

データ流通ワークショップ 発表要旨集

日時：2013年3月26日（火）11時～17時
場所：東京大学地震研究所1号館3階セミナー室

本ワークショップは以下の研究プログラムの一部として援助を受け開催されたものです。

- 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画(H21-25)研究課題
「地震活動・火山現象のモニタリングシステムの高度化」(課題番号1401)

当日参加者名簿（順不同）

汐見 勝彦	防災科研	鶴岡 弘	地震研
植平 賢司	防災科研	中川 茂樹	地震研
大竹 和生	気象庁	前田 拓人	地震研
上野 寛	気象庁	藤田 親亮	地震研
森脇 健	気象庁	三浦 哲	地震研
清本 真司	気象庁	出川 昭子	地震研
林元 直樹	気象庁	宮崎 裕子	地震研
渋谷 大樹	気象庁	藤田 園美	地震研
勝間田明男	気象研		
渡邊 智毅	マリン・ワーク・ジャパン	以上 46名	
関根秀太郎	予知振興会		
岩瀬 良一	JAMSTEC		
浜田 信生	原子力安全基盤機構		
渡辺 康二	シモレックス		
神定 健二	高見沢サイバネティックス		
山口 照寛	北大		
高田 真秀	北大		
岡田 和見	北大		
出町 知嗣	東北大		
海田 俊輝	東北大		
平原 聡	東北大		
中山 貴史	東北大		
内田 直希	東北大		
小菅 正裕	弘前大		
中道 治久	名大		
山中 佳子	名大		
堀川信一郎	名大		
為栗 健	京大防災研		
三浦 勉	京大防災研		
山品 匡史	高知大		
松島 健	九大		
馬越 孝道	長崎大		
八木原 寛	鹿児島大		
鷹野 澄	地震研		
平田 直	地震研		
小原 一成	地震研		
卜部 卓	地震研		
酒井 慎一	地震研		

データ流通ワークショップ

2013年3月26日（火）11時～17時 地震研1号館3階セミナー室

プログラム

- 11:00-11:10 鷹野 澄(地震研) あいさつ
- 11:10-11:35 関根秀太郎(地震予知総合研究振興会)
振興会観測点の2012年度の稼働状況について
- 11:35-12:00 三浦 勉・加納靖之(京大防災研)
京都大学の定常観測の体制（現状と今後）
- 12:00-13:00 昼食休憩
- 13:00-13:10 平田 直(東大地震研) データ流通についてのコメント
- 13:10-13:35 堀川信一郎(名大)
名古屋大学におけるJDXnetへの接続とその利用状況について
- 13:35-14:00 平原 聡・中山貴史・出町知嗣・鈴木秀市・海田俊輝・内田直希(東北大)
東日本大震災復旧工事と東北大学のJDXnet接続回線・観測点バックアップ体制の強化
- 14:00-14:25 為栗 健・井口正人(京大防災研)
Earth LANを用いた口永良部島、薩摩硫黄島のデータ伝送
- 14:25-14:50 植平賢司(防災科研)
日本海溝海底地震津波観測網のデータ配信について
- 14:50-15:10 休憩
- 15:10-15:35 小原一成(東大地震研)
地震波形モニタリングシステム の改良
- 15:35-16:00 浜田信生(原子力安全基盤機構)
デジタル地震波形は、百年後も読み出せるか？
- 16:00-16:25 ト部 卓(東大地震研)
WINチャンネル表の成分名規則について(2)、およびWINチャンネル番号の拡張について
- 16:25-16:50 ト部 卓・鷹野 澄・鶴岡 弘・中川茂樹(東大地震研)
JDXnet/SINET4上に設置した観測データ中継拠点の試験運用
- 16:50-17:00 討論

地震予知総合研究振興会本部の観測点の 2012 年の状況について

公益財団法人 地震予知総合研究振興会 関根秀太郎

地震予知総合研究振興会としては、長岡地域に 40 点、宮城に 3 点、福島に 5 点の観測点があり、そのデータは JDX-net に流されている。

東北地方太平洋沖地震以降、福島の 3 点の観測点（福島 A、福島 B、三程）に関しては避難区域にある為、オンラインの観測はできなかった。この為、昨年 5 月よりオフライン観測を行っていた。しかし、太陽電池を用いて観測している福島 A、B 観測点のデータを見ると、冬場の天候不順の影響により欠測する時間も散見された。福島 B 観測点に関しては立入禁止区域から解除された事を機に電気および電話回線の工事を行い、2013 年 1 月 11 日よりリアルタイムデータ流通を再開した。それに伴い、福島 B 観測点に設置されていた太陽電池システムを福島 A 観測点に配置し、電池容量を増やす予定でいたが、現地でのログトラブルがあったため、4 月以降にモバイル回線とともに再開する予定である。また、熊倉観測点は、地震以前は地震計データおよび地殻変動データを東北大に直接配送していたが、2012 年 7 月 13 日に切り替え、振興会から地震研を経由して配送している。なお、体積歪計や傾斜計、温度計などの地殻変動に関するデータは、サーバ側の問題でソフトウェアの改修を行わなければならなかった為、平成 24 年 8 月 3 日からデータ転送が開始された。

宮城地域の 3 観測点に関しては、宮城 B 地点の電話回線が復旧していない為、モバイルルータによる観測を行っているが、通信開始当初のような、通信回線の不具合による欠測はほぼなくなっている。

長岡地域の 40 観測点において、しばしばロガーが停止し、データが取得できない観測点が現れた。検証したところ、ロガー内の時刻同期の為の水晶（TC-VCXO）の不具合が存在していた為、GPS による時刻補正の失敗によりロガーが停止する事が判明した。この部分の不具合を持ったロガー 21 観測点 30 台に対して、5 月から 11 月にかけて、予備保全も含めて同じロットのロガーの交換を行った。また、ボアホール地震計に不具合がある観測点が数点発生しているが、速度計に影響が出始めている観測点から、修理を開始している。現在までに 2 観測点の修理を行い、さらに、現在 2 観測点の修理中である。引き上げ修理の間は、速度計を地上に置き仮観測を行っている。

長岡地域の GPS 観測点に関しては、GLONASS の実験も行なった。長岡の観測網の観測点は、地震観測がメインの為 GPS 観測点の環境としては、良くない点も存在するが GLONASS の処理を加えることにより、データが改善されている。

京都大学の定常観測

- 現状と今後 -

京都大学 防災研究所

○三浦 勉 加納靖之

1. はじめに

京都大学地震予知研究センターにおける地震観測網について紹介する。当センターの微小地震観測網は各地域に設立された観測所を中心に行われてきた。北から上宝観測所(岐阜県)、北陸観測所(福井県)、鳥取観測所(鳥取県)、阿武山観測所(大阪府)、徳島観測所(徳島県)、宮崎観測所(宮崎県)の6か所である。それぞれの観測所に設立当初以来、採用された職員が勤務していたが、定年をむかえ、無人となる観測所が増えてきた。来年度には、既に無人化している北陸観測所に加え、徳島観測所と鳥取観測所も無人化予定である。

2. 観測網

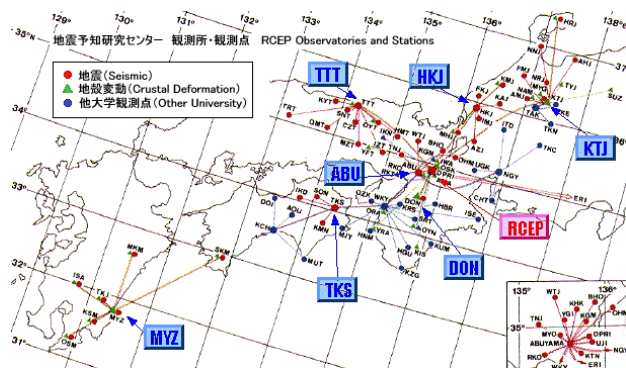


図 1 観測網

各観測点は、ほとんどの点で地上回線によるテレメータが形成されているので、障害がない限りメンテナンスの必要はほとんどない。ただ、観測点に寄っては、環境条件によって周囲の木々の伐採や草刈りなどが定期的に必要となる点がある。

障害の発生にそなえ、宇治にいる職員が定期的に波形や機器のステータス確認を行うことによって現地の状態確認、ネットワーク網の確認などをおこなっており、対策ができるようにしている。保守については、観測点のメンテナンス記録をつけ(点の記)、どの程度のタイミングで保守をすべきかの目安にしている。

3. 現状の体制

(ア)人員配置と観測点

上宝観測網(8点):教員+技術職員+時間雇用者(各1名)、北陸観測網(6点):無人、鳥取観測網(7か所):再雇用者1名、阿武山観測網(9点):教員+技術職員+時間雇用者(各1名)、徳島観測網(4点):再雇用者1名、宮崎観測網(2点):教員2名+技術職員1名

(イ)点の記

点の記には、観測点の位置情報、地主情報、計測機器の情報、メンテナンス記録をまとめたもので、従来観測網単位で各地の技術職員等が記録していたものをフォーマットを統一して記録しているものである。

(ウ)波形確認

リアルタイム波形をモニタリングし、欠測が起こった時は、原因解決を行い、失われたデータの補間に努めている。

4. 今後の体制

(ア)人員配置と観測点

上宝観測網:教員+技術職員(各1名)、北陸観測網:無人、鳥取観測網:時間雇用者1名、徳島観測網:無人、宮崎観測網:変わらず

(イ)保守全般

無人となる点では、宇治勤務の教職員が保守を行う。

5. まとめ

今後は、手の届きにくい場所や障害復旧に時間がかかるケースが出るかもしれないので、更に、リモート機器等便利なものは取り入れていく必要がある。

名古屋大学における JDXnet への接続とその利用状況について

堀川信一郎（名古屋大学 地震火山研究センター）

【1】名古屋大学-JDXnet の接続状況

2011 年、JGN2plus は新サービスである JGN-X に移行したが、アクセスポイント（AP）は半減した。名古屋大学は学内のアクセスポイント（AP）を失い、JDXnet への接続は SINET に頼ることになった。その後、JGN-X 大手町 AP（東京）までの足回りに SINET を利用することで一時的な対応をしたが、名古屋側の SINET に不具合が生じれば JDXnet への接続が断たれてしまう。そのため、ダークファイバ（DF）を契約、学外にある名古屋 AP までの接続を確保し経路の二重化を復帰させた。SINET 経由での JGN-X 接続経路は DF 不具合時に備えてそのまま残してある。また、長野県（自治体）の御嶽山周辺観測点からのデータ転送経路の 1 つにも JGN2plus を利用していたが（もう片方の経路は気象庁経由）、その両端で AP が廃止されることで経路が閉ざされた。JGN-X へのサービス更新は名古屋大学にとっては残念ながら不利益なものとなった。

【2】名古屋大学-観測点

長野県は隣接県であり名古屋大学のテレメータ観測点は少なくないが、この地域は NTT 東日本に属するため、NTT 西日本に属する名古屋大学との間で NTT が提供する VPN サービスで接続できない「NTT 東西の壁」がある。NTT 東日本圏内の観測点は地震研の回線とフレッツグループを作り、地震研のネットワーク内部から JDXnet にデータを配信していたため、名古屋大学から観測点にリモートアクセスできず不便があった。2010 年 9 月、フレッツグループからフレッツ VPN ワイドに切り替えを行う機会にこの点を改善し、データ収集サーバを SINET（データ流通網）に直接接続することで、SINET 経由で観測点へのリモートアクセスが可能となった。

NTT 西日本に属する約 20 観測点についても 2011 年に VPN ワイドへの移行を行った。

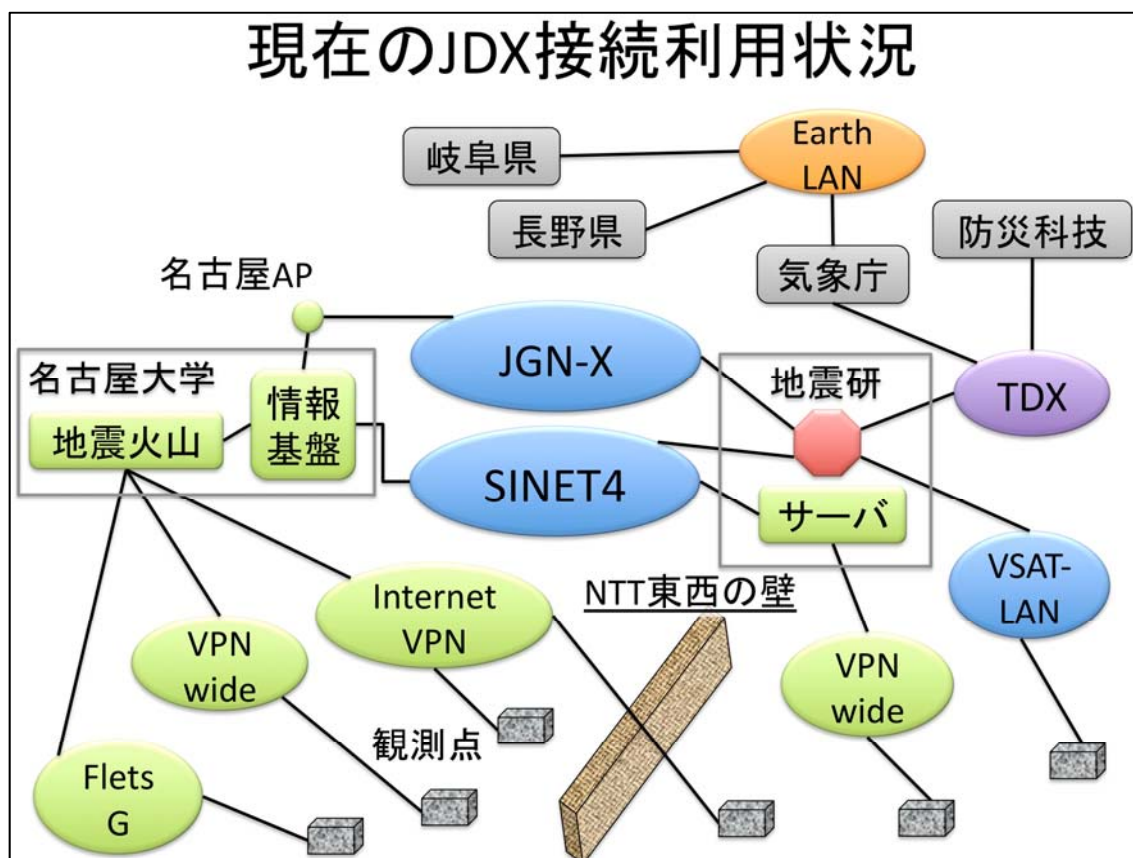
【3】今後の検討課題

（1）において、JGN2plus で実現していた長野県（自治体）との流通経路は、

経路が二重化するだけでなく、地域との観測体制の連携が強まる効果を期待していた面がある。現在、代替する経路の検討は停止しているが、今後検討していく必要があると考えている。この長野県との関係に限らず、平時から自治体が持つ広域ネットワークの利用実績（前例）を作っておくことによって、新たな観測点の展開や経路の多重化は容易になってくるように思う。その利用の可能性や交渉を一大学、一センターで地道に進めていくことは必要であるが、より組織的に行うことができれば、より良い結果に繋がるように思う。

（２）で記したように NTT 東日本の観測点へのリモートアクセスは可能となったが、地震研（東京）側のネットワークトラブルが生じると観測点へのアクセスや、データ欠測の問題が生じる。このため、東日本観測点で構成するフレッツ VPN への別経路を検討しておく必要がある。光や ADSL による太い回線を持つ観測点とインターネット VPN を構築することで経路の二重化は可能である。

NTT 西日本の観測点で構成するフレッツ VPN についても、経路の二重化等の強化対策やバックアップ体制は整っていない。この点についても検討し改善していく必要がある。



東日本大震災復旧工事と

東北大学の JDXnet 接続回線・観測点バックアップ体制の強化

平原 聡・中山 貴史・出町 知嗣・鈴木 秀市・海田 俊輝・内田 直希
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

2011 年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）の発生により、仙台市は震度 6 強・弱の揺れに襲われた。東北大学は、丘陵部にある青葉山キャンパスでの被害が大きく、建物の損傷、地割れ、崖崩れが多数発生して、長期間の停電と断水に見舞われた。特に、本震直後の約 1 時間は震度 5 前後の余震が相次いだため、地震・噴火予知研究観測センターでは、自家発電機を稼働することができず、中枢部であるテレメータ室の全機能が一時的に失われた。また、学内の川内交換所とサイバーサイエンスセンターが本震直後の 1～2 日間停電したため、全国地震観測データ流通ネットワーク JDXnet と、東北大学の地震・火山・地殻変動・GPS 観測点ネットワークの双方で通信できなくなったことは、今後のデータ流通に大きな課題を残した。

今回は、東日本大震災復旧工事による各種ネットワークへの影響と、震災後に実施した JDXnet 接続回線および観測点バックアップ体制の強化について報告する。

2. 東北大学における東日本大震災復旧工事

当センターのある青葉山南キャンパスでは、現在、工学研究科の電子・応物系、人間・環境系、マテリアル・開発系の 3 つの実験研究棟で改修工事が行われている。これらの工事では、東北大学総合情報ネットワークシステム StarTAINS の学内光ケーブルが切断されるため、事前に新たな迂回路を設けて、各種ネットワークの切断時間が最短となるように、現用光回線切替え工事（2011/10/18）と、光ケーブル迂回工事（2013/1/29）の 2 回に分けて、ネットワーク切り替え作業が実施された。特に、SINET4 回線については、波長多重方式（WDM）から SM タイプメディアコンバータ直収方式へ変更されたため、レイヤ 2 スイッチ接続ポートの通信速度変更作業（2011/11/7）を追加実施した。2013 年 3 月現在の接続構成は図 1 の通りである。

3. JDXnet 接続回線の構成変更

当センターでは、震災前から、JDXnet とのデータ交換のため、JGN-X および SINET4 の 2 つの高速広域ネットワークに接続して、通信経路を二重化していた。また、川内交換所とサイバーサイエンスセンター以外の、経路上にある工学研究科の施設には自家発電設備が無かったが、停電時でも通信できる構成であった。

今回の復旧工事において、センター側の StarTAINS 学内光ケーブルとの接続箇所を、耐震強度が低いセンター A 棟から、テレメータ室のあるセンター B 棟に移設した。これに伴い、TAINS エッジルータと、センター LAN 基幹レイヤ 3 スイッチを A 棟 3 階廊下から B 棟テレメータ室へ移設するとともに、新設 TAINS ラックの耐震工事を行い、ネットワーク機能を強化した。

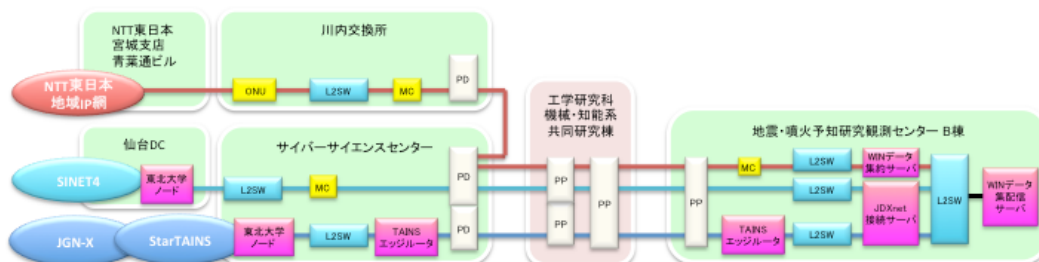


図 1 JDXnet/地震・火山・地殻変動・GPS 観測点ネットワークとの接続

4. 観測点の電源・通信機能のバックアップ体制

当センターでは、東北地方の 82 カ所のオンライン定常観測点と、日本全国の 111 カ所のオンライン臨時観測点を設置して、地震・火山・地殻変動・GPS 観測点ネットワーク（図 2）を運用している。観測点側のアクセス回線は、フレッツ ISDN/ADSL の固定回線と、NTT docomo および KDDI（au）のデータ通信端末によるモバイル回線を利用している。また、アナログ専用回線による中継方式では、観測点との IP 通信が可能である。センター側のアクセス回線は、フレッツ・オフィスと、StarTAINS によるインターネット接続を利用している。センター内では、WIN データ集配信サーバで観測点と JDXnet から受信したデータの転送処理を行っている。

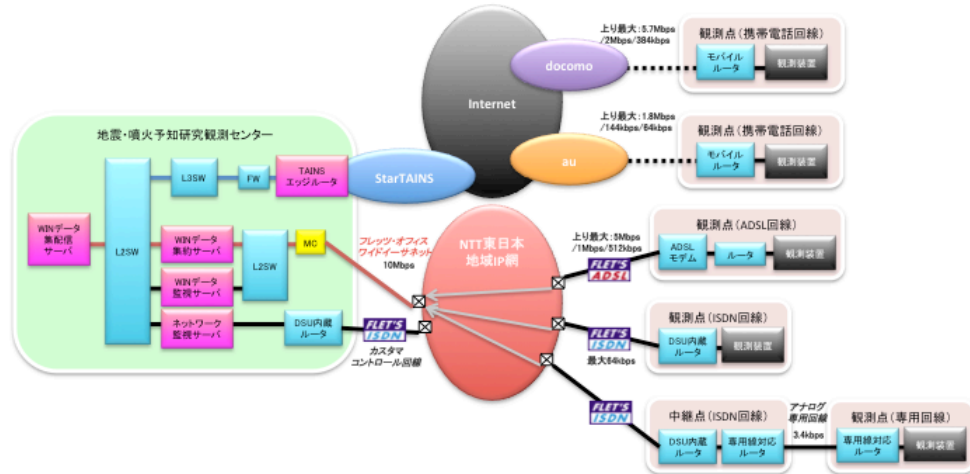


図 2 地震・火山・地殻変動・GPS 観測点ネットワーク（固定回線／モバイル回線）

2013 年 3 月現在の観測点分布は図 3 の通りである。震災後から、太平洋沿岸、遠隔地にある観測点（表 1）を中心に、UPS による数時間の短期的停電対策と、フロート充電方式バッテリーによる数日間の長期的停電対策を進めている。特に、宮城県沖の最前線にある金華山観測点では、モバイル回線でデータ伝送経路を二重化して、バックアップ体制を強化した。

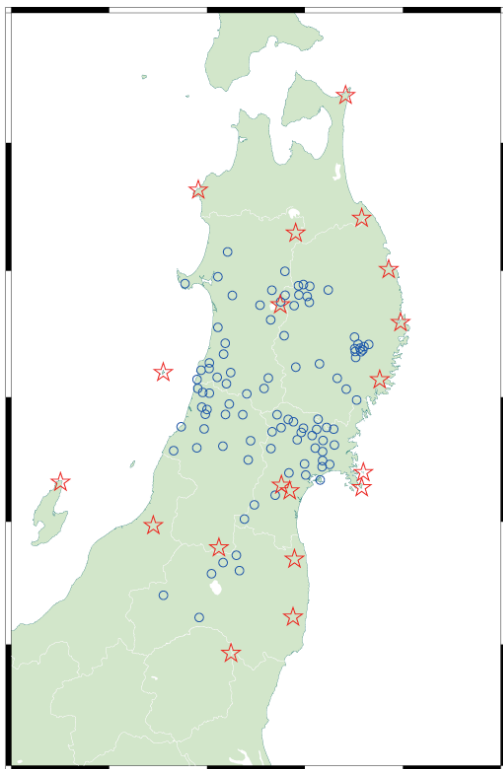


図 3 観測点分布図

（☆印は UPS 有り，○印は UPS 無し）

表 1 観測点の対応状況

観測点	UPS	フロート 充電方式 バッテリー	伝送経路 の二重化
金華山	○	○	○
階上, 東通, 普代, 新三陸, 宮古, 江島, 飛島, 佐渡	○	○	—
深浦, 大湯, 新秋田駒ヶ岳, 青葉山, 芋沢, 白布, いわき, 北阿武隈, 八溝, 新発田	○	—	—

Earth LANを用いた口永良部島・薩摩硫黄島のデータ伝送

○為栗 健・井口正人（京都大学防災研究所）

京都大学防災研究所火山活動研究センターは桜島をはじめとする南九州の活動的火山を火山噴火予知研究の対象として観測・研究を行っている。薩南諸島の薩摩硫黄島、口永良部島、中之島、諏訪之瀬島においても地震・地盤変動観測等を行っている。離島火山における観測ではデータ伝送のための回線確保が難しく、回線速度の問題もあり、高サンプリングデータの伝送は困難な場合が多い。特に、トカラ列島の諏訪之瀬島では、観測開始時はNTTのアナログ電話回線しか使用することができなかった。現在、火口周辺の観測点のデータは400MHz 帯のシリアル無線送信機により諏訪之瀬島の集落および中之島の中継点に送信し、そこからVSAT によりデータを打ち上げ、地震データ流通網に乗せている。口永良部島および薩摩硫黄島においては、気象庁経由のEarth LANを用いたデータ伝送に変更を行ったので、本発表にて報告する。

口永良部島火山は屋久島の西方14kmに位置する主に安山岩質の火山島である。1841年が記録に残る最古の噴火であるが、それ以降、活発な噴火活動を続けている火山である。1980年の噴火以降、たびたび火山性地震活動が活発化し、GPS観測では山頂周辺の膨張が見られるなど、活動を注視する必要がある。薩摩硫黄島火山は鬼界カルデラの縁に生成された火山島であり、2000年頃から小規模な噴火活動を繰り返し、島内に降灰をもたらしている。1934年には近海で海底噴火が発生し、昭和硫黄島を生成するなど活発な火山活動を行っている。火山活動研究センターでは、口永良部島島内において6観測点を設置し、火山観測を行っている。今回行ったデータ伝送の変更以前は、山頂周辺の観測データを無線伝送により島内の集落において集約し、ISDN専用回線（128Kbps）を用いて桜島へ伝送していた。また、島の北側および東側に位置する観測点のデータは薩摩硫黄島および屋久島に無線伝送し、桜島へ送っていた。また、薩摩硫黄島においては2観測点を設置し、口永良部島から無線伝送されてくるデータと合わせて、ISDN 専用回線（64kbps）にて桜島へ伝送していた。一方、気象庁でも口永良部島および薩摩硫黄島において監視業務のために複数の観測点を設置しており、Earth LANを用いてデータ伝送が行われていた。京都大学は気象庁と火山監視のためのデータ提供に関する包括的協定を結び、福岡管区气象台と火山活動研究センターの間で、すでにEarth LANを用いたデータ交換が行われている。両島においても京都大学、気象庁の双方が観測を行っていることから、データ交換およびデータ伝送の効率化を行うために気象庁のEarth LANを用いたデータ伝送を行うこととした。現在、火山活動研究センターが設置している薩摩硫黄島と口永良部島のデータ集約点に気象庁の観測データを集約し、そこからEarth LANを用いて福岡管区气象台に全てのデータを伝送している。また、福岡管区气象台に集約されたデータは既設のEarth LANを用いて、火山活動研究センターに転送されている。

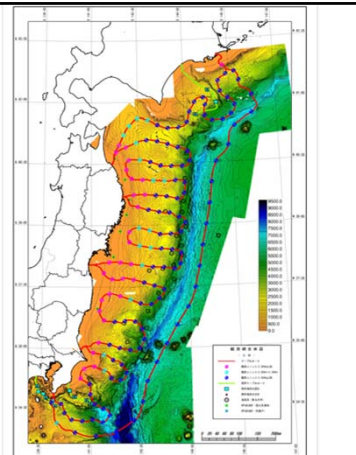
日本海溝海底地震津波観測網の データ流通について

平成25年3月26日

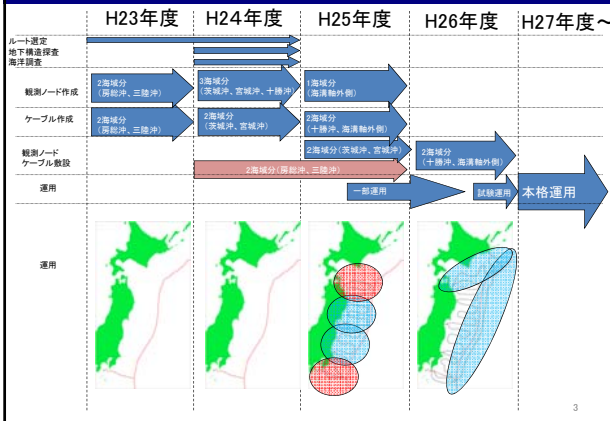
NIED 独立行政法人 防災科学技術研究所
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention
海底地震津波観測網整備推進室
植平賢司

全体の配置図

- 5海域のシステム
(25観測点、30km間隔)
- アウターライズのシステム
(25観測点、60km間隔)
- ⇒合計150観測点



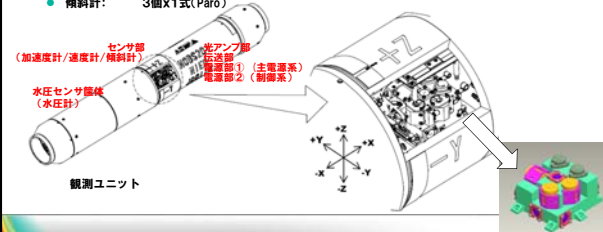
日本海溝海底地震津波観測網スケジュール案(現状)



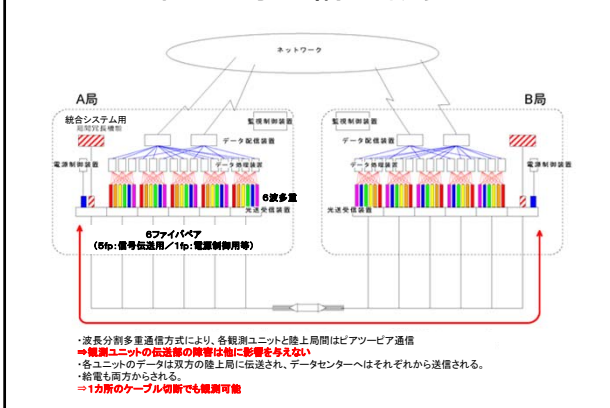
観測ユニット概要(地震・津波計)



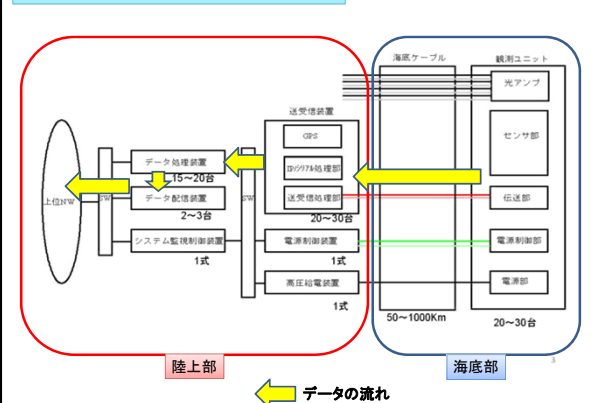
- 観測ユニット構成：空中重量 約650kg、水中重量 約530kg
- 水圧センサ筐体(水圧計)
 - センサ部(加速度計/速度計/傾斜計)
 - 光アンプ部
 - 伝送部
 - 電源部①(主電源系)
 - 電源部②(制御系)
- 搭載センサー
- 水圧計：2個(Paro)
 - 加速度計：3個x2式(JAE1:±5G, JAE2L:±2G/H:±0.0625G)
 - 速度計：3個(OMNI:固有周波数15Hz)
 - 傾斜計：3個x1式(Paro)
- 津波用
地震用



陸上局の構成概要



陸上装置機器構成とデータの流れ(1ケーブル分)

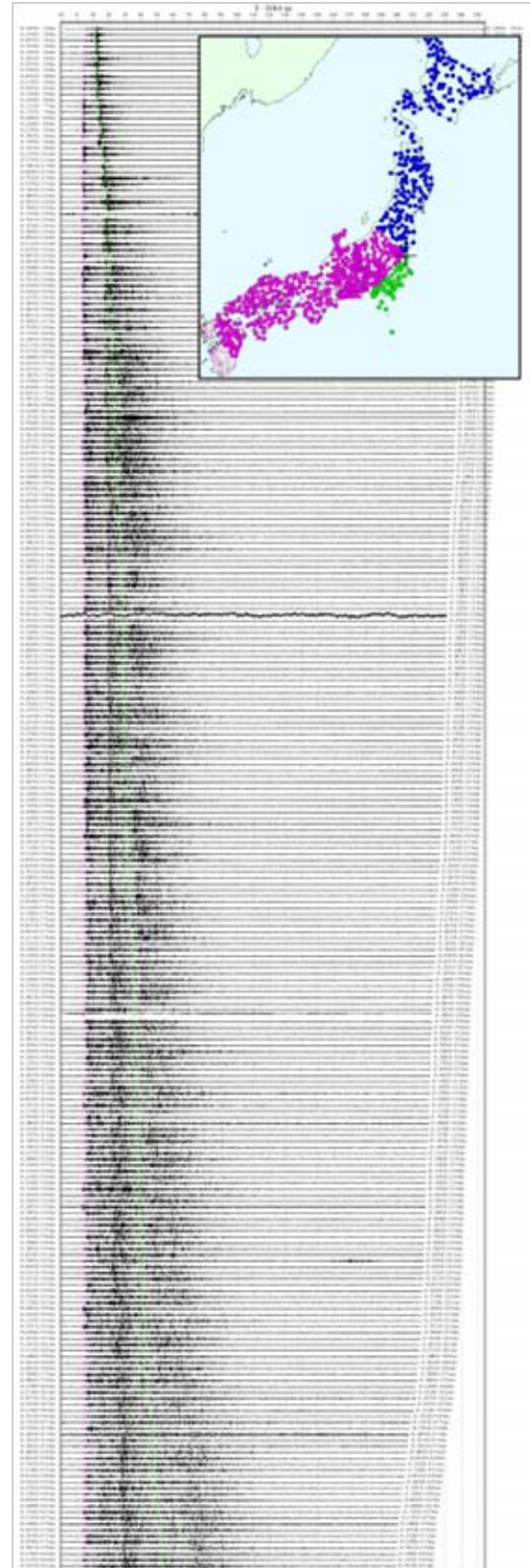


地震波形モニタリングシステムの改良

東京大学地震研究所 小原一成

リアルタイムで流通する大学、防災科研、気象庁等の高感度地震観測連続データの更なる有効活用を図り、地殻活動の現況を容易にモニタリングし、新たな現象発見、研究テーマの創出等に活用するため、東京大学地震研究所にリアルタイムで収集される連続地震波形データに基づき、連続あるいはイベント波形データに様々な処理を施し、その結果を随時 WEB にて閲覧可能とするシステム構築を行っている。今年度は、地震活動状況を把握するための震源表示コンテンツの追加、イベント波形各方位毎ペーストアップ画像の追加等を行った。

右図は、2013 年 3 月 18 日 6 時 53 分に茨城県沿岸部で発生した深さ 55km、M4.8 の地震の西側観測点（図中の赤点）における上下動成分観測生波形のペーストアップである。これは、震央距離順に重ならないように並べたものである。厳密にはペーストアップではないが、方位別（東西南北 4 方位）、成分別（上下、東西、南北）、及び周波数別（フィルターなし、2Hz 以下及び以上のフィルターあり）の画像を選択可能であり、P 波及び S 波の理論走時も併せて表示しているため、波群のコヒーレンシーによって、直達波以外の変換波を明瞭に検出することができる。例えば、右図で PS 間に存在する位相は、地表での SP 変換反射波であり、この波群は東北日本だけでなく西南日本でも顕著にみることができる。



ディジタル地震波形は百年後も読み出せるか？

浜田信生（原子力安全基盤機構）

はじめに

電子計算機など情報処理通信関係機器，大容量の記憶媒体の発達により，地震観測がアナログからディジタルに本格的に移行して 20 年以上の歳月が経過した．アナログからディジタルへの変換もダイナミックレンジの改善が進み，今日ではアナログの時代とは比較にならない高品質の地震記録が調査研究に使われている．信号を電子記憶媒体に記録するには，フォーマットが必要になる．記憶媒体に信号の品質を損なうことなく，高密度で信号を記憶するには，信号の圧縮アルゴリズムも重要であり，地震波形を書き込むための波形フォーマットも色々開発されてきた．これまでに考案された地震波形フォーマットは，国により，観測機関により，観測機器の製造メーカーにより，様々ものが作られ，世界全体では数十あるいは百を超える種類のフォーマットが存在すると推定される．フォーマットも時代による流行があり，今日ではまったく使われなくなったものも多い．どんな複雑なフォーマットであっても，フォーマットに関する詳細な解説資料が存在する限り，時代が経過しても波形を読み出すことが出来る．しかしながらもし解説資料が失われるか，資料に埋もれ見つけることができない場合には波形を利用することは困難になる．アナログの記録は少々劣化しても百年後でも利用は可能であるが，ディジタルの記録は百年後も利用可能か，必ずしも楽観はできないことを指摘したい．

地震波形フォーマットとその利用に関する課題

波形フォーマットは，扱いやすさを重視したテキスト形式のものと，高密度の記録と保存を目的としたバイナリー形式のものに大別できる．テキスト形式の代表例は SAC(ASCII)で波形解析用のユーティリティプログラムと一体である．高密度記録を目的としたフォーマットは，国内では WIN（卜部，1994），国際的には SEED（FDSN 他,2012）が代表例である．同じバイナリー形式でも観測点や地震計に関する情報（auxiliary information，ここではヘッダー情報と呼ぶ）の扱いで WIN と SEED は両極端である．WIN ではヘッダー情報は最小限のものに絞っているのだから，波形を活用するにはチャンネルファイルあるいはその他の情報を参照する必要がある．それに対し SEED は自己完結型を目指し，観測点，地震計の伝達関数を含む詳しいヘッダーを持ち，ファイルを読むだけで解析に必要なすべての情報を得られることが建前で設計されている．なお SEED では，ヘッダー（datalessSEED）と波形（miniSEED）はファイルとして分離できるようになっており，観測ネットワーク上では波形部分だけが流通することが一般的であり，その点では WIN との違いは少ない．その他の多くのバイナリー形式のフォーマットは両者の間で，ヘッダー部分がテキスト形式に近いものも多い．丁寧に用意されたヘッダーと解説書があれば波形は扱いやすいのであるが，現実に作成されている波形をみると，ヘッダー部分の情報が不完全で，書き込まれていないパラメータがあったり，間違っていることも珍しくない．また IRIS や ORFEUS などのサイトには数多くの波形フォーマットに対応した**2**という名前のフォーマット変換プログラムが提供されているが，ヘッダー部分についてはパラメータの種類，定義の互換性の問題があり，変換すると引き継がれない情報も出てくる．このことは，波形を活用するには，フォーマットにかかわらず，観測点，地震計に関するパラメータ情報の維持管理が重要であることを示している．

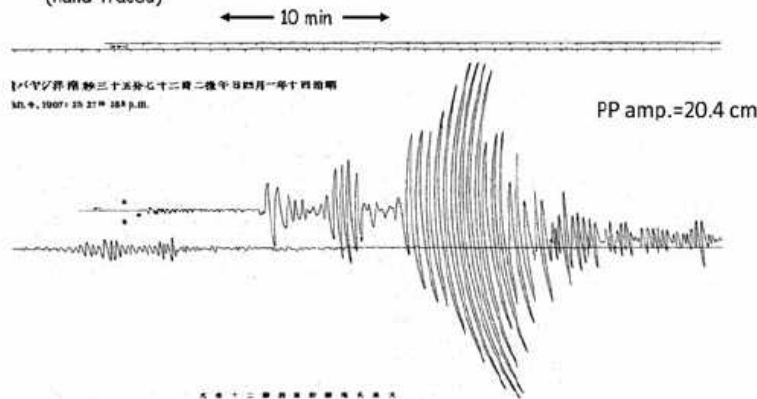
さらにディジタル地震波形を活用するには，開発され蓄積されているユーティリティプログラム，プログラムの記述言語，プログラムを走らせるプラットフォーム（OS）などの利用環境が必要である．しかしこれらの環境は時代とともに変化する．標準的な普及の進んだ波形フォーマットについては，サポートが続くであろうが，そうでないフォーマットについては，サポートがなくなるだろう．百年後にディジタル波形が活用できるかどうかは，フォーマットに関する資料だけでなく，利用環境が維持されることが前提になる．

研究者を取り巻く環境と意識の変化

古いアナログの地震記録の活用例として Kanamori et al（2010）が解析に用いた大阪測候所

の記録を図に示す。この記録は、測候所の観測報告に記載された大森地震計記録のトレースであって原記録は半世紀前に失われ現存しない。この記録に関し金森先生からの質問は、「減衰定数は如何ほどか？」という地震計の常数に関するものであった。周期、倍率については、

1907 Sumatra earthquake ($M=7.5$) recorded at Osaka with Omori seismograph ($T_0=27$ sec, $\mu=20$)
(hand-traced)



いちおう観測報告に記載されており、トレースされた記録といえどもだいたい見当がつく。しかし減衰については、ダンパーがついていたかどうかも含め、残念ながら今日の気象庁関係者で的確な答えのできる人もいなければ、資料も残されていない（浜田 2007）。

どうしてそのような事態になったのか、観測に

携わる人達の時代による意識の違いを指摘したい。当時の地震計はまだ開発されたばかりで、例えば大森式の各種地震計には初期にはダンパーはついていない。大阪の場合も無かったと考えられる。地震計の振り子にダンパーをつけることが定着したのは、気象台では大正年代の後半になってからと推定される。そのような環境では、観測者にとって記録波形と減衰定数の関係に関する認識は薄かったと思われる。また機械式地震計では機械梃子の形状で倍率が決まる。地震計の種類や数も少なかったから地震計の特性は当時の観測者にとっては、いわば自明のことがらで、わざわざ書き物にして残す必要を感じなかったのではないと思われる。また何よりも地震学の進歩により、当時の波形が、理論合成波形との比較などに利用されることはまったく想像外のことだったはずである。百年前のあたりまえは今日のあたりまえとは異なる。百年後の研究者にとってのあたりまえも今日とは違いうだろう。問題はあたりまえのことは、記録に残そうとしないことである。百年先の地震学研究にどんな情報が重要かを予測することは難しいが、今日の研究者があたりまえと考えて残さなかったため、重要な情報を得ることができず、極端な場合、論文に記載されている図をコピーし研究に使うという事態だって考えられない訳ではない。将来にわたって長くデジタルの地震波形を活用していくためには、どのような情報を分かり易く残していくかは重要な課題である。百年もたてば地震学もずっと進歩するし、蓄積される関連情報も莫大な量に積み上がり、その中から必要な情報を取り出すことは決して容易ではないだろう。

まとめ

2011 年東北地方太平洋沖地震は、地震学研究において、時間スケールの長い現象への取り組みや、古い観測記録の活用の重要性を再認識させた。デジタルの地震波形の保存、長期間の研究への活用のためには、波形フォーマットの維持管理、各種観測パラメータの保存がなによりも重要である。なるべく同じフォーマットを維持し、新しいフォーマットの開発には慎重な上にも慎重さが必要である。

参考文献

FDSN,IRIS,USGS (2012) SEED Reference Manual, SEED Format Version 2.4

浜田信生(2007)「地震計の写真に見る気象庁の地震観測の歴史」等の改訂, 験震時報,70 巻,91-93.

Kanamori H,Rivera L. and Lee W.H.K.(2010)Historical seismograms for unravelling a mysterious earthquake:The 1907 Sumatra Earthquake,Geophys.J.Int.,Vol183,358-374.

ト部卓(1994)多チャンネル地震波形データのための共通フォーマットの提案, 地震学会講演予稿集, No.2, P24.

WIN チャンネル表の成分名規則について(2)、および WIN チャンネル番号の拡張について

ト部 卓（東大地震研）

(1) WIN チャンネル表の成分名規則について(その 2)

多項目観測で WIN フォーマットが利用されるようになり、チャンネル情報を混乱なく利用するためにはチャンネル表記載方法に一定の規則が必要と思われる。特に、センサー種別を識別できるようにすることは重要である。地震計とそれ以外のセンサーをチャンネル表で識別できるようにするための方法として、成分コードに、

- 先頭 1 文字を英小文字からなるプレフィックスとし、これでセンサー種別を表す。
- 地震計のときのみプレフィックスは省略可能とし、その場合は英大文字から始まる。

という規則を昨年提案した。その中でプレフィックス（識別文字）の一案として、

t(傾斜), e(歪), l(水位), m(磁力), b(気圧), p(水圧), a(気温), h(水温), r(雨量)、

等を示したが、必ずしも適切な 1 文字をセンサーと一対一に対応させることができないくらいがあった。そこで今回、プレフィックスとセンサーの一対一対応は諦め、**地震計とそれ以外の自動識別を可能とすること**を最低条件として、次のように方針を変更したい。

- 地震計と**それ以外**を先頭の識別文字 1 文字で自動的に区別可能にする。
- 「**それ以外**」は、大きく分けて地殻変動等、気象要素等、機器温度の 3 つ程度とする。
- 詳しいセンサーの別は識別文字を含む**成分コード全体**でわかればよい。

そこで次表のように提案する。

センサー種別	識別文字	成分コード例（とりあえず規則ではない）
地震計	なし。 ただし w(広帯域), s(強震計)を使用可。	U, N, E, V, H wU, wN, wE (広帯域地震計) sU, sN, sE (強震計)
地殻変動等	c	cGR, cGRAV (重力)、cTL1, cWTT1 (傾斜)、 cEXT1, cEX1(歪)、cMAG, cPRT(磁力)、cMIC, cAP (空振)、cWP, cTSM (水圧・津波)、 cWL (水位、潮位)、cWT (水温)
気象要素等	m	mAP, mBARO (気圧)、mAT (気温)、 mRF, mPRC (雨量)、mWD (風向)、 mWS (風速)、mWL (水位)、mWT (水温)
機器温度	t	tTL1 (傾斜計温度), tACC (加速度計温度)

* 成分コードは識別文字を含み 6 文字まで(win.c の制約)。

* 水位や水温等を「地殻変動等」とするか「気象要素等」とするかは使用者の判断。

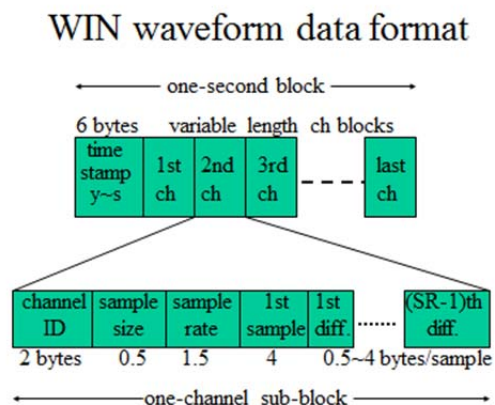
このような規則により、チャンネル表記載内容の混乱を避け、CIMS による効率的な情報共有を推進したい。ご意見をいただければ幸いです。

(2) WIN チャンネル番号の拡張について

WIN フォーマットのチャンネル番号は 16 ビット長なので最大 65536 チャンネルまで扱える。現状で JDXnet に流れているチャンネル数は 9700 程度なので、まだチャンネル番号空間の 85% が空いているが、多くが虫食い状態であって大きなブロックはあまり残っていない。一方で、オフライン観測データをテレメータデータに統合処理したり、高感度地震計以外の地殻変動、火山、強震等の多項目観測データが同一システムで取り扱われる機会が今後増えることは確実である。このため、そろそろ**チャンネル空間を広げる**ことを考えたほうがよさそうである。ここではとりあえず問題提起したい。

WIN フォーマットは観測点から伝送流通網、収録系まで利用されている。チャンネル番号空間を拡張するには何らかの形の新フォーマットを導入する必要がある。ただし、運用中の機器や収録済みデータとの相互運用性を考えると、ネットワーク上やファイルシステム中で**新旧両フォーマットが混在可能**であることが望ましい。さらに、同一パケット中や同一ファイル中のチャンネルブロック（1 チャンネル×1 秒分）単位で新旧混在した状態を、両フォーマットの**自動判別**に対応したソフトウェアで扱えれば理想的である。そうであれば、現在の処理プログラムをチャンネル番号拡張フォーマット対応版に入れ替えるだけで、新フォーマットのデータを現行システムに混ぜて流し始めることができる。それは実現可能だろうか？

WIN フォーマットのチャンネルブロック（図参照）は、4 バイトのチャンネルヘッダーと後続するデータからなり、プログラムはチャンネルブロックをチャンネル数分だけ、先頭から順に読んでいく。このチャンネルヘッダー内に 2 バイトのチャンネル番号があるので、この部分を拡張することにより、チャンネル番号の拡張が可能である。自動判別はまず 2 バイトのチャンネル番号を読んで、例えば「それが特定の値であれば続く 4 バイトの拡張チャンネル番号を読む」のようにすればよい。これが最も低レベル（データに近いレベル）でのフォーマット拡張で、プログラム側の対応も最小ですむと思われる。



【付記】昨年の本ワークショップでご連絡しました通り、ナノメトリクス製 VSAT システムは今年(2013 年 3 月)をもって運用を終了しました。長らくのご利用をありがとうございました。ハブ局は 3 月 12 日に送信停止し、小諸ハブ局は同 21 日に撤去完了、東京ハブ局も同 27 日に撤去予定です。

JDXnet/SINET4 上に設置した観測データ中継拠点の試験運用

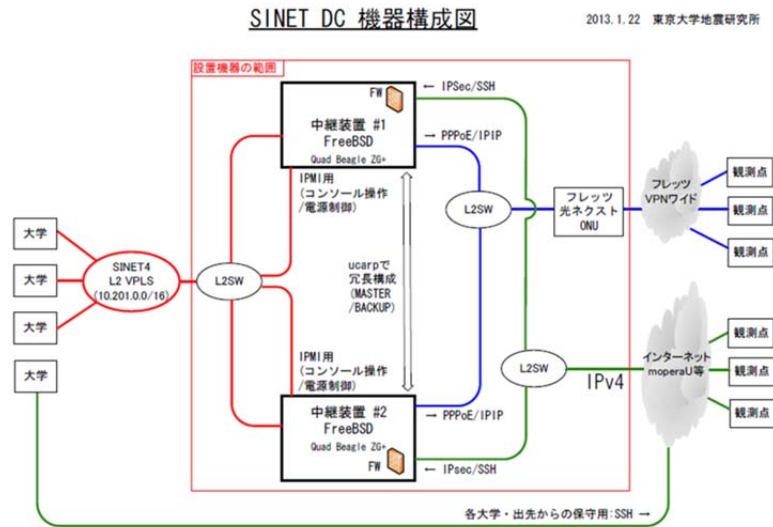
ト部 卓・鷹野 澄・鶴岡 弘・中川茂樹（東大地震研）

【動機】 フレッツ系回線やモバイル通信が普及し、観測点からのテレメータ回線もこれらを利用することが多くなっている。いずれも閉域網やインターネットの中で、観測点回線からセンター回線へデータを IP 伝送することになる。通常、センター回線は大学等の研究機関に引き込まれた回線だが、2011 年の東北地方太平洋沖地震でも明らかになった通り、その引き込み回線やセンター自体の耐災害性は必ずしも高くなく、むしろ肝心な時の弱点となっている。最近利用が進んでいるクラウドサービスを利用してこの弱点を克服するシステムを考えた。

【検討】 民間のクラウドサービスや SINET 等の広域ネットワークの拠点は、大学等の研究機関に比べれば、十分な耐震性や無停電電源を有する施設になっているのがふつうである。またクラウドサービスを利用すれば十分な保守体制を期待でき、冗長構成が可能で、万一の障害時にも復旧が早いと考えた。そこで、フレッツ系回線やモバイル通信のデータの宛先をクラウドとし、クラウドから JDXnet に直接データを流すことを想定して、数社のクラウド業者と打ち合わせを行った。ところが、特に JDXnet へのブロードキャストをすることが困難であるなど、構成面や費用面で満足のいく提案が得られなかった。一方、SINET4 を運用する NII(国立情報学研究所)との打ち合わせの中で、SINET4 DC（データセンター）に自前の中継機器を設置し、観測点からのデータを受信して直接 JDXnet に流す構成が浮上した。この場合クラウドサービスの利用にはならないが、構成が最も単純となり、しかも十分な耐災害性をもつと思われる SINET4 DC(実際には NTT ビル内が多い)で中継を行えるという大きな利点がある。このような経緯で、SINET4 DC に観測データ中継拠点を置くシステムの運用試験を開始した。

【構成】 現在の JDXnet は NII が運用する SINET4 の L2 網と、情報通信研究機構(NICT)が運用する JGN-X の L2 網の2つの高速広域網で二重構成している。このうち SINET4 は学術研究用の情報基盤として提供されているので継続性が期待できるが、JGN-X はそれ自体が通信網テストベッドなので、継続的利用は必ずしも期待できない。また、フレッツ系の閉域網（フレッツ VPN ワイド）は NTT 東西それぞれのサービスであるため、東日本と西日本のそれぞれにデータ中継拠点を置く必要がある。今回データ中継拠点としたのは、NII より中継機器を置くことが可能とされた SINET4 DC のうち、長野 DC（東日本）と松江 DC（西日本）である。それぞれの DC には、(1)JDXnet として利用中の L2 網、(2)インターネット接続、が SINET4 側から提供され、それに加えて自前の(3)フレッツ光ネクスト回線を引き込んだ。(2)はモバイル系の観測点からのデータ収集および保守用、(3)はフ

レッツ VPN ワイドからのデータ収集用である。SINET4 DC では利用者設置機器について、設置スペースや消費電力の制約がある。そのため、専用ルータは使わず、二重化した PC と 3 台の L2SW 等を 2U に収める構成とした（右図）。長野 DC には 2013 年 2 月 13 日に、松江 DC には同 26 日に、それぞれ中継機器を設置した。



【中継装置の機能】中継装置となる PC は、1U スペースに 2 台収容することができる 1/4U サイズのもの (Core i7 2.2GHz 4Core, 16GB, SSD 120GB) で、OS は FreeBSD 8.2R である。Gb LAN を 4 ポートと遠隔制御用の IPMI ポートをもつ。観測点との接続については、地震研で現用の方式に合わせて、レッツ系観測点との閉域網 (レッツ VPN ワイド、現在は最大 100 メンバーのプラン 100) 経由の接続には PPPoE 接続と IP/IP トンネルを使用し、モバイル系観測点とのインターネット (mopera U) 経由の接続には IPsec を使用し、いずれも VPN を張っている。保守作業等のために、中継装置には JDXnet/SINET4 側から入ることができるほか、インターネットからも ssh で入ることができる。観測点機器の保守等は中継装置経由で行うことになる。中継装置のデータ受信プロセスとしては、通常の WIN データ用と白山 LF シリーズからの ACT プロトコル・データ用の両方が走っており、どちらのデータも JDXnet にブロードキャストされる。1 つの DC に置かれた 2 台の中継装置は、一方が現用系、もう一方が予備系であり、ucarp (Userlevel Common Address Redundancy Protocol) により現用系がダウンすると予備系に切り替わる。

【中継経路の切り替えと評価】3 月から徐々に既存観測点の中継経路を SINET4 DC 経由に切り替えながら試験運用を進めている。3 月 25 日現在で東日本の 4 観測点 (LS-7000XT+B レッツ 1 点、LF+レッツ ISDN 2 点、LF+レッツ光ネクスト 1 点) が移行済みであり、これらについては特に問題なく、地震研からのリモート操作による経路切り替えも可能であることを確認している。モバイル系については準備作業中である。

【今後】地震研で多くの観測点を切り替え、試験運用を通じて十分な評価を行った上で、2013 年度中をメドに、他大学の観測点からも接続を受け入れるサービスを開始する予定である。