

次世代早期地震警報システムの開発・展開 ～予測からナビゲーションへ～

東北大学災害科学国際研究所 ○源栄正人、大野晋、王欣
山形大学地域教育文化学部 三辻和弥

1. 概要

筆者らは、構造ヘルスマニタリング（E E W）機能を有するリアルタイム地震観測装置を地域の地震観測網として展開し、緊急地震速報との融合により早期地震警報（E E W）の予測精度の向上や冗長性を高めるためのシステム開発を行ってきた。本報告では、システム開発・展開の概要を示すとともに、観測データと解析データの突合せによるモデリングの高精度化ばかりでなく地震防災情報のナビゲーションに向けた取り組みについて示す。

リアルタイム地震観測点を 15 地点に配置し、次世代早期地震警報システムを地域展開³⁾(図 1 参照)するとともに、海外展開としてモンゴル国の公共建物への設置も行っている。また、システムを活用した地震情報ナビゲーションに向けた研究を進めている(図 2 参照)。

これらの観測点の観測情報を共有化して利活用を図るとともに、これまで研究を行ってきたリアルタイム地震動予測法の高度化と構造ヘルスマニタリングデータの蓄積とシステム同定手法の展開により学術貢献と防災教育への活用も含めた社会貢献を目指している。

2. 次世代 E E W / S H M システムの構築と展開

筆者らは、建物内に設置した高感度地震観測装置を用いたリアルタイム地震観測網により、建造物のヘルスマニタリング（SHM）や早期地震警報（E E W）の高精度化に供すべく観測網の展開¹⁾とオンライン波形情報活用のための情報表示ソフトの開発を行ってきた²⁾。今年度（平成 26 年度）までに、100 万都市仙台をはじめや内陸部の都市や産業地帯の地震対策に貢献すべく、これらを取り巻くように

地震観測装置は微動から強震まで観測可能なダイナミックレンジの広い高感度加速度センサー（120dB 以上）とデータ収録装置（可変パケット、可変サンプリング）、およびデータ通信アプリケーションソフトで構成されている。地震計は、建築物の 1 階、中層階、最上階に設置している。それぞれの地震計からの信号はケーブルで 24bit の A/D コンバーターを持つデータ収録装置に接続している。1 階の加速度計の揺れをベースに、中層階、最上階の加速

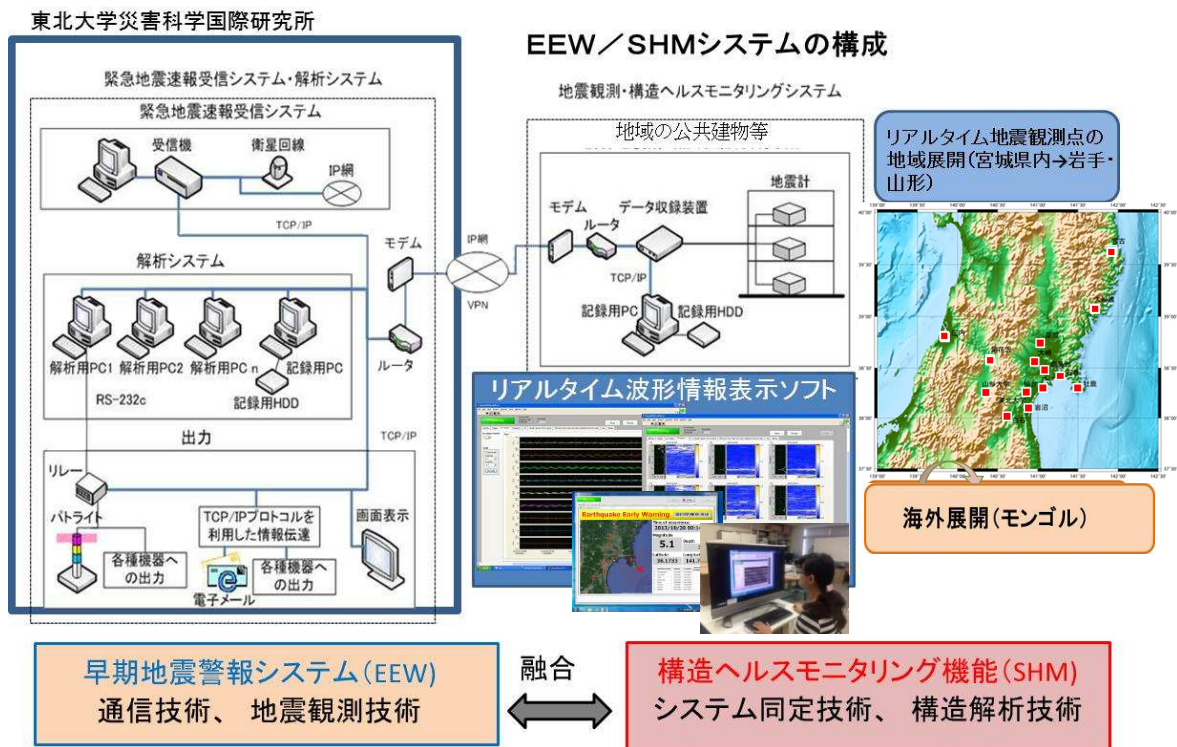


図 1 構造ヘルスマニタリング機能を有する次世代早期地震警報システムとその地域展開

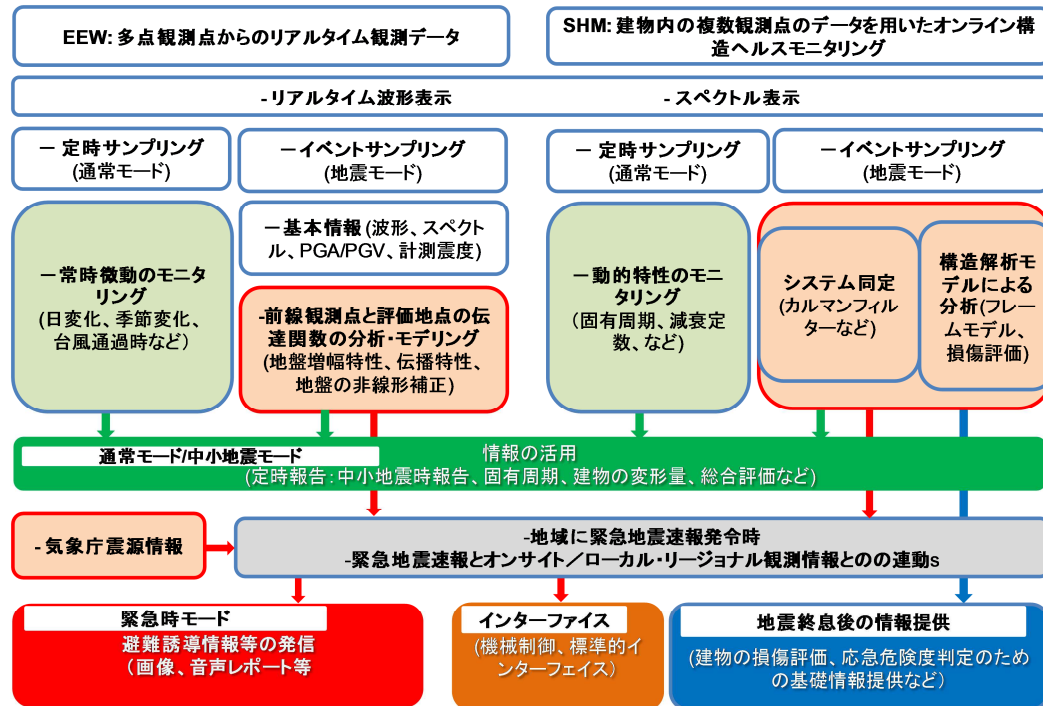


図2 多点リアルタイム地震観測装置の利活用

計の観測結果から建物内の伝達特性を即時分析し、地震時やその前後の状況を把握することで構造ヘルスマモニタリングを行う。データ収録装置では、100Hzを標準としたサンプリングを行い(10Hz~1kHzまで可変)、GPSを利用して時間を正確に保っている。イベントデータを内蔵記録装置に収録するだけでなく、データサーバ機能を利用することで、継続的にデータを送出することが可能である。通信プロトコルはTCP/IPであり、パケット長を0.1秒から1.0秒まで自由に設定することができ、リアルタイム通信を実現している。

3. 前線波形情報を用いた地震動予測精度の向上

伝播経路の途中にある観測点の波形情報を過去の観測記録情報とともに直接利用して、S波到来の前に高精度な地震動予測を行う手法として、PGA, PGVばかりでなく、スペクトル予測や将来的には波形予測を行い、構造物の振動制御への活用も視野に入れている。

これまで、ニューラルネットワークを用いた地動最大値やスペクトル予測方法⁴⁾、前線観測点と評価地点の観測データの回帰分析による経験式⁵⁾やウェーブレット変換を用いた波形予測法⁶⁾、ベイズ線形回帰ベクトル変換(RVM: Relevant Vector Machine)による方法⁷⁾による地震動予測の高精度化に関する研究を行ってきた。

参考文献

- 1) 源栄正人、本間誠、セルダル・クユク、フランシスコ・アレシス、構造ヘルスマモニタリングと緊急地震速報の連動による早期地震情報統合システムの開発、日本建築学会技術報告集、第14巻、第28号、669-674、2008
- 2) 源栄正人(研究代表者)、建築物の構造ヘルスマモニタリングと地震警報のためのオンライン波形情報活用システムの開発、平成20年度シーズ発掘試験(発掘型)研究報告書
- 3) 源栄正人、構造ヘルスマモニタリング機能を有する次世代早期地震警報システムの開発、東北大学災害科学国際研究所特定研究プロジェクト研究成果報告会資料、2014年7月
- 4) Kuyuk, H.S. and Motosaka M., Real-Time Ground Motion Forecasting Using Front-Site Waveform Data Based on Artificial Neural Network, Journal of Disaster Research, Vol.4 No.4, 260-266, 2009.
- 5) 萩原 由訓, 源栄 正人, 三辻 和弥, 野畑 有秀, リアルタイム地震観測ネットワークを用いた地震動予測に関する研究—前線の波形情報を用いた最大値指標の予測—, 地域安全学会論文集 No.15, 2011.11
- 6) Tsoggerel Tsamba and Masato Motosaka, Long-period motion characterization by cross wavelet transform, Proc. the world congress on Advance in Structural Engineering and Mechanics, 607-612, 2013.
- 7) Yin-Cheng Yang1 and Masato Motosaka2, GROUND MOTION ESTIMATION USING FRONT SITE WAVEFORM DATA BASED ON SPARSE BAYESIAN MODEL FOR EARTHQUAKE EARLY WARNING, 5ACEE, 2014