

2018年11月29日
第15回ヤマセ研究会
国立環境研究所福島支部

SOMsを用いたヤマセ解析

川添祥（JAMSTEC）

課題1-a 日本全国20km近未来予測技術開発

はじめに

- 地球温暖化により東北地方で極端現象が増加/強化するのが懸念される。
- ヤマセ関連の先行研究においては、将来変化の影響を検証する解析は極めて少ない。また、極端現象をもたらす解析するにはそれなりのサンプル数が望ましい。
- そこで今回は大規模アンサンブルを使用し、極端低温時（ヤマセ）の循環場を解析。
 - オホーツク高気圧や太平洋高気圧の変動でどのような影響をもたらすか？
 - 現在気候のヤマセ循環場は将来と同じなのか？

使用データ

地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース
(d4PDF) - *Mizuta et al. 2017 (BAMS)*

- 60km 気象研究所全球大気モデル (MRI-AGCM3.2)
- 20km 気象研究所領域気候モデル (NHRCM20)



気候変動リスク情報創生プログラム (SOUSEI)

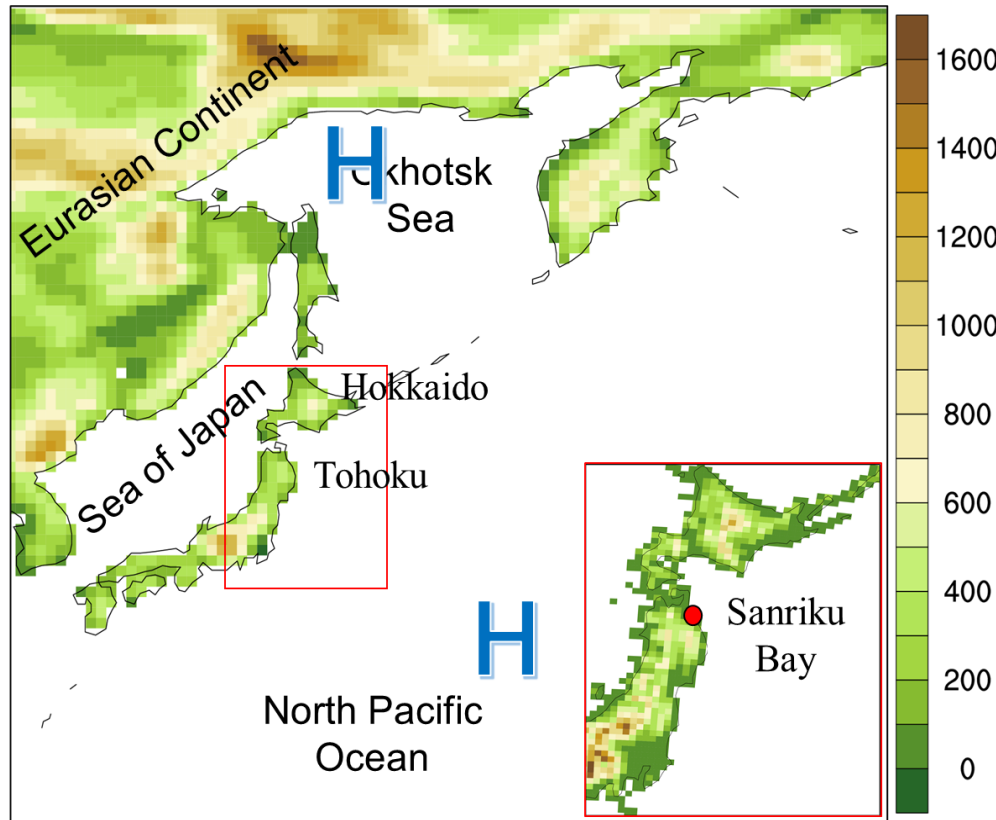
- **過去実験** 1951~2010 {100 GCM, 50 RCM} メンバー [COBE-SST2]
- **4°C上昇世紀末** 60年 × 90 メンバー [6 CMIP5 ΔSST RCP8.5 - 2090]

気候変動適応技術実装プログラム (SI-CAT)

- **2°C上昇近未来** 60年 × 54 メンバー [6 CMIP5 ΔSST RCP8.5 - 2040]

DIAS上公開 : Fujita et al. 2018

解析手法・領域



MRI-AGCMとNHRMCM(右下) 標高(m)

学習用入力データ：海面気圧
(MRI-AGCM3.2)

解析領域 (左図)：
オホーツク/太平洋高気圧を含む

ヤマセ発生条件：
八戸気温偏差 (赤点)
1パーセント以下時 (JJA)
10日移動平均気候値からの偏差を用いる

パーセントイル抽出手法：
過去：全メンバー

【48メンバー × 60年】

将来：【8メンバー × 60年 × 6
CMIP5 SST】

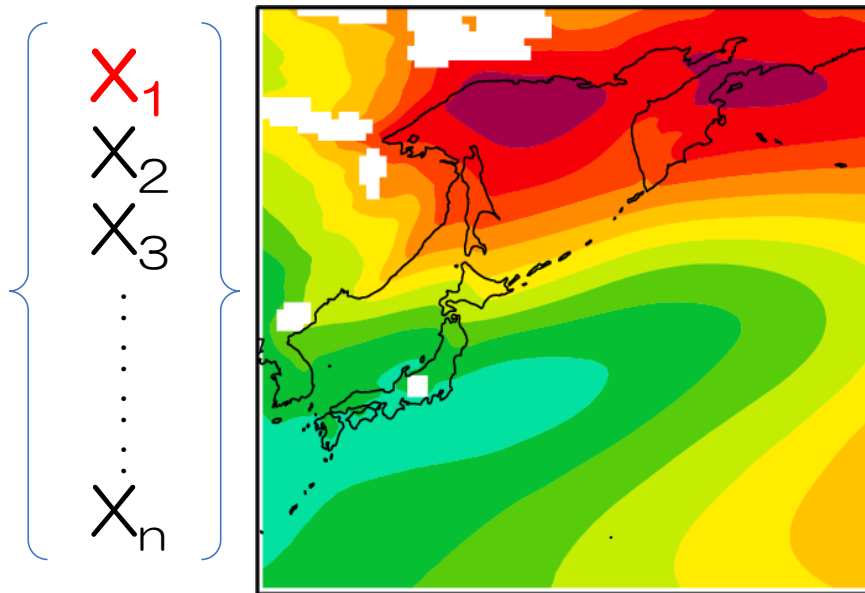
Self-organizing maps (SOMs)

自己組織化写像 - Kohonen 1995

- クラスタ分類法の一つで、次元削減・データ圧縮を目的とする観点ではk-means、Empirical Orthogonal Function(EOF)やPrinciple Component Analysis(PCA)の同類。
- Self-organizing(自己組織化)は教師なし学習の人工ニューラルネットワークを示す。
- 多次元データを低次元空間(主に2次元平面)へ表示(map)。

文章で説明しても、イメージがつかないと思いますので。。。

競合手順 (competitive learning)



入力ベクトル「 X_1 」

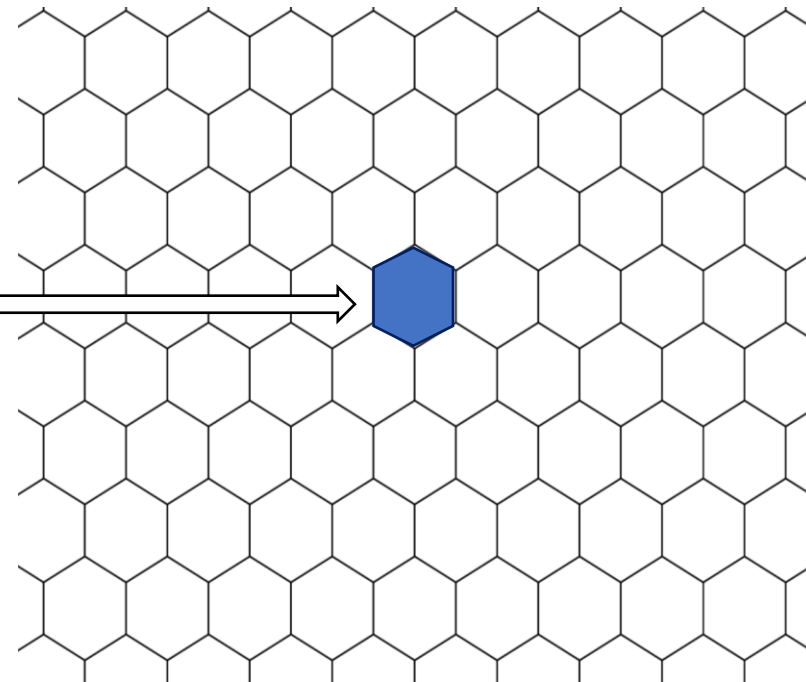
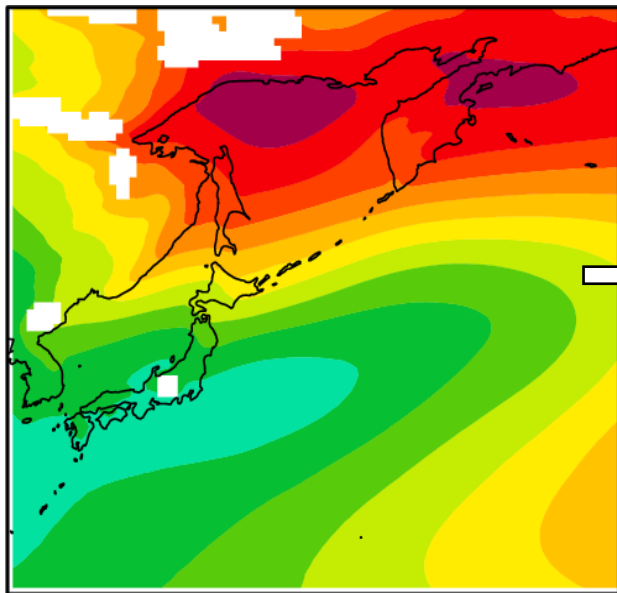
例：典型的ヤマセの海面気圧
(MRI-AGCM3)

注意：口頭発表用なので簡略化されています

競合手順 (competitive learning)

X_1 とユークリッド距離が最小になるノードを検索。
Best Matching Unit (BMU) と設定

X_1
 X_2
 X_3
⋮
 X_n



入力ベクトル「 X_1 」
例：典型的ヤマセの海面気圧
(MRI-AGCM3.2)

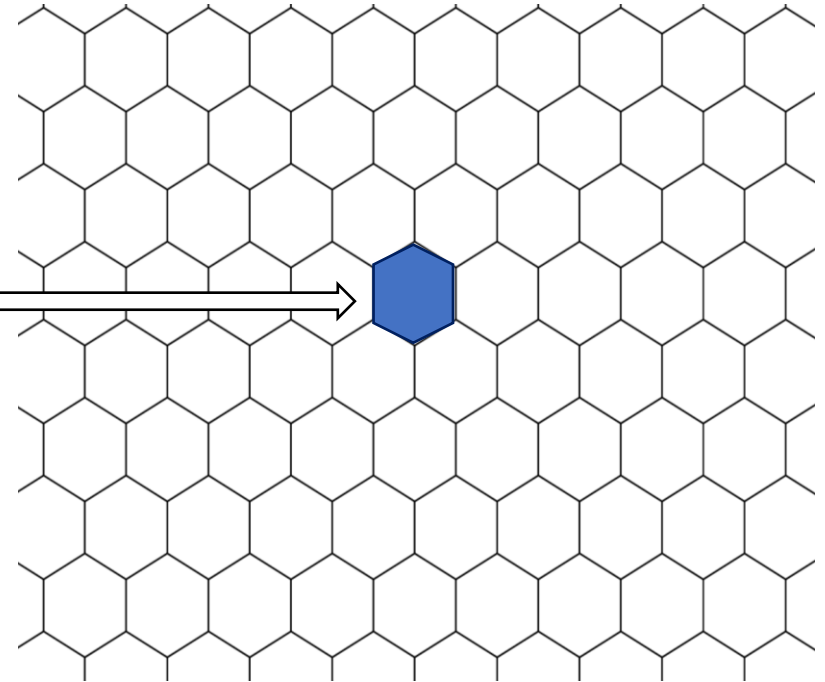
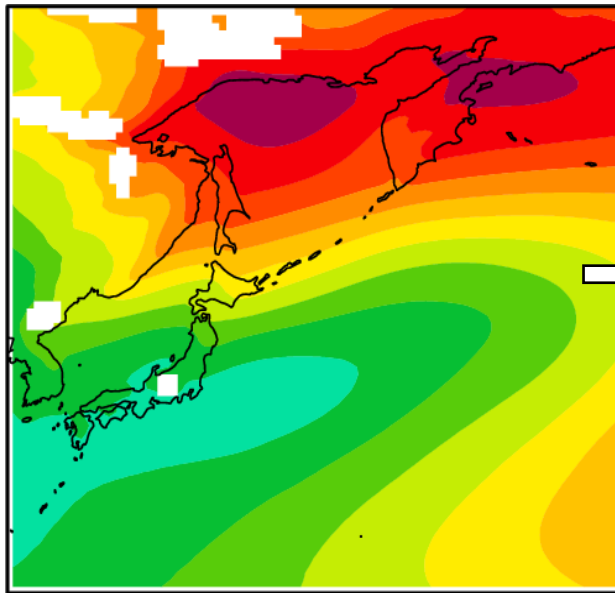
2次元初期値出力マップ
(乱数やPCA等で各ノードに
ウェイトを与える)

注意：口頭発表用なので簡略化されています

競合手順 (competitive learning)

BMUを入力ベクトルに近づける (どれくらい近づけるかは学習率係数によって影響される)

X_1
 X_2
 X_3
⋮
 X_n



入力ベクトル「 X_1 」
例：典型的ヤマセの海面気圧
(MRI-AGCM3.2)

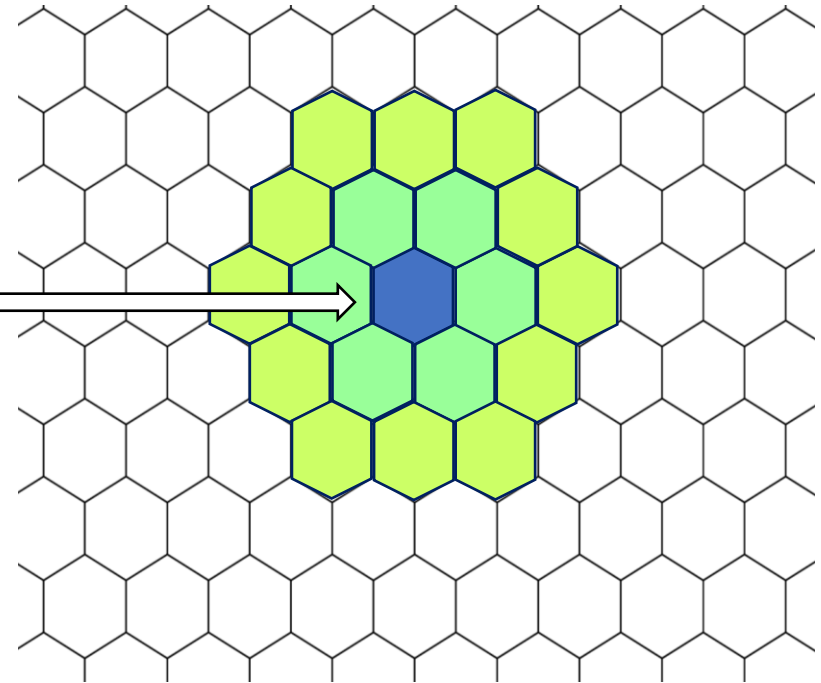
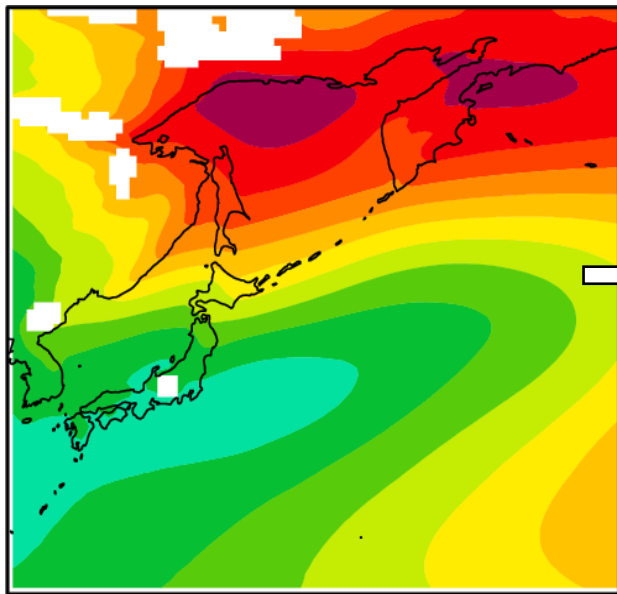
2次元初期値出力マップ
(乱数やPCA等で各ノードに
ウェイトを与える)

注意：口頭発表用なので簡略化されています

競合手順 (competitive learning)

BMUだけでなく近傍ノードもアジャスト。BMUに遠いほど変化が小さい。

X_1
 X_2
 X_3
⋮
 X_n



入力ベクトル「 X_1 」
例：典型的ヤマセの海面気圧
(MRI-AGCM3.2)

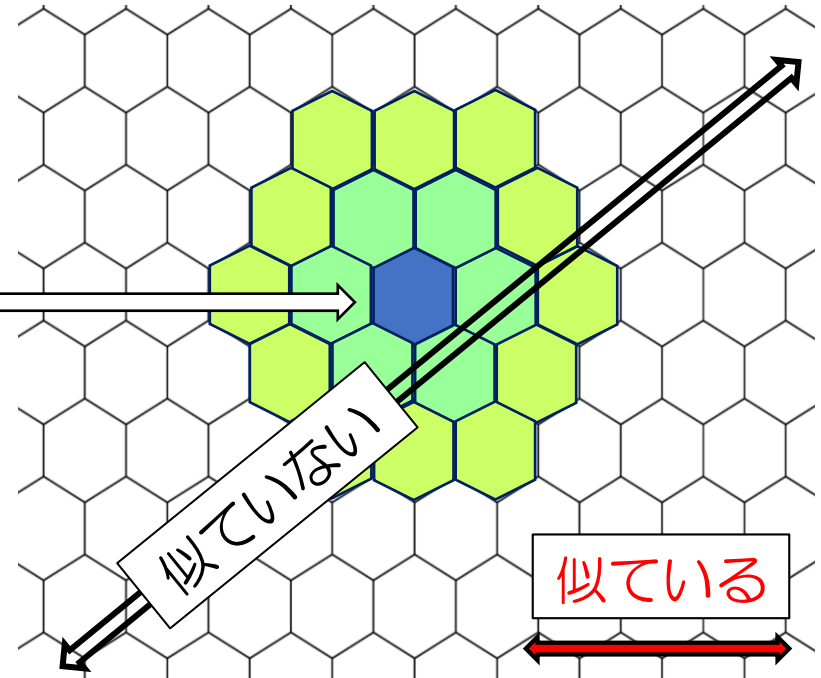
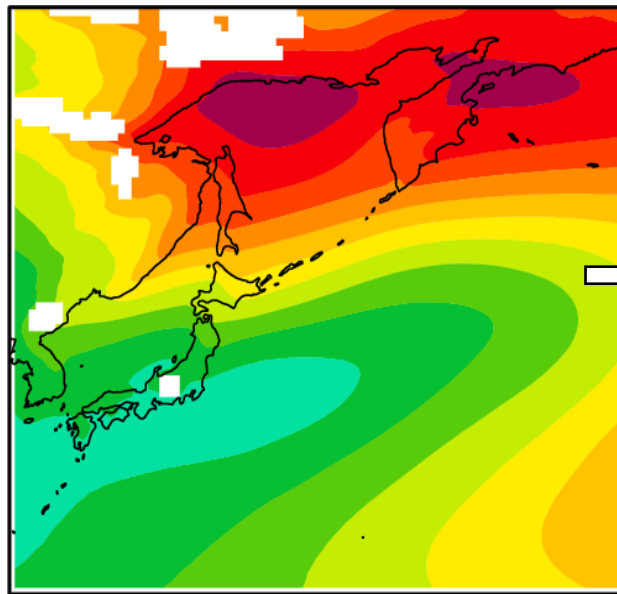
2次元初期値出力マップ
(乱数やPCA等で各ノードに
ウェイトを与える)

注意：口頭発表用なので簡略化されています

競合手順 (competitive learning)

この一連を何回も繰り返す（数千回以上）。安定した2次元マップに辿り着いたら学習完了。

X_1
 X_2
 X_3
⋮
 X_n

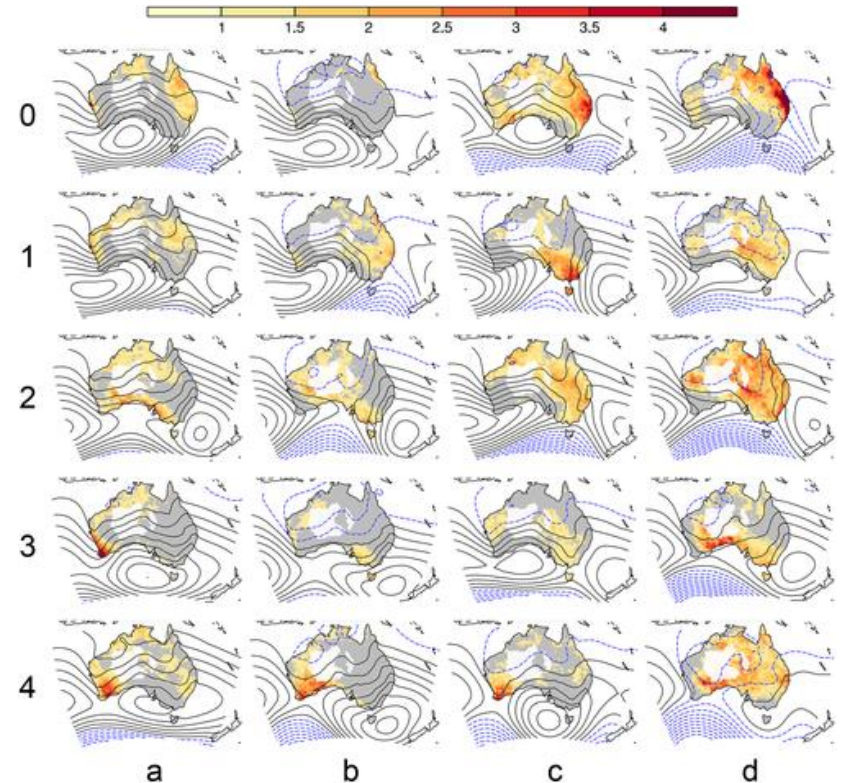


入力ベクトル「 X_1 」
例：典型的ヤマセの海面気圧
(MRI-AGCM3.2)

2次元初期値出力マップ
(乱数やPCA等で各ノードに
ウェイトを与える)

SOMsを用いた先行研究

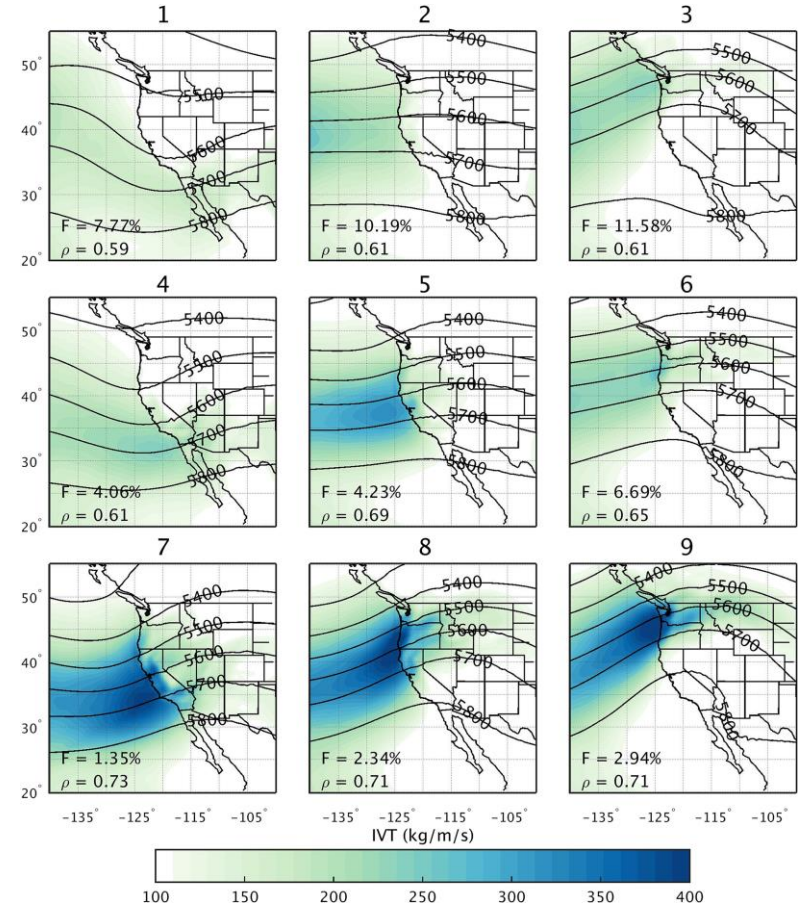
- ここ15年では気候学分野からも幅広テーマで活用されてきている。
- 主に極端事象の要因分析。「極端事象時、循環場は何を表しているか」← コンポジットや他のクラスター解析では必ずしも捉えられない分布。
 - ✓ オーストラリアの熱波
- *Gibson et al. 2017*



SOMsを用いた先行研究

- ここ15年では気候学分野からも幅広テーマで活用されてきている。
- 主に極端事象の要因分析。「極端事象時、循環場は何を表しているか」← コンポジットや他のクラスター解析では必ずしも捉えられない分布。

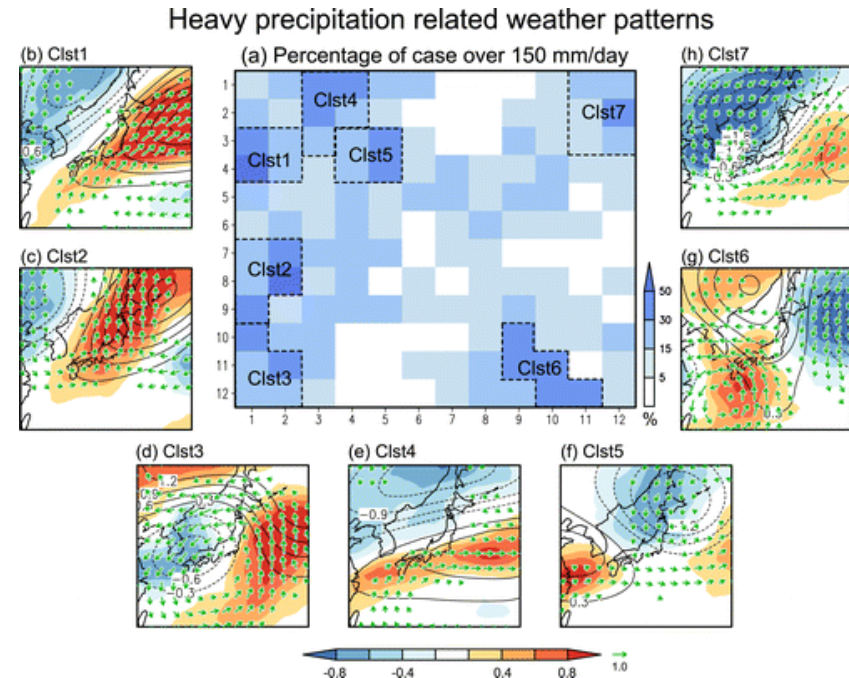
✓ 西北米の極端降水 (AR)
- *Swales et al. 2016*



SOMsを用いた先行研究

- ここ15年では気候学分野からも幅広テーマで活用されてきている。
- 主に極端事象の要因分析。「極端事象時、循環場は何を表しているか」← コンポジットや他のクラスター解析では必ずしも捉えられない分布。

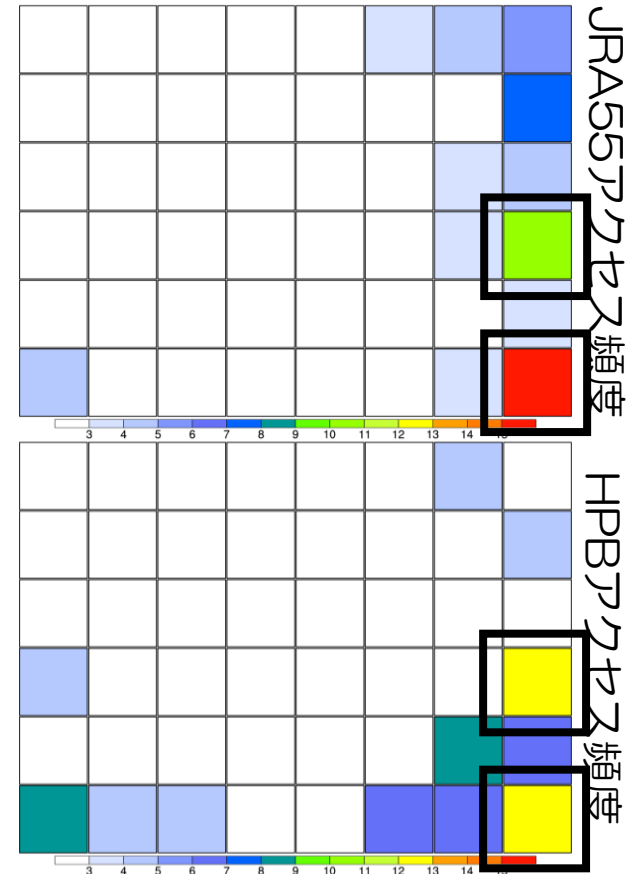
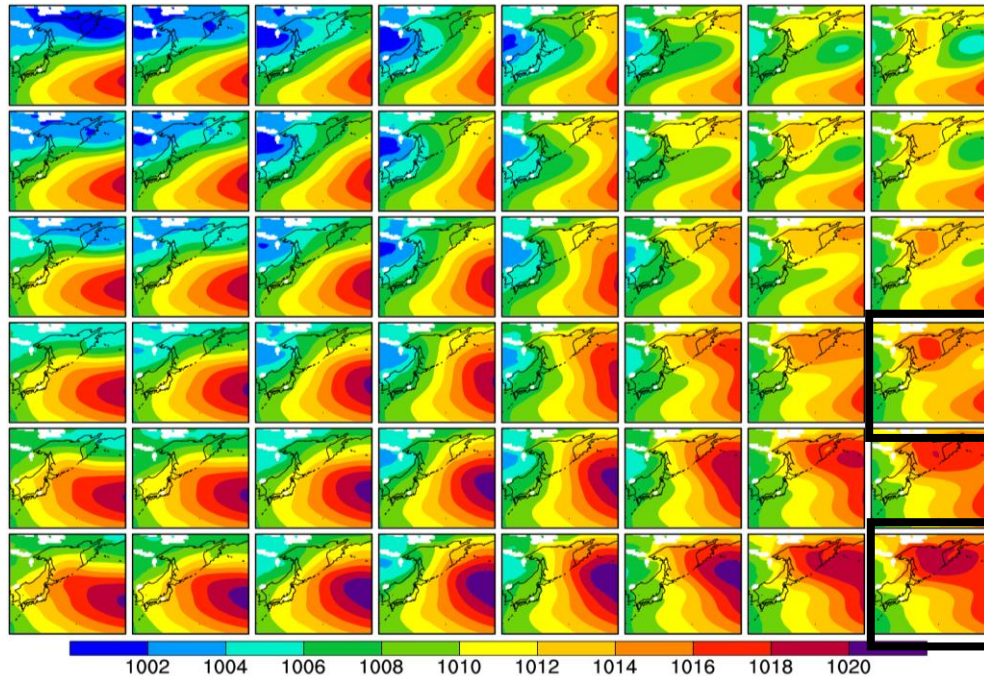
✓ 日本領域の極端降水
- *Ohba et al. 2015*



d4PDFを活用したSOMs解析 - Ohba and Sugimoto 2018

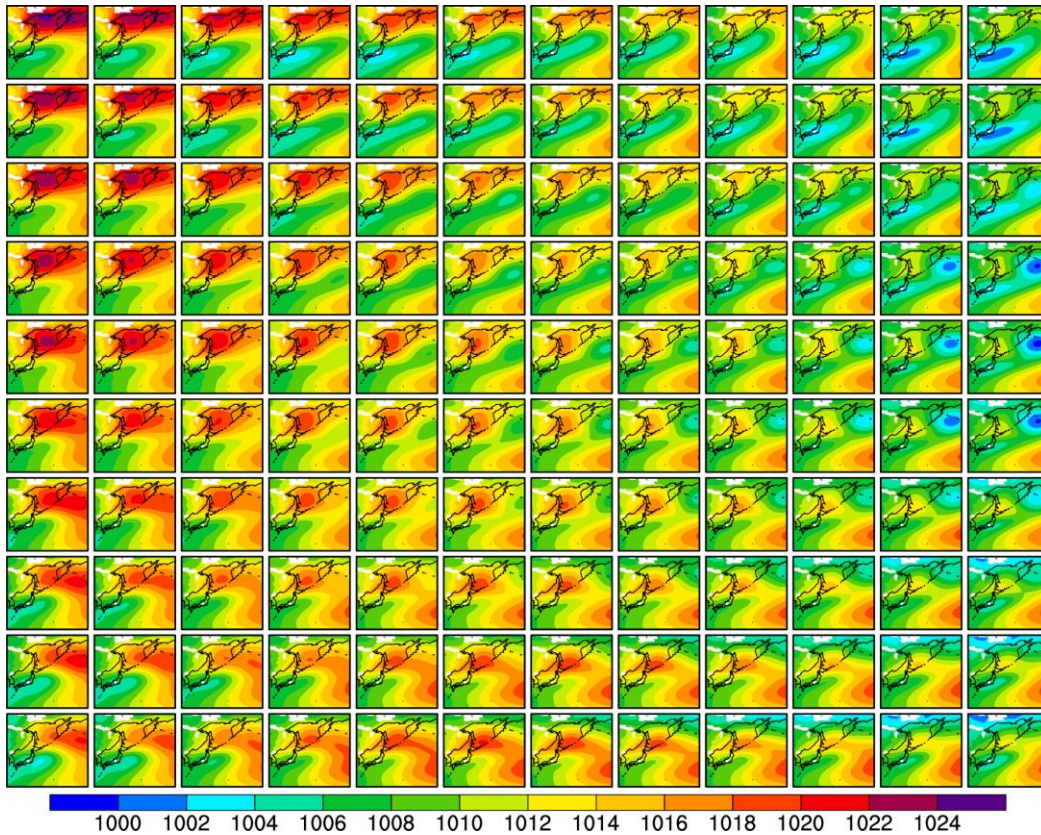
結果：東北での極端低温の循環場

SOMsを活用し、八戸で発生する低温日の循環場再現性を確認
「低温が発生するSLPパターン」をJRA55/HPB(過去実験)で検出。



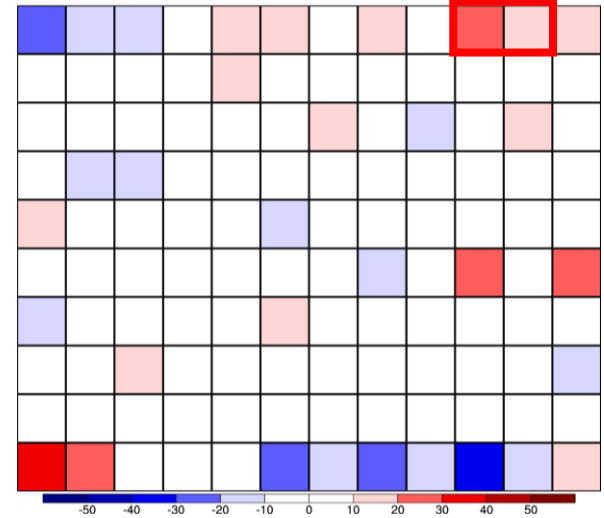
JRA55で作成したSOMマップにJRA55・HPB
(アンサンブル平均)をプロットした結果
発達したオホーツク高気圧を強調するノードに
集中。HPBも再現している。

極端低温時循環場の将来頻度変化

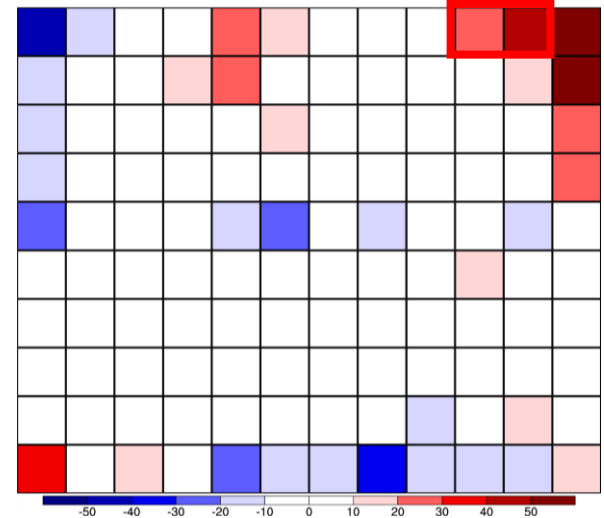


HPBで作成したマップに+2K/+4Kを
プロットした結果。

「将来の低温現象の循環場に変化は示されているか」

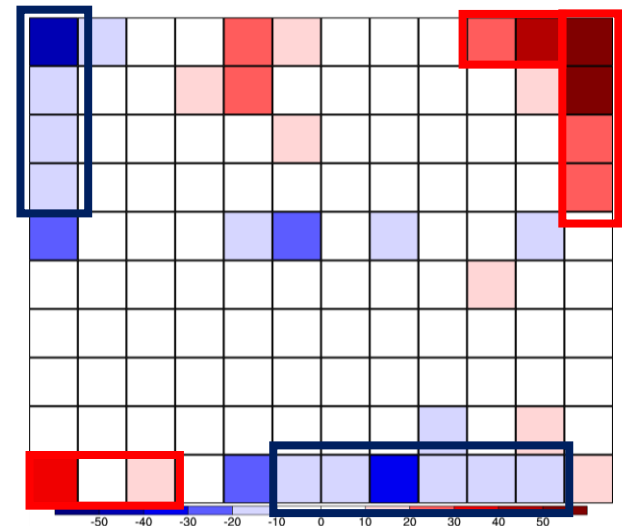
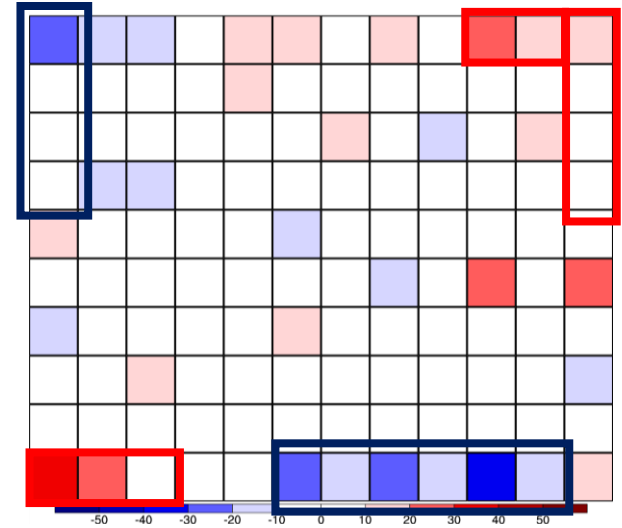
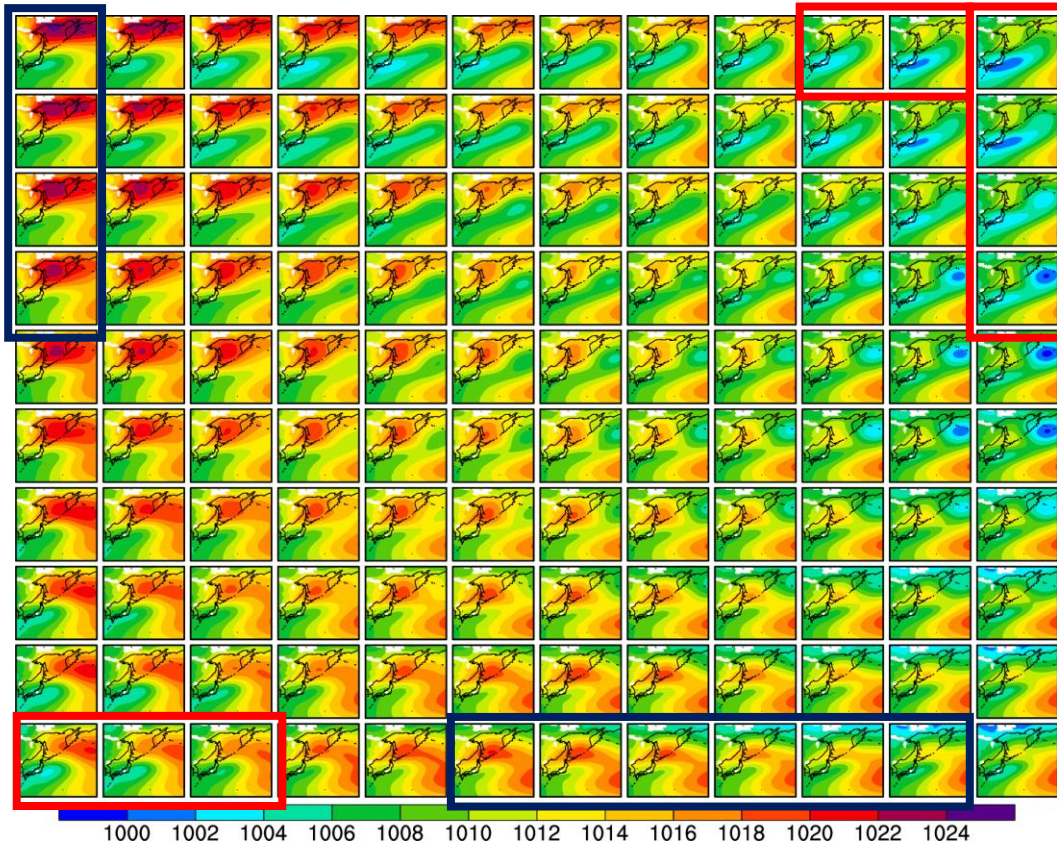


+2Kケース頻度



+4Kケース頻度

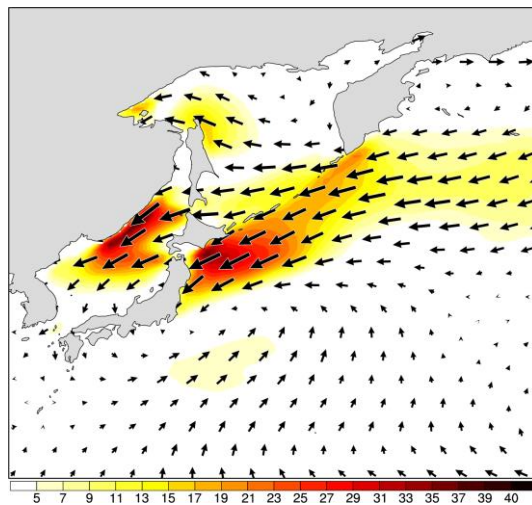
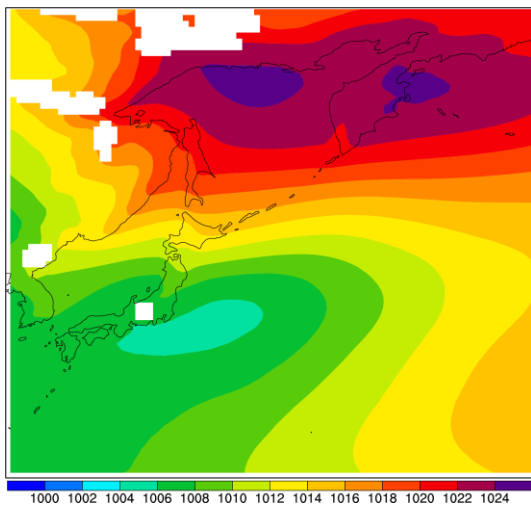
極端低温時循環場の将来頻度変化



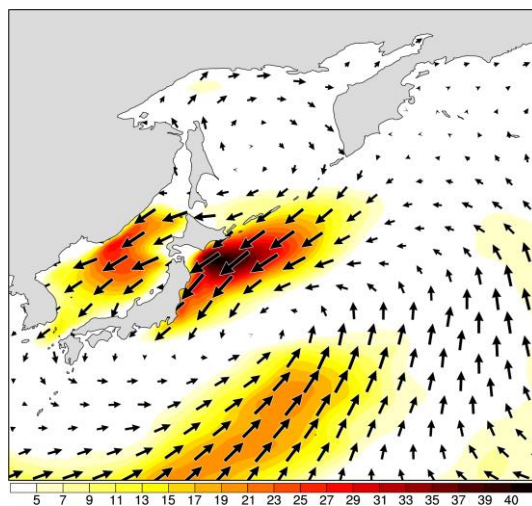
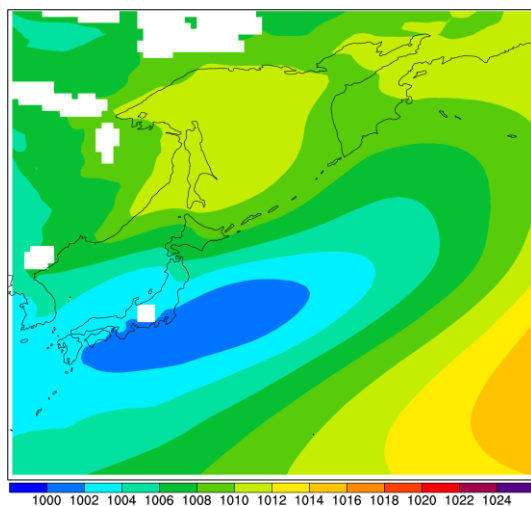
将来**増加**する循環場と**減少**する循環場のノードが固まっている。

増加・減少するノードの事例

減少傾向例



増加傾向例



減少・増加するSLPパターンの特徴は違う。増加例では、発達したオホーツク高気圧の影響は弱体化し、南岸の低気圧の重要性が示されている。

解析領域での地上風も違いが見られ、将来の水蒸気流入の影響などでヤマセそのものの特徴が変わる可能性がある（推測）。

まとめ

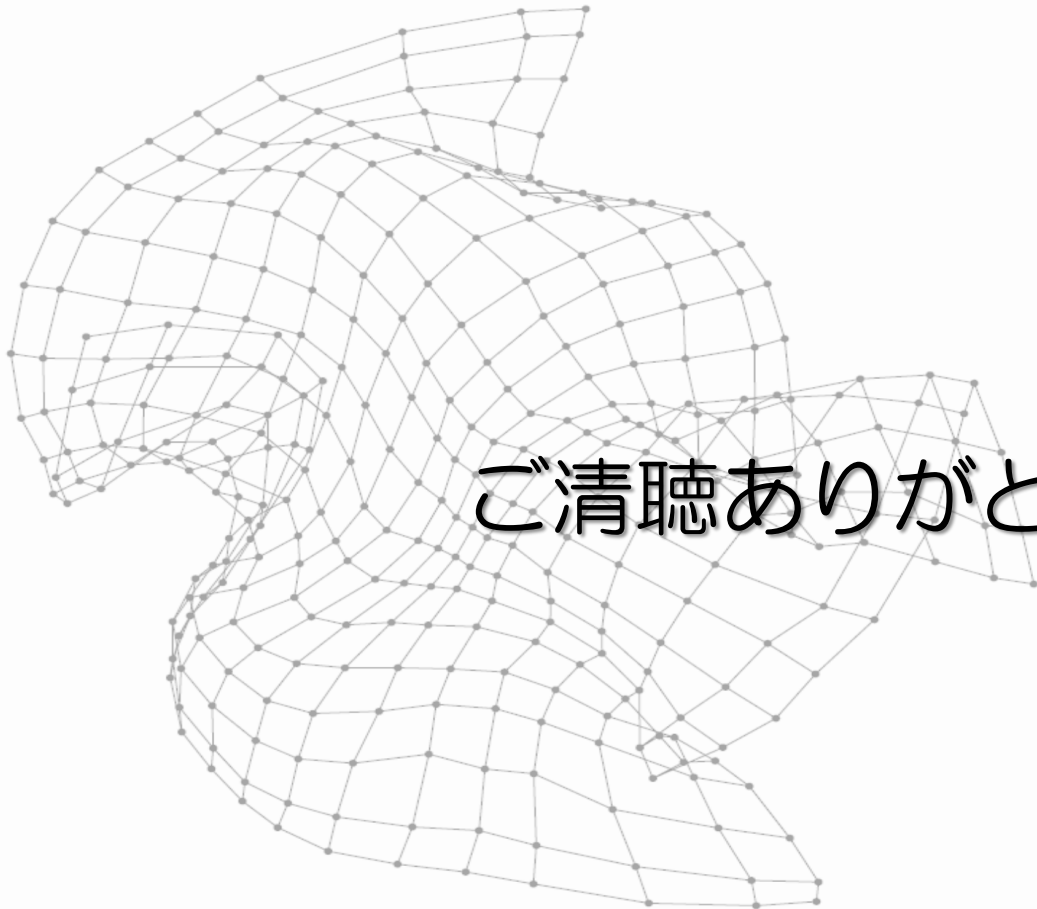
d4PDF大規模アンサンブル実験を活用し、東北における極端低温事象をSOMsを用いて分析。コンポジットやEOFに比べ、より細かくさまざまなパターンの循環場を見ることが可能になった。

低温が発生する大気場は再解析(観測)/d4PDF共々オホーツク高気圧が発達したパターンに集中。地上風も典型的なヤマセ風が発生しているのを確認した。

将来変化においては、オホーツク高気圧の影響より日本に南岸の低気圧でヤマセが発生する可能性が見られる。

今後の課題：

前線の影響が示唆されている。梅雨期間の「ずれ」に関連しているのか。停滞するSLPパターンとそうでないパターンの区別。



ご清聴ありがとうございました