

# 台風ビッグデータを検索する ～『デジタル台風』活用法

**北本 朝展 (KITAMOTO Asanobu)**

国立情報学研究所・総合研究大学院大学・ROIS-DS人文学オープンデータ共同  
利用センター・横浜国立大学TRC

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>

@KitamotoAsanobu

気象予報士第5439号

# デジタル台風

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>

- 研究を開始したのは**1999**年。
- ウェブサイト公開は**2003**年。
- 台風に関するあらゆるデータを収集し、統合し、検索できるウェブサービスを作る！
- 最新情報と過去アーカイブを区別せずシームレスに活用。
- **Web 1.0**時代のデザインを保ったまま、機能拡張を続けている。

The screenshot displays the Digital Typhoon website interface. At the top, there's a navigation bar with links to Home, Earth, and Digital Typhoon. Below this, a header section titled 'デジタル台風：台風画像と台風情報' (Digital Typhoon: Typhoon Images and Typhoon Information) includes a search bar and a site map. The main content area is divided into two columns. The left column, titled 'リアルタイム台風速報' (Real-time Typhoon Rapid Report), shows a message: 'この時間に台風情報は入っておりません。' (No typhoon information is available for this time). The right column, titled '台風発生数' (Typhoon Occurrence Count), provides statistics for the current year (2022), the previous year (2021), and the average (13.1) from 1951 to 2010. Below this, a section titled '最新台風情報' (Latest Typhoon Information) lists recent typhoon events with their names and dates. The bottom section is titled '台風データベース' (Typhoon Database) and contains a list of search criteria. To the right of the database, there's a section titled '静止気象衛星画像 (地球)' (Static Meteorological Satellite Image (Earth)) showing a satellite image of the Earth with a typhoon visible over the Pacific Ocean. The image is dated '2022年8月27日19時 (JST)'.

## 「デジタル台風」 — 人工知能的アプローチに基づく台風解析

北本 朝展

国立情報学研究所 実証研究センター

〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2

03-4212-2578

kitamoto@nii.ac.jp

あらまし 台風は日本に大きな影響を与える顕著な気象現象であり、その的確な解析と迅速な予報には大きな意義がある。これらのテーマは、これまで主に気象学の分野で研究が進められてきたが、特に前者については台風雲パターンの時系列的解析という課題を解決する必要があるため、必ずしも気象学のテクニックだけでは解決できない問題であると考えている。そこで本論文は、大量の台風画像を収集した台風画像コレクションを作成し、パターン認識やコンピュータビジョンで開発された方法論を台風解析という問題に適用し、新しい台風解析法を見出すためのテストベッドとして活用する。最後にグラフ構造を活用した台風類似雲パターンの検索について簡単に述べる。

キーワード 台風・画像コレクション・時系列解析・地理情報システム・類似画像検索・気象データ

### “Digital Typhoon”

### Typhoon Analysis based on Artificial Intelligence Approach

ASANOBU KITAMOTO

RESEARCH CENTER FOR TESTBEDS AND PROTOTYPING

NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATICS

1-1-2, Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8430  
03-4212-2578

A typhoon is a phenomenon that heavily affects many regions. Accurate prediction of typhoon is an important problem. However, the prediction of typhoon involves the problem of time-series analysis of typhoon cloud patterns. For such problems, conjectures cannot be solved solely using conventional methods. In this paper, therefore, the author builds up the testbed for applying various techniques developed in the field of pattern recognition community, and developing a new type of method for typhoon cloud pattern analysis. Finally, the result of similarity-based typhoon cloud pattern search is briefly described.

Keywords Typhoon Analysis, Geographic Information System, Image Collection, Time Series Analysis, Geographical Data

## Holistic Analysis を用いた台風雲パターンの解析

北本朝展

国立情報学研究所

〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2

kitamoto@nii.ac.jp

あらまし 本論文の主題は台風の形態学である。すなわち台風の形態解析に基づき、台風の強度を推定するための新しい手法を確立することを目指す。本研究の研究基盤となるのは北半球 20,000 枚、南半球 9,000 枚規模の台風画像コレクションであり、このテストベッドを対象として、主成分分析などの Holistic Analysis を台風解析という問題に適用した。その結果、台風の固有画像は眼の壁雲やレインバンドなどの台風の雲パターンの特徴をよく表しており、さらに固有画像の多重解像度解析によって、気象現象のスケールに関連した情報も得られることがわかった。また類似画像検索においても全体論的解析は良好な結果を示すものの、一方で類似画像検索を利用した台風予測については、大気のカオス性により困難であることもわかった。

キーワード 台風解析・全体論的解析・固有画像・多重解像度解析・類似画像検索・カオス

### Interpretation of Typhoon Cloud Patterns by Holistic Analysis

ASANOBU KITAMOTO

NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATICS

2-1-2, Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8430

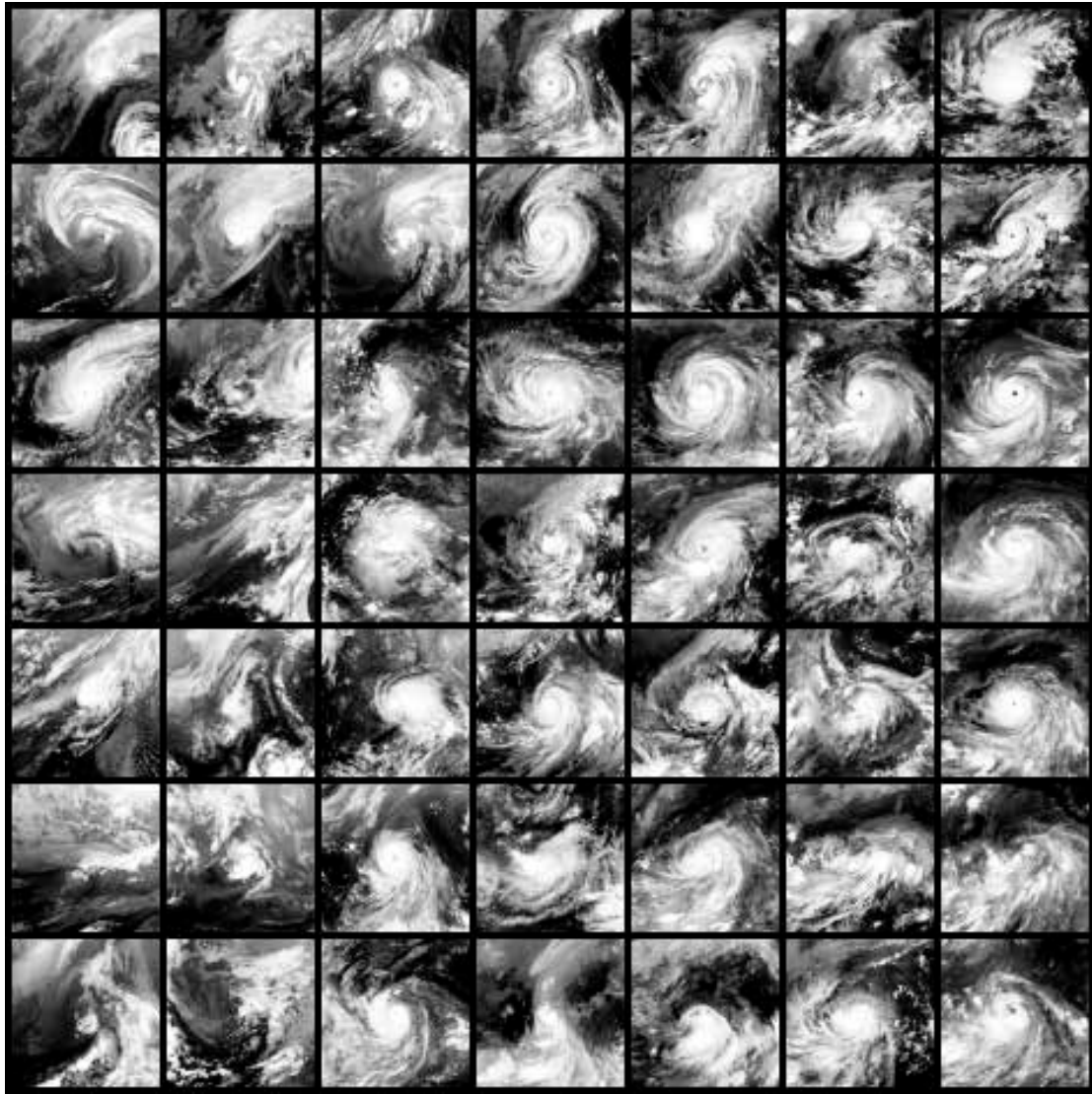
kitamoto

**Abstract** The main theme of this paper is the interpretation of typhoon cloud patterns. The aim is at establishing a new scheme for estimation of typhoon intensity. The infrastructure for this analysis consists of about 20,000 typhoon images in the southern hemisphere. By using holistic analysis approaches such as principal component analysis, the eigenpictures of the typhoon cloud patterns such as eyewall clouds and rainbands are extracted. Analysis of these eigenpictures yields further information about the typhoon phenomena. However, although holistic analysis is useful for image retrieval, typhoon prediction based on holistic analysis is a difficult task due to the chaotic nature of the atmosphere. **key words** typhoon analysis, holistic analysis, image collection, multiple resolution analysis, image retrieval, chaos

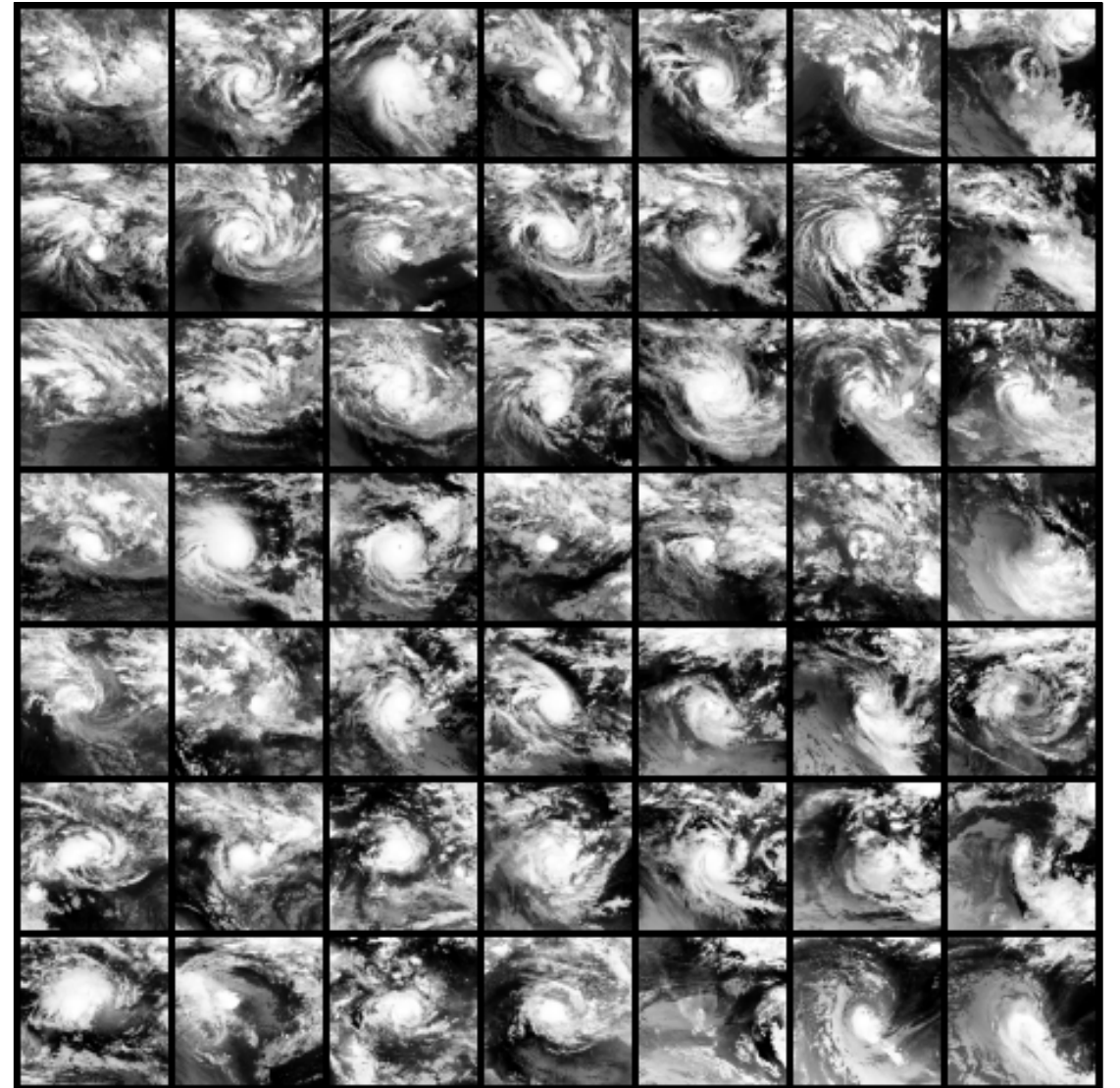
北本 朝展, "Holistic Analysisを用いた台風雲パターンの解析", 電子情報通信学会技術報告, Vol. PRMU2000-240, pp. 129-136, 2001年03月

北本 朝展, "「デジタル台風」 -- 人工知能的アプローチに基づく台風解析", 情報処理学会技術報告, Vol. CVIM123-8, pp. 59-66, 2000年09月





北半球：台風 **186,607**件

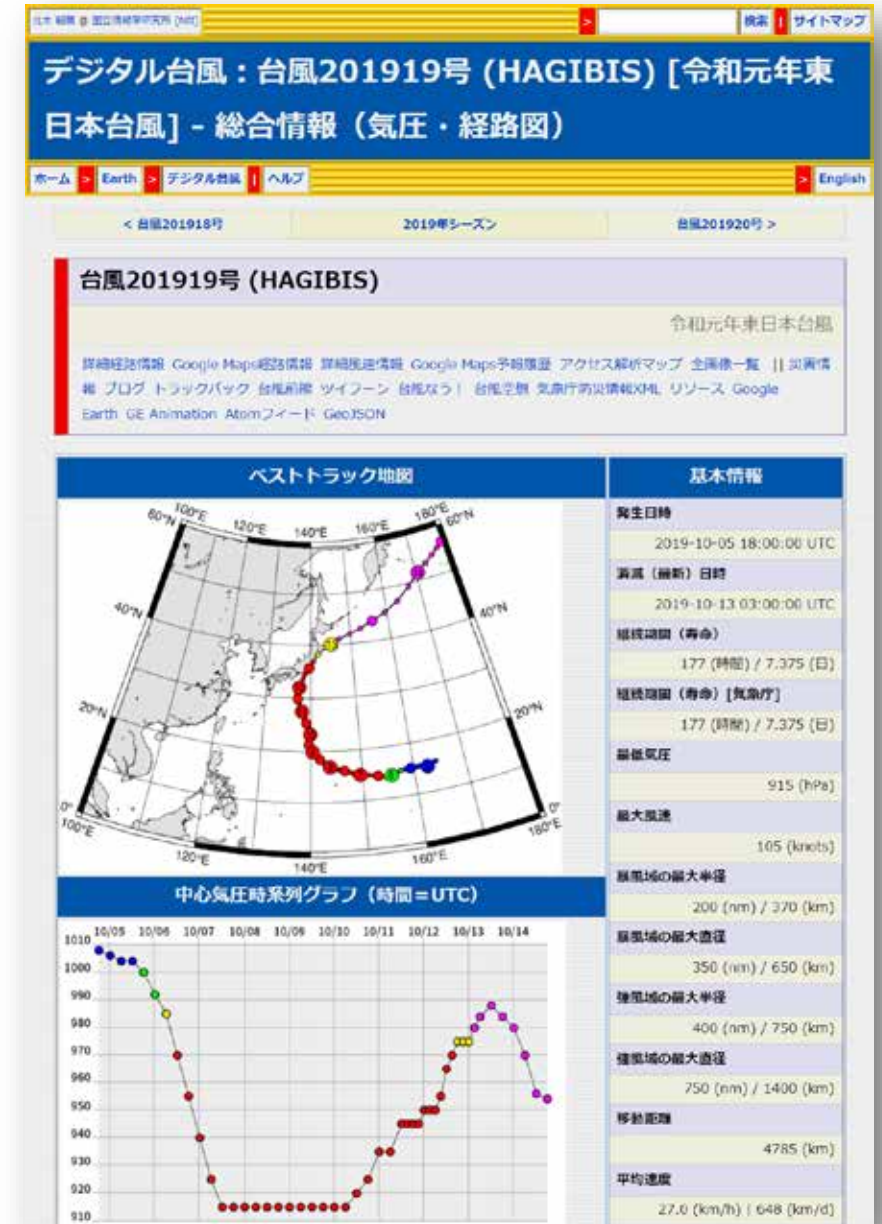


南半球：サイクロン **65,977**件

# 台風に関する基本データ

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/s/201919.html.ja>

1. 衛星画像一覧
2. 経路図
3. 勢力変化図
4. 台風による雨や風の状況
5. 予報履歴
6. 気象警報
7. 台風ニュース
8. ソーシャルメディア情報



# 台風ビッグデータ

- 画像データ
- 軌跡データ
- グリッドデータ
- テキストデータ
- 構造化データ
- スキャンデータ

多種多様なデータを  
網羅的にアーカイブ

気象衛星画像（ひまわり）

1978-

台風ベストトラック（気象庁）

1951-

台風ベストトラック（IBTrACS）

1842-

アメダスデータ

1976-

合成レーダー（レーダーアメダス）

2004-（1998-）

気象庁GPV GSM / RSM / MSM

2002-

オンラインニュース記事

2003-

気象災害報告

1971-

気象庁防災情報XML

2012-

気象庁天気図

1883-

気象原簿データ

1886-

# ビッグデータ防災

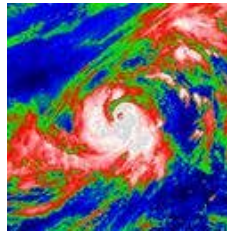
見る  
知る  
探す  
比べる

1. 台風防災に対して「**情報**」の観点から貢献する。
2. 最新・予測情報は多くのサービスがあるため、**過去情報**で差別化。
3. **ビッグデータ**から**有用な情報**を得るための情報技術を研究開発。
4. **データ**を**網羅的に分析・公開**することで、信頼性を高める。

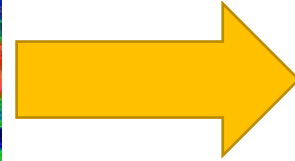


# 最新状況をキーとする検索

最新の状況に類似した過去の事例を検索し、比較や可視化に基づく意思決定を支援する。



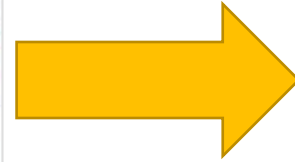
衛星画像



過去の類似雲パターンをもつ台風を検索。



ニュース記事



過去の類似内容をもつニュース記事を検索。



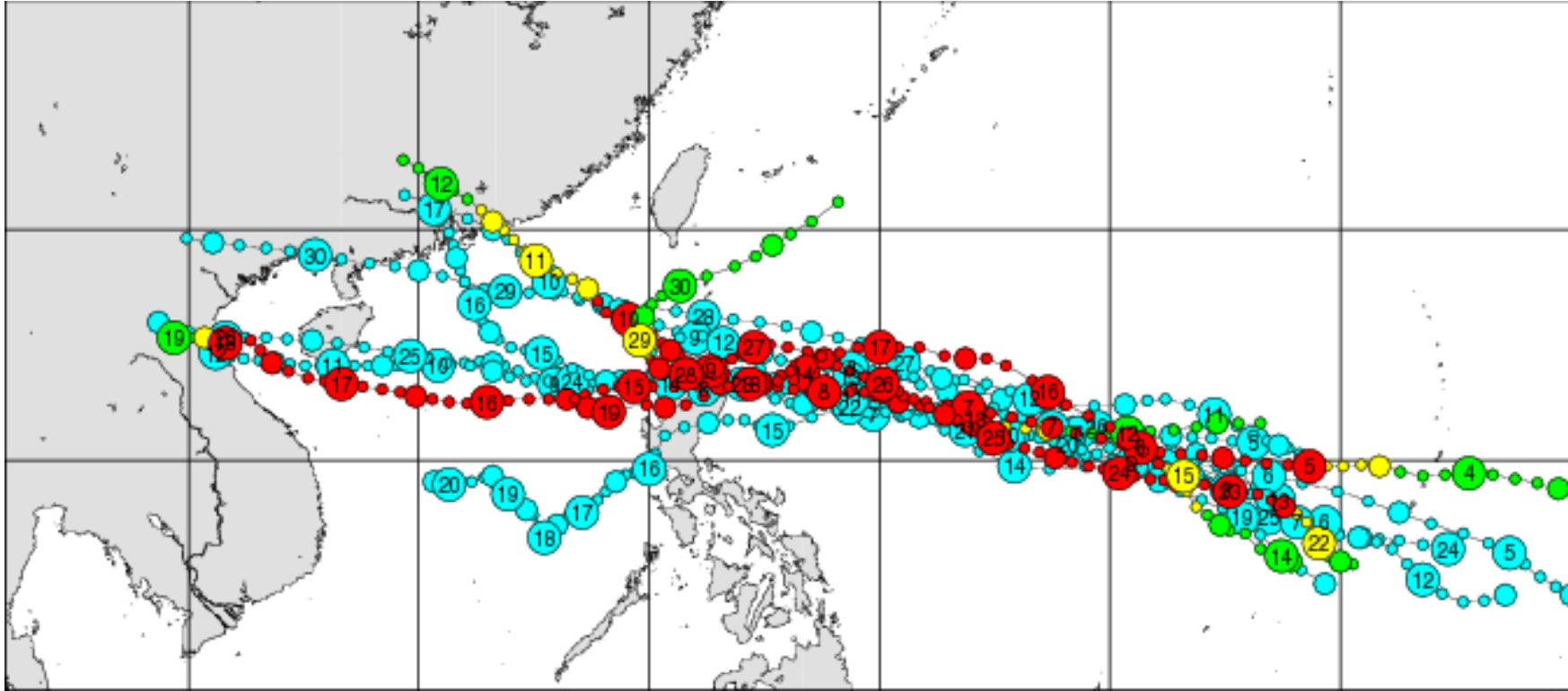
降水量分布



過去の類似降水量分布をもつ大雨を検索。

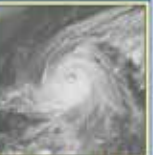
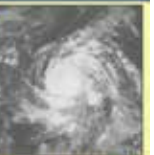


# 経路類似度に基づく台風検索



動的計画法を用いて経路の類似性（経路のみ／勢力も考慮）を評価。

# 画像類似度に基づく台風検索

| Query 1                                                                            | 1                                                                                  | 2                                                                                  | 3                                                                                  | 4                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |   |   |
| MTS110101803                                                                       | GMS181031416                                                                       | GMS492110508                                                                       | GOE904101711                                                                       | GMS595103114                                                                        |
| 201013 (WNP)                                                                       | 198101 (WNP)                                                                       | 199228 (WNP)                                                                       | 200423 (WNP)                                                                       | 199520 (WNP)                                                                        |
| (N17.4, E122.6)                                                                    | (N14.5, E161.4)                                                                    | (N18.2, E134.8)                                                                    | (N20.2, E130.2)                                                                    | (N12.4, E130.9)                                                                     |
| 885 hPa / 125 kt                                                                   | 975 hPa / 60 kt                                                                    | 915 hPa / 100 kt                                                                   | 940 hPa / 85 kt                                                                    | 955 hPa / 80 kt                                                                     |
| 5                                                                                  | 6                                                                                  | 7                                                                                  | 8                                                                                  | 9                                                                                   |
|   |   |   |   |   |
| GMS491112714                                                                       | GMS389042113                                                                       | GMS597083013                                                                       | MTS106102811                                                                       | GMS502020313                                                                        |
| 199128 (WNP)                                                                       | 198902 (WNP)                                                                       | 199718 (WNP)                                                                       | 200619 (WNP)                                                                       | 200202 (WNP)                                                                        |
| (N12.7, E143.5)                                                                    | (N14.5, E148.5)                                                                    | (N16.6, E138.6)                                                                    | (N15.2, E126.5)                                                                    | (N10.3, E135.1)                                                                     |
| 900 hPa / 115 kt                                                                   | 920 hPa / 100 kt                                                                   | 985 hPa / 50 kt                                                                    | 975 hPa / 65 kt                                                                    | 960 hPa / 75 kt                                                                     |
| 10                                                                                 | 11                                                                                 | 12                                                                                 | 13                                                                                 | 14                                                                                  |
|  |  |  |  |  |
| MTS109091718                                                                       | GMS386051912                                                                       | GMS179101518                                                                       | GMS179051212                                                                       | GMS501122111                                                                        |
| 200914 (WNP)                                                                       | 198603 (WNP)                                                                       | 197920 (WNP)                                                                       | 197904 (WNP)                                                                       | 200125 (WNP)                                                                        |
| (N22.5, E139.3)                                                                    | (N11.6, E156.2)                                                                    | (N18.9, E129.4)                                                                    | (N11.0, E120.2)                                                                    | (N10.5, E157.0)                                                                     |
| 945 hPa / 85 kt                                                                    | 910 hPa / 120 kt                                                                   | 925 hPa / 100 kt                                                                   | 1000 hPa / 0 kt                                                                    | 965 hPa / 70 kt                                                                     |

1. 台風画像を検索キーとし、**類似したパターンをもつ過去の画像を高速に検索**。
2. 台風の勢力を推定する**ドボラック法**を、機械学習（AI）で実現することを目指す。
3. **実は現在、技術的な問題で使えなくなっています。いずれ復活させたいです。。**

2019-10-05 01:30:00 UTC  
Typhoon 201919

www.digital-typhoon.org



Himawari-8 [B13]

NII/NICT

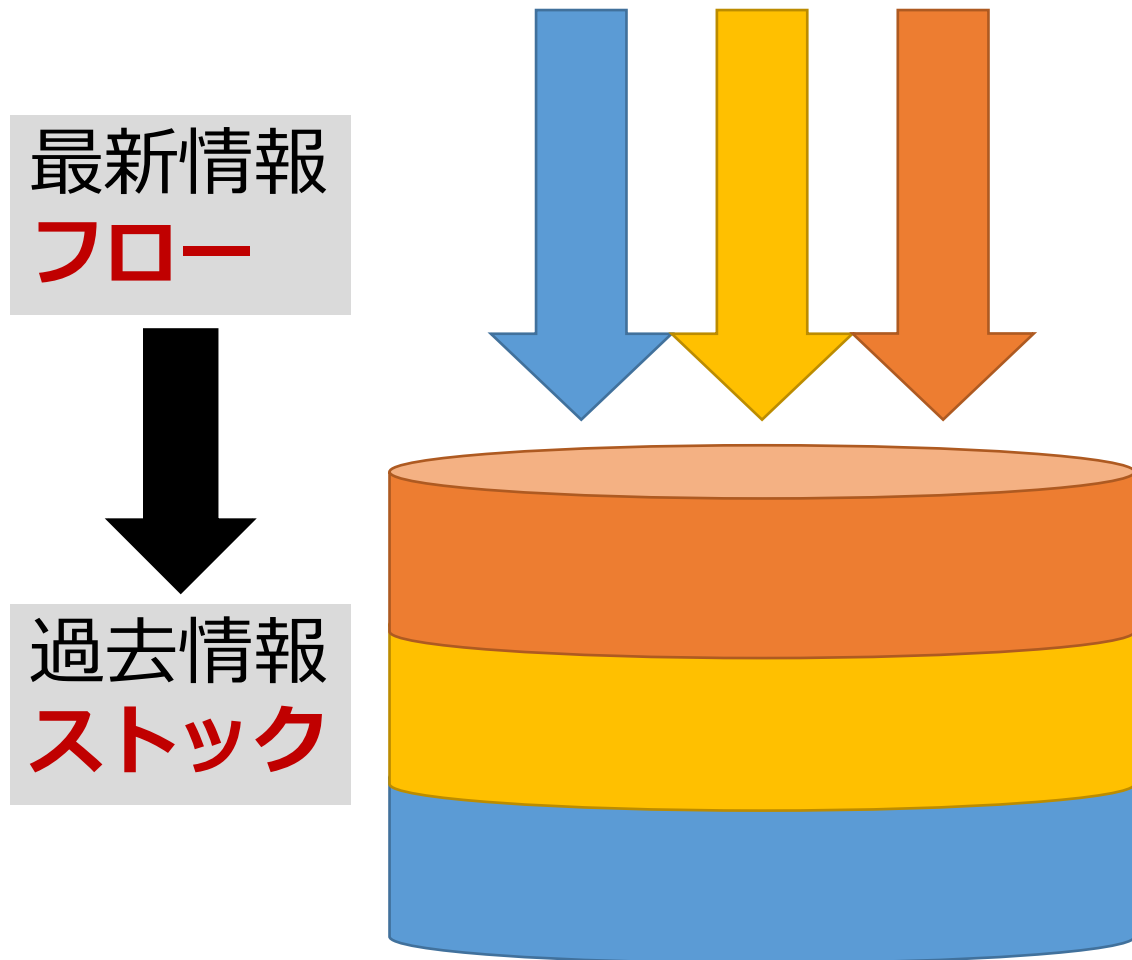
# 高頻度観測動画

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/himawari-3g/typhoon.html.ja>

- 現在の気象衛星ひまわりには、2.5分間隔で観測できる「**機動観測域**」がある。
- 台風の誕生から消滅まで、**ダイナミックな雲の動き**を鑑賞できる。

台風201919号（令和元年東日本台風）の高頻度観測（赤外）

# フローからストックへの変換



1. 一般の気象情報は「最新情報」と「予測情報」が主。
2. 「流れてくる情報」（フロー）は消えやすい。フロー情報をストック情報に変換して永続化する。
3. 最新と過去を区別しない。時間軸の連続断面と捉える。
4. 過去のデータを最新のデータと比べられるようになる。



# 気象庁防災情報XML

日ごと防災情報電文数

Zoom 1m 3m 6m YTD 1y All

Dec 3, 2012 → Aug 28, 2022

<http://agora.ex.nii.ac.jp/cps/weather/report/>



2012年12月の試験配信開始以来、電文数は約**473**万件。最大流量は1日**3500**件超。

最近の平均流量は1日**1500**件以上。

# 特別警報・警報・注意報データベース

<http://agora.ex.nii.ac.jp/cps/weather/warning/>



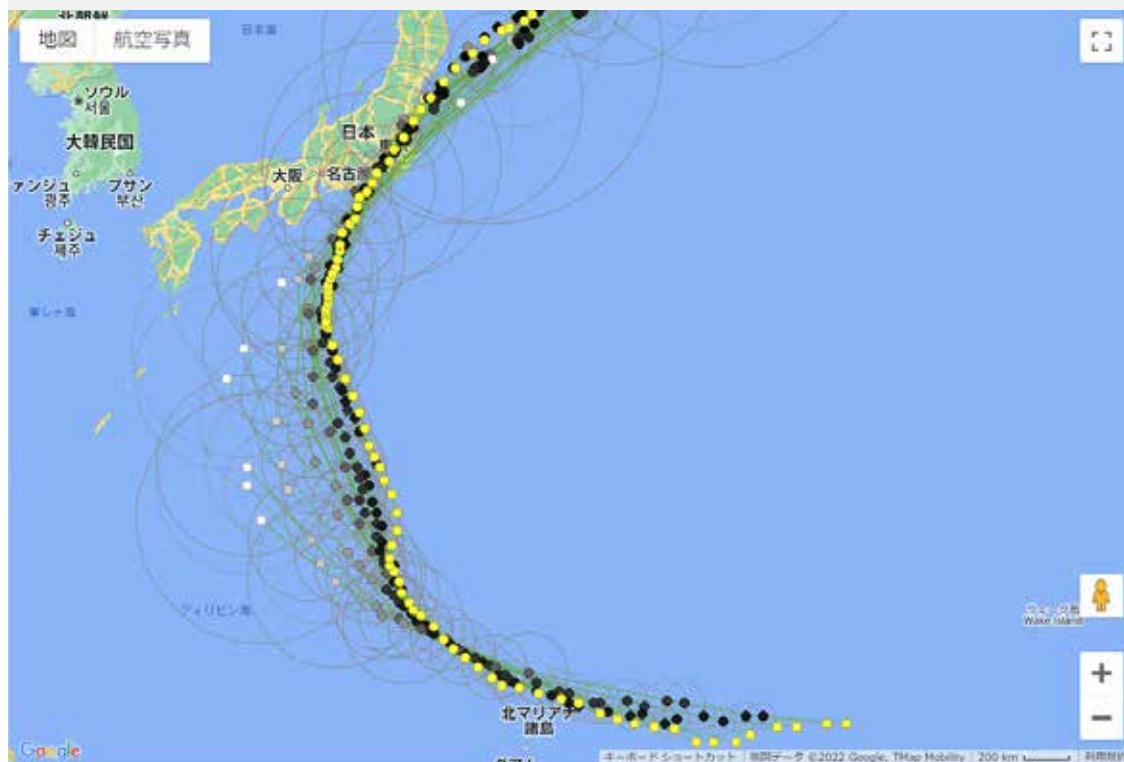
1. 2012年12月以来、**特別警報・警報・注意報件数約716万件。**
2. **いつ、どこで、どんな気象警報が発表されていたかを検索**できる。似たようなサービスは、ありそうでない。
3. 台風接近時の気象警報の種類やタイミングを事後に検索。避難や発災との関係も検証。

# 台風予報履歴：予報と誤差

2019年台風19号  
令和元年東日本台風

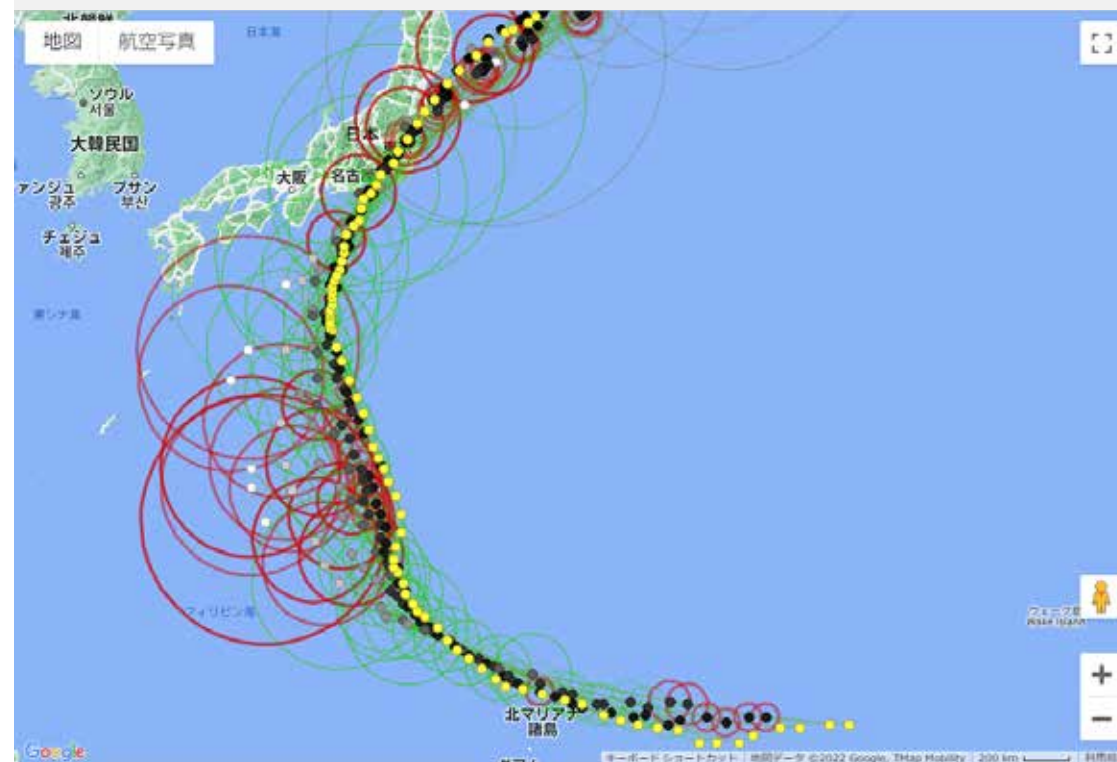
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/f/201919.html.ja>

## 台風予報履歴／発表時刻基準



2022/8/28

## 台風予報履歴／予報誤差



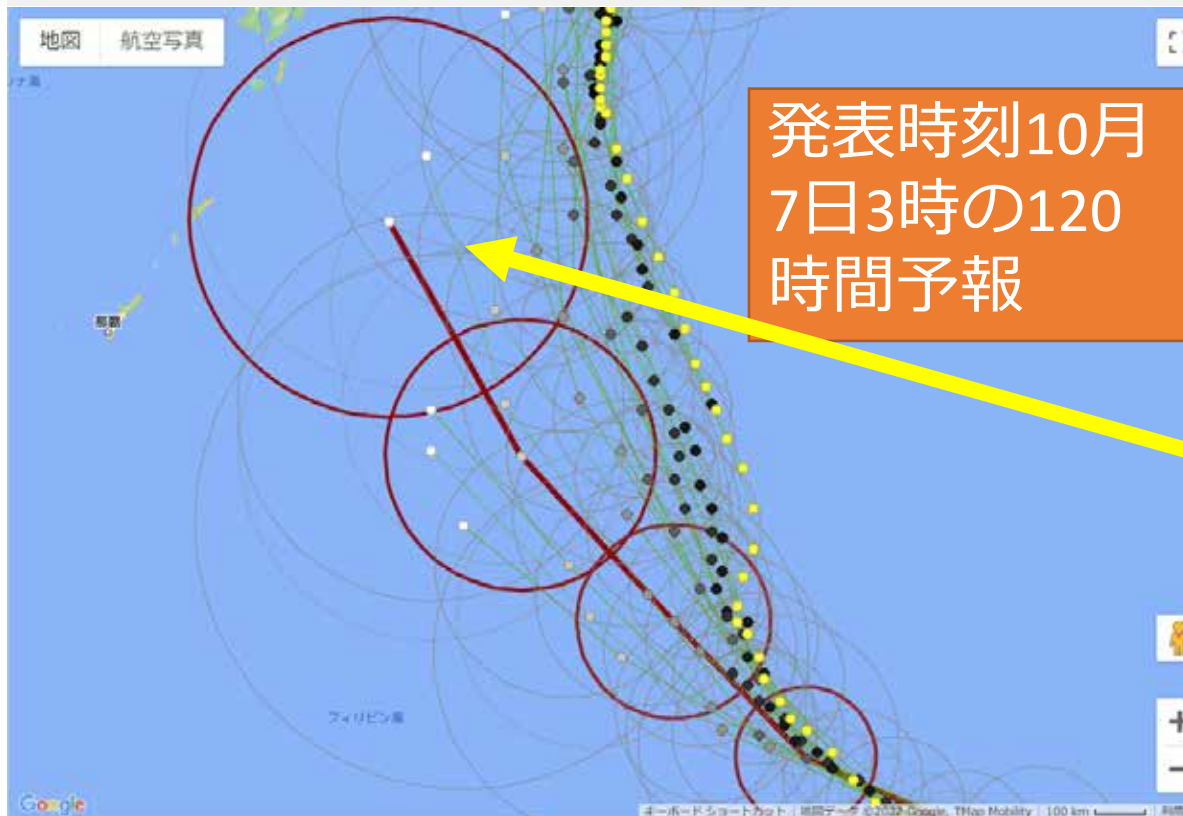
TRCシンポジウム

15

# 台風予報履歴：2つの時間軸

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/f/201919.html.ja>

## 台風予報履歴／発表時刻固定



## 台風予報履歴／予報時刻固定





# アメダスによる風雨（ハザード）データ

[http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/heavy\\_rain/](http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/heavy_rain/)

| 順位 | 観測所名 | 都道府県 | 降水量   |
|----|------|------|-------|
| 1  | 香取   | 千葉県  | 153.0 |
| 1  | 長浦岳  | 長崎県  | 153.0 |
| 3  | 多良間  | 沖縄県  | 152.0 |
| 4  | 前原   | 福岡県  | 147.0 |
| 5  | 岡崎   | 愛知県  | 146.5 |
| 6  | 古仁屋  | 鹿児島県 | 139.5 |
| 7  | 与那覇岳 | 沖縄県  | 139.0 |
| 8  | 須佐   | 山口県  | 137.5 |
| 9  | 室戸岬  | 高知県  | 135.0 |
| 10 | 仲筋   | 沖縄県  | 132.5 |

1時間降水量

| 順位 | 観測所名 | 都道府県 | 降水量   |
|----|------|------|-------|
| 1  | 大島   | 東京都  | 549.5 |
| 2  | 多良間  | 沖縄県  | 502.0 |
| 3  | 尾鷲   | 三重県  | 497.0 |
| 4  | 登別   | 北海道  | 467.0 |
| 5  | 尾鷲   | 三重県  | 463.5 |
| 6  | 阿蘇乙姫 | 熊本県  | 459.5 |
| 7  | 尾鷲   | 三重県  | 452.0 |
| 8  | 高知   | 高知県  | 444.0 |
| 9  | 後免   | 高知県  | 443.0 |
| 10 | 長崎   | 長崎県  | 432.0 |

6時間降水量

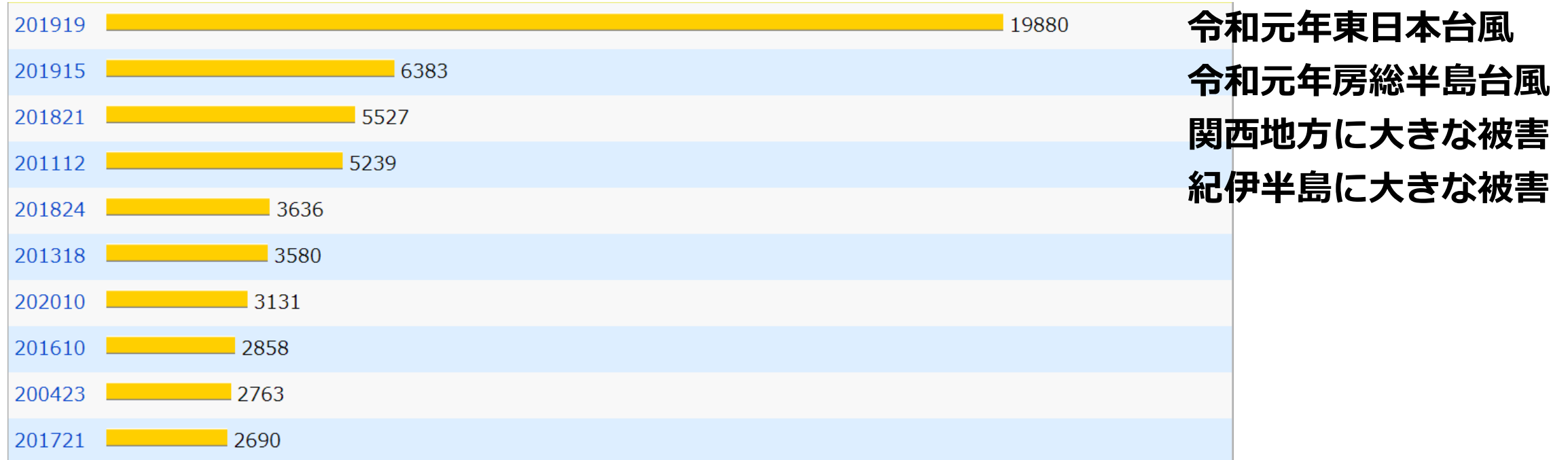
| 順位 | 観測所名 | 都道府県 | 降水量    |
|----|------|------|--------|
| 1  | 上北山  | 奈良県  | 1650.5 |
| 2  | 宮川   | 三重県  | 1517.0 |
| 3  | 神門   | 宮崎県  | 1322.0 |
| 4  | 魚梁瀬  | 高知県  | 1316.0 |
| 5  | えびの  | 宮崎県  | 1305.0 |
| 6  | 風屋   | 奈良県  | 1302.5 |
| 7  | 旭丸   | 徳島県  | 1241.0 |
| 8  | 内海   | 香川県  | 1231.0 |
| 9  | 日出岳  | 奈良県  | 1229.0 |
| 10 | 魚梁瀬  | 高知県  | 1199.0 |

72時間降水量

**アメダスデータは、気象業務支援センターの販売も終了。  
気象庁はダウンロード簡単な形式で配布して欲しい！**

# 台風ニュースによる社会インパクト分析

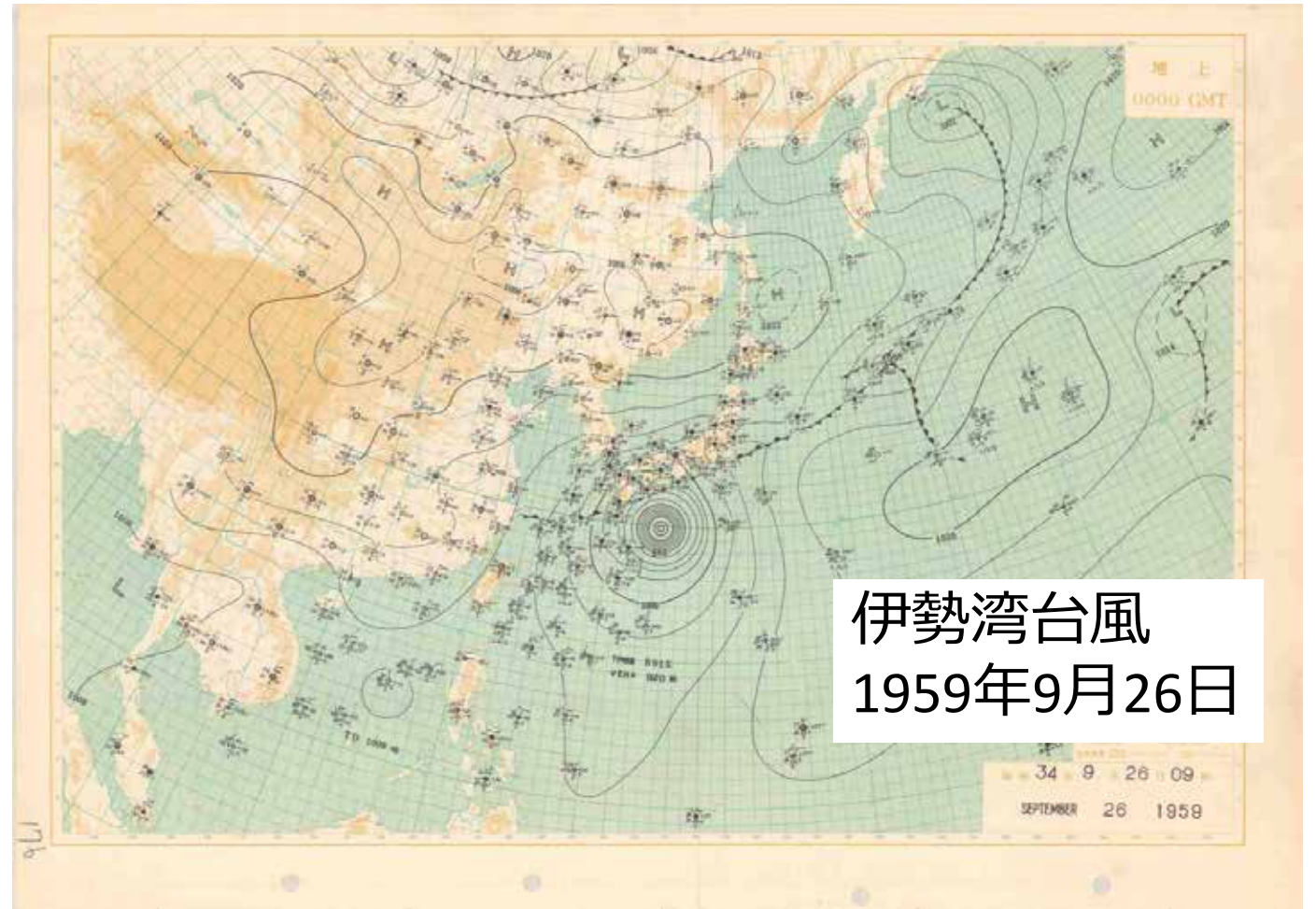
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/topics/>



- Yahoo! ニュース記事12万件を自然言語処理で分析。
- 台風番号を固有表現認識で特定し、台風ごとの記事数を計算。
- 記事数は台風の社会へのインパクトに対応。

# 100年天気図データベース

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/weather-chart/>



# デジタル台風：協働型データベース

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/contribution/>

- **レシピ集**：具体的な例を用いて実践的な活用方法を、手順に沿って使いながら使い方のコツをつかめるようにした。
- **過去の顕著な台風**：名前をもつ顕著な台風に関する基礎的な情報をまとめ、専門家による説明から天気図にアクセスできる。
- **過去の著名な天気図**：そこで歴史的なイベントや顕著な気象現象などに関連する著名な天気図をまとめ、天気図に関する説明から天気図にアクセスできる。
- **気象衛星「ひまわり」図鑑**：気象衛星画像という「気象ビッグデータ」の中から、災害に関係する画像、特徴的な雲パターンの画像、美しい画像などを切り出して収集した。



# 今後の課題

- デジタル台風は「個人プロジェクト」。どうやって**持続可能性**を高めるか？
- **機械学習 (AI)** を、ビッグデータ防災に役立てる。予測の改善だけでなく、人々の行動も変えられるか？
- 「**情報の洪水**」が起きつつある中で、人々が必要な情報にたどり着くのを支援できるか？
- 「台風」という巨大な現象に立ち向かうには、**多くの分野の協力が必要**。私自身は**情報学**の立場から関わる。