

建築・住宅分野における  
「高度利用者向け緊急地震速報」の利活用事例及び  
新たな利活用に関する研究報告書

平成 24 年 3 月

建築研究開発コンソーシアム

建築・住宅分野における  
「高度利用者向け緊急地震速報」の利活用事例及び  
新たな利活用に関する研究報告書 目次

1. はじめに	1- 1
2. 緊急地震速報とは	2- 1
2.1 はじめに	2- 1
2.2 緊急地震速報の仕組みと種類	2- 1
2.2.1 仕組み	2- 1
2.2.2 種類	2- 4
2.3 緊急地震(予報)の特長	2- 7
2.4 緊急地震速報開発の経緯	2- 9
2.5 地震時に発表される地震・津波情報	2-11
2.6 緊急地震速報の現状と課題	2-13
2.6.1 現状	2-13
2.6.2 利用の実態	2-15
2.6.3 緊急地震速報のチャイム音	2-19
2.6.4 課題と展望	2-20
2.7 高度利用者向け緊急地震速報の導入に関して	2-24
参考資料 発表された緊急地震速報の事例等	
3. 建築物における高度利用者向け緊急地震速報の現在の利活用事例	3- 1
3.1 利活用事例の収集について	3- 1
3.2 現状の利活用の整理	3- 2
3.2.1 現状の利活用で用いられる情報	3- 2
3.2.2 予測情報等の提示	3- 2
3.2.3 建築物・設備機器等の制御	3- 3
3.2.4 全体のシステム計画	3- 3
3.2.5 利活用のための導入・運用（周知・訓練等）	3- 4
3.3 利活用についてのまとめと課題	3-52
4. 高度利用者向け緊急地震速報の新たな利活用	4- 1
4.1 新たな利活用方法の検討	4- 1
4.1.1 配信・観測情報の利用	4- 1
4.1.2 予測情報等の提示	4- 2

4.1.3 建築物・設備機器等の制御	4- 6
4.1.4 導入・運用（周知・訓練等）	4- 7
4.2 街区・地域震災対策としての新たな利活用の提案：新宿駅周辺地域における取組の例	4- 9
4.2.1. 新宿駅周辺地域における取組	4- 9
4.2.2. 街区・地域震災対策としての新たな利活用について	4-12
4.2.3. まとめ	4-16
4.3 緊急地震速報の精度向上等を含めた新たな利活用について	4-17
4.4 海外を含めた枠組みでの新たな利活用について	4-20
5. おわりに	5- 1

#### [ 参考資料 ]

利活用事例シートを作成するにあたって参照した論文等

## 1. はじめに

本報告書は、平成 23 年度に建築研究開発コンソーシアムが（株）日本建築住宅センターから受託した「建築・住宅分野における減災・防災に関する調査研究業務（同分野における「高度利用者向け緊急地震速報」の利活用事例と、新たな利活用方策の検討）」の検討成果をとりまとめたものである。

緊急地震速報は、震源近くの地震計で検知した地震波（P波）から震源や地震規模を速やかに推定し、強い揺れ（主要動、S波）が到達する予想時刻及び震度を予め報知する「地震動予報・警報システム」である。緊急地震速報には「一般向け」と「高度利用者向け」があり、特に後者は地震を事前に知るのみではなく、緊急地震速報の受信信号から他の機器制御信号を出すことも可能なことから、危機管理システムとの連動、施工現場の重機制御など、既に建築・住宅分野でも様々な利活用がなされている。しかしその情報が分散、かつ、内容が専門的なものが多く、緊急地震速報ユーザーとなり得る建物所有者にとって、高度利用者向け緊急地震速報の利活用技術を容易に知ることが困難な状況と思われる。また、2010年9月には、超高層建築物への長周期地震動対策へ応用する技術の報道発表もあった。高度利用者向け緊急地震速報は、その受信信号から何を制御するかという面で、まだ研究要素は残されているものと考えられる。

これらの状況を踏まえ、本調査は、高度利用者向け緊急地震速報に焦点を当て、以下の作業及び調査検討を行った。

- 1) 建築・住宅分野における高度利用者向け緊急地震速報の利活用技術やその有効な活用事例の収集・整理
- 2) 高度利用者向け緊急地震速報の新たな利活用方策の検討と提案

検討にあたっては、建築研究開発コンソーシアムに「緊急地震速報利活用方策検討委員会」（委員長：和田章（社）日本建築学会会長、東京工業大学名誉教授）、幹事会（幹事長：久田嘉章 工学院大学建築学部教授）、ワーキンググループ（主査：久保智弘 工学院大学建築学部特任助教）を設置して実施した。委員会、幹事会、ワーキンググループには、建築研究開発コンソーシアム会員企業から多くの参加があり、次ページ以降に示す体制で検討を行った。

## 緊急地震速報利活用方策検討委員会

(敬称等略、委員五十音順。平成24年3月現在。)

委員長	和田 章	社団法人 日本建築学会 会長 東京工業大学 名誉教授
副委員長	山内 泰之	建築研究開発コンソーシアム 副会長
委員	嵐山 正樹	社団法人 日本建築構造技術者協会 株式会社 久米設計 構造設計部 統括部長
〃	石川 通美	三井不動産アーキテクチュラル・エンジニアリング株式会社 常務取締役 CM 本部長 兼 プロジェクト推進部長
〃	大保 直人	特定非営利活動法人 リアルタイム地震情報利用協議会 専務理事
〃	片村 立太	鹿島建設株式会社 技術研究所 先端・メカトロニクス Gr 主任研究員
〃	角屋 治克	岡部株式会社 技術開発部
〃	可児 長英	社団法人 日本免震構造協会 専務理事
〃	久保 智弘	工学院大学 建築学部 特任助教
〃	栗山 章	アールシーソリューション株式会社 代表取締役
〃	駒田 修	佐藤工業株式会社 建築事業本部 副本部長(技術担当) 兼 技術部長
〃	西條 裕介	株式会社 構造計画研究所 防災ソリューション部 地震工学室
〃	恒川 裕史	株式会社 竹中工務店 技術研究所 地震動部門 主任研究員
〃	登内 道彦	緊急地震速報利用者協議会 事務局
〃	中村 正博	株式会社 ANET 取締役
〃	檜府 龍雄	独立行政法人 国際協力機構 国際協力専門員
〃	南部 世紀夫	清水建設株式会社 技術研究所 主任研究員
〃	萩原 由訓	株式会社 大林組 技術研究所 地盤技術研究部 主任
〃	久田 嘉章	工学院大学 建築学部 教授
〃	深澤 義和	株式会社 三菱地所設計 代表取締役 専務執行役員
〃	藤井 俊二	大成建設株式会社 技術センター 技師長
〃	前川 利雄	株式会社 熊谷組 技術研究所建設技術研究部 建築構造研究グループ 副部長
〃	三田 彰	慶應義塾大学 理工学部システムデザイン工学科 教授
〃	目黒 公郎	東京大学教授 生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター長
〃	保井 美敏	戸田建設株式会社 技術研究所 地盤震動チーム 主管
協力委員	相澤 幸治	気象庁地震火山部地震津波監視課 調査官
事務局	長縄 裕行	建築研究開発コンソーシアム 事務局長
〃	脇山 善夫	建築研究開発コンソーシアム (独立行政法人建築研究所より参加)

## 幹事会

(敬称等略、委員五十音順)

幹事長	久田 嘉章	工学院大学 建築学部 教授
委員	大保 直人	特定非営利活動法人 リアルタイム地震情報利用協議会 専務理事
〃	久保 智弘	工学院大学 建築学部 特任助教
〃	登内 道彦	緊急地震速報利用者協議会 事務局
〃	中村 正博	株式会社 ANET 取締役
〃	保井 美敏	戸田建設株式会社 技術研究所 地盤震動チーム 主管
〃	山内 泰之	建築研究開発コンソーシアム 副会長
協力委員	相澤 幸治	気象庁地震火山部地震津波監視課 調査官
事務局	長縄 裕行	建築研究開発コンソーシアム 事務局長
〃	脇山 善夫	建築研究開発コンソーシアム (独立行政法人建築研究所より参加)

## ワーキンググループ

(敬称等略、委員五十音順)

主査	久保 智弘	工学院大学 建築学部 特任助教
委員	大保 直人	特定非営利活動法人 リアルタイム地震情報利用協議会 専務理事
〃	登内 道彦	緊急地震速報利用者協議会 事務局
〃	保井 美敏	戸田建設株式会社 技術研究所 地盤震動チーム 主管
事務局	長縄 裕行	建築研究開発コンソーシアム 事務局長
〃	脇山 善夫	建築研究開発コンソーシアム (独立行政法人建築研究所より参加)

## 2. 緊急地震速報とは

### 2.1 はじめに

ある地点の地震計で観測される地震波を使って、その遠方での地震の揺れについて報知するというアイデアは、世界的には既に1868年のアメリカにおいて見られるとのことである<sup>2-1</sup>。日本においては1972年に伯野元彦博士が“地震警戒システム”についてアイデアを発表している。その中では、地震の発生が予想される地域一帯をカバーするように地震計をなるべく密に配置して、発生した地震の記録をセンターに送り、被害を及ぼすものであるかどうかを判断するシステムが示されており<sup>2-2</sup>、現在の緊急地震速報の祖形とも言える。

現在実用化されている緊急地震速報は大きく、緊急地震速報(予報)と緊急地震速報(警報)の2つの種類に分けられる。これらは、気象庁と鉄道総合技術研究所による「ナウキャスト地震情報」と防災科学技術研究所による「リアルタイム地震情報」から始まっている。2004年からの実証実験期間を経て、2006年8月から先行的に開始された「高度利用者向け緊急地震速報」が現在の「緊急地震速報(予報)」につながり、2007年10月から開始された「一般向け緊急地震速報」が現在の「緊急地震速報(警報)」につながっている。

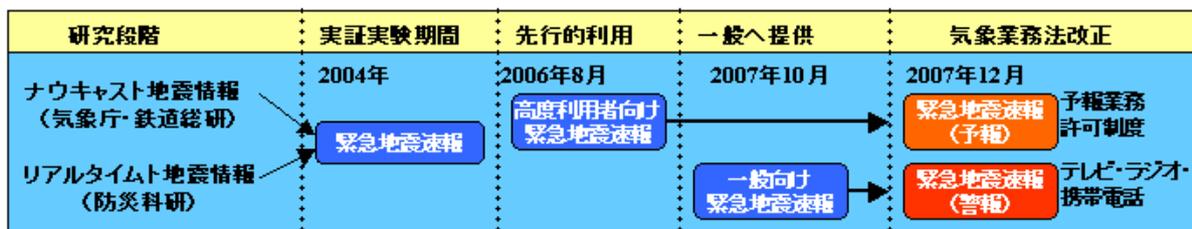


図 2-1 緊急地震速報の経緯の概略図

本節では、緊急地震速報(警報)と緊急地震速報(予報)について、それぞれの仕組み、違い、開発の経緯、現状、課題と展望について概説する。

#### 参考文献

- 2-1) 福和伸夫、新井伸夫：緊急地震速報の本運用にあたって，予防時報 231，2007年，pp. 21-27
- 2-2) 伯野元彦：地震の防災対策について，土と基礎，1973年6月，pp. 23-25

## 2.2 緊急地震速報の仕組みと種類

### 2.2.1 仕組み

#### (1) 発表

地震が発生すると初期微動のP波（縦波：約7km/s）と主要動のS波（横波：約4km/s）が同時に発生するが、速度の速いP波はより早く伝わるので、震源に近い地震計で捉えたP波の観測データを即時的に解析し、震源の位置や地震の規模（マグニチュード）を推定し、これに基づいて各地での主要動の到達時刻や震度を推定し、P波とS波の伝わる時間の差を利用し、大きな揺れを伴う主要動が到達する前に、可能な限り素早く知らせる情報が緊急地震速報である。より高い精度で地震の規模や位置を観測するために使われている地震観測点は全国に約1000箇所ある。このうち約220点は気象庁の多機能型地震計で、他の約800点は独立行政法人防災科学技術研究

所の Hi-net となっている。これらの観測点で観測された地震データは常時気象庁本庁（千代田区大手町）の地震活動等総合監視システム（EPOS）と大阪管区气象台（大阪府中央区大手前）の EPOS へ伝送され監視されている。通常は本庁 EPOS で作成された緊急地震速報が提供されるが、何らかの原因で本庁から提供できないときは大阪管区气象台の EPOS で作成された緊急地震速報が提供される。このため、緊急地震速報を処理するサーバーや端末では、いずれの EPOS で発表されたものでも正常に処理できる機能が必要である。

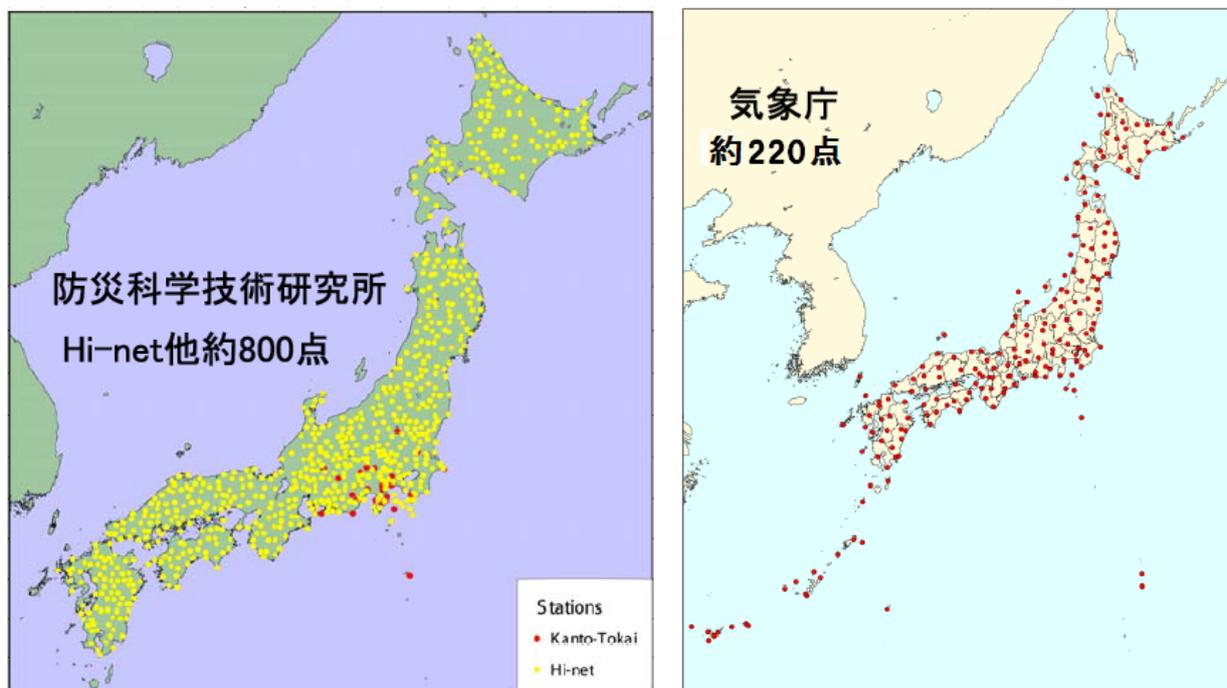


図 2-2 緊急地震速報に利用されている地震観測点の分布（気象庁提供）

## (2) 配信

緊急地震速報(警報)は気象業務法に定める機関については気象庁から直接に配信し、これ以外の機関については気象業務法で指定された「民間気象業務支援センター」としての支援センターが第一次配信事業者として配信している。支援センターから直接受信する利用者や支援センターから受信した緊急地震速報を配信する事業者（二次配信事業者）を経由して利用するものがある。さらに地震動予報業務許可事業者として専用受信端末製造販売と共に配信する事業者も存在する。緊急地震速報の流れの概要を図に示す。

### ※気象業務法第 15 条

気象庁は、第 13 条第 1 項、第 14 条第 1 項又は前条第 1 項から第 3 項までの規定により、気象、地象、津波、高潮、波浪及び洪水の警報をしたときは、政令の定めるところにより直ちにその警報事項を警察庁、国土交通省、海上保安庁、都道府県、東日本電信電話株式会社、西日本電信電話株式会社又は日本放送協会の機関に通知しなければならない。地震動の警報以外の警報をした場合において、警戒の必要がなくなったときも同様に通報する。尚、地震の通報では、緊急地震速報(警報)で通報した後、地震は発生し終了するので「解除」の通報は行なっていない。

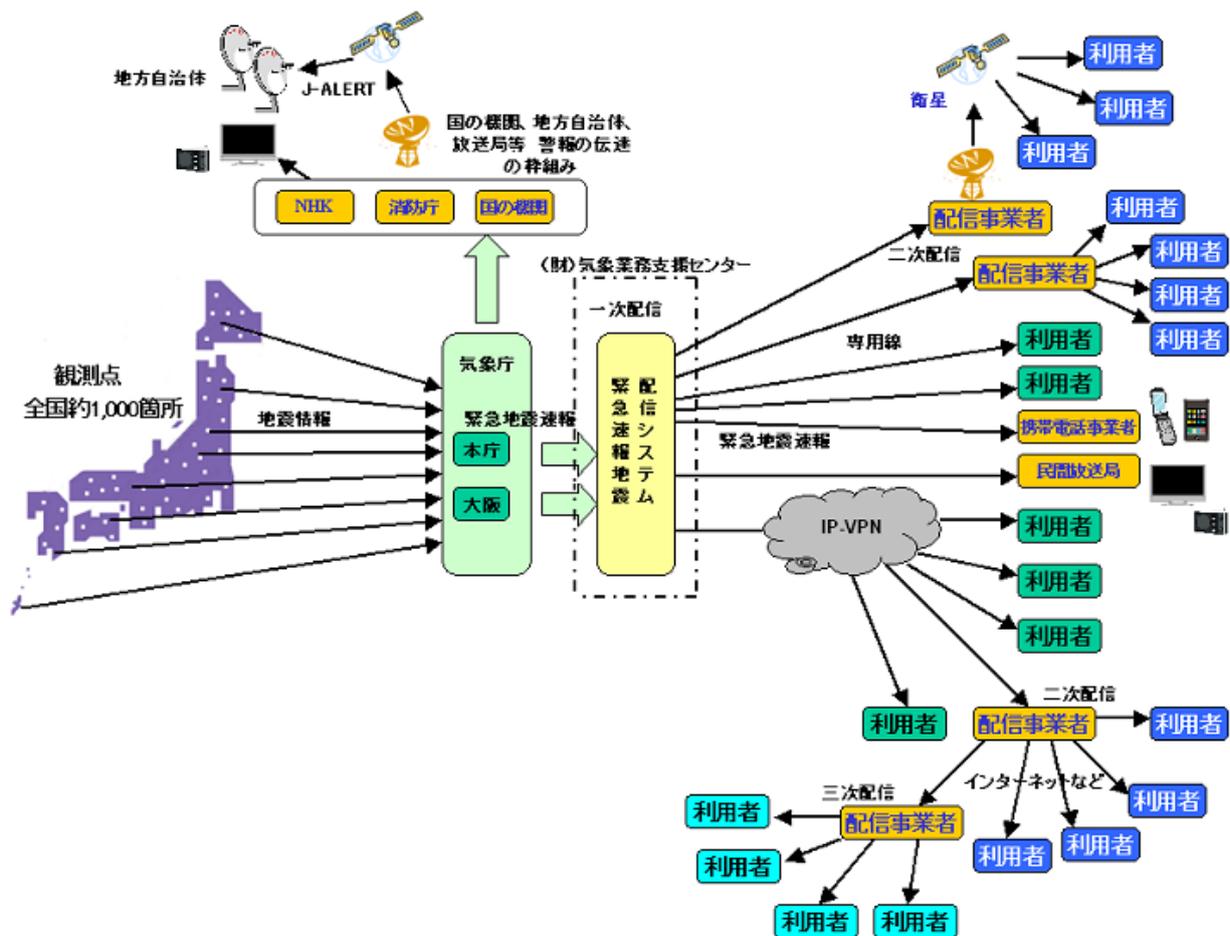


図 2-3 緊急地震速報の流れの概要

## 2.2.2 種類

緊急地震速報には、「緊急地震速報(警報)」と「緊急地震速報(予報)」とがある。主な特長は次表のとおりで、それぞれ利用目的により使い分けられている。

表 2-1 緊急地震速報(予報)と緊急地震速報(警報)の特長

種類 項目	緊急地震速報(予報) (高度利用者向け緊急地震速報)	緊急地震速報(警報) (一般向け緊急地震速報)
利用目的	特定の場所での予想震度、猶予時間を求めることができ、身の安全の確保や各種制御に使用できる。	広く一般へお知らせする情報で、テレビ、ラジオ、携帯電話で利用。 不特定多数の集客施設等で利用。
対象範囲	ピンポイントの場所	全国を約200に分割した範囲 (都道府県を3~4に分割した広い範囲)
発表タイミング	地震検出後4秒から6秒程度	緊急地震速報(予報)の第1報から数秒後
発表条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1地点でも100ガル以上の揺れを検出したとき</li> <li>・全国の震度観測点(約4,300)のいずれかで震度3以上の揺れが予想されたとき</li> <li>・地震の規模がマグニチュード3.5以上のとき</li> </ul>	全国の震度観測点(約4,300)のいずれかで震度5弱以上の揺れが予想されたとき。
利用地震観測点数	1観測点でも揺れを観測したとき	2観測点以上で揺れを検出したとき
発表回数	10通程度	原則1通
情報内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震発生日時刻(年月日時分秒)(年は西暦の下2桁)</li> <li>・地震識別番号</li> <li>・震央地名</li> <li>・震央の緯度経度(1/10単位)</li> <li>・震源の深さ(km単位)</li> <li>・地震の規模(マグニチュード)</li> <li>・最大予想震度</li> <li>・データの確からしさ(震央位置、深さ、規模)</li> <li>・地震の発生場所(海、陸)</li> <li>・最大予想震度の変化</li> <li>・警報の判別、最大予想震度と主要動到達予想時刻(地域コード、階級震度、時分秒、到達予想状況)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震発生日時刻(年月日時分秒)(年は西暦の下2桁)</li> <li>・地震識別番号</li> <li>・震央地名</li> <li>・強い揺れが推定される地域名(地方単位、都道府県単位、地域単位(全国を約200に分割した地域名))。あらかじめ気象庁で計算した結果で、予想度4及び5弱以上の地域名が発表される。</li> </ul>
情報の発信者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急地震速報(予報)→配信事業者</li> <li>・予報結果→地震動に関する予報業務許可事業者</li> </ul>	気象庁
入手先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急地震速報(予報)→(財)気象業務支援センター、配信事業者</li> <li>・予報結果→地震動に関する予報業務許可事業者</li> </ul>	ラジオ、テレビ、携帯電話、防災行政無線など
利点・欠点	<p>利点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・特定の場所での震度・揺れの到達までの猶予時間を知ることができる</li> <li>・任意の震度で報知可能</li> <li>・緊急地震速報(警報)より早く報知可能</li> <li>・各種制御等が可能</li> <li>・端末機器を使用した訓練が可能</li> </ul> <p>欠点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時接続型の回線が必要</li> <li>・受信端末機器が高価</li> <li>・配信事業者と契約が必要(配信料が必要)</li> </ul>	<p>利点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報受信の経費が発生しない。</li> <li>・専用ラジオも安価</li> </ul> <p>欠点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・特定の場所の震度を示すものでなく、比較的広い範囲を対象とした情報</li> <li>・緊急地震速報(予報)より遅い</li> <li>・揺れの到達までの猶予時間は報知されない</li> <li>・ラジオ、テレビでは全国放送のものがあ 放送の内容を確認しないと対象範囲が判断できない</li> <li>・ラジオ、テレビでは夜間等電波が停波しているときは放送されない</li> <li>・機器の制御等は困難</li> <li>・ラジオ、テレビ、携帯電話を使用した訓練は不可能</li> <li>・防災行政無線は聞き取りにくい</li> </ul>

## (1) 緊急地震速報(警報)

### ア 発表条件

緊急地震速報(警報)は、テレビ、ラジオ、携帯電話等で広く一般の皆様にお知らせする情報として、2007年10月1日から提供が開始された。この情報はテレビやラジオなどで見聞きしたとき、とっさの対応をとり身の安全を図るものである。発表条件は、あらかじめ気象庁で全国の震度観測点(約4,300)の揺れの大きさや到達時刻を計算し、2点以上の地震観測点で地震波が観測され、かつ、最大震度が5弱以上と予想された場合、震度4の地域を含めて「警報」として発表される。ただし、深発地震(深さ150km以上)の場合は、その精度が低いことと、これによる地震では大きな被害はこれまで発生していないことから発表されない。「警報」の発表が2つ以上の地震観測点で地震波が観測された場合とされているのは、単に一つの地震計で大きな揺れを感じて緊急地震速報を発表すると、地震計のすぐ近くでの発破作業や落雷等による揺れを地震計が感知し、これにより地震が発生していないのにも係わらず緊急地震速報が発表されてしまうことを避けるためである。

なお、最大震度5弱以上が予想された場合とした理由は、震度5弱以上になると顕著な被害が生じ始め、これに備えるために揺れに対する対応をあらかじめ行う必要があるためである。テレビ、ラジオでは、緊急地震速報であることを示すチャイム音に続き、大きな揺れが到達すると予想された地域名が発表され、「強い揺れに注意」を呼びかける内容とし、具体的な予想震度や猶予時間は放送されない。このように緊急地震速報(警報)が発表された場合は、放送を中断してその内容を放送するが、NHKでは全国のいずれかの地域が対象でも全国放送されるので、自分の場所が対象かは放送内容から判断する必要がある。なお、「緊急地震速報(警報)」は、原則として一つの地震に対し一回のみ発表される。民間のラジオ放送局では放送対象地域で震度5強以上の揺れが予想された場合に緊急地震速報で放送するものもあり、NHKでは放送されていても、民間の放送では流れないこともある。

### イ 緊急地震速報(警報)の内容

気象庁から発表される緊急地震速報(警報)の内容は、地震の発生時刻、発生場所(震源)の推定値、地震発生場所の震央地名、強い揺れ(震度5弱以上)が推定される地域名(全国を約200地域に分割)及び震度4が推定される地域名である。具体的な予想震度の値は、±1程度の誤差を伴うことから予想震度に代えて「強い揺れに注意してください。」と表現する。震度4以上と予想された地域まで含めて発表するのは、震度を推定する際の誤差のため実際には5弱程度の可能性があることや、震源域の断層運動の進行により、しばらく後に震度4を超える可能性があるとの二つの理由によるものである。

揺れが到達するまでの猶予時間は、気象庁から発表する対象地域の最小単位が、都道府県を3～4つに分割した程度の広がりを持ち、その中でも場所によって到達時刻はかなり異なることがあるため、発表されない。緊急地震速報(警報)は一つの地震に対して原則1回の発表であるが、続報を発表する場合があり、その条件は次のとおりである。

### ウ 緊急地震速報(警報)で続報を発表する場合

緊急地震速報(警報)を発表した後の解析により、震度3以下と推定されていた地域が震度5弱

以上と推定された場合に、続報が発表される。続報では、新たに震度 5 弱以上が推定された地域及び新たに震度 4 が推定された地域名が発表さる。

## エ 緊急地震速報の取り消し

落雷や発破作業などにより地震以外の揺れを地震と誤認して緊急地震速報が発表された場合は、発表後 10 秒程度で取り消し報（キャンセル報）が発表される。なお、すでに震度 5 弱と推定し、発表されていた地域が震度 3 以下の推定となった場合などは取り消されない。

## (2) 緊急地震速報(予報)

### ア 発表条件

緊急地震速報は大きな揺れが到達するまでに必要な行動や制御を行うための情報で、これらを有効に機能させるためには、できるだけ迅速な発表がなされなければならない。このため、「緊急地震速報(予報)」は、震源に近い一つの観測点で地震波をとらえた直後から、震源の場所、地震の規模（マグニチュード）や震度の推定のための処理を開始し、緊急地震速報(予報)の発表条件に合致したときに発表される。この発表条件は次のとおりである。なお、この条件は変更される場合がある。

- ・一つの地震計でも 100 ガル以上の揺れを検出したとき
- ・地震の規模（マグニチュード）が 3.5 以上のとき
- ・全国の震度観測点（約 4,300）で震度 3 以上を予想したとき

一つの地震観測点でもこれらの条件が満たされると発表されることから、地震計のすぐ近くでの発破作業や落雷等による揺れでも発表されることがあるが、発表された内容には一つの地震によるものである旨の識別情報が付加されている。このように一つの地震観測点での観測データによるため緊急地震速報(予報)は誤報の可能性があることから、使用に対しては十分に注意する必要がある。一つの地震観測点のみの処理結果によって緊急地震速報を発表した後、所定の時間が経過しても 2 点目の地震観測点に地震の揺れが到達しない場合はノイズと判断し、発表から数秒～10 数秒程度でキャンセル報が発表される。島嶼部などの地震観測点密度が低い地域では、次の観測地点までの距離が離れていることから実際の地震であってもキャンセル報が発信される場合がある。なお、この場合には、キャンセル報の発信までに 30 秒程度かかることがある。

地震波の伝搬と共に、次々と多く地震観測点での地震計が地震波を捉えるため、新しいデータを使用して、そのつど計算を繰り返し、精度を向上させて、1 回の地震に対して原則複数の緊急地震速報(予報)が発信される。平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の最初の揺れでは 15 通の緊急地震速報が発表された。複数の緊急地震速報(予報)を受信した端末では、どのタイミングで利用を開始するか等の選択も可能である。例えば、第 1 報で 1 地点での情報は誤報の可能性もあることから、これを使用せず、複数の観測点での情報によりより精度が向上した時点で使用するなど、発表される情報に対してあらかじめプログラミングすることで、自動制御等に活用することが可能である。ただし、時間とともに精度は上がるものの猶予時間は少なくなるといったように反比例の関係にあり、どのタイミングで使用するかは十分吟味する必要がある。

## イ 緊急地震速報(予報)の内容

地震の発生時刻、発生場所(震源の緯度経度)及び深さの推定値、地震の規模(マグニチュード)の推定値などが主な内容であるが、次の情報も付加される。

- ・推定される最大震度が震度3以下のときは、推定される揺れの大きさの最大(推定最大震度)
- ・推定される最大震度が震度4以上のときは、地域名に加えて震度5弱以上と推定される地域の揺れの大きさ(震度)の推定値(予想震度)、その地域への大きな揺れ(主要動)の到達時刻の推定値(主要動到達予想時刻)

## 2.3 緊急地震速報(予報)の特長

緊急地震速報(予報)は、ある場所の予想震度や大きな揺れが到達するまでの猶予時間を求め、それを用いて各種制御や身の安全を図るための対応を執ることを目的としたものである。ピンポイントでの予想震度や猶予時間を求めることができるため、利用者の環境や業務形態に合った利用が可能となる。

また、これまで緊急地震速報(警報)は116回発表されており(平成19年10月～平成24年1月)、この時に緊急地震速報(予報)も発表されている。この発表で緊急地震速報(予報)が10秒以内に発表された79のものについて発表タイミングを比較したものが次図のとおりである。この図からわかるように、緊急地震速報(予報)は78%が5秒以内に発表されているのに対し、緊急地震速報(警報)は20%にとどまっている。緊急地震速報(警報)より、平均約8秒早く発表されている。このようにあらかじめ気象庁で計算した結果(予想震度、到達予想時刻)を伝える緊急地震速報(警報)のように広く一般に伝えるものと大きく異なり、より早い対応や制御のためには緊急地震速報(予報)の使用が有効であることがわかる。今後、いろいろな分野で安全の確保や危険の回避などを目的として使用されることが期待されている。

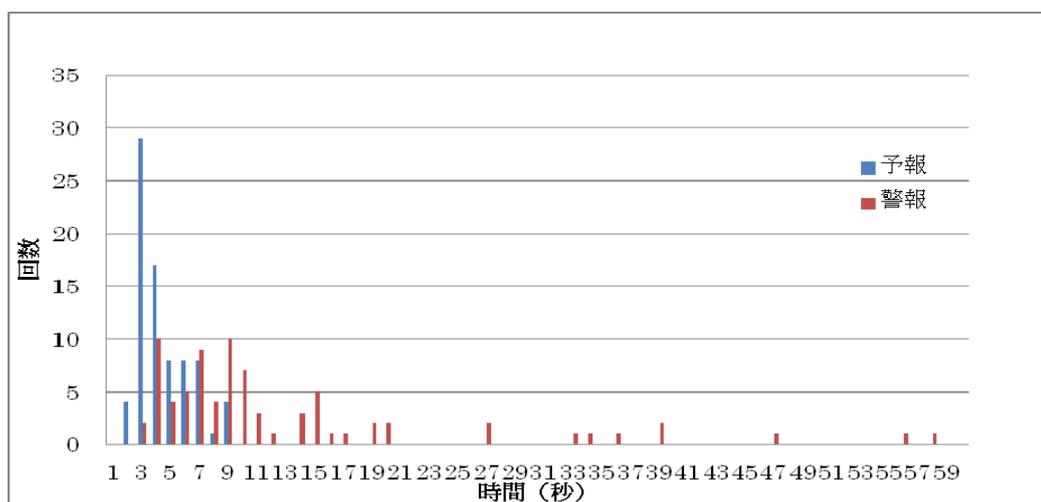
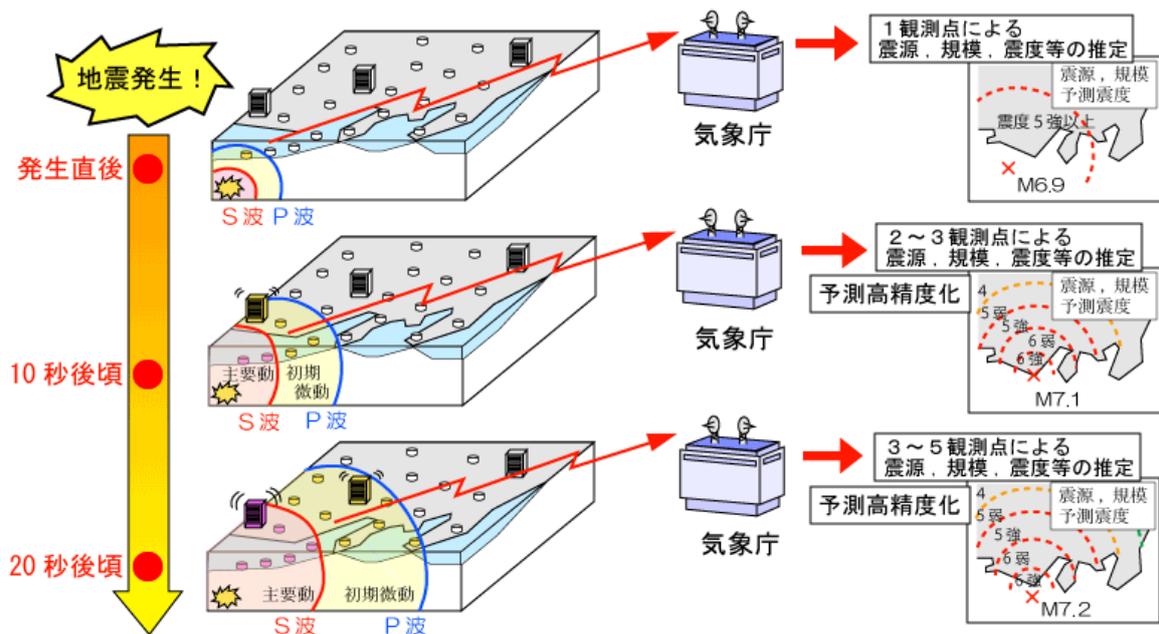


図 2-4 緊急地震速報(警報)と緊急地震速報(予報)の発表までの時間と回数

緊急地震速報(予報)はその精度はもとより、いかに迅速性があるかが重要である。このため、気象庁は緊急地震速報(予報)の発表は、下図のように地震を検知してから数秒～1分程度の間に複数(5～10回程度)の情報を発表する。第1報は迅速性を優先しているため精度は粗く、時間とともに精度が向上していく。



地震発生からの時間経過・地震波の伝播・緊急地震速報の発表（気象庁提供）

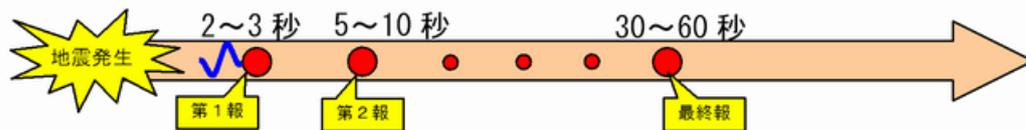


図 2-5 複数の情報から構成される緊急地震速報(予報)の時系列（気象庁提供）

その後、地震波の伝播と共に離れた地震観測点の地震計で次々と地震を感知し、これらの観測されたデータを用いて解析し、次表の条件の場合に緊急地震速報(予報)は更新され発表される。このほか、処理に用いた手法や観測点数が変化したときも同様に更新されて発表される。最初の地震波の検出からある程度の時間が経過し、ほぼ精度が安定したと考えられるタイミングで最終報として、その時点での最新の処理結果が発表され、一つの地震に対する一連の緊急地震速報の発表が終了する。

表 2-2 緊急地震速報(予報)の更新条件

要素	地震の発生域	
	内 陸	海 域
震源の位置	緯経度で0.2度以上の変化	緯経度で0.4度以上の変化
深さ	20km以上の変化	40km以上の変化
地震の規模	マグニチュードが+0.5以上または-1.0以上変化したとき	マグニチュードが+0.5以上または-1.0以上変化したとき
最大予測震度	+0.5または-1.0以上変化したとき	+0.5または-1.0以上変化したとき

## 2.4 緊急地震速報開発の経緯

### (1) 実証実験

気象庁と鉄道総合技術研究所が進めてきた「ナウキャスト地震情報」と防災科学研究所が同所の地震観測網であるHi-net（High Sensitivity Seismograph Network Japan）を使用して進めてきた「リアルタイム地震情報」とを統合し、実用化に向けた取り組みが開始され、九州地方から関東地方を対象として緊急地震速報（EEW：Earthquake Early Warning）の提供、利用の実証試験が2004年2月から開始された。その後、対象を全国に広げ、実証試験に参加した機関へ提供され、利用形態、問題点などが検証された。

### (2) 一般への提供と気象業務法の改正

実証試験の結果、緊急地震速報の有用性が確認され、2006年8月1日から先行的な利用者である建設事業者、鉄道事業者、病院等へ高度利用者向け緊急地震速報として（財）気象業務支援センター（以下「支援センター」という。）を経由しての提供が開始された。

その後、2007年10月1日から一般向けとしての緊急地震速報の提供が開始され、テレビラジオ等で一般国民に周知されるようになった。さらに同年12月1日に気象業務法の改正により一般向け緊急地震速報は「緊急地震速報（警報）」に、高度利用者向け緊急地震速報は「緊急地震速報（予報）」となり、気象庁には緊急地震速報（警報）の発表と伝達の責務が課され、また、緊急地震速報（予報）を用いての震度の予想等を実施する事業者は地震動に関する予報業務許可制度（以下「地震動予報業務許可」という。）により気象庁長官の許可を得ることが必要となった。

### (3) 緊急地震速報（予報）を使用した地震動予報業務

緊急地震速報（予報）に含まれる情報は、該当する地震の位置（緯度、経度、深さ）、規模（マグニチュード）、地震発生時刻などがあり、これらの情報と目的の場所の位置（緯度経度）、地盤増幅率\*、現在時刻を使用して到達時刻（猶予時間）や予想震度を求めることができる。この業務を地震動予報業務という。これらの情報を求めて利用者（第三者）へ提供する場合は、気象業務法第17条第1項に基づき、地震動予報業務として気象庁長官から許可を取得する必要がある。ただし、気象庁が発表した緊急地震速報の警報や地震動予報業務許可事業者が提供したものをそのまま配信する場合は、この許可を得る必要はない。2012年1月現在における地震動予報業務許可事業者数は54となっている。地震動の予報業務の申請から許可までの流れは図2-6のとおりである。

#### \*地盤増幅率

地震による揺れの大きさは、その場所の地盤構造により大きく異なり、その場所の地盤の揺れやすさを示す係数が地盤増幅率で、この値が大きいほど揺れやすくなり、緊急地震速報（予報）から特定の場所の予想震度を求めるときの補正值として使用される。

### (4) 周知・広報

当初は緊急地震速報に関する知名度は低く、一般国民は「緊急地震速報」と云う言葉はもとより、その特質についてもほとんど理解している人は少ない状況であった。その後、内閣府、気象庁及び緊急地震速報利用者協議会等の関係機関による周知広報活動や2011年3月11日に発生し

た「東北地方太平洋沖地震」に伴い、多くの緊急地震速報がテレビ、ラジオ、携帯電話等で提供されたことから、知名度は飛躍的に上がったものの、緊急地震速報を見聞きした時の対応や警報と予報との区別等を理解している人は少ないものと思われ、さらなる周知広報活動が必要と考える。

### (5) 発表状況

緊急地震速報提供回数はこれまで緊急地震速報(警報)は116回(2007年10月から2012年1月末まで)、緊急地震速報(予報)は5,828回(2007年10月から2012年1月末まで)発表された。この中で、的確に緊急地震速報としての有効性を示したものと、精度が低下して、課題も提起された。特に東北地方太平洋沖地震では予想を超えた巨大地震であったことと、同時多発の余震活動等によりその精度が大きく低下したものもあった。

2011年3月11日から8月1日の間87回の緊急地震速報(警報)が発表されたが、その内、同時に発生した地震により大きな誤差が生じたものが40回、停電や回線障害のため地震計の数が減少したため大きな誤差が生じたものが16回、おおむね適切であったものが31回と報告されている。その後、気象庁ではその改善の対応を実施したり、地震観測点の増強等をしたり、さらなる精度の向上を図っているところである。(p.2-31参照)

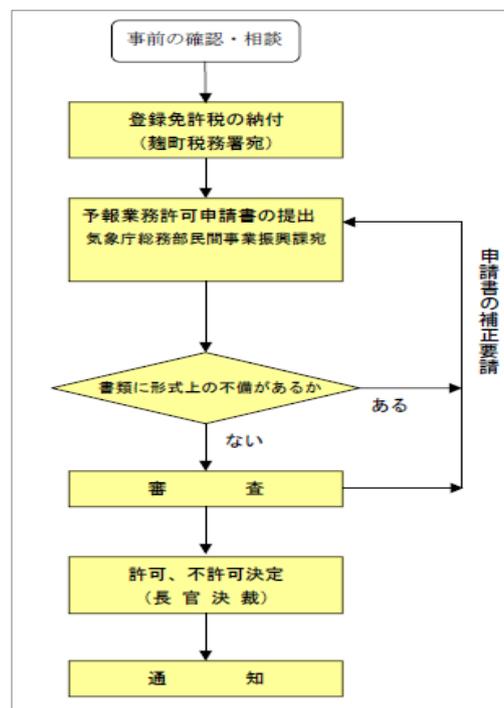


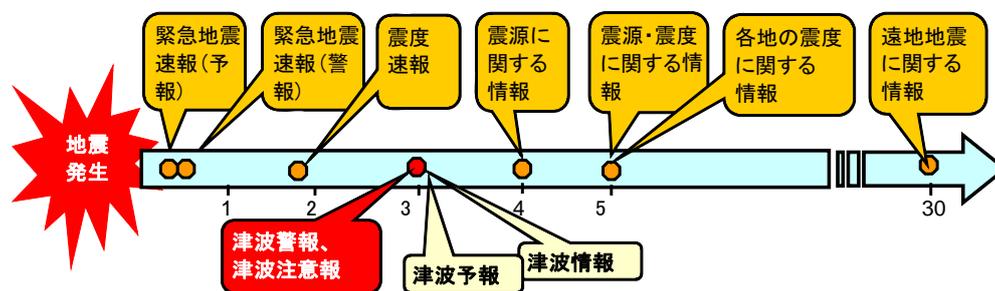
図 2-6 地震動の予報業務許可の申請から認可までの流れ図

## 2.5 地震時に発表される地震・津波情報

地震が発生すると気象庁は観測情報等を解析し、震度情報や震源に関する情報、また、津波の情報等を時間の経過と共に発表する。

### (1) 地震・津波情報

地震が発生後、最初の情報は緊急地震速報(予報)で、その後、緊急地震速報(警報)、震度速報と続く。津波のおそれがあり、被害が予想されるときは、津波警報や津波注意報が発表される。なお、海面の変動等が予想される場合は、津波予報が発表される。実際に津波が観測された時はその高さ、また、到達予想時刻等は津波情報で発表される。津波警報や津波注意報が発表された時は、急いで高い場所へ避難し、これらの情報が解除されるまでは十分な注意が必要である。これらの情報の発表タイミングの概略は、次図のとおりである。



情報の種類	地震発生からの経過時間(分)													発表基準・内容等	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	.....	30		
地震情報	緊急地震速報(予報)	▲▲▲													地震発生後4~6秒後に第1報が発表され、その後、精度が上がったものを10分程度発表
	緊急地震速報(警報)	▲													緊急地震速報(予報)第1報発表から数秒後、原則1回発表
	震度速報		▲												震度3以上を観測した地域名
	震源に関する情報				▲										震度3以上を観測した地震の発生場所、マグニチュード
	震源・震度に関する情報					▲									地震の発生場所、マグニチュード、震度3以上の地域名と市町村名
	各地の震度に関する情報						▲								・地震の発生場所、マグニチュード、震度1以上を観測した地点 ・津波に関する情報を含む
	遠地地震に関する情報													▲	・国外で発生したマグニチュード7.0以上、都市部などで著しい被害が発生する可能性がある地震発生 ・発生時刻、場所、マグニチュード、津波の影響など
津波情報	推計震度分布図										▲			・震度5以上の地震が発生したときに、各地の震度計のデータにより作成される。	
	津波警報、津波注意報		▲	▲									▲	・津波警報(大津波:3m程度以上、津波:2m程度) ・津波注意報(0.5m程度) ・津波のおそれがなくなったときに解除される	
	津波情報				▲									▲	・津波警報・注意報を発表した場合、津波の到達予想時刻や予想される津波の高さ ・主な地点の満潮時刻 ・実際に津波を観測した場合に、その時刻や高さを
津波予報				▲										▲	・地震発生後、津波による災害が起こるおそれがない時 ・0.2m未満の海面変動が予想されたとき ・津波注意報解除後も海面変動が継続するとき ・各地の震度に関する情報に含まれる

→ は、その後の情報により続報が発表される。

図 2-7 地震・津波に関する情報の発表タイミング

### (2) 東海地震に関する情報

気象庁は、気象庁独自の観測ネットワークと他の機関が観測したデータを基に東海地域とその周辺に対して、地震活動と地殻変動を24時間体制で監視している。これらの観測データに何ら

かの異常が現れた場合、気象庁は、東海地震に結びつくかどうかを「東海地震に関連する情報」で発表する。これらの情報には次のものがある。

警戒宣言が出されるまでの流れは次図のとおりである。

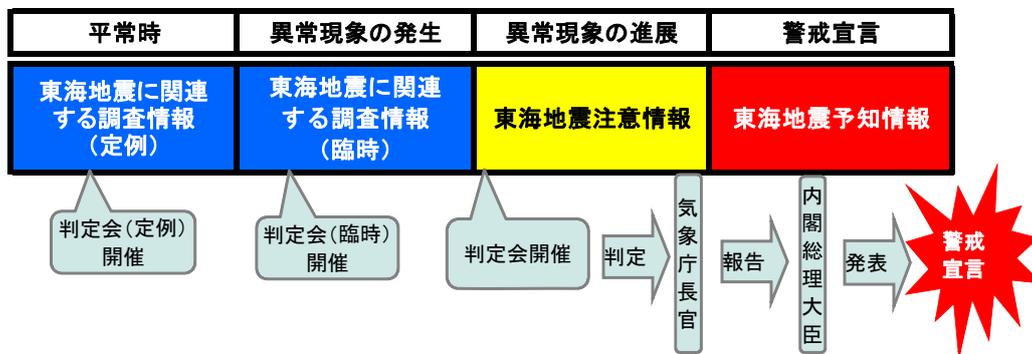


図 2-8 東海地震に関する情報の発表の流れ

- ① 「東海地震に関連する調査情報(定例)」  
毎月の定例の判定回で評価した調査結果
- ② 「東海地震に関連する調査情報(臨時)」  
通常とは異なる変化が観測データに現れた場合
- ③ 「東海地震注意情報」  
観測された現象が東海地震の前兆現象である可能性が高まった場合
- ④ 「東海地震予知情報」  
東海地震が発生するおそれがあると認められ、内閣総理大臣から「警戒宣言」が発せられた場合

## 2.6 緊急地震速報の現状と課題

地震多発国である我が国においては、地震予知技術の開発は大きな課題となっているが、現在の技術ではいつどこで起こるかわからない地震を予知することは困難とされている。このような中で、想定される東海地震については、国の機関、大学、自治体等の多くの機関が観測機器を設置し、常時監視体制を実施し、東海地震が発生するおそれがあると認められたときに気象庁から「東海地震予知情報」が発表される。これによりあらかじめ決められている防災対応を執ることとしている。

一方、緊急地震速報は、地震発生後に直ちにお知らせする情報で、地震予知の情報ではないものの、このような情報は世界に類を見ないものである。緊急地震速報が提供されてからの歴史はまだ浅くて、現状における普及率は低く、東北地方太平洋沖地震以降、緊急地震速報に対する関心は高まったものの、飛躍的に普及するまでに至っていないのが現状である。また、幾つかの課題も指摘されているが、緊急地震速報を活用することにより減災に向けての画期的な情報として期待されており、わが国と同じように地震多発国での関心も高まっており、海外への技術移転も期待されている。

### 2.6.1 現状

#### (1) 技術的な課題

現段階においては、緊急地震速報には次のような技術的限界があり、この限界を十分理解して利用する必要がある。

- ・地震の発生に伴うP波とS波の伝搬時間差を利用した情報の提供のため、震源との距離が近い震源直上（直下型地震）やその周辺では情報の提供から主要動到達までの時間が短く、間に合わないことがある。
- ・限られたデータで地震の位置や規模等を推定するため、地震観測網から遠く離れた場所（100km程度以遠）で発生した地震では規模や震度の推定の誤差が大きくなる可能性がある。
- ・マグニチュード7を超えるような大規模地震では、地震の規模のマグニチュードを短時間で推定することが困難なため、予想震度が小さく推定される場合がある。また、マグニチュード8以上の巨大地震では、破壊の過程に時間（数十秒から1分程度）がかかることから短時間で処理することは困難となる。このようなことから、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震での緊急地震速報では、マグニチュードを低く見積ったため、実際の揺れより予想震度が小さくなり、震度5強を観測した東京地方でも緊急地震速報（警報）は発表されなかった。
- ・深発地震では震源直上より離れた場所で揺れが大きくなる現象が発生することがあり、これを異常震域という。このような地震では正確な震度の推定は困難とされている。なお、深発地震による被害は希とされている。1 地震観測点、または2 地震観測点を使用したものでは深発地震でも深さを10kmと仮定して発表するため、震度の推定に大きな誤差を生じることがある。さらに、深さが150km以上深く推定された場合は、最大予想震度を//(不明)として発表しているため、使用にあたっては注意が必要である。
- ・複数の地震が時間的、空間的に近接して発生した場合は、それぞれの地震を一つの地震として認識してしまい、異なった地震の発生と判断できないことから、的確な情報の提供ができない場合がある。東北地方太平洋沖地震後の余震では、このような状況が多く発生した。

- ・ 地表面はいろいろな震動が伝わり地震計はこれらの震動も捉えてしまうため、ノイズ除去処理を施し、地震と思われる情報を取り出す。除去しきれないノイズを地震とみなしたり、機器の故障で緊急地震速報を発表することがあるが、他の地震観測点で揺れを検出しないときは地震ではないと判断し、キャンセル報が数秒から 10 数秒程度で発表される。
- ・ 統計的な距離減衰式による予想震度の精度や表層地盤における地震動の増幅の予想に限界があり、計算した結果の予想震度に震度階級で± 1 程度の誤差が生じる。

## (2) 緊急地震速報の利用形態の現状

緊急地震速報を利用するには、緊急地震速報を受信しなければならない。気象庁から緊急地震速報が発表されてから利用されるまでの現状の形態は次のものがある。それぞれの利用目的に沿って使い分けることになる。

### ア 緊急地震速報(警報)を使用するもの

#### ・ テレビ、ラジオ

緊急地震速報(警報)を使用し、大きな揺れが来ることをお知らせする放送である。

気象庁が発表する緊急地震速報(警報)は、震度 5 弱以上の揺れが予想されたときに、震度 4 を含む地域名(地方単位、都道府県単位、地域単位)が発表される。テレビやラジオではそれまでの放送を中断し、緊急地震速報が発表された旨をお知らせするチャイム音に引き続き、警報の対象範囲が発表される。地域名は全国を約 200 に分割したものが用いられている。テレビでは地図表示もあるが、全国どの地域に緊急地震速報(警報)が発表されても、全国放送となり、内容(地域名)を確認しないと、自分の住んでいるところが警報の対象地域なのかはわからない。ただし、民間放送局の放送エリアを対象としたものやコミュニティFM放送局のように放送エリアが限定された狭いエリアを対象としたものは、その地域が緊急地震速報(警報)の対象となっている場合のみ放送するものもある。地上デジタル放送への移行後、表示までに時間を要することから、緊急地震速報が発表されたことを示すテロップをあらかじめ表示してから緊急地震速報の内容を表示する方式としている。

一般のテレビやラジオでは、電源が入っていないと、緊急地震速報(警報)は受信できないが、緊急地震速報(警報)のNHKのチャイム音を検出し、自動的に音量を上げたり接点出力ができるラジオが販売されている。ただし、この方式のラジオは、チャイム音を検出してから音量を上げることからオリジナルのチャイム音が聞こえなかったり、ラジオの電波が停波しているときは報知しないという問題もある。また、全国一律放送を利用した場合、接点出力で他の機器を制御する場合は、その地域が警報の対象でない場合でも動作してしまう。

#### ・ 携帯電話

NTTドコモ、au、ソフトバンクの携帯電話事業者により、携帯電話に向けて緊急地震速報を配信するサービスがある。これは、緊急地震速報(警報)を使用し、これに含まれる警報地域の中にある中継所を使用している携帯電話に対して、大きな揺れが来ることを知らせるものである。このサービスを受けるためには、緊急地震速報の受信に対応した携帯電話が必要となる。この方式は、一般に使用されているメールとは異なったチャンネルを使用し、強制的に緊急地震速報(警報)が発表されたことを携帯電話へ送り、緊急地震速報専用の着信音及びメールで内容を知らせるものである。緊急地震速報に対応していない機種や設定が必要なものもある。

## ・防災行政無線

総務省消防庁は気象庁からの緊急地震速報(警報)を「全国瞬時警報システム(J-ALERT)」を使用して地方自治体、指定行政機関、指定地方行政機関、指定公共機関等へ通信衛星回線(SUPERBIRD)を使用して送信している。受信側で緊急地震速報(警報)に含まれる警報の地域名を識別し、警報の対象となった場合は、住民へ防災行政無線を通じて緊急地震速報(警報)が発表されたことを知らせる。ただし、防災行政無線の起動には時間がかかり、緊急地震速報を知らせるには間に合わないケースも発生していることから、J-ALERT 端末から住民への伝達が課題となっている。J-ALERT を導入している地方自治体(福島県内を除く)は2011年6月1日現在で99.1%となっている。

## イ 緊急地震速報(予報)を使用するもの

### ・専用受信端末

緊急地震速報(予報)に含まれる震源の位置(緯度経度、深さ)、地震の規模(マグニチュード)、地震発生時刻と利用者の所在地の緯度経度の情報、現在時刻、その地点の地盤増幅率などを使用することにより、専用受信端末のある場所の予想震度や到達予想時刻から猶予時間を計算により求めることができる。表示は予想震度や猶予時間を音声で報知したり、ディスプレイで表示したりするものがある。また、パソコンを使用したものでは、P波とS波の伝わる状況を地図上表示したり、猶予時間をカウントダウンしたりするものもある。

この専用受信端末を利用するためには、この端末を購入し、配信事業者と契約をする必要がある。通信回線は、常時接続型のインターネットを使用したものが多く、専用線、衛星回線、又は、ISDN回線を利用するものもある。

### ・ケーブルテレビ

ケーブルテレビ局は、特定の地域を対象とした有線による放送で、家庭や事業所内に引き込んだケーブルと専用受信端末を接続することにより緊急地震速報を受信することができる。

ケーブルテレビ局で受信した緊急地震速報(予報)を解析し、複数の地域での予想震度、猶予時間を計算してCATV網にブロードキャスト(放送型一斉同報配信)で送信し、端末ではケーブルテレビ局からの情報により予想震度や猶予時間を報知するものである。なお、これらの情報をケーブルテレビ局で音声としてFM変調した高周波信号をケーブルへ送出し、端末としてFM受信機で音声として報知するものもある。

### ・携帯電話

携帯電話事業者のメール機能やスマートホンのアプリケーションを利用して個別のサービスを行うもので、このサービスを受けるには提供事業者との契約が必要となる。ただし、移動中のその場所での予想震度や猶予時間を求めたものではなく、あらかじめ指定した場所でのものとなる。

最近のスマートホンでは、携帯端末に専用のアプリケーションをインストールし、複数の場所(1~3カ所程度)の予想震度をお知らせしたり、高度な表示機能を持ったものがある。

## 2.6.2 利用の実態

これまで地震の揺れは突然襲って来たが、緊急地震速報が発表されるようになってからは、大きな揺れが来る前の数秒から数十秒に地震が発生したことを知ることができるようになった。このように数秒から数十秒前に地震の揺れが来ることがわかれば、地震に対して心構えができたり、

いろいろな制御も可能となる。緊急地震速報を見聞きしたときは、それぞれの場所や環境で適切な対応が求められているが、このためには緊急地震速報の特性をよく理解しておく必要がある。

事業所や集客施設などで多くの方に地震が発生したことや大きな揺れが来ることを知らせるには館内放送が有効で、消防法の改正により非常警報設備\*で緊急地震速報の内容をお知らせすることが可能となった。

\*「非常警報設備」

消防法設備規則の第二十五条の二では、「令第二十四条第五項の総務省令で定める放送設備は、非常ベル又は自動式サイレンと同等以上の音響を発する装置を附加した放送設備とする。」とあり、さらに同条「リ」では、「他の設備と共用するものにあつては、火災の際非常警報以外の放送（地震動予報等に係る放送（気象業務法（昭和二十七年法律第百六十五号）第十三条の規定により気象庁が行う同法第二条第四項第二号に規定する地震動についての同条第六項に規定する予報及び同条第七項に規定する警報、気象業務法施行規則（昭和二十七年運輸省令第百一号）第十条の二第一号イに規定する予報資料若しくは同法第十七条第一項の許可を受けた者が行う地震動についての予報を受信し又はこれらに関する情報を入手した場合に行うものをいう。）であつて、これに要する時間が短時間であり、かつ、火災の発生を有効に報知することを妨げないものを除く。）を遮断できる機構を有するものであること。」が平成21年9月30日に改正された。

これを受けて、電子情報技術産業協会（JEITA）の非常用放送設備専門委員会では「大規模地震に対応した消防用設備のあり方に関する検討会」を設置し、緊急地震速報に対応した非常放送について検討し、非常放送設備の内蔵音源による短時間固定メッセージの自動放送のガイドラインを制定した。

## (1) 不特定多数の人が集まる施設等での利用

デパート、地下街等の集客施設で来客の身の安全の確保のため大手のデパートで既に多くのところが導入している。また、地下街として規模の大きい八重洲地下街株式会社では実証実験当初から導入し、集客施設での緊急地震速報の利用について検討を重ね、現在では170のテナント全てに緊急地震速報の情報を提供している。また、デパートでは、地震が発生して大きな揺れが来ることを構内や館内に放送し、身の安全の確保や施設管理者の誘導指示によるようお知らせしている。この場合、具体的な予想震度や主要動の到達時刻等は放送せず、緊急地震速報（警報）の内容に準じた情報で対応しており、また、従業員が適切に対応できるよう、定期的に訓練を実施している。さらに、緊急地震速報に対応した店舗であることも周知している。

## (2) 学校、事務所（オフィス）

学校への緊急地震速報の導入実績はまだ低いだが、2008年度に東京都が都立（高校、養護学校の249校）の学校への導入と2010年度及び2011年度に東京都私学財団の補助金による導入がある。東北地方太平洋沖地震で子供たちを地震災害から守る施策が活発化し、文部科学省では、2012年度予算案に実践的防災教育総合支援事業として1,000の学校を対象として緊急地震速報受信システムの導入等で3億円を計上したことから、今後の動向が注目されている。また、子供たちを地震災害から守る取り組みとして、独自で導入計画を進めている自治体も多くなっている。

緊急地震速報を学校へ導入した場合、各教室への報知が必要であるが、学校における放送設備は旧式のものが多く、外部からの非常警報設備の制御や接続が課題となっている。今後、緊急地震速報の導入時にこの問題をどのように解決するかが、喫緊の課題である。

これまで、緊急地震速報の訓練機能を利用して身の安全や避難の訓練を実施した学校では、東北地方太平洋沖地震の際には適切な避難行動をとれたとの報告もある。

### (3) 工場や建設現場

生産ライン、危険物取扱所、また高所作業やクレーンなどの重機を使用した建設現場など大きな揺れによる被害が甚大となることが予想される場所では、緊急地震速報(予報)から、その場所の予想震度や主要動の到達時刻等を算出し、あらかじめ生産ラインの停止やガス、薬品などの危険物のバルブ制御や建設現場での作業員の避難、クレーンの吊り下げの待避などの対応が進んでいる。なお、大きな騒音が出る工場では、通常の報知音では騒音で聞き取れず、緊急地震速報が発表されたことを従業員へいかに伝えるかが課題となっている。

### (4) 病院

病院で地震による大きな揺れに襲われると、手術中の患者のみならず、入院患者や外来患者らの大きな被害が予想される。このため、病院で緊急地震速報を利用することで、大きな揺れが到達する前に、手術患者の身の安全を図ったり、放射線治療室では放射線の停止やレントゲン室のドアをあらかじめ開放したりする対応がいくつかの病院で取り入れられているが、全体から見ると、その利用は低いものとなっている。国立病院機構災害医療センターでは、実証実験の当初から病院での緊急地震速報の利活用について研究され、現在では放射線室やCT スキャン室の扉の開放や他の全自動扉の開放、手術中の安全確保や患者の安全確保のため、館内放送や電光掲示板などを用いてお知らせしている。待合のホールでは電光掲示板により緊急地震速報の対応について説明を常時表示している。

### (5) 交通機関(列車、自動車等)

高速で走行中の列車が大きな揺れに遭遇すると、脱線したり、場合によっては転覆したりして大惨事になることも予想される。緊急地震速報を運行司令所等で受信し、走行中の列車へ大きな揺れが来ることを知らせることにより、減速又は停止による安全の確保が可能となる。自動車では、カーラジオで緊急地震速報(警報)が発表されたことを知ることができるが、急ブレーキなどによる二次災害の追突事故防止の観点から民間の放送局では震度5強以上が予想された場合から放送されている。

高速道路の管理センターで各パーキングエリア(PA)やサービスエリア(SA)の場所での揺れの大きさなどを計算し、必要により、PAやSAの場内放送で来場者へお知らせしている。

さらに、インターチェンジなどに設置した独自の地震計測システムと連動させ、より早く、より確実な交通管制を実施している。

### (6) 家庭

専用受信端末を設置する個人住宅はまだ少なく、テレビ、ラジオや携帯電話への依存がほとん

どであるが、集合住宅であるマンションでは、インターホンとの連動が可能であることから、これと連動したシステムの導入が多くなっている。今後、新築するマンション全てに導入するとの方針を示している大手のマンションデベロッパーもある。

## (7) その他

緊急地震速報によるエレベーターの制御は、ビル管理において最も身近なものとなっている。エレベーター制御にP波センサーを持ったものが多く、これと連動させて制御することにより、大きな揺れに見舞われる前に、確実に最寄りの階に停止させることで、途中階での停止や吊り下げワイヤーの絡みなどの防止に効果を上げ、地震時のエレベーター復旧が迅速となっている。

最近の自動販売機は、在庫管理の目的でインターネットに接続したのがあり、最新のニュースなどを表示する機能を持ったものがある。この掲示板機能を利用して緊急地震速報を報知するものがあり、自動販売機を設置する契約で、緊急地震速報の機能が無償で付加されるものもある。

緊急地震速報は、地震発生後、数秒から十数秒で受信できることから、主要動の到達する前のライフライン（電源やネットワーク）が健全な状態の時に情報の伝達が可能なことから、津波への注意喚起にも有効で、津波災害の軽減につながることを期待されている。既に、沿岸地域の住民に「念のため津波に注意」を喚起するメッセージを付加した情報を提供している地震動予報業務許可事業者もある。

緊急地震速報活用のイメージを次に示す。



図 2-9 緊急地震速報の活用のイメージ（気象庁提供）



図 2-9 緊急地震速報の活用のイメージ（気象庁提供）（続き）

### 2.6.3 緊急地震速報のチャイム音

緊急地震速報が発表され大きな揺れが来ることをお知らせする前に緊急地震速報のチャイム音を前置することによりとっさの行動ができ、チャイム音は重要な役割を果たしている。チャイム音の種類としては、次のものがある。

- ① NHK が作成したチャイム音
- ② リアルタイム地震情報利用協議会（REIC）が作成したチャイム音
- ③ 携帯電話の着信音
- ④ 独自音

特に NHK が作成したチャイム音（チャリン、チャリン）の使用にあたっては、次の点に注意して使用することが義務づけられている。なお、このチャイム音を使用する場合は、NHK と契約し、使用目的等を明確にする必要がある。

#### ア 不特定多数の人が集まる場所での使用

NHK のチャイム音は緊急地震速報（警報）が発表されたことを示すもので、警報の基準である震度 5 弱以上の揺れ（震度 4 の地域を含む）が予想されたときのみで使用できるとされている。

#### イ 閉ざされた場所での使用

地震動に関する予報業務許可事業者が特定の閉ざされた場所（不特定多数の人に伝わらない場所）でのチャイム音として使用する場合は、利用者に説明のうえ、通常の予報結果をお知らせするときにも使用できるとしている。

## 2.6.4 課題と展望

緊急地震速報を導入することで、地震の被害を少なくすることが期待できるが、緊急地震速報の普及はまだ低く、国民の誰もが緊急地震速報の恩恵を受けるためには、いくつかの課題もある。これらを順次解決することにより地震多発国での地震災害の軽減という展望が開けてくる。

### (1) 周知・広報

緊急地震速報の歴史も浅く知名度が低かったことから、これまで政府一体となって緊急地震速報の周知・広報に努めた結果、かなり知名度が上がった。さらに、東北地方太平洋沖地震で多くの緊急地震速報が発表され、国民がテレビ、ラジオ、携帯電話等で見聞きしたため、その知名度は飛躍的に向上したが、一方ではその信頼性に疑問を投げかける意見も少なからずあった。知名度は向上したものの、緊急地震速報(警報)と緊急地震速報(予報)との区別がつかなくなったり、緊急地震速報を見聞きしたときの対応について理解されていなかったりして、緊急地震速報全般についての理解度はまだ低いものと想定される。緊急地震速報を正しく理解し、また、見聞きしたときの行動を正しく行えるよう、常日頃から利用の心得を広く周知・広報する必要がある。このためには、気象庁をはじめとする関係機関が一体となったさらなる周知・広報活動が望まれている。

### (2) 技術的事項

東北地方太平洋沖地震では、当初地震の規模をマグニチュード7.9と推定し、緊急地震速報を発表した。この緊急地震速報を基に算出した関東地方の予想震度は3となり、警報の基準に達しなかったため関東地方周辺に対する緊急地震速報(警報)は発表されなかったが、実際には震度5強を記録し、かなりの揺れがあり、液状化現象や天井の落下等多くの被害や犠牲者も発生した。その後の検証の結果、地震の規模はマグニチュード9.0と当初の発表の7.9と大きく異なるものであった。余震活動において、複数の地震が同時発生した場合、震源の位置や地震の規模の推定が大きく異なるという事象が多発し、実際は緊急地震速報の発表条件に合致しないにも関わらず緊急地震速報(警報)が発表されたり、震源の位置が大きくずれたりしたものが発表された。これらについては、順次改善されたものの現在でも発生条件によりこのような現象が時折見受けられる。現在の技術的境界で予想震度階級に±1程度の誤差がありうることで、緊急地震速報の特性上、内陸で発生した地震の近傍では大きな揺れに間に合わないということもある。

さらに、地震観測点の分布状況から観測点の粗な場所で発生した地震では検知が遅くなったり、適切な震央が求まらなかったりすることがある。現在の緊急地震速報は地震が発生すると震源とその規模(マグニチュード)を求め、その値から各地の予想震度等を求めることとしているが、気象研究所では震源に近い場所で観測した地震波の大きさと伝わる方向で特定の地点の震度を予想するシステムを2年後の実用に向けて研究を進めていて、緊急地震速報の高度化が期待されている。

直下型地震や近傍で発生した地震による緊急地震速報は、現在の技術では間に合わないことがあるとされているが、これらの地震においても適切な情報が発表されることが求められている。文部科学省と防災科学技術研究所では「特定活断層型地震瞬時速報」を共同で研究開発に着手し、5年以内に実用化レベルの達成を目指している。これは、活断層上の深い所に高感度地震計

を設置し、これからの情報に基づき、活断層で地震が発生したかを判断し、想定した地震の場合は、震源に近い範囲でも1~2秒程度であらかじめ準備した震度分布を提供するものである。今後、この情報と緊急地震速報の組み合わせによる活用で地震災害の軽減に資するための技術開発が期待されている。

### (3) 専用受信端末

#### ア 規格の統一

支援センターまたは配信事業者から緊急地震速報(予報)を受信し、利用するためには専用受信端末が用いられているが、この端末は地震動予報業務許可を得た事業者が製造することができる。許可条件である予報については、気象庁においてその精度等を検証しているが、報知のしかたや訓練機能、その他、電気的事項については、製造事業者に委ねられているのが現状で、製造業者によりその仕様が異なっている。このようなことから、利用者が配信事業者を変更したいときは、今までの端末が使用できず、新たな配信事業者の形態に合った端末を購入しなければならない状況となっている。これを解決するためには、標準規格を制定し、それぞれの予報業務許可事業者は、これに準拠した端末を製造することで、利用者の利便性を確保することができる。今後、緊急地震速報が海外で利用される時の国際標準となるよう配信方式及び受信端末等の規格の統一が望まれている。統一規格を策定することで、係わる産業の活性化につながるものとする。

#### イ さらなる普及

専用受信端末は緊急地震速報の受信・報知に特化した機械の単機能なものが多く、価格が高いことから一般家庭へなかなか普及しない原因の一つとなっている。このため、マルチパーパス端末(緊急地震速報受信端末、フォトフレーム、スケジュール、オーディオ、インターネット端末等)として家電、例えば冷蔵庫などと一体化したものが考えられる。

近年 ADSL や光ファイバーを使用した常時接続型のインターネットの普及はめざましいものがあり、緊急地震速報受信端末を組み込んだ家電と接続することにより、家庭内における地震災害の軽減を図ることが可能となる。

### (4) ガイドライン

これまで緊急地震速報の端末の機能や配信能力、利用方法等について特に定めがなく適切とはいえない利用や、緊急地震速報の訓練において訓練報を実際の緊急地震速報と誤認して利用した例や訓練に対応できない端末が存在している。このため、端末利用者が目的に即して緊急地震速報を利用できるよう「緊急地震速報を適切に利用するために必要な受信端末の機能及び配信能力に関するガイドライン」を気象庁は策定し、2011年4月22日に公表した。このガイドラインは法規的な位置づけはないものの配信事業者や地震動予報業務許可事業者に対してガイドラインのそれぞれの項目の対応状況について公開・説明を求めている。

導入の検討で機器や配信事業者の選択に対して、公開された対応状況を参照し、安心して使用できる緊急地震速報となることが期待されている。今後、地震動予報業務許可事業者や配信事業者がこのガイドラインに沿って適切な事業を進めていくことが望まれている。なお、緊急地震速報利用者協議会のホームページでは、公開した事業者の一覧を掲載しており、ここから公開内容にリンクを張っている。

## (5) 訓練

地震が発生してから大きな揺れが到達するまでの時間は数秒から数十秒のわずかな時間しかないため、この間に身の安全の確保や防災上必要な処置をすることが必要である。このためには、緊急地震速報を見聞きしたときの行動について、平日頃から訓練などを通してその対応を習得しておくことが重要である。どのような対応をするかは、自分が置かれたそれぞれの状態で異なるので、大きな揺れが来てから行動を考えるのでは間に合わない。あらかじめその場での対応を習得しておくことが大事である。例えば家庭で調理中や車の運転中に緊急地震速報を聞いたときの対応やエレベーターに乗っているときの対応等についてあらかじめ訓練によりとるべき行動を習得しておくことでとっさの対応が可能となる。これには、常に身の安全を図るイメージトレーニングが有効である。例えば、電車の中や街を歩いているときなど、その場その場での対応をイメージすることである。

気象庁がこれまで実施きた緊急地震速報の訓練は、あらかじめ設定した訓練用緊急地震速報（訓練報）を気象庁から送信し、利用者まで含めたトータル的な訓練としている。また、これとは別に独自に訓練を実施できる機能を備えた配信事業者や端末では、必要により適宜訓練を実施できる方式としており、ガイドラインでもこの機能を持つことを推奨している。また、訓練報の送信、受信により各システムやネットワークが正常に動作していることも確認できる。このように訓練を実施するにより、緊急地震速報を受信したときの対応が瞬時にできるようになり、減災に多く貢献できるので、緊急地震速報の訓練は不可欠で、定期的な訓練の実施と積極的な参加が必要となっている。

## (6) 普及状況の把握

緊急地震速報の専用受信端末の普及状況は、定量的な把握ができていないのが現状であり、今後の導入促進や業界の発展のためには普及状況の把握は不可欠なものとなっている。

## (7) 展望

我が国のように地震多発国では、これまでの歴史を振り返ってみても地震による災害は繰り返し発生し、その被害は甚大なものとなっている。地震による災害を減らすには、建物などの構造物の耐震化や室内の物の転倒防止策を施し、地震がきても容易に壊れたり倒れたりしない対策を執ったりすることが基本的に重要なことであるが、全てのものにそのような対策をとることはなかなか困難なことである。地震が発生する前にあらかじめその情報がわかれば、被害を最小限に止めることができるが、地震予知は非常に困難である。唯一、東海地震に関しては、各機関が設置した観測網での観測結果により、ある程度の事前情報は出せるとしているが、万全とはいえない。

緊急地震速報は、地震の予知ではなく、地震観測結果の解析による予報等の情報であるが、数秒から数十秒前でも、大きな揺れが来る前に、その情報がわかっているならば、被害を大きく減らすことができる。このように、大きな揺れが来る前に知らせてくれる唯一の情報は、緊急地震速報と云っても過言ではない。地震災害の軽減に向けて、緊急地震速報の効果を誰もが享受できる環境を早急に作り、国民の生命と財産を守る情報として利活用を促進する必要がある。

近年、高層建築物が首都圏を初めとして各都市に多く建設されており、長周期振動が発生した場合、これらの建築物は大きな揺れに見舞われるおそれがある。東北地方太平洋沖地震においては、東京の多くの高層ビルが大きく揺れ、いくつかの被害が発生したことはもとより、遠く離れた大阪においても同様な現象が発生している。

このため、気象庁は「長周期振動に関する情報のあり方検討会」を開催し、今後、長周期振動に関する情報の提供について検討を開始した。緊急地震速報とあいまって長周期振動に関する情報が提供され、これを利用して高層ビルにおける長周期振動による被害の軽減が期待されている。

## 2.7 高度利用者向け緊急地震速報の導入に関して

緊急地震速報(予報)は、地震動の予報許可事業者や配信事業者によって提供されており、受信端末等を用いることで高度な利用に結びつけることができる。受信端末の設置に必要な機器等については、事業者にお問い合わせる、もしくは、緊急地震速報利用者協議会にお問い合わせ確認する必要がある(以下の情報は2012年3月現在)。

### 予報業務の許可事業者一覧(地震動)

[http://www.jma.go.jp/jma/kishou/minkan/minkan\\_jishin.html](http://www.jma.go.jp/jma/kishou/minkan/minkan_jishin.html)

### 緊急地震速報利用者協議会

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 3-17 東ネンビル (財) 気象業務支援センター  
電話 03-3215-6110 FAX 03-3215-2220

URL : <http://www.eewrk.org/>

### 特定非営利活動法人リアルタイム地震情報利用協議会 (略称: REIC<sup>レイク</sup>)

〒160-0016 東京都新宿区信濃町 11-3 AK 信濃町ビル 2階  
電話 : 03-5366-2720 FAX: 03-5366-2740

URL : <http://www.real-time.jp>

発表された緊急地震速報の事例等

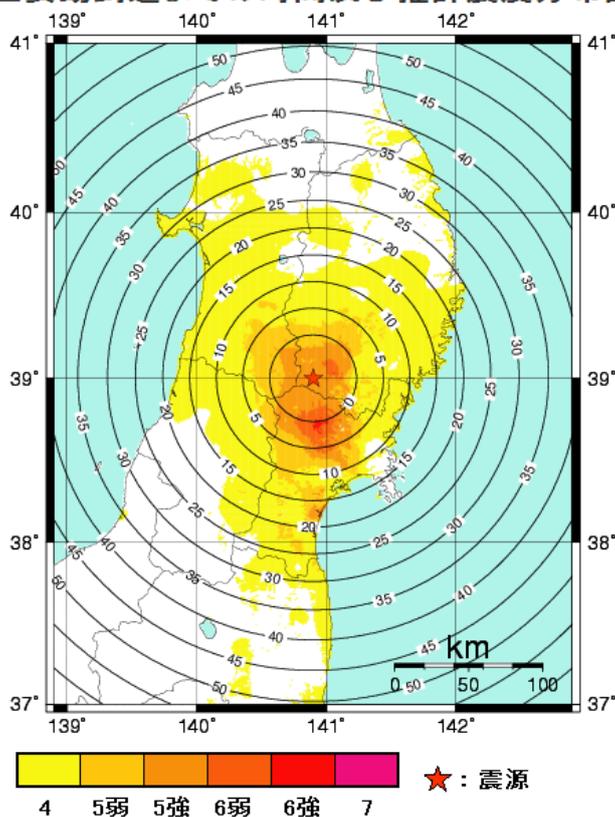
1 2008年岩手・宮城内陸南部地震

2008年6月14日08時43分、岩手県内陸南部の深さ8kmでマグニチュード7.2の地震が発生した。この地震により、岩手県奥州市と宮城県栗原市で震度6強、宮城県大崎市で震度6弱を観測したほか、北海道・東北・甲信越・北陸地方にかけて震度6弱～震度1を観測した。この地震では、最寄りの地震計が地震波を検知して約4秒後の08時43分55秒に緊急地震速報(警報)を発表している。

提供時刻等		震源要素等						備考
		地震波検知からの経過時間(秒)	震源要素				マグニチュード	
北緯	東経		深さ					
地震波検知時刻	08時43分50.7秒	—	—	—	—	—	—	
情報 順位	1	08時43分54.2秒	3.5	38.9	141.1	10km	5.7	
	2	08時43分55.2秒	4.5	39.1	141	10km	6.1	警報発表
	3	08時43分56.1秒	5.4	39	140.9	10km	6.2	
	4	08時43分56.8秒	6.1	39	140.9	10km	6.3	
	5	08時43分59.1秒	8.4	39	140.9	10km	6.7	
	6	08時44分02.1秒	11.4	39	140.9	10km	6.7	
	7	08時44分13.1秒	22.4	39	140.9	10km	6.9	警報発表
	8	08時44分21.1秒	30.4	39	140.9	10km	7	
	9	08時44分42.1秒	51.4	39	140.9	10km	7	
	10	08時44分53.6秒	62.9	39	140.9	10km	7	

(気象庁ホームページから)

緊急地震速報第1報提供から  
主要動到達までの時間及び推計震度分布図



(気象庁ホームページから)

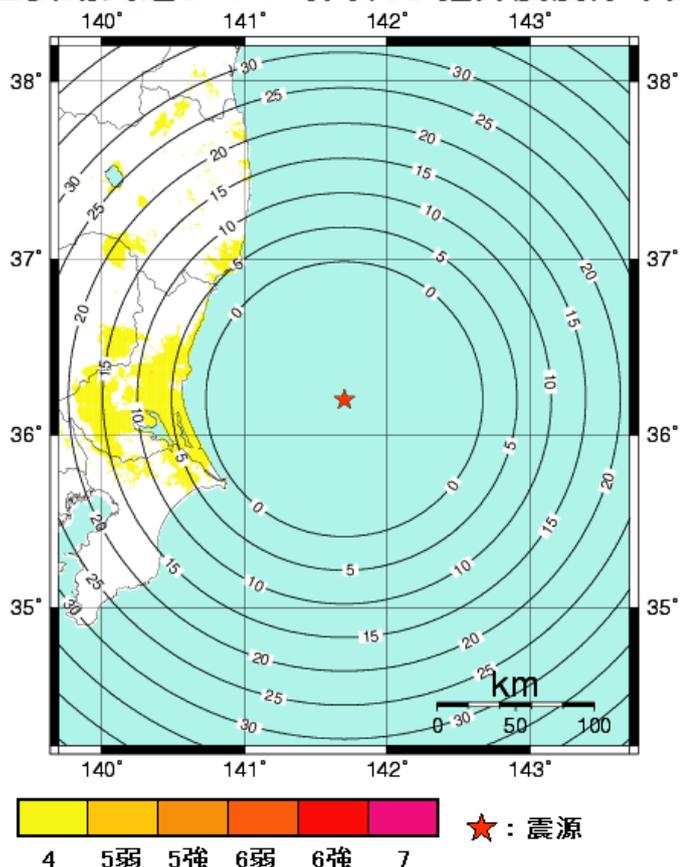
## 2 2008年5月8日01時45分ごろの茨城県沖の地震

2008年5月8日01時45分ごろ、茨城県沖の深さ約40kmでマグニチュード6.7の地震が発生した。この地震により、茨城県水戸市と栃木県茂木町で震度5弱を観測したほか、関東地方を中心に、北海道地方から近畿地方にかけて震度4~1を観測した。この地震では、緊急地震速報(警報)を01時46分32秒に発表している。

提供時刻等		震源要素等					備考	
		地震波検知からの経過時間(秒)	震源要素					
			北緯	東経	深さ	マグニチュード		
地震波検知時刻	01時45分33.9秒	—	—	—	—	—	—	
情報 順位	1	01時45分43.2秒	9.3	36.3	141.7	10km	6	最大震度3程度以上と推定
	2	01時45分44.2秒	10.3	36.2	141.6	50km	6	
	3	01時45分45.1秒	11.2	36.2	141.6	50km	6	
	4	01時45分48.4秒	14.5	36.3	141.6	10km	6	最大震度3程度以上と推定
	5	01時45分55.2秒	21.3	36.3	141.5	10km	6.4	
	6	01時46分02.1秒	28.2	36.3	141.7	20km	6.6	
	7	01時46分04.1秒	30.2	36.3	141.7	20km	6.6	
	8	01時46分12.1秒	38.2	36.2	141.7	40km	6.7	
	9	01時46分32.2秒	58.3	36.2	141.7	70km	6.9	警報発表

(気象庁ホームページから)

### 緊急地震速報第1報提供から 主要動到達までの時間及び推計震度分布図



(気象庁ホームページから)

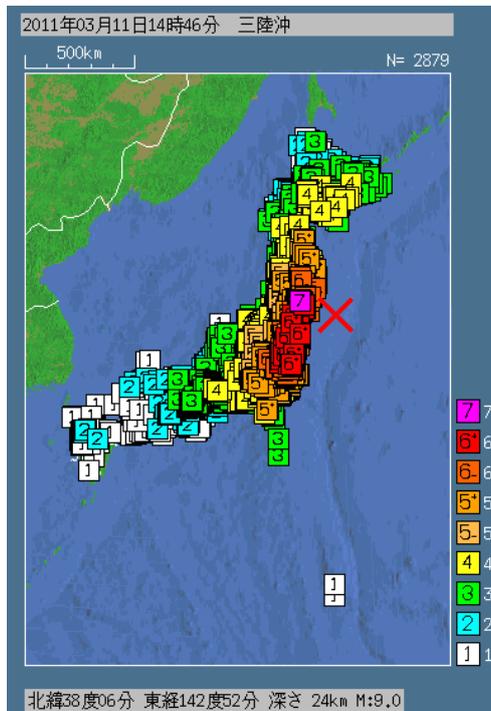
### 3 2011年3月11日 14時46分頃の東北地方太平洋沖地震

2011年3月11日 14時46分頃、東北地方太平洋沖地震ではマグニチュード9.0（確定値）の巨大地震が発生し、東北地方、関東地方等の広い範囲で大きな揺れがあり、甚大な被害が発生した。宮城県の栗原市では震度7、仙台市市や石巻市では震度6弱～6強を観測した。この地震での緊急地震速報の発表状況は次表のとおりで、緊急地震速報（予報）の第4報が発表された時点で緊急地震速報（警報）が発表されたが、推定したマグニチュードが小さかったことから、実際には震度5弱～5強を観測した関東地方などには緊急地震速報（警報）は発表されなかった。

緊急地震速報（予報）が発表されてからの実際の揺れが到達するまでの時間は、栗原市で約21秒、石巻市で約11秒、仙台市で約19秒となっている。

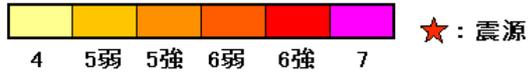
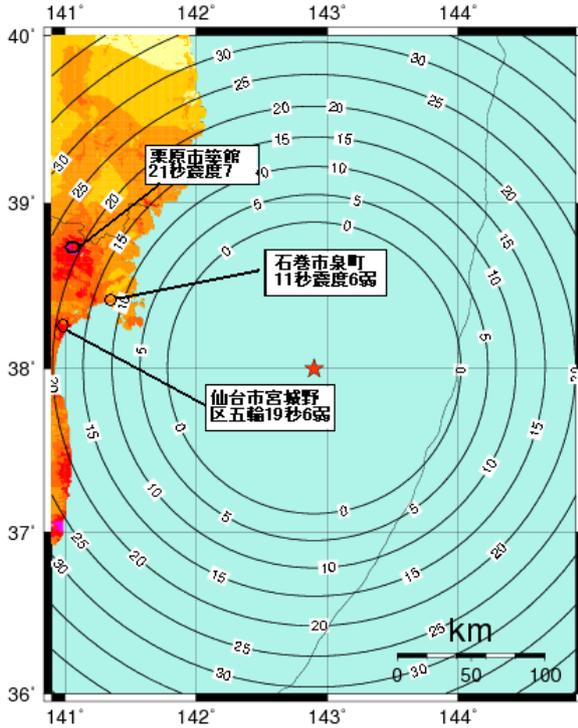
提供時刻等		震源要素等						備考
		地震波検知からの経過時間(秒)	震源要素				マグニチュード	
地震波検知時刻	14時46分40.2秒		—	北緯	東経	深さ		—
情報 順位	1	14時46分45.6秒	5.4	38.2	142.7	10km	4.3	最大震度1程度以上と推定
	2	14時46分46.7秒	6.5	38.2	142.7	10km	5.9	最大震度3程度以上と推定
	3	14時46分47.7秒	7.5	38.2	142.7	10km	6.8	最大震度4程度と推定
	4	14時46分48.8秒	8.6	38.2	142.7	10km	7.2	警報発表 最大震度4～5弱程度と推定
	5	14時46分49.8秒	9.6	38.2	142.7	10km	6.3	最大震度3～4程度と推定
	6	14時46分50.9秒	10.7	38.2	142.7	10km	6.6	最大震度4程度と推定
	7	14時46分51.2秒	11.0	38.2	142.7	10km	6.6	最大震度4程度と推定
	8	14時46分56.1秒	15.9	38.1	142.9	10km	7.2	最大震度4程度と推定
	9	14時47分02.4秒	22.2	38.1	142.9	10km	7.6	最大震度4～5弱程度と推定
	10	14時47分10.2秒	30.0	38.1	142.9	10km	7.7	最大震度5弱程度と推定
	11	14時47分25.2秒	45.0	38.1	142.9	10km	7.7	最大震度5弱程度と推定
	12	14時47分45.3秒	65.1	38.1	142.9	10km	7.9	最大震度5弱から5強程度と推定
	13	14時48分05.2秒	85.0	38.1	142.9	10km	8.0	最大震度5弱から5強程度と推定
	14	14時48分25.2秒	105.0	38.1	142.9	10km	8.1	最大震度5弱から6弱程度と推定
	15	14時48分37.0秒	116.8	38.1	142.9	10km	8.1	最大震度5弱から6弱程度と推定

（気象庁ホームページから）

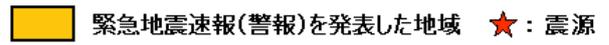
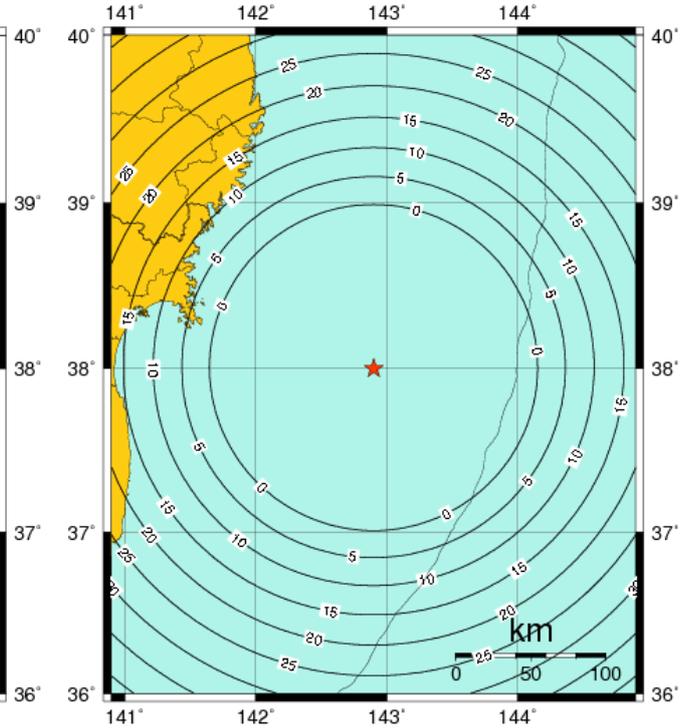


震度分布図（気象庁ホームページから）

緊急地震速報(予報)第1報提供から  
主要動到達までの時間及び推計震度分布図



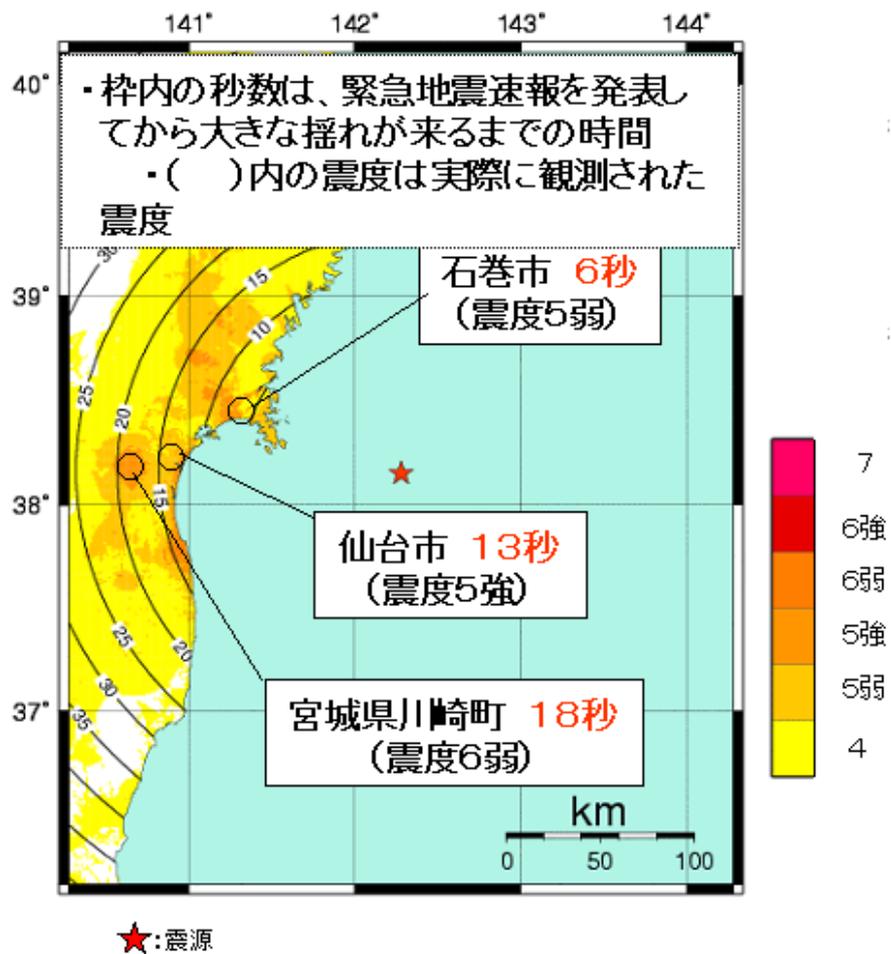
緊急地震速報(警報)提供から  
主要動到達までの時間



(気象庁ホームページから)

#### 4 緊急地震速報が間に合った事例

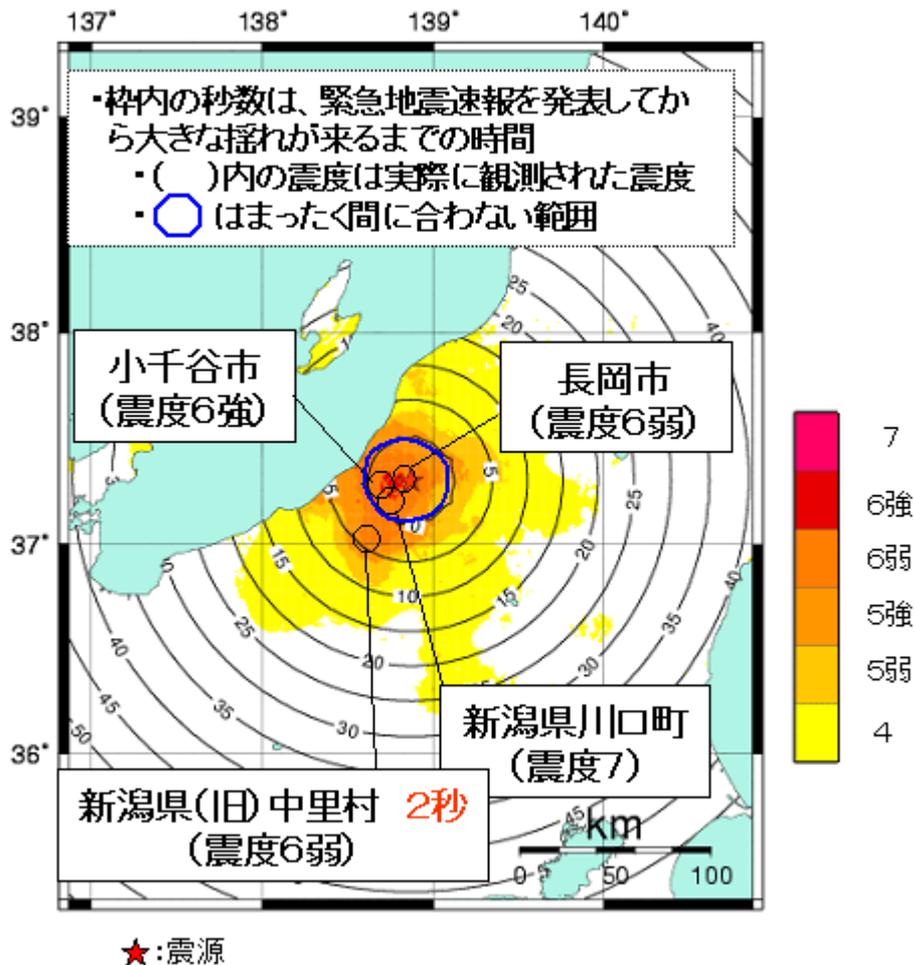
2005年8月16日に発生した宮城県沖地震では、宮城県で震度5弱から震度6弱の揺れを観測した。仙台市では発表後から13秒後に揺れを観測し、また、川崎町では18秒後となっている。このように沖合で発生した比較的規模の大きい地震に対しては緊急地震速報が効果的な事例である。



(気象庁ホームページから)

## 5 緊急地震速報が間に合わなかった事例

2004年10月23日17時56分に発生した新潟県中越地震では、長岡市付近を震源とする直下型地震で、長岡市では震度6弱、川口市では震度7を観測した。震源からわずかに離れた中里村では震度6弱を観測したが、発表後2秒程度で、ほとんど猶予時間が取れない状態となっている。このように直下型地震では、有効な活用が図れない状況である。



(気象庁ホームページから)

## 6 緊急地震速報の発表回数

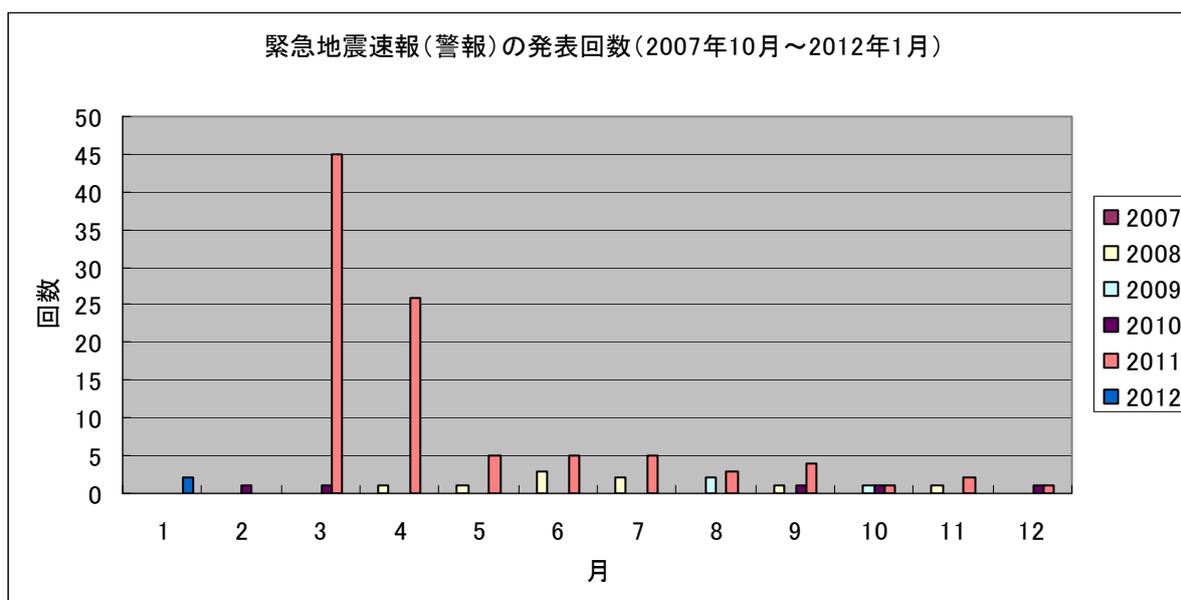
### (1) 緊急地震速報(警報)の発表回数

次の表は2007年10月から2012年1月までの緊急地震速報(警報)の発表回数を月別に集計したもので、これまで合計116回発表されている。2010年までの発表回数は年平均0.4回程度であった。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の後2ヶ月ほどの発表回数は非常に多くなっている。ただし、この中には大きな誤差を生じたものが56回含まれている。その後、余震の数の減少と共に発表回数は少なくなっているが、2011年5月から2012年1月までの月平均は3回となっており、2010年までと比べて多く発表されている。

緊急地震速報(警報)の発表回数 (2007年10月から2012年1月)

月 \ 年	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1		0	0	0	0	2
2		0	0	1	0	
3		0	0	1	45	
4		1	0	0	26	
5		1	0	0	5	
6		3	0	0	5	
7		2	0	0	5	
8		0	2	0	3	
9		1	0	1	4	
10	0	0	1	1	1	
11	0	1	0	0	2	
12	0	0	0	1	1	
合計	0	9	3	5	97	2
月平均	0.0	0.8	0.3	0.4	8.1	2.0
					合計	116

(気象庁ホームページから)



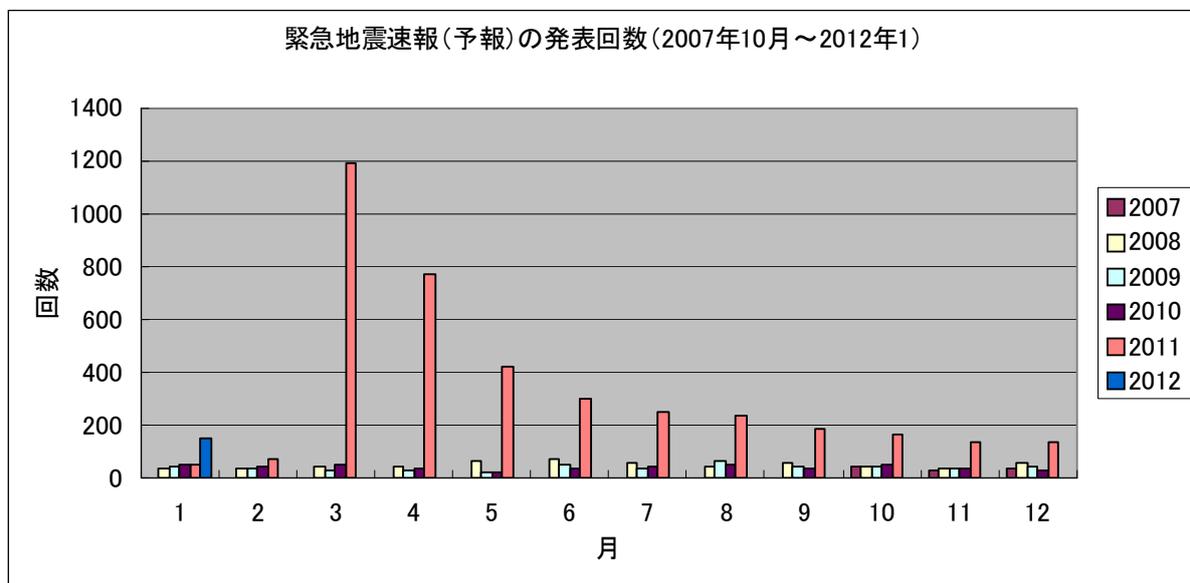
## (2) 緊急地震速報(予報)の発表回数

次の表は 2007 年 10 月から 2012 年 1 月までの緊急地震速報(予報)の発表回数を月別に集計したもので、これまで合計 5,828 回発表されている。2010 年までの発表回数は年平均 45 回程度であった。東北地方太平洋沖地震時は急激に発表回数が増加したが、その後、順次減少しているのがグラフからも分かり、例年と比較して 3 から 5 倍程度多くなっている。

緊急地震速報(予報)の発表回数 (2007 年 10 月から 2012 年 1 月)

月 \ 年	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1		35	44	53	50	149
2		41	39	44	74	
3		48	34	50	1,191	
4		42	34	36	770	
5		70	24	27	425	
6		75	54	35	304	
7		63	36	47	248	
8		47	65	51	239	
9		58	47	40	188	
10	48	46	44	50	163	
11	33	40	39	40	135	
12	39	57	47	34	136	
合計	120	622	507	507	3,923	149
月平均	40.0	51.8	42.3	42.3	326.9	149.0
					合計	5,828

(気象庁ホームページから)



### 3. 建築物における高度利用者向け緊急地震速報の現在の利活用事例

#### 3.1 利活用事例の収集について

建築物における高度利用者向け緊急地震速報の現在の利活用事例の収集については、緊急地震速報利活用方策検討委員会に参加している各社に、実際の事例について開発、設置、運用等を行っている事例についての情報提供を依頼した。また、緊急地震速報利用者協議会に依頼して、同協議会の会員における利活用事例の収集を行った。建築物用途別に以下のように事例を収集した。

##### (1) 建設現場での利活用

(5 事例)

- 事例 1 : 工事現場における鹿島早期地震警報システムの利用
- 事例 2 : 免震化工事における危機管理に利活用した事例
- 事例 3 : 超高層建物建設現場における警報システム
- 事例 4 : 免震レトロフィット工事現場における警報システム
- 事例 5 : LNG 地下式貯槽建設作業所における地震報知システム

##### (2) 事務所建築での利活用

(5 事例)

- 事例 6 : オフィスビルにおける緊急地震速報の利用
- 事例 7 : リアルタイム防災システム (RDMS)
- 事例 8 : リアルタイム地震防災システム
- 事例 9 : 緊急地震速報を用いた減災システムのオフィスへの適用
- 事例 10 : 超高層オフィスビル用リアルタイム地震対応システム

##### (3) 教育施設での利活用

(4 事例)

- 事例 11 : 超高層建築物における緊急地震速報とオンサイト情報の活用事例
- 事例 12 : 大学キャンパスにおける緊急地震速報の活用事例
- 事例 13 : 学校教育現場における生徒、職員及び保護者の安全確保
- 事例 14 : 学校教育現場における生徒、職員の安全確保

##### (4) 生産施設での利活用

(2 事例)

- 事例 15 : 生産施設向けリアルタイム地震防災システム
- 事例 16 : 半導体工場向け緊急地震速報活用システム

##### (5) 医療施設での利活用

(3 事例)

- 事例 17 : 医療関係者向け緊急地震速報活用システム
- 事例 18 : 手術中の医師の対応 放射線治療室の扉のロック解除
- 事例 19 : 患者及び職員の安全確保

##### (6) 集客施設での利活用

(2 事例)

- 事例 20 : デパートにおける災害対策 顧客及び従業員の安全確保
- 事例 21 : 地下街における災害対策 顧客及び従業員等の安全確保

##### (7) インフラストラクチャーでの利活用 (1 事例)

- 事例 22 : 高速道路 SA・PA 利用者の安全確保 管制センター内職員の安全確保

## 3.2 現状の利活用の整理

### 3.2.1 現状の利活用で用いられる情報

緊急地震速報（警報）は、気象業務法に定める機関以外の機関については、気象業務法で指定された「民間気象業務支援センター」（気象業務支援センター。以下「支援センター」という）が第一次配信事業者として配信を行っている。今回収集した利活用事例では、支援センターから以後の配信情報の利用により、大きく3つに分けられる。

- ①支援センターから直接受信して自身で加工して利用するもの
- ②支援センターから受信した緊急地震速報を配信する事業者（二次配信事業者）を経由して受信して自身で加工して利用するもの
- ③地震動予報業務許可事業者から受信端末を含めて調達して受信し、自身では加工を行わないもの

①、②は自身で専門技術者を擁するなどしてより高度な利用を行う場合に用いられるもので、③は、特に専門技術者を擁するなどせずに利用する場合に用いられるものである。それぞれ的事例を分類すると、以下のようになる。

- ① : 5、8、22
- ② : 3、4、11、12
- ①or② : 1、7、9、10、15
- ③ : 6、13、14、16、17、18、19、20、21
- その他 : 2

また、用いる情報という観点からすると、支援センターから配信される情報以外に、独自に情報を付加する場合もある。事例15では現地の地震計による記録を併用することで精度の向上を図っており、事例9ではモニタリングと学習システムを併用して予測精度の向上を行えるシステムとしている。また事例11では、建物内に設置した地震計をリアルタイムで利用することで建物被害推定につなげるなど活用の幅を広げている。

### 3.2.2 予測情報等の提示

現状の利活用では、予測情報等を利用者に伝える方法としては、聴覚を用いる方法と視覚を用いる方法がある。

聴覚を用いる方法としては、一般的な方法として、現場でのサイレンやスピーカーの利用、また、事務所、商業施設等では館内放送が用いられている。

視覚に訴える方法としては、光による伝達と表示情報による伝達が行われている。前者としては、建設現場での警告灯や車路LEDの点灯があり、情報量は比較的少ないものの、情報を簡潔な形で即座に伝えることに長けていると言える（ただし、点灯が何を意味するかを事前に学習しておく必要がある）。後者としては、現場や事務所で用いられているパソコンの画面への自動表示、館内で掲示されているディスプレイへの自動表示、現場内等で用いられている携帯へのメール送信、などがある。これらの方法は、理解するためには少しの時間を要する点があるものの、より多くの情報を的確に伝達することが可能な方法と言える。伝達する対象者によって、これらの情報形態を使い分けることで、効果的な情報伝達が行われている。

また、これら予測情報の提示を、予め決めておいた閾値に基づいて自動的に行うか、人の判断

を介して行うか、という違いもある。今回収集した建設現場の事例をはじめ多くの事例が自動的に行うものであるが、建物が構造体の被害も含めてどのような状態であるかを把握して後に建物からの避難の要否をアナウンスするなど、人の判断を介して情報を提示することが必要な場合もある。

### 3.2.3 建築物・設備機器等の制御

現状の利活用では、進行中である行動を抑制・停止するものと、行われるであろう行動を促進するための準備をするものとは大きく分けられる。

前者としては、事例6、7、10、11におけるエレベーターの停止がある。緊急地震速報と連動してエレベーターを最寄階まで運転して扉を開くことにより閉じ込めなどを回避するものである。事例6では、各階停止のエレベーターについては、P波による地震管制運転開始後に最寄階に強制着床させる時間が概ね確保できており、緊急地震速報と連動させた管制は、通過階のあるエレベーターのみを対象に行っている、というように、場合によって使い分けがなされている。事例16では“機器制御”や“遮断”のための信号出力によって工場全体に制動をかけるなどの方法がとられている。その他、事例18では放射線治療室で使われる放射線の照射がずれる前に停止して、放射線治療患者の安全を確保している。

後者としては、事例7では照明の一斉点灯やブラインドの一斉制御により避難時の照度が確保されるなどしている。また、同じく事例7では避難路の電気錠の解除が行われ、事例18では放射線治療室の扉が鉛板を使用したもので重いため地震によって歪むと開閉できなくなる恐れがあるので大きな揺れが到達する前にロックを解除して開放することで閉じ込まれ事故を未然に防止するなどしている。

### 3.2.4 全体のシステム計画

緊急地震速報を受信する経路としては、自社までの経路としてVPN、衛星電話、インターネット、自社内の経路としては、社内LAN、長距離無線ネットワーク網、現場では無線LANなどが使われている。セキュリティ、安定性、コストを勘案して適切な経路を選択する必要がある。

また、今回収集された現状の利活用では多くの場合、緊急地震速報を受信する経路は1つである。そのような中で事例16は、緊急地震速報をインターネットと衛星の2系統で受信しており、より安定したシステムを構築している。

緊急地震速報を高度に利用して自社の各所に情報を配信する場合、多くが、自社のセンターで処理をした後に各所へ配信するという方法を採用している。しかしこの場合、センターが停電で使えないなどの可能性が考えられるので、バックアップ機能をどこか他に用意する必要も出て来る。事例16は単一の工場における事例であるが、システム本体を2ラックに収容して防災センターに設置することで、1系統の故障・損傷がシステム全体の停止につながらないようにしている。

### 3.2.5 利活用のための導入・運用（周知・訓練等）

地震時に緊急地震速報に基づいて提供される情報をもとに適切な行動を取るためには、提供される情報への理解、習熟が重要である。このためには、緊急地震速報を導入するにあたって、関係者への適切な教育・啓発が必要なのは言うまでもなく、突然に起こる地震の際に戸惑うことなく適切な行動が取れるように、取るべき行動を事前に取り決めるとともに、それを定期的を確認することによって地震時の対応について習熟度を高めることが重要である。

本節では、建設現場、医療施設、教育施設、集客施設について、緊急地震速報を利活用する際の教育・啓発・訓練について、収集事例についてまとめる。

#### （１）建設現場における取り組み

事例3の実施会社では、緊急地震速報システムの運用にあたってマニュアルの整備を行い、各作業員への概要や限界等の基礎知識を含めた定期的な説明会等を行っている。図はその中に示された新規入場者の教育フローである。建築物が次々と建設されるにあたって、工事現場は新たに出来て、その度に新規作業員が発生する。しかし、多くの建設現場で緊急地震速報が活用されることとなると、他の現場で緊急地震速報の教育を受けたことのある作業員も出てくるため、緊急地震速報の教育を合理的かつ効果的に行うために、緊急地震速報を活用した現場の経験の有無により教育フローを変更するとともに、理解度を確認するようにし、現場への周知を徹底するようにしている。また、場内に図に示すような看板を掲示するなどして周知徹底も図っている。

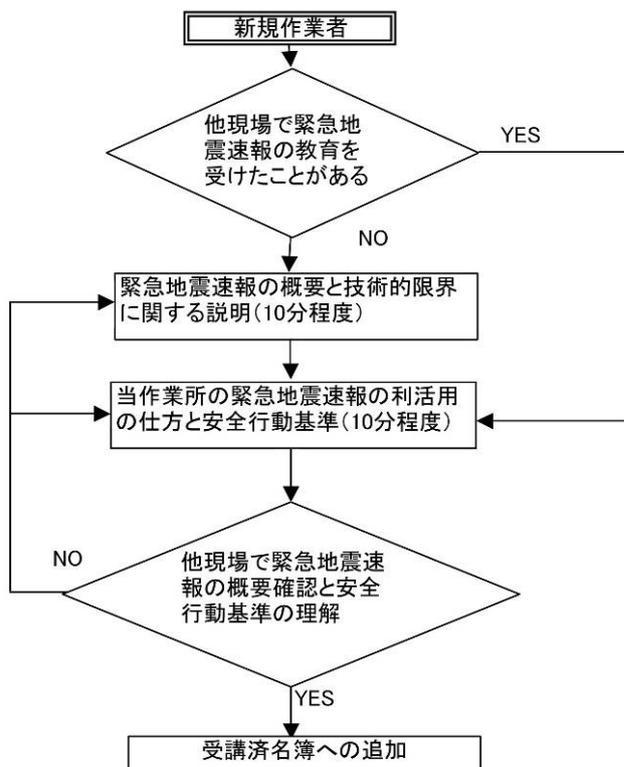


図 3-1 新規入場者教育フロー



図 3-2 場内看板による周知徹底

## (2) 医療施設における取り組み

事例 17 の医療施設は災害拠点病院の中で中心的な役割を果たす機関で、平成 15 年から高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクトに同センターより、医療施設における緊急地震速報の利活用についての研究・検証に参画している。

同センターでは、限られた時間でできる行動に優先順位をつけて、行動マニュアルにおいて、とるべき行動を表 3-1 のように定めている<sup>3-1</sup>。これは、手術室、放射線検査室、透析室で緊急地震速報から地震の揺れまでの余裕時間を 10 秒前と想定して実証実験を行ったところ、単純な 1 つか 2 つの行動しかできなかつたことを踏まえ、「第一に自分の身の安全確保、まわりに緊急地震速報のことを知らない人がいれば地震がくることを伝え、補助や援助が必要ならそれを行うこと、危険を伴う特殊な部署では減災に直結する具体的な行動を確実に実行すること」という基本方針によるものである。行動マニュアルは 5 年間をかけて作成されたもので、今後も実際の地震や訓練などを経てさらに改良が加えられてゆく予定である。

表 3-1 行動マニュアル (2008 年 5 月現在)<sup>3-1</sup>

部 署	手術室	放射線科	透析室	その他の部署
とるべき行動	<b>【手術医】</b> ①手術の安全な中断・創の保護 ②患者の転落防止	①検査中の機器の停止 ②患者への声掛け・転落防止	①透析ポンプの停止 ②患者への声掛け・抜管防止	①身の安全の確保 ②患者への声掛け ③身の安全を守れない人の補助
	<b>【看護師(直接介助)】</b> ①手術器具を遠ざける ②手術器具台の転倒防止			
	<b>【看護師(間接介助)】</b> ①手術用ライトを遠ざける			
	<b>【麻酔医】</b> ①抜管防止(管の接続をはずす) ②患者の頭部を支える			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>*行動の番号は優先度            **患者への声掛け:            「落ち着いて下さい!」「慌てないで下さい!」            「病院は安全です!」「しゃがんで下さい!」            など</p> </div>				

同センターでは、防災訓練を年間 2~4 回程度実施し、その中で緊急地震速報について職員や患者、外来者への周知徹底を行うために、全館放送、各種連動装置 (エレベータ、自動扉、CT 装置など) を実際に稼働させている。また、一般市民・ボランティアに防災訓練に参加してもらって、緊急地震速報システムを見学コースに含めることで地域住民への啓発活動も行っている。

同センターは全国の災害拠点病院の中で中心的な役割を果たす機関である。国立病院機構ネットワーク研究「国立病院機構病院における緊急地震速報システム導入の標準化について」の一環として、図に示すような手引きを作成している<sup>3-2</sup>。この手引きは緊急地震速報が「『病院などの施設でのシステムとしての利活用』となると、まったくと言ってよい程行われていない状況」の中で「緊急地震速報システムの導入や使い方のノウハウを少しでも理解していただくことを目的に」作成、配布されたものである。その中では、緊急地震速報の仕組み・特徴について簡単な説明がある他、病院での利活用における推奨システム、必要な費用の程度、マニュアル整備と訓練、維持管理、導入前・導入後のチェックリストなどについて記載されている。

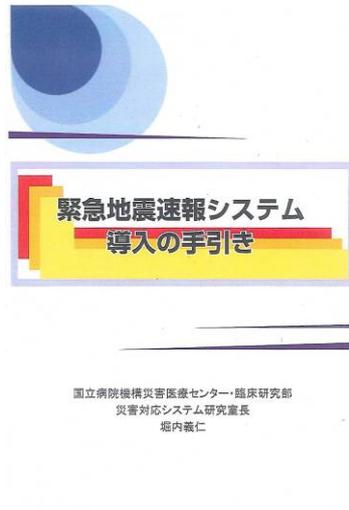


図 3-3 「緊急地震速報システム導入の手引き」表紙

### (3) 教育施設における取り組み<sup>3-3, 4, 5</sup>

教育施設における取り組みの中で、教育・啓発・訓練、そして2011年東北地方太平洋沖地震における実際の対応状況についての報告があった事例としては、東北大学大学院工学研究科・工学部災害制御研究センターの源栄正人教授による仙台市立長町小学校における取り組みが挙げられる。

源栄教授は、文部科学省のリーディングプロジェクト「高度即時的地震情報伝達システムの開発」の一環で行っている「リアルタイム地震情報の利活用の実証的調査・研究」の1つのプロジェクトとして「緊急地震速報と連動した学童および教職員のための防災教育・訓練システム」を開発し、このシステムを平成16年2月に仙台市長町小学校に導入して実証実験を行ってきた。システム導入後に学校担当者と協議を行って、校内放送を通じて伝えられる文言を小学生を対象とした文言にしたり、報知音の改善をするなど、システムの改良を行ってきた。2005年8月16日の宮城県沖地震の際には同小学校のシステムに不具合が生じてシステムの安定稼働に対する教訓を得るなどして更に改良が加えられている。

2011年東北地方太平洋沖地震の際には同小学校の緊急地震速報システムが稼働したとのことである。源栄教授が学校関係者にヒアリング調査するなどして確認をしたところ、放送の起動はS波到来の15秒前だったとのことで、その猶予時間の際に、1年生、3～5年生は机の下に避難し、6年生は体育館で中央に屈み、2年生60名は下駄箱周りの掃除で背もたれのない下駄箱が転倒したものの自動放送により回避することができたとのことである。

### (4) 集客施設における取り組み

不特定多数の人が集まる集客施設においては、緊急地震速報に基づく情報が伝えられた時に、施設にいる人達が混乱することなく行動することが求められる。そのためには、集客施設を訪れる人々が、災害に対処する知識や緊急地震速報に対する知識を持ち合わせていることが望まれるが、多くの人々は必ずしもそのような知識を持ち合わせていないであろう。そのような状況では、集客施設を運営する側が、その場所に初めて来たり不慣れだったりする来館者に対して、適切に

情報提供をするとともに、災害に対処するために指示をすることが必要となる。そのためには集客施設の運営側の人達は、日頃からの訓練により、緊急地震速報が出た場合にどのようなことをするのか、確認しておく必要がある。

事例 20 のデパートでは、年 4～5 回独自の訓練を実施するとともに、開店前にも訓練を実施し、緊急地震速報の従業員への周知を行っている。また、図に示すような携帯できるリーフレットが従業員に配布されている。その中では、緊急地震速報の概要が示されるとともに、デパート全体でどのような行動の流れとなるか、その時に従業員各自がどのような行動を取るべきかについて要点がまとめられており、緊急地震速報が出た場合の対応について従業員が日々確認することができる。また、毎日 11 時と 17 時に館内放送で、緊急地震速報システムを設置していることを放送するなど、顧客への情報提供も行っている。



図 3-4 事例 20 で店舗関係者に配布されているリーフレット

参考文献

3-1) 堀内義仁, 医療機関における緊急地震速報の利活用, 映像情報メディア学会誌 Vo1. 62 (2008), No. 9 pp.1377-1380

3-2) 堀内義仁 (国立病院機構災害医療センター・臨床研究部災害対応システム研究室室長, 緊急地震速報システム導入の手引き, 2011年3月

3-3) 源栄正人, 学校における緊急地震速報システムの活用と今後の普及・展開に向けて 一仙台市長町小学校における実証試験一, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿), pp. 507-508, 2005年9月

3-4) 目黒公郎・藤縄幸雄監修, 緊急地震速報一揺れる前にできること一, 東京法令, 2007年9月

3-5) 源栄正人, 柴山明寛, 2011年東北地方太平洋沖地震における緊急地震速報システムの利活用の実態一学校教育機関における活用事例一, 第30回日本自然災害学会学術講演概要集, pp. 47-48, 2011年11月

1.事例	工事現場における鹿島早期地震警報システムの利用	用途	建設現場での利活用
------	-------------------------	----	-----------

### 1. 概要

- ・ 気象庁から配信される緊急地震速報の情報を基に、地盤データなどを用いて対象地点への到達時間情報やその地点での震度情報をより高い精度で予測する。
- ・ 予測した情報を基に工事現場へ警報を発報する。

### 2. 設置場所

横浜・川崎地区他

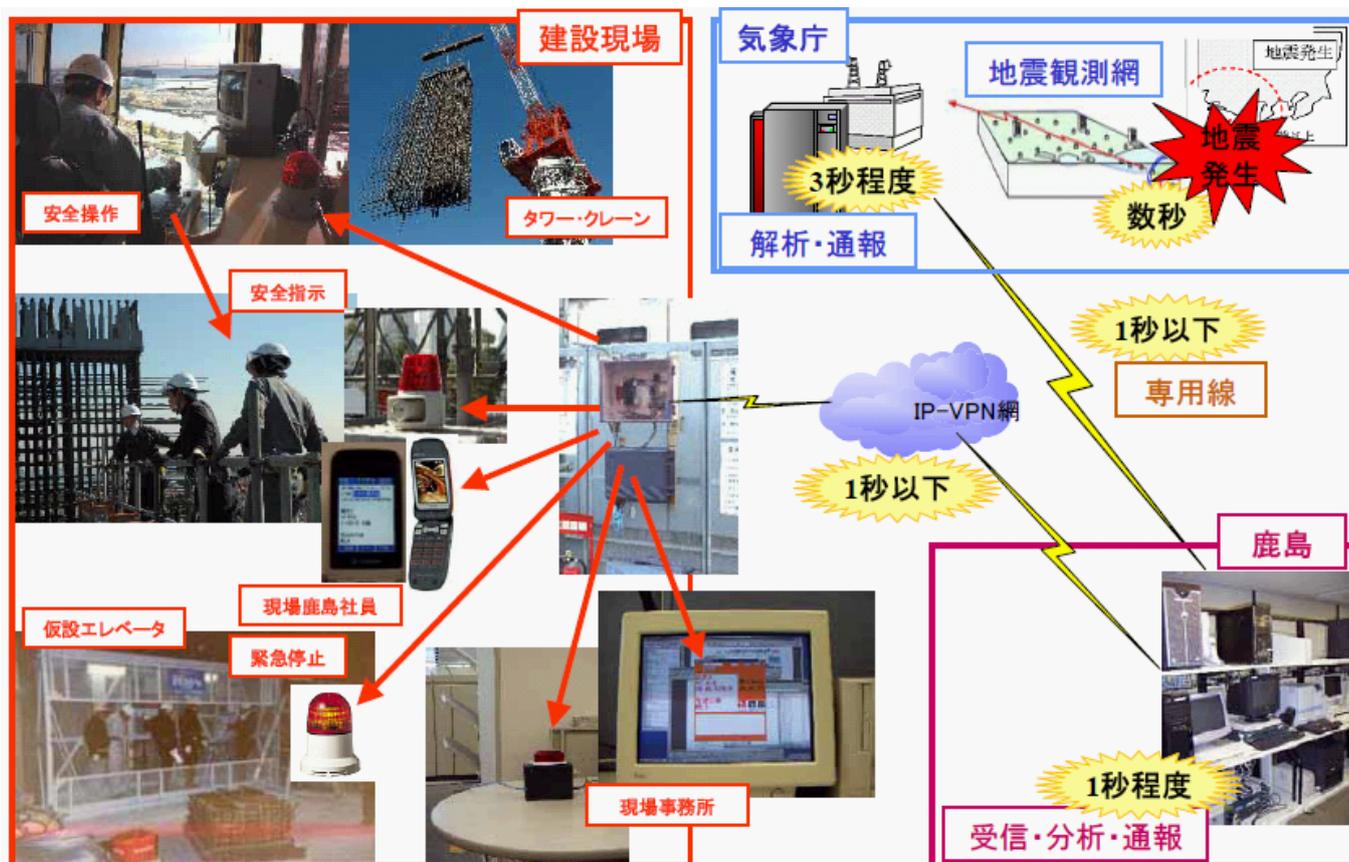
### 3. 設置期間

2005年～

### 4. 設置システム

気象庁からの緊急地震速報を基に専用のサーバで解析を行い、社内LANを通じて現場への警報発報を行う。警報発報の主な手段は下記の通り。

- ・ タワークレーンのオペレータの操作室へのパトライトによる警報（オペからさらに地上作業員へ退避指示）
- ・ 工事用エレベータを自動的に停止
- ・ 現場事務所内のパソコン画面への地震情報の自動的に表示
- ・ 現場内で利用している携帯電話のメールへの情報配信



(鹿島建設(株)ホームページより)

### 5. 設置概要

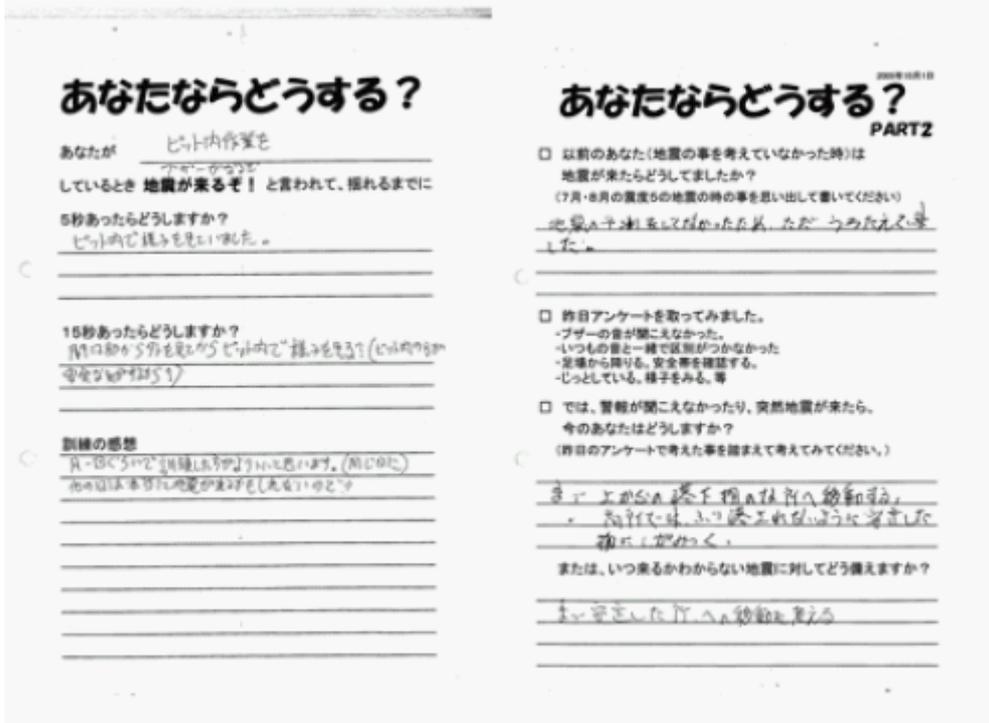
2005年から高層ビル現場など複数の現場で設置されている。なお、本システムは気象庁の緊急地震速報を建設現場に適用した、国内で初めてのケースである。

### 6. 本システムで期待している主な対応の内容

- ・ クレーン作業における吊り荷の退避
- ・ 作業員の危険回避
- ・ エレベータへの閉じ込め防止

1.事例	工事現場における鹿島早期地震警報システムの利用	社名	鹿島建設株式会社
------	-------------------------	----	----------

7. 教育・啓発活動および訓練(6.を実現するための)
- ・人為的に警報を発令して、抜き打ち訓練を実施
  - ・アンケート実施による意識向上



現場でのアンケート例 (参考文献 1 より)

8. 警報の状況・効果

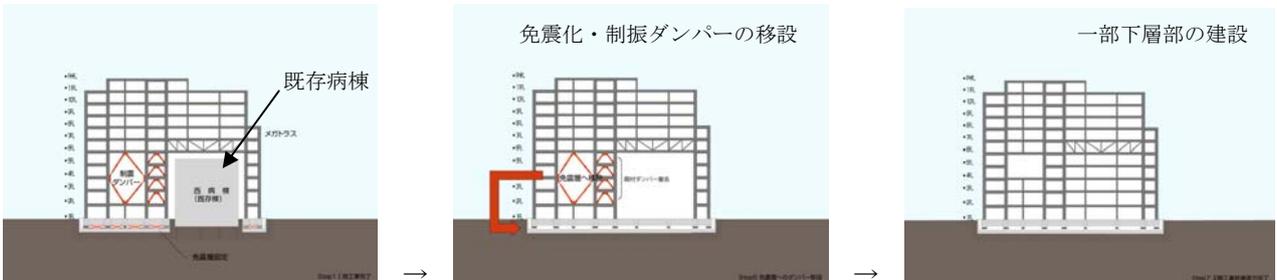
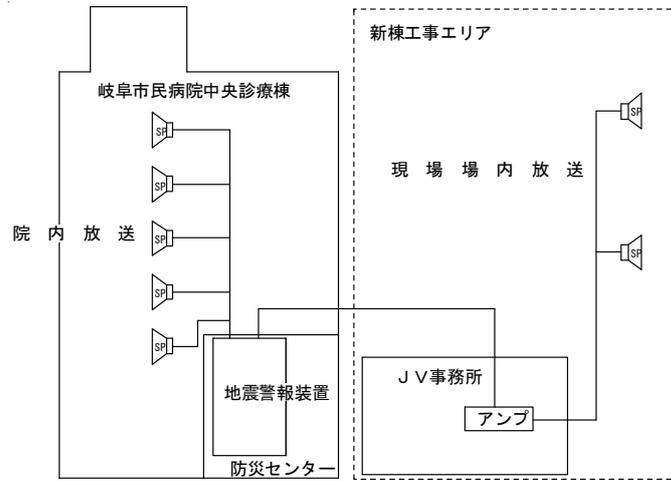
<横浜の超高層マンション現場での事例>

- ・ 2006年4月11日17時46分頃の房総半島南東沖を震源とする地震において警報を発報。高層部で作業中の作業員が地震発生前に退避行動を開始できた(警報後5~10秒程度で揺れを感じたとのこと)
- ・ 2006年8月31日17時18分頃の千葉北西部を震源とする地震において警報を発報。このときは発報とほぼ同時に揺れを感じたとのこと。

9. その他

10.参考文献・資料

1.柳瀬他：早期地震警報による工事現場の地震時安全性向上，平成18年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集,24,119-122,2006  
 2.神田他：緊急地震速報を用いた震度推定検討，建築学会大会学術講演梗概集,21304,607-608,2005

2. 事例	免震化工事における危機管理に活用した事例	用途	建設現場での利活用
<p>1. 概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 病院の建て替え工事における危機管理に活用した事例</li> <li>・ 改築工事の流れ <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 既存病棟にオーバーハングする形で高層部を建設</li> <li>→b) 既存病棟解体</li> <li>→c) マットスラブ～1F床構築</li> <li>→d) 免震化工事（制振構造→免震構造）</li> <li>→e) 下層階建設、上層階へ接続</li> </ul> </li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 改築工事は、既存病棟に入院患者が居住する状態で行われた。</li> <li>・ 制振ダンパー移設を伴う免震化工事は、建物構造上、地震や風などの外乱に対して比較的弱い状態での作業となるので、作業中の大地震、暴風に対して作業中止の指示を即座に出せるよう設備を整えた上で、各施工段階における対処法をマニュアル化し免震化工事に関わる作業員に周知徹底した。</li> </ul>			
2. 設置場所	岐阜県岐阜市	3. 設置期間	平成 22 年 1 月～平成 23 年 4 月
<p>4. 設置システム</p> 			
<p>5. 設置概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地震に対しては病院より地震速報を受信し場内に一齐放送を行った。暴風については風速計を設置し暴風時にはパトランプによる表示と、メール配信装置を設置し、各作業班長の携帯電話に作業中止のメールを配信できるようにした。</li> </ul>			
<p>6. 本システムで期待している主な対応の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 免震化工事中の建物構造上比較的弱い状態での作業員・居住者(入院患者)の安全性の確保</li> </ul>			

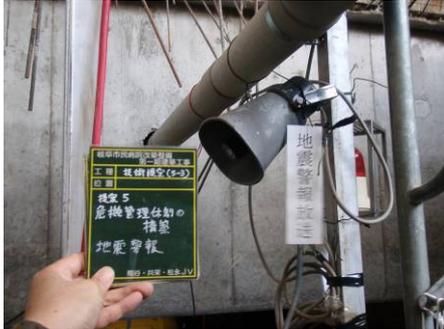
2. 事例	免震化工事における危機管理に活用した事例	社名	熊谷組
-------	----------------------	----	-----

7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)

- 緊急地震速報を受けたときの対処法をマニュアル化し、免震化工事に関わる作業員に周知徹底した。

8. 警報の状況・効果

- 設置状況



緊急地震速報放送設備



風速警報表示設備

- 設置期間中（免震化工事中）の警報の発令はなかった。

9. その他

- 工事写真



既存病棟跨ぎ大トラスと制振ダンパー



制振ダンパーの移設作業



免震層固定仮設壁の切断作業



免震化完了状況

10. 参考文献・資料

- 宇梶剛司、小嶋広宣、小島時和：上層階先行供用開始後の下部工事—岐阜市民病院施工報告一、熊谷組技術研究報告，2011 No. 70

3. 事例	超高層建物建設現場における警報システム	用途	建設現場での利活用
-------	---------------------	----	-----------

1. 概要

- (1)本事例は超高層建物の建設現場に利活用した事例の紹介。
- (2)緊急地震速報システムは、建物の建設初期から終了まで設置した。
- (3)警報は2007年に新潟県中越沖地震時に作動した。
- (4)写真はタワークレーンへの設置状況(写真1)と工事開始当初の1Fの設置状況(写真2)である。



写真1: タワークレーンへの設置状況



写真2: 現場内(1F)

2. 設置場所	東京都中央区	3. 設置期間	2006年7月~2008年11月
---------	--------	---------	------------------

4. 設置システム

設置したシステムは2006年7月~2007年6月まではシステムA(REICより配信)のみで、2007年5月以降工事終了まではシステムA+システムB(ANET配信)を設置した。

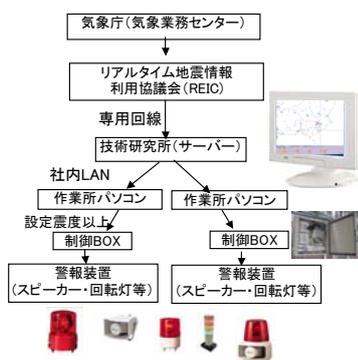


図1: システムA (2006/07-2008/11)



図2: システムB (2007/05-2008/11)

5. 設置概要

- (1)システムA: パソコンを現場事務所とTC(タワークレーン)内に設置し、警報装置を各部に有線配置
- (2)システムB: 端末装置を現場事務所とTC内に設置し、警報装置を各部に有線配置
- (3)TCへは地上~最上階へ無線、最上階~TC直下へ有線、TC直下~TC操作室内へ無線
- (4)設置場所: 1F、地下工事: 掘削域周辺、地上工事: TC、仮設エレベータ、休憩室
- (5)警報震度: 震度4以上

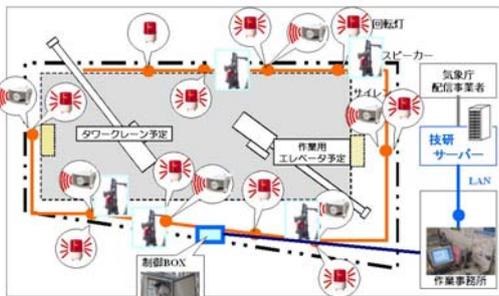


図3: 1Fの設置(回転灯10、サイレン6、スピーカー5)

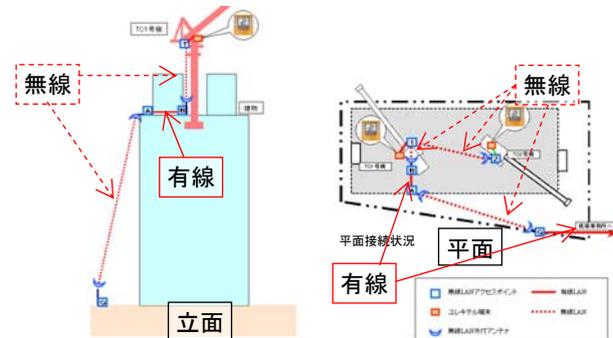


図4: タワークレーンへの設置

6. 本システムで期待している主な対応の内容

対応内容を作業別に添付のように設定した。

レベル	震度の大きさ	クレーン対応内容	仮設エレベータ
I	震度3以下	注意しながら作業継続	停止
II	震度4弱	吊り荷を近くに降ろす	水の船へ停止
III	震度4強以上	吊り荷を近くに降ろす	水の船へ停止

レベル	震度の大きさ	余裕時間	作業内作業員対応内容
I	震度3以下	—	停止作業員対応内容(停止)
II	震度4弱	—	停止作業員対応内容(停止)
III	震度4強以上	10秒以内 16秒以上	停止作業員対応内容(停止)

3. 事例	超高層建物建設現場における警報システム	社名	戸田建設
-------	---------------------	----	------

7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)

導入時に説明会を開き理解度をアンケートでチェック、避難訓練(導入時、TV取材時、全社一斉の震災訓練時)、安全大会での講話説明。



写真 3:説明会



写真 4:避難訓練



写真 5:安全大会での講話

8. 警報の状況・効果

工事期間中に警報が作動したのは、2007年新潟県中越沖地震のみであった。しかし、訓練等で一斉には3回訓練のため作動させている。その他、TV取材が多く入ったのでその都度部分に警報を作動させている。

(1)一斉訓練(3回)

(2)2007年新潟県中越沖地震で警報(状況は表1参照)

表1:受信状況(2007年新潟県中越沖地震)

質問事項 現場名	緊急地震速報を受信できましたか？ 受信できなかった場合は、その理由をお聞かせ下さい。	大きな揺れが来る前に受信できましたか？ また受信できていた場合は、大きな揺れの何秒前程度でしたか？	緊急地震速報によって、揺れに備えるための行動(マニュアルに沿った行動)や機器の制御等が行えましたか？ また、それはどのような行動(制御)でしたか？
A	受信できた	事務所でのデジタルの時間表示を確認できたのは30数秒前。地震の50秒前程度には警報が鳴り始めた。	警報が伝わりにくい場所へは無線(特定小電力無線)連絡した。TCオペは警報により安全な対応をした。

9. その他

(1)2007年新潟県中越沖地震では、簡易地震計により1F地盤・建物・クレーンで地震観測を実施していた。10galでトリガがかかるように設定していたが、作動したのは建物・クレーンであった。クレーンは長周期で継続時間も長い記録となっていた。

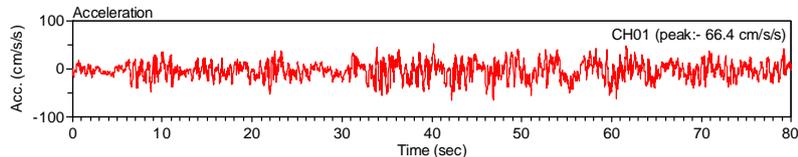


図5: タワークレーン加速度記録 (2007年新潟県中越沖地震)

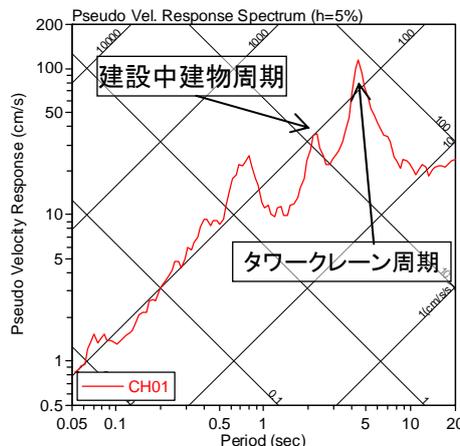


図6: タワークレーン加速度記録 pSv (2007年新潟県中越沖地震)

10. 参考文献・資料

- 1)保井,藤堂他”緊急地震速報システムを用いた建設現場の安全管理”日本建築学会,2007
- 2)本宮,保井他”緊急地震速報システムを用いた建設現場の安全管理”クレーン,第46巻,2008
- 3)金子,保井他”緊急地震速報の建設中ビルへの適用”建築設備と配管工事,2008
- 4)池端,保井”建設現場における防災危機管理の取組み”JACIC情報,2008



4. 事例	免震レトロフィット工事現場における警報システム	社名	戸田建設
<p>7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)            導入時に説明会を開き理解度をアンケートでチェック、避難訓練、現場内への掲示(警報装置の横)。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="167 246 555 533">  <p>写真 3:説明会</p> </div> <div data-bbox="582 246 965 533">  <p>写真 4:避難訓練</p> </div> <div data-bbox="965 246 1444 533">  <p>写真 5:避難方法の掲示</p> </div> </div>			
<p>8. 警報の状況・効果</p> <p>(1)2007.7.26.23.18 京都沖地震（深さ 380 km）で警報が作動。しかし、実際は震度が観測されていない（震度 0）。深さが 380km（推定は 320-380km）と予測式等の適用外と考えられた。深夜のため現場には人はいなかった。</p> <p>(2)一斉避難訓練（導入時 1 回）ただし、取材等で部分的には避難訓練を実施</p>			
<p>9. その他</p> <p>(1)地下工事になったため地表と地下に簡易地震計をセットしたが、期間内に、大きな地震記録は得られなかった。（写真 6、写真 7）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="194 1220 555 1489">  <p>写真 6:地表の地震計</p> </div> <div data-bbox="619 1220 965 1489">  <p>写真 7:地階の地震計</p> </div> </div>			
<p>10.参考文献・資料</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1)保井,藤堂他” 緊急地震速報システムを用いた建設現場の安全管理” 日本建築学会,2007</li> <li>2)本宮,保井他” 緊急地震速報システムを用いた建設現場の安全管理” クレーン,第 46 巻,2008</li> <li>3)金子,保井他” 緊急地震速報の建設中ビルへの適用” 建築設備と配管工事,2008</li> <li>4)池端,保井” 建設現場における防災危機管理の取組み” JACIC 情報,2008</li> </ol>			

5. 事例	LNG 地下式貯槽建設作業所における地震報知システム	用途	建設現場での利活用
-------	----------------------------	----	-----------

1. 概要

- (1) 本事例は、LNG 地下式貯槽建設工事のうち LNG 貯槽の鉄筋コンクリート躯体の構築およびこれに付随する地盤改良工事、連続地中壁工事、設備工事を施工した建設作業所に、緊急地震速報による地震報知システムを導入したもの
- (2) 工期は 2006 年 4 月～2009 年 10 月、本システムの設置期間は 2006 年 5 月～2009 年 7 月
- (3) 施工期間中、報知の閾値に達する地震は発生せず、本システムが実際に作動することは無かった。



写真 1：建設作業所全景



写真 2：貯槽内に資材を供給する大型クレーン

2. 設置場所	静岡県静岡市	3. 設置期間	2006 年 5 月～2009 年 7 月
---------	--------	---------	-----------------------

4. 設置システム

当社の標準的なシステムは図 1 のとおりである。本建設作業所では地震情報伝達・報知システムのみを設置し、機器・設備制御システムと地震被災度予測システムは設置しなかった。

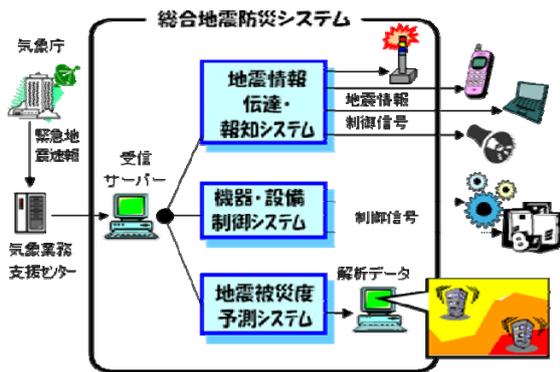


図 1：標準システム



写真 3：屋外に設置されたガス・風速・地震の警告灯

5. 設置概要

- (1) 緊急地震速報は気象業務支援センターから本社管轄の受信サーバーで受けて前処理を行った後、イントラネットを使って建設作業所の事務所に設置したサーバーに送られる。
- (2) 警告灯を事務所内、事務所棟屋根上、貯槽上端部の監視台、建設作業所敷地内に設置した。写真 3 に監視台に設置された警報器（ガスや風速の警報器と併設）を示す。
- (3) 報知震度：当該地の予測震度 4 以上

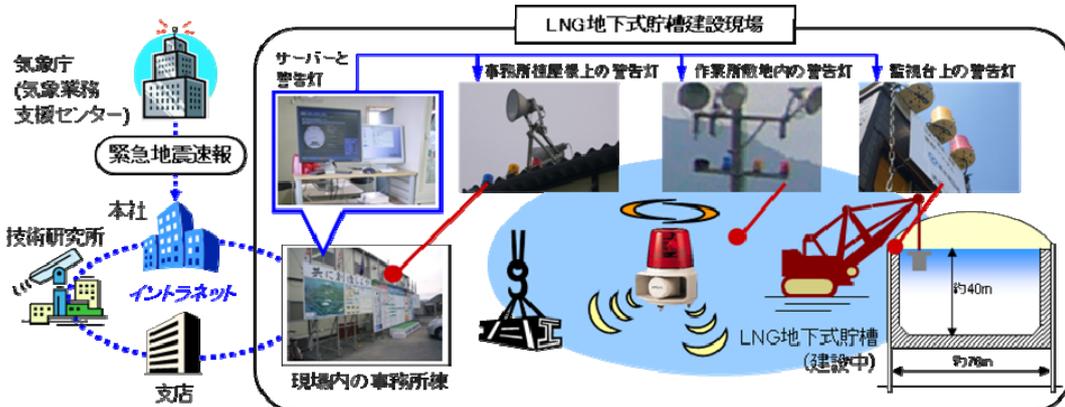


図 2：本建設作業所の地震報知システム

5. 事例	LNG 地下式貯槽建設作業所における地震報知システム	社名	清水建設
-------	----------------------------	----	------

### 6. 本システムで期待している主な対応の内容

警告灯が作動した場合の行動基準は「連続地中壁掘削時」「底版施工時」「側壁施工時」に分けて定められているが、主な行動基準は以下のとおりである（表1）。

表1：警告灯が作動した場合の行動基準

状況		緊急時の動作基準
①揚重時、吊り荷運搬中	クレーン等で重量物を吊っていた場合(オペレーターの措置)	「荷を地面につける」→「クレーンをロックする」→「操縦室の中に待機する」の順序を実行
	吊り荷運搬中の場合(オペレーターの措置)	「クレーンをロックする」→「操縦室の中に待機する」の順序を実行
	吊り荷直下で作業していた場合	吊り荷の近くや直下から退避し、安全な場所で
②タンク内部での作業中	掘削面にいた場合	その場に待機して動かない
	昇降設備内にいた場合	昇降設備から出られる時は昇降設備外へ退避。時間的に不可能な場合はその場に待機
③高所作業中	足場、組み立て中の鉄筋の上等の不安定な場所にいた場合	安全帯を手近な最も堅固なものに掛け、待機
④その他の場所での作業中	鉄筋加工場等の作業の場合	その場で待機
	タンク周りの作業を行っていた場	重機から離れて待機

### 7. 教育・啓発活動および訓練(6.を実現するための)

年に2回、本システムを模擬的に作動させて前項の行動基準に従って避難訓練を実施し、緊急時対応の確認を行った。



写真4：地震時における作業者の退避の様子（訓練時）

### 8. 警報の状況・効果

本システムの設置期間中、報知の閾値である当該地で震度4以上と予測される地震は発生せず、訓練以外で本システムが作動することはなかった。またそれ以外の地震も含めて施工期間中に本建設作業所における地震や津波の被害は無く、無事に竣工した。

### 9. その他

図3は、当社の建設作業所に対して行った地震速報の活用に関するアンケート調査結果で、地震速報による警報システム導入の際の問題点は何かについての回答結果を示している。これによると、多くの回答者が設置・撤去の手間や費用を問題点として挙げており、そのほかには、警報伝達の困難さを指摘する声に次ぐ結果となっている。仮設的な建設作業所においては、コストを抑えて如何に手間をかけずに導入できるか、騒音や通信インフラが十分でない作業環境において如何に確実に警報を伝達するかなどの点に課題があることを示す結果となった。

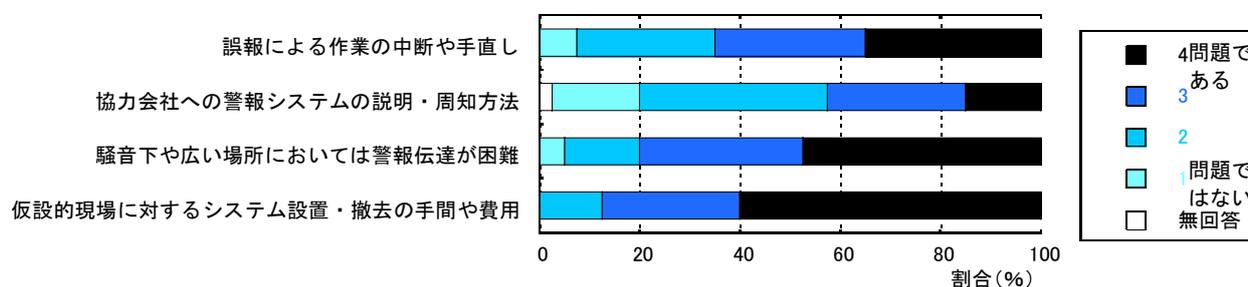


図3 緊急地震速報による地震報知システム導入上の問題点

※このアンケート調査は平成18年2月に実施し、名古屋市内の20の建築の建設作業所、東海地区の20の土木の建設作業所の現場責任者に対して調査用紙の配布・回収により行った。

### 10. 参考文献・資料

- 1) 高橋郁夫, 久富浩介 “緊急地震速報による建設作業所における警報システム” 建設の施工企画, 第690号, 2007
- 2) 高橋郁夫, 久富浩介 “緊急地震速報を用いたクレーン作業の安全対策” クレーン, 第46巻, 2008
- 3) 小池則満, 田代直人, 内藤克己, 高橋郁夫, 正木和明 “リアルタイム地震情報による建設現場の地震リスク低減可能性に関する研究” 建設マネジメント研究論文集 Vol.13, PP.135-144, 2006

6. 事例	オフィスビルにおける緊急地震速報の利用	用途	事務所建築での利活用
<p>1. 概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・不動産会社が所有・賃貸するオフィスビルにおいて、主に管理用に緊急地震速報を利用している。</li> <li>・利用方法は以下の2形態。 <ul style="list-style-type: none"> <li>①各ビル防災センター等への設置 不動産会社が所有・賃貸するオフィスビル約50棟において、各ビルの防災センター（管理室）及びコントロールセンターに受信装置を設置し、管理要員の安全確保と発生後の対応準備に活用。</li> <li>②エレベーター管制への連動 不動産会社が所有・賃貸するオフィスビル20数棟において、通過階を有するエレベーター約300台に対して、各エレベーター搭載のP波管制装置と連動して最寄階に緊急停止を行い、閉じ込め防止策として活用。</li> </ul> </li> </ul>			
2. 設置場所	上記参照	3. 設置期間	2007年11月から
<p>4. 設置システム</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①各ビル防災センター等への設置 受信・発報装置のみ</li> <li>②エレベーター管制への連動 既存のエレベーター管制機能では、P波（初期微動）を受けて作動するP波管制によりS波（本震）の到達前にエレベーターかごを最寄階に強制着床させる制御を行っている。 緊急地震速報が発報された際、その信号をP波管制の信号として用いることで、より早期に管制運転が可能となる。ただし緊急地震速報の発報時刻とP波到達時刻とを勘案し、各階停止エレベーターではその利点が生かせないため、通過階のあるエレベーター（最寄の停止可能階に到着するまでの平均時間が長い）について緊急地震速報との連動を行っている。</li> </ul>			
<p>5. 設置概要</p> <p>上記参照</p>			
<p>6. 本システムで期待している主な対応の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①各ビル防災センター等への設置 管理要員の安全確保と発生後の対応準備。</li> <li>②エレベーター管制への連動 通過階のあるエレベーターでは最寄の停止可能階に到着する時間が長い（平均17秒）ため、緊急地震速報の発報により管制制御することで、P波到達前から管制運転が可能となり、かご内閉じ込め事故を防止することができる。</li> </ul>			

6. 事例	オフィスビルにおける緊急地震速報の利用	社名	(株)三菱地所設計/三菱地所(株)
-------	---------------------	----	-------------------

7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)

①各ビル防災センター等への設置

導入時に管理要員に緊急地震速報の意義を周知。  
 毎年の防災訓練において、緊急地震速報発報をシナリオに組み込み訓練実施。

②エレベーター管制への連動

緊急地震速報発報後にエレベーターを点検し、管制運転作動を確認。

8. 警報の状況・効果

◆既存の管制機能

・ P波（初期微動）及びS波（本震）の地震感知器を設置しており、P波を受けて作動するP波管制により、S波（本震）の到達前にエレベーターカゴを最寄階に強制着床させる制御を行っている。

※1 直下型の地震の場合には効果がない。

※2 震源地からの距離が84kmより遠い場合に、既存のP波感知器より早く緊急地震速報を受信可能。  
 （緊急地震速報は遅くとも地震発生後12秒で発報される）

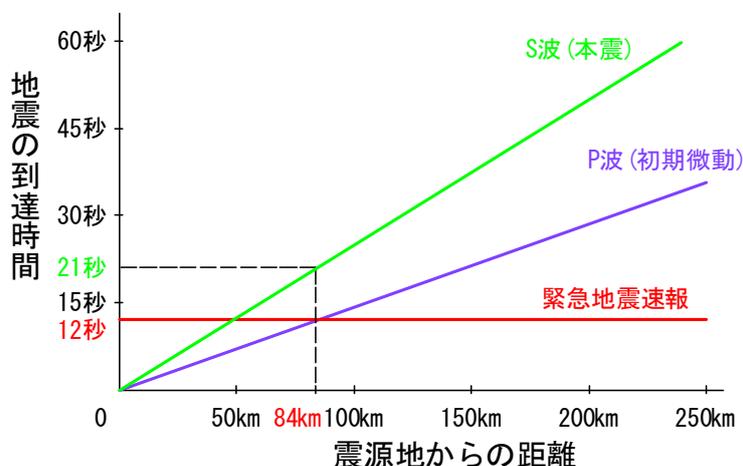
◆検証結果

①各階停止のエレベーター・・・×不採用

→ P波（初期微動）による地震管制運転開始後、最寄階に強制着床させるために要する時間（6秒から10秒）が概ね確保できている。

②通過階のあるエレベーター・・・○採用

→ 通過階のあるエレベーターがP波管制によって最寄の停止可能階に到着するのには、平均で17秒要する（当社ビルで最も時間を要するエレベーターでは24秒）。  
 この為、緊急地震速報による予めの管制でかなりの閉じ込め事故を防げる。



9. その他

- ・館内への放送については、緊急地震速報の信頼性、社会的浸透状況から時期尚早と判断しており、パニック等の二次的被害を防止する観点から、一律の館内放送は現時点では行っていない。ただし、社会的に浸透が図られた際、及びテナントニーズが強い場合にはビル放送設備への連動を行う準備はしている。
- ・ガス遮断弁への連動は誤作動の影響が大きいため、当面様子見としている。
- ・給水遮断弁への連動は先行遮断の必要性が低いため、実施していない。

10. 参考文献・資料

7. 事例	リアルタイム防災システム(RDMS)	用途	事務所建築での利活用
<p>1. 概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>緊急地震速報や建物に設置された地震計の計測結果を基に、建物管理者・利用者への警報の発報や、各種設備機器の制御を行うシステム（RDMS：Real-time Disaster Mitigation System）。</li> </ul>			
2. 設置場所		3. 設置期間	2007年～
<p>4. 設置システム</p> <p>気象庁からの緊急地震速報を基に専用のサーバで解析を行い、社内LANを通じてより高精度な地震予測結果を配信する（鹿島早期地震警報）。受信側（RDMSサーバ）は、受信した早期地震警報や現地地震計の計測結果に基づいて、緊急放送などを含めた建物内の設備の制御を行う。主な制御対象は下記の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>建物内への緊急放送</li> <li>車路の警報LED点灯</li> <li>ゴンドラ作業員への警報</li> <li>エレベータ安全停止</li> <li>避難路電気錠解錠</li> <li>照明一斉点灯</li> <li>ブラインド一斉制御</li> </ul> <p>(鹿島建設(株)ホームページより)</p>			
<p>5. 設置概要</p> <p>2007年に赤坂見附の鹿島建設本社、および赤坂別館に設置、また2009年に調布の鹿島建設技術研究所実験棟に設置。</p>			
<p>6. 本システムで期待している主な対応の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>在館者の安全な退避</li> <li>エレベータへの閉じ込め防止</li> </ul>			

7. 事例	リアルタイム防災システム(RDMS)	社名	鹿島建設株式会社
7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための) ・ 毎年防災の日前後に行う震災訓練時に、人為的に発報訓練を行っている。			
8. 警報の状況・効果 ・ 2011年3月11日の東日本大震災では緊急地震速報での動作は行われなかった(気象庁配信の推定マグニチュードが小さかったため)。ただし現地地震計計測結果に基づいた各種設備の動作は、設計通りに実施された。			
9. その他			
10. 参考文献・資料 高橋他：リアルタイム防災システムの高層ビルへの適用(その1)複合機能を有する大型高層ビル， 建築学会大会学術講演梗概集,21393,785-786, 2008 木原他：リアルタイム防災システムの高層ビルへの適用(その2)IP統合ネットワークを利用したオフィスビル， 建築学会大会学術講演梗概集,21394,787-788, 2008 高橋他：リアルタイム防災システム(RDMS)の開発と適用，鹿島技術研究所年報, 139-142, 2007			

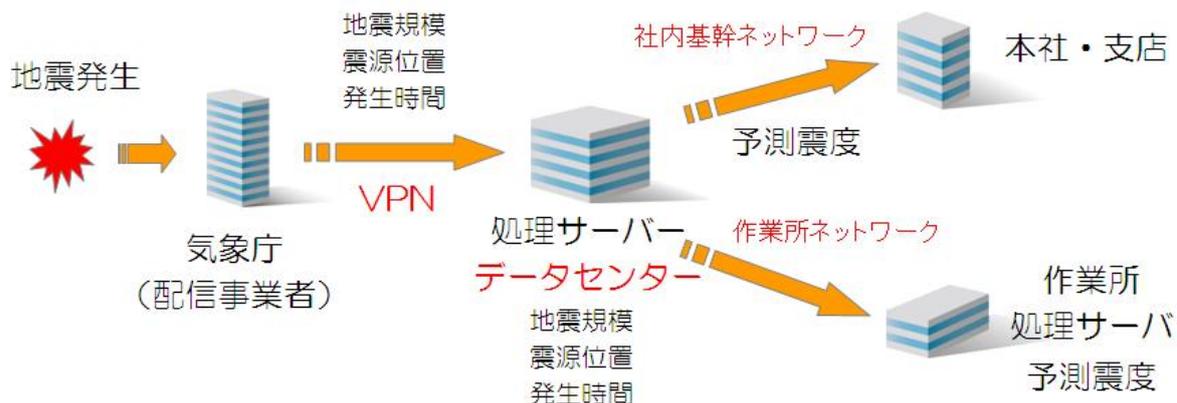
8. 事例	リアルタイム地震防災システム	用途	事務所建築での利活用
-------	----------------	----	------------

### 1. 概要

- ・2005年3月大成建設技術センターに導入、運用中。防災訓練でも活用。
- ・2008年8月中旬までに全国の本社支店内勤社員6000名のパソコンに導入完了。
- ・2008年8月から全国30作業所の所員パソコン、タワークレーン、危険作業エリアに設置開始。

2. 設置場所	大成建設本社、支店、作業所	3. 設置期間	2005年～
---------	---------------	---------	--------

### 4. 設置システム

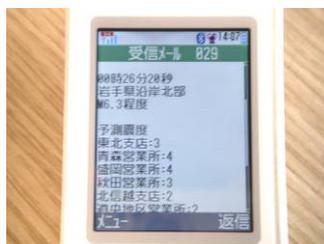


### 5. 設置概要

#### 【技術センター、本支店設置】



パソコン表示



携帯メール配信



警報灯で表示

#### 【作業所設置】



無線報知システム



タワークレーン内設置



作業エリア内設置

### 6. 本システムで期待している主な対応の内容

- ・大規模地震時の社員の安全確保
- ・作業所における安全確保
- ・本支店・営業所の予測震度に基づいたBCP 初動体制の早期確立

8. 事例	リアルタイム地震防災システム	社名	大成建設
-------	----------------	----	------

7. 教育・啓発活動および訓練 (6. を実現するための)



化学実験室の消火訓練

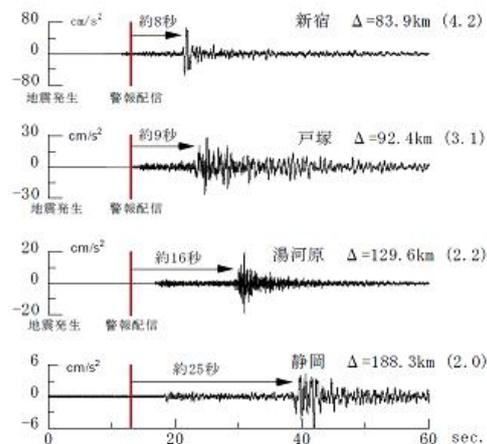
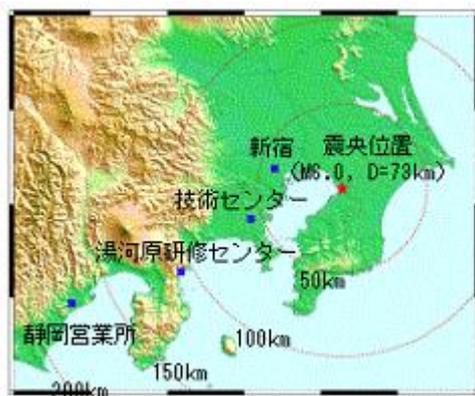


机の下への避難訓練

8. 警報の状況・効果

2005年7月23日に千葉県北西部で発生した地震での稼働状況

新宿観測点では震央距離は83.9km, 余裕時間は約8秒, 横浜の技術センターでは震央距離は92.4km, 余裕時間は約9秒であった。湯河原と静岡では, それぞれ約16秒と約25秒の余裕時間が得られた。実際の地震のマグニチュードは6.0, 震源深さは73kmであったが, 第3報受信時のマグニチュードと震源深さの推定値は5.0と64kmであったため, 各地の震度の推定値は実際よりも1程度小さく評価された。



9. その他

10. 参考文献・資料

長島一郎, 吉村智昭, 内山泰生, 欄木龍大, 糸井達哉: 入力地震動波形のリアルタイム推定システム, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2006.9

9. 事例	緊急地震速報を用いた減災システムのオフィスへの適用	用途	事務所建築での利活用
-------	---------------------------	----	------------

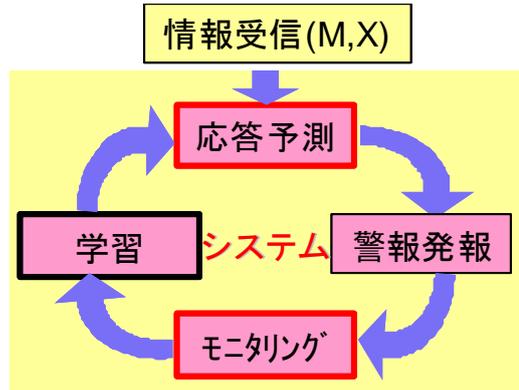
1. 概要

- (1)本事例は一般事務所に適用した事例の紹介。
- (2)この例はオフィスで働く人を対象としていますが、システムとしては現場等にも適用可能。
- (3)緊急地震速報を用いて警報を出すのと並行し、地震観測も行い、その結果を用いて評価精度の向上を目指すシステム。

2. 設置場所	東京都清瀬市	3. 設置期間	2007/12～
---------	--------	---------	----------

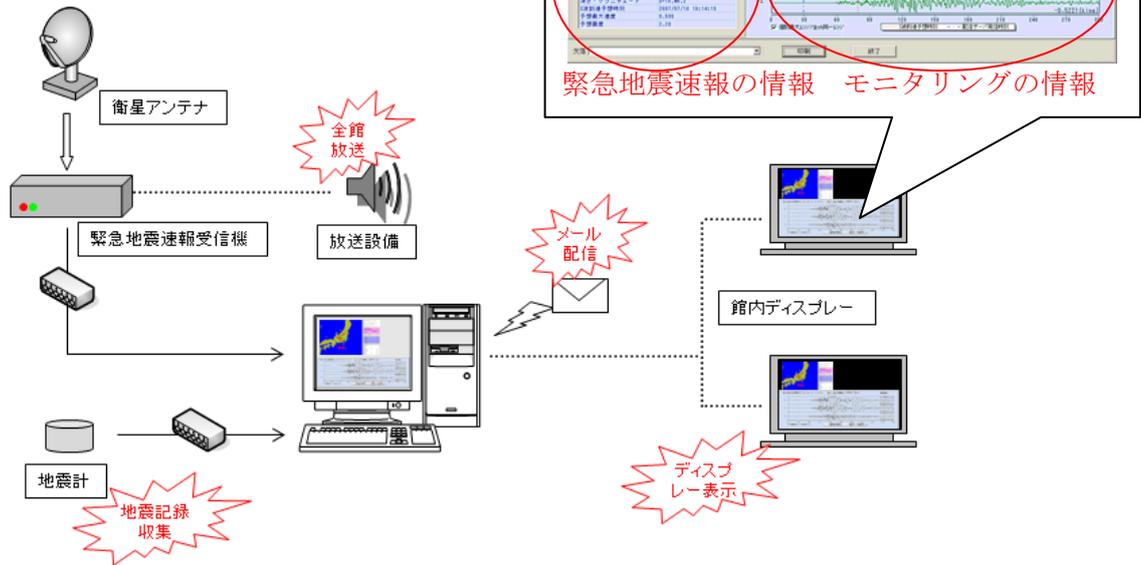
4. 設置システム

地震被害のトリガーとなる地震動の指標は、震度や最大加速度、最大速度などその被害対象により異なる。そのため、距離減衰式のようにあらかじめ精度の良い予測式を作成できるとは限らない。  
 そこで、緊急地震速報を受信し警報を出すとともにモニタリングと学習システムを併用し、予測精度の向上を行えるシステムを作成した。



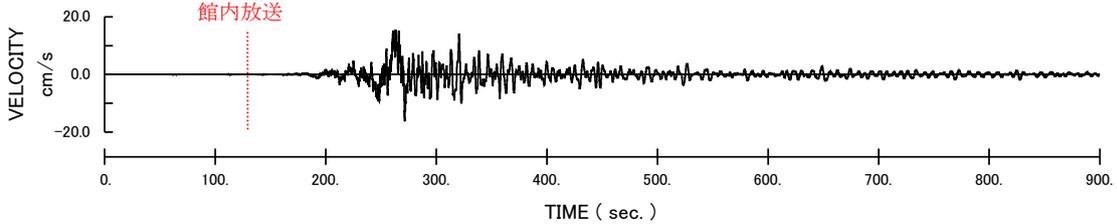
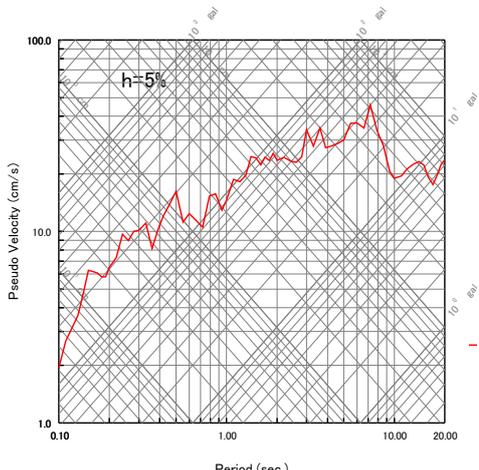
5. 設置概要

- (1) 設置場所：東京都清瀬市
- (2) 警報震度：全館放送 - 予想震度 3  
館内ディスプレイ表示 - 予想震度 1
- (3) 設置箇所：放送施設：敷地内建物全館  
館内ディスプレイ：2 か所



6. 本システムで期待している主な対応の内容

- ・震度のみではなく、それ以外の地震動指標の予測を行い、人的・物的被害の低減につなげる。
- ・モニタリングを併用し、その結果を用いて学習することで評価精度の向上を図る。

9. 事例	緊急地震速報を用いた減災システムのオフィスへの適用	社名	(株)大林組
<p>7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>緊急地震速報がなった際の行動ルールをイントラに掲示し周知徹底を行っている。</li> <li>避難訓練を年に 1~2 回行い、そのトリガーとして緊急地震速報を流し避難を開始する。</li> </ul>			
<p>8. 警報の状況・効果</p> <p>東北地方太平洋沖地震の際は、大きな揺れが発生する前に館内放送が鳴り、各自安全な姿勢を取るなどした。</p> <div style="text-align: center;">  <p>(a)速度波形</p>  <p>(b)疑似速度応答スペクトル 東北地方太平洋沖地震の観測記録</p> </div>			
<p>9. その他</p> <p>オンサイトの地震計：有</p> <p>強震記録：有</p>			
<p>10. 参考文献・資料</p> <p>1) 萩原由訓・野畑有秀・田中清和：モニタリングを有する緊急地震速報システムの検討，日本地震工学会大会・梗概集，pp.356-357，日本地震工学会，2007年11月。</p> <p>2) 萩原由訓・野畑有秀・田中清和：モニタリングを有する緊急地震速報システムの検討 その2，日本建築学会大会・学術講演梗概集，B-2，pp.795-796，日本建築学会，2008年9月。</p>			

10. 事例	超高層オフィスビル用リアルタイム地震対応システム	用途	事務所建築での利活用
--------	--------------------------	----	------------

1. 概要

緊急地震速報で予測されるのは地表面震度であるが、建物の上部では揺れが増幅されるため、地表ではそれほど揺れではなくとも高層階では大きな揺れとなることがある。そこで、建物の応答、特に近年注目を浴びている長周期地震動による建物およびエレベータの応答を考慮した緊急地震速報システムを開発し、超高層テナントビルの在館者の安全確保のための館内放送およびエレベータ制御に活用している。

2. 設置場所	東京都千代田区	3. 設置期間	2008年～
---------	---------	---------	--------

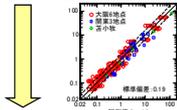
4. 設置システム

高度利用者向け緊急地震速報を元に、気象庁技術基準に基づく計測震度に加え、建物応答および長周期地震動予測式に基づく建物およびエレベータ応答予測を行っている。また、緊急地震速報に加え、現地地震計による地震観測により建物振動の収束状況を監視するなど、総合的に安全を確保するシステムとなっている。

①緊急地震速報受信



②従来の気象庁震度と長周期地震動の予測



●長周期地震動予測式

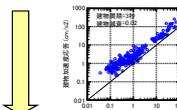
$$\log A = 1.05M_j - 0.50\log D - 0.0018D + \log(0.044(\theta - 65)^2 + 20) - 6.38$$

$$\theta < 65^\circ \text{ のときは } \theta = 65^\circ$$

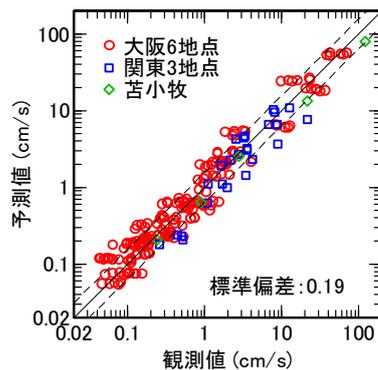
$$D = (\Delta^2 + (\alpha H)^2)^{1/2} \quad \alpha = 1.0 - \theta/65 \quad (\theta \leq 65^\circ), \quad \alpha = 0 \quad (\theta > 65^\circ)$$

A: 速度応答予測値(cm/s)    Δ: 震央距離(km)  
M<sub>j</sub>: マグニチュード    H: 震源深さ(km)    θ: 入射角

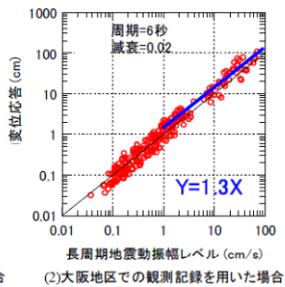
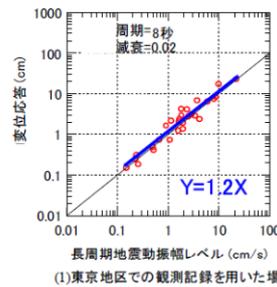
③建物・EV応答予測



●予測値(A)と観測値の比較結果



●予測式を用いた建物の最大応答変位予測(例)



④安全確保処理

EV地震時管制  
館内一斉放送

⑤建物応答の確認

地震計記録の  
リアルタイム処理

⑥復旧

特許第4805993号「地震動振幅レベル予測装置及びプログラム」  
特許公開2010-83629「地震対応制御装置及びプログラム」  
特許公開2010-155697「地震対応制御装置及びプログラム」

5. 設置概要

- ・設置建物：地上24階 軒高99m
- ・館内一斉放送
- ・エレベータ制御盤への接点入力（P波センサーとのOR入力）
- ・地震計（速度計）を地下階、中間階、最上階に設置

6. 本システムで期待している主な対応の内容

- ・館内在館者の安全確保のための一斉放送
- ・エレベータ内閉じ込め防止のためのエレベータ最寄り階停止
- ・長周期地震動によるエレベータロープ損傷事故などの防止

10. 事例	超高層オフィスビル用リアルタイム地震対応システム	社名	(株)竹中工務店
--------	--------------------------	----	----------

### 7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)

- ・テナントビルの防災訓練の中で実施している。

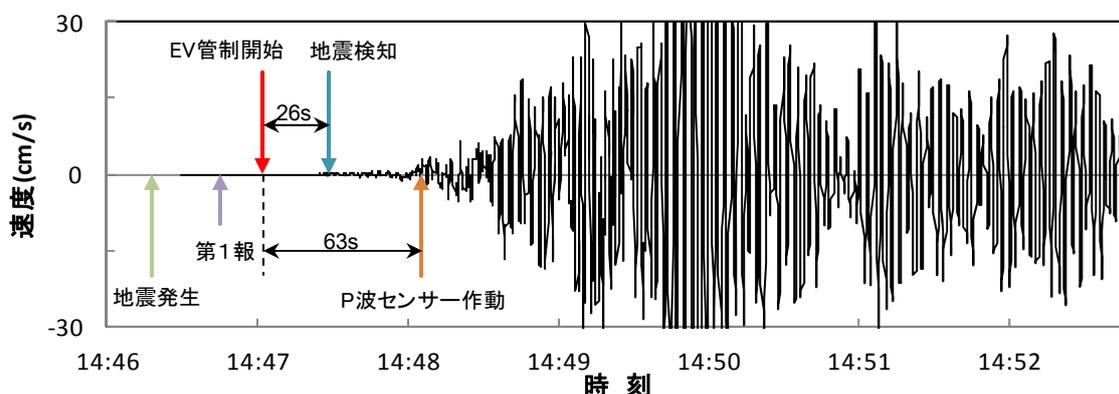
### 8. 警報の状況・効果

2011 年東北地方太平洋沖地震で作動した。気象庁の発表によれば、当該地域の震度は震度 5 強であった。右表に、イベントの発生時刻をまとめた。緊急地震速報の第 1 報を 14:46:45 に受信した。緊急地震速報が一般向けに発表されたのは第 4 報で、これを受信したのは 14:46:49 であった。ただし、この時点で対象地域は宮城県、岩手県、福島県、山形県、秋田県の東北地方であった。その後、14:47:02 に第 9 報を受信したところ、気象庁技術基準の地表面震度は 3 であったが建物の予測震度が 4、

イベント時刻と予想震度および計測震度

時刻	速報	イベント	予測			計測 最上階 震度
			震度		長周期 加速度	
			地表	建物		
14:46:45	第 1 報		0	0.4	0.013	
14:46:49	第 4 報	一般向け (東北)	2.6	3.4	14	
14:47:02	第 9 報	EV 管制開始	3.1	3.8	36	
14:47:28		地震検知				
14:47:45	第 12 報	一般向け (関東)	3.4	4.2	74	1.7
14:48:05	第 13 報	P 波センサー作動	3.6	4.3	95	2.5
14:48:37	最終報		3.7	4.5	121	3.7

長周期地震動による建物応答加速度が 36Gal といずれも設定していた基準を越えたため本システムが館内放送とエレベータ (以下 EV) 地震時管制を行った。この後 14:47:28 に地震計が地震を検知している。更に 14:48:05 には EV の P 波センサーが稼働しているが、この時最上階の地震計で観測された計測震度は 2.5 であった。下図に塔屋で観測した速度記録と各イベントの関係を示す。地震計の地震検知のトリガーは 0.02kine に設定されている。本システムの EV 地震時管制動作により EV 側の地震時管制運転装置へ信号が送られてから最寄り階にかごが停止し扉が開くまでにはある程度時間が掛かるが、本システムが EV 管制を開始してから地震計が地震検知するまで 26 秒の余裕があり、揺れ始める前に EV を停止および開扉でき、乗客が安全に避難する時間があったことがわかる。また、本システムは、EV の P 波センサーが作動する 63 秒前に作動しており、システムの有効性が確認できた。なお、当建物では 2009 年 8 月の駿河湾の地震でも作動実績がある。



建物最上階の地震記録とシステムの動作時刻

### 9. その他

#### 10. 参考文献・資料

- 1) 吉澤睦博, 恒川裕史, 小林喜久二: 長周期地震動予測を考慮した緊急地震速報システム, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2 分冊, p.189-190, 2009
- 2) 平野範彰, 吉澤睦博, 恒川裕史, 奥野智久, 芝崎良美, 辰巳安良: 超高層建物での緊急地震速報システムの作動事例, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, p.827-828, 2010
- 3) 小林喜久二: 長周期地震動の距離減衰式に関する検討, 建築学会大会学術講演梗概集, B-2, p.371-372, 2007
- 4) 吉澤睦博: 緊急地震速報を用いた防災システムのための建物内震度予測の検討, 第 13 回日本地震工学シンポジウム, pp.4318-4323, 2010
- 5) 岡村潔, 林暁光: 移動境界を有するロープの振動性状に関する解析的研究, 建築学会大会学術講演梗概集, B-1, p.257-258, 2010
- 6) 恒川裕史, 芝崎良美: 緊急地震速報システムと東日本大震災での作動事例, 竹中技術研究報告, No.67, 2011

11. 事例	超高層建築物における緊急地震速報とオンサイト情報の活用事例	用途	教育施設での利活用
--------	-------------------------------	----	-----------

### 1. 概要

本事例は、超高層建築を大学キャンパスとして利用している工学院大学の事例である。工学院大学では、緊急地震速報とオンサイト情報であるリアルタイム地震情報を組み合わせて利用しており、大学の初動対応に利用している。毎年実施している防災訓練でも利用して、システムの見直しや教職員や学生への周知活動を実施している。緊急地震速報は、防災科学技術研究所と ANET から受信しており、防災科学技術研究所からの緊急地震速報を利用して、長周期地震動の到達を予測し、エレベータ管制運転や館内アナウンスできるシステムを開発した。また館内の地震計をオンサイト情報として活用している。

2. 設置場所	東京都新宿区	3. 設置期間	2007年10月～現在 (ANETは2010年8月から)
---------	--------	---------	---------------------------------

### 4. 設置システム

緊急地震速報については、防災科学技術研究所と ANET の 2 つの緊急地震速報を利用している(図 1)。また、オンサイト情報は、超高層建築に設置された地震計をリアルタイムで利用できるように 2007年に整備し、その情報を WEB で確認できるように整備した(図 2)。エレベータ制御については、現在では ANET の緊急地震速報で震度 5 弱以上と予測された際に停止するようになっている。



図 1: 防災科学技術研究所の緊急地震速報(左)と ANET の緊急地震速報(東日本大震災時)

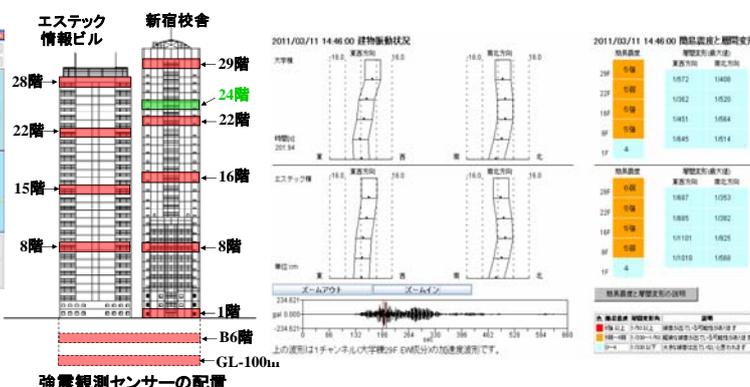


図 2: 地震計設置位置(左)と建物被害推定の WEB(東日本大震災時)

### 5. 設置概要

学内教育用 LAN を用いた緊急地震速報とオンサイト情報を利用したネットワーク(図 3)と防災用 LAN(UPS)を用いた緊急地震速報の 2 つのネットワーク環境により利用(図 4)。

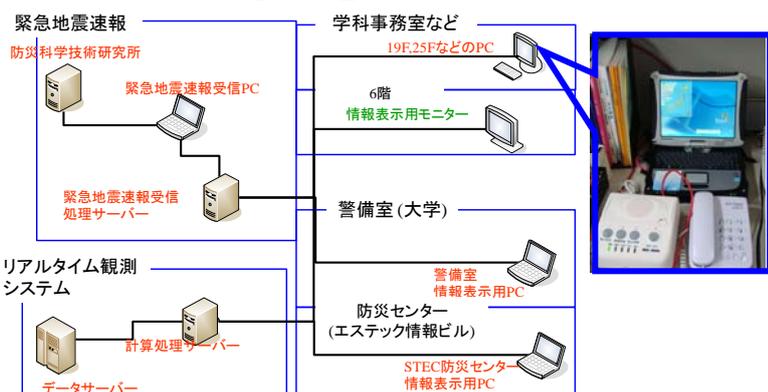


図 3: 学内教育用 LAN を利用した緊急地震速報とオンサイト情報の利用環境

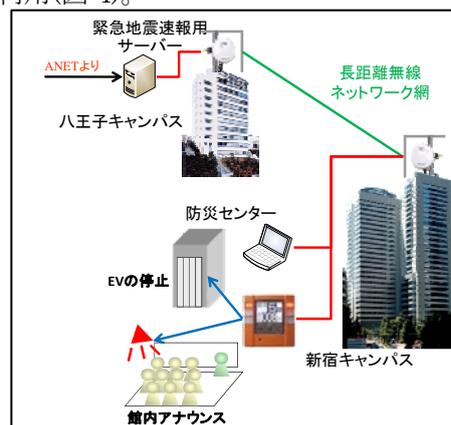


図 4: 防災用 LAN を利用した緊急地震速報

### 6. 本システムで期待している主な対応の内容

- 危険回避行動：緊急地震速報のアナウンスにより実施
- 迅速な初動対応：緊急地震速報及びリアルタイム地震情報から判断
- 建物の安全情報の提供：リアルタイム地震情報から建物の構造的被害を把握し、周知を行う。
- 長周期地震動への対応：緊急地震速報を利用して、長周期地震動の到達とその大きさを評価し、エレベータやアナウンスができるように防災科学技術研究所のソフトを改良して利用。
- エレベータ制御：ANET の緊急地震速報を活用して、エレベータ制御を実施
-

11. 事例	超高層建築物における緊急地震速報とオンサイト情報の活用事例	社名	工学院大学新宿キャンパス
--------	-------------------------------	----	--------------

7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)

毎年秋に実施している超高層建築物全体を対象とした防災訓練で利用。図5に示す一連の流れを訓練で実施している。さらに各階に図6に示すようなポスターを張り、緊急地震速報を見聞きした際の対応やフロアで危険な箇所や災害時利用できるものを周知している(写真1)。

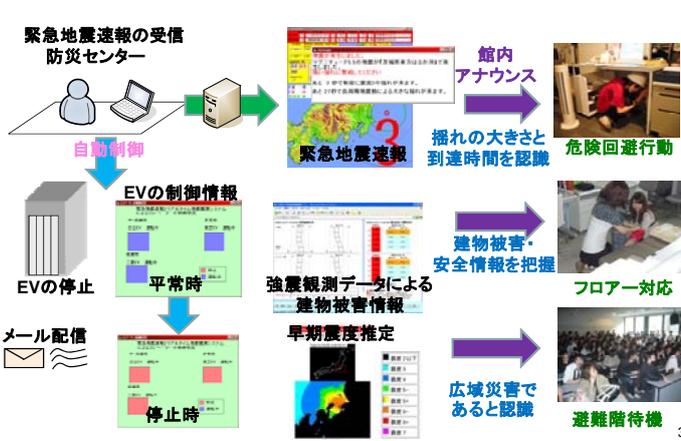


図5: 緊急地震速報とリアルタイム地震情報を利用した初動対応訓練のフロー



図6: 緊急地震速報の周知とフロア点検マップ用ポスター



写真1: 各階のポスター

8. 警報の状況・効果

東日本大震災では、緊急地震速報による推定震度が震度3程度であったため、警報の発動しなかった(図7)。しかし、リアルタイム地震情報については、地震発生直後建物の安全性について、確認することができた(図8)。長周期地震動への適用については、地震発生直後に防災科学技術研究所のソフトで予測対応を行っていたが、エレベータの制御については、2010年8月から導入したANETによる緊急地震速報により制御となったため、停止はしなかった。



図7: 東日本大震災での緊急地震速報の状況

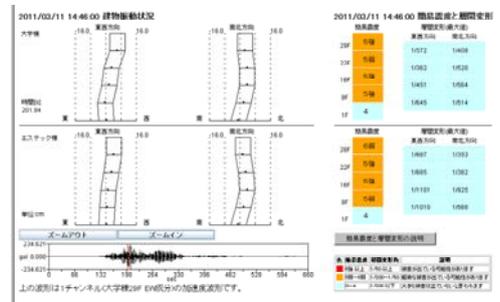


図8: 東日本大震災でのリアルタイム地震情報の状況

9. その他

リアルタイム地震情報システムにより、東日本大震災での前震、本震、余震といった多くの観測記録が得られている。また、それ以前の駿河湾での地震(2009/08/11)なども得られており、以下のページで公開している。

[http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/example/EQ\\_1997\\_2007\\_set.html](http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/example/EQ_1997_2007_set.html)

10. 参考文献・資料

- 久保智弘・久田嘉章: 首都圏にある超高層キャンパスの地震防災に関する研究 (その7: 緊急地震速報とリアルタイム地震観測システムの活用)、日本建築学会・講演梗概集、2007
- 久保智弘、久田嘉章、堀内茂木、山本俊六: 緊急地震速報を活用した長周期地震動予測と超高層ビルのエレベータ制御への適用、日本地震工学会、日本地震工学会論文集 第9巻、第2号 (特集号)、P31-50、2009
- Tomohiro KUBO, Yoshiaki HISADA, Masahiro MURAKAMI, Fusako KOSUGE and Kohei HAMANO: Application of an Earthquake Early Warning System and a Real-time Strong Motion Monitoring System in Emergency Response in a High-rise Building, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Volume 31, Issue 2, p231-239, 2011

12. 事例	大学キャンパスにおける緊急地震速報の活用事例	用途	教育施設での利活用
--------	------------------------	----	-----------

1. 概要

本事例は、大学キャンパスで緊急地震速報を利用している事例である。工学院大学八王子キャンパスでは、緊急地震速報を2008年から導入して、危険回避行動や大学の初動対応に利用している。毎年実施している防災訓練でも利用して、教職員や学生への周知活動を実施している。

2. 設置場所	東京都八王子市	3. 設置期間	2008年～現在
---------	---------	---------	----------

4. 設置システム

ANETからの緊急地震速報(図1)を八王子キャンパスで受信し、図1に示す八王子キャンパス全体への館内放送や隣接する犬目キャンパス、附属中高キャンパスへも緊急地震速報の配信、館内アナウンスを実施している。



図1:ANETの緊急地震速報



図2:工学院大学八王子キャンパス周辺

5. 設置概要

八王子キャンパスでは、15号館で緊急地震速報を受信し、そのデータを周辺の犬目キャンパスと附属中高キャンパスへ学内ネットワークを利用して、配信している。キャンパス内では、大学職員が職務をする2号館と警備員が常駐する東門と5号館1階でANETの緊急地震速報がPCで利用できる環境となっている(図3)。さらに防災用LAN(UPS)を用いて新宿キャンパスへも配信をしている(図4)。非常用放送についても震度5弱以上で館内放送を行うようになっている。



図3:八王子キャンパスと緊急地震速報について

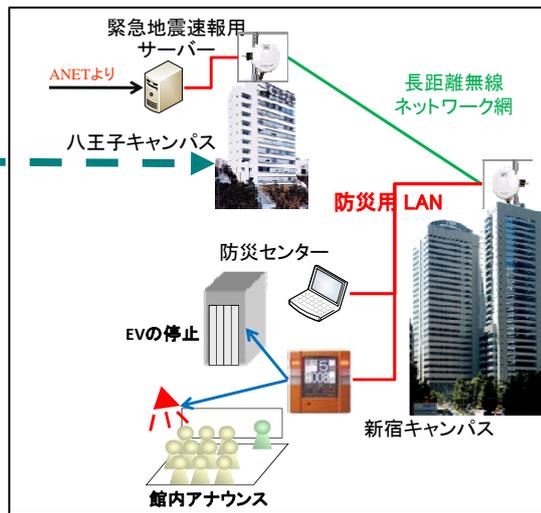


図4:防災用LANを利用した緊急地震速報

6. 本システムで期待している主な対応の内容

- 危険回避行動：緊急地震速報のアナウンスにより実施
- 迅速な初動対応：緊急地震速報から判断

12. 事例	大学キャンパスにおける緊急地震速報の活用事例	社名	工学院大学 八王子キャンパス
--------	------------------------	----	-------------------

7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)

毎年秋に実施している八王子キャンパス内での防災訓練で利用している(写真 1~3)。八王子キャンパスでは、各建物に危険な個所や災害時利用できるものがわかるよう点検マップ(図 5)を設置する準備を進めている。



写真 1: 教室での緊急地震速報に基づいた危険回避行動



写真 2: 統括防火管理者用 PC での緊急地震速報の画面



写真 3: パライトによる緊急地震速報



図 5: 八王子キャンパスにおける点検マップ例

8. 警報の状況・効果

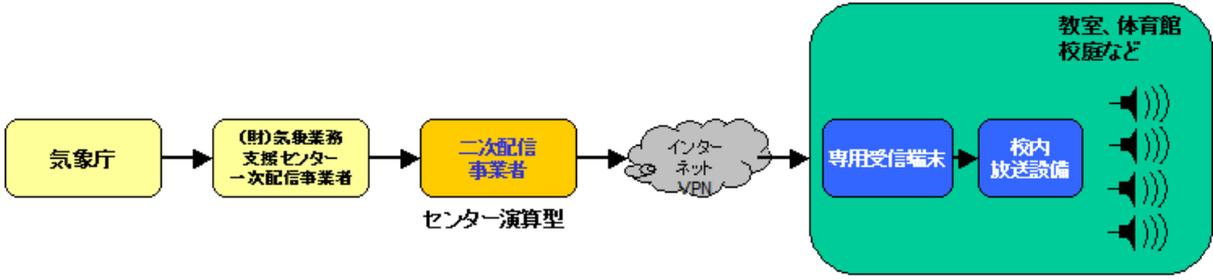
導入して間もないため、まだ警報を発信した事例はない。東日本大震災の際も推定震度が震度3程度であったため、警報の発動しなかった(図 7)。一方、八王子キャンパスでは研究設備として地震計は設置されているが、防災設備として警備室や統括防火管理者が利用できる環境ではない。このため、迅速な初動対応の実施にはまだ至っておらず、今後の検討項目となっている。

9. その他

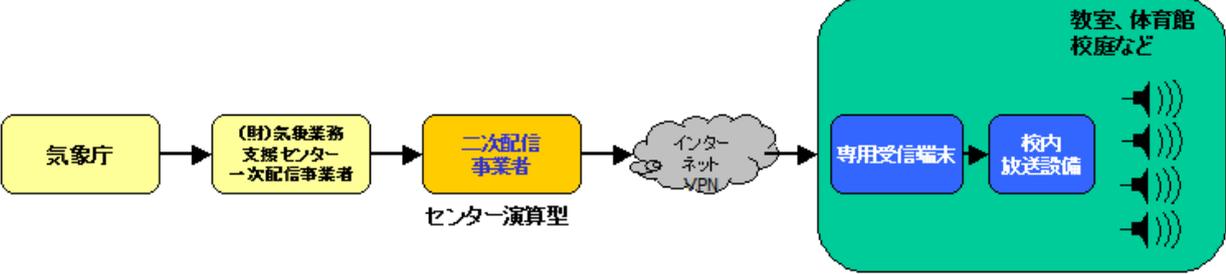
八王子キャンパスでは、キャンパス内の北側の建物(11号館)で強震観測を行っており、2012年にリアルタイム化する予定である。これにより、八王子キャンパスでも新宿キャンパスのように敷地内の震度をリアルタイムで把握することができるようになる。また、2012年夏に免震構造の総合教育棟が竣工予定であり、現在その建物へ地震計の設置を計画しており、実現されるとその建物でもリアルタイム地震観測と初動対応へ利用を予定している。

10. 参考文献・資料

特になし

13. 事例	学校教育現場における生徒、職員 及び保護者の安全確保	用途	教育施設での利活用
<p>1. 概要</p> <p>(財) 気象業務支援センターから受信した緊急地震速報を二次配信事業者・地震動予報業務許可事業者であらかじめ設置場所の推定震度、猶予時間を計算し、その結果を受信する。</p>			
2. 設置場所	東京都千代田区	3. 設置期間	2011年1月～現在
<p>4. 設置システム</p> <p>設置システム構成概要は下図のとおりである。</p> 			
<p>5. 設置概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>二次配信事業者（地震動予報業務許可事業者）は、当該学校の設置場所における予測震度、猶予時間を計算し（センター演算型）その結果をインターネットVPNにより送信する。</li> <li>専用受信端末は、予測震度及び猶予時間を7セグメント数字表示器（LED）により表示機能、音声出力、接点出力機能を有する。複数(8接点)の接点出力を有し、それぞれの接点で予測震度のレベルを設定することができる。接点は放送の制御のみに使用している。</li> <li>震度4以上が予測された場合に、非常警報設備による放送で報知する。 校内放送の範囲は全教室と校庭等である。 放送例は次のとおりである。 例：震度4、予測時間20秒の場合</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>①発生時： 「チャイム音（NHK） 地震発生 震度4 あと20秒」</li> <li>②あと15秒時： 「地震発生 震度4 あと15秒」</li> <li>③あと14秒時： 「地震発生 あと14秒」</li> <li>④あと12秒時： 「あと12秒」</li> <li>⑤あと10秒時～4秒時： 「10秒、9秒、8秒、7秒、6秒、5秒、4秒」</li> <li>⑥あと3秒以下： 「まもなく大きな揺れが来ます。」を0秒になるまで繰り返す。</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現地の揺れの状況は放送していない。</li> <li>・エレベーターは1基あるが制御はしていない。</li> </ul>			
<p>6. 本システムで期待している主な対応の内容</p> <p>学校教育現場において地震による被害の軽減に寄与できる。 特に災害弱者と云われる子供たちに対して、事前に大きな揺れが来ることがわかれば、安全の確保、避難誘導等が適切に行える。</p>			

13. 事例	学校教育現場における生徒、職員 及び保護者の安全確保	社名	A 学園中学高等学校 小学校、附属幼稚園
<p>7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・年 1 回独自の訓練を実施している。</li> <li>・緊急地震速報の放送が流れたら防災ずきんを着用し、机の下に避難するよう指導している。</li> </ul>			
<p>8. 警報の状況・効果</p> <p>2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・予測震度が小さかったため、発報はなかった。</li> <li>・当日は生徒 100 名、職員、父兄を含めて 200 名ほど在籍していた。一旦校庭に避難し、点呼後、クラブ活動ごとに教室で待機させた。特に混乱は発生しなかった。</li> <li>・一部帰宅困難者が出た。全生徒が帰宅できたのは、12 日の午後となった。生徒のみでは帰宅させないこととし、保護者が来れば引き渡す。非常食、毛布等は事前に準備している。</li> </ul>			
<p>9. その他</p> <p>(1)課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・精度の向上</li> <li>・震度 4 で発報するようにしてあるが、震度 4 の地震は稀であるため、日頃の対応としての報知レベルとして震度 3 の後半が設定できるとよい。</li> </ul> <p>(2)附属幼稚園、小学校</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・附属幼稚園と小学校があり、ここにも同様のものを設置し、震度 3 から放送をしている。</li> <li>・職員室で震度 3 から情報を得たいことから、放送も同様になっている。</li> </ul> <p>(3)その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急地震速報が発表されないのに揺れが来るのはクレームがある。</li> <li>・緊急地震速報による発報があつて揺れが来ないのは特に問題はない。</li> <li>・導入のきっかけは、東京都私学財団による補助金があつたことであり、他県にも関連校があるので、このような補助金があれば対応したい。</li> </ul>			
<p>10. 参考文献・資料</p>			

14. 事例	学校教育現場における生徒、職員の安全確保	用途	教育施設での利活用
<p>1. 概要</p> <p>(財) 気象業務支援センターから受信した緊急地震速報を二次配信事業者・地震動予報業務許可事業者であらかじめ設置場所の推定震度、猶予時間を計算し、その結果を受信する。</p>			
2. 設置場所	東京都三鷹市	3. 設置期間	2011年1月～現在
<p>4. 設置システム</p> <p>設置システム構成概要は下図のとおりである。</p>  <pre> graph LR     A[気象庁] --&gt; B["(財)気象業務支援センター 一次配信事業者"]     B --&gt; C["二次配信事業者 センター演算型"]     C --&gt; D["インターネット VPN"]     D --&gt; E[専用受信端末]     E --&gt; F["校内放送設備 教室、体育館 校庭など"]   </pre>			
<p>5. 設置概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>二次配信事業者（地震動予報業務許可事業者）は、当該学校の設置場所における予測震度、猶予時間を計算し（センター演算型）その結果をインターネットVPNにより送信する。</li> <li>専用受信端末は、予測震度及び猶予時間を7セグメント数字表示器（LED）により表示機能、音声出力、接点出力機能を有する。複数の接点出力(8接点)を有し、それぞれの接点で予測震度のレベルを設定することができる。接点は放送の制御のみに使用している。</li> <li>震度5弱以上が予測された場合に、非常警報設備による放送で報知する。なお、警備室では震度3から報知するように設定している。</li> </ul> <p>放送内容の例は次のとおりである</p> <p>例：震度5弱、予測時間9秒の場合</p> <p>①発生時： 「チャイム音（NHK） 地震発生 震度5弱 あと9秒」</p> <p>②あと8秒時～4秒時： 「8秒、7秒、6秒、5秒、4秒」</p> <p>③あと3秒以下： 「まもなく大きな揺れが着ます。」を0秒になるまで繰り返す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現地の揺れの状況は放送していない。</li> </ul>			
<p>6. 本システムで期待している主な対応の内容</p> <p>学校教育現場において生徒、職員が地震による被害の軽減を図ることができる。</p> <p>事前に大きな揺れが来ることがわかれば、安全の確保や避難誘導等が適切に行える。</p>			

14. 事例	学校教育現場における生徒、職員の安全確保	社名	B 大学附属中学高等学校
<p>7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ これまでは火災時の訓練のみであったが、現在は緊急地震速報とリンクして実施している</li> <li>・ 訓練は年1回実施しているが、学校の行事との関係で、気象庁が実施する12月1日の訓練には参加できず、端末の機能による独自の訓練により実施している。平成23年は6月6日に実施した。</li> <li>・ 訓練の実施に関する周知はホームルームの時間を利用している。</li> <li>・ 今後、火災訓練とは別立てで増やすことを検討している。</li> </ul>			
<p>8. 警報の状況・効果</p> <p>2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予測震度が小さかったため、発報はなかった。</li> <li>・ かなりの揺れに多くの生徒びっくりした様子であったが、教員が落ち着かせたため特にパニックになるような事はなかった。</li> <li>・ ほとんどの生徒は立っていられなく、座り込んだ。</li> </ul>			
<p>9. その他</p> <p>(1)課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 精度の向上</li> <li>・ 全教室、校庭等で館放送しているが、放送する震度の判断が自由にできるとよい。例えば震度5弱で放送するようにしておくとはほとんど発生しないため、対応を忘れられてしまう可能性があり、利用者側で震度4または震度4.5といったように自由に設定できる環境がほしい。</li> <li>・ 校庭でも放送しているが、近隣の住宅まで聞こえるので、何らかの考慮が必要。</li> <li>・ 試験中、特にヒヤリングの試験時や入学試験中の発報の時どのようにするかが解決していない。</li> <li>・ 今後の機器のメンテナンス等についてどのようにやっていくべきかが検討事項である。</li> </ul> <p>(2)その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 東京都私学財団の補助金により整備した。他県にも関連学校があり、そこでも補助金ができれば対応したい。</li> </ul>			
<p>10. 参考文献・資料</p>			

15. 事例	生産施設向けリアルタイム地震防災システム	用途	生産施設での利活用
--------	----------------------	----	-----------

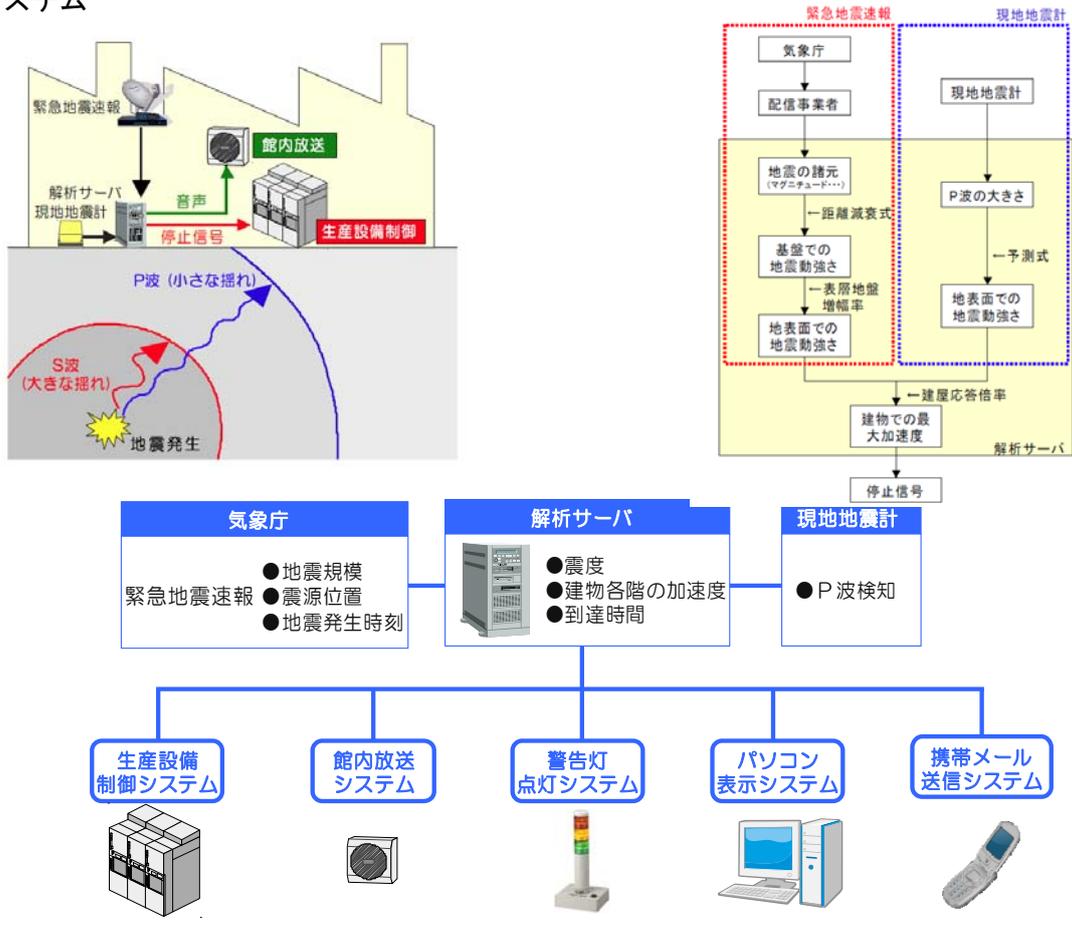
1. 概要

近傍で発生した地震（直下型地震）にも対応できるように、対象地点に地震計を設置し、現地で観測される揺れの情報に基づいて地震情報を配信するシステム。緊急地震速報とも併用して精度の向上をはかっている。

- 従来の手法で対応できない敷地 20km 以内の地点で発生する地震にも対応。
- 緊急地震速報との組み合わせによる精度向上。

2. 設置場所	三重県桑名市	3. 設置期間	2010年3月～
---------	--------	---------	----------

4. 設置システム



5. 設置概要

(設置施設の内容にかかわるので非公開)

6. 本システムで期待している主な対応の内容

- 社員の安全性の確保
- 製造装置の自動停止

15. 事例	生産施設向けリアルタイム地震防災システム	社名	大成建設
--------	----------------------	----	------

7. 教育・啓発活動および訓練（6. を実現するための）

■社員教育や、製造装置の自動停止への連動は、設置先企業が実施している。

8. 警報の状況・効果

兵庫県南部地震の地震観測記録を用いて、システムの動作時間も含めた動作検証試験を実施した。大成建設技術センターの三軸振動台で地震による揺れを再現し、地表面での揺れが 200cm/s<sup>2</sup> 以上と予測される場合に停止信号を配信するという条件で実施した。

図-1 に加振前と停止信号配信後の状況写真を示す。図-2 に示す兵庫県南部地震の神戸海洋気象台での観測記録の加振試験では、S 波開始の 3 秒程度前に停止信号を配信することを確認した。



図-1 加振時の状況

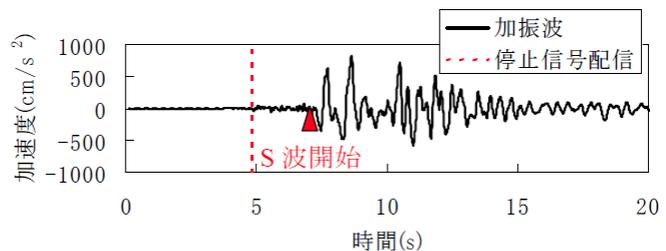


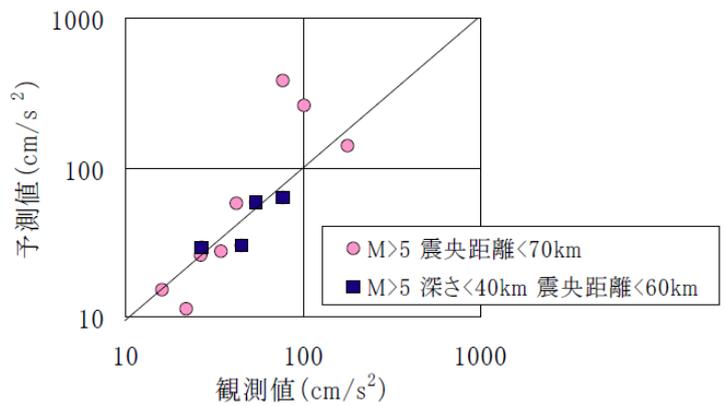
図-2 加振波形と停止信号配信時間の関係

9. その他

マグニチュード 5 以上の地震における地震観測記録を用いて、本システムでの最大加速度の予測値と、観測結果を比較した。

予測精度検証に用いた地震一覧

発生年月日	M <sub>J</sub>	深さ(km)	震源位置
1988年9月5日	5.6	30.0	山梨県東部
1989年7月9日	5.5	3.4	伊豆半島東方沖
1990年8月5日	5.3	13.6	箱根付近
1992年2月2日	5.7	92.3	東京湾
1996年3月6日	5.5	19.6	山梨県東部
1997年3月4日	5.9	2.6	伊豆半島東方沖
1998年5月3日	5.9	4.7	伊豆半島東方沖
1998年8月29日	5.3	64.6	東京湾
2002年6月14日	5.1	57.0	茨城県南部
2003年5月12日	5.3	46.9	千葉県北西部
2003年10月15日	5.1	73.9	東京湾
2005年7月23日	6	73.1	千葉県北西部



予測値と観測値の比較

10. 参考文献・資料

糸井達哉, 内山泰生, 高木政美, 末田隆敏, 長島一郎: 緊急地震速報と現地地震計の初期微動情報を併用した地震防災システムの開発と性能評価, 日本建築学会技術報告集, 第 33 号, pp. 827-832, 2010.

16. 事例	半導体工場向け緊急地震速報活用システム	用途	生産施設での利活用
--------	---------------------	----	-----------

### 1. 概要

- (1) 本事例は、半導体工場において緊急地震速報と連動した構内放送、自動遮断に関する実証実験の事例の紹介。
- (2) 過去に地震被害を受けた宮城沖電気株（当時）と REIC の共同研究・開発として、緊急地震速報の利活用、さらに現地に設置した地震計のデータを活用して、直下地震対応及び緊急地震速報の精度向上を目指したシステムの開発と実験をおこなった。
- (3) 本システムは 2005 年緊急地震速報連動型のプロトタイプシステム検証、2007 年オンサイト地震計併用型のプロトタイプシステム検証を経て、逐次改善をおこないながら現在に至っている。

2. 設置場所	宮城県大衡村	3. 設置期間	2005 年 4 月～ 現在に至る
---------	--------	---------	-------------------

### 4. 設置システム

本図は、現時点の設置システム構成図である。

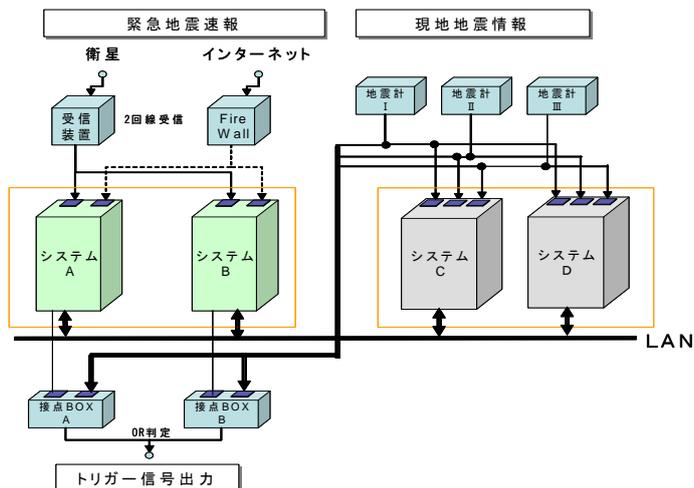
2005 年：

図の左部分（緊急地震速報）のみでスタート。

2007 年：

右部分（現地地震情報）を追加。

- (1) 緊急地震速報はインターネットと衛星の 2 系統で受信。



### 5. 設置概要

- (1) システム本体は 2 ラックに收容されて防災センターに設置
- (2) P波センサーは工場敷地内の 3 箇所に 3 台設置
- (3) 本システムからの接点出力は【放送】、【機器制御】、【遮断】の 3 種類（トリガー信号出力）。この信号出力によって工場全体に制動がかかる。将来予約の接点あり。

### 6. 本システムで期待している主な対応の内容

半導体工場における地震被害として、人的被害はもとより、仕掛品（加工中のシリコンウエハ等）の廃棄、半導体製造設備の破損により操業停止などが挙げられる。地震対策の概要（具体例）を以下に示す。

前提	震度6 (250~400Gal)	生産活動継続
	震度7以上 (>400Gal)	従業員への安全最優先 社会インフラが遮断されるため、生産活動継続困難
対応	想定地震	宮城県沖地震・・・30年以内の発生(確率99%) 宮城沖電気立地区域での想定震度5強
	予測地震波の想定	震度パラメータ、伝播特性、立地震波応答をシミュレーション
	対策	建物、設備の応答を予測し、軽減対策を実施 建物→高剛性化、設備→高重心設備の耐震性向上 精密設備の耐震性向上(防振機構の改善) インフラ→停電対策、検知器類の無停電化 純水供給、排気系、ボイラー類の耐震対策

16. 事例	半導体工場向け緊急地震速報活用システム	社名	NPO リアルタイム地震情報利用協議会
--------	---------------------	----	---------------------

7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)

- (1)従業員ひとりひとりに発災時に迅速な行動をとれるように携行サイズの行動マニュアルを作成・配布し、日常から意識向上に努めている。
- (2)地震発生シナリオによる防災訓練を工場全体で実施している。

8. 警報の状況・効果

(1)予測精度の検証

検証結果を図に示す。現地地震計に基づく推定加速度(SCA)は、実測値(SOB)と比べ最大 10%の誤差範囲に収まるのに対して、緊急地震速報による推定値(EEW)とは最大約 70%もの差が認められる、現地地震計を用いる推定計算の高精度を示すものである。

検証対象の地震は以下の4つ。

なお評価地点は宮城沖電気(古川市内)である。

①EQ050816

震源時刻:2005年8月16日 11時46分26秒  
 深さ:42km、規模:M7.2  
 震源位置:緯度 38.1 度 経度 142.3 度  
 震央距離:126km

②EQ051202

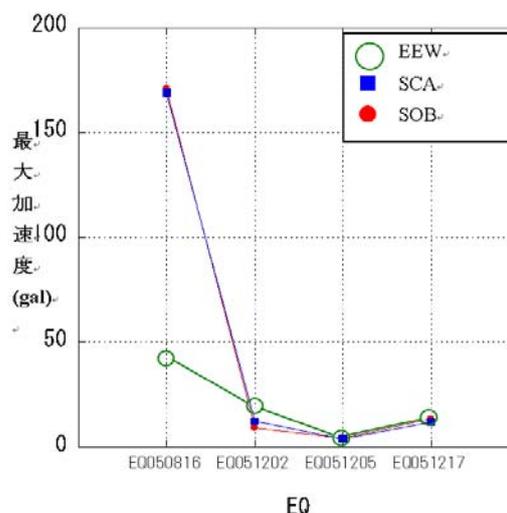
震源時刻:2005年12月2日 22時13分08秒  
 深さ:40km、規模:M6.6  
 震源位置:緯度 38.1 度 経度 142.4 度  
 震央距離:136km

③EQ051205

震源時刻:2005年12月5日 7時20分23秒  
 深さ:25km、規模:M5.5  
 震源位置:緯度 37.9 度 経度 142.7 度  
 震央距離:169km

④EQ051217

震源時刻:2005年12月17日 3時32分13秒  
 深さ:40km、規模:M6.1  
 震源位置:緯度 38.4 度 経度 142.2 度  
 震央距離:112km



推定加速度(SCA)と実測値(SOB)との比較

(2)警報の効果

緊急地震速報のみの導入であった 2005 年においては 8 月 16 日に震度 5 強の地震が発生した。また、オンサイト地震計併用型に移行した後の 2008 年は 6 月 14 日に震度 6 弱、7 月 24 日には震度 5 強の地震が発生したが、それぞれのシステム形態において対策実施前に比べて効果の検証をおこなえた。システム導入前と比べて、工場操業再開までの期間短縮に非常に大きな効果が認められた。

9. その他

10. 参考文献・資料

- 1) 吉岡献太郎：リアルタイム地震防災システムの概要，建築防災，2006.7.1，pp.22-27
- 2) 野田洋一、水谷悦郎：発電所・工場・プラント向け防災システムの開発・研究、高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト研究成果報告書

17. 事例	医療関係者向け緊急地震速報活用システム	用途	医療施設での利活用
--------	---------------------	----	-----------

1. 概要

(1)本事例は、緊急地震速報によって生み出すことが可能な、数秒ないし数10秒の猶予時間を、医療関係機関でどのように活用すべきかにつき、災害拠点病院の中で中心的な役割を果たす「独立行政法人国立病院機構災害医療センター」をモデルとして実証実験を含めて多面的に検討を行い、現場で利活用した事例の紹介。

(2)緊急地震速報の稼働実績として2007年7月の新潟中越沖地震、同年8月16日の千葉県東方沖地震速報をはじめとして幾度もシステム発報と揺れを体験しており、閾値の調整や実際の地震に際しての行動マニュアルの改善に役立っている。

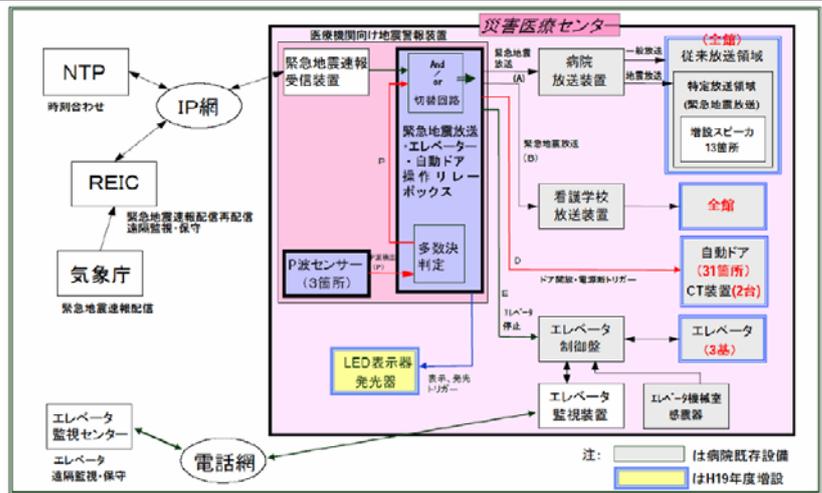
(3)本システムは2004年3月プロトタイプシステム稼働、2006年先行的運用開始・全館放送開始、2007年移設・P波センサー連動開始等のシステム構成・運用の拡張を計りながら現在に至っている。



2. 設置場所	東京都立川市	3. 設置期間	2004年3月～ 現在に至る
---------	--------	---------	----------------

4. 設置システム

本図は、現時点の設置システム構成図である。



5. 設置概要

- (1)システム本体はラック収容し防災センターに設置
- (2)P波センサーはセンター敷地内構造物に3台設置
- (3)接点出力数は将来計画を織り込んで40点

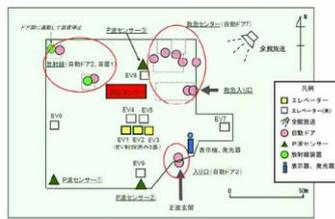


図5 1F運動装置

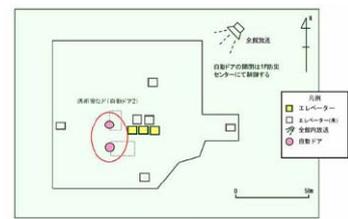


図6 2F運動装置

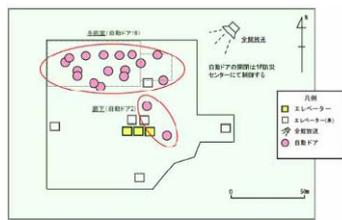


図7 3F運動装置



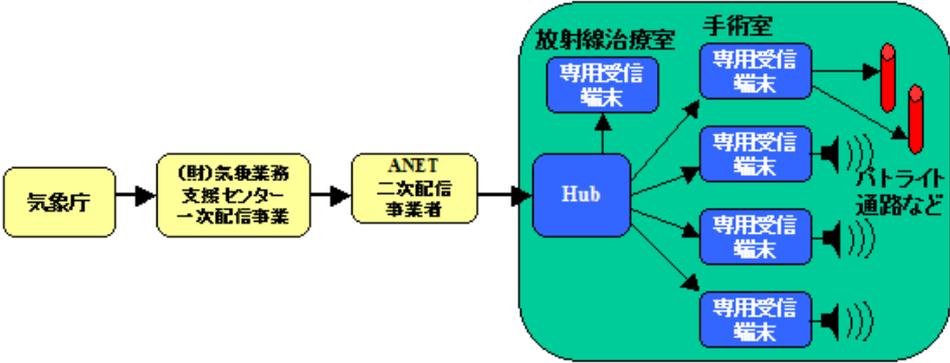
写真4 主な運動装置

6. 本システムで期待している主な対応の内容

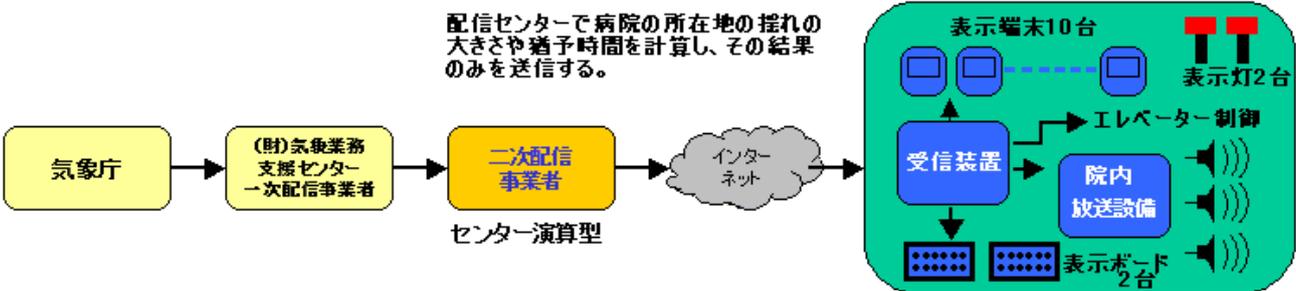
院内において緊急地震速報と連動した全館放送をおこない、あらかじめ作成した職員行動マニュアルにしたがって行動することとしている。これを徹底することで以下の4つの効果を期待している。

- ①スタッフの安全確保
- ②人工心肺・透析・人工呼吸器・酸素チューブの固定による患者の安全確保
- ③手術の一次中断
- ④スタッフによる患者などへの声掛け

17. 事例	医療関係者向け緊急地震速報活用システム	社名	NPO リアルタイム地震情報利用協議会
<p><b>7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)</b></p> <p>(1)職員や患者、外来者への周知徹底を行うために、全館放送、各種連動装置（エレベータ、自動扉、CT装置など）を実際に稼働させた防災訓練を年間2～4回程度実施している。</p> <p>(2)上記の防災訓練においては、一般市民・ボランティアの参加があることから、本システムを見学コースに含めることで、地域住民への啓発活動も行っている。</p> <p>(3)行動マニュアルは5年間をかけて作成されたものであるが、モデル実験期間における職員・患者・外来者へのアンケート結果や行動観察を反映したものとなっている。今後も本物の地震や訓練などを経てさらに改良が加えられてゆく予定である。</p> <p>(4)全国の災害医療センターなどに向けて「緊急地震速報導入の手引き」を作成、教育・啓発活動を行っている。</p>			
<p><b>8. 警報の状況・効果</b></p> <p>(1)災害医療センターにおいては本運用開始当初は大きな揺れの地震は発生しておらず、閾値を3.5（震度4）に設定している緊急地震速報による放送や装置の連動は一度も行なわれていなかった。そのため危機意識の低下をもたらす可能性があり、2007年1月から閾値を2.5（震度3）に下げ、年に数回はアラームが鳴るように変更した。その結果、同年7月16日の新潟中越沖地震の際には本震と最大余震の2回、またその1ヵ月後の8月16日の早朝の千葉県東方沖地震などでシステムの稼働実績を得る事ができた。</p> <p>(2)実際の地震での稼働は、2007年7月16日の中越沖地震の本震（午前）が、職員にとってもはじめてであったため、訓練と勘違いするものが多く、想定通りの行動ができない者が多かったが、6時間後の最大余震（午後）においては、ほぼ100%が放送を信用し適切な行動を行なう事ができた。</p> <p>また、8月16日の千葉県東方沖地震においては、午前4時頃と早朝であり、尚且つ猶予時間が数秒であったため、行動できない者が多かった。しかし、揺れが小さく被害が出なかった事は幸いであったが、実際に「夜間」や「短い猶予時間」の経験ができたことは貴重であった。</p> <p>(3)各稼働後に職員、患者、外来者を対象にしたアンケート調査を実施したが、その結果からも本システムの有効性を感じた意見が大多数であった。</p>			
<p><b>9. その他</b></p>			
<p><b>10. 参考文献・資料</b></p> <p>1) 堀内義仁・辺見弘(2006)：病院における緊急地震速報の利活用，第11回日本集団災害医学会。</p> <p>2) 柳川智明(2006)：緊急地震速報などリアルタイム災害情報の利用システムについて，第11回日本集団災害医学会総会併催企画「震災対策技術セミナー」。</p> <p>3) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様標準等の策定</p> <p>1) 特許出願</p> <p>(a) 柳川智明・藤縄幸雄(2004)：リアルタイム地震情報利用による医療用災害軽減装置および方法，特願2004-228184</p>			

18. 事例	手術中の医師の対応 放射線治療室の扉のロック解除	用途	医療施設での利活用
<p>1. 概要</p> <p>二次配信事業者（ANET:地震動予報業務許可事業者）から緊急地震速報を受信し、専用端末で設置場所の予測震度、猶予時間を計算する。その結果を専用端末で報知するとともにパトライトによる表示し、医師等緊急対応を実施する。</p>			
2. 設置場所	東京都港区	3. 設置期間	放射線治療室 2009年3月～現在 手術室 2011年3月～現在
<p>4. 設置システム</p> <p>設置システム構成概要は下図のとおりである。</p>  <p>図は、設置システムの構成を示しています。左から「気象庁」が「(財)気象業務支援センター 一次配信事業」に接続し、そこから「ANET 二次配信事業者」に接続します。ANETからは「Hub」が受信し、このHubは「放射線治療室」に1台の「専用受信端末」を、「手術室」に4台の「専用受信端末」を接続しています。また、手術室には2台の「パトライト」が設置されており、Hubからの信号を受信して表示します。パトライトは「パトライト通路など」を通じて設置されています。</p>			
<p>5. 設置概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・二次配信事業者のANETからインターネットを用いて受信し、5台の専用受信端末と2台のパトライトを設置している。それぞれ震度4で発報するようにしている。</li> <li>・1台は放射線治療室で、扉の開放を行っている。放射線治療はガン細胞に放射線を照射するが、地震の揺れでこれがずれると健全な細胞を破壊するため、揺れの来る前に止める必要がある。ドアが開くと放射線が停止する仕組みとなっている。</li> <li>・4台は手術室に設置し、施術中の安全確保のために利用している。</li> <li>・パトライトは2台を通路に設置し、看護師の対応のために使用している。</li> <li>・エレベーターの制御には使用していない。13基あるエレベーターにはP波センサーが取り付けられていて、これにより制御している。</li> </ul>			
<p>6. 本システムで期待している主な対応の内容</p> <p>(1)放射線治療室</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線治療室の扉は鉛板を使用した重いものであり、地震による歪みにより開閉出来なくなるおそれがあり、大きな揺れが到達する前にロックを解除しあらかじめ開放することで、閉じ込まれ事故を未然に防止することができる。</li> <li>・地震による揺れで放射線の照射がずれる前に停止することができ、放射線治療患者の安全を確保することができる。</li> </ul> <p>(2)手術室</p> <p>手術中には次のような危険性が潜んでおり、地震による揺れで危険な状況となる。</p> <p>①医師がメスを使用 ②患者の手術台から転落 ③照明器具の落下 ④計測機器の暴走など</p> <p>緊急地震速報の報知により、危険作業の回避、患者の安全確保、照明器具、計測機器をあらかじめ移動させ、手術室内の安全確保を行うことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・手術中の医師や看護師が揺れに対する心の準備ができる。</li> </ul>			

18. 事例	手術中の医師の対応 放射線治療室の扉のロック解除	社名	C 病院
<p>7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)</p> <p>放射線治療室では、独自の訓練を実施しているが、扉の制御を解除して実施したい。手術室での訓練は未実施だが、今後実施することで検討している。入院患者や外来患者に対する報知は行っていない。テレビも放映していないので、患者への周知は行っていない。</p>			
<p>8. 警報の状況・効果</p> <p>(1)2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・予測震度が小さかったため、実際の発報はなかった。</li> <li>・13基あるエレベーターはP波センサーにより停止した。病院のエレベーター保守作業順位は高いため、10～20分程度で保守業者が来て対応し、復旧に支障はなかった。</li> </ul> <p>(2)その他の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・3月11日以降放射線治療室で2回作動した。</li> <li>・医師の評判はよい。</li> <li>・精度が低下したことについての「全然違う」というような意見はない。</li> <li>・具体的な事例がまだ少ない。</li> </ul>			
<p>9. その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題としては、端末及び配信料が高価であり、更なる低廉化を望む。</li> <li>・手術中に突然大きな警報音が鳴動するとびっくりすることから、報知音については優しい音とした。これは、病院特有の報知音の選択と思える。</li> </ul>			
<p>10. 参考文献・資料</p>			

19. 事例	患者及び職員の安全確保	用途	医療施設での利活用
<p>1. 概要</p> <p>二次配信事業者（ANET:地震動予報業務許可事業者）から緊急地震速報を受信し、専用端末で設置場所の予測震度、猶予時間を計算する。その結果を専用端末で報知するとともにパトライトによる表示し、医師等緊急対応を実施する。</p>			
2. 設置場所		3. 設置期間	2008年6月～現在
<p>4. 設置システム</p> <p>設置システム構成概要は下図のとおりである。</p>  <p>The diagram illustrates the system architecture. It starts with the '気象庁' (Meteorological Agency) sending data to the '(財)気象業務支援センター 一次配信事業者' (Japan Meteorological Business Support Center Primary Distribution Operator). This data is then sent to the '二次配信事業者 センター演算型' (Secondary Distribution Operator Center Calculation Type). The data travels through the 'インターネット' (Internet) to the '受信装置' (Reception Device) at the hospital. The reception device is connected to '表示端末10台' (10 Display Terminals), '表示灯2台' (2 Indicator Lights), 'エレベーター制御' (Elevator Control), and '院内放送設備' (In-hospital Broadcasting Equipment). The broadcasting equipment is also connected to '表示ボード2台' (2 Display Boards).</p> <p>配信センターで病院の所在地の揺れの大きさや猶予時間を計算し、その結果のみを送信する。</p>			
<p>5. 設置概要</p> <p>センター演算方式により当該病院の予測震度や猶予時間を求め、それを受信装置で受信し、表示端末、表示ボード、表示灯、院内放送設備（緊急警報装置）へ入力し、全館放送を行っている。また、接点出力によりエレベーターの運行制御を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・受信端末 1台</li> <li>・表示端末 10台</li> <li>・表示ボード 2台 外来、受付、会計等人の集まるところに設置している。</li> <li>・表示灯 2台</li> </ul>			
<p>6. 本システムで期待している主な対応の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・患者び職員の安全確保</li> <li>・報知内容としては具体的な予測震度や猶予時間は報知しない。</li> <li>・チャイム音は使用せず、次の内容を放送している。 <ul style="list-style-type: none"> <li>「緊急地震速報を受診しました。安全を確保してください。（2回）」</li> <li>「間もなく強い揺れが来ます。落ち着いて行動してください。（2回）」</li> </ul> </li> <li>・その後、次の内容を放送している。 <ul style="list-style-type: none"> <li>「院内の皆様にお知らせいたします、こちらは防災センターです。当院は、地震が発生しても安全な構造となっております。落ち着いて指示に従ってください。なお、エレベーターは念のため運行を停止しますので、階段を利用してください。」</li> </ul> </li> </ul>			

19. 事例	患者及び職員の安全確保	社名	D 病院
<p>7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・年に1回院内の防災訓練に併せ独自の緊急地震速報対応訓練を実施している。</li> <li>・訓練に先立ち、訓練実施の案内を掲示する。</li> <li>・訓練日の当日、2時間前より定期的に院内放送で周知する。</li> </ul>			
<p>8. 警報の状況・効果</p>			
<p>9. その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題として精度の向上を望む。</li> </ul>			
<p>10. 参考文献・資料</p>			

20. 事例	デパートにおける災害対策 顧客及び従業員の安全確保	用途	集客施設での利活用
--------	------------------------------	----	-----------

1. 概要

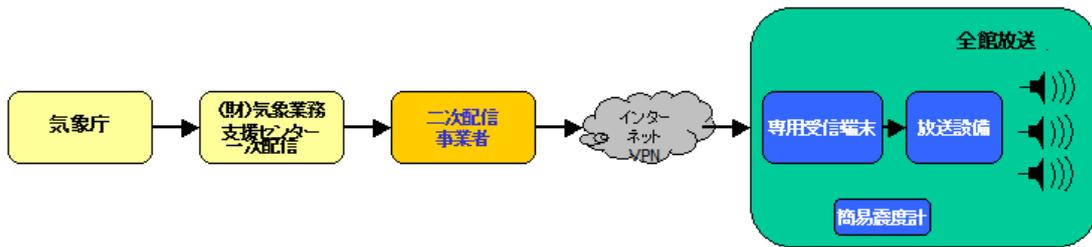
- (1) 本事例は、(株)伊勢丹における緊急地震速報の利活用として、館内放送を実施した事例である。
- (2) 2007年10月1日の一般向け緊急地震速報開始後に、全国10店舗に緊急地震速報を導入し、不特定多数者である来客者に対しても放送による報知を始めた。特に新宿本店では、店舗や各種施設が多く分散している中での連動システム構築を必要とした。



2. 設置場所	東京都新宿区	3. 設置期間	2007年8月～ 現在に至る
---------	--------	---------	----------------

4. 設置システム

専用受信端末及び緊急地震速報の詳細を表示するシステムを設置している。配信事業者からの回線はインターネットVPNを使用し、セキュリティの確保を行っている。



全国10店舗、および新宿本館関連施設、緊急地震速報に連動した全館一斉放送を実施。専用受信端末を警備室に設置し、これを館内放送設備に接続している。現在の所、駐車場等の半屋外施設などへは未実施（駐車場への放送は外部に音が漏れる可能性が高いため、報知内容に注意する必要がある）。館内放送される内容は右図であり、震度と猶予時間は報知されない。また、現在の所、放送設備以外の緊急地震速報による設備連動は実施していない。

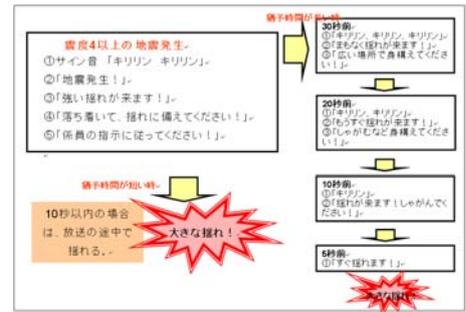
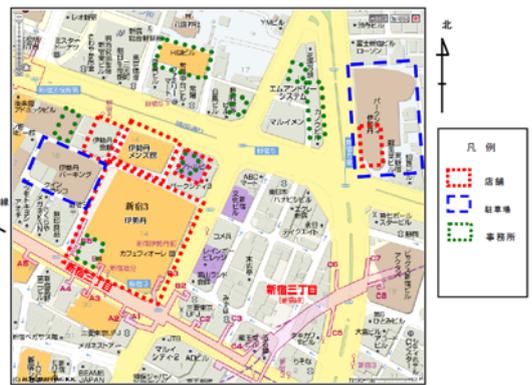


図4 放送パターン ※資料提供：(株)伊勢丹

来客者の誘導対応については、10秒から数10秒程度の猶予時間では百貨店の屋外に避難することは不可能に近いので、その場でできるだけ被害を軽減させるような対処を行うことを基本としている。

5. 設置概要

新宿本店の主要な施設の内訳は、店舗5、駐車場2、事務所7箇所（右図）。伊勢丹職員、施設・テナント関係者で常時約1万人に上り、不特定多数者である来客者は年間約3000万人（1日平均8万人以上）。



本館の上層階である7階等には、火気を頻りに利用する飲食店がテナントとして多数存在する。これらの設備に対して、緊急地震速報による連動工事を実施すると、館内みの配線工事費だけでも多くの費用がかかる。また、火気を利用する飲食店は清掃時には水を撒く事が多く、耐熱性だけでなく防水機能も有する装置が必要である。

近くには2つの地下鉄路線の駅があり、地下鉄駅の上にあることも、本百貨店での緊急地震速報の報知方法を難しくしている要因となっている。

エレベーターはP波センサーにより制御しており、専用受信端末は館内放送のみに使用している。

リスクマネージメントを担当する部署にさらに詳細情報を表示できるPC端末を設置し、これにより震源情報（位置、規模等）や主要動の伝搬状況を監視し、必要により指示を出すこととしている。簡易震度計を設置してあり、震度4以上のときに地震の揺れがあったことを放送している。

放送内容は「ただ今地震が発生しました。注意してください。」を日本語、英語、韓国語、中国語で放送している。緊急地震速報の放送後、このデータを参考として、あまり大きくなかったことも知らせている。

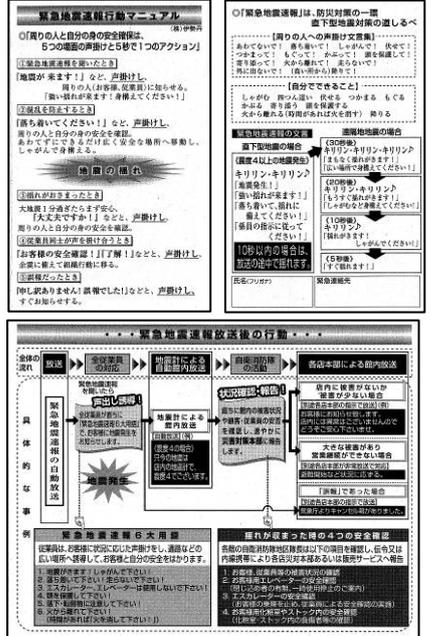
20. 事例	デパートにおける災害対策 顧客及び従業員の安全確保	社名	NPO リアルタイム地震情報 利用協議会
--------	------------------------------	----	-------------------------

6. 本システムで期待している主な対応の内容

緊急地震速報を活用する事により、震源が近く、緊急地震速報で数秒程度しか猶予時間の無い地震にも対応できるような組織・体制を目指す。また、あくまでも緊急地震速報は防災対策の一つとして考え、この情報自体を地震防災の道しるべとして防災全般に渡った対策を講じ、時間的に間に合わないと言われる地震の時にでも被害が軽減できるような体制を作り上げることを目指す。現状の実施内容は、以下の3項目である。

- ①緊急地震速報を用いてお客様と従業員に対して全館に地震発生の旨を放送する。
- ②従業員によるお客様への声かけ・誘導を迅速に行う。
- ③自分の身を守る行動訓練・意識向上を図る。

名刺サイズの説明カード「緊急地震速報行動マニュアル」(右図)を作成し、携行するようにしている。10万枚作成し、職員、顧客、グループ企業に既に6万枚配布(平成19年12月末)。



7. 教育・啓発活動および訓練(6.を実現するための)

- ① 9月末に緊急地震速報について、全社に社内テレビと社内報でお知らせ。
- ② 自衛消防隊長、販売部長に対して説明。
- ③ 「緊急地震速報行動マニュアル」の携行。
- ④ 開始直前に全店に社内テレビによる事前説明と各店ごと放送による訓練を集中的に実施。
- ⑤ 機器を設置している旨の放送を1日に2回実施(本店では毎日11時45分と17時45分、各支店では各自最適な時間帯に)。間に合わない場合もある旨も放送している。
- ⑥ 店舗館内に緊急地震速報に関するポスターを掲示することを検討。

8. 警報の状況・効果

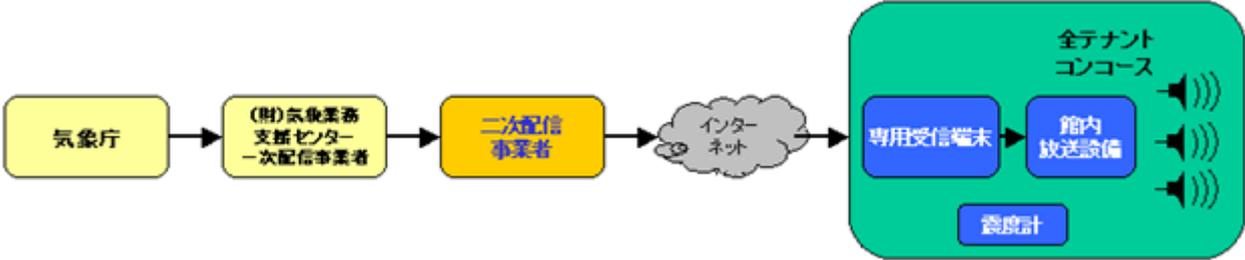
- (1)平成20年1月27日(日)午前10時33分33秒の静岡県西部の地震(深さ20km M3.8)
  - ・静岡伊勢丹の店舗で館内放送が稼働。実際の静岡市内の震度は1か2程度。
  - ・緊急地震速報の予測計算(静岡県中部の震度3から4程度)は大きめの値であった。
  - ・入店客数は約200人。一部のフロアを除き、「お声がけ」や待機はできて、特に混乱や苦情は発生しなかった。厨房は全く放送が聞こえなかったとのこと。
  - ・発報5分後に次のような収束放送を流した。「緊急地震速報が放送されたが、静岡で震度2の地震が発生。被害は発生していないので、お買物をお続けくださいませ。」
- (2)2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震関連
  - ・関東地方に緊急地震速報が発表されなかったため放送は行われなかった。大きな揺れに見舞われたが、普段からの訓練の成果により従業員が適切に対応した。指定したスペースにしゃがんで安全を確保した。
  - ・仙台支店では、放送が聞こえなかったとの報告があり、現実的には余裕がなかったようだ。各階の従業員がマニュアルに基づき独自で判断し、対応した。
  - ・一部客の中に統制が取れなかったものがあった。(化粧品売り場、地下食料品売り場)
  - ・高齢者が多かった催事場で腰を抜かした客がいて、従業員が背負って避難した。
  - ・精度が悪かった件については、特にクレーム等はなかった。
- (3)その他の状況
  - ・これまで新宿で2回、静岡で1回の実際の放送があったが、余り大きな地震ではなく、その旨も放送した。

9. その他

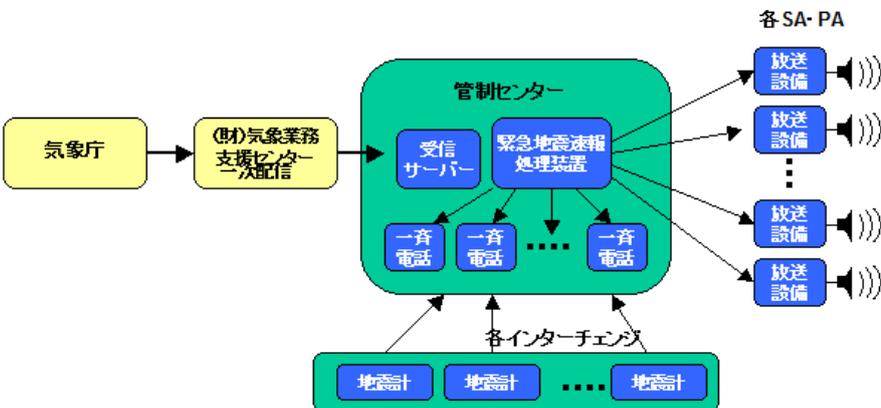
- ・デパートではフロアの構成が各階で異なり、特に天井までの高さが大きく異なる所があり、画一的な放送では聞こえない場合があり、改善の必要がある。
- ・直下型対応や地震の特性に関する教育が必要である。

10. 参考文献・資料

- (1) 百貨店 緊急地震速報 利用ガイドライン

21. 事例	地下街における災害対策 顧客及び従業員等の安全確保	用途	集客施設での利活用
<p>1. 概要</p> <p>二次配信事業者から緊急地震速報を受信し、設定基準に達したときに各テナント及びコンコース内に放送を行い、顧客、従業員及びコンコースの通行人の安全確保を目的としている。</p>			
2. 設置場所	東京都中央区	3. 設置期間	2006年～現在
<p>4. 設置システム</p> <p>二次配信事業者(NTT コミュニケーションズ)からの回線はインターネット IP-V6 を使用し、受信している。</p> 			
<p>5. 設置概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・専用受信端末は防災センターに設置し、これと非常警報設備とを接続し、各テナント及びコンコースで放送している。テナント数は、約 170 である。</li> <li>・チャイムは独自音を使用している。</li> <li>・放送内容は、「まもなく大きな地震が来ます。壁際によって身の安全を図ってください。」を 2 回放送する。</li> <li>・防災センターの近くに震度計を設置し、これで記録した震度もお知らせしている。</li> </ul>			
<p>6. 本システムで期待している主な対応の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・八重洲地下街は日本最大級の地下街で、地下街における地震災害の軽減に寄与できる。</li> <li>・日頃からの訓練によりテナント職員も緊急地震速報が発報された場合の対応を習得しているため、顧客への対応や従業員の適切な身の安全の確保が可能となる。</li> <li>・コンコースには通行人が数万人あり、コンコースでの報知によりこれらの人たちの安全の確保が可能となる。</li> </ul>			

21. 事例	地下街における災害対策 顧客及び従業員等の安全確保	社名	八重洲地下街(株)
<p>7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)</p> <p>(1) 訓練</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 毎年9月1日の防災の日に実施している。</li> <li>・ 開店前の20分間で実施</li> <li>・ 訓練の実施については、各店舗にビラを事前配布している。</li> </ul> <p>(2) 対応</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地下街から地上への階段は数十メートルおきに設置されていて、地上への避難は迅速にできるような構造となっている。</li> <li>・ 防災教育としてそれぞれのテナントの責任者は、マニュアルに定められた安全確保等の緊急対応を行い、その後、避難等を判断する。</li> <li>・ 地下街は地上よりも揺れが小さいといわれており、必ずしも地上が安全とは限らないことから、緊急地震速報を受けたら直ちに地上へ避難する対応は執っていない。</li> <li>・ 地上の状態を監視するカメラが設置されており、映像等により地上への避難が有効かの判断を防災センターが判断し、各テナントへ伝える。</li> </ul>			
<p>8. 警報の状況・効果</p> <p>2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予測震度が小さかったため、発報はなかった。</li> <li>・ 設置してある震度計で震度5弱を記録した。</li> <li>・ 当時、地下街に数万人の客がいたが特に混乱はなかった。</li> <li>・ 防災カメラで確認の結果、走っている人は数人程度であった。</li> <li>・ 酒瓶が落下して程度で、人的被害はなし。近隣の雑居ビルの窓ガラスが割れ、降ってきた。</li> </ul>			
<p>9. その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 課題として精度の向上を望む。</li> </ul>			
<p>10. 参考文献・資料</p>			

22. 事例	高速道路 SA・PA 利用者の安全確保 管制センター内職員の安全確保	用途	インフラストラクチャーでの 利活用
<p>1. 概要</p> <p>(財) 気象業務支援センターから緊急地震速報を直接受信し、管制センター、各サービスエリア(SA)、パーキングエリア(PA)の予測震度、猶予時間を計算し、その結果を送信し、放送により来場者及び職員へ報知する。</p> <p>SA・PAは30カ所存在している。</p>			
2. 設置場所	川崎市、中日本高速道路内の SA・PA	3. 設置期間	2007年10月～現在
<p>4. 設置システム</p> <p>設置システム構成概要は下図のとおりである。</p> 			
<p>5. 設置概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象業務支援センターからはIP-VPNを使用し、サーバーで受信している。</li> <li>・受信した情報を報知する場所ごとの予測震度、猶予時間を求め、震度5弱以上の揺れを予測したときに管制センター内、各SA及びPAへ送信し、拡声器により来場者へ報知している。</li> <li>・報知内容は緊急地震速報(警報)に準ずるものとし、「地震が発生し、大きな揺れが来る。」ことを放送している。</li> <li>・管制センター内への報知は、構内電話回線を用いた音声による一斉通報である。</li> </ul>			
<p>6. 本システムで期待している主な対応の内容</p> <p>高速で走行中に大きな揺れに見舞われると甚大な被害が発生することが予想されることから、緊急地震速報をカーラジオで聞き、減速や停車により高速道路内での地震による事故を防ぐことが期待される。</p> <p>また、SAやPAでは不特定多数の来場者があることから、緊急地震速報をいち早く報知することにより、身の安全を確保できることが期待される。</p>			

22. 事例	高速道路 SA・PA 利用者の安全確保 管制センター内職員の安全確保	社名	中日本高速道路
<p>7. 教育・啓発活動および訓練(6. を実現するための)</p> <p>訓練は毎年 12 月 1 日に実施している。内容は独自のものである。 車の運転中や大勢人の集まる所で緊急地震速報を見聞きした時の対応として、 図のもので周知している (図は中日本高速道路(株)ホームページより)</p>		 <p>【利用の心得】</p> <p>緊急地震速報 来る前に知る</p> <p>周囲の状況に応じてあわてずにはまず身の安全を確保する！</p> <p>緊急地震速報は見逃してからの、強い揺れが来るまでの時間が数秒から数十秒しかありませんその間に身を守るための行動を取る必要があります</p> <p>自動車運転中にカーラジオ等で受信した場合は</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● あわててスピードをおとさない</li> <li>● ハザードランプを点灯し、まわりの車に注意を促す</li> <li>● 急ブレーキはかけず、緩やかに速度をおとす</li> <li>● 大きな揺れを感じたら、道路の左側に停止</li> </ul> <p>人がおおせいる施設では</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 落ちついて行動</li> <li>● あわてて出口に走り出さない</li> </ul>	
<p>8. 警報の状況・効果</p> <p>2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管制センターもかなり揺れた。予測震度が小さかったため、実際の発報はなかった。</li> <li>・ IC の地震計の情報により、東京から御殿場までの間を通行止とした。</li> </ul>			
<p>9. その他</p> <p>精度が低下したことに対するクレーム等はなかった。</p>			
<p>10. 参考文献・資料</p>			

### 3.3 利活用についてのまとめと課題

緊急地震速報の現在の利活用事例を場所や施設毎に、建設現場 5 事例、事務所 5 事例、教育施設 4 事例、生産施設 2 事例、医療施設 3 事例、集客施設 2 事例、インフラストラクチャー 1 事例、と幅広い用途について計 22 事例を収集した。これらの利活用事例の検討から以下に述べるように、情報やそれらの利用方法等についてまとめ、今後の課題を抽出した。

緊急地震速報として用いる情報としては、支援センターや二次配信事業者から送られてくる情報のみに基づくものと、より高度な利用を行う際に対象地点における強震観測情報を併用しているものが存在していた。配信される情報の利用については、地震動予報業務許可事業者から受信端末を含めて調達して利用するような利用者側の技術的な負担が比較的軽いものから、支援センターもしくは二次配信業者から受信した情報を自身で加工して利用するものまで、利用者のレベルに合わせた形で情報が利用されていることが分かった。

課題としては誤報による影響が挙げられており、気象庁からの情報発信の更なる精度の向上により、更に安心して用いることができるようになると思われる。

予測情報の利用方法としては、大きく、情報を提示するものと、建築物・設備を制御するものの 2 つがある。

情報を提示する方法としては、大きく、聴覚を用いる方法と視覚を用いる方法に分けられる。聴覚を用いる方法としては、建設現場ではサイレンやスピーカー放送、事務所、商業施設等では館内放送などがある。視覚を用いる方法としては、単純な方法としては点灯があり、この場合は、明滅や点灯色の違いなどの差異により幾パターンかの情報を伝えることができる。視覚による方法のうち 1 つとしては情報表示があり、この場合は、パソコンの画面へのポップアップ、館内ディスプレイへの表示、携帯端末へのメール送信などがある。

課題としては、周囲に埋没してしまわず適切に伝達することのできる音による方法の検討、点灯などでは欠落するより詳細な情報を補う方法の検討、ディスプレイ等で表示される情報のより直感的かつ総合的な理解のための表示方法の検討、などが考えられる。

建築物・設備機器等を制御するものとしては、進行中である動作を抑制・停止するものと、行われるであろう行動を促進する準備をするものがある。

前者としては、エレベーターの最寄り階への運転・開扉が最も一般的なものである。その他、工場における機器制御や遮断、医療施設での放射線照射停止と開扉など、危険な物、状態に対しての制御を行っている。後者としては、避難に備えて、避難経路上の照明を確保する、避難経路上にある扉を解錠する、などがある。

課題としては、この種の対策を立てるために、生活の中で地震時に危険物に化すものがどこにあるのかを検討し認識することがある。

全体のシステム計画については、全体の形としては、情報を 1 本の流れで配信するもの、分岐を持って配信するものがあり、それらの配信経路については、例えば衛星電話とインターネット

の併用による二重化や、処理サーバーの二重化により、冗長性を持たせてより安定したシステムを形成しているものも見られた。

課題としては、緊急時の安全に関わるシステムにとって、セキュリティの確保、システムの安定性は重要であり、適切なコストの範囲で冗長性を持たせるために更なる検討と検証が必要であろう。

導入・運用（周知・訓練）については、導入時あるいは導入場所への入所時の利用者への教育、運用を継続する中での利用者に合わせてカスタマイズ、定期的な訓練の実施等が行われていた。

課題としては、利用者のニーズに合わせて適確なカスタマイズの実施、地震時に動揺しない程度に日常的・継続的にシステムに慣れておくこと、また、システム自体の導入を促すために、設置や撤去の手間や費用の軽減、適切なコストでできる緊急地震速報の提供・周知も重要である。

## 4 高度利用者向け緊急地震速報の新たな利活用

### 4.1 新たな利活用方法の検討

※下線の項目は、次年度以降に、建築研究開発コンソーシアムにおいて会員の参加する研究会等での検討が想定されるものを示している。

#### 4.1.1 配信・観測情報の利用

##### ①オンサイトの地震計を用いた直下型地震の際の補足

例えば生産施設のBCPを考えると、緊急地震速報が間に合わない場合でもP波のみの解析結果によって機械の運転・停止を判断した方が良い場合があると考えられる。このためには現地にもオンサイトの地震計を設置して、その観測記録をリアルタイムに利用することにより補完することが有効と考えられる。また、P波によって行った地震規模の予測と実際の結果を比較することで以後のP波による予測精度の向上が図られ、サイトの地震記録を用いることで緊急地震速報による予報の精度を改善することも可能となる。

##### ②オンサイトの地震計を用いた地震後ヘルスマonitoringによる安全確保

大きな地震に際しては、その後に発生する余震も考慮して、建物が安全かどうかを知ることが重要になる。緊急地震速報の発報を契機に、オンサイトの地震計による観測結果を基に構造体のヘルスマonitoringを速やかに行い、その結果を基に防災担当者等が、在館者が避難した方が良いかとどまった方が良いかを判断して放送等により指示することにより、大きな地震時であっても安全確保が可能となる。

##### ③地震計のローコスト化による新たな展開

現在地震観測等に用いられる振動センサの価格は一般に数十万円/台程度であり、更にデータ収録装置の価格もセンサと同程度であり、システムとして導入した場合かなり高価なものになってしまう。これらのセンサをローコスト化して地震計を建物内や生産機器に設置、モニタリング（入力加速度のチェック等）に利用できるようにすることで、地震動の機器への影響や、②で提示されているヘルスマonitoringの充実にも活用できる。ただし、コストと精度がトレードオフになる場合もあるので注意が必要である。

##### ④震源から予測対象地点までの観測情報も合わせた活用

震源から予測対象地点まで距離があってその間に地震観測点がある場合は、その観測情報をリアルタイムに活用することで、予測対象地点（予測対象建物）の揺れがどのようになるかを、より適切に評価することができる。これは⑤の長周期地震動による対策の場合もあてはまる。

##### ⑤長周期地震対策

気象庁は「長周期地震動に関する情報のあり方検討会」において、「長周期地震動に関する情報のあり方について検討を行っている<sup>41</sup>。検討会の資料の素案では、「地震情報として広く一般に提供するもの」を挙げており、「施設管理者、防災関係機関」等が「防災対応の目的のために利用可能な波形や応答スペクトル等のデータの提供内容や手段等については別途検討することとした



などの受信機から警報音を発し、災害の発生と災害情報をいち早く知らせるものである。緊急警報放送には特殊な信号が含まれており、緊急警報放送に対応した機能を備えた受信機を使用すると、通電待機状態（電源はつながっていてもスイッチが OFF の状態）でも信号受信時に自動的に起動し、災害発生をいち早く知ることができる。

一方で、緊急地震速報（警報）が発表された時にテレビ・ラジオは自動でスイッチオンにはならない。緊急地震速報（警報）は、テレビ画面を点けたりラジオの音声を流したりして番組が流れているところにスーパーとして文字や音声を重ねることにより放送される。緊急地震速報（予報）により予め設定した閾値でテレビ・ラジオを自動でスイッチオンにすることで、緊急地震速報（警報）が出た場合に確認をすることができるような方法を検討することも考えられる。

### ③ 防災センター職員への情報提示方法

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震の際に、防災センターのモニターに震源情報のみならず予想震度分布地図を表示することで、防災センター職員が通常地震とは異なることをいち早く認識して初動対応が早くとれた事例が確認されている。地震動の広がりを見視的に確認することは、建物の管理者だけでなく、一般の人達が地震規模の大きさを認識して行動するのにも有効に活用できると考えられる。

図は緊急地震速報受信ソフトウェアの一例である。2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震の際に記録されたログを基に画面を再現したものであり、広範囲にわたって揺れが予想されているのが見て取れる。

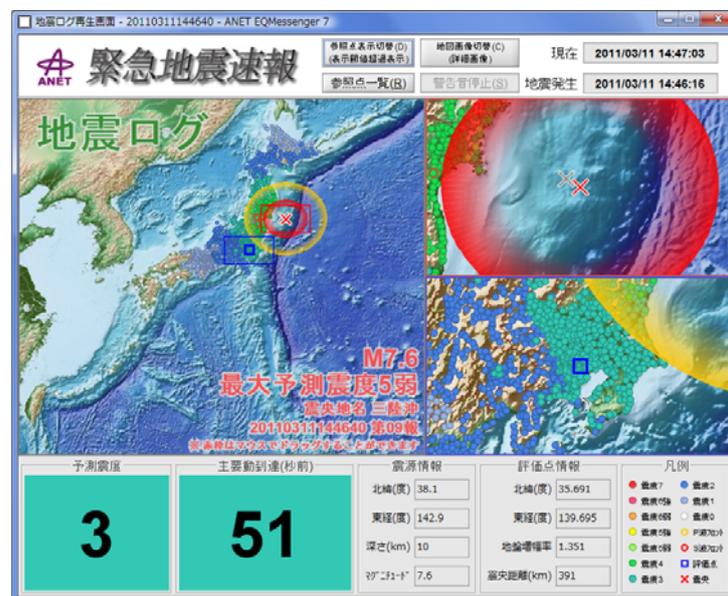


図 4-2 緊急地震速報受信ソフトウェアの例 4-6

### ④ 地震に伴って動く可能性があるものについてのガイダンス（表示、音声）

免震建築物は、平成 12 年建設省告示第 2009 号の第 4 の 4 の規定により、「免震建築物であることの表示」が義務付けられている。日本免震構造協会の建築計画委員会では、表示用のサンプルとして、図のような表示を作っている<sup>7</sup>。しかしながら、総ての人がこれらの表示に気づくわけでもないため、緊急地震速報により、揺れが始まる前に、「あと〇秒で揺れが来ます、この建築物

は動きますので、〇〇の位置から離れてください」など、音声によるガイダンスを行うことも有効である。建築物の中にも可動書架などのように地震時に動くものがあるので、同様に、表示によるガイダンスと共に、音声によるガイダンスを併用することが有効と考えられる。

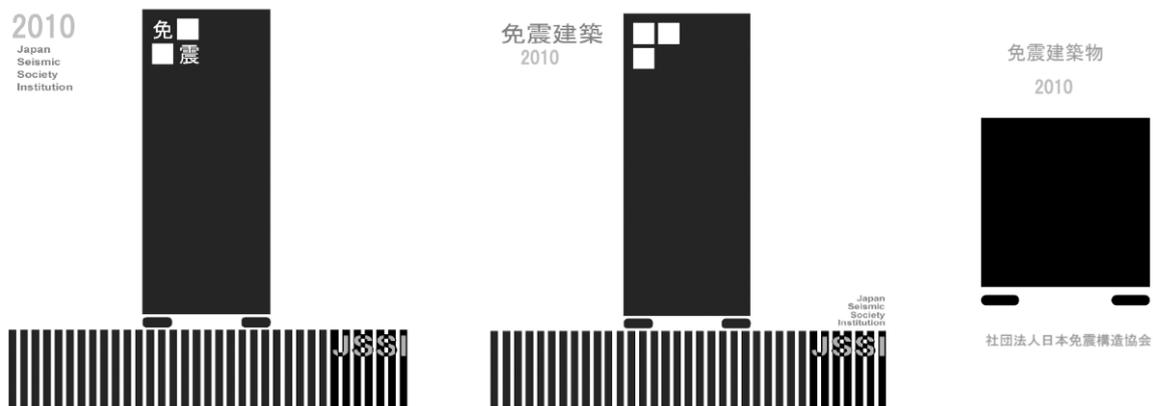


図 4-3 免震建築物の表示のサンプル<sup>4-7</sup>

#### ⑤ 地震時に先立つ注意情報の提示

地震時に建物に在館している人達は、必ずしもその建物の状況について理解している人達ばかりでないので、緊急地震速報により揺れくることについて適切に情報提示を行う必要がある。緊急地震速報を契機として、その場に留まることを基本としつつ、落下物等の危険を回避する（落下や転倒の恐れのある物から離れる、あるいは机の下に潜る）ことをアナウンスすることが考えられる。また屋内同様に、屋外にいる人達にも、緊急地震速報による猶予時間がある中で、安全な場所を確保することをアナウンスすることが考えられる。いずれの場合も、パニックを起こさない範囲でどのように注意情報を提示できるかが重要となる。

#### ⑥ 緊急地震速報への情報の付加

緊急地震速報に情報を付加することで減災を図ることも考えられる。どのような情報の付加が有効かは、利用者属性や地域毎に異なる。例えば、建物の関係者向けには、構造モニタリングによる建物の揺れ、気象庁発表の震度等、地震に関する一連の情報をメール等で配信する仕組みを既に構築している例もあるとのことであり、一般の人向けには、津波情報、観測された震度情報（震度が小さいことを知れば安心情報にもなる）、鉄道等の運行情報（帰宅難民対策）等の情報を付加することも考えられる。地域的に考えると、例えば、山間部では雪崩や山崩れの注意情報を付加することや、ダム決壊注意の情報を付加することが有効な場合が考えられ、海岸沿いでは津波注意情報を付加することが有効な場合が考えられる。人口密集地域では火災注意情報や避難先情報について付加することも考えられる。

また、緊急地震速報は、警報、予報によって利用形態が異なっており、警報で利用する場合は登録した地点での予測震度のみが表示されている。企業が利用する場合での予報は、広域に分布している工場・店舗等で利用する場合は、地震到達後の各地の揺れ分布を知ること、防災・減災に利用出来る。このような付加情報として、現在独立行政法人防災科学技術研究所で公開している強震モニター（各地の地震の揺れを大きさを表示する）を同時に表示する事等、新たな情報を付加することが考えられる。

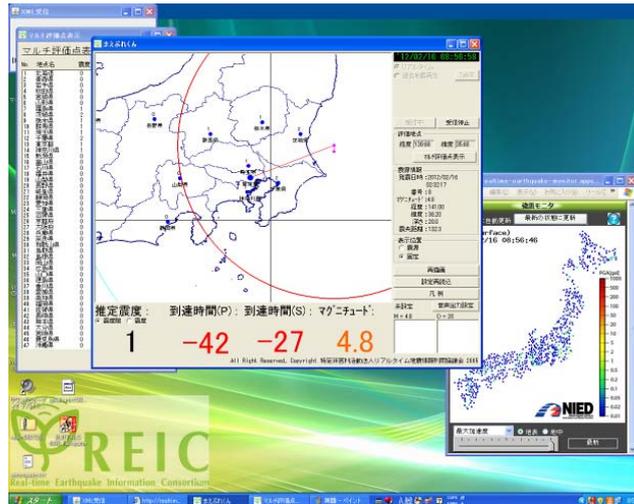


図 4-4 緊急地震速報画面に強震モニターを同時に表示した事例

大規模な地震では、崖崩れや地滑りなどの土砂災害が発生することがある。1995年の兵庫県南部地震では、仁川百合野地区で大規模な地すべり（幅約100m、長さ約100mで、深さ15m、移動土塊は約10万m<sup>3</sup>）が発生し、家屋13戸を押しつぶし、34名の人命が失われた。土砂災害による被害防止のため、各都道府県では土砂災害危険箇所が公表されている。公表された危険箇所について崖や斜面下部に建物や住居がある場合には、緊急地震速報に基づく情報を配信することで早期避難につなげて人的被害の軽減に役立てることもできると考える。

#### ⑦ 移動を伴う場合の緊急地震速報の提示

現在では携帯電話は広く普及し、高機能で比較的大画面なスマートフォンも普及を始めている。図に示したソフトは、予め設定した地点に関して緊急地震速報に関連した情報を表示するものであり、大画面の利点を活用して様々な表示ができる。新たな展開としては、リアルタイムでの位置情報の更新などが考えられる。



図 4-5 携帯端末にソフトを導入した事例

### 4.1.3 建築物・設備機器等の制御

#### ① 新しい設計技術・建物耐震性評価法の開発

現行の建物の構造設計では、骨組架構について、中小地震に対して軽微な損傷にとどめること、大地震に対しては倒壊しないこと、という設計規範が用いられているが、建物設備やその他、建物が供用している機能が維持されること、地震後に防災上の観点からその建物が有効に利用できるかどうか、という点について評価する新しい耐震性能尺度を導入し、設計時にこれを評価することが考えられる。この時、緊急地震速報のハード、ソフト（対処計画など）が整備されている場合には、必然的に高いランクに評価されることになる。

表 4-1 新しい設計技術・建物耐震性評価法に関するイメージ

	地震（動）の大きさ	構造システム	建物（設備を含む建物機能）
現行の建物の構造設計規範	稀に発生する地震動 L1	大きな損傷を受けない	ほとんど影響を受けない
	L1 < L < L2	多少の損傷はやむをえないが、 建物の継続使用が可能	機能維持 防災・避難拠点として利用可
	極めて稀に発生する地震動 L2	倒壊・崩壊しないこと	人命・財産の保全

緊急地震速報のハード・ソフトにより  
これらの性能が向上する

#### ② 緊急地震速報を活用した新しい構造システムの創成

地震に対してリアルタイムで構造体について制御することで建築物の耐震性向上を図るものとして既に実現されているものもある<sup>9</sup>。図はセンサーで感知した地盤の揺れをリアルタイムに計算し、アクチュエータにより建物を地盤の揺れと反対方向に動かすもので、2011年3月9日に宮城県北部で地震が発生した際に初めて作動している。



図 4-6 構造体を動かすアクチュエータ<sup>4-8</sup>

ピロティ構造形式の建物では、地震時にのみ出現するフェールセーフ腰壁、または斜材を用意しておき、緊急地震速報受信時に機能させることによって耐震安全性を向上させることも想定される。ピロティ建物の他にも、大空間建築や耐震要素の偏在など耐震性と相容れない建物機能上の要求に対して、これをサポートする耐震フェールセーフ機構を緊急地震速報に連動させることで、利用上の利点と耐震性の向上を図ることが可能となる。

津波が予見される地震速報を受信した時に、居住者が避難済みの低層階について、外装材を意図的に落下させたり、外壁に開口を自動的に開けるなどして、津波荷重の低減を図ることのできる津波避難ビルも考えられる。

### ③ 機器、家具等の耐震技術

緊急地震速報と連動して、可動書架やラックなどをロックすることが考えられる。移動ラックの免震機構やキャビネットベースの免震機構は既に実用化されているので、そのような機構と連動することも想定される。また、倉庫のパレットなどは、固定ロックを解除して免震化して、倉庫に作用する地震力を低減することも考えられる。

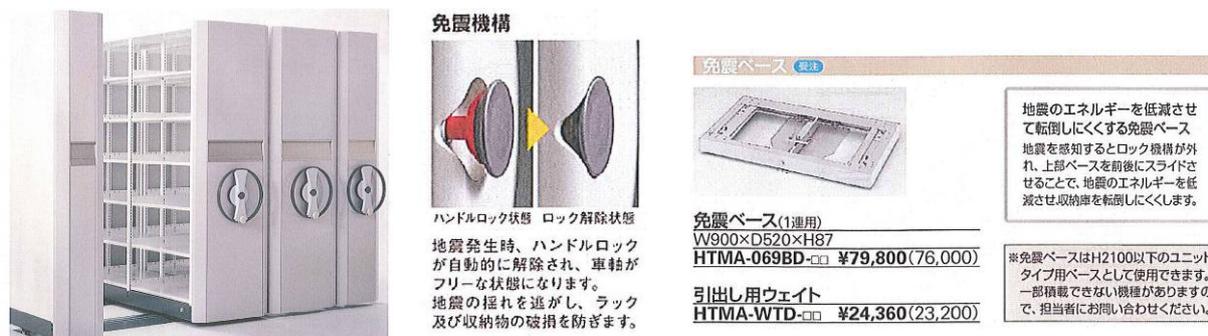


図 4-7 移動ラックの免震機構 <sup>4-9</sup>

図 4-8 免震機構のあるキャビネットベース <sup>4-10</sup>

### ④ 自家発電・給電システムとの連動

大規模なコージェネレーションシステムを用意して常時と非常時を含めて稼働させるようなことがある。一方で、そのような大掛かりな設備を設けられない場合を想定して、専ら非常時を想定したバックアップ用電源を用意して緊急地震速報を受信することで起動させるような方法も、建物規模によっては必要と考えられる。また、スマートグリッドと連携させる方法も今後は検討される可能性がある。

#### 4.1.4 導入・運用（周知・訓練等）

##### ① 緊急地震速報受信のためのシステムのリース

緊急地震速報を受信するためのシステムは、機器だけで少なくとも数十万円かかる。このため、短期の催し物や建設現場等ではコストが問題となって導入を躊躇することが考えられる。このように一時的に緊急地震速報を必要とする場面のために、リース会社による緊急地震速報の現場システムの貸出が考えられる。緊急地震速報の導入が一般的になればスケールメリットが出て、廉価でリースを行うことが可能と考える。

#### 参考文献

- 4-1) [http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tyoshuki\\_kentokai/kentokai3/index20120214.html](http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tyoshuki_kentokai/kentokai3/index20120214.html)  
『長周期地震動に関する情報のあり方検討会』（第3回）の開催について」（※2012年3月閲覧）
- 4-2) <http://www.patlite.co.jp/product/detail.php?i=296>（※パトライト社サイト。2012年3月現在）
- 4-3) [http://www.meisei.co.jp/products/019\\_a3.pdf](http://www.meisei.co.jp/products/019_a3.pdf)（※明星電気株式会社サイト。2012年3月現在）
- 4-4) 緊急地震速報について（Q&A）：<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/faq/faq25.html>
- 4-5) 緊急警報放送について：<http://www.nhk.or.jp/digital/guide/faq/Emerg01.html>
- 4-6) <http://www.anetrt.net/service/eew/receive/soft.html>（※ANETのサイト。2012年3月現在）

4-7) 免震について (免震建築物の表示) : <http://www.jssi.or.jp/plus/hyouji.html>

(社団法人に本免震構造協会サイトより)

4-8) <http://www.obayashi.co.jp/tri/news/cat8/11030912.html> (※大林組サイト。2012年3月閲覧)

4-9) イナバイインターナショナル OFFICE CATALOGUE vol.19 2012-2013

4-10) イトーキ総合カタログ 2012-2013

## 4.2 街区・地域震災対策としての新たな利活用の提案：新宿駅周辺地域における取組の例

### 4.2.1. 新宿駅周辺地域における取組

大地震が発生した場合、交通機関の停止により、都心の多くの地域では滞留者が多く発生することが予想されている<sup>4-11</sup>。実際、2004年千葉県北西部地震や2011年東日本大震災でも新宿駅では多くの滞留者や帰宅困難者(帰宅難民)が生じ、都市機能を麻痺させる一因となった(写真4-1、2)。さらに深刻なのは、首都直下地震などで想定されている大勢の傷病者への対応である。現在の自治体の地域防災計画は主として住民(夜間人口)を対象としており、昼間人口が圧倒的に多い都心部では、多くの傷病者が治療を受けられない治療難民となると考えられている。このため、新宿駅周辺地域では自治体(新宿、東京都)と地元事業者・医師会などの連携により、地域の地震災害を低減するため、新宿ルール(自助・共助・公助の役割)の策定や防災訓練の実施、セミナー・検証会の開催、など様々な取り組みが行われている<sup>4-12~15</sup>。ここでは取組の概要を紹介し、新たな利活用への提案を模索する。



写真 4-1 東日本大震災における新宿駅西口の様子

写真 4-2 東日本大震災における新宿駅改札の様子

まず、以下に新宿駅周辺地域での取り組みを紹介する。

- ・2002～2004年度：新宿区に新宿区帰宅困難者対策推進協議会を設置し、2004年に報告書を提出している。
- ・2007年度：2004年千葉県北西部地震による首都圏交通網が麻痺し、都心部の駅が大混乱した経験を踏まえ、東京都や新宿区と事業者の協働による新宿駅周辺滞留者対策訓練協議会を設置し、滞留者に関する情報共有と避難場所への誘導を主目的とした地域防災訓練を実施した。写真4-3、4は、2008年1月25日に実施した新宿駅駅前滞留者訓練の様子である。鉄道機関などの協力を得て地下鉄駅構内から地上までの避難訓練、災害時要援護者を優先した周辺施設への収容訓練、広域避難所である新宿中央公園での体験訓練、西口と東口に現地本部を立ち上げ、周辺情報の収集と情報共有訓練を行った。
- ・2008年度：新宿駅周辺滞留者対策訓練協議会により、地域防災訓練を実施した<sup>4-13</sup>。写真4-5～8は、2008年10月に実施した訓練の様子であり、超高層ビル(工学院大学)での発災対応型訓練、東京消防庁・DMATと連携した傷病者対応訓練、地元ボランティアによる災害時要援護者の誘導・受入れ訓練、現地本部(西口・東口)での情報共有訓練、広域避難場所(新宿区中央公園など)でのボランティア活動訓練、などを実施した。



写真 4-3 新宿駅駅前滞留者対策訓練の様子(避難・誘導訓練、2008年1月)



写真 4-4 新宿駅駅前滞留者対策訓練の様子(情報共有訓練、2008年1月)



写真 4-5 超高層高層階での発災対応型訓練の様子(工学院大学、2008年10月)



写真 4-6 東京消防庁・DMAT と連携した傷病者対応訓練(工学院大学、2008年10月)



写真 4-7 災害時要援護者の誘導訓練の様子(西口地域、2008年10月)



写真 4-8 西口現地本部における情報共有訓練の様子(工学院大学、2008年10月)

- ・2009年度：駅周辺滞留者への対応だけでなく、地域自らの震災対策を行うため、新宿駅周辺滞留者対策訓練協議会から新宿駅周辺防災対策協議会と名称変更を行った。また工学院大学にて、西口地域の防災担当者・施設管理者を主な対象として新都心の減災セミナーを開催した<sup>4-12</sup>（1年で7回のセミナーとシンポジウムなどの開催、2010年度まで実施）。さらに超高層ビル（工学院大学）での発災対応型訓練、西口と東口に設置する現地本部（西口：工学院大学、東口：新宿区役所分庁舎）での情報共有を行う地域防災訓練を実施した<sup>4-14</sup>。
- ・2010年：新宿駅周辺防災対策協議会に、東口・西口地域地震防災訓練実行委員会を、さらに西口地域では、防災対策研究会と西口地域応急救護研究会を設置し、地域特性に応じた防災・減災対策を実施した<sup>4-15</sup>。写真4-9、10は、2010年10月5日に実施した新宿駅西口地域地震防災訓練における情報共有訓練と傷病者対応訓練の様子を示す。地元事業者によるボランティアと新宿医師会と拠点病院（東京医科大学病院、東京女子医大病院）、および新宿区が連携し、医師によるトリアージの実施、ボランティアによる負傷者の救護所や拠点病院までの搬送や応急手当、現地本部における情報収集と共有などの訓練を行った。



写真 4-9 新宿駅西口地域地震防災訓練の様子(情報共有訓練、2010年10月)



写真 4-10 2010年度新宿駅西口地域地震防災訓練の様子(傷病者対応訓練、2010年10月)

以上のように、2011年東日本大震災までに、新宿駅西口地域では駅周辺滞留者や帰宅困難者への対応、現地本部における情報共有、傷病者対応への訓練などの地震災害を想定した実践的な訓練を新宿ルールに基づき実施していた。このため、東日本大震災では帰宅困難者の誘導や受け入れを実施した事業者も多くあった。例として写真4-11には、工学院大学での帰宅困難者（約700名）の受け入れの様子を、写真4-12には帰宅困難者への情報提供の様子を示す。しかし、訓練では想定していた現地本部の立上げや地元事業者による地域情報等の共有は、防災担当者が属する事業者の対応に追われ、かつ地域内での情報連絡が困難であったため、実施できなかった。その結果、東京都庁舎では帰宅困難者があふれたが、すぐ近くで受け入れ準備を完了していた事業者の建物には殆どだれも来ない、という事態も生じた。さらに大勢の在館者を抱える超高層ビルでは被害が殆どないにもかかわらず、防災センターでは館内の被害状況が分からず、大勢の人が館外に避難する事態も生じた。このため、2011年度の防災訓練（2012年2月3日）では東京都とも連携した震災後の館内滞在の徹底、駅周辺滞留者の避難時までの誘導訓練と、新宿区と現地本部を中心とした連絡網の確立と情報共有と多数傷病者対応の訓練とを並行して実施した。



写真 4-11 東日本大震災における帰宅困難者の受け入れの様子(工学院大学)



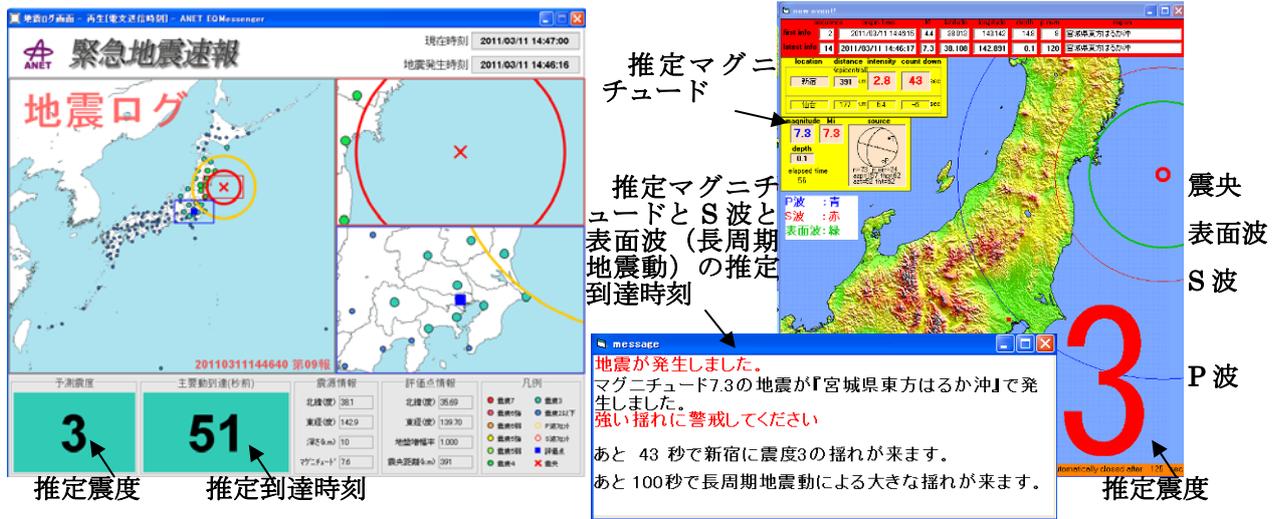
写真 4-12 東日本大震災における帰宅困難者への情報提供の様子(工学院大学)

#### 4.2.2. 街区・地域震災対策としての新たな利活用について

超高層ビル街区における地域震災対策としての新たな利活用として、緊急地震速報やリアルタイム地震観測システム、長距離無線 LAN、WEBGIS などを活用した超高層ビルや地域情報共有の取組について紹介する。まず、図 4-10 は工学院大学新宿校舎における高度利用者向けの緊急地震速報システムによる東日本大震災の直後の Web 画面である<sup>4-16,17</sup>。地震直後であるため、推定マグニチュードは 7.3 と小さく、震央からの距離も遠いため、推定された震度も 3 と実際に生じた震度 5 よりも小さい値であった。このシステムでは、震度に加えて長周期地震動の到達時刻を示す画面が表示され、新宿校舎の揺れの大きさを推定し、エレベータの管制運転も行っている(但し、震災時にはメンテ中で使用していなかった)。巨大地震を対象とした場合、地震直後には技術的制約から推定マグニチュードや震度は小さめに判断される制約がある。しかしながら、同様なシステムを用いている某防災センターでは、地図上に面的な震度分布も表示しており、震災直後における異常に広い震度分布から、速やかに巨大地震であることを理解し、即時対応が行えたと言われている。このような情報をシステムに組み込めば、より信頼性の高い巨大地震のマグニチュードや震源域の情報を得られ、推定震度も著しく向上する可能性がある。特に超高層建築で特に問題となる長周期地震動は、遅い伝播速度を持つ表面波であるため、図 4-10(B)に示されているように 100 秒以上の時間的な余裕をもった対応が可能となる。マグニチュードが 7 程度以上で、浅い地震であれば確実に揺れの大きな長周期地震動が励起されるので、遠方の観測点では有効に活用できるはずである。

一方、図 4-11 は、工学院大学新宿校舎と隣接する STEC 情報ビルにおける強震観測点の位置(左)と、東日本大震災時のリアルタイム地震情報システムによる建物の揺れと推定震度・層間変位(構造被害)の Web 画面(右)である<sup>4-16,17</sup>。今回の震災では、多くの防災センターで建物の被害程度が分からず、避難か、在館かの判断と適切な館内放送が行えない場合があった。このような観測・表示システムを用いれば、層間変位情報より構造被害は無いことや、震度情報から高層階で震度 5 強以上の強い揺れが起こり、室内被害が生じている可能性があることが速やかに把握できる。

更に写真 4-13 は、工学院大学における様々な非常用の通信システムである<sup>4-14</sup>。写真右は携帯用無線であり、災害対策本部と防災センター・警備室、各学科事務室に配備している。また館内 IP 網を利用して緊急通報と把握を一斉同報できる緊急情報システムも用いている。写真中に示す。



(A) 緊急地震速報 (A-NET)

(B) 緊急地震速報 (防災科学技術研究所・工学院大学)

図 4-10 工学院大学新宿校舎における高度利用者向けの緊急地震速報システムの Web 画面 (東日本大震災時、推定震度に加え、長周期地震動の到達時刻を示す画面が表示される)

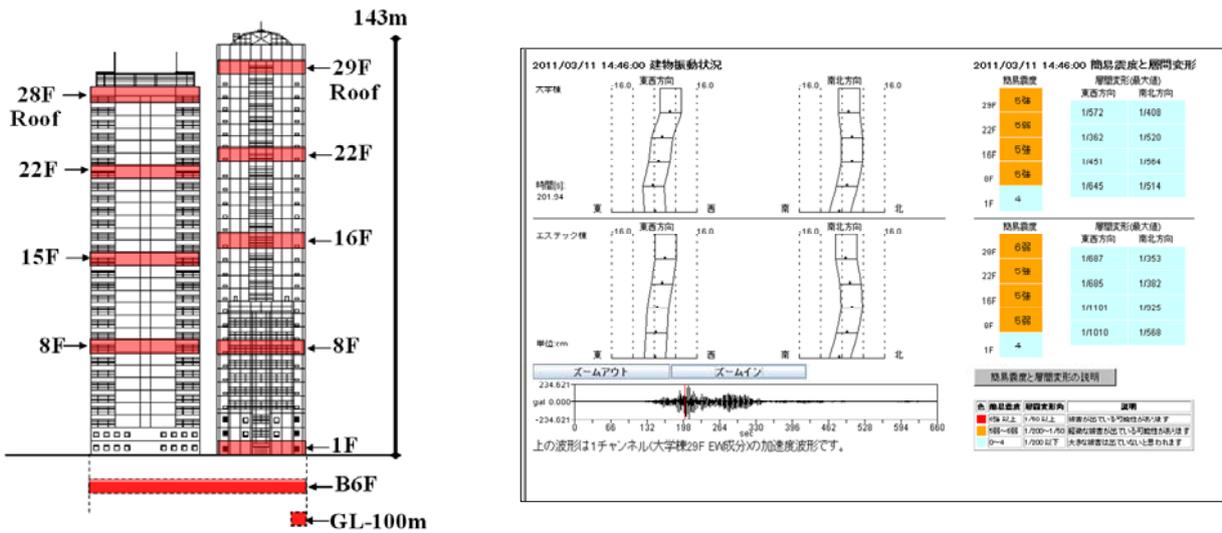


図 4-11 工学院大学新宿キャンパスと STEC 情報ビルの強震観測位置 (左) とリアルタイム地震情報システムによる建物の揺れ・震度・構造被害の Web 画面 (右) (東日本大震災時)



写真 4-13 : 工学院大学における非常用通信システムの複層化の例 (右 : 携帯用無線、中・右 : 館内 IP 網を利用して緊急通報と把握を一斉同報できる緊急情報システム。各学科事務室などから火災などのボタンを押すだけで、災害対策本部でその情報が表示される)

ように、各学科事務室などから火災などのボタンを押すだけで、写真右に見られるように災害対策本部でその情報が瞬時に表示されるため、通報しなくても重要な情報が把握可能である。

一方、新宿駅周辺地域の情報共有を目的として、工学院大学総合研究所都市減災研究センターでは、平成 23 年度に長距離無線 LAN とリアルタイム広域情報共有システムを導入している(図 4-12)。このシステムでは、WEBGIS (Geocloud、(株)インフォマティクス) により、平常時にはインターネット環境で地域点検マップ作成や更新、図上演習や防災訓練などに活用し、地域協働・広域連携体制の推進を図ることができる。一方、地震発生時には、地域防災拠点となる工学院大学新宿校舎と八王子校舎の被害推定を行い、非常時にも強い長距離無線 LAN を用いて情報共有を行える。災害対策本部での速やかな情報収集と共有を支援するとともに、地域無線 LAN などと併用すれば、地域内での効率的な災害情報・被害情報の共有も可能となり、各事業者や現地本部での意志決定や、駅周辺滞留者・帰宅困難者・災害時要援護者・傷病者などへの地域情報提供にも大いに寄与するものと期待される。さらに地域内の各建物で図 4-10、11 に示す緊急地震速報やリアルタイム地震観測システムが稼働し、あるいは写真 4-13 の一斉通報システムが無線 LAN と GIS でリンクし、情報の共有が行えれば、地域・街区の被災状況を速やかに集約することも可能となる。例えば、図 4-13 は八王子キャンパスの建物のリアルタイム地震観測システムによる情報画面であり、建物が被害を受けていないことを示しているが、この情報は新宿校舎で瞬時に把握可能である。



図 4-12 長距離無線 LAN (左：新宿・八王子間) とリアルタイム広域情報共有システム (右)

また緊急地震速報の震源情報を利用して対象地域周辺の面的な震度を即時推定し(図 4-14)、その情報をレイヤーとして WEBGIS 上に重ねて表示することもできる。これにより、震度が大きいと予想される地域では、交通機関の障害や建物被害、傷病者の発生などを推定でき、帰宅の可能性の判断などにも活用できる。また周辺の地震計と連動して地震動推定を行えば、より精度の高い面的な震度情報の共有を行うことも可能である。

最後に、東日本大震災での経験を受けて、2012 年 2 月 3 日に東京都と連携し、実践的な帰宅困難者対策訓練として東京駅、池袋駅、新宿駅で帰宅困難者や傷病者を対象とした防災訓練を実施した<sup>4-18</sup>。新宿駅西口地域でも同時併行の防災訓練として、情報共有訓練(写真 4-14~16)と傷病

者対応訓練(写真 4-17)を実施した。情報共有訓練では工学院大学新宿キャンパス 2 階を西口現地本部として、上述した WEBGIS による情報収集と共有や、エリアワンセグを活用した駅周辺滞留者への情報発信を実施した。

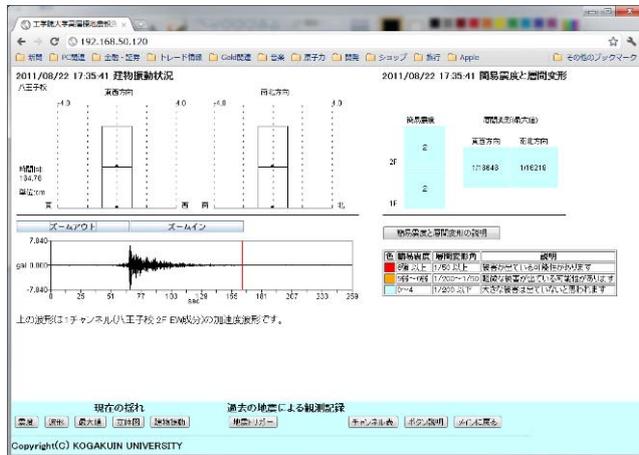


図 4-13 工学院大学八王子キャンパス都市減災研究センターにおける建物被害状況の WEB 画面

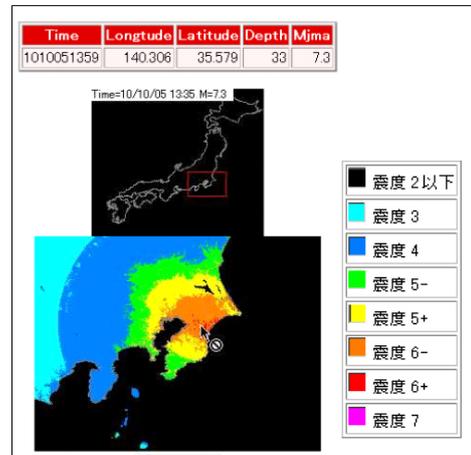


図 4-14 緊急地震速報を利用した地震動推定の例(工学院大学)



写真 4-14 2012 年東京都防災訓練による情報共有訓練の様子(工学院大学)



写真 4-15 WEBGIS による情報共有の様子



写真 4-16 新宿駅西口でのエリアワンセグによる情報提供



写真 4-17 新宿駅西口での傷病者対応訓練

### 4.2.3. まとめ

新宿駅西口地域では 2007 年からこれまで継続的に滞留者や傷病者を対象とした地震防災訓練を実施してきた。東日本大震災では帰宅困難者が駅周辺や都庁舎などに集中したが、現地本部の立ち上げなど地域連携が十分に行えなかった、などの課題が改めて明らかになった。今後これら課題について、地域が一体となって取り組む必要がある。このために、日頃から地域の防災担当者間での顔が見える関係や、全従業員への教育・訓練といったソフト的な対応のみならず、情報を得て集約するためのハード的なシステムも必要がある。地域という広域な情報をつなぐためには WEBGIS は有効なツールであり、それに緊急地震速報やオンサイト情報を連携させることにより、災害時に必要な情報共有をより効率的に収集・発信することが可能になると考えている。新宿駅の現地本部は現在では地元のボランティアが対応しているが、将来、本格的に地域の安全・安心に寄与するには、例えば大都市の中心業務地区では街区・エリア単位で地域防災センターなどの設置が望まれる。

### 参考文献

- 4-11) 東京都：首都直下地震による東京の被害想定報告書, 2006
- 4-12) 工学院大学：新都心の地域減災セミナー、2008  
<http://www.kogakuin.ac.jp/bcp/index.html>
- 4-13) 工学院大学：平成 20 年度新宿駅周辺滞留者対策訓練報告書(新宿西口地域)、2009
- 4-14) 工学院大学：平成 21 年度工学院大学地震訓練報告書、2010
- 4-15) 工学院大学：平成 22 年度新宿駅西口地域地震防災訓練報告書、2011  
<http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwgt024/parts/houkokusyo/2010shinjuku.pdf>
- 4-16) 久保智弘・久田嘉章：首都圏にある超高層キャンパスの地震防災に関する研究（その 7：緊急地震速報とリアルタイム地震観測システムの活用）、日本建築学大会・講演梗概集、2007 年
- 4-17) 久保 智弘・久田 嘉章・堀内 茂木・山本 俊六：緊急地震速報を活用した長周期地震動予測と超高層ビルのエレベータ制御への適用、日本地震工学会論文集 第 9 巻 2 号、pp. 31-50 , 2009 年
- 4-18) 東京都：東京都防災ホームページ、帰宅困難者対策訓練、  
<http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/0203kitaku.html>

### 4.3 緊急地震速報の精度向上等を含めた新たな利活用について

我が国は地震多発国で、平成23年3月11日に発生した「東北地方太平洋沖地震」はじめ、たびたび大きな地震が発生している。現在の技術では地震予知は困難であるが、常日頃から地震に対する準備をするとともに、「緊急地震速報」を正しく理解し適切に利用することで被害を大きく軽減することができる<sup>4-19</sup>。ここでは、「東北地方太平洋沖地震」の際の緊急地震速報を念頭に、記述する。

「東北地方太平洋沖地震」では、緊急地震速報（警報）は首都圏などでは発表されなかったが、2-28頁の図によれば、緊急地震速報（予報）は、太平洋岸に主要動が到達する数秒前に発表され、仙台では16秒、東京では63秒の猶予時間（2-27頁の表に示すように予報の第3報発表時刻と主要動到達時刻の差）があった。マグニチュード7.7と発表されてからでも、首都圏に主要動（S波）が到達するまでには50秒ほどの猶予時間があり、建築・住宅分野でも緊急地震速報（予報）の利活用を考えるべきである。

#### ① 緊急地震速報（予報）なら、小さな予想震度の地域などでも情報提供が可能

緊急地震速報（予報）では、情報が第1報から逐次更新され、地震規模が小さくなっていることが分かれば、安心情報にもなる。緊急地震速報（予報）では、地震によっては10報以上の更新が行われ、秒単位で次々と続報が出る場合には、緊急地震速報（警報）のテレビ、ラジオ、携帯では全てをアナウンスすることは難しいのが現状である。

緊急地震速報（警報）は、最大震度5弱以上の揺れが予想されたときに、強い揺れが予想される地域（震度4を含む）に対して発表される。一方、緊急地震速報（予報）では、実際に地震が発生すれば、震度階級0から7までの10段階のうち、当該地域が震度0（人は揺れを感じないが、地震計には記録される）でも予報できる。全国に作業現場やビルなどを保有されている機関にとっては、防災担当者が緊急地震速報（予報）を用いて、地震の揺れが来る前に、例えば、震度3以下の地域について「安心情報」として緊急地震速報（予報）を提供することも可能である。その場合には、予想震度が大きい危険な場合との区別がつくように、小さな予想震度の場合には、最初の警報音を変える等の工夫をすることも可能である。もちろん、音、光、振動、機器制御、外国人向け音声など、この種の情報提供は、寝た切りの人や要介護者、目や耳の不自由な方、外国人、騒音の大きな作業環境等、自分で身の安全を確保するのが困難な場合も役立つ。

#### ② 緊急地震速報の精度向上への取り組み

気象庁では緊急地震速報の改善に向けて次のような取り組みを行っており、更なる精度向上が期待されている<sup>4-19</sup>。

- ・ 海底地震計や他の機関の観測データの取り入れの準備

⇒この取り組みによって、断層面の広がりの影響を震度予測に取り入れることができ、精度が向上する

- ・ 震災による停電や通信回線障害対策としての、長時間バッテリーの導入、衛星回線によるデータ収集の改善
  - ⇒この取り組みによって、緊急地震速報の発報が途絶えることがなくなり、工場の避難誘導、鉄道の安全運行など、企業の減災・事業継続等に有効となる
- ・ 同時多発地震における精度向上のための、地震の識別・分離処理の精度向上
  - ⇒この取り組みによって、異なる場所ではほぼ同時に発生した地震を1つの地震と誤認し震度を過大に見積ることが無くなり、精度が向上する
- ・ 高層ビルや石油タンク事業者、長大橋の管理者等に対して、長周期地震動に関する情報を提供することの検討
  - ⇒この取り組みによって、管理者や在館者等に事前に警告を発報することができ、更には構造物の耐長周期化への対策（工事）を促すことにもなる

### ③ 地盤の非線形動的挙動の考慮による緊急地震速報の精度向上

観測点における地震の揺れの大きさ（震度）は、震源でのエネルギー規模（マグニチュード）及び周期、更に観測点までの距離（距離減衰）とその間の地盤状況に影響される。

地盤の状況によっては揺れを増幅させたり減衰させたりして、震度が予想よりも大きくなったり小さくなったりすることがある。特に、軟弱地盤や大地震の際には、地盤の材料特性が弾性範囲を越え、非線形挙動を示すことが判っているが、現在は地盤を弾性として扱った「地盤増幅率」で震度を予測しており、これにより震度を不正確に発報する場合がある。

各地点の表層地盤の標準的な応答スペクトルを事前に作成しておく（地盤の非線形性を考慮した「地盤増幅率」）、この地盤増幅率を使用することによって各地点での緊急地震速報（予報）をより正確に伝えることができる。この場合、配信許可業者等が、契約者の位置する地点について地盤の非線形性を考慮した「地盤増幅率」で緊急地震速報（予報）を再計算して情報を配信することができる。しかし、このような表層地盤の標準的な応答スペクトルの作成には時間と費用を要するので、公的資金も含めた共同開発などにより遂行されることが望まれる。

尚、この応答スペクトルは、たとえば超高層建物の振動解析で使用されている手法、すなわち基盤から地表までをモデル化して「シェイク」などの非線形動的解析ソフトウェアにより、サイトの地盤特性を考慮した告示波を使用して、作っておくことができる。

### ④ 緊急地震速報（予報）と鉄道関係などの情報との連携

1992年から日本の新幹線に早期地震警報システムが、世界で初めて実用化された。その後、気象庁との共同研究なども実施され、国の施策として2006年より気象庁から緊急地震速報が配信されるようになった。緊急地震速報は、気象庁および防災科学技術研究所の設置した全国1000点の地震計のデータをリアルタイムに使用して求められた地震情報である。このシステムの単独観測点処理手法として、B-Δ法のアルゴリズムが採用されている。鉄道分野で培われた技術が、国民向けのシステムの中にも利用されていることになる。今後、緊急地震速報と事業者の持つ早期地震警報システムと組み合わせることにより、より効果的な地震防災システムの構築が期待されている<sup>4-21~23</sup>。

地震発生時の早期警報技術は近年発展を遂げており、現在は国内全ての新幹線でP波の早期地

震諸元推定方法を用いた地震警報システムが導入され、また多くの路線で気象庁が発表する緊急地震速報（予報）が活用されている。これらのシステムでは、地震を検知した観測点が単独で震央位置などを推定する単独観測点処理が行われており、具体的な処理方法として、震央位置を推定するB- $\Delta$ 法が使用されている。当該研究<sup>4-24</sup>では、これらの処理について、どのような記録でも固定の長さのデータを用いて計算を行う従来方法に対し、記録によって計算に用いるデータの長さを変える方法を新たに提案し、震央位置の推定精度が向上し、推定に必要な時間が大きく短縮できる。

#### 参考文献

- 4-19) 発行人・緊急地震速報利用者協議会・会長・阿部勝征、編集者・緊急地震速報利用者協議会冊子編集専門部会、監修・気象庁：緊急地震速報利用の手引き、発行日・平成24年3月（初版）
- 4-20) 気象庁：緊急地震速報を適切に利用するために必要な受信端末の機能および配信能力に関するガイドライン、平成23年4月22日  
[http://www.jma.go.jp/jma/press/1104/22c/20110422\\_eew\\_guideline\\_siryou2.pdf](http://www.jma.go.jp/jma/press/1104/22c/20110422_eew_guideline_siryou2.pdf)
- 4-21) 公益財団法人・鉄道総合技術研究所・山本俊六・佐藤新二：鉄道における早期地震警報システムの変遷、RRR、平成22年3月  
[http://www.rtri.or.jp/publish/rrr/2010/03/201003\\_05.pdf](http://www.rtri.or.jp/publish/rrr/2010/03/201003_05.pdf)
- 4-22) 公益財団法人・鉄道総合技術研究所・防災技術研究部（地震防災研究室）：鉄道における早期地震防災システム  
<http://www.rtri.or.jp/events/forum/2011/pdf/forum2011-01-01.pdf>
- 4-23) 公益財団法人・鉄道総合技術研究所・事業推進室（地震防災システム）：早期地震警報システム  
<http://www.rtri.or.jp/sales/kaihatu/pdf/jishin.pdf>
- 4-24) 公益財団法人・鉄道総合技術研究所・野田俊太・山本俊六・佐藤新二：早期地震検知における地震諸元推定方法の精度および即時性向上、鉄道総研報告、平成23年7月号  
[http://www.rtri.or.jp/publish/rtrirep/2011/r\\_digest/1107\\_1.pdf](http://www.rtri.or.jp/publish/rtrirep/2011/r_digest/1107_1.pdf)

#### 4.4 海外を含めた枠組みでの新たな利活用について

日本企業の海外進出が進んでいる地域の中には、台湾、インドネシア、インド、トルコなど、地震の危険度の高い国も含まれている。緊急地震速報の展開によって、日本企業での地震による人的な被害の軽減や、場合によってはBCPの推進に貢献できる可能性があると考えられる。また、四川省大地震の際には約1,600キロ離れた上海市で震度3～3.5を観測して上海の高層ビルで大きな揺れが発生し、スマトラ島沖地震の時にはシンガポールの高層ビルで大きな揺れが発生したとのことであり、このような観点からも、緊急地震速報の技術の海外地域への展開は有効であると考えられる。

しかし、海外においては地震観測網の発達した国であっても、公的機関による緊急地震速報の配信に至っていない国がほとんどである。そのため個々の施設に設置した現地の地震計が観測するP波の情報観測に基づいて、緊急地震速報を発信することになる。この方法では、我が国で実施しているような、気象庁の緊急地震速報と現地地震計の観測を併用する方法と比べると精度は落ちるが、防災やBCPに資する可能性は十分にあると考えられる。

建築物の耐震性向上を速やかに行えない場合については、緊急地震速報の技術を用いて猶予時間をもって地震の発生を伝えることで避難につなげて震災の被害を低減するための技術開発が想定される。

## 5. おわりに

本調査は、高度利用者向け緊急地震速報に焦点を当て、以下の作業及び調査検討を行った。

- 1) 建築・住宅分野における高度利用者向け緊急地震速報の利活用技術やその有効な活用事例の収集・整理
- 2) 高度利用者向け緊急地震速報の新たな利活用方策の検討と提案

1)の現状の利活用方法については、場所や施設毎に、建設現場5事例、事務所5事例、教育施設4事例、生産施設2事例、医療施設3事例、集客施設2事例、インフラストラクチャー1事例、の計22事例を収集し、現状と課題について整理した。挙げられた課題についてまとめると、以下のようになる。

- ・緊急地震速報の精度の向上
- ・利用者・利用環境に合わせた適切な提示方法の更なる開発
- ・緊急地震速報を伝えるシステムのセキュリティ及びシステムの安全性の確保
- ・緊急地震速報導入後のシステム及び運用体制のカスタマイズ及びメンテナンス

これら事例を踏まえた2)の新たな利活用事例については、以下のような観点から新たな利活用方法を収集した。

- ・配信・観測情報の利用
- ・予測情報等の提示
- ・建築物・設備機器等の制御
- ・導入・運用（周知・訓練等）
- ・街区・地域震災対策
- ・緊急地震速報の精度向上等
- ・海外を含めた枠組み

これらの中には、建築研究開発コンソーシアムにおいて会員の参加する研究会等での検討を想定されるものもあり、次年度以降の検討により新たな利活用方法の具体の検討につなげたい。

気象庁が平成24年3月22日に発表した「緊急地震速報の利活用状況等に関する調査」結果<sup>1</sup>によると、回答者の概ね9割が緊急地震速報を役に立つと評価している。今回の調査より、緊急地震速報について、現状で様々な利活用がなされており、今後も新たな利活用方法の開発が想定されることが確認されている。地震時の利用について評価が高く、世界でも類の少ない緊急地震速報の“インフラストラクチャー”を公的な機関が整備し、その上に民間が基盤技術では連携しつつそれぞれの利活用方法の開発において競争を図ることにより、国内外のみならず世界の地震減災を先導する技術として発信することが可能になると考えられる。

---

<sup>1</sup> 気象庁：<http://www.jma.go.jp/jma/press/1203/22c/manzokudo201203.html>

『緊急地震速報の利活用状況等に関する調査』結果について」（※2012年3月閲覧）

## 文献リスト

### [ 利活用事例シートを作成するにあたって参照した論文等 ]

#### 事例 1)

- 1.柳瀬他：早期地震警報による工事現場の地震時安全性向上，平成 18 年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集,24,119-122, 2006
- 2.神田他：緊急地震速報を用いた震度推定検討，建築学会大会学術講演梗概集,21304, 607-608, 2005

#### 事例 2)

- 3.宇梶剛司、小嶋広宣、小島時和：上層階先行供用開始後の下部工事—岐阜市民病院施工報告—、熊谷組技術研究報告, 2011 No.70

#### 事例 3、4)

- 4.保井,藤堂他”緊急地震速報システムを用いた建設現場の安全管理”日本建築学会,2007
- 5.本宮,保井他”緊急地震速報システムを用いた建設現場の安全管理”クレーン,第 46 巻,2008
- 6.金子,保井他”緊急地震速報の建設中ビルへの適用”建築設備と配管工事,2008

#### 事例 5)

- 7.高橋郁夫，久富浩介 “緊急地震速報による建設作業所における警報システム” 建設の施工企画，第 690 号，2007
- 8.高橋郁夫，久富浩介 “緊急地震速報を用いたクレーン作業の安全対策” クレーン，第 46 巻，2008
- 9.小池則満，田代直人，内藤克己，高橋郁夫，正木和明 “リアルタイム地震情報による建設現場の地震リスク低減可能性に関する研究” 建設マネジメント研究論文集 Vol.13, PP.135-144, 2006

#### 事例 7)

- 10.高橋他：リアルタイム防災システムの高層ビルへの適用（その 1）複合機能を有する大型高層ビル，建築学会大会学術講演梗概集,21393,785-786, 2008
- 11.木原他：リアルタイム防災システムの高層ビルへの適用（その 2）IP 統合ネットワークを利用したオフィスビル，建築学会大会学術講演梗概集,21394,787-788, 2008
- 12.高橋他：リアルタイム防災システム(RDMS)の開発と適用，鹿島技術研究所年報, 139-142, 2007

#### 事例 8)

- 13.長島一郎，吉村智昭，内山泰生，欄木龍大，糸井達哉：入力地震動波形のリアルタイム推定システム，日本建築学会大会学術講演梗概集，2006.9

#### 事例 9)

- 14.萩原由訓・野畑有秀・田中清和：モニタリングを有する緊急地震速報システムの検討，日本地震工学会大会・梗概集，pp.356-357，日本地震工学会，2007 年 11 月。

15.萩原由訓・野畑有秀・田中清和:モニタリングを有する緊急地震速報システムの検討 その 2, 日本建築学会大会・学術講演梗概集, B-2, pp.795-796, 日本建築学会, 2008年9月.

事例 10)

16.吉澤睦博, 恒川裕史, 小林喜久二:長周期地震動予測を考慮した緊急地震速報システム, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2 分冊, p.189-190, 2009

17.平野範彰, 吉澤睦博, 恒川裕史, 奥野智久, 芝崎良美, 辰巳安良:超高層建物での緊急地震速報システムの作動事例, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, p.827-828, 2010

18.小林喜久二:長周期地震動の距離減衰式に関する検討, 建築学会大会学術講演梗概集, B-2, p.371-372, 2007

19.吉澤睦博:緊急地震速報を用いた防災システムのための建物内震度予測の検討, 第13回日本地震工学シンポジウム, pp.4318-4323, 2010

20.岡村潔, 林暁光:移動境界を有するロープの振動性状に関する解析的研究, 建築学会大会学術講演梗概集, B-1, p.257-258, 2010

21.恒川裕史, 芝崎良美:緊急地震速報システムと東日本大震災での作動事例, 竹中技術研究報告, No.67,2011

事例 11)

22.久保智弘・久田嘉章:首都圏にある超高層キャンパスの地震防災に関する研究(その7):緊急地震速報とリアルタイム地震観測システムの活用、日本建築学大会・講演梗概集、2007

23.久保智弘、久田嘉章、堀内茂木、山本俊六:緊急地震速報を活用した長周期地震動予測と超高層ビルのエレベータ制御への適用、日本地震工学会、日本地震工学会論文集 第9巻、第2号(特集号)、P31-50、2009

24.Tomohiro KUBO, Yoshiaki HISADA, Masahiro MURAKAMI, Fusako KOSUGE and Kohei HAMANO: Application of an Earthquake Early Warning System and a Real-time Strong Motion Monitoring System in Emergency Response in a High-rise Building, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Volume 31, Issue 2, p231-239, 2011

事例 15)

25.糸井達哉, 内山泰生, 高木政美, 末田隆敏, 長島一郎:緊急地震速報と現地地震計の初期微動情報を併用した地震防災システムの開発と性能評価, 日本建築学会技術報告集, 第33号, pp.827-832, 2010.

事例 16)

26.吉岡献太郎:リアルタイム地震防災システムの概要, 建築防災, 2006.1, pp.22-27

27.野田洋一、水谷悦郎:発電所・工場・プラント向け防災システムの開発・研究、高度即時的地震情報伝達プロジェクト研究成果報告書