

兵庫県南部地震（1995年）を起こした野島断層が、淡路島北西部で水田や道路をすらして延々と続く崖をつくり、メディアはその様子を連日伝えました。人々は、野島断層という名前と活断層という言葉を知ることになりました。初めて見る地表地震断層の姿に驚き興奮された若い研究者もおられると思います。

地震は、その後も毎年のように日本各地、世界各地で発生しており、その度に大きな被害を出しております。地震発生直後から震源地周辺の姿が、地上から上空からそして宇宙からも捉えられるようになり、地震はどのようにして起こったのか、どの活断層が活動したのかなどについて速報されるようになりました。しかし、調査観測が詳しくなればなるほど、これまでの経験・知識・情報・学説では、計り知れない事実も数多く見いだされ、特に活断層研究においては、新たな課題を背負っていることも確かです。

最近の10年ほどの間に発生した地震をみると、例えば、2000年鳥取県西部地震や2008年岩手・宮城

内陸地震では、これらの地震を引き起こした顕著な活断層は見当たらないし、発生した地震の規模に見合った地表地震断層は知られていません。逆に1997年イラン北東部で発生した地震では、地震規模（Ms 7.1）に対して、長さ100kmを超える地表地震断層が観察されました。また、断層の長さの割には、変位量は最大でも2.1mとこれまでの経験（変位量は、断層の長さの約1万分の1程度）から得た知識では予想以上に小さいものでした。こうした事実は、これまでの研究成果と照らし合わせると例外なのでしょうか。

活断層調査が進むにつれて、これまでの予測とは食い違う結果も得られていますが、同時に予想通りの研究結果もたくさん蓄積されてきています。現在の活断層評価は、30数年前の松田時彦先生の研究成果を手本として進められています。現場の事実から築き上げられてきた松田先生の成果を超えるには、さらなる事実の積み上げが不可欠です。真実は、“常に現場にある”、捜査官と同じくこの精神を忘れてはならないと思う日々です。



今泉 俊文（いまいずみ・としふみ）氏

地震調査委員会 長期評価部会 活断層評価分科会主査。国立大学法人東北大学大学院理学研究科教授・地学専攻。地理学・変動地形学、1952年生、東北大学大学院中退（1978）、東京都立大学・助手（1978-1989）、山梨大学・助教授・教授（1989-2004）を経て2005年から現職。地震調査委員会 長期評価部会 活断層評価手法 検討分科会の委員もつとめる。

### お知らせ 防災教育推進フォーラム開催のお知らせ

文部科学省では、関係機関と連携し、地震・津波災害などの自然災害を正しく理解し、自らの確かな判断の下で防災・減災行動を取れるよう、地域や学校で実践的な防災教育を推進し、地域社会全体の防災力を高めることを目的として以下のとおり防災教育推進フォーラムを開催します。

#### 11月21日 岩手県

- 日時：平成21年11月21日（土）10時30分～16時00分（開場10時00分）
- 会場：一関文化センター（岩手県一関市大手町2丁目16）
- 主催：文部科学省、関係機関
- 内容：実践事例発表会  
ミニ講座  
基調講演 講師：今村 文彦（東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター教授）  
パネルディスカッション  
コーディネーター：伊藤 和明（NPO法人防災情報機構会長）

- 参加人数・参加費：定員400名（当日参加も可）。参加費無料。11月13日（金）メ切。定員になり次第、締め切らせていただきます。
- 申込先：防災教育推進フォーラム開催事務局（株式会社クレオ・ムイナス内）〒064-0944 札幌市中央区円山西町1丁目6-9 FAX：011-643-2333 Eメール：iwate\_forum@creomuinas.co.jp
- 申込方法：氏名、郵便番号、住所、電話、FAX及び「防災教育推進フォーラム参加希望」と明記の上、ハガキ、FAX又はEメールにて上の宛先までお申し込み下さい。折り返し参加票をお送りいたします。

地震調査 検索

## 地震本部ニュース 平成21年11月号

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）

本誌は資源保護のため再生紙を使用しています。  
\*本誌を無断で転載することを禁じます。  
\*本誌に掲載した論文等で、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。

ご意見・ご要望はこちら [news@jishin.go.jp](mailto:news@jishin.go.jp)

本誌についてのご意見、ご要望、質問などありましたら、電子メールで地震調査研究推進本部事務局までお寄せ下さい。

地震調査研究推進本部の公表した資料の詳細は 同本部のホームページ[<http://www.jishin.go.jp/>]で見ることができます。

地震調査 検索

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

# 地震本部 ニュース

「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。

11 2009

### 地震調査委員会

「長周期地震動予測地図」2009年試作版の公表 震源から遠方でも被害をもたらす可能性のある揺れの予測地図を試作

### 地震調査委員会 [第202回]

定例会（平成21年10月8日） 2009年9月の地震活動の評価

### TOPICS

国際的発信力の強化に向けて 先進的なリアルタイム海底観測網の国際貢献について

独立行政法人 海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクト 金田 義行

### 重点的調査観測

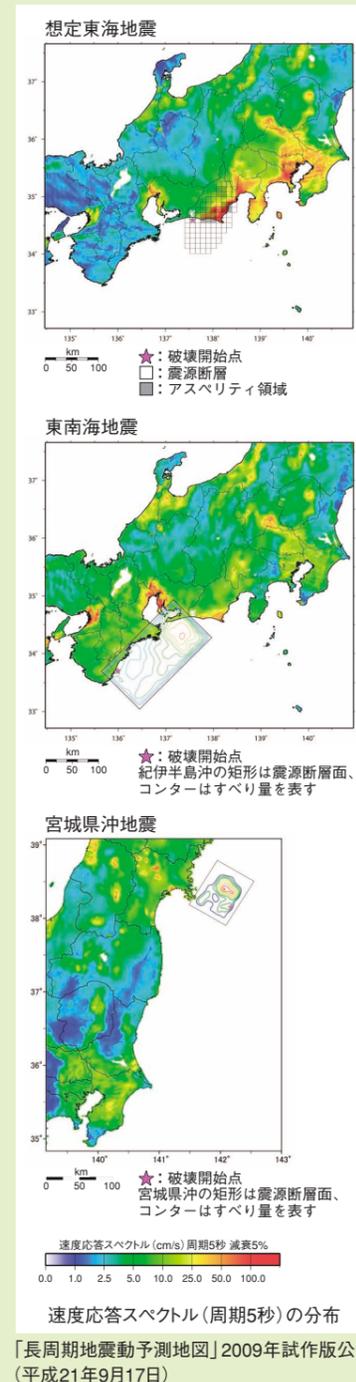
糸魚川-静岡構造線断層帯における重点的調査観測 高精度な強震動予測モデル作成を目指し、断層帯の全体像を解明

国立大学法人 東京大学地震研究所 岩崎 貴哉

座長リレー 第13回

活断層調査 — 新たな課題は現場から — 地震調査委員会 長期評価部会 活断層評価分科会主査 今泉 俊文

お知らせ 防災教育推進フォーラム開催のお知らせ



「長周期地震動予測地図」2009年試作版公表（平成21年9月17日）

# 震源から遠方でも被害をもたらす可能性のある揺れの予測地図を試作

地震調査研究推進本部は、7月に公表した「全国地震動予測地図」に引き続き、「長周期地震動予測地図」2009年試作版を公表しました。長周期地震動は、高層ビル・石油タンク（内部の液体）・長大橋など、長い周期で揺れる構造物に大きな影響を与えます。今回公表した地図では、ある特定の地震のみを対象としていること、日本全国をカバーできていないことなどから、試作版という位置づけで公表しましたが、今後、技術的な検討はもとより、予測結果を有効に社会に活かしていくため、その提示のあり方などについても防災関係者や研究者の間で広く議論を行い、その検討を踏まえて長周期地震動予測地図の作成を進めていきたいと考えています。



図1 2003年十勝沖地震によって発生した長周期地震動による苫小牧の石油タンク火災 総務省消防研究センター提供

## 1 「長周期地震動」とは

通常、私たちが体で感じる地震の揺れは、「コトコト」「ユサユサ」といった周期の短い地震動です。しかし、地震動の中には、揺れの繰り返し時間（周期）が数秒になるような、ゆっくりとした揺れが含まれることがあります。このゆっくりとした揺れが長周期地震動で、この揺れにより、大きな被害をもたらされることがあります。平成15年9月26日に十勝沖で発生した地震（マグニチュード(M)8.0)では、震央から約250km離れた苫小牧市内で石油タンク火災が発生しましたが、長周期地震動がその原因のひとつであると考えられています（図1）。この地震以降、地震動による被害を考える上で、長周期地震動が主要な課題のひとつとして注目されるようになりましたが、歴史的には、既に1968年十勝沖地震（M7.9）の際に長周期地震動が確認されており、遡って1964年新潟地震（M7.5）の際にも発生していたと考えられています。世界的にも、1985年のミチヨアカン地震（メキシコ地震、M8.1）により、震源から約400km離れたメキシコシティに長

周期地震動による甚大な被害をもたらされ、広く知られるようになりました。

## 2 2009年試作版の位置づけ

長周期地震動を正確に予測するには、対象地震の精度の高い震源モデルと、地震波が伝わる領域の、精度の高い三次元地下構造モデルの構築が必要不可欠となります。今回の予測では、1978年に発生した宮城県沖地震の震源モデル、1944年に発生した南海地震の震源モデルを作成し、長周期地震動予測地図を作成するとともに、構築した地下構造モデルと計算手法の妥当性の検証を行いました。さらに、南海地震によって検証した地下構造モデルを用いて、南海地震の東隣に震源域が想定されている想定東海地震の長周期地震動予測地図を作成しました。その際、想定東海地震については過去のイベント（地震）の震源モデルが得られていませんので、震源モデルを新たに作成した上で、地震動を予測しています。今回の予測では、宮城県沖地震が更に沖合の震源域と連動した場合や、想定東海地震と南海地震が連動して、より広い領域が一度に破壊した場合な

どを対象としていません。また、今回の予測では、関東平野や濃尾平野、大阪平野、仙台平野といった主要な平野における長周期地震動予測に重きをおき、地図の計算範囲を限定しています。以上のことから、今回の予測を、今後いろいろな震源モデル群を含む、全国をカバーした、本格的な長周期地震動予測を行うための重要な第一ステップと位置づけ、長周期地震動予測地図の「試作版」として公表することとしました。

引き続き2010年に、南海地震を対象とした長周期地震動予測地図を「2010年試作版」として公表する予定です。これらの長周期地震動予測地図の作成・公表は地震本部にとって初めての試みですが、その予測をさらに精緻化する必要があり、今回の検討を皮切りに、新総合基本施策に沿って新たな知見を反映させつつ長周期地震動の調査研究を推進していく予定です。

## 3 長周期地震動の特徴

長周期地震動は、どのような特徴があるのでしょうか。地震動には、短い周期の波によるガタガタとした揺れと、

繰り返し時間（周期）の長い揺れが同時に混ざっています。長周期地震動は後者の揺れを指します。一般に、震源域（地震が発生する領域）が広いほど長周期地震動も大きくなる可能性があります。そして、長い周期の波は短い周期の波に比べて減衰しにくく、海の波のうねりのように、震源から遠くても、あまり弱くならず伝わるという特徴があります。また、長い周期の波は深い地下構造の影響を受けやすい性質があります（図2）。特に、深い地下構造が凹状の形になっているところ（堆積盆地）では、その中に堆積した軟らかな地盤により揺れが増幅したり、表面波と呼ばれる地表に沿って伝わる波が発達したりして、揺れの継続時間が長くなってしまいます（図3）。日本で最も大きな平野である関東平野では特に長い周期の地震動が大きくなる傾向があります。

## 4 「長周期地震動予測地図」とは

長周期地震動は、大きな地震が発生したときに大きくなる考えられています。今回は、想定東海地震、東南海地震、宮城県沖地震が発生したときの長周期地震動を予測したものです。従って、地図の性格としては、全国地震動予測地図の「震源断層を特定した地震動予測地図」の一種であるとも言えます。長周期地震動予測地図では、地震動の3つの特性である、揺れの強さ（振幅特性）、揺れの素早さ（周期特性）、揺れの続く長さ（経時特性）を読み取れるように表現していますので、主に揺れの強さ（振幅特性）の指標である震度（とその確率情報）を中心にまとめられている全国地震動予測地図よりも、地震動の特性を更に多面的に表現していく試みを行っています。今回の試作版を出発点に、今後、そのような地震動の諸特性の表現方法についても検討していく予定です。

## 5 応答スペクトルとは

周期の比較的短い建物や構造物（周

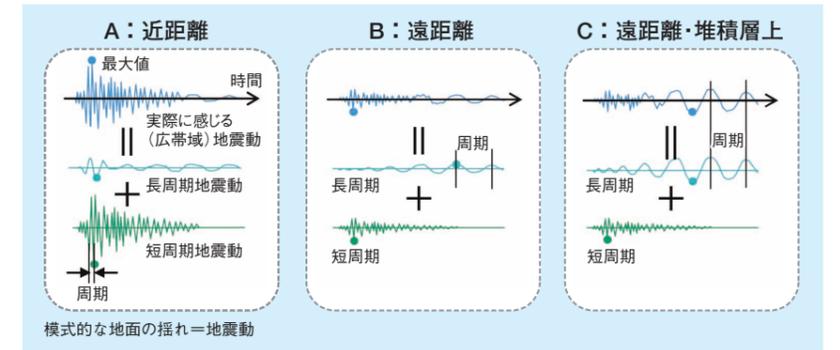


図2 周期によって異なる地震波の伝わり方、増幅・減衰の仕方

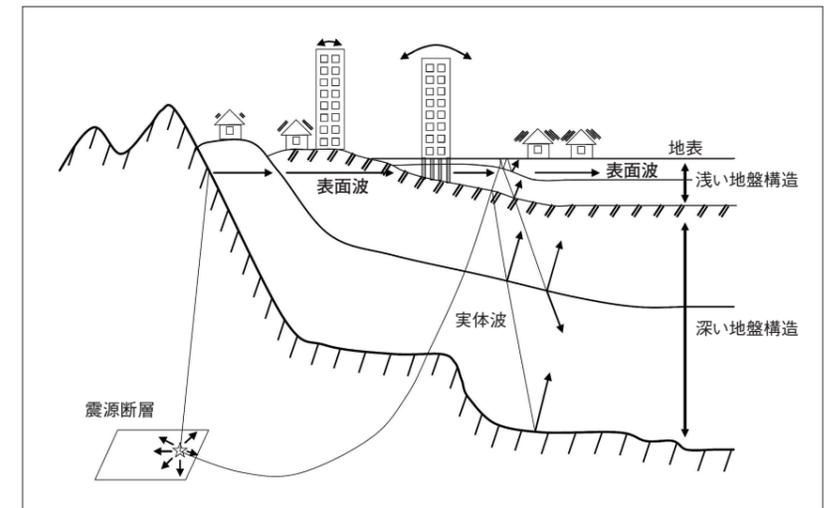


図3 地下の構造と様々な地震波の伝わり方

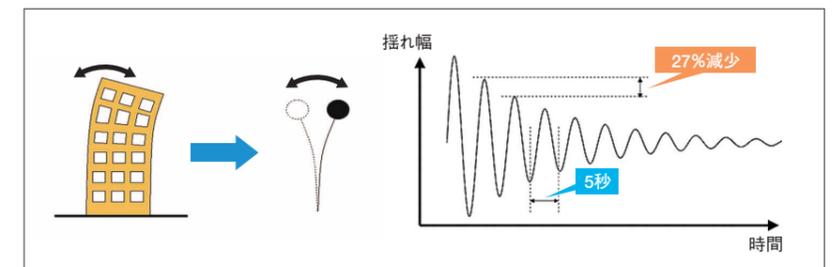


図4 応答スペクトルとは（建物の動きをおもりの動きとみなす）

期約1秒以下）は、通常、地面の揺れとほぼ同じような比較的短い周期で揺れます。しかし、高層建物や長大橋などの長周期構造物では、その時の地上での揺れよりも大きく長くなることがあります。地面の揺れや通常の建物・構造物の揺れと被害を表す代表的な指標として「震度」が良く用いられていますが、このような理由から、高層建物や長大橋などの長周期構造物の揺れ

を表すためには別の指標が必要になります。そこで、今回公表する長周期地震動予測地図では、「応答スペクトル」を用いて揺れを表しています。応答スペクトルとは、高層ビルやタワー、タンクの液面の揺れなどを、バネに繋がれた1つのおもりの動きに模擬して、揺れ幅や揺れがどのように弱まっていくかを算定しています。おもりを横に引き、手を離すと、ある周期

で行ったり来たり揺れ動き、その揺れは次第に小さくなっていきます。例えば、手を離れた後、おもりが5秒間に1回の周期で往復するように揺れ、揺れの大きさが1回毎に27%ずつ減少するような、おもりとばねを用意します(図4)。それを今回計算した地震動で揺らすと、振り子のおもりが揺れます。その揺れの最大の大きさ(最大振幅)を表したのが、応答スペクトルです。この場合は、固有周期5秒、減衰定数5%の応答スペクトルに当たります。今回の試作版では、おもりが揺れる速度の大きさ(速度の単位は[cm/s])で応答スペクトルを表現していますが、例えば、周期5秒、最大速度100cm/sのとき、揺れの幅(最大変位)は片側に約80cmとなります。

## 6 「長周期地震動予測地図」の見方

図5は、いつ発生してもおかしくないと考えられている想定東海地震が仮に発生したときに、ある地点で、固有周期5秒、減衰定数5%の建物がどのくらい揺れるかを示したものです。この例では、断層面の西側の星印の点から破壊が開始した場合を計算しています。震源に近い地域ではもちろん大きな揺れが予測されますが、それ以外にも、関東平野や濃尾平野、大阪平野など、震源から遠く離れていても長周期地震動が大きくなる地域があることがわかります。また、周期10秒の応答スペクトルを図6に示します。周期による違いを見てみると、濃尾平野などでは特に周期5秒の揺れが大きいのですが、関東平野では周期10秒での揺れが大きくなっています。一般に、平野を形成する地下構造が大規模なほど、つまり、広いほど・深いほど、長い周期の地震動が長い時間続くことが知られており、日本で最も大規模な平野である関東平野では特に長い周期の地震動が大きくなる傾向が多いようです。このように、長周期地震動には、その地域の地下構造の違いが大きく影響すると考えられます。

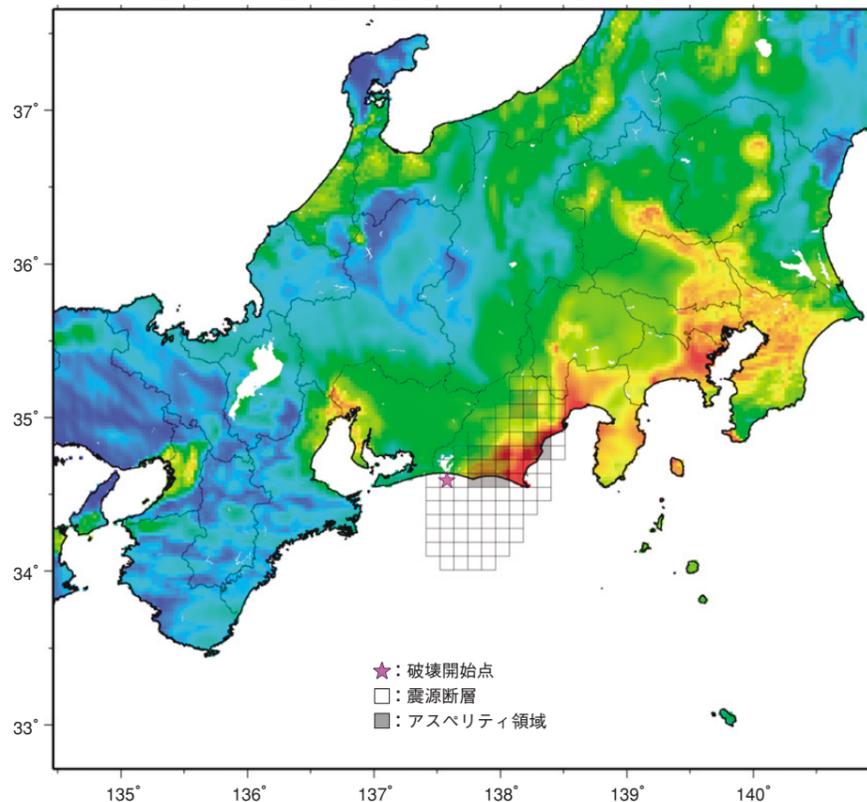


図5 想定東海地震による長周期地震動の速度応答スペクトル(周期5秒、減衰定数5%)の分布

一般に、震源域が広いほど長周期地震動も大きくなる可能性があります。今回の試作版では、特定の地震を対象に揺れの予測を行っており、想定東海地震と東南海地震が連動してより広い領域が一度に破壊した場合などのケースは、含まれていないことに留意が必要です。また、例えば東北地方北部にもいくつかの平野があり、それらの地域でも長周期地震動が発生する可能性がありますので、今回の試作版にはそのような地域がまだ含まれていないことに留意が必要です。

## 7 長周期地震動による影響

それでは、長周期地震動はどのようなところに影響するのでしょうか。まず、建物や構造物への影響から始める

と、通常の木造家屋、中低層のビルやマンションには、長周期地震動は、一般に大きな影響を及ぼしません。これに対して高層ビルでは、それぞれのビルの固有周期が長周期地震動の卓越周期に一致するとき、非常に大きな影響を与えると考えられています。実験や解析によれば、一般的な鉄骨造ビルの場合、たとえば、30階建て高さ120m程度の高層ビルでは、3.0~3.5秒程度の固有周期であると見積もられます。実際に新宿副都心にある50階程度の超高層ビルでは周期5秒前後となっています。

それでは、大きな長周期地震動が発生すると、高層ビルの室内はどうなるのでしょうか。E-ディフェンスと呼ばれる実験施設(兵庫県三木市にある独

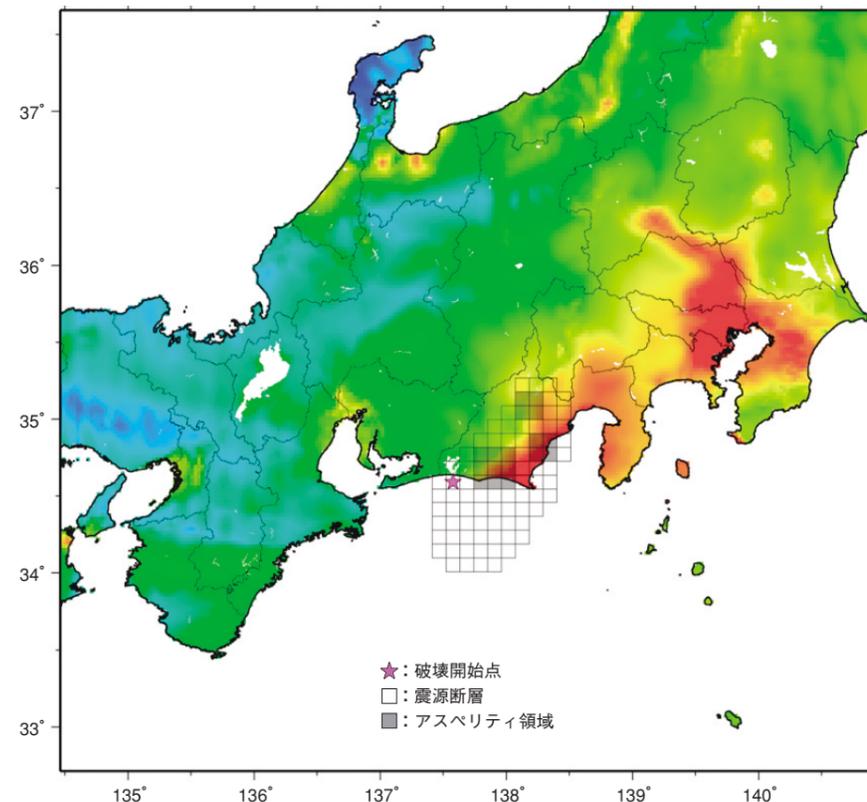
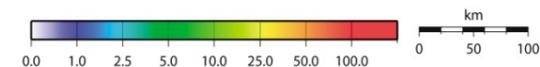


図6 想定東海地震による長周期地震動の速度応答スペクトル(周期10秒、減衰定数5%)の分布



立行政法人防災科学技術研究所の実大三次元震動破壊実験施設)で、30階建ての建物の上層部5階を実物大で模して室内の状況を再現し、長周期地震動によりどうなるのかを検証した実験が行われています。この実験では、試験体の床は周期約3秒で約200秒間揺れ、



図7 E-ディフェンスによる実験 家具転倒対策をしていないキッチンの例

その間の揺れの速度の最大値は約230cm/s、変位の最大値は約1.3mでした。図7は集合住宅のキッチン内を模した部屋が長周期地震動で揺らされた後の様子を示しています。ここでは、家具を固定していない場合を再現して実験しています。キッチンでは、背の高い冷蔵庫や食器棚が転倒する可能性が非常に高く、またリビングでは、重いテレビが大きく移動してしまうことも実験で確認されています。

## 8 課題と今後の取り組みについて

地震本部としては、この2009年試作版で初めて長周期地震動の予測地図を公表することになりました。今回の試作版は、「全国地震動予測地図」の

「震源断層を特定した地震動予測地図」などの経験を活用することにより作成されましたが、以下のような課題が残されています。

- 海溝型地震の震源モデル作成に関しては、内陸地殻内地震(活断層等で発生する地震)に比べて、さらなる研究が必要な部分が残っています。
- 地下構造のモデル化が行われた地域がまだ少なく、今後、全国1次地下構造モデルの構築に向けて検討を進める必要があります。
- 工学的な利用の需要に応えられるよう、予測対象周期の下限を更に短くできるように工夫・改善して、周期2~3秒程度以上の長周期地震動の予測を目指す必要があります。

これらを踏まえて、長周期地震動予測地図に関し、次のようなロードマップを考えています。まず、マグニチュード8.4前後と非常に規模の大きな南海地震を対象とした長周期地震動予測地図の2010年試作版に向けて検討を進めます。それにより、上記2つ目の課題の何割かを解決することになり、その時点で暫定的な全国1次地下構造モデルを公表する予定です。

引き続き、2010年度以降は、新総合基本施策(2009)に則り、長周期地震動予測地図の作成を本格的に推進する予定です。上記1つ目と3つ目の課題の解決を目指し、「防災・減災に向けた工学及び社会科学研究を促進するための橋渡し機能の強化」に向けて、予測地図の提示方法に関する調査研究を行っていきます。また、試作版で扱った想定東海地震、東南海地震、宮城県沖地震以外の主要な海溝型地震や、それぞれの海溝型地震や長大活断層が単独で活動する場合だけでなく、複数が同時に活動する(連動する)ことによって一層大きな長周期地震動を発生させるような場合、また、内陸の長大な活断層を対象とした長周期地震動の予測も試みたいと考えています。

なお、今回公表した長周期地震動予測地図は地震本部のホームページ(www.jishin.go.jp)で見ることができます。



1 主な地震活動

目立った活動はなかった。

2 各地方別の地震活動

北海道地方

- 9月8日に日高支庁東部の深さ約50kmでマグニチュード(M) 4.8の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。
- 9月29日に根室支庁北部の深さ約5kmでM4.5の地震が発生した。

東北地方

目立った活動はなかった。

関東・中部地方

- 9月4日に千葉県北西部の深さ約65kmでM4.5の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生した地震である。
- 東海地方のGPS観測結果等には特段の変化は見られない。

近畿・中国・四国地方

目立った活動はなかった。

九州・沖縄地方

- 9月3日に薩摩半島西方沖の深さ約170kmでM6.0の地震が発生した。この地震の発震機構はフィリピン海プレートの沈み込む方向に張力軸を持つ型で、フィリピン海プレート内部で発生した地震である。
- 9月29日に沖縄本島北西沖でM6.1の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に張力軸を持つ正断層型で、沖縄トラフの拡大に伴う地震と考えられる。

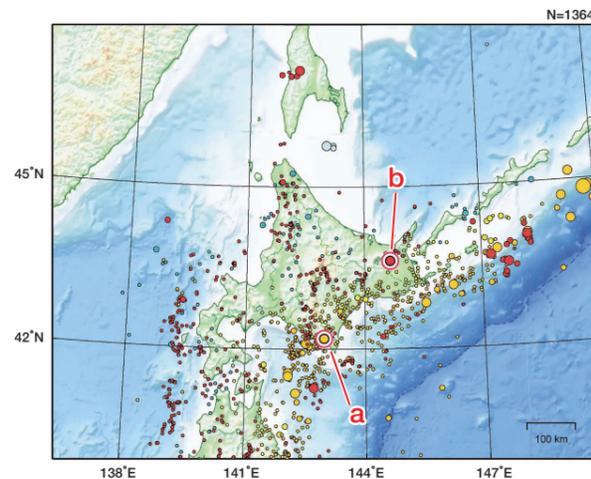
その他の地域

- 9月30日02時48分(日本時間)にサモア諸島でM8.0(アメリカ地質調査所による)の地震が発生し、日本の太平洋沿岸全域で津波を観測した。

補足

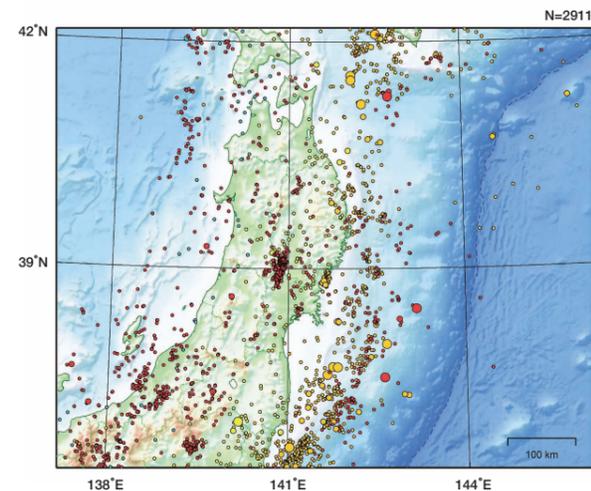
- 10月4日に台湾付近でM6.3の地震が発生した。

1 北海道地方



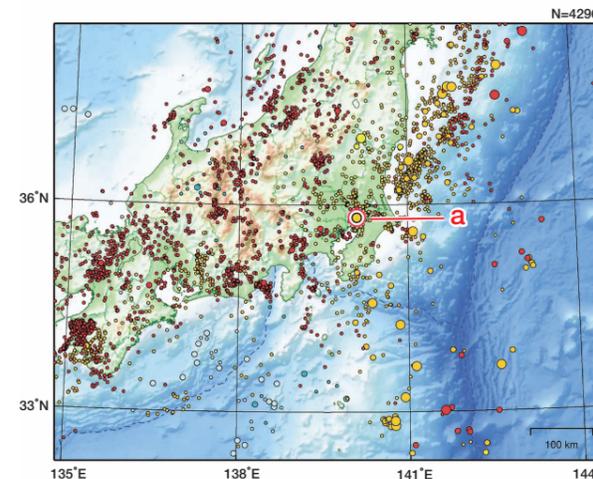
a) 9月8日に日高支庁東部でM4.8の地震(最大震度4)が発生した。  
 b) 9月29日に根室支庁北部でM4.5の地震(最大震度4)が発生した。

2 東北地方



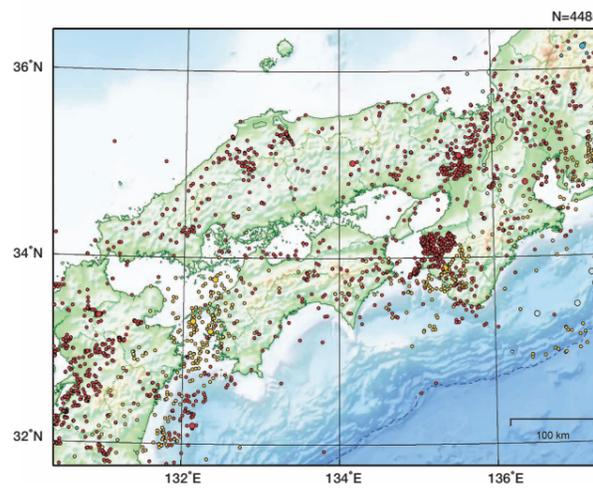
特に目立った活動はなかった。

3 関東・中部地方



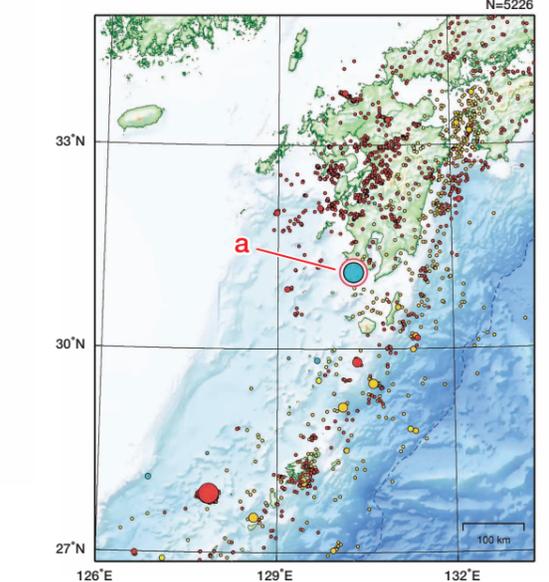
a) 9月4日に千葉県北西部でM4.5の地震(最大震度3)が発生した。

4 近畿・中国・四国地方



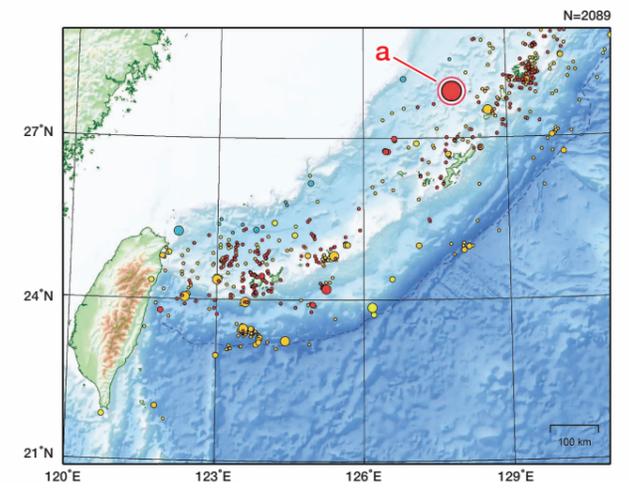
特に目立った活動はなかった。

5 九州地方



a) 9月3日に薩摩半島西方沖でM6.0の地震(最大震度4)が発生した。

6 沖縄地方



a) 9月29日に沖縄本島北西沖でM6.1の地震(最大震度3)が発生した。

(上記期間外)  
10月4日に台湾付近でM6.3の地震(日本国内:最大震度2)が発生した。

各地方別の地震活動図は気象庁・文部科学省提出資料を基に作成。また各地方の図に記載されたNは図中の地震の総数を表す。

注: この図の詳細は地震調査研究推進本部ホームページの毎月の地震活動に関する評価に掲載。地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用。

<p>深さによる震源のマーク</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 30km未満</li> <li>● 30km以上 80km未満</li> <li>● 80km以上 150km未満</li> <li>● 150km以上 300km未満</li> <li>● 300km以上 700km未満</li> </ul>	<p>Mによるマークの大きさ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ M7.0以上</li> <li>○ M6.0から6.9まで</li> <li>○ M5.0から5.9まで</li> <li>○ M4.0から4.9まで</li> <li>○ M3.0から3.9まで</li> <li>○ M3.0未満とMが決まらなかった地震</li> </ul>
--	---

各図の縮尺は異なる。そのため、凡例のMによるマークの大きさは目安で、図中のMのマークの大きさと同じではない。

# 先進的なリアルタイム海底観測網の国際貢献について

## はじめに

南海トラフ海溝型巨大地震の再来に備えるため、地震調査研究推進本部の方針に基づき先進的なリアルタイム海底観測網である地震・津波観測監視システム（DONET）を紀伊半島沖東南海地震震源域に敷設する計画が進んでいます（図1）。本システムは20点の観測点を稠密展開し、各観測点

には広帯域地震計、強震計、高精度水圧計、差圧計、ハイドロフォン、温度計といったセンサー群を設置し、1944年/1946年昭和東南海地震/南海地震、1854年安政地震の破壊開始域である東南海地震震源域の地殻活動を高精度・広帯域でリアルタイムモニタリングを行うものです。

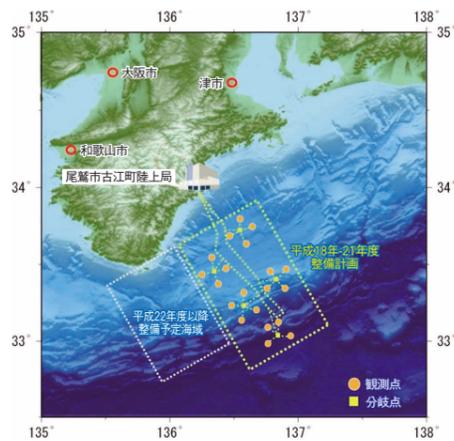


図1 地震・津波観測監視システム概念図

## DONET\*の概要と活用 (\*Dense Ocean floor Network system for Earthquakes and Tsunamis)

本システム（図2）は、基本ケーブル、分岐装置、センサー群を基本として構成されており、冗長性、置換機能、拡張性を有しています。これらの機能により数十年を想定したシステム機能の維持管理を回り、南海トラフ海溝型巨大地震の地震予測モデルの高度化、地震・津波の早期検知の高度化を目指します。

本システムの特徴である多種センサーの稠密展開による、地震予測高度化や地震・津波の早期検知の高度化の考え方は、南海トラフ海溝型巨大地震に特化したものではありません。2004年のスマトラ大津波地震（図3）をはじめとした一連の巨大地震多発域であるインドネシアや遠地津波被害が想定されるスリランカ、海溝型地震の再来が

危惧される中米コスタリカ、津波被害が想定されるイタリア・シシリー海域、1999年のトルコのイズミット地震後、その西方延長に位置するイスタンブル周辺域での地震発生が危惧されるマルマラ海域（図4）、1999年の集集地震をはじめとした被害地震が多発する台湾といった世界の被害地震発生地域においても、リアルタイム海底観測網の整備は必要不可欠です。

これらの国々や地域において、今後の地震・津波への備えとして、海底観測に関する多くのワークショップが開催されており、防災・減災への関心が強い国や地域から各ワークショップに招待され、DONETの有効性やシステムならびに期待される成果等について紹介しています（表1）。これらのワークショップでの講演を通じて、DONETによる「地震・津波の早期検知」ならびに「地震予測モデルの高度化」を具

体的に説明し、その重要性をアピールし、防災・減災への提言を行っています（図5）。

また、DONETは世界でも例のない広域かつ稠密に多種のセンサー群を展開し、高精度・広帯域なリアルタイムモニタリングを実現する最先端システムであり、今後同様のプロジェクトを計画、検討している国や地域より技術協力も期待されています。

このような先進的な地震研究・観測技術の活用による国際貢献は地震研究先進国である我が国の責務であると考えています。



**金田 義行** (かねだ・よしゆき) 氏  
海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクト プロジェクトリーダー。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。現在の専門分野は構造地震学。旧石油公団等を経て平成9年より現海洋研究開発機構でプレート挙動解析研究に従事、平成21年より現職のプロジェクトリーダーに就任。

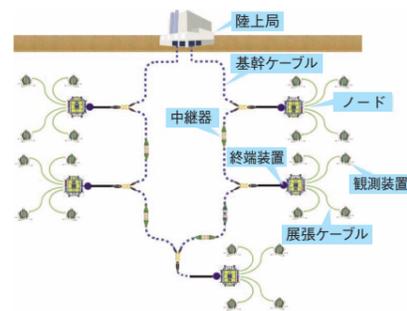


図2 地震・津波観測監視システムコンセプト

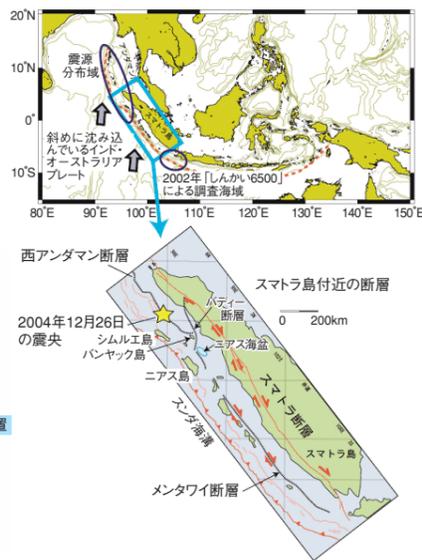


図3 スマトラ沖地震概要

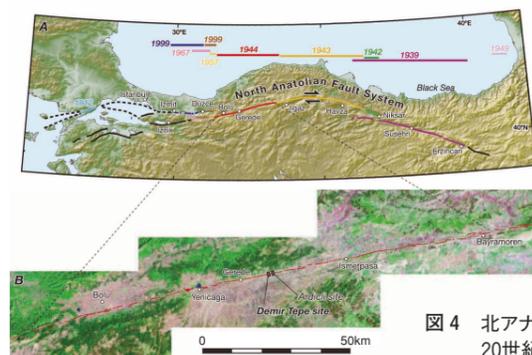


図4 北アナトリア断層分布および20世紀の大地震に伴う地震断層

図5 コスタリカでの講演後のインタビュー (2009.2.25 Prensa Libre - Nacionales)



表1 講演一覧

発表日	会議名	場所	題名
2007/6/18	Workshop to Integrate Subduction Factory and Seismogenic Zone Studies in Central America	コスタリカ	Advanced ocean floor observatory for mega-thrust earthquakes and tsunamis around the Nankai Trough, Southwestern Japan
2007/11/17	MACHO Workshop	台湾	Dense ocean floor network system for Earthquakes and Tsunamis around the Nankai Trough in southwestern Japan
2007/12/1	The Forth International Workshop on Coastal Disaster Prevention	スリランカ	Advanced ocean floor network for earthquakes and tsunamis around the Nankai Trough in Southwestern Japan —Towards the understanding of mega-thrust earthquakes— part2
2008/2/23	WSEAS Int. Conf. on GEOLOGY and SEISMOLOGY	イギリス	Towards the understanding of mega-thrust earthquake occurrence system around southwestern Japan —Developing and utilization of the dense ocean floor observatory—
2008/7/23	The Fifth International Workshop on Coastal Disaster Prevention	インドネシア	Dense ocean floor network for earthquakes and tsunamis around the Nankai Trough mega-thrust earthquake seismogenic zone in Southwestern Japan (part2)
2008/8/11	Seismological seminar, Institute of Earth Sciences, Academic Sinica	台湾	New Research Project of the Nankai Trough mega-thrust earthquake seismogenic zone in southwestern Japan
2008/10/20	Ocean Innovation	カナダ	ADVANCED Ocean Floor Network Southwestern Japan
2008/12/11	International Symposium on Earthquakes and Crustal Structures	韓国	New Research project for the evaluation of seismic linkage around the Nankai trough—Monitoring/Observation/Simulation/ Mitigation—
2009/6/11	VISO Workshop	ノルウェー	Marine Geohazard
2009/8/19	ESONET Noe training	フランス	DONET observatory network
2009/9/16	Conference at Instituto Nazionale de Geofisica e Vulcanologia	イタリア	Dense Ocean floor Network system for mega-thrust Earthquakes and Tsunamis. (DONET) —Towards to understanding the Geohazard and Disaster Mitigation—

## 国際海底観測ネットワークとの連携

その目的や機能は様々ですが、海底観測網の整備は国際的にも計画が進んでおり、欧州ではESONET (European Seafloor Observatory Network) (図6)、イタリアグループをはじめとしたEMSO (European Multidisciplinary Seafloor Observation) ならびにカナダ・米国のNEPTUNE

(North-East Pacific undersea Networked Experiments) (図7) といった海底観測ネットワークプロジェクトが開始されています。また、台湾においても海底観測ネットワークであるMACHO (Marine Cable Hosted Observatory) プロジェクトが立ち上がっています。

DONETはこれらの国際観測ネットワークプロジェクトと連携し（図8）、研究者・技術者の交流や具体的な技術提言を推進し、さらなる国際的な海底観測網の展開とデータ活用の推進を目指しています。

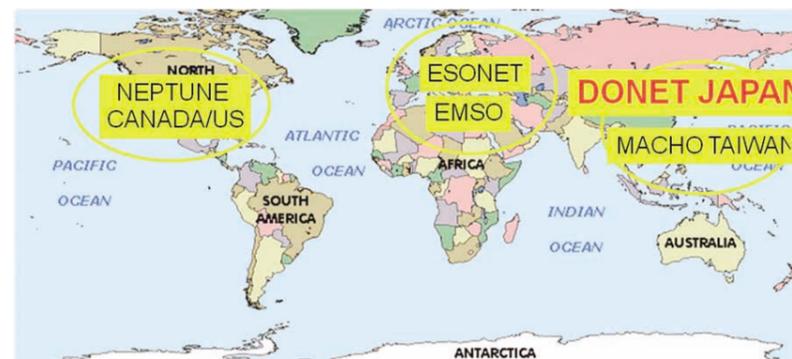


図8 国際海底ネットワークプロジェクト

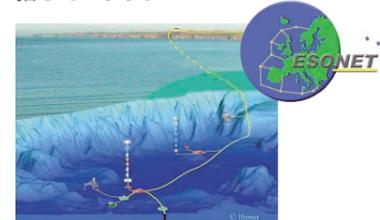


図6 ESONET概念図



図7 NEPTUNE CANADA

引用文献：近藤久雄・Volkan Özkaysoy<sup>2</sup>・Cengiz Yildirim<sup>3</sup>・栗田泰夫<sup>4</sup>・Ömer Emre<sup>5</sup>・奥村晃史、北アナトリア断層系・1944年Bolu-Gerede地震断層のトレンチ掘削調査 —Demir Tepe 地点における3D トレンチ、断層・古地震研究報告, No.4, p.231-242, 2004

図6 [http://www.esonet-noe.org/about\\_esonet-101.dot](http://www.esonet-noe.org/about_esonet-101.dot) から引用

図7 <http://www.neptunecanada.ca/about-neptune-canada/-101.dot> から引用

## 糸魚川-静岡構造線断層帯における重点的調査観測

# 高精度な強震動予測モデル作成を目指し、断層帯の全体像を解明

### 糸魚川-静岡構造線断層帯における重点的調査観測とは

糸魚川-静岡構造線は、中部日本を南北に切る全長約250 kmの構造線です(図1)。この断層に沿って多くの活断層が発達しています(これを糸魚川-静岡構造線断層帯と呼ぶことにします)。これまで、この断層帯の北部は、東側隆起の逆断層、中部では左横ずれ断層、南部では西側隆起の逆断層と考えられてきました。この断層帯の成因についてはまた多くの不明な点が残されています。断層帯北部では、今から2,500-1,500万年前に起こった日本海の生成に伴って正断層が形成されました。その後、この地域の応力は圧縮型に変わり、当初は正断層であった断層が、東側が隆起する逆断層として活動していると考えられています。この逆断層群は、北部フォッサマグナの西縁に沿って発達しています。一方、糸魚川-静岡構造線の中部及び南部の成因についてはまだよくわかっていません。南に行くに従って、中新世から続いている伊豆弧の本州への衝突の影響を大きく受け、より複雑な形成過程を経ていくと考えられます。

糸魚川-静岡構造線断層帯の北部と中部では、その変形速度が年間10 mmを超えるといった報告も出されており、日本の中で最も活動度の高い活断層の一つとされています。平成8年に地震調査研究推進本部から出された長期評価によれば、この断層帯の北部・中部域には今後数百年以内にマグニチュー

### 岩崎 貴哉 (いわさき たかや) 氏

国立大学法人東京大学地震研究所教授。東京大学理学部地球物理学科卒。同大博士課程終了、博士号取得(理学博士)。北海道大学理学部助手、東京大学地震研究所助教授を経て現職。

ド8程度の規模の地震が発生する確率が高いとされています。さらに地震調査研究推進本部は平成17年8月に「今後の重点的調査観測について(一活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方)」を策定し、長期評価等の結果、強い揺れに見舞われる可能性が相対的に高い地域において、特定の地震を対象とした重点的な調査観測体制のあり方を示しました。これに対応して、平成17年度から5ヶ年計画で糸魚川-静岡構造線断層帯における重点的調査観測が始まりました。尚、この調査に先立って、平成14年から、パイロット的な重点的観測が行われ、この断層帯の予備的

調査が行われています。この予備調査の成果も踏まえ、本調査観測では、北部から南部に至る本断層帯の深部形状の全体像の解明や断層帯周辺の物性の不均質構造、地震・地殻変動観測による地殻活動の実態の解明とともに、変動地形や活断層履歴の調査から過去の地震活動の特徴や地震時の変位量を明らかにし、この断層帯についてのより高精度な強震動予測モデルをつくることを目的としています。

### 糸魚川-静岡構造線断層帯の深部形状

この断層帯で将来発生する地震による揺れを精度よく予測するには、深部

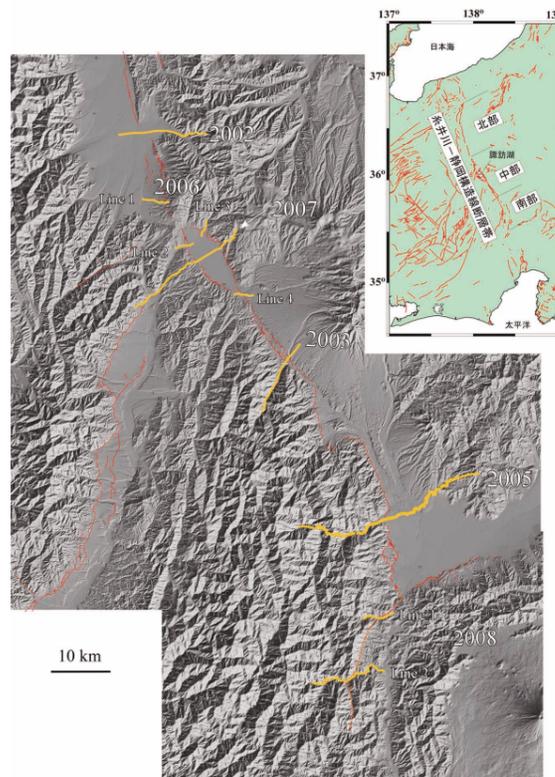


図1 糸魚川-静岡構造線断層帯の位置。本構造線断層帯における重点的調査(2005-2008)及びその前に実施されたパイロット的な重点的観測(2002-2004)において行われた構造調査(反射法地震探査)の測線位置を示した。

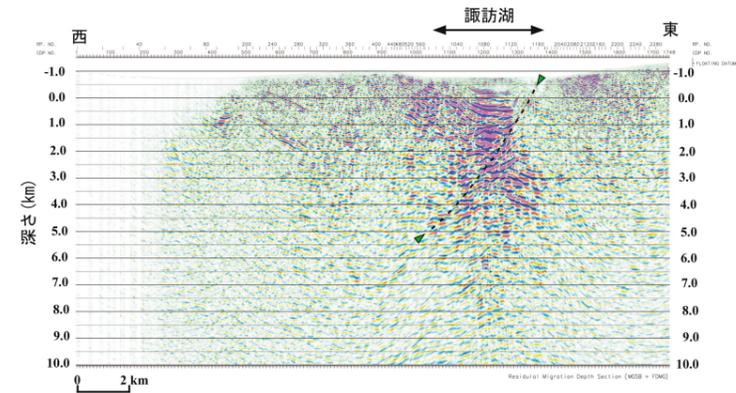


図2 2007年に行われた諏訪湖を横断する反射法地震探査による構造断面。高角度で西に傾斜する断層面(矢印と点線で示した)が捉えられている。

までの断層の形状を知らなくてはなりません。このためには、地球物理学的調査(反射法地震探査、地震波トモグラフィ、電磁氣的調査)が有効な方法です。反射法探査は、パイロット的調査を含めて、この断層帯の多くの場所で行われました(図1)。これらの調査によれば、断層帯北部では緩やかな角度(10-30度)で東に傾く面が明らかにされました。一方、断層帯南部では、逆に西傾斜の断層面が明瞭な形で捉えられています。その角度は、15-30°程度です。特に、平成17年度に実施した下田市-市ノ瀬断層を横断する反射法地震探査では、年間7.5-10 mmという大きい変位速度が推定され、この断層帯がこの部分まで顕著な活動をしていることがわかりました。この成果は、断層帯南部で発生する地震の規模推定に重要です。この地域の地震波トモグラフィ解析では、更に深部に西傾斜の面がイメージされており、同断層帯のより深部の構造や断層帯の西側の地形形成を考える上で重要な知見となりました。

断層帯中部(諏訪湖周辺)の調査は、平成18年及び19年の2ヶ年に渡って実施されました。平成18年度の調査は、

断層帯浅部の構造を明らかにするために実施されたものです。諏訪湖の西岸では東傾斜の断層運動が推定されました。これは、断層帯北部の形状と調和的です。また、諏訪湖東岸の調査では、断層帯南部と同様の西傾斜の面の存在が推定されています。つまり、少なくとも諏訪湖の北部付近では、断層帯の北部と南部の特徴の両方が共存しているのです。平成19年には、諏訪湖中部を横断する大規模な調査が実施されました。この調査では、陸域部の調査の他に諏訪湖にも測器を設置し、湖面上でも発振を行いました。その結果を図2に示しました。この結果は西に高角度(60-70°)で傾斜する断層が卓越していることが明瞭となりました。即ち、糸魚川-静岡構造線断層帯は、諏訪湖の北部付近を境として、その構造が大きく変化していることが明らかとなったのです。

### 地震による揺れの予測に向けて

この断層帯で発生する揺れを予測するためには、第2節で述べたような断層の形の予測とともに、地震時の断層

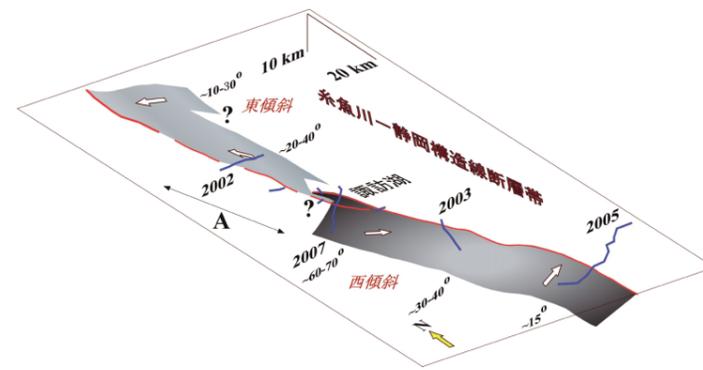


図3 構造探査から推定される糸魚川-静岡構造線断層帯のモデル。角度は、断層の浅部の傾きを示す。諏訪湖を境として、その南北で断層の傾斜が大きく異なるのがこのモデルの特徴である。白抜きの大い矢印はすべりの方向を表す北部と南部では逆断層、中部では左横ずれ成分が卓越する。断層中部(Aと書かれた矢印で示される区域)については、変動地形調査やGPS観測から、垂直断層の可能性が指摘されている部分である。

面上のすべりの量を把握しなければなりません。この目的のために、本調査観測では、変動地形調査が精力的に実施されています。この調査では、航空写真測量とLiDAR(レーザーレーダー)計測によって地表の詳細な高精度DEM(数値標高モデル)を作成し、変位地形に現れた断層運動による累積的な変位量を高密度で計測して、地形学的手法により平均変位速度(slip rate)分布を求めようとするものです。これにより地震時の変位量が求められつつあります。この断層帯で発生する地震の揺れの予測は、特に人口密集地域の災害予測や対策に重要です。そのためには、発生する地震の断層の情報とともに、市街地の地下の構造を知らなくてはなりません。本調査観測では、松本-諏訪盆地及び長野盆地で強震動観測や地下構造調査を実施しています。

本調査観測によって、糸魚川-静岡構造線の様々な特徴が明らかとなってきました。それに伴い、この断層帯のように日本列島内に発達する断層帯の複雑性も明らかとなって来ました。例えば、中部域の北部の牛伏寺断層域では、構造調査では東傾斜の運動が推定されるのに対し、GPSデータや微小地震のメカニズム、変動地形観測は、垂直横ずれ断層の存在を支持するのです。このような事実は、GPSや地震活動で取られている今現在の変動現象と構造調査から推定される地質学的時間での変動の累積メカニズムに大きな違いがあるのかもしれませんが、また、断層周辺や地殻内における、我々がまだ想定していない変形のメカニズムを反映している可能性があります。

本調査観測では、平成20年度より、これまでの成果を集積してこの断層帯で発生する断層のモデルの構築とともに揺れの予測の計算に着手しています。最終年度にあたる本年度は、このような予測をより精緻にしていく予定です。