

南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会で検討される観測データ

1. はじめに

2018年11月1日から、気象庁は南海トラフ地震に関する情報を発表することにしました。この情報は、南海トラフ沿いでマグニチュード8クラスの地震が発生した場合を主に想定し、引き続き巨大な地震が発生する可能性が認められる場合に情報を出すものです。マグニチュード7クラスの地震が発生した場合や、今までに経験したことのないスロースリップ（ゆっくりすべり）が南海トラフのプレート境界で発生した場合にも情報を発表します。表1には気象庁が発表する情報について、気象庁ホームページから転載したものです。

情報の種類	発表の条件
調査中	下記のいずれかにより臨時に「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」を開催する場合 ・ 監視領域内（下図黄枠部）でマグニチュード6.8以上の地震が発生 ・ 1カ所以上のひずみ計での有意な変化と共に、他の複数の観測点でもそれに関係すると思われる変化が観測され、想定震源域内のプレート境界（下図赤枠部）で通常と異なるゆっくりすべりが発生している可能性がある場合など、ひずみ計で南海トラフ地震との関連性の検討が必要と認められる変化を観測 ・ その他、想定震源域内のプレート境界の固着状態の変化を示す可能性のある現象が観測される等、南海トラフ地震との関連性の検討が必要と認められる現象を観測
巨大地震警戒	想定震源域内のプレート境界において、モーメントマグニチュード8.0以上の地震が発生したと評価した場合
巨大地震注意	・ 監視領域内において、モーメントマグニチュード7.0以上の地震が発生したと評価した場合（巨大地震警戒に該当する場合は除く） ・ 想定震源域内のプレート境界面において、通常と異なるゆっくりすべりが発生したと評価した場合
調査終了	巨大地震警戒）、（巨大地震注意）のいずれにも当てはまらない現象と評価した場合

表1：南海トラフ地震臨時情報の種類（キーワード）とその条件（気象庁ホームページより）

南海トラフ地震臨時情報は、次のように分類されています。南海トラフ周辺域でマグニチ

ュード 6.8 以上の地震が発生した場合、まず「南海トラフ地震臨時情報（調査中）」が発表され、直ちに地震の専門家によって組織される「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」（以下、評価検討会と言う）が招集されます。評価検討会で、発生した地震がマグニチュード 8.0 以上の地震であると評価された場合には、引き続きマグニチュード 8 クラス以上の巨大地震が発生する可能性が高いと判断され、「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）」が発表されます。発生した地震がマグニチュード 7.0～7.9 であると評価された場合には「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）」が発表されます。またマグニチュード 7.0 未満であるなど、発表基準に達していない場合には「南海トラフ地震臨時情報（調査終了）」が発表されます。このように記述すると評価検討会の判断は比較的単純のように思えますが、おそらく実際に発生する地震は、事前の想定通りではないことが多いと思われ、評価検討会においても多面的な議論による評価が必要となりそうです。

ゆっくりすべりについては、前記の地震発生時ほどの迅速な対応は困難です。現在南海トラフ沿いで観測されているゆっくりすべりも、1日から数日かけた観測データの変化を見極めて発生の有無を判断しています。気象庁では、ゆっくりすべりに伴うひずみ変化や、ゆっくりすべりが引き起こす低周波の地震や微動を監視しています。それらのデータが通常観測されているゆっくりすべりと発生場所や規模という観点で、従来とは異なると判断された場合に、やはり「南海トラフ地震臨時情報（調査中）」を発表した後、評価検討会を開催します。通常とは異なるゆっくりすべりであり巨大発生の可能性が高まったと判断した場合に「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）」が発表されます。

このような気象庁が発表する南海トラフ臨時情報には専門家による「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」が関与しています。この会はどのようなものでしょうか。ここでは、その役割について紹介したいと思います。

2. 南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会

評価検討会には、定例に開催される会と臨時に開催される会があります。臨時の会は、前述の「南海トラフ地震臨時情報（調査中）」の発表に伴って開催される会です。定例の会は原則、月に1回、その月の上旬に開催されています。評価検討会には気象庁の他、国土地理院、海上保安庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、産業技術総合研究所の代表と、6名の有識者で構成されています（表2）。

委員名	所属・職
平田 直（委員長）	東京大学地震研究所・教授
小原 一成	東京大学地震研究所・教授
横田 崇	愛知工業大学・教授
古村 孝志	東京大学地震研究所・教授

山岡 耕春	名古屋大学環境学研究科・教授
加藤 尚之	東京大学地震研究所・教授

表2 南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会委員（2019.4 現在）

評価検討会は、もともとは東海地域の異常な現象と大規模地震（いわゆる東海地震）との関連性を緊急に検討するための会である「地震防災対策強化地域判定会」（以下、判定会と言う）でした。気象庁は東海地震のみに着目した「東海地震に関連する情報」の発表をとりやめていますが、制度上残っている判定会については、評価検討会と一体として開催しています。また以前は判定会の委員は東京周辺の機関に所属する研究者に限られていたのですが、現在はその制約も撤廃され、名古屋在住の研究者も委員として参加しています。

定例の評価検討会においては、気象庁からの報告の他、国土地理院、海上保安庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、産業技術総合研究所から、観測データの報告があり、それらを詳細に検討します。評価検討会後には、記者会見が行われ、検討会で報告された主要な観測データと共に評価結果が公表されます。それらは報道発表資料として気象庁のホームページに公開されています。ここではその内容に関心を持って見ていただくために、報道発表資料に用いられる主なデータについて解説をしたいと思います。

2-1. 最近の南海トラフ周辺の地殻活動

報道発表資料で最初に出てくる定例の図は、過去1ヶ月間の南海トラフ周辺の地殻活動というタイトルで示されるものです。図1は2019年の4月の定例会後の報道発表資料で用いられた図で、おおむね過去1ヶ月間の地震や低周波地震・微動およびゆっくりすべりの活

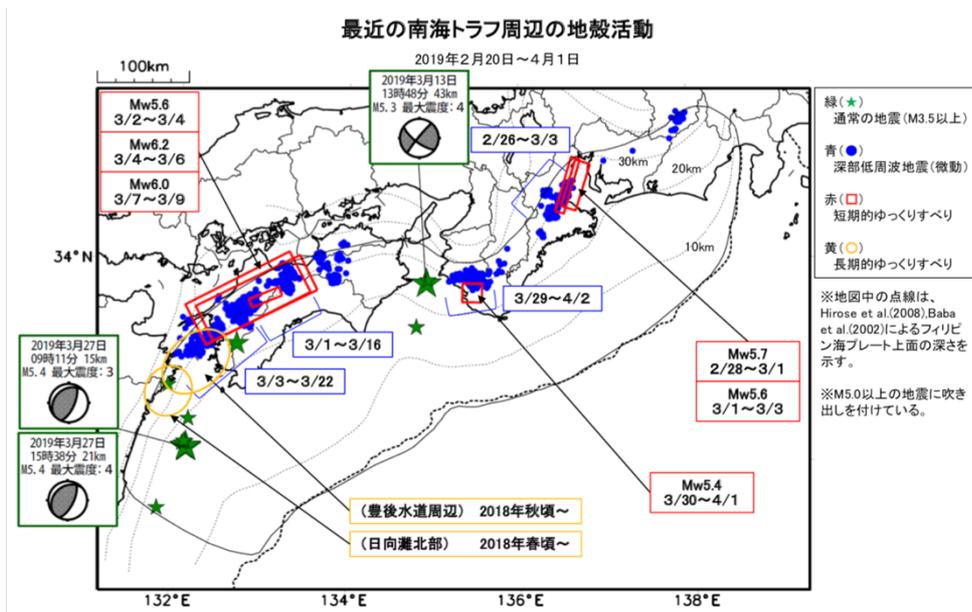


図1：定例会の報道発表資料に示される「最近の南海トラフ周辺の地殻活動」の例

動をまとめたものです。この図には評価検討会で検討の対象となった現象がまとめて示されています。

まず、南海トラフ周辺域で発生した地震が、緑の星印で示されています。図の凡例には「通常の地震」と表現されています。通常の地震とは、断層の急激なずれ動きで発生する地震のことで、この1ヶ月間には紀伊水道、四国西部および日向灘で発生しています。比較的規模の大きな地震に対しては、断層の動きをあらわす震源メカニズムも示されています。震源メカニズムに関する詳細な説明はここでは省略しますが、紀伊水道の地震は横ずれ型の地震で日向灘の地震は逆断層型の地震です。このことと震源の深さから判断すると、紀伊水道の地震は沈み込むフィリピン海プレート内部で発生した地震で、日向灘の地震は沈み込むプレートと陸側の地殻との間で発生した地震（プレート境界面で発生した地震）と見なすことができます。南海トラフで発生する巨大地震はプレート境界面で発生する地震ですから、この図の中では、日向灘の地震のようなタイプの地震は注意を要します。

低周波地震が発生した場所は、青い点で表されています。これらは低周波微動とも呼ばれ、プレート境界面で発生する震動であるとともに、プレート境界面が通常の地震に比べて遙かにゆっくりとずれ動くことに伴う現象だと考えられています。そのゆっくりとずれ動く現象そのものはゆっくりすべりと呼ばれ、図では赤い四角と黄色い楕円で表しています。赤い四角は短期的ゆっくりすべりと呼ばれる現象がおきた場所で、継続期間が1日から数日の現象です。すべり（ずれ動き）の動きは、南海トラフ沿いの巨大地震のずれ動きと同じ向きの動きであり、巨大地震発生域にエネルギーを集中させる現象でもあります。黄色い楕円は長期的ゆっくりすべりと呼ばれる現象の起きた場所です。長期的ゆっくりすべりは数ヶ月から数年という長期間継続する現象です。これも南海トラフ沿いの巨大地震のずれ動きと同じ向きの動きで、やはり巨大地震発生域にエネルギーを集中させる現象です。

2-2. 短期的ゆっくりすべり

短期的ゆっくりすべりは、東海地方から四国西部までに広い領域ので、フィリピン海プレートが約30km程度まで沈み込んだ場所で発生しています。発生頻度もかなり高く、毎月の定例会ではこの領域のどこかでおきた短期的ゆっくりすべりについて報告があります。

図2には、一例として2019年9月の定例会で報告された資料を示します。この会では、2019年の8月1日から9日にかけて愛知県中部で発生

深部低周波地震(微動)活動

震央分布図

(2018年4月1日～2019年8月9日、
深さ0～60km、Mすべて)

灰:2018年4月1日～2019年7月31日
青:2019年8月1日～8月9日

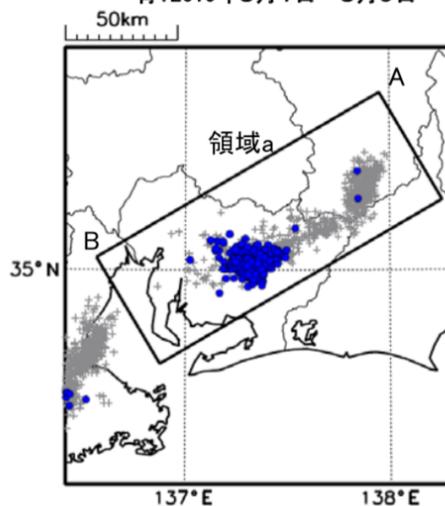


図2a:短期的ゆっくり滑りの発生位置を表す、深部低周波地震・微動の発生位置図の例

した現象について検討しました。短期的ゆっくりすべりには低周波地震（微動）活動を伴うことが多いため、この資料でもゆっくりすべりの活動を低周波地震の発生場所として示しています。図2a中の灰色のマークは過去に発生した深部低周波地震の発生場所を表しています。その上に、青いマークで該当する深部低周波地震の発生場所を重ねることで、過去の活動との位置関係がわかるようになっています。愛知県では、三重県から知多半島北部を経て奥三河から長野県南部に至る地域の地下で深部低周波地震が起きていることがわかります。過去の発生地点と比較することで、2019年8月の活動は、過去の活動と比べて特に異なった場所では起きていないことがわかります。

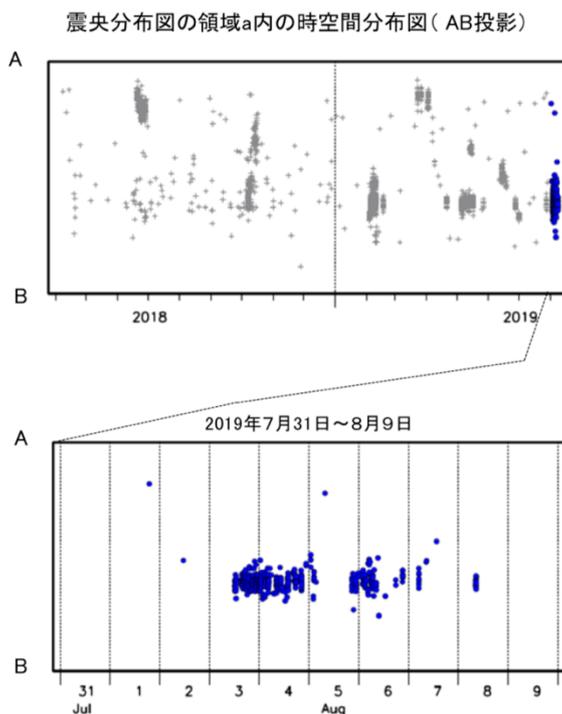


図2b：短期的ゆっくり滑りの発生を表す、深部低周波地震・微動発生位置の推移。A、Bは図2a中の枠の両端の位置を表す。

かっていますから、地盤の変形を測定するひずみ計でも検出されます。深部低周波地震が始まった8月3日から8月5日あたりにわずかなひずみ変化が現れていることがわかります。変化は地盤の長さが1億分の1程度伸び縮みする程度の非常に小さなものですが、多くの観測点で同じタイミングで変化していることで、変化が単なるノイズではないことがわかります。

図4は、ひずみ変化からプレート境界のずれ動きを推定したものです。図の四角形の領域が矢印の方向にずれ動くと、観測されたひずみ変化を説明できます。ズレの大きさは12.4mmと非常に小さな量です。またずれた領域の面積とズレの大きさからマグニチュー

図2bは図2aで四角で囲った領域内部において、時間と共に深部低周波地震の発生場所の変遷する様子を示したものです。横軸のひと目盛りが1ヶ月なので、2018年6月には長野県南部で、2018年10月には愛知県中東部の深部で低周波地震が起きていたことがわかります。2019年には愛知県中部の活動が活発で、2月、5月、8月と発生していることがわかります。その8月の活動を1日ごとに示したのが図2bの下図です。8月3日に始まった深部低周波地震活動は徐々に活動度を減らしながら8月8日まで続いていることがわかります。このように、低周波地震活動も日々監視されているのです。

図3には、深部低周波地震に伴うひずみ変化を示しています。深部低周波地震はプレート境界面のゆっくりとしたずれ動きによって発生することがわ

ド (モーメントマグニチュード:Mw) を計算でき、その大きさは Mw5.62 となっています。このように短期的ゆっくりすべりの規模も地震と同様に Mw を用いて表現出来ます。四国で発生したものも含めて南海トラフ沿いで発生する短期的ゆっくり滑りの規模は、せいぜい Mw6 程度です。したがって、Mw6.5 や Mw7 程度の短期的ゆっくりすべりが発生した場合には、非常に注意すべき現象として扱われることになります。

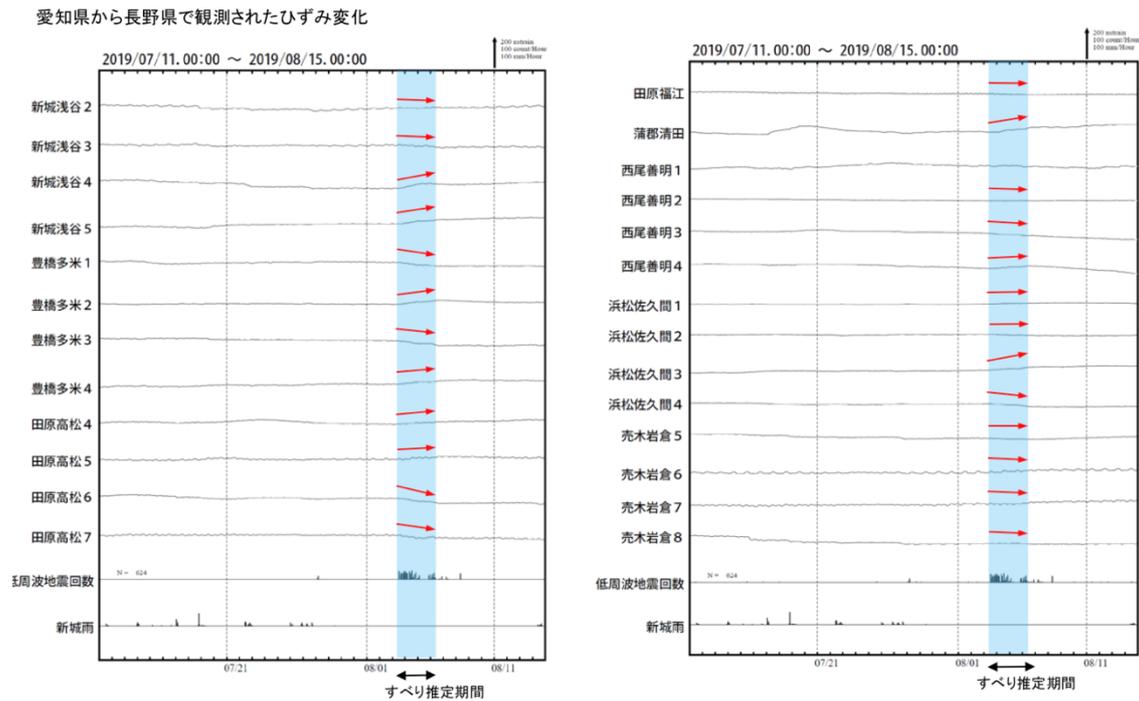


図 3

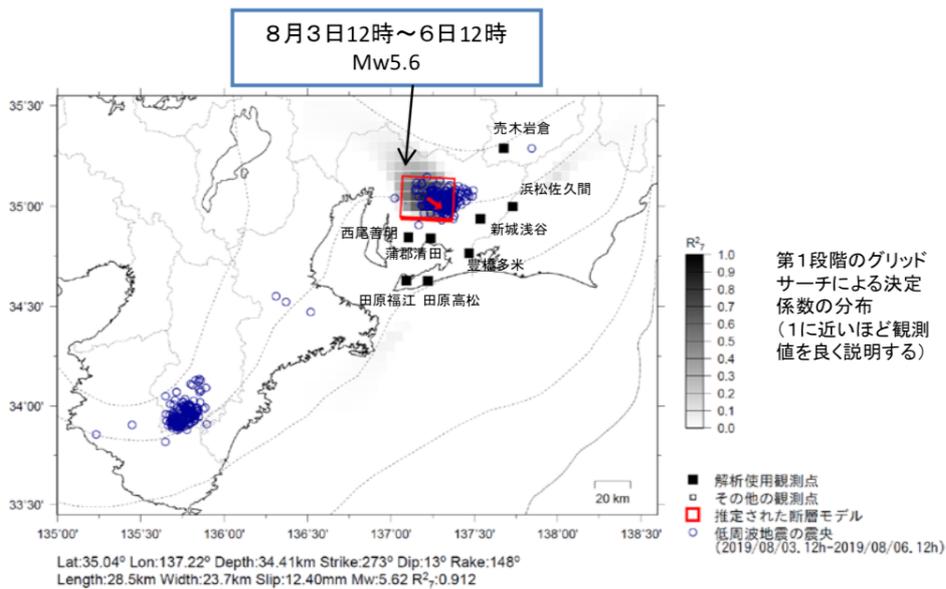


図 4：短期的ゆっくりすべりの断層モデルの例 (2019 年 9 月報道発表資料)

2-3. 長期的ゆっくりすべり

評価検討会が検討対象としている現象には、ゆっくりすべりの中でも継続時間の長い長期的ゆっくりすべりがあります。この長期的ゆっくりすべりは南海トラフ沿いで同じ場所で繰り返し発生する傾向にあります。静岡県内の浜名湖周辺、紀伊半島と四国間の紀伊水道周辺、四国と九州間の豊後水道周辺でゆっくりすべりが繰り返し観測されています。ここでは、2019年9月の定例会で取り上げられた豊後水道周辺のゆっくりすべりの報告について解説したいと思います。

豊後水道では、しばしばゆっくりすべりが観測されています。2019年の9月定例会で報告されたのは、2018年の春ころから観測されていたゆっくりすべりです。図5に報道発表資料の図を示します。この図では、2018年2月から2019年8月までの期間を7つに区切ってそれぞれの期間におけるゆっくりすべりの発生場所の滑りの大きさを示しています。この図の元になるデータは、日本列島の約1300箇所に設置したGNSS (Global Navigation Satellite System、全地球測位衛星システム) の観測点で得られた地殻変動のデータです。そのデータからこの地域のプレート境界のずれの変化を推定したものです。図中の等高線に囲まれて色づけされた領域でゆっくり滑りが発生していて、矢印の大きさがずれの量に対応します。

推定すべり分布

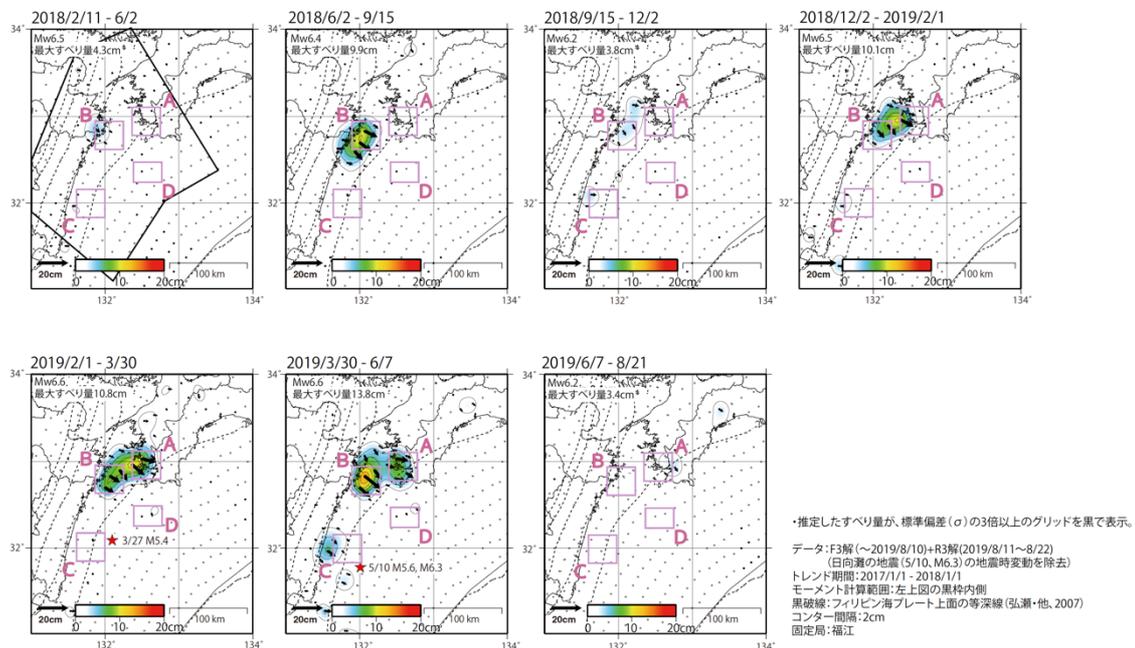


図5：長期的スロースリップの発生位置の変遷を示す図の例（2019年9月報道発表資料）

2018年2月から6月の解析結果では、図中のBの地域に若干の変化が認められるものの非常に小さな量でした。それが2018年6月から9月の解析結果を見るとBの領域で顕著な

変化が認められ、ずれの量も 10cm 程度となっています。2018 年 9 月から 12 月の期間では一時的に変動が収まっていましたが、2018 年 12 月から 2019 年 2 月にかけて再び変動が大きくなっています。変動の場所も B の領域から A の領域のほうに移動していることがわかります。この後 2019 年 2 月から 3 月の期間と 2019 年 3 月から 6 月の期間にゆっくりすべりが観測されています。ずれの領も最大で 10cm 程度です。それが 2019 年 6 月から 8 月の期間ではほぼゆっくりすべりが終息しています。

長期的ゆっくりすべりは、このように変動もゆっくり変化するため、ゆっくり滑りの開始と終了の時期についてはしばらく様子を見ないとわからないことがしばしばです。3 ヶ月程度変動が見られなくても再び変動が大きくなることもあります。この豊後水道付近の変動はその後再活発化すること無く、2020 年 3 月を迎えています。長期的ゆっくりすべりも、短期的ゆっくりすべりと同様、プレート境界の巨大地震発生域にひずみを貯める作用があります。そのため長期的ゆっくりすべりについても慎重に監視を続けているのです。

3. おわりに

本稿では、南海トラフ地震臨時情報の発表の根拠となる観測データと、その検討を行う評価検討会について紹介をしました。地震の発生を確度高く予測することはまだまだ困難です。その困難さを前提にして、気象庁は有益な情報を発表する努力をしています。

月一回の定例会の結論は、いまのところ毎月「南海トラフ沿いの大規模地震の発生の可能性が平常時と比べて相対的に固まったと考えられる特段の変化は観測されていません」となっています。この表現を見て安心するのも良いですが、気象庁の報道発表資料にはその根拠となるデータが豊富に含まれていますので、できれば一步踏み込んでデータを見ていただくと良いと思います。報道発表資料は、日々観測される膨大なデータをコンパクトにまとめたもので、南海トラフでどのようなことが普段起きているかを知ることができます。これは科学的好奇心を満たすものであると同時に、自然の営みを知ること地震防災の心構えを培うためにも効果があると思います。本稿の解説を参考にされてぜひ、毎月の資料をご覧ください。

最後に、気象庁の報道発表資料の掲載場所について起債したいと思います。南海トラフ沿いの活動に関する報道発表資料は、気象庁ホームページに掲載されているのですが、その場所に自力でたどり着くのはかなり困難です。2020 年 3 月時点では、以下の URL でアクセスできます。表示の QR コードからもアクセスできます。



<https://www.jma.go.jp/jma/press/hantei.html>

また、気象庁のホームページのトップからもたどることができますので、参考にしてください (図 6)。

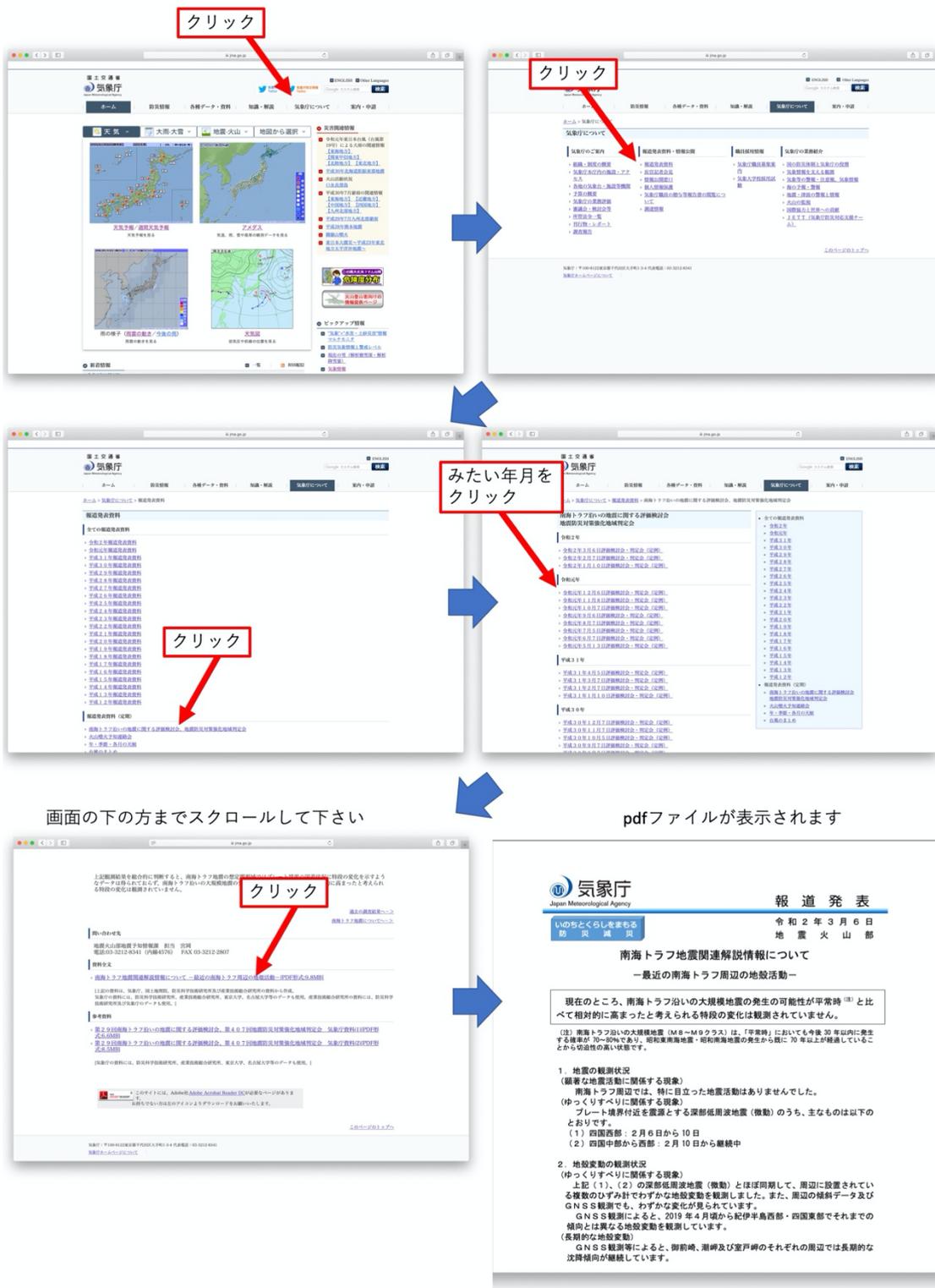


図6：気象庁ホームページのトップから、評価検討会に関わる南海トラフ地震関連解説までをたどる手順（2020年3月現在）