

地球型惑星における南北熱輸送 その太陽定数への依存性

人見祥磨

学籍番号：20203069

北海道大学 大学院理学院 宇宙理学専攻
地球流体研究室 修士 2 年

指導教員：石渡正樹

2022 年 1 月 17 日

概要

目次

第 1 章	はじめに	2
第 2 章	モデルの概要	3
2.1	系の設定と基礎方程式	3
2.2	実験設定	3
第 3 章	実験結果	4
3.1	$S = 1366 \text{ W/m}^2$ の結果	4
3.2	??? の太陽定数依存性	4
3.3	南北熱輸送の太陽定数依存性	4
第 4 章	結論	10
第 5 章	謝辞	11
第 6 章	参考文献リスト	12

第 1 章 はじめに

- ハビタブルゾーンの説明
- 暴走温室状態の説明
- 1 次元計算は Nakajima et al. (1992) が行った。
- 3 次元計算を Ishiwatari et al. (2002) が行った。
- Ishiwatari et al. (2002) で利用したモデルにはバグが含まれていた。
- 問題はあるけど、これでいい。
- 現在、放射上限に関して 3 次元計算をしっかりと行った論文はない状況である。
- 非灰色 3 次元で放射上限を検討した研究はまだない。
- 非灰色 3 次元計算を行って南北熱輸送に関して考察する。
- どうして南北熱輸送を考察するか。

第 2 章 モデルの概要

2.1 系の設定と基礎方程式

DCPAM₅ を利用している。

連続の式、静水圧の式、運動方程式は以下の通りである。

$$\frac{\partial \pi}{\partial t} + \boldsymbol{v}_H \cdot \nabla_\sigma \pi = -D - \frac{\partial \dot{\sigma}}{\partial \sigma}, \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \sigma} = -\frac{RT_v}{\sigma}, \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial}{\partial \zeta} = \frac{1}{a} \left(\frac{1}{1-\mu^2} \frac{\partial V_A}{\partial \lambda} - \frac{\partial U_A}{\partial \mu} \right) + \mathfrak{D}[\zeta]. \quad (2.3)$$

$$(2.4)$$

物理過程

2.2 実験設定

第 3 章 実験結果

実験結果（図を貼る）。

3.1 $S = 1366 \text{ W/m}^2$ の結果

地表面温度、子午面温度分布、東西風、時系列

3.2 ??? の太陽定数依存性

3.3 南北熱輸送の太陽定数依存性

$\bullet' = \bullet - \bar{\bullet}$ 、 $\bullet^* = \bullet - [\bullet]$ 、 $\bar{\bullet}$ は時間平均、 $[\bullet]$ は東西平均

$$[\bar{xv}] = [\overline{xv}] - [\bar{x}\bar{v}] + [\bar{x}][\bar{v}] + [\bar{x}\bar{v}] - [\bar{x}][\bar{v}] \quad (3.1)$$

$$= [\overline{xv} - \bar{x}\bar{v}] + [\bar{x}][\bar{v}] + [\bar{x}\bar{v}] - [\bar{x}][\bar{v}] \quad (3.2)$$

$$= [\bar{x}\bar{v} - \bar{x}\bar{v} - \bar{x}\bar{v} + \bar{x}\bar{v}] + [\bar{x}][\bar{v}] + ([\bar{x}\bar{v}] - [\bar{x}][[\bar{v}]] - [[\bar{x}]][\bar{v}] + [[\bar{x}]][[\bar{v}]]) \quad (3.3)$$

$$= [(\bar{x} - \bar{x})(\bar{v} - \bar{v})] + [\bar{x}][\bar{v}] + [(\bar{x} - [\bar{x}])(\bar{v} - [\bar{v}])] \quad (3.4)$$

$$= [\bar{x}'\bar{v}'] + [\bar{x}][\bar{v}] + [\bar{x}^*\bar{v}^*] \quad (3.5)$$

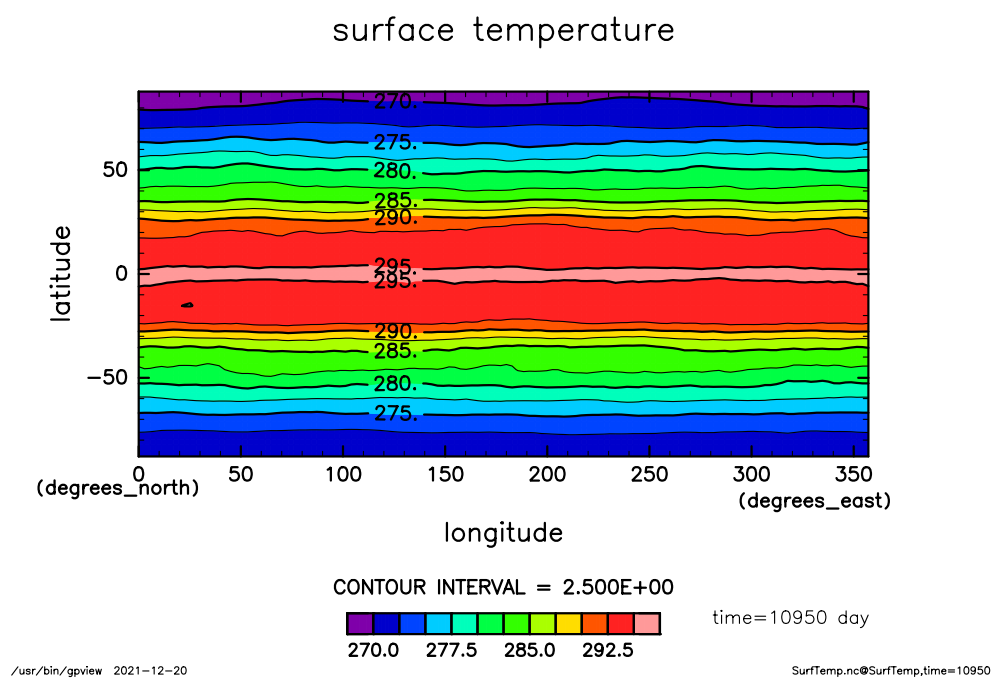


図 3.1 $S = 1366 \text{ W/m}^2$ 30 年目の地表面温度

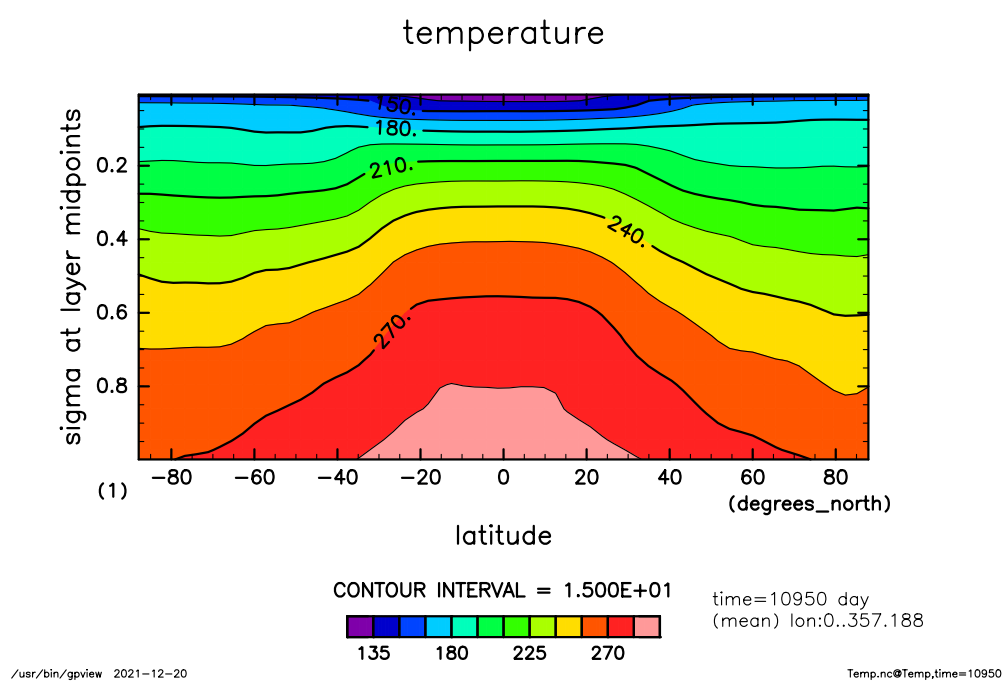
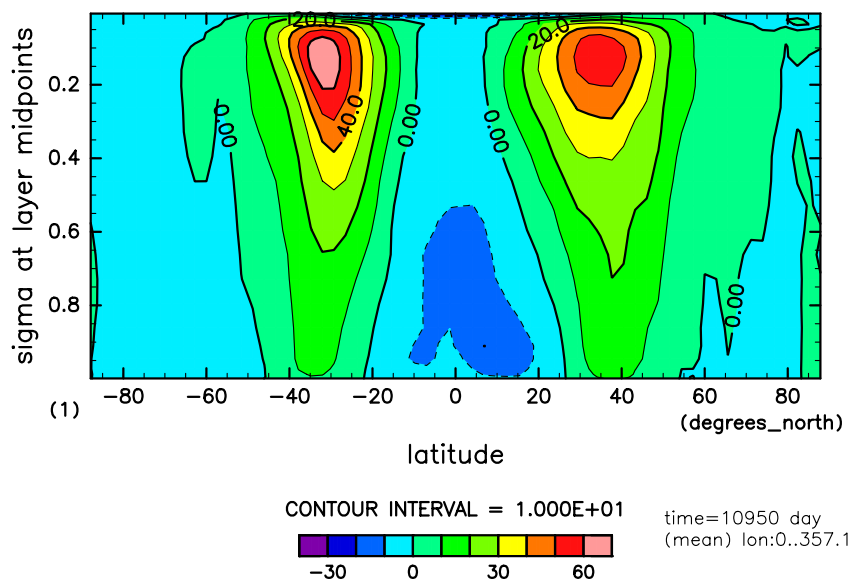


図 3.2 $S = 1366 \text{ W/m}^2$ 30 年目の子午面温度分布

eastward wind



/usr/bin/gpview 2021-12-20

U.nc@U,time=10950

図 3.3 $S = 1366 \text{ W/m}^2$ 30 年目の東西風

surface temperature

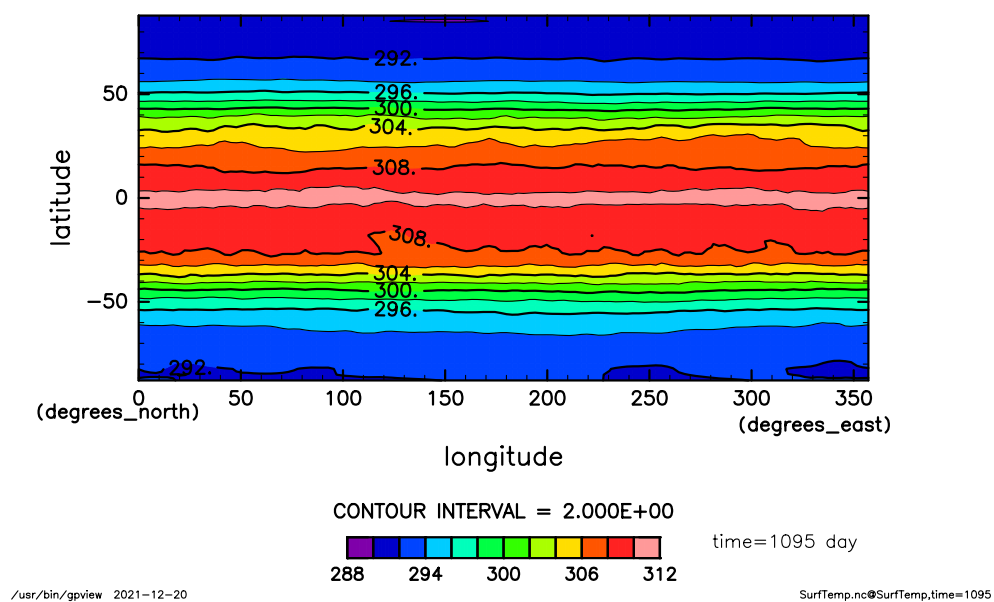


図 3.4 $S = 2000 \text{ W/m}^2$ 3 年目の地表面温度

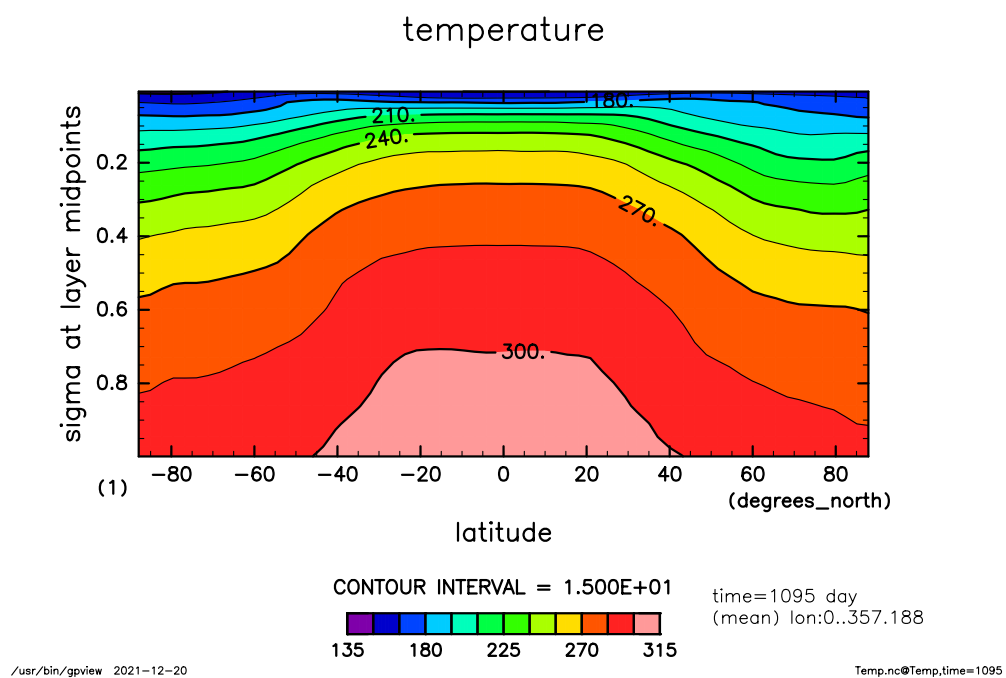


図 3.5 $S = 2000 \text{ W/m}^2$ 3 年目の子午面温度分布

第 4 章 結論

結論。

第 5 章 謝辞

謝辞。

第 6 章 参考文献リスト

参考文献。

表目次

図目次

3.1 $S = 1366 \text{ W/m}^2$ 30 年目の地表面温度	5
3.2 $S = 1366 \text{ W/m}^2$ 30 年目の子午面温度分布	6
3.3 $S = 1366 \text{ W/m}^2$ 30 年目の東西風	7
3.4 $S = 2000 \text{ W/m}^2$ 3 年目の地表面温度	8
3.5 $S = 2000 \text{ W/m}^2$ 3 年目の子午面温度分布	9