

気象情報解析特論第8回

特異値分解を用いた気象データの解析 (MCA)

神山 翼, @t_kohyama,
tsubasa@is.ocha.ac.jp,

理3-703

今日は、二つの気象データの共通変動成分を
客観的に抽出する方法を学びます

特異値分解を用いた気象データの解析 (MCA)

MCAは、データ行列 X と Y の「共分散」を
最大にするような基底を見つける分析方法

基本的な操作はEOF解析と同じで
気象データが二種類になったバージョンと考えれば良い

同種回帰図と異種回帰図を書くことで
データの中で十分卓越するモードかどうかを確認する

前回までのあらすじ

二つのデータ行列 X と Y の共分散行列

$C_{XY} = XY^T / N$ を特異値分解

= 最大共分散分析 (MCA)

EOFは「1変数の卓越した変動」を探す解析

MCAは「2変数の関係が深い変動」を探す解析

ちゃんと言おうと

データ行列 X と Y の「共分散」を最大にするような基底を見つける分析方法
(EOFは X の「分散」を最大にする規定を見つける方法だった)

たとえば、海面水温と気圧のSVD1は、そのSVD1に射影して求まる時系列の共分散が最大となるような空間パターン

MCAの流れ

基本はEOF解析と同じ

$$C_{XX} = E\Lambda E^T$$

対角成分に
各モードの
分散

↑ ↑
各EOFを並べた行列
(Xの空間構造)

$$C_{XY} = U\Sigma V^T$$

対角成分に
各モードの
共分散

↑
各SVDを並べた行列
(Xの空間構造)

↑
各SVDを並べた行列
(Yの空間構造)

基本はEOF解析と同じ

EOFにデータ行列を射影すると

PC時系列が求まった

$$Z = E^T X$$

同様に，SVDにデータ行列を射影して

SVD_x時系列，SVD_y時系列を求める

$$X^* = U^T X$$

$$Y^* = V^T Y$$

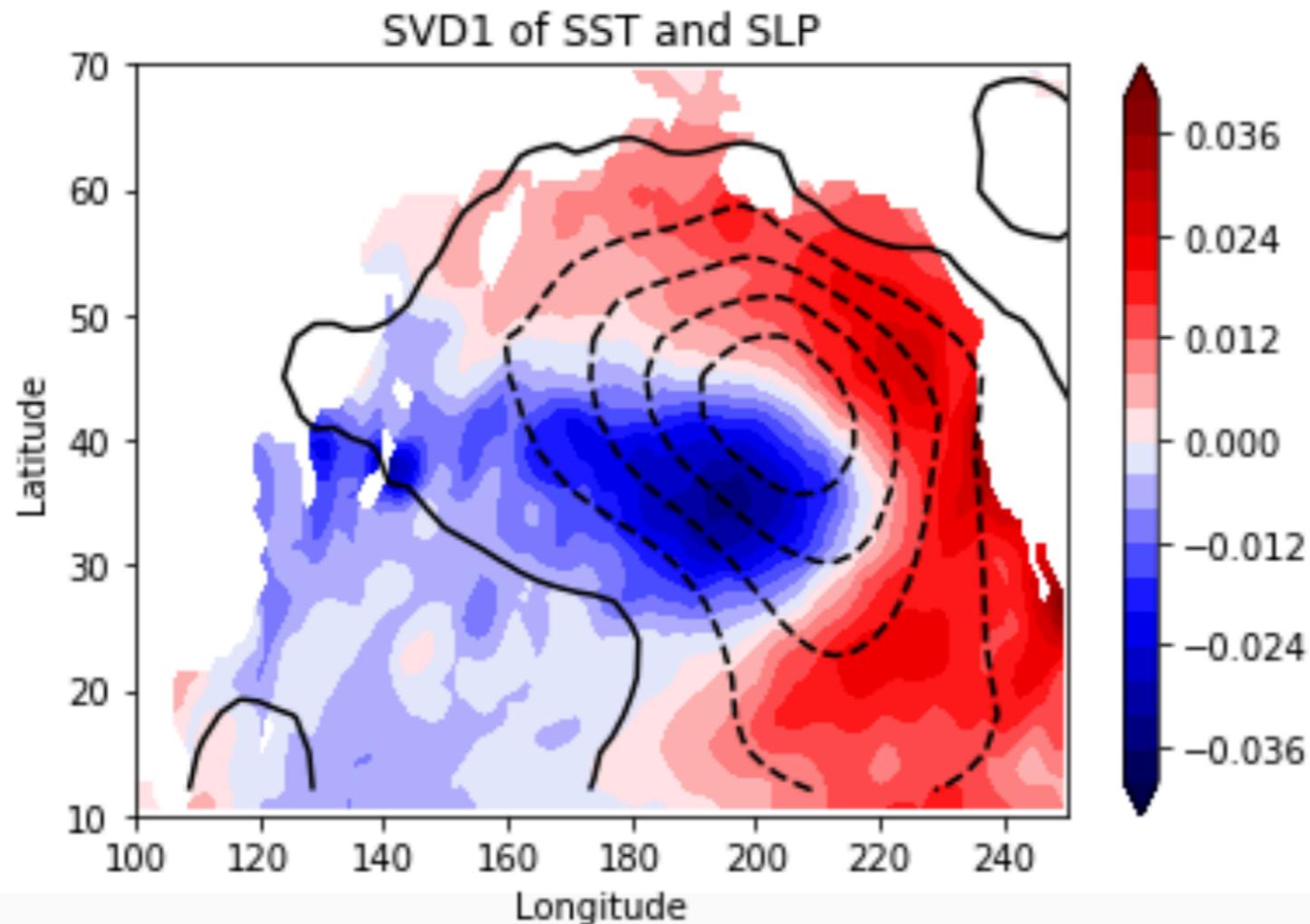
特異ベクトル同士は直交する

$$X^*Y^{*T} = N\Sigma$$

- ・ SVD1は**SVD1_xとSVD1_yの共分散が最大となるような空間構造の組**
- ・ SVD2以降は「特異ベクトルが直交する」という制約の中で共分散の大きい順
- ・ それぞれのモードのSVD時系列は共分散を共有せず、MCA前後でデータ全体の共分散の和は保存

実践例：海面水温（SST）と海面更正気圧
（SLP）でMCAしてみる

海面水温(SST)と海面更正気圧(SLP)の SVD1空間パターン

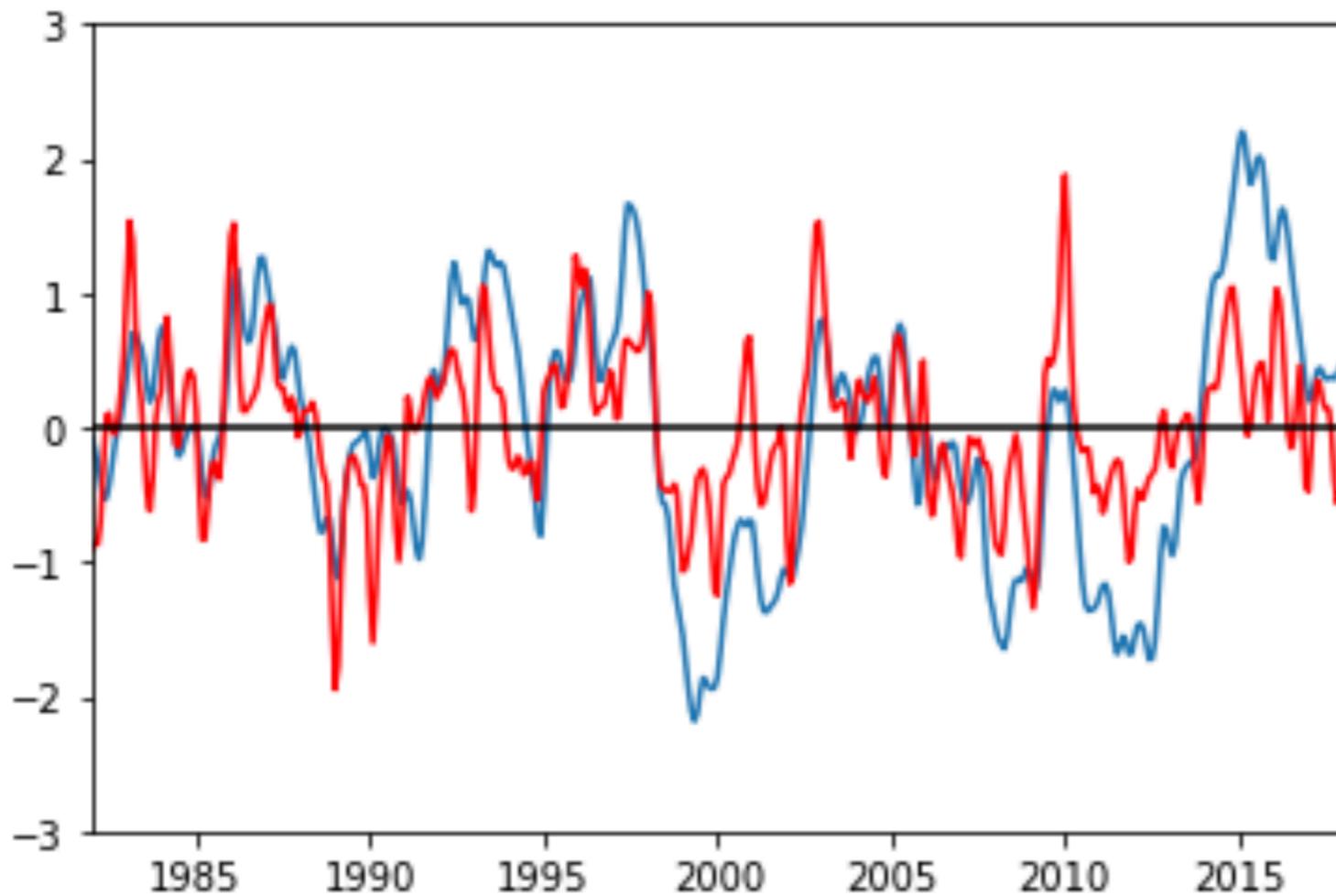


- 中緯度では
風は等圧線に
沿ってふく
- 南風は暖水
 - 北風は冷水

MCAによって、海面水温と気圧が最も密接に結びついているパターンを取り出せた

SVD1_{SST}時系列とSVD1_{SLP}時系列

この相関が最大になるように選んだ
空間パターンが、先ほど描画したSVD1



完璧とは言わないが
そこそこ良い相関

互いの分散を42%
説明

SVD時系列への回帰図 (振幅の情報を持つSVD)

EOFのときと同じように、

空間構造はSVD時系列への回帰図で見せる

同種回帰図(homogeneous regression map) :

同じ変数同士で回帰させる回帰図

例：SSTをSVD1_{SST}時系列に回帰

SLPをSVD1_{SLP}時系列に回帰

異種回帰図(heterogeneous regression map) :

SVDした相手側の変数で回帰させる回帰図

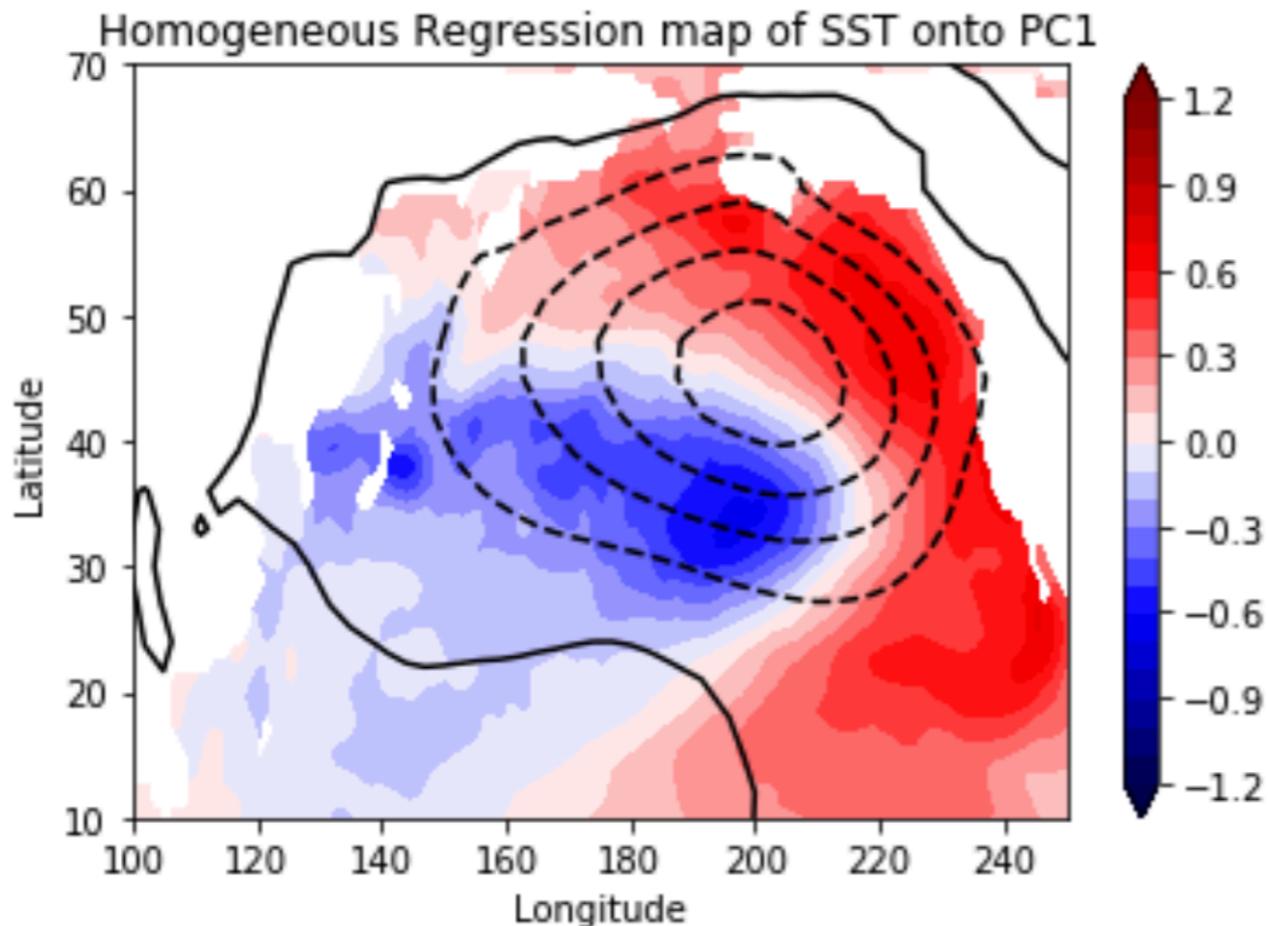
例：SSTをSVD1_{SLP}時系列に回帰

SLPをSVD1_{SST}時系列に回帰

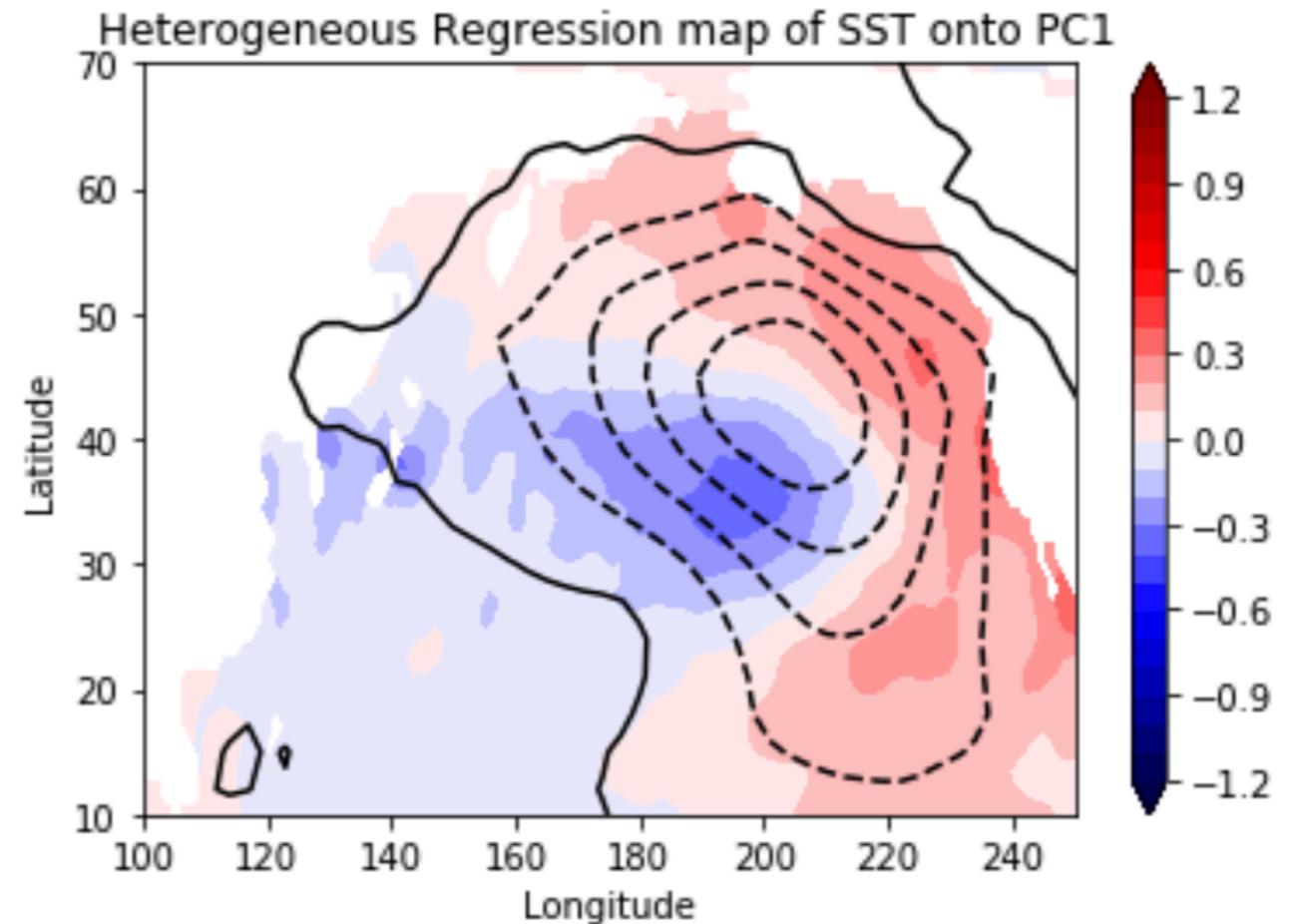
MCAでは共分散さえ大きければ抽出されてしまう

二つの回帰図を書くことで「本当にデータの中で卓越するモードか」を確かめる

同種回帰図



異種回帰図



同種と異種の2つの回帰図が似たようなパターン
= 物理的に関係の深いモードである可能性が高い

今日は、二つの気象データの共通変動成分を
客観的に抽出する方法を学びます

特異値分解を用いた気象データの解析 (MCA)

MCAは、データ行列 X と Y の「共分散」を
最大にするような基底を見つける分析方法

基本的な操作はEOF解析と同じで
気象データが二種類になったバージョンと考えれば良い

同種回帰図と異種回帰図を書くことで
データの中で十分卓越するモードかどうかを確認する

本日の導入パートは以上です。
何でも良いので渡した紙に
授業に関係のあるコメントを
してください（出席代わり）。

コメント拾いが終わったら、
早速今日のプログラミングに進みましょう。