The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

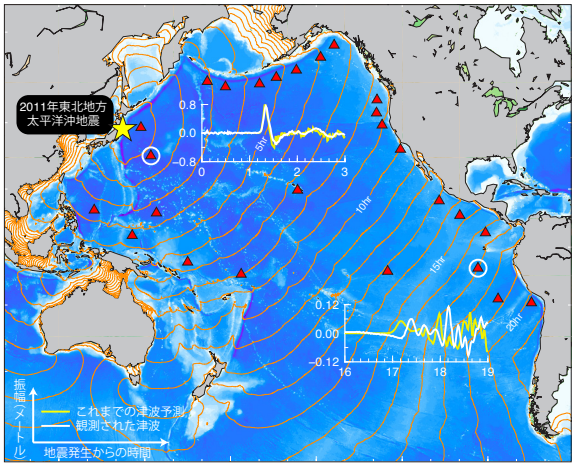
地震本部ニュース

平成29年10月16日発行（年4回発行）　第10巻第2号

「地震調査研究推進本部（本部長:文部科学大臣）」（地震本部）は、政府の特別の機関で、我が国の地震調査研究を一元的に推進しています。

2017 秋

衛星通信大型車載局（2.4m アンテナ）



2011 年東北地方太平洋沖で発生した津波が太平洋を伝播する様子。遠地（南米沖合）では津波予測（黄色波形）より遅れて津波（白色波形）が到達し、津波初動も反転していた。

CONTENTS

地震調査委員会 …… 2
海域活断層評価手法等検討分科会の紹介

地震調査研究推進本部 …… 4
データ公開ポータルサイトについて

調査研究レポート …… 6
災害に強い ICT ネットワークの実現を目指して

調査研究機関の取組 …… 8
緊急地震速報の精度向上に向けた気象庁の取組について

地震調査研究の最先端 …… 10
地球科学と津波防災：遠地津波の遅れと初動反転の原因解明

地震調査委員会

海域活断層評価手法等検討分科会の紹介

■分科会設置の背景

地震調査委員会では、全国 113 の主要活断層帯について評価を公表しており（平成 29 年 10 月 1 日現在）、平成 28 年（2016 年）熊本地震を引き起こした活断層も含め、これらの活断層は一部を除いて陸域に存在しています。海域では、海のプレートと陸のプレートの境界に位置する海溝沿いで発生する海溝型地震の評価が行われており、全国6海域の評価が公表されています。一方、海域に存在する活断層については、これまでほとんど評価されていないのが現状です。その理由として、陸域に比べて活断層の位置・形状等を把握するのに必要な系統的なデータが少なく、また評価するための手法が確立していないという課題があります。

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震で発生した巨大な津波により甚大な災害が発生したことを踏まえ、地震本部では地震調査研究の方針である「新たな地震調査研究の推進について－地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策－」の見直しを行い、津波防災対策に資する情報を提供するため、津波の評価やその示し方について検討を行うことにしました。その一環として、地震調査委員会の下に津波評価部会が設置され（地震本部ニュース 2013 年 6 月号）、平成 29 年 1 月に「波源断層を特性化した津波の予測手法（津波レシピ）」を公表し、海溝型地震における津波評価を開始したところです。また、平成 25 年度より「海域における断層情報総合評価プロジェクト」と「日本海地震・津波調査プロジェクト」の2つの文部科学省委託研究が開始され、海域活断層評価に資する調査観測研究の成果が着々と蓄積されている状況です。このように海域活断層の評価を実施できる環境が整いつつあることから、平成 29 年 4 月に長期評価部会の下に海域活断層評価手法等検討分科会が設置されました（図1）。

■分科会の目的と主な審議内容

本分科会は、調査観測研究の成果を長期評価に活かし、海域活断層による地震津波防災対策に貢献できる評価を実施することを目的とし、地方公共団体による津波・地震動の想定の検討やハザードマップ作成等に活用できる基礎情報を提供し、また、全国地震動予測地図の高度化に資することを目指します。

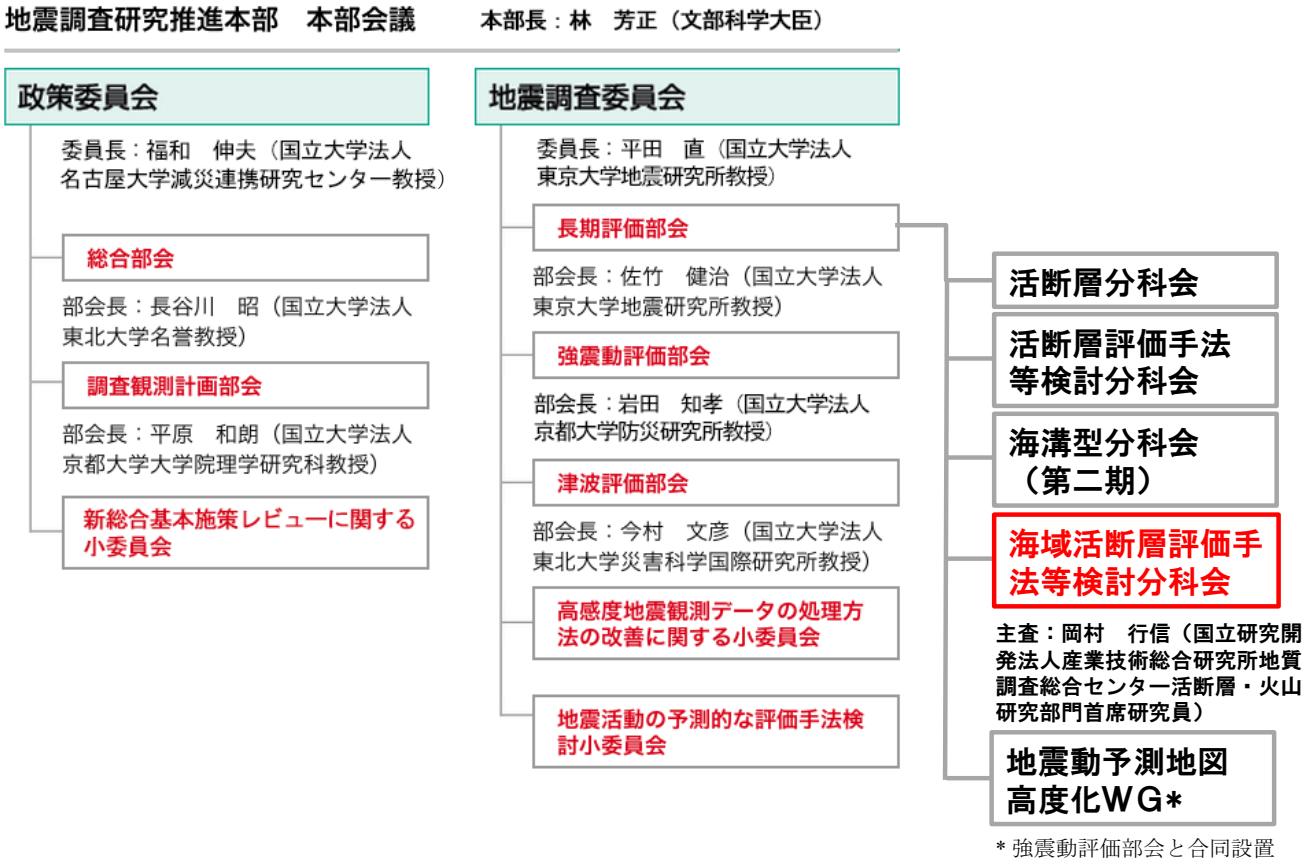


図 1　地震調査研究推進本部の組織概要

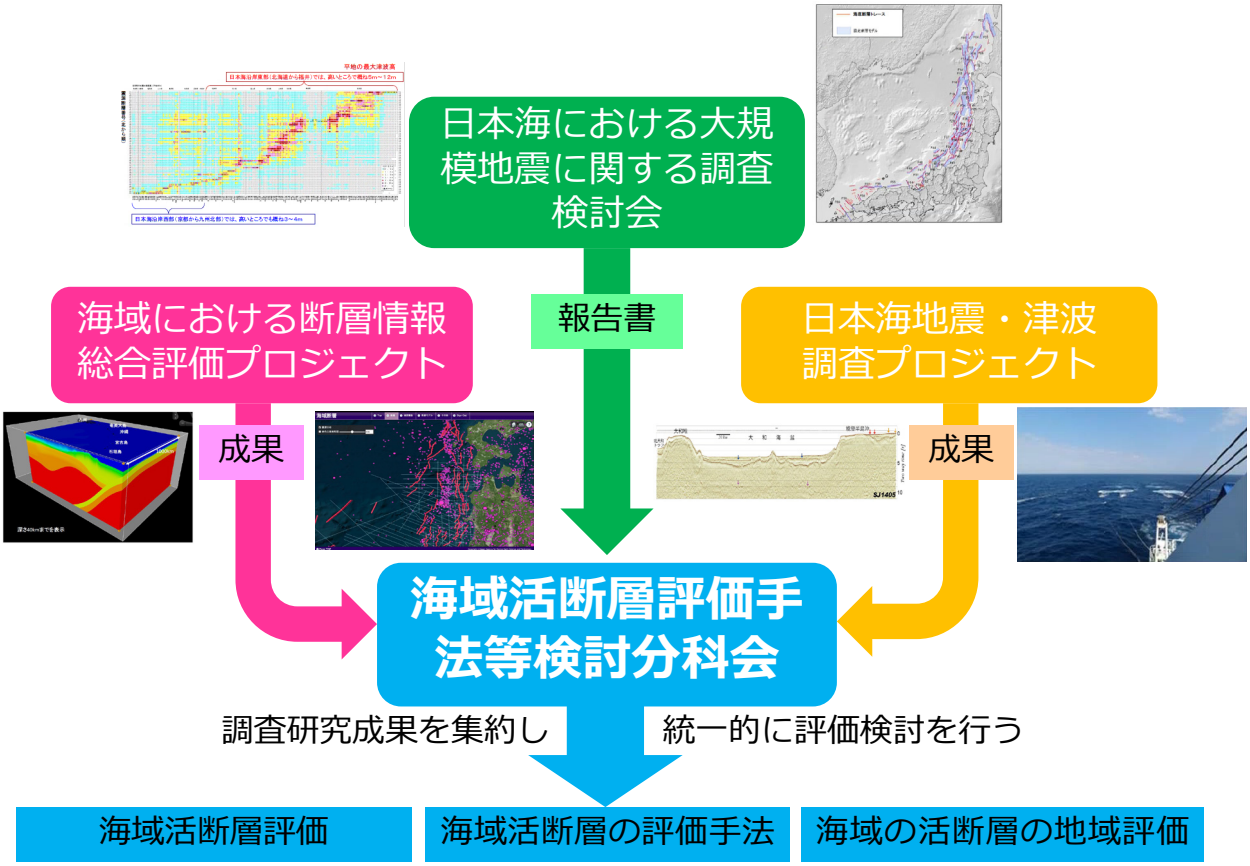


図２　海域活断層評価手法等検討分科会の概要

分科会では主に以下の事項について審議することとしています。
（1）海域活断層評価の手法についての検討
（2）評価対象とする海域活断層についての検討
（3）海域活断層に関する調査結果の検討
（4）海域活断層評価についての検討
（5）海域活断層調査の効率的な推進のための検討
（6）その他必要な事項

６月には第１回分科会が開催され、本分科会の進め方について審議し、以下の通り示されました。

1. 海域活断層の標準的な評価手法を提案
2. 個別の海域活断層評価を実施
3. 海域の活断層の地域評価を実施
4. 検討対象海域は日本沿岸全域
5. 評価対象となる断層の基準は、想定される津波・強震動・長周期地震動を考慮して設定

審議の材料となるものは、上記の2つの委託研究の成果と、平成 26 年に内閣府・国土交通省・文部科学省より公表された「日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書」があります。この報告書は、国が日本海における最大クラスの津波の断層モデルの設定等について都道府県に示したものであるため、まずこれをベースとして審議される予定です。これらの審議を基に、地震本部では「海域活断層の評価手法」の確立や、長期評価として「海域活断層評価」、「海域の活断層の地域評価」などの成果物が期待されます（図2）。

■今後の課題

分科会を進めていくにあたり、解決すべき課題があります。活断層の活発さの度合いである活動度を把握するために必要な活動履歴がわかる海域の活断層は非常に限定的であり、そうした条件下では従来陸域で採用していた手法とは異なるものを検討しなければなりません。また、例えば海域においては比較的データの多い日本海側とデータの少ない南西諸島海域では、情報量に大きな差があるため、評価手法を検討する上での課題となります。さらに、統一的な海域活断層の命名方法も重要な課題の一つです。現在は F01 断層と言ったアルファベットに数字を組み合わせた機械的な名称で呼ばれているものが多く、その名からは断層の位置を知ることはできません。また、同じ断層であっても各報告書や論文等によって名称が異なっているという問題があります。自治体からは住民に分かりやすい断層名の検討を要望されており、こうした点も検討を進めていきます。

これらの課題を踏まえて、地方自治体・国土交通省・内閣府と密に連携を取りながら、防災対策に活かされる基礎情報等提供を目指していきます。

地震調査
研究推進本部

データ公開ポータルサイトについて

図１　地震本部トップページ

1. はじめに

地震調査研究推進本部（地震本部）は、地震調査研究の推進、防災対策への活用、地震現象に関する正しい理解等の目的で、調査観測データの流通・公開を推進しています。

その取り組みの一環として、昨年9月に、地震本部のホームページに「データ公開ポータルサイト」を立ち上げました。本ポータルサイトでは、地震本部や関係機関が保有・公開する地震調査研究に関する様々なデータについて、各公開サイトへのリンクを整理し、掲載しています。

<データ公開ポータルサイト>
http://www.jishin.go.jp/database/portal/

2. データ公開ポータルサイトの概要

地震本部や関係機関は、地震調査研究のために地震や津波、地殻変動といった様々な現象を観測し、得られたデータを解析しています。また、全国の活断層の調査や、観測の記録がない過去の地震に関する歴史史料等の収集･分析等、様々な取り組みを行っています。

こうした調査観測のデータやそれらを解析した記録等には、各実施機関が保管し、公開されているものが多くあります。

本ポータルサイトでは、分類一覧に従って各データ公開サイトを整理し、どのようなデータが公開されているのか簡単に紹介しています。

<分類一覧>

○震源関連
○震度関連
○発信機構解、震源過程
○歴史地震、被害地震等
○波形関連
○津波関連
○活断層関連
○地下構造関連
○地質関連
○測地・地殻変動関連
○重力・地磁気関連
○地図・地形関連
○防災関連
○その他

3. 公開されているデータの例

2017年9月末現在、本ポータルサイトには121のデータ公開サイトを掲載しています。代表的なものを以下の表でご紹介します。

・今後について

今後も地震本部では、関係機関とも連携し、より一層のデータの流通・公開に努めます。

本ポータルサイトは「このポータルサイトを訪ねれば、地震調査研究に関係する欲しいデータや情報がすぐに見つかる、手に入る」ということを目的に、より一層の充実や使いやすさの向上を目指します。

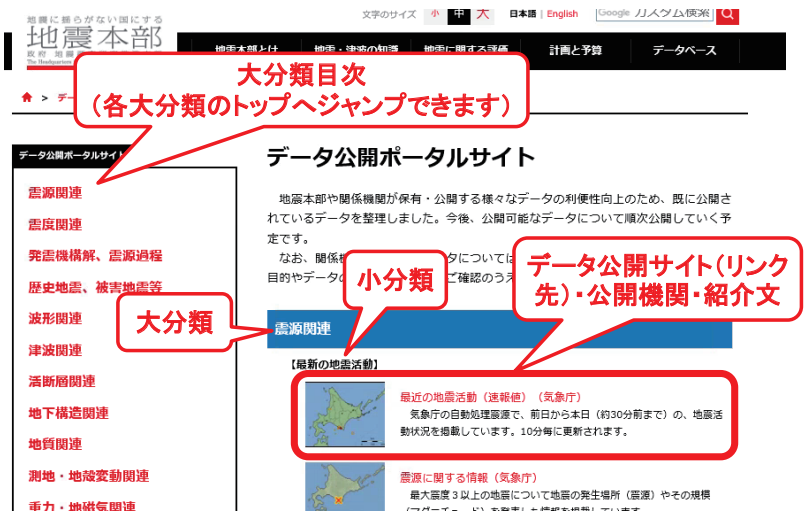


図２　データ公開ポータルサイト

※関係機関が公表するデータについては、それぞれのウェブページにて、公表の目的やデータの性質、精度を十分ご確認のうえご利用ください。

公開データ	大分類	公開機関	説明
地震月報（カタログ編）	震源関連	気象庁	気象庁が観測、処理した震源、検測値、発信機構、深度、津波、ひずみのデータを掲載しています。
震度データベース検索	震度関連	気象庁	1923年から2日前までの期間で、過去に震度1以上を観測した地震を県別・観測点別に検索できます。
ナウファス（全国港湾海洋波浪情報網）	津波関連など	国土交通省	ナウファスは日本沿岸の波浪情報網です。全国の波浪の定常観測結果を掲載しています。
J-SHIS　地震ハザードステーション	活断層関連など	防災科学技術研究所	地震本部で長期評価を行っている主要活断層帯の位置等を地図上で確認できます。
活断層データベース	活断層関連	産業技術総合研究所	日本全国の活断層（活動セグメント）の分布とそのパラメータ、日本の活断層に関係する文献の書誌データ、文献から採録された調査地点ごとの調査結果データ、地下数十キロメートルまでの地下構造データをご覧いただけます。
JAMSTEC 航海・潜航データ・サンプル探索システム	地下構造関連など	海洋研究開発機構	航海・潜航データ・サンプル探索システム（略称 DARWIN）では海洋研究開発機構（JAMSTEC）の船舶・潜水船で得られたデータ、岩石サンプル、堆積物コアサンプルの情報を公開するとともに、関連するデータベースにリンクしています。
電子基準点データ提供サービス	測地･地殻変動関連	国土地理院	国土地理院の GEONET(GNSS 連続観測システム) で得られた電子基準点観測データや解析結果等を提供しています。
リアルタイム験潮データ	測地･地殻変動関連	海上保安庁	海上保安庁所管の験潮所及び気象庁所管の験潮所から観測されたデータを5分間隔で表示しています。
地震動予測地図	防災	地震本部	「ある場所で一定期間内に、例えば深度6弱以上の揺れに見舞われる確率」、また、「特定の地震により、どのくらい強い揺れに見舞われるか」を評価して地図に示しています。

調査研究レポート

災害に強いICTネットワークの実現を目指して

国立研究開発法人情報通信研究機構　耐災害ICT研究センター

平成 23 年 3 月の東日本大震災では、携帯電話網を始め、ICT ネットワークにも深刻な障害が発生しました。具体的には、広範囲にわたる電話サービスやインターネット等の不通が発生し、被害把握や対策着手において大きな障害となりました。また、近年では豪雨災害による被害も頻発しており、通信の孤立地域が発生しています。さらには、今後の発生が懸念される東南海地震や首都圏直下地震等に備えるためにも、災害に強い ICT ネットワーク技術を開発し、その成果を社会で役立てていくことが急務となっています。

国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）では、耐災害ICT研究センターにおいて災害に強い ICT ネットワークの実現を目指して、災害発生時に途切れにくいネットワークや、通信が途絶しても早期の応急復旧や通信確保が可能な柔軟性・迅速性のある通信技術を活用した災害対応の研究開発を行っています。また、開発したメッシュネットワーク技術の社会実証等、社会展開の促進や連携体制の強化も図っています。

とりわけ、無線を活用した通信技術に関しては、従来の集中型ネットワークでは回線断や輻輳が発生した場合に使用できないエリアが広域になるところ、自律型のインテリジェントなサーバを地域内に分散して通信回線を確保できる技術や、災害時にも容易にネットワーク構築できる分散協調技術の研究開発を行い、その実証を進めています（図1）。この技術は、IoT 等の各種センサー情報を一箇所に集約することなく各サーバで処理し、情報の公開･非公開の制御や伝送･保存先を制御できる、あるいは地域で必要なものは地域内だけで情報共有できるといった、地域毎の環境や特色に合致した“きめの細かい”情報伝達と情報の利活用を容易に行うためのネットワーク構築にも資するものです。また、災害時のみならず平時でも、スマート地域社会の実現や地域創生に役立つものです。この技術の成果として、ナーブネットと呼ばれる自律分散協調の通信インフラ構築が行える簡易ネットワーク基地局が、和歌山県白浜町での平時の観光および災害時用のネットワークや、宮城県女川町での災害および研究用のプラットフォームとして実利用されています。ナーブネットの装置を図2に示します。ナーブネットは製品化されており、アジア地域等ネットワーク環境の整備が不十分なルーラル地域でのネットワーク構築や、災害で通信が途絶えやすい地域での利活用も進んでいます。特に、フィリピンでは、現地での実証実験を通じて地元自治体からも問い合わせがあります。

また、災害時には、こうしたネットワーク制御と併せた移動端末の活用が有効であり、NICT では衛星通信や無人飛行機・ドローンを活用したネットワーク、端末間通信による情報伝達、さらに車を通信ステーションと見なした車情報通信技術等の研究開発や社会展開を行っています。

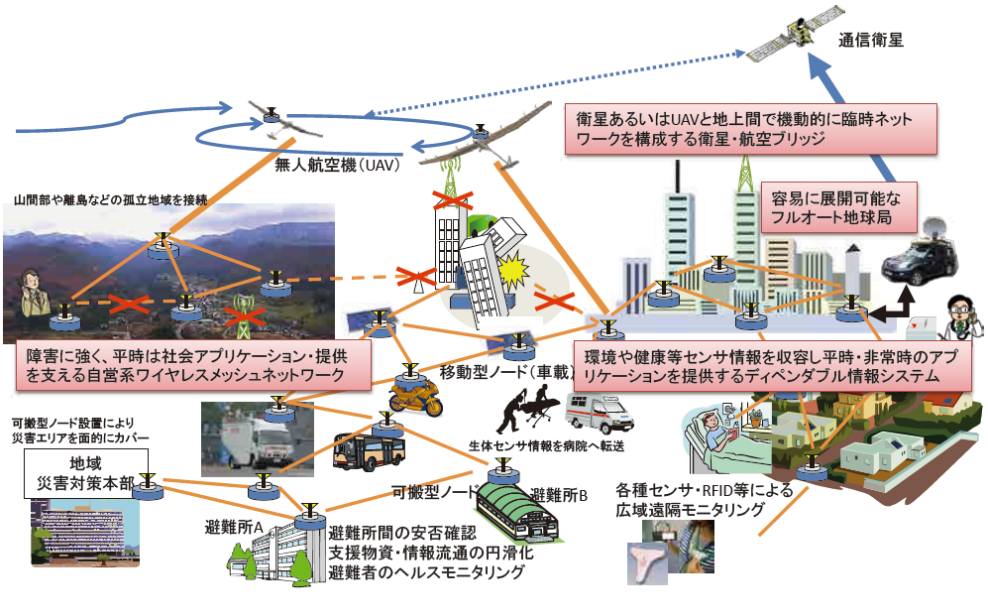


図１　災害に強い無線ネットワークの概念図

図２　ナーブネット（アンテナおよびサーバ）

図３　衛星通信大型車載局（2.4m アンテナ）

以上の耐災害 ICT 技術を実際の災害で初めて活用した例としては、平成 28 年４月 14 日および 16 日に発生した熊本地震での対応が挙げられます。熊本地震では、被災地であった熊本県高森町に仙台から約 30 時間かけて、車載衛星地球局（図3）、ナーブネット及び NTT みらいネット研究所が開発した ICT ユニットを陸路で搬入しました。ここでは、NICT 鹿島宇宙技術センターの衛星通信局と被災地の車載衛星地球局をきずな（WINDS）衛星を経由して外部のインターネットと接続することで、19－20 日に高森町役場や住民の方々にインターネットサービスを提供しました（図4）。その結果、携帯電話回線が不安定であった２日間、被災地において安定したインターネット環境を提供できました。また、被災地への職員派遣を通じて、災害時の実支援に関する貴重なノウハウを得ることができました。熊本地震においては通信事業者による携帯電話網等のネットワーク復旧が迅速に行われたことから、NICT の臨時ネットワークが利用されたのは２日間と短期間でしたが、そのメリットは認められ、さらなる早期支援が可能だったならば、より大きな貢献ができたのではないか、という意見も寄せられました。以上から、今後は ICT ユニット等の携行可能機器を早期に被災地に届けられる体制を検討するとともに、これらのシステムが高度なスキルを必要とせずに使用できるよう引き続き研究開発を進めることが重要であるとの知見を得ました。

これら耐災害 ICT 技術の社会展開においては、政府機関や自治体と協力しつつ、住民の参加を得て、実証実験や防災訓練での実利用によりアピールしていくことが重要です。このことから、耐災害ICT研究センターでは、衛星通信やメッシュネットワーク等を活用して、行政機関や自治体等で実施される防災訓練に参加しています。一例として、政府が主催する大規模な「大規模地震時医療活動訓練」では、平成 28 年８月に静岡県の対策本部（県庁）と湖西市の拠点に設置された野外病院間において広域ネットワークを構築し、患者搬送の連絡やクラウド上の広域災害救急医療情報システム（EMIS）へのアクセスなど DMAT（災害派遣医療チーム）職員の訓練に寄与しました。また、平成 28 年９月には、徳島県鳴門市において自治体・工場・住民の参加のもと、企業活動維持のためのネットワークを提供するなど非常時訓練を実施しました。その他､和歌山県、高知県の自治体での災害時避難・防災訓練や、東京都荒川区の地区での防災訓練等、点と面といった様々なスケールや用途での実用訓練に参加し、回線が途絶した災害時の医療活動等で必要となる通信インフラ提供技術の実証を行っています。

耐災害 ICT の研究は、社会実装が実現して初めて目的を達成したものと考えられます。メッシュネットワーク技術に関しては、熊本地震での利用以外でも、常設システムとして２箇所の自治体で導入され実証実験が進められています。引き続き、防災訓練や現場利用の取り組みを継続することで、その有効性を確認しながら実装を進めてゆきます。また、耐災害 ICT の技術は、単独で活用するだけでなく、既存通信システムと組み合わせることで有効性を高められます。今後は、耐災害 ICT 技術の機能・効果をさらに追究するとともに、広く IoT システムとの融合の可能性も追求してゆきます。

図４　熊本地震でのインターネット提供支援（衛星通信、ナーブネット、ICT ユニット）

調査研究機関の取組

緊急地震速報の精度向上に向けた気象庁の取組について

気象庁地震火山部管理課地震津波防災対策室

平成19年10月、気象庁は緊急地震速報の一般提供をはじめました。この一般提供から10年が経ち、当時は想像もしなかったスマートフォンの普及や携帯電話の緊急速報メールなどにより、誰もがいつでも緊急地震速報を容易に受信できる時代になりました。これまで緊急地震速報に接して身の安全を図った事例や、電車の運行を制御した事例も報告されています。

この 10 年の間に緊急地震速報は予報を含めて 11,343 回発表しています。そのうち震度4以上を観測または予測した地震について、その予測震度が震度階級で観測震度の±1階級以内であったものを適切な予測であったとすれば、「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」（以下、「東北地方太平洋沖地震」という。）後の平成 22 年度末から平成 23 年度にかけて一時的に精度が低下したものを除くと、概ね 80%の精度で揺れを予測しています。一方、活発な地震活動において、ほぼ同時に発生した複数の地震を 1 つの地震として処理したために、正しい震源位置及び規模が求められず、過大な震度を予測する事例や、ノイズによる誤報の事例がありました。また、東北地方太平洋沖地震の際には、震源から遠く離れた関東地方でも大きな揺れを観測しましたが、緊急地震速報（警報）が発表されないという課題が見られました。

気象庁ではこれら明らかになった課題についても改善を図り、緊急地震速報の更なる精度向上を目指しています。今回はその状況について紹介します。

■ 緊急地震速報の新しい予測手法の開発

気象庁は、緊急地震速報の更なる精度向上のために、「IPF 法（Integrated Particle Filter 法）」及び「PLUM 法（Propagation of Local Undamped Motion 法・プラム法）」という、2 つの新しい予測手法の開発・導入を進めています。これらの新手法の導入で、ほぼ同時に複数の地震が発生した場合や巨大地震が発生した場合にも、従来手法より精度の良い緊急地震速報が発表できるようになります。気象庁では、IPF 法を平成 28 年 12 月に導入し、運用を開始するとともに、PLUM 法の導入に向けて開発・検証を進めています。

（1）IPF法
～ほぼ同時に複数の地震が発生した場合における精度の向上～

IPF 法は、ほぼ同時に発生した複数の地震を 1 つの地震として処理したために、正しい震源位置及び規模が求められず、過大な震度を予測するという課題を解決するための新しい震源決定手法です。1 つの地震か否かを判別する際、従来手法では、観測データの時刻情報や揺れの大きさの情報など、種類に応じた解析手法を独立に処理する方法ですが、IPF 法では、観測データの各情報を統合的に処理する方法を採用しています。これにより、複数の地震の発生タイミングが偶然重なったとしても、それらを高い確度で識別できるようになりました。また、従来別々に用いられていたデータや手法を統合的に用いることで、より安定して精度の良い震源を推定できるようになりました。これにより、たとえ地震の識別が完全にはできなかったとしても、大きく離れた位置に震源を推定してしまうことが少なくなりまし

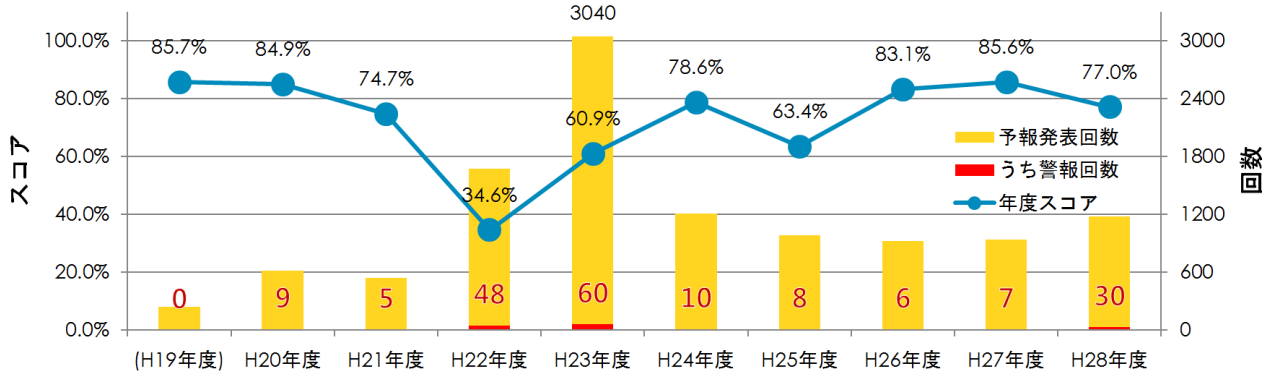
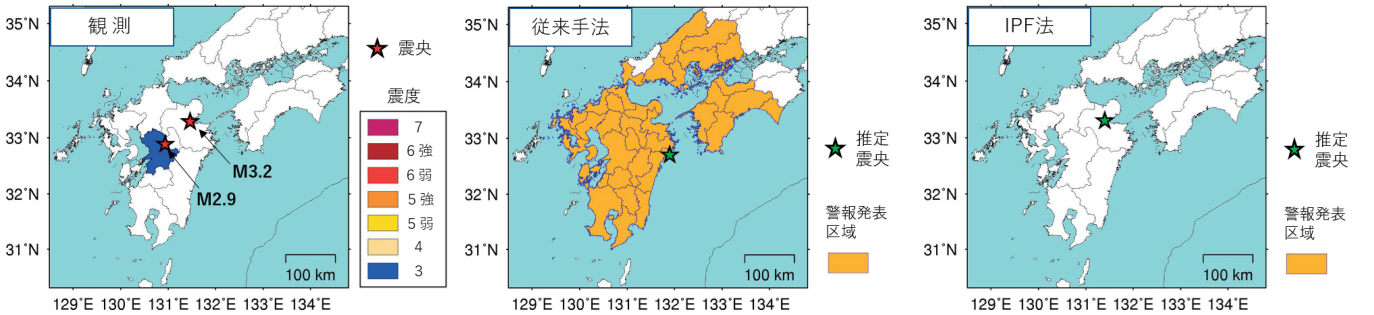


図 -1　緊急地震速報の発表回数と精度

図 -2　IPF 法による改善事例（熊本地震 4 月 16 日 11 時 28 ～ 29 分頃の地震）



（左）観測震度と実際に発生した地震の震源　（中）実際に発表された、従来手法による推定震源及び警報発表区域　（右）仮に IPF 法を導入していた場合の推定震源及び警報発表区域

従来手法は大きく離れた位置に震源を推定したため、過大な震度を予測し警報を発表しました。IPF 法は実際の震源に近い位置に震源を推定するため、過大な警報の発表には至りません。

た。「平成 28 年（2016 年）熊本地震」（以下、「熊本地震」という。）では、最大震度3以下を観測した地震に対して過大な震度を予測し警報を発表する事例が 3 回ありましたが、いずれの事例も IPF 法の導入で改善することが確かめられました。

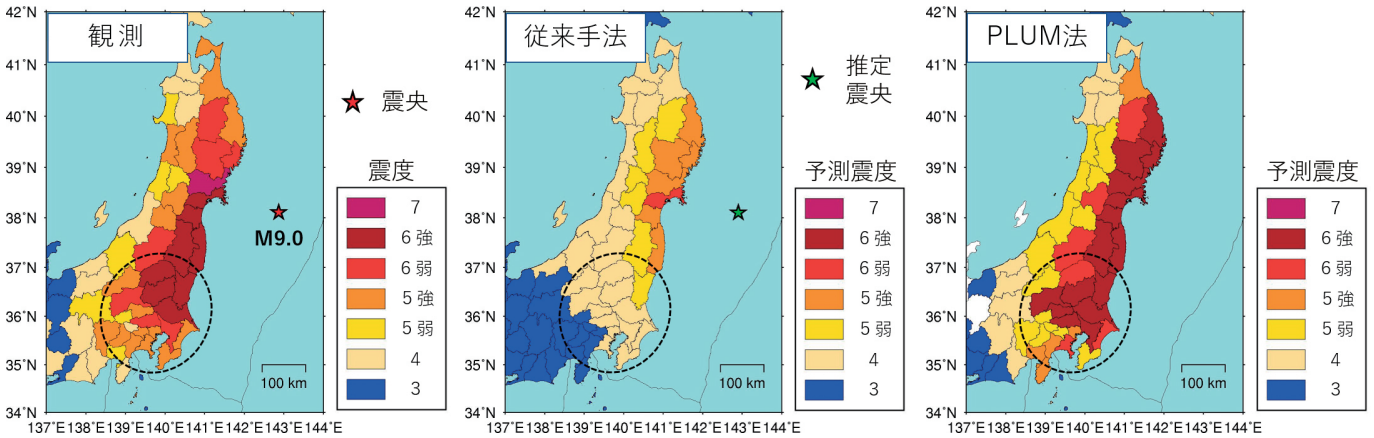
（2）PLUM法の概要
～巨大地震が発生した場合における精度の向上～

PLUM 法は、震源域が百キロメートルを越えるような巨大地震が発生した際でも精度良く震度が求められる新しい予測手法です。従来手法では、推定した震源や地震の規模を元に、任意の地点の震度を求めていました。一方で、PLUM 法では、震源や地震の規模の推定は行わず、予測したい地点の周辺の地震計で観測された揺れの情報（震度に相当する値）から直接その地点の震度を求めます。これは「予測地点の付近の地震計で大きな揺れが観測されたら、その予測地点も同じように大きく揺れる」という考えに従った予測であり、予測してから揺れがくるまでの時間的猶予は短時間となりますが、広い震源域を持つ巨大地震であっても精度良く震度を予測できます。東北地方太平洋沖地震（マグニチュード 9.0）に PLUM 法を適用すると、震源から離れた関東地方の強い揺れも精度良く予測できることを確認しました。

PLUM 法は、開発及び検証等が完了次第、予測精度と揺れまでの時間的猶予の双方の効果を上げるように IPF 法と組み合わせた形で平成 30 年 3 月から運用を開始する予定です。

なお、この運用開始に伴い、受信装置によっては改修等が必要になる場合があります。詳しくは配信事業者や装置の製造元にご確認ください。

図 -3　PLUM 法による改善事例（東北地方太平洋沖地震）



（左）観測震度と実際に発生した地震の震源　（中）実際に発表された、従来手法による推定震源及び予測震度　（右）仮に PLUM 法を導入していた場合の予測震度

従来手法は震源域の広がりに対応できなかったために、関東地方の強い揺れが予測できませんでした（図中黒円内）。PLUM 法は揺れの広がりそのものから揺れを予測するため、震源から離れた関東地方の強い揺れも予測できます。

地震調査研究の最先端

地球科学と津波防災:遠地津波の遅れと初動反転の原因解明

○はじめに

南米などで発生し太平洋を伝わってくる遠地津波に対する防災対策では、巨大地震の早期把握と正確な津波予測が不可欠です。1960 年にチリ南部で発生した M9.5 の巨大地震が生み出した津波は、ほぼ1日かけて日本沿岸に到達し、国内で死者 139 名など、大きな被害をもたらしました。

2010 年 2 月 27 日にチリ中部で M8.8 の地震が発生し、翌日日本に到来した津波第1波の到達時刻は気象庁発表の到達予測時刻よりも遅く、中には1時間以上遅れた地点がありました。2011 年東北地方太平洋沖地震で発生した津波が太平洋を横断したときも同様の津波遅延が南米などで観測され（図1）、地球規模の津波伝播における未知の現象らしいと、遅延原因究明の機運が盛り上がりました。

○遠地津波の遅延と初動反転

遠地では津波遅延に加え、初動（津波による最初の海面の上下）が最大波高に先行し反転していることを発見しました（図1）。津波遅延や初動反転の原因が津波と固体地球の相互作用によるものと考え、重力変動を伴いながら津波の荷重により海底が弾性変形する新たな津波伝播理論を構築しました。

修士課程の大学院生とともに 2010 年チリ地震津波や 2011 年東北地方太平洋沖地震津波の深海底の津波記録を調べました。測定された速度は、従来の理論と比べて長周期で1−2%程度低下し、新理論が予測した固体地球と相互作用する津波の伝播速度とよく一致しました。固体地球と弾性・重力相互作用する津波波形計算の計算量を劇的に下げる計算手法も開発しました。それは、初動反転を含め、太平洋を横断する津波の波形を驚くべき精度で再現しました。

○これから

我々が新たに開発した遠地津波シミュレーション技術は、2010 年チリ地震や 2011 年東北地方太平洋沖地震の震源過程を遠地津波記録から求めることを可能にしました。太平洋を横断する津波は、これまで多くの検潮儀に記録され、古くは 1906 年の南米地震津波の日本での記録や、さらに 1854 年の安政東海・南海地震津波の米国西海岸での記録までさかのぼります。ところが、従来の津波シミュレーションでは走時や波形が合わないことから、手付かずの状態でした。遠地津波予測技術の向上により、これらの過去の巨大地震を対象とする近代的な地震震源解析が可能となり、震源域の滑り量分布が解明され、繰り返される海溝型巨大地震の履歴の一端が明らかになりつつあります。

綿田　辰吾（わただ・しんご）
東京大学地震研究所･助教（海半球観測研究センター）
カリフォルニア工科大学　Ph.D
防災科学技術研究所を経て現職。専門は大気･海洋･固体地球結合系の波動論。

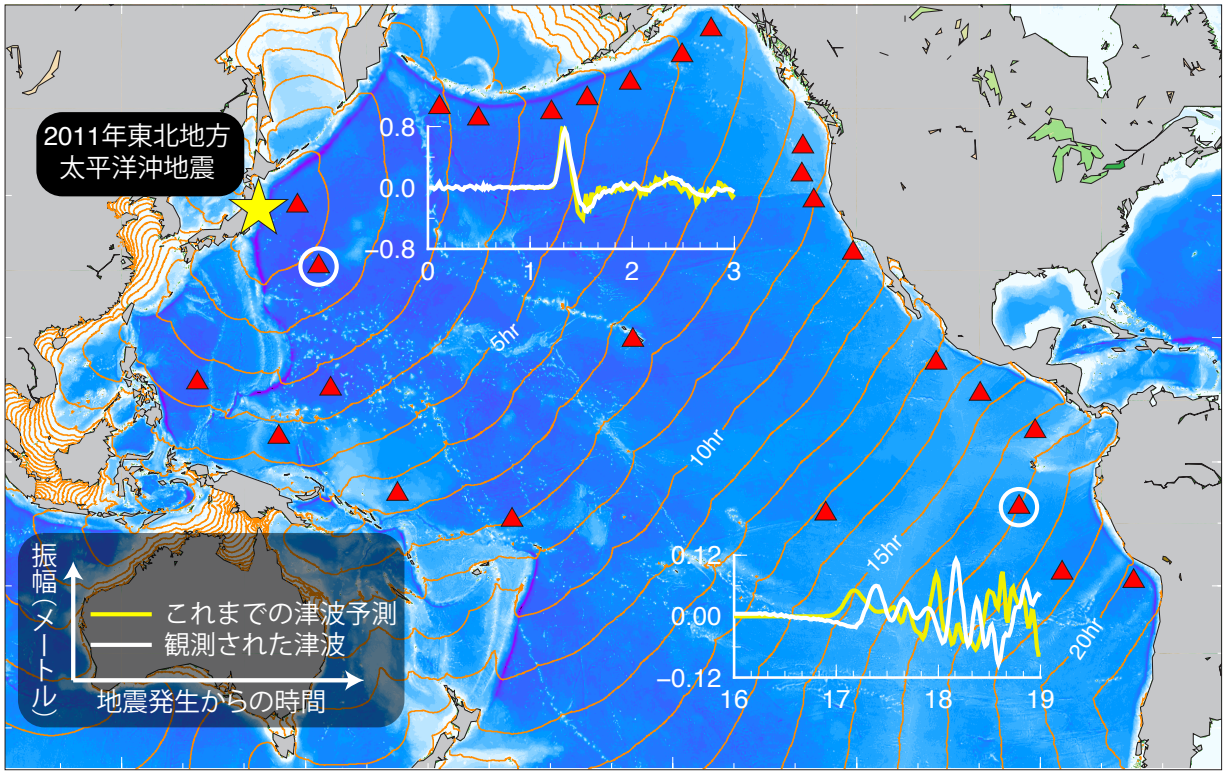


図 1　2011 年東北地方太平洋沖で発生した津波が太平洋を伝播する様子。遠地（南米沖合）では津波予測（黄色波形）より遅れて津波（白色波形）が到達し、津波初動も反転していた。

編集・発行
地震調査研究推進本部事務局（文部科学省研究開発局地震・防災研究課）
東京都千代田区霞が関 3 -2-2　　TEL 03-5253-4111（代表）
＊本誌を無断で転載することを禁じます。
＊本誌で掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。
地震調査研究推進本部が公表した資料の詳細は、地震本部のホームページ http://www.jishin.go.jp で見ることができます。

ご意見・ご要望はこちら　➡　news@jishin.go.jp
＊本誌についてご意見、ご要望、ご質問などがありましたら、電子メールで地震調査研究推進本部事務局までお寄せください。

地震本部　検索