



デジタル台風：
巨大な嵐を多面的に捉えるための
異種地球情報融合基盤

国立情報学研究所

北本 朝展 (KITAMOTO Asanobu)

<http://www.digital-typhoon.org/>



自己紹介

- **大学院**: 東京大学生産技術研究所
- **現所属**: 国立情報学研究所 (NII) コンテンツ科学研究系 助教授
- **研究分野**: 画像処理、パターン認識、リモートセンシング、デジタルアーカイブ、気象情報学 (メテオインフォマティクス)
- **最近**: ウェブをプラットフォームとする学術情報データベースの構築も手がける。



地球情報融合ブーム？

最近、3つの地球情報融合基盤プロジェクトに携わるようになった。

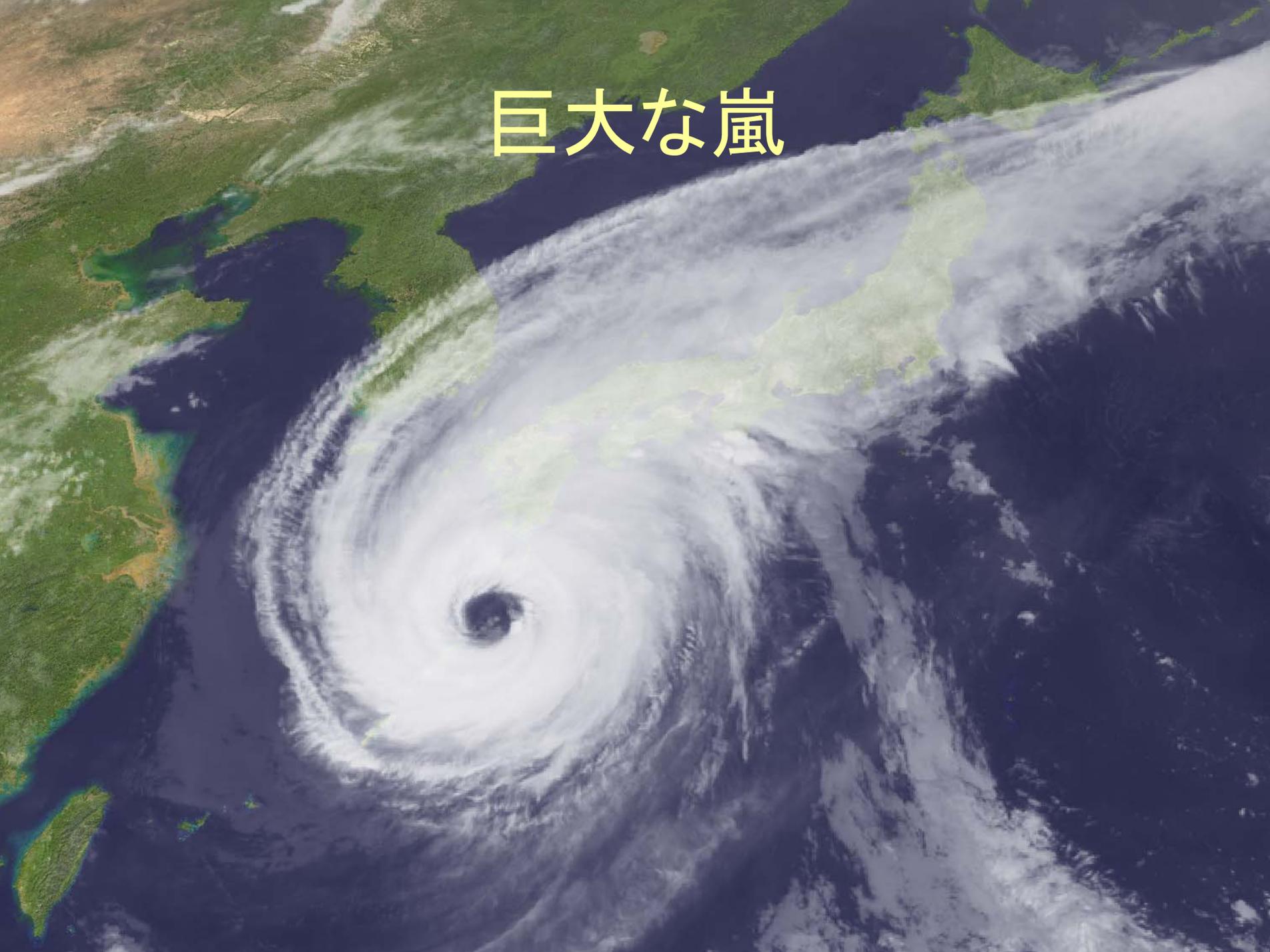
1. データ統合・解析システム - 国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」
2. Vertical Earth(鉛直地球ポータル) - 情報・システム研究機構「新領域融合研究センタープロジェクト」
3. デジタル台風 - 自主(?)プロジェクト



なぜ「台風」なのか？

- 地球全体に影響を与える大規模な自然現象である(日本人に知名度100%)。
- 気象庁(その他の気象機関)が長期間にわたって基礎データを整備している。
- 時間的に変化が激しい現象であり、画像情報が重要な役割を果たす。
- 多面的な視点が必要である。気象学だけで十分なわけではない！

巨大な嵐



www.digital-typhoon.org

台風的一生(200514号)

Typhoon 200514 : 2005-08-29 00:00 UTC



多面的な視点

- 単一の情報源では不十分で、異種の情報源を融合する必要がある。
 1. 「ひまわり」画像では、雲はわかるが、雨はわからない。
 2. 「アメダス」データを使うと、雨はわかるが、災害状況はわからない。
 3. 「ニュース記事」を使うと、災害状況はわかるが、その他の場所は不明のまま。



伝統的な台風情報

10日21時、フィリピンの東の **北緯16度50分、東経134度50分**において、熱帯低気圧が台風第13号になりました。台風は1時間におよそ15キロの速さで北西へ進んでいます。中心の気圧は1000ヘクトパスカル 中心付近の最大風速は18メートルで 中心から半径170キロ以内では 風速15メートル以上の強い風が吹いています。

デジタル台風

<http://www.digital-typhoon.org/>

デジタル台風: 台風画像と台風情報 - Mozilla Firefox

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 移動(G) ブックマーク(B) ツール(T) ヘルプ(H)

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

北本 組展 @ 国立情報学研究所 (NII) 検索 サイトマップ

デジタル台風: 台風画像と台風情報

agora ホーム デジタル台風 English

:: お知らせ :: ケータイ版 :: PDA版 :: Google Earth版 :: iPod版 :: 壁紙 :: 動画 :: RSS / Atom ::
キッズ :: 台風への眼 / 台風前線 :: MTSATプログ ::

リアルタイム台風情報

更新日時: 2006年 11月 28日 17時 28分 (JST)

台風200621号



MTS106112806
200621 (WNP)
(N11.9, E133.1)
980 hPa / 55 kt

台風発生数

現在 = 21個 (台風経路図)
平年 = 25.4個 (1951-2005)

最新台風ニュース

- 台風ニュース・ウェブログ
 - 2006年台風21号(ドリアン | DURIAN) -- 2006年11月26日
- 台風ニュース・トピックス
- 地域情報ポータル
- 災害情報ポータル
 - 気象災害データベース
 - 台風被害データベース
- その他のニュース
 - ご意見・お問い合わせ 開設(2006.11.06)

台風データベース 静止気象衛星画像

完了



「デジタル台風」の略歴

- 1999年4月: アイデアに関する最初のメモ。
- 2001年末: 画像検索のデモとしてサイト公開。
- 2002年秋～2003年1月: リアルタイムデータの提供を検討し、ブログ等書き始める。
- 2003年6月: 基本的なサイト構造が完成。
- 2003年7月: Yahoo!等に登録し全面公開。
- 2004年6月: 参加型サイト「台風への眼」。
- 2006年7月: 過去データを1981年まで拡大
+ 参加型サイト「台風前線」。



現在のシステム構成

- 公開サーバ系：ウェブサーバ2台＋バックエンド3台＋ファイルサーバ(2TB)。
- データ処理系：データ処理サーバ4台（＋大規模処理用12台）＋ファイルサーバ(総計10TB程度)。
- いずれもLinuxのPCサーバ利用。
- システムはオープンソースに基づき自作。
- 段階的に拡張しつつ、網渡り運用。。

気象庁 | 台風情報 - Mozilla Firefox

http://www.jma.go.jp/typh/0613.html

気象庁
Japan Meteorological Agency

ホーム 防災気象情報 気象統計情報 気象等の知識 気象庁について 案内・申請・リンク

ホーム > 防災気象情報 > 台風情報

台風情報

情報選択 台風経路図 印刷

台風選択 台風 第13号 拡大解除 再拡大

表示時間 < > 全予報円表示 動画・開始 動画・停止

図中の台風付近をクリックするとさらに拡大します。

平成18年09月12日21時

非表示

台風 第13号 (サンサン)
平成18年09月12日21時50分 発表

<12日21時の実況>

大きさ	-
強さ	非常に強い
存在地域	日本の南
中心位置	北緯 20度05分(20.1度) 東経 131度00分(131.0度)
進行方向、速さ	北西 15km/h(7kt)
中心気圧	945hPa
中心付近の最大風速	45m/s(85kt)
25m/s以上の暴風域	全城 110km(60NM)
15m/s以上の強風域	全城 260km(140NM)

<13日21時の予報>

25m/s以上の暴風域 暴風警戒

15m/s以上の強風域 予報円

どうやって測るのか？

中心気圧	945hPa
中心付近の最大風速	45 m/s (85kt)

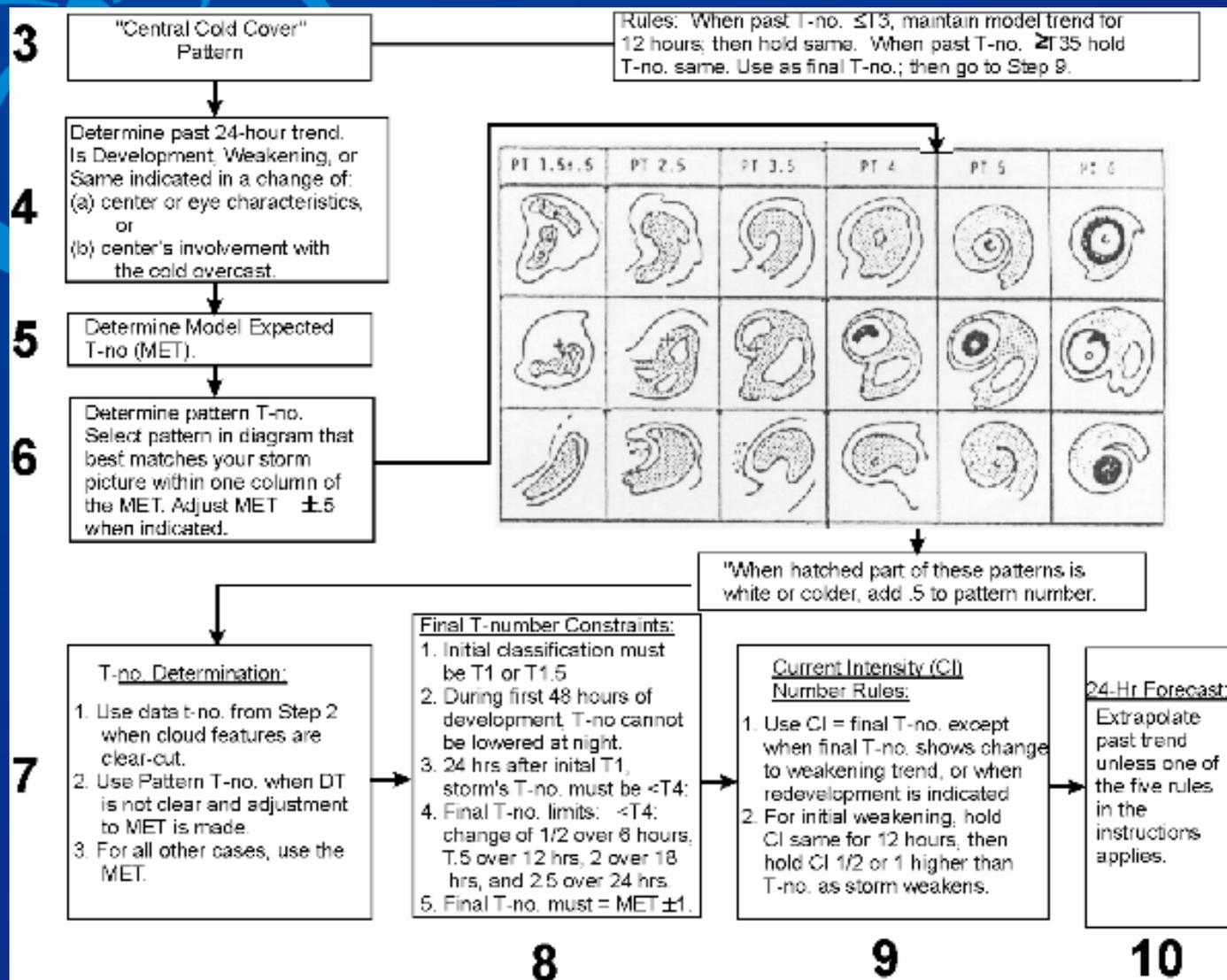
波浪観測情報

飛行機観測



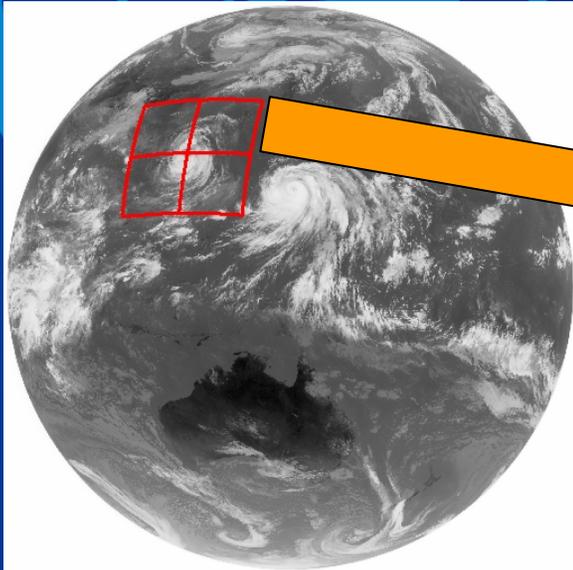
- 実際に台風の中
心にまで飛び、機
器を落下させて気
圧を測定する。
- 危険性が高く費用
もかかるので、台
風については、
1987年に米軍が
観測を終了した。

ドボラック法

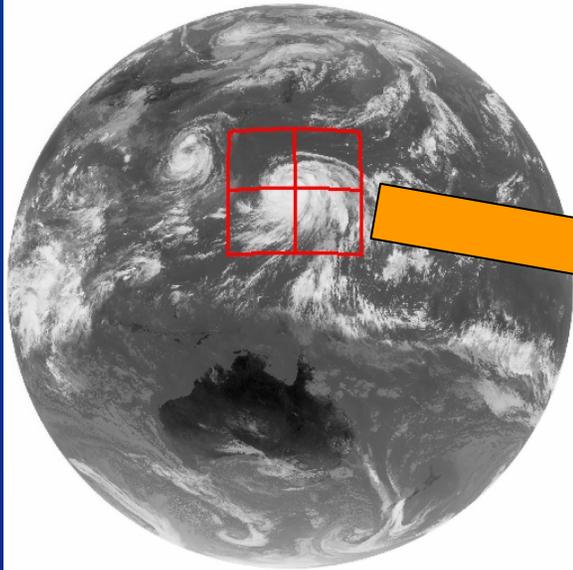
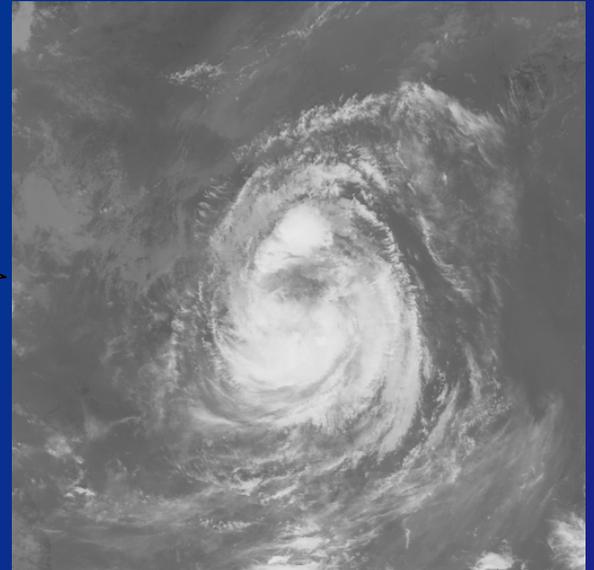


Source: Bureau of Meteorology, Australia

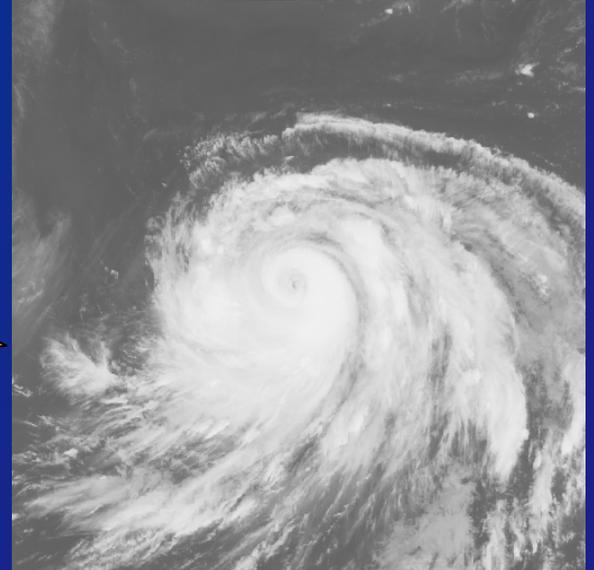
台風画像の生成



台風200513号
970hPa



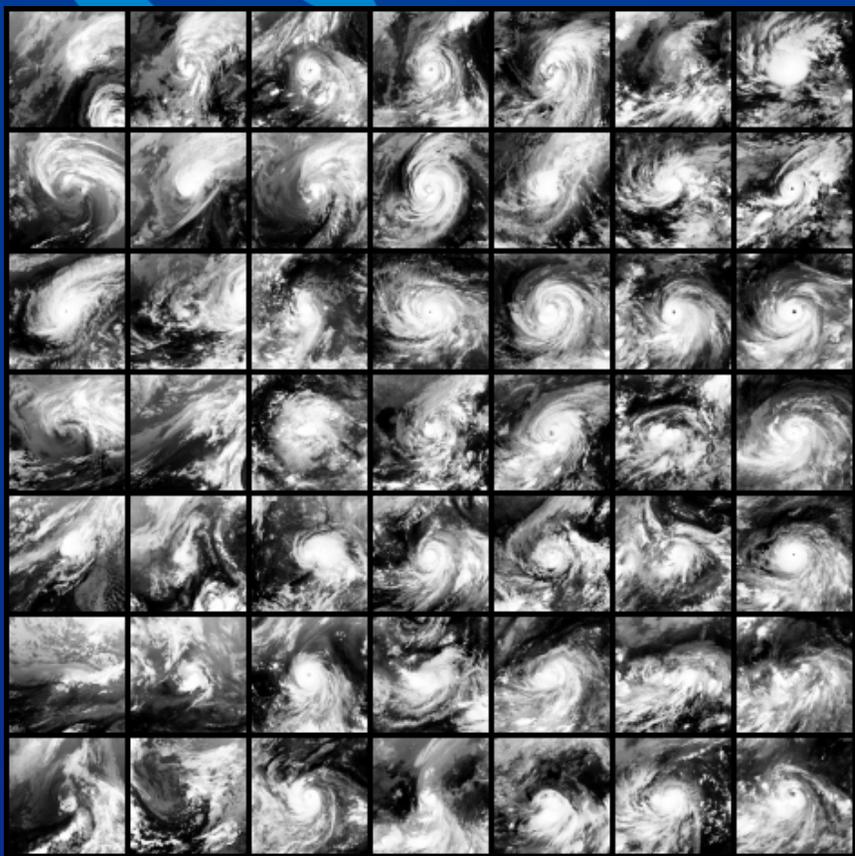
台風200514号
935hPa



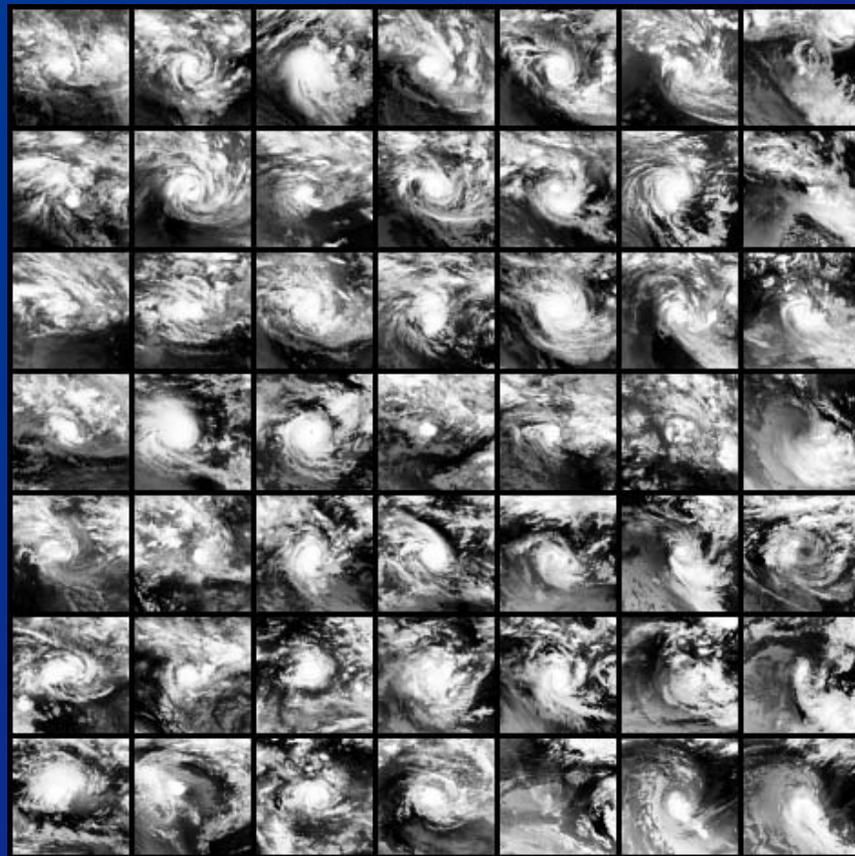
台風と画像の
中心が一致し、
面積が一定とな
るように変換。

台風画像コレクション

画像コレクションのK-平均クラスタリング



北半球



南半球

台風画像の網羅的データベース

2006年11月28日現在	台風 (北西太平洋)	サイクロン (オーストラリア)
シーズン数	26	25
台風画像数	109,937	30,304
台風系列数	682	269

- 全体では約26年、約14万件の画像をデータベース化し検索可能とした。
- 世界でも最大規模のデータベース。

台風雲パターンの表現

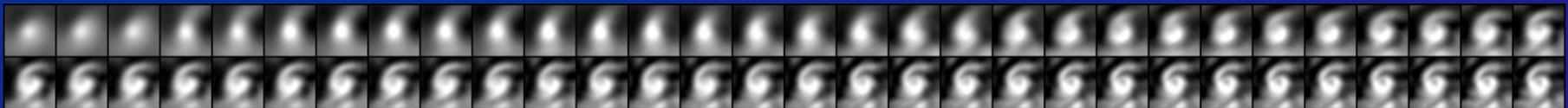
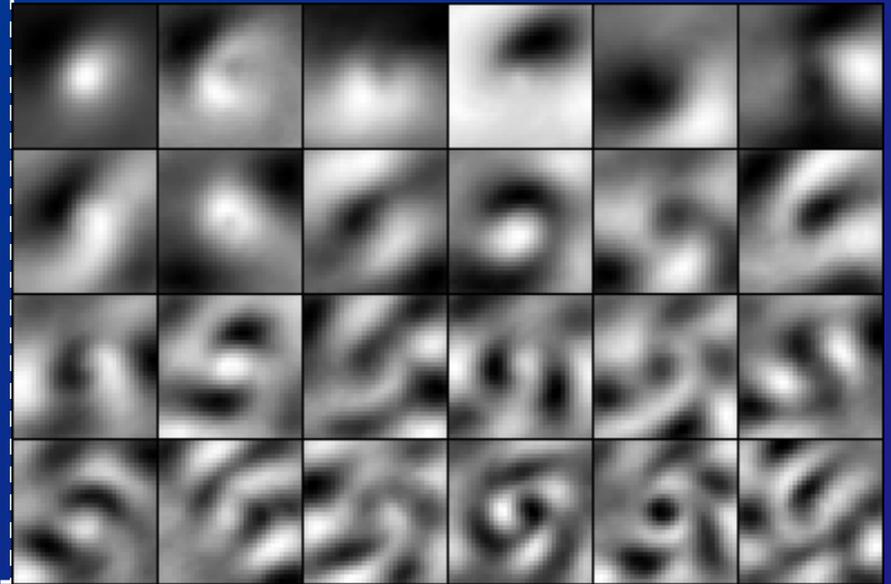
1. 枠取りした台風画像の地図投影

2. 赤外画像から温度分布画像生成

3. 主成分分析による次元削減

4. 特徴ベクトル算出

北半球の台風に対する固有台風表現



類似画像検索

- 現在に類似した過去の事例を検索し、予測を改善するための情報として使う。
- 画像クリックで類似画像を次々検索。

デジタル台風:類似画像ビュー - Mozilla Firefox

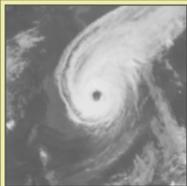
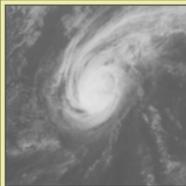
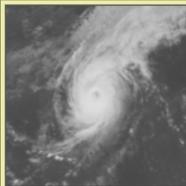
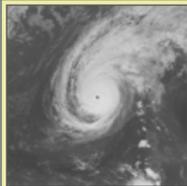
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 履歴(S) ブックマーク(B) ツール(T) ヘルプ(H)

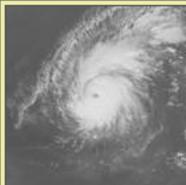
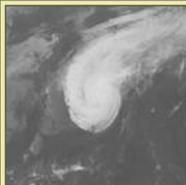
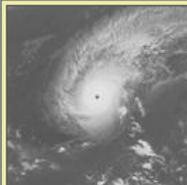
北本 朝展 @ 国立情報学研究所 (NII) 検索 | サイトマップ

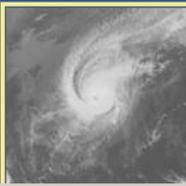
デジタル台風:類似画像ビュー

agora > ホーム > デジタル台風 | ヘルプ > English

画像類似度による検索

Query 1	1	2	3	4
				
MTS105090509	GMS501122412	GMS491110508	GMS491112914	GMS490102116
200514 (WNP)	200125 (WNP)	199124 (WNP)	199128 (WNP)	199023 (WNP)
(N29.1, E130.2)	(N20.2, E146.8)	(N18.9, E140.2)	(N19.9, E139.3)	(N29.2, E147.9)
935 hPa / 85 kt	955 hPa / 75 kt	930 hPa / 95 kt	925 hPa / 95 kt	960 hPa / 75 kt

5	6	7	8	9
				
GMS491092701	GMS502120803	GMS597091509	GMS597121712	GOE904101821
199119 (WNP)	200226 (WNP)	199719 (WNP)	199728 (WNP)	200423 (WNP)
(N30.3, E127.9)	(N13.0, E145.5)	(N29.7, E129.6)	(N13.8, E141.4)	(N24.2, E127.1)
935 hPa / 95 kt	950 hPa / 80 kt	955 hPa / 75 kt	925 hPa / 90 kt	950 hPa / 80 kt

10	11	12	13	14
				

完了

類似画像の時間発展

デジタル台風:時間発展ビュー - Mozilla Firefox

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 履歴(S) ブックマーク(B) ツール(T) ヘルプ(H)

北本 朝展 @ 国立情報学研究所 (NII)

検索 | サイトマップ

デジタル台風:時間発展ビュー

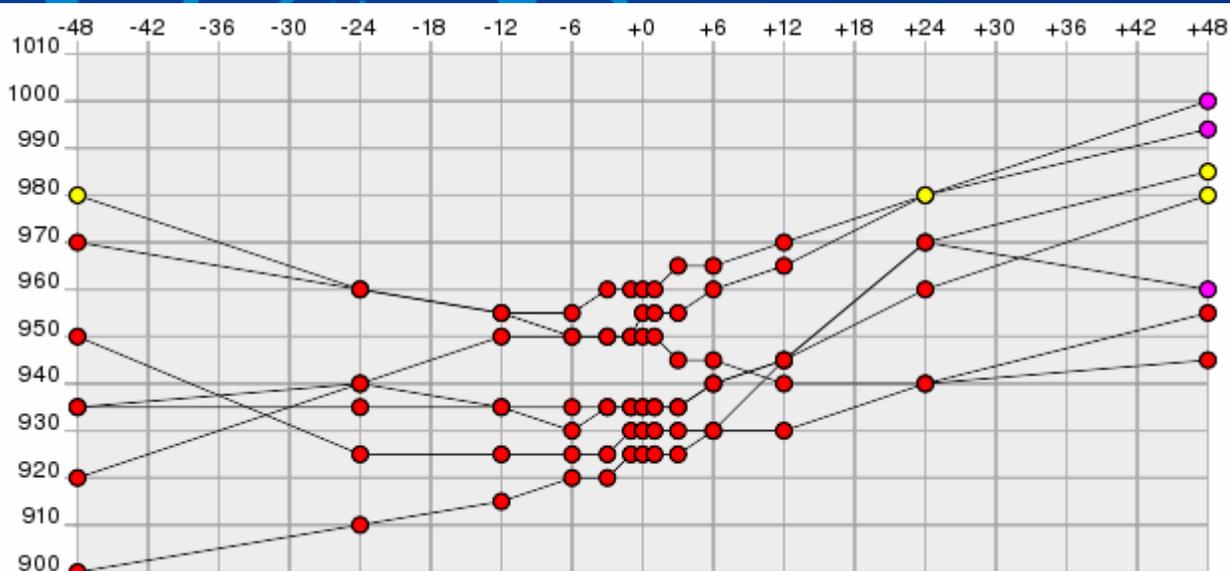
agora > ホーム > デジタル台風 | ヘルプ

English

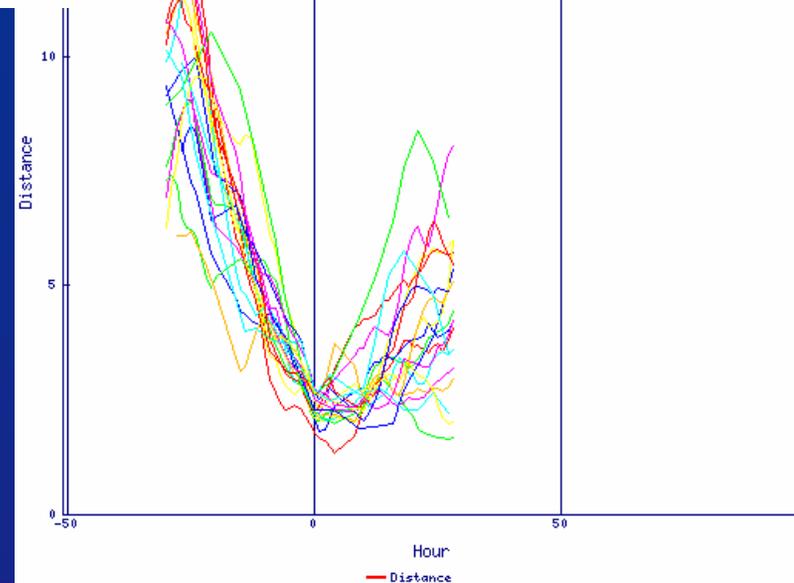
雲画像の時間発展

	-48	-24	-12	-6	-3	-1	+0	+1	+3	+6	+12	+24	+48
200514 (Query 1)													
200125 (Result 1)													
199124 (Result 2)													
199128 (Result 3)													
199023 (Result 4)													
199119 (Result 5)													
200226 (Result 6)													

類似事例の時間発展



Lyapunov Exponent for Typhoon 200514 : MTS105090509



ある時点で類似した事例が、時間の経過とともに非類似事例となる(カオス)。



台風情報の4領域

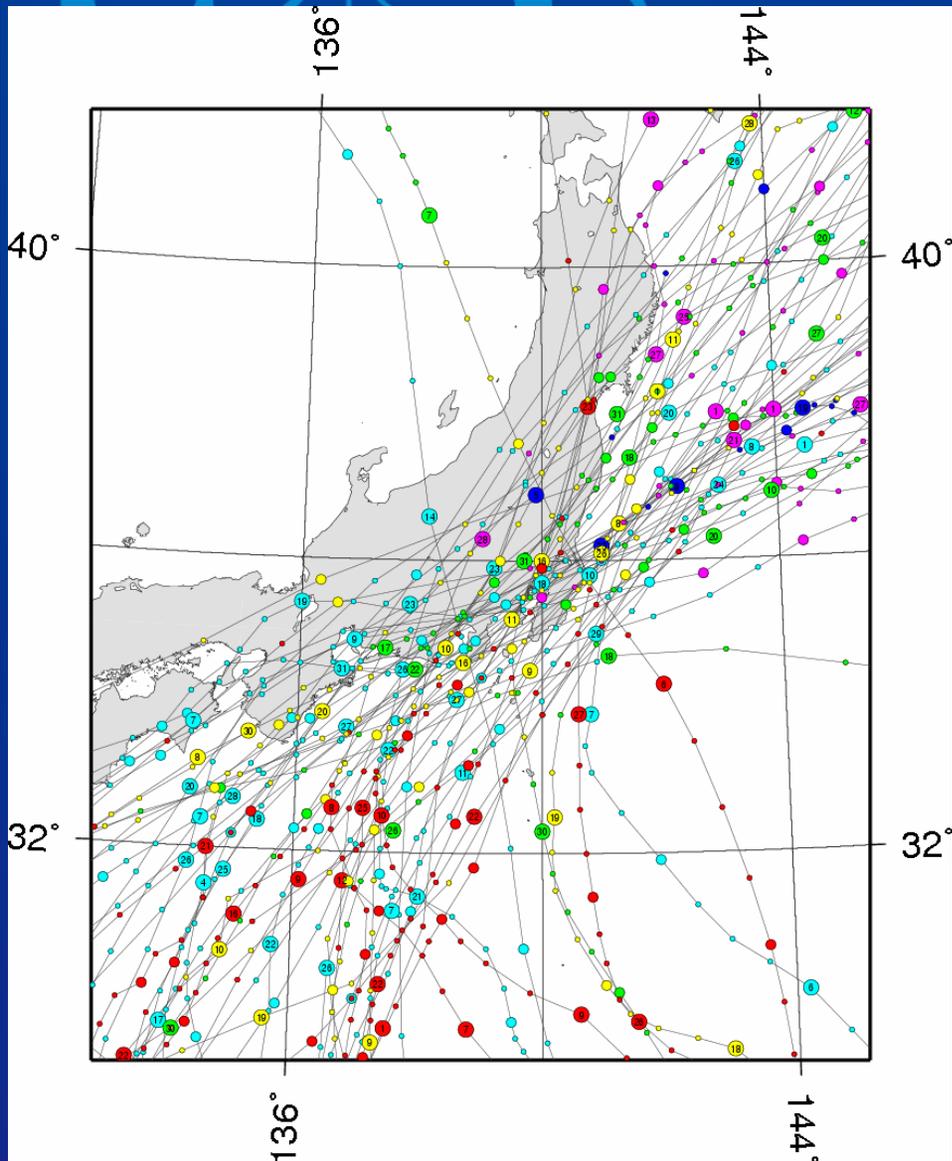
	直接的(1次情報)	間接的(2次情報)
公共的	気象衛星画像、アメダス観測、ライブカメラ(センサデータ)	台風ニュース・トピックス(マスメディアのニュースを解析)
個人的	台風への眼、台風前線(各地の個人が発信する情報の集約)	台風ニュース・ウェブログ(個人的視点の台風情報)



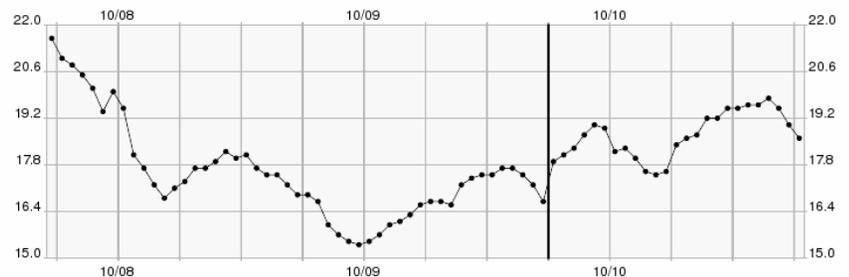
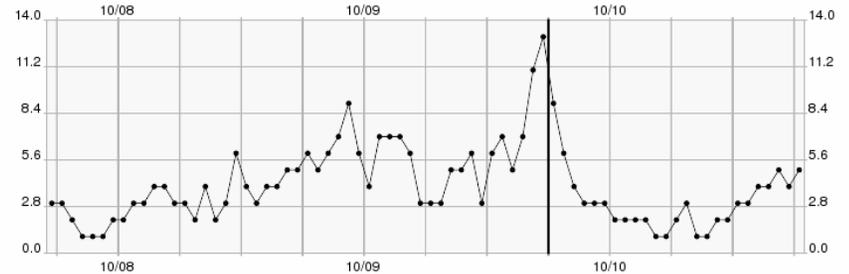
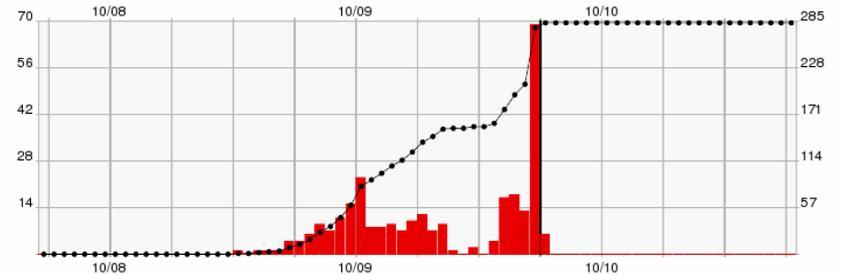
異種データの収集

1. 気象衛星画像(1981年以降)
2. 台風経路データ(1951年以降)
3. アメダス観測データ(1976年以降)
4. ニュース記事(2003年以降)
5. ブログ・トラックバック(2004年以降)
6. 台風被害データ(1951年以降)
7. 気象災害データ(1971年以降)
8. 定点観測カメラ(2004年以降)

アメダス観測データ



AMeDAS Station [44131] / Typhoon [200422]

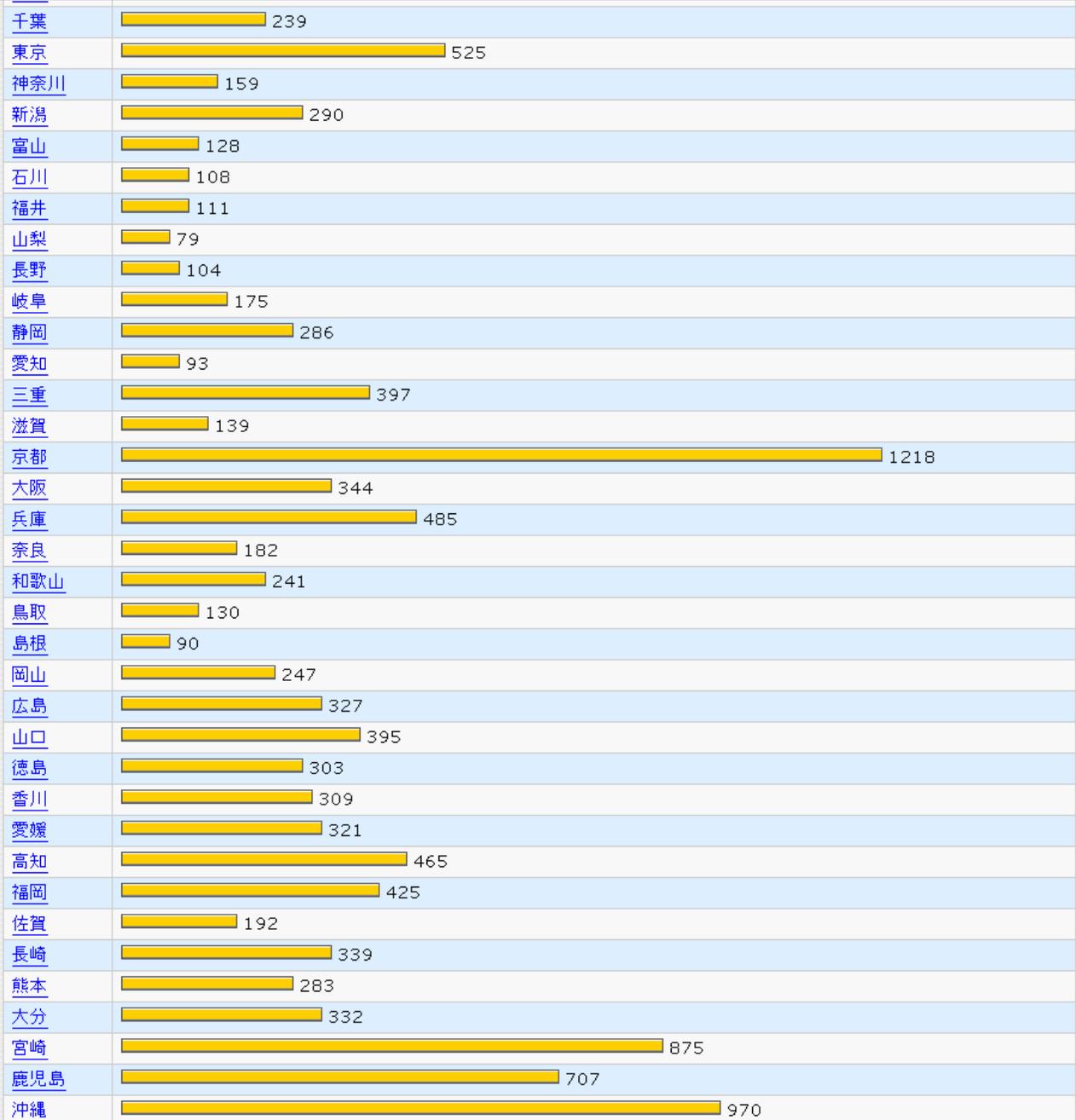




ニュース記事のテキスト処理

1. Yahoo! Newsの記事から「台風」が含まれる記事を抽出。
2. それが「台風何号」の記事かを分析。
3. 記事を「形態素解析」して単語に分割し、その出現頻度を計算。
4. 出現頻度から、個々の台風における個々の単語の重要度を計算(tf-idf法)。
5. 県名を含む記事を地域ごとに集約。

200622	4	フィリピン	東アジア	サミット	延期	首脳	セブ	発生	避難	会議	死亡	不明	接近
200621	12	フィリピン	死者	被害	達する	火山	行方不明	犠牲	ルソン島	超す	豪雪	泥	松阪
200619	3	控訴	取り下げ	北川	訴訟	敗訴	確定	洪水	住民	フィリピン	ダム	発生	死亡
200618	13	低気圧	小笠原諸島	仕組み	並	怖い	北海道	水産	発達	水本	強い	支笏湖	ホウレンソウ
200617	4	低気圧	仕組み	並	怖い	発達	星空	観望	細川	うさぎ	ミュージアム	中秋	名月
200616	7	低気圧	乗組	漁船	仕組み	宮城	並	助ける	怖い	発達	携帯	座礁	求める
200615	11	フィリピン	マニラ	洞爺	取引	直撃	青函	首都	ルソン島	為替	死者	ベトナム	ホテル
200614	66	宮崎	談合	知事	逮捕	延岡	安藤	アーム	容疑	取り換え	支援	四国電力	創設
200613	384	佐賀	竜巻	長崎	延岡	広島	塩害	伊万里	被害	作況	福岡	大分	横転
200612	9	大洗	ごみ	海岸	茨城	福島	相馬	プラザ	ハワイ	水辺	冷淡	宿命	富津
200611	4	高知	九州	接近	風	雨	注意	発生	地方	四国	北上	鹿児島	熱帯低気圧
200610	100	九州	福岡	大雨	酒匂川	警戒	増水	長時間	恐れ	縦断	水死	四国	雨
200609	14	地方	東海	接近	紀伊半島	恐れ	房総半島	石垣	上陸	呼びかける	厩	旧盆	本島
200608	27	中国	地方	東海	房総半島	死者	石垣	接近	紀伊半島	恐れ	本島	浙江	宮古
200607	61	東海	地方	接近	紀伊半島	花火	関東	びわ湖	恐れ	警戒	千葉	大雨	銚子
200606	8	中国	広東	死亡	ディーゼル	広州	南禅寺	給油	年忘れ	油	偽る	もつ	金地院
200605	9	先島	中国	人民	解放	地方	鉄砲水	死亡	八重山	恐れ	与那国	石垣	瞬間
200604	44	中国	死者	八重山	死亡	石垣島	福建	湖南	地方	広東	大型	拡大	石垣
200603	85	北上	大雨	久米島	沖縄	九州	宮古島	保つ	強い	漁船	勢力	恐れ	梅雨前線
200601	21	死亡	波照間島	さらう	比	フィリピン	中国	修学旅行	高波	地滑り	横浜	高校生	発生



現地の情報は現地に聞け

- 宇宙から気象衛星画像で観測し、アメダスデータから気象状況を把握し、ニュース記事から災害状況をつかみ、、、
- でも、なんとなく実感が湧かない??
- 「うわー、家が揺れた」、「川が溢れそう」、「今度の台風はやばい」。。
- 現地の人からの報告には、他の情報にない臨場感がある。



台風前線

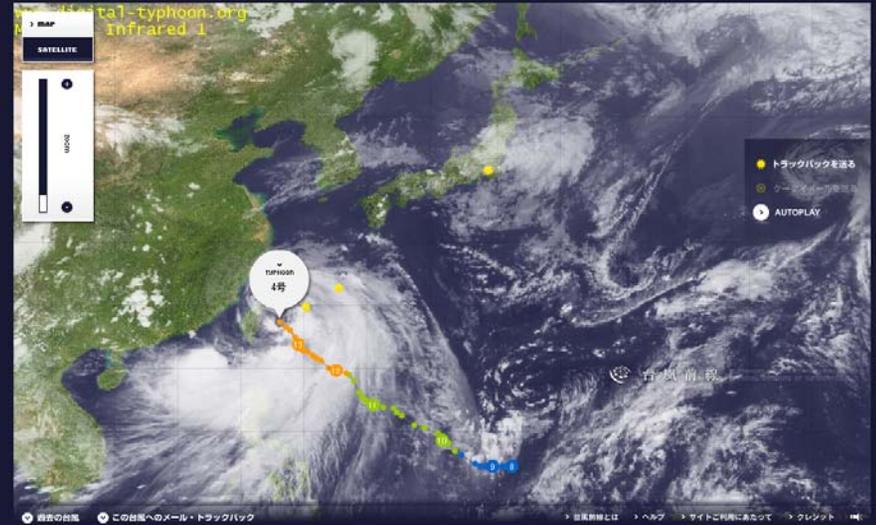
参加型メディアが可視化する
最前線の台風情報

<http://front.eye.tc/>

- 個人が現地の状況をブログ経由で送信できる参加型台風情報サイト。
- メディアの実況中継は決まりきった場所（●●岬等）が多いが、こちらはブログ作者が参加すれば、全国（全世界）どこからでも実況中継可能。

「台風前線」 インタフェース

台風の動きと、各地の
発信情報との、時間的
な関連が一目瞭然。



台風前線(台風200514号)

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the following details:

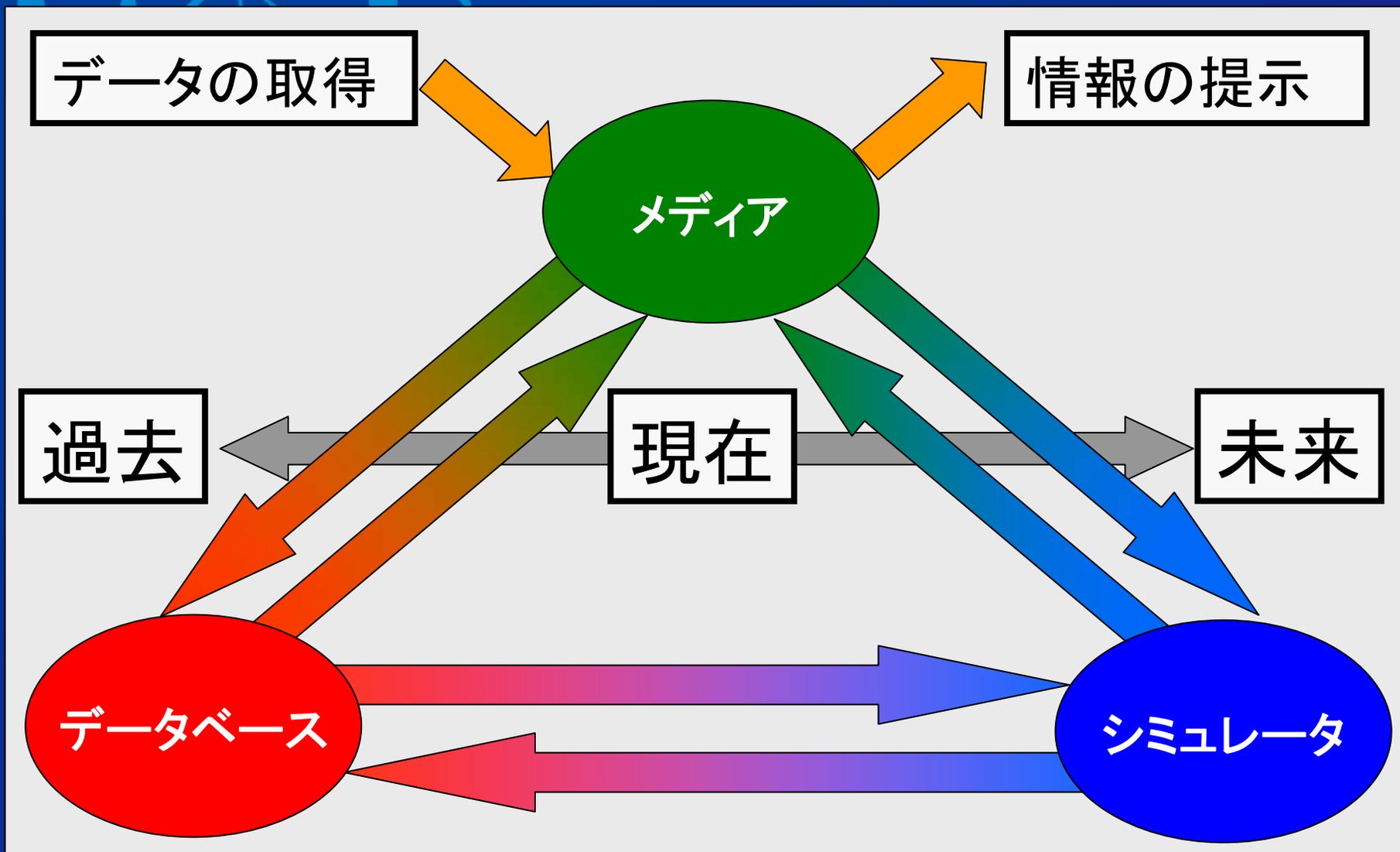
- Title Bar:** 台風前線 - 参加型メディアが可視化する最前線の台風情報 - Mozilla Firefox
- Menu Bar:** ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 履歴(S) ブックマーク(B) ツール(T) ヘルプ(H)
- Address Bar:** http://fronteye.tc/main.html
- Search Bar:** Google
- Main Content:** A map of the Western Pacific region showing the typhoon front. A white square icon with a circular pattern is overlaid on the map.
- Footer:** 台風前線 COPYRIGHT © 2004, 4/11/2005 TO AODDORU, NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENT
- Status Bar:** eye.tc からデータを転送しています.



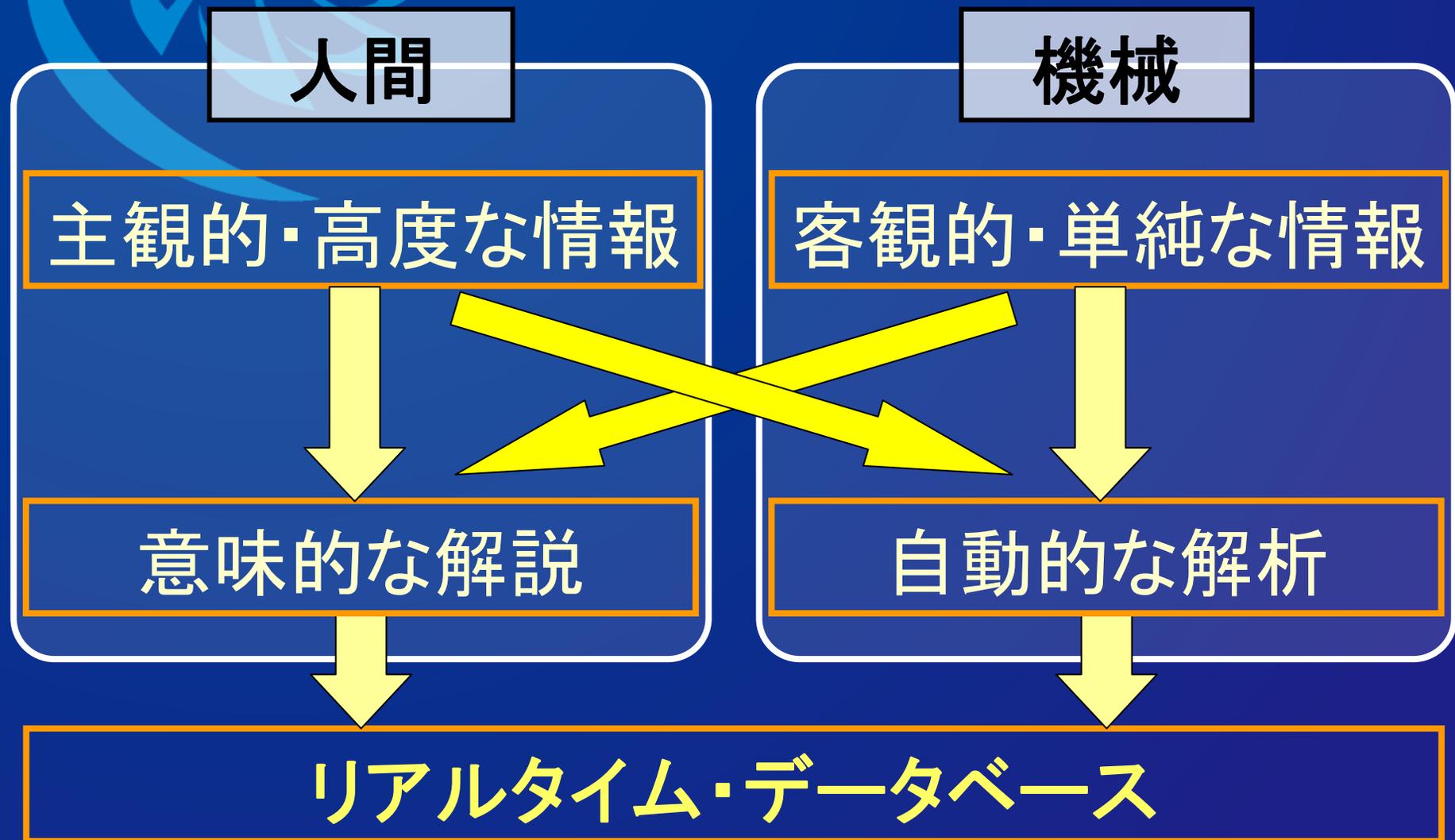
世界の「デジタル化」

- リアル地球を多種多様な(狭義・広義の)センサを通して「デジタル化」する。
 - 機械センサ(気象衛星、アメダス)
 - 人間センサ(メディア、不特定多数の人)
- ネットワークに接続してデータを収集。
- リアル地球では見えないものも、デジタル地球で可視化することができる。
- どうやって参加と共有を進めていくか？

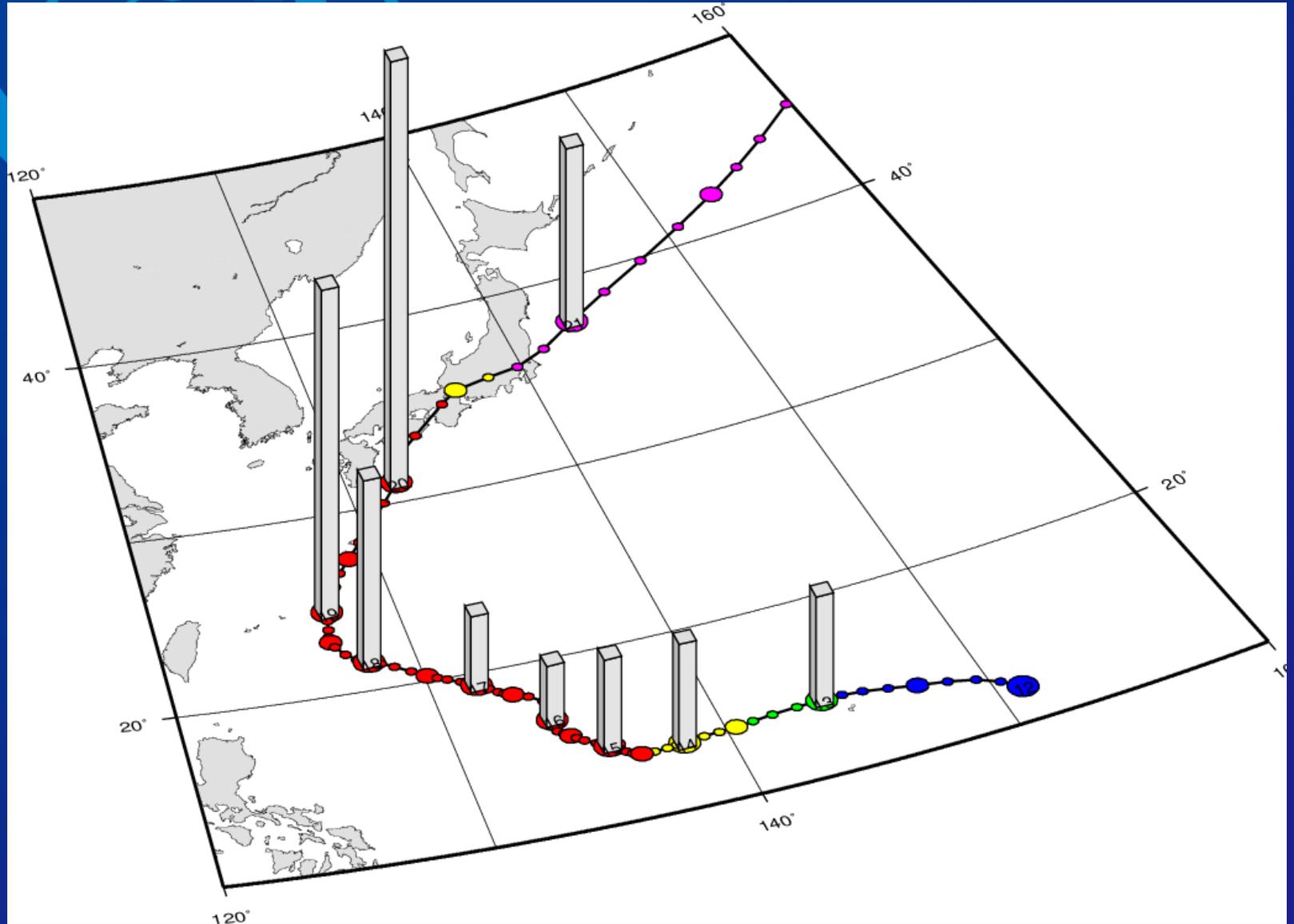
三位一体情報基盤



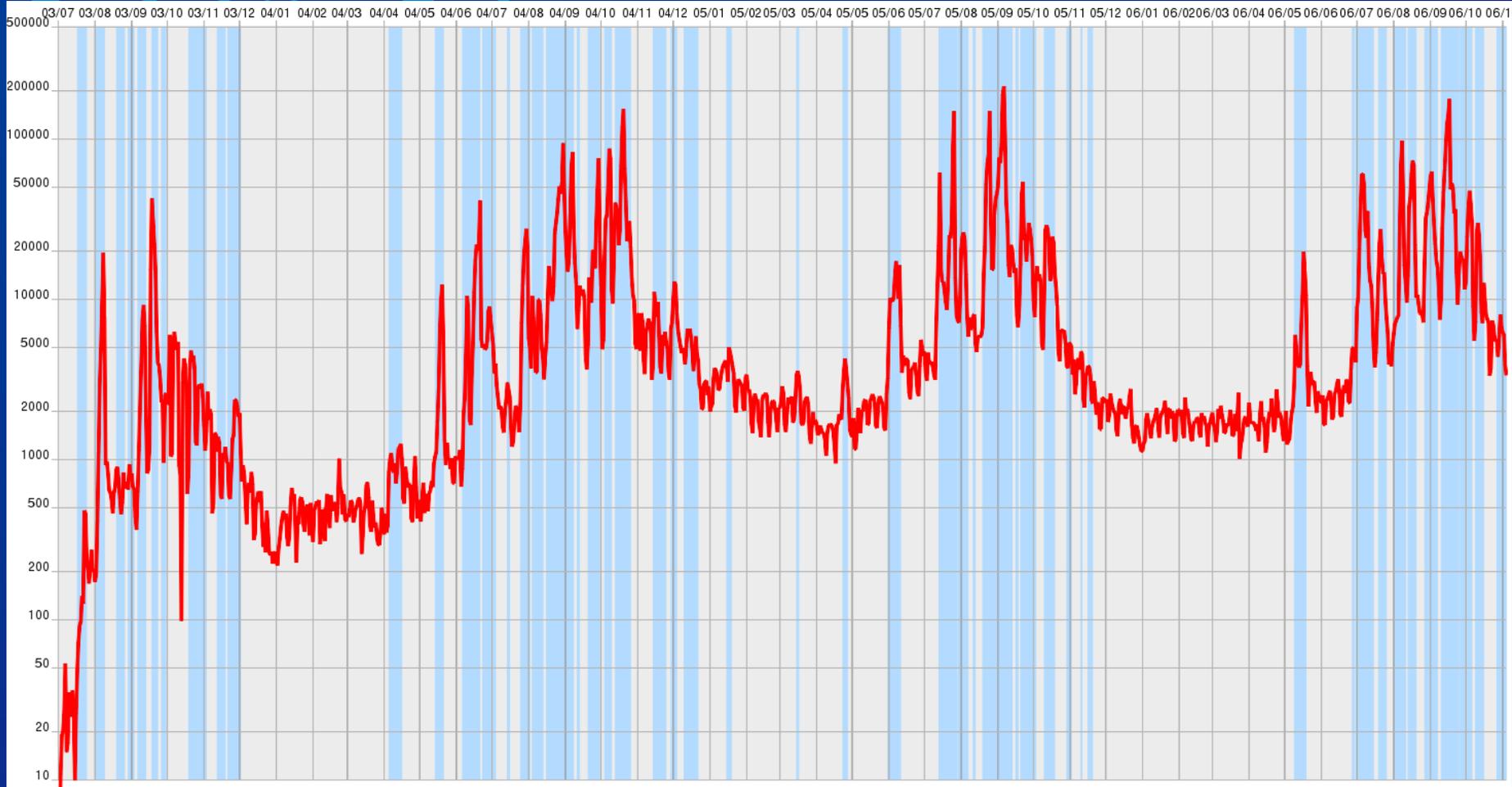
「人間＋機械」センサネットワーク



リアルタイムデータへのニーズ



ページビューの推移



2003年7月以来のページビューは4200万以上。



利用者

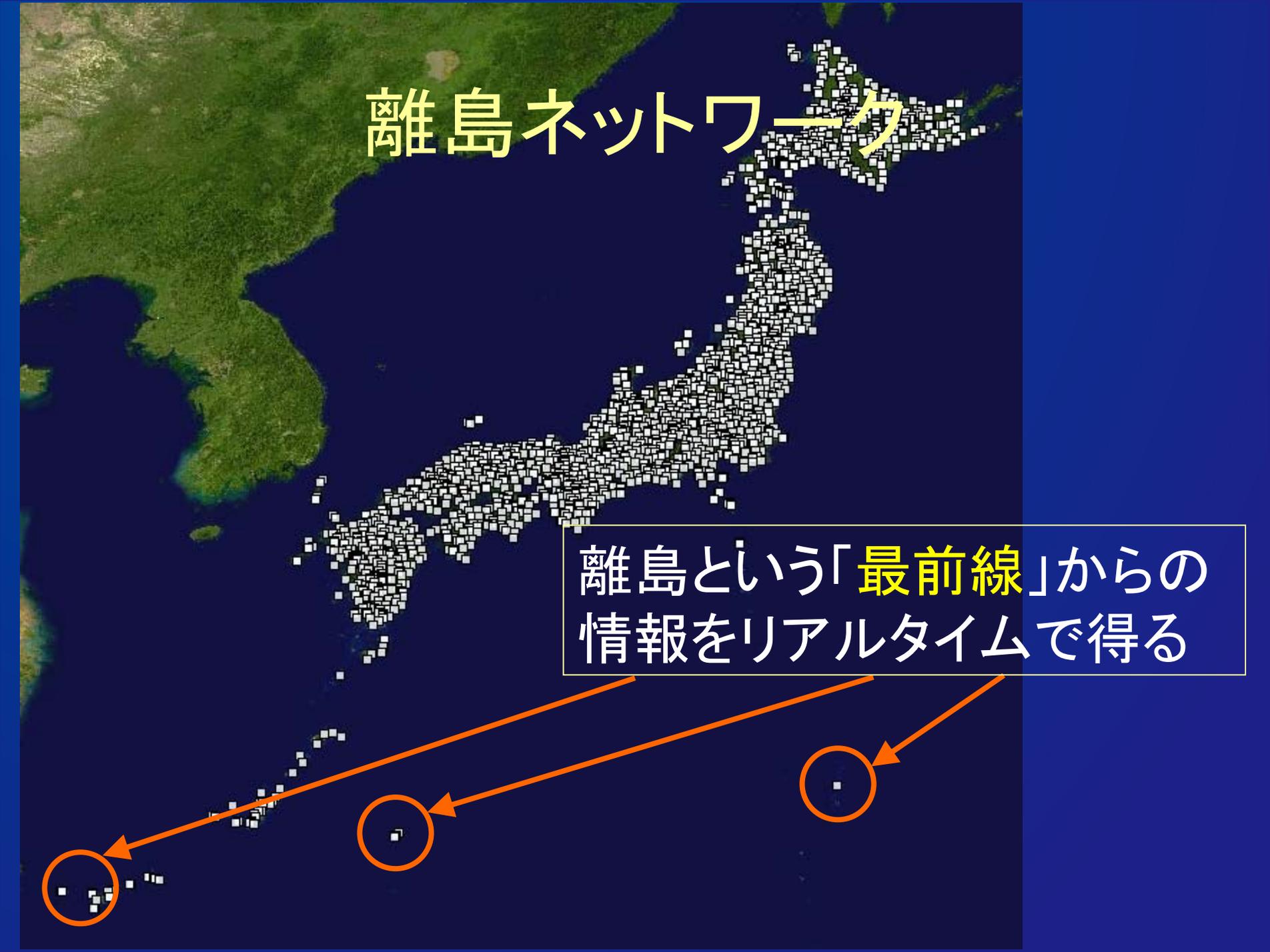
- 研究(気象、災害、風、海洋等)
- 教育(小学校5年理科を中心に)
- 農業・漁業・林業(自然の恵みを受ける産業)
- 運輸・観光(鉄道、航空、陸運、宿泊)
- 社会基盤(電力、建設、政府自治体)
- 商業全般(売り上げダウン、時に売り上げアップ)
- 保険・金融(台風被害への補償等)
- マリンスポーツ(サーフィン、釣り、ヨット等)
- 気象マニア、台風マニア(?)
- 台風の進路にあたる人々一般。



グリッドへの期待

- **過去**を活用するためのデータベース。
- **現在**を把握するためのネットワーク。
 - 1000kmのスケールで、地球上に分散したセンサデータを統合する必要がある。
 - 宇宙と地上から、機械センサ（狭義のセンサ）と人間（センサ）が生成する、多種多様なデータを統合する必要がある。
- **未来**を予測するためのシミュレーション。

離島ネットワーク



離島という「**最前線**」からの
情報をリアルタイムで得る



小学校ネットワーク

- 日本をくまなく密にカバーする、20,000校の地域拠点（例えばアマダスはたった1,300拠点）。
- この地域拠点にセンサを設置し、人がローカルな情報を発信できれば、非常に強力な分散情報源となる。
- 例：全国の小学生が作る台風情報



おわりに

- 「デジタル台風」は、地球の上を動く巨大な嵐を多面的に捉えるため、台風に関する異種情報を融合し、その成果をウェブサイトで公開している。
- グリッド技術は未利用ではあるが、将来的にはグリッド技術の面白いアプリケーションの一つになるか？



関連URL

- デジタル台風：
 - <http://www.digital-typhoon.org/>
- 台風前線：
 - <http://front.eye.tc/>
- 個人オフィシャルページ：
 - <http://agora.ex.nii.ac.jp/~kitamoto/>
- 質問等は以下のアドレスにご連絡ください。
 - kitamoto@nii.ac.jp