

## 南海トラフの巨大地震を前にした地震防災技術者の取り組みについて

福和 伸夫<sup>1</sup>

Nobuo FUKUWA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻

今後、発生が懸念される南海トラフでの巨大地震に対して、その被害軽減のために、土木・建築技術者はどのように取り組んで行けばよいのかについて、地方の建築技術者・大学人の立場から考えてみる。今後数十年の間に、関東以西の全域が非常に高い確率で巨大地震に遭遇すると言われる中で、大都市には防災意識が未成熟な市民が住み、既存不適格建築物が大量に残っている。地方自治体は財政難の中で無力感が漂い、地方には核となる組織も人的資源も極めて少ない。この中で、地域の防災力を如何に向上させるかについて議論を始める必要がある。我々の技術力は十分なのか、地震防災技術者の役割は何かなどについて、一緒に考えるきっかけとしたい。

### 1. はじめに

中央防災会議による東海地震の震源域見直しや地震防災対策強化地域の拡大、政府地震調査研究推進本部による東南海地震・南海地震の長期評価結果の公表など、南海トラフでの巨大地震についての調査結果が昨年来相次いで公表された。これに基づけば、東京以西の全域が今後数十年の間に非常に高い確率で巨大地震に遭遇することになる。今後建設する土木・建築構造物の多くは、供用期間中に巨大地震の揺れを経験することになる。現状の大都市は、過度に相互依存した社会システムであり、耐震性に問題を残す既存不適格建築物を大量に抱えている。また、都市住民の防災意識も必ずしも高まっていない。一方で、わが国は、未曾有の不況下で技術者が消耗・激減し、また、財政難のため国や地方自治体も防災施策を進めるだけの力に欠ける。企業も自社の存続に手一杯で、ハード・ソフトの耐震対策に手をつける余裕が無いようである。南海トラフ巨大地震に対し、関東以西の全域で静岡県と同等の防災対策を実施するには、国家予算規模の資金を投入する必要がある。必ず来る巨大地震に対して、どのように立ち向かうかを広く議論し、国民的な合意を得ておくべき時期である。拙稿では、南海トラフ巨大地震に対峙せざるを得ない地域在住の建築技術者として、今後の地震対策について考えてみる。

### 2. 南海トラフでの巨大地震

#### (1) 国の調査動向

昨年末、1週間ほどの間に2つの震度予測地図が示された。一つは、中央防災会議が示した東海地震に対する想定震度、他の一つは政府地震調査研究推進本部が示した東南海地震・南海地震の震度分布である。前者は、二十数年来切迫性を指摘され続けた地震であり、大規模地震対策特別措置法の枠組みの中で検討されている。地震予知を前提とした法律の下で、警戒宣言発令時の強化地域

指定のための予測地図である。このため、震源は観測体制が整備された駿河湾地域に限定されている。地方自治体等の防災施策に反映させることを主眼としているため、防災的な視点からの震度予測が行われており、立場上、平均的な値よりは大きめの値（包絡値）を示していると考えられる。強化地域指定の見直しの上、今後1年かけて地震対策が検討される予定である。政令指定都市（名古屋市）や我が国最大の産業拠点（三河地区）が新たに強化地域に指定されたことから、昨今、地震に関わる話題が多く報道されるようになった。

一方、地震調査研究推進本部は、東南海地震・南海地震に対して長期評価結果を公表し、今後30年の発生確率として各々50%・40%、今後50年に対して80~90%・80%を示した。また、強震動予測に資するため、昭和の東南海地震と南海地震の断層震源モデルの構築を目的に、両地震のシミュレーションを実施し、その結果を公表した。既往地震の強震動シミュレーションを目的としているため、その値は平均的なものであると思われる。ちなみに、図1<sup>1)</sup>に示すように、昭和の地震は、過去の地震（1707年宝永地震、1854年安政地震）と比べて地震規模が小さかったため、震度も低めだったと考えられる。この結果、相次いで公表された2つの震度分布は、最終結果の図のみを見比べると、必ずしも十分に整合していないようにも感じられる。但し、あわせて公開された解説資料・補足資料を参照すると、矛盾の無い説明がされている。

時間予測モデル<sup>2)</sup>によれば、小規模な地震の後の地震の再来間隔は短くなるとされており、昭和の地震規模が小さかったことから、図2に示すように次の地震間隔は比較的短いとも言われている。このため、東海地震については10年後には、東南海地震や南海地震との連動も念頭に見直しを行うとしている。また、中央防災会議では、昨年秋より、中部圏・近畿圏の地震対策大綱の制定を念頭において、東南海地震・南海地震等に関する専門調査会を設置し、検討を進めている。さらに、都市再生法の制定に関連して、大都市圏の地震対策への財政的手当て

も整備されつつあるようである。

(2) 南海トラフの特徴と最近の調査動向

南海トラフは、図 3 に示すようにカップリング率が 100%に近いプレート沈み込み帯であり<sup>3)</sup>、非常に効率よく大地震を起こす場所である。世界中で最も良く過去の地震の編年がされている場所でもあり、稀に富士の火山活動とも連動している。ここでの巨大地震は、大規模かつ広域の災害を伴うので、我が国の歴史形成にも多大な影響を与えてきた。

昨年には、東海地震の震源域と東南海地震の震源域の中間地域で GPS 観測記録に異常が認められ（地震学会広報誌なみふる vol.28、2001.11、加藤照之参照）、スロースリップが発生中であることが発表された。一時期は、本年初頭に臨界かもしれないと注視されていたが<sup>3)</sup>、最近は徐々に収まりつつあるようである。当該位置でのスロースリップに関しては、過去にも 10 年程度のサイクルで同様の現象があったとの指摘もある（木俣他）。そ

の他にも、震源域での微小地震の発生数の変化（松浦他）や御前崎の地盤沈降データ（五十嵐他）などから地震発生時期を予想する研究も示されており、早期発生を前提においた対応の必要性も感じる。一方で、過去の地震の震源域や、駿河湾での沈み込み速度の小ささなどから、東海地震が早期に単独で発生することはないとの見解を示す研究者もいる。地震工学屋の立場からは、予知の有無や、東南海・南海地震との連動の有無を視野にいられた多面的な対応が必要であると感ずる

一方、近年整備された高感度地震観測網により、東南海・南海地震の震源域の北端に沿った場所で深部低周波微動が発生しているとの新たな知見が提示された（図 4、なみふる vol.30、2002.3、小原一成参照）。最近では、名大・安藤雅孝教授らや海上保安庁などにより、GPS と音響測距を組み合わせた新しい海底地殻変動測定装置が開発されつつあり、海底下で観測が困難とされていた東南海・南海地震についても、地殻変動観測が可能になってきている。このように、準リアルタイムに地震の兆候をモニタリングできる環境も整いつつあるようである。

南海トラフでの巨大地震は、今後数十年の間にほぼ確実に発生し、我が国に多大な被害を与える地震であり、予知の有無に関わらず、ハード被害は確実に生じる。3 地震が連動するかどうかは別としても、結果的に被害域は関東以西全域の極めて広範囲に及ぶ。被害如何では我が国のみでは吸収できない経済損失となり、全世界に多大な影響を及ぼす可能性もある。地震防災技術者は、世界で最も素性の知れた南海トラフでの地震を対象に、トラフに面した太平洋ベルト地帯の地震防災を実践対象として、現在の科学技術の粋を集めて被害軽減戦略を練り、災害対策を実行に移すべきである。

(3) 想定すべきシナリオ

南海トラフの巨大地震発生前後は地震の活動期になると言われており、活断層が集中する中部・近畿地方は、兵庫県南部地震のような内陸活断層の活動による局所的激甚被害を想定しておく必要がある。昭和の地震前後の数十年の間にも、北但馬、北丹後、北伊豆、三河、福井などの M7 クラスの地震が続発した。場合によっては濃尾地震や天正地震のような M8 級の地震の恐れもある。地震調査研究推進本部が主要断層の長期評価を実施して

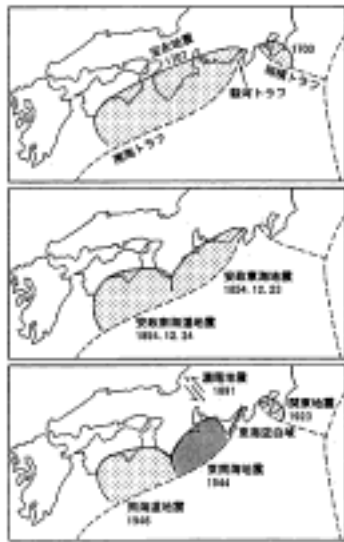


図 1 過去 3 回の南海トラフの地震の震源域<sup>1)</sup>

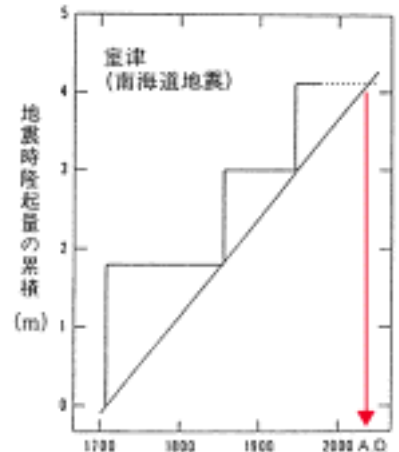


図 2 南海地震の時間予測モデル<sup>2)</sup>

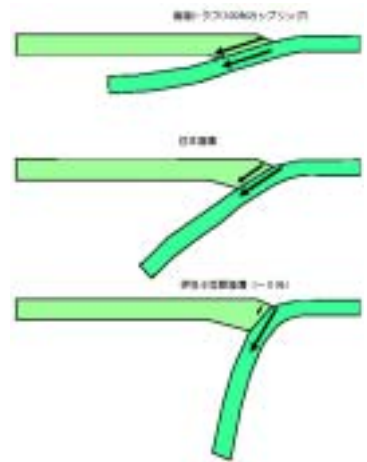


図 3 日本周辺のプレートの沈み込みとカップリング率<sup>3)</sup>

いるが、上記地震の中には予め震源が特定できない地震も含まれており、注意を喚起しておく必要がある。

今後、事前予知が成功し東海地震が単独で発生する。といったシナリオに加え、警戒宣言は出るが地震は発生しない。

事前予知は成功するが東南海・南海地震も連動する。

事前予知なく巨大地震が発生する。内陸活断層が先んじて活動

し、続いて巨大地震が発生する。巨大地震発生後すぐに内陸活断層が活動する。などといったシナリオも描いておく必要がある。

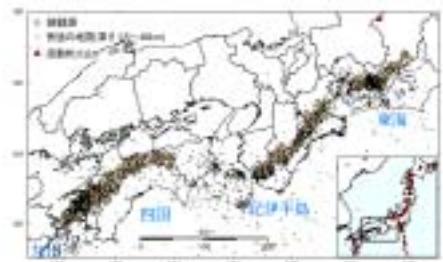


図 4 2001 年の低周波微動の震源分布<sup>5)</sup>

3. 地震に対峙する我々の現況

南海トラフでの巨大地震による極めて広域の被害に対して、我々の準備は十分であろうか？ 兵庫県南部地震以降、土木構造物や建築物の耐震技術、免震・制震技術、強震動生成の物理、リアルタイム地震防災を始めとする防災システム技術など、地震防災に関わる技術的知見は著しく進歩した。また、全国規模での GPS 観測網や強震観測網などの観測体制の整備、活断層調査や堆積平野地

下構造調査などの各種調査により、基礎データの充実なども図られてきた。さらに、政府地震調査研究推進本部による活断層やプレート境界地震に対する長期評価結果の公表、平成16年度を目途とした地震動予測地図の策定、中央防災会議による東海地震・東南海地震・南海地震などの調査など、国を中心に精力的に検討が実施されている。しかし、一方で様々な問題点も残されている。

財政難と意識の低さのためか、国の動きに比して地方自治体の対応が鈍い。大量の資金が必要となる耐震改修などのハード対策は手付かずで、箱物行政体質のためソフト対策にも遅れが目立つ。総合調整機能が問われる防災問題にも拘らず、縦割り体質により自治体内の部局間連携や自治体間の広域連携もうまく行っていない。さらに、国全体に、来るべき巨大災害に対する危機感やその備えに対する自覚・責任感が不足している。

また、防災を支える人・技術・データについても課題は多い。図5は、「ヒト・コト・モノ」の三角形を基本に防災に関わる問題の構成要素を整理してみたものである。これらの各視点に対して、現況を分析してみる。

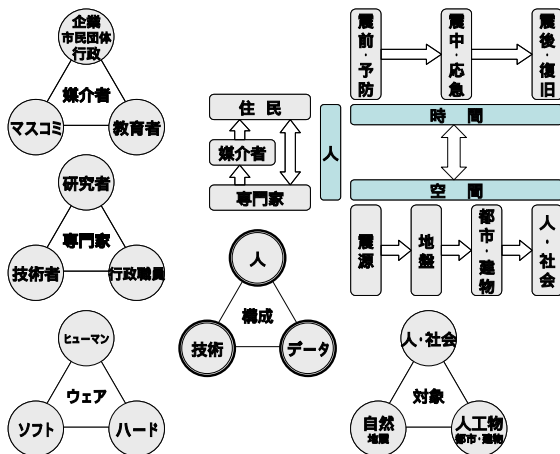


図5 防災問題を考える際の構成因子

### (1) 人

日本では誰もが地震と深い関係を持つが、立場によって地震との関り方は異なる。ここでは、専門家と市民、そして両者を繋ぐ媒介者の3つの視点から考えてみる。

専門家には、研究者、技術者、行政担当者がある。防災に関わる研究者は、大学、公的研究機関、建設会社やコンサルなどに所属している。しかし、大学改革による繁忙さと、定員削減による若手教官の減少などから、大学は真の研究力を衰退させている。公的研究機関も独立行政法人化により同様の状況にある。一世を風靡したゼネコンも不況下のリストラにより研究者・技術者が激減し、基礎研究を切り捨てつつある。技術者を抱え続けていた原子力分野も新規立地の困難さから技術者を放出している。設計・技術開発部門も施工分野シフトでリストラが激しい。各所で技術を支える人間が激減している。安全のための研究・技術を担い続けることが困難になりつつある。また、研究者・技術者の東京一極集中も加速し地方の空洞化が続いている。研究の細分化により防災に必要とされる応用力・総合力が低下しており、異なる専門分野の研究者間連携も不十分である。行政機構の防災部局は、行政改革の流れの中で縮小化の傾向にあり、防災担当者が3年程度で交代するという悪習が続いている。わが国の安全保障にも関わる地震防災力向上のためには、国が主導しての専門家集団の維持が欠かせない。

一方、専門家と市民とを繋ぐ媒介役である、初等・中等教育の教育者、マスメディアの報道記者、企業の防災担当者、市民団体の責任者の多くは、近い将来の地震危険度の高さや、現状の都市の災害脆弱性について十分に認識できていないようである。市民との媒介役となる人たちに、地震への関心を高めてもらうと共に、地震に関わる勉強をしてもらい、正しい情報を市民に提供してもらえ環境を作っていく必要がある。

市民の防災意識の低さの原因の多くは、防災に関わる広報不足や、学校教育における地学教育や災害史教育の不足に起因している。巨大災害時には公助には限りがあり、自助・扶助を促す仕組みが必要である。NPO 組織などの市民団体とも協力しながら、市民に正しい知識を伝えると共に、草の根的ネットワークを作る必要がある。

### (2) 技術

20世紀に築いた地震防災技術は十分に検証されているのだろうか？ 大多数が信じてきた東海地震の危険性や地震予知の可能性、わが国の耐震技術の高さなど、必ずしも十分に説明できていないように感じる。

例えば、兵庫県南部地震で、震災の帯の中での新耐震設計基準による低層RC建物の被害率は数%以下に留まっている。これに対して中高層建物の被害率は数十%に上る。300~400ガルの地動に対して終局強度設計していた建物が、1000ガルの地動を受けたのである。一方で、構造性能の把握を前提にした性能設計の議論が活発である。我々は本当に耐震性能を把握できているのだろうか。中高層が多い災害拠点の建物は1.5倍の耐震性を付与することにより、十分に安全であると信じられている。また、建築基準法はあくまでも「最低基準」であるという解説を聞く機会も増えてきた。十分に地に足がついた検討の上での議論だろうか？ 大規模堆積平野に立地する低減衰長周期構造物は、南海トラフでの巨大地震で生じる極めて継続時間の長い地震動に対して、耐震設計時に十分な配慮がされていたのだろうか？ 建築耐震工学の分野に身を置きながらこんな疑問が湧く。

最近、ありふれた建物の強震観測を多数実施して、技術の検証の大事さを痛感している。最新の制御技術や電子・通信技術を利用した防災技術の開発は当然重要である。しかし、最新技術開発のみに偏したくは無い。21世紀の技術は謙虚で正直でなければ、説明責任が果たせない。そのときに必要なのが、地道な研究である。しかし、上述のように、それを担う人間が激減し研究環境が失われている。私たちの技術の限界を社会にきちんと示し、焦って作った20世紀後半の技術の足元を固める研究の必要性を国や社会に訴え理解してもらわなければならない。

### (3) データ

最近、データの利用技術や、理論解析技術の進展が著しい。また、国が主導した大規模な調査や全国規模の観測体制の充実も目を見張るものがある。しかし、一方で、地道なデータ作りが疎かになっているように思われる。特に、普通の建物や浅層ボーリングデータ・常時微動データなどの地域に根ざしたデータの蓄積が停滞している。どんな優れた理論解析もデータが不十分であれば無力であり、地理情報システム(GIS)による美しい絵も信頼できない。新規データの構築、既存データの整備、そして種々のデータのコンパイルとモデリング、さらにはシミュレーションと検証、そして、新規データを加えての再度モデリングと検証、この一連のサイクルを何度も回す

ことが必要である。新規データの構築に際しては、国でなければ出来ないこと、地方自治体が主導すべきこと、民間の自助努力で行うべきこと、研究者が実施すべきこと、などに仕分をする必要がある。今後、データの著作権・所有権の問題を解決し、最新の GIS 技術を利用して広く情報公開することが望まれる。

#### 4. 地方の現状

地域の実態は、首都圏とは随分異なっている。地域では、防災を考える上で必要となる 3 要素（人間、知識・技術、データ）の何れもが不足がちである。3 要素の不足が悪循環を呼びさらに首都圏との格差が拡大する。地域防災力を向上するには、地域の体制作りが重要である。このためには、地域における人・技術・データのトライアングルを改善することが必要である。地域での地震防災の担い手作りとそれを支える技術者集団の構築、一般市民に対する意識啓発活動、地震防災に関わる技術力の構築と蓄積、基礎的なデータ作りとデータ公開である。何れも一朝一夕でできるものではないので、継続的に進めていくしかない。

##### (1) 人

地域における人の問題は根深い。人の数と質の問題、人の連携・協力、住民の意識の問題などである。

地域では防災を担う人の数は極めて少ない。このため、地域の様々な人間が一致協力するしかない。地域の技術を支える研究者・民間技術者・行政技術職員が協力する体制を作り、その上で、地域の実力を向上させる仕組みを地域の特性に応じて作る必要がある。

防災のためには、地域での固有のデータを充実することが不可欠であり、地道なデータ作りを担う研究者を増やす必要がある。今後、地震学・地震工学に関わる研究者比率が低い地域の現状を改善すると共に、広く地域防災に活かすために、地域内の研究者の連携を促進し、地震学・地震工学・都市計画学・社会学・心理学などの様々な分野の研究者が協働して地域の安全に責任を持つ体制を作ることが必要である。

地域の防災力を真に向上させるには、地域住民の意識啓発を図らなければならない。地域は大都市に比較して災害対応力が高いため、防災意識が相対的に低い。意識啓発のためには、住民に対して直接訴えるだけでなく、住民と専門家との媒介役であるマスメディアや小中学校の教員、自治体職員や企業の防災担当者などに、地震防災に関わる正確な情報を修得してもらい、広く住民に地震のことを伝えてもらう必要がある。ただし、一般に地域のマスメディアや自治体は、記者や職員の数が少なく、防災からの距離感が大きいため、媒介者の啓発のためには専門家からの積極的な働きかけが必要である。

##### (2) 技術

地域の技術者は絶対量が少ないのに加え、研究者比率が低い。技術者の仕事もモノ作りに直接繋がる小規模なものが多いため、新たな技術にキャッチアップする機会に乏しい。研究を推進する拠点も少なく、地震防災に関する高等教育機関がない県が多い。大学は有っても、規模が小さいので、教育上欠かせない研究分野の比率が高く、応用・総合的色彩の強い地震防災や基礎的な地震

学・地震工学に関わる研究者の数は少ない。人的資源は大学を除くと行政に限られるが、行政単位が小さくなると、専任の防災担当者は居ない。このように、防災に関しては、技術を支える数も、研究を推進する数も共に不足気味である。

このため、地域では研究会や講演会が行われることは稀で、研究者や技術者が最新情報や技術を獲得するチャンスが少なく、悪循環に陥っている。こういった状況の打開には、地元大学や学会支部の役割が重要であり、地域の人たちに新しい情報・知識を伝える重要な発信役となる必要がある。

地域での技術を支える人間を増やすと共に、地域研究を促進し、各地域の知力・技術力を向上させることが必要であり、このためには何らかの駆動力が要る。技術力アップが生業に生きる道を作ったり、国が地方を支援する施策を展開し、地方と首都圏研究者が協力しながら、地域の技術力を向上させる仕組みを作る必要がある。地域に根付いた研究を評価する雰囲気作りも必要だろう。

##### (3) データ

地震動予測や地震被害予測の精度は、データの良否による。どんな高精度な予測手法も、用いるデータが不十分であれば無力である。しかし、データの質・量が十分に揃った地域は首都圏など極く一部の地域に限られている。近年、国が主導した各種の調査により、データの質・量は着実に改善されてきている。しかし、未だ十分ではない。過去の地震被害、既存資料の収集・整理、地盤データや常時微動データの蓄積、強震観測の整備、建物情報等の都市データの収集・蓄積・分析は、地域の安全の基本をなすものである。これには多大な時間と地道な研究が必要であり、多くの部分は地域の大学研究者が研究対象として主体的に取り組みざるを得ない。特に、一般建物にとって重要となる表層地盤増幅や液状化の予測精度向上のため、自治体と地域の研究者が一致協力して表層地盤データを収集・構築することが望まれる。

#### 5. 名古屋地区における大学を核とした取り組み

ここでは、地域防災に対する大学や地域の防災技術者の役割について考える際の事例として、名古屋地区で大学が中心になって進めている地域防災活動を紹介する。

##### (1) 大学の役割と名古屋大学の新しい組織

大学は地域における貴重な情報の発信源である。最近、大学には、生涯教育、社会人教育など、多面的な知の発信役としての役割や、地域への様々な貢献が期待されている。その中で地域防災は重要な地域貢献の手段である。

大学は地域防災の核として有力候補の一つである。地域では人的資源不足のため、数少ない研究者や技術者が防災行動を主導することができ、個々の行動が地域の動きを左右する。地域の人間は地元への愛着も強い。また、大学人は、専門知識を持って、しがらみを持たずに、自由に連携できる素地がある。地域の大学人は国や自治体などと協力すれば、組織の軋轢を超えて、連携して防災研究を推進でき、広域の防災を担う核になれる。

地域防災に対する大学人の役割は大きい。防災の研究・教育をしているスタッフは、自らが地域防災の強力な担い手であり、同時に新しい技術者の育成役でもある。

地域のホームドクター役として、地域の防災意識啓発、様々な環境作りにリーダーシップを発揮し、人作り、組織作り、データや予測技術などの研究基盤作りなど、多面的に行動することが望まれる。さらに、自治体や技術者団体の相談役・支援役、ボランティア・市民団体との連携役、市民やマスコミに対しての正しい防災情報の伝達役などの役割もある。各大学は地域の安全に対して応分の責任を持っているはずであり、防災を専門とする教育・研究スタッフを組織として常駐させたい。

筆者の勤務する名古屋大学では、昨年4月に文理融合型の環境学研究科を設立し、ヒト(人文・社会)、コト(自然=地球)、モノ(人工物=都市・建築)の研究者を集結させ、「持続性学」と「安全安心学」を創出するために、文系・理系(地球科学)・工系(建築・土木)の研究者が連携して地球環境問題と地震防災問題に取り組む体制を整えた。安全安心プロジェクトを例に、理・工・文の連携を示したのが図6である。

また、図7は、筆者らが過去1年間、名古屋地域で実施してきた防災活動を、大学の立場から示したものである。大学が地域での防災活動における連携の核になり得ることを理解頂けると思う。

昨年末には、国による東海地震や南海地震・南海地震に関わる調査結果を受けて、名古屋大学の地震関係研究者を中心に、地域のホームドクター役になることを宣言した。現在、地域の安全を担う部屋(中部地震クリニック、仮称、図8)を学内措置で作るべく準備中である。この部屋は、学内向けの地震対策に加え、地震関連資料を備えたアーカイブ機能や広報機能、観測データの閲覧機能、減災プロジェクト研究の推進や減災戦略作り、防災教育、地域連携の拠点として、東海圏の安全を担う交流センターになることを目指している。

## (2) 人作り

筆者が加わって行ってきた地域の人作りの活動には、以下のようなものがある。

- ・名大・環境学研究科が主催する安全安心に関わる様々なシンポジウム・フォーラム
  - ・地域在住の地震・火山・地震工学研究者を対象とした研究会「JKK：東海地域地震火山研究会」
  - ・愛知県の応急危険度判定士講習会における地震に関する講演会(全建築技術者が3年に一度受講)
  - ・愛知県設計用入力地震動研究協議会<sup>4)</sup>における構造技術者向け講演会・研究報告会
  - ・JSCA 中部支部と連携した構造技術者向けの塾(JSCA塾：1週間の基礎的イブニングセミナー)
  - ・産官学の防災担当者による勉強会「名古屋地域地震防災研究会(名震研、年5~6回)」
  - ・マスメディアや自治体職員向けの勉強会「NSL：Network for Saving Life」<sup>5)</sup>
  - ・建築学教室が主催する市民講座「街と住まいのタベ」
  - ・地域の自治会での押しかけ講演会「防災キャラバン」
  - ・小中学校の総合学習の時間などを使った講演会
- これらは、研究指向の強いもの、幅広い研究者の連携を図るもの、防災を担う技術者・防災担当者の連携を図るもの、技術者のレベルアップを図るもの、市民との接点となるマスメディアや自治体職員に地震に関わる基礎知識をもって貰うためのもの、直接市民に訴えるものなど、様々である。専門家(研究者・技術者・行政担当者)や市民の地震に対する理解力を向上し、防災を意識する人の数の拡大、人と人との連携推進を目指している。

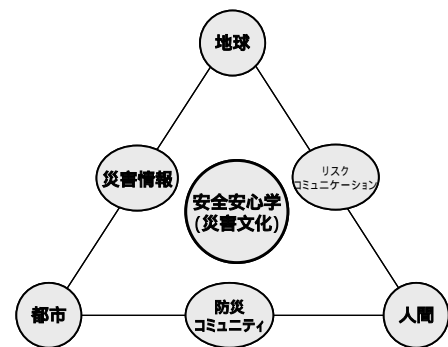


図6 名大環境学の安全安心プロジェクト

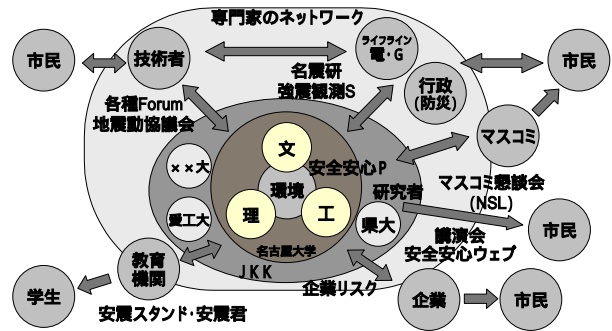


図7 大学を中心とする防災活動のネットワーク

特に、一般市民の防災意識啓発のためには、多くの市民に地震のことを意識してもらうことが大事である。辻

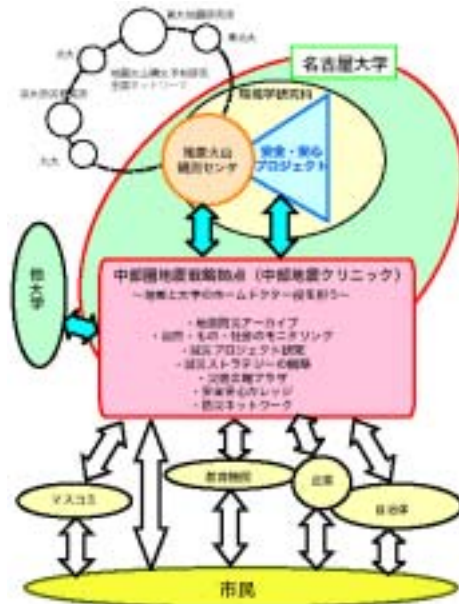


図8 名古屋大学が考える地域のための減災センター

説法的に講演会を行うことも重要だが、参加者は防災意識の高い一部の人になりがちである。今必要なのは、防災に関心の低い人たちに話を聞いてもらうことである。このためには、市民との媒介役であるマスメディアや学校教育の力を借りる必要がある。

ここでは、名古屋地区でのユニークな試みである名震研、防災キャラバン、NSL<sup>5)</sup>について補足する。

### a) 名古屋地域地震防災研究会(名震研)

名震研では、東海3県下の防災行政担当者やライフライン企業の防災担当者などと大学の研究者が、地域防災の

課題を考えたり、情報交換を行ったりしている。東海3県で協働の防災施策を展開できるのが理想であるが、未だその環境が十分に整っていないため、情報交換を行って相互に無駄を省くこと、将来的に各機関が参加した防災コンソーシアムを作ることなどを念頭に活動している。すでに発足後4年になるが（当初は、地域の地震観測体制を改善することを主目的に、名古屋地域強震観測研究会<sup>6)</sup>と称していた）、防災に携わる担当者間の人的繋がりができ、公私両面でフランクに相談できる雰囲気作られ、施策立案段階での相談が容易になってきた。

#### b) 防災キャラバン

防災キャラバンは、専任の防災担当者がいない中小自治体に対する意識啓発活動の一環として実施している。防災に関わる専門家や技術者とチームを作って、地元市民団体と一緒に街の安全点検をしたり、自治体に防災行政の必要性を訴えたり、地元自治会などで地域住民と膝を交えての講演会や懇談会を開催している。今までに、田原町や豊田市を対象に実施した。これを契機に、住民の方々が様々な防災行動をしたと聞く。また、自治体の施策作りにも効果が現れたようである。

#### c) NSL (Network for Saving Life)

NSL<sup>5)</sup>は、報道記者や防災行政職員などと大学研究者との地震に関わる勉強会である。名大の山岡耕春先生、愛知県立大の鈴木康弘先生と筆者の3名が発起人となって昨年4月より始めた。月1回程度の頻度で行い、地震科学・地震工学の基礎を分かりやすく勉強しながら、地震災害軽減に役立つ情報伝達の方法作りを模索している（<http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/STAFF/ymok/nns/nns1.html>）。ここでは自由な議論を促すために、会場で聞いたことはそのまま報道に用いないことを約束している。参加しているのは、新聞各社と在名TV局・ラジオ局の記者、地元自治体の防災担当者、ボランティア団体の代表者、ライフライン企業や建設会社の技術者、名古屋大学の地震関連研究者などである。原則として夕方のニュースが終了した時間以降に三々五々集まる。今までに、10回実施し（内1回はWTCテロの為、急遽中止し、WTC崩壊の謎解きの会となった）、東海地震、南海トラフの巨大地震、異常地殻変動、活断層、耐震診断、耐震設計、建物の振動と被害、強震動予測の方法などについて、外部からも講師を招きながら話題提供している。また、国等の調査結果の発表に対応しての解説も適宜実施している。

最近では、マスコミ各社で地震報道のための基礎的講習会も行われている。東海地震の強化地域見直しに伴い、地域の地震に関わる関心が急に高まり、各社共、基礎知識の必要性を強く感じ始めたようである。これがきっかけで自社の耐震改修の検討に着手した報道機関もある。

#### d) 初等・中等教育の活用

地震が起きたときに、机の下に潜り込む行動は、低学年の時から皆が摺り込まれたものであり、低学年時の防災教育の重要性が実感できる。初等・中等教育における防災教育、さらには、環境問題や防災問題の基礎となる理科・社会教育の充実は、全体の底上げに寄与が大きい。現在、総合学習の時間の活用とあわせて、教育学部の教官や、地元教育委員会・防災行政部局と協力して、検討を始めつつある。なお、小中学校は、発災時の重要な防災拠点であり、防災力向上の鍵とな



図9 手回し携帯振動台「ぶるる」

る場所である。筆者らが試作してきた「安震システム」<sup>7)</sup>やその発展形の「現代版百葉箱」(後述)<sup>8)</sup>、振動実験教材「ぶるる」(図9参照)<sup>9)</sup>などは、学校の理科教育・防災教育の改善と、防災拠点化のための道具として作りつつあるものである。

#### (3) 技術の蓄積

先に述べた幾つかの作り手の試みは、地域の技術力を向上する上でうまく機能している。特に、産官学が協力して実施している愛知県設計用入力地震動研究協議会、JSCA 塾、マスコミ懇談会(NSL)などは、全体的なレベルアップに貢献している。これらは、高度な構造技術者、一般の構造技術者、マスコミや自治体の防災担当者などを対象とした技術力蓄積の場であり、対象に応じた形で、情報を噛み砕いて発信している。以下には、愛知県設計用入力地震動研究協議会<sup>4)</sup>について簡単に紹介する。

#### a) 愛知県設計用入力地震動研究協議会

愛知県地域では、建築設計用の標準的地震動を策定せずに現在に至っている。近年の免震建物の急増や耐震設計の性能設計化の動向を受けて、一部の構造設計者・行政担当者・研究者の中から、地域特性を踏まえた設計用入力地震動の策定を望む声が増え、行政が主導できないのであれば、協議会を作っても地域の設計用入力地震動を策定するべきである、という意見が盛り上がった。そこで、平成11年11月に上記協議会が発足した。

協議会は、愛知県における設計用入力地震動の研究、に関する情報の提供、性能設計に関する情報の交換、免震・制震構造に関する情報の交換を目的としており、地震動策定に加え、地域における耐震設計技術の底上げに寄与しようとしている。

出資者である正会員は、設計事務所、建設会社、コンサルタント会社、住宅メーカー、ライフライン企業、大学などであり、過半は地元設計事務所である。協議会では、学識経験者・構造設計者・建築関係協会の代表者が幹事を務め、行政体はオブザーバ参加しており、地域が総力で実施する体制を整えている。地震動策定に当たっては、テクトニクス・活断層・強震動予測・地盤震動・耐震工学などの専門家に加え、設計事務所や建設会社に従事する構造設計者、行政機構の代表者が参加した検討部会を構成し、策定作業はコンサルタント会社の協力を得て実施している。本年7月に名古屋市内の地震動計算結果を会員に提供する予定である。なお、会員への情報提供として、年2回、事業の成果報告会、想定地震・入力地震動と建築設計に関する最新の知見などをテーマにした講演会と意見交換会を開催している。

設計用入力地震動の策定は、以下の7つの基本方針の下で実施している。最新の強震動予測の知見を活用する。最新のテクトニクス及び活断層調査結果を踏まえて想定地震を設定する。非一様断層破壊モデルに基づく。堆積平野地下構造調査結果や既往の調査結果を参考にし、濃尾平野の3次元地下構造を反映する。既存の浅層ボーリングデータを最大限活用し、表層地盤の非線形挙動を考慮する。地震基盤・工学的基盤、地表の地震動を推定する。既往の地盤・震動特性の知見に基づき市内を7~8ブロックに分け、各代表地点で地震動を推定する。求める地震動は安全側の包絡波ではなく、想定される平均的な地震動波形とする。

想定地震としては、フィリピン海プレートの沈み込み帯におけるプレート境界巨大地震(安政東海地震を想定)、活断層に起因する地殻内地震(濃尾平野西縁断層、

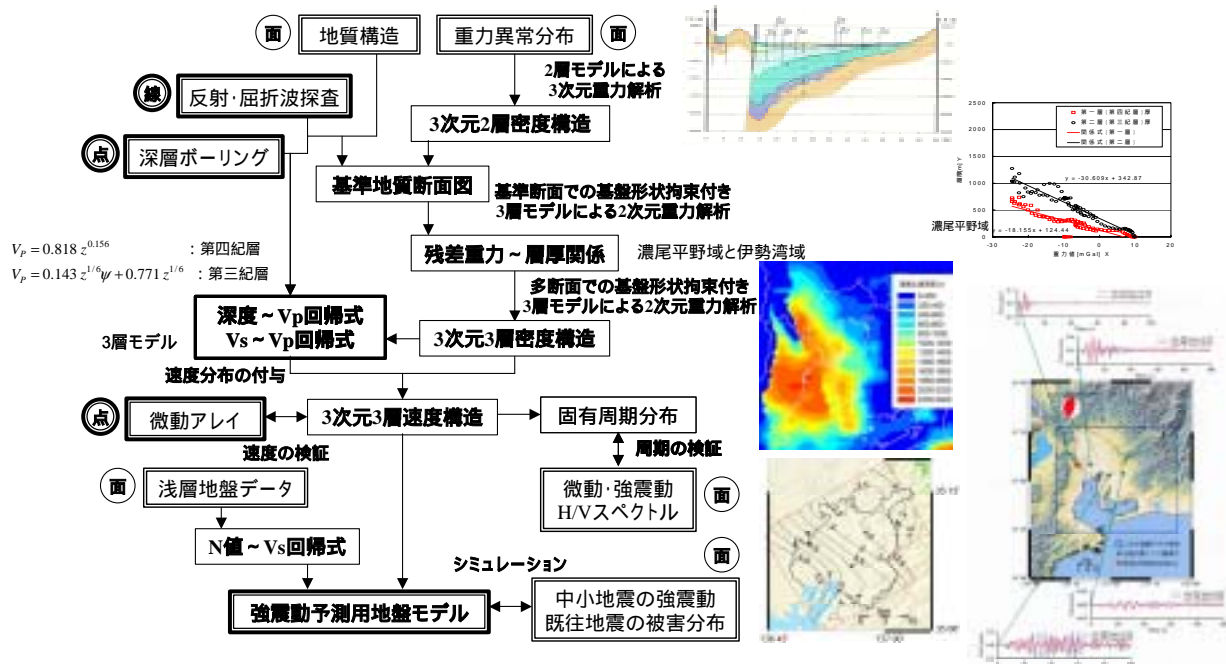


図 10 愛知県設計用入力地震動研究協議会における地盤の速度構造モデル作成のプロセス

伊勢湾断層、猿投山北断層)、予め震源を特定しない工学的に考慮する浅発直下地震の3タイプの地震を選定した。想定地震の選定は、地震学や自然地理学を専門とする研究者との議論に基づき、当該地域の地震活動度に関わる最新の知見を最大限に取り入れた。図10に、地盤速度構造のモデル化の様子を示す<sup>10)</sup>。地域で収集した様々なデータが総合化されていくプロセスが読み取れる。本プロジェクトにより、地震、地盤、地震動などの様々な知見が総合化され、地域の地震動評価の基礎ができつつある。

行政が主導しにくい地域においても、地域共通の地震動の策定が可能であり、ボトムアップ型の試みにより地域の技術者の意識向上が図れることを実証できた。この試みは、地震調査研究推進本部が進めている地震動予測地図のアドバンスマップ作りと考えても良い。

#### (4) データ作りとデータコンパイル・情報発信

名古屋におけるデータの収集・構築の試みとして、筆者らが携わったものには、以下のようなものがある。

- ・ 地震防災に関わる既存データ（活断層、震源・被害情報と断層パラメータ、地盤データ、建物データ、その他の都市データなど）のデータベース化と GIS を利用したデータ活用システム、地震被害予測システム（名古屋市地震被害予測システムに発展）の開発<sup>11-12)</sup>
- ・ 既存地盤データを総合活用した名古屋市域任意地点での動的地盤物性の推定システムの構築<sup>13)</sup>
- ・ 名古屋市域の常時微動データと強震観測データの収集、並びに名古屋市域の振動性状の地域ブロック化<sup>14)</sup>
- ・ 東海 3 県の強震観測データの台帳整備及びデータ収集とデータのウェブ公開、並びに、これらのネットワーク化による大都市圏強震動総合観測ネットの構築<sup>6, 15)</sup>
- ・ 愛知県が実施した濃尾平野地下構造調査による深部地盤調査データと、既存調査資料を総合的に利用した濃尾平野地下構造モデルの構築（図 10 参照）<sup>10)</sup>
- ・ 地域の防災情報を総合発信するホームページ作り：名大環境学研究科安全安心ホームページ
- ・ 双方向災害情報システム作り：安震システムと現代

#### 版百葉箱<sup>7-8)</sup>

これらのデータ・システムは、地域の技術者にとって、耐震設計や地震防災の基礎となるものであり、地域の防災力向上に直結する。どんなに高精度の解析ツールがあっても入力データや検証データが無ければ無力である。一方で、精度よいデータさえあれば、最新の研究成果に基づいて、様々な検討ができる。大学人が中心となって地域の基礎データの構築を積極的に推進すべきである。

以下には、大都市圏強震動総合観測ネットワーク、安全安心ホームページ、安震システムについて補足する。

#### a) 東海版大都市圏強震動総合観測ネットワーク

兵庫県南部地震以降、東海地域にも多数の強震計が設置され、現在、東海 3 県下には約 500 の強震観測点がある。しかし、1998 年 4 月に養老で発生した地震（M5.4）の際に、各機関の強震観測システムは必ずしも順調に稼働しなかった。筆者らも地域の観測状況を十分に把握できておらず、観測機関相互の連携も不十分であった。そこで、半公的な観測機関からなる名古屋地域強震観測研究会（名震研）を 1998 年に発足した<sup>6)</sup>。名震研では、東海 3 県下の強震観測状況を調査すると共に、養老の地震を対象にデータ収集を行い、観測条件、加速度波形、速度・変位波形、応答スペクトル、計測震度、SI 値、案内図、近傍地点のボーリングデータ、微動の H/V スペクトルを DB 化し、画像データをウェブ公開した。

その後、1999 年度文部省補正予算で 6 大学に大都市圏強震動総合観測ネットワークの予算が措置され、名古屋大学でも名震研での活動を基礎として、波形データのオンライン収集システムを開発した（<http://www.sharaku.nuac.nagoyau.ac.jp/labofT/seismonet/index.html>）。名震研での活動の蓄積のおかげで、他地域にない多機関のネットワークが完成した。これは、大学が中核となった地域における産官学連携の試みの一つと言える。

#### b) 安全安心ホームページ

最近では、知識やデータを、インターネットを介してやり取りすることが容易になり、知識・情報の地域格差が減りつつある。生の情報の獲得機会が少ない地域においては、インターネット利用のウエイトが高い。このた

め、地域の防災データや、最新の研究動向を簡単に取得できる防災情報リンク集を作ることが有益である。筆者らも、従来からウェブ GIS<sup>11)</sup>の開発を進めてきていたが、本年 4 月より、地震防災情報を地域に提供する「安全安心ホームページ」( <http://anshin.sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp/anzen/> ) を稼働させた。

### c) 安震システム

近年の大規模都市災害では、行政の情報収集の不備が対応の遅れに直結している。住民も、地域の災害危険度や災害時の対処について常日頃無関心であり、意識啓発のためには正確な危険・安全情報の提供が必要である。このためには、行政中心のトップダウン的な情報に、住民からのボトムアップ的な情報を加えた双方向の情報伝達が必要である。平常時の意識啓発・防災活動から災害直後対応、長期にわたる復旧・復興まで、時間経過に応じて様々な局面で活用できること、広範で多岐にわたる利用者に適した形で情報提供することも重要である。

安震システム ( ANti Seismic Hazard INformation System ) は、インターネット技術・モバイル技術・GIS 技術・GPS ナビゲーション技術・センシング技術をベースとして、リアルタイムな災害情報の把握と発信、被害予測、リスクマネジメント、日常的な防災情報の整備と教育、幅広い情報の提供と共有化をめざして構築した災害情報伝達システムである。本システムは、「安震君 ( ANti Seismic Hazard Information Keeping UNit ) 」、「安震ステーション」、「安震ウェブ」の 3 つが連携して機能し、既存技術の活用により安価なシステムを実現している。

#### 「安震君」

多面的な防災・災害情報の収集・活用のための携帯型災害情報端末である。「安震君」は、「安震システム」の端末として用いられると共に、災害発生時には携帯して使用され、発災前後の時間経過に応じて様々な機能を発揮する。揺れを検知すると震度を計算して対処行動を音声指示し、震度情報を安震ウェブに自動送信する。次に、安否と被災状況を送信する。さらに、簡易な被害予測機能や防災カルテ情報に基づいてマンナビゲーション機能を使いながら周辺の被害状況調査を行う。被害状況はデジタルカメラで撮影し GPS の位置情報と共に安震ウェブに送信する。現在は、安震君の機能分化を試みており、モニタリング機能を充実してケーブルテレビネットに常時接続した高機能安震君と、携帯電話だけで機能する低機能安震君の試作を検討している。

#### 「安震ステーション」

地域の防災拠点となる小中学校などに設置し、専用線や無線で安震君を結ぶ。また、「安震君」のスペア部品などを常備し、公衆回線が使用できない場合の情報発信および機器メンテナンスの拠点とする。液晶プロジェクターを用いて「安震ウェブ」を投影することにより災害時には小規模な災害対策拠点を形成したり、避難所の電子掲示板として機能させる。現在は、安震君に温湿度計・雨量計・風向風速計・インターネットカメラなどを付加し、土砂・豪雨災害への対応機能を加えると共に、百葉箱としての機能や、防犯機能も加えつつある。これにより、小中学校の災害対応力が増し、防災教育や理科教育の充実、防犯体制の確立、地域の環境モニタリングなど、日常の利用価値が拡大する。

#### 「安震ウェブ」

WWW により防災情報を提供する GIS サーバーであり、モバイル端末から PHS 等でも利用できる。非常時には安

震君からの震度・被害・安否情報を表示し、災害対策本部の情報収集ツールになる。平常時にはサーバーに蓄積された様々な情報を階層に応じて加工 ( 翻訳 ) して提供する。技術者は自治体の持つ種々の技術情報を得て建物設計に活かし、市民は危険情報と安心情報を得る。

安震システムは、従来のトップダウン的な情報流通とは逆のボトムアップ的な機能を有しており、災害情報の流通・整理の形態を変え、地域の住民・行政担当者・技術者の防災意識改善に結びつけることができる。

## 6. おわりに

南海トラフでの巨大地震やその前後の内陸での地震を前にして、地方の建築技術者・大学人の一人として、地域防災に寄与していくための方策を考えてみた。地震防災を考える上で最も大事なことは、各地域の底上げをどのように行うかにある。地域防災には首都圏防災とは異なった戦略が必要であり、地方の目線で地域防災には何が必要かを考えていきたい。地域の人の少なさをカバーするには、地域で皆が連携すると共に、国や首都圏の技術者がうまく協力できる体制を作ることが必要である。

筆者の経験では、地方では、一部の人間の責任感とやる気、状況を変えることが容易だと感じる。地方の技術者は、自らが防災に関する地域のホームドクターだと自覚し、来るべき地震に対して各地域で出来るだけの準備と仕組み作りをはじめておきたい。

なお、本論で紹介した活動事例は、名大の山岡耕春・飛田潤・森保宏・平原和朗・藤井直之・安藤雅孝、愛知県立大の鈴木康弘の各先生、地域の防災担当の方々との協力によるものである。記して謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 茂木：日本の地震予知，サイエンス社，1982
- 2) K. Shimazaki et al. : Time predictable recurrence model for large earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, 7, 279-282, 1980
- 3) 山岡：プレートの沈み込みと東海地方の地殻変動異常，特集「自然災害」，土と岩，No.50, 14-21, 2002
- 4) 福和：愛知県名古屋を対象とした設計用地震動の策定，日本建築学会大会学術講演梗概集，B-2, pp.81-90, 2001
- 5) 山岡：マスメディアと研究者のための地震災害に関する懇話会，地震学会ニュースレター，Vol.13, No.6, 11-13, 2002
- 6) 福和：名古屋地域強震観測研究会における地域の強震観測データ活用の試み，地震学会ニュースレター，Vol.11, No.5, 14-17, 2000
- 7) 福和：双方向災害情報システム「安震システム」と携帯型災害情報端末「安震君」，建築学会技術報告集，12, 227-232, 2001
- 8) 飛田：地域防災拠点システム「安震ステーション」，建築学会大会学術講演梗概集，2002.8
- 9) 福和：携帯手回し振動台「ぶるる」の試作，建築学会大会学術講演梗概集，2002.8
- 10) 福和：濃尾平野の地盤調査とそのモデル化，月刊地球号外 37号，海洋出版，2002.5
- 11) 石田：JAVA による都市防災情報統合 GIS のインターネットへの展開，建築学会技術報告集，5, 287-291, 1997
- 12) 福和：オンライン強震観測・地震被害想定・振動実験システムの構築，建築学会技術報告集，3, 41-46, 1996
- 13) 福和：GIS を用いた既存地盤資料を活用した都市域の動的な地盤モデル構築，建築学会技術報告集，9, 249-254, 1999
- 14) 福和：名古屋地域の地盤・強震動・微動記録のコンパイルと震動性状区分，建築学会技術報告集，10, 41-46, 2000



- 15) 飛田他：オンライン強震波形データ収集システムの構築と既存強震計・震度計のネットワーク化，建築学会技術報告集，13，49-52，2001
- 16) 野崎他：濃尾平野における強震動予測のための深層地盤の

モデル化（その1～その2），地震学会，2001