

## 可搬型衛星テレメータを使った 1997 年 6 月 25 日山口県北部の地震の余震観測

三浦勝美\*・平田 直\*\*・井出 哲\*\*・酒井慎一\*\*  
田代勝也\*\*\*・山口壮介\*\*\*・川添一将\*\*\*  
三浦禮子\*・井上義弘\*

### Observation of Aftershocks of the June 25, 1997 North Yamaguchi Earthquake Using a Mobil Satellite Telemetry System

Katsumi MIURA\*, Naoshi HIRATA\*\*, Satoshi IDE\*\*, Shin'ichi SAKAI\*\*,  
Katsuya TASHIRO\*\*\*, Sousuke YAMAGUCHI\*\*\*, Kazumasa KAWAZOE\*\*\*,  
Reiko MIURA\* and Yoshihiro INOUE\*

#### はじめに

6 月 25 日 18 時 50 分ごろ山口県北部を震源とする M6.3 の地震が発生した。この地震では民家全壊 1 を含む小規模な被害が生じた。余震活動の推移および精密な震源分布の把握のために臨時観測を行った。余震の観測としては初めて可搬型衛星テレメータ装置(衛星通信テレメタリンググループ, 1996)を用いた。その結果, 迅速に高精度の余震観測を行うことができた。

#### 観測の概要

観測点の配置を図 1 に示す。観測点は, 余震域のほぼ真上に 3 ヶ所設置した。各観測点の諸元情報を表 1 に示す。観測点間の距離は 7~10 km である。3 観測点の設置に要した日数は 4 日間で, 全観測点の波形データが衛星を介して良好にテレメータ伝送されるようになったのは 7 月 1 日である。観測点は全て県, 村の管理する公共施設で, 地方自治体の協力を得た。十種ヶ峰観測点では本震発生の翌日 6 月 26 日 16 時より上下動 1 成分のイベントトリガー方式による現地収録の臨時観測をまずはじめに行った。この臨

時観測に用いた記録は可視記録であり, 現地で容易に余震活動の推移を把握できた。その後, 6 月 29 日にこの十種ヶ峰観測点を衛星テレメータ化することができ, 片俣観測点, 野田観測点を順次設置した。衛星テレメータによる臨時観測は余震活動が静穏化した 8 月末まで行い, 片俣観測点および野田観測点は 9 月 3 日に撤収した。今後の余震活動の推移を監視する目的で十種ヶ峰観測点のみは現在も観測を継続している。

#### 可搬型衛星テレメータの設置

システムの概要を図 2 に示す。設置した機器の外観は図 3, 4 を参照されたい。図 3 はデータ変換装置と衛星屋内装置(IDU, In Door Unit), 図 4 はパラボラアンテナを示す。地震計は 3 成分型の速度地震計(固有周期 1 秒)を用いた。記録はデータ変換装置(LT8500)により 100 Hz, 24 bit で AD 変換され, 内蔵の GPS 時計で時刻管理されている。1 点あたりの機材の重量が約 200 kg あるので, 移動にはユニック付き 2t トラックを使用した。おおよそ 1 点あたりの設置にかかる時間は 3~4 人で 1 日であった。以下に設置手順の概略と設置上の留意点について述べる。

##### 1. アンテナベースの組立

これが最も重量がある(約 150 kg)。ただし分解された状態では, 各部材単体は 1 人で取り扱うことができ, 当初心配していたよりスムーズに作業ができた。この部分を事前に組み立てておけば, 現地での時間を節約できる。

1997 年 10 月 20 日受付, 1997 年 2 月 10 日受理。

\* 地震地殻変動観測センター広島地震観測所, \*\* 地震地殻変動観測センター, (東京大学地震研究所), \*\*\* 九州大学理学部。

\* Hiroshima Observatory, Earthquake Observation Center, \*\* Earthquake Observation Center, (Earthquake Research Institute, University of Tokyo), \*\*\* Faculty of Science, Kyushu University.

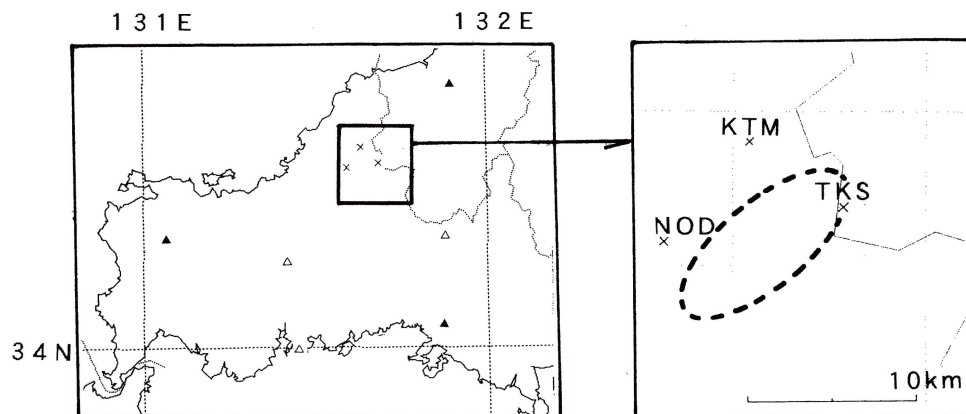


図 1. 観測点配置 (右図の点線の範囲は余震域)  
 × 臨時観測点 △ 定常点 (震研広島) ▲ 定常点 (JMA)

表 1. 観測点の諸元情報

観測点名	コード	北緯	東経	高度 (m)	観測期間
十種ヶ峰	TKS	34.4838	131.6967	580	97/06/29～現在
片俣	KTM	34.4833	131.6374	370	97/06/30～97/09/03
野田	NOD	34.4292	131.5812	275	97/07/01～97/09/03

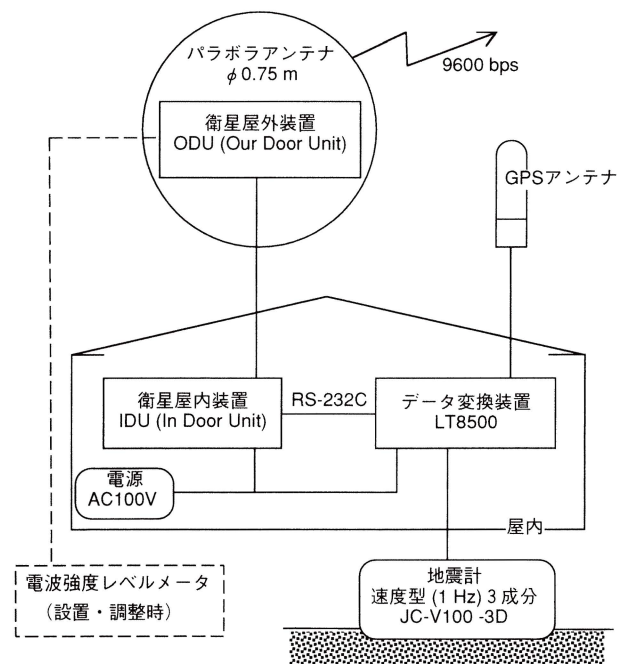


図 2. システム構成の概要

2. 各ユニット間の接続およびアンテナの方向調整  
 各ユニットを接続した後、衛星との対向調整を行う。調整はIDUに受信電波強度を測定するレベルメータを接続して行う。アンテナの調整は方位角、仰角、V 偏波角の3点である。調整作業は衛星通信基地局 (S-net センター) と電話でやりとりして行う。電界強度レベルは許容限界値

の下限に近く、降雨時のデータ欠落が心配されたが、特にそのような事態は発生しなかった。

## データ処理

臨時観測点のデータは衛星テレメータシステムによってリアルタイムで配信され、定常観測網のデータと統合処理





図 3. 屋内装置. 衛星屋内装置（下）とデータ変換装置（上）



図 4. パラボラアンテナと衛星屋外装置

表 2. 震源決定に用いた速度構造

層数	厚さ (km)	P 波速度 (km/s)
1	3.0	5.6
2	13.0	6.0
3	14.0	6.6
4		7.8

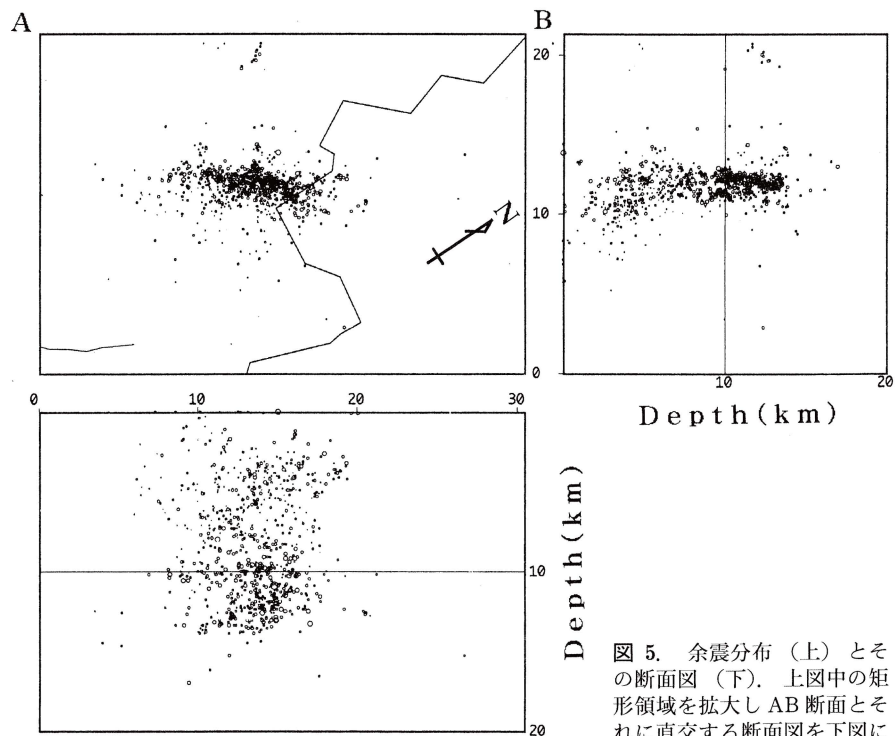
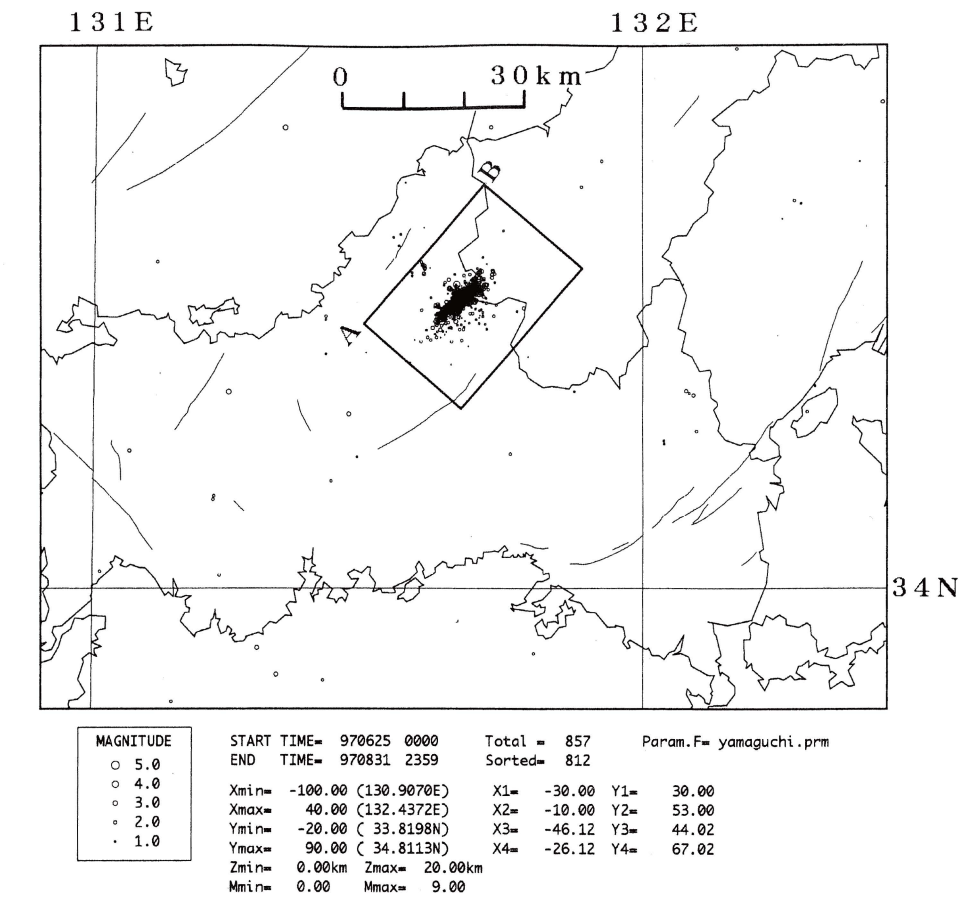


図5. 余震分布 (上) とその断面図 (下). 上図中の矩形領域を拡大し AB 断面とそれに直交する断面図を下図に表わす. AB の走行は, 周辺の活断層 (図中の実線) の走向と調和的である.

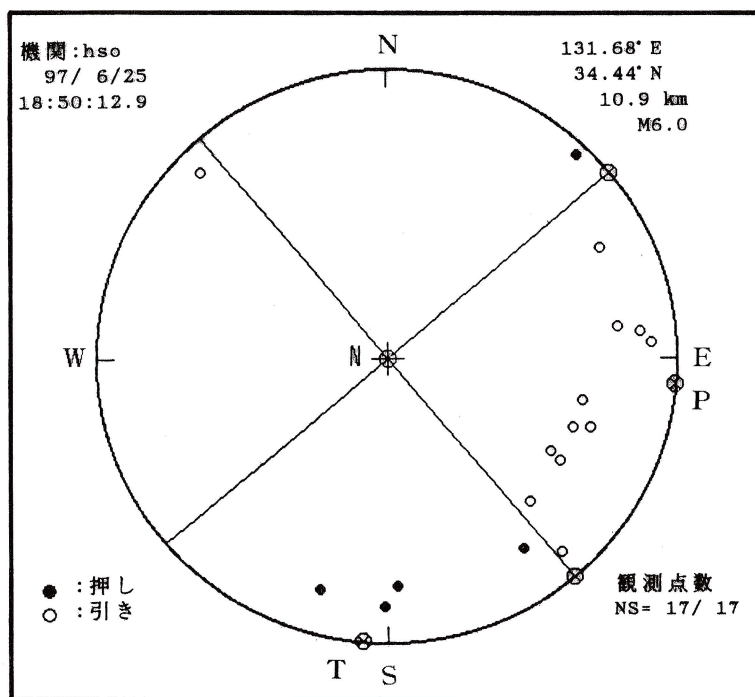


図 6. 本震のメカニズム解（下半球投影）  
震源情報は広島地震観測所で決定された値

された。また気象庁の波形データも併せて震源決定に用いている。震源決定には広島地震観測所ルーチン処理で使用している速度構造を用いた（表 2）。6 月 25 日の本震から 8 月 31 日までの期間で 754 個の余震の震源を求めた（図 5）。震央は北東-南西方向に約 10 km の範囲に分布しており、幅は 2 km 弱と狭い範囲に集中している。図 6 は本震の初動の押し引きから求めたメカニズム解である。震源分布の走向と合わせると、本震は北東-南西方向の断層が右横ずれしたと考えられる。この余震域の地表には迫田-生雲断層が北東-南西方向に走っており、本震との関連が指摘されている（福地・三浦，1997）。

### ま と め

余震観測においては迅速な行動が要求される。また精密な震源決定を行うためには、高精度な観測データが不可欠である。従来の無線テレメータ方式は電波の見通し内で運用しなければならず、設置場所に大きな制約を受けた。有

線方式の場合、データの開通まで NTT の専用回線の設置を待たなければならなかった。可搬型衛星テレメータシステムを用いることにより、従来の無線や有線方式のテレメータシステムの欠点を克服することができる。さらに衛星通信を用いることで、特定の機関のみだけでなく、複数の機関でデータを共有管理できるという利点もある。本システムは、今後の余震観測の主流となるであろう。

謝 辞：余震観測に際し、山口県消防防災課、十種ヶ峰野外活動センター、むつみ村総務課の皆様に多大な協力を得た。記して謝意を表する。

### 文 献

- 衛星テレメタリンググループ，1996，衛星通信による地震観測テレメタリングシステムの基本設計，地震学会講演予稿集，No. 2, P 22.
- 福地龍郎・三浦勝美，1997，1997 年 6 月 25 日山口県北部の地震と震央に位置する迫田-生雲断層，地震学会講演予稿集，No. 2, C 62.