

データ流通網への 参加のためのワークショップ 発表要旨集

日時：2010年3月30日（火）13時～18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)
- ・東京大学地震研究所 特定共同研究(A)「地殻活動モニタリング手法の高度化」(2009-A-25)

当日参加者名簿（順不同）

高橋浩晃	北大	山中佳子	名大
一柳昌義	北大	中道治久	名大
山口照寛	北大	堀川信一郎	名大
勝俣 啓	北大	加納靖之	京大
谷岡勇市郎	北大	澤田麻沙代	京大
小菅正裕	弘前大	米田 格	京大
内田直希	東北大	久保篤規	高知大
出町知嗣	東北大	植平賢司	九大
平原 聡	東北大	松島 健	九大
鈴木秀市	東北大	平松良浩	金沢大
河野俊夫	東北大	須田直樹	広島大
中山貴史	東北大	鎌谷紀子	気象大
卜部 卓	地震研	野坂大輔	気象庁精密
鶴岡 弘	地震研	大竹和生	気象研
中川茂樹	地震研	馬越孝道	長崎大
鷹野 澄	地震研	岩瀬良一	JAMSTEC
平田 直	地震研	井口正人	京大桜島
大湊隆雄	地震研	大倉敬宏	京大阿蘇
佐竹健治	地震研	大久保慎人	東濃
金子隆之	地震研	佐々木俊二	予知振興会
出川昭子	地震研	汐見勝彦	防災科研
宮崎裕子	地震研	関根秀太郎	防災科研
園部晴美	地震研	棚田俊收	温地研
		岡本拓夫	福井高専
		渡邊智毅	マリン・ワーク・ジャパン

以上 48 名

データ流通網への参加のためのワークショップ

2010年3月30日(火) 13時~18時 地震研1号館3階セミナー室

プログラム

13:00-13:05 平田 直(地震研) あいさつ

[概要説明]

- 13:05-13:20 卜部 卓(地震研) 地震データ流通網 JDXnet の構成と運用
13:20-13:35 鷹野 澄(地震研) SINET3 と JGN2plus の今後の動向と地震データ流通での活用
13:35-13:50 汐見勝彦(防災科研) 防災科研基盤的地震観測網データの流通とデータ公開
13:50-14:05 中川茂樹(地震研) チャネル情報管理システム(CIMS)の運用とデータ流通網の活用

[接続状況]

- 14:20-14:30 一柳昌義・高田真秀・山口照寛・高橋浩晃・勝俣啓・谷岡勇市郎(北大)
北海道大学におけるデータ流通網への接続と利用状況
14:30-14:40 平原聡・中山貴史・鈴木秀市・出町知嗣・内田直希(東北大)
東北大学のデータ流通網への接続・利用状況
14:40-14:50 加納靖之(京大防災研) 京都大学の接続・利用状況
14:50-15:00 植平賢司(九大) 九州大学における JDXnet の構成と運用
15:00-15:10 平松良浩(金沢大) 金沢大学における地震波形データ受信および利用状況について
15:10-15:20 馬越孝道(長崎大) 長崎大学における受信専用局の運用状況
15:20-15:30 大倉敬宏(京大理) 京大阿蘇におけるデータ流通について

[応用と展望]

- 15:40-15:50 高橋浩晃(北大) 全国ひずみ傾斜データの試験流通について
15:50-16:00 出町知嗣・三浦哲・河野俊夫(東北大)・田村良明(国立天文台水沢)
国立天文台江刺地球潮汐観測施設の地殻変動データ流通について
16:00-16:10 井口正人(京大桜島) 離島火山観測における VSAT の利用
16:10-16:20 大久保慎人(東濃地震科学研究所) 東濃地域の地殻活動観測とその成果
16:20-16:30 佐々木俊二(地震予知振興会) 長岡平野西縁断層帯周辺における地震観測網の構築
16:30-16:40 松島 健(九大) 携帯電話カードを利用した地震テレメータシステムについて
16:40-16:50 須田直樹(広島大) 低周波微動自動モニタリングシステムの現状と展望
16:50-17:00 鶴岡 弘(地震研) 緊急地震速報の配信について/
WIN システムを使ったリアルタイム波形モニターシステム

[討論]

17:10-18:00

地震データ流通網 JDXnet の構成と運用

東大地震研 卜部 卓

1. リアルタイム地震波形データ交換の経緯

大学間では 1980 年代から、64kbps 専用線により隣接間波形データ交換が行われてきたが、90 年代前半からは SINET 等の IP 網を利用したリアルタイム波形データ交換も可能になってきた。96 年には衛星テレメータシステムが導入され、全国大学データの衛星集配信が実現した。2002 年には気象庁・防災科研・大学の 3 機関データ交換が始まり、全チャンネルが 6Mbps で衛星配信された。諸般の事情により衛星配信は 2006 年末に終了し、以後衛星通信の利用はデータ収集のみとなった。代わって広域データ流通に登場したのが高速広域網 (JGN2、SINET3) である。JGN2 (現在は JGN2plus) は 2005 年から、SINET3 は 2007 年から継続利用中である。これにフレッツ網を組み合わせて地震データ流通網 JDXnet (Japan Data eXchange network) を構成している。

2. JDXnet の構成

VSAT 観測網や地上系観測網から得た自前の観測データと、TDX 経由で得た気象庁・防災科研等のデータを、大学・機関間で相互に交換する全国網が JDXnet である(図1)。JGN2plus や SINET3 は接続地点が限られているので、これらに接続困難な拠点は、B フレッツやフレッツ ADSL とフレッツグループアクセス等の閉域接続サービスを組み合わせて接続する。2010 年 3 月現在で JGN2plus に 7 機関、SINET3 に 10 機関、フレッツ網経由で 13 機関が接続されており、うち 6 機関は JGN2plus と SINET3 の両方に接続している。JGN2plus と SINET3 はいずれも 100Mbps の L2VPN サービスを利用し、それぞれ単一の IP 網 (16 ビットマスク) とし、各機関 1 ~ 数台のデータ送受信用 PC を接続している (図2)。

3. JDXnet の運用方法

JGN2plus と SINET3 は、いずれも 100Mbps の帯域が保証された単一の LAN である。各接続機関は共通の宛先ポートに対して自前のデータを UDP パケットでブロードキャスト送信し、同じポート宛のデータを受信することによってその中から所望のデータを取得する。流すのは原則としてリアルタイム (数秒遅れまで) の WIN 形式データである。平常時のトラフィックは 7Mbps 程度 (1700 チャンネル程度) であり、帯域的にはまだ余裕がある。フレッツ網部分については、回線によって帯域が限られブロードキャストもできないので、ユニキャストで伝送している。

4. 今後

さらなる安定運用や JGN2plus と SINET3 を利用した接続冗長化を目指すとともに、接続機関の増加、流通データ項目の増加 (火山や地殻変動等) に対応を予定している。

JDXnet

全国の観測機関との共同事業

次世代全国地震データ流通基盤システム

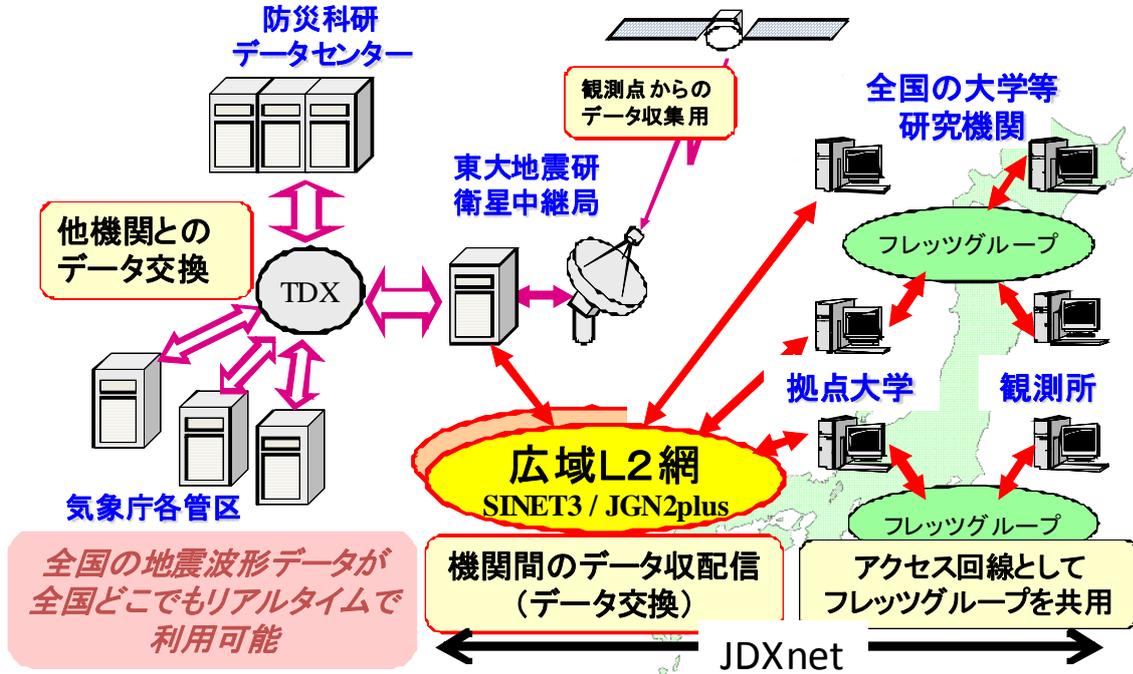


図1. 地震データ交換網 JDXnet とそれに関連するデータ流通システム

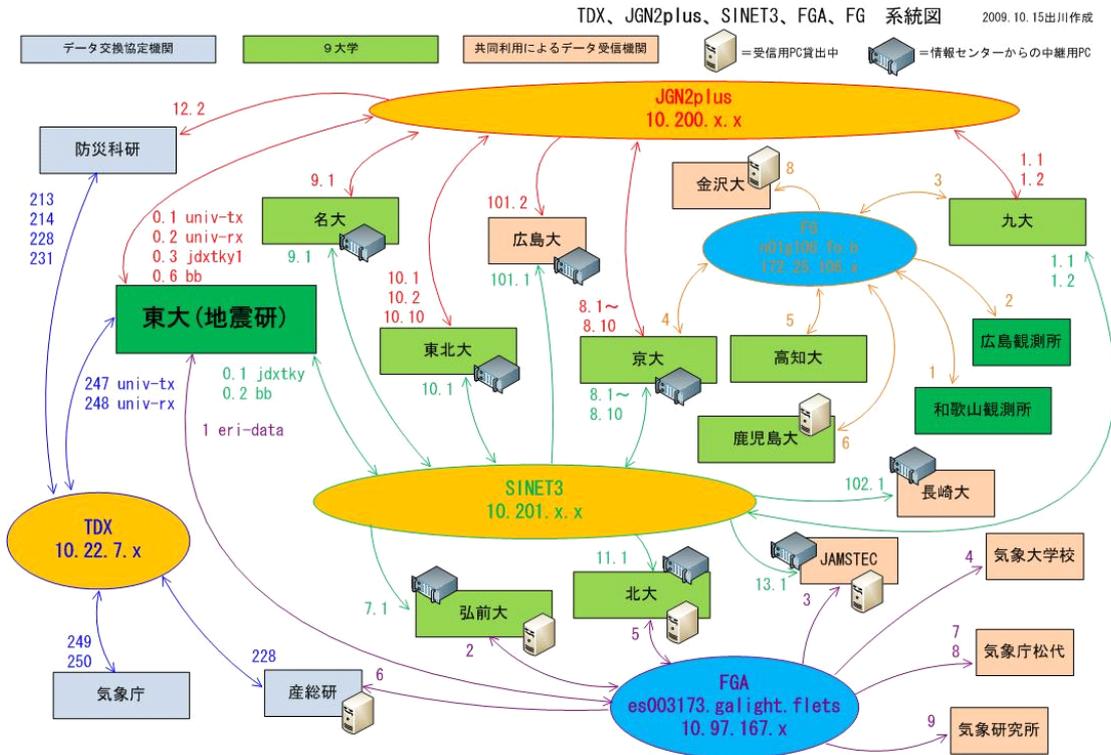


図2. JDXnet の構成

SINET3 と JGN2plus の今後の動向と地震データ流通での活用 鷹野澄 東京大学地震研究所（東京大学情報学環）

1. SINET3 のネットワーク構成と JDXnet での利用

国立情報学研究所 (NII) が運営する学術情報ネットワーク SINET3 は、全国の 63 か所に接続ポイントであるエッジ拠点を配置して、それらを全国 12 か所のコア拠点から結んだネットワーク構成となっている。12 か所のコア拠点はループをなし、どこかの回線が切れても、う回路が確保されている。我々全国地震観測データ流通ネットワーク (JDXnet) の参加機関のうち 10 か所が SINET3 に直接接続されており、2007 年 12 月から SINET3 の広域 L2 網のサービスを利用してデータ交換を実施している。

2. JGN2plus のネットワーク構成と JDXnet での利用

一方、独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) が運営する JGN2plus でも同様に、全国に約 63 のアクセスポイントを配備し、それらを約 12 か所の拠点から結んだネットワーク構成となっている。JGN2 では一部う回路があったが、JGN2plus では、テストベッドネットワークという位置づけから、冗長性のあるループ構成はとっていない (う回路はない)。我々 JDXnet の参加機関では、7 機関が JGN2plus に接続されて、JGN2plus の広域 L2 網のサービスを利用してデータ交換を実施している。

このように SINET3 と JGN2plus の両方を利用することで、データ交換ルートを 2 重化することが可能になり、データ交換の信頼性・可用性の向上が実現されている。このほかにフレッツグループ網も利用して、直接 JGN2plus や SINET3 に接続できない機関や観測所なども接続し、全国的なデータ交換網を構築している。

3. SINET4 の運用開始、サービス概要、ネットワーク構成

NII は、2011 年 4 月から、次期学術情報ネットワーク SINET4 を運用開始する。SINET4 のサービス機能は SINET3 から継承し、さらなる回線の高速化を進める。特徴的なことは、従来大学におかれたエッジノードをデータセンターに設置することで、これにより、エッジノードの 24 時間 365 日の安定的な運用を目指している。なお、コアノードはループをなして、回線断でもう回路が取れるようにし、信頼性の向上を図っている。

SINET4 のコアノードは (SINET3 の 12 か所から) 8 か所に統合され、エッジノードは (SINET3 の 63 か所から) 約 30 か所に統合される。

多くの大学において、SINET3 から SINET4 への移行により、エッジノードがデータセンターに移行される。このときに、我々 JDXnet のサービスに影響がないように、各大学・機関の担当者は、それぞれの機関のネットワーク管理者と事前に相談しておく必要があるかもしれない。

4. JGN-X の動向

NICT では、JGN2plus は将来の新世代ネットワークに向けた取り組みのためのネットワークという位置づけで、2011年3月までに終了することが決まっている。その後は、次世代のテストベッド・ネットワーク JGN-X の構築を目指して検討が進められている。その詳細は、まだ明らかにされていないが、注目すべき点は、SINET4 との協業をうたっている点で、SINET4 のコアノードやエッジノードを JGN-X でも共用化することなどが検討されている。なお、提供サービスとしては、従来通り広域 L2 網は継続してくれるものと期待している。

5. 地震データ流通における活用は？

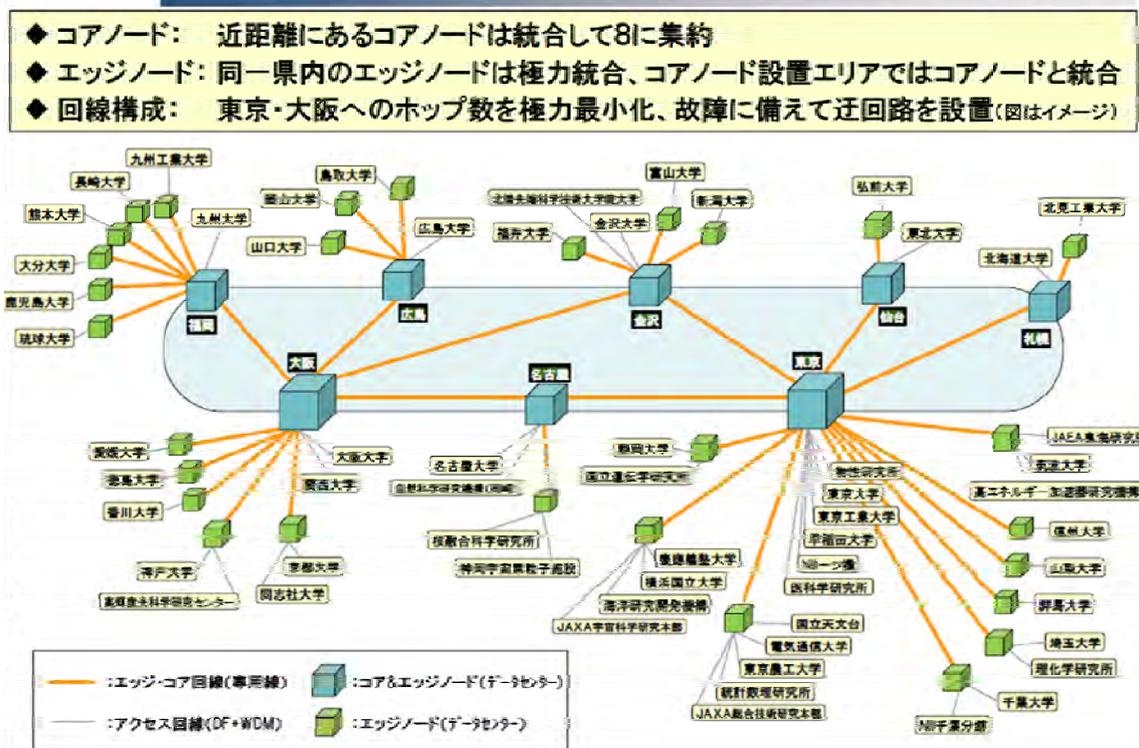
結論的には、現在の SINET3 と JGN2plus、および、フレッツグループ網を活用した地震データ流通システムは、SINET4 あるいは JGN-X になっても変わる必要はないと考えられる。データのルートは可能な限り 2 重化してデータ交換の信頼性・可用性の向上をはかる必要がある。しかし SINET4 については、十分な信頼性・可用性の向上が期待できる。

以上



③-2 エッジノードの安定性の強化

次期 学術情報ネットワーク
Science Information NET work 4
サイネット・フォー



防災科研基盤的地震観測網データの流通と公開

(独) 防災科学技術研究所 汐見勝彦

はじめに

防災科学技術研究所（防災科研）では、政府地震調査研究推進本部が策定した地震に関する総合的な調査観測計画に基づき、高感度地震観測網（Hi-net）、広帯域地震観測網（F-net）、基盤強震観測網（KiK-net）等の基盤的地震観測網の整備や維持管理・運用等を行っている。これらの観測網のうち、Hi-net と F-net は 24 時間 365 日の地動連続観測を実施しており、得られた観測データは、気象庁や大学などの関係機関にリアルタイムで配信している。加えて、防災科研では、関係他機関が運用する高感度地震計等の記録も併せて収集・蓄積しており、これらの地震観測データを、インターネットを介して広く一般に配信する責を担っている。

基盤的地震観測データの収集と配信

防災科研は、Hi-net、F-net 全データおよび KiK-net 地中強震計上下動成分について、NTT コミュニケーションズ（株）の高度地震データ伝送サービス（EarthLAN サービス）を用いて、24 時間 365 日、つくば市にある防災科研地震観測データセンターに伝送している。平均的な伝送遅延時間は 360 ミリ秒程度であり、地震時でも性能の低下は小さい。EarthLAN サービスでは、観測データを観測施設内および中継局（コントロールセンター）等に一時蓄積することにより、回線トラブル等による大規模/長期欠測を避けるための仕組みが導入されている。Hi-net および F-net のデータは、防災科研に加え、気象庁や後述の TDX にも同報される。ネットワークの状態やデータ送受信量、再送されたデータ量などの稼動情報については、インターネットブラウザを通じて常時確認することが出来る。

観測データの相互共有

防災科研は、各大学、気象庁、産総研、地方自治体等とのデータ流通の場として、東京都内に Tokyo Data eXchange (TDX) を設置している。Hi-net/F-net の連続波形データはリアルタイムで TDX に配信されており、データ流通参加各機関は、TDX から直接あるいは間接的にこれらのデータを取得可能である。同時に、防災科研は、「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）」に基づき、データ流通参加各機関による観測データを TDX 経由で受信し、つくば市のデータセンターに全データを転送・保存している。本データ流通の枠組みは、現在構築中の基盤的な火山観測網データの流通においても活用される予定であるが、近い将来、流通対象データ増加に伴う WIN チャンネル番号の不足が懸念される。再配分あるいは廃止観測点で使用していたチャンネル番号の再利用に関するルールの検討が必要であろう。

観測データの公開

防災科研では、上記協定に基づき、Hi-net/F-net データに加えて、TDX 経由で受信した他機関による高感度・広帯域地震観測データを防災科研 Hi-net ホームページ (<http://www.hinet.bosai.go.jp>) より広く一般に公開している。公開データは、“WIN”の拡張版である“WIN32”を採用しており、WIN32 形式から WIN あるいは SAC 形式への変換ツールなども併せて配布している。ホームページ上では、波形データ利用のための参考情報として、気象庁一元化震源情報の速報値も併せて取得可能となっているが、波形データや震源情報を取得するためのページは、データの利用状況や利用目的を把握するため、認証制を採用している。なお、連続波形データの公開は、当初は最新 2 週間分のみを対象としていたが、現在では、2004 年 4 月 1 日以降[†]の連続波形データを公開している。さらに環境が整い次第、順次それ以前のデータのオンライン提供を開始する予定である。

[†] F-net データについては、広帯域地震観測網（F-net）のホームページより、全データの取得が可能である。

チャンネル情報管理システム(CIMS) の運用とデータ流通網の活用

中川茂樹(東大地震研)

CIMS

CIMSの開発背景

- WINではチャンネル表は必要不可欠
- いままでは
 - メールで情報交換→更新が遅い
 - ユーザ自身で変更→入力ミス
 - テキストファイル→履歴管理は困難
- チャンネル情報管理システムを開発
各大学のチャンネル情報を分散管理する

CIMS

システムイメージ

各大学にサーバを配置し、自機関の情報を入力。情報は自動的に交換。

※自機関の情報⇒JDXnetに送信している担当のチャンネル全部(例:東大は温地研・東京都市を含む)

CIMS

CIMSの特徴

- 情報の信頼性: 自機関で自機関の情報を入力
- 情報の迅速性: 自動的に情報交換
- 耐障害性: ネットワーク障害に強い
- 履歴管理: 過去に遡っての修正
- ユーザビリティ: ユーザはWEBでアクセス
- セキュリティ: チャンネル, ユーザをグループ化
- システムの汎用性:
Linux+Apache+PostgreSQL+JAVA

CIMS

CIMSの主な機能

- WINのチャンネル表に書かれている情報+ α を、WEBを使って入出力できる
- チャンネル表形式での出力
- CSV形式での入出力
- 観測点コードなどでの絞り込み検索・出力
- 履歴を(一応)追える
- SQLコマンドで直接DBにアクセスもできる

CIMS

データ交換の仕組み

- 3種類のデータ要求コマンド
 1. サーバ組織のデータ
 2. サーバの持っている全データ
 3. 2のうちクライアント以外のデータ
- WEBDAVを使ってデータの受け渡し
 - ポートは80番のみ開ければよい
 - httpdのアクセス制限に任せる
 - proxyにも対応可能

CIMS

データのセキュリティ CIMS

- チャンネルには4つの属性
 - 公開 交換対象
 - グループ内公開
 - 非公開だがデータ交換網に乗る チャンネルID以外はマスク
 - 非公開(組織内利用)
- グループには2つの属性
 - 公開 交換対象
 - 非公開(組織内利用)

データのセキュリティ CIMS

- アクセス制限は基本的にhttpdで行う。
 - データの閲覧は原則として組織内のみ
 - データ交換(WEBDAV)は東大との間のみ
- データベースのアクセス制限はlocalhost.
- セキュリティ確保のための複雑な仕組みは作らないことにした. サーバ管理者の負担を減らすため.

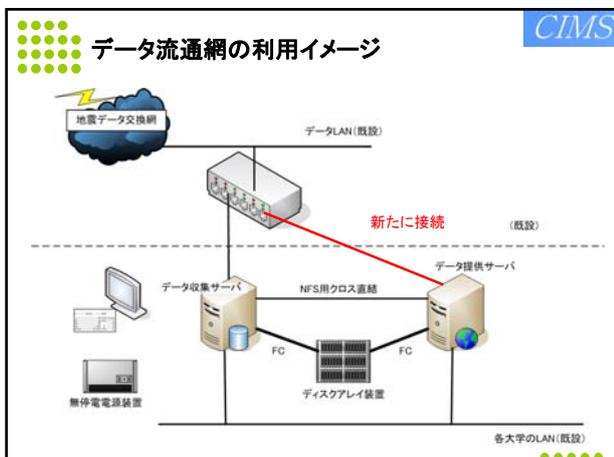
データ流通網の活用 CIMS

- 現在は、いわゆる学内・インターネットを通じたチャンネル情報交換。
- 80番を使った通信を採用とはいえ、
 - ファイヤーウォールの設定
 - WebDAVが通らないことがある
- データ流通網を使ったデータ交換を検討する。

➢ 他機関やデータ受信専用大学などへの設置。

データ流通網の利用によるメリット・デメリット CIMS

- 学内関係機関とのファイヤーウォール等に関する調整は不要。
- 学内のプロキシサーバ等の影響を受けない。
- データ交換の専用網なので、安全・安心。
- データ流通網と接続する必要がある。



今後の予定 CIMS

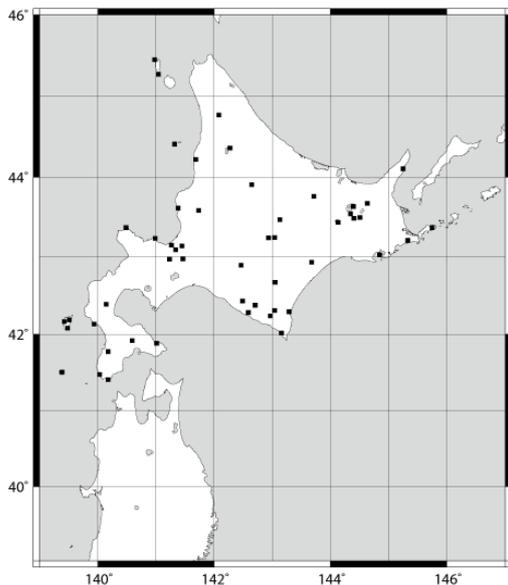
- チャンネル情報交換をデータ流通網へ移行
- 受信専用機関等へのチャンネル情報配信
- 未接続の機関との接続
- CIMSの改良(削除できるように、など)
- データ公開システムの更新に合わせて実施することを私の中で検討し始めた

北海道大学におけるデータ流通網への接続と利用状況

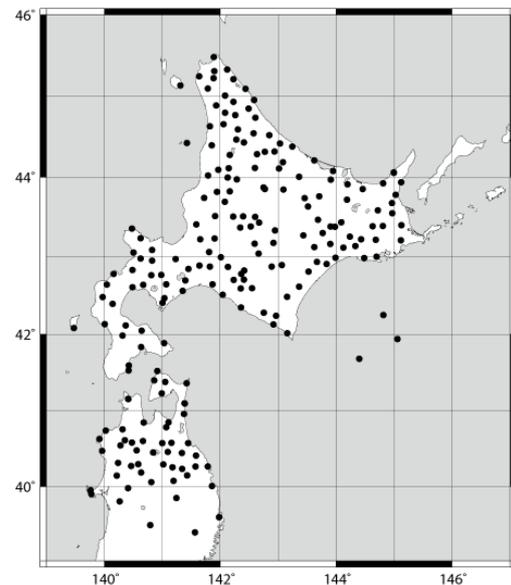
一柳 昌義・高田 真秀・山口 照寛・高橋 浩晃

北海道大学附属地震火山研究観測センターでは、1996年10月より札幌管区气象台とのNTT専用回線による波形データ交換を開始した。また、1997年2月の全国大学衛星テレメータの運用開始により、他機関との大規模な波形データ交換が可能となった。その後衛星テレメータの北大の受信局の運用終了に代わって、JGN2による波形のデータ交換をおこない、現在ではSINET3とNTTのBフレッツによる2系統によってJDXnetへの接続を行っている。北大では、地震計だけではなく、歪計・傾斜計・水位データもJDXnetへの送信を行い、現在地震計228ch、それ以外のデータ207chのデータを全国へ配信している。また、東北大学、弘前大学、気象庁、Hi-net、JAMSTECの釧路沖海底地震計等の機関の703chの地震計データ及び、全国の大学等の機関からの歪計等の307chの地殻変動データを受信している。

受信したデータは、地震計の場合、自動的にイベントの切り出し、及び震源決定をおこなっている。更に、1日遅れで札幌管区气象台から検測値をメールでいただいております。それに基づいて、自動的にイベントの切り出し、検測値のPICKファイルの作成を行っている。また、地殻変動データは地殻変動処理システム(山口・他, 2010)によりWEBベースでデータ保存及び表示ができるようになっている。



JDXnet で北大が送信している観測点
(北海道大学・札幌市)



北大が受信している観測点
(地殻変動データは除く)

東北大学のデータ流通網への接続・利用状況

平原 聡・中山 貴史・鈴木 秀市・出町 知嗣・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

東北大学 地震・噴火予知研究観測センターでは、研究開発テストベッドネットワーク JGN2plus と学術情報ネットワーク SINET3 に接続して、全国地震観測データ流通ネットワーク JDXnet によるデータ交換を実施している。今回は、JDXnet への接続・利用状況について報告する。

2. データ流通網への接続

2.1 学内 LAN との接続

当センターは、東北大学総合情報ネットワークシステム TAINS（現在は 4 世代目となる StarTAINS）を経由して、サイバーサイエンスセンターにある JGN2plus および SINET3 の東北大学ノードと直接接続されている。JGN2plus では VLAN，SINET3 では WDM を利用しており、独立な二つの経路によってネットワークは二重化されている。さらに、年 1～2 回行われる電源設備のための一斉停電の際には、両センターにある発電機で電源をバックアップするため、無停止でのデータ交換が可能である。

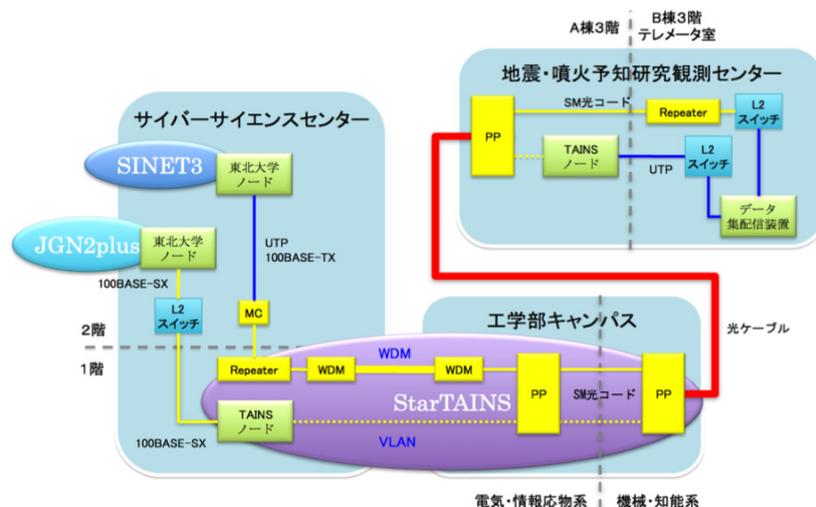


図 1 データ流通網 (JDXnet) との接続

2.2 観測点との接続

東北大では、東北地方を中心に 121 カ所の地震・火山・地殻変動観測点と 39 カ所の 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に、NTT のフレッツ・オフィスサービス (図 2) を利用している。観測点のアクセス回線はフレッツ ISDN/ADSL 回線である。フレッツ回線を利用できない観測点では、アナログ専用回線による中継方式を採用している。

2.3 データの流れ

現在、東北大から流通しているデータは、下記の 3 種類である。

- 準基盤/基盤観測点の地震データ交換 (大学・防災科研・気象庁 他)
- 地殻変動データ交換 (北大・東北大・東大・名大・九大・国立天文台 他)
- NTT 西日本エリアにある観測機器のステータス情報の中継 (京大・東北大・弘前大 他)

データ流通網と観測点から受信したデータは、当センター内でデータ集配信装置から各サーバ (図 3) へ送られる。2008 年からは JDXnet で公開されている全機関の地震観測点の連続波形記録データを USB 接続のハードディスクに収録・保管している。また、気象庁の一元化震源リスト

に基づいて、連続波形記録からイベント波形記録を毎日自動で作成している。イベント波形記録のうち研究に必要な地震については、震源リストを作成して技術補佐員による読み取り作業を実施している。

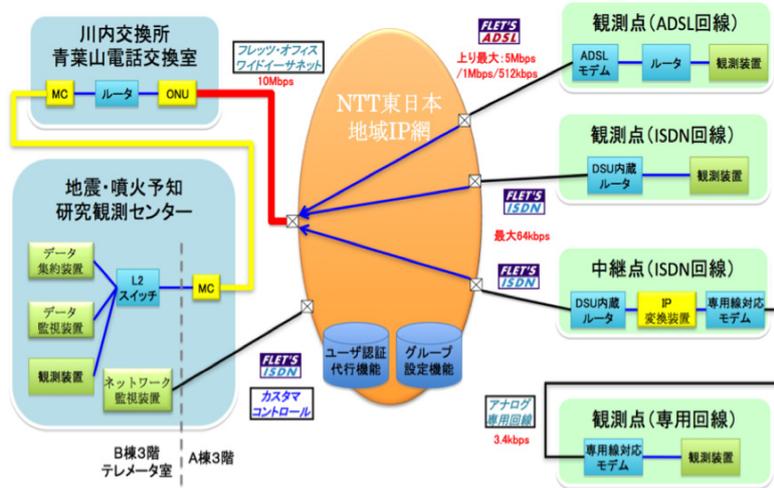


図2 観測点との接続 (フレッツ・オフィス)

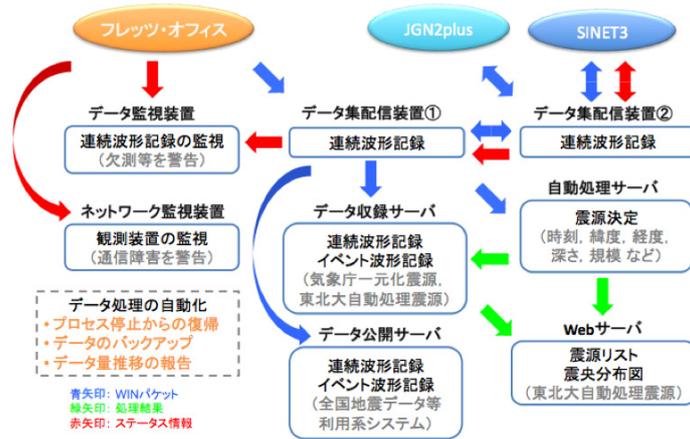


図3 データの流れ

3. データの利用状況

収録したデータの主な利用状況は下記の通りである。

- 気象庁および自前での読み取りによる震源再決定
- 地震波トモグラフィーによる地震波速度構造の推定
- 相似地震によるプレート境界すべりのモニタリング
- 波形解析
- 変換波を用いた震源決定、変換面の推定

高精度・高密度のデータを安定的に得られるようになったことで、近年、多数の成果 (図4～図7) が報告されている。データ流通網は研究活動に不可欠な存在となっている。

相似地震データから、プレート間カップリングが上盤プレートにより異なることが明らかに

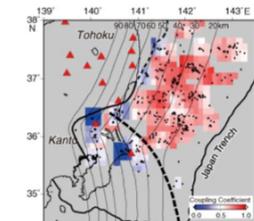


図4 Uchida et al., EPSL, 2009

日本海溝近くで二重浅発地震面を発見

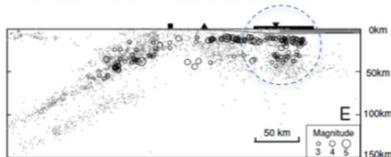


図5 Gamage et al., GJI, 2009

北海道コーナーで太平洋プレート上にまで達する地殻物質を発見

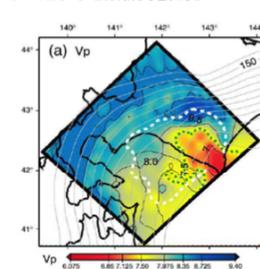


図6 Kita et al., EPSL, 2010

関東地方太平洋プレート上面付近のP波速度と地震活動の関係が明らかに

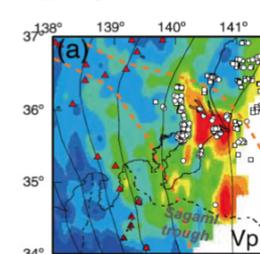


図7 Nakajima et al., JGR, 2009

京都大学の接続・利用状況

加納靖之*・大見士朗・SATARN グループ・地殻変動グループ

京都大学防災研究所

JDXnet への接続

京都大学防災研究所では、JGN2plus と SINET3 に接続し JDXnet へのデータ送受信を行っている。JGN2plus については吉田ノードから学内 VLAN を、SINET3 については化研(宇治)ノードから学内 VLAN を経由して接続している(2008年7月よりデータ送信開始)。JDXnet に送信しているデータは京大の観測点のものが 20 kB/s, 後述の西日本フレッツグループが 4 kB/s 程度である。

2011年度の SINET3 から SINET4 への移行に伴い、SINET の宇治ノードが吉田ノードに集約される予定となっている。JGN2plus と同じ経路を一部通ることになるため、通信経路を二重化するための検討をはじめたところである。

各観測所・観測点、桜島火山観測所、理学部地球熱学研究施設等との接続

各観測所、観測点の状況によって様々な接続方法をとっている。フレッツグループ接続(光、ADSL、ISDN)、SINET や岐阜情報スーパーハイウェイ等のネットワークを利用したもの、学内 VLAN を用いたものなどである。また、衛星(VSAT)テレメータ観測点については、地震研、JDXnet を経由して京大でデータを受信している。桜島火山観測所へも学内 VLAN を経由してデータを送信している。受信したデータの学内各プロジェクトへの配信には、専用のデータセグメントを設けるなどして対応している。

西日本フレッツグループ

JGN2plus や SINET3 に直接接続できない拠点へのフレッツグループを構築し、データ送受信を行っている(地震研和歌山・広島、九州大学、鹿児島大学、高知大学、金沢大学)。合同観測(濃尾)の観測点についてもデータを受信し、データの蓄積・処理や中継を行っている。一部通信経路の二重化にも対応している。

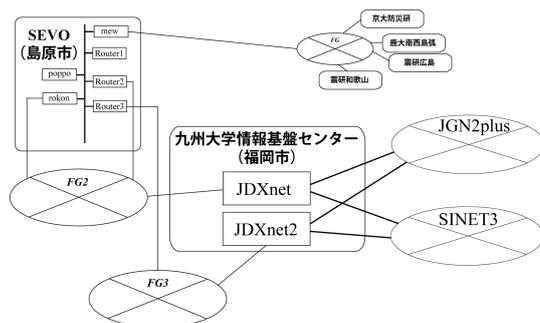
地殻変動データ

独自のデータロガーを設置しており、現時点ではリアルタイムでのデータ送信に対応していない(仕様として1時間に1回のデータ取得)。観測点はフレッツグループ接続に移行しており、「全国ひずみ傾斜データの流通と一元化」データベースへのデータ統合を目指している。今後、データロガーの改修を進めてリアルタイムデータの送信を実現したい。

九州大学におけるJDXnetの構成と運用 と WINシステムの64ビット化

九州大学地震火山観測研究センター
 発表者: 植平 賢司

ネットワーク構成図



・SINET3とJGN2plusのアクセスポイントは情報基盤センター内にある
 ・福岡～島原間はNTT西日本のフレックグループを使用
 (物理回線はBフレックベーシック100Mbpsの光ファイバー)



九州大学地震火山センターのサーバ(2台)とハブ

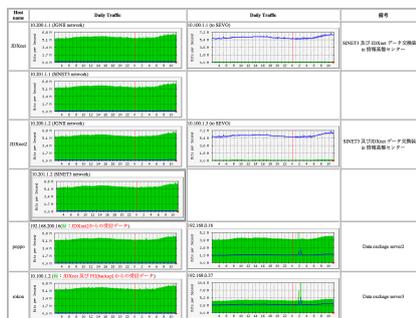


SINET3のラック

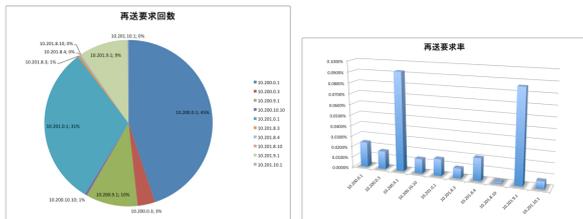


JGN2plusのラック

MRTGで見るデータトラフィック



JDXnet での他機関への再送要求の状況



2010/3/28 00:00～3/29 11:29 での再送要求回数の各ホスト間の比率(左)と、各ホストへの再送要求率(右)

他機関からの再送要求は、上記期間では皆無だった。

(参考)福岡～島原では、6%程度の再送要求率
 →全国データを二重に送るとパケット落ちが多い

WINシステム64ビット化について

- ・ 安価な汎用マシンでも4GBを超えるメモリ、ハードディスクの大容量化
- ・ 64ビット環境が当たり前
- ・ 様々なソフトも対応
 →32ビット環境が無くなりつつある
- ・ WINシステムは32ビット環境でしか動かない。
- ・ 32ビットモードでコンパイルすれば使える。
- ・ 地震データの表現では32ビットあればいいが.....
- ・ 大容量メモリ上でリアルタイムデータを処理するような新たなソフトウェア開発の可能性

データモデルの種類

データモデル	システム	char型	short型	int型	long型	ポインタ
LLP64 (IL32P64)	Win64	8	16	32	32	64
LP64	UNIX系	8	16	32	64	64
ILP64	UNIX系	8	16	64	64	64
ILP32	32ビットシステム	8	16	32	32	32
LP32	16ビットシステム	8	16	16	32	32

7

64ビット環境でのプログラミング

- long を4バイトデータとして扱わない
- scanf関数、printf関数のフォーマット(%d, %ld)
- long型とint型が混在した計算
- ポインタをint型やlong型変数に代入しない
- 定数の補数表現
- アライメント

8

64ビット環境対応の方法

- データの型はtypedefで独自の定義(char型の符号ありなし問題もあるので)
- 共通関数のライブラリ化
- メモリ関係は関数の定義の型で受ける(size_t, ssize_t)→32ビット、64ビット両環境に対応

9

データ型の宣言部

winlib.hより抜粋

現在はLP64モデルのみに対応だが、他のモデルもこの部分で対応可能

```

/***** re-define integer *****/
/* define 1 byte integer */
#if SIZEOF_CHAR == 1
#define __CHAR_UNSIGNED__
typedef signed char int8_w; /* signed 1 byte integer */
#else
typedef char int8_w; /* signed 1 byte integer */
#endif
typedef unsigned char uint8_w; /* unsigned 1 byte integer */
#else
#error char is not 1 byte length.
#endif
/* define 2 byte integer */
#if SIZEOF_SHORT == 2
typedef short int16_w; /* signed 2 byte integer */
typedef unsigned short uint16_w; /* unsigned 2 byte integer */
#else
#error short is not 2 byte lengths.
#endif
/* define 4 byte integer */
#if SIZEOF_INT == 4
typedef int int32_w; /* signed 4 byte integer */
typedef unsigned int uint32_w; /* unsigned 4 byte integer */
#else
#error int is not 4 byte lengths.
#endif
/* check float size */
#if SIZEOF_FLOAT != 4
#error float is not 4 byte lengths.
#endif
/*****

```

10

64ビット環境対応済みのプログラム

オンライン関係	recvt, order, shmdump, raw_mon, wdisk, wdisks, insert_raw
オフライン関係	wck, ls8tel_STS, ls8tel_STM, raw2mon, wchch, wch, wchasn, win2raw, winadd, wtape, setexb, fromtape

以上、19のプログラミングが対応済み。win.cはポチポチ対応中。

- 連続データを作成するところまでは対応済みで、現在テスト中。(FreeBSD 8.0/amd64)
- Mac OSX Snow Leopard (64ビット/32ビット)
- CVSサーバで公開(見ようと思えば見れる)

```

kterm
last pid: 51642; load averages: 0.19, 1.35, 1.87 up 76+06:33:13 17:48:33
79 processes: 71 sleeping, 8 stopped
CPU: 2.3% user, 0.0% nice, 0.2% system, 0.0% interrupt, 97.6% idle
Mem: 880M Active, 4673M Inact, 1950M Wired, 423M Cache, 1646M Buf, 991M Free
Swap: 4096M Total, 116K Used, 4096M Free

PID USERNAME THR PRI NICE SIZE RES STATE C TIME WCPU COMMAND
61291 uehira 1 46 0 4873M 4325M select 0 46.5H 1.17% recvt
61516 uehira 1 44 0 7682M 6882M nanslp 3 699:00 0.59% order
recvt 書き出し共有メモリ:5GB、order 書き出し共有メモリ:3GB

```

11

謝辞

- SINET3及びJGN2plusの利用及びデータ交換装置の設置にあたっては九州大学情報基盤研究開発センターの皆様へ支援いただいた。
- WINシステム64ビット化については、東京大学地震研究所の一般共同研究「WINシステムの64ビット環境への対応」(2009-G-06)で支援を受けるとともに、ト部 卓准教授、鶴岡弘博士、中川茂樹博士との議論が有益であった。

12

金沢大学における地震波形データ受信および利用状況について

金沢大学理工研究域自然システム学系 平松良浩

金沢大学では、2007年1月より現システムでの地震波形データの受信を開始し、研究・教育に活用している。本発表では金沢大学における地震波形データ受信およびその利用状況について紹介する。

地震波形データはNTT西日本のBフレッツにより京都大学防災研究所地震予知研究センターより金沢大学へ送信されている。東京大学地震研究所より借用したPC (FreeBSD 6.1) によりデータを受信し、有線LAN回線で直結したPC (Ubuntu 8.04) に収録している。中部地方の観測点については1ヶ月分、石川県、富山県の全域および福井県、長野県、新潟県の一部の範囲 (図1) の観測点については半年分のデータを保存している。

収録したデータは北陸地方の顕著な地震活動の解析に用いている。金沢大学が位置する石川県は2007年能登半島地震があったものの、定常的な地震活動は比較的低い地域であり、地震テクトニクス解明のために十分な地震活動データが得られている訳ではない。したがって、データ利用については、特に石川県内における比較的規模の大きな地震 (M3程度以上) (図2) および白山火山周辺の群発的な地震活動 (図3) を対象としている。

リアルタイムに近い形でデータ解析を行えることには、教育面とマスコミ対応という点においても効果がある。地方大学の現状を鑑みると、データ受信に関わる金銭的負担は小さくない。利用者の裾野を広げるためには、その負担を軽減するようなデータ流通網の構築が望まれるであろう。

謝辞：観測網の維持・管理ならびにデータ流通およびその利用に関してご尽力いただいている各機関の方々に感謝いたします。

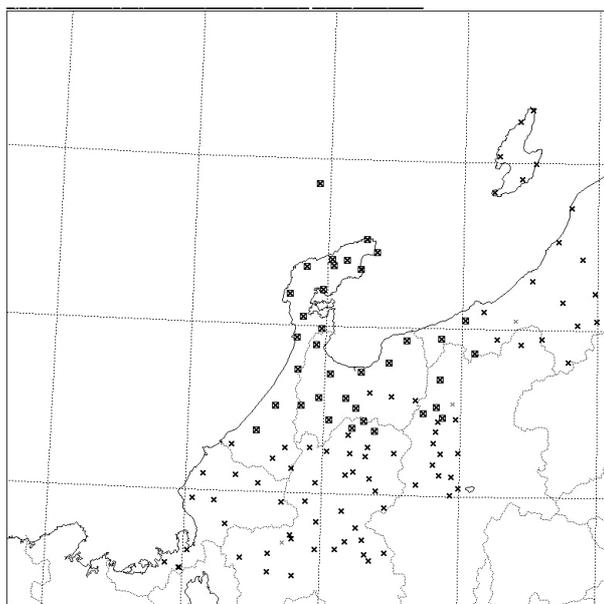


図1. 金沢大学における地震波形データ収録観測点分布。

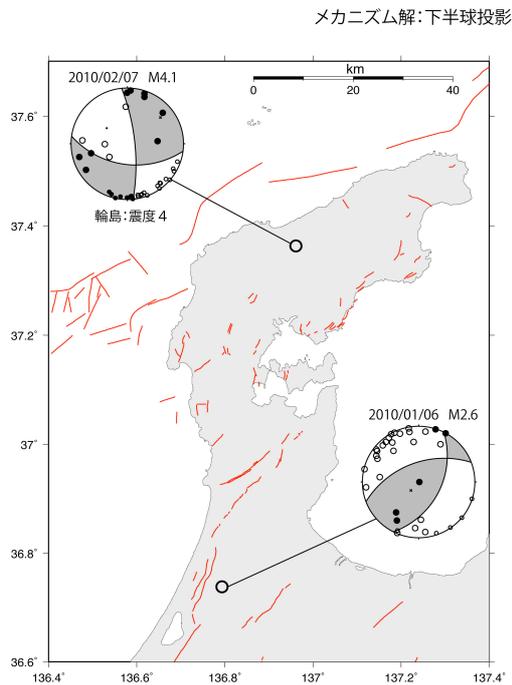


図 2. 2010 年に発生した能登地域における比較的大きな地震のメカニズム解。

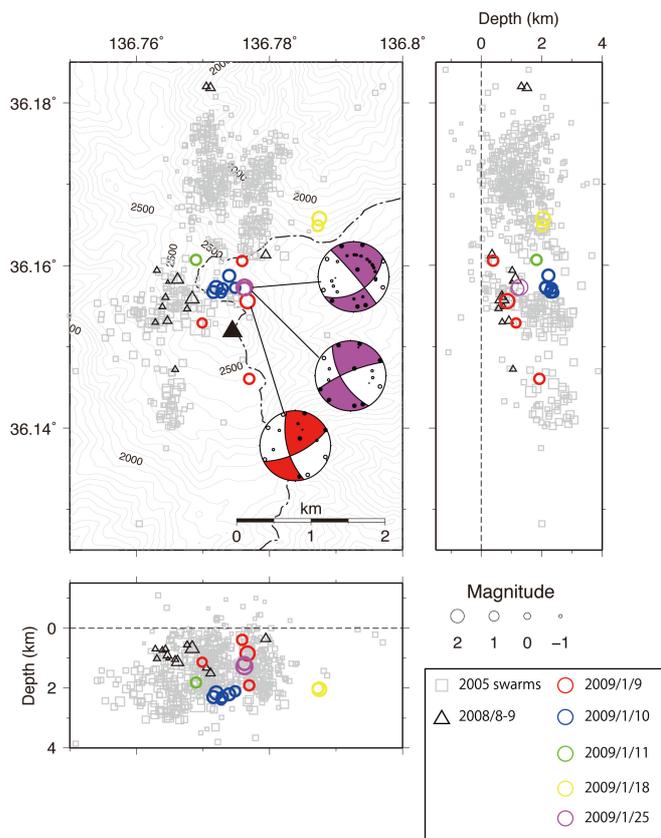


図 3. 2009 年 1 月に発生した白山火山直下の群発地震活動。

長崎大学における受信専用局の運用状況

長崎大学環境科学部 馬越孝道

1. はじめに

長崎大学環境科学部では、平成 11 年に地震研究所共同利用による衛星データ受信システムの運用を開始した。平成 19 年 12 月には、新たに SINET3 による地震データ流通ネットワークへの参加の機会を得て今日に至っている。ここでは、現在の受信専用局の運用状況およびこれまでの利用状況について報告する。

2. 運用状況

流通ネットワークの地震データは、SINET 長崎地区ノードのある長崎大学情報メディア基盤センターから、回線の多重化設定により環境科学部校舎の地球科学共同実験室へ送られている。実験室内のシステムは、データ受信用とトリガー波形収録用の 2 台の PC から成り、九州およびその周辺で発生した地震の波形を収録している。運用開始からこれまでの 2 年余の間、停電や工事等を除いて回線断などの問題は全く生じていない。過去 1 年以内のトラフィックの状況は、情報メディア基盤センターの HP 内で確認できる。

3. 利用状況

長崎大学環境科学部には地球科学系の教員が 3 名おり、地球科学全般の教育を分担している。この中に地震データを利用する 5 回の演習を組み入れており、毎年 20 数名の学生が選択受講している。演習では国内の地震観測網の話から始め、win を利用した震源決定等のデータ解析までを行っている。

本システムは、オープンキャンパス等の実験室公開でも活用している。また平成 20 年には、大村高校理数科 1 年生を対象としたサイエンスパートナーシップ事業の教材として用いた。この時は、第 1 回目に長崎大学で地震データの解析実習を行い、翌週の第 2 回目に九州大学地震火山観測研究センターで、地震計室や地震データ処理・解析のようすを見学した。

研究面では、これまでのところ卒業研究としての利用にとどまっている。継続的なテーマとして昨年からは、長崎市周辺の比較的狭い範囲の地震活動解析を開始した。

4. おわりに

長崎大学における受信専用局は、地震の教育を行う上で望外の価値を有している。課題として、現在本学では発表者のみが利用しているが、他学部の教員との共同利用の可能性、リアルタイムデータ受信の特徴を活かした研究利用、といった点を検討する必要がある。

謝辞：ト部先生には本ワークショップでの発表の機会を与您に提供いただき、衛星受信開始以来ご支援をいただきました。さらに SINET3 受信局の開設・運用にあたり、鷹野、鶴岡、中川各先生、九大の植平先生、並びに長崎大学情報メディア基盤センターにご支援をいただいております。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

京大阿蘇におけるデータ流通について

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
大倉敬宏

はじめに

地球熱学研究施設（本部：大分県別府市、以下 GRI）火山研究センター（京大阿蘇）の前身は昭和 3 年に設立された京都大学理学部附属火山研究所である。京大阿蘇では、設立以来阿蘇火山周辺の地震、地磁気、地殻変動観測が継続されてきた。この小文では、現状の京大阿蘇（以下 AVL）の地震観測網の概要を紹介するとともに、地震波形データ流通に参加するにあたって、解決すべき問題点を整理する。

AVL の観測網について

現在 AVL が運営している地震観測網は大きく 3 つに分けられる。一つは別府市周辺の地震観測網で、5 カ所において別府地溝帯や鶴見・伽藍岳周辺での地震の観測を行っている。あとの二つは九重火山周辺（現在は 4 カ所）、阿蘇火山周辺の観測網（現在は 20 カ所）である。従来、これらのデータは専用線や無線テレメータを利用して GRI あるいは AVL に集約されていたが、2007 年から順次テレメータ方式を変更し、2010 年の時点では、別府、九重周辺の 8 点のデータがフレッツグループにより BRI へ、阿蘇周辺の 20 点がフレッツグループと地域 VPN（後述）により AVL へ伝送されている。AVL では ISDN3 回線を敷設し、3 つのフレッツグループにわけて各観測点からのデータを受信している。収録システムはいまだ移行段階にあり、BRI では WIN システムが、AVL では WIN システムと別府地球科学総合研究所の MS1000 が利用されている。

一方、第 7 次火山噴火予知計画により、2007 年度から阿蘇火山自然地震構造探査が実施され、阿蘇カルデラ内外に Nanometircs 社製の衛星テレメータを用いた地震観測点が 8 カ所増設された。このうち 6 カ所で現在も観測が継続されており、それらのデータは阿蘇カルデラ近傍に存在する Hi-net、九州大学、気象庁など約 80 点のデータとともに宇治の防災研究所から BRI へ win 方式によりリアルタイムで転送されている。

AVL のインターネット環境について

AVL はカルデラ内の阿蘇郡南阿蘇村に位置する。カルデラ内には他に阿蘇市、阿蘇郡高森町があり、それらの総人口は 5 万人弱である。カルデラ内では B フレッツ、BBIQ（九州電力）等の安価で高速なインターネットサービスが受けられず、AVL 周辺では局舎からの距離、回線種の問題もあり、ADSL サービスすら受けられない。そこで AVL では NTT のメガデータネット（通信速度は最高 0.5Mbps で 0.3Mbps 保証）サービスを受け、OCN のグローバル IP アドレスを取得しインターネットを利用している。それら使用料は月額約 8 万円である。そして、AVL のネットワークは京都大学のネットワーク（KUINS）とインターネット VPN により接続されており、我々は KUINS 経由で e-mail や文献検索の利用、テレビ会議などをおこなっている。一方、別府の施設ではフレッツ光プレミアムが利用可能であり、AVL とのインターネット環境の格差は非常に大きい。

AVL には上記とは別のインターネット接続経路があり、以下でその概略を説明する。阿蘇市周辺では、阿蘇テレワークセンター（阿蘇市 100% 出資の会社。以下 TWC という）が、住民のために無線 LAN やダイヤルアップによるインターネットサービスを提供していた。AVL 周辺住民の働きかけにより、2003 年 9 月から AVL と TWC が九州電力の提供する VLAN で接続され（10Mbps）、AVL が TWC の無線 LAN 基地局の一つとなっている。現在、TWC は NTT メガデータネットサービスにより 20Mbps でインターネット接続されており約 600 人が TWC のサービスを利用している。AVL でも TWC 経由での Web 閲覧などが可能である。AVL-TWC の VPN を

利用してインターネット接続しているユーザー数は40弱であり、このVPNを利用して阿蘇火口周辺の地震波形を伝送することに対しては大きな問題は生じていない。

データ流通参加への課題

AVLにおけるデータ流通環境構築のためには、そのインターネット回線速度を高速化する必要がある。技術的に一番簡単であるのは、NTTメガデータネットの増速であるが、10Mbps（5Mbps保証）の回線速度にするためには月額でおおよそ15万円の支出増となる。

一方、TWCでは、総務省の緊急経済対策事業により2010年度内に阿蘇市産山村の全世帯（約1万）に光ケーブル敷設がされることをうけ、ユーザー数の拡大と外部接続の高速化を目指している。しかし、NTTのイーサーサービスにより外部接続を100Mbpsにする場合の費用は月額約200万円であるので、この回線をこれまでと同じく無償で利用することはできず、この回線の一部帯域をデータ流通のために占有するにはそれ相応の支出が必要となることが予想されている。

まとめ

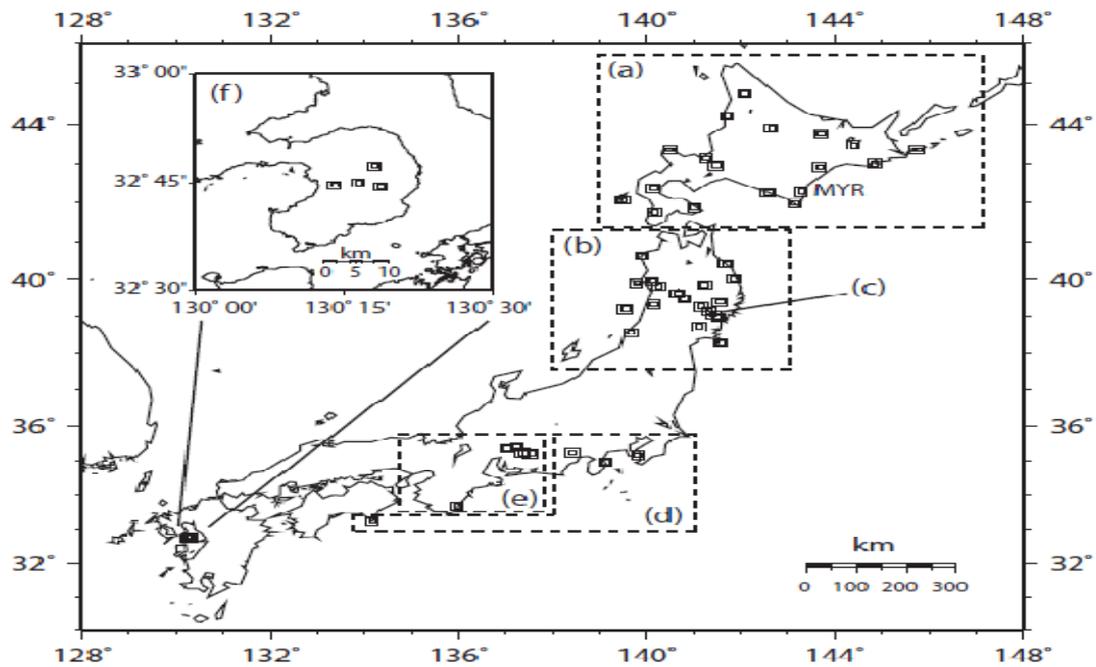
京大阿蘇では、NTTのフレッツサービスや阿蘇市提供の地域VPNを利用して、鶴見・伽藍岳、九重山、阿蘇山周辺の地震観測を継続している。そのうち、別府の地球熱学研究施設に集約されている、鶴見・伽藍岳、九重山の波形データを外部機関に提供することは容易である。しかし、阿蘇火山周辺の波形データ提供を含めた京大阿蘇のデータ流通環境を安価な方法で構築する方策は見つかっていないのが実情である。

全国ひずみ傾斜データの試験流通について

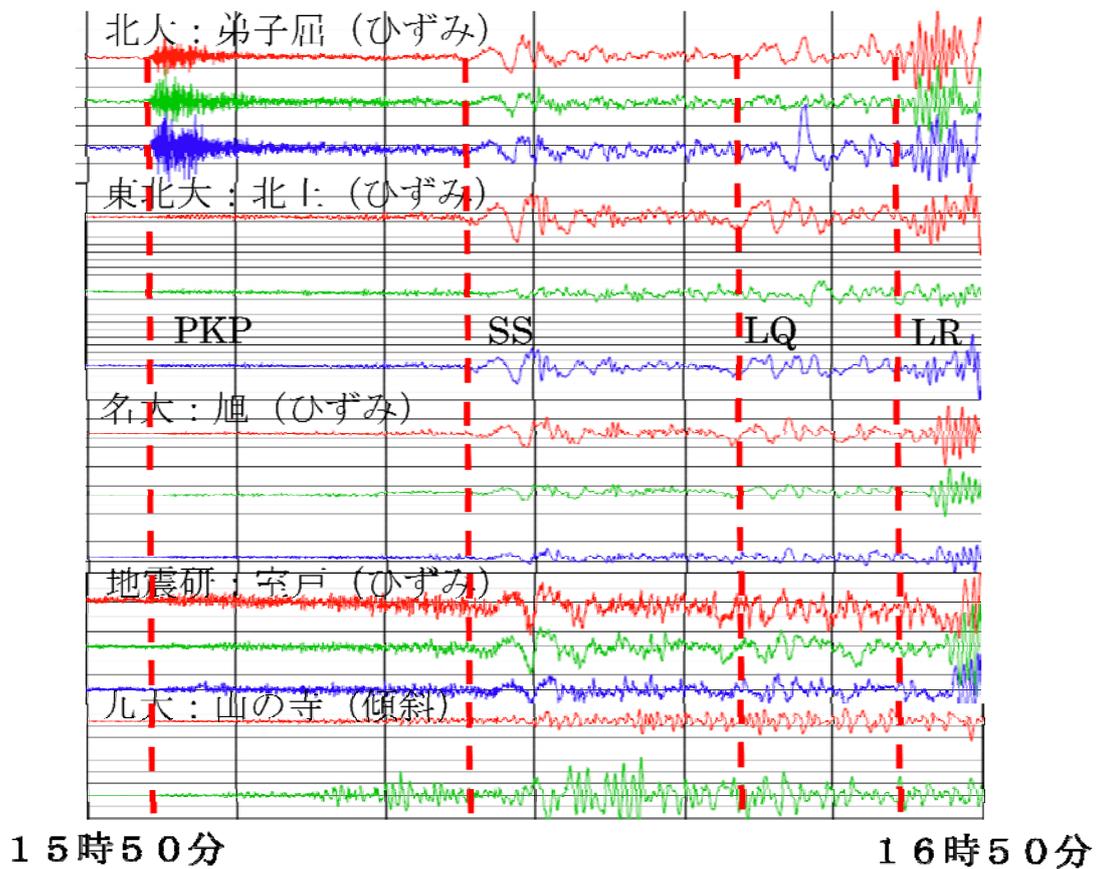
実施機関

鹿児島大学，九州大学，京都大学防災研究所，名古屋大学，地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所，神奈川県立温泉地学研究所，東京大学地震研究所，東北大学，国立天文台水沢 VERA 観測所，北海道立地質研究所，北海道大学

2009年4月より「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の一環として全国で運用されている地殻変動連続観測（ひずみ・傾斜計等）のデータ試験流通・一元化実験を開始した。流通は既存の大学間の全国地震データ流通基盤システム（鷹野ほか，2008）を利用して実施されており，WINフォーマット（卜部，1994）のパケットをブロードキャストすることにより実現されている。試験流通しているデータは北大にあるデータベースサーバ（山口ほか，2010）により一元化がなされるとともに，このサーバに実装されたWEBベースのインターフェイスによりデータのハンドリングやフィルタリングなどの簡易的な解析が可能となっている。WINフォーマット化されている他項目データにも対応可能であり，重力・水位・験潮観測データについても同一システムでの運用がされている。現在，全国の87観測点において実験中であり，日本列島をアレーに見立てた解析も可能となっている。数年の試験運用を経て，データおよびデータベースとも一般に公開される予定である。この試験流通において，2010年チリ地震にともなう地震動や津波，2009年12月の伊東沖群発地震にともなうひずみ変化，2009年駿河湾の地震にともなう余効変動，雲仙普賢岳の火山活動にともなう傾斜変化など，興味深い現象のデータがハンドリング可能となっている。ひずみ計や傾斜計などは，数週間以内の周期帯においてはGPSよりも高感度なセンサーである。特にひずみ計は高周波数から直流成分までにフラットに応答するため，高サンプリング観測により中規模地震から連動型のような超巨大地震までの遠地・近地歪地震動を振り切れなしで記録可能である。かつ，観測値が物理値であるためリアルタイム処理が可能である。センサーの広帯域性を生かすため100Hzから1Hzサンプリングでの観測を実施して，短周期ひずみ地震動から長期地殻変動までをシームレスに記録できるような運用がなされている。今後は，システムの安定性を見極めるとともに，より多くの機関の参加を働きかけていく予定である。



図：試験流通が行われている観測点の分布図



全国の観測点で観測されたチリ地震の地震動

国立天文台江刺地球潮汐観測施設の地殻変動データ流通について

出町知嗣・三浦哲・河野俊夫（東北大・理）・田村良明（国立天文台水沢）

はじめに

国立天文台水沢 VLBI 観測所江刺地球潮汐観測施設は、北上山地南西部、岩手県奥州市と一関市との境を成す阿原山の北側斜面、標高約 390m の地点に位置する。阿原山を含んだ周辺一帯は巨大な白亜紀花崗岩体によって構成されており、その花崗岩体をくり抜いて長さ約 250m の横坑式の観測坑道が掘られ、坑道内で石英管伸縮計・水管傾斜計・体積歪計等を用いた地殻変動連続観測が長年に渡って行われてきた。このような地質的条件等から、当施設において観測される地殻変動データはノイズの極めて少ない良質なデータであることが知られている。

近年、天文台職員の減員等によって施設維持が困難となり、地殻変動連続観測の継続が危ぶまれる状況に陥った。そこで、地震・火山噴火予知研究協議会及び地殻変動連続観測大学連合は、2007 年 10 月に国立天文台長に宛てて地殻変動連続観測の継続に関する要望書を提出し、協議の結果、施設管理を国立天文台側が責任を持って行い、観測機器の保守とデータ収録については地殻変動連続観測大学連合側が責任を持って行うということで観測の存続が決定された。

データ収録システムについて

東北大学では、この観測坑道内に広帯域地震計を設置しており、そのデータはフレッツ回線を経由してリアルタイムで宮城県仙台市の地震・噴火予知研究観測センターまで送信されている。そこで、既設のこの回線を利用して地殻変動データを収録することとした（図 1）。同センターへと送信されたデータは JDXnet を経由して「全国地殻変動データベース」サーバに収録されており、今後、データベースが公開されることによって、広く利用することが可能である。

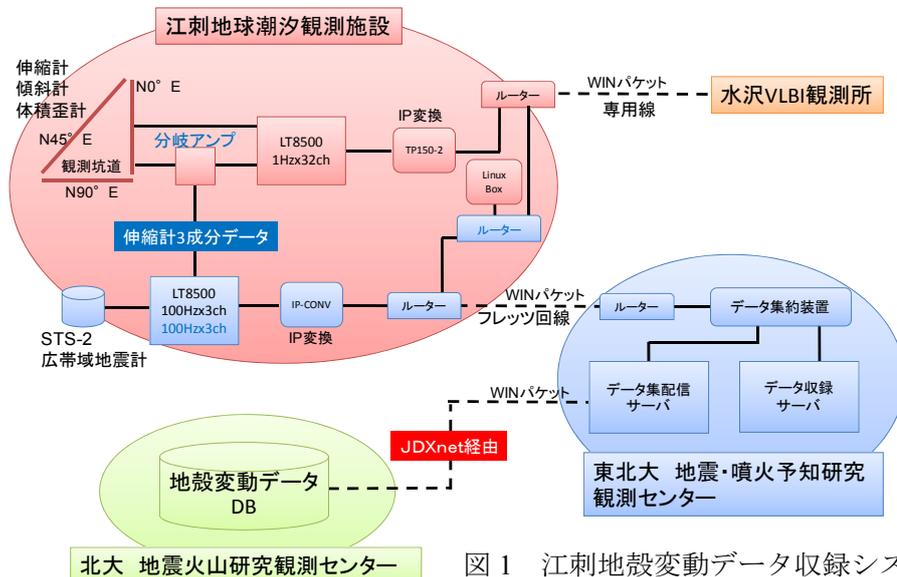


図 1 江刺地殻変動データ収録システムの概念図

離島火山観測における VSAT の利用

京都大学防災研究所・井口正人

九州の南方には、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島などの活火山が、北北東から南南西方向に連なっており、九州本土にある霧島、桜島、開聞岳などと霧島火山帯を形成する。いずれの火山も活動的であり、20 世紀において噴火が発生している。中でも諏訪之瀬島は、19 世紀に 2 度の溶岩流出を伴う噴火が発生し、20 世紀の半ばからは御岳山頂火口においてストロンボリ式〜ブルカノ式噴火が繰り返されている。噴火活動は活発であるが、離島であるが故に、交通は不便であり、通信手段も十分ではない。諏訪之瀬島において火山性地震の連続観測が開始されたのは、わずか 20 年前の 1989 年である。当時、諏訪之瀬島にはアナログの電話回線は設置されており、パソコンとモデムを利用したダイヤルアップ方式により、トリガー方式により記録された地震データを桜島火山観測所までファイル転送した。その後、諏訪之瀬島の北の中之島と南の悪石島にはデジタル回線が設置されたが、諏訪之瀬島や北西の平島には今もアナログ回線しかない。

2003 年に諏訪之瀬島において爆発機構の解明を目的とした観測網を御岳火口周辺に設置した。観測網は 4 点からなり、それぞれの観測点に広帯域地震計(STS-2)と傾斜計、低周波マイクロホンを設置した。広帯域地震計の信号は 200Hz、傾斜計、低周波マイクロホンの信号は 100Hz で 24bit の分解能でサンプリングされる(LS7000-XT)。AD 変換された WIN パケットは、400MHz 帯のシリアル無線送信機(RM300)により隣接する島まで送信される。御岳火口の北にある 2 観測点のデータは中之島へ、南の 2 観測点のデータは悪石島へ 38.4kbps の速度で送信され、それぞれの島において IP 変換した後、デジタルアクセス 64 回線で桜島火山観測所へ送信した。専用回線の借料が高く、2007 年からは諏訪之瀬島御岳南側の 2 観測点のデータは集落近くにある観測室で集約・現地収録し、リアルタイムで伝送しているのは御岳火口の北側 2 観測点だけである。

十島村や鹿児島大学によりブロードバンド計画が進められてはいるが、諏訪之瀬島を含むトカラ列島ではインターネット設備の整備が遅れており、本土のように観測点からブロードバンド回線によりパケットを送信する環境にはない。逆に、VSAT を最も有効的に使用できる環境にあるともいえる。しかしながら、噴火活動が活発な火口周辺は VSAT の設置には適さない。その理由は 1) 小型小電力化が図られているとはいえ、依然として消費電力は大きく、太陽光発電で電力を賄いきれない(降灰により発電が停止することもある)。2) 日本国土の縁部に位置するトカラ列島ではアンテナ径は 1.2m が推奨され、その運搬が困難である。3) 仮に設置できても、台風の常襲地帯の山頂では風速 90m/s 以上の激しい風が予想され、維持が困難である。

そこで、各観測点からは、固定局 400MHz 帯や無線 LAN などの地上系無線により、商用電力が供給されている山麓の観測点まで伝送し、そこで集約したのち、VSAT によりパケットデータを打ち上げる。諏訪之瀬島御岳南側の 2 観測点のデータは集落近くにある観測室で集約・現地収録されているので、このデータを VSAT により、2010 年 3 月末から打ち上げる予定である。また、中之島で集約され、ISDN 回線で伝送されている、北側の 2 観測点のデータの VSAT への切り替えは 4 月を予定している。伝送成分数は、200Hz が 6 成分、100Hz が 12 成分である。いずれの VSAT の帯域も 64kbps とする。

東濃地域の地殻活動観測とその成果

財団法人地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所

大久保 慎人(okubo@tries.jp)

1. 東濃地域における地殻活動観測網

東濃地震科学研究所 (TRIES) では平成 10 年より, 岐阜県東濃地域に最小観測点間隔 2km の超高密度地震観測網 (HDSN) を設置・運用してきた (大久保・青木, 1999). この地域には Hi-Net のような地震基盤観測網が少なく, TRIES における地震研究の基盤となっている. HDSN の地震計は主に高感度の加速度計で構成されており, 地域地盤震動研究 (青木・ほか, 2009, 田中・ほか, 2007) や長周期地震動解析に用いられてきた (大久保・ほか, 2001). また TRIES では, 観測環境の安定した深いボアホールに地殻活動総合観測装置を設置し, 地震動, ひずみ, 傾斜などの高精度な観測も行い, その記録を利用している (Okubo *et al.*, 2005 など).

2. HDSN の IT 化

HDSN は設置の簡便さ, 運用の容易さを重視し設置したため, 当初は現地収録のトリガー観測であった. しかしながらトリガー観測ゆえ地震の取りこぼしが多く, 観測網全体の記録が利用できる地震は, ある程度大きなものに限られていた. そこで平成 19 年度より, 観測データの充実と地域への情報発信を目指し, 観測網の IT 化事業を進めた. 観測点の IT 化のためのネットワーク回線には, NTT フレッツ網や携帯データ通信網, 既存のネットワークへのあいのり方式 (shmdump over SSH Port forwarding) を利用している.

3. HDSN 観測記録の利用

東濃地域の地下には地震が比較的少なく, HDSN を用いたルーティンの震源決定にはあまり意味がない. しかしながら震動現象全般に関し, 説明を求める地域の要望は多い. また, 既往の地域地盤震動研究との連携を鑑み, 準リアルタイム震度分布として情報を公表することとした. 震度分布を準リアルタイムで求めるシステムは, 功刀・ほか (2008) の手法を用い, WIN (卜部, 1992) の基本ツール (shmdump+awk+wintowin) を組み合わせることで実現した.

長岡平野西縁断層帯周辺における地震観測網の構築

(財)地震予知総合研究振興会 佐々木俊二・澤田義博

(1) はじめに

近年、東北日本のひずみ集中帯において大地震が連続して発生し、活構造と震源断層の関係や地震の発生可能性に大きな関心が寄せられている。長岡平野西縁断層帯(角田・弥彦断層, 気比ノ宮断層および片貝断層)は、新潟県を縦断するひずみ集中帯に位置し、隣接する地域において 2004 年新潟県中越地震や 2007 年新潟県中越沖地震が発生していることから、その活動性が注目されている。断層帯周辺の既存地震観測点の間隔は、現状 25km 程度であり、周辺で発生する微小地震と断層帯との関係を検討するにはやや粗いと考えられる。このため、より高密度の地震観測を実施し、既存の観測網の観測データと併せて解析することにより、周辺で発生する地震と断層帯との関係が明瞭になると考えられる。以下では、この目的のため、現在構築中の地震観測網の概要について述べる。

(2) 観測点の配置

長岡平野西縁断層帯の総延長は約 83km である。断層帯周辺における地震活動性に関する調査研究を実施するためには、断層帯をカバーする高密度の微小地震観測網が必要である。このため、既設の観測点を有効に活用すること、観測点の間隔を 5~10km 程度とすることなどを念頭に置き、観測点の配置を検討した。その結果、観測点の総数は約 40 点と見積もられた。本年度は、断層の活動性を早期に把握するため、できるだけ断層の近くに 9 観測点を設置した(図-1)。

(3) 地震観測点の概要

ノイズレベルを下げ検知能力の向上を図るためには、ボーリングを掘削しその孔底に地震計を設置することが不可欠である。ボーリングの掘削深度は深いほど望ましいが、工期、設置経費を考慮すると、大深度ボーリングは現実的とはいえない。このため、ボーリングの掘削深度を Hi-net の標準的な深度である 100m とすることにした。

地震計は、微小地震観測用に高感度の速度型地震計、強震観測用にサーボ型加速度計と二つのタイプを併用することにし、これらのエレメントを組み合わせた高ダイナミックレンジの孔中地震計を新たに製作した。また、地表には孔中地震計の加速度型地震計と同じタイプの地震計を設置した。地震計からの信号は、筐体に納めたロガーで AD 変換した後、データセンターへ送信している(図-2)。

(4) データセンター

データセンターを構築するにあたり、地震観測データの処理・解析を迅速かつ効率的に実施するため、防災科学技術研究所が Hi-net で使用しているソフトウェアを全面的に利用してデータセンターを構築した。ここでは、観測点からの波形データをインターネット VPN 経由で受け取る。その際、受け取るデータは WIN 1 形式であるため、WIN32 形式に変換した後データストレージに蓄積する。蓄積を行うファイルは連続波形ファイルで、1 分ファイルを 1 ファイルとして蓄積する。また、連続波形データがある一定の時間に到達しない場合、間に合わなかった部分のデータは欠測扱いとな

携帯電話データカードを用いた地震テレメータについて

松島 健・植平賢司（九州大学地震火山観測研究センター）

近年携帯電話のデータ通信に定額料金プランが設定されるようになり、データ通信専用端末（データカード）を用いて地震等のデータを連続して送信することが、現実的な価格で可能となった。

先行して定額料金サービスを始めていた au のデータカードを用いて東濃地球科学研究所や東北大学地震・噴火予知研究観測センターで同様な地震データテレメータの構築が行われているが、我々はその他の docomo 社や softbank 社, E-mobile 社の製品も用いて、なるべく単純で安価なシステム構成を目標として開発実験を行った。

システム構成

各社のデータ通信カードのほか、データ通信カードを接続できるルータが必要となる。データ変換装置としては、白山工業社製 LS-7000XT, 地震計として Lennartz 社製 LE3Dlite(1Hz3 成分)を使用した。電源として 32W のソーラーパネルを使った。

データ通信専用端末（データカード）

価格は各社ともデータ通信端末装置の価格は実質 0 円となっている。通信料金は各社とも通信の上限料金は月額 4000 円台であり、プロバイダ料金も含めると、5000 円弱になり大きな差はない。ただし、au は使用していない月はプロバイダ料金が発生しないので、500 円程度まで価格が下がる。他社は 1000 円程度になる。ちなみに、定額制プランを使用せずに通常の従量制プランを使用すると、1 日で 3 万円程度のデータ通信費用が発生する。

サービスエリアは docomo, au とともに全国レベルの利用エリアとなっている。E-mobile は都市圏のみであり、地方での地震観測に使用できない。softbank 社は定額データプランに関しては E-mobile 社のデータ通信網を利用しているため、地方では使用できない。

通信規制に関しては、au 社は 24 時間, docomo 社は 12 時間連続使用すると、通信が一旦切断される。再接続までは 20 秒程度の時間が必要となる。docomo 社は、3 日間に 300 万パケット以上使用すると、データ通信速度を低下させられるという通信規制が課せられる。

モバイルルータ

携帯電話データ通信端末を接続して、インターネットワークに接続可能なルータ（モバイルルータ）としてサン電子の Rooster シリーズ, アイオーデータ社のデータジャケットシリーズがある。Rooster シリーズは VPN 接続が可能であるという特徴があるが、実売価格が 5 万円と少々高いことと、接続ごとに IP アドレスが変わってしまうモバイル端末に対して、一定のドメイン名を与えるダイナミック DSN サービスが有料であることが難点である。

アイオーデータ社は、実売価格が 1 万円を切り、ダイナミック DSN サービスが無料であることが利点である。本実験ではアイオーデータ社製 DCR-G54/U を使用した。この機種は入力電源電圧が 12V であるため、ソーラー電源で直接駆動可能である点も有利である。

データ伝送

LS-7000XT から送出された win パケット (A0) は、モバイルルータをゲートウェイとして携帯電話通信カードから送信され、携帯電話プロバイダから一般のインターネット経

由でセンターに送られてくる。センターでは、ダイナミック DNS を利用して、ドメイン名制限でデータのフィルタリングをすることが可能である。

データの欠落は、多いときで、1 時間に 2,3 秒程度の欠落が出る程度である。ただし、連続通信制限のために、通信速度が制限された場合には、1 時間で 10 秒程度分のデータ欠落が発生するようになる。ちなみに 3ch24bit で 100Hz サンプリングの場合、おおよそ 1 日に 50 万パケット程度のデータ通信量となる。

なお、ルータの設定を変更すると、外部からデータ変換装置へのアクセスが可能となるため、メモリカードに蓄積されたデータを ftp で回収することは可能である。

システム運用

ルータ DCR-G54/U および docomo L-05A の合計消費電流は約 160mA である。白山工業 LS-7000XT および地震計 LE3Dlite の消費電流も約 160mA であり、合計 320mA の消費電力となる。現在 32W のソーラーパネルで屋外運用の実験を実施しているが、天候不良が 3, 4 日続くと電力不足で停止する。安定運用のためには、60W 程度のソーラーパネルを使用することが必要と考えられる。

まとめ

携帯電話データ通信端末を利用した簡便な地震データテレメータシステムを開発した。60W 程度のソーラーパネルを電源として、月 5000 円程度の定額データ通信量を支払うことで、携帯電話データ通信サービスエリア内であれば 3ch100Hz の地震データをセンターに伝送をすることができるようになった。

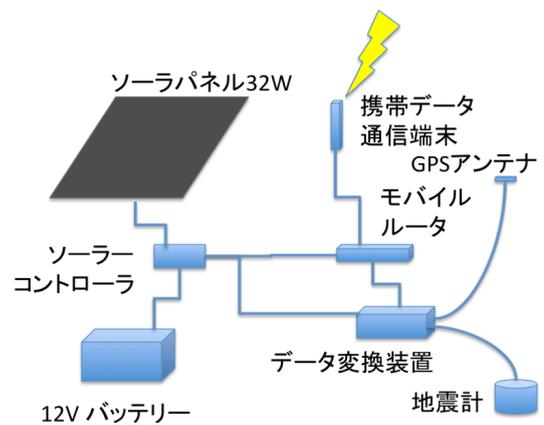
現在の問題として、バッテリーが充分充電されて電力が復電した際に、LS7000XT からの地震データパケットが携帯電話プロバイダからインターネットに送出されなくなる事象が時々発生しているため、その原因を調査中である。

山頂部などの高所部では、多数の携帯電話基地局からの電波を受信できてしまったため、PDC 方式の mova より、W-CDMA 方式の FOMA プラスエリア (800MHz 帯) 対応の FOMA が有利なはずであるが、実際には基地局の切替が頻発するなど十分な通信速度を出せない場合があるようである。指向性がある外部アンテナの使用等について検討する必要がある。

また、携帯電話が混雑してデータ通信にも通信制限が出た場合に、地震データのパケットの伝送がどのようになるか把握することは、今後の重要な課題である。

謝辞

先行のシステム開発者である東北大学平原聡博士、三浦哲教授、東濃地球科学研究所大久保慎人博士からは数々の情報をいただいた。ここに記して感謝する。



システムの模式図および運用状態

低周波微動自動モニタリングシステムの現状と展望

広島大学大学院理学研究科 須田直樹

広島大学で運用している微動自動モニタリングシステム(ATMOS: Automatic Tremor Monitoring System)は、JDXnet でリアルタイムに配信されているデータを解析して、フィリピン海プレート沈み込み帯の深部で発生する非火山性微動を自動的に検出して震源決定を行い、結果を WEB に公開するシステムである。2006 年 1 月の運用開始以来、システムは安定して作動しており、これによって微動活動の把握がきわめて容易になった。

ATMOS では、微動発生域を東海・紀伊半島・四国東部・四国西部の 4 地域に分け、それらにおける微動の発生を独立にモニタリングしている。システムは、データ受信用 1 台、データ保存用 1 台、解析用 2 台、公開用 1 台の計 5 台の PC から構成されている (図)。負荷の点からは、データ受信用の他に 1 台の PC でも運用は可能だが、ハードの障害対応やソフトの更新の点からは、このように分けた構成の方が運用しやすい。OS は、データ受信用 PC のみ FreeBSD で、他はすべて Linux (CentOS) である。広島大学では SINET3 と JGN2+ の両方の利用が可能であり、そのおかげでデータの欠測はほとんどない(2006 年 6 月以前は衛星データを利用してはいたが、降雨・降雪による欠測がしばしばあった)。受信した全チャンネルのうち、微動発生域およびその周辺の観測点の約 430 チャンネルのデータを、ブルーレイディスクにバックアップしている。ATMOS では、2 分ごとに微動の検出と震源決定を行っている。方法の詳細については Suda et al. (2009) を参照されたい。今後の課題としては、地震波速度構造に 3 次元モデルを用いて震源決定精度を上げることがあり、これについてはソフトの作成と検証はほぼ終了した。また、微弱な小規模微動の検出感度を上げるために、絶対振幅の情報を用いることを検討している。

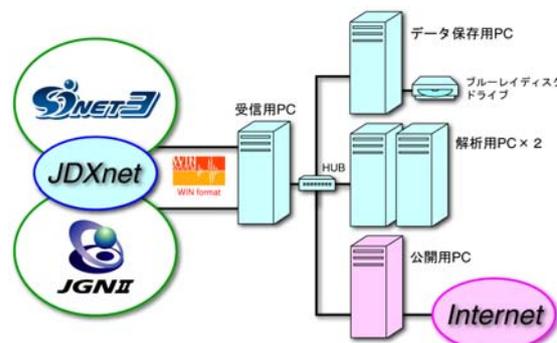


図 ATMOS ハードウェア構成

微動を含む「ゆっくり地震」はプレート境界遷移域での応力開放過程であり、これらをモニタリングすることは、海溝型巨大地震の発生予測とも関連して極めて重要である。特に微動は超低周波地震やスロースリップに比べて高い S/N でリアルタイムに観測が可能である。最近では、微動の活動から誘発源であり主な応力開放プロセスである短期的スロースリップの規模を推定することが可能になりつつある。そのような研究の成果に加えて、数値シミュレーションや摩擦実験の成果を取り込むことで、微動のモニタリングをプレート境界の応力変動のモニタリングに繋げることが長期的な課題である。

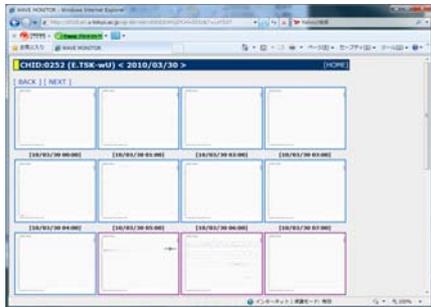
最後に、データの利用を可能にして頂いている関係機関の各位に、この場をお借りしてお礼を申し上げます。

参考：

ATMOS URL, <http://tremor.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/>

Suda, Nakata, and Kusumi, *JGR*, doi:10.1029/2008JB006060, 2009.

Webによる連続波形画像作成システム



パッケージ

- CGI プログラム
- 波形表示プログラム
- 100KB弱
- 必要な環境
 - WINシステム
 - httpd(apacheなど)
 - CentOS, FedoreCore, RedHat

まとめ

- JGN2plus or SINET3を使って, 緊急地震速報や波形データのリアルタイム表示が簡単に可能, またツール類も利用可能
- ツールのお問い合わせは
tsuru@eri.u-tokyo.ac.jp まで