

文部科学省委託研究  
首都直下地震防災・減災特別プロジェクト  
最終成果報告会

首都直下地震に備えて

平成24年3月8日

東京大学地震研究所  
(独)防災科学技術研究所  
京都大学防災研究所

## 目次

首都直下地震の解明と防災・減災技術の向上を目指して

文部科学省研究開発局地震・防災研究課 1

1) 首都直下地震を引き起こすしくみ

東京大学地震研究所 平田 直 3

2) 都市施設の耐震性評価と機能保持

独立行政法人 防災科学技術研究所 佐藤 栄児 11

3) 首都直下地震による社会の影響と復旧・復興

京都大学防災研究所 林 春男 19

【総括座談】「首都直下地震防災・減災特別プロジェクトの成果と今後の課題」 27

## 首都直下地震の解明と防災・減災技術の向上を目指して

### 1. はじめに

首都直下地震については、切迫性が高く、推定される被害が甚大であると指摘されているため、文部科学省では、首都圏下で発生する地震の姿を明らかにするとともに、建物の耐震構造技術の向上や災害対応体制の確立により被害軽減につなげていくことを目的として「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（以下、本プロジェクト）」を平成 19 年度から平成 23 年度までの 5 年間をその実施期間として研究を進めているところです。

地震観測や実験により蓄積されたデータや各種の調査、実証実験で得られた知見などを用いて、本プロジェクトの研究成果について参画研究者間での検討も進み、最終成果報告書が取りまとめられつつあります。また、本プロジェクトに協力いただいた地方公共団体の間に構築されたネットワークという無形の成果もあがってきております。

本日は、最終成果報告書作成に向けたラストスパートの時期ですが、より多くの方々への成果の普及のため、これまでの成果の概要を直接研究代表者から報告する機会を設けました。本報告会が、首都直下地震の姿、それに対する防災・減災技術について、国民の皆さんや防災関係者の皆さまの理解を深め、地震防災活動のさらなる発展の一助になりましたら幸いです。

### 2. プロジェクトの研究内容

本プロジェクトは、理学、工学、社会科学を横断する 3 つのサブプロジェクトで構成されており、相互が連携しながら研究を進めています。

#### ①首都圏周辺でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等

首都直下地震の姿を解明し、地震の長期予測や強震動予測の精度を向上していくため、自然地震観測によるプレート構造の推定、地震の震源断層モデル・地下構造モデルの構築、それを用いた地震動分布予測に取り組んでいます。

#### ②都市施設の耐震性評価・機能確保に関する研究

首都直下地震に対する都市施設の直接被害を軽減し、建物の機能を確保していくため、実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）を活用した高層建物や医療施設の構造体、内装部材、設備・機器の耐震性向上及び機能確保のための技術に関する研究に取り組んでいます。

#### ③広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究

発災後の効率的で迅速な災害対応と被災者の生活再建を実現していくため、自治体間や行政部局間で災害対応に必要な情報共有が可能となるシステムや、被災者台帳を用いた生活再建支援システムの構築に関する研究などに取り組んでいます。

### 3. 今後に向けて

本プロジェクト4年目の終盤を迎えていた平成23年3月11日には東北地方太平洋沖地震が発生し、多くの人命が失われるなど未曾有の被害をもたらしました。また、東日本大震災と命名されたその災禍は、我々に大切な教訓も与えました。首都直下地震をはじめとした、我が国のどこででも起こり得る地震に備え、被害を最小限に抑える防災・減災対策の重要性を改めて認識し、これらの大切な教訓を、今後の防災・減災に活かしていくことは我々に課された重要な使命です。

本プロジェクトで得られた成果を、関係機関や地方自治体の間で共有し、関係者の取組による地震防災・減災対策の一層の進展を期待します。

文部科学省研究開発局地震・防災研究課

## 1) 首都直下地震を引き起こすしくみ

東京大学地震研究所 平田 直

### 1. はじめに

南関東ではこれまで繰り返し大きな地震が起き、大きな震災が発生してきました。文部科学省委託業務「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（2007年－2011年）」では、首都圏のどこで、どの程度の大きさの地震が起きるのか、地表がどのように揺れ、建物がどのように揺れるかを明らかにし、その結果として発生する災害を軽減するにはどうしたらよいかを考えました。私たちのグループ（サブプロジェクト①「首都圏周辺でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等」）では、この研究のうち、自然現象としての地震の姿を明確にして、工学的な研究、社会科学的な研究を行うグループと共同して、地震防災・減災に役立てる研究を進めました。日本の首都とその周辺（首都圏）で発生する地震の姿を調べ、どのような揺れにみまわれるかを明らかにする研究を進め、首都圏では地震に対する備えを十分に進める必要性のあることが分かりました。

### 2. 関東地方は地震発生地帯

関東地方は、世界で最も地震の多い場所の一つです。この地域では、有感地震が1ヶ月に約1個の割合で発生していて、明治時代以降、5個のマグニチュード(M)7程度の大地震が発生し、大きな被害をもたらしています（図1）。関東地方で地震が多い理由は、日本列島を形成するプレートの下に、2つの海洋プレート（太平洋プレートとフィリピン海プレート）が沈み込むという世界で最も複雑な地域だからです。地震はプレート同士の相互作用等で発生するため、プレートとプレートの境界やプレート内部、それから陸のプレートの活断層のそばで発生します。関係するプレートの枚数が多いと、それだけ発生する地震の数も種類も多くなるわけです。

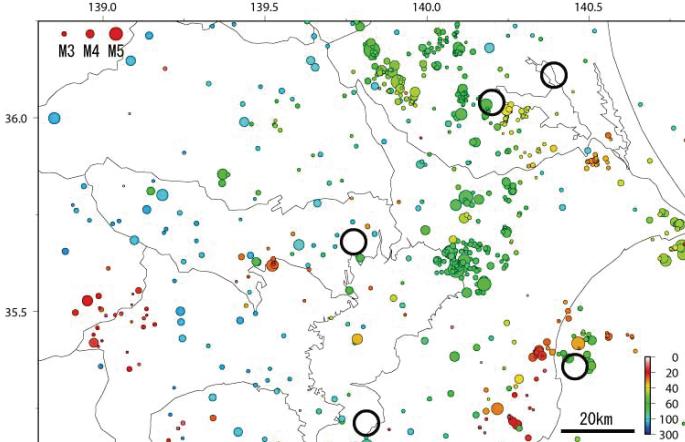


図1 明治以降の5の大地震（黒丸）と、最近のマグニチュード2以上の地震の位置（震央）。震源の深さを色で表わしました。この地震は2011年3月より以前の地震活動を表しています。

### 3. 最近 400 年間の地震活動

普段から小さな地震や身体に感じる地震の多い関東地方ですが、これまでには、大正関東地震（1923年）や元禄関東地震（1703年）のようなプレートの境界で発生するM8級の巨大地震が繰り返してきました（図2）。このような巨大地震の発生間隔は200～400年と長く、大正関東地震から80余年経った現在でも、次の巨大地震発生までは、まだ若干の時間的猶予があると考えられています。しかし過去の事例では、巨大地震と巨大地震が発生するあいだの期間には、M7級の大地震が発生し、江戸や東京に大きな被害をもたらしてきました。近代的な地震観測網のない古い時代のM7級の地震の震源の位置・深さ・規模などの詳細がわからず、首都直下地震の地震像の把握はできていません。地震の防災・減災対策を考えるためには、まず対象とする地震の姿を明らかにする必要があります。

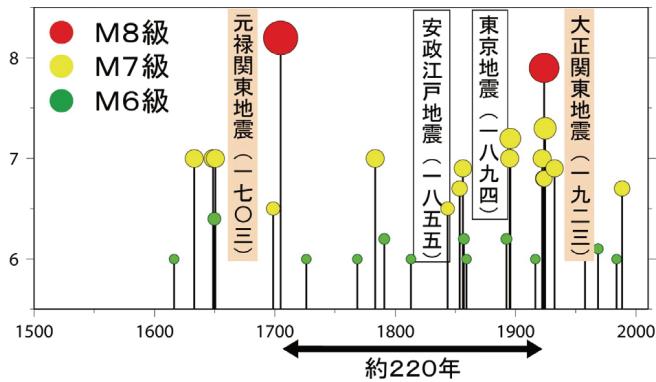


図2 関東地方で起きた被害地震。大正関東地震の前にはM7クラスの地震が増えました。

### 4. 地下のCT（コンピューター・トモグラフィー）画像

大きな地震がどこで、なぜ発生するかを理解するためには、沈み込むプレートの形を知ることと普段の小さな地震がどこで発生しているのかを詳しく知る必要があります。特に、関東地方の下では、2つの海洋プレートがどのように沈み込んでいるか、どこで両者がぶつかり合い、こすれ合っているのかなどを理解することが、地下で発生する地震像を明らかにするために必要です。それに加えて、沈み込むプレートの硬さなどの物性を知り、どこで地震が起きやすいのか、逆に起きにくい場所はどこにあるのか、地震をめったに起こさないでゆっくり変形する箇所があるのか、などを考えることで大地震を起こすことのできる場所の候補が絞られてきます。これらの事を明らかにする方法として、地震波トモグラフィー法という地下の様子を探る手法があります。この手法では、地震の波の伝わり具合を詳しく調べることによって、地下の硬い岩石と軟らかい岩石の分布がどのようにになっているかを、人体のCT画像を得るように描き出すことができます。

### 5. 首都圏に 296 ケ所の地震観測点を設置

デジタルカメラは画素数が多いと得られる画像は鮮明になると言えますが、それと同様に、地下構造の解像度を上げるために、より多くの地震観測点を密に配置することが必要です。これまでの地震観測点は約20km間隔で設置されていました。しかも首都圏中心部には、ほとんど観測点がありませんでした。しかし今回は、東京23区を中心により細かく

約2～5km間隔で配置し、図3に示したような、296ヶ所の地震計を配置した首都圏地震観測網（MeSO-net）を構築しました。そのため、地下の様子がこれまで以上に鮮明に得られるようになりました。

## 6. 地震観測点の概要

これまで地震観測を行うときには、できるだけ静かな場所を選んできました。しかし、首都圏のような都市部では、鉄道や道路などの交通があつたり、工場が稼働していたり、静かな環境を見つけるのが困難です。そこで、地震計を深さ20mの縦穴の底に設置して、地表の振動の影響を少なくしました（図4）。多くの観測点は、小中学校の校庭に設けました。これは、学校の校庭は都会の中でも大きな道路からはなれていて、比較的人工的な振動の少ない場所だからです。小学校は地域防災の拠点となっている場合が多く関係の皆様のご協力を得ることができました。その結果、児童のみなさんや先生方に地震調査研究の現場を見ていただくには絶好の場所となりました。

この観測網は、首都圏で大きな地震が起きて停電が発生したり、電話回線が切断されたりしても現地でデータが蓄積されて、復旧後に自動的にデータセンターにデータが転送されるように設計されました。その結果、東日本大震災に際して

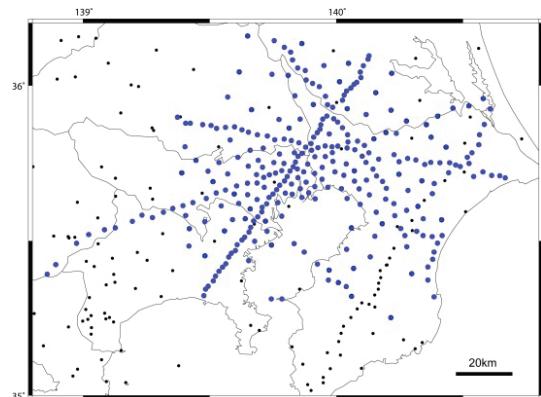


図3 首都圏中感度地震観測網の観測点配置。青丸がMeSO-net観測点296箇所。黒丸は、大学、気象庁、防災科学技術研究所、温泉地学研究所の観測点を示します。



図4 MeSO-net 観測点の構成。主に小中学校の校庭に20mの観測井を掘って設置しました。

発生した停電でも連続して観測記録を収集す

ることができました。その中には、東北地方太平洋沖地震の本震とその前震・余震が全て含まれています。これらのデータによって、首都圏でも震度6弱となった場所のあることが分かりました（図5）。

MeSO-netによってこれまでにM2以上 の地震が2千個以上も観測されました。さらに、制御震源を用いた地殻構造調査

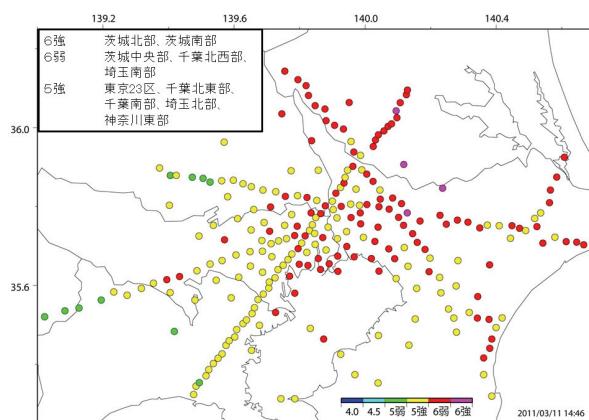


図5 MeSO-netで記録された2011年東北地方太平洋沖地震の計測震度。都内でも震度6弱が測定されました。

も行い、地殻構造が求められました。浅部の構造は、反射法探査データやボーリングデータなどを用いてモデル化されました。その結果、首都圏の下のフィリピン海プレートと太平洋プレートの位置が従来の研究より詳細に推定することができました(図6)。その結果、フィリピン海プレートの上部境界は、東京湾北部付近の下で従来のモデルより約10km浅い部分があることが分かりました(図7)。

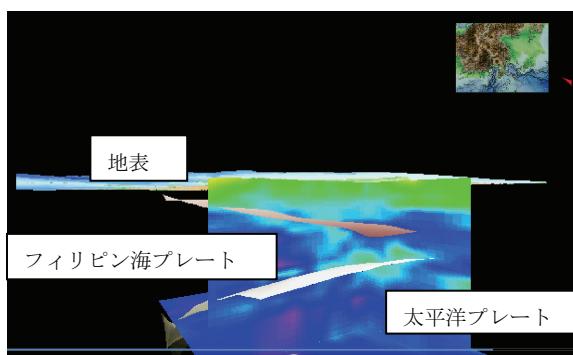


図6 MeSO-netデータを用いて地震波トモグラフィで求めた首都圏下のプレート構造。P波の速度分布(寒色は速い)。東南東からの眺め。

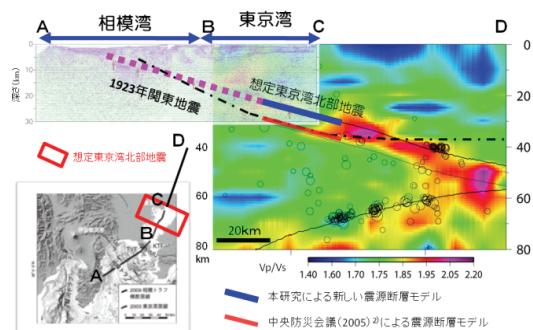


図7 従来の想定地震震源断層と、新しい震源断層モデル。本研究の結果は、これまでの結果より約10km浅くなります。

## 7. 東京湾北部地震の震源断層モデルと揺れの計算

新しいプレート構造による(想定)東京湾北部地震の震源断層モデルを作り、工学的基盤における揺れを計算しました(図8a)。この地震は沈み込むフィリピン海プレートの上面

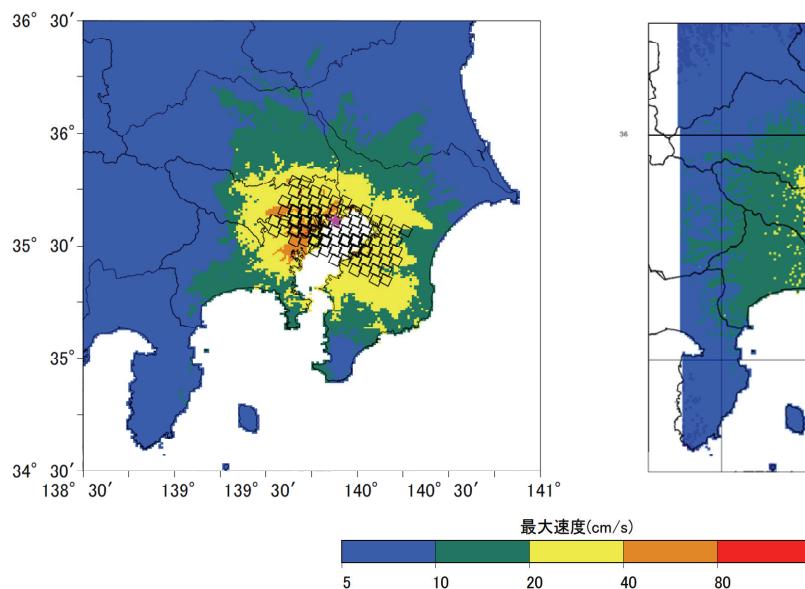


図8(a) 本研究により計算された工学的基盤における最大速度分布

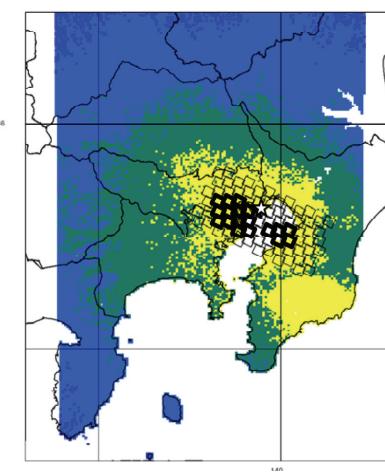


図8(b) 中央防災会議により計算された工学的基盤における最大速度分布(2004)。

で発生するものなので、本プロジェクトで推定されたプレート上面が浅くなつたことにより想定される震源断層も浅くなります。その結果、地表との距離が近くなつて計算される揺れも全体的に大きくなり、工学的基盤における揺れの強さが 20 ~ 40 cm/s である黄色の領域が、2004 年に中央防災会議が計算した結果（図 8b）よりも広がつています。また、中央防災会議の計算結果では目立たなかつた 40 cm/s 以上のオレンジ色の領域も現れました。ただし、こうした揺れの試算には大きな誤差やばらつきを伴うのが通例ですので、現在、その結果の精査を進めています。

## 8. 歴史地震等の記録の収集、整理及び再評価

今後 30 年以内にマグニチュード (M) 7 程度の地震が、南関東で発生する確率は約 70% であると評価されています。この計算は、1894 年の明治東京地震以後 5 つの M 7 クラスの地震（1894 年明治東京地震、1895 年および 1921 年茨城県南部の地震、1922 年浦賀水道付近の地震、1987 年千葉県東方沖の地震）が南関東で発生したことに基づいています（図 9）。しかし、この 5 つの地震がどこで発生したかはよく分かっていませんでした。これまでの研究によって、首都圏で起きる大きな地震は、①内陸の深い地震、②フィリピン海プレートと内陸プレートの境界で発生する地震、③フィリピン海プレートの内部で発生する地震（スラブ内地震）、④フィリピン海プレートと太平洋プレートの境界で発生する地震、⑤太平洋プレートの内部で発生する地震があることが分かっています（図 10）。

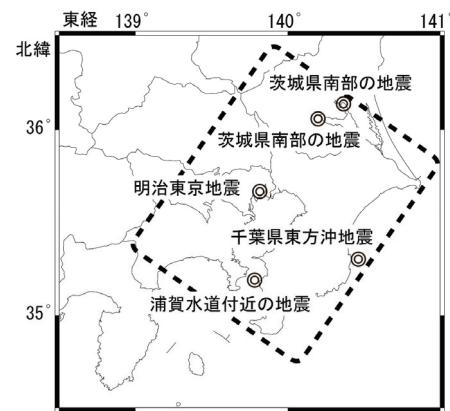


図 9 地震調査研究推進本部が南関東で起こるM7 クラスの長期評価に用いた 5 つの地震の場所。点線が、南関東の領域。

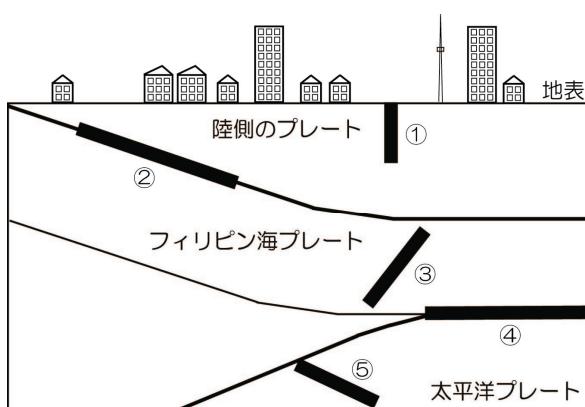


図 10 首都圏の下で起きる地震の種類。図中の番号は本文中の番号に対応する。

1894 年の明治東京地震以後 5 つの M7 クラスの地震が、この 5 つの地震タイプのどれに対応するかを検討しました。この検討を、地震の類型化と言っています。

本プロジェクトで収集された記録と新たなプレート構造を用いて、その震源域の位置と発震機構を推定しました。その結果、1894 年明治東京地震は、フィリピン海プレート内部または、太平洋プレート上面で発生した地震（③または④）、1895 年茨城県南部地震は太平洋プレート内部で発生した地震（⑤）、1921 年茨城県南部の地震、1922 年浦賀水道付近の地震は沈み込むフィリピ

ン海プレート内部で発生した地震（③）であったことが分かりました。1987年千葉県東方沖の地震は、従来の研究から沈む込むフィリピン海プレート内部で発生（③）したと考えられています。今後は、これらの5つの地震以外の地震、つまり安政江戸地震などの歴史地震の研究をさらに進めて、古地震の類型化を進める必要があります。さらに、5つのM7クラスの地震だけでなく、首都圏で発生している中小の地震の類型化も必要です。

また、本プロジェクトでは、三浦半島小網代湾の津波堆積物の調査により、相模トラフ沿いのフィリピン海プレートと陸側プレートの境界で発生するM8クラスの地震（②）が、1923年大正関東地震と1703年元禄関東地震以外にも、鎌倉時代に発生したことを示すデータが得られました。

## 9. 2011年東北地方太平洋沖地震の南関東の地震活動への影響

2011年東北地方太平洋沖地震の余震活動は現在も続き、全体としてみれば発生数は減少していますが、時々有感地震も発生しています。さらに、2011年東北地方太平洋沖地震の発生後から、南関東の地震活動も活発化しています。例えば、南関東で発生する中小の地震の数は、2011年3月の本震前の半年間に比べて、地震後の半年間では約7倍になっています（図11）。活発化した地震活動度は、昨年3月の地震の直後が最も高く、時間とともに徐々に減っていますが、現在でも、以前の約3倍の発生頻度になっています。このことから、南関東のどこかでM7程度の地震がいつ発生しても不思議でない状態といえます。つまり、南関東の地震災害発生リスクは、現在も高いことを示しており、地震に対する備えをいっそう強める必要があります。

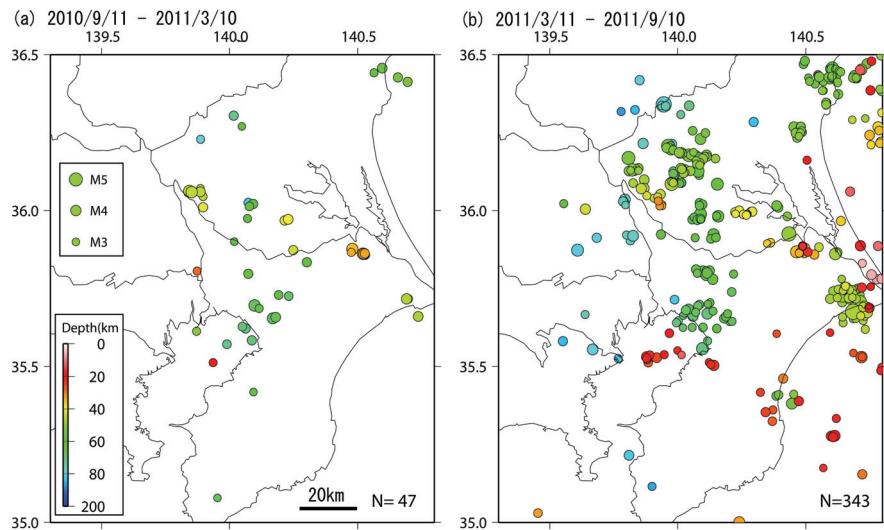


図11 南関東の地震活動の変化。M $\geq$ 3の地震を示しました。3月11日直後に増えた地震数は、徐々に減少しています。色と大きさで、地震の深さとマグニチュードをあらわしています。

## 10. 関東平野堆積層の速度構造とプレート構造の総合解析

首都圏で地震が多発するのは、日本列島があるユーラシアプレートの下にフィリピン海プレートが、さらにその下に太平洋プレートが沈み込むという3重のプレート構造となっているからです(図12)。こうしたプレートの詳細な形状を明らかにすることは、首都直下で発生する被害地震の特徴を理解する上で基本的な情報となります。MeSO-netでは、地下深くで発生した地震を観測しているために、浅い地殻構

造を詳しく調べることができません。そこで、制御震源を用いた反射法・屈折法地震探査、また自然地震の稠密観測を実施し、詳細な地殻構造を調べました。これにより特に、伊豆-小笠原弧の本州弧への衝突によってフィリピン海プレートが複雑な形状を示す関東西部、またフィリピン海プレートが太平洋プレートと接触する関東平野東北部の複雑な構造が明らかになりました。また、フィリピン海プレートが太平洋プレートに接触するという特異な地学現象によって、どのような変形が発生するかを理解することは、どのような地震が発生するかという地震像の解明のためにも重要です。

首都圏のプレート形状を明らかにするために、自然地震を用いた精度の高い地震波トモグラフィ法の解析を行いました。しかし、MeSO-netの地震観測点が展開されている関東平野には厚い堆積層が分布しています。

この層の地震波速度は遅いため、地震波の到達時刻に大きな影響を与えて います。地震波トモグラフィ解析の精度を上げるためには、この効果を観測点ごとに補正する必要があります。関東平野には坑井資料や反射法地震探査などによる速度データがあり、これらを用いて観測点下の堆積層の効果を補正することができます。本プロジェクトでは、関東平野周辺の反射法地震探査データ、地殻活動観測井、および重力値など公開されている各種情報を用いて、三次元基盤構造モデルを構築しました(図13)。こうして

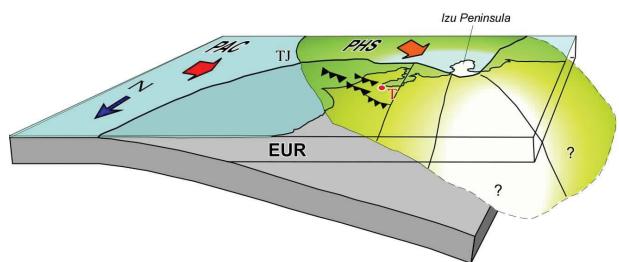


図12 ユーラシアプレート(EUR)、フィリピン海プレート(PHS)と太平洋プレート(PAC)の関係を示す概念図。関東地方の北からの眺め。

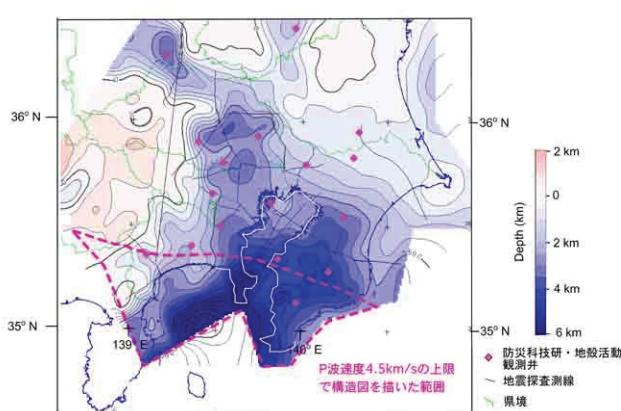


図13 基盤上面深度図。「基盤」は赤破線外の地域では、先第三系に相当。赤破線内の地域では、P波速度が4.5km/sを超える領域を基盤相当層として、その上面をマッピングしている。

得られた地震波トモグラフィによる三次元速度構造モデルは、制御震源による反射法地震探査データを解析するためにも利用されました。これによって、地震波トモグラフィによる解析結果と反射法地震探査の結果を総合的に解析することができます。その一例を次に示します。

フィリピン海プレートは関東地方の北東部で太平洋プレートの上面と接します（図12）。この境界部の状況を理解するため、つくばから水戸にいたる測線と、九十九里からつくばに至る測線で、制御震源探査と稠密な自然地震観測を行いました（図14）。この結果、二つの海洋プレートは、霞ヶ浦北岸周辺で接していることがわかりました。

## 11. まとめ

首都圏で発生する地震の姿を解明するための研究を行いました。この地域はこれまででも地震の発生確率が高い地域と考えられてきましたが、そこで発生する地震の位置、特に深さについては必ずしも明らかではありませんでした。本プロジェクトによって、フィリピン海プレートが、首都圏の中心部では従来考えられていたより浅いことが分かりました。想定東京湾北部の地震の水平位置やマグニチュードを同じものにしても、断層面が浅くなるこの結果を考慮すると、地表の揺れは従来の想定より大きくなると考えられます。想定東京湾北部の地震の発生確率は、本プロジェクトの研究によつても明確に示すことはできませんが、東京を含む首都圏全体のどこかでM7クラスの地震が発生する確率は高いと考えられます。このような地震が発生した場合の地表の揺れを十分考慮して、地震に備えることが重要です。2011年東北地方太平洋沖地震の発生後、南関東での地震活動は活発化しました。このことも、地震防災を考える上で考慮すべきことです。首都圏のどこで大地震発生が発生するかについて科学的に答えるためには、関東平野の厚い堆積層下に伏在する断層の理解、プレートの沈み込みを支配するダイナミクスの解明など、基礎的な研究をさらに続ける必要があります。本プロジェクトの成果を活用して、こうした研究が進展することを期待します。

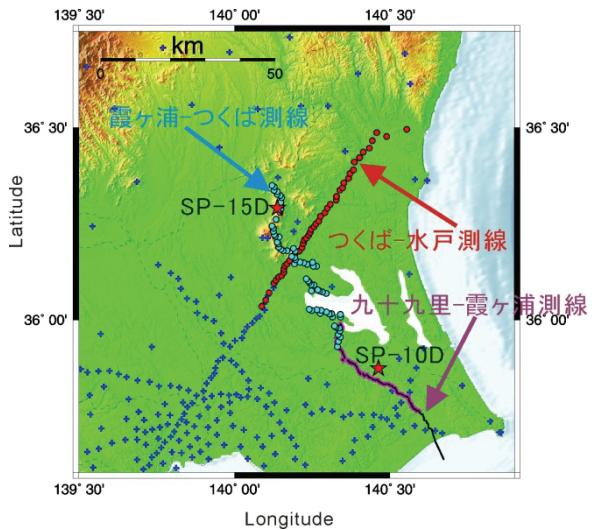


図14 制御震源地殻構造探査（紫色線）と稠密自然地震観測（水色丸と赤色丸）の測線図。+は定常観測点（MeSO-netを含む）の位置を示します。

## 2) 都市施設の耐震性評価と機能保持

独立行政法人 防災科学技術研究所 佐藤 栄児

### 1. はじめに

実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）は、重さ 1,200t の構造物を震度 7 の地震動で揺さぶることができる実験施設です。サブプロジェクト②では、このE-ディフェンスを用いる実大実験により、大地震に対する都市施設の被害を予測し、防災・減災対策法を提示することで、社会の地震に対する安全性を高める研究に取り組んでいます。

首都圏を中心とする政治、経済、医療、情報発信に関わる社会活動は、震災時はもちろん、震災後においても維持・継続されなければならない重要な機能です。本サブプロジェクトでは、医療施設と超高層建物をモデルケースとし、医療施設の機能保持のための対策手法および超高層建物の耐震性を、E-ディフェンスを活用し総合的に検証しました。

### 2. 震災時における重要施設の機能保持に関する研究開発

#### 2. 1 目的

大地震被災後の政治、経済、医療、情報発信等に関わる社会活動の停止は、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は不可欠な課題であり、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（Business Continuity Plan:事業継続計画）の策定なども注目されています。

本研究テーマでは、大地震時に機能保持が求められる重要施設のなかで、大地震時における救急救命、被災後の生命維持の拠点となる医療施設を対象として、その機能を震災時にも維持するための研究を行ってきました。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医療施設の実大実験を実施し、そこで得られた様々な知見から、地震に備える医療施設の在り方を取りまとめてきました。

#### 2. 2 医療施設の実大実験

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 18 m、各階床面積 80 m<sup>2</sup>(8 m×10 m))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(図 1)。室内には人工透析装置、手術用機器、医療棚など実際に用いられている様々な医療機器等を、床・壁固定、床置き、キャスター付き(ロック又はフリー)などそれぞれの通常の使用状況にあわせた設置方法で設置しました。建物の構造形式として、建物を震動台に直接固定する従来の“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”的 2 つの形式を採用しました。この免震構造は兵庫県南部地震(1995)以降、医療施設への導入が進んでいます。

実験では、複数の地震波で試験体を加振しましたが、以降では、兵庫県南部地震時に神戸海洋気象台で観測された JMA 神戸波の最大加速度を 80 %にした震度 6 強の短周期地震動、



### 写真 1 試験体全景

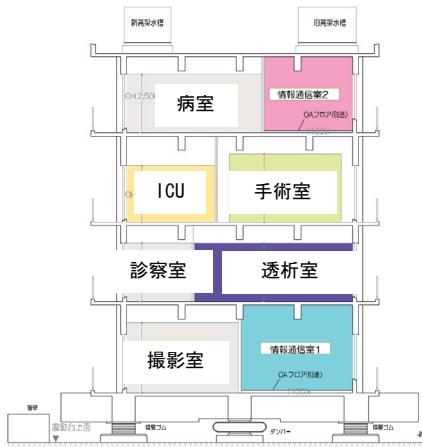


図1 配置図（試験体断面図）

および東海・東南海地震で名古屋市三の丸地区において想定されている長周期地震動、三の丸波(震度5強)を入力した実験結果を紹介します。

### 2. 3 既存医療施設の機能保持性能評価

## (1) 耐震構造の実験結果

短周期地震動の加振では、床の最大応答加速度は約 2~3.4 倍に増幅され、最大で 2,000 cm/s<sup>2</sup> 以上に達することが確認されました。構造的には建物の固有周期が伸びましたが、致命的な損傷は発生しませんでした。実験後の状況を写真 2 に示します。室内被害としては、ほとんど全ての機器が移動し、床や壁に金物等で固定されていない機器（CT スキャナ撮影部、手術台など）および什器の移動、棚内に納められていた医薬品等の物品の散乱、スライド式扉の脱落、機器の転倒・落下などが確認されました。また手術台のマネキン人形が台上で回転し滑落寸前となっており、大地震時に人体が受ける振動の激しさを物語っています。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。

一方、長周期地震動の加振では、床の最大応答加速度は 200~250 cm/s<sup>2</sup>程度で、構造的な被害はほとんどなく、室内被害としてキャスター付き機器・ベッドでキャスターをロックしていないものが約 50~80 cm 移動した程度でした。

## (2) 免震構造の実験結果

短周期地震の加振では、高い免震効果が発揮され、床の最大応答加速度は十分に低減され、建物の構造的な被害もほとんどみられませんでした。室内の被害としては、キャスター付き機器・ベッドでキャスターをロックしていないものが平均で60cm、最大で約1m移動しましたが、病院機能に大きく影響する被害は確認されませんでした。

一方、長周期地震動の加振では、免震構造でありながら、床の最大応答加速度が約1.3倍に増幅してしまい $250\text{ cm/s}^2$ 程度となりました。これは、免震構造の固有周期と地震動が持っている最もパワーのある周期（卓越周期）とが近接しているため、免震建物が共振し応答が増幅してしまったためです。しかし共振しても応答加速度が $250\text{ cm/s}^2$ 程度であるため、



写真2 耐震構造における短周期地震波加振後の室内状況

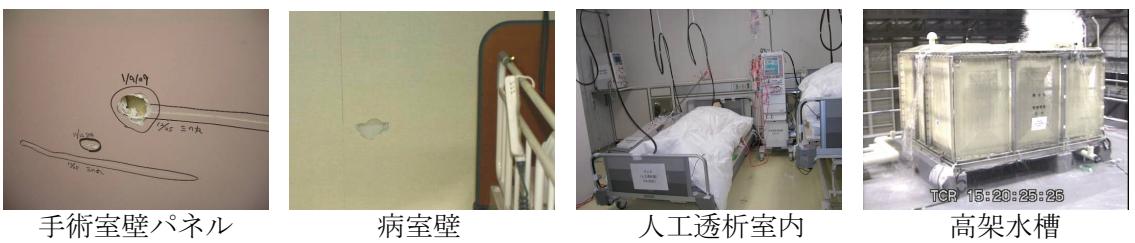


写真3 免震構造における長周期地震波加振後の室内状況

建物の構造的な被害はほとんどみられませんでした。実験後の室内の状況を写真3に示します。室内の被害としては、直接床に設置された機器やキャスターをロックした機器には特に問題は無かったものの、キャスターをフリーにした機器は、室内を走り回り、多くのものが1m以上移動しており、最大で3m以上移動しているものや、移動中に転倒した機器もみられました。また、移動した機器がその周りにある機器などに激しく衝突し損傷する状況が多数観測され、手術室壁パネルと病室壁ボードなどの大きな損傷は、100kg以上の機器が衝突したことにより発生しました。またキャスターをフリーにした透析装置が移動し床上のケーブル・チューブ類につまずき転倒するのが観測されました。スライド式扉は、激しく開閉し、扉の枠およびストッパーなどに衝突し、扉、枠、ストッパーの破損などがみられました。

免震構造であるから大丈夫という過信は危険であることが印象づけられる結果でした。

## 2. 4 機能保持向上技術に関する評価

前項の実験結果をうけ、地震時の医療施設の室内被害を低減する対策を検討し、その対策を施した場合の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。

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として、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、医療現場における様々な状況に対応するため、恒久的な機器類の固定の実施は、現実的でないとも考えられます。そこで、使用状況も考慮し、①キャスター機器の簡便・高度な固定対策、②機器の壁面等への簡易固定対策、③

衝突対策のための壁面の防護、④免震床・機器免震による対策、などの地震対策を検討しました。主な地震対策状況を写真 4 に示します。これらの地震対策を、実大医療施設の試験体内の機能に対して施し、震動台実験を実施しました。実験後の主な室内状況を、写真 5 に示します。免震構造の場合、写真からもわかるように、前述した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、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。

一方、耐震構造に関しては、入力地震動の大きさのみで被害様相を評価できません。実験では、建築物の耐用年数中に一度以上受ける可能性が大きい地震動である、JMA 神戸波の最大速度を  $25 \text{ cm/s}$  に調整した地震動(最大加速度  $275 \text{ cm/s}^2$ 、震度 6 弱)を入力しました。その時の床の最大応答加速度は約  $650 \text{ cm/s}^2$  でしたが、地震対策が有効に働き、ほとんど機能的に問題となる被害はありませんでした。一方、床応答加速度が、 $1 \text{ G}(980 \text{ cm/s}^2)$  を超える階(写真 5 の耐震構造の場合)では、そうでない階と比較し、地震対策を施しても対策機器の破損などにより機器の移動、物品の散乱等がみられました。すなわち、床の応答加速度が約  $500 \text{ cm/s}^2 \sim 600 \text{ cm/s}$  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、災害後の医療活動を継続できることが確認されました。



写真 4 主な地震対策

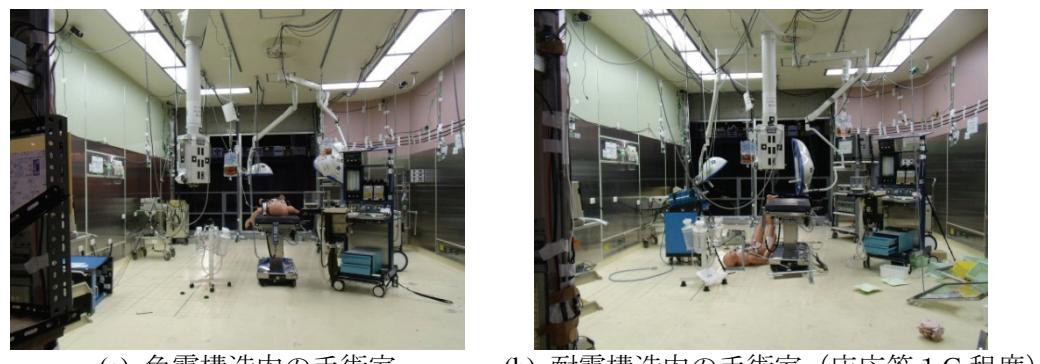


写真 5 実験後の室内状況

### 3. 長周期地震動による被害軽減対策の研究開発

#### 3. 1 目的

超高層建物群は、都市社会の中核機能を担っており、大地震による超高層建物の被害は、

社会全体に甚大な影響を与えることが予測されます。既存の超高層建物群が、重度の損傷および機能損失を受ければ、大規模な補修や、場合によっては取り壊しも避けられない事態に陥ります。こうしたことを未然に防ぐ観点から、超高層建物の耐震性能を見直し、耐震性能が不足する場合について、骨組補強によって塑性変形能力を確保するとともに、ダンパー等の導入によって建物の応答を低減する制振対策が望まれます。居住者の安全性について、大地震時において超高層建物に大振幅の床応答が生じると、オフィス空間や住宅は、家具什器の散乱状況等によって極めて危険な状況に陥ることが危惧されます。超高層建物内のオフィス空間、住宅について、大地震時の応答状況を総合的に検証し、被害様相を同定するとともに、対策の効果について検証する必要があります。本研究テーマでは、以上の問題に取り組み、長周期地震動による被害の軽減に資することを目的としています。

### 3. 2 実験概要

実験では、構造骨組と居室を超高層建物から部分的に切り出して、なるべく本物と近くなるように製作することで、実際の揺れのなかで超高層建物が被る損傷を再現しました。実験概要を図 2 に示します。実験は骨組の耐震性を検証するシリーズと室内空間の被害を検証するシリーズに分かれます。骨組実験では、地震時に最も大きな力がかかる下層部分の骨組における構造被害を対象としました。室内実験では、大きな揺れの発生する室内における被害を対象としました。いずれも実験対象以外の建物の揺れを積層ゴムでコンクリート板を挟む実験装置によって表現し（以降、縮約層と呼びます）、長周期地震動を入力した際に全体が超高層建物と同等の動きをするように工夫しました。

### 3. 3 超高層建物の骨組の耐震性能に関する実験

本実験では高さ約 80 m の鉄骨造建物を想定しました。骨組および縮約層については、超高層建物の平均的な剛性と強度になるように調整しました。実験における層間変形角の時刻歴波形を図 3 に示します。設計用地震動であるエルセントロ波において、層間変形角の最大値は、設計で規定された 0.01 rad よりも 10 %程度小さくなりました。図における長周

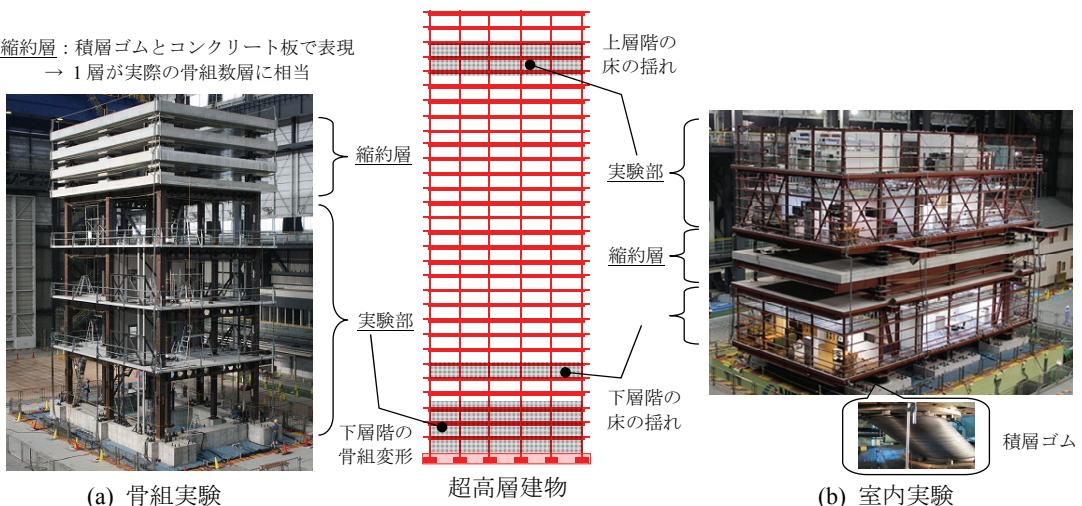


図 2 超高層建物に対する実験概要

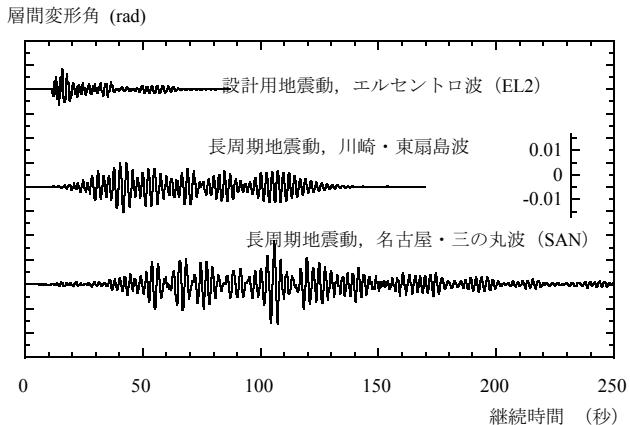


図3 骨組に生じた層間変形角の時刻歴波形



図4 梁端接合部

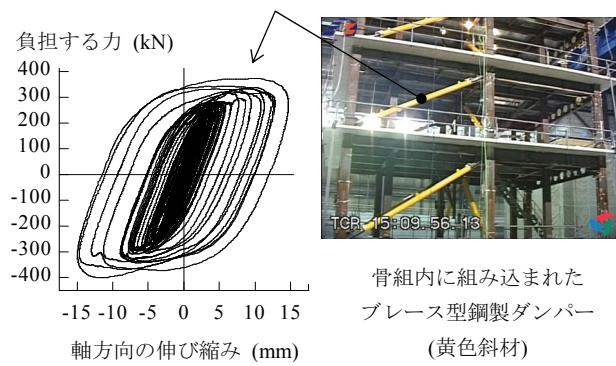
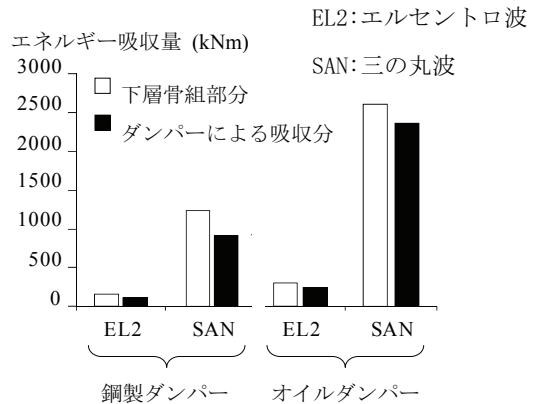


図5 ダンパーを用いる制振補強がもたらすエネルギー吸収効果



期地震動である東扇島波、三の丸波からを受ける超高層建物の骨組は、設計で考えられていた変形の数倍もの大変形を一気に受けるのではなく、設計で考えられていた値の 1.5 倍程度までの変形を長時間にわたって何度も繰り返し受けすることが分かりました。変形は梁端接合部（図4）に集中し、三の丸波の加振中に梁の下フランジが切れてしまうものが出てきました。針金を 1 回曲げただけでは抵抗する力は変化しませんが、同じ箇所を何度も繰り返し曲げているうちに、とうとうそこで切れてしまします。同じことが、長周期地震動に共振する超高層建物の骨組において起きる可能性があるのです。

次に、超高層建物の耐震改修をテーマとして、ダンパーを組み込んで揺れをおさえる制振化および梁端接合部の溶接補強による骨組の変形性能について検証しました。骨組内で斜めに配した部材（ブレース）は、骨組が変形する際に伸び縮みします。そこに組み込まれたダンパーは、図5 左にあるように負担する力と伸び縮みする変形の関係において大きなループを何度も描きます。それぞれの面積がダンパーの吸収したエネルギーです。実験では、図5 の右にあるように下層骨組部分で吸収したエネルギーの 70 %以上をダンパーによって負担できることが示されました。また、梁端接合部については下フランジを補強により変形性能は大幅に向上しました。これらの補強方法を組み合わせる等の対策を講じることが長周期地震動による被害軽減のためには大切です。

### 3. 4 超高層建物の室内被害に関する実験

本実験は高さ 120 m の 30 階建て相当の超高層建物の、長周期地震動による揺れで発生する室内被害の再現を目的に行いました。試験体の上層階と下層階を縮約層で連結し、上層階では 30 階建ての 27 階相当の揺れが、下層階では 6 階相当の揺れが発生するように、試験体を作成しました。試験体は約 20m×10m の広い平面と階高 3.6m の鉄骨骨組みで作成し、システム天井や間仕切り壁、空調設備を組み込んで室内空間を作成しました。床は高さ 5cm の二重床で仕上げをタイルカーペットとし、オフィス家具等を設置しました。

入力地震動として、①平成 7 年兵庫県南部地震時に神戸海洋気象台で観測された記録の最大加速度を 25 %にした地震動（JMA 神戸 25% 波）、②平成 23 年東北地方太平洋沖地震で首都圏地震観測網 MeSO-net（サブプロジェクト①で整備）の西新宿観測点で観測された本震の記録（西新宿本震 100% 波）、③首都直下地震で想定される長周期地震動特性を考慮した地震動として、西新宿観測点における東北地方太平洋沖地震の余震（震央：茨城県沖、M:7.6）記録の最大加速度を 330 %に拡幅した地震動（西新宿余震 330% 波）を用いました。

試験体の床応答の大きさを最大加速度と震動台の揺れに対する倍率で表 1 に示します。各実験での室内の状況は、JMA 神戸 25% 波・西新宿本震 100% 波を入力した場合にはオフィス家具の移動・転倒は発生しませんでしたが、西新宿余震 330% 波を入力した場合には上層階（27 階相当）で家具の転倒や、キャスター付家具の移動・転倒が発生しました。

表 1 試験体の床応答最大加速度（※震動台の値に対する倍率）

入力地震動	震動台 (1階相当)	下層階(6階相当)		上層階(27階相当)	
		加速度	倍率*	加速度	倍率*
JMA神戸25%	221cm/s <sup>2</sup>	300cm/s <sup>2</sup>	1.36	143cm/s <sup>2</sup>	0.65
西新宿本震100%	98cm/s <sup>2</sup>	125cm/s <sup>2</sup>	1.28	136cm/s <sup>2</sup>	1.39
西新宿余震330%	127cm/s <sup>2</sup>	194cm/s <sup>2</sup>	1.53	268cm/s <sup>2</sup>	2.11



写真 6 上層階部分の室内の状況（西新宿 330% 波入力時）

写真 6 に、西新宿余震 330% 波を入力した場合の上層階の室内の状況を示します。オフィス部分では、キャスター付の椅子や袖机は大きく移動しましたが、間仕切り壁にバンドで

移動防止の対策をしたコピー機は大きな移動が抑えられ、その効果が発揮されました。住宅部分では、棚類を簡単なL字金物で壁に固定するだけでも転倒防止効果が確認されました。一般的に耐震性能が優れている超高層建物ですが、長周期地震動によりゆっくり大きく共振した際には、室内被害が発生する可能性があります。しかし家具等への簡単な対策を施すことにより、室内被害を軽減できることが判りました。

#### 4. おわりに

サブプロジェクト②では、震災時から震災後においても機能維持されなければならない重要施設である医療施設と、都市社会の中枢機能を担っている超高層建物を対象として、大地震におけるそれらの建物の被害様相を予測し、防災・減災のための対策の提示を目的として、E-ディフェンスを用いた実大実験による研究に取り組んできました。

医療施設の実験では建物が耐震構造の場合と免震構造の場合を取り上げ、室内の医療機器に地震対策を実施しない場合と実施した場合とを、それぞれ比較検討しました。耐震構造で医療機器に地震対策を実施しない医療施設では、物品の落下・散乱、ドアの脱落などの被害に加えて、施設内にある無固定のほぼすべての機器が移動や転倒する被害が発生し、大規模災害時にすぐさま必要となる災害医療をはじめ、CT等を用いる高度な医療行為も実施できない状況であり、病院の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、免震構造で地震対策を実施していない場合では、短周期地震動に対しては医療施設の機能を十分保持できることが確認できましたが、長周期地震動に対してはロックされていないキャスター付き医療機器の移動等による被害が顕著であり、医療機器の手術室の壁への衝突による破損等は医療施設特有の衛生保持機能が低下する深刻な被害が確認されました。

一方、機器等に適切な地震対策を施した場合には、免震構造であれば、地震後においても十分に施設の機能を保持できると考えられます。耐震構造の場合にも地震対策は有効に働き、稀に発生する地震動においては機能的に大きな問題となる被害は発生しませんでしたが、極めて稀に発生する地震動においては、施設の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と考えられます。

長周期地震動を受ける超高層建物の構造躯体を再現した実験では、超高層建物の一部を取り出した、世界的にも過去に例のない手法による試験体を用いて、実際の揺れのなかで超高層建物が被る損傷、被害様相を表現しうる振動破壊実験を実施しました。超高層建物の骨組の弱点を見極めるとともに、効率的な対策手法を提案し、耐震性能を定量的に検証することで耐震補強を促進する知見を得て資料として纏めました。また超高層建物の室内被害に関する実験では、長周期地震動を受ける超高層建物の上層階の揺れを再現する室内空間を作成し、オフィス空間や住宅の地震時の被害様相を映像等により明らかにするとともに、対策方法とその有効性を検証しました。

本研究の成果は、様々な局面で幅広く利活用できるように、最新情報を踏まえて、防災科研のウェブサイト (<http://www.bosai.go.jp/hyogo/index.html>) にて公開する予定です。

### 3) 首都直下地震による社会の影響と復旧・復興

京都大学防災研究所 林 春男

#### 1. はじめに

東日本大震災の発生後、関東地方の地震活動が活発化しています。首都直下地震発生の可能性が一層高まっています。もし首都直下地震の最悪シナリオである M7.3 の東京湾北部地震が発生した場合、中央防災会議の予想では、1.1 万人が死亡し、85 万棟の建物が全壊し、総額 112 兆円に及ぶ甚大な被害が発生すると推定されています。できる限り被害の発生を予防する努力を継続することは防災の基本です。しかし、これだけの被害をゼロにすることは不可能です。ということは、これだけの被害を受けた首都圏をどのように立ち直すかの方策についても検討しておくことが大切です。東日本大震災から今までの応急対応とそれに続く復興過程を見れば、災害からの立ち直りの過程について研究すべき事柄が数多く存在していることは明白です。

文部科学省委託業務「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（2007 年－2011 年）サブプロジェクト③「広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究」では、首都圏直下地震を、首都圏を現場とする全国的な危機として捉え、日本全国の防災研究者の英知を集め、災害発生後に行われる応急対策から復旧・復興対策までを包括的にとらえて、被害の「軽減化」方策を検討してきました。本研究では、「危機対応能力」と「生活再建能力」を向上させるためにどのような方策があるかを検討してきました。そうした個々の方策を総合的にマネジメントする「情報プラットフォーム」の構築を行いました。さらには全ての研究成果を「地域抵抗力・回復力」の向上を図るために、災害対応に従事する者や地域住民・企業へと還元する「社会的な研修・訓練システム」のあり方も検討してきました。私たちの目的は、首都圏直下地震の影響を受けると予想される最大 2500 万人の被災者の生活再建方策の確立です。

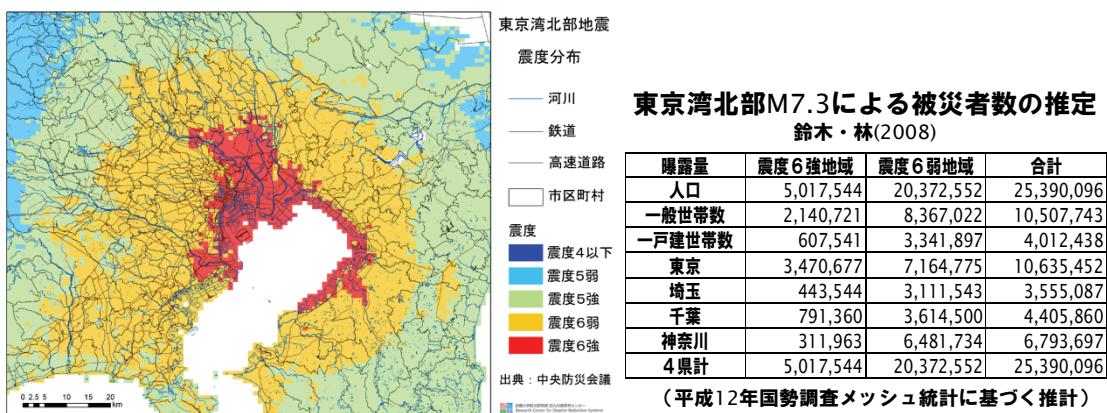


図 1 東京湾北部地震で震度 6 弱以上となる「被災地」とそこに暮らす被災人口

## 2. 首都直下地震がもたらす応急対応から復興までの問題構造の明確化

危機管理にあたる者の常識として「最悪を想定して備え、楽観的に対処する」があります。私たちも首都直下地震の最悪シナリオである東京湾北部地震が発生した場合を想定して研究を進めてきました。これまでの地震災害の例では、震度6弱以上の揺れに襲われた地域が被害が面的に広がるいわゆる「被災地」となっています。東京湾北部地震によって震度6弱以上の被災地は東京都だけでなく、千葉県、埼玉県、神奈川県の3県にまたがり、我が国の人団の5人に1人にあたる2500万人という膨大な被災者が発生すると予想されます(図1)。

東日本大震災をはるかに凌ぐ、我が国がこれまで体験したことがない大規模なこの震災に対して、地震発生直後の応急対応から、長期的な視野で行われる復旧・復興までにわたる包括的な災害対応を効果的に実施する必要があります。しかし、現在の災害対応は発災直後の数日間の応急対応に重心が集中しており、その後に必要となる災害対応業務の全体像が見えていない状況にあります(図2)。

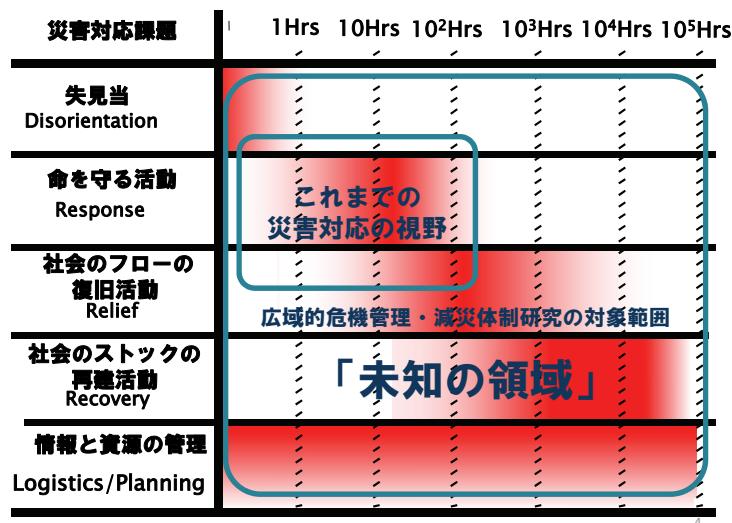


図2 災害対応活動（赤色の部分）の時間的推移と本研究が対象とする範囲

そこで本研究では、研究メンバー全員が参加する全体ワークショップを繰り返し、首都直下地震によって生み出される問題の全体構造の解明を行ってきました。その結果、首都直下地震災害を「都心」「下町」「山の手」という三つの異なる特性を持つ地域が同時被災するととらえることが有効であり、先例とすべき災害事例が米国に存在することも明らかになりました。首都中枢機能の維持が問題となる「都心」では、2001年の中東多発テロの対象となったマンハッタンの対応から多くを学ぶことができます。臨海部のゼロメートル地帯が長期湛水によって機能停止する危険がある「下町」については、2005年のハリケーンカトリーナによるニューオーリンズでの対応が参考になります。広域にわたる延焼火災が懸念される「山の手」の場合は、1923年の関東大震災の事例や、1906年のサンフランシスコ地震や1991年のオークランド大火の対応が教訓となります。

こうした教訓を交えながら、首都直下地震の発生によって必要となるさまざまな災害対応課題について、効果的な災害対応業務を遂行するためのプロセスを明らかにしています。図3は避難所の運営に関する問題構造を解明した例です。

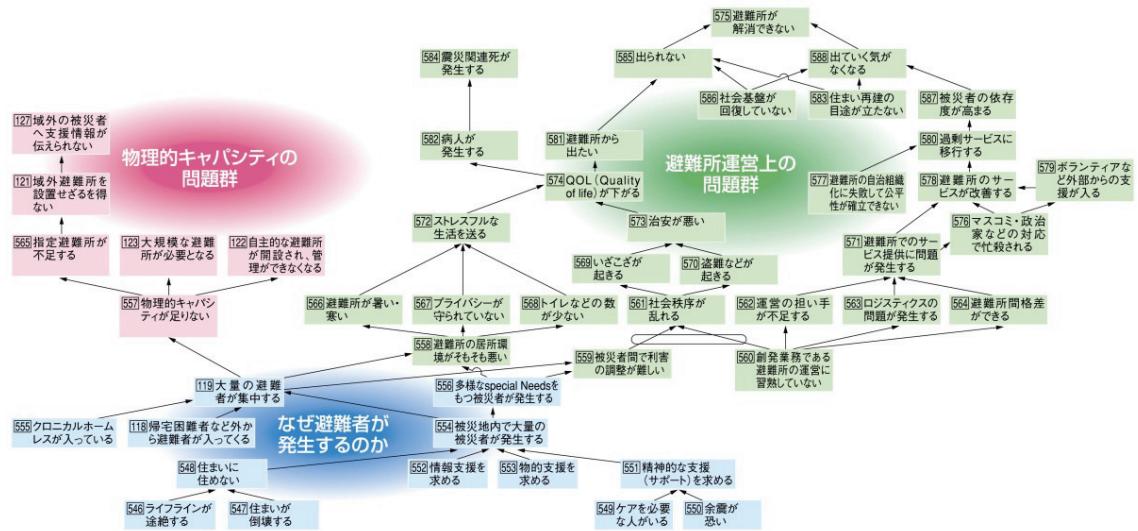


図3 首都直下地震の際の「避難所」に関わる問題構造

もし東京湾北部地震が発生したとしても、地震発生直後の応急対応から、長期的な視野で行われる復旧・復興までにわたる包括的な災害対応を効果的に実施できるために必須となる以下の三つのテーマを掲げて総合的な検討を進めました。

### 3. 効果的な行政対応態勢の確立（京都大学防災研究所・富士常葉大学・首都大学東京）

地震発生直後の応急対応から、長期的な視野で行われる復旧・復興までにわたる包括的な災害対応を関連する地方自治体が連携して実施する必要があります。そのときに不可欠となる「効果的な行政対応態勢の確立」について、a) 一元的な危機管理対応体制の確立、b) 地域・生活再建過程の最適化に関する研究、c) 効果的な研修・訓練システムの確立の三つの側面から研究しています。

一元的な危機管理対応体制の確立では、生活再建の基本となる建物被害認定調査と「り災証明」の発給、そして「一人の取残しのない生活再建」を実現するための被災者台帳の活用方法を構築しました。富士常葉大学を中心とする「一元的な危機管理対応体制の確立」チームは、被災者生活再建の出発点となる建物被害認定過程に焦点をあて、モバイル機器による被害認定調査支援システムの開発を行うとともに、調査の質を確保できる調査員動員体制、研修システム、一元的な人材派遣マッチングシステムからなる建物被害認定調査の制度設計を提案しました。また、首都直下地震で問題となると予想される非木造集合住宅の被害認定調査に関しても、分譲マンションの管理会社による既往調査との連携を考慮し、自己申告制度を取り入れた建設業界等の専門家の効果的な活用体制について提案しま

した。

首都大学東京を中心とする「地域・生活再建過程の最適化に関する研究」では、事前復興をキーワードに長期的な復興に関する多角的な検討を一層深化させました。将来発生する首都直下地震では、経済被害、高齢化、地域格差などの復興課題が存在し、住宅の大量被災という量の問題よりも、住宅市場のミスマッチがより大きな課題となることも明らかになりました。将来の人口構成を考慮した「住まい再建シミュレーション」でも、現在の再建パターンと大きな差異がないことを示唆しています。そうした中で、生活再建に影響する要因として、復興ニーズの明確化、その認識の地域での共有、住民の当事者意識の重要性を指摘しました。これらの成果を踏まえて、地域協働復興を推進するための復興訓練手法を開発し、その体系化をはかり、活用ガイドンスにまとめました。

京都大学防災研究所を中心とする「効果的な研修・訓練システムの確立」チームでは、インストラクショナル・デザインの考え方に基づいて、応急対応から復旧・復興までの災害対応を効果的に推進するために必要な能力を担当者が身につけるための研修・訓練システムを開発しました（図4）。

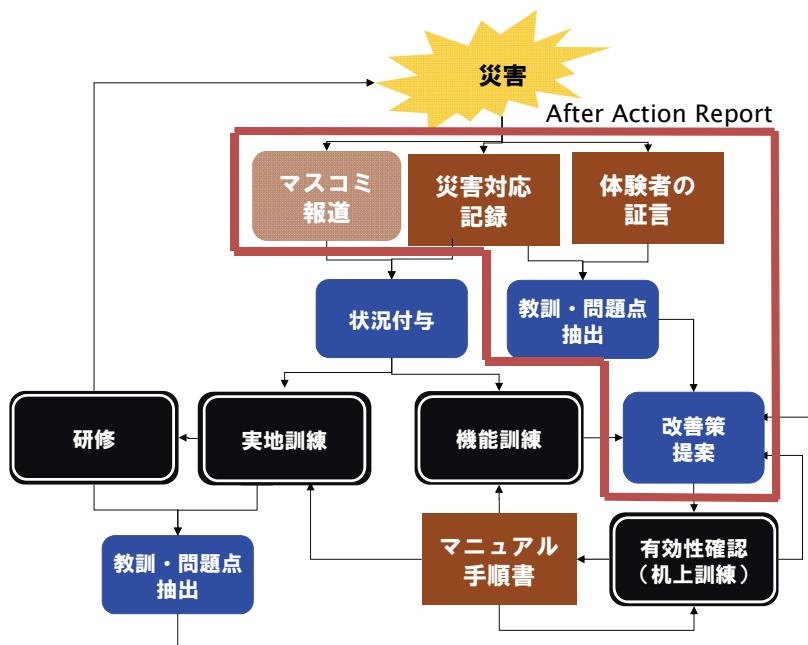


図4 災害対応能力の向上のための効果的な研修・訓練システム

その中でも特に、被災者の生活再建にとってもっとも重要な被災者台帳の策定とその活用に焦点を当ててシステム構築とその研修システムを開発してきました（図5）。その結果、平成23年度には、首都圏の自治体での社会実装を目指して、東京都豊島区と調布市で東京都と共に実証実験を実施し、各区市での導入に向けた検討が始まっています。また、東日本大震災で被災した岩手県では、新潟大学を中心とする支援によってクラウド型の被災者台帳利活用システムが導入され、生活再建に活用されています。

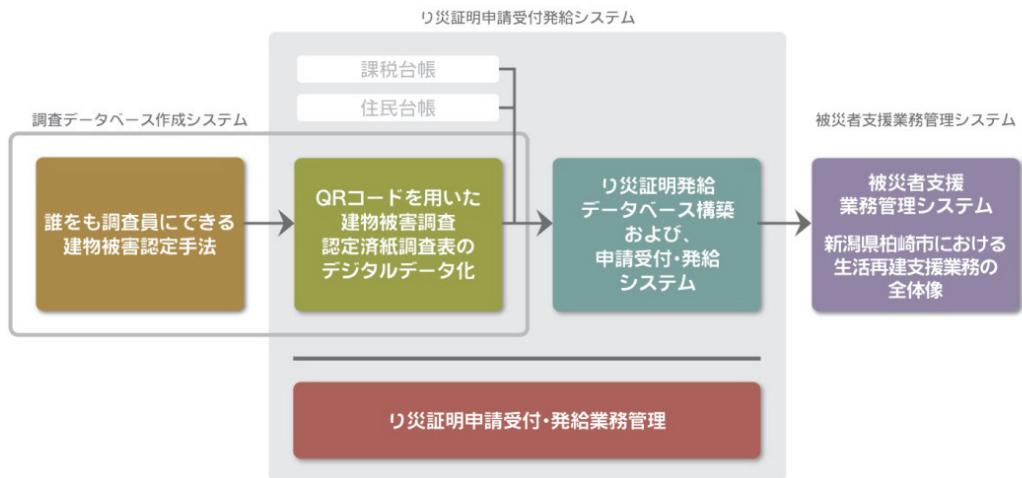


図 5 被災者台帳による生活再建支援システムの構成

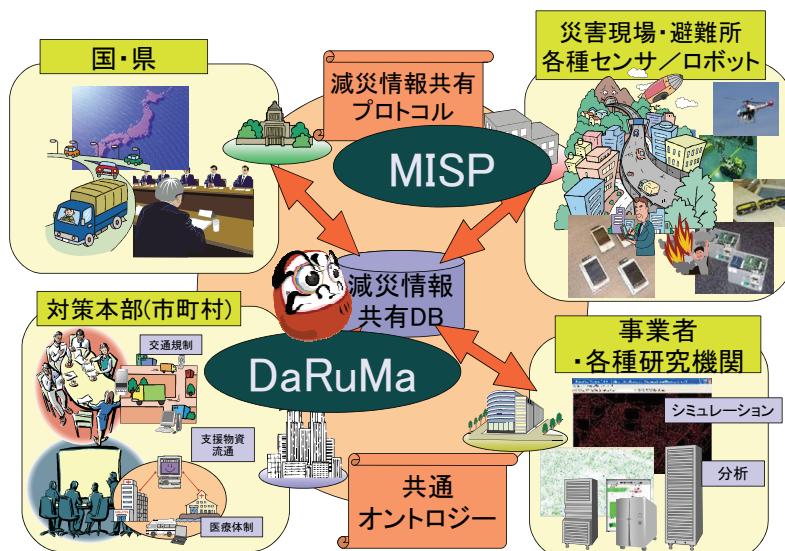


図 6 減災情報共有プラットフォーム

#### 4. 広域的情報共有と応援体制の確立（東京大学生産技術研究所）

効果的な災害対応を実現するためには、首都圏内外の防災関係機関や報道機関、企業など、数多くの機関による広域連携が不可欠であり、その前提として情報の共有化が必須条件です。しかし、災害情報や情報システムの標準化が行われていないため、現状では情報の共有化は容易ではなく、これが広域連携にとって大きな障害となっています。本研究では、広域連携のために必要不可欠な情報共有の基盤として、事前、準備、対応、復旧・復興過程に対応できる情報共有プロトコル「MISP」と災害情報データベース「DaRuMa」からなる情報共有プラットフォーム（図 6）を介して広域連携による応援体制を構築し、広域的危機管理・減災対策の検証を行い、広域連携のための情報共有に関するガイドラインにまとめました（図 7）。

また、東日本大震災の発生を受けて、研究フィールドとして協力関係を構築してきた神奈川県、横浜市、川崎市の災害対応関係者とともに、「ニーズに応じた物資配送計画と調達計画」、「仮設住宅の建設と管理の効率化」、「被災者生活再建支援等の事務手続きの効率化」について、広域的な情報共有を推進するための連携体制について問題点や課題を明確にし、必要となる災害情報の共有ルールについて検討しました。

ID	情報カテゴリ	共有情報細目	現状の情報の流れ	新たな情報共有先	現状の課題	実現する内容
1	避難者情報	避難者数	避難所→区→市→県	他避難所	避難者数を迅速に集計、共有する方法がない。	避難所同士の避難者の移動・融通
2	物資要請情報 (物資の種類・量)	避難所による物資要請	避難所→区→市	県	発災直後は市町村が避難所のニーズを吸い取るという機能が働いていたが、本部が把握できていなかったので、情報のしわ寄せが県に。	市災対本部が機能を失っているときに県が対応可能になる。また、避難所レベルで物資が不足されているか県が把握できる。
3				物資提供者	各避難所に、誰が何を提供しているか把握できない。「他自治体からの支援の手を誰がコントロールするのが定まっていない」	物資提供業者側で避難所のニーズをまとめ、提供する物資・場所を調整。市、県を通さずにダイレクトに物資搬送
4				物資輸送者	通信が途絶した場合、市が避難所のニーズを集めるのが困難	通信途絶時、避難所と区(市)の連絡媒体に。
5			区による物資要請	他区	区と物資要請情報を共有できないので、区同士での物資の共有ができない	区同士の物資の融通
6				県	市本部が被災又は壊滅した地域では、県に要請が殺到。	市災対本部が被災した場合に県が対応可能
7				物資提供者	市本部が被災又は壊滅した地域では、県に要請が殺到。	市災対本部や県災対本部と連絡がつかないときに、直接物資提供者と連絡を取り、物資を提供してもらう。その上で、各区へダイレクトに物資配送。
8				物資輸送者	通信が途絶した場合、市が区のニーズを集めるのが困難	通信途絶時、区と市の連絡媒体に。
9		市による物資要請	市→県、物資提供者	物資輸送者	需要とのミスマッチ・要請と物資到着のタイムラグにより、到着時には物資が不要になるケース。	避難者数から必要な物資の推計により要請を待つことなく必要な物資を提供できるようにする。
10				市	ホームバレーの高い都市(例えば仙台においてはむしろ物資が溢れる状況発生、物資の再配分機能/物資が余っているところと足りないところの均し)	市間の物資の融通、再配分が可能に。

図7 情報共有ガイドラインの例

## 5. 相互に連関したライフラインの復旧最適化に関する研究（千葉大学）

複数の管理者が存在するため、単一の組織によって運営される電力や都市ガスに比べて、被害や復旧の全体像が把握しにくい上水道と道路に着目し、木造建物被害を手掛かりとして、東京湾北部地震の際の1都3県（東京、神奈川、埼玉、千葉）について上水道被害と道路被害に関して統一的な予測手法を開発しました。道路については、一般国道クラスの道路網を対象に絞り、緊急交通路並びに緊急輸送路としての機能支障が電力、ガス、上水、下水等の各種ライフラインの復旧遅延に与える影響を明らかにしました。さらに上水道システムと都市ガス供給システムについて、ライフライン同時被害発生の状況下における相互連関の影響を定量的に分析しました。一方で、神奈川県内を対象に自律分散型拠点を抽出し、病院の電気・給排水設備の設置状況等に焦点をあて、雨水・中水貯留の活用によって防災性能と同時に環境性能も向上できることを提示しました。ライフラインの機能障害に伴う首都圏企業への影響評価を行い、上下水道の機能支障は9都県市の広い地域で、また都市ガスの機能支障は東京23区と千葉県、神奈川県の臨海部などで事業所の再開に与える影響を明らかにしました。

ライフラインの機能停止による社会的インパクトを最小化するために、このモデルをも

とに応援を可能にする「広域連携」、工事の無駄をなくす「復旧調整」、拠点化による「自律分散」という相互補完的な対策をベストミックスした復旧戦略を検討し、首都直下地震後のライフライン被害や応急復旧予測の結果をダウンロードできるシステムを開発しました（図8）。その成果は、京都大学防災研究所が運営する首都直下地震ジオポータルを通して公開を予定しています。

<http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/medr/>

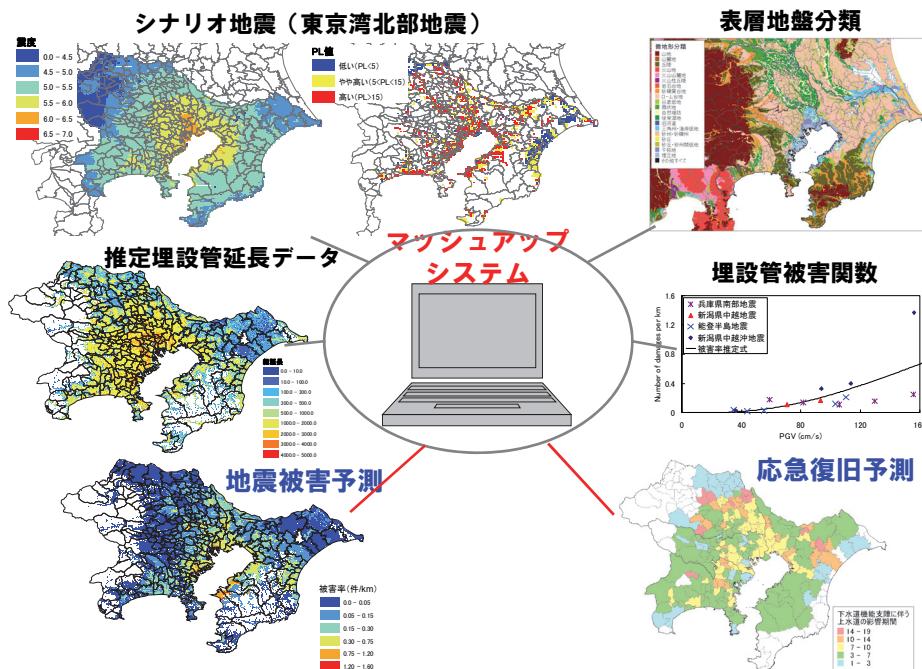


図8 首都直下地震ジオポータル

## 6. 研究成果の社会実装を重視した取り組み

本研究の成果は、首都圏の地震防災のための具体的な対策として活かされなければ意味がありません。そこで、本研究では首都圏の中核自治体である東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県、横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市の各自治体と協働して「8都県市首都直下地震対策研究協議会」を設立し、平成23年度からは相模原市も加えて「9都県市首都直下地震対策研究協議会」として、各チームの研究成果を研究者間および9都県市の防災担当実務者と共有し、その有効性を吟味するための研究会を総計で36回開催しました。また、首都直下地震に特有な社会的・政策的ニーズを満たす方策の検討については「経済シナリオ検討会」「政策検討会」を設け、さらに踏み込んだ検討を行いました。

「経済シナリオ検討会」では、我が国の経済中枢を直撃する首都直下地震からの経済復興過程で生じるマクロ経済環境の変動や首都の経済復興に関する諸問題について、海外の保険・金融関係者や投資家らの外部有識者との意見交換を通して、首都直下地震が国際価格と地価下落を引き起こさせ、金融機関の破綻、日本初の金融危機にまで発展する可能性

があることを示しました。

「政策検討会」では、複数の都県にまたがる広域で甚大な被害に対して現行の防災体制がもつ問題点を検討しました。防災の専門家と法制の専門家との間での継続的な検討によって、我が国の現行の地震防災政策のあり方を整理・分析し、首都直下地震に対応できる防災体制の構築に向けた政策群を体系化しました。具体的には、阪神・淡路大震災後の応急対応・復旧復興過程において顕在化した国の関与のあり方や生活再建支援に関する問題点を、特に法律学に関する有識者の理論提供・政策提言から明らかにしました。

## 7. Tokyo ShakeOut の実施

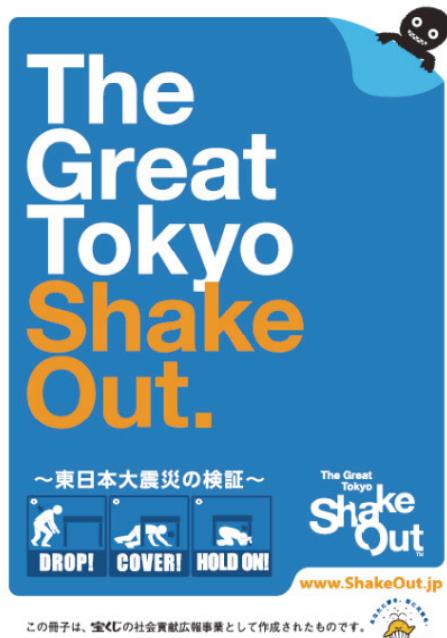
サブプロ①及びサブプロ②と連携して、科学的根拠を踏まえた災害シナリオに基づく個々人の自主性を重視する防災訓練を中心に据えた新しい防災啓発の推進を図っています。その一環として、「効果的な防災訓練と防災啓発」提唱会議を設置しました。

“ShakeOut”とは、南カルフォルニアで 2008 年以来毎年実施されている訓練の名称です。サンアンドレアス断層による  $M_w=7.8$  の地震を想定し、その被害の科学的に推定した結果を広く社会に普及させる目的で始められた防災訓練です。初年度は 570 万人を動員し、以来毎年参加者は増加を続け、2011 年には 950 万人に達しました。

首都直下地震についても、2007 年から推進されてきた本プロジェクトの研究成果を踏まえて、最新の知見をもとにした地震断層モデルと強震動予測を行い、それによって発生が予想される各種被害の量と空間配置について蓋然性の高い地震灾害シナリオを構築し、それをさまざまなメディアを用いてわかりやすく紹介することを計画しています。また、わが国にしか存在しない緊急地震速報の利用法や 2010 年に文部科学省がまとめた退避行動に関する報告書<sup>\*1</sup>等も踏まえて、科学的な根拠に基づく個人の防災リテラシーの向上を目指しています。

我が国で ShakeOut”型防災訓練の最初の試みとなるのは、平成 24 年 3 月 9 日（金）午後 1 時から、東日本大震災の検証をテーマに実施される東京都千代田区主催の訓練です。当日は、研究者側の情報提供に応えて、午後 1 時に各地で人々が一斉に「安全確保行動」をとることを契機にして、首都圏各地の各セクターが抱えるそれぞれの問題点をステイクホルダー参画型で明確にし、それに対する対策を検討する機会となることを目指した防災訓練が企画されています。詳細は [www.ShakeOut.jp](http://www.ShakeOut.jp) をご覧ください。

(\*1：地震防災研究を踏まえた退避行動に関する作業部会報告書、平成 22 年 5 月)



この冊子は、宝くじの社会貢献広報事業として作成されたものです。  
宝くじ

## 【総括座談】「首都直下地震防災・減災特別プロジェクトの成果と今後の課題」

座談者：

本蔵 義守（東京工業大学特任教授、プロジェクトディレクター）

平田 直（東京大学地震研究所・教授、サブプロジェクト1（以下、サブプロ1）「首都圏周辺でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等」研究代表者）

中島 正愛（京都大学防災研究所・所長、サブプロジェクト2（以下、サブプロ2）「都市施設の耐震性評価・機能確保に関する研究」前研究代表者）

林 春男（京都大学防災研究所・教授、サブプロジェクト3（以下、サブプロ3）「広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究」研究代表者）

聞き手：牧 紀男（京都大学防災研究所）

**牧：**今日の座談会は、首都直下地震防災・減災特別プロジェクトで5年間研究してこられた先生方をお迎えして、5年間の研究成果とそれらを今後の防災対策にどのように生かしていくべきのか、さらには残された課題についてお伺いします。まずは、平田先生からお願いします。

**平田：**このプロジェクトの対象は、南関東に起こるであろうマグニチュード7（M7）クラスの地震です。この地震は地震調査研究推進本部が30年以内に70%の確率で起きると公表していますが、起きる場所と揺れ方は良く理解されていませんでした。それとは別に中央防災会議が、もし東京湾北部でM7.3の地震が起きたら、死者1万1,000人、経済損失121兆円と公表しています。これら5年前のデータに基づいて首都圏の自治体は地域防災計画を作成していました。このプロジェクトでは、首都圏で起きる地震がどういう地震であるか、つまり、地震像を明らかにするということが目的です。

地震像の解明には、地震が起きる場所、つまり地下のプレートの構造を明らかにして、地震がどこで起きるのか、地震に

よる揺れの強さ、周期、継続時間を具体的に評価することが重要です。そこで、約300カ所の観測点からなる首都圏地震観測網、MeSO-net（Metropolitan Seismic Observation Network）を作りました。そして、地震波トモグラフィーという、地震波速度の分布で地下の画像を得る手法を用いて、南関東の下のフィリピン海プレートの深さを調べました。これまでの研究でも、陸のプレートの下にフィリピン海プレートがあり、その下に太平洋プレートがあるという構造や境界のおおよその深さは分かっていましたが、新たに約300ヶ所の観測点で記録した地震のデータと地表で人工的に振動させた制御震源のデータによって、詳細な地下構造を明らかにしました。一番大きな成果は、東京湾の北部でフィリピン海プレートの上面深さがこれまで約30kmと思われていたのが、このプロジェクトで約20kmであったことが分かったことです。これは、中央防災会議が東京湾北部に地震が起きると仮定した時の震源断層が約10km浅い、つまり都心により近いということを意味します。揺れは地盤の強度に

よって大きく違いますから、地盤の軟らかい古い河川の埋立地などは大きく揺れる。いずれにしても、中央防災会議の想定よりも被害が大きくなる可能性があります。

**牧**：ありがとうございます。地震の被害を明らかにする上で、周期と継続時間が分からぬといけないのはなぜですか？

**平田**：揺れ（地震動）の周期とは揺れの速さに関係しています。ゆらゆらとゆっくりと揺れると地震動の周期は大きく、カタカタと速く振動すると周期は短くなります。建物や構造物が被害を受けるのは、構造物自体の揺れやすい周期（固有周期）と地震によって発生した波の周期がほぼ同じときです。共振が起きてよく揺れるからです。地面での揺れの強さ（震度）が同じでも、揺れの周期が違うと木造の低層建物と超高層建物では揺れ方が違います。一般に、小さな地震は短い周期になるが、大きな地震は長い周期（長周期）になる傾向があります。

継続時間とは、揺れ始めから終わるまで何秒かかったかということです。2011年3月の東北地方太平洋沖地震では、継続時間が長かったため、浦安などでは液状化の被害が起きている。ただ、振動の継続時間と液状化の関係はまだ研究しなければならないことが残っています。

**牧**：では、地震動が決まると建物がどんな被害を受けるのか、という研究をされた中島先生、お願いします。

**中島**：私はこのプロジェクトが始まった時に防災科学研究所E-ディフェンスのセンター長をしており、その関係でこのサブプロジェクトのリーダーを務めました。

昨年3月にセンター長を退任しましたので、最終年度は私の後任がプロジェクトを引き継いでいます。

首都圏の地震対策は、首都圏の機能や首都圏で展開される事業の継続を保持することに尽きます。そのためには大きな地震を受けると何が起こるのかを予測し、それを抑止するために準備する、が我々の研究の基本スタンスとなります。我々はこのプロジェクトで鋼製高層建物と鉄筋コンクリート製免震病院を取り上げました。実大規模の高層建物模型や免震病院模型を造り、それをE-ディフェンスが保有する世界で一番大きな振動台に載せ大地震と同じ揺れを模型に与えることによって模型がどのように揺れそして損傷を受けるかを調べました。

その結果、高層建物は長周期成分を持つ地震動に対してはよく揺れるが、ポキッと折れることはない、ただし無傷ではないられない、ことが明らかになりました。さらに、傷の位置はおおむね推定可能であり、またダンパーなどの制震装置を組み込むと、その耐震能力はエネルギー消費能力という指標において5倍以上になることも分かりました。

またこの実験では、建物の一部分だけを取りだした模型で実験するけれども建物全体の揺れが再現できる、サブストラクチャー法というユニークな手法を用いて実験しました。この手法は学術的にも高い評価を受けることができましたし、また、多くの建築関連団体にこの実験で得られたデータを使っていただけました。この研究の結果、長周期成分をもつ大きな地震がやってきたとき、わが国の高層

建物のすべてが無傷でいられるというわけではない、ということが一般的にも浸透したと思います。免震病院の実験からは、免震の効果は抜群で機能保持についてもとても有効であるけれども、無敵ではない、具体的には縦揺れと長周期成分を含む地震に弱いことが浮き彫りになりました。この実験の特徴は、CTスキャンやMRI等を設置するなど、できるだけ忠実に病院機能を再現したことです。その結果、地震の揺れと免震病院の揺れが一致（共振）すると、人間は立っていられても、ベッドや手術台などキャスターについているものは、ときには何メートルも動いてしまうことが明らかになりました。また、このような大きな動きがどのような形で実際の被害に結びつくのかについても有益な情報を得ることができました。この実験結果をみて、医療関係の方々は家具などの転倒を防ぐ補強対策の検討を始め、また医療メーカーの方々は医療器具の耐震安全性向上に意欲的に取り組んでおられます。

**牧：**実際に超高層の耐震改修技術には、今回の研究成果には使われていますか？

**中島：**これからますます使われると思います。高層建物は、概ね 30 年周期でエレベーターや空調設備を入れ替えます。その時に合わせてダンパー等をつけるという耐震改修を実施すれば、先にも述べたように 5 倍以上の耐震能力を得ることができます。しかもそれは全改修費用の数% 以下でできるのです。1990 年代にできた建物は 2020 年頃に改修時期を迎えます。その時、必要な建物については耐震改修を併せ行えば、その後に南海トラフの大

地震がやってきても被害を最小限に止めることができるはずです。

**牧：**それでは林先生、お願いします。

**林：**僕らは東京湾北部地震の被害を前提として、初動の応急対策から復旧、復興までの全体をとらえるフレームワークで最終的な被害の軽減化を図る、あるいは地域社会の早期回復を図ることを目的として研究してきました。僕らは震度 6 弱以上の揺れのある地域を被災地と考えています。首都圏地震は、一都三県が同時被災をして被災者は 2,500 万人で日本の人口の 5 分の 1 になります。

僕らのチームは、工学者、理学者、社会科学の研究者もいる混成チームです。そういった様々な専門性を持つ人たちで対応策を考えました。研究を行う上でのポイントは、地震による被害をトータルなシステムとしてとらえ、どうすれば被害が最終的に減り、回復が早いか、という観点から考える、もう一つは、未曾有の災害といえども、これまでに発生した災害の要素が新しい組み合わせとして理解できるということです。

首都直下の地震の被害は三つのタイプに分類することができます。一つ目は、東京の中心的なビジネスセクターの超高層ビルや国の中枢機能の被害です。これは 2001 年 9 月 11 日の米国同時多発テロによるニューヨークの被災と復興が参考になります。二つ目は、山の手の木造密集市街地に大火が起り、何百万という被災者が出て、住む場所を失うという被害です。これは、スケールは小さいですが、アメリカのオークランドで 3,000 棟が一晩で燃える大火がありました。近代

的な都市の復興では、日本の関東大震災からの帝都復興が参考になります。実はそれが上手くいかなかった所が、武蔵野台地の木造密集市街地を生んでいるわけで、そこにある種の答えがあるのかもしれません。三つ目は荒川、江戸川河口部分の軟弱地盤で海拔より低いところの被害です。揺れも強く、液状化もひどく、木造密集市街地もある。これは2005年のハリケーンカトリーナのニューオリンズが参考になります。

こういった個々のピースをつなぎあわせると、首都直下地震による被害の全体像が明らかになりました。

そして、僕らの研究で東日本大震災のときに使われたものが二つあります。一つは応急期の「状況認識の統一」のための仕組みです。今、どこで何が起こっているのか、ということをきちんと分かれれば対応や資源配分もうまくいく可能性が高くなる。ということで、僕たちは、いろんな分野の研究成果をWeb GIS上にマッシュアップによって統合して全体像を見る試みをやってきました。この試みを拡大して東日本大震災の応急対応にあたってEmergency Mapping Team(EMT)を組織し、内閣府の一室をお借りして、インターネットを主たる情報媒体に使いながら、状況認識の統一のための地図づくりを行いました。これにはこの研究プロジェクトで作ってきた首都直下地震ジオポータルのコンセプトと技術をそのまま当てはめています。

もう一つは、被災者台帳を使った生活再建支援システムです。このシステムは昨年度から東京都で実証実験が行われて

いました。東日本大震災が発生したので岩手県の県庁にサーバーを置いて、被災市町村に対してLGWANを介してサービスとして生活再建支援ができるようなシステムの実運用をしているところです。

牧：ありがとうございます。それでは、この5年間のプロジェクト全体を俯瞰しての評価を防災に役立つという観点から本蔵先生、お話しいただけますか。

本蔵：まず、このプロジェクトでは社会科学系を主体とするサブプロジェクトが研究当初から組み込まれていたことが高く評価されるべきだと思います。現に東日本大震災を受けて、政府の地震調査研究推進本部の委員の間で、これまでの地震防災研究は、研究が中心ではなかったか、実際の防災・減災につながったのかという点をもっと考察すべきだ、という反省が出ています。

平成21年に策定された地震調査研究推進本部の新総合基本施策では「理学中心から工学、社会科学の橋渡し機能を強化させる」となりましたが、東日本大震災を踏まえると、これでは不十分だという意見が多くでています。

個別にみていくと、サブプロ1は首都圏というノイズの多いところで、質は落ちるが量でカバーしようという発想のもとで地震観測をしっかりとやり遂げた。そして、フィリピン海プレートが10km浅いところ（従来の想定よりも）に存在するというのが分かったのは高く評価されるべきだと思います。緻密な地震観測によって想定震源域の場所を明らかにしたこと非常に良かったと思います。

それから、サブプロ2は、免震構造でも無傷ではない、という結論を出し、病

院関係はもちろん一般家庭にもインパクトを与えました。それと東海地震に際して長周期震動でどのくらい揺れるのか、についてはサブプロ1からのデータを受けてサブプロ2が実験もされたわけです。

それからサブプロ3は、いろんな分野の人で構成されているのをうまくまとめて、この5年間で具体的な成果を提示されたのは高く評価できると思います。とりわけ被災者台帳は、実際に極めて重要ななもので、東京都で使われ始めている。それから岩手県庁で今回の東日本大震災に対して使われているということは、一つの大きな成果であるように思います。

理学、工学、社会科学と役割分担があるにせよ、全体として、首都直下地震の被害の軽減という目標について、研究当初に設定していたレベルに到達したと思います。今後はもう少し目に見える形で防災・減災につながっていく取り組みにしてほしいです。

**牧**：個別な研究成果の報告をありがとうございます。研究の中で平田先生のグループ、中島先生のE-ディフェンス、林先生のグループで相互に連携しながらプロジェクトを進めてきたわけです。具体的に、平田先生、中島先生のところは、連携でどういう形の研究成果を生み出したのですか？

**平田**：首都圏で起きるM7がどういう地震かということを工学と社会科学グループに提示できるのが理想でしたが、十分ではなかったという反省点があります。

しかし、首都圏地震観測網（MeSO-net）で東北地方太平洋沖地震の本震も余震も記録が取れました。都内で震度5強、計

測震度6弱の所もあり、この観測網は停電でもデータが取れて、その地震動についてのデータを工学と社会科学グループに提供することができました。つまり首都圏で非常に強い地震の実データが取れ、それをスケーリングしてE-ディフェンスに使っていただきました。都内でよく揺れている場所、範囲などの情報も提供でき、今回構築した地震観測網が貢献できました。

**中島**：東日本大震災で実際に観測された地震動を使って、高層建物実験を行いました。その結果、実際の地震動ではこんな風に建物が揺れるのだ、ということを実感することができました。平田先生のチームから提供される、この場所はこんなふうに揺れるという観測データを使うことによって、高層建物や免震建物が持つ実力を精度よく推定することが可能になります。数多くの観測データは、建物の地震時のまことの挙動を知る上で、また耐震設計の実践においても極めて重要です。さらに、コンピュータシミュレーションで作った地震動と実際に観測された地震動では、耐震設計技術者や一般社会に対するインパクトが全く違います。本物が持つ説得力は見逃せません。ですから、実データが出てくることは工学の進歩に大いにつながります。

**牧**：E-ディフェンスの実験で使った波は、東日本大震災で実際に観測された地震波ですね。

**中島**：平田先生のグループに提供いただいた実データをスケーリングしたものを使いました。その結果や他の結果から、高層建物や免震建物は、揺れの周期と建物

の周期の関係（共振）に非常に敏感で、両方の周期がピタッと合うと、わっと揺れが大きくなるけど、少し周期がずれるだけでもほとんど揺れない、ということが実証されました。この事実の検証は、防災を考える上でとても大事なことです。

**牧**：林先生は平田先生、E-ディフェンスの成果を使って何をされましたか？

**林**：首都圏の人々が自分たちの地域でどんな問題が起こるのかということを考えてもらう仕掛けとして、カリフォルニアで2008年から始められたシェイクアウトを計画しています。平田先生にも実行委員会に入ってもらって、3月9日に日本初のシェイクアウト訓練を千代田区でやります。起震車で東北地方太平洋沖地震の実際の揺れを体験していただいてから、帰宅困難と超高層ビルの問題を議論します。超高層ビルの問題は中島先生の成果を使います。

シェイクアウトの枠組みで考えると、サブプロ1や2の先生との協働の仕組み、科学がどう市民の防災力を上げるのに貢献できるのかということが明確になってきました。

**本蔵**：すこし別の視点からお話するとサブプロ3が研究を行ってきた広域的な情報共有というのは重要なことだと思います。広域的な災害になればなるほど全体像の正確な情報収集は、正確な判断をする上で非常に大事です。

東日本大震災の道路復旧「くしの歯」作戦では、空からヘリで被災状況を確認して、どこの道路を優先的に通していくば応急活動がスムーズに進むのか、というのをやった。その結果、極めて早い時

期に海岸部の被災地まで道路が開通しました。これも一種の情報です。その情報が流通関係にもうまく伝わりました。

**林**：僕らのところはEMTの活動の一環として3月12日からホンダさんが協力してくれて「通れた道マップ」をずっと出しています。そのうちにITS Japanという形で、トヨタさんや日産さんがデータを入れてもっと濃くなりました。役所が作った仕掛けを民間が補完していった。

**牧**：このプロジェクト5年間の総括としては、おおむね目標は達成されたということだと思いますし、さらに東日本大震災に対してもいろいろな研究が行われました。最後に各先生方から、5年間の研究結果さらには東日本大震災の発生という事態を踏まえて、今後に残された課題についてお話をいただきたいと思います。

**平田**：まず首都圏でM7クラスの地震が今後30年間で70%の確率で発生することを知らない人がまだ多いですから、何度も言わなければいけない。さらに、2011年3月11日以降、首都圏の中小の地震の発生数は数倍に増えています。しかもそれはフィリピン海プレートと太平洋プレートの境界の地震です。これは、M7クラスの地震の発生確率に換算すると、30年で70%という発生確率がさらに上がったことを意味します。ですから、相模トラフで発生する関東大震災のようなM8クラスの地震や南関東で起きるM7～8クラスの地震についても今後は議論をしなければいけない。その時には津波もくるし、長周期の地震動はM7の地震よりも大きくなります。

それからもう一つは、地盤の揺れと建

物の揺れの間には相互作用がありますから、地表の観測と建物の観測を一体化した研究が今後は必要だと思います。それとE-ディフェンスの実観測とシミュレーションの理論的な研究とさらに都市全体がどう揺れ、人々がどういう対応をするか、という社会科学的な研究も含めたものが今後必要ではないかと思います。

**牧：**首都直下地震と呼ばれるものについては発生する場所に五つパターンがあったと思いますが、今回の研究からどのパターンが一番発生の可能性が高いということは分かつてきただろうか？

**平田：**この5カ年で分かったことは、フィリピン海プレートの中で起きる地震と境界で起きるメガスラストの巨大地震の相互作用などをちゃんと理解して、今後研究しなければいけない、ということです。

**牧：**要するに、南関東のM7クラスの地震はフィリピン海プレートの内部で起こるものだということはほぼ間違いない。しかし、関東地震を起こしたプレート境界型のものについても考えないといけないことが、今後の研究課題になってくるということですね。

**本蔵：**プレート境界も2種類あって、関東地震の震源域のさらに深いところで起こる首都直下地震とさらに相模トラフの巨大地震というものも考えなくてはいけません。

**牧：**次は中島先生、お願ひします。

**中島：**想定外とも言われる巨大な地震については、その発生確率の低さも考えると、工学においてはどこかのレベルで折り合いをつけて建物がもつ強さを決めなければなりません。私たちは、設計で想定し

た上限の地震の大きさの例ええば4倍になると建物が崩れてしまうというように、崩壊までの余裕度を量として示すことをもって、設計で想定する地震を超える地震に対する配慮の一歩にしたいと考えています。そのためには、現行の設計が想定する地震動の何倍になったら建物は壊れるか、人の命が失われるか、を精度よく推定する技術や手法の開発と洗練がこれから強く求められます。

もう一つは、建物に傷が入ったかどうかを地震直後にいち早く見分け、傷があればそれを1日も早く回復することの大切さです。そのためには傷の場所と程度を素早く見つけるモニタリングの技術開発が必要です。理学系の平田先生のグループには、地盤から建物までのシームレスな観測をお願いし、工学系の我々は、観測データから傷を見つける技術を磨いてゆきたいと思います。先の東日本大震災の教訓としても、私は、建物が使えない時間をできるだけ短くすることが、地震防災において極めて重要だと考えています。

**牧：**林先生、お願ひいたします。

**林：**今後、災害対応能力の向上、回復力の向上に向けて、具体的な戦略や戦術を提案していくことが今後重要だと思います。「普段やってないことは災害時にはできない」ということは、普段からやらないと災害時の回復力は上がらないということです。

それには、防災担当者や関係者の能力向上と、災害対応の標準化に向けた取り組みが必要です。その中で一番大事なのは、状況認識の統一ということだと思います

ます。状況さえつかめば、対応方針はおのずと立つと思います。そういう意味で、災害時の情報は重要です。どういう情報をどの段階でどう集めるのか？業務体系としてどのように情報を処理していくのか、ということを整理する必要があります。できれば、そういった情報処理をICT技術でサポートしたい。そのためには、新しいメディアの開発がいるでしょう。情報を持っているところが情報発信をして共有ができる仕組みとほしい人に情報を届ける仕組みも必要です。

それからもう一つは、被災地の人たちの回復力をどれだけ高められるのか、ということです。つまり、どうしたら防災リテラシーを高められるのか、ということをゴールにおいて各分野の知見を利用する必要があります。

最後に、首都直下以外にも東海・東南海・南海地震の問題があります。日本全体の存続を考えると、東海・東南海・南海地震で被害を受ける西日本や中京地区にもこの5年間の成果をどう広げていくのか、も大事です。

**本蔵**：名古屋圏は、今度の見直しで震源が広がってまさに直下になってしまうので、特に重視しなければいけませんね。

**牧**：最後にこのプロジェクト全体をモニターされた本蔵先生から今後の課題をお聞かせください。

**本蔵**：東日本大震災の反省を踏まえ、今後の地震防災対策は考えうる最大規模の地震を対象として実施していくことになりました。しかし、今の日本は少子高齢化、財政赤字、円高といった問題があり、地震防災以外にも様々な課題が山積してい

ます。大きな地震災害が近い将来日本で起こるとしたら、BCPを考えると企業も国外退去も考えざるを得なくなる。その上に、首都直下地震では112兆円の被害が出る。今度見直すともっと増えるでしょう。

**林**：その前に東海・東南海・南海地震で80兆円を超える被害が出ます。

**本蔵**：近い将来、西日本で最大規模の地震が起きた時は、被害額は国の年間予算を超えます。サブプロ3の中に、首都直下地震からの経済復興シナリオがあって、その一例で、財政出動をやろうとやるまいと金融機関は破綻というところに矢印が向かっている。私はかなりの衝撃を受けました。ですから経済面も含めて地震震源域の特定、耐震などの防災・減災はどうあるべきかなど、トータルなものを進めていくプロジェクトをやってほしい。これが東日本大震災から得た教訓の一つであると思います。

**牧**：まだまだ解決すべき課題は多いですね。課題解決のためにも、ぜひ、今後も研究を継続してほしいと思います。ありがとうございました。



(2012年1月6日 京都大学防災研究所)