

第1回リアルタイム地震防災シンポジウム報告

片岡俊一

正会員 博士(工学) 清水建設(株)技術研究所 (〒135-8530 江東区越中島3-4-17)

本文は、1999年1月22日に土木学会図書館講堂において開催された第1回リアルタイム地震防災シンポジウムの内容を著者の責任においてまとめたものである。シンポジウム論文集の理解を助けることができれば幸いである。

Keywords: *The first Real-time Earthquake disaster prevention symposium, Review*

1. はじめに

第1回リアルタイム地震防災シンポジウムが、1999年1月22日に土木学会図書館講堂において開催された。本シンポジウムは、土木学会地震工学委員会リアルタイム地震防災研究小委員会が担当したもので、約120名の参加を集めた。

地震工学委員会(土岐憲三委員長)は、その前身の耐震工学委員会が97年4月に改組・名称変更してできたものである。改組に伴い多くの事業小委員会、研究小委員会が設けられているが、リアルタイム地震防災研究小委員会もその一つで、野田茂委員長のもと97年4月から3年間の予定で、33名の委員で活動している。

今回のシンポジウムは、以下に示すようなプログラムに基づき、清野純史の総合司会で朝9:30から夕刻17:40まで行われた。

2. 講演概要

(1) 趣旨説明

主旨説明で、野田茂は、前述したような委員会設立の経緯を説明したのちに、現在の委員会の検討項目を次のように報告した。

- ・地震記録をリアルタイムに処理して、地震諸元、地震波到来後の地盤震動などの時空間分布をできる限り正確に求めること。
- ・都市基盤システムなどの被害推定と制御をリアルタイムにかつ動的に行うこと。
- ・2次災害防止のために適切なオンライン復旧と避難戦略などを策定すること。
- ・インターネットによる関連情報のリンク、小委員会活動のホームページ作成、情報発信。

また、これまでの委員会活動の概要を説明した。更に、今回のシンポジウムの内容を説明し、現状のリアルタイム地震防災システムに関する発表、要素技術に

関する発表、および第3回の委員会で実施したKJ法によるリアルタイム地震防災に関する分析結果を報告することを述べて、講演を終了した。

(2) リアルタイム地震防災システムの現状と問題点

「リアルタイム地震防災システムの現状と問題点」と題したセッションでは、司会の香川敬生が、講演内容を整理した後に各論に入った。香川のまとめによれば、このセッションはライフラインに関連する現状のリアルタイム地震防災システムの紹介と自治体および国土庁における取り組みの紹介、および地震直後の早期対応に欠く事が出来ない地震動モニタリングについて紹介してもらうことを目的としているとのことであった。

山崎文雄は、地震動モニタリングの要件として、地震計ネットワークと通信システムを挙げ、その構成要素を論じた。地震計ネットワークでは、数と配置、観測項目と成分、計測指標について論じた。また、通信システムとしては、通信手段、バックアップ、波形転送のあり方などについての考えを述べた。その後、最近の日本の地震計ネットワークのうち、本シンポジウムで直接紹介されないシステムを紹介した。それらは、気象庁の強震観測ネットワーク、K-net、自治体震度計ネットワーク、横浜市、東京都と東京消防庁、名古屋市、道路公団などである。さらに、海外の例としてメキシコと台湾における早期警報システムを紹介した。

清水善久は、現在構築中の SUPREME システムを紹介した。まず、ガスの供給方法を説明し、低圧ガス供給システムに関しては、地震時には早急に止めることが重要であるという基本概念を説明した。そのために、従来から地震動モニタリング/被害推定システムの SIGNAL(331局の地震計)に加えて、供給地域内にある約3600ヶの地区ガバナーに地震計(新SIセンサー)を設置することにした旨の報告があった。この観測システム(SUPREME)では、約0.9平方kmあたりに1個所の地震計が設置されることになる。このような極めて多くの地震計が設置できるようになった背景には、

- 1.開会・主旨説明 野田茂(鳥取大学)
- 2.リアルタイム地震防災システムの現状と問題点
- 2.1 リアルタイム地震防災システムの現状と問題点 司会:香川敬生((財)大阪土質試験所)
 - ・リアルタイム地震防災のための地震動モニタリング 山崎文雄(東京大学生産技術研究所)
 - ・東京ガスの新リアルタイム防災システム - SUPREME - と今後の展望 清水善久(東京ガス(株))
 - ・情報通信技術と水路網解析技術を応用した災害時リアルタイム水運用制御システム 瀬古沢照治((株)日立製作所)
 - ・電力における地震防災システムの現状と問題点 朱牟田善治((財)電力中央研究所)
 - ・道路および河川施設における地震防災システムの現状 杉田秀樹(建設省土木研究所)
 - ・リアルタイム地震動モニタリング 中村豊((株)システムアンドデータリサーチ)
 - ・NTTにおける防災関連システムの開発状況 本田健一・中川守・林明(NTTアクセス網研究所)
 - ・地域防災と情報通信 中野雅弘(NTT関西法人本部)
 - ・自治体における地震防災システム 座間信作(消防庁消防研究所)
 - ・地震防災情報システム(DIS)の開発 桐山孝春(国土庁防災局)
- 2.2 パネルディスカッション 司会:目黒公郎(東京大学生産技術研究所)
- 3.招待講演
 - スタティック地震防災からダイナミック地震防災へ 太田裕((財)東濃地震科学研究所/愛知淑徳大学大学院)
- 4.リアルタイム地震防災の新たな展開のための要素技術 司会:能島暢呂(岐阜大学)
 - ・断層震源と実観測震度を用いた即時地震動分布の推定 香川敬生((財)大阪土質試験所)
 - ・リアルタイム地震防災における地盤および地震動データについて 山本明夫・瀬川秀恭・篠原秀明(応用地質(株))
 - ・リアルタイム地震防災のための地震動補間 川上英二(埼玉大学)
 - ・人工衛星リモートセンシングを利用した地震被害分布の把握 松岡昌志・青木久・山崎文雄(理化学研究所)
 - ・リアルタイム地震被害推定のための観測更新について 清野純史・土岐憲三(京都大学)
 - ・人に関わる地震被害の推定—人的被害と短期的生活被害— 塩野計司(長岡工業高等専門学校)
 - ・シャットオフの数理 能島暢呂(岐阜大学)
 - ・リアルタイム最適避難誘導システム構築に向けた基礎的研究 目黒公郎(東京大学生産技術研究所)
 - ・JAVAによる都市地震防災GISのインターネットへの展開 石田栄介(日本技術開発(株))
 - ・地震動パラメータ推定手法の開発と詳細地盤データの整備 蛭沢勝三・阿部一郎・柴田勝之(日本原子力研究所)
 - ・地震災害の指標に関する試案—個人の損害に着目して— 中村孝明・宮地和子((株)篠塚研究所)
- 5.リアルタイム地震防災の今後の展望 司会:石田栄介(日本技術開発(株))
 - ・KJ法を用いたリアルタイム地震防災の問題整理の試み リアルタイム地震防災研究小委員会/能島暢呂(岐阜大学)
 - ・委員会活動で見られたリアルタイム地震防災の姿 野田茂(鳥取大学)

表-1 シンポジウムのプログラム

最新のマイクロマシニング技術があり、低価格で高性能・高精度な新SIセンサーが開発できた。更に、SUPREMEの活用方法や地震記録の公開についても報告があった。最後に、防災情報ハイウェイの必要性を説いて、講演を終了した。

瀬古沢照治は、紹介するシステムは提案しているもので、実際に使用されていないことと、講演時間(一題当たり10分)の都合で論文集の後半のみを説明することを断った上で、講演を始めた。まず、水道システムの大きな特徴として、継続的な供給の使命があることを紹介した。次に、管路網解析を利用した、平常時と災害時の両時点で使用できるシステム(デュアルユースシステム)を紹介した。本システムは、災害時に

は、地震情報を基に従来手法を用いた管路被害推定を行い(一次推定)、さらに常時監視されている流量や圧力を基に管路網解析を用いて断水領域を推定し(二次推定)、さらに被害推定結果を基に行った現地の点検結果を管路網解析にフィードバックする(三次推定)ことで、推定精度を向上させるものである。現地の点検には、モバイル端末を利用することを考えている。このようなシステムは平常時の保守作業にも適用が可能であることを指摘した。

朱牟田善治は、電力システムにおけるリアルタイム地震防災の現状と課題を報告した。まず、電力の地震動モニタリングは、主として記録収集であり、リアルタイム的な活用例はみられないことを紹介した。さらに、

キャリアモニタリングの考えを紹介した。キャリアとは、電力システムの監視・制御に必要な電力オンライン情報(電流や電圧値、遮断機の開閉情報など)である。キャリアをモニタリングするほうが、地震動モニタリングから被害状況を推測するよりも確度が高いので、電力システムに関しては地震動モニタリングの必要性は低いことを説明した。一方、キャリアモニタリングの問題点として、実際の故障個所の摘出には現地巡回が必要であること、電源が復帰しないとモニタリングが不可能なことを挙げた。最後に、今後の課題として停電情報システムへの取り組みを挙げたが、ユーザーの要求はあるが、電力側のメリットあるいは情報の広報・活用方法が不明であることから、進捗度ははかばかしくないと報告した。

杉田秀樹は、兵庫県南部地震以前から施設管理者の震後対応を情報面から支援するための総合技術開発プロジェクトを建設省が実施していたことを紹介した後、被害の全体像の把握のための地震計ネットワークと即時被害予測システムを紹介した。地震計ネットワークシステムは、現在試験運用の段階であり、平成10年4月現在で、791点の観測点が整備されている。これは、直轄道路および河川に沿って、関東・中部・近畿地域では約20km間隔で、その他の地域では約40km間隔で地震計を設置するものである。目的としては、施設管理者の初期対応の支援である。被害予測システムは、技術開発が終了した時点であり、現在は関東地方しかない。目的は、点検の効率化、復旧体制の早期整備に資することであり、橋梁の被害や液状化の発生、河川堤防の沈下予測等である。最後に今後の課題を3つ挙げた。まず、時間経過に応じた情報提供の仕組み作りであり、つぎに、予測する技術から検知する技術に転換することである。三つ目は、日常の延長としてしようできるシステムづくりである。

中村豊は、ここで紹介した技術は他にも適用できるであろうとの意見をつけて、鉄道における地震動モニタリングの経緯を述べた。鉄道は、地震時には不安定であり、止めることが必要であること、また走行している列車では、体感では地震感知ができないことが鉄道の特徴であることをまず、紹介した。その結果として、古くから地震動モニタリングが行われており、駅に1960年代から警報地震器を設置していた。その後、より早い時点で列車を止める必要性が高くなり、伯野他の「10秒前検知システム」の考えを利用して、東北新幹線では、海岸線に地震計を設置している。さらに、P波で警報を出すことを考え、ユレダスに至った経緯を紹介した。最後に、最近開発されたコンパクトユレダスを紹介した。

本田健一は、NTTが自社用に開発したアクセス系地

下ルート耐震性評価アプリケーションプログラム(MARIOS)とアクセス系被災状況把握システムの紹介をした。論文集には、これに加えてNTT社内で用いている供用地図データベースについても記述しているが、発表時には時間の都合で説明していない。ここで言うアクセス系とは、端末とNTTの間を結ぶ線のことである。1995年兵庫県南部地震の際の通信施設の被害から学んだ教訓は、被害の「場所」や「規模」が分からず、緊急点検ができなかったこととしている。このため、復旧用資材の配置ができず、復旧計画作成に大きな障害となった。そこで、これらのアプリケーションプログラムを開発した。MARIOSは、地震、地盤、設備の各情報に基づいて事前に地下管路の耐震性評価を行い、地震後にはマクロの被災予測をするものである。被災推定は、復旧費用の概算、リソースの投入計画などに活用されている。また、最後にNTTが始めた災害用伝言ダイヤルについての紹介を行った。

中野雅弘は情報通信技術に立脚した地震防災について述べた。まず、地域防災システムを考える視点として、1)社会的な要請、2)システムの運用、3)関係機関との情報流通、4)技術革新によるサービスの進展、5)平常時での利用を挙げた。システム構築の目的としては、1)初動期の被災情報収集の迅速化及び情報共有、2)災害対応に必要な情報の電子化・ネットワーク化、3)住民・マスコミに対する広報手段を挙げた。システム構築の方針としては、災害時に強い技術基盤、平常時の活用を可能とするシステム構成、操作の容易なインタフェース、日常の運用管理を挙げた。最後にシステムの例を紹介して、講演を終了した。

座間信作は、まず各自治体の災害対策本部で用いられている地震防災システムとして、川崎市、横浜市、兵庫県、神戸市の例を紹介した。次に、自治体の部局レベルのシステムとして、兵庫県広域災害・緊急医療情報システムと消防防災システムを紹介した。さらに、これらのシステムから構成要素として必要なものは、ネットワーク、データベース、支援システム(処理機能)であるとした。最後に、自治体における問題点として、閉じた系であり広域に亘る被害把握や情報の共有ができないこと、データ更新が容易でないこと、システム構築の妥当性の判断が適切にできないこと、システムの目指すものが明確にならないことを挙げた。

桐山孝晴は、国土庁で開発を行っている地震防災情報システム(DIS)のうち、開発の進んでいる地震被害早期評価システム(EES)と応急対策支援システム(EMS)の紹介を行った。DISの目的は、被災状況の早期把握と関係機関における情報の共有化により、応急復旧対策にあたっての迅速かつ確かな意思決定を支援することである。その意味では、ここで考えている

DISは、発災前の事前の対策から復旧・復興までのトータルなシステムである。DISのうちEESは、震度4以上で発災後30分以内に被害推計を行うもので、その結果は政府各機関に配布され、対策本部の立ち上げに利用されている。EMSは開発中であり、地図・防災情報データベースと被災情報データベースを組み合わせたもので、関係各省庁が各種情報をGIS上で整理して共有する仕組みである。各省庁とのネットワークには中央防災無線を活用している。

引き続き、目黒公郎の司会で、これまでの講演者をパネリストにした、パネルディスカッションを行った。まず、目黒本人がイメージする災害軽減の模式図を説明し、絶対的時間はリアルタイム地震防災の概念からはずした方がよいのではと私見を述べた後に、フロアからの質問を受ける形で始まった。

亀田弘行(京都大学防災研究所)は、リアルタイムという概念の位置づけを本シンポジウムで聞きたかったが、まだはっきりしないので、再確認したい旨の質問があった。また、リアルタイム地震防災は、モニタリング、アセスメント、オペレーションの時間差の圧縮にあるのでは、との私見を述べ、今後の活動に期待するが、土木学会における意義と土木学会に限らない社会全体の中での意義を追求して欲しいとの意見があった。

これに対して、講演者が考えるリアルタイム地震防災像の説明があった。まず、清水善久は時間的スパンを広げるのはよいが、視点が定まらないであろう。また、東京ガスのシステムはいわば保険的なもので、費用は充分検討すべきものであるとの意見があった。瀬古沢照治は、水道も地震防災だけに投資できる体制になっていない。リアルタイムの定義は、発災から復旧段階までと考えているが、平常時データが必須であるとの意見があった。杉田秀樹は、リアルタイムとは施設管理者が対処すべき各フェーズ毎に(例えば、現状把握、啓開の広報など)毎に、適切なデータを入手するシステムと定義した。また、システムはハードウェアだけではなく、ソフトウェアも含めたものであることを主張し、さらに対象としている時期は復旧期であり、投資額は、補強などの事前対策とリアルタイムシステムがバランスしていることが重要であると述べた。中野は、現在のネットワーク社会から考えて情報交換や共有化は当然であり、防災の在り方が変わっていくのではないかと述べた。

フロアから久田嘉章(工学院大学)が、国土庁と他省庁とのデータ共有と防災システムの相互乗り入れについて質問した。これに対して桐山はDISは関係省庁間でデータを共有しており、サーバー・クライアント形式であるが、今後4年間で全省庁の端末を設置する予定であること、各省庁のシステムの乗り入れはまだ考え

ていないこと、一般への公開は今後の課題であることを回答した。これに関連して、杉田秀樹は、システム相互の乗り入れ、データの共有化はそのようにする必要が本当にあるのかを十分考える必要があると指摘した。さらに、中村豊は警報は出す機関が責任を持って出すので、他の警報を流用することはできず、確実に情報が来るものでなければ利用できないとの意見を述べた。座間信作はデータの共有に関して消防庁の取り組みであるFire-Dnet構想について、内容は論文集にあるが、現時点ではベスマップの共有化とレイヤーの共有化までであると紹介した。太田裕(東濃地震科学研究所)は、自治体の地震防災システムの共有に関して、自治体は被害を受けるか援助するかの二者択一であり、中立はない。相互援助協定を結んでいる都市間では同じシステムを保有した方がよいのでは、との意見を述べた。これに対して、座間信作から三浦半島の四市町村では同じシステムを用いているとのコメントがあり、中村雅弘からは兵庫県内の自治体はネットワーク化されているとのコメントがあった。亀田弘行からは、データ・システムの共有化は、情報技術の問題であり、この場あるいは土木学会だけで話をしても決着はつかないのではないかと、データ構造の公開が必要なのではないかと意見があった。本田健一からは、NTTの地図は日本を一元化して作成したものであるため、今後社外にも公開していきたいとのコメントがあった。

朱牟田善治は、リアルタイムシステムが必要である理由がないので、既存のシステムで充分であるとの認識が高いとの電力業界の現状を再度述べた。これには、防災対策が十分に行き渡っているため、これ以上の投資にたいするコストパフォーマンスが低いことが背景として挙げられようとの目黒公郎からのコメントがあった。

最後に目黒公郎は、リアルタイム地震防災には様々な関連技術や関連組織があり、その共通の土俵を持つことが重要なのではないかと、情報を取ってきてまた情報をそこに戻す仕組みが重要なであろうと述べた。さらに、弱点の抽出と各フェーズで何が必要かを分析することと、地震予知情報が発せられた時にどのように対処するかを考えておくことが今後必要なのではないかと、との意見を述べてパネルディスカッションを終了した。

(3) 招待講演

午後は、太田裕(東濃地震科学研究所)による「ステティック地震防災からダイナミック地震防災へ」と題した特別講演がまず行われた。講演に際して、太田は講演題目を「ダイナミック」としたのは、「リアルタイム」と

という言葉が氾濫しているので、敢えて変えてみたと言った。次に、兵庫県南部地震以降特に話題になっている川崎市の地震防災システムについて概略を紹介をしたのちに、本題に入った。太田は今回の講演のスタンスとして、「中距離で考える」、「地震防災の特質を明確にし、これを踏まえる」、「リアルタイムの時間長さを考える」、「地震防災計画の連続性に留意する」ことを挙げた。

防災の特質は、(人的・物的)資源の有限性、持ち時間の有限性、データ・情報の有限性、の3つの有限性で示されるとし、この条件下で震害の抑制・低減を図ることが必要であり、そのためにはリアルタイム技術を利用して、有限性の超克を図る必要があると述べた。

リアルタイムの時間長さは、入力の高さや対象物によって異なることを人的被害の例を挙げて説明した。そして、地震要素関連情報では1乃至数分、瞬時被害・最中防災では1乃至数分、時間依存性(短期)では数日、長期のものは数年とまとめた。

連続性に関しては、事前対策、即時対策、事後対策に区分して意見を述べた。まず、事前対策であるが、これは人間の寿命を基準とするとして、それよりも長い長期対策と短い短期対策に分けられる。事前防災では、時間的余裕があるので、被害想定を通じて実体を知り、改善を工夫し、備えをすることが必要である。

即時防災の範疇には、直前、最中、直後を含んでいるが、最も大きな特徴は、時間がないことである。対応手段としては、余裕時間を作る、ゆれの実態を知る、避ける・逃げる・抑制する、震害を予測し連鎖を切る、等が考えられ、そのためには情報システムが重要になってくると述べた。直前予知に関しては、過去の死者数のデータを示して、予知ができれば死者が減っていると述べた。余裕時間を作るためには、いわゆる「10秒前システム」しかなく、現在のシステムで本当の直前対策と言えるのは、気象庁の津波システムとJRのユレダスだけであろうと述べた。太平洋沿岸におきる地震を対象としたメキシコ市のシステムや東海地震を対象に東京都がこのようなシステムを用意したとしても、経路上の人には役立たないであろうと述べたが、「藁をも掴む」のであればあっても良いのではないかとの意見であった。最中の防災としては、アクティブ制振が自然でかつ論理的であろうと述べ、これ以外には各種最大値による各種のカットオフ、波形識別・先行予測を行うことが考えられると述べた。直後の防災では、地震発生から対策を発動するまでの空白の時間をできるだけ短くすることが、肝要であると述べた。川崎市のシステムは、市の震災対策を支援する一時点のシステムであり、いわば静的なシステムである。今後は、事前情報と調査結果を基に事後の情報を改善し

て出力するような、動的なシステムが望まれようと言った。また、被害把握を行うための調査については、近未来的には市民を活用して大量で多様なデータを収集するようになるのではないかと、また双方向(市民と自治体対策本部)のデータ交換が必要であるとの意見を述べた。また、事後対策は、次の地震にたいする事前対策につながるものであるとも付け加えた。

次に、人的被害の研究を行っている理由について述べた。その理由としては、人的被害は即死から時間経過による死までを含んでおり、防災問題を考えるのにより対象であることが挙げられる。例えば、即死は事前対策や最中対策で防げる可能性があり、持ち時間が長ければ外科的障害に対応できる可能性がある。さらに、発展途上国の方が死者発生率が高いことから、途上国の方がリアルタイム地震防災を待っていると述べた。

終わりに当たって今後の展開として、まず3つのシステムを挙げた。その第一は防災直結システムであり、入力評価・機器制御に用いられ、連続時間処理という面でダイナミックであるが対象物は単一である。次は、防災支援システムである。これは入力被害情報を提供するものであり、単一時点であればスタティックであるが、逐次に更新されればダイナミックなシステムになる。対象としては単一から複合体までである。最後の一つは、防災管理システムであり、逐次に戦略・指令を立案するもので、先のものと同様にスタティックなシステムからダイナミックなシステムになる可能性がある。対象としては、単一というよりも複合体であろうと述べた。また、防災の数理学の必要性を説いた。つまり、「資源」の有限性の超克には、条件付き最適化が必要であり、「時間」の有限性の超克に関しては逐次先行予測の技術が必要である。さらに、「情報」有限性の超克には多次元・多様化に対応できる数理学が必要である。

講演が終了し、フロアからの質問を募った。亀田弘行は、自治体が使用する地震情報システムでは、コストなどの関係から日常でも使用されている必要がある。そこで、日常と災害の連続性について太田先生のお考えを聞きたいと質問した。これに対して、太田はまず津波に対する災害文化について触れ、災害文化の伝承が必要であると述べた。ついで、被災する人と助ける人という一方通行の関係を絶ちきり、地域が災害に責任を有していることを明確にすべきであろうと述べた。加えて、それには無理の無いインターフェースが必要であろうと述べた。

(4) リアルタイム地震防災の新たな展開のための要素技術

休憩を挟んで「リアルタイム地震防災の新たな展開のための要素技術」と題したセッションが、能島暢呂の司会で開催された。冒頭能島は、各講演内容について適用可能分野と研究の位置づけ(対象時期、指向性、有用性など)を明確にするように依頼した。

香川敬生は、予め断層モデルから計算しておいた詳細な地震動分布と地震直後に得られる震度情報(地震動情報)とを比較することで、即時に地震動分布を推定する手法を提案した。さらに、1995年兵庫県南部地震を対象に、その適用性を示した。

山本明夫は、リアルタイム地震防災における地盤データおよび地震動データの位置付けの考えを紹介した。地盤データについては、国際土質基礎学会のゾーネーションに関するマニュアルに倣って分類し、国土数値情報(上記マニュアルのグレード2に対応)を用いた場合と詳細な地盤データを用いたい場合で、結果が異なることを紹介した。

山崎文雄は、松岡昌志の代理として、地震被害の確認を空もしくは宇宙から行う方法について現在作業中の内容を紹介した。空からの調査は広域の情報を入手できる、被害額の算定にも使用できるといった利点がある。紹介された事例は、ヘリコプターに搭載されたハイビジョンカメラの映像、航空写真、LANDSAT、SARの画像に対する処理結果である。

清野純史は、地震直後に入力強度と事前情報のみから行った被害推定を、新たな観測情報が入るたびに漸化的に更新できるアルゴリズムを構築し、上水道システムを対象にその有効性を検証した。ただし、この適用には被害が定量化できることが必要であることを注釈した。

塩野計司は、まず人的被害の一般的な特徴を説明し、リアルタイム地震防災における位置付けを示した。次に、生活支障の評価モデルを提案し、その例題として避難者数の予測例を紹介した。説明した。

能島暢呂は、シャットオフすなわちサービスの緊急停止についての数理モデルを紹介し、数値計算例を通じて効果的なシャットオフのあり方を考察した。定式化は、空間的側面におけるものと、時間的側面からのものの二つを独立に取り扱っている。

目黒公郎は、避難安全性の高い空間を設計するためのシミュレーションモデルを提案した。そのモデルを用いた検討によると、内部配置の違いで避難効率が大きく変ること、避難誘導は災害の状況に応じて適切に行うことが重要であり、誤った避難誘導は避難効率を低下させることを指摘している。

石田栄介は、インターネット上で稼動するプログラムを記述できる言語であるJAVAを用いて構築した都市地震防災GISの紹介を行った。地震防災にはGISは有

用であり、どこでもだれでも使用できるシステムとして、インターネット上で稼動するシステムを作成することを目的としている。適用分野は必ずしも地震防災に限らないとの説明があった。

蛭沢勝三は、日本原子力研究所が取り組んでいる「地震情報研究伝達システム」の研究をその背景から説明した。地震動パラメータの推定手法には、ユーザーにより推定時間や推定精度に様々な要望があると考え、これらの相互関係をトレードオフの関係として自由に選択できる基本姿勢で開発しているとの説明であった。なお、例題として用いた日本原子力研究所周辺の深い地盤構造に関して、翠川三郎(東京工業大学)から質問があった。

中村孝明は、自治体等が作成する地震防災計画・地震被害想定に有用な、人命の価値を含めた統一的な災害指標を提案した。個人の損失価値は住民の意識調査に基づくが、「家と家族を失う」ことを最大することで順序づけが可能と考えられる。このように定量化することで、自治体の被害想定に民意の反映が可能になるのではないかと意見であった。この提案に対して、太田裕から、外国の場合も使用できるのか、地域間の比較ができるのかとの質問があった。前者に対しては可能であるが、後者は不可能であろうとの回答であった。

川上英二は、都合で講演を最後にした。講演の内容を、外力(地震動)の想定方法としての地震動補間であると述べた。講演内容は、これまでに多く提案されてきた手法を整理したものであった。外力(地震動)の空間分布の想定としては、最大値のみの例も本シンポジウムで紹介されているが、これはあたかも震度法と動的解析法のような関係があるとの説明があった。最後に講演全体に対する質疑応答になった。

野崎智文(建設省土木研究所)は、中村孝明の提案は、一つの効用関数の提案であるかと質問した。中村孝明は、基本的にはいわゆる効用関数であり、その決定に際しては社会学者との共同作業になろうと述べた。

桐山孝晴は、塩野計司に対して、帰宅難民の避難所の利用も考慮できるかと質したが、塩野計司は地震時に住宅にすることを考えたモデルであるので、帰宅難民が避難所にくることは考慮できないと答えた。

太田裕は、新たなデータを待つことは、時間を浪費することにつながると考えられるが、この件に関する数理はどうなっているのかと、能島暢呂と清野純史に尋ねた。能島は、事実を待つことは遅れをとることになる。対策としては、悪いシナリオを考えておくのがよいのではないかと答えた。清野純史は、提案したモデルは物理被害の推定をどのように少ない情報から更新して精度をあげるかに関するモデルであり、時間の浪費

とは直接つながらないと述べた。

年縄巧(東京工業大学)は、目黒公郎のシミュレーション法に関して、避難する人間の判断力低下などが適切にモデル化されているのか尋ねた。目黒公郎は、そのようなモデル化が必要でありモデル化は可能であるが、データがないので出来ないと答えた。今後、災害時にデータを取ってフィードバックする必要があると答えた。

片岡俊一(清水建設)は、蛭沢勝三の講演にあった、トレードオフの表現方法について尋ねた。蛭沢勝三は、通信手段と考えられる資源の組み合わせをMatrix状にすべて示して、ユーザーが選べるようにすると回答した。

最後に、能島が午前中の話題はニーズ指向であり、午後はシーズ指向であったと考えられる。今後実用システムに育てていくプロセスの段階であり、本委員会でも積極的に推進していきたいとまとめて、このセッションを終了した。

(5) リアルタイム地震防災の今後の展望

「リアルタイム地震防災の今後の展望」と題したセッションは、石田栄介の司会で進行した。まず、能島暢呂が、ワークショップ形式で実施した第3回小委員会の概要を説明し、その際に行ったKJ法を用いたリアルタイム地震防災に関する問題整理を報告した。KJ法から抽出された大きなグループは、以下の8つである。A.平常時の課題、B.被害推定・予測手法、C.防災対策のあり方、D.情報処理、E.防災システムの流れとツール、F.既往の震災事例から学ぶ、G.原稿に対する問題点。このまとめに対して現時点では、一つの項

目に関する肯定、否定の両面からの議論が必要であること、カードが多いところに参加者の興味が酋長していること、まだ十分に認識されていない重要な課題があるかもしれない、などを考えを持つと講演した。最後に取り組むべき課題は多いとして講演を終了した。

野田茂は、まずワークショップ形式で行われた第3回小委員会における各委員が考えた「リアルタイム地震防災の姿」を紹介した。次に、現状の「リアルタイム地震防災」と言われているものに関して、以下に記す6つの問題点を挙げた。a.リアルタイムの時間的な解釈、b.地震計ネットワークに方法論的な新しさがあるか、c.リアルタイム地震防災の使用目的について、d.面的な地震動・被害推定への取り組み、e.推定精度に対する考え方、f.リアルタイム地震防災の対象範囲について。最後に地震が考えているあるべき姿を説明した。

また、第2回のシンポジウムは論文を公募して実施する予定であること、現状では「リアルタイム地震防災のあるべき姿」に対して委員間での合意がないが、次のシンポジウムまでには合意を報告したいと述べて、本シンポジウムの全てのプログラムを終了した。

3. おわりに

1999年1月22日に開催された第1回リアルタイム地震防災シンポジウムの内容を著者の独断でまとめた。本報告が、シンポジウム論文集の理解する上に参考になり、今後のリアルタイム地震防災の進歩に寄与できれば望外の幸せである。