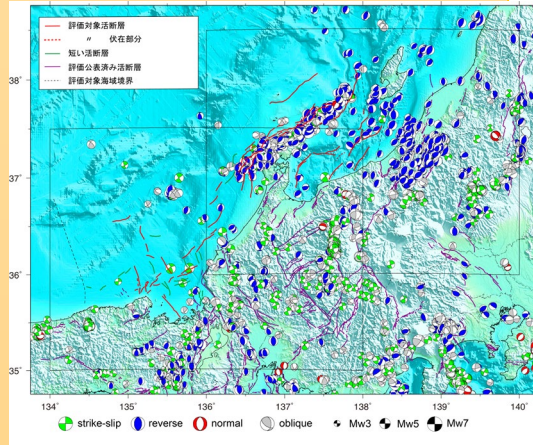


平均変位速度ならびに平均再 来間隔について

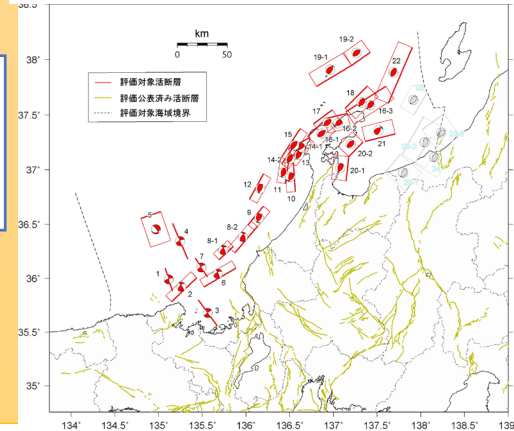
ポアソン過程を用いた地震発生確率の算出方針(案)

横ずれ/縦ずれ比

① メカニズム解の断層すべり角から算出される横ずれ/縦ずれ比の分布に基づく方法



② 広域応力場を用いWallace-Bott仮説から算出される断層すべり角に基づく方法



反射断面記録から読み取った垂直変位量

水中音速(1500m/sを仮定)
変位基準面の堆積年代

平均変位速度(縦ずれ成分)

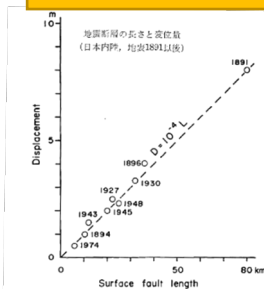
平均変位速度(ネットスリップ)

断層長から推定される1回のずれの量

平均活動間隔 $R =$

平均変位速度(ネットスリップ)

断層長から推定される1回のずれの量



$D = 10^{-4}L$ (松田ほか, 1980)

出典: 松田・他(1980)
地震研究所彙報 (Fig. 10)

ポアソン過程を用いた個々の活断層における地震発生確率の算出

個別断層: $P(30) = 1 - \exp(-30/R)$

評価地域: $P(Y > y; t) = 1 - \prod \{1 - P_k(Y > y; t)\}$

変位基準面の堆積年代について

日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)

基準面の年代は鳥取県沖で実施された IODP Exp346 航海の Site U1427 の年代を用いた (Sagawa et al., 2018)。そこでは厚さ約 440 m の堆積物が得られ、約 100 万年間の年代が詳しく求められている。同地点周辺の反射断面で確認できる Q1 層基底は海底下約 225–250m に位置することから、その年代は 60–70 万年前に対比される (図 22)。一方で、評価対象海域の海域活断層が分布する水深 100 m 前後の海底では、Q1 層基底は海底下 50 m 以下であり、Site U1427 地点における堆積速度に比べて 1/5 程度になっていると考えられる。堆積速度の低下によって反射断面の年代分解能は低下していると推定されるため、基準面の年代推定誤差は 5 倍程度大きくなると考え、Q1 層基底の年代は 40–90 万年とした。この年代幅には地層の対比誤差は含まれていないため、実際の誤差はさらに大きい可能性もある。本評価では、各断層の傾斜と垂直変位量から求めた断層面上の累積変位量(縦ずれ)と基準面の年代から平均変位速度(縦ずれ)を推定した。

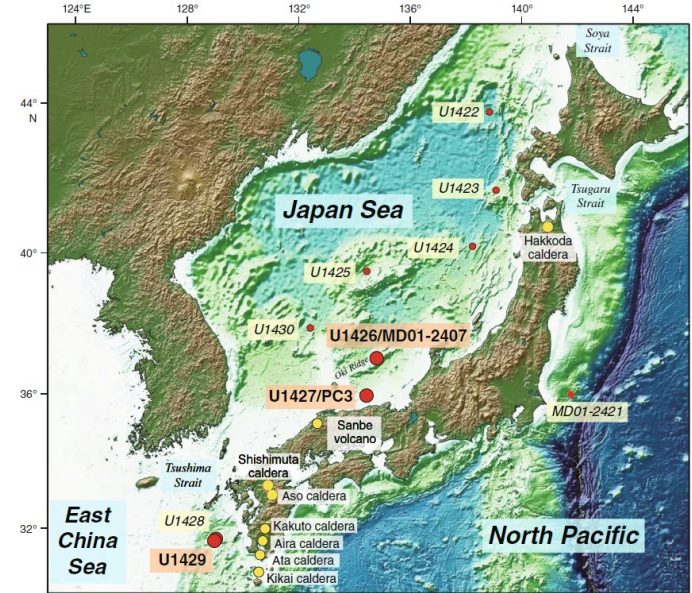


Fig. 1 Locations of sites drilled during IODP Expedition 346 in the Japan Sea and East China Sea. The source volcanoes of some of the regional tephra layers are shown

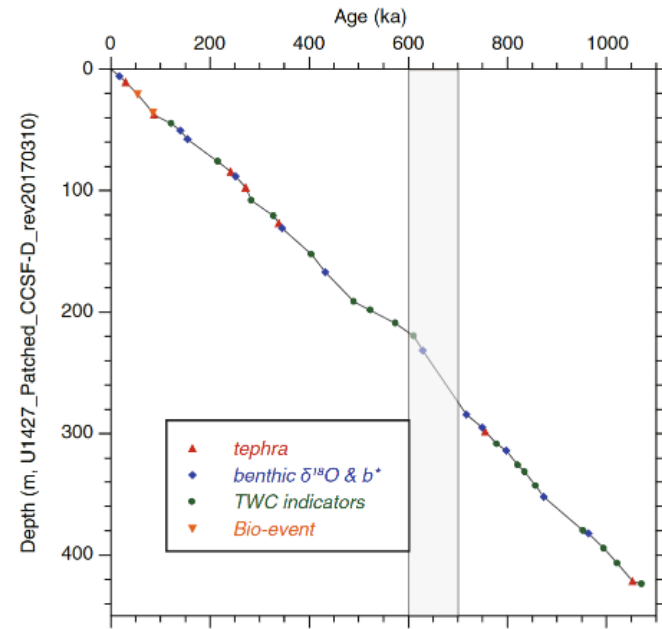


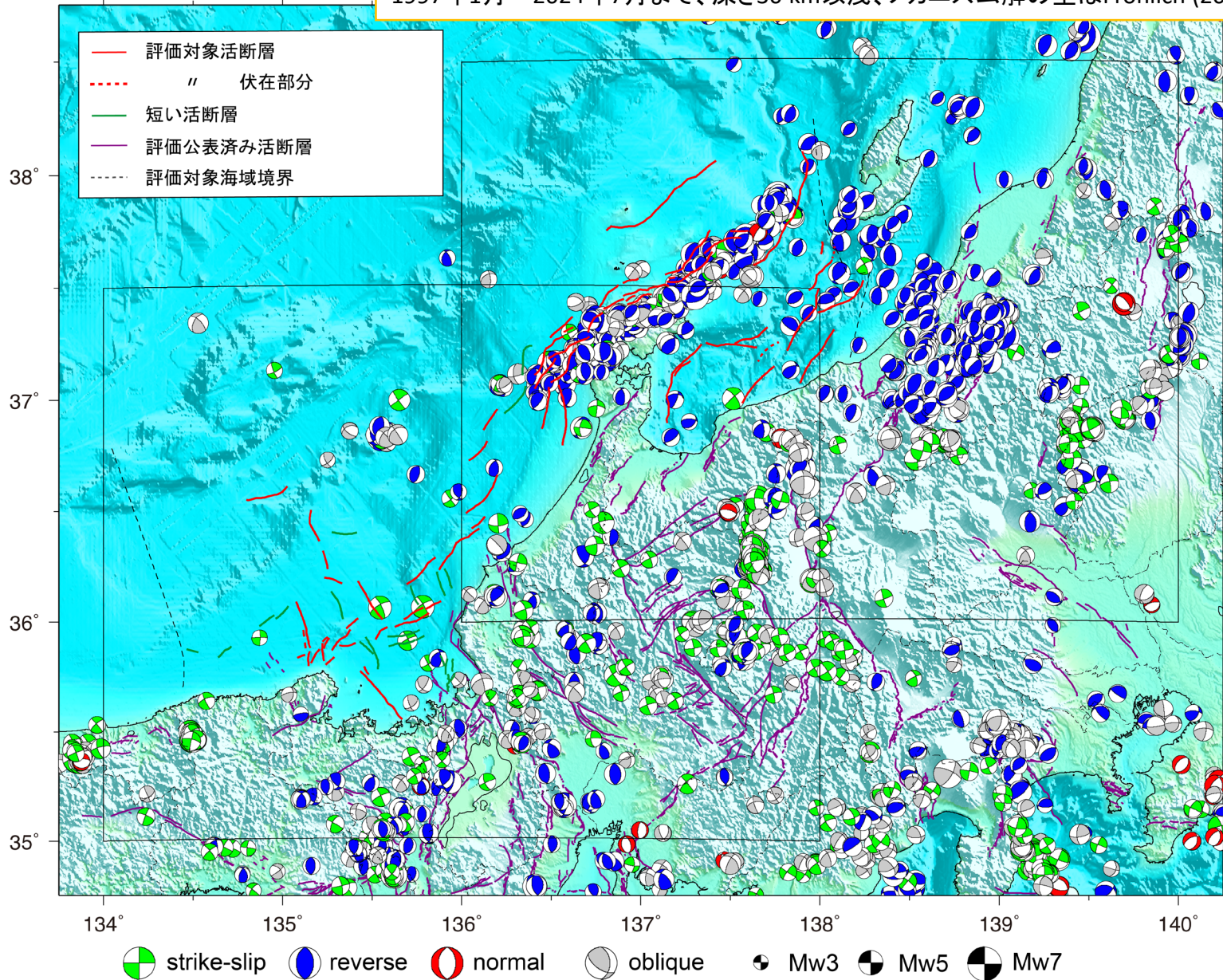
図 22 IODP Expedition 346 航海の Site U1427 における深さと年代の関係 (Sagawa et al. (2018) に加筆)

ハッチ区間は、Site U1427 周辺の反射断面で確認できる Q1 層基底深度から推定される Q1 層の堆積年代幅を示している。

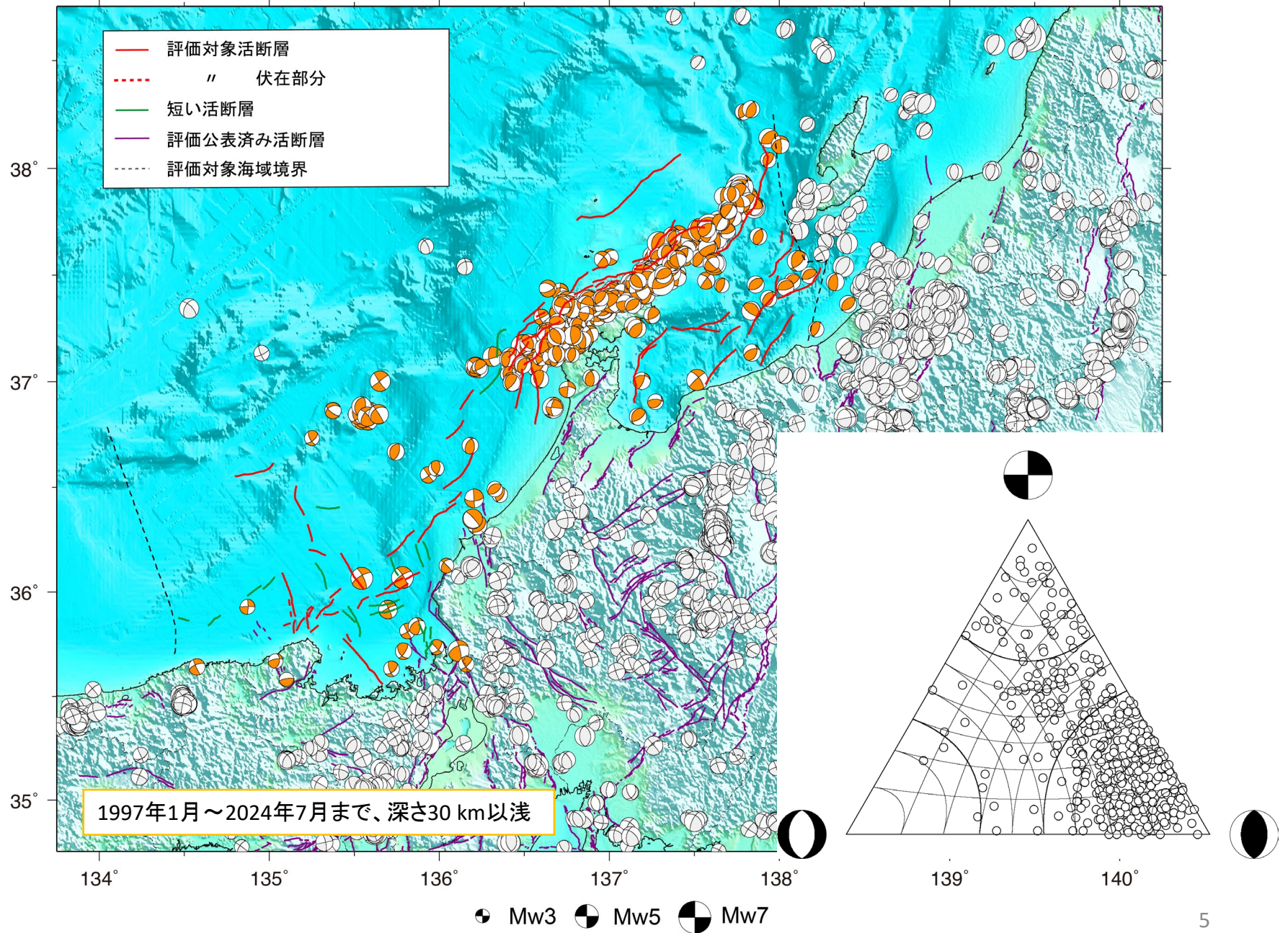
① メカニズム解の断層すべり角から算出される横ずれ/縦ずれ比の分布に基づく方法

発震機構解の分布(F-net: 全域)

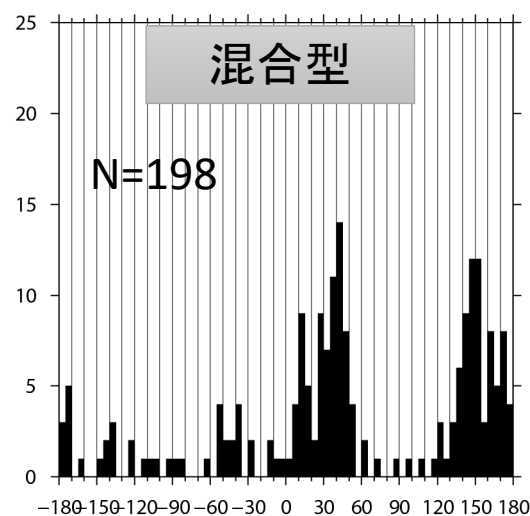
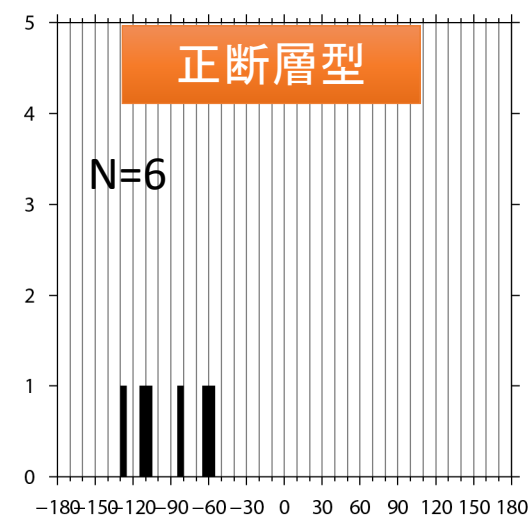
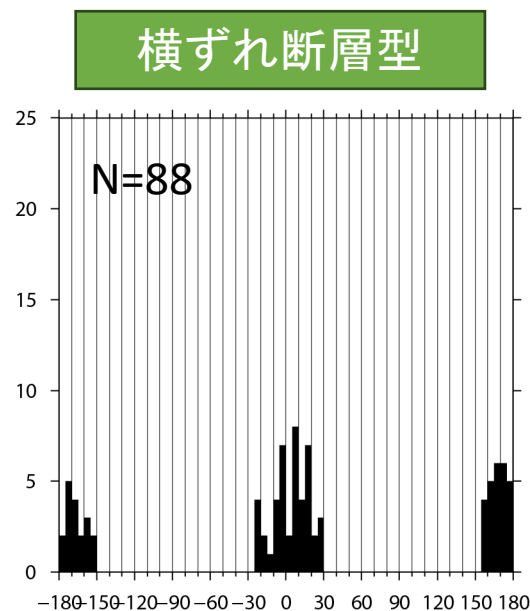
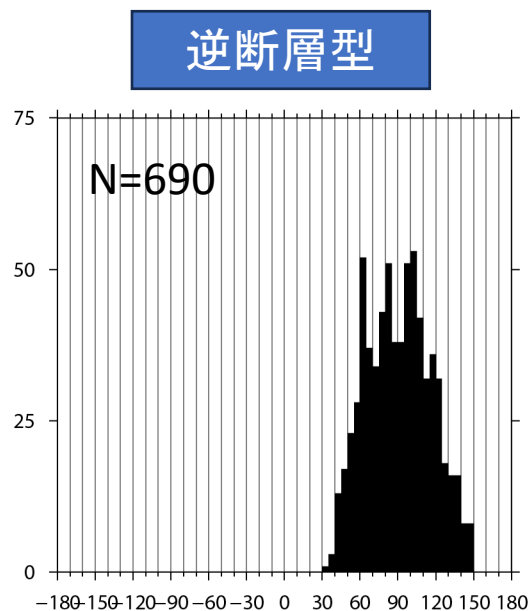
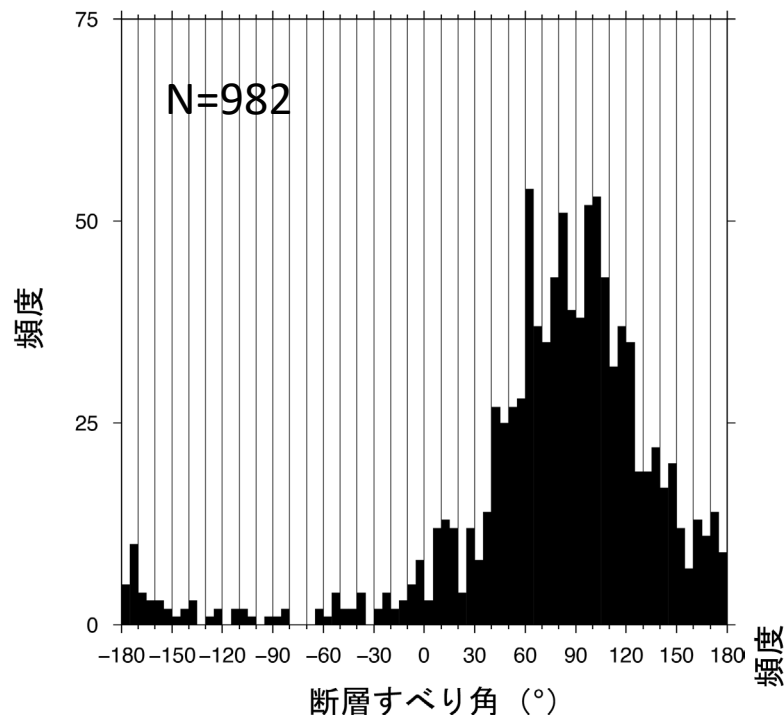
1997年1月～2024年7月まで、深さ30 km以浅、メカニズム解の型はFrohlich (2001)に基づく



評価対象海域内における発震機構解の分布 (F-net)

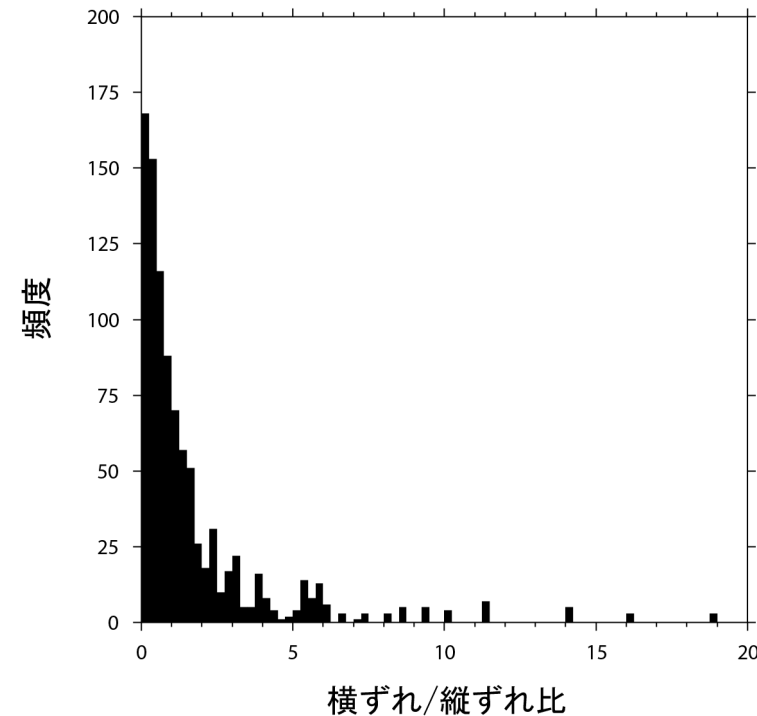


評価対象海域内における発震機構解の断層すべり角

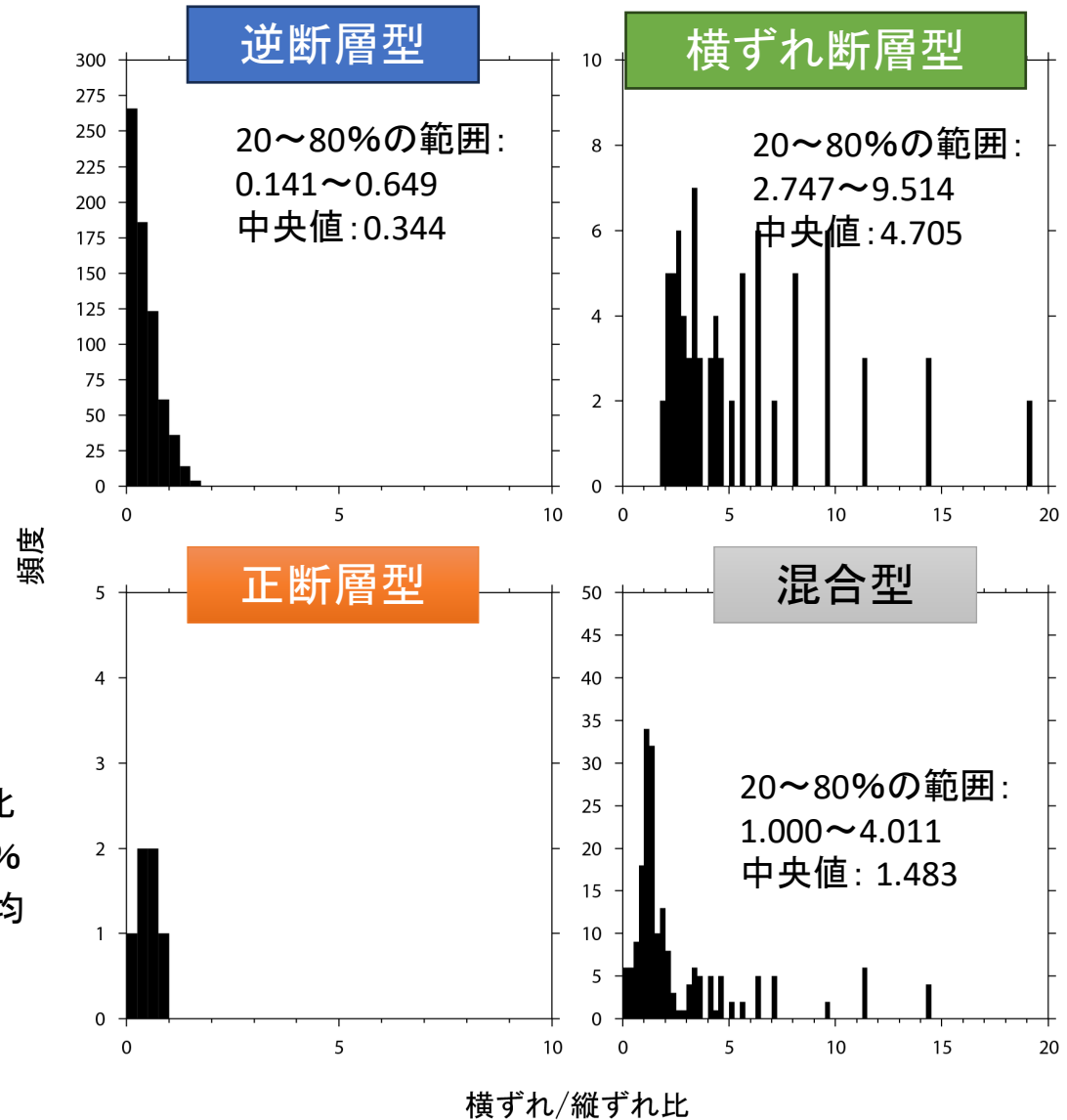


※ 第一節面ならびに第二節面のいずれの値も使用

評価対象海域内における発震機構解の断層すべり角から 算出される横ずれ/縦ずれ比



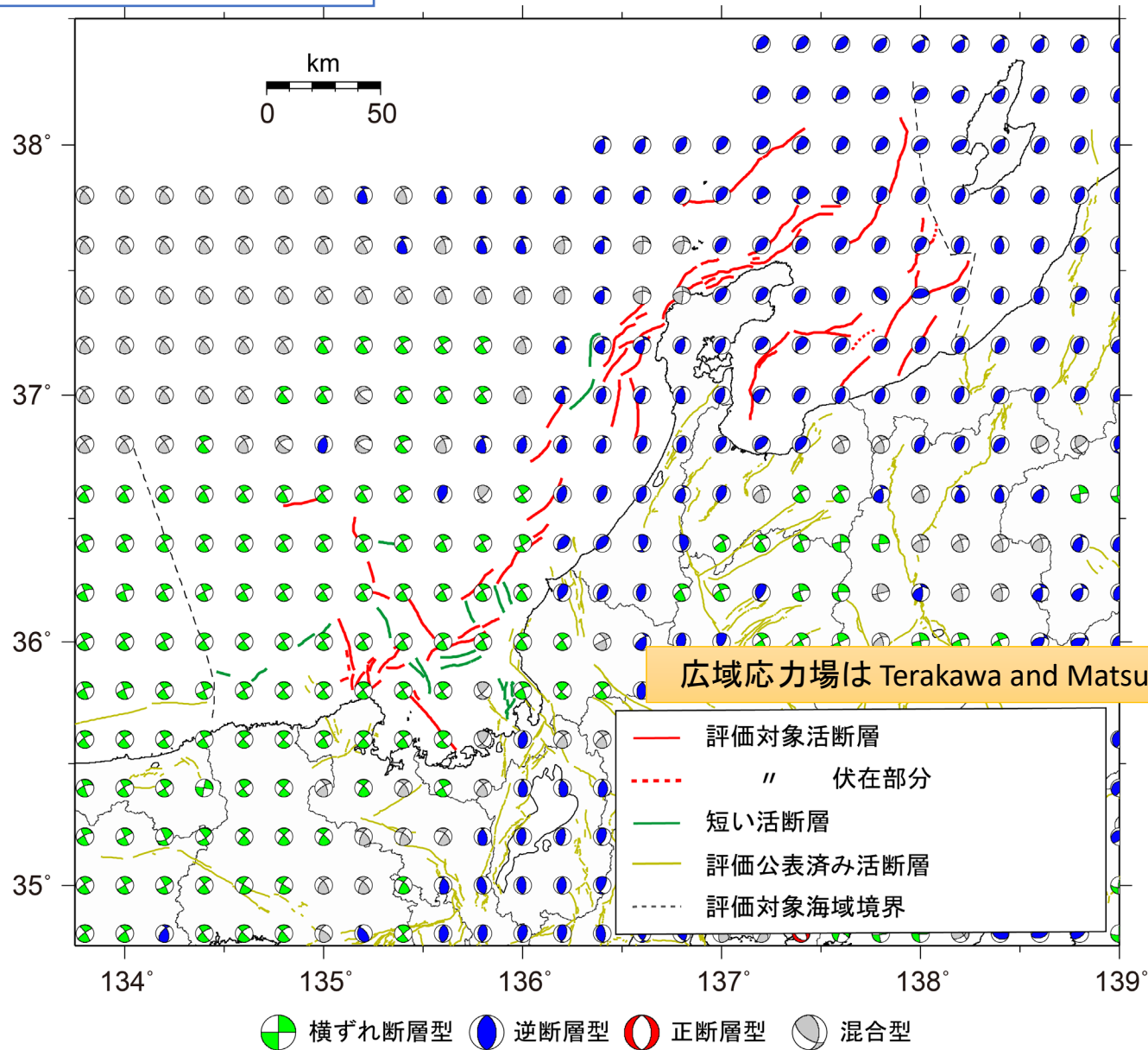
(参考) 日本海南西部における横ずれ/縦ずれ比の中央値(4.7)ならびに小さい方から数えて20%~80%の範囲となる幅(2.1~11.4)を用いて平均変位速度ならびに確率を算出



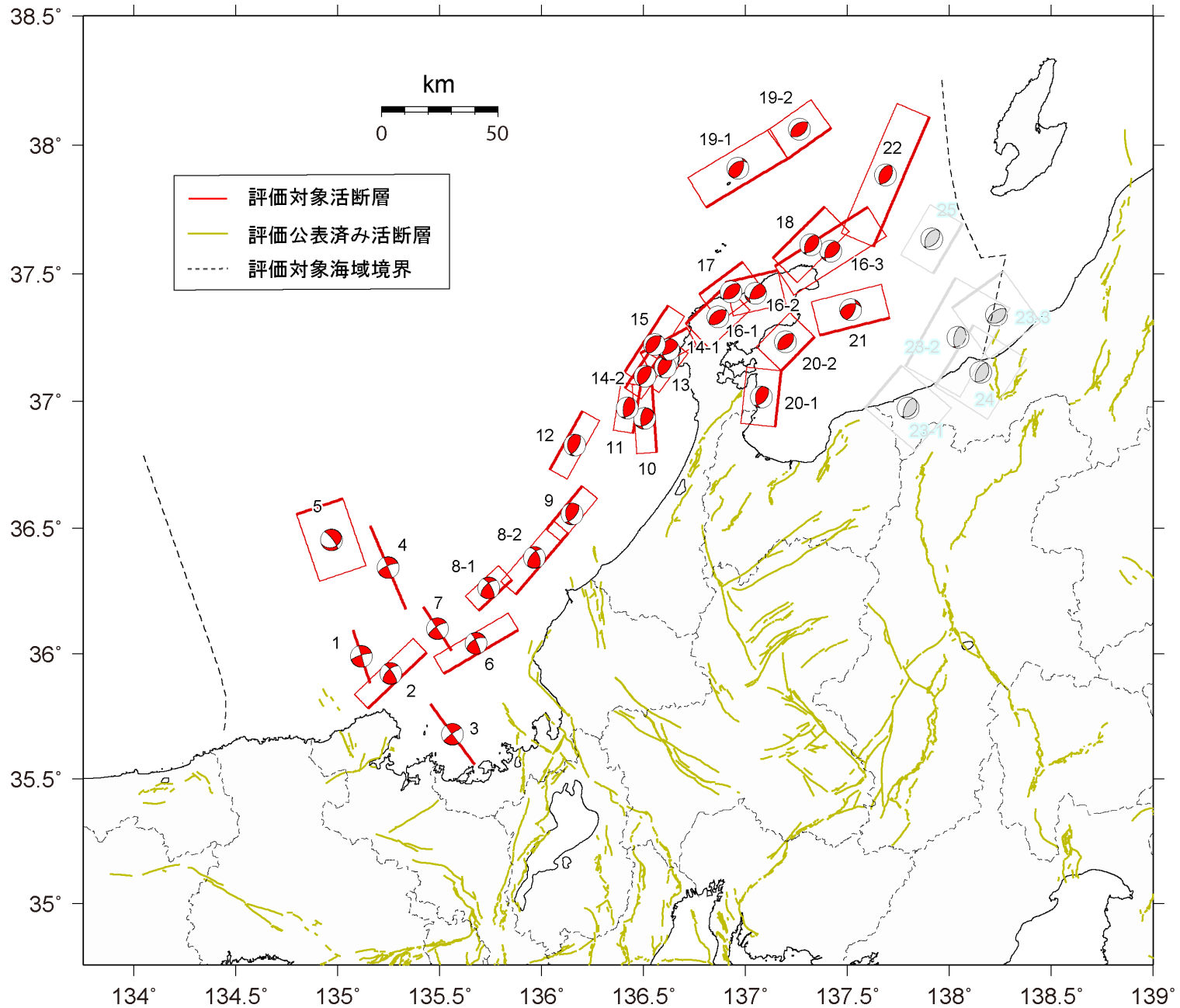
これらの横ずれ/縦ずれ比を用いて平均変位速度を算出する

② 広域応力場を用いWallace-Bott仮説から
算出される断層すべり角に基づく方法

広域応力場(深さ10 km)



広域応力場から算出された断層すべり角



横ずれ/縦ずれ比の比較(西半部)

断層番号	活断層のくくり	評価単位区間	種類	信頼度	手法①による比 括弧内は中央値	断層すべり角	手法②による比
1	沖ノ礁北方断層		左横ずれ	○	2.747~9.514(4.705)	-10.74	5.2705
2	経ヶ岬冲断層		北西側隆起の逆断層 (右横ずれ成分を伴う)	○	1.000~4.011(1.483)	162.57	3.1856
3	小浜冲断層		左横ずれ	○	2.747~9.514(4.705)	-4.78	11.9561
4	浦島礁北方北断層		左横ずれ	○	2.747~9.514(4.705)	-15.14	3.6958
5	若狭海丘列北縁断層		南側隆起の逆断層	△	0.141~0.649(0.344)	-158.38	2.5235
6	越前岬西方沖北断層		北西側隆起の逆断層 (右横ずれ成分を伴う)	○	1.000~4.011(1.483)	170.79	6.1645
7	浦島礁北東断層		左横ずれ	○	2.747~9.514(4.705)	-16.96	3.2793
8-1	ゲンタツ瀬・大グリ南東縁断層帯	ゲンタツ瀬区間	北西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	156.74	2.3265
8-2		大グリ区間	北西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	138.11	1.1150
9	加佐ノ岬冲断層		南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	117.83	0.5278
10	羽咋冲東断層		西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	59.34	0.5927
11	羽咋冲西断層		西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	77.87	0.2149
12	内灘冲断層		南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	105.18	0.2714
13	海士岬冲東断層		南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	98.61	0.1514
14-1	門前断層帯	門前冲区間	南東側隆起の逆断層(右横 ずれ成分を伴う)	○	1.000~4.011(1.483)	121.56	0.6142
14-2		海士岬冲区間	南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	94.01	0.0700
15	沖ノ瀬東方断層		南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	82.54	0.1309

横ずれ/縦ずれ比の比較(東半部)

断層番号	活断層のくくり	評価単位区間	種類	信頼度	手法①による比 括弧内は中央値	断層すべり角	手法②による比
16-1	能登半島北岸断層帯	猿山沖区間	南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	84.07	0.1039
16-2		輪島沖区間	南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	128.44	0.7936
16-3		珠洲沖区間	南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	114.70	0.4600
17	輪島はるか沖断層		南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	96.83	0.1198
18	能登半島北方沖		南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	103.80	0.2456
19-1	舳倉島近海断層帯	南西区間	北西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	117.95	0.5307
19-2		北東区間	北西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	95.85	0.1024
20-1	七尾湾東方断層帯	大泊鼻沖区間	西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	63.73	0.4936
20-2		城ヶ崎沖区間	北西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	89.05	0.0166
21	飯田海脚南縁断層		北側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	133.98	0.9650
22	富山トラフ西縁断層		西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	81.21	0.1547
23-1	上越沖断層帯	親不知沖区間	南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	104.88	0.2657
23-2		鳥ヶ首沖区間	南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	106.36	0.2935
23-3		上越海盆南縁区間	南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	90.22	0.0038
24	名立沖断層		南東側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	94.66	0.0814
25	上越海丘東縁断層		北西側隆起の逆断層	○	0.141~0.649(0.344)	79.37	0.1877

平均変位速度ならびに平均再来間隔の算出(手法①)

断層番号	活断層のくくり	評価単位区間	種類	信頼度	断層長さ(km)	1回のずれの量(m)	断層傾斜	垂直変位量(最大値)(msec)	斜補正	基準層準	基準層準年代値(ky) 括弧内は平均値	手法①									
												手法①による比 括弧内は中央値	平均変位速度 (最小値) (m/ky)	平均変位速度 (中央値) (m/ky)	平均変位速度 (最大値) (m/ky)	活動度 最小値	活動度 中央値	活動度 最大値	平均再来間 隔(最小 値)	平均再来間 隔(中央 値)	平均再来間 隔(最大 値)
1	沖ノ碓北方断層		左横ずれ	○	25	3m程度	ほぼ垂直	0.020	N	Q1	400-900 (650)	2.747~9.514(4.705)	0.05	0.11	0.36	C	B	B	6969	22522	51311
2	経ヶ岬断層		北西側隆起の逆断層 (右横ずれ成分を伴う)	○	36	4m程度	北西傾斜高角		N				0.34	0.60	2.24	B	B	A	1609	6043	10582
3	小浜沖断層		左横ずれ	○	33	3m程度	ほぼ垂直	0.060	N	Q1	400-900 (650)	2.747~9.514(4.705)	0.15	0.33	1.08	B	B	A	3066	9910	22577
4	浦島碓北方北断層		左横ずれ	○	40	4m程度	ほぼ垂直	0.030	N	Q1	400-900 (650)	2.747~9.514(4.705)	0.07	0.17	0.54	C	B	B	7433	24024	54732
5	若狭海丘列北縁断層		南側隆起の逆断層	△	21	2m程度	南傾斜低角	0.150	N	Q1	400-900 (650)	0.141~0.649(0.344)	0.25	0.37	0.67	B	B	B	3132	5737	8318
6	越前岬西方沖北断層		北西側隆起の逆断層 (右横ずれ成分を伴う)	○	38	4m程度	北西傾斜高角	0.250	N	Q1	400-900 (650)	1.000~4.011(1.483)	0.34	0.60	2.24	B	B	A	1698	6378	11170
7	浦島碓北東断層		左横ずれ	○	23	2m程度	ほぼ垂直	0.020	N	Q1	400-900 (650)	2.747~9.514(4.705)	0.05	0.11	0.36	C	B	B	6411	20720	47206
8-1	ゲンタツ瀬・ 大グリ南東縁断層帯	ゲンタツ瀬区間	北西側隆起の逆断層	○	20	2m程度	北西傾斜高角		N				0.23	0.34	0.62	B	B	B	3229	5914	8575
8-2		大グリ区間	北西側隆起の逆断層	○	35	4m程度	北西傾斜高角		N				0.23	0.34	0.62	B	B	B	5650	10350	15007
9	加佐ノ岬沖断層		南東側隆起の逆断層	○	25	3m程度	南東傾斜高角	0.240	N	Q1	400-900 (650)	0.141~0.649(0.344)	0.23	0.34	0.62	B	B	B	4036	7393	10719
10	羽咋沖東断層		西側隆起の逆断層	○	30	3m程度	西傾斜高角	0.110	Y (1.1)	Q1	400-900 (650)	0.141~0.649(0.344)	0.12	0.17	0.31	B	B	B	9606	17597	25514
11	羽咋沖西断層		西側隆起の逆断層	○	21	2m程度	西傾斜高角	0.180	N	Q1	400-900 (650)	0.141~0.649(0.344)	0.17	0.25	0.46	B	B	B	4520	8280	12006
12	内灘沖断層		南東側隆起の逆断層	○	29	3m程度	南東傾斜高角	0.300	N	Q1	400-900 (650)	0.141~0.649(0.344)	0.29	0.42	0.77	B	B	B	3745	6861	9947
13	海士岬沖東断層		南東側隆起の逆断層	○	21	2m程度	南東傾斜高角	0.018	N	最終水期	17-21(19)	0.141~0.649(0.344)	0.75	0.87	1.09	B	B	A	1921	2420	2801
14-1	門前断層帯	門前沖区間	南東側隆起の逆断層(右横 ずれ成分を伴う)	○	23	2m程度	南東傾斜高角	0.022	N	最終水期	17-21(19)	1.000~4.011(1.483)	1.28	1.79	4.63	A	A	A	496	1282	1793
14-2		海士岬沖区間	南東側隆起の逆断層	○	18	2m程度	南東傾斜高角	0.075	N	Q1	400-900 (650)	0.141~0.649(0.344)	0.07	0.11	0.19	C	B	B	9298	17034	24697
15	沖ノ瀬東方断層		南東側隆起の逆断層	○	35	4m程度	南東傾斜高角	0.004	N	最終水期	17-21(19)	0.141~0.649(0.344)	0.17	0.19	0.24	B	B	B	14408	18153	21010
16-1	能登半島北岸断層帯	猿山沖区間	南東側隆起の逆断層	○	24	2m程度	南東傾斜中角	0.046	N	最終水期	17-21(19)	0.141~0.649(0.344)	2.35	2.72	3.42	A	A	A	701	884	1023
16-2		輪島沖区間	南東側隆起の逆断層	○	23	2m程度	南東傾斜中角	0.060	N	最終水期	17-21(19)	0.141~0.649(0.344)	3.06	3.54	4.46	A	A	A	515	649	752
16-3		珠洲沖区間	南東側隆起の逆断層	○	47	5m程度	南東傾斜中角	0.061	N	最終水期	17-21(19)	0.141~0.649(0.344)	3.11	3.60	4.54	A	A	A	1036	1305	1511
17	輪島はるか沖断層		南東側隆起の逆断層	○	24	2m程度	南東傾斜中角		N				0.17	0.19	0.24	B	B	B	9880	12448	14407
18	能登半島北方沖		南東側隆起の逆断層	○	31	3m程度	南東傾斜中角		N				0.17	0.19	0.24	B	B	B	12761	16078	18609
19-1	舳倉島近海断層帯	南西区間	北西側隆起の逆断層	○	41	4m程度	北西傾斜中角		N	海成段丘高度		0.141~0.649(0.344)	0.15	0.16	0.18	B	B	B	22577	25007	27141
19-2		北東区間	北西側隆起の逆断層	○	23	2m程度	北西傾斜中角		N	海成段丘高度		0.141~0.649(0.344)	0.15	0.16	0.18	B	B	B	12665	14029	15225
20-1	七尾湾東方断層帯	大治鼻沖区間	西側隆起の逆断層	○	25	3m程度	西傾斜中角		N	海成段丘高度		0.141~0.649(0.344)	0.56	0.61	0.67	B	B	B	3721	4121	4473
20-2		城ヶ崎沖区間	北西側隆起の逆断層	○	21	2m程度	北西傾斜中角		N	海成段丘高度		0.141~0.649(0.344)	0.44	0.48	0.53	B	B	B	3987	4417	4794
21	飯田海脚南縁断層		北側隆起の逆断層	○	31	3m程度	北傾斜中角		N				0.10	0.10	0.10	B	B	B	31000	31000	31000
22	富山トラフ西縁断層		西側隆起の逆断層	○	61	6m程度	西傾斜中角		N				0.34	0.40	0.50	B	B	B	12222	15399	17823

平均変位速度ならびに平均再来間隔の算出(手法②)

											手法②											
断層 番号	活断層のくくり	評価単位区間	種類	信頼度	断層 長さ (km)	1回の ずれの 量(m)	断層傾斜	垂直変位量 (最大値) (msec)	斜補正	基準層準	基準層準年代 値(ky) 括弧内は平均 値	断層すべり 角	手法②による比	平均変位速度 (最小 値) (m/ky)	平均変位速度 (中央 値) (m/ky)	平均変位速度 (最大 値) (m/ky)	活動度 最小値	活動度 中央値	活動度 最大値	平均再来間隔 (最小値)	平均再来間隔 (中央値)	平均再来間隔 (最大値)
1	沖ノ碓北方断層		左横ずれ	○	25	3m程度	ほぼ垂直	0.020	N	Q1	400-900 (650)	-10.74	5.2705	0.09	0.12	0.20	C	B	B	12427	20195	27962
2	経ヶ岬冲断層		北西側隆起の逆断層 (右横ずれ成分を伴う)	○	36	4m程度	北西傾斜高角		N					1.50	2.08	3.38	A	A	A	1065	1731	2396
3	小浜冲断層		左横ずれ	○	33	3m程度	ほぼ垂直	0.060	N	Q1	400-900 (650)	-4.78	11.9561	0.60	0.83	1.35	B	B	A	2445	3973	5501
4	浦島碓北方北断層		左横ずれ	○	40	4m程度	ほぼ垂直	0.030	N	Q1	400-900 (650)	-15.14	3.6958	0.10	0.13	0.22	B	B	B	18573	30181	41789
5	若狭海丘列北縁断層		南側隆起の逆断層	△	21	2m程度	南傾斜低角	0.150	N	Q1	400-900 (650)	-158.38	2.5235	0.68	0.94	1.53	B	B	A	1375	2235	3095
6	越前岬西方沖北断層		北西側隆起の逆断層 (右横ずれ成分を伴う)	○	38	4m程度	北西傾斜高角	0.250	N	Q1	400-900 (650)	170.79	6.1645	1.50	2.08	3.38	A	A	A	1124	1827	2529
7	浦島碓北東断層		左横ずれ	○	23	2m程度	ほぼ垂直	0.020	N	Q1	400-900 (650)	-16.96	3.2793	0.06	0.08	0.13	C	C	B	17890	29071	40252
8-1	ゲンタツ瀬・ 大グリ南東縁断層帯	ゲンタツ瀬区間	北西側隆起の逆断層	○	20	2m程度	北西傾斜高角		N					0.26	0.36	0.59	B	B	B	3404	5531	7659
8-2		大グリ区間	北西側隆起の逆断層	○	35	4m程度	北西傾斜高角		N					0.26	0.36	0.59	B	B	B	5957	9680	13403
9	加佐ノ岬冲断層		南東側隆起の逆断層	○	25	3m程度	南東傾斜高角	0.240	N	Q1	400-900 (650)	117.83	0.5278	0.26	0.36	0.59	B	B	B	4255	6914	9574
10	羽咋冲東断層		西側隆起の逆断層	○	30	3m程度	西傾斜高角	0.110	Y (1.1)	Q1	400-900 (650)	59.34	0.5927	0.14	0.19	0.30	B	B	B	9851	16008	22165
11	羽咋冲西断層		西側隆起の逆断層	○	21	2m程度	西傾斜高角	0.180	N	Q1	400-900 (650)	77.87	0.2149	0.18	0.25	0.40	B	B	B	5268	8561	11854
12	内灘冲断層		南東側隆起の逆断層	○	29	3m程度	南東傾斜高角	0.300	N	Q1	400-900 (650)	105.18	0.2714	0.30	0.41	0.67	B	B	B	4309	7002	9695
13	海士岬冲東断層		南東側隆起の逆断層	○	21	2m程度	南東傾斜高角	0.018	N	最終永期	17-21(19)	98.61	0.1514	0.75	0.83	0.93	B	B	B	2264	2531	2797
14-1	門前断層帯	門前冲区間	南東側隆起の逆断層 (右横 ずれ成分を伴う)	○	23	2m程度	南東傾斜高角	0.022	N	最終永期	17-21(19)	121.56	0.6142	1.06	1.18	1.32	A	A	A	1749	1954	2160
14-2		海士岬冲区間	南東側隆起の逆断層	○	18	2m程度	南東傾斜高角	0.075	N	Q1	400-900 (650)	94.01	0.0700	0.07	0.10	0.16	C	B	B	11058	17969	24881
15	沖ノ瀬東方断層		南東側隆起の逆断層	○	35	4m程度	南東傾斜高角	0.004	N	最終永期	17-21(19)	82.54	0.1309	0.17	0.18	0.21	B	B	B	17031	19035	21038
16-1	能登半島北岸断層帯	猿山冲区間	南東側隆起の逆断層	○	24	2m程度	南東傾斜中角	0.046	N	最終永期	17-21(19)	84.07	0.1039	2.34	2.58	2.89	A	A	A	832	930	1027
16-2		輪島冲区間	南東側隆起の逆断層	○	23	2m程度	南東傾斜中角	0.060	N	最終永期	17-21(19)	128.44	0.7936	3.87	4.28	4.78	A	A	A	481	538	594
16-3		珠洲冲区間	南東側隆起の逆断層	○	47	5m程度	南東傾斜中角	0.061	N	最終永期	17-21(19)	114.70	0.4600	3.39	3.75	4.19	A	A	A	1122	1254	1386
17	輪島はるか冲断層		南東側隆起の逆断層	○	24	2m程度	南東傾斜中角		N					0.17	0.18	0.21	B	B	B	11678	13052	14426
18	能登半島北方沖		南東側隆起の逆断層	○	31	3m程度	南東傾斜中角		N					0.17	0.18	0.21	B	B	B	15085	16859	18634
19-1	能倉島近海断層帯	南西区間	北西側隆起の逆断層	○	41	4m程度	北西傾斜中角		N	海成段丘高度				0.17	0.17	0.17	B	B	B	23433	23433	23433
19-2		北東区間	北西側隆起の逆断層	○	23	2m程度	北西傾斜中角		N	海成段丘高度				0.15	0.15	0.15	B	B	B	15489	15489	15489
20-1	七尾湾東方断層帯	大泊鼻冲区間	西側隆起の逆断層	○	25	3m程度	西傾斜中角		N	海成段丘高度				0.64	0.64	0.64	B	B	B	3909	3909	3909
20-2		城ヶ崎冲区間	北西側隆起の逆断層	○	21	2m程度	北西傾斜中角		N	海成段丘高度				0.53	0.53	0.53	B	B	B	3980	3980	3980
21	飯田海御南縁断層		北側隆起の逆断層	○	31	3m程度	北傾斜中角		N					0.10	0.10	0.10	B	B	B	31000	31000	31000
22	富山トラフ西縁断層		西側隆起の逆断層	○	61	6m程度	西傾斜中角		N					0.37	0.41	0.46	B	B	B	13237	14795	16352

議論のポイント

◆ 第29回分科会で提案した反射断面図から読み取られる垂直変位量から、平均変位速度(ネットスリップ)を算出するにあたり必要な、断層の横ずれ/縦ずれ比の設定方法について、

① メカニズム解の断層すべり角から算出される横ずれ/縦ずれ比の分布に基づく方法

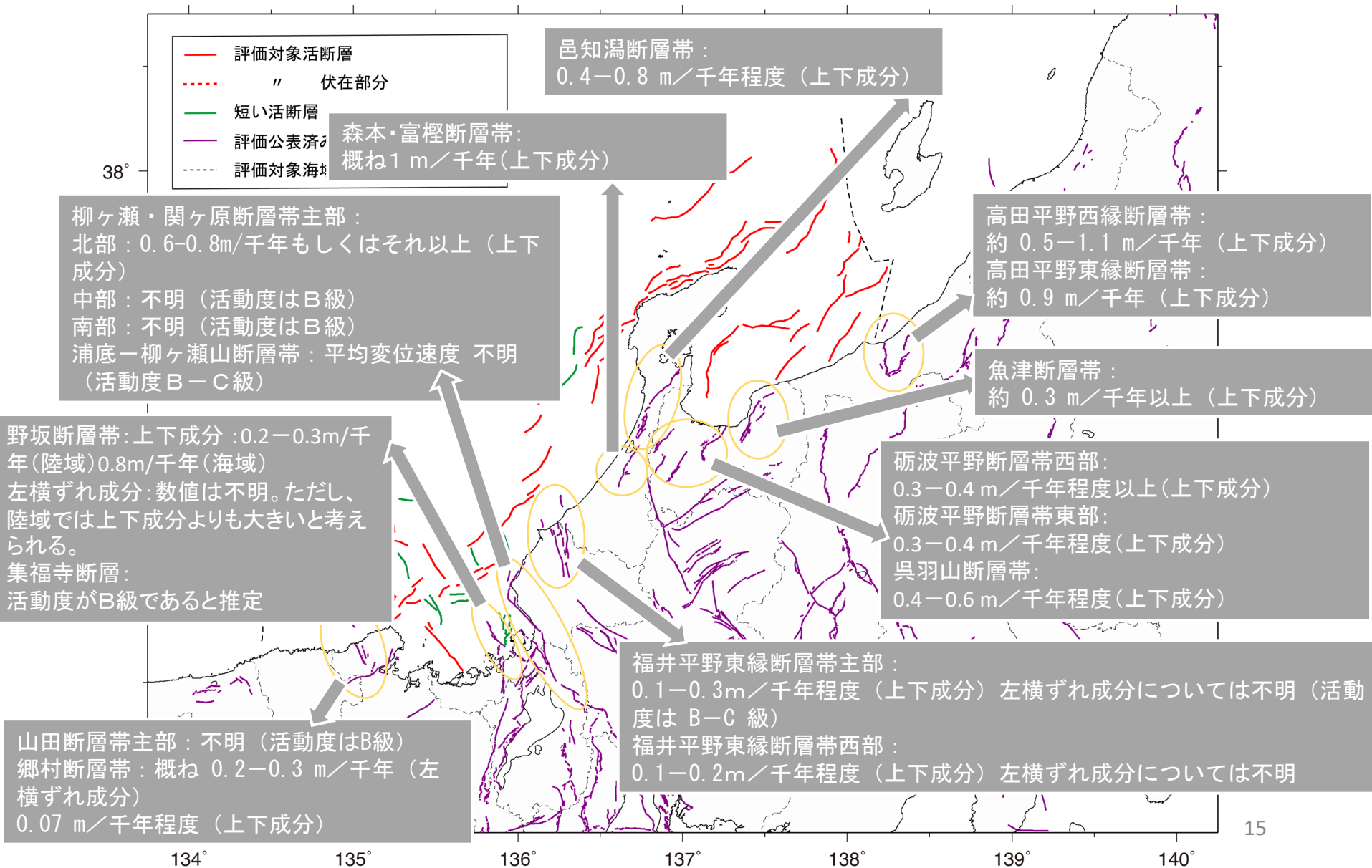
② 広域応力場を用いWallace-Bott仮説から算出される断層すべり角に基づく方法

に基づいて平均変位速度ならびに平均再来間隔を算出した。どちらを採用した方が宜しいか。

◆ ① メカニズム解の断層すべり角から算出される横ずれ/縦ずれ比の分布に基づく方法を採用する場合、横ずれ型、混合型、逆断層型の分類方法やそれぞれの断層型に対して仮定する横ずれ/縦ずれ比の設定は妥当か。

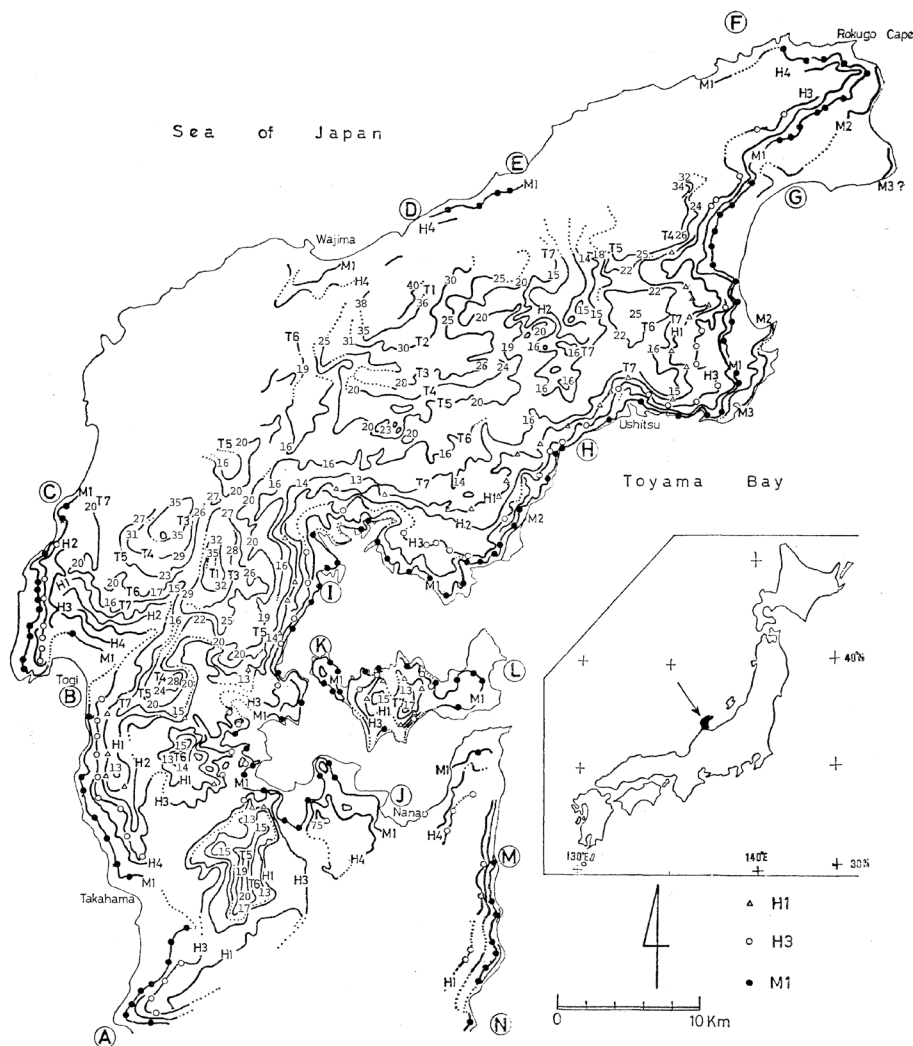
◆ 最終氷期の反射面から読み取られた垂直変位量から算出される平均変位速度ならびに平均再来間隔について。

周辺に分布する主要活断層帯における 平均変位速度



能登半島の海成段丘とその変形 (太田・平川、1979; 地理学評論)

能登半島の旧汀線位置と高度の分布



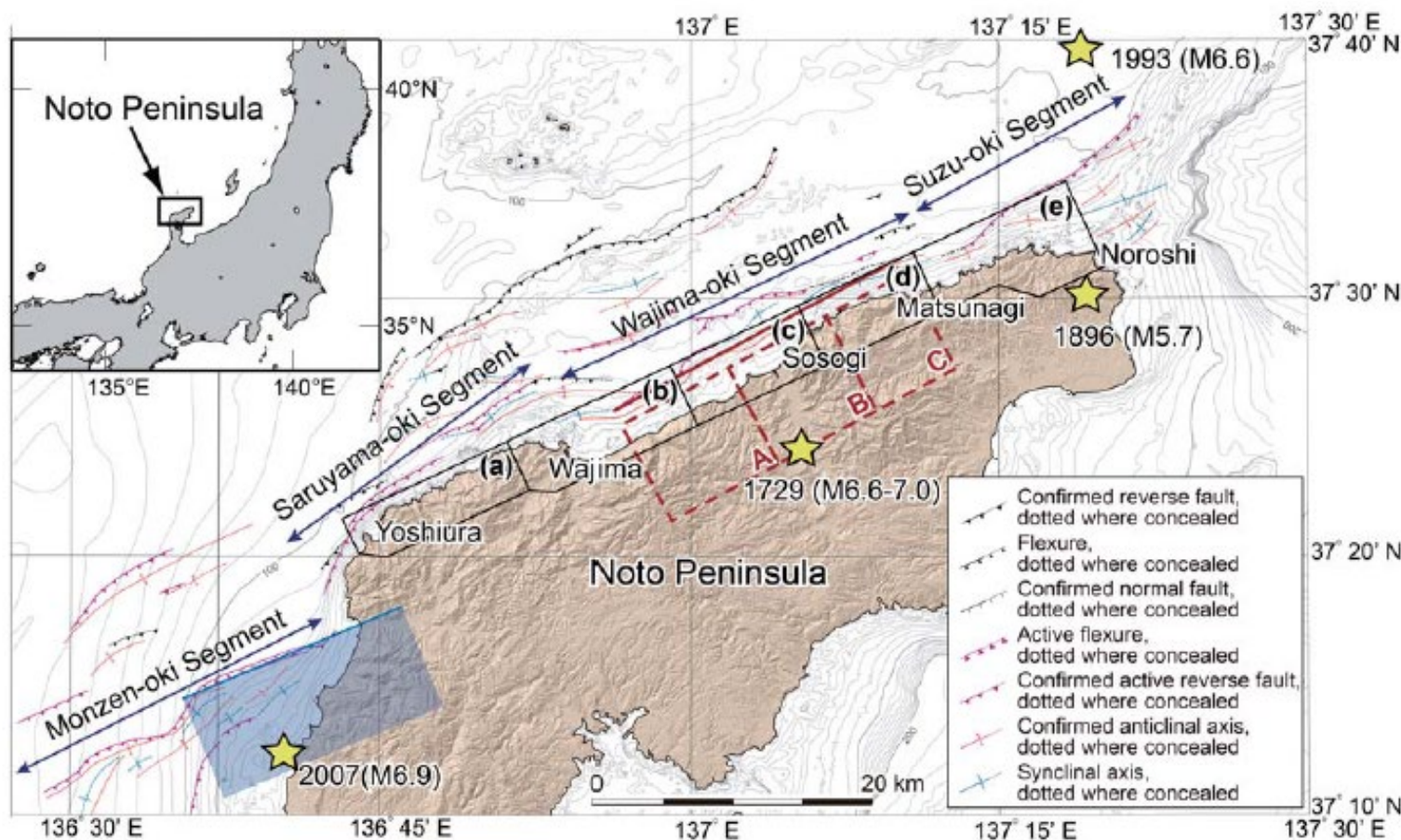
単位はm

- ◆ 能登半島の海成段丘を調査し、第四紀中・後期における古地理の推移と地殻変動について考察。
- ◆ 能登半島の海成段丘は、高位からT, H, M, Lの4群に大別され、Tは7段、Hは4段、Mは3段に細分される。M1面は最も連続的に分布し、貝化石と海進を示す厚い堆積物とを伴う広い面で、最終間氷期の海進(下末吉海進)に形成されたと考えられる。
- ◆ M1面の旧汀線高度は北端の110mから南部の20mまで全体として南下りとなっており、富山湾側への緩い低下を伴う傾動が推定される。
- ◆ 北端部での平均隆起速度は1m/1,000年程度と推定される。

能登半島北部沿岸の低位段丘および離水生物遺骸群集の 高度分布からみた海域活断層の活動性 (宍倉・他、2020; 活断層研究)

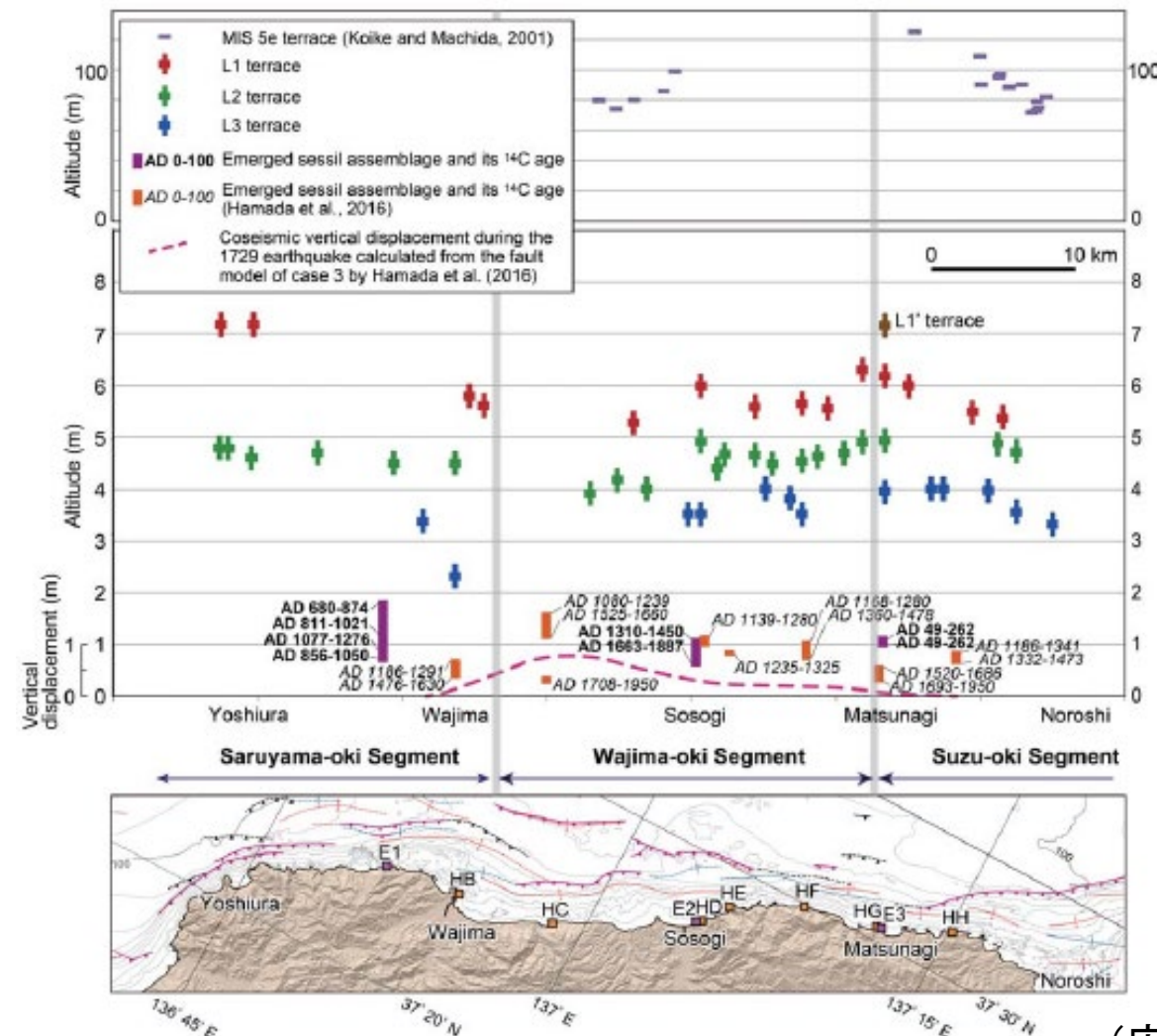
- ◆ 能登半島北部沿岸の海域活断層の活動性評価を目的として、沿岸に分布する低位の海成段丘について、北西部、北中部、北東部に分けて段丘面の区分を行い、現地調査により地形断面測量ならびに旧汀線の高度を測定
- ◆ 岩礁に固着した離水生物遺骸群集の高度ならびに放射性炭素年代測定を実施

能登半島北部における調査範囲・海域活断層の分布(井上・岡村、2010)ならびに主な地震の震源と断層モデル



能登半島北部沿岸の低位段丘および離水生物遺骸群集の高度分布からみた海域活断層の活動性

能登半島北部沿岸に投影した低位段丘、MIS 5e段丘、離水生物遺骸群集の高度分布



- ✓ 本地域の低位の段丘面はL1～L3面の3面に区分される
- ✓ L1面の離水年代を6000年前と3500年前の2つのケースに分け、平均隆起速度(平均上下変位速度)ならびに再来間隔を議論

低位段丘の各シンボルは、中央の四角が計測値、上下のバーは認定誤差(± 0.25 m)を示す。最下段の海域活断層の分布は井上・岡村(2010)に基づく

離水生物遺骸群集の高度分布からみた海域活断層の活動性

猿山沖セグメント

輪島沖セグメント
東半部(曾々木周辺)輪島沖セグメントと珠洲
沖セグメント境界付近
(馬縹周辺)

平均隆起速度

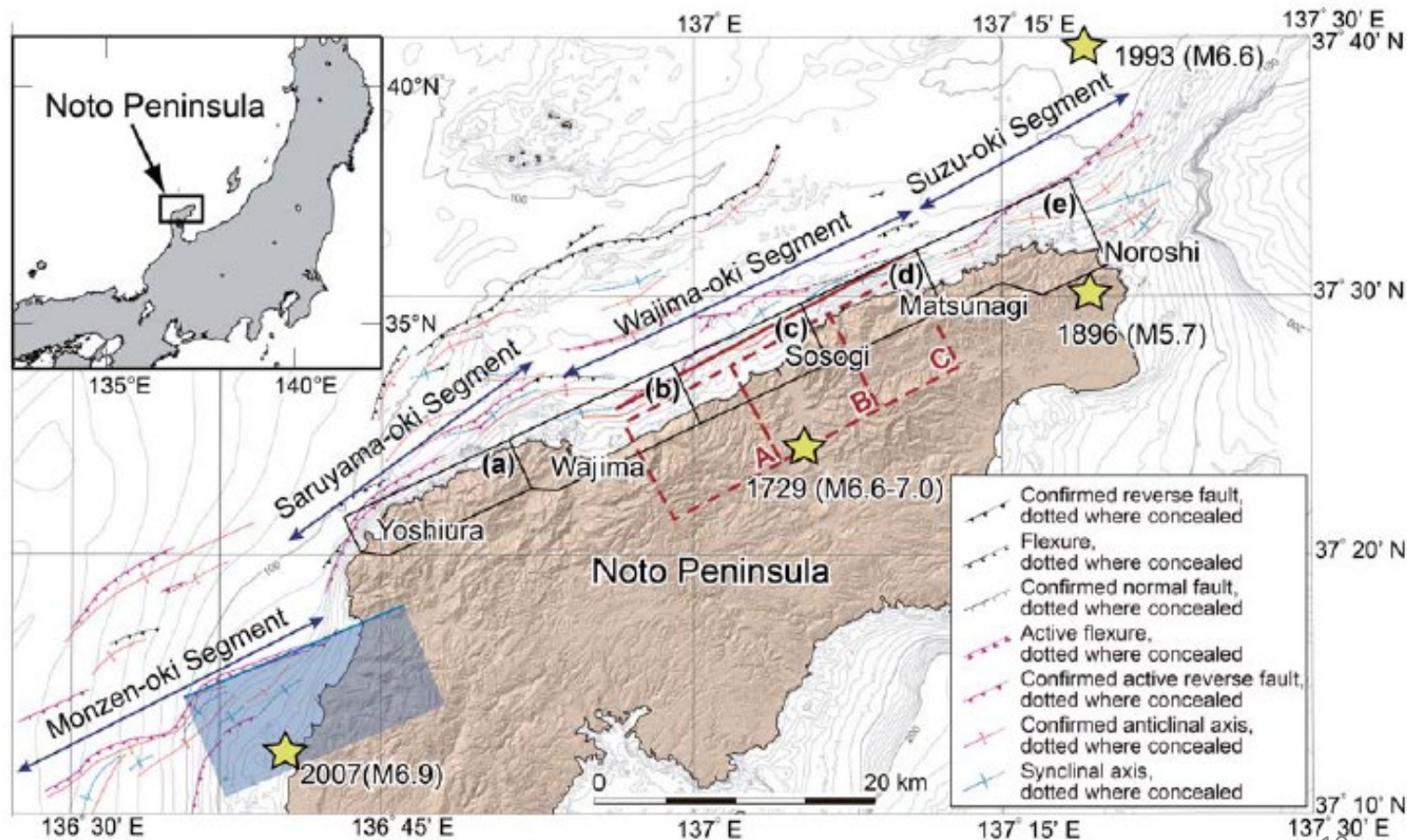
0.87 m/ky or 1.49 m/ky

0.67 m/ky or 1.14 m/ky

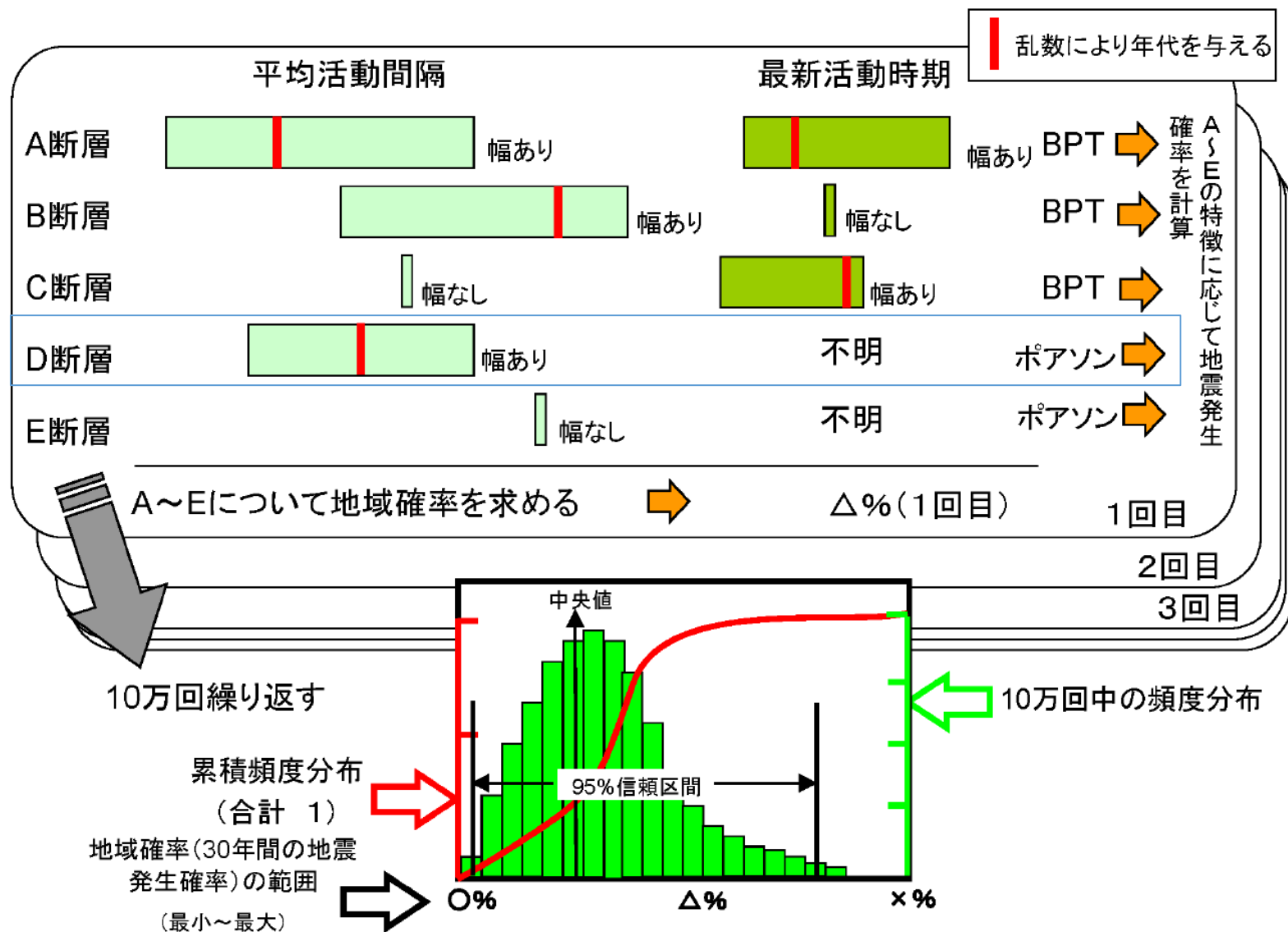
0.72 m/ky or 1.23 m/ky

再来間隔
(参考値)

約2,000年 or 約1,200年

約1,100~1,400年 or
約700~800年約900~1,300年 or
約500~800年

活断層の組み合わせを考慮した地震発生確率値の 最適値・幅の評価方法



活断層の組み合わせを考慮した地震発生確率値の最適値・幅の評価方法

4-3. 評価地域の地震の発生確率の幅の統計的扱い

活断層調査で得られる最新活動時期や平均活動間隔には幅を伴うことが多く、結果として地震発生確率は幅を持つ（表4、表6、表8）。この原因として、活断層の活動時期が活動層準の直上と直下の地層の堆積年代で挟まれる期間として求められ、活動層準の年代を一意に決めることができないことなどがある。このため、式（A-2）によって求められた地震の発生確率は大きな幅を持つ。このとき、確率値が最小の場合は、すべての活断層において平均活動間隔が幅の最大値を取り、最新活動時期が求まっているすべての活断層において、求まっている幅の値の最新値を取る場合であり、確率値が最大の場合はその逆である。

確率値に幅のある複数の活断層の組み合わせを考慮すると、各活断層の最新活動時期や平均活動間隔の組み合わせは、地震の発生確率を確率変数とする確率分布に従う。この確率分布がわかれば、区域全体の地震の発生確率の最適値と幅を求めることができる。

そこで、この確率分布を、乱数を発生させることにより評価し（モンテカルロ法）、それに基づき区域全体の地震の発生確率の最適値と幅を評価した。考え方は次のとおりである（付図4）。

- (1) ある区域に分布する活断層に対し、付図4のA-Eの断層の特徴に応じ、平均活動間隔または最新活動時期に対し乱数を発生させる。
- (2) 付図4のA-Eの断層の特徴に応じ、活動間隔のばらつきのパラメータ $\alpha=0.24$ としBPT（Brownian Passage Time）分布を適用する、もしくは平均活動間隔をもとにポアソン過程により、個々の活断層における地震の発生確率を計算する。
- (3) 区域全体での確率を、(2)で求めた区域に分布する全ての活断層の地震発生確率に基づき、式（A-2）により求める。以上の(1)－(3)の操作を一回の試行とする。
- (4) (1)－(3)の操作を10万回繰り返す。

以上の操作により、地震の発生確率のある値が10万回の試行の中で何回計算されたかの頻度を求める。これにより、各活断層の最新活動時期や平均活動間隔の組み合わせの確率分布を評価することができる。ここで、10万回の試行の中で、ある長期発生確率が計算される頻度の割合を「評価パラメータ」と呼ぶことにする。

ここで区域全体の地震の発生確率については、上記で求めた確率分布の95%信頼区間及び中央値を示した。

ポアソン過程を用いた地震発生確率の算出方針

日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)

反射断面記録から読み取った垂直変位量

水中音速(1500m/sを仮定)
変位基準面の堆積年代

平均変位速度(縦ずれ成分)

※ 断層すべり角が 0° 或いは $\pm 180^\circ$ に近く、ほぼ純粋な横ずれ断層に対する扱い

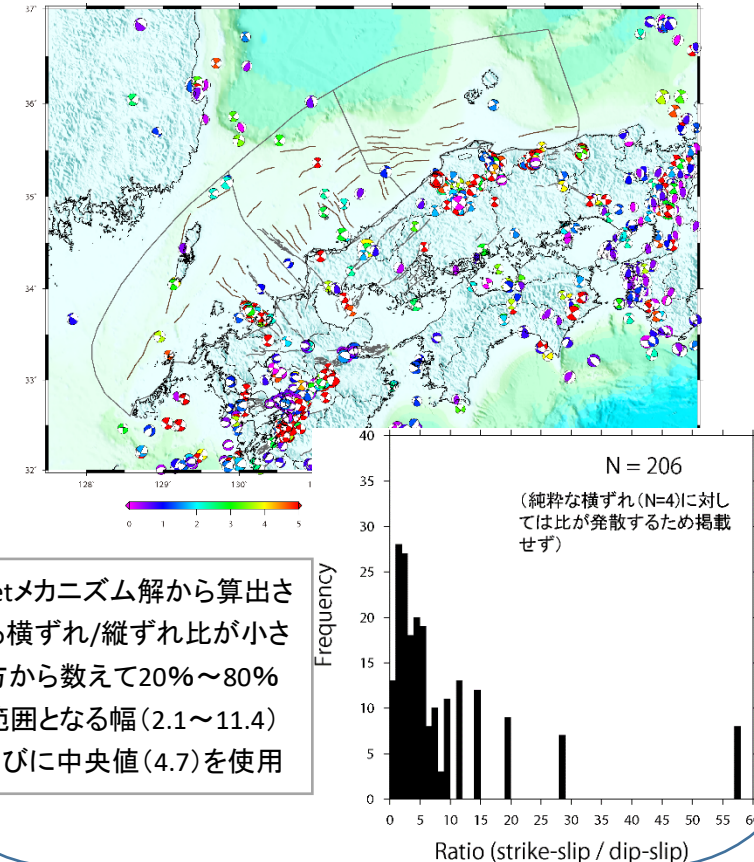
平均変位速度(ネットスリップ)

断層長から推定される1回のずれの量

平均活動間隔 $R =$

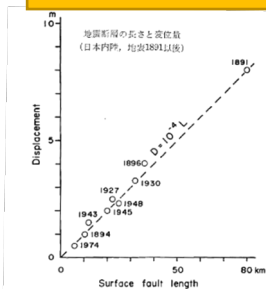
平均変位速度(ネットスリップ)

F-netメカニズム解から算出される横ずれ/縦ずれ比



F-netメカニズム解から算出される横ずれ/縦ずれ比が小さい方から数えて20%~80%の範囲となる幅(2.1~11.4)ならびに中央値(4.7)を使用

断層長から推定される1回のずれの量



$D = 10^{-4}L$ (松田ほか, 1980)

出典: 松田・他(1980)
地震研究所彙報 (Fig. 10)

ポアソン過程を用いた個々の活断層における地震発生確率の算出

個別断層: $P(30) = 1 - \exp(-30/R)$

評価地域: $P(Y > y; t) = 1 - \prod \{1 - P_k(Y > y; t)\}$