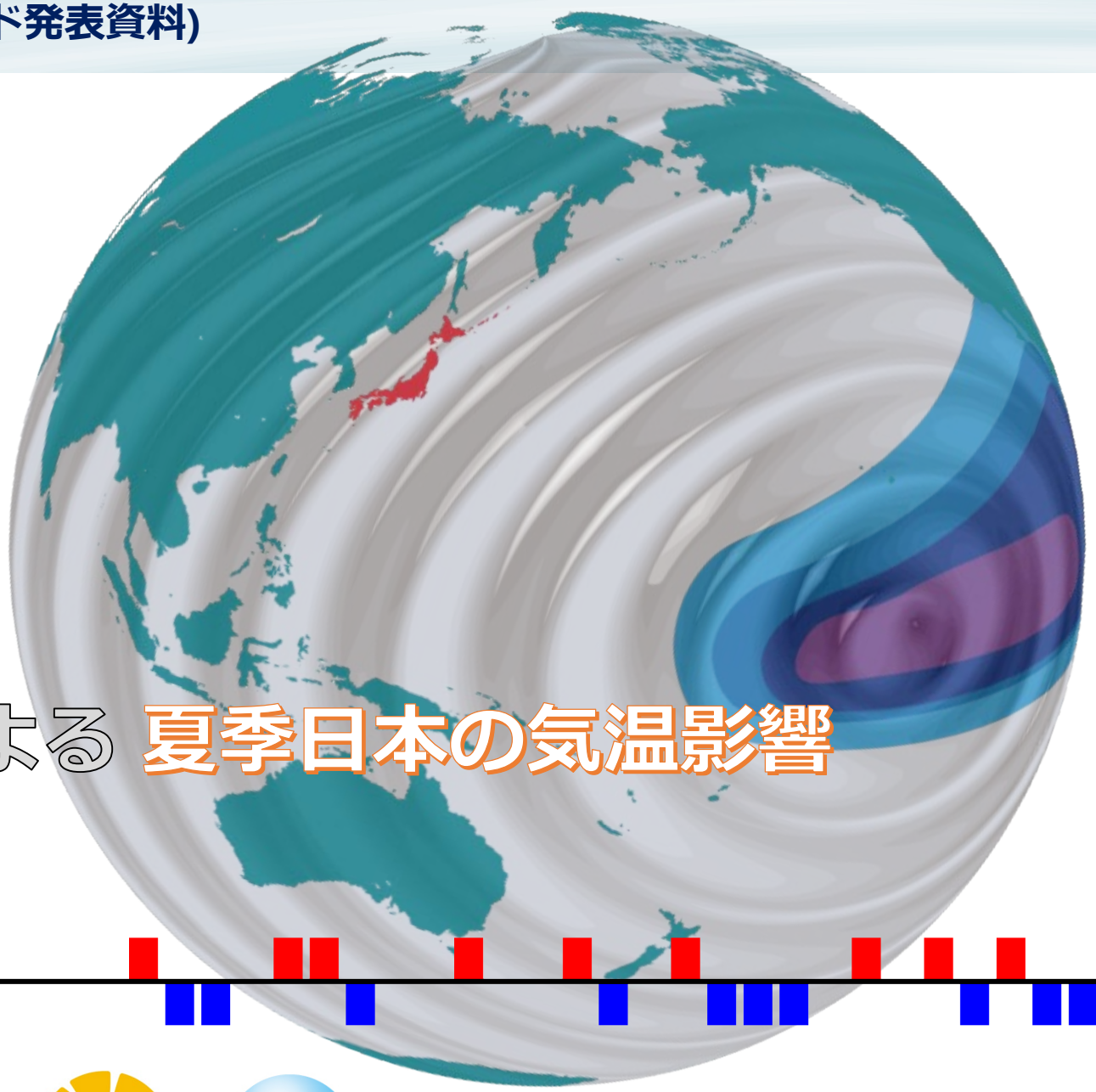


岩切友希　渡部雅浩
iwakiri@aori.u-tokyo.ac.jp

Multiyear La Niña による 夏季日本の気温影響

Atmosphere and Ocean Research Institute
The University of Tokyo

Contents

- Introduction — La Niña 現象 再考 ---- 3
  - Purpose ---- 8
    - Data & Method ---- 10
      - Results
        - 観測データに基づく夏季日本への影響評価 ---- 14
        - La Niña が暑夏をもたらす2つのメカニズム ---- 18
        - 1、2年目で暑夏の傾向が異なる要因 ---- 26
      - Summary ---- 31

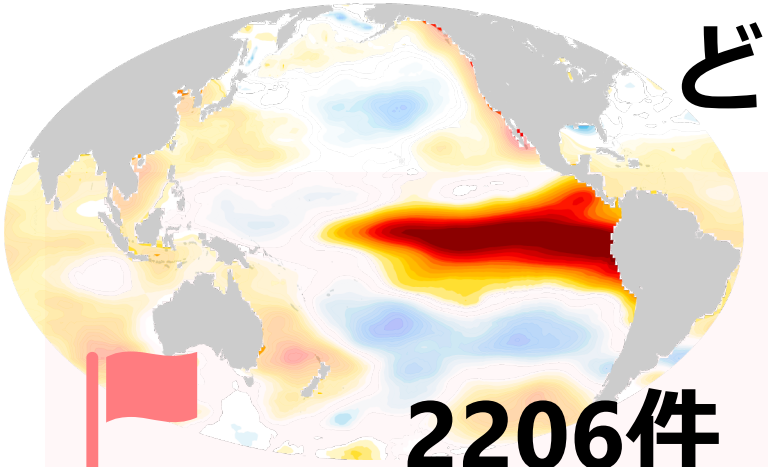
出版物

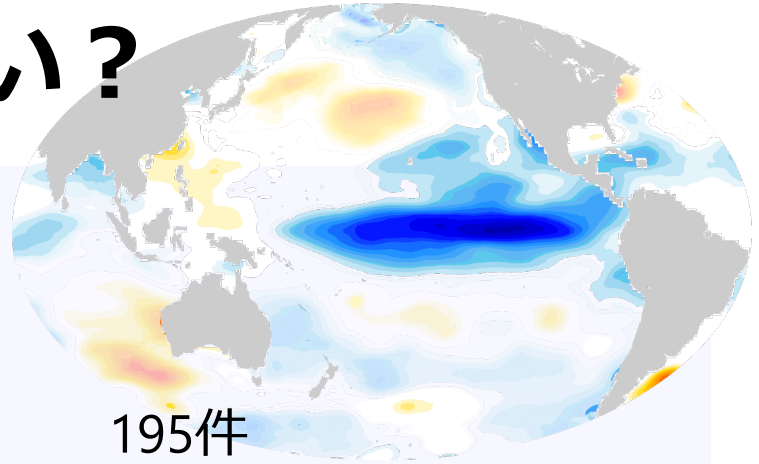
Iwakiri, T., and M. Watanabe, 2020: Multiyear La Nina impact on summer temperature over Japan. *J. Meteor. Soc. Japan*, 98, https://doi.org/10.2151/jmsj.2020-064.

Introduction:

La Niña 現象 再考

どちらの方が関心が大きい？





El Niño vs. La Niña

El Niño		La Niña
2206件	文献の本数 (Web of Science*)	195件
強い	振幅	弱い
EP・CP, Modoki	空間多様性	小さい
短い	持続性	長い

タイトルにLa Niña

*検索条件詳細は Appendix

理学的な関心は El Niño の方が大きい…
（恐らく社会的にも）

興味深い La Niña の特徴！！

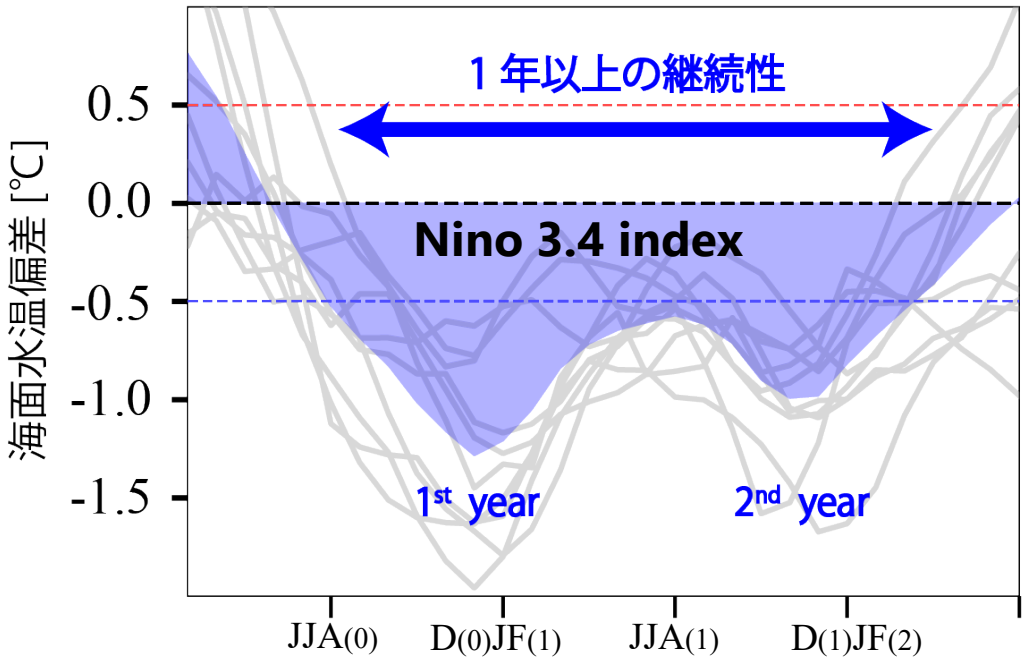
持続性が長いという観測事実から得られる示唆

La Niñaは2年間連続して発生しやすい

Multiyear La Niña
Double-dip La Niña
Follow-up La Niña
Two-year La Niña
Persistent La Niña

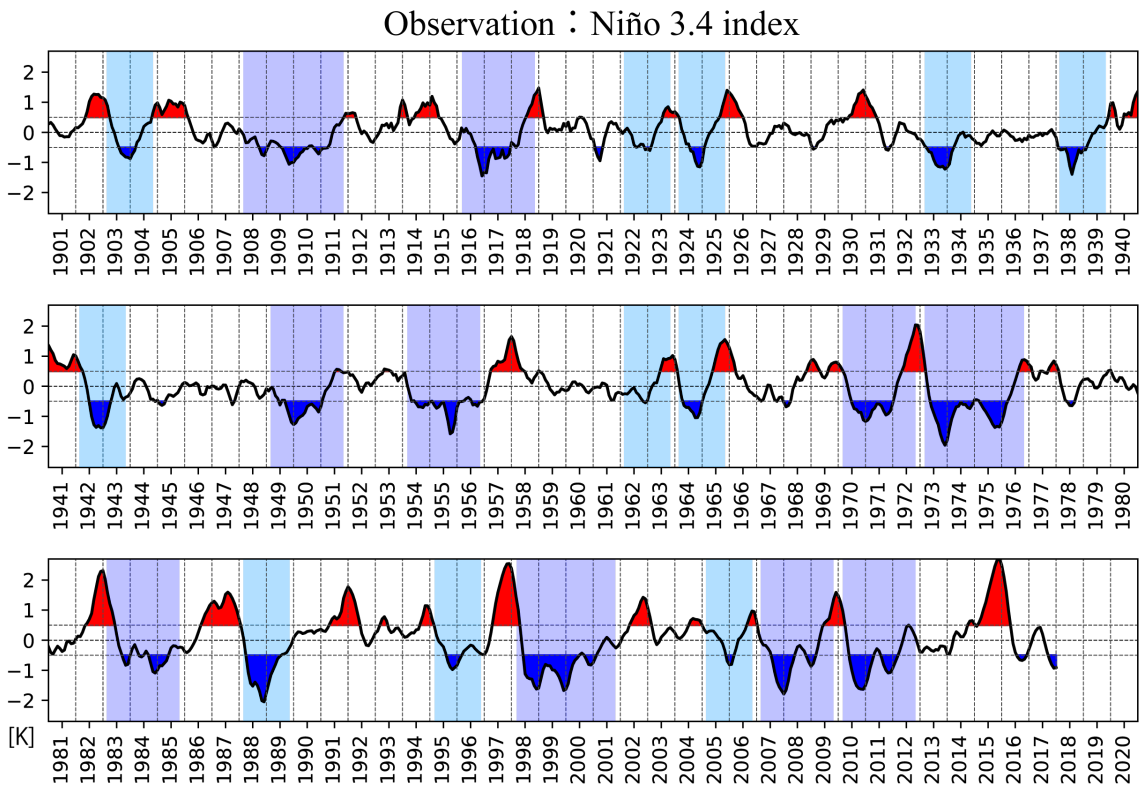
DiNezio and Deser (2014); Hu et al. (2014);
Luo et al. (2017); Park et al (2020)

観測：Multiyear La Niña



より長期の予測可能性を持っている！
季節予報の長期的精度向上に資する

Multiyear La Niña 現象 は マイナーな現象か？



抽出方法：方法スライド参照

水色：Single-year La Niña
青色：Multiyear La Niña

Multi, Single の **事例数は同程度** であり
20世紀後半から Multi の 頻度が増加

年数に換算すると　Single　: 11年
Multi　: 23年

経験してきた La Niña 現象のうち 60%以上は Multi イベントの一部
むしろ Multi の方が メジャー である

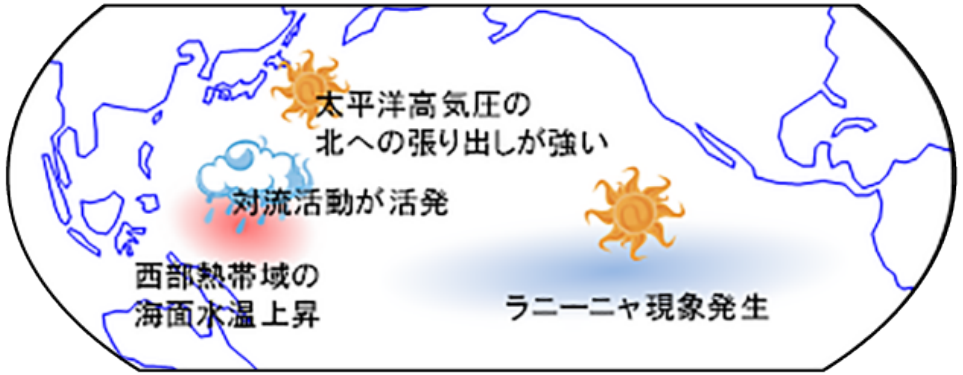
ENSO と 日本の気候：
気象庁が中心に解析

El Niño 現象　：冷夏暖冬

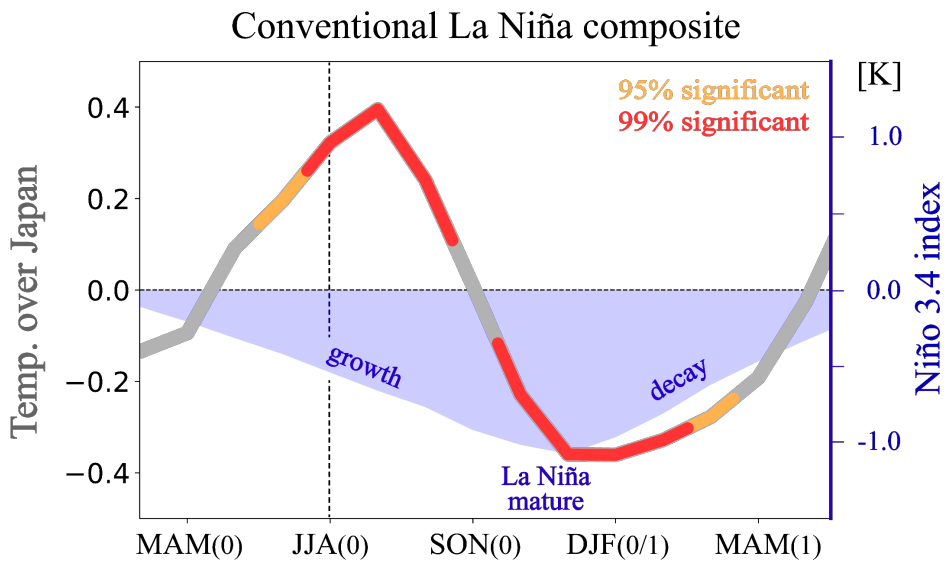
La Niña 現象　：暑夏寒冬

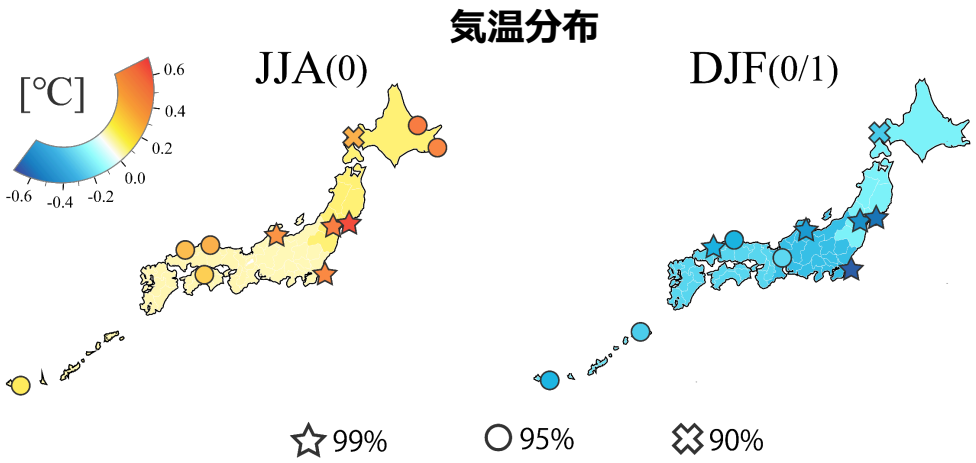
特に La Niña の暑夏 は 温暖化 と重なることで
極端現象の頻度がより増加することが懸念

気象庁より： La Niña 暑夏 のメカニズム



Modified from 気象庁 HP





従来的な解析 (上図：La Niña 年の合成)

La Niña は より暑い夏, より寒い冬をもたらす
地域性は少なく、全国的な影響

Purpose

Task

ここ数年で注目されている Multiyear La Niña は発生頻度も高く
長期の予測可能性が期待される
しかし、Multiyear La Niña に伴う気候影響の研究はまだまだ少ない

Purpose

Multiyear La Niña のテレコネクション、特に夏季日本への影響を評価

- ✓ ENSO複雑性を利用した予測可能性の探求
- ✓ 極端現象・季節予測の精度向上への貢献

What we did

- ◻ 1, 2年目 の La Niña の日本への影響の差異を評価
- ◻ 差異をもたらすメカニズムの検証

Data & Method

大規模アンサンブル実験データ

➢ **d4PDF** (Mizuta et al. 2017)

GCM (全球) 6000年分!!

モデル　：MRI-AGCM3.2
過去実験　：1951-2010
アンサンブル　：100メンバー
水平解像度　：TL319 (~55km gird)

力学的
ダウンスケーリング

RCM (日本領域) 3000年分!!

モデル　：NHRCM20
過去実験　：1951-2010
アンサンブル　：50メンバー
水平解像度　：20km

✓ **SST強制 によるシグナルを抽出**
✓ **傾向の統計的有意性の確保**

観測　：ENSOの検出

➢ COBE-SST2 1901-2017 (Hirahara et al. 2013)

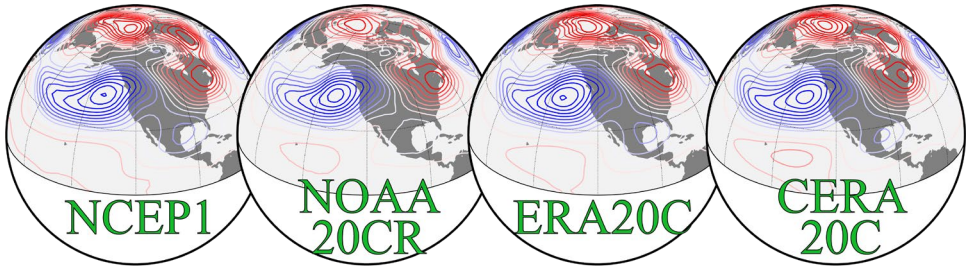
観測　：大規模アンサンブルの検証

➢ 気象官署観測データ (from JMA)
・地方別領域代表　1951-2010
・13地点　1901-2017

➢ NOAA's PREC (Chen et al. 2002)

再解析：大規模アンサンブルの検証

➢ NCEP/NCAR1　1951-2010　(Kalnay et al. 1996)
➢ NOAA-CIRES20C 1901-2010　(Compo et al. 2011)
➢ ERA-20C　1901-2010　(Poli et al. 2015)
➢ CERA-20C　1901-2010　(Laloyaux et al. 2018)



Z500, 1998 Jan.

本発表では CERA-20C を示す

Multiyear La Niña の 検出

定義

- La Niña 年 :

N34i(Yr, NDJ*) < - 0.5 [K]

NDJ平均のNiño 3.4 index が -0.5 [K] を下回る年

*ND(Yr)J(Yr+1)

- Multiyear La Niña :

N34i (Yr-1 ,NDJ) > -0.5
N34i (Yr ,NDJ) < -0.5
N34i (Yr+1,NDJ) < -0.5

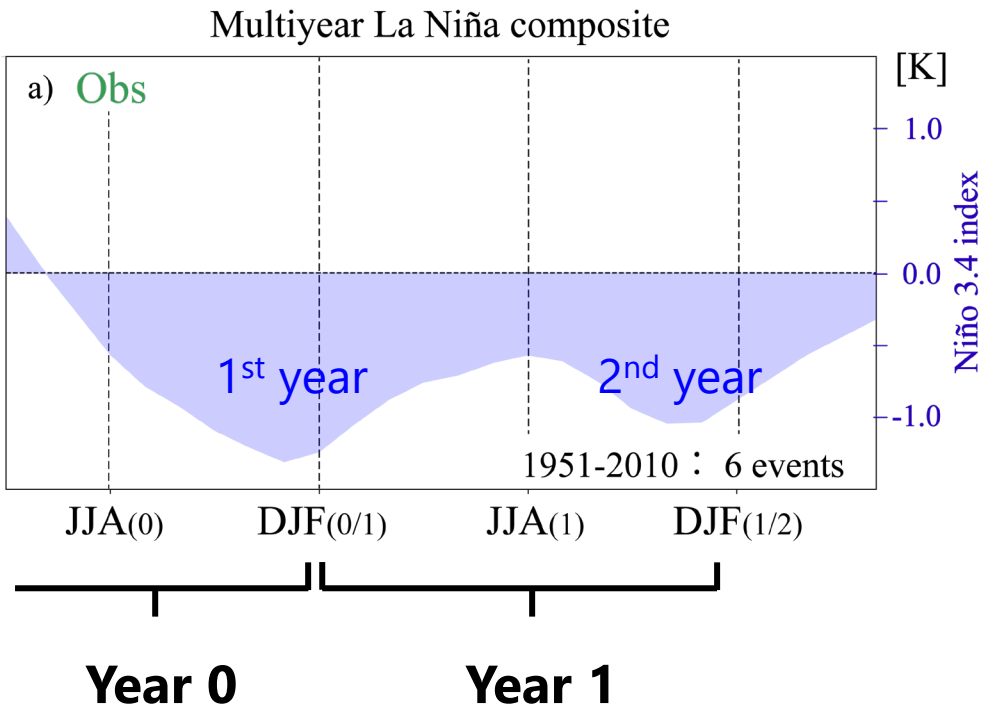
前の年が La Niña ではなく
対象年と
次の年が La Niña

データ処理

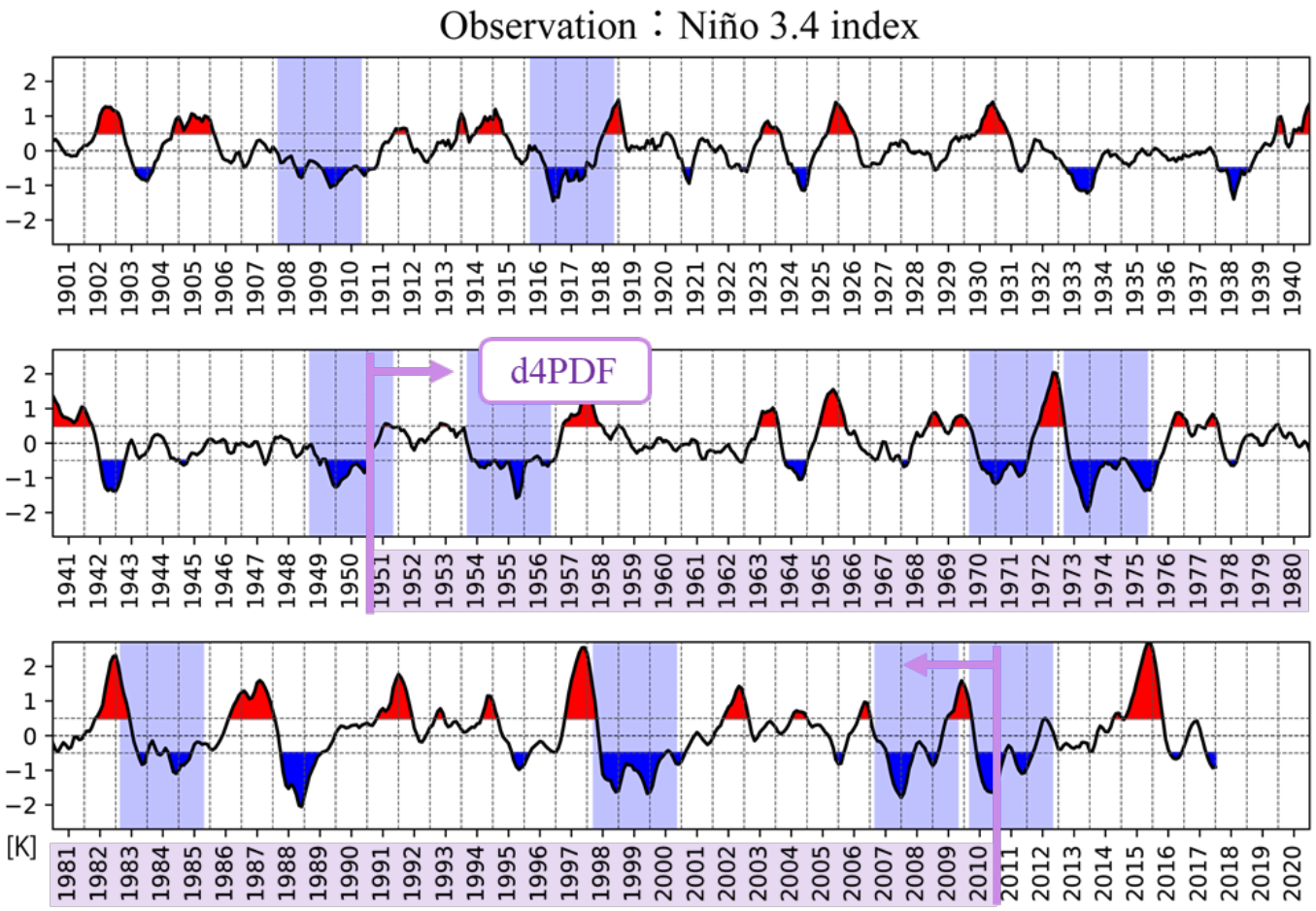
- ✓ 気候値：1981-2010
- ✓ 線形トレンド除去
- ✓ 3か月移動平均

イベントの表記

Year 0 : 1年目の La Niña の発達年
Year 1 : 2年目の La Niña の持続年



抽出された multiyear La Niña 事例 (青陰影)



Multiyear La Niña 事例数

1901-2018：10
1951-2010：6　(d4PDF期間)

d4PDF と一致する
6 事例 (1951-2010) を中心に解析する

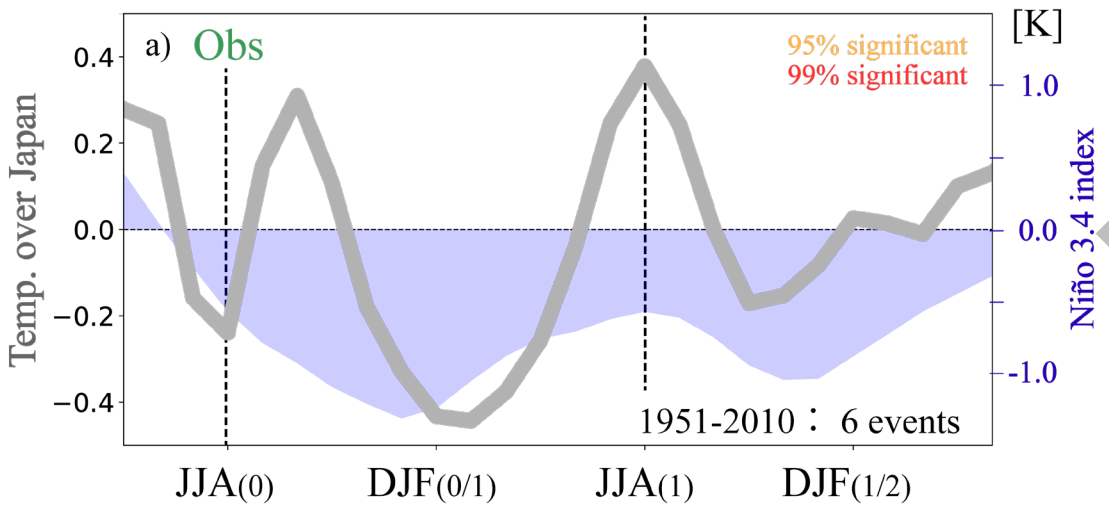
コンポジット解析により
Multiyear La Niña 時の傾向を抽出

Results:

観測データに基づく夏季日本への影響評価

気象官署データ
時間変化

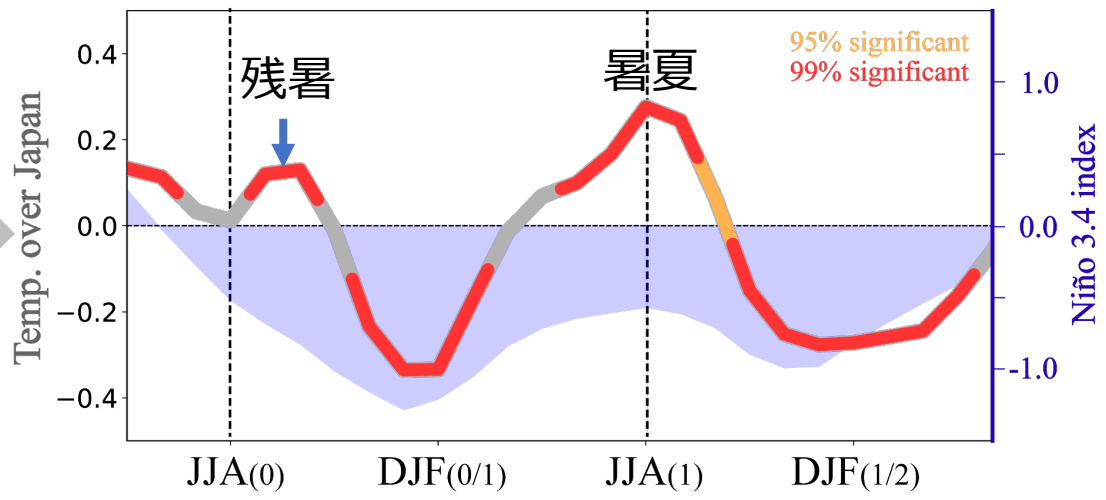
観測

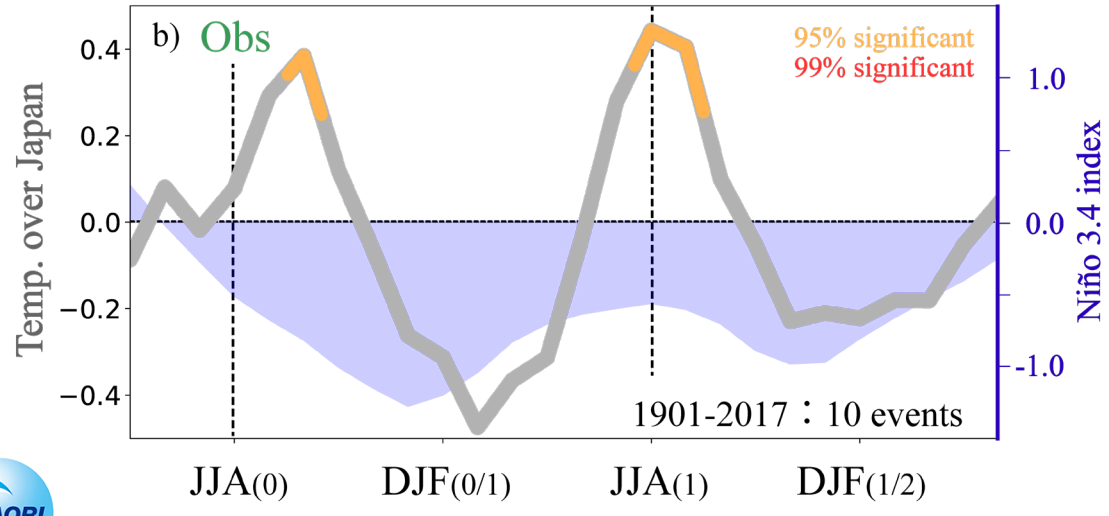


類似

再現!!

大規模アンサンブル (d4PDF-RCM)



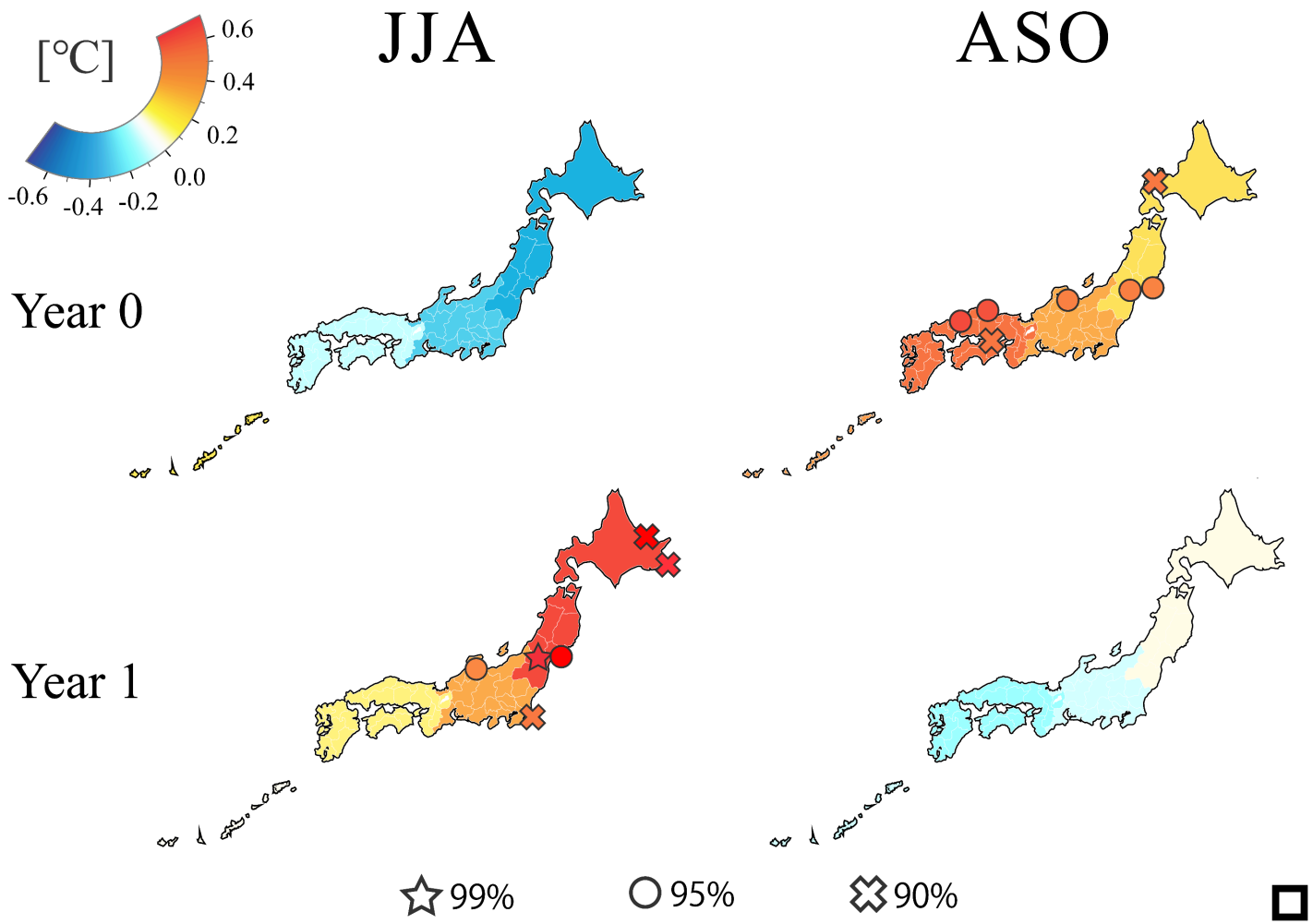


- 解析期間に依存せず傾向は概ね共通
- 一貫して**暑夏寒冬**傾向
- **夏季**において **Yr 0** は**残暑**傾向

  Yr 1 は**暑夏**傾向

これ以降のスライドでは
暑夏の **JJA**, 残暑 の **ASO** の 2期間 に注目

気象官署データ
空間パターン



北日本
東日本
西日本
沖縄・奄美
} 領域代表データ (1951-2010)

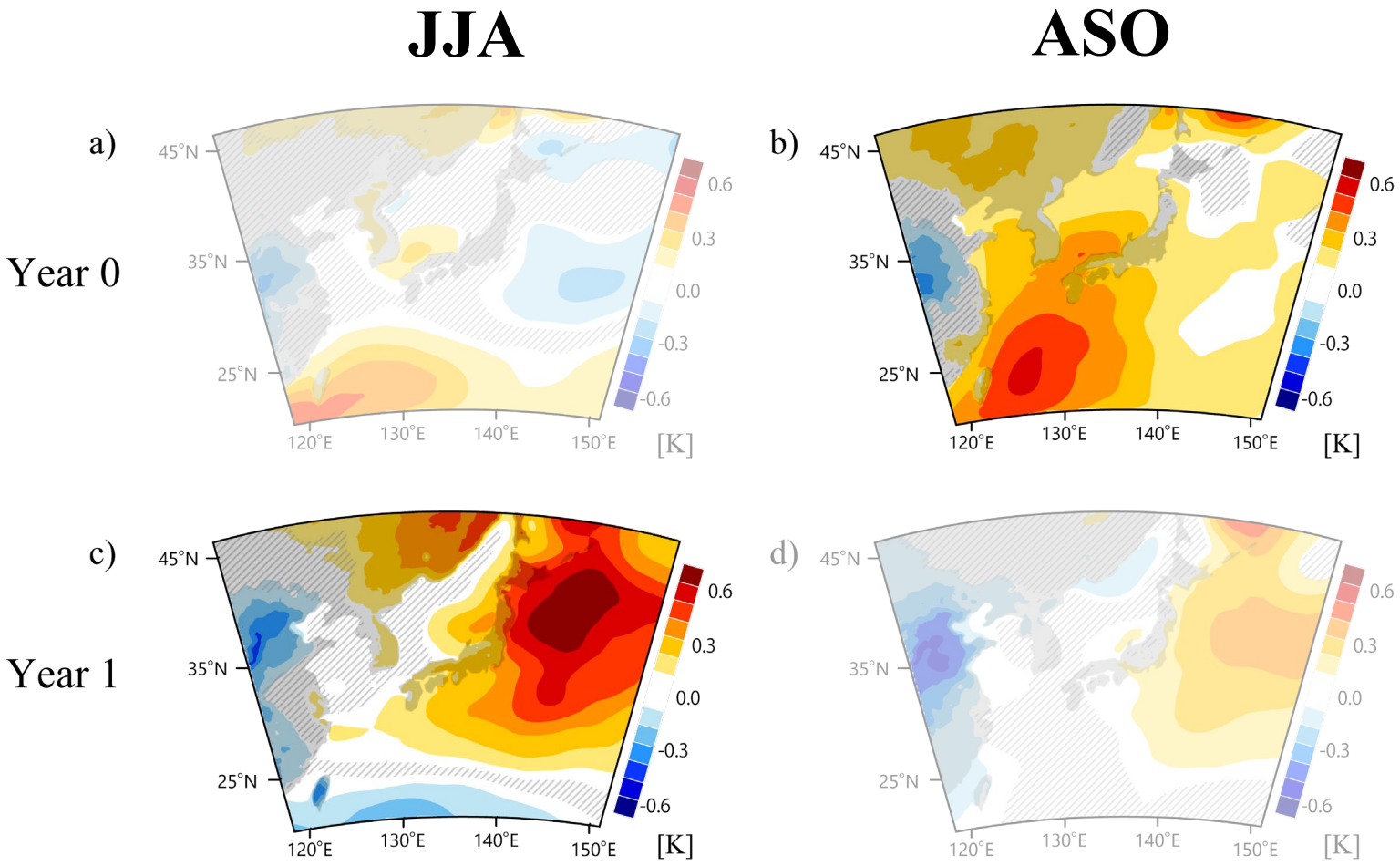
地点データ (1901-2018)

Yr 0：残暑傾向　南西で顕著
Yr 1：暑夏傾向　北東で顕著

- d4PDFで空間傾向を捉えられる？

以降では暑夏となる ASO(0), JJA(1) に注目

d4PDF RCM



d4PDFにより抽出した強制応答は
観測された日本域の気温の
時間変化と水平分布を捉える

なぜ
- **Yr 0** は**南西**で**残暑**になる？
- **Yr 1** は**北東**で**暑夏**になる？

Multiyear La Niña によるテレコネクションで説明可能か??

Results:

La Niña が暑夏をもたらす2つのメカニズム

d4PDF GCM

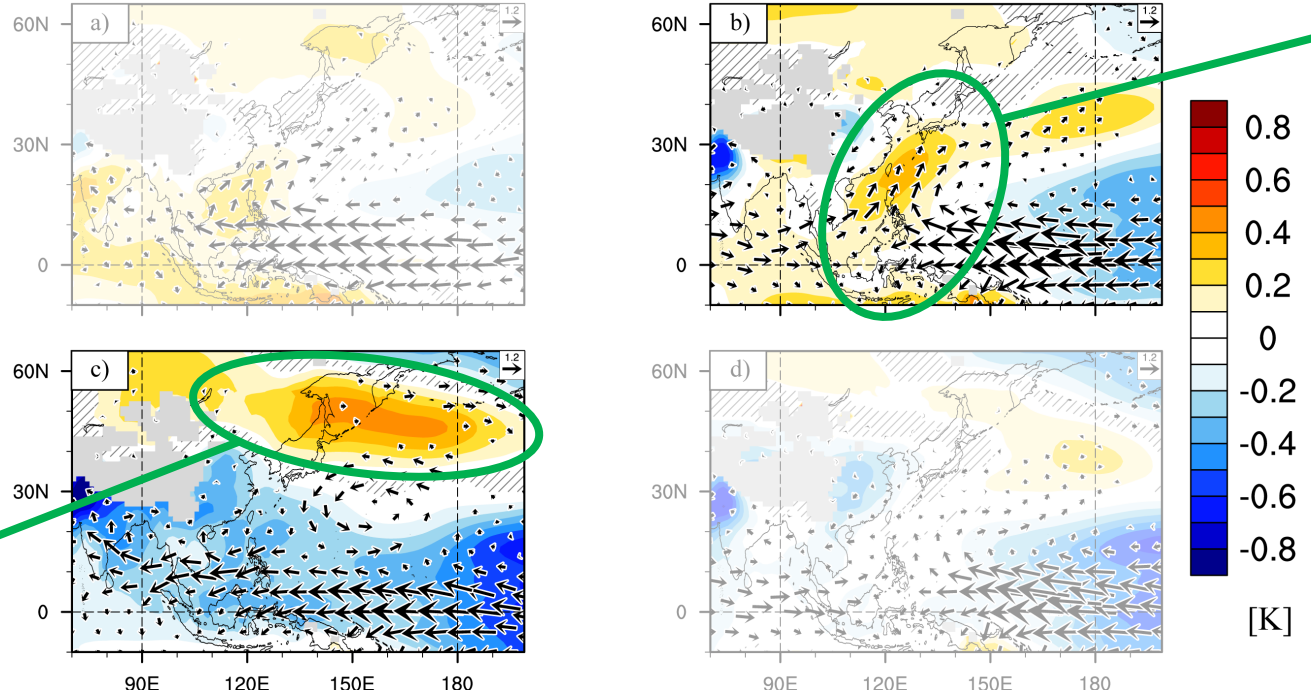
T850
UV850

JJA

ASO

Year 0

Year 1

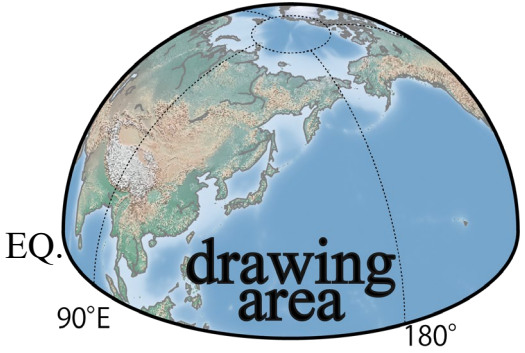


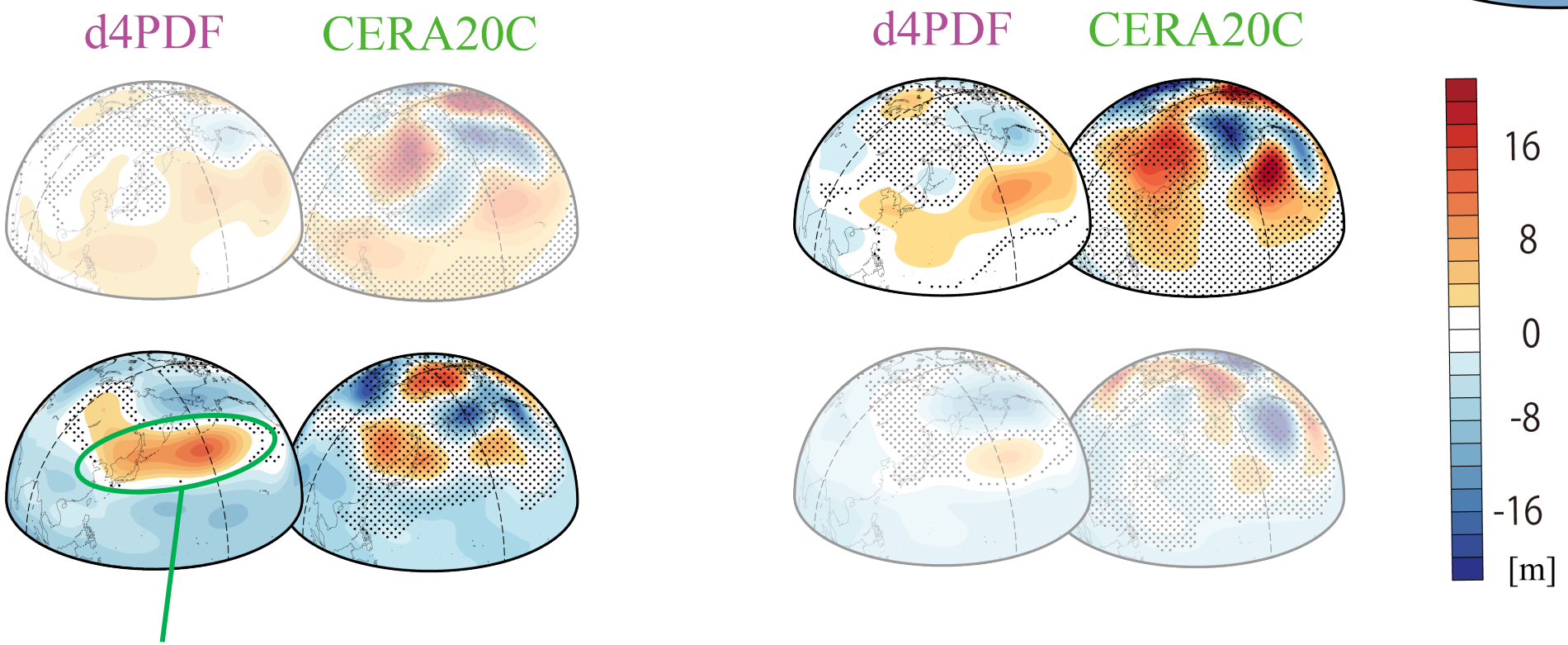
下層循環場：
高気圧性循環に伴う
南西から暖気移流

高温偏差：
下層循環場に傾向がない

- ✓ **Yr 0 は南西で残暑： 下層循環場の変化による熱帯からの暖気移流**
- ✓ **Yr 1 は北東で暑夏： 北日本から日付変更線まで伸びた高温偏差**

z500





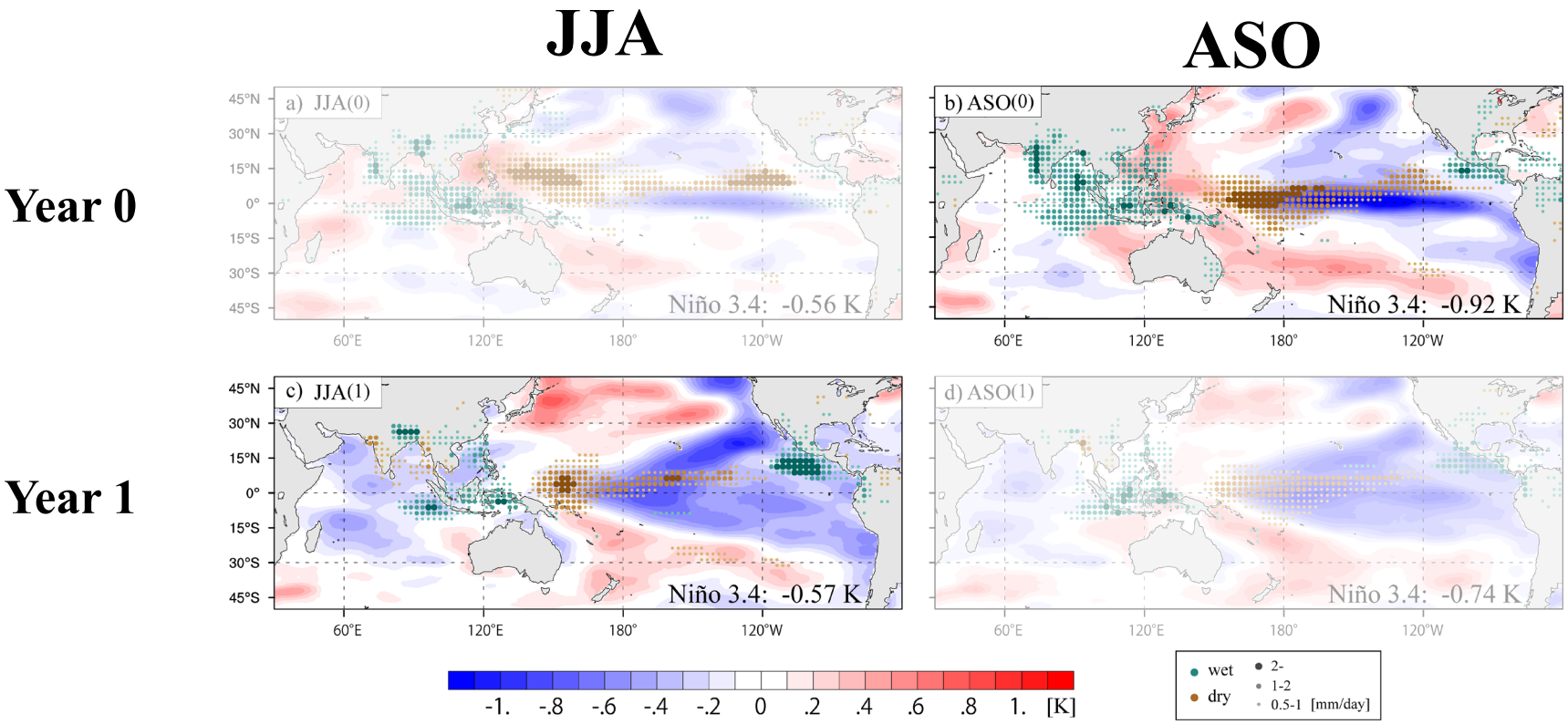
Dots area
95% NOT significant

高圧偏差が日本の北東域から北太平洋
下層の高温偏差を説明

- SST & 降水分布 の特徴は？

COBESST2
PREC

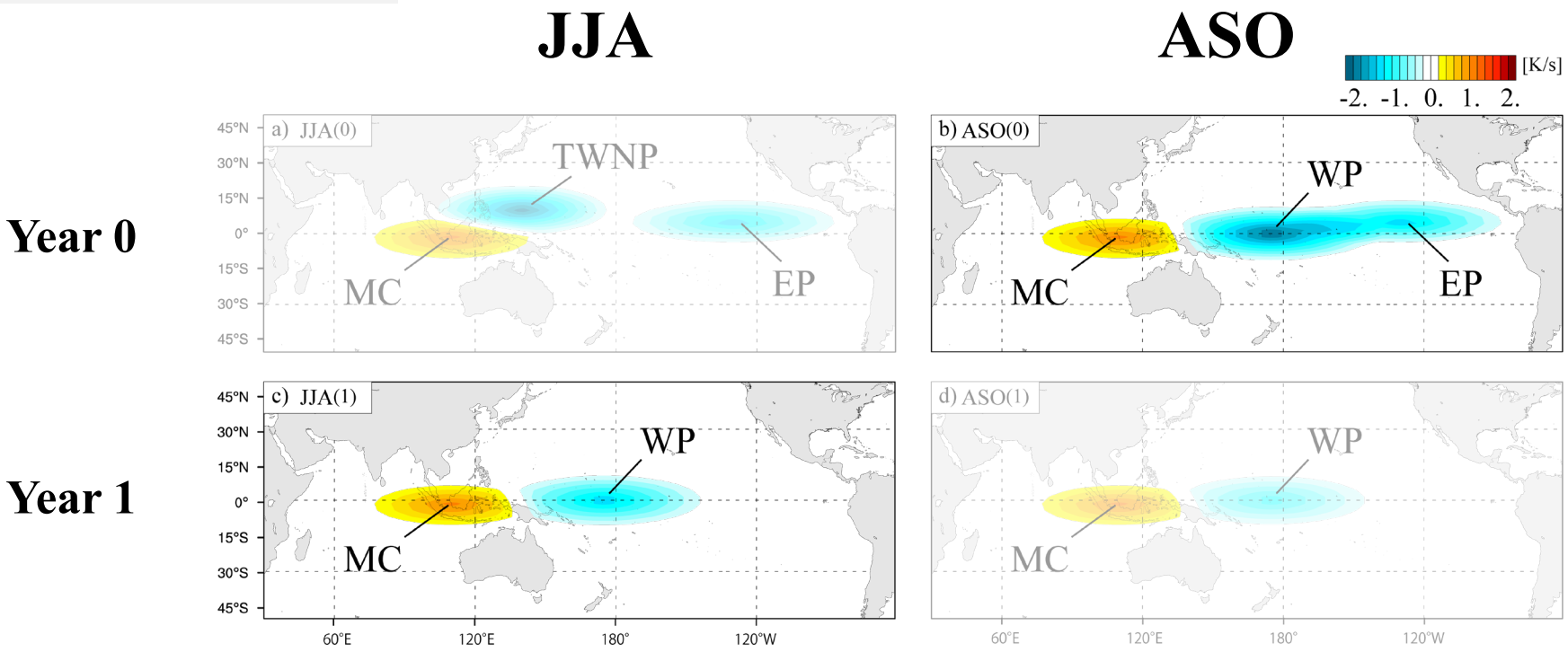
観測：SST & prcp



□ これらの強制によってテレコネクションは説明できるか？

LBM (Watanabe and Kimoto, 2000)
に基づく力学の診断

理想化した大気加熱



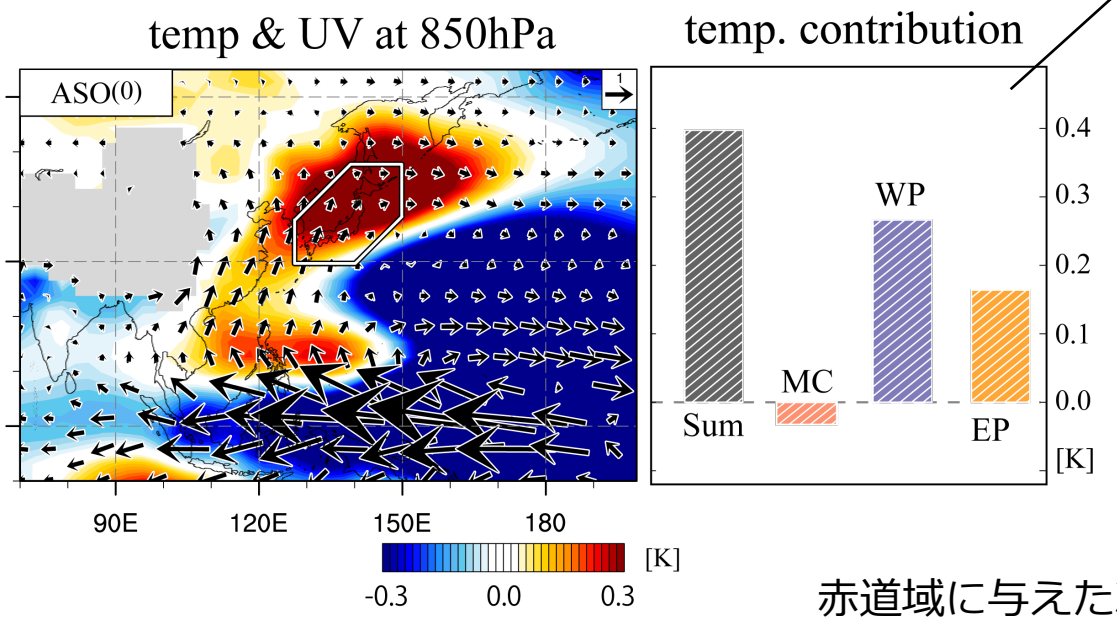
降水分布に基づいて 理想化した強制 を LBM に与えることで
強制で説明されうる テレコネクションパターン を診断

LBM

左図枠内で平均した気温偏差
と強制による領域ごとの寄与

ASO(0)

LBM response

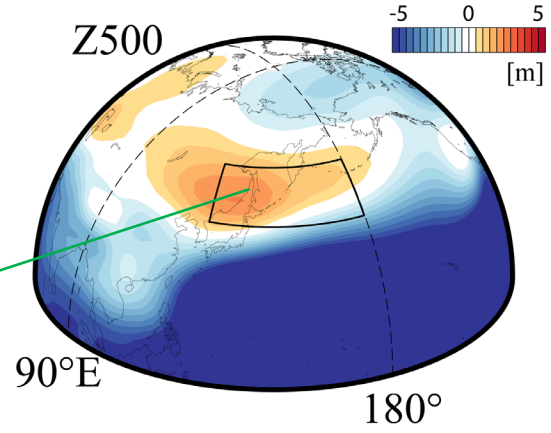


赤道域に与えた冷源強制に伴うMatsuno-Gill 応答が
熱帯北西太平洋に高気圧性循環を形成した

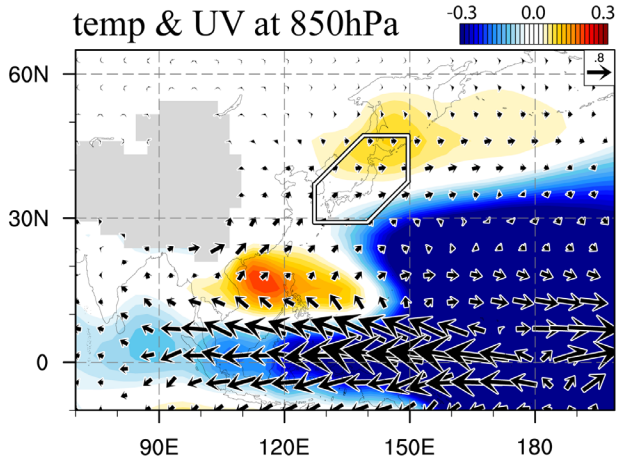
Year 0 の**残暑傾向**に寄与した下層循環場の変化は
赤道太平洋における La Niña の負のSST強制で説明可能

LBM

JJA(1)



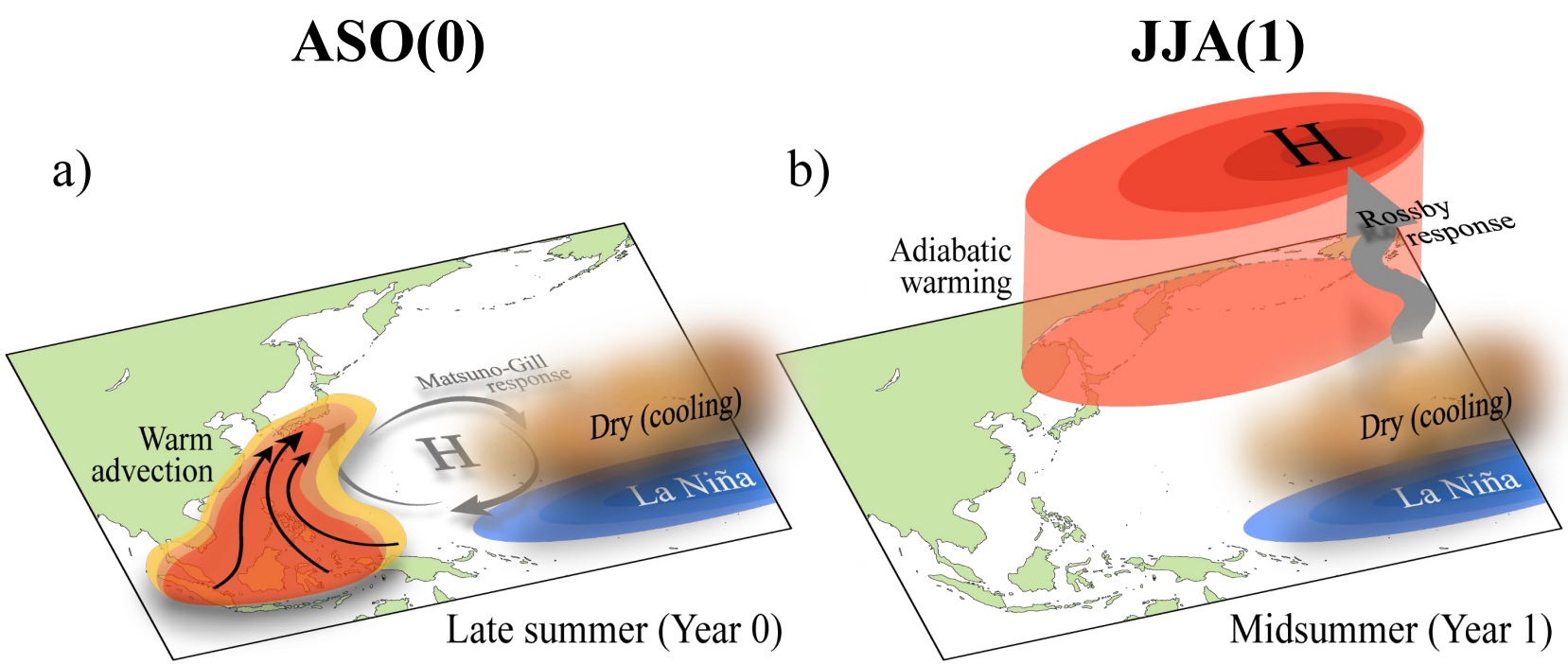
LBM response JJA(1)



熱帯の冷源強制に対する
中緯度のRossby応答の結果

Year 1 の暑夏傾向に寄与した高圧偏差も同様に
赤道太平洋における La Niña の負のSST強制で説明可能

Multiyear La Niña が高温をもたらすメカニズム



- ✓ La Niña 現象には 暑夏 をもたらすメカニズムが 2つ 存在
- ✓ Multiyear La Niña において暑夏の傾向に大きな時間・空間依存性

従来的な解析では, これらを混ぜて影響評価していた
Multiyear La Niña という高次の見方をすることで上手く分離できた

Results:

1、2年目で暑夏の傾向が異なる要因

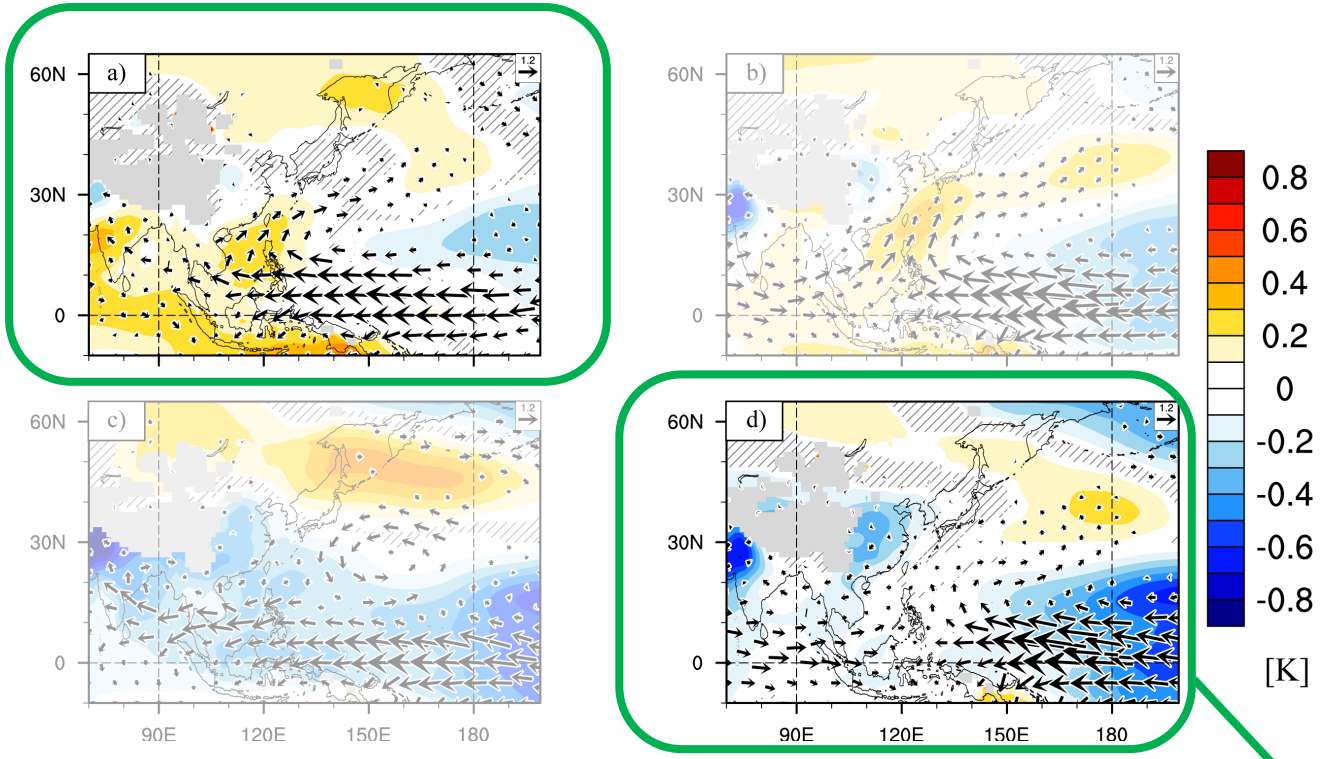
なぜ JJA(0) では高温にならない？？

T850
UV850

JJA　　ASO

Year 0

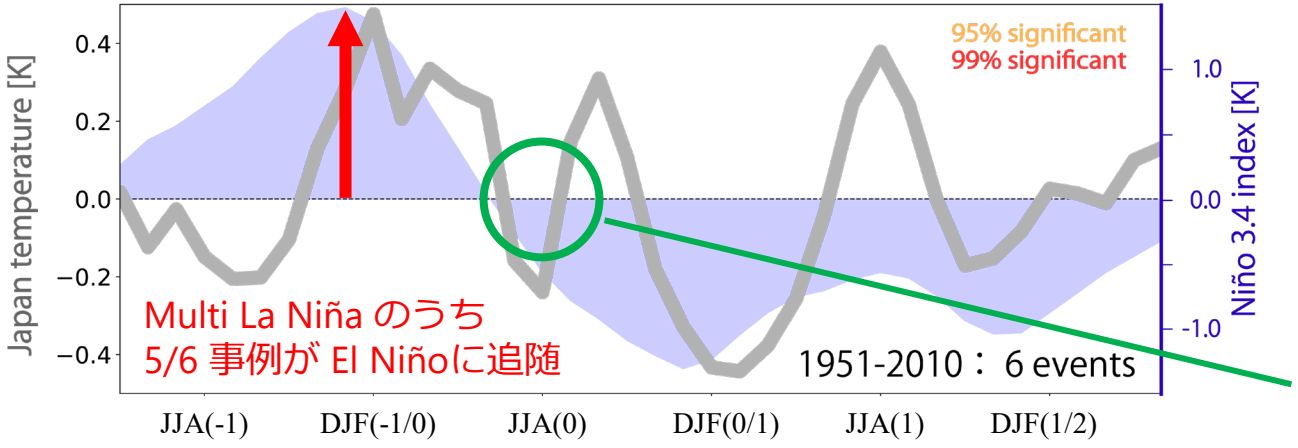
Year 1



ASO(1) に関しては
降水強制が小さいことが一因

その前に…

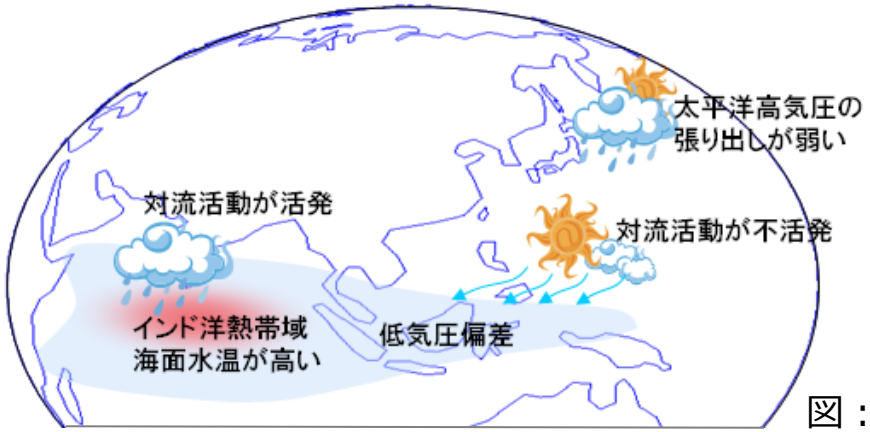
Multiyear La Niña の重要な性質：
前年に 強い El Niño を 伴いやすい



暑夏にならない！

El Niño が翌年の夏に与える 遅延影響

El Niño 現象 翌年の夏季



図：気象庁

El Niño翌夏　インド洋昇温

⋮

フィリピン東沖で対流不活発

⬇

PJパターン形成：日本は**冷夏**傾向

Nitta (1987)

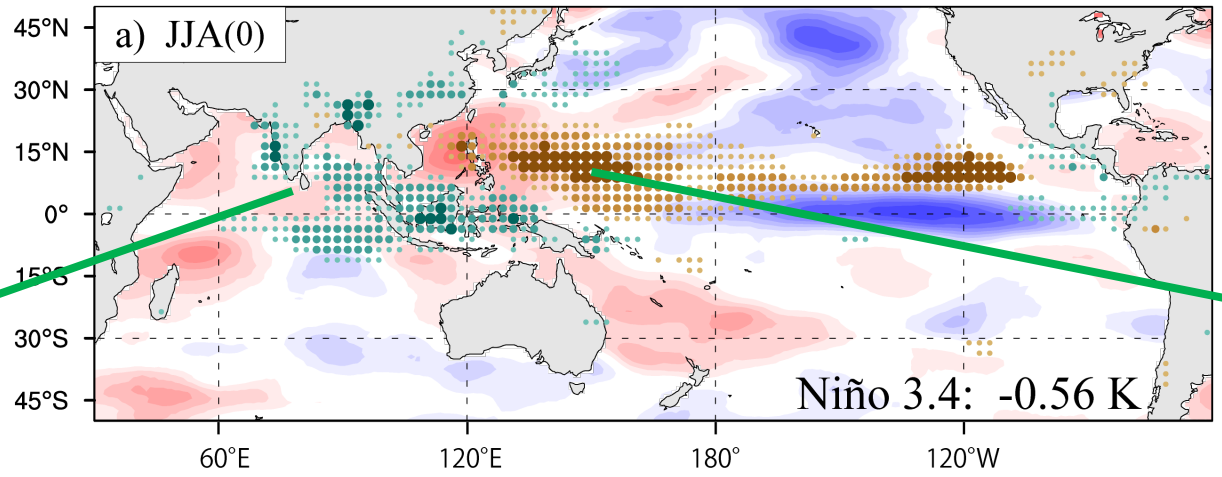
インド洋
キャパシター
Xie et al. (2009)

d4PDF GCM

JJA(0)

El Niño 翌年のインド洋キャパシタ効果と整合

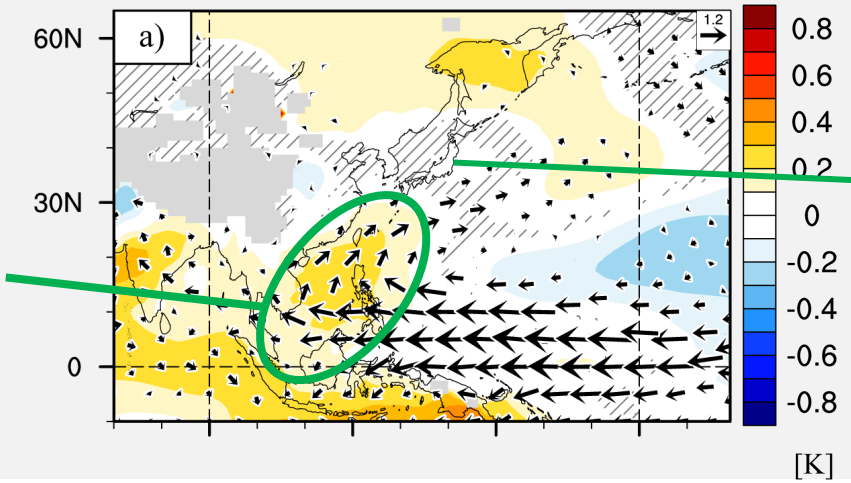
インド洋で高い
海面水温＆降水



フィリピン東沖で
強い渇水偏差

JJA(0) の 大気応答

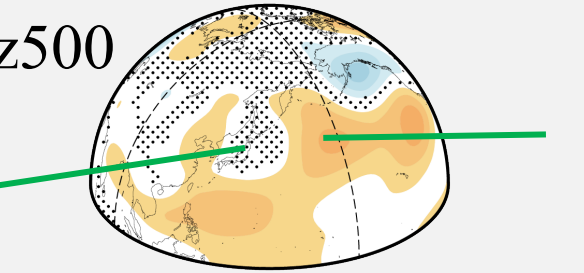
T & UV850



南西暖気移流

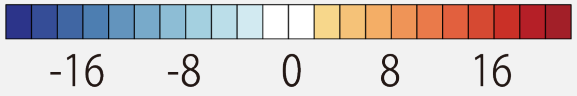
日本域のみ
傾向不明瞭

z500



高圧偏差

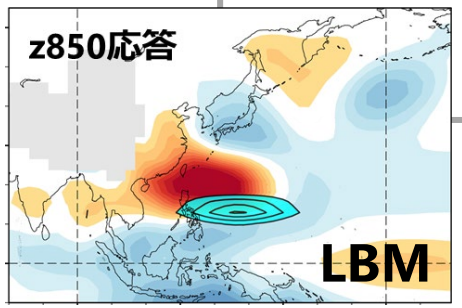
Dots area
95% NOT significant



JJA(0)が暑夏にならない要因　まとめ

Yr (-1) El Niño による影響

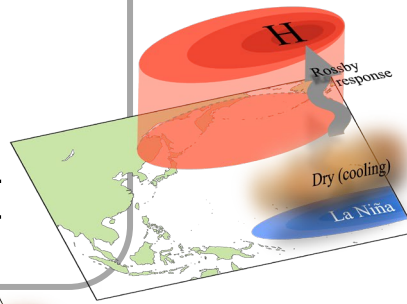
PJ パターンによる冷夏傾向

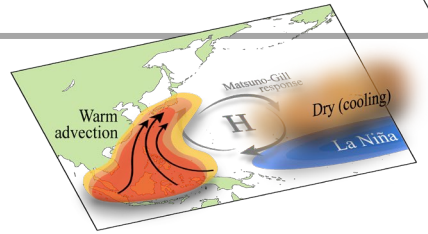


Yr (0) La Niña による影響

日本周辺の大気場の特徴から

高圧偏差、南西暖気流が存在





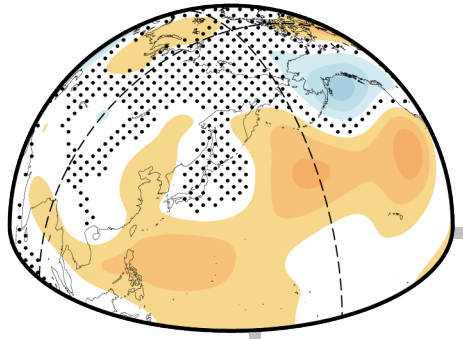
両者が相殺することで 日本域のみ傾向が不明瞭

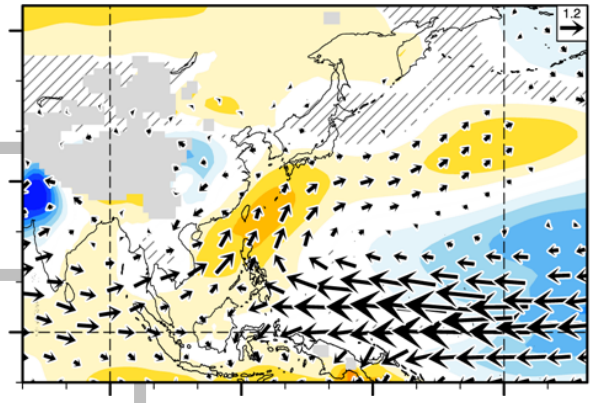
Implication

- ✓ JJA(0) は EN to LN の遷移期の夏として解釈が可能
- ✓ 遷移過程の気温影響は線形和でよく理解できる

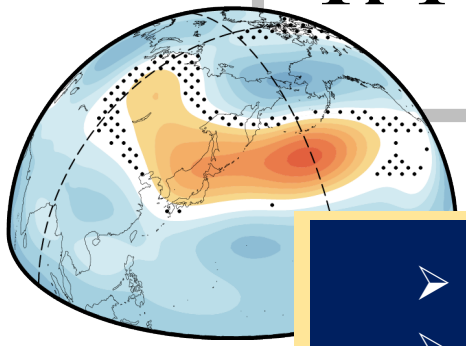
Summary

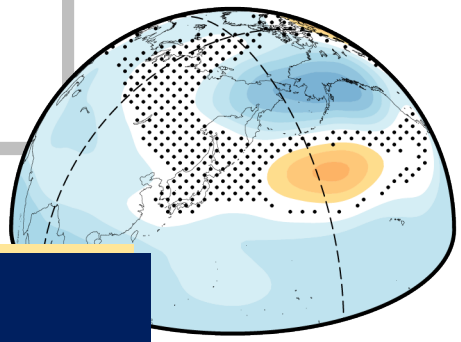
夏季気温傾向とメカニズム





	JJA	ASO
Yr 0	**有意性なし** **El Niño翌夏の PJ-like な応答**により暑夏傾向が打ち消される	**残夏** (南西日本) La Niñaに伴う冷源強制が**南西暖気流**を引き起こす
Yr 1	**暑夏** (北東日本) La Niñaに伴う冷源強制が**北東日本に高圧偏差**をかける	**有意性なし** 降水強制自身が弱くシグナルが表れにくかった



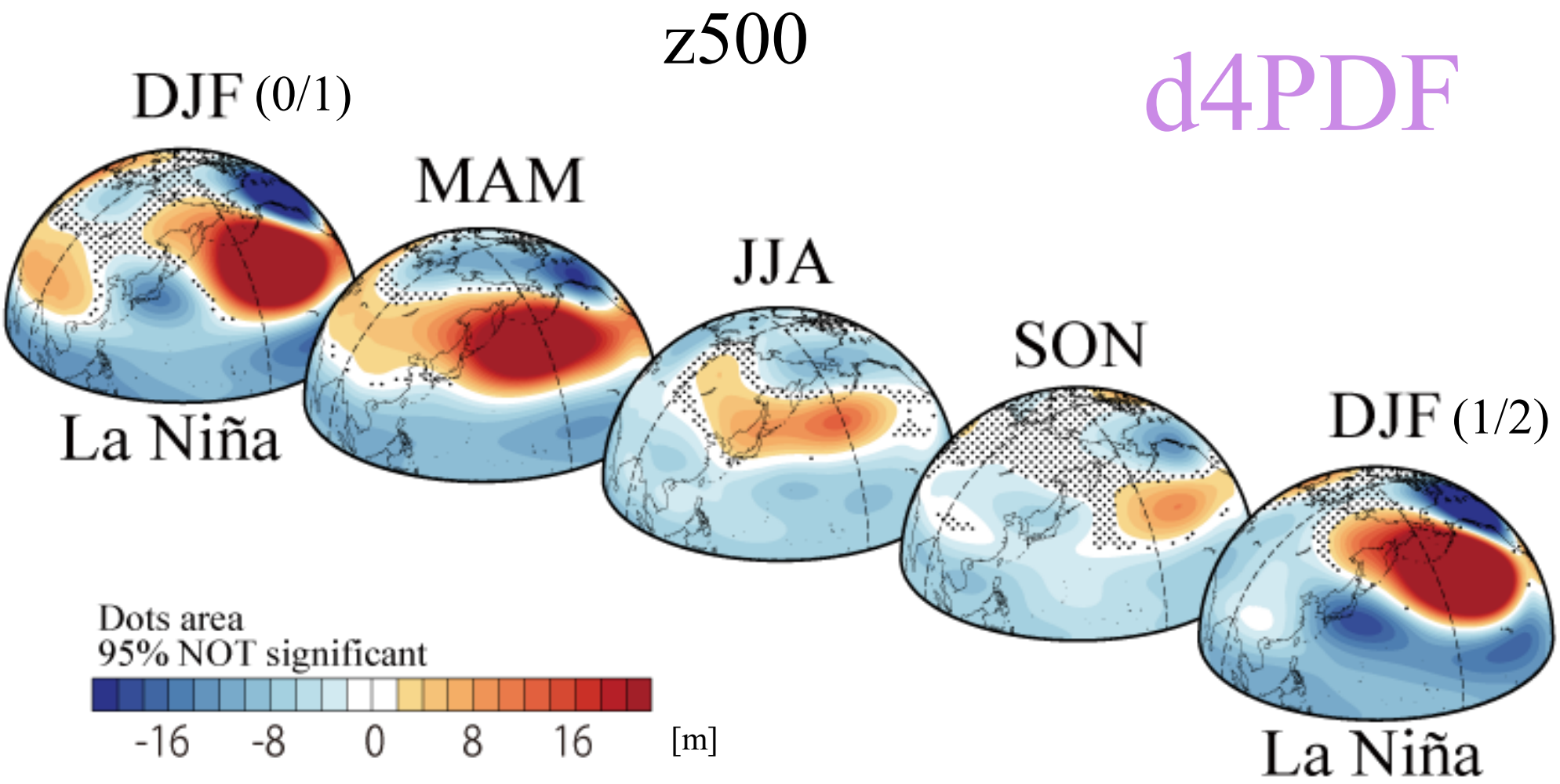


- 従来から知られている暑夏傾向には少なくとも2つのメカニズムが存在
- 位相と空間パターンに明瞭な差
- ENSO複雑性を加味することで，詳細なリスク評価が可能

Multiyear La Niña は 連続して La Niña が発生するという現象にすぎない

しかし，日本に対する影響は 1年目 と 2年目 で全く異なる！

Appendix


z500
d4PDF
DJF (0/1)
MAM
JJA
SON
DJF (1/2)
La Niña
La Niña
Dots area
95% NOT significant
-16
-8
0
8
16
[m]

Web of Science 検索条件

検索日: 2020.10.21

El Niño: 2206件

TI=El Niño NOT TI=(Southern Oscillation OR La Niña)
AND 言語: (English)
AND ドキュメントタイプ: (Article)
索引=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, ESCI, CCR-EXPANDED, IC タイムスパン=全範囲

La Niña: 195件

TI=La Niña NOT TI=(Southern Oscillation OR El Niño)
AND 言語: (English)
AND ドキュメントタイプ: (Article)
索引=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, ESCI, CCR-EXPANDED, IC タイムスパン=全範囲

非常に簡易的に調べたものです。参考程度に…

Message

La Niña も 面白いので
みんなでもっと研究していこう！