

## マグニチュードと時空間情報に基づく前震確率評価モデルの識別性能

統計数理研究所 野村俊一, 尾形良彦

本震に先駆けて起こる前震群は、群内のマグニチュード差、時空間的距離に見られる特徴と地域性に基づき、他の地震群との完全な区別はできないまでも、それが前震である確率を本震が起こる前に評価することができる。これらの特徴は、地震群内の地震数  $N$  と最大マグニチュード  $M_1$  に依存して変化するものの、その2つが同条件の下では図1のように前震群と他の地震群の分布のしかたに違いを見ることができる。図1では、(a) 群内の最大マグニチュード  $M_1$  と二番目に大きいマグニチュード  $M_2$  の差、(b) 地震群の継続期間  $T$  (日)、(c) 群内の平均震央間距離  $D$  (km)、(d) 群内の中心経度  $X$ 、緯度  $Y$  の各々に対する、相対的な前震群の割合の変化を確率利得として推定している。図1(a)~(d) それぞれ単体の情報による前震の識別性能には限界があるが、図1(a)~(d) のそれぞれで推定された確率利得を合算して前震確率を評価することで、より高い識別性能を得ることができる。

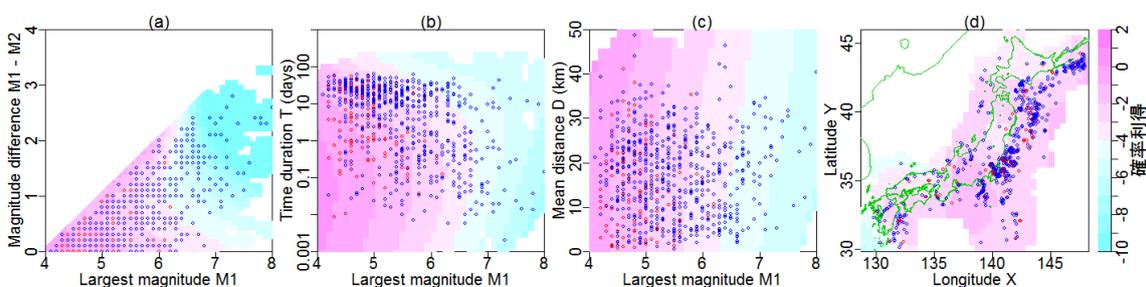


図1. 地震数  $N=4$  の前震群 (赤点) と他の地震群 (青点) の分布の違い。両者の分布の違いから推定された確率利得 (高いほど前震確率が上昇) をカラースケールで示している。

1926年から1999年までの気象庁カタログから前震確率 (最後の前震から30日以内に、前震を上回るマグニチュードの本震が発生する確率) の評価式を学習し、2000年から2017年10月までの同カタログに適用して地震群の地震数が増えるごとに前震確率を評価した。群内地震数が  $N=2, 4, 8$  となった時点での前震確率の評価値を10%区切りの階級に分け、適中率すなわち実際の前震割合と比較した結果を表1に示す。適中率は、該当の地震群数が少ない階級を除いて、各階級の前震確率評価値と概ね整合的である。

表1. 2000年以降の前震確率評価値の度数分布と適中率 (=前震群数/全地震群数)。

前震確率の評価値	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	合計	
$N=2$	全地震群数	463	483	227	64	14	2	0	0	1253
	前震群数	32	74	47	20	4	2	0	0	179
	適中率	7%	15%	21%	31%	29%	100%	N/A	N/A	14%
$N=4$	全地震群数	151	98	54	22	14	5	1	2	347
	前震群数	14	16	10	8	2	1	1	2	54
	適中率	9%	16%	19%	36%	14%	20%	100%	100%	16%
$N=8$	全地震群数	82	17	10	2	6	5	2	0	124
	前震群数	7	3	4	1	3	2	2	0	22
	適中率	9%	18%	40%	50%	50%	40%	100%	N/A	18%