

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

# 地震本部 ニュース

2012年

7 月号

2

地震調査委員会〔第239回〕

定例会(平成24年6月11日)

2012年5月の地震活動の評価

4

地震調査研究推進本部 成果の活用

福岡市における地震本部の調査研究の活用

6

首都直下地震防災・減災特別プロジェクト

震災時における建物の機能保持に関する研究開発

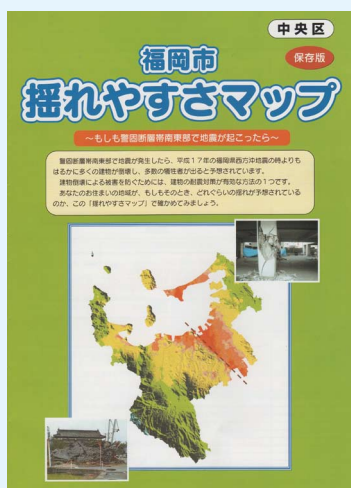
8

地震調査研究の最先端

独立行政法人海洋研究開発機構 堀 高峰

用語解説

地震基盤と工学的基盤



■ 福岡市 揺れやすさマップ



■ 病院スタッフのための地震対策ハンドブック

■ 実大医療施設の震動実験

## 1 主な地震活動

- 5月24日に青森県東方沖でマグニチュード(M)6.1の地震が発生した。この地震により青森県で最大震度5強を観測し、被害を生じた。

## 2 各地方別の地震活動

### 北海道地方

- 5月4日に根室地方南部〔国後島付近〕の深さ約85kmでM4.5の地震が発生した。この地震の発震機構は南北方向に張力軸を持つ型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。

### 東北地方

- 5月20日16時20分に三陸沖でM6.5の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。同日04時05分にM6.0の地震が発生し、19日から22日にかけてM5.0以上の地震が14回発生するなどのまとまった地震活動があった。この地震により、久慈港(岩手県)で11cm、石巻市鮎川(宮城県)で6cmの小さな津波を観測した。
- 5月24日に青森県東方沖の深さ約60kmでM6.1の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

### 関東・中部地方

- 5月18日に茨城県南部の深さ約50kmでM4.8の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。
- 5月27日に小笠原諸島西方沖〔父島近海〕の深さ約500kmでM6.3の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。
- 5月29日に千葉県北西部の深さ約65kmでM5.2の地震が発生した。この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと太平洋プレートの境界で発生した地震である。
- 東海地方のGNSS観測結果等には、東海地震に直ちに結びつくとみられる変化は観測されていない。

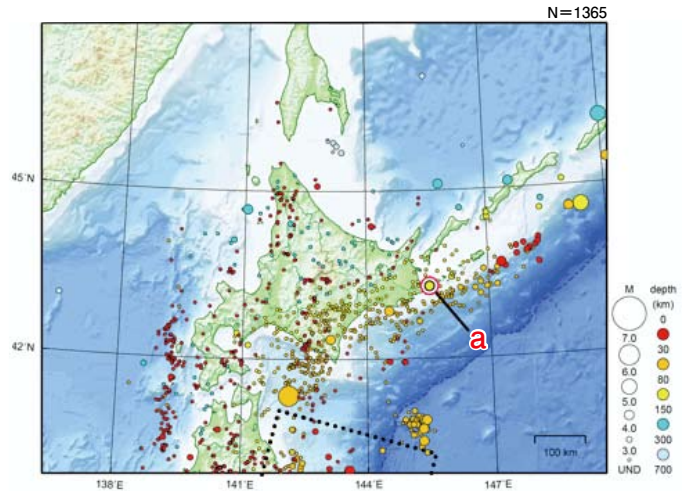
### 近畿・中国・四国地方

目立った活動はなかった。

### 九州・沖縄地方

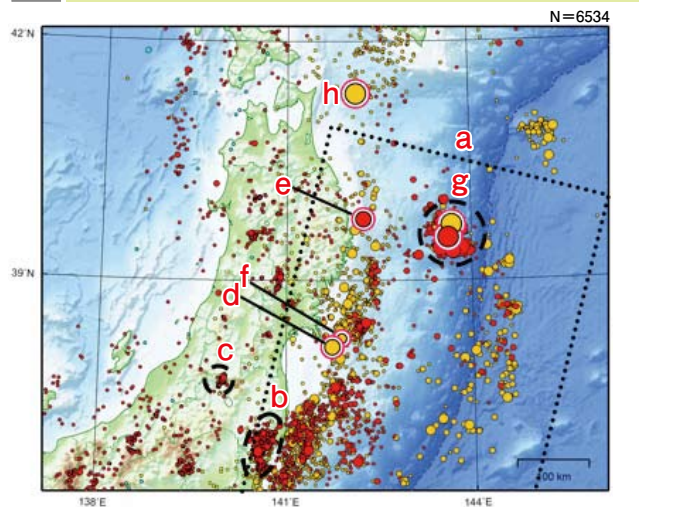
- 5月21日に沖縄本島北西沖の深さ約90kmでM5.1の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ型で、フィリピン海プレート内部で発生した地震である。☑

## 1 北海道地方



- a) 5月4日に根室地方南部でM4.5の地震(最大震度3)が発生した。気象庁はこの地震に対して〔国後島付近〕で情報を発表した。  
※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

## 2 東北地方



- a) 5月中旬に、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域内でM5.0以上の地震が16回発生した。また、最大震度4以上を観測した地震が1回発生した。  
以下のb)、d)、e)、f)、g)の地震活動は、この余震域内で発生した。
- b) 福島県浜通りから茨城県北部にかけての地殻内では、2011年3月11日からの地震活動が継続している。
- c) 福島県会津から山形県置賜地方にかけての地殻内では、2011年3月18日からの地震活動は徐々に減衰しながらも継続している。
- d) 5月6日に宮城県沖でM5.2の地震(最大震度3)が発生した。
- e) 5月10日に岩手県沖でM5.1の地震(最大震度3)が発生した。
- f) 5月16日に宮城県沖でM4.8の地震(最大震度4)が発生した。
- g) 5月19日頃から三陸沖でまとまった地震活動が発生した。最大規模の地震は、20日16時20分に発生したM6.5の地震(最大震度3)である。この地震により、久慈港で11cmなどの小さな津波を観測した。この地震活動で22日までにM5.0以上の地震が14回発生した。その後活動は次第に低下してきている(5月末現在)。
- h) 5月24日に青森県東方沖でM6.1の地震(最大震度5強)が発生した。
- 〈5月期間外〉  
6月3日に岩手県沖でM4.2の地震(最大震度4)が発生した。  
※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す



## 補足

- 6月1日に千葉県北西部(茨城県南部)の深さ約45 kmでM5.1の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。
- 6月4日15時51分に宮崎県南部山沿いの深さ約10 kmでM4.4の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に張力軸を持つ型で、地殻内で発生した地震である。また、同日14時09分にM3.8の地震が発生した。

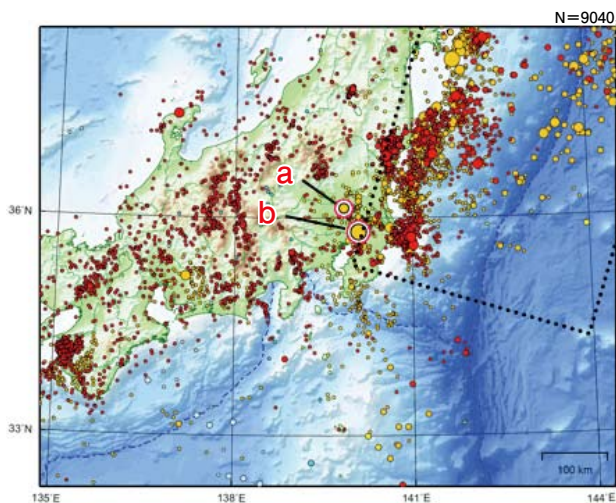
- 6月6日に千葉県東方沖でM6.3の地震が発生した。この地震の発震機構は南北方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であった。

注：〔 〕内は気象庁が情報発表で用いた震央地域名である。  
GNSSとは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般を示す呼称である。

各地方別の地震活動図は気象庁・文部科学省提出資料を基に作成。また各地方の図に記載されたN=は図中の地震の総数を表す。

注：この図の詳細は地震調査研究推進本部ホームページの毎月の地震活動に関する評価に掲載。地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用。

## 3 関東・中部地方



- a) 5月18日に茨城県南部でM4.8の地震(最大震度4)が発生した。  
b) 5月29日に千葉県北西部でM5.2の地震(最大震度4)が発生した。  
(範囲外)

5月27日06時48分に小笠原諸島西方沖でM6.3の地震(最大震度2)が発生した。

気象庁はこの地震に対して〔父島近海〕で情報を発表した。

(5月期間外)

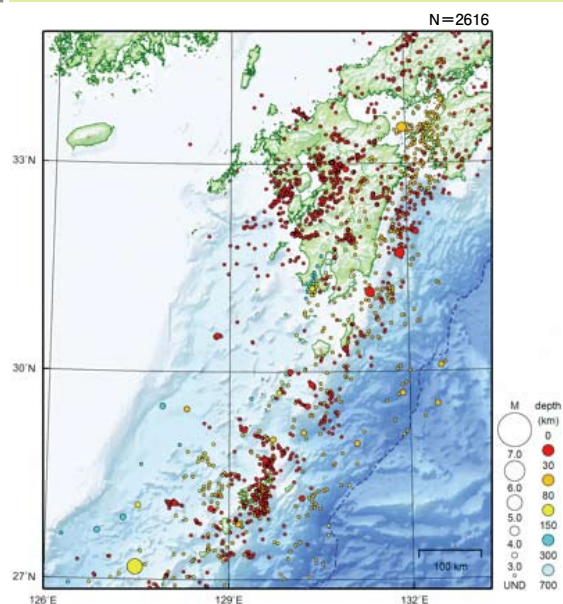
6月1日に千葉県北西部でM5.1の地震(最大震度4)が発生した。

気象庁はこの地震に対して〔茨城県南部〕で情報を発表した。

6月6日に千葉県東方沖でM6.3の地震(最大震度3)が発生した。

※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

## 5 九州地方

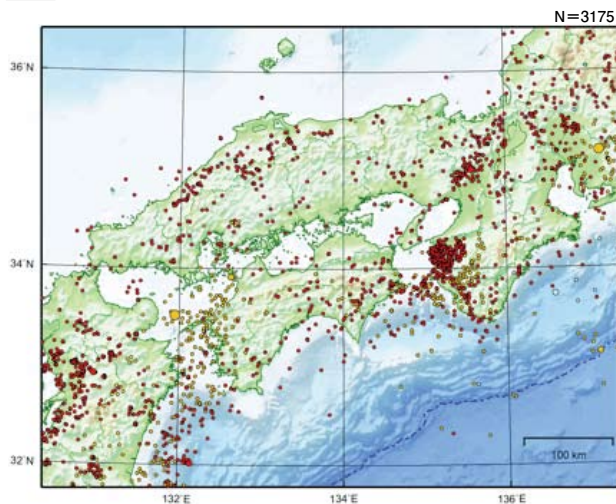


特に目立った活動はなかった。

(5月期間外)

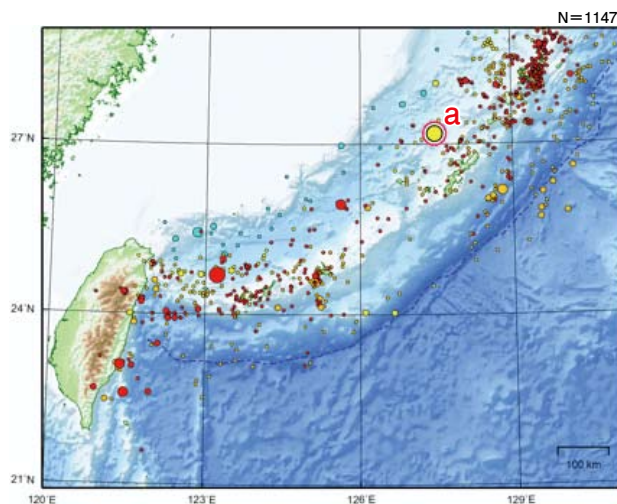
6月4日に宮崎県南部山沿いでM4.4の地震(最大震度4)が発生した。

## 4 近畿・中国・四国地方



特に目立った活動はなかった。

## 6 沖縄地方



- a) 5月21日に沖縄本島北西沖でM5.1の地震(最大震度3)が発生した。



地震調査

検索

詳しくは、ホームページ [http://www.jishin.go.jp/] をご覧ください。

# 福岡市における地震本部の調査研究の活用

福岡市 住宅都市局 総務部 企画・耐震推進課

## はじめに

福岡市では、平成17年3月の福岡県西方沖地震の経験を踏まえ、地震による人的・経済的被害を軽減するためには、住宅・建築物の耐震化が不可欠と認識し、耐震化促進に向けての各種施策を進めています。

具体的には、建築物の耐震化の目標及び支援策等を定めた「福岡市耐震改修促進計画」（平成20年3月策定）に基づき、市民への耐震化促進の重要性についての普及啓発、住宅の耐震改修助成制度等の活用を促進するなど、建築物の耐震化を積極的に推進しています。また、地震調査研究推進本部（以下「地震本部」という。）が公表している「警固断層帯の長期評価」や被害想定に基づき、警固断層帯南東部に着目した建築物の耐震対策を実施しています。

今回は、こうした取り組みの中で、「警固断層帯の長期評価」を活用した事例をご紹介します。

## 警固断層帯の長期評価

地震本部地震調査委員会において、平成19年3月に警固断層帯の長期評価が公表されていますが、その内容は以下のとおりです（表1、図1）。

表1 長期評価

警固断層帯南東部の特性	
・断層長さ	約27km
・断層のタイプ	左横ずれ断層
・過去の活動時期	約4,300～3,400年前 約8,900～7,400年前
・平均活動間隔	約3,100～5,500年
・地震の規模	マグニチュード7.2
・地震発生確率（今後30年以内）	0.3～6%

## 警固断層帯南東部に着目した建築物の耐震対策（条例化）

### 1 趣旨

警固断層帯南東部においては、上記の長期評価で大規模な地震が想定されていること及び福岡市の都市機能が集積している都心部を縦断していることから、「建

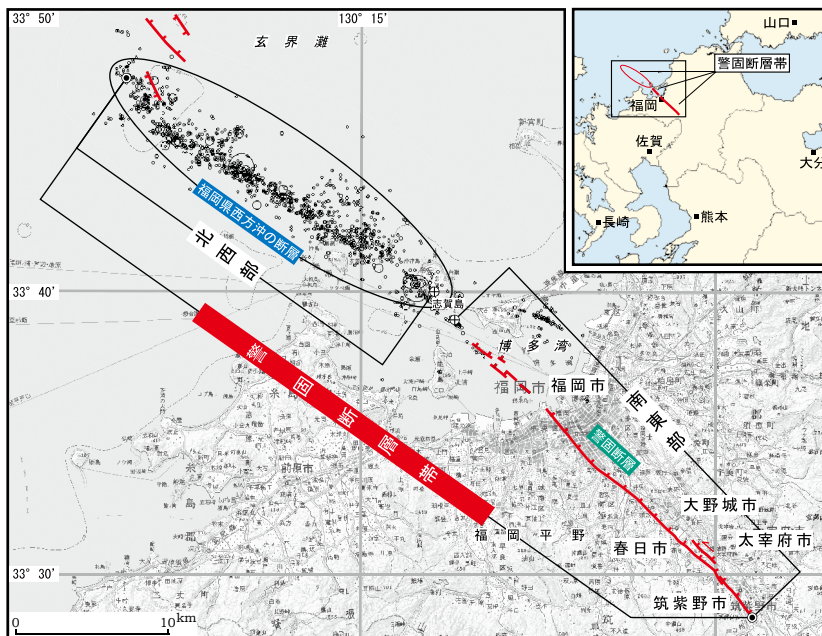


図1 警固断層帯

築物の倒壊等による人的・経済的被害の可能性を極小化する。」「本市の都心機能の保全を図る。」という観点から、この周辺地域において、これから新しく建築される中高層の建築物の耐震性能を強化し、建築物の安全性を高めていただくよう、平成20年10月に福岡市建築基準法施行条例の一部を改正し、長期的な視点に立って耐震性能を強化した建築物への誘導を図っています。

### 2 概要

条例の改正の概要は以下のとおりです。

- (1) 大地震時における設計地震力を上乗せする区域を設定（図2）
  - ①揺れやすさマップ（後掲）で計測震度6.4（震度6強で一番強い震度）が大半（75%以上）を占める区域
  - ②警固断層帯南東部直上の区域
  - ③土地が高度利用されている区域（容積率600%以上）
- (2) 対象建築物及び設計地震力の上乗せ基準の設定  
高さが20メートルを超える建築物で、次に定める構造計算を行う場合は、現在の地域係数<sup>\*</sup>（Z）を、その数値に1.25を乗じたもの（Z=1.0）とするよう努めなければならない。（努力義務）
  - ①建築基準法施行令第81条第1項の規定により適用される構造計算

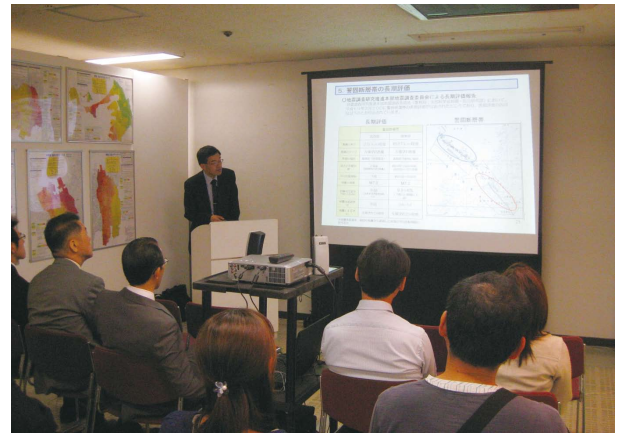


- ・時刻歴応答解析（高さが60メートルを超える建築物）
- ②同施行令第81条第2項第1号イ、ロ又は同項第2号ロに規定される構造計算
  - ・必要保有水平耐力計算・限界耐力計算・エネルギー法
- ※地域係数（Z）：福岡は**0.8**、大地震が起こる可能性が高い地域（関東、東南海地域等）は**1.0**
- (3) 建築計画概要書への記載の義務づけ
- (4) 新築・改築する場合のみに適用

## 揺れやすさマップ、出前講座

条例化に先立ち、福岡市では各区ごとに「揺れやすさマップ」を作成し、平成20年5月から市民に配布しています。このマップで採用しているマグニチュード7.2についても、警固断層帯の長期評価における「警固断層帯南東部で地震が発生した場合に想定されている地震の規模」を採用しています（図3）。

また、市民に地震の怖さや建築物の耐震化の重要性を伝える「出前講座」などでも、警固断層帯の長期評価とともに、地震本部の資料から「岩手・宮城内陸地震の長期評価で想定されている3本の活断層とは関係のないところで実際に地震が起こった」という話を引用紹介し、市民に地震への備えを促しています（写真）。



■ 出前講座

## おわりに

以上、地震本部の調査研究を活用した福岡市の事例をご紹介しました。警固断層帯南東部については、地下深部の傾斜や平均的なずれの速度が不明であること、陸域の活断層と博多湾内の断層の活動時期・活動回数に違いが見られ、同時に活動する範囲及び活動時期についてさらに検討する必要があることなどから、地震本部では平成23年度から3か年の予定で「警固断層帯南東部における重点的な調査観測」を実施中です。これにより新たなデータや知見が蓄積され、防災対策に還元されていくことを期待しています。

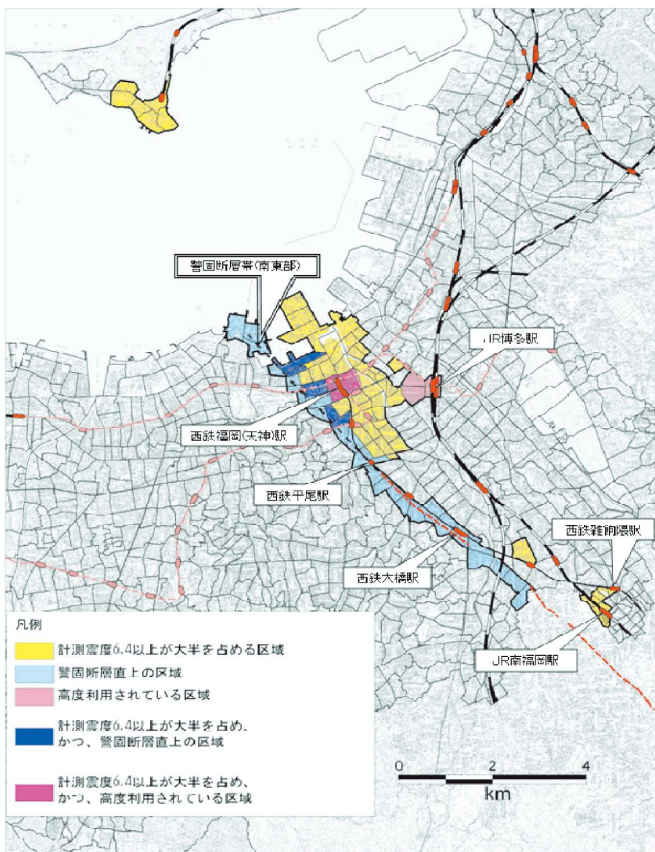


図2 条例化対象区域

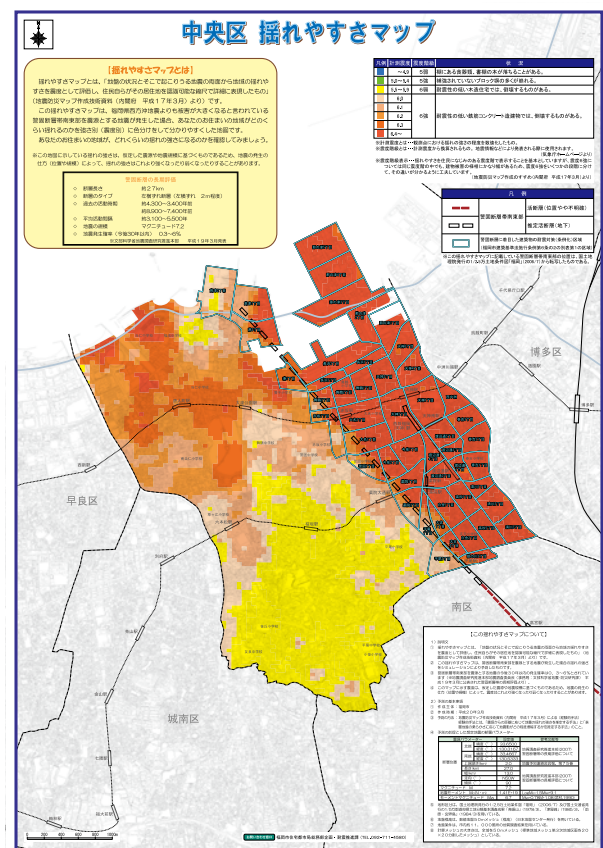


図3 揺れやすさマップ（福岡市中央区）



## はじめに

被災後の政治、経済、医療、情報発信等の社会活動の停止は、被害の拡大やその後の復興にも多大な影響を与えるため、これら都市施設・機能を災害後も継続させることも不可欠な課題であり、また最近では官公庁および民間機関において災害時等に備えたBCP（事業継続計画）の策定なども注目されています。

防災科学技術研究所では、「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」の一環として、大地震時の重要施設の機能保持の研究を進めることとし、特に救急救命、被災後の生命維持の拠点となる医療施設の機能保持性能向上を目的として、E-ディフェンスを用いた世界で初めての実大医療施設の震動実験を実施しました。

## 医療施設を模擬した実大実験

医療施設を模擬した鉄筋コンクリート造4階建ての試験体（写真1）（高さ約18m、各階床面積80㎡（8m×10m））を建設し、診察室、人工透析室、手術室、病室などを配置しました。室内には、人工透析装置、手術用機器、医療棚などの医療機器を、床・壁固定、床置き、キャスター付き機器についてはロックまたはフリー等、それぞれの通常の使用状況にあわせた方法で設置しました。

構造形式として、建物を震動台に直接固定する“耐震構造”に加え、免震装置を介して建物を支持する“免震構造”の2つの形式を採用しました。

入力地震動として、直下地震で観測された短周期地震動（JMA神戸波など）と海溝型地震で想定される長周期地震動（三の丸波）を用いました。



写真1 実大医療施設試験体

## 地震対策を実施していない医療施設の機能維持性能評価

耐震構造における長周期地震動の加振では、構造被害はほとんどなく、室内ではキャスターをロックしていない機器が50～80cm移動した程度の被害でした。一方、短周期地震動の加振では、構造には致命的な損傷は確認されませんでした。室内では、床や壁に金物等で固定されていない重量機器（CTスキャナ撮影部、手術台等）を含め、ほとんどの機器の移動、棚内に納められていた医薬品等の散乱、機器の転倒・落下等の被害が確認されました（写真2）。このような状況下では、高度な医療行為は当然のことながら通常の医療行為ですら即座に実施することは困難であると推測されます。

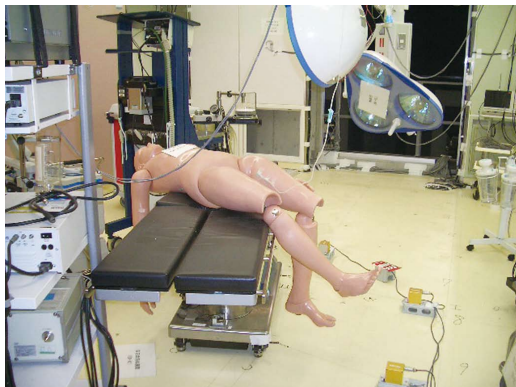
免震構造における短周期地震動の加振では、高い免震効果が発揮され、構造を含め医療機能に大きく影響する被害は確認されませんでした。しかし、長周期地震動の加振では、免震構造でありながら、長周期地震動と免震構造の共振により最大応答加速度の増幅が確認されました。構造被害はほとんど見られませんでした。室内では、キャスターをフリーにした機器が走り回る状況が見られ、最大で3m以上移動した機器、移動中に転倒した機器もありました。また、移動した機器の手術室等の壁ボードへの衝突により発生した陥没は医療機能の継続を妨げる被害でした（写真3）。免震構造であるから大丈夫という過信が危険であることを印象づける結果でした。

## 機能保持向上技術に関する評価

前項の実験結果をうけ、地震時における医療施設の様々な被害を軽減させるための対策を検討しました。機器類の確実な固定が最も有効な方法と考えられますが、医療現場において恒久的な機器類の固定は現実的でないとも考えられるので、使用状況も考慮し地震対策を検討しました。それらの対策を施した試験体による震動台実験を再度実施し、地震対策の効果と限界について確認しました。

免震構造の場合、地震対策を適切に施すことにより、キャスター機器の大きな移動により発生した被害を軽減させられることが確認でき、極めて稀に発生する短周期地震動および長周期地震動においても、施設の機能は十分保持されることが確認できました（写真4(a)）。

一方、耐震構造に関しては、床応答加速度が600 cm/s<sup>2</sup>程度までであれば、地震対策を施すことにより、機器の移動、転倒、物品の散乱等はほとんどみられず、災害後の医療活動に支障がないことが確認されました。しかし、床応答加速度が1Gを超える階では、地震対策を施しても対策治具の破損などにより機器の移動、物品の散乱等がみられ（写真4(b)）、今回検討した地震対策の限界が明らかとなりました。

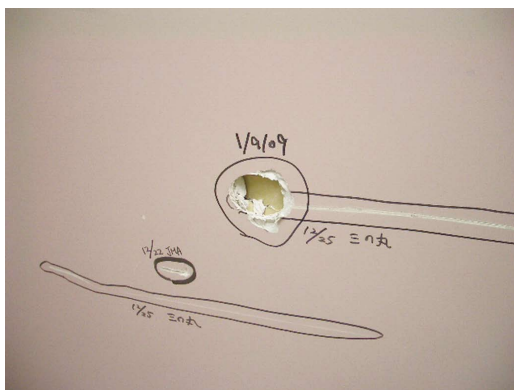


手術室



スタッフステーション

写真2 耐震構造における短周期地震動加振後の室内状況（地震対策なし）



手術室壁パネル



病室

写真3 免震構造における長周期地震動加振後の室内状況（地震対策なし）



(a) 免震構造内の手術室



(b) 耐震構造内の手術室（床応答1G程度）

写真4 地震対策実験後の室内状況

## まとめ

地震対策を施していない耐震構造の医療施設が大地震に襲われた時、医療機器の移動や転倒、物品の散乱が発生し、医療機能を著しく低下させることが明らかになりました。また、地震対策を施していない免震構造の医療施設では、短周期地震動に対してはほぼ問題ないが、長周期地震動に遭遇した時、キャスターフリーの医療機器の移動により引き起こされる被害が顕著となり、医療機能が低下する深刻な被害が確認されました。

一方、医療機器等に適切な地震対策を施した免震構造であれば、地震後においても十分医療機能を保持できるものと考えられます。また、地震対策を施した耐震構造では、稀に発生する地震動に対しては、医療機能に大きな問題となる被害は発生しませんでした。極めて稀に発生する地震動に対して機能を健全かつほぼ無損傷に保つためには、まだ多くの課題があるもの

と思われます。

最後に、本研究で得られた成果は、「病院スタッフのための地震対策ハンドブックーあなたの病院機能を守るための身近な対策ー」および地震対策啓発用映像として広く公表しています。

(独)防災科学技術研究所HP

<http://www.bosai.go.jp/hyogo/syuto-pj/index.html>



佐藤 栄児 (さとらう・えいじ)

独立行政法人防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター 主任研究員。  
1998年名古屋工業大学大学院博士前期(修士)課程修了後、科学技術庁 防災科学技術研究所(現(独)防災科学技術研究所)研究員。2009年東京大学にて博士(工学)の学位取得。専門は主に免震構造および制御工学に関する研究。



## 海溝型巨大地震の予測

日本では、海溝型巨大地震については、同じ領域で同じような地震がほぼ一定の再来時間間隔で繰り返し発生するとの仮定の下で、過去に起きた地震の発生時期や規模・場所をデータとして、長期予測が行われている。一定期間内に地震が発生する確率を予測した、いわゆる長期評価である。これは元々、内陸の活断層で発生する地震について、現在の研究でわかっていることを少しでも防災・減災に活かそうというところから始まり、その手法をほぼそのまま海溝型地震にも適用してきた。そのため、海溝型巨大地震特有の知見を予測に十分には活かすことができなかった。

海溝型巨大地震の場合、地震が生じるときのすべりの大部分は、過去にプレート同士が相対運動をしながらも、すべらずに取り残されていた量（すべり遅れ）に相当する。重要なことは、プレート同士の相対運動がGPS等の宇宙測地技術によって実測可能であり、過去にどこがどれだけすべったかや、普段どこがすべっているかといったことが、観測データから推定できることにある。

推定できると言っても、もちろん誤差や限界はある。例えば、東北地方太平洋沖地震のように、数百年以上に1度程度しか起こらない場合、数百年間のすべりの履歴を、GPSデータの解析と同程度に正確に知ることは不可能である。また、海溝に近い部分では海底地殻変動観測が必要となる。

しかし、過去の履歴について言えば、東北地方太平洋沖地震で注目された津波堆積物をはじめ、過去にどの程度の地震動や津波が生じたかを知る手がかりは存在する。その手がかりと矛盾しない過去の地震時のすべり分布を、シミュレーションを用いて曖昧さを含めて推定することは可能である。

予測というと、1つのシナリオを示したり、その確率を出したりすることだと思われがちである。しかし、曖昧さや誤差を含む場合、起こりうるシナリオを網羅し、限られた観測データや知見に照らし合わせて、無理のない範囲で絞り込みや重み付けを行い、それらに対して適切な対策を考えるのが現実的である。対策のあり方は予測情報の受け手によって異なる（例えば、地方自治体の一般的な防災対策と原発対策）ので、予測する側だけで閉じて一方的に情報を出すのではなく、対策をする側と一緒に、予測の曖昧さについてコンセンサスを得ながら進めていくことが不可欠である。



堀 高峰（ほり・たかね）

海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクトデータ解析グループ サブリーダー。

1998年京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員を経て、1999年より海洋科学技術センター研究員。2011年より現職。専門は地震発生予測研究。博士（理学）。

## 用語解説 地震基盤と工学的基盤

ある地点がどのくらいの揺れに見舞われるかを予測（強震動予測）するには、震源での断層の動きと震源から出る波の強さ等、震源から予測する地点までの距離や方向、それと地表の地盤特性の影響を考える必要があります。

一般的に、軟らかい地盤の場合、そこまで伝わってきた揺れが増幅されます。地盤の特性によりその大きさは大きく変化するため、強震動予測をする場合には、地盤の影響を大きく受けにくいところまでの地震動を、地震のマグニチュードと震源距離で設定し、次に地盤による増幅特性を別の方法で評価するという方法を用います。

「地盤の影響を大きく受けにくいところ」を地下のある深さのところに面的に想定しますが、その面を「地震基盤」と呼びます。震源からの距離がそれほど違わなければ、地震基盤に入射する波はどこでもほぼ同じと考えられます。

具体的には、地表から深さ十数kmまでの地殻のS波速度は平均で毎秒3~3.5kmとほぼ一定であるため、地殻最上部のS波速度毎秒3kmの地層を地震基盤と呼びます。

しかし、実際には、地下深部の地震基盤での観測記録や地震基盤までの深さの地下構造に関する情報はそれほど多くありません。そのため、構造物の設計を行うときには、地震基盤という概念に基づいて地震動特性を評価することが実際には困難となります。そこで、構造物を設計する際には、地震基盤より浅いS波速度毎秒300~700mの地層を「工学的基盤」とするという考え方がなされています。構造物を設計する立場から言えば、観測記録の豊富な工学的基盤で地震動を設定するのが容易であり、工学の各分野における設計が容易にできるという利点があります。

「地震基盤」「工学的基盤」という2つの概念で地震動の評価がなされていますが、それぞれでの用途に合わせて、強震動を予測していくことが重要であるとともに、今後とも地盤の調査を進めていき、それらの間を統一的に説明できるモデルができることが望まれています。

## 編集・発行

地震調査研究推進本部事務局（文部科学省研究開発局地震・防災研究課）  
〒100-8959 東京都千代田区霞が関3-2-2 TEL 03-5253-4111(代表)

\*本誌を無断で転載することを禁じます。

\*本誌で掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。

地震調査研究推進本部が公表した資料の詳細は、地震本部のホームページ [http://www.jishin.go.jp/] で見ることができます。

ご意見・ご要望はこちら → [news@jishin.go.jp](mailto:news@jishin.go.jp)

\*本誌についてのご意見、ご要望、質問などがありましたら、電子メールで地震調査研究推進本部事務局までお寄せください。



地震調査

検索