

2011年東北地方太平洋沖地震発生後の東北大学 GPS 連続観測点の復旧作業

○出町 知嗣¹, 立花 憲司¹, 佐藤 俊也¹, 三浦 哲², 大園 真子³, 太田 雄策¹

1: 東北大・理 地震・噴火予知研究観測センター; 2: 東大地震研; 3: 北大・理 地震火山研究観測センター

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(M9.0)は、その断層長が500kmにおよび、巨大な津波を励起した。この地震と津波によって、東北地方の太平洋沿岸を中心とした地域では、死者・行方不明者が19,479人にもおよぶなど(総務省消防庁, 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)(第142報), 2011)の非常に甚大な被害が生じた。

我々は、東北地方を中心に75箇所のGPS連続観測点を設置し(共同研究による観測点も含む)、定常的な地殻変動観測に利用してきたが、この地震と津波の発生によって東北地方のほぼ全域で電力供給・通信回線等のインフラ網が寸断され、地震発生直後からの観測データを十分に取得することができたのは限られた観測点だけであった。

地震後の余効変動や応力場の変化により誘発される内陸地震、また火山地域でのマグマ貫入等による地殻変動を把握するためにも、観測点をいかに早く復旧させるかが重要である。本報告では、地震発生後どのように観測点復旧作業に当たったのか、またその際の課題等をまとめ、今後同様の巨大地震が発生した際に観測点を保持する観点からどのような対処が可能かについて報告する。

2. 東北大学におけるGPS連続観測

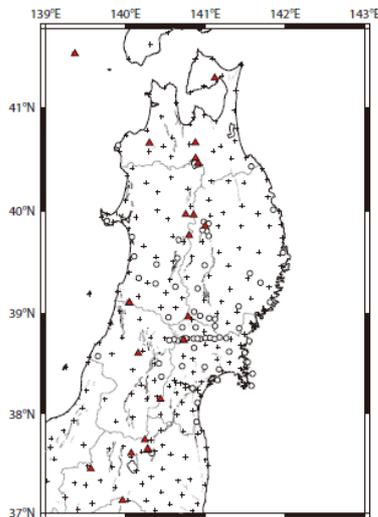


図1:GPS連続観測点分布図。○は東北大学、+は国土地理院の観測点を示す。赤色▲は活火山、黒色・灰色実線は活断層、灰色点線は推定活断層(中田・今泉編, 2002)を示す。

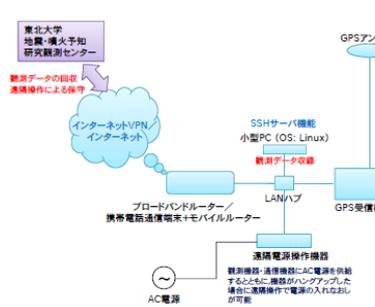


図2:GPS連続観測システム構成 模式図

東北大学では、国土地理院が整備を進めてきた20~25km間隔の稠密なGPS連続観測網GEONET(GPS Earth Observation Network System)を補完するように、GPS連続観測点を展開してきた(Miura *et al.*, *EPS*, 2002, 2004)。特に、宮城県沿岸部では、今後30年以内の発生確率が99%と評価された想定宮城県沖地震(地震調査研究推進本部, 今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評

価結果一覧 平成23年1月11日現在, 2011)の発生を念頭において10km間隔で観測点を設置している。これらの観測点では、商用電源によって機器を稼動し、GPS受信機に接続した小型のPC(PC Engines

WRAP/ALIX, OS: Linux)で観測データを収録している。そして、NTT 東日本のフレッツ・オフィスサービスや日本通信 b-mobile (NTT docomo FOMA網)による携帯電話データ通信サービスを利用して宮城県仙台市の地震・噴火予知研究観測センター(以下、観測センターとする)との間をオンラインで結び、現地PCからの毎日定時のデータ回収や観測機器に障害が発生した際の遠隔操作による保守作業を実現している。

離島の金華山(KNK)と江島(EN3)の両観測点ではバッテリーと充電器を組み合わせた電源装置から観測機器へ電源を供給するようにして電源をバックアップし、大地震発生等による停電時にも観測データを現地収録できるように備えていた。

3. 本震発生後の経過と観測データ収録状況および観測点復旧作業

本震後発生した停電以降も、欠測せずGPS観測データを収録できた観測点は温海(ATM)、電源をバックアップしていた青葉山L(AOBL)・金華山・江島、ほかに桜島火山の2箇所の合計6点であった。金華山は翌12日の5時過ぎまで、江島では3月14日までデータ収録を行うことができた。江島では本震によって5.59mの水平変位を観測した。これはGEONET 牡鹿観測点の水平変位5.30mを上回り、この地震による陸域での最大変位であった。

観測センター内では、自家発電機の稼動によって電源を確保できたが、大学内の電話交換所で障害が発生したため、固定電話回線は13日まで不通となった。その間GPSデータの回収、地震・地殻変動連続観測データの受信ができなかった。

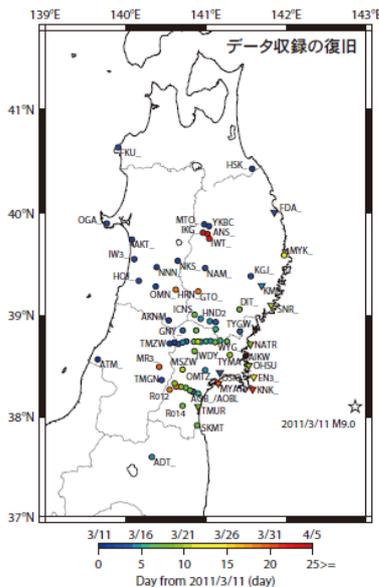


図3: 現地でデータ収録を再開するまでに要した日数(共同研究の観測点を含む)。○は商用電源の復旧によって、▽は現地にバッテリー・ソーラーパネルを設置してデータ収録を再開した点を示す。☆は本震震央を示す。

拠点となるべき観測センターのインフラ網の未復旧、情報や物資・移動用燃料の不足、福島原発事故などの影響で観測点復旧作業を十分に行うことができなかった間にも、内陸域～日本海側では電力供給の再開により、多くの観測点で現地収録が自動で再開された。その一方で、津波被害の甚大な太平洋沿岸部はインフラ網の急速な復旧工事が行われるも、観測を早期に再開するためには現地での作業が必要であった。上述の理由により仙台から保守作業に向うことが容易でなかった際には、地震・津波の被害を被らなかった秋田・本荘・遠野の、技術職員が常駐した観測所から復旧作業に向うことができた。これらの拠点は観測に必要な資材等を得る上でも非常に有効であった。また、被災地の状況・道路情報等を得て、それを電話やメール等によって仙台に伝えることで相互に情報の共有化を図った。

仙台側から復旧作業に向かうことが可能となったのは、概ね3月20日以降で、4月1日までにはほとんどの観測点でのデータ収録を復旧させることができた。これは4月7日23時32分に宮城県沖で発生したM7.1の地震の断層モデルの推定(Ohta *et al.*, EPS, 2011)に大いに貢献することとなった。

復旧作業では、電気および固定電話回線の両方が復旧していない場合には、バッテリーとソーラーパネルを組み合わせて電源を確保して機器を稼働させ、携帯電話を用いた通信システム(出町・他, 連合大会, 2011)や衛星携帯電話, VSATによってオンライン化を図った。また、復電していても固定電話回線が復旧していない場合が多く、その際には携帯電話によるデータ通信が非常に有用であった。



写真1: 相川小学校観測点



写真2: 名足小学校観測点

相川小学校(AIKW)は3階建て校舎の屋上付近まで津波が押し寄せたため、観測の再開を断念した。現在は名足小学校(NATR)と金華山ではバッテリー・ソーラーパネルおよび携帯電話を用いて観測を行っているが、それ以外の観測点は地震発生以前の状態に復旧した。また、これまでの問題点を踏まえ、現地でのデータ収録が停止しないことを第一に考え、金華山、江島のように商用電源に加え、充電器およびバッテリーを組み合わせた電源を追加することで、停電に見舞われても数日程度現地収録を行えるシステムを逐次整備している。また、リアルタイム解析を行っている観測点もあることから通信回線の二重化についても検討中である。例えば国土地理院では、緊急時の観測用に、REGMOS (Remote GPS Monitoring System)によって商用電源および固定電話回線が利用できない場所でも、太陽電池からの電源供給により、GPS観測等および通信経路を確保するシステムを既に構築している。大学が独自に設置する観測点が、真の意味でGEONET等の基盤観測網を補完できるようなシステムの構築が今後必要不可欠である。

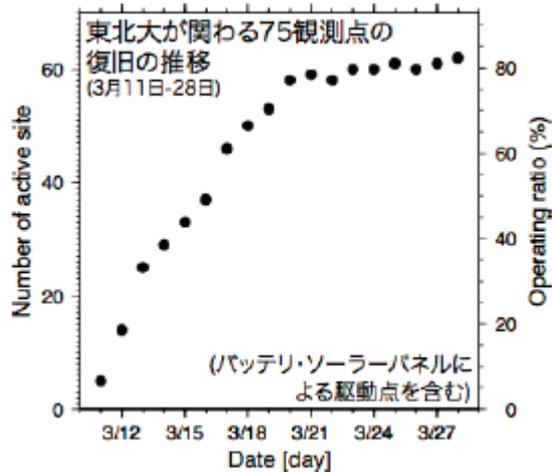


図4: 東北大学が運用しているGPS連続観測点の東北地方太平洋沖地震発生以降の復旧状況。左縦軸が復旧した観測点数。右縦軸が復旧率(復旧した観測点数/全観測点数)。(バッテリー・ソーラーパネルによる駆動点を含む)

謝辞: 東北大学の観測点復旧にあたっては多くの大学の御支援を頂きました。特に北海道大学, 九州大学, 名古屋大学, 高知大学, 山形大学, 東京大学からは観測機材等の援助を頂きました。また株式会社ニスコからは鉛蓄電池の提供を, 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモからは衛星携帯電話の提供をそれぞれ受けました。また宮城県には離島への防災ヘリコプターの手配等, 多大なるご配慮を頂きました。記して感謝致します。