

平成21年度 地震研究所職員研修会



開催日：平成 22 年 1 月 25 日(月) ～ 27 日(水)

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

目 次

日程・プログラム	1
ー 技術発表アブストラクト ー	
宮川 幸治（総合観測室） 「濃尾地方における衛星テレメータ地震観測網の構築」	5
奥田 隆（名古屋大学 地震火山・防災研究センター）・中村衛（琉球大学理学部） 「琉球海溝付近における海底地殻変動観測」	7
渡邊 篤志（総合観測室） 「遠望カメラによる無人ヘリコプタ運用の監視」	9
平原 聡・佐藤 俊也（東北大学 地震・噴火予知研究観測センター） 「アナログ専用線とフレッツ回線の中継方式による地震・火山・地殻変動観測点の IP 化」	11
吉川 慎（京都大学地球熱学研究施設火山研究センター） 「阿蘇火山中岳第一火口における採水作業」	13
外西 奈津美（技術開発室） 「蛍光 X 線分析(XRF: X-Ray Fluorescence Analysis)装置を用いた化学分析についての業務紹介」	15
井上 寛之（京都大学地球熱学研究施設火山研究センター） 「火山観測において行われている電磁気的な観測についての紹介」	17
内田 正之・松本 繁樹（技術開発室） 「簡易型太陽電池パネル架台の製作について」	19
渡邊 篤志（総合観測室） 「アナタハン島での長期オフライン地震観測 ー回収編ー」	21
宮川 幸治（総合観測室） 「中国における臨時広帯域地震観測網（NECESSArray）の構築」	23

平成 21 年度 地震研究所職員研修会 日程・プログラム

日 程	平成 22 年 1 月 25 日(月) ～ 27 日(水)	
	25 日(月) 13:30 ～ 17:30	技術発表・特別講演
	26 日(火) 09:00 ～ 17:30	グループ研修
	27 日(水) 09:00 ～ 12:00	技術発表・特別講演・修了証書交付
会 場	東京大学地震研究所 2 号館 5F 第 1 会議室ほか	

諸注意等

- ※ 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
- ※ 初日の懇親会の会費（2,000 円）は初日の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き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。
- ※ 2009 年度の研修運営委員は以下の 9 名です。
中谷正生(運営委員長)、卜部卓(運営副委員長)、田上貴代子(実行委員長)、宮川幸治(実行副委員長)、内田正之(委員)、荻野スミ子(委員)、坂守(委員)、渡邊篤志(委員)、渡辺茂 (委員)

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

黄 … 技術発表
緑 … 特別講演

13:00～13:30	受付 @ 2 号館 5F 第 1 会議室入口		
13:30～13:40	挨拶 平田 直 地震研究所長・中谷 正生 研修運営委員長 〈司会 田上 貴代子〉		
技術発表 〈座長 内田 正之・坂 守〉			
13:40～14:00 (20 分)	(1)	発表者	宮川 幸治 (総合観測室)
		題 目	濃尾地方における衛星テレメータ地震観測網の構築
14:00～14:20 (20 分)	(2)	発表者	奥田 隆 (名古屋大学 地震火山・防災研究センター)
		題 目	琉球海溝付近における海底地殻変動観測
14:20～14:40 (20 分)	(3)	発表者	渡邊 篤志 (総合観測室)
		題 目	遠望カメラによる無人ヘリコプタ運用の監視
14:40～15:00 (20 分)	(4)	発表者	平原 聡 (東北大学 地震・噴火予知研究観測センター)
		題 目	アナログ専用線とフレッツ回線の中継方式による地震・火山・地殻変動観測点の IP 化
===== 休憩 (10 分) =====			
技術発表 〈座長 荻野 スミ子・渡邊 篤志〉			
15:10～15:30 (20 分)	(5)	発表者	吉川 慎 (京都大学 地球熱学研究施設火山研究センター)
		題 目	阿蘇火山中岳第一火口における採水作業
15:30～15:50 (20 分)	(6)	発表者	外西 奈津美 (技術開発室)
		題 目	蛍光 X 線分析(XRF: X-Ray Fluorescence Analysis)装置を用いた化学分析についての業務紹介
15:50～16:10 (20 分)	(7)	発表者	井上 寛之 (京都大学 地球熱学研究施設火山研究センター)
		題 目	火山観測において行われている電磁気的な観測についての紹介
16:10～16:30 (20 分)	(8)	発表者	内田 正之 (技術開発室)
		題 目	簡易型太陽電池パネル架台の製作について
===== 休憩 (10 分) =====			
特別講演 〈座長 荻野 スミ子・渡邊 篤志〉			
16:40～17:30 (50 分)	講 師	渡辺 秀文 教授 (火山噴火予知研究推進センター)	
	題 目	火山噴火の中期予測へ向けて：伊豆大島火山の活動状況と概念予測モデル	
	概 要：火山噴火の中期予測を実現するためには、噴火準備過程を解明する必要がある。特に、マグマの蓄積過程とマグマが再上昇開始する条件がどのようにして達成されるかを解明することが最も重要な課題である。伊豆大島火山では、1989 年以降山体膨張が再び開始し、さらに、この変動は 1～2 年間隔で収縮／膨張を繰り返し、経年的には膨張が蓄積していることが確認されている。これらの現象は、マグマが再上昇を開始する条件がどのように達成されるのかという問題と密接に関連する。そこで、玄武岩マグマから最初に脱ガスする CO2 をモニターするために、2005 年 9 月以降、山頂火口東部で地中 CO2 濃度連続測定を継続している。これまでの観測により、CO2 濃度増加とカルデラ内外の地震活動活発化に大まかな対応関係がみられることが分かっている。講演では、地殻変動、地震活動および地中 CO2 濃度変化を総合し、伊豆大島火山噴火の概念予測モデルを紹介する。		
18:00～	懇親会 @ 1 号館 7F ラウンジ (参加費 2,000 円・研修会受付時に徴収致します)		

2 日目：1 月 26 日(火) グループ研修

09:00～12:00	グループ研修 ー午前の部ー
12:00～13:30	Lunch Break
13:30～17:30	グループ研修 ー午後の部ー

1. 「ノイズのはなし」

講師：(株) 電研精機

場所：2 号館 2F 講義室 (2 号館正面玄関側エレベータを 2F で下りた後右折し、別館まで進む)

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します。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) を例に学びます。

2. 「第二種電気工事士」

講師：藤瀧 和弘氏

場所：2 号館 2F 第 2 会議室 (2 号館正面玄関側エレベータを 2F で下りた後右折すると別館の手前にある)

概要：たとえばアースの設置や接続工事をするにも、本当は電気工事士資格が必要であることを知っていますか？ 600 ボルト以下の電気配線・設置・変更工事を行える「第二種電気工事士」資格試験に向けて、筆記と実技の講習を行います。

3. 「ネットワーク講習 (入門編+α)」

講師：中川 茂樹 助教 (地震予知情報センター)

場所：1 号館 2F 事務会議室 A (1 号館エレベータを 2F で下りて後左折し、少し進むとある)

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する。

3 日目：1 月 27 日(水) 技術発表・特別講演 @ 2 号館 5F 第 1 会議室

技術発表		〈座長 田上 貴代子・渡辺 茂〉	
09:00～09:20 (20 分)	(9)	発表者	渡邊 篤志 (総合観測室)
		題 目	アナタハン島での長期オフライン地震観測 ー回収編ー
09:20～09:40 (20 分)	(10)	発表者	宮川 幸治 (総合観測室)
		題 目	中国における臨時広帯域地震観測網 (NECESSArray) の構築
===== 休憩 (10 分) =====			
特別講演		〈座長 田上 貴代子・渡辺 茂〉	
09:50～10:40 (50 分)	講 師	佐野 修 教授 (地震地殻変動観測センター)	
	題 目	固体地球科学における技術開発研究の役割	
	概 要	計測, 観測あるいは観察のための新たな「道具」をえることにより, それまで間接的に推定していた「もの」を直接見る(観る, 診る)ことが可能になる. すなわち「技術開発研	

	究」は、固体地球科学に限ることなく、広く、観測研究、実験研究あるいはまた医学分野の発展に寄与してきた。最近の地球科学分野では人工衛星利用技術、海域観測技術が想起され、宇宙線の利用が期待されている。極限環境で動作する観測・計測機器の開発もあげられる。一方、極限環境に到達する技術の開発など、基盤となる技術の開発となると、地球科学研究者の想定外である。したがって最近の大学の改組で「医工学分野」の提案が見られるように、理学分野と工学分野の連携が不可欠である。職員研修会では、地震研究所の技術職員の役割を念頭におきながら、固体地球科学における技術開発研究の役割を概観してみる。
===== 休憩 (10 分) =====	
特別講演	〈座長 田上 貴代子・宮川 幸治〉
	講 師 金沢 敏彦 教授 (地震地殻変動観測センター)
	題 目 海底観測研究からみた観測技術
10:50～11:40 (50 分)	概 要：海底観測研究に関わり、装置開発を数多く手掛けてきました。開発時の観測研究の要請と新たな観測研究を切り開くという問題意識があって、それぞれの装置を開発してきた訳ですが、観測技術的な側面からこれらの装置開発について振り返ってみたいと思います。どのような装置を開発してきたか、列挙しておきます。 理学部で： 【海底観測装置】ブイ係留式海底地震計、小型 1 秒水平動地震計とジンバル機構、アンカー切り離し機構、超音波トランスポンダー、3 成分高感度センサー用ジンバル機構、カセットテープ式 7 c h アナログ記録装置 (タイマーによる記録開始機構付き)、海底傾斜計、超音波データ通信装置、 【陸上観測装置】ボアホール地震計、水位計、ボアホール傾斜計 地震研で： 【海底地震観測装置】ブイ・テレメータ、長期観測型海底地震計 (高感度地震計、広帯域地震計)、ケーブル式海底地震計 また、地震地殻変動観測センター長として、総合観測室長として、観測研究や技術支援について諸々考えた事などについても、技術研修の場をお借りしてお話させていただきます。
11:40～12:00	挨拶 田上 貴代子 実行委員長
	修了証書交付 平田 直 地震研究所長
	アンケート回収
13:15～15:15 (2 時間程度)	地震研ラボツアー (希望者のみ) 概 要：地震研究所ではアウトリーチ活動の一環として、一般の方々を研究所にお招きして研究所内を案内するラボツアーを実施しています。今年度も職員研修会終了後に実施致します。地震研の実験室・設備に興味のある方は是非ご参加下さい。海底地震計実験室・1 号館免震システム・地震計博物館・他を予定しています。

技術発表会

アブストラクト

(発表順)

濃尾地方における衛星テレメータ地震観測網の構築

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

岐阜県南部から福井県にかけての地域は、1891年に内陸地震として国内最大規模の濃尾地震(M8.0)を引き起こした濃尾地震断層が走る地域であり、また日本列島の中でも地殻歪みの蓄積速度が大きいことで知られている。

このような地域における断層への応力集中過程を明らかにし、更には内陸大地震発生メカニズム解明や発生予測を目指して、2009年度から5ヶ年計画で「濃尾地震断層域を中心とする総合観測」プロジェクトがスタートした。本プロジェクトでは、濃尾地震断層を含む約100km四方の地域において、全国の大学・関係機関と共同で、(1)広域自然地震観測、(2)稠密自然地震観測、(3)電気伝導度構造探査、(4)GPS観測、(5)人工地震探査といった地球物理的な観測を総合的に実施する予定である。

地震研究所では今年度、「(1)広域自然地震観測」を行うために濃尾地方に19点からなる衛星テレメータ地震観測網を構築した(図1)。本発表では、その概要について報告する。

観測網の構成

「(1)広域自然地震観測」を行うための地震観測網は全体で約50点が予定されており、地震研究所は観測網の南側19点を担当することとなった。地震研が構築した観測網は全点において、L-4C-3D短周期地震計(固有周期1秒)と衛星テレメータ通信装置(VSAT)の組合せで構築されている(写真1、写真2)。VSATにはNanometrics製の9式、白山工業製を10式採用した。両製品のパラボラアンテナには全てに融雪装置がついているが、白山工業製の融雪装置のほうが性能が高いと思われる事、また白山工業製のパラボラ

アンテナは楕円形をしており、Nanometrics製の円形φ60cmアンテナに比べて相対的にパラボラアンテナの位置を高く出来ることから、前者を極力積雪地域に設置するようにした。

本システムでは他に、停電・避雷対策としてUPS(GSユアサ製BM1000-10FNG)を採用し、また地震計ケーブルには避雷対策として信号アレスタ(白山工業製AR-100)も取り付けられている。

観測網構築までの流れ

観測網構築の作業は、2009年3月の地点選定から始まった。今回の地点選定においては、1点を除く18点において、まずDATレコーダーとLE-3Dlite地震計の組合せで複数日にわたる臨時ノイズ調査を実施した。その目的は、訪問していた時間帯以外も含めて、安定してノイズレベルが低いことを確認することである。実際に、寺内という地域で見つけたサイトでは、訪問時(夕方だった)は静かであったが、数日にわたるノイズ調査の結果、日中は近くの工場の機械ノイズが大きく発生していることが判明し、地点の再選定を余儀なくされたことがあった。

全点の地点選定を終えて地主との賃貸借契約を終えたのは2009年9月であった。その後工事業者2社に工事を見積もらせ、安かった方を選んで11月から工事が開始された。商用電気用の引込柱・地震計台・VSATアンテナ用マストの工事がほぼ終わった11月末から、技術職員が現地へ赴き約2週間かけて地震計とVSATの設置作業を行った。全観測網の構築が終了したのは12月17日(木)であった。実はその2日後から雪が降り始め、観測網北部へのアクセスは困難となったことから、積雪シーズンに何とか間に合った形での設置作業であった。

さいごに

本プロジェクトは 2013 年度まで続くので、今後はデータの安定取得に向けて努力して行きたいと考

えている。なお本観測網の構築には、技術部総合観測室の多くの技術職員が関わりました。ご協力ありがとうございました。



図 1: 衛星テレメータ地震観測網



写真1: 富野観測点(矢印位置に地震計台)



写真 2: 能郷観測点(矢印位置に地震計台)

琉球海溝付近における海底地殻変動観測
名古屋大学環境学研究科地震火山/防災研究センター ○奥田隆
琉球大学理学部物質地球科学科 中村衛

はじめに

名古屋大学海底地殻変動観測グループでは、駿河湾と熊野灘において海底地殻変動の機器開発・研究観測を行ってきたが、2007年度から琉球大学と共同で（基盤研究B・南西諸島の沈み込みに伴い巨大地震が発生するのか？-海底地殻変動観測からの検証-）中部琉球海溝付近での観測を開始した。

陸上GPS 観測網の速度場から見ると、もし沖縄本島付近の琉球海溝にカップリング領域があるとする、それは海溝軸付近に存在することが予想される。しかしそこは陸から約 100km 離れている。そのため、陸上GPS で海溝付近のカップリングの有無を判断することは不可能である。これを検証するため、GPS/音響測距の結合方式による海底地殻変動観測をおこなう。琉球海溝付近では、フィリピン海プレートが約 9cm/yr で北東方向に沈み込んでいる。一方、沖縄本島側は沖縄トラフの拡張により約 2cm/yr で南南東方向に移動している。2つのプレートの相対速度は約 10cm/yr になるため、センチメートルオーダーの測位ができれば、1年程度の観測でプレート間カップリングの有無が計測できる。

観測の概要と準備

海底地殻変動観測は図 1. のように、海底に設置した基準局の位置を船上から音響で計測し、同時にCTDプロファイラーで水温・圧力・塩分濃度を計測する。船の位置をキネマティックGPSで決定することで行う。観測地域は沖縄本島南東沖およそ 100kmの中部琉球海溝陸側水深 3000m の海底に、音響基準局 3 台を 1 辺約 2km の正三角形に配置し、自由落方式で設置した。観測は沖縄県水産研究センターの協力を得て、漁業調査船「図南丸」（総トン数 176 トン）を使用した。

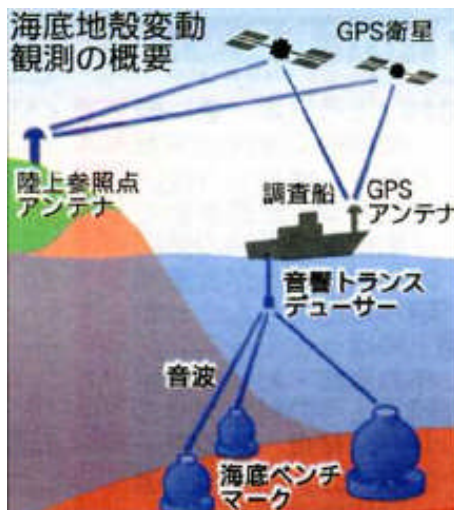


図 1. 海底地殻変動観測の原理

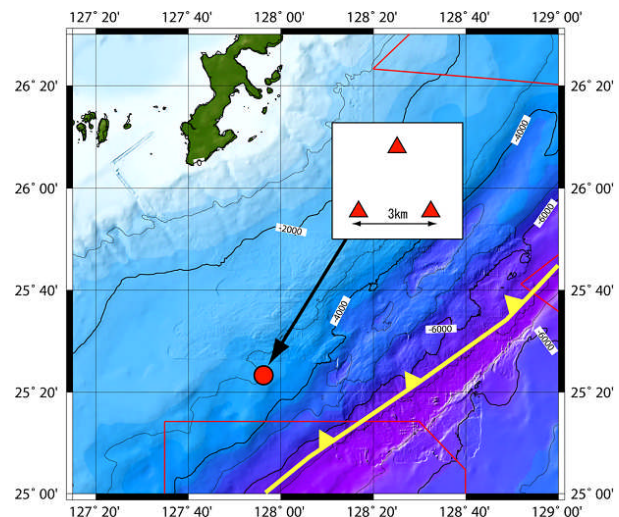


図 2. 海底局設置地点

観測のため事前作業として、調査船へ音響トランスデューサー、GPSアンテナ、揺動測定装置（サテライトコンパス）を取り付けなければならないが、これらのためには機能に応じた設置箇所を選定する必要がある。音響トランスデューサーはプロペラの泡、エンジン音、船体の振動の影響がなるべく小さくなるよう、GPSアンテナは一般的に障害物の多い船上で受信状態をよくするためなるべく高い地点へ、サテライトコンパスもGPSを利用するので高所へと、観測条件を満足する箇所へ設置することが望ましい。船体側へは溶接や機械工作が必要になるが、構造上避けなければならない箇所、通常作業の邪魔にならない箇所の選定等、様々な制約がある。また観測スケジュールは年 2 回、準備期間を含めて 10 日間程度なので、観測期間以外は取り外さなければならない。

いくつかの条件をクリアしながら作業を進め、船体への溶接作業等は、図南丸の停泊地である糸満港にある造船所に依頼した。艀装部品は名古屋で製作し沖縄へ輸送した。すべての機器が設置され観測直前の状態が写真のとおりである。

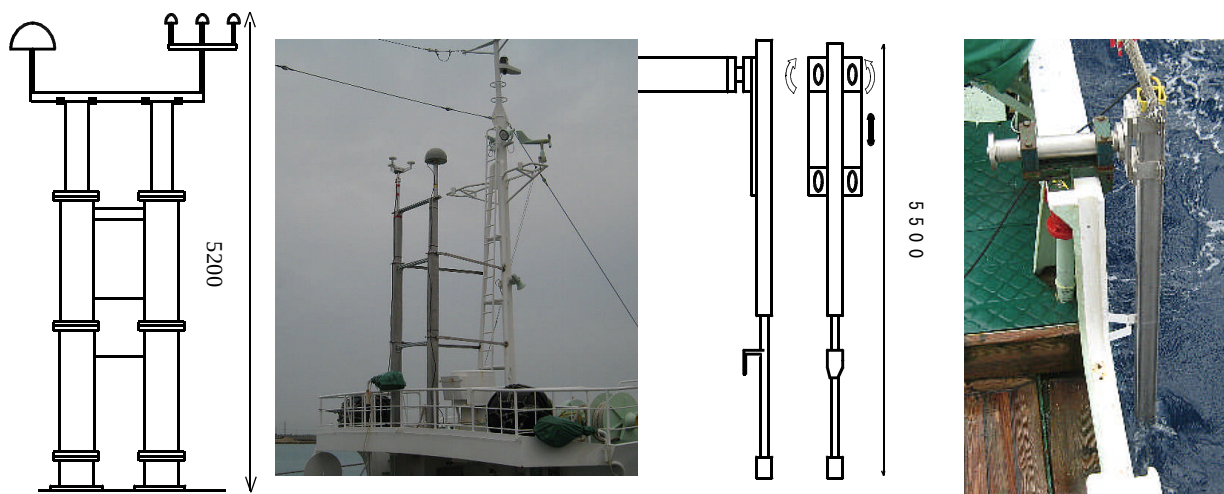


図 3 チョークリングGPSアンテナとサテライトコンパス 図 4 トランスデューサー取り付けロッド

観測結果

第一回目の観測は、2008 年 1 月 15 日から 17 日にかけて三日間行った。沖縄とはいえ真冬の海であるので、強風下、波・うねりとも相当あったが比較的S/N比のよい記録が取得できた。これ以降 2009 年 11 月までに 6 回の観測航海を行った。解析結果の一例を示す。



図 5 観測波形の例

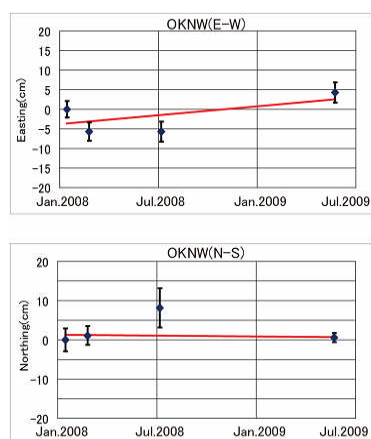


図 6 時系列プロット

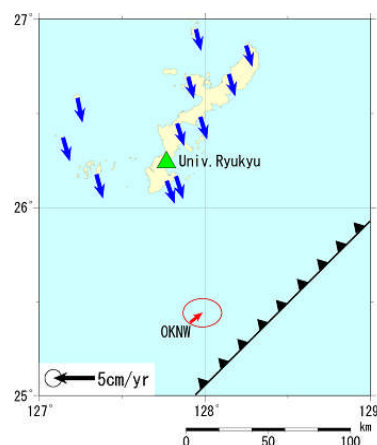


図 7 水平変位ベクトル

遠望カメラによる無人ヘリコプタ運用の監視

東京大学地震研究所

渡邊篤志

はじめに

活動的火山の火口周辺は行政府によって立入が禁止あるいは制限されている場合が多く、また火山噴出物の降下の危険や非常に険しい地形と脆弱な地質により活動中の火口近傍で観測が出来る火山は数少ない。そこで、地震研究所火山噴火予知研究センターでは既に空中磁気測量等で実績のある無人ヘリコプタを利用して火口周辺に設置する火山観測機器を開発中である。本発表では、2009 年 11 月に桜島での設置に際し、ヘリコプタの操作基地局からその様子を監視するために用意した遠望カメラについて報告する。

遠望カメラの必要性

使用したヘリコプタは、予め緯度・経度・対地高度を設定した点を指定された機首方位と速度で通過して自律飛行するよう改造された YAMAHA RMAX Type GII である。機体の運用はすべてヤマハスカイテックが行う。機首下には小型カメラが装備されており地上の様子を見ながら飛行させることが出来るが、あまり解像度が高くないことと遠近感が得られないために機器を着地させる際には横からの監視も必要となる。当初、ステレオカメラの搭載も検討されたが、映像伝送の諸問題や激しく揺れる映像を立体視する難しさから不採用となった。

機材

無人ヘリの運用や観測機器の開発に相当な額を割かねばならないために、遠望カメラは市販の天体望遠鏡を利用して比較的安価に用意することとなった。Vixen のポルタ II ED80Sf(対物レンズ有効径 80mm, 焦点距離 600mm)の直接焦点にシーモ

スコープ PCV(1/4"カラーCMOS センサー, 有効画素数 645x484, 最低被写体照度 2.5 lx)を取り付けてラップトップコンピュータに接続した。この望遠鏡とイメージセンサーの組み合わせで定価 15 万円ほどである。得られる画像は対角視野 20.4 分(1 pixel あたり 1.52 秒)で、例えば 3 km 先を見た場合 1 画素は約 2.2 cm 四方に相当する。設置機器の大きさは 1 辺 30 cm ほどであるので、これだけの分解能があれば十分である。また、像が暗くなるが、接眼レンズ(焦点距離 20 mm)を使ったコリメート撮影も可能である。この場合、直接焦点撮影と比べて約 1.45 倍の拡大撮影が可能となる。

桜島での使用状況

桜島での火山観測機器設置は、次のような手順で行われた。1:ヘリコプタ発着場に基地局を設営。2:空荷で設置予定地点上空までデモフライト。3:携帯電話会社の通信電波状況測定装置を吊してフライト。設置予定点に装置を降下・着地させ、通信試験を行ったのち回収。4:火山観測装置を吊してフライト。設置予定点に降下させ、通信の確立を確認して切り離して帰投。この全フライトを遠望カメラで監視した。さらに、3. と 4. については動画を記録した。

使用した感想と問題点

機体あるいは吊り荷の追尾は、経緯台の微調スクリューを両手で操作し続けねばならず上げっぱなしの腕がかなり疲労する。また、焦点距離が長く僅かな振動で映像がぶれてしまうので慎重な操作が要求される。さらに、当然のことながら自動合焦機能がないので、遠ざかる目標に対して手動で

合焦せねばならない。目標を追尾しつつ適宜合焦するのは大変な作業であった。今回は安価なイメージセンサーとして天体望遠鏡・顕微鏡用の製品を使用した。元来は暗くほとんど動かない像を撮影することが目的の製品であり、日中の明るく動きのある画像を取得するには設計されていない。長焦点距離なので肉眼では分からない陽炎でも像が歪み、日中は電子シャッタースピードが速いので、ぎくしゃくした映像となる。また、フリップミラーにイメージセンサーと接眼レンズの両方を装着して使い分けができるが、合焦位置が異なるためかなり不便であった。イメージセンサーの付属ソフトで動画の撮影が可能であるが、1分あたり約300MBの巨大なAVIファイルが生成される。これらの問題を解決するには、適当な接続リングを購入あるいは自作してコンパクトなビデオカメラを取り付けるようにすればよいであろう。

しかし、致命的な問題が1つある。それは、基地局からは設置予定地点が見通せないことが多かったことである。機器を降下させていくと、等高線に現れない微細な地形の凹凸や稜線の肩に隠れてしまうのである。これについては、島内の立入禁止区域外から設置予定地点が直接見通せて、機材を輸送できる地点がないので致し方ない。観測機器が着地した様子を見ることは出来なかったが、着地直前まで機器の状況を把握できたことは良かった。

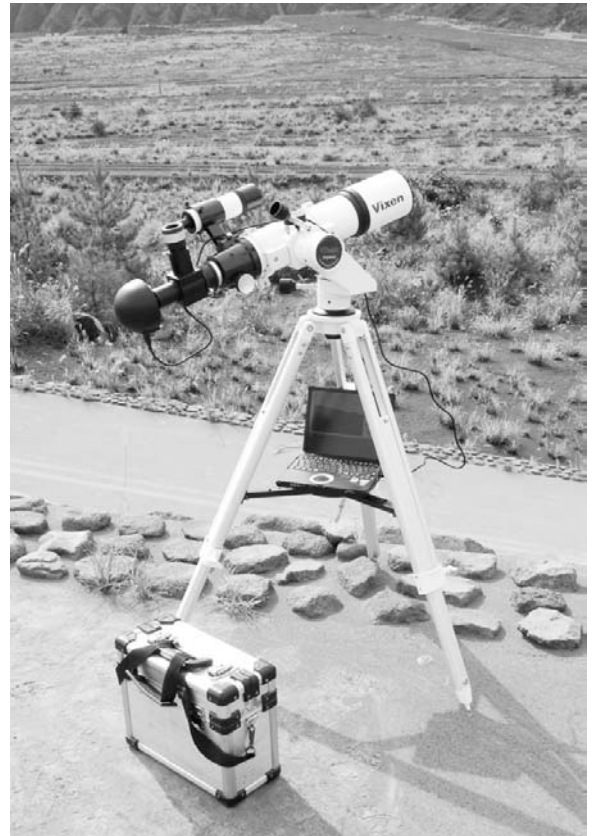


図. 遠望カメラ全景

アナログ専用線とフレッツ回線の中継方式による 地震・火山・地殻変動観測点の IP 化

平原 聡・佐藤 俊也

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

1. はじめに

地震や火山噴火現象は地球内部における活動の地表への現れであり、マントル下降流部分に相当する「プレートの沈み込み帯」は地球内部における物質循環の中で重要な役割を担っている。東北日本は、日本海溝から東側の太平洋プレートが西側のユーラシアプレートの下に沈み込んでおり、典型的なプレート沈み込み帯に位置している。このため、東北日本は地震や火山の活動が極めて活発であり、プレート沈み込み帯のダイナミクスを理解する上で、世界的に見ても大変貴重な研究フィールドである。

東北大学 地震・噴火予知研究観測センターでは、東北地方を中心に約 110 ヶ所の地震・火山・地殻変動観測点と約 50 ヶ所の GPS 観測点を設置している。観測点からセンターまでリアルタイムに観測データを伝送するためのアクセス回線として、従来は衛星回線および専用回線を用いていたが、現在は主に NTT フレッツ回線を用いている。フレッツ ISDN/ADSL 回線の提供条件は、線路距離長 8.5km 以下、伝送損失 50dB 以下が目安である。フレッツ回線を利用できない 11 ヶ所の観測点では、3.4KHz アナログ専用線を利用して中継点までデータ伝送を行い、中継点の ISDN/ADSL 回線を利用してデータ伝送を行っている。

フレッツ回線を利用できる観測点では、多成分の地殻変動観測データを伝送するために LPAS (Long Period data Acquisition System, 三浦ほか, 2005) を導入している。LPAS 用 PC は専用線に対応していないため、専用線対応モデム (マルチテック社製) に接続したデータ変換装置 LT8500 (白山工業製) や、専用線対応テレメータ装置 OT4100 (沖電気製) を利用してきた。これらの装置は老朽化しており、補修部品を確保できなくなったため、故障すると修理不能となる。

本研究では、中継点と観測点間のアナログ専用線に接続可能なルータを導入して、センターと観測点間の透過的な IP 通信が可能な『専用回線 IP 接続データ伝送システム』について報告する。

2. 専用回線 IP 接続データ伝送システム

2.1 専用線 IP 接続ルータの設定

専用線 IP 接続ルータ NetGenesis SuperOPT-ITS Plus (マイクロリサーチ) の仕様は表 1 の通りである。中継点 (着信側) と観測点 (発信側) 間のアナログ専用線で双方向の IP 通信を行えるように、ルータの内蔵モデムを設定する。着信側ルータの WAN ポートで、中継点の IP アドレス (24 ビットマスク) と、発信側ルータの LAN ポートにある観測点の IP アドレス (28 ビットマスク) との IP アドレス変換 (NAT) を行う。センターから中継点までは NTT の IP-VPN サービス『フレッツオフィス』を利用しているので、センターと観測点の装置は直接的に双方向の IP 通信を行うことが可能となる。また、センターから着信側ルータの Web 管理画面 (80 番ポート) へのアクセスと、PING コマンドへの応答ができるように、WAN ポートの IP マスカレードを設定する。

表 1. 専用線 IP 接続ルータの仕様

製品名/型番	NetGenesis SuperOPT-ITS Plus/MR-OPT-ITS+
適用回線	電話回線 (一般公衆回線), 専用回線 (3.4KHz 2 線式)
外部ポート	WAN, LAN, モデム (内蔵モデム), シリアル
ルータ通信速度	10/100Mbps
IP アドレス変換	NAT, IP マスカレード (NAPT) ※IP アドレスは最大 16 個まで

2.2 専用回線 IP 接続データ伝送システムの設置

本システムのネットワーク構成は図1の通りである。フレッツ回線を利用できない仁別観測点と、中継点の秋田観測所（ADSL 回線）に対向する専用線 IP 接続ルータを設置した。

実際に設置してみて、着信側ルータでは WAN とモデムの両ポートをデフォルトゲートウェイに設定する必要があることがわかった。また、IP 変換装置について IP-CONV（ト部，2006）を使用すると、WIN データ集約装置からの再送要求が頻発して、大量のパケット欠落が発生したが、TP155-4（白山工業製）への置き換えを行ったところ、パケット欠落は発生しないことがわかった。

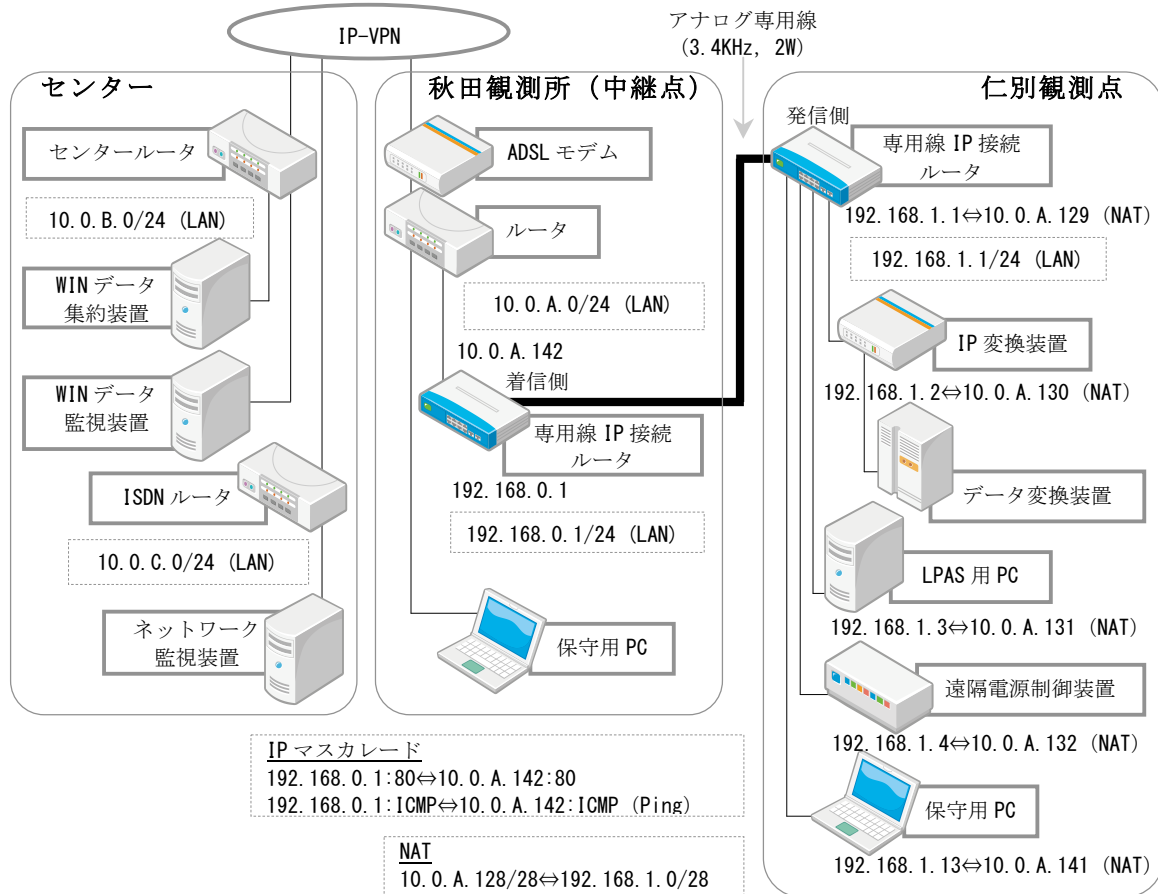


図1. 専用回線 IP 接続データ伝送システムのネットワーク構成

3. まとめ

アナログ専用線とフレッツ回線の中継方式では、専用線 IP 接続ルータを利用することで観測点を IP 化できることがわかった。実際に、専用回線 IP 接続データ伝送システムを仁別観測点に設置して、センターと観測点間で透過的な IP 通信が可能であることを確認した。フレッツ回線を利用できない中継方式の観測点について、本システムへの切り替えを順次行う予定である。今後も各種通信サービスを利用して高品質の地震観測データの取得に努め、地震予知・火山噴火予知の研究に貢献していきたい。

参考文献

- [1] 立花憲司，河野俊夫，平原聡，中山貴史，鈴木秀市，2008，フレッツ回線による地震・GPS・火山観測データのデータ伝送・収録システムおよびデータベースの開発，東北大学大学院理学研究科・理学部 平成 20 年度技術部報告，5-8
- [2] ト部卓，2006，HDLC インターフェースの観測機器をブロードバンド回線に接続するための IP 変換装置，日本地震学会講演予稿集 2006 年度秋季大会，P115，214
- [3] 三浦哲，小澤哲也，立花憲司，佐藤俊也，2005，PC を用いた低速サンプリングデータ伝送システムの開発，日本地震学会講演予稿集 2005 年度秋季大会，P211，268

阿蘇火山中岳第一火口における採水作業

京都大学理学研究科地球熱学研究施設火山研究センター 吉川 慎

阿蘇火山中岳第一火口の特徴の1つとして、静穏期に火口湖が出現することが挙げられる。この火口湖は、単に雨水が火口底に溜まっているのではなく、火口直下の浅部熱水系の上端が地表に達しているものであると考えられている。したがって、火口湖の湖水を直接採取して分析することが出来れば、火口直下の熱供給系の解明につながるような火山学的に極めて貴重な情報を得ることができる。

火口湖の湖面まで容易に接近できる草津白根火山や New Zealand の Ruapehu 火山では、湖水温の直接測定や湖水採取が繰り返しておこなわれてきた。一方、中岳第一火口には、湯だまりと呼ばれる直径 200m 以上の湖が形成されている。第一火口の火口径は約 400m 以上あり、全周にわたり最大 150m に達する急峻な崖に囲まれているほか、同火口の南側にはときに 800℃に達する噴気孔が存在し、SO₂を多量に含む火山ガスを盛んに噴出している。このような厳しい条件下では、人が接近して湖水を採取することはほぼ不可能であるため、別の手法を用いて採水を行った。

本報告では、採水のプロセスや今後の展望について報告する。



上空から見た阿蘇火山中岳第一火口と周辺地形

蛍光 X 線分析 (XRF: X-Ray Fluorescence Analysis) 装置 を用いた化学分析についての業務紹介

東京大学地震研究所技術開発室
外西奈津美

蛍光 X 線分析は鉄鋼業などにおける各種材料の分析や、土壌・河川水などの環境モニターのための環境分析を中心に様々な分野で用いられる手法である。本所では 2008 年 12 月に「RIGAKU 社製蛍光 X 線分析装置 Primus II」が導入されている。昨年四月の入所以降、この装置の立ち上げに携わり、現在は装置の運用・保守管理などを担当している。本発表では蛍光 X 線分析の概要や装置の特徴について述べるとともに、試料調製の方法や実際の分析例についてもあわせて紹介する。

蛍光 X 線分析の概要：

X線を物質に照射すると、物質中に含まれる元素特有の波長を持つ固有X線（蛍光X線）などが放出される。この波長を分光し目的の元素の蛍光X線を選別することにより、定性・定量分析が可能となる。

装置の概要：

X線発生装置…フィラメントから発生した電子をターゲットに当てX線を発生させる

分光装置…試料から出た蛍光エックス線を分光する

係数記録装置…分光装置で検出された信号を係数記録する（検出器）



試料調整方法：

本所で主に扱う試料は岩石・灰などの鉱物試料である。これらの試料を分析する場合にはガラスビード法が一般的である。ガラスビード法は岩石の粉末試料と融剤 (Li₂B₄O₇) を加熱溶解して形成する。



火山観測において行われている電磁気的な観測についての紹介

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
○井上寛之

はじめに

火山研究センターでは、電磁気的な手法を用いた火山調査を行っている。具体的には電磁探査や電気探査などを用いた地下構造調査やプロトン磁力計を用いた地磁気観測、磁場基準観測、SP(自然電位)探査などを行っている。

今回の発表では筆者が携わっている電磁気的な手法を用いた観測について、主に電磁探査の一手法である MT 観測を中心に紹介をする。

電磁探査の原理について

電磁探査に用いる原理の一つとしては電磁誘導が挙げられる。これは磁場の変化が起こると導体(電気を流す性質を持つもの)に電流が流れる、というものである。その原理を利用して火山地帯の地下構造を調査する。

一般的に地中の岩石そのものは電気を通しにくく電気抵抗が高いのであるが、そこに地下水が介在することで電気抵抗が大幅に低下し、電気を流しやすくなることが知られている。地表では、太陽活動の影響で地磁気の値が刻々と変化する。この磁場変化により、電磁誘導で地中に電場が生じる。その電場の大きさは、地中岩石の電気抵抗に関係するので、磁場変化と誘導電場を同時に観測する事で、地中の電気抵抗の分布を知ることが出来る。これにより地下のどの場所に水が存在しているかを知ることが出来る。

火山においては地下水の有無が噴火様式にも影響を及ぼすことがあることから、こうした地下水の分布についての情報を得ることは非常に重要である。さらに大きな構造についても、構成する岩石の違いにより電気抵抗の値に違いが現われる場合もあり、火山形成史にかかわる貴重な情報を得ることも可能である。

観測の紹介 (MT 観測)

ここで筆者が携わっている MT (マグネト・テルリック) 法という電磁探査手法について紹介する(図 1, 参照)。この手法は観測に用いる電磁応答の帯域によって、VLF-MT, AMT, 広帯域 MT などと呼ばれている。

観測使用機材は、カナダのフェニックス社製の MTU5-A を使用している(図 2, 参照)。電源は 12V のカーバッテリーを使用する。ロガー保護のために、プラスチ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する。ロガーを中心に、鉛塩化電極を東西南北と中心の五箇所に埋設設置する。磁場計測コイルは南北、東西、鉛直方向の 3 成分を埋設設置する。データの記録には CF カードを使用する。

本発表では、これまでに阿蘇や雲仙を主に行われた MT, AMT 観測について結果など(図 3, 参照)を交えながら紹介をする。

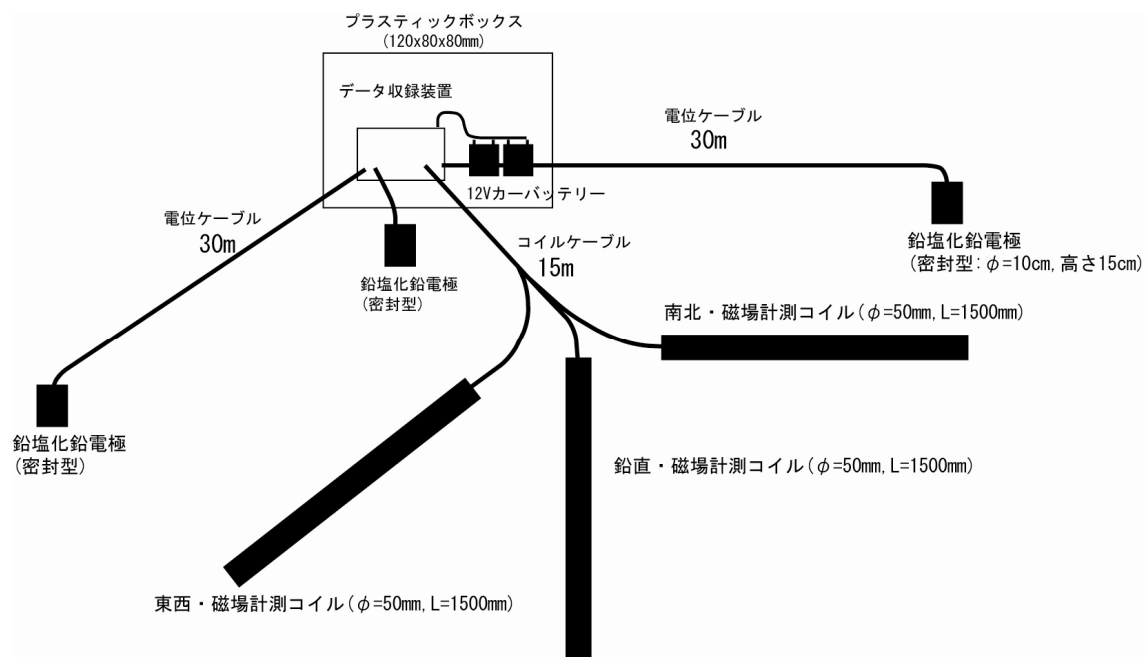


図.1 AMT/MT 観測機器概略図



図.2 観測機器設置風景

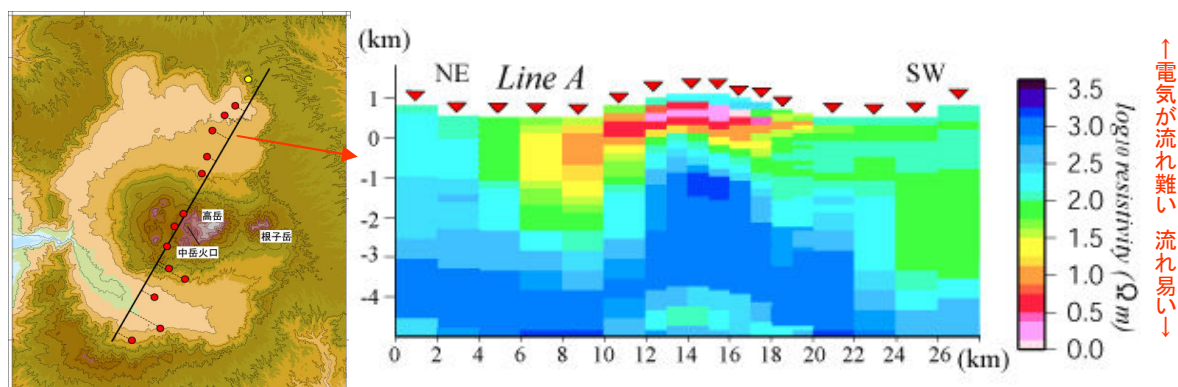


図.3 2008 年阿蘇カルデラにおける集中観測(MT 探査) の結果

簡易型太陽電池パネル架台の製作について

内田 正之 ・ 松本 繁樹

(東京大学地震研究所技術開発室)

発表概要

技術開発室では簡易型太陽電池パネル架台の製作を依頼された。その仕様は

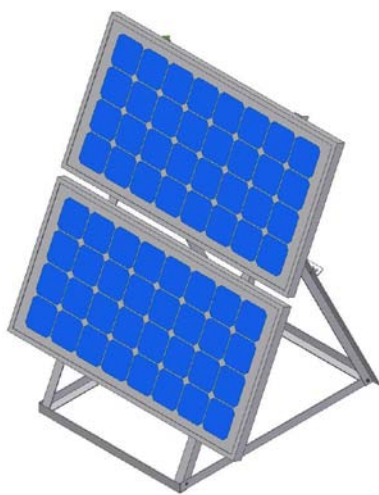
1. 63w パネル (SANYO HIP-63S 938mm×496mm×34mm 重量 6.1kg) が 2 枚設置可能なこと。
2. 組立て式、小型、軽量で背負子にて搬送が可能なこと。
3. 繰り返し使えて、台風にも耐えること。
4. パネルと架台はボルトとナットで固定するとなっていた。

技術開発室ではこれまでに何度か太陽電池パネル架台の製作を行った経験を活かし製作に取り掛かった。

軽量であることを考慮し材料にはアルミアングル (1 辺 30mm 厚さ 3mm) を使用することとし、組立て式、搬送しやすいを考えアングルの組合せ方に工夫ほどこした。そして、ほぼ仕様を満たした太陽電池パネル架台が製作出来た。

技術開発室では各種工作機械は整備されているので、フライス盤やボール盤等を使用し精密に製作したが、このような工作機械が無くても、簡単に製作出来き、各部品のサイズを変更すれば他のパネルにも使用できるので、その製作方法を報告する。

下図に製作した簡易型太陽電池パネル架台の組立てた状態、分割した状態、搬送・収納時に折畳んだ状態を示す。



組立てた状態



分割した状態



折畳んだ状態

アナタハン島での長期オフライン地震観測 一回収編一

東京大学地震研究所

渡邊篤志

はじめに

平成 20 年度の研修会で、北マリアナ諸島のアナタハン島において 5 観測点からなる長期地震観測を実施した旨報告したところであるが、その後 2009 年 7 月 3 日に機材を回収して約 1 年間に亘る観測を終了した。ここでは、設置後から回収までの動作状況について報告する。

観測機器の状況

観測期間中は台風の直撃や大きな噴火もなく、装置が物理的に大きな被害を受けることはなかった。被害がなかったことは幸いであるが、地震・火山活動が低調であったことは誠に残念である。一部の観測点で機材を入れた箱が通気孔の口まで砂に埋まっていたり、箱がゴキブリの巣になっていたりした以外に、観測機器の異状は全く認められなかった。通気孔の口まで砂に埋もれた観測点でも、蓋の隙間から大気が流通しており途中で装置が低電圧のために一時停止することはなかった。

データ収録率

観測開始から電池切れによると思われる装置停止までの間の地震波形データの欠測は、AFOK において 9 月 2 日 6 時 1 分からの 4 分弱の間だけであった。装置停止までのデータ収録率は 99.99986% (2,164,642 / 2,164,645 files) で、連続データ取得の目的をほとんど達成することができた。

動作ログ

使用した HKS-9500 は、地震波形データの他に各種動作状況をログファイルに書き出す。書き出すタイミングは起動時、時刻較正時、CF カードにデータを書き込む時の 3 つである。記録される情報はタイ

ミングによって異なるが、A/D コンバータの設定(基本サンプリング周波数、プリアンプゲイン、フィルターの種類)、CF カード全容量、CF カード空き容量、機種名、ファームウェアバージョン、GPS モジュールのステータス、単独測位結果とジオイド高、測位完了時の位置精度劣化度 (PDOP, HDOP, VDOP)、毎秒の内部時計誤差、書き込む 1 分データ毎のバッファ上のアドレスとデータの先頭時刻、6 秒おきのバッテリー電圧と内部温度など多種に及ぶ。低消費電力化のため CF カードへのデータ書き込みは定期的ではなく、ある程度バッファにデータが蓄積されると書き込みを開始する。データ量にもよるが、その間隔は 100Hz サンプリング 24bit A/D で概ね 20 分間である。このログファイルに残された大量の情報の中から電源電圧、内部温度、内部時刻誤差を取り上げる。

電源電圧

消費電力が約 660mW の装置に対し、動作電圧 10.4V、容量 350Ah の空気アルカリ電池を 2 台並列にして電源としたので、計算上は 1 年以上電力を供給できるはずであった。しかし、メモ리카ードに記録されたデータは 272.3 日分から 346.2 日分で、平均して 299.1 日分であった。どのような電圧降下曲線を辿ったか知りたいところであるが、ここで非常に残念なことに 2009 年 1 月 20 日にデータ回収した際にロガー筐体内部にて AC アダプタからの電源線とバッテリーからの電源線のコネクタを入れ替えたため、それ以降はバッテリー電圧の記録が残っていない。過放電保護回路を回避して最後の 1 滴まで利用しようとしたことが仇になってしまった。

筐体内部温度

アナタハン島は北回帰線より赤道側に位置し、年間を通して日差しが強い。また、日中の日差しを遮る物がないので昼夜の気温差が大きい。図の下段は ANNE における設置後 1 週間までの筐体内部温度をプロットしたものである。内部温度が日の出と共に上がり始め、日が高い時間帯を過ぎると下がり始めるという日照による 1 日の温度変化が見て取れる。直射日光で機器を収めている箱内の温度が上昇してロガーが熱暴走しないように、箱の蓋の表と裏にはそれぞれアルミ蒸着シートと発泡スチロール板を貼り太陽光による熱を防ぐ努力をしていた。これが功を奏したのか、1 時間平均温度の通りロガーの内部温度は本機使用条件である 50℃以下に抑えられている。

時刻精度

GPS による内部時計の較正は 3 時間毎に行うよう設定した。昼夜の気温差が激しいため、朝夕は時計のずれが大きくなるのではないかと予想されたが、内部時計誤差はほぼ 1ms 以内に保たれている。図の上段は ANNE における設置後 1 週間の内部時計誤差をプロットしたものである。概ね気温が高い時間帯には内部時計が遅れ、気温が低い時間帯には内部時計が進む傾向にあることが分かる。データ収録率の節で AFOK にて 2008 年 9 月 2 日 6 時 1

分に 4 分間欠測したと述べたが、これは GPS と内部時計が 1.8ms 以上ずれた場合にはその誤差を解消するため A/D コンバータを再起動させるファームウェアの仕様である。しかし、10ms のサンプリング間隔に対して 1.8ms というのは、許容範囲が狭すぎる感がある。

まとめ

アナタハン島における長期オフライン地震観測は、予想より電池の消耗が早かった事を除き、当初の目的を無事に達成することができた。観測期間中の火山活動は低調であったが、20 日間も継続する特異な連続微動が観測されるなど興味深いデータが得られている。陸上における長期オフライン観測用収録器には DAT 型レコーダー（篠原ほか、1997）があるが、電池や記録媒体の容量の制約から、低予算かつ少人数で簡単に運搬・設置できて 1 年もの間保守作業無しで運用することは困難であった。離島等のアクセスが困難な地域や火山山頂域のように人力で機材運搬をしなければならない領域、あるいは積雪等で冬期のアクセスが不能である地域において長期間に亘り連続データを取得する場合には、今回のシステムが 1 つのモデルケースになるであろう。

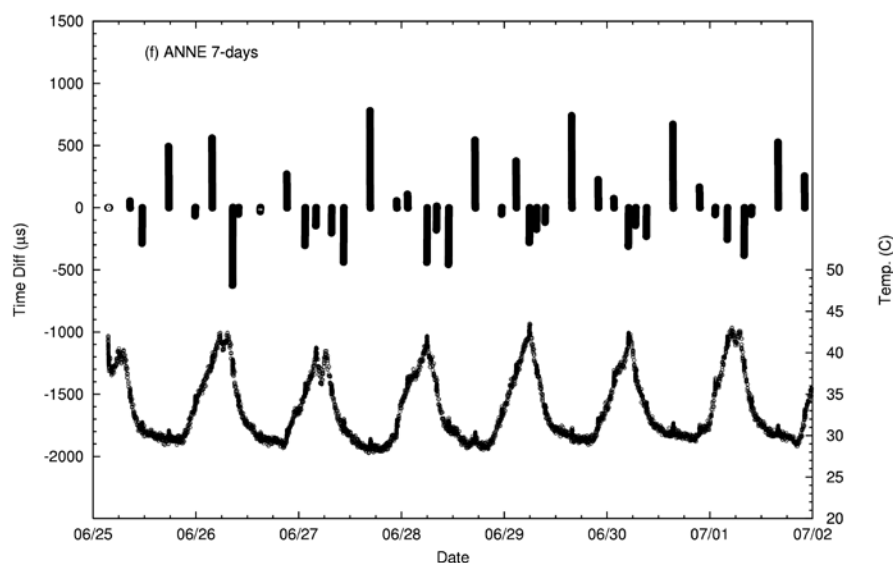


図. ANNE 観測点における設置後 7 日間の内部時計誤差(上)と内部温度(下)

中国における臨時広帯域地震観測網(NECESSArray)の構築

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

NECESSArray とは「中国東北部における大規模機動地震観測計画 (Nort East China Extended SeiSmic Array)」の略であり、中国東北部において 120 点からなる臨時広帯域地震観測網を構築し、約 2 年間観測する挑戦的な計画の事である (図 1)。この計画は日本 (東大地震研・JAMSTEC など)、中国 (北京大学)・米国 (テキサス大学・ライス大学など) の国際共同観測として実施され、中国大陸形成や中国大陸下のスタグナントスラブ、太平洋下のマントルプルーム源、内核の微細構造の解明を目指している。

観測網の構成

観測網は吉林省、黒龍江省、内モンゴル自治区にまたがる東西約 1,600km、南北約 700km にわたり、約 80km 間隔で観測点が配置されている。所々観測点の並びに抜けがあるように見えるのは、既存観測点を避けているためである。

観測点は、安全性の問題を考慮して、殆どのケースにおいて民家の敷地内に設置されている。また浸水などによるトラブルを避けるために、地震計も極力倉庫などの屋内に置くことを優先した (写真 1、写真 2)。

観測機材は、日本から 40 セット、米国から約 90 セット (PASSCAL からレンタル) が持ち込まれ、39 点に日本の機材が、81 点に米国の機材が設置された。地震計は日本・米国共に CMG-3T と STS-2 であり、屋内観測点となる場所には極力 STS-2 を置く形とした。収録機器である、日本からは Reftek 130-01 が、米国からは Quanterra Q330 が採用されている。

なお全てのロガーには自動センタリング機能が搭載されている。地震計は、温度変化を避けるために、地面に約 70cm の穴を掘ってその中に設置し、更に発泡スチロールの箱を被せた後に砂で埋め戻した (写真 1)。またロガーも電源ユニット共に箱詰めされて埋設された (写真 2)。電源システムは、商用電源が得られる場合は簡易的な UPS と共に極力使うようにした。それが困難な場所ではソーラーパネルを使用した (写真 3)。

観測点選定(2009 年 5 月)

観測点の選定と土地交渉を目的に、日本から田中 (JAMSTEC) と宮川の 2 名が、米国から 1 名が中国に集まり、北京大学の教員・学生らと共に現地に赴いた。120 点もあるので、4 班にチームを分けて各約 30 点を担当した。図 1 の緑・ピンク・赤・青の色の違いが、分配された下見地点を指し、宮川の班は南西 (赤色) を担当した。田中の班は北西 (緑色) を担当した。選定作業自体は約 2 週間で完了した。

機材の設置(2009 年 9 月)

全機材が日本と米国から中国に輸送された後に、日本から 6 名 (宮川含む)、米国から 4 名が再度中国に集まり、約 2 週間かけて設置作業を行った。分担した観測点は下見時の 4 エリアをベースに、更に 2 分割して 8 班を作って、各班が約 15 点ずつ担当する形実施され、9 月末に全点の設置が完了した。

さいごに

2009 年 10 月末には最初のデータ交換作業が行われ、この作業にも日本人が 1 名 (地震研の

PD)参加している。回収されたデータは概ね良好で、機材のトラブルも比較的少なかった。
2011年8月頃に予定されている撤収までの間に、あと **2-3 回**のデータ交換作業が予定され

ているが、万全の準備をして交換作業を行い、安定したデータ取得が可能となるよう、今後も貢献して行きたい。

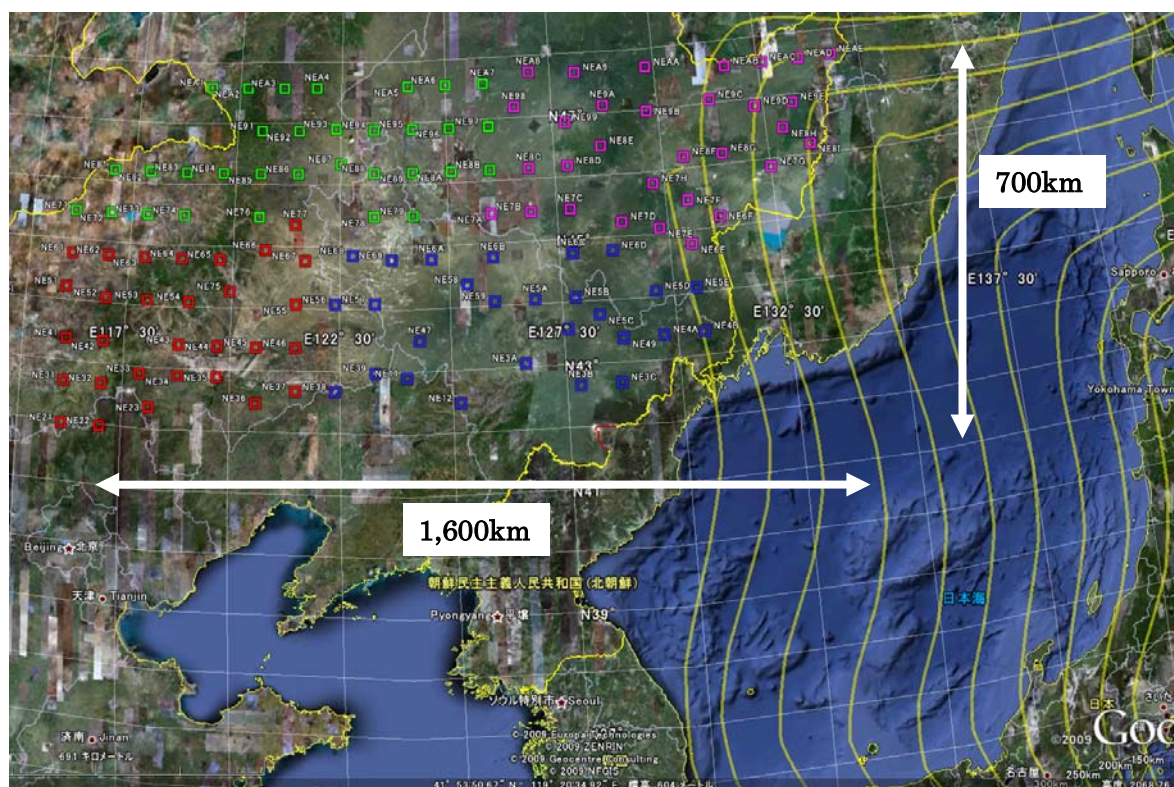


図1:NECESSArray 観測網



写真 1
地震計穴 (NE66)



写真 2
ロガーBOX(NE66)



写真 3
設置後 (NE66) 矢印下に地震計とロガーが埋設されている

