

経験則から期待される大地震発生の確率：相場のレビュー
 中谷正生 (東京大学地震研究所)

これこれの事象が観察されたあと一定の期間T内に、ある空間領域Rで、あるM以上の地震がおこる確率 Q_{ON} はいくらであるか？「経験則による大地震発生の確率予測」とは、過去に「これこれの事象」がおきた事例を集めて、何例中何回で地震が実際におきたかという実績(適中率)を調べておき、次にその事象が観察されれば、Mいくつの地震がRTで発生する確率が Q_{ON} (実際には、母比率の区間推定)になったと発表する作業である。アラーム型の予測も、予測確率値が Q_{ON} と Q_{OFF} の二種しかないだけで実質的には確率予測である。また、統計モデルといわれるものは「これこれの事象」の有無ではなく、その程度を連続値として把握して、出力Qに0と1の間のあらゆる値を許すだけで、これも、純粋な経験則である。

もちろん、「これこれの事象」なしに地震が起きることはあり、地域xの長期平均の大地震発生レート($\lambda_0(x)$, 発/単位時空)にRTを乗じて得られるベース確率 $Q_0(x)$ より Q_{ON} が大きくなければ、その事象の観察は、確率予測の濃淡を増す効果がない。M>6を対象に確率ゲイン $G = Q_{ON}/Q_0$ (正確には λ_{ON}/λ_0)が有意に>1であることが示されている経験的な先行事象から期待されるR, T, Q_{ON} , Gを計算してみた(下表)。

	データ *はprospective	M	R, km	T	適中率 (Q_{ON})	警報分率 †地域補正済	予知率	Gain †地域補正済
#1. M8 Kossobokov, 2017	広域地震活動 世界, 1992-2016*	8+	1000	6年	33 [27, 57]% 日本の λ_0 を仮定	29.8%†	15/23 [43, 84]%	2.2† [1.8, 3.8]
#2. MSc Kossobokov, 2017	広域地震活動 世界, 1992-2016*	8+	500	6年	20 [10, 32]% 日本の λ_0 を仮定	14.8%†	9/23 [20, 62]%	2.6† [1.3, 4.1]
#3. RTP Shebalin, 2004,2012	広域地震活動 日本, 1975-2011*	7+	1000	9ヶ月	~50%	7.7%	14/15 [68, 99]%	12 [8.8, 13]
#4. 余震静穏化 Ogata, 2012, 2017	余震活動 日本, 1926-2000	7+	200	1年	2%			~10
#5. 前震な確率 Ogataら, 2012	群発活動 日本, 1994-2011*	$\Delta 0.45+$	30	30日	~0 - 15%			
#6. 前震識別 前田ら, 2016	群発活動 三陸, 1994-2011	6+ 7+	50	4日	13/44 = 30% 3%	0.1%	11/29 [21, 58]%	380 [210, 580]
#7. ETASに閾値 Lippielloら, 2012	地震活動 南加, 1987-1999	6+ 7+	10	1日	~0 - 3% ~0 - 0.3%	?0.15%†	5/6 [36, 99]%	?550† ?[240, 660]
#8. 前震な確率 Lippielloら, 2012	群発活動 南加, 1987-1999	6+ 7+	10	1日	5 - 40% 0.5 - 4%	0.002%†	5/6 [36, 99]%	38320† [18000,49500]
#9. GIM TEC Leら, 2011	GIM TEC 世界, 2002-2010	浅7+	300	1日	0.07% 日本の λ_0 を仮定	4.4%	10/65 [8, 26]%	3.5 [1.7, 5.9]
#10. GNSS TEC Hekiら, 2015, 2018	GNSS TEC 世界, 1992-2016	~8+	400	1時間	>> 0.001% 日本の λ_0 を仮定	<< 10%	12/12 [74,100]%	>> 10
#11. ゲイン掛算 Ogata, 2017	長,中,短期 熊周, 1923-2016	7+	90	30日 1日	39 - 79% 2 - 10%			2200-9600† 3400-37000†
#11'. 前震のみ Ogata, 2017	短期 熊周, 1923-2016	7+	90	30日 1日	5% 0.17%			290-620† 290-630†