

情報処理学会 2025年3月14日

# 自己組織化マップを用いた気圧配置の クラスタリングと 1kmメッシュ天気データによる分析

高須賀 匠\*1, 高野 雄紀\*2, 渡邊 正太郎\*2, 雲居 玄道\*1

長岡技術科学大学 情報・経営システム工学課程 機械学習理論研究室1

株式会社ウェザーマップ\*2

# 目次

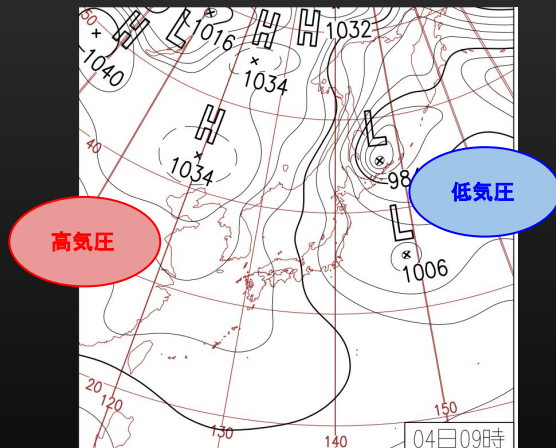
1. 研究背景・目的
2. 提案手法・実験条件
3. 実験結果・考察
4. 結論・今後の課題
5. 参考文献

# 目次

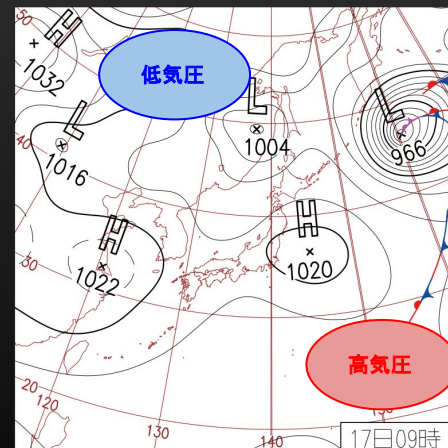
1. 研究背景・目的
2. 提案手法・実験条件
3. 実験結果・考察
4. 結論・今後の課題
5. 参考文献

# 1.1 研究背景

- 気圧配置は、高気圧と低気圧の分布パターンを示し、**気象現象の予測において重要な役割**を担っている。たとえば、冬型の気圧配置は日本海側における大雪や寒波の発生に関与しており、**天気予報に直結する情報**となっている。



冬型の気圧配置  
(西高東低の気圧配置)

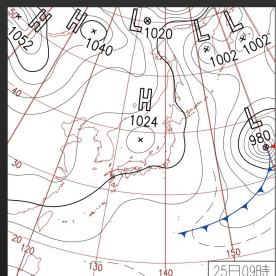


夏型の気圧配置  
(南高北低の気圧配置)

→ 現状、これら気圧配置のパターンは専門家が**目視で判断し分類**している

# 1.2 現状の課題(1)

- ❑ 従来、気圧配置の分類は非常に困難であり、**専門家の経験と目視に依存**している。

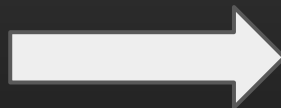


気象予報士A

“これは冬型の気圧配置である”

気象予報士B

“これは西高東低とはいえない”



**主観的判断による  
解釈の不一致**

## 課題点

- ❑ **分類基準の明確化・標準化**

専門家個人による暗黙知的な判断基準があり、重要な情報であるにもかかわらず曖昧な判別

- ❑ **客観性・再現性の確保**

学術研究や防災分野などで同じデータを扱う際にデータ間に差が出る、専門家によるラベル付けの労力などが困難である

→ 上記の理由から、**自動分類手法の開発が求められている**。

# 1.3 現状の課題(2)

## 問題点

- ❑ 自動分類のみでは、分類結果が直接「どのような天気をもたらすか」の因果関係を示していない
- ❑ 実際の天候(晴れ、曇り、雨・雪など)との結び付けが不明瞭

→ 地上天気データと関連づけることで ...

- 各気圧配置パターンが具体的にどの天気現象と対応しているか を明確化
- 視覚的に気圧配置と地上天気との関係が確認可能となる
- また、自動分類結果の評価に、**実際の地上天気と一般的な気圧配置時の天気の特徴を比較する**ことによって整合性を加えることで、より客観的な評価基準となる

→ 上記の理由から、**地上天気との関連付けの必要がある** と考える。

# 1.4 関連研究

## SVMを用いた手法(木村ら)[2]

- 気圧配置の分類を教師あり学習であるSVM(サポートベクターマシン)を用いてアプローチした研究
- **ラベル付けの負担が大きい**ため、昔の書籍を用いてラベリングしているが、書籍の専門家の主観的判断に依存
- **汎用性に課題**(ラベル付けされてない気圧配置の新規導入がとても手間がかかる)

## SOMを用いた手法(松岡ら)[3]

- 日本の夏季の気圧パターンを分類し、各都市の猛暑日と酷暑日の発生頻度をSOM(自己組織化マップ)上で分析
- 教師なし学習であるSOMIによるクラスタリング
- **ラベル付けの課題がない**
- 本研究では、この研究の考え方を拡張

## 手法の比較(本研究ではSOMを採用)

手法	SVM	SOM
学習方式	教師あり	教師なし
ラベル	事前に必要	事後解釈
汎用性	限定的	高い

SOMIは、**気象データの連続性と空間構造を保持しながらクラスタリングできる**ため、従来のK-meansなどに比べ、気圧配置の微細なパターンを効果的に抽出できる

# 1.5 研究目的

- 本研究の目的は、以下の2つの研究フローを行うことで、気圧配置と地上天気との関連性を解析することにある。

- 教師なし学習手法であるバッチ型自己組織化マップ(batch SOM)を活用し、気圧配置の自動クラスタリングを行う

期待される成果

## □ 客観的な気圧配置分類手法の確立

- 気圧配置の解析における再現性と一貫性が向上
- また、自動クラスタリングにより、ラベル付け作業の効率化などに寄与

- 出力マップの各クラスタに対応する1kmメッシュの天気データとの関連付け、特定の気圧配置における地上天気の可視化

期待される成果

## □ 気象現象の因果関係の明確化

- 気圧配置パターンと地上天気の関連性を定量的に把握することで、**因果関係を客観的に示す**
- 特定の気圧配置から、その日の天気の傾向を推測することが可能であり、気象予報への応用可能性の拡大

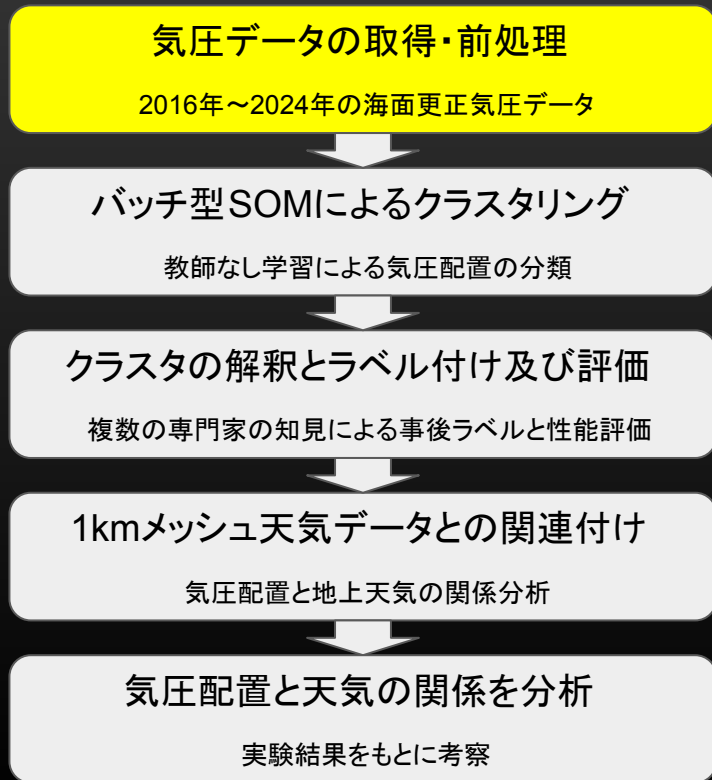


# 目次

1. 研究背景・目的
2. 提案手法・実験条件
3. 実験結果・考察
4. 結論・今後の課題
5. 参考文献

## 2.1 提案手法の概要(1)

### 研究フロー



### 海面更正気圧(学習データ)

- 時刻: 2016年3月1日～2024年10月31日 (午前9時JST)
- 範囲: 緯度15～55度、経度115度～155度
- 20kmメッシュ
- データ出典: 全球数値予報モデル GPV(全球域)

上記の海面更正気圧の領域平均差分を用いる  
また前処理として、上記の範囲のデータに対して、主成分分析(PCA)により20次元への圧縮を行う

## 2.2 提案手法の概要(2)

### 研究フロー

気圧データの取得・前処理

2016年～2024年の海面更正気圧データ

バッチ型SOMによるクラスタリング

教師なし学習による気圧配置の分類

クラスタの解釈とラベル付け及び評価

複数の専門家の知見による事後ラベルと性能評価

1kmメッシュ天気データとの関連付け

気圧配置と地上天気の関係分析

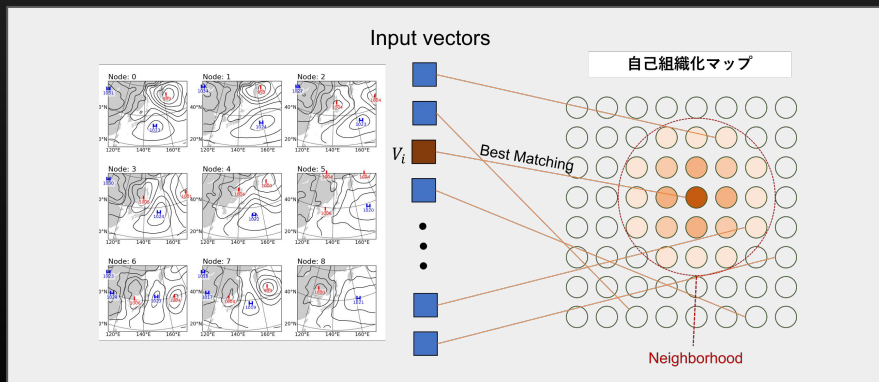
気圧配置と天気の関係进行分析

実験結果をもとに考察

バッチ型自己組織化マップ(Batch SOM)[1]

以下のパラメータで学習

- サイズ: 10×10
- 近傍関数の範囲: 3.0
- 学習率: 1.0
- イテレーション数: 100,000



出典: 筑波大学計算科学研究センター

## 2.3 提案手法の概要(3)

### 研究フロー

気圧データの取得・前処理

2016年～2024年の海面更正気圧データ

バッチ型SOMによるクラスタリング

教師なし学習による気圧配置の分類

クラスタの解釈とラベル付け及び評価

複数の専門家の知見による事後ラベルと性能評価

1kmメッシュ天気データとの関連付け

気圧配置と地上天気の関係分析

気圧配置と天気の関係进行分析

実験結果をもとに考察

バッチ型SOMの出力である10×10のクラスタリングされたマップに対して、それぞれのノードに対して、**2名の専門家により以下の種類のラベル、もしくはラベルなしを付与**する

1. 冬型
2. 夏型
3. 梅雨型
4. 台風

評価用データとして、上記ラベルのある1981年1月1日～2000年12月31日(午前9時JST)から、上記4種類の正解ラベルが付いたものをランダムに25事例ずつ選出し、**計100事例で分類性能評価**を行う

データ出典: 日本の気候 ―最新データでメカニズムを考える、付録 B [4]

## 2.4 提案手法の概要(4)

### 研究フロー

気圧データの取得・前処理

2016年～2024年の海面更正気圧データ

バッチ型SOMによるクラスタリング

教師なし学習による気圧配置の分類

クラスタの解釈とラベル付け及び評価

複数の専門家の知見による事後ラベルと性能評価

1kmメッシュ天気データとの関連付け

気圧配置と地上天気の関係分析

気圧配置と天気の関係进行分析

実験結果をもとに考察

クラスタリングされたマップの各ノードに対応する日付ごとの天気データを抽出する

### 天気データ

- 範囲: 緯度23～47度、経度122度～146度
- 1kmメッシュ
- 「晴れ」「曇り」「雨・雪」
- 学習データと同期間

各1kmメッシュ地点で「晴れ」「曇り」「雨/雪」「不明」の中から最も頻出、及び過半数以上である天気を採用し、**各気圧配置パターンに対する地上天気的主要傾向を決定**した図の作成を行う

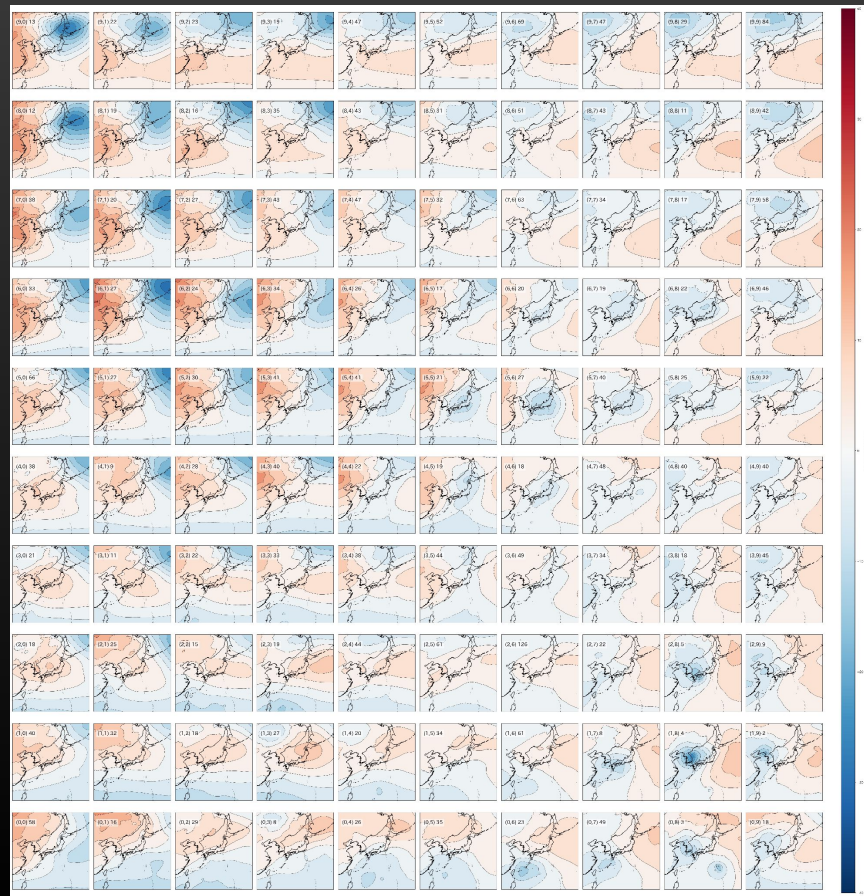
# 目次

1. 研究背景・目的
2. 提案手法・実験条件
3. 実験結果・考察
4. 結論・今後の課題
5. 参考文献

# 3.1 実験結果 - batch SOMの結果

→  
西:高気圧  
東:低気圧

→  
北:高気圧  
南:低気圧

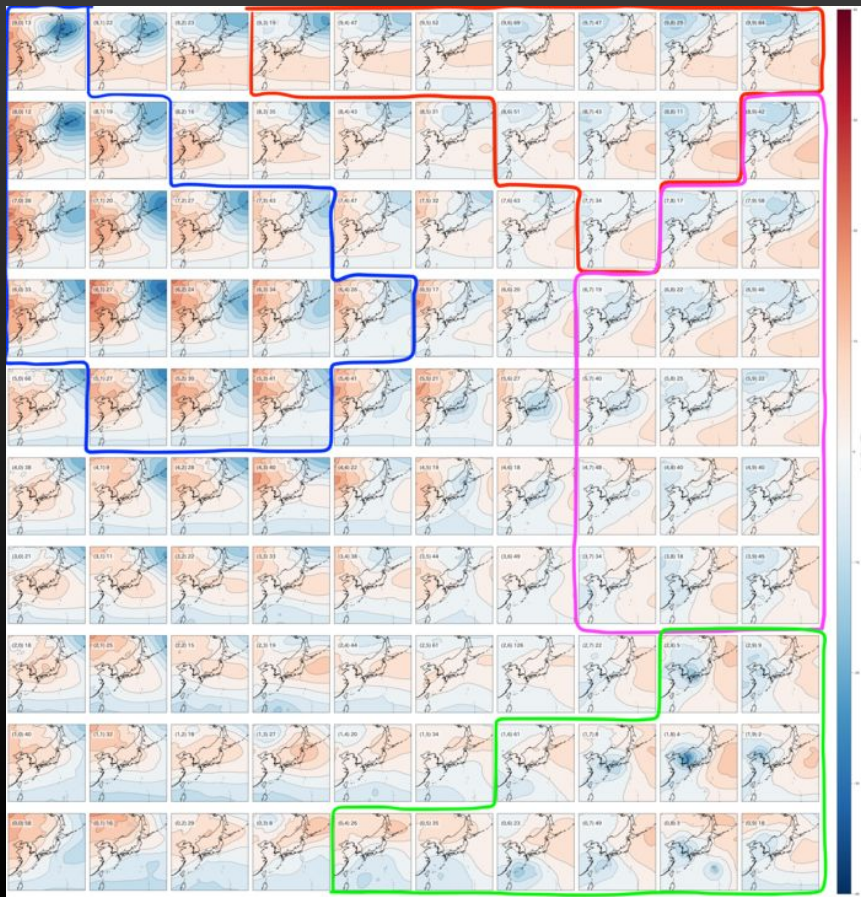


←  
北:低気圧  
南:高気圧

←  
西:低気圧  
東:高気圧



## 3.2 実験結果 - ノード解釈とラベル付け



2名の専門家により、各ノードについてラベル付けを行った

❑ 青枠: 冬型

西高東低の気圧配置

❑ 赤枠: 夏型

南高北低の気圧配置

❑ ピンク枠: 梅雨型

右下の高気圧、右上の高気圧が存在する

❑ 緑枠: 台風

日本の東に高気圧があり、日本の南もしくは西に強い低気圧がある



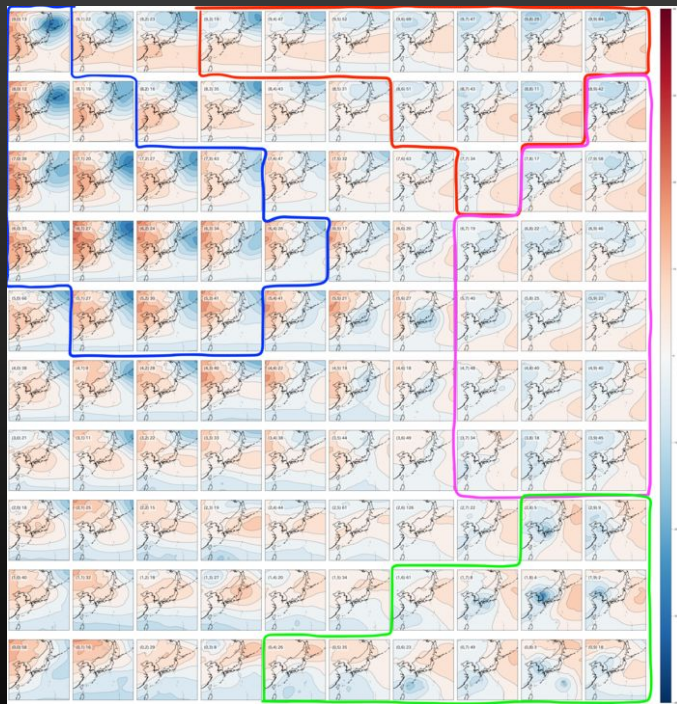
## 3.3 実験結果 - batch SOM分類性能評価

- 評価用データから、4種類をランダムな25事例ずつ計100事例で評価

ラベル	正解数 (/25)	正解率
冬型	25	100%
夏型	21	84%
梅雨型	19	76%
台風	13	52%
計	78	78%

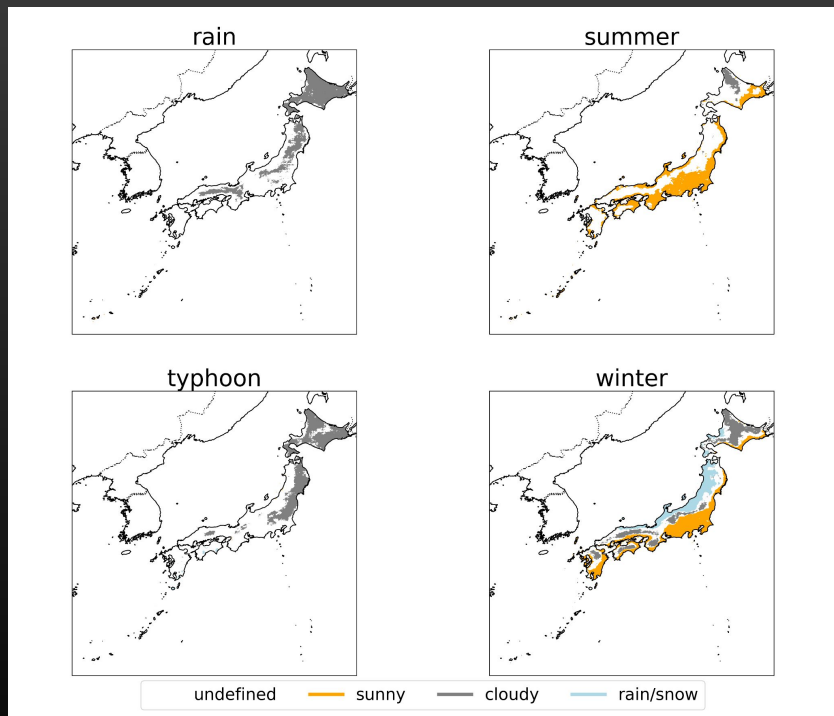
- 冬型、夏型では正解率が80%を超えており、高い精度で気圧配置の分類ができている
- 一方で、梅雨型が少し低く、台風の正解率がかなり低い

## 3.4 実験結果 - 天気データとの関連付け



- 気圧配置の分類マップから、ノードの日付に対応した地上天気データのマップを作成

## 3.5 実験結果 - 気圧配置と天気の関係



それぞれの気圧配置のラベルのノード全体から特徴的なマップを作成し、主要傾向を可視化

白色: 天気特徴なし

オレンジ色: 晴れ

灰色: 曇り

水色: 雨/雪

- ❑ 冬型、夏型では一般的な特徴と似た傾向が出ている が、梅雨型、台風ではほとんど特徴が出ていない

## 3.6 実験結果 - 考察(1)

batch SOMでは...

- ❑ **冬型、夏型では正解率が 80%以上と良い結果** が出ている

高気圧と低気圧の位置関係が最も重要であるため、提案手法の出力マップにおいて特徴を捉えられている

- ❑ 一方で、梅雨型及び台風では分類精度が良くない

### 梅雨型

**前線の存在が重要**であり、前線は海面更正気圧の他に30種ほどの気象データが必要であり、気圧配置のみでは推測が難しい

バッチ型自己組織化マップに入力として入れる  
**気象データの拡張が必要**だと考えられる

### 台風

現在の10×10のマップでは、「3.1 実験結果 - batch SOMの結果」で示した通り、高気圧と低気圧の位置関係による分類が行われている

**台風は低気圧の強さが重要**であり、位置関係に加えて**気圧の強弱も捉えているマップが必要**だと考えられる

## 3.7 実験結果 - 考察(2)

天気との関連付けでは...

- ❑ **冬型、夏型では一般的な天気パターンと似た、良い結果** が出ている

冬型: 日本海側の雪、太平洋側の晴れ

夏型: 日本全国的に晴れた日が多くなる

- ❑ 一方で、梅雨型及び台風では天気の傾向があまり出ておらず、一般的な天気パターンだと思われる「雨・雪」が出ていない

梅雨型と台風は、**前線や台風の位置や大きさなどが個によって違っている** ため、「3.5 気圧配置と天気の関係」で示したような、**複数ノードを統合してしまうと傾向が出にくい** と思われる

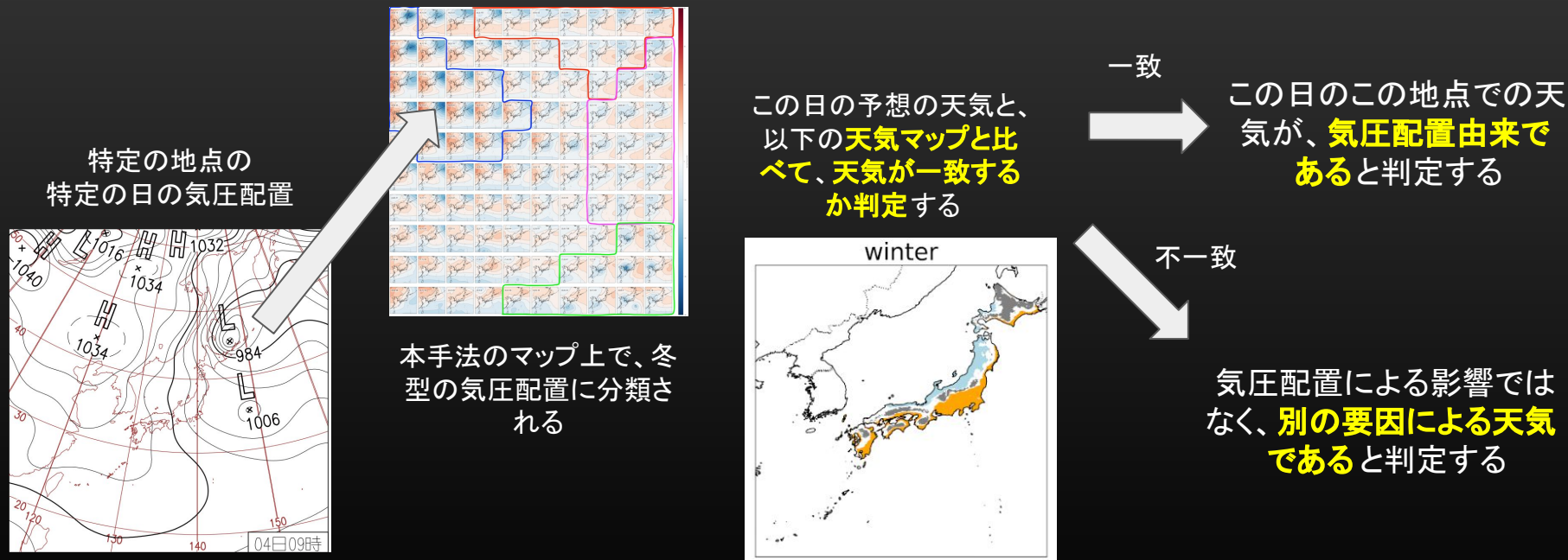
適切な考察を行うためには分類精度を向上させた上で、**さらに細かいラベル付けを行う** 必要があると思われる(例: 日本海海上の台風)

# 目次

1. 研究背景・目的
2. 提案手法・実験条件
3. 実験結果・考察
4. 結論・今後の課題
5. 参考文献

# 4.1 応用事例

- 本研究の手法及び実験結果から、以下のような応用事例が考えられる



→ 上記のように、**天気に対する原因の考察**を行うことができる

## 4.2 結論・今後の課題

- 本研究では、バッチ型自己組織化マップ(batch SOM)を用いて気圧配置のクラスタリング、特徴的なパターンの抽出と分類性能の検証を行い、各クラスに対応する日本全国のkmメッシュの天気データを解析した
- **冬型の気圧配置、夏型の気圧配置に関して、高い分類性能とそれに対応した天気分布の関連性を示すことができた**

### 今後の課題

- 精度の低い梅雨型や台風の気圧配置に対しての分類性能の向上を図る
  - 1. 海面更正気圧以外の気象データの追加**
  - 2. batch SOMのパラメータやアルゴリズムの変更**



# 目次

1. 研究背景・目的
2. 提案手法・実験条件
3. 実験結果・考察
4. 結論・今後の課題
5. 参考文献

## 5.1 参考文献

- [1] G. Vettigli, “Minisom: minimalistic and numpybased implementation of the self organizing map,”2018. [Online]. Available: <https://github.com/JustGlowing/minisom/>
- [2] 木村 広希, 川島 英之, 北川 博之, “サポートベクターマシンを用いた気圧配置の自動分類”, Data Engineering and Information Management (DEIM2009), vol. 2011, 2009.
- [3] R. N. Matsuoka, and M. Inatsu, “Weather classifications for high temperatures in japanese cities,”SOLA, vol. advpub, pp. 2024–040, 2024.
- [4] 吉野 正敏, 日本の気候—最新データでメカニズムを考える, 二宮書店, 2002.

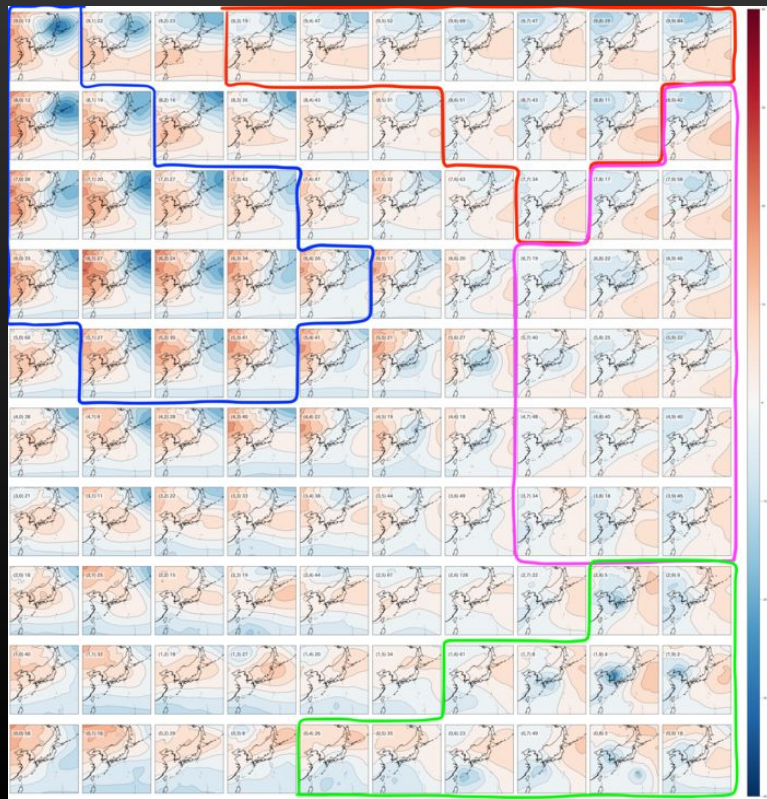
# ご清聴ありがとうございました

ご質問やご意見をお待ちしております。

Email: [s233319@stn.nagaokaut.ac.jp](mailto:s233319@stn.nagaokaut.ac.jp)

X(旧Twitter): takumi79977718

# 6.1 付録 - batch SOMの結果



各ノードにおける上位3つの月の分布と最も多い季節

(5.0) No-13 月 11: 30 (22%) 2: 30 (22%) 12: 30 (15%)	(5.1) No-22 月 3: 30 (14%) 4: 30 (22%) 11: 40 (15%)	(5.2) No-23 月 4: 30 (15%) 2: 30 (22%) 3: 40 (17%)	(5.3) No-19 月 4: 30 (15%) 5: 40 (21%) 2: 40 (21%)	(5.4) No-47 月 3: 120 (24%) 4: 100 (27%) 9: 50 (17%)	(5.5) No-52 月 4: 120 (23%) 3: 120 (23%) 11: 70 (15%)	(5.6) No-49 月 4: 140 (22%) 5: 120 (17%) 7: 110 (16%)	(5.7) No-47 月 6: 140 (32%) 6: 120 (28%) 6: 80 (19%)	(5.8) No-29 月 7: 80 (28%) 5: 80 (22%) 6: 40 (14%)	(5.9) No-84 月 5: 20 (13%) 4: 210 (17%) 7: 150 (15%)
(6.0) No-12 月 12: 40 (33%) 1: 40 (33%) 2: 20 (17%)	(6.1) No-18 月 2: 20 (42%) 1: 40 (33%) 1: 30 (16%)	(6.2) No-16 月 12: 50 (31%) 1: 40 (25%) 2: 40 (25%)	(6.3) No-35 月 3: 110 (31%) 2: 40 (17%) 4: 50 (14%)	(6.4) No-43 月 4: 90 (21%) 3: 60 (21%) 9: 60 (14%)	(6.5) No-31 月 11: 60 (19%) 4: 60 (19%) 3: 60 (19%)	(6.6) No-51 月 7: 140 (31%) 6: 140 (28%) 6: 80 (14%)	(6.7) No-43 月 6: 140 (32%) 6: 120 (28%) 6: 80 (14%)	(6.8) No-11 月 6: 80 (34%) 6: 80 (28%) 7: 80 (16%)	(6.9) No-42 月 6: 140 (32%) 6: 140 (28%) 4: 80 (17%)
(7.0) No-30 月 12: 150 (39%) 1: 140 (37%) 2: 40 (16%)	(7.1) No-20 月 1: 90 (45%) 2: 70 (35%) 2: 30 (15%)	(7.2) No-27 月 1: 110 (41%) 1: 80 (41%) 11: 40 (15%)	(7.3) No-43 月 1: 120 (39%) 3: 110 (32%) 11: 70 (16%)	(7.4) No-47 月 1: 120 (39%) 3: 110 (32%) 4: 90 (19%)	(7.5) No-32 月 12: 60 (19%) 3: 60 (19%) 2: 60 (19%)	(7.6) No-43 月 6: 140 (32%) 6: 120 (28%) 6: 80 (14%)	(7.7) No-34 月 7: 140 (47%) 6: 120 (31%) 5: 80 (19%)	(7.8) No-17 月 7: 80 (29%) 6: 80 (24%) 5: 80 (12%)	(7.9) No-58 月 7: 150 (35%) 6: 140 (32%) 6: 100 (17%)
(8.0) No-13 月 1: 120 (38%) 12: 80 (27%) 11: 50 (15%)	(8.1) No-27 月 12: 110 (41%) 2: 80 (20%) 1: 50 (15%)	(8.2) No-24 月 1: 90 (38%) 2: 70 (29%) 12: 50 (21%)	(8.3) No-34 月 1: 120 (39%) 2: 80 (24%) 3: 40 (15%)	(8.4) No-26 月 1: 90 (38%) 2: 70 (29%) 3: 40 (15%)	(8.5) No-17 月 1: 90 (38%) 2: 50 (29%) 12: 20 (12%)	(8.6) No-25 月 4: 90 (45%) 3: 50 (28%) 10: 30 (13%)	(8.7) No-19 月 5: 90 (28%) 6: 80 (21%) 9: 30 (16%)	(8.8) No-22 月 6: 140 (48%) 6: 120 (31%) 5: 80 (12%)	(8.9) No-66 月 6: 140 (35%) 6: 140 (32%) 7: 80 (20%)
(9.0) No-46 月 12: 200 (42%) 11: 120 (33%) 1: 100 (19%)	(9.1) No-27 月 12: 80 (39%) 11: 70 (25%) 11: 50 (19%)	(9.2) No-30 月 11: 70 (25%) 11: 70 (25%) 2: 50 (17%)	(9.3) No-41 月 2: 100 (24%) 1: 80 (20%) 1: 80 (20%)	(9.4) No-41 月 1: 120 (29%) 1: 80 (20%) 12: 70 (17%)	(9.5) No-21 月 1: 120 (29%) 1: 80 (20%) 3: 40 (14%)	(9.6) No-27 月 3: 100 (37%) 6: 100 (27%) 4: 80 (17%)	(9.7) No-40 月 5: 120 (32%) 6: 100 (27%) 4: 80 (22%)	(9.8) No-25 月 6: 140 (48%) 6: 120 (31%) 5: 80 (12%)	(9.9) No-22 月 6: 140 (48%) 6: 120 (31%) 5: 80 (12%)
(10.0) No-39 月 11: 110 (29%) 12: 80 (24%) 1: 80 (21%)	(10.1) No-9 月 12: 30 (33%) 12: 30 (33%) 2: 20 (22%)	(10.2) No-29 月 11: 70 (25%) 12: 60 (21%) 10: 40 (14%)	(10.3) No-40 月 11: 140 (35%) 11: 140 (35%) 10: 60 (19%)	(10.4) No-32 月 10: 70 (32%) 10: 70 (32%) 11: 30 (14%)	(10.5) No-19 月 10: 60 (32%) 10: 60 (32%) 4: 30 (16%)	(10.6) No-10 月 9: 80 (44%) 9: 80 (44%) 5: 20 (11%)	(10.7) No-40 月 9: 140 (48%) 9: 140 (48%) 5: 80 (12%)	(10.8) No-40 月 9: 140 (48%) 9: 140 (48%) 5: 80 (12%)	(10.9) No-40 月 9: 140 (48%) 9: 140 (48%) 5: 80 (12%)
(11.0) No-21 月 2: 90 (34%) 12: 40 (15%) 11: 40 (15%)	(11.1) No-11 月 12: 30 (27%) 12: 40 (15%) 3: 20 (15%)	(11.2) No-21 月 10: 40 (22%) 10: 40 (22%) 11: 30 (14%)	(11.3) No-13 月 12: 70 (21%) 12: 70 (21%) 11: 60 (18%)	(11.4) No-30 月 11: 110 (28%) 10: 60 (18%) 3: 60 (14%)	(11.5) No-44 月 10: 140 (35%) 10: 140 (35%) 3: 60 (14%)	(11.6) No-40 月 9: 110 (22%) 9: 110 (22%) 6: 70 (16%)	(11.7) No-34 月 7: 120 (35%) 7: 120 (35%) 6: 70 (21%)	(11.8) No-18 月 7: 110 (37%) 7: 110 (37%) 6: 70 (21%)	(11.9) No-45 月 6: 140 (48%) 6: 140 (48%) 7: 100 (22%)
(12.0) No-18 月 11: 100 (36%) 12: 30 (17%) 12: 20 (11%)	(12.1) No-25 月 1: 90 (32%) 2: 30 (17%) 11: 40 (14%)	(12.2) No-15 月 10: 70 (27%) 10: 70 (27%) 9: 30 (20%)	(12.3) No-19 月 10: 70 (27%) 10: 70 (27%) 4: 30 (16%)	(12.4) No-44 月 10: 140 (35%) 10: 140 (35%) 11: 30 (14%)	(12.5) No-41 月 9: 100 (30%) 9: 100 (30%) 9: 110 (30%)	(12.6) No-18 月 9: 100 (30%) 9: 100 (30%) 5: 20 (17%)	(12.7) No-22 月 9: 100 (30%) 9: 100 (30%) 7: 30 (14%)	(12.8) No-5 月 9: 100 (30%) 9: 100 (30%) 5: 10 (20%)	(12.9) No-49 月 7: 80 (44%) 7: 80 (44%) 6: 20 (22%)
(13.0) No-40 月 10: 170 (42%) 11: 60 (15%) 12: 50 (12%)	(13.1) No-32 月 10: 130 (47%) 11: 60 (15%) 3: 40 (12%)	(13.2) No-18 月 10: 100 (38%) 11: 60 (15%) 9: 10 (8%)	(13.3) No-47 月 10: 120 (44%) 11: 60 (15%) 9: 40 (15%)	(13.4) No-30 月 9: 100 (30%) 10: 60 (15%) 10: 30 (15%)	(13.5) No-34 月 9: 120 (35%) 9: 120 (35%) 10: 40 (12%)	(13.6) No-41 月 7: 140 (37%) 6: 140 (32%) 9: 120 (27%)	(13.7) No-48 月 6: 100 (38%) 6: 100 (38%) 5: 10 (25%)	(13.8) No-4 月 9: 100 (30%) 9: 100 (30%) 5: 10 (25%)	(13.9) No-18 月 9: 110 (39%) 9: 110 (39%) 12: 50 (28%)
(14.0) No-36 月 2: 140 (28%) 1: 100 (20%) 12: 60 (14%)	(14.1) No-16 月 6: 110 (31%) 6: 110 (31%) 5: 30 (15%)	(14.2) No-29 月 10: 120 (47%) 10: 120 (47%) 9: 60 (27%)	(14.3) No-26 月 10: 90 (42%) 10: 90 (42%) 9: 10 (12%)	(14.4) No-36 月 9: 140 (35%) 9: 140 (35%) 4: 30 (12%)	(14.5) No-19 月 9: 100 (30%) 9: 100 (30%) 3: 20 (9%)	(14.6) No-25 月 9: 100 (30%) 9: 100 (30%) 8: 20 (9%)	(14.7) No-44 月 9: 100 (30%) 9: 100 (30%) 5: 10 (15%)	(14.8) No-36 月 9: 100 (30%) 9: 100 (30%) 12: 50 (28%)	(14.9) No-18 月 11: 120 (47%) 11: 120 (47%) 9: 60 (17%)