

## 2 . 制御震源を用いた地殻構造探査

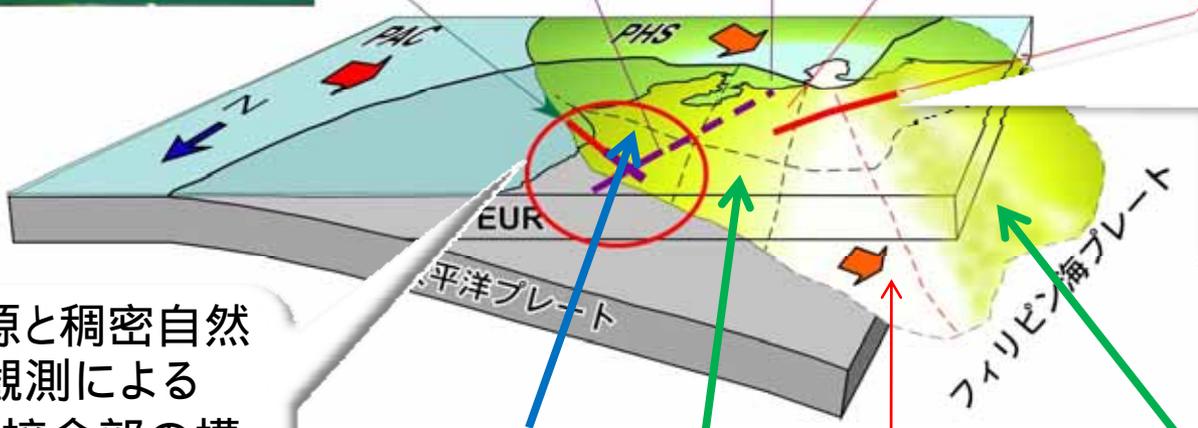
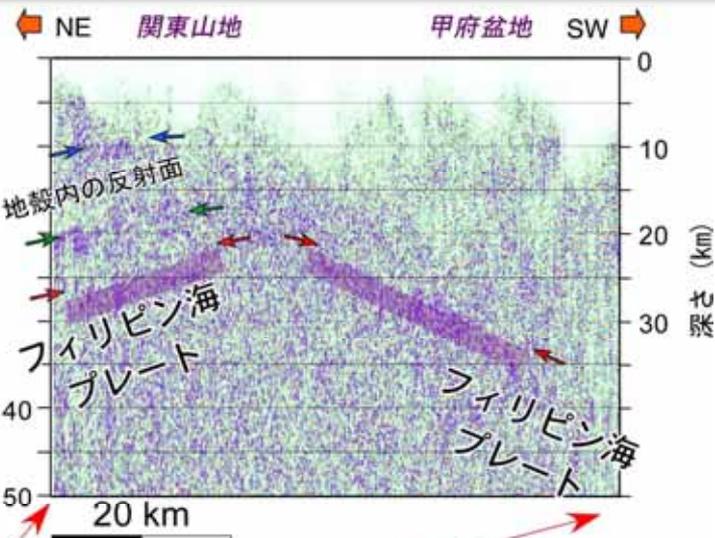
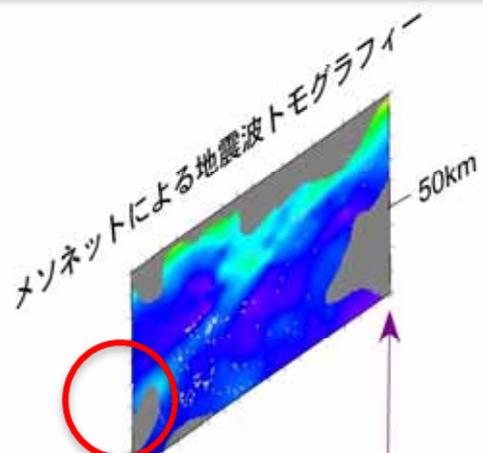
2-1 稠密発震反射法地震探査による地殻構造調査研究

2-2 自然地震波干渉法による地殻・上部マントル構造調査研究

# 九十九里-つくば測線および つくば-水戸測線地殻・プレート構 造調査

東京大学地震研究所

# 制御震源・稠密自然地震観測によるプレートの詳細構造



**フィリピン海スラブ内のリッジ状構造の発見**  
H21年度

制御震源と稠密自然地震観測によるプレート接合部の構造説明 (H22年度)  
平成22年6月29日

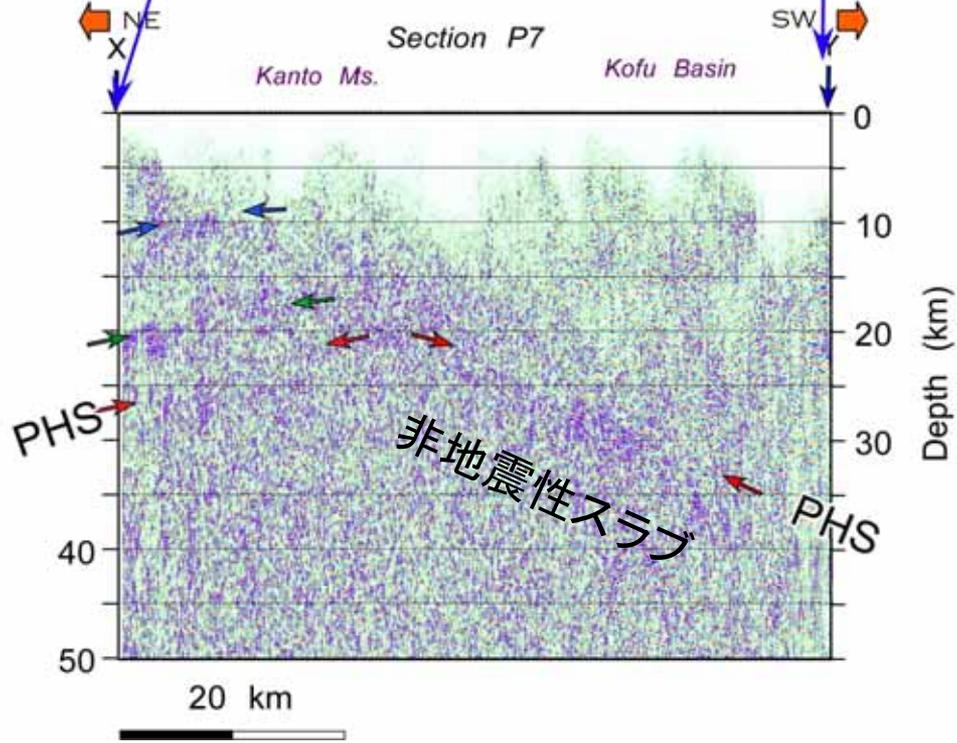
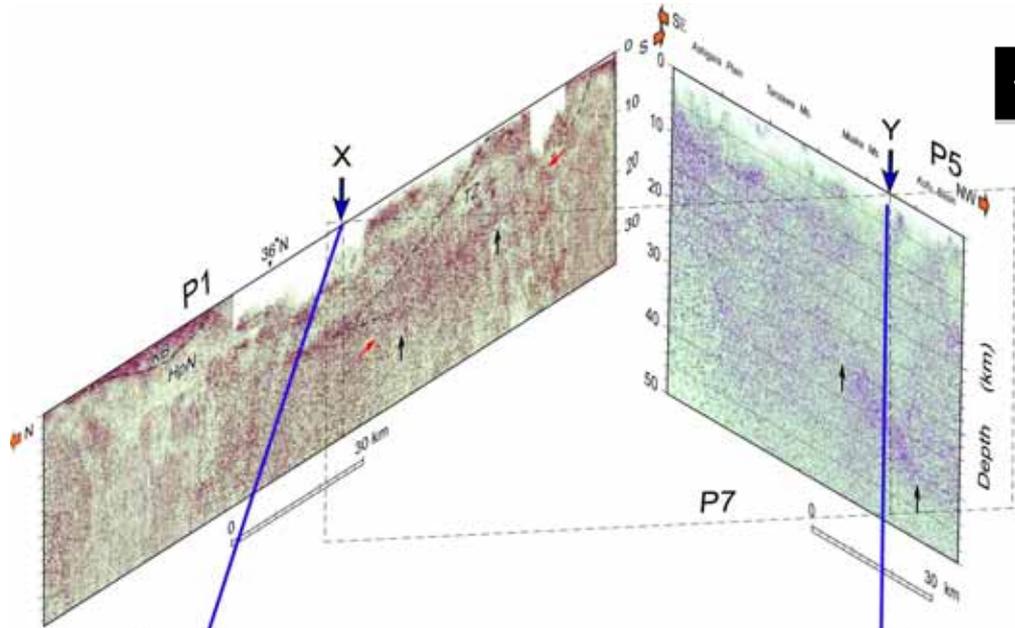
スラブ内部変形大

非地震性スラブ

“普通”のスラブ

“普通”のスラブ

# 伊豆衝突帯北方のスラブ形状



北から見た反射法地震探査断面

東経 139°

140°

141°

北緯

**南関東で発生するM7程度  
の地震の今後30年以内の  
発生確率は70%程度**

茨城県南部の地震

茨城県南部の地震

明治東京地震

千葉県東方沖地震

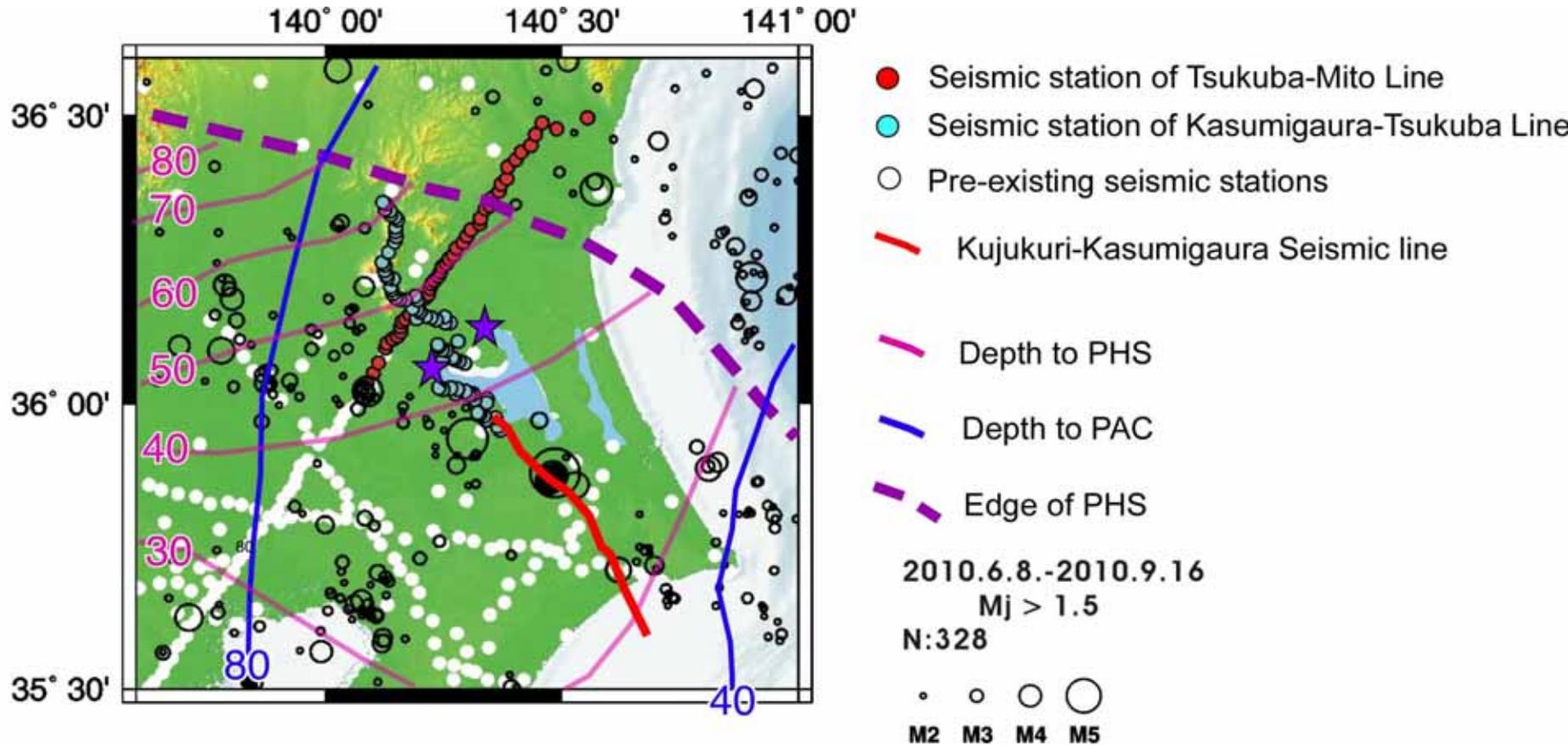
浦賀水道付近の地震

首都圏直下のやや深い地震

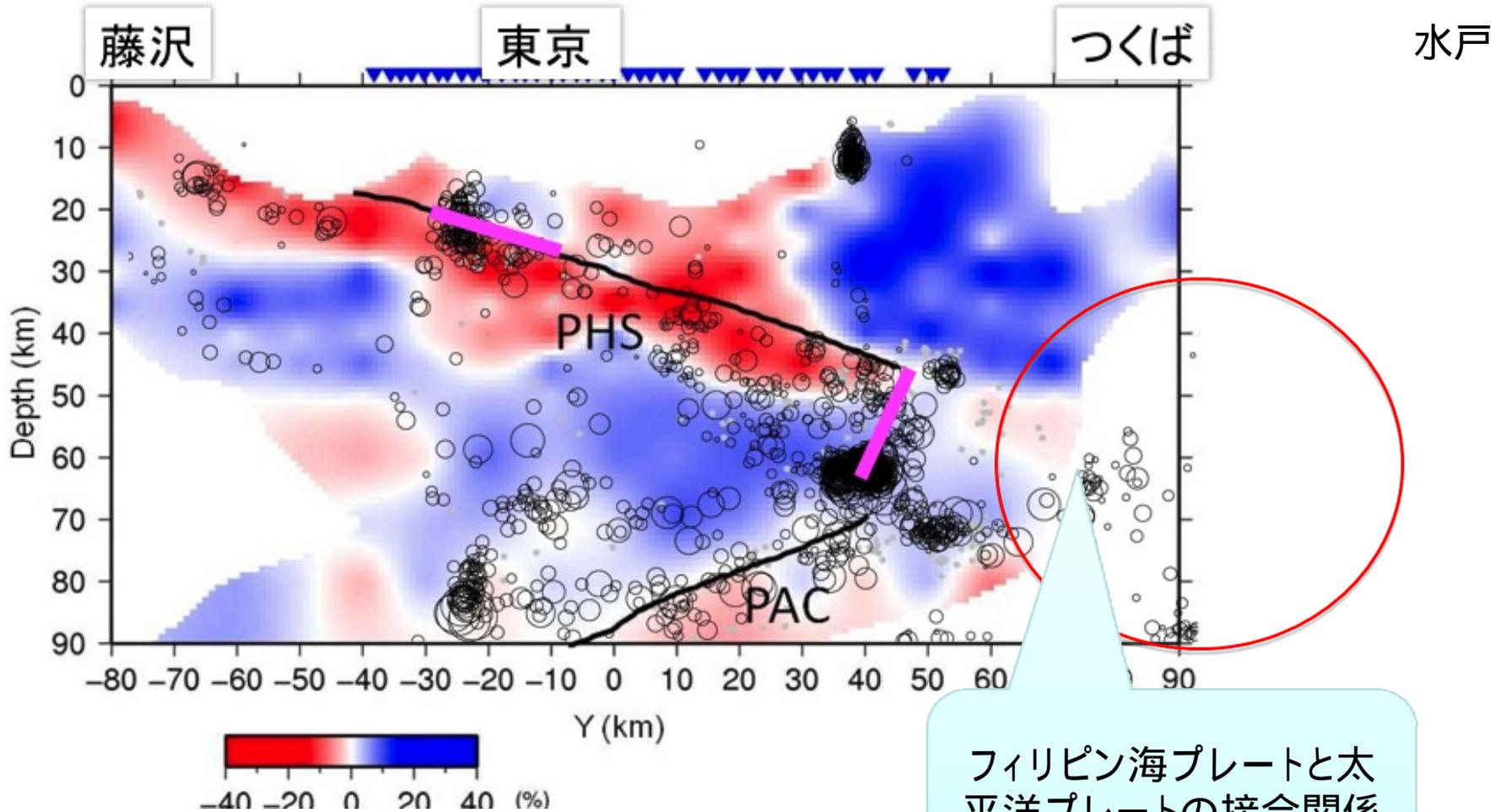
M 深さ

1894年6月20日	7.0	80km
1895年1月18日	7.2	40-80km
1921年12月8日	7.0	53km
1922年4月26日	6.8	71km
1987年12月17日	6.7	58km

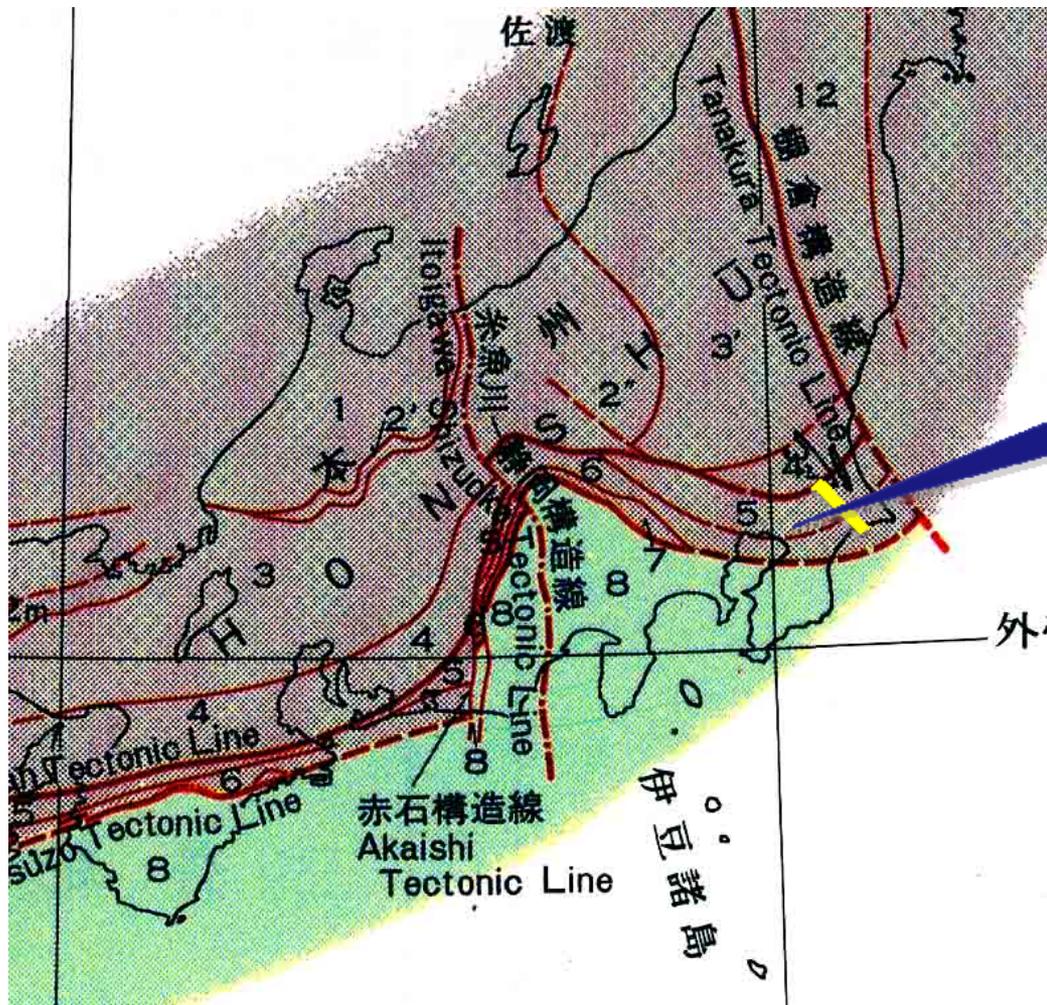
# 探査測線の地学的背景



# MeSO-netによるトモグラフィー断面図



フィリピン海プレートと太平洋プレートの接合関係のイメージング



いくつかの地質構造帯を横断  
 →活断層の深部形状を考察する  
 ための基礎情報を収集

外帯

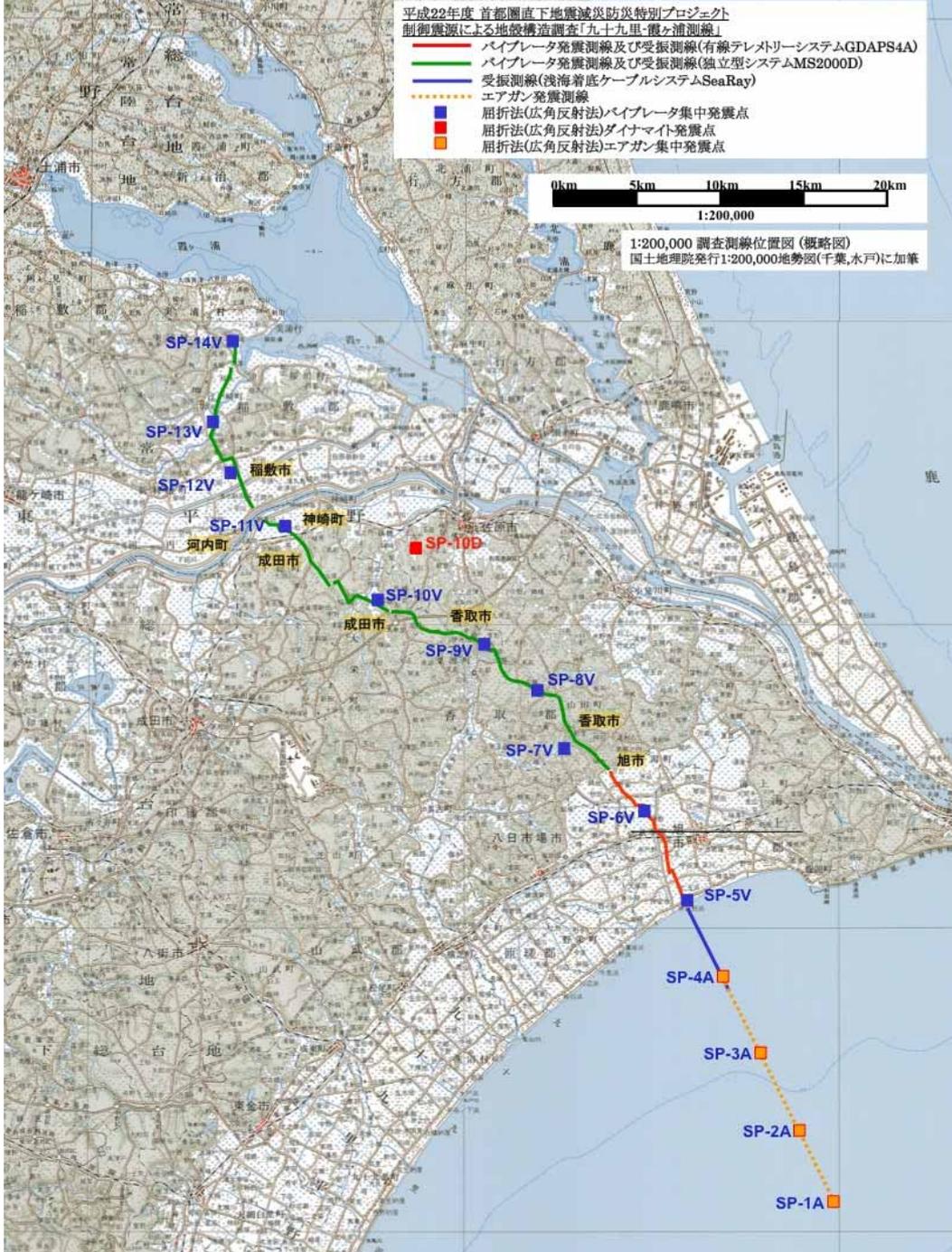
- |    |       |                 |
|----|-------|-----------------|
| 3' | 足尾帯   | Ashio Belt      |
| 4  | 領家帯*  | Ryōke Belt*     |
|    | 外帯    | Outer Zone      |
| 5  | 三波川帯* | Sambagawa Belt* |
| 6  | 秩父帯   | Chichibu Belt   |
| 7  | 三宝山帯  | Sambōsan Belt   |
| 8  | 四万十帯  | Shimanto Belt   |

平成22年度 首都圏直下地震減災防災特別プロジェクト  
 制御震源による地殻構造調査「九十九里-霞ヶ浦測線」

- バイブレータ発震測線及び受振測線(有線テレメトリシステムGDAPS4A)
- バイブレータ発震測線及び受振測線(独立型システムMS2000D)
- 受振測線(浅海着底ケーブルシステムSeaRay)
- エアガン発震測線
- 屈折法(広角反射法)バイブレータ集中発震点
- 屈折法(広角反射法)ダイナマイト発震点
- 屈折法(広角反射法)エアガン集中発震点



1:200,000 調査測線位置図(概略図)  
 国土地理院発行1:200,000地勢図(千葉,水戸)に加筆



# 九十九里-霞ヶ浦 反射法地震探査測線

展開長 58.2 km

固定展開

陸上 MS2000, 50m 間隔 486 ch

G-daps 4, 25m 間隔 822 ch

海底 SeaRay 25m 間隔 240 ch

震源 大型バイブレーター 4台

エアガン 3020 cu. Inch,  
2000 psi

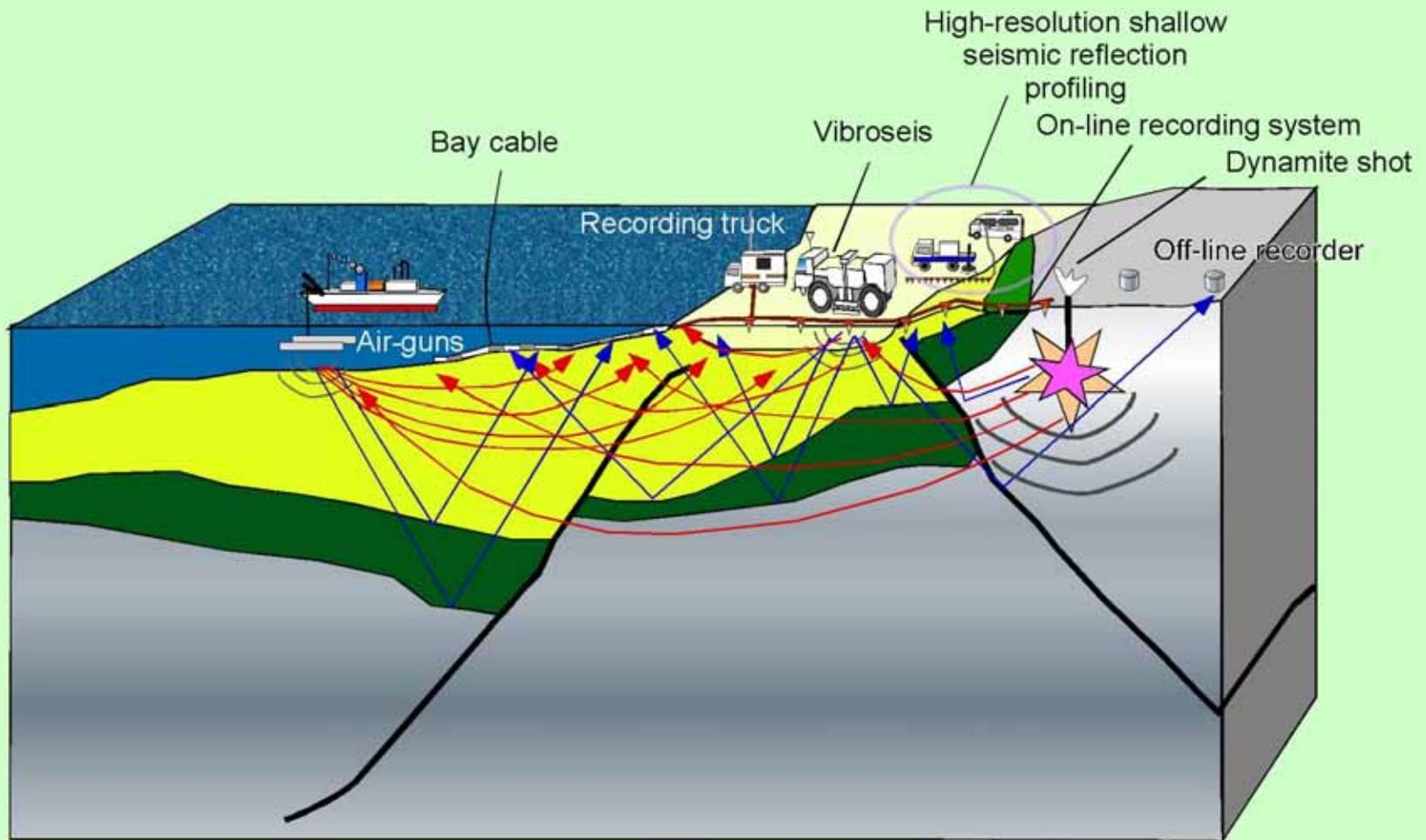
ダイナマイト 2点 (100, 200 kg)

平均発震点間隔

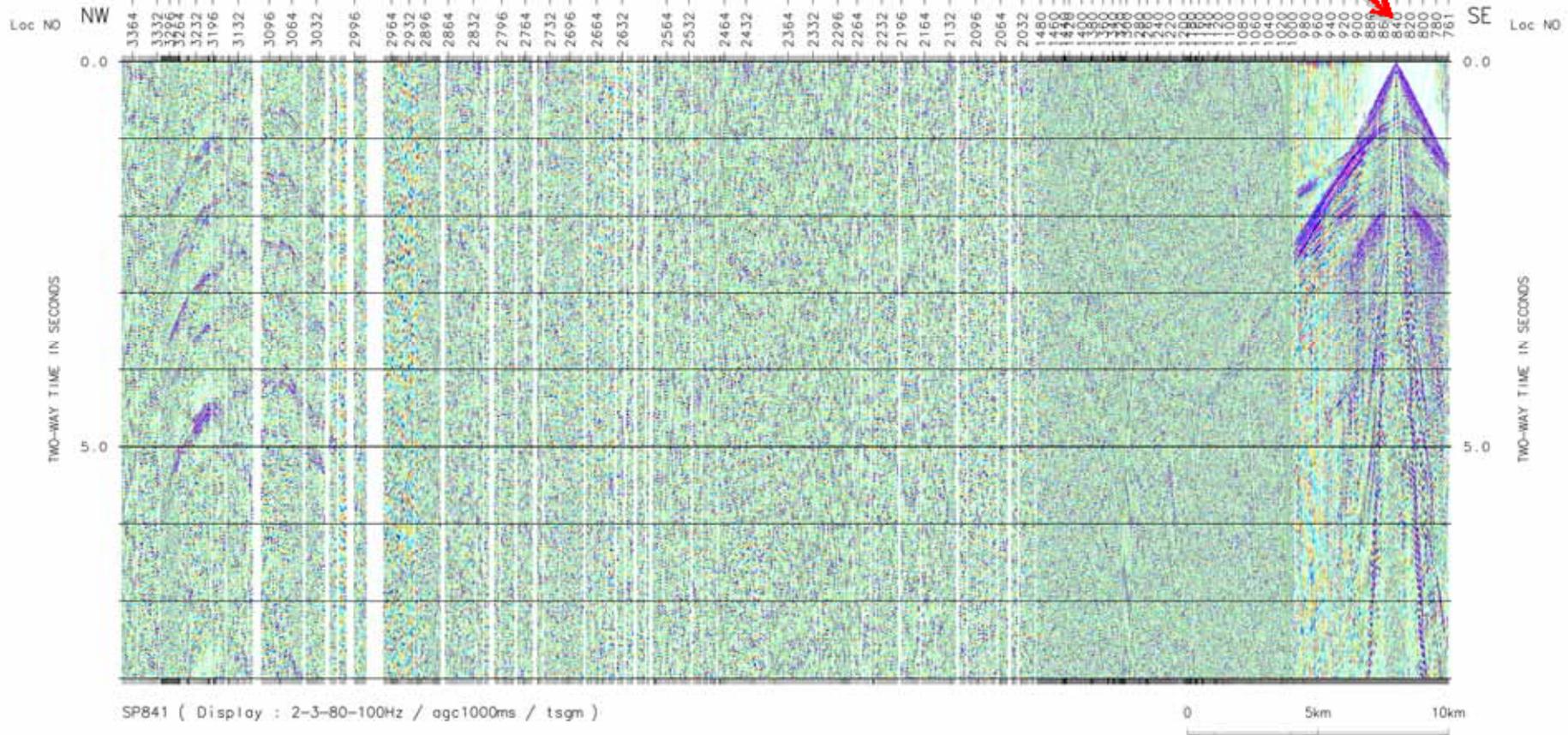
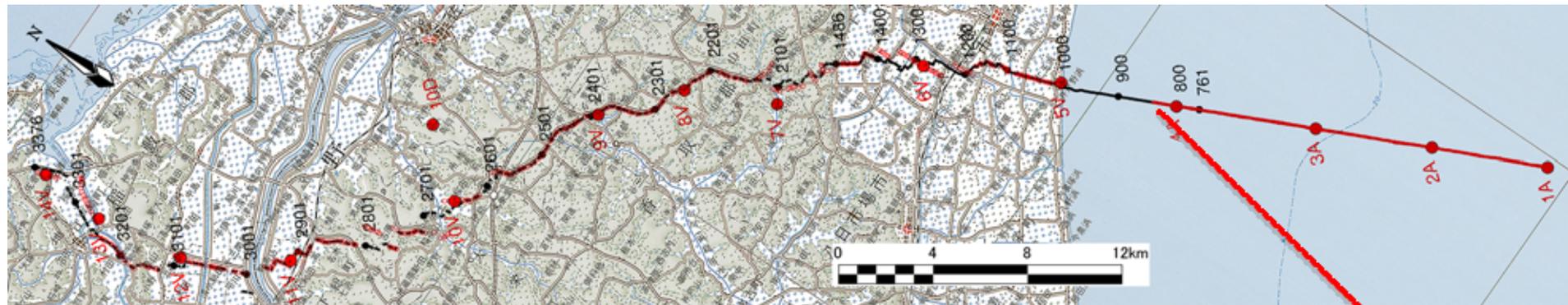
陸上 100-150 m

海上 12.5 - 25 m

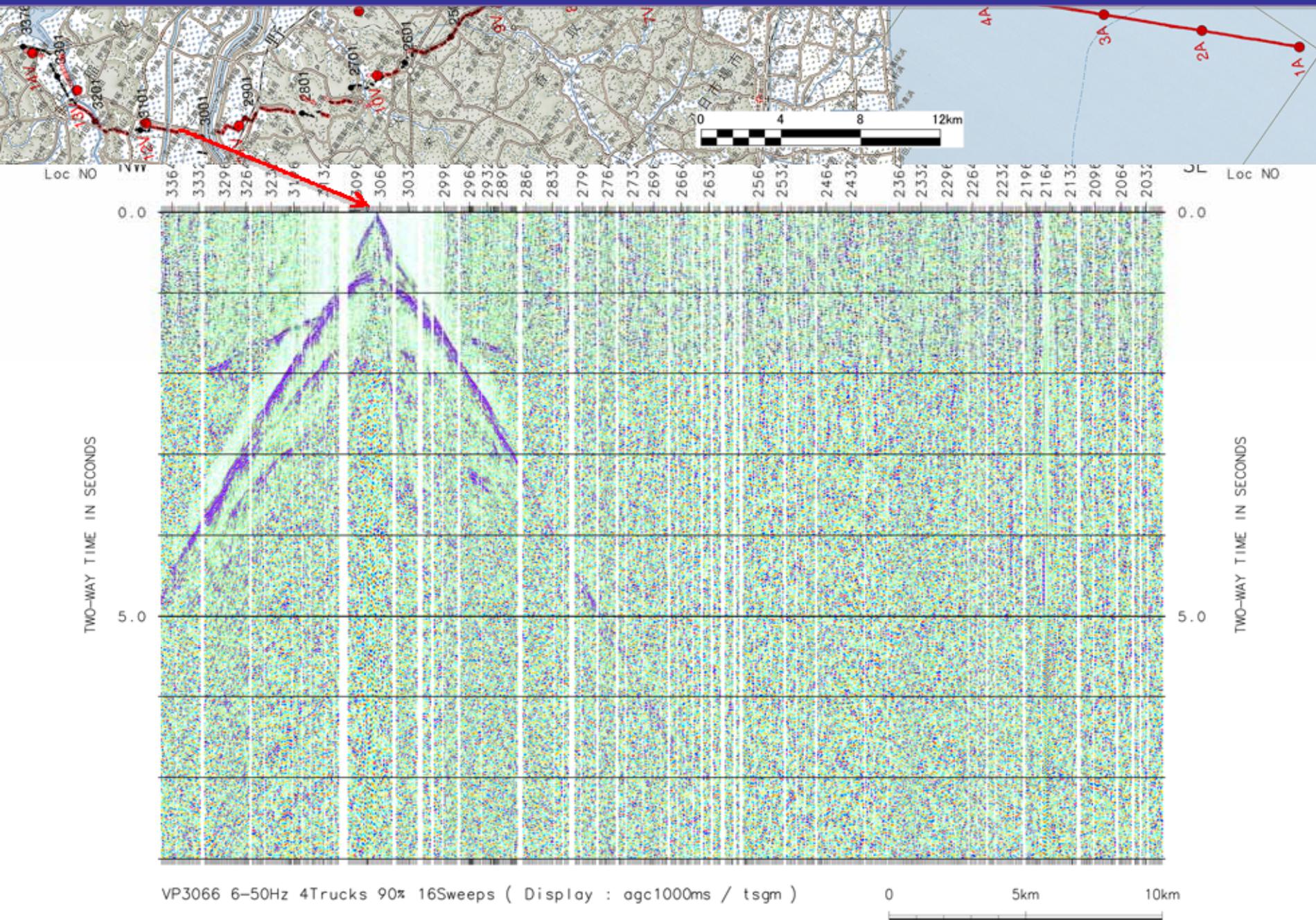
# 海陸統合による地殻構造探査概念図

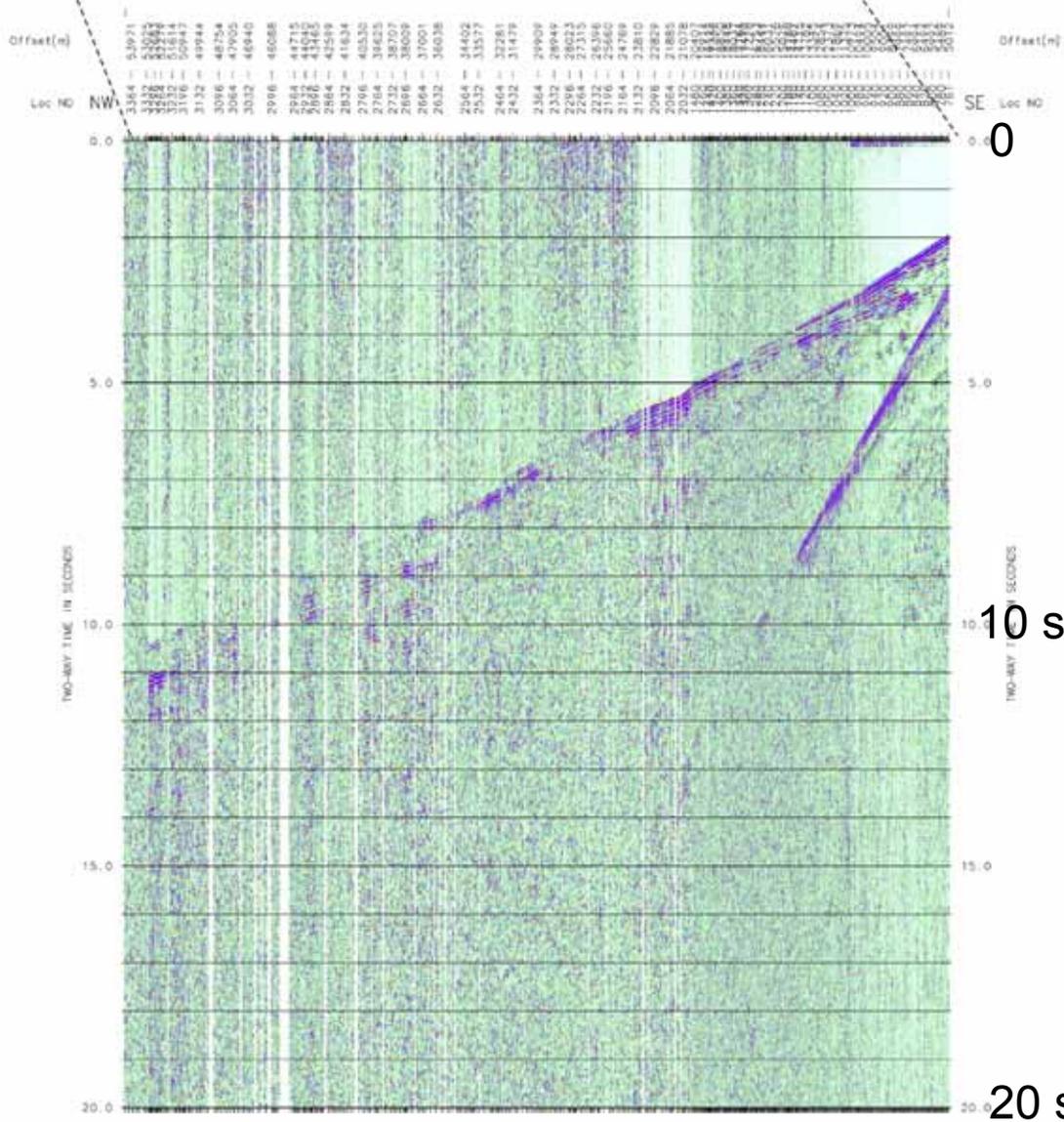


# エアガン発震記録の例



# バイブロサイス発震記録の例





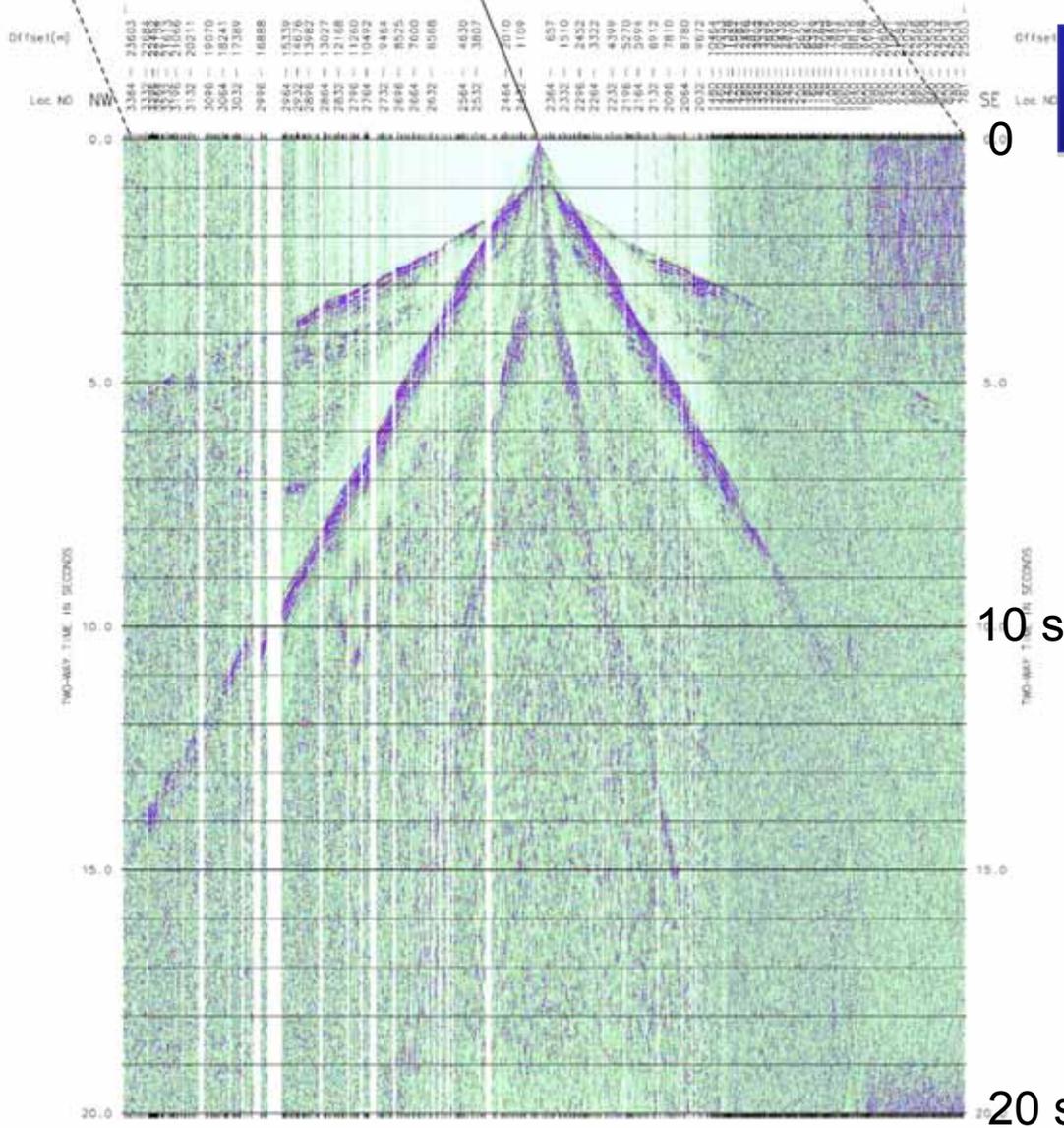
エアガン集中発震記録  
(131回の重合)

往復走時(秒)

エアガン集中発震記録SP-3A (発震回数131)



バイブレーター集中発震記録  
(100回の重合)



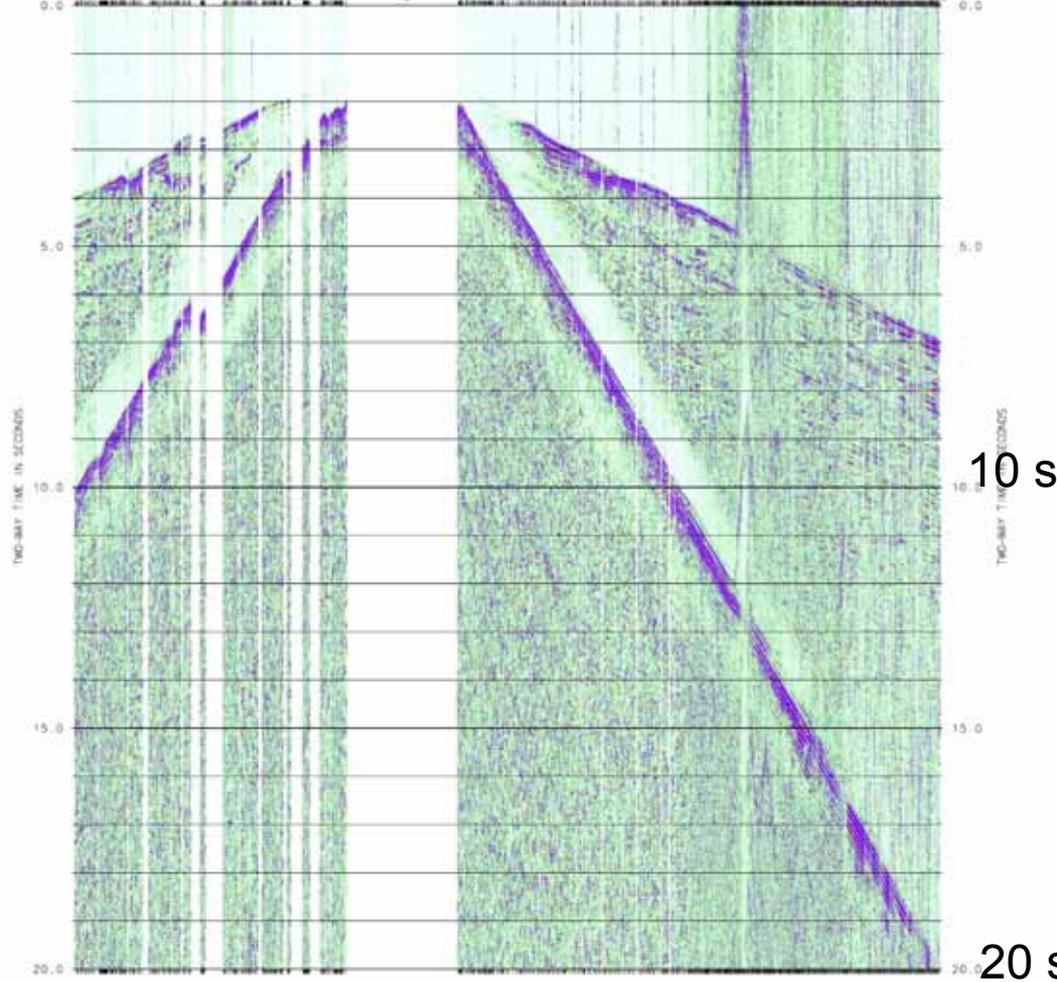
往復走時(秒)

バイブレーター集中発震記録SP-9V (スイープ回数100)



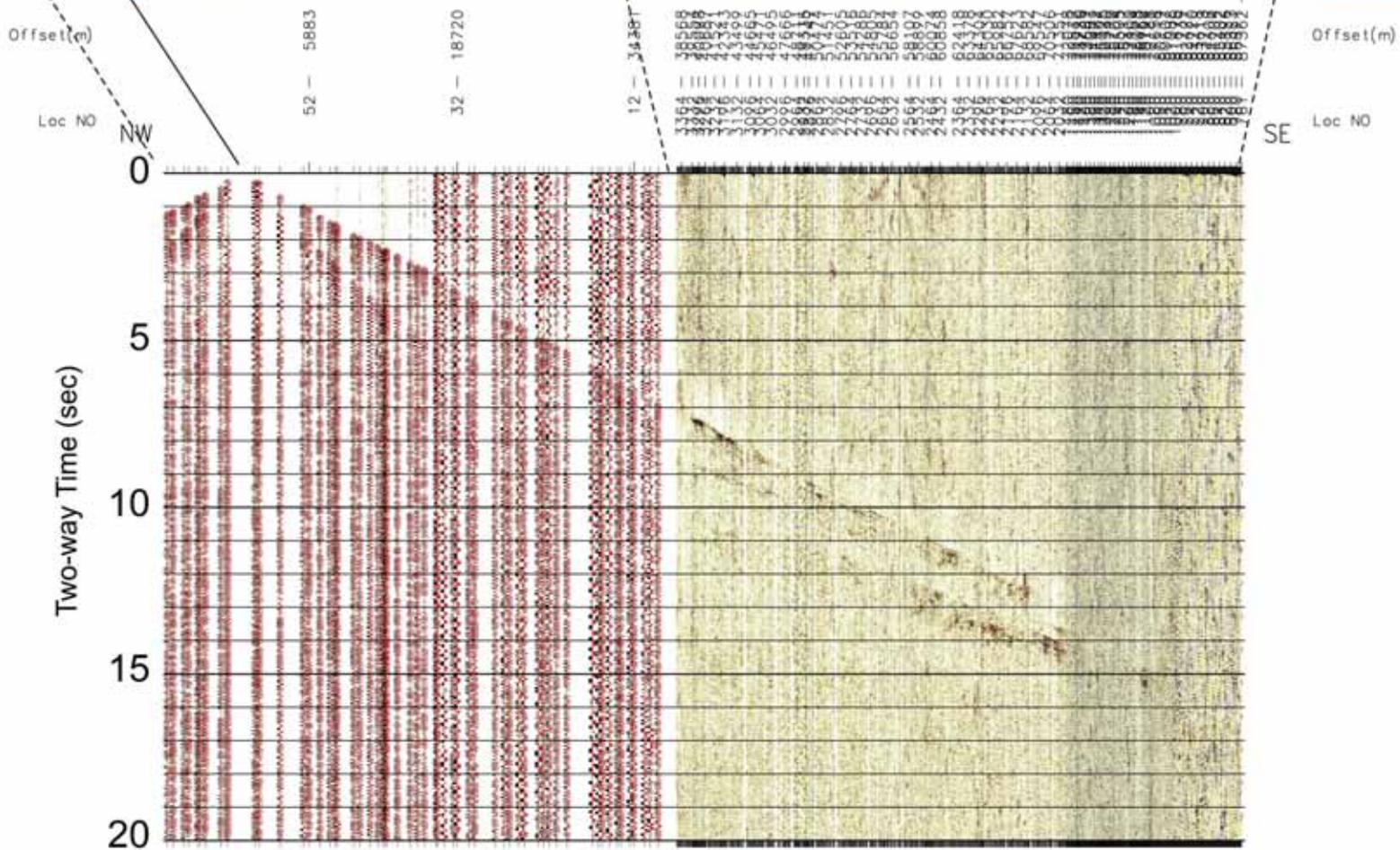
Offset (m)	Loc No	SP No
16323	136	10
16349	137	10
16375	138	10
16401	139	10
16427	140	10
16453	141	10
16479	142	10
16505	143	10
16531	144	10
16557	145	10
16583	146	10
16609	147	10
16635	148	10
16661	149	10
16687	150	10
16713	151	10
16739	152	10
16765	153	10
16791	154	10
16817	155	10
16843	156	10
16869	157	10
16895	158	10
16921	159	10
16947	160	10
16973	161	10
17000	162	10
17026	163	10
17052	164	10
17078	165	10
17104	166	10
17130	167	10
17156	168	10
17182	169	10
17208	170	10
17234	171	10
17260	172	10
17286	173	10
17312	174	10
17338	175	10
17364	176	10
17390	177	10
17416	178	10
17442	179	10
17468	180	10
17494	181	10
17520	182	10
17546	183	10
17572	184	10
17598	185	10
17624	186	10
17650	187	10
17676	188	10
17702	189	10
17728	190	10
17754	191	10
17780	192	10
17806	193	10
17832	194	10
17858	195	10
17884	196	10
17910	197	10
17936	198	10
17962	199	10
17988	200	10
18014	201	10
18040	202	10
18066	203	10
18092	204	10
18118	205	10
18144	206	10
18170	207	10
18196	208	10
18222	209	10
18248	210	10
18274	211	10
18300	212	10
18326	213	10
18352	214	10
18378	215	10
18404	216	10
18430	217	10
18456	218	10
18482	219	10
18508	220	10
18534	221	10
18560	222	10
18586	223	10
18612	224	10
18638	225	10
18664	226	10
18690	227	10
18716	228	10
18742	229	10
18768	230	10
18794	231	10
18820	232	10
18846	233	10
18872	234	10
18898	235	10
18924	236	10
18950	237	10
18976	238	10
19002	239	10
19028	240	10
19054	241	10
19080	242	10
19106	243	10
19132	244	10
19158	245	10
19184	246	10
19210	247	10
19236	248	10
19262	249	10
19288	250	10
19314	251	10
19340	252	10
19366	253	10
19392	254	10
19418	255	10
19444	256	10
19470	257	10
19496	258	10
19522	259	10
19548	260	10
19574	261	10
19600	262	10
19626	263	10
19652	264	10
19678	265	10
19704	266	10
19730	267	10
19756	268	10
19782	269	10
19808	270	10
19834	271	10
19860	272	10
19886	273	10
19912	274	10
19938	275	10
19964	276	10
19990	277	10
20016	278	10
20042	279	10
20068	280	10
20094	281	10
20120	282	10
20146	283	10
20172	284	10
20198	285	10
20224	286	10
20250	287	10
20276	288	10
20302	289	10
20328	290	10
20354	291	10
20380	292	10
20406	293	10
20432	294	10
20458	295	10
20484	296	10
20510	297	10
20536	298	10
20562	299	10
20588	300	10

ダイナマイト発震記録  
(薬量100kg)



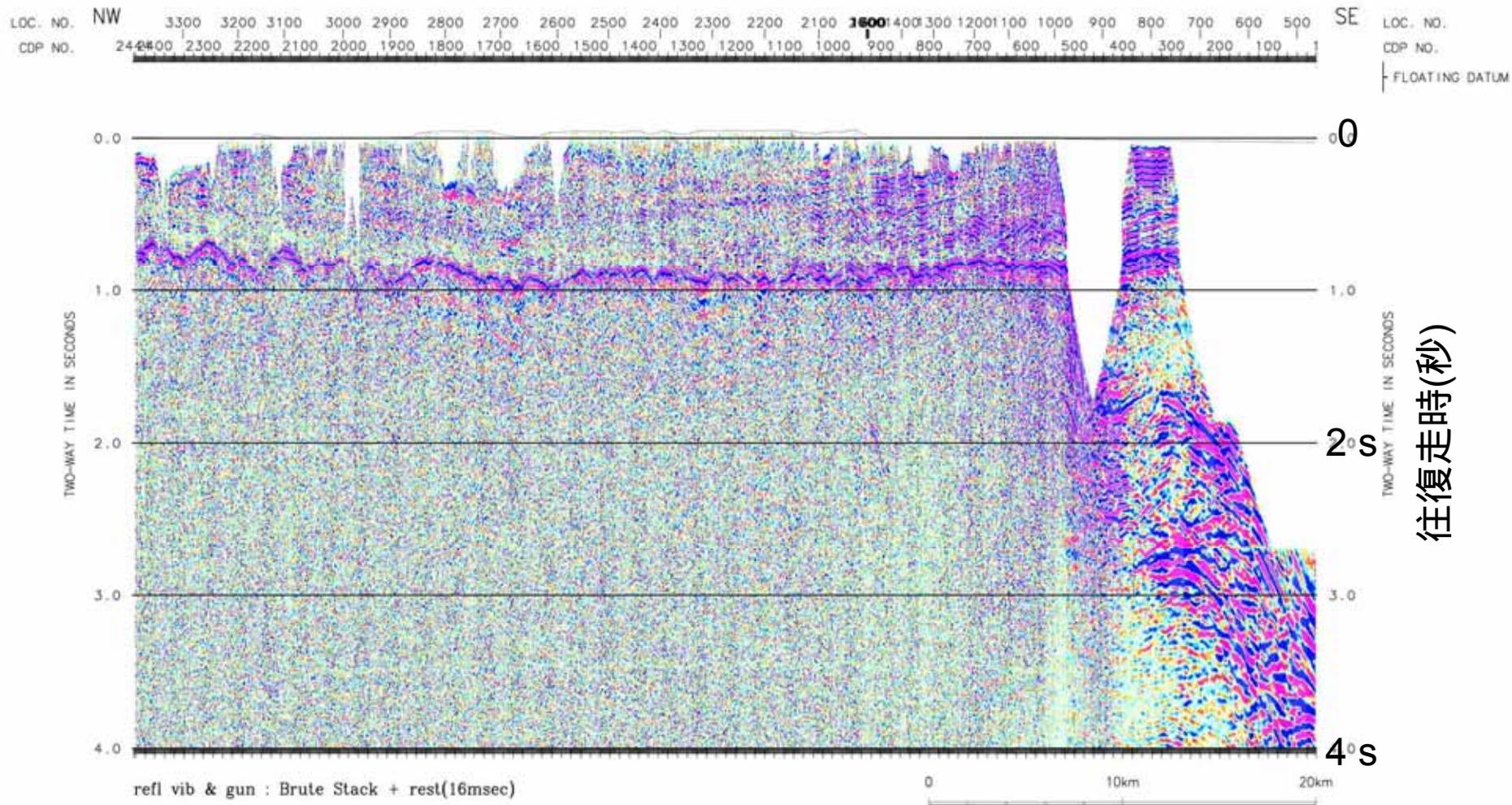
往復走時(秒)

ダイナマイト発震記録SP-10D (薬量100kg)

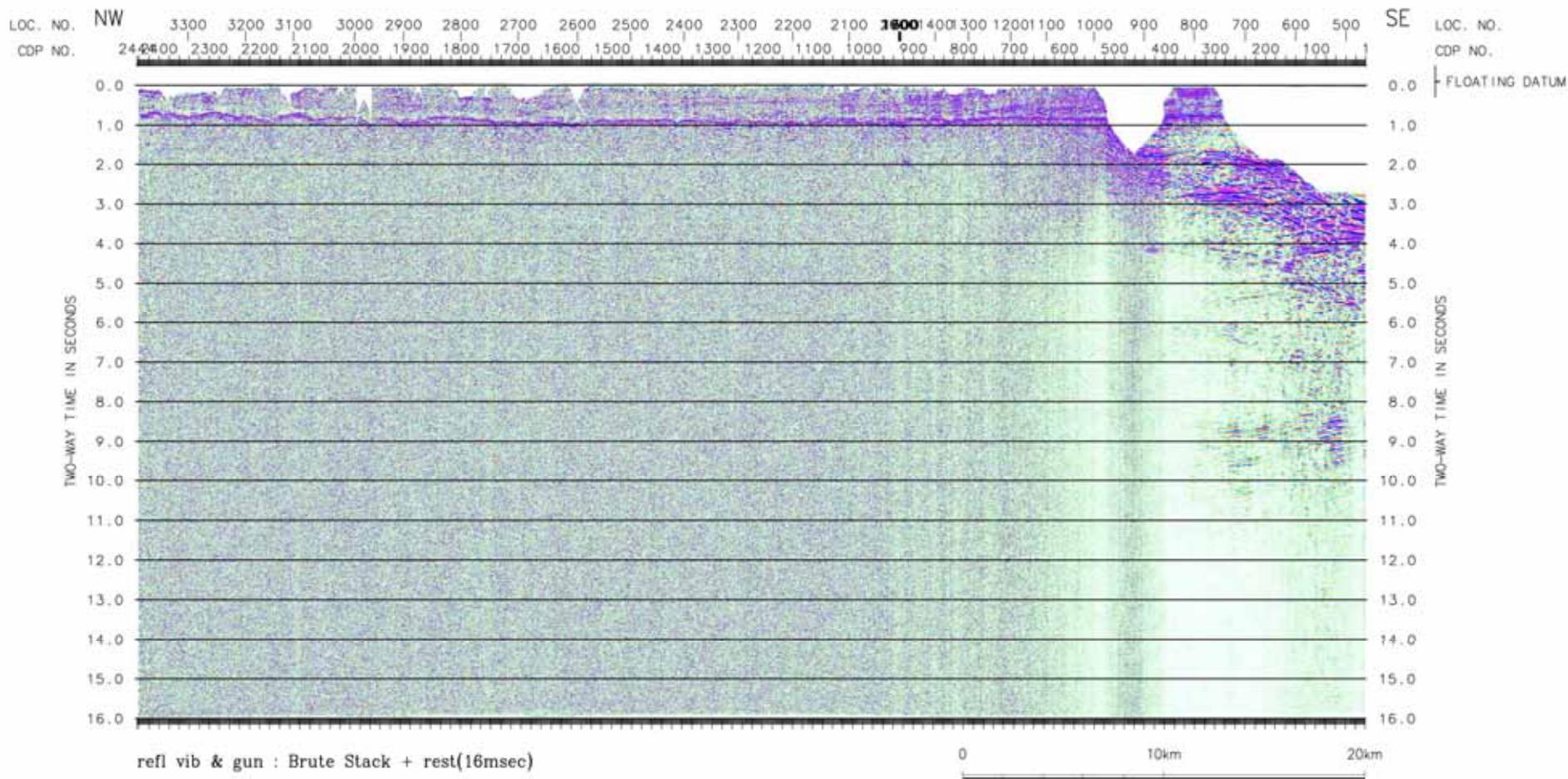


ダイナマイト発震記録 SP-15D (薬量200kg)

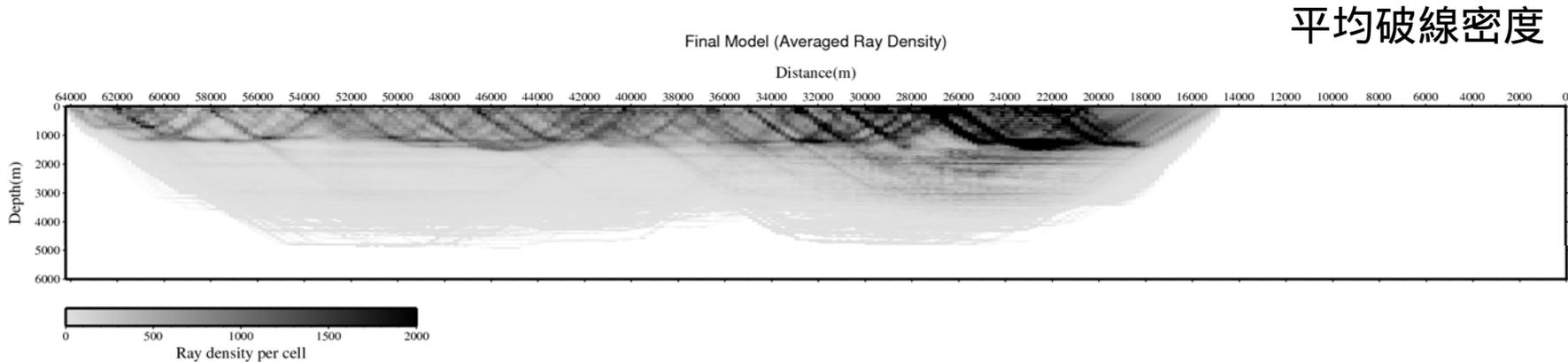
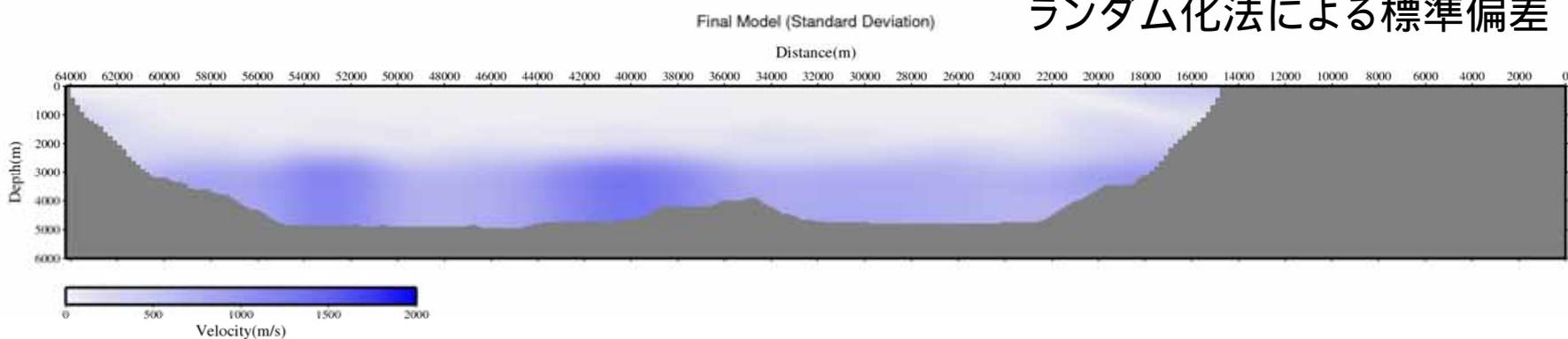
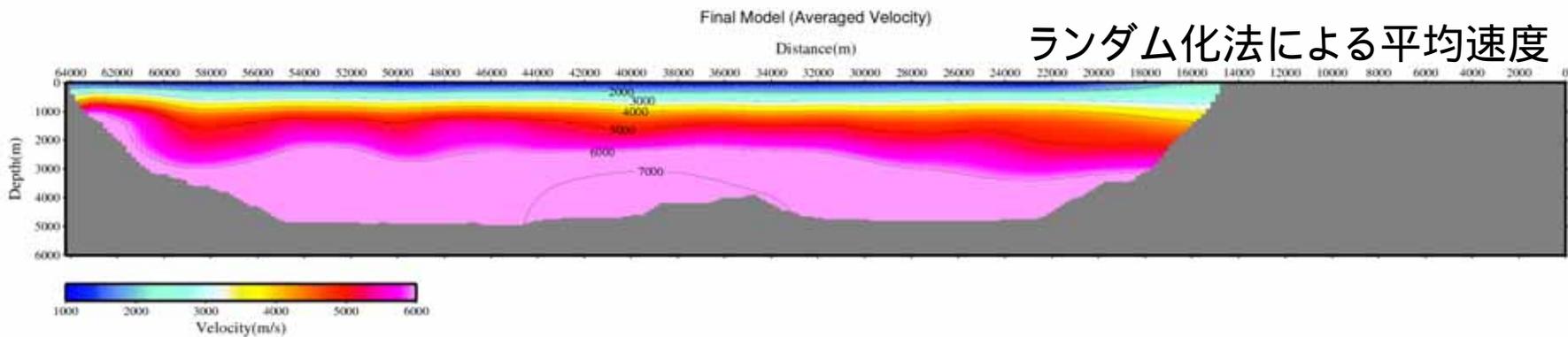
# 暫定重合處理時間断面 (往復走時4秒表示)



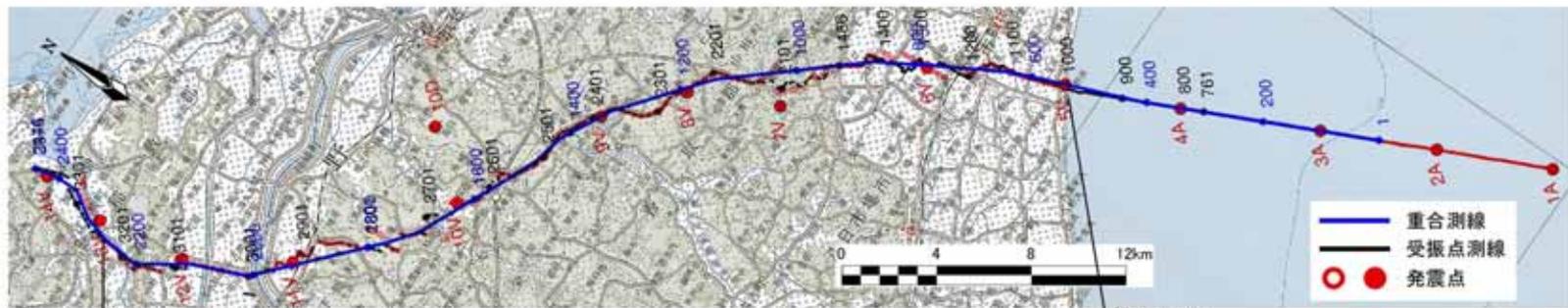
# 暫定重合處理時間断面(往復走時16秒表示)



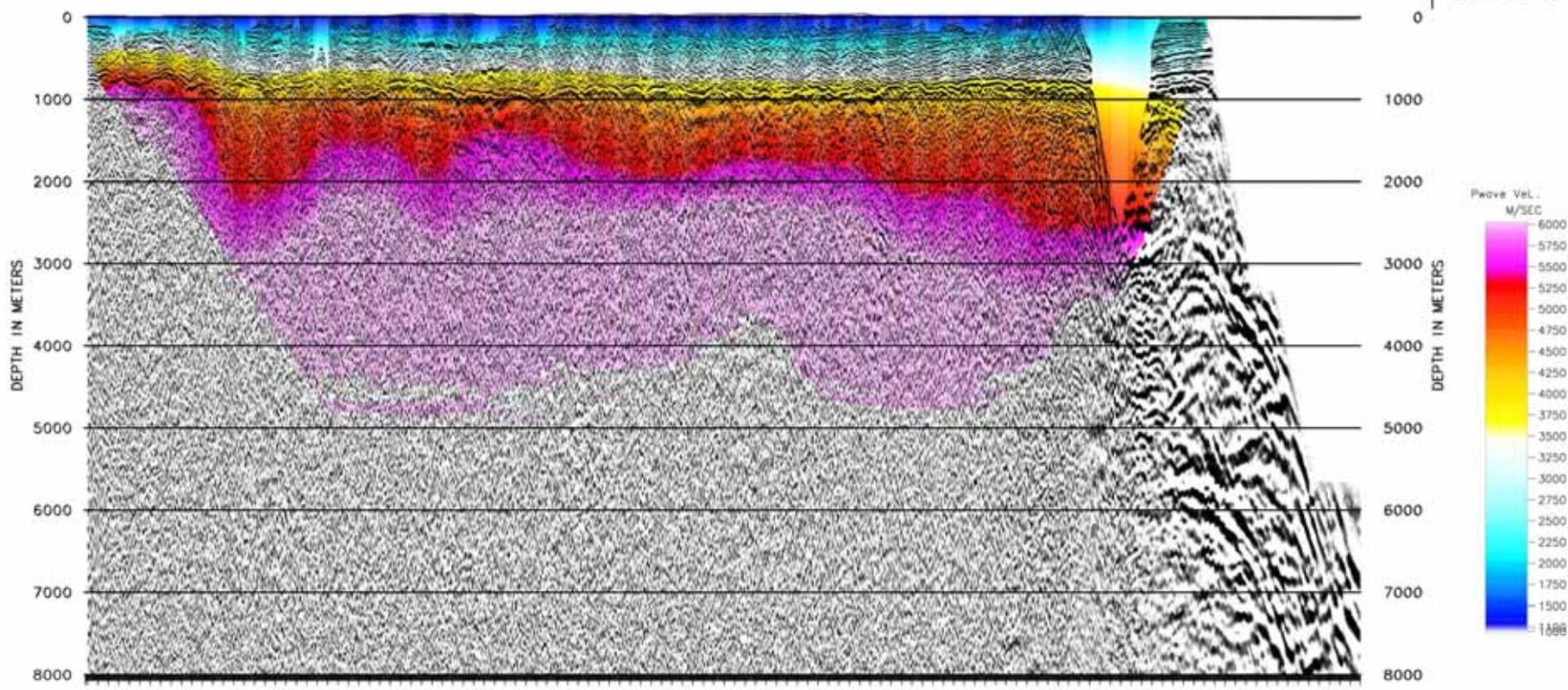
# 屈折トモグラフィによる暫定速度構造



# 屈折トモグラフィによる暫定速度構造



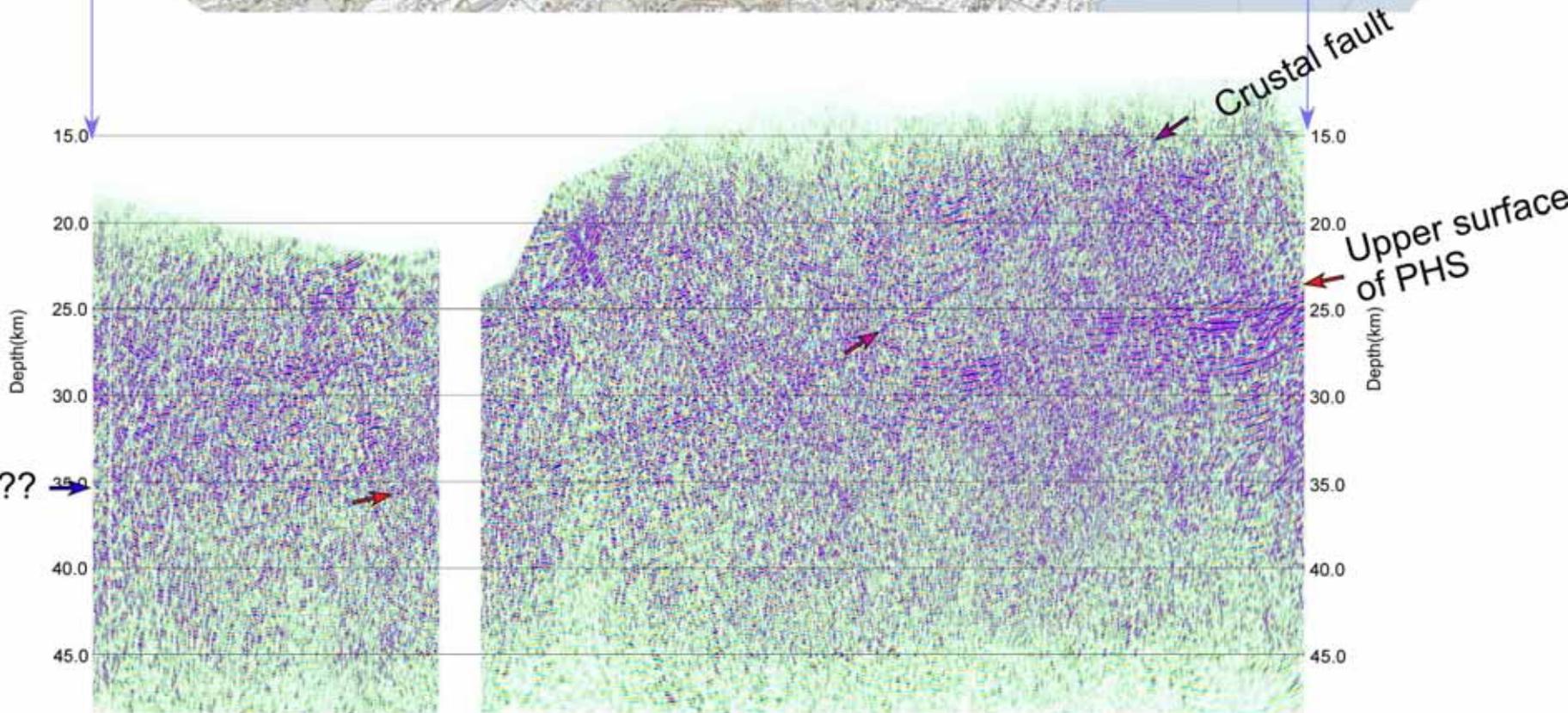
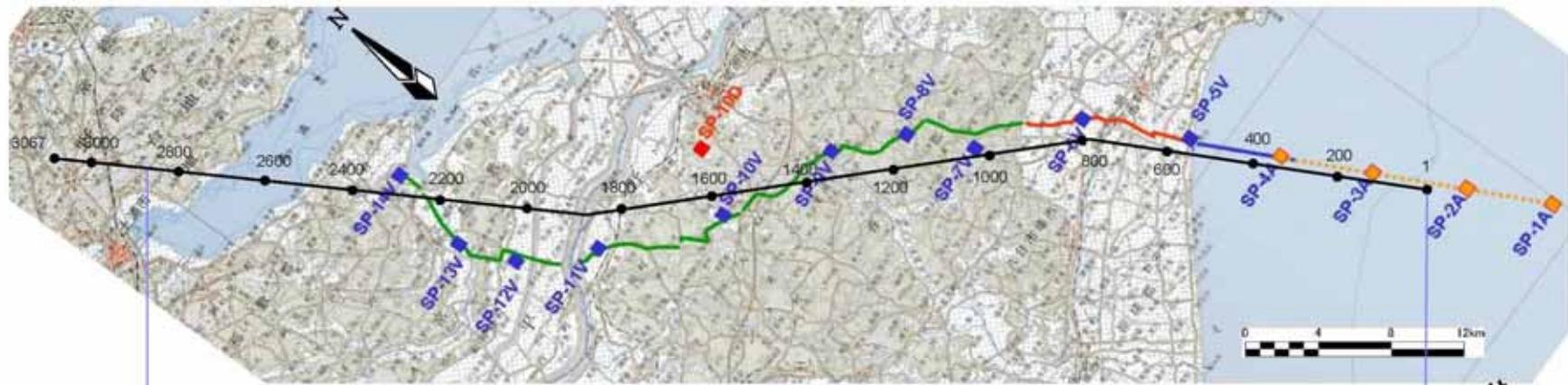
LOC. NO. NW 3300 3200 3100 3000 2900 2800 2700 2600 2500 2400 2300 2200 2100 2000 1900 1800 1700 1600 1500 1400 1300 1200 1100 1000 900 800 700 600 500 SE LOC. NO.  
 CDP NO. 2400 2300 2200 2100 2000 1900 1800 1700 1600 1500 1400 1300 1200 1100 1000 900 800 700 600 500 400 300 200 100 CDP NO.



refl vib & gun : Brute Depth + P-wave Velocity (V:H=1:4)

CMP重合深度断面図+P波速度構造[Preliminary](8km)

# 広角反射法地震探査断面



Wide-angle Reflection Profile (Kujyukuri-Kasumigaura2010)

# 稠密自然地震観測

## つくば 水戸測線

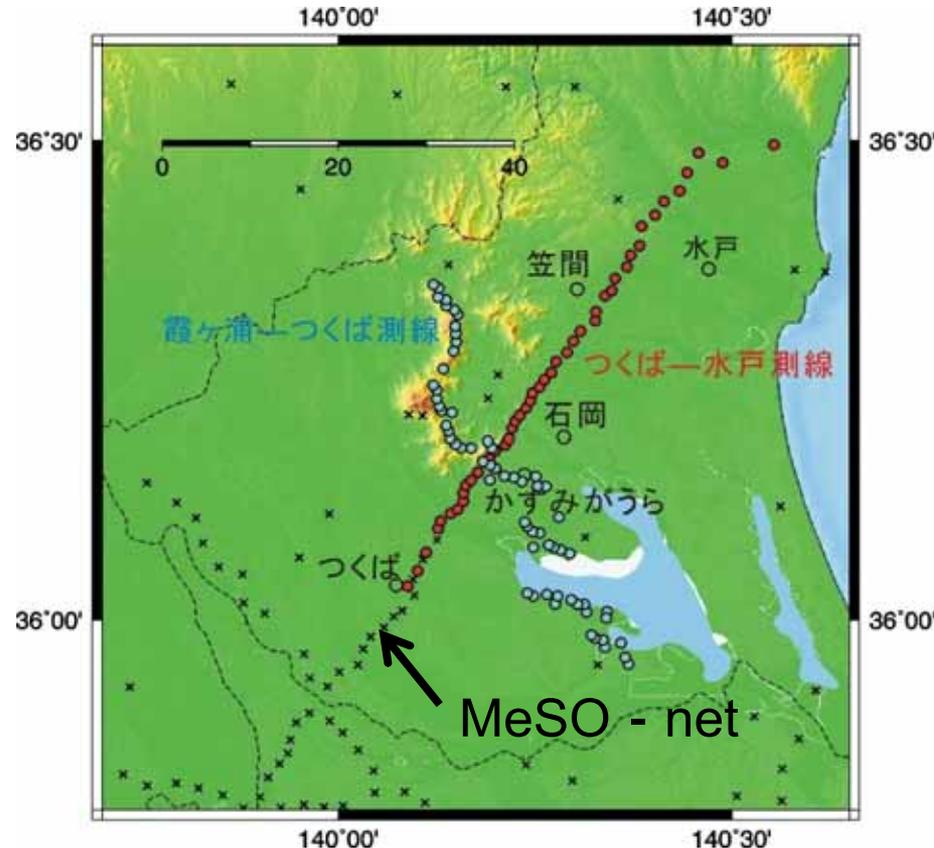
観測期間：2010年6月7日 ~  
2011年1月中旬

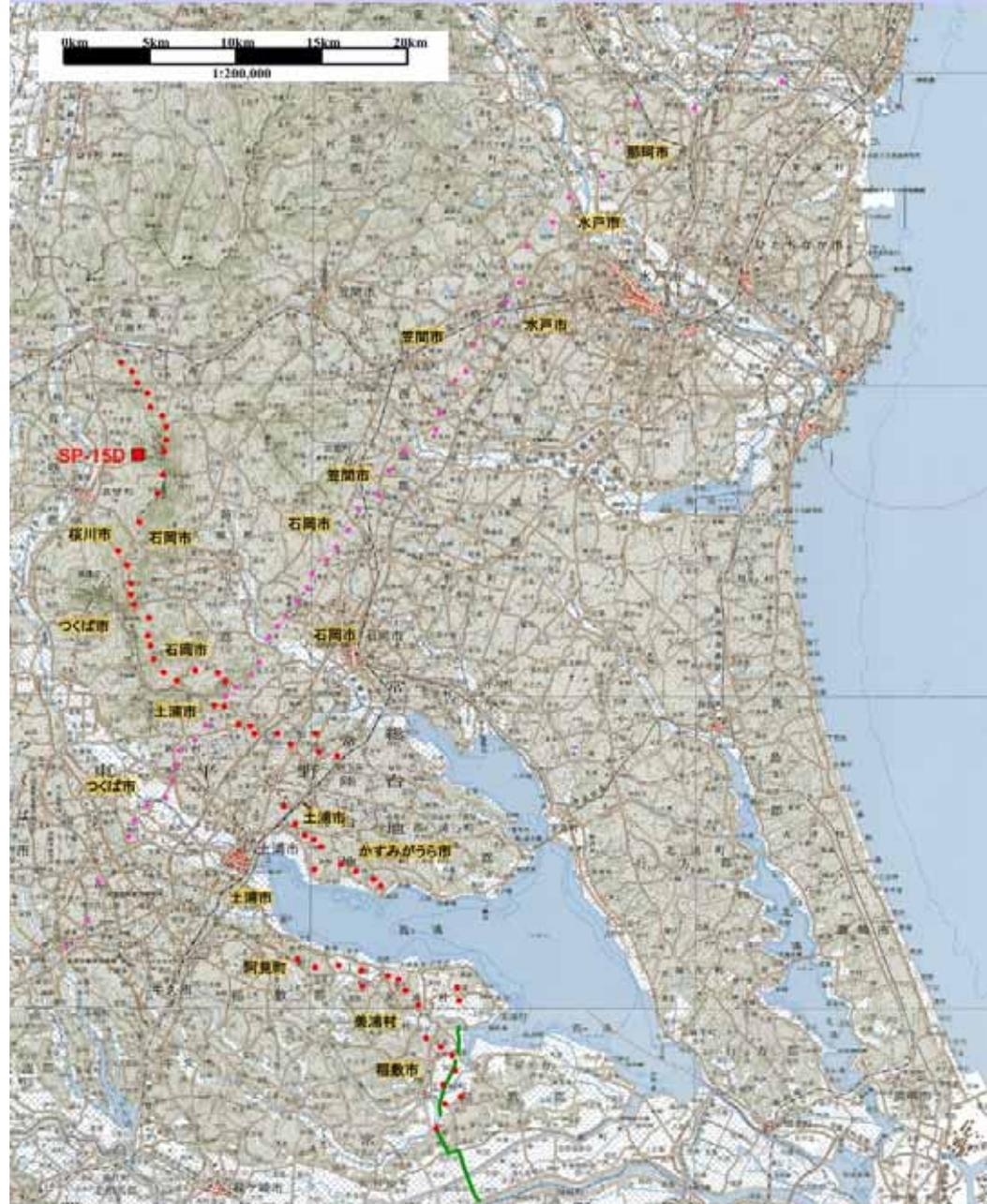
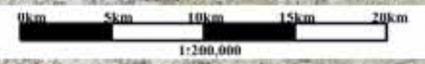
測線長： 約 65 km  
観測点数： 45台  
観測点間隔 1 - 2 km  
収録： DATレコーダ  
(篠原・他,1997) 45台,  
センサー Lennartz (1.0Hz)

## 霞ヶ浦—つくば測線

観測期間：2010年6月10日 ~  
2010年10月上旬

測線長： 約 50 km  
観測点数： 65台  
観測点間隔 0.5 - 0.75 km  
収録： MS2000もしくはMS3000 (村上・他,2009)  
センサー Lennartz (1.0Hz) , Markproducts (1.0Hz or 2.0Hz)  
もしくはデジタルMEMS型加速度センサー



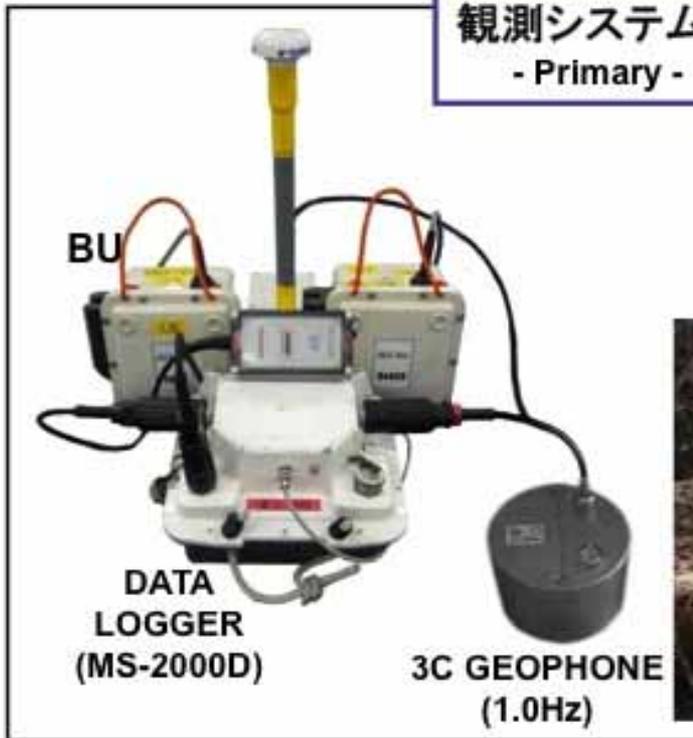


平成22年度 首都圏地下水圏域防災特別プロジェクト  
 連続自然地震観測「霞ヶ浦・つくば観測」および「つくば・水戸観測」  
 ● 「霞ヶ浦・つくば観測」連続地震観測点  
 ● 「つくば・水戸観測」連続自然地震観測点  
 ■ 広角反射法 ダイナミック発震点  
 — 制震帯による地殻構造調査「九十九里・霞ヶ浦観測」

1:200,000 調査測線位置図(概略図)  
 国土地理院発行1:200,000地勢図(千葉,水戸)に加重

**観測システムA**  
- Primary -

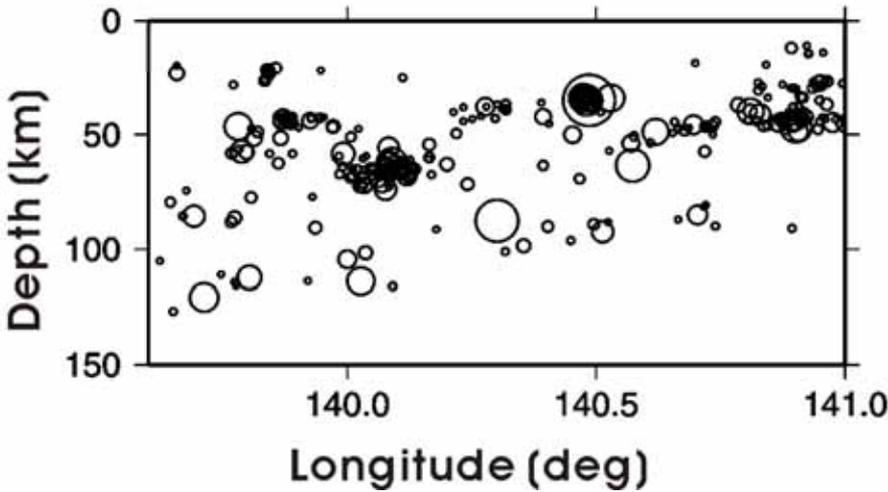
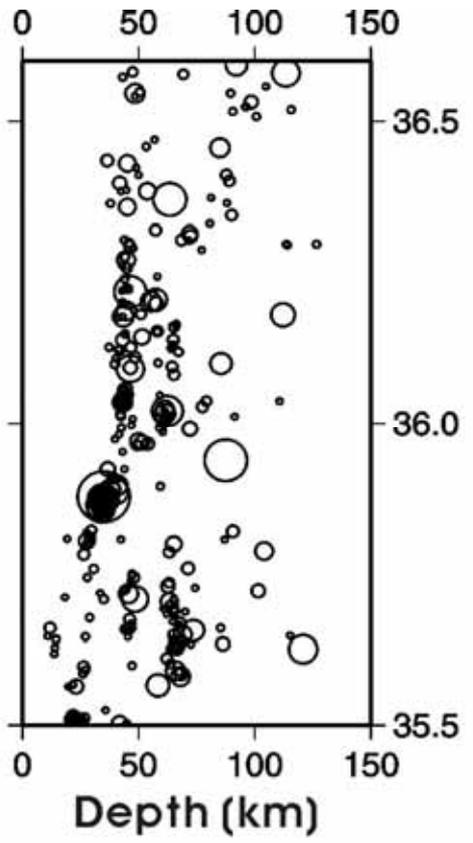
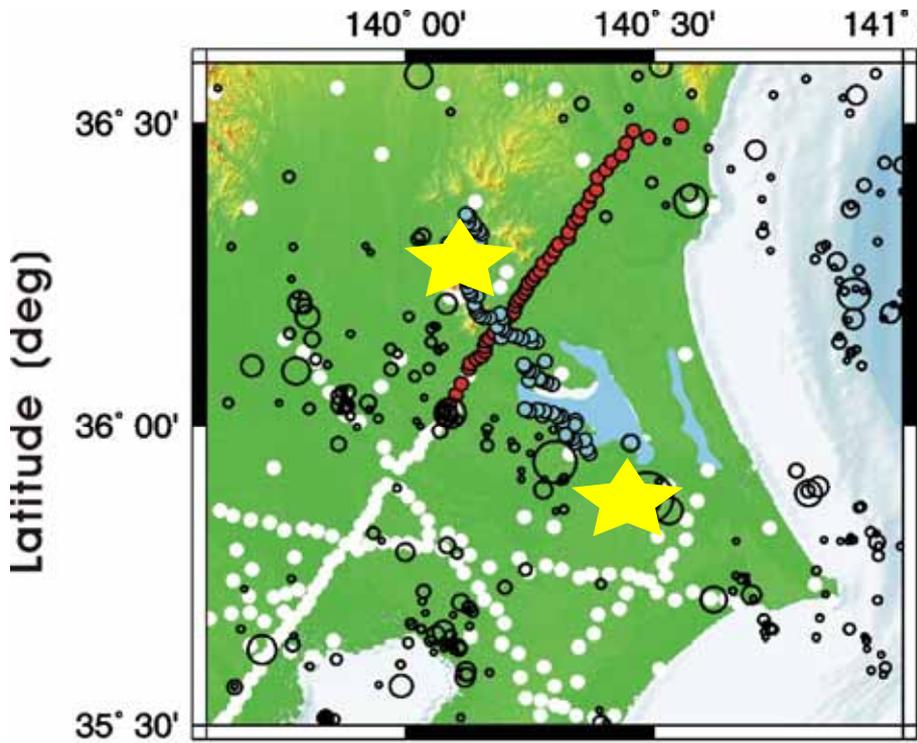
測定機材[A]..... 速度型地震計Lennartz LE-3D  
速度型地震計Mark L-4-3D/L22-D  
測定機材[B]..... 高精度加速度計 3C Digital-MEMS  
原則として、加速度計と速度型地震計は交互配置  
Sampling Rate.... 4msec



**観測システムB**  
- Secondary -



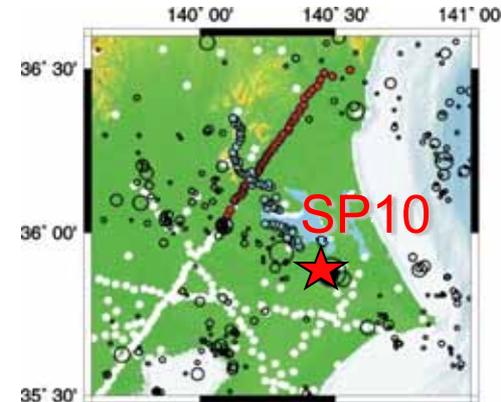
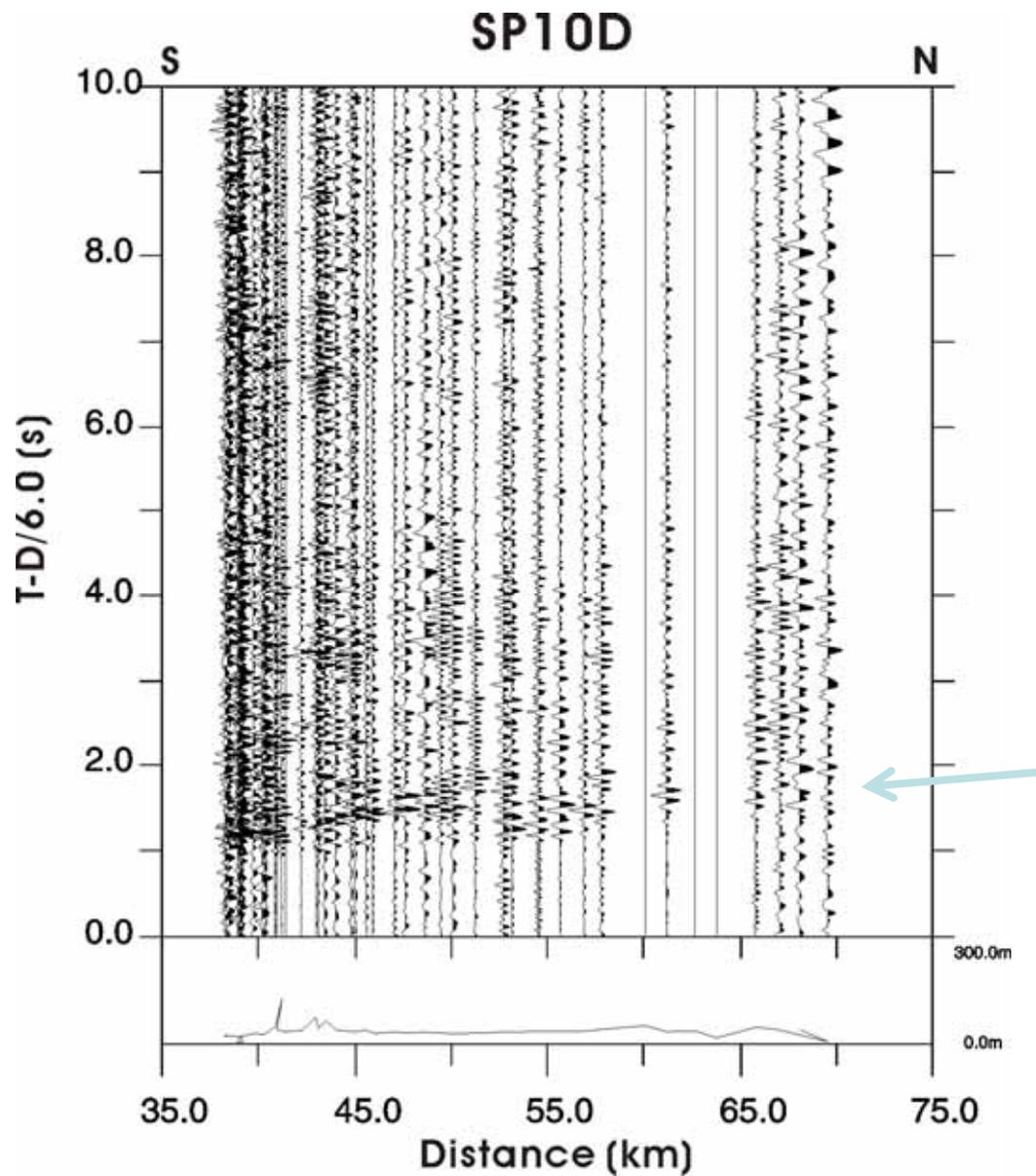
# 気象庁一元化震源 (2010/6/8 - 2010/9/16)



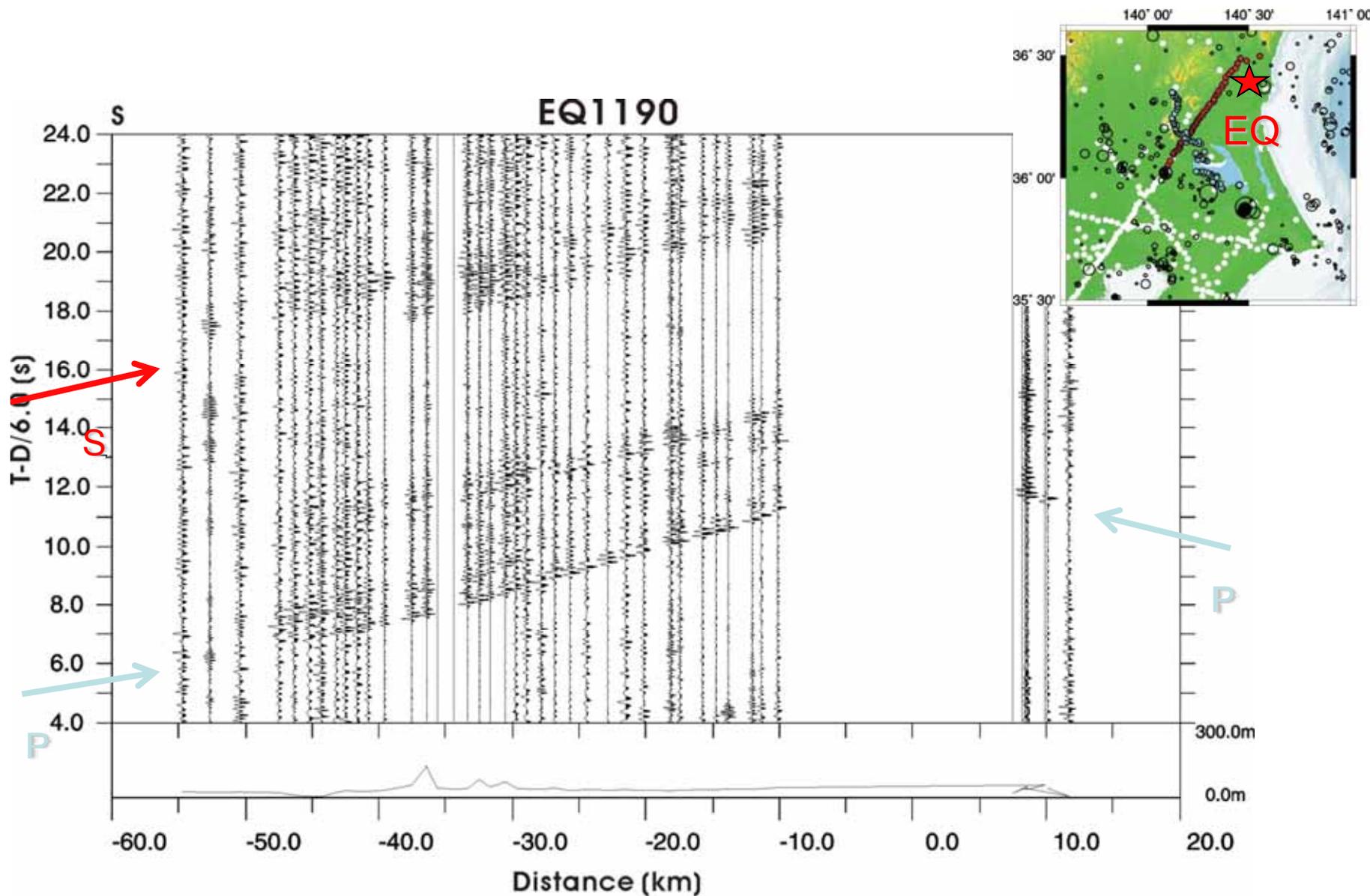
2010.6.8.-2010.9.16  
Mj > 1.5  
N:328

●	○	○	○
M2	M3	M4	M5

# つくばー水戸測線 発破 (SP10) 観測波形例 (UD)



# つくばー水戸測線 自然地震 観測波形例 (UD)



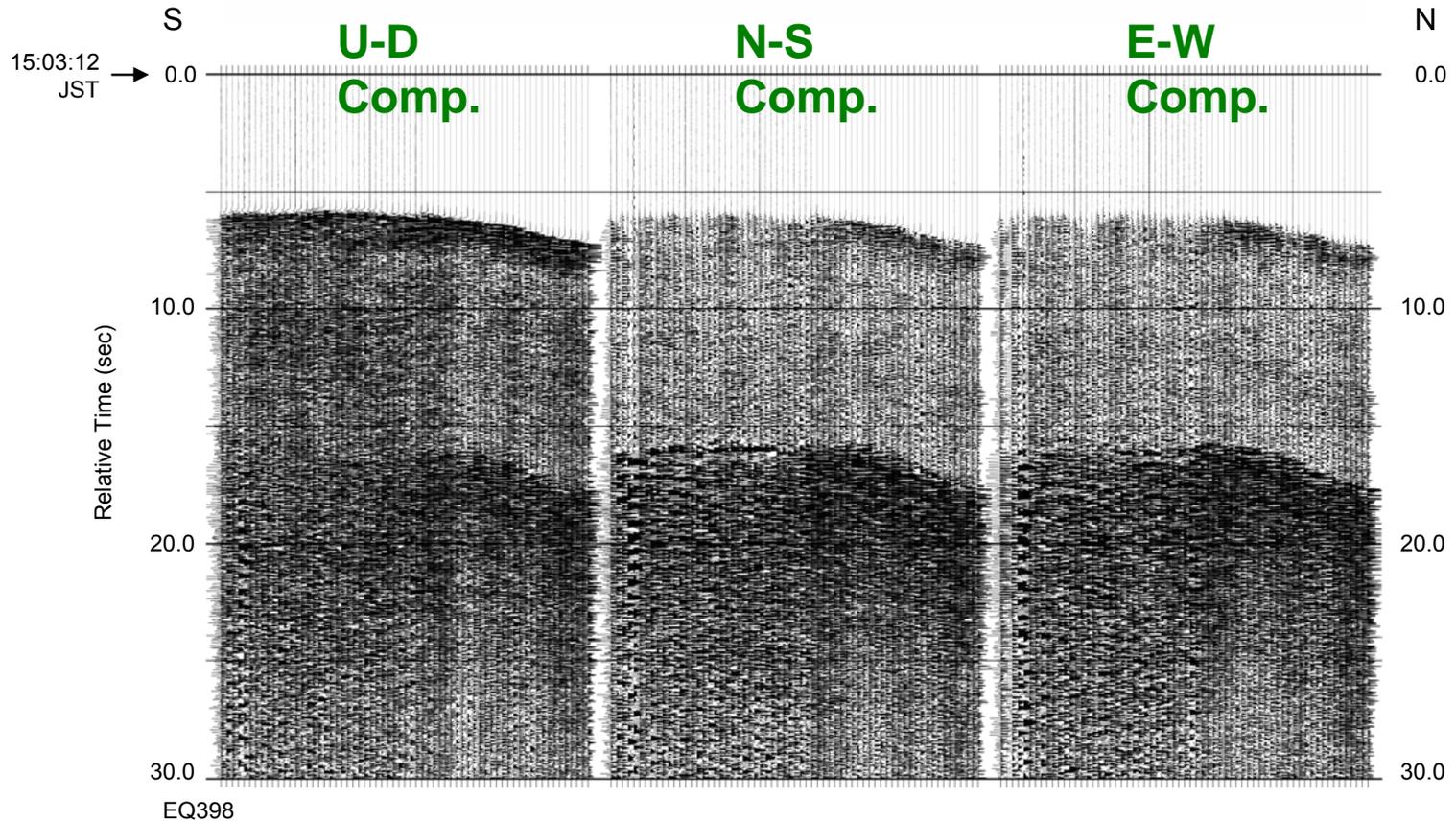
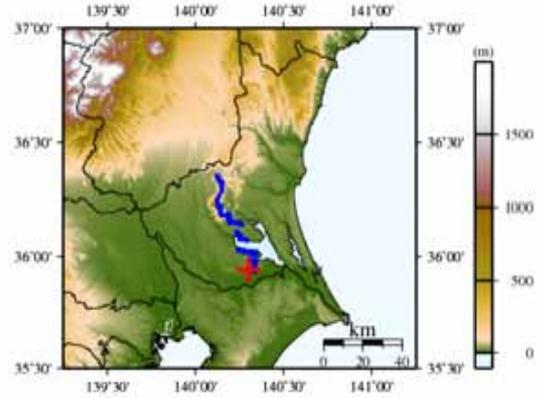
2010年 8月 13日 16時 48分 1.49秒 深さ 89.13 km Mj 2.2

## Local Earthquake

Event : (Lat. Lon. Distance Depth Magnitude)  
=( 35.939 140.301 0.21deg. 87.6km 4.5Mj )

Event time : 2010-07-04 15:03:04.87 JST

Display : BPF 0.5 - 20Hz / Trace max scaling

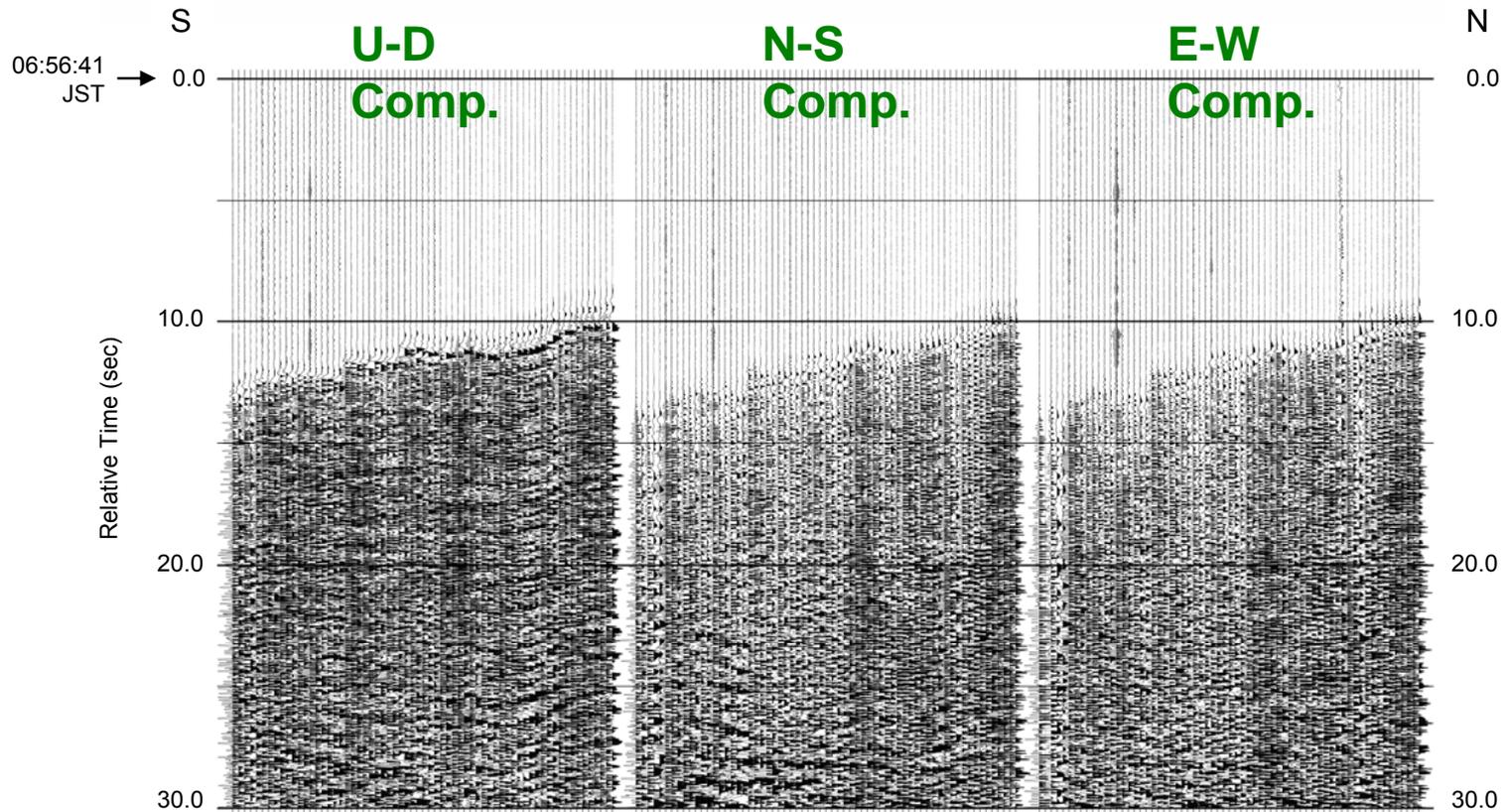
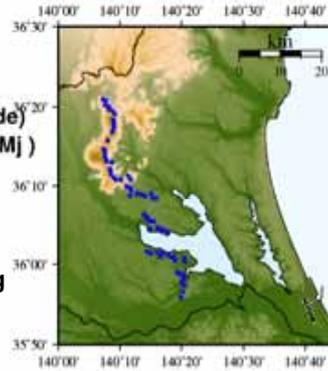


## Regional Earthquake

Event : (Lat. Lon. Distance Depth Magnitude)  
=( 39.657 142.653 4.00deg. 34.5km 6.4Mj )  
E OFF IWATE PREF

Event time : 2010/07/05 06:55:52.4 JST

Display :  
BPF 0.5 - 15Hz / Trace max scaling



## Teleseismic wave

Event : (Lat. Lon. Distance Depth Magnitude)  
=( 51.441 -178.635 32.823deg. 27.0km 6.2MB )  
ANDREANOF ISLANDS, ALEUTIA

Event time : 2010/08/04 12:58:24.2 GMT  
Display :  
BPF 0.05 - 5Hz / Trace max scaling

