平成 23 年度
地震研究所職員研修会

開催日：平成 24 年 1 月 25 日(水) ～ 27 日(金)

職員研修会プログラム

技術発表会アブストラクト

地震研究所研修運営委員会

平成 23 年度 地震研究所職員研修会 日程・プログラム

日　程　　平成 24 年 1 月 25 日（水）～ 27 日（金）

会　場　　東京大学地震研究所 2 号館 5F　第 1 会議室ほか

25 日（水）	26 日（木）	27 日（金）
	09:00～17:30 グループ研修 1.「ノイズのはなし」 2.「ネットワーク講習 （入門編＋α）」 3.「測量の演習」 (12:00～13:30：休憩)	09:00～11:25 技術発表 (10:15～10:30：休憩) 11:25～11:35 地震火山災害予防賞表彰式 11:35～11:55 受賞記念講演 11:55～12:15 修了式
12:45～13:15 受付 13:15～13:30 開会式 13:30～17:40 特別講演・技術発表 (15:00～15:20：休憩) 18:00～　懇親会		

注意等

※ 発表時間には発表準備および質疑応答も含まれております。質疑応答時間は 5 分程度を想定しております。発表中には以下のタイミングで鈴が鳴ります。時間厳守でお願いします。

1 鈴：発表時間終了の 10 分前

2 鈴：　〃　　5 分前（プレゼン終了の目安となります）

3 鈴：発表時間終了時間

※ 懇親会の会費（2,000 円）は受付時にお支払い頂く予定ですので、予めご用意下さるようお願い致します。

※ 会場の第 1 会議室前にコーヒー・お茶類をご用意しておりますので、休憩時間などにご自由にお取りください。尚、会議室は飲食禁止になっていますので持込はご遠慮ください。

※ 地震研内は指定された喫煙スペース以外では禁煙です。喫煙スペースの場所は、研修委員にお聞き下さい。

※ 会議室内は空調が効いておりますが、温度調整についてご要望がありましたら研修委員まで気軽にお申し付けください。

技術発表の予稿については以下の URL よりダウンロードすることができます。

http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/kenshu_iinkai/record/h23/pdf/H23_Abst.pdf

2011 年度の研修運営委員は以下の 9 名です。

清水久芳(運営委員長)　望月公廣(運営副委員長)　内田正之(実行委員長)　渡邉篤志(実行副委員長)
工藤和子　森健彦　藤田親亮　外西奈津美　阿部英二

1 日目：1 月 25 日（水）技術発表・特別講演　　2 号館 5 階第 1 会議室

12:45～13:15　　受付　（2 号館 5 階第 1 会議室入口）
13:15～　　開会式　挨拶：小屋口剛博（地震研究所長）　清水久芳（研修運営委員長）

技術発表　（座長：内田正之）

13:30～ (1-01)　2011年霧島山新燃岳噴火への対応
○渡邉篤志　辻浩　森健彦

13:45～ (1-02)　東北地方太平洋沖地震における東北大学の被害状況と復旧対応
○中山貴史　出町知嗣　鈴木秀市　平原聡　海田俊輝

14:00～ (1-03)　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　立花憲司　佐藤俊也　三浦哲　大園真子　太田雄策

14:15～ (1-04)　福島県南東部におけるオンライン地震観測点の設置
○森健彦　藤田親亮　荻野泉　渡邉篤志

14:30～ (1-05)　千葉県と茨城県におけるオンライン広帯域地震観測網の整備
－平成23 年東北地方太平洋沖地震後の広帯域地震観測網強化を目的として－
宮川幸治

14:45～ (1-06)　日光観測点の衛星テレメータ化
○藤田親亮　森健彦　荻野泉　八木健夫

15:00～15:20　　休　　憩

特別講演　（座長：渡邉篤志）

15:20～　　海外の地震津波調査とマラリア・狂犬病・肝炎の予防について
都司嘉宣氏　（東京大学地震研究所）

技術発表　（座長：渡邉篤志）

16:20～ (1-07)　気象庁における震源決定の概要
立津秀樹

16:40～ (1-08)　水準点維持管理について2011
園田忠臣

16:55～ (1-09)　地震地殻変動観測点の電源とデータのバックアップ
○山口照寛　高田真秀　一柳昌義

17:10～ (1-10)　現場用簡易データチェックツールの作成
阿部英二

17:25～ (1-11)　阿武山地震観測所の紹介とサイエンス・ミュージアム化構想について
○米田格　矢守克也　飯尾能久　城下英行　平林英二

18:00～　　懇親会（1 号館 7 階ラウンジ）

2 日目：1 月 26 日（木）グループ研修

09:00～12:00　　グループ研修　―午前の部―
(12:00～13:30　　休　憩)
13:30～17:30　　グループ研修　―午後の部―

１．「ノイズのはなし」　　講師：（株）電研精機 様

場所：2号館2階第2会議室

概要：地球科学の中でもとりわけ地球物理学では，様々な物理量の計測をします．しかし，どんな計測にも必ずノイズは付き物で，私たちの目から真実を覆い隠そうとするのです．そのような，良質なデータを得るために私たちが日々格闘しているノイズの中に，電源に由来するものが少なからずあります．今回の講習では，電源ラインから侵入するノイズの発生源と対策を，首都圏地震観測網（MeSO-net）などを例に学びます．

２．「ネットワーク講習（入門編＋α）」　　講師：中川茂樹氏（地震研究所）

場所：2号館別館2階第3会議室

概要：プロトコル，IP アドレス，サブネットなどの概念についておよび通信手段の（有線LAN，無線LAN，携帯電話，ISDN，ADSL，光ファイバー，衛星通信等々）の規格，特徴，短所と長所について講習を受けることにより，IP 接続されている観測点から収録装置までデータが流れてくるネットワークの仕組みが一通り理解できるようにします．

３．「測量の演習」　　講師：小山悦郎氏（浅間火山観測所）

場所：1号館2階事務会議室A・B

概要：測量は，最も基本的な地球物理観測の1 つです．地震予知や火山噴火予知の研究には地殻変動が重要なツールとして用いられますが，その始まりは水準測量や三角測量でした．三角測量は，電波測距儀や光波測距儀の登場により三辺測量へと変わり，近年は衛星測位技術の発展に伴ってGPS 測量に置き換わりました．しかし，水準測量は機器の進歩こそあれ，1876 年（明治9年）に内務省地理寮が近代的な水準測量を始めてから今日に至るまで測量原理や手法の根幹は変わっていません．実習では，午前中に水準測量の原理や実施上の注意すべきことなどについての座学を，午後からは実際に構内で測量を行います．

3日目：1月27日（金）技術発表　　2号館5階 第1会議室

技術発表　（座長：森健彦）

09:00～ (3-01)　トカラ列島～奄美大島域の離島に於ける鹿児島大学の微小地震観測体制について
平野舟一郎

09:15～ (3-02)　南九州地下構造探査における地震観測について
小松信太郎

09:30～ (3-03)　ロシア極東地域における広帯域地震観測
○一柳昌義　宮町宏樹　前田宜浩　ミハエロフ ワレンチン
平野舟一郎　高橋浩晃　高田真秀　山口照寛　笠原稔

09:45～ (3-04)　台湾の大屯火山群での電磁気観測
井上寛之

10:00～ (3-05)　フィリピン・タール火山における多項目観測点の設置について
○山品匡史　熊谷博之　前田裕太

10:15～10:30　休　　憩

技術発表　（座長：藤田親亮）

10:30～ (3-06)　阿蘇中岳第1火口におけるカメラの設置　～メンテナンスフリーを目指して～
○吉川慎　大倉敬宏

10:45～ (3-07)　機動型強震計の製作、改良について
浦野幸子

11:00～ (3-08)　ハンドヘルド蛍光X線分析計の性能評価および野外使用への検討
外西奈津美

11:15～　グループ研修報告
- 観測テレメータ装置LFシリーズの講習　辻浩
- 卜部准教授によるWINの講義　宮川幸治
- 第二海堡地震観測点不具合復旧作業の見学　外西奈津美
- 第二種電気工事士技能試験にむけての実技講習　浦野幸子

表　彰

11:25～　地震火山災害予防賞　表彰式
奥田隆氏（名古屋大学全学技術センター）
「金属工作の高度な技術を生かした地震・地殻変動・火山観測、
特に海底地殻変動観測における技術開発への功績」
河野俊夫氏（東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター）
「多年にわたる国内外での地震観測およびその研究支援につくした功績」

11:35～　受賞記念講演　「スタートは水管傾斜計」　奥田隆氏（名古屋大学）

11:55～　修了式

特別講演

海外の地震津波調査とマラリア・狂犬病・肝炎の予防について

都司　嘉宣（前・環境安全委員長）

われわれ日本の津波研究者が，海外で大規模な地震津波が起きたとき，大挙して海外調査チームを編成して現地に乗り込む，という事が始まったのは 1992 年の中米ニカラグア国の津波以来のことであった．それ以前には，およそ 10 年近くも海外で大規模な津波災害は起きていなかったのである．ところが，このニカラグア地震津波以来，世界中・とくに西太平洋の地域で，大きな津波地震が頻発するようになった．ニカラグア地震津波のわずか 3 ヶ月あとに，インドネシア・フローレス島の北海岸で大津波が起きて約 2000 人の人が死亡した．このときは，筆者は国際調査団の団長を始めてやらされて，日韓中米インドネシアの 5 カ国の研究者のまとめ役をつとめた．そのとき，心配であったことの一つが，被災現地の衛生状態，ことに伝染病のことであった．現地は第 2 次世界大戦中に日本軍兵士がマラリアで多く死亡した場所であるという. 文部省への突発災害の科研費の申請, 国内研究者への団編成の連絡, 現地インドネシアの研究者との連絡，米中韓の研究者との現地合流ホテルの交渉などがいっぺんに押し掛けてきて，文字通り 1 日 3 時間ぐらいしか寝る間が無かったと記憶する．で，当時海外旅行の予防接種というと銀座の内外クリニック．ここで，A 型肝炎，破傷風，狂犬病の予防注射をしてもらう．マラリアは現地の薬局で着いたらすぐ呑みなさいと言われた．こういう予防注射は，最初に打って 1 週間後ぐらいから効果が出始めるとのこと．ことに狂犬病は，今日打って，1 週間後に 2 回目を打ってその後始めて有効になるんだそうだ．この時は出発の前日，予防注射を受けた．これじゃ遅いのである．知らぬとは言いながら・・・・．秋田から参加した団員，韓国からの団員・・・だれも予防接種を受けていない．いま思うと，実に危ない！ほとんど無防備状態でよくも危険なところに行ったもんだ．（この 3 種混合，2 万 5 千円なり．当時は自費．今は公費）

数年後, 安全衛生管理士第 1 種免許を持ち, 産業医の大久保靖司医師にうかがうと,「肝炎・破傷風・狂犬病，それにアフリカへ行く場合には黄熱病の予防接種をうけてください．なぜなら，この 4 種類は，必ず死ぬからです．狂犬病にかかった人で，死ななかった人は居ません．インドでは毎年 2 万人が死んでます」．あのー，津波で海岸の集落が完璧に流され，人間が多く死んでも，飼い犬は生き残ることが多いものです．被災後，えさをもらえなくなったイヌが, われわれの調査中, 親しげにわれわれに寄ってきます. みなさん, どうしますか・・・・？アメリカ・オーストラリアは狂犬病のない国．中国南部はヤバイ．

地下鉄千代田線・日比谷駅 A5 番出口，東宝ツィンタワービル・地下 2 階，日比谷クリニック，おすすめ．13 時－14 時半は休み．2004 年インドネシアスマトラ津波の時,「そろそろいらっしゃると噂してました．狂犬病は今日打って，1 週間後打って，2 週間後打って，そのあとは **25 年後**※に打ちます」.

・・・帰国後

「では都司さん，次は 82 才になったら打ちに来てください」

「はっ，はい・・・？」

※**運営委員会注　狂犬病予防注射の有効期限については要確認ねがいます**

技術発表会

アブストラクト

（発表順）

平成 23 年度東京大学地震研究所職員研修会

2011 年霧島山新燃岳噴火への対応

東京大学地震研究所
渡邉篤志・辻　浩・森　健彦

はじめに

霧島火山は，九州南部の鹿児島・宮崎県境に位置する北西－南東に約 30km，北東－南西に約 20km の範囲に 20 余りの火山体と火口湖やマールが並ぶ火山群の総称である．韓国岳や大浪池に代表されるように山体に比べて大きな火口を持つ火山が多いことが霧島火山の特徴で，爆発的噴火を起こすポテンシャルの高さを窺い知ることができる．その中で現在活動的な火山は新燃岳，御鉢，韓国岳で，有史以来しばしば爆発や溶岩流出などの噴火活動を繰り返している．近年は主に新燃岳が活動しており，2008 年と 2010 年に小規模噴火が発生していた．

新燃岳噴火

新燃岳で最後に爆発的噴火が発生したのは 1959 年で，それ以降は噴気活動や少量の火山灰を噴出する程度の活動度であった．2011 年 1 月 19 日に小規模な水蒸気爆発が発生し，宮崎県都城市から日南市にかけての広い範囲で降灰が確認された．26 日 7 時 31 分に再びごく小規模な噴火が発生し，14 時 49 分ごろからマグマ噴火が始まった．新燃岳でのマグマ噴火は享保の噴火以来 294 年ぶりである．翌 27 日には 52 年ぶりに爆発的噴火が発生するようになり，火口内は流出した溶岩で満たされるようになった．2 月 1 日 7 時 54 分に発生した中規模な爆発的噴火では，長径 70cm 短径 50cm の投出岩塊が新湯付近の火口中心から南西に約 3.2km 離れた地点に落下して直径 6m 深さ 2.5m の衝撃孔を作っているのが発見された．2 月上旬はこのような爆発的噴火を多数繰り返したが，その後は爆発頻度が下がっていき 4 月中旬までは 1 週間から 10 日間隔で傾斜変化を伴う爆発あるいは火山灰を噴出する活動を見せた．4 月下旬からは爆発の回数は激減したが，GPS 基線長解析によると深部の山体膨張は 1 月 26 日の噴火以前と変わらぬペースで現在も続いている．

観測網強化

新燃岳の噴火を受けて，地震研究所では火山噴火予知研究センター（以下，火山センター）が中心となって霧島火山の観測網を強化することにした．まず，地震観測点，傾斜観測点と GPS 観測点を追加し，2 月以降は，短周期地震計を広帯域地震計への交換，空振計の併設，現地収録型の臨時観測点を携帯電話テレメータ方式の準定常点に変更，絶対重力計を霧島火山観測所に設置するなどの観測態勢の強化が図られた．その他に，科学技術振興調整費による広帯域地震・空振観測点の新設も行われた．

臨時観測室開設

2 月 1 日の爆発的噴火を受けて火口より 4km 以内の立ち入りが規制され，霧島温泉郷～えびの高原の県道が通行止めとなった．このため霧島火山観測所（以下，観測所）へのアクセスはえびの市あるいは小林市まで迂回せねばならず，活動拠点として利用するには不便になってしまった．更に，観測所は市街地から離れたえびの高原に位置するため ISDN 回線がやっとという通信環境の悪さもあって，火山センターは観測所とは別の活動拠点を設けた．それは，霧島市霧島総合支所（旧霧島町役場）3 階の会議室を借りて 2 月 8 日に「霧島臨時観測室」（以下，観測室）として開設された．開設当初は観測所に設置予定だった衛星通信回線を，後に霧島ロイヤルホテルとの間の長距離無線 LAN 回

線を利用してネットワーク環境を整備した．一方，観測所は，それまで通りに観測データの中継点や観測機材の保管場所として利用されている．

広帯域地震・空振観測点の新設

霧島火山でマグマ噴火が発生したことにより，新燃岳噴火に関する緊急調査研究が科学技術振興調整費の指定を受け，広帯域地震観測点と空振観測点（合計 10 点）を新設した．地震計は Trillium 120PA を使用し，データロガーは 9 点で HKS-9530 にテレメータユニット HKS-9505 を接続したものを，残りの 1 点で LS-7000XT を使用している．テレメータは，ISDN 回線が利用できる観測点では RT58i を，利用できない観測点では FutureNet NXR-120/C と L-05A を組み合わせて使用している．

経費の都合上で年度内完工の条件が付されていたために，撰点の際に候補地での予備観測を実施する時間的余裕が無かった．そこで地形図や地質図を参考に候補地を訪れて障害になりそうなものの有無を目視で確認しただけとせざるを得ず，ノイズレベルが高い観測点が幾つかある．

それ以外の観測

先に述べた観測網の強化や観測点の新設以外には，無人ヘリ観測と水準測量が実施された．無人ヘリ観測では，獅子戸岳～大浪池東麓～新燃岳西半分（火口内含む）の空中磁気測量，地震（加速度）観測装置の設置（4 台），GPS 観測装置の設置（3 台），火口内の空中写真撮影を行った．水準測量では，えびの市にある電子基準点 960714 から観測所を通って韓国岳登山口までの約 21km の路線とえびの高原から新湯三叉路までの約 5.9km の路線で一等水準測量を実施した．

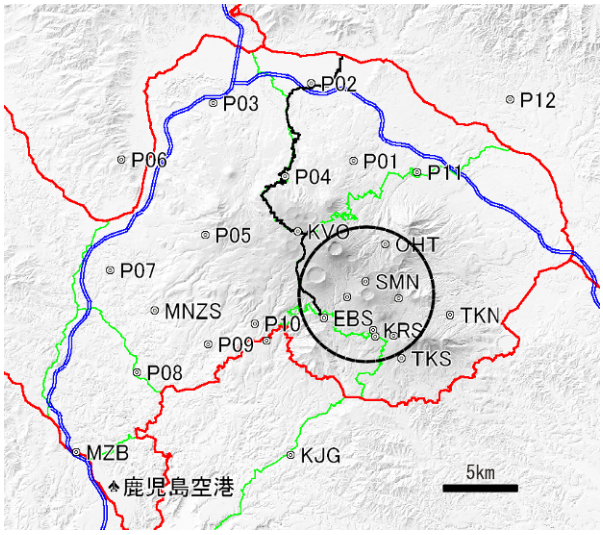


図 1.　現在，地震研究所（一部，鹿大と共同）が展開している観測点の配置図．霧島火山観測所は KVO，霧島臨時観測室は KJG に位置する．黒線は水準測量路線，青線は高速自動車道，赤線は国道，緑線は主要な県道である．黒円は新燃岳火口 4km の範囲を示している．

図 2．東京～鹿児島の機上から撮影した霧島山（2 月 1 日）．写真中央やや左に白煙を上げる新燃岳．右奥には昭和火口から噴煙を上げる桜島も見える．

1-02

東北地方太平洋沖地震における東北大学の被害状況と復旧対応

東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

○中山貴史・出町知嗣・平原聡・鈴木秀市・海田俊輝

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)により、東北大学地震・噴火予知研究観測センターは地震発生直後から 2 日間そのほとんどの機能を失った。東北各地に展開している観測点からのデータもまた、停電や回線障害などの影響により大部分が途絶えた。

陸上の観測網としては震源域に最も近い領域を守備範囲とする東北大学のデータを、より早い段階で回復させデータ流通網に乗せるのは重要なことである。東北大学では日頃からテレメータ観測網や外部とのデータ流通の管理を行っている技術職員が中心となって復旧対応に当たったので、その内容について報告する。今回の震災で何がどのように困り、それにどう対処したのか。東北大学の対応は１つの例にすぎないが、当時の被害状況を記録し伝えるだけでも、今後発生する災害に対しての備えに少しでも参考になれば幸いに思う。

1.　発生直後

センターの職員と学生は、まず屋外の広い場所に集まり、安否確認を行った。屋内に取り残された者、当日不在だった者を確認し、不在のメンバーとは連絡を試みるなどしてしばらくは屋外にとどまった。日暮れが迫り気温も下がってきた頃に屋内へ入ることになったが、その頃はまだ強い余震が頻発して建物の安全性も確認できていない状態であったため、センターでは唯一平屋でできるだけ多くの人間が収容できる別館の会議室を避難場所とした。地元のテレビ局がいくつも取材に訪れたが､地震活動について何も把握できる術がなく、全く対応できる状況ではなかった。

2.　データ復旧への流れ

2-1 自家発電の始動

本センターでは、停電時でも重油によって稼動する発電機を備えている。2005 年 8 月に発生した宮城県沖の地震(M7.2)の停電時には、これによって電源が確保でき、主要なサーバなどデータ処理に関する機能を失わなかった。今回、本震発生による停電の直後も、この発電機は通常通り自動的に始動したが、強い揺れが続く中での運転で、重油から発生する煙や臭いが異常であったため、火災防止のために手動で停止させた。本震発生からしばらくの間は、余震による強い揺れが断続的に続いていたが、3 時間ほど経過したころにはある程度落ち着いて再始動させてよいと判断し､当日 18 時を回った頃に発電機を始動させた。

2-2 テレメータ室の復旧

発電機の始動によってわずかな電気を確保することができるようになったが、発電機系の電源は必要最低限であるため建物内の照明には回らないようになっている。テレメータ室は真っ暗で地震によって散乱したものが数多くある中、懐中電灯の明かりだけに頼りながら復旧作業に当たった。作業中も何度か大きな余震が発生し、その度に手を止めては避難経路を確保するということを繰り返した。幸いなことに、データ処理や流通に関して主要なサーバやネットワーク機器は火を入れるとほぼ問題なく起動した。一方で、観測点からの集まるデータの状況は散々であった。外部とのデータ流通は完全に切断、約 120 ある観測網の中で動作していたのは、震源から遠い日本海側を中心とする地域の 20 点に満たなかった。

2-3 テレメータ観測網とデータ流通の復旧

3 月 12 日早朝には学内の電話交換施設(川内交換所)の障害により、NTT からそこを経由して届くテレメータ観測網のデータも全てダウン。収録出来たのはセンターの地下にある観測壕とボアホールのデータだけという状況になった。また同日夜に通電試験として一時的に学内の商用電源が復帰したが 30 分後には再び停止。センターではこの時、商用電源から発電機系へ無瞬断で切り替わらず、サーバ群が再びダウンしーから立ち上げなおした。

13 日には学内の施設で順次電源が回復し始め､16 時頃には川内交換所の復旧により観測網のデータが回復、それから 2 時間後の 18 時頃には JDX-net のアクセスポイントのあるサイバーサイエンスセンターの復旧により外部とのデータ流通が回復した。

障害の原因については、各時間帯のデータの増減、実際に起きた出来事、事後の関連施設への確認などから把握することができたが､当時は被害箇所の多さと連絡手段の不足から、原因の特定が難しかった。

2-4 観測点の復旧

センターでのデータの収録や流通が回復した時点で、欠測している観測点は全体の約半数に当たる 60 点強あった。数が多く、電気と通信のいずれの障害かわからない、またそれらの復旧時期の予測がつかなかった。対応として最も多く取られた方法は、データロガーによる現地収録。また、三陸沿岸

などリアルタイムでデータを得たい地域では、携帯電話の回線を利用したデータ送信に切り替えた。また宮城県の太平洋側の離島にある金華山、江島といった最も重要な点では、VSATや衛星携帯を使用した衛星回線によるデータ送信を行った。電源不足や携帯端末の不調などで長期間の安定稼働とはいかなかったが、方法としては有効だった。

また地域の停電や回線障害の解消により自然に復旧した点も多く、現地収録機能を持つ観測点については、データ送信が回復する以前に収録されたデータが残っていないか、ネットワーク経由で確認し回収を行った。

3. 被害状況

センターに5つある全ての建物において、強度的に直ちに問題はないという判定がなされたが、柱に大きな亀裂が入っている1棟については使用を自主的に控えている(2011年12月現在)。また敷地内の谷に近い箇所では地面に亀裂が入り補修が完了するまでは谷側への地滑りが心配されるほどだった。

屋内では卓上のデスクトップPC、過去のデータを収録したメディア、外付けHDDなどの被害が多かった。また居室の書棚はL金具とビスで壁面への固定が徹底されていたが、軒並み固定金具が外れて倒れた棚が多かった。

観測点では各点とも地震対策はよくなされていたため、機器の転落等による被害はほとんど無かった。ただ一部津波の被害を受けた場所では、撤収を余儀なくされた点もある。

4. 原発事故の影響

福島第一原発から仙台市中心部までの距離は約95kmある。事故がどの程度拡大するか全く見通しがつかなかった3月15日午後と16日終日は、センターを閉鎖して各自自宅待機、避難の必要の有無などは各自の判断にゆだねた。急を要することがないと判断された17日からは業務を再開。その後は線量計を購入して陸上および海域の観測での安全確認に使用した。現場に近い観測点は約30kmの距離に2か所あるほか、保守に携わっている他機関の点が20km圏内に1か所存在する。

5. 被災生活

5-1 センターでの生活

発生直後に避難場所として使用された別館会議室は、そのまま職員・学生の待機場所となった。発生から3日間は10～20名のメンバーが復旧対応と避難の目的でそこに寝泊まりする生活が続いた。被災生活について簡単に紹介する。

- 電気　　：発電機から(業務に差し支えないわずかな量)
- 飲料水　：センター内の受水漕からバケツでくむ
- 下水　　：敷地内の雪集め、川での水くみなど(水洗トイレは大量の水を勢いよく投入すると流れるため)
- 食糧　　：地震直後に大量に買い込んだがすぐに消費。その後はお米やカップ麺・缶詰めなど保存食でしのぐ。数日経って遠隔地の観測所からの支援が得られた。
- 情報　　：ワンセグ視聴できるPCを会議室に設置。電池のみで動くラジオなど。(すぐ近くで起きている地震の情報を一般的なメディアから仕入れなければならない歯痒い日々が続いた。)

5-2 連絡手段

センターの電話は災害等の混雑時に優先される回線であるため、ほとんどの時間帯で使用できたが、学内の電話交換所で障害があった3月12日と13日は使用できない時間帯があった。PCでのメールが使用できるようになるまで、文章のやり取りには主にFAXを使用した。携帯電話の電波状態は本震当日よりも、翌日翌々日の方が悪かった(基地局のバッテリが切れたため？)。またつながっても途中で切れるなど不安定な状態がしばらく続いたため、通話よりもメールの方が連絡手段として有効だった。

5-3 ガソリンの調達

公用車は宮城県に申請して緊急車両の扱いを受けた。一般車両に比べると多少は優遇されたが、一回の給油が10Lまでに制限されたケースも多く、観測には思うように出られなかった。最も深刻な時期には東北全域を見回しても営業している店舗がほとんどない状況で、しばらくの間はメンバーが観測や通勤の際に確認した営業店舗を道路情報などと共にMLに流し情報を共有して燃料の確保に努めた。宮城県と比較すると比較的被害が少なかった秋田県の観測所からは、何度か食糧と一緒にガソリンも輸送され、これによって完全にひっ迫した状態を回避できた。また携行缶もしばらくは非常に入手困難だった。4月に入ると供給がある程度安定してきたが、4月7日の余震(M7.2)による広域な停電で再び入手困難に陥ったことから、しばらくは楽観できなかった。

おわりに

震災以前から意識していたこととして、データを集約するセンターのシステムや優先度の高い特定の観測点の災害対策は1つがダメでも次の手を打てる体制を日頃から整えていることが望ましい。また今回改めて痛感したのは、業務に直接関係する備えだけでなく、食糧やライフラインに代わるもの、ガソリンなど最低限の生活ができて業務を遂行できるのであり、それらを確保する手段を検討しておくことは、もしもの時のために必要なことだと考える。

謝辞

宮城県総務部危機対策課、株式会社ＮＴＴドコモ、北海道大学、九州大学、他、合同観測グループの皆様に多大な援助を頂きました。記して感謝いたします。

1-03

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

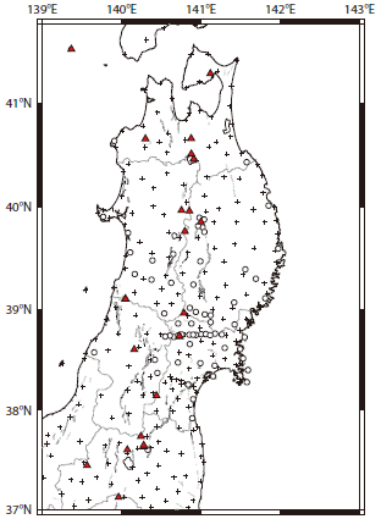


図1：GPS 連続観測点分布図．○は東北大学，＋は国土地理院の観測点を示す．赤色▲は活火山，黒色・灰色実線は活断層，灰色点線は推定活断層(中田・今泉編，2002) を示す．

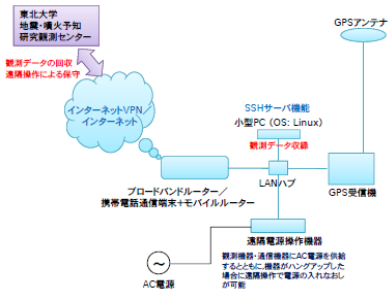


図2：GPS 連続観測システム構成　模式図

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．

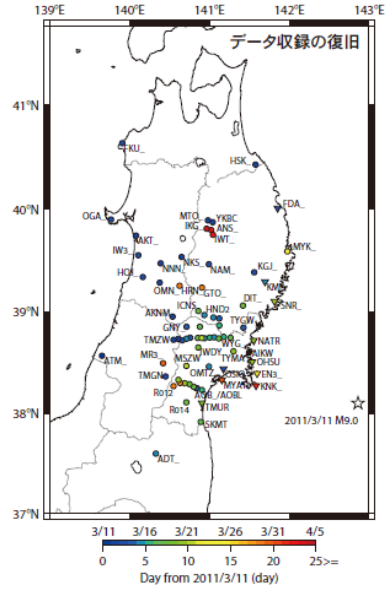


図3：現地でデータ収録を再開するまでに要した日数（共同研究の観測点を含む）．
○は商用電源の復旧によって，▽は現地にバッテリー・ソーラーパネルを設置してデータ収録を再開した点を示す．☆は本震震央を示す．

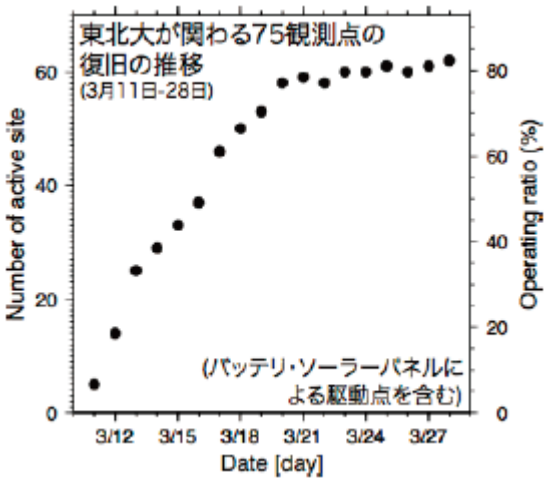


図4：東北大学が運用しているGPS 連続観測点の東北地方太平洋沖地震発生以降の復旧状況．左縦軸が復旧した観測点数．右縦軸が復旧率（復旧した観測点数／全観測点数）．

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動させ，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．

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．

1-04

福島県南東部におけるオンライン地震観測点の設置

○森 健彦・藤田親亮・荻野 泉・渡邉篤志
（東京大学地震研究所　技術部総合観測室）

1. はじめに

福島県南東部から茨城県北部にかけては浅部地震活動の低調な地域であったが，2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震以後，地震活動が活発化し，4 月 11 日には M7.0 の地震が福島県いわき市で発生している．東京大学地震研究所では福島茨城県境付近における精度の高い震源情報を獲得するため，現地収録型の臨時観測点を高密度に展開すると共に，3 点のオンライン地震観測点を設置した．

オンライン地震観測点設置へ向けての現地における候補地探索に先立ち，地震研究所内において，防災科技研・気象庁・東北大による既存観測点の配置と余震分布を考慮して設置候補エリアが選定された．そのエリア選定に基づき，2011 年 5 月から現地調査を始め，3 ヶ月後の 8 月 9 日に全観測点におけるデータのテレメータ化が完了した（**表 1**，**図 1**）．

本発表では観測点の選定過程における予備調査の部分についての詳細を紹介する。

2. 現地調査と留意事項

候補地探索に先立ち周辺の地質図を検索したところ，候補エリアは阿武隈花崗岩体が広がる地域であり，岩盤の露出が期待できることがわかった．そこで，地震計の設置候補地には，露岩があることを条件に探索に入った．また，テレメータ機器が商用電源を必要としていることから，電力柱の存在が必須事項となった．さらに，データ伝送には NTT 回線の利用を想定していたため，候補エリアにおける ISDN，ADSL，光回線の有無を事前に調べておき，NTT 柱の存在にも留意することとした．

5 月上旬より，現地において目視による候補点探索及び，地主との間で 5 年程度の観測点設置が可能であるかどうかの交渉を実施した．条件がクリアされた場合，予備的地震観測を最低でも平日の 24 時間以上行った．平日に行う理由は，工場の稼働や車の走行によるノイズ振動がどれほど影響するかを見極めるためである．

本発表では，選定作業の例として，湯ノ岳観測点の事例を紹介する．

表 1　観測点設置における工程表

	2011年5月			6月			7月			8月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
観測点の選定・予備調査	―	―	―	―	―							
土地貸借交渉・各種申請・契約		―	―	―	―							
観測システムおよび機材の選定		―	―									
観測点工事日			(2) ―			(1) ―― (3) ―						
NTT回線開通日						(1) ― (3) ―				(2) ―		
機器設置							―					

※(1)湯ノ岳観測点(2)馬場平観測点(3)片貝観測点

3. 湯ノ岳観測点の選定作業

湯ノ岳観測点周辺は，4 月 11 日の地震によって地盤崩落が多数見られ，通行止め箇所も多数存在するエリアであった．そのため，設置候補エリアを探索するにも，迂回を重ねねばならず，他の二点よりも探索に時間を費やす事となった．また，この領域は阿武隈花崗岩体と堆積岩層との境界にあたり，露岩の探索自体が他の二点よりも難しい状況であった．このような状況で，最初に条件に見合った地点（IWK1）は常磐道から 300m しか離れていない丘陵地であった（**図 2**）．この IWK1 において約 5 日間のノイズ調査を実施した．使用した記録計は DAT-4（クローバテック社製），地震計

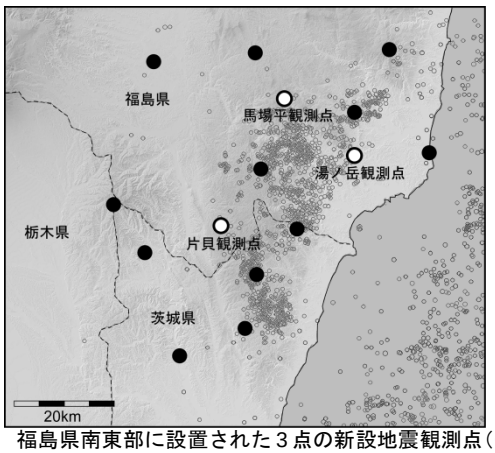


図 1　福島県南東部に設置された 3 点の新設地震観測点（○）と防災科技研，気象庁及び東北大学の既設地震観測点（●）震央は 2011/3/11 – 11/30 (M>3)を示している

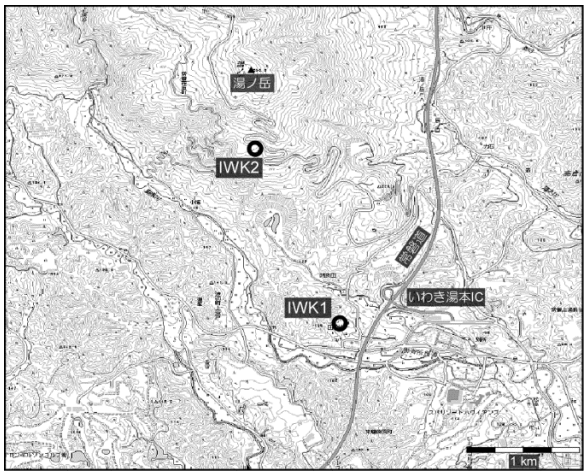


図 2　湯ノ岳周辺でノイズ調査を行った 2 地点（IWK1, IWK2）
IWK2 を湯ノ岳観測点として選定した

は Le-3D（レナーツ社製）である．結果として，RMS 振幅で 200nm/sec 程度のノイズレベルであることが得られた（**図 3-a**）．しかしながら，調査した時期は災害直後で常磐道の通行量が少なく，ノイズレベルが比較的低い可能性があったため，再度候補地探索を実施する事となった．

最初の調査から 2 週間後，再度現地を訪れた．前回ノイズ調査を行った地点の地主である法海寺の住職である楠氏より，湯ノ岳にある寺の土地には露岩があるとの情報を得た．そこで，湯ノ岳の山頂付近から露岩探索をはじめた. その調査途上，湯ノ岳中腹にてカフェを経営している佐藤氏と出会い，露岩が見られる場所を案内して頂くことが出来た．案内して頂いた幾つかの露岩の中から，商用電源と NTT 回線が得られるという条件に合致した場所（IWK2）においてノイズ調査を実施した（**図 2**）．IWK2 は IWK1 と比べ岩体が固く，常磐道よりも 1500m 程度離れていたこともあり，将来的なノイズの増加も考えにくく，また，RMS 振幅で 100nm/sec 程度のノイズレベルでしかなかったことから，湯ノ岳観測点として IWK2 を選定することにした（**図 3-b**）.

観測点選定作業が完了後，土地貸借交渉，現地の工事業者との打合せ，NTT 回線申込等を進め，湯ノ岳観測点は 2011 年 7 月 5 日に観測データの送信を開始することができた.

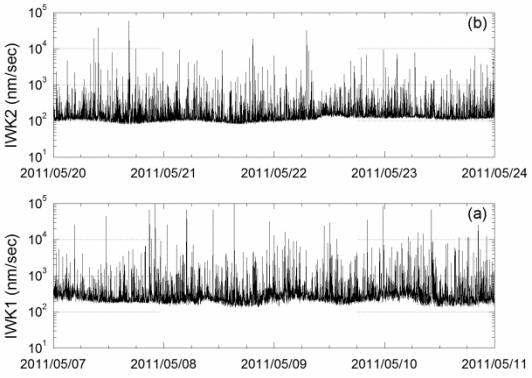


図 3　(a) IWK1 (b) IWK2 における RMS 振幅

4.　今回の業務における反省

濃尾地域に昨年度設置した八幡観測点の RMS 振幅が約 25nm/sec であり，ノイズレベルが極めて低い観測点であることから，今回の観測点選定にはこの RMS 振幅を基準として考えていた. しかしながら，記録器である DAT-4 の設定倍率を低く設定したために，1digit=30nm/sec でノイズ調査を実施してしまった．よって，今回のノイズ調査で得られた 100 ~ 200 nm/sec の RMS 振幅値は 3 ~ 7 digit 程度となってしまい，AD 変換によるノイズとの区別が付けがたいレベルとなってしまった．この問題に気づいたのは，ノイズ調査の最後となった片貝観測点での調査前であり，片貝観測点の調査において 1digit=0.3nm/sec の倍率で計測したところ, RMS 振幅値は 30nm/sec と低い値を記録した．観測開始後における湯ノ岳・馬場平・片貝観測点のノイズレベルはほぼ同等になったことから，結果として, 観測点選定に影響を及ぼさなかったが, ノイズレベルのより良い判断基準を得るためには, 記録器の設定に注意を払うべきであるということを強く学んだ.

謝辞

観測点設置にあたり，常磐湯ノ岳生産森林組合，薄井隆雄氏，塙町役場には快く土地を貸していただき，楠淳雄氏，佐藤和明氏，薄井ハツヨ氏には観測点選定・設置の際に多大なるご支援をいただきました. また, 岩崎貴哉教授, 酒井慎一准教授, 総合観測室の技術職員の皆様には適切なアドバイスをいただきました．ここに記して感謝いたします.

1-05

千葉県と茨城県におけるオンライン広帯域地震観測網の整備

－平成 23 年東北地方太平洋沖地震後の広帯域地震観測網強化を目的として－

東京大学地震研究所 技術部総合観測室

宮川幸治

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を受けて，地震研究所技術部総合観測室では本震直後から，活発化した余震活動・誘発地震活動をより詳細に観測することを目的として，衛星テレメータ地震観測装置による臨時オンライン地震観測点の設置や，臨時オフライン地震観測点の設置を実施して来た．その後 4 月 21 日に技術職員と教員が集まって開かれた総合観測室会議において，千葉県と茨城県に広帯域地震計による 15 点程度のオンライン広帯域地震観測網（房総茨城広帯域アレイ；図 1）を整備してこの地域の広帯域地震観測を強化することが決定し，筆者がその取り纏め役となった．観測期間は，余震活動が収まるまでの 5 年程度である．

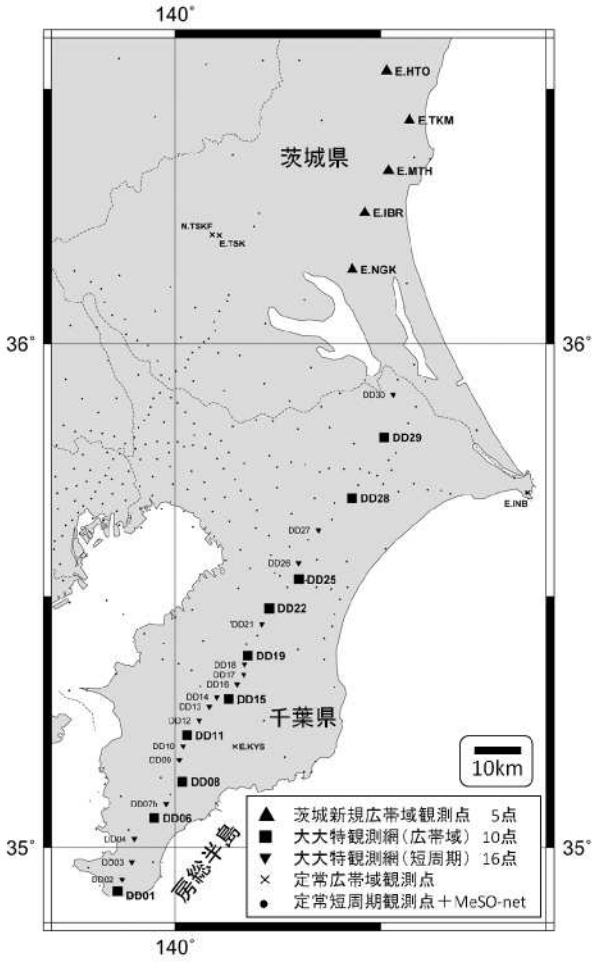


図 1 ：房総茨城広帯域アレイ観測点マップ

（▲：茨城県内 5 点，■：千葉県内 10 点）

千葉県には，大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環として，2003 年頃に 30 点からなるオンライン地震観測網（大大特観測網）が構築されており，そのうち 9 点が広帯域地震観測点として本震発生時点でも運用されていた．プロジェクトは 2007 年に終了しており，今年度末で観測を終了させることになっていたが，観測を継続して今回の観測網強化に組み込むこととし，更に大大特の短周期地震観測点のセンサーを広帯域地震計に変更することで広帯域点をもう 1 点増設し，千葉県に 10 点の広帯域地震観測点を配置することとした．また茨城県には，約 10km 間隔で南北に並ぶ広帯域地震観測点を新たに 5 点構築することとした．したがって房総茨城広帯域アレイを，大大特観測網の広帯域点 10 点と，茨城県に新たに構築する 5 点からなる計 15 点の観測網で構成することとした．

15 点の整備にあたって，まず大大特観測網の保守作業と 1 点の増設作業を実施した．その後茨城県の新規 5 点の構築に取り掛かった．

茨城県の新規 5 点の構築

茨城県の新規 5 点の構築は，まず候補地の選定作業から始まった．選定作業は，予め指示されていたターゲット地点周辺のエリアで実施した．基本的に車で移動しながら目視で適地かどうかを判断し，適地を見つけた場合はまず土地の所有者を探し，観測の目的を伝えて土地利用の協力を求めた．また見た目は静かそうでも実際には地動ノイズが大きいということや，訪問した時間帯だけ静かだったということはあり得るので，全ての

候補地で地動ノイズ調査を約 1 週間実施した．地動ノイズ調査は，Lennartz 製 LE-3Dlite 地震計（固有周期 1 秒）・白山工業製 LS-7000XT データロガー・64Ah 鉛蓄電池バッテリで構成される機動観測装置を使用して行った．

収録された地動ノイズデータの評価は，上下動成分に対して，ａ）観測期間中における 1 分間の振幅の二乗平均平方根（RMS グラフ），ｂ）1 日毎のスペクトログラム（スペクトログラム），ｃ）1 時間毎の時系列波形（時系列波形グラフ）の 3 種類のグラフに出力して行われた．その結果，候補地を見つけた時は良さそうだった場所でも，地動ノイズ解析をしてみると不適と判明する場所が何箇所かで見受けられた．最終的に，13 ヶ所で地動ノイズ調査を行い，その中から 5 ヶ所が決定された．

図２に茨城新規 5 点の主な機器構成を示す．地震計は大大特と同じ Guralp 製 CMG-40T であるが，データ収録転送装置は，大大特の白山工業製 LS-7000XT に対して白山工業製 LF-1100R &LF-2100R（LF ロガー）を使用している．また LF ロガーは，WIN プロトコルよりも長期間

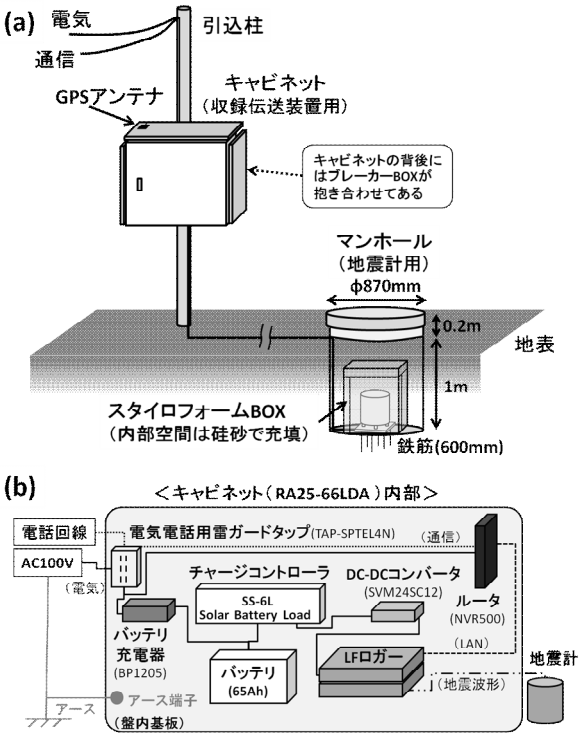


図２：茨城新規 5 点の構成

のデータ再送が可能な ACT プロトコルで運用している．更に茨城新規 5 点では，バッテリの電力を有効活用することと，バッテリの交換を容易にすることを目的として，電源バックアップシステムをバッテリ充電器・チャージコントローラ・鉛蓄電池の組合せで構成している．

地震計は，気温の変化を避けることや，雑微動の低減を目的として，深さ 1m のマンホール内に設置することを目標とし，更に地震計を硅砂とスタイロフォーム BOX で覆った（写真１）．また強震動が襲った時に地震計がずれないようにするために，地震計の足の 1 つを石膏で地震計台に固着させ，またスタイロフォーム BOX も地震計台にアンカーした．ただし，5 点中 3 点では粘土層が出てくるなどして深く掘ると水没する危険性が出て来たので，深さ数十 cm の浅い穴としたり，地表設置としたりした．

さいごに

本観測網の整備後，概ね順調に観測は行われている．特に茨城新規 5 点では LF ロガーのファームウェアの更新時を除いて欠測は発生していない．今後本観測網のデータから多くの研究成果が出ることを期待する．なお本発表の詳細は震研技報 No.17 に掲載される技術報告を参照されたい．

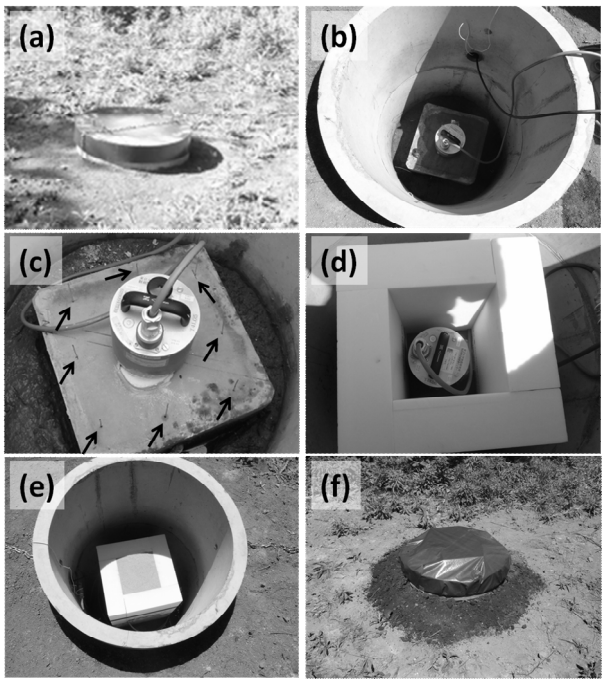


写真１：マンホール内への地震計の設置

日光観測点の衛星テレメータ化

東京大学地震研究所　技術部　総合観測室
○藤田親亮・森　健彦・荻野　泉・八木健夫

はじめに

日光・足尾地域は日本で最も多くの群発地震が観測されている地域のひとつである．日光周辺の地震観測は 1970 年の古峰ヶ原での委託観測からはじまり（荻野, 1974），その後関東甲信越地域にテレメータ方式の微小地震観測網が構築され，定常観測点の一つとして 1980 年 9 月に日光（NIK）観測点が設置された．

1995 年 1 月まで，日光観測点は銀山平・黒沢・古峰ヶ原の 3 観測点のデータを専用線により取得し，本観測点も含め 4 観測点分のデータを 400MHz 帯の地上無線方式にて茨城県つくば市の向山中継所経由で地震研究所へ伝送していた（萩原，1998）．1995 年 1 月以降，銀山平・黒沢・古峰ヶ原の 3 観測点及び新設された足尾観測点は衛星回線を使用してデータが伝送されるようになり，この地域において地上無線によるデータ伝送は日光観測点のみとなった．

その後向山中継所と地震研究所の間に高層ビルが建築され，無線電波が遮られるようになった．この影響により日光観測点は 2007 年 5 月以降休止状態となっていたが，2011 年東北地方太平洋沖地震の発生に伴って周辺の地震活動度が高まったため，日光観測点の再立ち上げが実施された．

今回は，衛星回線を使用して日光観測点を再立ち上げする際に行った作業内容を報告する．

図 1.　日光・足尾地域の観測点配置図
※青印が日光（NIK）観測点

観測点の状況確認と機器配置の決定

現在の観測点の状況と衛星テレメータ化する際の機器設置方法を確認するために，事前調査を行った．局舎は多少老朽化しているものの，使用する分には問題がない状態であった．地震計は局舎から約 100m 離れた地震計台に振動技研製の速度計（固有周期 1 秒）が 3 成分設置されており，1 本の信号線で局舎まで埋設されている（図 2）．白山工業社製の LS8800 にて動作確認を実施したところ 3 成分ともに動作に問題はなく，地震計は継続して使用することとした．GPS アンテナ・ケーブルも既設のものがあり，LS8800 で動作が良好であることを確認した．衛星テレメータには白山工業社製の VSAT システム（以後，白山 VSAT）を使用するため，衛星の方向を考慮しアンテナの設置場所を選定した．夏場に周囲の樹木が生い茂ることを想定し，比較的高い位置にアンテナを取り付ける必要があったため，無線伝送で使用されていたパンザマストにアンテナ取り付け用ポールを金具で固定し，そのポールにパラボラアンテナと融雪装置を取り付けることとした．その他の装置はアンテナ付近に取り付けるスペースがないため，衛星モデムとデータ変換装置は局舎内に設置，ODU と衛星モデム間のケーブルは付属品ではなく特注品（10m 長）を使用し，融雪装置の電源ケーブルとともに保護管を通して局舎まで引き込むこととした．局舎内には以前に使用していた明星電気製の無線装置のラックがあり，今回はラック内の装置を撤去し，そこに衛星モデム・データ変換装置・電源関係機器を設置することとした．電源は 64Ah のバッテリーを 2 台並列に接続，充電器と充放電コントローラを介して白山 VSAT システムに電源を供給し，停電時でも 1.5 日程度動作するようにした（図 3）．ただし融雪装置の電源は AC100V で，こちらは停電時のバックアップを行っていない．

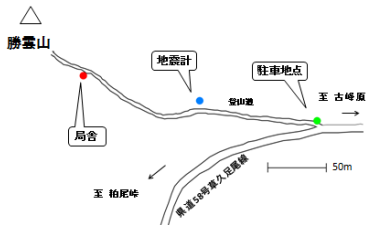


図 2.　日光観測点の局舎・地震計の配置図

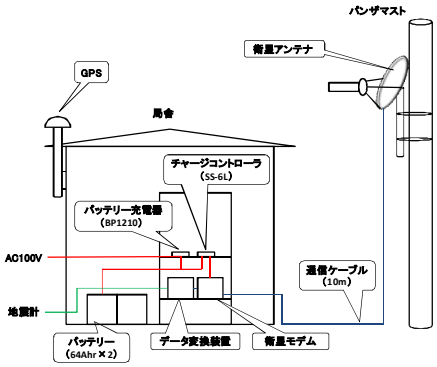


図 3. 日光観測点の機器配置イメージ

図 4. 足場金具の組み立て

事前準備

前述した構成をもとに，機器の準備を行った．白山 VSAT（融雪装置付）1 セットを準備し地震研究所 2 号館屋上にて 1 週間程度動作試験を行いつつ，バッテリー・充電器（BP1210）・充放電コントローラ（SS-6L）・ODU-衛星モデム間の 10m ケーブル・ケーブル保護管等の部材の調達を行った．アンテナをパンザマストに取り付けるための金具（パンザマストとアンテナ取り付け用直径 60mm のパイプを固定するもの）も調達可能であることを確認したが，問題は地上高約 2m のところにどのようにして金具とアンテナを取り付けるかであった．機器の取り付け作業だけでなく，取り付け後の UAT 作業や設置後のメンテナンスも行わなければならないことを考慮し，検討の結果，和歌山の衛星観測点で実績のある足場金具を利用することとなった．早速観測点に向かい，観測点周囲の樹木伐採作業とあわせてパンザマストの正確な径を計測し，足場金具を調達した．足場金具は地上高約 2m の地点に脚立等を利用して取り付け，金具取り付け後は脚立から足場へ上り，足場から高さ約 1m のところにアンテナ取り付け用金具とアンテナ・ODU・融雪装置を取り付けることにした．

機器設置

車が進入できる場所から観測点までは約 200mあり，また斜面を登って多数の機材を局舎まで運ぶ必要があるため，作業は 1 泊 2 日の 4 人で実施した．まず 4 人全員にて足場金具の取り付けに着手し，その後は 2 人 1 組となり，衛星アンテナ・ODU・融雪装置取り付けと UAT 作業を行う班と局舎内の既設機器撤去と新規機器設置・配線を行う班に分かれた．足場金具の取り付けには現場合わせの箇所が多々あったため時間を要したが，無事に作業は完了し，2011 年 11 月 22 日 13 時 38 分よりデータ送信が行われている．

図 5. 設置完了後の足場及び衛星装置

おわりに

今回，観測を休止していた日光観測点の衛星テレメータ化を実施した．2011 年 12 月末の段階で，システムは順調に稼働している．今回の作業では，衛星アンテナをパンザマストに設置するために足場金具を使用した．足場を取り付けることにより足場上で人が自由に動くことができ，再 UAT や故障の際のメンテナンス作業にも柔軟に対応ができる．このような作業ケースは少ないであろうが，足場を使用する方法は今回のような衛星アンテナ設置に対して，非常に有用な手段だと考えられる．

参考文献

荻野　泉，1974，栃木県足尾地域の微小地震について，地震研究所研究速報，**12**，159-169.

萩原弘子，1998，日光・足尾地域の地震活動 - 1993 年 11 月～1997 年 1 月 - ，震研技報，**2**，43-72.

気象庁における震源決定の概要

気象庁地震火山部　地震予知情報課
立津秀樹

はじめに

気象庁で決定されている震源には、その目的により大きく分けると２つの種類がある。ひとつは、津波警報・注意報や震度情報の発表など、迅速な防災対応に資するために、全国の気象庁地震観測点（194 カ所）で地震波を検知した後の数分間で決定している震源がある。これらの震源は「速報値」として、津波警報等や地震情報の作成に使用するとともに、防災関係機関や各報道機関、一般の国民に対して発表し、大きな地震や津波による被害を軽減するために利用される。そのため、正確かつ迅速な発表が求められる震源である。

もうひとつは、地震防災対策を推進するために 1995 年に制定された地震防災対策特別措置法の趣旨に沿って決定される震源がある。1997 年から大学・防災科学技術研究所等の各関係機関から地震観測データの提供を受け、文部科学省と協力して解析・整理を行っている。整理された結果等は地震調査委員会へ報告を行う他、気象庁が発表する各種情報等に活用し、地震研究者、防災関係機関および一般国民へも広く公表し利用されている。

現在では、集約した地震観測データを活用することにより、より高い精度で震源の決定が出来るようになった。これら一元的に集約された観測データを用いて決定される震源を気象庁では「一元化震源」と呼んでいる。

震源・検測値の生産と品質管理

基礎的な防災情報として発表する「速報値」の最小精度は、地震検知時刻が 1 分、緯度経度は 0.1 度、震源の深さについては 10km の単位となっている。一方、「一元化震源」として公表される暫定値および確定値については、発震時刻 0.01 秒、緯度経度 0.01 秒、深さ 0.01km の単位で計算し公表している。

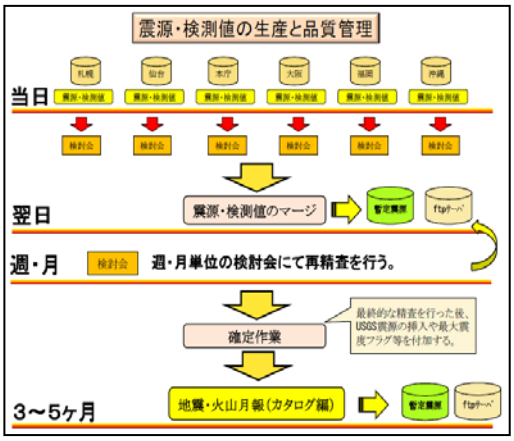
震源計算では、観測点の震源距離や相の種類に応じた重みを与えたうえで、深さを含めた３次元位置及び時刻を同時に求めている。ただし、深さの誤差が大きい場合や解が不安定な場合には、深さを 1km 刻みで固定して計算を行い、もっとも誤差の小さい解を選んでいる。（浜田ほか、1983、験震時報、48、35～55）また、到達時間の計算は JMA2001 と呼んでいる走時表（上野ほか、2002、験震時報、65、123～134）によって求めている。

実際の震源決定作業は、全ての地震に対して自動検測機能を用いながらも、基本的には

手動で検測を行っている。しかし、地震の相が確認できる全ての観測点に対して検測を行う事には限界があり、現在では、精度の高い震源を決定するのに十分な数の観測点を選択し処理を行っている。検測対象とする観測点は、震源距離などを考慮し適切な観測点配置となるように、最大 40 点程度としている。但し、M５以上の地震については、後の調査業務のため検測値の追加を行っている。

品質管理として、検測値に不適切な相の読み取りが無いか、最大振幅値が適切に検測されているか、また、決定された震源が適切であるか等についてチェックツールを用いながら１地震毎に確認を行い、全国で統一された基準（検測数や震源要素の標準誤差）により結果のランク分けを行っている。

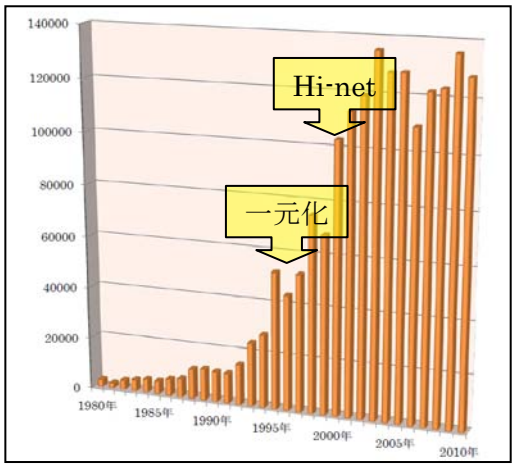
また、前日に決定された震源・検測値に対して複数人によるチェック（検討会）を全ての地震に対して行い、品質の管理を行っている。通常時は決定された震源・検測値を一日ごとに気象庁本庁で取り纏め（マージ）を行い、「暫定値」として ftp サイト等で翌日には公表している。その後、震源・検測値データを月単位で再度精査し、必要があれば修正等の変更を行います。約３～５ヶ月後には「確定値」として気象庁カタログ化され、月報・年報という形で公表される。



地震観測点の強化および震源決定数の変化

1980 年頃は震源決定に用いられる地震観測点は約 120 点程であった。その後、気象庁の津波地震早期検知網の整備（1994 年～95 年）や一元化業務の開始（1997 年～）などにより急速に震源計算に使用できる観測点が増えてきた。

2010 年現在では、気象庁 194 点、防災科技研の Hi-net や各大学、その他関係機関の観測点が約 1,400 点となり、合計して約 1,600 点の観測点を使用し、近年では年間で 12 万個を超える震源を決定している。



最後に

平成 23 年３月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により甚大な被害が発生しました。現在も余震活動は活発な状況が続いており、鋭意、膨大な数の余震の処理を継続して行っているところである。今回、気象庁が決定している、緊急的な震源や一元化震源の決定について、概要を紹介する機会を設けていただき、ありがとうございました。

1-08

水準点維持管理について 2011

京都大学防災研究所附属火山活動研究センター
園田忠臣

はじめに

昨年の東京大学地震研究所職員研修会で「水準点の新設および維持管理について」という題目で発表させてもらった。その後の 1 年間に水準点の維持管理について行ったことを紹介する。

2011 年の観測

2011 年も桜島では地盤変動を測定する GPS 観測、地盤の上下変動を測定する水準測量、地下の密度および質量の変動を測定する重力測定などを行った。前回紹介したとおり、桜島では水準測量の路線にそって、一周路線に 53 点、西部登山路線に 21 点、東部の黒神路線に 4 点、北岳路線に 23 点、計 101 点の水準点が設置してある。(図 1) 桜島島外においては、錦江湾に沿って 2 路線設定してあり、K ルートに 12 点、磯ルートに 7 点の計 19 点あり、島内外合わせると、計 120 点の水準点が設置してある。今回は新路線の設置はなく、これらの既存点を使用して観測が行われた。

既存点の状況

今回も観測前の各水準点の点検では、おおむね問題ないだろうと思われていたが、昨年紹介した S17B においてまたもや自然の驚異を知ることとなった。昨年もかなり苦労して伐採を行った箇所であったが、わずか 1 年で雑草が生い茂り水準点が完全に隠れてしまっていた。(写真 1)

2011 年のトラブル他

前回は水準点の金鋲が壊されたり、ステンレス製のピン鋲が削られたり、曲げられたりしていたが、今回は水準点が何かわからない溶剤で埋められているというトラブルがあった。(写真 2) また、道路改良工事のため水準点の移設作業が K ルートにおいて 2 箇所発生した。(写真 3)

標柱の設置

桜島では以前から、これらの水準点の場所が分かるように、また壊されるのを未然に防ぐ為にも標柱を設置することにしていた。既存点においてはそのほとんどの点に標柱が立てられているが、昨年新設した北岳ルートにはまだ標柱を設置していなかったので、今回その設置を行った。(写真 4)

今後のこと

桜島での水準点の歴史は古く、約半世紀の間、存在している点もある。本来なら設置後、半永久的に不変不動でなくてはならない。水準点の設置作業をする時にはそのことを考慮して設置を行うのだが、なかなかそういうわけにもいかない。それは、設置後半世紀も経つと、周辺の環境

が変わってしまい、本来そこにあるはずの水準点を見失ってしまうこともあるからである。そこで大切になってくるのが、点の記の作成、更新である。(写真 5)

水準点を維持管理していくためには、定期的な巡検だけでなく、この点の記の更新が必要になってくる。今後も長く継続して観測できるよう、今までもそうであったように、水準点を守っていく努力を続けていきたい。そしてこのことを後世に伝えていかなければならない。

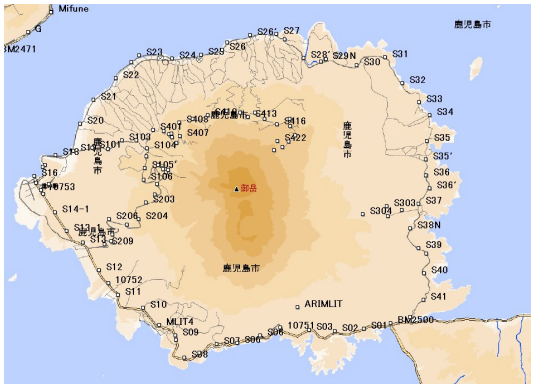


図 1　桜島内水準点分布図

写真 3　水準点移設接続測定

写真 1　S17B

写真 4　標柱設置

写真 2　埋められた水準点

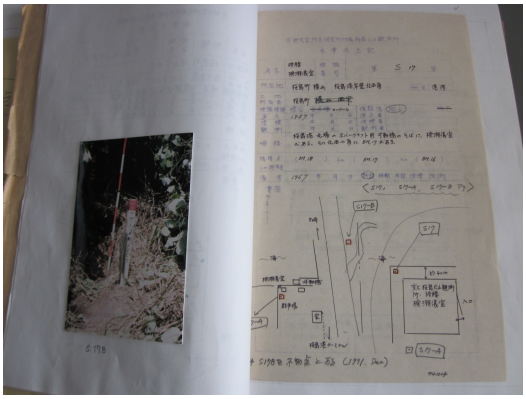


写真 5　点の記

1-09

地震地殻変動観測点の電源とデータのバックアップ

○山口照寛[1], 高田真秀[1], 一柳昌義[1]

1:北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

はじめに

現在, 北海道大学地震火山センターのほぼすべての地震・地殻変動観測点のデータがテレメータされリアルタイムに北大に送信されている. しかし, 巨大地震等により地震観測点の停電またはデータ送信回線断が起こることが考えられ, その場合でも数日程度, 観測点に地震・地殻変動データが残るような対策を考えた. 本年度は3観測点について, 標記の対策を行った.

観測機器の構成

弟子屈観測点(TES)の例を図 1 に示す. TES では微小地震計, 広帯域地震計, 伸縮計, 強震計各 3ch(100Hz)と水管傾斜計 4ch, 気圧計 1ch(1Hz)の計 17ch のセンサを用いて観測を行っている. テレメータ装置は 100Hz のデータ:白山工業製 LF, 1Hz のデータ:シモレックス製 SC-AD1217 を利用した.

SC-AD1217 にはデータロガー機能がないため, OpenBlockS266(ぷらっとホーム)にデータの記録もしている. 電源はバッテリー(GPL-27, Lifeline,100Ah)を 8 個(4 並列)使用し 24[V]を作った. バッテリーは充電器でフロート充電を行う. 各機器は電源電圧が異なるため DC/DC コンバータにより±18[V], +12[V], +5[V]を作って供給する. 各機器の消費電力(カタログの typical 値)の合計が約 30[W]なので, 単純に計算すると停電発生後 13 日程度, 電源が確保される.

消費電流 = 30[W] ÷ 24[V] = 1.25[A]

放電時間 = 400[Ah] ÷ 1.25[A] = 320[h] = 13.33[day]

DC/DC コンバータでの変換効率等を考えても 10 日程度は電源が確保されると考える.

問題の発生と対処

テレメータ装置等も同時に変更したがいくつかの問題が発生した. 内容と対策を以下に示す.

(1)LFのリセット

CAN通信のバッファオーバーフローによりリセットが2-3日に1度程度発生した. USBメモリがメーカ推奨品以外の場合発生することがあるとの報告を受けている. メーカ推奨のUSBメモリに交換後, リセットは発生していない.

(2)パケット落ち

特定の時間に, LFから送信されるデータのパケット落ちが数分間発生した. 原因は他の観測機器へのftpによるものであった. LT-8500からLFに移行した際A/D分解能が22bit→24bitになりデータ量が増えていた. 通信回線容量を超えたことによる, パケット落ちであった. 新たにftp用の回線を引き, 解決した.

(3)LF, GPS受信不良

不定期にLFがGPSの1pps信号を受信できなくなるという事象が発生した. 原因は以下の通りである. SC-AD1217は時刻校正をNTP経由で行う. そのNTPサーバを観測点に設置した. NTPサーバのGPSアンテナとLFのGPSアンテナが近くに設置されたことにより, たまにGPSを受信できなくなっていた. 2つのGPSアンテナを離すことにより解決した.

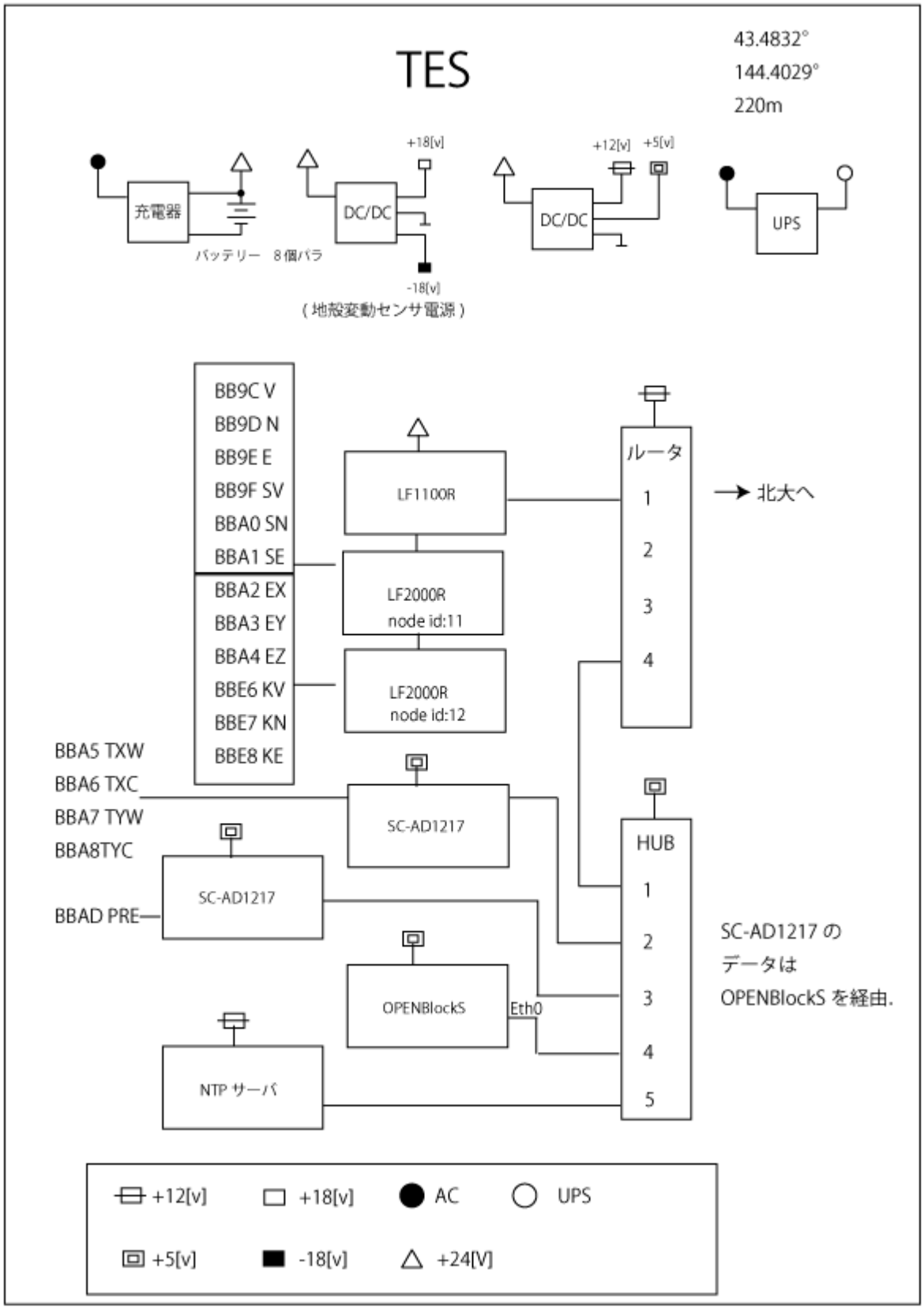

TES
43.4832°
144.4029°
220m
充電器
バッテリー　8個パラ
DC/DC
+18[v]
-18[v]
（地殻変動センサ電源）
DC/DC
+12[v]
+5[v]
UPS
BB9C V
BB9D N
BB9E E
BB9F SV
BBA0 SN
BBA1 SE
BBA2 EX
BBA3 EY
BBA4 EZ
BBE6 KV
BBE7 KN
BBE8 KE
LF1100R
LF2000R
node id:11
LF2000R
node id:12
ルータ
1
2
3
4
→ 北大へ
BBA5 TXW
BBA6 TXC
BBA7 TYW
BBA8TYC
BBAD PRE
SC-AD1217
SC-AD1217
HUB
1
2
3
4
5
OPENBlockS
Eth0
NTP サーバ
SC-AD1217 の
データは
OPENBlockS を経由.
+12[v]
+18[v]
AC
UPS
+5[v]
-18[v]
+24[V]

図1　観測機器の構成

現場用簡易データチェックツールの作成

阿部英二

東京大学地震研究所　技術部総合観測室

１．はじめに

地震観測点新設時に観測点候補地で予備観測を行ってノイズ調査などを行うが、これまではそのデータを研究所に持ち帰り解析を行っていた。それをデータ回収した直後に、単に問題なくデータが取得できているかだけでなくデータの質もある程度判断できれば、必要な場合は更に予備観測を続けるなどの対応を取ることが出来るため、結果としては時間短縮などが見込まれる。

今回、win 形式で収録されたデータから、波形、rms、Running Spectrum を表示させるソフトウェアを作成したので報告する。

２．コンセプト

現場で使用することを目的としているので、Windows マシンで動作し、特別な環境が要らないこと、操作が簡単であることとし、全てフリーウェアで作成することとした。開発環境は Visual C++ 2008 Express Edition を、FFT の計算には fftw を使用した。従って、実行形式とライブラリの 2 つのファイルがあればプログラムは動作し、インストール作業等は不要である。

３．使用方法

使い方は至って単純である。1 分ファイルのデータの入っているフォルダ、データの時刻、データ取得時の条件を指定すればチャネルごとのグラフを表示することが出来る（Fig.1）。1 分ファイルのデータだけがあればよく、特定のコマンドを打ち込むようなことは不要である。表示したグラフはそのまま画像ファイルとして保存できる。

４．おわりに

まだ基本的な機能しかないので、必要に応じて機能を付け足していく予定である。また、波形のみを表示させるソフトウェアも作成していくことも視野に入れている。

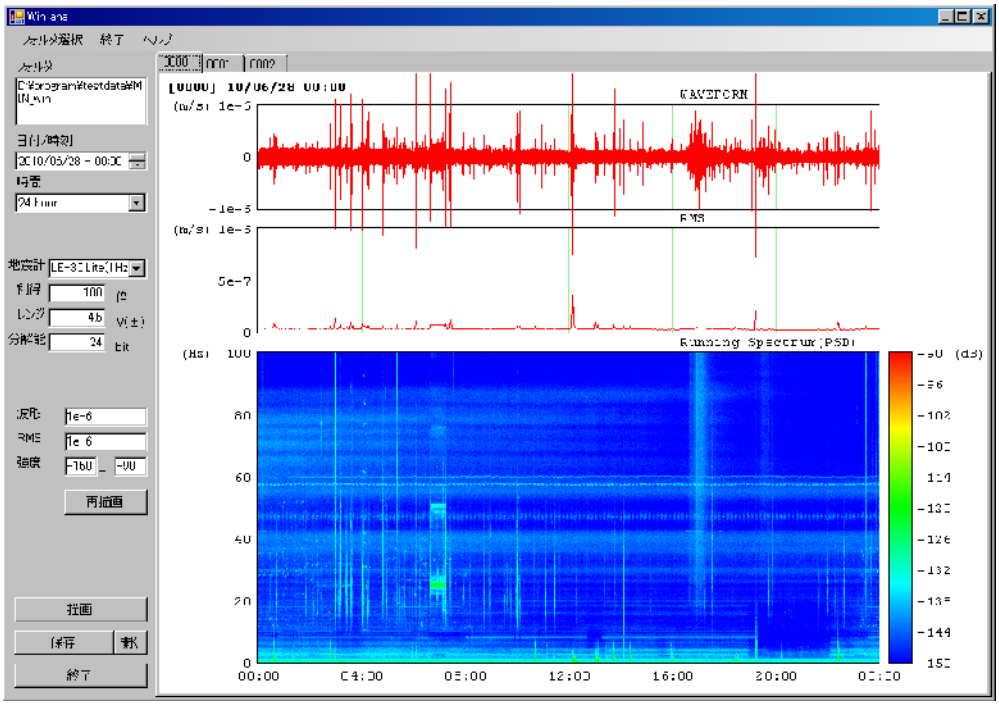


Fig.1　作成したソフトウェアのスクリーンショット

1-11

阿武山観測所の紹介とサイエンス・ミュージアム化構想について

○米田　格[1]・矢守　克也[1]・飯尾　能久[1]・城下　英行[2]・平林　英二[3]
（　１：京都大学防災研究所　２：関西大学社会安全学部　３：人と防災未来センター　）

１.はじめに

阿武山観測所（写真１）は大阪府高槻市にある京都大学防災研究所付属の観測所で、今日まで様々な観測が行われ、現在でも防災研究所が中心となって進めている次世代型稠密地震観測計画(満点計画)の基地局として観測を続けている。この阿武山観測所が持つ歴史と経験を生かす試みとして今年度より阿武山観測所サイエンス・ミュージアム化構想を始めた。

写真１ 阿武山観測所

２.阿武山観測所の歴史

阿武山観測所は昭和５年に設立され約８０年が経過した。設立当時は理学部地球物理学教室に所属し地震観測、を行っていた。

1970 年台には微小地震観測網システムを構築し近畿中北部の地震データを阿武山観測所で集約し微小地震観測の拠点となっていた。しかし 1990 年に所属を防災研究所地震予知研究センターに変更とともに、観測所の観測システムは 1995 年に宇治キャンパスのセンター本館に移動し、観測網の拠点としての機能は失った。

その後 2007 年より満点計画の基地局、そしてアウトリーチの場として観測所の充実化を進めた。2010 年より著者の一人である巨大災害研究センターの矢守教授が阿武山観測所の兼任教授となり、2011 年からサイエンス・ミュージアム化を進めていくこととなった。

３.阿武山観測所の展示について

2009 年に退職された浅田技術職員が、昔使用していた観測機材を来訪者が見学できるようにと観測所の整備を行った。（写真 2）機材は観測所の地下で今でも観測できる状態で展示している。これがミュージアム化構想への第１歩となり、この地震計の展示は阿武山観測所のメインコンテンツの１つとなっている。その他に測地系観測の展示室他、見学の際には地震学セミナー、観測所屋上での展望見学なども実施している。

写真２　地震計展示（ガリチン地震計）

４.阿武山オープンラボ

サイエンス・ミュージアム化にあたって、「一般の方に観測所のことを知ってもらうこと」「一緒にミュージアム化を進めてくれるボランティアを集めること」が最初の課題となり、この問題を解決する試みとして、阿武山オープンラボ

（図１）を行うことにした。今年度に計４回開催することを決定し、第１回は４月、第２回は７月、第３回は１１月に開催した。第４回は３月に予定されている。

４月のオープンラボ第１回では、観測所を知ってもらうために、地元の方に向けて開催し約 160 人の方に参加いただいた（写真３・４）。

第２回は夏休み始めということもあり、小学生を対象に手作り地震計を作るセミナーを催した。展示室の見学ツアーなども一緒に行い、保護者の方も含め約２００名以上の方に参加いただくことができた。

１１月のオープンラボ第３回では次のステップとして, 阿武山観測所がもつ可能性を考えるワークショップを開き、今後ミュージアム化に向けてどうしていくべきか、阿武山観測所の特徴や改善点はどこにあるかなど、来訪者の生の声を聞ける取り組みをした。第４回は第３回のワークショップの結果をもとに、どのような取り組みをするか現在検討中である。

写真３ 地震学セミナーの様子

５.今後の展開と問題点

次世代型稠密地震観測計画の観測点を使った教育プログラムを現在、京都府・鳥取県の小学校２校で実施しているが、京都府の小学校が２月に阿武山観測所で課外授業をすることとなった。今

写真４ 模型の説明を聞く子供たち

回は教育プログラムの縁もあり実現したが、今後サイエンス・ミュージアム化構想の中で別の小学校にも課外授業を行う可能性も出てくるので、今回の企画を誰にでも提供できる１つのパッケージとしてプログラムを思案中である。また展示案内も小学生には難しく、不親切な部分が多いため、案内の整備も２月に向けて進めている。

その他、阿武山観測所では現在オープンラボの他、月１回の見学会を予約制で実施しているが、オープンラボの開催とともに、見学会への参加者も増えてきたため、今後見学日を増やすことも検討していくとともに、スタッフが少ないため、観測所の案内ができるボランティアを募集・養成していくことも来年度以降への課題である。

図１　オープンラボ第３回のチラシ

3-01

トカラ列島～奄美大島域の離島に於ける鹿児島大学の微小地震観測体制について

鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所

平野　舟一郎

1. はじめに

フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈みこんでいる南西諸島海溝沿いは地震活動が非常に活発な領域である．過去には 1911 年に M8 クラスの巨大地震が奄美大島の東方沖で発生しており，また，近年では 1995 年 10 月に喜界島近海地震（M6.7 及び M6.6）等が発生している．しかし，喜界島近海地震が発生した当時，トカラ列島～奄美大島～徳之島に至る全長 300km 程度の領域に於ける定常地震観測点は，気象庁の中之島（JNN）・奄美大島龍郷（JAM）・喜界島（JZK）・徳之島（JTK）の 4 観測点が設置されていただけであり，特に中之島と奄美大島の 150km 程度の間には観測点が全く無い為，非常に貧弱な観測体制であった（図 1）．この問題を改善する為，鹿児島大学ではトカラ列島～奄美大島域に点々と連なる離島に於いて新たに微小地震観測点を展開することが，活動の詳細を捉える上で非常に重要な課題であるとして，今日まで整備を進めてきた．そこで，今回は本領域に於ける鹿児島大学の微小地震観測体制とともに，設置環境が特殊である無人島の横当島観測点（YOKA），また，横当島観測点も同様であるが，夏場の気温上昇に伴い，観測機器の異常が発生している悪石島（AKUS）観測点の状況について報告する．

2. 微小地震観測体制

鹿児島大学では 1995 年に発生した喜界島近海地震に伴い，奄美大島笠利（KASA）に於いて NTT 専用回線によるテレメータ観測を開始した．また，奄美大島瀬戸内（SETO）でも断続的に臨時観測を現地収録で実施した（図 2，以降，観測点配置に関する説明については図 2 を参照）．1998 年 12 月からは，SETO に加え，島内の 3 箇所で現地収録式の臨時観測点を展開し，約 2 ヶ月に 1 回の割合で現地保守作業を行った．これにより，奄美大島島内の観測点は気象庁の龍郷（JAM）を含めて 6 観測点に増え，奄美大島周辺については詳細に地震活動を把握することが出来るようになった．その後，1998 年 12 月に開始した島内の 3 箇所については，それぞれ青久（AOKU）・久志（KUSI）・知根（CHNE）に移設（各々の移設時期詳細については省略）した．現在は，AOKU 及び CHNE が NTT-ISDN 回線によりリアルタイムテレメータ，KUSI は NTT 一般回線を利用し，呼び出し方式で（準リアルタイム）テレメータ化されている．

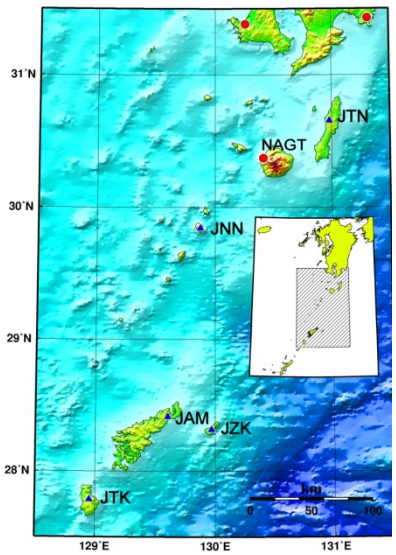


図 1　1995 年当時の地震観測点の配置．丸印は NOEV の定常観測点，三角印は気象庁の定常観測点．

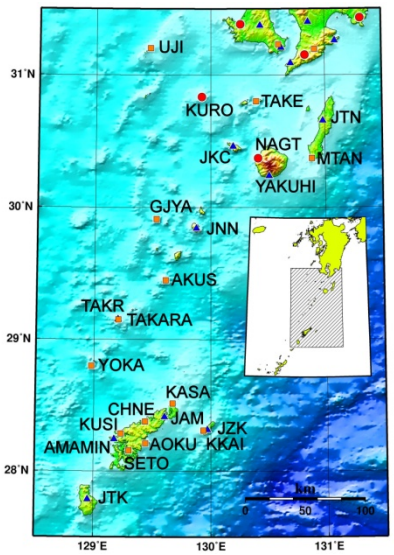


図 2　2011 年 12 月現在の地震観測点の配置．丸印は NOEV の定常観測点，四角印は NOEV が整備した臨時観測点．三角印は気象庁と Hi-net の定常観測点．

奄美大島島内での整備を一通り終えると，周辺域での整備を新たに進めた．2000 年 5 月からトカラ列島南部の宝島（TAKR）にて衛星回線テレメータ（NEC-VSAT）による観測を開始，続いて 2000 年 7 月から，同じくトカラ列島南部に位置する無人島の横当島（YOKA）で，同年 10 月からは，トカラ列島中部の悪石島（AKUS），2001 年 1 月から喜界島（KKAI）にて現地収録による観測を開始した．尚，AKUS は，2000 年 10 月に悪石島付近で発生した群発地震活動に伴い設置した観測点である．また更に，2009 年 5 月より，トカラ列島北部の無人島である臥蛇島（GJYA）で現地収録式の観測を開始した．TAKR はその後，白山工業製 VSAT の衛星回線テレメータに変更され，AKUS も，2011 年 3 月より場所を移設して同様の衛星回線テレメータに変更した．KKAI についても，場所を移して 2009 年 9 月から NTT-ISDN 回線によるテレメータ観測を開始した．以上は鹿児島大学により整備された微小地震観測点であるが，これ以外に，気象庁により奄美大島西古見（AMAMIN），宝島（TAKARA）が新たに整備され，2011 年 12 月現在，本領域の観測点は 16 箇所（内，リアルタイムテレメータ観測点は 13 箇所）に増え，観測体制は 1995 年当時に比べて格段に充実した．

3. 横当島観測点（YOKA）

観測を開始した2000年7月当初，現地収録式のデータロガー（Clovertech DAT-2G）を使用し，約4ヶ月に1回の割合で現地保守作業（バッテリー及び記録メディア交換）を実施していた．しかし，横当島観測点へのアクセスは容易ではなく，一番近い有人島の宝島に滞在し，波高等の予報から渡島が可能と判断した日に小型漁船を傭船する．宝島-横当島間は風向き等の条件によるが片道2～4時間を要する．鹿児島-宝島間の移動（フェリーで約13時間）を含めると，現地保守作業にかかる全日程は最低でも5日，横当島での海況次第では5日以上に及ぶ．また，横当島は岸壁等の施設が無い為，島の数百m手前に船を停泊させ，そこからは手漕ぎボートに機材を積み換えてピストン輸送し，上陸時は海水に漬かりながら機材と手漕ぎボートを陸揚げする．さらに，島は急峻な崖に囲まれているので，その中で唯一標高が低い入江部（連結部）の崖に約8mの梯子を掛けて丘上に登り，少ない観測人員（2名）が，徒歩で繰り返し機材を運搬しなければならない．このような状況から，定期的な現地保守作業の回数を出来るだけ減らす観測システムを構築することは，安全なアクセス方法を確立するとともに重要な課題であった．また，現地収録方式は，既設テレメータ観測点のデータとの併合処理まで多くの日数を要するという欠点もあった．そこで，鹿児島大学ではこれらの問題を改善する為，衛星携帯電話を利用した（準リアルタイム）テレメータ方式の微小地震観測システムを開発し，2003年11月より本システムに移行した．電源はバッテリーとソーラーパネルを併用したので，トラブルが発生しない限りは現地での保守作業が必要無くなり，問題は大きく改善されると思えた．ところが，運用開始後約9ヶ月が経過した2004年8月，現地からの通信が途絶えた．調査の結果，衛星携帯電話データ通信部ユニットの故障であることが判明したが，原因は夏場の強力な日照に伴い機器収容容器内の温度が上昇した為であった．これにより，本システムは一時中断し，2007年5月以降，新しいデーターロガー（白山工業 LS7000XT+20GB HDD）による観測を現地収録にて再開した．現地収録式ではあるが，2000年7月の観測当初より記録容量が大きくなり，6ヶ月以上の連続観測が可能になった．しかしこれも夏場の気温上昇に伴い，外付けハードディスクのストレージモジュール内ファイルシステムが動作範囲温度を超えた為に破損し，記録を停止した．横当島は全体を火山堆積物で覆われ遮蔽物が殆ど無い．この為，観測機器は日照による影響を受けやすい．

4. 悪石島観測点（AKUS）

当初は，現地収録式のデータロガー（Clovertech DAT-2G）を使用し，2～6ヶ月程度に1回の割合で現地保守作業を実施していた．しかし，1回の保守作業に要する日数はフェリー運航日程の都合から最低3日必要であり，業務上大きな負担となっていた．そんな中，東京大学地震研究所の共同利用研究事業により，鹿児島大学にも衛星回線テレメータ観測機器（白山工業 製）が配分されたので，2011年3月に運用を開始した．設置作業であるが，人員は筆者1人のみであり，また，悪石島へ午前中の遅い時間に入港後，翌日の午前中には折り返し便が出港する限られた時間の中で完了させなければならず，作業は深夜にまで及んだ．運用状況については，当初は順調であったが，2011年5月下旬頃から回線通信障害が頻発するようになった．障害時間は日によって違うが，午前11時台から17時頃の間にかけて多く発生した．その後の調査で夏場の気温上昇により機器に異常が発生している可能性が大きいことが判明した．現在のところ，現地での切り分け作業は実施出来ていないが，気温が低下した 11 月上旬以降，回線通信障害は殆ど発生しなくなった．本観測システムは宝島観測点（TAKR）に於いても，全く同じ機器構成で運用している．しかし，TAKR では2010年1月の運用開始以降，2回の夏を経験したが，同様のトラブルは発生していない．TAKR は小学校敷地内に設置されており，機器収納小屋が建物の陰になりやすい．一方，悪石島観測点は開けた空き地に設置されていて，日照の影響を受けやすい環境であるので，本障害は設置環境に大きく依存していると考えられる．

5. おわりに

鹿児島大学では本領域の離島に於ける微小地震観測点の整備を進めてきたが，内陸も含めた鹿児島大学の微小地震観測点の現地保守作業は，主に技術職員1名で対応（但し無人島は複数人体制）している．今後は観測点が増えることがあっても減ることは無い．平成24年度もトカラ列島平島に新たな観測点を設置予定である．したがって，現地保守作業の頻度を可能な限り少なく出来るよう，各観測点に於いて問題点があれば改善する必要がある．悪石島は気温上昇に伴う通信障害の発生が顕著であり，来夏を迎えるまでに対策を完了しなければならない．また，横当島であるが，夏場の度重なる台風通過による浸食のため崖を上がるルート確保が難しくなり，2008年を最後に渡島していない．観測以前の問題として，安全なルートの確保と方法を確立することが再重要課題である．それを解決した上で，今後更に観測環境に適した観測システムの導入及び設置歩方法の改良等を進める必要がある．

3-02

南九州地下構造探査における地震観測について

京都大学　防災研究所　技術室　小松　信太郎

１．　はじめに

九州南部は、フィリピン海プレートの沈み込みに起因して、日向灘における地震活動と内陸での火山活動が生じている地域である。2011 年１月下旬には、霧島山新燃岳が噴火した。本観測（南九州地下構造探査）は、同地域地下の地震波速度構造を推定することが目的である。現在（2011 年 12 月）までに 11 点（MK1～MK11,図１）の設置を完了した。内７点についてはすでにデータ回収作業も開始している。

機材準備・設置にあたっては、過去に地震観測で設置された地震計の設置方法を参考にしつつ、適宜改良を施している。本発表では、実際に採用している各種機材の設置方法・観測システムについて紹介する。

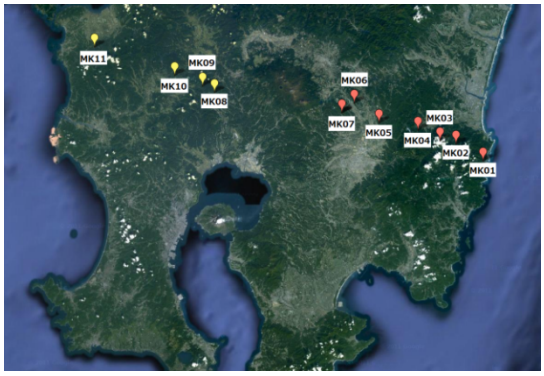


図１ 地下構造探査観測線

２．　地震計設置

安定した地震波形データを得るために、地震計は可能な限り岩が露出した場所を選んで設置している。適当な岩が見当たらない観測地点では、穴を掘り、コンクリートブロックを敷いた上に地震計を固定し、埋設している。GPS は、草木などの影響がない地点に打ち込んだ杭上部に固定している。また地震計保護のため、塩ビパイプ内部に地震計を設置した。上部は雨や障害物の侵入を防ぐため、ベトナム笠を装着した。ベトナム笠の表面にはニスを塗り、耐食性の向上を図った（図２、写真１）。

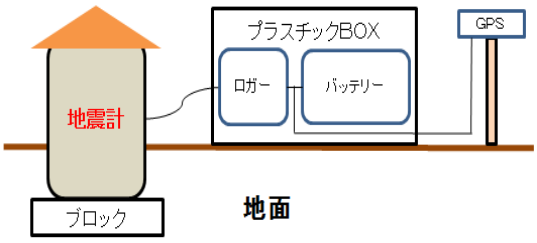


図２ 設置模式図

写真１ 地震計設置状況

３．　配線・シャント抵抗

地震計信号ケーブル・電源ケーブル等の接続には、結線部の腐食・ショートを防ぐため、ハンダ付部を収縮テープで覆い、自己融着テープを巻き、その上からビニールテープを巻いている。シャント抵抗の製作は、地震計の使用等から抵抗値を求め作成した。また取

付は変更等を考慮して、抵抗の両端にY端子を取り付け、端子台を使用して接続した（写真２）。

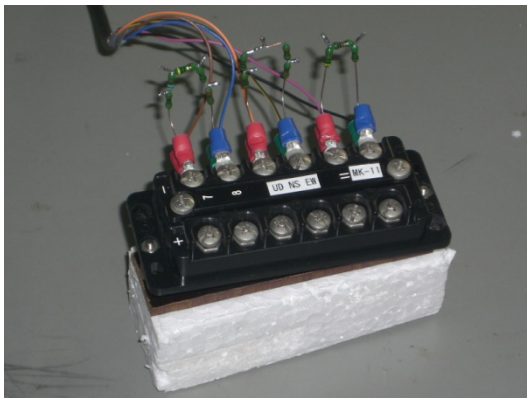


写真２　端子台

４．　データ収録ケース

データ収録に用いるロガー等は、衣装ケースを加工して作成した収録ケース内にまとめて配置した（写真３）。バッテリーは野外に設置される場合が多いが、野外に設置するとバッテリーの結露とバッテリーターミナルの腐食を起こす可能性がある。よって今回はデータ収録ケースに収納した。またロガー電源ケーブルとバッテリーターミナルの接触部は、腐食防止のためグリスを添付した。バッテリーターミナル締結部は、蝶ねじタイプを採用することでメンテナンスの合理化を図った（写真３）。データ収録ケース内部に雨水が浸入した場合、データロガーや端子台が浸水するのを防ぐため、発泡スチロールをロガー底部と端子台底部に取り付けてデータ収録ケース底部とロガー底部に空間を確保した。データ収録ケース側面の配線用穴からは、配線後雨水等が侵入する恐れがあるので、エアコン配管用パテを使用して穴と配線の隙間を埋めている。

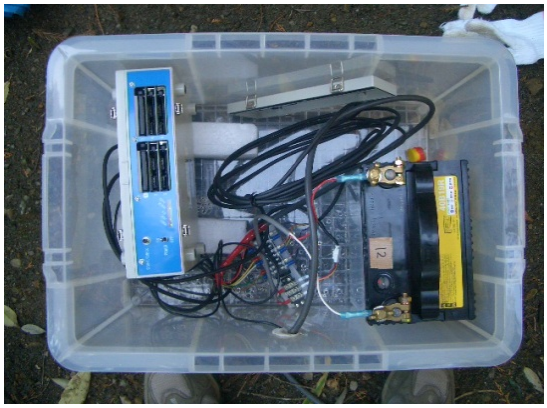


写真３ データ収録ケース

５．　現状と改善点

設置した観測点のデータ回収と保守作業を行ったが、電源トラブルによる欠測もなく、正常にデータ収録されている。ただし、データ収録ケース内にデータロガーを横向きに設置していた為、ケーブルコネクター接続部のくぼみに、結露で生じた水が溜まっていた観測点があった。結露対策として、データ収録ケース内にシリカゲルを設置し、水がくぼみに溜まらぬようデータロガーを縦向きに設置した。またケーブルの大部分は地表に埋設してあるが、一部露出していたことで、小動物によりケーブル等が断線することがあった。露出したケーブルに外的損傷に強いフレキシブルチューブを取り付けることで、断線防止を図った。ベトナム傘の腐食対策であるニスの添付は、傘裏部に塗っていなかったため、裏部が腐ってしまった。対策として裏部にもニスを塗った。

６．　終わりに

本観測で得た、装置の結露対策・バッテリーの腐食対策などの工夫、観測機材の準備等の経験を今後の業務、野外観測において応用していきたいと思う。

3-03

ロシア極東地域における広帯域地震観測

一柳　昌義 1・宮町宏樹 2・前田宜浩 3・ミハイロフ ワレンチン 4・平野舟一郎 2
高橋浩晃 1・高田真秀 1・山口照寛 1・笠原稔 1
1. 北海道大学, 2. 鹿児島大学, 3. 防災科学技術研究所
4. Geophysical Service, RAS, Yuzhno-Sakhalinsk

Ⅰ.はじめに

主に北海道大学と鹿児島大学では,1995 年の北サハリン地震(M7.6)を契機として,ロシア科学アカデミー,サハリン地震観測所(以下,SEMSD)と共同でロシア極東地域において地震観測を行ってきた.平成 17 年度の東大地震研職員研修では,主にサハリン南部地域での微小地震観測について講演したが,今回は 2005 年以降に極東地域に設置した広帯域地震観測について発表する予定である.

これは 2004 年から開始された特定領域研究「スタグナント・スラブ:マントルダイナミクスの新展開」のプロジェクトのうち,「スタグナント・スラブのイメージングのためのロシア極東地域広帯域地震観測網の構築」の研究計画の一つとして行われ,その後,2008 年からは,基盤研究「地球物理学的観測による北東アジア地域の新たなテクトニック・フレームの構築」の研究の一部として継続運用されている.

Ⅱ.地震計の設置

設置は 2005 年より開始された(Table 1).はじめに,サハリン州のティモスコエ及びオハに設置した(Fig. 1).両地域には,SEMSD の地震観測所が設置されており,その地震計室に設置した.その後 2007 年までに全部で８ヶ所の観測点を設置した.その８ヶ所の中には,地震観測所がないところもあり,その場合は公共の建物の敷地を借用するなど,現地の方々の協力も仰いで設置させて頂いている.今回使用した地震計は広帯域地震計 STS-2 及び,マークプロダクツ社製の短周期地震計 L4C-3D(固有周期 1 秒)である.設置は必ず日本側の研究者と SEMSD のスタッフが同行し,その際,地震計やロガー等の装置を手荷物として運搬した.設置した地震計の観測データは,白山工業社製のデータロガー LS7000XT(ダイナミックレンジ 24 bit,サンプリング周波数 100Hz)を使用している.また,ロシアの電源事情を考慮して,Fig. 2 に示すように,直接 AC に接続せずに耐雷トランスを挟んで,バッテリーから電源を供給するシステムを構築した.このことにより,地震計やロガー等による障害は 1 観測点(GRN)を除いて発生していない.

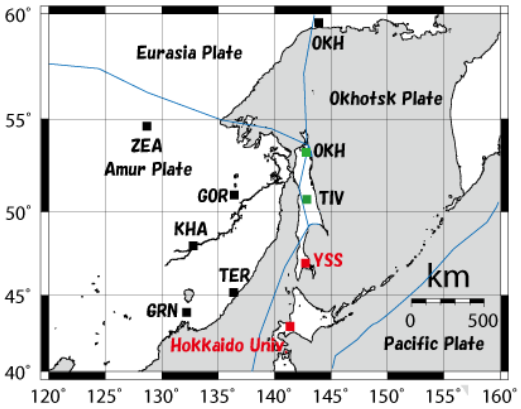


Fig. 1 極東に設置した広帯域地震観測点

		Operation start	On line telemater
TIV	Tymovskoye	2005/6/25	2011/9/23
OHA	Okha	2005/6/2	2010/9/22
KHA	Khabarovsk	2005/8/10	Off line
GOR	Gorney	2005/8/13	Off line
TER	Terney	2005/9/30	Off line
ZEA	Zeya	2006/7/28	Off line
GRN	Gornotaezhnoye	2006/8/23	Off line
OKH	Okhotsk	2007/8/14	Off line

Table 1 各観測点の観測開始スケジュール

Ⅲ.データの日本への輸送方法

地震波形データは,データロガー内に内蔵されているコンパクトフラッシュカード(2 Gbyte)に書きこまれており,現地では約１～２週間ごとに観測所の所員が手動でポータブルハードディスクにコピーしている.そのデータは１カ月位の間隔で,ユジノサリンスクの SEMSD に郵送される.データの日本国内への持ち込みについては,郵送では税関等の問題があるため,数カ月毎に,日露双方の研究者が日本へ持ち込むことになる.データの日本への持ち込みについてはロシア政府の承認が必要となる.

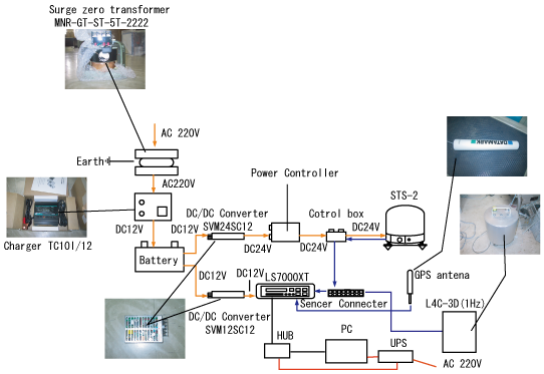


Fig. 2 観測点での設置仕様図

Ⅳ.テレメータ伝送実験

SEMSD の地震観測所では近年 ADSL 等のインターネット環境が整備されつつあり,また一部の観測点ではロシア独自の津波監視システムのための広帯域地震計の整備及び衛星テレメータ装置の導入が開始されている.そこで,我々も,その回線を利用した地震データ伝送実験を行っている.観測点側に設置している LS7000XT はインターネットポートをサポートされており,IP adress 等を設定し,インターネットに接続すれば,データはリアルタイムで送ることが可能になる.2010年9月よりオハ観測所で,2011 年 9 月からは,ティモスコエ観測所で,データ送信を開始した.両観測点のデータはユジノサハリンスク観測所内に設置した Dell 社製のノートブック PC(OS:FreeBSD6.0)に WIN system(卜部, 1994)をインストールして受信している.ユジノサハリンスク観測所では,同時に北海道大学地震火山研究観測センターの６カ所の観測点のデータを受信している.データ送信を開始したオハ観測点は ADSL を,ティモスコエ観測点は衛星回線を利用している.衛星回線は回線容量も大きいことなどから、安定的にデータを送信している.ところが,ADSL 回線のオハでは,度々データ断になる割合が高い.ロシア国内の回線品質は日本と比較して,かなり悪いことなどが影響していると考えられる.

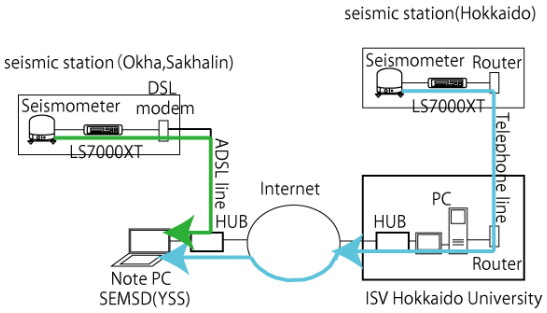


Fig. 3 地震データの流れ

謝辞

今回の観測を行うにあたり前述の２つの文部科学省科学研究費の一部を使用して行われた.また,地震計の設置時及び,その後の観測のデータ回収や維持に,ロシア科学アカデミー地球物理局サハリン地震観測所オクサーナ・ミクリコーワ氏,ユーリーレビン所長,同アカデミー極東支部,海洋・地球物理学研究所ニコライ・ワシレンコ主任研究員,キム・チュン・ウン氏,応用数学研究所ミハイル・ゲラシメンコ教授・ニコライ・シェスタコフ主任研究員,テクトニクス・地球物理学研究所ボルモトフ・ウラジミール主任研究員,マガダン地球物理学研究所のグンビーナ・ラリッサ所長,その他にもロシアの多くの方々の協力を得て行っております.記して感謝いたします.

参考文献

卜部　卓, 1994, 日本地震学会講演予稿集, 2, 384.

3-04

台湾の大屯火山群での電磁気観測

京都大学大学院理学研究科付属
地球熱学研究施設火山研究センター
○井上寛之

はじめに

台湾台北市郊外の北部に位置する陽明山（ようめいさん：ヤンミンシャン）国立公園（図.1）は現在、風景・温泉地区として観光開発が進められている。公園内にある大屯火山群は、北側の金山断層と南側の脚断層に挟まれた地溝帯の内部およびその周辺に生成された20以上の火山からなる。この火山は例えば、七星火山麓の小油坑（図. 2）など規模の大きな噴気地帯を有しており、日本の別府地域のように地熱活動が活発な火山であるという特徴を持つ。こうした事から同じ様な規模の地熱地帯を持つ別府と比較する事を目的として、2011年10月5日～15日の日程で、七星山とその周辺域においてAMT観測を実施した。

図.1　台湾大屯火山群の位置

図. 2　小油坑（観測風景）

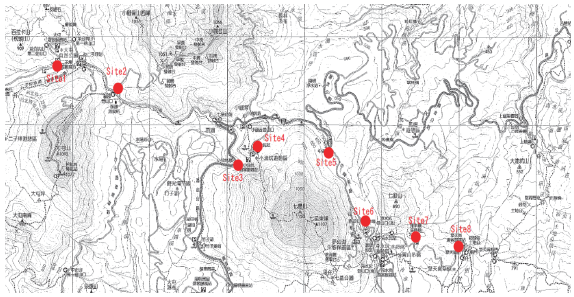


図.3　観測点位置

観測手法（AMT 観測）

MT 観測では、地球の磁場擾乱とそれにより大地に誘導される電場とを同時計測する。磁場擾乱と誘導電場の振幅比は、大地の比抵抗（単位体積あたりの電気抵抗）に比例するので、この計測データから地中の比抵抗分布を調べることが出来る。このうち AMT 観測は、周期 1～1000Hz 程度の電磁応答を利用し、比較的浅部（地表～1,2Km 程度）までの比抵抗構造を求めるための観測手法である。

実際の観測

メンバーは、教員・学生を含め6,7人程で、2班に分かれて観測を行った。観測点数は当初8点（図.3）としていたが、観測データをチェックしてみると航空機用電波塔の電波ノイズや商用電源ノイズが多かった為、観測点を追加し計10点の観測を行った。午前中に機材を設置し午後4時頃まで昼間4～5時間2地点で同時観測を行い機材の回収をした。夜間の観測を行わなかった理由は、日本とは違い機材の盗難の心配があり、そのため日中のみの観測となった。

観測使用機材（図.4）は、カナダのフェニックス社製の MTU-5A を 2 セット用い、電源には 12V のカーバッテリーを使用した。データを記録するロガーは、プラスティックボックスに収納し、設置の際は更にビニールシートで覆い雨水や動物から保護した。データの記録には CF カードを使用した。電場を観測する為にロガーを中心に、鉛塩化電極を東西南北方向と中心の五箇所に埋設設置し、東西南北の電極はロガーから 20m 程離れたところに設置した。磁場を観測するのにコイルを使用し南北、東西、鉛直方向ごとにロガーから各々10m 程離れた場所に埋設設置した。電場・磁場ともに距離をとったのはセンサー同士の干渉を減らすためである。観測時間の記録には GPS を使用した。

図.4　機材を持って移動中

3-05

フィリピン・タール火山における多項目観測点の設置について

○山品匡史[1,*]・熊谷博之[1]・前田裕太[2]

1: 独立行政法人防災科学技術研究所 観測・予測研究領域 地震・火山防災研究ユニット

2: 独立行政法人防災科学技術研究所 社会防災システム研究領域 災害リスク研究ユニット

（*:（現在）国立大学法人高知大学 理学部 附属高知地震観測所）

1. はじめに

独立行政法人防災科学技術研究所は、地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）[1] の「フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進」を国内共同研究機関およびフィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS）と実施している。本課題のサブテーマの１つ「リアルタイム総合火山監視」では、タールおよびマヨンの両火山に広帯域地震計を始めとする各種観測機器を設置し、両火山の(1)常時監視能力の強化と(2)活動時における高精度情報の迅速な提供、(3)マグマの蓄積・移動過程を解明し、噴火予測精度の向上に貢献する、ことを目標としている。

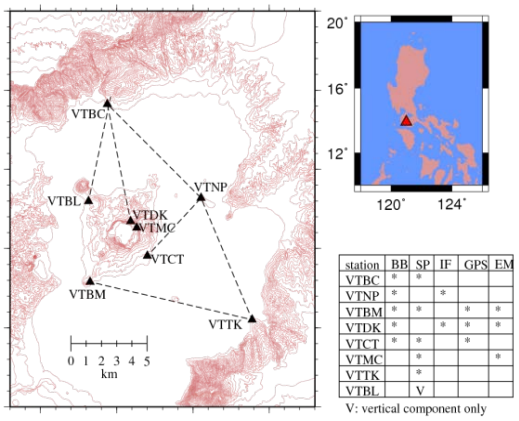
写真１　タール火山全景

（PHIVOLCS 提供）

2010 年 11 月、タール火山（写真 1）において地震・空振・GPS・電磁気観測を行う多項目観測点を設置したので、本発表では今回の設置作業などについて紹介する。

2. 観測点と観測機器の概要

タール火山には、既に短周期地震計による観測網が構築されており、今回はこれら既存の観測点など（VTBL、VTTK 以外）において機器更新や観測機器の増強、それらに伴う電源関係の増強を行った（図 1）。なお、既存のシステムに対する影響を避けるため、電源などを既存システムとは独立させることを基本方針とした。対象観測点などには、データ収録機器などを収納する小屋を新築・増築した（VTMC を除く）。各観測点の電源には太陽光発電システムを用いることとし、太陽電池モジュール（シェルソーラー社製 SJJ75/SKJ）とバッテリー（GS ユアサ社製 SEB100）を各観測点の負荷容量と 5 日間程度の無日照保証を考慮して枚数・個数を決め設置した。



station	BB	SP	IF	GPS	EM
VTBC	*	*			
VTNP	*		*		
VTBM	*	*		*	*
VTDK	*		*	*	*
VTCT	*	*		*	
VTMC		*			*
VTTK		*			
VTBL		V			

V: vertical component only

図 1　観測点配置と観測項目

（BB: 広帯域地震計; SP: 短周期地震計; IF: 空振計; EM: 電磁力計）

各観測点などには、広帯域地震計（Guralp: CMG-40T）、空振計（アコー: Type7144/Type3348）、GPS 受信機およびアンテナ（Trimble: NetR5/Zephyr Geodetic Model

[1] 地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）：独立行政法人科学技術振興機構（JST）と独立行政法人国際協力機構（JICA）が共同で実施している、日本と開発途上国の研究者が共同で研究を行う研究プログラム

2)、オーバーハウザー磁力計（テラテクニカ: RFP-523D-OHS/RFP-523D-OHP)、フラックスゲート磁力計（テラテクニカ: RFP-523D-FGS/RFP-523D-FGC)、地電流計（テラテクニカ: RFP-214B）の各種観測機器を単独もしくは各種設置した。広帯域地震計と空振計の両者を設置した 2 観測点と火山観測所（広帯域地震計のみ）では Kinemetrics 社製 Basalt を、広帯域地震計のみの 2 観測点では既存の Kinemetrics 社製 K2 （後に PHIVOLCS により Basalt へ更新）をデータの収録に用いている。また、GPS 観測データは受信機本体に収録され、地磁気および地電流のデータはテラテクニカ製データロガーRFP-523D-DL4 または OHV-20NET に収録されている。

各収録機器は IP ネットワークによるデータ送信機能を備えており、各データは既存の無線 LAN（2.4GHz 帯（2011 年に一部を 5GHz 帯に変更））による通信システム経由で観測所に設置したデータ受信サーバーへ送られている。

3. 設置上の工夫など

フィリピンは高温・多湿な気候であるため、各種機器の選定に当たっては特に動作温度・湿度に関する条件を付けた。また、データ収録機器などは断熱性と密閉性の高い業務用のクールボックス（ダイライト: 160 型）に収納することで、高温・多湿環境へ対応している。

太陽電池モジュールの標準の出力リード線は十分な長さがないため、観測小屋へ引き込むためには延長する必要がある。そのため、作業の簡便化と接続部の防水性・耐候性を考え、クランプ式ケーブルコネクタ（木村電気工業: PSW-0307）を用いた。

広帯域地震計は、温度変動の影響を避けるために深さ 2m 程度の地震計穴に設置し、砂や土で埋設している。穴の底で設置方位を決めるため方位磁針を地震計台上に置くのは地震計台の影響が懸念される。また、穴外からの指示と目視による方法では、方位の精度が劣ってしまう。そこで、今回の設置では“下げ振り錘”を用いることでこれらの問題に対応した。

一方、クールボックス内に収納した機器に関して、収納・取り出し時や同梱してあるケーブル等の接触による誤動作を防止するためのスイッチカバーを取り付ける、などといった配慮を行えば良かったと考えている。

4. 最後に

2010 年、フィリピン・タール火山に地震を始めとする多項目観測点を構築した。1 観測点における発電容量不足に起因すると思われる問題や通信の不安定性はあるものの、全体的には順調に稼働している。

本プロジェクトに限らず今後の観測点設営では、今回の経験や反省点を活かしていきたいと考えている。

[謝辞]

今回の観測点設営では、R. Lacson、M. Figueroa 両氏他 PHIVOLCS のスタッフ、名古屋大学 木股教授、京都大学 大倉准教授、東海大学 長尾教授・笹井特任研究員・竹内研究員、北海道大学 橋本准教授にお世話になりました。記して感謝申し上げます。

3-06

阿蘇中岳第一火口における火口カメラの設置

～メンテナンスフリーを目指して～

京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター
吉川　慎・大倉敬宏

設置の目的

これまで阿蘇中岳第一火口近傍に設置されていたネットワークカメラは、火山ガス（主に SO2）による影響によって、固定三脚が腐食しカメラの脱落、レンズカバーの劣化による画質の低下および取付けネジなどの腐食が酷く、継続使用が困難となっていた（図 1）。また、画像の伝送に使用していた無線 LAN アンテナの取付けにカメラ三脚を使用していたため、アンテナ設置位置が低く通信状態もあまり良くなかった。

そこで、新たなカメラの設置依頼を受け、機材の選定・設置の方法・設計・加工および設置を行った。

図 1．火山ガスによって腐食したカメラ機材

設置条件の設定

火山ガス対策

・第一火口からは、静穏期でも約 400 ton/day の SO2 ガスが放出されている。そのため、カメラや通信機器をガスから守る対策が必要になってくる。したがって、火山ガスによる腐食の影響を受けくい材料の選定を行った。

[使用機材と材料]

カメラ：Panasonic BB-HCM735
ルーター：日本アンテナ NCL-2411
アンテナ：NATEC PA2413S・PA2409S
外装部品：塩ビ管・塩ビ TS チーズ・木杭・アクリル板・PF 管
その他：シール材・乾燥剤・ガラスコーティング材・防腐剤・アース（図 2）

図 2．新たなカメラ機材一式

無線通信を考慮

・画像の伝送を欠損なく行うために、アンテナ高は出来るだけ高くし安定した通信状態を確保する必要がある。そのため、カメラとは独立したポールを用意し、無線 LAN アンテナを独立して取付けるよう考慮した（図 3）。

イージーメンテナンス

・冒頭でも述べた様に、火口からは SO2 ガスが放出されており、風向きによっては、一般観光客の見学に規制がかかるほどである。我々はガスマスクを装着し作業を行っているが、長時間の作業は好ましくない。したがって、メンテナンス作業にかける時間は極力短くできるよう設計を考慮した（図 4）。

図 3. 新しいカメラの設置風景

図 4. 簡単に取り外し可能な保護カバー

画像データの収録方法

現在は、比較的穏やかな活動状態にあるため撮影は 1 分間隔で行っている。火口カメラで撮影された画像は、2.4GHz の無線 LAN で阿蘇火山博物館を経由し、そこから 5GHz の無線 LAN で阿蘇テレワークセンターを経由し火山研究センターへ送られている。送られてきた画像ファイルは、サーバーで日付ごとに仕分けされ、定期的にマニュアルでバックアップハードディスクに保存している。

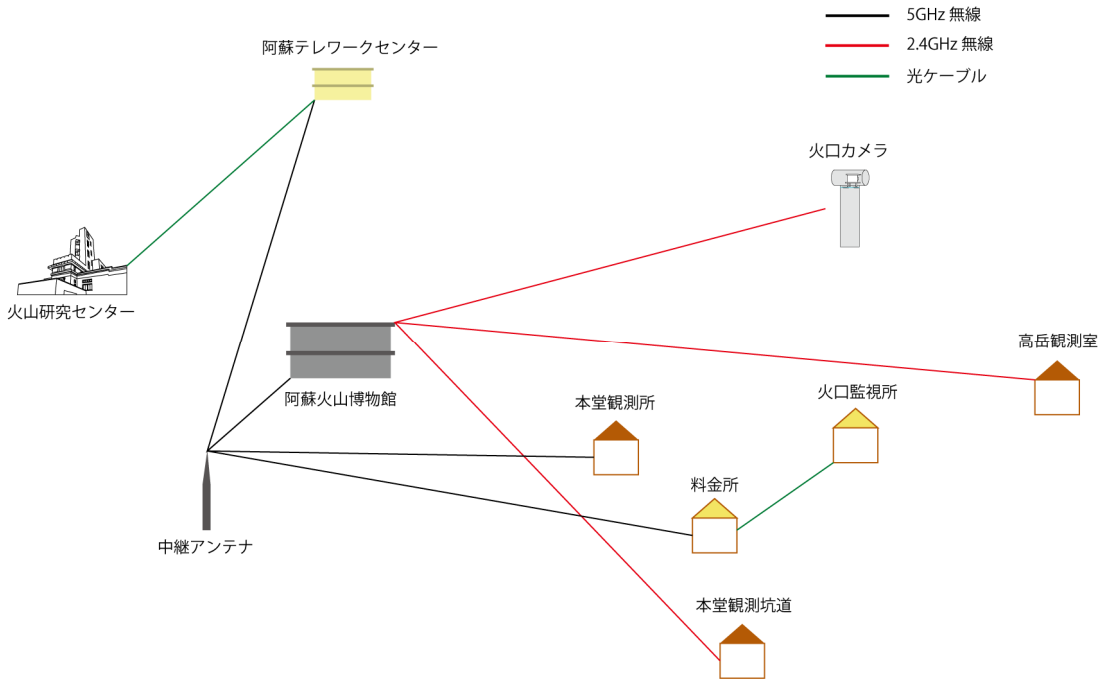


図５．火口周辺のネットワーク概略図

まとめ

使用機材を考慮した事によって、火山ガスによる影響を受けにくくなった。さらに、交換部品を容易に脱着出来るよう考慮したことにより、メンテナンス作業を短時間で終える事が可能になった。今後は、カメラ保護に使用しているアクリル板へ付着する水滴等の対策を考えていきたい。

3-07

機動型強震計の製作、改良について

東京大学地震研究所　技術開発室　浦野幸子

1.はじめに

機動型強震計は、強震観測に関わる教職員によって利便性向上の改良が度々なされてきた。今回、主にバッテリー周りの改良に関わったので紹介する。

また、製作した強震計を用いた観測にも同行したので、これについても報告する。

2. 機動型強震計（強震計トランク）の概要

機動型強震計 SMAR-6A3P（(株）アカシ[現（株）ミツトヨ]製）とロガーLS-7000 またはLS-7000XT（白山工業（株））をアルミ製トランクに収めたものである。初期に製作されたものはバッテリーを別置する必要があった。今回改造を依頼されたタイプは、センサーの変更によりアンプを排し、そのスペースにバッテリーを内蔵することで、このトランクと GPS アンテナがあれば観測が可能で、緊急の観測時でも機材の準備が容易な仕様となっている。

3.技術開発室への依頼内容

バッテリー内蔵型の強震計トランクを電源の確保できる観測点で使用する場合、市販の充電器を接続した状態で観測をすると、観測中にロガーが停止してしまうことがあった。バッテリーを介さず直接ロガーに電源を接続することもできるが、それでは停電時等電源が失われた際に直ちに観測が停止してしまい、バッテリー内蔵のメリットがない。バッテリーを充電しながらでも観測が可能で、外部電源喪失時にはバッテリー駆動に切り替わるようにできないか、との相談が技術開発室に寄せられた。

そこで上述の条件を満たす充電回路を、バッテリーの過放電を防止する回路とともに、強震計トランクの空きスペースに設置できるサイズ（基板サイズ 25mm×100mm）に製作した（写真 1)。

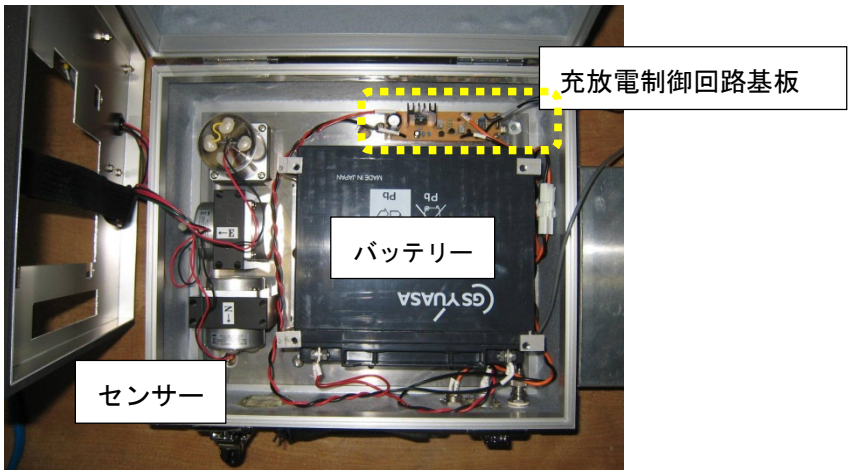


写真 1　強震計トランク内部

3-08

ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の性能評価および野外使用への検討

技術部技術開発室 外西奈津美

＜始めに＞

蛍光 X 線分析(XRF)とは、物質の元素組成の同定法の 1 つである．物質の状態によらず、サンプルを非破壊かつ短時間に測定を行う事が出来るため、金属鉄鋼・食品・製薬・環境など幅広い分野において利用されている．地震研究所では、RIGAKU 社製の波長分散型蛍光X線分析装置 ZSX PrimusII を保持し、主に火山岩の元素分析を行っている．

昨年、新たに JEOL 社製のエネルギー分散型ハンドヘルド蛍光 X 線分析計を購入した．この装置は土壌や鉱石、文化財などを非破壊・非接触でオンサイト簡易的に分析することを目的に開発された装置である．そのため一部の軽元素が測れない・測定精度がやや劣るという弱点はあるものの、本所既存の XRF に比べ分析時間が短く、かつ非常にコンパクトな作りとなっているため野外調査時における化学分析の有用なツールになりうると期待される．

＜性能評価の方法＞

装置の性能評価のため、以下のテストを行った．

@分析範囲の評価：分析可能な元素の同定

@分析精度の評価：AIST の標準試料を分析し、本所既存の XRF で得られたデータと比較した

@サンプルの表面状態による評価：粒度の違いによる X 線の吸収・散乱傾向を検討した

@野外使用の検討：理想的な使用方法および分析結果の取扱いについて検討した

＜結果＞

＊Na を除く主成分元素 7 種類＋微量元素 19 種類の分析結果を得た．測定誤差は 0.3%．

＊得られた元素ごとに検量線を作成した．

＊堆積物（富士宝永）を粒度別に分析した結果、わずかではあるものの粒度と分析精度に相関がみられた．粒度が細かいほど感度が向上する．

＊調査で分析を行う場合には粒度を揃える事が必要である．

＜今後の検討＞

まだまだこの装置の性能は未知数であり、研究者により良いデータを提供すべく、更なるデータの収集が必須である．そのため、今後はこの結果を検証すべく、実際に野外で使用し様々なデータを得る必要があると考える．