研究課題
CAI衛星解析とモデルシミュレーションの統合システムの構築

課題代表者:中島映至 （東京大学大気海洋研究所）
報告者:及川栄治 （東京大学大気海洋研究所）

共同研究者:井上豊志郎 、打田純也、Yu Yong （ 東京大学大気海洋研究所）
Nick Schutgens （オックスフォード大学 ）
中田真木子 （近畿大学総合社会学部）

平成25年度スーパーコンピュータ利用研究報告会
2013年12月19日

本研究課題の目的

- 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)から見積もられるCO_2の精度向上のために、共に搭載されている雲・エアロゾルイメジャー（CAI）によって得られるエアロゾルデータと全球エアロゾルモデルによって得られるシミュレーション結果の結合を図る
  - CAIデータ解析アルゴリズムの初期値に役立てる
  - 衛星解析ができない場合の補完データとして利用する

1. リモートセンシングデータとシミュレーションデータの融合のためのエアロゾル同化システムの構築
2. シミュレーションの精度向上のためのモデル改良

直接エアロゾル放射強制力(DARF)

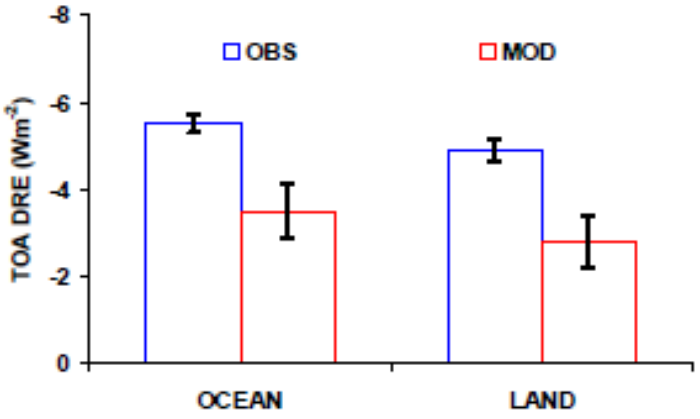
人為起源エアロゾルの直接放射強制力@TOA:　-0.35±0.5 Wm^{-2} [IPCC AR5]

5つのモデルの晴天大気のDARF@TOA [*Yu et al.*, 2006 ACP]

Model	DARF@TOA [Wm^{-2}]	
	ocean	land
SPRINTARS	-1.6	-1.7
GOCART	-4.1	-4.1
GISS	-3.5	-2.8
LMDZ-INCA	-4.7	-4.3
LMDZ-LOA	-2.3	-2.0

Observation Average

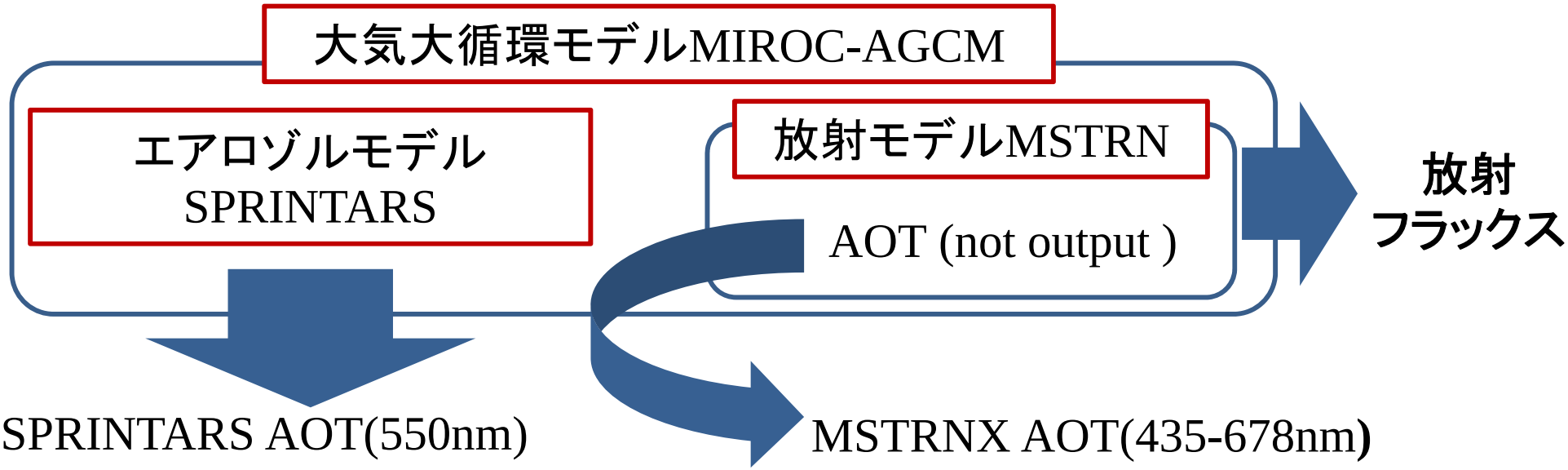
-5.5±0.2　-4.9±0.7 Wm^{-2}



Yu et al., 2006ACP

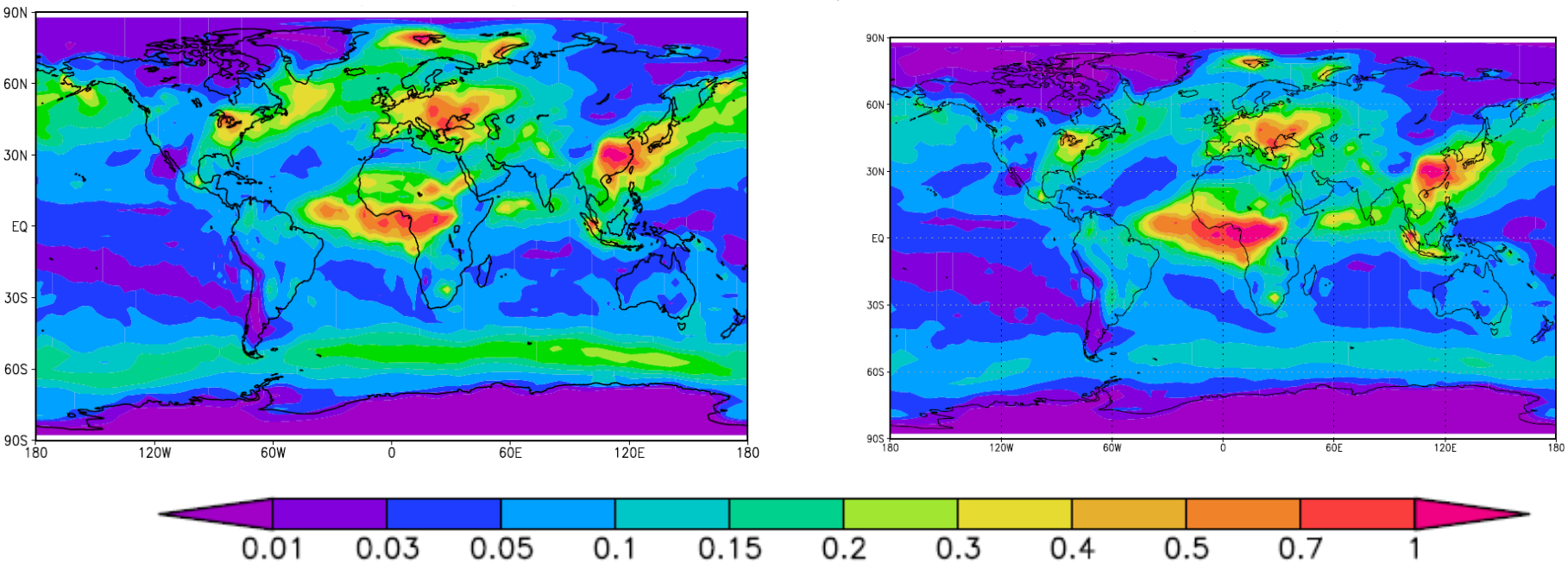
全球エアロゾルモデルMIROC-SPRINTARSの直接放射強制力が
観測やモデル平均と比較して、大幅に小さい理由を調べる

MIROC-SPRINTARSのエアロゾル光学的厚さ(AOT)



SPRINTARS AOT(550nm)

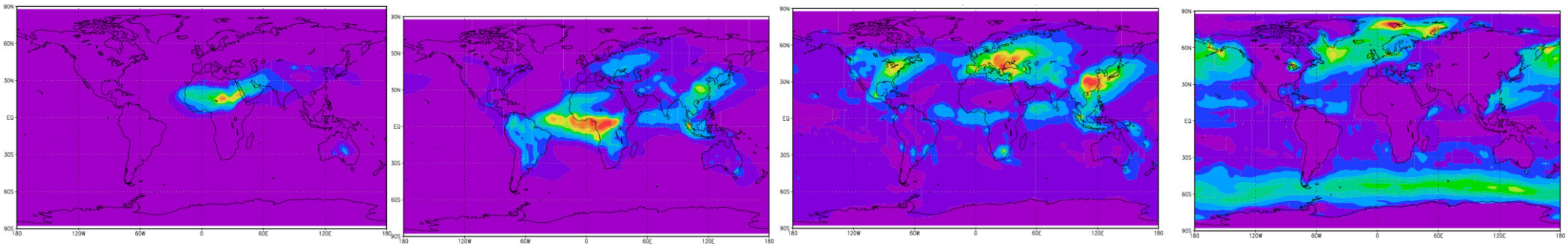
MSTRNX AOT(435-678nm)



MIROC5-SPRINTARS3.84の標準実験

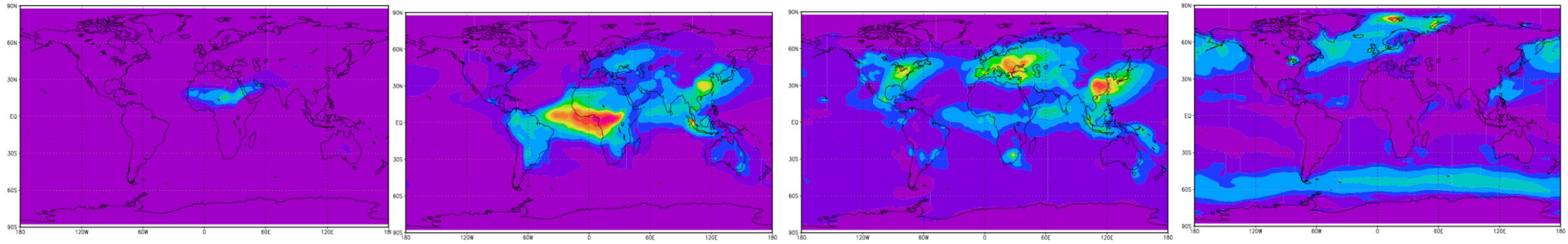
SPRINTARS AOT(550nm)

ダスト　炭素性粒子　硫酸塩　海塩粒子

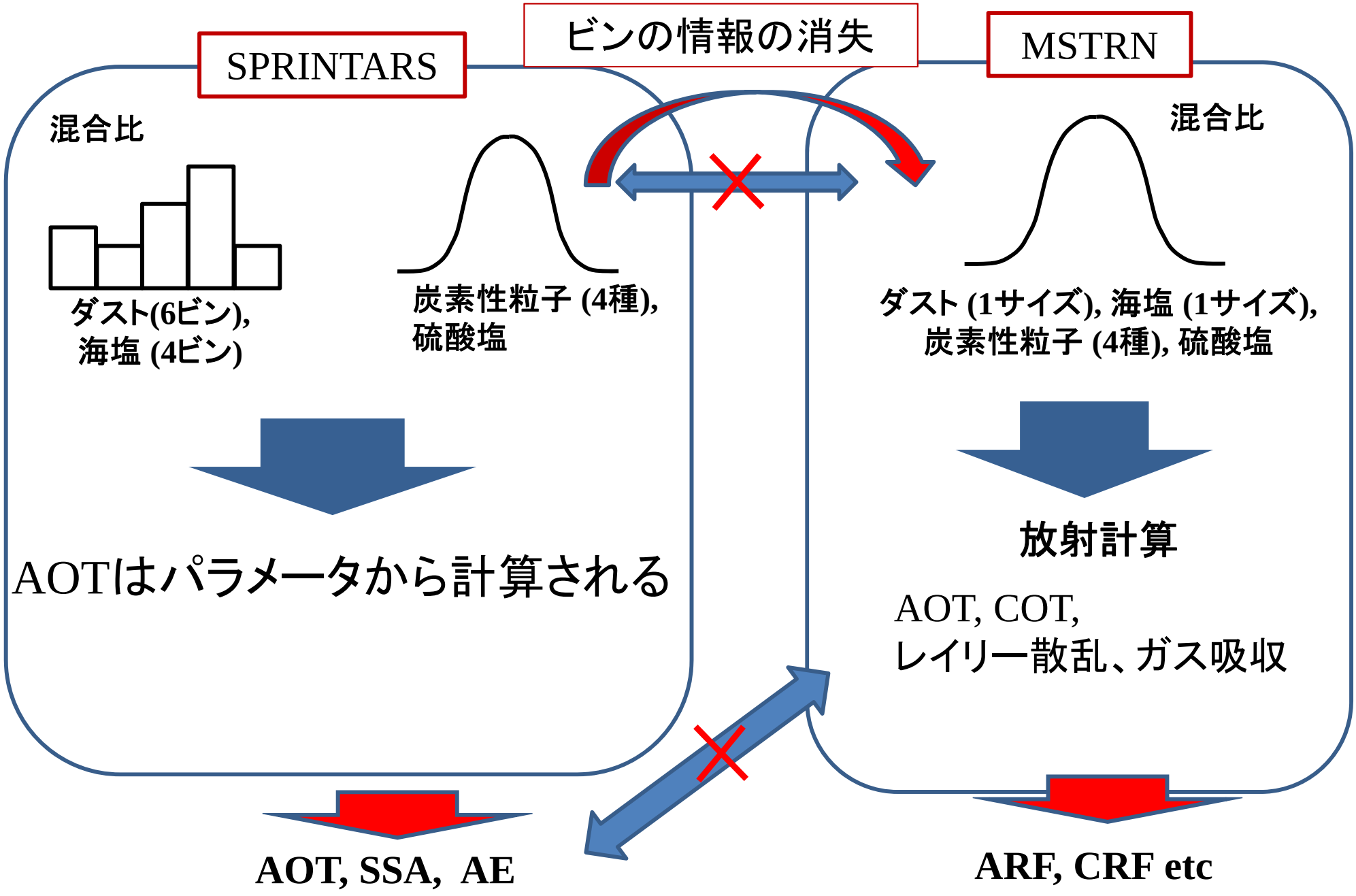


MSTRNX AOT(435-678nm)

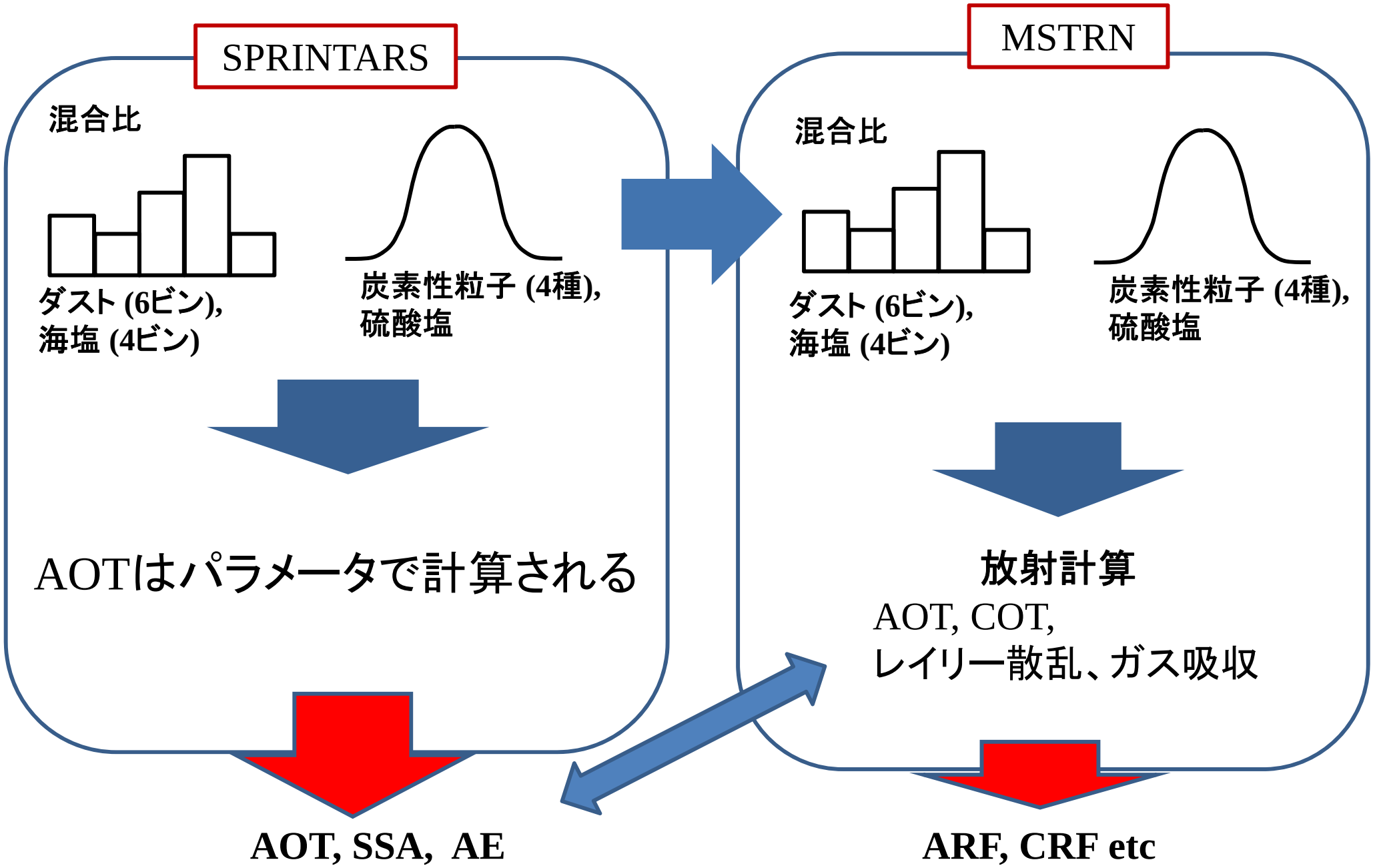
ダスト　炭素性粒子　硫酸塩　海塩粒子



MIROCのエアロゾル放射プロセス



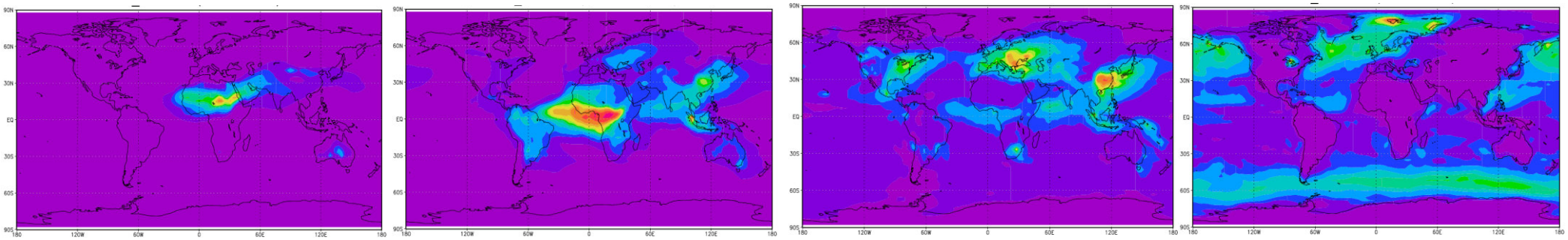
光学特性を修正したバージョン



光学特性修正版の実験

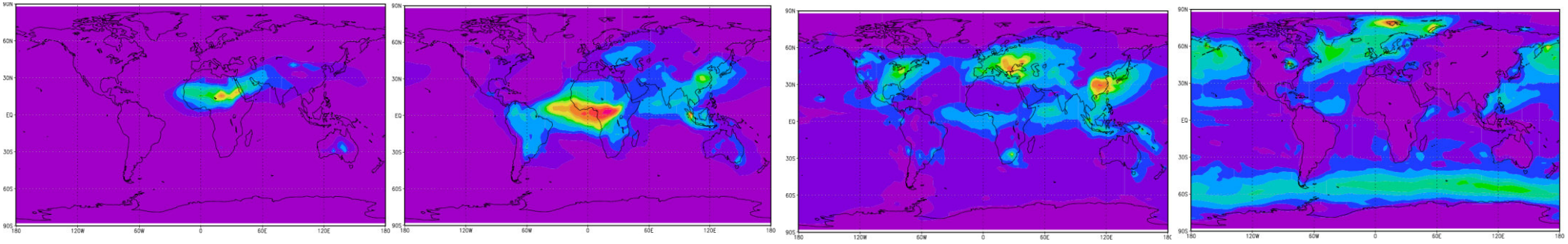
SPRINTARS AOT(550nm)

ダスト　炭素性粒子　硫酸塩　海塩粒子



MSTRNX AOT(435-678nm)

ダスト　炭素性粒子　硫酸塩　海塩粒子



MIROC5-SPRINTARSデータ同化システム

大気大循環モデル: MIROC5 [*Watanabe et al*., 2010]
エアロゾルモデル: SPRINTARS version 3.84 [*Takemura et al*., 2000; 2002; 2009]
エアロゾル同化システム: LETKFを用いたエアロゾル同化システム
[*Schutgens et al*., 2010a, b; 2012]
エアロゾルの排出量に摂動を与えたアンサンブル同化実験

データ同化の解析値（エアロゾルの混合比）

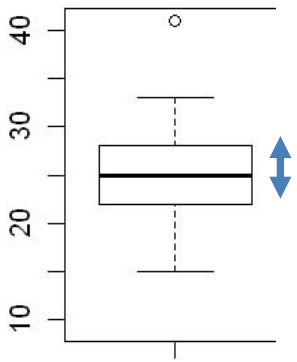
$$x_a = x_f + P_a H^{\mathrm{T}} R^{-1}\left(y - H \cdot x_f\right)$$

x_f: モデル予報値（エアロゾルの混合比）
y: 観測値（AOT, オングストローム指数）
H: 観測演算子
P_a: 解析誤差共分散行列
R: 観測誤差共分散行列

各パラメータの感度実験

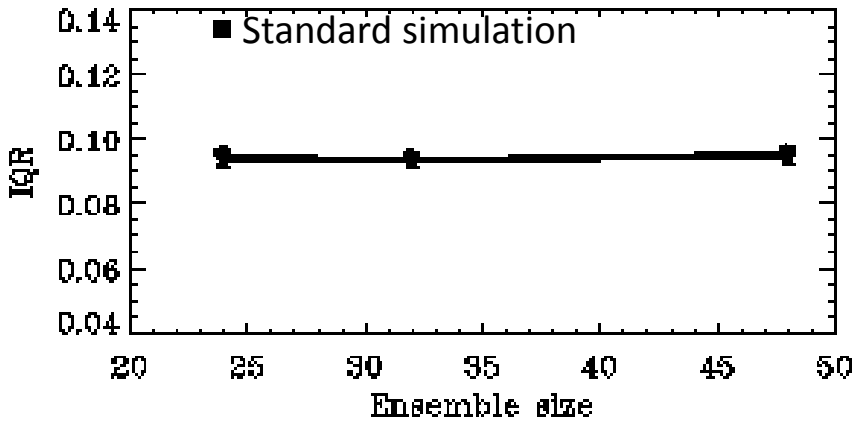
アンサンブルメンバー数、膨張係数、水平分解能の局所化サイズなどの感度実験を行った。
結果は、IQR(Interquartile Range)で評価する。

箱ひげ図



IQR:
中央値周辺50%の範囲

アンサンブルメンバー数の感度実験

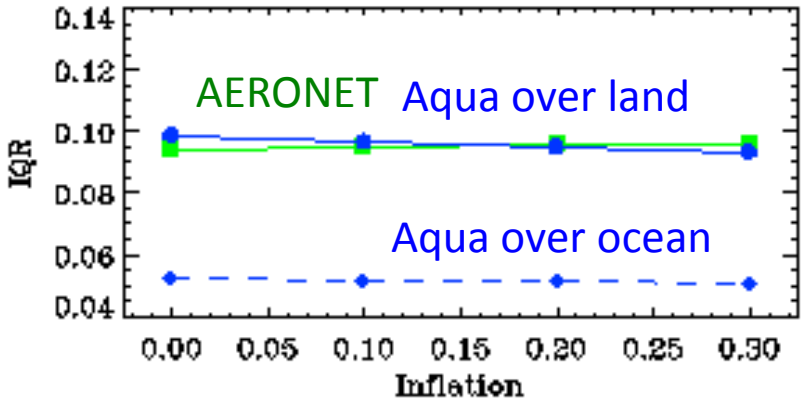


膨張係数 f

$$P_f' = P_f(1+f)$$

P_f: モデル予報誤差共分散行列

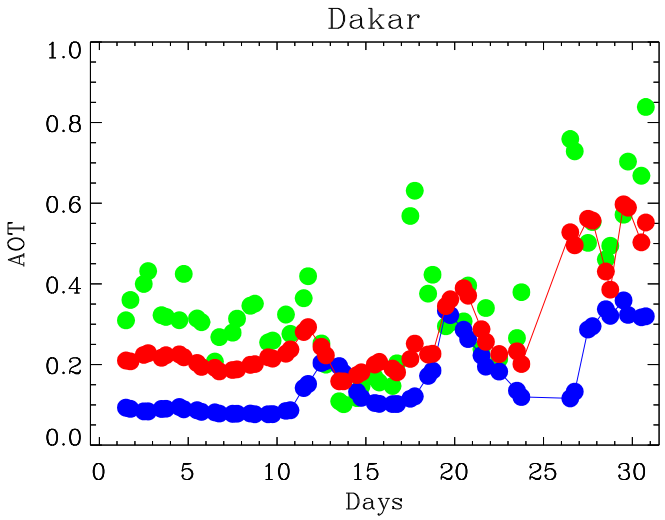
膨張係数の感度実験



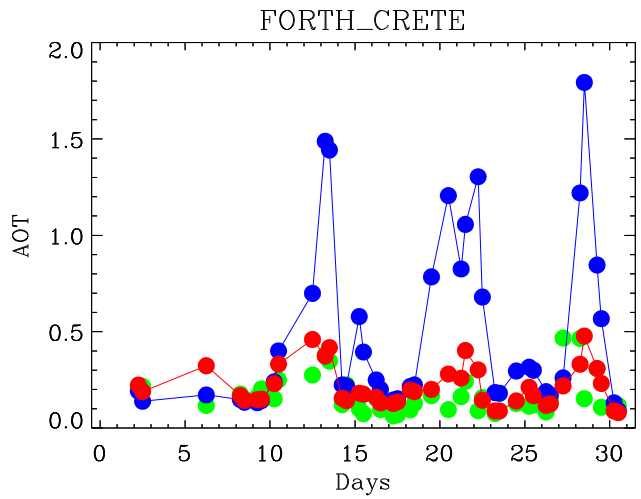
同化実験結果（2009年4月）

地上観測ネットワークAERONETのエアロゾルの光学的厚さAOTと
オングストローム指数AAEを同化に用いた実験

サハラ砂漠西端



ギリシャ



AERONET
Standard simulation
Assimilation

AOT(675nm)の相関係数

線形回帰	標準実験	同化実験
All AERONET	0.055	0.64
Best AERONET	0.49	0.76

AOT(675nm)の標準誤差

標準誤差	標準実験	同化実験
All AERONET	0.11	0.10
Best AERONET	0.07	0.05

まとめと今後の計画

- 本年度のまとめ:
  - GOSATチームが利用している現行のMIROC-SPRINTARSのエアロゾルの放射プロセスの改善を試みたことによって、SPRINTARSとMSTRNのAOTがほぼ一致した。
  - エアロゾル同化システムを最新版の大気大循環モデルMIROC5に適用すると、これまでと同様の結果が得られ、正常に動作することが確認できた。
  - 現在、MIROC-SPRINTARSのシミュレーション結果はGOSATミッションのCO_2リモートセンシング補助（operational）のために使われている。

- 今後の計画:
  - 今後も継続して、MIROC-SPRINTARSとエアロゾル同化システムの改良を行い、GOSATミッションに対してより正確なエアロゾル情報を提供し、CO_2リトリーバルの精度向上に貢献したい。