

データ流通ワークショップ 発表要旨集

日時：2014年3月26日（水）10時30分～17時

場所：東京大学地震研究所1号館2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
植平	賢司	防災科研
大竹	和生	気象庁
野坂	大輔	気象庁 精密地震観測室
勝間田	明男	気象研
渡邊	智毅	マリン・ワーク・ジャパン
関根	秀太郎	予知振興会
岩瀬	良一	JAMSTEC
神定	健二	高見沢サイバネティックス
高橋	浩晃	北大
一柳	昌義	北大
高田	真秀	北大
山口	照寛	北大
出町	知嗣	東北大
平原	聡	東北大
中山	貴史	東北大
海田	俊輝	東北大
加納	靖之	京大防災研
三浦	勉	京大防災研
関	健次郎	京大防災研桜島
山品	匡史	高知大
松島	健	九大
馬越	孝道	長崎大
鷹野	澄	地震研
小原	一成	地震研
卜部	卓	地震研
大湊	隆雄	地震研
鶴岡	弘	地震研
中川	茂樹	地震研
宮川	幸治	地震研
出川	昭子	地震研
宮崎	裕子	地震研
藤田	園美	地震研

以上 33名

データ流通ワークショップ
2014年3月26日（水）10時30分～17時 地震研1号館2階セミナー室

プログラム

- | | |
|-------------|--|
| 10:30-10:40 | 鷹野 澄(地震研) あいさつ |
| 10:40-11:05 | 関根 秀太郎(地震予知総合研究振興会)
地震予知総合研究振興会観測点の状況 |
| 11:05-11:30 | 植平 賢司(防災科研)
日本海溝海底地震津波観測網の進捗状況 |
| 11:30-11:55 | 汐見 勝彦(防災科研)
防災科研Hi-net/F-netにおけるデータ収録装置の更新 |
| 11:55-13:15 | 昼食休憩 |
| 13:15-13:40 | 松島 健(九州大学)
衛星携帯電話を用いた地震波形データ取得システムの開発 |
| 13:40-14:05 | 関 健次郎・為栗 健・園田 忠臣・井口 正人・中道 治久(京大防災研)
桜島島内における多様なデータ伝送方法について |
| 14:05-14:30 | ト部 卓・鷹野 澄・鶴岡 弘・中川 茂樹(東大地震研)
JDXnet/SINET4上の観測データ中継拠点の利用について |
| 14:30-14:45 | ト部 卓・鷹野 澄・鶴岡 弘・中川 茂樹(東大地震研)
大手町におけるTDXとSINET4の接続について |
| 14:45-15:00 | 休憩 |
| 15:00-15:25 | 山品 匡史・田部井 隆雄(高知大学)
高知大学におけるデータ流通網への接続について |
| 15:25-15:50 | 高橋 浩晃・山口 照寛(北大)
GNSS等多項目観測データ流通に向けて |
| 15:50-16:15 | 中山 貴史・平原 聡・堀 修一郎・河野 俊夫・内田 直希(東北大)
東北大学の観測網運用と流通データ利用状況 |
| 16:15-16:40 | 加納 靖之(京大防災研)
京都大学の最近の利用状況 |
| 16:40-17:00 | 討論 |

地震予知総合研究振興会本部の観測点の 2013 年度の状況について

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 点の観測点があるが、2013 年度は下北半島地域に 20 点の観測点が作られた。オンラインに乗せられたデータは東京都千代田区にある振興会本部に送られた後で、地震研究所経由で JDX-net に流されている。

長岡地域の観測点に関して、地震計の不具合の為に、4 観測点の地震計の交換を実施した。また、今年度は、全観測点において、充電器とバッテリーの交換作業を行った。これは、地震計とデータロガーに停電時の供給電源として密閉型バッテリー (12V, 22Ah) を使用しているが、このうち、データロガー用バッテリーには当初より潮吹きなどが見られていたが、その原因を調べたところ、仕様ではバッテリーの充電電圧が 13.8Volt 以下であるべきところ、実際には 14.1Volt が供給されており、これによる過充電が劣化を速めた原因と判明した為であり、予備保全も含めて交換した事による。また、観測点では、自動復帰ブレーカーにより、落雷による停電が発生した際にも、その復帰はスムーズに行われているが、頻発して雷が起こった場合などに、自動復帰ブレーカーのヒューズが飛んでしまい、防げなかった観測点が 2 点ほど発見された。

長岡観測網内の 20 点ある GPS 観測点のうち、新たに 9 地点において、GLONASS のデータを取得するようになった。このアップデートにより、上空視界があまり良いとはいえない観測点においても、データが改善され解が安定して求められた時間が増えている。

宮城・福島地域の観測点において、帰宅困難区域内にある、福島 A 観測点、および三程観測点は、まだ復旧の目途が立っていない。福島 A 観測点では、ソーラーパネルによる電源を用いる事で、オフラインでデータを取得していたが、日照不足の為、欠測している。三程観測点では、地震計のみオフラインで観測を行っている。また、熊倉観測点において、2013 年 8 月 11 日に GPS のロールオーバーが発生し、1993 年のデータが流れる事象が発生してしまった。8 月 15 日に GPS のモジュールを変更する事により、現在は解消している。

下北半島地域に今年度より 36 点を 2 年で構築する事になっており、2013 年度は、20 観測点が新規に設置された。20 観測点のうち、17 点が青森県側、3 点が北海道側に設置されており、青森県側の 1 観測点は、現在、通信の関係上、オフラインで観測を貯めている。残り 19 観測点のデータは 2014 年の 1 月 16 日より、JDX-net にデータが流れている。2014 年度は、残りの 16 点の設置およびオフラインになっている 1 観測点のデータを整備する予定であり、既存の観測網とあわせて、高密度の観測網になると思われる。

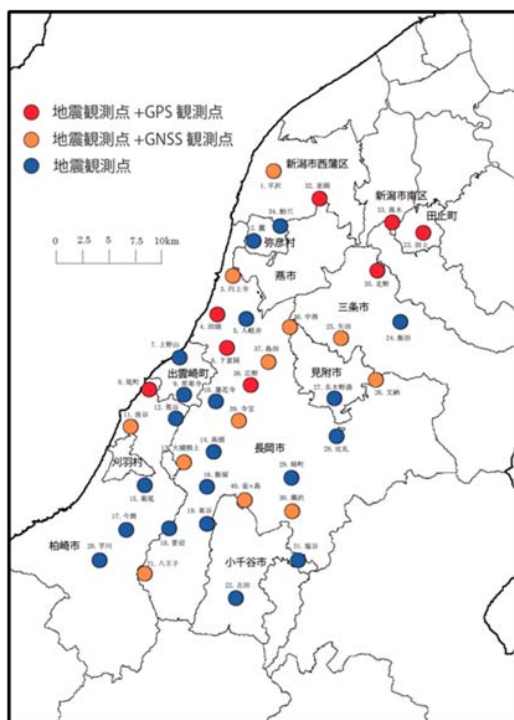


図1：長岡地域の観測点分布

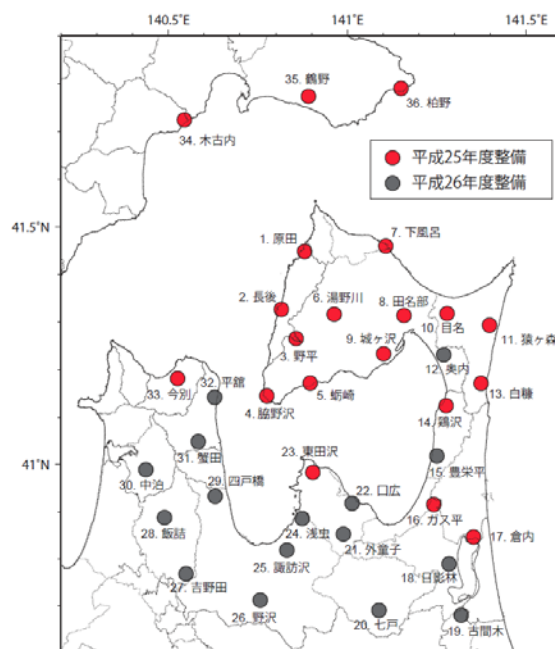


図2：下北半島地域の観測点分布

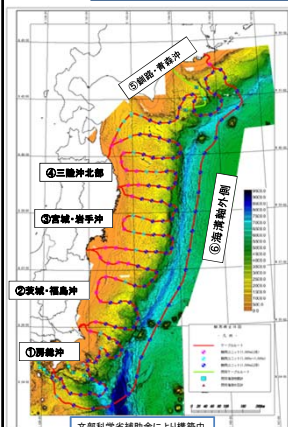
日本海溝海底地震津波観測網の 進捗状況

平成26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

日本海溝海底地震津波観測網の構築



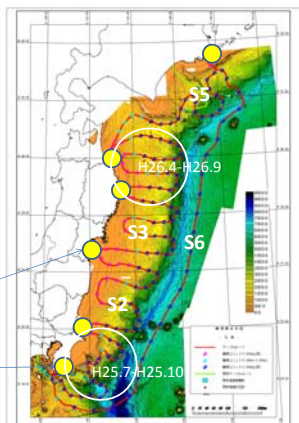
150観測点
地震計と海底水圧計を装備
(海底水圧計で津波を測定)
①～⑤の5海域のシステム
(約25観測点, 30km間隔)
⑥の海溝軸外側のシステム
(25観測点, 60km間隔)
水深1500m以浅の海域では
ケーブルと観測装置を深さ1m程
度で海底下に埋設する予定

マグニチュード7.5クラスの震源域程度の拡
がりに少なくとも1観測点が存在する観測網
を構築して、海陸一体的な観測を実施。

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

事業全体の今後のスケジュールについて

- S2, S3, S5, S6の敷設ルート
の漁業者への説明と同意書取得
- S4に続き敷設船を少なくとも
2航海確保して、互理に陸揚げする
S2とS3をH26年度に敷設
- 敷設船の状況によっては、
S6の海溝軸外側の敷設
- 台船によるケーブル陸揚げ
工事の実施の検討



6サブシステムで構成
・観測・青森沖S5
・三陸沖北部S4
・宮城・岩手沖S3
・宮城・福島沖S2
・陸奥沖S1 (H25.7-10)
・海溝軸外側S6
海底光ケーブル陸揚げ地
・北海道厚岸郡浜中町
・青森県八戸市金浜
・宮城県宮古市崎山中の浜
・宮城県亘理郡亘理
・宮城県黒川郡大崎
・千葉県南房総市白浜

H26.8完成予定
S2とS3の陸上局

H26.8目標
S1の陸上局

房総沖海洋敷設工事の日程

2013/07/06	北九州市若松港「すばる」出航
2013/07/09	千葉県側陸揚げ
2013/08/07	茨城県側陸揚げ
2013/10/15	ケーブル・観測装置敷設作業終了
2013/10/24	北九州市若松港「すばる」着岸



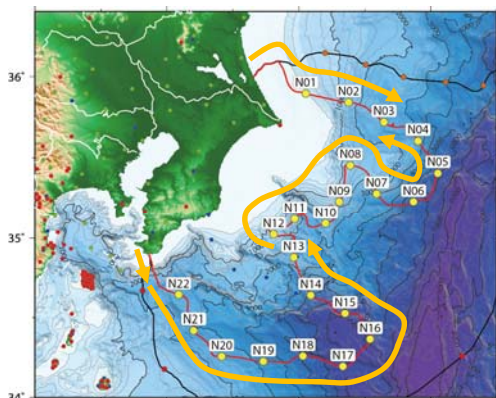
2013年8月28日午前9時30分
頃観測した電巻

9月以降は、台風18号、20号、22号、26号の接近による工事日程への影響あり。



2013年9月16日台風18号接近による東京湾木更津沖での荒天待機の様子

房総沖海洋敷設工事の順番



敷設船要目表

●敷設船 C. S.「すばる」

資格及び航行区域	遠洋区域(A1, A2, A3水域に属する)
船トン数	8,557トン
長さ×幅×深さ	Loa 123.33m X B 21m X D 9.6m
満載排水	7,000t
乗組員	80名
最大搭載人員	40名 (Passenger 21名)
主機関	電動モータ (Azimuth Propeller) X 2基
定速出力	2,700kw x 2基
主推進機	定速 2,800kw X 4台
甲板機械	
バウスラスター	定速 1,800kw X 1 定速 1,182kw X 1 (Azimuth Bow)
ドラム式ケーブルエンジン	4m X 2基
タイヤ式ケーブルエンジン	21wheel Pair X 1基
スターンシーブ	3.2m X 3基 (フラットシーブ1基含む)
航海計画	DPシステム (SMBRAD 21) GPS/DGPS / レーダー 2基 機密管理装置 2基 国際VHF / GMDSS装置 衛星測位システム (SBMap 下付)
船舶電話	TEL 090-3028-0191 FAX 090-3028-0198 インマルサット 010-670-3431-38811~2

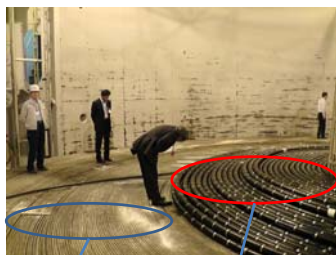


船式埋設機	最大水深 1,500m 埋設深度 2.0m
ROV搭載	最大水深 2,000m ウォータージェット式掘削機 (埋設深度 1.0m) マニピュレータ 2基 ケーブルリフティング装置

船式埋設機

ROV (水中ロボット)

船内ケーブルタンク



SAケーブル

DAケーブル/ポリウレタン防護管
陸揚げ部

7

船内山積みノード



手前12台(鹿嶋側から設置の分)
奥10台(南房総側から設置の分)

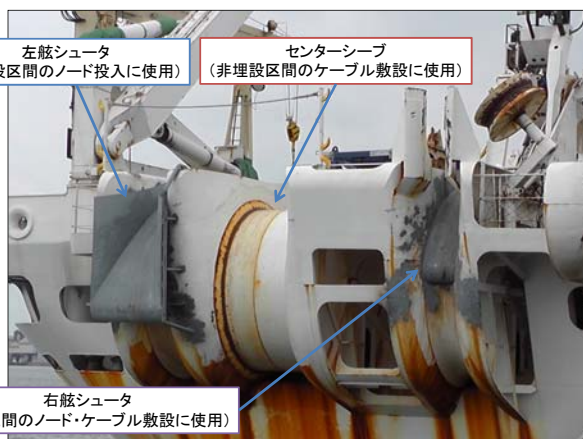


逆側から撮影

特設シュータ

左舷シュータ
(非埋設区間のノード投入に使用)

センターシーブ
(非埋設区間のケーブル敷設に使用)



右舷シュータ
(埋設区間のノード・ケーブル敷設に使用)

ケーブル陸揚げ(南房総市側)



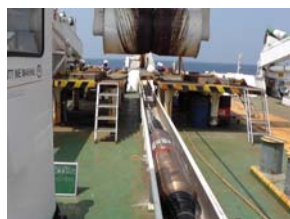
2013年7月9日

10

観測ノード投入風景(NODE-2埋設時)

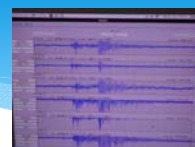


船内トラフを移動中

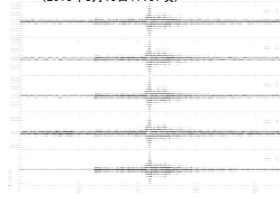


Cデッキトラフを移動中。
右舷シュータより投入

観測装置着底後のシステムの船上試験



NODE-3着底後試験時に捉えられた地震
(2013年8月15日 17:37頃)



給電装置のパネル。上(消えている)は
一給電用、下は+給電用(1.1A, 328V給電中)

2013/8/29 15:59:31 34° 42.7' N 140° 14.4' E 深さ:
71km M2.4 千葉県南東沖

防災科研 Hi-net/F-net におけるデータ収録装置の更新

(独) 防災科学技術研究所 汐見勝彦

1. 防災科研 Hi-net/F-net におけるデータ収録装置の更新

防災科研 Hi-net では観測開始当初から高精度の AD 装置を採用し、高ダイナミックレンジの高感度地震観測を実現してきた。観測開始当初は大量のデータを即時的に処理し、短い遅延でデータ伝送を実現するために、データ処理部として現地に汎用 UNIX 計算機を設置していた (TYPE 1, TYPE 2) が、運用を継続する中で汎用計算機の故障率の高さやそのサイズ (可搬性) が課題となっていた。

Hi-net 初期に導入した TYPE 1 の老朽化対策として、平成 18 年度補正予算において、AD 部と処理部を一体化した小型の高精度 AD 装置 (TYPE 3) への更新を行った。TYPE 3 は、別途汎用計算機を用意する必要がないため、従来機一式に比べ大幅な小型化を実現し、メンテナンス性の向上に大きく貢献した。また、TYPE 3 の AD 装置を設置した観測点では、標準構成として 12V-12Ah の鉛蓄電池を用意し、万一の停電時でも 20 時間以上は高精度 AD 装置を稼働させることが出来るようにしていた。しかし、2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震では、東北～北関東の太平洋岸の観測点を中心に数日に及ぶ停電が発生した。多くの観測点では、当初性能通り、地震発生から 1 日弱のデータを AD 装置内部の記憶媒体に保存することが出来たが、それ以降の貴重な余震観測データについては、残念ながら収録出来なかった。

東北地方太平洋沖地震の発生とその後の活発な余震活動の継続を踏まえ、安定した地震活動モニタリングの重要性が再認識されているところであるが、TYPE 3 の導入から既に 5 年が経過したこと、TYPE 3 はほぼ全観測点を一斉に更新しており、老朽化が進んだ場合、複数の拠点で同時に不具合が生じる危険性が高いことを鑑み、平成 24 年度補正予算において新たな高精度 AD 装置の調達を行うこととなった。新たに調達した高精度 AD 装置 (TYPE 4) の特徴を、TYPE 3 と比較する形で表に示す。

フィルタ特性を含め、基本的な性能は TYPE 3 と同じである。様々な技術の進展により、性能が向上している点が多々あるが、大きな特徴としては低消費電力モードを導入した点である。別途設置するインテリジェント電源装置が商用電源を監視する。一定期間以上の停電が継続し、現地バッテリーの消費が一定量進んだ時点でテレメータ機能を停止させ、現地収録に専念するモードに切り替わる。これにより、消費電力が通常時の 10W から 0.5W まで低下する。また、今回の更新においては、12V-200Ah の大容量バッテリーを設置するようにしたので、テレメータ稼働状態でも約 1 週間、低消費電力モードで 1 カ月以上の連続動作が期待されている。この他、入力チャネル数が 8ch から 9ch に拡大したこと、メンテナンス用の 128x64 ドットのディスプレイを前面に備えるなどの機能強化が行われている。なお、今回の予算措置 (24 年度補正+25 年度当初) において設置対象となった観測点は Hi-net 210 点、F-net 27 点である。

2. TDX 流通データの調査 (予定)

「地震に関する観測データの流通、保存及び公開についての協定」(平成 16 年 3 月 31 日)に基づくデータ流通を実現するため、防災科研では TDX (Tokyo Data eXchange) と呼ばれるデータ交換を実現する場を提供している。TDX に流通しているデータは、全て防災科研が受信し、防災科研 Hi-net のウェブサイトからデータを広く一般に公開してきた。一方、現在は、上記協定以外で流通するデータ (例えば、火山観測データなど) も TDX 経由で流通しているが、これらのデータは関係機関間で「閉じた」流通となっている。現在、流通しているデータ全てについて、必ずしも各機関に公開可否の確認が取れていない可能性があることから、上記協定の改訂版 (以下、新協定) の発効に併せて、TDX 流通データの検証と公開可否の再確認を各機関にお願いすることを検討している (新協定記載観測点は除く)。TDX の安定稼働ならびにデータ公開の継続実現のために、皆様には協力をお願いしたい。

表 高精度 AD 装置 TYPE 4 と TYPE 3 の主な機能の性能比較

		TYPE 4	TYPE 3
電源部	入力電圧	DC9V-16V	DC9V-16V
	電源入力	2 系統	2 系統
	自動停止機能	指定電圧でのシャットダウン	指定電圧でのシャットダウン
	復電機能	停電－復電後の自動起動	停電－復電後の自動起動
A/D 変換部	ADC	Δ - Σ ADC/全チャンネル同時サンプリング	Δ - Σ ADC/全チャンネル同時サンプリング
	ADC 分解能	24bit	24bit
	入力レンジ	$\pm 15V/\pm 5V/\pm 0.15V(15)$	$\pm 15V/\pm 7.5V/\pm 5V/\pm 3.75V(1515)$
		$\pm 5V/\pm 2.5V/\pm 0.05V(05)$	$\pm 5V/\pm 3.75V/\pm 3V/\pm 2.5V(0505)$
	基本サンプリング速度	1000sps / 2000sps	1000sps
	ダイナミックレンジ	124dB 以上 (1000sps) 132dB 以上 (100sps)	120dB 以上 (1000sps)
	ディストーション	0.0005% 以下 ($\pm 5V/100sps$/入力レンジの90%以下)	0.001% 以下 ($\pm 5V/100sps$ /入力レンジの90%以下)
	入力チャンネル	9ch (3ch x 3)	8ch (4ch x 2)
	入力インピーダンス	1M Ω (同相)	1M Ω (同相)
	温度ドリフト	5 $\mu V/^{\circ}C$ 以下 ($\pm 5V$ 入力時)	5 $\mu V/^{\circ}C$ 以下 ($\pm 5V$ 入力時)
	入力オフセット	$\pm 10\mu V$ 以内 (ゼロ点調整直後)	$\pm 10\mu V$ 以内 (ゼロ点調整直後)
フィルタ	デシメーションフィルタ	200/100/20 (27bit/24bit)	100/20sps (27bit)
	フィルタタイプ	ミニマムフェイズ／ゼロフェイズ選択可	ミニマムフェイズ／ゼロフェイズ選択可
	フィルタ特性	サンプリング周波数の40%まで平坦	サンプリング周波数の40%まで平坦
時刻同期	時刻精度	100 μ Sec	100 μ Sec
	時刻校正	GPS1ppsに対し常時100uSEC以内となるようTCVCXOを制御(ソフトウェア制御)	GPS1ppsに対し常時100uSEC以内となるようTCVCXOを制御(FPGAによる)
データ形式		WIN/WIN32	WIN/WIN32
データストレージ	デバイス	CF / SD (内蔵)	CF
	フォーマット	FAT32 (CF)	FAT32
	その他	USBデバイスを使った機能拡張	—
動作環境	動作温度範囲	-20 $^{\circ}C$ ~ +50 $^{\circ}C$	-20 $^{\circ}C$ ~ +50 $^{\circ}C$
	動作湿度範囲	15% から 90%	15% から 90%
表示ディスプレイ		有機ELD 128x64ドット (21桁x5行)	LCD 16桁x2行
消費電力	通常動作時	12V 10W 以下 (USBデバイスは含まない)	12V 6W (Typ.)
	低消費電力動作時	12V 0.5W 以下 ($\pm 5V/100sps/3ch$ 時)	なし

衛星携帯電話を用いた地震波形データ取得システムの開発 松島 健（九州大学）

無人島などにおける定常地震観測の実現のために、NTT ドコモ社が運営する衛星携帯電話（Wide Star）を利用したダイヤルアップテレメータ装置の開発を行ってきた（植平・松島他，2000，地震，53，2，181-184）。当初は長崎県の無人島である男女群島女島に設置していたが，現在は伊豆諸島の活火山島である鳥島において運用を続けている。しかしながら，2014年3月末でドコモ衛星携帯電話の音声通話サービスが廃止され，音声もデータもIP化されているWide Star IIサービスに完全移行となる。このため，従来のモデムを用いたダイヤルアップ・データ通信が不可能となり，新たな方式によるテレメータが必要となった。

もっとも単純な方式は，携帯電話データ端末利用のリアルタイムテレメータと同様に常時パケットを送信する方法である。しかし，衛星電話の電源を常時通信状態にしなければならないため，消費電力(12W)が大きくなる。また，衛星携帯電話のパケット料金には定額制がないため，地震波形テレメータでは3ch100Hzで月額150万円以上のコストが発生してしまう。

2つめの方法は大学側からのダイヤルアップ方式で，必要な時に必要なデータを回収する方法である。この場合大学側から観測局にアクセスするためには，ドコモ社が提供するプライベートIP網であるアクセス・プレミアム・パケット通信網に入る必要があり，そのためには，大学から直近のドコモ端末局までデータ専用線もしくはISDN電話回線（2回線）を敷設しなければならないため，多くの工事費等の初期投資と月額使用料を支払わなければならない。

3つめの方法は，観測局側にインテリジェントなロガーを設置し，必要な常時観測データもしくはトリガー観測データだけロガーにリクエストして，定期的にまとめて大学のサーバーに送信するオンデマンド方法である。この方法では新たにロガーを開発する必要がある。またこのロガーは無人運用でもハングアップしないような安定し，低消費電力のものにする必要がある。

今回は計測技研社製データロガーHKS-9700を改造してテレメータ装置を作成した。HKS-9700は低消費電力型の地震波形ロガーで，4chの波形データを100/200Hz 27bitで同時サ



ンプリングしてSDカードに書き込むことが可能である。またテレメータボードを内蔵することが可能で、今回はこのボードを改造してPPPoEを実装し、衛星携帯電話対応とした。また、衛星携帯電話の電源を制御するための装置も作成した。プロバイダとしてNTTドコモ社のISPであるmopera Uを使用することで、（アクセスごとにアドレスが変わるが）グローバルなIPアドレスを取得できる。ロガーと観測拠点に設置したデータサーバは以下のようにデータのやり取りを行う。

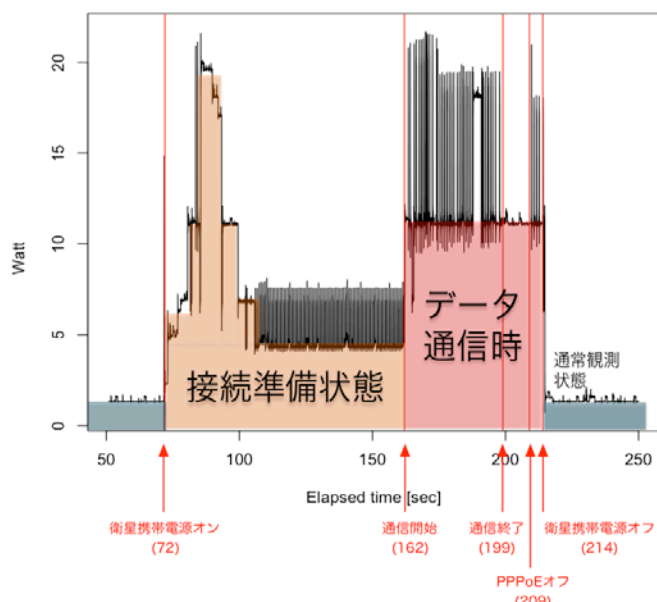
（１）観測された地震波形をデジタル化し、それぞれのチャンネルごとに、1分ごとの2乗平均(LTA)と1秒ごとの2乗平均値のその1分間での最大値（STA）を計算して、ダイジェストファイルを作成する。

（２）ロガーは衛星携帯電話を定期的に起動してIPアドレスをデータサーバに通知し、データサーバがダイジェストデータをsftpにて取得する。

（３）ユーザーはそのダイジェストデータを見て、ダウンロードする波形データの時刻（複数可）を決定してデータサーバに書き込む。

（４）次の衛星携帯電話接続の際に、ダウンロード指定された波形データをデータサーバがsftpにて取得して、ユーザーがアクセス可能な領域に置く。

従来はSTA/LTAを用いたトリガー判定で記録されたデータを自動的に送ってこることがよく使われたが、本装置では火山性微動などの波形のトリガー条件が難しい波形データの取得も必要なため、現地では常時データを取得し、必要な部分だけをユーザー側で指定して波形を伝



送する方式をとった。衛星携帯電話による平均的な通信速度は50kbps程度であり、10分間分の4ch 100Hzの波形データを送る場合には、まず衛星電話接続の確立に2～2.5分、データ通信には約1.5分かかる。データ通信料金は300～400円程度になる。

またデータサーバはセキュリティやアクセスの利便性を考量して商用のクラウドサーバーを利用している。

現在システムの運用試験中であり、2014年秋には現地への設置・観測開始を検討している。

桜島島内における多様なデータ伝送方法について

関健次郎[○]・為栗健・園田忠臣・井口正人・中道治久
京都大学防災研究所附属火山活動研究センター桜島火山観測所

発表要旨

桜島島内には 16 ヶ所の定常観測点がある。観測点からのデータ伝送には、主として NTT のフレッツ回線を利用している。西側の一部に ADSL、東部に ISDN があり、地震と地盤変動のデータを伝送している。またフレッツグループに加入できる回線数に限りがあるので、データ量が少ない近距離間の伝送にはアナログ専用線を利用している。そして本来の通信速度 (64kbps) が出でおらず、最大 38.4kbps になるデータ伝送に支障がある区間では、アナログ専用線を併設し、一部のデータを伝送している。

一方、観測項目の多い有村観測坑道（地震計、強震計、広帯域地震計、伸縮計、傾斜計、温度計、空振計、湿度計の合計 144kbps）と黒神観測室（可視映像と熱赤外映像が現在現地収録式なので、地震計、広帯域地震計、傾斜計、温度計、空振計、温泉ガス濃度計、GPS の合計 38.4kbps）では、2010 年から国交省の光回線を利用している。またハルタ山坑道の一部のデータも、ADSL の他に国交省の光回線によって二重に伝送されている。

電話回線や商用電力の供給がない地域にある観測点からは、無線によるデータ伝送が行われている。主として無線 LAN を利用しているが、見通しが悪い観測点では、400MHz 帯無線によって伝送している。

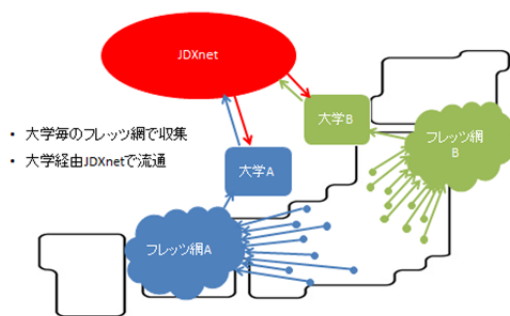
これまで述べた通り、桜島では多様な伝送方法を採用している。それはコストやインフラなど様々な制約があり、選択肢が限られている中で、島内各地からデータを取得し、集積するために、最適と考えられる伝達方法を採用しているからである。回線のトラブル等によってデータの伝送が滞ることもあり、脆弱性を問題点として抱えている。

JDXnet/SINET4 上の観測データ中継拠点の利用について

ト部 卓・鷹野 澄・鶴岡 弘・中川茂樹（東大地震研）

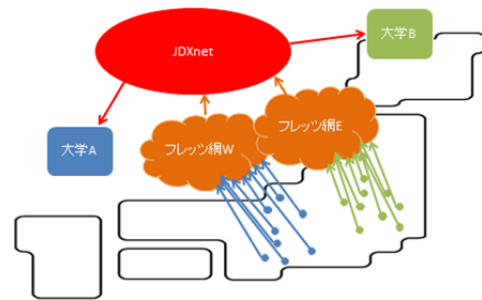
【はじめに】 テレメータシステムの耐災害性向上と運用効率化・省力化のため、データ流通基盤 JDXnet を構成する高速広域網 SINET4 のDC(データセンター)に観測データ中継拠点を設け、観測点から送られたデータを、大学を通らず直接データ流通網に流す仕組みを構築したことはすでに報告した。SINET4 DC は頑丈かつ十分なバックアップ電源を備えた NTT ビル内にあり、大学に比べて災害対策は完備している。2013 年 2 月、東日本の長野 DC と西日本の松江 DC に中継機器を設置して運用を開始し、2014 年 3 月までに地震研究所の観測点のうち、45（うちモバイル系 7）点を長野 DC へ、26 点を松江 DC へ接続して運用中で、さらに 20 数点を DC 経由に切り替える予定である。

【従来】フレッツ網によるテレメータ・流通概念図



【新】フレッツ網によるテレメータ・流通概念図

・ 共通のフレッツ網で収集 + JDXnet に流通



【DC 中継拠点の共同利用】 DC 中継拠点が安定して動作することが確認できたため、今後は他大学の観測点についても希望があれば、DC 中継拠点への接続利用を受け入れることにしたい。地震研ではすでに衛星テレメータシステムの VSAT を共同利用に供しており、今回の DC 中継拠点経由のテレメータは、衛星テレメータシステムの地上版と考えるとわかりやすい。観測点から中継地点へ送り出したデータは JDXnet へ配信される。

	衛星テレメータ	DC 拠点での中継
ディジタイザ	XT+α(IP)	XT, LF, etc.
通信機器	VSAT	ルータ
観測点回線と網	専用衛星回線	フレッツ回線/モバイル (FVW/Internet)+VPN
中継地点	東京/小諸 ハブ局	長野/松江 DC
配信網	JDXnet(SINET4/JGN-X)	

ただし衛星テレメータの場合はディジタイザも含む VSAT が貸出品であるが、DC 中継の場合は観測点のルータとアクセス回線までは利用者大学側で用意していただくことになる。地震研では、フレッツ系回線を参加させるための専用フレッツ VPN ワイド(FVW)と、モバイル系回線からの接続先となる DC 側の IPsec 接続サーバーを用意している。

【フレッツ系観測点からの利用】 フレッツ光ネクスト、Bフレッツ、フレッツ ADSL、フレッツ ISDN のいずれかの回線であれば、データ収集用 FVW にメンバー回線として参加することができる。FVW 内で、DC 拠点の中継サーバー（DC マシン）と観測点の間で IPIP トンネルを使用する。そのためにルーターが必要である（現用はヤマハ製）。

【モバイル系観測点からの利用】 インターネット上の非固定 IP アドレス（例えば moperaU 利用）の場合は、DC マシンとの間で IPsec 接続を張る。そのために IPsec のできるルーターが必要である（現用はセンチュリーシステムズ製）。

【その他インターネット上で固定 IP を持つ観測点の場合】 現状で例はないが、固定 IP アドレスから WIN パケットを送信する場合は、上記のような VPN を使わなくともポート開放して受け入れることは可能である。

【受け入れ可能なデータ】 WIN パケットの宛先ポート（共通）、ACT プロトコルの宛先ポート（大学毎）、それにステータス用の宛先ポート（大学毎）を用意する。それ以外のプロトコルについては下記参照。

【観測点機器の保守とデータ回収等】 観測点へは DC マシンを経由してアクセス可能である。そのため DC マシンには大学毎のユーザーを作る。DC マシンへは、SINET4(JDXnet)側から telnet 等で、またインターネット側から ssh で入れる。DC マシンの ftp プロキシ機能や ssh のポート転送を利用すれば、各大学から観測点機器への ftp 接続や web アクセスも可能である。

【今後の問題】 観測点の機器構成が運よく地震研の現用構成と同じ機器構成であれば問題ないが、そうでない場合はテストが必要と思われる。また、DC マシンでモバイル系用の IPsec と firewall の設定には現状でやや問題があり、DC に IPsec 用ルータを設置することも検討している。さらに、既存ルートと DC 経由ルートや FVW 内で、伝送を冗長化する方法も今後の検討課題である。

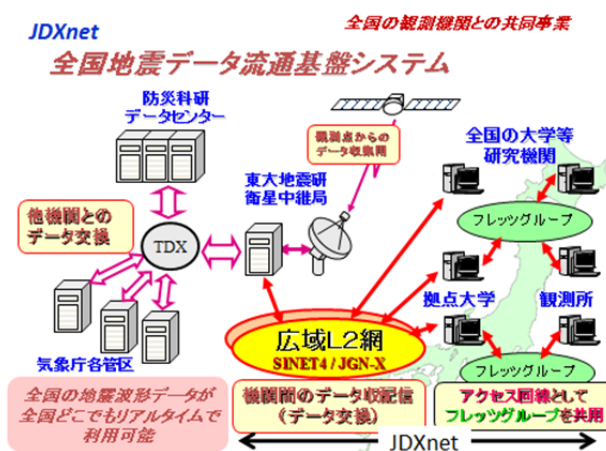
【利用のお問い合わせ先】 まず地震研・テレメータ室（ト部/出川）までご相談ください。

大手町における TDX と SINET4 の接続について

ト部 卓・鷹野 澄・鶴岡 弘・中川茂樹（東大地震研）

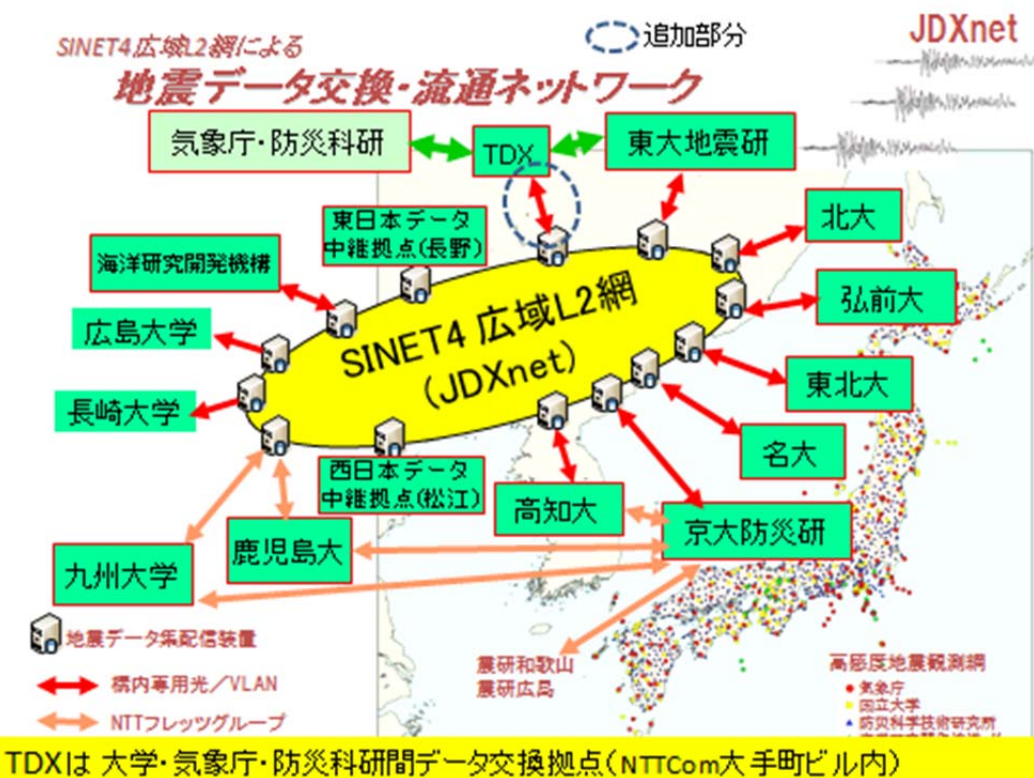
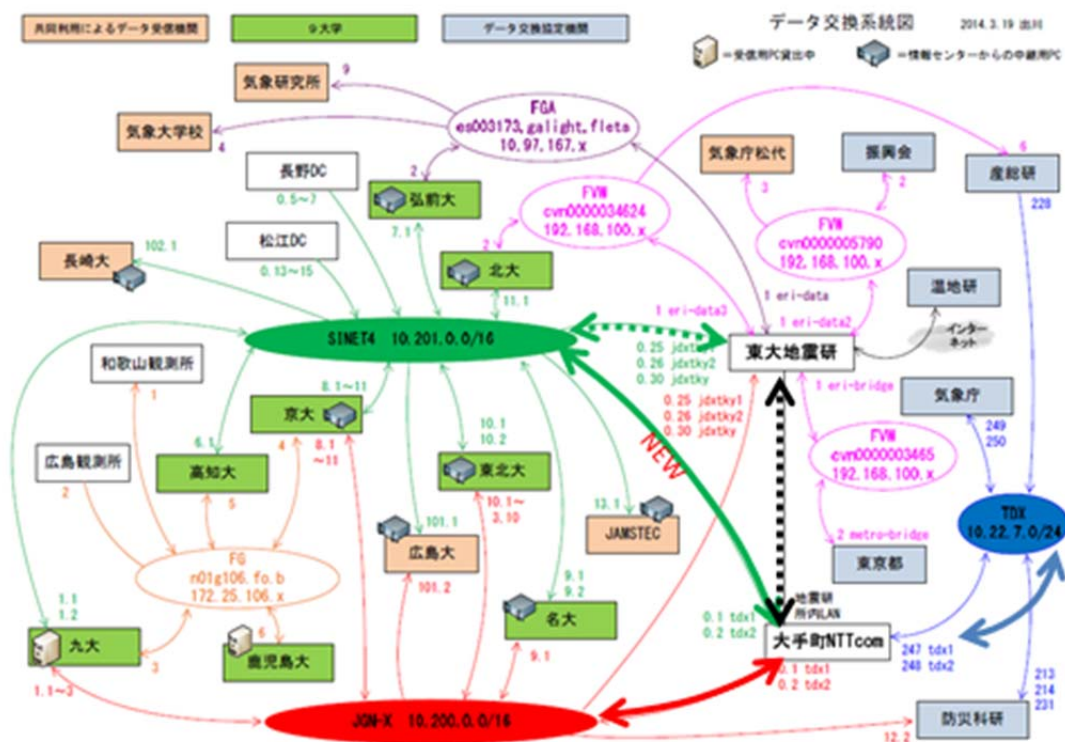
【はじめに】 JDXnet の主要部分は、各大学が接続する 2 つの高速広域網 SINET4 と JGN-X の各 VLAN から構成され、これらは大手町 TDX を介して、気象庁・防災科研等とデータ交換を行っている。TDX と SINET4/JGN-X の間は地震研が管理する網と機器で接続されている。

【問題点】 JGN-X が東大本郷（情報基盤センター）と東京大手町（NTT コミュニケーションズ構内）の 2 か所で地震研の LAN と接続しているのに対し、SINET4 は東大本郷で接続しているのみであり、結果的に TDX と SINET4 を結ぶ経路は大手町～地震研～東大本郷を通っていた。これでは、この経路で障害があると TDX と SINET4 の間のデータ流通が止まってしまう。



【大手町での TDX～SINET4 接続】 大手町には SINET4 東京 DC（データセンター）があり、それも TDX と同じ NTT コミュニケーションズ構内である。しかし構内といえども光ケーブルで接続するためには月額費用がかかることがわかった。一方、TDX～JGN-X にはすでに光ファイバーがあって、自前の 100Mbps メディアコンバータ (M/C) で接続されている。また JGN-X と SINET4 の間が物理的には接続されており、申請によって VLAN ベースでの接続が可能であることがわかった。そこで、既存 TDX～JGN-X 経路の M/C を 1Gbps に交換し、この経路に JGN-X と SINET4 の両方をタグ付 VLAN で多重化して通してもらうことにした。これにより、新たなケーブルを敷設することなく TDX～SINET4 接続が実現した（2013 年 11 月 5 日開通）。

【効果】 地震研や東大構内を通らずに TDX と SINET4 がつながった。災害等の障害によって地震研のネットワークがダウンしても、TDX を介した JDXnet と気象庁・防災科研等の間のデータ流通が止まることはなくなったはずである。SINET4 DC に設置したテレメータ・データ中継拠点とともに、データ流通網の耐災害性がさらに向上した。



高知大学におけるデータ流通網への接続について

山品 匡史・田部井 隆雄（高知大学理学部附属高知地震観測所）

1. はじめに

高知大学理学部附属高知地震観測所（以下、「地震観測所」）は、高知県に7か所、愛媛県に1か所の定常地震観測点を設置し、観測を行っている。各観測点からのデータは、地震観測所に集められ、地震観測所から JDXnet へ送信されている。今年度、地震観測所が SINET4 に接続することが可能となったことから、SINET4 を利用した JDXnet とのデータ流通を開始した。本発表では、現在の地震観測所のデータ流通網への接続についてと、現在の課題と検討中の今後の計画について紹介する。

2. 高知大学の観測網

各観測点（朝倉観測点（AKR；地震観測所）を除く）のデータは、地震観測所と各観測点をメンバーとする NTT 西日本のフレッツ・グループを通じて地震観測所に送信されている。各拠点のアクセスサービスには、地震観測所：B フレッツ ベーシック、観測点：フレッツ・ISDN、をそれぞれ利用している。

3. JDXnet との接続：地震観測所の SINET4 への接続

各観測点から送信されてきたデータは、朝倉観測点のデータも合わせて、地震観測所から JDXnet へ送信している。また、JDXnet を通じて各機関のデータを受信し、研究・観測業務に利用している。

今年度、地震観測所で SINET4 に接続することが可能となったことから、3月から JDXnet との間でのデータ送受信に SINET4 の利用を開始した。それまでは、地震観測所-JDXnet（SINET4 & JGN-X）間のデータ送受信は、東京大学地震研究所を代表とするフレッツ・グループ（以下、「地震研和歌山フレッツ・グループ」）を利用して行っていたが、JDXnet との接続経路はこの1系統だけであった（京都大学防災研究所を経由；地震観測所のアクセスサービスは、B フレッツ ベーシック）。今回、SINET4 への直接の接続が可能となったことで、地震観測所-JDXnet の経路の二重化が行われた。

4. 今後への検討・計画

地震観測所の JDXnet との接続について、SINET4 の利用を開始したことにより、JDXnet への接続経路を SINET4 と地震研和歌山フレッツ・グループに二重化することができた。高知大学では、昨年度末から JGN-X の利用も可能となっているので、今後 JGN-X の利用を計画している。JGN-X への接続が可能となった場合も、地震研和歌山フレッツ・グループの利用は継続する予定にしている。これは、SINET4 & JGN-X への接続が高知大学総合情報センター（以下、「情報セ

ンター」)を經由しているが、地震観測所－情報センター間の回線が二重化されておらず、また、情報センター内の関連機器に対する長時間の電源バックアップがない、ためである。

各観測点からのデータ送信経路については、東京大大学地震研究所による試験運用が行われている「SINET4 データセンターにデータ中継拠点を置くシステム」が他機関向けにオープンになった後、同システムへの切り替えを行うことを検討している。

【謝辞】

SINET4 の利用開始について、東京大学 出川様、卜部先生、鷹野先生には、利用に関する手続きから JDXnet によるデータ送受信開始まで大変お世話になりました。また、高知大学総合情報センター 佐々木先生と松村様には、利用手続きと学内における設定や接続作業を行って頂きました。京都大学 加納先生には、SINET4 経由でのデータ送信開始後に伴う京都大学における中継設定変更作業をお願いいたしました。

GNSS 等多項目観測データ流通に向けて

高橋浩晃・山口照寛（北大理）

地震調査研究推進本部のもと 1997 年から開始された地震波形等全国流通システム（JDX）によるデータ流通・一元化・公開は震源決定等において大きな成果をあげている。しかし、地震予知計画等で整備されてきた他の観測項目（地殻変動連続観測，GNSS，重力，磁力等）については，これまで組織的な流通が実施されておらず，データの公開や効果的な利用ができない状況にあった。

2009 年から始まった地震噴火予知観測研究計画において，地殻変動連続観測（伸縮計・傾斜計等）データの流通一元化等に関する課題を実施している。最近の関係データはデジタル化されており，統一規格を作成することで地震波形と同じような流通等を実施できる技術的な条件はクリアされる。Win フォーマット化され地震波形と同じスキームで各地域観測センターまで伝送されるデータについては，win パケットで JDX 網へ即時流通させることとし，それ以外の方式については一定間隔で ftp 等により流通センターに集約することで等で一元化を行った。データはデータセンターに設置されたデータベースサーバーで一元的に集約され，利用者はそこからデータをダウンロードすることで公開がなされた。JDX 接続機関は直接パケットを受信することも可能である。サーバーには簡易解析を行うための各種プラグインが実装されていて，利用者は ID を取得すれば世界中どこからでもデータアクセスや解析が可能である。

次期の観測研究計画では，災害の軽減に

貢献することが明示的な目標となり，特に即時的に地震動・津波・噴火等の各種パラメータを推定し災害情報として利活用するための基礎研究の推進が謳われた。地殻変動データは，震源断層やマグマ移動等のモニタリングに重要な役割を果たすことが期待されており，即時解析を見据えたシステムの開発・高度化が必要となっている。また，地殻変動分野では GNSS の技術革新が進み，リアルタイム解析が実用段階となった。

次期観測研究計画では，災害誘因パラメータの推定のため，これまで開発してきた地殻変動連続観測データ流通一元化システムを GNSS 等データにも拡張するとともに，即時解析サーバーを開発し，震源断層やマグマ移動等の災害誘因の即時推定に向けた開発研究を実施する予定である。また，大規模災害時にも機能するシステムをめざし，通信系統の多重化などの検討も実施する。

発災を受けて実施される各種機動観測により得られるデータは，推移予測に重要な役割を果たすが，それらのデータも即時流通・即時解析のスキームに一元化できるよう各種プロトコルの規格化を試みる。

地殻変動等データは，地震や噴火に至る長期間の準備過程に関する重要な情報を保持していると考えられるが，特に大学等に関してはデータの保管管理体制がなく関係教員の退職等による散逸が始まっている。観測ログなどの統一化を図るとともに，数十年間以上データを管理できるよう体制の構築を検討する予定である。

東北大学の観測網運用と流通データ利用状況

中山 貴史・平原 聡・堀 修一郎・河野 俊夫・出町知嗣・海田俊輝・内田直希
(東北大学 地震・噴火予知研究観測センター)

観測網の VPN サービス切り替えと停電対策の検討

東北大学の観測点で使用されている通信回線の多くは、ISDN や ADSL であり、これらのフレッツ網と観測センターの接続には、NTT 東日本の VPN サービスである「フレッツ・オフィス」を利用してきた。しかし、この VPN サービスの終了が迫り、2014 年 3 月からは「フレッツ・VPN ゲート」に切り替わった。これに伴い、観測センターおよび学内の電話交換所では、一部のネットワーク機器を更新し、センターと交換所間の経路が二重化された。一方で、バックアップ経路ができて、フレッツ網との接続(大学構内への回線の引き込み)には交換所を通さなければならず、ここに設置されるネットワーク機器は停電時に接続断の原因になる。そのため、VPN 切り替えの際に NTT による交換所側の作業にも立会い、電源バックアップ体制について確認した。UPS の電源容量、およびそこから電源供給を受ける機器の消費電力から、停電時のバックアップ時間は 1 6 時間程度と見積もられ、現状ではまだ十分でないと捉えている。また今後は、SINET、JGN との接続拠点についても同じような検討を行う。特に地震災害においては、2011 年の東日本大震災と同程度の被害(観測センター、電話交換所、および JDXnet 接続拠点におけるネットワーク機器の破損、および拠点間経路の断線が無く、キャンパス全体が停電した場合を想定)において、データを停止させない環境の整備を進める。

連続データの収録・保存および監視体制

連続波形データの収録は、主に 2 台のマシンによって同時並行で行っており、長期保存のための HDD へのバックアップも 2 台体制で行っている。なお、東北大学で収録している一日のデータ容量は、約 80GB 程度である。使用する HDD によっては、トラブルを繰り返す場合もあり、失敗した時間帯を確認して手動でバックアップを取り直すケースも少なくない。そのため、データ量の監視方法を検討し、24 時間分のファイルサイズをグラフ化してそれらを重ね合わせて表示・比較する方法を取った。この確認によって、2 台の収録マシンの間で同じデータが収録されているか、また、収録した元データとバックアップ HDD 側のデータ量が一致するかをチェックし、収録処理から長期保存に至るまでの監視に役立てている。

観測点ステータス情報の監視体制

観測点から送信されるデータ変換装置のステータス情報は、観測センターの監視装置で処理され、その結果を Web の一覧表示で閲覧できる状況にある。波形データの欠落については、以前からメールで通知する体制があったが、このステータスの確認は、適宜 Web の画面上にアクセスして確認する方法のみであった。また、観測点ごとに過去の履歴にさかのぼる操作を行わない限りは最新の情報のみが表示されるため、障害の状況を把握しづらいケースもあった。そこで、ステータス情報の監視は、監視装置内に保存された 24 時間分の情報を基に評価し、メールでその内容を通知する体制を整えた。

観測点の運用状況

○長期で停止または不調の観測点(3点)

姫神観測点は、2010 年末の大雪により送電と回線の経路に被害を受け、費用面で復旧が困難であるほか、今後も維持が困難なことが予想されるため復旧を見合わせている。金華山観測点は、電源周りの老朽化や回線不良によって送信が不安定な状態であるが、東日本大震災による土砂崩れなどで車の移動が不可能なことに加え、周辺に利用者がほとんどないことから、電力・通信面での業者対応も非常に困難な状況のようである。仁別観測点は、2014 年 1 月の雪の被害により回線障害が発生、冬季の通行止めにより復旧が不可能なため、雪解け後の復旧を見込んでいる。

○データ変換装置の問題(23点)

一部の機種において、2013 年 8 月以降に発生する GPS 受信機のロールオーバーの問題があった。東北大学では 23 点がこれに該当したため、装置の交換、または GPS モジュールの交換を行い、現在も問題なく観測を継続している。

○観測パラメータなどの問題(2点)

若柳観測点では、データ変換装置交換の前後で、パラメータ情報と実際の振幅値が合わない問題があった。そこで、過去の遠地地震波形の振幅を周辺の観測点と比較して、正しいと思われるパラメータ情報を推定した。また、その後の現地確認によって、推定した結果を裏付ける信号増幅部分が見つかった。調査が難航し、JDXnet-ML には 2 度訂正の連絡を入れた。

青葉山観測点では、短周期地震計の東西成分における極性の反転が認められたため、同観測点の広帯域地震計とのデータの比較や、過去の設置状態の写真確認を行った。その結果、2003 年 5 月以前からこのような状態であることまでは確認できたが、これ以前の調査は断念した。2013 年 8 月からは正しい設置状態に修正されている。

流通データの利用状況

JDXnet で流通する膨大なデータを活用することを目的として、堀内ほか(2013)による自動処理システムを、2012 年から導入した。このシステムを本格運用するために、東北沖地震が発生する以前の 2011 年 2 月のデータを用いてその性能評価を行った。その結果、検出精度については、気象庁一元化や東北大学による手動検出と比較して、P 波時刻ではほとんど違いは見られなかったが、S 波では系統的に 0.1 秒弱程度遅い時間を読み取る傾向があることが分かった。P 波極性については約 97%が一致することを確認した。得られた震源については、同様に一元化カタログや手動検出による再決定結果との比較の結果、自動処理が決定する約 94%の地震について、震源位置およびマグニチュードに大きな問題がなかったことを確認した。また、陸域下浅部での検出能力は M0 程度と極めて小さい規模までカバーできることがわかった。なお、このシステムは、その後もバージョンアップが繰り返され、震源決定、検出の精度とも、2014 年 3 月現在ではさらに向上しているようである。

参考文献

堀内ほか, 2013, 高精度の地震波自動読み取りシステムの開発, 日本地震学会講演予稿集, 2013 年度秋季大会, 115

京都大学の最近の利用状況

加納靖之*・京大 SATARN グループ・京大地殻変動連続観測グループ
京都大学防災研究所

JDXnet への接続・各観測所・観測点、関連施設等との接続

京都大学防災研究所では、SINET4 と JGN-X にそれぞれ接続し JDXnet への地震・地殻変動データの送受信を行っている。SINET4 へは学内（キャンパス間）LAN（L2 VLAN）を経由して接続している。吉田キャンパス～宇治キャンパス間は他のプロジェクトも含む専用の光ファイバ（10G）、宇治キャンパス内は専用の光ファイバを利用している。JGN-X については、学内にアクセスポイントがないため、京都府デジタル疎水ネットワークに L2 VPN を開設し、これを経由して接続している。また、学内 LAN および SINET4 を経由する経路もバックアップ経路として使用可能な状況である。また JGN-X や SINET4 に直接接続できない拠点を JDXnet に接続するためのフレッツグループとの中継点として、データ送受信を行っている（地震研和歌山、九州大学、鹿児島大学、高知大学）。耐震改修等による学内 VLAN 停止の際には、このネットワークを利用して九州大学経由でデータの送信を継続することができた。この西日本のフレッツグループへの中継サーバーは来年度中に更新する予定である。

京都大学の各観測所、観測点、関連施設等との接続には、フレッツ VPN ワイド（2011 年度以降、回線は光、ADSL、ISDN）、SINET4 や岐阜情報スーパーハイウェイ等のネットワーク、学内 VLAN などをもちいている。臨時観測などのために利用しているフレッツグループ接続については、近々利用を終了する予定である。

データ等の利用

JDXnet を通じて送受信するデータは、おもに自動処理による地震活動および地殻変動等のモニタリングのほか、所内の各種研究プロジェクトに利用されている。また、関係者の研究に供するため、半年間程度のデータをオンラインストレージに蓄積しているほか、連続波形データをハードディスクに蓄積している。また、磁気テープ、8mm テープ等に記録されている過去のデータを継続して利用できるように、順次メディア変換を実施している。

現在は、テレメータ室も計算機ラックが並んでいるだけであるが、見学者が多く訪れるため、波形のリアルタイム表示や、観測および解析処理内容の説明などの展示物の充実をはかっている。