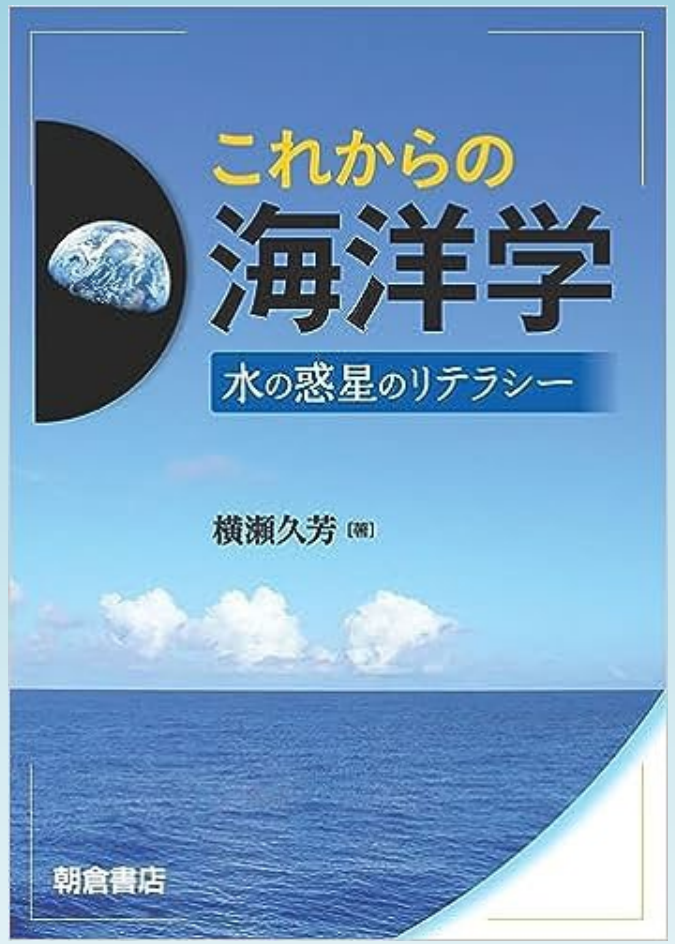


LESSON H5

海と自然災害

p. 116～123

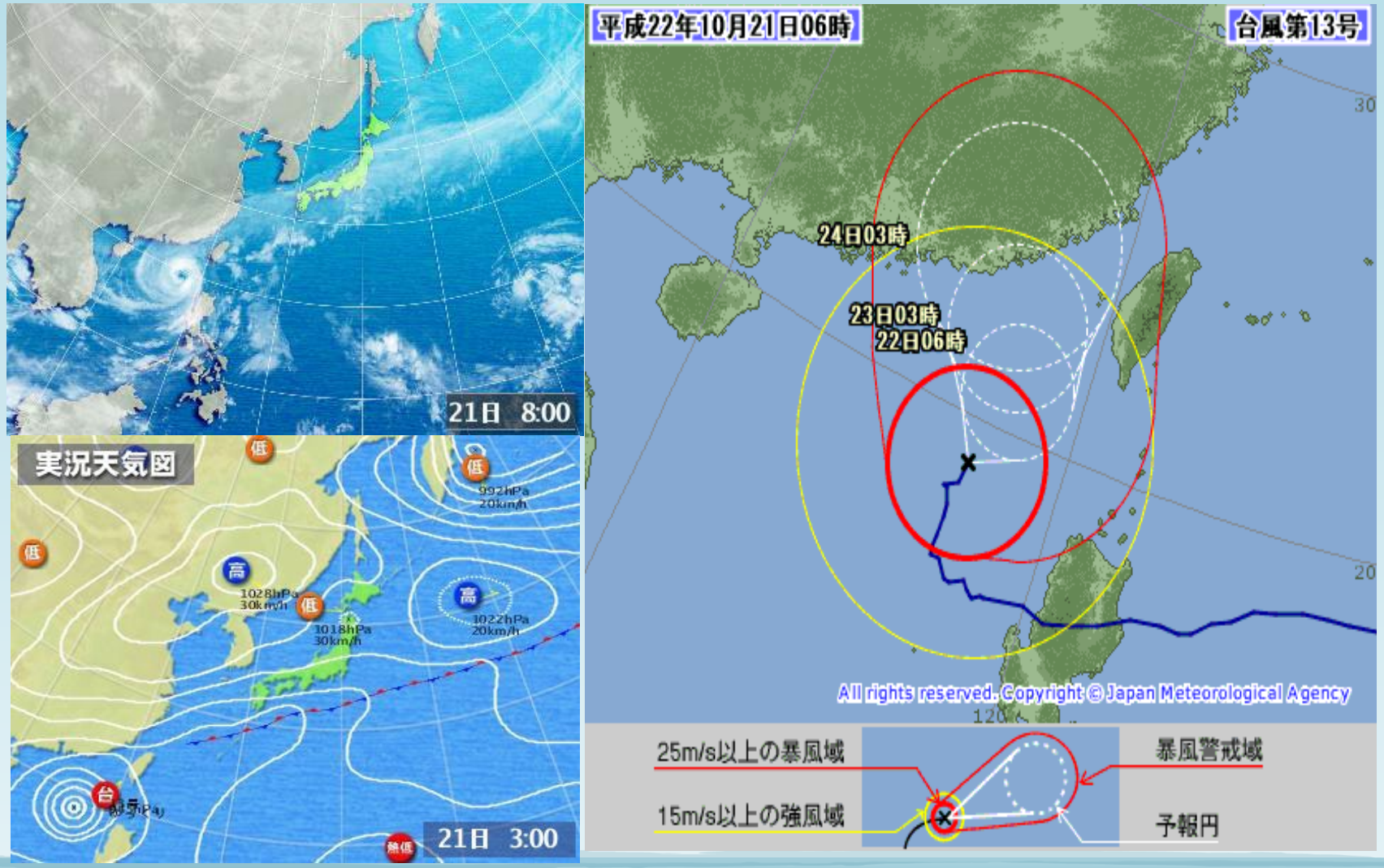
2023年度　教養課程：地球環境科学の最前線　A&B

担当：熊本大学大学院　横瀬久芳（海洋火山学）

海洋現象で起こる主な自然災害

- 台風と海洋の関係
- 台風発生の原理
- 高潮発生の原理
- 津波発生の原理
- 津波の形と減災
- 海岸地域の地すべりに伴う津波
- 隕石衝突と津波

2010年、台湾の南西にいた台風13号

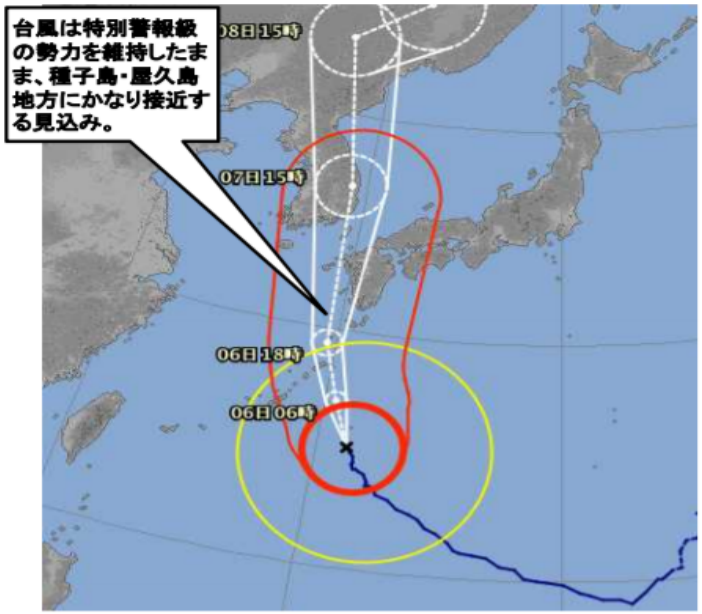


台風の発生と進路は、なにが決めるのか？

台風第１０号の今後の見通しについて～台風要因の特別警報発表の見通し～[PDF形式:2.17MB]

台風の見通し

9月5日
１９時時点の資料



台風経路図
（5日18時）

大型で非常に強い台風第10号は、5日18時には南大東島の南約90キロの北緯25度00分、東経131度10分にあって、1時間におよそ15キロの速さで北北西へ進んでいます。

中心の気圧は920ヘクトパスカル、中心付近の最大風速は50メートル、最大瞬間風速は70メートルで中心の東側240キロ以内と西側185キロ以内では風速25メートル以上の暴風となっています。

24時間後の6日18時には屋久島の南西約140キロの北緯29度25分、東経129度30分を中心とする半径65キロの円内に達する見込みです。

中心の気圧は920ヘクトパスカル、中心付近の最大風速は50メートル、最大瞬間風速は70メートルが予想されます。予報円の中心の東側340キロ以内と西側250キロ以内では風速25メートル以上の暴風域に入るおそれがあります。

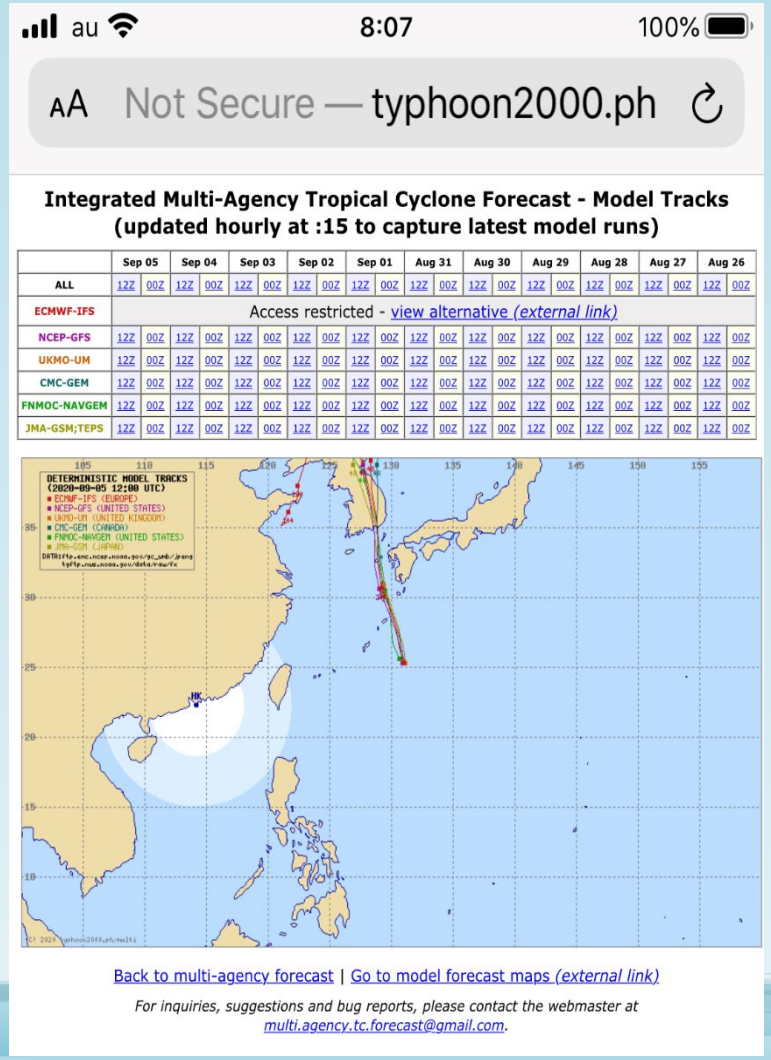
台風予報

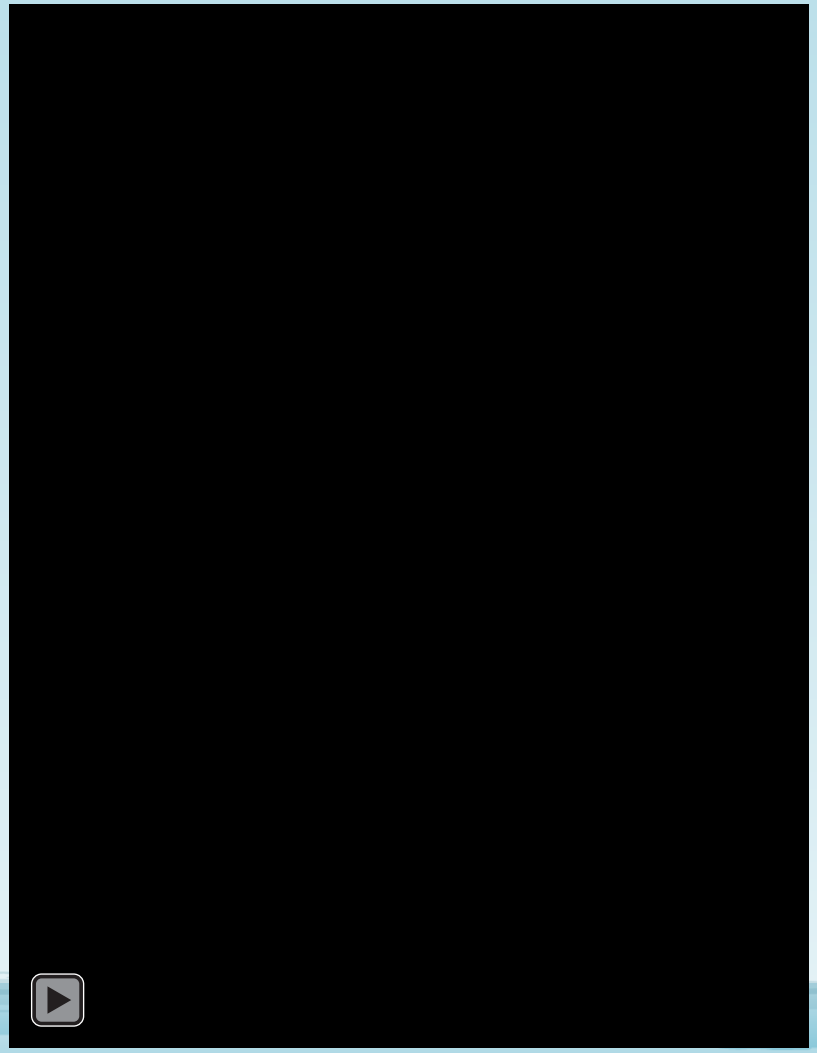
今後の予想を含めた最新の情報は各地の気象台が発表した気象情報をご利用ください。
（台風情報：https://www.jma.go.jp/jp/typh/　）

5

http://www.jma.go.jp/jma/press/2009/05b/kaisetsu202009052000.pdf

窓にガムテープ（養生テープじゃなくて）を張った人達が可哀そう





台風の進路は
インターネットで調べられる

- 比較してみると面白い

気象庁サイト（３日先まで）

（５日先まで）

ヨーロッパのサイト（１０日先までの予測）

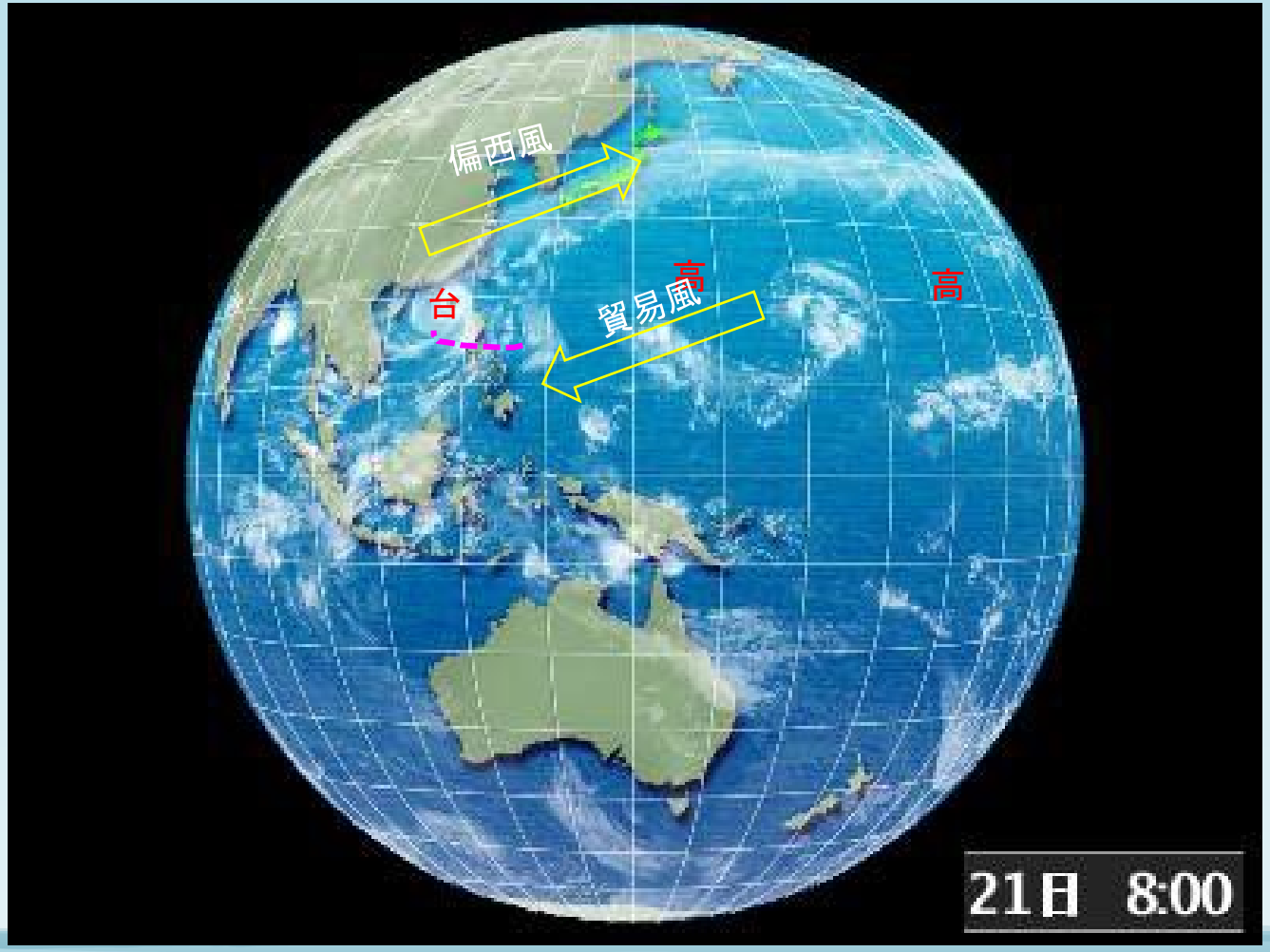
Windy（上記サイトのデータを使用）

アメリカのサイト（５日先まで）

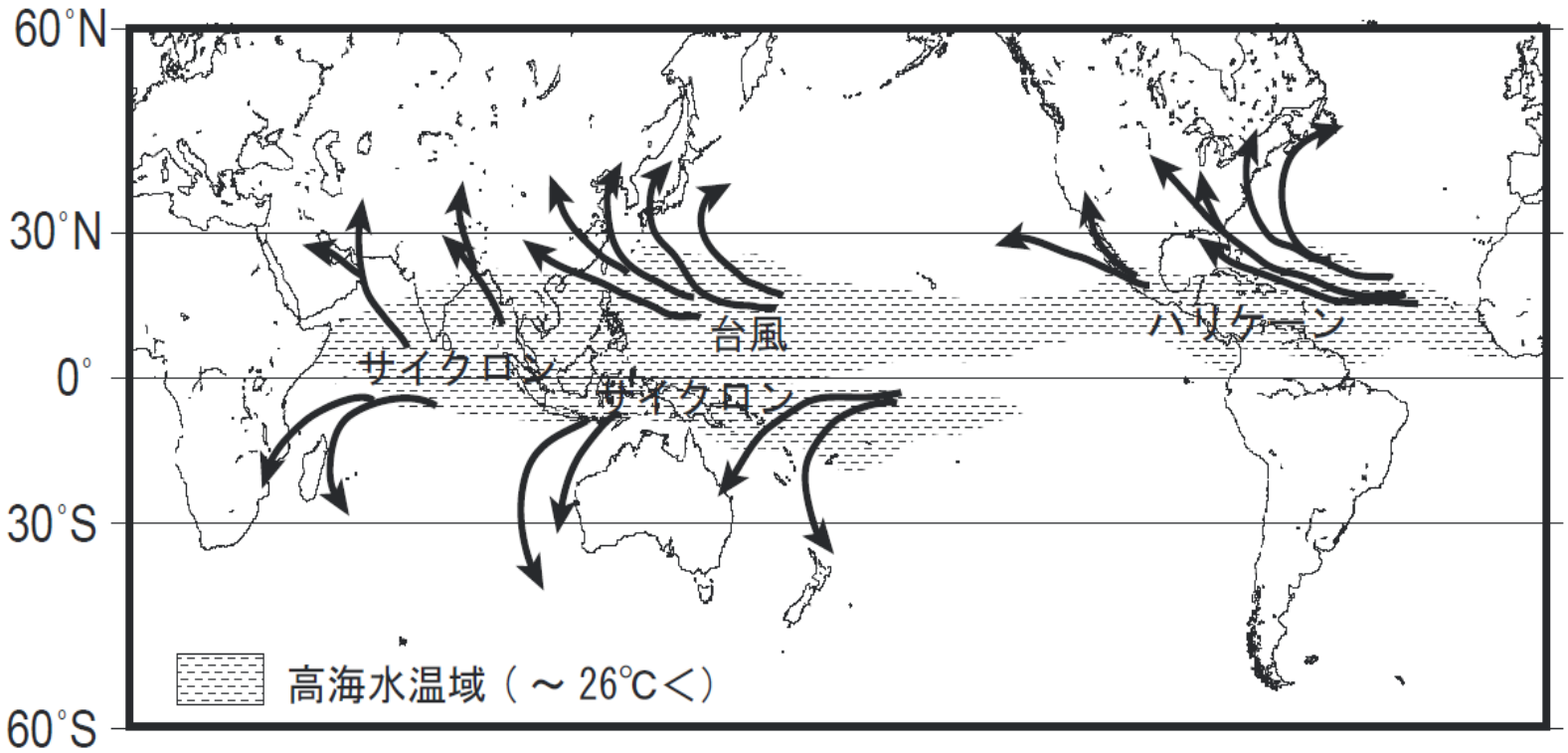
カナダのサイト（１０日先まで）

各サイトのモデル計算を比較した図

台風の進路を決める偏西風・貿易風



台風・ハリケーン・サイクロンは赤道の近くで発生して、カーブしながら高緯度地方に向かう。

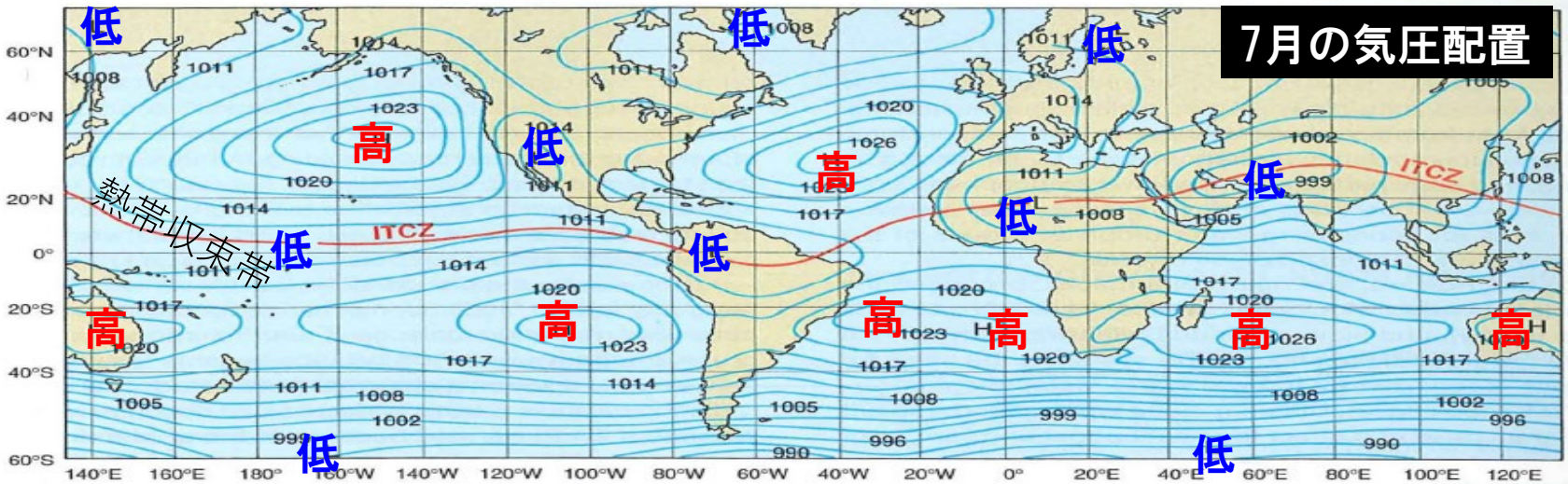


矢印は主な台風（ハリケーン、サイクロン）の進路

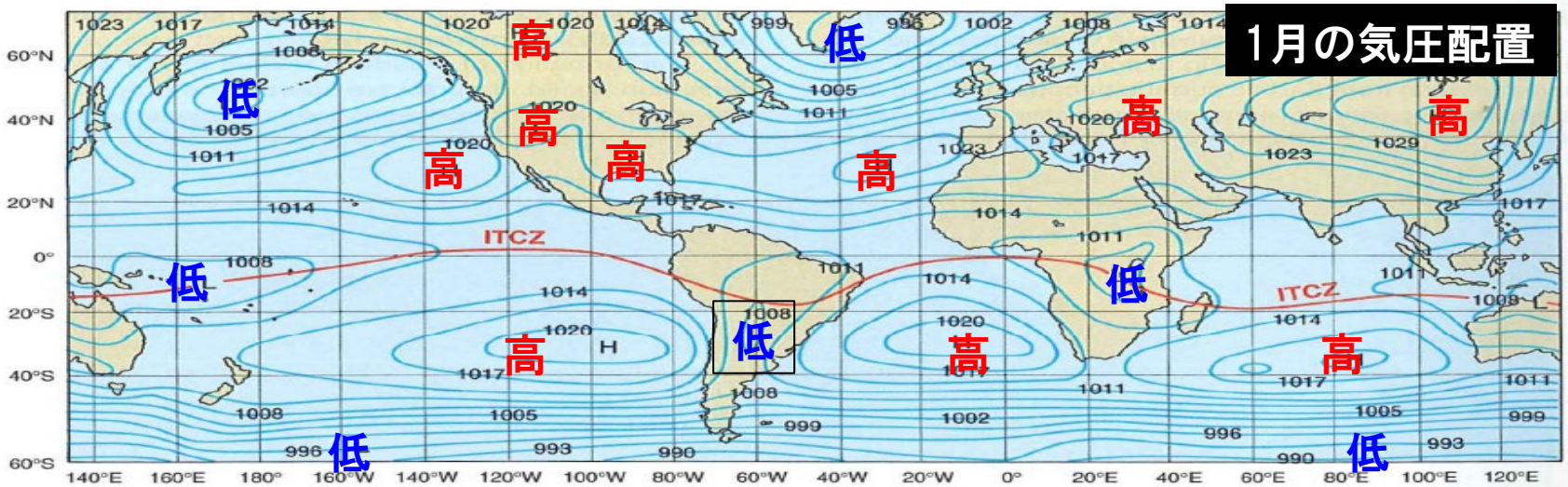
いずれも赤道近くの、洋上で発生している

教科書48p.　図2-13　参照

地球の大まかな気圧配置：緯度による分帯



台風は、高気圧の周囲に沿って移動している。

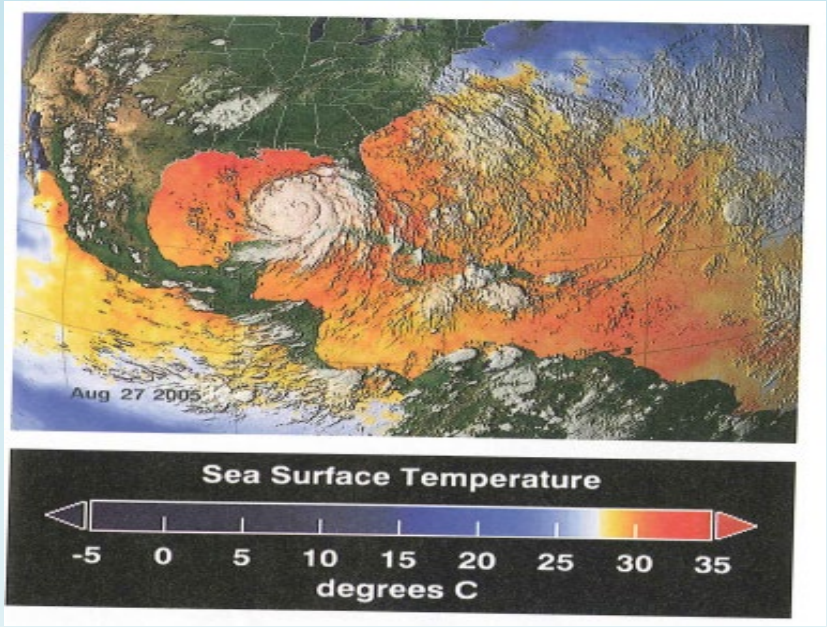


(b) January

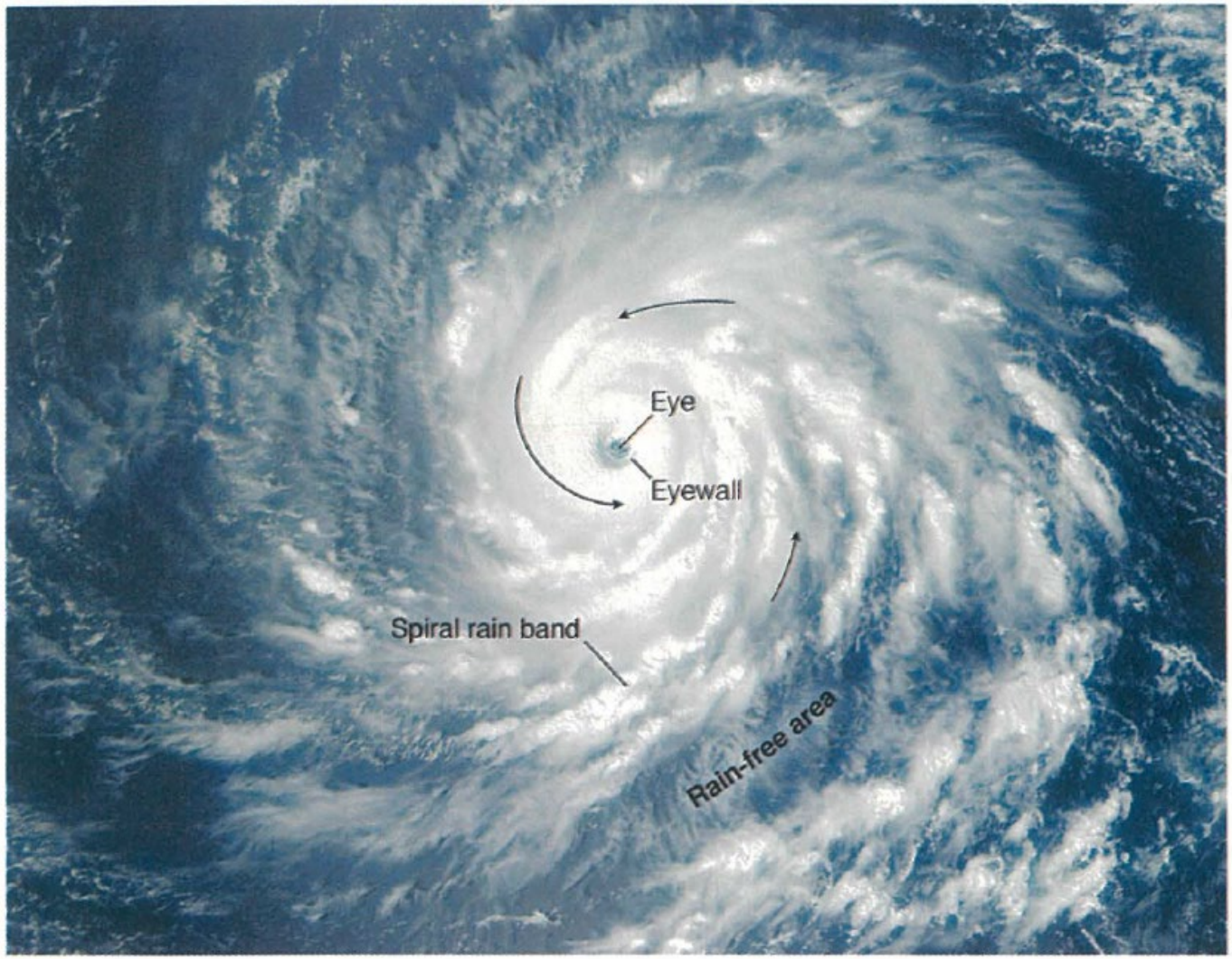
台風は温度の高い海水をエネルギー源にしている。

2005年ハリケーン
カトリーナ

2005年にアメリカ南部を襲ったハリケーン
カトリーナ。
死者・行方不明者＝約2500名
避難民：　300万人
＜世界的な影響＞
　原油価格や穀物価格の高騰

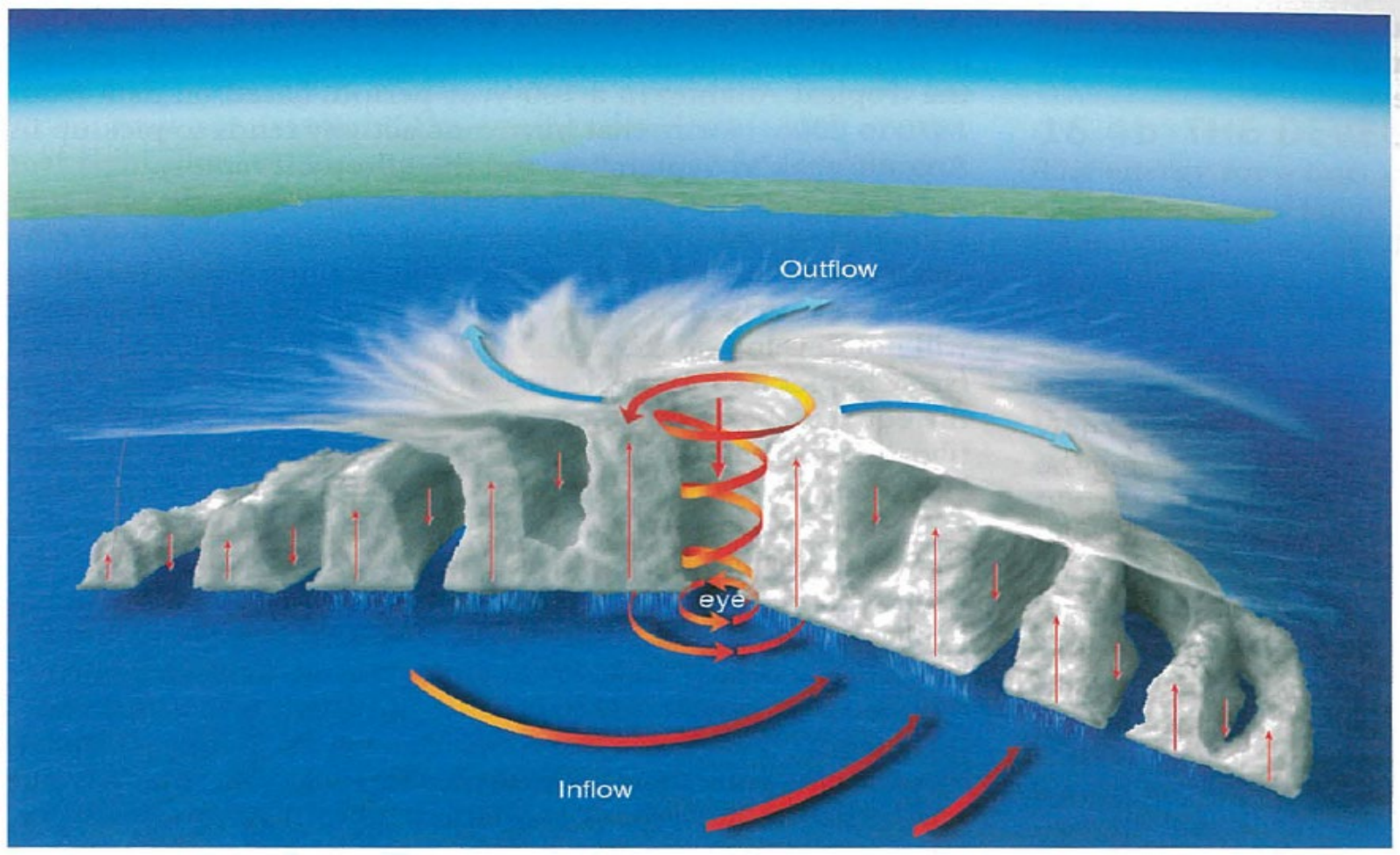


台風は、海面温度の高い
ところで発生する。



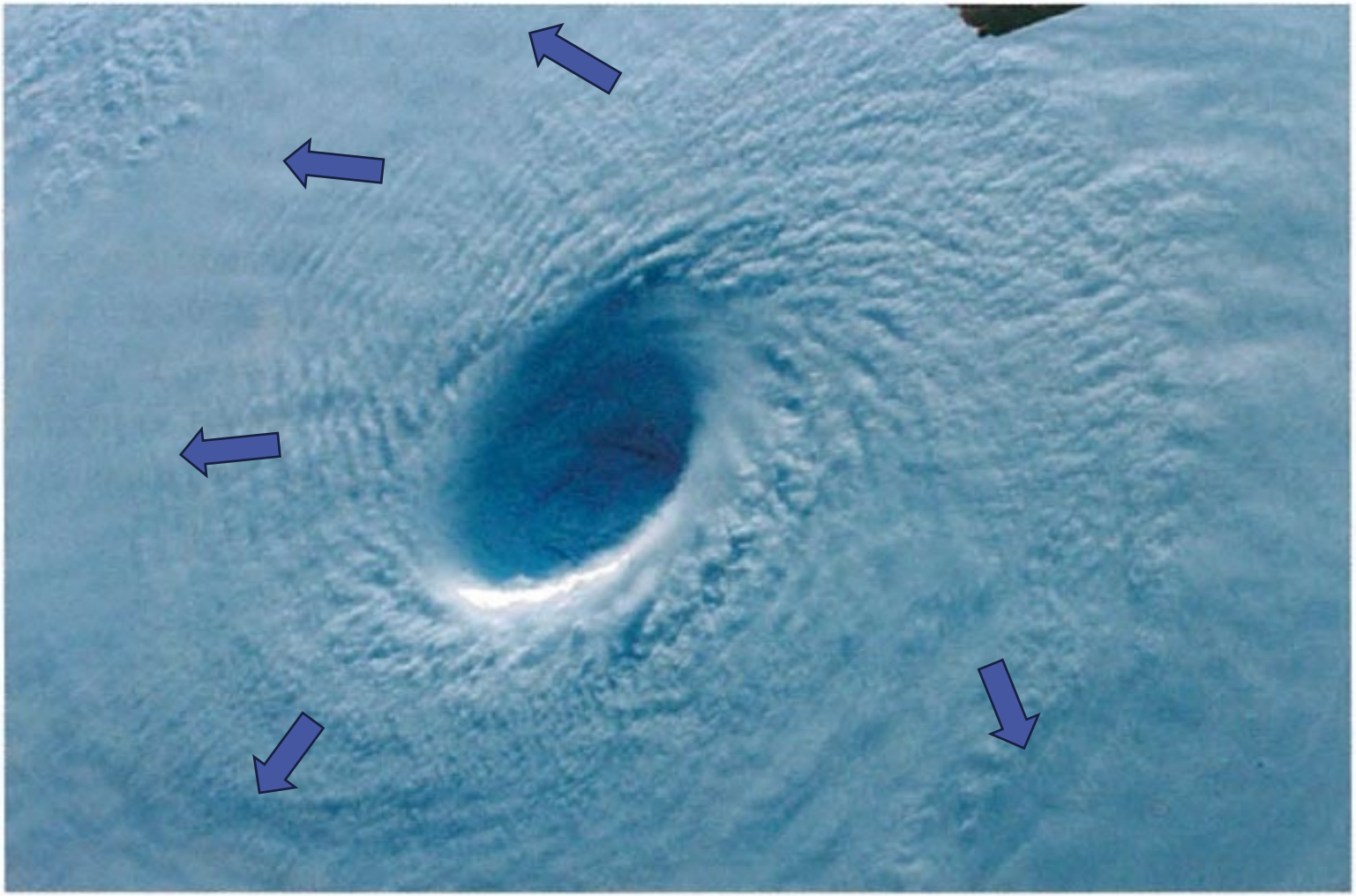
NASA

赤道地域に台風が発達しにくい理由の一つ



コリオリの効果による排気効率アップ

台風の上空では時計回りに空気が流れる。

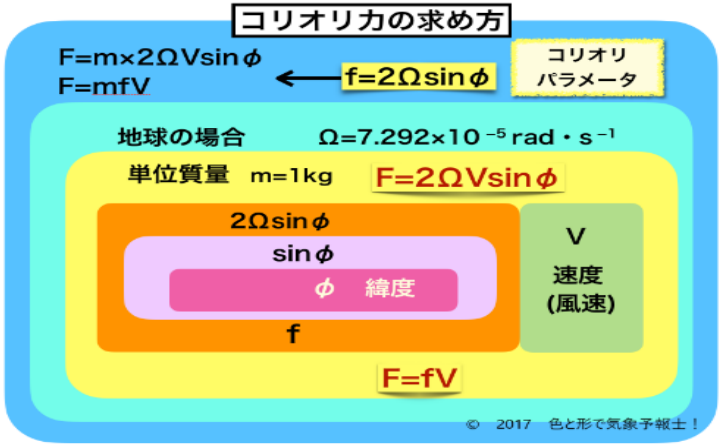


確かに衛星画像をよく見ると排気の跡が読み取れる。

コリオリの効果の求め方

4．コリオリ力の求め方

イメージ図も見ながら順に考えます。



4-1．求め方の式（図の外側の青いところ）

3つの要素を含んだ式はこうなります。

$F = m \times 2\Omega V \sin\Phi$ ・・（1）

F：コリオリ力

m：質量[kg]

Ω：角速度[$rad \cdot s^{-1}$]または[s^{-1}]

V：物体の速度[ms^{-1}]

sin：三角関数の１つ（※）

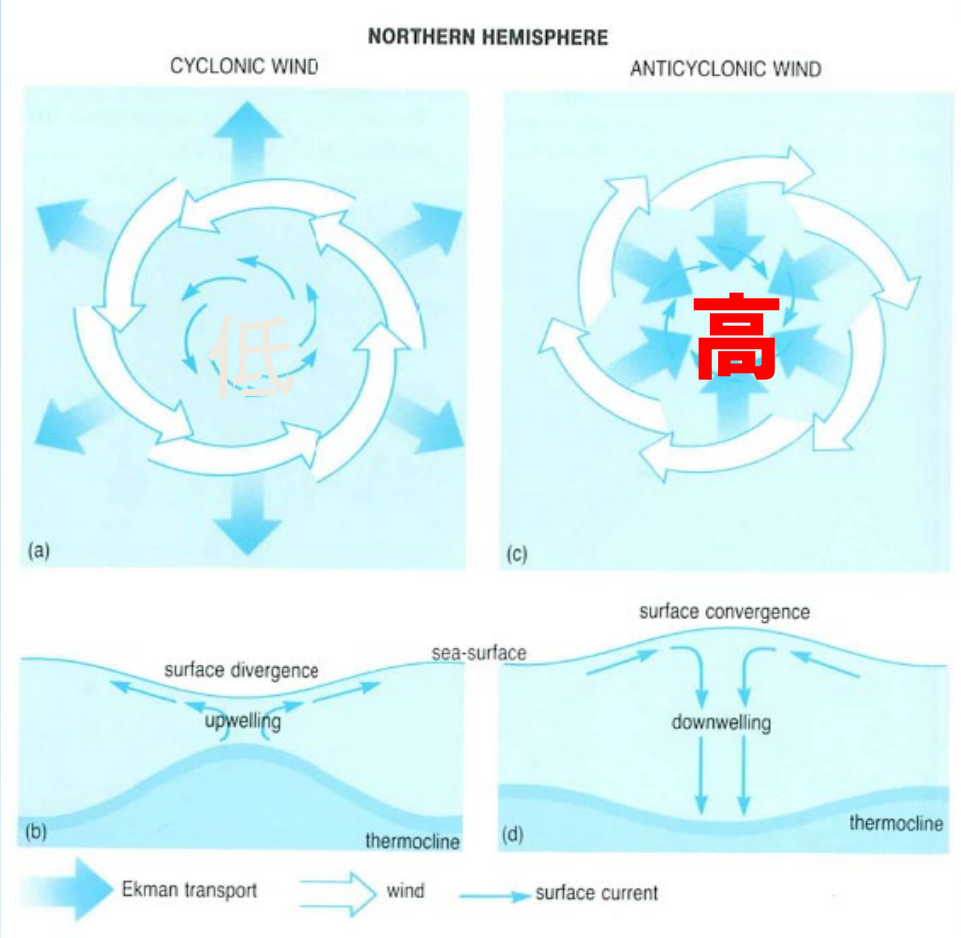
Φ：緯度

- $2\Omega V\sin\Phi$ の読み方は「２オメガ ヴイ サイン ファイ」です。rad は「ラジアン」です。
- **角速度**とは回転速度の表現のひとつで、**1秒間にどれくらい回転したか**を表した数値のことです。単位は $rad \cdot s^{-1}$ と s^{-1} どちらも使います。

$\sin\theta$ ＝ y／z ＝高さ／斜辺

横風によって垂直に動く海水

風（低気圧や高気圧）によって駆動される海水



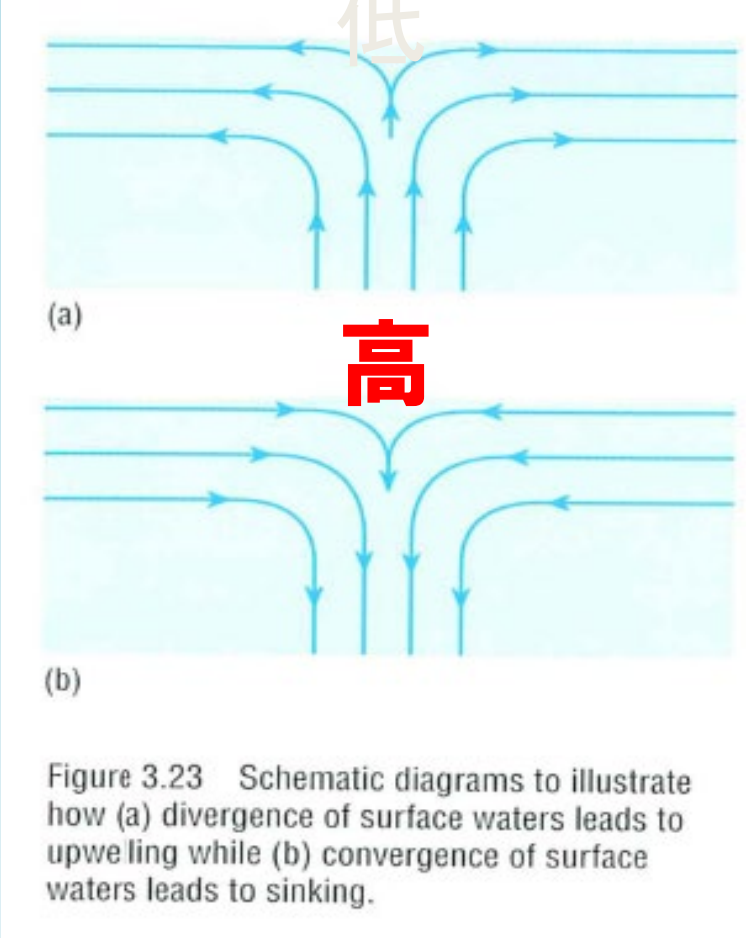
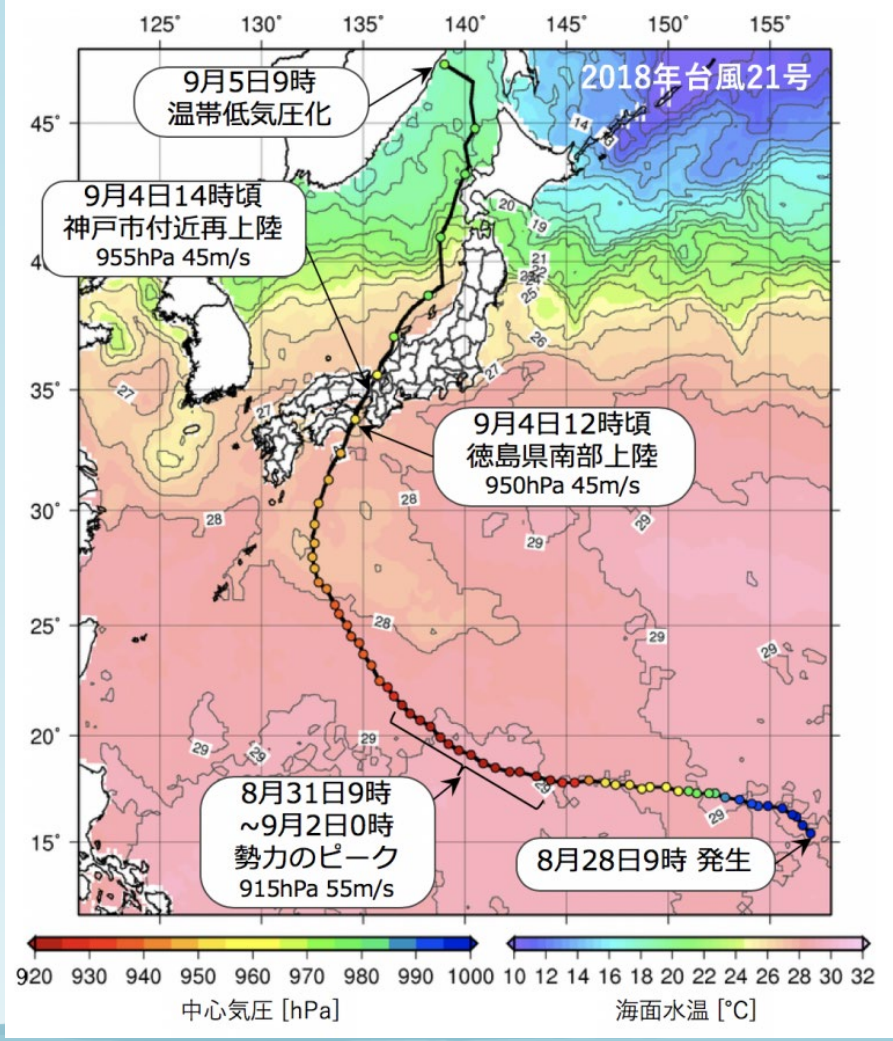


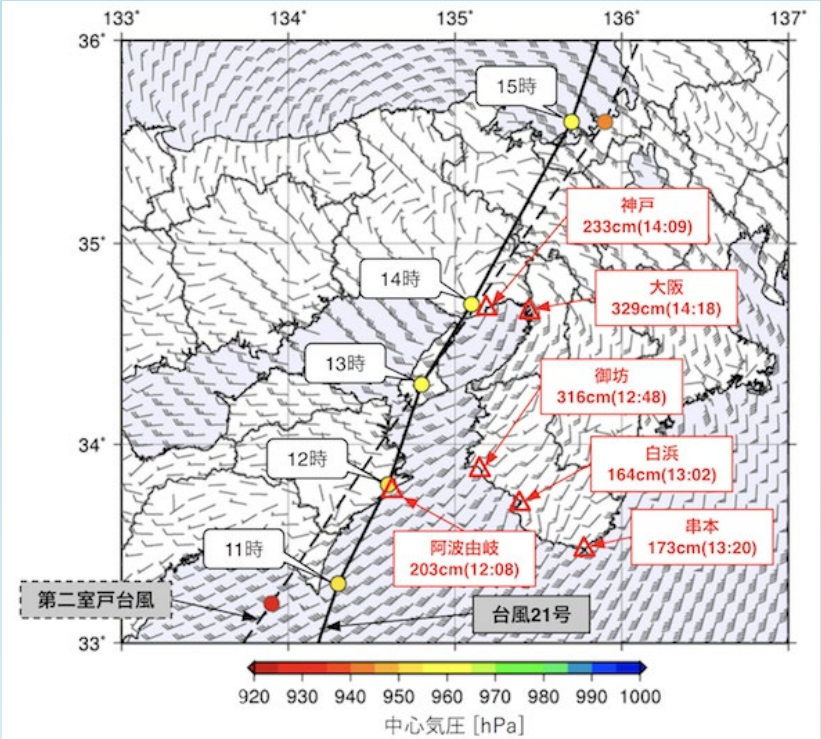
Figure 3.23 Schematic diagrams to illustrate how (a) divergence of surface waters leads to upwelling while (b) convergence of surface waters leads to sinking.

風の流れ方によって、水平方向のみならず垂直方向にも海水は流れ始める。
マスコミは、台風（低気圧）の時、海面が吸い上げ効果で高潮ができると言っていますが。。。

高潮と台風の関係
(2018年関空を襲った高潮)

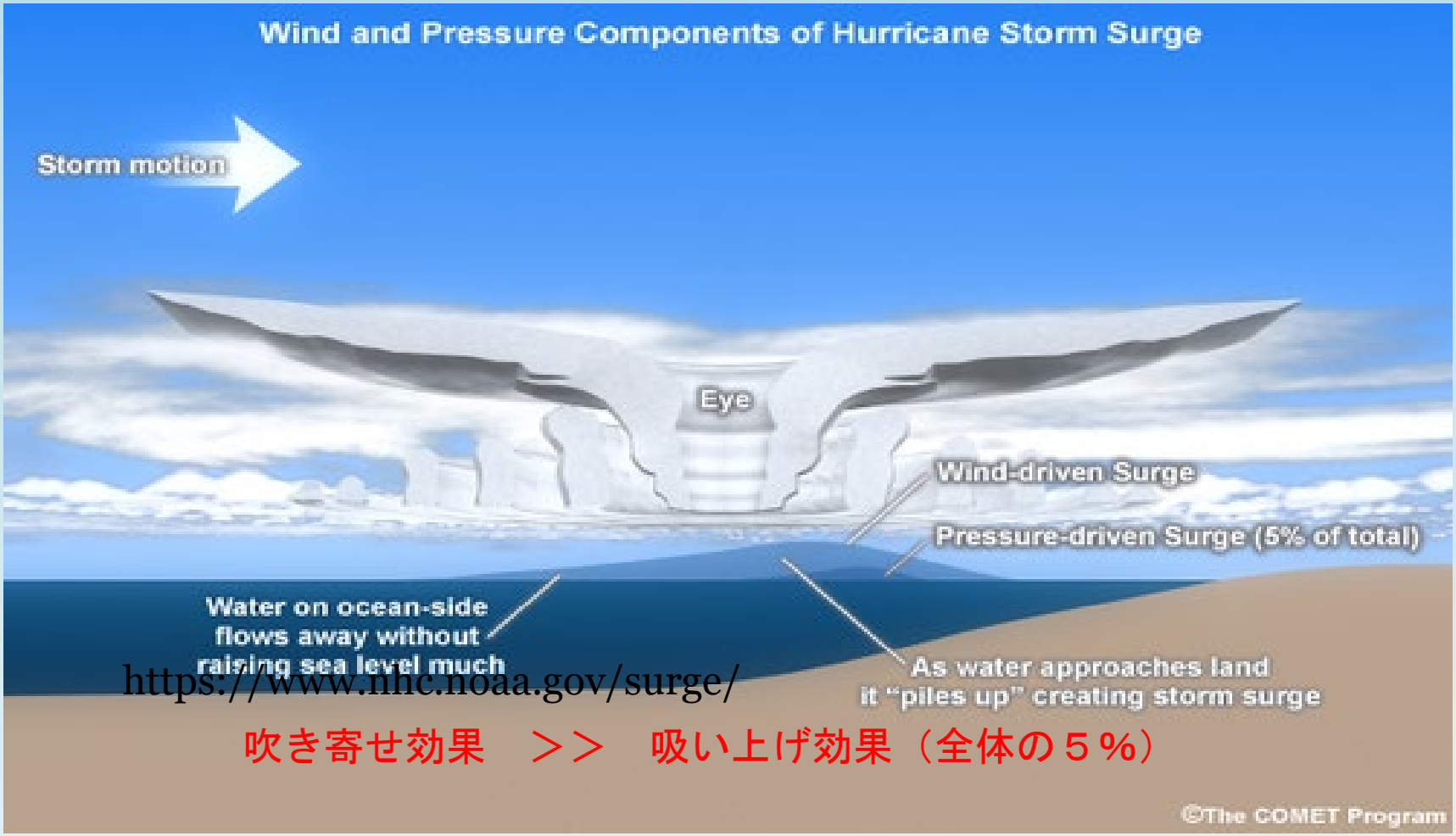


台風21号の経路（経路上の丸の色は中心気圧、海上の色は8月29日の海面水温 （気象庁）



4日の台風21号の経路と中心気圧（◯印）および最高潮位の記録を更新した地点（△印）とその潮位点線は第二室戸台風の経路（国立情報学研究所）、矢羽は4日14時の気象庁毎時大気解析地上風（knot単位）

高潮（Storm surge)発生の本当のメカニズムはこれだ！



https://www.nhc.noaa.gov/surge/

吹き寄せ効果　＞＞　吸い上げ効果（全体の５％）

高潮の発生には、様々な要因が絡んでくる。吸い上げ効果は、全体の５％しかない。２ｍの高潮なら、10cmが吸い上げ効果となり、マスコミは、誇張しすぎのような気がする。

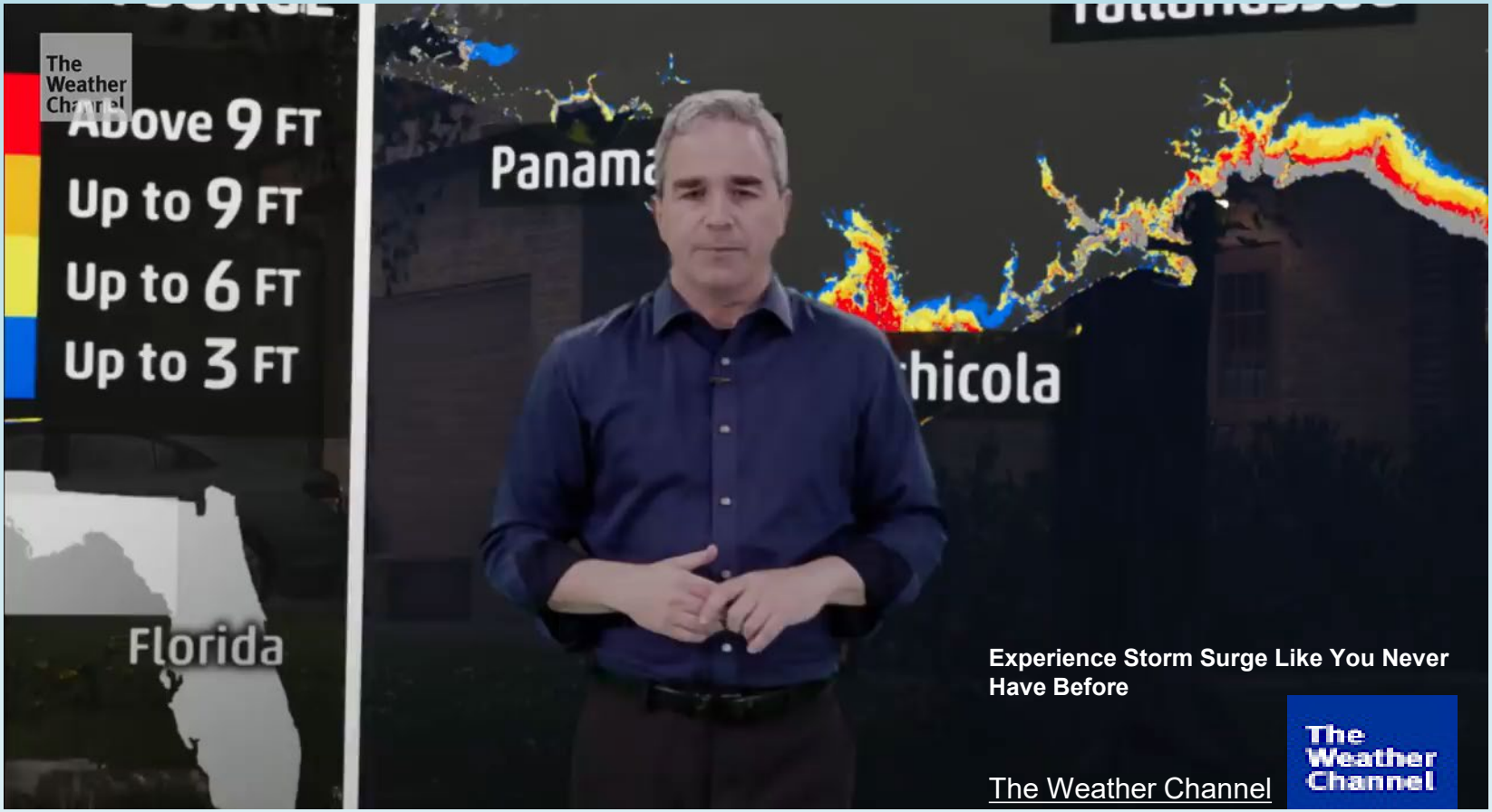
Storm surge （高潮）のアニメーション

遠浅の海

深い海

風によって生み出される海水の流動が進行方向に随時積み重なっていくため海面が盛り上がり高潮となって陸に打ち寄せる。高潮の正確な予想には様々な要因を考慮する必要があり、中でも日本でことさら強調される吸い上げ効果は、高々５％の影響力しか持たない。気象庁のHPでも吸い上げ効果は、1ヘクトパスカル当たり1㎝上昇（気象庁HP）。中心気圧が９５０ｈPa程度なら50㎝しか上昇しない。一方、吹き寄せ効果は、風速の2乗に比例する。つまり、台風の進行方向に海が広がっている場合は、効果的に吹き寄せ効果が働く。2018年秋に発生した関西空港の高潮災害はまさに、海水の吹き寄せを効果的に発生させる条件がそろったのだろう。

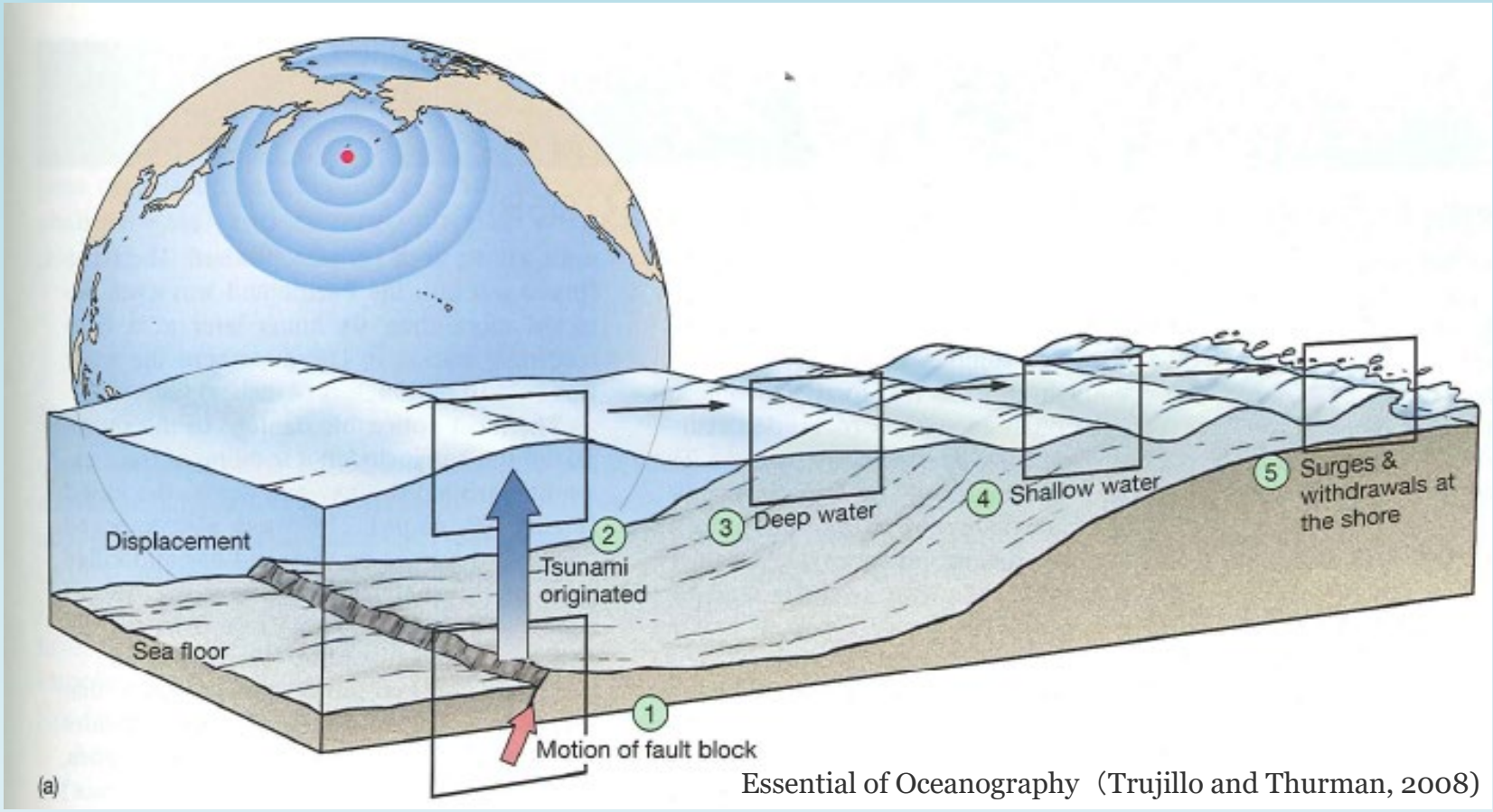
高潮の危険性



- https://www.youtube.com/watch?v=kfjKsfbLitY&t=0s&index=3&list=LL6ss7FZdtLMudL7Jphly2GA
- https://youtu.be/TJ5C7TsBsao?list=LL6ss7FZdtLMudL7Jphly2GA

海外のメディアは、視覚的に高潮の危険性を視聴者に伝えている。

津波発生のメカニズム



Essential of Oceanography（Trujillo and Thurman, 2008）

地震による津波は、海底の急激な地形変化（地震の結果生ずる）が摂動となり、海面に波が形成される。この波は、波高に対して波長が極めて長い事を特徴とする。スマトラ沖地震の場合は、波長200㎞で波高が10mであったとされる。津波は、浅海波なので速度は、3.1√ｄで近似できる。水深を4000mとすれば、津波の速度は196m/ｓと計算される。

１９９０年からの津波災害

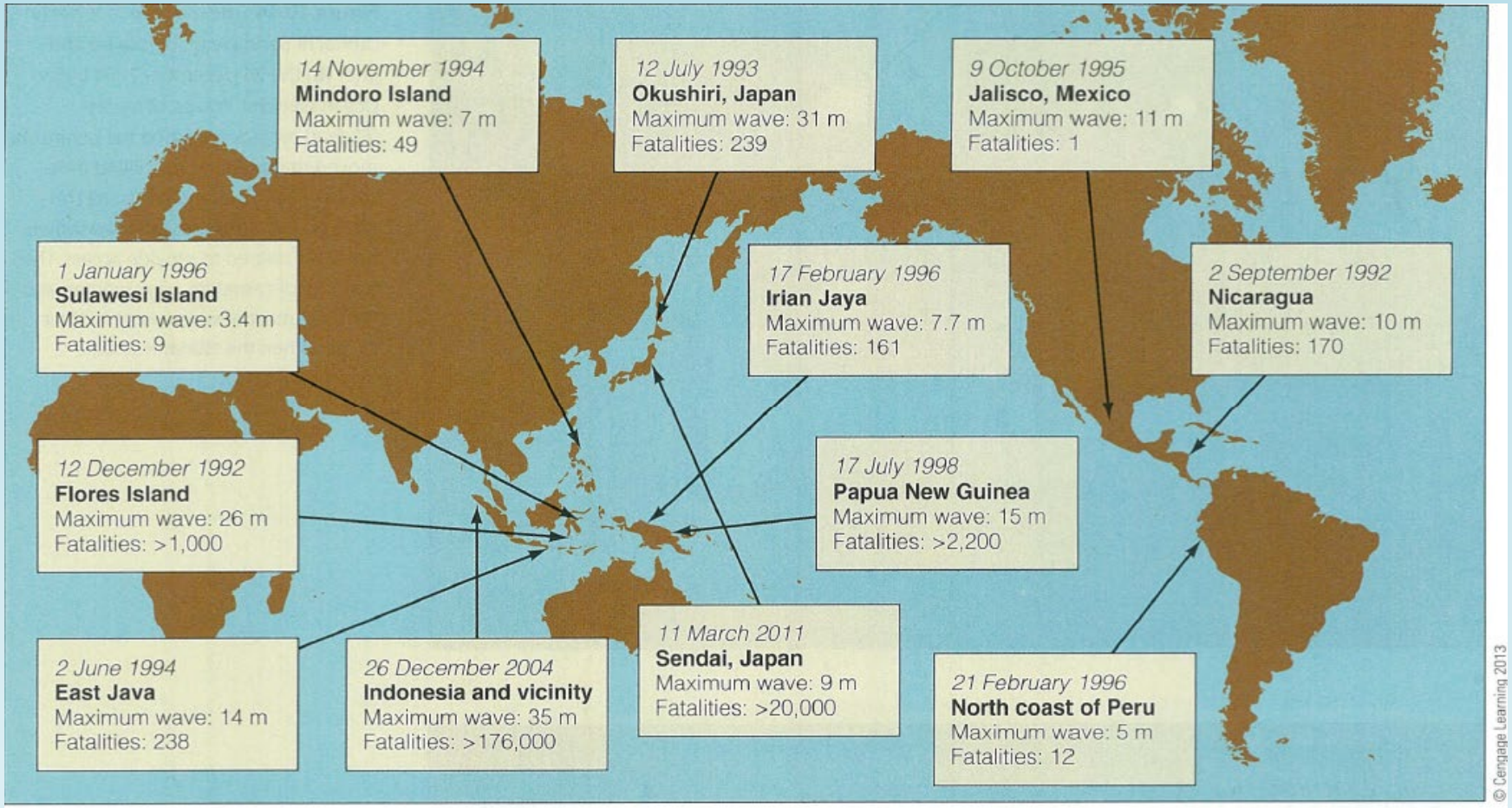


Figure 10.35 Twelve destructive tsunami have claimed more than 180,000 lives since 1990.

Oceanography (Garrison, 201

津波は、Surging Breakers　タイプ

http://www.jiji.com/jc/d4?p=flo100&d=d4_quake

http://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201602/20160207_33044.html

2011年東日本大震災時の津波の様子明瞭な波形を観察できない、サージ型の波である事が良くわかる。従って、遠くからその存在を視認する事が難しい。これが、津波の特徴である。（Linkあり）

南三陸町の津波被害

震災当時（2011年3月11日）14時の気温1.6℃、付近の表面海水温7℃という条件下で多くの人は海水にのまれた。

2004年インド洋の津波の例

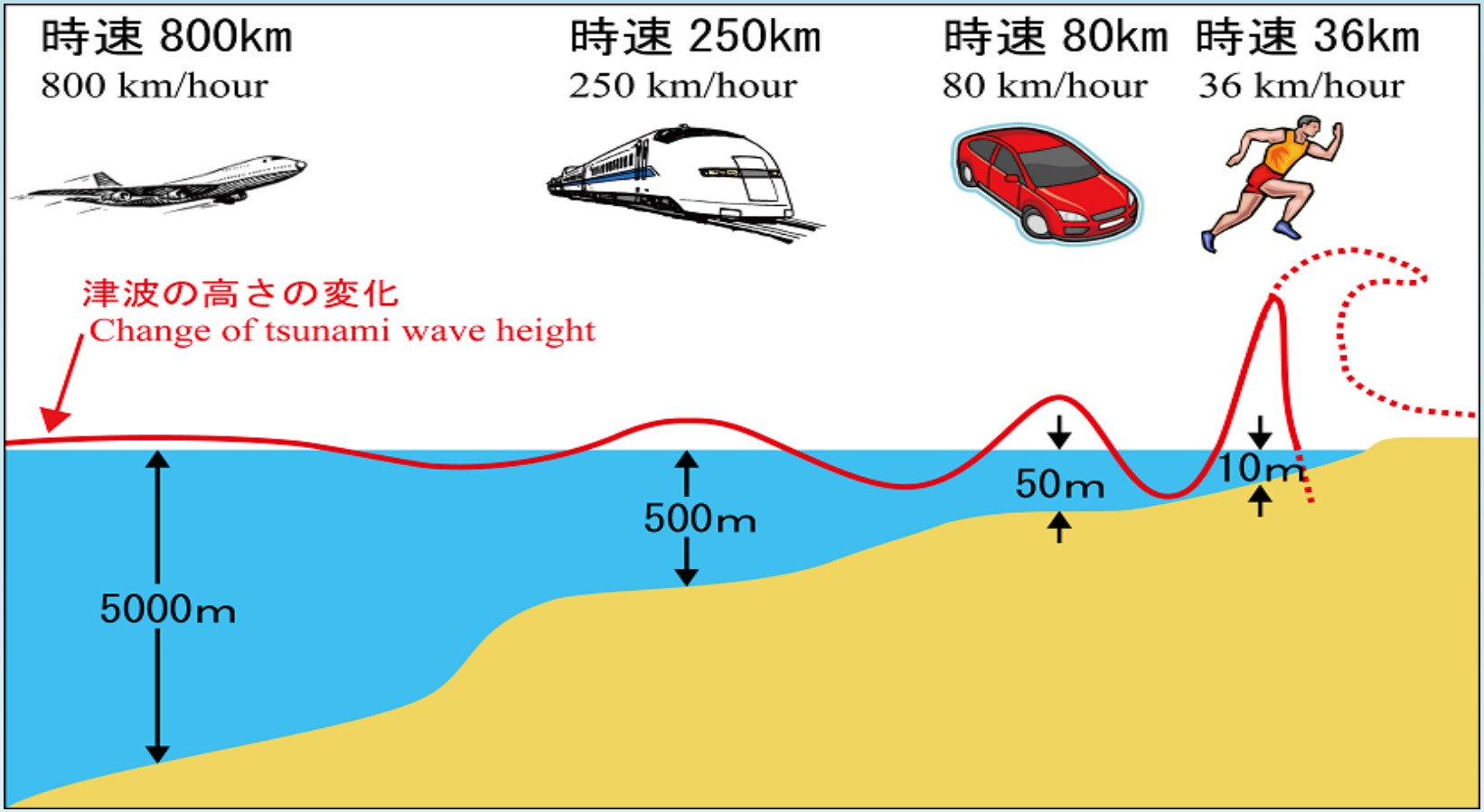
Essential of Oceanography（Trujillo and Thurman, 2008）

ここでもやはり砕け寄せ波型（Surging Wave)

海洋学を知らないとこんな絵を描く

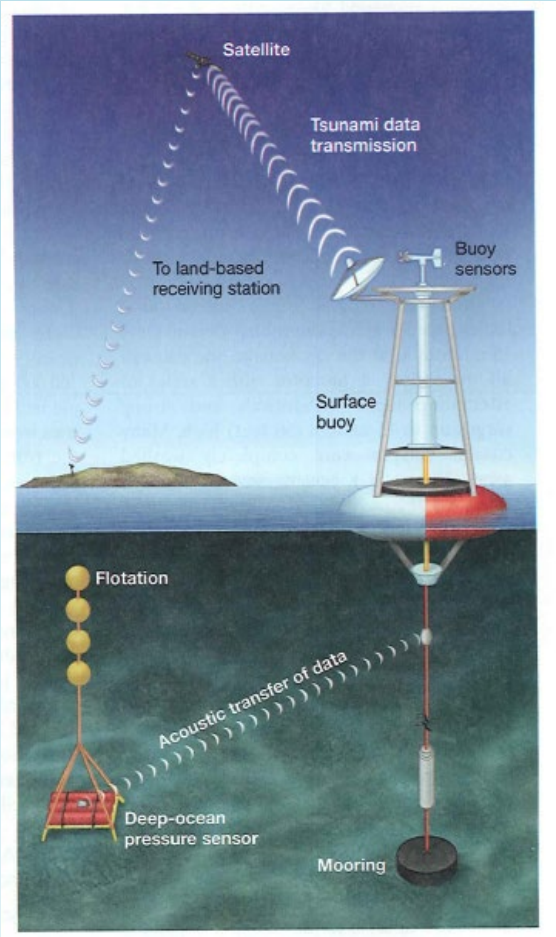
こんな津波は
ありません！

それが例え、気象庁の絵であったとしても



http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/tsunami/generation.html

津波警報システム



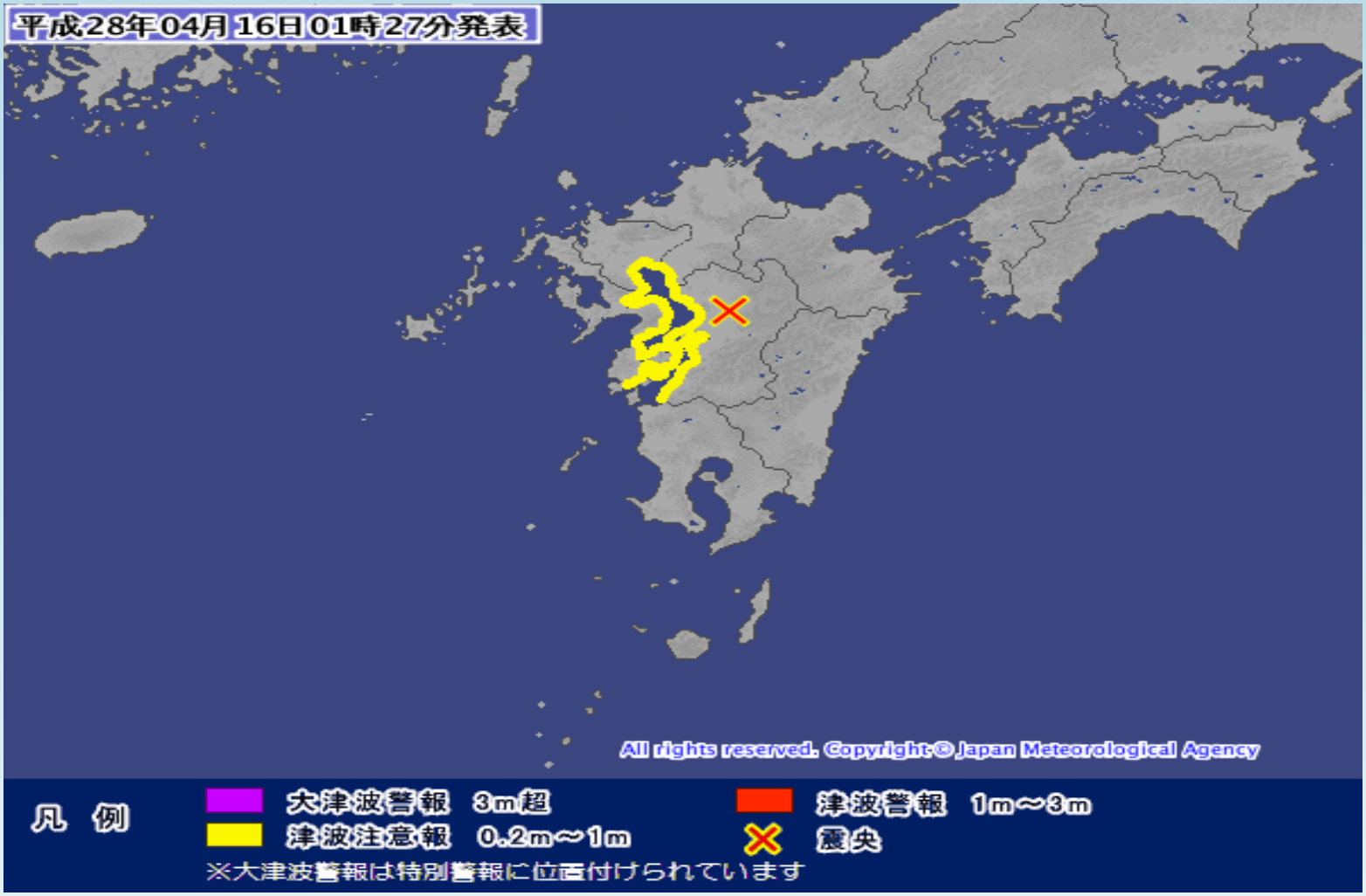
Essential of Oceanography
（Trujillo and Thurman, 2008）

深海での津波検知

- 米国海洋大気庁は1995年から海底津波計（Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis; DART、深海での津波の評価と報告）システムの開発を開始し、2001年までには太平洋に6つのステーションが設置された[1]。
- 2004年のスマトラ島沖地震での津波により危機意識が高まり、2005年の初めには「2007年の中頃までには32個の DART ブイを追加して設置する」と発表された[2]。
- まだ津波が海岸から遠い時でも、DARTステーションは、津波に関する詳細な情報を伝えてくれる。各ステーションは、津波の通過を検知して、そのデータを音響モデムで海面ブイに送信する海底圧力レコーダ（約6000mの深度）で構成されている。海面ブイからは、GOES衛星を経由して、PTWCに情報が送られる。海底圧力レコーダーは2年間連続動作し、海面ブイは毎年交換される。このシステムにより、太平洋での津波予報・津波警報は大幅に改善された。

太平洋津波警報センター（Wikipedia: https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%AA%E5%B9%B3%E6%B4%8B%E6%B4%A5%E6%B3%A2%E8%AD%A6%E5%A0%B1%E3%82%BB%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%BC　より）

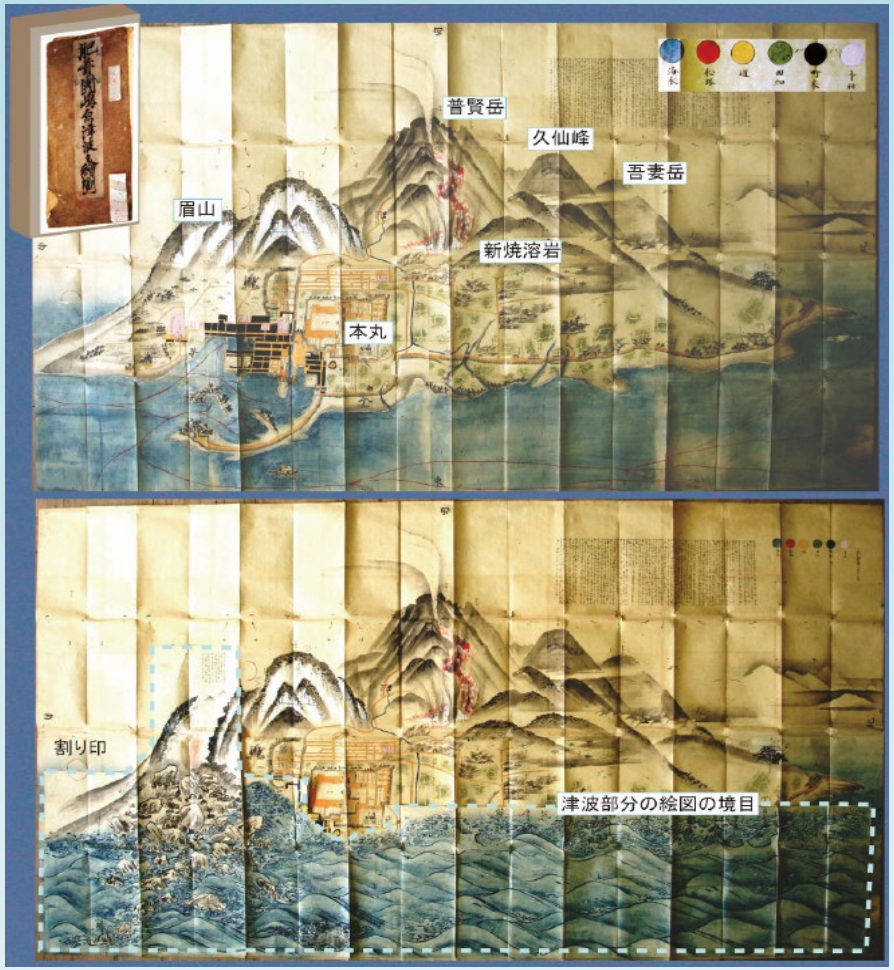
地震の発生状況に応じて、津波の発生有無がきまる



http://www.jma.go.jp/jp/tsunami/focus_6_03_20160416012755.htm

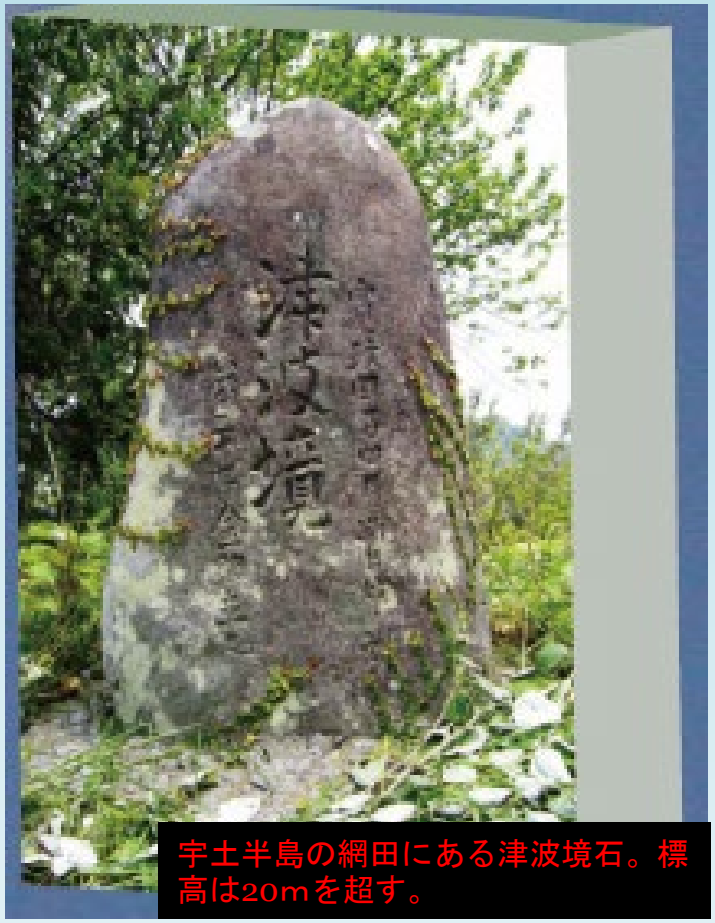
熊本地震の本震は内陸で発生した横ズレ断層なのだけれども。。。。。

1792年に起きた雲仙火山の活動で発生した津波



眉山の崩壊によって、島原大変肥後迷惑が発生。日本の火山災害史上最悪のケースとなり、約15000名の死者を出す。

1792年の熊本における津波の痕跡

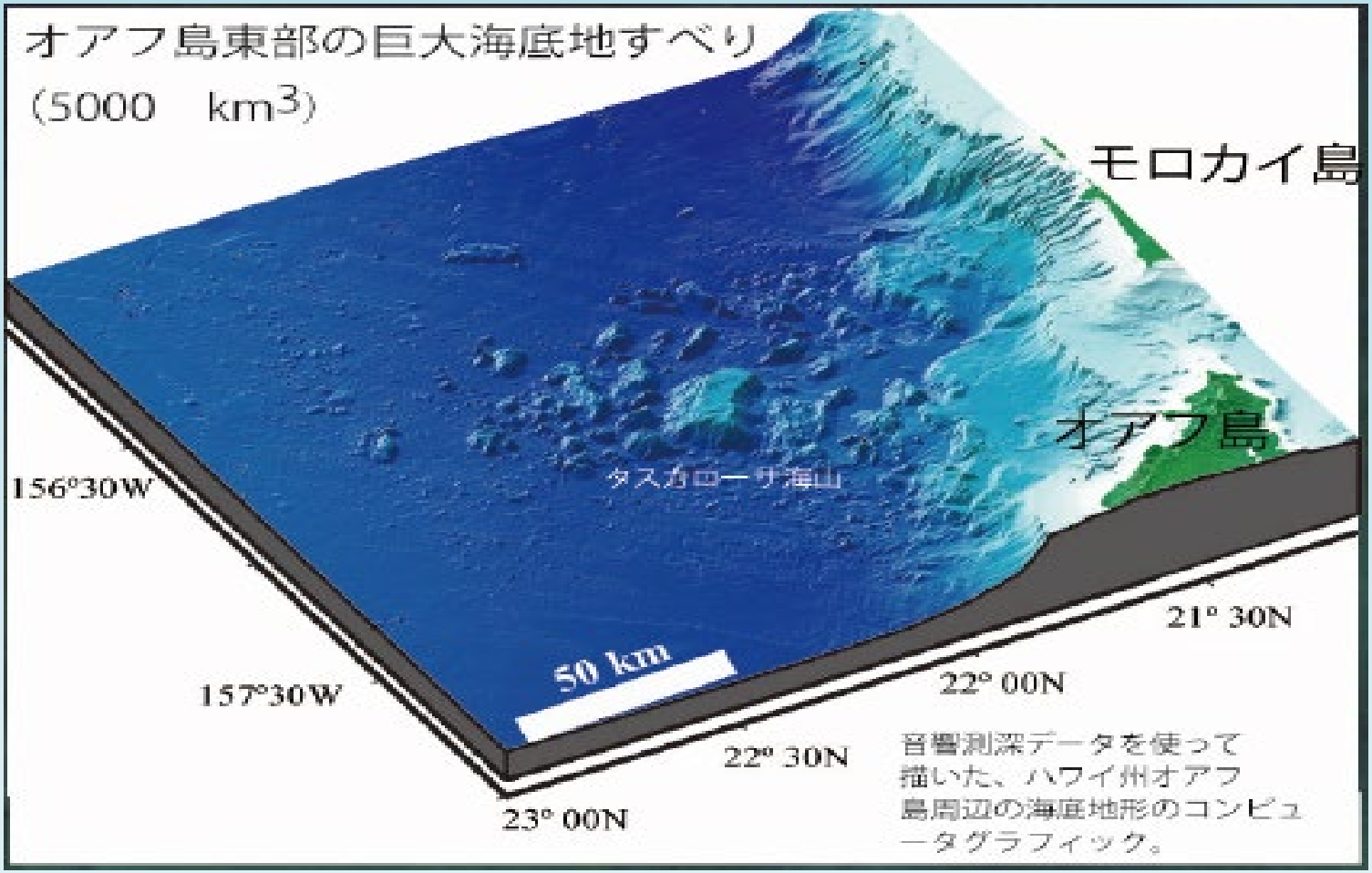


宇土半島の網田にある津波境石。標高は20mを超す。

眉山の崩壊堆積物は、有明海に九十九島として存在している。眉山や七面山の東には

1792年の山体崩壊以前にも、山体崩壊堆積物が数回識別されている。

オアフ島東部で発生した超巨大海底地すべり



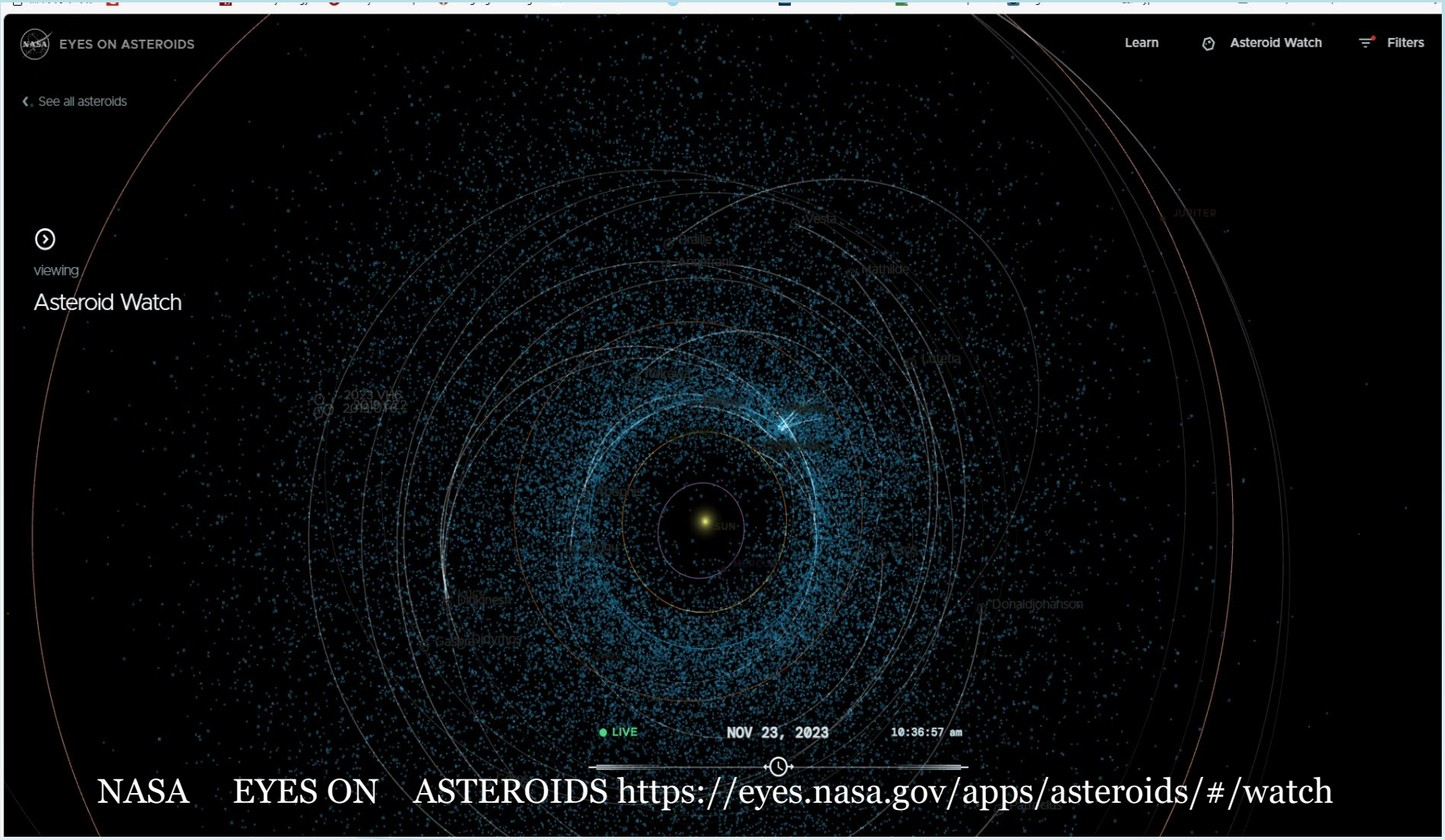
南部カルフォルニアで津波高が70mに達したとか？

Asteroidの衝突と津波

隕石による津波

https://www.youtube.com/watch?v=4Wrc4fHSCpw

地球近傍天体の監視体制



NASA　EYES ON　ASTEROIDS https://eyes.nasa.gov/apps/asteroids/#/watch

NASAの計算では，21世紀以内に地球規模の災害を及ぼす小惑星の衝突は限りなく低い