

7-15 兵庫県南部地震の余震活動度の準リアルタイム監視
—1月25日23時16分M4.7余震の事前予測—

Quasi-real-time watch of the aftershock activity change of Hyogoken-Nanbu Earthquake-Prediction of Jan. 25 23 h 16 m M4.7 aftershock-

統計数理研究所

東京大学地震研究所

The Institute of Statistical Mathematics

Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

和歌山微小地震観測所の自動検測震源データを用いて、1月20日夕刻より、¹⁾ Matsu'ura (1986)の方法により準リアルタイムで兵庫県南部地震の余震活動度の変化をほぼ1日に2回のペースで監視を行った。その中で、25日23時16分の余震の前兆として活動度の静穏化→回復という変化をリアルタイムのデータで事前（地震発生の約2時間前）に検出できたので報告する。

本震発生直後の自動処理データは明かな不均質があるため、活動度監視の計算には本震発生後0.1日以降のM2.5以上の余震を用いた。第1図のa)1月20日（本震から3.4日）、b)21日（4.2日）、c)23日（6.18日）、d)24日10時（7.18日）までのデータには改良大森公式が教科書的に良く適合していた。その後「気象庁のデータ解析で静穏化」との情報と「京大防災研に設置された観測本部での余震数減少の感触」の報を受けて、24日22時（7.67日）までのデータで緊急に解析したが、この時点では有意な活動度の低下は検出されなかった（第2図a)）。事後に再解析すると、この時点で7.2日後から始まった余震活動度の静穏化が有意になっていたが（第2図b)）、この時点では見落としていた。

25日昼頃行った同日10時（8.21日）までのデータの解析で、24日10時半（7.2日）から静穏化が始まっていることを検出し（第3図a）、b)）、観測本部を通して有意な静穏化が出現している旨を予知連絡会に報告した。この時点では連絡等に追われ見落としてしまったが、再解析すると、8.1日で静穏化が終了し活動度が回復し始めていたことを有意に検出できていた（第3図c)）。

25日20時（8.6日）までのデータで静穏化が25日08時頃（8.1日）に終了し活動度が回復していたことを同日21時頃には検出し（第4図a）、b)）、すでに回復期が半日以上継続していることから、すぐにも（～明日中の期間に）大きい余震の発生が予測されること、前駆的クラスターをリアルタイムの震源分布監視で注意してもらうよう観測本部に電話で連絡した。

その後25日23時16分に震源域北端部でM4.7の余震が発生し、26日8時までのデータで僅かな二次余震の発生と静穏化以前と同様の順調な余震活動が確認され（第5図）、検出された静穏期（22時間継続）と回復期（15時間継続）がこの地震の前兆であると確認した。今回検出した静穏化を、本震より2以上も小さいM4.7のこの地震の前兆と断定したのは、今回の静穏化が 1. 継続時間が短かった、2. M3以上のレベルでは、有意な静穏化ではなかった、ことに基づく。その後兵庫県南部地震には南西端でM4.9が2月18日に発生したが、この余震発生前には有意な静穏化はM2.5以上のレベルでは検出されなかった（第6図）。このM4.9は前兆のあったM4.7に比べて二次余震が少

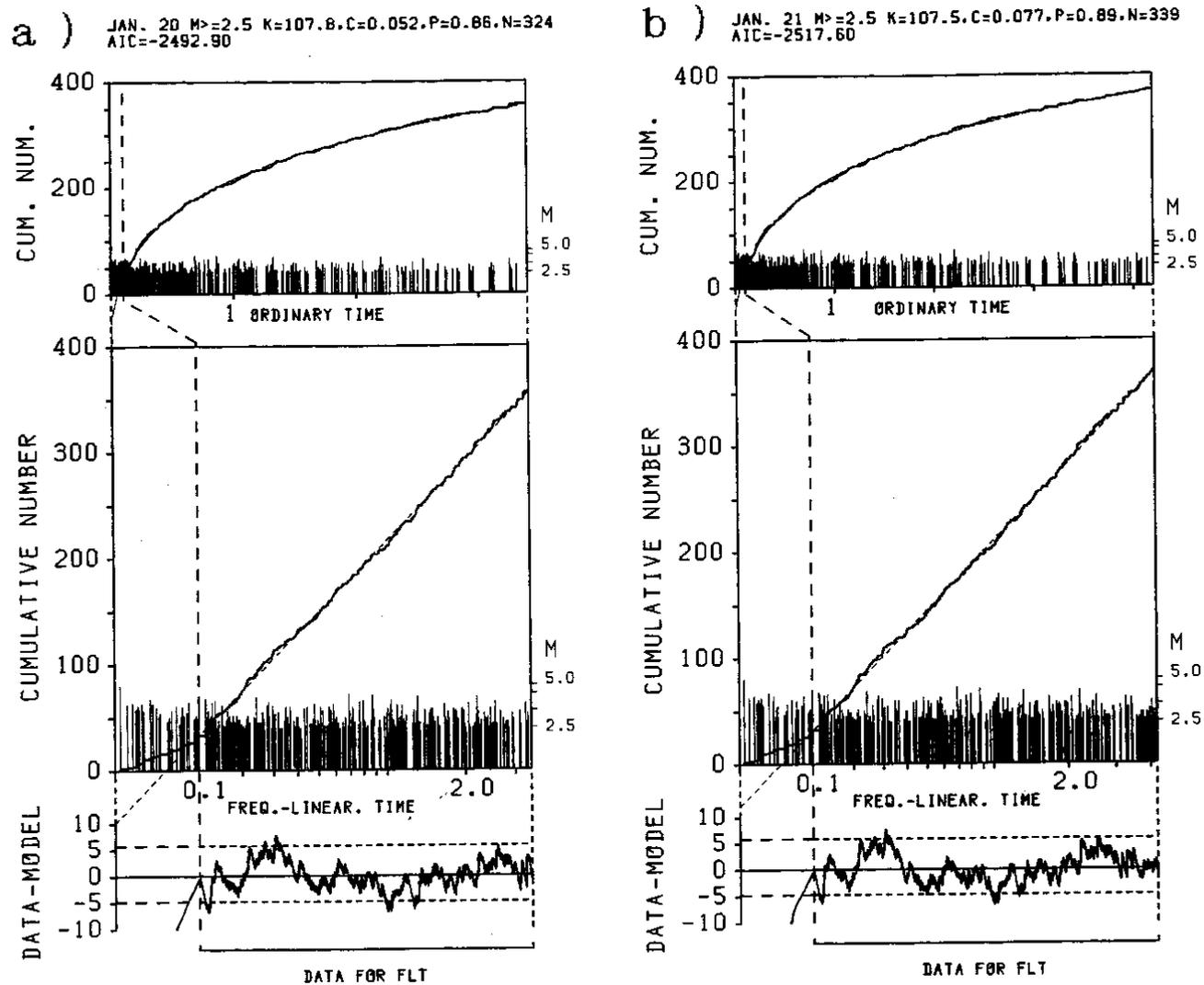
なかった。これ以降現在（1995.6.7.現在）までM4.7以上の二次余震を伴う余震は発生しておらず、活動度の静穏化も出現していない。

大きい余震（狭義の）発生前に活動度に静穏化とその回復が現れることは多くの例で既に確認されているが、今まではすべて事後の解析によって特定されたものであった。今回初めて事前に前兆が検出されたことの意義は大きい。

（松浦律子・平田 直・卜部 卓）

参 考 文 献

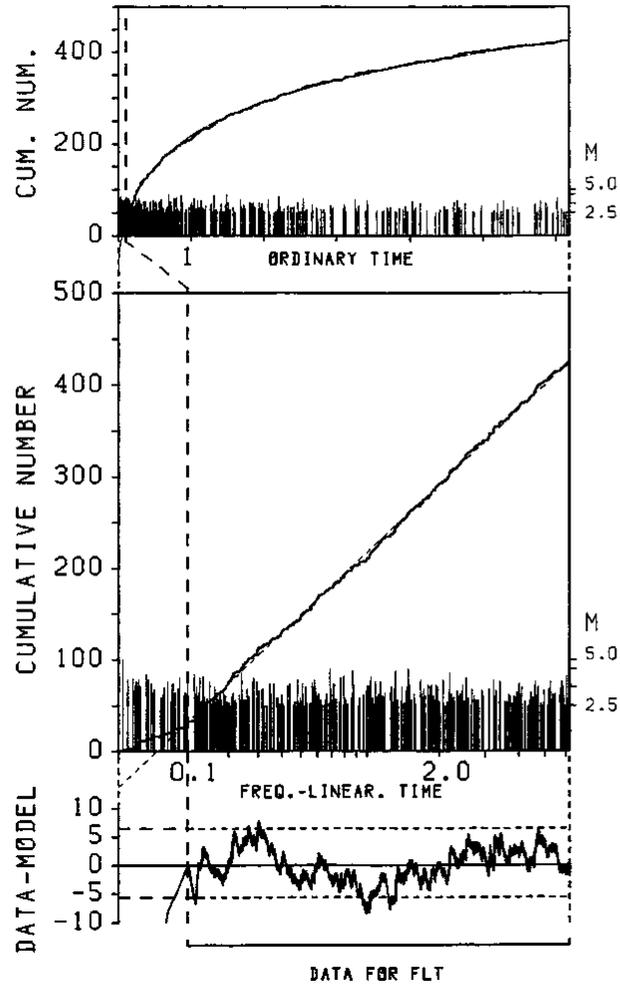
- 1) Matsu'ura, R. S., 1986, Precursory quiescence and its recovery of aftershock activities before some large aftershocks, B. E. R. I., Univ. Tokyo, **61**, 1-65.



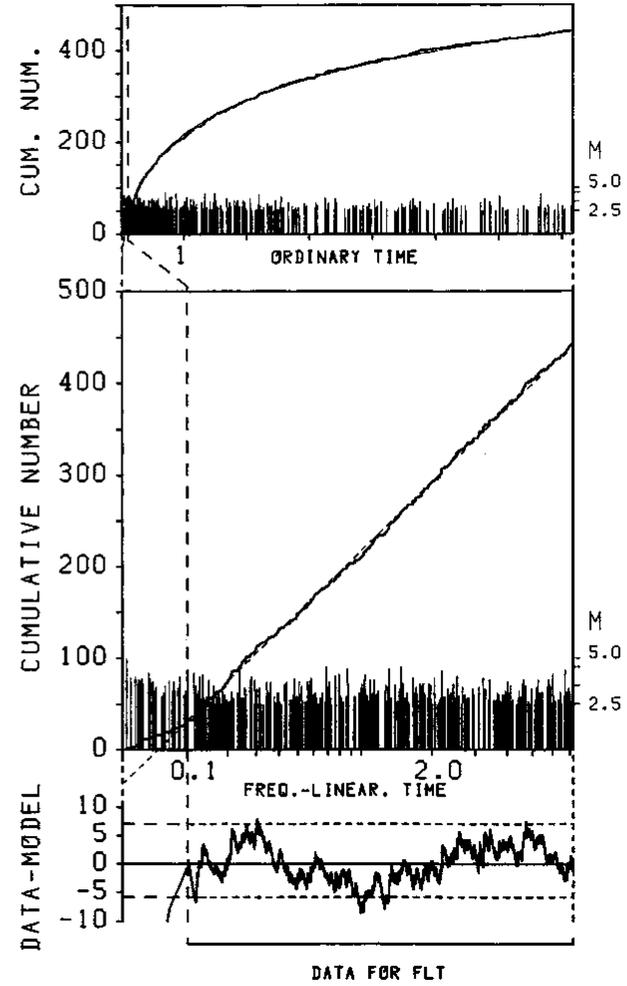
第1図 累積余震数と余震のM-T図。上図は通常的时间軸。中・下図の時間軸は最下部に示した範囲のデータに適合する最尤モデルから計算される理論累積余震数に比例する様調整された時間軸。本震後の実際の日数が目盛りで示してある。実線が観測値，点線が理論値。下図に観測値と理論値の差，その2標準偏差幅（点線）を示した。

Fig.1 Cumulative number of aftershocks and M-T of each aftershock.

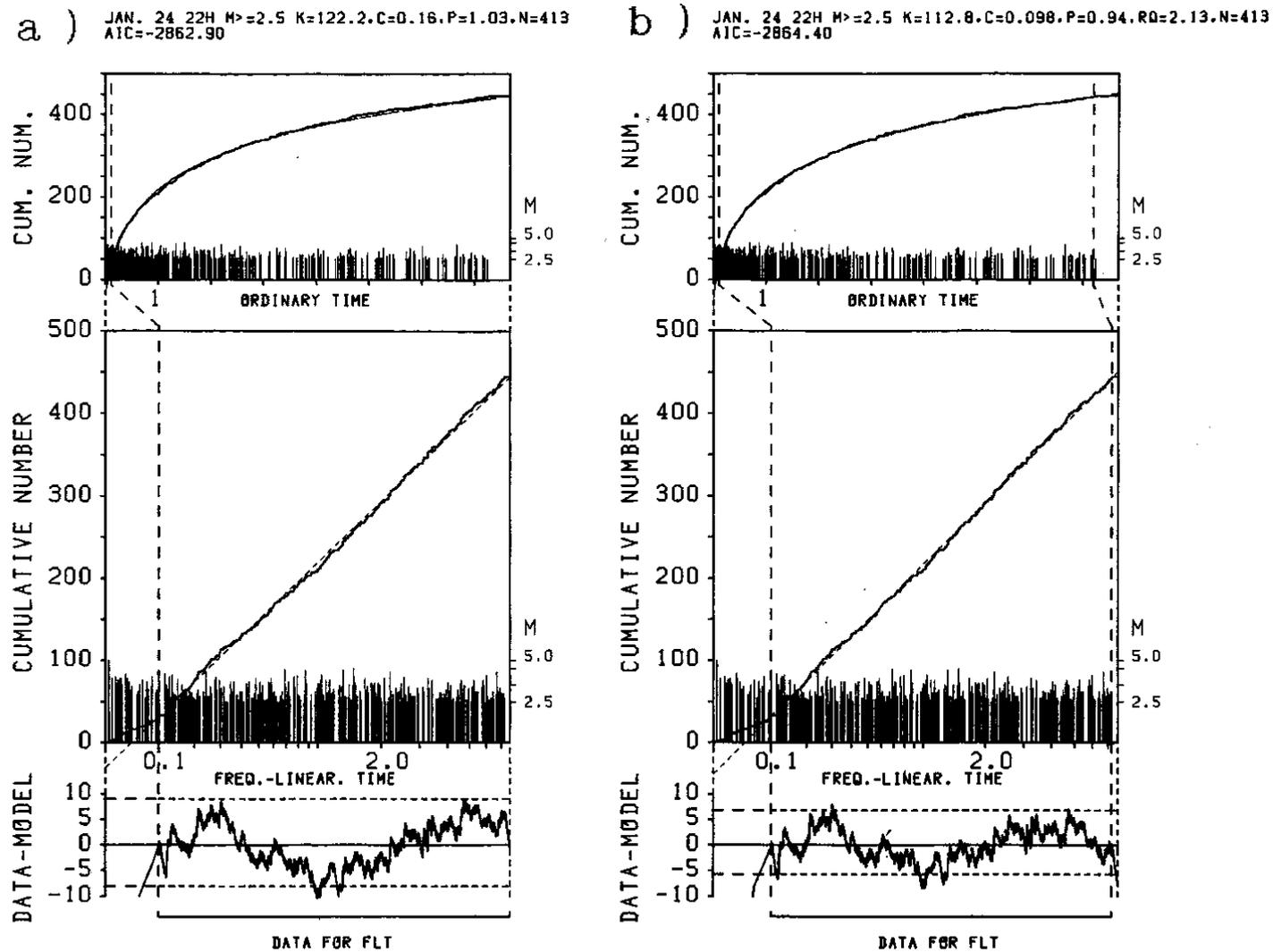
c) JAN. 23 M>=2.5 K=112.1.C=0.092.P=0.93.N=394
AIC=-2805.50



d) JAN. 24 10H M>=2.5 K=113.5.C=0.10.P=0.95.N=411
AIC=-2867.30



第1図 つづき
Fig.1 (Continued)



第2図 1月24日22時における累積余震数と余震のM-T図。

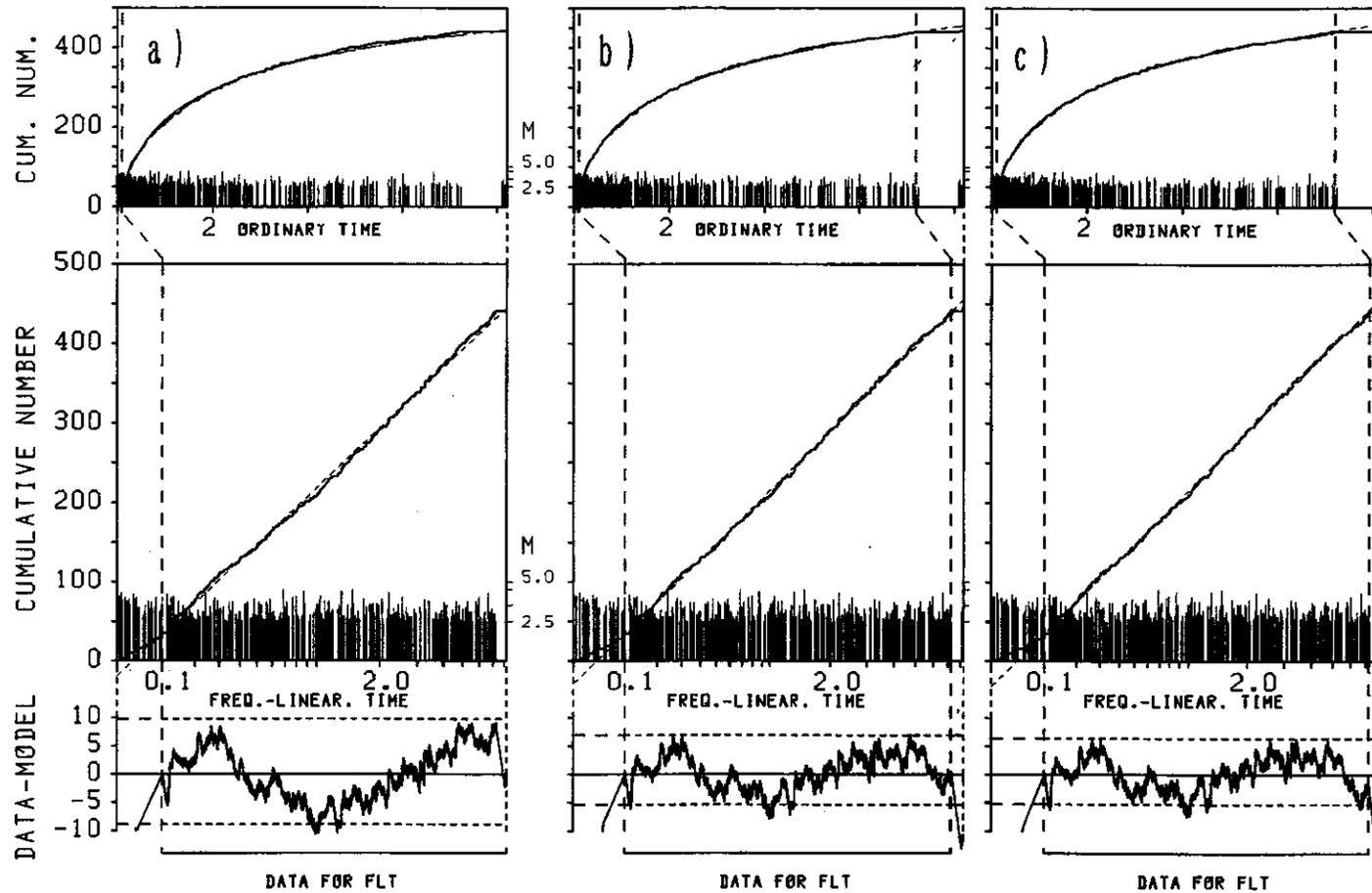
a) 活動度の変化がないモデルを当てはめた場合。 b) 活動度が7.2日に低下したモデルを当てはめた場合。

Fig.2 Cumulative number of aftershocks at 22h Jan. 24.

a) For the model without activity change. b) For the model with the quiescence which started at $t = 7.2$ days.

JAN. 25 10H $M > 2.5$ $K=138.1$, $C=0.26$, $P=1.13$, $N=411$ $K=116.4$, $C=0.13$, $P=0.97$, $R0=4.95$
 AIC=-2812.50 AIC=-2813.90

$K=112.9$, $C=0.11$, $P=0.94$, $R0=1.11$
 AIC=-2819.20

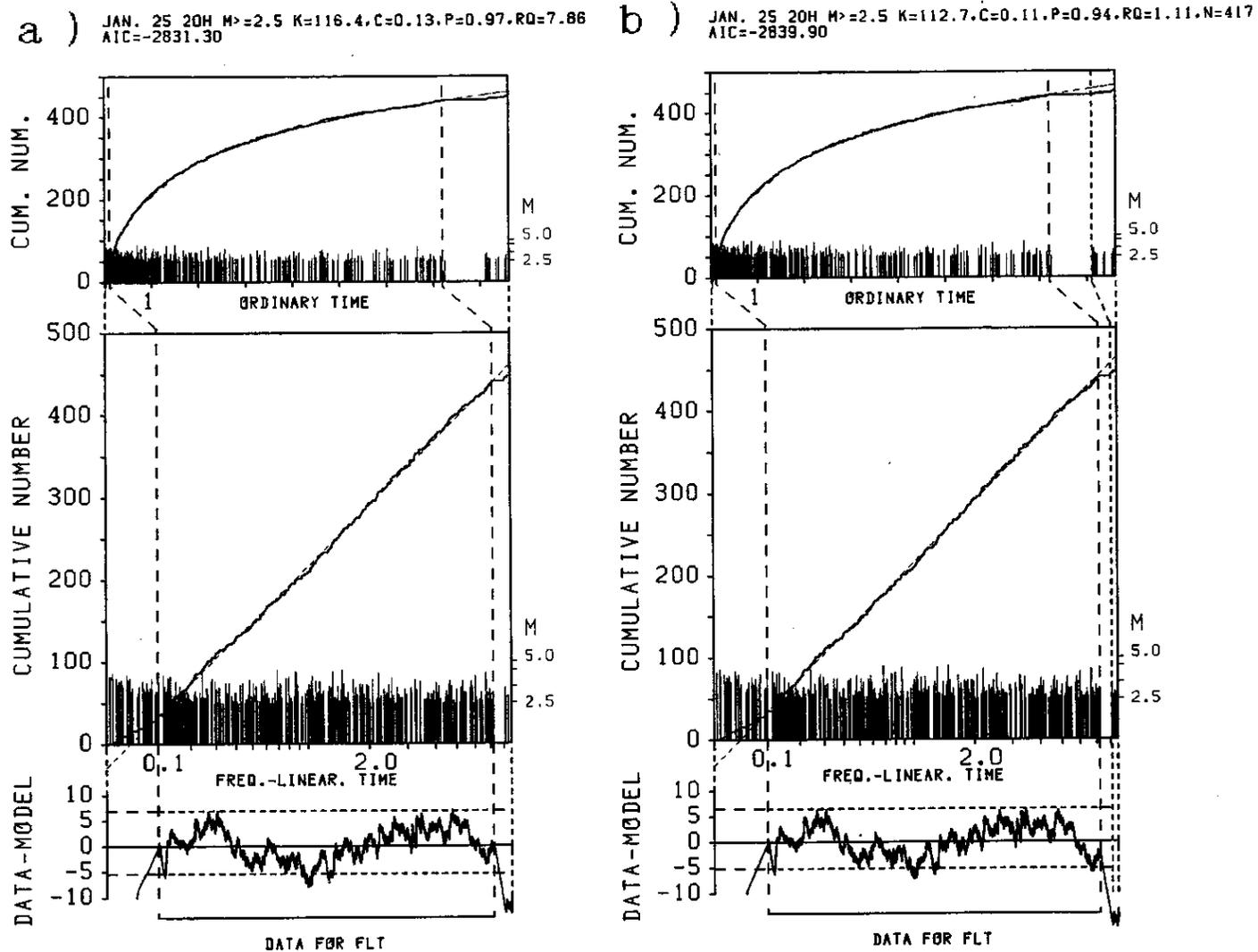


第3図 1月25日10時における累積余震数と余震のM-T図。

- a)活動度の変化がないモデルを当てはめた場合。b)活動度が7.2日に低下したモデルを当てはめた場合。
 c)活動度が7.2から静穏化し8.1に回復したモデルを当てはめた場合。

Fig.3 Cumulative number of aftershocks at 10h Jan. 25.

- a) For the model without activity change. b) For the model with the quiescence which started at $t = 7.2$ days.
 c) For the model with the quiescence from $t = 7.2$ to $t = 8.1$.

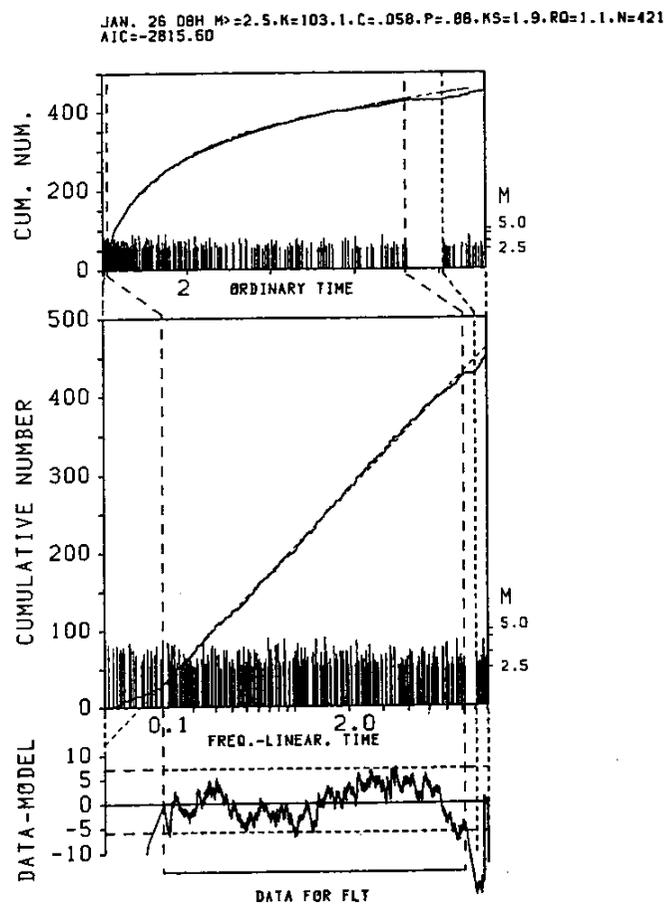


第4図 1月25日20時における累積余震数と余震のM-T図。

a) 7.2日からの静穏化が継続中としたモデルを当てはめた場合。b) 7.2日からの静穏化が8.1日に回復したモデルを当てはめた場合。

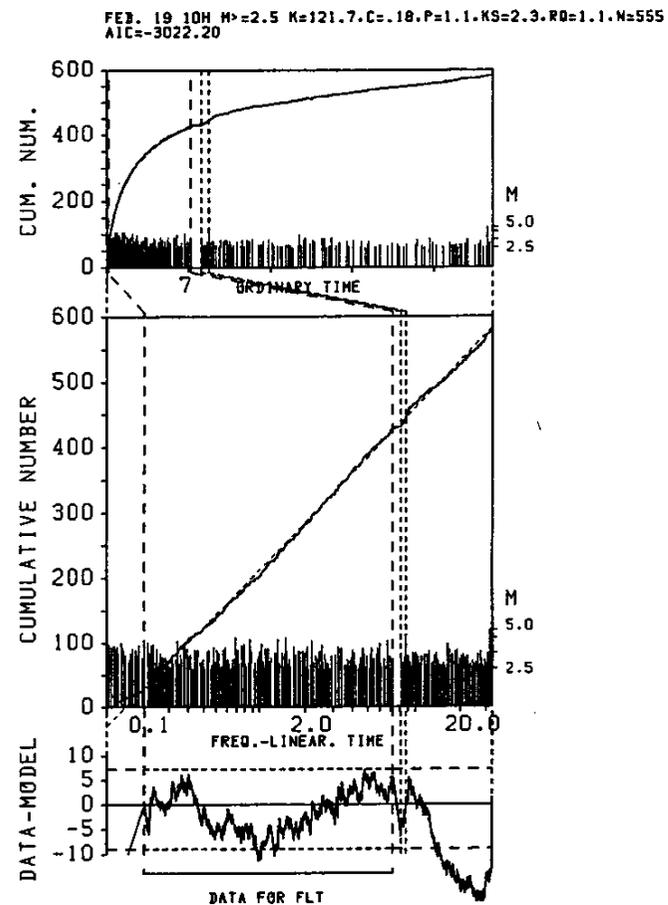
Fig. 4 Cumulative number of aftershocks at 20h Jan. 25.

a) For the model in which the quiescence still continued. b) For the model in which the quiescence ended at $t = 8.1$.



第5図 1月26日08時における累積余震数と余震のM-T図。
7.2~8.1が静穏期, 8.1~8.72852が回復期, 8.72852にM
4.7発生後は二次余震を考慮したモデル。

Fig.5 Cumulative number of aftershocks at 08h Jan. 26.
For the model with the quiescence (7.2-8.1), its recovery
(8.1-8.72852), and the secondary aftershocks of M4.7 at
t = 8.72852.



第6図 2月19日10時における累積余震数と余震のM-T図。
t = 32.66のM4.9の前には静穏化は見られない。

Fig.6 Cumulative number of aftershocks at 10h Feb. 19.
No quiescence appeared before M4.9 at t = 32.66.