

伊 方 発 電 所

敷地周辺・敷地近傍の地質・地質構造 ー伊予灘～四国北西部陸域の中央構造線断層帯ー

1. 敷地周辺の地形・地質・地質構造
2. 伊予灘の調査結果
3. 四国北西部陸域の調査結果
4. セグメント区分
5. 断層傾斜角

※平成21年5月28日説明資料(WG3第19-2号)の再掲
(本日説明内容の位置づけの整理)

平成21年11月6日
四国電力株式会社



四国電力株式会社

目 次

1. 敷地周辺の地形・地質・地質構造	1
1. 1 敷地の位置	2
1. 2 敷地周辺の地質・地質構造	3
1. 3 四国周辺の応力場に関する知見	4
1. 4 四国周辺の内陸地殻内地震のメカニズム解	5
1. 5 敷地周辺のテクトニクスの概要	6
1. 6 敷地周辺のフィリピン海プレート上面形状	7
1. 7 西南日本の地殻変動 (Wallace, 2009)	8
1. 8 敷地周辺の地殻変動 (GPS観測結果)	9
1. 9 敷地周辺の地殻変動 (四国山地の隆起速度)	10
1. 10 敷地周辺の段丘面分布	11
1. 11 敷地周辺の地質層序 (第四系)	12
1. 12 伊予白滝におけるボーリング位置	13
1. 13 伊予白滝におけるボーリング調査結果	14
1. 14 佐田岬半島沿いの段丘面高度	15
1. 15 肱川沿いの段丘面高度	16
1. 16 敷地周辺の活断層分布	17
2. 伊予灘の調査結果	18
2. 1 伊予灘の地質区分	19
2. 1-1 調査内容 (海上音波探査測線図)	20
2. 1-2 調査内容 (海上音波探査機器①)	21
2. 1-3 調査内容 (海上音波探査機器②)	22
2. 1-4 海底下浅部の地質区分	23
2. 1-5 地質区分と陸域の地層との対比	24
2. 1-6 音波探査記録による地質区分例 (1)	25
2. 1-7 音波探査記録による地質区分例 (2)	26
2. 1-8 ボーリング調査位置図	27
2. 1-9 ボーリングによる年代確認 (上灘沖)	28
2. 1-10 ボーリングによる年代確認 (上灘沖site2)	29

目 次

2. 1-11	ボーリングによる年代確認（下灘沖）	30
2. 1-12	ボーリングによる年代確認（下灘沖site1）	31
2. 2	伊予灘の海底地形	32
2. 2-1	音響測探機および測線図	33
2. 2-2	海底地形	34
2. 2-3	海底地形（陰影図）	35
2. 2-4	海底下浅部の地層上面図（D層上面）	36
2. 2-5	海底下浅部の地層上面図（T層上面）	37
2. 3	海底下浅部の調査結果	38
2. 3-1	海底下浅部の地質・地質構造	39
2. 3-2	海底地質断面図（串沖）	40
2. 3-3	海底地質断面図（保内沖）	41
2. 3-4	海底地質断面図（伊方沖）	42
2. 3-5	海底地質断面図（瀬戸沖）	43
2. 3-6	海底地質断面図（三崎沖）	44
2. 3-7	海底下浅部の調査結果	45
2. 4	エアガンによる音波探査結果	46
2. 4-1	反射法音波探査測線図（エアガン）	47
2. 4-2	エアガンによる探査の観測条件	48
2. 4-3	エアガンによる探査のデータ処理	49
2. 4-4	エアガンによる探査断面図（串沖）	50
2. 4-5	エアガンによる探査断面図（保内沖）	51
2. 4-6	エアガンによる探査断面図（伊方沖）	52
2. 4-7	エアガンによる探査断面図（瀬戸沖）	53
2. 4-8	エアガンによる探査断面図（三崎沖）	54
2. 4-9	エアガンによる探査結果	55

目 次

2. 5	屈折法探査結果	56
2. 5-1	屈折法探査測線図	57
2. 5-2	屈折法探査の観測条件	58
2. 5-3	屈折法探査のデータ処理	59
2. 5-4	屈折法探査（ペーストアップ波形記録図）	60
2. 5-5	屈折法探査断面図（串沖）	61
2. 5-6	屈折法探査断面図（保内沖）	62
2. 5-7	屈折法探査断面図（伊方沖）	63
2. 5-8	屈折法探査断面図（瀬戸沖）	64
2. 5-9	屈折法探査結果	65
3.	四国北西部陸域の調査結果	66
3. 1	調査内容	67
3. 2	調査位置図	68
3. 3	反射法地震探査機器	69
3. 4	反射法地震探査のデータ処理	70
3. 5	重信断層周辺の重力異常	71
3. 6	重信断層周辺の反射法探査（南北）	72
3. 7	重信断層周辺の反射法探査（東西）	73
3. 8	重信断層周辺の調査結果	74
4.	セグメント区分	75
4. 1	既往文献によるセグメント区分	76
4. 1-1	既往文献によるセグメント区分の整理	77
4. 1-2	岡田（1992）, Tsutsumi and Okada（1996）	78
4. 1-3	露口ほか（1996）	79
4. 1-4	佃（1996）	80
4. 1-5	中田・後藤（1998）	81
4. 1-6	七山ほか（2002）	82

目次

4. 1-7	地震調査研究推進本部（2003）	83
4. 1-8	地震調査研究推進本部（2005）	84
4. 1-9	吉岡ほか（2005）	85
4. 2	四国北西部のセグメント区分	86
4. 2-1	セグメント区分の方法	87
4. 2-2	断層の屈曲，ステップ	88
4. 2-3	断層の分岐	89
4. 2-4	他の断層との交差	90
4. 2-5	第四紀堆積盆の存在	91
4. 2-6	断層の変位センス	92
4. 2-7	断層の変位センス（伊方沖の地溝）	93
4. 2-8	断層の変位センス（瀬戸沖のバルジ）	94
4. 2-9	断層の変位センス（佐賀関沖の断層群）	95
4. 2-10	横ずれ変位速度	96
4. 2-11	断層性状の整理	97
4. 2-12	セグメント配置の整理	98
4. 3	四国全域のセグメント区分	99
4. 3-1	四国（全域）のセグメント区分	100
4. 4	三崎沖ジョグ西側の断層形状	101
4. 4-1	地震調査研究推進本部による評価	102
4. 4-2	豊予海峡～別府湾の活断層分布	103
4. 4-3	敷地周辺のテクトニクスの概要（再掲）	104
4. 4-4	中央構造線断層帯の右横ずれ変位量	105
4. 4-5	歴史地震	106
4. 4-6	豊予海峡付近の深部地下構造	107
4. 4-7	豊予海峡付近の浅部地下構造	108
4. 4-8	領家帯／三波川帯の境界と活断層分布	109

・ 地震動評価上の
ジョグの考え方
・ 豊予海峡セグメント
以西への連動

目次

5. 断層傾斜角	110
5. 1 中央構造線の深部構造に関する知見	111
5. 1-1 紀伊半島における深部構造（佐藤ほか，2006）	112
5. 1-2 四国東部における深部構造（伊藤ほか，1996）	113
5. 1-3 四国東部における深部構造（佐藤ほか，2005）	114
5. 1-4 四国中央部における深部構造（堤ほか，2007）	115
5. 1-5 伊予灘における深部構造（伊方沖）	116
5. 1-6 豊予海峡における深部構造（佐藤ほか，2001）	117
5. 2 重力逆解析結果	118
5. 2-1 ヘリコプター重力測定測線図	119
5. 2-2 ヘリコプター重力測定のデータ処理	120
5. 2-3 ヘリコプター重力測定結果（Line1～3）	121
5. 2-4 ヘリコプター重力測定結果（Line4～7）	122
5. 2-5 測定結果（ブーゲー異常図）	123
5. 2-6 重力逆解析の内容	124
5. 2-7 密度の設定	125
5. 2-8 重力逆解析のデータ処理	126
5. 2-9 重力逆解析結果（保内沖）	127
5. 2-10 重力逆解析結果（伊方沖）	128
5. 2-11 重力逆解析結果（瀬戸沖）	129
5. 2-12 重力感度解析結果（伊方沖）	130
5. 2-13 重力逆解析結果（まとめ）	131
5. 3 アトリビュート解析結果	132
5. 3-1 アトリビュート解析の概要	133
5. 3-2 アトリビュートの種類と算定式	134
5. 3-3 解析フロー	135

目次

5. 3-4	瞬間位相（串沖）	136
5. 3-5	エンベロープ（串沖）	137
5. 3-6	瞬間周波数（串沖）	138
5. 3-7	瞬間位相（保内沖）	139
5. 3-8	エンベロープ（保内沖）	140
5. 3-9	瞬間周波数（保内沖）	141
5. 3-10	瞬間位相（伊方沖）	142
5. 3-11	エンベロープ（伊方沖）	143
5. 3-12	瞬間周波数（伊方沖）	144
5. 3-13	瞬間位相（瀬戸沖）	145
5. 3-14	エンベロープ（瀬戸沖）	146
5. 3-15	瞬間周波数（瀬戸沖）	147
5. 3-16	瞬間位相（三崎沖）	148
5. 3-17	エンベロープ（三崎沖）	149
5. 3-18	瞬間周波数（三崎沖）	150
5. 3-19	アトリビュート解析結果（まとめ）	151
5. 4	総合評価	152
5. 4-1	敷地前面海域の断層群の性状	153
5. 4-2	変動地形学的な評価	154
5. 4-3	地球物理学的な評価	155
5. 4-4	地震学的な評価	156
5. 4-5	地震調査研究推進本部による調査	157
5. 4-6	断層傾斜角の総合評価（まとめ）	158
	引用文献	159

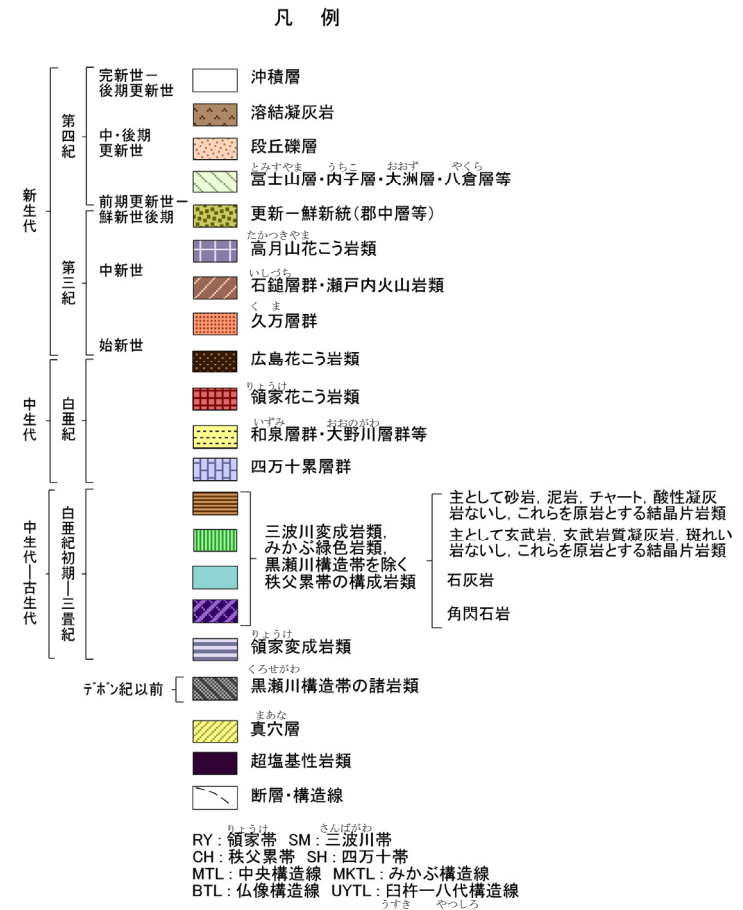
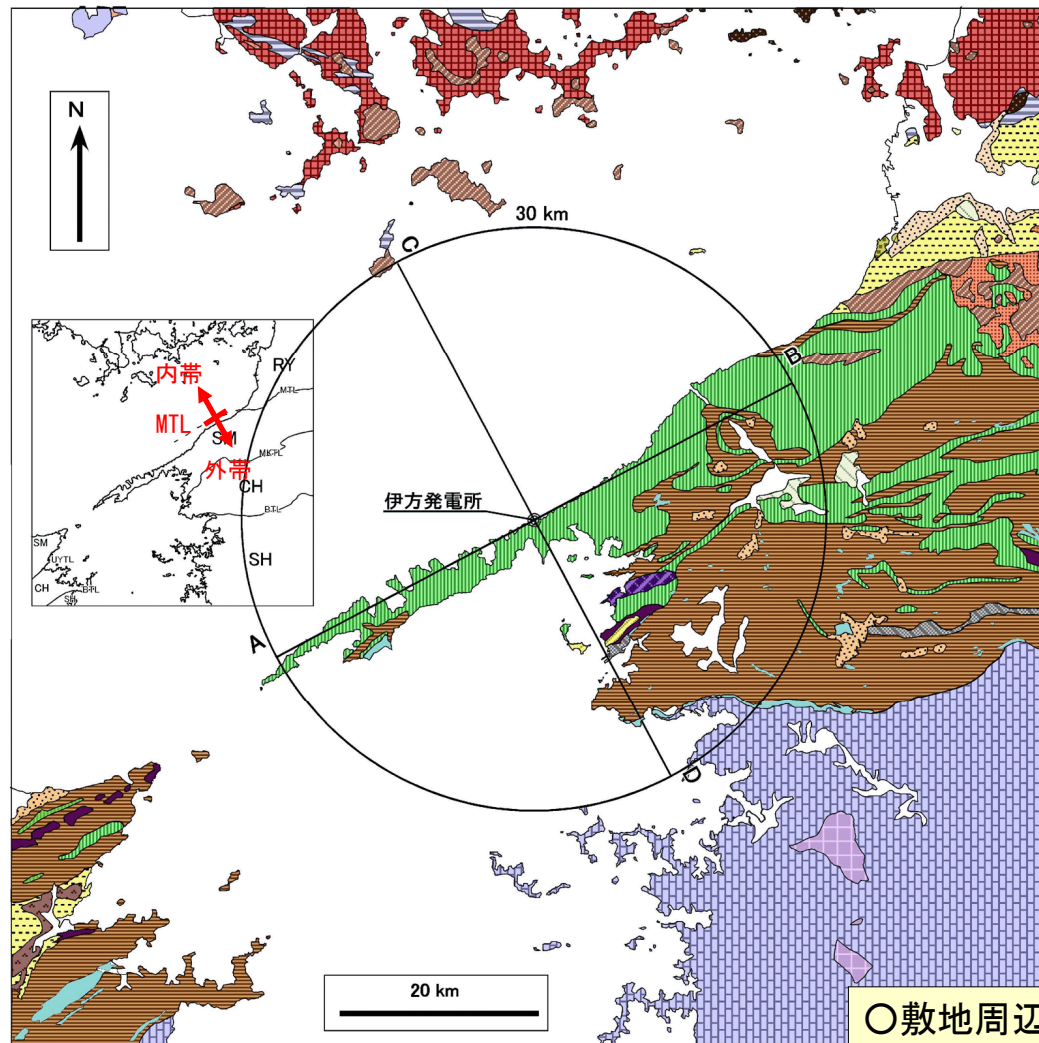
・ JNES保有データの
アトリビュート解析結果

1. 敷地周辺の地形・地質・地質構造

1-1 敷地の位置

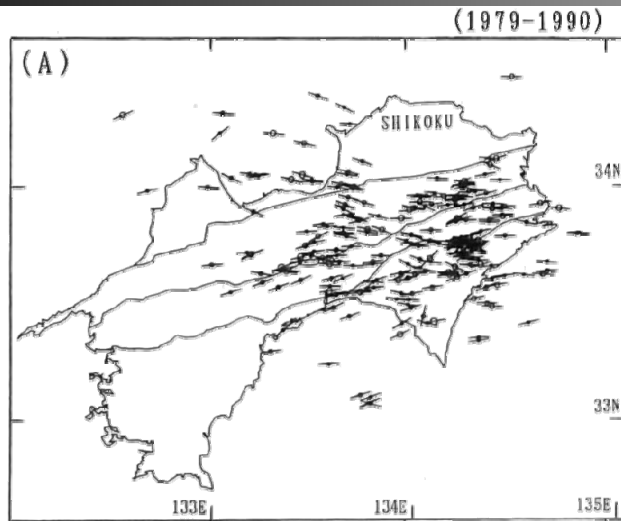


1-2 敷地周辺の地質・地質構造



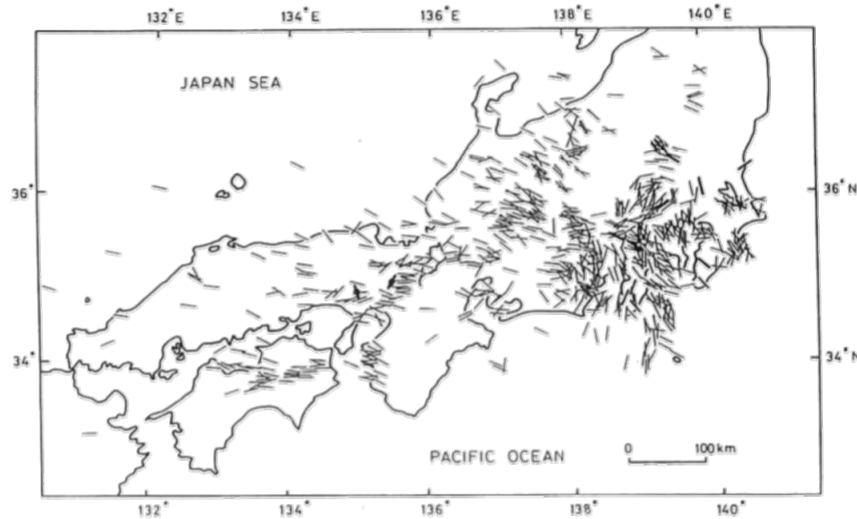
○敷地周辺の内帯には領家帯に属する地層, 外帯には北から三波川帯, 秩父累帯および四万十帯に属する地層が分布する。
○敷地付近には三波川変成岩類が広く分布する。

1-3 四国周辺の応力場に関する知見



地殻内地震によるP軸(主圧力軸)の水平成分の分布
(岡野・木村(1996)より抜粋)

岡野・木村(1996)によると、地殻内の地震によるP軸の水平成分の分布から、四国および周辺地域においては最大起震主応力の方向は東西としている。



震源メカニズム等より得られた最大水平圧縮応力の方位分布
(塚原・小林(1991)より抜粋)

塚原・小林(1991)では震源深さ35kmより浅い地震で公表されたものを微小地震まで含めて収集(マグニチュードは2.5~7.0)して応力の方位を評価。

その結果、中国、四国地域ではほとんど例外なく横ずれ断層型であり、最大水平圧縮応力の方位はほぼ東-西としている。

1-4 四国周辺の内陸地殻内地震のメカニズム解

○データセット

防災科学技術研究所 広帯域地震観測網(F-net)より下記の条件にて作成

- ・期間 1997.1.1～2007.07.31
- ・範囲 北緯33°～34.5° 東経131.5°～135°
- ・震源深さ 20km以浅

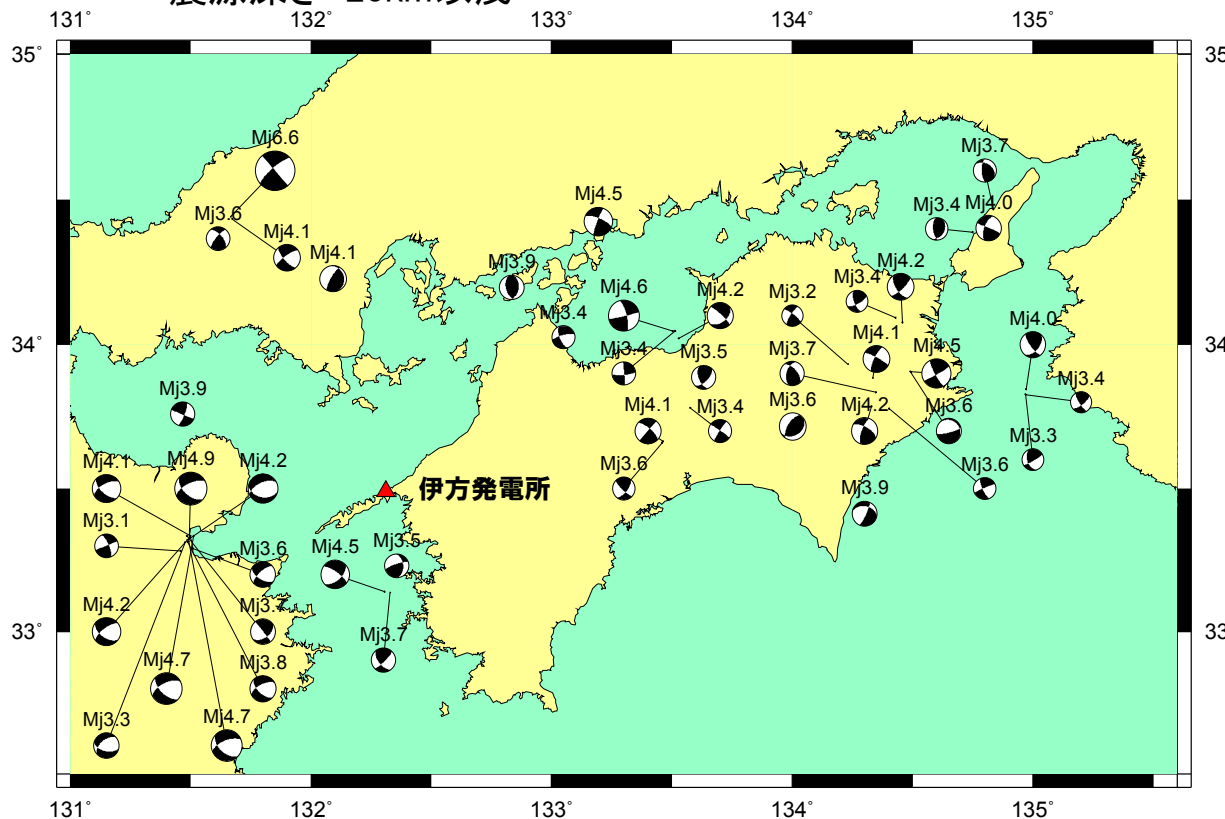
46地震を抽出

(Mj3.1～6.6)

Mj3.0～4.0 26地震

Mj4.0～5.0 19地震

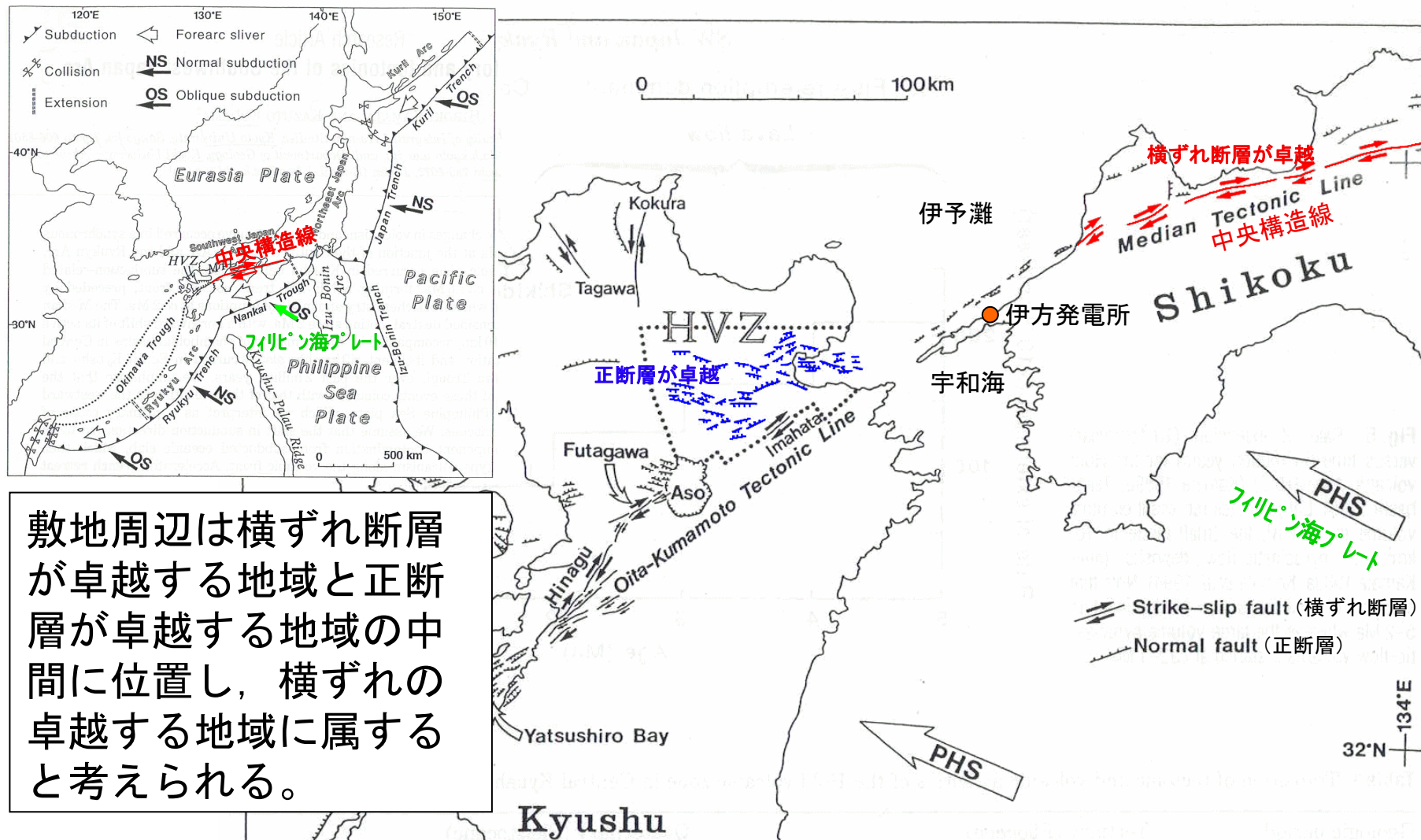
Mj5.0～ 1地震



四国中東部および中国地方における内陸地殻内地震には横ずれ型のメカニズムが多く見られ、主圧力軸の方向はほぼ東西方向と考えられる。敷地周辺では内陸地殻内地震がほとんど発生していないが、宇和海南方の内陸地殻内地震のメカニズムは横ずれ型である。

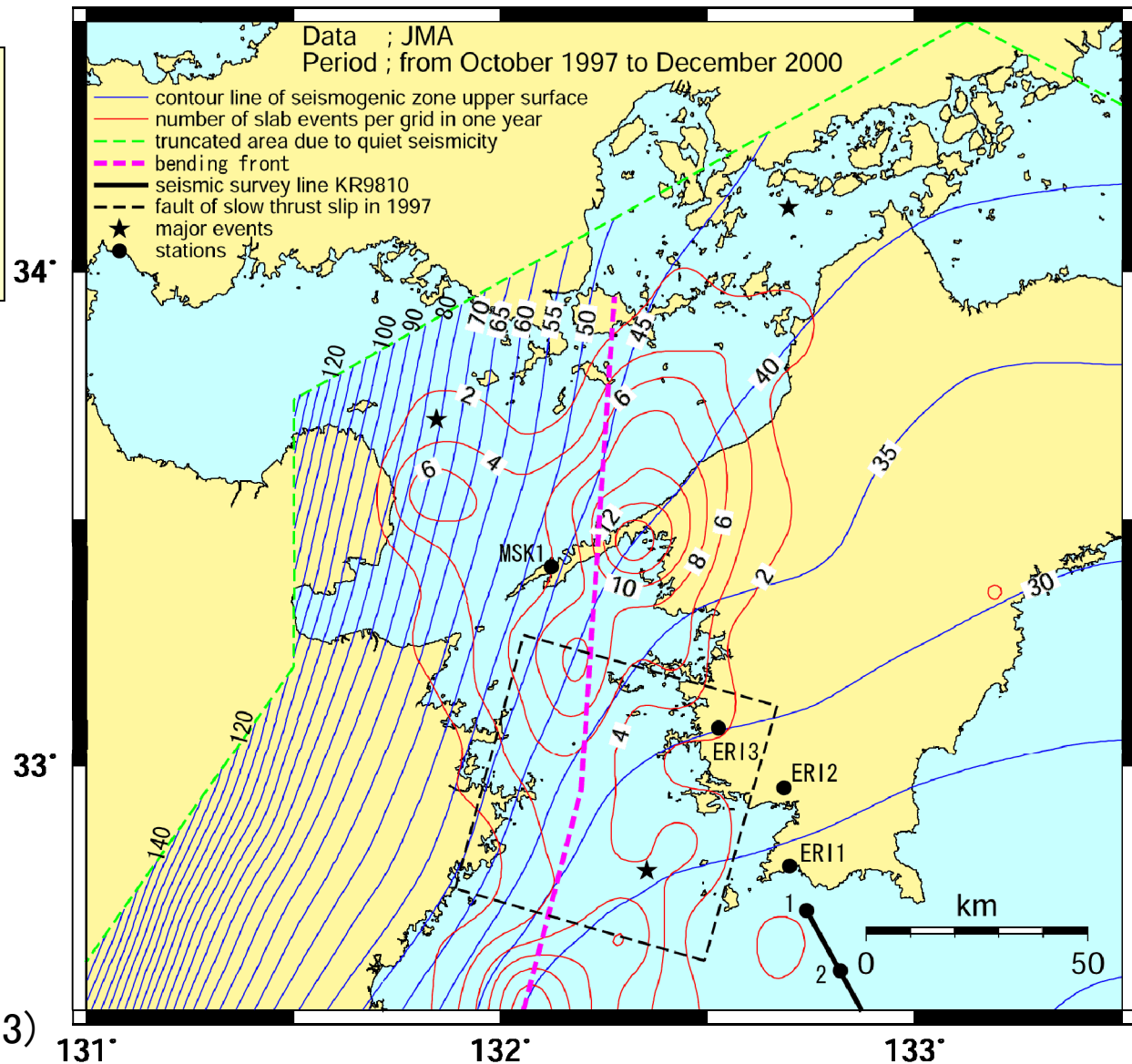
なお、大分県北部においては、ほとんどが正断層型の地震である。

1-5 敷地周辺のテクトニクスの概要



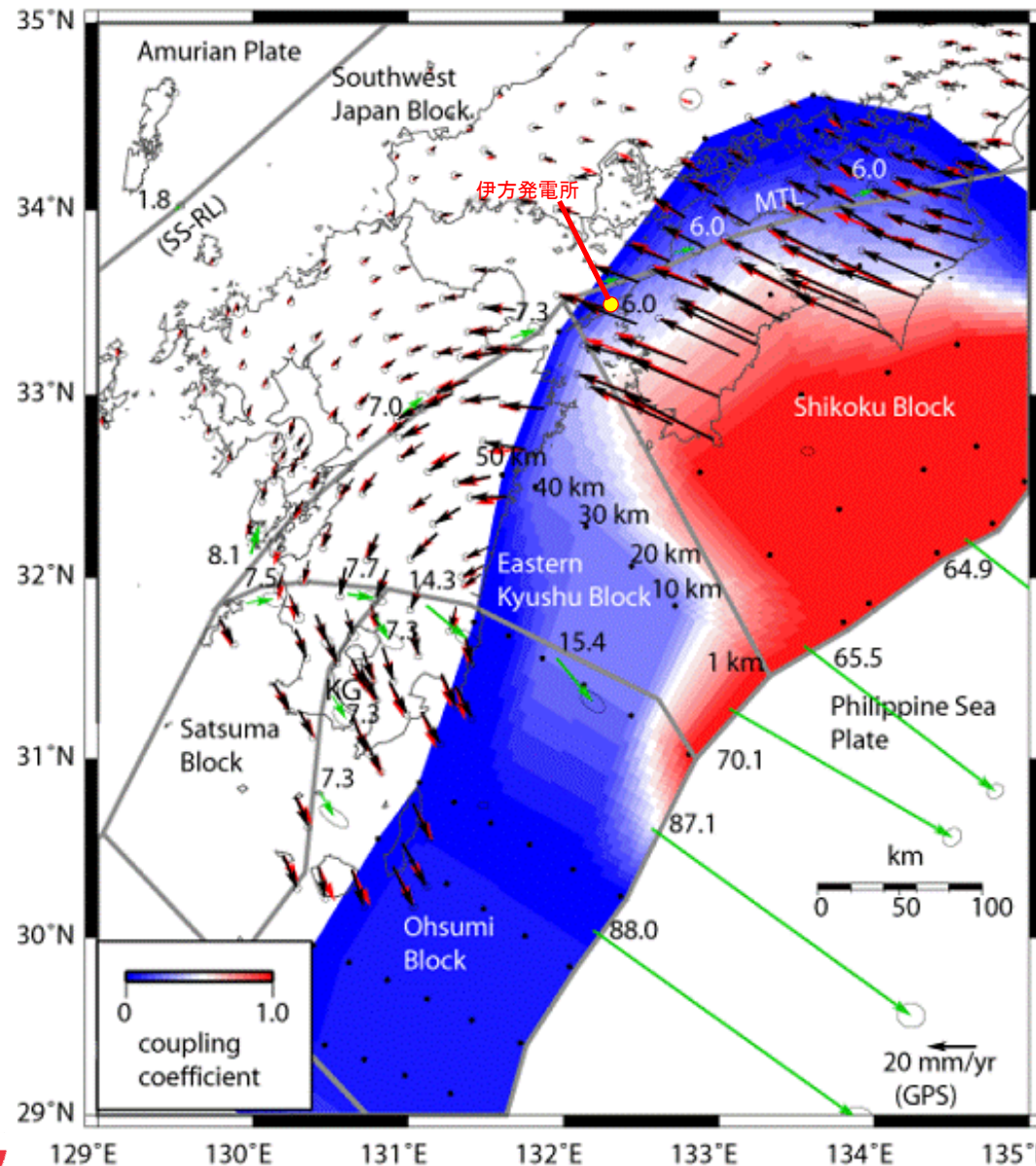
1-6 敷地周辺のフィリピン海プレート上面形状

潜り込むフィリピン海プレート上面形状は、詳細には、四国側でENE-WSW走向であるのに対して、九州側ではNE-SW走向に変るなど湾曲している。



松崎ほか(2003)

1-7 西南日本の地殻変動(Wallace, 2009)



GPS観測結果とフィッティングするモデルとして、三崎沖ジョグ付近で四国と九州を区分するモデルが示されている。

四国はフィリピン海プレートのカップリングの強いブロック、九州はカップリングが弱く反時計回りに回転するブロックとされている。

黒矢印：ユーラシアプレートに対するGPS速度
赤矢印：ブロックモデルに基づくGPS速度
緑矢印：ブロック間の相対的な動き

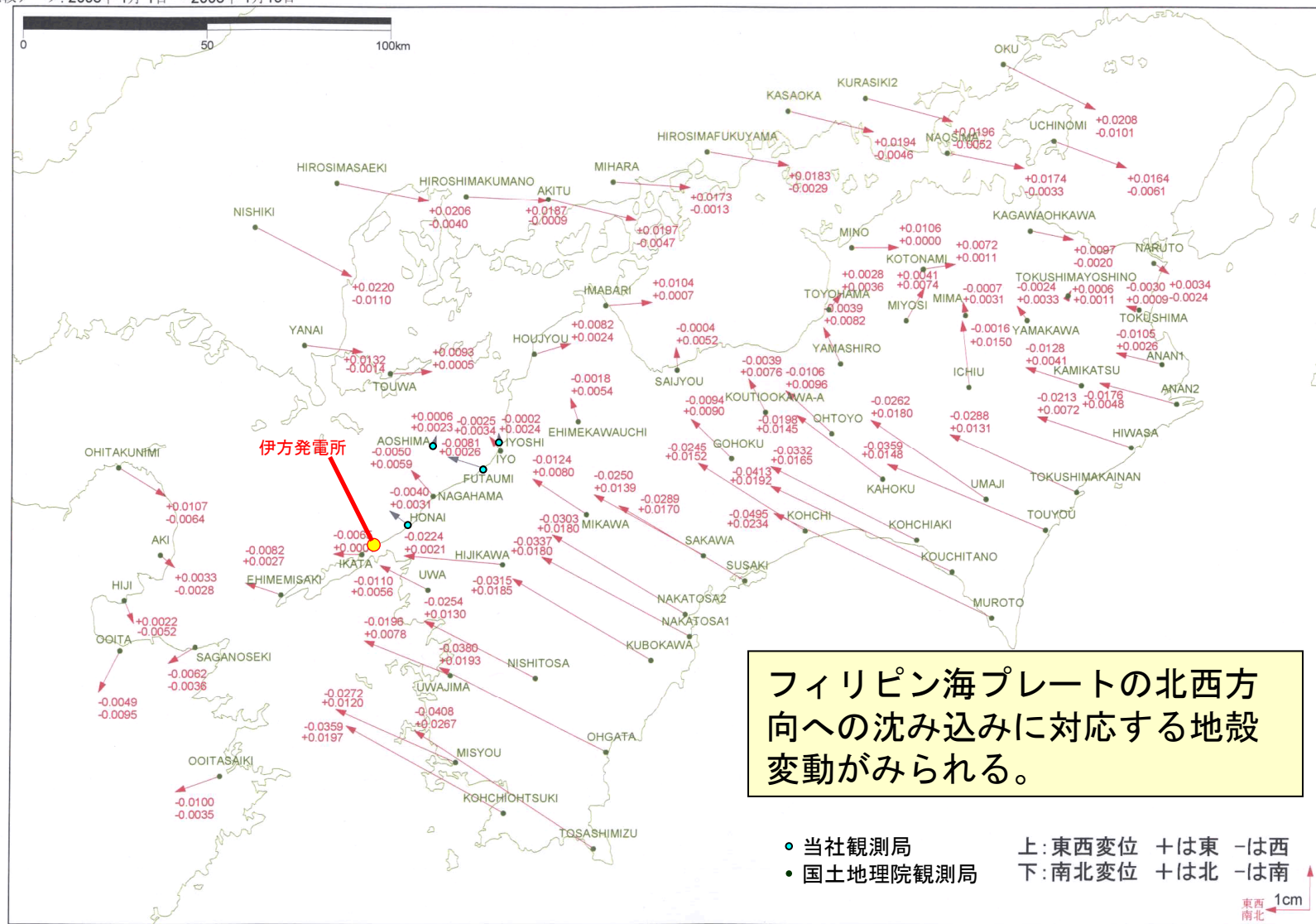
1-8 敷地周辺の地殻変動(GPS観測結果)

比較手法：平均値

基準データ：2006年 1月 1日 ～ 2006年 1月 15日

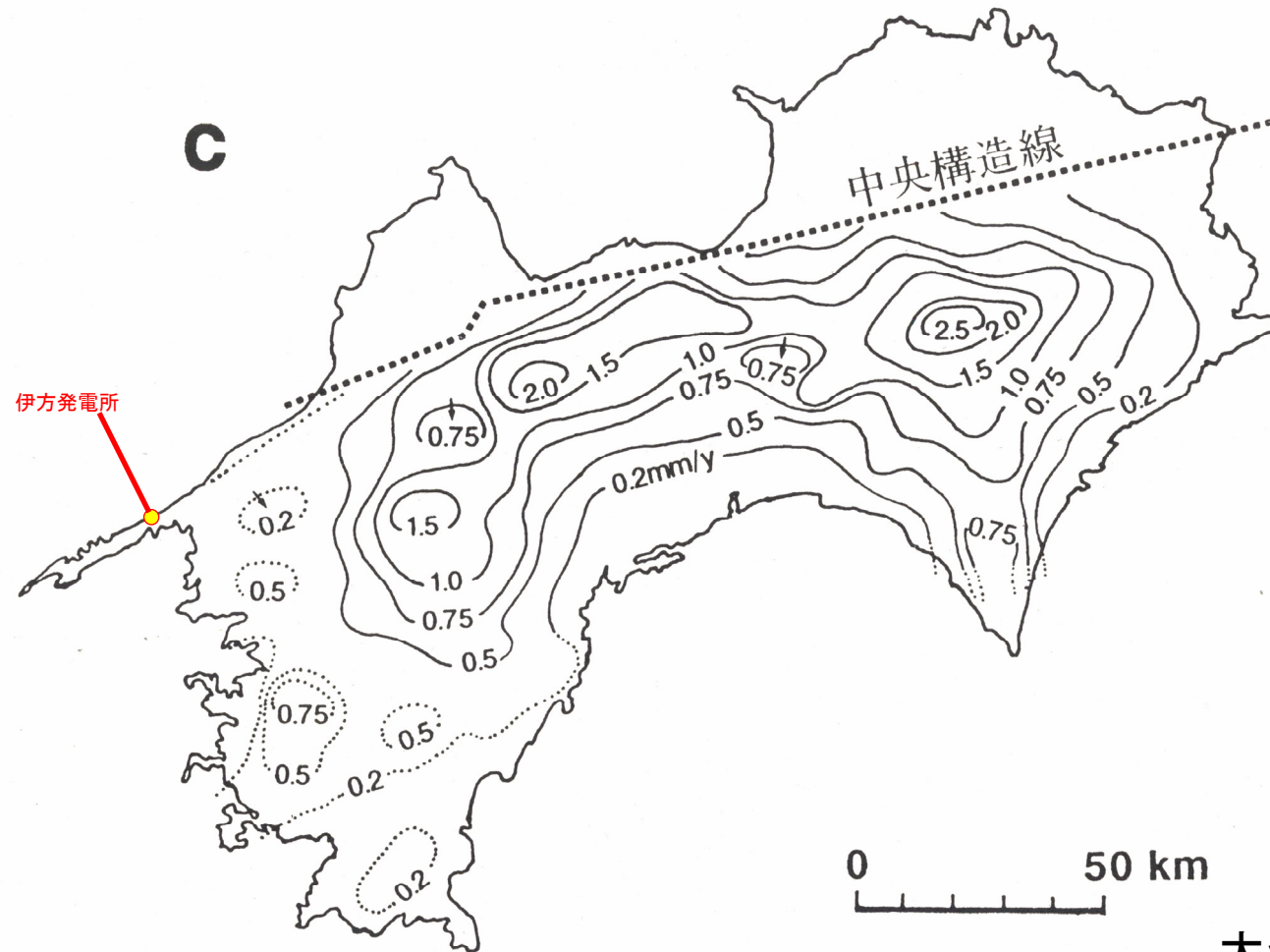
比較データ：2008年 1月 1日 ～ 2008年 1月 15日

ベクトル図(水平)2006.1～2008.1の2カ年の水平変位[大湊局固定](単位:m)



1-9 敷地周辺の地殻変動(四国山地の隆起速度)

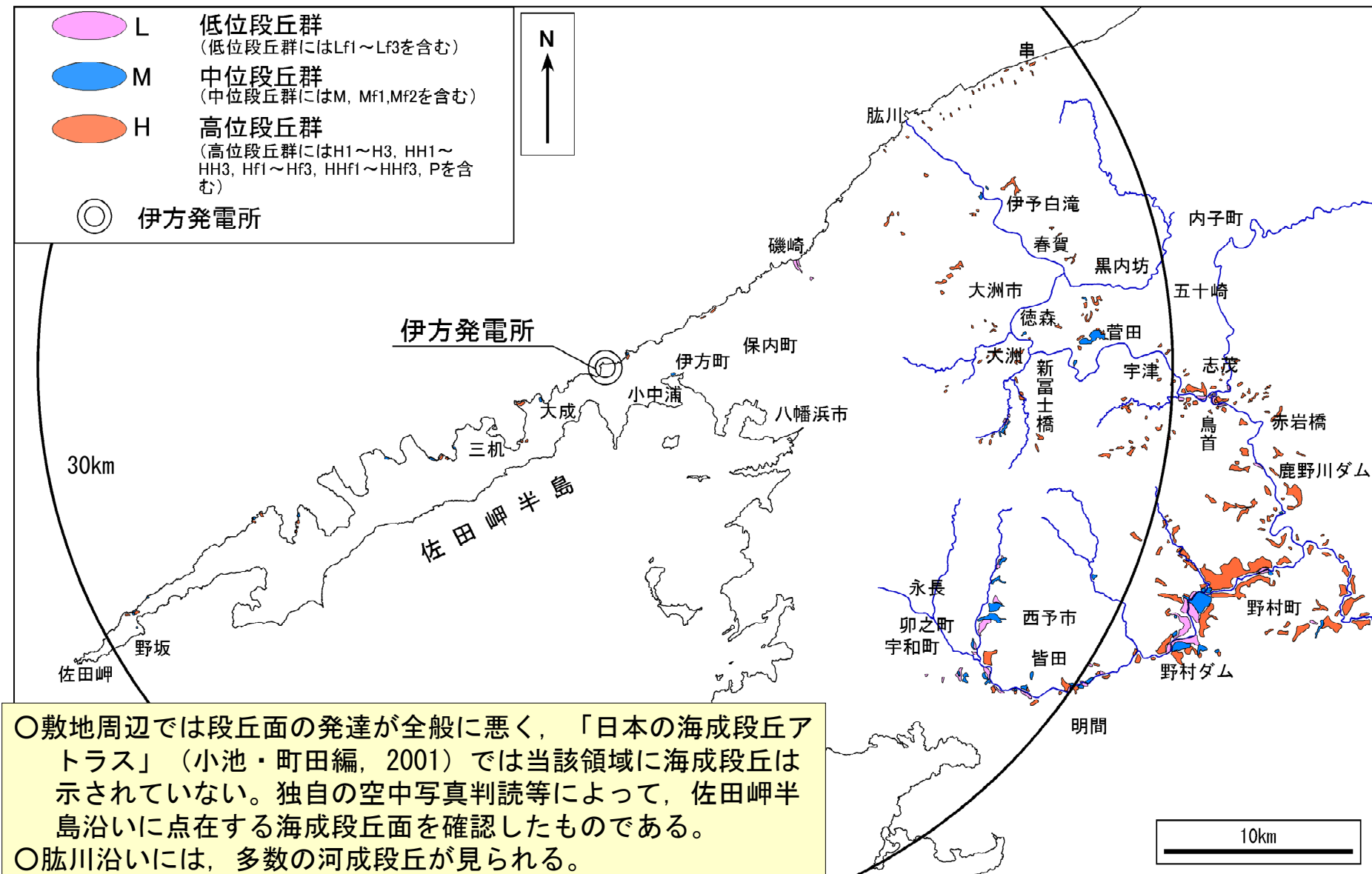
水準測量データから地震性・非地震性地殻変動の合成変動速度を検討。四国山地の高度分布は、最近行われている地殻変動が長期にわたって継続してきた結果とされている。



c : 本稿で平均高度から推定された 100 万年間の平均隆起速度 (点線は信頼度の低い部分)

大森(1990)

1-10 敷地周辺の段丘面分布

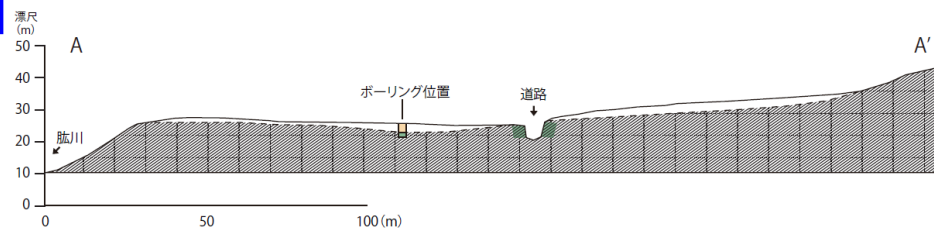
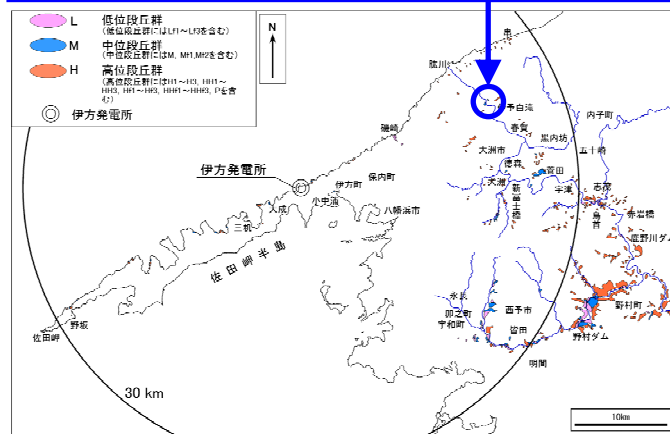
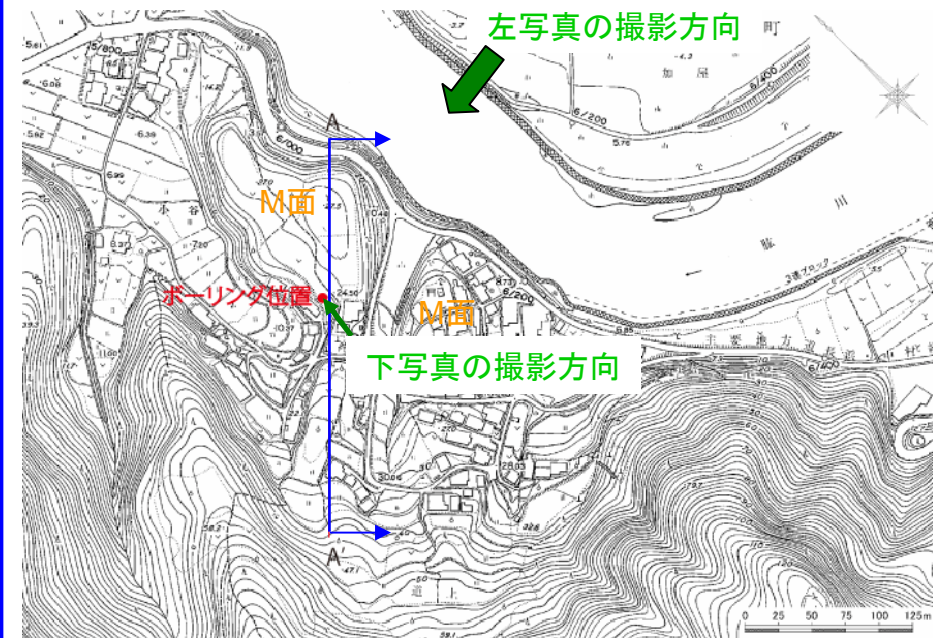


1-11 敷地周辺の地質層序(第四系)

地質時代			瀬戸内海沿岸部		肱川流域			備考(年代指標)	
			四国電力		四国電力		熊原※ (1998)		
第 四 紀	完新世	後 期	沖積層	沖積低地	沖積層	沖積低地	沖積層	沖積層	ボーリング調査(次頁) 1)Aso-4火山灰(8.5-9万年前)被覆 2)K-Tz火山灰(約9.5万年前)被覆 水野(1996) 3)Kkt火山灰(33-34万年前) 4)Ng-1火山灰(約30万年前) 5)0.39±0.13Ma火山灰 (浅野ほか, 1992) 山下ほか(2006) 6)菖蒲火山灰(約60万年前) 山下ほか(2006) 7)ピンク火山灰(約100万年前)
			低位段丘群	Lf3面	低位段丘群	A面	L段丘	廿日市層	
				Lf2面		Lf2面			
				Lf1面		Lf1面			
	更新世	中期	中位段丘群	M面 ¹⁾	中位段丘群	M面 ¹⁾⁻²⁾			
					中位段丘群	Mf1面 ¹⁾⁻²⁾ Mf2面 ¹⁾⁻²⁾	M段丘	菅田層	
		高位段丘群	H3面	高位段丘群	H3面 Hf3面	H2段丘	古田層 ³⁾⁻⁴⁾		
			H2面		Hf2面				
			H1面		Hf1面 ³⁾⁻⁴⁾	H1段丘 ³⁾⁻⁵⁾			
			HH面群 (HH1-HH3)		HHf面群 (HHf1 ⁵⁾ - HHf3)				
					P面 (大洲層 ⁶⁾)		大洲層 ⁶⁾		
	前期			富士山層 ⁷⁾	内子層	富士山層 ⁷⁾	内子層		

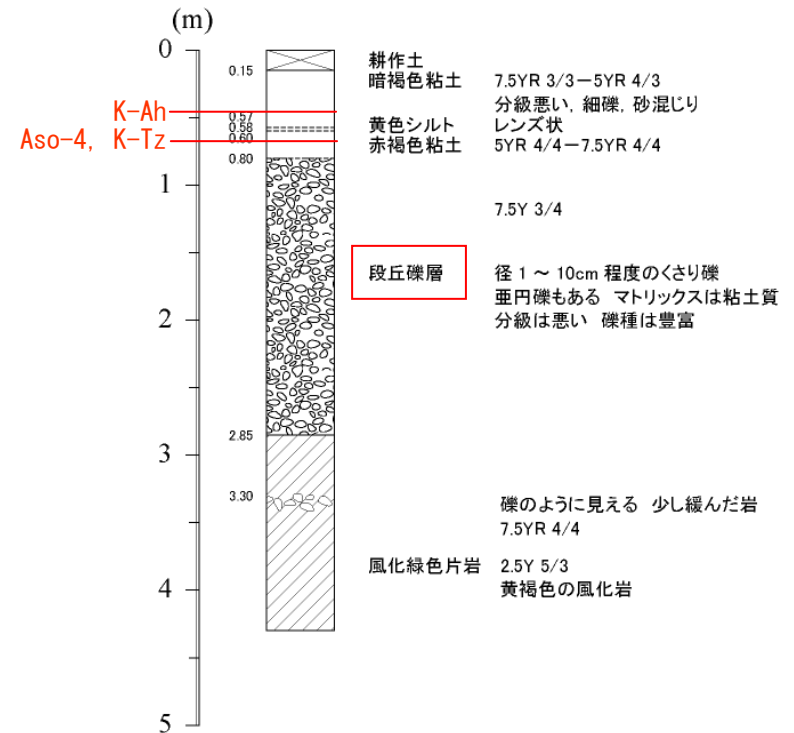
※「日本の海成段丘アトラス」(2001)は熊原(1998)と同様

1-12 伊予白滝におけるボーリング位置



1-13 伊予白滝におけるボーリング調査結果

OM段丘の礫層をK-Tz降灰以前の地層が覆う。



地層	試料番号 (深さm)	火山ガラスの形態別含有量(/3000粒子)			重鉱物の含有量(/3000粒子)			β 石英 (/3000粒子)	特記鉱物	火山ガラスの屈折率	テフラ名
		Bw	Pm	O	Opx	GHo	Cum				
耕作土 (0.0-0.15)	0.0-0.1	113	0	0	2	15	0	3			
	0.1-0.2	175	0	0	2	7	0	2			
砂混じり暗褐色粘土 (0.15-0.6)	0.2-0.3	139	0	2	3	15	0	5		1.493-1.500(AT 15/29), 1.509-1.512(K-Ah 14/29)	
	0.3-0.4	650	0	0	14	16	0	6	Aso-4タイプGBHo含む	1.496-1.499(AT 13/30), 1.509-1.514(K-Ah 17/30)	
	0.4-0.5	1256	12	8	13	15	0	4		1.496-1.500(AT 9/30), 1.509-1.513(K-Ah 21/30)	K-Ah
	0.5-0.6	417	0	0	4	25	0	4	Aso-4タイプGBHo含む	1.495-1.500(AT 15/30), 1.509-1.513(K-Ah 15/30)	
赤褐色粘土	0.6-0.7	57	0	0	0	6	0	6	Aso-4タイプGBHo含む	1.494-1.500(AT 30/30)	K-Tz, Aso-4(ATコンタミ)
	0.7-0.8	38	0	0	1	6	0	0.7		1.495-1.500(AT 30/30)	K-Tz降灰以前の地層
段丘礫	0.8-0.9	0.5	0	0	0	0	0	+(1/20000)			
	0.9-1.0	0	0	0	0	0	0	0			

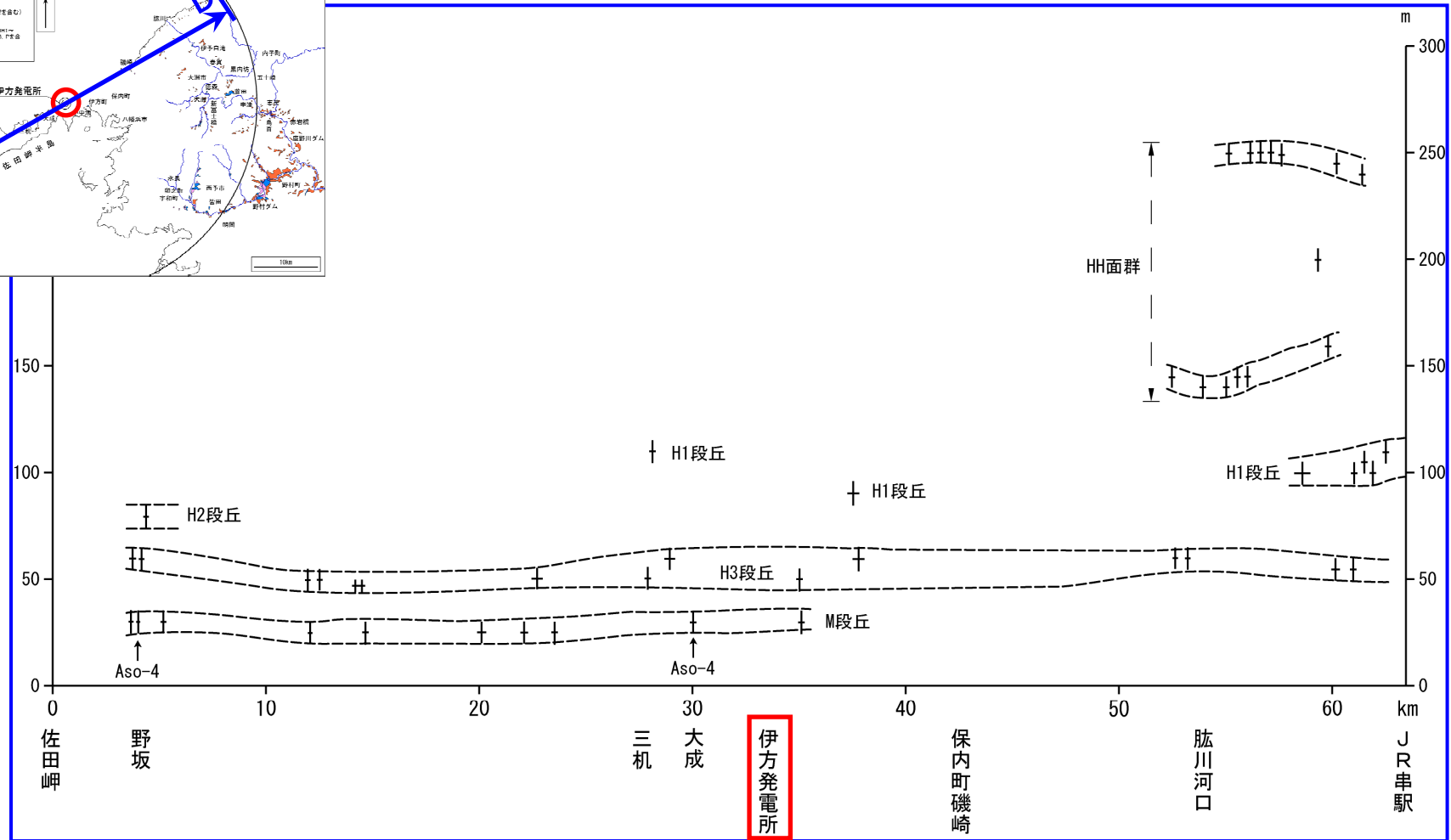
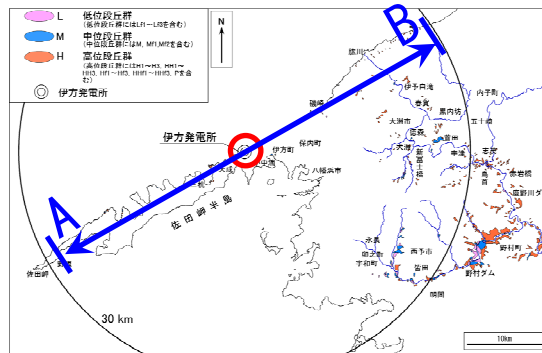


Bw:バブルウォールタイプ
Pm:パミスタイプ
O:低発砲タイプ

Opx:斜方輝石
GHo:緑色普通角閃石
Cum:カミングトン閃石

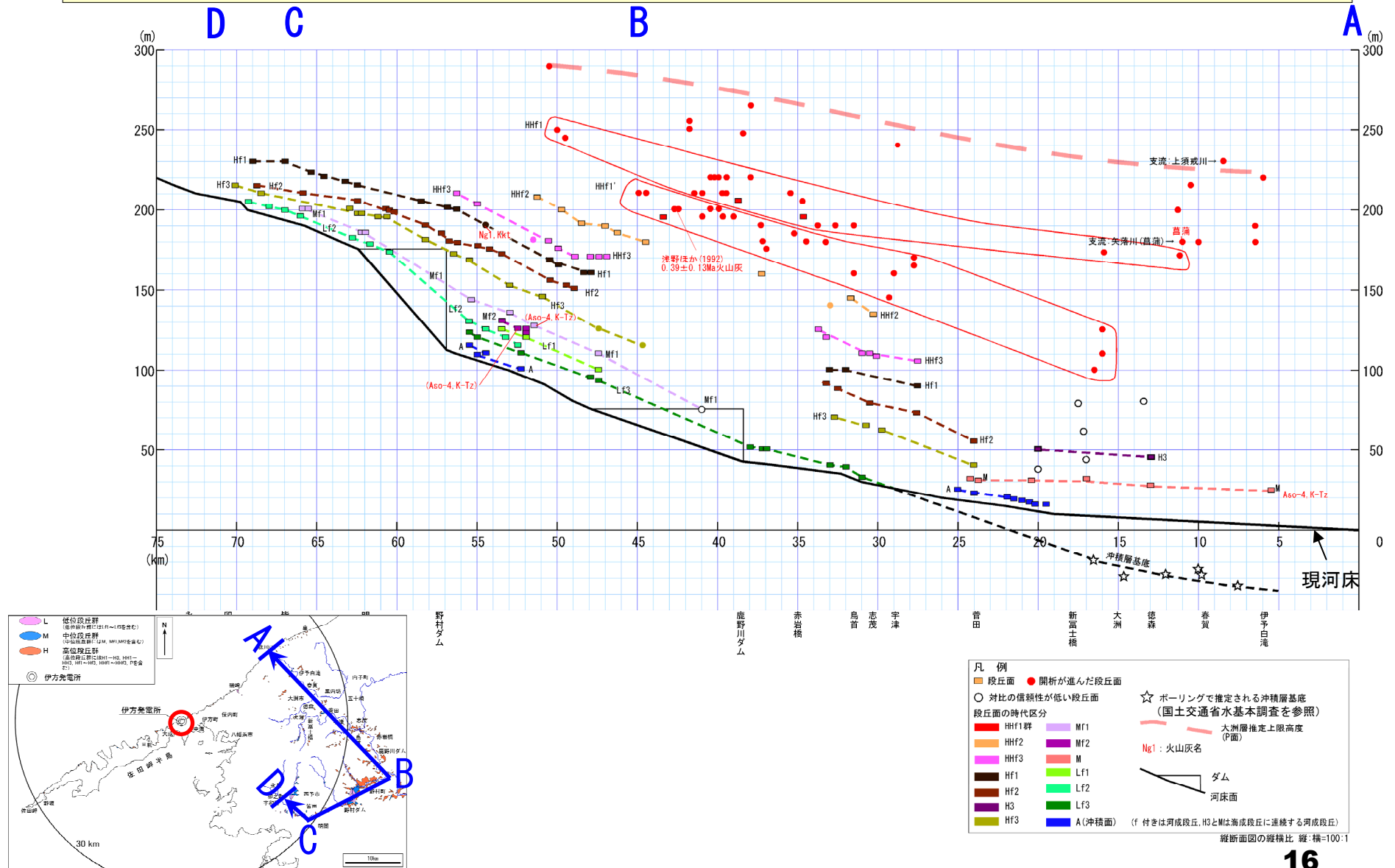
1-14 佐田岬半島沿いの段丘面高度

○伊予灘沿岸部の佐田岬半島に沿って配列する海成段丘面に急な高度差はみられない。



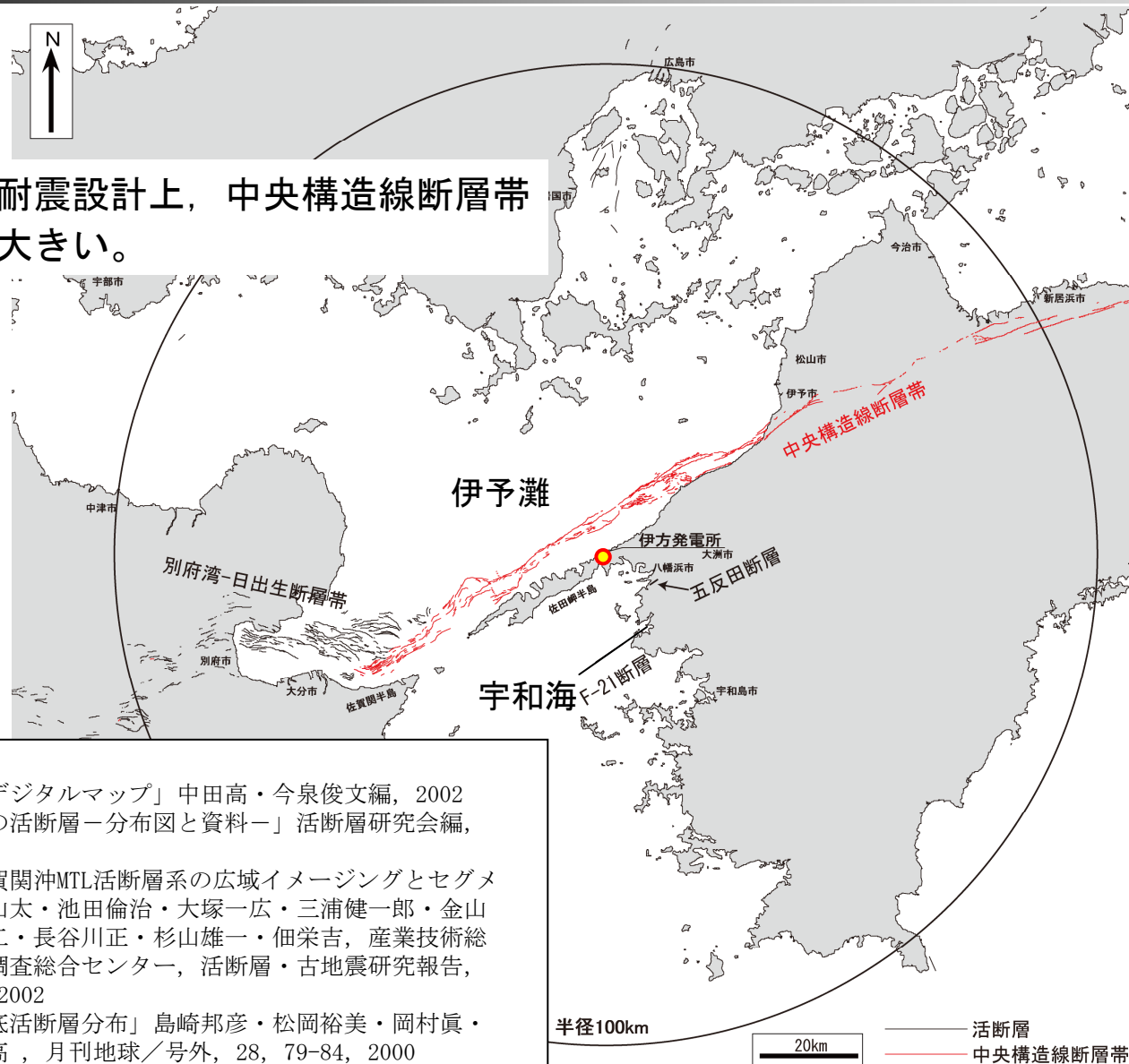
1-15 肱川沿いの段丘面高度

○肱川沿いに配列する河成段丘面に急な高度差はみられない。



1-16 敷地周辺の活断層分布

伊方発電所の耐震設計上，中央構造線断層帯の影響が最も大きい。



【活断層分布図の出典】

- 陸域：○「活断層詳細デジタルマップ」中田高・今泉俊文編，2002
- 海域：○「[新編]日本の活断層—分布図と資料—」活断層研究会編，1991
- 「伊予灘～佐賀関沖MTL活断層系の広域イメージングとセグメント区分」七山太・池田倫治・大塚一広・三浦健一郎・金山清一・小林修二・長谷川正・杉山雄一・佃栄吉，産業技術総合研究所地質調査総合センター，活断層・古地震研究報告，2，141-152，2002
- 「別府湾の海底活断層分布」島崎邦彦・松岡裕美・岡村眞・千田昇・中田高，月刊地球／号外，28，79-84，2000

2. 伊予灘の調査結果

2. 1 伊予灘の地質区分

2. 2 伊予灘の海底地形

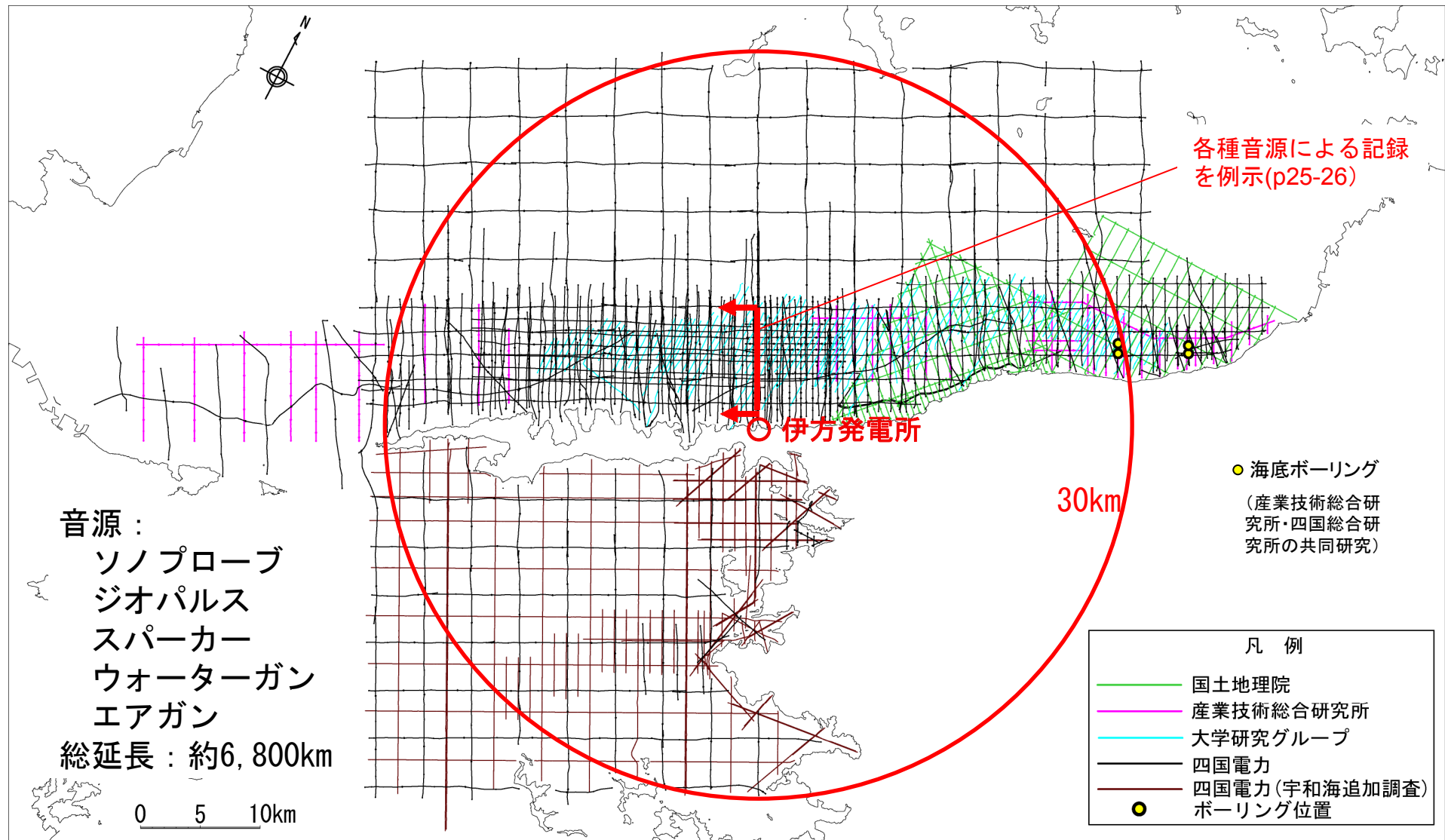
2. 3 海底下浅部の調査結果

2. 4 エアガンによる音波探査結果

2. 5 屈折法探査結果

2. 1 伊予灘の地質区分

2. 1-1 調査内容(海上音波探査測線図)



2. 1-2 調査内容(海上音波探査機器①)

探査機器		ソノプローブ				ウォーターガン
調査機関		四国電力	国土地理院	産業技術総合研究所	大学研究グループ	四国電力
発振器	出力	発振エネルギー：36J	発振エネルギー：36J	発振エネルギー：36J	発振エネルギー：36J	発振エネルギー：約4,000J 容量：15in ³ 空気圧力：130kg/cm ²
	形式	SP-3W	SP-II, SP-3	SP-3W	SP-3W	S-15
	製作所	海上電機(株)	(株)カイジョー 海上電機(株)	(株)カイジョー	(株)カイジョー	Seismic Systems社
音源周波数のめやす(Hz)		2,000～8,000	3,000	3,000～8,000	1,200～8,000	1～1,000
発振間隔		0.267sec	0.333sec	0.267sec	0.267sec	2.0sec
記録方式		アナログ	アナログ	アナログ	アナログ	アナログ
受振器		1素子1ch	1素子1ch	1素子1ch	1素子1ch	40素子1ch
受振器の長さ(m)		—	—	—	—	20
収録時間(sec)		0.067	不明	0.067	0.067	1.0
記録レンジ(m)		50	30, 30～50	50	50	750
記録幅(mm)		250	150	250	300	508
測位方法		DGPS法	電波測位法, DGPS法	DGPS法	GPS法	DGPS法
受信フィルター(Hz)		2,000～6,200	1,500～6,200	2,000～5,200	不明	50～500
収録時サンプリングレート(msec)		—	—	—	—	—
重合数		—	—	—	—	—
船の速度		3～4ノット	3～5ノット	2.5～3.0ノット	約3ノット	3～4ノット
データ処理時サンプリングレート(msec)		—	—	—	—	—

2. 1-3 調査内容(海上音波探査機器②)

探査機器		ジオパルス		スパーカー		エアガン
調査機関		四国電力	産業技術総合研究所	四国電力	国土地理院	四国電力
発振器	出力	発振エネルギー：280J	発振エネルギー：250J	発振エネルギー： 約600J, 約700J, 約3, 600 J	発振エネルギー：200J	発振エネルギー：150, 000J 容量：500in ³ 空気圧力：120kg/cm ²
	形式	5420S	5813B	NE-19C, NE-17D	NE-19C, NE-19C2	PAR1500C
	製作所	GeoAcoustics社	GeoAcoustics社	日本電気(株)	日本電気(株)	BOLT社
音源周波数のめやす(Hz)		400～8, 000	400～8, 000	100～3, 000	100～2, 000	3～300
発振間隔		0. 5sec(一部0. 4sec)	0. 6sec	1. 596sec	0. 5sec	25m
記録方式		アナログ	アナログ	アナログ	アナログ	デジタル
受振器		8素子1ch	20素子1ch	40素子1ch	1素子1ch, 7素子1ch	5素子48ch チャンネル間隔：12. 5m
受振器の長さ(m)		3. 2(本体)	27. 5, 30. 0	約20	3	600
収録時間(sec)		0. 1, 0. 133	0. 1	0. 533	0. 133, 0. 267	5. 0
記録レンジ(m)		75, 100	75	400	100, 200	—
記録幅(mm)		254	255	400, 480	254, 480	—
測位方法		DGPS法	DGPS法	電波測位法	電波測位法, DGPS法	DGPS法
受信フィルター(Hz)		700～1, 500	700～2, 000	60～600	250～750	OUT～約400
収録時サンプリングレート(msec)		—	—	—	—	1. 0
重合数		—	—	—	—	12
船の速度		3～4ノット	3. 5ノット	4～5ノット	3～5ノット	約3. 0ノット
データ処理時サンプリングレート(msec)		—	—	—	—	1. 0

2. 1-4 海底下浅部の地質区分

地質 区分	反射パターンの特徴				推定される地層 および主な分布地域
	ソノプローブ	ジオパルス	スパーカー	ウォーターガン	
A層	・全般に白抜けである ・水平に連続するパターンが多数見られる ・下位層とは明らかな不整合で接する	・非常に連続性の良いほぼ水平な縞状のパターンが多数見られる ・下位層とは明らかな不整合で接する	・全般に白抜けである ・微弱な層理およびゴマ塩状のパターンが見られる ・下位層とは明らかな不整合で接する	・内部構造は不明瞭である ・下位層とは明らかな不整合で接する	・未固結の泥質および砂質の地層 ・最下部は海進期の礫質の地層 ・ほぼ全域に分布するが、沿岸部、長浜沖、豊予海峡周辺等で分布を欠く
D層	・上面に濃い凹凸のパターンが見られる ・内部構造は不明瞭である	・連続性の良い縞状のパターンが多数見られる ・ほとんど褶曲構造を示さない ・下位層とは明らかな不整合で接する	・ほぼ水平に連続する層理、部分的にゴマ塩状のパターンおよび斜交層理が見られる ・ほとんど褶曲構造を示さない ・下位層とは明らかな不整合で接する	・連続性の良い水平なパターンが多数見られる ・下位層とは明らかな不整合で接する	・未固結～半固結の泥質、砂質および礫質の地層 ・ほぼ全域に分布するが、島の周辺部、長浜沖、豊予海峡周辺等で分布を欠く
T層	・探査深度外	・連続性の良い縞状のパターンが多数見られる ・一般的に緩く傾斜する層理を示すが、局所的に褶曲構造が見られる ・下位層にオンラップする	・連続する数条の平行層理、部分的に斜交層理および波状パターンが見られる ・一般的に緩く傾斜する層理を示すが、局所的に褶曲構造が見られる ・下位層にオンラップする	・連続性の良い水平または緩く傾斜するパターンが多数見られ、局所的に褶曲構造が見られる ・下位層にオンラップする	・半固結の泥質、砂質層の互層（伊予灘層） ・ほぼ全域に分布するが、島の周辺部、豊予海峡周辺等で分布を欠く
B層	・探査深度外	・上面は急角度で傾斜する ・内部構造を全く示さない	・上面は急角度で傾斜する ・内部構造は全般に不明瞭である ・部分的に急傾斜の平行層理が見られる	・上面は急角度で傾斜する ・内部構造は全般に不明瞭である ・部分的に急傾斜の平行層理が見られる	・硬質岩盤 ・ほぼ全域で最下層として分布すると推定される ・沿岸部、島の周辺部、豊予海峡周辺等で分布を確認できる

2. 1-5 地質区分と陸域の地層との対比

地質時代			四国電力(株)による		電力中央 研究所 (1975)	国土地理院 (2001)	産業技術 総合研究所 (2002)
			陸域の 地質区分	海域の 地質区分			
新生代	第四紀	完新世	沖積層	A	A	A	A ←
		更新世	低位段丘礫層 ～ 高位段丘礫層	D	D	D	D
			八倉層				T1
	新第三紀	鮮新世	郡中層	T (伊予灘層)	T (伊予灘層)	Tu Tm Tl	T2
		中新世	瀬戸内火山岩類	B	V		
中生代	古第三紀						
	白亜紀		和泉層群		C	C	
			四万十累層群 領家花こう岩類	B			
	ジュラ紀		三波川変成岩類 秩父累帯の構成岩類		S	R	B
	三畳紀						

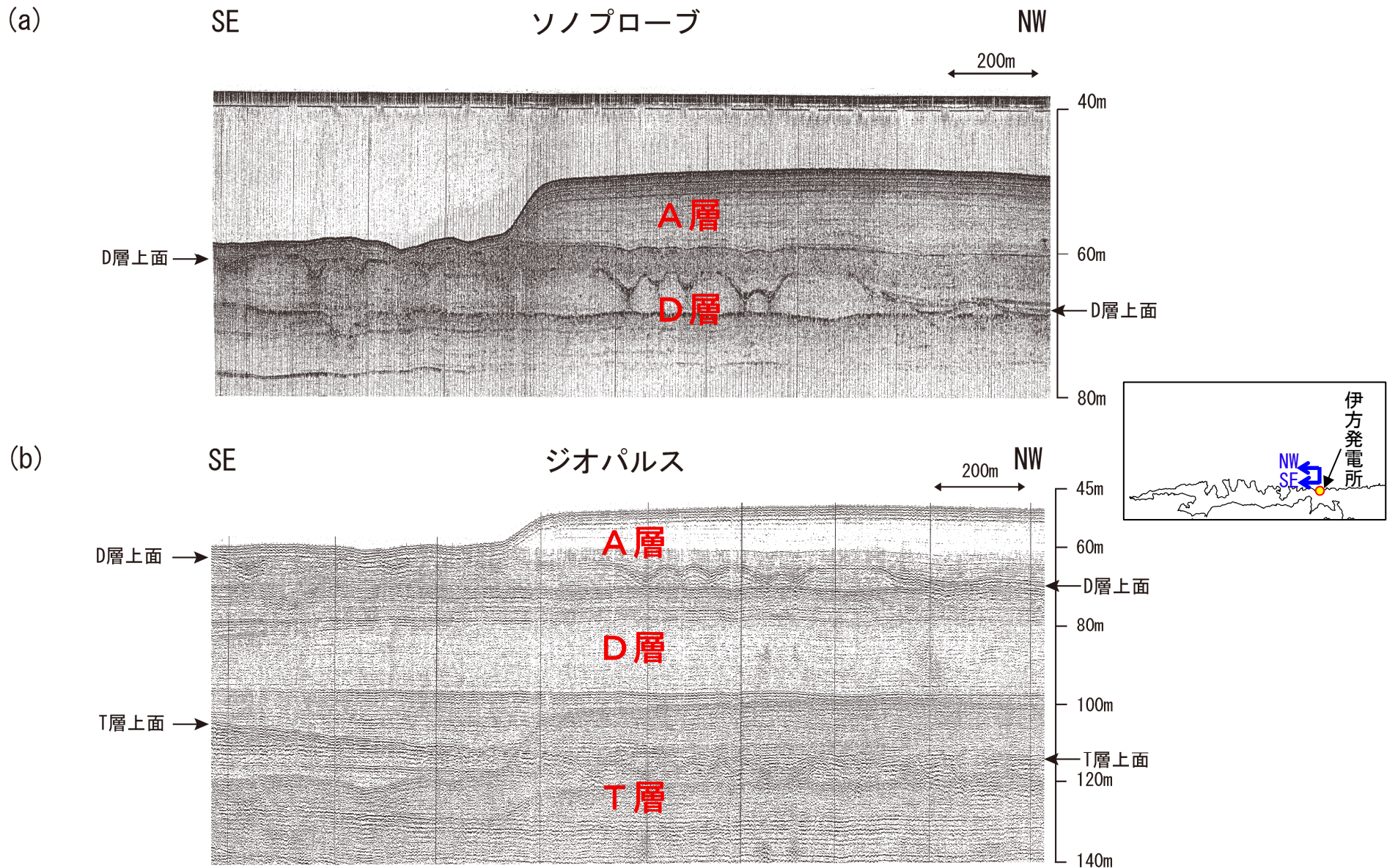
~~~~~ : 不整合      ——— : 整合

海底ボーリングで年代確認

電力中央研究所(1975), 国土地理院(2001), 産総研(2002)と同様の地質区分

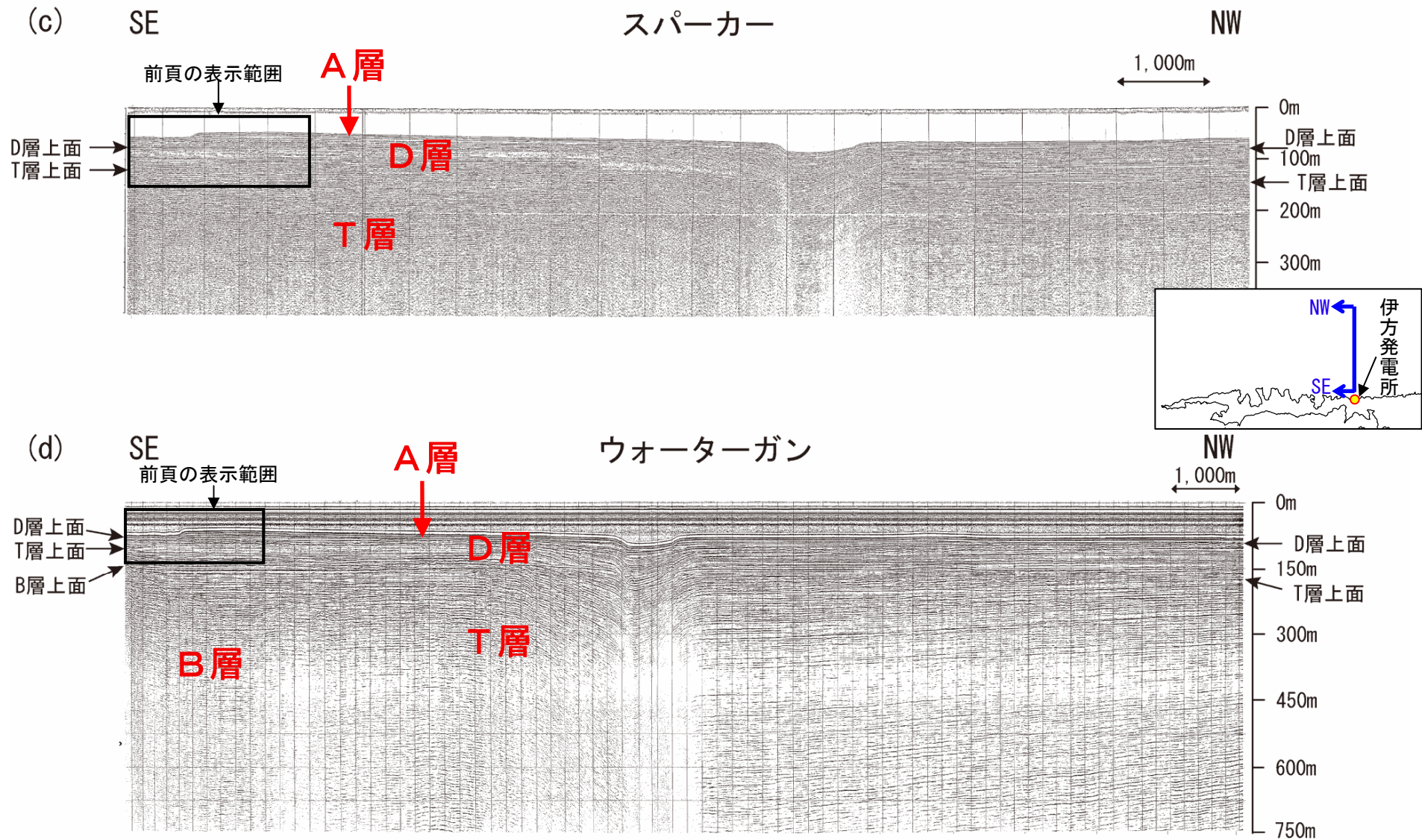


## 2. 1-6 音波探査記録による地質区分例(1)



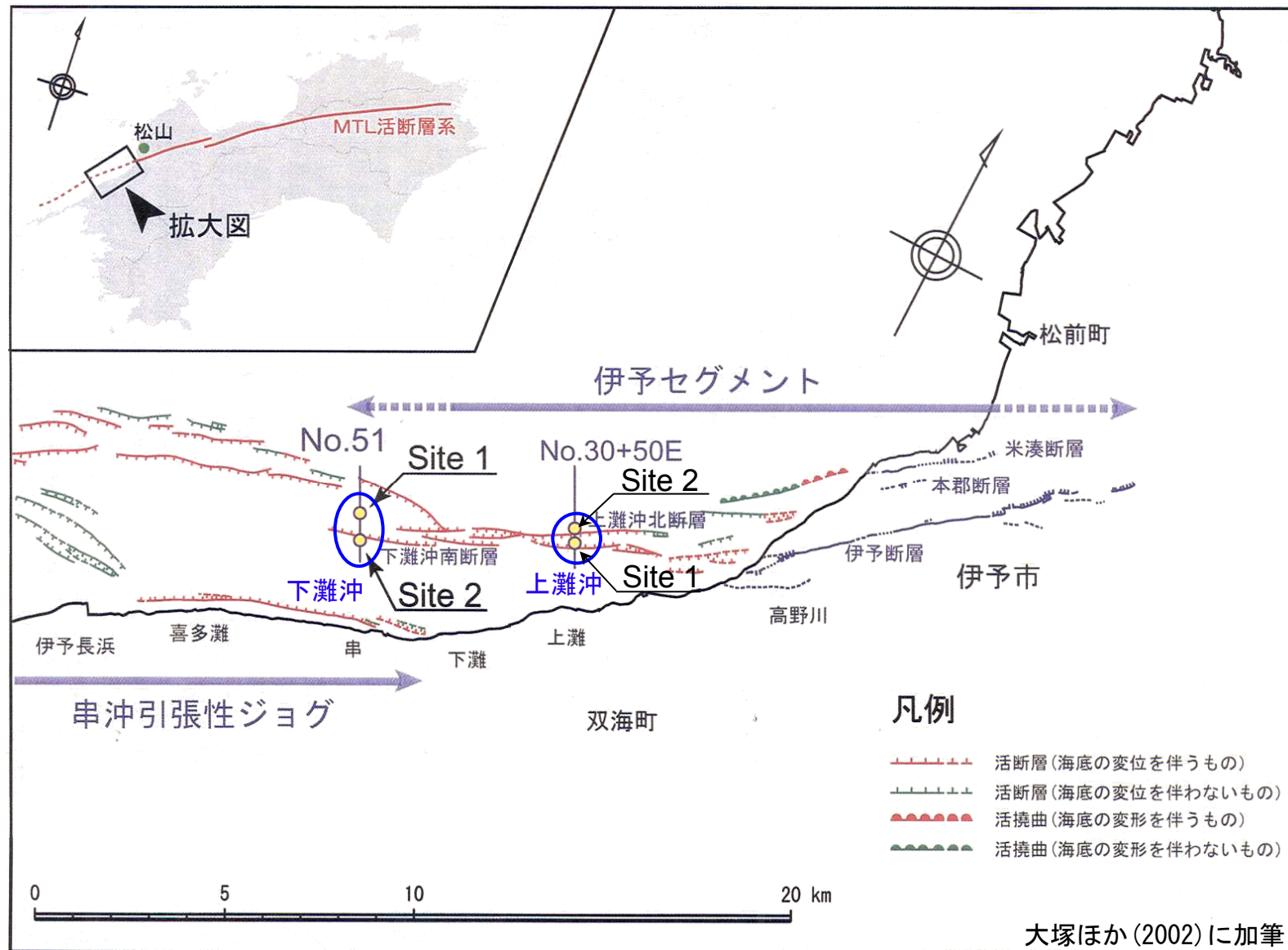


## 2. 1-7 音波探査記録による地質区分例(2)



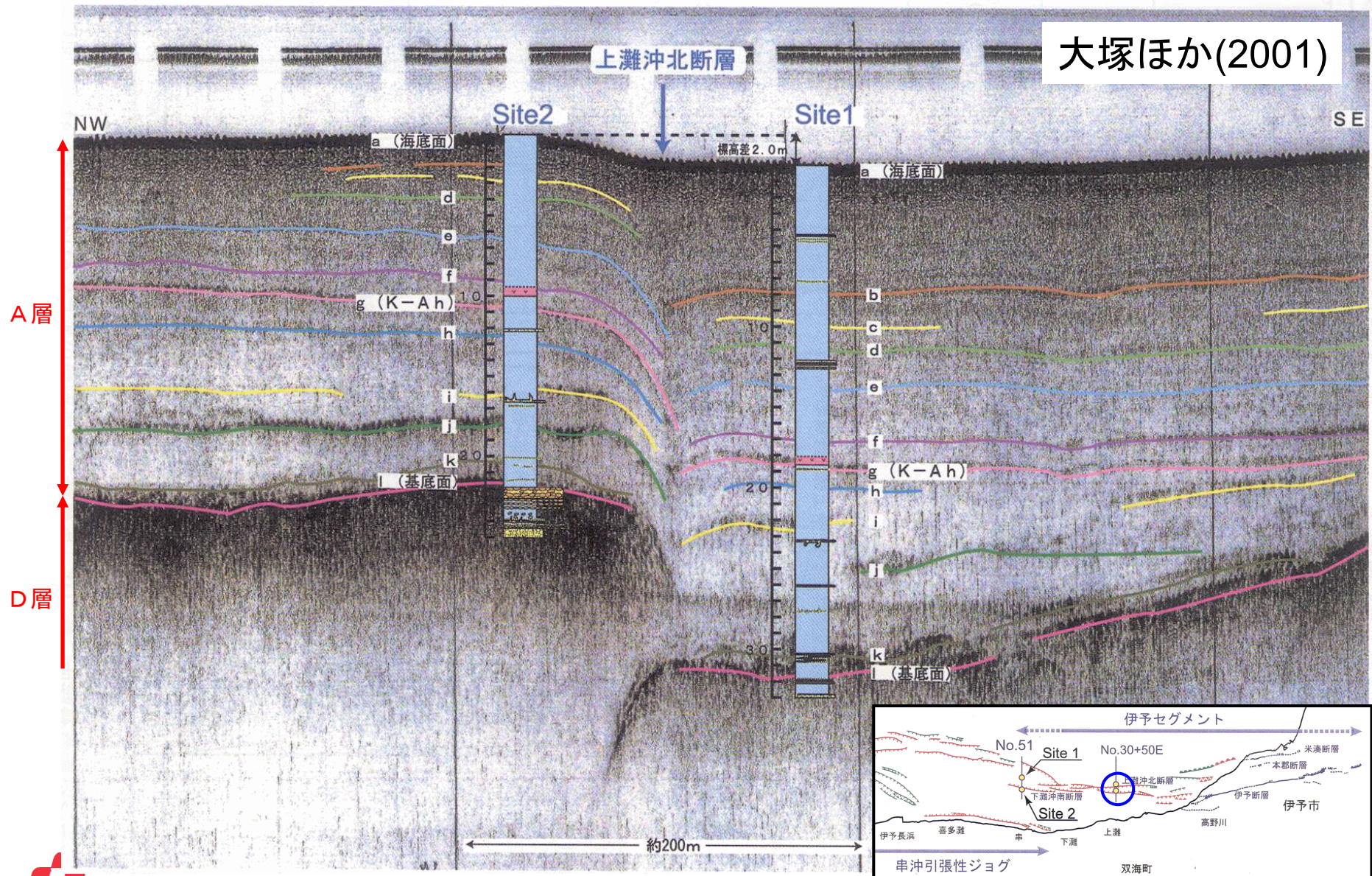


## 2. 1-8 ボーリング調査位置図



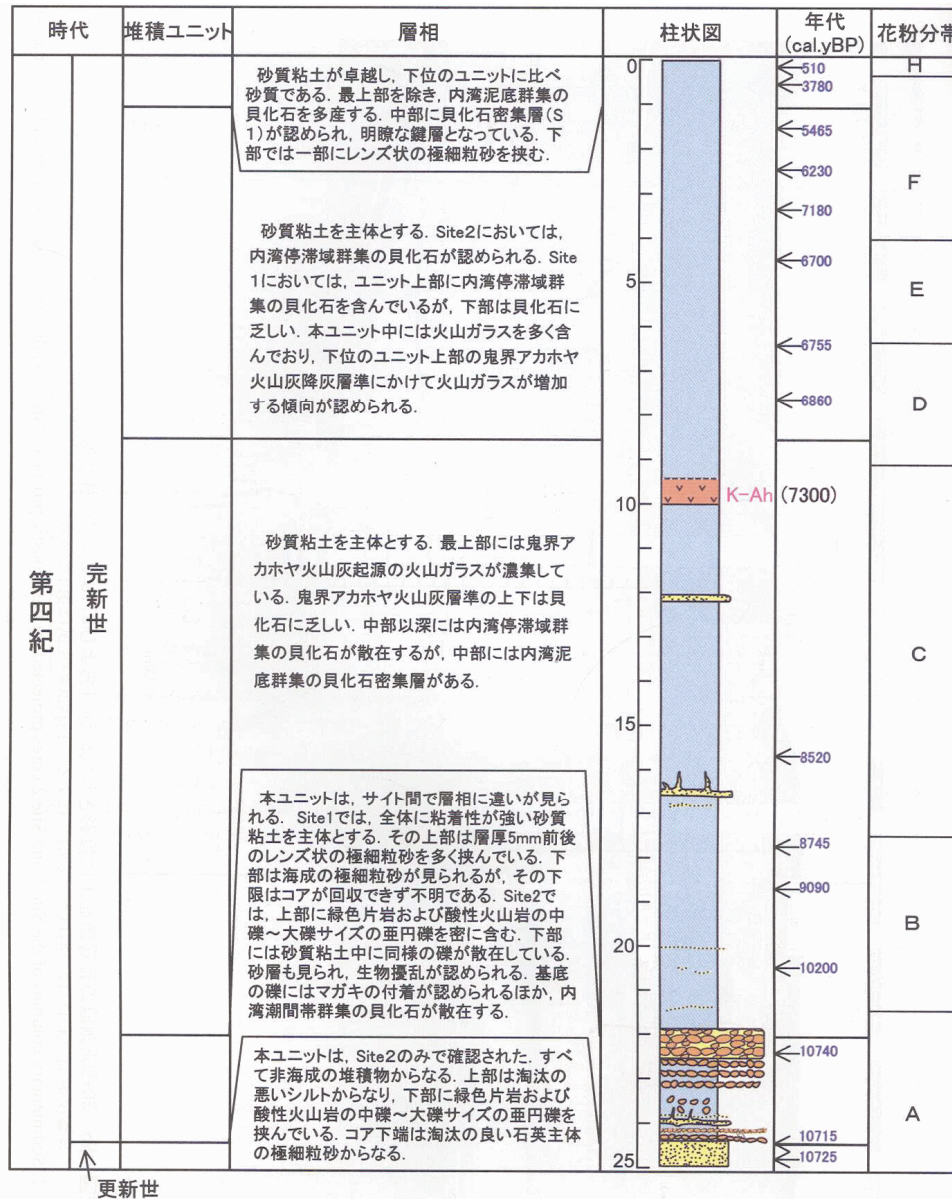


## 2. 1-9 ボーリングによる年代確認(上灘沖)





## 2. 1-10 ボーリングによる年代確認(上灘沖Site2)



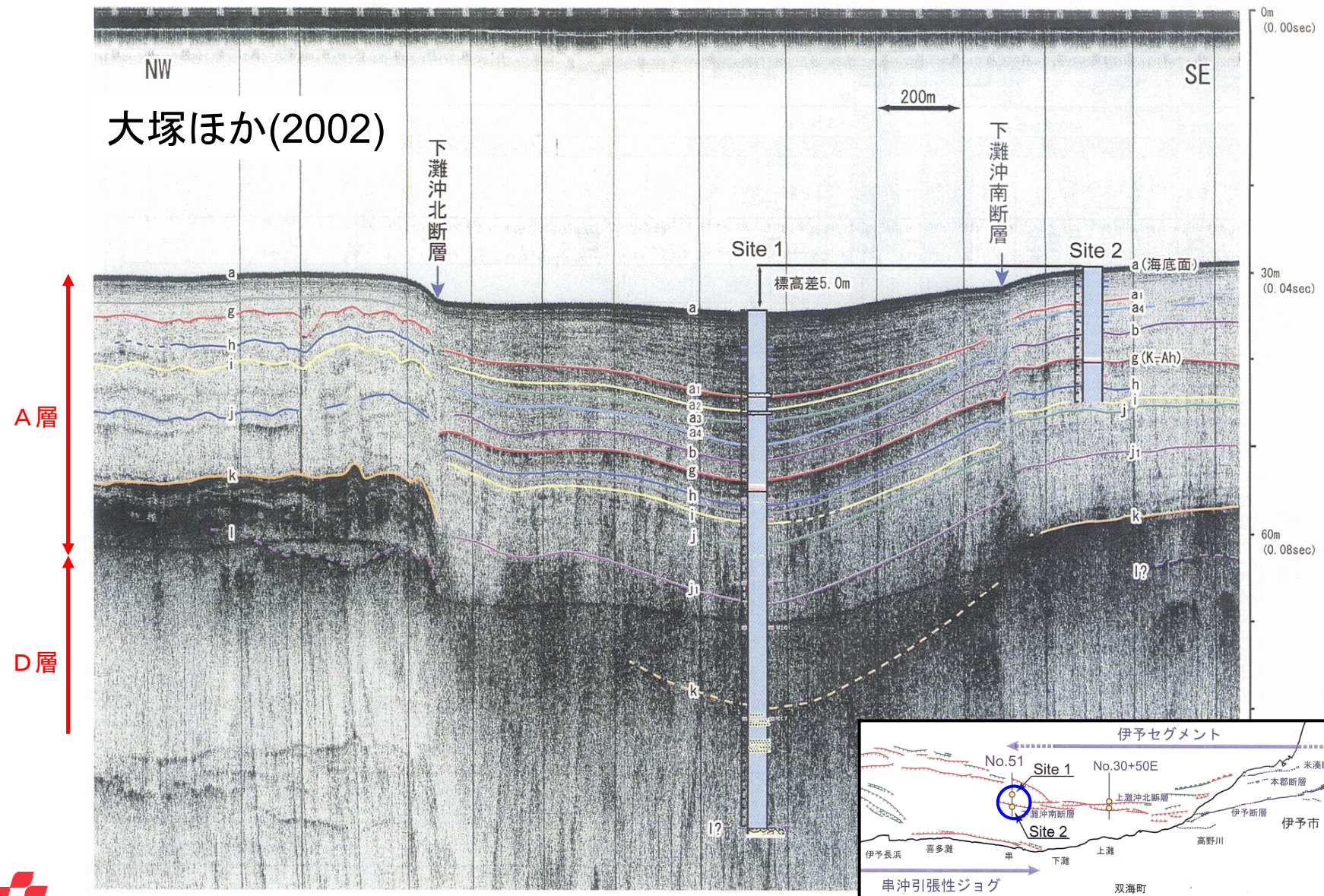
大塚ほか(2001)

火山灰分析, C14年代測定, 貝化石分析, 花粉分析等を総合した詳細な検討の結果, 沖積層 (A層) 基底の年代として, 約1万1千年前の年代が示されている。





## 2. 1-11 ボーリングによる年代確認(下灘沖)







大塚ほか(2002)

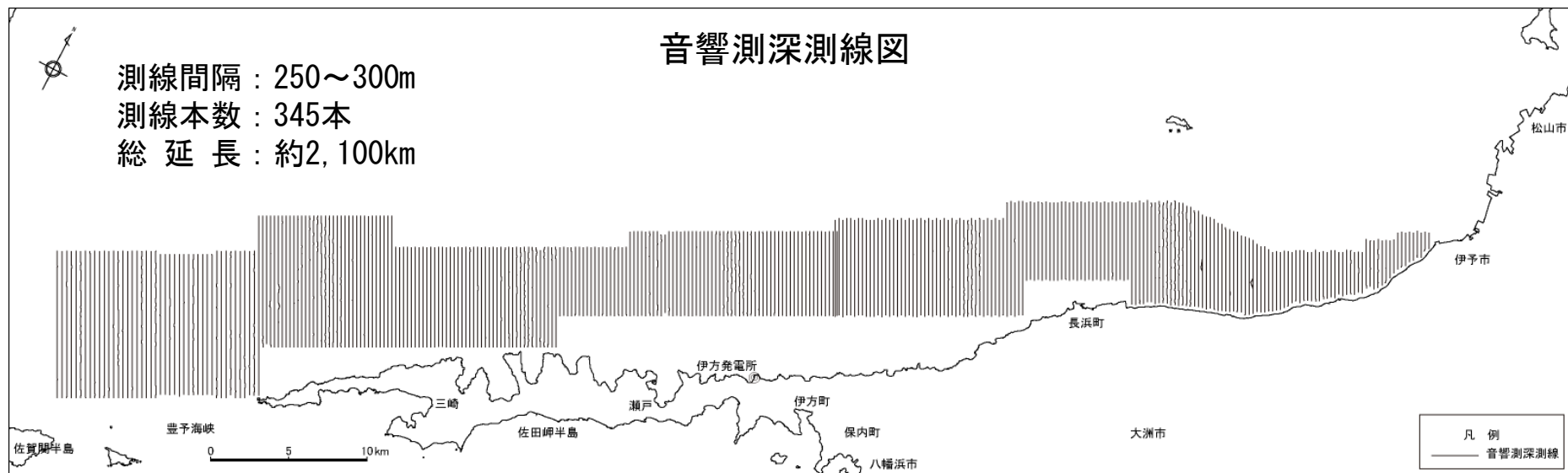
Geological map of the Iyasegawa area. The map shows the Iyasegawa River (高野川) flowing through the region. Key features include the Iyasegawa Fault (伊予断層), Matsuyama Fault (本郡断層), and Matsuyama Fault (米湊断層). Sampling sites are marked: Site 1 (No. 51) and Site 2 (No. 30+50E). The map also shows the Iyasegawa City (伊予市) and the Iyasegawa Bay (伊予長浜). The map is labeled with '伊予セグメント' at the top and '串沖引張性ジョグ' at the bottom.

---

## 2. 2 伊予灘の海底地形

## 2. 2-1 音響測深器および測線図

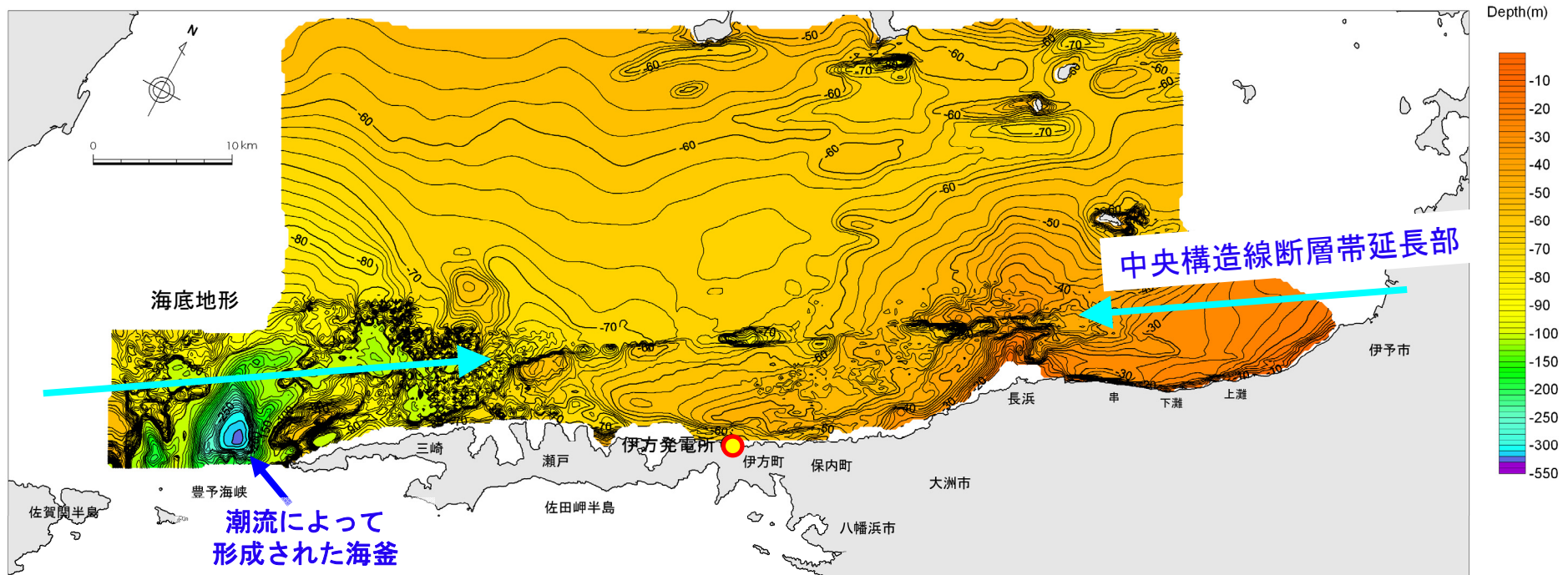
| 種別                               | 型式                      | 規格・性能                                                                          |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| デジタル測深器                          | 千本電機（株）製<br>PDR - 1300型 | 最大可探深度：250m<br>精度：±（0.03＋水深×1/1,000）m<br>周波数：200KHz，半減全角：6°                    |
| アナログ測深器<br>（豊予海峡付近の水深の深い一部海域で使用） | 千本電機（株）製<br>PDR - 104型  | 最大可探深度：S1050m, M2100m, D5250m<br>精度：±（0.01＋水深×1/1,000）m<br>周波数：28KHz，半減全角：6.5° |



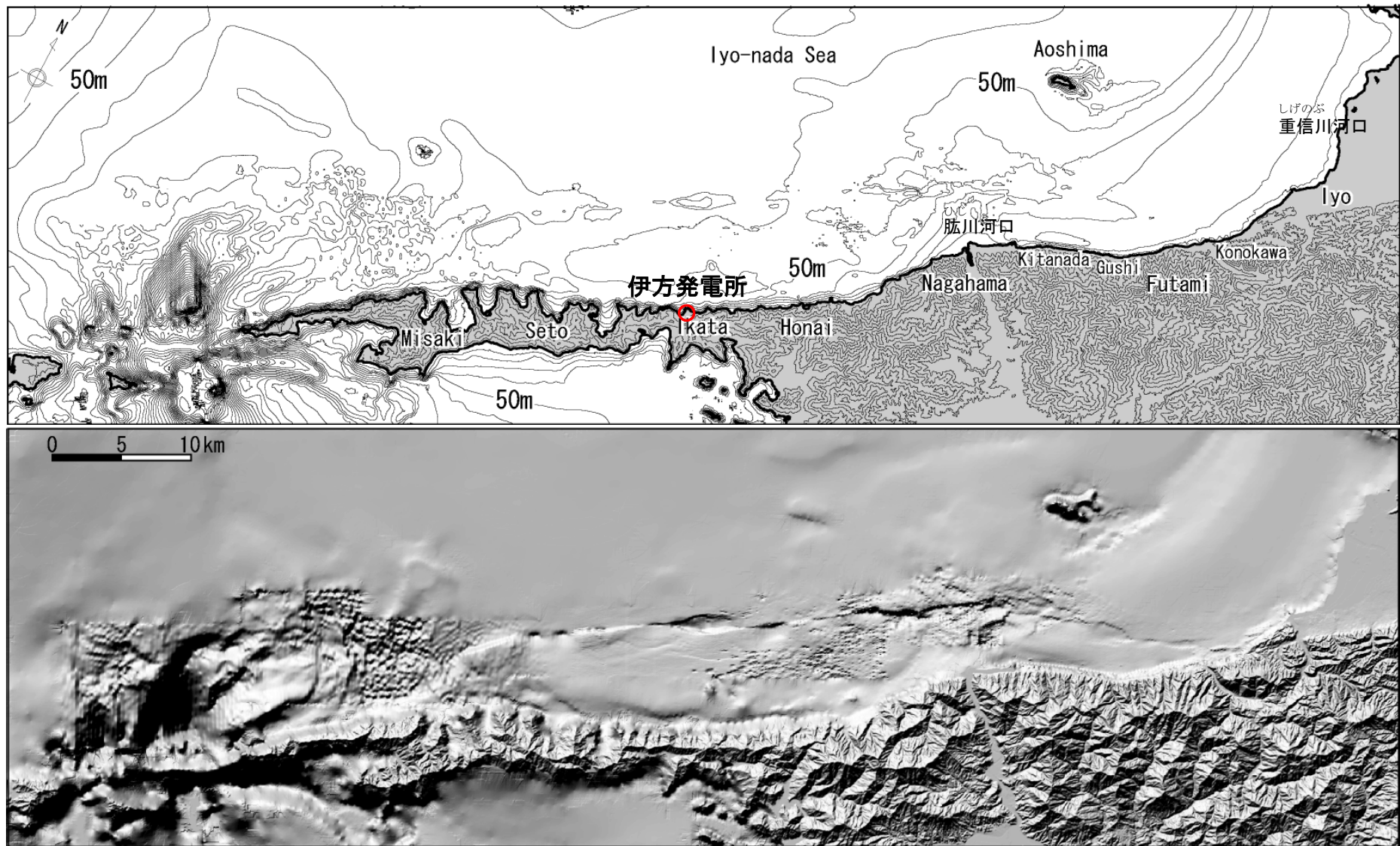


## 2. 2-2 海底地形

- 海底地形には、中央構造線断層帯の延長部に細長い凹みと高まりが直線状に配列する。
- 海域西部では、卓越する潮流によって起伏の著しい海底地形が形成されている。



## 2. 2-3 海底地形(陰影図)

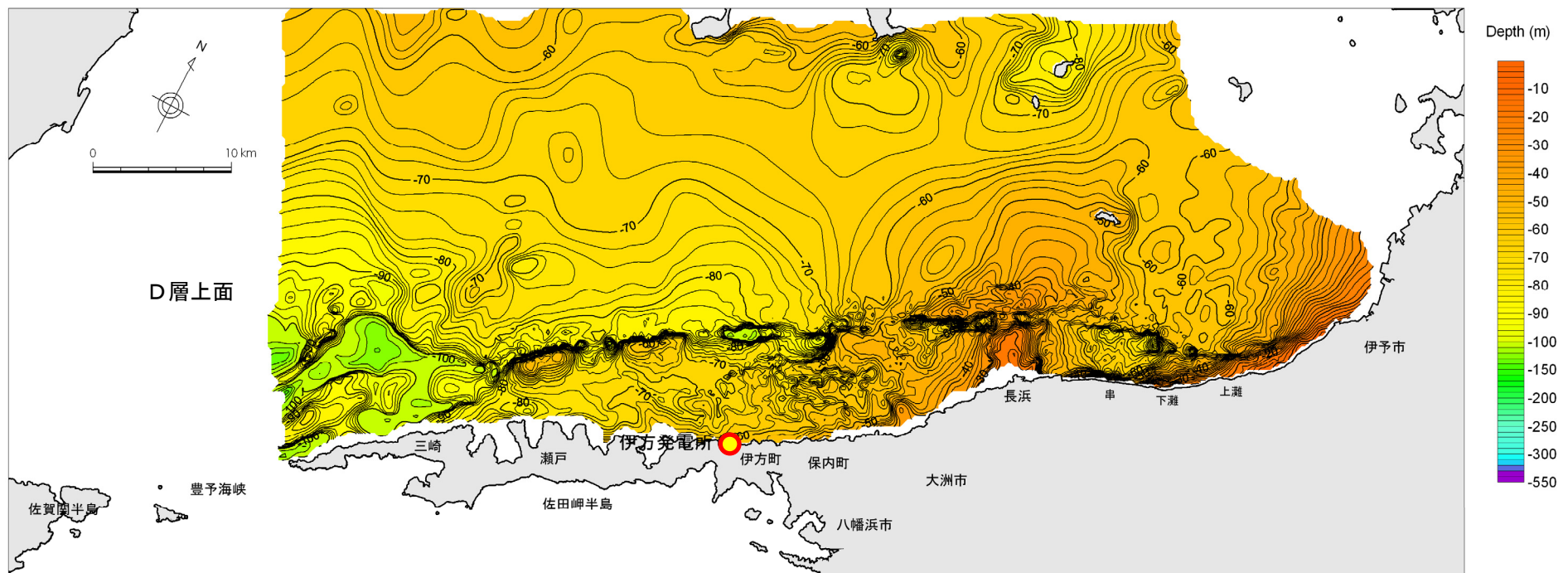


※陰影図では海底地形を30倍に誇張して表示



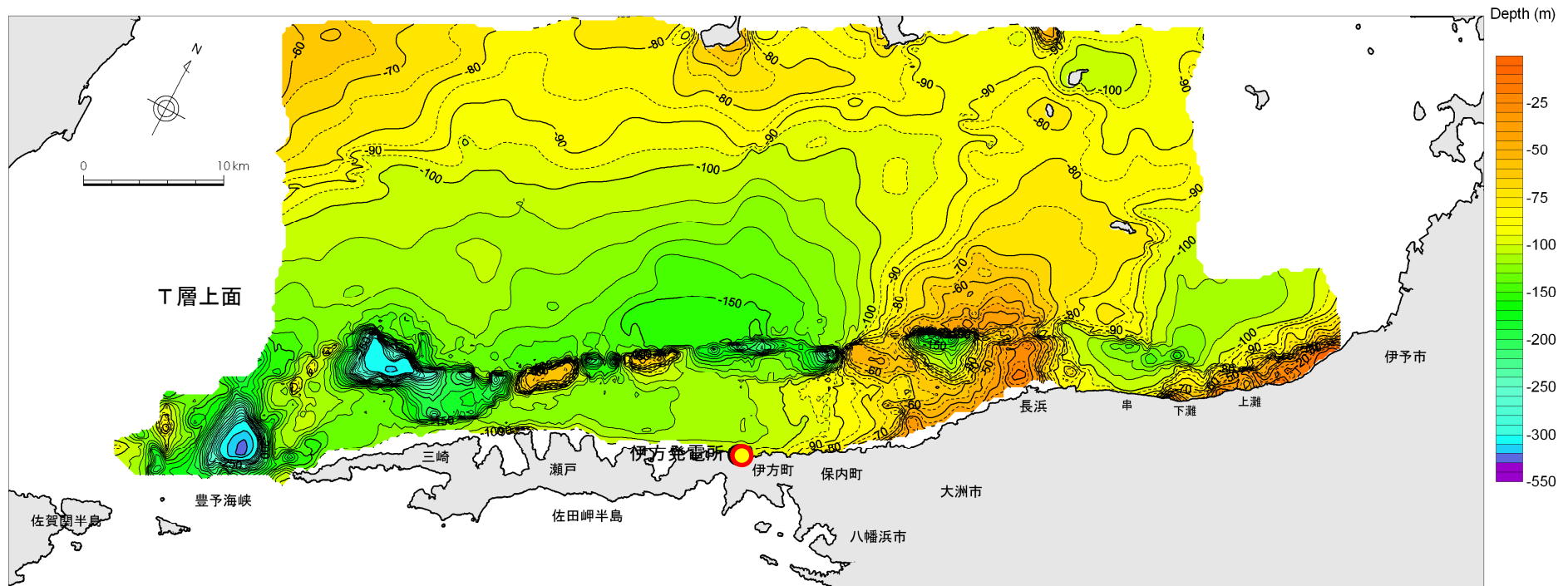
## 2. 2-4 海底下浅部の地層上面図(D層上面)

- D層上面では、中央構造線断層帯の延長部にみられる細長い凹みと高まりが海底面よりも比高を増しており、地層の変形の累積性が認められる。
- その他に累積性を示唆する構造は認められない。



## 2. 2-5 海底下浅部の地層上面図(T層上面)

- T層上面では、地層の変形がさらに累積している。
- 各面の形状を対比することで、地層の変形の累積性から中央構造線断層帯による変動地形を認識できる。その他には累積的な変動はみられない。

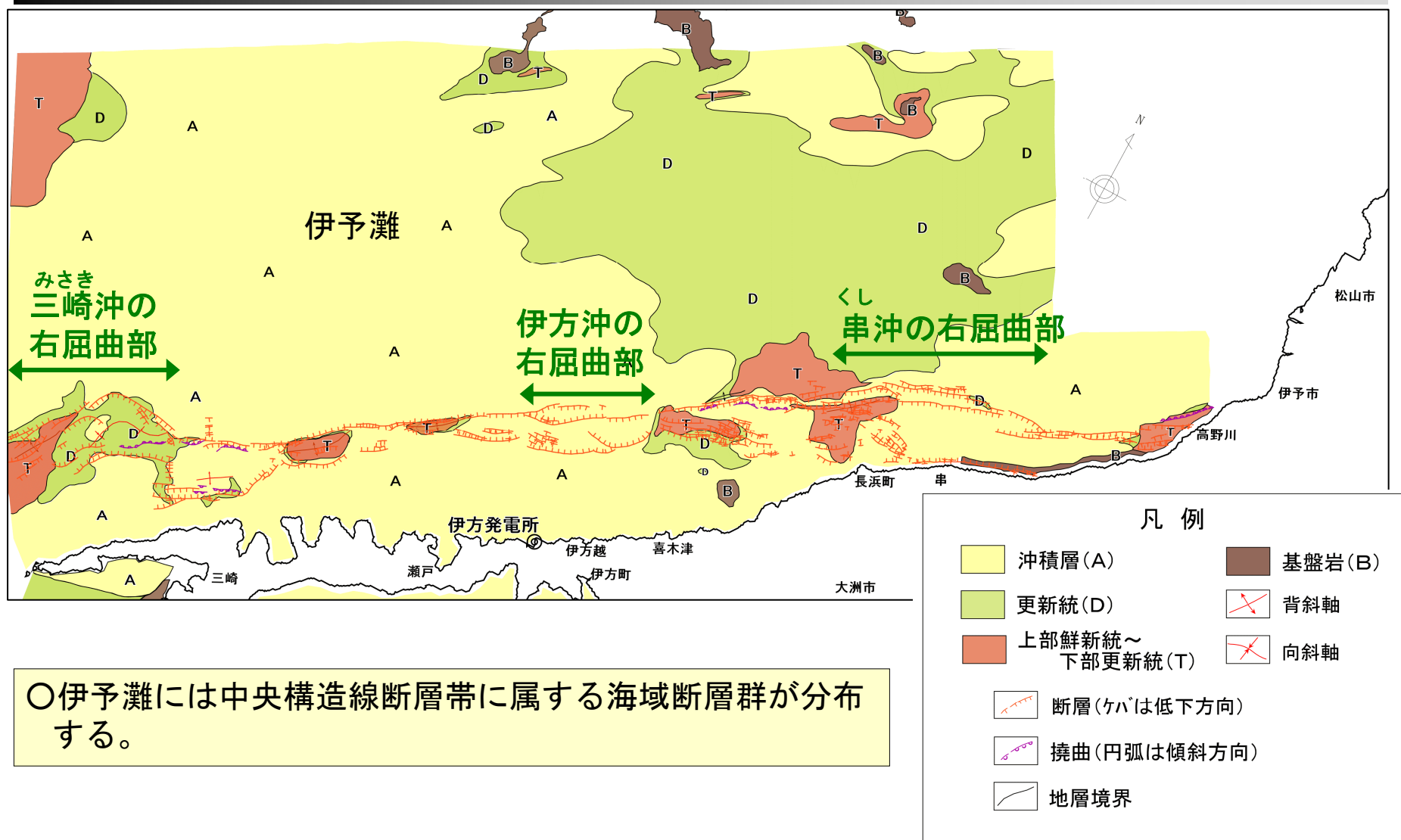




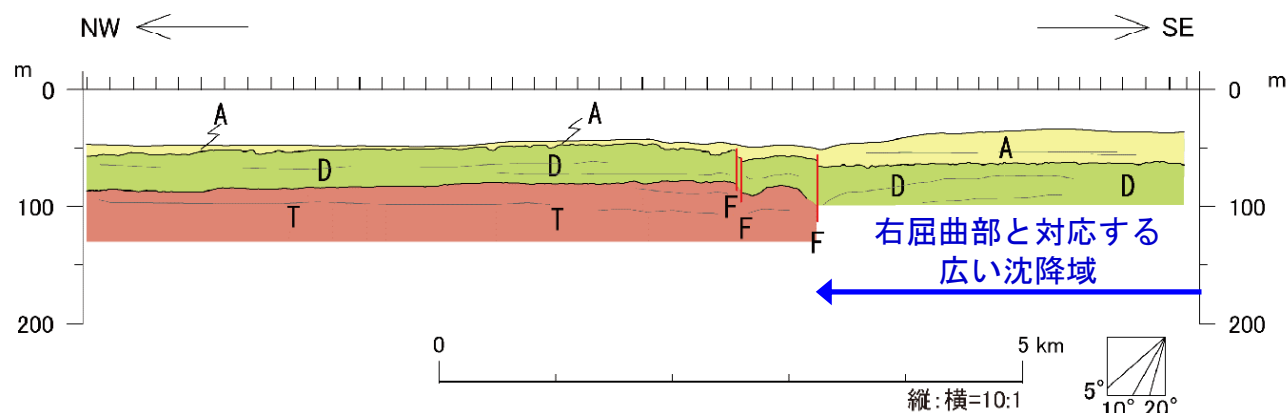
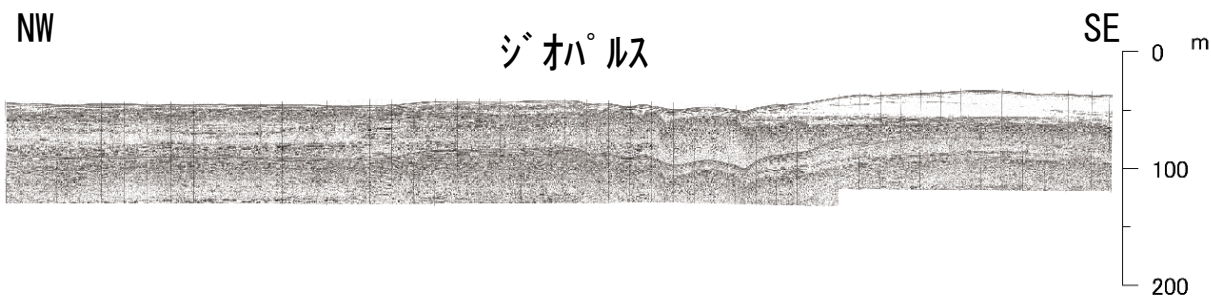
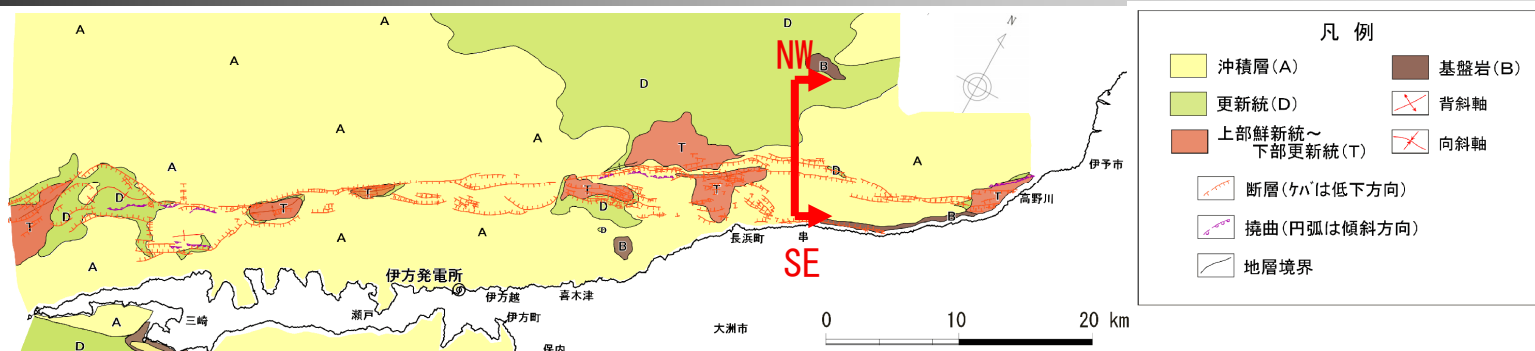
---

## 2. 3 海底下浅部の調査結果

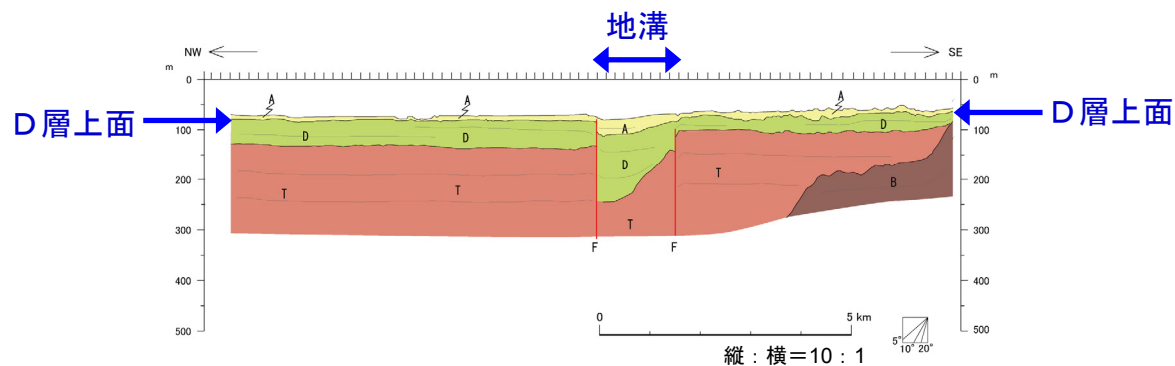
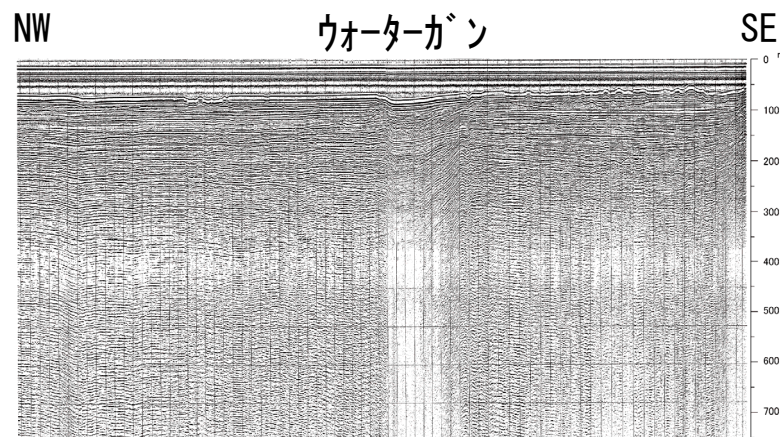
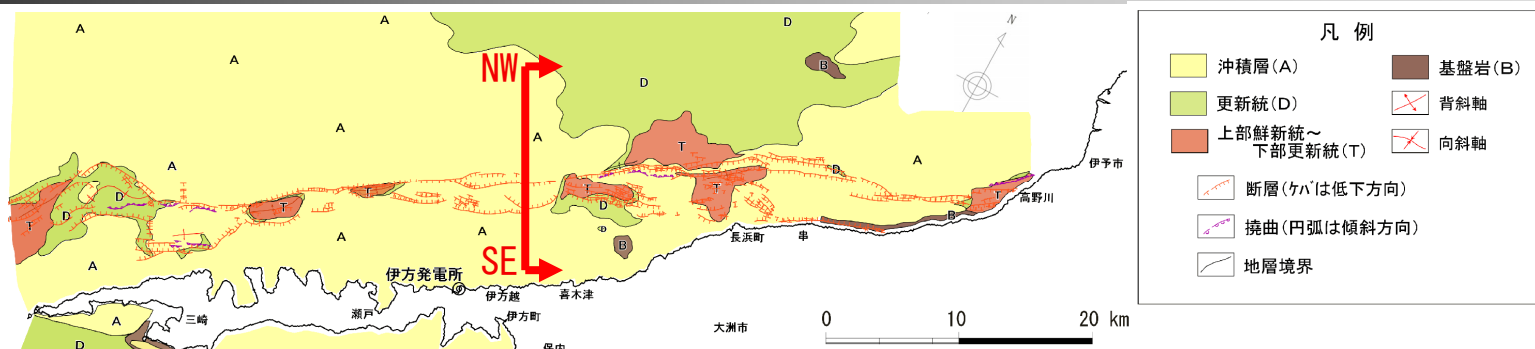
## 2. 3-1 海底下浅部の地質・地質構造



## 2. 3-2 海底地質断面図(串沖)

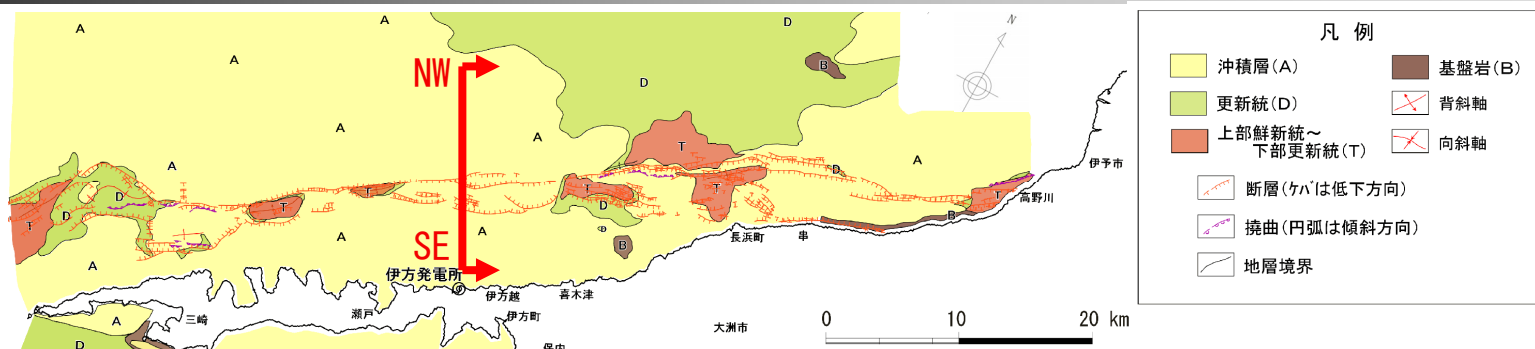


## 2. 3-3 海底地質断面図(保内沖)





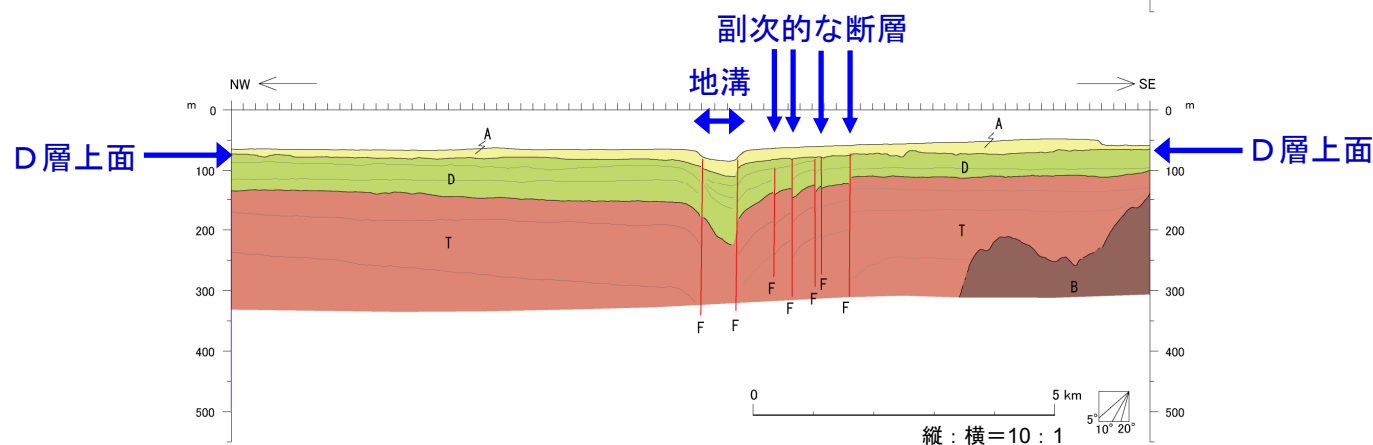
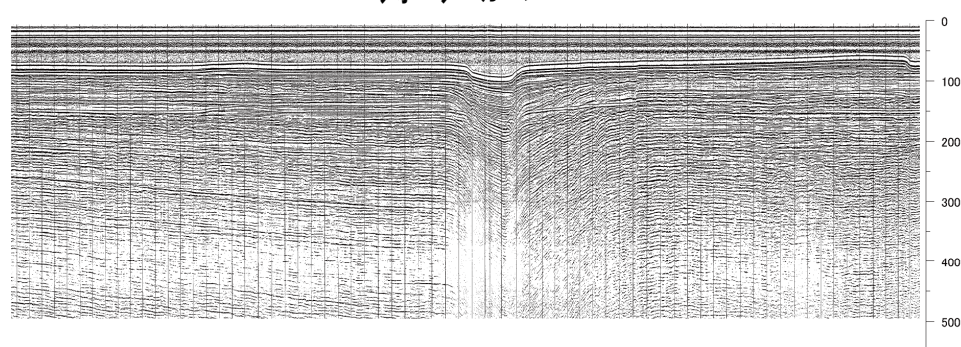
## 2. 3-4 海底地質断面図(伊方沖)



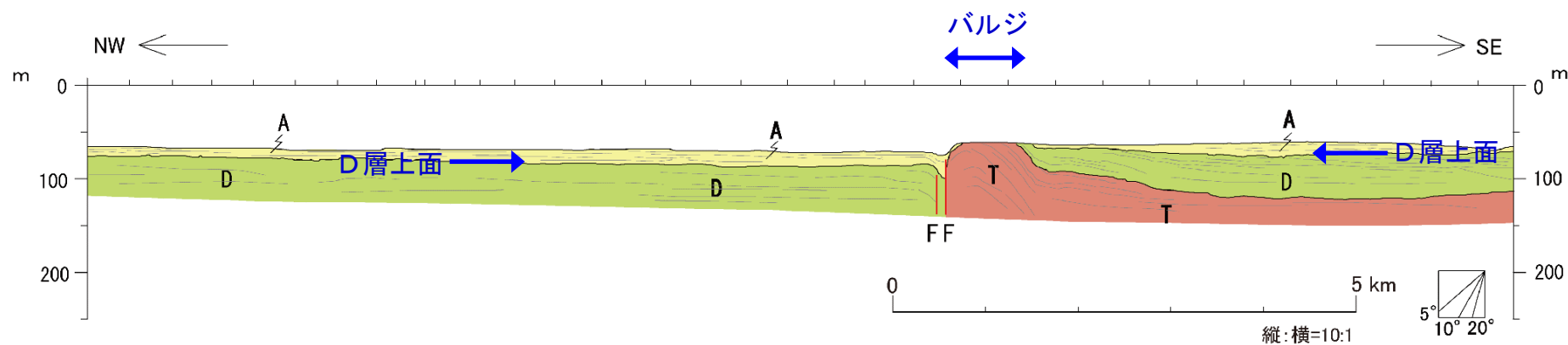
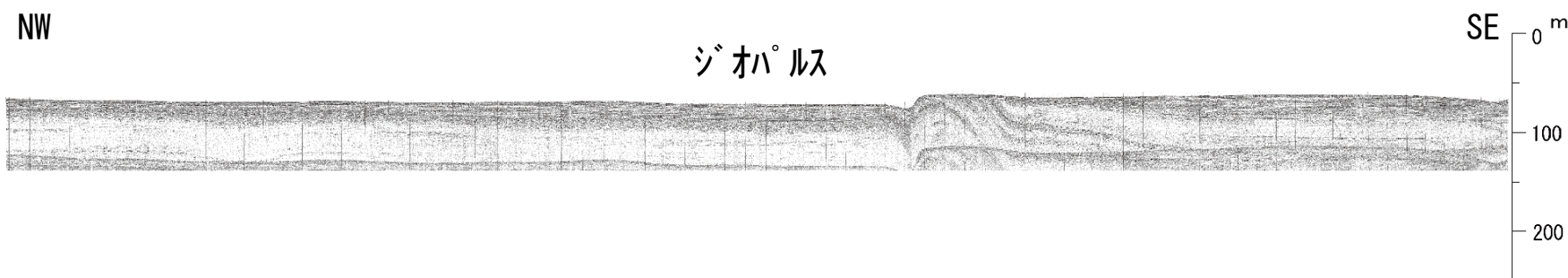
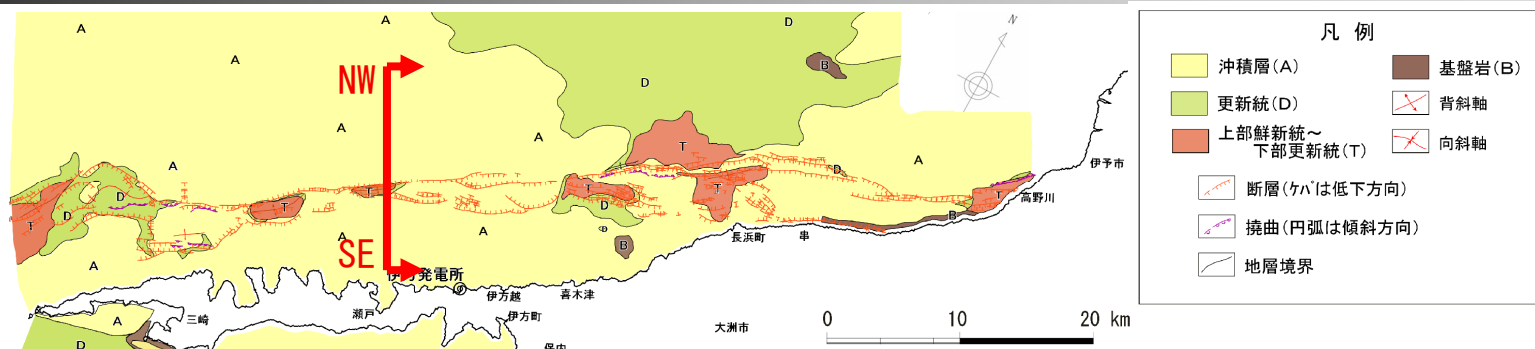
NW

ウォーターガン

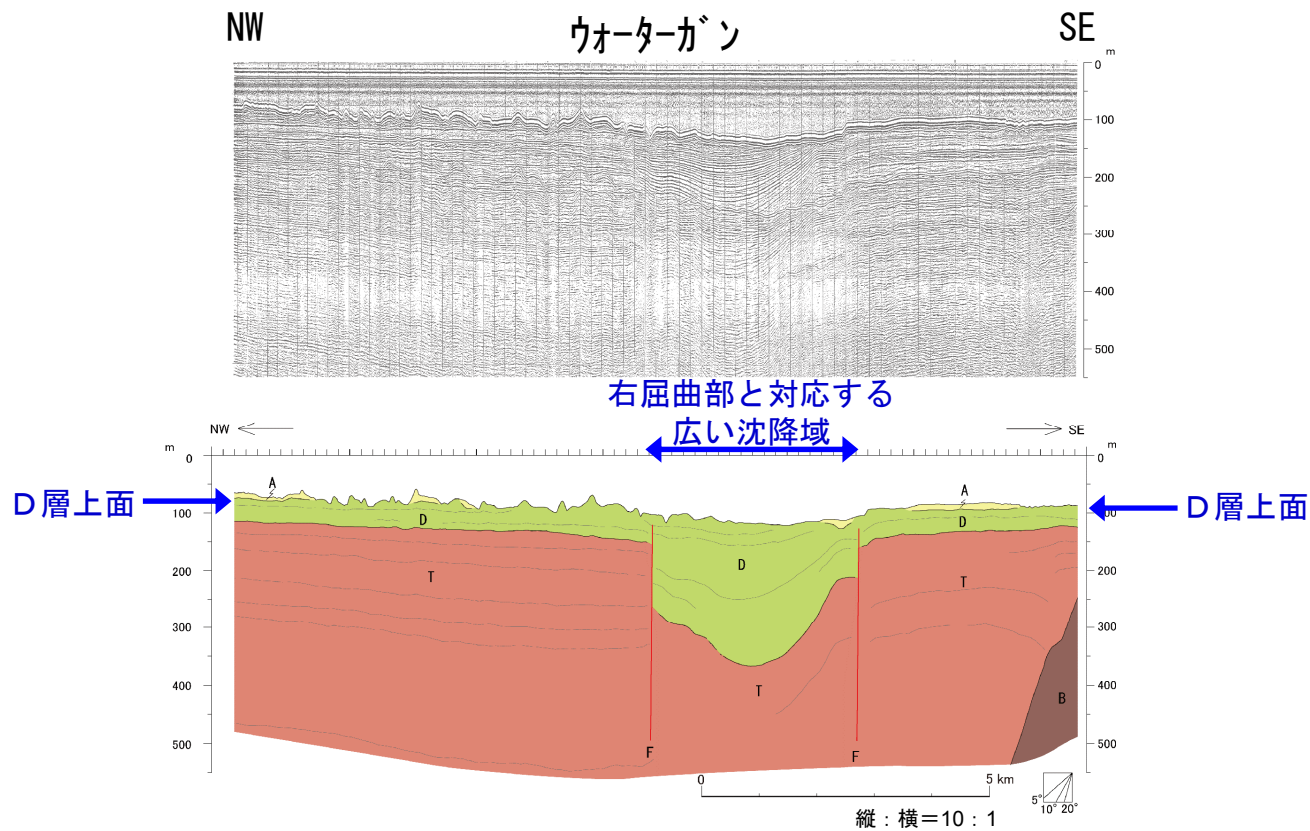
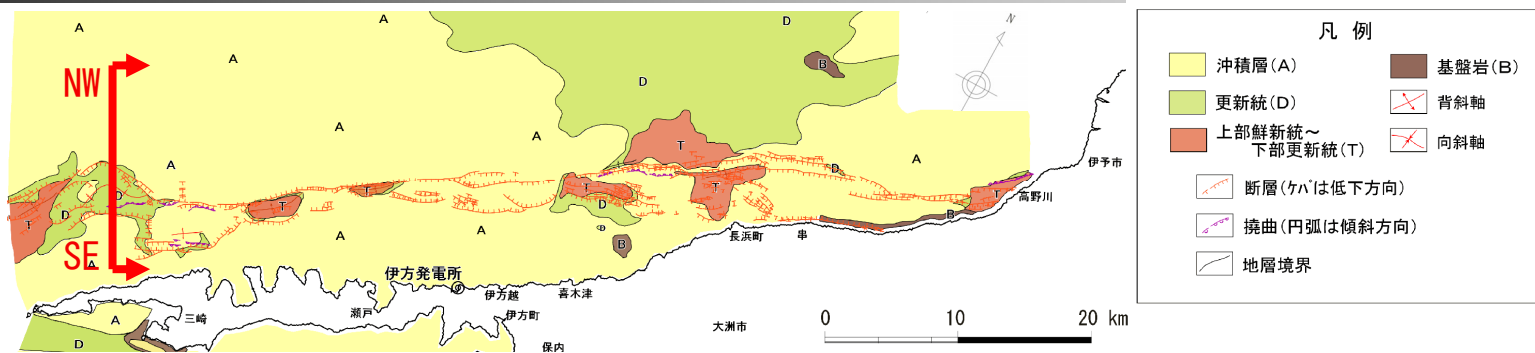
SE



## 2. 3-5 海底地質断面図(瀬戸沖)



## 2. 3-6 海底地質断面図(三崎沖)



## 2. 3-7 海底下浅部の調査結果

---

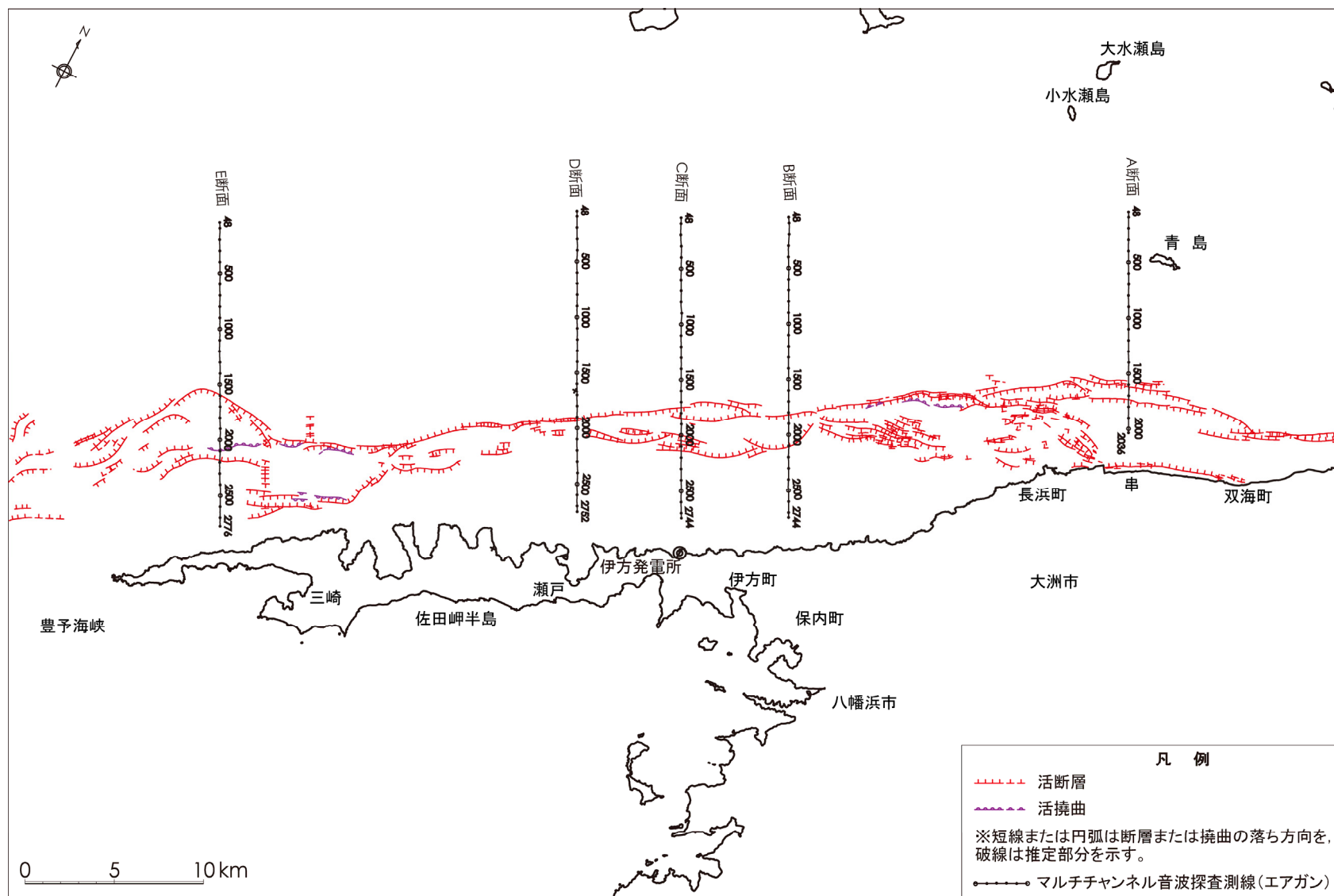
- 中央構造線断層帯は，沖積層を変位させ，海底面にも変形を与える活断層として認められる。
- 活断層の分布域には，横ずれ断層変位に伴って形成された地溝やバルジがみられる。
- 断層分布域の南北でD層上面に顕著な標高差は認められず，横ずれの卓越する断層運動が推定される。



---

## 2.4 エアガンによる音波探査結果

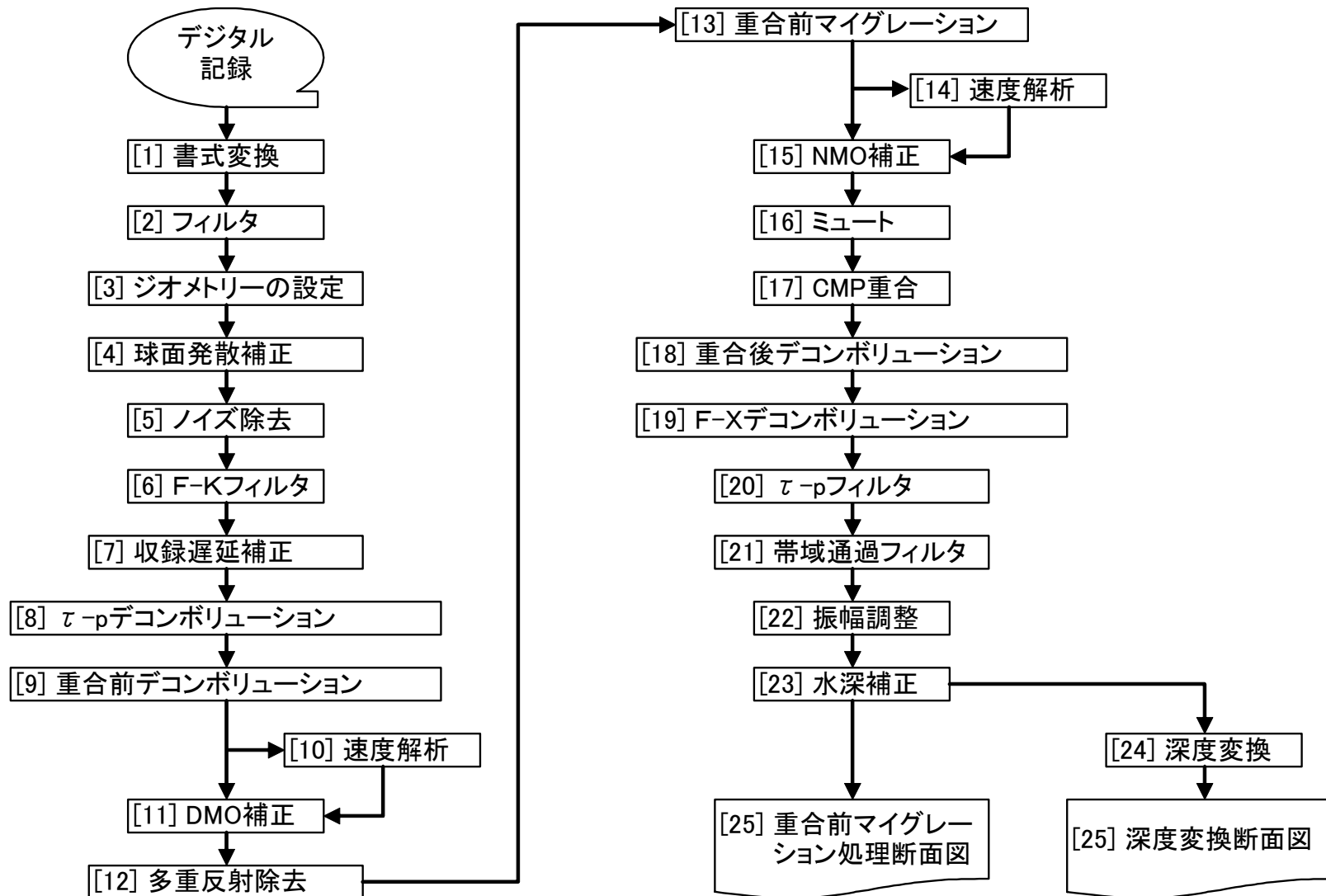
## 2. 4-1 反射法音波探査測線図(エアガン)



## 2. 4-2 エアガンによる探査の観測条件

| 項 目         |             | 設 定 値                  |
|-------------|-------------|------------------------|
| 記<br>録<br>部 | サンプル間隔      | 1.0 msec               |
|             | 記録長         | 5.0 sec                |
|             | 収録周波数       | Out～約400 Hz            |
|             | 記録方式        | 磁気テープ(DLTおよび8 mm)      |
|             | 収録フォーマット    | SEG-Y                  |
| 送<br>信<br>部 | 音源の種類       | エアガン                   |
|             | 発振間隔        | 25 m                   |
|             | 空気室容量       | 500 in <sup>3</sup>    |
|             | 空気室圧力       | 120 kg/cm <sup>2</sup> |
|             | 発振エネルギー     | 約150,000 J             |
|             | 音源深度        | 5.0 m                  |
| 受<br>信<br>部 | 受波器         | 48チャンネル                |
|             | チャンネル間隔     | 12.5 m                 |
|             | ニア・オフセット距離  | 75 m                   |
|             | ファー・オフセット距離 | 662.5 m                |
|             | 受波器深度       | 約10 m                  |
|             | 受波器の長さ      | 600 m                  |
| 調査船の平均速度    |             | 約3.0ノット                |

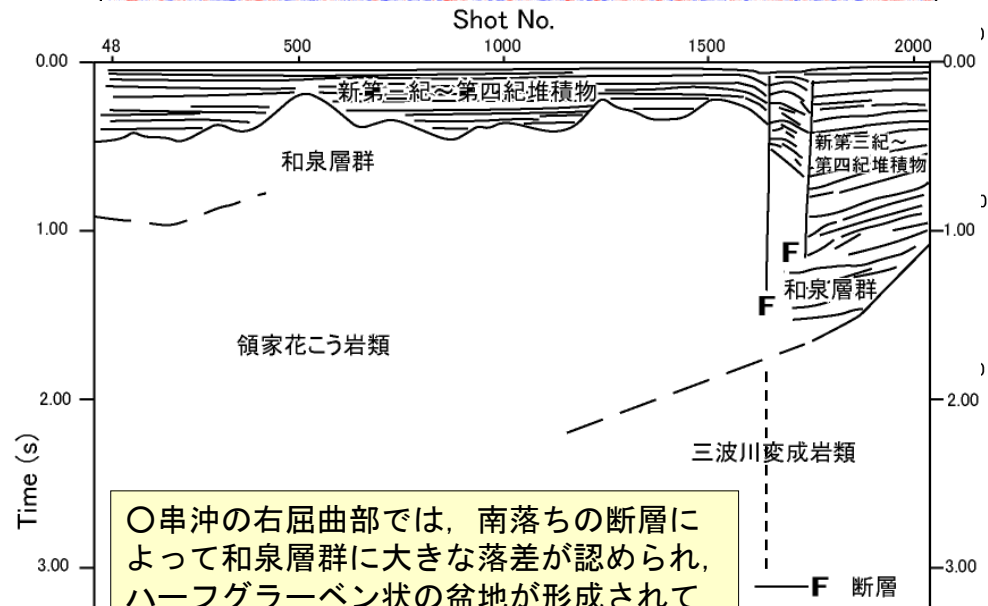
## 2. 4-3 エアガンによる探査のデータ処理



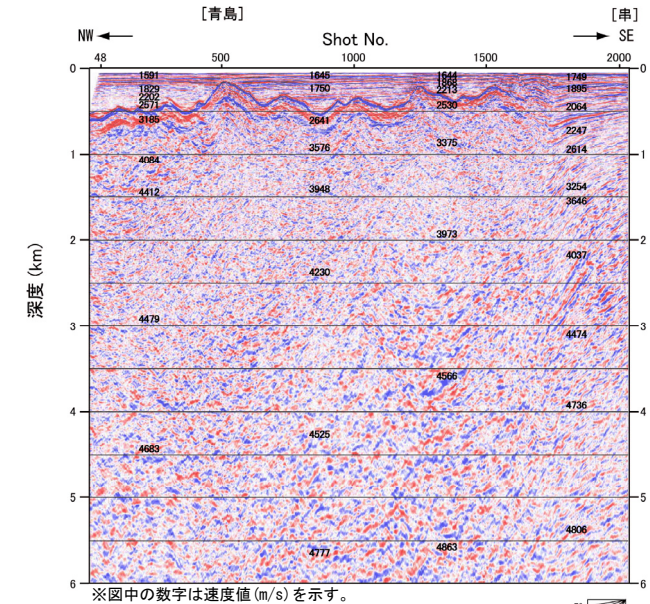




YONDEN

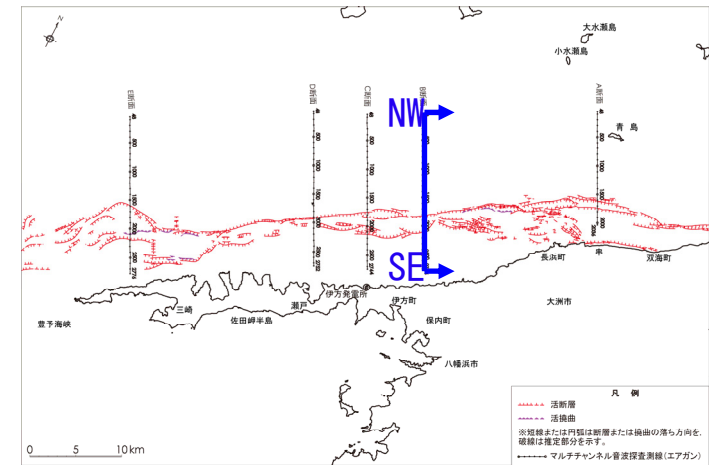
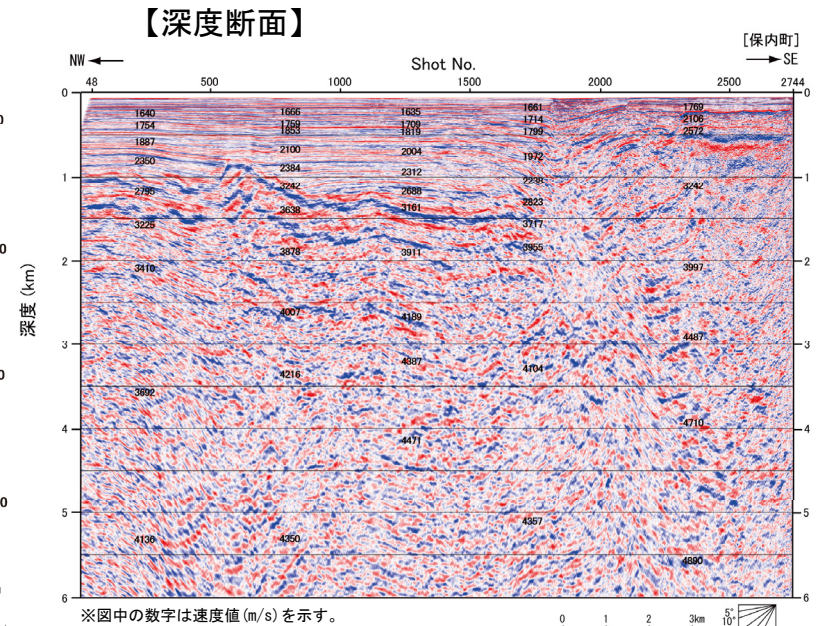
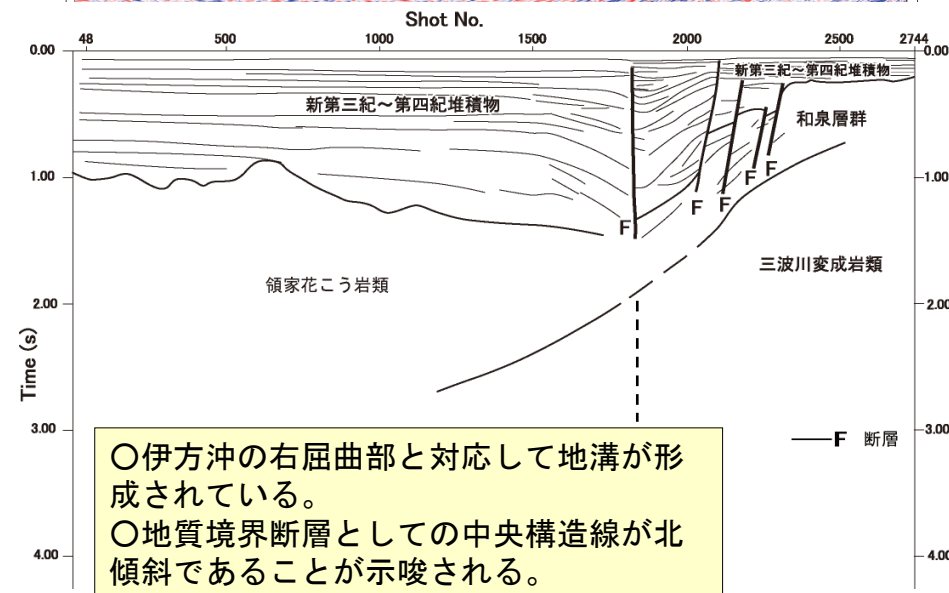
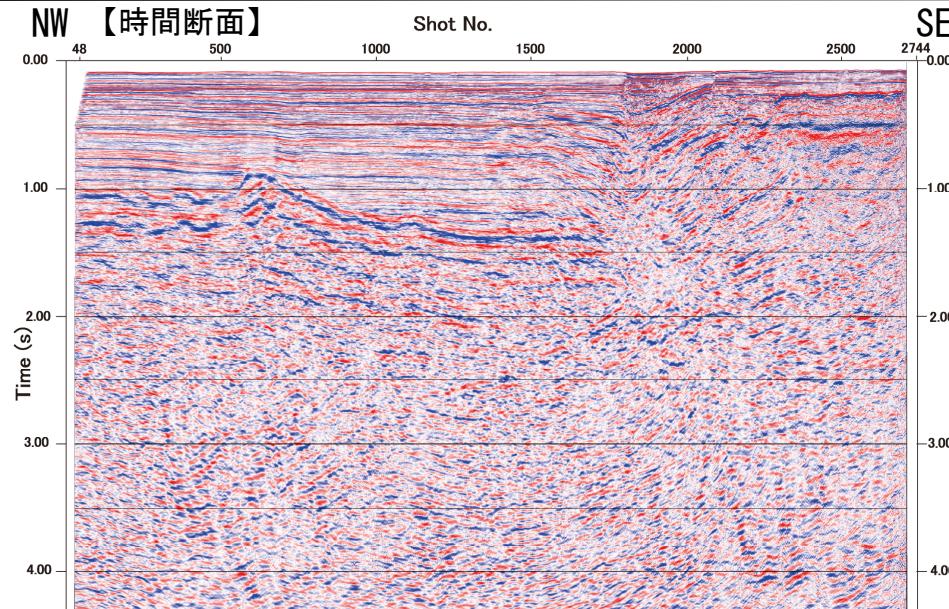


### 【深度断面】



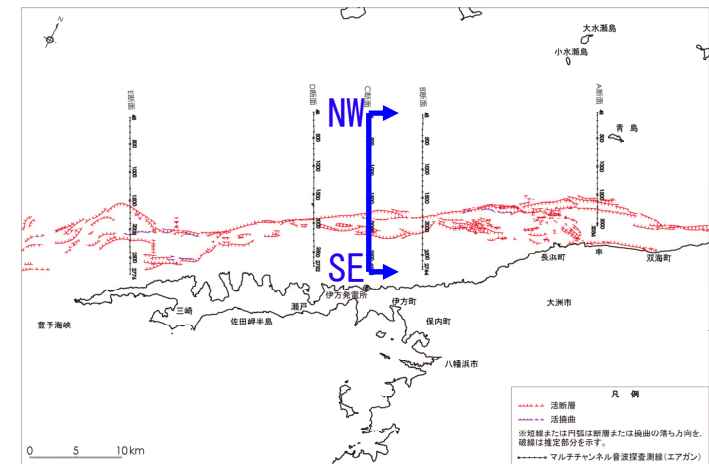
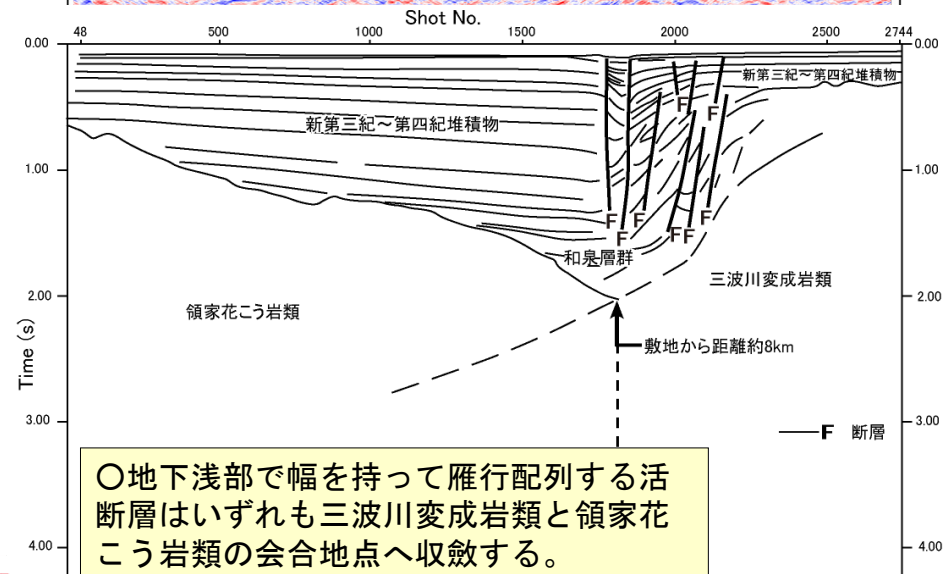
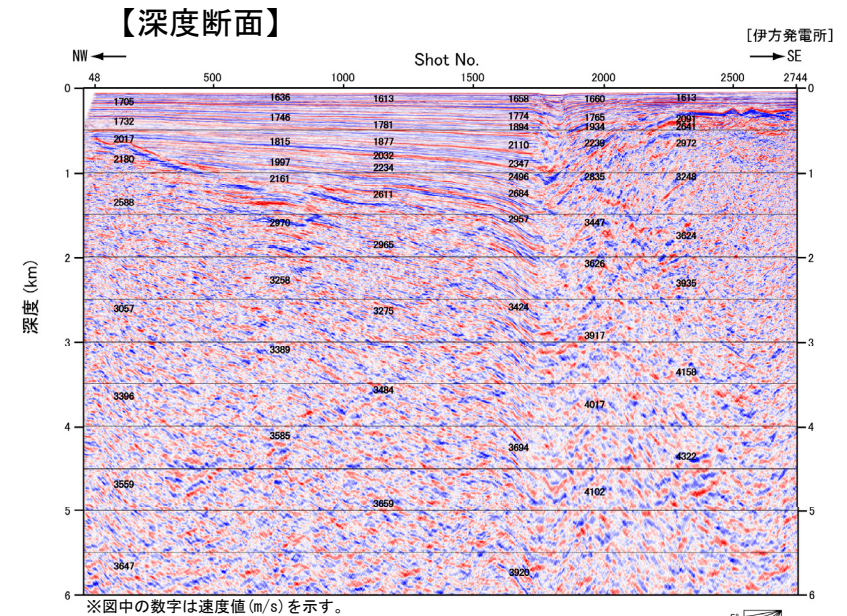
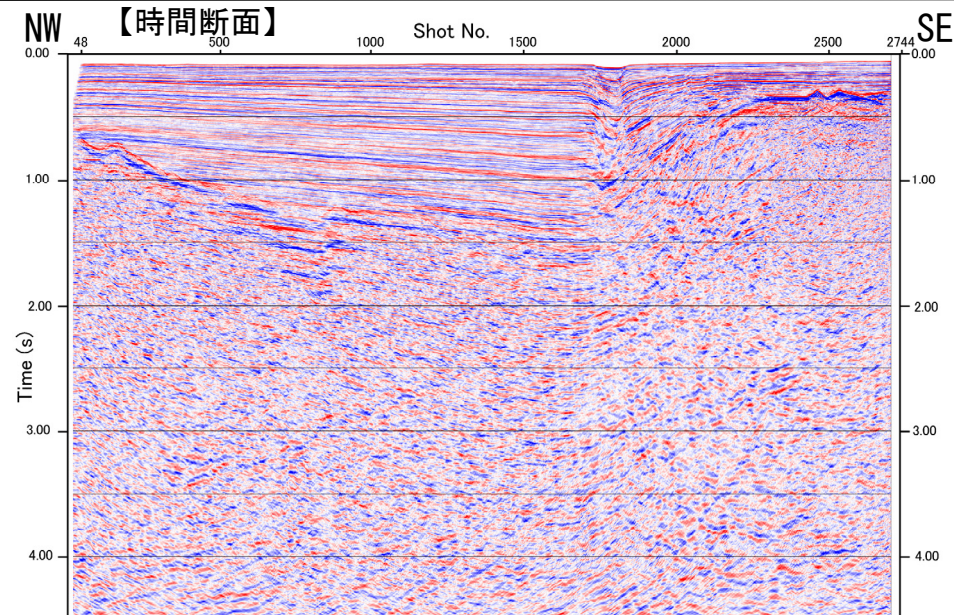


## 2. 4-5 エアガンによる探査断面図(保内沖)



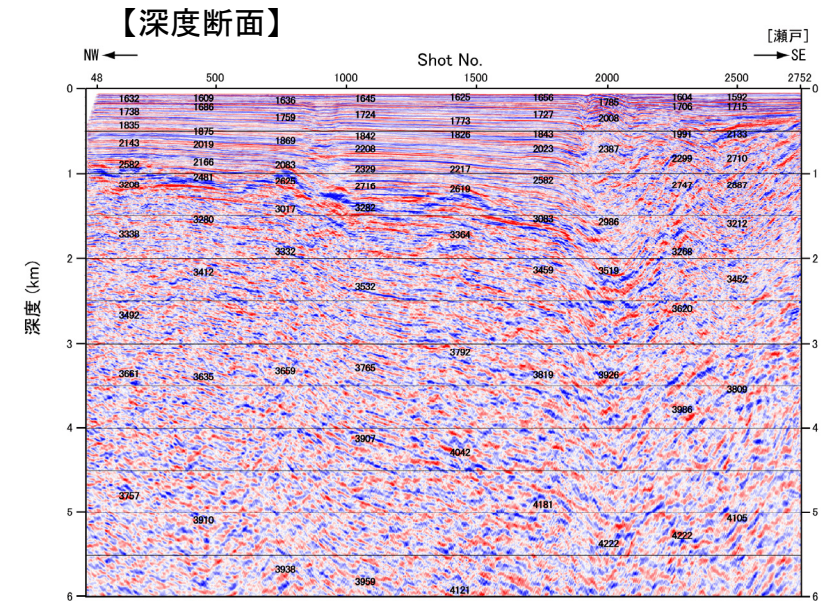
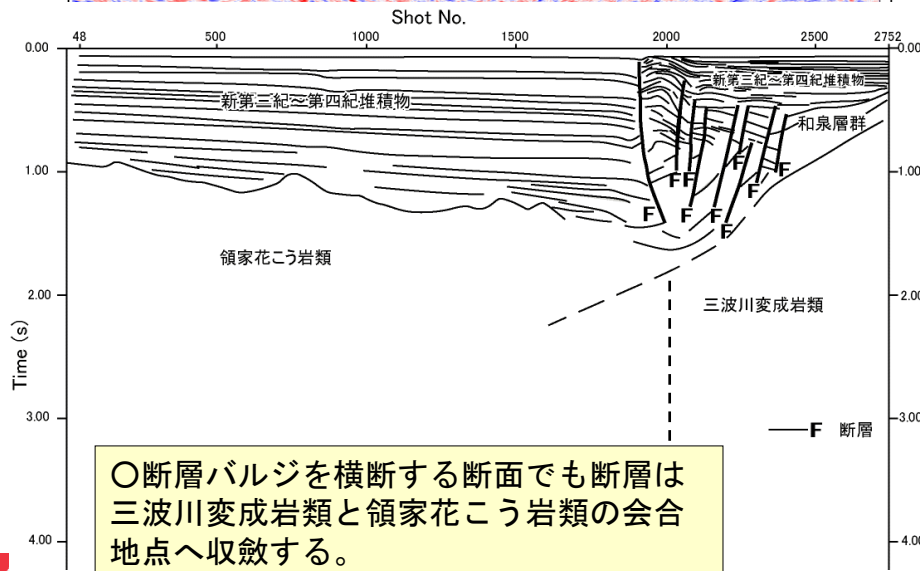
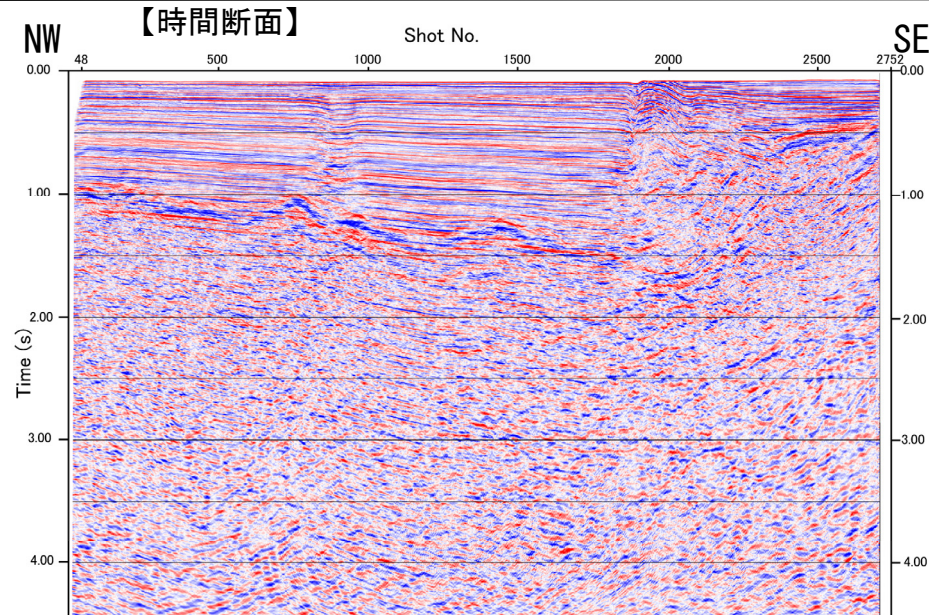


## 2. 4-6 エアガンによる探査断面図(伊方沖)

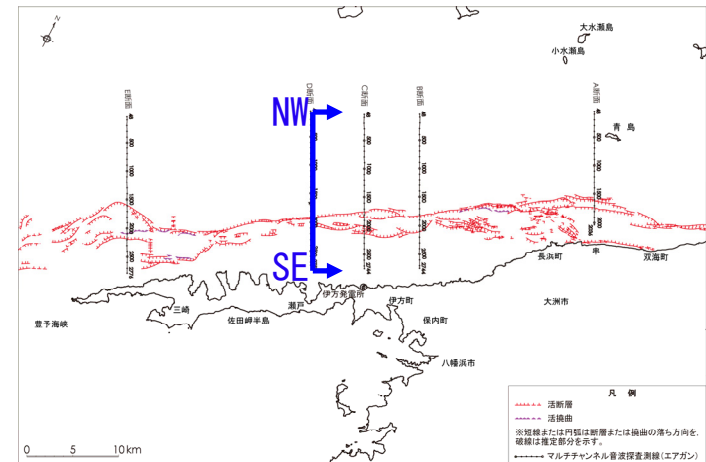
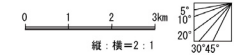




## 2. 4-7 エアガンによる探査断面図(瀬戸沖)

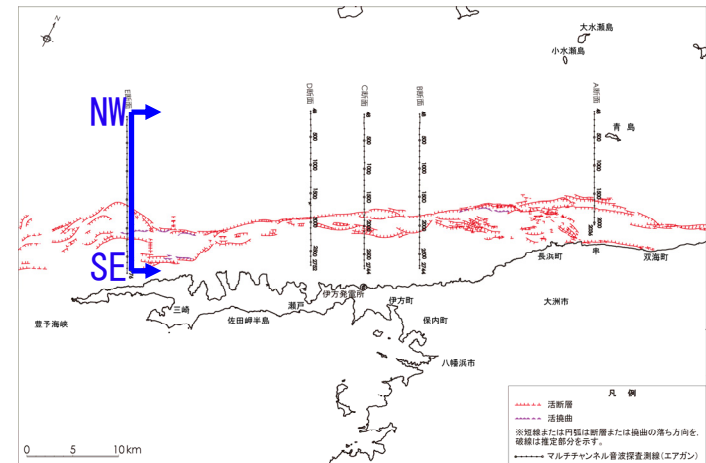
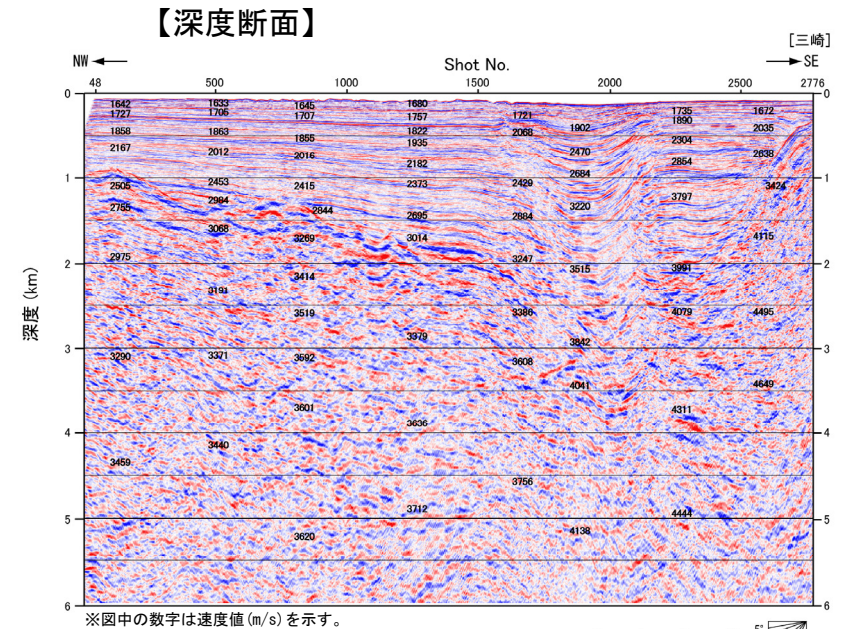
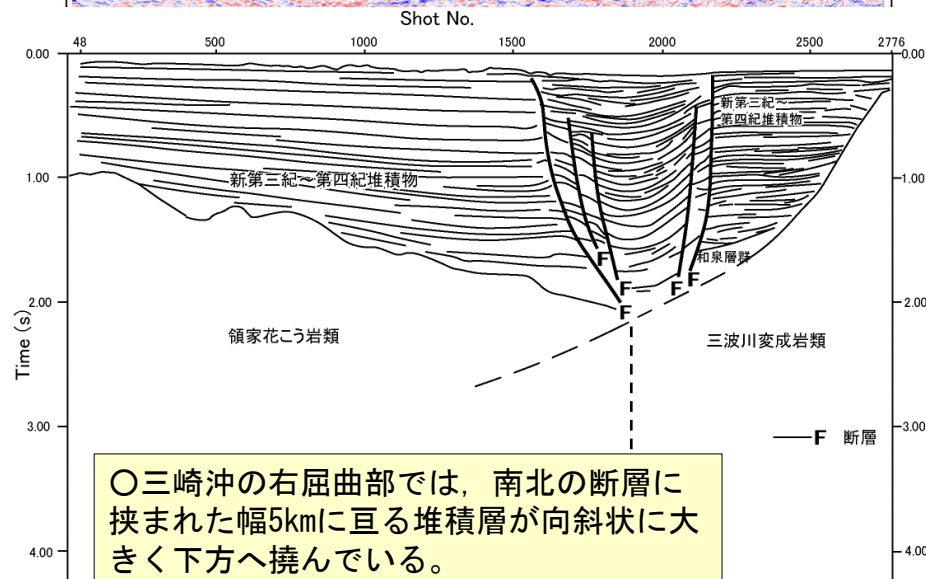
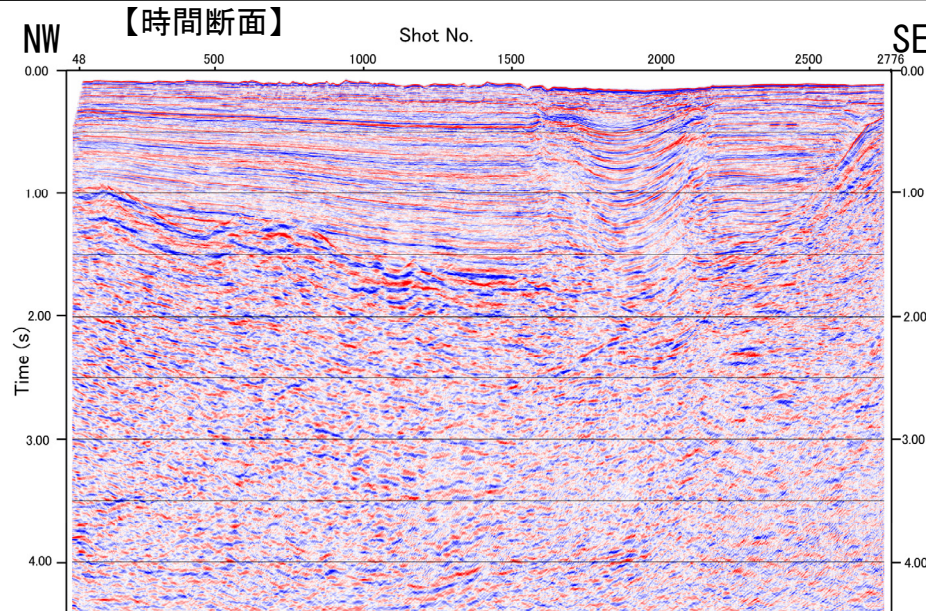


※図中の数字は速度値 (m/s) を示す。





## 2. 4-8 エアガンによる探査断面図(三崎沖)



## 2. 4-9 エアガンによる探査結果

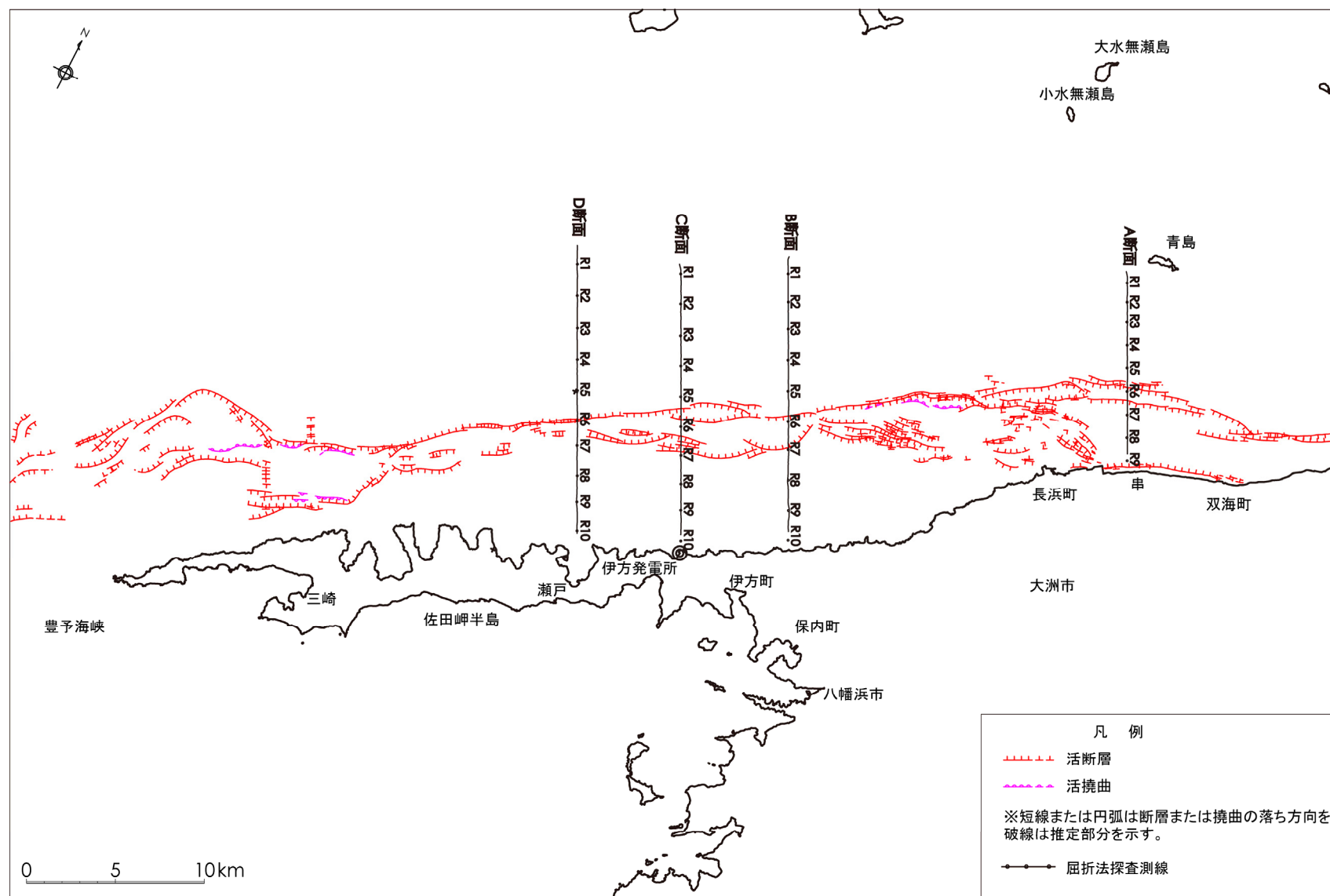
---

- 地下浅部で幅を持って雁行配列する活断層はいずれも三波川変成岩類と領家花こう岩類の会合地点へ収斂する。
- 三波川変成岩類は領家花こう岩類との会合地点からさらに北へ連続して分布するように見え、地質境界断層としての中央構造線が北傾斜であることが示唆される。
- 活断層が右屈曲する地点には、第四紀堆積盆が認められる。

---

## 2. 5 屈折法探査結果

## 2. 5-1 屈折法探査測線図



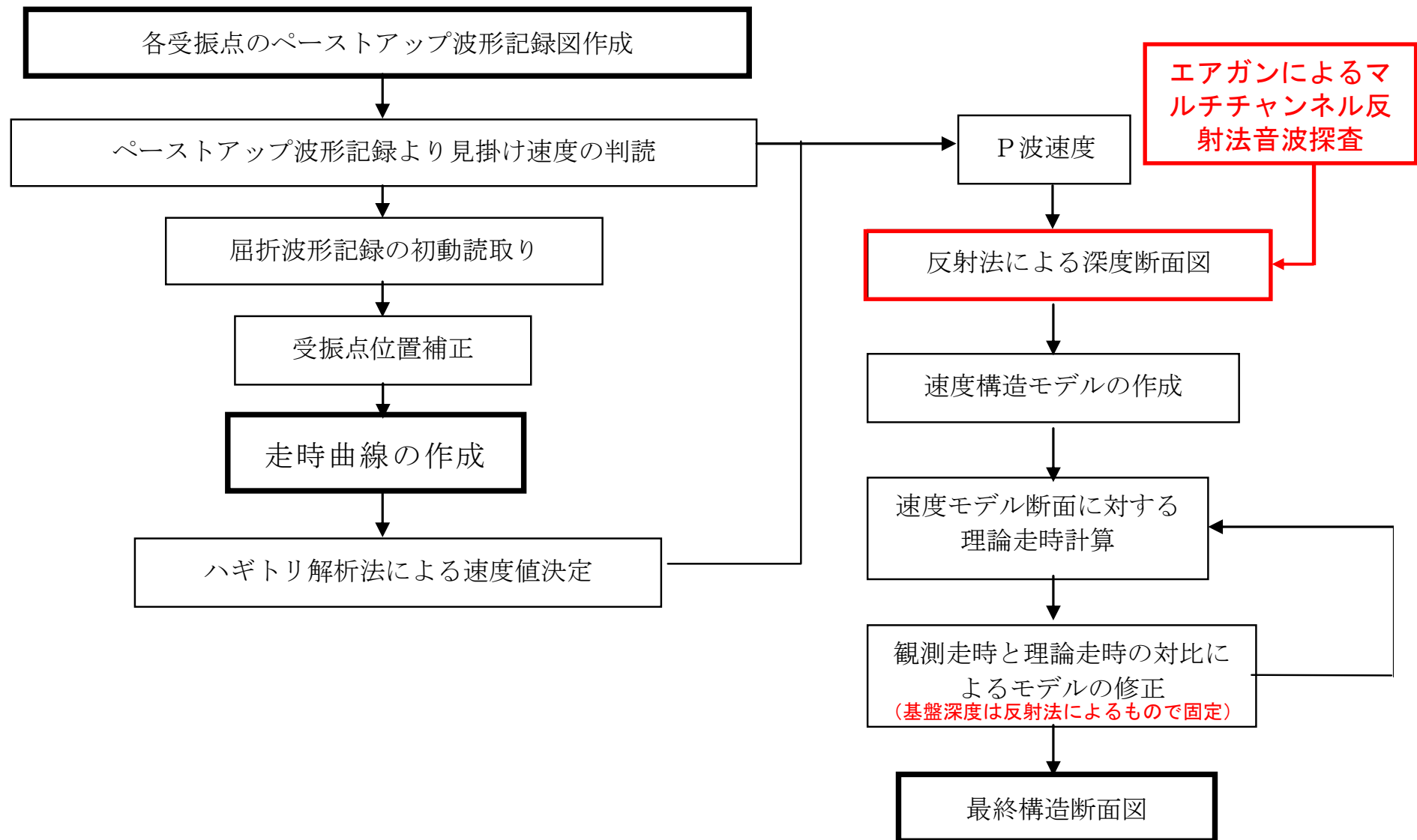


## 2. 5-2 屈折法探査の観測条件

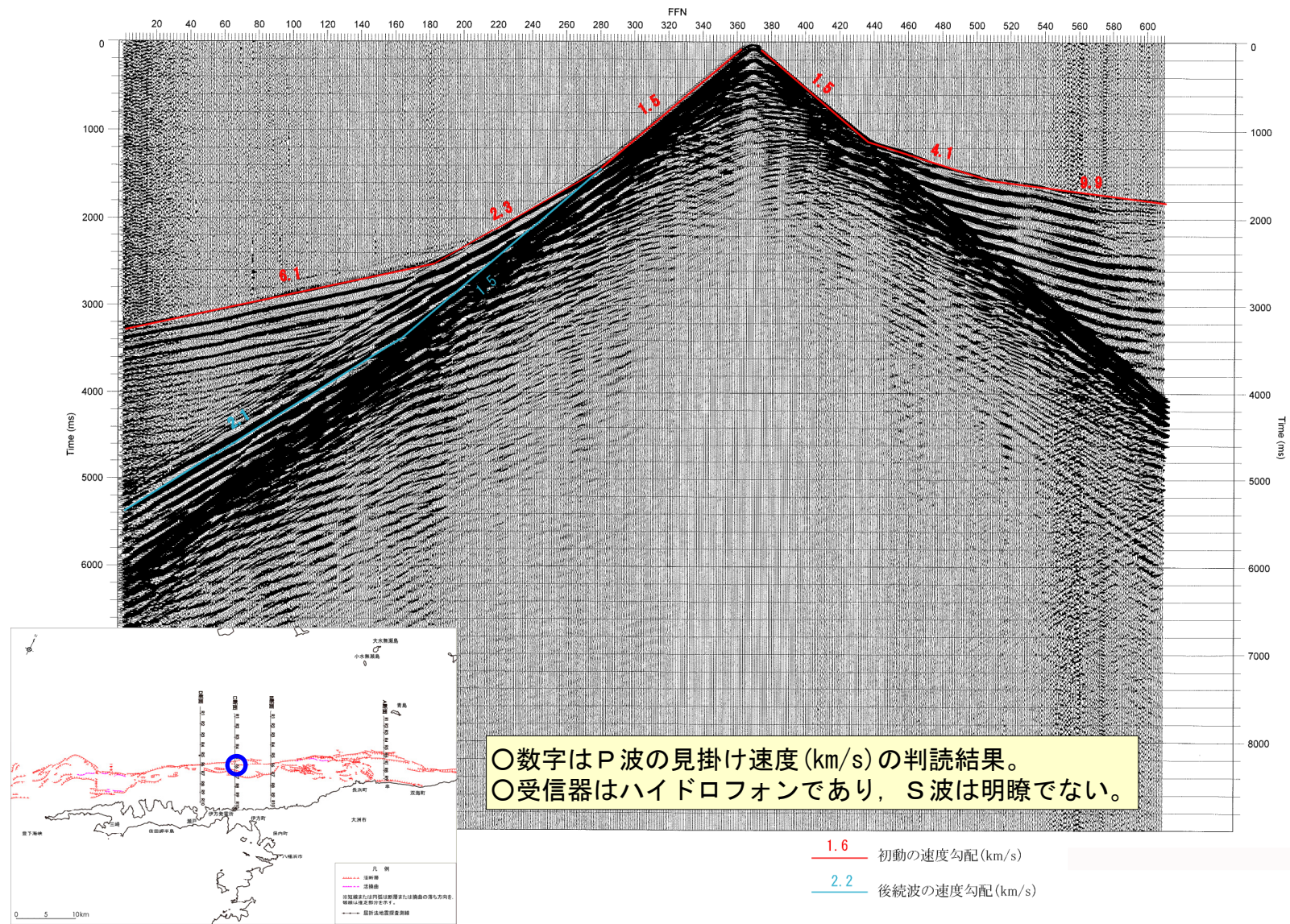
| 項 目     |               | 設 定 値                  |
|---------|---------------|------------------------|
| 送信部     | 音源の種類         | エアガン                   |
|         | 発振間隔          | 25 m                   |
|         | 空気室容量         | 500 in <sup>3</sup>    |
|         | 空気室圧力         | 120 kg/cm <sup>2</sup> |
|         | 発振エネルギー       | 約150,000 J             |
|         | 音源深度          | 5.0 m                  |
| 受信部・記録部 | 受振器个数(1箇所当たり) | 1個                     |
|         | 受振器設置箇所数      | 9～10箇所                 |
|         | 受振器設置間隔       | 約1,100 m～約1,700 m      |
|         | 受振器深度         | 海底                     |
|         | サンプリング周波数     | 1,000 Hz               |

※受信器は海底地震計ではなく、小型で投入・回収が容易なハイドロフォンを使用

## 2. 5-3 屈折法探査のデータ処理



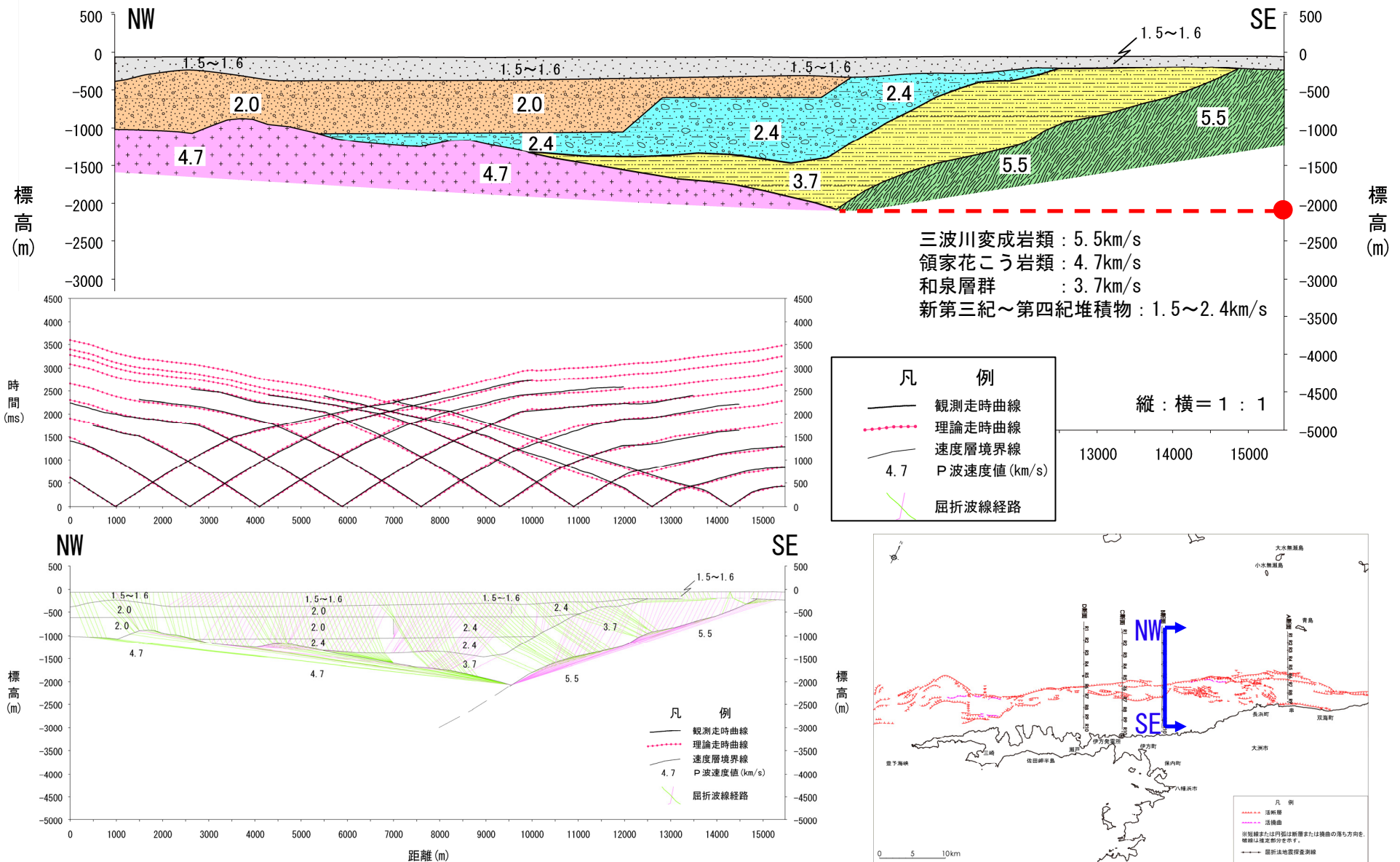
## 2. 5-4 屈折法探査 (ヘーストアップ波形記録図)



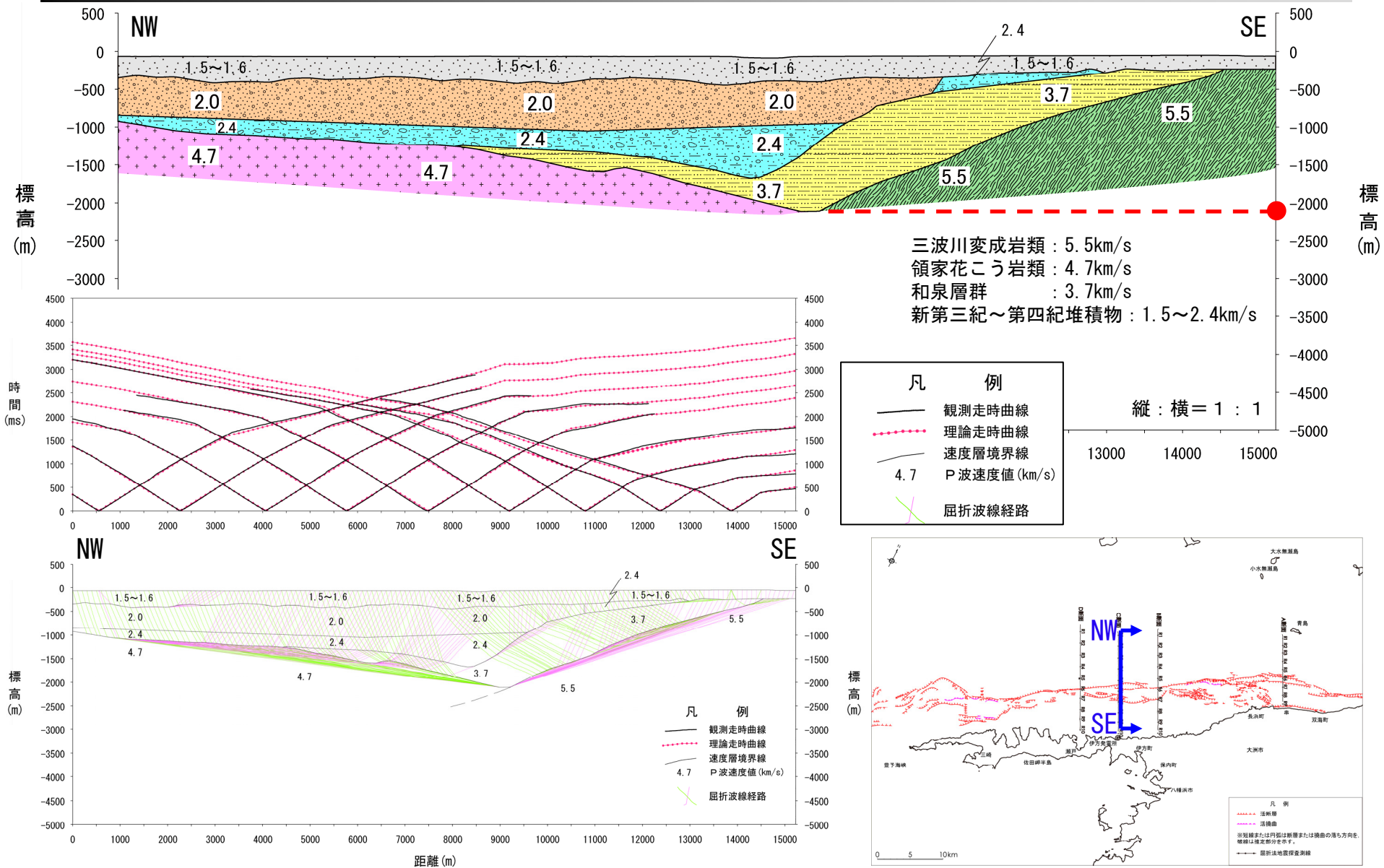


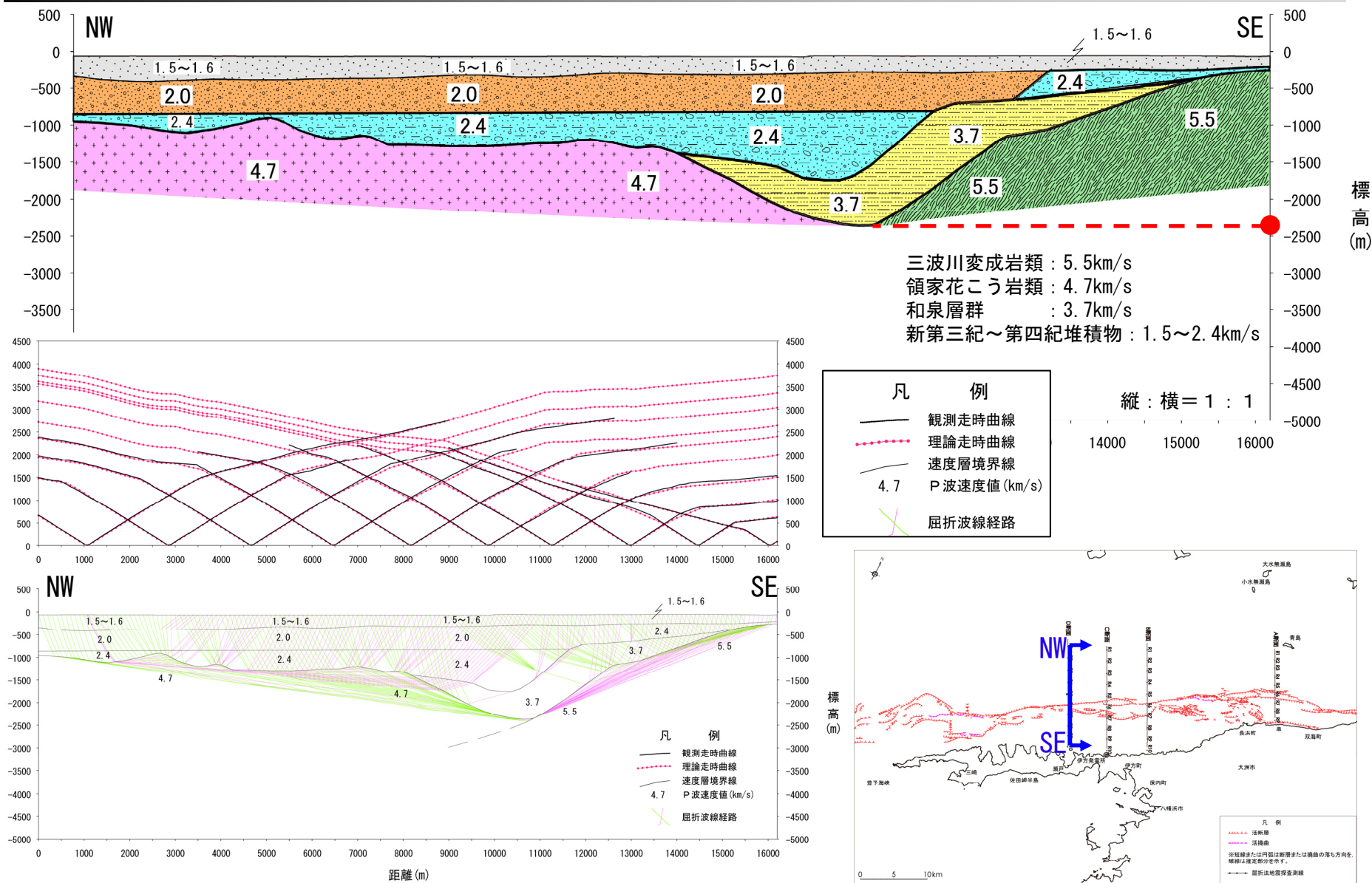


## 2. 5-6 屈折法探査断面図(保内沖)



## 2. 5-7 屈折法探查断面図(伊方沖)



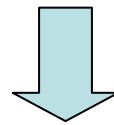


## 2. 5-9 屈折法探査結果

○屈折法探査によって、地下深部の速度断面を把握した。  
対応する地層およびP波速度は以下のとおり。

- ・三波川変成岩類：5.5km/s
- ・領家花こう岩類：4.7km/s
- ・和泉層群：3.7km/s
- ・新第三紀～第四紀堆積物：1.5～2.4km/s

○三波川変成岩類と領家花こう岩類の会合部の深度は2.0～2.5kmである。



○震源断層のモデルにおいて、断層上端深さを安全側に2.0kmに設定する。



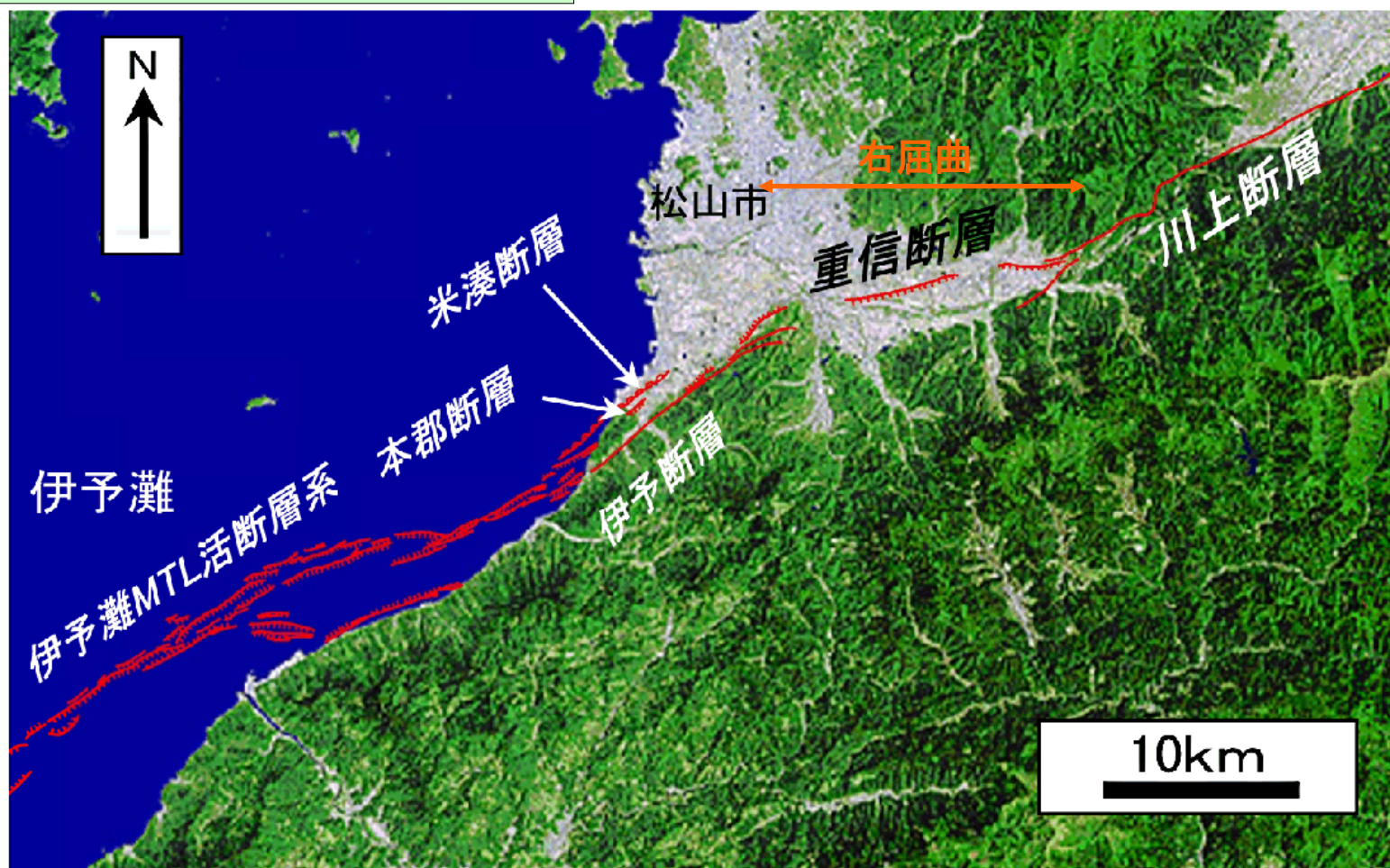
---

### 3. 四国北西部陸域の調査結果

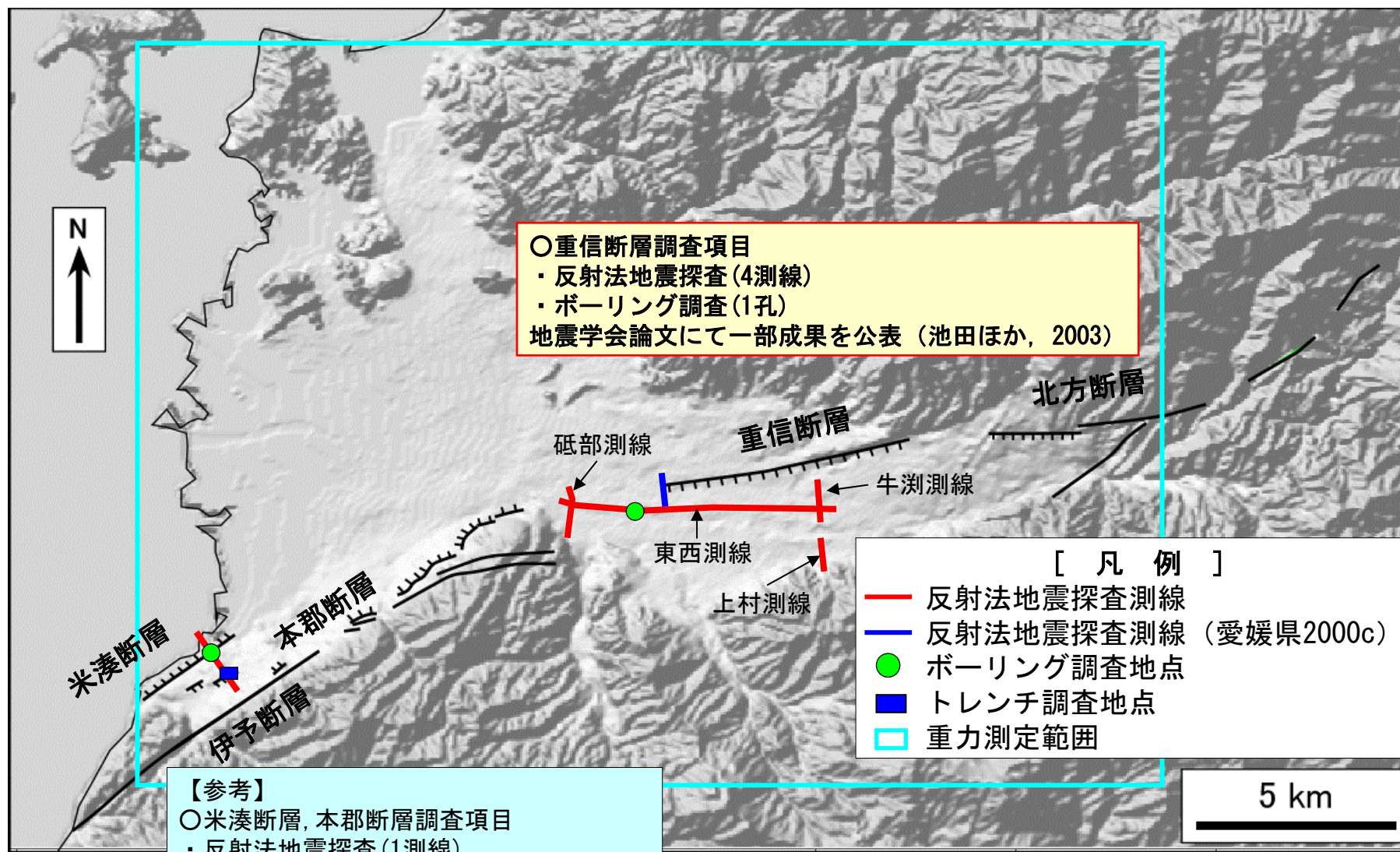
## 3-1 調査内容

○四国北西部陸域には、東から川上断層、重信断層、伊予断層等が分布し、川上断層と伊予断層の間の重信断層付近において大きな右屈曲が認められる。

○重信断層周辺の地下構造を調査する。



## 3-2 調査位置図



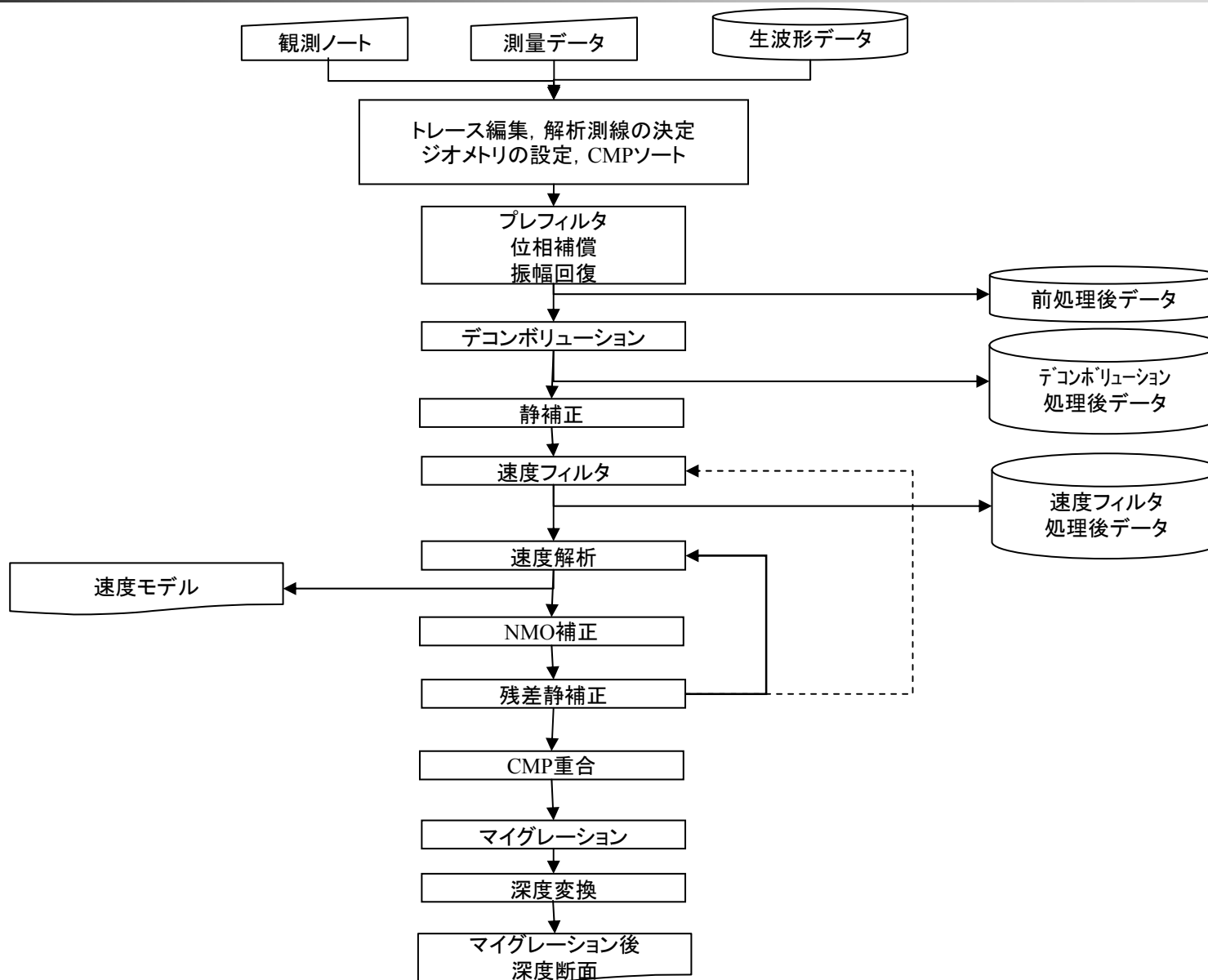


# 3-3 反射法地震探査機器

| 調査地域                  |       | 牛渕測線         | 上村測線         | 砥部測線         | 東西測線         |
|-----------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 発震器                   | 震源    | 油圧式P波インパクター  | 油圧式P波インパクター  | 油圧式P波インパクター  | 油圧式P波インパクター  |
|                       | 型式    | JMI-200      | JMI-200      | JMI-200      | JMI-200      |
|                       | 製作所   | (株)地球科学総合研究所 | (株)地球科学総合研究所 | (株)地球科学総合研究所 | (株)地球科学総合研究所 |
| 受震器                   | 受震器   | 速度型地震計       | 速度型地震計       | 速度型地震計       | 速度型地震計       |
|                       | 型式    | SM-11        | SM-11        | SM-11        | SM-11        |
|                       | 固有周波数 | 30Hz         | 30Hz         | 30Hz         | 30Hz         |
|                       | 製作所   | Sensor社      | Sensor社      | Sensor社      | Sensor社      |
| データ収録装置               | 探鉱機   | デジタル・テレメトリ型  | デジタル・テレメトリ型  | デジタル・テレメトリ型  | デジタル・テレメトリ型  |
|                       | 型式    | G-DAPS4      | G-DAPS4      | G-DAPS4      | G-DAPS4      |
|                       | 性能    | 24ビットAD変換    | 24ビットAD変換    | 24ビットAD変換    | 24ビットAD変換    |
|                       | 製作所   | (株)地球科学総合研究所 | (株)地球科学総合研究所 | (株)地球科学総合研究所 | (株)地球科学総合研究所 |
| 発震点間隔(m)              |       | 5            | 5            | 5            | 5            |
| 受震点間隔(m)              |       | 10           | 10           | 10           | 10           |
| 標準同時収録チャンネル数(ch)      |       | 128          | 100          | 100          | 70           |
| 総発震点数                 |       | 239          | 217          | 276          | 1272         |
| 総受震点数                 |       | 129          | 129          | 159          | 664          |
| 収録時間(sec)             |       | 2            | 2            | 2            | 2            |
| 収録時サンプリングレート(msec)    |       | 1            | 1            | 1            | 1            |
| 受信フィルター(周波数)          |       | all-pass     | all-pass     | all-pass     | all-pass     |
| 標準水平重合数(CDP重合数)       |       | 64重合         | 50重合         | 50重合         | 35重合         |
| 垂直重合数(スタック回数)         |       | 6～9回         | 6～10回        | 6～10回        | 5～10回        |
| データ処理時サンプリングレート(msec) |       | 1            | 1            | 1            | 1            |
| 調査測線長(m)              |       | 1,280        | 1,280        | 1,600        | 6,690        |
| 解析(重合)測線長(m)          |       | 1,262.5      | 1,195        | 1,577.5      | 6,422.5      |



## 3-4 反射法地震探査のデータ処理

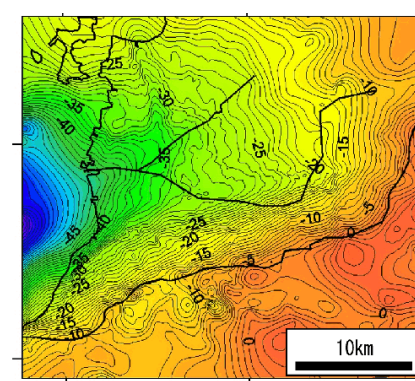


# 3-5 重信断層周辺の重力異常

○松山平野のブーゲー異常図aから500mグリッドの移動平均bを引いた残差図cには、重信断層の南側に負の重力異常が認められる。

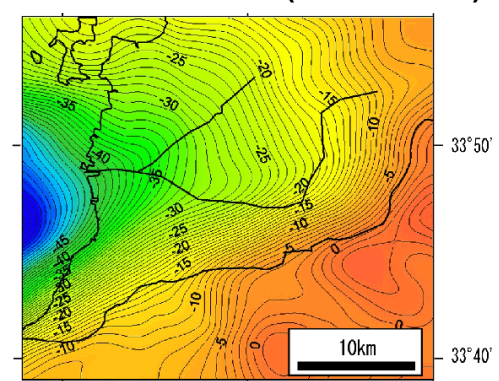
○重信断層の南側には、厚い堆積層が分布すると推定される。

a. ブーゲー異常図

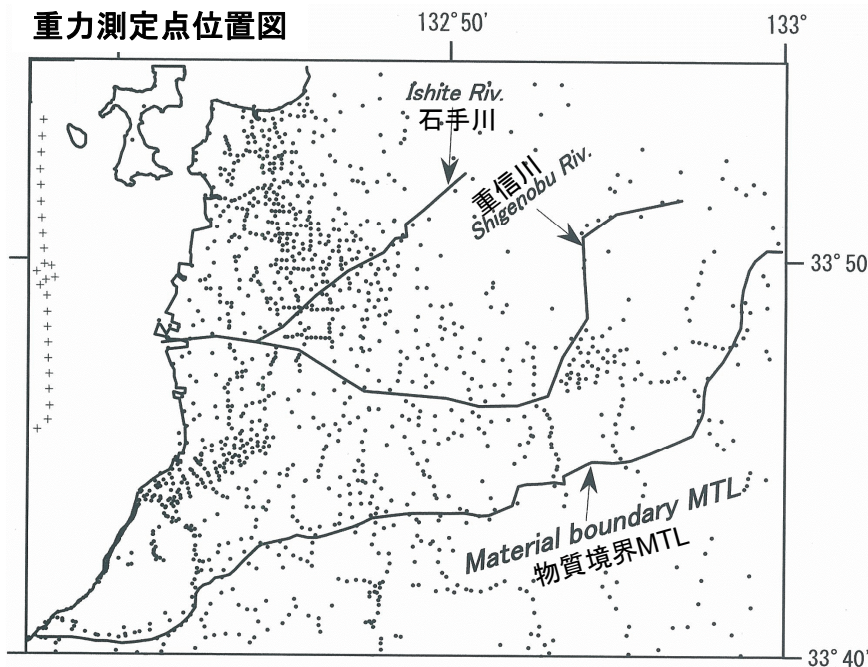
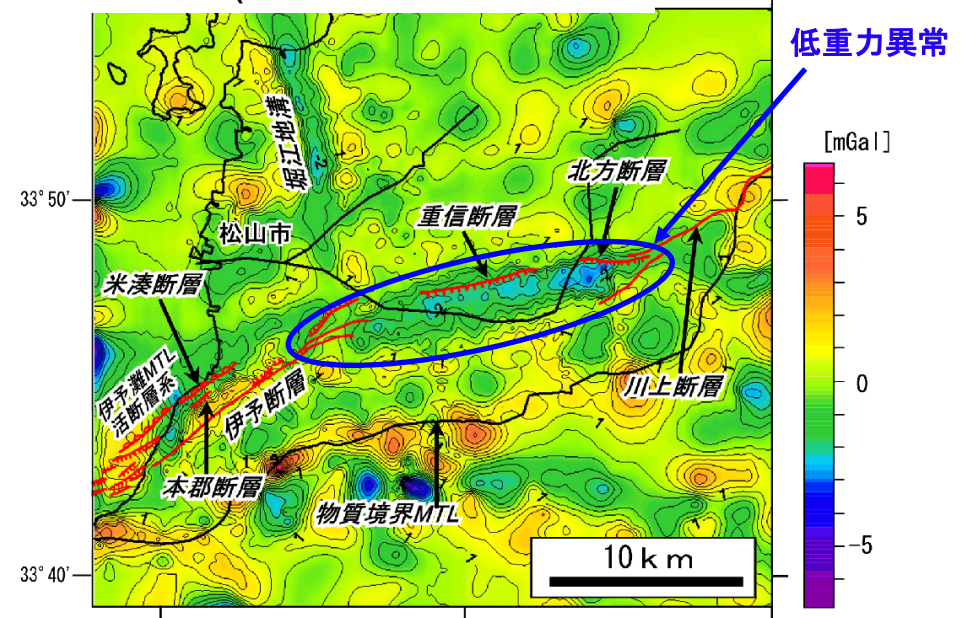


仮定密度2.67g/m<sup>3</sup>

b. 左図の移動平均(500mグリッド)



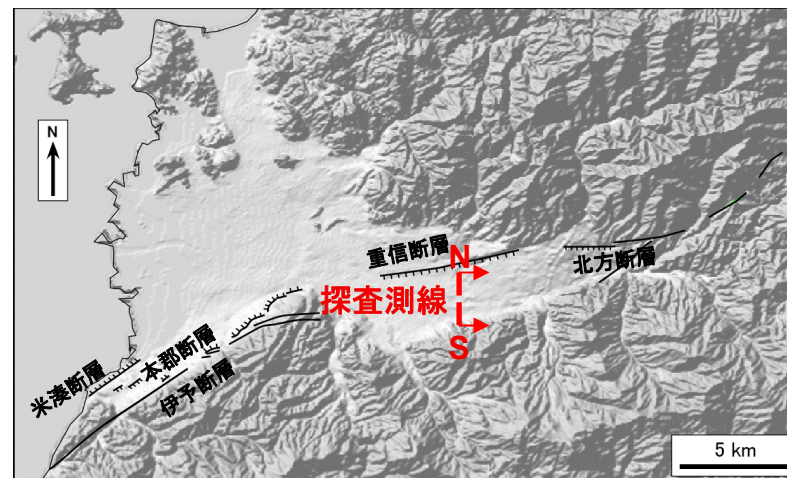
c. 残差図(上左図a. - 上右図b.)



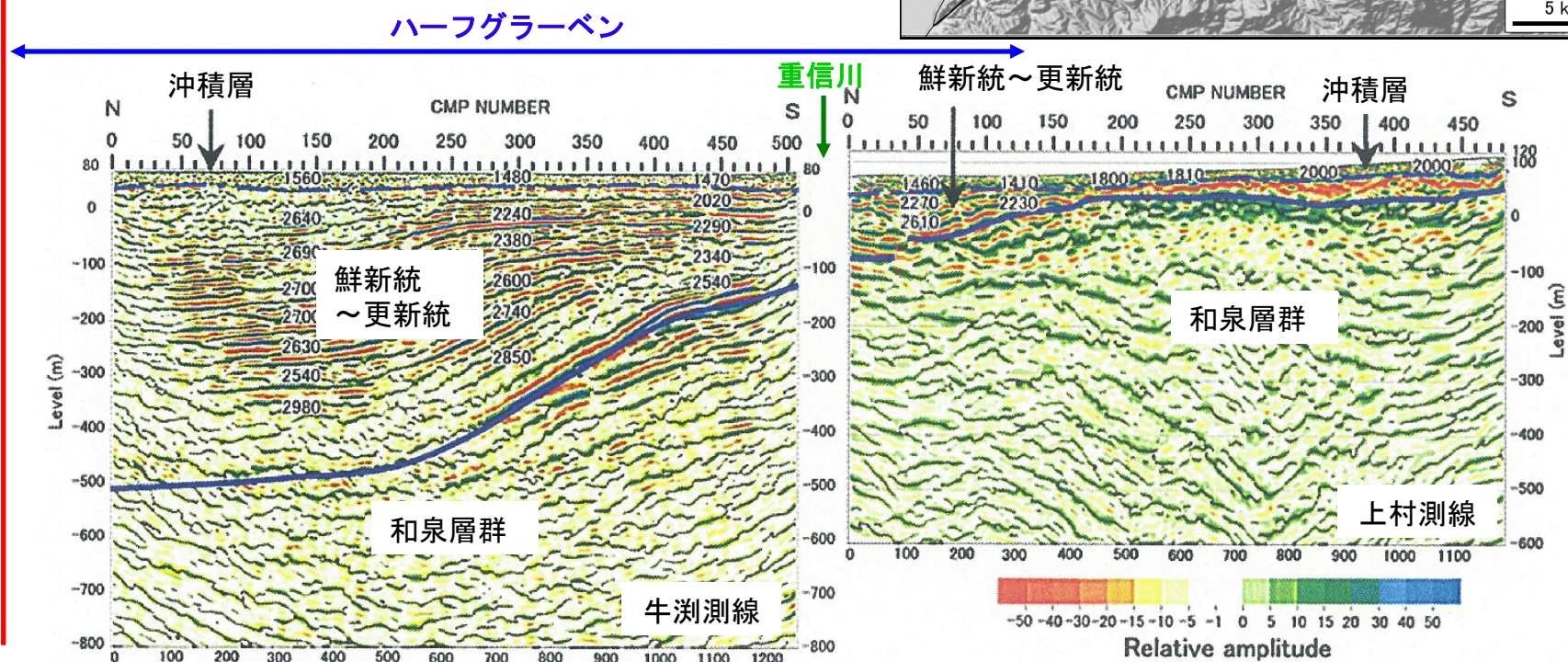


## 3-6 重信断層周辺の反射法探査(南北)

○重信断層南方における南北方向の反射法地震探査によると、和泉層群の上面深度は北へ向かって深度を増し、その上位に鮮新統～更新統、さらには沖積層が厚く分布してハーフグラベン状の構造が形成されている。



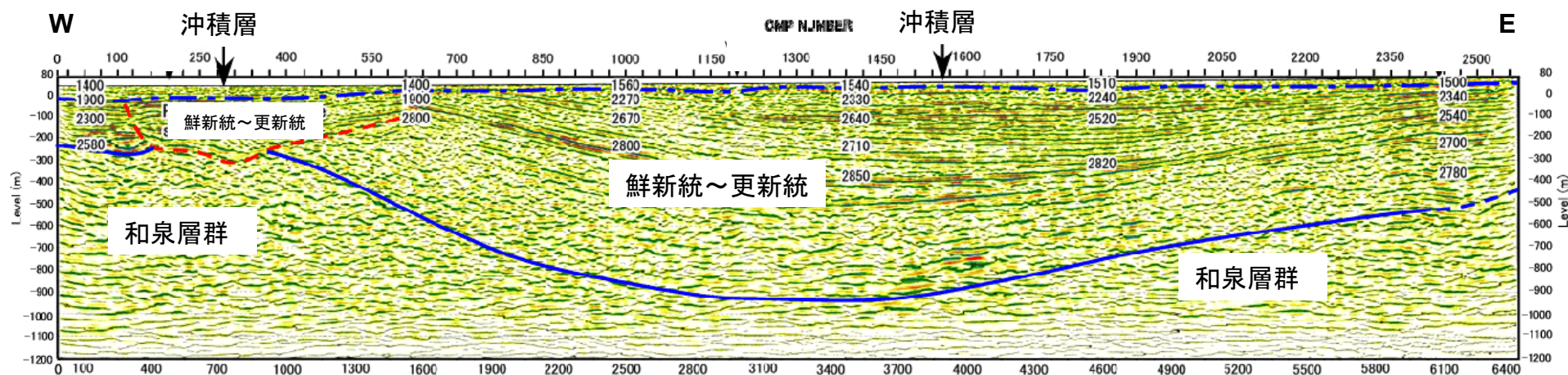
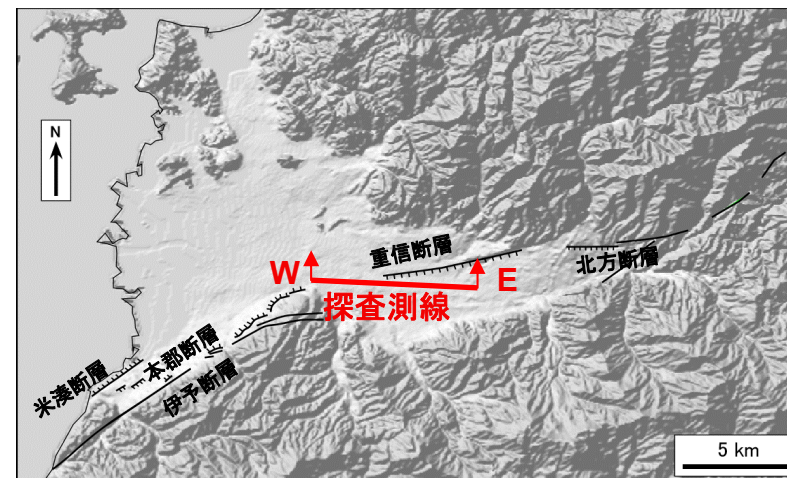
重信断層





## 3-7 重信断層周辺の反射法探査(東西)

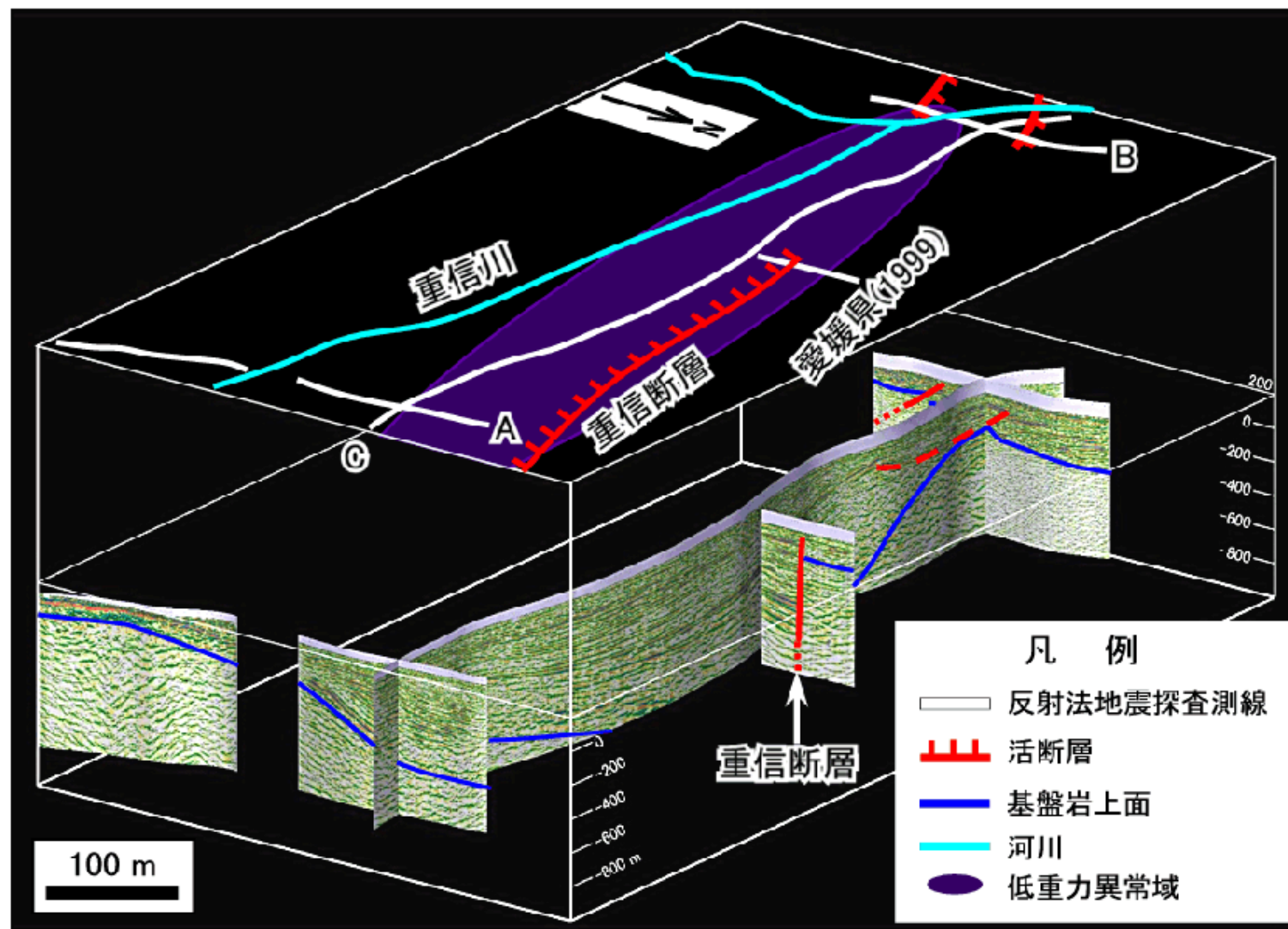
○重信断層南方における東西方向の反射法地震探査によると、和泉層群の上位に鮮新統～更新統、さらには沖積層が厚く堆積している。





### 3-8 重信断層周辺の調査結果

○活断層が大きく右屈曲する重信に大規模な第四紀堆積盆が形成されている。



---

## 4. セグメント区分

4. 1 既往文献によるセグメント区分

4. 2 四国北西部のセグメント区分

4. 3 四国全域のセグメント区分

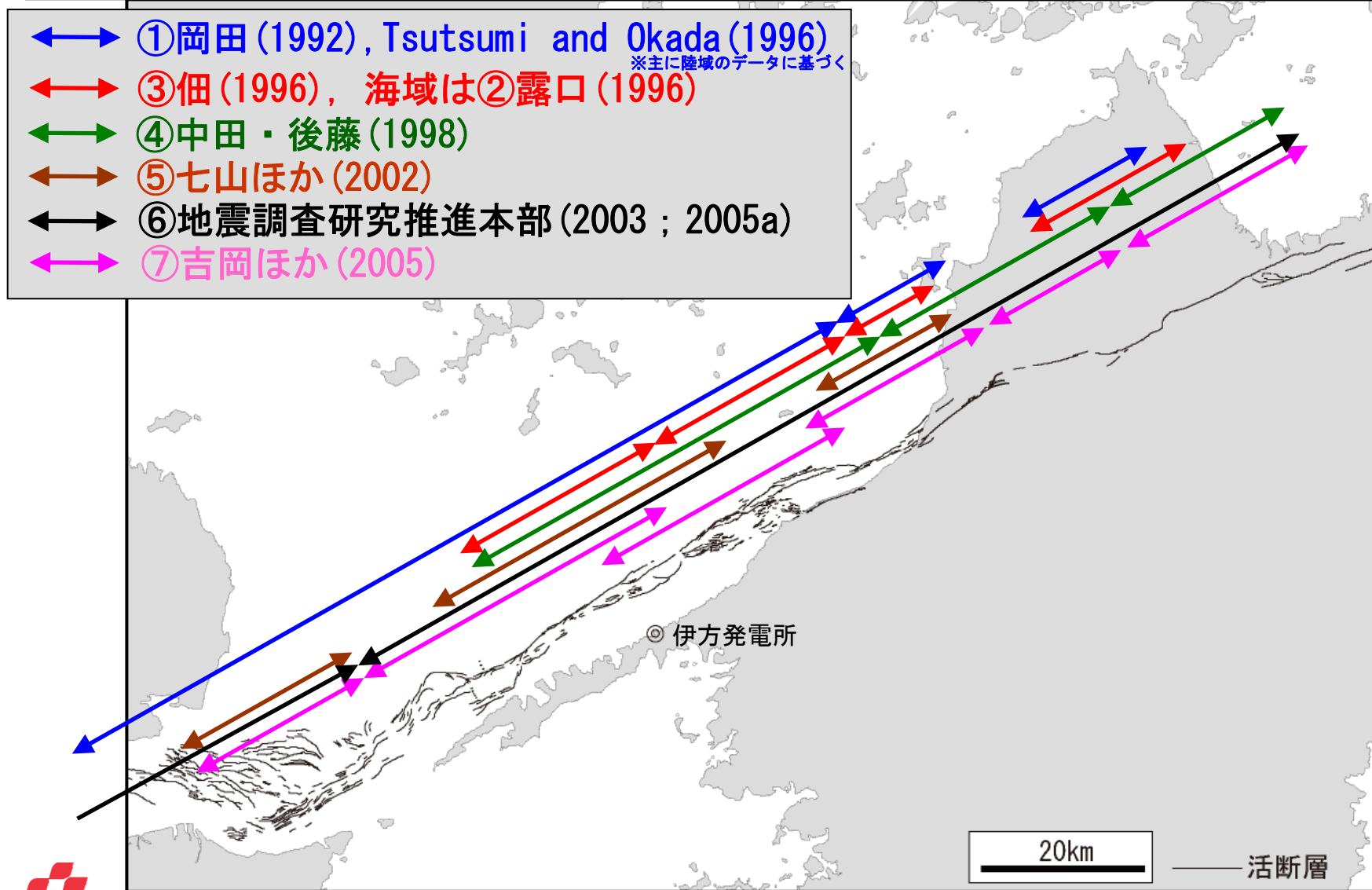
4. 4 三崎沖ジョグ西側の断層性状

---

## 4. 1 既往文献によるセグメント区分

## 4. 1-1 既往文献によるセグメント区分の整理

○既存文献による四国北西部における中央構造線断層帯のセグメント区分は以下のとおり。



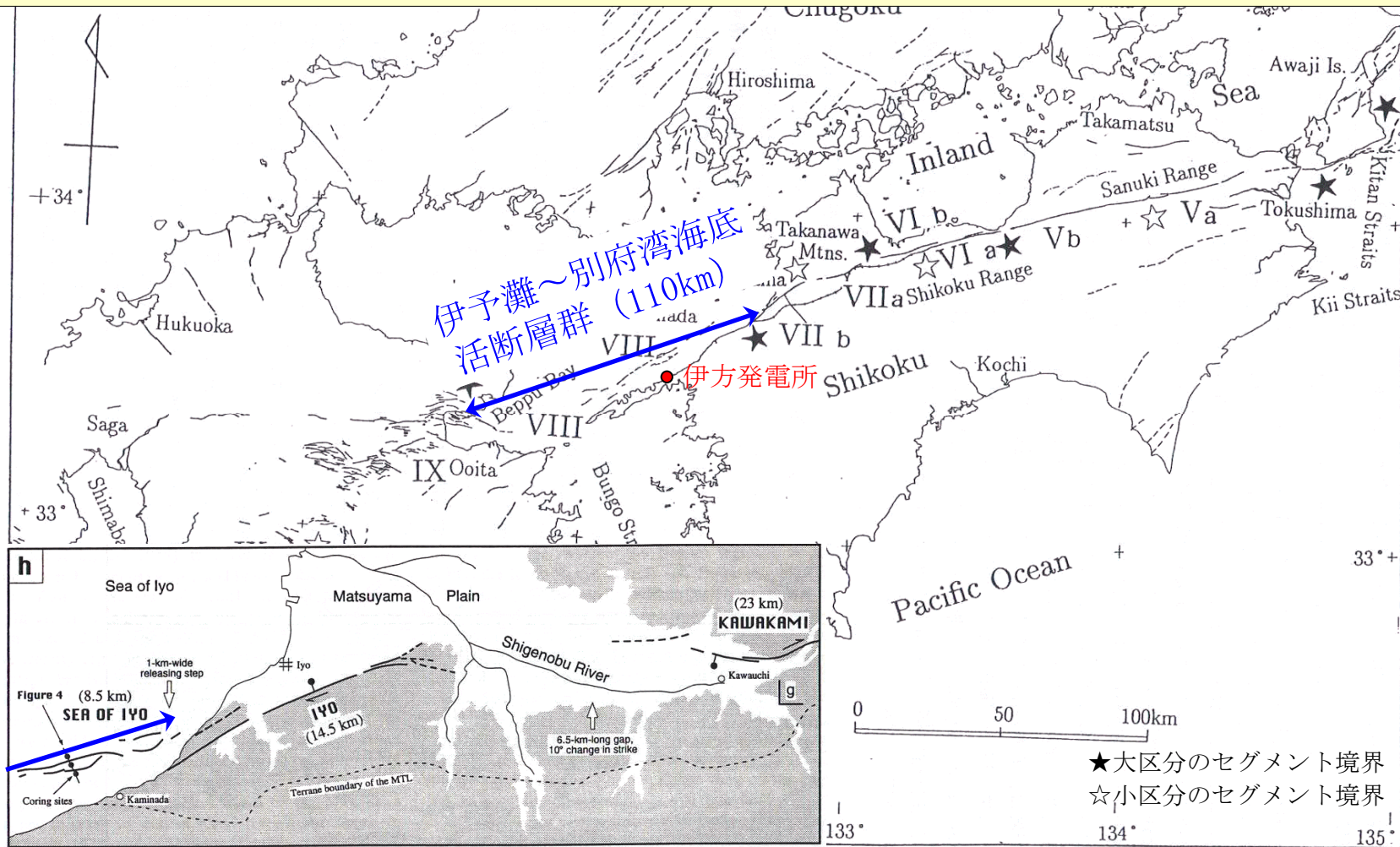


## 4. 1-2 岡田 (1992), Tsutsumi and Okada (1996)

「中央構造線活断層系の活動区の分割試案」 (岡田, 1992)

「Segmentation and Holocene surface faulting on the Median Tectonic Line, southwest Japan」 (Tsutsumi and Okada, 1996)

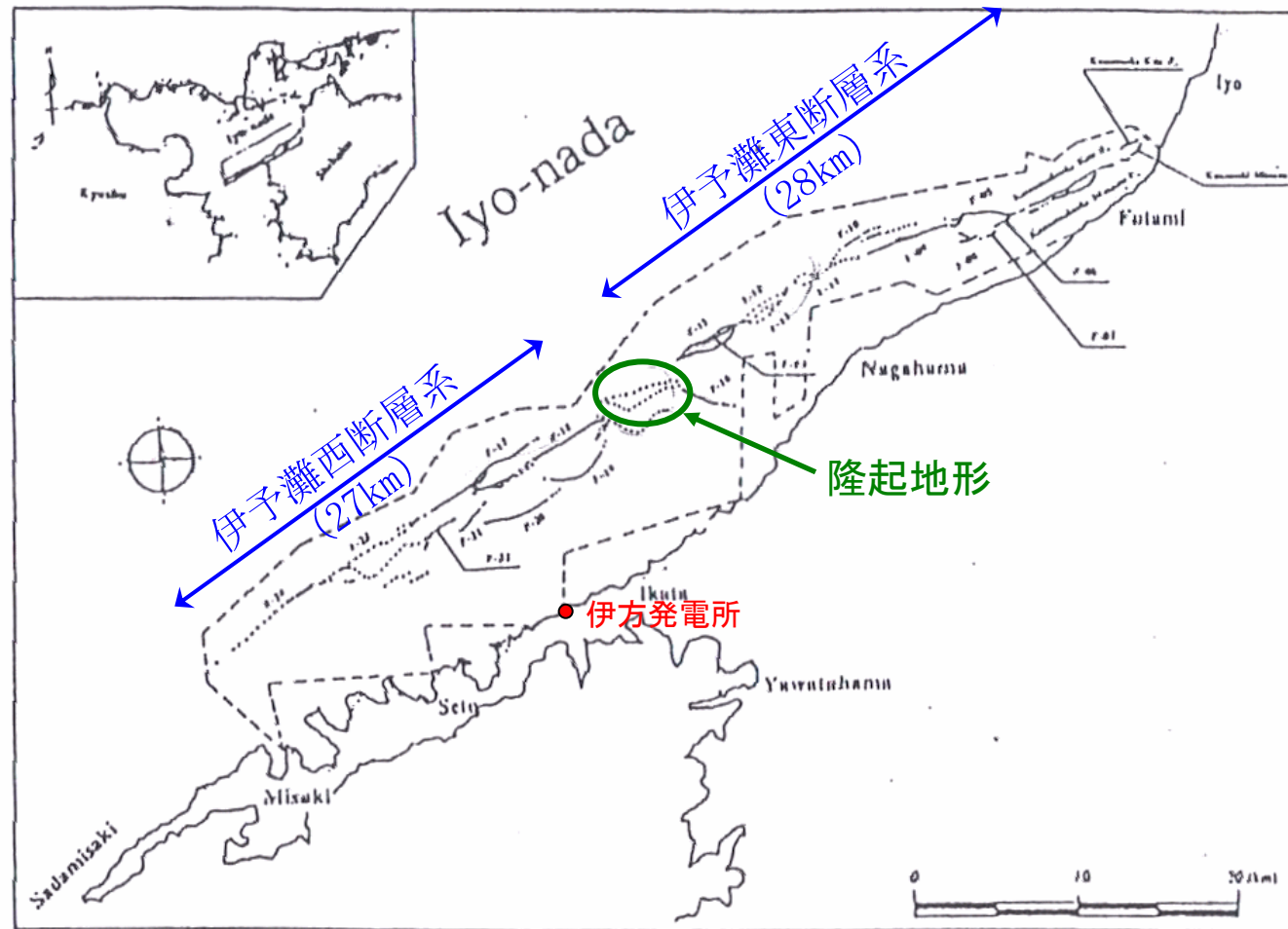
○伊予灘では全域における海底活断層はまだ解明されておらず、細かくセグメントに分けるのは困難としつつ海域の断層群全体を1つのセグメントとして取り扱ったものである。



## 4. 1-3 露口ほか(1996)

「伊予灘における中央構造線系海底活断層の分布とセグメンテーション」(露口・松岡・岡村, 1996)

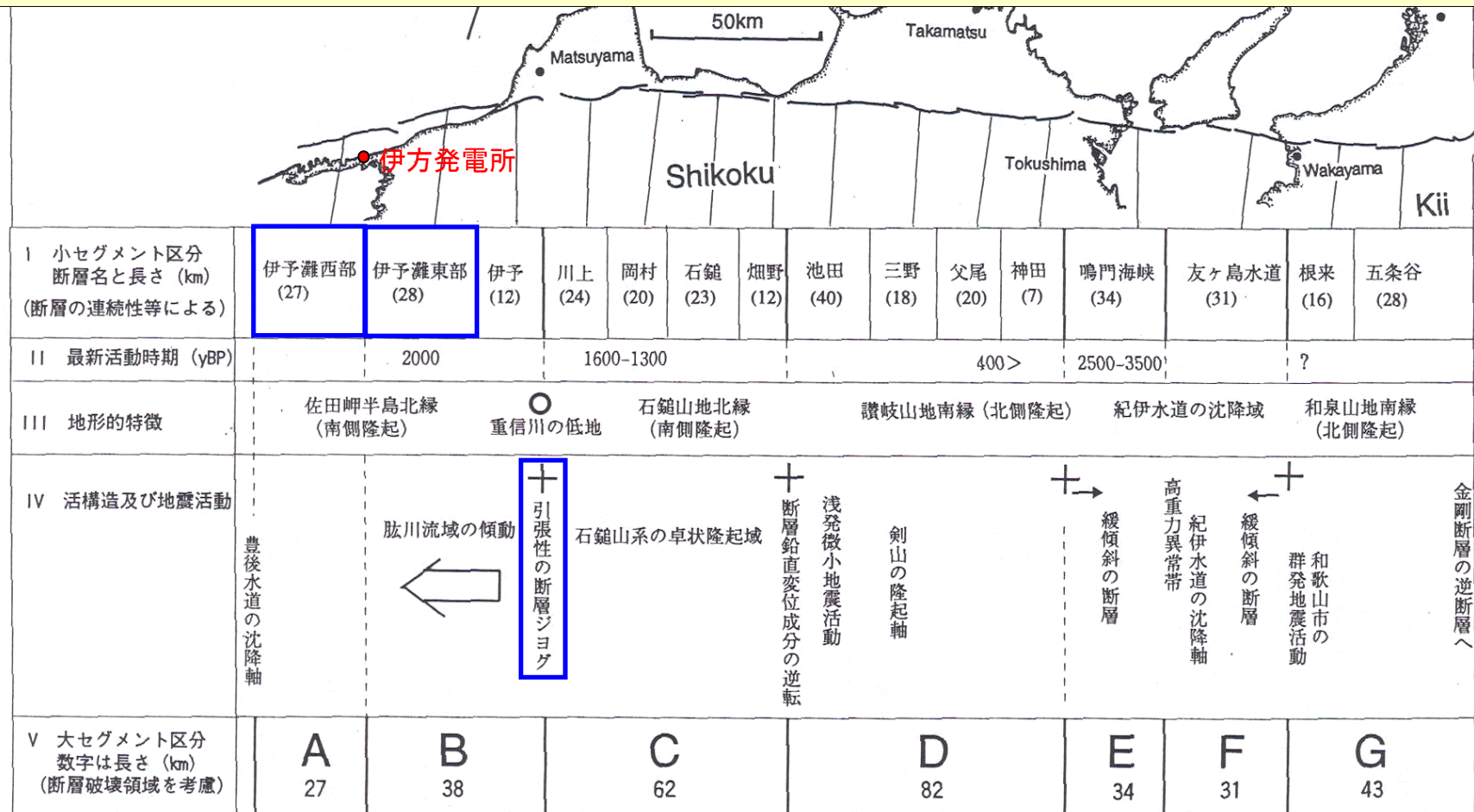
- 伊予灘でソノプローブを音源とする海底下浅部においての高分解能音波探査を行い、活断層分布や浅層の地質構造を把握。
- 調査海域中央部の隆起地形を重視。



# 4. 1-4 佃(1996)

「中央構造線活断層系のセグメンテーションと周辺の地質構造」(佃, 1996)

- Tsutsumi and Okada(1996)で一括されている伊予灘の活断層系を, 露口ほか(1996)に従い, 伊予灘東部断層(28km)と伊予灘西部断層(27km)に分割した。
- 川上断層と伊予断層の間の重信川低地に引張性の断層ジョグを指摘し, セグメント境界と位置づけた。

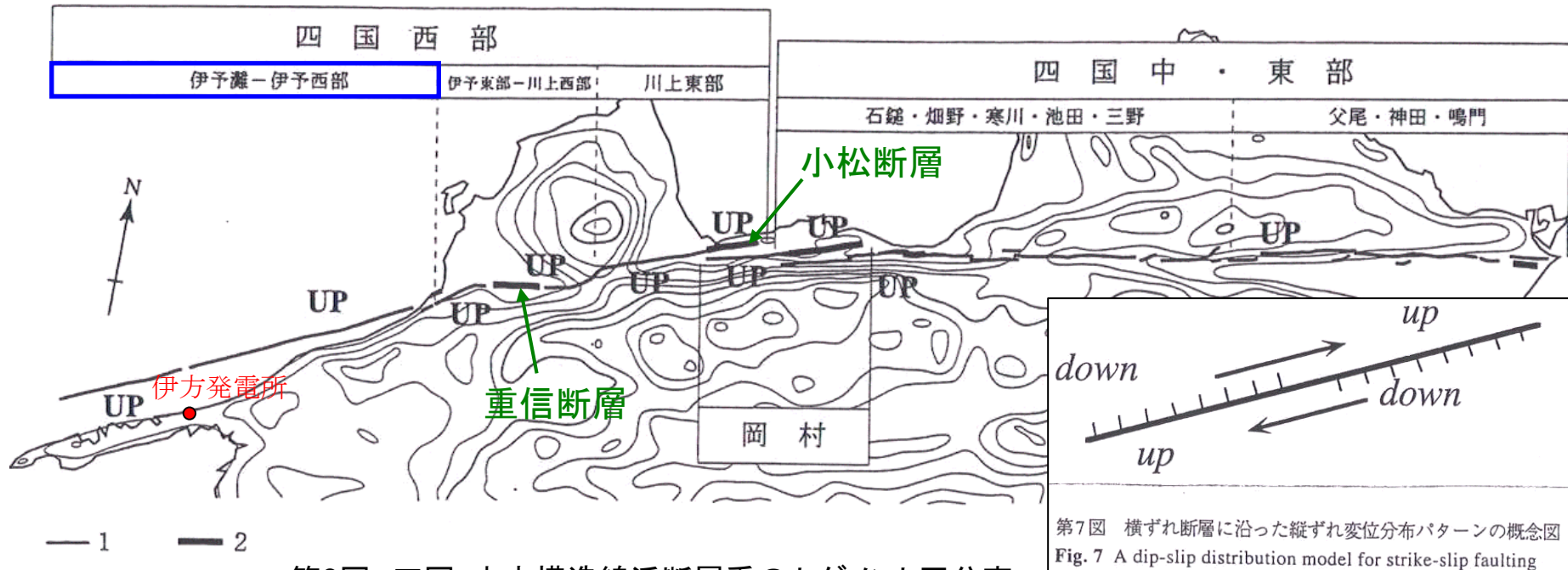


## 4. 1-5 中田・後藤(1998)

「活断層はどこまで割れるのか? —横ずれ断層の分岐形態と縦ずれ分布に着目したセグメント区分モデル—」(中田・後藤, 1998)

○横ずれ活断層では, 縦ずれ変位センスが断層線の中央を境に逆転するいわゆる蝶番(ヒンジ)的な変位パターンがしばしば認められ, これを横ずれ活断層が一括して活動する範囲(セグメント)として区分するモデルを提案。

○詳細な空中写真判読によって新たに認識された活断層(重信断層(南落ち), 小松断層(南落ち))を踏まえ, 縦ずれ変位パターンによってセグメントを区分。

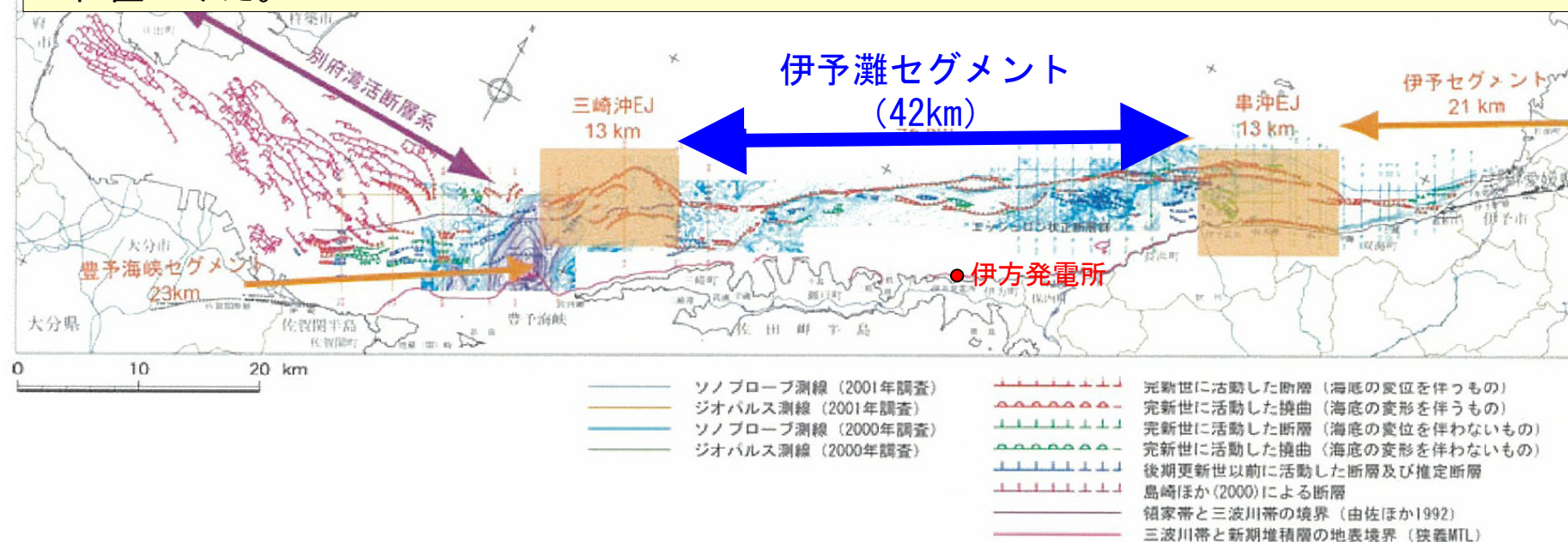




## 4. 1-6 七山ほか(2002)

「伊予灘～佐賀関沖MTL活断層系の広域イメージとセグメント区分」(七山・池田・大塚・三浦・金山・小林・長谷川・杉山・佃, 2002)

- ソノプローブおよびジオパルスを音源とする高分解能音波探査の実施, さらには四国電力, 国土地理院, 大学研究グループによる既存の音波探査記録の再解析によって, 詳細な活断層分布を解明するとともに浅層の地質構造を把握。
- 陸域の伊予断層が海域の活断層群に連続することを確認。
- 串沖および三崎沖に認められる大規模な引張性ジョグを重視し, これらをセグメント境界と位置づけた。



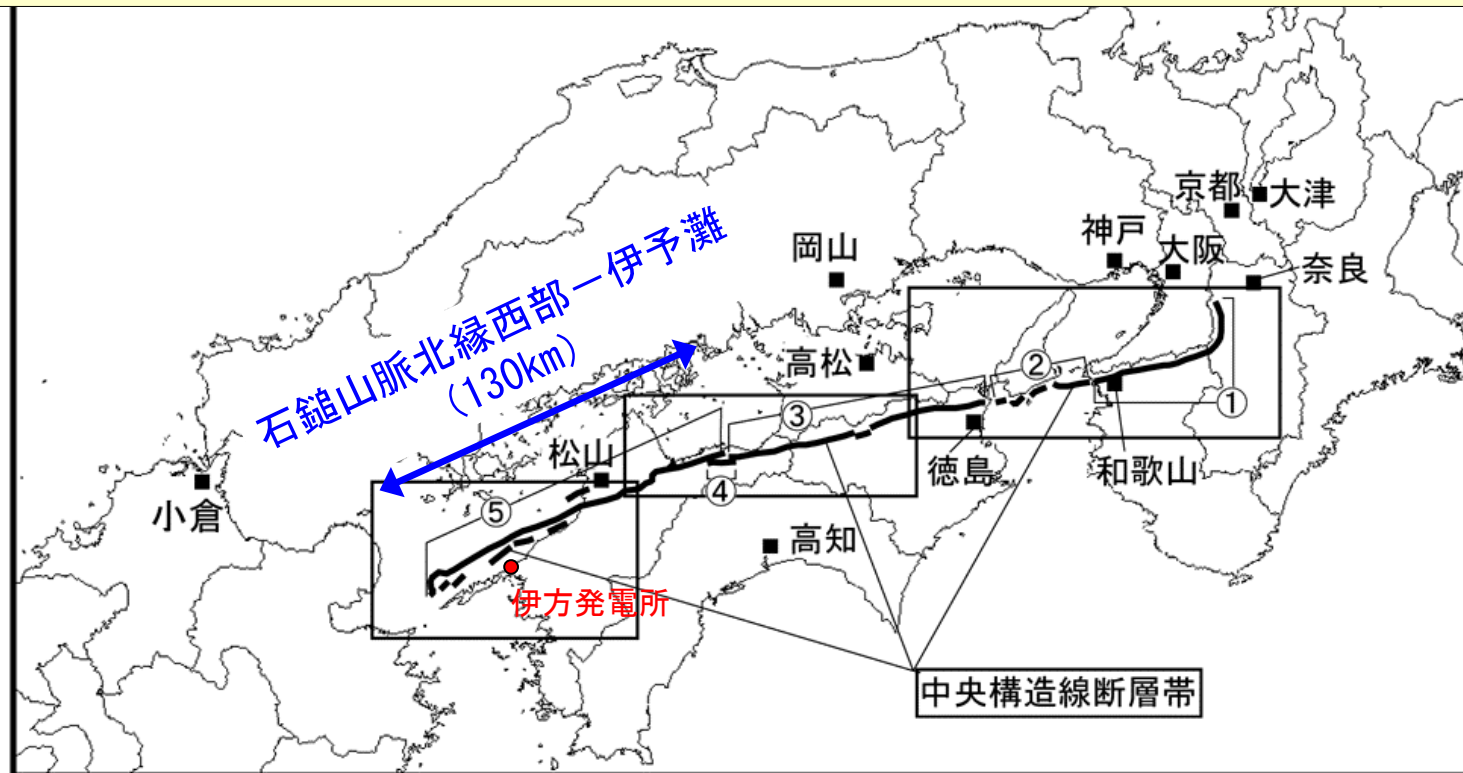
第8図. 伊予灘～別府湾域における活断層の分布とセグメント区分. 海底地形データは株式会社四国総合研究所による. 本図の作成には, 今回の探査結果に加えて, 四国電力株式会社(1984), 国土地理院(1992a, 1992b, 2001), 松岡・岡村(2000), 島崎ほか(2000)等のデータを用いた. 陸域の米湊断層および伊予断層は岡田ほか(1998), 本郡断層は長谷川ほか(1999), 佐賀関断層は吉岡ほか(1997)による.

Fig. 8. Active fault distribution and segmentation in the Iyo-nada Sea - Beppu Bay area.

## 4. 1-7 地震調査研究推進本部(2003)

「中央構造線断層帯（金剛山地東縁－伊予灘）の長期評価について」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2003）

○中央構造線断層を5つの区間に区分し，これらの区間が個別に活動する可能性や，複数の区間が同時に活動する可能性，これら5つの区間とは異なる範囲が活動する可能性，さらには断層帯全体(360km)が同時に活動する可能性も否定できないとした。



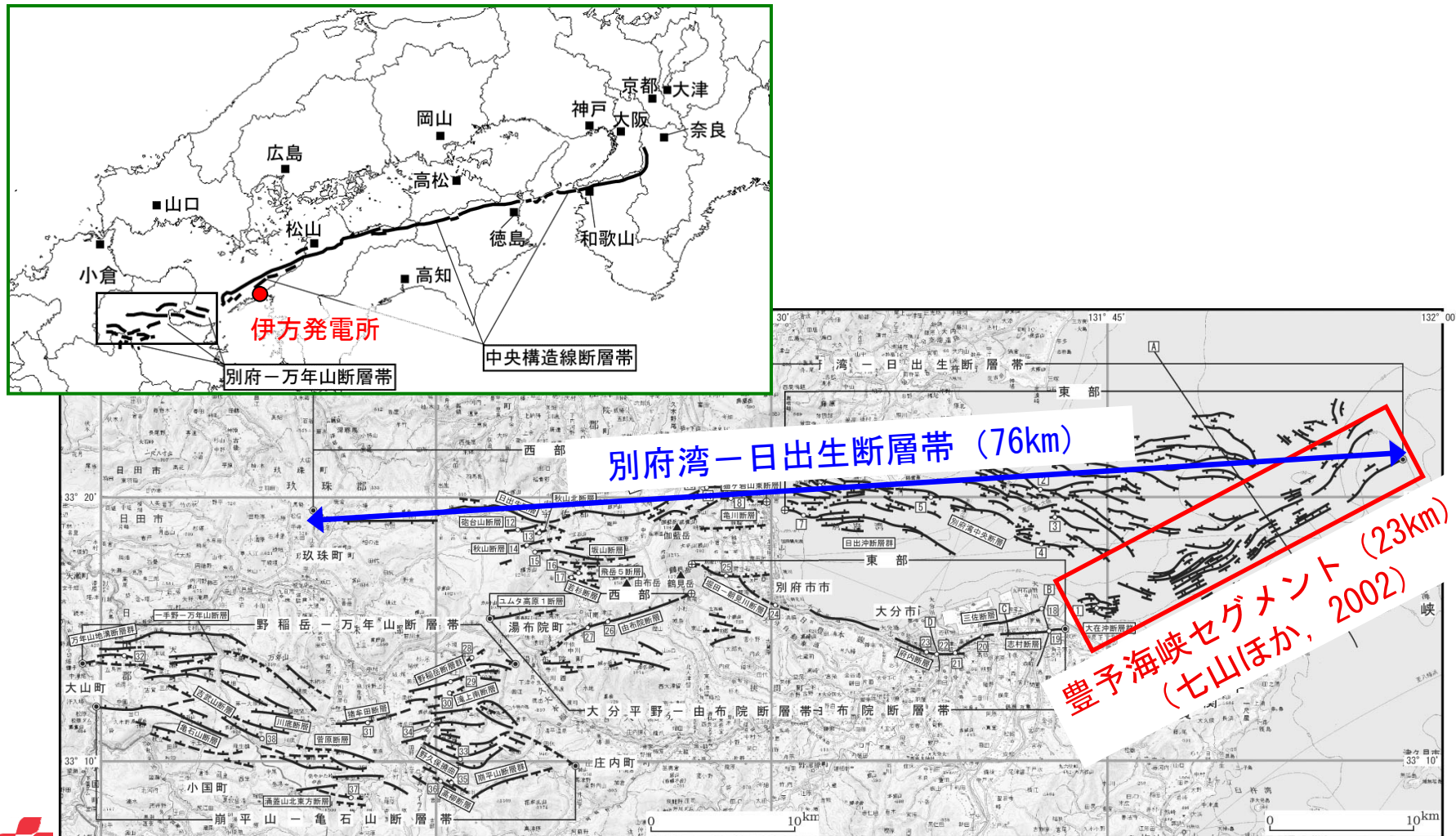
- ①：金剛山地東縁－和泉山脈南縁
- ②：紀淡海峡－鳴門海峡
- ③：讃岐山脈南縁－石鎚山脈北縁東部
- ④：石鎚山脈北縁
- ⑤：石鎚山脈北縁西部－伊予灘



## 4. 1-8 地震調査研究推進本部(2005)

「別府-万年山断層帯の長期評価について」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005a)

○別府湾-日出生断層帯(76km)は正断層であり, 七山ほか(2002)の豊予海峡セグメント(23km)を含む。



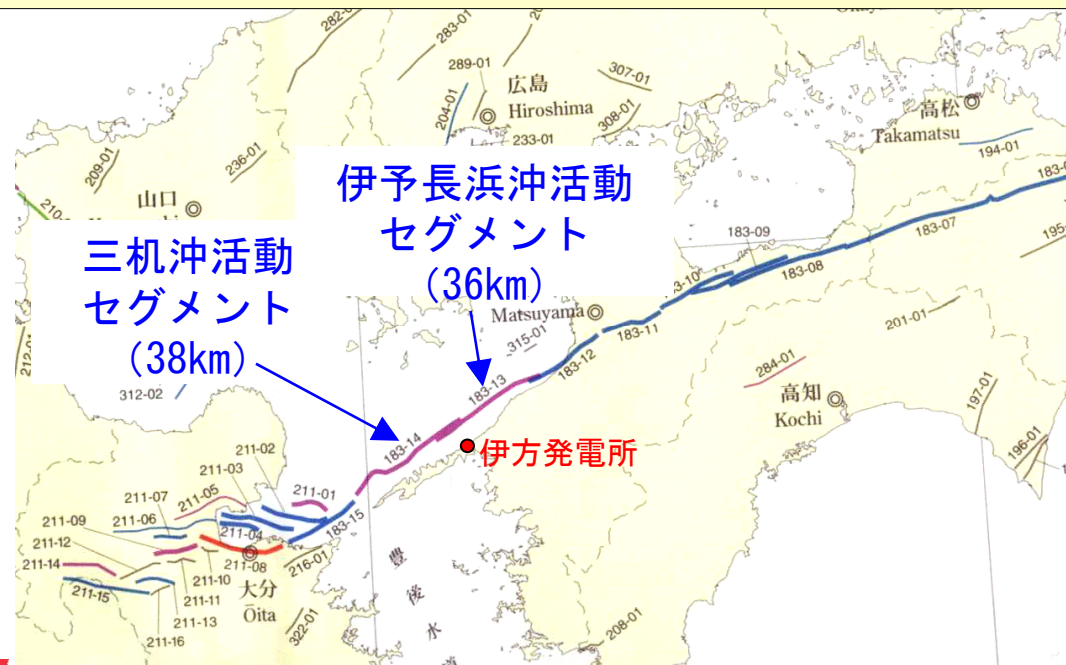
# 4. 1-9 吉岡ほか(2005)

「全国主要活断層活動確率地図」(吉岡・栗田・下川・杉山・伏島, 2005)

「活断層データベース」(産業技術総合研究所活断層研究センターHP)

○活断層の分布形態, 活動履歴, 単位変位量とセグメント長の関係等を考慮し、全国の活断層を一律の基準で区分。

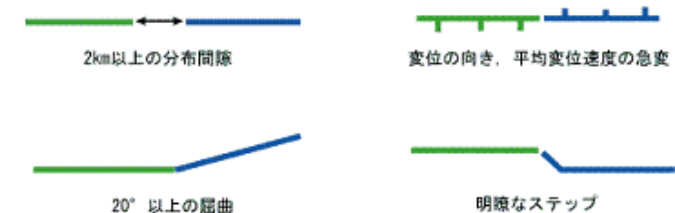
○セグメント区分について個別の活断層ごとの根拠は明確に示されていないが、七山ほか(2002)と同様に串沖および三崎沖に認められる大規模な引張性ジョグ, さらには伊方沖の引張性ジョグを重視したものと考えられる。



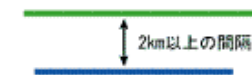
活動セグメントの区分基準の模式図

(緑色と青色の断層線を別の活動セグメントとする。)

1) ほぼ一線に並ぶ2つの断層間に以下のような不連続が見られる場合



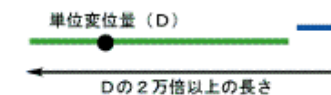
2) 並走する断層間に、走向と直交する方向に2km以上の間隔がある場合



3) 2地点で異なる活動履歴が得られた場合



4) 断層の長さがある地点の単位変位量の2万倍を超えた場合





---

## 4. 2 四国北西部のセグメント区分

## 4. 2-1 セグメント区分の方法

「原子力発電所の活断層系評価技術 ―長大活断層系のセグメンテーション―」（土木学会，2003）

### （１）地震セグメント

記録に残された歴史地震の断層破壊区間に基づくセグメント

### （２）幾何学的，地質・構造地質学的セグメント

下記のような断層形態，地質・地質構造の特徴に基づくセグメント

- ・断層の①屈曲，ステップ，ギャップ等
- ・断層の②分岐，他の系統の断層・褶曲等の③交差
- ・④第四紀堆積盆，火山地域
- ・地球物理学的な異常
- ・断層の⑤変位センス，⑥変位速度，累積変位量等

### （３）挙動セグメント

下記のような断層の挙動・活動履歴に関するデータに基づくセグメント

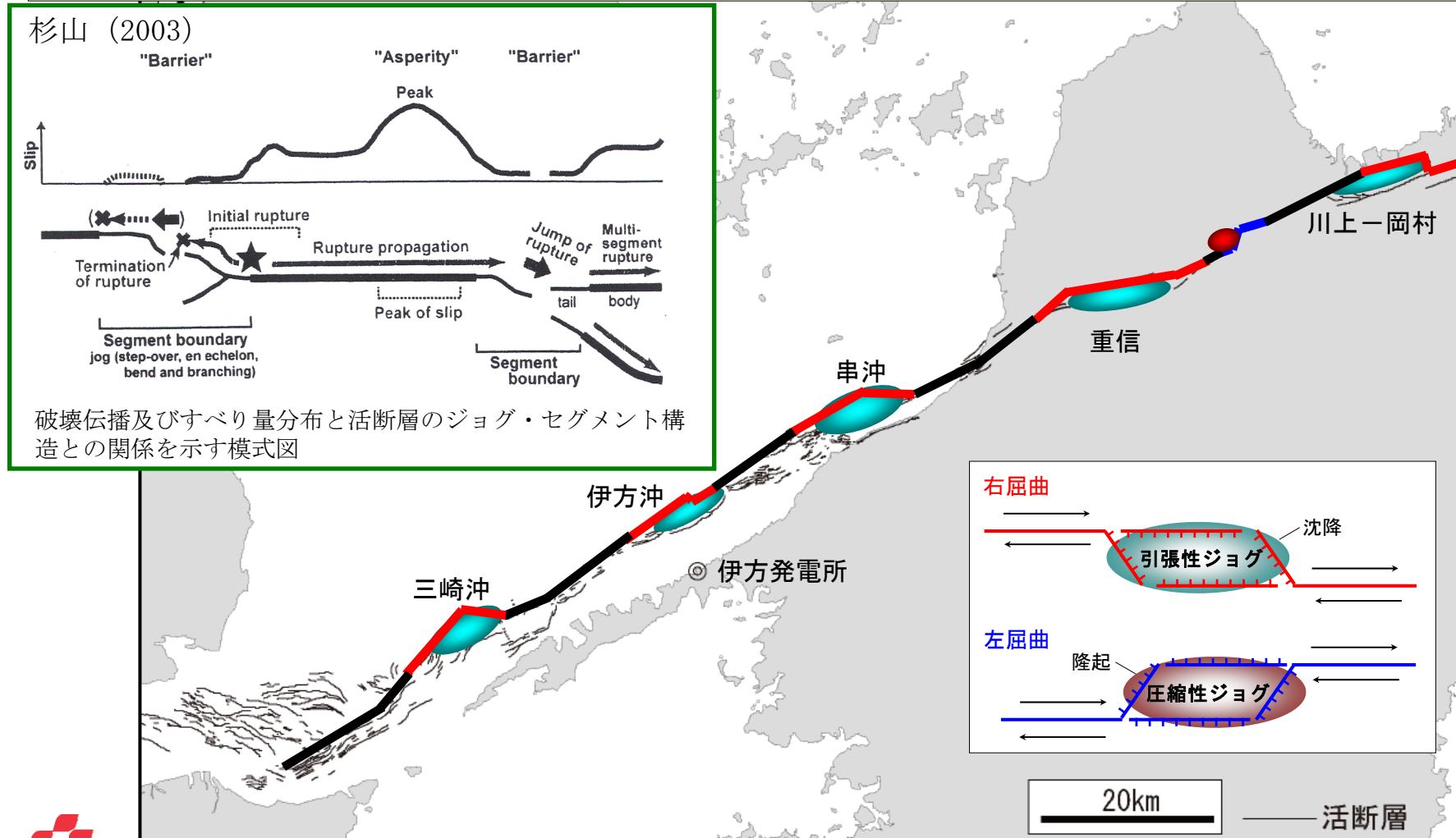
- ・古地震の破壊区間
- ・活動間隔
- ・最新活動時からの経過時間
- ・イベント時の断層変位量

四国北西部における中央構造線断層帯においては，断層形態や地質・地質構造に関する情報が豊富であるので，以下，（２）幾何学的，地質・構造地質学的セグメントに着目する。

※報告書には(1)地震セグメント，(3)挙動セグメントについても記述。

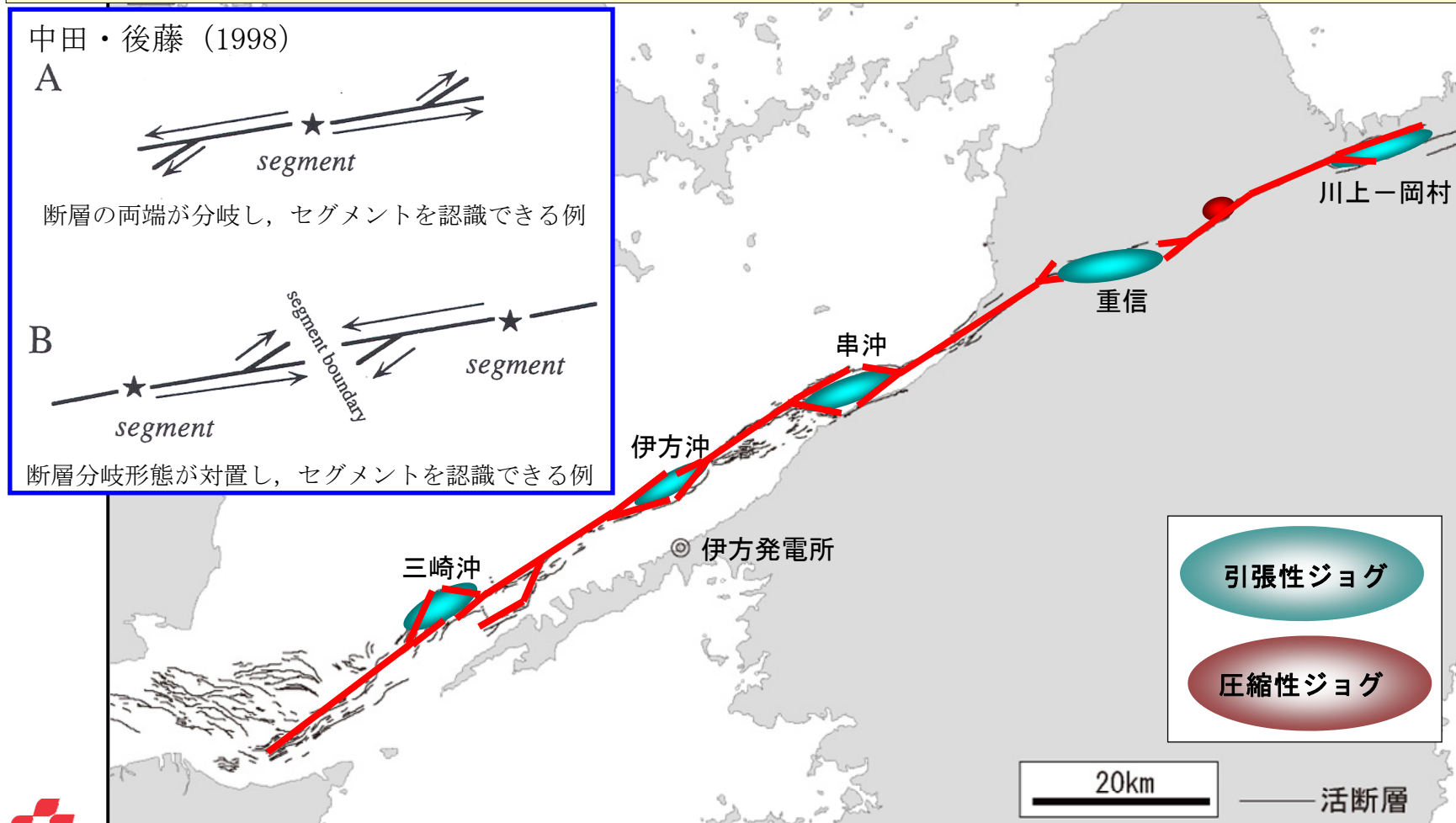
## 4. 2-2 断層の屈曲, ステップ

- 右屈曲は引張性ジョグ, 左屈曲は圧縮性ジョグと位置づけられる。
- 杉山 (2003) によると, 分岐, 屈曲, 雁行など断層形状の非単調性大きな「ジョグ」は衝撃に対して強く, 破壊を終息させる「バリア」と対応する。



## 4. 2-3 断層の分岐

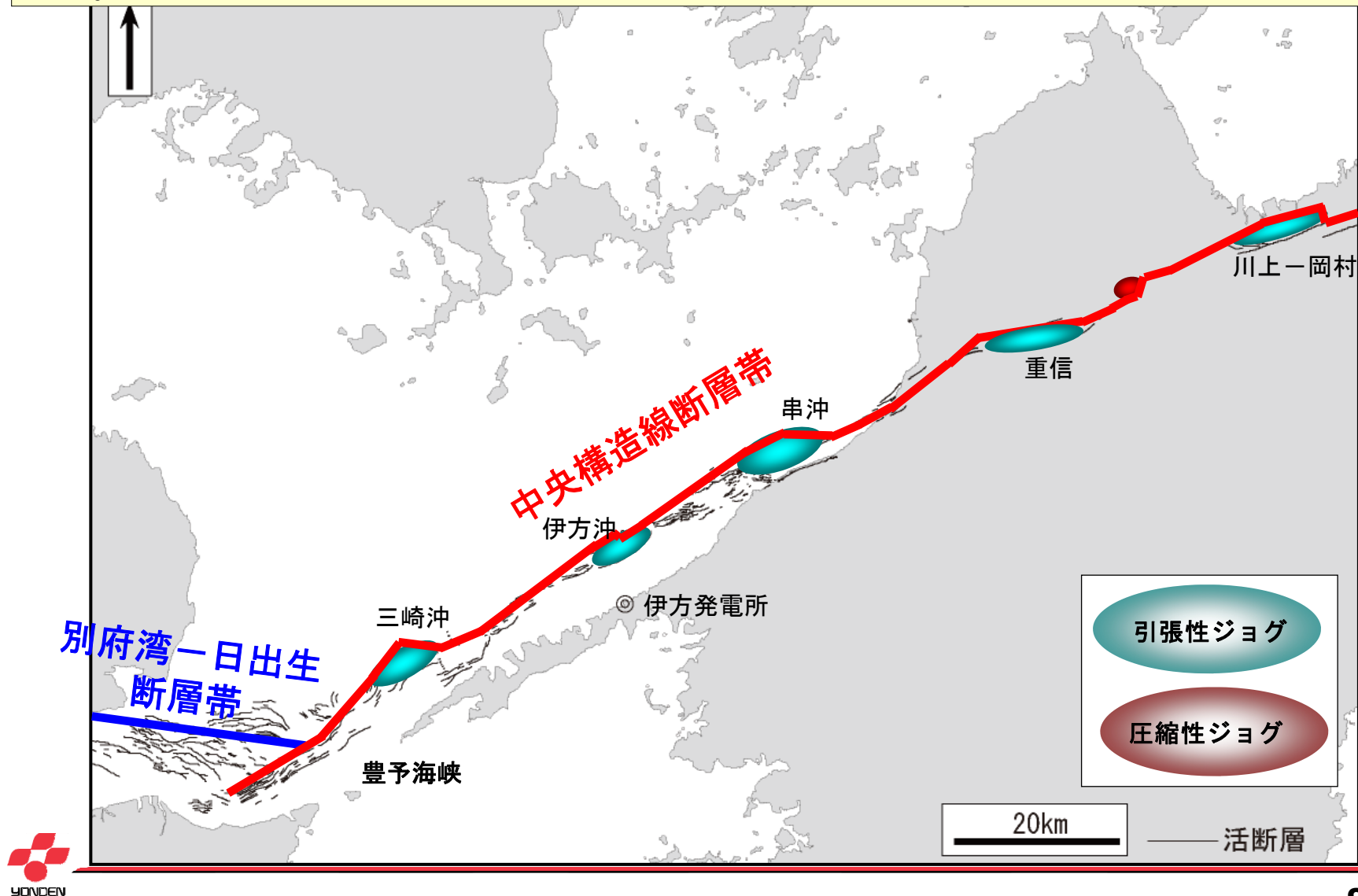
- 四国北西部の中央構造線断層帯においては、引張性ジョグと対応して、断層が分岐して対置する構造が各所にみられる。
- これらの引張性ジョグの断層分岐形態は中田・後藤（1998）がセグメント境界を推定する有力な指標としたものである。





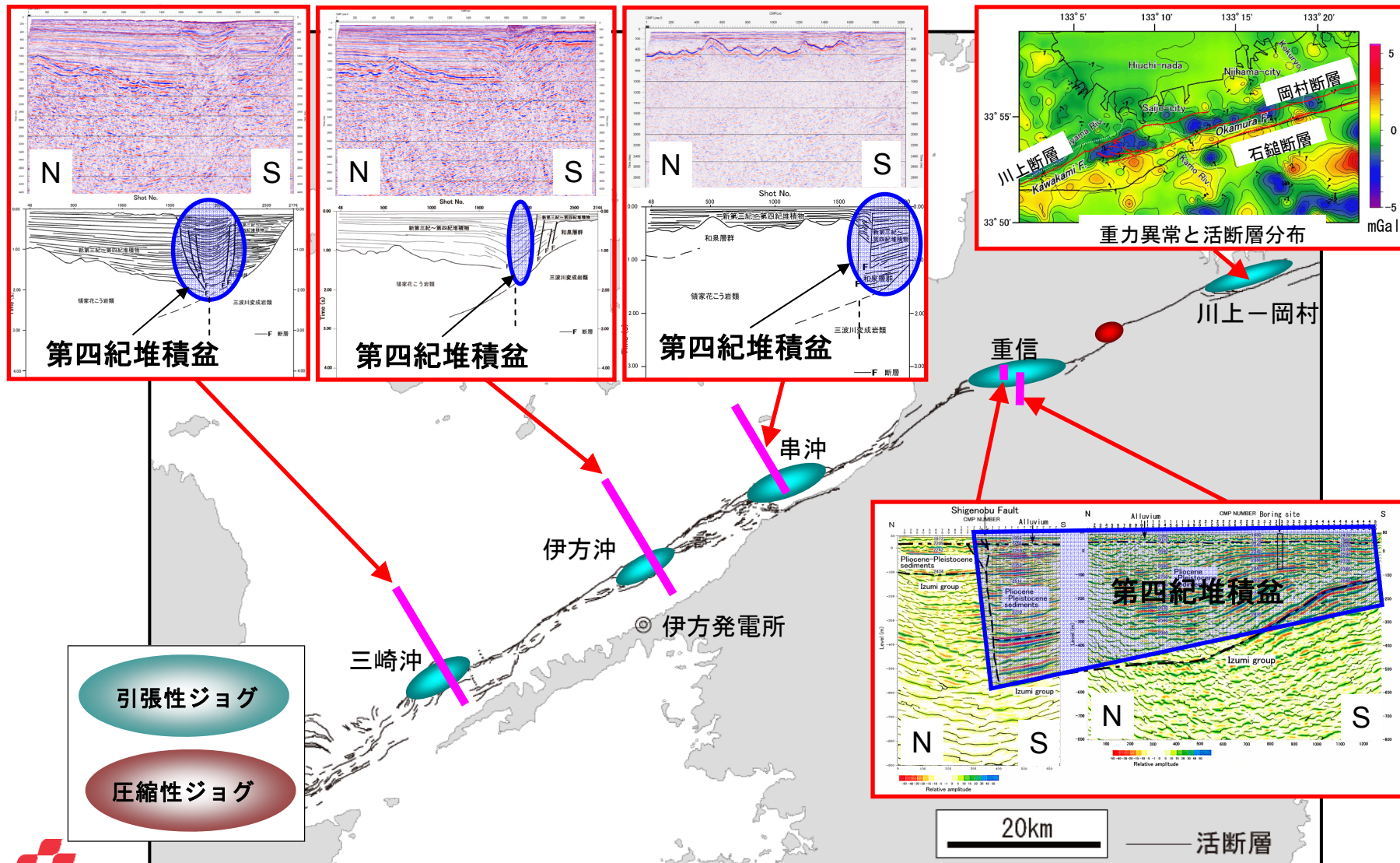
## 4. 2-4 他の断層との交差

○中央構造線断層帯は、豊予海峡北方で別府湾一日出生断層帯（別府湾活断層系）と交差する。



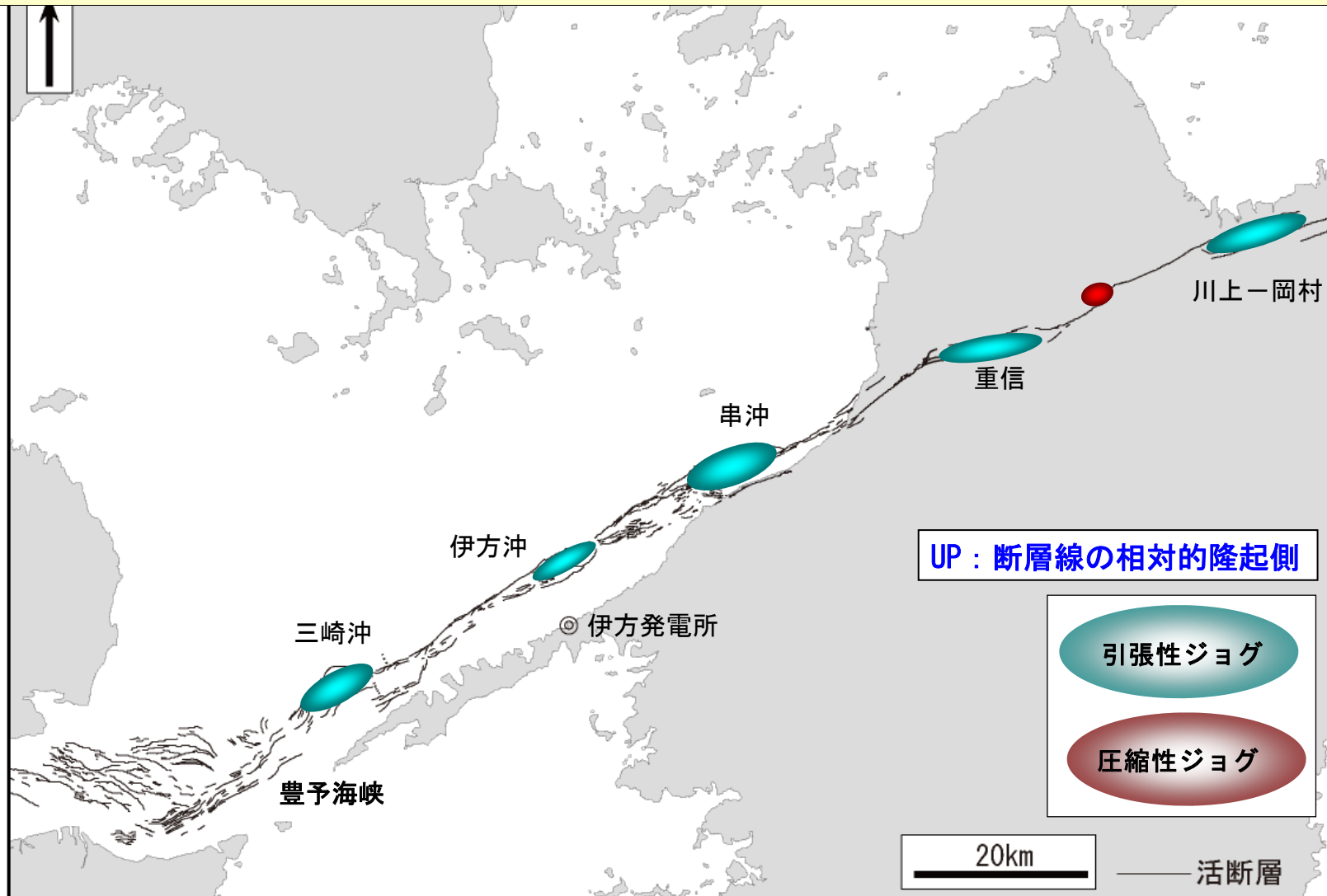
# 4. 2-5 第四紀堆積盆の存在

○深部構造調査によると、引張性ジョグの領域には第四紀堆積盆が存在する。

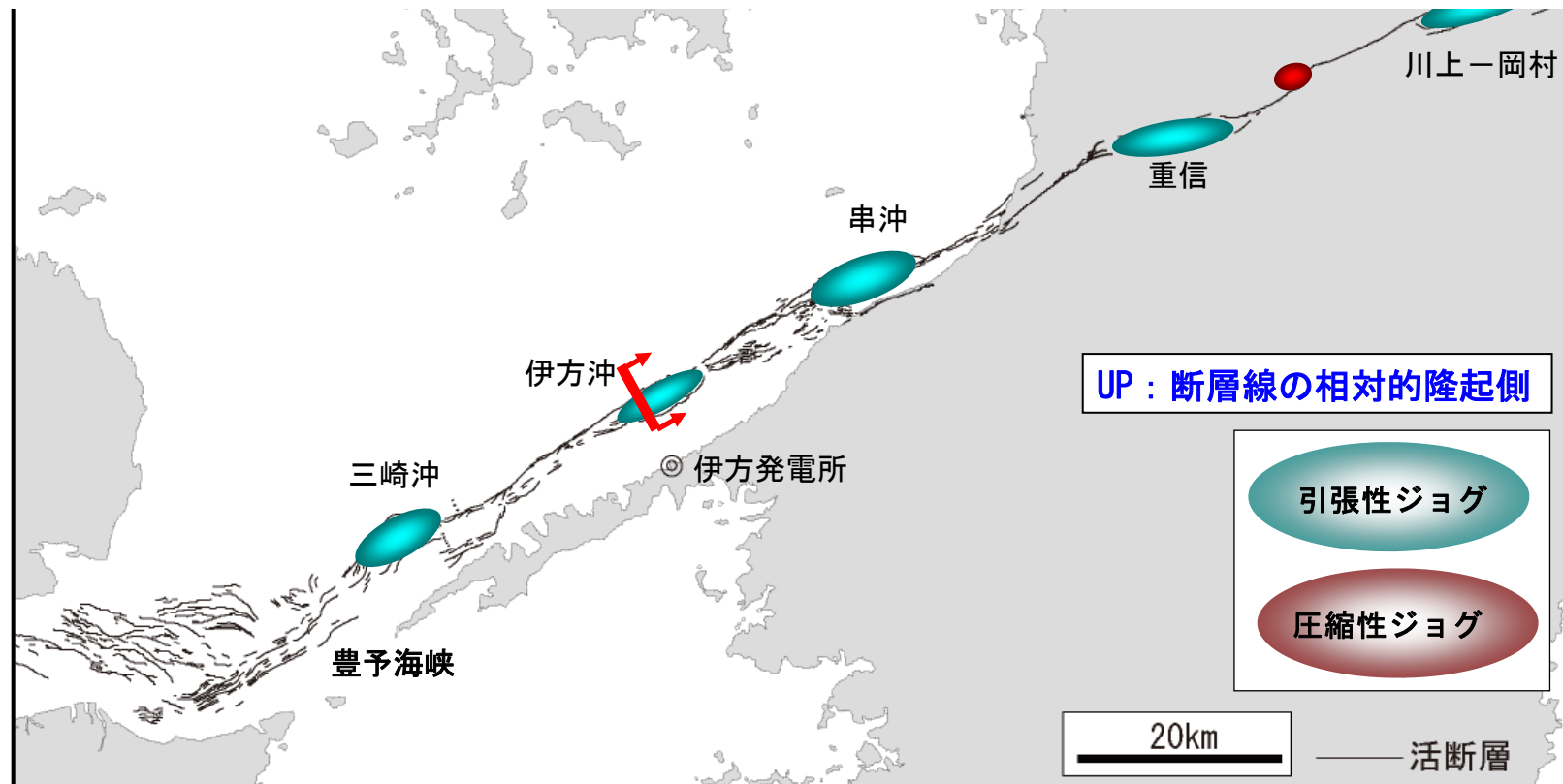
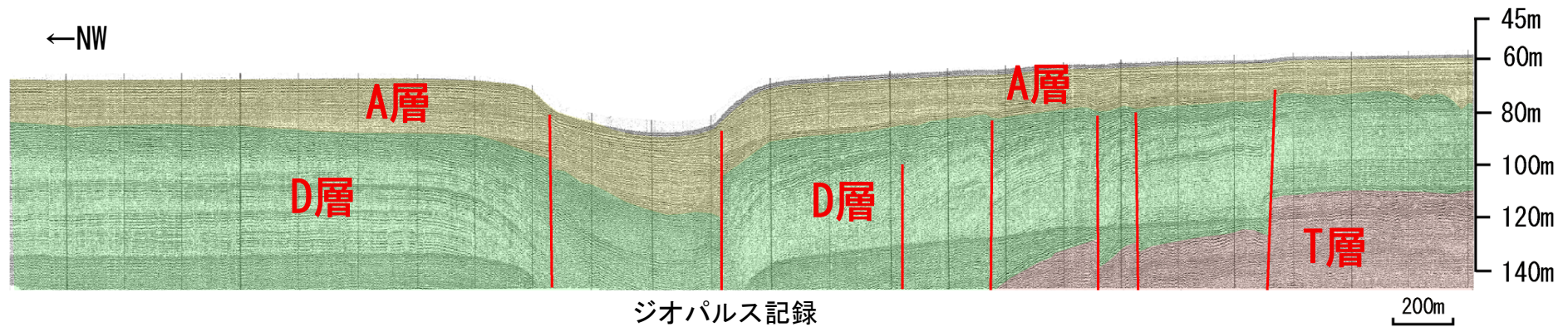


## 4. 2-6 断層の変位センス

○中央構造線断層帯の右横ずれに伴い、伊予灘には地溝とバルジが直線的に配列するが、断層帯全体として南北で縦ずれ変位は顕著でない。

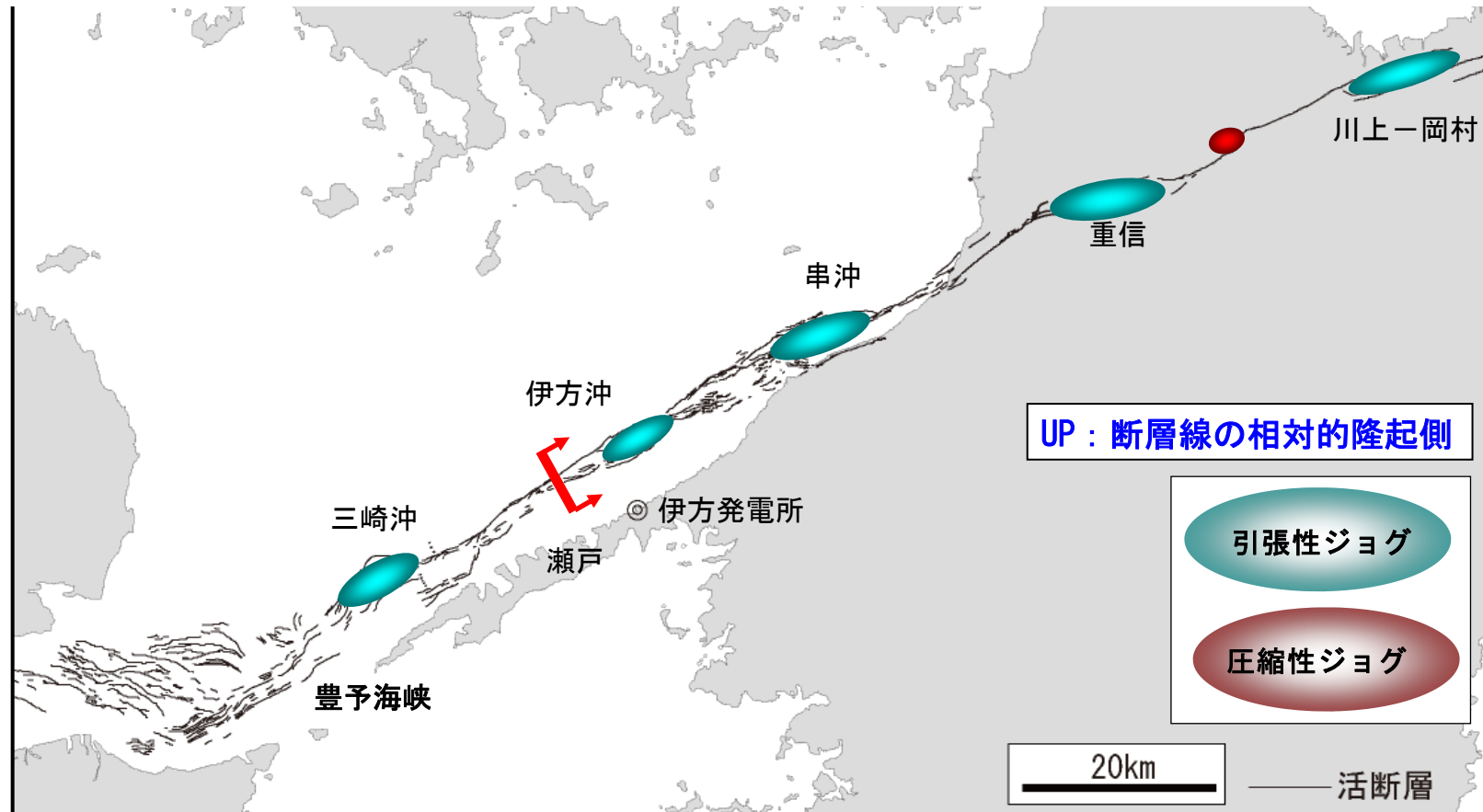
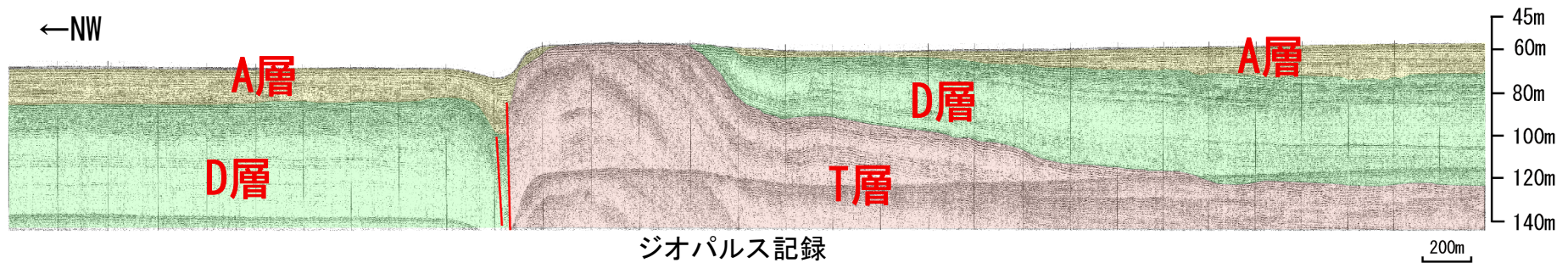


## 4. 2-7 断層の変位センス(伊方沖の地溝)



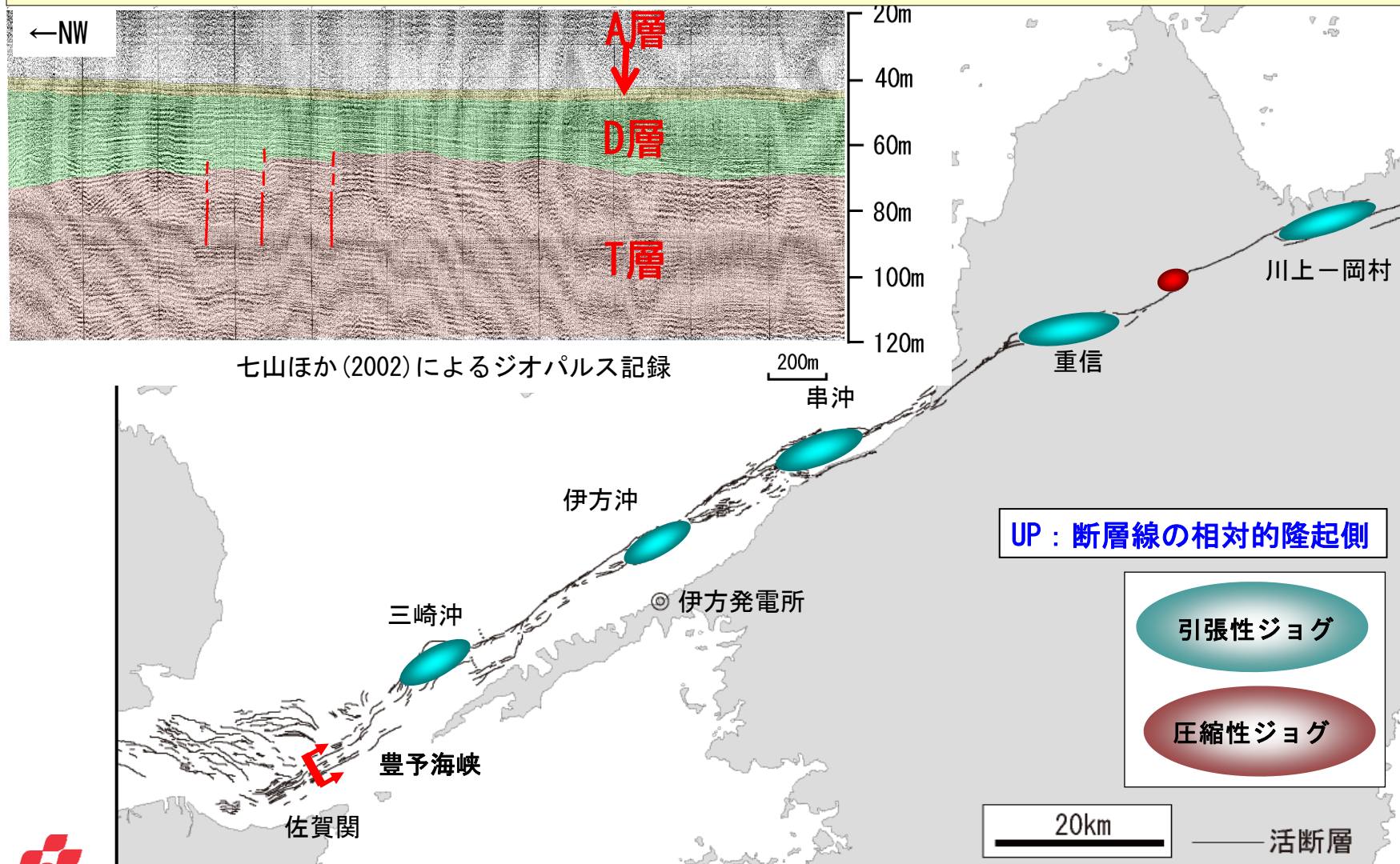


## 4. 2-8 断層の変位センス(瀬戸沖のバルジ)



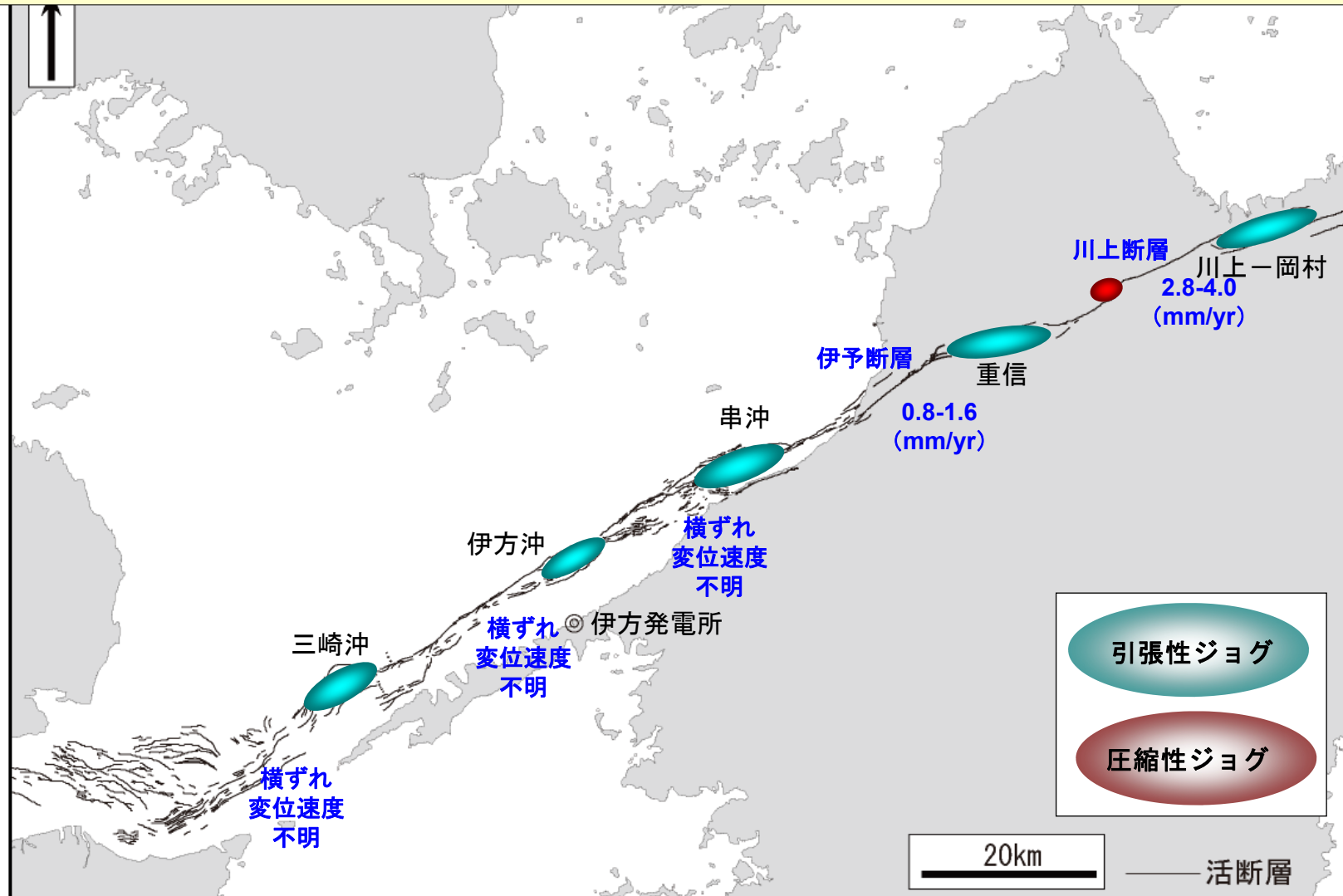
## 4. 2-9 断層の変位センス(佐賀関沖の断層群)

○豊予海峡以西では、正断層的な構造を伴う断層と横ずれ構造を伴う断層が混在し、全般に縦ずれ変位が小さく、やや北落ちの正断層が優勢である。



## 4. 2-10 横ずれ変位速度

○横ずれ変位速度は、四国東部で大きく西部へ向かって小さくなる。四国北西部陸域では川上断層と伊予断層で大きく異なり、引張性ジョグを境に顕著な差があるように見える。



# 4. 2-11 断層性状の整理

| 断層名<br>性状          |                | 豊予海峡<br>セグメント                  | 三崎沖<br>引張性<br>ジョグ                                       | 伊予灘<br>セグメント                 |         |     | 串沖<br>引張性<br>ジョグ | 伊予断層                 |                | 重信<br>断層            | 川上一小松<br>断層     |     |      |     |     |                |
|--------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|---------|-----|------------------|----------------------|----------------|---------------------|-----------------|-----|------|-----|-----|----------------|
| 海/陸                |                | 海                              |                                                         |                              |         |     |                  |                      | 陸              |                     |                 |     |      |     |     |                |
| 走向                 |                | 北東－南西                          |                                                         |                              |         |     |                  |                      | 東北東－西南西        |                     |                 |     |      |     |     |                |
| 活動様式               |                | 正断層<br>一部横ずれ断層含む               | 右横ずれ断層                                                  |                              |         |     |                  |                      |                |                     |                 |     |      |     |     |                |
| 縦ずれ変位の向き(落ち方向)     |                | 全般に北落ち優勢                       | 南落ちと北落ちの断層に挟まれた地溝・バルジの形成<br>(断層帯全体として南北で顕著な縦ずれ変位は見られない) |                              |         |     |                  |                      | 南              | 北                   | ギヤップ            | 南   | ギヤップ | 南   | 北   | 南              |
| 分布形態               |                | 並走配列<br>別府湾活断層系と斜交             | 右屈曲<br>(分岐)                                             | 分岐                           | 雁行配列    | 右屈曲 | 雁行配列             | 右屈曲<br>(分岐)          | 雁行配列           | 直線状                 | 分岐              | 右屈曲 | 直線状  | 左屈曲 | 直線状 | 直線状<br>岡村断層と並走 |
| 第四紀堆積盆             |                | 無                              | 有                                                       | 無                            | 有       | 無   | フルアパート<br>ベースン   | 無                    | フルアパート<br>ベースン | －                   |                 |     |      |     |     |                |
| 活動時期               | 最新             | 伊予セグメントや伊予灘セグメントより活動性が低いと推定される | －                                                       | 伊予セグメントと同程度以下の活動性と推定される      |         |     | 約6千年前以降          | 14世紀以降               | 11世紀以降         | 9世紀以降               |                 |     |      |     |     |                |
|                    | 1つ前            |                                |                                                         |                              |         |     | 約1万年前以降          | 2～3.5千年前<br>3.5～7千年前 | 6.2千年前～11世紀    | 1～8世紀<br>4.9千年前～3世紀 |                 |     |      |     |     |                |
|                    |                |                                |                                                         |                              |         |     |                  |                      |                |                     |                 | 2つ前 |      |     |     |                |
| 平均活動間隔(千年)         |                |                                |                                                         |                              | 3.3～5.0 | 2.5 | (3.5-4.0)※       | 1.0-1.4              |                |                     |                 |     |      |     |     |                |
| 変位                 | 横ずれ変位量(m/回)    |                                |                                                         |                              |         |     | －                | 2.0                  | 2.5            | 4.0                 |                 |     |      |     |     |                |
|                    | 横ずれ変位速度(mm/yr) |                                |                                                         |                              |         |     | －                | 0.8-1.6              | (0.6-0.7)※     | 2.8-4               |                 |     |      |     |     |                |
| 四国電力のセグメント区分(今回評価) |                | 豊予海峡セグメント<br>23km              | 三崎沖引張性ジョグ<br>13km                                       | 敷地前面海域の断層群<br>42km<br>▼伊方発電所 |         |     | 串沖引張性ジョグ<br>13km | 23km                 | 伊予セグメント        | 重信引張性ジョグ<br>12km    | 川上セグメント<br>36km |     |      |     |     |                |

①断層の屈曲、ステップ

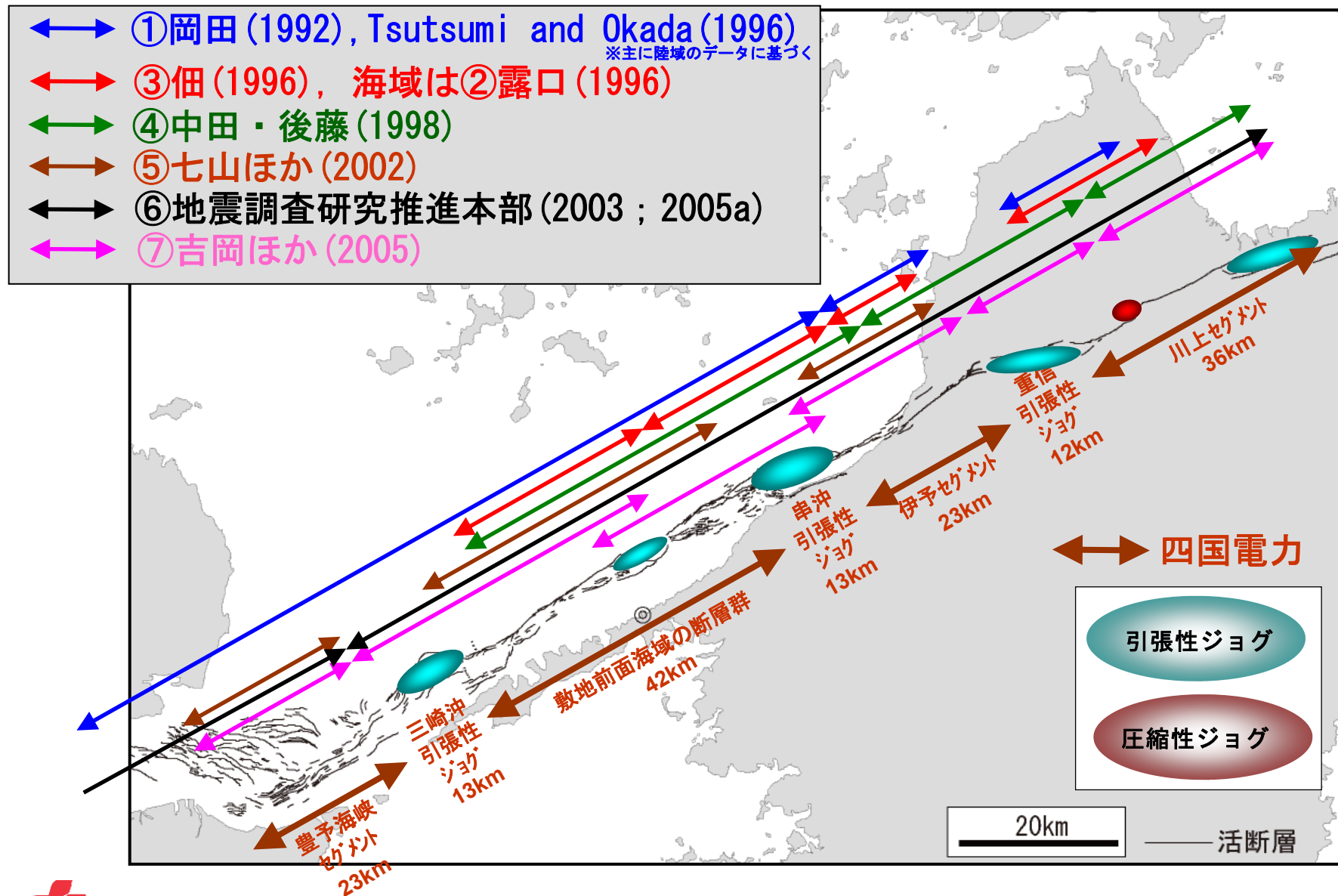
②断層の分岐  
③他の断層との交差

④第四紀堆積盆の存在  
⑤断層の変位センサス  
⑥横ずれ変位速度

※活動の見落としの可能性が指摘されているため、参考値扱いとする



## 4. 2-12 セグメント配置の整理

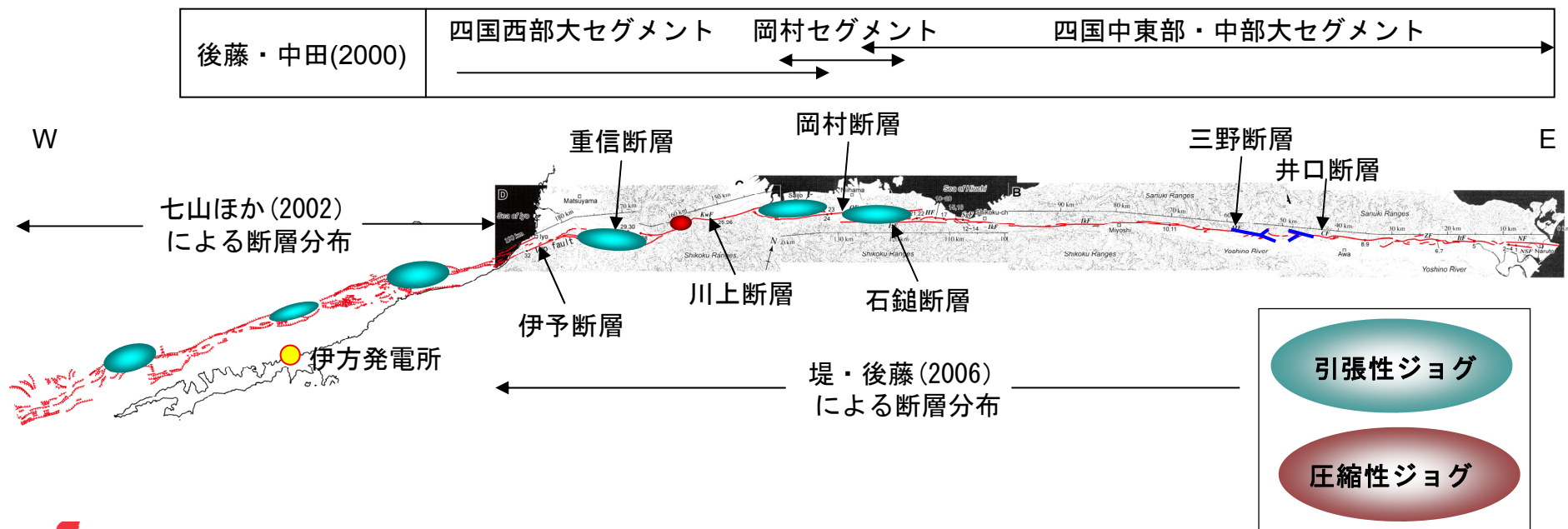


---

## 4. 3 四国全域のセグメント区分

## 4. 3-1 四国(全域)のセグメント区分

- 四国中部には断層帯が大きく右ステップする2つの大きな引張性ジョグ（石鎚断層と岡村断層の間、岡村断層と川上断層の間）が存在する。後藤・中田（2000）や地震調査研究推進本部（2003）はこれらを境界として大セグメントを区分している。
- 三野断層と井口断層の間に互いに近づく方向に向かって分岐する構造がみられ、当該箇所が後藤・中田（2000）によって小セグメントの境界とされているものの、四国中東部の中央構造線断層帯は概ね東西走向に非常に直線的な断層分布を示す。
- 四国中部の岡村断層以西では走向が東北東－西南西へ変わり、引張性ジョグによって各々数十kmのセグメントに区分される。



---

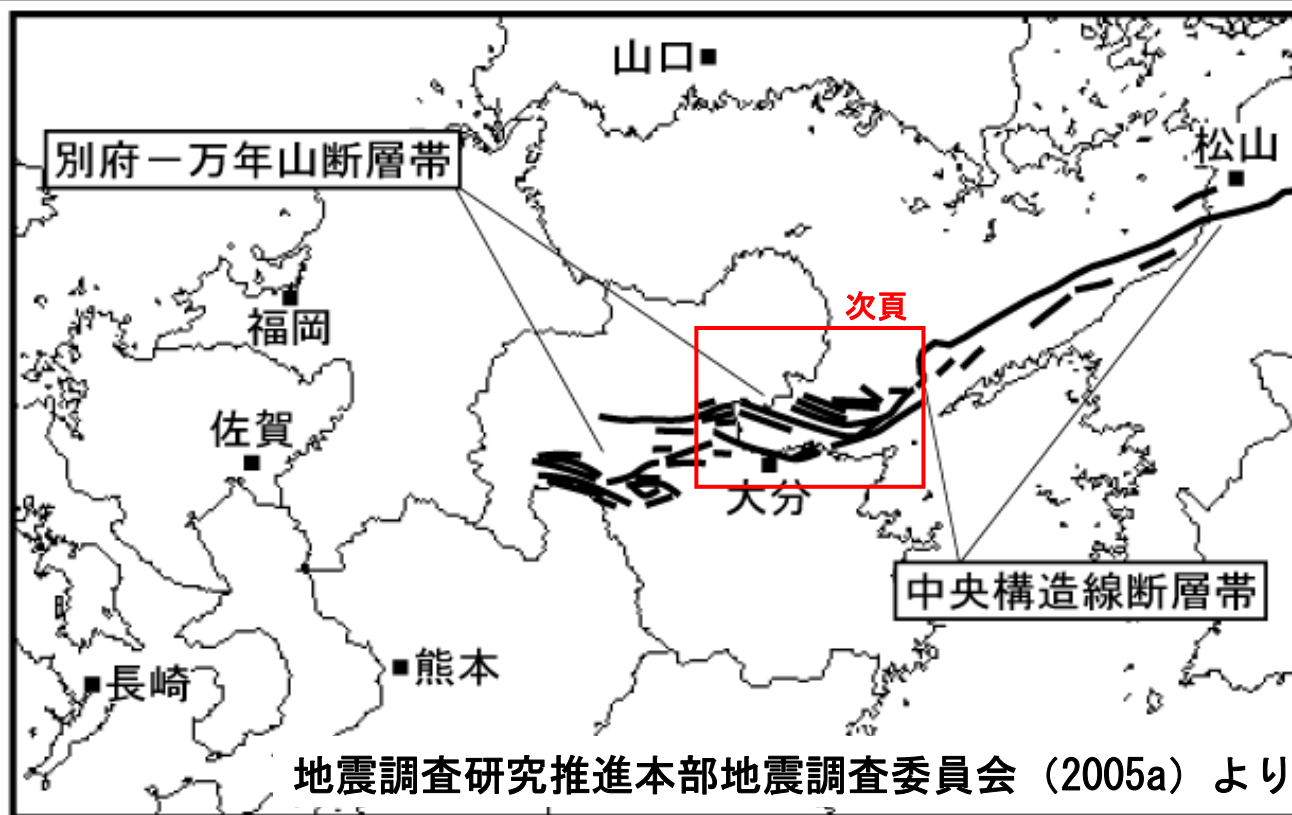
## 4. 4 三崎沖ジョグ西側の断層性状



## 4. 4-1 地震調査研究推進本部による評価

「中央構造線断層帯の長期評価について」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2003）より  
ここでは佐田岬北西沖を本断層帯の西端として評価したが，活動度がやや低いと推定される区間を経て断層はさらに西に延びており，九州の別府－万年山断層帯へと続いている。したがって，ここで評価した断層帯の西端付近については，さらに西側の断層との関係を再度検討する必要がある。

「別府－万年山断層帯の長期評価について」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005a）より  
別府－万年山断層帯の東端は，中央構造線断層帯に連続している可能性があることから，両断層帯の関係についても検討していく必要がある。



## 4. 4-2 豊予海峡～別府湾の活断層分布

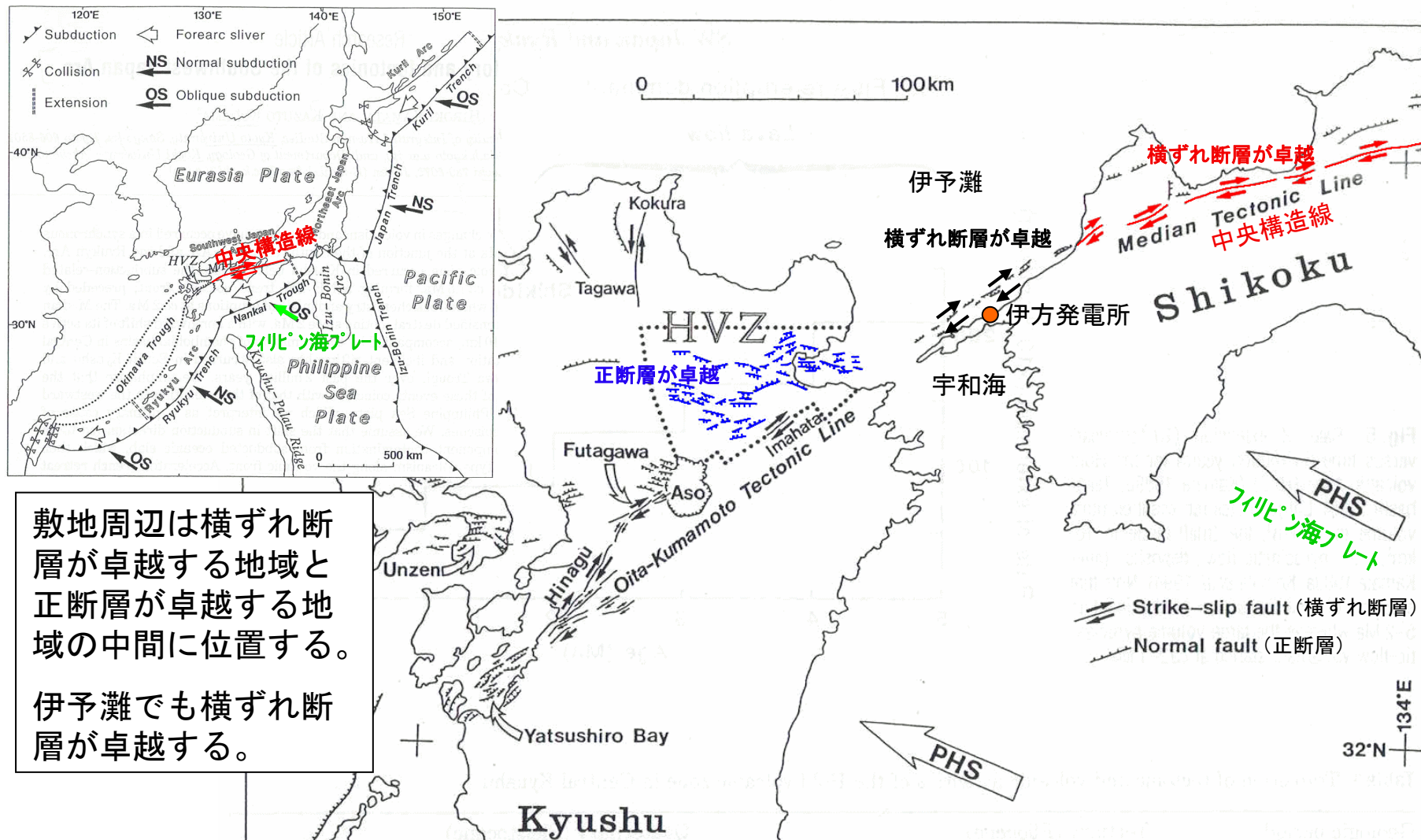
○別府湾～日出生断層帯は正断層であり、七山ほか（2002）の豊予海峡セグメントを含む。



- 1 : 大在沖地点    2 : 杵築沖北地点    3 : 杵築沖南地点    4 : 別府湾中央東地点    5 : 別府湾中央西地点    6 : 豊岡沖地点  
 7 : 亀川沖西地点    8 : 亀川地点    9 : 十文字原地点    10 : 目苅地点    11 : 猫ヶ岩山東地点    18 : 大野川河口右岸地点  
 19 : 大野川右岸地点    20 : 日岡地点    21 : 芸術会館地点    22 : 大分川左岸地点    23 : 府内城址地点    24 : 朝見地点    25 : 堀田地点  
 (調査地点12-17及び26-38は図2-2参照)  
 A-D : 反射法弾性波探査測線    A : 文献20    B : 文献4    C, D : 文献12  
 ◎ : 断層帯の東端と西端    ⊕ : 活動区間の両端  
 断層の位置は文献6, 7, 9, 13, 14, 17に基づく。  
 基図は国土地理院発行数値地図200000「中津」「大分」を使用。

地震調査研究推進本部  
地震調査委員会（2005a）より

## 4. 4-3 敷地周辺のテクトニクスの概要(再掲)

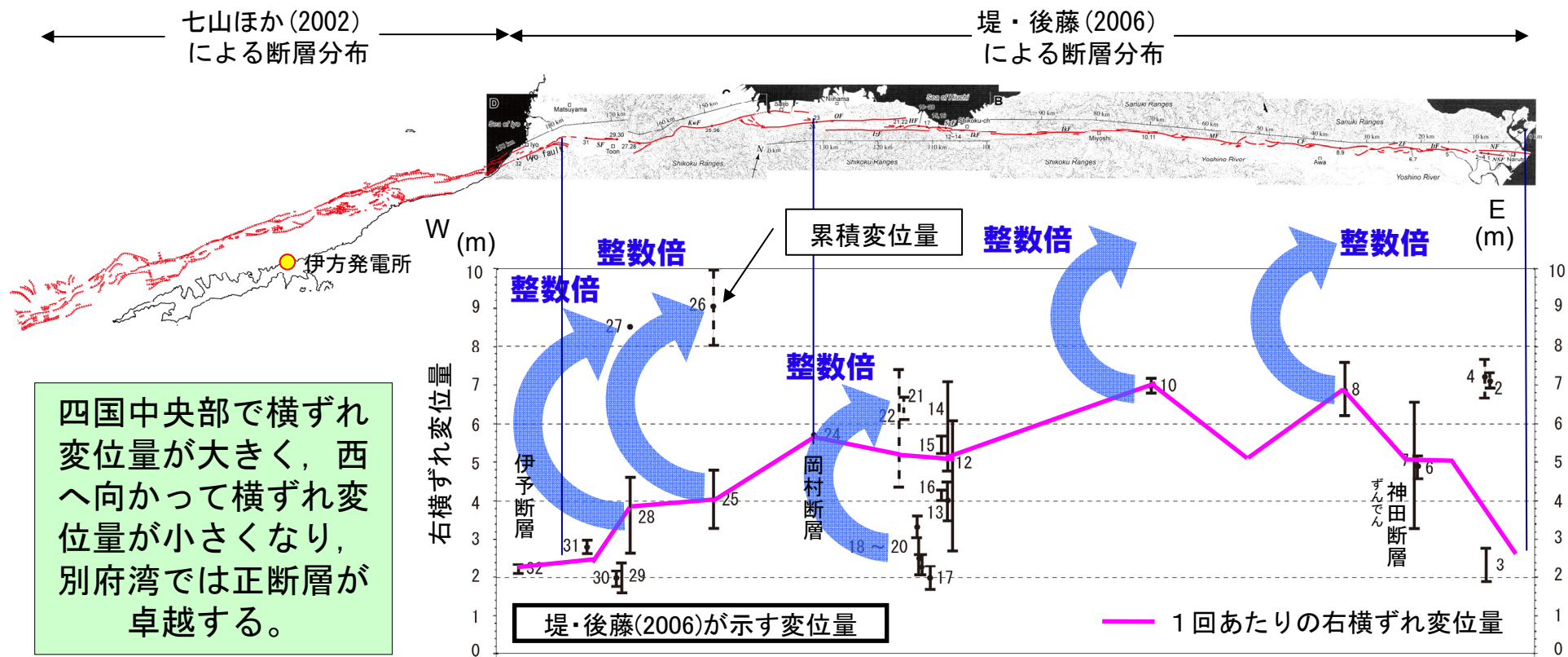


『「Volcanic history and tectonics of the Southwest Japan Arc」 Kamata, H and Kodama, K, The Island Arc, 8, 393-403, 1999』に加筆



## 4. 4-4 中央構造線断層帯の右横ずれ変位量

○堤・後藤（2006）によると，四国陸域の中央構造線断層帯は，「地震ごとに破壊領域が変わるとしても，断層ごとに固有の変位量をもつ傾向は認められる。」こと，「変位量の大きな傾向として，神田（ずんでん）断層から岡村断層に至る区間で最新活動に伴う変位量が5 m以上と大きく，その東西で変位量が小さくなる傾向が認められる。」ことが示されている。





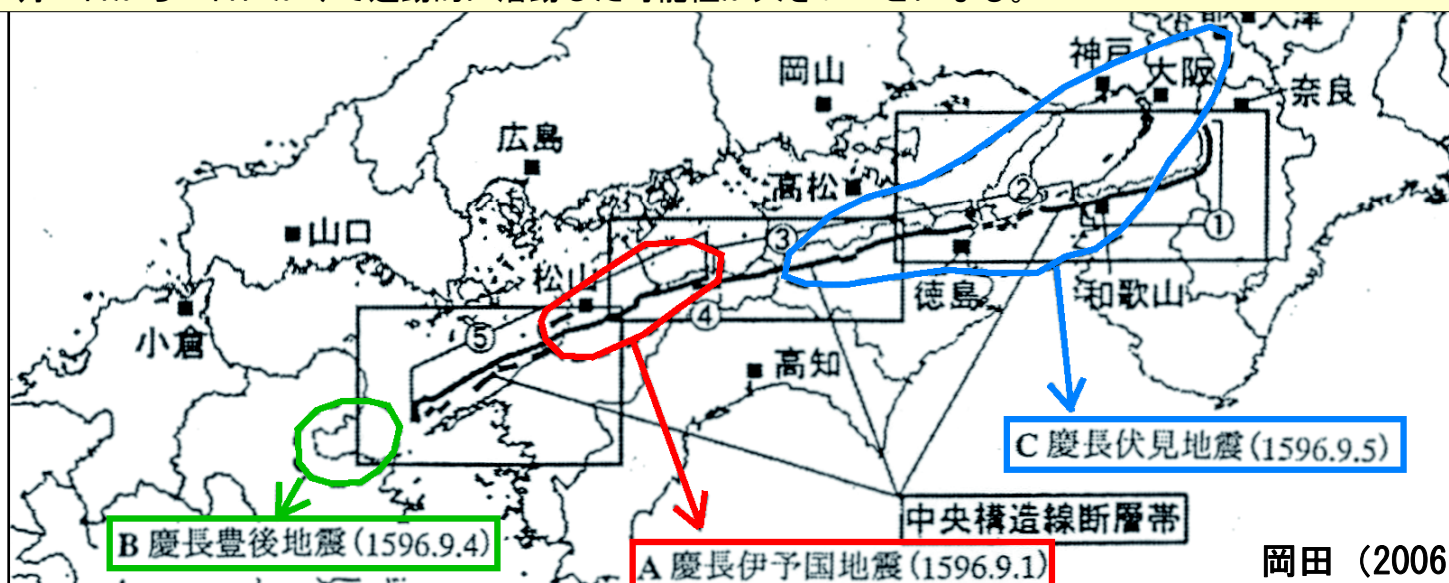
## 4. 4-5 歴史地震

どの程度の規模の地震がどの活断層から発生したのか現状では結論を出すには至っていない。

「中央構造線断層帯の長期評価について」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2003）より  
四国東端の鳴門市付近から愛媛県伊予市を経て伊予灘の佐田岬北西沖付近に至る区間では，16世紀に最新活動が起こったと推定される。（歴史地震との関係については，記載なし）

「別府－万年山断層帯の長期評価について」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005a）より  
別府湾－日出生断層帯東部の最新活動時期は1596年の慶長豊後地震と推定される。

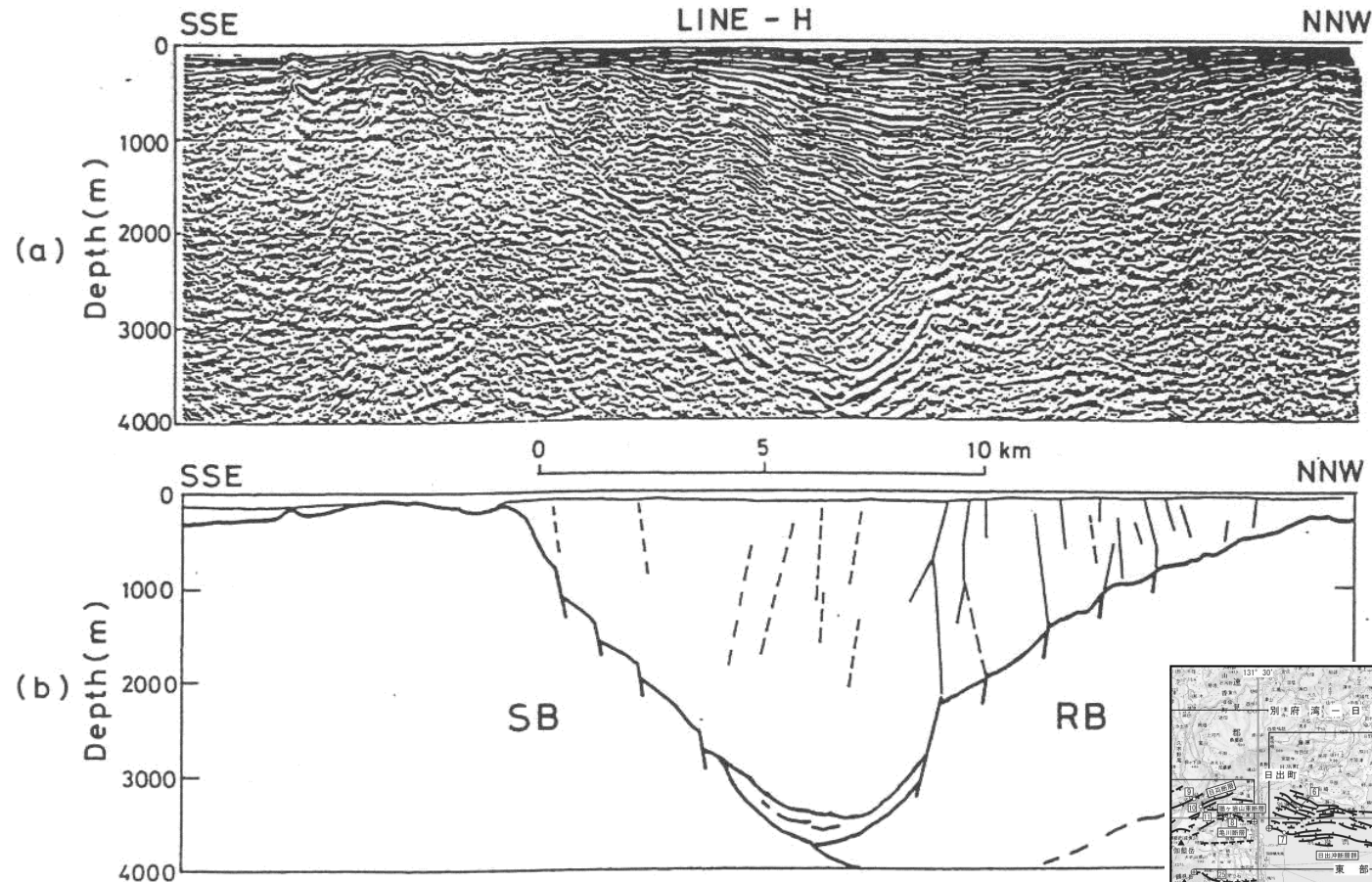
「活断層で発生する大地震の連動・連鎖」（岡田，2006）より  
9月1日に最初に川上断層が活動し，次いで9月4日に別府湾内の活断層帯が動いて，豊後地震を引き起こした。さらに，9月5日に六甲・淡路島や有馬－高槻断層帯が活動して，慶長伏見地震を引き起こしたことになる。四国中央部～東部にかけての地域では，地震による被害記録は無いが，現段階でのトレンチ調査結果から推測しても，ほぼ四国全域の中央構造線断層帯が9月1日から5日にかけて連動的に活動した可能性が大きいことになる。



岡田（2006）に一部加筆

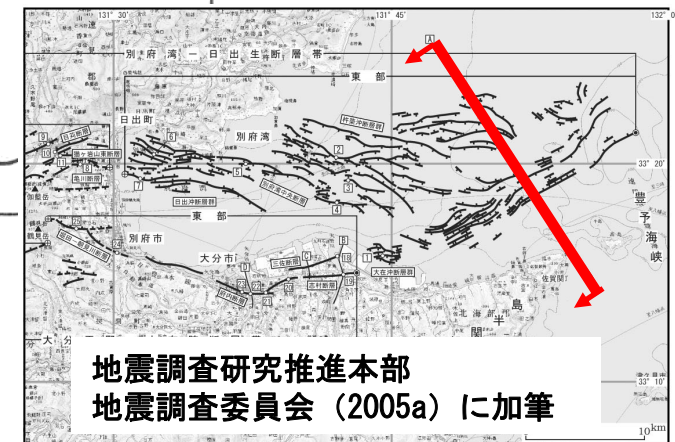
## 4. 4-6 豊予海峡付近の深部地下構造

エアガン断面（由佐ほか，1992）



「反射法地震探査と重力測定による別府湾の地下構造」（由佐ほか，1992）

領家帯基盤の上方に断層が多い。そのいくつかは基盤から海底面まで堆積層全体を切っており、また、基盤の断裂と連続しているものもある。これに反し、南側の三波川基盤の上方においては、地層の乱れがめだち、はっきりした断層は認めがたい。



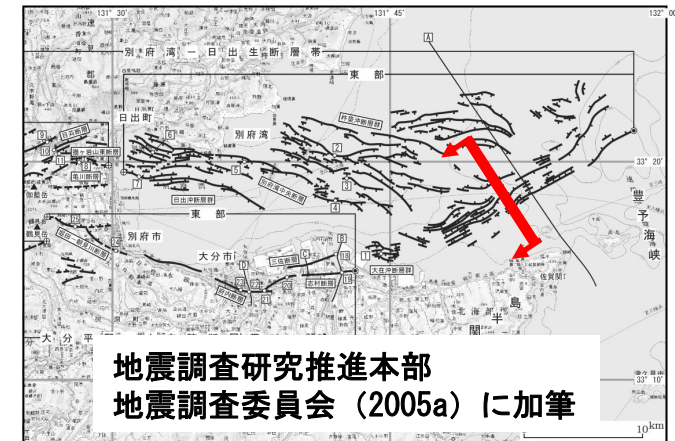
地震調査研究推進本部  
地震調査委員会（2005a）に加筆

# 4. 4-7 豊予海峡付近の浅部地下構造

「伊予灘～佐賀関沖MTL活断層系の広域イメージングとセグメント区分」(七山ほか, 2002)

領家帯上の活断層群は, その分布位置と走向から, 別府湾活断層系に属すると考えられ, 完新統に変位を及ぼし多くは海底の変位・変形を伴っている。

豊予海峡セグメントには, 正断層的な構造を伴う断層と横ずれ構造を伴う断層が混在する。これらは完新統や海底面に変位を及ぼしていないものも多く, 本セグメントの活動性が伊予セグメントや伊予灘セグメントよりも低いことを示唆する。

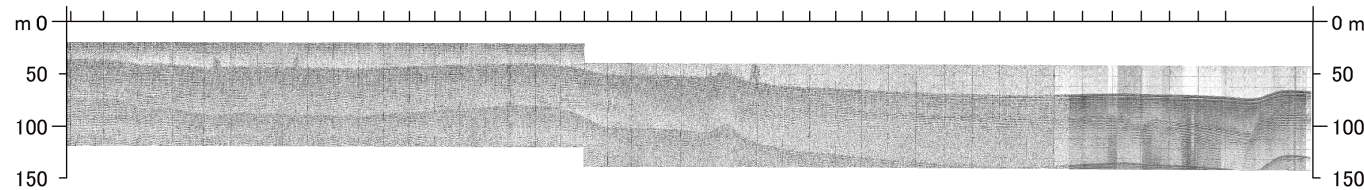


[佐賀関半島]

SE ←

ジオパルス記録 (産業技術総合研究所)

→ NW



[佐賀関半島]

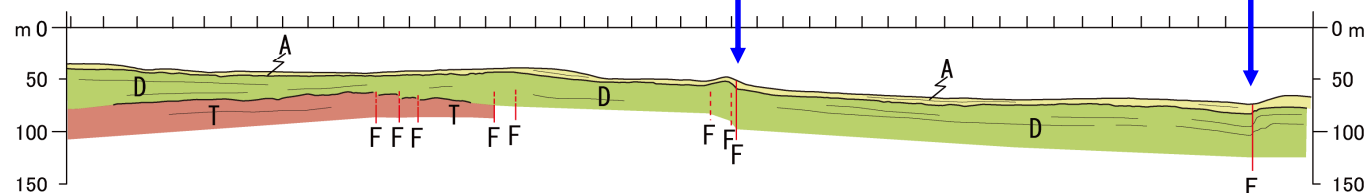
SE ←

豊予海峡セグメント  
に属する活断層群

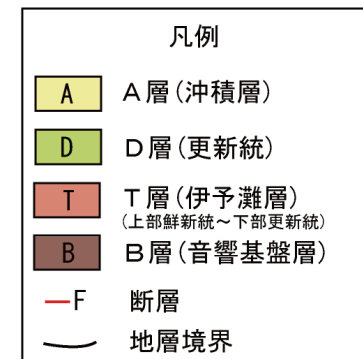
別府湾活断層系

別府湾活断層系

→ NW



0 5 km  
縦:横=10:1  
5° 10° 20°





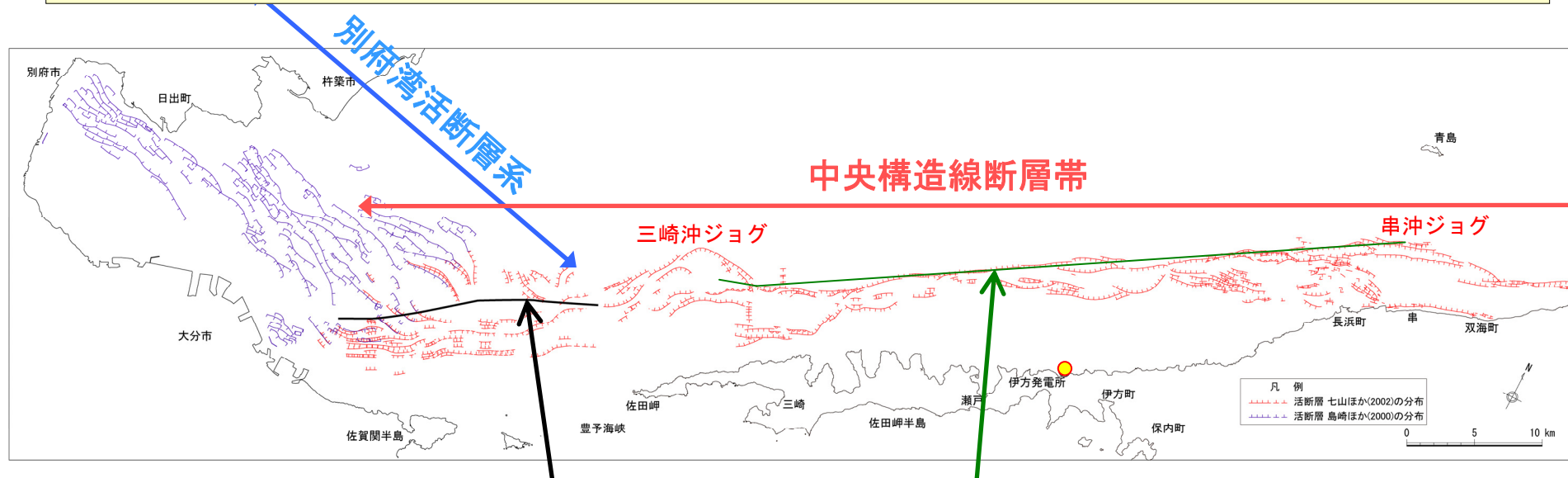
## 4. 4-8 領家帯／三波川帯の境界と活断層分布

### 【三崎沖ジョグの東側】

領家帯／三波川帯の境界の真上に中央構造線断層帯に属する活断層が直線的な分布を示す。この直線的な分布を示す断層群が完新統や海底面に最も明瞭な変位を及ぼす主断層であり、その南側に副次的な断層を伴う。

### 【三崎沖ジョグの西側】

領家帯／三波川帯の境界は、北方の別府湾活断層系分布域と南方の中央構造線断層帯分布域の境界と概ね一致する。別府湾活断層系が完新統や海底面に明瞭な変位を及ぼすのに対して、中央構造線断層帯は完新統や海底面に変位を及ぼさないものが多い。



領家帯／三波川帯の境界  
(由佐ほか, 1992)

領家帯／三波川帯の境界



---

## 5. 断層傾斜角

**5. 1 中央構造線の深部構造に関する知見**

**5. 2 重力逆解析結果**

**5. 3 アトリビュート解析結果**

**5. 4 総合評価**

---

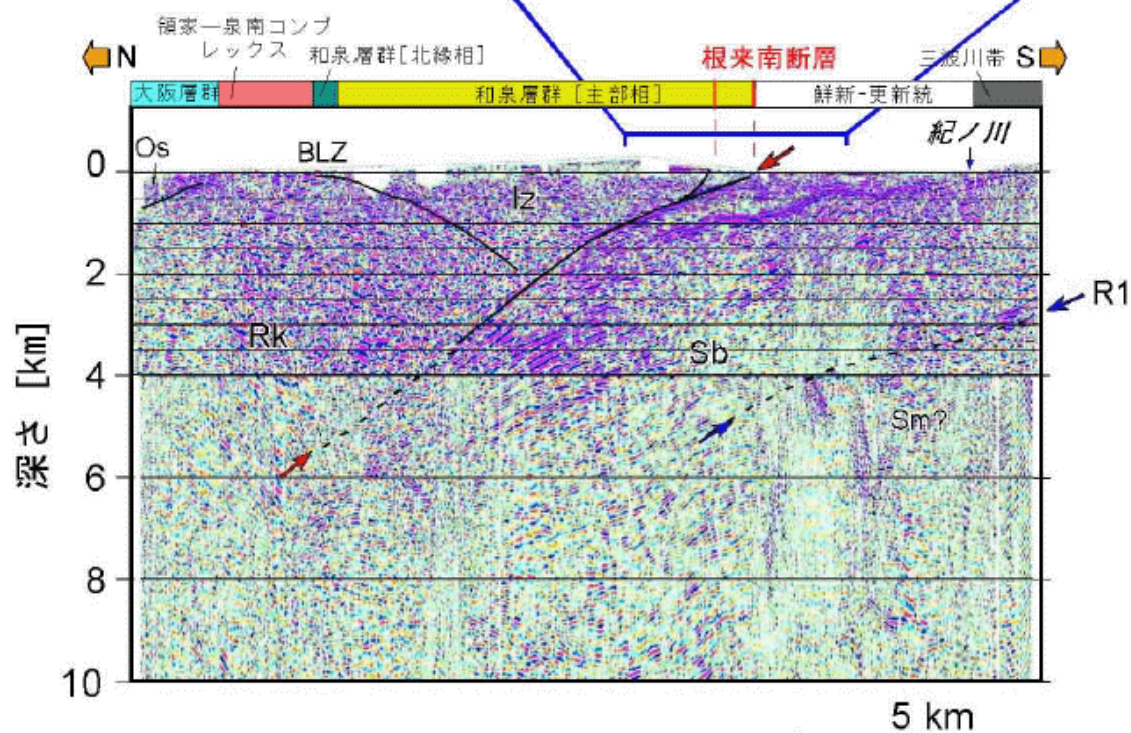
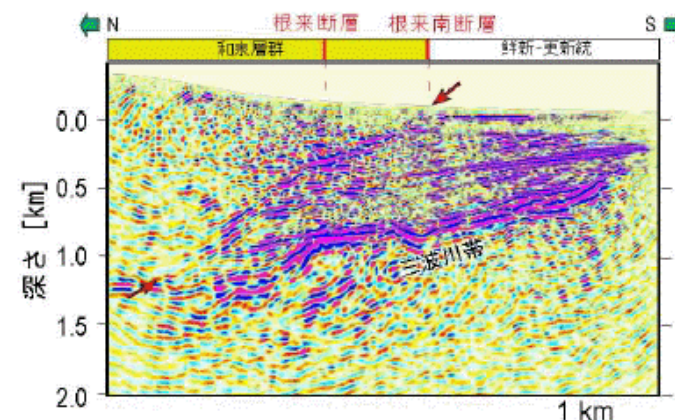
## 5. 1 中央構造線の深部構造に関する知見

# 5. 1-1 紀伊半島における深部構造(佐藤ほか, 2006)

「和泉山脈地殻構造探査(和泉測線2006)」佐藤 比呂志・平田 直・岩崎 貴哉・瀧  
 瀧 一起・伊藤 潔・伊藤 谷生・笠原 敬司・加藤 直子・新井 隆太, I 地震動(強い  
 揺れ)の予測「大都市圏地殻構造調査研究」, 大都市大震災軽減化特別プロジェク  
 ト 平成18年度 成果報告書, 21-86, 2006



北傾斜の地質境界  
 断層が確認される。

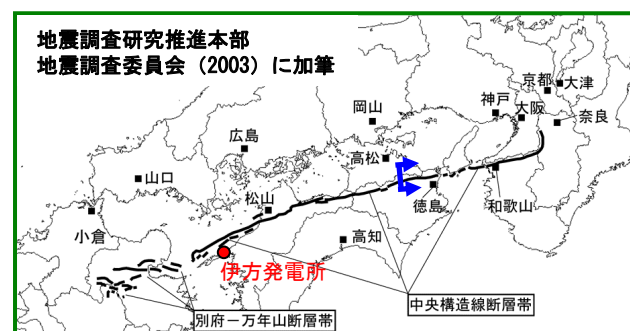
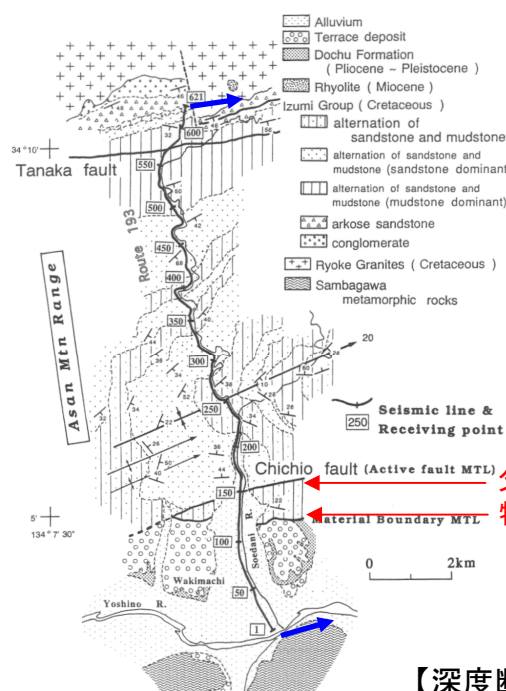




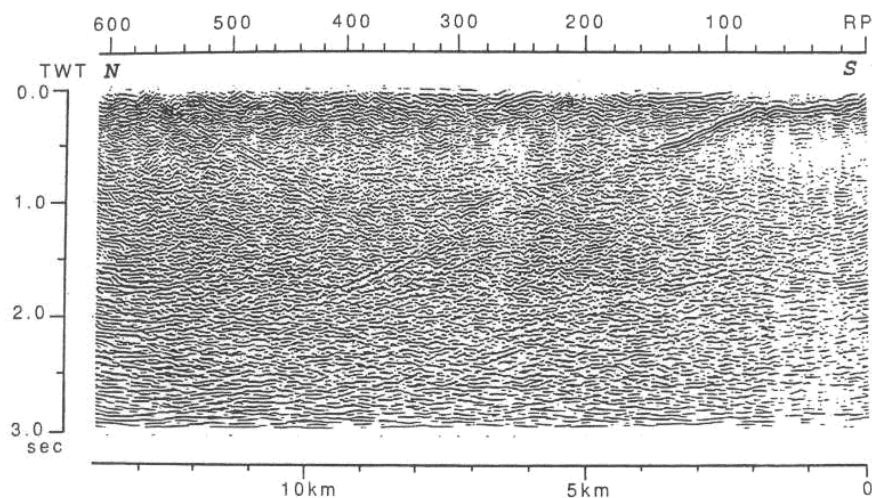
# 5. 1-2 四国東部における深部構造(伊藤ほか, 1996)

「四国中央構造線地下構造の総合物理探査」伊藤谷生・井川 猛・足立幾久・伊勢崎修弘・平田直・浅沼俊夫・宮内崇裕・松本みどり・高橋通浩・松澤進一・鈴木雅也・石田啓祐・奥池司郎・木村 学・國友孝洋・後藤忠徳・澤田臣啓・竹下徹・仲谷英夫・長谷川修一・前田卓哉・村田明広・山北 聡・山口和雄・山口 寛, 地質学雑誌, 102, 4, 346-360, 1996

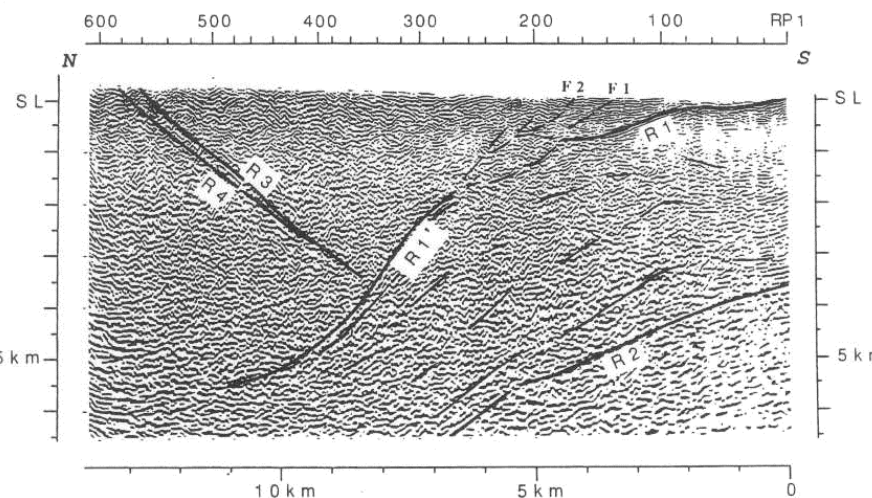
北傾斜の地質境界  
断層が確認される。



【時間断面】



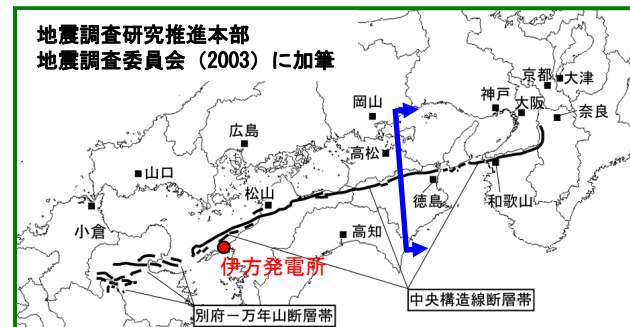
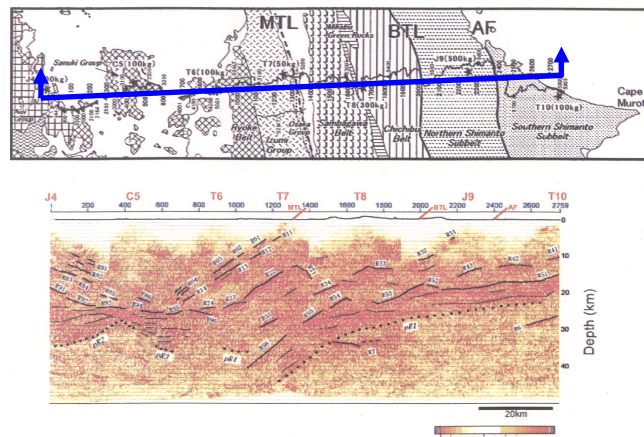
【深度断面】



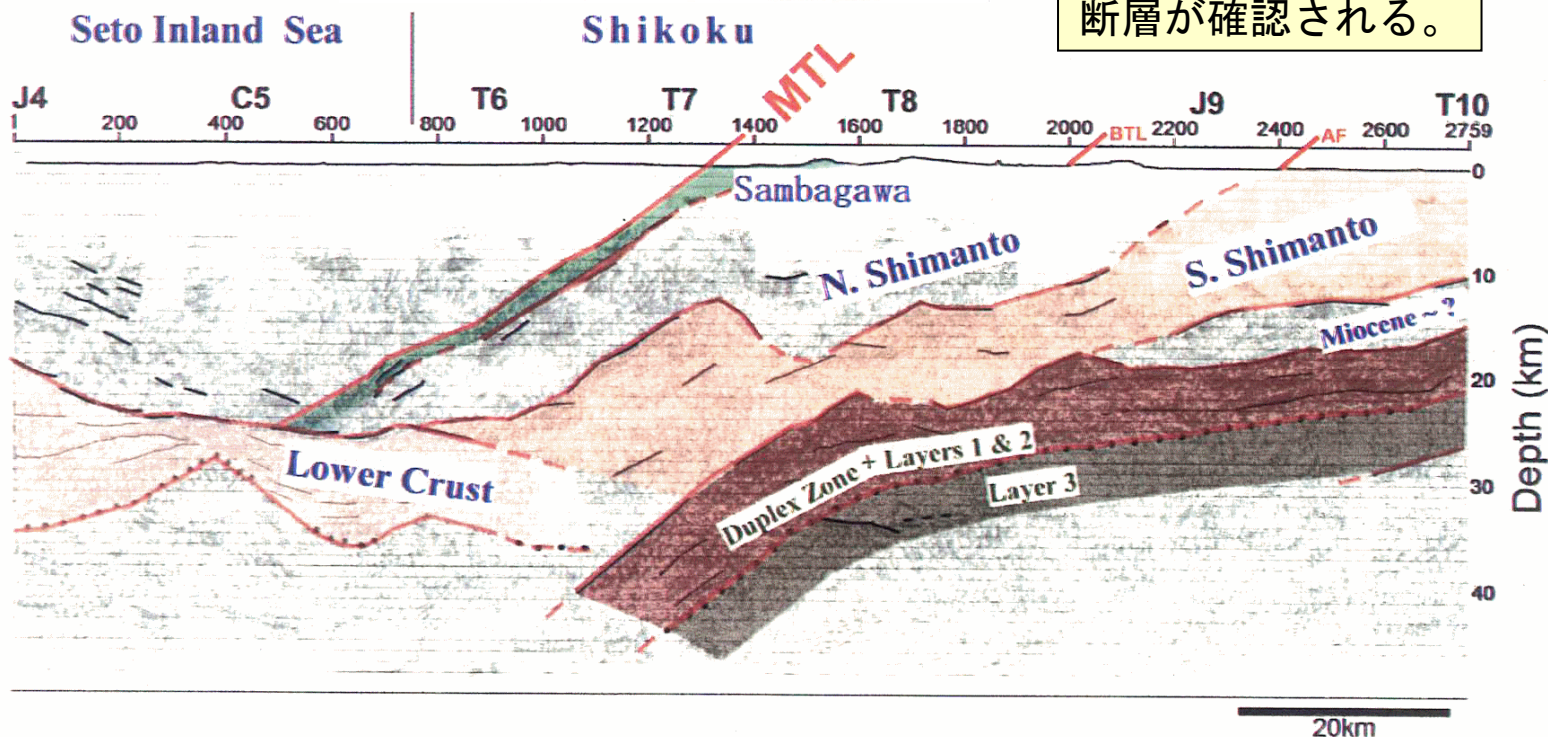


# 5. 1-3 四国東部における深部構造(佐藤ほか, 2005)

「西南日本外帯の地殻構造：2002年四国一瀬戸内海横断地殻構造探査の成果」佐藤比呂志・児島悠司・村田明広・伊藤谷生・金田義行・大西正純・岩崎貴哉・於保幸正・萩野スミ子・狩野謙一・河村知徳・蔵下英司・越谷 信・高須 晃・竹下 徹・津村紀子・寺林 優・豊原富士夫・中島 隆・野田 賢・橋本善孝・長谷川修一・平田 直・宮内崇裕・宮田隆夫・山北 聡・吉田武義・Steven Harder・Kate Miller・Galen Kaip・小澤岳史・井川 猛, 地震研究所彙報, 80, 53-71, 2005



北傾斜の地質境界  
断層が確認される。



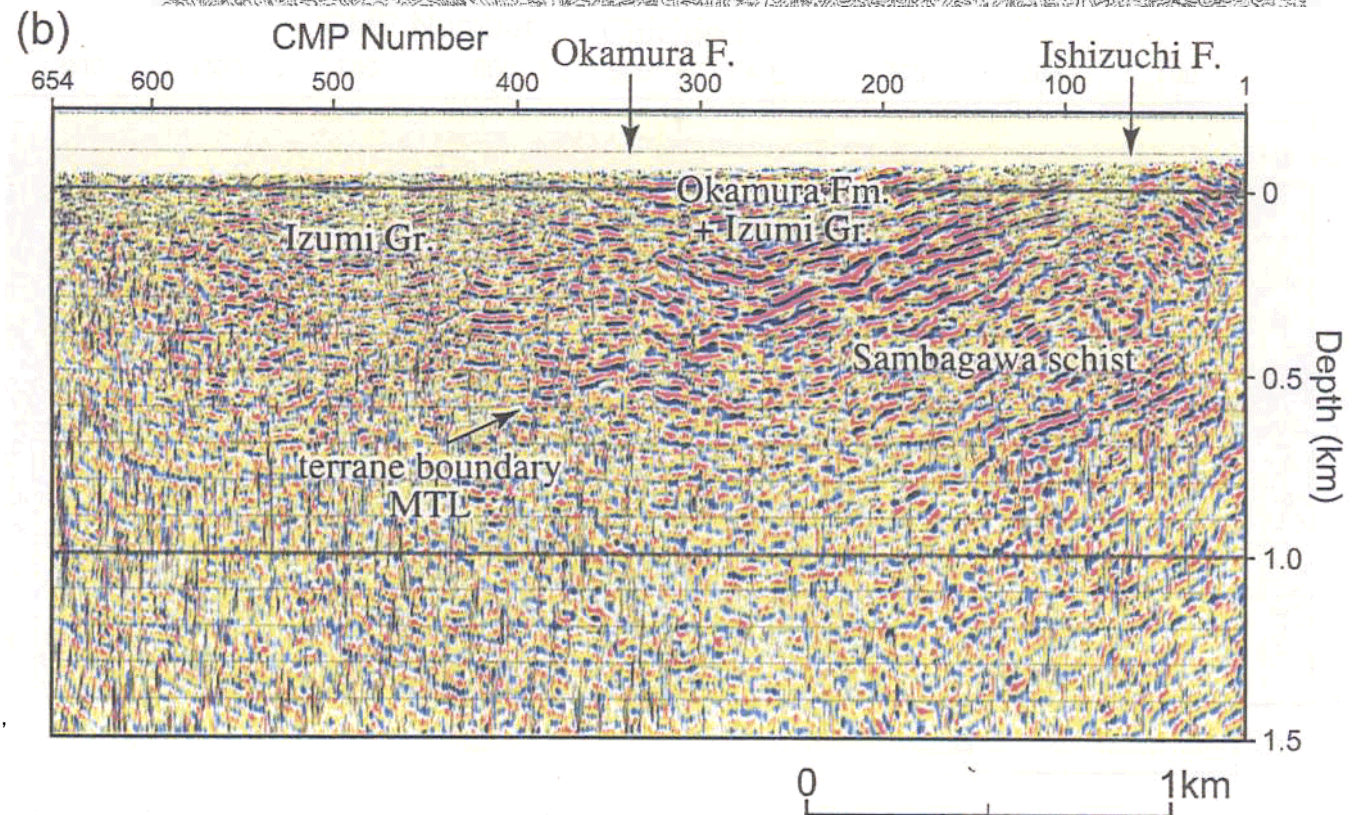


# 5. 1-4 四国中央部における深部構造(堤ほか, 2007)



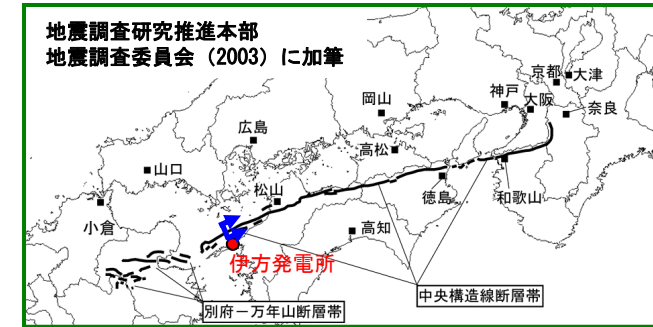
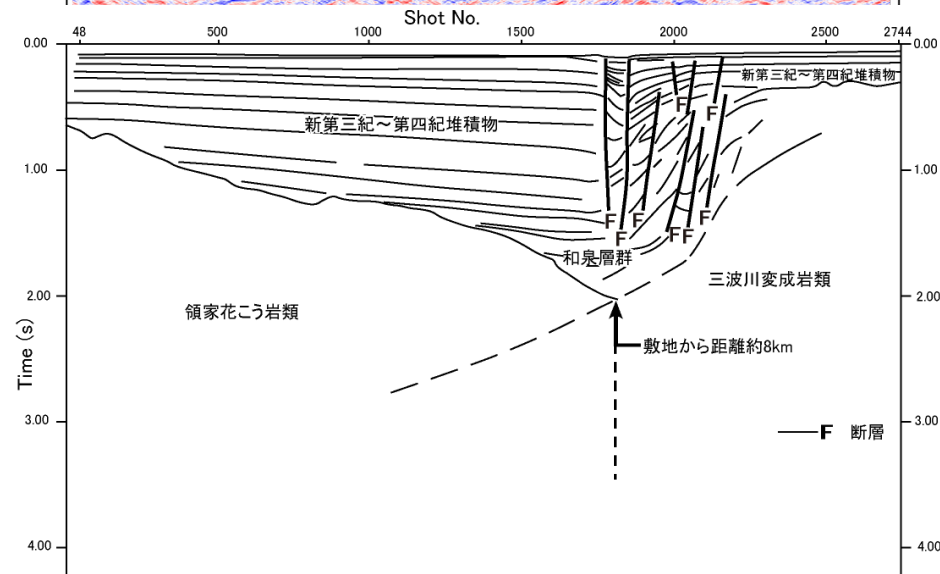
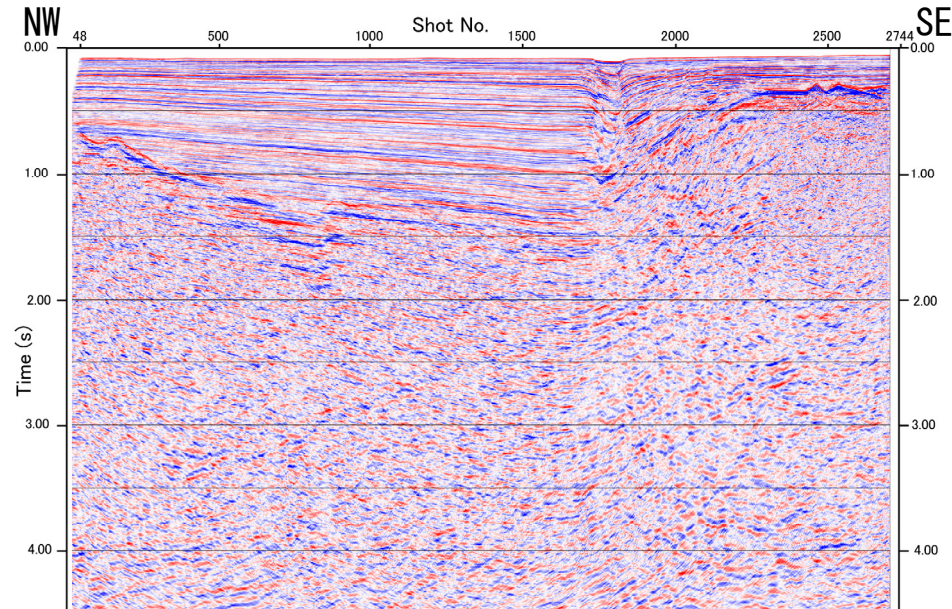
北傾斜の地質境界  
断層が確認される。

「四国の中央構造線断層帯の浅層反射法  
地震探査 - 2002年新居浜測線と2003  
年阿波測線 -」堤 浩之・戸田 茂・今  
村朋裕・石山達也・河村知徳・佐藤比呂  
志・宮内崇裕・加藤 一・隈元 崇・武  
田麻美・山本彰吾, 地震研究所彙報, 82,  
105-117, 2007

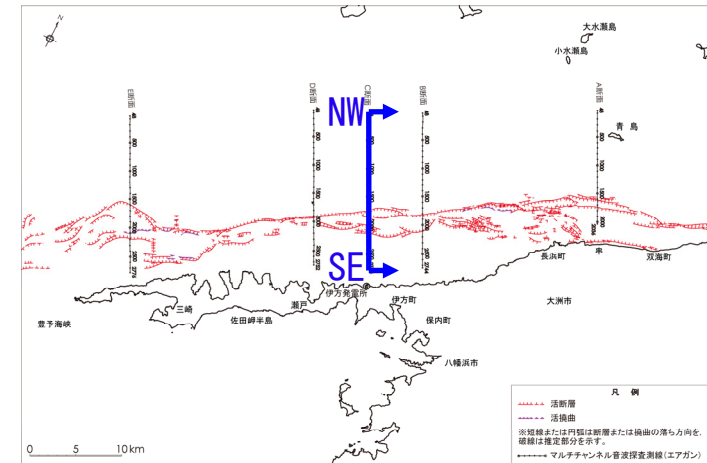




# 5. 1-5 伊予灘における深部構造(伊方沖)



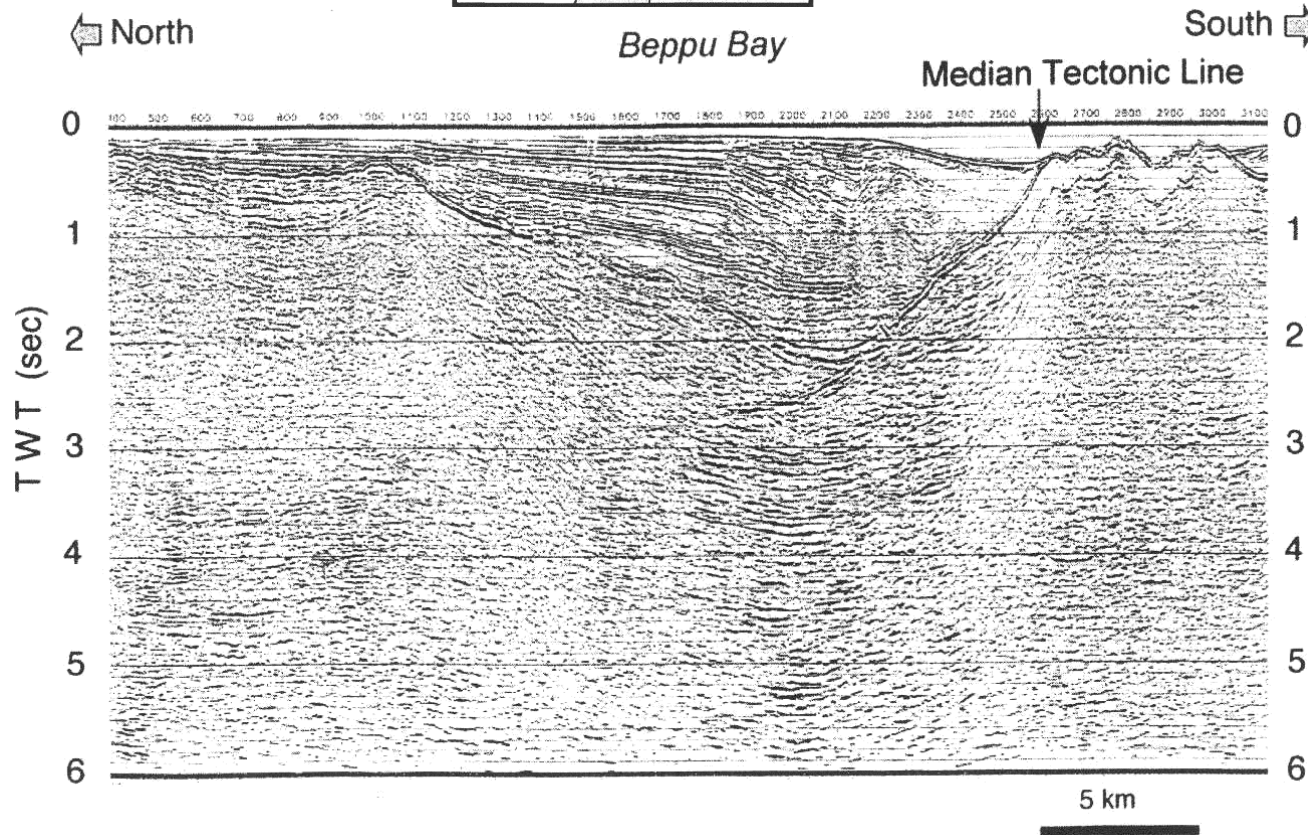
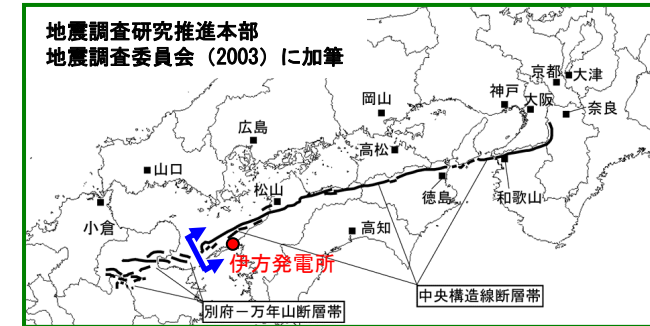
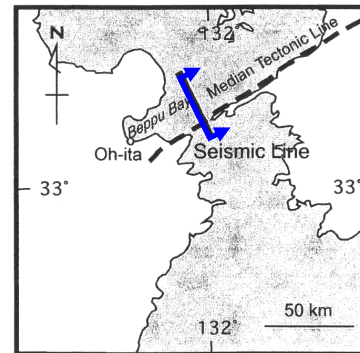
北傾斜の地質境界  
断層が示唆される。



# 5. 1-6 豊予海峡における深部構造(佐藤ほか, 2001)

「震源断層－活断層システムのイメージングの意義と現状」佐藤比呂志・伊藤谷生・池田安隆・平田 直・今泉俊文・井川 猛, 地学雑誌, 110(6), 2001

北傾斜の地質境界  
断層が確認される。

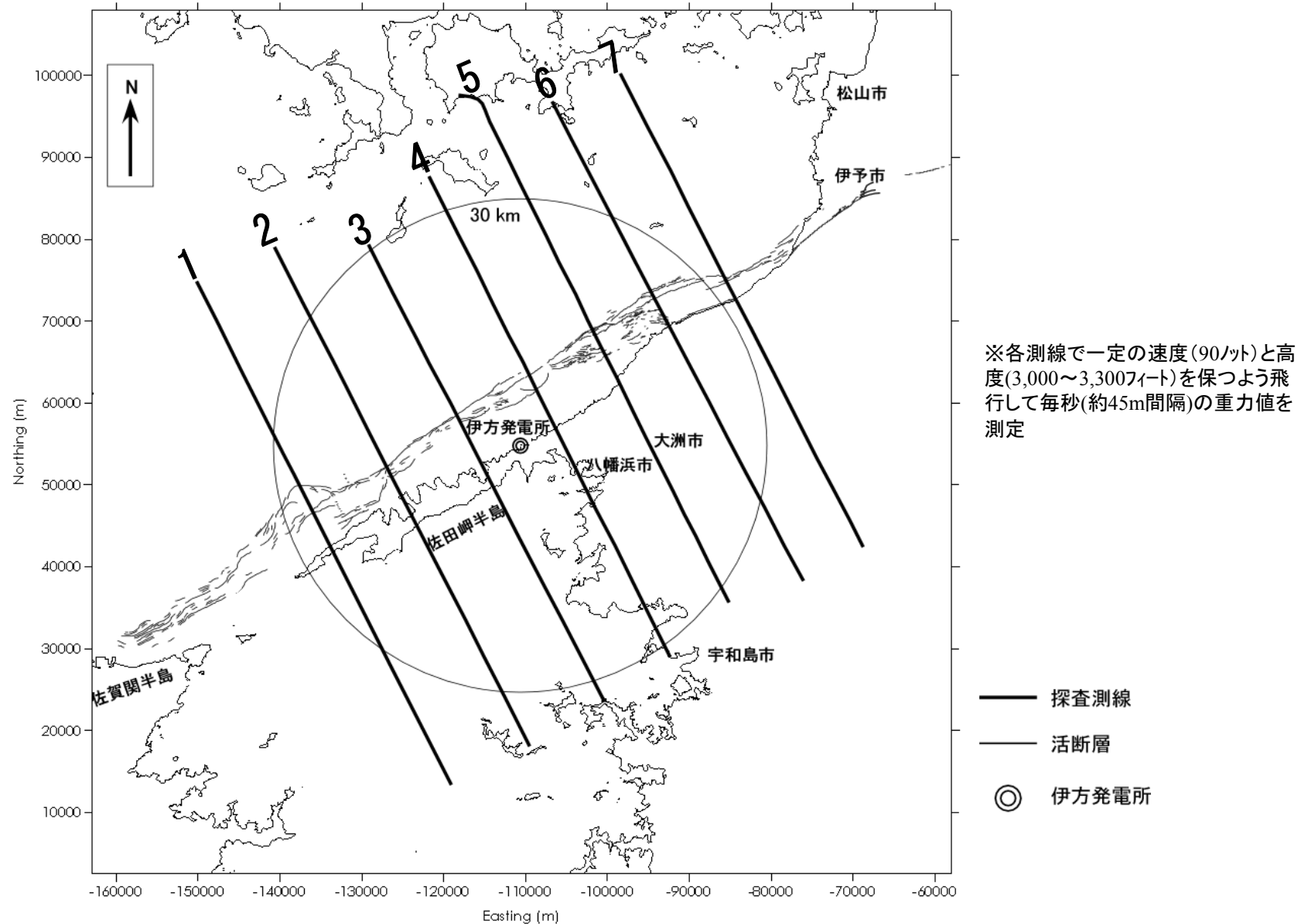




---

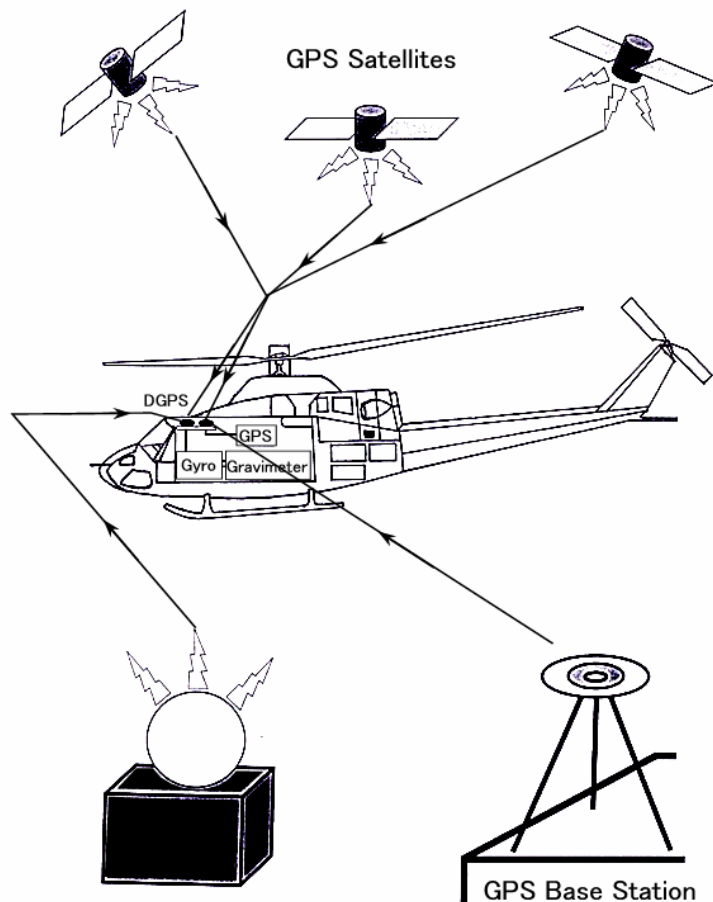
## 5. 2 重力逆解析結果

## 5. 2-1 ヘリコプター重力測定測線図

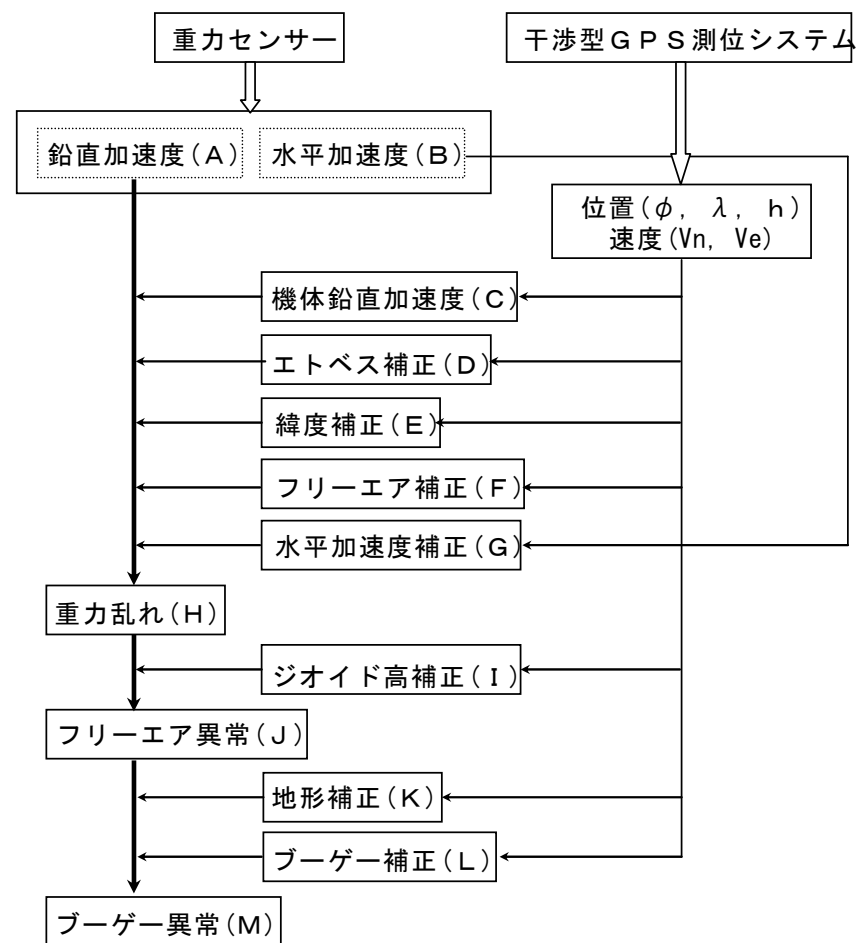


## 5. 2-2 ヘリコプター重力測定の実データ処理

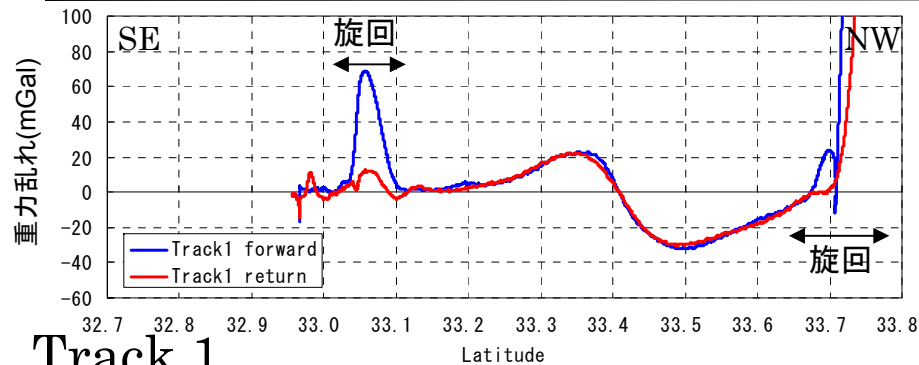
- 飛行時にはヘリコプターの位置をリアルタイムDGPS測位によって毎秒±1mの精度で測定。
- GPS干渉測位をDGPSとは独立に行い、飛行後の後処理によって毎秒±5cmの精度でヘリコプター位置を測定。データ処理後に得られる重力は±2mGalの精度。



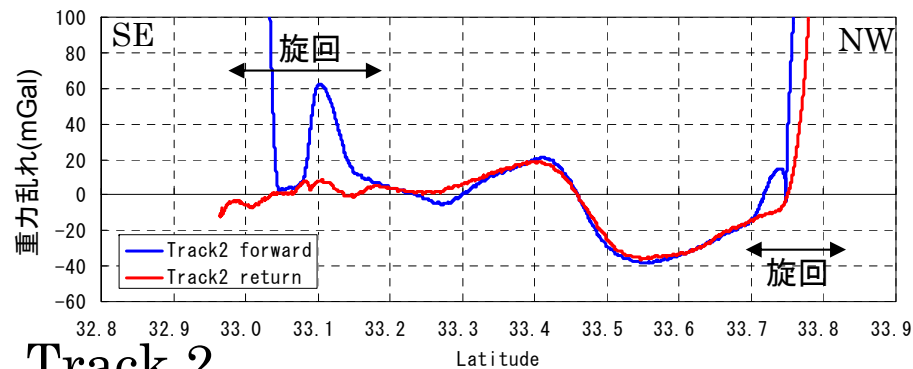
Maritime Safety Agency  
of Japan DGPS Station



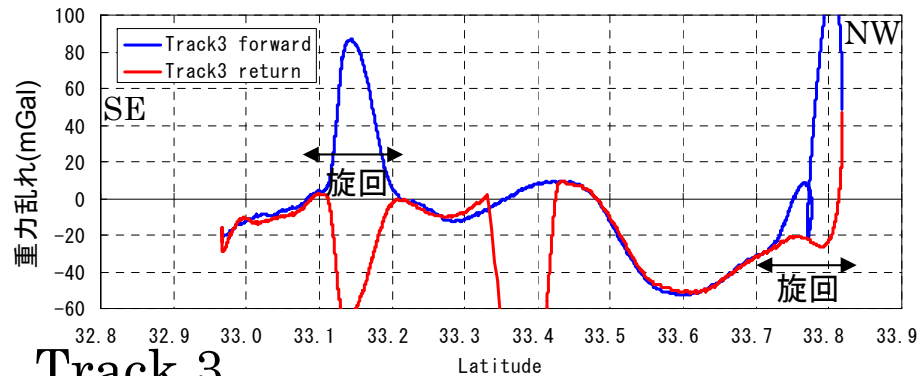
## 5. 2-3 ヘリコプター重力測定結果(Line 1~3)



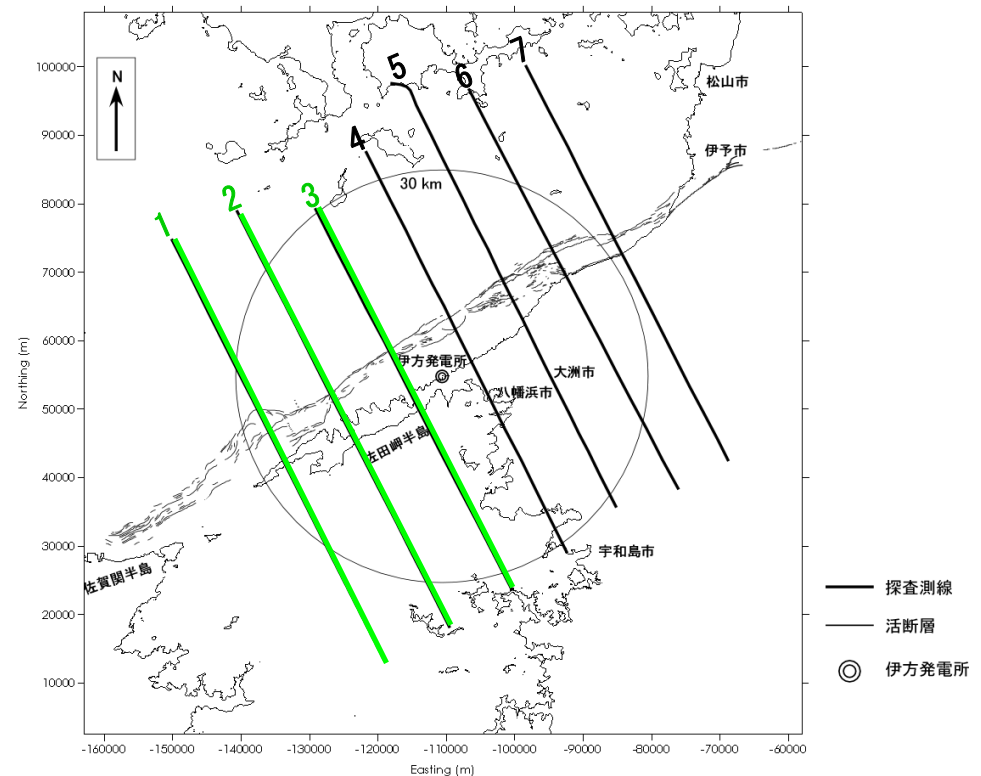
Track 1



Track 2

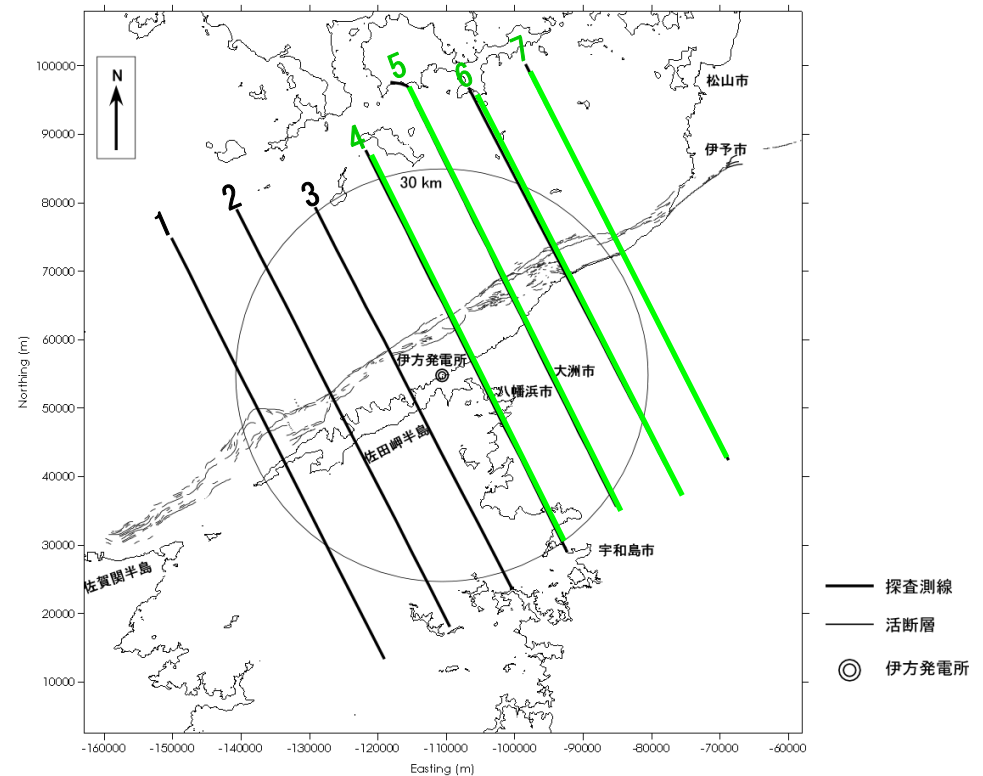
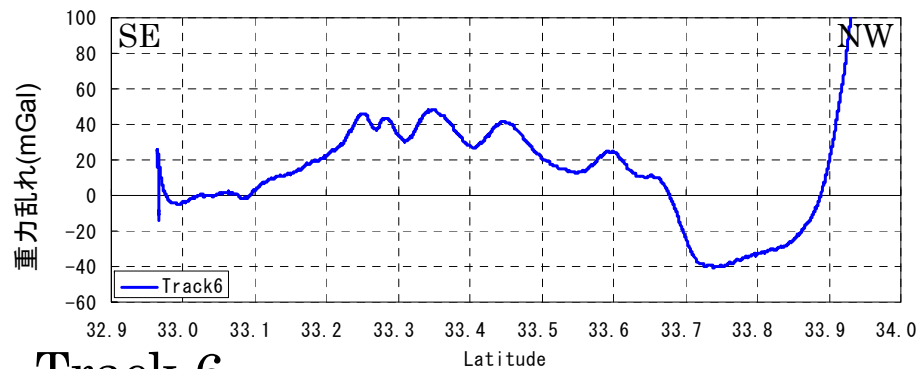
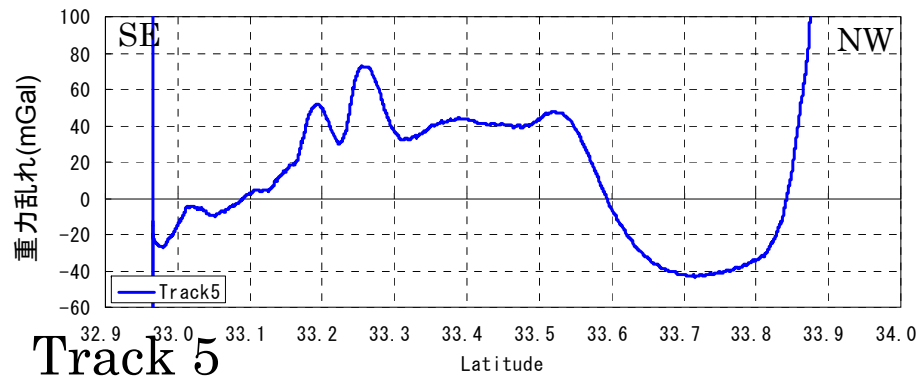
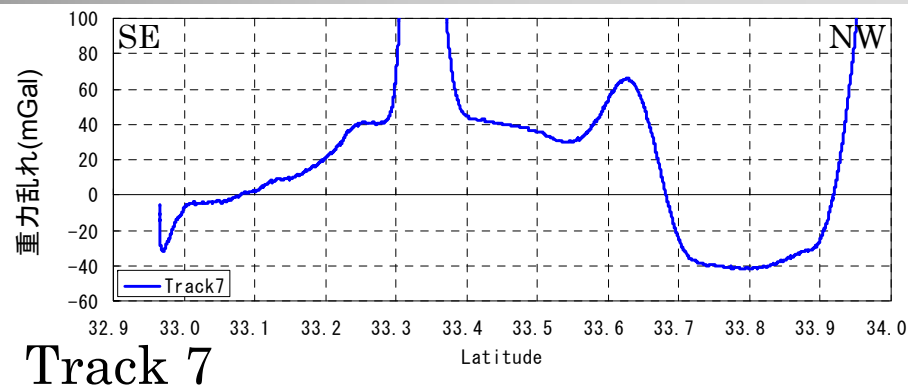
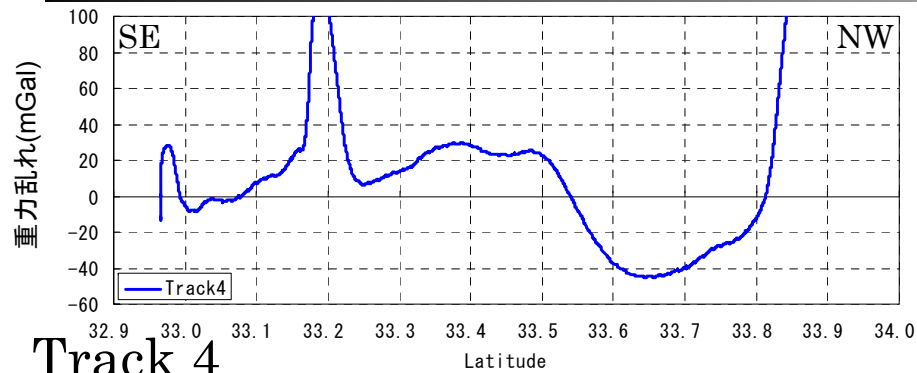


Track 3

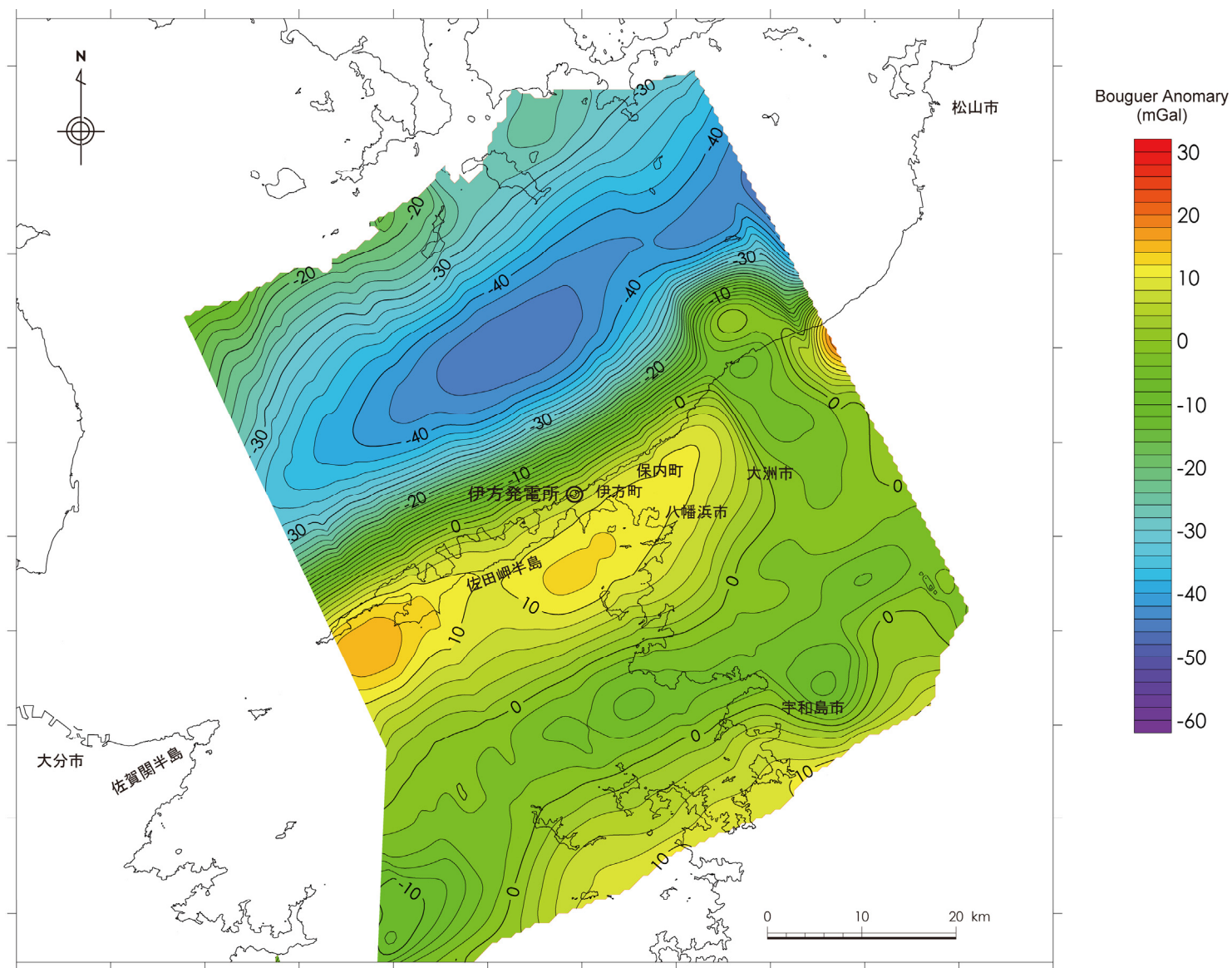




## 5. 2-4 ヘリコプター重力測定結果(Line4~7)

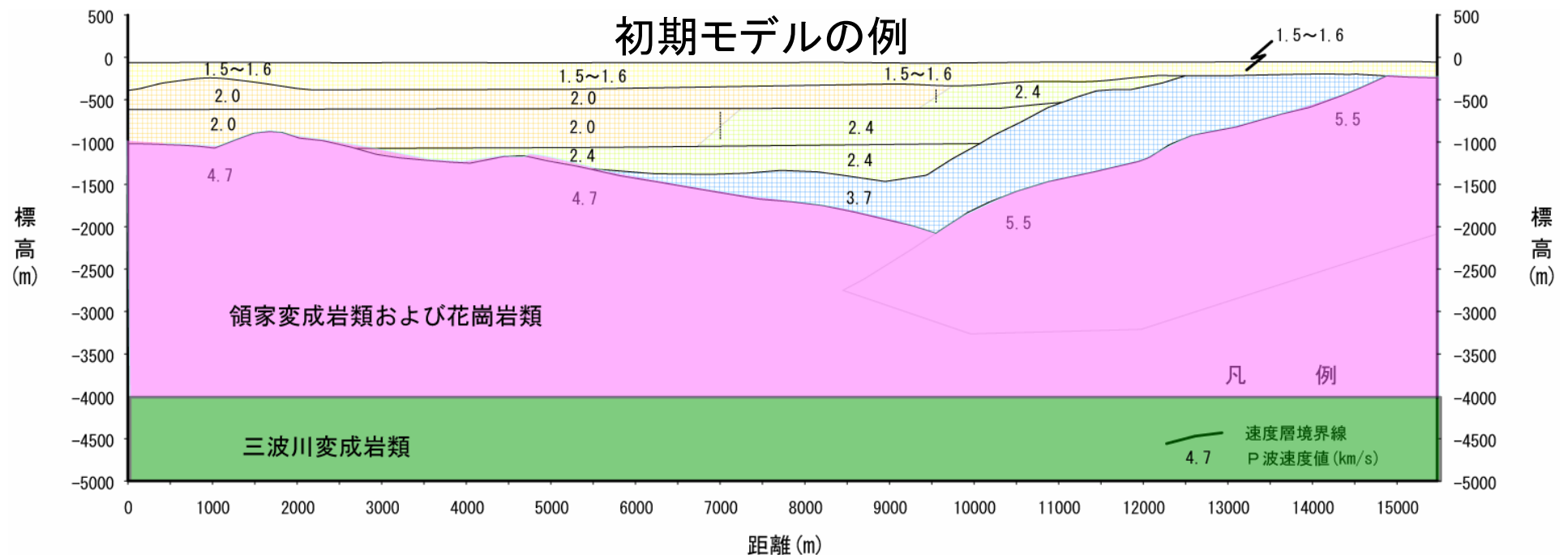


## 5. 2-5 測定結果(ブーゲー異常図)



## 5. 2-6 重力逆解析の内容

- マルチチャンネル反射法音波探査および屈折法地震探査で得られた速度構造や基盤岩上面形状を既知情報として固定し，基盤岩内部の構造を重力逆解析（SA法：焼きなまし法）で求める。
- 基盤岩内部では深度4kmの水平面から上を全て領家花崗岩類，下を全て三波川変成岩類とする初期モデルからスタートし，三波川変成岩類上面深さを変化させる。
- 長さ45km×深さ10kmの領域に1個あたり1000m×50mのセルを45×200個配置したモデルで解析を行い，最終的な解析結果の表示範囲は，反射法地震探査および屈折法地震探査による断面の得られている長さ15kmの領域とした。



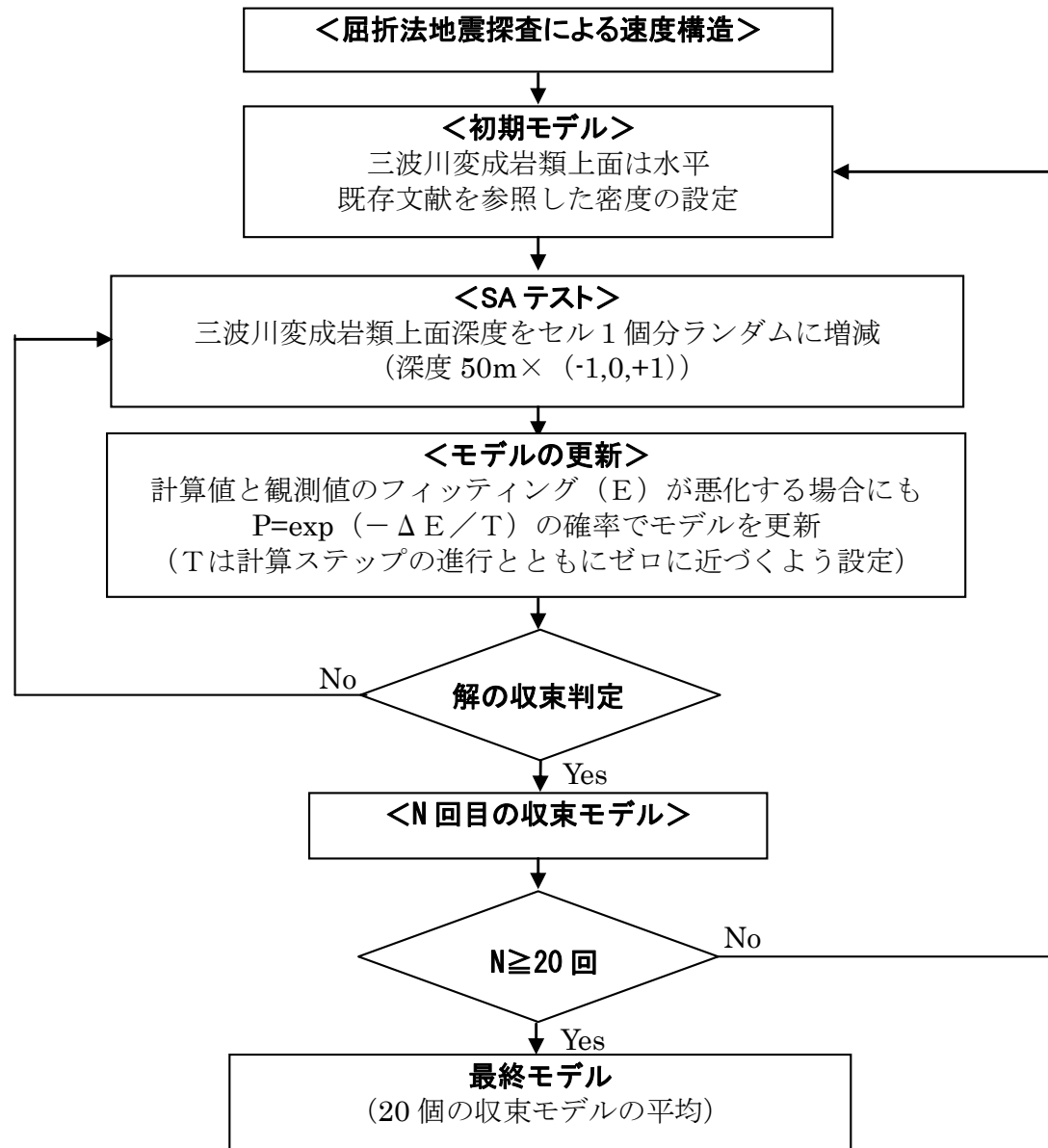
## 5. 2-7 密度の設定

○既存の文献を参照し、屈折法地震探査で得られた速度構造から以下のように各地層の密度を設定。

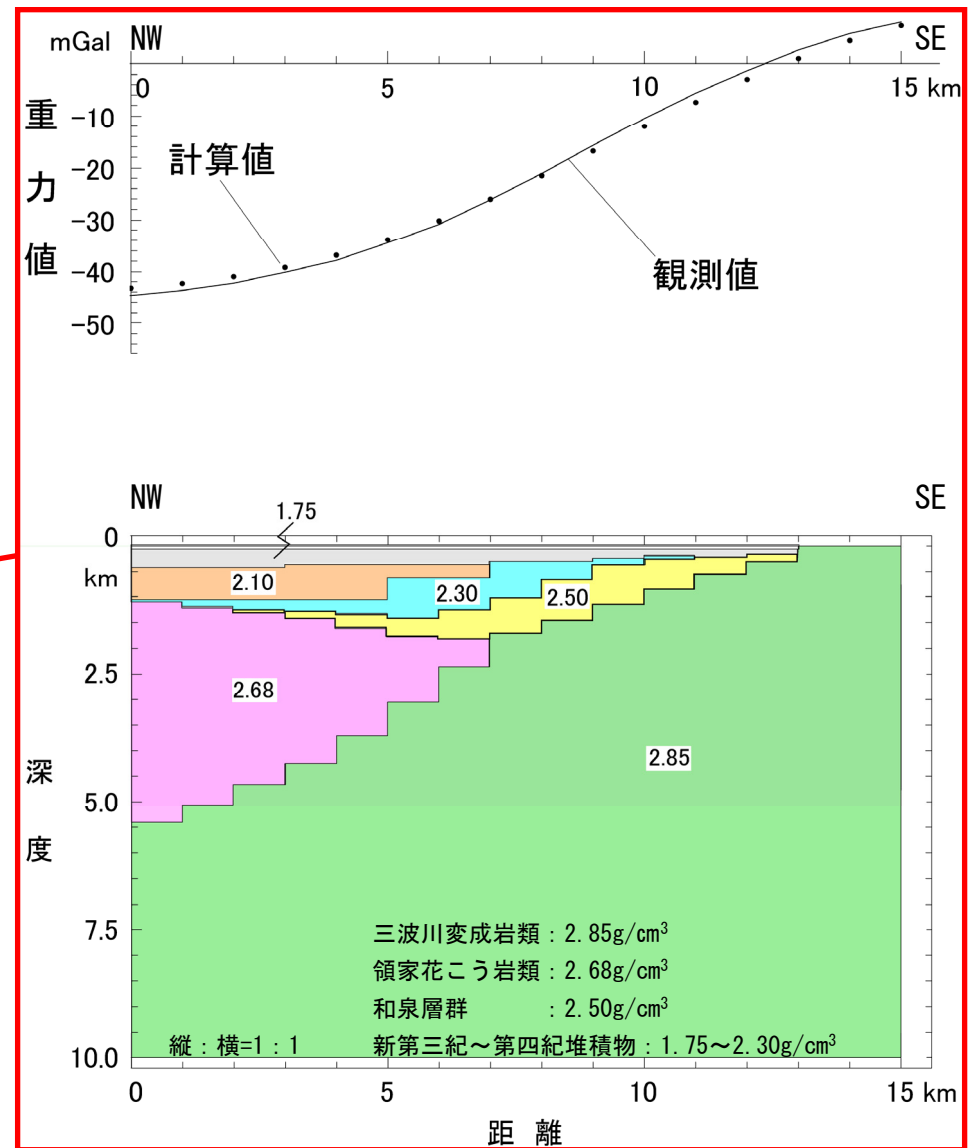
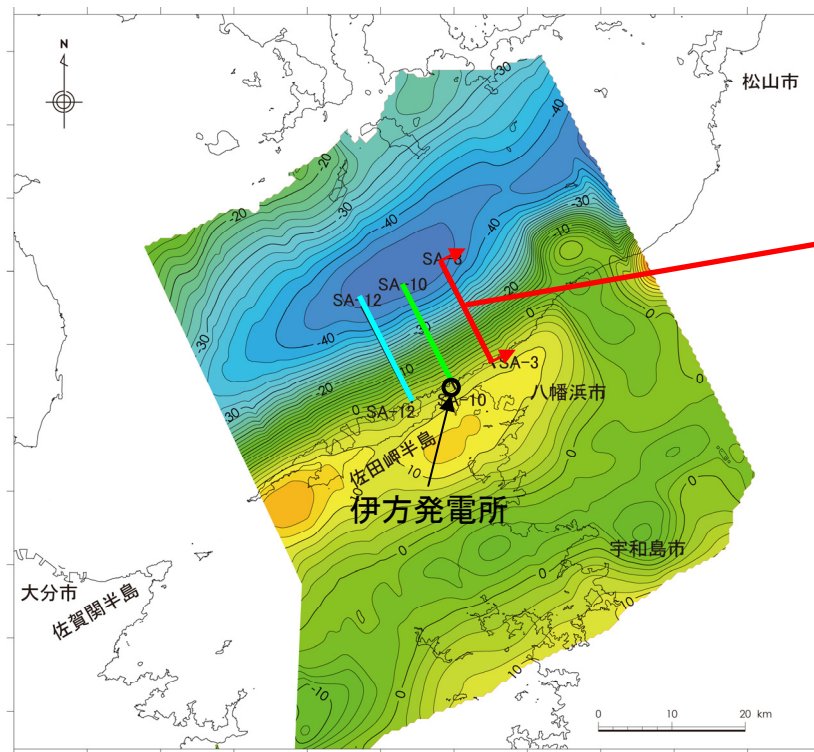
| P波速度層 (km/sec) | 対比される地層 | 採用密度値 (g/cm <sup>3</sup> ) |
|----------------|---------|----------------------------|
| 1.5～1.6        | 第三系～第四系 | 1.75                       |
| 2.0            |         | 2.10                       |
| 2.4            |         | 2.30                       |
| 3.7            | 和泉層群    | 2.50                       |
| 4.7            | 領家花こう岩類 | 2.68                       |
| 5.5            | 三波川変成岩類 | 2.85                       |



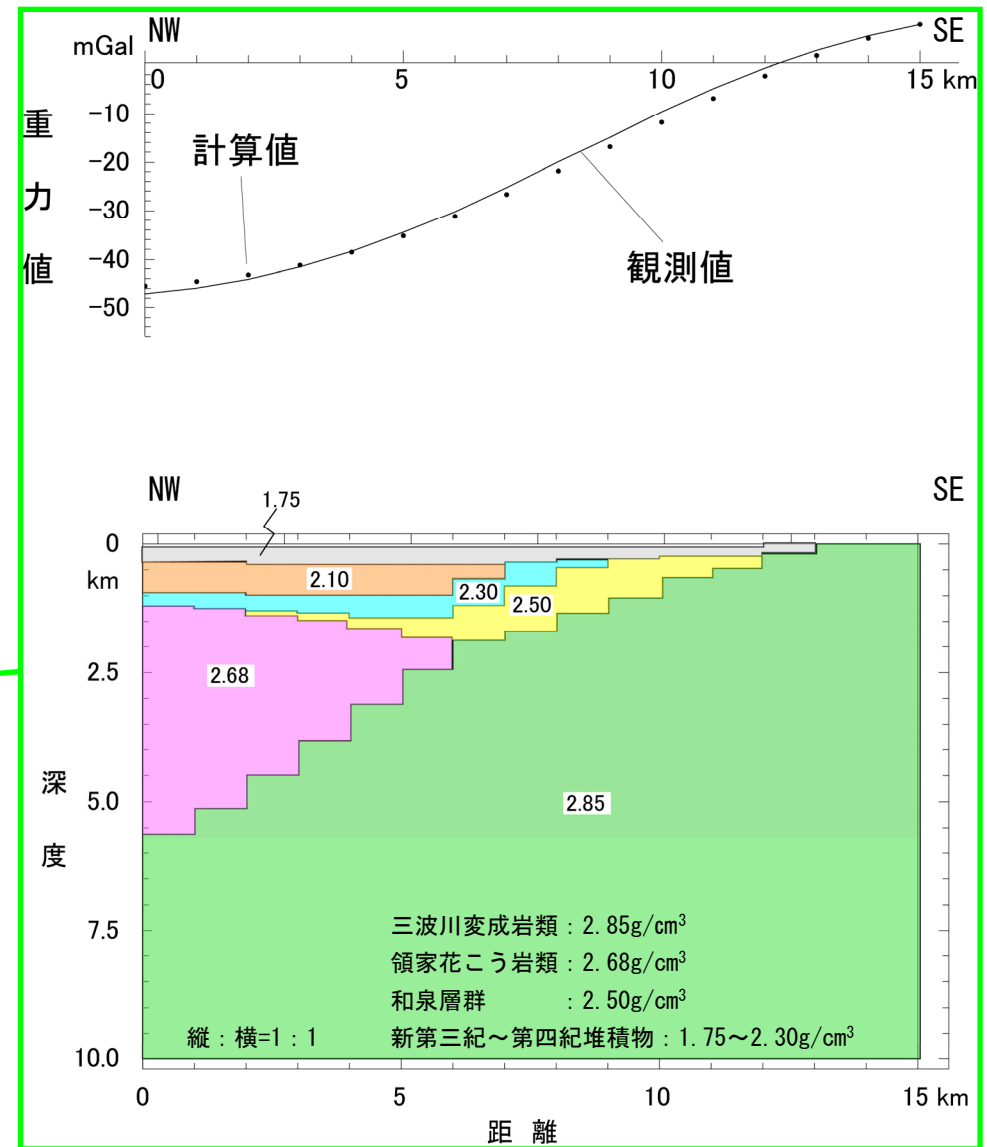
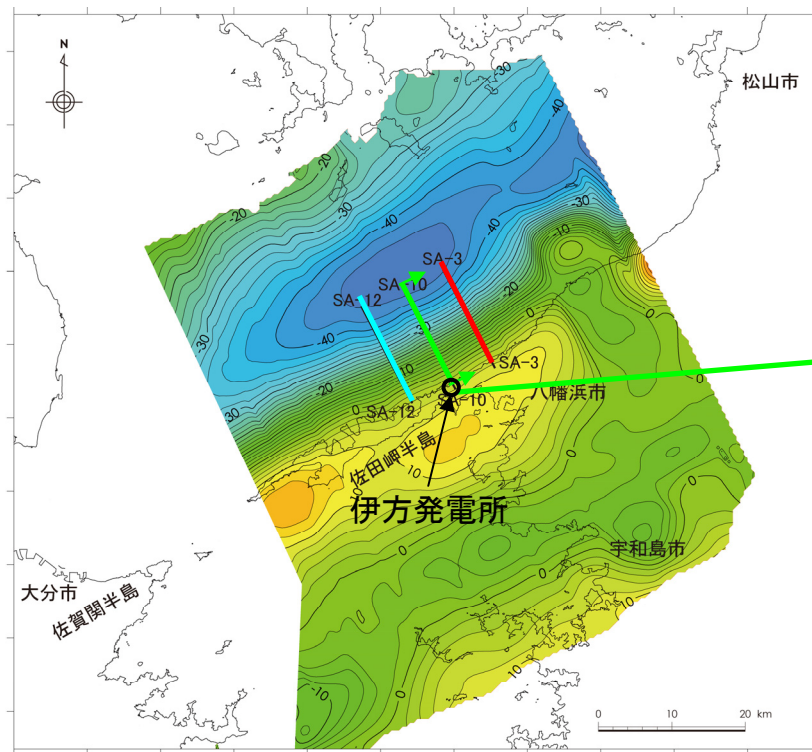
## 5. 2-8 重力逆解析のデータ処理



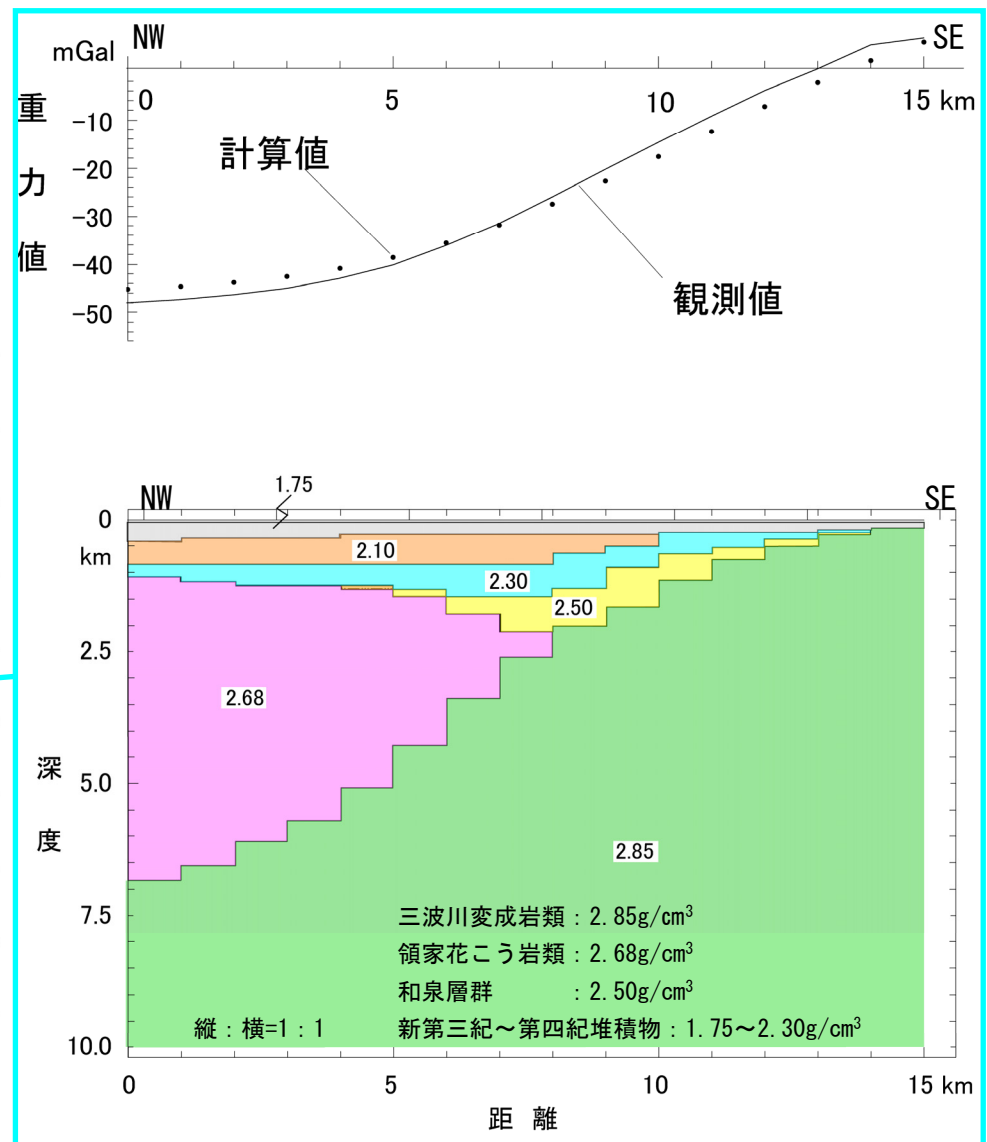
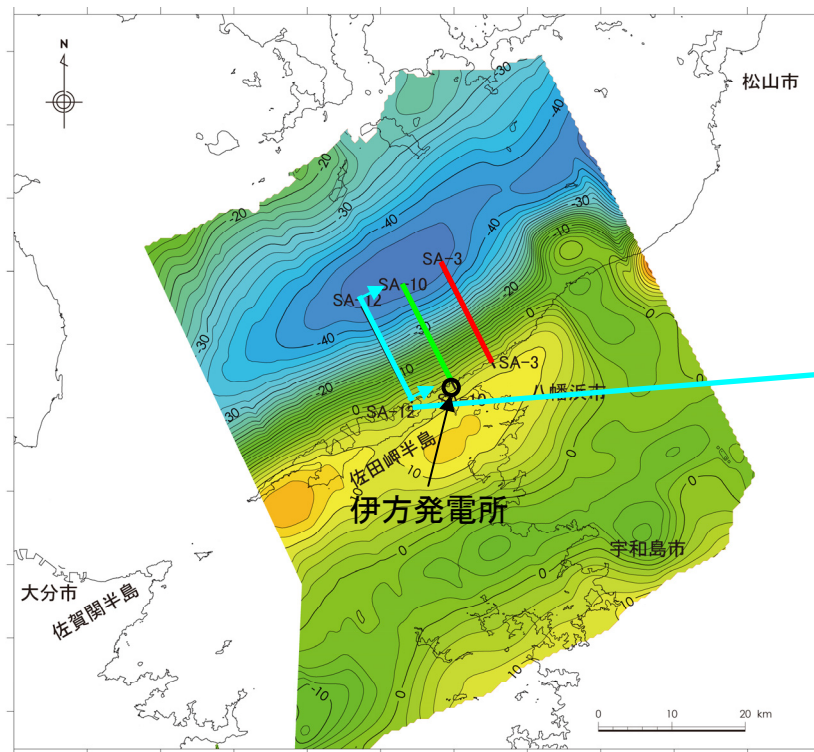
## 5. 2-9 重力逆解析結果(保内沖)



## 5. 2-10 重力逆解析結果(伊方沖)

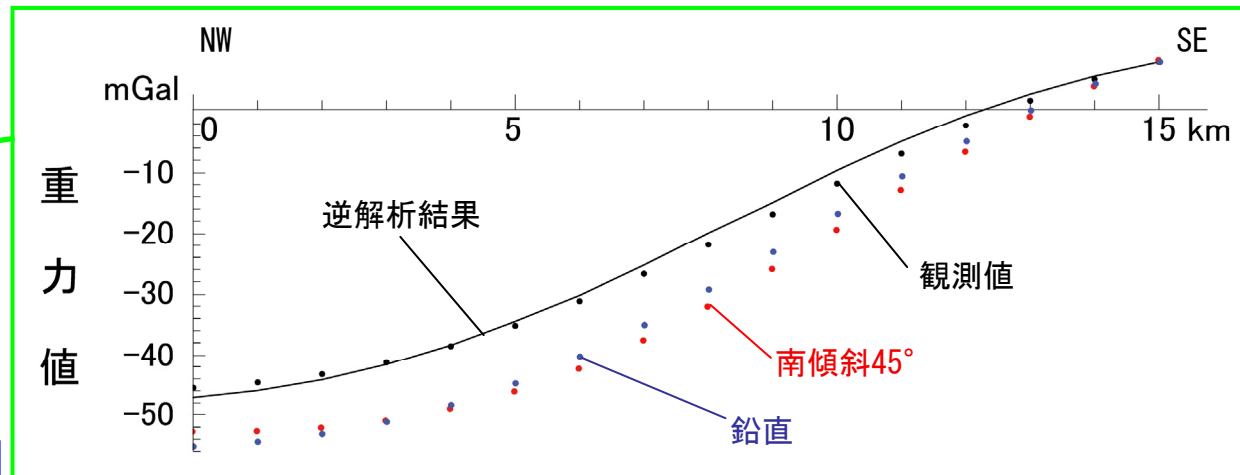
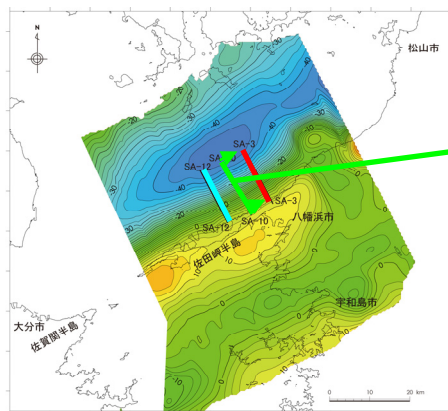


## 5. 2-11 重力逆解析結果(瀬戸沖)

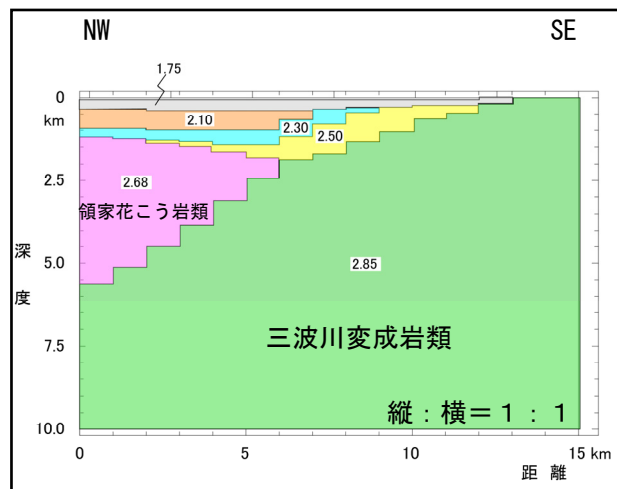




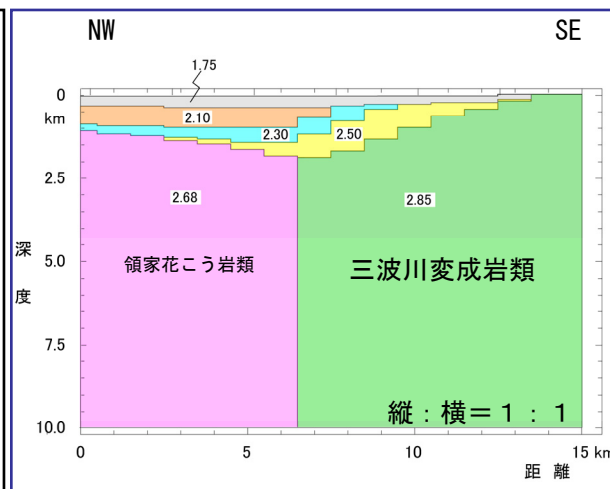
# 5. 2-12 重力感度解析結果(伊方沖)



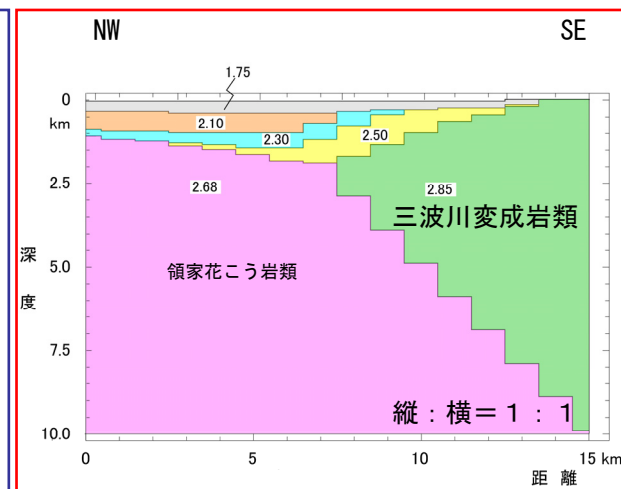
鉛直モデル, 南傾斜45° モデルの応答値は観測値との乖離が大きい。



逆解析結果



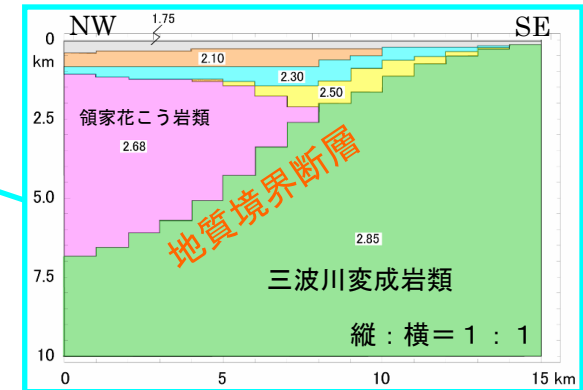
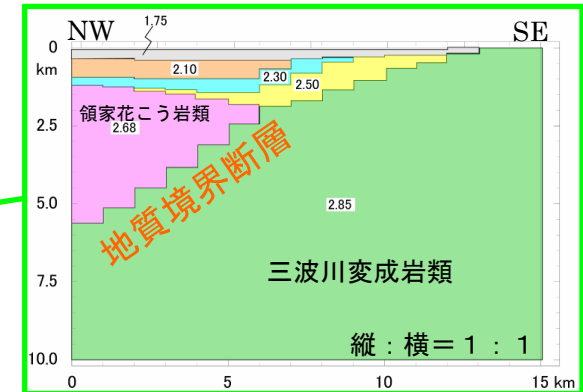
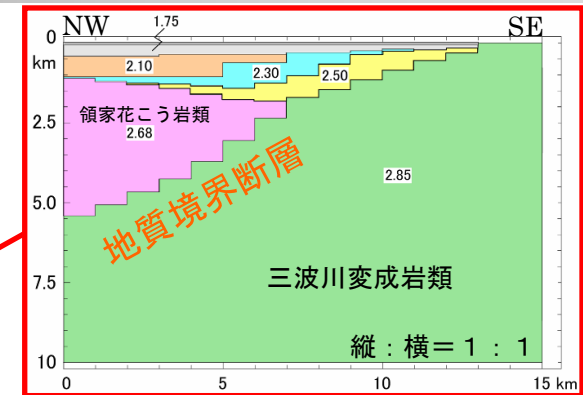
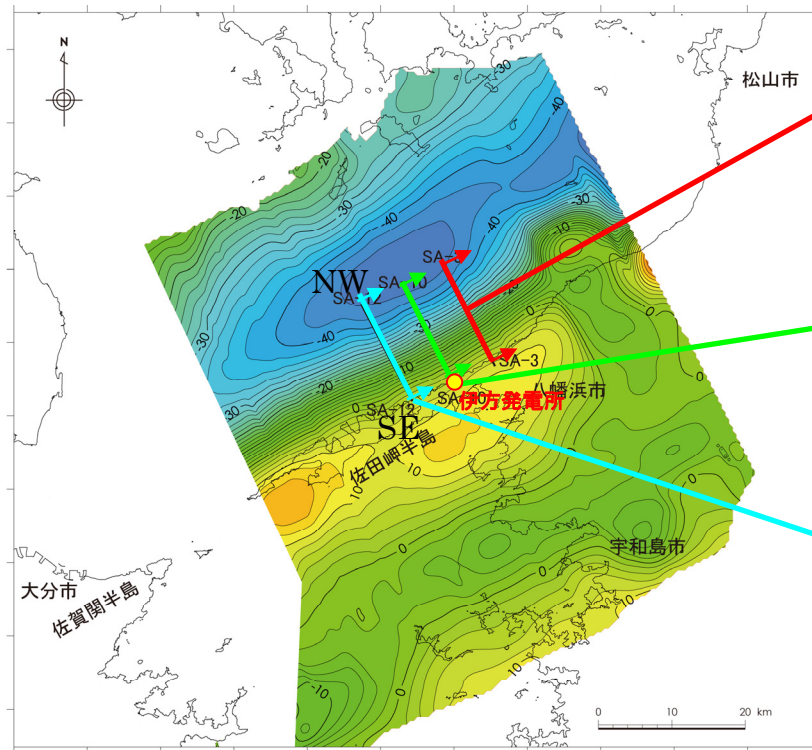
鉛直モデル



南傾斜45° モデル

## 5. 2-13 重力逆解析結果(まとめ)

○「敷地前面海域の断層群」の地質境界断層は、30-40度で北へ傾斜すると考えられる。



---

## 5. 3 アトリビュート解析結果

## 5. 3-1 アトリビュート解析の概要

○サイスミックアトリビュートとは、波形に各種の数学的変換を適用して求められる値である。

○反射波トレースを複素反射波トレースとして考えることにより、振幅 $A(t)$ と位相 $\theta(t)$ の情報を分離することができる。また、その他のアトリビュートの算出も可能となる。

### 複素反射波トレース $F(t)$ の導出

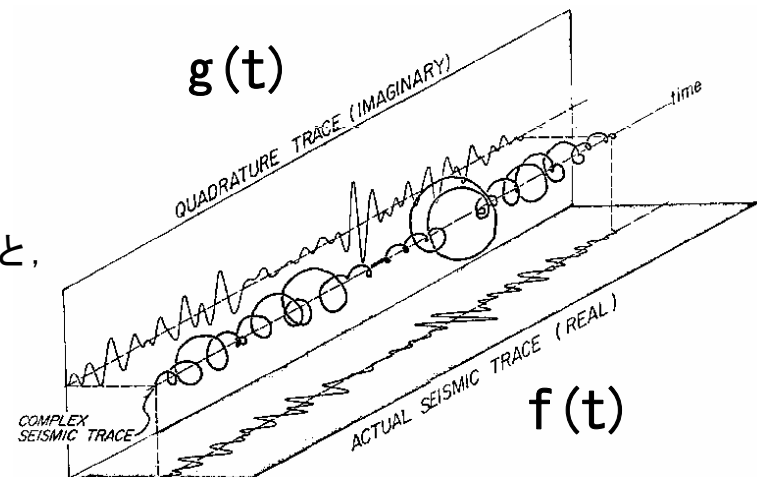
反射波トレース $f(t)$ にヒルベルト変換を施し、虚数成分 $g(t)$ を導出

$$f(t) = A(t) \cdot \cos \theta(t)$$

$$g(t) = A(t) \cdot \sin \theta(t)$$

反射波トレースを右図のように、解析的信号の実部とみなすと、以下のような複素反射波トレース $F(t)$ として表現できる。

$$F(t) = f(t) + i \cdot g(t) = A(t) \cdot e^{i\theta(t)}$$



Isometric diagram of portion of an actual seismic trace.  
(Taner et al, 1979)



## 5. 3-2 アトリビュートの種類と算定式

○今回の解析には以下の3種類のアトリビュートを使用した。

- ・瞬間位相 (Instantaneous phase)

$$\theta(t) = \arctan(g(t)/f(t))$$

○振幅情報を含まない位相。  
○振幅の小さい反射面の連続性の追跡に有効とされる。

- ・エンベロープ (Envelope)

$$A(t) = \sqrt{f^2(t) + g^2(t)}$$

○位相情報を含まない振幅。  
○反射強度の強い面が強調される。

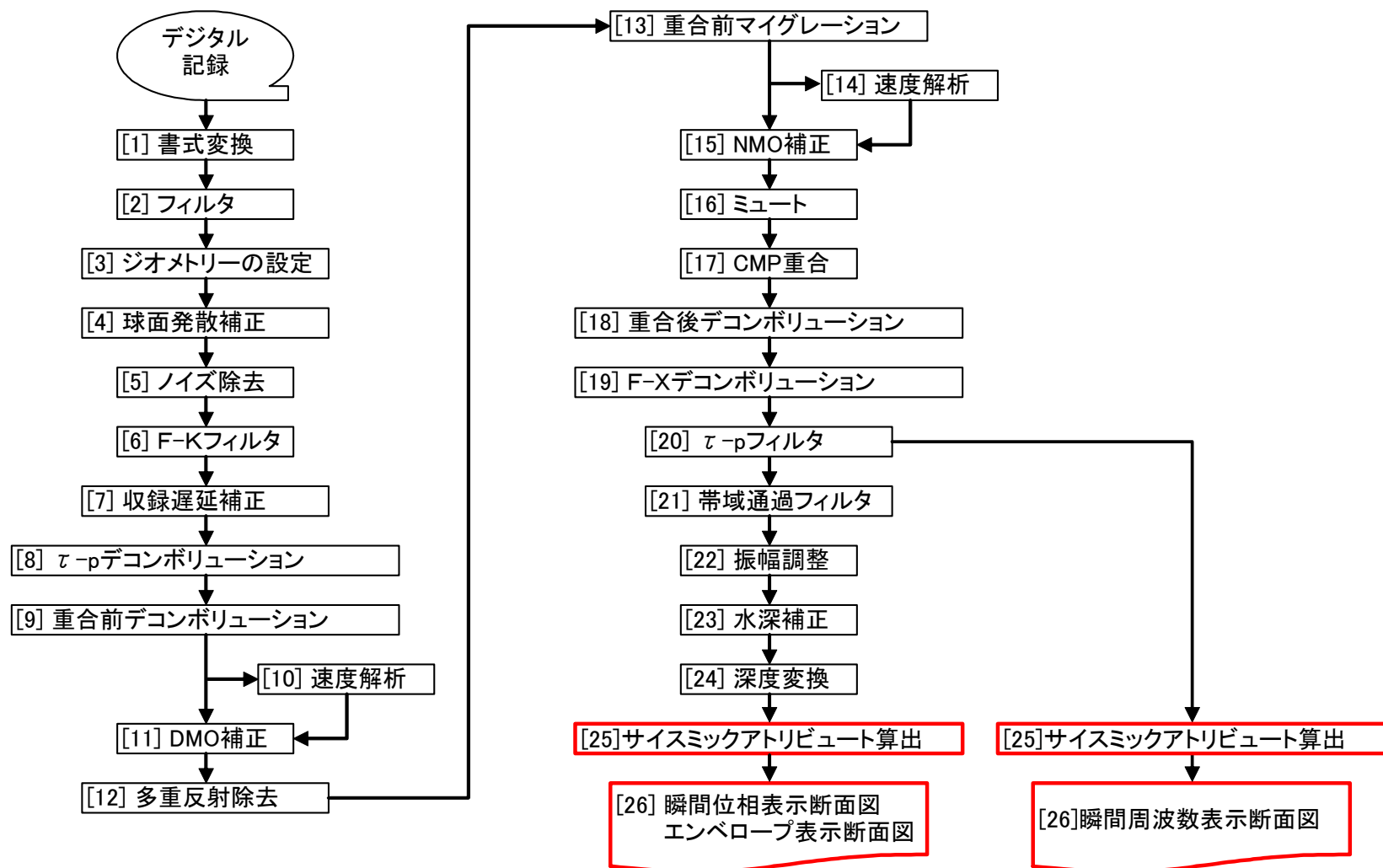
- ・瞬間周波数 (Instantaneous frequency)

$$\omega(t) = d\theta(t)/dt$$

○瞬間位相の一階時間微分。  
○層変化、破碎帯等が周波数異常として表れる場合がある。

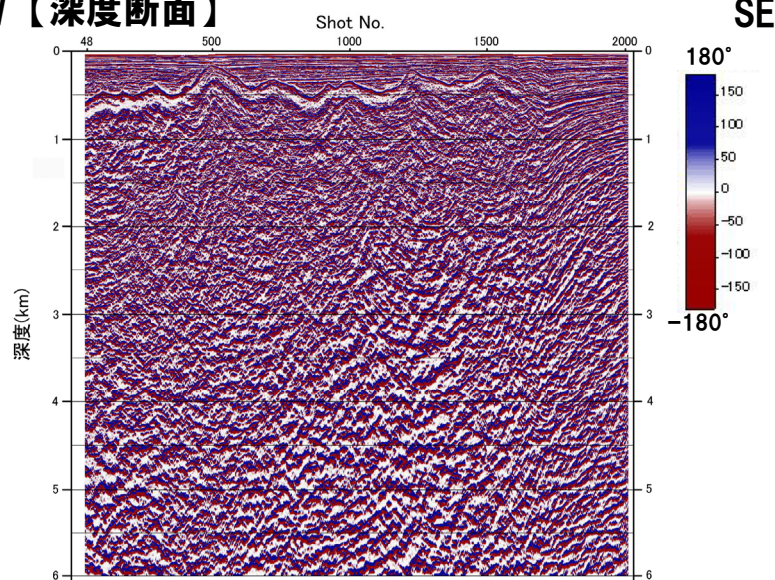
## 5. 3-3 解析フロー

○伊予灘エアガン（全5測線）の記録を使用し、以下のフローで解析を行った。



# 5. 3-4 瞬間位相(串沖)

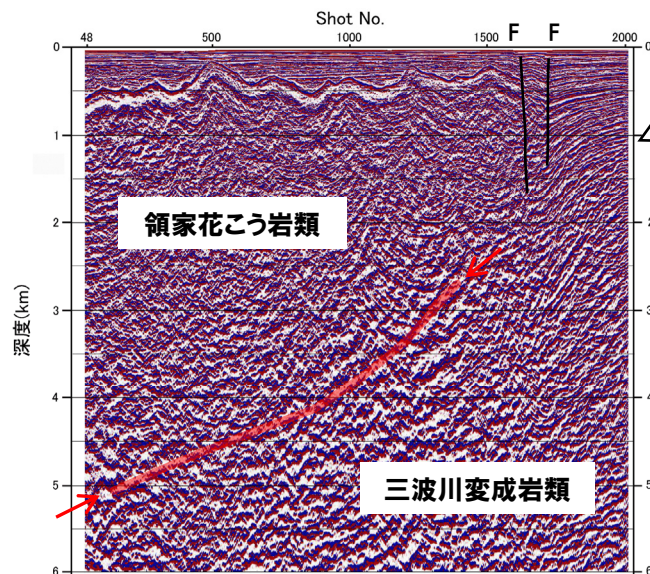
NW【深度断面】



SE

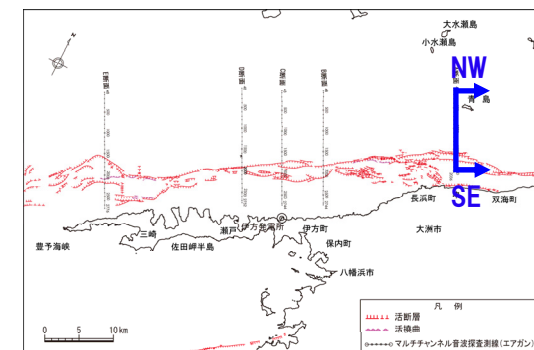
○北傾斜方向にやや明瞭な反射面がみられ、振幅強度表示による地質境界読取位置とほぼ一致する。

○鉛直（高角度）および南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。



振幅強度表示による  
地質境界読取位置

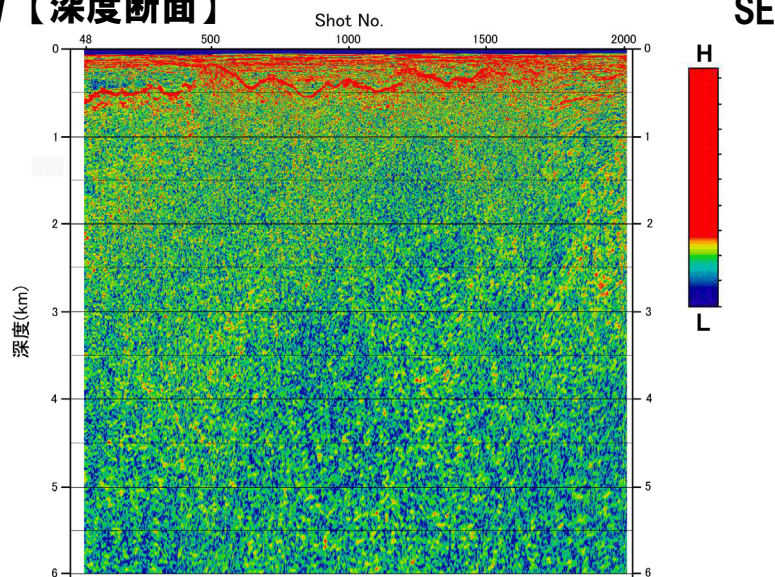
— やや明瞭な反射面



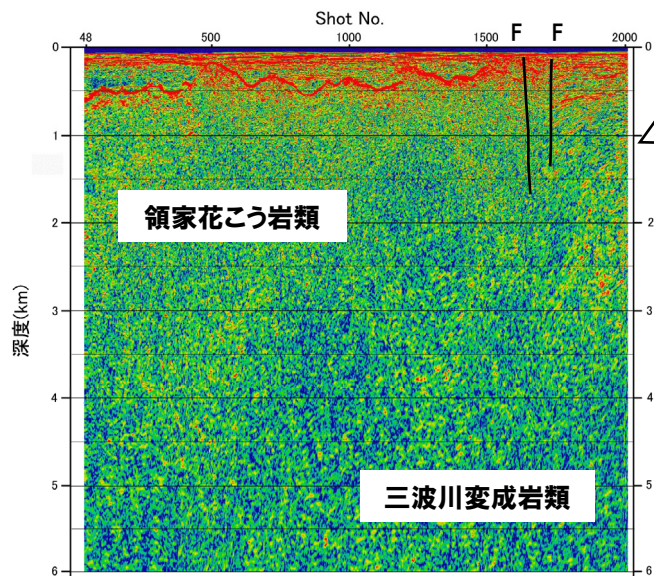


# 5. 3-5 エンベロープ(串沖)

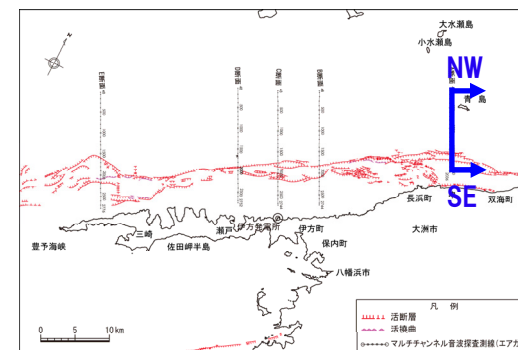
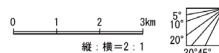
NW【深度断面】



○北傾斜, 鉛直 (高角度), 南傾斜方向  
いずれについても明瞭な反射面は確認できない。



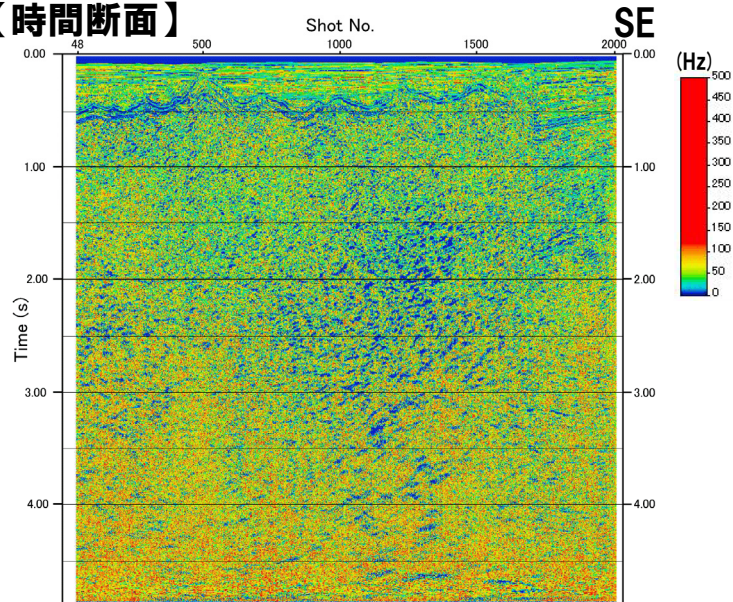
振幅強度表示による  
地質境界読取位置





## 5. 3-6 瞬間周波数(串沖)

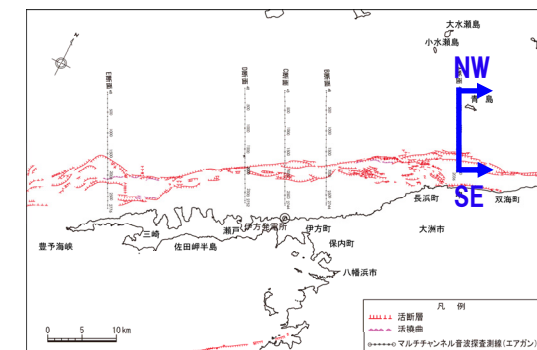
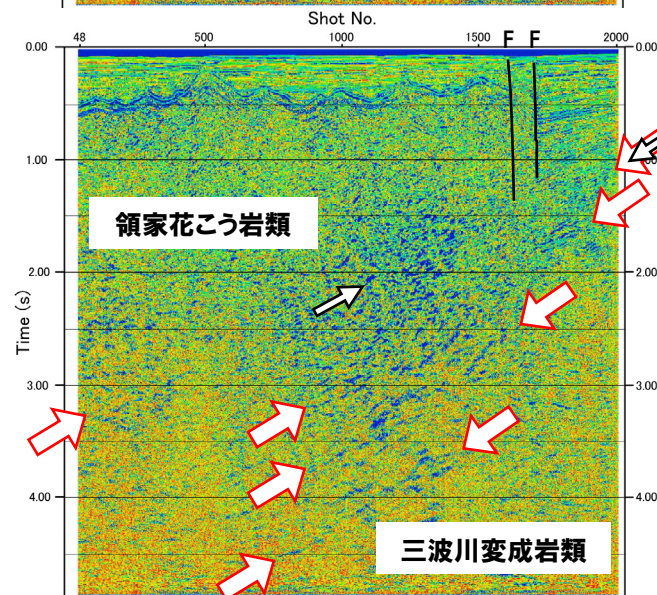
NW【時間断面】



○北傾斜方向に断続する低周波数帯のパターンが数条みられ，振幅強度表示による地質境界読取位置についても同様のパターンが確認できる。

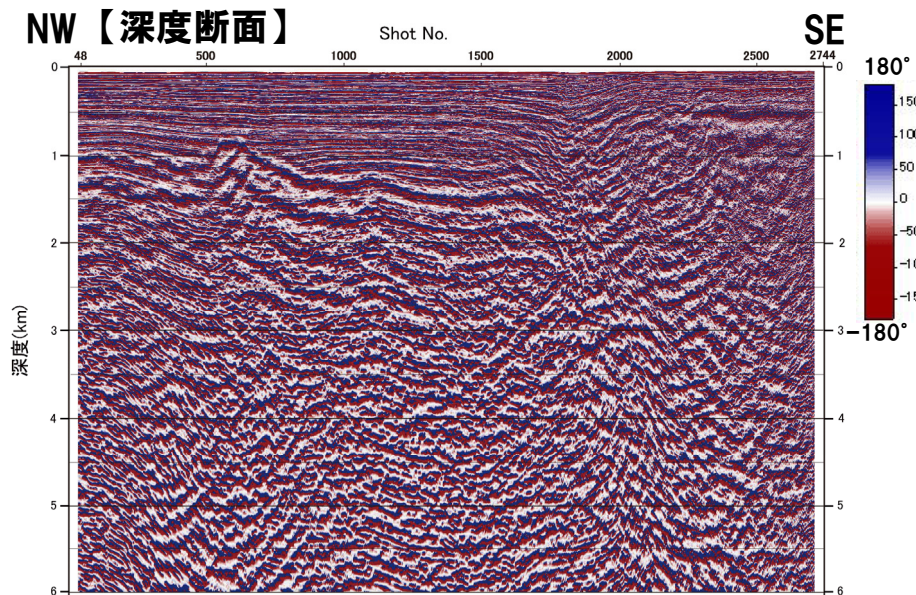
○鉛直（高角度）および南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。

○深部にみられる高周波数成分はノイズの影響が考えられる。





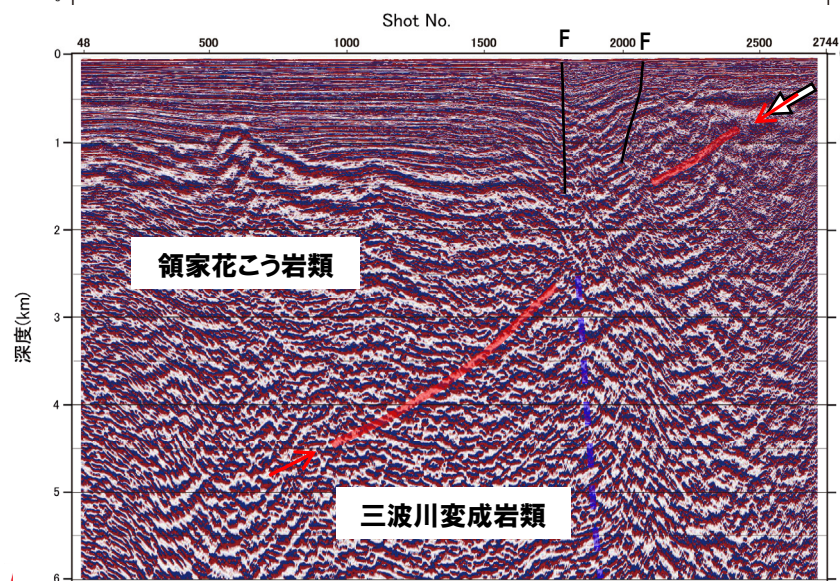
## 5. 3-7 瞬間位相(保内沖)



○北傾斜方向に明瞭な反射面がみられ、振幅強度表示による地質境界読取位置とほぼ一致する。

○鉛直（高角度）方向について、断層下方を境に南北で反射パターンが若干異なるが、浅部での散乱等起因するノイズの影響が考えられる。

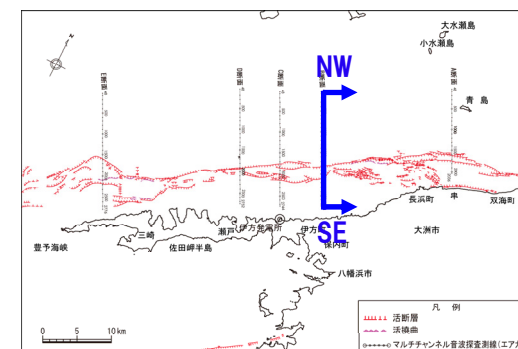
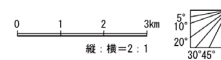
○南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。



振幅強度表示による  
地質境界読取位置

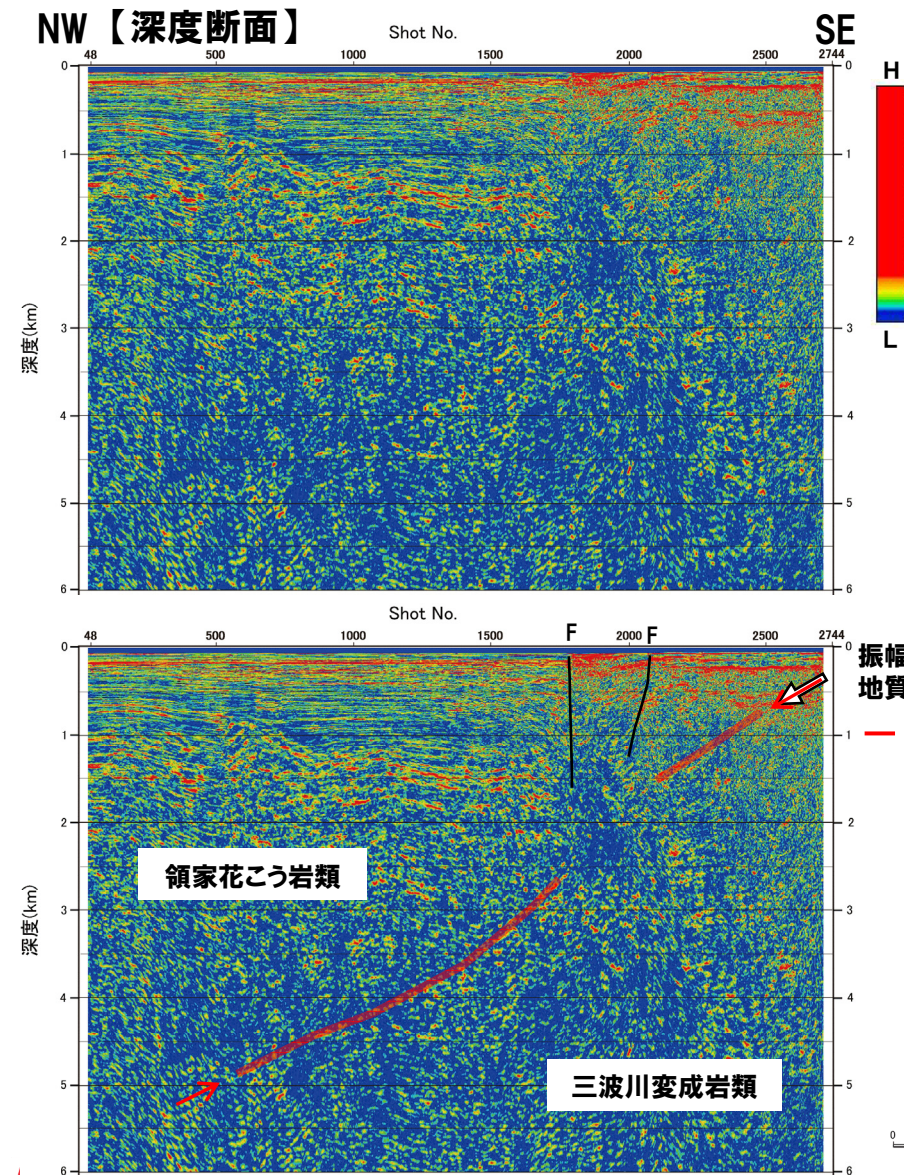
— 明瞭な反射面

-- 南北で反射パターンが  
若干異なるライン





## 5. 3-8 エンベロープ(保内沖)

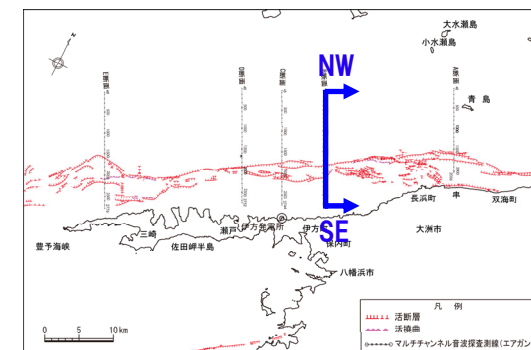


○北傾斜方向にやや明瞭な反射面がみられ、振幅強度表示による地質境界読取位置とほぼ一致する。

○鉛直（高角度）および南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。

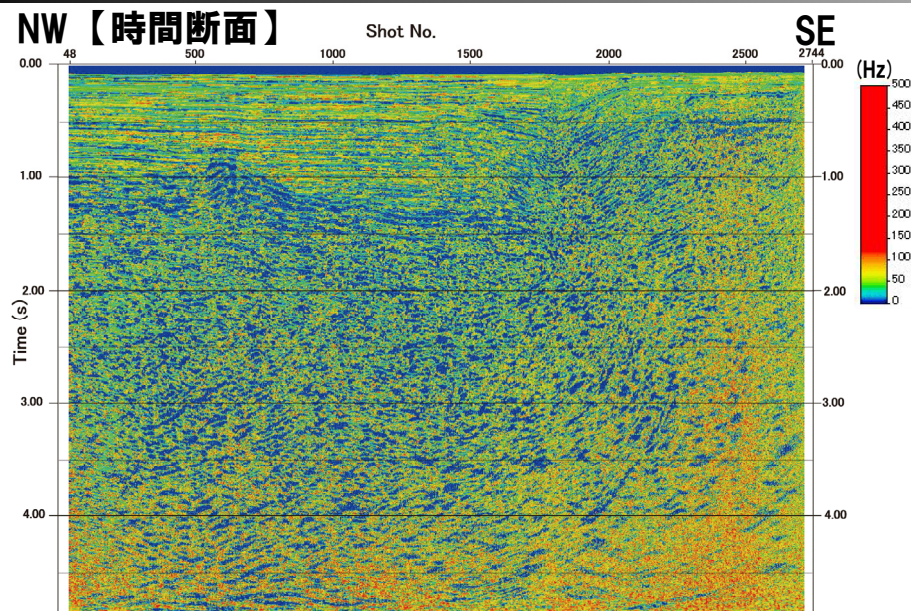
振幅強度表示による  
地質境界読取位置

— やや明瞭な反射面





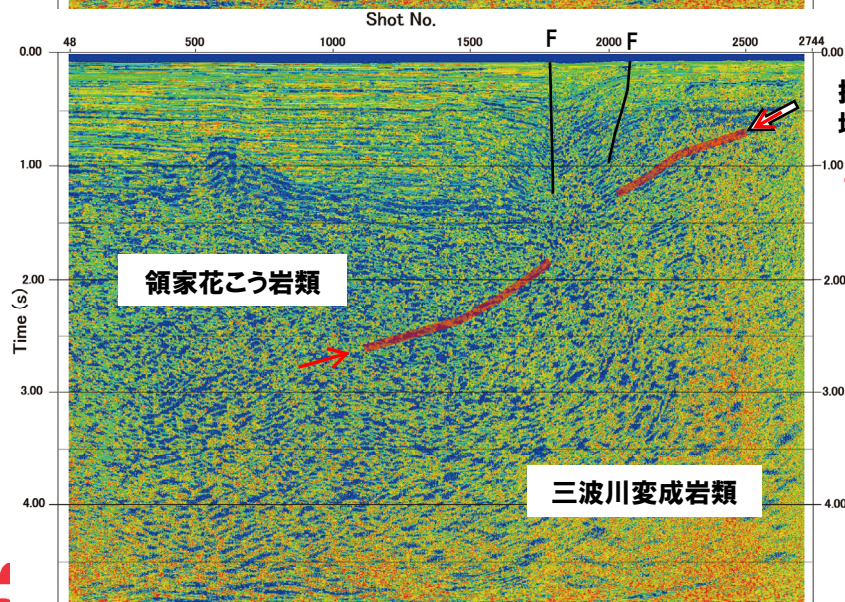
## 5. 3-9 瞬間周波数(保内沖)



○北傾斜方向にやや明瞭な低周波数帯の反射面がみられ，振幅強度表示による地質境界読取位置とほぼ一致する。

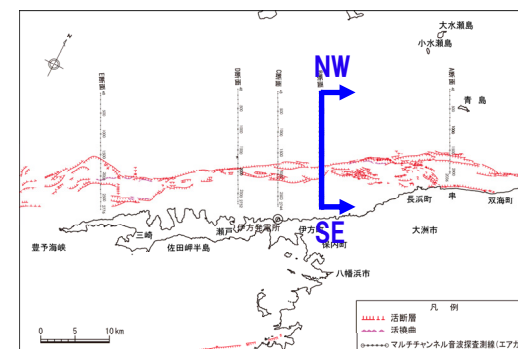
○鉛直（高角度）および南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。

○深部にみられる高周波数成分はノイズの影響が考えられる。



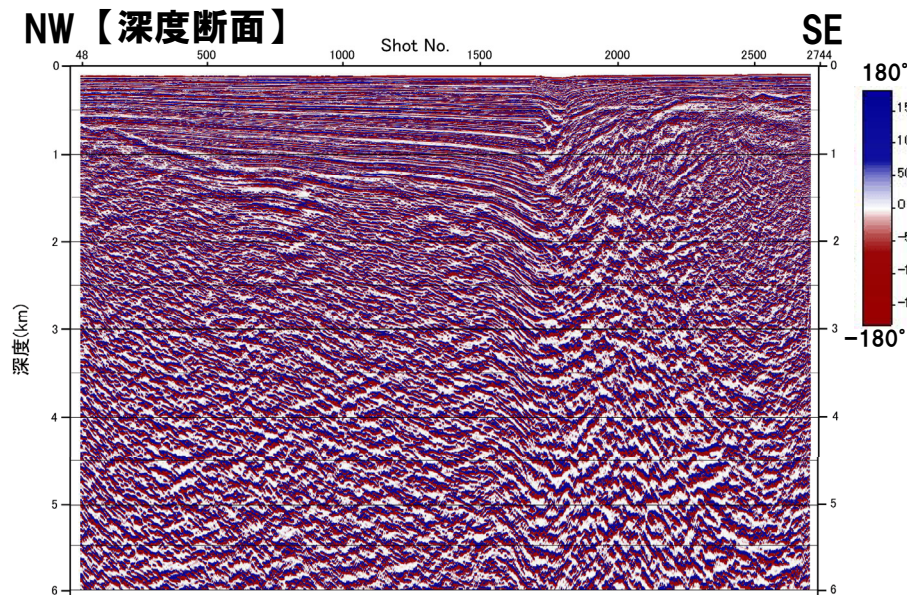
振幅強度表示による  
地質境界読取位置

— やや明瞭な低周波  
数帯の反射面





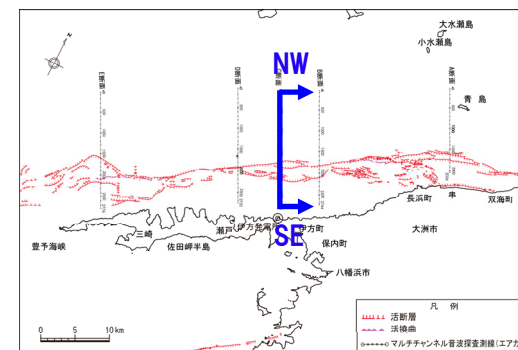
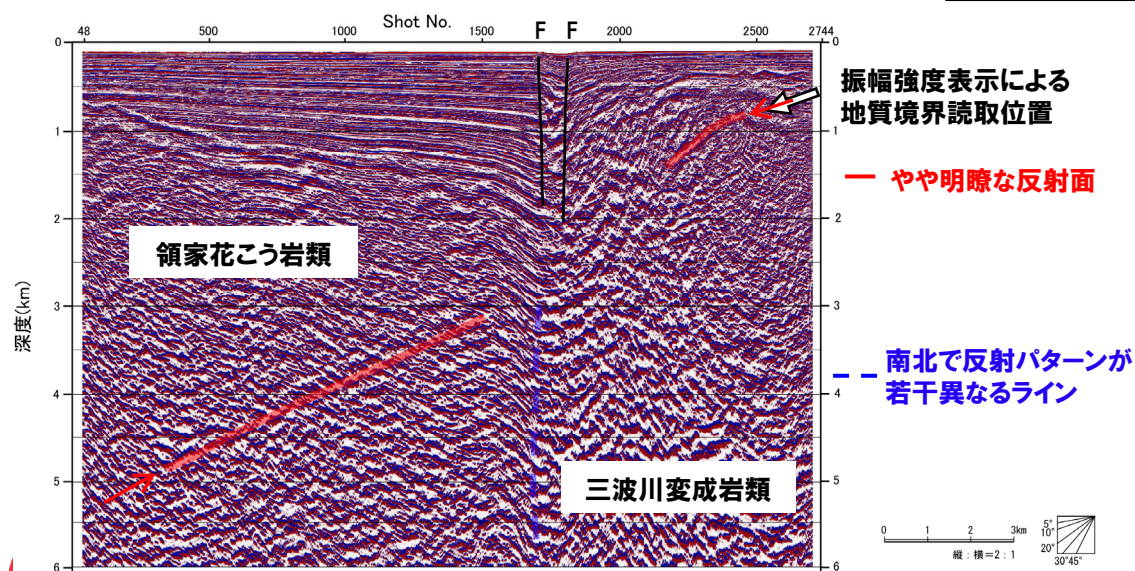
## 5. 3-10 瞬間位相(伊方沖)



○北傾斜方向にやや明瞭な反射面がみられ、振幅強度表示による地質境界読取位置とほぼ一致する。

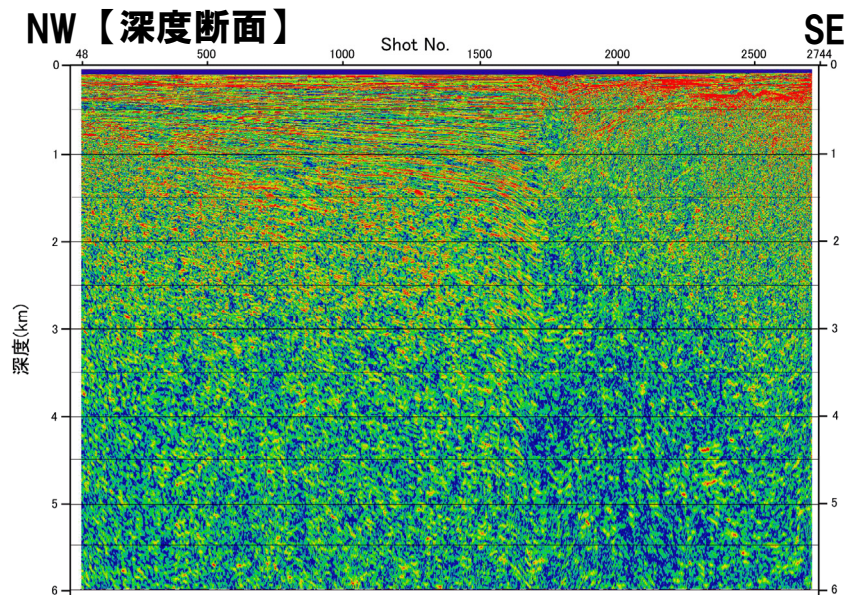
○鉛直（高角度）方向について、断層下方を境に南北で反射パターンが若干異なるが、浅部での散乱等起因するノイズの影響が考えられる。

○南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。



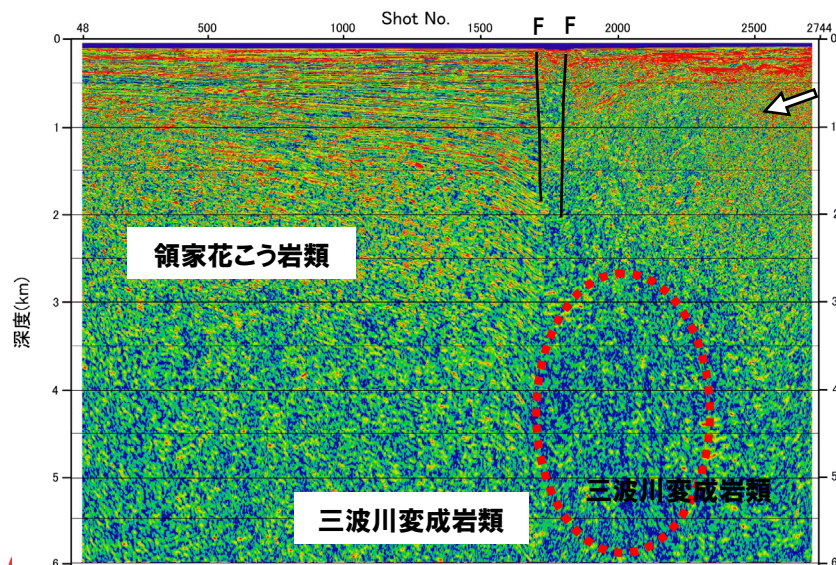


# 5. 3-11 エンベロープ(伊方沖)



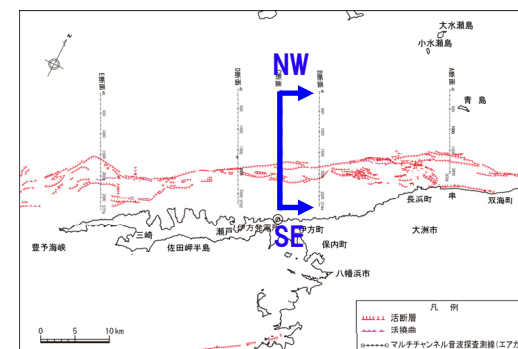
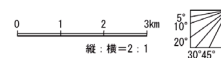
○北傾斜, 鉛直(高角度), 南傾斜方向  
いずれについても明瞭な反射面は確認  
できない。

○断層下方および南側深部にエンベ  
ロープ値のやや低い領域がみられ, 浅部での  
散乱等に起因する減衰が考えられる。



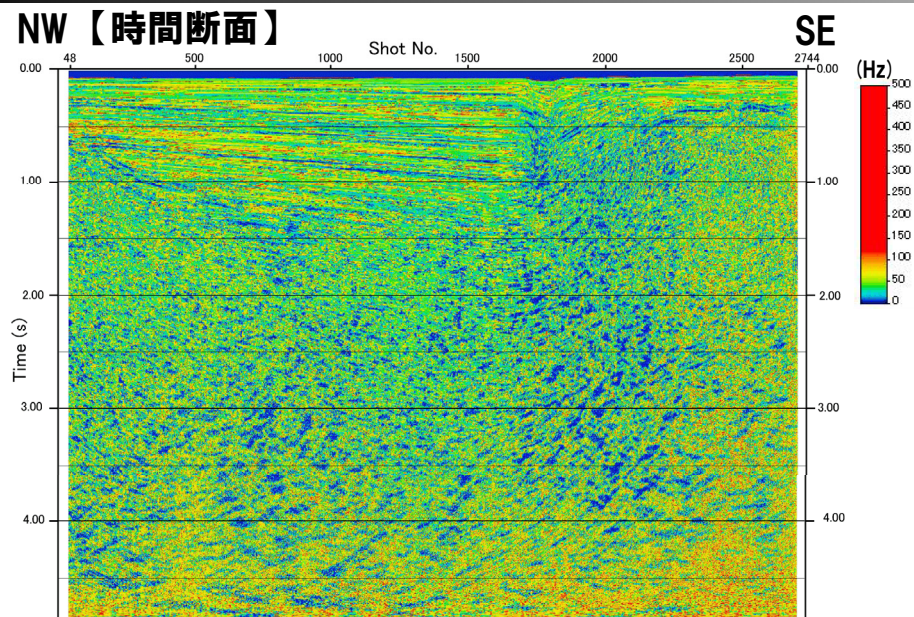
振幅強度表示による  
地質境界読取位置

エンベロープ値の  
やや低い領域





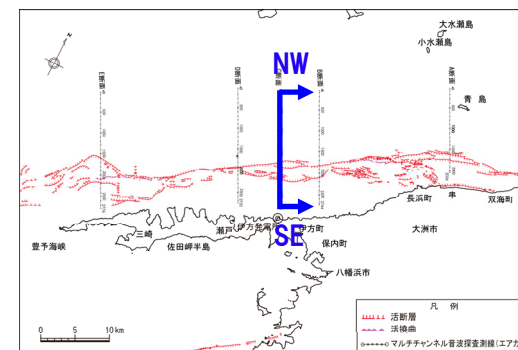
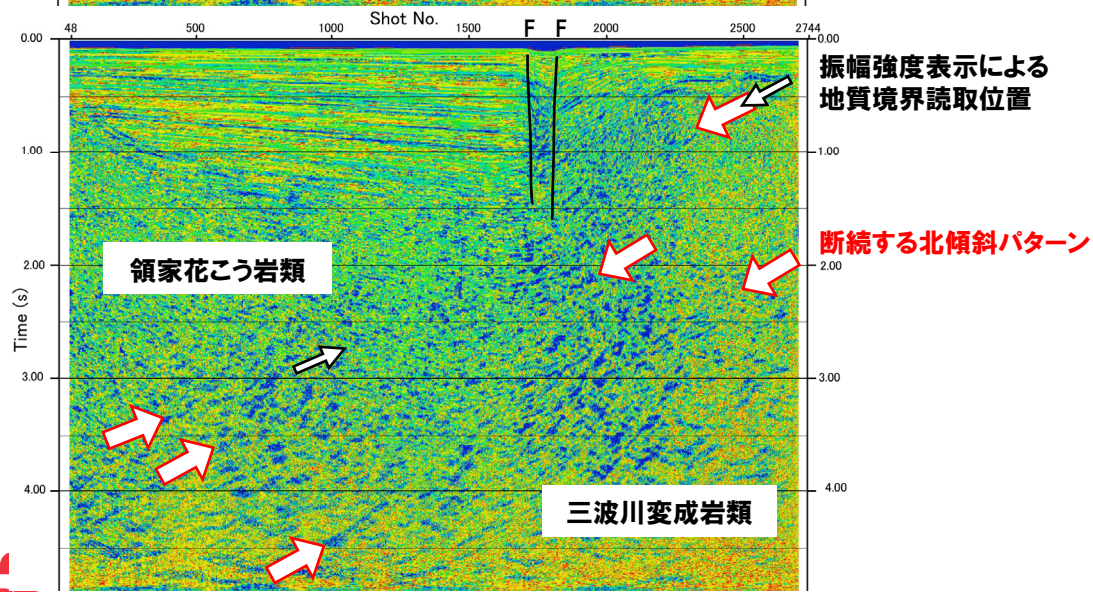
## 5. 3-12 瞬間周波数(伊方沖)



○北傾斜方向に断続する低周波数帯のパターンが数条みられ、振幅強度表示による地質境界読取位置についても同様のパターンが確認できる。

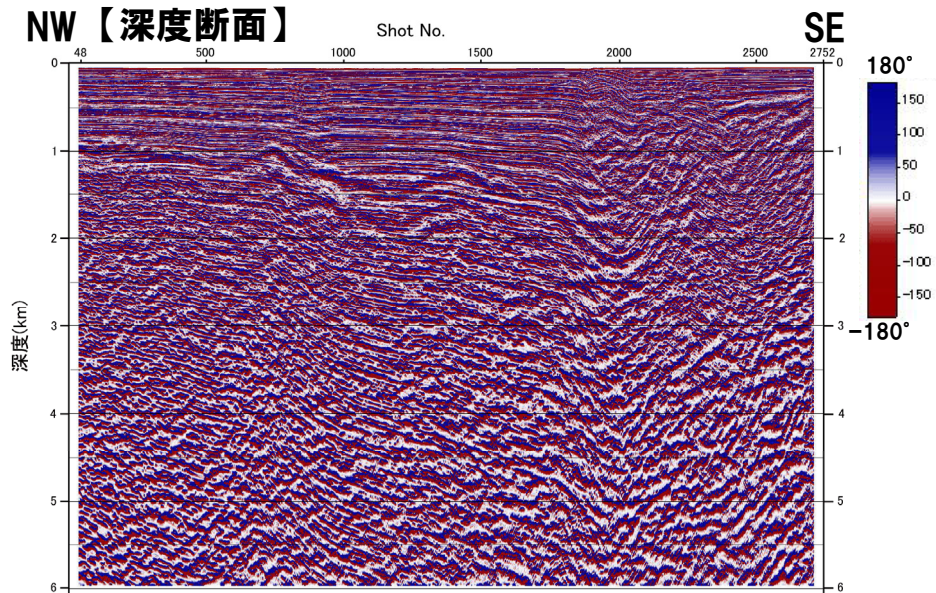
○鉛直（高角度）および南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。

○深部にみられる高周波数成分はノイズの影響が考えられる。



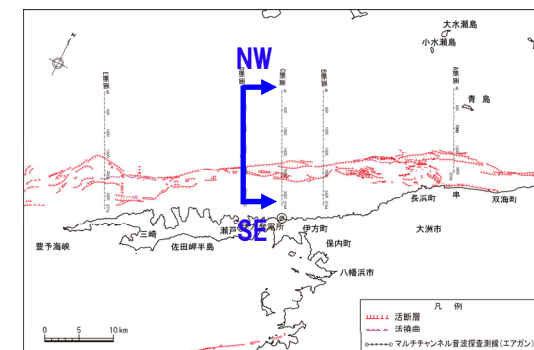
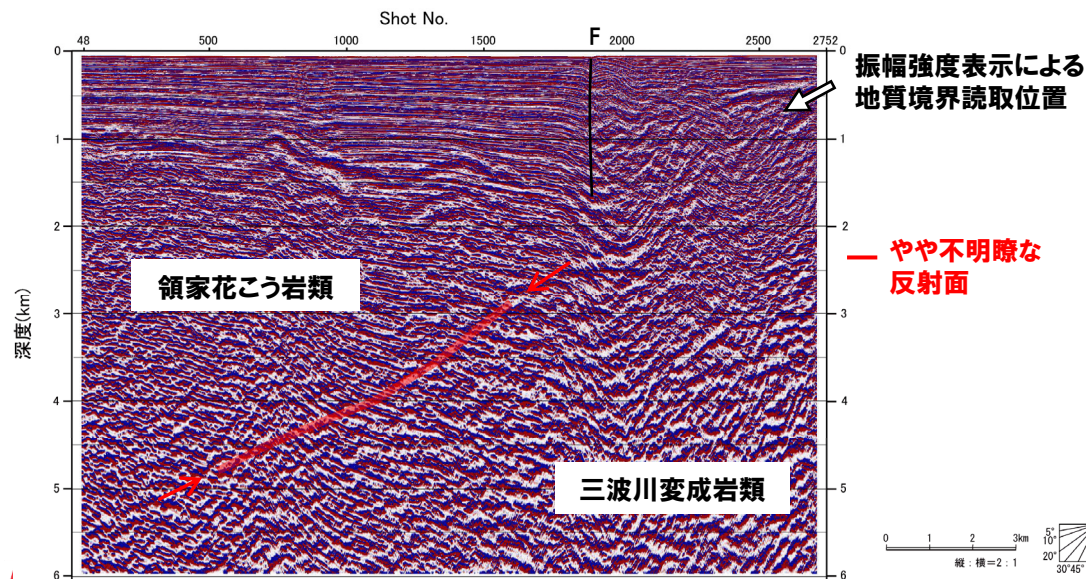


# 5. 3-13 瞬間位相(瀬戸沖)



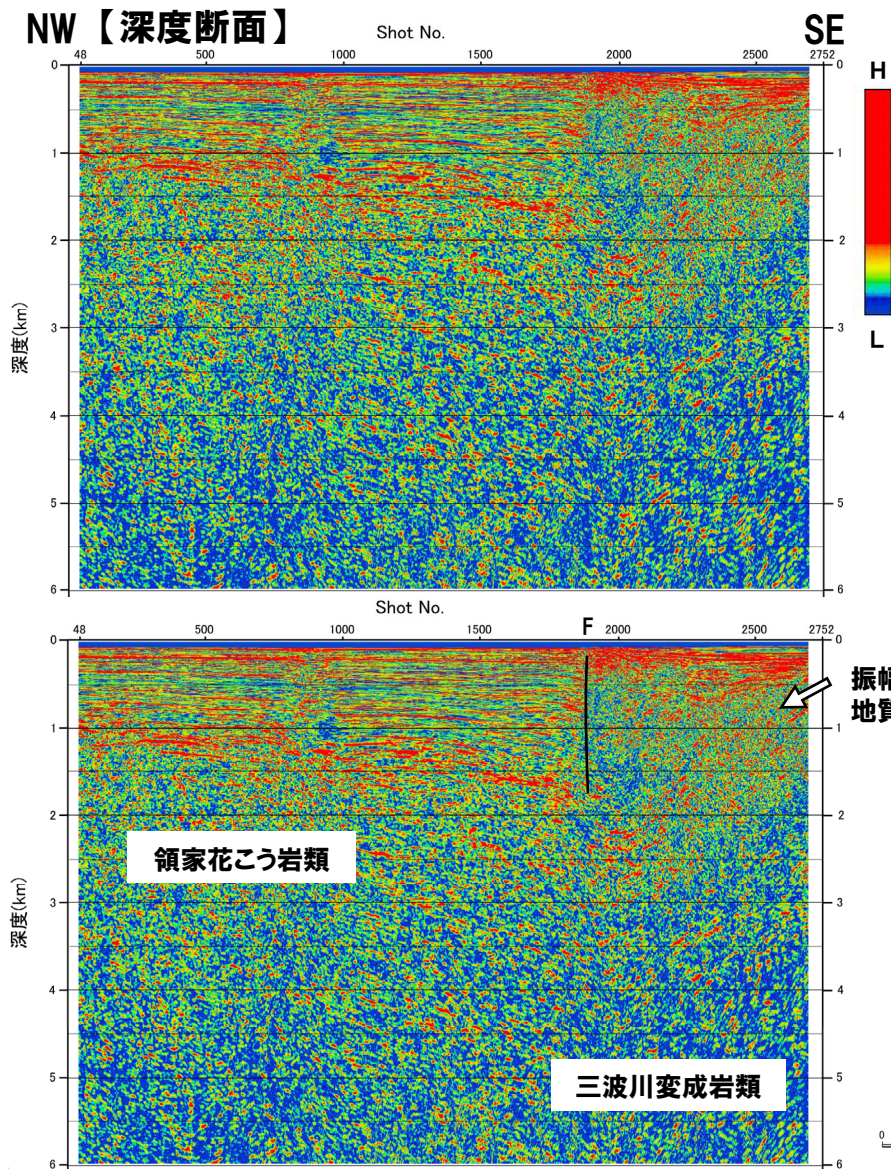
○北傾斜方向にやや不明瞭ながら反射面がみられ，振幅強度表示による地質境界読取位置とほぼ一致する。

○鉛直（高角度）および南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。

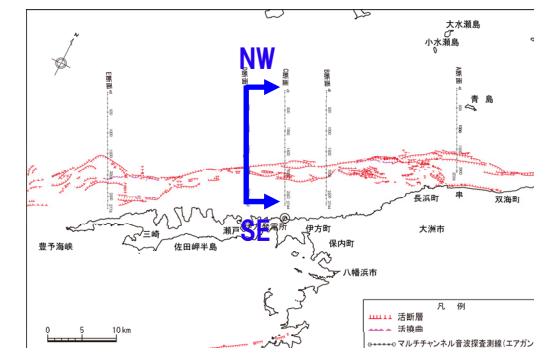




# 5. 3-14 エンベロープ(瀬戸沖)

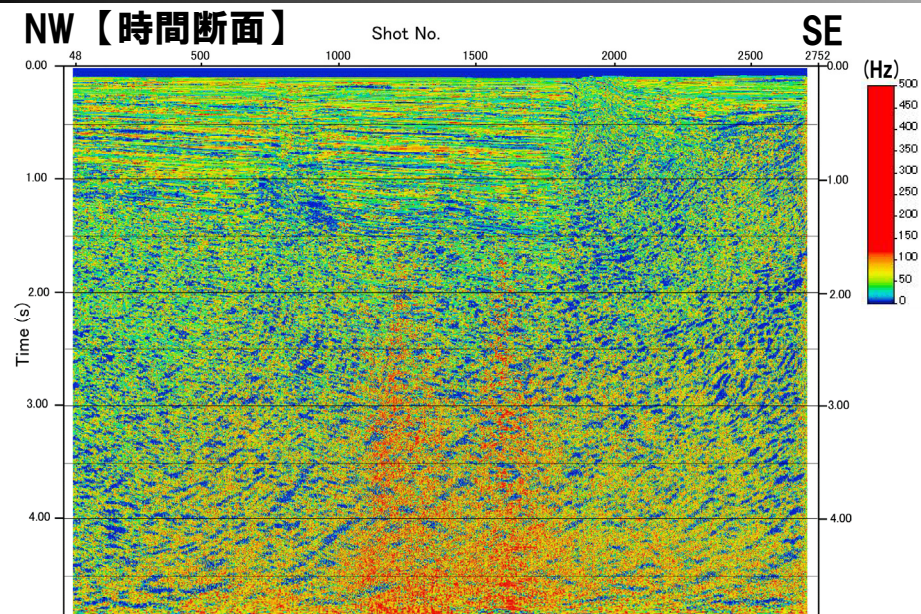


○北傾斜，鉛直（高角度），南傾斜方向いずれについても明瞭な反射面は確認できない。





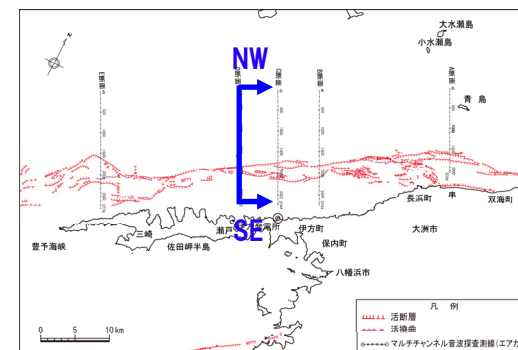
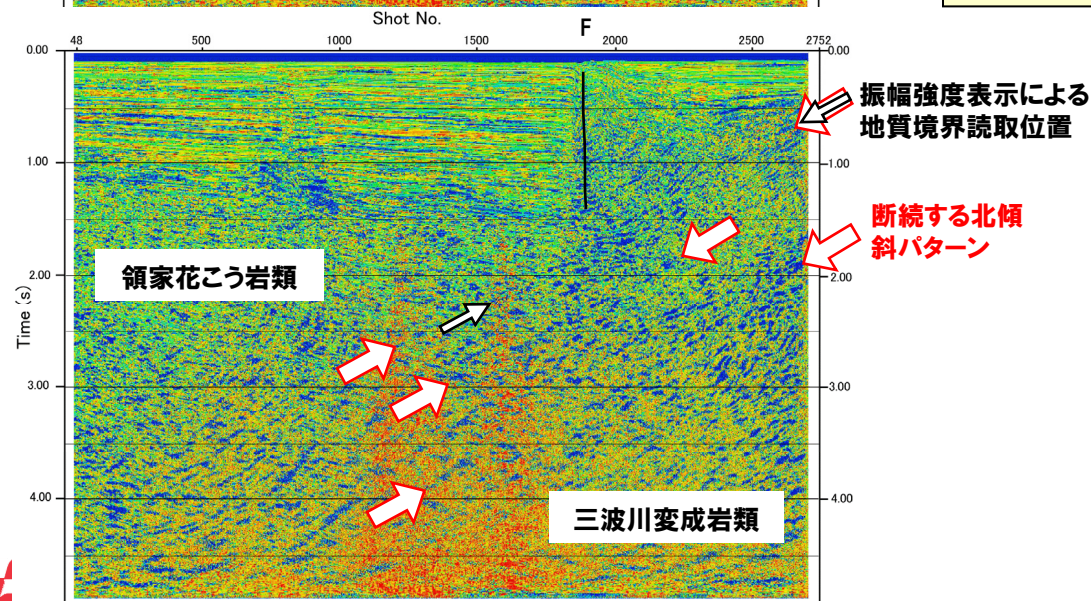
## 5. 3-15 瞬間周波数(瀬戸沖)



○北傾斜方向に断続する低周波数帯のパターンが数条みられ、振幅強度表示による地質境界読取位置についても同様のパターンが確認できる。

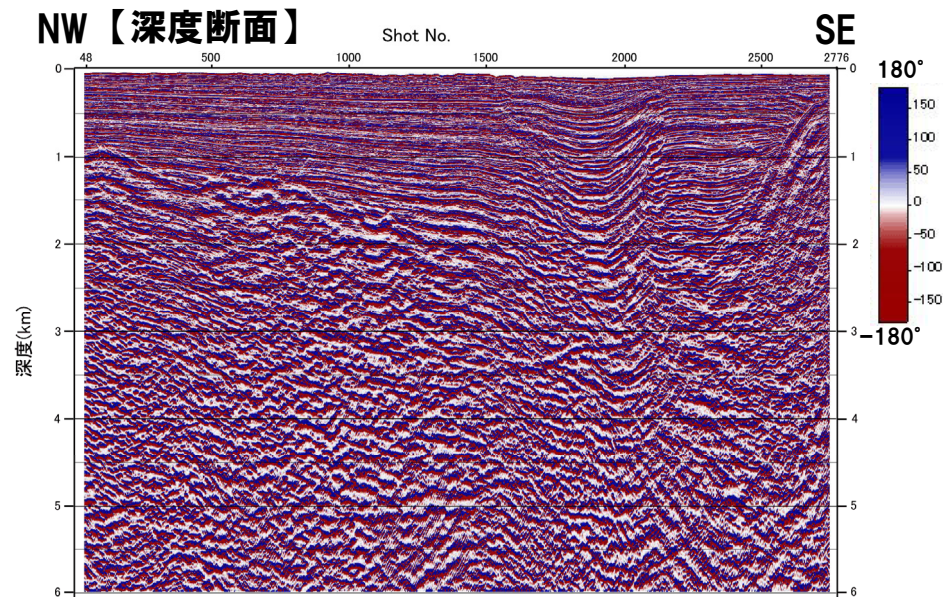
○鉛直（高角度）および南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。

○深部にみられる高周波数成分はノイズの影響が考えられる。



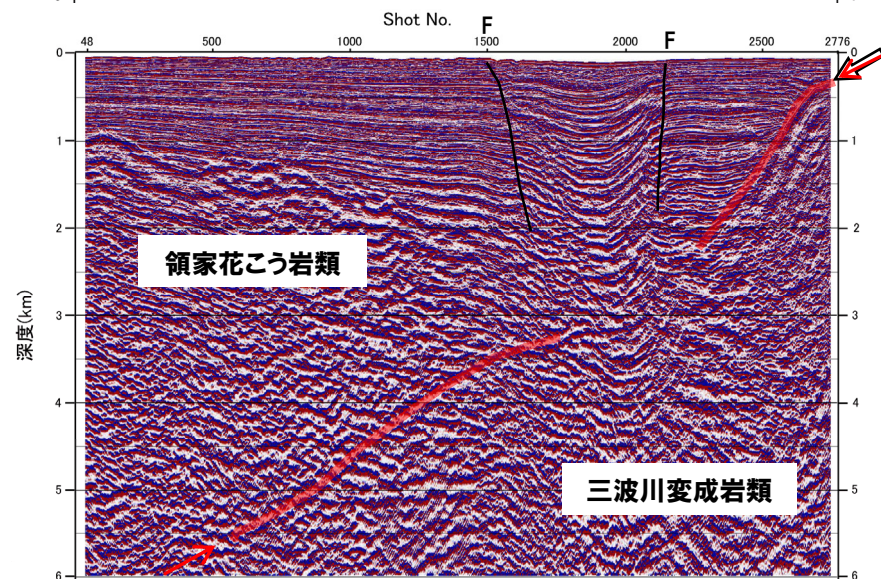


# 5. 3-16 瞬間位相(三崎沖)



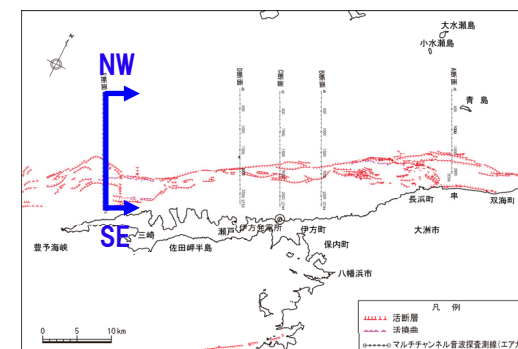
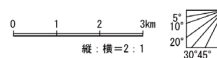
○北傾斜方向にやや明瞭な反射面がみられ、振幅強度表示による地質境界読取位置とほぼ一致する。

○鉛直（高角度），南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。



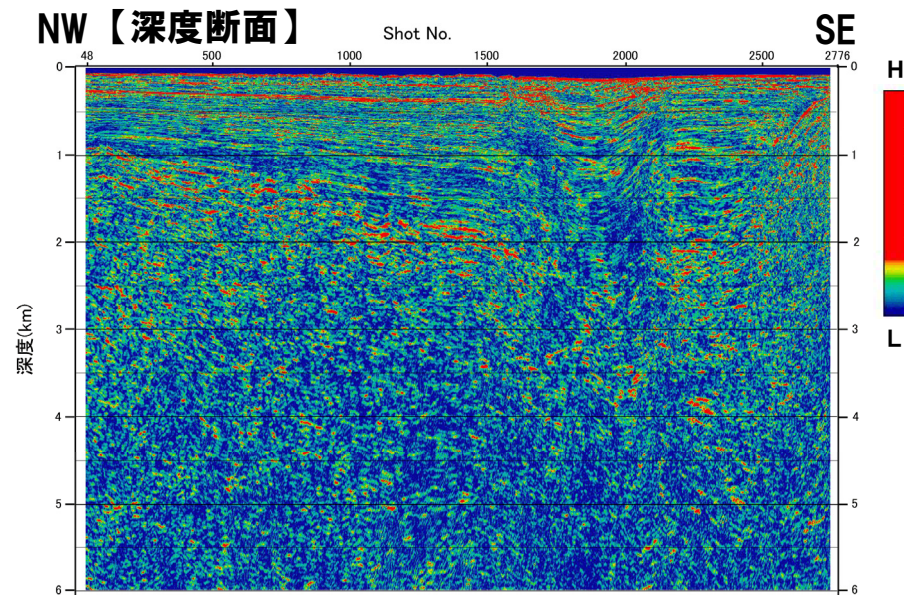
振幅強度表示による地質境界読取位置

— やや明瞭な反射面

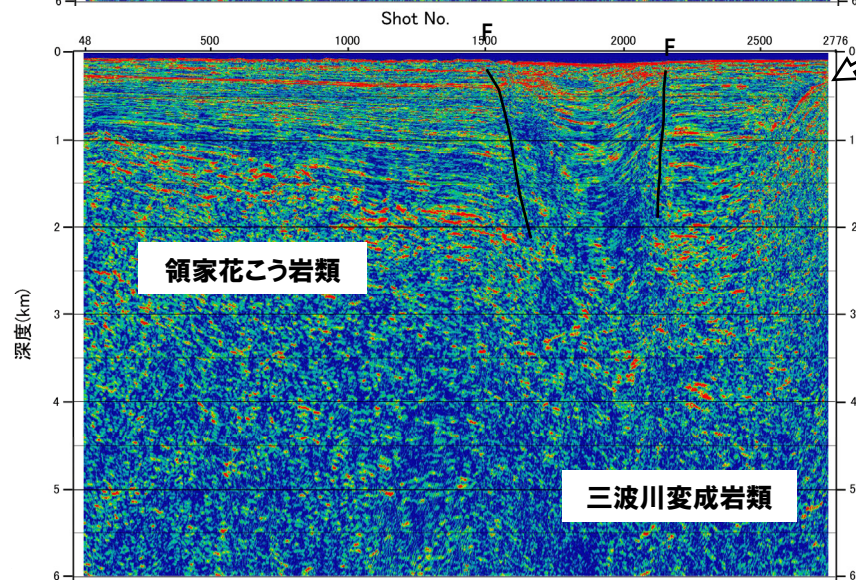




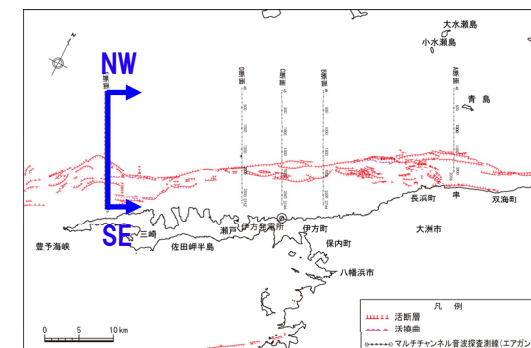
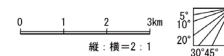
# 5. 3-17 エンベロープ(三崎沖)



○北傾斜, 鉛直(高角度), 南傾斜方向  
いずれについても明瞭な反射面は確認できない。

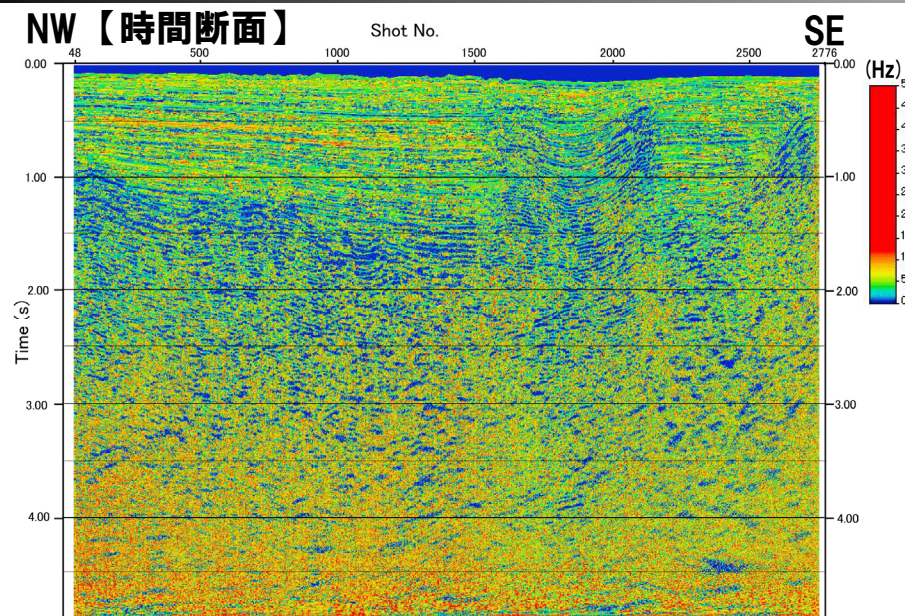


振幅強度表示による  
地質境界読取位置





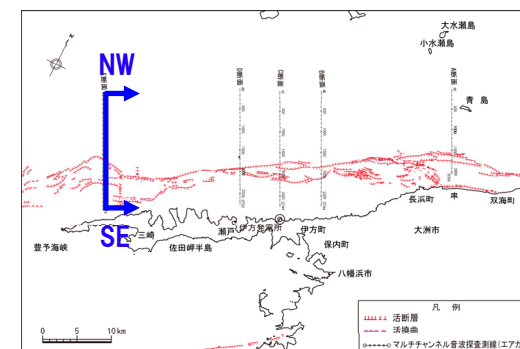
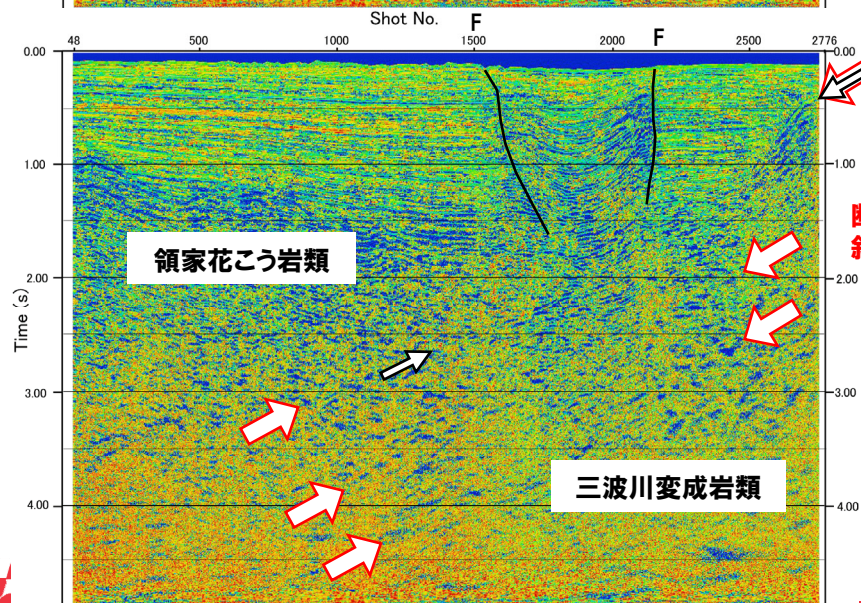
# 5. 3-18 瞬間周波数(三崎沖)



○北傾斜方向に断続する低周波数帯のパターンが数条みられ、振幅強度表示による地質境界読取位置についても同様のパターンが確認できる。

○鉛直（高角度）および南傾斜方向については明瞭な反射面は確認できない。

○深部にみられる高周波数成分はノイズの影響であると考えられる。



## 5. 3-19 アトリビュート解析結果(まとめ)

○瞬間位相表示においては、全断面で振幅強度表示による地質境界の読取位置と整合する北傾斜の反射面が認められ、瞬間周波数表示においても北傾斜の構造を示唆する低周波数帯のパターンを確認できた。エンベロープ表示においては、保内沖の断面において、振幅強度表示による地質境界の読取位置と整合する北傾斜の反射パターンを確認できた。

○鉛直（高角度）方向について、いくつかの断面において断層下方を境に南北で反射パターンが若干異なるが、浅部での散乱等に起因するノイズの影響が考えられる。

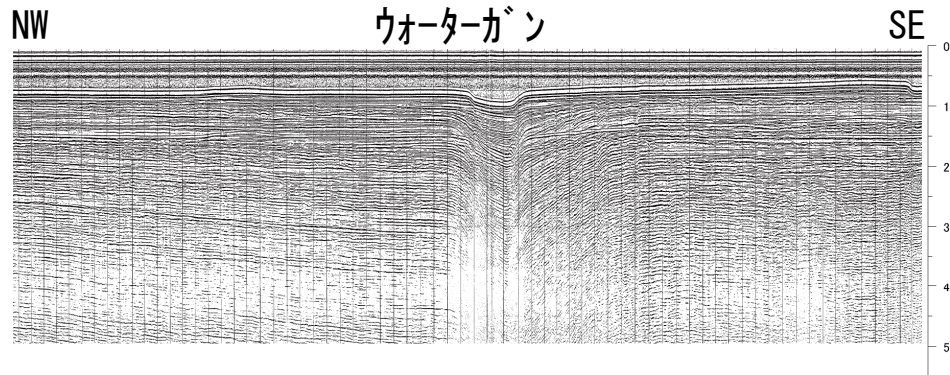
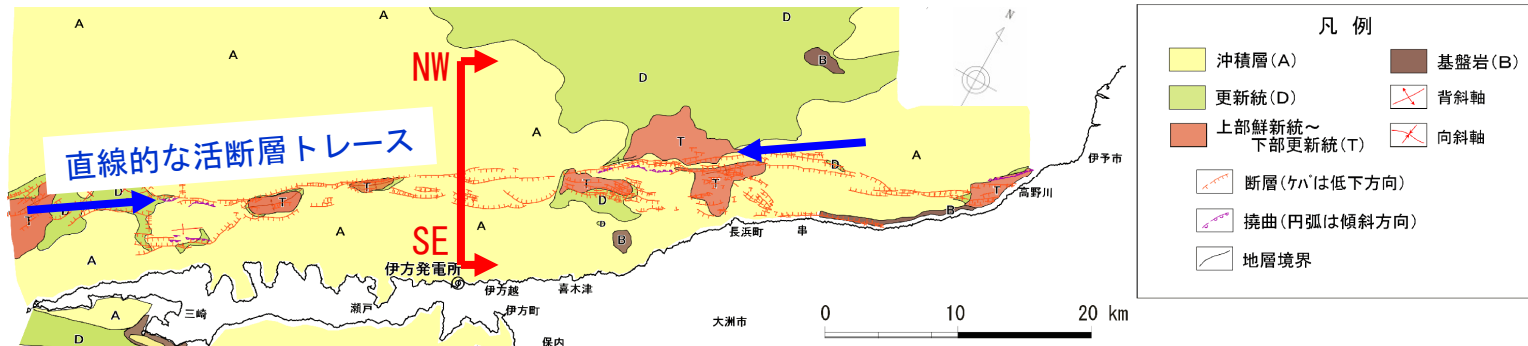
○南傾斜方向については、明瞭な反射面は認められなかった。



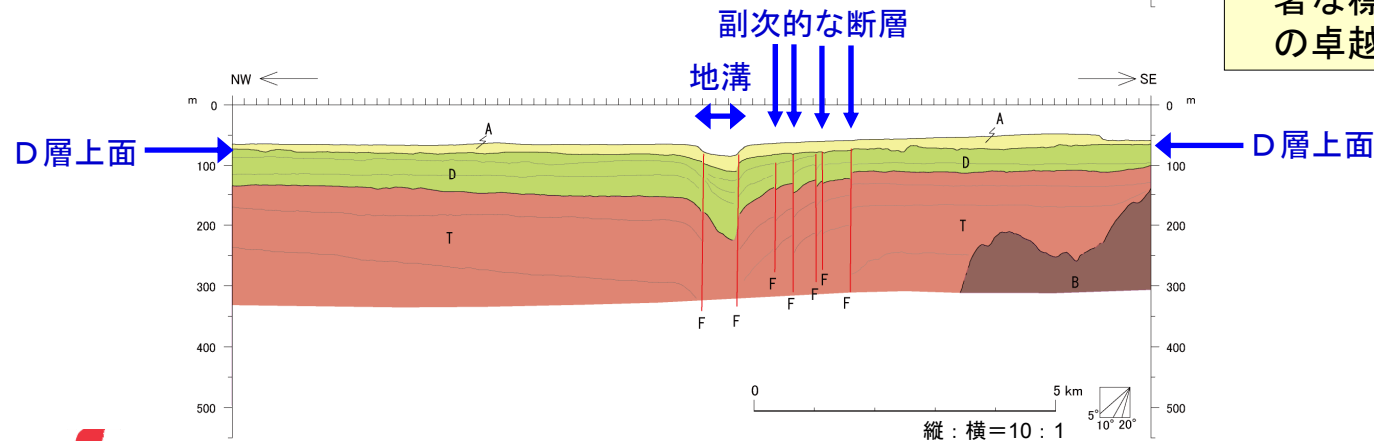
---

## 5. 4 総合評価

# 5. 4-1 敷地前面海域の断層群の性状

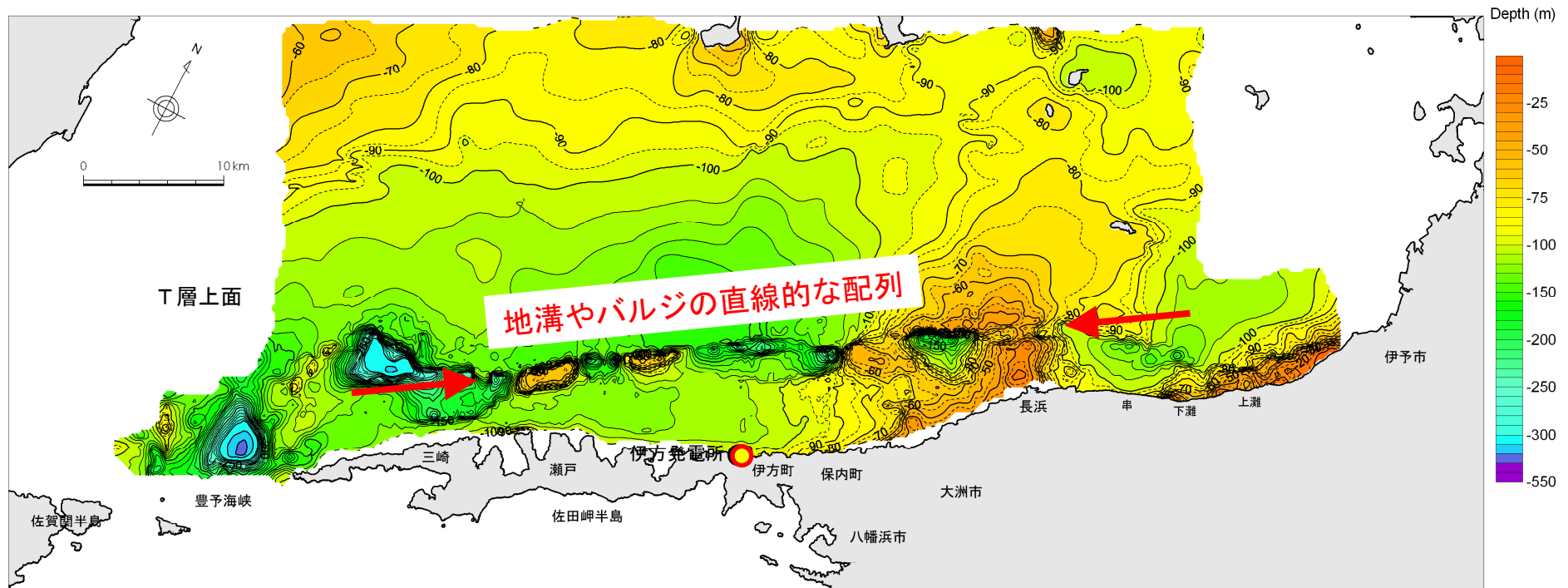


- 中央構造線断層帯は、沖積層を変位させ、海底面にも変形を与える活断層として認められる。
- 非常に直線的な活断層トレースを示す。
- 断層分布域の南北でD層上面に顕著な標高差は認められず、横ずれの卓越する断層運動が推定される。



## 5. 4-2 変動地形学的な評価

○敷地前面海域の断層群の分布域に、横ずれ断層変位に伴って形成された地溝やバルジが非常に直線的な配列を示し、震源断層はほぼ鉛直であると考えられる。

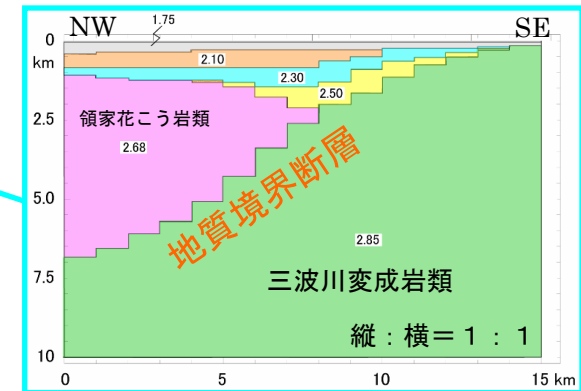
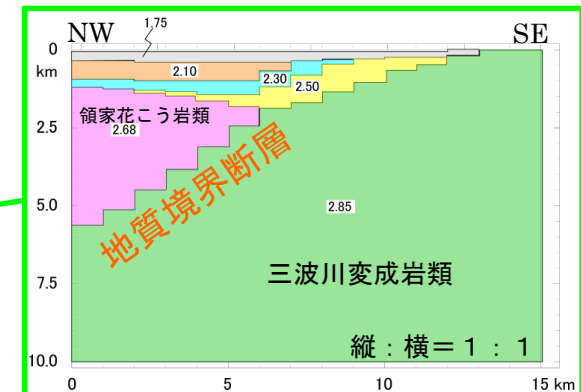
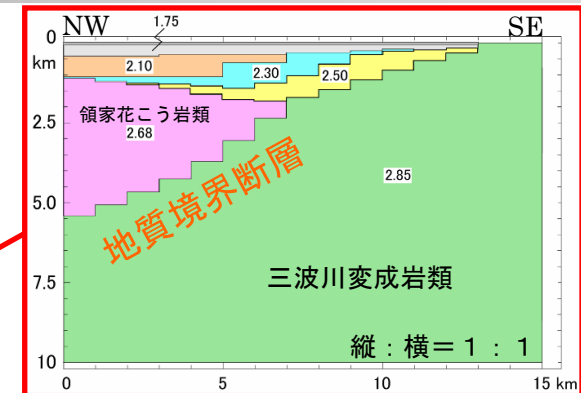
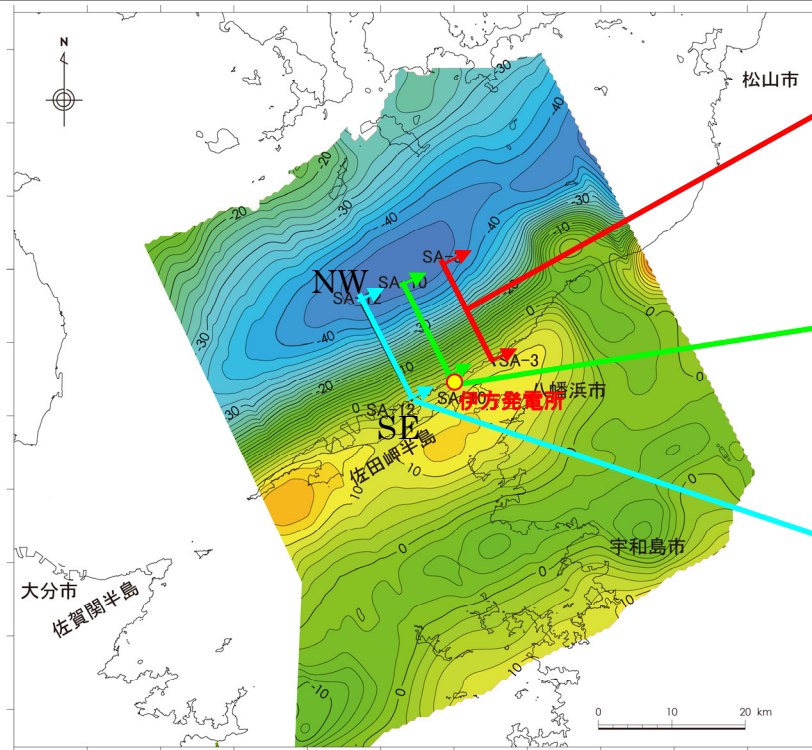


T層：上部鮮新統～下部更新統



## 5. 4-3 地球物理学的な評価

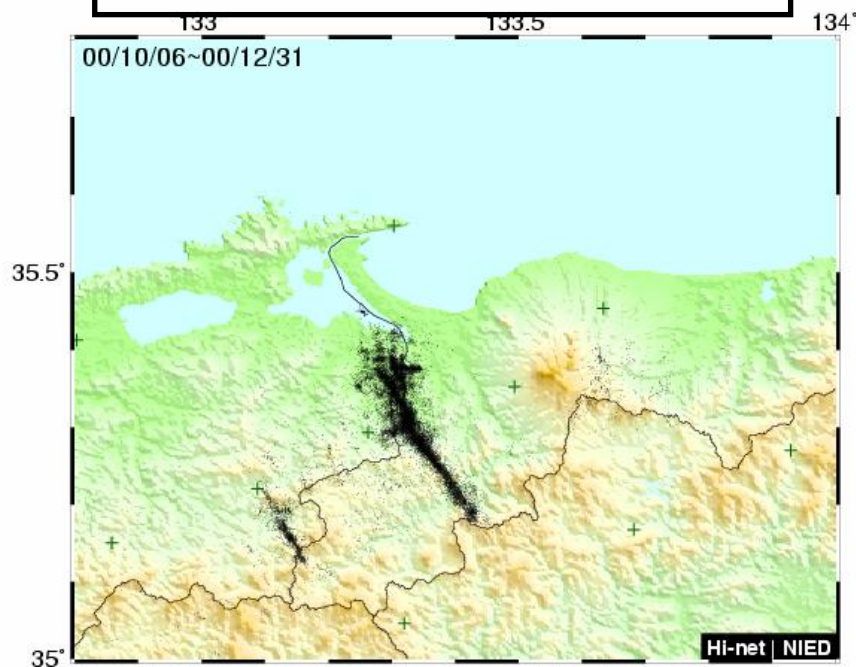
- 地質境界断層としての中央構造線は30-40度で北へ傾斜すると考えられる。
- ほぼ鉛直な断層面を地球物理学的な調査によって捉えることは困難である。震源断層について、北傾斜する地質境界断層と一致する可能性とほぼ鉛直な断層面を有する可能性の双方が考えられる。



## 5. 4-4 地震学的な評価

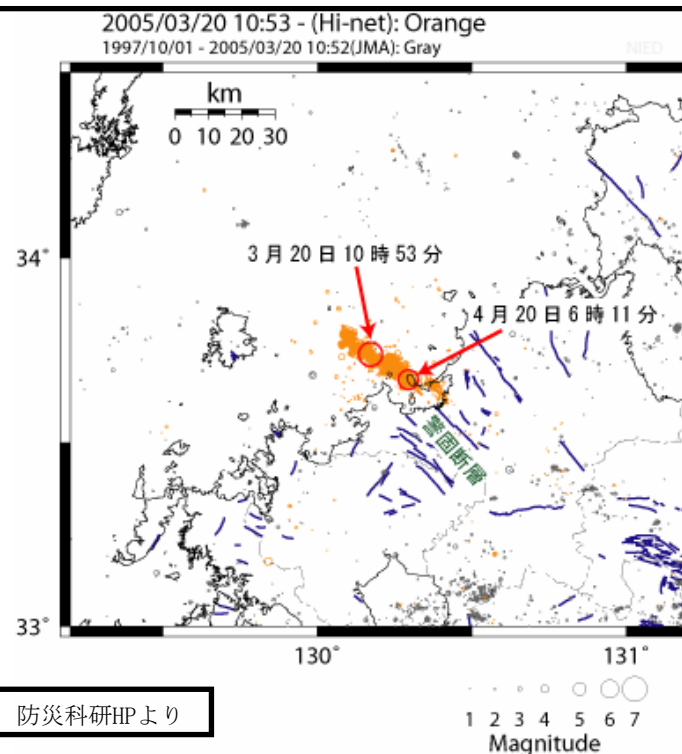
- 近年国内外で発生した横ずれ断層による主な地震では、各種観測データに基づく検討から、震源断層はいずれもほぼ鉛直であることが明らかにされている。
- 緩く傾斜する断層面を横ずれさせるような応力場は考えにくく、一般的に、横ずれ断層の震源断層面はほぼ鉛直であると考えられている。
- 敷地前面海域の断層群について、当該地域では内陸地殻内地震の活動性が低く面的な配列は認められないが、震源断層はほぼ鉛直と考えられる。

2000年鳥取県西部地震の余震分布



防災科研HPより

2005年福岡県西方沖地震の余震分布



防災科研HPより

## 5. 4－5 地震調査研究推進本部による評価

| 区 間              | 地震本部(2003)<br>長期評価 |              |                                                    | 地震本部(2005b)<br>確率論的地震動予測地図        |
|------------------|--------------------|--------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                  | 傾斜角                | 深さ           | 根拠                                                 | 傾斜角                               |
| 金剛山地東縁           | 西傾斜15－45°          | 深さ300m以浅     | 佐竹ほか(1999)                                         | 西傾斜43°                            |
| 和泉山脈南縁及び<br>紀淡海峡 | 北傾斜15－45°          | 深さ1km以浅      | 河村ほか(2001), 佃<br>(1997), 横倉ほか(1998),<br>吉川ほか(1992) | 和泉山脈南縁: 北傾斜43°<br>紀 淡 海 峡: 北傾斜30° |
| 讃岐山脈南縁           | 北傾斜30－40°          | 深さ5km以浅      | 伊藤ほか(1996), 佃・佐<br>藤(1996)                         | 北傾斜35°                            |
| 石鎚山脈北縁－愛<br>媛北西部 | 高角度                | 地表及び<br>海底付近 | 愛媛県(1999), 愛媛県<br>(2000a, b)                       | 90°                               |
| 伊予灘              | 高角度 北傾斜            | 深さ2km以浅      | 大野ほか(1997)                                         | 90°                               |



## 5. 4-6 断層傾斜角の総合評価(まとめ)

- ・ 敷地前面海域の断層群は直線的なトレースを示す右横ずれ断層であり、変動地形学的な観点、地震学的な観点から、震源断層はほぼ鉛直と評価される。
- ・ 一方で、地球物理学的な観点から、地質境界断層は30～40度で北傾斜と評価され、震源断層について、北傾斜する地質境界断層と一致する可能性とほぼ鉛直な断層面を有する可能性の双方が考えられる。
- ・ 変動地形学的な観点、地震学的な観点、地球物理学的な観点を総合的に勘案して、震源断層をほぼ鉛直と評価し、不確かさとして北傾斜する地質境界断層と一致する可能性も考慮する。

# 引用文献

---

- 愛媛県, 1999, 「平成10年度地震関係基礎調査交付金中央構造線断層帯(愛媛北西部・石鎚山脈北縁)に関する調査結果報告書」, 愛媛県, 416.
- 愛媛県, 2000a, 「平成11年度地震関係基礎調査交付金中央構造線断層帯(愛媛北西部・石鎚山脈北縁・讃岐山脈南縁)に関する調査結果報告書」, 421
- 愛媛県, 2000b, 「平成11年度地震関係基礎調査交付金中央構造線断層帯(愛媛北西部・石鎚山脈北縁・讃岐山脈南縁)に関する調査結果報告書(概要版)」, 54.
- 愛媛県, 2000c, 「愛媛県活断層調査報告書概要集 ー中央構造線断層帯(愛媛北西部, 石鎚山脈北縁, 讃岐山脈南縁)に関する調査ー」.
- 後藤秀昭・中田 高, 2000, 「活断層のセグメンテーションと変位速度の分布 ー四国の中央構造線活断層系における検討ー」, 月刊地球ノ号外, 31, 182-188.
- Hiroyuki Tsutsumi and Atsumasa Okada, 1996, 「Segmentation and Holocene surface faulting on the Median Tectonic Line, Southwest Japan」, Journal of Geophysical Research, 101, B3, 5855-5871.
- 池田倫治・大野一郎・大野裕記・岡田篤正, 2003, 「四国北西部地域の中央構造線活断層系の地下構造とセグメンテーション」, 地震, 2, 56, 141-155.
- 池田倫治・大野裕記・長谷川修一・岡田篤正, 2005, 「四国北西部中央構造線活断層系, 米湊断層および本郡断層の地下構造と活動履歴」, 地震, 2, 57, 419-439.
- 伊藤谷生・井川 猛・足立幾久・伊勢崎修弘・平田 直・浅沼俊夫・宮内崇裕・松本みどり・高橋通浩・松澤進一・鈴木雅也・石田啓祐・奥池司郎・木村 学・國友孝洋・後藤忠徳・澤田臣啓・竹下 徹・仲谷英夫・長谷川修一・前田卓哉・村田明広・山北 聡・山口和雄・山口 寛, 1996, 「四国中央構造線地下構造の総合物理探査」, 地質学雑誌, 102, 4, 346-360.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003, 「中央構造線断層帯(金剛山地東縁ー伊予灘)の長期評価について」.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005a, 「別府ー万年山断層帯の長期評価について」.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005b, 「全国を概観した地震動予測地図 報告書」

# 引用文献

---

Kamata, H and Kodama, K, 1999, 「Volcanic history and tectonics of the Southwest Japan Arc」, The Island Arc, 8, 393-403.

活断層研究会編, 1991, 「[新編]日本の活断層—分布図と資料—」.

河村和徳・蔵下英司・篠原雅尚・津村紀子・伊藤谷生・宮内崇裕・佐藤比呂志・井川猛, 2001, 「活断層周辺における地震波散乱体の検出とその地質学的実態の推定—紀伊半島北西部中央構造線を例として—」, 地震2, 54, 233-249.

国土地理院, 2001, 「沿岸海域基礎調査報告書(伊予長浜地区)」, 国土地理院技術資料D・3-No.72.

熊原康博, 1998, 「四国北西部肱川流域の段丘地形と地殻変動」第四紀研究, 37, 5, 397-409.

Laura M. Wallace, Susan E, Kayo M, Satoshi M, John B, Junichi G, 2009, Enigmatic highly active left-lateral shear zone in southwest Japan explained by aseismic ridge collision, Geology, February 2009; v. 37; no.2; p. 143-146.

松崎伸一・大野裕記・池田倫治・福島美光, 2003, 「震源分布からみた伊予灘周辺フィリピン海プレートの形状および地震特性」, 地震2, 56, 267-279.

水野清秀, 1996, 「愛媛県野村盆地高位段丘堆積物中の広域テフラ, Ng-1(野村2)火山灰」日本第四紀学会, 第四紀露頭集—日本のテフラ, 72.

中田 高・後藤秀昭, 1998「活断層はどこまで割れるのか? —横ずれ断層の分岐形態と縦ずれ分布に着目したセグメント区分モデル—」, 活断層研究, 17, 43-53.

中田 高・今泉俊文編, 2002, 「活断層詳細デジタルマップ」.

七山 太・池田倫治・大塚一広・三浦健一郎・金山清一・小林修二・長谷川 正・杉山雄一・佃 栄吉, 2002, 「伊予灘～佐賀関沖MTL活断層系の広域イメージングとセグメント区分」, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 活断層・古地震研究報告, 2, 141-152.

緒方正虔, 電力中央研究所土木技術研究所, 1975, 「佐田岬半島北岸海域の地質構造—音波探査による海底地質の考察—」, 電力中央研究所報告, 375006.

岡田篤正, 1992, 「中央構造線活断層系の活動区の分割試案」, 地質学論集, 40, 15-30.



# 引用文献

- 岡田篤正, 2006, 「活断層で発生する大地震の連動・連鎖 ―中央構造線・濃尾断層系・山陰地域の活断層を事例として―」, 月刊地球／号外, 54, 5-24.
- 岡野健之助・木村昌三, 1996, 南海地震に関連する四国およびその周辺地域の地盤変動, 地震2, 49, 361-374.
- 大森博雄, 1990, 四国山地の第四紀地殻変動と地形, 変動地形とテクトニクス, 60-86.
- 大野裕記・小林修二・長谷川修一・本荘静光・長谷川正, 1997, 四国北西部伊予灘海域における中央構造線活断層系の深部構造とセグメンテーション, 四国電力研究期報, 68, 48-59.
- 大塚一広・七山 太・三浦健一郎・池田倫治・金山清一・小林修二・徳間伸介・安間 恵・横山芳春・安原盛明・杉山雄一・佃 栄吉, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2002, 「中央構造線活断層系伊予セグメント西端部, 下灘沖南断層の完新世活動履歴」, 活断層・古地震研究報告, 2, 125-140.
- 大塚一広・七山 太・三浦健一郎・池田倫治・金山清一・横山芳春・杉山雄一・佃 栄吉, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2001, 「伊予灘東部海域の中央構造線活断層系の完新世活動性評価(Ⅱ)―上灘沖海上ボーリングコアの解析結果―」, 活断層・古地震研究報告, 1, 215-232.
- 佐竹健治・須貝俊彦・寒川旭・柳田誠・横田裕・岩崎孝明・小俣雅志・石川玲, 1999, 「奈良県金剛断層系の構造と最新活動時期」, 地震2, 52, 65-79.
- 佐藤比呂志・平田直・岩崎貴哉・瀬瀬一起・伊藤 潔・伊藤谷生・笠原敬司・加藤直子・新井隆太, 2006 「和泉山脈地殻構造探査(和泉測線2006)」 I 地震動(強い揺れ)の予測「大都市圏地殻構造調査研究」, 大都市大震災軽減化特別プロジェクト 平成18年度 成果報告書, 21-86.
- 佐藤比呂志・伊藤谷生・池田安隆・平田 直・今泉俊文・井川 猛, 2001, 「震源断層―活断層システムのイメージングの意義と現状」地学雑誌, 110(6).
- 佐藤比呂志・児島悠司・村田明広・伊藤谷生・金田義行・大西正純・岩崎貴哉・於保幸正・萩野スミ子・狩野謙一・河村知徳・蔵下英司・越谷 信・高須 晃・竹下 徹・津村紀子・寺林 優・豊原富士夫・中島 隆・野田 賢・橋本善孝・長谷川修一・平田 直・宮内崇裕・宮田隆夫・山北 聡・吉田武義・Steven Harder・Kate Miller・Galen Kaip・小澤岳史・井川 猛, 2005, 「西南日本外帯の地殻構造: 2002年四国―瀬戸内海横断地殻構造探査の成果」, 地震研究所彙報, 80, 53-71.

# 引用文献

---

島崎邦彦・松岡裕美・岡村 眞・千田 昇・中田 高, 2000,「別府湾の海底活断層分布」, 月刊地球／号外, 28, 79-84.

杉山雄一, 2003,「活断層情報の現状とその活用法ー強震動予測への貢献の観点からー」, 第31回地盤震動シンポジウム, 5-14.

社団法人土木学会 原子力土木委員会 断層活動性分科会, 2003,「原子力発電所の活断層系評価技術ー長大活断層系のセグメンテーションー」.

Taner, M. T., F. Koehler, and R. E. Sheriff, 1979, Complex seismic traces analysis, Geophysics, 44, 1041- 1063.

塚原弘昭・小林洋二, 1991,「中・西部日本の地殻応力」, 地震2, 44, 221-231.

佃 栄吉, 1996,「中央構造線活断層系のセグメンテーションと周辺の地質構造」, テクトニクスと変成作用, 創文, 250-257.

佃 栄吉, 1997,「中央構造線活断層系(紀伊半島地域)の活動性調査」, 地質調査所研究資料集, No.303(平成8年度活断層研究調査概要報告書), 161-177.

佃 栄吉・佐藤 努, 1996,「徳島県鳴門市板東観測井周辺の地下構造」, 兵庫県南部地震の地質学的背景, 第11回地質調査所研究講演会資料, (財)日本産業技術振興協会, 90-93.

堤 浩之・後藤秀昭, 2006,「四国の中央構造線断層帯の最新活動に伴う横ずれ変位量分布」, 地震, 2, 59, 117-132.

堤 浩之・戸田 茂・今村朋裕・石山達也・河村知徳・佐藤比呂志・宮内崇裕・加藤 一・隈元 崇・武田麻美・山本彰吾, 2007,「四国の中央構造線断層帯の浅層反射法地震探査ー2002年新居浜測線と2003年阿波測線ー」, 地震研究所彙報, 82, 105-117.

露口耕治・松岡裕美・岡村 眞, 1996,「伊予灘における中央構造線系海底活断層の分布とセグメンテーション」, 日本地質学会第103年学術大会講演要旨集, 364.

山下大輔・吉川周作・塚腰 実・長岡信治・熊原康博, 2006,「愛媛県大洲・内子盆地に分布する下部ー中部更新統の層序と編年」第四紀研究, 45, 6, 463-477.

横倉隆伸・加野直巳・山口和雄・宮崎光旗・井川猛・太田陽一・川中卓・阿部進, 1998,「大阪湾における反射法深部構造探査」, 地調月報, 49, 571-590.

# 引用文献

---

吉川宗治・岩崎好規・井川猛・横田裕, 1992, 「反射法地震探査による和歌山県西部の中央構造線の地質構造」, 地質学論集, 40, 177-186.

吉岡敏和・栗田泰夫・下川浩一・杉山雄一・伏島祐一郎, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2005, 「全国主要活断層活動確率地図および同説明書」(200万分の1).

由佐悠紀・竹村恵二・北岡豪一・神山孝吉・堀江正治・中川一郎・小林芳正・久保寺 章・須藤靖明・井川 猛・浅田正陽, 1992「反射法地震探査と重力測定による別府湾の地下構造」地震, 2, 45, 199-212.