

**共同利用実施報告書(研究実績報告書)**  
(一般共同研究)

1. 課題番号            2014-G-23

2. 研究課題名 (和文、英文の両方をご記入ください)

和文：海底地震観測データを用いた東北日本沖の応力状態の推定

英文：Estimation of regional stress state of the off the Pacific coast of Tohoku using OBS observation data

3. 研究代表者所属・氏名      神戸大学理学研究科・中東和夫  
(地震研究所担当教員名)      山田知朗

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	参加内容
中東和夫	神戸大学理学研究科・特命助教	研究代表者
武林仁樹	神戸大学理学部・4年生	構造探査実験データの解析

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

2011年東北地方太平洋沖地震の発生後、地震研究所などの研究グループにより、海底地震計を用いた余震観測が東北日本沖で実施されている。海底地震観測データを用いた解析結果から地震発生後、宮城沖のプレート境界付近では地震活動が少なくなったこと、陸側プレートの地殻内で正断層型地震が増えたことなどが明らかになっており、東北地震により応力場が変化したことが報告されている(例えば Shinohara et al., 2011, 2012)。この余震観測に続き、地震研究所では、文部科学省委託研究「東北地方太平洋沖で発生する地震・津波の調査」により長期型海底地震計を福島・茨城・房総半島沖の海域に40台規模で設置し、地震観測を継続している。委託研究は地震活動の時空間分布に焦点を当てており、走時データを用いた地震活動解析が主たる研究対象である。2012年に回収された地震データの暫定的な解析結果によると、地震発生領域が本震直後の余震観測時と変化していることが明らかになっている。

一方、委託研究により取得されているデータは、震源域ならびにその周辺域において地震後、長期にわたり広範囲でデータを取得していることから、地震活動以外のさまざまな解析が可能であると考えられる。そこで、本研究では、初動極性を用いた震源メカニズムなどの解析により、地震発生域およびその周辺の地震活動および応力状態の時空間変化の把握を行う。自然地震データから応力状態を推定するには精度の良い震源位置が必要である。そこで本年度は研究領域で行われた速度構造探査データから速度構造を求め、得られた速度構造を使用した震源決定解析を行い精度のよい震源位置求めた。また、得られた震源位置情報を使用し震源メカニズムを明らかにした。

## 6. 研究成果の概要 (図を含めて1頁で記入してください。)

キーワード (3~5 程度) : 東北地方太平洋沖地震、震源決定、海底地震観測

2011 年東北地方太平洋沖地震の発生後、東北日本では活発な地震活動が見られている。詳細な余震活動を把握することは本震破壊メカニズムの解明や本震後の応力状態を把握するために重要である。そこで、東北日本沖の日本海溝周辺では海底地震計を用いた観測が本震発生直後から行われている (例えば Shinohara et al., 2011、2012)。精度の良い震源分布を求めるためには正確な速度構造モデルを用いて走時計算を行う必要があるが、東北地方太平洋沖地震の余震発生域は広範囲に広がっており余震発生域内で速度構造が変化していると考えられる。そのため本研究では本震時破壊域の南部である茨城・房総沖の領域に注目して解析を行った (図 1)。

解析では初めに福島県相馬沖で海洋研究開発機構が実施した地震波速度構造探査の解析を行った (図 2)。探査で得られた反射法地震探査データは海洋研究開発機構において解析を行い、測線下の浅部構造を求めた。得られた浅部構造をもとに初期構造モデルを作成し、海底地震計データを用いて波線追跡法により速度構造モデルを求めた。その後、得られた速度構造モデルと過去に周辺海域で行われた速度構造探査の結果をもとに震源決定で使用する 1 次元速度構造モデルを作成した。震源再決定は気象庁一元化リストより海底地震観測網周辺で発生した 1606 個を対象として行った。海底地震計データから WIN システム (ト部・東田, 1992) を用いて P 波、S 波到着走時の読み取りを行い、HYPOMH (Hirata and Matsu'ura, 1987) を用いて震源を決定した。海域の地震観測では観測点直下の堆積層が走時に大きな影響を与える。そこで、観測点ごとに O-C 値が P 波については 50ms、S 波については 100ms 以下になるように観測点補正値を適用し解析を行った。解析の結果、水平方向で 5km 以下、深さ方向で 3km 以下の誤差で 458 個の再決定震源を得ることが出来た (図 1)。

得られた再決定震源を見ると、茨城沖では東北地震前には見られなかったプレート境界付近での地震活動が見られるようになった。また、房総半島沖のフィリピン海プレート周辺での地震活動に時間変化が見られることがわかった。また、震源メカニズムを求めた結果、陸側プレート内では正断層型の地震が多く見られることがわかった。

速度構造探査の解析結果については 2014 年 11 月の地震学会秋季大会にて、震源再決定・震源メカニズムの結果については 2014 年 8 月の Asia Oceania Geosciences Society 11th Annual Meeting にて発表を行った。

図 1(右) 本研究で得られた震源分布

丸は震源、三角は海底地震計、線は構造探査測線をそれぞれ示す。

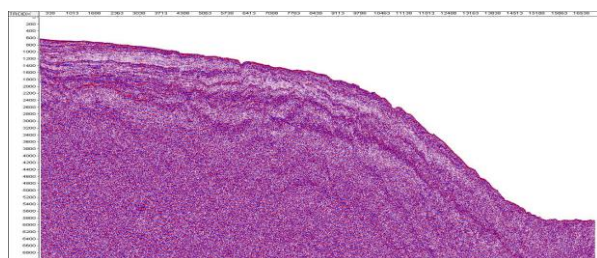
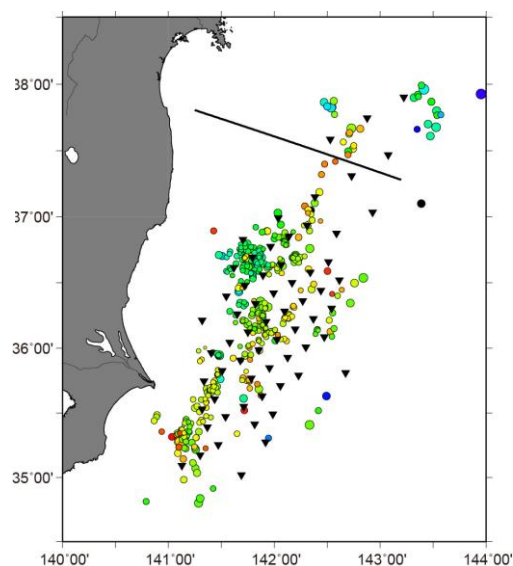


図 2(上) 構造探査実験で得られた反射断面



7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

<学会発表>

NAKAHIGASHI, K., Y. MACHIDA, T. SHINBO, T. YAMADA, K. MOCHIZUKI, H. SHIOBARA, M. SHINOHARA, Y. MURAI, R. HINO, R. AZUMA, K. SUZUKI, T. KUBOTA, K. HASEGAWA, T. SATO, H. TAKADA, K. UEHIRA, H. YAKIWARA, Spatial Distribution of Earthquakes Around the Southern Japan Trench After the 2011 Tohoku Earthquake, Asia Oceania Geosciences Society 11th Annual Meeting, 謝辞への記載・有

<http://www.meetmatt-conf.net/aogs/aogs2014/mars2/pubViewAbs.asp?sMode=session&sId=145&submit=Browse+Abstracts>

武林仁樹・中東和夫・島伸和・佐藤壮・藤江剛・高橋努・三浦誠一・小平秀一、福島県相馬沖の地震波速度構造調査、日本地震学会秋季大会 2014 年大会、謝辞への記載・有

## 福島県相馬沖の地震波速度構造調査

#武林仁樹・中東和夫・島伸和（神戸大学）

佐藤壮・藤江剛・高橋努・三浦誠一・小平秀一（海洋研究開発機構）

Seismic Structure survey of the off Fukushima

#N.Takebayashi, K.Nakahigashi, N.Seama (Kobe Univ.)

T.Sato, G.Fujie, T.Takahashi, S.Miura, S.Kodaira (JAMSTEC)

### 1. はじめに

日本海溝に沿って発生するプレート境界地震は一様には分布していない。なかでも相馬沖では塩屋崎地震（1938年）以降 M7 クラス以上の地震が発生していない。またそれ以下の微小地震の発生数についても当該地域の南北に比べて少なくなっている。このことよりこれまで当該地域について大規模な地震探査が行われず、地震波速度構造の空白域であった。一方、2011年東北地方太平洋沖地震（2011年 Mw9.0）の際、この地域では大きな破壊があったと考えられている。即ち、この領域での地震波速度構造を知ることは日本海溝における海溝型地震の発生機構を知る上で重要である。そこで2012年12月～1月にかけて福島県相馬沖にて海底地震計、マルチチャンネルストリーマー、エアガンを用いた人工震源による反射法地震探査及び屈折法地震探査を行った。

### 2. データ・解析

人工震源による地震波速度構造調査は海底地震計31台を海溝に垂直な方向に配置し、30サイト（陸側から25か所目は2台配置）で観測した（図1）。また海上では観測船からマルチチャンネルストリーマー（444ch）を曳航し、エアガンを用いて測線長約182kmにわたり観測を行った。回収された海底地震計およびマルチチャンネルストリーマーから得られるデータについて処理を行った。海底地震計からのデータから時間距離断面図を作成し、P波初動を読み取った値をもとにインバージョン計算を行い、速度構造モデルを作成した。またマルチチャンネルストリーマーから浅部堆積層の速度構造を決定し、それ

を反映した初期モデルから再度インバージョン計算を実施した。

### 3. 結果

測線東端から150kmの付近では高速度領域が海底面に迫っており、不均質具合が大きいことが分かる。このことは近傍での同様の先行研究(Ito et al 2005, Miura et al 2002)でも見られる。今後、後続波の走時を用いてより深部の構造を明らかにする予定である。

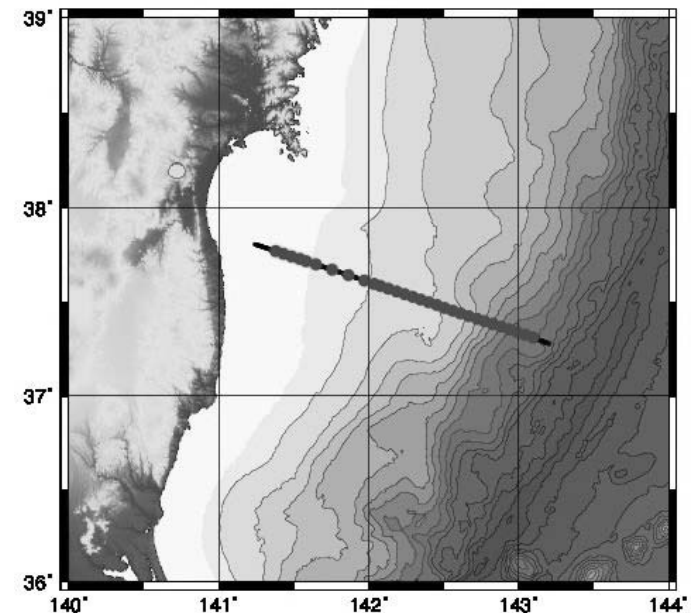


図1：福島県相馬沖における人工震源の発振測線

● 海底地震計設置地点

#### ・謝辞

本研究は文部科学省委託研究「東北地方太平洋沖で発生する地震・津波の調査観測」で得られた構造探査データを使用しました。また、東京大学地震研究所一般共同利用研究プログラムの援助を受けました。