

日射量予測に向けた領域気象モデリング

鈴木健太郎¹, 打田純也¹, 竹中栄晶², 中島映至²
(1: 東京大学大気海洋研究所, 2: JAXA/EORC)

CREST会議

11/10/2016 東京工業大

プロジェクトの全体像と位置づけ

地球科学

- 自然因子の監視・予測
- 人間社会への外部強制
- 日射量、気温、降水量、...
- 衛星解析
- 数値シミュレーション

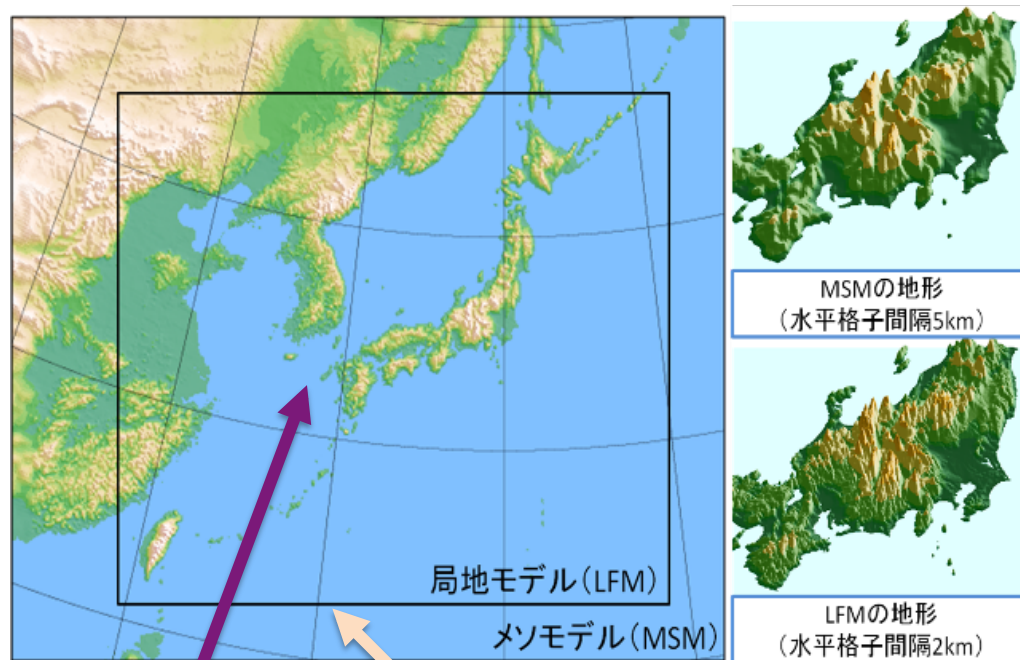
需要科学

- エネルギー需要の仕組み
- 自然からの拘束条件
- 人間側からの要求
- 電力需要
- (水需要?)

エネルギーマネジメントシステムの構築

- 数値シミュレーションによって、気象因子(特に日射量)の予測データを需要科学側に提供する

領域気象モデルの問題点



気象庁(メソモデル 局地モデル): <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-6.html>

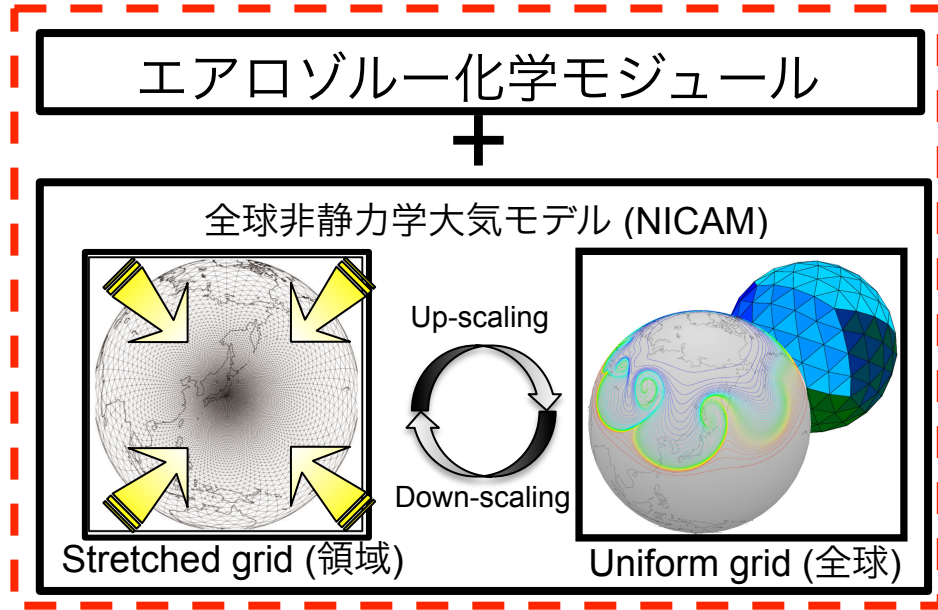
モデルバイアス:
モデルそのものが
持つ誤差

境界エラー:
境界でのデータの不連続性
に起因する誤差

- モデルの観測からのずれ = モデルバイアス + 境界エラー
- 境界エラーの大きさは不明瞭 (IPCC第5次報告書)
- モデルバイアスと境界エラーを分けて定量化したい

全球・領域雲解像像一大気化学モデル：NICAM-Chem

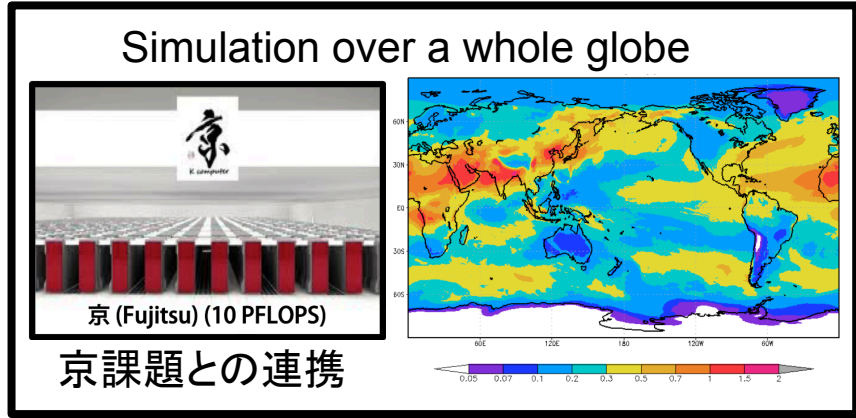
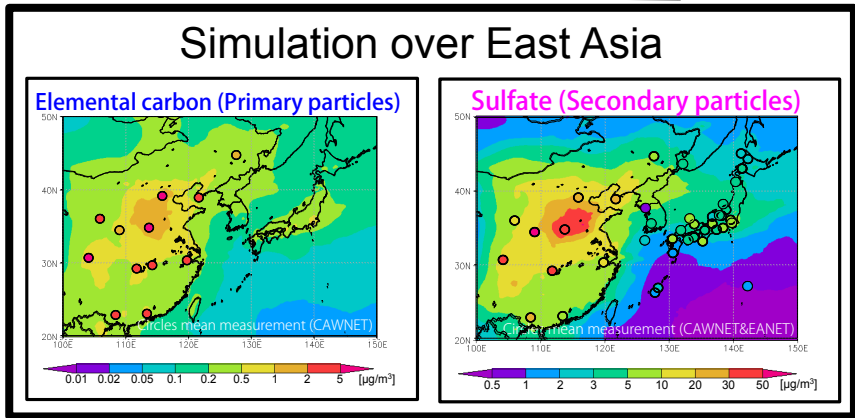
- Suzuki *et al.* (GRL '08)
- Suzuki *et al.* (JAS '11)
- Suzuki *et al.* (JGR '13)
- Goto *et al.* (GMD '14)
- Goto *et al.* (JGR '15)
- Seiki & Nakajima (JAS '14)
- Seiki *et al.* (JC '15)
- Uchida *et al.* (MWR '16)
- Goto *et al.* (AE '16)



- SPRINTARS (エアロゾル)
- CHASER (短寿命ガス)
- NSW6/NDW6 (雲の微物理)

領域シミュレーション

全球シミュレーション



領域スケールから広域・全球スケールまでを同一モデルでシームレスにカバー

境界エラーの定量化: 地上降水量

全球モデル

領域モデル

両者の相関係数

Correlation

Japan

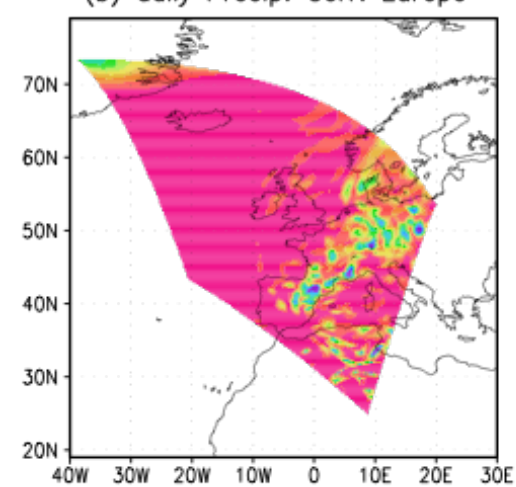
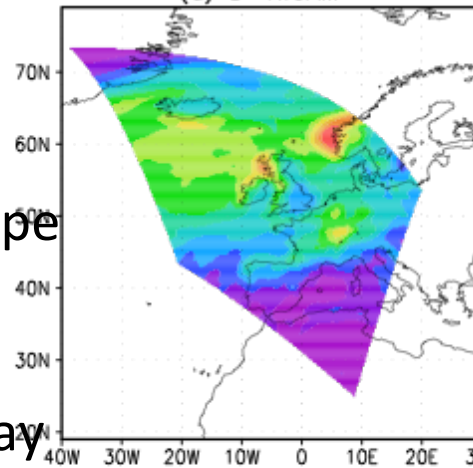
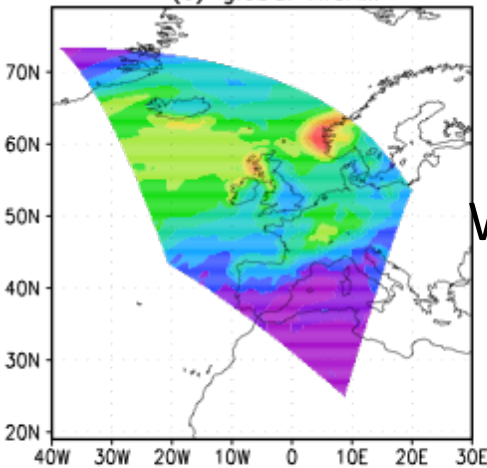
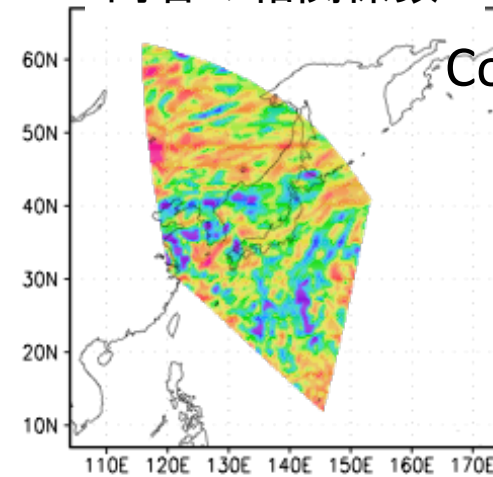
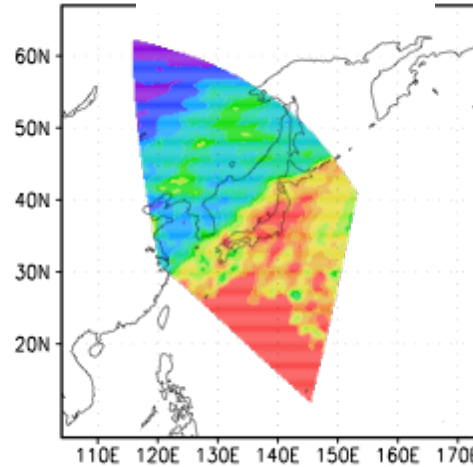
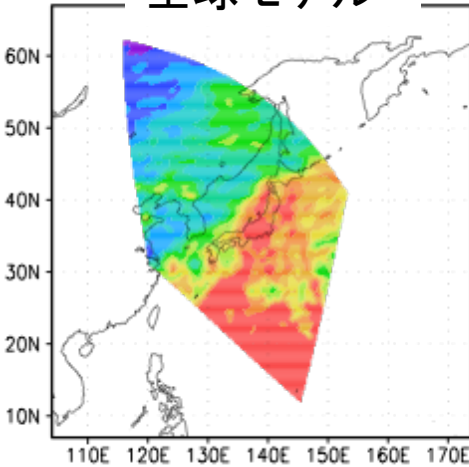
W.Europe

mm/day

(c) global NICAM

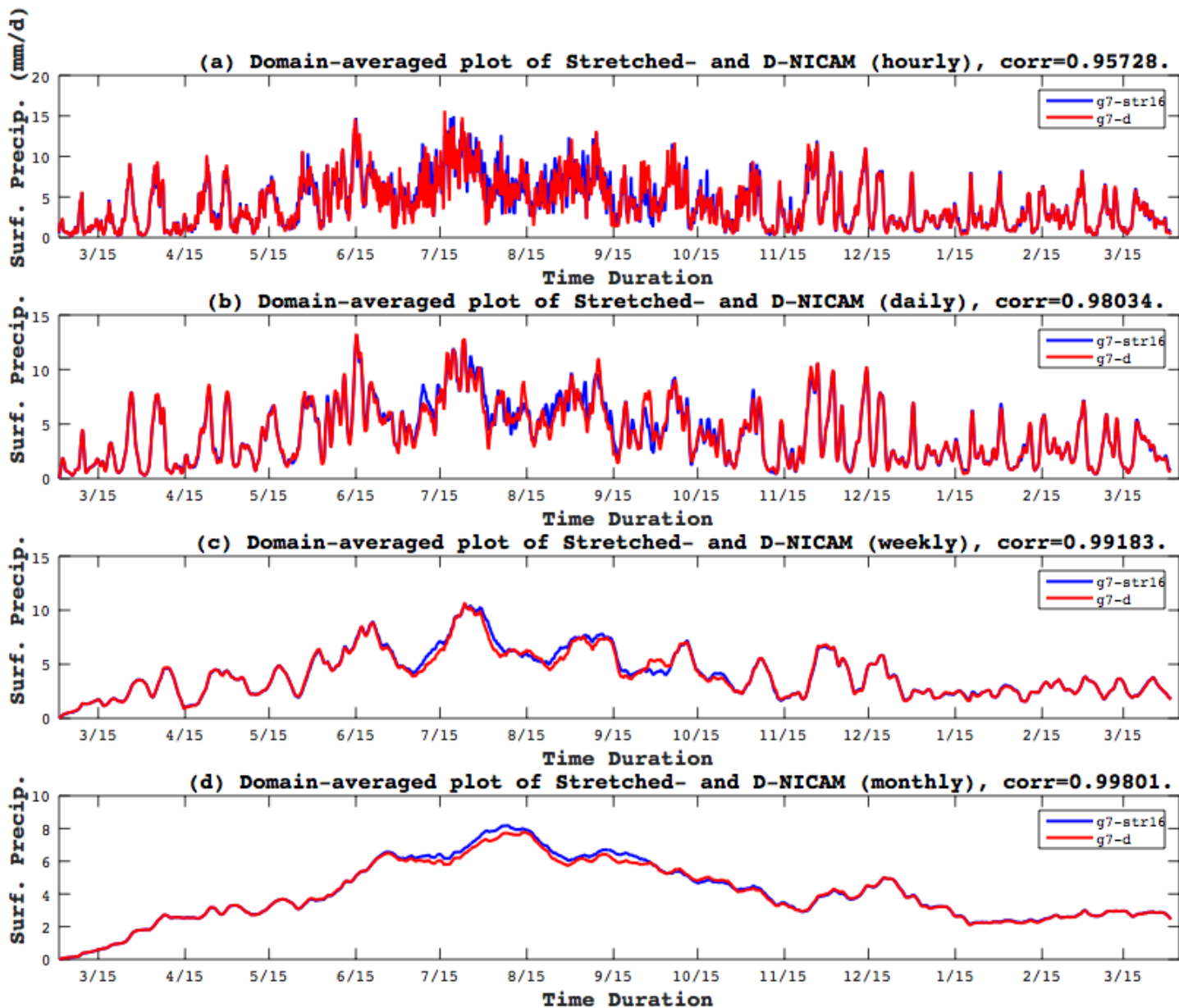
(d) D-NICAM

(b) daily Precip. Corr. Europe



- 二つのモデルで平均降水量は概ね一致: 境界エラーは比較的小さい
- 誤差には地域差がある

地上降水量の年間を通じた変化の比較 (日本域)



一時間平均の
地表面降水量
mm/day

一日平均

一週間平均

一ヶ月平均

ナッジング: モデルに観測をなじませる

$$\frac{\partial q}{\partial t} = M(q) - \frac{q - q_{obs}}{\tau}$$

観測値

ナッジング強度

モデルの物理

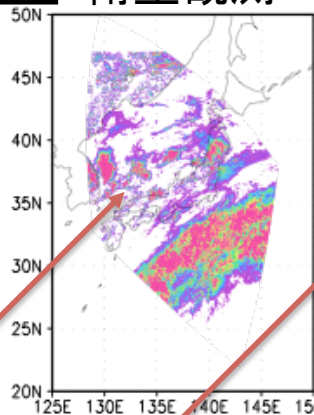
ナッジング

q : モデル変数(気温, 風, 水蒸気, 雲水量, ...)

- モデルバイアスを(無理やり)減らせるか?
- ナッジングの強度をいろいろ変えて実験する

鉛直積算雲水量

衛星観測

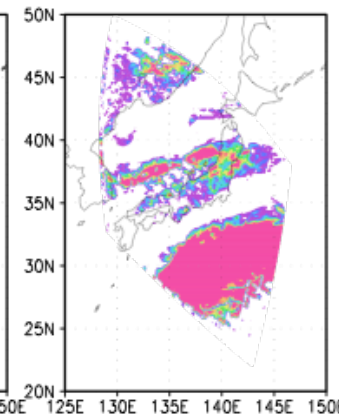
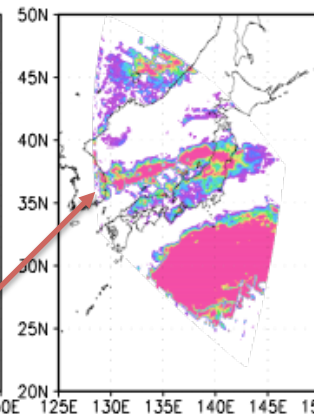


強

雲水ナッジ



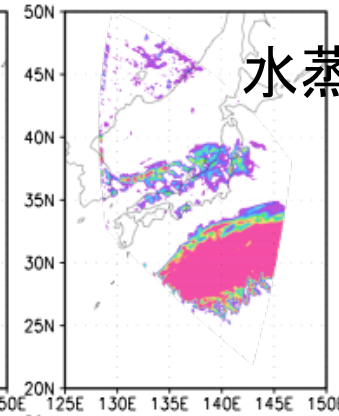
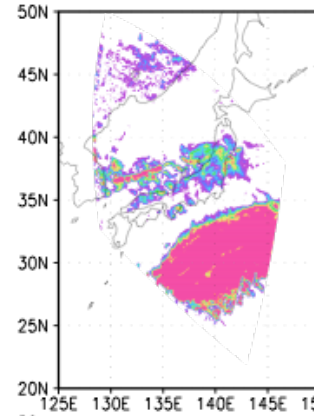
弱



強

水蒸気ナッジ

弱



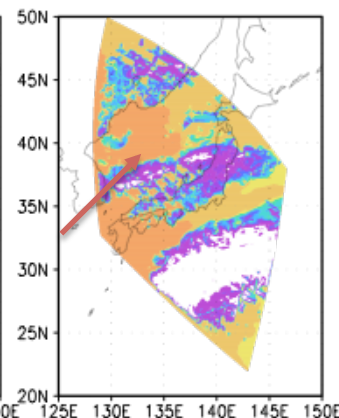
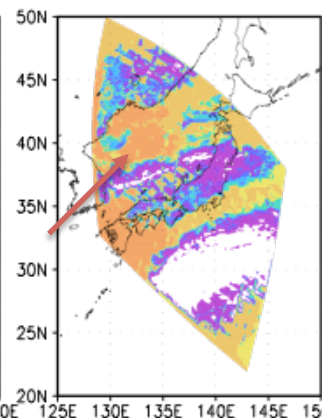
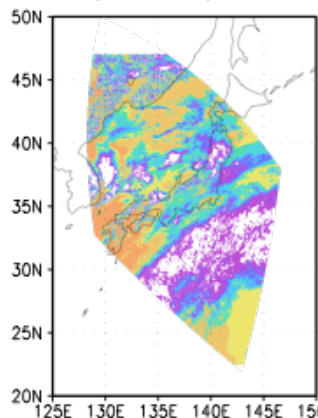
- LWPと地上日射量の傾向は一致している
- ナッジを強めると、日本海上の雲が増えて日射が減る

地上日射量

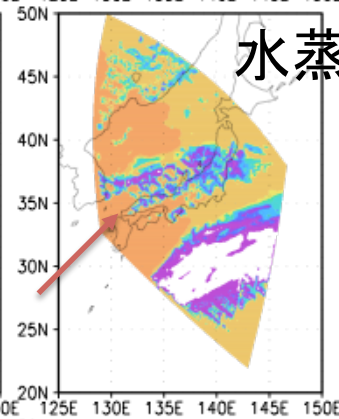
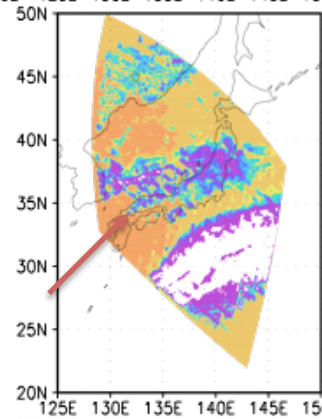
2012/5/17/14:00JST

- 水蒸気・雲水ナッジを弱めると
- ✓ 雲が少なくなる(特に日本海上の薄い雲が消える)
 - ✓ 地表に届く太陽光を過大評価

衛星観測



雲水ナッジ
強 → 弱

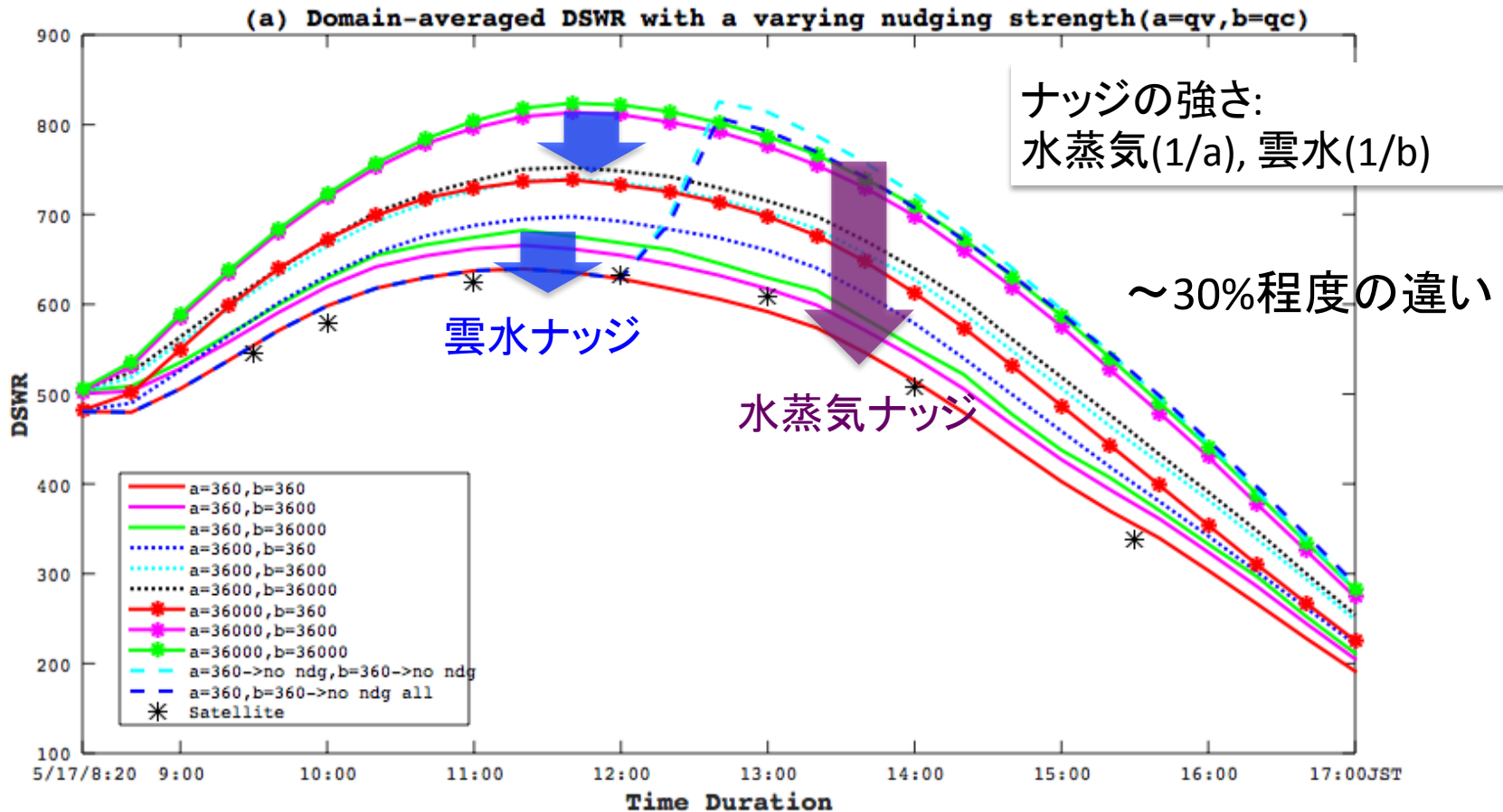


水蒸気ナッジ

強

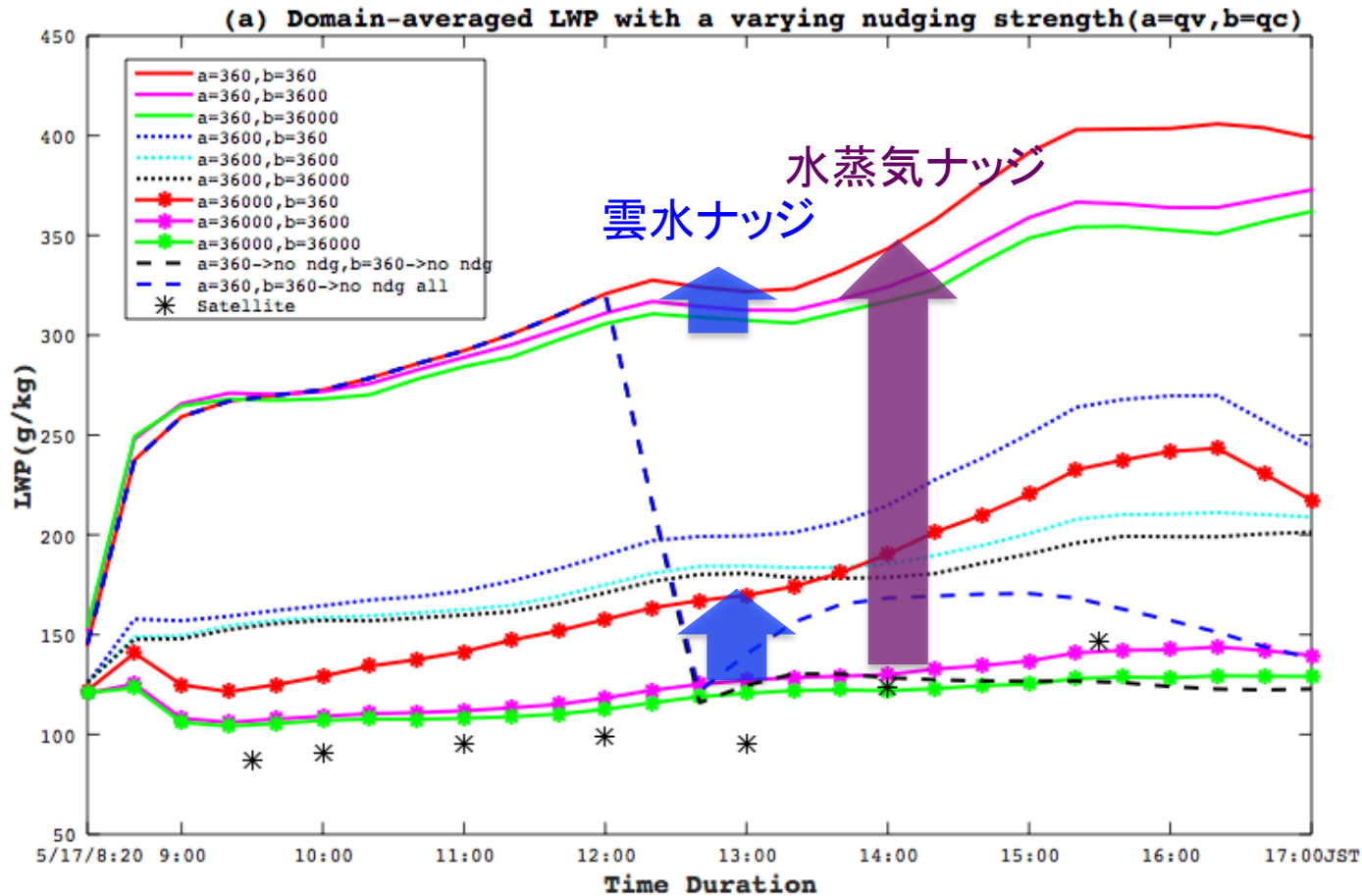
弱

地上日射量(領域平均)



- 水蒸気・雲水のナッジを弱めると、雲が減って太陽光を過大評価
- ナッジの効果は水蒸気の方が大きい

積算雲水量(領域平均)



- 水蒸気・雲水のナッジを強めると、雲が増える(観測から遠ざかる)
- 水蒸気と雲水量の観測データは整合していない？

まとめ

- 日射量を予測するには、雲を精度良く予測しなければならない
 - 他に、エアロゾル・水蒸気なども重要
- これらの予測のための領域気象モデルの誤差要因を二つに分類して定量化
 - 境界エラーとモデルバイアス
- モデルバイアスを修正するために、水蒸気・雲の強度を変えたナッジングをテスト中
- 水蒸気と雲のデータに物理的不整合があると、うまくいかない。整合性を改良する工夫が必要。