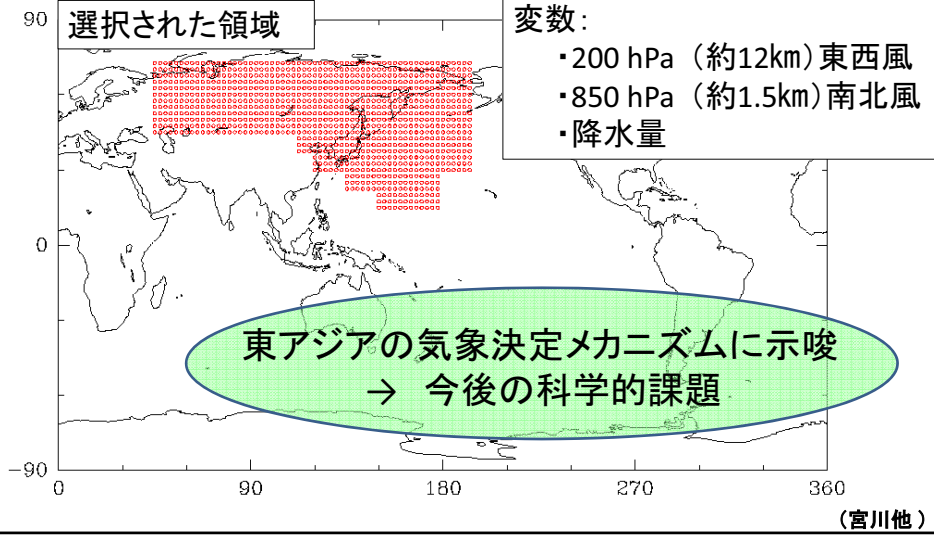
## 「梅雨」の再現は全球メトリックで評価できるか？



(宮川他)

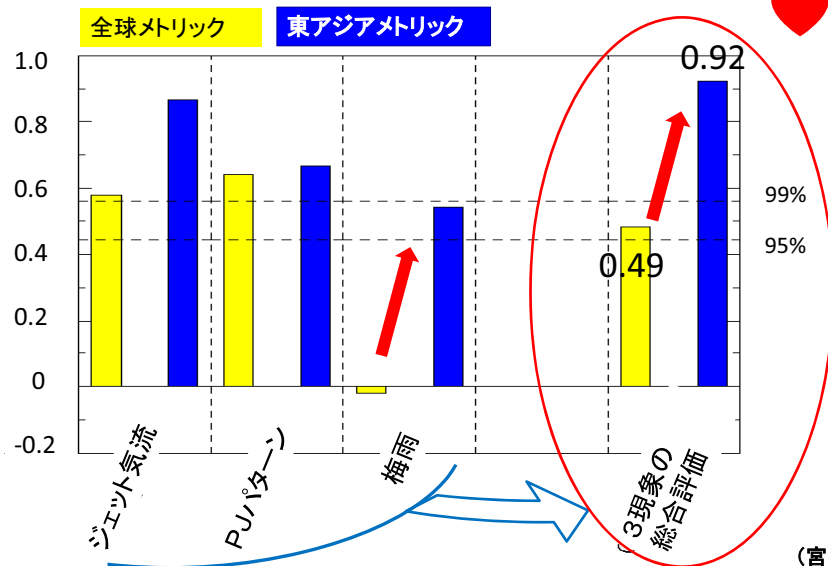
## 夏の東アジアメトリック

東アジアの夏で重要な3つの現象(偏西風・PJパターン・梅雨)の再現性を代表できる気候場(領域・変数)を統計的に探す



## 夏の東アジアメトリックと現象メトリックの相関

全球メトリックよりもはるかに代表性が高い指標ができた





## ここまで と これから

- 個々の現象の再現性評価を真剣に行う
  - 現象のメカニズムの理解を深めた
- モデルスクリーニングによる将来予測
  - 予測のばらつき幅が狭まる
  - 物理的に整合的なら信頼度上昇が期待される
- 東アジアメトリックなどの地域的な総合指標
  - 現象評価を生かすことができた
  - 東アジアの気象を支配する主要因への示唆
- IPCC第5次評価報告書に向けた新たな気候モデル計算
  - CMIP5:より精緻な気候モデル群はアジアの四季の将来変化や極端現象をよりリアルに語れるか??

