

第1 鹿島海山および襟裳海山周辺海域における精密地殻構造探査： DKr1 およびERr1 測線

渡邊奈保子，田賀傑，西下厚志，河原木一，及川光弘，倉持幸志：大陸棚調査室

泉紀明：海洋調査課

Cruise report on multi-channel and wide-angle seismic surveys around Daiichi-Kashima seamount and Erimo Seamount : Profile DKr1 and ERr1

Naoko WATANABE, Masaru TAGA, Atsushi NISHISHITA, Hajime KAWARAGI, Mitsuhiro OIKAWA,

Koji KURAMOCHI : Continental Shelf Surveys Office

Noriaki IZUMI : Hydrographic Surveys Division

1 序論

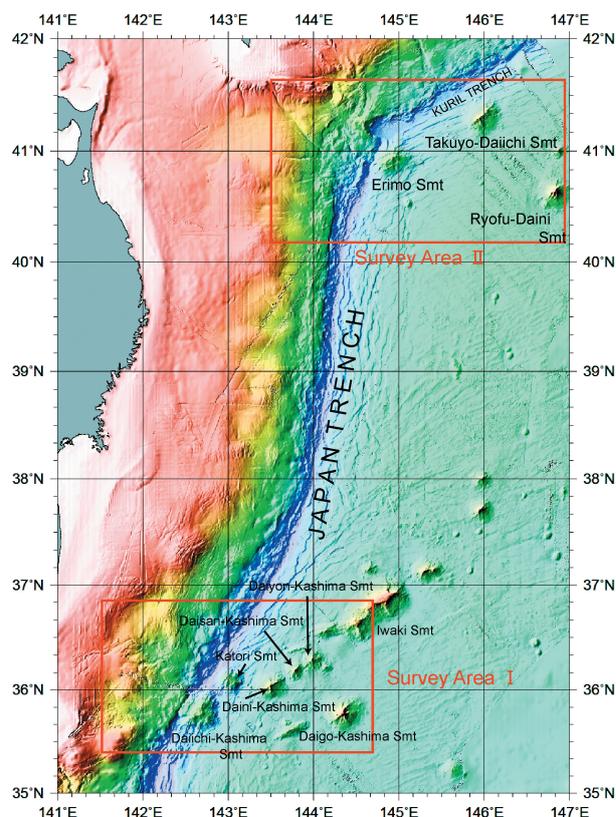
大陸棚調査室では、2006年9月から10月にかけて測量船「昭洋」「拓洋」により、第1鹿島海山域および襟裳海山域において精密地殻構造探査を実施した(第1図)。ここでは、本調査の概要について報告する。

第1鹿島海山は銚子沖で日本海溝に沈みこんでいる海山である。海山の頂上水深は3500 m程で、比高はおよそ3000~4000 mである。第1鹿島海山を分岐点に、北側が日本海溝、南側が伊豆・小笠原海溝と称されている(大島他 [1985])。第1鹿島海山の背後には香取海山、第2~第5鹿島海山、磐城海山といった一連の海山列(常磐海山列、鹿島海山列)が北東側へと続く。第1鹿島海山は断層によって西半分と東半分に分断されていて、西半分は海溝の中に突入しており(Mogi and Nishizawa [1980])、海溝はここで浅くなっている。

一方の襟裳海山は、ほぼ南北に走る日本海溝と北東-南西方向に走る千島海溝の会合部に位置し、海溝下に沈み込みつつある。頂上水深は第1鹿島海山とほぼ同じ約3700 m(比高約4200 m)で、襟裳海山の東側に広がる深海平坦面には拓洋第1海山、凌風第2海山等が分布している。

これまでに海上保安庁は、両海山域の地形的特徴

や地磁気異常について調査・報告を行っている。しかし、大陸棚延伸のための基点として重要な両海山



第1図 日本海溝近海海底地形図。赤い枠が調査海域に該当する。

Fig. 1 Submarine topographic features around the Japan Trench. Red rectangles indicate experimental areas.

での詳細な地殻構造探査は行っていない。そこで海上保安庁は大陸棚調査の一環として、第1鹿島海山域および襟裳海山域の地殻構造把握を目的として精密地殻構造探査を行った。

2 調査概要

調査は測量船「昭洋」,「拓洋」による計3度の航海により行われ、重力、海底地形データも合わせて取得した。

2.1 調査海域

海域：第1鹿島海山周辺、襟裳海山周辺

調査期間：第8次大陸棚調査

(「昭洋」2006/9/2-2006/9/25)

第9次大陸棚調査

(「拓洋」2006/9/13-2006/9/27)

第10次大陸棚調査

(「拓洋」2006/10/10-2006/11/2)

探査測線：

DKr1

北緯35.5661° 東経143.2264°

北緯36.2093° 東経141.6406°

測線長 159.98 km (86.4 n.m.)

DKr1では、往路にて屈折法、復路にて反射法を実施した。

DKmA

北緯35.8547° 東経142.6935°

北緯36.0833° 東経143.0500°

測線長 38.52 km (20.8 n.m.)

DKmB

北緯36.0833° 東経143.0500°

北緯36.0322° 東経143.4363°

測線長 34.82 km (18.8 n.m.)

DKmC

北緯36.0662° 東経143.5633°

北緯36.2678° 東経144.0667°

測線長 45.37 km (24.5 n.m.)

DKmD

北緯36.2678° 東経144.0667°

北緯36.5668° 東経144.5350°

測線長 56.67 km (30.6 n.m.)

ERr1

北緯40.6838° 東経145.3232°

北緯41.3822° 東経143.7957°

測線長 149.64 km (80.8 n.m.)

ERr1では、DKr1と同様に、往路にて屈折法、復路にて反射法を実施した。

ERmA

北緯40.9563° 東経144.9157°

北緯41.2835° 東経145.9503°

測線長 93.16 km (50.3 n.m.)

ERmB

北緯41.2887° 東経146.0108°

北緯40.9860° 東経146.9080°

測線長 78.52 km (42.4 n.m.)

ERmC

北緯41.0335° 東経146.8680°

北緯40.2500° 東経146.8333°

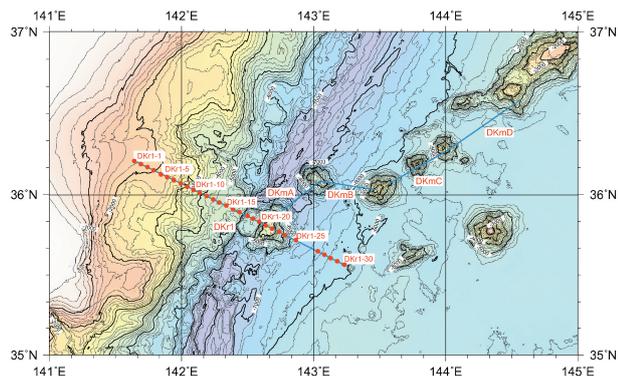
測線長 83.34 km (45.0 n.m.)

本調査では2本の往復測線(DKr1およびERr1)と7本の反射法探査測線が設定された(第2, 3図参照)。2本の往復測線では、往路において屈折法探査を実施し、復路で反射法探査を実施した。

当初、鹿島海山海域ではDKmEまでを計画していたが、台風接近に伴う天候悪化のためDKmDまでしか実施できなかった。

DKr1測線は、第1鹿島海山上を、日本海溝を横切る形で設定されている。DKmAからDKmDは香取海山、第2・第3・第4鹿島海山を経て磐城海山に至るまでを結ぶ測線となっている(第2図)。

ERr1測線も、第1鹿島海山域と同様に、襟裳海山



第2図 調査海域図 (鹿島). 赤い円は地震計設置地点を示す。

Fig. 2 Map of experimental area (Kashima). Red circles indicate OBS locations.

上を通り、海溝を横切る測線となっている。さらに、ERmA, ERmC, ERmDはそれぞれ、襟裳海山、拓洋第1海山、凌風第2海山とその北に位置する小海山(北緯41°、東経146.8°)を結ぶように設定されている(第3図)。

2.2 使用機器

屈折法地震探査

発震船 : 測量船「昭洋」

海底地震計設置間隔 : 5 km

海底地震計使用台数 : DKr1, ERr1
各30台ずつ計60台

震源 : non-tunedエアガンアレイ

震源容量 : 6000 inch³ (98.3 l)

内部圧力 : 2000 psi (13.79 MPa)

曳航深度 : 10 m

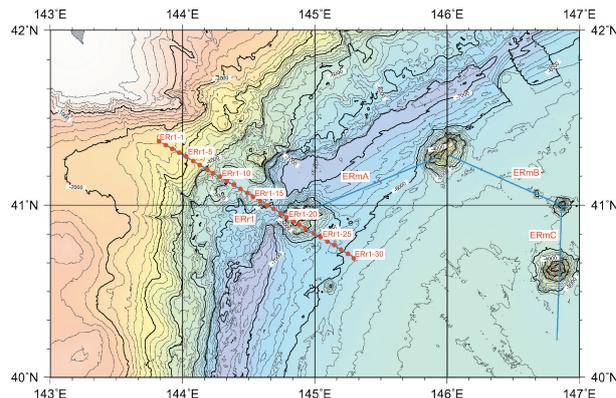
発震間隔 : 200 m

測位 : 単独測位GPS

GPSアンテナーエアガン間距離 : 75 m

人工震源として4台のBOLT社製long life air-gun (1500 inch³ : 24.6 l) で構成されるnon-tunedエアガンアレイ(総用量6000 inch³ : 98.3 l) を用いた。

なお、本調査では計60台の海底地震計を用いたが、12の海底地震計設置点において水深が6000 mを超えたため、耐圧深度が6000 mであるハイドロフォンを取り外して使用した(DKr1 測線で6台、



第3図 調査海域図 (襟裳). 赤い円は地震計設置地点を示す。

Fig. 3 Map of experimental area (Erimo). Red circles indicate OBS locations.

ERr1 測線で6台)。

海底地震計 : 東京測振社製
TOBS-24N型

サンプリングレート : 200 Hz

プリアンプゲイン : 40 db

海底地震計の詳細については林田他 [2005] の通りである。

反射法地震探査

震源 : non-tunedエアガンアレイ

震源容量 : 3000 inch³ (49.2 l)

内部圧力 : 2000 psi (13.79 MPa)

曳航深度 : 10 m

発震間隔 : 50 m

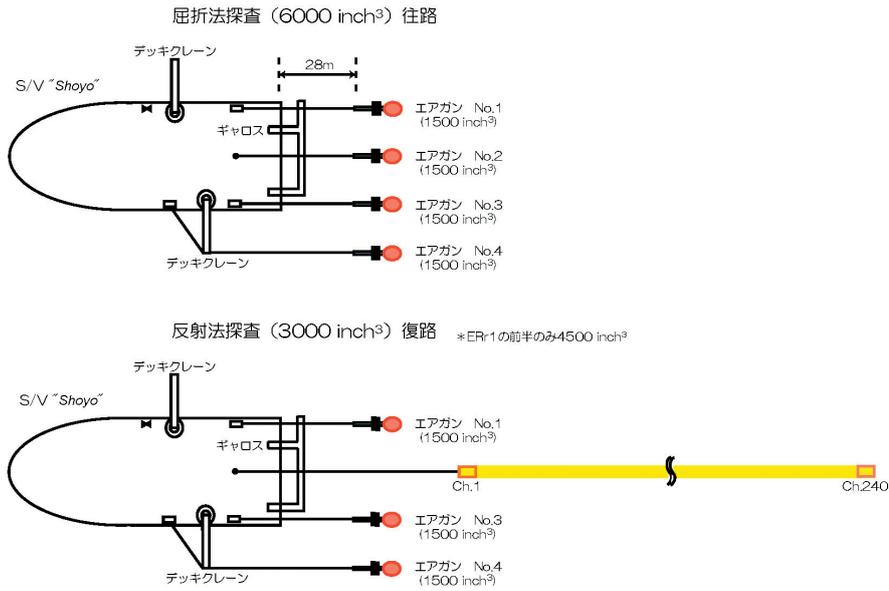
測位 : 単独測位GPS

GPSアンテナー1stチャンネル : 208.03 m

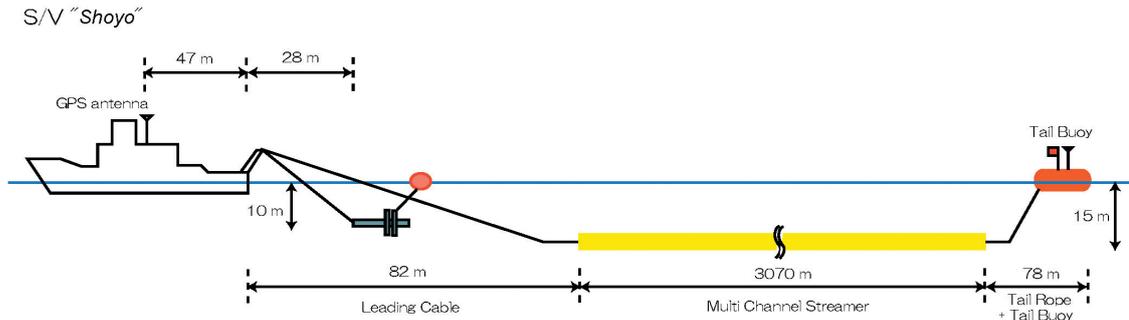
屈折法地震探査では計4台のエアガンを曳航したが、反射法地震探査では後部ギャロスからストリーマケーブルを曳航するためにエアガンを1台減らす必要があった。

当初は、BOLT社製long life air-gun (1500 inch³ : 24.6 l) で構成されるnon-tunedエアガンアレイで総用量4500 inch³ (73.8 l) にて行われる予定であったが、コンプレッサー不調のためERr1 途中から以後

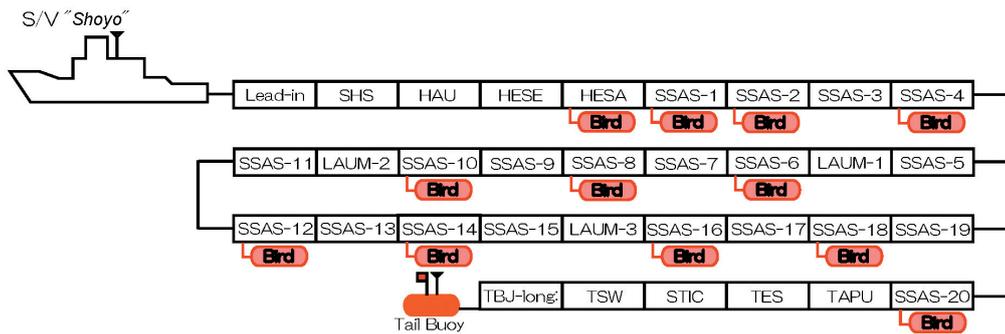
<エアガン/マルチチャンネルケーブル構成・上面図>



<エアガン/マルチチャンネルケーブル構成・側面図>



<マルチチャンネルケーブル構成>



Lead-in: Lead-in-cable 300m (total length)
 SHS: Short Head Section 6m
 HAU: Head Auxiliary Unit 0.33m
 HESE: Head Elastic Section Extension 50m
 HESA: Head Elastic Section Adaptor 10m
 SSAS: Solid Seal Active Section 150m
 LAUM: Line Acquisition Unit, Marine 0.33m
 TAPU: Tail Auxiliary & Power Unit 0.45m
 TES: Tail Elastic Section 50m
 STIC: Streamer-to-Tail Interface Cable 25m
 TSW: Tail Swivel 0.3m
 TBU-long: Tail Buoy Jumper 15m

第4図 エアガンアレイ・マルチチャンネルストリーマケーブル配置構成図。
 Fig. 4 Towing geometry of the air-gun array and the multi channel streamer cable.

全ての反射法測線において総容量3000 inch³ (49.2 l)にて実施した。

収録システム：SERCEL, SEAL system

曳航ケーブル：マルチチャンネル

ストリーマケーブル

曳航深度：約15 m

チャンネル：240 ch

サンプリングレート：2 msec

記録長：15 sec (with delay)

フィルター

Low Cut：3 Hz

High Cut：200 Hz

Notch：out

収録フォーマット：SEG-D

使用ケーブルは全長約3460 mで、20あるアクティブセクションに hidroフォンセンサーが12 chずつ配置されている。収録されたアナログデータは24 bitにA/D変換され、データ収録システム (SERCEL社製SEAL)によりSEG-Dフォーマットで3590Eテープに収録される。記録長は15秒に設定しているが、水深の変化に合わせてディレイタイムを適宜変更 (2~5秒)した。

ストリーマケーブルの構成およびエアガンの曳航方式について第4図に示す。

3 調査経過概要

各次の大陸棚調査日程と地震探査のおおまかな流れは第1表に示す通りである。各行動には上乗りとして、大陸棚調査室員および海洋調査課職員が2~3名乗船した。

また、使用した海底地震計のパーツ構成表は第2表に示す通りである。

3.1 地震計投入および距離測定

測量船「昭洋」により、9月3日にDKr1測線、9月5日にERr1測線にそれぞれ30台ずつの海底地震計を設置した。各地震計の投入予定地点と実際の投入地点の座標とのずれを記したのが第3表であ

第1表 平成18年度第8-10次大陸棚調査行動表。
Table 1 Ship operation in 2006 8th-10th Continental Shelf Survey.

日付	行動
第8次大陸棚調査 測量船「昭洋」 2006/9/2 - 2006/9/25	
9/3	OBS投入 (DKr1-1~DKr1-30) 距離測定 (DKr1-30~DKr1-24)
9/4	距離測定 (DKr1-23~DKr1-1)
9/5	OBS投入 (ERr1-30~ERr1-1)
9/8	距離測定 (ERr1-1~ERr1-30)
9/12	エアガン (1500 inch ³ ×4基)投入 ERr1 (往路・屈折法, 6000 inch ³)入線
9/13	ERr1出線 エアガン (1500 inch ³ ×3基)揚収 マルチチャンネルストリーマケーブル投入, エアガン (1500 inch ³ ×1基)投入 ERr1 (復路・反射法, 4500 inch ³)入線 探鉱機にエラー発生, ERr1出線 付近に多数の漁船が操業し, 回頭してからの再入線が不可能なためそのまま測線へ戻る
9/14	コンプレッサー不調のためエアガン No.4 停止, 1500 inch ³ ×2基とする (以後反射法は3000 inch ³) ERr1出線 ERmA (反射法, 3000 inch ³)入線 探鉱機にエラー発生, ERmA出線
9/15	ERmA (反射法, 3000 inch ³)再入線 ERmA出線 ERmB (反射法, 3000 inch ³)入線 ERmB出線
9/16	ERmC (反射法, 3000 inch ³)入線 ERmC出線 エアガン, マルチチャンネルストリーマケーブル揚収
9/19	エアガン (1500 inch ³ ×4基)投入 DKr1 (往路・屈折法, 6000 inch ³)入線
9/20	DKr1出線 エアガン (1500 inch ³ ×3基)揚収 マルチチャンネルストリーマケーブル投入, エアガン (1500 inch ³ ×1基)投入 DKr1 (復路・反射法, 3000 inch ³)入線
9/21	DKr1出線
9/22	DKmA (反射法, 3000 inch ³)入線 DKmA出線 DKmB (反射法, 3000 inch ³)入線 探鉱機にエラー発生, システム再起動 DKmB出線 出線前に再度エラーが生じていたため, システム再起動 DKmC (反射法, 3000 inch ³)入線 DKmC出線
9/23	DKmD (反射法, 3000 inch ³)入線 DKmD出線 エアガン, マルチチャンネルストリーマケーブル揚収
第9次大陸棚調査 測量船「拓洋」 2006/9/13 - 2006/9/27	
9/15	OBS揚収 (ERr1-1~ERr1-6)
9/16	OBS揚収 (ERr1-7~ERr1-14)
9/17	OBS揚収 (ERr1-15~ERr1-21)
9/18	OBS揚収 (ERr1-22~ERr1-30)
9/22	OBS揚収 (DKr1-26~DKr1-30)
9/23	OBS揚収 (DKr1-25, DKr1-24)
9/25	OBS揚収 (DKr1-1~DKr1-3)
第10次大陸棚調査 測量船「拓洋」 2006/10/10 - 2006/11/2	
10/11	OBS揚収 (DKr1-4~DKr1-6, DKr1-8~DKr1-11)
10/12	OBS揚収 (DKr1-12~DKr1-19)
10/13	OBS揚収 (DKr1-20~DKr1-23)

第2表 海底地震計パーツ構成表。

Table 2 Information of OBS components used in 2006 8th-10th Continental Shelf Survey.

St. No	OBS ID	クォーツID	フラッシュャー		ビーコン		MS
			メーカー	ID	メーカー	ID	
DKr1-1	1-001	0014	大洋無線	5291265	大洋無線	3361726	2662
DKr1-2	1-009	0022	大洋無線	5291396	大洋無線	3361714	2650
DKr1-3	1-021	0069	大洋無線	5291395	大洋無線	3361719	2655
DKr1-4	1-029	0061	大洋無線	5291172	大洋無線	3361742	2678
DKr1-5	1-042	0030	大洋無線	5291539	大洋無線	3361470	2406
DKr1-6	1-048	0007	大洋無線	5291541	大洋無線	3361677	2613
DKr1-7	1-072	0156	大洋無線	5291490	大洋無線	3361298	105
DKr1-8	2-003	0105	大洋無線	5291446	大洋無線	3361515	2451
DKr1-9	2-014	0111	大洋無線	5291283	大洋無線	3361475	2411
DKr1-10	2-017	0200	大洋無線	5291255	大洋無線	3361701	2637
DKr1-11	2-024	0084	大洋無線	5291417	大洋無線	3361663	2599
DKr1-12	2-044	0351	大洋無線	5291307	大洋無線	3361389	2325
DKr1-13	2-047	0359	大洋無線	5291399	大洋無線	3361598	2534
DKr1-14	2-065	0297	大洋無線	5291545	大洋無線	4361358	180
DKr1-15	3-007	0259	大洋無線	5291453	大洋無線	3361419	2355
DKr1-16	4-023	0320	大洋無線	5291321	大洋無線	3361476	2412
DKr1-17	4-026	0492	大洋無線	5291124	大洋無線	3361312	2498
DKr1-18	4-039	0508	大洋無線	5291390	大洋無線	3361312	119
DKr1-19	4-054	0521	大洋無線	5291438	大洋無線	3361445	2381
DKr1-20	4-059	0491	大洋無線	5291259	大洋無線	3361536	2472
DKr1-21	4-063	0090	大洋無線	5291337	大洋無線	3361401	2337
DKr1-22	4-069	0475	大洋無線	5291486	大洋無線	3361687	2603
DKr1-23	4-085	0043	大洋無線	5291315	大洋無線	3361750	2686
DKr1-24	5-005	0251	大洋無線	5291391	大洋無線	3361524	2460
DKr1-25	5-075	1128	NOVATEC	T02-328	NOVATEC	T02-226	2923
DKr1-26	5-076	1080	NOVATEC	T01-049	NOVATEC	T02-273	2970
DKr1-27	5-081	1068	NOVATEC	T01-096	NOVATEC	T02-050	2756
DKr1-28	5-090	1133	NOVATEC	T02-371	NOVATEC	T02-007	2713
DKr1-29	6-025	1091	NOVATEC	T02-372	NOVATEC	T02-202	2899
DKr1-30	6-080	1045	NOVATEC	T01-054	NOVATEC	T02-033	2739

St. No	OBS ID	クォーツID	フラッシュャー		ビーコン		MS
			メーカー	ID	メーカー	ID	
ERr1-1	5-060	0421	大洋無線	5291189	大洋無線	3361672	2608
ERr1-2	5-058	0544	大洋無線	5291353	大洋無線	3361307	114
ERr1-3	5-056	0442	大洋無線	5291548	大洋無線	3361335	142
ERr1-4	5-054	0332	大洋無線	5291311	大洋無線	3361509	2445
ERr1-5	5-049	0338	大洋無線	5291327	大洋無線	3361616	2552
ERr1-6	5-048	0220	大洋無線	5291491	大洋無線	3361540	2476
ERr1-7	5-047	0507	大洋無線	5291250	大洋無線	3361502	2438
ERr1-8	5-041	0452	大洋無線	5291287	大洋無線	3361685	2621
ERr1-9	5-040	0274	大洋無線	5291481	大洋無線	3361346	153
ERr1-10	5-033	0487	大洋無線	5291573	大洋無線	3361385	2321
ERr1-11	5-032	0054	大洋無線	5291401	大洋無線	3361703	2639
ERr1-12	7-093	1173	NOVATEC	T01-040	NOVATEC	T02-119	2816
ERr1-13	5-010	0352	大洋無線	5291516	大洋無線	3361569	2505
ERr1-14	5-006	0040	大洋無線	5291546	大洋無線	3361685	2601
ERr1-15	5-003	0381	大洋無線	5291346	大洋無線	3361375	2311
ERr1-16	4-014	0458	大洋無線	5291359	大洋無線	3361300	107
ERr1-17	7-078	1096	NOVATEC	T01-093	NOVATEC	T02-055	2761
ERr1-18	7-077	1263	NOVATEC	T01-118	NOVATEC	T02-190	2887
ERr1-19	7-074	1264	NOVATEC	T02-341	NOVATEC	T02-008	2714
ERr1-20	7-073	1232	NOVATEC	T01-077	NOVATEC	T02-207	2904
ERr1-21	7-064	1219	NOVATEC	T02-404	NOVATEC	T02-234	2931
ERr1-22	7-053	1220	NOVATEC	T02-428	NOVATEC	T02-092	2798
ERr1-23	7-052	1227	NOVATEC	T02-394	NOVATEC	T02-266	2965
ERr1-24	7-004	1105	NOVATEC	T02-468	NOVATEC	T02-037	2743
ERr1-25	6-100	1155	NOVATEC	T02-378	NOVATEC	T02-254	2951
ERr1-26	6-099	1114	NOVATEC	T01-076	NOVATEC	T02-169	2866
ERr1-27	6-096	1166	NOVATEC	T01-100	NOVATEC	T02-204	2901
ERr1-28	6-094	1131	NOVATEC	T02-360	NOVATEC	T02-081	2787
ERr1-29	6-092	1076	NOVATEC	T01-132	NOVATEC	T02-289	2986
ERr1-30	6-089	1185	NOVATEC	T02-403	NOVATEC	T02-219	2916

る。

停船してから投入するまでに多少の時間を要した ERr1-30では差がやや大きくなったがその他では予定地点と投入地点の差が200 m以内に収まっており、計画から大きくずれることなく順調に投入されたことがわかる。

投入地点から調査測線に対して垂直方向に、水深と同距離離れた海上の1点（水深が3000 mを超える場合、距離は3000 mに固定）で、測量船と海底地震計の斜距離を計測した。計測には船上支援装置（日油技研工業株式会社製 NRP-MC）が用いられ、この測距値と地震計に収録されたエアガンの水中直達波の記録とを合わせて地震計着底位置の算出に使用する。

3.2 エアガン発震作業

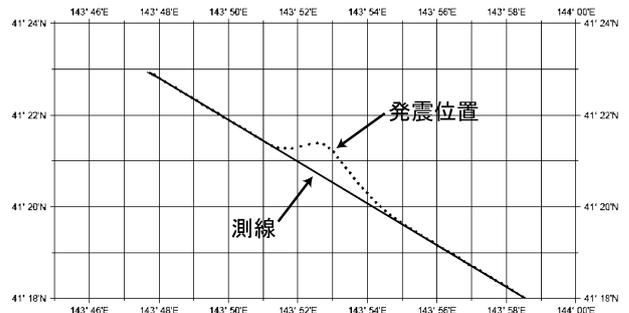
DKr1, ERr1の両測線については、往路で総容量6000 inch³、復路で総容量3000 inch³（ERr1の前半のみ4500 inch³）のエアガンアレイを用い、それぞれ屈折法、反射法の順番で調査を実施した。

最初に地震探査を行った襟裳海山域では、往路ではエアガン等の故障もなく順調な発震作業であったが、復路において、4500 inch³で発震中コンプレッサーに問題が生じた。マルチチャンネル観測時はコンプレッサー1号機、2号機の並列運転としていたが、2号機のアンロード状態が長く1号機の負担が大きくなったために吐出温度が上昇した。従って、

エアガンを4500 inch³から3000 inch³へと変更した。

その後コンプレッサー2号機が復調したために一旦は4500 inch³に戻したものの、再度同等のトラブルが生じたために3000 inch³に変更し、以後の反射法探査は全て3000 inch³で行った。

また、テープにデータが収録されないというエラーがERr1, ERmA, DKmBにおいて生じている。ERr1では上記のエラー発生後、一度測線を離れ回復後再入線を試みたが、付近に多数の漁船が操業しており反転しての再入線が不可能なためにそのまま測線へ戻った。そのため、およそ北緯41°21.5′、東経143°51.5′から北緯41°20.0′、東経143°54.5′の区間において測線から離れて（最大約1 km）の発震となってしまった（第5図）。ERmAでは入線から約20ショットにわたりデータが収録されなかったために、出線後再入線した。DKmBでは、ERr1やERmA



第5図 エアガン発震位置のずれ。
Fig. 5 The difference between planned survey line and actual shooting line.

第3(a)表 鹿島海山海域における海底地震計位置座標.
Table 3 (a) Information of OBS deployment locations for profile DKr1.

DKr1	ID	投入計画位置					投入位置					計画位置と の差(m)	揚収位置				
		緯度(N)		経度(E)		水深(m)	緯度(N)		経度(E)		水深(m)		緯度(N)		経度(E)		水深(m)
		度	分	度	分		度	分	度	分			度	分	度	分	
DKr1-1	1-001	36	12.5922	141	38.5026	1780.4	36	12.5621	141	38.4394	1764.5	109.54	36	11.78	141	37.89	1776.4
DKr1-2	1-009	36	11.4054	141	41.4996	1856	36	11.393	141	41.4189	1839.3	122.65	36	10.93	141	41.2	1850.4
DKr1-3	1-021	36	10.215	141	44.4942	1937.8	36	10.1922	141	44.4747	1929.7	51.26	36	9.75	141	44.42	1944.5
DKr1-4	1-029	36	9.0234	141	47.487	1992.2	36	9.0152	141	47.4413	1986.9	69.94	36	8.7	141	47.84	2000.5
DKr1-5	1-042	36	7.8306	141	50.478	2050.2	36	7.796	141	50.4906	2053.9	66.72	36	7.44	141	50.96	2071
DKr1-6	1-048	36	6.6366	141	53.4678	2151.4	36	6.6492	141	53.4447	2140.1	41.66	36	6.5	141	53.77	2141.8
DKr1-7	1-072	36	5.4414	141	56.4564	2307.4	36	5.4154	141	56.3958	2296.8	102.57	死亡				
DKr1-8	2-003	36	4.245	141	59.4432	2590.7	36	4.24	141	59.5029	2629.7	89.75	36	4.22	142	0.14	2752.4
DKr1-9	2-014	36	3.0474	142	2.4282	2952.8	36	3.0098	142	2.4719	3004.9	95.45	36	3.12	142	3.49	3135.4
DKr1-10	2-017	36	1.848	142	5.412	3375.6	36	1.8032	142	5.4907	3248.3	143.99	36	1.75	142	6.33	3360.7
DKr1-11	2-024	36	0.648	142	8.394	3863.4	36	0.6302	142	8.3538	3845.2	68.58	36	0.63	142	9.25	3891.8
DKr1-12	2-044	35	59.4462	142	11.3748	4158.2	35	59.4622	142	11.4123	4158.1	63.46	35	59.21	142	12.86	4186.7
DKr1-13	2-047	35	58.2438	142	14.3544	4265.9	35	58.2662	142	14.3752	4283.6	51.84	35	58.36	142	15.56	4356.8
DKr1-14	2-065	35	57.0396	142	17.3316	4562.5	35	57.0034	142	17.3501	4582.6	72.47	35	57.12	142	18.41	4507.6
DKr1-15	3-007	35	55.8348	142	20.3082	4303.4	35	55.8322	142	20.2961	4329.5	18.76	35	55.88	142	21.65	4276.8
DKr1-16	4-023	35	54.6282	142	23.283	4409.3	35	54.6664	142	23.2564	4425.3	81.13	35	54.63	142	24.34	4501.6
DKr1-17	4-026	35	53.4204	142	26.256	4801.2	35	53.4301	142	26.3186	4790.5	95.52	35	53.44	142	27.29	4712.2
DKr1-18	4-039	35	51.9288	142	29.922	5349	35	51.9782	142	29.985	5339.5	131.43	35	52.19	142	31.53	5280.3
DKr1-19	4-054	35	51.0018	142	32.1978	5180	35	51.0076	142	32.2293	5168.6	48.44	35	51.15	142	33.44	5203.6
DKr1-20	4-059	35	49.7904	142	35.1666	5348.3	35	49.8772	142	35.1944	5347.3	165.91	35	50.05	142	36.52	5068.8
DKr1-21	4-063	35	48.5778	142	38.1336	3740.2	35	48.5527	142	38.1078	3740.5	60.45	35	48.95	142	39.57	3713.8
DKr1-22	4-069	35	47.364	142	41.0994	3746.8	35	47.4056	142	41.0817	3749.3	81.41	35	47.38	142	42.36	3852.3
DKr1-23	4-085	35	46.149	142	44.0634	4570.6	35	46.159	142	44.0231	4531.1	64.84	35	46.16	142	45.26	4794.8
DKr1-24	5-005	35	44.9328	142	47.0262	5100.8	35	44.9161	142	47.0548	5078.3	52.90	35	44.37	142	48.92	5565.4
DKr1-25	5-075	35	42.96	142	51.8214	6377	35	42.9895	142	51.7845	6369.8	77.78	35	42.55	142	53.17	6599.7
DKr1-26	5-076	35	38.8332	143	1.8168	6458.1	35	38.8426	143	1.7828	6459.1	53.99	35	38.7	143	3.38	6431.1
DKr1-27	5-081	35	37.6098	143	4.7706	6362.7	35	37.6458	143	4.7208	6237.2	100.22	35	37.58	143	6.17	6287.9
DKr1-28	5-090	35	36.3846	143	7.7226	6155.2	35	36.4047	143	7.6868	6138.3	65.44	35	36.44	143	9.14	6121
DKr1-29	6-025	35	35.1588	143	10.6734	6076.9	35	35.1731	143	10.64	6070.2	56.79	35	35.09	143	12.03	6062.1
DKr1-30	6-080	35	33.9318	143	13.6224	6143.1	35	33.966	143	13.5884	6130.2	81.37	35	33.75	143	15.23	6111.1

第3(b)表 襟裳海山海域における海底地震計位置座標.
Table 3 (b) Information of OBS deployment locations for profile ERr1.

ERr1	ID	投入計画位置					投入位置					計画位置と の差(m)	揚収位置				
		緯度(N)		経度(E)		水深(m)	緯度(N)		経度(E)		水深(m)		緯度(N)		経度(E)		水深(m)
		度	分	度	分		度	分	度	分			度	分	度	分	
ERr1-1	5-060	41	22.2378	143	49.2852	2400.5	41	22.2113	143	49.3043	2406.9	55.736	41	21.92	143	49.4	2405.8
ERr1-2	5-058	41	20.8608	143	52.3692	2437.3	41	20.7937	143	52.3397	2437.2	130.722	41	20.8332	143	52.2753	2439.8
ERr1-3	5-056	41	19.4826	143	55.4514	2468.8	41	19.4527	143	55.5185	2488.1	108.396	41	19.28	143	55.6	2501.8
ERr1-4	5-054	41	18.1026	143	58.5318	2659	41	18.0707	143	58.5982	2689.4	109.542	41	17.87	143	58.86	2709.5
ERr1-5	5-049	41	16.7214	144	1.6098	2939.6	41	16.6902	144	1.6695	2979.3	101.097	41	16.55	144	2.06	3027.8
ERr1-6	5-048	41	15.339	144	4.6854	2991.5	41	15.3086	144	4.766	3186.2	125.412	41	15.18	144	5.09	3204.5
ERr1-7	5-047	41	13.9554	144	7.7586	3096.2	41	13.9211	144	7.836	3336.8	124.990	41	13.77	144	8.15	3370.4
ERr1-8	5-041	41	12.3894	144	11.2296	3293.5	41	12.3311	144	11.273	3443.8	123.617	41	12.25	144	11.51	4181.1
ERr1-9	5-040	41	11.1834	144	13.8996	3608.1	41	11.1442	144	13.9492	4491.7	100.141	41	11.16	144	14.21	4552.9
ERr1-10	5-033	41	9.795	144	16.9668	4768.7	41	9.7778	144	16.9971	4429.3	52.853	41	9.89	144	17.27	4374.8
ERr1-11	5-032	41	8.406	144	20.0316	5060.7	41	8.3895	144	20.1043	5136.6	105.791	41	8.62	144	20.42	5160
ERr1-12	7-093	41	7.0152	144	23.094	5072.7	41	7	144	23.1373	5025.1	66.581	41	7.19	144	23.25	4967.9
ERr1-13	5-010	41	5.6226	144	26.1546	5326.4	41	5.6071	144	26.2358	5406.3	116.783	41	5.88	144	26.46	5404.3
ERr1-14	5-006	41	4.2294	144	29.2134	5483.9	41	4.1993	144	29.3083	5298	143.598	41	4.53	144	29.48	5358
ERr1-15	5-003	41	2.8344	144	32.2698	5466	41	2.91	144	32.3475	5458.6	176.955	41	3.16	144	32.59	5481.7
ERr1-16	4-014	41	1.4382	144	35.3238	5843.9	41	1.4445	144	35.3803	5841	79.717	41	1.71	144	35.71	5867
ERr1-17	7-078	41	0.4048	144	38.376	6017.4	41	0.0521	144	38.3808	6013.7	21.953	41	0.21	144	38.6	6033.5
ERr1-18	7-077	40	58.6416	144	41.4258	6145.4	40	58.6828	144	41.4189	6170.8	76.827	40	58.96	144	41.58	6219.9
ERr1-19	7-074	40	57.2418	144	44.4732	5902.7	40	57.2634	144	44.4964	5921.6	51.456	40	57.89	144	44.74	6195.1
ERr1-20	7-073	40	55.8402	144	47.5188	5148	40	55.8719	144	47.5188	5139.4	58.645	40	56.7	144	47.67	5205
ERr1-21	7-064	40	54.4374	144	50.5626	3884.6	40	54.469	144	50.5394	3878.4	66.858	40	54.98	144	50.69	3971.3
ERr1-22	7-053	40	53.3274	144	52.965	4137.8	40	53.3177	144	52.9595	4132.5	19.526	40	53.73	144	53.19	4111.7
ERr1-23	7-052	40	52.1286	144	55.5588	4537.7	40	52.1249	144	55.5527	4515.4	10.942	40	52.62	144	55.73	4582.4
ERr1-24	7-004	40	50.22	144	59.6796	5675.8	40	50.2235	144	59.6764	5661.2	7.871	40	50.78	145	0.01	5581.7
ERr1-25	6-100	40	48.8118	145	2.7144	6125.9	40	48.8697	145	2.6484	6114.2	141.468	40	49.58	145	2.82	6064.7
ERr1-26	6-099	40	47.4024	145	5.7474	6123.5	40	47.4587	145	5.7866	6115.6	117.739	40	48.21	145	6.01	6112.6
ERr1-27	6-096	40	45.9912	145	8.778	6233	40	46.0254	145	8.7958	6231.1	68.009	40	47.19	145	9.04	6180.8
ERr1-28	6-094	40	44.5788	145	11.8062	6096.5	40	44.5965	145	11.8571	6082.8	78.497	40	45.49	145	12.01	6165
ERr1-29	6-092	40	43.1652	145	14.8326	5870.7	40	43.162	145	14.9206	5918.4	123.533	40	43.95	145	14.91	5891.7
ERr1-30	6-089	40	41.7504	145	17.8566	5778.7	40	41.8809	145	17.9251	5847.6	259.842	40	42.55	145	18.06	5846.6

と同様にデータが収録されなかったためにSEALシステムを再起動した。しかし再起動直後、181 ch～240 ch間において、2 ch間隔でデータを収録できなくなる(181, 182 chは収録, 183, 184 chは未収録)

第4表 エアガンショット記録一覧
Table 4 Air-gun shot log.

DKr1(往路・屈折法)				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/19 13:31:06	1	35.42595	143.5038	-5723.3 入線(SE)
2006/9/20 15:58:18	959	36.21989	141.6151	-1710.7 出線(NW)

DKr1(復路・反射法)				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/20 21:07:22	77	36.21959	141.6167	-1714.2 入線(NW)
2006/9/21 16:42:04	3443	35.5406	143.2877	-5477 出線(SE)

DKmA				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/22 07:12:10	75	35.84955	142.6836	-3792.5 入線(SW)
2006/9/22 12:20:00	937	36.08352	143.0488	-4510.5 出線(NE)

DKmB				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/22 12:20:49	938	36.08334	143.05	-4522.2 入線(W)
2006/9/22 16:56:22	1709	36.02848	143.4738	-2851.3 出線(E)

DKmC				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/22 18:07:28	74	36.06616	143.5664	-3380.4 入線(SW)
2006/9/22 23:48:57	978	36.26668	144.0048	-3554.3 出線(NE)

DKmD				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/22 23:50:39	979	36.26772	144.0068	-3513.8 入線(SW)
2006/9/23 08:47:12	2209	36.58601	144.5695	-3998.9 出線(NE)

ERr1(往路・屈折法)				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/12 11:53:16	1	40.6387	145.3966	-5583.7 入線(SE)
2006/9/13 09:16:01	789	41.38224	143.7945	-2368.8 出線(NW)

DKr1(復路・反射法)				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/13 15:55:47	1	41.38211	143.7956	-2371.9 入線(NW)
2006/9/14 13:14:07	3070	40.66603	145.3608	-5634.3 出線(SE)

DKmA				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/15 00:11:06	59	40.95601	144.9148	-4041.6 入線(SW)
2006/9/15 12:42:12	1939	41.28352	145.9502	-2714.6 出線(NE)

DKmB				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/15 13:25:26	2034	41.28827	146.0106	-3868.4 入線(NW)
2006/9/15 23:11:17	3680	40.98573	146.9083	-4510.8 出線(SE)

DKmC				
日時	ショットNo.	緯度(N)	経度(E)	深度(m)
2006/9/16 01:40:04	45	41.0002	146.8667	-3138.3 入線(N)
2006/9/16 12:18:47	1787	40.21682	146.8317	-5296.8 出線(S)

といった具合に、収録・未収録が2ch毎に繰り返される)という新たなトラブルが発生した。DKmB終了後SEALシステムを再起動させたところ、次測線であるDKmC入線前に解消された。なぜSEALシステム再起動直後に上記のような新たな問題が発生したかは不明であるが、今後SEALシステムを再起動した直後は、収録データに「欠落」がないか注意を払う必要がある。また、万が一収録データが欠如していた場合は、もう一度SEALシステムを再起動させた方がよいと考えられる。

3.3 地震計揚収

地震計の揚収は、9月15日から25日(第9次大陸棚調査)と10月11日から13日(第10次大陸棚調査)にかけて「拓洋」により行われた。当初の予定では第9次大陸棚調査において、合計60台の海底地震計全てを回収する予定であったが、低気圧および台風の影響による悪天候が続き、結果的に第9次大陸棚調査では襟裳海山海域の30台と第1鹿島海山海域の10台のみが揚収された。第9次大陸棚調査での揚収作業は、13台で離底信号を確認できず、距離測定において離底を確認したが、全般的に順調であった。

第10次大陸棚調査においては第1鹿島海山海域の

残り20台の揚収を行った。唯一、DKr1-7だけが切り離し信号・測距信号にも応答せず、10月11日、13日両日で幾度と切り離し・搜索作業を行ったが揚収は出来なかった。さらにその後、第12次大陸棚調査(測量船「拓洋」)においても揚収を試みたが、回収することができなかった。

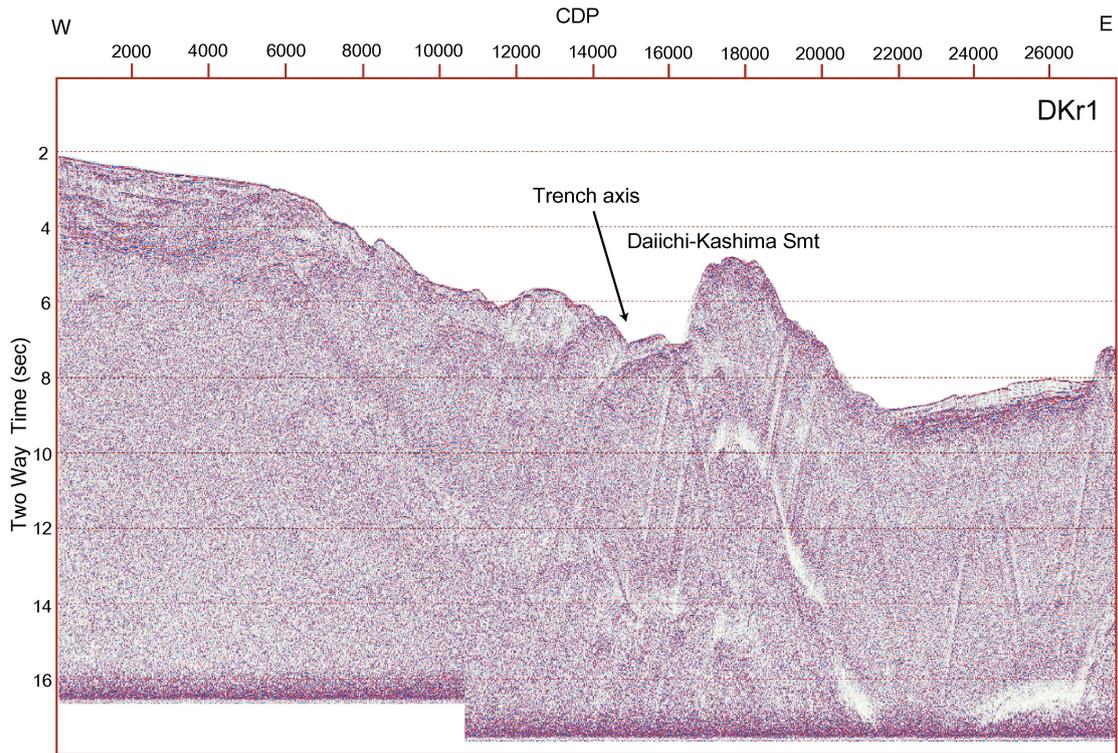
4 調査記録

4.1 反射法地震探査記録(DKr1, ERr1)

第6図にマルチチャンネル反射法地震探査の記録断面図を示した。両断面図ともに、図の左側(西側)に陸側海溝斜面が続き、海溝、海山、そして図の右側(東側)に深海平坦面が広がるという構図になっている。

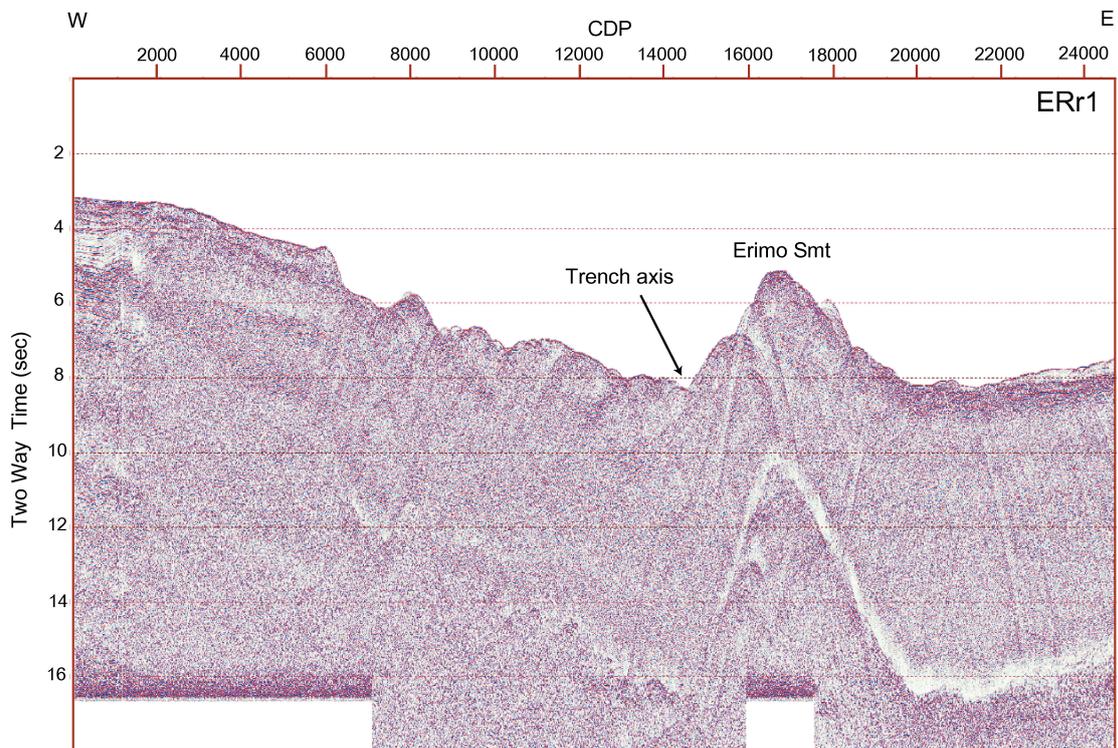
第1鹿島海山の断面図(第6図a)では、測線の西端において海底面にはほぼ並行する幾つかの強反射面が確認できる。襟裳海山の断面図(第6図b)でも、第1鹿島海山の断面図と同様に、測線西端で海底面に並行する複数の反射面を確認できる。

第1鹿島、襟裳両海山の背後に広がる深海平坦面では、ともに厚い遠洋性堆積物が確認できる。それは、第1鹿島海山海域で最大0.5秒、襟裳海山海域で最大0.4秒程の層厚をもち、さらにその下に、水



第 6 (a) 図 鹿島海山海域のマルチチャンネル反射法記録断面図 (DKr1)。施した処理は、リサンプリング (2 msec-4 msec)、バンドパスフィルター (重合前：3-125 Hz, 重合後：10-50 Hz, 6-30 Hz)、ゲイン補正、デコンボリューション、多重反射除去、速度解析、NMO補正、CDP重合である。

Fig. 6 (a) Multi-channel seismic reflection profiles for DKr1. The data were processed through resampling (2 msec-4 msec), band-pass filtering (before stack ; 3-125 Hz, after stack ; 10-50 Hz, 6-30 Hz), gain control, deconvolution, demultiple, velocity analysis, NMO corrections and CDP stack.



第 6 (b) 図 襟裳海山海域のマルチチャンネル反射法記録断面図 (ERr1)。

Fig. 6 (b) Multi-channel seismic reflection profiles for ERr1.

平に走る複数の強反射面が見える。

第1鹿島海山の断面図では、断層により分断された第1鹿島海山の西半分が海溝へと沈み込んでいる様子が明瞭に記録されている。海山の西半分は海底面下1.5秒程まで沈み込んでおり、沈み込んだ海山の下には強い反射面が見られる。分断された海山の西半分と東半分の間には地溝が形成されており、堆積物により埋積されている様子も確認できる。海山を二つに分けている地溝の東側は急峻な断層崖となっており、比高はおよそ1500 mに達する。

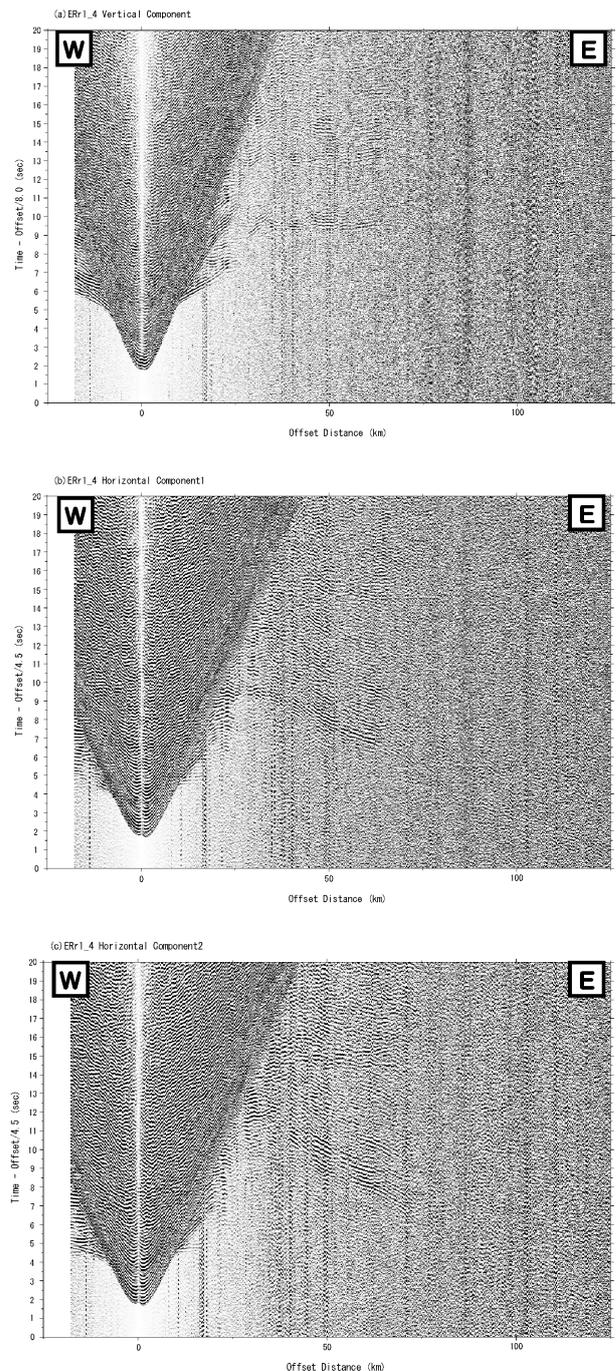
また、襟裳海山海域では、海溝軸から陸側へ向かって深度を下げる（海底面下1秒～2秒）反射面が確認できる。

4.2 屈折法地震探査記録

本調査では、ERr1, DKr1の2測線で計60台の海底地震計を投入し、DKr1-7を除く計59台を揚収した。また、揚収した全ての海底地震計からデータを回収することができた。各測線における海底地震計のレコードセクションの例を第7, 8図に示す。第7図にはERr1-4の三成分（地震計上下動・水平動直交2成分）を、第8図にはDKr1-5, DKr1-10, DKr1-15の地震計上下動成分を示した。

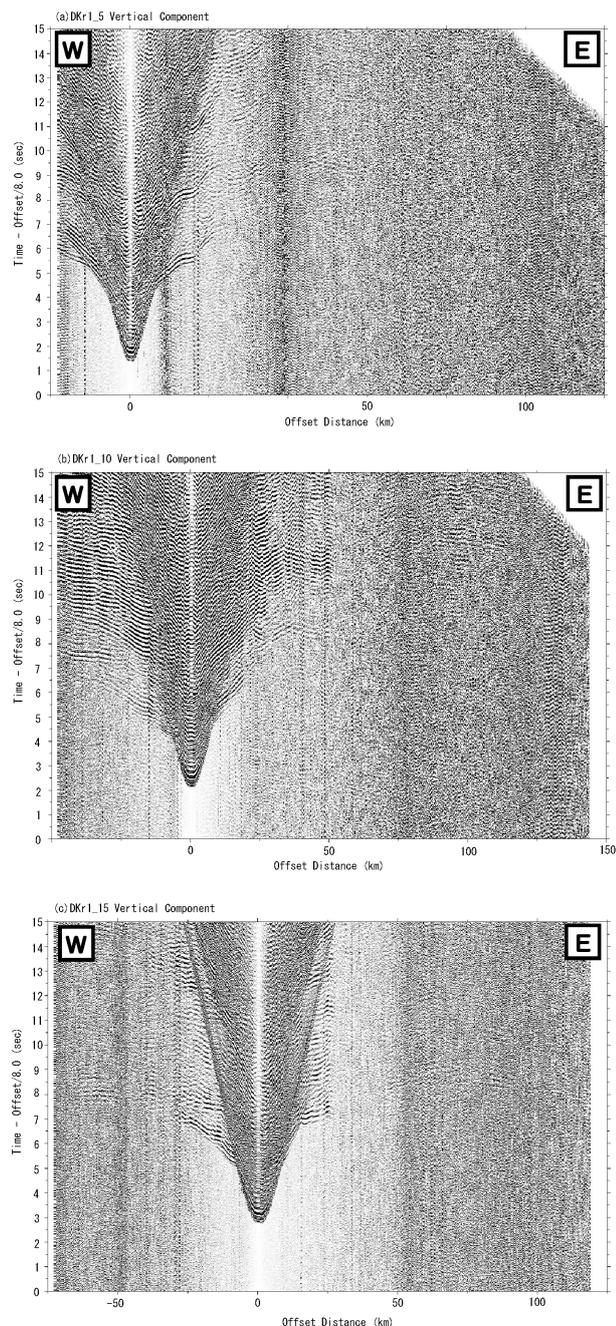
ERr1-4の上下動記録（第7図-a）の東側で初動をはっきりと確認できるのは、せいぜいオフセット距離20 km程度までである。オフセット30～70 kmの範囲の見かけ速度8 km/s程度の振幅の大きな信号は、現時点では初動かどうか不明であり、沈み込むプレート上面からの反射波である可能性もある。水平動ch2（第7図-c）のレコードセクション上の同オフセット、およそ15秒の位置には、見かけ速度4.5 km/sの信号が見られ、上述の信号のS波に対応すると推定される。

DKr1-5では、西側オフセット10 kmに初動の折れ曲がりが見られ、地殻内の層構造の存在を示唆している。東側オフセット距離30 km付近までは初動を追跡できるがそれ以遠では信号の同定困難である。これより東側のDKr1-10, DKr1-15については、それぞれの海底地震計の西側で見かけ速度の異なる信号が複数見られるが、いずれも20 km以遠では初動



第7図 襟裳海山海域の陸側海溝斜面に設置された海底地震計ERr1-4の (a) 上下動成分の記録 (reduction velocity 8.0 km/sec) と (b) (c) 水平動成分の記録 (reduction velocity 4.5 km/sec)。各トレースにはバンドパスフィルター (4-16 Hz) を施している。

Fig. 7 Record sections for ERr1-4 on the landward trench slope around Erimo Smt. (a) vertical component with a reduction velocity of 8.0 km/sec. (b) (c) Horizontal component with a reduction velocity of 4.5 km/sec. The data were processed through band-pass filtered (4-16 Hz).



第 8 図 鹿島海山海域の陸側海溝斜面に設置された 3つの海底地震計 DKr1-5, DKr1-10, DKr1-15の上下動成分の記録 (reduction velocity 8.0 km/sec).

Fig. 8 Record sections for DKr1-5, DKr1-10, DKr1-15 on the landward trench slope around Kashima Smt. Reduction velocity is 8.0 km/sec.

の確定は難しい。

5 まとめ

今回の調査は、平成16年度第9次大陸棚調査(2004/10/5-2004/10/27)の際に新たに導入された SEAL システムを使用しての初めての本格的な反射法地震探査であった。

本システムは、導入時には2日間の機器テストを行ったのみで、およそ2年間使用する機会がなかったため、正常に動作するかどうか懸案であった。テープ収録部でエラーが多発し、一部データが欠損した測線もあったが、総じて良好に作動したといえる。また収録されたデータも、十分に良質なものであったと思われる。さらなる解析処理を加えれば、より明瞭な反射断面図が得られると考えられる。

6 謝辞

本調査に関しまして、多大なご援助、ご支援をして下さった、測量船「昭洋」・「拓洋」の船長および乗組員の方々に深く感謝の意を表します。また、調査の計画・実行に携わり、多くのご助言・提言を下さいました大陸棚調査室の方々にお礼申し上げます。そして、本報告書作成にご助言下さいました海洋研究室の方々に深く感謝いたします。

参 考 文 献

大島章一, 荻野卓司, 桂忠彦, 池田清, 内田摩利夫, 永野真男, 林田政和, 宗田賢二, 春日茂, 谷伸: 第1鹿島海山の日本海溝陸側海溝斜面へのもぐり込み現象. 水路部研究報告, 20, 25-46, (1985)

Mogi A. and Nishizawa K.: Breakdown of a Seamount on the Slope of the Japan Trench. Proc. of the Japan Academy, 56 Ser. B, 257-259, (1980)

林田政和, 浜本文隆, 田中喜年, 松本正純: 大東海嶺群における精密地殻構造調査. 海洋情報部技報, 23, 33-45, (2005)