

# データ流通ワークショップ 発表要旨集

日時：2018年3月28日（水）10時00分～16時10分  
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。

- 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(H26-30)研究課題  
「データ流通網の高度化」(課題番号1518)

当日参加者名簿（順不同）

汐見 勝彦	防災科研	青木 陽介	東大地震研
飯沼 智宣	気象庁	上原 美貴	東大地震研
西 政樹	気象庁	安藤 美和子	東大地震研
大竹 和生	気象庁	大塚 宏徳	東大地震研
増田 智彬	気象庁	佐伯 綾香	東大地震研
塩津 安政	気象庁	田中 伸一	東大地震研
小野 祥二	気象庁	藤田 親亮	東大地震研
中川 茂樹	気象庁/東大地震研	増田 正孝	東大地震研
溜淵 功史	気象研	宮川 幸治	東大地震研
関根 秀太郎	地震予知総合研究振興会	出川 昭子	東大地震研
岩瀬 良一	JAMSTEC	工藤 佳菜子	東大地震研
鷹取 耕治	情報通信研究機構	佐藤 総子	東大地震研
渡部 謙	情報通信研究機構	藤田 園美	東大地震研
吉田 一志	情報通信研究機構		
渡辺 康二	シモレックス	以上 52名	
神定 健二	高見沢サイバネティックス		
ト部 卓			
一柳 昌義	北大		
山口 照寛	北大		
高田 真秀	北大		
高橋 浩晃	北大		
青山 裕	北大		
小菅 正裕	弘前大		
内田 直希	東北大		
平原 聡	東北大		
海田 俊輝	東北大		
中山 貴史	東北大		
出町 知嗣	東北大		
前田 裕太	名大		
加納 靖之	京大防災研		
長岡 愛理	京大防災研		
中川 潤	京大防災研		
大久保 慎人	高知大		
山品 匡史	高知大		
松島 健	九大		
馬越 孝道	長崎大		
鷹野 澄	東大情報学環/東大地震研		
酒井 慎一	東大地震研		
鶴岡 弘	東大地震研		

## データ流通ワークショップ

2018年3月28日（水）10時00分～16時10分 地震研究所1号館2階セミナー室

### プログラム

10:00-10:05 開会挨拶 鶴岡弘（東大地震研）

座長 鶴岡弘

10:05-10:25 ○飯沼智宣・西政樹・栢野一正・竹田智博・石川聡・島崎郁弥（気象庁）  
気象庁地震観測網の最近の動向（仮）

10:25-10:45 ○岩瀬良一（国立研究開発法人海洋研究開発機構）  
JAMSTEC海底ケーブル型観測システムの運用状況

10:45-11:05 ○汐見勝彦（防災科学技術研究所）  
防災科研陸海統合地震津波火山観測網観測データ伝送基盤サービス更新作業の現状

11:05-11:25 ○松島健（九州大学）  
九州大学のJDXnetへの接続改良について

11:25-11:45 ○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本部の観測点2017年度の状況について」

11:45-12:50 昼食休憩

座長 関根秀太郎

12:50-13:10 ○加納靖之（京都大学防災研究所）  
京大の接続状況

13:10-13:30 ○鶴岡弘（東大地震研）  
全国地震データ等利用系システムの現状

13:30-13:50 ○内田直希・平原聡・河野俊夫・岡田知己（東北大）・佐藤剛至・  
天間克宏・鷹取耕治（情報通信研究機構）  
「IoT向け無線機器を用いたオンライン地震観測システムの検討」

13:50-14:10 ○溜瀨功史（気象研）・中川茂樹（東大地震研）  
大規模連続地震波形データ解析システムの活用例：  
自動震源決定による東北地方太平洋沖地震前後の震源の再解析

14:10-14:20 休憩

座長 溜瀨功史

14:20-14:40 ○大久保慎人（高知大学）  
WIN format を利用した地震動波形記録以外の格納」

14:40-15:00 ○青山 裕・高橋浩晃（北大理）・中道治久（京大防）・青木陽介・中川茂樹（東大震研）  
次世代WINへの展望

15:00-15:20 ○高橋浩晃（北海道大学）  
大学等各機関の定常観測点の状況（休止・廃止など）について情報交換を  
行うWG（定常観測WG）の検討状況（案）

15:20-15:40 ○中川茂樹（気象庁/東大地震研）  
観測点情報を効果的に管理するにはどうすればいいか

15:40-16:10 ○鷹野澄（東大情報学環/東大地震研）  
TBA（データ流通について、退職記念講演）

16:10 閉会挨拶 鶴岡弘（東大地震研）

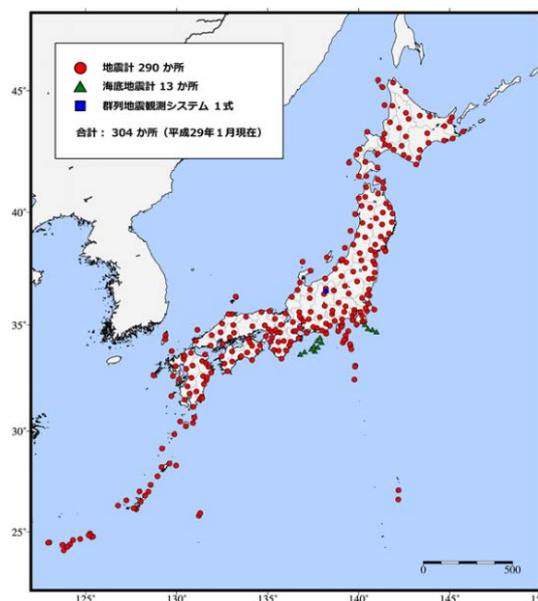
## 気象庁地震観測網の最近の動向

○飯沼智宣・西政樹・栢野一正・竹田智博・石川聡・島崎郁弥（気象庁）

### 1. はじめに

気象庁は、全国約 290 箇所に地震観測施設を整備（右図）し、地震活動の監視を行っている。この施設には、加速度計と速度計を設置（一部の地点は広帯域も設置）し、観測された地震動から計測震度の算出や緊急地震速報のための解析を行い、地震波形データや震度データ、緊急地震速報処理データを気象庁にリアルタイム伝送している（地震と津波、気象庁、2017；気象庁ガイドブック 2017、気象庁、2017）。

本講演では、この観測施設に関する最近の動向について報告する。



観測点配置。赤が地震観測施設。

### 2. データ収集回線の光化

多機能型地震観測施設からのデータ伝送には、NTT コミュニケーションズ社が提供する Earth LAN を用いている（そのほかに、バックアップ回線として、ISDN 回線と衛星携帯電話回線を利用している）。Earth LAN の足回りはメタル回線となっているが、近年、NTT 東西の接続料改定に伴い、回線経費の上昇が見込まれている。そこで、観測施設に光回線の引き込みが可能な拠点については光回線化を行うこととした。光回線化に伴い、これまで 64kbps であった通信速度が 1Mbps に向上する。このことにより伝送の安定性が確保され、リモートでのメンテナンス作業や更なる観測の充実に対応することが可能となる。

### 3. 多機能型地震観測装置の更新

多機能型地震観測施設に設置されている観測装置類の一部は、整備から20年以上経過して老朽化が目立ち、障害復旧の長期化にもつながる状況となっている。緊急地震速報の精度低下や津波予警報の発表の遅れにつながりかねないことから、老朽化した機器を順次更新することを計画している。

更新に当たっては、以下の機能を新たに盛り込むこととしている。

#### 1) データ伝送回線の光回線化

前項2の光化の一環として行う。これにより、多量のデータを安定して伝送することが可能となる。

#### 2) 回線状況に応じた伝送量の最適化

リアルタイム性を確保しながら回線状況に応じて伝送量を最適化し、確実なデータ伝送を行う仕組みを新たに構築する。回線状況悪化に対応して伝送速度や優先度を自動調整して、最重要項目データの確実な送信を行う。また、滞留したデータの自動再送によって、確実なデータ収集を行う。

#### 3) 機器類の自動監視

地震観測装置を構成する機器類の自動監視を行う仕組みを構築する。テレメータ装置に独自MIBを設定し、SNMPプロトコルを用いて、ルータ等回線装置を含めて機器類の監視を一括して行う。監視項目としては、伝送速度、装置内の保持データ量、GPS衛星捕捉情報、バッテリー状況、停電や回線断の報知、などを検討している。これらの情報を自動監視することで、速やかな障害検知と復旧につなげていきたい。

これらの機能によって、機器の信頼性や稼働率を上げ、緊急地震速報や津波予警報の迅速かつ安定した発表体制の維持し、国民の生命と財産を守る防災対応に寄与したい。

### 4. まとめ

気象庁では、計画的に回線の光化や地震観測装置の更新を進めていく予定で準備を進めているところである。今回計画している回線帯域の増加や観測装置の高度化によって、これまで以上に安定した観測を行っていきたいと考えている。大学や防災科研はじめ関係各機関の協力をお願いする。

# JAMSTEC 海底ケーブル型観測システムの運用状況

岩瀬 良一（海洋研究開発機構）

## 1. はじめに

海洋研究開発機構(JAMSTEC)では、現在、北海道釧路・十勝沖、相模湾初島沖及び高知県室戸岬沖の3海域に設置した海底ケーブル型観測システムの地震計及び水圧計（津波計）のデータを、防災科学技術研究所経由で JDXnet に配信している。

このうち、高知県室戸岬沖の観測システムについては、平成 19 年（2007 年）に閣議決定された独立行政法人整理合理化計画、および JAMSTEC の第 3 期中期目標及び中期計画（2014～2018 年度）において、DONET の運用開始を踏まえ廃止することが明記されており、来年度（2018 年度）中の廃止が求められている。しかしながら、当該システムの撤去には数億円にのぼる経費が必要と見込まれており、具体的な廃止方法が喫緊の課題となっている。

この課題を含め、JAMSTEC の海底ケーブル型観測システムの現在の運用状況について報告する。

## 2. 各観測システムの構成と運用状況

JAMSTEC の海底ケーブル型観測システムの特徴は、地震計だけでなく、深海における環境変動の総合観測を目的として、ビデオカメラ、CTD（水温、塩分濃度、水圧）、地中温度計、流向流速計、ハイドロフォンなどの多種類のセンサにより構成されている点である。これらのセンサは、基本的には海底ケーブル先端の先端観測装置に取り付けられている。地震計及び津波計は、釧路・十勝沖及び室戸岬沖システムではケーブルの中間に「インライン型」として取り付けられている。初島沖システムではケーブル先端にのみ取り付けられている。

### 2. 1 相模湾初島沖「深海底総合観測ステーション」

#### (1) 主要構成及び観測点数（全て先端観測装置に搭載）

- ・地震計（東京測振製サーボ型速度計 3 成分）：1
- ・津波計（Paroscientific 社製感圧水晶型水圧計：CTD の構成品）：1
- ・その他 [CTD・ハイドロフォン・ビデオカメラ・ADCP(多層流向流速計)・ガンマ線センサ等の各センサ、及び水中着脱コネクタ（光、電気）]：1

#### (2) 運用状況

- ・地震計：稼働中
- ・地震計以外のセンサについては、2018 年 2 月 11 日に発生した水中部の電源故障と推定される障害により、津波計を含めて停止中。
- ・水中着脱コネクタ（光 1 芯×4、電気 2 芯×1）は使用可能。

### 2. 2 高知県室戸岬沖「海底地震総合観測システム」

#### (1) 主要構成及び観測点数

- ・地震計（インライン型、サーボ型加速度計 J A-5 III-A 3 成分）：2
- ・津波計（インライン型、感圧水晶型水圧計）：2
- ・先端観測装置：CTD・ビデオカメラ・ADC・地中温度計等の各センサ：1

## (2) 運用状況

- ・地震計及び津波計：稼働中。
- ・先端観測装置：2008年6月20日に発生したケーブル地絡障害により停止中。
- ・2018年度中に廃止予定。独立行政法人整理合理化計画（2007年12月24日閣議決定）、およびJAMSTEC第3期中期目標及び中期計画（2014～2018年度）において、『今後展開予定の「地震・津波観測監視システム」（注：DONETのこと）の運用開始に対応して、室戸岬沖海底ネットワークシステムを廃止する。』と明記。DONET（DONET1, DONET2）は、2016年3月末に整備が完了し、同年4月1日付で防災科学技術研究所に移管されたことから、当中期計画が終了する2018年度中に廃止することが求められている。廃止に伴い、高知県から占有許可を受けて海底や漁港管理区域等の土地を占有している海底ケーブル並びに陸上局舎の原状復帰（撤去）が必要。撤去費用は数億円の見込み。周辺の漁業への影響から、撤去工事が実施可能な時期も限られている。

## 2. 3 北海道釧路・十勝沖「海底地震総合観測システム」

### (1) 主要構成及び観測点数

- ・地震計（インライン型、サーボ型加速度計JA-5Ⅲ-A 3成分）：3
- ・津波計（インライン型、感圧水晶型水圧計）：2
- ・先端観測装置：CTD・ビデオカメラ・ADC・地中温度計等の各センサ：1

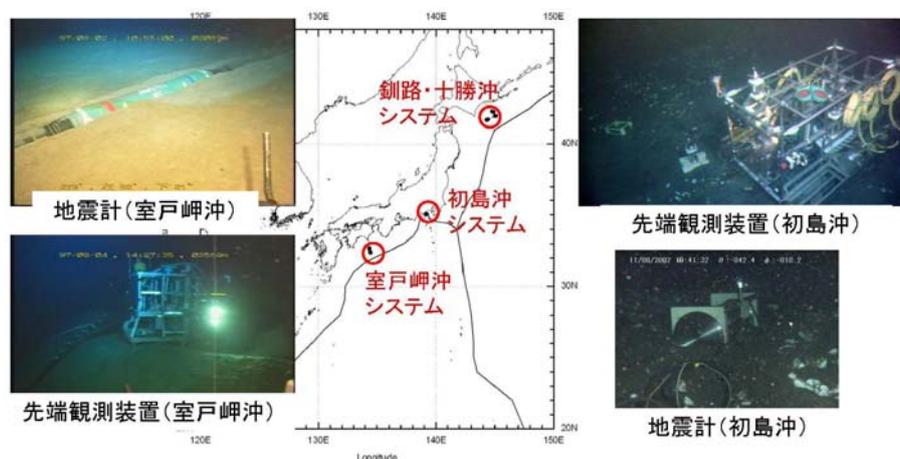
### (2) 運用状況

- ・地震計及び津波計：稼働中。
- ・先端観測装置：稼働中。但し、一部センサは故障のため停止中。

## 3. その他

初島沖システムの地震計は、無人探査機（Remotely Operated Vehicle, ROV）により海底に設置。High-gain及びLow-gainの各成分を配信。

室戸岬沖及び釧路・十勝沖の地震計は、ケーブル敷設船により設置。生データ、および設置方位と重力の方向から地理座標系に変換したデータを配信（いずれも、High-gain及びLow-gainの各成分）。但し、2013年9月9日17時以前の変換データについては、算出方法に誤りがあったため、過去データの使用の際は、生データから再計算する必要がある。詳細は、[http://www.jamstec.go.jp/scdc/docs/info/3comp\\_201308a.pdf](http://www.jamstec.go.jp/scdc/docs/info/3comp_201308a.pdf) 参照。



# 防災科研地震津波火山観測網：観測データ伝送基盤サービス更新作業の現状

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、陸海統合地震津波火山観測網 MOWLAS の連続波形データ収集に NTT コミュニケーションズ社の EarthLAN サービス（以下、EL）を用いている。EL では、第一期（2005～2010 年度）から、IP-VPN を活用することにより限られた経費で可能な限り高い信頼性を得ること、長期に亘って安定した情報提供が可能な運用の簡易性、災害発生時にも機能停止しない可用性を提供することを意図して運用してきた。第三期（2018～2023 年度予定。以下、新 EL）では、東日本大震災での経験や事業者による回線サービスの改廃計画を踏まえた仕様を策定し、更新作業を進めているところである。今回は新 EL での変更点を中心に概要を紹介するとともに、更新作業の現状や課題等を報告する。

## 新 EL サービスの概要

新 EL 調達で重視したのは、以下の3点である。

1) S-net の観測開始、DONET の移管を踏まえ、従来の陸域観測網に海域観測網を含めた陸海一体型のデータ収集・管理網を構築すること

2) メタル回線から光回線への円滑な移行を実現すること

・S-net 陸上局舎とは 5Mbps、DONET 陸上局舎とは 1Mbps の**帯域を確保した光回線**で接続。これら以外の観測施設は、原則、1Mbps の**帯域を確保した光回線**で接続。ただし、ギャランティ型の光回線の提供が困難な観測施設においては、従来の帯域保証型メタル回線（利用継続）> ベストエフォート（BE）型光回線> BE 型 ISDN 回線> モバイル回線> 衛星回線の順で回線適用可否を検討。また、従来からギャランティ型ではない観測点は、BE 型回線を適用。

3) 災害発生時でも安定した観測データの配信を実現出来る仕組みを導入すること

・ネットワーク装置を **24 時間**稼働できるよう、観測施設に UPS を設置（従来は 50 分）。

・データを中継するコントロールセンター（CC）を**東西 2 か所**に設置。東日本（主系）の CC に障害が発生した場合、自動的に西日本（副系）の CC で機能を代替。

・気象庁や TDX（Tokyo Data eXchange）へは、東日本 CC からリアルタイムでデータを配信。

## 更新状況と課題等

既に新たな CC の構築は完了しており、新 CC と TDX の接続は本年 1 月 30 日に実施済みである。

光回線の新規導入にともなう回線引き込み工事や新設機器の調整、想定外の大雪等の影響により、各観測施設での作業に遅延が生じているものの、順次、サービスの切替を進めているところである。作業時にデータ流通に一時的に断が生じる、あるいはデータ欠測が発生する可能性がある。なお、現時点でモバイル回線、衛星回線ともに不可の点が 2 か所あり、これらについては、3.4k 専用線での接続を継続する。

メタル回線を光回線に切り替えることにより、活発な雷活動による回線品質の劣化は回避されるようになった。一方、回線経路上において一部の装置に対する回線集約度が高まっている様子があり、エリア全域の停止といった大規模な故障の発生が懸念される。

## その他

防災科学技術研究所では、所が公開する研究データに DOI を付与することとなった。MOWLAS 観測データについては付与単位やメタデータ管理方法について検討中であるが、次年度中には各データの DOI を定めたいと考えているので、ご活用頂きたい。

## 九州大学の JDXnet への接続改良について 400MHz 帯気象・地象観測用周波数の有効利用について 松島 健（九州大学地震火山観測研究センター）

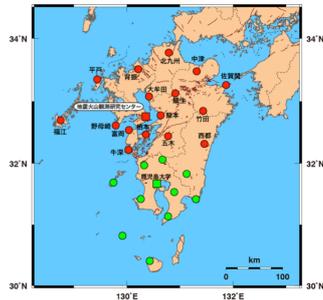


### 九州大学の地震観測点

- 定常点 地震 16地点 火山 9地点
- 準定常点 26地点
- 臨時観測点(オンライン) 約20地点 (+0.1満点)  
(オフライン) 約50地点

#### テレメータ方法

- フレッツISDN 46地点
- 専用線 2地点
- フレッツ光 1地点
- VSAT 4地点
- 携帯端末 3地点
- ユビキタステレメータ 17地点



### 移転時 問題点

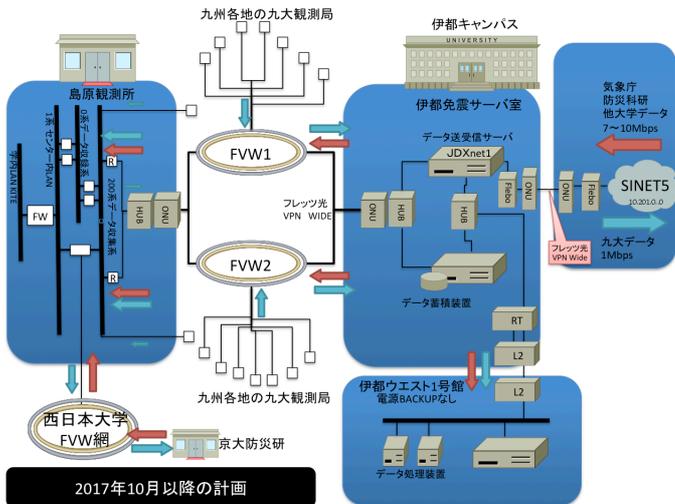
- 2016年度の情報基盤センター移転時に、サーバを情報基盤センター内に設置できなくなる。  
→SINET/JGN-Xのノードが大学内からなくなった。  
→九大内はブロードキャストによるデータ通信に制限有  
→博多2DCのSINETの口まで自前で回線を準備  
博多DC～伊都キャンパス VLANを張る？  
伊都キャンパスには地震火山センターの拠点がな  
いため、計画停電時の電源供給が難しい。  
本部免震サーバ室に有料でスペースを借りる。

2017年度

### 400MHz帯気象・地象観測用周波数の 有効利用に関する調査検討会

#### 委員構成

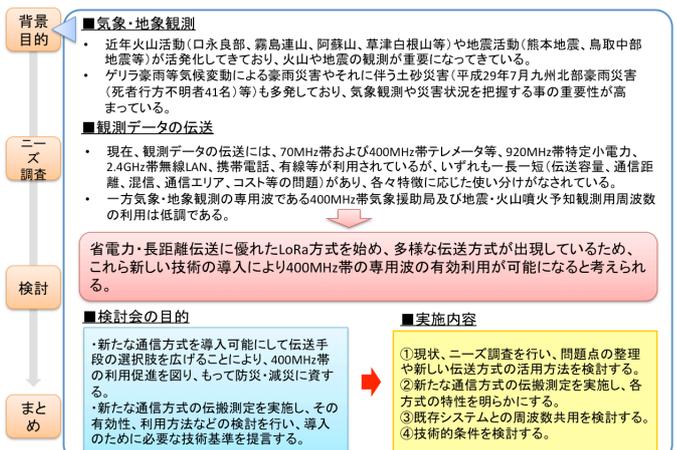
名称	所属・役職	氏名
座長	国立大学法人 九州大学 地震火山観測研究センター 准教授	松島 健
委員	国土交通省 九州地方整備局 企画部 情報通信技術課 技術調整官	澤 純平
	気象庁 福岡管区気象台 地域火山監視・警報センター 火山調査官	足立 幸夫
	熊本県 知事公室 危機管理防災課 課長	宮本 正
	セムテック・ジャパン合同会社 FAE部 LoRa担当 技術課長	齋藤 城太郎
	大井電気株式会社 SE本部 本部長付	木村 和夫
	日本無線株式会社 九州支社 ソリューションテクノロジーグループ エグゼクティブマネージャー	豊島 孝郎
	株式会社JVCケンウッド 無線システム事業部 国内システム開発部 シニアマネージャー	渡川 洋人
	明星電気株式会社 営業統括部 九州支店長	中里 清行
	白山工業株式会社 防災研究システムユニット ユニット長	佐藤 峰司
	一般社団法人 電波産業会 研究開発本部 次長	伊形 仁宏
	総務省 九州総合通信局 無線通信部 部長	浦本 拓揮



### 背景

- 陸上の移動地震観測では、1980年代から無線テレメータ装置が使われてきた。現在のように無線LANや携帯電話がない時代→非常に強力な地震波形テレメータ装置として大活躍
- 402MHz帯の周波数は、地震・火山噴火予知観測用移動無線周波数帯として21周波数認可され、1989年の調査では、北大、東北大、震研、東大理、名大、京大、九大、弘前大、宇都宮大 に合計で135局の402MHz帯無線テレメータ装置が登録
- 当時は、明星電気のGTA13型 GTA34型 GTA45型が多く使われていた。その後、白山工業によりRM800型、RM300型 RM310/320型が製品化。
- 1996年から運用が始まったVSATやその後の免許の不要な無線LAN、携帯電話/パケット通信の普及にともない、現在は402MHz帯の無線テレメータ装置は北大、京大桜島、防災科技研以外ではほとんど使用されていない。
- 明星電気や白山工業の製品もRM310/320型以外はすでに製造中止
- 一方、現在でも、402MHz帯の陸上移動局は、全国で94局登録されており、ほとんどは、無線免許を継続したまま倉庫に入れられた状態になっている。多くの製品は製造から20年を超えており、実際に電波を出せるかどうか怪しい。
- 無線通信機器の新スプリアス規制対策の猶予期間が今秋2017年11月で終了。現在新スプリアス規制をクリアしているのは白山工業RM310/320型のみ RM300は有償(30万円程度)にて改造。それ以外の機種は新スプリアス規制に対応できないため2023年3月末で廃局

### 調査検討の背景・目的



**背景目的**

**ニーズ調査**

**現状・ニーズ調査**

400MHz帯気象・地震観測に関する大学、国交省砂防関係、気象庁、国立研究開発法人、地震・火山観測機器製造メーカー、九州自治体を対象としたアンケートを実施した。以下に回答のあった59団体のアンケート結果の一部を示す。

項目	現状	ニーズ
伝送速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>400MHz帯気象援助局は、9.6kbps(85.7%、2.4kbpsは14.3%)</li> <li>400MHz帯地震・火山観測用の移動局は9.6kbps、固定局は19.2kbps以上</li> </ul>	9.6kbps以上が70%以上超
通信距離	<ul style="list-style-type: none"> <li>400MHz帯気象援助局は、平均17km、最長36km</li> <li>400MHz帯地震・火山観測用は、固定局では平均25km、最長70km、移動局では10km～30km</li> </ul>	30km未満が88%
送信周期	<ul style="list-style-type: none"> <li>400MHz帯気象援助局は、リアルタイムは60%、10分間隔が20%、1時間間隔が20%</li> <li>400MHz帯地震・火山観測用は、リアルタイムは100%</li> </ul>	地震データに関しては、リアルタイム性を求めるニーズが高い

**LoRa方式等の400MHz帯への適用**

項目	課題
LoRa	LoRa方式は高速化が難しいため、現行チャンネルを複数チャンネル結束(3kbps:理論値)して利用を検討(帯域幅50kHz、SF=6) <ol style="list-style-type: none"> <li>観測データで低速な測定データを集めて送信する。</li> <li>測定間隔が長い、低速の用途への適用</li> <li>小容量伝送、多地点での間欠測定(IoT的な)用途への適用</li> <li>移動局のチャンネル間隔を50kHz(4ch結束)とする。LoRa方式で3kbps程度の高速伝送または、低速伝送によるIoTネットワークの適用を検討</li> </ol>
FSK	400MHz帯地震・火山観測用における固定局と同程度の伝送速度を実現する検討 <ol style="list-style-type: none"> <li>移動局のチャンネル間隔を50kHz(4ch結束)とする。2重FSK方式で、19.2kbps以上可能。</li> <li>移動局のチャンネル間隔を12.5kHzとし、現行のチャンネル配置を確保する。2重FSK方式で、4.8kbps、4重FSK方式で、9.6kbpsとする</li> <li>4重FSK方式による画像伝送への適用</li> </ol>

**まとめ**

**背景目的**

**実証試験の実施**

各変調方式(LoRa、2重FSK、4重FSK)について、机上検討、ラボ試験、フィールド試験を実施した。各試験の内容は下記の通りである。

項目	内容
机上検討	メリット・デメリットの比較検討 周波数配置・占有周波数帯域幅の検討
ラボ試験	帯域幅を変更した場合の伝送特性測定 同一チャンネル、隣接チャンネル干渉特性測定
フィールド試験	平坦地、山岳地、海上において伝搬測定を実施

**共用条件の整理**

各変調方式(LoRa、2重FSK、4重FSK)が使用された場合の現行システム及び各変調方式の組み合わせで共用検討を行い、各変調方式の使用条件等を整理した。

**技術的条件の検討**

実証試験の結果を踏まえ、400MHz帯気象・地震観測用の無線局の技術的条件を検討する。

- 各変調方式における必要な周波数の数、周波数配置・占有周波数帯域幅を検討する。
- 指向性アンテナの使用も考慮し、周波数の繰り返し利用の使用条件を検討する。
- 最適な空中線電力、伝送速度及び周波数共用条件を検討する。

**まとめ**



**背景目的**

調査検討会で整理・検討したニーズ及び技術的条件を基に、400MHz帯気象・地震観測用周波数に新たな伝送方式の適用条件を整理する。新しい伝送方式が適用されると、以下のような利用シーンが実現でき、400MHz帯の利用促進が期待される。

**ニーズ調査**

**検討**

**まとめ**

図 利用シーン

項目	現行システム(FM/PCM/GMSK)	LoRa(4ch結束) 41.7kHz幅 SF=7	4FSK値(4ch結束)
スループット	9600 bps	1824.4 bps*1	38400 bps
伝搬距離(山岳推定値*2)	4.1~6.4 km	36.1 km	8.1 km*3
消費電流・消費電力	A社製1W送信時: 450mA以下 B社製100mW送信時: 600mW以下	1W送信時: 180~200mA*1 100mW送信時: 125mA*1	-
電力源	商用電源、太陽光発電	電池・太陽光発電	商用電源、太陽光発電
使用方法	地震波形、空振、傾斜、温度、GNSS、ひずみ、気圧データ等の送信	降水量、傾斜、雨量、風速、温度等の低サンプリング観測データの送信	地震波形や静止画などのリアルタイム観測データの送信

\*1 LoRa Calculator (Semtec社)を用いた計算値  
http://www.semtech.com/apps/filedowndown.php?file=5X1272LoRaCalculatorSetup1%271.zip  
\*2 (計算条件)空中線電力1W,送信アンテナ利得11.15dBi,ケーブル損失 送信1.3dB,受信2.3dB, 回折損失45dB,ラボ試験とフィールド試験との差10dB  
\*3 1ch時(8.5kHz幅)計算値

気象・地震観測用機器のシステムについての検討を以下に示す。

**チャンネル結束時の周波数配置**

ニーズ調査の結果から、求められる通信速度は、気象援助局では9.6kbps(85.7%であり、2.4kbpsは14.3%である。地震・火山観測用の移動局は9.6kbps、固定局は19.2kbps以上が求められている。通信速度を得るためには、既存の「気象援助局」、及び「地震・火山噴火予知周波数」の8.5kHzの占有周波数帯幅を拡張するチャンネルを結束が必要となる。チャンネル結束時の周波数配置を図5-1に示す。4チャンネル結束における占有周波数帯幅は42kHzとすることが望まれる。

**【地震火山噴火予知観測用】**

占有周波数帯幅 8.5kHz、空中線電力20W、移動系 12.5kHz間隔 21波、移動系 3波、固定系 75kHz間隔 4波、固定系

**【気象援助局】**

ラジオ・ロケット用 空中線電力1W、12.5kHz間隔 13波、ラジオ・ロケット用 空中線電力1W、12.5kHz間隔 13波

図 5-1 検討対象周波数とチャンネル結束

「免許人の範囲」

機器の低廉化を図るため、免許人の範囲の拡大を提言とするが、「免許人」だけでは、個人を含めた様々な免許人も含まれてしまう恐れがあるため、次のように表現を改める。

電波法関係審査基準 別表2(第3条) 現行

無線局の目的	免許の主体及び開設の理由	通信事項
一般業務用	文部科学省の諮問機関である科学技術・学術審議会 測地学分科会の建議に基づく地震予知又は火山噴火予知のための観測を行う機関が、地震予知又は火山噴火予知の観測に必要な通信を行うために開設するものであること。	地震又は火山噴火予知観測に関する事項
無線局の目的	免許の主体及び開設の理由	通信事項
一般業務用	文部科学省の諮問機関である科学技術・学術審議会 測地学分科会の建議に基づく地震予知又は火山噴火予知のための観測を行う機関及び気象・地震観測を行う機関・団体が、地震予知又は火山噴火予知の観測に必要な通信を行うために開設するものであること。	地震又は火山噴火予知観測に関する事項

## 地震予知総合研究振興会本部の観測点の 2017 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

(公財)地震予知総合研究振興会の観測点でデータを外部に送っている観測点は長岡地域 40 点, 宮城 3 点, 福島 5 点, 下北地域 (北海道側も含む) 36 点, 薩摩川内市付近 15 点の計 96 点の観測点のデータを各観測点から千代田区の振興会本部に送られた後, 地震研究所経由で JDX-net に流れている. なお, 2017 年 12 月 1 日より長岡地域 4 点, 宮城地域 3 点, 福島地域 2 点, 下北地域 20 点に関しては, 気象庁一元化震源の読み取り観測点として, 使われることとなった.

### (公財)地震予知総合研究振興会の観測点分布

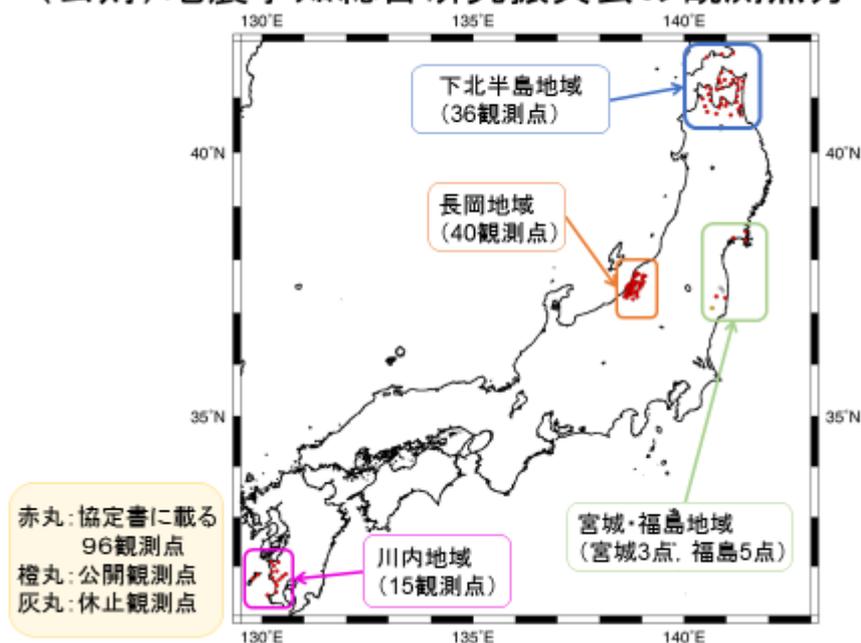


図 1 : 振興会公開観測点

福島 A 地点および三程地点は, 帰宅困難地域の設定がまだ解除されていない. 福島 A 地点に関しては, 地震計等を引き上げ, 休止観測点としている. また, 引き続き三程地点はオフライン観測を行っている. また, 宮城 A, B, C, 福島 B 観測点に関しては, 通信回線が ISDN から光回線に変更になり, この地域ではリアルタイムに取得している回線はすべて光になった.

長岡地域の観測点においては, 今年度 4 観測点が ISDN から光回線に交換された. これにより 40 観測点のうち 39 観測点が光回線になった. なお残る一点は塩谷観測点である. なお, 今年は日本海側の豪雪の影響を受け電話線が切れる事態が例年に比べて多かった.

下北地域の観測点においては、携帯観測点における特殊状況下において、ロガー（LS-7000XT）のファームウェアに問題があることが発覚したので、全観測点においてファームウェアのアップデートを行った。

今年度は新たに川内湾を囲む形で観測網の整備を行った（図2）。15観測点が2017年8月から12月にかけて展開され、2018年2月9日からデータ流通が開始された。各観測点には地中速度計、地中広帯域計、地表加速度計が設置されている。現在はまだ調整中のため、振興会、地震研経由で速度計のデータのみが流通している。今後、広帯域計と加速度計のデータも公開し、JDX-net 経由でもデータを配信する予定である。

振興会本部では、11月に入っているビル内の回線不良により、外部発信向けの回線がストップする事態が発生し、約1週間データが送信されなくなった。ルータのハングアップとほぼ同時期の障害だったため、原因の追求が遅れてしまった。今後も気をつけて運営していきたいと考えている。

南西諸島においてオフライン観測を展開しているが、今年度は計測技研のロガーで準リアルタイムシステムを構築し5観測点で稼動した。しかし、12月にネットワーク障害によりオンライン収録が停止し、3月6日から10日にかけて復旧した。

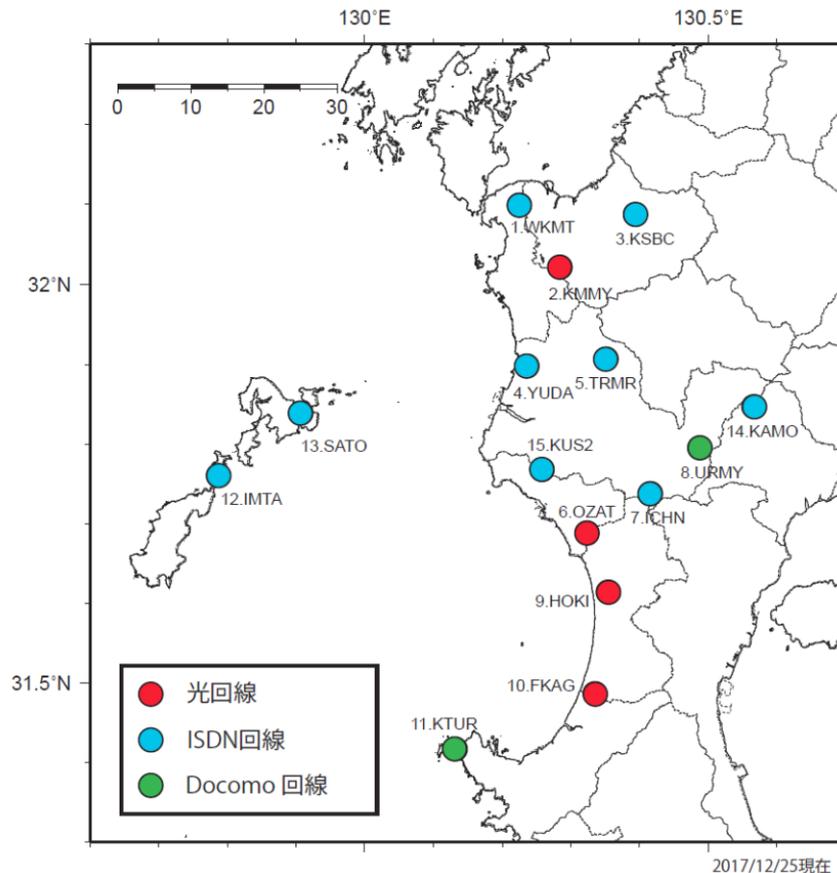


図2：川内観測網の観測点分布

# 京都大学の接続状況

京都大学防災研究所附属地震予知研究センター

加納 靖之 (kano.yasuyuki.4w@kyoto-u.jp) ・ SATARN グループ

## JDXnet への接続状況

京都大学防災研究所（宇治市）から JDXnet への接続は、学内の情報インフラを経由した SINET への接続と、京都府デジタル疎水ネットワークを経由した JGN への接続によって実現している。また、京都府デジタル疎水ネットワークが利用できない場合に備えて、SINET を経由して JGN に接続できるように準備している。なお、京都府デジタル疎水ネットワークへの接続を継続するためのスイッチの交換が必要である。これらのネットワークの宇治側に設置している L2 スwitch は、JDXnet の開始当初からの機材であり、交換の準備をしておく必要がある。

西日本の各大学間でデータ交換するために利用していたフレッツグループから、後継サービスであるフレッツ VPN ワイドへの移行が完了した。NTT 西日本のフレッツグループのサービス提供修了が予定されていたが、余裕をもって移行することができた。

## 今後の課題

### さらなる冗長性の確保

災害発生時に宇治の通信機能が失われる場合を想定して、隔地観測所から直接 SINET 等に接続することを検討している。また、現状では観測点からのデータをいったん宇治で受信して JDXnet へ再送信する形態だが、観測点から松江 DC へ直接送信することも考えたい。

### 非常用自家発電機の維持

非常用自家発電機が設置されてから相当の期間が経過し、点検や部品交換などの経費が重荷になる可能性がある。機材の省電力化により、現在の設備規模に対して課題な容量となっている面もあり、更新なども含めて検討が必要である。

### 局舎の老朽化

局舎が老朽化し修繕箇所が発生するなど、現在の機材であれば大がかりな局舎は不要であること、将来観測を中止した際の現状復帰の必要性などを考慮すると、いつまで老朽局舎を維持するかを検討すべき時期にきていると思われる。

これらのほか、さらなる人員の削減に備えて、どのようにデータ流通体制を維持し、データ流通に必要な技術やノウハウをどのように継承していくかについても課題となっている。

# IoT 向け無線機器を用いたオンライン地震観測システムの検討

内田直希・平原聡・河野俊夫・岡田知己（東北大）

佐藤剛至・天間克宏・鷹取耕治（情報通信研究機構）

新たなオンライン地震観測点を設置する際には、電源やネットワークの確保、そしてそれに伴う契約手続きなどが必要となり、通常、短期間にオンライン化することは難しい。近年、VSATを用いた衛星通信、携帯電話網を用いた通信なども用いられるが、それぞれ、可搬性、山間部でのカバーエリアの狭さ、多地点展開する際の費用などの弱点もある。そこで本研究では、臨時余震観測などにも用いることができるように、①ソーラーパネルなどで運用できる省電力性、②即座に機材を展開するための可搬性、③専門家でなくても容易にネットワークを構築できる扱いやすさをもつことを目標とし、IoT向け無線機器を用いたオンライン地震観測システムの検討を行った。

システムの構築に当たっては、情報通信研究機構耐災害 ICT 研究センターで開発した広域無線モジュール搭載型 NerveNet を改良し、可搬パッケージ化したシステム（図 1）を構築した。無線部分には、LPWA (Low power wide area, 省電力で広域をカバーできる IoT 向け無線) の 1 つである LoRa 規格のモジュールを用いた。実際の地震観測点での無線モジュールの性能調査の後、耐災害 ICT 研究センターでのシステム試作、東北大学片平キャンパス、岩手県釜石市の東北大学臨時観測網での動作試験を行った。

岩手県釜石市の無線モジュールの通信速度の調査では、700m から 6km 離れた 6 つの臨時オフライン観測点間（あるいは観測点・中継地点間）で通信の確立が確認できた。しかし、通信速度としては、地震データの連続伝送に必要な 9.6kbps を達成できそうな場所は少ないことがわかり、連続波形の伝送は難しく、地震時データのみの伝送が現実的であることがわかった。

システム試作では、実際にロガーに蓄積される WIN 形式の地震波形ファイルを NerveNet システム上で伝送するシステムを構築し、東北大学キャンパス、岩手県釜石市での試験を行った（図 2, 3）。この際、LoRa は設定パラメタにより、速度や通信距離が変わるため、即時展開に適するように、LoRa の設定パラメタを遠隔で設定できるようなシステムを作成した。その結果、釜石市の観測点では、おおよそ 3.5km および 1km 離れた観測点と中継地点間で伝送に成功した。この際、パケットロスがなかった転送速度は、3.5km 離れた地点間で 2.3kbps、1km 離れた地点間で 4.3kbps であった。また、通信部分の消費電力は 1.5–2.5W であった。

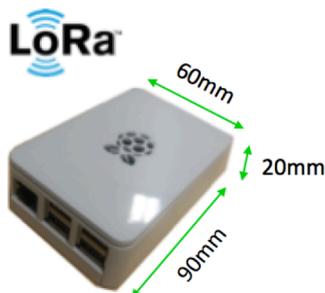


図 1. 可搬型 NerveNet



図 2. 通信実験状況

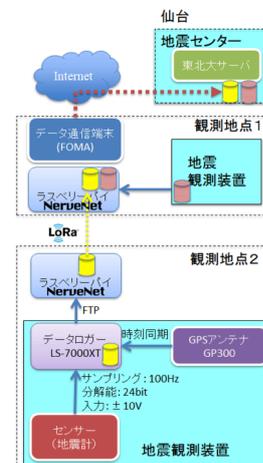


図 3. 機器構成

# 大規模連続地震波形データ解析システムの活用例：自動震源決定による東北地方太平洋沖地震前後の震源の再解析

溜瀧 功史(気象研究所), 中川 茂樹(東京大学地震研究所)

## 1. はじめに

平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震により, 地震活動が広域にわたって極めて活発となった. そのため, 一元化震源は, 従来の基準で検知可能な全ての震源を精査, 登録することができず, 余震域で海域 M3, 内陸 M2 以上の処理基準を設けて登録されている. 一方で, このような広域多発時の震源決定を目的として開発した自動処理手法(PF 法; 溜瀧・他, 2016, 験震時報)は, 2016 年 4 月に気象庁で運用を開始し, 2016 年熊本地震などで多数の震源を決定するなど, その利用が進んでいる. そこで本発表では, 東大地震研の大規模連続地震波形データ解析システム(中川・他, 2016, 震研彙報)を利用し, 2011 年 3 月の連続波形に対して PF 法を適用して自動震源決定の再解析を行ったので報告する.

## 2. 使用データ

使用した地震波形は, 大規模連続地震波形データ解析システムに保存されている 100Hz の速度波形を用いた. 解析期間は, 2011 年 3 月 1 日~31 日までとした. チャンネルパラメータは, 気象庁システムに保存されているチャンネルパラメータを, 気象庁システム内で独自に定義したチャンネル番号と JDXnet で流通しているチャンネル番号の整合をとったうえで使用した. 図 1 に使用観測点数の推移を示す.

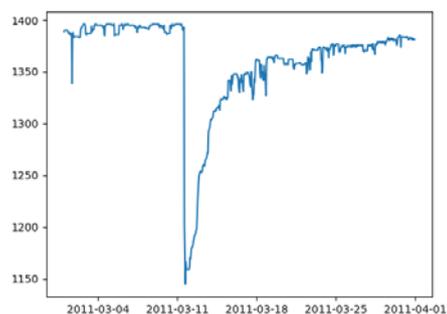


図 1 使用観測点数の推移

## 3. 結果

2011 年 3 月に登録されている一元化震源は 55,273 個に対して, PF 法では約 2 倍以上の 122,353 個の震源を決定することができた(図 2). 一元化震源と PF 法自動震源を比較すると, 内陸の浅い地震(Depth  $\leq 30$ km)については, M1 以上で 90%以上の決定率で, さらに処理基準未満の地震が多数検出できた. これにより, 東北地方から関東地方の余震域周辺にかけて Completeness magnitude ( $M_c$ ) は 1 程度低下した(図 3). したがって, 南海トラフなど, 東北地方太平洋沖地震と同様に広域災害が発生した際においても, 余震域の広がりや地震活動の推移の把握に本 PF 法自動震源決定手法は有効である. ただし, 本解析には 1 か月程度の時間が要したことから, 今後更なる処理の効率化を行う必要がある.

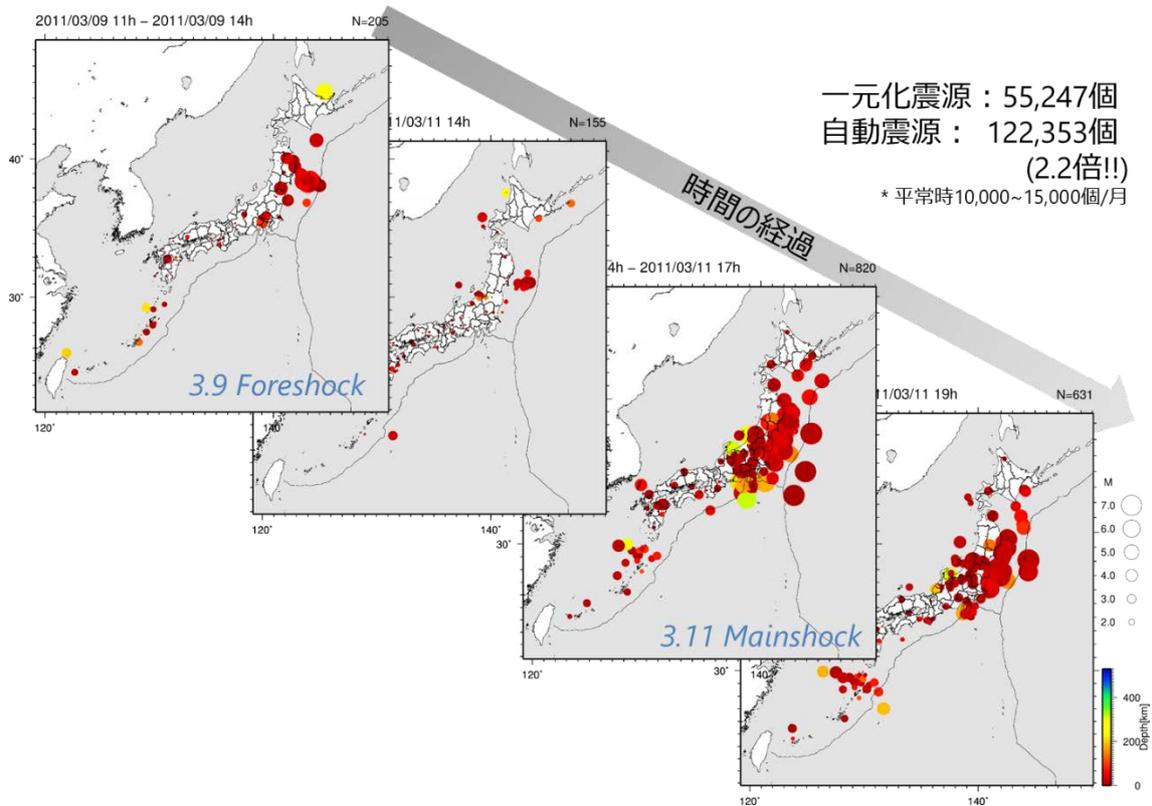


図 2 自動震源分布の推移

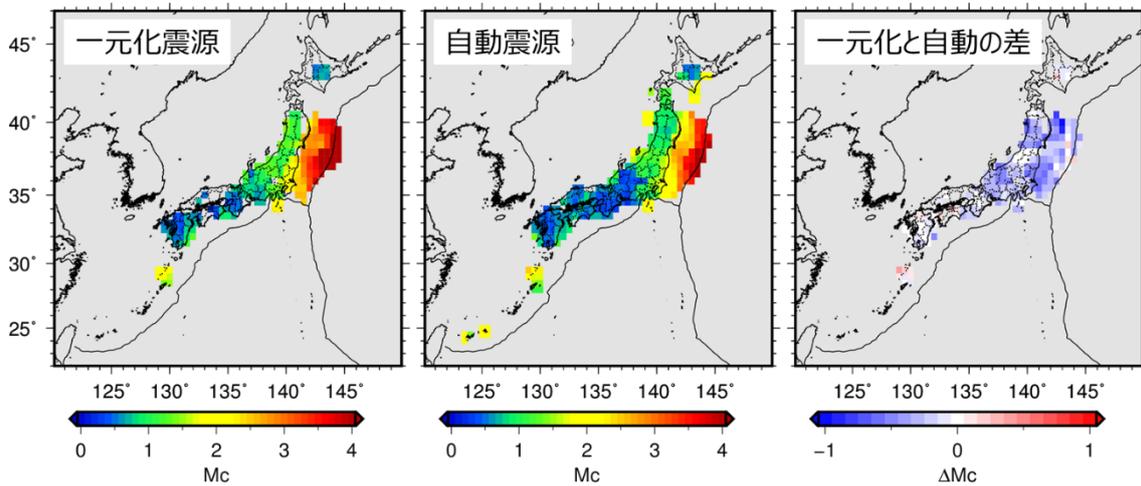


図 3 Completeness magnitude ( $M_c$ ) の比較.  $M_c$  の推定は Entire-magnitude-range (EMR) 法 (Woessner and Wiemer, 2005) を用いた.  $1^\circ \times 1^\circ$  のブロック内の震源を用いて,  $0.5^\circ$  ずつらしながら算出.

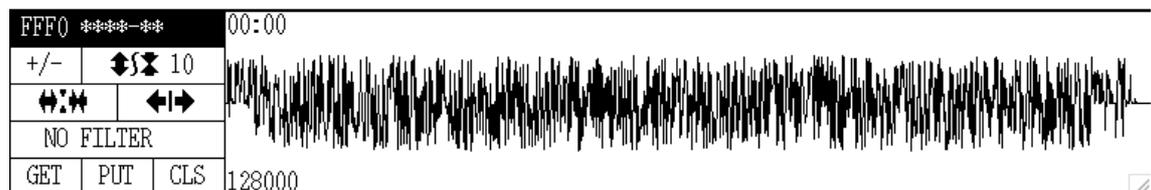
## WIN format を利用した地震動波形以外の格納

高知大学 大久保 慎人

WIN format は日本国内の地震動波形データの流通には欠くことのできないデータフォーマットである。伝送速度が低いネットワーク回線であっても、観測地震動波形データを伝送すべく、そのフォーマットには様々な工夫がなされている。最小限にまでデータヘッダーを切り詰めながら、複数観測チャンネル、任意のサンプリングレートに対応し、波形データをも簡易的ながらデータ量を圧縮する機能も備えている。また、このデータ構造は観測点が自律的にデータ伝送を行い、データセンターでは送信されてくるデータ受信のみを行えば良く、伝送回線が輻輳しないよう考慮されている。一方で、世界で標準的に用いられている、SEED や miniSEED のデータ構造は、WIN に比べれば、はるかに冗長でデータサイズも大きくなり、リアルタイムデータ伝送に向いているとは言い難い。基本的には、データ伝送は、PULL 型であり、データセンターが能動的に観測点へとアクセスし、データの受信を行う必要がある。しかしながら、回線速度が圧倒的に高速化した現在では、後者のフォーマットが標準となっており、WIN はケータイ同様にガラパゴス化していると言える。

本発表では、WIN format のリアルタイム性、自律的データ流通性に注目し、WIN format の枠組みをそのまま使いつつ、地震動波形データ以外の伝送もできるような仕組みを考えた。

何が隠されているのでしょうか？



1300 Hz, 16bit, 1 s データ長

# 次世代WINへの展望

青山 裕・高橋浩晃(北大院理)・中道治久(京大防)・青木陽介・中川茂樹(東大震研)

## 1. はじめに

我々はWINシステムの現状や抱えている問題点、運用現場における意見・要求などを鑑み、H31年度からの実施を目指して準備が進められている次期建議研究において、現在のWINシステムの後継となる「次世代WINシステム」の開発を始めるべきであるという研究計画提案を行った。本発表では、提案の背景のほか、現時点での計画内容や次世代WINのイメージを紹介する。その上で、本WSにお集まりいただいている皆様にも次世代WIN開発の重要性をご理解いただき、開発研究の推進へ向けて幅広いご協力をお願いしたい。

## 2. 提案の背景

地震・地殻変動等の時系列データの伝送や検測処理に広く用いられているWINシステムは、開発から25年以上が経過し基本的にはUnix上のX-window環境でなければ動作しないという制限がある。それにも関わらず、我が国の実情に合う代替となるソフトウェア群がないために大学等の基幹システムとして使い続けられており、伝送系や自動処理系における設定等は扱いに熟練したスタッフの口伝や試行錯誤に大きく依存しているのが現状である。特に現在の対話検測処理ソフトウェアは機能向上を図ることが難しく、検測処理の高度化や迅速な情報発表を進める上での障害となりつつある。一方、この四半世紀で、ハードウェアの性能が大幅に向上したほか、マルチプラットフォームに対応した言語や対話処理に優れた入力デバイスの開発・淘汰が進み、ハードウェア環境に依存しないソフトウェア群の構築が可能になってきた。大学等のデータ生産・流通の現場に新しい技術を取り込んだり扱いやすく多機能なソフトウェア群を導入することで、システム構築・維持管理労力やデータ収集・処理労力の軽減を図るほか、最先端の研究活動の活性化、迅速な情報発信にもつながると期待される。

## 3. 計画の概要

WIN形式データのリアルタイム伝送が機関の枠を超えた全国規模のデータ流通の基盤となっていることを踏まえ、定期的に更新が進められてきた防災科研や気象庁のデータ伝送システムや対話検測処理システムを参考にしながら、現在のWINシステムに代わるマルチプラットフォームのソフトウェア群(次世代WIN)の試作を行う。

WINシステムのプログラムは、伝送処理系ソフトウェア群と、対話検測処理系ソフトウェア群に大別できる。伝送処理系ソフトウェア群の開発を進めながら、対話検測処理系ソフトウェア群の構成や実現方法の検討を行う。必要に応じて近年および将来の観測環境に対応できるように、WINフォーマット(波形やチャンネル情報)の拡張も検討する。また将来的には、機関の枠を超えた2次データ(検測情報や震源情報等)の共通フォーマット化の要請も想定されることから、本計画の中であわせて議論の上、次世代WINで反映することを目指す。

## 4. 次世代WINのイメージ

次世代WINでは主に以下の課題を重点的に検討し、実現を目指したいと考えている。これらはいくまでも我々の中で議論した範囲のイメージである。今後皆様からご意見とご協力をいただきながら、より良いシステ

ムとなるよう検討を重ねていきたい。

#### ○伝送確実性の向上／チャンネル情報等の流通

WINシステムに基づく観測データが、研究機関における観測研究目的だけでなく、特に火山の監視や防災・減災情報の迅速な発信にも活用されるようになった今日において、伝送確実性の向上や遅延量の低減は次世代システムを考える上で重要なポイントである。その一方で、低品質な通信回線しか確保できない最前線の観測点も少なくない。通信経路の多重化や運用実績のある ACT プロトコルの導入など、観測点の状況に合わせて適宜使い分けられる伝送ソフトウェア群の開発が望ましい。機動観測等によるオフラインデータや遅延データへの対応も進める必要がある。またデータの交換や公開が進められてきたことに伴い、チャンネル情報の流通や管理、データとの対応付けについても検討したい。

#### ○多項目データへの対応

火山研究観測の現場では、GNSS、映像、ガス成分など多項目の観測データについて、リアルタイム伝送への要求が高まっている。現 WIN においても、データ部の扱いを工夫することによって、いわゆる時系列データ以外のデータをパックして送受信することは可能である。次世代 WIN では、伝送処理系ソフトウェア群を様々なデータの伝送に活用する機能を実装したい。多項目データの伝送・流通をある統一された仕組みで実現することは、今後ますます複雑化する観測網の管理コストの低減につながると期待される。

また、受信側の大学や観測所における処理済データ(例えば、時間平均波形や補正済みデータなど)の保存に WIN フォーマットファイルを活用することで、処理済みデータを生データと同様に扱えるようになり、こちらも管理コストの低減につながる。データ種別や付帯情報を合わせて保存するためには、WIN フォーマットまたはチャンネル情報の拡張が必要になる。どのような多項目データや処理済みデータが観測や解析において想定されるかを含め、拡張方法について検討したい。

#### ○対話処理機能の充実

もっぱら検出作業・震源決定・震源プロットに限られている対話処理機能に関しては、地震学・測地学の基本的な解析機能を組み込み、観測研究の支援や資料作成の省力化を図ることが望ましい。将来的にも完全な自動化が難しいと考えられる対話処理作業は、イベントの抽出(特に群発地震など)と検出作業(自動検出結果の確認と手動検出)である。先行して更新が進んでいる気象庁や防災科研の対話処理機能は、次世代 WIN システムでも参考にすべきであろう。

次世代 WIN では、検出画面のカラー化、マルチウィンドウ化、地図レイヤー等の組み込み、新しい入力デバイスへの対応といった表示機能や操作性の向上を図る。その他にも、地震検出機能、自動検出機能、震源計算機能、スペクトル推定機能、粒子軌跡描画機能、メカニズム解推定機能、地震活動評価機能など、備えるべき基本的な機能は他にも数多くある。内陸地震、海域地震、火山地震など、研究分野ごとに要求される機能には差異があるため、これらについては対話処理プログラムに自由に追加できるアドオン機能として実装することが望ましい。

#### 5. 研究開発体制(案)

大学をはじめとする関係機関が官学一体のオールジャパンで取り組む。必要に応じて産業界や周辺分野の研究機関等との連携も模索する。

## 予知協定常観測 WG について

(大学等各機関の定常観測点の状況（休止・廃止など）について情報交換を行う WG)

北海道大学 高橋浩晃

地震火山噴火予知研究協議会では、関係機関の「定常観測点」の運用状況について情報交換を行う WG を設置した。構成機関は大学・気象庁・防災科研・産総研等である。第 1 回の会合が 10 月 20 日に開かれ、文科省地震・防災研究課もオブザーバで参加した。各機関からの報告では、特に大学では、運営費交付機や人員の大幅な削減が継続しており、定常観測点の維持が困難な状況との報告が多くあった。他機関でも予算削減は深刻な問題とのことである。このため、予知協や関係機関での組織的な対応が必要な状況にある。

観測点の休止・廃止については、以下の 3 つの場合が報告された。1) 観測点への安全なアクセスやインフラの確保が出来ない、2) 近傍に他機関の基盤観測点が設置された、3) 予算や観測人員の削減で維持が困難となった。これらへの対応として、1) の場合は廃止は止むを得ない、2) 基盤観測網の機能維持が確認できれば廃止は問題ない、3) 各機関の止むを得ない事情であるが、将来、何らかの対応が検討される可能性もあるため、できるだけ休止とすることが望ましい。

今後の対応として、1) 基盤観測点の改廃は、地震調査研究に多大な影響を及ぼす可能性がある。各機関で休廃止の予定がある場合には、事前に本 WG において情報共有を行う。また、協議会での対応・対策の検討を WG から要望するほか、協議会から地震本部への報告も検討する、2) 定常観測を安定的に維持していく観点から、観測点・観測網の運用や、休止観測点の扱いについて、本 WG を年 1 回程度開催し、検討を行う、3) 地震・火山噴火予知計画で大学に割り当てられている無線局の運用や、衛星テレメータの新規格対応等についても、本 WG で情報共有を行うとした。

特に大学では、機器の更新が進んでいない現実がある。一方、地震本部の計画では、高感度地震観測網の整備では既存（大学）の観測点をできるだけ生かすこと、大学の施設は老朽化が進んでいるため、更新を行う際には適切な措置を関係機関で検討する、あるいは、大学等の観測網が全体として維持できるように努める、とある。これに加え、商用回線のサービス停止や無線技適の変更や、今後望まれるテレメータ機器の仕様、データ流通を支える win ソフトウェアの高度化、大規模データの処理やデータベース化など、技術的・制度的な問題も山積している。このため、データ流通 WS や、建議の研究基盤・データベース部会との連携を密にし、観測点などの施設、テレメータ機器、ネットワーク、データベース等、観測を支える基盤についての検討を総合的に進めることで、持続可能な観測基盤の整備に向けた現状の整理、対策の検討、将来計画の提示などを行い、必要な場合には予知協等を通じた働きかけを行うことを提案する。