



CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU (Đại cương về BĐKH) **Phần II**

Phan Van Tan

phanvantan@hus.edu.vn

B12: Mô hình hóa khí hậu

Bài 1: Các thành phần của hệ thống khí hậu

Bài 2: Sự truyền bức xạ và khí hậu

Bài 3: Hoàn lưu khí quyển và khí hậu

Bài 4: Bề mặt đất, Đại dương và khí hậu

Bài 5: Lịch sử và sự tiến triển của khí hậu Trái đất

Bài 6: Khái niệm về Biến đổi khí hậu

Bài 7: Tác động bức xạ và BĐKH

Bài 8: Biến đổi trong các thành phần của hệ thống khí hậu

Bài 9: Biến đổi của các hiện tượng cực đoan

Bài 10: Giới thiệu về khí hậu Việt Nam

Bài 11: Biến đổi khí hậu ở Việt Nam

Bài 12: Mô hình hóa khí hậu

Bài 13: Dự tính khí hậu

Bài 14: Xây dựng kịch bản BĐKH

Bài 15: Tác động của BĐKH và tính dễ bị tổn thương do BĐKH

Giới thiệu

- ❁ Mô hình hóa khí hậu là mô tả hệ thống khí hậu bằng một mô hình toán học trong đó tích hợp các nguyên lý của vật lý học, hóa học và sinh học
- ❁ Các mô hình có độ phức tạp khác nhau: Từ mô hình cân bằng năng lượng đơn giản đến các mô hình 3 chiều với nhiều thành phần
- ❁ Ký hiệu viết tắt: GCM
 - ❁ General Circulation Model
 - ❁ Global Climate Model
- ❁ Các mô hình khí hậu hiện nay chủ yếu được phát triển từ các mô hình dự báo thời tiết

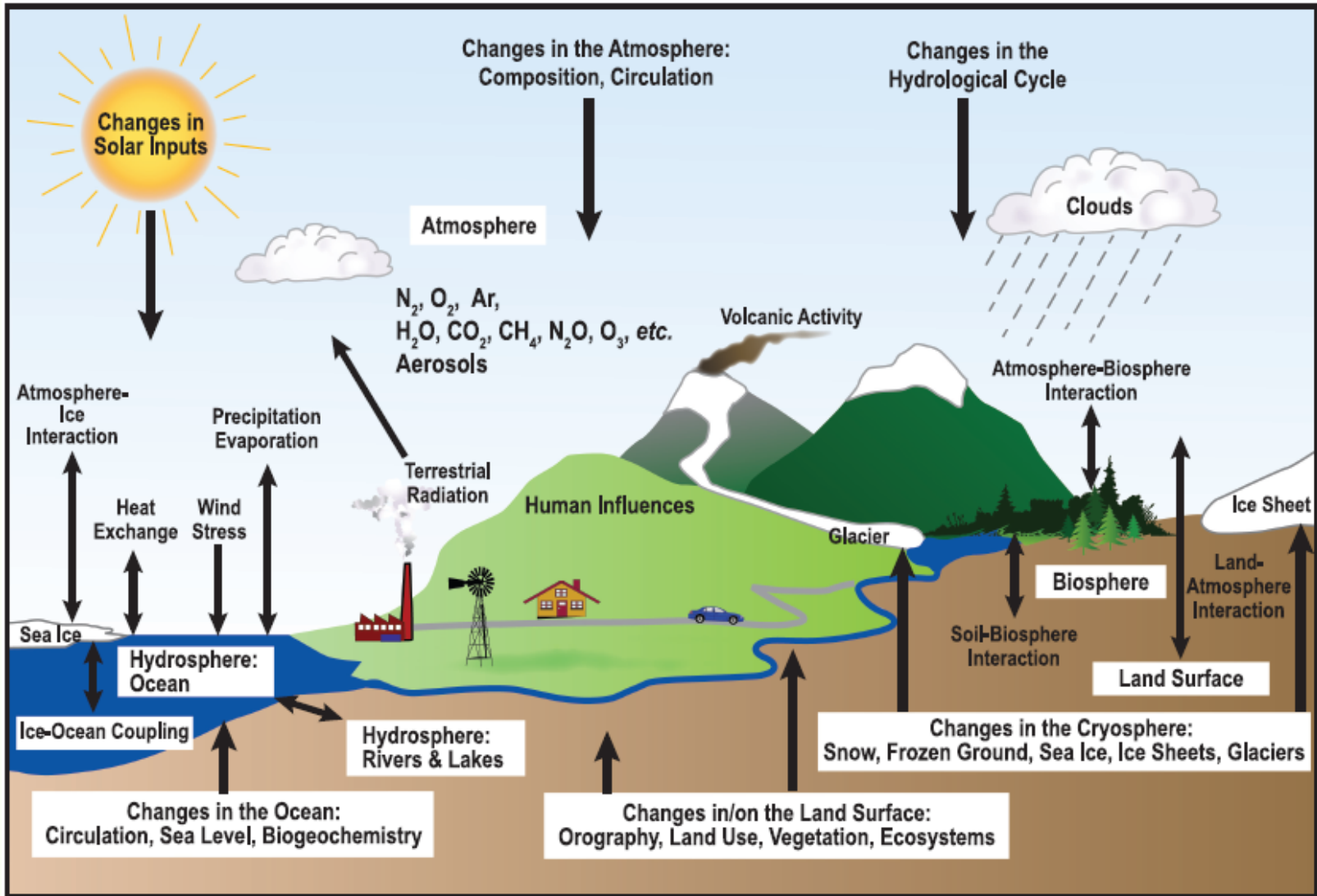
Mô hình khí hậu toàn cầu

Sơ đồ mô tả các thành phần chính trong mô hình khí hậu



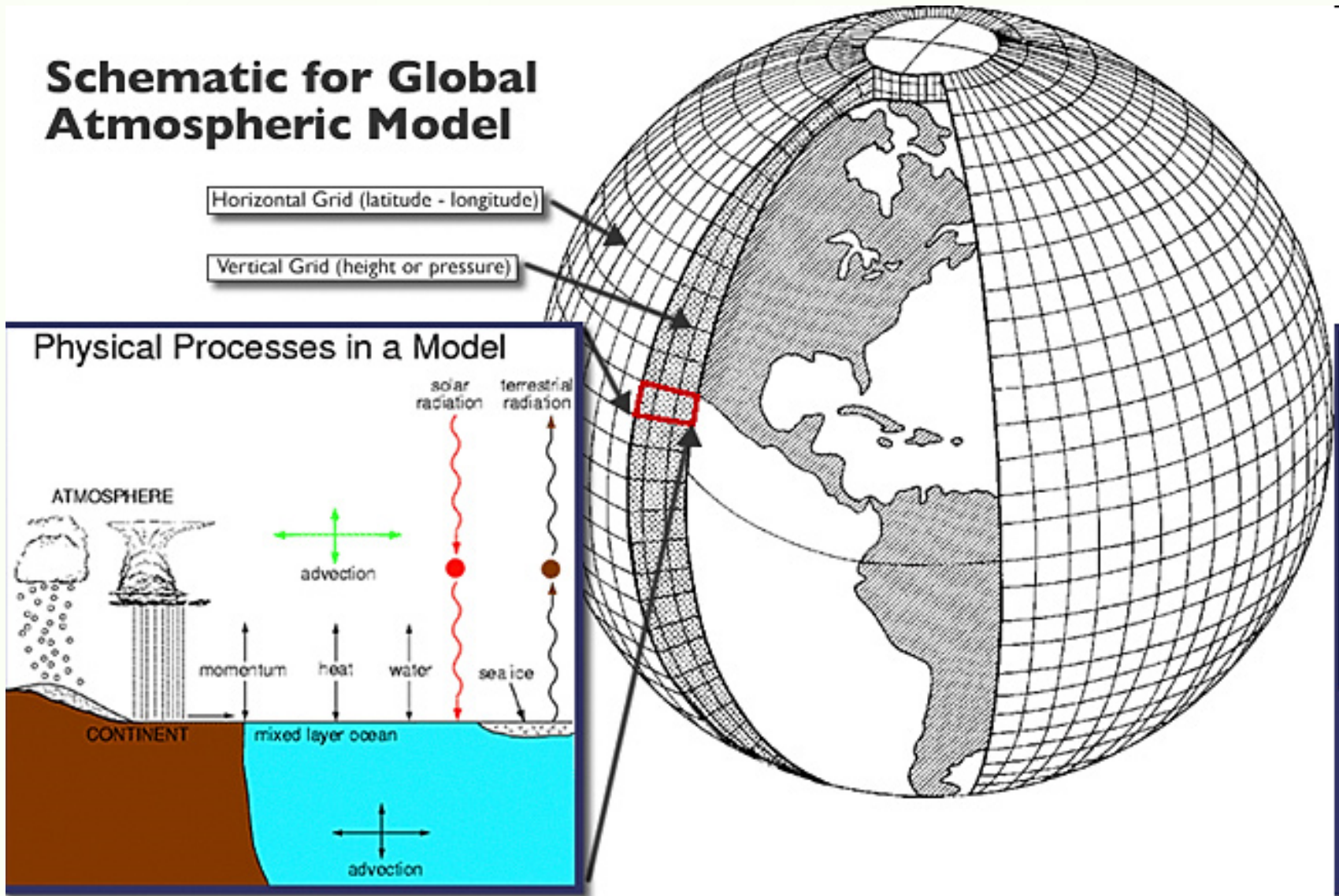
Mô hình khí hậu toàn cầu

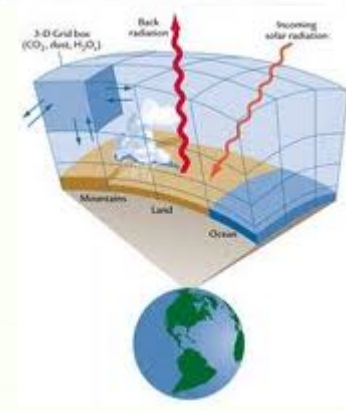
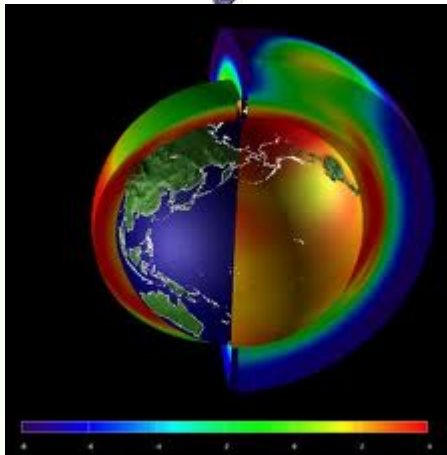
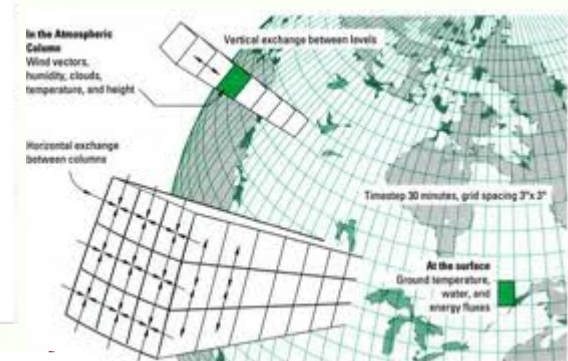
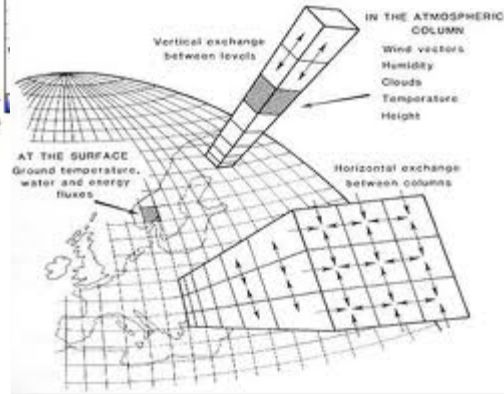
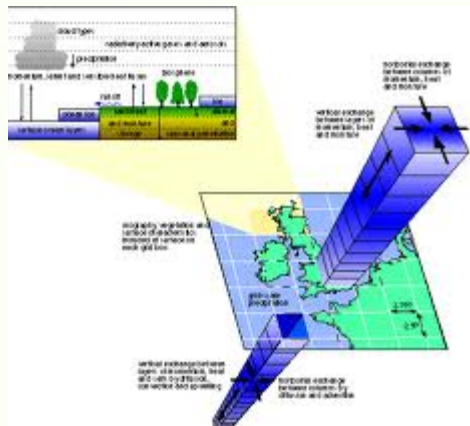
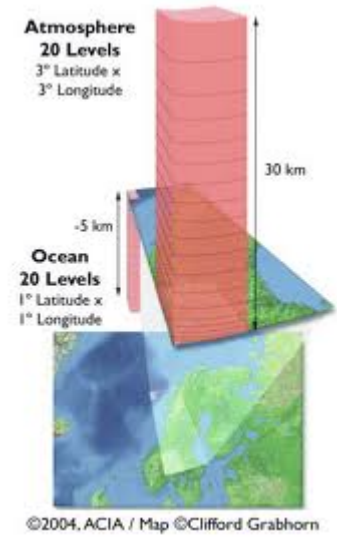
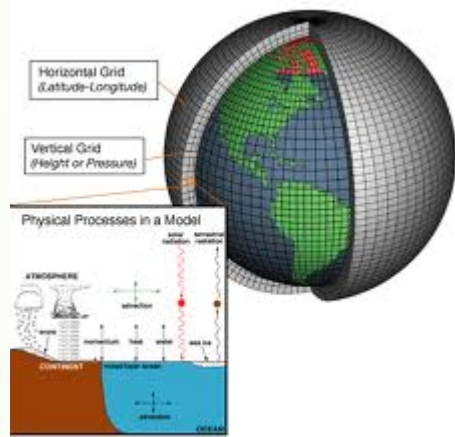
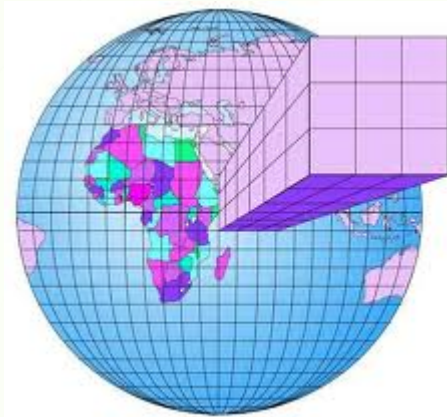
Các quá trình tương tác trong hệ thống khí hậu có thể được mô hình hóa



Mô hình khí hậu toàn cầu

Sơ đồ biểu diễn cách rời rạc hóa trong mô hình khí quyển toàn cầu





Kết quả nhận được từ các mô hình khí hậu

CAUSES
(external forcing)

Changes in
plate tectonics



```
graph LR; A[Changes in plate tectonics] --> B[ ]; B[Changes in Earth's orbit] --> B; C[Changes in Sun's strength] --> B;
```

Changes in
Earth's orbit

Changes in
Sun's strength

**Thông tin
đầu vào**

Xây dựng và phát triển mô hình

❁ Các bước xây dựng mô hình:

❁ Các định luật vật lý

❁ Các phương trình toán học

❁ Rời rạc hóa theo không gian và thời gian

❁ Tham số hóa các quá trình vật lý qui mô dưới lưới

❁ Các quá trình khí quyển

❁ Phương pháp số

❁ Độ phân giải ngang và thẳng đứng

❁ Các sơ đồ tham số hoá

❁ Các quá trình đại dương

❁ Các bước tương tự như đối với mô hình khí quyển

Xây dựng và phát triển mô hình

❁ Các quá trình trên đất liền

- ❁ Các quá trình bề mặt

- ❁ Hồi tiếp độ ẩm đất trong mô hình

❁ Các quá trình băng

- ❁ Băng trên đất liền

- ❁ Băng biển

❁ Mô hình hoá aerosol và hoá học khí quyển

❁ Kết hợp các mô hình thành phần (coupled model)

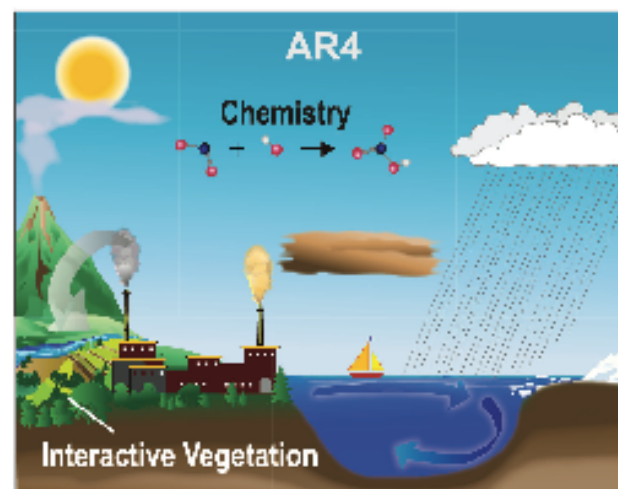
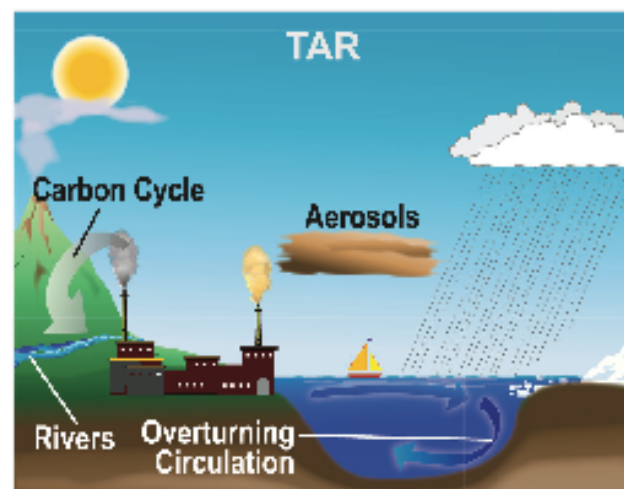
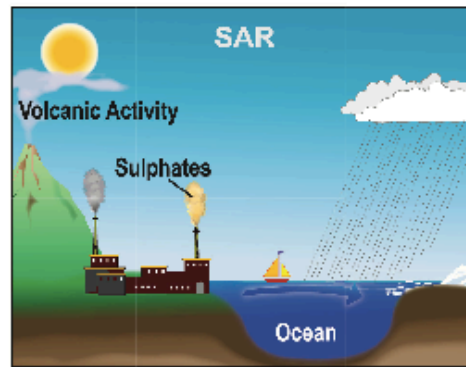
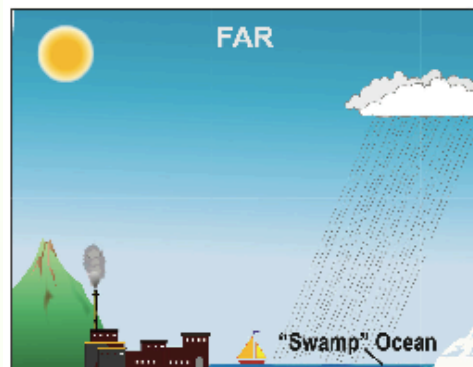
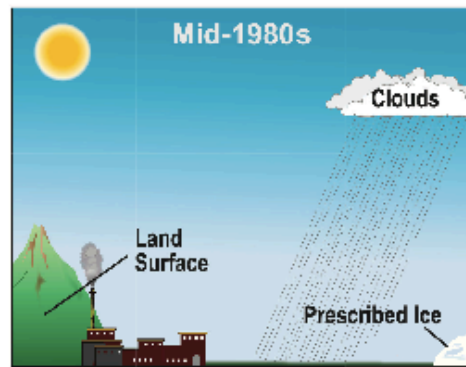
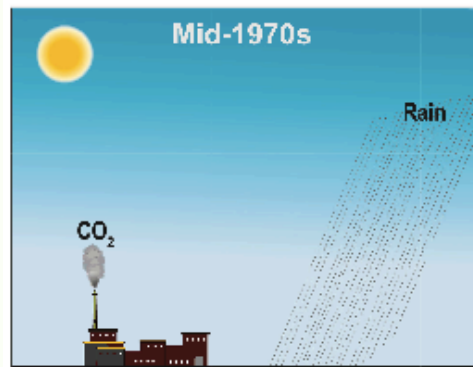
❁ Hiệu chỉnh dòng và ban đầu hoá

❁ Thử nghiệm và Đánh giá

- ❁ Các độ đo và độ tin cậy

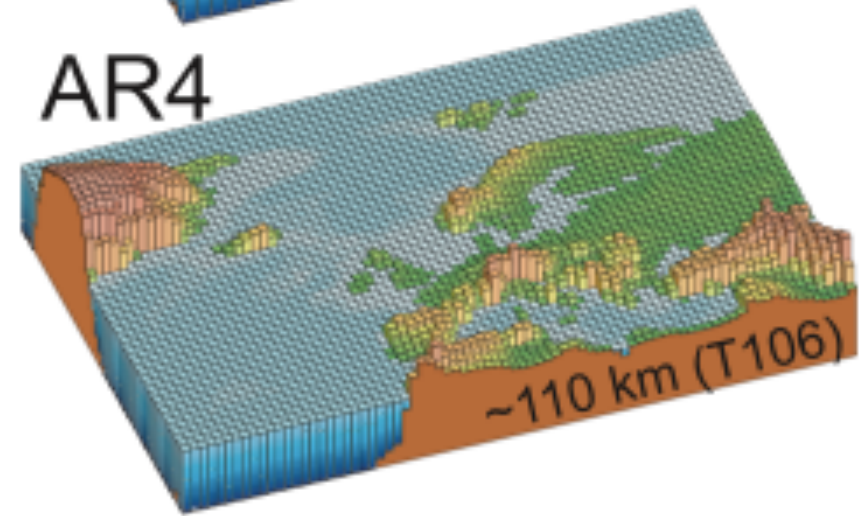
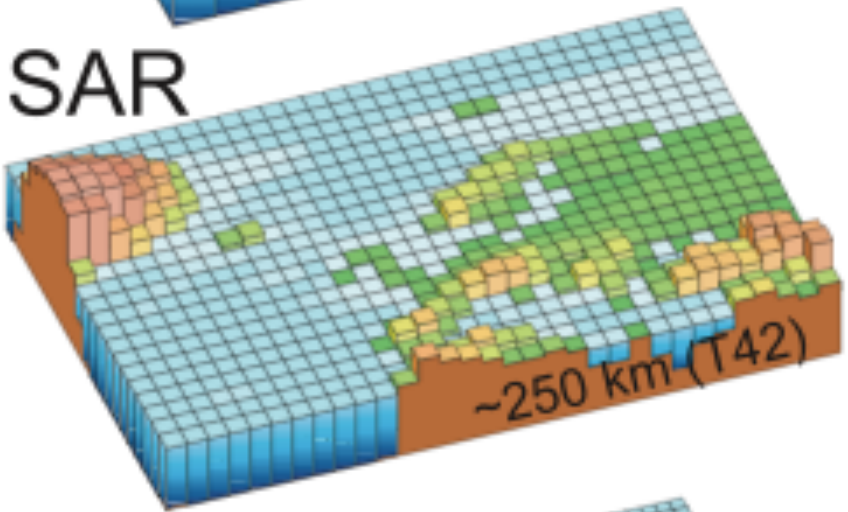
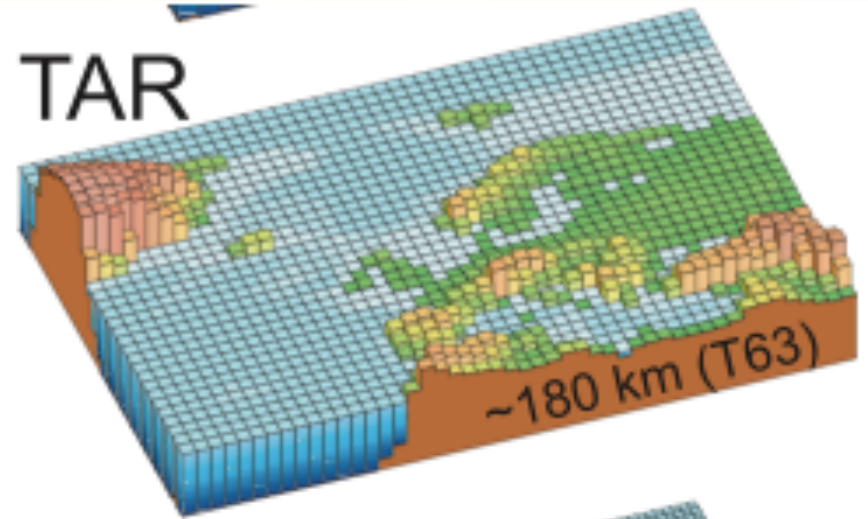
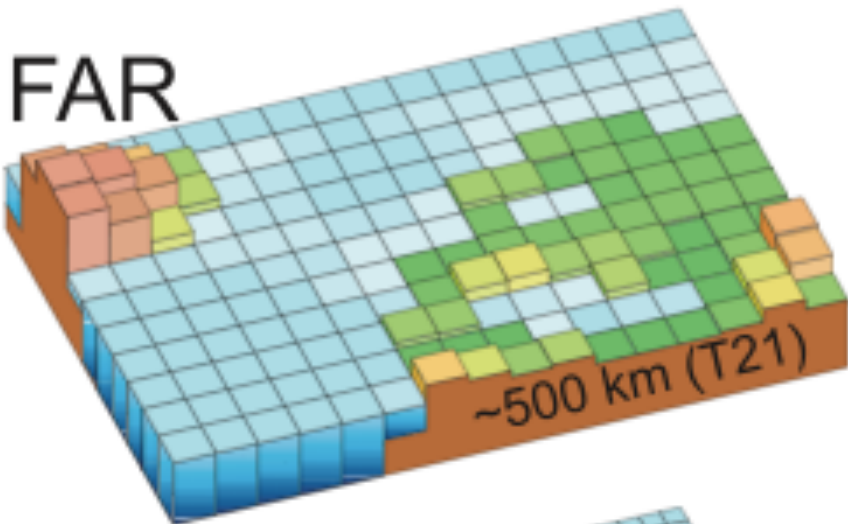
- ❁ Thử nghiệm mô hình và so sánh với khí hậu hiện tại, khí hậu quá khứ

Xây dựng và phát triển mô hình



❁ Sự tiến triển của các thể hệ mô hình

Xây dựng và phát triển mô hình



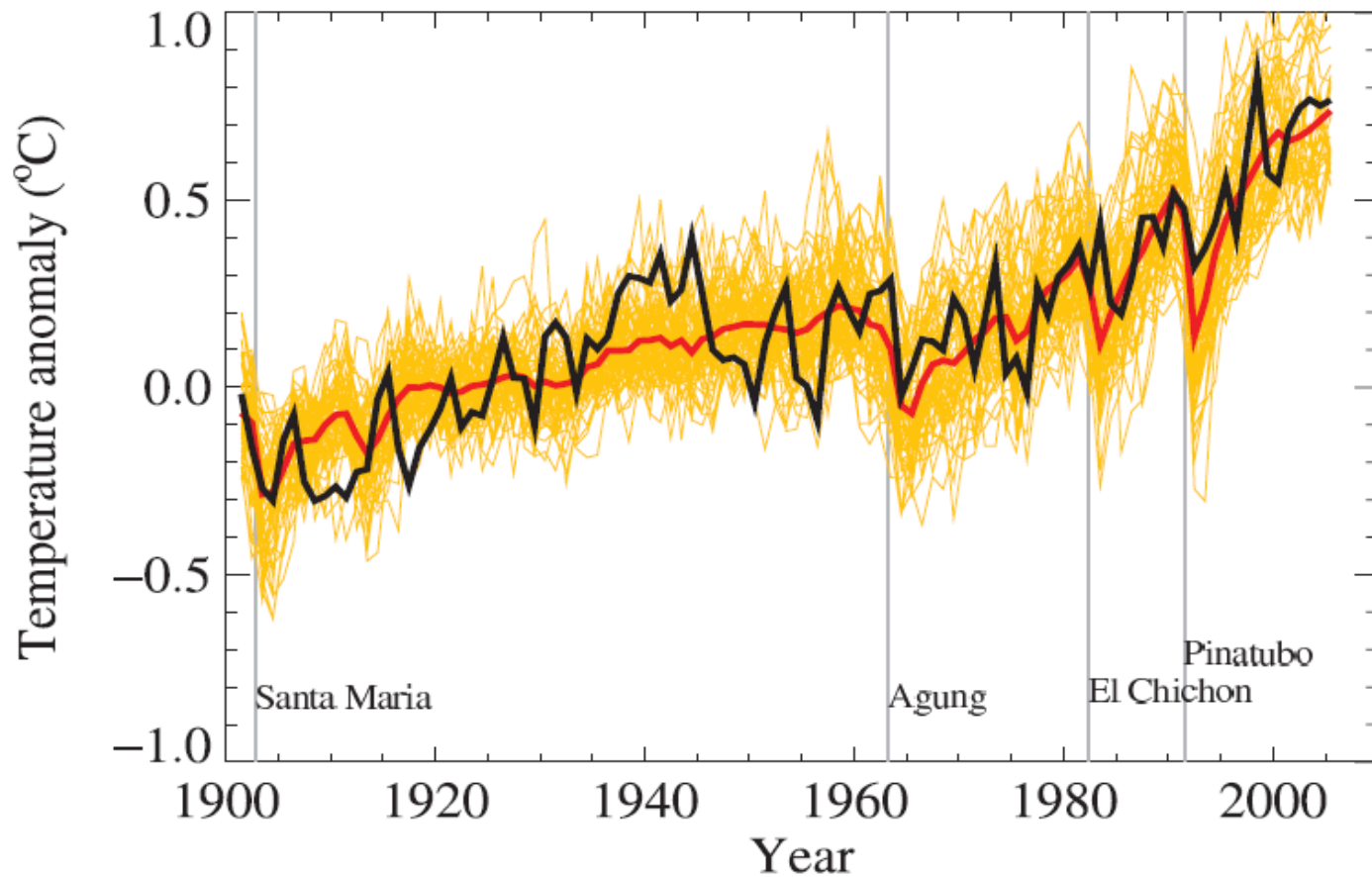
Độ phân giải của mô hình tăng lên dần

Ứng dụng các mô hình GCM

- ❁ Mô phỏng khí hậu quá khứ
 - ❁ Cổ khí hậu
 - ❁ Khí hậu các thế kỷ gần đây
 - ❁ Biến đổi khí hậu tự nhiên
- ❁ Mô phỏng khí hậu hiện tại và các cơ chế hồi tiếp
 - ❁ Khí hậu thế kỷ XX
 - ❁ Nghiên cứu tác động của hiệu ứng nhà kính
 - ❁ Nghiên cứu tác động của aerosols
 - ❁ Nghiên cứu tác động của sự biến đổi sử dụng đất
- ❁ Dự tính khí hậu tương lai
 - ❁ Các kịch bản phát thải (SRES)
 - ❁ Xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu

Tính bất định và Độ tin cậy của các GCM

- ❁ Do tính phức tạp của hệ thống khí hậu, sự hiểu biết có giới hạn của con người, năng lực tính toán, điều kiện ban đầu và điều kiện biên,... các GCM không thể mô tả chính xác tất cả các quá trình xảy ra trong hệ thống khí hậu → **Kết quả của các mô hình không có gì đảm bảo chắc chắn → Tính bất định**
- ❁ Có thể tin cậy ở mức độ cao rằng các GCM cung cấp những ước lượng định lượng đáng tin về sự BĐKH tương lai, nhất là trên qui mô lục địa và toàn cầu
- ❁ Lý do là cơ sở của các mô hình về các nguyên lý vật lý đã được thừa nhận và các GCM có khả năng tái tạo những đặc điểm quan trọng về sự BĐKH hiện tại và quá khứ
- ❁ Tuy nhiên độ tin cậy trong các ước lượng của mô hình đối với một số biến khí hậu (chẳng hạn nhiệt độ) cao hơn so với một số biến khác (ví dụ, giáng thủy)
- ❁ Qua vài thập kỷ phát triển, các mô hình đã mô tả khá phù hợp và rõ ràng bức tranh khái quát về sự nóng lên đáng kể của khí hậu dưới tác động của việc gia tăng các khí nhà kính

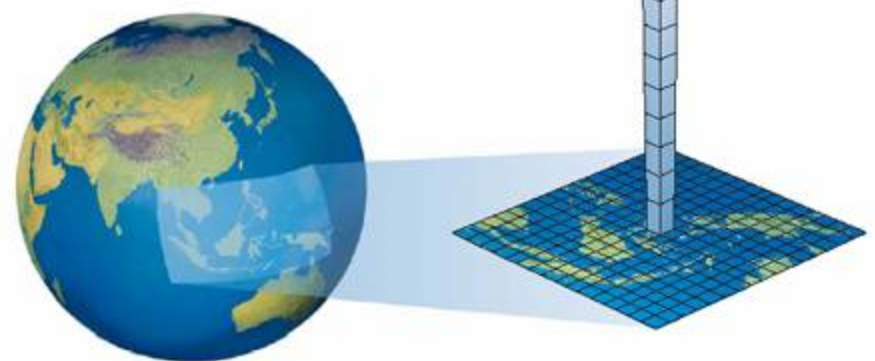
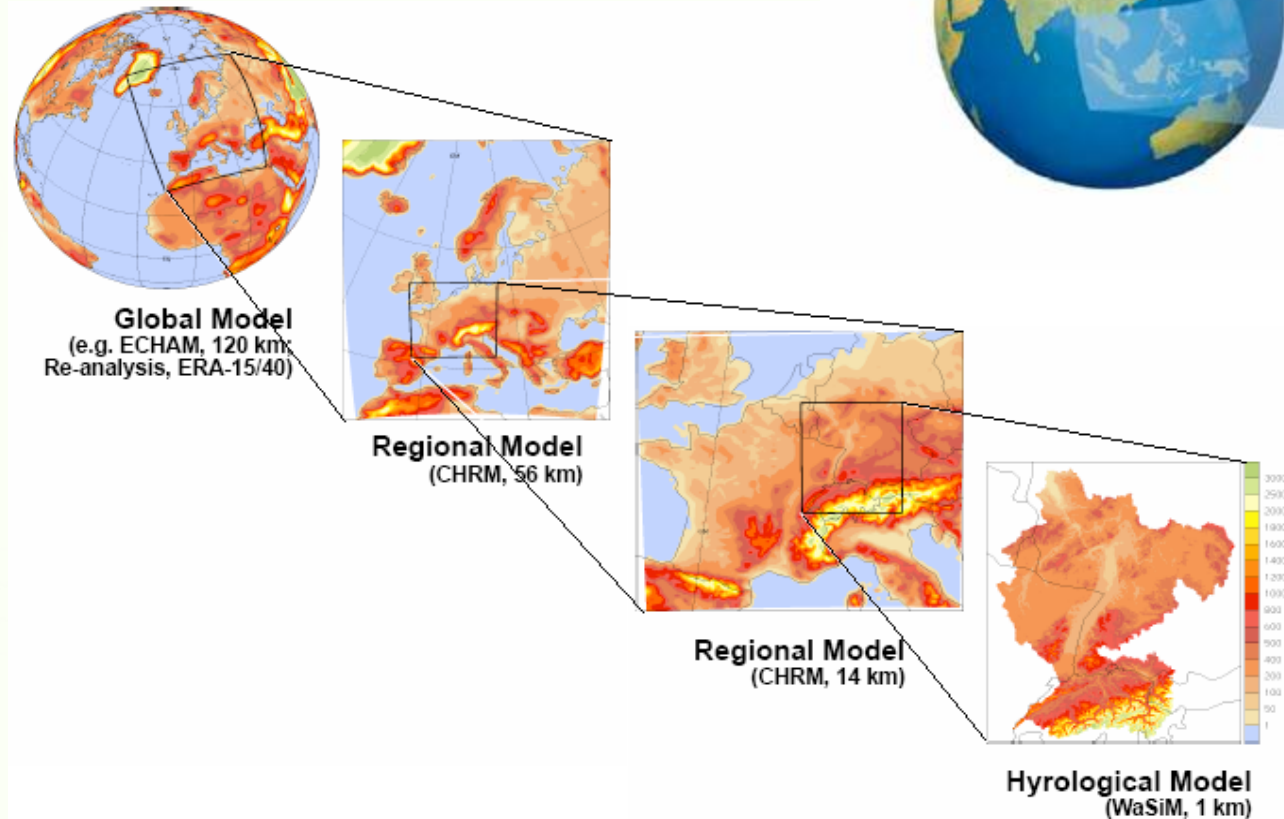
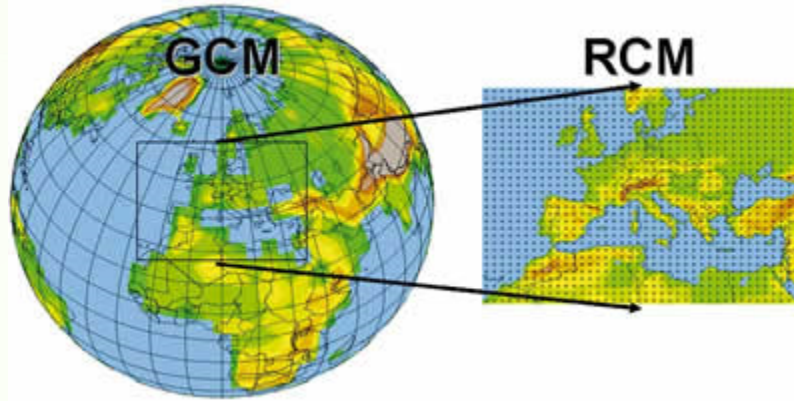


Trung bình toàn cầu nhiệt độ gần bề mặt trong thế kỷ 20 từ quan trắc (**đường màu đen**) và kết quả nhận được từ 58 mô phỏng của 14 mô hình khí hậu khác nhau được điều khiển bởi cả các nhân tố tự nhiên và do con người gây ra có ảnh hưởng đến khí hậu (**các đường màu vàng**). Trung bình của tất cả những kết quả mô phỏng này được thể hiện bằng **đường màu đỏ đậm**. Dị thường nhiệt độ được tính so với trung bình thời kỳ 1901-1950. **Các đường xám thẳng đứng chỉ ra thời điểm có những bùng phát núi lửa chính.**

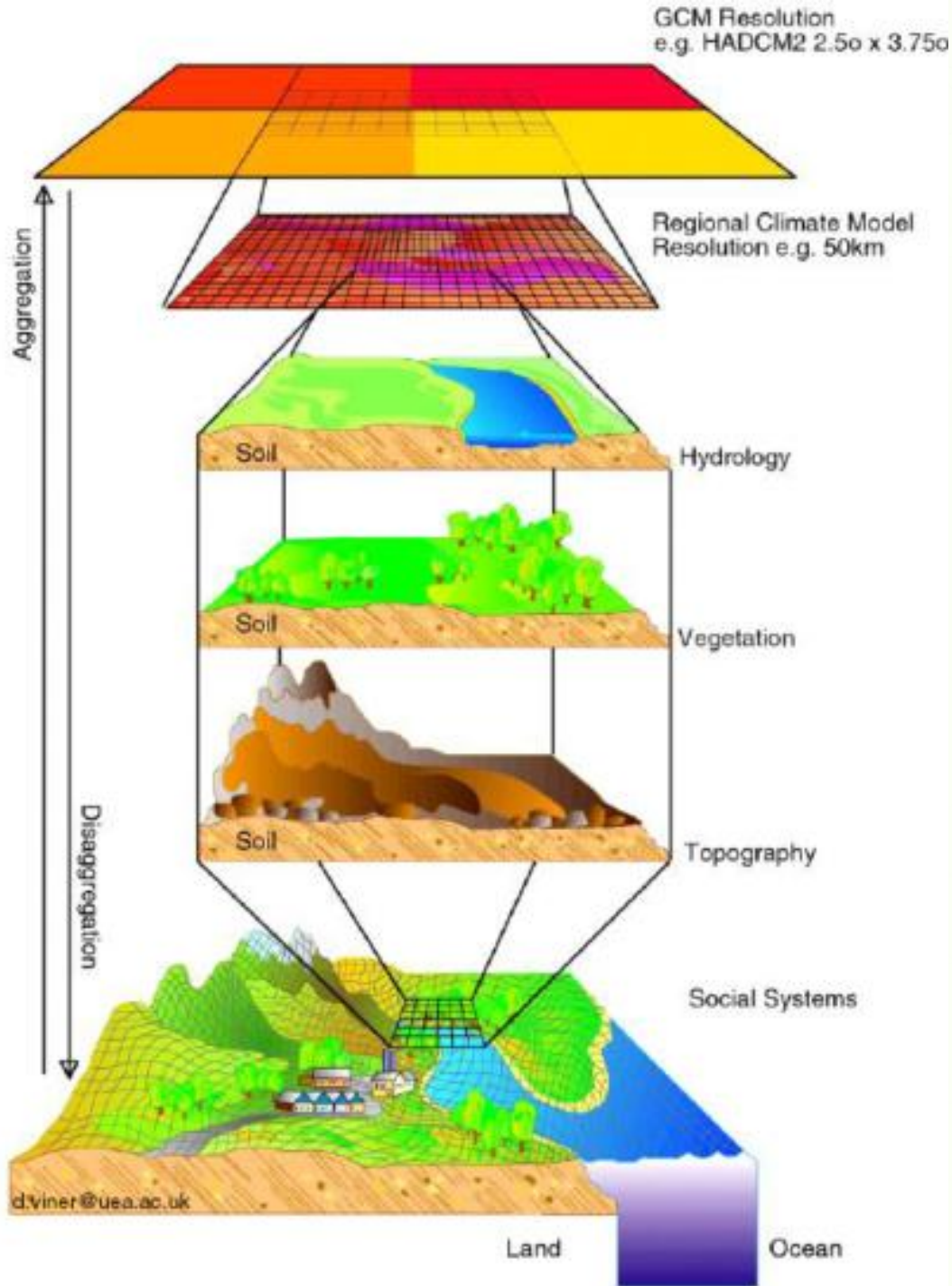
Các mô hình khí hậu khu vực

- ❁ Do sự hạn chế của năng lực máy tính, độ phân giải của các mô hình toàn cầu (GCM) hiện nay vẫn đang còn khá thô:
 - ❁ Độ phân giải ngang ~ hàng trăm km
 - ❁ Chưa mô tả được các đặc điểm khí hậu khu vực và địa phương
- ❁ Cần phải tăng độ phân giải
 - ❁ Sử dụng phương pháp downscaling (hạ thấp qui mô)
 - ❁ Statistical Downscaling (hạ thấp qui mô thống kê)
 - ❁ Dynamical downscaling (hạ thấp qui mô động lực)
- ❁ Mô hình khí hậu khu vực (Regional Climate Model - RCM)
 - ❁ Về nguyên lý: tương tự như GCM
 - ❁ Điều kiện áp dụng: Phải có số liệu của các GCM làm điều kiện biên

Downscaling bằng mô hình khí hậu khu vực



Sử dụng trường toàn cầu làm điều kiện biên



- Các quá trình qui mô dưới lưới không thể mô tả được bởi GCM
- RCM sử dụng sản phẩm của GCM như là những trường điều khiển
- Có thể mô tả chi tiết hơn các quá trình bề mặt bởi các sơ đồ tham số hóa vật lý

Ứng dụng của các mô hình khí hậu khu vực

- ❁ Chi tiết hoá điều kiện khí hậu khu vực và địa phương bằng cách hạ qui mô sản phẩm của các GCM:
 - ❁ Do độ phân giải của các GCM hiện nay đang còn khá thô:
 - ❁ Không mô tả được những đặc điểm khí hậu địa phương và khu vực
 - ❁ Không thể sử dụng trực tiếp sản phẩm GCM để xây dựng kịch bản cho các qui mô khu vực, quốc gia và vùng lãnh thổ
 - ❁ Cần phải chi tiết hóa sản phẩm GCM bằng các RCM
 - ❁ Sử dụng sản phẩm GCM làm điều kiện biên cho các RCM
- ❁ Sản phẩm RCM được dùng để xây dựng các kịch bản BĐKH cho qui mô khu vực, quốc gia và vùng lãnh thổ

Tính bất định và Độ tin cậy của các RCM

- ❁ Sai số của chính các RCM: Vật lý của mô hình, Phương pháp số, Sơ đồ tham số hoá,...
- ❁ Sai số trong điều kiện ban đầu và điều kiện biên: Gây nên bởi sai số của các GCM
- ❁ **→ Kết quả của các mô hình không có gì đảm bảo chắc chắn → Tính bất định**