

絶対速度応答スペクトル距離減衰式の改訂と第3回長周期地震動予測技術検討WG提案式との比較

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

絶対速度応答スペクトル距離減衰式の改訂

絶対速度応答スペクトル距離減衰式について、第3回長周期地震動予測技術検討WGでの提案手法から解析条件を変更し、距離減衰式の改訂¹⁾を行った。ここでは第3回WG提案手法での旧式と改定後の新式についての比較を行う。

• 距離減衰式回帰手法

旧式: 最小二乗法により回帰(誤差は ε_{ij} 1種類)。

$$\log Y_{ij} = c + aM_i - \log R_{ij} - bR_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

観測記録を用いた観測点補正係数は誤差 ε_{ij} の平均値として求める

新式: 2種類の誤差(地震間誤差 η_i と地震内誤差 ε_{ij})を仮定して最尤法により回帰

$$\log Y_{ij} = c + aM_i - \log R_{ij} - bR_{ij} + \eta_i + \varepsilon_{ij}$$

観測記録を用いた観測点補正係数は地震内誤差 ε_{ij} の平均値として求める

• 観測記録を用いない観測点補正係数

旧式: J-SHIS深部地盤構造モデル $V_s=1.4\text{km/s}$ 層の深さ

新式: J-SHIS深部地盤構造モデル $V_s=1.4\text{km/s}$ 層の深さとAVS30

• 利用した強震データ数

旧式: 12,512

新式: 12,401(移設が発生した観測点の取り扱いを修正)

1) Dhakal, Y. P., W. Suzuki, T. Kunugi, and S. Aoi (2015), Ground Motion Prediction Equations for Absolute Velocity Response Spectra (1-10 s) in Japan for Earthquake Early Warning, 日本地震工学会論文集, 15巻, 91-111ページ。

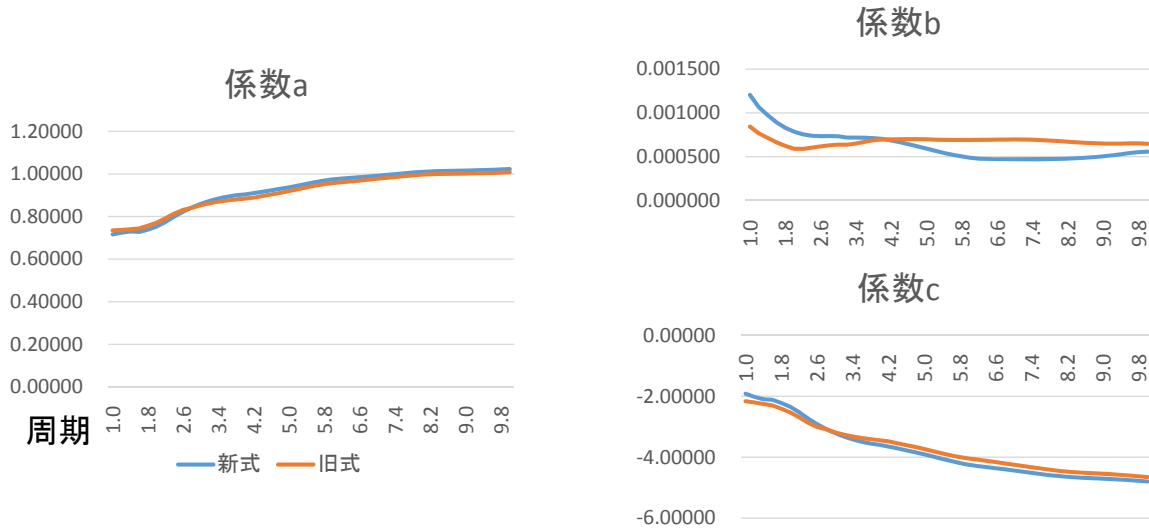
絶対速度応答スペクトル距離減衰式の改訂

距離減衰式は旧式、新式とも式(1)で表される。

$$\log Y(T) = c(T) + a(T)M - \log R - b(T)R \quad (1)$$

Y: 絶対速度応答値 (cm/s)、M: 気象庁マグニチュード、R: 震源距離 (km)、T: 周期 (秒)

係数a、b、cの旧式と新式の比較



3

予測される長周期地震動階級の比較

距離減衰式の回帰に用いたデータ(36地震の防災科学技術研究所K-NETおよびKiK-net観測点におけるデータ)について、長周期地震動階級の予測が新式と旧式でどのような違いがあるかを確認した。

新式による予測値と観測値の比較

		観測された階級					Precision	Precision +/-1
		obs 0	1	2	3	4		
予測された階級	pre 0	7133	731	10	0	0	0.905893	0.99873
	1	732	2014	357	2	0	0.648631	0.999356
	2	6	296	718	108	4	0.634276	0.991166
	3	0	0	64	125	61	0.5	1
	4	0	0	5	7	28	0.7	0.875
Recall		0.906238	0.662282	0.622184	0.516529	0.301075	0.807838	
Recall +/-1		0.999238	1	0.987002	0.991736	0.956989		0.997823

Accuracy Accuracy +/-1

旧式による予測値と観測値の比較

		観測された階級					Precision	Precision +/-1
		obs 0	1	2	3	4		
予測された階級	pre 0	7265	695	9	0	0	0.911658	0.998871
	1	667	2128	346	2	0	0.67706	0.999364
	2	1	250	724	102	5	0.669131	0.994455
	3	0	0	85	130	57	0.477941	1
	4	0	0	0	11	35	0.76087	1
Recall		0.915795	0.692483	0.621993	0.530612	0.360825	0.821771	
Recall +/-1		0.999874	1	0.992268	0.991837	0.948454		0.998641

Accuracy Accuracy +/-1

Precision (適合率): 予測された階級が観測された階級に適合した割合

Precision +/-1: 予測された階級が観測された階級の±1以内の階級となった割合

Recall (再現率): 観測された階級が予測により再現された割合

Recall +/-1: 観測された階級が±1以内の階級として予測された割合

Accuracy (正解率): 予測された階級と観測された階級が一致した全体での割合

Accuracy +/-1: 予測された階級と観測された階級が±1以内の階級で一致した全体での割合

- 色つきセルでは予測された階級と観測された階級が一致
- 色つきセルの右上のセルでは予測が過小評価、左下のセルでは予測が過大評価

4

まとめ

- 新式と旧式について回帰された係数および長周期地震動階級の予測結果には多少の差異が見られた。この違いは回帰手法の違いにより生じたものと考えられる。
- 距離減衰式の回帰に用いた全データに対する長周期地震動階級の予測の比較では、旧式による予測の正解率が新式よりも若干高かった。階級1以内に予測された割合は両式とも99%以上となった。
- 新式の観測点補正係数は地震内誤差の平均値として求めており、震源特性の影響を受ける地震ごとのバラツキを除いているため、観測点でのサイト特性を旧式より適切に反映していると考えられる。

参考資料: 個別の地震についての比較

- 距離減衰式の回帰に用いた地震のうち、K-NETおよびKiK-net観測点で長周期地震動階級3以上が観測された19地震での、新式と旧式による長周期地震動階級の予測結果を比較した。
- 予測と観測の比較の表の構成は4ページの表と同様とした。

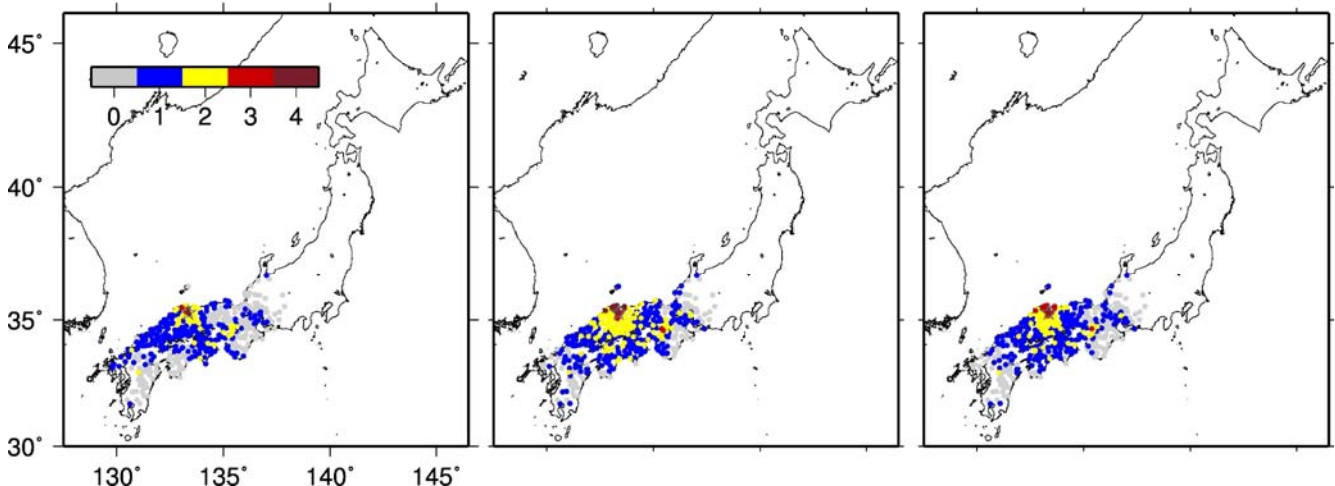
5

2000/10/06 13:30 鳥取県西部地震(M_{JMA} 7.4)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1	obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	84	14	0	0	0	0.857143	1	0	119	28	0	0	0	0.809524	1
1	85	117	1	0	0	0.576355	1	1	53	145	2	0	0	0.725	1
2	3	66	24	0	0	0.258065	0.967742	2	0	28	25	0	0	0.471698	1
3	0	0	6	0	0	0	1	3	0	0	9	2	0	0.181818	1
4	0	0	5	2	2	0.222222	0.444444	4	0	0	0	0	2	1	1
Recall	0.488372	0.593909	0.666667	0	1	0.555012		Recall	0.69186	0.721393	0.694444	1	1	0.709443	
Recall +/-1	0.982558	1	0.861111	1	1	0.98044		Recall +/-1	1	1	1	1	1	1	1

Accuracy Accuracy +/-1

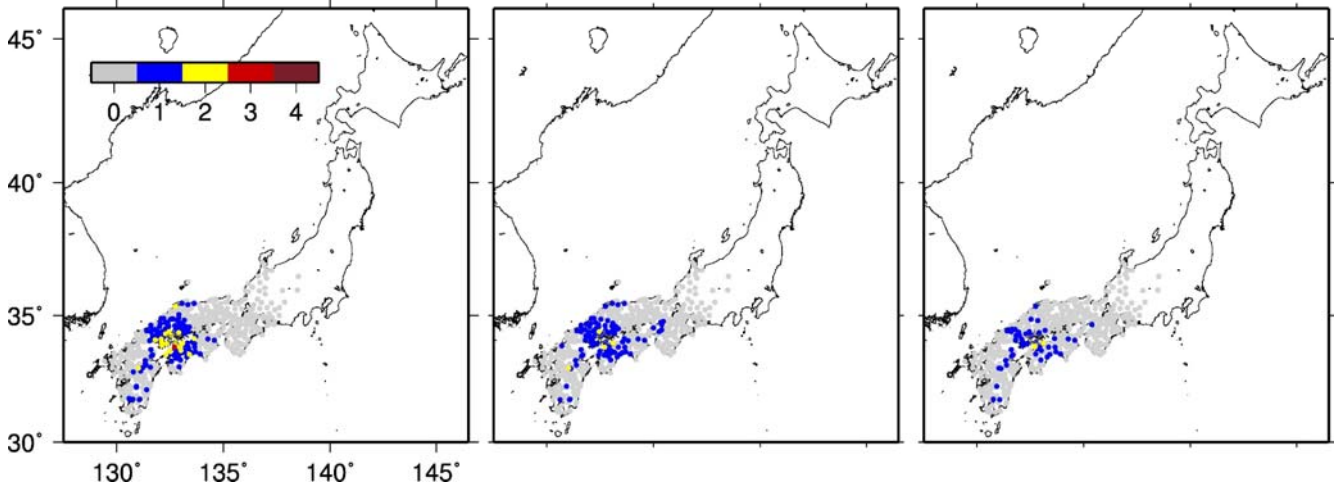
6

2001/03/24 15:28 芸予地震(M_{JMA}6.6)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	358	33	1	0	0	0.913265	0.997449
1	10	66	16	0	0	0.717391	1
2	0	0	3	1	0	0.75	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.972826	0.666667	0.15	0	-	0.875	
Recall +/-1	1	1	0.95	1	-		0.997951

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	370	70	2	0	0	0.837104	0.995475
1	1	29	17	0	0	0.617021	1
2	0	0	1	2	0	0.333333	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.997305	0.292929	0.05	0	-	0.813008	
Recall +/-1	1	1	0.9	1	-		0.995935

Accuracy Accuracy +/-1

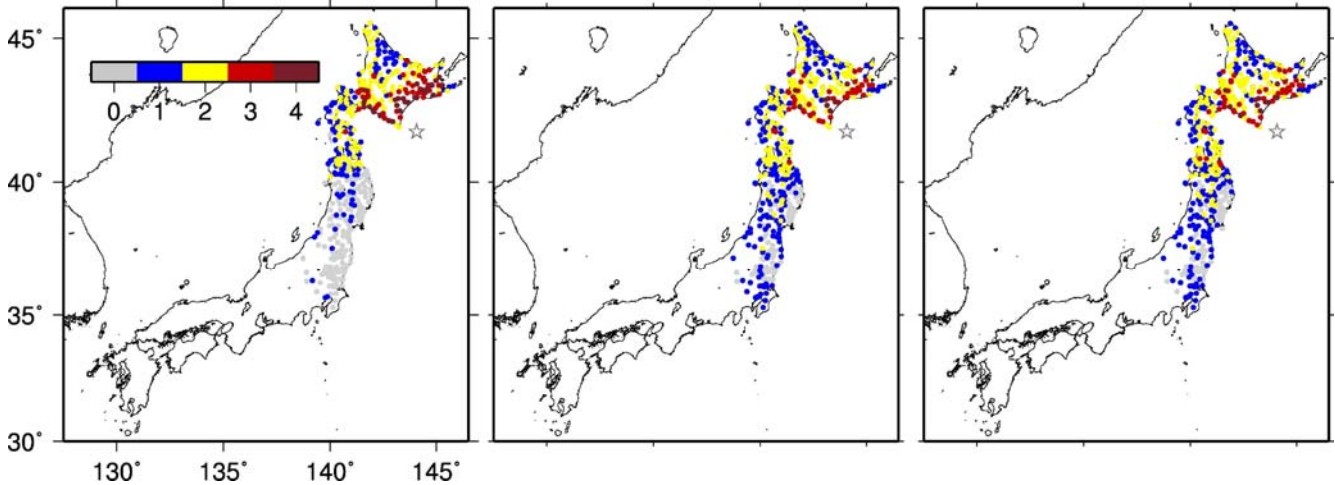
7

2003/09/26 04:50 十勝沖地震(M_{JMA}8.0)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	67	0	0	0	0	1	1
1	86	86	21	0	0	0.445596	1
2	0	25	92	28	1	0.630137	0.993151
3	0	0	4	19	23	0.413043	1
4	0	0	0	0	9	1	1
Recall	0.437908	0.774775	0.786325	0.404255	0.272727	0.592191	
Recall +/-1	1	1	1	1	0.969697		0.997831

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	66	0	0	0	0	1	1
1	92	79	15	0	0	0.424731	1
2	1	32	93	25	1	0.611842	0.986842
3	0	0	11	22	21	0.407407	1
4	0	0	0	0	12	1	1
Recall	0.415094	0.711712	0.781513	0.468085	0.352941	0.578723	
Recall +/-1	0.993711	1	1	1	0.970588		0.995745

Accuracy Accuracy +/-1

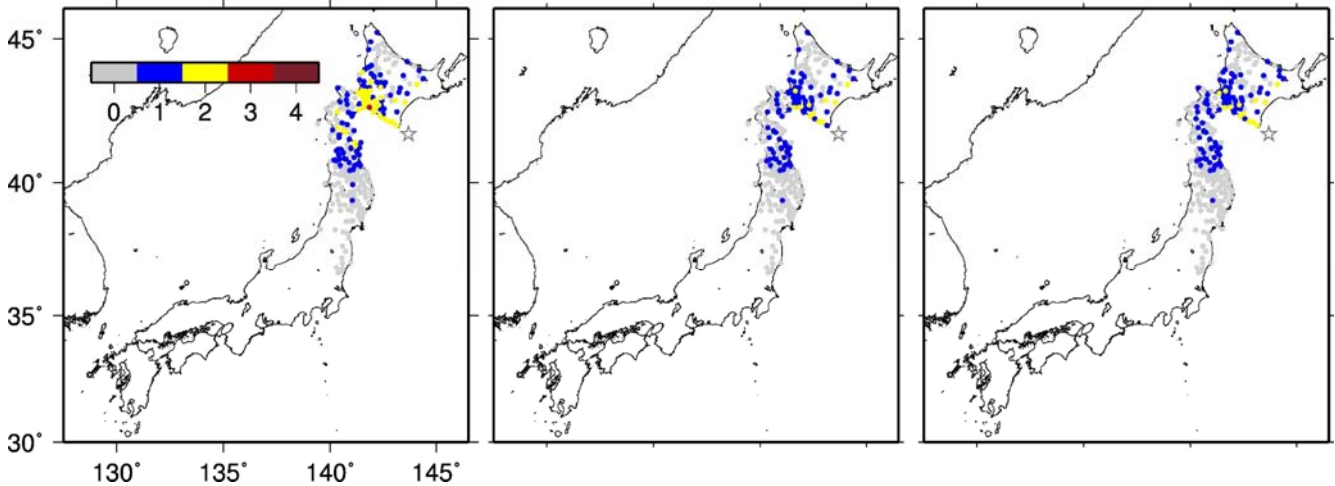
8

2003/09/26 06:08 十勝沖の地震 (M_{JMA} 7.1)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	169	29	1	0	0	0.849246	0.994975
1	1	51	34	0	0	0.593023	1
2	0	1	11	1	0	0.846154	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.994118	0.62963	0.23913	0	-	0.775168	
Recall +/-1	1	1	0.978261	1	-		0.996644

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	171	24	1	0	0	0.872449	0.994898
1	3	58	32	0	0	0.623656	1
2	0	1	13	1	0	0.866667	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.982759	0.698795	0.282609	0	-	0.796053	
Recall +/-1	1	1	0.978261	1	-		0.996711

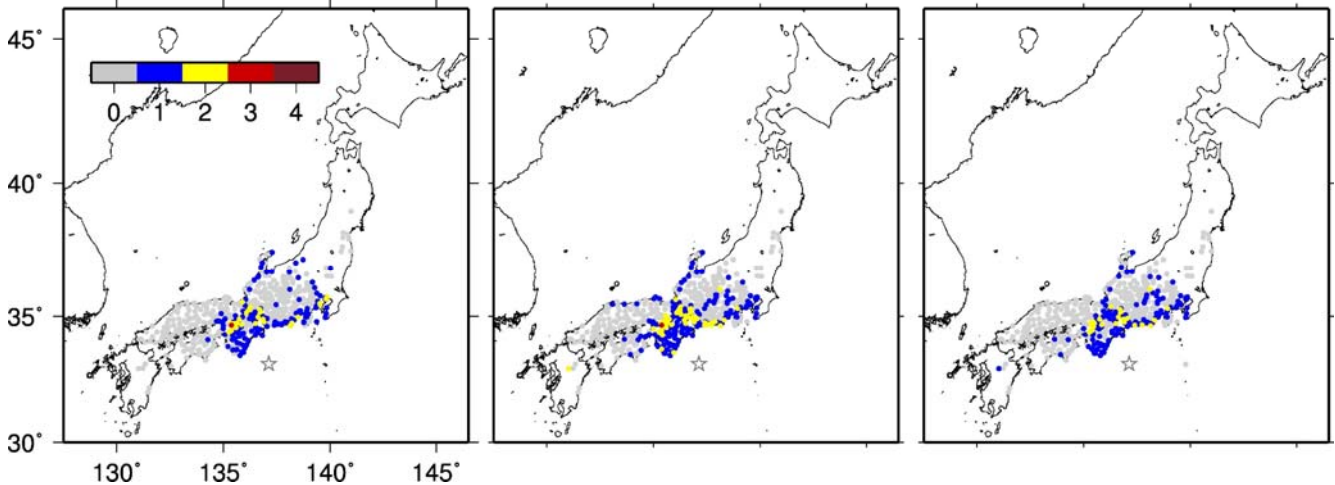
Accuracy Accuracy +/-1

2004/09/05 23:57 紀伊半島南東沖地震 (M_{JMA} 7.4)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	291	16	0	0	0	0.947883	1
1	57	83	9	0	0	0.557047	1
2	2	23	20	0	0	0.444444	0.955556
3	0	0	0	1	0	1	1
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.831429	0.680328	0.689655	1	-	0.786853	
Recall +/-1	0.994286	1	1	1	-		0.996016

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	326	29	0	0	0	0.91831	1
1	26	87	13	0	0	0.690476	1
2	0	7	16	1	0	0.666667	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.926136	0.707317	0.551724	0	-	0.849505	
Recall +/-1	1	1	1	1	-		1

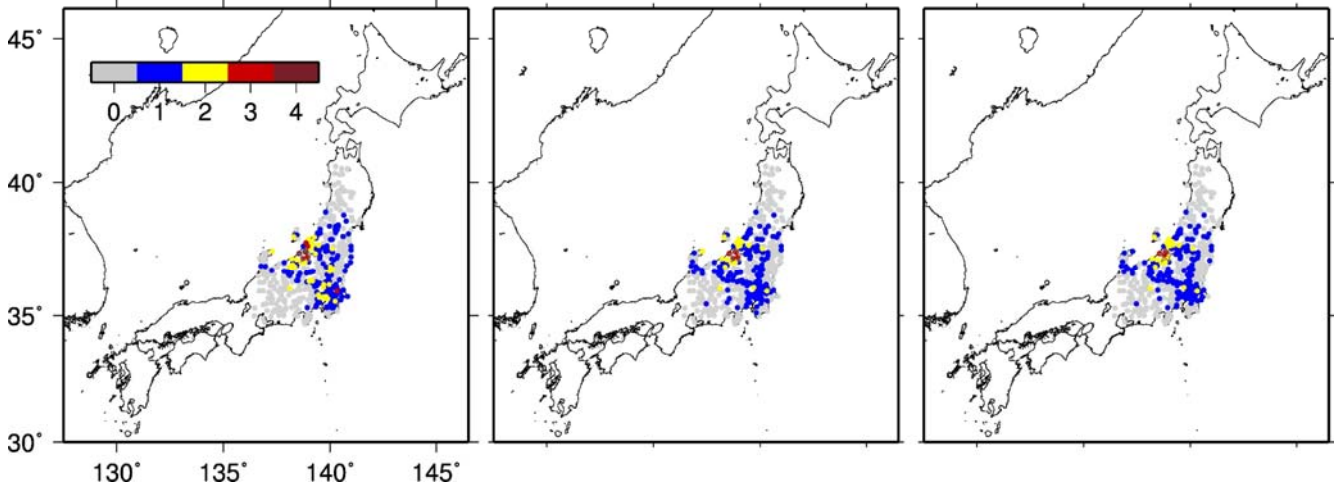
Accuracy Accuracy +/-1

2004/10/23 17:56 新潟県中越地震 (M_{JMA} 6.8)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	236	21	1	0	0	0.914729	0.996124
1	18	105	28	0	0	0.695364	1
2	0	0	17	3	0	0.85	1
3	0	0	0	3	3	0.5	1
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.929134	0.833333	0.369565	0.5	0	0.829885	
Recall +/-1	1	1	0.978261	1	1		0.997701

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	236	25	1	0	0	0.900763	0.996183
1	19	103	29	0	0	0.682119	1
2	0	0	17	5	1	0.73913	0.956522
3	0	0	0	1	3	0.25	1
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.92549	0.804688	0.361702	0.166667	0	0.811364	
Recall +/-1	1	1	0.978723	1	0.75		0.995455

Accuracy Accuracy +/-1

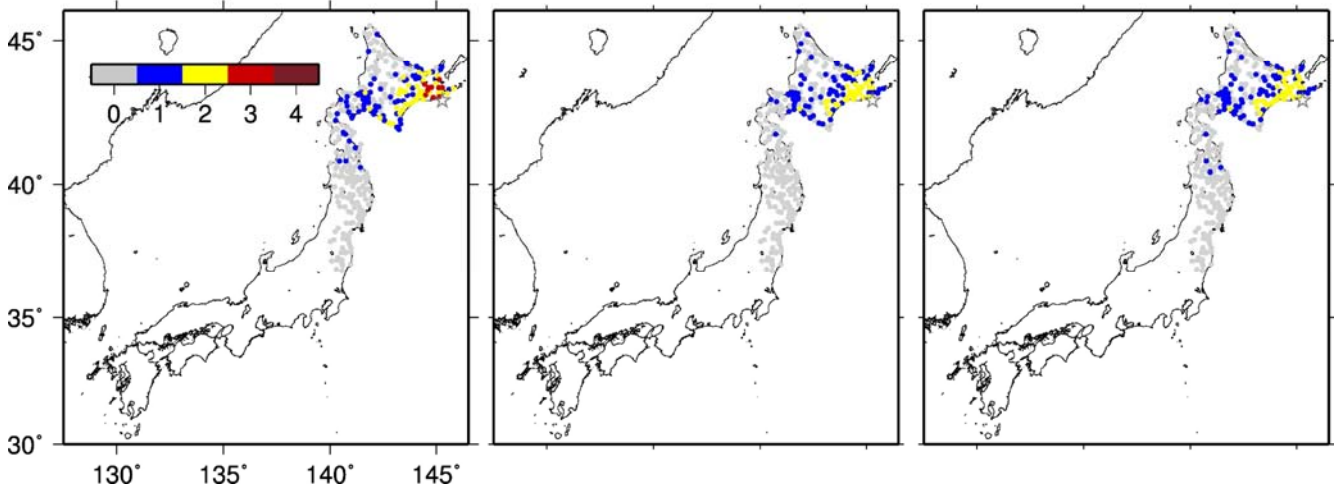
11

2004/11/29 03:32 釧路沖の地震 (M_{JMA} 7.1)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	209	24	0	0	0	0.896996	1
1	4	50	21	0	0	0.666667	1
2	0	2	22	11	0	0.628571	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.981221	0.657895	0.511628	0	-	0.819242	
Recall +/-1	1	1	1	1	-		1

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	207	19	0	0	0	0.915929	1
1	7	54	19	0	0	0.675	1
2	0	4	24	11	0	0.615385	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.96729	0.701299	0.55814	0	-	0.826087	
Recall +/-1	1	1	1	1	-		1

Accuracy Accuracy +/-1

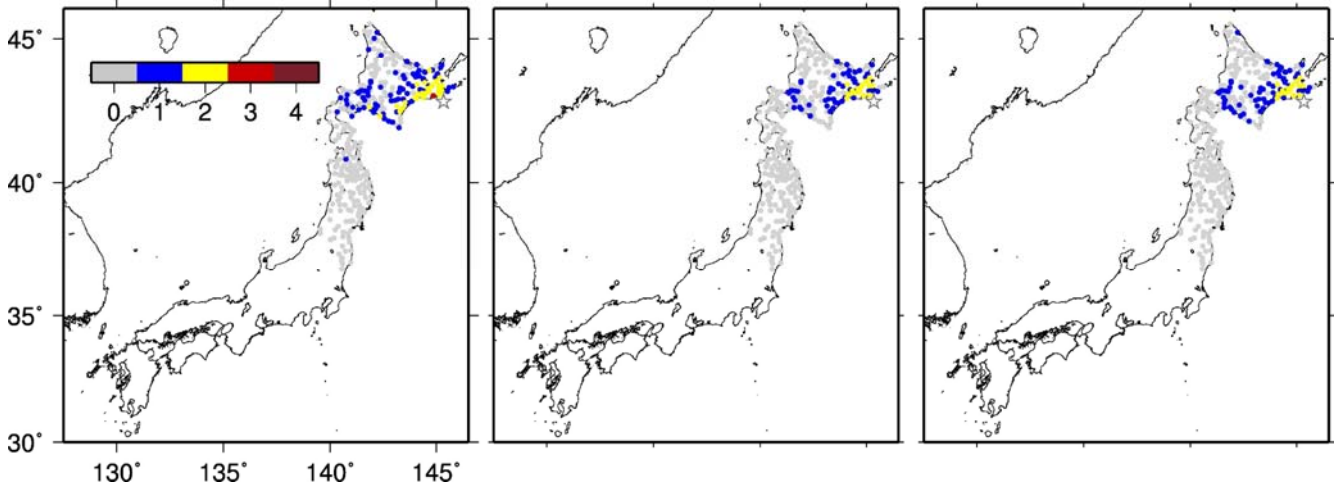
12

2004/12/06 23:15 釧路沖の地震 (M_{JMA} 6.9)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1	obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	229	41	0	0	0	0.848148	1	0	228	34	0	0	0	0.870229	1
1	1	40	14	0	0	0.727273	1	1	4	47	15	0	0	0.712121	1
2	0	1	17	1	0	0.894737	1	2	0	1	16	1	0	0.888889	1
3	0	0	0	0	0	-	-	3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-	4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.995652	0.487805	0.548387	0	-	0.831395		Recall	0.982759	0.573171	0.516129	0	-	0.84104	
Recall +/-1	1	1	1	1	-		1	Recall +/-1	1	1	1	1	-		1

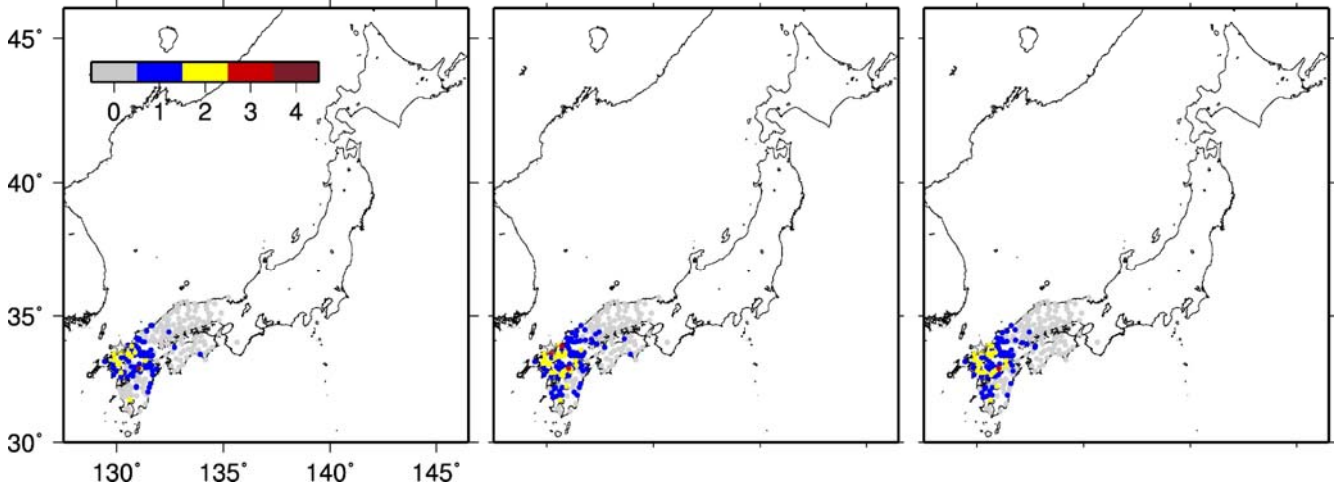
Accuracy Accuracy +/-1

2005/03/20 10:53 福岡県西方沖地震 (M_{JMA} 7.0)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1	obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	115	4	0	0	0	0.966387	1	0	125	9	0	0	0	0.932836	1
1	33	46	0	0	0	0.582278	1	1	26	44	0	0	0	0.628571	1
2	1	13	13	0	0	0.481481	0.962963	2	0	10	15	0	0	0.6	1
3	0	0	2	0	1	0	1	3	0	0	0	0	1	0	1
4	0	0	0	0	0	-	-	4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.771812	0.730159	0.866667	-	0	0.763158		Recall	0.827815	0.698413	1	-	0	0.8	
Recall +/-1	0.993289	1	1	-	1		0.995614	Recall +/-1	1	1	1	-	1		1

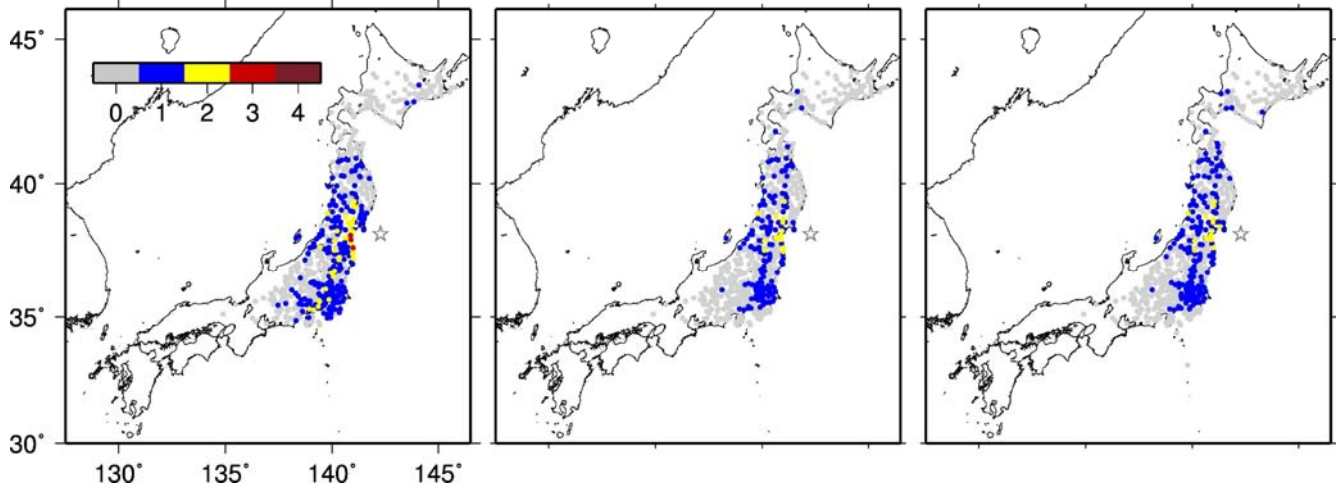
Accuracy Accuracy +/-1

2005/08/16 11:46 宮城県沖の地震 ($M_{JMA} 7.2$)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	344	98	2	0	0	0.774775	0.995495
1	5	123	22	0	0	0.82	1
2	0	0	11	3	0	0.785714	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.985673	0.556561	0.314286	0	-	0.786184	
Recall +/-1	1	1	0.942857	1	-		0.996711

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	339	82	2	0	0	0.801418	0.995272
1	14	144	23	0	0	0.79558	1
2	0	0	12	3	0	0.8	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.96034	0.637168	0.324324	0	-	0.799677	
Recall +/-1	1	1	0.945946	1	-		0.996769

Accuracy Accuracy +/-1

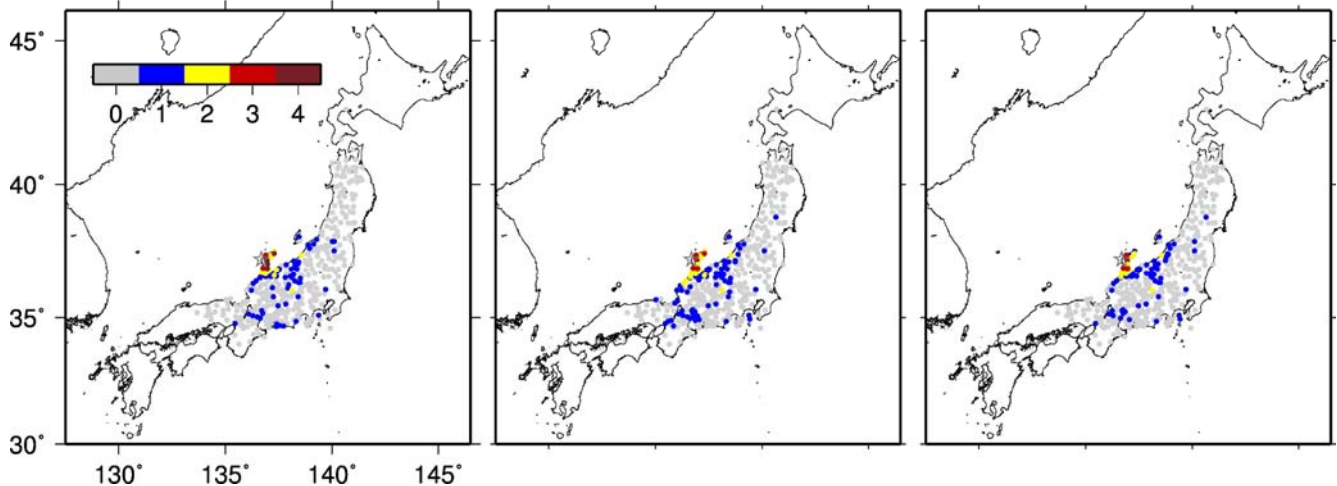
15

2007/03/25 09:42 能登半島地震 ($M_{JMA} 6.9$)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	267	12	0	0	0	0.956989	1
1	27	43	1	0	0	0.605634	1
2	0	3	9	0	1	0.692308	0.923077
3	0	0	0	2	3	0.4	1
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.908163	0.741379	0.9	1	0	0.872283	
Recall +/-1	1	1	1	1	0.75		0.997283

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	283	13	0	0	0	0.956081	1
1	11	45	4	0	0	0.75	1
2	0	1	6	0	2	0.666667	0.777778
3	0	0	0	2	2	0.5	1
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.962585	0.762712	0.6	1	0	0.910569	
Recall +/-1	1	1	1	1	0.5		0.99458

Accuracy Accuracy +/-1

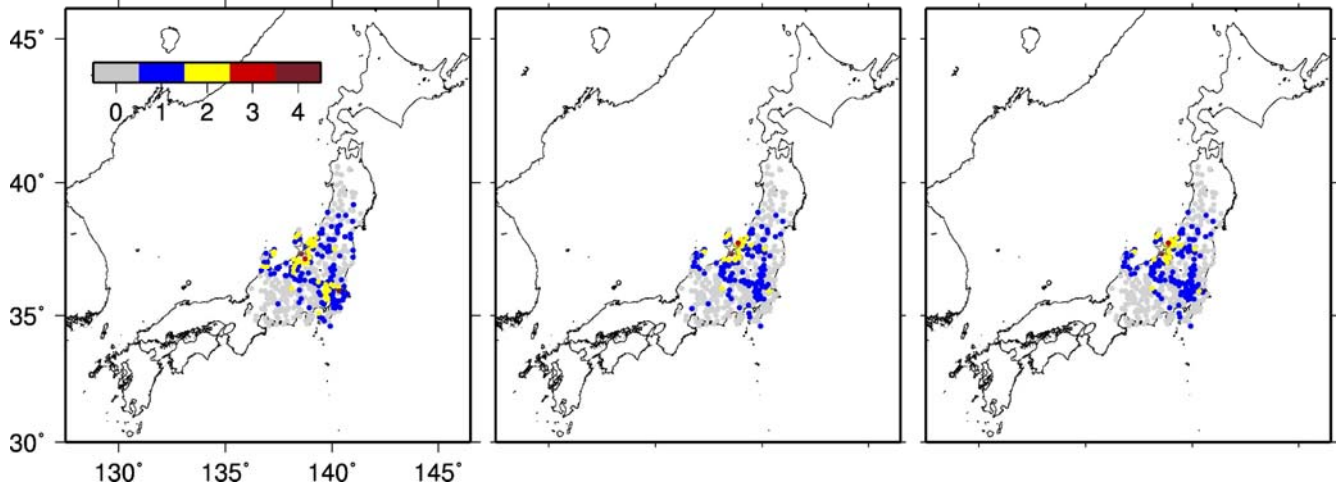
16

2007/07/16 10:13 新潟県中越沖地震 ($M_{JMA} 6.8$)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	204	46	3	0	0	0.806324	0.988142
1	13	82	25	0	0	0.683333	1
2	0	2	17	1	1	0.809524	0.952381
3	0	0	1	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1	1	1
Recall	0.940092	0.630769	0.369565	0	0.5	0.767677	
Recall +/-1	1	1	0.934783	1	0.5		0.989899

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	208	42	3	0	0	0.822134	0.988142
1	11	88	24	0	0	0.715447	1
2	0	2	18	2	1	0.782609	0.956522
3	0	0	1	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1	1	1
Recall	0.949772	0.666667	0.391304	0	0.5	0.785536	
Recall +/-1	1	1	0.934783	1	0.5		0.990025

Accuracy Accuracy +/-1

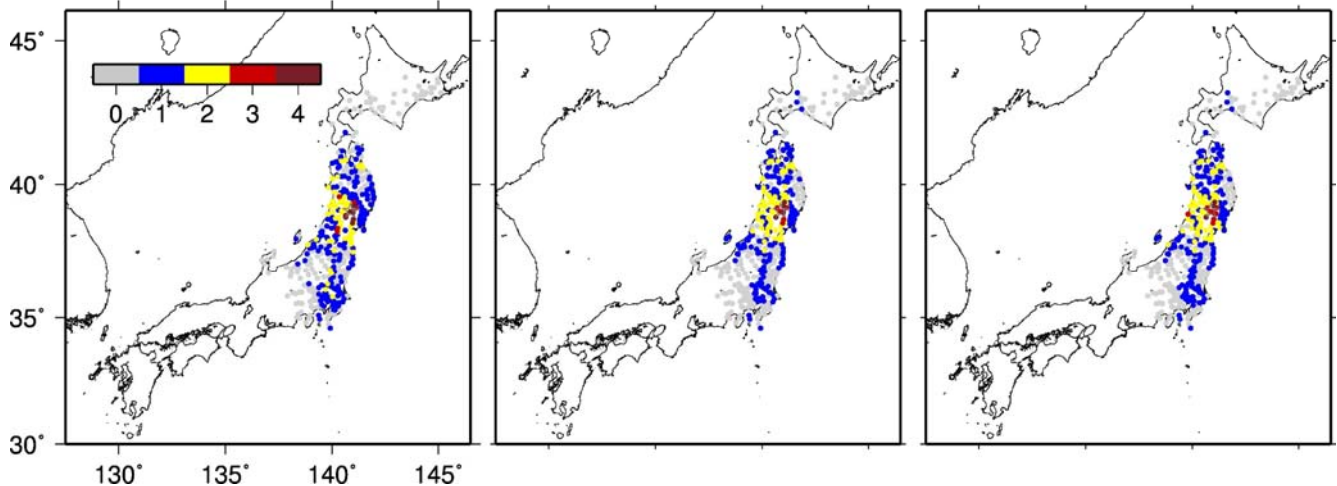
17

2008/06/14 08:43 岩手・宮城内陸地震 ($M_{JMA} 7.2$)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	158	44	0	0	0	0.782178	1
1	21	114	18	0	0	0.745098	1
2	0	19	34	4	0	0.596491	1
3	0	0	1	1	3	0.2	1
4	0	0	0	1	3	0.75	1
Recall	0.882682	0.644068	0.641509	0.166667	0.5	0.736342	
Recall +/-1	1	1	1	1	1		1

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	156	36	0	0	0	0.8125	1
1	23	122	17	0	0	0.753086	1
2	0	20	35	4	0	0.59322	1
3	0	0	2	1	5	0.125	1
4	0	0	0	1	2	0.666667	1
Recall	0.871508	0.685393	0.648148	0.166667	0.285714	0.745283	
Recall +/-1	1	1	1	1	1		1

Accuracy Accuracy +/-1

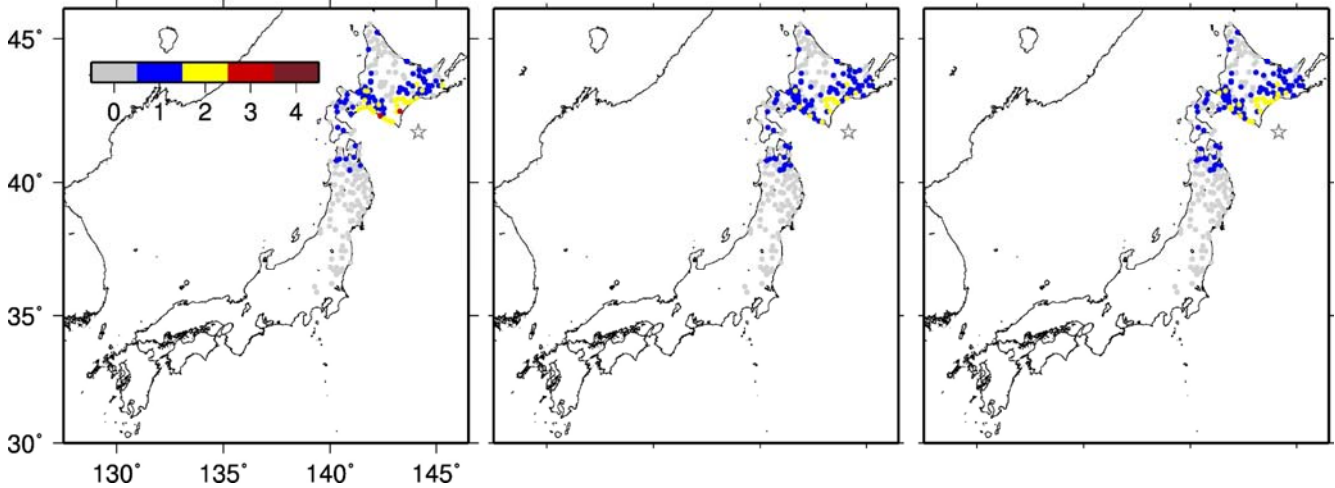
18

2008/09/11 09:21 十勝沖の地震 (M_{JMA} 7.1)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs/pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1	obs/pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	138	8	0	0	0	0.945205	1	0	135	6	0	0	0	0.957447	1
1	10	67	16	1	0	0.712766	0.989362	1	14	67	12	1	0	0.712766	0.989362
2	0	1	11	2	0	0.785714	1	2	0	3	15	2	0	0.75	1
3	0	0	0	0	0	-	-	3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-	4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.932432	0.881579	0.407407	0	-	0.850394	-	Recall	0.90604	0.881579	0.555556	0	-	0.85098	-
Recall +/-1	1	1	1	0.666667	-	-	0.996063	Recall +/-1	1	1	1	0.666667	-	-	0.996078

Accuracy Accuracy +/-1

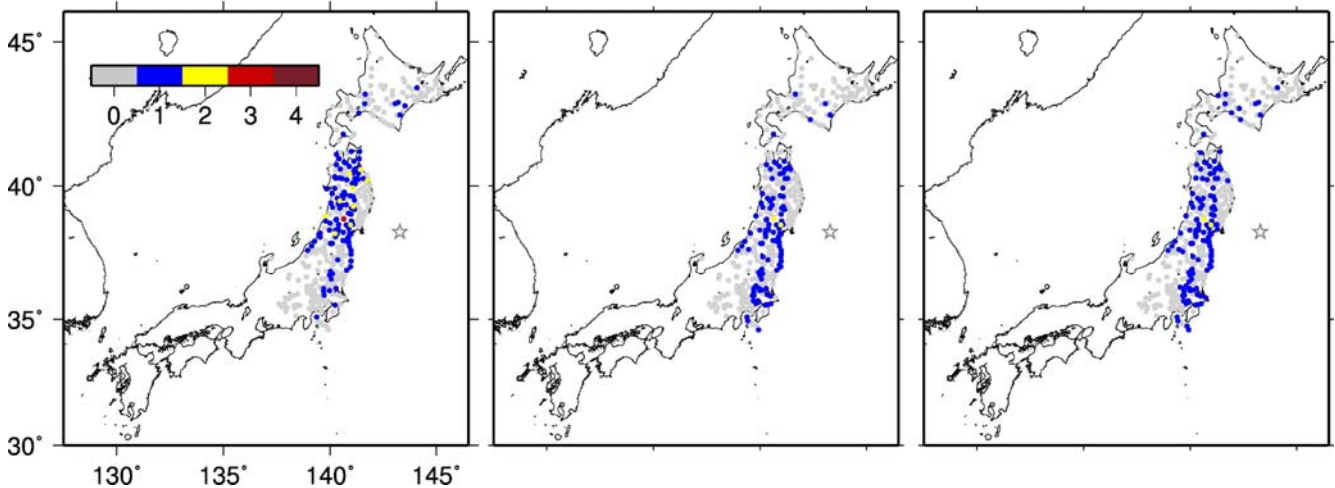
19

2011/03/09 11:45 三陸沖の地震 (M_{JMA} 7.3)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs/pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1	obs/pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	258	35	1	0	0	0.877551	0.996599	0	249	27	0	0	0	0.902174	1
1	26	75	7	0	0	0.694444	1	1	36	85	8	0	0	0.658915	1
2	0	0	1	1	0	0.5	1	2	0	0	1	1	0	0.5	1
3	0	0	0	0	0	-	-	3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-	4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.908451	0.681818	0.111111	0	-	0.826733	-	Recall	0.873684	0.758929	0.111111	0	-	0.823096	-
Recall +/-1	1	1	0.888889	1	-	-	0.997525	Recall +/-1	1	1	1	1	-	-	1

Accuracy Accuracy +/-1

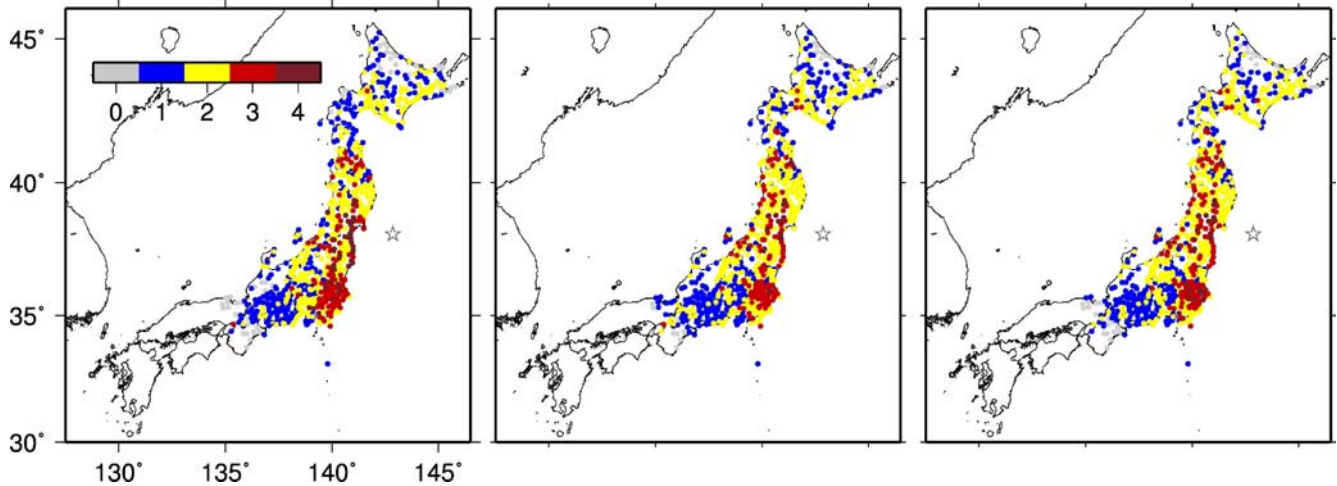
20

2011/03/11 14:46 東北地方太平洋沖地震(M_{JMA}8.4)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1	obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	22	1	0	0	0	0.956522	1	0	34	2	0	0	0	0.944444	1
1	32	219	42	1	0	0.744898	0.996599	1	20	213	35	1	0	0.791822	0.996283
2	0	57	285	41	1	0.742188	0.997396	2	0	62	289	37	0	0.744845	1
3	0	0	28	96	25	0.644295	1	3	0	0	34	95	23	0.625	1
4	0	0	0	3	11	0.785714	1	4	0	0	0	9	15	0.625	1
Recall	0.407407	0.790614	0.802817	0.680851	0.297297	0.732639		Recall	0.62963	0.768953	0.807263	0.669014	0.394737	0.743383	
Recall +/-1	1	1	1	0.992908	0.972973		0.997685	Recall +/-1	1	1	1	0.992958	1		0.998849

Accuracy Accuracy +/-1

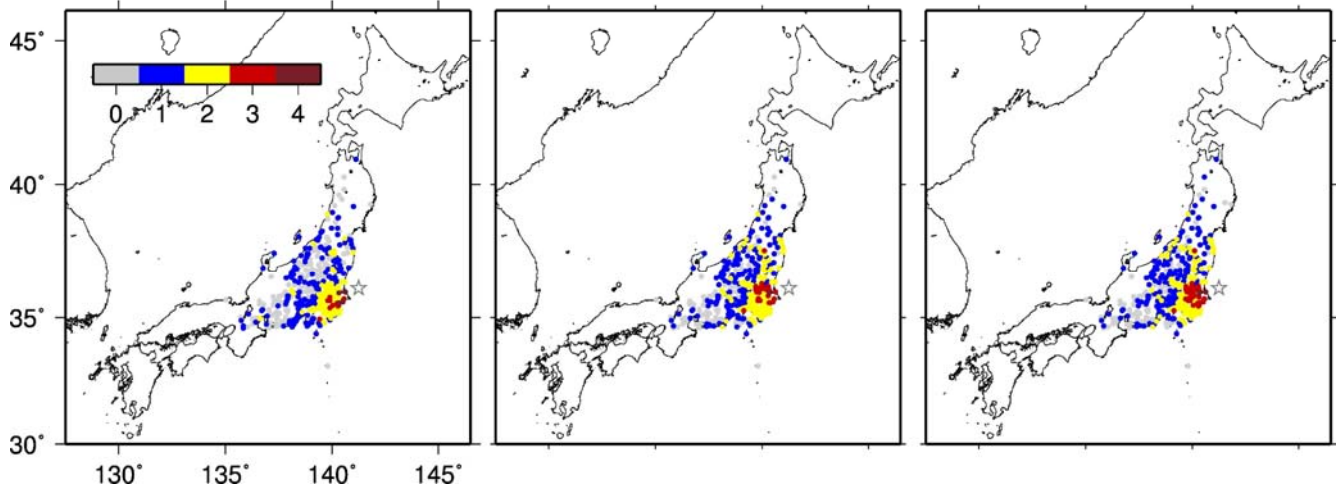
21

2011/03/11 15:15 茨城沖の地震(M_{JMA}7.6)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1	obs pre	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	76	12	0	0	0	0.863636	1	0	76	11	0	0	0	0.873563	1
1	51	108	5	0	0	0.658537	1	1	52	106	6	0	0	0.646341	1
2	0	35	68	7	0	0.618182	1	2	0	39	60	3	0	0.588235	1
3	0	0	21	2	3	0.076923	1	3	0	0	28	6	2	0.166667	1
4	0	0	0	0	1	1	1	4	0	0	0	0	2	1	1
Recall	0.598425	0.696774	0.723404	0.222222	0.25	0.655527		Recall	0.59375	0.679487	0.638298	0.666667	0.5	0.639386	
Recall +/-1	1	1	1	1	1		1	Recall +/-1	1	1	1	1	1		1

Accuracy Accuracy +/-1

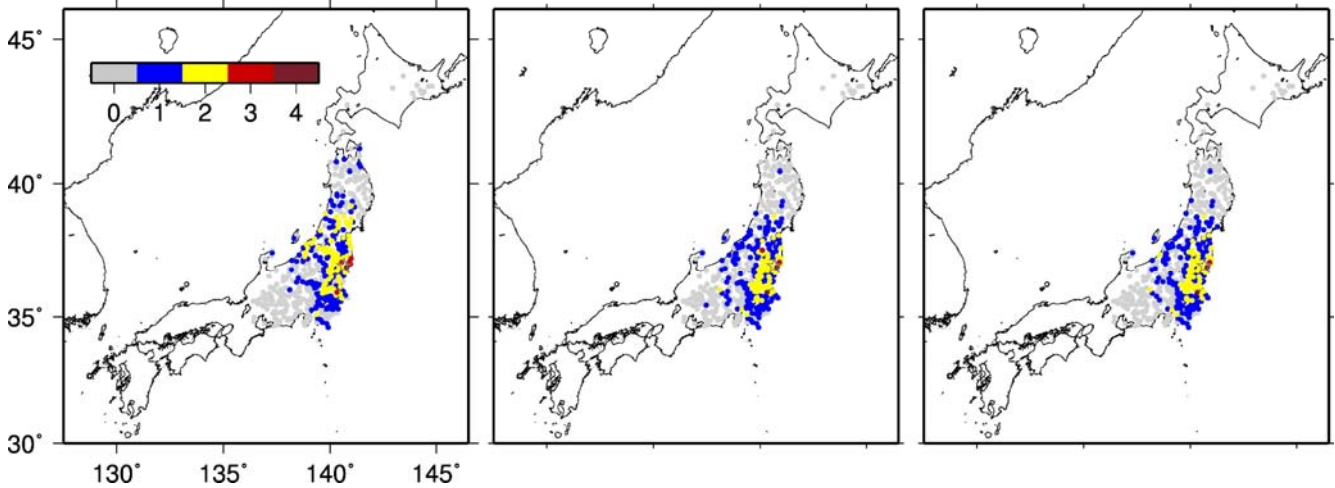
22

2011/04/11 17:16 福島県浜通りの地震 (M_{JMA} 7.0)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	211	31	0	0	0	0.871901	1
1	25	109	36	0	0	0.641176	1
2	0	21	40	3	0	0.625	1
3	0	0	1	1	0	0.5	1
4	0	0	0	1	1	0.5	1
Recall	0.894068	0.677019	0.519481	0.2	1	0.754167	
Recall +/-1	1	1	1	1	1		1

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	215	32	0	0	0	0.870445	1
1	21	114	36	0	0	0.666667	1
2	0	17	42	3	0	0.677419	1
3	0	0	0	1	0	1	1
4	0	0	0	1	1	0.5	1
Recall	0.911017	0.699387	0.538462	0.2	1	0.772257	
Recall +/-1	1	1	1	1	1		1

Accuracy Accuracy +/-1

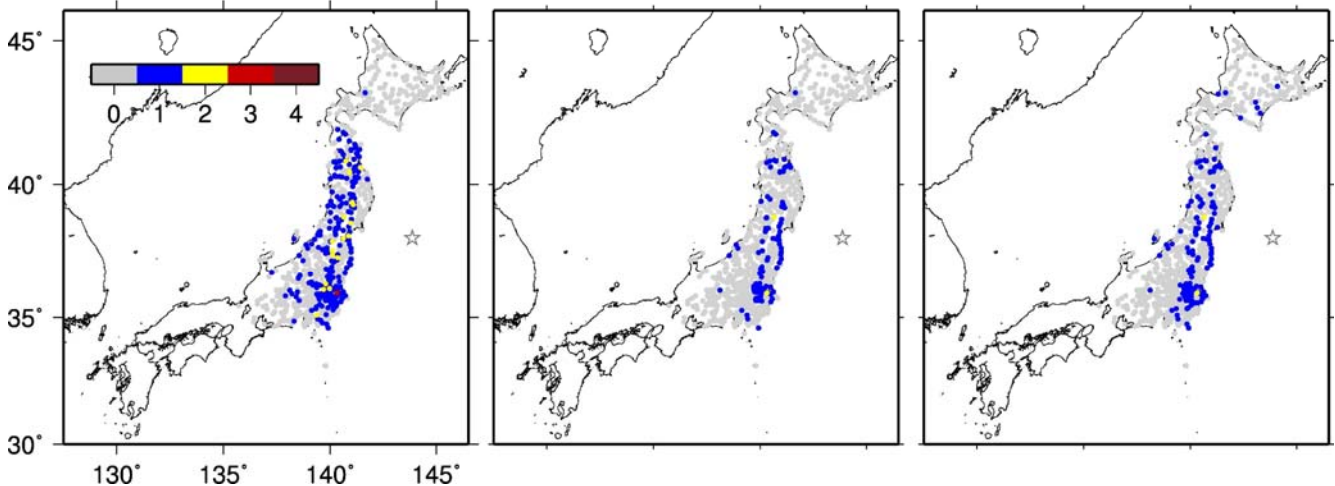
23

2012/12/07 17:18 三陸沖の地震 (M_{JMA} 7.3)

観測

新式による予測

旧式による予測



新式による予測値と観測値の比較

旧式による予測値と観測値の比較

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	508	139	1	0	0	0.783951	0.998457
1	1	77	15	0	0	0.827957	1
2	0	0	1	1	0	0.5	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.998035	0.356481	0.058824	0	-	0.788694	
Recall +/-1	1	1	0.941176	1	-		0.998654

obs <pre></pre>	0	1	2	3	4	Precision	Precision +/-1
0	503	106	0	0	0	0.825944	1
1	9	112	16	0	0	0.817518	1
2	0	0	1	1	0	0.5	1
3	0	0	0	0	0	-	-
4	0	0	0	0	0	-	-
Recall	0.982422	0.513761	0.058824	0	-	0.823529	
Recall +/-1	1	1	1	1	-		1

Accuracy Accuracy +/-1

24