

における地質調査を行い、国立大学法人東北大学大学院理学研究科は、主として、東北地方太平洋沿岸域での地質調査を行う。加えて、必要に応じ関係する研究機関（者）の参加・協力を得る。

2. 研究機関および研究者リスト

2. 1. 宮城県沖地震アスペリティ周辺におけるプレート間すべりのモニタリングの実現

所属機関	役職	氏名	担当課題
国立大学法人東京大学地震研究所	教授	金沢敏彦	3. 1. 1
	助教授	篠原雅尚	
国立大学法人東北大学大学院理学研究科	教授	長谷川昭	3. 1. 2
	助教授	松澤暢	
	助教授	三浦哲	
	助教授	日野亮太	
	助手	西野実	

2. 2. 過去の活動履歴を把握するための地質学的調査

所属機関	役職	氏名	担当課題
独立行政法人産業技術総合研究所	チームリーダー	岡村行信	3. 2. 1
	チーム員	澤井祐紀	
	チーム員	宍倉正展	
	チーム員	藤原治	
	特別研究員	藤井有士郎	
国立大学法人東北大学大学院理学研究科	教授	今泉俊文	3. 2. 2
大阪市立大学大学院理学研究科	助教授	原口 強	
国立大学法人千葉大学理学部	助教授	宮内崇裕	
国立大学法人福島大学教育学部	助教授	後藤秀昭	
国立大学法人東京大学地震研究所	教授	島崎邦彦	

3. 研究報告

3. 1. 宮城県沖地震アスペリティ周辺におけるプレート間すべりのモニタリングの実現

3. 1. 1. 長期海底地震観測

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

宮城県沖地震アスペリティ周辺におけるプレート間すべりのモニタリングの実現

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
国立大学法人東京大学地震研究所	教授	金沢敏彦	
	助教授	篠原雅尚	

(c) 業務の目的

宮城県沖地震の想定震源域周辺の地震活動が示す空間的な特徴を把握するためには、同一の観測点配置による観測を長期継続し、データの蓄積を図るとともに地震活動の時間変化を検出する必要がある。このため、宮城県沖地震の想定震源域において、長期観測型海底地震計による繰り返し観測を実施し、人工地震探査の結果などとの比較によりアスペリティ周辺における地震活動と地殻・上部マントル構造との対応関係を抽出する。

(d) 5 ヶ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成17年度：

宮城県沖地震の想定震源域においてアスペリティ周辺における地震活動が示す空間的な特徴を把握するため、想定震源域における繰り返し観測を5観測点で平成17年12月から開始した。東京大学地震研究所で新規整備した海底地震計の設置作業は、東北大学と協力して平成17年12月23日に実施した。また、大量のデータを処理するための海底地震計データの1次処理装置の構築を行った。

2) 平成18年度：

新規整備する長期観測型海底地震計を、前年度に設置した海底地震計を回収する際に設置して、観測を継続するほか、回収した地震記録の解析を行う。

3) 平成19年度：

新規整備および再整備する長期観測型海底地震計を、前年度に設置した海底地震計を回収する際に設置して、観測を継続するほか、回収した地震記録の解析を行う。

4) 平成20年度：

新規整備および再整備する長期観測型海底地震計を、前年度に設置した海底地震計を回収する際に設置して、観測を継続するほか、回収した地震記録の解析を行う。

5) 平成21年度：

再整備する長期観測型海底地震計を、前年度に設置した海底地震計を回収する際に設置して、観測を継続するほか、回収した地震記録の解析を行う。計画の最終年度であるため、年度内に全点の海底地震計を回収して、解析を行い、計画の最終成果を出す。

(e) 平成18年度業務目的

宮城県沖地震の想定震源域周辺において、長期にわたり地震観測を行うため、新たに長

期観測型海底地震計を整備する。整備した地震計は、国立大学法人東北大学と共同して、平成17年度に設置した長期観測型海底地震計の回収とともに設置し、継続的な地震観測を行う。また、長期および短期海底地震観測データ処理・解析（国立大学法人東北大学が分担予定）の結果を、パイロット重点などこれまでに実施された地殻構造探査の結果と比較し、地震活動と地殻・上部マントル構造との関係を明らかにする。具体的には、地下構造探査により得られた地震波速度構造モデルなどを用いて震源分布を再決定することにより、構造探査により求められているプレート境界の形状など特徴的な構造と地震活動の空間分布との対応関係に関する検討を進める。

なお、海底地震計を用いて観測したデータについては、地震調査研究推進本部調査観測計画部会調査観測データ流通・公開推進専門委員会において定める方針に従い、流通公開を行う。

(2) 平成 18 年度の成果

(a) 業務の要約

宮城県沖地震の想定震源域においてアスペリティ周辺における地震活動が示す空間的な特徴を把握するためには、同一の観測点配置による観測を長期間継続し、データの蓄積を図ると共に地震活動の時間変化を検出する必要がある。このため、想定震源域における繰り返し観測を5観測点で平成17年12月から開始した。観測に使用した海底地震計は、1年間連続して観測することのできる長期観測型の海底地震計である。

平成18年度は、新規に購入した6台の長期観測型海底地震計に対して、動作確認と組み立て等の整備を実施した。また、音響通信制御装置、GPS時計制御システム等の設置作業支援装置についても動作試験等を行い総合的な整備を実施した。さらに、得られた記録の一次処理を行うために、長期観測型海底地震計の記録処理システムの整備を行った。本年度に新規に整備した6台の長期観測型海底地震計は、宮城県沖地震の想定震源域周辺に、国立大学法人東北大学と共同して、平成18年11月に船舶を利用して設置作業を実施した。一方、平成17年度に設置した長期観測型海底地震計の回収は、国立大学法人東北大学が実施し、回収した海底地震計は東京大学地震研究所において開封して、観測記録を回収し、記録の一次処理を実施した。

一方、平成16年度に実施した宮城県沖地震の想定震源域とその周辺における発破による海底地震計を用いた広角反射・屈折法探査により求められた構造と、本業務で得られた地震活動の空間分布の比較を行った。その結果、宮城県沖地震の想定震源域周辺では、プレート境界付近における地震活動が高く、さらに、沈み込む海洋プレート内で多く発生していることが示唆された。

(b) 業務の実施方法

長期観測型海底地震計6台を東京大学地震研究所が新規に購入して組み立て整備を実施

した。準備の整った海底地震計は、塩釜市まで搬送の後、国立大学法人東北大学により、株式会社オフショア・オペレーション「かいゆう」を用いて、設置予定位置の6ヶ所の海底に設置した。同じ航海において、国立大学法人東北大学により、平成17年度に設置した長期観測型海底地震計が回収され、東京大学地震研究所において開封して、観測記録を回収し、記録の一次処理を実施した。

(c) 業務の成果

1) 長期観測型海底地震計の整備及び回収されたデータの処理

長期観測型海底地震計6台を東京大学地震研究所において、動作試験、組み立てを実施した。これらは、チタン合金製の耐圧容器、マイクロコンピュータ制御のジンバルシステム（姿勢制御機構）を持つ固有周期1秒の速度型地震計、24ビットのダイナミックレンジを持つデジタル収録式レコーダー、音響通信制御装置などから構成されている。また、電源には1年間の観測のために大容量のリチウム電池を組み合わせて使用する。これら組電池の製作も、東京大学地震研究所で実施した（写真1～写真6）。また、音響通信制御装置、GPS時計制御システム、海底地震観測用GPS測位システム等の船上作業支援装置についても総合的な整備を実施して、準備した。海底地震計の観測データは、海底地震計内のハードディスクに収録される。本年度の海底地震計回収に向けて、大量のデータを処理するための海底地震計データの1次処理装置の構築を行った（写真7、8）。平成18年11月に東北大学が借り上げた株式会社オフショア・オペレーション「かいゆう」は、東京大学地震研究所が整備した海底地震計6台を積載し、設置予定点において、設置作業を行った。同じ航海において、国立大学法人東北大学により、平成17年度に設置した長期観測型海底地震計が回収された。東京大学地震研究所において回収された海底地震計を開封して、観測記録を回収した。その後、記録の一次処理を実施した。

2) 構造と地震活動の空間分布との比較

平成16年度に実施した宮城県沖地震の想定震源域とその周辺における発破による海底地震計を用いた広角反射・屈折法探査（図1）により求められた構造（Shinohara *et al.*, 2006）1）と、海底地震観測で得られた地震活動の空間分布（山本・他、2006）2）の比較を行った（図2）。その結果、宮城県沖では、構造探査により求められたプレート境界付近で、地震が発生していることが分かった。その中でも、宮城県沖地震の想定震源域周辺では、プレート境界付近における地震活動が高い。また、宮城県沖地震の想定震源域周辺の地震は、沈み込む海洋プレート内でも多く発生していることが示唆された。さらに、2005年に発生した宮城県沖の地震（図3）も、プレート境界付近に位置し、震源メカニズム解から推定される断層面の角度は、構造探査から求められたプレート沈み込み角と良い一致を示す（図4）。また、余震（Hino *et al.*, 2006、日野・他、2006）3）、4）の多くは、沈み込む海洋プレート内に多く発生している。

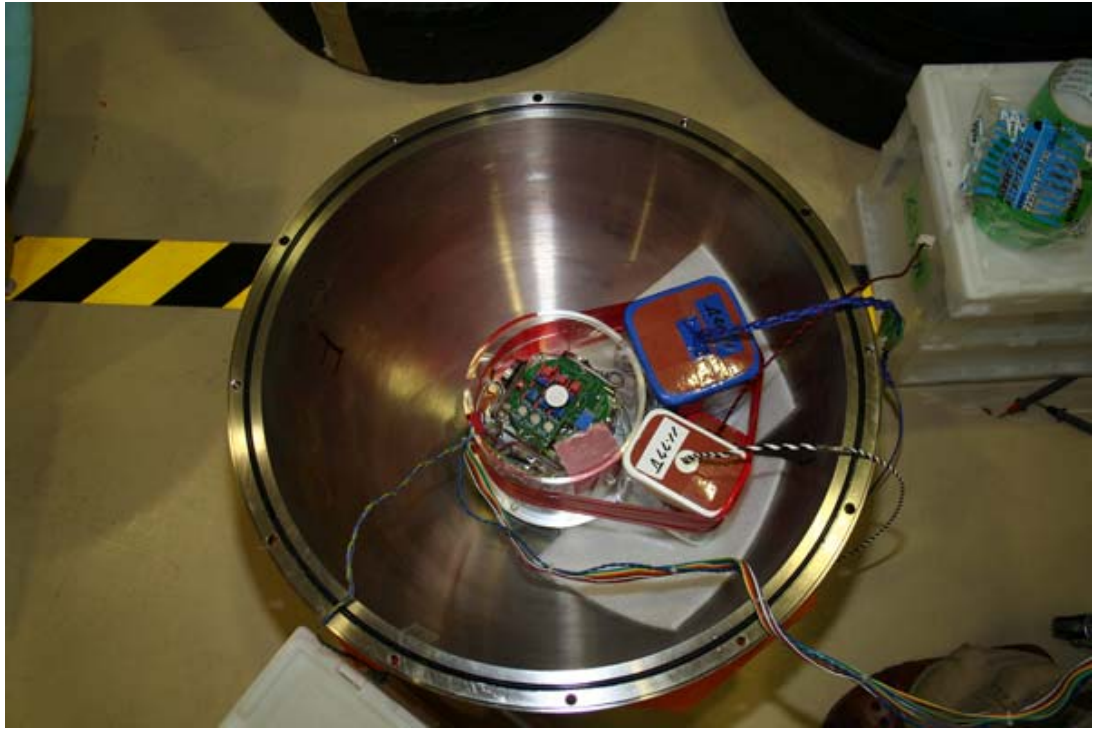


写真1 長期観測型海底地震計の組立
チタン製耐圧容器下半球への、地震計センサーユニット及び電池の組み込み。

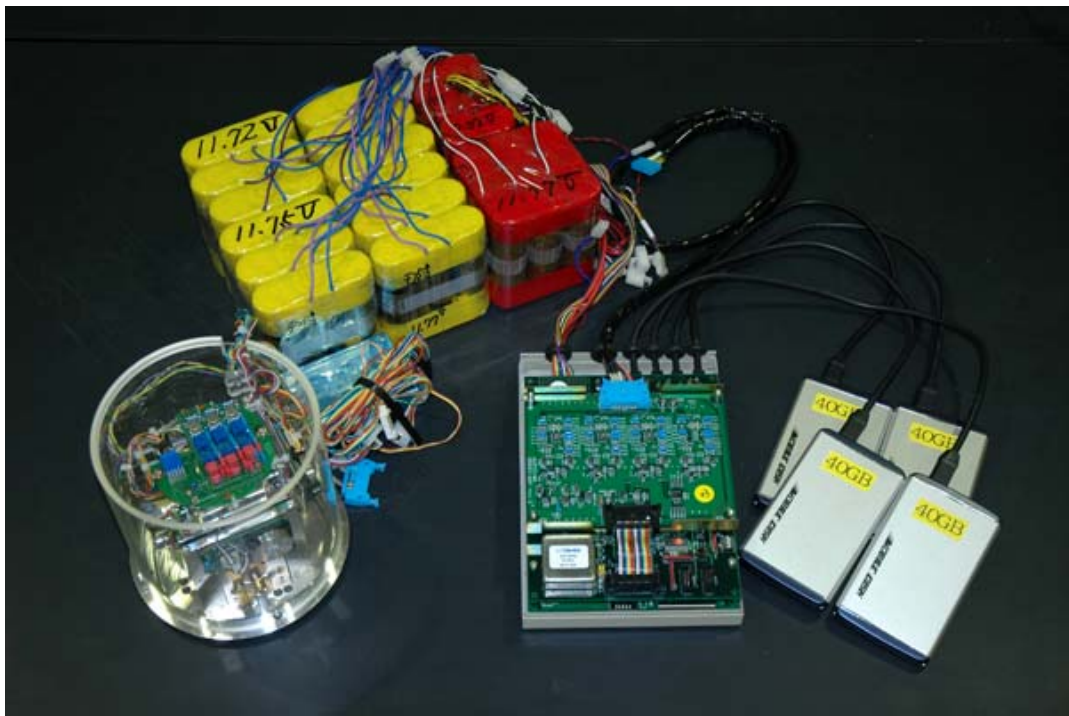


写真2 長期観測型海底地震計計測部
観測に利用した能動制御式ジンバル付き1秒センサーと記録器・リチウム電源

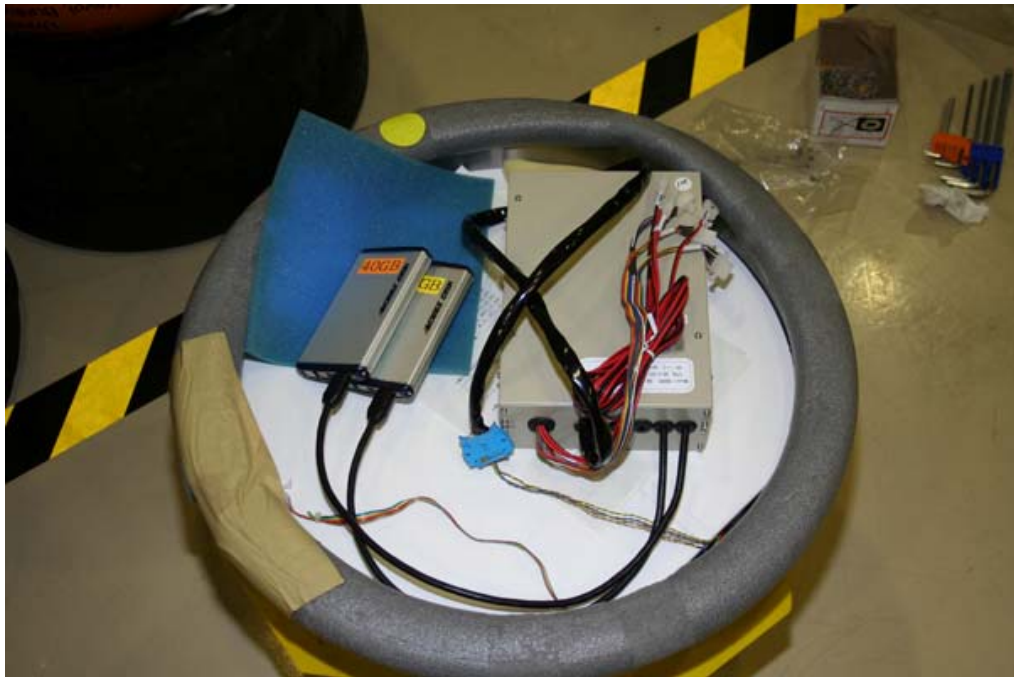


写真3 長期観測型海底地震計の組立作業

チタン製耐圧容器下半球へ地震計センサーユニット及び電池の組み込み後、レコーダおよびハードディスクを組み込む。



写真4 組み立てが完了した長期観測型海底地震計

東京大学地震研究所において、最終組み立てまで行い、設置作業船舶に輸送する。



写真5 地震研究所海底観測実験室において組み立てが完了した長期観測型海底地震計6台



写真6 東北大学が借り上げた船舶上に積み込まれた海底地震計



写真7 新規整備した海底地震計データの1次処理装置。上から、中央処理装置、大容量ディスクアレイシステム、バックアップ電源



写真8 新規整備した海底地震計データの1次処理装置のシステムコンソール

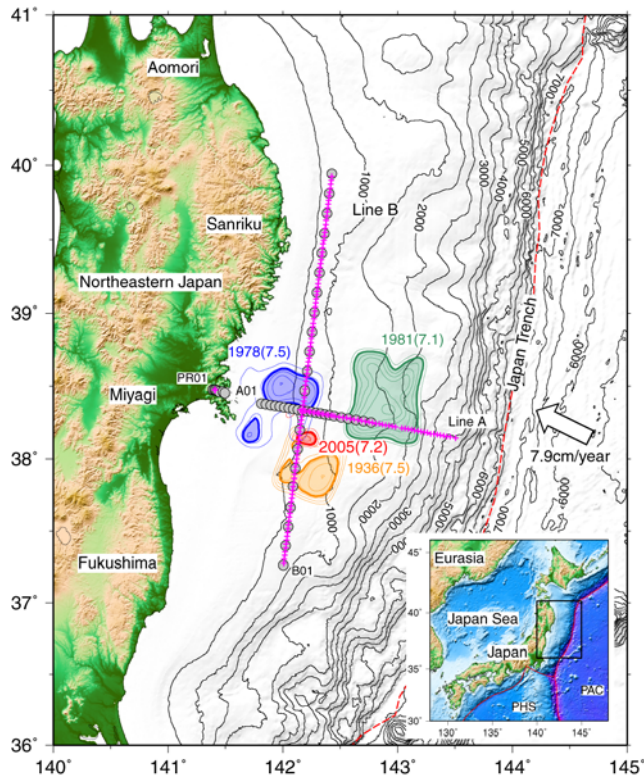


図1 2004年に実施した構造探査実験の測線
過去の大地震のアスペリティ (Yamanaka and Kikuchi, 2004) 5) も示す

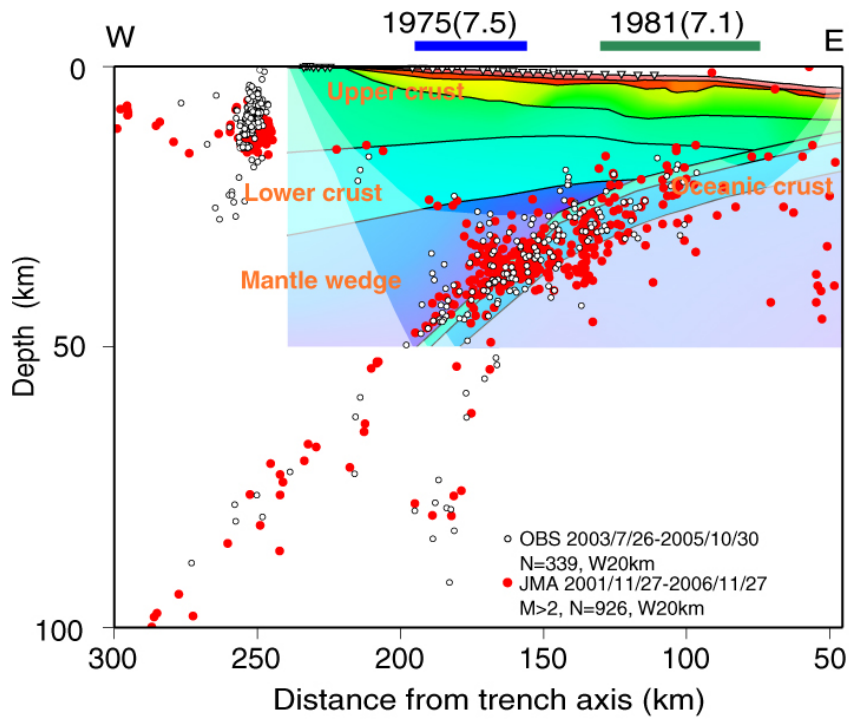


図2 東西測線から求められた構造と、気象庁が決定した震源 (赤丸) と海底地震計による震源の比較。▽は探査に用いた海底地震計の設置位置

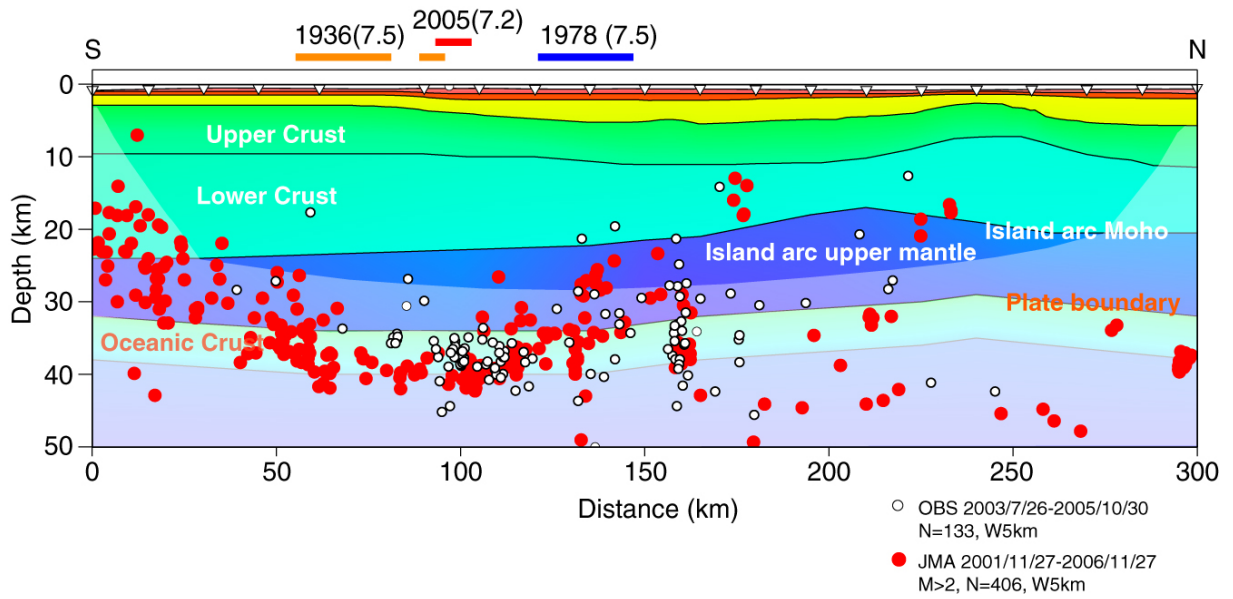


図2 (続き) 南北測線から求められた構造と、気象庁が決定した震源(赤丸)と海底地震計による震源の比較

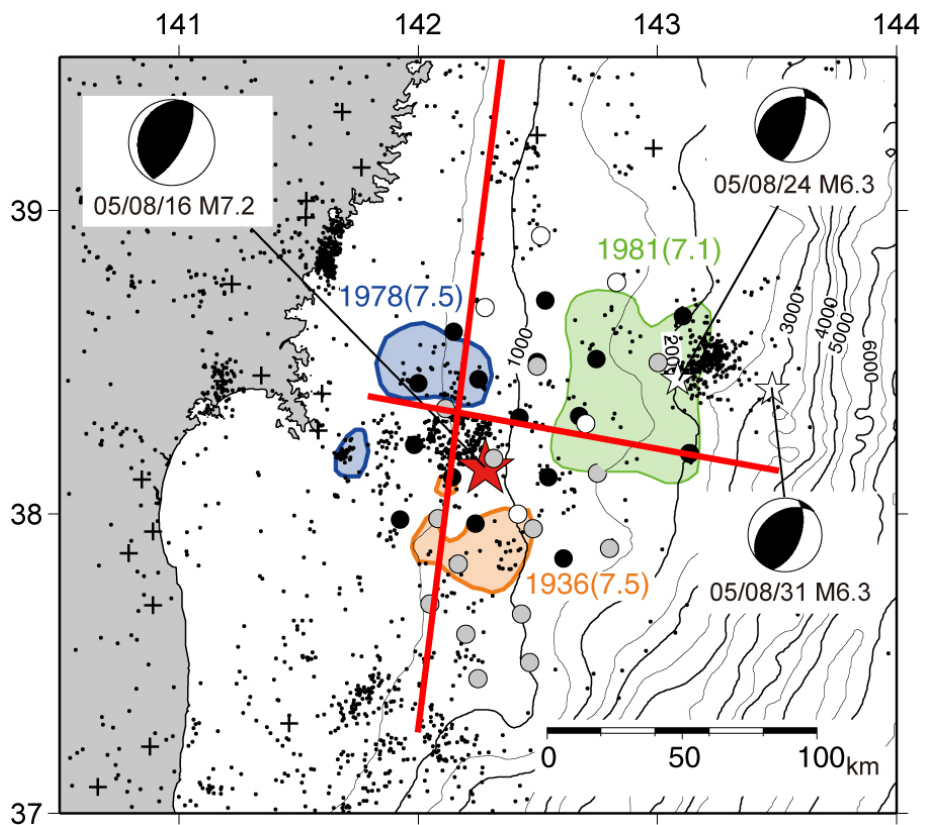


図3 2005年に発生した宮城県沖の地震(赤星印)と構造探査測線(赤線)、海底余震観測点の位置(黒丸、灰色丸及び白丸)。過去の大地震のアスペリティも示す

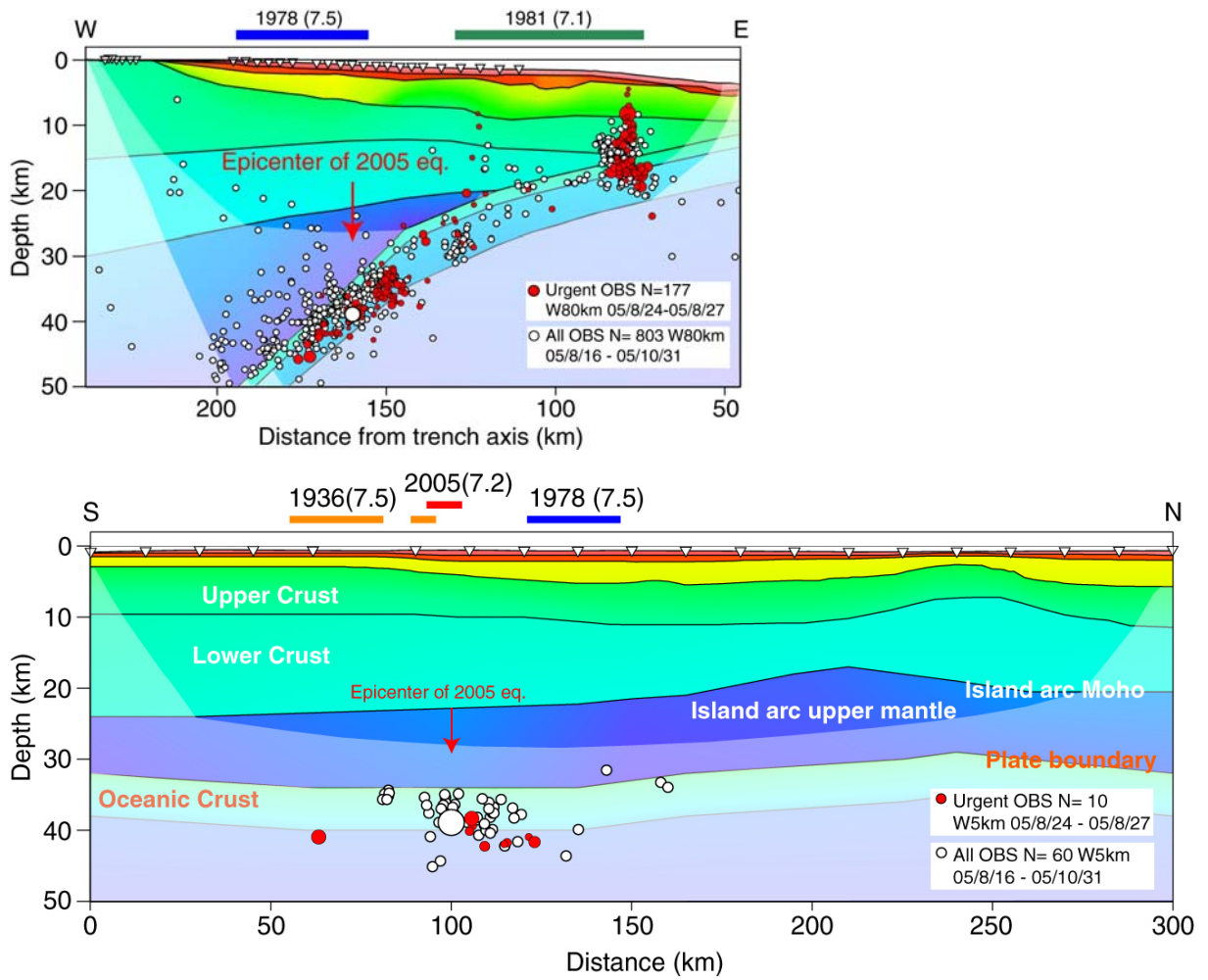


図4 宮城県沖の構造と、海底地震計による震源（赤丸及び白丸）の比較

(d) 結論ならびに今後の課題

長期観測型海底地震計 6 台と、海底地震計データの 1 次処理装置の新規整備を計画通りに実施した。また、東北大学に協力して、6 観測点での観測を開始し、平成 17 年度に観測を行った海底地震データの一次処理を行った。これまでに行われた構造探査実験の結果と、海底地震計による地震活動分布の比較を行った。観測された地震の多くは、プレート境界付近に発生している。特にプレート境界付近の地震活動が活発な場所は、沈み込む海洋プレートの沈み込み角が大きくなった領域となっている。また、2005 年に発生した宮城県沖の地震の余震分布とも比較を行った。これらの結果は、沈み込む海洋プレート内に多くの震源が位置するという特徴を持つ。今後は、蓄積される海底地震データを用いて、決定精度がよい震源分布を求め、構造とのより詳細な比較を行う。

(e) 引用文献

- 1) Shinohara, M., I. Watanabe, K. Mochizuki, T. Yamada, E. Kurashimo, K. Nanahigashi, T. Kanazawa, S. Miura, G. Fujie, R. Hino, T. Takanami, T. Sato, K. Uehira, T. Iwasaki, N. Hirata, Y. Kaneda, Seismic structure around the asperity area of off-Miyagi earthquake, NE Japan using OBSs, Land stations and explosives, *12th International symposium on deep seismic profiling of the continents and their margin*, 2006
- 2) 山本揚二郎・日野亮太・鈴木健介・山田知朗・篠原雅尚・金沢敏彦・青木元・田中昌之・金田義行, Double-Difference Tomography 法による宮城県沖地震震源域の地震波速度構造、*日本地震学会講演予稿集 2006 年度秋期大会*, C039, 98, 2006
- 3) Hino, R., Y. Yamamoto, A. Kuwano, M. Nishino, T. Kanazawa, T. Yamada, K. Nakahigashi, K. Mochizuki, M. Shinohara, K. Minato, G. Aoki, N. Okawara, M. Tanaka, M. Abe, E. Araki, S. Kodaira, G. Fujie and Y. Kaneda, Hypocenter distribution of the main- and aftershocks of the 2005 Off Miyagi Prefecture Earthquake located by ocean bottom seismographic data, *Earth Planets Space*, **58**, 1543-1548, 2006.
- 4) 日野亮太・鈴木健介・山本揚二郎・西野実・金沢敏彦・山田知朗・中東和夫・望月公廣・篠原雅尚・桑野亜佐子・青木元・田中昌之・荒木英一郎・小平秀一・藤江剛・金田義行, 海底地震観測による 2005 年宮城県沖地震 (M7.2) の余震分布 (速報), *地震 2*, 印刷中
- 5) Yamanaka, Y. and M. Kikuchi, Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan inferred from regional seismic data, *J. Geophys. Res.*, 109, doi:10.1029/2003JB002683, 2004.

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

現在はまだ無し

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成19年度業務計画案

宮城県沖地震の想定震源域周辺において、長期にわたり地震観測を行うため、新たに長期観測型海底地震計を整備する。長期観測型海底地震計を用いた海底地震観測は、平成18年度11月に回収された地震計の再設置および、平成19年度に新規に購入する地震計を設置することにより、従前より観測点数を増やす。また、平成18年度11月に設置した海底地震計を回収し、そのデータ解析を行う。観測は気象庁の観測船の協力を得て、4月に長期観測型海底地震計の設置を行う。今年度購入する長期観測型の海底地震計の設置と昨年度設置した地震計の回収は、今年度第3ないし第4四半期に行う。また、長期および短期海底地震観測データ処理・解析（東北大学が分担予定）の結果を、パイロット重点などこれまでに実施された地殻構造探査の結果と比較し、地震活動と地殻・上部マントル構造との関係を明らかにする。具体的には、地下構造探査により得られた地震波速度構造モデルなどを用いて震源分布を再決定することにより、構造探査により求められているプレート境界の形状など特徴的な構造と地震活動の空間分布との対応関係に関する検討を進める。

なお、海底地震計を用いて観測したデータについては、地震調査研究推進本部調査観測計画部会調査観測データ流通・公開推進専門委員会において定める方針に従い、流通公開を行う。