

水惑星灰色大気の  
太陽定数依存性  
~ Ishiwatari et al.(2007) の再試

河合 佑太 (2017/02/02)

# 実験の設定

- モデルの設定: INTH07 と同様

- 大気成分
  - 乾燥空気, 水蒸気 (分子量はともに  $\sim 18$  [g/mol] に設定)
- 力学過程
  - プリミティブ方程式系, spectral Eulerian method
- 放射過程
  - 灰色大気放射スキーム (水蒸気の吸収係数:  $0.01$  [ $\text{m}^2/\text{kg}$ ]) (Nakajima et al., 1992)
- 乱流混合過程
  - Mellor and Yamada (1982) level 2 scheme
  - バルク公式 (Louis et al., 1982)
- 凝結過程
  - 湿潤対流調節スキーム (Manabe et al, 1965)
  - 大規模凝結スキーム (Manabe et al, 1965)
  - 雲なし
- 惑星表面
  - swamp ocean
  - 表面アルベド:  $263$  K 以下の場所で  $0.5$ , それ以外の場所  $0$

- モデル解像度: T21L26
- 惑星パラメータは現在地球と同じに設定.
- 年平均日平均した日射分布を与える

- 太陽定数の振り方

- $1100, 1200, 1300, 1380, 1400$  [ $\text{W}/\text{m}^2$ ] の場合を考える.

- 鉛直フィルタ

- 入れない場合, 入れる場合の両方を取り扱う.
  - INTH07 での鉛直フィルタの影響を確認.
  - 鉛直フィルタを入れる時には, スポンジ層での東西平均成分に対する減衰も有効にする.

- 積分時間

- ひとまず  $2$  万日

- 初期条件

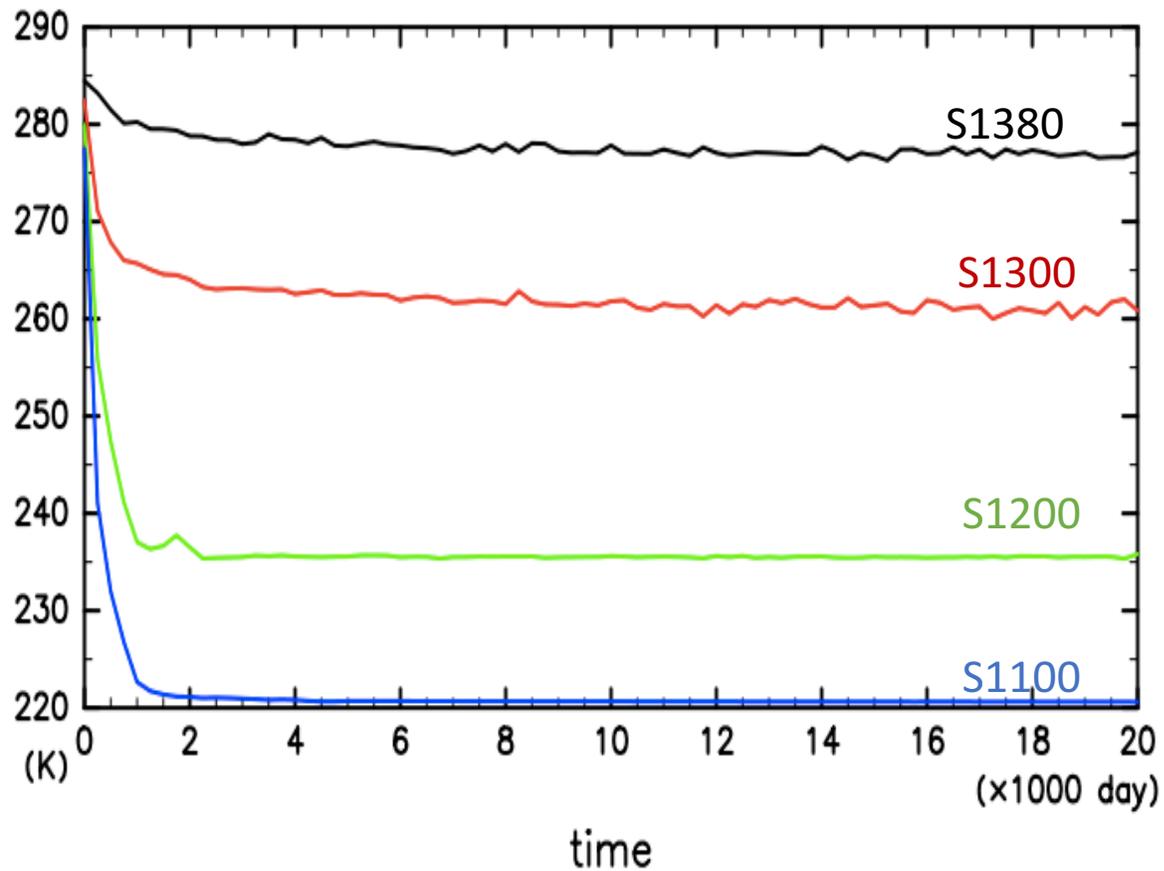
- 静止等温大気 ( $280$  K)
- 比湿一様 ( $10^{-3}$  kg/kg)

# 結果: 氷線緯度, 惑星表面温度(全球平均)

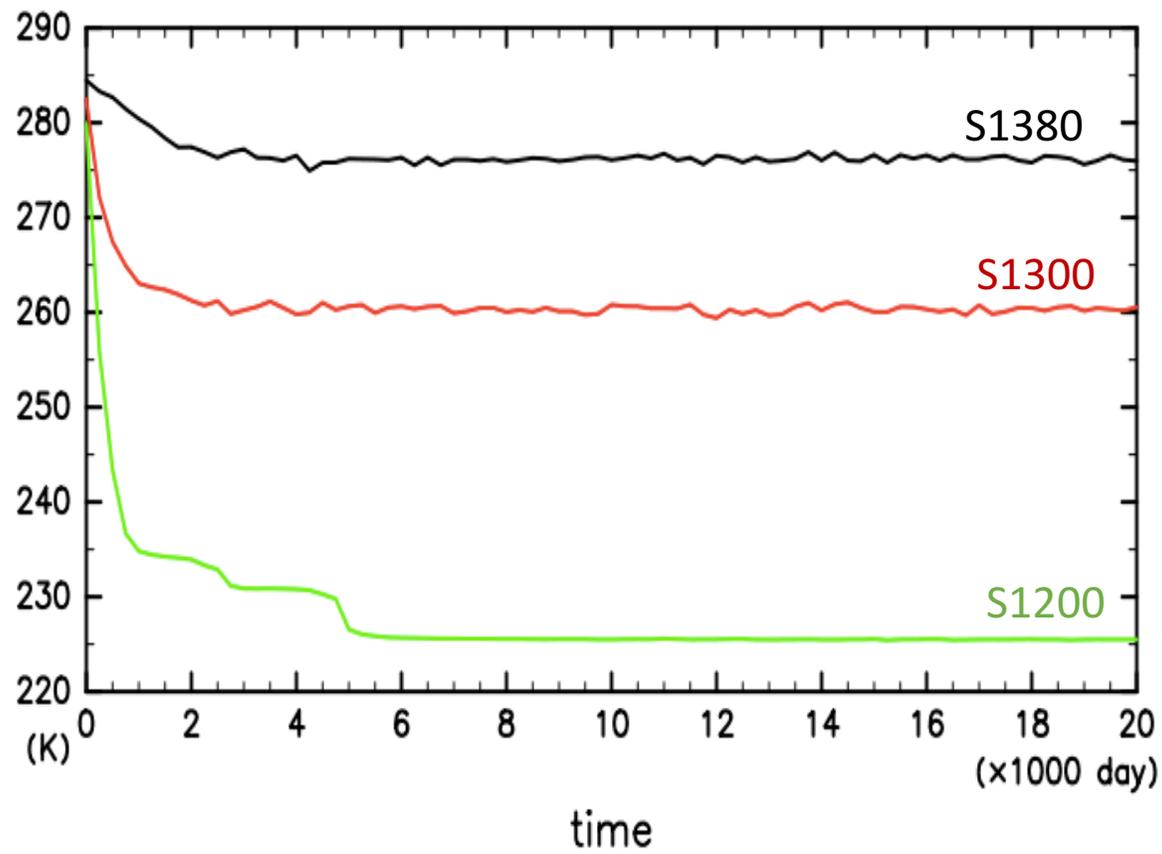
太陽定数	鉛直フィルタなし & スポンジ層での東西平均成分の減衰なし	鉛直フィルタあり & スポンジ層での東西平均成分の減衰あり	Ishiwatari et al.(2007)
S1100	緯度 0 度, 221 K (上層低温解)	??	??
S1200	緯度 12 度, 235 K (上層低温解)	緯度 0 度, 225 K	緯度 0 度, 230 K
S1300	緯度 35 度, 261 K (上層低温解)	緯度 35 度, 260 K	緯度 30 度, 260 K
S1380	緯度 55 度, 277 K	緯度 55 度, 278 K	緯度 40 度, 270 K
S1400	??	??	緯度 42 度, 272 K
S1500	??	??	緯度 65 度, 290 K

# 結果: 惑星表面温度の全球平均値の時系列

鉛直フィルタなし  
スポンジ層での東西平均成分の減衰なし



鉛直フィルタあり  
スポンジ層での東西平均成分の減衰あり



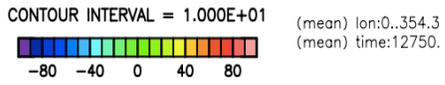
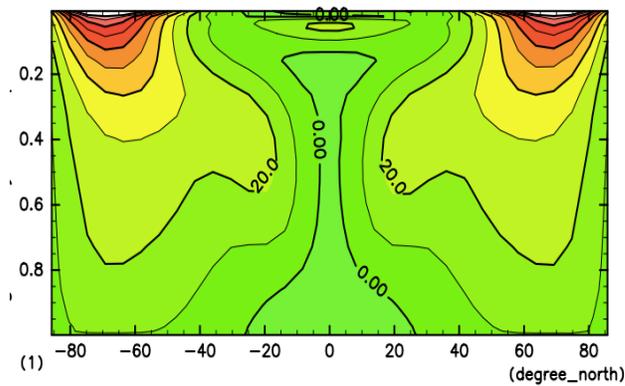
標準実験ケース(太陽定数  $1380 \text{ W/m}^2$ )での  
大気構造

# 結果: $S=1380 \text{ W/m}^2$

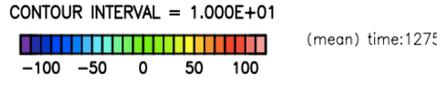
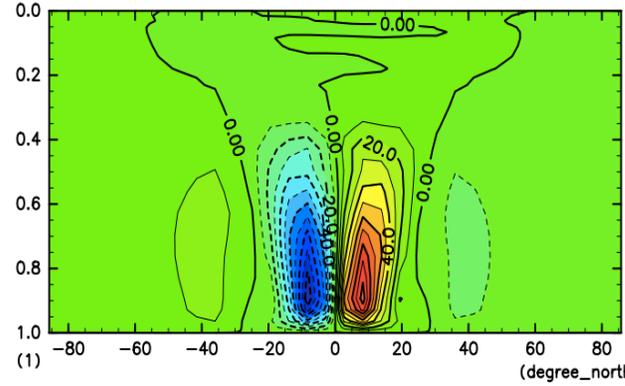
(鉛直フィルタなし・スポンジ層での東西平均成分の減衰なし・氷線緯度 55 度)

- 約 50 年後の子午面分布 (20 年間平均)

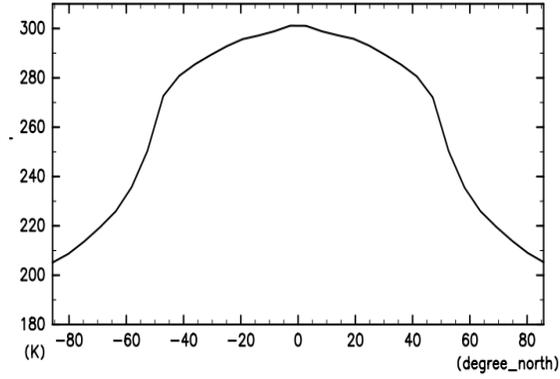
東西流



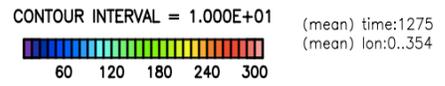
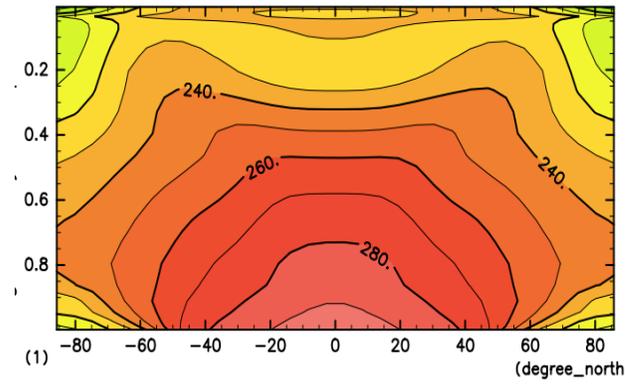
子午面循環



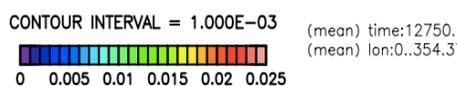
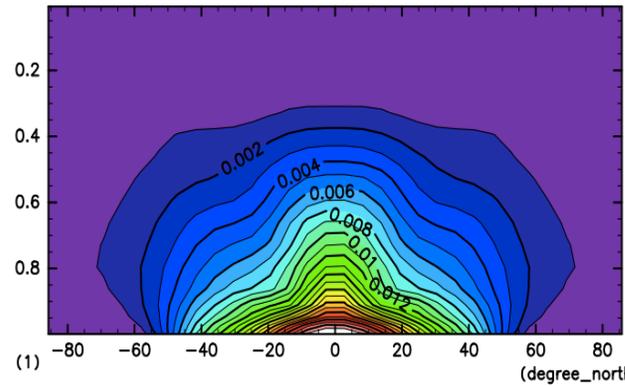
表面温度



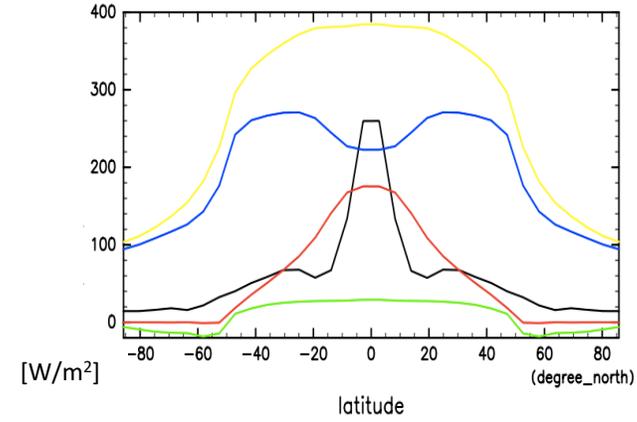
温度



比湿



エネルギーフラックス



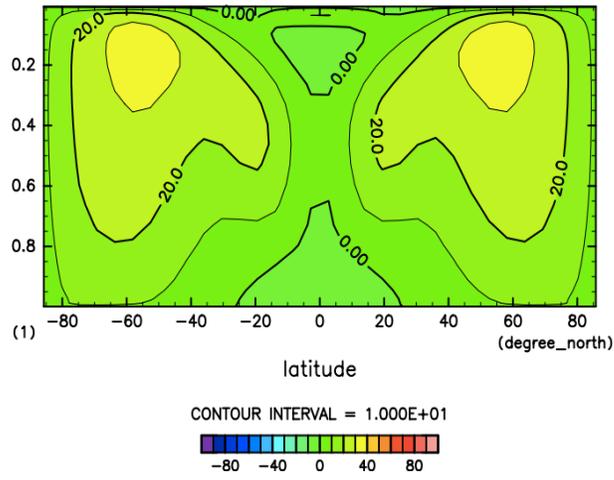
降水フラックス  
 OLR  
 SLR  
 潜熱フラックス  
 顕熱フラックス

# 結果: $S=1380 \text{ W/m}^2$

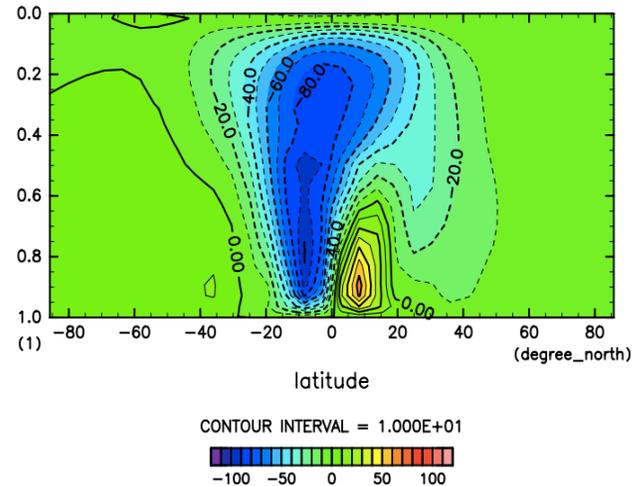
(鉛直フィルタあり・スポンジ層での東西平均成分の減衰あり. 氷線緯度 55 度)

- 約 50 年後の子午面分布 (20 年間平均)

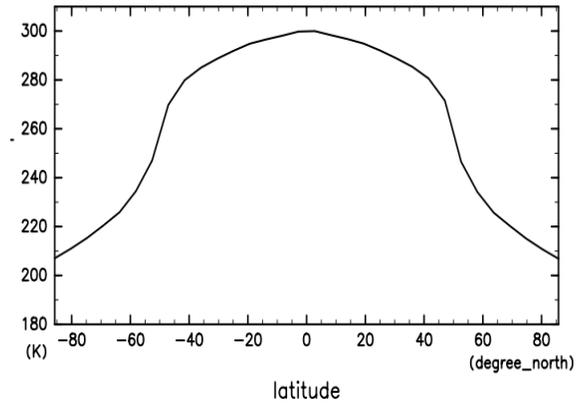
### 東西流



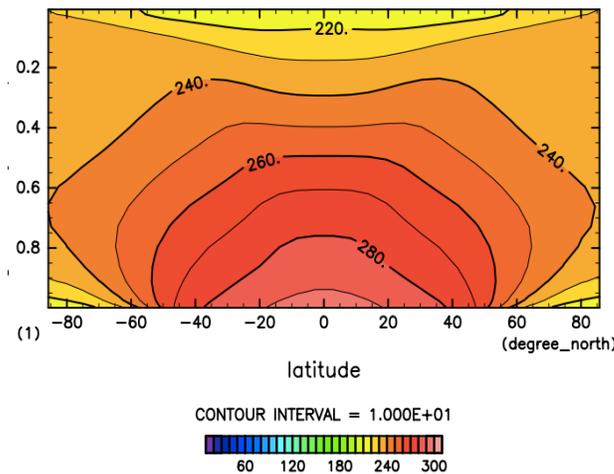
### 子午面循環



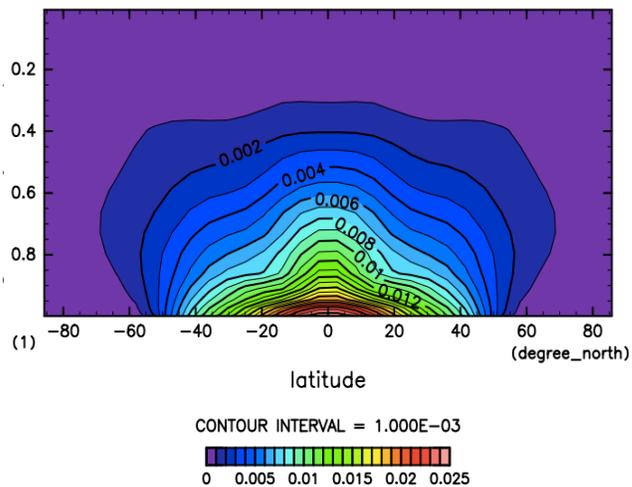
### 表面温度



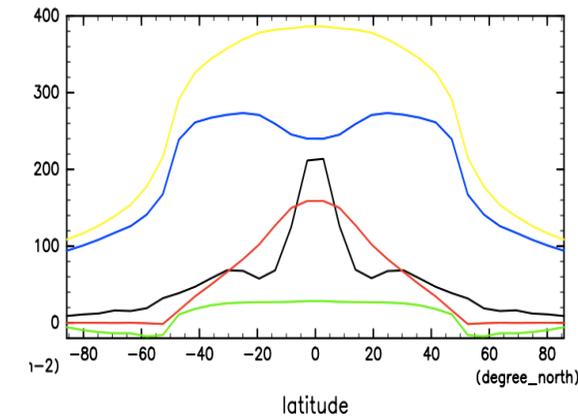
### 温度



### 比湿



### エネルギーフラックス



### 降水フラックス

OLR  
SLR  
潜熱フラックス  
顕熱フラックス

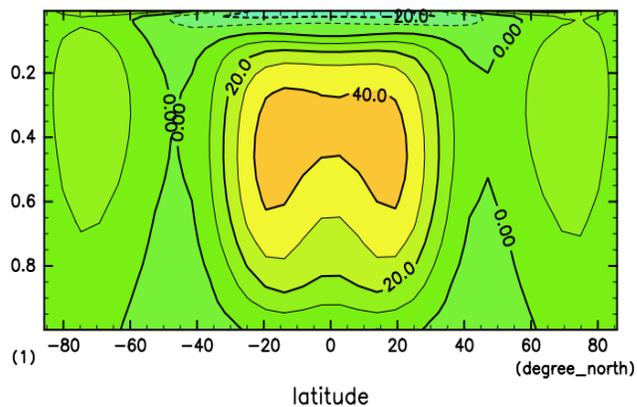
# 氷線が低緯度に位置する部分凍結解の 大気構造

# 結果: $S=1200 \text{ W/m}^2$

(鉛直フィルタなし・スポンジ層での東西平均成分の減衰なし・氷線緯度 12 度)

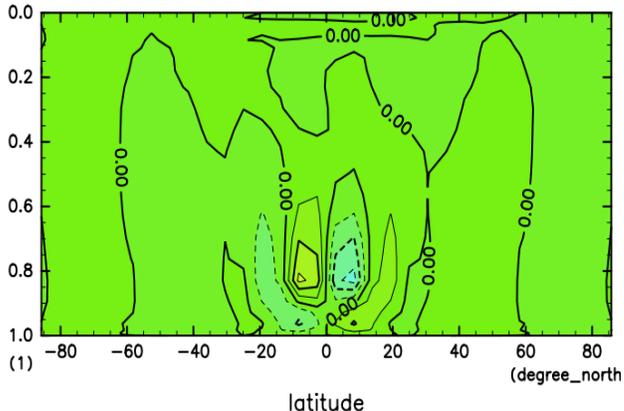
- 約 50 年後の子午面分布 (20 年間平均)

### 東西流



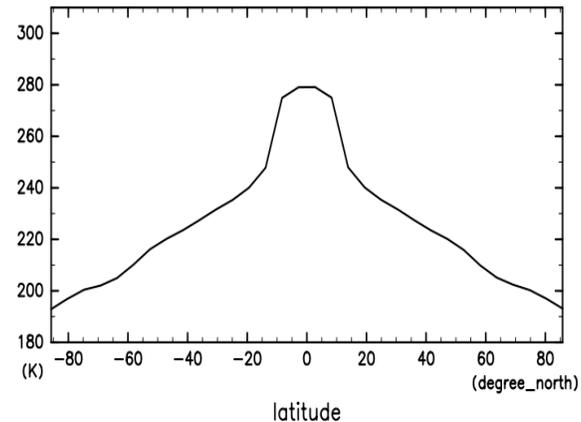
CONTOUR INTERVAL = 1.000E+01  
(mean) lon:0..354.3  
(mean) time:12750..

### 子午面循環

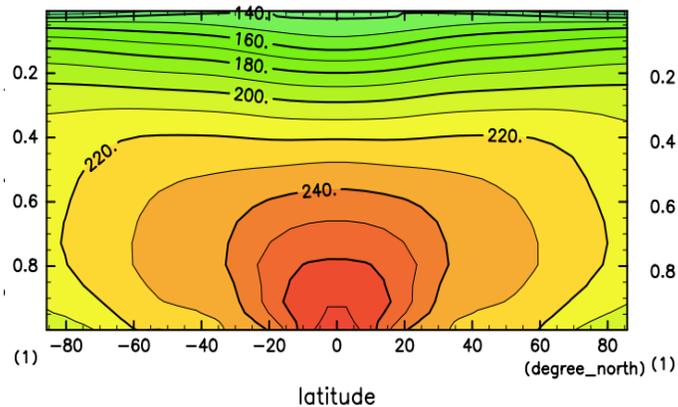


CONTOUR INTERVAL = 1.000E+01  
(mean) time:12750..

### 表面温度

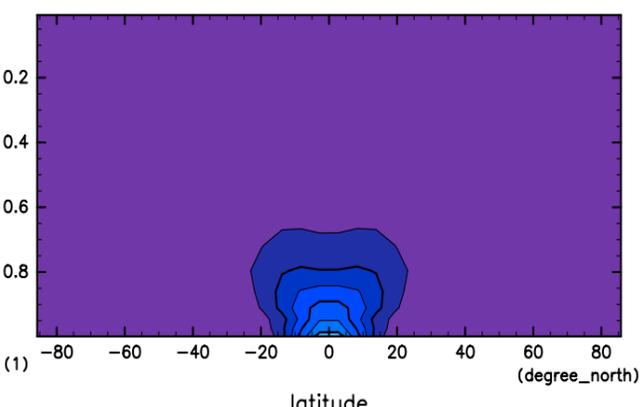


### 温度



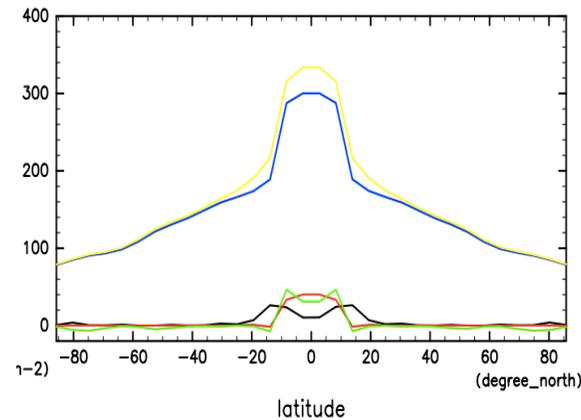
CONTOUR INTERVAL = 1.000E+01  
(mean) lon:0..354.  
(mean) time:12750..

### 比湿



CONTOUR INTERVAL = 1.000E-03  
(mean) lon:0..354.3  
(mean) time:12750..

### エネルギーフラックス



### 降水フラックス

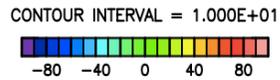
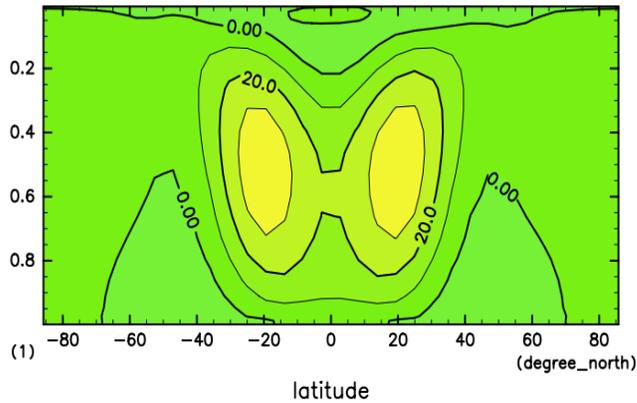
OLR  
SLR  
潜熱フラックス  
顕熱フラックス

# 結果: $S=1225 \text{ W/m}^2$

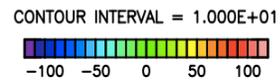
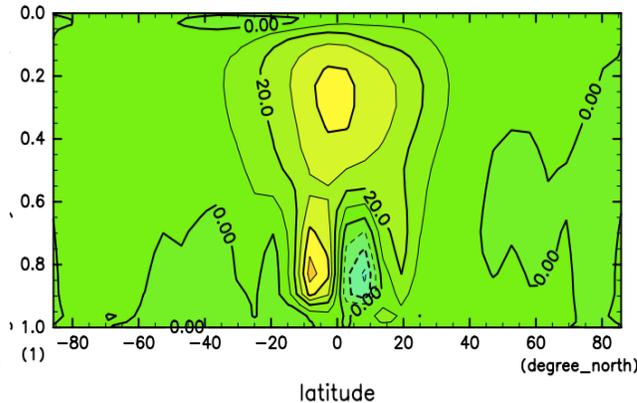
(鉛直フィルタあり・スポンジ層の東西平均成分の減衰あり. 氷線緯度 12 度)

- 約 50 年後の子午面分布 (20 年間平均)

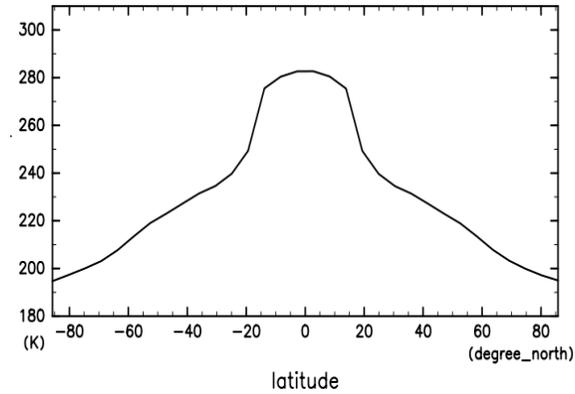
### 東西流



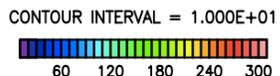
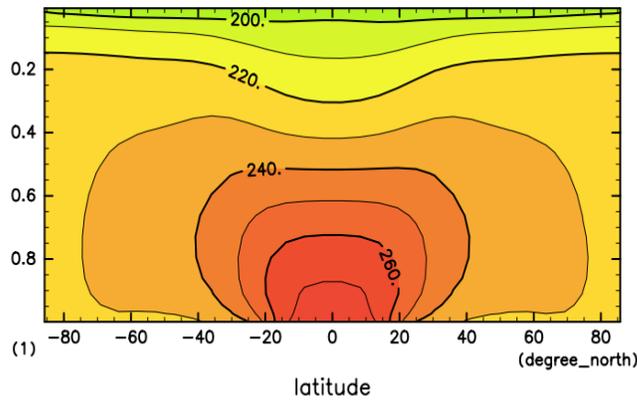
### 子午面循環



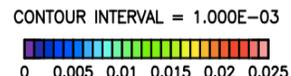
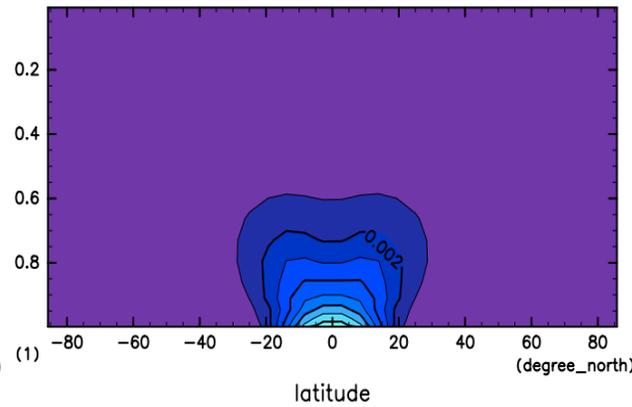
### 表面温度



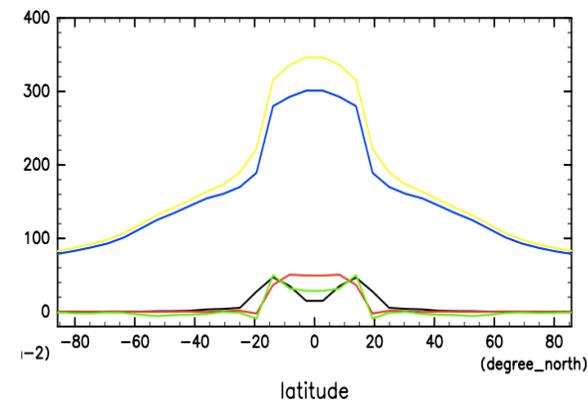
### 温度



### 比湿



### エネルギーフラックス



### 降水フラックス

OLR  
SLR  
潜熱フラックス  
顕熱フラックス

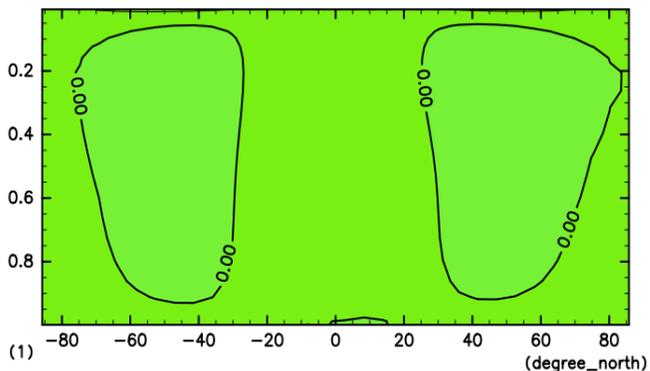
# 付録: 他の太陽定数に対する大気構造

# 結果: $S=1100 \text{ W/m}^2$

(鉛直フィルタなし・スポンジ層での東西平均成分の減衰なし・氷線緯度 0 度)

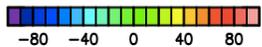
- 約 50 年後の子午面分布 (20 年間平均)

### 東西流

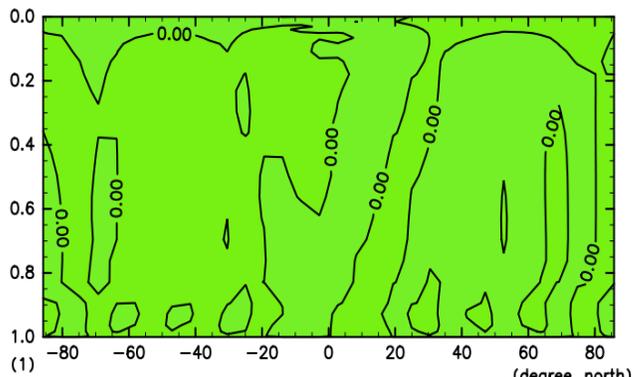


latitude  
(degree\_north)

CONTOUR INTERVAL = 1.000E+01

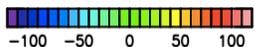


### 子午面循環

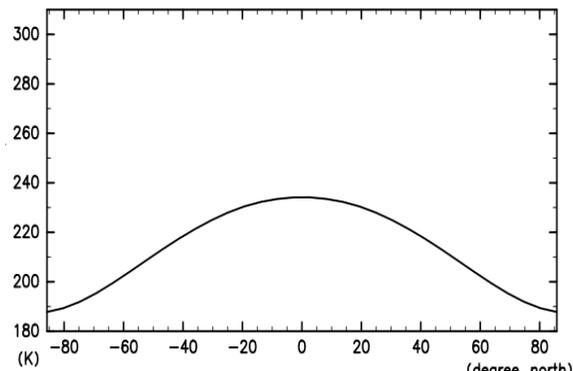


latitude  
(degree\_north)

CONTOUR INTERVAL = 1.000E+01

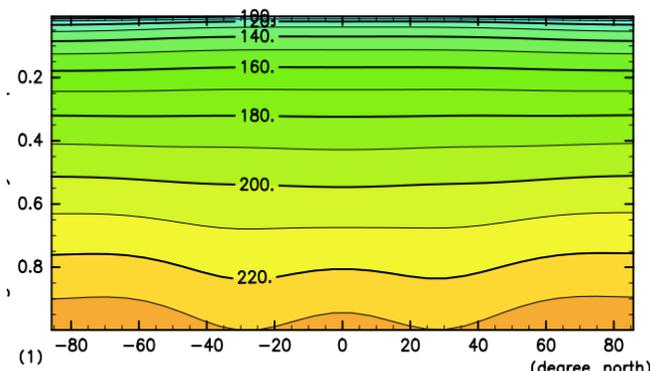


### 表面温度



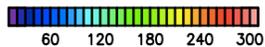
latitude  
(degree\_north)

### 温度

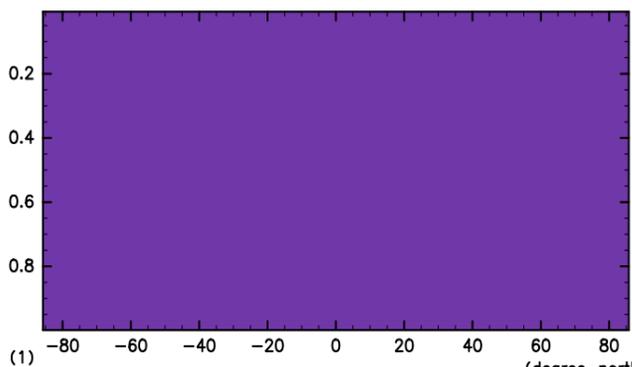


latitude  
(degree\_north)

CONTOUR INTERVAL = 1.000E+01

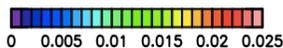


### 比湿

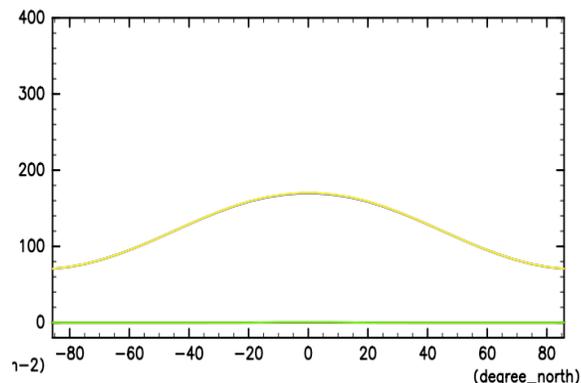


latitude  
(degree\_north)

CONTOUR INTERVAL = 1.000E-03



### エネルギーフラックス



latitude  
(degree\_north)

降水フラックス

OLR

SLR

潜熱フラックス

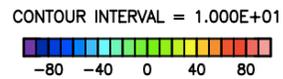
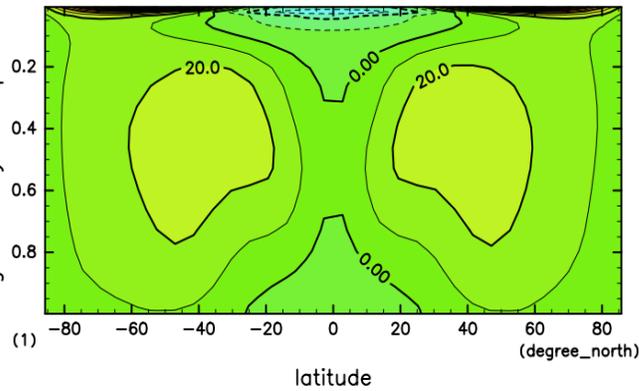
顕熱フラックス

# 結果: $S=1300 \text{ W/m}^2$

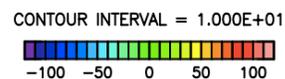
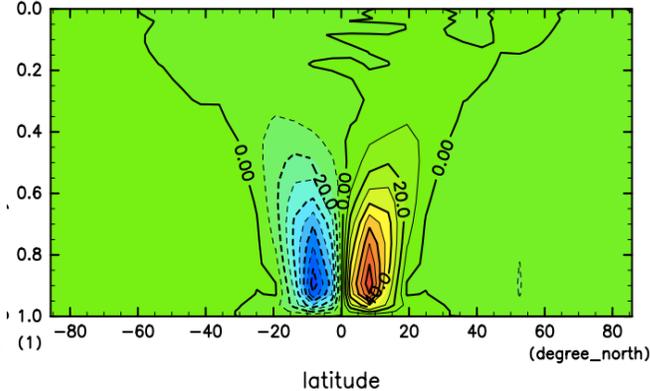
(鉛直フィルタなし・スポンジ層での東西平均成分の減衰なし. 氷線緯度 12 度)

- 約 50 年後の子午面分布 (20 年間平均)

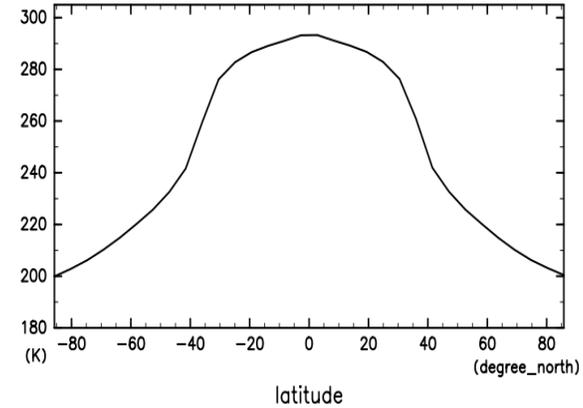
### 東西流



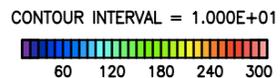
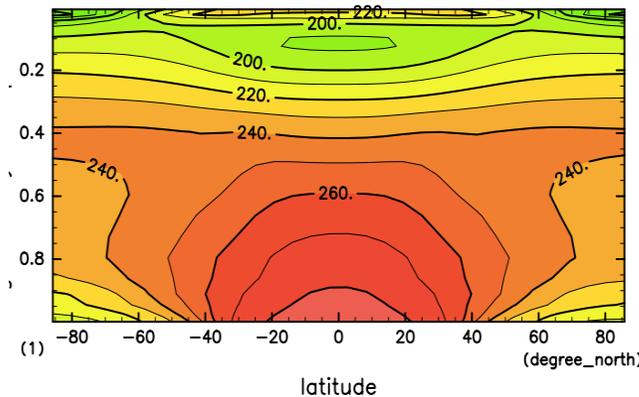
### 子午面循環



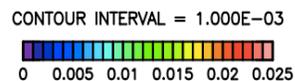
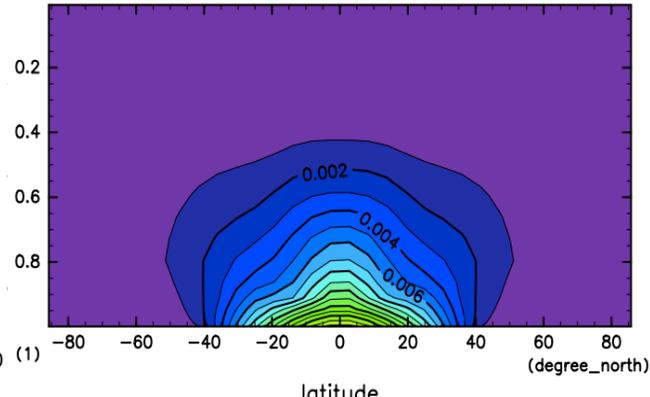
### 表面温度



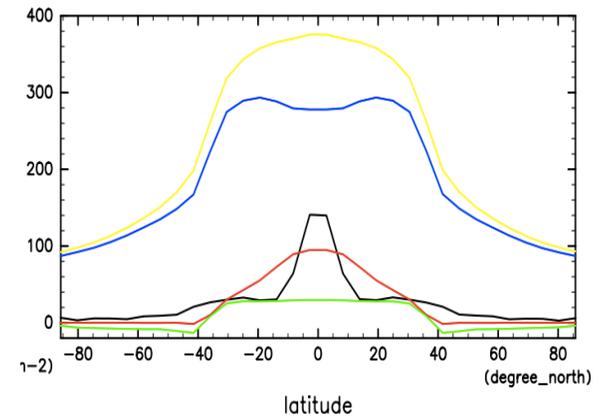
### 温度



### 比湿



### エネルギーフラックス



降水フラックス

OLR

SLR

潜熱フラックス

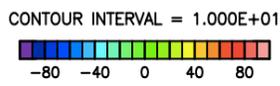
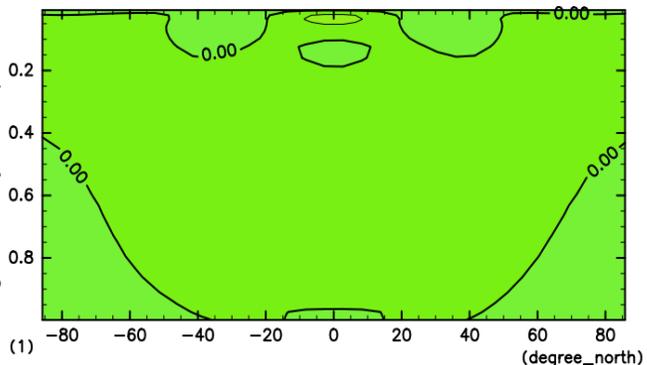
顕熱フラックス

# 結果: $S=1200 \text{ W/m}^2$

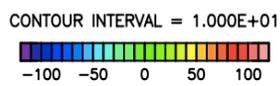
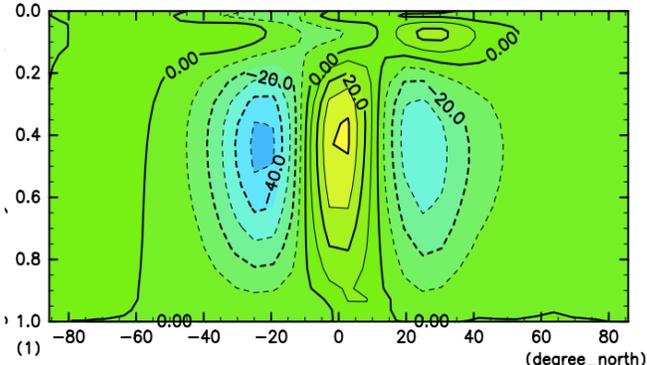
(鉛直フィルタあり・スポンジ層での東西平均成分の減衰あり. 氷線緯度 0 度)

- 約 50 年後の子午面分布 (20 年間平均)

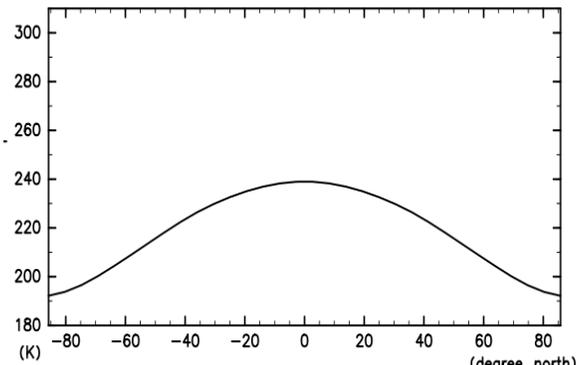
### 東西流



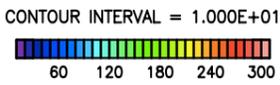
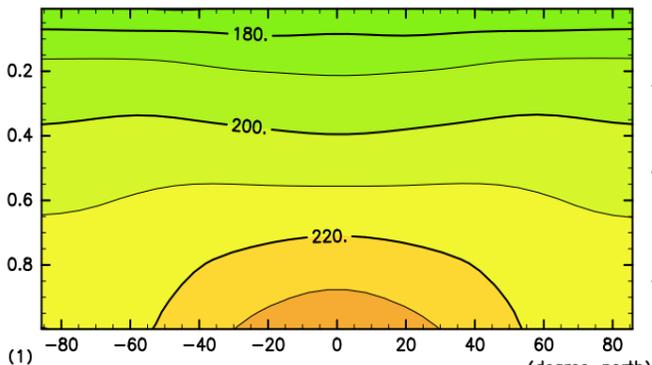
### 子午面循環



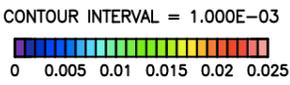
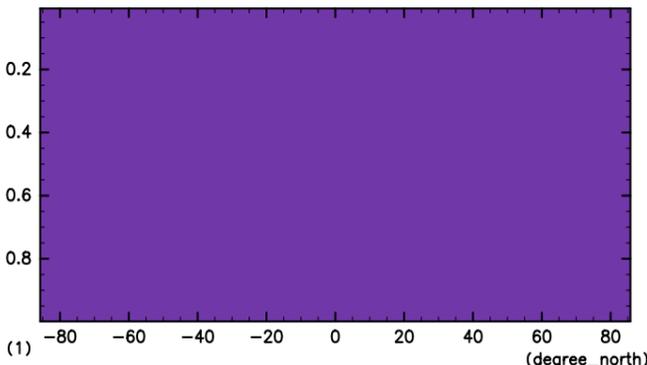
### 表面温度



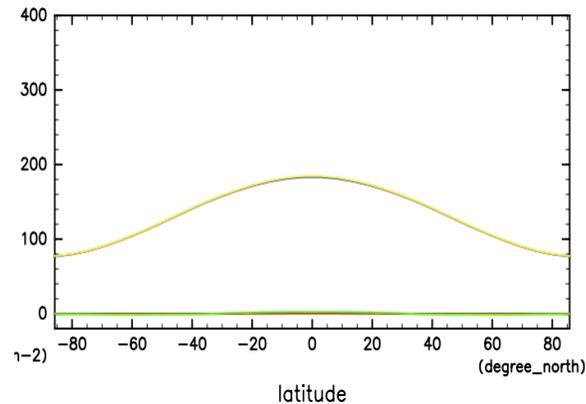
### 温度



### 比湿



### エネルギーフラックス



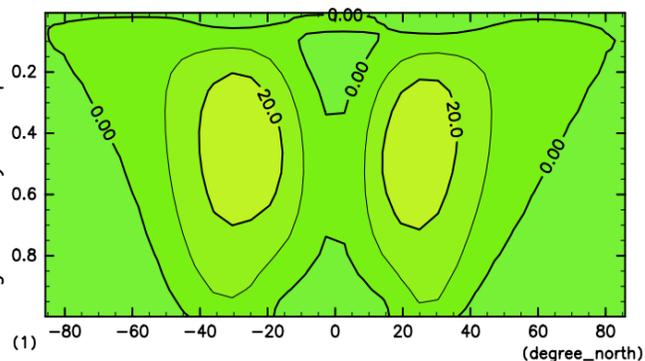
降水フラックス  
OLR  
SLR  
潜熱フラックス  
顕熱フラックス

# 結果: $S=1300 \text{ W/m}^2$

(鉛直フィルタあり・スポンジ層での東西平均成分の減衰あり. 氷線緯度 35 度)

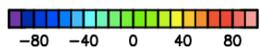
- 約 50 年後の子午面分布 (20 年間平均)

### 東西流

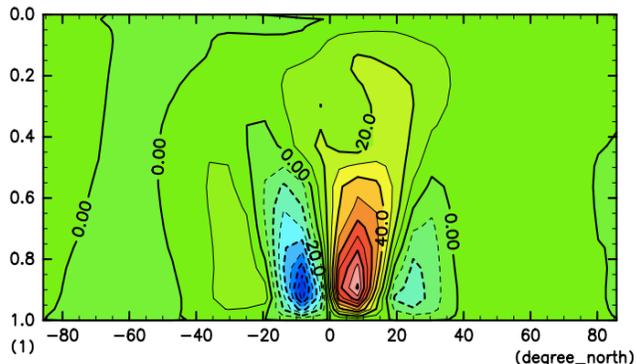


latitude

CONTOUR INTERVAL = 1.000E+01

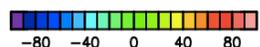


### 子午面循環

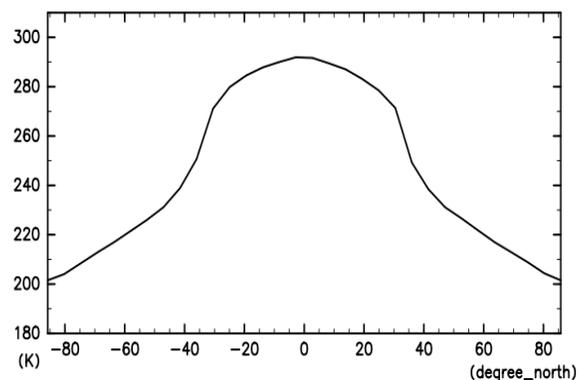


latitude

CONTOUR INTERVAL = 1.000E+01

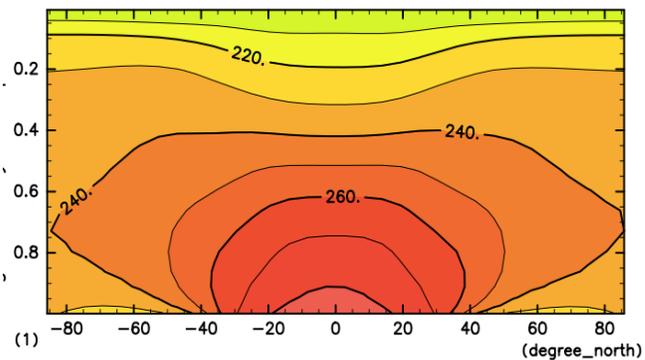


### 表面温度



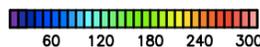
latitude

### 温度

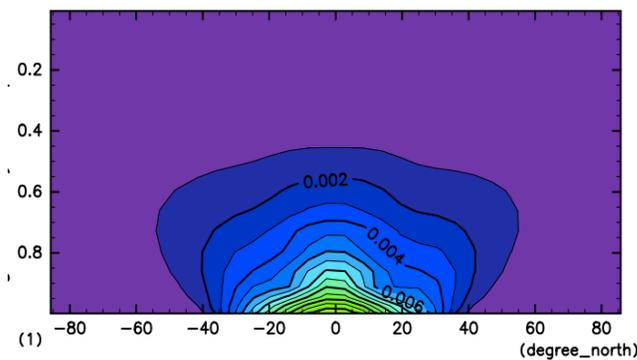


latitude

CONTOUR INTERVAL = 1.000E+01

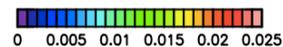


### 比湿

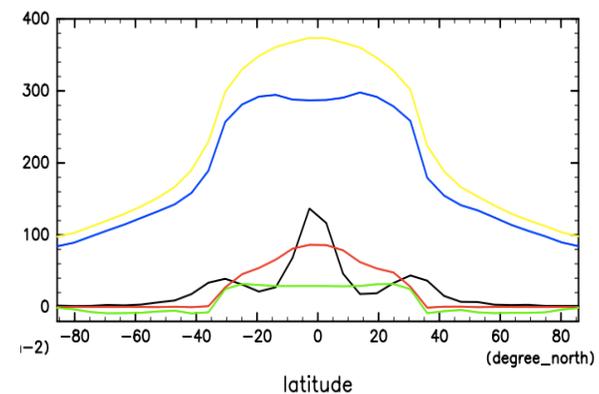


latitude

CONTOUR INTERVAL = 1.000E-03



### エネルギーフラックス



降水フラックス

OLR

SLR

潜熱フラックス

顕熱フラックス