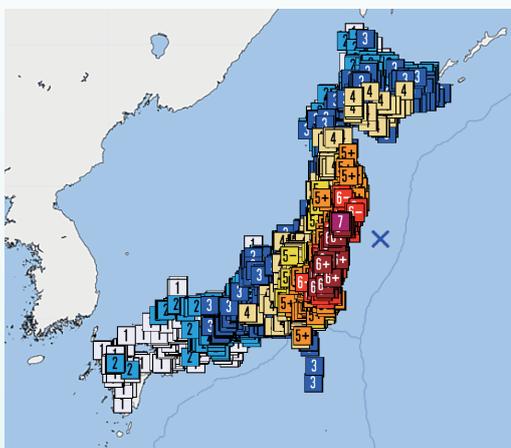


The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

地震本部 ニュース

2016 春



2011年東北地方太平洋沖地震の震度分布
(気象庁震度データベース)



Pi-SAR2で観測した東日本大震災翌日の仙台空港周辺。
5km×5kmの領域。ポラリメトリ機能を用いてカラー化している。

2

東北地方太平洋沖地震
発生から5年

4 調査研究プロジェクト

「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」
ー南海トラフ巨大地震の誘発発生モデルの提案ー

6 調査研究機関の取組

地震観測データの
新しい一元化処理について

8 調査研究レポート

震災被害の状況を把握する
航空機搭載合成開口レーダ

10 地震調査研究の最先端

琉球海溝で起こる
巨大地震津波の謎を探る

東北地方太平洋沖地震発生から5年

地震調査研究推進本部地震調査委員長 平田 直

3月11日午後2時46分の衝撃

2011年東北地方太平洋沖地震が発生した3月11日午後2時46分、私は、霞が関の文部科学省ビルの16階の会議室で、海域で発生する地震の調査観測方法についての議論に参加していた。2時から始まっていた会議の議論が佳境に入ろうとしていた時、2時46分19秒、私を含めた何人かの委員の携帯電話が一斉に鳴った。緊急地震速報の第1報だった。まもなく、カタカタと会議室が音を立て始め、さらにユサユサと揺れ、部屋はミシミシと音を立てて、強い揺れが長い間続いた。机に手をつかなければ身の危険を感じるような、初めて経験する揺れであった。緊急地震速報の最終報では、宮城県沖でマグニチュード(M)8.1の地震が発生し、最大震度6弱が予想されることを告げている。この会議には、地震調査研究推進本部(略称、地震本部)の委員会の委員、地震・防災研究課の課長、気象庁地震火山部の課長など、地震防災担当の専門家が多数出席していた。この会議に出ていた多くの人は、地震本部地震調査委員会が高い確率で発生すると公表していた宮城県沖の大地震がついに起きたのかと思った。しかし、実際にはM9.0の超巨大地震が発生し、戦後最大の地震・津波災害となった東日本大震災がもたらされた。超巨大地震の自然現象としての影響も、東日本大震災も、5年たった今でも続いている。

阪神・淡路大震災から21年

地震本部は、阪神・淡路大震災を契機に国の特別の機関として発足した。この地震を引き起こしたM7.3の内陸の大地震は1995年1月7日朝5時半に発生した(図1)。私はこの時、震源から500km離れた西千葉の自宅にいたので、揺れは感じなかった。しかし、朝のテレビにはこの地震によって生じた火災被害の様子が映し出されていた。煙の上がる映像を見た瞬間、大変なことが起きたと分かった。甚大な被害がもたらされた大震災が発生したのである。この震災を教訓に、国民の命と財産を保護するための対策を進めることと、地震に関する調査研究の推進のための体制の整備を目的とした「地震防災対策特別措置法」が1995年6月に制定された。この法律に基づいて、同年7月に地震



図1 1995年兵庫県南部地震の震度分布
(気象庁震度データベース)

本部が設置された。昨年には、地震本部設立20周年を記念してシンポジウムも開かれ、地震本部の歩みが総括された。阪神・淡路大震災の教訓は、内陸のM7程度の地震は日本のどこでも起こる可能性がある、それに備えなければならない、ということである。地震活動を具体的に理解するために、日本全体に基盤的な観測網としての高感度地震観測網(Hi-net)とGPS連続観測システム(GEONET)が整備され、活断層の調査が全国で行われた。その成果が、2005年に初めて公表された「全国を概観した地震動予測地図」である。

海域の観測の重要性

地震本部発足時から、海域で発生する地震の可能性は十分認識されていた。とりわけ東北地方の太平洋沖では過去に繰り返し大地震が発生し、研究も進んでいた。そのため、地震調査委員会は、2000年11月に、宮城県沖でM7.5~8.0の大地震が20年以内に発生する確率は大変高いとする長期的な地震発生の評価を発表していた。2009年1月1日時点の評価では今後30年以内の発生確率は99%であった。

しかし、この長期評価に比較して、現実起きた地震の規模ははるかに大きかった(図2)。地震規模を過小評価したのはいくつか理由があるが、最大の理由

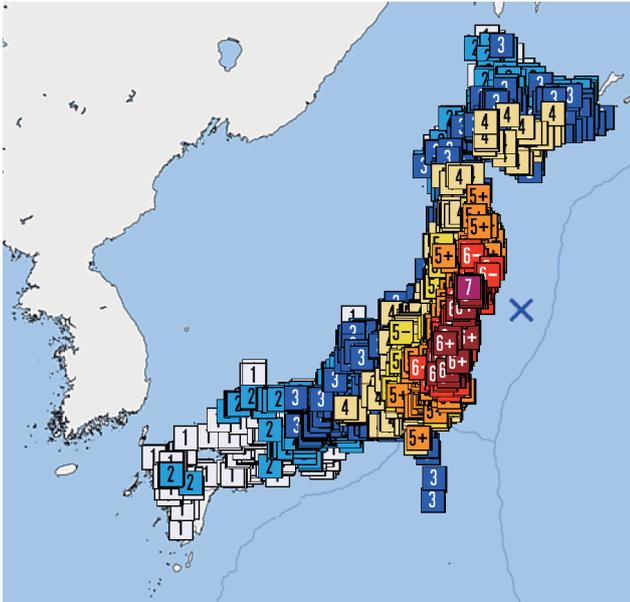


図2 2011年東北地方太平洋沖地震の震度分布
(気象庁震度データベース)

は、海溝付近のプレート境界で起きる巨大地震についての知識が不足していたことにある。東北地方太平洋沖のプレート境界が南北400km以上にわたって同時に破壊されることが予想できなかった。その背景には、整備が進んでいた陸域の高精度・稠密な観測網に比べ、海域の観測データが圧倒的に不足していたことがある。

プレート境界で発生する海域の巨大地震の発生メカニズムは、この20年の研究でかなりよく理解されていた。しかし、基本的なデータが陸上の観測網に基づいていたため、肝心の海域の震源域で進行していたプレート境界の滑りと固着の変化を、東北地方太平洋沖地震の前には的確に把握できなかった。新たに整備されつつある地震・津波観測監視システム(DONET)や日本海溝海底地震津波観測網(S-net)などの海底ケーブルによる地震・津波観測は、この弱点を補うために重要である。次のプレート境界の巨大地震の可能性がある南海トラフでも、フィリピン海プレートの境界での変化を観測データに基づいて把握することが重要である。海底での地殻変動の測定は、プレート境界の状態把握には不可欠だ。

次の巨大地震による被害を少なくするために

日本は地震が多いため、世界的にみても海陸の地震・地殻変動観測網がもっともよく整備されている国である。それでも、海域での観測は不十分である。では、もし十分な観測網があれば、巨大地震の発生は的確に予測できるのだろうか。観測網の整備だけでは、答えは否である。予測の精度を高める努力は惜しんでほしくないが、自然現象の予測には不確実性が不可避で

ある。不確実性を減らしつつ、不確実な情報を上手に活かすことで、被害を減らすことができる。

地震本部の役割は、地震・津波災害の被害を減じるために、科学的な知見に基づいて地震発生、地震による強い揺れ、高い津波を予測する調査研究を進めることである。地震・津波の予測で重要なことは、単に、いつ地震が発生するかを示すだけでなく、その揺れや津波被害を減じる方策を考えるのに役立つ情報を提供することである。そのためには、まず科学的な知識とデータの限界を正しく見極めることが大事である。つまり、ここまでは確実に理解できていること、ここからはある程度確信をもって言えるが不確実性も多いこと、ここからは分からないことという区別をつけながら、科学的な知見を災害の軽減に役立てる必要がある。例えば、日本では大きな地震が多く、たいていの人は生きていた間に一度は強い揺れや高い津波に襲われる可能性は高いという事実は、日本中のどこでも当てはまる確実な知識である。一方、地域ごとの発生確率には多くの不確実性が伴うことも確かである。

さらに、社会が必要な情報を提供する必要がある。防災対策を行う側からの要請に基づいて、情報を提供することが重要である。つまり、防災対策を進める関係者のニーズに基づいて、調査研究を進める必要がある。例えば、津波高の予測地図は、都道府県毎に地図を作っているのは、県境で予測が異なる可能性がある。県境にいる人々にとっては、県ごとに異なる基準で津波高の予測が行われては不合理である。

おわりに

1995年阪神・淡路大震災を契機に始まった日本における新たな地震調査研究の歴史は、2011年東日本大震災、とりわけ津波災害を受けて大きな転換点に立っている。今後、南海トラフの巨大地震や首都直下地震など、国の社会・経済に甚大な影響を及ぼす可能性のある大地震が起こるであろう。これに備えるために必要な対策を真剣に考えて、実施していく必要がある。そのために、理学・工学・社会科学を総合した科学的な地震調査研究がますます重要になってくる。



平田 直 (ひらた・なおし)

東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授。
専門は観測地震学。

1982年東京大学大学院理学系研究科地球物理学
専攻博士課程退学。

東京大学理学部助手、千葉大学理学部助教授、東京
大学地震研究所助教授、同副所長、同所長を経て
現職。2016年4月より地震調査研究推進本部
地震調査委員会委員長。

1 次の南海トラフ地震と それに向けた取り組みの概要

駿河湾から日向灘沖にいたる南海トラフ沿いでは、巨大地震が90—200年程度の間隔で繰り返し発生していることが知られています(図1)。本年は、前回の南海トラフ巨大地震(1946年昭和南海地震)の発生から70年目にあたり、平均的な繰り返し間隔から見れば、南海トラフ地震の繰り返しサイクルの中盤～終盤に差し掛かりつつあると考えられます。また、2011年東北地方太平洋沖地震での甚大な被害の記憶とも相まって、次の南海トラフ巨大地震がいつ・どういった形で起こるのが危惧されています。

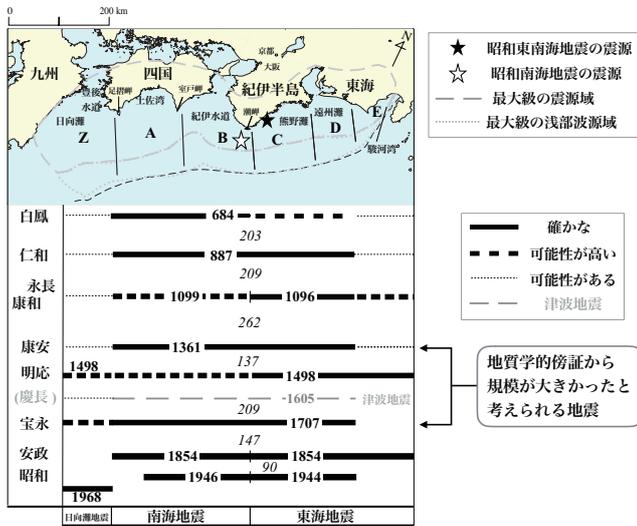


図1 過去の南海トラフ地震の震源域、発生時系列

平成25年度から実施している南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトでは、その前身となる東海・東南海・南海地震の連動性評価研究プロジェクトの成果を踏まえ、南海トラフ巨大地震の被害軽減に資するため、調査観測によって過去の南海トラフ地震像の実態を明らかにするとともに、次に起こり得る地震の発生シナリオを網羅するために数値シミュレーションを活用しつつ研究を行っています(図2)。

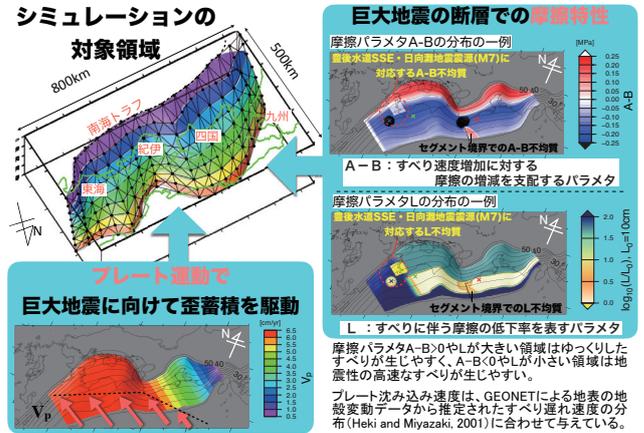


図2 南海トラフ地震の繰り返しを模擬する地震サイクルモデル

2 南海トラフ巨大地震の発生シナリオの再検討

最新3回の巨大地震(昭和・安政・宝永)について、1944年昭和東南海地震・1946年昭和南海地震、1854年安政東海地震・安政南海地震では、南海トラフ巨大地震の東海側の震源域が先行して破壊し、時間差をもって南海側の南海地震震源域側が破壊しています。また、1707年の宝永地震では、どちら側の破壊が先行したかは明らかではありませんが、ほぼ同時に広域な震源域が破壊したと考えられています。東海・東南海・南海地震の連動性評価研究プロジェクトでは、最新3回の巨大地震(昭和・安政・宝永)の発生パターンが南海トラフ震源域の典型的な地震発生特性を表すと仮定し、南海トラフ地震シナリオの構築を試みました。つまり、東海・東南海ならびに南海地震の各震源域間の相互作用をベースに、シナリオ研究を進めました。しかしながら、宝永以前を含め、過去の地震像の見直しが進むにつれ、東海・東南海・南海の3つの震源域が相互作用によって2連動あるいは3連動するといったシナリオでは、これまでに明らかになってきた南海トラフ地震の震源域の多様性(図1)を理解するには不十分であることが分かってきました。

従来のシナリオと実際の地震との齟齬を埋めるための1つのアプローチとして、我々は、3つの巨大地震震源域周辺で発生した地震が、南海トラフ地震の発生時期や規模、震源域の広がりを与える影響を評価することが重要だと考えました。例えば、シミュレーション領域の西端を四国沖から九州沖に拡張し、日向灘での M7 クラスの地震サイクルを含めたところ、M7.5 の日向灘地震の発生とそれによる余効すべりによって、日向灘地震発生の数年後に南海地震が誘発され、その1年後に東海地震が発生するシナリオが得られました(図3)。

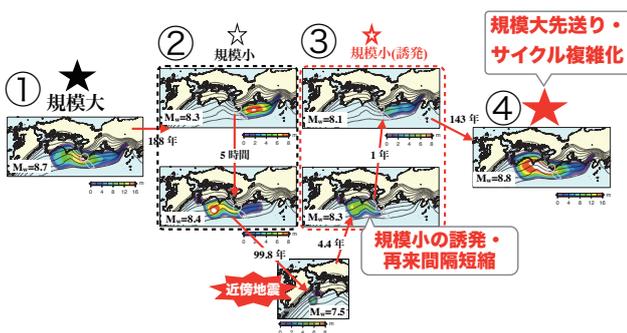


図3 南海トラフ域西端に M7 級摩擦不均質を加えた場合のシナリオ例

さらに、日向灘地震による誘発が、南海トラフ地震のサイクルのどのタイミングで起こり得るのかを詳しく調べました。その結果、南海トラフ地震の繰り返し間隔の半分強でも誘発される可能性があり、その場合、規模がもとの 1/4 程度に小さくなるものの、M8 前半の巨大地震には十分に成り得ることが明らかとなっています(図4)。

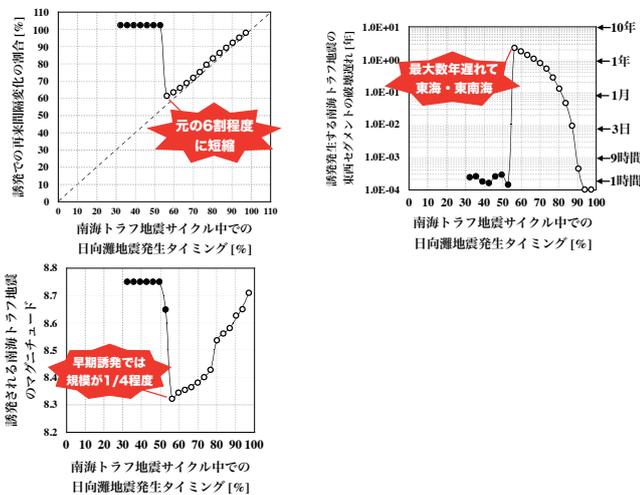
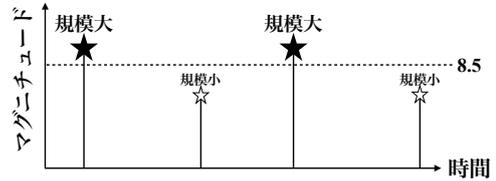


図4 日向灘地震の発生タイミングによる誘発南海トラフ地震の様子変化

過去の南海トラフの歴史地震の中で、誘発によって発生したことを示す明確な例はまだ確認されていませんが、前述の図3のようなシミュレーション結果は、震源域近傍での地震による誘発が、南海トラフ地震の多様性の一因になり得ることを示しています(図5)

(a)近傍地震による相互作用を受けない場合



(b)近傍地震による相互作用を受ける場合

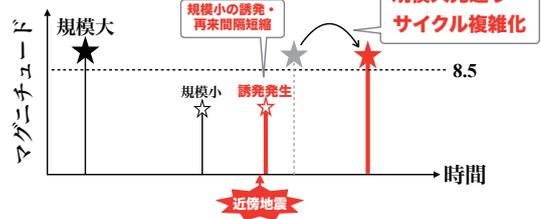


図5 近傍地震発生による誘発南海トラフ地震の様式変化の概念図

3 今後の研究

以上のことから、南海地震震源域側からの破壊も視野に入れたシナリオにもとづく被害軽減や地震像の研究が今後は必要です。さらに、南海トラフ巨大地震震源域の周辺で発生する地震が、南海トラフ地震に対しどういった影響を及ぼしうるかの評価や、南海トラフの一部の震源域で単独での地震が発生した後の、周辺に壊れ残る震源域への時間差連動発生に備えるには、海域での地殻変動モニタリングによる余効すべりの評価(海域の地殻変動データの逐次同化による推移予測)が重要です。このように、今後の南海トラフ広域地震防災プロジェクトでは、DONET等の海域を含めた地殻変動データの利活用による予測研究・シナリオ研究を推進します。

金田 義行 (かねだ・よしゆき)



香川大学 学長特別補佐 / 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構 副機構長 特任教授 / 海洋研究開発機構 首席技術研究員。理学博士。
昭和54年東京大学理学系大学院地球物理専攻修士課程修了。旧石油公団等を経て海洋研究開発機構に着任、地震津波・防災研究プロジェクトリーダー等を務め、平成26年より現職。
地下構造調査、地震・津波モニタリング、シミュレーション等を活用した減災科学研究に取り組む。南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト総括責任者、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「レジリエントな防災・減災機能の強化」プロジェクト課題責任者、内閣府南海トラフ巨大地震モデル検討委員会委員。

1. 地震観測データの一元化処理について

日本の地震観測網やそのデータ処理のしくみは、平成7年に発生した兵庫県南部地震を契機に大きく変わりました。兵庫県南部地震以前は、気象庁、大学、防災科学技術研究所などの機関がそれぞれの目的（気象庁であれば主に防災情報の発表、大学・防災科学技術研究所は地震の研究など）で地震観測を行い、それぞれ観測結果を解析していました。当時でも必要に応じて互いに地震データの提供・利用を一部行っていました。基本的にはそれぞれが独立して観測と解析を行っていました。

兵庫県南部地震の後、平成7年6月に全国にわたる総合的な地震防災対策を推進するために地震防災対策特別措置法が制定されました。この法律によって、地震に関する調査研究を政府として一元的に推進するために地震調査研究推進本部が設置されました。

この地震調査研究推進本部が平成9年8月に決定した「地震に関する基盤的調査観測計画」により、各機関の高感度地震観測網は地震現象を把握・評価する上で基礎となる基盤的調査観測に位置付けられました。そして、気象庁がデータ処理センターとして関係機関の高感度地震観測データをリアルタイムで収集し、文部科学省と協力して地震波形の分析と、それに基づく震源の決定等の処理を一元的に行う「一元化処理」をすることになりました。この一元化処理は平成9年10月から開始されました。

一元化処理の結果は、地震本部の地震調査委員会へ地震活動評価のための基礎資料として提供されるとともに、地震の調査研究の基礎的なデータとして広く活用されています。また、気象庁が発表する各種防災情報（地震発生状況の解説や余震発生確率の発表など）にもそのデータは活用されています。

図1は、1990年から昨年までの間に気象庁で決定した震源数を年毎のグラフにしたものです。ここでは、気象庁の震源決定数を示しただけなので、一元化処理開始前後の地震の数の単純な比較はできませんが、

各機関の観測網のデータが一元的に処理されることによって、それぞれが独自に観測していた時代よりも確実に検知能力は向上しています。特に、防災科学技術研究所が整備した高感度地震観測網（Hi-net）が一元化処理に使われるようになった2000年以降は、さらに検知能力が大きく向上していることが、震源決定数の推移から分かります。

2. 平成23年東北地方太平洋沖地震以後の一元化処理の課題

東北地方太平洋沖地震以降、その活発な余震活動のため、一元化処理の対象となる地震数が著しく増加しました。図1には平成23年だけで約30万の地震数となっていることが分かります。これらの地震の震源の決定等の処理では、処理対象地震の規模の下限を引き上げた（Mの小さいものは処理しない）上で、さらに数年の期間が必要でした。その後も、東北地方太平洋沖地震の余震域（以下、余震域という）の活動は活発な状況が続いているため（図2）、余震域に関しては引き続き震源決定等の処理を行う地震の規模の下限を上げ、処理対象を絞って対処する状況が続いています。また、近年、海域の地震観測網の整備が進められ、海域で発生する地震の検知能力が向上することも見込まれました。

こうした状況を踏まえ、地震調査研究推進本部地震調査委員会では、平成25年6月に「高感度地震観測データの処理方法の改善に関する小委員会」を設置し、高感度地震観測データの処理・解析結果の品質や、より充実した地震カタログとするための処理方法の改善の検討を行いました。その結果は、平成26年2月に報告書にとりまとめられました。

この報告書では、1) 地震検知能力の維持、2) 検知された地震の全てを地震カタログへ掲載、3) 精度に段階を付けた品質管理、の3つの方向性が示されました。

3. 新しい一元化処理について

気象庁ではこの報告書の方向性を踏まえ、新たに開

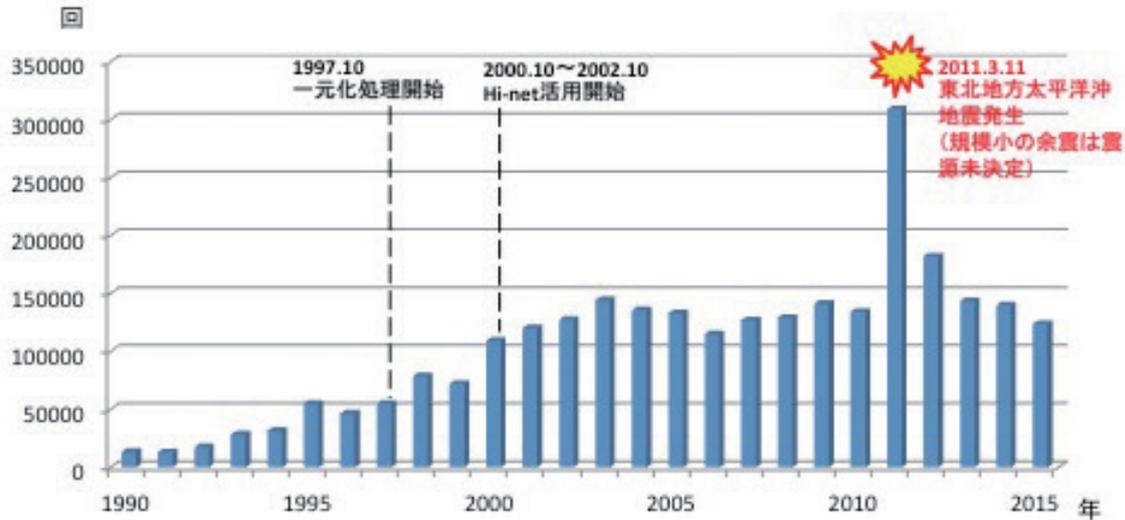


図1 気象庁における震源決定数の推移（1990年～2015年）1997年10月からは一元化処理

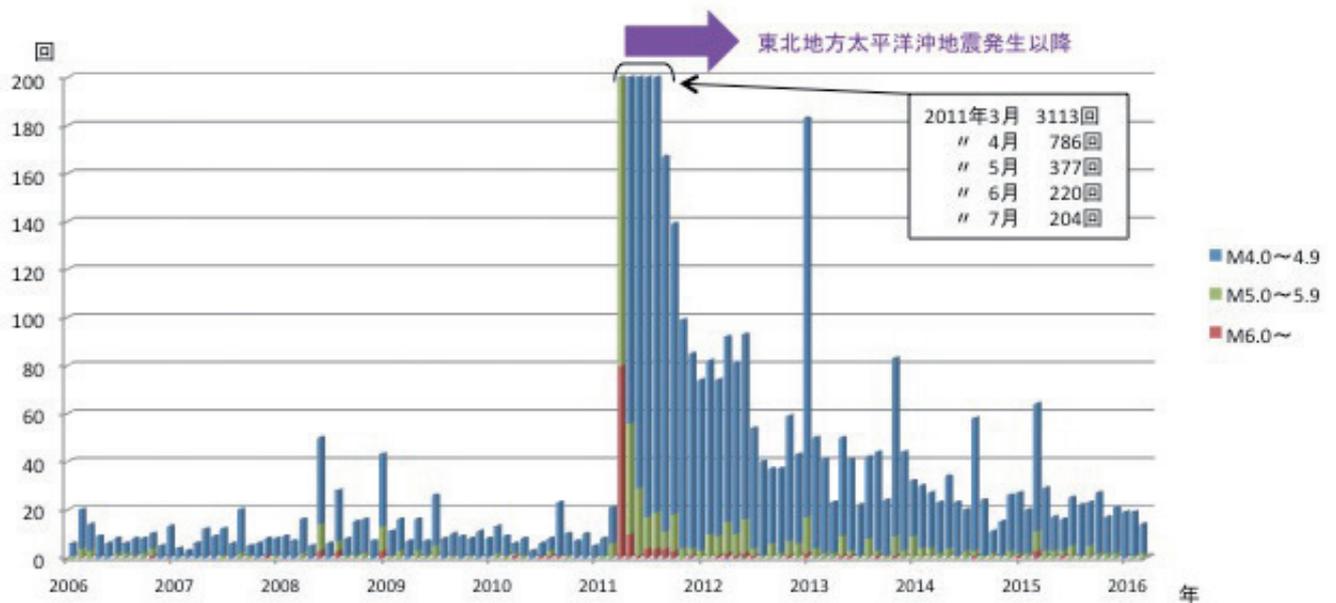


図2 余震域内のM4.0以上の地震の月別回数（2006年1月～2016年2月）

発した自動震源決定技術（PF法（溜淵・他，2016））を活用するなどして震源決定処理手順を変更し、地震カタログを改善する準備を進めてきました。具体的には、領域と深さごとに精査（人間が観測点毎の地震波の詳細まで分析）を行う地震のMの閾値（以下、Mthと記す）を設定することにより、内陸の浅い地震はM2.0以上の地震についてもれなく精査が行われるようにMthを設定して処理を行い、海域については陸域（観測網）からの距離に応じてMthを上げて精査を行なうことを基本とします。Mth未満の地震については自動震源を基本とし、検知されても自動震源が求まらない地震については、精査は行わず5～10点の観測点を人間が検測する簡易な手順により震源決定などを行うこととしました。

これにより、現在、余震域で検知されても処理基準未満であるため地震カタログに掲載されない地震がある状況は解消され、震源決定精度に応じた品質管理をした上で、検知された全ての地震のデータが地震カタログに掲載されるようになります。また、自動震源の活用を進めることにより、大規模な地震の発生後もより迅速に、地震調査委員会等に地震活動評価のための資料提供をすることができるようになります。

新しい一元化処理は、平成28年4月1日から開始しています。

文献 溜淵功史・森脇健・上野寛・東田進也（2016）：
ベイズ推定を用いた一元化震源のための自動震源推定手法，*験震時報*，79，1-13.

1. はじめに

東日本大震災発生の翌日(2011年3月12日)午前8時ごろの仙台空港周辺の様子を図1に示します。空港の滑走路や津波による冠水域を黒い領域として見るすることができます。この図は航空機搭載合成開口レーダ(Pi-SAR2)により取得したものです。合成開口レーダ(SAR)は上空から雲に遮られることなく、また夜間でも地上の様子をつぶさに観測することができるため、地震や火山、水害等の被害状況の把握に役立ちます。航空機搭載のSARは機動性が高く災害時の活用が期待されることから、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)では、この目的に沿った航空機SARを開発してきました。

2. Pi-SAR2の概要

Pi-SAR2は分解能として30cmを有し、かつ7km以上の幅を一度に観測することができます。図1は紙面の都合上、分解能を粗くしていますが、画像の領域は5km四方であり元の画像は2万×2万画素です。画像には色が付けられていますが、これはポラリメトリといって電波の振動面(偏波)の性質を利用したものです。垂直方向または水平方向に振動する電波を地表に当てると森林や農作物のように複雑



図1 Pi-SAR2で観測した東日本大震災翌日の仙台空港周辺。5km×5kmの領域。ポラリメトリ機能を用いてカラー化している。赤枠は図4の領域。

な形状を有する物からは偏波が変化する性質があり、人工物はあまり変化しません。これを利用して色付けをすると、植生(ここでは緑色)と非植生や人工物(ここではマゼンタ)等に識別されて容易に判読することができます。

また、Pi-SAR2はアンテナを機体の外につけたポッドの中に入れていますが、図2のように左右2つのアンテナを有します。これにより地面の起伏を同時に測ることができます(インターフェロメトリ)。



図2 Pi-SAR2を搭載した航空機(ガルフストリームII)。翼下の2つのポッドの中にアンテナを収容。2つのアンテナで取得するデータの位相差は視差に起因することから、表面の起伏(高さ)を計測できる。

3. 2004年新潟県中越地震

Pi-SAR2は2006年から開発を開始し2009年より本格的な運用を開始しましたが、航空機SARとしては、それまでにPi-SAR(初号機)を開発していました。これはPi-SAR2に比べ分解能が1.5mであるほかは、ポラリメトリやインターフェロメトリの機能をすでに備えていました。Pi-SARは2000年の有珠山や三宅島の2つの火山噴火で災害状況の判断に有効なデータを提供することができました。そして2004年10月末に旧山古志村(現新潟県長岡市)を震源に発生した、2004年新潟県中越地震では地震発生3日後に観測を行いました。その結果、図3のように地震による土砂崩れにより道路が崩壊した個所を明瞭に捉えたほか、さらに1週間後の観測を実施したデータの比較から、土砂崩壊による土砂ダムが発生して水が溜まった場所等の特定が可能でした。しかし、この地震は山岳地域に発生したこともあり、非常に多数の土砂崩壊を起こしていたのです



図3 Pi-SARで観測した新潟県長岡市の土砂崩れ場所(丸印)。2004年10月27日に観測。

が、SARデータからだけでは、それらの場所すべてを特定することはできませんでした。また、この地震直後は通信や道路、鉄道が不通となったため、せっかく観測した画像を現地に届けることが困難な状況でした。後に、Pi-SARの研究グループが画像を持って現地に赴いたところ、彼らが判読できなかった崩壊箇所でも現地の住民の方には容易に指摘することができたことが、Pi-SAR2開発のきっかけになりました。Pi-SAR2開発の主なコンセプトは、小さな土砂崩壊も判読できるように分解能を高くすることと、データを迅速に現地に渡すことです。

4. 東日本大震災

2011年3月11日、Pi-SAR2の研究グループは東京・小金井で大きな揺れを感じました。即座に航空機の手配と飛行計画等の準備を開始、航空機と機材がある名古屋空港に向けて車で出発し、空港に着いたのが翌早朝でした。そして午前7時に離陸、関東から東北にかけての太平洋岸を中心に観測を行いました。航空機の機内では、観測のための装置の操作のほか、コースの合間の時間には、記録したデータからいくつかの場所について少しずつ画像化する処理を進めました。正午頃、観測を終え名古屋空港に到着すると、画像化したデータを小金井のNICTに送り始めました。NICTではそれを速報画像として逐次Web掲載する一方、関係機関に直接メール等で送りました。図4はその速報データの一例です。図1と同じデータから仙台空港の一部を単偏波(白黒画像)で処理したものです。こうした機上処理の画像データは午後2時くらいまでには公開を終え、生データが小金井に到着後、フル処理を行ったカラー画像のデータを逐次Webに掲載していきました。

こうして、速報としては発災から24時間以内のデータの配布を実施し、新潟県中越地震の教訓の後半は達成された

かに思いましたが、東日本大震災の被害の領域があまりにも大きく、当時の機上処理では可能な画像領域が小さすぎる、また白黒では画像の判読性がかなり劣ることもあり、新たな課題として認識させられることになりました。

5. つぎに備えて

東日本大震災後、上記の課題は処理の高速化をさらに進めることにより一応の解決を見えています。現在では偏波によるカラー画像化と広い領域を通常の機上処理として実現しており、図1のレベルの画像でも機上で数分のうちに作成できます。2014年に発生した御嶽山の火山噴火時には、カラー化した画像を商用衛星経由で逐次伝送しました。一方でSAR画像は光学による航空写真とは異なる要素も多く、ある程度専門的な判読能力を必要とします。

NICTでは、今後も災害時の状況把握のために、さらに航空機SARの性能向上を目指すとともに、データを一般市民が容易に利用できるための判読支援のための高次な処理技術の開発を進めています。

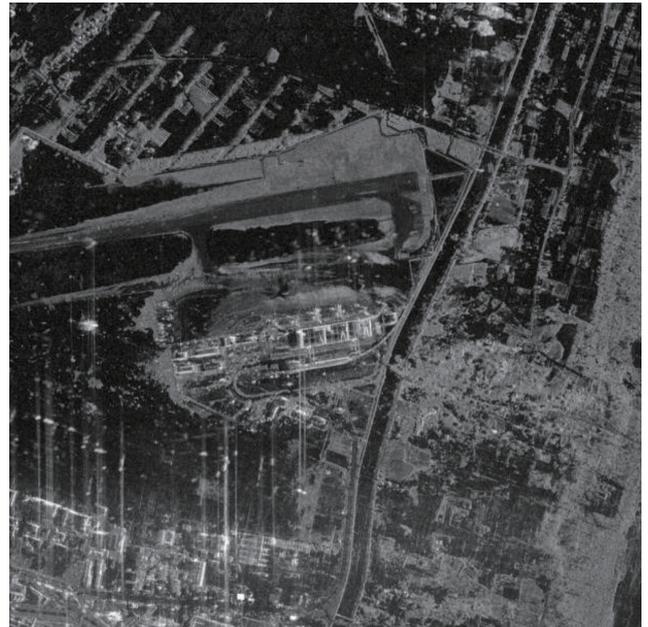


図4 図1と同じデータを機上で画像化処理した速報画像。2km×2kmの領域(図1の空港滑走路北端赤枠部分)。単偏波(垂直偏波)のみの画像。

浦塚 清峰(うらつか・せいほ)



国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所統括。1983年東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻修士修了。同年郵政省電波研究所(現情報通信研究機構)入所。1990年工学博士(北海道大学)。1994年から航空機SARの研究開発に参画。1998年から同プロジェクトを率いる。2000年の有珠山の噴火災害から2011年の東日本大震災を経て2014年の御嶽山噴火まで災害時の状況把握のための航空機SARの研究開発を推進。

琉球海溝で起こる巨大地震津波の謎を探る

私が研究対象としている琉球海溝（南西諸島海溝）は地震学的に見て非常に不思議な地域です。歴史的に巨大地震が繰り返し発生してきた南海トラフ地域と比べ、琉球海溝では巨大地震の記録が少ないのです。それにもかかわらず、琉球海溝の南西部にある先島諸島では巨大津波によって甚大な被害を受けています。1771年八重山地震津波がそれに該当します。この地震のマグニチュードは7.4とされているものの、石垣島から宮古島付近まで遡上高20m近い津波が襲い、石垣島の南東部では遡上高約30mに達しました。津波による死者は1万2千人に及んでいます。この津波の原因はまだ定かではありませんが、琉球海溝の海溝軸付近で発生したプレート間地震の可能性が高いと考えています。というのも、巨大津波は数百年間隔で繰り返し発生しているからです。繰り返し間隔は津波石（津波によってサンゴ礁の一部が剥がれて移動した岩塊）の打ち上がり時期から150年から400年という値が出されています。また石垣島で行われたトレンチ調査で検出された津波堆積物の堆積時期からは、約600年に1回の頻度で1771年八重山津波と同レベルの巨大地震津波が襲来していることが判明しています。繰り返し襲来する巨大津波を説明するには断層運動が最も都合が良いと考えています。

では、なぜ琉球海溝では約百年に1回の頻度で発生する巨大地震が少ないのにも関わらず、数百年に一度、巨大津波を生み出す巨大地震が発生しているのでしょうか？これが最大の謎であり、その答えはまだ解明されていません。しかしそれを解く鍵は琉球海溝で活発に発生する超低周波地震やスロースリップイベントにあると考えています。超低周波地震は周期20秒から50秒の地震波に卓越した地震です。マグニチュードは4程度ですが、通常の地震と比べて非常にゆっくりとした揺れに卓越するため、体でその揺れを感じることはで

きません。しかし広帯域地震計では超低周波地震が琉球海溝に沿って長期的に発生している様子が記録されています。琉球海溝での超低周波地震は、日向灘より南側では奄美大島付近・沖縄本島付近・八重山諸島付近で特に多く発生していることが明らかになってきました。さらに琉球海溝南西部では巨大津波波源域付近やプレート間カップリングが強い場所で超低周波地震の活動が弱い傾向があり、プレート間カップリングと超低周波地震活動域が互いに住み分けている様子がわかってきています。

琉球海溝で巨大地震津波が発生するメカニズムを解明する研究は次第に進展してゆくでしょうが、同時に、このような琉球海溝の特異な地震活動を考慮して津波防災対策をとらなければなりません。南西諸島では数十年から百数十年程度の間には1回程度の頻度で発生する津波（レベル1津波）と発生頻度は低いものの最大規模の津波（レベル2津波）の差が極めて大きい特徴があります。とくに先島諸島ではこれが顕著です。レベル1津波に対しては防潮堤などハード対策、レベル2津波に対しては避難を主とするソフト対策を実施してゆきますが、レベル1津波があまり大きくないためにハード対策の実施は極めて困難です。ソフト対策を重点的に行い、いかにして有効な教育活動・避難対策を行えるかが今後の課題です。

中村 衛（なかむら・まもる）



琉球大学 理学部 物質地球科学科 教授
1997年京都大学大学院理学研究科博士後期課程地球惑星科学専攻修了。博士（理学）。
琉球大学理学部物質地球科学科助教・同准教授を経て2015年5月より現職。
琉球大学島嶼防災研究センター教授兼務。
沖縄から台湾にかけての地震活動、地殻変動、巨大津波の研究を行っている。

