

Ocean Newsletter

5 May 2024

NO. 570

能登半島地震で生じた海岸隆起は想定できたか

宍倉正展 ● SHISHIKURA Masanobu

2024年元日に起きた能登半島地震では最大約4mもの海岸隆起が生じ、漁港が機能不全に陥った。能登半島では、過去から地震のたびに隆起をくり返していることが海成段丘という地形からわかる。今後の地震の想定においては海成段丘に基づく隆起の規模の評価と対策が重要である。

能登半島を襲った2つの地震と来る地震への課題

高原利幸 ● TAKAHARA Toshiyuki

土木工学的な観点からすると、令和6年能登半島地震では震源断層付近では自然斜面の崩壊が多発しているものの、多くの道路盛土の崩壊が救援活動に大きな支障をきたしたほか、震源から120km離れた金沢市などでも宅地盛土や埋土の崩壊、液状化による被害が見られた。この度の地震と2007年能登半島地震の比較からその要因を考え、これからも発生するであろう地震に対する土木工学的な備えについて考えたい。

地震予知研究の最前線

長尾年恭 ● NAGAO Toshiyasu

これまで巨大地震に確実に先行する異常現象（いわゆる前兆現象）は存在しないと考えられていたが、東日本大震災をきっかけに、マグニチュード8クラスの地震発生直前に普遍的に発現していた変化が確認された。それは電離圏電子密度の上昇という現象であった。

能登半島地震で生じた海岸隆起は想定できたか

[KEYWORDS] 能登半島地震／海成段丘／地震想定

宍倉正展 ●(国研)産業技術総合研究所地質調査総合センター国内連携グループ長

地震で大きく隆起した海岸

2024年1月1日に能登地方を襲った地震は、最大震度7、マグニチュード7.6の非常に大きな規模であった。震源は海陸にまたがる長さ約150kmもの範囲で広がっていたため、いわゆる直下型地震の激しい揺れと同時に津波も発生し、広域で非常に多くの被害が生じた。この地震で亡くなった方々の御冥福をお祈りするとともに、被災された方々にお見舞い申し上げる。

強い揺れや津波に加えて、この地震を特徴付けるのは海岸の隆起現象である。筆者は地震発生後すぐに現地で緊急調査を行い、輪島市門前町鹿磯地区で約4mもの隆起を確認した(図1)。

■図1 約4m隆起した輪島市門前町鹿磯漁港の様子



国土地理院による空中写真や人工衛星データの解析では、能登半島北部沿岸のほぼ全域で隆起による海底の露出が確認されている。このため、ほとんどの漁港が干上がり、機能不全に陥った。震災からの早期の復興を目指す上では大きな痛手である。

地形に刻まれた海岸隆起の履歴

海岸の隆起現象は、陸に近い海域を震源とする地震でしばしば起こる。日本で明治時代に地震観測が始まって以来、最も大きな海岸隆起は1923年の大正関東地震で記録された。「関東大震災」として有名なこの地震では、房総半島南端などが約2m隆起している。今回の地震は実にその倍の隆起量を示しており、観測史上最大と言える。これほどの隆起は想定外の事象と思われるかもしれないが、実はさらに過去を遡ると、日本では大きい隆起が何度も起きている。その証拠となるのが海成段丘である(海岸段丘とも言う)。海成段丘とは、海岸沿いに分布する平坦な面と崖が組み合わさった階段状の地形で、もともとは海面付近で波の侵食で作られる平らな岩礁の地形が、地盤の隆起で干上がることで形成される。

典型的な海成段丘が見られるのが房総半島南部である(図2上の写真)。先に紹介した大正関東地震より前、1703年の元禄関東地震でできた海成段丘の高さは、最大約6mもの隆起量を示している。さらに高いところにも同様の海成段丘が何段もあり、それらを調べれば過去の隆起と地震発生の履歴を復元できる。そしてこのような過去の情報を用いれば、将来起こり得る地震を想定することも可能である。政府機関である地震調査研究推進本部では、実際に房総半島の海成段丘に基づいて関東地震の長期評価(将来の発生確率など)を行っている。

では能登半島はどうだろうか? 筆者は今回の地震の17年前から半島北部の海岸で地形を詳しく調べていた。調査の結果、過去6千年以内に形成されたと推定される海成段丘が、半島東端から西端まで少なくとも3段分布していることがわかった(図2左下の写真)。つまり過去に沿岸一

■図2 房総半島と能登半島の海成段丘。左下の写真は宍倉ほか(2020;活断層研究第53号)を一部改変。



帯が大きく隆起する地震が、数千年以内の間隔で少なくとも3回は起きていたのである。筆者はこの結果を論文にまとめ、2020年に発表した*。

ちょうど論文を公表した頃、能登半島では群発地震活動が始まり、将来の大地震発生が懸念されるようになった。そして2023年5月5日には最大震度6強を記録するマグニチュード6.5の地震が発生する。筆者はすぐに現地に行き、海岸の隆起を確認したが、最大でも20数cmで、海成段丘は形成されなかった。そこで今後さらに規模の大きい地震で大きく隆起する可能性があると考え、新たな論文の執筆を開始した。同じ頃、地震調査研究推進本部でも能登半島を含む日本海南東部の海域活断層の評価が議論され始めていた。その矢先、懸念は現実のものとなってしまった。

地震でできた大地の上で暮らす

地震後に筆者が現地で見えた光景は、今まさに海成段丘が生まれた様子だった(図2右下の写真)。これまでの調査で想定はしていたものの、数千年に1回の事象がこのタイミングで起きてしまったことに驚きを隠せなかった。残念ながらこのような低頻度事象の正確な発生時期の予測は非常に難しい。しかし、隆起の規模と範囲が想定通りだったことは、改めて海成段丘の情報が事前の対策を考える上で有効であることを示している。

日本列島で海成段丘が分布している地域は多い。とりわけ能登半島に近い佐渡島など日本海東縁の沿岸では各所で海成段丘が見られるが、これらが近年の地震でできた記録はない。これは将来、数百～数千年に1度の規模の地震で大きく隆起するポテンシャルがあることを意味する。太平洋側でも房総半島のほか、南海トラフに面する御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬などにも海成段丘が分布しており、近い将来に巨大地震で隆起することは確実である。今回の地震を教訓に、海岸隆起を想定した港湾の地震対策も進めておく必要があるだろう。

一方で、海岸隆起で新たな土地が生まれた事実にも意識を向ける必要がある。そもそも能登半島は100万年以上にわたって地震のたびに少しずつ隆起してできた大地である。日本列島で海成段丘がある場所はいずれも元々は海だったわけであり、地震で生まれた大地の上で我々日本人は暮らしているのである。(了)

* 宍倉正展、越後智雄、行谷佑一著「能登半島北部沿岸の低位段丘および離水生物遺骸群集の高度分布からみた海域活断層の活動性」活断層研究(53)2020年

能登半島を襲った2つの地震と来る地震への課題

[KEYWORDS] 能登半島地震／盛土／振動継続時間

高原利幸 ●金沢工業大学工学部准教授

令和6年能登半島地震

最初に、この度の地震で犠牲になられた方々の御冥福をお祈りするとともに、被災者の皆様の生活基盤が早急に整えられることを心より祈念いたします。

2007年の地震では死者は1名であったが、今回は死者244人(令和6年3月26日現在、関連死15名)という大きな災害となり、その多くは家屋の倒壊等による直接死とされている。2016年の熊本地震では死者273人のうち218人が災害関連死であったことを考えると、今後の災害関連死をいかに防ぐのかということも、今なお喫緊の課題となっている。

筆者は2000年に金沢大学に助手として赴任し、その後2018年から金沢工業大学にお世話になり、2007年能登半島地震と令和6年能登半島地震の2つの地震を体験することとなった。

土木工学的な観点からすると、震源断層付近では自然斜面の崩壊が多発しているものの、多くの道路盛土の崩壊が救援活動に大きな支障を来したといえる。また、震源から120km離れた金沢市、160km離れた加賀市でも宅地盛土や埋土の崩壊、液状化による被害が見られた。本稿では、2007年地震と2024年地震の比較からその要因を考え、これからも発生するであろう地震に対する土木工学的な備えについて考えたい。

計測震度と最大加速度

表1に2007年と2024年の地震における(国研)防災科学研究所の地震観測網における計測震度と最大加速度の比較を示す。計測震度とは震度階を求めるために計算される数値で、3.5以上4.5未満で震度4、4.5以上5.0未満で震度5弱、5.0以上5.5未満で震度5強となる。表中の観測点は北から順に並べてあり、大谷から輪島が能登半島の北端の震源断層沿いにあり、震度6強に相当する計測震度を示している。最大加速度も1,000gal(重力加速度は980gal)を越え、地面の方向が変わるような感覚になるほどの揺れであったことがわかる。2011年の東北地方太平洋沖地震では、宮城県の築館で計測新震度6.6、最大加速度2,933galを示し、福島県の白河で計測震度6.1、最大加速度1,425galと今回の能登と同程度の加速度および計測震度であった。表1によると、富来で2,830galと非常に大きな加速度を示しているが、これは地盤が関係しており、火山岩分布地域のため地盤が硬かったことによると考えられている。硬いと揺れないと思われがちであるが、硬い地盤では変位は小さく被害も小さいが、減衰が小さく、加速度は大きく出る傾向がある。2007年と2024年を比較すると、計測震度、最大加速度ともに今回の地震が大きく、震度階が概ね「1」上がっており、一義的には振動の大きさが被害の大きさにつながったといえるだろう。

■表1 2007年および2024年の能登半島の地震と2011年東北地方太平洋沖地震の震度比較

和名	コード	計測震度		最大加速度(gal)		2011/03/11		
		2024	2007	2024	2007	計測震度	最大加速度	
大谷	ISK001	6.26	4.82	1479.5	180.7	千葉	5.14	187.1
正院	ISK002	6.29	5.14	941.1	182.6	稲毛	5.34	301.1
輪島	ISK003	6.22	5.53	1620.3	547.5	浦安	5.15	174.3
穴水	ISK005	6.58	6.33	1280.3	902.7	青梅	4.83	199.6
富来	ISK006	6.69	5.93	2830.4	945.4	八王子	4.75	126.0
七尾	ISK007	5.82	5.28	471.0	220.5	町田	4.75	147.7
羽咋	ISK008	5.44	4.95	508.0	410.7	小金井	4.75	127.2
七塚	ISK009	5.18	4.55	290.1	184.8	新宿	4.86	202.5
金沢	ISK010	4.68	3.82	213.5	115.5	千葉	4.72	163.1
小松	ISK011	5.04	4.02	181.7	113.6	八王子	4.67	159.5

液状化被害からみた課題

ここで注目したいのは震度5弱から5強を示したかほく市七塚、および金沢市のデータである。液状化被害は震度4では発生がほとんど確認されず、震度5弱で特に液状化しやすい場所で発生し、震度5強から顕著な被害が出るとされている。七塚は震度5強で液状化被害の大きかった内灘町および金沢市粟崎町と同じ砂州上にあるが、気象庁の推定震度分布では7km南の内灘町では震度5弱であったにも関わらず大きな被害となった(写真1)。2011年東北地方太平洋沖地震の際に埋立地が大きな液状化被害を受けた千葉県のパ安市や千葉市美浜区の観測点でも震度5強を示しているものの計測震度は5.1とぎりぎり5強で、最大加速度も200galを下回っており、2007年には被害のなかった七塚の最大加速度とほとんど変わらない。これは、振動の継続時間が大きく影響していると言われており、2011年の地震も100秒以上揺れが続いたことで、小さな加速度でも液状化が発生したと考えられている。2024年の地震では60秒程度の強い揺れが続いており、揺れの時間が短い活断層型としては珍しい地震であったといえる。



写真1 内灘町西荒屋の液状化被害(2024年1月15日撮影)

現状の国道の橋を作るための基準「道路橋示方書」の液状化判定ではこの継続時間は考慮されておらず、千葉県の液状化を予測できないことが分っている。千葉県では独自にこの継続時間効果を考慮できる設計基準を取り入れている。くしくも2024年の能登半島地震ではこの継続時間の長さを改めて考える必要性を提示したといえる。100km以上離れた震度5弱の金沢で発生した宅地盛土の被害(写真2)、160km離れた加賀市での棚田を砂で埋めて整備されたぶどう園での被害はいずれも、この継続時間の長さから、盛土と地山の境目に溜まっていたと思われる水による液状化(に近い)現象により、摩擦力を失った盛土部分が地山の傾斜に沿って崩壊したものと考えられる。

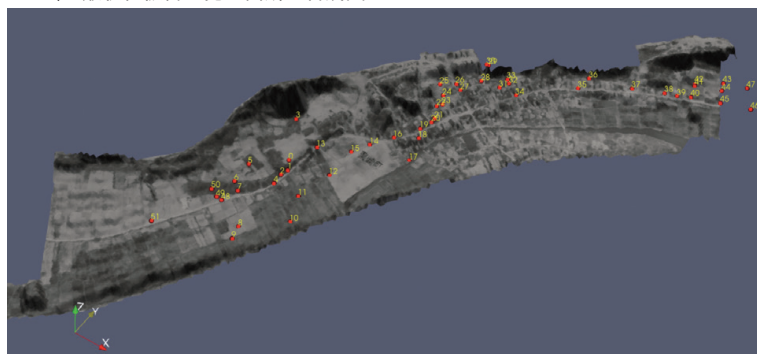


写真2 金沢市田上新町の盛土の崩壊(2024年1月2日撮影)

内灘町の液状化被害の深刻である西荒屋地区も埋め立て造成地であることが分っており、金沢市粟崎地区も図1に示すように旧河岸段丘を潰した斜面上で、旧斜面に沿うように側方流動が発生し、生じた地割れによって家屋に甚大な被害を与えている。金沢市の宅地も含め1970年前後の高度経済成長期の造成で、盛土自体の劣化や排水機能の低下も関係しているかもしれない。能登地方は人口密度が低く、宅地盛土はほとんどなかった

ために大きな被害は確認されなかったが、この金沢以南の盛土、埋土での被害は、多くの造成地を抱える太平洋側ではより深刻な事態につながる可能性があることを示唆している。

■図1 金沢市粟崎地区の1961-1969年航空写真(国土地理院・空中写真閲覧サービスより)と液状化被害の発生箇所合成図



災害対応力への課題

ライフラインの復旧の遅れも今回の特徴であろう。上水道のみならず下水道の復旧の遅れは3月26日現在も続いており、地中管路の復旧の難しさをあらわにした。昨今、景観のために各種インフラの地中埋設も提唱されているが、液状化の被害については十分な検討が必要であろう。また、公共事業として下水網事業が推進されてきたが、少し前の簡易浄化槽であれば個別復旧も可能であり、改めて災害対応力を含めたまちづくりが求められると感じている。(了)

地震予知研究の最前線

[KEYWORDS] 電離圏／臨界現象／データサイエンス

長尾年恭

●東海大学客員教授、静岡県立大学客員教授、(一社)日本地震予知学会会長

能登半島地震の衝撃

元日に発生した能登半島地震のマグニチュード(M)は7.6と報告されたが、実際の破壊のエネルギーを反映するモーメントマグニチュード(M_w)というスケールでは、 $M_w7.5$ と計測された。これは従来史上最大と言われていた1891年の濃尾地震と同じ大きさとなり、まさに史上最大の内陸活断層型の地震であった。このことが半島北側での4mといった海岸の大きな隆起にもつながった。この隆起は能登半島北岸での漁業や海運の再開に大きな壁となって立ちはだかっている。

能登半島には将来M7程度の地震を発生させる活断層の未破壊領域が存在していた。そのような状況のもと、2020年12月から能登半島先端の珠洲市を中心に群発地震活動が開始した。この群発地震で特徴的だったのは、顕著な地盤の隆起が観測されたことであった。これは地殻になんらかの「流体」が貫入した結果であることが地下の電気伝導度観測から推定された。

元日の地震は、本来はM7程度で破壊が止まるはずであったものが、群発地震活動をもたらした「流体」が震源断層へ一部浸潤し滑りやすくなっていたため、結果として $M_w7.5$ にまで成長したのであろう。

地震予知研究の最新の動向

東日本大震災後、内閣府は東海地震を含めた地震の予測可能性を評価する委員会を発足し、筆者も委員として参加した。結論は「確度の高い予測は困難」というものであった。「確度の高い」とは、研究者が発表を行って、住民が逃げる気になる精度での予測と考えていただきたい。この結論がメディアでは「地震予知は不可能」という見出しで報じられた。地震学界は、東日本大震災発生前は、短期・直前予知は困難であるが、場所と大きさについては、予測可能という立場であった。この主張が根底から崩れたのが東日本大震災であり地震学者は自信喪失に陥った。

1995年の阪神淡路大震災を契機として、高密度の地震観測網が当時の科学技術庁により展開(Hi-net)され、さらにGPS観測網(GEONET)も整備された。いずれも全国に1,200点程度が配備され、微小地震観測の精度が格段に向上し、地殻変動観測もそれまでの三角測量や水準測量から100%衛星観測データを用いることになった。いわば地震や地殻変動観測がビッグデータのサイエンスとなったのである。

本稿では巨大地震直前に普遍的に発現していたことが判明した電離圏電子密度の異常に特化して報告したい。

東日本大震災直前に観測された電離圏の異常

GEONETは地殻変動だけでなく、副次的に電波伝搬経路の水蒸気量や電離圏中の全電子数の情報をもたらす。このうち電離圏電子密度の研究が、地震先行現象研究に大きな進展をもたらした。

これまで巨大地震に普遍的に先行する異常というのは存在しないというのが地震学界の定説であった。ところがGPS観測網が実用化されてから発生した全世界の18個のM8クラスの地震で、

同じ現象(異常)が地震発生の数十分前から1時間ほど前に発現していたのである。この異常は巨大地震発生前に震源地上空の電子数が相対的に増加するというもので、北海道大学の日置幸介教授(2011)によって論文として発表された。これは地震直前に震源地付近が正に帯電していたと考えることで合理的に説明される。

図1は東日本大震災発生の1時間前、20分前、1分前に東北地方上空で電子数がどのように変化したかの解析結果である。いずれもまだ揺れが発生していない段階であることに注目して頂きたい。

電離圏で電子が増加するという現象は、当然のことながら太陽活動の影響を強く受ける電離圏では頻繁に発生する。ちなみに太陽活動に起因する電子密度の変動は空間を移動するが、巨大地震直前の「異常」は震源地上空に固定されていることがわかってきた。この特徴を用いてリアルタイムに異常を識別するための研究が行われている。

地震直前における電離圏電子数の変化の原因については以下のような考えがある。地震の前に応力の高まりとともに地殻内に微小な割目(変形)や食い違いができる。その過程で過酸化架橋と呼ばれる格子欠陥が切断され、電子の空隙(正孔と呼ばれる)が残り、それを補うために電子が次々に移動するとともに正孔は逆向きに移動する。この過程が繰り返され、正孔は地表に到達し蓄積する。蓄積した正孔は大気中に電場を生じさせる。この電場が地球磁場と相互作用して電離圏の電子が震源地上空に移動するというものである。

また観測された先行的な電子密度変化の大きさと発生する地震の大きさについて、図2のような関係が存在することもわかってきた。異常の大きさにはマグニチュード依存性が存在していたのである。これが事実なら「地震は発生前に自分の大きさを知っているか?」という地震学界の長年の質問に回答を与えるのかもしれない。

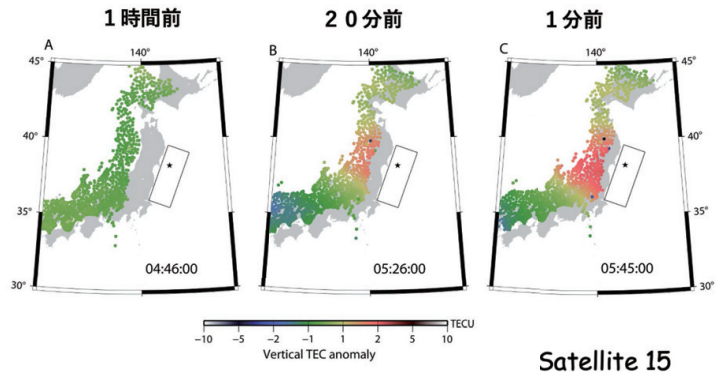
「地震予知学」の提案

地震予知研究はいまや物理学者との共同作業といった様相を呈しており、岩石破壊実験でも、AIを用いて最終破壊が迫っているかが検出できるようになってきた。さらに深部低周波微動やスロースリップと言った現象も発見され、新しい段階に到達しつつあると考えている。

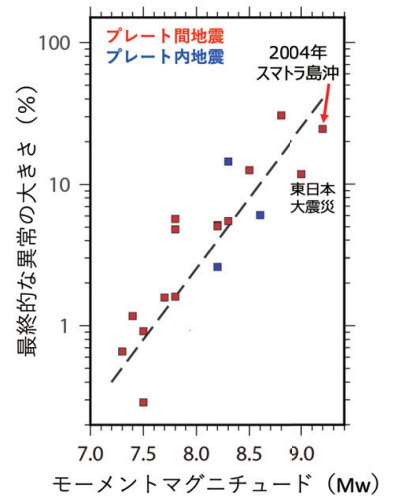
しかしながら、現在民間では複数の有料地震予知会社が存在し、その中には科学的根拠の全く無い会社も存在する。ところが週刊誌等が安易にその予測を礼賛することから、多くの顧客を獲得している。また科学的には根拠のある(地震と統計的有意性が示されている)現象を使っている会社もあるが、統計的に有意であるということと、「次の地震が予測できる」ということには当然のことながら大きな乖離があり、実際に発表している予測は偶然のレベルを超えるものではない。

このようなこともあり、本来地震の予知に真正面から取り組むべき地震学界が、その課題を避けるという傾向を生み出し、民間の偽情報があふれるという悲劇的な状況が生まれている。いまや地震学者のみならず、物理学者や情報発信、社会心理学といった分野の専門家を包括した、いわば「地震予知学」とも言える学問が必要なのではないだろうか。(了)

■図1 東日本大震災の直前に観測された電離圏の異常(北海道大学・日置による)。最近の詳細な研究から、異常は主に陸域に発現している可能性が高いことが判明した。



■図2 モーメントマグニチュード(Mw)が7.3から9.2の18個の地震の地震前の全電子数の変化(相対的な変化量:%)とMwの関係。相対的な変化量で示すのは、電離圏の電子数は昼と夜で大きく異なり、変化量は地震発生時刻のバックグラウンド電子数に依存するため。赤で示されたものがプレート間地震、青で示されたものがプレート内地震を示す。





編集後記

◆2024年1月1日に能登半島でマグニチュード7.6の大きな地震が発生し、240名を超える方が亡くなり、数多くの方々の自宅や職場、各種インフラに大きな被害をもたらす大災害となっている。被災者の皆様に謹んでお見舞いを申し上げる。◆本号では、地震の専門家の3つの異なる視点から、この能登半島地震についての考察を頂いた。まず1つ目の記事の宍倉氏は、構造地質学的視点から長年にわたる能登半島の地震と地形についての研究により、この地域に近い将来大きな地震による海岸隆起が発生することを懸念されていた。また、2つ目の記事の高原氏は、地震による斜面崩壊や液状化被害について触れ、宅地盛土や埋土など、人工的な土地造成が被害を拡大させたことについて指摘された。そして3つ目の記事の長尾氏は、古今東西、多くの地域で必要とされながら現段階では不可能と結論付けられている地震予知の可能性について触れ、電離圏電子密度の異常が地震発生と大きな相関を有することを示された。◆非常に興味深いこれら3つの記事を読み終えたとき、私は思わず「なんや、そこまで分かってたんかい!」と、脊髄反射的に関西弁で呟いてしまった。もちろんこれは、浅学菲才の自分への嘆きであるが、海底が隆起し漁港が干上がり、多くの漁業者が困り果てる姿や、地滑りや液状化により倒壊または傾く家屋を映し出せば、未曾有の大災害でどうしたら良いか誰も分からない、という論調を垂れ流しにするメディアに対する嘆きでもあった。能登半島では過去6千年に3回も大きな地震と隆起があったことも、安易な土地造成は地震時に大災害をもたらすことも、地震計測からではなく別の物理量から地震の前兆現象を検知できることも、既に分かっていたことなのである。◆宍倉氏は、そもそも能登半島そのものが100万年以上にわたって地震による隆起でできた大地であり、そこで暮らしていることを忘れないようにと結論付けている。もちろん忘れてはいけないのだけれど、政治家の政治生命の寿命と比較すると、6千年に3回または4回という周期は長すぎるので、対応するかどうかの判断は難しいところだろう。そして、その対応を逡巡している間に大きな災害が発生すると、関係者は「想定外であった」という言葉で責任を逃れようとし、一般人は「関係者が想定外という言葉を使うのはおかしい」と非難する。本来は、本号の3人がきちんとした根拠をもとに示唆しているように、関係者ははしかるべき根拠をもとに「ここまでを想定している」と先に明確にしておけば良いだけのことである。その上で、了承し、生活基盤とすることを個人の判断に任せるべきである。専門家にしか分からない話にするのではなく、学者や行政はしっかりと責任をもって、国民に分かり易い情報を伝えるべきである。もちろん、われわれ海洋政策研究所もその一翼を担うべく、分かり易い情報を読者の皆様に提供できるよう努める所存である。(所長阪口秀)

みなさまのご意見をお待ちしております。

『Ocean Newsletter』は、読者のみなさまからのご意見を歓迎いたします。鋭い現状分析、創造的なご意見、積極的な問題提起や政策提言などを求めます。頂戴したご意見・原稿は、編集会議で拝読のうえ、編集に反映させて参ります。

ご提出は、電子メールまたはFAXでお願い致します。

E-mail : oceannewsletter@spf.or.jp

FAX:03-5157-5230

詳細は、本財団ウェブサイトをご参照下さい。

『Ocean Newsletter』 次号No.571は、5月20日発行です。

下記URLにご登録いただけますと、
発行日にメール配信いたします。

https://www.spf.org/opri/newsletter/mail_magazine/

●OPRI情報発信アドバイザーボード(50音順)

秋道智彌

(海洋人類学)
山梨県立富士山世界遺産センター所長

飯田将司

(中国外交・安全保障)

防衛研究所地域研究部中国研究室長

北村喜宣

(環境法)

上智大学法学部教授

佐藤慎司

(海洋工学・沿岸環境)

高知工科大学大学院工学研究科長

庄司るり

(航海学)

(国研)海上・港湾・航空技術研究所理事

鈴木英之

(船舶海洋工学)

東京大学大学院工学系研究科教授

高井研

(地球微生物学)

(国研)海洋研究開発機構超先鋭研究開発部門部門長

瀧澤美奈子

日本科学技術ジャーナリスト会議副会長

竹田有里

環境ジャーナリスト、報道記者

西本健太郎

(国際法)

東北大学大学院法学研究科教授

宮原正典

よろず水産相談室afc.masaf代表

山形俊男

(海洋物理学・気候力学)

(国研)海洋研究開発機構アプリケーションラボ特任上席研究員

山下東子

(水産経済学)

大東文化大学経済学部特任教授

早稲田卓爾

(海洋技術環境学)

東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

●発行人

角南篤 公益財団法人笹川平和財団理事長

●発行

公益財団法人笹川平和財団海洋政策研究所

〒105-8524

東京都港区虎ノ門1-15-16笹川平和財団ビル6階

TEL. 03-5157-5210 / FAX. 03-5157-5230

OPRI 海洋政策研究所

●●●●●●●● SASAKAWA PEACE FOUNDATION

Ocean Newsletter No.570

2024年5月5日発行(毎月5日・20日発行)

©2024 Ocean Policy Research Institute, The Sasakawa Peace Foundation

製作:(有)ブレインワークス