

デジタル台風： 熱帯低気圧の実感に向けた データの文脈化

北本 朝展 (KITAMOTO Asanobu)

国立情報学研究所・総合研究大学院大学

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

@KitamotoAsanobu

気象予報士第5439号

謎のウェブサイト？

The screenshot shows the 'Digital Typhoon' website interface. At the top, there's a navigation bar with 'デジタル台風：台風画像と台風情報' and a search bar. Below that, there's a section for 'リアルタイム台風情報' (Real-time Typhoon Information) featuring two typhoon images (MTS213100706 and MTS213100706) with their respective data. To the right, there's a '台風発生数' (Typhoon Occurrence Count) section showing '現在 = 24個 (台風経路数) (台風進路予想数)' and '平年 = 19.8個 (1951-2010)'. Below that, there's a '最新台風情報' (Latest Typhoon Information) section with a list of typhoons and links to various resources like '台風ニュース・ウェブログ' and 'アメラス (アメダス・ランキング)'. At the bottom, there's a '台風データベース' (Typhoon Database) section with search options and a '静止気象衛星画像 (地球)' (Static Meteorological Satellite Image (Earth)) section showing a satellite image of Earth from October 7, 2013, at 15:00 JST.

- 一体、誰が、何のためにやっているウェブサイトなのか？
- 構造が普通の気象ウェブサイトと違う。
- やたらデータが多く、変なデータもある。
- 気象専門家でもない謎の人物が、好き放題にあれこれ書いている。

続きは次の発表で

メソ気象研究会
気象学会 メソ気象研究連絡会

最新情報

定例メソ気象研究会の予告

日時：2015年10月27日（火）（大会前日）13:30～17:00
場所：キャンパスプラザ京都4F第3講義室 アクセス
（京都市下京区西高麗通塩小路下る東塩小路町939）
テーマ：「最後の熱帯低気圧 Haiyan と Pam」
コンピーター：坪本和久（名古屋大学地球水循環研究センター）

内容：

① 9月のメソ気象研究会は、2013年にフィリピンに上陸し大被害をもたらした台風Haiyanと2015年に南太平洋の（ヌアツ）に甚大な被害をもたらしたサイクロン Pamに焦点をあてた。これらは記録に残る最後の低緯度の熱帯低気圧であるが、日本に災害をもたらす台風と異なり日本では情報が少ない。しかしながら、低緯度の熱帯低気圧を知ることは、地上の最後の熱帯低気圧を知ることによって重要であるだけでなく、将来の温暖化気候における台風を知ることもつながるという点で重要である。今回は最後の熱帯低気圧の「最後を知る」ことをテーマに、多様な分野の方々にご参加をお願いした。

② 気象学に限らず地球科学全般に、気象を知る上で気候をみるということは最も重要である。そこでフィリピン/ヌアツに現地調査に行かれた森氏（理大防災研）と藤川氏（NHK）に、防災の観点から災害の実際を伝えるという視点から、話題提供をお願いした。一方でデータから最後の台風の実際を知ることも重要である。台風のデータといえは、気象界で知らない人はいない「デジタル台風」を開発、運営をされている北本氏（情報研）から、最後の熱帯低気圧について情報の観点からお話しいたたく。また「気象を知る」ということはシミュレーションを併用しているわけではない。全球あるいは領域の数値モデルを用いて、観測やデータ解析だけでは得られない情報を取り出すこともまさに気象を知ることになる。そのような観点で中野氏（JAMSTEC）と青岡氏（名古屋大学水循環）に、それぞれのモデルから分かる「気象」についてお話しいたたくことをお願いした。

プログラム：
「昼食祝賀」

- 森 徹人（京都大学防災研究所）「台風 Haiyan とサイクロン Pam による沿岸災害の調査と解析」
- 藤川 真介（NHK社会部）「現地取材から見えてきた Haiyan と Pam の実態」
- 北本 朝展（国立情報学研究所）「デジタル台風：熱帯低気圧の実際に向けたデータ解析」

北本 朝展, "デジタル台風：熱帯低気圧の実感に向けたデータの文脈化", メソ気象研究会, 2015年10月27日

2015/10/27

京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
- 自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点 -

研究概要 About DPRE | 組織・メンバー People | 研究活動 Research | 教育活動 Education | 広報活動 Public Relations

トップ · 広報活動 · ニュース一覧 · 平成27年度京都大学防災研究所 共同研究・一般研究会「台風研究会」のご案内

ニュース一覧

- イベントカレンダー
- 公開講演会
キャンパス公開
- 研究発表講演会
- 出版物
- 研究資料データベース
- 防災Q&A

平成27年度京都大学防災研究所 共同研究・一般研究会「台風研究会」のご案内

2015.05.14 研究会

開催期間	2015.10.31 ~ 2015.11.01
場所	京都大学宇治キャンパス 防災研究所連携研究棟3階大セミナー室

「複合系台風災害のメカニズムに関する研究会－気象学・海洋学・海洋工学・土木工学・建築工学・生態学を交えて－」

2013年台風10号は、フィリピンに強襲と高潮をもたらし、5000人以上もの死者が出ました。2014年台風11号や12号も、西日本に大雨をもたらし、土砂災害などの被害が出ています。このように、台風の被害は複合的に発生するために、その対策・軽減は難しいのが現状です。そこで、異分野の研究者が一同に集い、それぞれの視点からの研究成果を交わすことで、複合系台風災害のメカニズムの解明と対策を提議することを目的とします。

開催プログラムが決定しました。詳細はこちらからご確認ください。

北本 朝展, "デジタル台風：複合災害の現状認識を目指すビッグデータ解析", 平成27年度京都大学防災研究所共同研究集会「台風研究会」, 2015年11月1日

メソ気象研究会

自己紹介



- 研究分野は情報学。特に画像処理、画像データベース。
- その後「ビッグデータ」研究へ。特に気象情報、地球環境情報、人文科学情報などへの適用。
- 最近オープンサイエンスの研究なども。

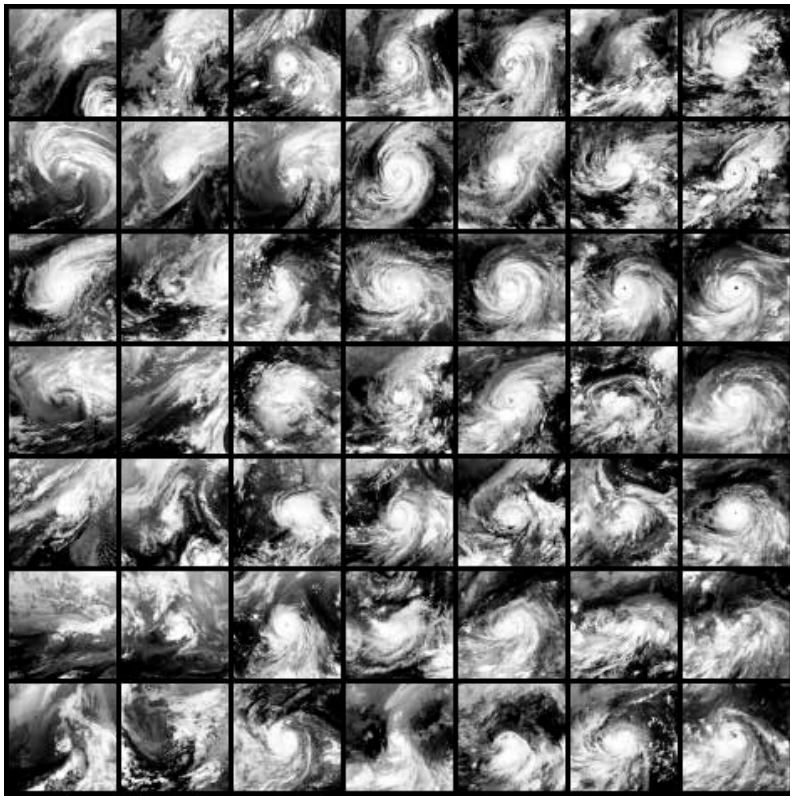
デジタル台風の方

「デジタル台風」の特徴

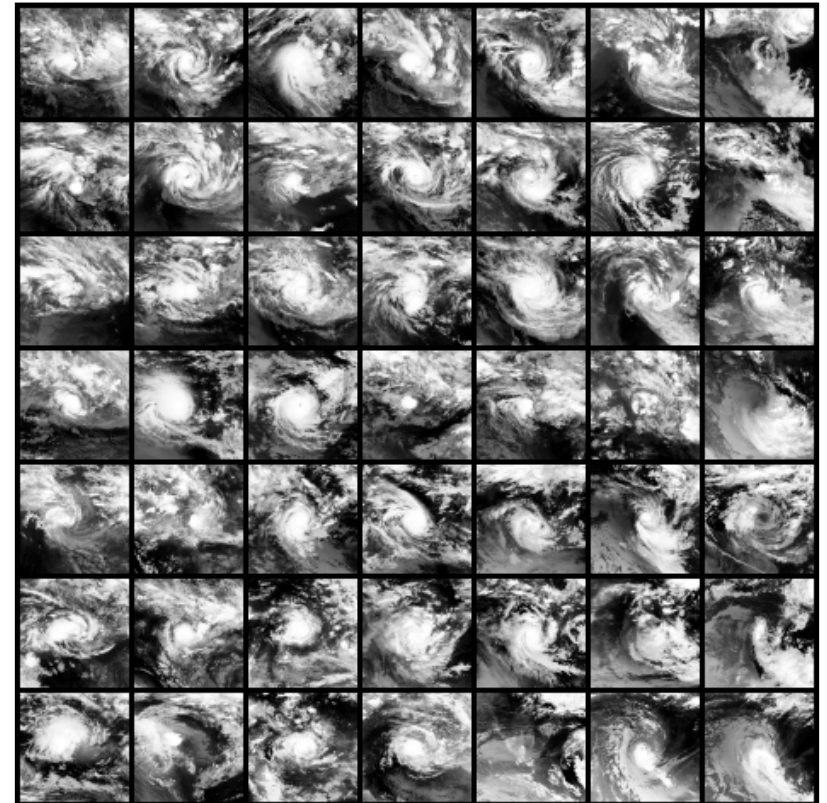
- **座標系**：ラグランジュ的な視点を基本とするデータベースとブログの構築。
- **事例ベース**：最新の状況と関連する過去の事例をシームレスに検索。
- **長期アーカイブ**：最新データに限らず、過去データから有用な情報を抽出。
- **異種データ統合**：画像、テキスト、数値、ソーシャル等、異なるデータを結合。

熱帯低気圧画像コレクション

1978年以来の画像数は、154,000件（北半球） / 35,000件（南半球）



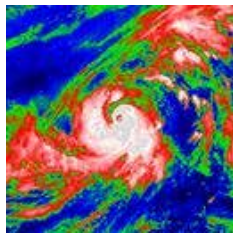
北半球（台風）



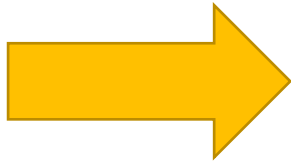
南半球（サイクロン）

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・参照に基づく意思決定を支援する。



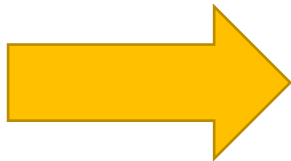
衛星画像



過去の類似雲パターンをもつ台風を検索。



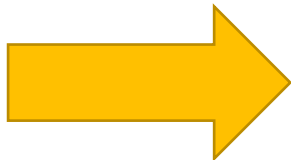
ニュース記事



過去の類似内容をもつニュース記事を検索。

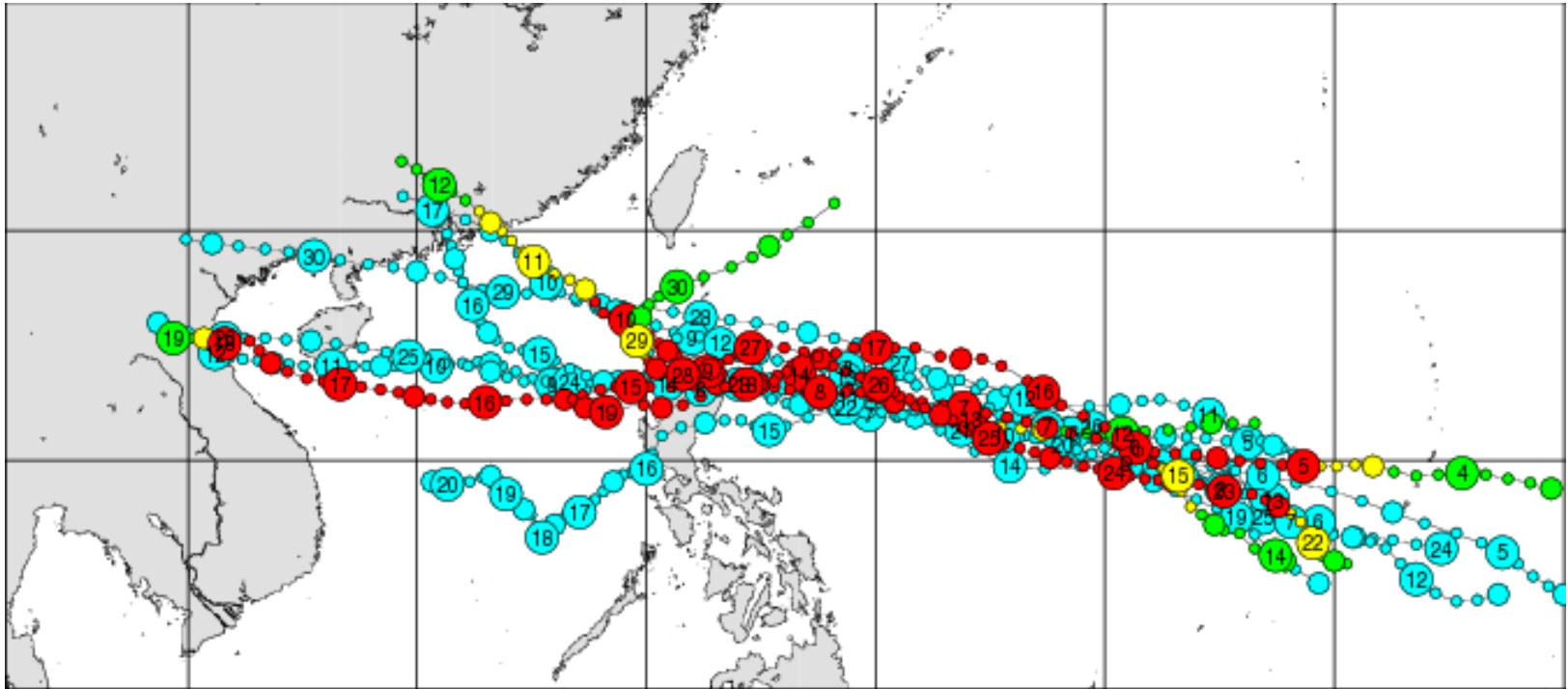


降水量分布



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

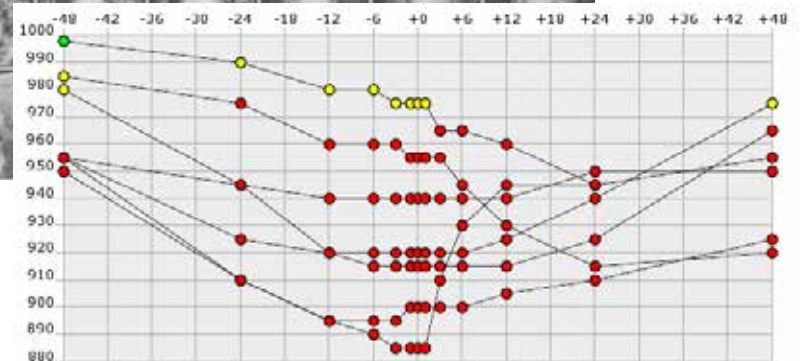
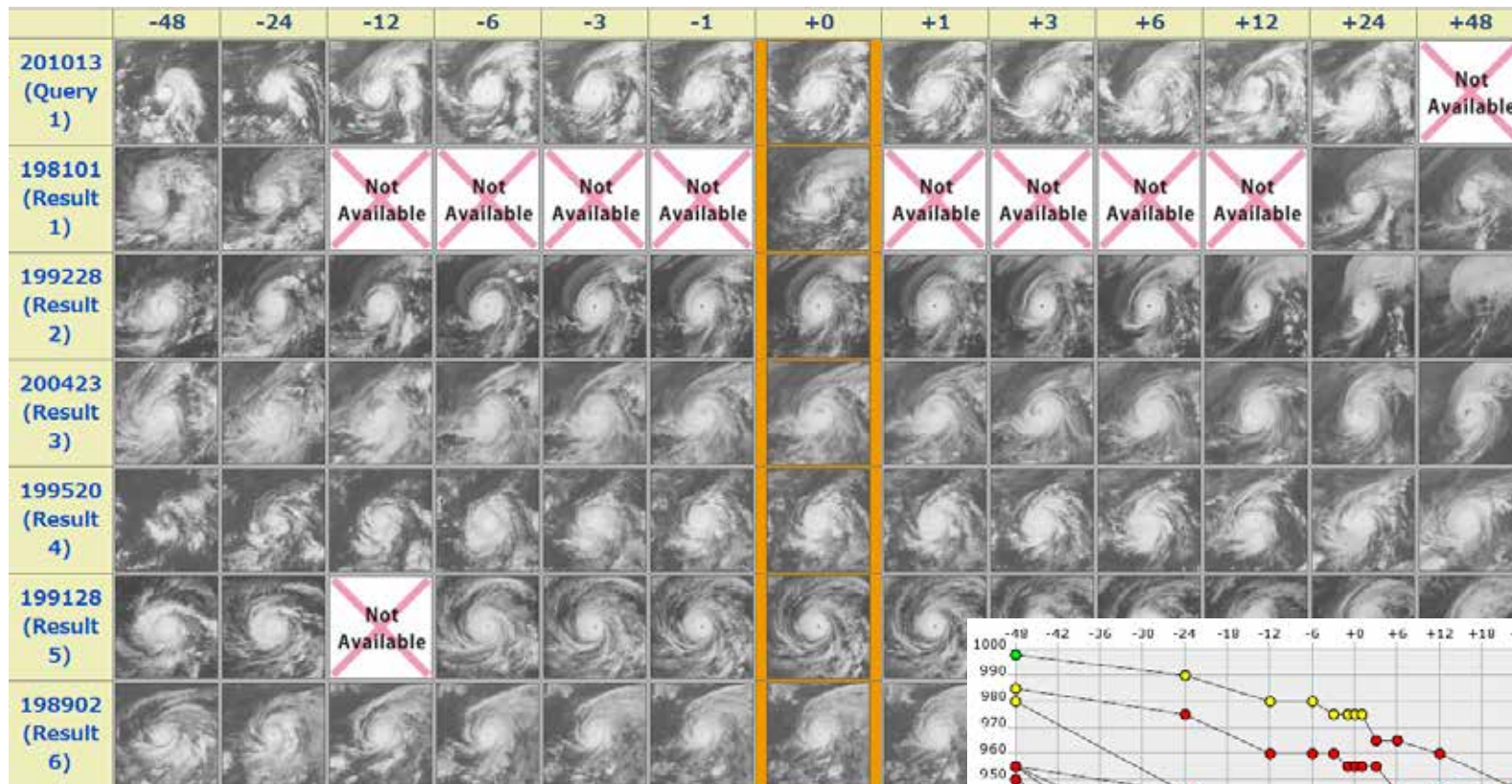
Query 1	1	2	3	4
MTS110101803	GMS181031416	GMS492110508	GOE904101711	GMS595103114
201013 (WNP)	198101 (WNP)	199228 (WNP)	200423 (WNP)	199520 (WNP)
(N17.4, E122.6)	(N14.5, E161.4)	(N18.2, E134.8)	(N20.2, E130.2)	(N12.4, E130.9)
885 hPa / 125 kt	975 hPa / 60 kt	915 hPa / 100 kt	940 hPa / 85 kt	955 hPa / 80 kt

5	6	7	8	9
GMS491112714	GMS389042113	GMS597083013	MTS106102811	GMS502030313
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

- 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。
- 本来は複雑な特徴量（ドボラック法）とすべきだが、現状では簡単な画像特徴量を利用。

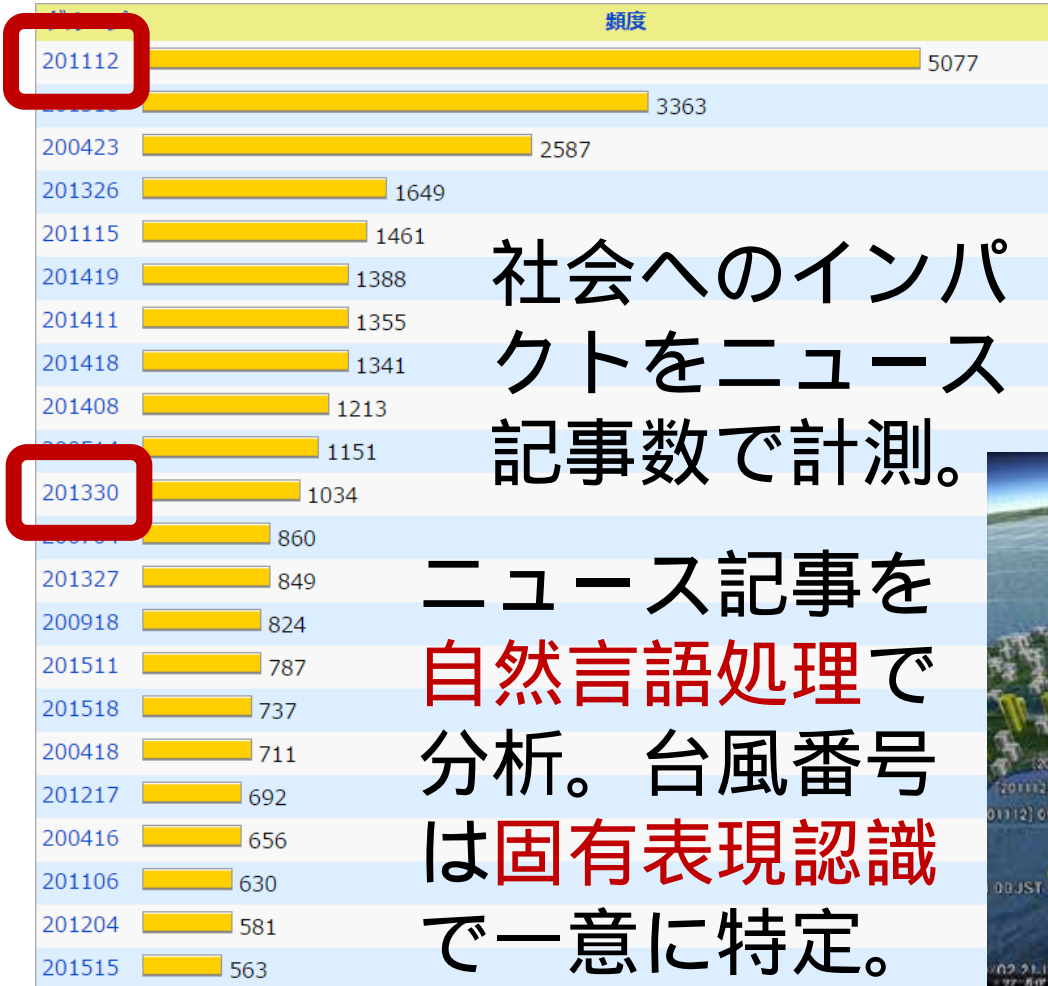
時系列検索と比較



長期データアーカイブ

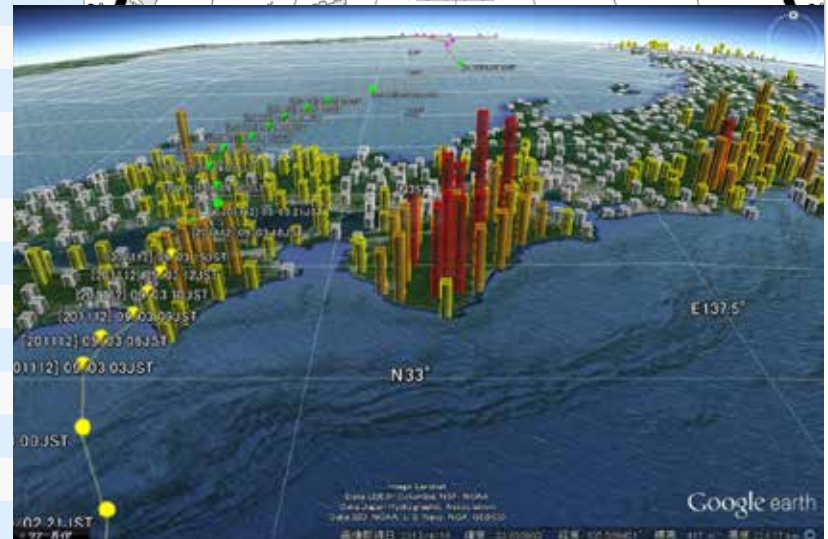
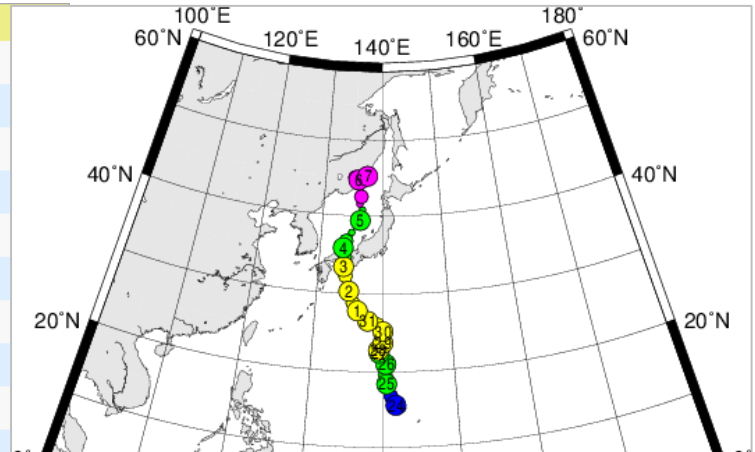
気象衛星画像（ひまわり）	1978-
台風画像コレクション	1978-
台風ベストトラック	1951-
アメダスデータ	1976-
合成レーダー（レーダーアメダス）	2004-（1998-）
気象庁GPV GSM / MSM	2002-
天気図	1883-
オンラインニュース記事	2003-
ソーシャルメディア（ブログ / ツイッター）	2004- / 2009-
気象災害報告	1971-
気象庁防災情報XML	2012-

単一データでは見えない視点



社会へのインパクトをニュース記事数で計測。

ニュース記事を自然言語処理で分析。台風番号は固有表現認識で一意に特定。



固有表現抽出

富士小目井線：2年8カ月ぶり、観光ロード復旧 - - 日南の市道 / 宮崎
<http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20070628-00000300-mailo-l45>

04年10月の**台風23号**の豪雨による大規模な地滑りで崩壊した日南市富士の市道富士小目井線がこのほど、2年8カ月ぶりに復旧した。富士トンネルが開通するまで国道220号として使われ、沿線に観光名所のサボテンハーブ園（休園中）がある風光明媚（めいび）な道路として知られていた。市道は総延長約4キロ。このうち園から日南方向に岬を曲がった所で地滑りが発生し、橋げたを含む約400メートルが土砂に埋まった。当初の査定では崩壊した橋げたの撤去費用など13億7000万円の工事費が見込まれたが、**翌年**9月の**台風14号**の豪雨で橋げたがさらに海側に押し流されて復旧工事の邪魔にならなくなり、工事費は4億5000万円に縮小された。（以下略）

- 台風200423号の抽出は容易だが、台風200514号の抽出はなかなか難しい。

データを解釈する文脈

順位	降水量	開始日時	終了日時	グラフ	気象災害
1	800.0	2004年09月28日18時 (JST)	2004年09月29日17時 (JST)	描画	検索
2	759.0	2008年09月18日19時 (JST)	2008年09月19日18時 (JST)	描画	検索
3	679.0	2011年09月03日18時 (JST)	2011年09月04日17時 (JST)	描画	検索
4	584.0	2001年10月09日16時 (JST)	2001年10月10日11時 (JST)	描画	検索
5	557.0	2001年08月21日02時 (JST)	2001年08月22日01時 (JST)	描画	検索
6	531.5	2011年0		JST)	描画 検索
7	529.0	1991年0		JST)	描画 検索
8	508.0	1990年0		JST)	描画 検索
9	507.0	1995年0		JST)	描画 検索
10	497.0	1997年0		JST)	描画 検索
10	497.0	2003年0		JST)	描画 検索
12	496.0	2000年0		JST)	描画 検索
13	472.0	2002年0		JST)	描画 検索
14	430.0	2007年0		JST)	描画 検索
15	423.0	2010年1		JST)	描画 検索
16	421.0	2003年1		JST)	描画 検索
17	408.0	1990年1		JST)	描画 検索
18	400.0	2006年0		JST)	描画 検索
19	389.0	2003年06月08日09時 (JST)	2003年06月09日06時 (JST)	描画	検索
19	69.0	2006年08月21日18時 (JST)	2006年08月22日17時 (JST)	描画	検索
20	386.0	2012年05月01日23時 (JST)	2012年05月02日22時 (JST)	描画	検索
21	67.0	1982年10月24日23時 (JST)	1982年10月25日22時 (JST)	描画	検索

- 生のデータを孤立させない！データの「意味」は文脈に依存する。
- データを解釈する文脈に埋め込んで表示する（データの文脈化）。
- ランキングや確率表現、他データとの結合、自分軸への射影など。

尾鷲の24時間降水量

稚内の24時間降水量

データ解釈の揺らぎ

フレーミング：論理的には等価の記述が異なる反応（行動）につながる。

- 術後一か月の生存率は90%です。
- 術後一か月の死亡率は10%です。

前者の表現の方が、手術を選んだ人が圧倒的に多かった。



客観的事実は同じでも、表現から連想する内容は異なる。

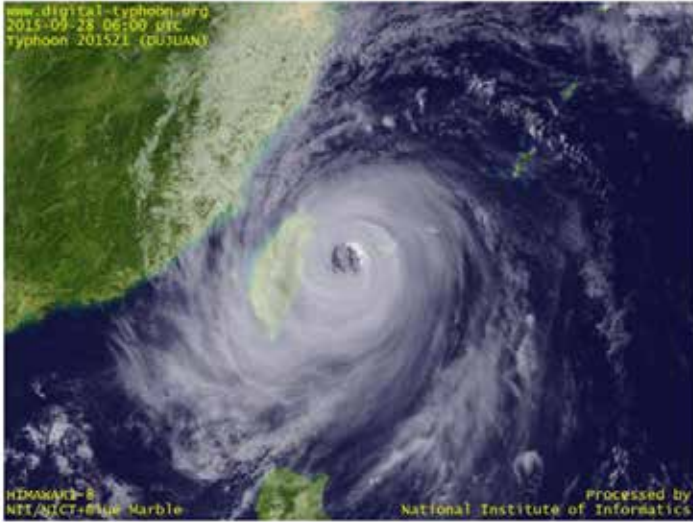
参考：ダニエル・カーネマン「ファスト&スロー」、早川書房、2012

自分軸への射影

北本 朝展 @KitamotoAsanobu

台風21号（ドゥージェン）が、与那国島で81.1メートルの最大瞬間風速を記録しました。80メートル以上の最大瞬間風速は約50年ぶりで、私も生まれて初めて目にする、とんでもない暴風です。

agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoo...

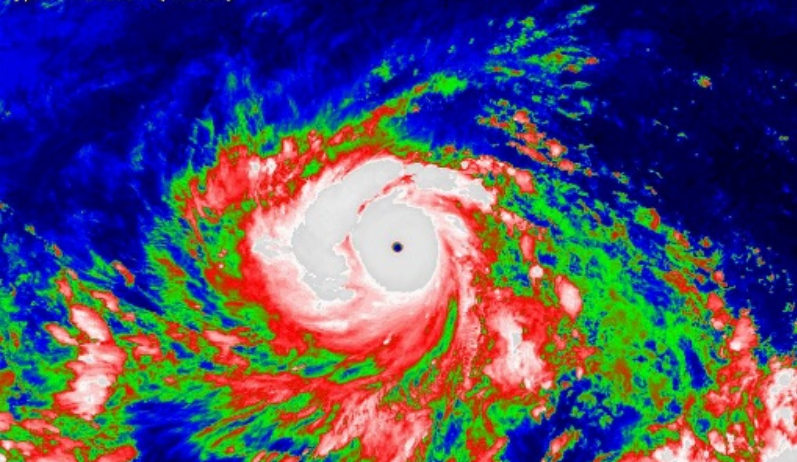


116 ツイート 28 お気に入り

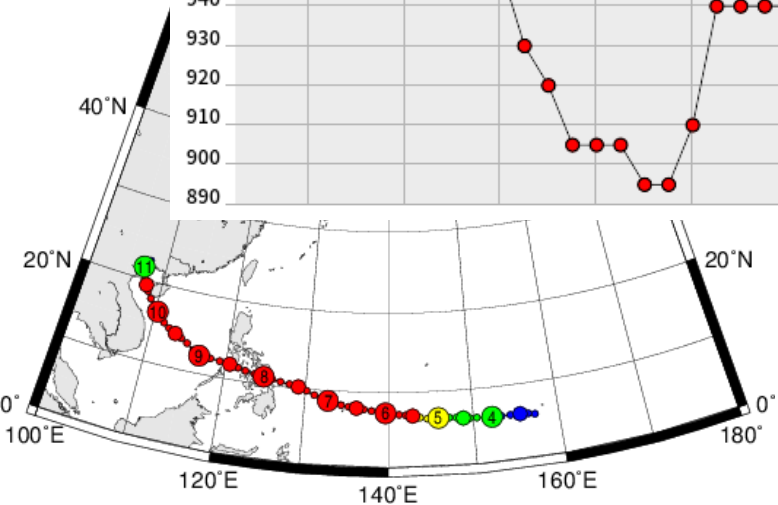
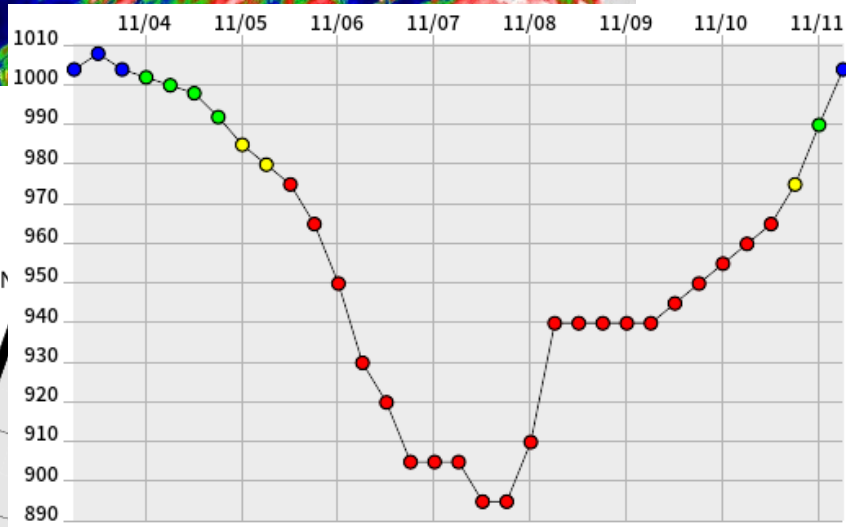
3:00 - 2015年9月26日

- 「81.1m/s」の数値だけでは実感がない。
- 「50年ぶりの暴風」「生まれて初めての暴風」は、論理的には等価の記述。
- 後者は「**人生の時間**」という自分軸に**射影**し、個人の実感と関連させている。

最強の熱帯低気圧たち



Typhoon Haiyan (Yolanda)



2015/10/27

デジタル台風：2013年台風30号 (ハイエン | HAIYAN)

ホーム Earth デジタル台風 ブログ 2013年 台風30号 English

台風201330号 (HAIYAN)

台風の名前：ハイエン (HAIYAN) / うみつぼね [中国]

- デジタル台風：台風画像と台風経路図 (QRコード/クッキー/画像情報)
- デジタル台風：ニュース・トピックス
- 気象庁(PMA)：台風情報・予想経路図 / 台風経路予報 (Google Maps/グーグルマップ) (?)
- 気象庁気象監視センター(JMRC)：台風情報・予想経路図 (?)
- 気象庁気象情報：気象庁防災情報 (?)
- 台風経路：この台風の詳細とトラックバック (台風経路)
- アイブーン：この台風へのトラックバック (トラックバックURL)
- 台風空想：この台風に関する空想 (台風空想)
- ツイブーン：この台風に関するつぶやき (ツイブーン) @typhoon
- 台風なう！：この台風に関するつぶやき (台風なう！) @TyphoonNow

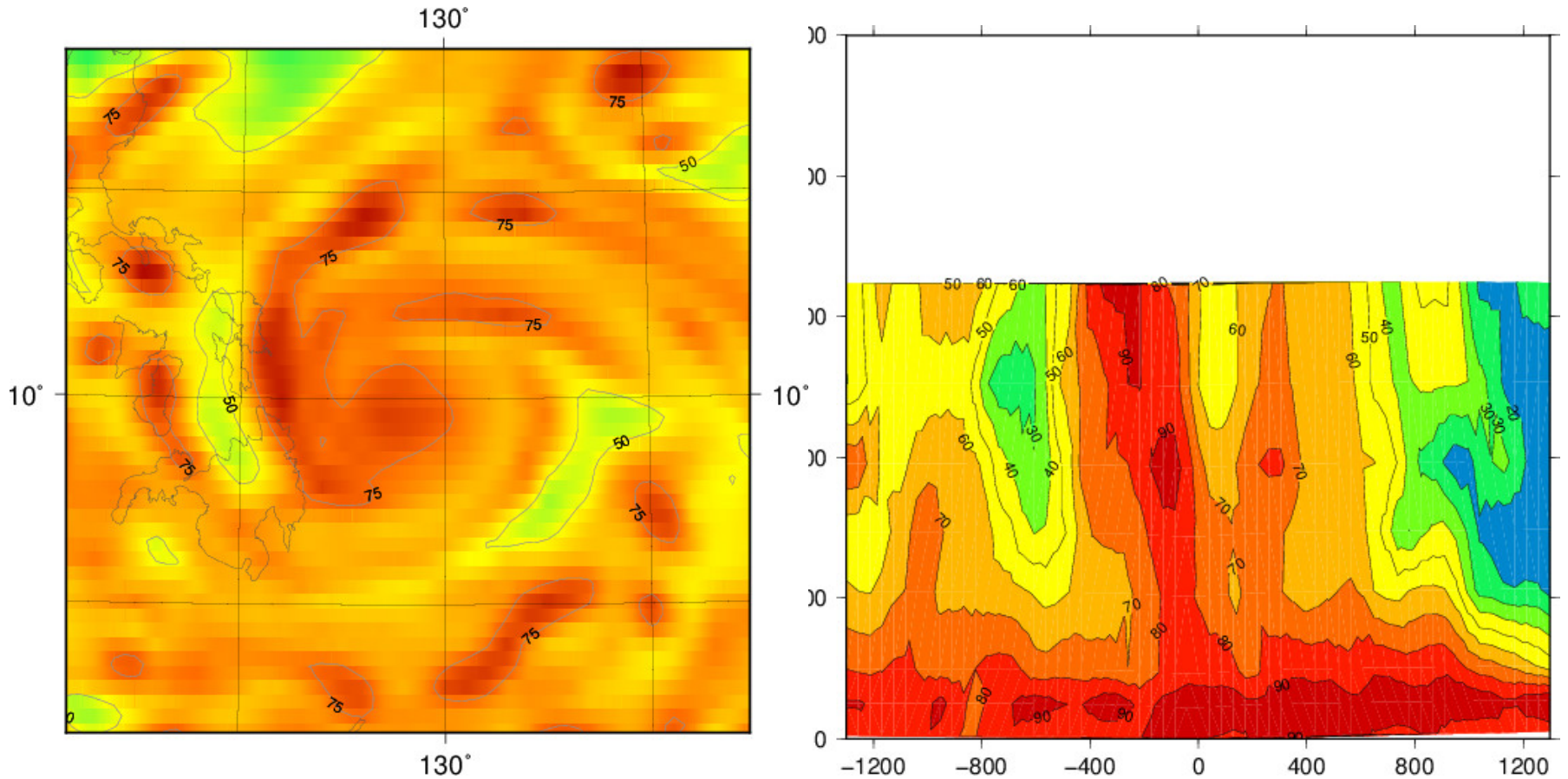
2013年12月28日 23:00 JST

台風30号(HAIYAN)による被害は近年のフィリピン災害史上最大級のものとなっています。6-7mの高さに達する暴風が多く人の命を奪い、死者は6000名以上、行方不明は1700名以上の人的被害となりました。また避難者は400万人程度、被災者は1200万人にも達するようです。これだけたくさんの人が避難を強いられるのは、非常に多くの家屋が被害を受けたことが影響しており、これは規模は巨大ですがフィリピンでこれまで繰り返されてきたタイプの被害です。一方、人的被害はその多くが高潮によるものであり、これは今までのフィリピンでは少なかったタイプの、想定外の被害と見えるかもしれません。(参考：理解されなかった「高潮」の襲来—フィリピンの社会被害が拡大した理由)。また台風の際に入って利用がなかったことで、市街先から居住区に隣って高潮被害にあったケースもあるようです。この大災害を教訓として、今後高潮による被害をどうやって防いでいけるか、また高潮に関する情報伝達と教育普及をどう改善していくかが、フィリピンにとっての大きな課題となります。

土木学会造陸工学委員会がまとめた2013年台風(Haiyan)によるフィリピン災害には、「土木学会・フィリピン土木学会合同台風30号緊急災害調査グループ」がまとめた各地の契約の観測データやシミュレーション結果があります。また、2013年フィリピン高潮合同調査隊にも、現地の観測データ(高潮観測船)があります。ただし、シミュレーション結果は観測データをうまく再現できていないところがあるようで、シミュレーションでは考慮されていないメカニズムによる潮位上昇があったのではないかと考えられています。段波や潮流の影響による深波のような高潮の発生は、専門家にとっても想定外の事象だったと見えるかもしれません。今後どうやってメカニズムを解明し、それを各地の防災対策に活かしていくかが、専門家にとっての大きな課題となります。

ではフィリピンでは、どのような防災、減災対策を進めれば良いのでしょうか。もちろん、堤防を築くとか、海沿いに住まないとか、根本的な解決策もあるでしょうが、フィリピンにおいてはコストがかかる対策は現実的でないかもしれません。最前線シェルターを作るのがセーフですが、これは国際的な援助が必要そうです。そこでもう少し現実的な案として、天然の堤防としてのマングローブの活用があります。今回の高潮災害でも、マングローブの植林を進めていた場所の方が被害が少なかったため、フィリピン政府も今後はマングローブの植林を進めていくとのことですが、もともとフィリピン沿岸にはマングローブが広がっており、それが資源を確保する機軸も担っていたのですが、それがなぜ減ってしまったかと言えば、エビの養殖池を作るための伐採が主な原因なのです。そして、そこで養殖されたエビが日本にも大量に輸出されていることを考えれば、この災害は決して日本人に無関係のこととは言えません。マングローブは生態系保全や二酸化炭素削減にも効果があります。自然のメカニズムをうまく利用して被害を軽減する方法について、知恵を出しながら考えていくことが必要です。

水平・鉛直断面図



鉛直台風：2013年11月7日12UTCの相対湿度（GSM）。左は700hPa、右は南北断面。

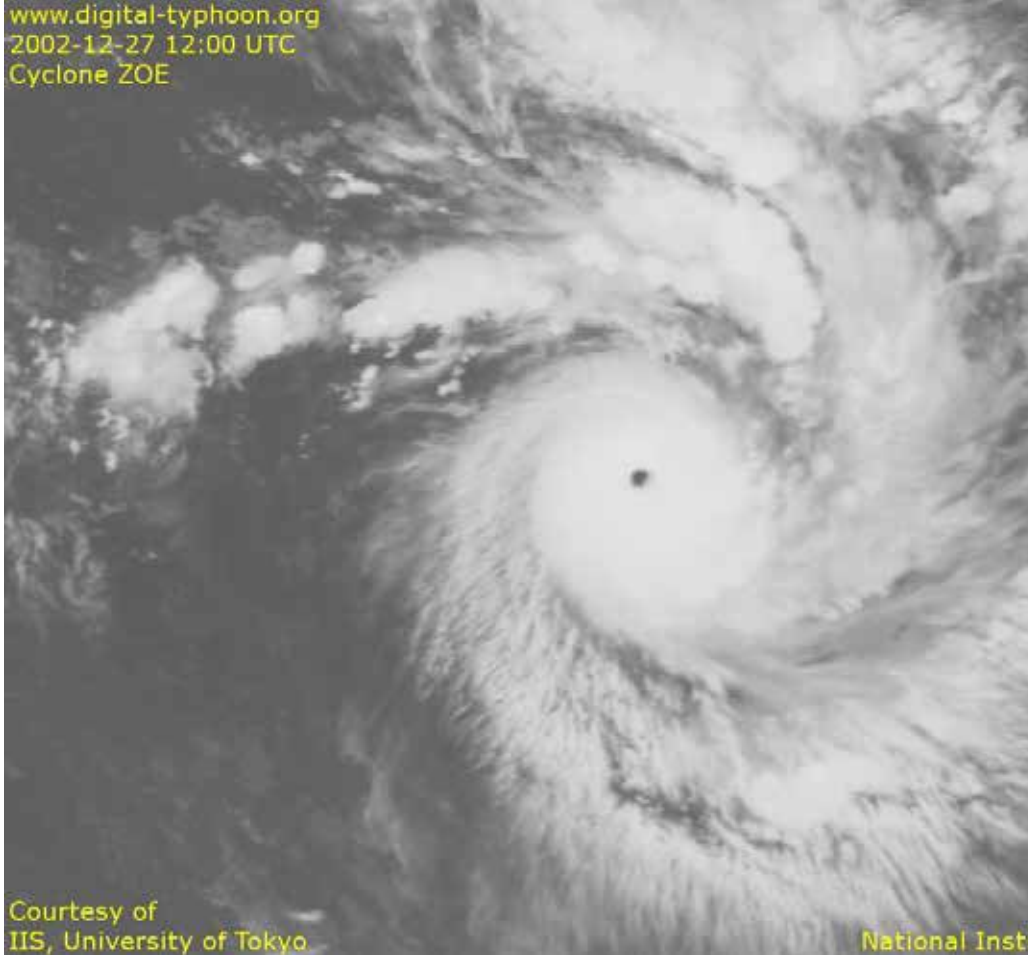
当時の台風ウェブログ

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/news/2013/TC1330/>

- 他の台風とは次元が異なる強さという感じがします。（2013年11月8日 = **上陸日**）
- 想定する最悪のケースに近い状況が出現したのではないか。（2013年11月10日）
- **高潮の高さが最大で6mから8m程度に達しても不思議ではありません。**（2013年11月10日）
- 高潮に対する人々の意識も低かった可能性があります。（2013年11月10日）
- この災害は非常に大雑把に言えば「100年に1度の災害」と言えるでしょう。（2013年11月21日）

Cyclone Zoe (2002)

www.digital-typhoon.org
2002-12-27 12:00 UTC
Cyclone ZOE

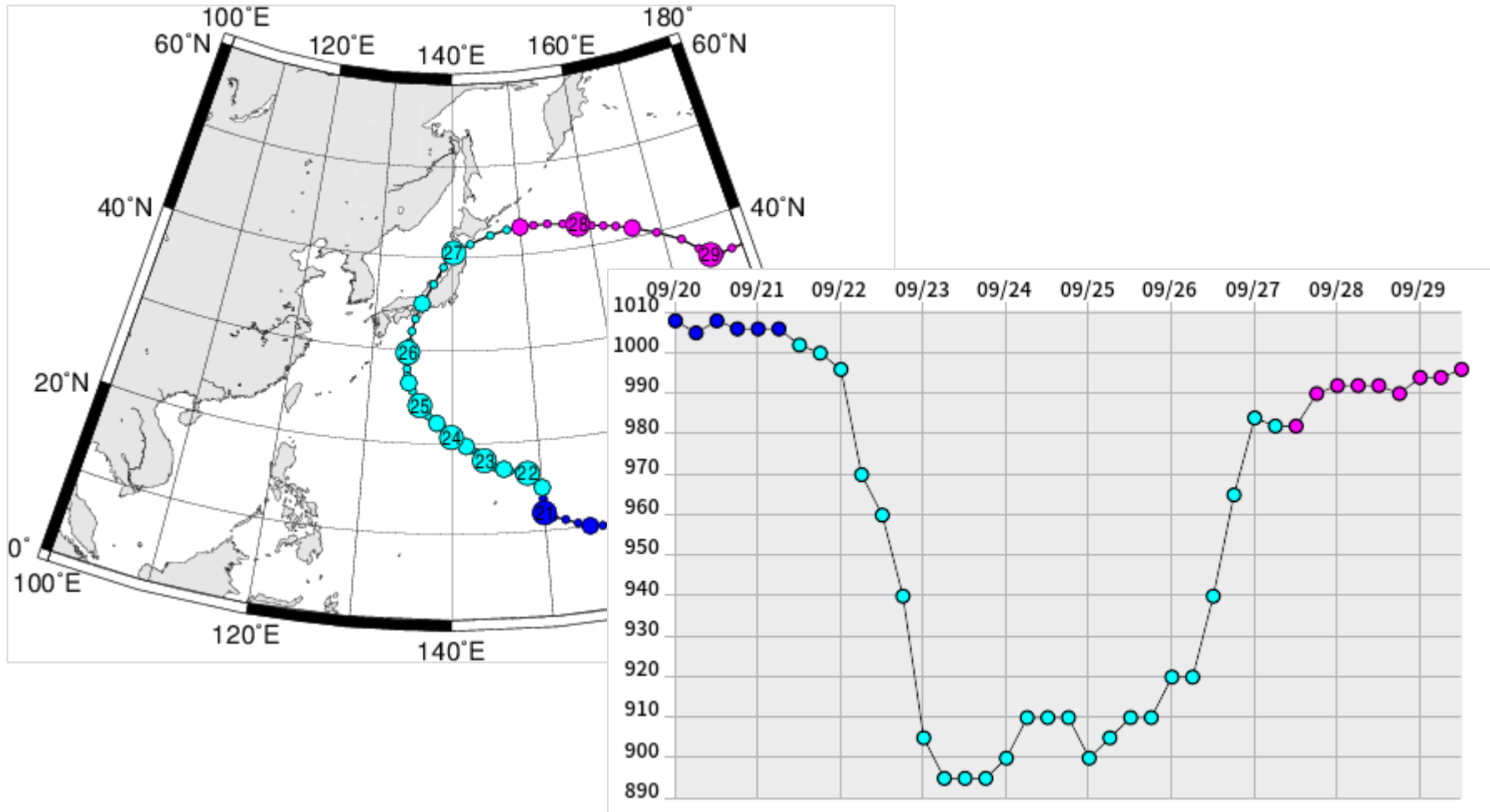


サイクロンが直撃した島の住人は全滅したのではないかと心配して訪れたところ、みんな洞窟に逃げて生きていた。サイクロンが来たら洞窟に逃げろ、という伝承が守られていた。

Courtesy of
IIS, University of Tokyo

Processed by
National Institute of Informatics

伊勢湾台風（195915号）



<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/s/195915.html.ja>

50年前の記憶を残し伝える



- 伊勢湾台風は近年では日本で最大の台風災害である。
- しかしその記憶は失われつつある。
- **記憶を残し、受け継いでいくにはどうすればよいか？**



資料提供：愛知県

被災体験記

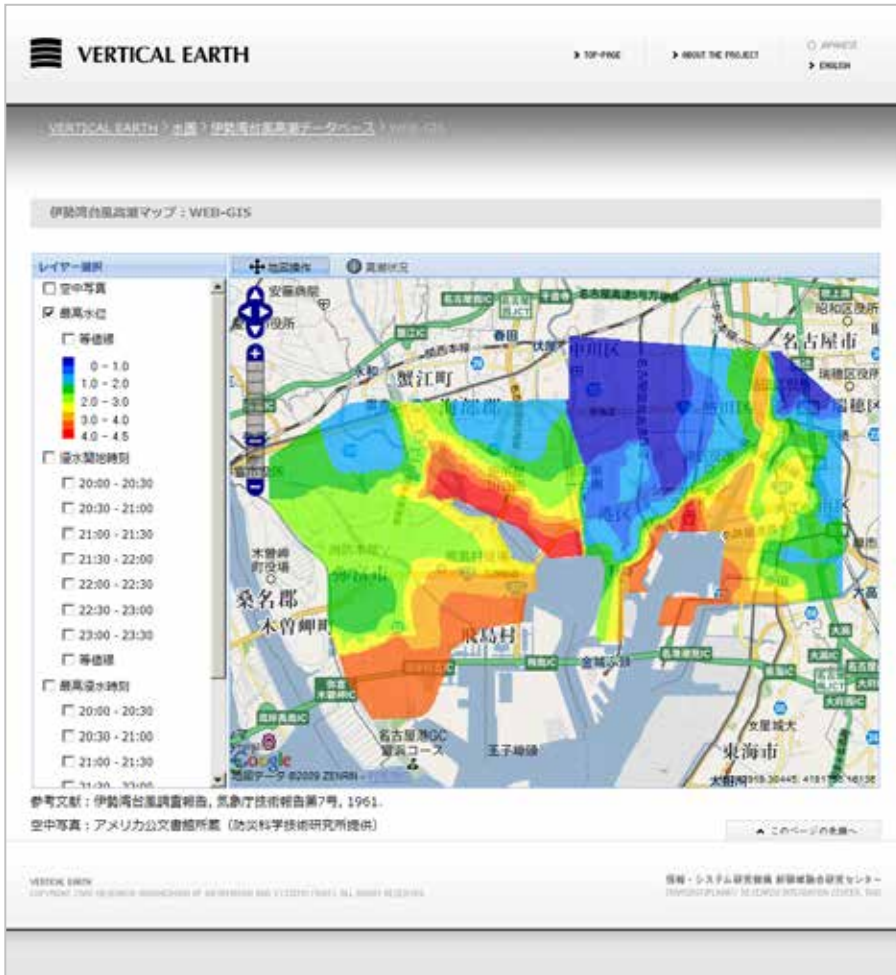
- 家に水がザーと流れ込んできた。
- 天井を頭で突き破った。
- 人が流れていくのが見えた。
- 助けてくれーという叫び声が聞こえた。
- もう死ぬのかこれでと思った。
- 互いに名を呼び合った時が最後の別れだった。
- 家は土台だけ残して全部流失した。
- 二ヶ月水浸しだった。

歴史的資料のデジタル化

1. 伊勢湾台風調査報告、気象庁技術報告第7号、1961の地図をデジタル化
手書きの地図のため、現在の地図に合わない。曖昧な箇所もある。
2. アメリカ公文書館所蔵（防災科学技術研究所提供）空中写真をデジタル化
位置合わせは試行錯誤を要する。
3. 愛知県などが所蔵する災害写真
許諾を受けて利用。

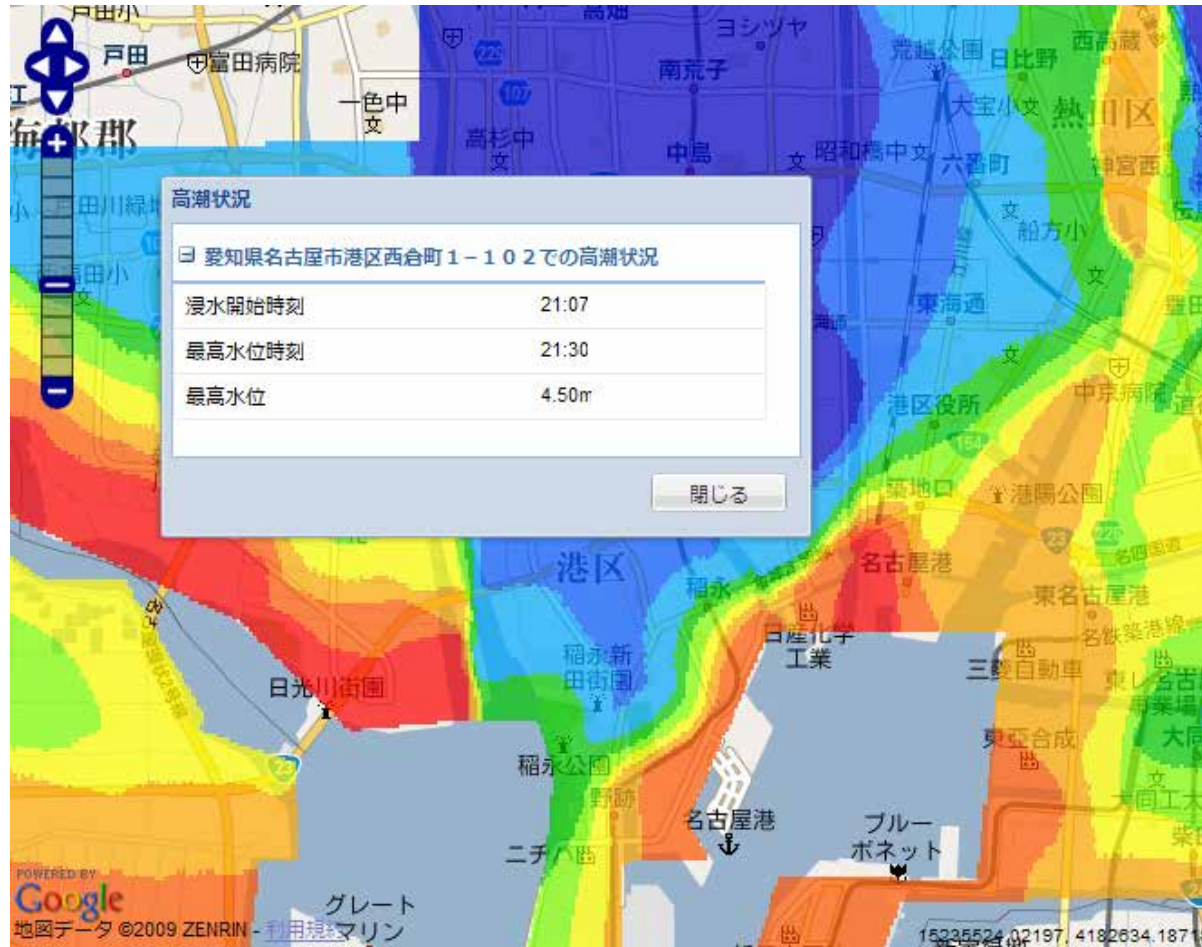
伊勢湾台風高潮データベース

<http://earth.nii.ac.jp/hydrosphere/isewan-typhoon/>



- 伊勢湾台風による高潮の**最高水位**、**浸水開始時刻**、**最高浸水時刻**。
- 被災直後の**空中写真**を地図化。
- 現在の地図と重ねて比較可能。

高潮状況を地図で検索



参考文献：伊勢湾台風調査報告、気象庁技術報告第7号、1961

鍋田干拓地



空中写真：国立公文書館所蔵（防災科学技術研究所提供）

ナガシマリゾート



空中写真：国立公文書館所蔵（防災科学技術研究所提供）

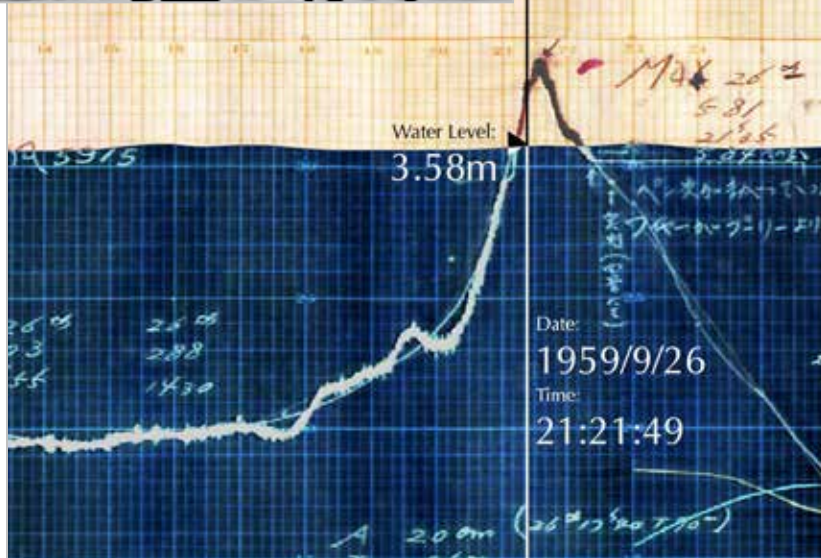
被災写真のデジタル化



- 写真は災害の記憶を呼び覚ます記録媒体。
- 地図と連動する形でウェブサイトに公開するのが効果的。
- 許諾を得るのに手間がかかるのが問題。
- 50周年イベントでも写真が多かった。

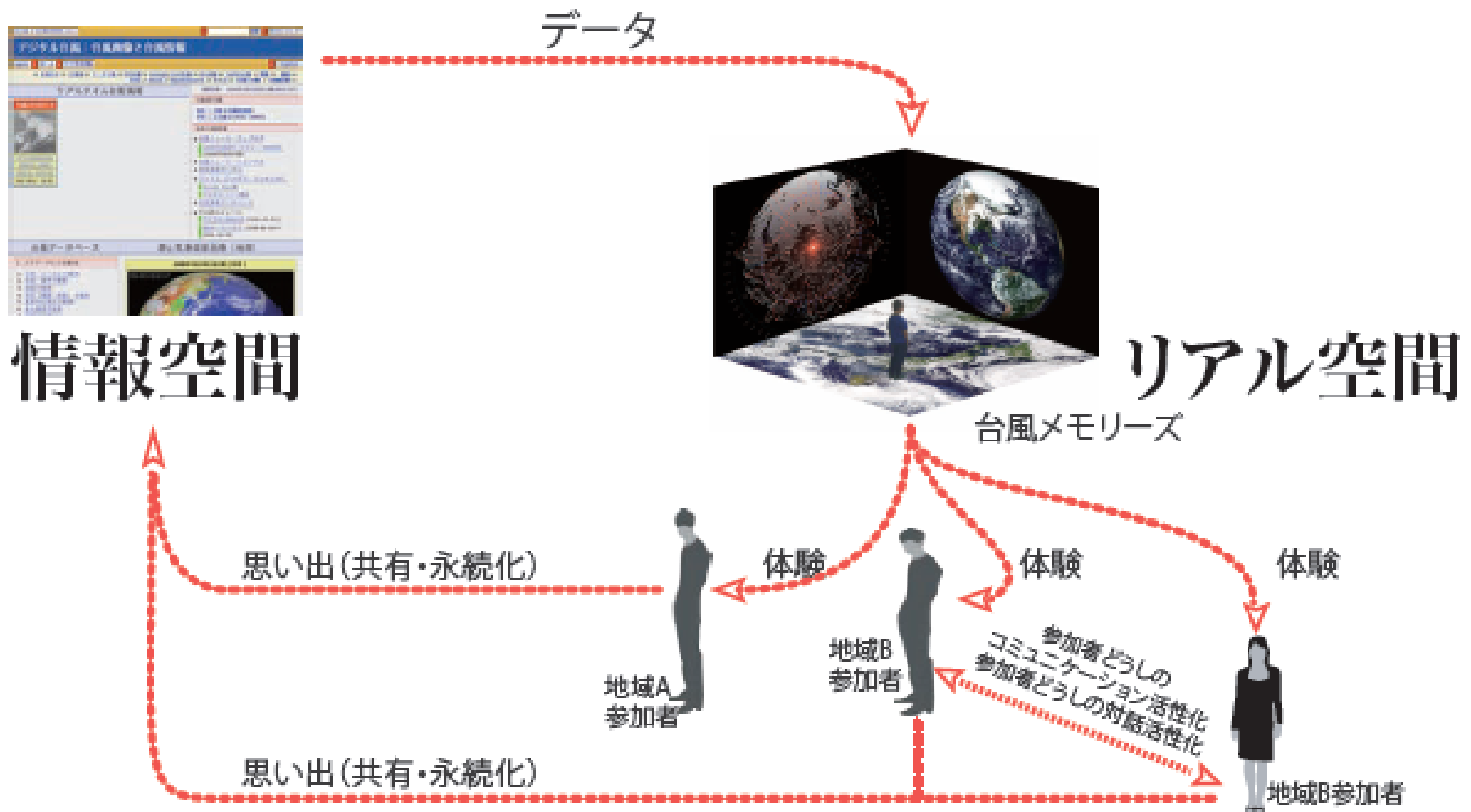


伊勢湾台風メモリーズ2009

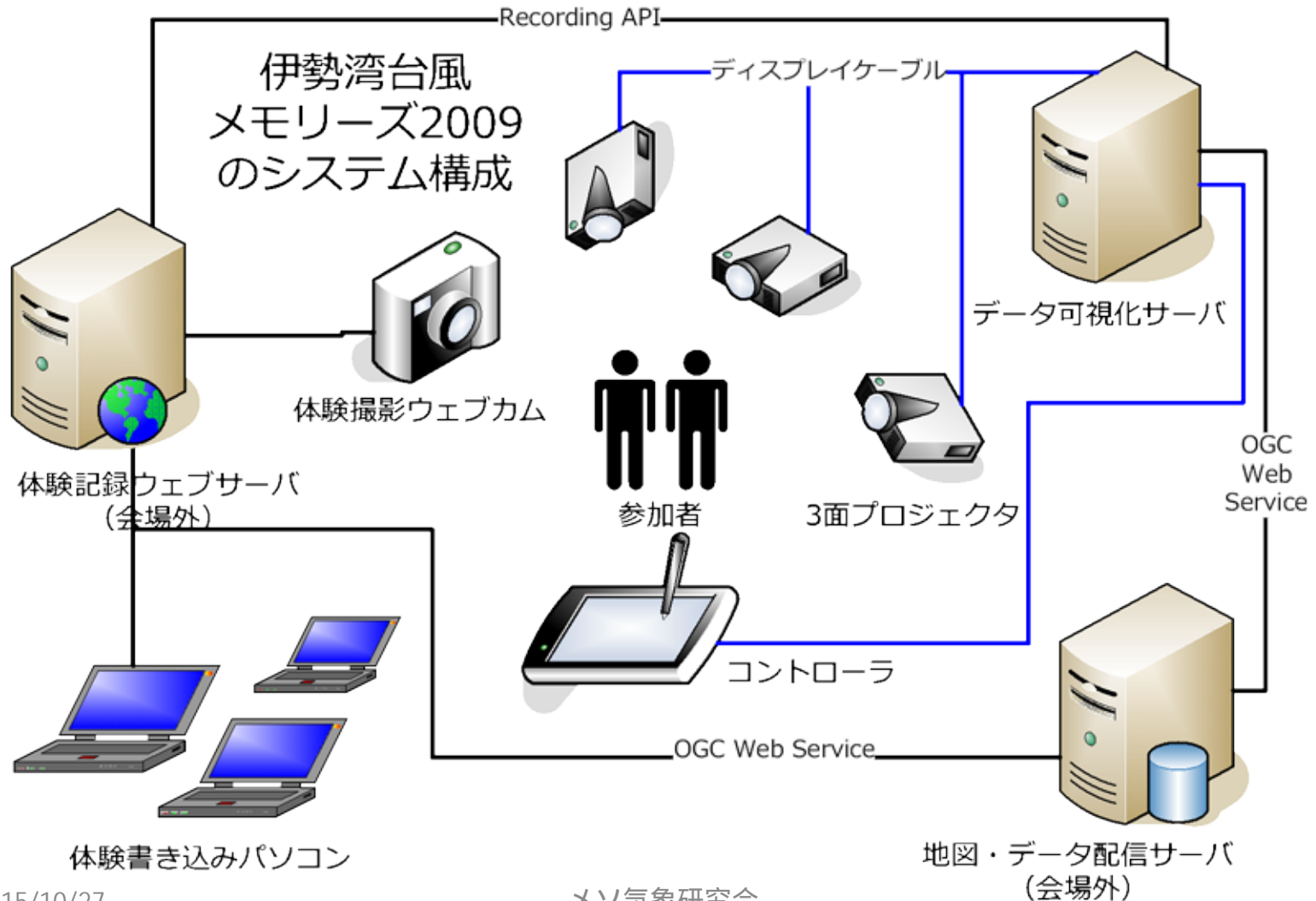


- 伊勢湾台風における高潮を没入型大空間にて実寸大で再現。
- 身体という自分軸を基準に高潮を実感。
- 高潮データベースを検索し、指定地点の高潮水位を再現。
- 会場で体験後に、人々の記憶を収集。

情報空間とリアル空間

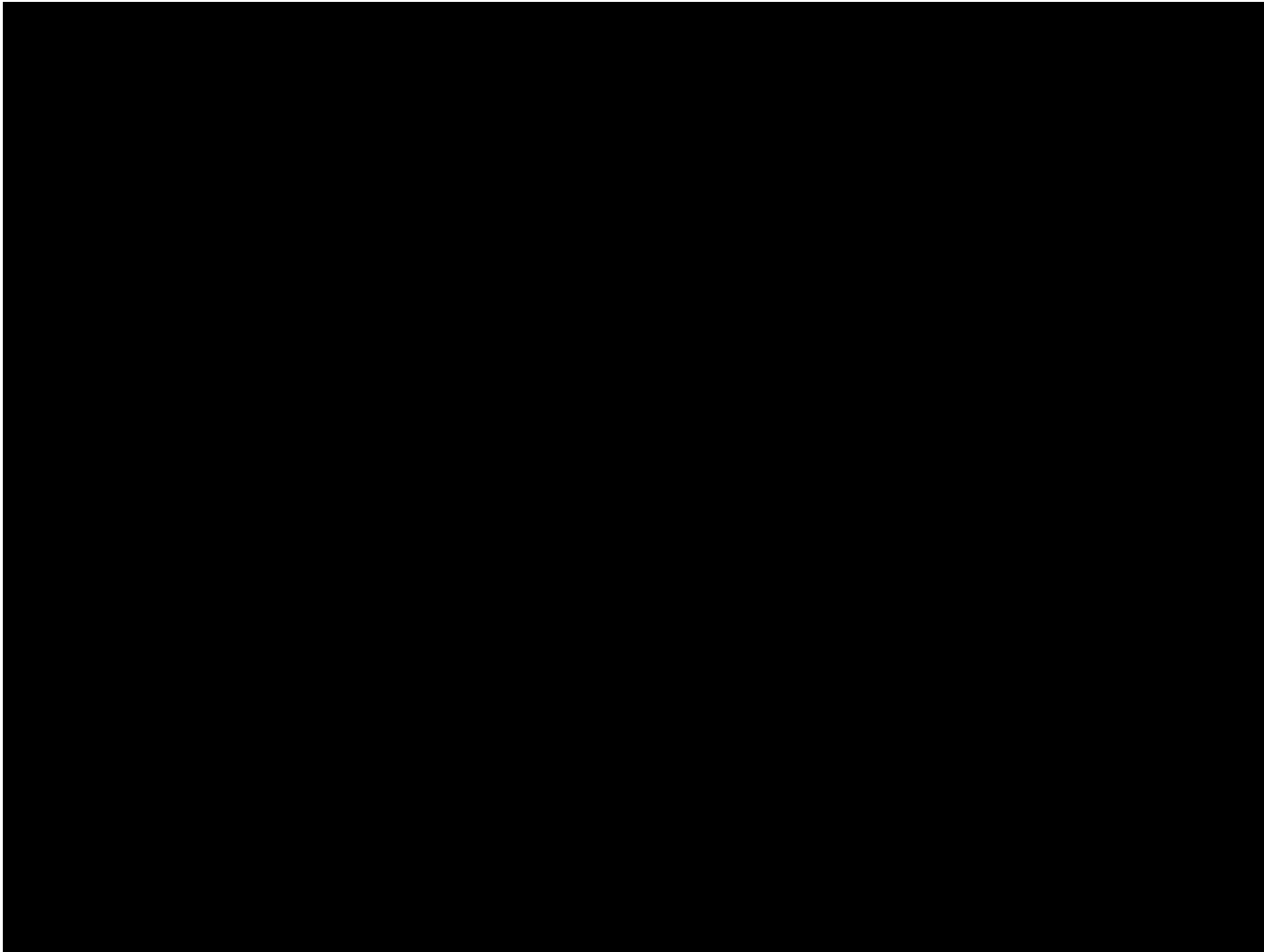


システム構成



イベント記録映像

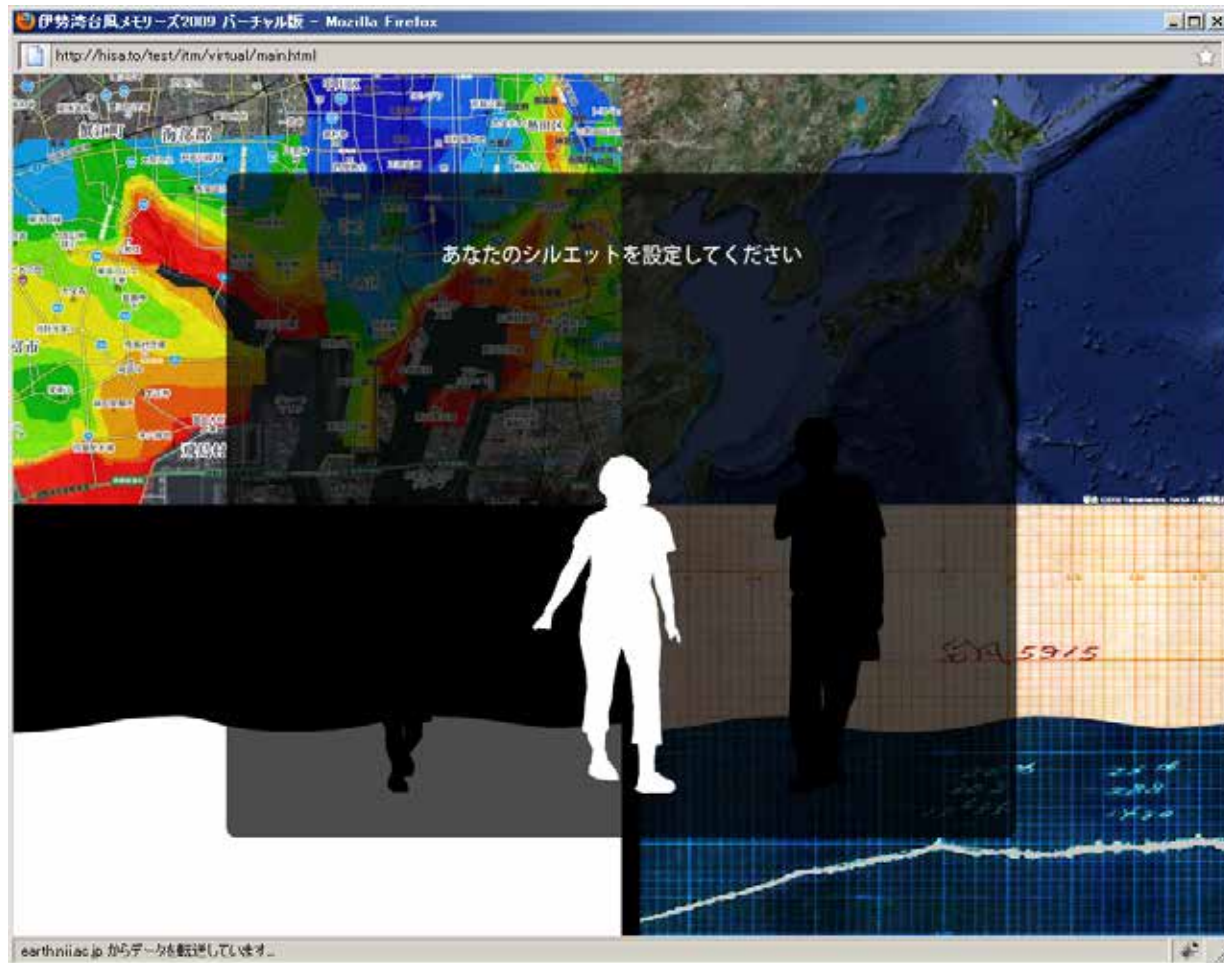
https://www.youtube.com/watch?v=I_SFkdndC8s



実写型ハザードマップ



伊勢湾台風メモリーズ2009 バーチャル版



その後の経過

1. 伊勢湾台風メモリーズ2009のイベントは大好評。テレビ・新聞取材もあり。
2. 2010年2月、バーチャル版をオープン。高潮体験がウェブでも可能となる。
3. 2014年9月、Google Maps API for Flashのサービスが終了し、バーチャル版も終了。
4. ミュージアム等に設備を設置し、高潮の威力をあらかじめ体感しておけないか？

おわりに

まとめ

1. デジタル台風の特徴を、座標系、事例ベース、長期アーカイブ、異種データ統合の観点から説明した。
2. デジタル台風の基本的な考え方の一つが「データの文脈化」であることを述べた。
3. 台風ハイエンに関するデータをまとめた。
4. 高潮の脅威を体感する「伊勢湾台風メモリーズ2009」の取り組みを紹介した。

今後の課題

- 「ひまわり8号」（特に機動観測）を用いた熱帯低気圧の解明は面白い課題。
- ビッグデータ + 人工知能は、台風研究や防災研究をどう変えるか？
- 「デジタル台風」を持続的に運用する仕組みについて、ぜひご意見を伺いたい。
- オープンサイエンス時代の研究基盤の一つとしてのコミュニティポータル化？

関連サイト

- デジタル台風
 - <http://agora.ex.nii.ac.jp/>
- 伊勢湾台風高潮データベース
 - <http://earth.nii.ac.jp/hydrosphere/isewan-typhoon/>
- 伊勢湾台風メモリーズ2009
 - <http://memories.eye.tc/isewan-typhoon-2009/>
- Researchmap
 - <http://researchmap.jp/kitamoto/>