

### はじめに

東太平洋および東大西洋上で発生する下層雲(図1)は、大気海洋結合系において海洋に入射するエネルギーを左右する重要な要素である。しかしながら、図2に示すように従来の大気大循環モデルではこれらの下層雲が十分に再現されていない。このことが大気海洋結合シミュレーションで東太平洋域に現れる海面水温の高温バイアスの原因の一つと考えられている(図3)。本研究では、下層雲を再現するために水蒸気量に加えて、大気の鉛直安定度を考慮した新たなパラメタリゼーションを導入した。

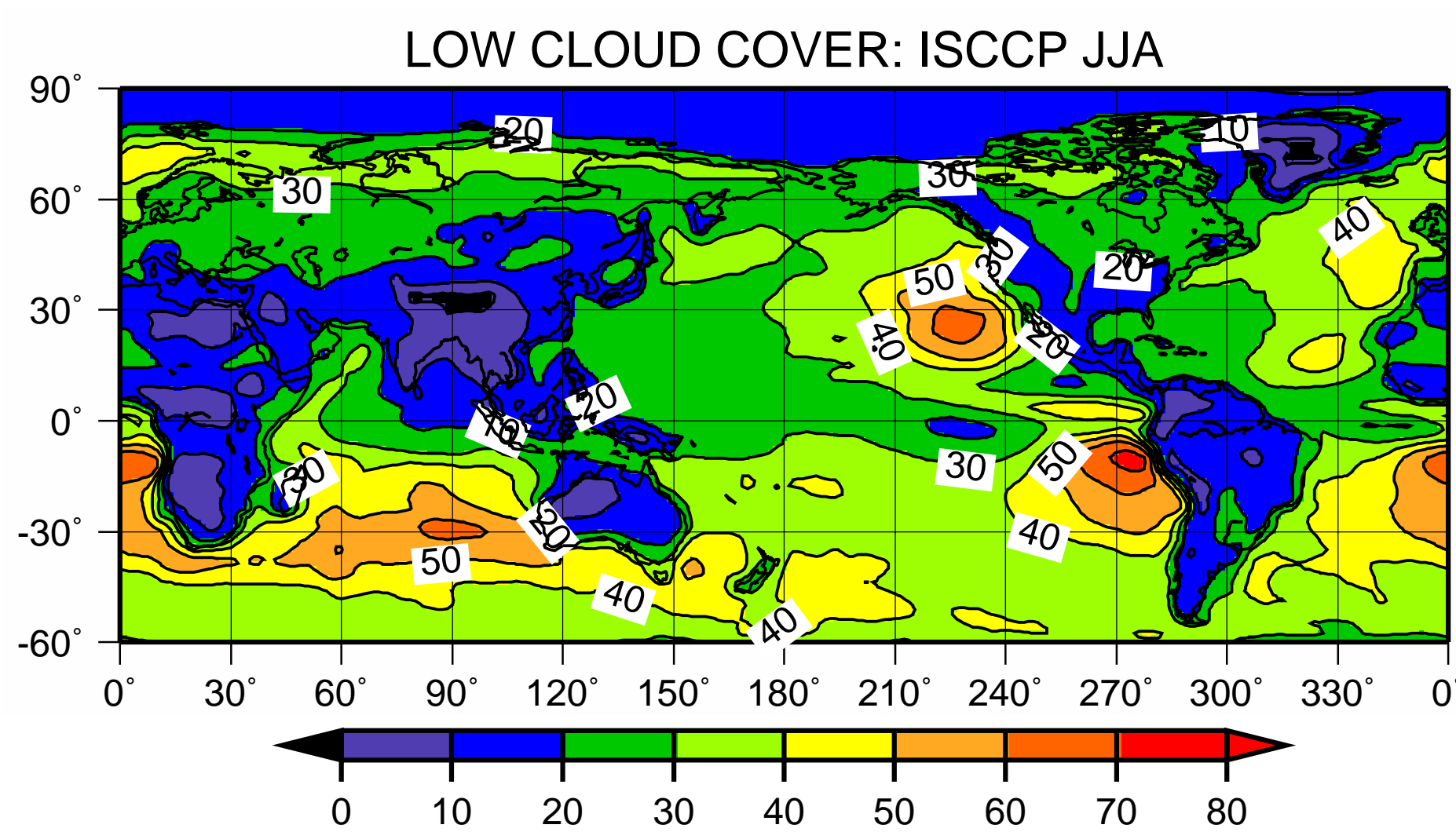


図1: ISCCPによる夏季下層雲量(%)。

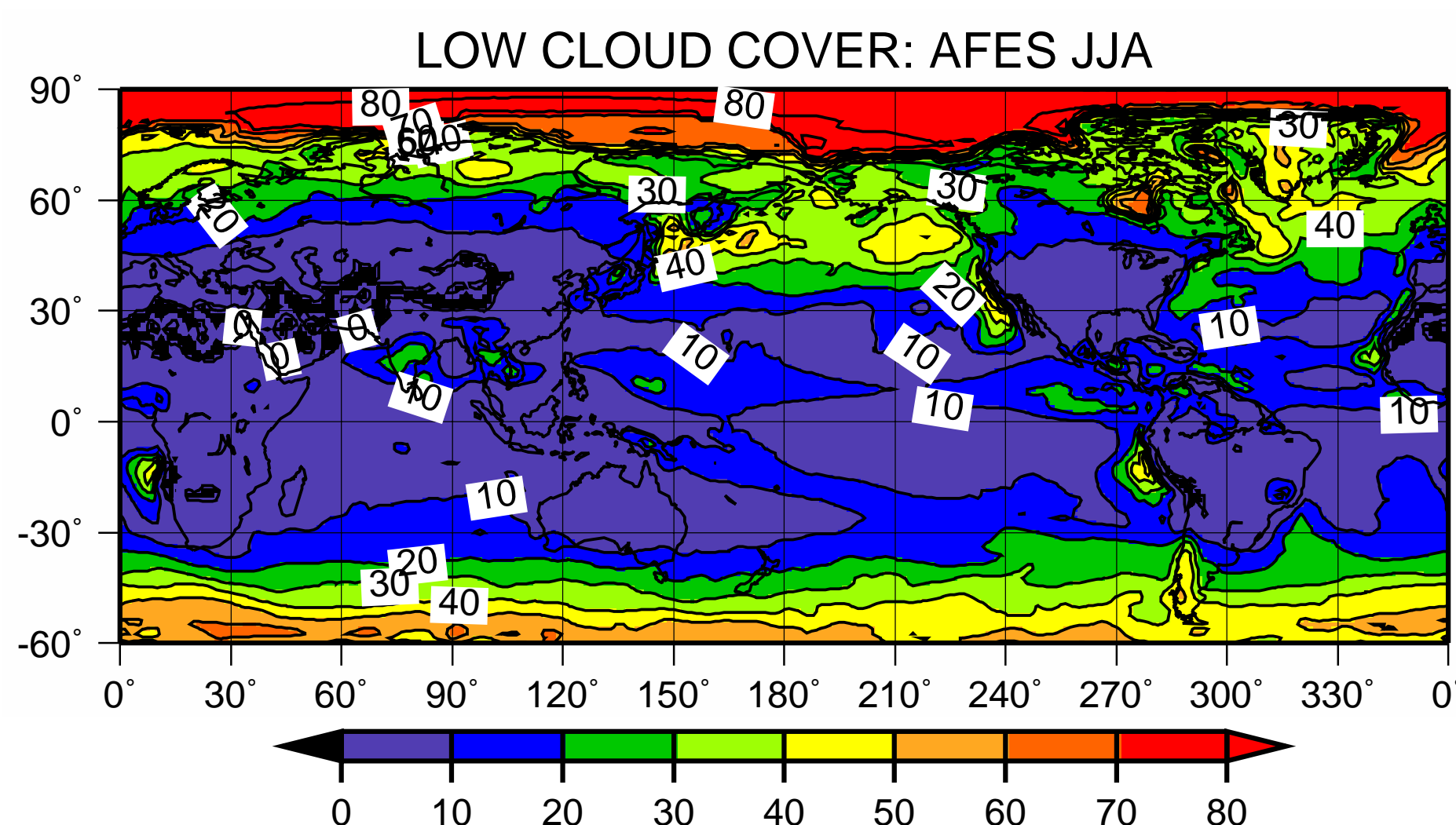


図2: 従来のAFESの夏季下層雲量(%)。

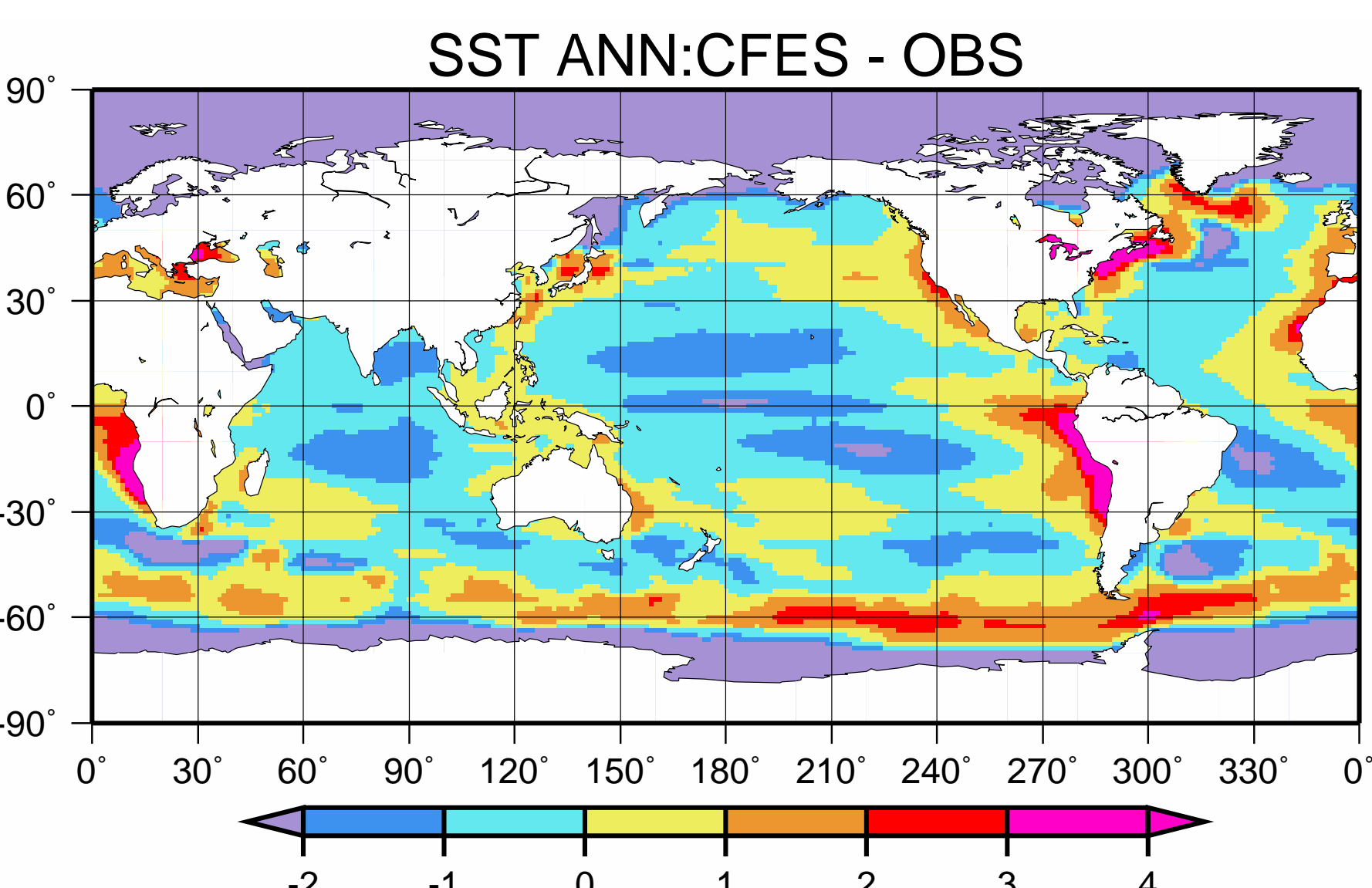


図3: 5年間積分したCFESと観測(HadISST)との年平均SSTの差(K)。

### Teixeira and Hogan (2002) の下層雲スキーム

このスキームは下層雲に関するLarge-eddy simulationの結果を元に、下層雲量を鉛直安定度(水蒸気分布の標準偏差の指標)と相対湿度の関数とし、以下の式を繰り返す法によって求める。

$$a_{i+1} = 0.5 + \frac{1}{\pi} \arctan \left\{ \gamma \frac{q_s [\beta a_i - (1 - RH)]}{B \sqrt{(1 - a_i) k_d + a_i k_e} \left| \frac{\partial \theta}{\partial z} \right|} \right\}$$

但し、 $a$ は雲量、 $i$ は繰り返しの回数、 $q_s$ は飽和比湿、 $RH$ は相対湿度、 $\theta$ は温位、 $z$ は高さ、 $k_d (= 0.25 m^2 s^{-1})$ は乾燥した境界層での乱流拡散係数、 $k_e (= 25 m^2 s^{-1})$ は湿潤な境界層での乱流拡散係数、 $\beta = 0.01$ 、 $\gamma = 1.55$ 、 $B = 0.15 s^{\frac{1}{2}} K^{-1}$ である。今回はこの式を750 hPaより下層に適用し実験を行った。

### 使用モデルおよび実験概要

	大気単体実験	大気海洋結合実験
使用モデル	AFES (AGCM For ES)	CFES (CGCM For ES)
解像度	T79L48	大気: T42L24 海洋: $1^\circ \times 1^\circ 36$ 層
初期値 境界値	ERA40 OISST 1979年1月1日0UTC	大気: AFES気候値2年ラン データ 海洋: World Ocean Atlas 1月気候値
積分期間	1年間	5年間 (後半4年間を使用)

### AFESでの結果

図4に下層雲スキームを導入したシミュレーションと従来のAFESとの下層雲量の差を示す。図1に示した観測で下層雲が多い領域で下層雲量が増えている。また、鉛直断面図(図5)を見ると、境界層上端に沿って下層雲が再現されている。

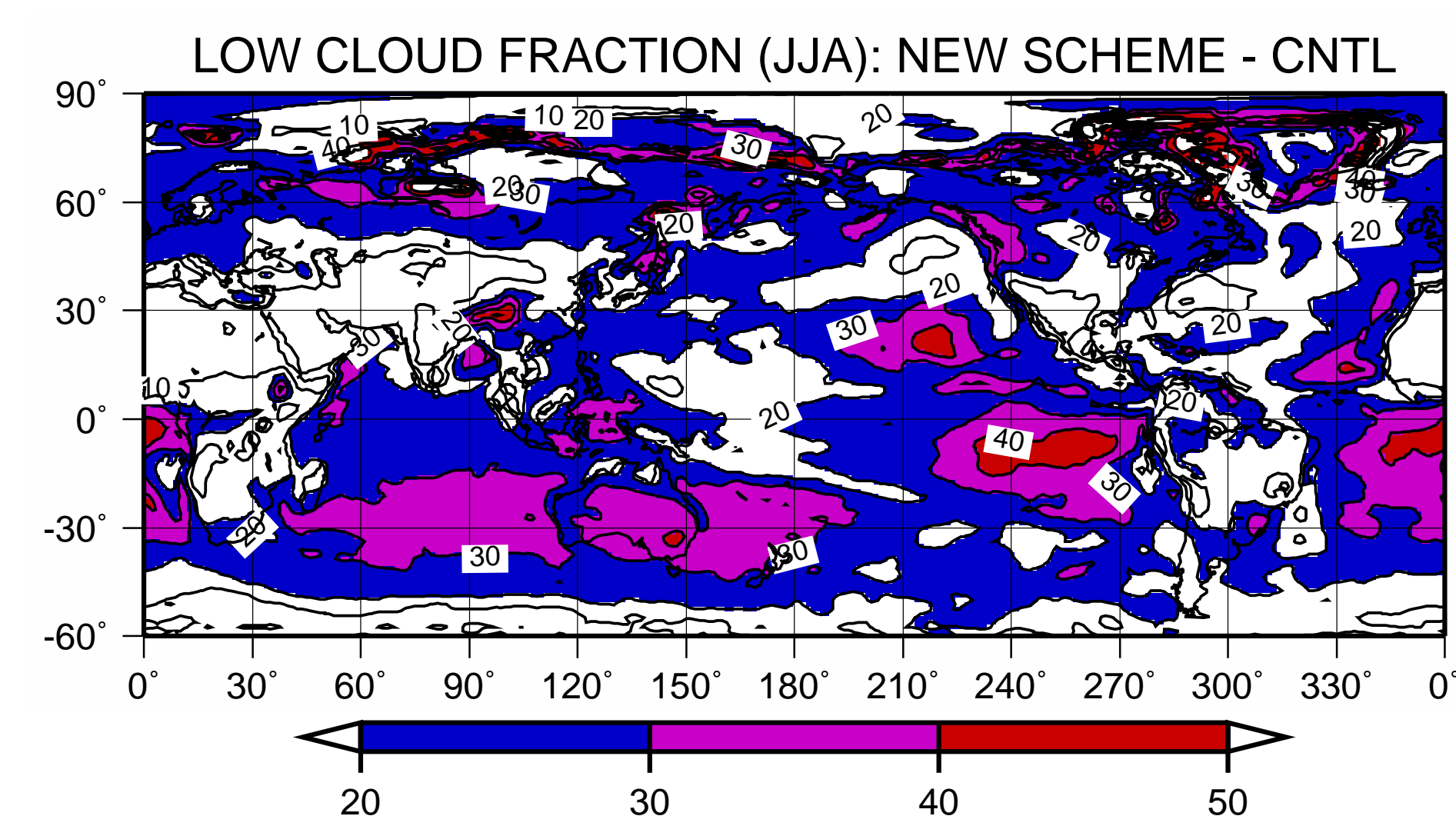


図4: 下層雲スキームを導入したものと従来のAFESとの夏季平均下層雲量の差。

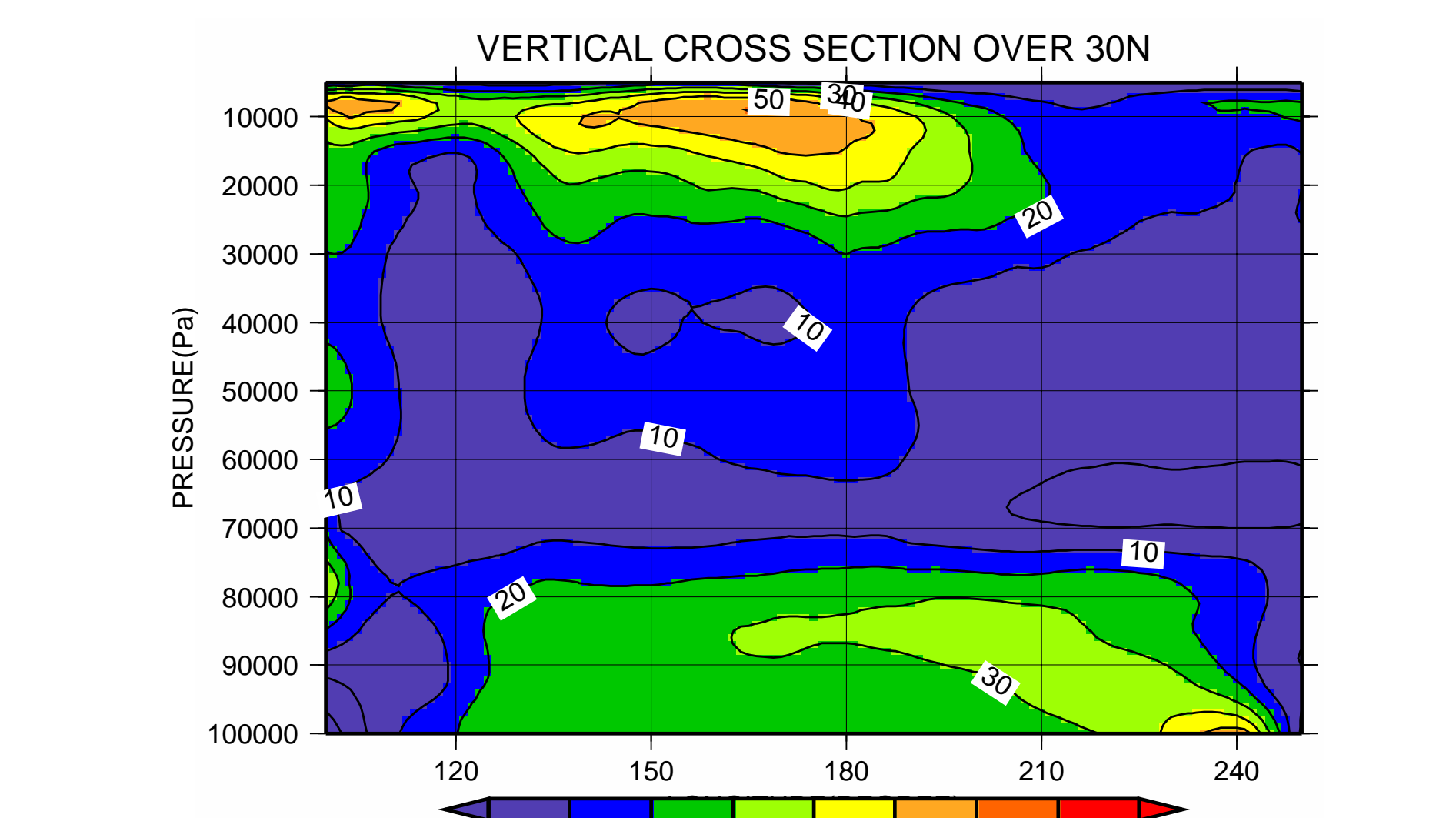


図5: 北緯15度から30度までを平均した夏季雲量(%)の北太平洋域鉛直断面図。

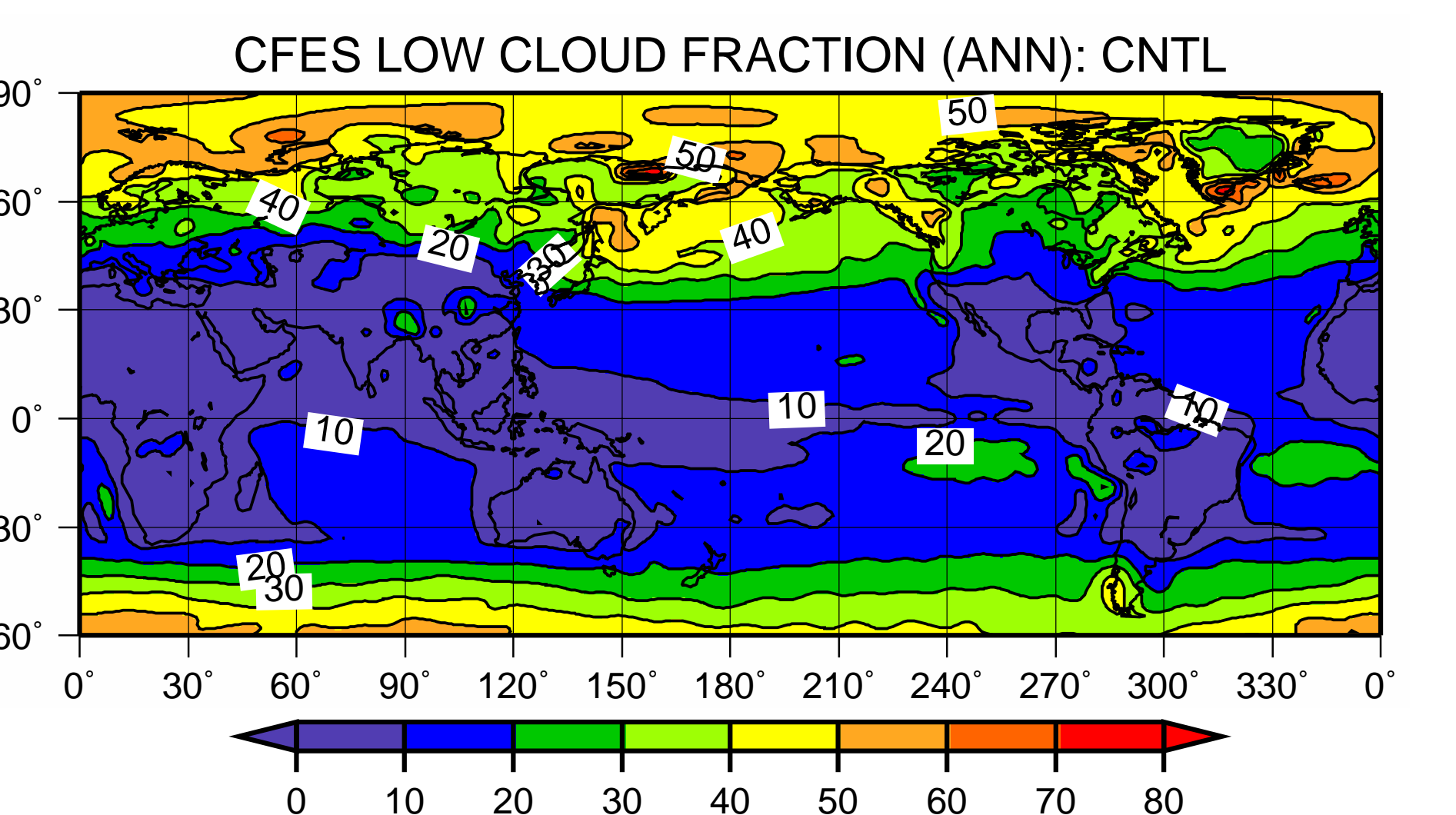


図6: 従来のCFESの年平均下層雲量(%)。

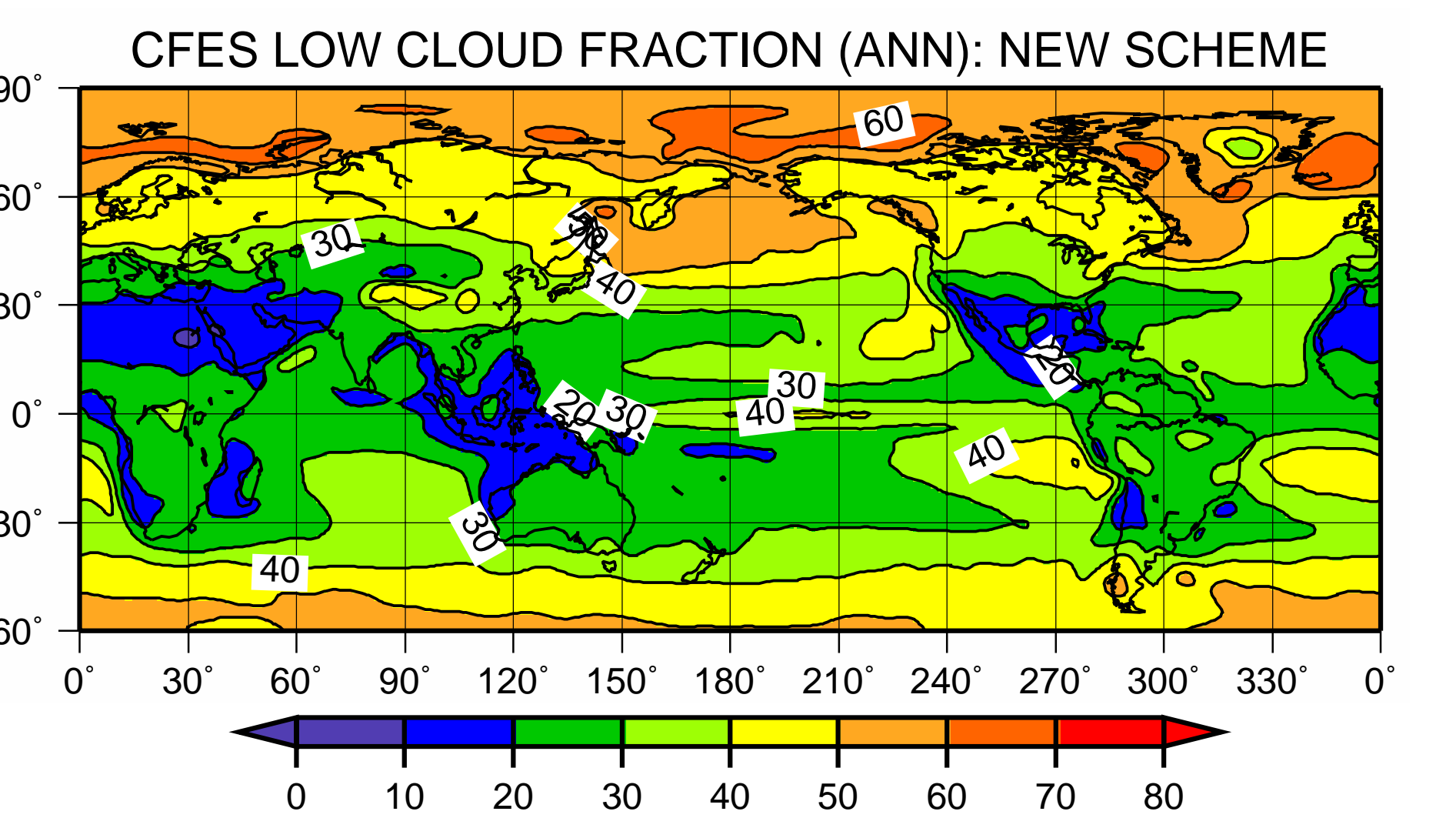


図7: 下層雲スキームを導入したCFESの年平均下層雲量(%)。

### CFESでの結果

図6、7に従来のCFESと下層雲スキームを導入したもののそれぞれの年平均下層雲量を示す。AFESでの実験同様、東太平洋、東大西洋および南インド洋で下層雲量が改善している。また、地表面での下向き短波放射(図8)は全球的に小さくなり、特に東太平洋域で小さくなっている。この結果、SSTも全球的に低温化傾向が見られるが、下層雲量が増えた領域で高温バイアスが改善している(図9、10)。

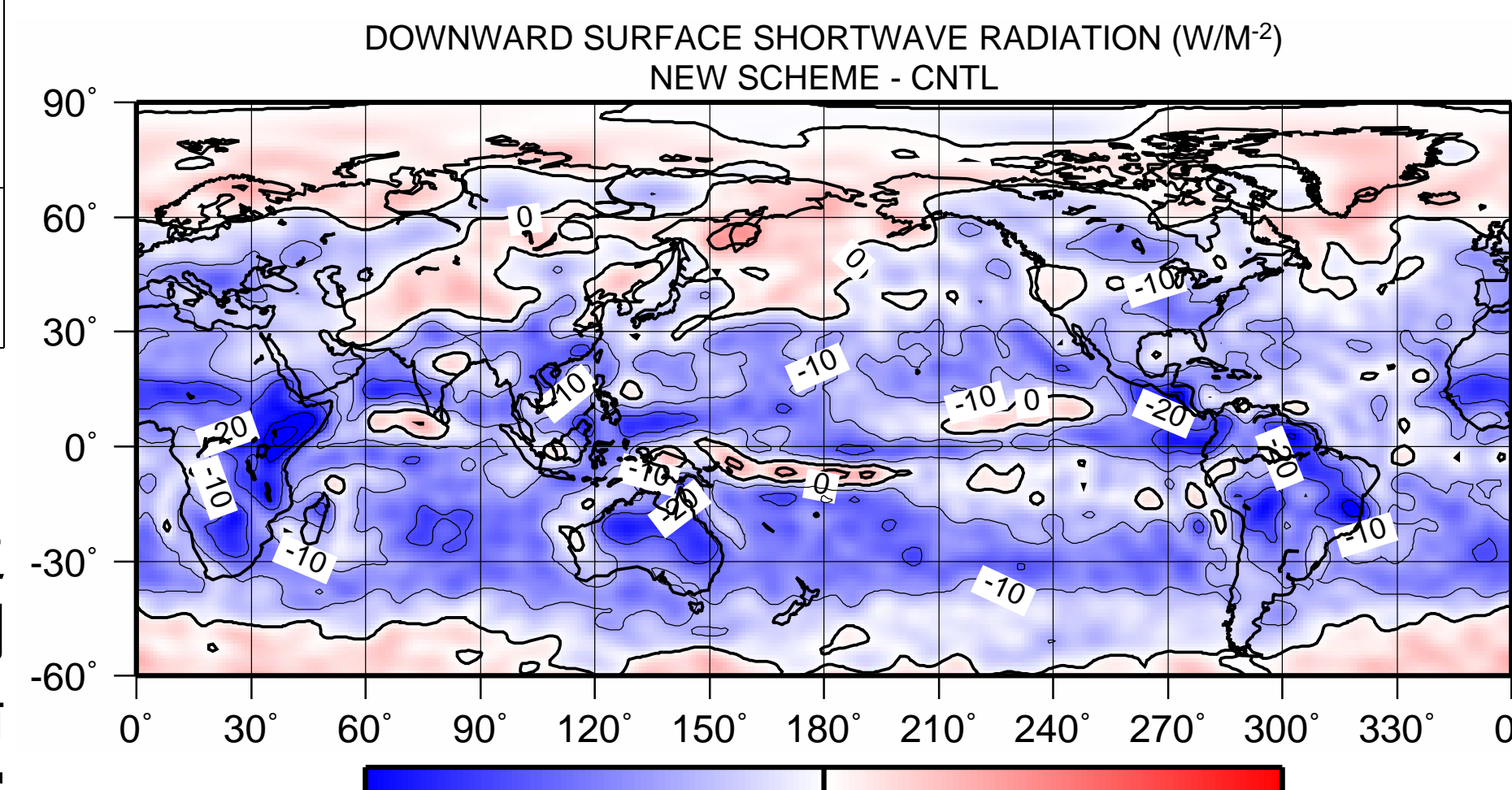


図8: 下層雲スキームを導入したCFESと従来のものとの年平均地表面下向き短波放射の差( $W m^{-2}$ )。

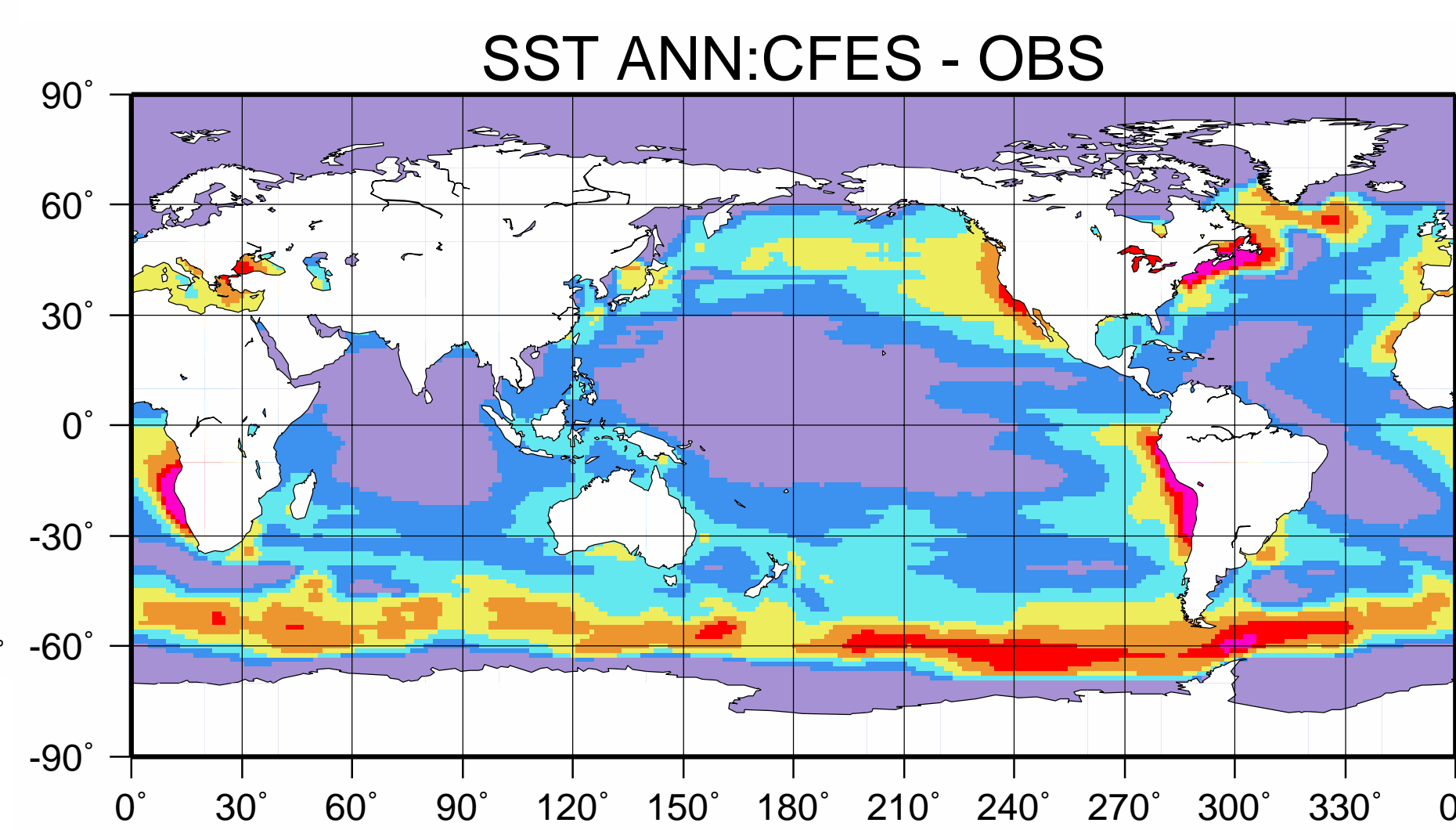


図9: 下層雲スキームを導入したCFESと観測との年平均SSTの差(K)。

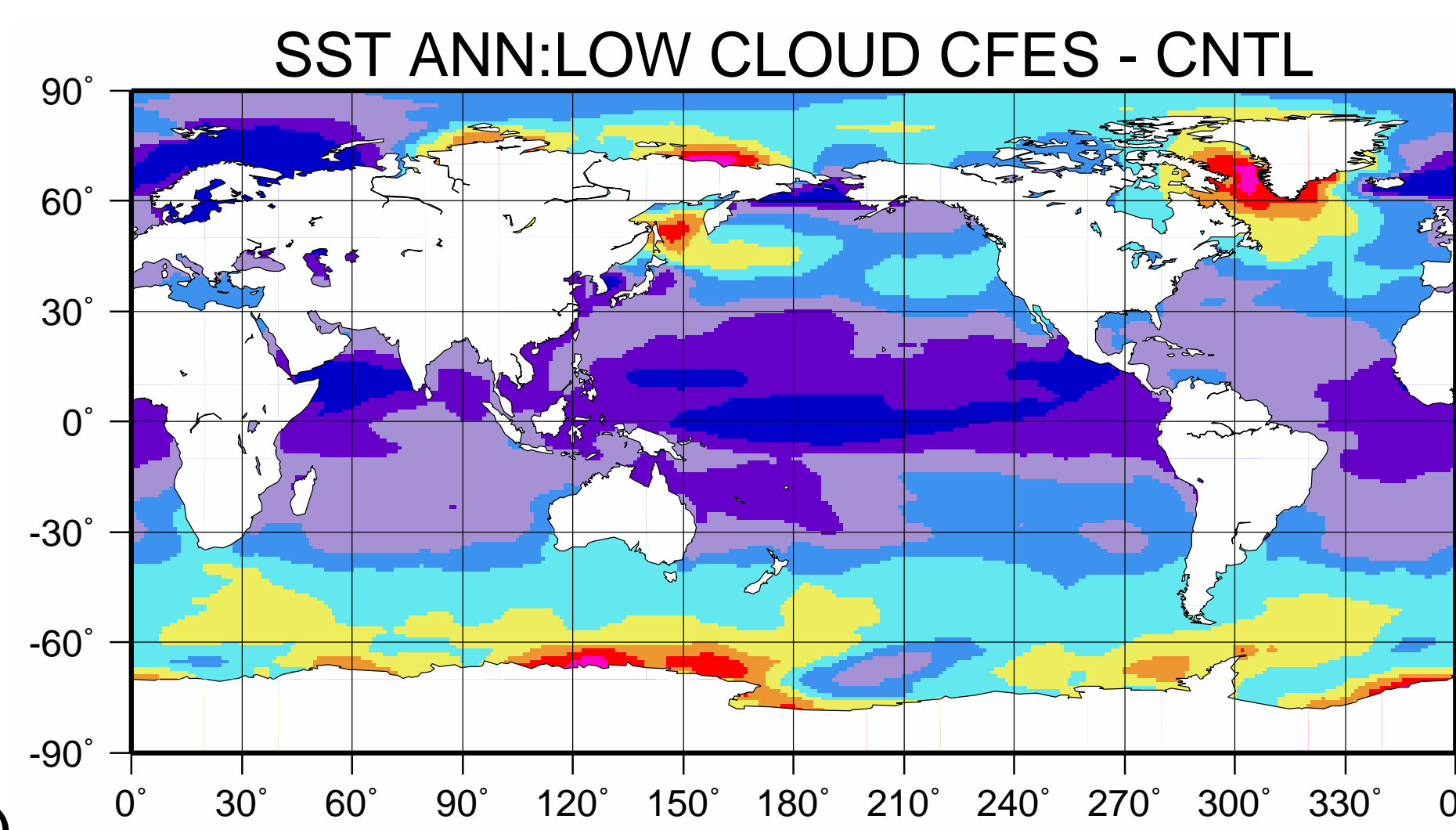


図10: 下層雲スキームを導入したCFESと従来のものとの年平均SSTの差(K)。

### まとめ

大気大循環モデルに下層雲スキームを導入し、大気単体および大気海洋結合モデルでの実験を行った。その結果、下層雲量は共に改善し、結合モデルにおけるSSTの高温バイアスも改善傾向であった。しかしながら、今回導入したスキームは適用する高度で不連続性が現れる問題がある。今後は結合モデルでより長期の積分を行い、下層雲量の気候への影響を検討する必要がある。

### 謝辞

CFESの設定は美山透博士、望月崇博士が共生プロジェクト課題7においてチューニングしたものを使用させていただきました。

### 参考文献

Teixeira, J. and T. F. Hogan, 2002: Boundary layer clouds in a global atmospheric model: simple cloud cover parameterizations. *J. Climate*, **15**, 1261-1276.