

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（土木学会地震工学委員会）

委員長：野田 茂（鳥取大学工学部・社会開発システム工学科）

要約執筆：能島 暢呂（岐阜大学工学部・土木工学科）

小委員会では、「リアルタイム地震防災」の目指すべき方向を明確にし、委員の意思統一を図ることを目的としたワークショップを開催した。ここでは、「リアルタイム地震防災」の現状について委員一人一人が認識している問題点や、そのあるべき姿に関して200枚以上のカードが提出され、KJ法を用いた問題整理が行われた。その成果として、全カードをグループ化した全体図が作成され、ワークショップ終了時において参加者が持った「リアルタイム地震防災」の認識構造が明らかとなった。本稿はこれに基づいて、カードの内容を要約するとともに、ワークショップで議論された内容について報告するものである。

Key Words : real-time earthquake disaster prevention, orientation of committee, workshop of KJ-method style, consensus on problem recognition

1. はじめに

新たなシステムを構築する上で、既存のシステム、技術水準、社会的要求、システム運用上の制約など、考えねばならないことは多々ある。「リアルタイム地震防災」は防災技術の中でも比較的新しい概念であるが故に、個別の要素技術の開発やシステム開発が活発に進められつつあるものの、それらを統合化・集約化するための包括的議論をする機会、残念ながら乏しいといつてよい。その結果、「リアルタイム地震防災が目指すものとは何か？」あるいは「リアルタイム地震防災のあるべき姿は？」という根本的な問いかけに対して、議論が発散する傾向にあることは否めない。最終的に合意形成が可能かどうかは別としても、こうした問いかけに説得力のある回答ができるように努力することは重要なことである。

このような背景のもとで、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（委員長：鳥取大学工学部・野田 茂助教授）は、平成9年12月8日～9日、東京ガス軽井沢山荘において、第3回小委員会をワークショップ形式で開催した。このワークショップは、本委員会活動の狙いと方向づけを再確認し、委員各自が考える「リアルタイム地震防災」の姿について集中的に議論する場を持つことを目的として企画されたものである。また、議論を通して委員の相互理解を深め、共通認識を育成することによって、小委員会の最終年度までに、確実に成果を社会還元できるようにするための、準

備段階としての意義をも併せ持っている。

2. 小委員会ワークショップの経過

ワークショップ第一日目には、参加者全員が、各自の考える「リアルタイム地震防災」について討論用資料を提出し、これに基づいて21件の個別発表が行われた。リアルタイム地震防災に関わる組織的な取り組みから、新技術の開発、基礎的研究にわたる幅広い話題提供と活発な討論が繰り広げられた。また各委員は、参加に先立って「リアルタイム地震防災」に関連したカード（一枚につき約30字以内でキーワードを記入したものを10枚程度あらかじめ用意することになっていた。参加者が自由に閲覧できるように全カードが会議室内に掲示され、多くの意見・主張・問題意識・アイデアが、混沌とした状態で陳列された。

続く第二日目には、KJ法を用いて全カードの整理が行われた。KJ法とは川喜多二郎氏の発案によるもので、問題の枠組発見のシステム手法である。カードを机上に広げて全体を眺め、親近性が強いと思われるカードをグルーピングしてサブグループを合成し、それらをさらにグルーピングする。その結果を図形表示して対象問題の全体構造を明らかにするのがその原理である。KJ法では、常に全体情報を見渡しながら合成を進めていく点に特徴があり、プロジェクト初期における問題発見や、目標のしぼりこみに有効であることが知られている。この特徴を踏まえて、ワークショップの企画段階か

ら、「リアルタイム地震防災」の現状、構成要素、全体像、問題点、今後の課題などについて議論を進めるための手段としてKJ法を利用することが適当であると判断されていた。

KJ法を実施する過程においては、説明が不足していたり新たに認識された問題に関して適宜カードが補充されると同時に、グループピングの作業が並行して行われ、最終的に200枚以上のカードが作成され整理された。ここでは、カード群をISOP-KJ法というソフトウェアを用いて整理して図解と分析を行い、中間的なまとめを行ったので、報告する。なお、項目別の詳細な討議や全体のとりまとめについては、小委員会開催時の議論や、電子メールによる意見交換を通じて煮詰めてゆくことで、合意が得られている。

3. ISOP-KJによる作業の手順

ISOP(Ideal Solution of Problem method by computer)-KJは、基本的にはKJ法における手作業の部分をコンピューターにより処理するソフトウェアであり、問題の全体像を捉え解決するための思考過程を支援するツールである。その作業手順を以下に示す。

- (1) カード作成……収集した情報を画面上のカードに入力する。
- (2) カード合わせ……親近性の強いカード同士をグループ化する。
- (3) 見出し作り……(2)で作成した各グループに見出しをつける。
- (4) カード合わせ～見出し作りの繰り返し……(2)と(3)の作業を繰り返して情報を収束してゆく。
- (5) 図解化……グループ化して見出しをつけたカードを画面上に階層表示する。
- (6) 文書化……分析結果を文書形式にして表示する。

ISOP-KJでの作業ではソフトの仕様による制約が多かった。カードを表示する際の最大文字数は100字であるが、図解化表示するにはカード1枚40字が最適であった。このために文章が最後まで表示できなかったカードがある。グループ分けする際のカード数は10枚以内であるが、今回は偶然10枚を超えることはなかった。どのグループにも属さない単独のカードは、階層が違って来るため、ダミーのカードと合わせて1つのグループとし、図解化の際にこのダミーを消去した。また、一番下の階層にあたるカード自体が見出しとなっているものについては、カード作成の段階で2つのダミーを作成しておいてこれを1グループとし、見出しをつけて図解化した。

通常であれば上記(1)～(6)の手順で作業を進めるが、今回はワークショップで完成した全体像をコンピュータ

上で再現するという手順となった。そのため、カードの中身を分割したり、同じ内容のカードをまとめることができなかった。またカードの階層を無理にそろえなければならなかったので処理がやや複雑であった。完成した全体像を図1に示す。

4. グループごとの文章化

全カード数はダミーを含めて216枚あり、[A]～[G]の7グループに分類された。各グループに分類されたカードの枚数は、順に、15、42、24、69、45、4、17枚である。以下に、グループ化されたカードの要点をまとめて文章化したものを示す。

4.1 [A]グループ

[A]グループは、平常時から活用できるリアルタイム地震防災、平常時にしておかなければならないことなど、平常時についてのカードの集合といえる。ここに属しているサブグループは、「市民への防災教育」、「平常時に活用できるシステム」、「マイクロゾーニング」、「事前準備」、「事前のシミュレーション」、「シナリオ構築」である。

このうち最もカードが多いサブグループは「平常時に活用できるシステム」である。平常時においても利用ニーズのあるシステムでないとコスト的に見合わないといった事情や、平常時から稼動していないシステムは緊急時に有効に作動しないという問題意識が強いことが伺える。つまり、日常と非日常を連続的に扱う情報システムであることが要求されている。

また、リアルタイム地震防災システムの備えるべき機能として、シミュレーション機能による被害シナリオ提示機能が挙げられていることが注目される。即時対応の対策立案のためには、刻々と変化する被災状態に関する情報を先取りして推定することが重要と考えられる。

4.2 [B]グループ

[B]グループは、被害推定・予測手法に関するカードの集合である。ここに属するサブグループは、「被害推定」、「液状化の位置づけ」、「震源・震源域の情報」、「適切な地震動指標」である。このグループのカード数は42枚とかなり多いことから、委員の多くは、被害推定・予測技術の現状に問題意識を持っていると推察される。ただし、個々のカードにみられる意見は、各人の置かれた立場の相違を反映しているのか、「即時情報だからといってアバウトでよいのか?」「被害推定はオーダーが合えばよく細かい数字はナンセンス」「利用目的により評価精度は異なる」といったように相当な幅広さを示している。

蓄積される事実情報のみに基づいて初動体制を確立しようとする、必ず遅れをとることになる。また被災状況は時々刻々と変化するので、情報は時間とともに古くなり正しく現状を表さなくなっていく。従って、正確な被害推定による初動体制の確立と、情報の逐次更新により推定精度を高めることが、より高度なリアルタイム地震防災へつながることは間違いない。その具体的方策としては、

- (1)活断層情報などより地震入力を高精度推定すること、
 - (2)適切な地震動指標を選択すること、
 - (3)分析対象をマイクロに細分化（町丁目等）すること、
 - (4)被害関数を高精度化すること、
 - (5)事実情報を推定結果に組み込み情報を更新すること、
 - (6)不確定性を定量化し推定精度を正しく認識すること、
- などが挙げられる。

4.3 [C]グループ

[C]グループは、国・自治体・民間企業・研究者などからなる防災体制のあり方について記述されたカードの集合である。サブグループのテーマは、「統括機関の設立」、「一元化」、「災害情報データベースの共有化と公開」、「データベースの構築」、「自治体の地震防災」、「総合防災」である。

兵庫県南部地震において日本の防災システムはうまく機能したとはいえ、縦割り社会の弊害を露呈した。米国のFEMA（Federal Emergency Management Agency：米国連邦緊急事態管理庁）のような統括組織としての災害対策機関が望まれていることも事実である。このグループには、組織の枠を超えた防災体制を築き、貴重なリアルタイム情報を一元化・共有化することと、国・自治体・研究者・企業が、緊密な連携のもとに相互利用を促進することの重要性を指摘するカードが多く含まれている。

災害時に備えて、種々のデータベースを事前に整備しておき、それらを共有化・オンライン利用することによって、コストの多重投資や緊急時の情報不足を回避することの重要性も指摘されている。共有すべき情報としては、建物データベース、ライフライン施設データベース、地盤情報データベース、強震記録データベースなどが挙げられる。こうした目的に合致した通信技術やソフトウェア技術（ATM、CAL S）の積極的な利用も意義深いものである。このほか、自治体でのリアルタイム地震防災システム利用上の問題点や、総合防災システムへの発展を目指したコメントも多く見られる。

4.4 [D]グループ

[D]グループは、情報に関するカードの集合である。サブグループは、「情報源」、「情報収集伝達」、「情報提

供」、「情報活用」である。全グループでも最も多い69枚のカードで構成されており、リアルタイム地震防災のコンセプトの中で情報が果たす役割がいかに大きいかを象徴する結果となった。

まず情報源としては、地震動強度情報の高密度化や、マルチメディア技術を利用した情報ソースの多様化に加えて、人工衛星画像やGPSなどのハイテク技術、あるいは実被害情報収集用ツールとしてのモバイル端末の活用が期待されている。情報伝達の面では、災害情報通信利用に特化した専用回線網の整備や、ISDN、インターネットなどの既存システムの有効利用による高速リアルタイム通信の実現に関心が集まっている。

被災時の状況を鑑み、多ルート化、リダンダンシー、バックアップなどによる情報伝達の高信頼度化の必要性も指摘されている。また警報の空振りや誤報が生じた場合の責任問題など、マスコミや市民への情報提供に関する課題も挙げられている。リアルタイム情報を有効に活用するため、未観測点における情報の補間や、事実情報による推定情報のアップデートといった情報加工技術が重要となるとともに、人間-施設-社会システムの制御技術の整備を進めることが不可欠となる。

4.5 [E]グループ

[E]グループは、防災システムの時系列的な流れ、震災の経済的影響、防災システムのツールといった観点から見たカードの集合である。サブグループのテーマは、「ダイナミックな防災」、「震災のダイナミクス」、「ツール」、「ハードウェア」である。

リアルタイム地震防災は、全ての時間軸において活用されるが、平常時・地震直後・復旧過程に分類して考え、秒・分・時・日・週・月といった時間オーダーごとに目標を明確にして、各時間フェーズで適切に有効活用されるように情報収集・収集を行わなければならない。

リアルタイム地震防災は事後対応を特に重視するので、災害の未然防止はもとより、ある程度の被害を許容する社会的合意を形成することも必要なことである。その上で、適切な被害波及防止と早期復旧対策によって、トータルな被害が最小化されるように、即時対応の時系列展開の最適化を目指すべきである。このためには、物理的被害のみならず人的・社会経済的被害を含めて、被害を定量化して客観的に分析・予測することが重要である。

以上のような即時対応の意思決定を支援するツールとして、GISの利用が注目されている。[C]グループの項目で述べたデータベースや災害情報の共有化のプラットフォームとしての機能を備えるとともに、空間的状況把握の面で優れた視覚的効果を発揮するGISは、リアルタイム地震防災においてもその有効性が高いとい

える。

込みながら、リアルタイム地震防災が発展してゆくよう、委員会活動が継続されるものと期待される。

4. 6 [F] グループ

[F]グループは、既往の震災事例や海外の事例から学ぼうというカードの集合である。サブグループは「既往大地震の取り扱い」、「海外との連携」である。わずか4枚のカードで構成されているものの、過去の失敗事例や成功事例から教訓を引き出すことは、リアルタイム地震防災の発展のために重要であると認識されている。

4. 7 [G] グループ

[G]グループは、リアルタイム地震防災全般に関する問題意識を述べたカードの集合である。サブグループは、「リアルタイムとは?」、「リアルタイム地震防災の有効性・適用性」、「ライフライン」、「研究者の役割」などである。このように、リアルタイム地震防災の必要性、目的、意義、適用範囲、適用限界といったことをあえて問いただしてみる機会を持てば、目指すべき方向性を明確化して新たな展望を切り開く突破口になろう。また既存の要素技術の有効な活用方法も明らかになり、さらに必要な技術を開拓することにもつながる。さもなければ、「リアルタイム地震防災」という言葉だけが使い古されて飽きられた、次の新機軸に興味と期待が移って行ってしまうのではなかろうか。

5. KJ法によるまとめを踏まえた議論

本稿では、KJ法によるまとめの結果であるカードの全体像に基づいて、そこから読み取れることのアート化を試みた。カード1枚1枚の内容を見ると、ある1つの問題に対して、矛盾するコメントを与えている場合も多い。しかし、1つの項目に対して肯定論と否定論の両面から議論を続けることは、システムを構築する上での重要なポイントである。ここでは、すべての場合に答えがユニークに決まるような問題を扱っているわけではないし、また将来的な技術の発展性を考えると、多面的な捉え方ができるように思考パターンの多様性を保持しておくことも重要であると思われる。テーマごとのカード枚数にはかなりばらつきがあったが、単純に考えるとカードの多いところに参加者の興味や問題意識が集中していたといえる。逆の見方をすれば、まだ十分に認識されていない重要な問題が残されているかも知れない。

小委員会では今回のKJ法のまとめに基づいて、小グループに分かれて議論し、取りまとめを行ってはどうかとの提案がなされている。概念構成、方法論の開発、適用範囲の設定、普遍的で共通項的な技術の開発、対象物に適したツールの開発など、リアルタイム地震防災として取り組むことはたくさんある。最先端の技術を取り