

## 地震動予測地図の地域防災への活用

福和伸夫（名古屋大学・環境学研究科）

### 1. はじめに

筆者に与えられた「地震動予測地図の地域防災への活用」という題目は非常に分かりやすい表題であるが、これを本当に実現するのは極めて大変であり、相当な覚悟が必要である。地震動予測地図作成という科学的・研究的な試みを、社会性の強い、多面的な要素の複合体である地域防災に活用するには、周知な準備と仕組み作りが必要である。さらに、各地域でのアドバンスマップ作りをも期待するのであれば、尚更である。現状は、地域における防災の実態と地震動予測地図策定サイドの思惑との距離や温度差は未だ大きく、各地域で地図を本当に活用できるのか多少心配である。地震動予測地図が、プロダクトアウト的アウトプットではなく、地域の実態に即したマーケットイン的アウトプットになることを期待する所以である。拙稿では、筆者の限られた経験の中で、地域防災側のユーザーの立場に立って、地域防災への活用の際に考えておくべき事項を検討してみる。また、地震動予測地図を地域で受け入れやすくする、若しくは、地域でのアドバンスマップ作りを推進するために、地域が取り組むべき課題についても考えてみる。

地震動予測地図の公開方法の難しさを感じさせた例を一つだけ紹介しておく。昨年、国は南海トラフで発生する地震を対象に、2つの予測結果を発表した。一つは中央防災会議が発表した東海地震の震度分布、もう一つは、地震調査研究推進本部が発表した東南海地震と南海地震の震度分布である。2つの機関の役割や使われ方の違い等が原因してか、両者の震度には相当な隔たりがあった。例えば、名古屋市では、近距離でかつ地震規模が大きい東南海地震の震度の方が、東海地震の震度よりも小さいと言った一見不可解な結果が示された。2つの結果が昨年末に10日ほどの間を置いて相次いで公表され、新聞・TVなどが大きく報道したため、技術者や市民に一部混乱が生じた。また、震度分布が従来の被害想定結果の分布傾向と逆であったこともあり、県・市当局も困惑していたようである。結果に差異が生じた背景は理解できるが、公表方法に工夫が必要であったように思われる。地震動予測地図については、できる限り客観的な数字を示し、その上で、ユーザーに応じた解釈を付与して説明する必要がある。

### 2. 地域防災を考える際に必要な視点は？

防災問題は多岐に亘るため、問題構造を多面的に整理しておくことが有効である。図1は、「ヒト・コト・モノ」の三角形を基本に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、地震動予測地図がどのように貢献するかを考えてみる。

地域防災への活用を考えるには、各地域における構成要素毎の特徴を考えておくべきである。一般に、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(ヒト=人間、コト=知識・技術、モノ=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といったことになる。以下、この3要素について考えてみる。

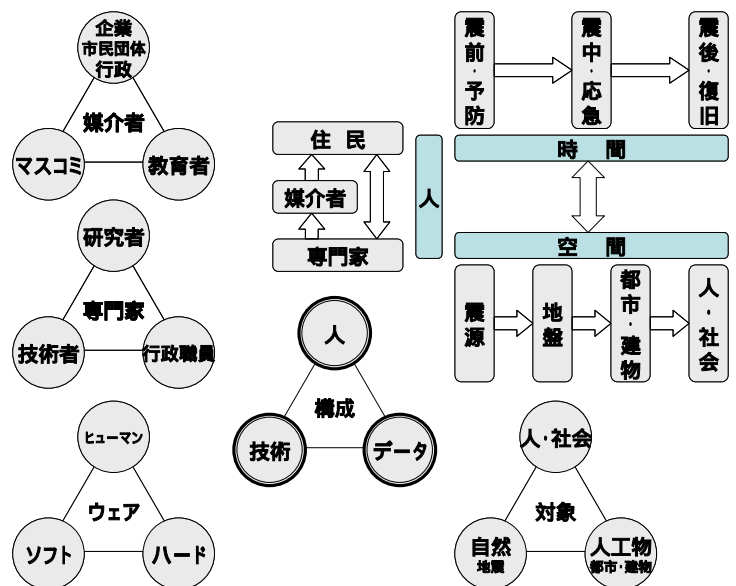


図1 防災問題を考える際の構成因子

### (1) 人の視点

まず、人の問題を考えてみる。地域では防災を担う人の数は思いのほか少ない。その上、実務者比率が高いため、多くの技術者は地震動や地盤などの問題に対し距離を感じがちである。地震動予測地図を地域として受け入れ、活用するには、地図の意味を理解する専門家が多く育たなければいけない。特に、安全の問題を生業としている技術者や自治体防災担当者が、地震動予測地図の中身を十分に理解し、日常業務に活用できるようにする必要がある。このためには、研究者・技術者・防災行政担当者などの異なる立場の専門家が集う場を作って地域の人的資源の質・量を改善すると共に、地震動の勉強が本業にも活きることを理解してもらえよう誘導する必要がある。

また、地図の精度を向上させるには、地域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。さらに、地域でのアドバンスマップ作りを推進するには、最新の知見を常に修得しながら強震動予測を行える研究者を育成する必要がある。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、各地域で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。

さらに、地域の防災力を真に向上させるには、地震動予測地図を地域住民の意識啓発に結びつける必要がある。このためには、市民に対して分かりやすい表現を工夫すると共に、市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、地震動に関わる正確な情報を修得してもらい、広く市民に地震のことを伝えてもらう必要がある。

### (2) データの視点

地震動予測結果の精度は、データの良否にかかっていると言っても過言ではない。どんな高精度な予測手法も、用いるデータの質・量が不十分であれば無力である。強震動予測手法の進展に伴って、必要とされるデータの質・量が格段に増大し、結果に対するデータのセンシティブリティも大きくなった。しかし、データの質・量が十分にある地域は限られている。近年、国が主導して活断層調査や地下構造調査が精力的に行われており、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。特に、地域でも対応が容易な、浅層ボーリングデータや温泉井戸などの既存資料の収集・整理、常時微動データの蓄積、強震観測の整備などは、不十分な状況であり、地域で継続してデータを収集・蓄積することが望まれる。また、これらのデータをコンパイルして地盤モデルを作成し、強震動予測を行って既存の地震動記録と照合し、さらに地盤モデルを改良していくといった一連のループが繰り返し回ることが必要である。これらは、強震動予測の基本であり、地域で主体的に実施していくべきことである。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、自治体と研究者が一致協力して表層地盤データを収集・構築する不断の努力が望まれる。

### (3) 知識・技術の視点

上にも述べたが地域では研究者比率が低く、モノ作りに直接繋がる実務的技術者が多い。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研究者比率が高く、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が少ない。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。例えば、建築物の構造技術者に関して言えば、一般建築物の設計に携わる技術者が殆どであり、多くは規基準に準拠した構造計算をルーチンワーク的に行っている。このため、規基準に定められている静的な地震荷重を疑問も持たずに利用している場合が多い。本来、耐震設計においては、地震に対する建物の振動挙動の予測が前提になるはずであるが、地震・地盤のことや、建物の動的挙動を意識しながら設計活動をしている技術者は、高層建築や免震建築の設計に携わる極く少数に限られる。

こういった現況の中で、技術者に地震動評価の重要性を理解してもらうには、建築物の耐震設計の基本が地震時動的挙動の把握にあることを分かってもらうしかない。建築設計は利潤追求の商行為でもあり、安全性とコストの兼ね合い、法的規制・罰則、保険制度など、社会的・経済的な問題が絡み合い、安全の問題だけを一面的に考えることは難しい。しかし、技術者は、現状の耐震基準は過去の震害経験

を基に改善を積み重ねて経験的に作られたものであり、規定されている入力や耐力は必ずしも実現象とは対応しておらず、両者の過小評価の上に成り立っているという現状を認識する必要がある。規基準における入力と耐力の考え方を是正しないと、技術者の入力地震動軽視といった現況を抜本的に変えることは難しいと感じられる。この状況が改善されないと地震動予測地図は十分に活かしきれないであろう。

なお、限られた人数しか居ない地域の現況を考えると、まずは、地域の技術を支える研究者・民間技術者・行政庁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特性に応じて作る必要がある。地震動予測地図の作成は、地域研究を促進し、各地域の知力・技術力の向上に結び付けて行くべきであり、地域でも地震動に正面から取り組める素地を作っていく必要がある。また、地域に根付いた研究を評価する雰囲気も形作っていく必要があるだろう。

### 3. 地震動予測地図を地域防災に活用していくには

#### (1) 活用先と予測法

地震動予測地図の作り手は、どんなユーザーや活用先を想定しているのだろうか。単に研究者への地震動提供なのか、地方自治体の「地域防災計画策定のための地震被害想定」への活用なのか、あるいは技術者の利用を念頭に置いた「建築物などの耐震設計や耐震診断における設計用入力地震動や地震荷重策定」まで踏み込むのか、さらには、一般市民への防災意識啓発をも考えるのか、これらの利用形態によってアウトプットするものも変わる。可能な限り広い範囲に活用していくことが望まれるが、使用目的によってアウトプットの内容や表現方法が異なってくるので、活用対象を明確にしておくべきである。

従来の地震動予測では、活用目的やデータ状況に応じて、地震動の評価方法を変え、目的毎に異なるアウトプットを示していた。一般に、自治体の地震被害予測では経験式を用いたマクロな評価が、個別建築物の耐震設計などでは建設地点直下の地盤増幅に重点を置いたミクロな評価がなされ、前者は震度分布、後者は地震動波形をアウトプットするケースが多かった。しかし、最近では、長周期建物の増加、計算機環境や強震動予測法の進展、基礎データの整備に伴い、両者の解析法が相互に近づいてきた。

自治体の防災部局では、地震被害予測を目的として広域の震度分布を推定するケースが多く、膨大な計算量になること、質の高いデータの量が十分で無いことから、最大加速度や震度を距離減衰式などを用いて簡易に予測するマクロな方法が採用されてきた。しかし、最近では、一部自治体で、震源の破壊過程、深部地盤の3次元地下構造や微地形を考慮して波形を計算する事例も見られるようになった。

これに対して、高層建築や免震建築の設計では、個別建物の地震荷重評価を主目的にしており、地震応答解析に用いる設計用入力地震動を波形として求めることを重視している。従来は、解放工学的基盤面などで規定された設計用応答スペクトルに基づいて模擬地震波を作成し、表層地盤を介して建物に入力することが一般的であった。しかし、長周期構造物に対する深部地盤や断層破壊過程の影響の大きさを踏まえて、最近では震源断層までをモデル化した計算も行われるようになってきた。ただし、現状は、震源の破壊過程は一様破壊、地盤モデルは平行成層モデルが採用されるケースが殆どである。

このように、両者の強震動予測法は急速に近づいてきており、現状においては、当初から活用対象を絞り込んで予測法を限定するのではなく、取り入れることのできるファクターをできるだけ考慮した強震動予測法を採用しておくべきだろう。強震動予測の研究進展を促すことも必要であり、今後の研究進展に応じて予測法が柔軟に成長できる枠組みを構築しておきたい。また、結果のアウトプットに関しては、ユーザーに応じたインターフェースを用意して、結果を加工してアウトプットするのが良い。例えば、被害想定への利用や市民への情報提供時には、震度などの指標に変換して示すといったことになる。

#### (2) 研究・教育面での活用

研究者の場合には、研究目的によるが、時刻歴波形としてのアウトプットを望む研究者も多いと思われる。また、最終結果を単に利用するというよりは、地震動予測地図作成過程におけるモデルやデータを利用したいと考える場合もある。このため、モデル化過程における様々な仮定条件を明確にすること、基礎となったデータや、得られた震源・地盤モデルも開示することが望まれ、解析結果としては地震動の時刻歴波形や応答スペクトル、地盤の増幅特性なども合わせて示すことが必要だと思われる。現状は、強震動予測に関わる研究者の数が限られているので、研究者の層を拡大するため、強震動予測の

教育に必要となる基本的なソフトを公開していくことも望まれる。また、「日本の地震活動」のように、地震動生成のメカニズムを素人や初学者でも理解できるようなテキストも合わせて作っておきたい。

### (3) 地方自治体の防災部局での活用とアドバンスマップ作りの課題

地方自治体が用いる場合には2つの利用の仕方があると思われる。一つは、地震動予測地図をそのまま地震被害想定に利用する場合で、地表の揺れをそのまま用いる場合と、工学的基盤面での揺れを用いて表層地盤の解析以降を自治体が詳細に行う場合である。その後の被害予測手法にもよるが、前者の場合には震度・最大加速度・最大速度などの地震動強さ指標が、後者の場合には時刻歴波形や応答スペクトルなどが必要とされる。時刻歴波形があればどんな指標にでも変換できるので、シナリオ地震に関しては(波形が公開されるであろうから)問題が無いと思われるが、確率論的予測地図の場合には時刻歴でのアウトプットは困難なので、応答スペクトルなどでの出力が望まれる。

地方自治体のもう一つの利用形態は、アドバンスマップ作りである。平成16年度までに作成される地震動予測地図は概観地図であり、短周期域の地震動特性に支配的な要因である表層地盤についてはデータ収集の困難さ・煩雑さのため十分に精査することは難しいと思われる。このため、今後新たに加わる活断層調査や地下構造調査データ、自治体が保有する表層地盤データ、各地域の強震観測データなどを用いて、地域毎に震源・地盤モデルを改定することが望まれている。この場合、2つの方法が想定される。先に述べたように工学的基盤面での地震動予測地図と地域で収集した浅層地盤データを用いて表層地盤解析だけを詳細に実施する場合と、震源にまで遡って全体を再計算する場合である。後者の場合、各地域で強震動研究者を育成することが必要である。

地方自治体での活用の際に、地震動予測地図に対する自治体側の捉え方についても、考えておく必要がある。現状は、地震動予測の精度向上が自治体の防災行政上有用であることを、十分に説明していない。地震動予測に続く、被害数量の予測、さらには、社会・経済・心理的影響評価、シナリオ構築、それに基づく防災施策立案は、科学的な側面のみから行えるものではない。多くの場合、防災行政担当者は技官ではなく行政官が担当しているため、地震動予測に対して相当の距離感を感じている。ましてや、強震動予測の基礎となる活断層調査や地下構造調査の重要性はなかなか認識してもらえない。強震動予測の精度向上が、防災計画立案や被害軽減に如何に役立つかを、市民や政治家も含めて理解してもらうよう努力することが必要である。

また、一般に、自治体は、市民への説明性の観点から確率論的表現に対して抵抗感が強いようである。確率論的予測地図を示す際には、作り手側が自治体での利用の仕方を合わせて示すことが必要である。また、現状の予測手法とデータの精度のバランス、市民の馴染み易さなどから、震度などの指標でのアウトプットが望まれる場合もある。一方、強震動予測手法が内在する予測結果の変動や、用いるデータのバラツキを考えると、予測結果は、平均的な値だけではなく結果の変動についての情報も示されるべきである。そうすれば、利用者は目的に応じて、平均値を用いるか、変動分を考慮した結果を用いるかを選択することができる。できるだけ、目に見えない形での恣意性の混入は避け、平均値と変動値を一緒に示し、利用目的に応じて利用者が結果を加工できるようにしたい。

現状では、高精度の強震動予測法は、アスペリティの位置や大きさ、破壊伝播の設定方法により結果の変動が著しく、地盤の卓越振動数による感度も高いと思われる。また、大規模な断層の場合には、断層全体が一度に活動する場合と、セグメントに分かれて活動する場合では、セグメント化した場合の方が、発生頻度が高くなり、発生周期の兼ね合いで建築物にとっては破壊力が大きくなる場合も有り得る。このように、解析結果が入力パラメータの設定方法に敏感すぎる現況は、利用者側からは使いにくいという声も聞く。これらの点については、今後十分な検討が望まれる。

### (4) 地方自治体の建築部局と耐震設計に従事する構造技術者の活用

2000年6月に改訂された新しい耐震基準では、従来の仕様規定型の基準に加え、性能規定型の基準が導入され、その検証法の一つとして限界耐力計算法が告示化された。従来の耐震基準では建物に作用させる静的地震荷重が規定されていたが、新しい基準では解放工学的基盤での地震動が応答スペクトルにより規定され、表層地盤の増幅特性が簡略的に考慮されるようになった。また、高層建築などの特殊な

建物に対しては時刻歴応答解析に基づく特別な検証法が規定された。従前に比べると、耐震設計に動的な概念が相当取り入れられており、建物の応答結果である地震荷重ではなく、地震動が規定されたため、設計者が地震動を意識するようにはなった。しかし、耐震設計基準はあくまでも罰則規定のある最低基準であり、法令で規定されている地震動の強さは、地域特性を十分に反映したものではない。この意味では、サイズミシティの地域差を反映した地震動予測地図は、耐震設計や耐震改修の目標を考える上で極めて有用な資料を与えてくれる。ただし、一般建物の周期域では表層の影響が支配的であり、各地域でアドバンスマップが作られていくことが強く望まれる。

今後は、性能設計的な考え方が社会的に根付いていくべきであり、建築主との合意の下、建物の耐震性能を保証していかなければならない。その際には、地域の地震環境を踏まえた適切な地震動評価と、建物の耐力の正確な評価が必要となる。地震動予測地図の作成に関して、建物の耐震設計に関わる希望を出すのであれば、一般建物に関しては、各地域の地震活動度と地盤特性を反映した地震動の強さが、結果の変動に関わる資料と合わせて提示されることが望まれる。その際に、地域ごとの地震環境や地域で想定すべき地震像、各地震の性格に関わる資料が提示されれば、建築主と設計者との間での耐震性能の合意形成に際して貴重な基礎資料になる。

一方、高層建築や免・制震（振）建築に関しては、地震動強さに加え、周期特性と継続時間にも配慮した地震動作成が望まれる。特に低減衰長周期構造物では、共振現象が重要になるので、やや長周期域の地震動評価に際しては、地震基盤に達する深い地盤構造や震源のアスペリティ設定が極めて重要となる。アスペリティの位置やサイズが震源近傍のパルス周期を決めてしまう傾向があるので、波形公開時にはその任意性に関して注意を喚起することが必要である。また、継続時間に関しては堆積平野の3次元地盤構造による継続時間の伸長も大切になる。可能な範囲でこれらを反映した地震動評価が行われることが望まれるが、全てを網羅することはできないので、地図公表時には適切に注意を喚起することが必要である。ほぼ同じ手法を用い、同じ地震を想定していても、設計用入力地震動が倍近く異なる事例を時折目にする。地震動評価には種々の任意性があり、モデリングが命である。地震動予測地図の公表に際しては、モデル化の設定根拠、用いたモデル定数を一緒に示すことが望まれる。

#### (5) 一般市民の活用と地図の公開方法

市民と地震動予測地図の接点は、どんな形になるだろうか。地図の各戸配布、ホームページ公開のように、直接的に市民に示す方法と、マスコミを介して解説付で示す方法、行政体が防災施策と一緒に提示する方法、教育機関が防災教育の一環として示す方法など、色々な手段が想定される。

一市民の立場からは、自分の家の揺れ（震度）や被害を知りたいと思うだろう。しかし、震度は表層の微地形によって相当変動するので、表層地盤の取り扱いが比較的ラフな概観地図は十分な精度を持っていない。また、結果公表時の不動産価値への影響を危惧する向きもあるかもしれない。さらに、予測手法やモデル化が内在するバラツキもある。この点も含めてどのように表現し公開するかは、難題である。やはり、十分な解説を付けてホームページ公開する方法が良いと思われる。ただし、一方的・画一的な公表は、間違った理解を助長する懸念がある。地図の結果だけが一人歩きしないように、今後地図の改善がありうること、あくまでも概観地図であり結果の変動が内在していることなどを正確に伝え、地図の見方の解釈を添付して公表することが必要である。

そこで、重要になるのは、市民との接点になるマスメディアや教育者・行政職員の力量である。地図が内在する限界や、地図が意味するところを十分に理解してもらって、報道や、防災施策、防災教育に繋げていってもらう必要がある。このためには、市民との間を介してくれる方々が地震に関して興味を持ってくれるよう、地図策定側が工夫をし、地震や地震動の勉強をする機会を作ったり、分かりやすい資料・教材を作ったりすることを並行して行う必要がある。

地震動予測地図の最終目標は、市民の意識啓発をし、市民が適切に耐震対策することを促すことにある。従って、一軒一軒の揺れや建物・人的被害の可能性を市民に意識させる地図を、行政の防災施策や対策法と合わせて提示することが望まれる。その先駆的な試みを横浜市が実施している。詳細な予測マップとその解説、ならびに耐震改修補助などの行政施策を一枚の地図に示した。今後、横浜市の試みが市民の防災行動にどのような効果を生み出すかを注視し、これを参考に各地で、行政施策とリンクして

のアドバンスマップ作りが推進されることが期待される。ただし、本当に信頼できる結果を示すには地盤データと強震観測データが命であり、この整備に尽きることだけは肝に銘じておきたい。

#### 4. 地域での準備：名古屋での事例を通して

地震動予測地図を地域防災に活かすには、発信側である策定サイドの努力も必要であるが、寧ろ、受信側である地域の体制作りが重要である。このためには、先にも述べたように、地域における人・データ・技術のトライアングルを改善することが基本になる。地域での地震動予測の担い手作りとそれを支える技術者集団の構築、並びに一般市民に対する意識啓発活動、地震動予測に必要な基礎的なデータ作りとデータ公開、地図や予測手法を理解し向上させる技術力の構築と蓄積である。何れも一朝一夕でできるものではないので、長い時間をかけて継続的に進めていくしかない。ここでは、地震動予測地図の概観地図が開示されるまでに、各地域で準備しておくことが望まれる事項を整理すると共に、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の事例について紹介する。

##### (1)人づくりと核づくり

地域は技術者の絶対量が少なく、研究者比率が小さく、実務者比率が高い。研究を推進すべき拠点が少なく、建築や防災に関する高等教育機関がない県も多い。人的資源は大学を除くと行政庁に限られるが、行政単位が小さくなると、防災担当者は行政官が兼務者になるのが一般的である。大学も行政体もある程度の規模がないと地震防災に関わる人間を常駐させられないのが現状である。しかし、逆に、地域では人的資源不足のため、数少ない研究者が主導することが容易であり、個々の研究者の行動が地域の動きを左右しがちである。地域の研究者は地元への愛着も強いので、地域防災に携わる機会を増やすことが大事になる。このため、地域での防災の核となる拠点作りと人材養成が重要である。今後、国などの公的支援の下で、防災研究を推進し広域の防災施策を立案する核を主要地域に作っていけると良い。地域連携の防災研究センターが、全国に7～8つ程度できるのが理想的である。

地域防災には、専門分野や役割を異にする多数の人間・機関が関わっている。研究者、官・民の技術者、行政体の防災担当者などの専門家集団、一般市民、さらには、専門家と一般市民とを媒介する行政体の職員やマスメディアなどである。研究者の中にも、地震そのものを扱う理学的研究者、地震時の地盤の揺れや構造物被害・都市計画を扱う工学的研究者、社会への影響や人間の行動などを扱う人文・社会系の研究者などがある。問題解決にはこれらの連携が不可欠である。

地域での連携を進める際には、地域の大学は核としての有力候補となりえる。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。図2は、筆者らが地域で実施している防災活動の連携マップである。大学が中心になることにより、様々な地域防災活動ができていく様子がわかっていただけだと思う。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つつある。図3は地震防災に関する研究者の連携の見取

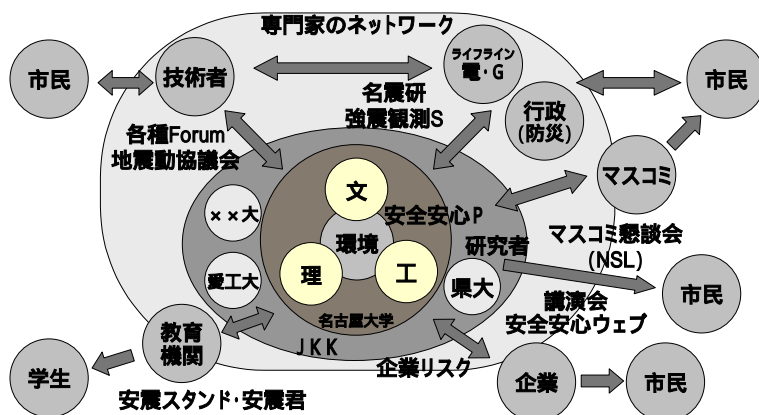


図2 大学を中心とする人間のネットワーク

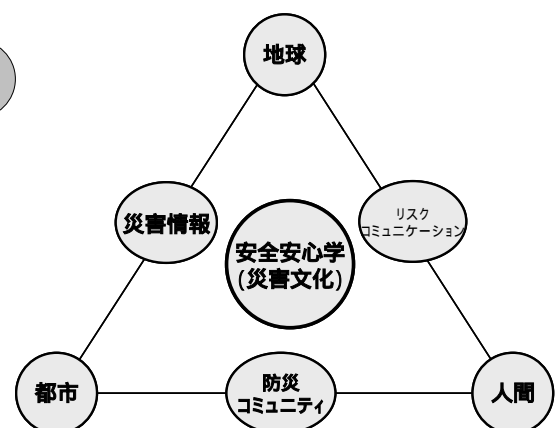


図3 名大環境学の安全安心プロジェクト

り図である。このように、大学は、地域での防災活動のための連携の核になり得る。

地域防災の担い手としての大学の役割は大きい。防災に関わる研究・教育をしているスタッフは、自らが地域の中心で働く地域防災の強力な担い手であり、同時に新しく地域防災を担う技術者の育成役でもある。当然のことであるが、地域の拠点大学は地域の安全に対して応分の責任を持っており、防災を専門とする教育・研究スタッフを常駐させる組織があるのが好ましい。一方、大学内の防災研究者は、地域のホームドクターとしての役割を十分に認識し、地域における防災意識の向上を図り、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をすることも期待される。

筆者らも加わって行っている人作りの活動には、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（随時）
- ・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わる講演会（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における構造技術者向け講演会・研究報告会（年2回）<sup>1)</sup>
- ・JSCA 中部支部との連携による構造技術者向けの塾（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）」<sup>2)</sup>
- ・マスメディアや自治体職員向けの勉強会「NSL：Network for Saving Life」（月1回）<sup>3)</sup>
- ・建築学教室が名古屋市都市センターと共催する市民講座「街と住まいの夕べ」（年1回、6講座）
- ・地域の自治会での押しかけ講演会（防災キャラバン、随時）
- ・小中学校の総合学習の時間などを使った講演会（随時）

このように、様々な対象に対して多様な活動をしている。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、地域防災における一番重要なポイントである人の質向上と、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。

この中で、名古屋地域地震防災研究会（名震研）<sup>2)</sup>、防災キャラバン、マスメディアや自治体職員向けの勉強会（NSL）<sup>3)</sup>は、異なった立場での地域の防災担当者との協議の場である。

名古屋地域地震防災研究会（名震研）では、筆者らが中心になって地域防災のための勉強会を企画し、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一緒に、地域防災の課題を考えた、情報交換を行ったりしている。東海3県が協働で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と称していた）、防災担当行政マンの意識や責任感の向上に相当の成果が現れている。また、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を作られ、施策立案段階での相談が容易になってきた。

一方、防災キャラバンは、専任の防災担当者が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。大学から積極的に自治会などに押しかけて行って、防災行政の必要性を訴えたり、自治体職員と地域代表者を交えた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、防災に関わる専門家や技術者とチームを作って押しかけて行き、役場や自治会で膝を付き合わせたミーティングを実施した。これを契機に、一般市民が様々な防災行動をしたと聞く。また、田原町では自前の地震計を設置し、豊田市では地震動予測プロジェクトを始めるなどといった効果も現れている。

一般市民の防災意識を向上させるには、少しでも多くの市民に、地震のことを意識してもらえようにすることが大事である。問題はその手段である。フォーラムや講演会などに参加するのは、防災意識の高い人たちである。従ってこれらの人を媒介としてネズミ算式に情報を伝達するのが一つの手段である。さらに大事なことは、防災に関心の低い人たちに話を聞いてもらう機会を作ることであり、マスコミを介した発信（後述）や、学校教育の活用などが考えられる。地震が起きたときに、とっさに机の下

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、低学年時からの防災教育の重要性が実感できる。筆者も総合学習の時間に出かけて話をした機会があるが、小中学生の感想文を見ると、思いの他の効果が認められる。さらに、このときに父兄も参加する場合があり、効果がより一層拡大する。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、全体の底上げに寄与が大きいので、地元教育委員会や防災行政部局と協力して実施していくことが望まれる。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る場所である。筆者らが試作してきた「安震システム」<sup>4)</sup>やその発展形の「現代版百葉箱」、振動実験教材「ぶるる」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。

マスメディアや自治体職員向けの勉強会 (NSL: Network for Saving Life)<sup>3)</sup>は、昨年4月より始めたもので、マスメディアの災害関係の報道記者や防災行政職員、市民団体の代表者と大学研究者との地震に関わる勉強会である。地震・火山やテクトニクスが専門の山岡耕春先生 (名大地震火山観測研究センター)、活断層などの自然地理が専門の鈴木康弘先生 (愛知県立大) と筆者の3名が発起人となって始めた。平日の夜に、月1回程度の頻度で、情報交換・勉強会の場を作り、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正確で分かりやすい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/nns1/nns1.html>)。ここでは本音での議論を促すために、会合で聞いたことはその段階では全てオフレコとし、そのまま報道に用いないことを約束しており、万一、報道に用いる場合には、必ず別途取材を申し入れることを原則としている。当初はマスメディアのみを対象に始め、マスメディアと大学研究者との信頼関係が築けた段階から、自治体の防災担当者にも参加を促した。参加しているのは、新聞各社と在名5局のTV局、ラジオ局、地元自治体の防災担当者、ボランティア団体の代表者、名古屋大学の地震関連研究者などである。新聞社は東京本社科学部記者と地元の社会部記者が、TV局は報道部記者が中心に参加している。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、建物の振動と被害などについて、シリーズで話題提供している。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。

このような試みを受けて、最近では、マスコミ各社での地震に関する講習会も多数行われている。会発足後に始まった東海地震の震源域の見直し作業に伴い、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。また、現在、マスメディア・行政・大学が共催する一般市民向けのシンポジウムも企画を検討し始めている。政令市として初めて強化地域に指定される可能性がある中、幅広く、多面的に防災の問題を考える環境を整えることが重要になっている。

## (2) データ作りとデータ公開

地方では地震防災に関わる基礎データが質・量ともに不足している。しかし、地域の防災関連データは地域でしか蓄積できない。過去の地震被害、強震観測データ、地盤データ、都市データなどの収集・蓄積・分析は、地域の安全の基本をなすものであるが、これには多大な時間と地道な研究が必要である。こういった継続的な活動に関しては、他地域の研究者・技術者に期待することは難しく、地域への愛着の強さが不可欠である。従って、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。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のデータ (活断層、地震の震源・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地理情報システム (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>5-6)</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な地盤物性の推定システムの構築 (愛知県設計用入力地震動研究協議会で利用)<sup>7)</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、並びにこれらを用いた名古屋市域の振動性状の地域ブロック化 (愛知県設計用入力地震動研究協議会で利用)<sup>8)</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 (名震研が主体で実施) と収集データのウェ



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ワークの構築（濃尾平野地下構造調査や、今後実施予定の被害予測調査で利用）<sup>2,9)</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（愛知県設計用入力地震動研究協議会の一部として実施）<sup>10)</sup>

これらのデータは、地域の技術者にとっては、建築耐震設計の基礎となるものであり、地域の建物の耐震安全性に直結する。また、地域防災を考える上での基礎データでもある。このため、地域での不断かつ地道なデータ構築・改良が必要である。どんなに高精度のツールがあったとし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、大型プロジェクトが動いたときに、最新の研究成果に基づいて、様々な検討が可能となる。こういった意味で、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。

この中で、地域の様々な機関の強震観測ネットを有機的にネット化した東海版大都市圏強震動総合観測ネットワーク<sup>9)</sup>について下記に補足する。東海地域では兵庫県南部地震以降、相当数の強震計が設置されており、現在、愛知・岐阜・三重の3県下には約500の強震観測点が存在している。しかし、1998年4月に養老断層で発生したM5.4の地震の際には、各機関の強震観測システムが必ずしも順調に稼動しなかった。我々自身も地域の観測状況を十分に把握できておらず、強震観測機関相互の連携も不十分であった。そこで、筆者らが呼びかけ人になって、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>2)</sup>。名震研では、東海3県を対象に、各観測機関の観測状況を調査すると共に、1998年4月22日の養老で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化した。さらに、各機関の公開度に応じて情報を隠蔽して、画像データをウェブ公開した。これにより、観測機関相互の信頼関係ができ、また、観測の問題点なども相互理解することができた。

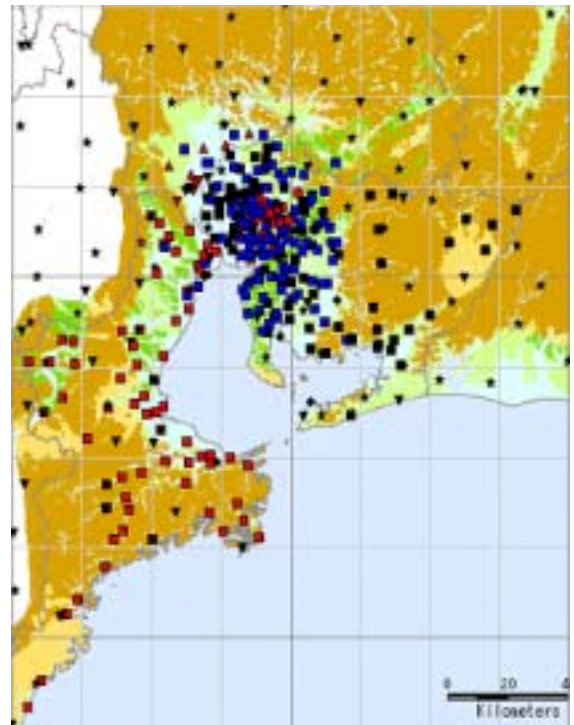


図4 東海版大都市圏強震動総合観測ネットワークの観測点

その後、1999年度の文部省補正予算で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た。そこで、名古屋大学でも、名震研での活動を基礎として、地震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.nagoya-u.ac.jp/laboFT/seismonet/index.html>）。その結果、図4に示す観測点がネットワーク化された。この構築に当たっては、

- ・ 観測機関相互の信頼関係の醸成とネットワーク化の意義の相互理解
- ・ 各機関の観測目的の尊重と既存機能の保持
- ・ 機関毎に異なるハードウェア、データ形式、データ転送方法、整理・保存法などへの対処

が重要であった。名震研での活動の蓄積が幸いし、多機関からなるネットワークが完成した。大学が中核となった地域における産官学連携の試みでの一つである。

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が容易になってきており、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ェイトが高い。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、ウェブGIS<sup>5)</sup>や双方向災害情報ネットワークシステム「安震システム」<sup>4)</sup>の開発、名大環境学研究科の「安全安心ホームページ」(<http://anshin.sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp/anzen/main/index.html>)の試作を通して、様々な防災情報を多面的にかつ同時・大量に伝達する方法を模索している。

### (3)技術作り

地域では、技術を支える人の数が十分ではないために、研究会や講演会が少なく、研究グループや勉強会を作るだけの人数を集めることが難しい。このため、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、首都圏との差は拡大しつつある。こういった状況の打開には、地元大学が大きな役割を果たす。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、市民講座など、多面的な知の発信役としての役割が期待されている。これらを地域防災のために有効に働かせるべきである。また、大学人が中心となって活動している学会支部活動なども重要である。学会支部は、本部・他支部の意欲ある研究者を招聘することにより、地域の人たちに新しい情報・知識を伝える重要な媒介役となれる。このように、地方においては、知識・情報の発信に大学人が果たすべき役割が大きい。先に述べた名古屋における人づくりのための幾つかの試みは、地域に様々な知識・情報を伝達し、地域の技術力を向上する上でうまく機能している。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は大きく貢献している。これらは各々、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る。対象に応じた形で、最新の情報を噛み砕いて情報発信することが重要である。

この中で、愛知県設計用入力地震動研究協議会<sup>1)</sup>は、主として建築構造技術者の技術力アップに大きく貢献しつつある、名古屋での特徴的な試みである。以下に簡単に紹介する。

愛知県及び名古屋市では、兵庫県南部地震以降、消防部局と建築部局が地震防災施策を精力的に展開してきたが、本格的な地震動予測は行われずに現在に至っている。一方、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が急務であり、行政が主導できないのであれば、自分たちで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、1年ほどの準備期間を経て、平成11年11月に上記協議会が発足した。

協議会は規約の中で、その目的を「性能設計化に向けた設計者の取り組み及び免震構造、制震構造の普及への一助を成すために、愛知県の地域特性を考慮した設計用入力地震動を研究し、会員の設計技術ならびに建築物の耐震安全性の向上に寄与することを目的とする。」と謳っている。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。具体的には、名古屋市を対象に設計用入力地震動を策定すると共に、年2回の研究報告会・研究交流会を通して経過報告と最新の技術情報の共有化を図っている。

会員は、出資者である正会員、特定行政庁と建築関連協会からなる公益会員、学会会員から構成される。現時点の会員数は正会員73、公益会員12、学会会員4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、大学などである。地元設計事務所を中心に、地域として協議会を盛り立てようという雰囲気を感じられる。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。地震動策定に関しては、協議会が（財）愛知県建築住宅センターに業務委託し、センター内の耐震構造委員会傘下に設計用入力地震動作成検討部会を設置して実施している。部会には、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ている。

地震動策定作業はコンサルタント会社（大崎総合研究所・応用地質）の協力を得て実施している。現在までに13回のWGで実質的な議論を行い、8回の部会を開催して方針決定と結果の承認を得ている。平成12年初頭より検討に着手し、平成12年7月に想定地震を絞り込み、平成12年11月に想定地震の震源モデルを確定、平成13年6月に3次元地盤モデルを確定し、本年6月までに地震動計算を終え、会員に地震動を提供する予定である。

会員への情報提供としては、年2回、事業の成果の報告会、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。会員は、策定地震動の利用、研究報告会・講演会への参加資格を有している。

設計入力地震動の策定に当たっては以下の基本方針の下、検討を実施している。

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、想定されうる平均的な地震動波形とする。

想定地震は、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、活断層に起因する地殻内地震、既知の証拠がないものの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。想定地震を図5に示す。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6には、地盤速度構造のモデル化の様子を示す。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。このように、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てくる。

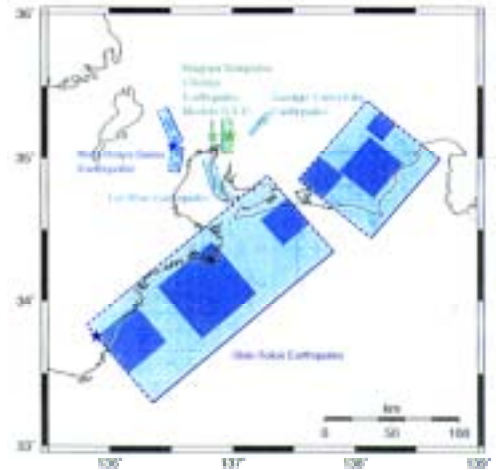


図5 想定地震の位置

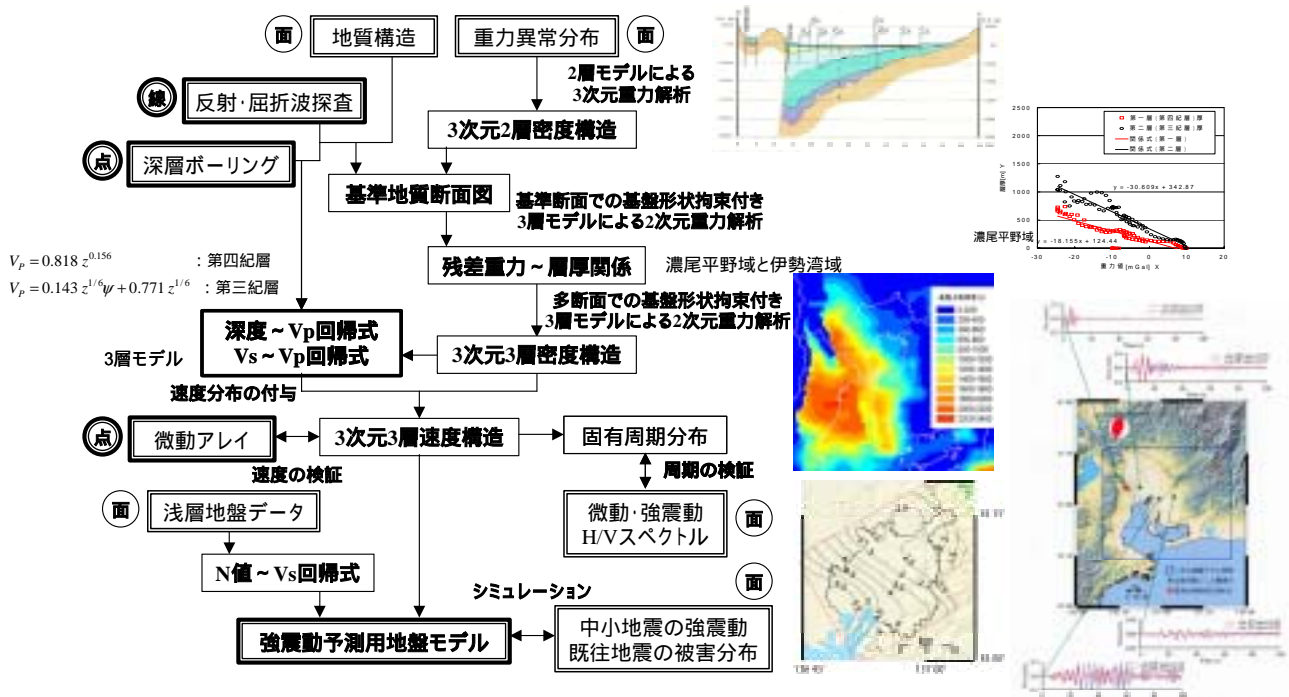


図6 愛知県設計入力地震動研究協議会における地盤の速度構造モデル作成のプロセス

この試みは、行政が主導しにくい地域においても、地域の人間のやる気さえあれば、地域共通の地震動の策定が可能であることを示している。このようなボトムアップ型の試みは、地域の設計者の地震防災意識向上にも大きく貢献する。この動きを受けて、現在、豊田市でも同様の試みが行われている。これらは、地震動予測地図のアドバンスマップ作りを先駆けて実施していると考えても良い。こういった経験を積むことにより、地域が独力で地震動予測できるような実力を付けて行く必要がある。今回はそのための第一ステップである。

## 5. おわりに

地方の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（ボトムをアップ）をどのように行うかにある。地震動予測地図の作成が、地域の防災意識向上や防災施策実現に結びつくことを期待する。筆者が重要であると感じるのは、地域防災には首都圏防災とは異なった戦略が必要であること、地方の目線での予測地図が望まれること、中央と地方との温度差を埋め地域の防災意識・防災力の底上げに寄与すること、一過性のプロジェクトとせず地域のフォローアップ体制作りを促すことなどである。地震動予測地図の作成は、これらの動機付けとして重要であり、大都市圏の優れた研究者が地方の立場にたって地域の地震防災を盛りたてていくことを期待したい。また、国、地方自治体、地元大学が連携しながらうまく役割分担できる体制ができることを期待する。

地域防災の中で主要な役割を果たす地方自治体の防災行政は、災害危険度の認識に基づいて動くと言うよりは、周辺状況の中での市民への説明性から推進されるものであると、昨年末から感じている。それは、防災行政に限らず、マスメディアの報道体質にも共通して言えることである。筆者らは、地元名古屋で、地震防災の重要性や、東海地震と東南海地震との連動を考慮した被害予測の必要性を十年来訴え続けてきたが、行政やマスコミの反応は極めて鈍いものであった。それが、東海地震の震源域の見直しにより強化地域への参入の可能性が出た途端、大変な勢いで様々な施策が展開され始めた。例えば、愛知県は、本年1月末に、地震対策有識者懇談会と東海地震・東南海地震被害予測調査検討会を矢継ぎ早に発足させ、国の施策の影響力をまざまざと見せ付けられ、多少の無力感を感じないでもなかった。とはいえ、名古屋の場合、幸いにも、大学を中心に地道な事前準備をある程度整えていたので、このような急激な動きに対して、拙速に過ぎることなく、それなりに地に足をつけた対応ができています。筆者が勤務する大学でも、地震防災に関わる研究者が、地域の地震防災に対してホームドクターの役割を果たすことを宣言し、大学の中に地域に対して責任を持つことのできる地震対策室を学内措置で作るべく、準備を始めている。

地震動予測地図が各地域の防災力を向上させることを願うと共に、各地域が出来るだけの準備と仕組み作りをはじめよう、国が支援・誘導することを期待する。

## 参考文献

- 1) 福和他:愛知県名古屋市を対象とした設計用地震動の策定 その1 全体計画概要, 日本建築学会大会 学術講演梗概集, B-2, pp.81-82, 2001
- 2) 福和他: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, 日本地震学会ニュースレター, Vol.11, No.5, pp.14-17, 2000
- 3) 山岡他: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(NSL=Network for Saving Life)、日本地震学会ニュースレター、Vol.13、No.6、2002
- 4) 福和他: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」、日本建築学会技術報告集, 第12号, pp.227-232, 2001
- 5) 石田他: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, 日本建築学会技術報告集, 第5号, pp.287-291, 1997
- 6) 福和他: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, 日本建築学会技術報告集, 第3号, pp.41-46, 1996
- 7) 福和他: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, 日本建築学会技術報告集, 第9号, pp.249-254, 1999
- 8) 福和他:名古屋市域の地盤・強震動・微動記録のコンパイルと震動性状区分, 日本建築学会技術報告集, 第10号, pp.41-46, 2000
- 9) 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, 日本建築学会技術報告集, 第13号, pp.49-52, 2001
- 10) 野崎・早川他: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 地質構造と重力によるモデル化),(その2 速度構造の設定), 地震学会, 2001