

## 首都圏南西部における強震観測 (その2)

山中浩明<sup>1)</sup>, 盛川 仁<sup>2)</sup>, 翠川三郎<sup>3)</sup>, 大町達夫<sup>4)</sup>, 瀬尾和大<sup>5)</sup>

- 1) 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 准教授, yamanaka@depe.titech.ac.jp
- 2) 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 准教授, morika@enveng.titech.ac.jp
- 3) 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 教授, smidorik@enveng.titech.ac.jp
- 4) 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 教授, ohmachi@enveng.titech.ac.jp
- 5) 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 教授, seo@enveng.titech.ac.jp

### 1. はじめに

近年, 東海地震や南海地震などの海溝沿いの巨大地震の発生が懸念されている。これらの地震の際には, 首都圏でも南西部では大きな揺れになると考えられる。また, これらの地震による強震動は, 伊豆半島から首都圏南西部を伝播し, 首都圏中心部に達すると考えられ, 首都圏南西部での強震動の変化を理解することは, 首都圏中心部における地震動を考える際にも重要なことである。

この研究では, 東工大キャンパス内での強震観測と, 既設の地震観測による強震データとを合わせて, 首都圏南西部における地震動や構造物の地震時の挙動を明らかにするための基礎的なデータを整備することを目的としており, そのための, データ収集システムについて報告する。

### 2. 観測システムの概要

#### 2.1 既存の観測システムについて

すずかけ台キャンパスでは, すでに強震計がアレイ状に設置され, 強震観測が実施されている [1]。これまでに, すずかけ台キャンパス内において, 20 階だての高層免震棟 (J2 棟) および通常の 11 階だての鉄筋コンクリート造の構造物 (J1 棟) のいくつかのフロア, キャンパス内の地盤上の 3 地点に高精度地震計を設置し, さらに, K-NET95 タイプの地震計をすずかけ台キャンパス内の地盤上の 4 地点に, GPS 観測システムを J2 棟の屋上に 1ヶ所設置している。

なお, 以下では, すずかけ台キャンパス内の地震観測システムをキャンパス内システム, と呼ぶこととする。また, 学外に設置されている既存の強震観測点 (小田原-横浜の間の 5 地点) での観測システムの整備も行った [2]。

#### 2.2 地震観測データの一元管理

##### —地震観測データ通信システムの構築

新たに, 既存の学内外の観測システムのメンテナンスを容易にするとともに, これらの観測データを一元

管理するための地震観測データ通信システムの整備を進めている (以下では, 単に通信システムと呼ぶこととする)。

観測データの一元化にあたっては, これまでに報告を行っているキャンパス内システムや小田原-横浜間の強震観測点だけでなく, それ以外の既存の強震観測点もあわせて管理できるようにシステムを設計した。このため, 種々のタイプの地震計を取り扱う必要があり, データ収集におけるインターフェイスを統一し, 異なるデータ仕様の地震計の出力を標準的なデータフォーマットに変換するミドルウェアを導入することで容易に異なる仕様の種々のデータを取り扱うことが出来るよう配慮している。これらにより, その後の観測地点の追加にあたって柔軟に対応できるシステムとすることを目指した。

通信システムでは, 既存観測点のデータは主として電話回線を利用して回収するため, キャンパス内システムとは全く別に構築することとした。これにより, キャンパス内システムのデータもそれ以外の観測点と同様な位置づけで取り扱うことが可能となり, 通信システム側から観測地点を見たときに, 全ての観測地点が同じインターフェイスでアクセスできるような抽象化を行い, システムの単純化と安定性の向上をはかっている。

#### 2.3 キャンパス内システムのネットワーク構成の変更

上のようなコンセプトの元では, キャンパス内システムのネットワーク構成についても大幅な変更が必要となる。すなわち, 具体的には以下のような機能を追加することとなる。

- キャンパス内システムのデータをネットワークシステムへ送信するために, キャンパス内システムのために構築しているローカルエリアネットワークから外部ネットワークへのアクセスを許可しなくてはならない。
- さらに, 大岡山キャンパスにおいて J2 棟内に設置しているものと同等の高精度地震計を新たに設

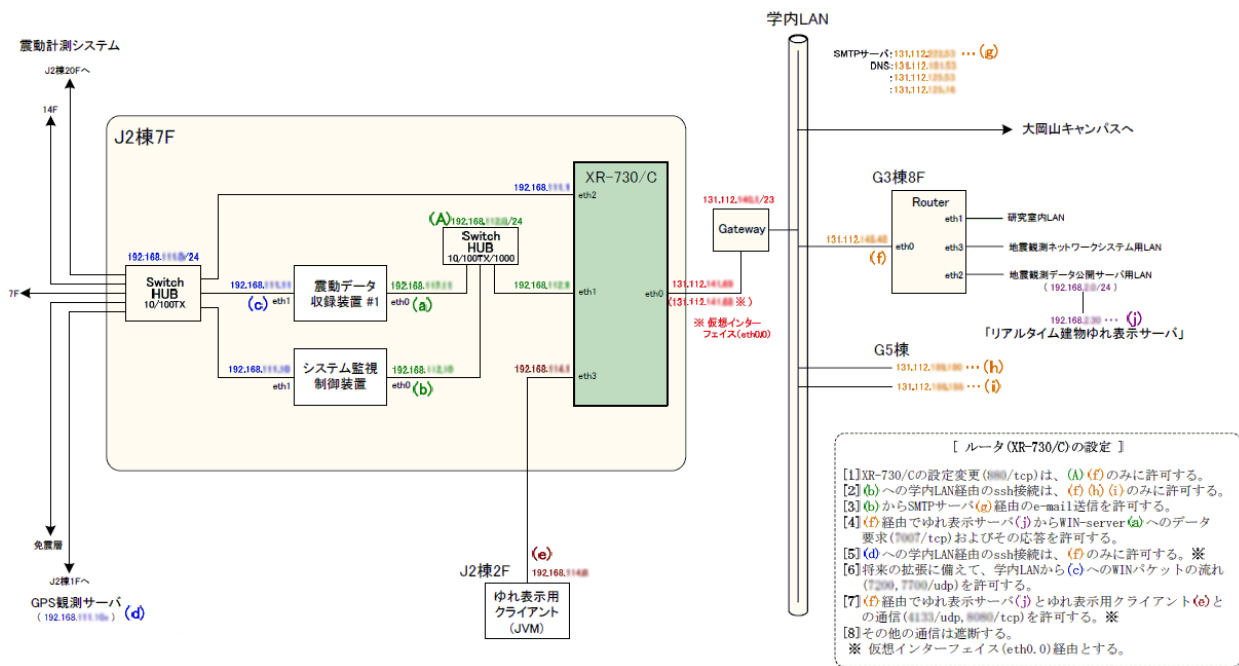


図 1: キャンパス内システムの新しいネットワーク構成

置し、これもキャンパス内システムでデータを管理することとしたため、キャンパス内システムのローカルエリアネットワークにおいて外部ネットワークからのデータを受信してそれを保存することができなくてはならない。

これまでのキャンパス内システムでは、外部から完全に切り離されたローカルエリアネットワークのみで完結しており、それによってセキュリティを確保するというポリシーであった。そこで、上記のような機能を確保するために、キャンパス内システムのローカルエリアネットワークを外部に解放しつつ、ネットワークセキュリティに配慮した新しいネットワーク環境を構成することとした。

### 3. キャンパス内システムのネットワーク構成

キャンパス内システムの新しいネットワーク構成を図 1 に示す。なお、図 1 ではセキュリティ確保のために一部詳細を省いて表示している。

このネットワーク構成では、管理に必要とされる暗号化された ssh による通信を限られたホストの間だけで許可するとともに、データ通信の相手先ホストを厳密に管理することでセキュリティを確保している。特に、学内 LAN を挟んで対向するルータとして 4 個の物理ポートを有する VPN ルータを採用して、観測機器が接続された観測用領域、データ公開を行う DMZ 領域、外部ネットワーク領域、データ管理領域といった明確な役割を持ったネットワークに論理的に分離することで管理を容易にしている点が特徴である。

これにより、セキュリティポリシーに従って一台のルータの中で 4 つの物理ポートに対して明確な役割を

持たせることが可能となり、そのセキュリティポリシーに従った物理ポート間の通信をルータで一元的に管理し、セキュリティホールが生じる危険性を最小限にとどめているのである。また、一台のルータで一元管理することで論理ポートの解放・制限のルールやポートフォワーディング、NAT の構成、通信先ホストの制限などのルールが単純化される、という点もセキュリティ確保において重要な点であると言える。

### 4. 地震観測データ通信システムの構築

既に述べた通り、通信システムはキャンパス内システムを含む既存の強震観測点を一元的に管理することを目的として構築されたシステムである。そのため、種々の観測装置や通信方法に対応するために、論理的なインターフェイスを統一し、ミドルウェアで対応するように構成されている。

対応している通信方法には、ISDN 回線経由での PHS との piasf を用いた 32kbps のデジタル通信、学内内線電話回線を利用した最大 56kbps のモデムによるアナログ通信、学内 LAN を用いた ethernet 経由の TCP/IP による通信である。学外の地震観測点には PHS による two link service を採用することでランニングコストを抑えているが、その反面、PHS のサービスエリアが都市域に限られるために電波が届きにくい場所も多い、という問題も抱える結果となった。

また、データ処理は全て WIN フォーマットを基本としたシステムとしており、WIN フォーマットに対応していない地震観測装置については、ミドルウェアを作成してネットワークシステムの側からは WIN フォーマットのデータだけを取り扱うようにしている。ミド

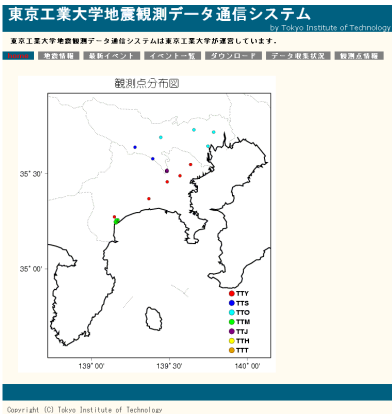


図 2: 地震観測データ通信システムの初期画面



図 3: 地震観測データ通信システムに登録されている地震データのリスト (月別表示)

地震名: 200805080145

色が付いた観測点の波形を見ることができます。観測点をクリックしてください。(観測点一覧から選択することもできます)

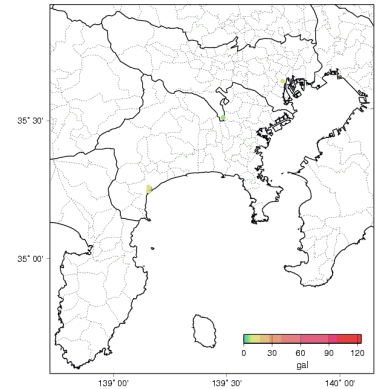
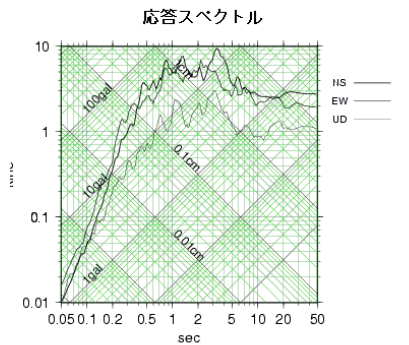


図 4: 選択した地震について記録が得られている観測点の例

地震名: 2008/05/08 01:45:18 FAR E OFF IBARAKI PREF (36.228N 141.608E 50.6km) Mj 7.0D  
観測点: TTM.SK2003

センサ方位情報: 方位ずれなし

波形数値データ(最大値)					
	N-S	E-W	U-D	水平	3成分
加速度(gal)	12.89	10.46	3.81	15.78	15.78
速度(kine)	2.31	1.83	0.85	2.52	2.55
変位(cm)	0.922	0.797	0.290	0.952	0.971
SI値	2.62	2.10	0.84	3.00	

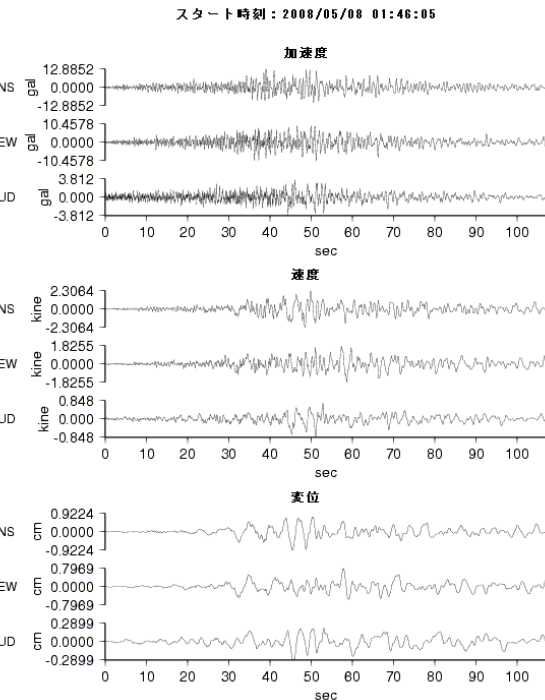


Tokyo Institute of Technology

図 5: 選択した地震のある観測点における記録の表示例

ルウェアが対応している地震観測装置は、勝島製作所製 DATOL-100, AccuSEIS Omni, アカシ製 GPL6A3P, ASI-230, K-NET95, キネメトリックス製 Altus K2, Altus Makalu である。高精度地震観測に広く用いられている地震観測装置に対応しているため、現在のシステムでも多くの観測点に対応可能である。

通信システムのデータサーバー上では web サーバーが動作しており、外部からはこのサーバーに接続することで全てのデータを一覧することが可能である。サーバーに接続したときの初期画面を図 2 に示す。この画面ではシステムに登録されている観測地点の位置が地



図上に表示されている。また、月別の地震の発生状況を一覧表示し(図 3)、そのなかからひとつの地震を選ぶと、図 4 に示すような地図が表示されて地震記録が得られている観測点が表示される。そのなかの適当な観測点を選ぶと図 5 のような波形、スペクトル等が表示されるようになっている。また、これらのデータを ftp を経由してダウンロードすることも可能である。

## 5. おわりに

キャンパス内システムのネットワークを外部ネットワークに対して安全に解放し、さらに、既存の強震観

測地点のデータを PHS 等を用いて自動的に収集し、表示、データのダウンロードを実現するための地震観測データ通信システムを構築した。これにより、異なるデータフォーマットで出力される地震計の記録を一元的に管理すると共に、それらのデータの共有を容易にすることができた。

今後は、強震観測点の充実や通信システムの安定性の向上、PHS による通信が困難な場所でのデータの取り扱い方法の追加などを進めていく予定である。

#### 参考文献

- [1] 山中浩明・盛川仁・伊藤貴盛：高密度地震観測網を用いた構造物の振動性状の可視化システムの開

発、首都圏大震災軽減のための実践的都市地震工学研究の展開、平成 18 年度成果報告シンポジウム 予稿集、東工大すずかけ台キャンパス、3 月 30 日、2007, pp.77-80.

- [2] 山中浩明・盛川仁：首都圏南西部における強震観測、首都圏南西部における強震観測、首都圏大震災軽減のための実践的都市地震工学研究の展開、平成 19 年度成果報告シンポジウム 予稿集、東工大すずかけ台キャンパス、3 月 28 日、2008, pp.5-8.