

# 機械学習による世界の気候パターンの分類に成功

## —30年間の気候データを画像化して深層学習で識別—

### 概要

世界の気候を理解しパターン化することは、気候変動の影響が懸念される現代において特に重要なことですが、物理学の法則にのっとって現象を理解しようとするボトムアップ型の研究では限界がありました。気候という現象に影響を与える要素は無数にあり、またカオス的な挙動を引き起こすあまたのフィードバックが存在するからです。これらの要素のすべてを明示的な数式で表現することは困難です。そこで、京都大学フィールド科学教育研究センターの伊勢武史准教授、学際融合教育研究推進センターの大庭ゆりか特定助教らの研究グループは、ブラックボックスであるディープラーニングの特徴を逆手に取り、トップダウン型の研究を行うことで、気候をつかさどる物理現象の数式を用いずに、気候パターンの分類に成功しました。

本研究では、ある30年間の気候に関する8つの変数（月別の気温・降水量・湿度など）から選んだ最大3つの変数について、デジタルカラー画像を構成する赤・緑・青の3つのチャンネルの値に変換し、さらにその値から2次元画像を合成しました（図1）。この画像は、季節ごと・年ごとの気候のトレンドを視覚的に表現しています。この画像によって人工知能は気候の特徴を学習することが容易になり、ディープラーニングで気候パターンを分類することが可能になりました。このような本研究のトップダウン型アプローチを、従来のボトムアップ型の研究と比較・統合することで、より高精度かつ堅固な気候研究が達成されると期待されます。

本成果は、2020年7月6日にイギリスの国際学術誌「npj Climate and Atmospheric Science」にオンライン掲載されました。

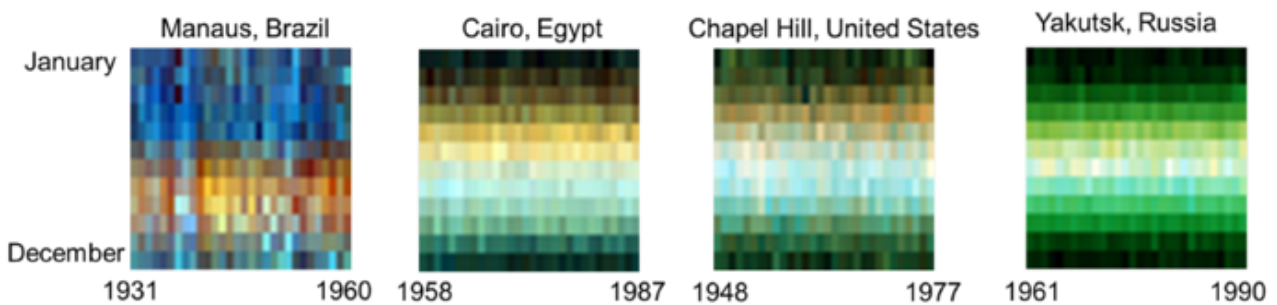


図1：世界各地において、気温・潜在蒸発散量・水蒸気圧という3つの変数（月ごと・30年間）をデジタルカラー画像の赤・緑・青の3つのチャンネルの値に変換して合成した画像。世界じゅうでこのような画像を何万枚も作成しディープラーニングで学習させることによって、次の10年間の相対温度変化を予測できるようになった。

## 1. 背景

従来の気候についての研究はボトムアップ型といえます。既知の物理学的知見という細かなパーツを積み重ね、全体を理解するというものです。対して、統計的に傾向を分析するのはトップダウン型です。気候変動のメカニズムはブラックボックスとしたままで、確率的に傾向を理解することを目指すものです。これまでの気候予測研究はボトムアップ一辺倒でしたが、本研究ではトップダウン思考を取り入れました。ボトムアップ型の研究には大規模なスーパーコンピュータが必須でしたが、トップダウン型の本研究はテーブルに載るサイズのコンピュータで解析を行うことができました。

## 2. 研究手法・成果

本研究では、トップダウン型の思想を体現するディープラーニングを用いて、過去の全世界の気温データから気候パターンを分類し、将来の気温の上昇・下降を推定することを可能にするツールを開発しました。

まず、イギリスの Climate Research Unit が提供する過去の気温データ（1901 年から 2016 年の月ごと、緯度経度 0.5 度きざみの全陸地のデータ）をダウンロードしました。次に、全世界の各地点のデータから連続した 30 年分を抜き出し、疑似カラーの 2 次元画像を生成しました。これは、縦に 1 月から 12 月の各月の温度、横に 30 年の年ごとの温度を配置した図で、色は温度の高低を表し、季節ごと・年ごとの気候のトレンドを視覚的に表現しています（図 1）。気候データをこのような画像に変換することで、人工知能はその特徴を学習し、分類することが容易になります。本研究は、この手法を「VARENN (visually augmented representation of environment for neural networks)」と名付けました。

もともと人工知能は、人間の顔などを 2 次元画像から自動識別することが得意で、そのためのさまざまなツールが公開され、日進月歩で高性能化が進んでいます。本研究の特徴は、これらの便利なツールを気候研究に流用することが可能な枠組みをつくったことにあります。これによって、いちからツールを開発することなく、スピーディに気候の将来予測を実現することが可能になりました。

## 3. 波及効果、今後の予定

本研究により、ディープラーニングで気候パターンを分類することが可能であることが示されました。これは、従来はボトムアップ型一辺倒であった気候変動に関する研究に新たなツールが加わることを意味しています。本研究のトップダウン型アプローチを従来の研究と比較・統合することで、より高精度かつ堅固な気候研究が達成されることを期待しています。

## 4. 研究プロジェクトについて

本研究は、科研費（基盤 B）および（公財）日本財団と京都大学の共同事業「森里海連環再生プログラム」の研究として実施されました。

### <研究者のコメント>

私たちが革新的な新技術であるディープラーニングを積極的に活用している理由は、研究者としてのベストを尽くして、環境問題・社会問題の解決に貢献したいと願っているからです。技術を開発することがゴールではなく、これをツールとして活用してさまざまな問題を解決しなければなりません。気候などの時系列データを分析するツールをひとつ増やすことができたので、他の研究と積極的に比較や統合を進めていきたいと考えています。

**<論文タイトルと著者>**

タイトル: VARENN: Graphical representation of periodic data and application to climate studies (VARENN:  
周期を持つ時系列データをグラフィック化する技法とその気候学への応用)

著者: Takeshi Ise and Yurika Oba

掲載誌: npj Climate and Atmospheric Science

DOI: 10.1038/s41612-020-0129-x