

## QTCMs - Quasi-equilibrium Tropical Circulation Model

### I. Model Information

1. 經度:  $0^{\circ}$  -  $360^{\circ}$
2. 緯度:  $78.75^{\circ}\text{S}$  -  $78.75^{\circ}\text{N}$
3. 格點:  $64 \times 42$  ( $n_x \times n_y$ ) 垂直方向  $z = 1$  (地面~150hPa)
4. 解析度:  $5.625^{\circ} \times 3.75^{\circ}$

### II. 目標 - 將模式結果用 GrADS 畫出

Grid Analysis and Display System (GrADS) 官網: <http://cola.gmu.edu/grads/>

### III. Let's start!

一、登入 study 的 IP:

- 大氣系館外: 140.112.66.200
- 大氣系館內: 140.112.66.23

二、進入包含 output 結果的目錄下:

e.g. `$ cd QTCM1V2.3/proc/mxlayer-DYEAR360_ct1`

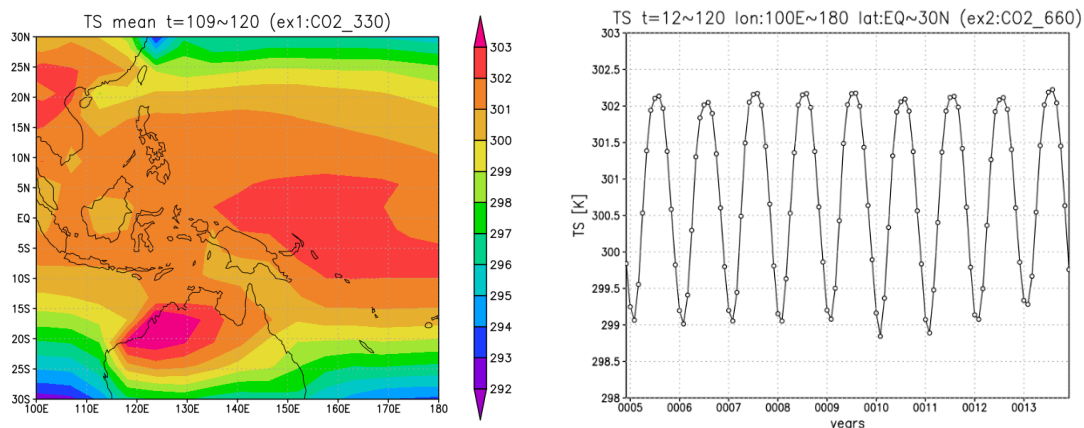
需包含兩個重要檔案:

- \* qm\_mxlayer.out 模式跑出的結果 (Binary 檔案)
- \* qm\_mxlayer.cti 要用 GrADS 畫圖時必要的描述檔

三、使用 GrADS 畫圖

QCTM 會將檔案輸出成 GrADS 可處理之 binary 檔案 (資料為每月一筆), 因此可用 GrADS 將結果畫出來。

繪圖範例 (詳見附件一):



## 附件一、使用 GrADS

使用 GrADS 第一步：

**\$ grads**

Grid Analysis and Display System (GrADS) Version 2.2.1 \*版本訊息，

Copyright (C) 1988-2018 by George Mason University

(...略)

Landscape mode? ('n' for portrait): **y/n + enter 鍵**

\*y 的版面為 11x8.5 英吋；n 的版面為 8.5x11 英吋

**ga-> open /路徑/qm\_mxlayer.ct1** 開啟「描述檔」 **qm\_mxlayer.ct1**

**ga-> q file (file\_number)** 可檢視此資料的詳細情形，如空間時間解析度、所有變數...

### [ plot 2D map ]

**ga-> set display black / white**

設定背景顏色

**ga-> set gxout shaded / 或 set gxout contour**

設定畫 shaded 圖/contour 圖

**ga-> set t t<sub>1</sub>**

設定時間為 **t<sub>1</sub>**

e.g. set t **60**

將時間設定為第 **60** 個月

**ga-> set lon lon<sub>1</sub> lon<sub>2</sub> / 或 set x x<sub>1</sub> x<sub>2</sub>**

設定經度範圍

e.g. set lon **0 360** / set x **1 64**

**ga-> set lat lat<sub>1</sub> lat<sub>2</sub> / 或 set y y<sub>1</sub> y<sub>2</sub>**

設定緯度範圍

e.g. set lat **-90 90** / set y **1 42**

**ga-> d var** Display Variable

e.g. d **ts** Display **ts** (地表溫度)

**ga-> c** 清除

若開啟的 .ctl 檔案不只一個，  
則可 **d var.file\_number**。  
如 d **ts.2** 代表畫出 file 2 的「ts」這個變數。  
(d var = d var.1)

### 變化率

**ga-> set t t<sub>1</sub>**

設定時間為 **t<sub>1</sub>**

**ga-> d var(t=t<sub>2</sub>)-var(t= t<sub>1</sub> )**

畫出變數 **t<sub>1</sub>** 到 **t<sub>2</sub>** 的變化量

**ga-> define var<sub>new1</sub> = ave(var, t=t<sub>1</sub>, t=t<sub>2</sub>)**

設定一新變數 **var<sub>new1</sub>**，使它為變數 **var** 在 **t=t<sub>1</sub>~t<sub>2</sub>** 之間的平均。

\* 可以用 **undefine var<sub>new</sub>** 來刪除變數、**q define** 來查看所有自訂變數。

### [ plot 1D time series ]

**ga-> set t t<sub>1</sub> t<sub>2</sub>**

將時間設定從 **t<sub>1</sub>** 到 **t<sub>2</sub>**

**ga-> define var<sub>new2</sub> = aave(var, lon=lon<sub>1</sub>, lon=lon<sub>2</sub>, lat=lat<sub>1</sub>, lat=lat<sub>2</sub>)**

設定一新變數 **var<sub>new2</sub>** 使它為變數 **var** 在 **lon<sub>1</sub>~lon<sub>2</sub> °E、lat<sub>1</sub>~lat<sub>2</sub> °N** 範圍內平均。

\* 全球平均可直接使用 **aave(var, g)**。

**ga-> set x 1**

**ga-> set y 1**

} 將經緯度固定，因為要畫 1D 的時間序列，此為必要步驟！

**ga-> d var<sub>new</sub>**

畫出結果!!

**[其他指令]**

<b>ga-&gt; draw title <i>String</i></b>	繪製標題	} 須於繪圖 前設定
<b>ga-&gt; set ccolor <i>color</i></b> (set ccolor rainbow 可以改回彩虹色階)	設定線條顏色	
其他相關設定: set cthick <i>thick</i> / set cstyle <i>style</i>		
<b>ga-&gt; set vrange <i>min max</i></b>	設定 y 軸範圍	
<b>ga-&gt; set xlopts <i>color thickness size</i></b>	修改 x 軸字體顏色、粗細、大小	
<b>ga-&gt; set ylopts <i>color thickness size</i></b>	修改 y 軸字體顏色、粗細、大小	
*Grads 顏色設定見 <a href="http://cola.gmu.edu/grads/gadoc/gadocindex.html">http://cola.gmu.edu/grads/gadoc/gadocindex.html</a> ( “Default Colors” 、 “Controlling Colors” )		
<b>ga-&gt; set clevs <i>lev1 lev2 lev3 lev4 ... levN</i></b>	設定 colorbar 的間距	
其他相關設定: set cmin <i>vmin</i> / set cmax <i>vmax</i> / set cint <i>vint</i>		
<b>ga-&gt; cbarn.gs <i>sf vert xmid ymid</i></b>	畫 colorbar	

\* sf - scale the whole bar 1.0 (original), 0.5 (half the size), etc.  
 \* vert - bar orientation: 0 (horizontal), 1 (vertical).  
 \* xmid - the x position on the virtual page the center the bar, unit in 英吋.  
 \* ymid - the x position on the virtual page the center the bar.

☆ 使用 **cbarn.gs** 檔案前, 需要先複製 cbarn.gs 檔至工作資料夾內  
 可以從/home/teachers/arTA/2023AR/20230515 複製

\$ cp /home/teachers/arTA/2023AR/20230515/cbarn.gs .

\* 注意要加 . 才能將檔案複製到自己資料夾  
 或從 GrADS Script Library 下載 <http://cola.gmu.edu/grads/gadoc/library.html>  
 ☆ 更多請見 <http://cola.gmu.edu/grads/gadoc/gadocindex.html>

**[輸出圖檔]**

**ga-> gxprint *filename.png (white)*** 將圖輸出成 png 檔 (白色背景)

\* 圖檔存取方式

1. 使用 MobaXterm 內建的 sftp。
2. 回 Windows 之後, 用 FTP 軟體連上工作站, 將圖檔抓下來。(port: 22)

**[寫 script (附檔名為.gs) ]**

可以將 GrADS 繪圖程式全部寫在一個.gs 的檔案中一起執行。

參考範例: 從/home/teachers/arTA/2023AR/20230515/fig\_test/ 複製

\$ cp /home/teachers/arTA/2023AR/20230515/fig\_test/demo\_map.gs .

\* .gs 檔執行方式:

**ga-> demo\_map**

**[離開 GrADS ]**

**ga-> quit**

## 回家作業

自行創造某一 CO<sub>2</sub> 濃度改變情境一例：CO<sub>2</sub> 每年以等差級數增加，N 年後達 M 倍 CO<sub>2</sub>...

自選某區域：如台灣附近、太平洋...

針對 *Control run* 及 *修改的情境* 兩個結果做比較與討論，試探討原因並完整解釋。

加分題：*改變雲種*的情境進行比較分析。

說明如下：

### 1. Run QTCM

#### ○ *Control run*— (一定要做)

所有變數都不用更改(此時的 CO<sub>2</sub> 為固定 330ppm)，只需要改 mxlayer.sh 中的輸出 lastday 和 noout。改完後直接執行 mxlayer.sh。建議至少跑一百年，並且只輸出最後五十年資料 (lastday: 36000; noout: 18000)。

```
.../src/clrad.f90
(...略)

      co2(i,j)=330.
      !      if(year .le. 50)then
      !      co2(i,j)=330.
      !      else
      !!      co2(i,j)=330.*(1.01)**(year-40)
      !      co2(i,j)=330.+6.6*(year-50)
      !      endif

.../work/mxlayer.sh (有兩個地方要改)
(...略)
lastday = 36000      ! 10x360 days +60 for start at 01 Nov
noout   = 18000      ! discard first 2 month
```

#### ○ *修改 CO<sub>2</sub>*— (一定要做)

將原固定 330ppm 的 CO<sub>2</sub> 濃度，CO<sub>2</sub> 濃度每年以等差級數增加，或是每年以等比級數成長。增加的數量可以自行更改。

```
[等差級數]
      !      co2(i,j)=330.
      !      if(year .le. 50)then
      !      co2(i,j)=330.
      !      else
      !!      co2(i,j)=330.*(1.01)**(year-40)
      !      co2(i,j)=330.+3.3*(year-50)      !!每年增加 3.3ppm
      !      endif
```

## [等比級數]

```

!      co2(i,j)=330.
      if(year .le. 50)then
        co2(i,j)=330.
      else
        co2(i,j)=330.*(1.01)**(year-50)    !!每年增加 1%的 CO2 濃度
!      co2(i,j)=330.+6.6*(year-50)
      endif

```

## ○ 改變雲種一 (加分題)

自行設計發揮～

type 0: clear sky

type 1: Deep cloud + CsCc !Cs(cirrostratus)卷層雲/Cc(cirrocumulus)卷積雲

type 2: Cirrus

type 3: Stratus

type 4: AsAc + CuSc (approx constant in space and time)

!AsAc: altostratus/altocumulus(高層雲/高積雲)

!CuSc: cumulus/stratus(積雲/層積雲)

簡單來說, type0 為沒有雲覆蓋, type1 為深對流雲+高層雲, type2 為卷雲, type3 為層雲, type4 為中層雲+低層雲。

★ Run 完 QTCM 後, 要將模式跑出的結果繪圖, 進行比較分析, 因此, 不同情境 run 的年數必須相同 (noout 也要相同)。

★ 請至少 run 100 年, noout 至少 50 年, 只輸出最後 50 年。

## 2. 繪圖分析

1. 繪  $T_s$ (地表溫度)、 $OLR$  及一自選變數 (有三個變數!)

(a) 時間序列 (time series)

固定區域利用區域平均繪製以時間為橫軸、以變數為縱軸的時間序列圖。

(b) 地圖呈現

固定區域以 shaded 的方式呈現空間分布, 並且比較輸出前十年及後十年平均的差異。

**注意: 需要固定 color bar!**

需針對 **Control** 及 **修改 CO<sub>2</sub>** 兩個結果做比較與討論, 試探討原因並完整解釋。

2. 加分題一改雲 (需與 Control Run 比較):

畫出更改雲後的  $T_s$  及 Control Run 的  $T_s$  (可繪成 Map 或 Time series)。

並針對 **Control** 及 **修改雲** 兩個結果做比較與討論, 試探討原因並解釋。

- ★ 請將繪圖分析的結果整理後上傳至 NTU COOL 作業區，最少 2 頁最多 6 頁 A4 (含加分題)
- ★ 作業繳交期限：2023/06/16 (五) 23:59 前，上傳到 NTU COOL 作業區  
(06/17 00:00 ~ 06/19 09:59 才上傳作業→打七折；06/20 10:00 以後不再收作業)  
以 COOL 作業區上傳時間為準，請同學盡早上傳，若截止期限前無法進入 COOL 作業區，請將作業同時寄信給助教，避免遲交。  
助教信箱：吳宥廷 (b07502039@ntu.edu.tw)
- ★ 作業中請記得交代你的情境、區域及所繪變數。
- ★ 記得要加以詮釋你的結果，作業分數會比較漂亮喔。  
(作業評分為相對給分，因此詮釋越為完整且有道理越容易拿高分)
- ★ 祝大家期末順利 ALL PASS!

#### PS. GrADS 執行問題

- 1) 從 Windows 連上 study 主機使用 GrADS
  - MobaXterm 連上 study 主機
  - 確定 SSH 的 X11 forwarding 有打開
- 2) 從 Mac OS 連上 study 主機使用 GrADS
  - 安裝 XQuartz，執行 XQuartz 並在 ssh 連線時加上 -X 選項
  - ssh -X user@192.168.1.23，連上主機後輸入 grads