

台風列島でどう生き延びるか？ ～台風学からの提言～

筆保弘徳 横浜国立大学

共同研究者

横浜国立大学・大学院生

永戸久喜・及川義教(気象庁) 山口宗彦・高野洋雄(気象研究所)

久保田尚之・那須野智江(海洋研究開発機構)

竹見哲也(京都大学) 加藤雅也・坪木和久(名古屋大学)

芳村圭(東京大学) 伊藤耕助(琉球大学)

清島有姫・小川晋(エムティーアイ)

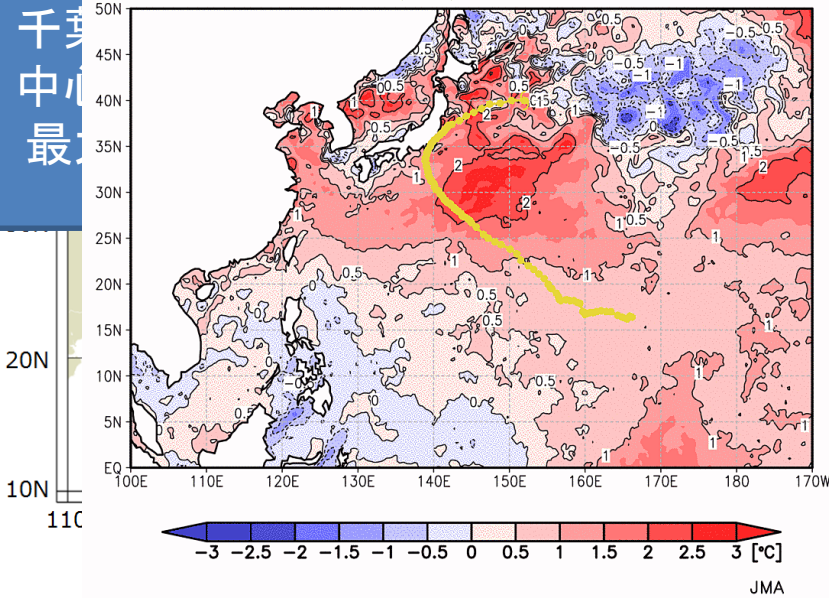
多嘉良朝恭(あいおいニッセイ同和損害保険)

坪能和宏・Oriol G. Rebull(エーオンベンフィールドジャパン)

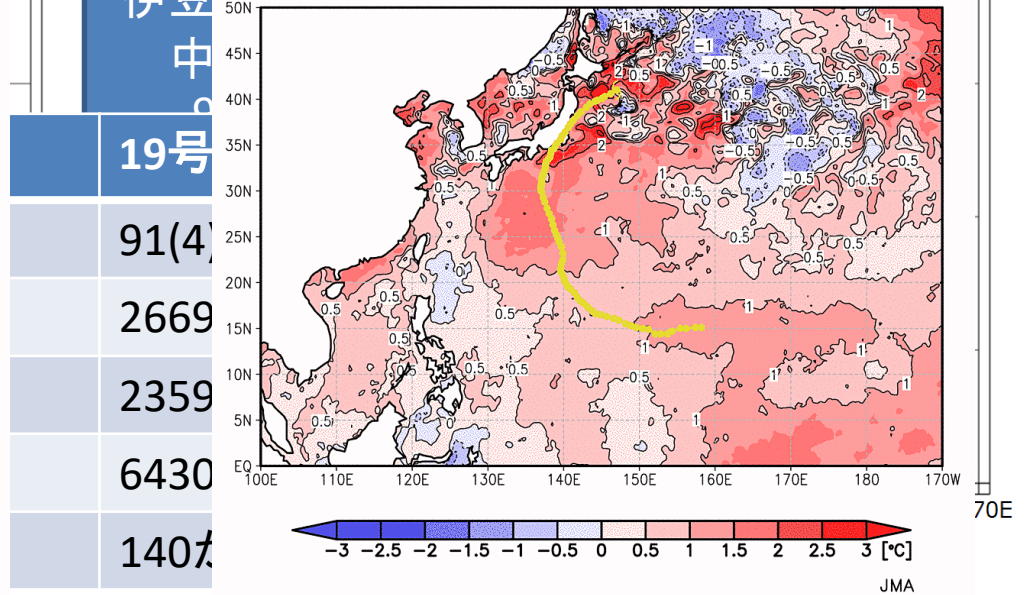
文部科学省 気候変動リスク情報創生プログラム(2017～2021)

台風15号と台風19号

Sea Surface Temperature Anomaly
2019/09/04 18 UTC



Sea Surface Temperature Anomaly
2019/10/05 18 UTC



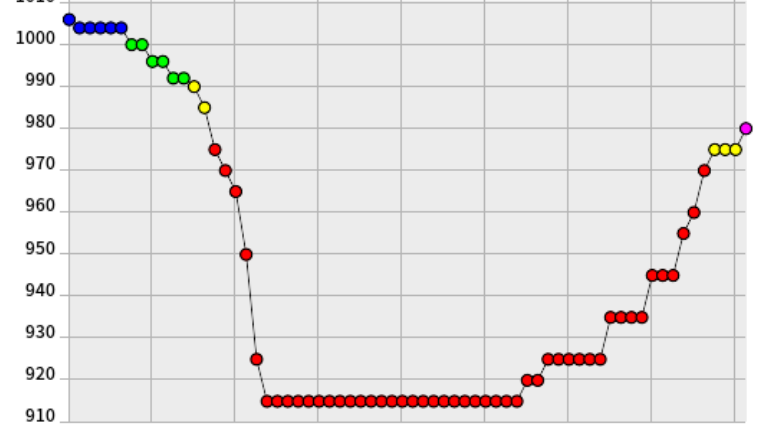
伊豆中心最
19号
91(4)
2669
2359
6430
140%

09/04 09/05 09/06 09/07 09/08 09/09 09/10



科学研究費突発災害報告会
日時: 2020年3月7日 13時から
場所: 千葉大学構内または千葉県内

10/05 10/06 10/07 10/08 10/09 10/10 10/11 10/12 10/13



Topic 1

- ・この**100年間**で台風はどうなったのか？
- ・上陸は多くなったのか？ 強くなったのか？

Topic 2

- ・**もしも**台風があなたの町にやってきたら？
- ・世界初の**台風ハザードマップ**！
 コーヒーブレイク：企業との連携！
- ・首都圏にとって台風の**最悪のコース**は？
- ・どの海岸が**高潮リスク**が高いのか？

Topic 1

この**100年間**で台風はどうなったのか？

Topic 1

この**100年間**で台風はどうなったのか？

台風災害の歴史

伊勢湾台風 (1959年台風15号)

順位	年月日	□□□□□□□	死者・行方不明者数
1	1959/9/26	伊勢湾台風	5098
2	1945/9/17	枕崎台風	3756
3	1934/9/21	室戸台風	3036
4	1947/9/15	カスリン台風	1930
5	1954/9/26	洞爺丸台風	1761
6	1958/9/26	狩野川台風	1296
7	1942/8/27	周防灘台風	1162
8	1951/10/14	ルース台風	943
9	1948/9/16	アイオン台風	838
10	1950/9/3	ジェーン台風	539

9月26日18時すぎ、和歌山県潮岬付近に930hPaで上陸

死者・行方不明者 5,098人
 負傷者 38,921人
 全壊家屋 36,135棟
 流失家屋 4,703棟
 床上浸水家屋 157,858棟
 船舶被害 13,759隻

高潮被害が甚大

最大偏差 3.45m

最高潮位 5.31m

(基準面上)

1959年の伊勢湾台風を受けて国が立ち上がる！

1960年 気象庁気象研究所に台風研究部を新設

1961年 災害対策基本法制定

1963年 国立防災科学技術センター新設
(1990年から防災科学技術研究所)

1964年 気象庁富士山レーダー新設

1982年 今の形の台風進路予報

経済的損失損害と台風

自然災害による高額保険損害(2017年現在)

(単位:億円、青字が台風による損害)

順位	イベント	保険損害額
1	東日本大震災	12,241
2	1991年台風19号	5,679
3	2004年台風18号	3,874
4	1999年台風18号	3,147
5	1998年台風7号	1,600
6	2004年台風23号	1,380
7	2006年台風13号	1,320
8	2004年台風16号	1,210
9	平成12年9月豪雨(1993年)	1,030
10	1993年台風13号	977

地震に関する災害
■ 地震、津波、噴火

天候に関する災害
■ 台風
■ 洪水
■ 異常気温

「台風の正体」筆保(2014)

2018年の損害保険支払額
(2019.4)

イベント	支払見込み
台風21号	9,698
台風24号	2,868
西日本豪雨	1,901
大阪府北部地震	1,033
北海道地震	338
	15,838

EM-DATデータベースおよび日本損害保険協会資料を基に作成

台風の経済的被害は大きい!

Topic 1

この**100年間**で台風はどうなったのか？

台風災害の歴史

最近の台風は上陸数は増えたのか？

強くなったのか？

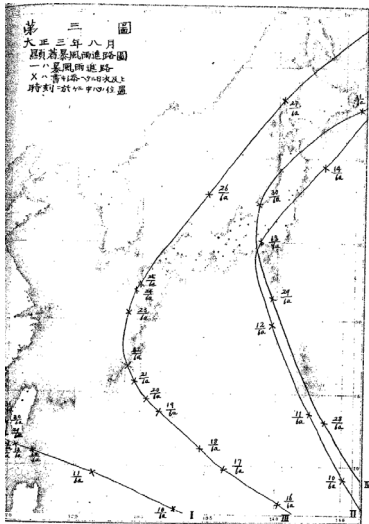
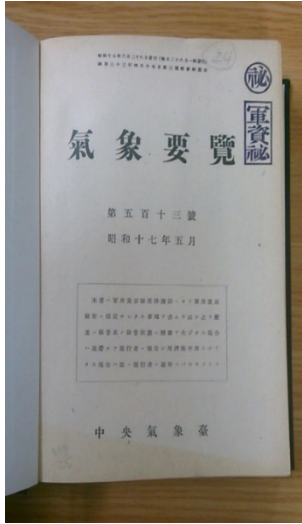
ブレイクスルー

日本上陸台風に限れば
1900年（明治時代）まで
さかのぼることに成功！

熊澤ほか(2015)



気象要覧



一、八月十一日ヨリ十五日に至る颱風

暴風雨

地点

気圧の情報

風の情報

地名	最低気圧(海面)	日次及時刻	最強風速(毎秒)	方向	日次及時刻
恒春	七三三・六	十三日午後八時	三九・九	東	十三日午後十時五十分
臺東	七四五・二	十三日午後六時	二二・六	北	十三日午後七時
澎湖	七四〇・八	十三日午後九時	一八・六	南	十四日午後一時
臺南	七四一・八	十三日夜半	二七・五	南	十四日午後四時
中島	七四一・〇	十四日午前一時	五・三	南	十四日午前七時
北湖	七四八・三	十四日午前一時	二〇・三	東	十三日夜半

暴風雨

二進シテ表根ニ進シタルハ七時京都ニテ觀測セラリシハ八時半頃アリキ。此日颱風小笠原島ノ北ニアリ濱尾ヲ巻ヒテ東北ニ出テアルV狀低壓部アリ名古屋ニテ風向ハ西南モ雷雨ノ進行方向ヨリ判スレハ少シテ上層ニシテ零ロ低壓部ヲ爲シテ東風ヲ感ナリシ事ヲ想像シ得可シ。

一八月十一日ヨリ十五日ニ至ル颱風

臺灣島ノ南端ニ接近シ十四日汕頭附近ヨリ支那大陸ニ入ル其進行方向及速度ハ左表ニ如シ

日次	時刻	中心緯度	中心經度	進行方向	速
十一日	午前六時	一七度一	一三三度六	北	二九・八
十二日	午前六時	一九度六	一三三度六	北	二九・八
十三日	午前六時	二〇度六	一三三度六	北	二九・八
十四日	午前六時	二二度七	一三三度七	北	二九・八
十五日	午前六時	二四度九	一三三度九	北	二九・八

此颱風ハ臺灣島ニ著ルシキ風雨ヲ起コシテヨリ被害多シ臺灣北湖所ノ報告ニ日ケ恒春地方ハ風雨最モ強暴ニシテ風吹續時間七時間ニ涉リ其最強速度ハ一秒時ニ付三十九米九ニ達シ樹木倒レ瓦礫飛ヒ其光景凄然タルモノアリ阿支廳ニ於ケル被害ノ調査ニ依レハ家屋ノ全潰セルモノ二十一、半四十七ニ及

ヘリ然レトモ幸ニ被害區域ハ狹隘ニシテ南部地方ニ止マレリ云々今此暴風中臺灣各地ノ觀測ヲ舉ケレハ左ノ如シ

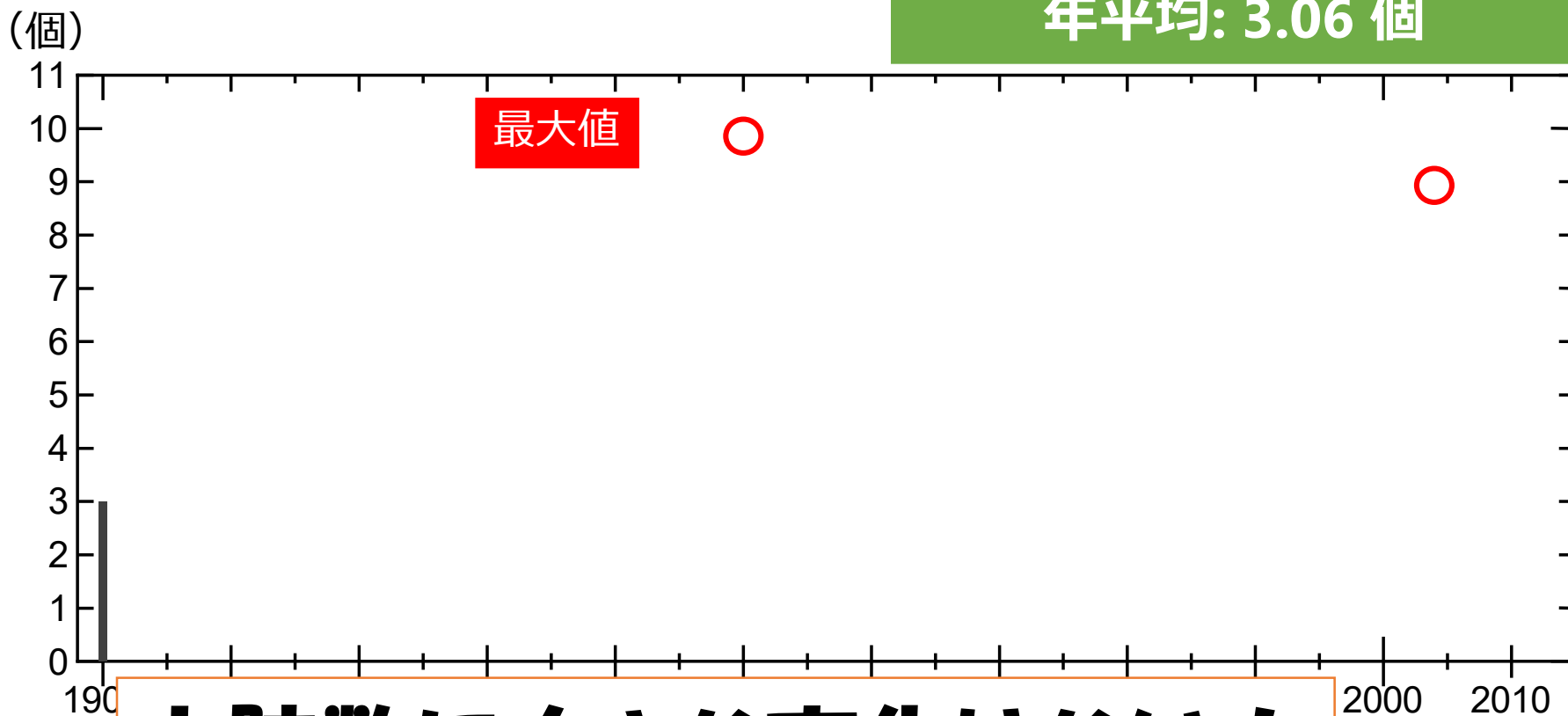
地名	最低気圧(海面)	日次及時刻	最強風速(毎秒)	方向	日次及時刻
恒春	七三三・六	十三日午後八時	三九・九	東	十三日午後十時五十分
臺東	七四五・二	十三日午後六時	二二・六	北	十三日午後七時
澎湖	七四〇・八	十三日午後九時	一八・六	南	十四日午後一時
臺南	七四一・八	十三日夜半	二七・五	南	十四日午後四時
中島	七四一・〇	十四日午前一時	五・三	南	十四日午前七時
北湖	七四八・三	十四日午前一時	二〇・三	東	十三日夜半

二八月十日ヨリ十五日ニ至ル颱風 此颱風ハ十日小笠原列島ノ南方洋上ニ顯ハレ北北西ノ進路ヲ探シテ進行シ十一日ノ午後父島ノ西方ヲ通過シ十二日ノ朝鮮河海ニ到リ遂ニ沼津附近ヨリ上陸シテ北東ニ轉向シ熊谷附近ヲ經テ十四日ノ朝金華山ノ東方洋上ニ出テ十五日根室沖ニ去ルニ其進行方向及速度ヲ表ケル

日次	時刻	中心緯度	中心經度	進行方向	速
十一日	午前六時	一八度六	一四四度八	北	二四・七
十二日	午前六時	二二度五	一四四度八	北	二四・七

年間台風上陸数

115年間の上陸数：352個
年平均：3.06 個

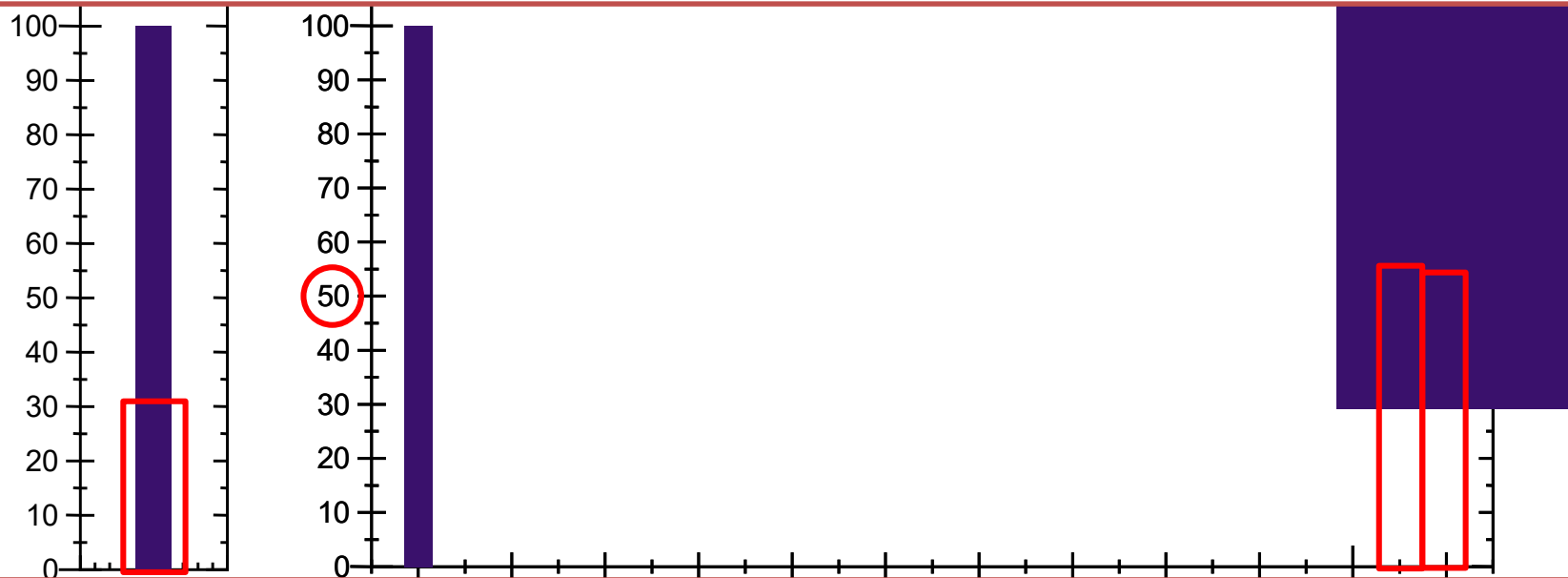


上陸数に大きな変化はない！

10個/年が1950年にもある

気圧別台風上陸数の割合

近年、強い上陸台風割合の増加傾向！



最盛期の強度が強い台風が増えた？

弱まらずに接近する台風が増えた？

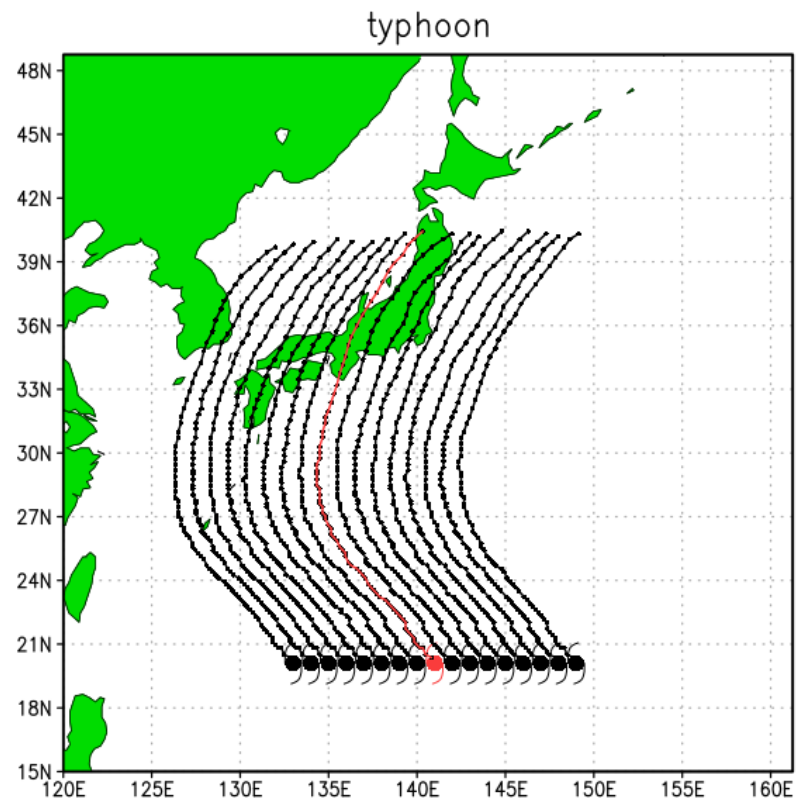
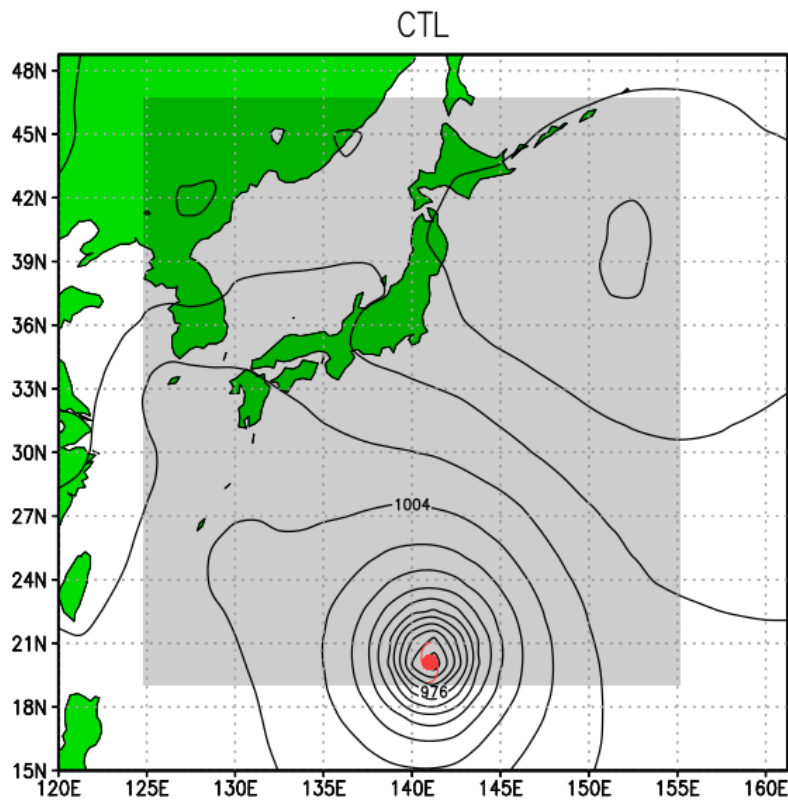
Topic 2

首都圏にとって台風の**最悪のコース**は？

世界初！
台風ハザードマップの開発

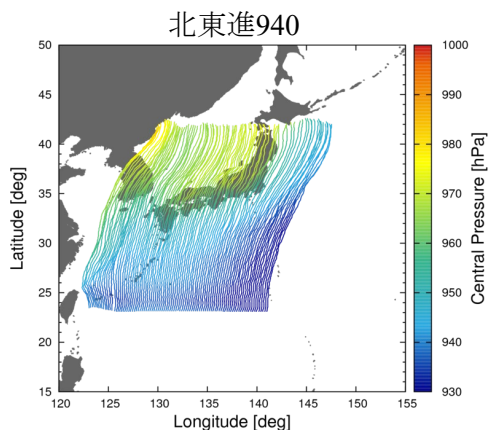


- 伊勢湾台風が各地に上陸・横断

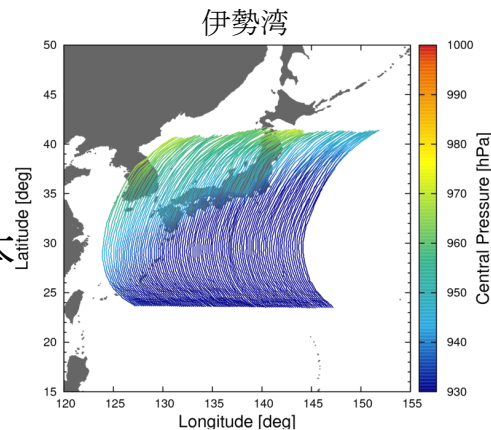


台風13事例 x 80~130回
合計約1500個のシミュレーション

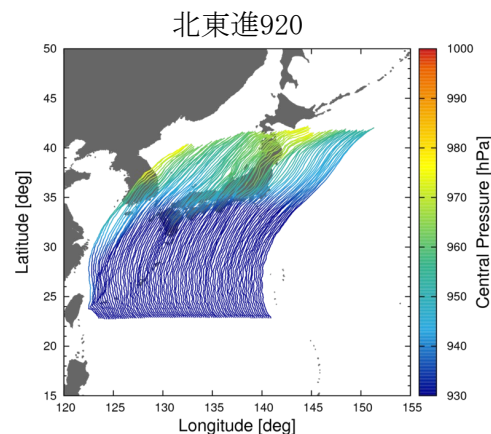
台風経路アンサンブルシミュレーション結果



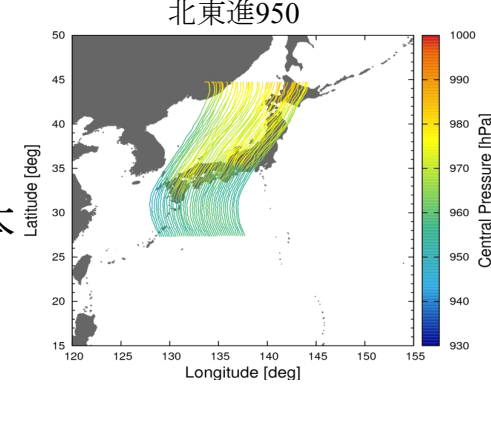
1958年22号
狩野川台風
西:65本
コントロール:1本
東:50本



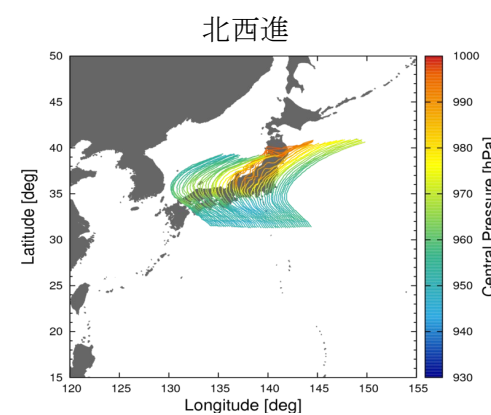
1959年15号
伊勢湾台風
西:50本
コントロール:1本
東:50本



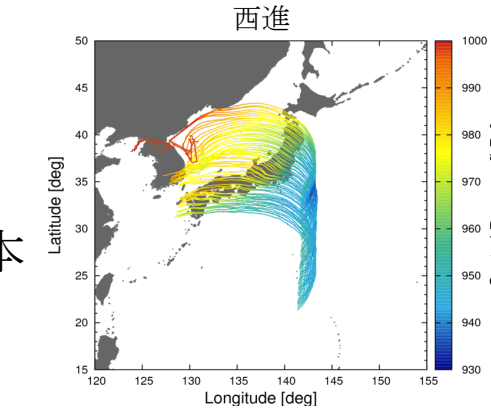
1995年12号
Oscar
西:70本
コントロール:1本
東:50本



2018年21号
JEBI
西:25本
コントロール:1本
東:18本



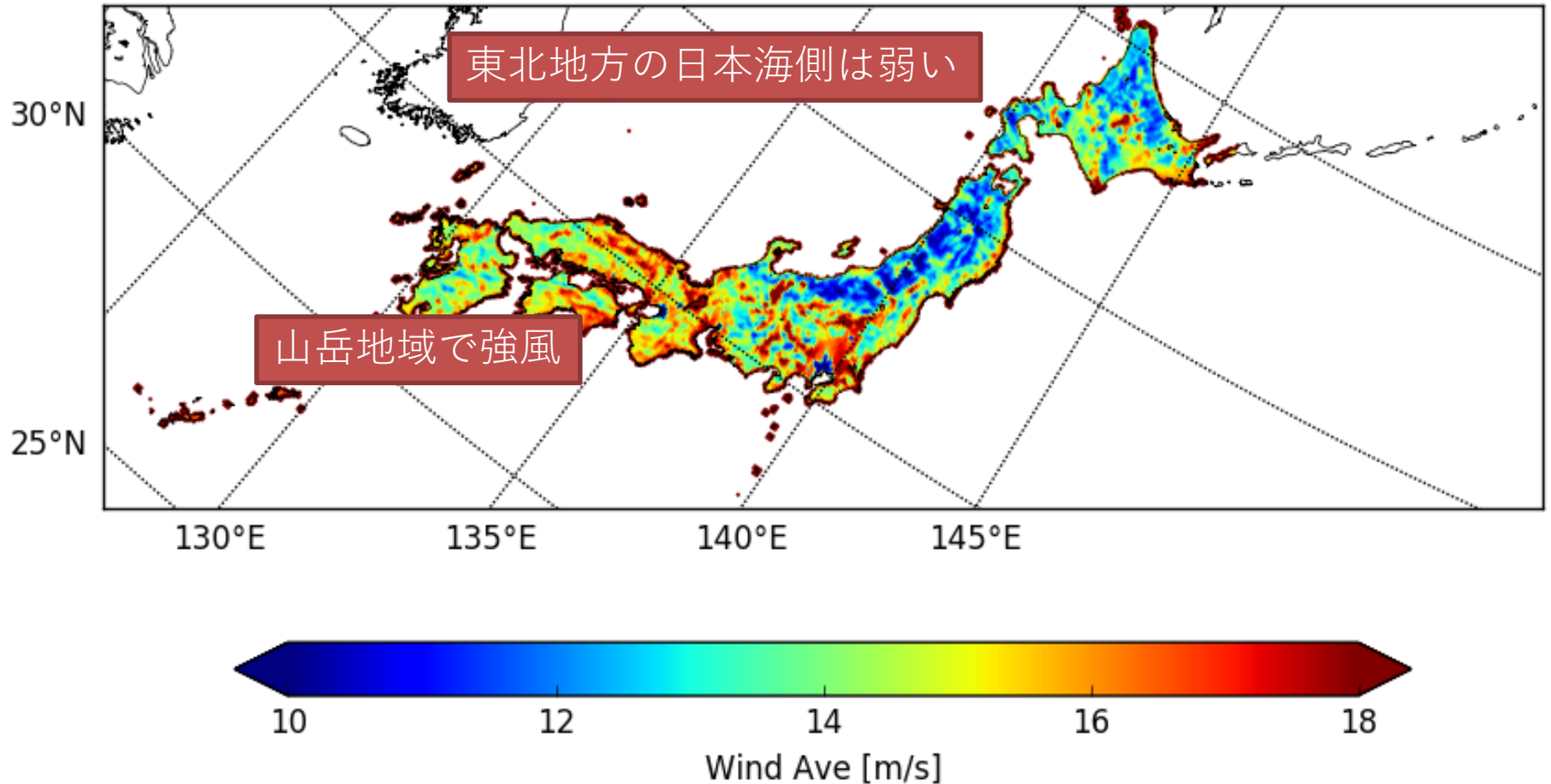
2018年13号
北西進
西:49本
コントロール:1本



2018年12号
西進
北:40本
コントロール:1本
南:28本

台風リスクマップ 暴風版

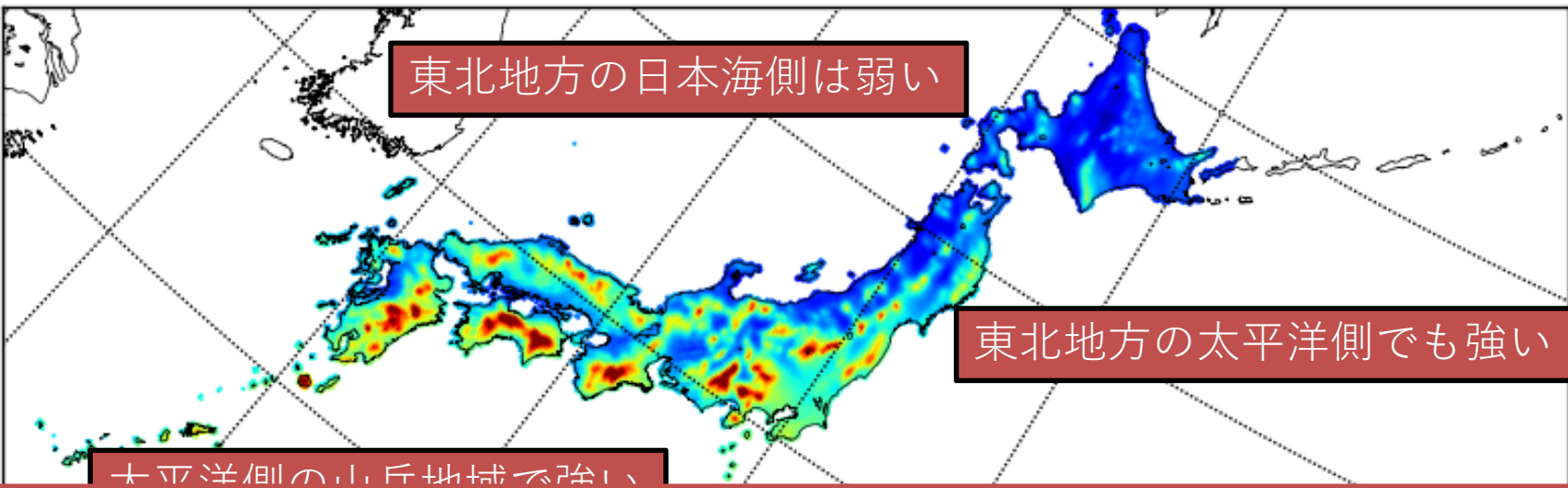
各地点の300km圏内に台風が進入した時の平均風速 (m/s) の分布



台風リスクが高いのは どの地域かがわかる！

各地

降水量 (mm/h) の分布



各地域で、リスクが高い台風の経路は？



Topic 2

首都圏にとって台風の**最悪のコース**は？

**世界初！台風ハザードマップの開発
リスクが高い経路は？**

台風/モグラムの作成

①変数(風速、降水量など)を台風位置でプロットする。

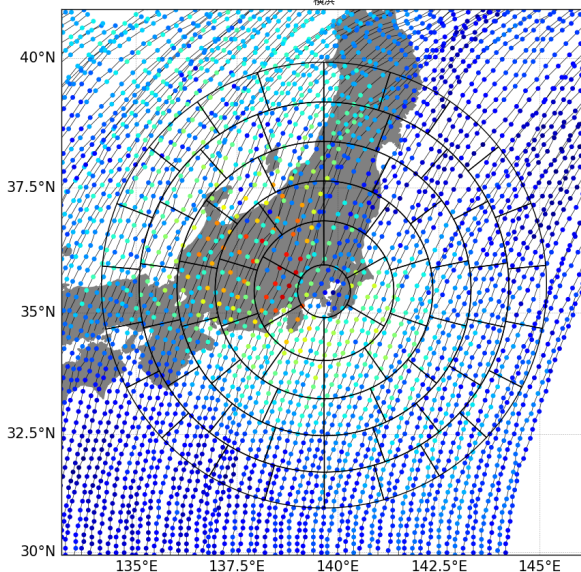
②任意の地点を中心とした半径500km円内の等面積グリッドでセルごとに分類する。

③セルごとに平均する。

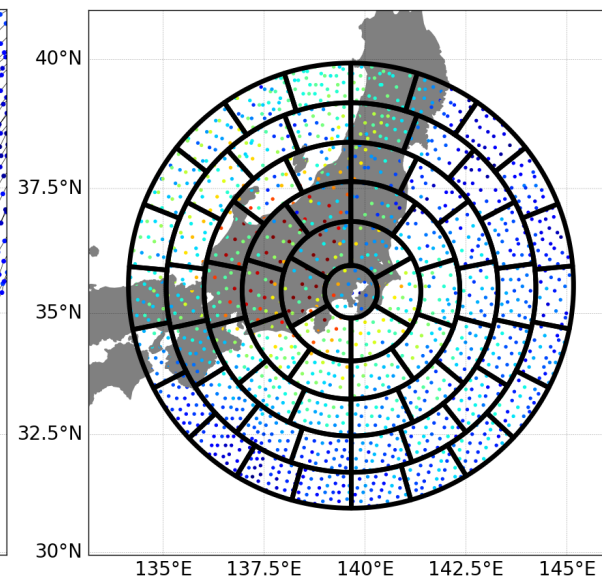
**台風が西を通過したとき
に横浜でリスクが高まる**

①

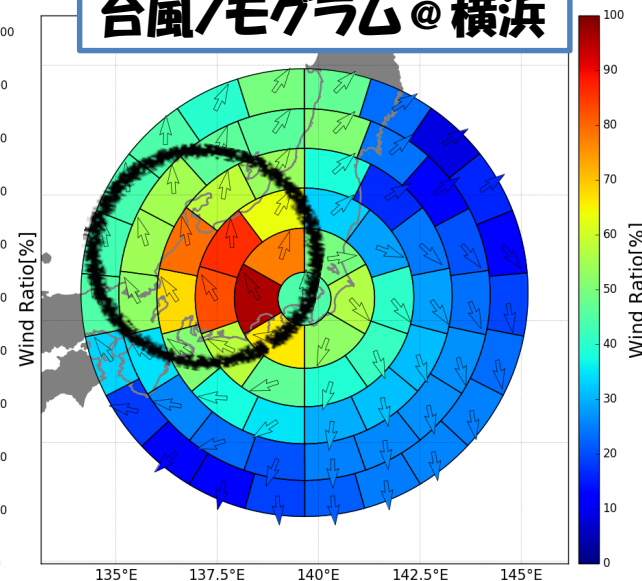
横浜



②



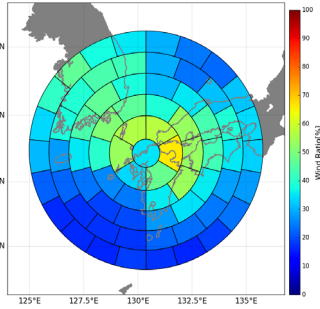
③
台風/モグラム@横浜



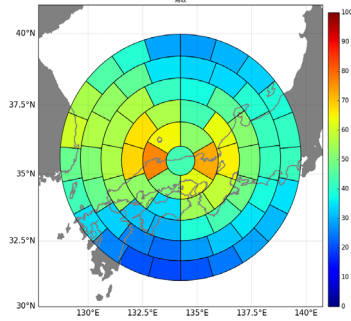
全国の台風ノモグラム

(風速比)

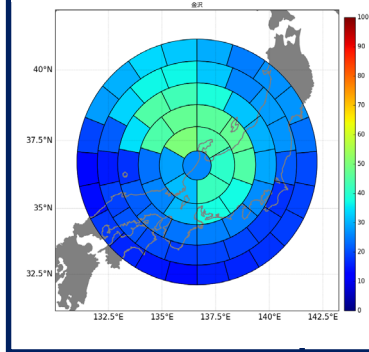
福岡-台風ノモグラム



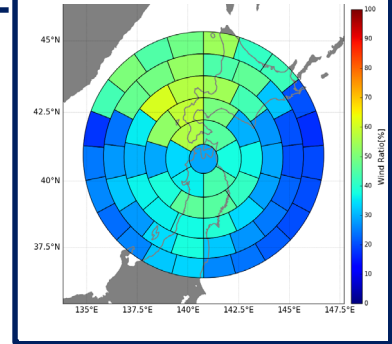
鳥取-台風ノモグラム



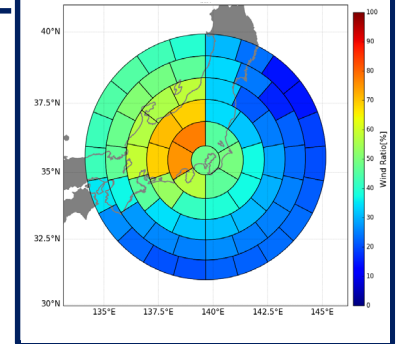
金沢-台風ノモグラム



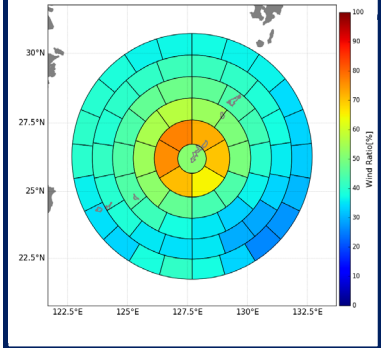
青森-台風ノモグラム



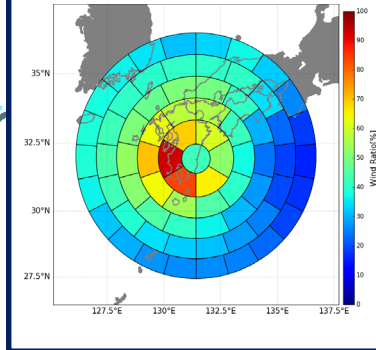
横浜-台風ノモグラム



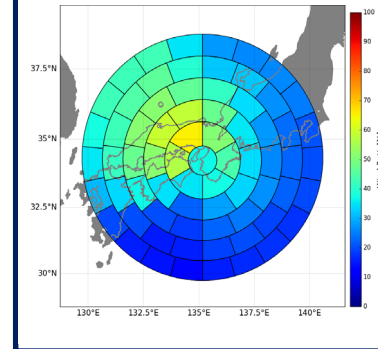
那覇-台風ノモグラム



宮崎-台風ノモグラム



和歌山-台風ノモグラム



山崎他(2017)

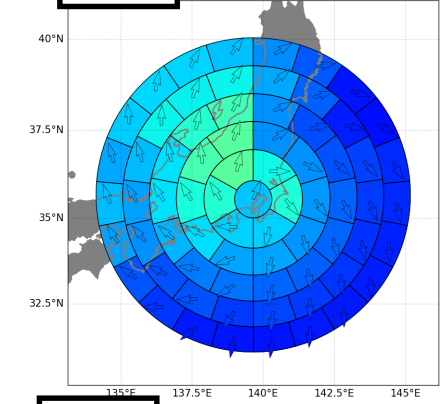
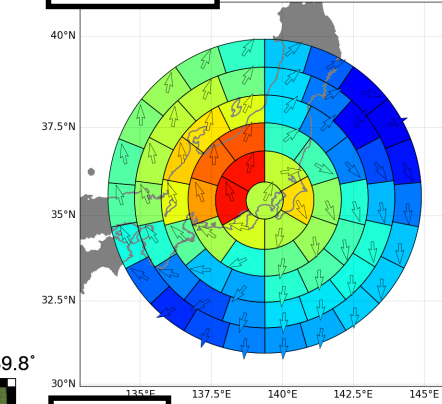
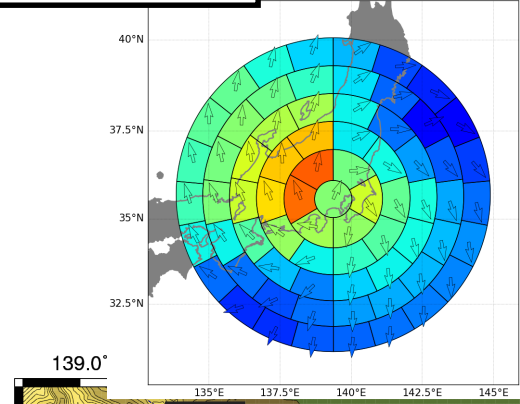
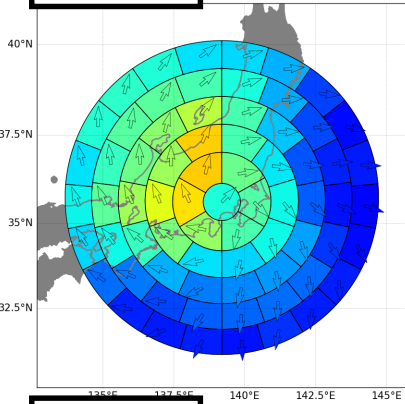
神奈川県のパワースポット

相模湖

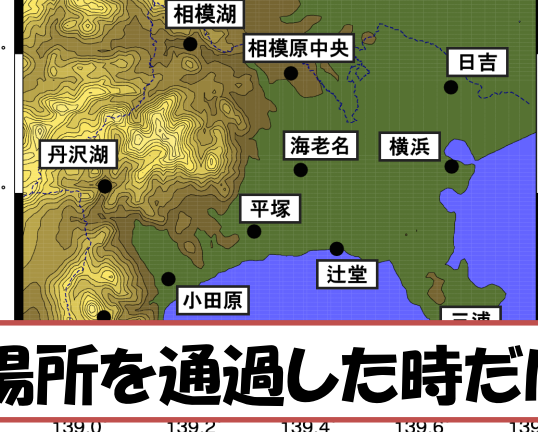
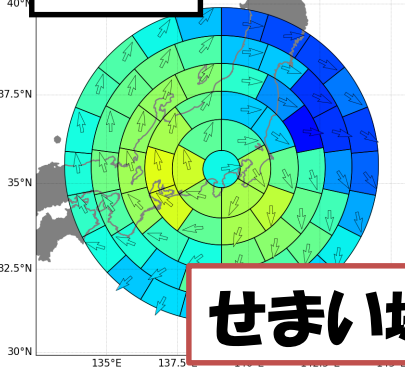
相模原中央

海老名

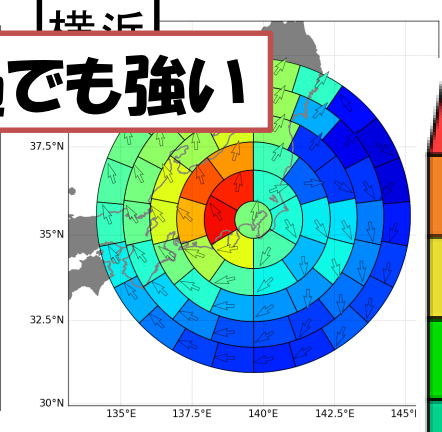
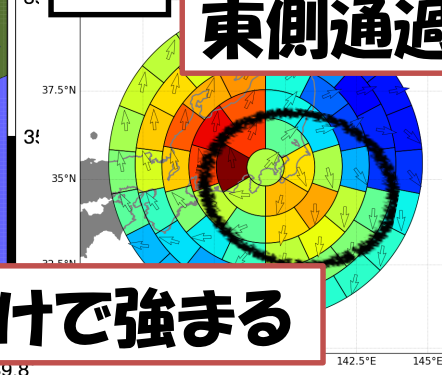
日吉



丹沢湖

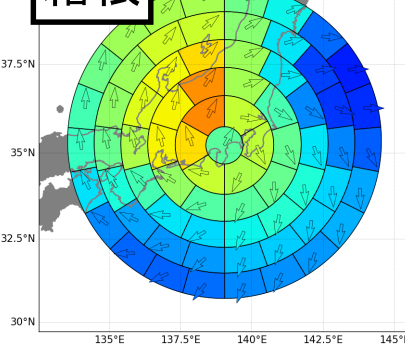


平塚

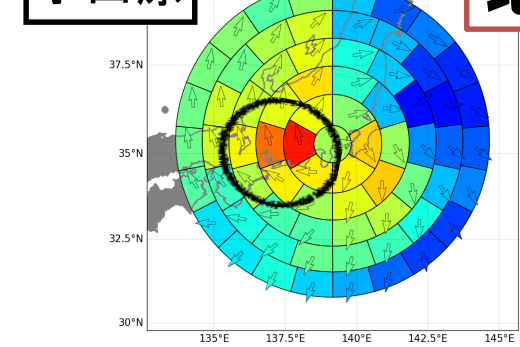


せまい場所を通過した時だけで強まる

箱根

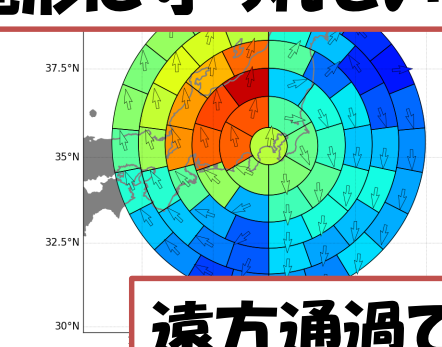


小田原



地形に守られている

浦

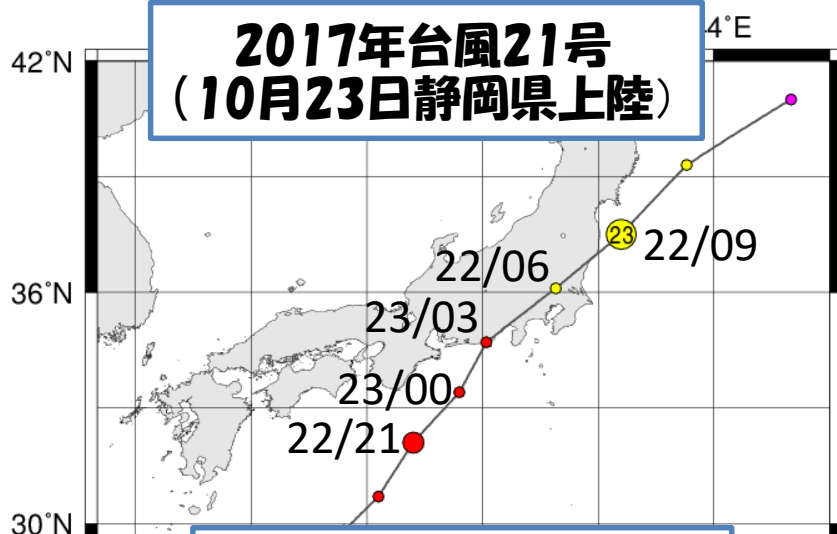


遠方通過でも強い

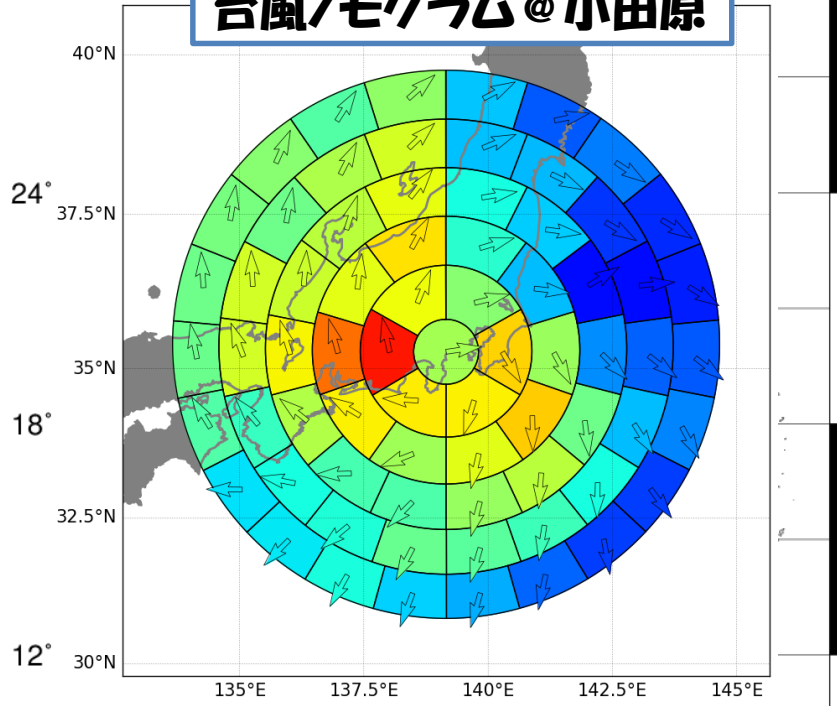


ノモグラムは本当に正しいのか？

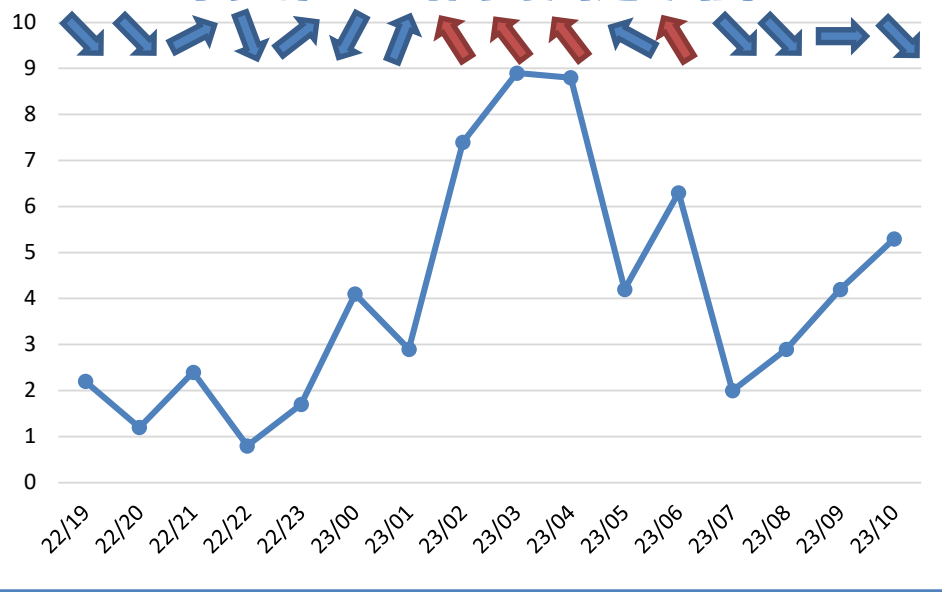
**2017年台風21号
(10月23日静岡県上陸)**



台風ノモグラム@小田原



小田原の1時間毎風速・風向



**小田原の被害状況
人的被害 なし**

**小田原港
観測史上最高の潮位
91cm 23日6時
吸い上げ効果+吹き寄せ効果**

コーヒーブレイク
社会実装
台風ソラグラムの発信

エムティーアイとの共同開発

株式会社エムティーアイと共同研究を結ぶ（2016年～）
生活情報サイト「ライフレンジャー」に台風ノモグラムを実装。

2017年4月 無料配信！！

* エムティーアイの配信するサイト・アプリ(一部)

 **music.jp**[®] **CHARADA**



母子手帳アプリ

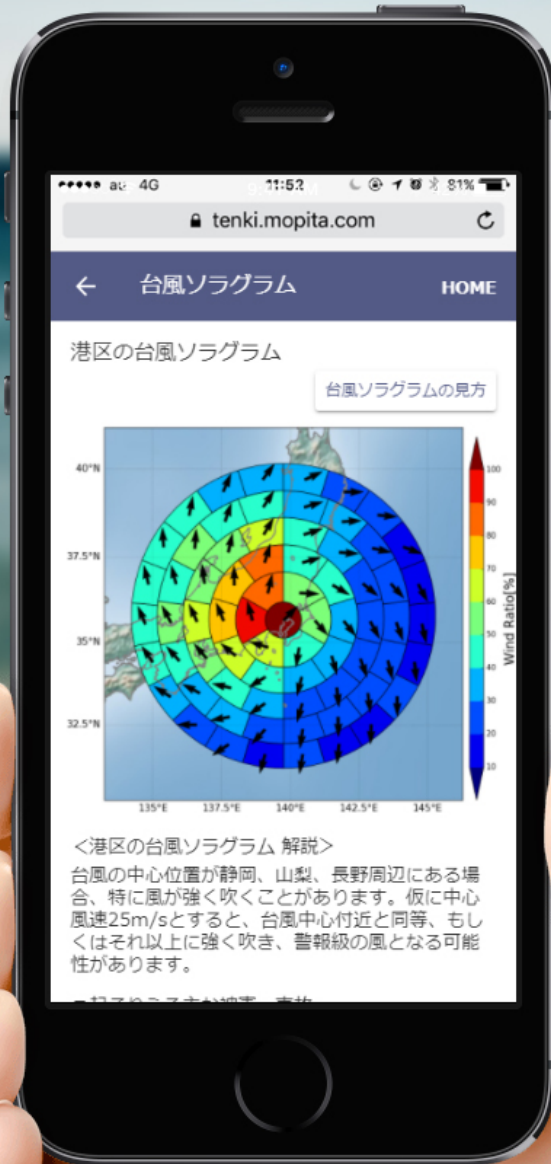
母子モ

ライフレンジャー

生活に密着した地域情報も配信する天気総合情報サイト

天気から交通情報までをまとめて確認できる生活情報サイトです。
地域に密着した天気や豪雨予測通知、台風・災害情報などの気象情報から、
乗換案内、鉄道・バス時刻表、ルート検索、渋滞予測、カーナビサービスまで、
生活に必要な情報をまとめて確認できるので、外出時や急な天候の変化の際にも大変
役立ちます。（エムティーアイHPより）

台風ソラグラム

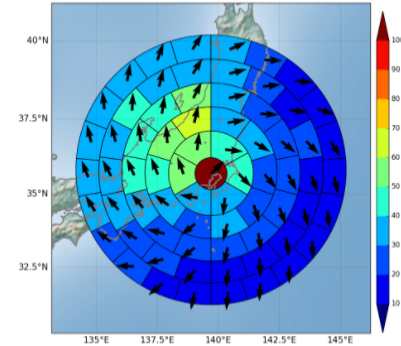


台風ソラグラム

1. スマートフォンで「ライフレンジャー」と検索
2. ライフレンジャーの左上「メニュー」アイコンから「防災・備え」⇒「台風ソラグラム」を選択



台風ソラグラムの見方



<新宿区の台風ソラグラム 解説>
台風を中心位置が新潟周辺にある場合、特に風が強く吹くことがあります。仮に中心風速25m/sとすると、警報級の風となる可能性があります。

ほかの地点もみる

台風ソラグラムはこうしてできた

「ほかの地点もみる」で確認！

※スマートフォン限定サービスです



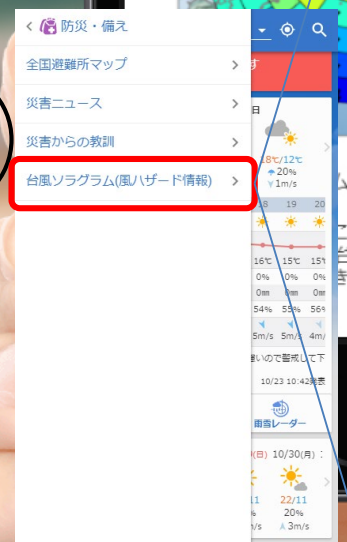
利用方法

③居住地の台風ノモグラム

①台風接近地域の警戒喚起



②仕事先の台風ノモグラム



← 台風ソラグラム HOME

新宿区の台風ソラグラム

台風ソラグラムの見方

Wind Ratio(%)

135°E 137.5°E 140°E 142.5°E 145°E

35°N 37.5°N 40°N

＜新宿区の台風ソラグラム 解説＞
 台風の中心位置が新潟周辺にある場合、特に風が強く吹くことがあります。仮に中心風速25m/sとすると、警報級の風となる可能性があります。

- 起こりうる主な被害、事故
- ・電車運休、飛行機や船の欠航
- ・歩行時の転倒
- ・枝が折れる
- ・車の横転事故
- ・飛来物により、窓ガラスが割れる
- ・屋外においているものが壊れる

Q.台風ソラグラムを通じて防災への意識が高まったか？

- ・あまり台風の影響の少ない所と思っていたが、コースによっては危険な所だと勉強しました！
- ・いつも大丈夫だからと油断しないようにしようと思った！
- ・最近直撃がなかったのに油断してたが、台風ソラグラムを通じて防災への意識が高まった！
- ・知らなかった事 意識していなかった事が判った！
- ・いろんな予測が出来て備えが出来るように思う！

Topic 2

首都圏にとって台風の**最悪のコース**は？

世界初！台風ハザードマップの開発

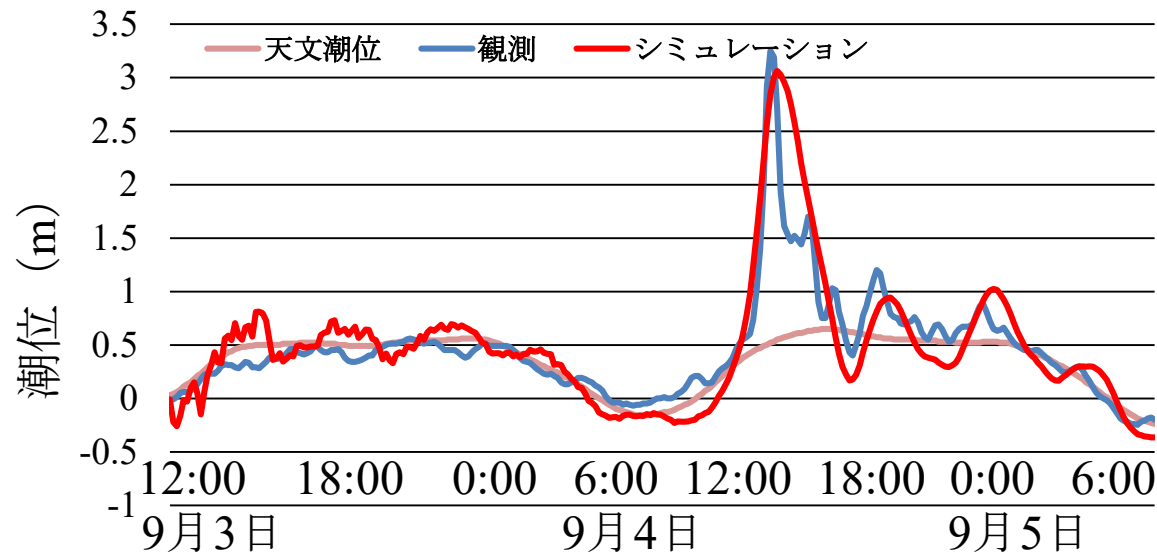
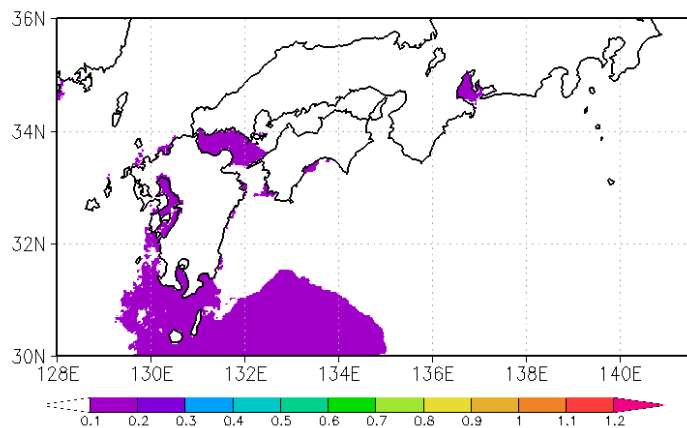
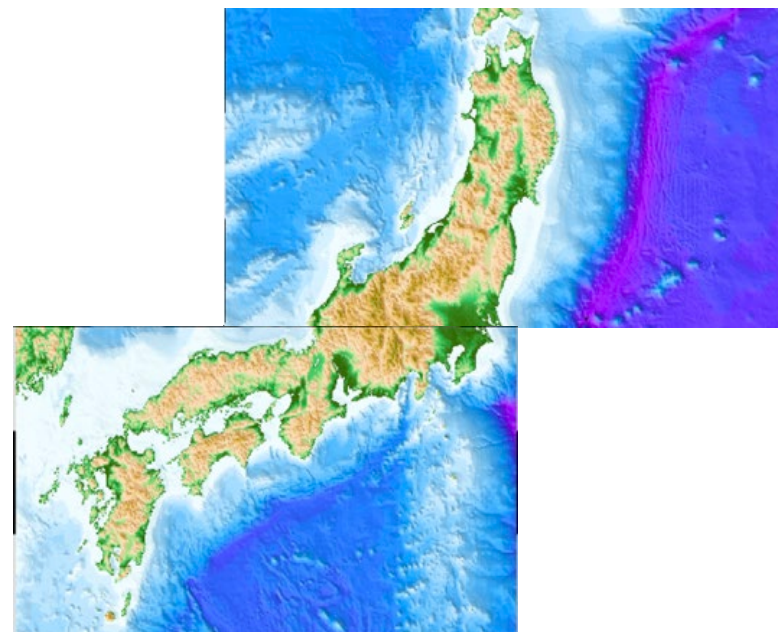
リスクが高い経路は？

どの海岸地域が高潮リスクが高い？

高潮シミュレーションの実験設定

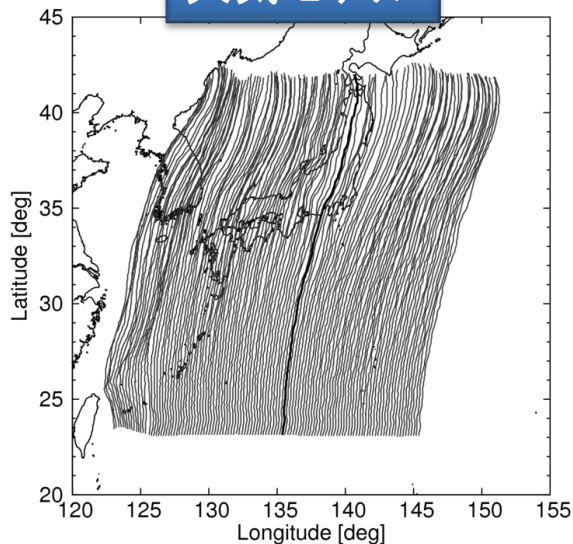
高潮モデルは気象庁の高潮モデルを用いた。
WRFで計算された海面気圧と海上風を外力とする。
なお、天文潮位は含めず高潮偏差のみを計算した。

	緯度	経度
Domain1 九州地方から関東地方	北緯30.0~36.0度	東経128.0~141.5度
Domain2 東北地方	北緯35.9~41.9度	東経134.0~147.5度
水平解像度	1.7km	
水平格子数	811×361	
タイムステップ	5分	

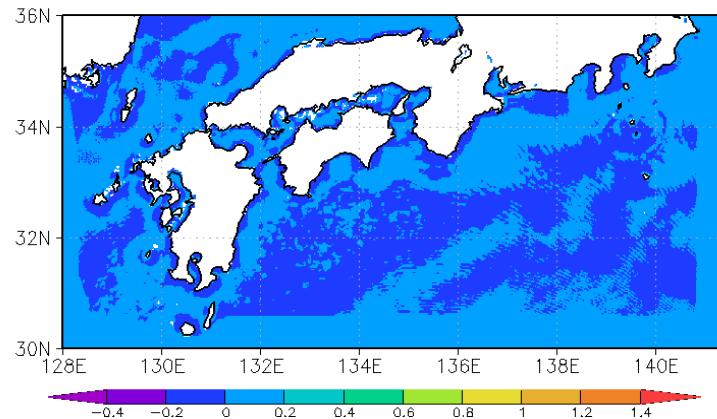


気象庁高潮モデルへの拡張

大気モデル



気象庁高潮シミュレーション



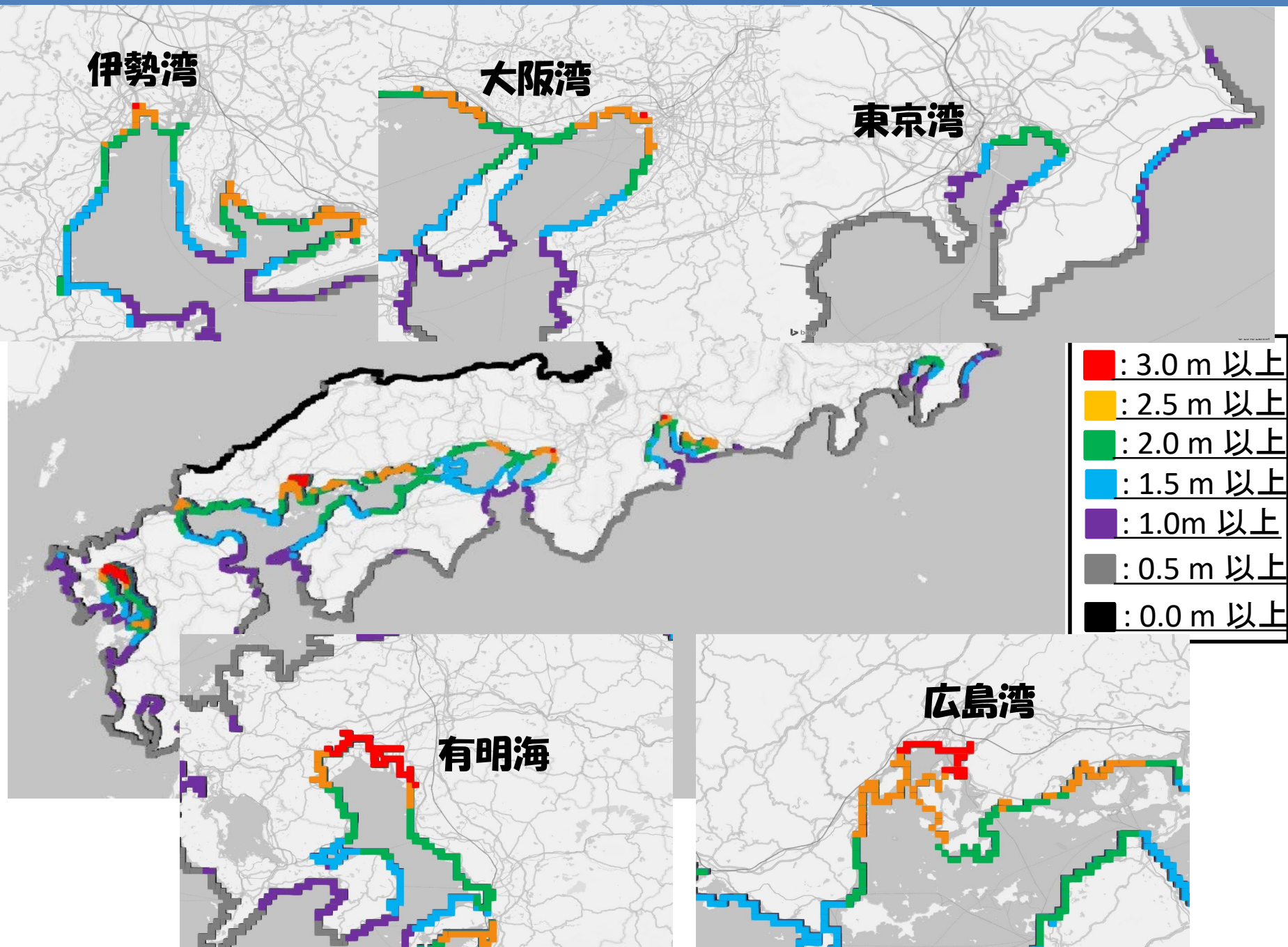
伊勢湾台風101本の
計算結果

計算設定

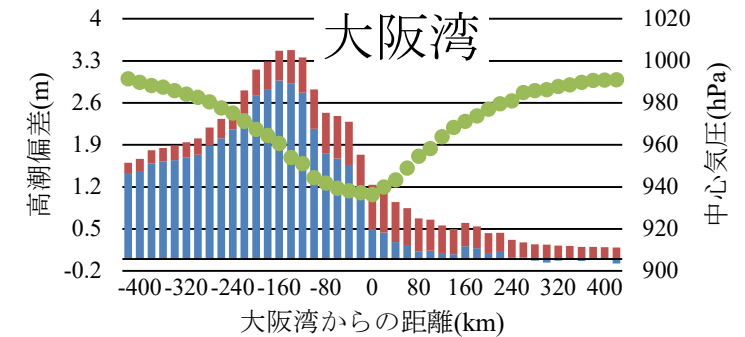
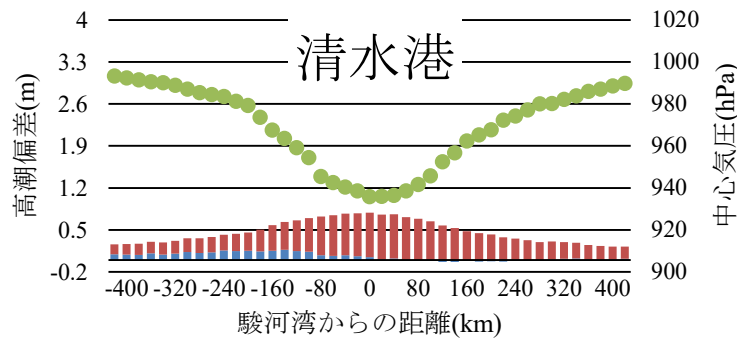
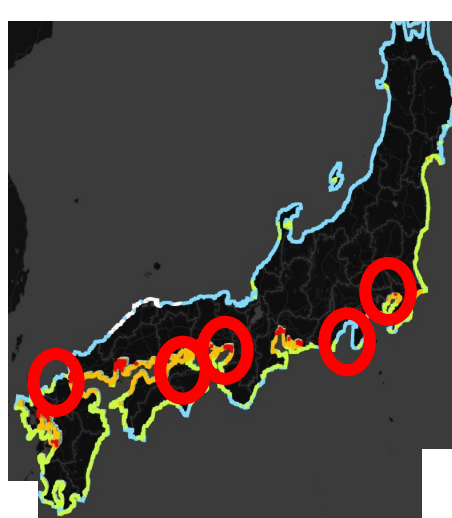
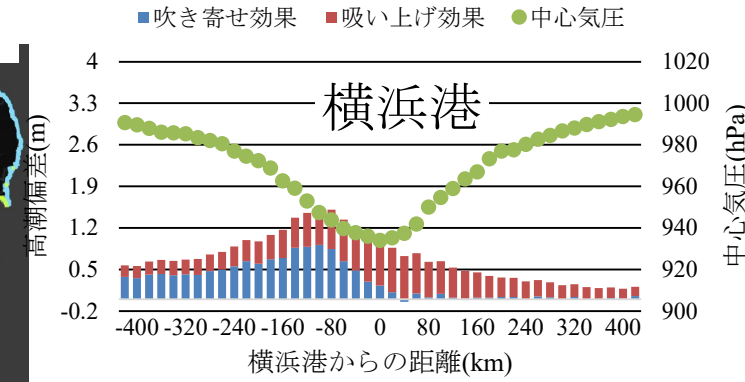
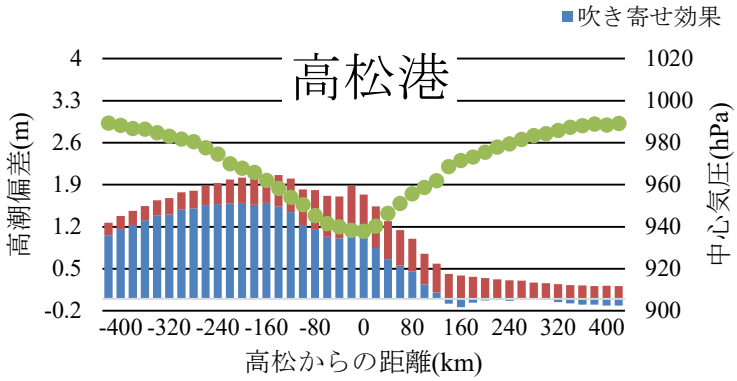
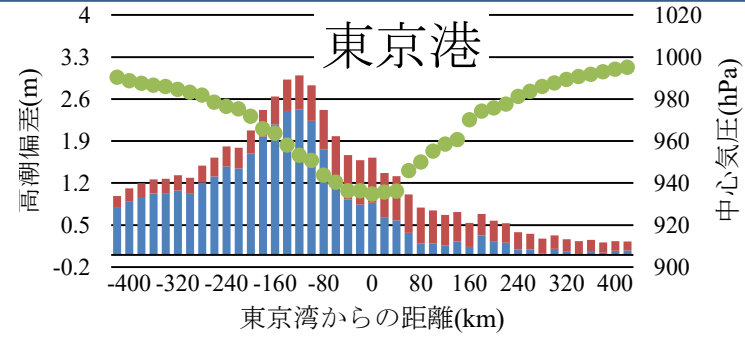
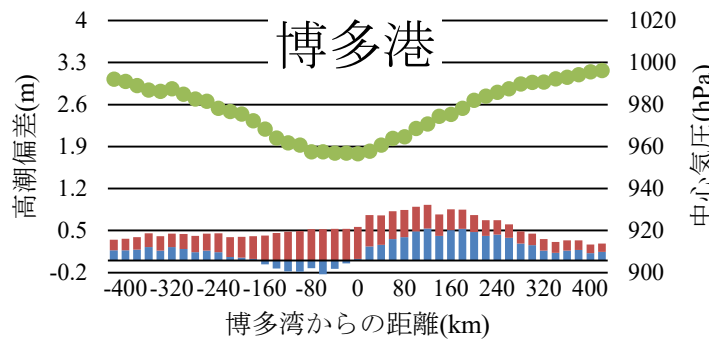
	Domain1	Domain2
水平解像度	15km	5km
水平格子数	220×215	601×541
地形データ	GTOPO30	
鉛直層数	45	
最下層高度	約30m	
モデル最上端高度	20hPa	
微物理スキーム	WSM 6-class graupel scheme	
放射スキーム	Rapid Radiative Transfer Model for GCM	
大気境界層スキーム	Yonsei University scheme	
対流スキーム	Kain-Fritsch scheme	
台風ボーガス	あり	なし

緯度	北緯30.0-36.0度
経度	東経128.0-141.5度(九州から関東まで)
解像度	1分(約1.7km)

各海岸地点で伊勢湾台風がコースを変えてやってきた時の最大高潮偏差



各地点の伊勢湾モデル高潮/モグラム



吹き寄せ効果 ■ 吸い上げ効果 ● 中心気圧

吹き寄せ効果 ■ 吸い上げ効果 ● 中心気圧

Topic 2

首都圏にとって台風の**最悪のコース**は？

世界初！台風ハザードマップの開発

リスクが高い経路は？

どの海岸地域が高潮リスクが高い？

もしも伊勢湾台風がやってきたら

建物被害はどれくらい壊れるのか？



新しい防災情報公開システムをリリース！

YNU

横浜国立大学

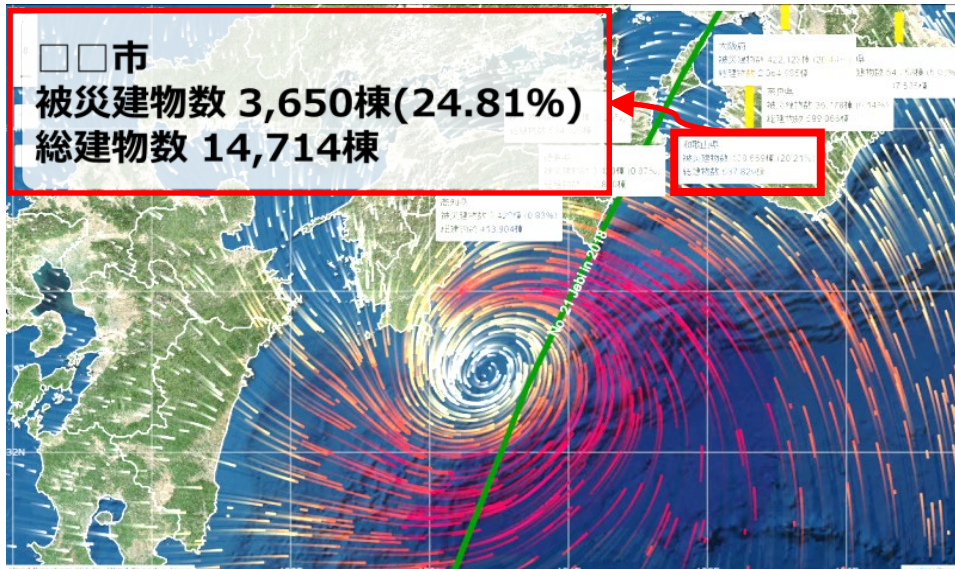
MS&AD

あいおいニッセイ同和損保

AON

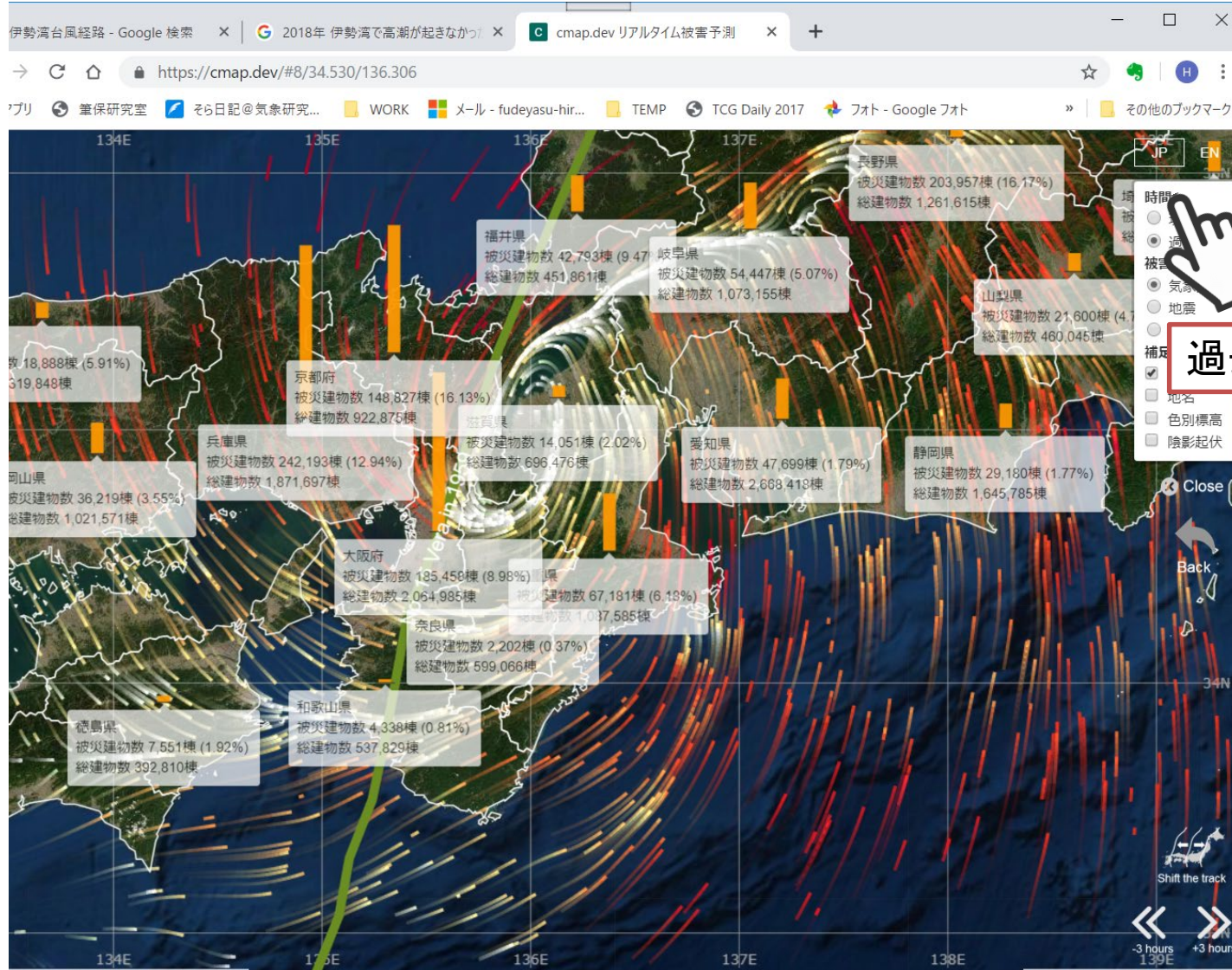
Empower Results®

【世界初】自然災害による被災建物棟数の 「リアルタイム被害予測ウェブサイト」を開設 「cmap」で検索

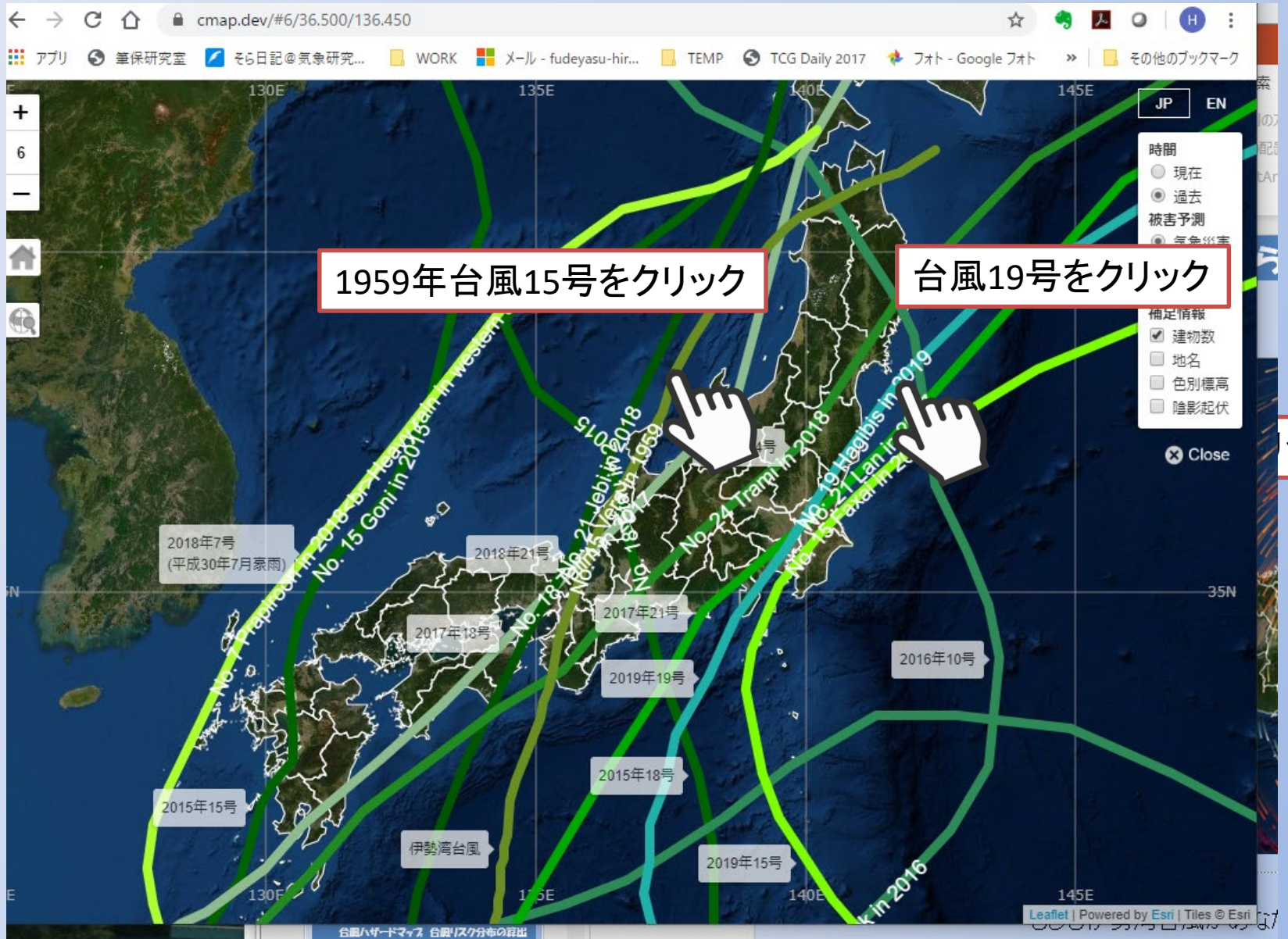


	平時	被災前～	被災直後～
cmap.dev (シーマップ)	<ul style="list-style-type: none">・気象情報 風速の可視化他・シミュレーション 伊勢湾台風他		被災建物数 及び被災率 を予測、公開
気象庁	気象観測データ(1時間毎にcmap.dev取込)		
	気象予報	警報・注意報	
ハザードマップ、 シミュレーション	リスク想定 (最悪ベース)		

もしも現代に伊勢湾台風が襲来したら？

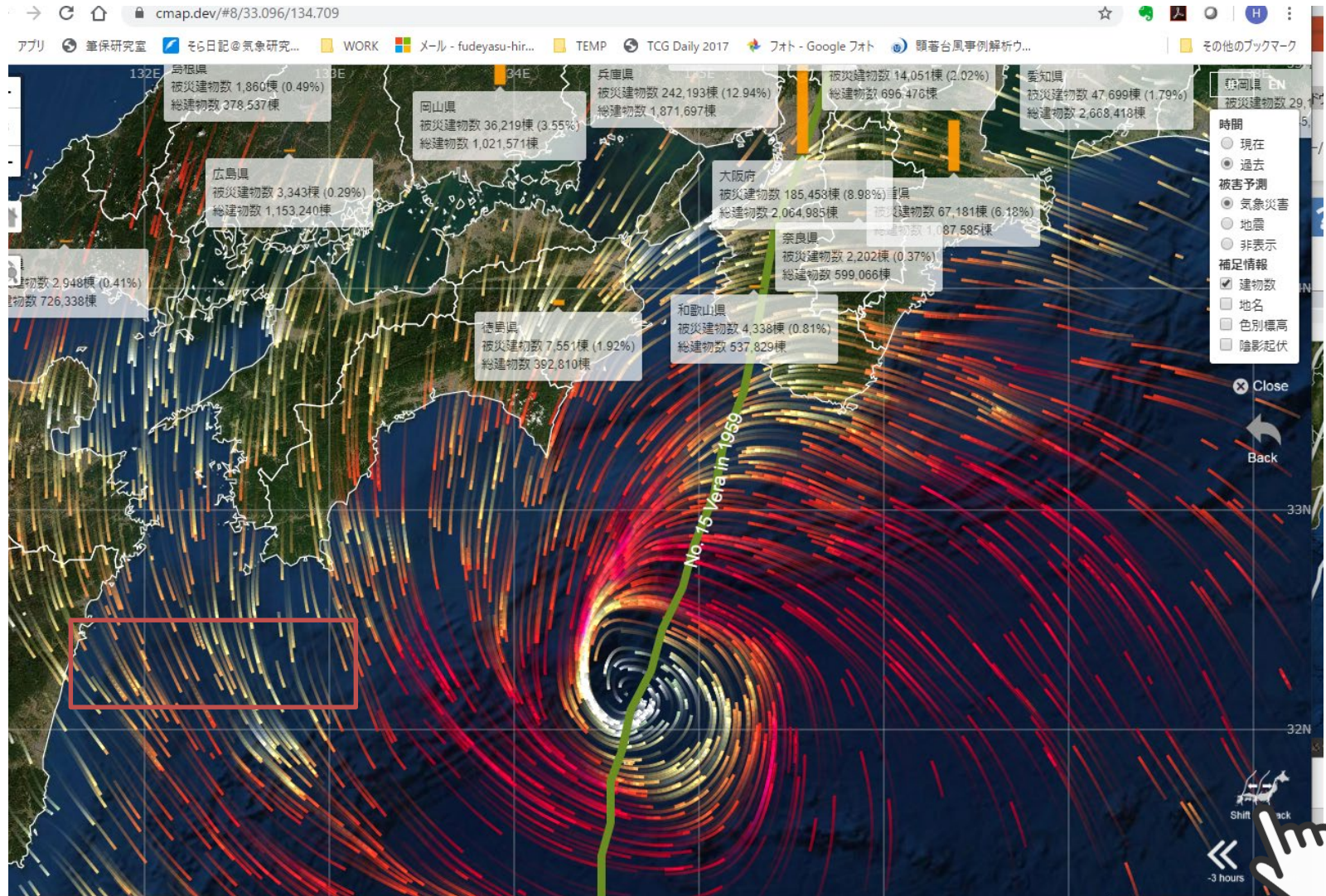


もしも現代に伊勢湾台風が襲来したら？



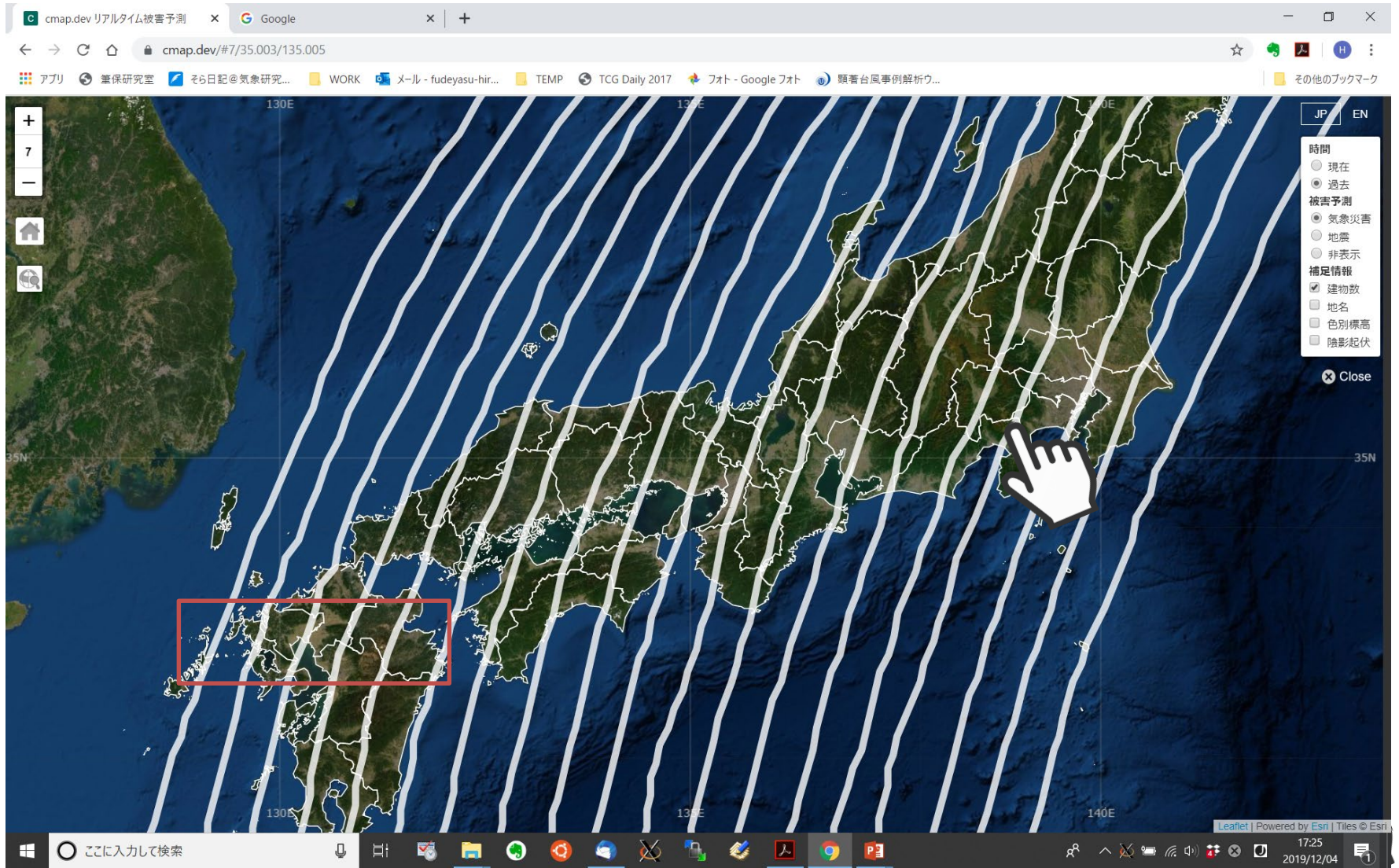
ック

もしも現代に伊勢湾台風が襲来したら？



シフト

もしも現代に伊勢湾台風が襲来したら？



シフト

もしも現代に伊勢湾台風が襲来したら？

位置	神奈川県		東京都		千葉県		埼玉県	
	人数	割合(%)	人数	割合(%)	人数	割合(%)	人数	割合(%)
2.2度西	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
1.6度	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
1.0度	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
0.4度	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	209	0.01%

もしも伊勢湾台風があなたの街にやってきたら？

0.8度	23979	1.09%	11271	0.44%	2187	0.10%	79349	3.31%
1.4度	153488	7.01%	44567	1.72%	81643	3.73%	178490	7.44%
2.0度	248487	11.34%	134628	5.21%	154929	7.08%	100189	4.18%
2.6度	299215	13.66%	179364	6.94%	257165	11.76%	64892	2.71%
3.2度	115202	5.26%	89574	3.47%	270809	12.38%	14900	0.62%
3.8度	18118	0.83%	8407	0.33%	65494	2.99%	50827	2.12%
4.4度	62070	2.83%	20783	0.80%	28587	1.31%	95882	4.00%
5.0度東	146194	6.67%	64750	2.51%	105765	4.84%	52629	2.19%

シフト

1 台風災害と防災の**歴史**

予報精度は向上して、人的被害は減少
近年強い台風の上陸が増加傾向

2 **台風ハザードマップ**の開発

台風ハザードマップ 台風リスク分布の算出
台風ノモグラムの開発 危険なコースを算出
台風ソラグラム 2018年4月にリリース！
cmap.dev 2019年6月にリリース！
高潮ガードマップの開発



横浜国立大学 気象研究室のホームページ

http://www.fudeyasu.ynu.ac.jp
「筆保研究室」で検索



横浜国立大学 教育人間科学部/横浜国立大学大学院 教育学研究科
気象学研究室

Team SORA

SORA観測

講義・
講演

講義・講演

教員

SORAメンバー

裏ページ

menu

大学講義

講義ノート

講演

講演

講演

2013

会・主催	タイトル	日	場所	公開プレゼン	風景
日本気象学会夏季大学「台風研究の最前線」	台風の正体など、講演PPT	7/27・28	横浜国立大学	スライド	あり
横浜国立大学オープンキャンパス模擬授業	気象学入門～空についてわかっていること知らないこと～	8/2	横浜国立大学	スライド	あり
サイエンスカフェ	台風についてわかっていること知らないこと～北海道で台風研究?!～	8/31	札幌駅前伊屋国	なし	なし
気象予報士会神奈川県奈川支部	夏季大学の裏	10/5	横浜国立大学	なし	なし
朝日カルチャーセンター	台風についてわかっていること知らないこと	11/30	藤沢駅ルミネ	なし	なし

スライド

2012