

## 演習 地球温暖化シミュレーション (Global Warming)

### 目的

- ・地球温暖化シミュレーションと二酸化炭素 2 倍実験との違いを理解する.
- ・地球温暖化による地上気温の経年変化に対する理解を深める.
- ・地球温暖化の地上気温と降水量に対する影響を理解する.
- ・気候強制力の設定方法を理解する.

制御実験 (対照実験): 海洋混合層を用いた現代の気候シミュレーション  
(二酸化炭素濃度 315 ppm, Modern Predicted SST)

### 実験条件

- ① 地球温暖化シミュレーションでは, CO<sub>2</sub> の増加傾向は 1957 年から 2000 年までは, 1 年で 0.5ppm 増加する 1 次式で与える. そして, 2000 年から 2100 年までは 1 年で 1%増加するという指数関数で与える.
- ② 大気中の二酸化炭素濃度が時間と共に増加することを除くと, 制御実験と同じとする.

シミュレーション期間: 1/1/1958~12/31/2100

### 作業

- ① シミュレーション設定ウィンドウにおける気候強制力の画面を利用して, 二酸化炭素の変化傾向を入力する.
- ② 地球温暖化シミュレーションを制御実験と同様に 1958 年から開始して, 2100 年まで実行する.

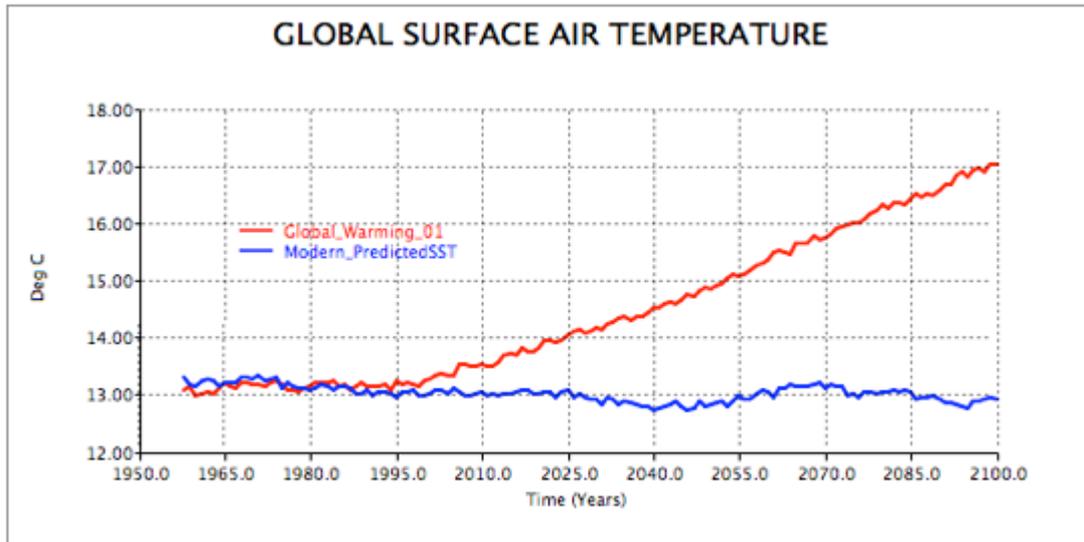
### 結果の解析

#### ① 時系列データの解析

最初に, 私たちは全球地上気温データの経年変化を比較する (図 1 参照). 制御実験 (二酸化炭素濃度は 315ppm で一定) の現代の気候シミュレーションでは, 地上気温が約 13°C でほとんど一定である. 一方, 地球温暖化シミュレーションではほぼ同様な地上気温 (約 13°C) から, 連続的に増加する CO<sub>2</sub> レベルに応答して, 全球平均地表面気温が連続的に上昇していることが確認できる. シミュレーション終了時点の全球平均地上気温は約 17°C になる. つまり, 地球温暖化シミュレーションにおける温暖化は約 4°C である.

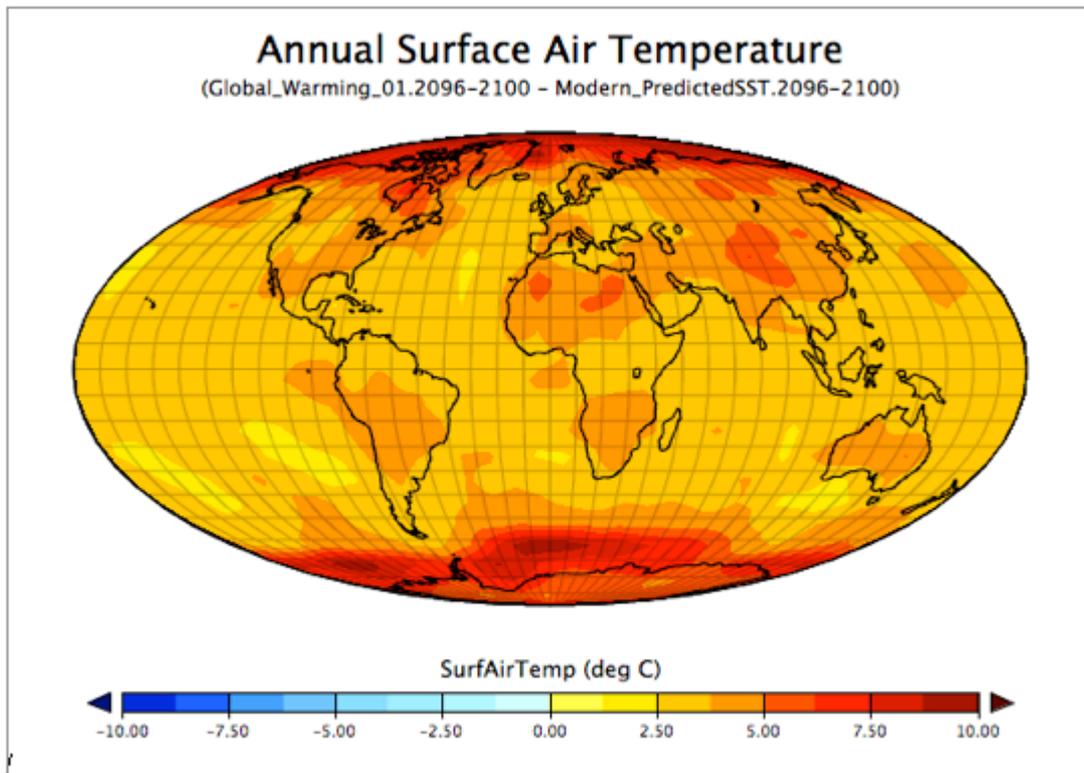
#### ② 地上気温の水平分布の変化

次に, 私たちは温暖化のパターンを把握するために, 地球温暖化シミュレーションと制御実験における地上気温の水平分布の差を調べる (図 2 参照). 図 2 から, 地球温暖化が地理的に一様でないことが分かる. もちろん, 全ての地域で温暖化しているが, 熱帯と比較して高緯度における温暖化の度合いは大きく, また海洋と比較して大陸で大きい. 二酸化炭素濃度の増加は, 全球で一定 (大気中で CO<sub>2</sub> はよく混合している) なので, 私たちは何故気温の昇温がどこでも同じでないかを探求する必要がある. そこで, 私たちは他の気候変数を調べなければならない.



Plot 2: Global Surface Air Temperature in the Modern\_PredictedSST and Global\_Warming\_01 simulations.

図 1. 地上気温の全球平均値の経年変化



Map 1: Annual Surface Air Temperature Anomaly

図 2. 地上気温の年平均値差の比較

課題

何故、地球はこの結果のように不均一に温暖化するかを説明する仮説を実験結果のデータを様々な視点から分析して（様々なデータを作図することで）、提案せよ。ただし、仮説とは理論や観測、事実、シミュレーションの実験結果などに指示されていなければならないものとする。