

全球の海霧の将来変化

Kawai et al. (2016, submitted)

気象研究所気候研究部

川合秀明、神代剛、遠藤洋和、荒川理

目的

明らかにしたいこと

- 海霧の将来変化
- 何が海霧の変化を決めているのか？
- 海霧の特性の変化はあるか？
- 海霧の変化による、雲フィードバックへの寄与

データ

□ MRI-CGCM3によるAMIP, AMIP+4K, AMIP_future 実験

- 31年間分のデータ (1979-2009)
- モデル面データ (L48)
- 月平均 & 日平均 データ

CFMIP data 作成: 神代さん

□ CMIP5 マルチモデルデータ

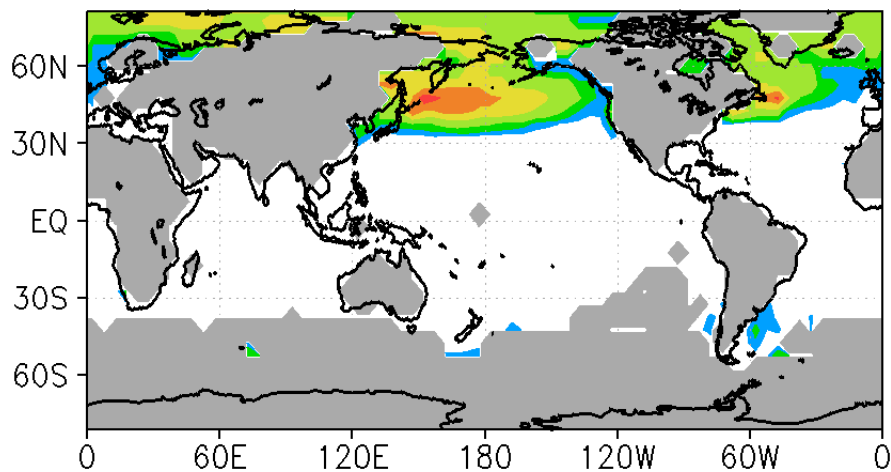
- 海面気圧など

処理ツールなど: 遠藤さんより

霧の発生頻度 (7月)

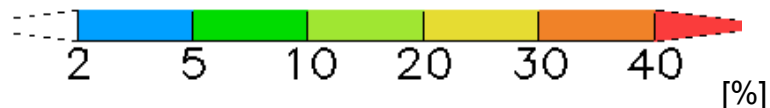
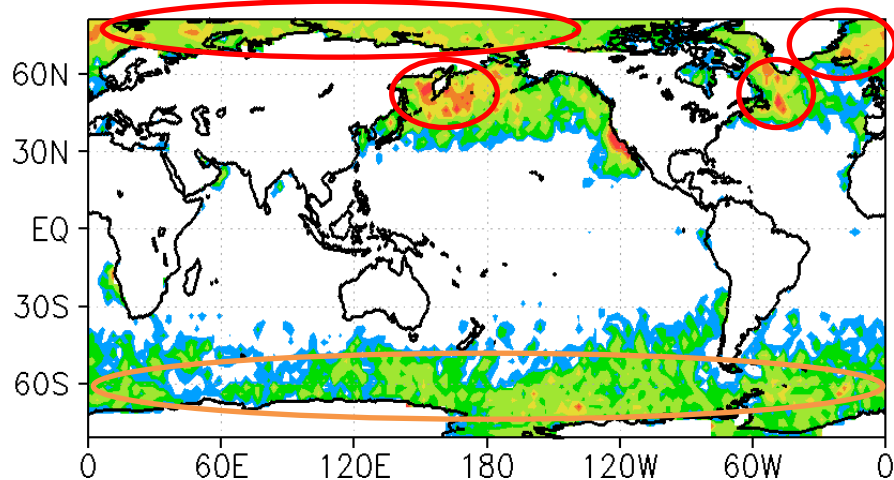
船舶観測気候値

(EECRA)



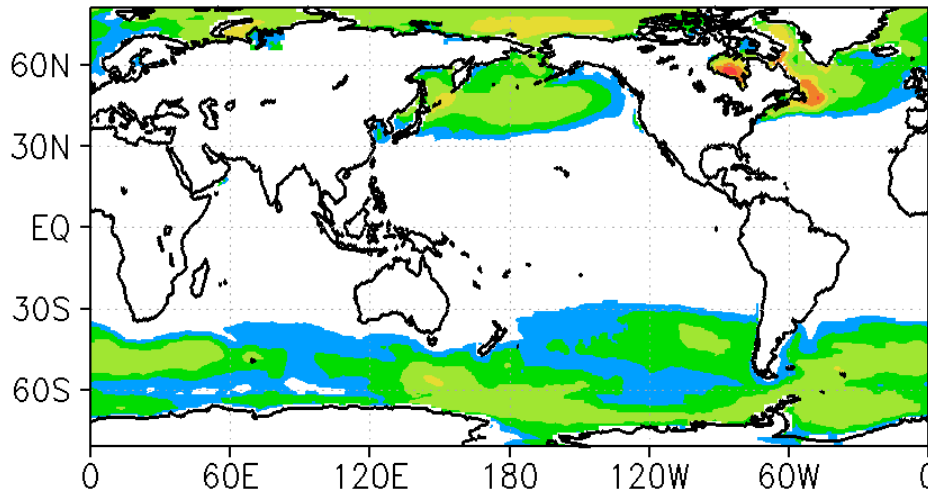
九州大学 CALIPSO 雲マスク 0-240m

(2007-2009)



- * Around Kamchatka Peninsula
- * Near Newfoundland
- * Arctic Ocean along Eurasia
- * North of Iceland
- * Southern Ocean

MRI-CGCM3 (Cloud Fraction at z=1)



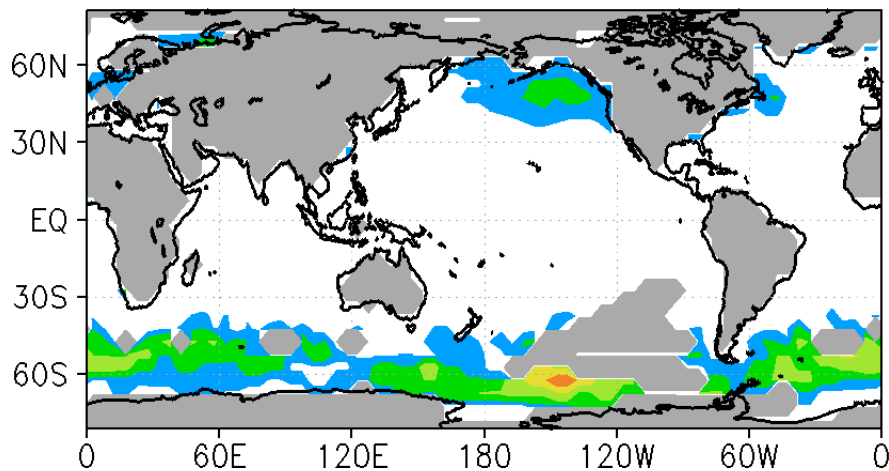
MRI-CGCM3 は、霧分布を比較的よく表現している。

(cf. Teixeira (1999),
Kawai et al. (2015, *J. Meteor. Soc. Japan*, 93))

霧の発生頻度 (1月)

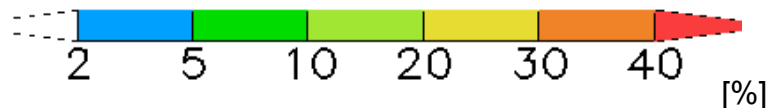
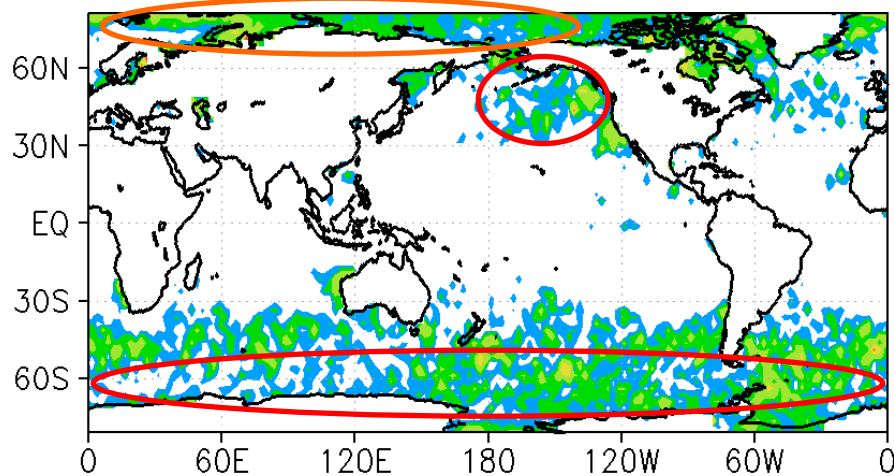
船舶観測気候値

(EECRA)



九州大学 CALIPSO 雲マスク 0-240m

(2007-2009)



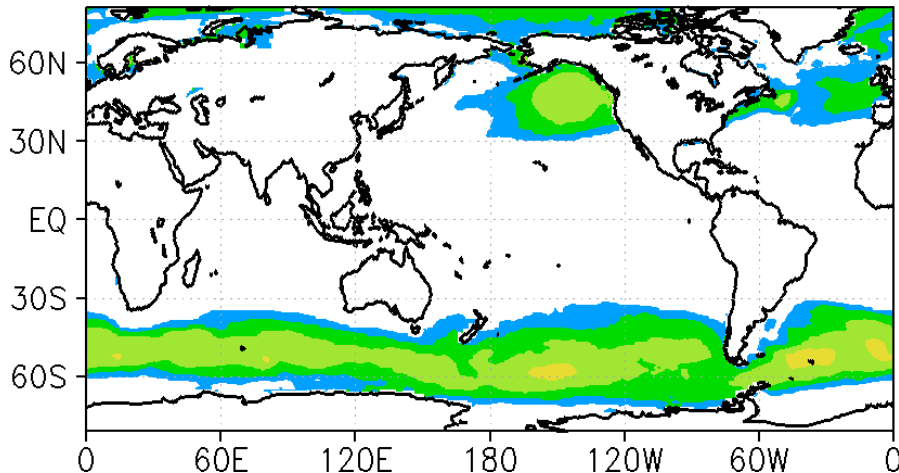
* North Eastern Pacific

* Southern Ocean

* Arctic Ocean

MRI-CGCM3 は、霧分布を比較的よく表現している。

MRI-CGCM3 (Cloud Fraction at z=1)

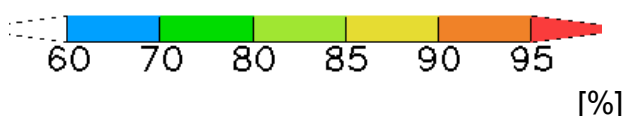
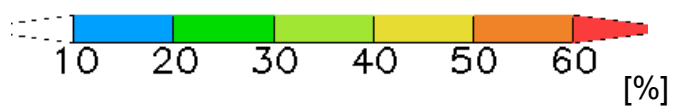
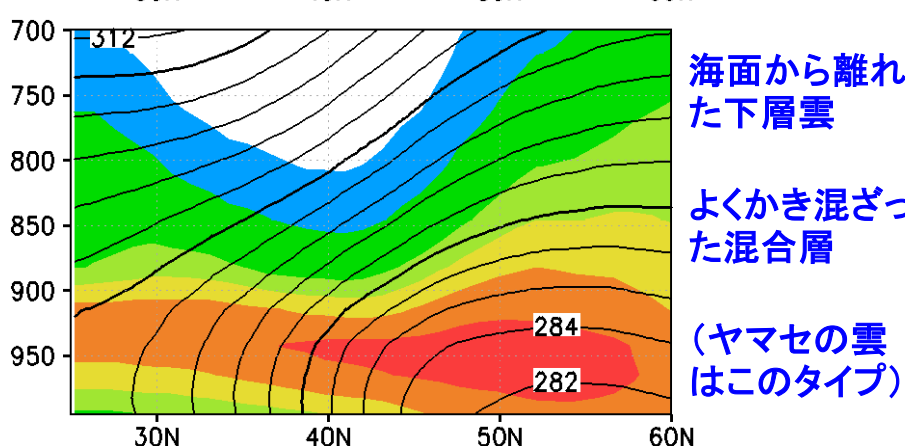
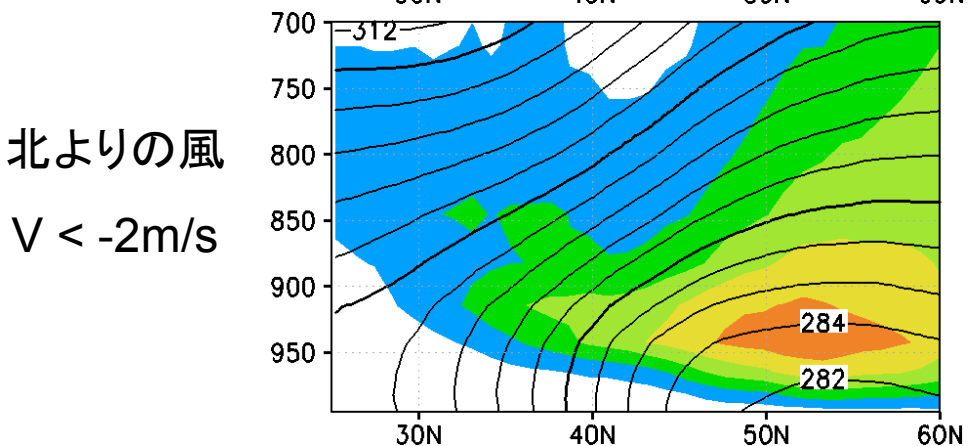
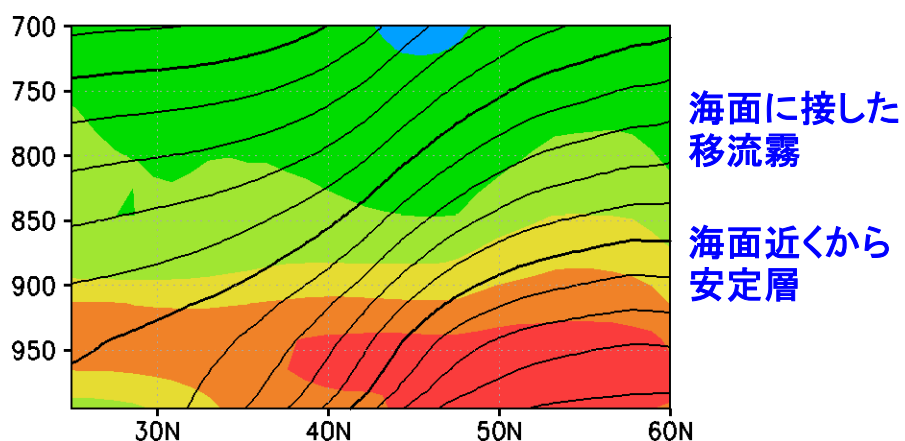
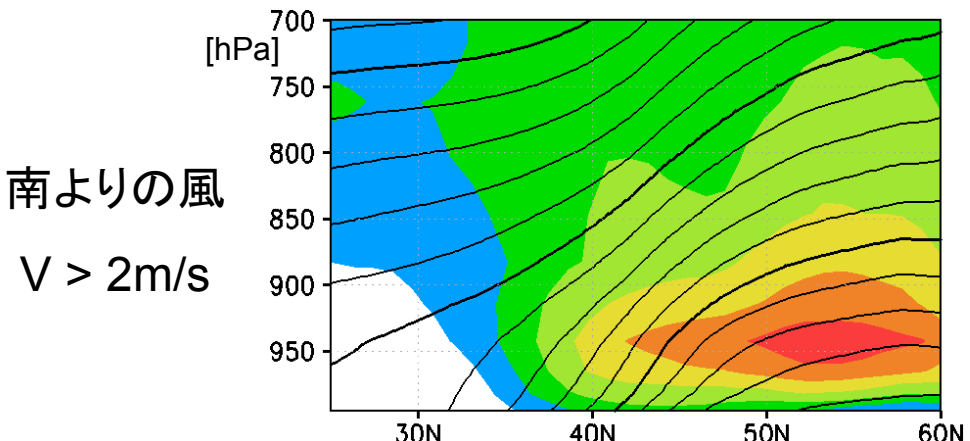


モデルにおける雲の鉛直構造

北太平洋 (7月, 平均: 170E-170W)

雲量

相対湿度



色： 雲量 or 相対湿度
等値線： 温位

日平均データ使用

南風と北風の発生頻度

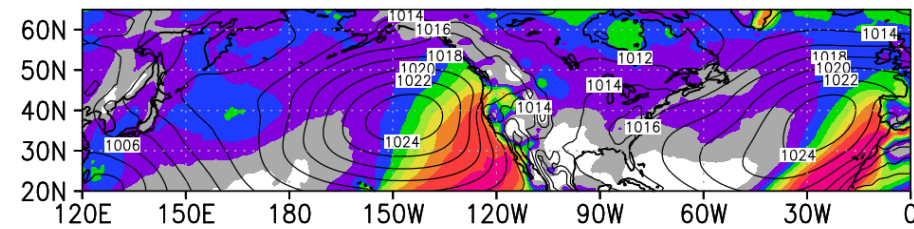
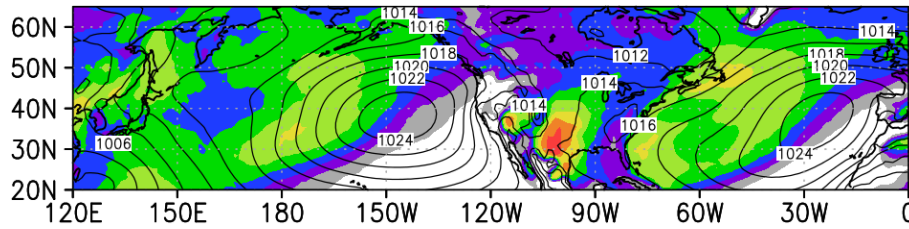
南よりの風

$V > 2\text{m/s}$

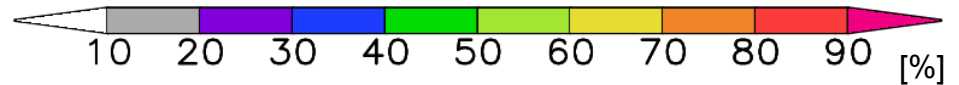
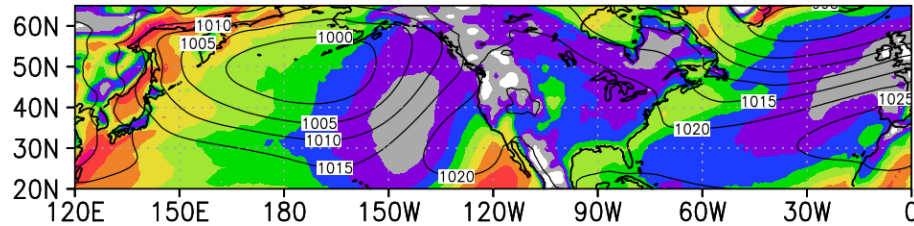
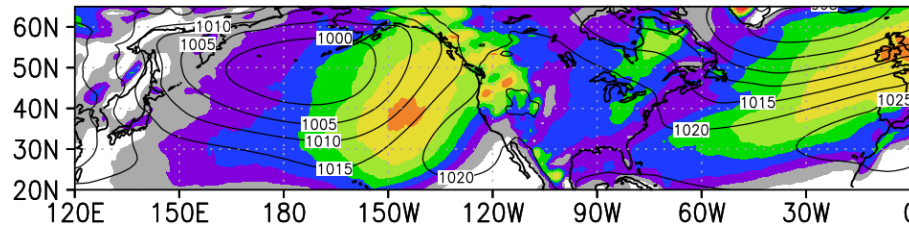
北よりの風

$V < -2\text{m/s}$

7月



1月



(一年前の約束の図です...)

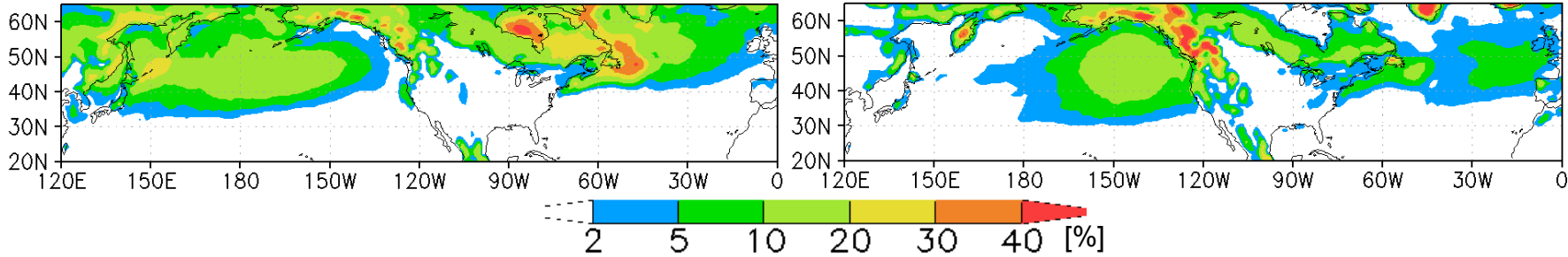
海霧の将来変化

モデル第1層の雲量

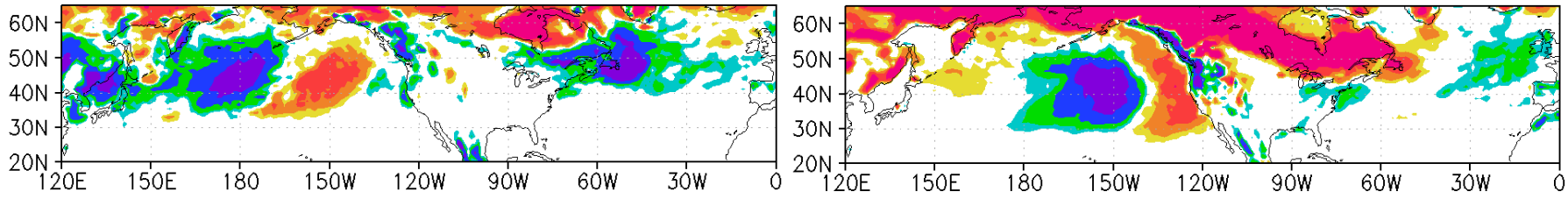
7月

1月

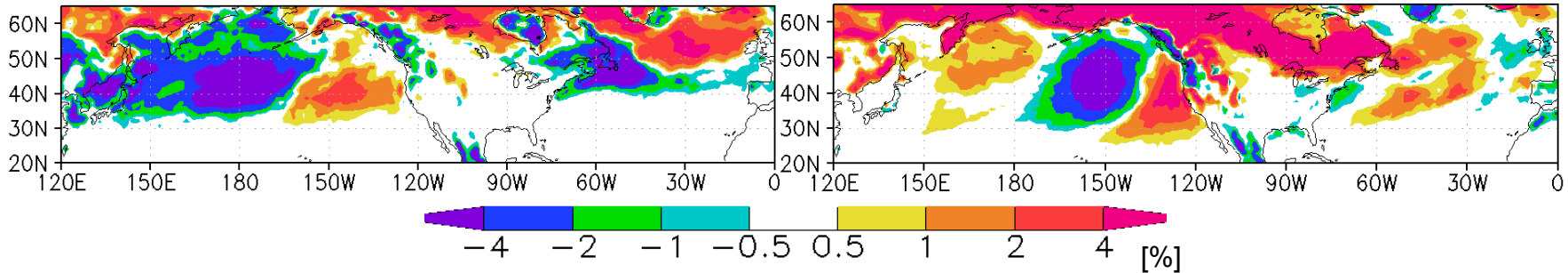
AMIP



AMIP+4K - AMIP



AMIP_future - AMIP



減少: 北太平洋中部、北西大西洋
増加: 北太平洋東部

北太平洋東部: 増加と減少の対

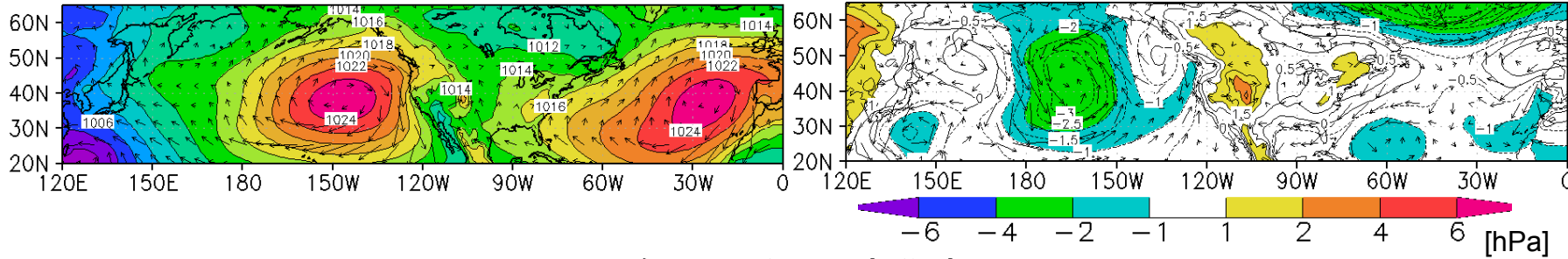
気象場の将来変化

7月

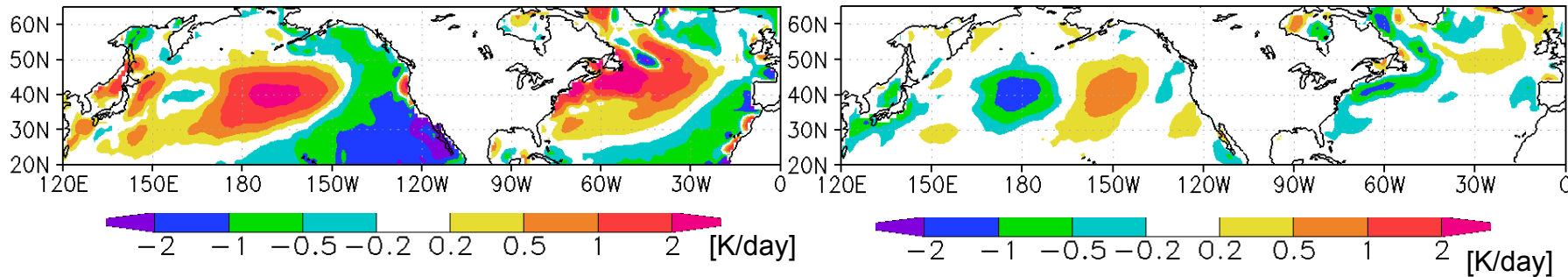
AMIP

AMIP+4K - AMIP

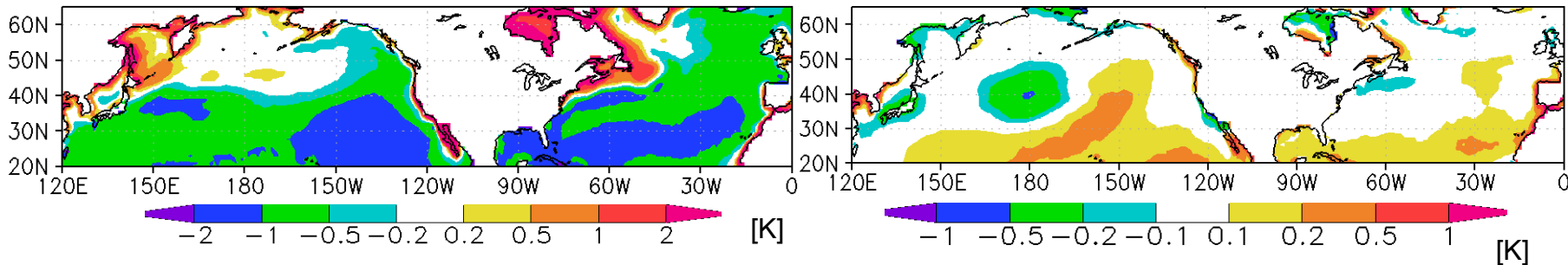
海面気圧 & 10m 風



海面付近の温度移流



2m気温 - SST



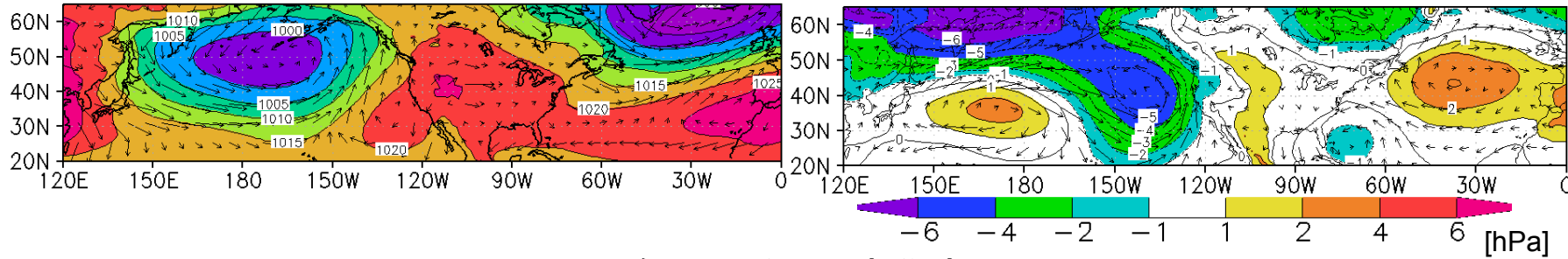
気象場の将来変化

1月

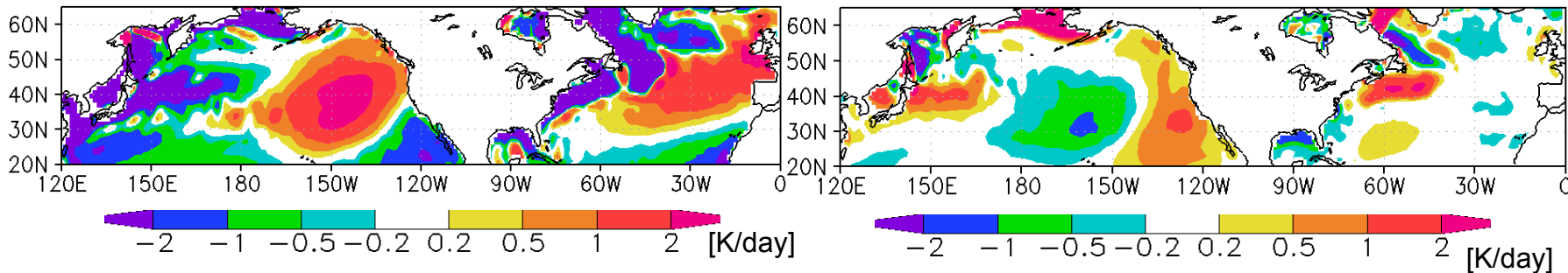
AMIP

AMIP+4K - AMIP

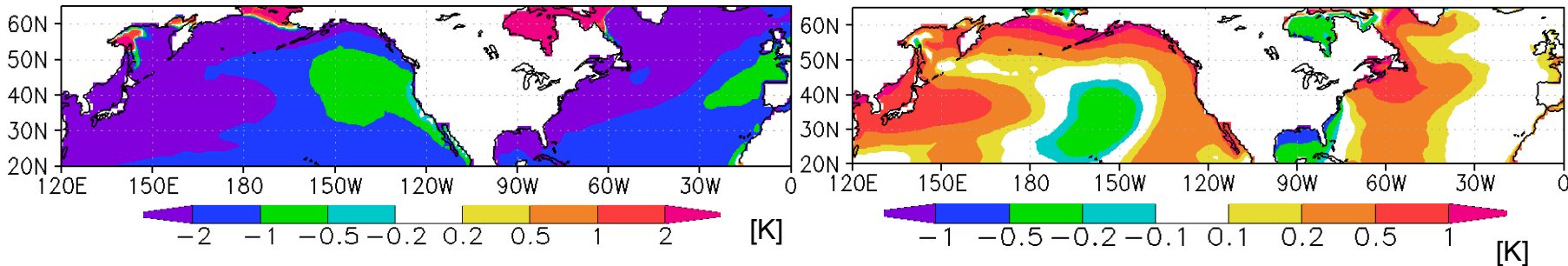
海面気圧 & 10m 風



海面付近の温度移流



2m気温 - SST



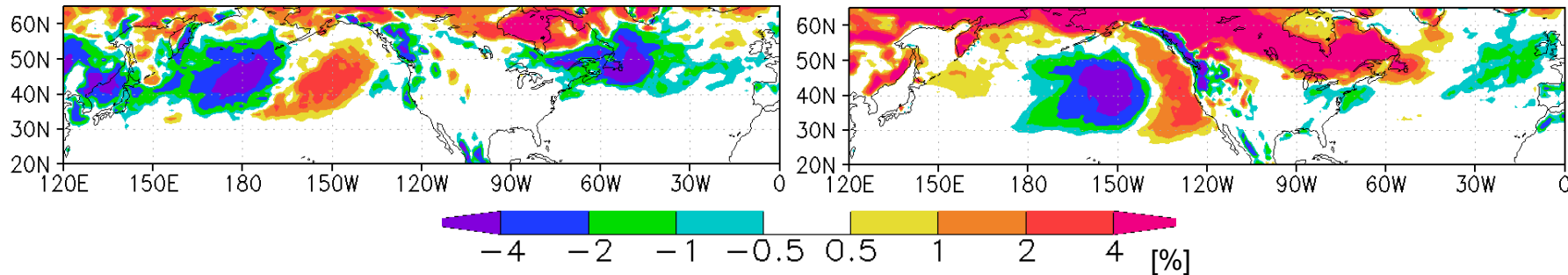
海霧と気象場の将来変化

AMIP+4K - AMIP

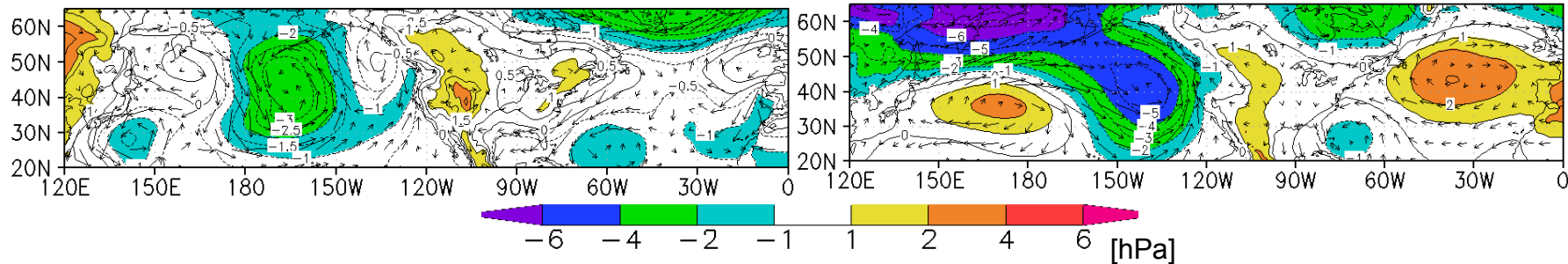
7月

1月

モデル第1層の雲量



海面気圧 & 10m 風



北太平洋高気圧の弱まり
北アメリカ大陸上の低圧部の弱まり



霧減少: 北太平洋中部、北西大西洋
霧増加: 北太平洋東部

アリューシャン低気圧のカナダ沿岸での深まり



北太平洋東部: 霧の増加と減少の対

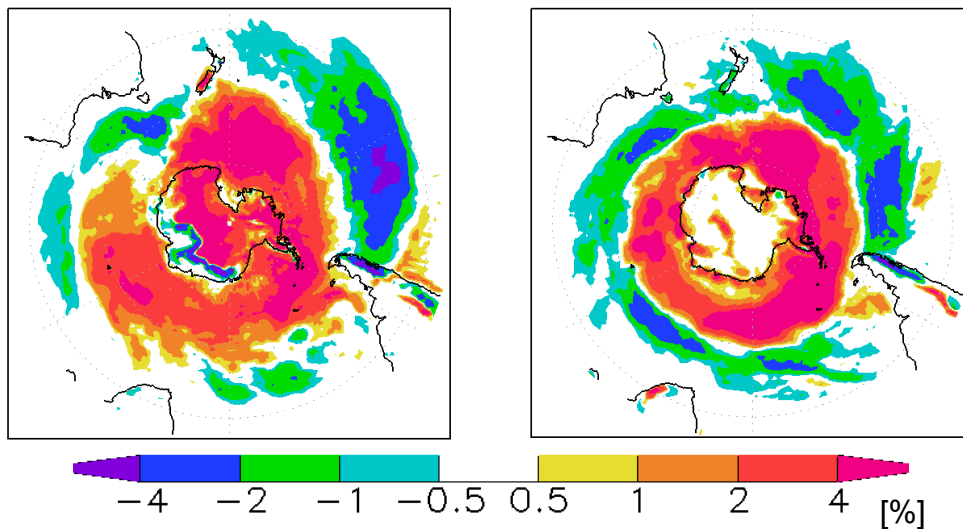
海霧と気象場の将来変化 (南半球)

AMIP+4K - AMIP

7月

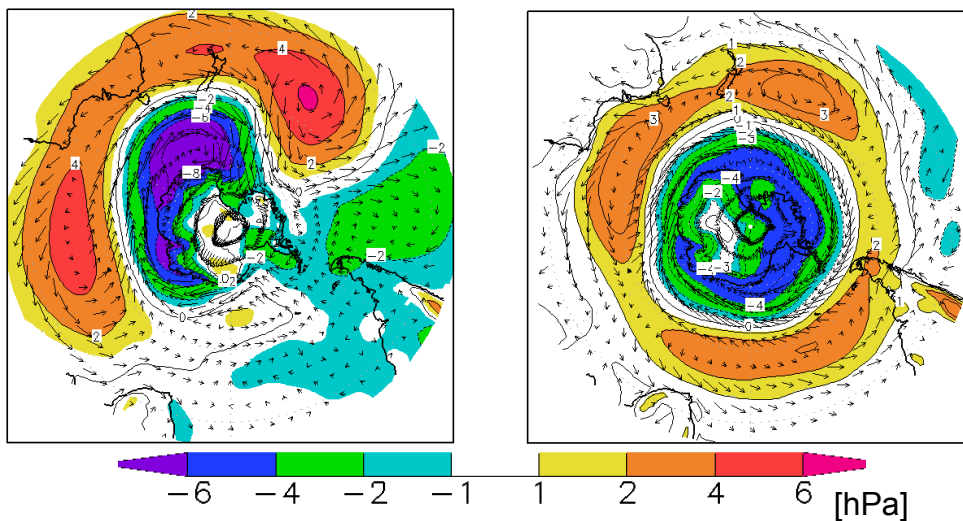
1月

モデル第1層の雲量



海面気圧 & 10m 風

非軸対称の
変化



軸対称の
変化

気象場の将来変化 - CMIP5 モデル -

海面気圧

MRI-CGCM3

AMIP+4K - AMIP

CMIP5の10個のモデル平均

AMIP+4K - AMIP

CMIP5 モデルの海面気圧の変化も、
MRI-CGCM3と似た特徴

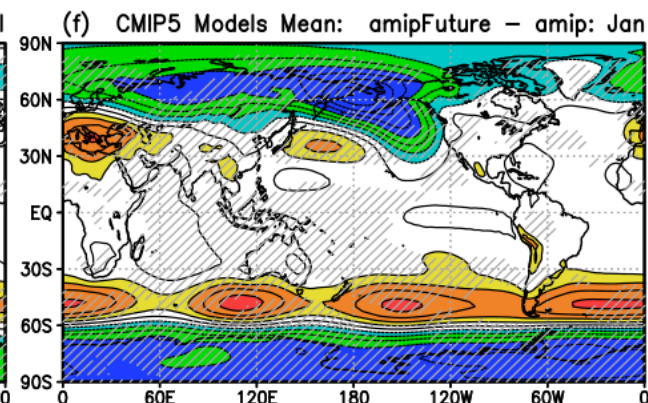
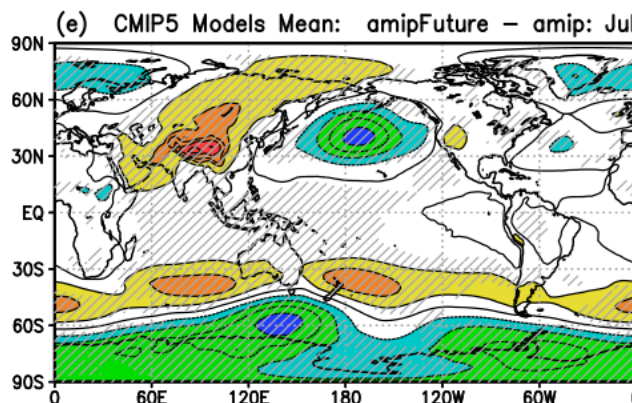
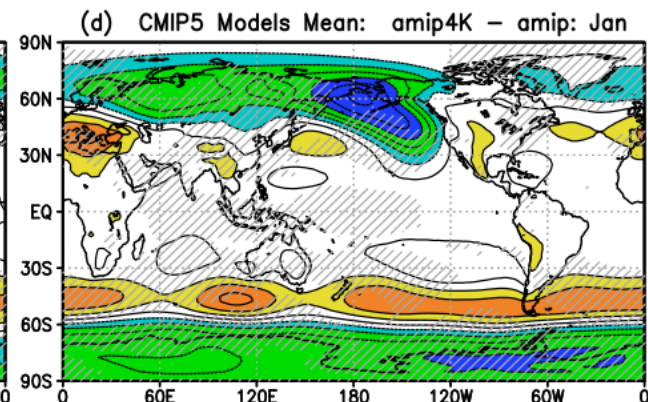
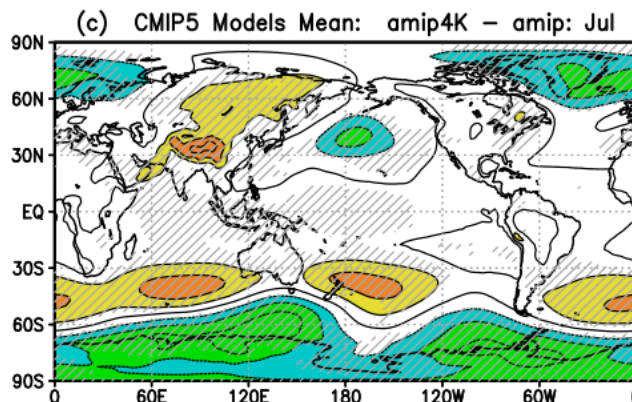
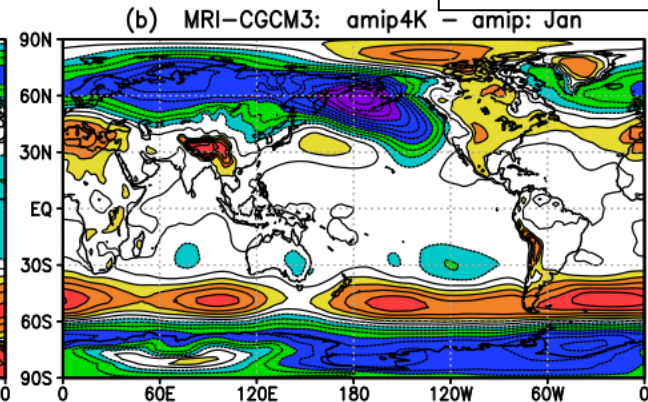
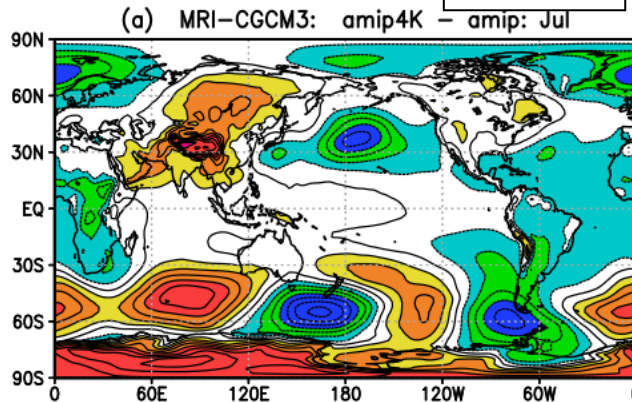
CMIP5の10個のモデル平均

AMIP_future - AMIP

AMIP+4K と AMIP_future の海面
気圧の変化は、似ている

July

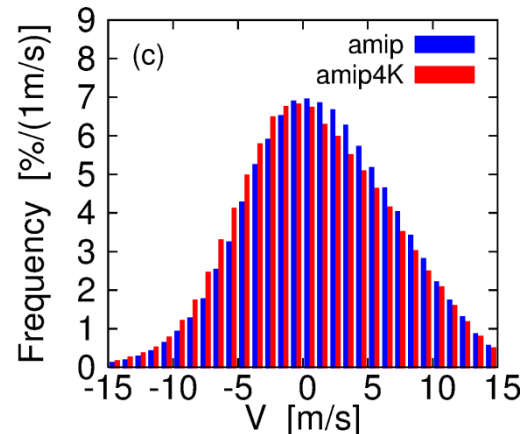
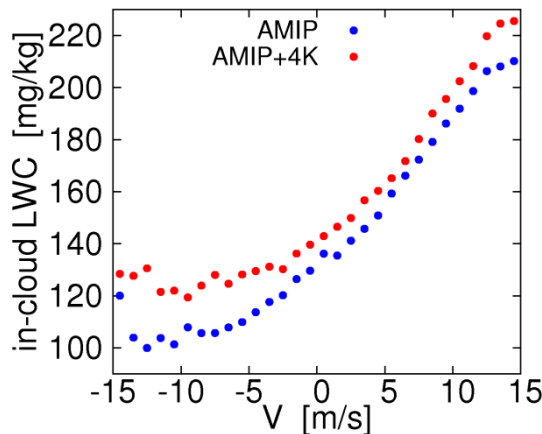
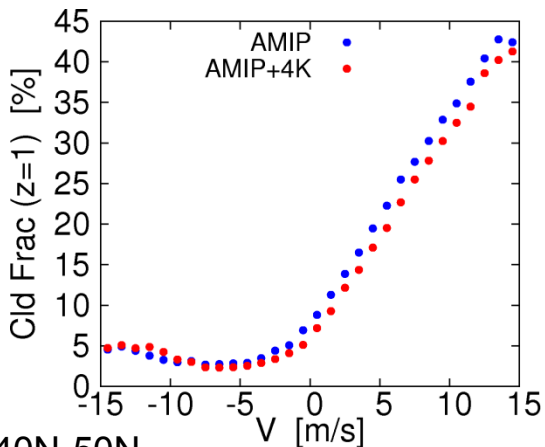
January



南北風と霧(第1層の雲)の関係

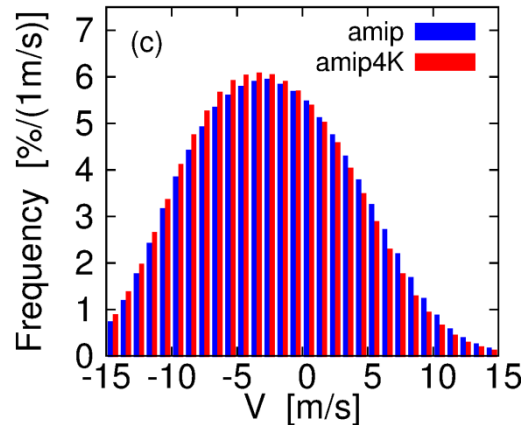
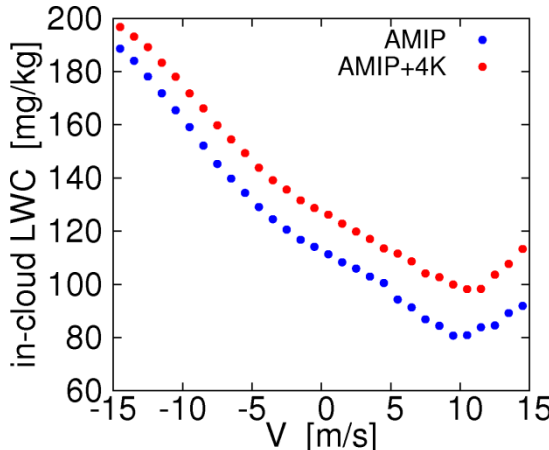
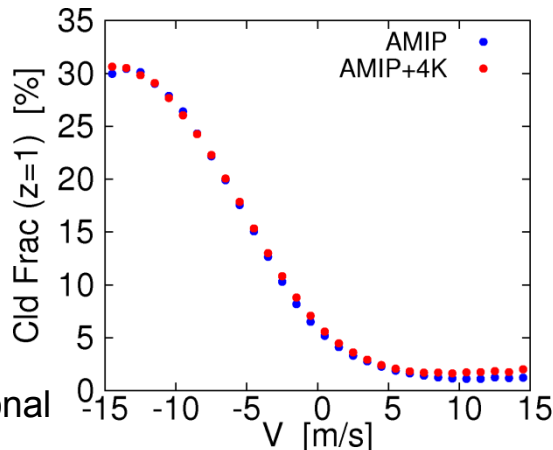
日平均データ使用

北太平洋
(7月)



160E-200E, 40N-50N

南大洋
(1月)



高い相関:

南北風と霧(第1層の雲)

南北風と雲中の雲水量

雲中の雲水量は、AMIP+4Kでは増加

← 飽和比湿の増加

□ 海霧の将来変化

(北半球)

- 7月: 霧減少: 北太平洋中部、北西大西洋
霧増加: 北太平洋東部
- 1月: 霧の増加と減少の対

(南半球)

- 7月: 非軸対称の変化
- 1月: 軸対称の変化

□ 海霧の変化は、海面気圧パターンの変化によく対応

(北半球)

- 7月: 北太平洋高気圧の弱まり
北アメリカ大陸上の低圧部の弱まり
- 1月: アリューシャン低気圧のカナダ沿岸での深まり

(南半球)

- 7月: 非軸対称の変化
- 1月: 軸対称の変化

- CMIP5モデルの海面気圧もMRI-CGCM3と同様の変化のパターン → MRI-CGCM3の海霧の変化の議論は一般性がありそう
- 将来気候では、雲中の雲水量は増加する。
- これらの全ての結果は、AMIP+4K, AMIP_future実験でほぼ同様
- 海霧の将来変化の雲フィードバックへのインパクトはあまり大きくない(無視はできないが)。

参考文献

- Kawai, H., S. Yabu, Y. Hagihara, T. Koshiro, and H. Okamoto, 2015: Characteristics of the Cloud Top Heights of Marine Boundary Layer Clouds and the Frequency of Marine Fog over Mid-Latitudes. *J. Meteor. Soc. Japan*, **93**, 613-628.
- Kawai, H., T. Koshiro, H. Endo, O. Arakawa and Y. Hagihara, 2016: Changes in Marine Fog in a Warmer Climate. submitted.