

2009/02/01

社会技術論最終レポート

地震災害に対する解決策「統合型地震シミュレータ」の分析
及び
新たな問題解決策の提案

社会基盤学科 3 年

080053

山口陽央

1 背景と本レポートの目的

世の中には数多くの問題とそれを解決すべく生み出された解決策がある。またある問題を解決するために必要な技術を生み出すことが社会技術の本質でもある。そのためには解決しようとしている問題を分析し、本質的問題を明らかにすることが必要である。更に同じ問題に対する既存の解決策についても、その解決の手法や残存、または新たに生まれた課題を知ることが必要である。

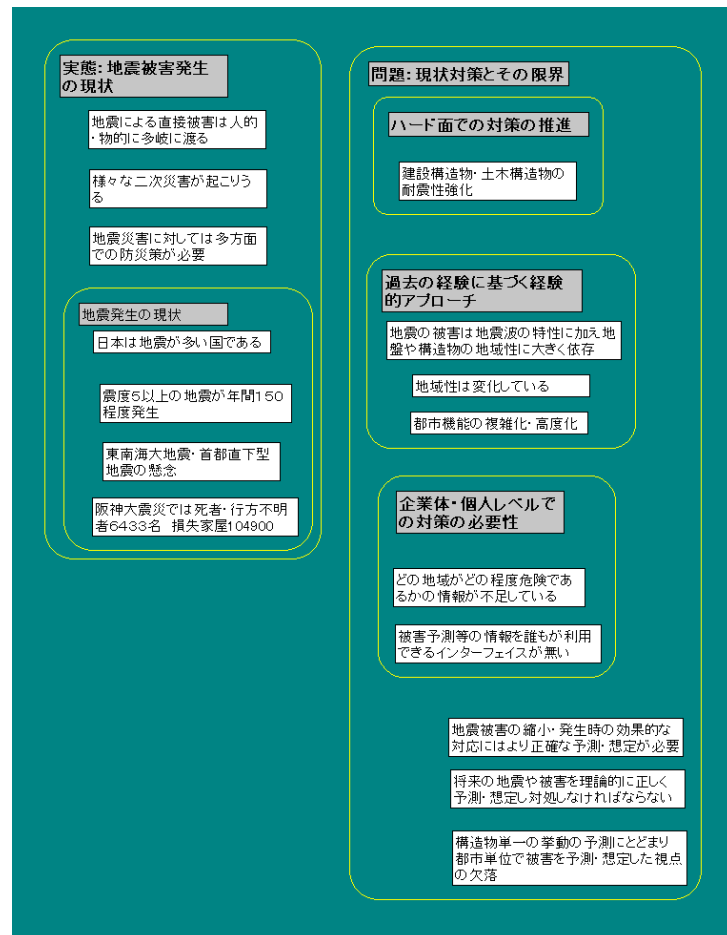
本レポートでは地震災害という問題に対する解決策として設計された「統合型地震シミュレータ」を例にとり、地震問題の本質的内容の分析、解決手法の分析、また「統合型地震シミュレータ」の持つ課題や問題点についての分析を行い、問題解決策の設計プロセスについて考える。更に他の問題解決策に対する分析結果を利用して、地震災害に対する新たな解決策を設計し、その影響分析と評価を行う。こうして問題解決策設計のプロセスを具体的に示すことが本レポートの目的である。またより一般化した他の問題分析のデータを利用した解決策の設計という方法の、有効性やこれからの可能性についても考察する。

2 問題の全体像の把握

まず地震災害問題とそれに対する解決策としての「統合型地震シミュレータ」について全体像を把握する。本解決策より以前の対策の問題点と本解決策が新たに解決しようとする問題及びその方法について分析し、更に今後解決すべき課題を明らかにする。

2.1 地震問題の概要と既存の対策の限界

まず原問題である地震災害について分析する。わが国は環太平洋火山帯に属し、太平洋プレートと大陸プレートが接する上に立地しているため世界でも地震の発生が多い国として知られている。災害発生の可能性のある震度5以上の地震が年間150以上発生している。また地震による様々な被害が各地で起きている。阪神淡路大震災では死者・行方不明者6433名、損失家屋10万棟以上と甚大な被害が発生した。このように地震による直接被害は人的なものから物的なものまで多岐に渡る。更に地震による火災や土砂災害など様々な二次災害を引き起こすため、日本において最も身近で対策



の必要のある災害であるといえる。また地震への対策には多方面からの防災策を講じる必要である。

このように地震災害が頻繁に発生する日本では古くから地震に対する人々の防災意識は高く様々な対策が立てられてきたが、従来の対策には限界が存在した。まず建築構造物・土木構造物の耐震性を強化するための技術は時代ごとに進化を続けてきた。現在では既往の最大の地震に対応できるほど耐震性の高い構造物をつくるのが可能になっている。そのため現在の問題は耐震コストと危険性をいかに正確に分析できるかということになる。

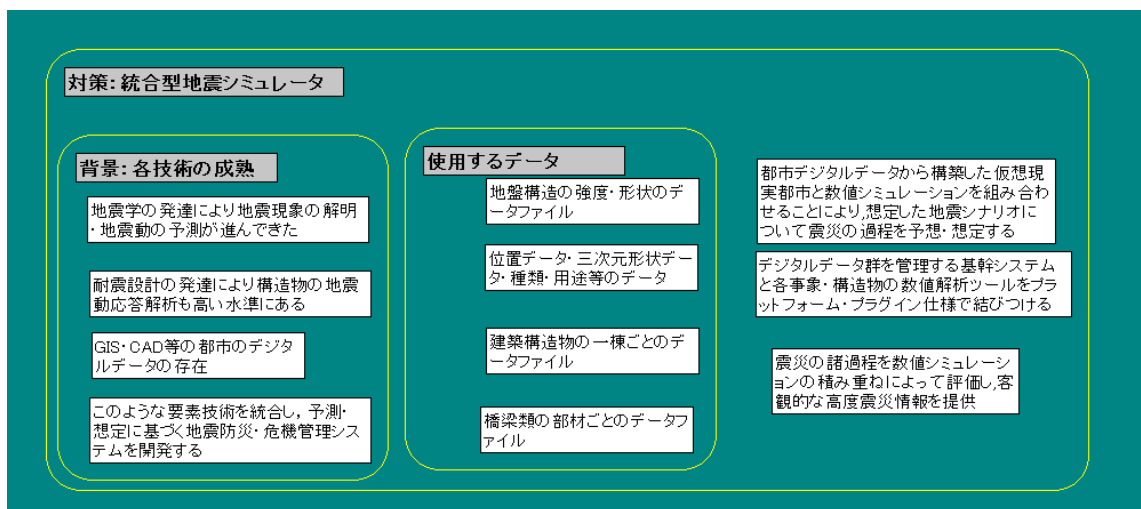
従来の地震対策は過去の経験に基づく経験的アプローチによるものであった。しかし地震による被害は地震波の特性に加えて地盤や構造物の特性に大気宇依存している。日々変化する地盤や構造物の地域性を勘案した対策を立てることは、近年の都市機能の高度化や複雑化によって難しくなっている。

また行政機関による地震対策には限界があり企業や個人のレベルでの対策が必要となる。しかし経済的な制約の大きいこれらの主体による対策には、どの地域がどの程度気災であるかの情報の不足や、被害予測や地域のデータといった情報を誰もが利用できるインターフェイスの不在といった問題があり適切な対策を採ることが難しかった。

以上のことから、地震被害の縮小・発生時の効果的な対応には正確な予測・想定が必要であり、そのためにはこれまでのアプローチに加えて将来の地震やそれによる被害を理論的に正しく想定しなければならない。また被害の分析において構造物単一の挙動の予測に留まらず都市単位での被害を予測する視点が必要である。

2.2 統合型地震シミュレータ

こうした現状を踏まえて地震災害によって起こる被害を統合的に予測・分析するためのシステムが統合型地震シミュレータである。



この統合型地震シミュレータの技術が開発される背景には必要な各技術の成熟という背景がある。一つは地震学の発達による地震現象の解明・地震動の予測技術、及び耐震設計の発達による高い水準での構造物の地震動による挙動の解析が可能になったことである。従来よりも正確に未発生地震による地盤や構造物の挙動が予測できるようになった。そのために必要な GIS・CAD といった都市のデジタルデータも充実してきている。もう一つはそうした要素技術・データを統合し、予測・想定に基づく地震防災・危機管理システムの開発が可能になるような情報基盤整備が進んだことである。

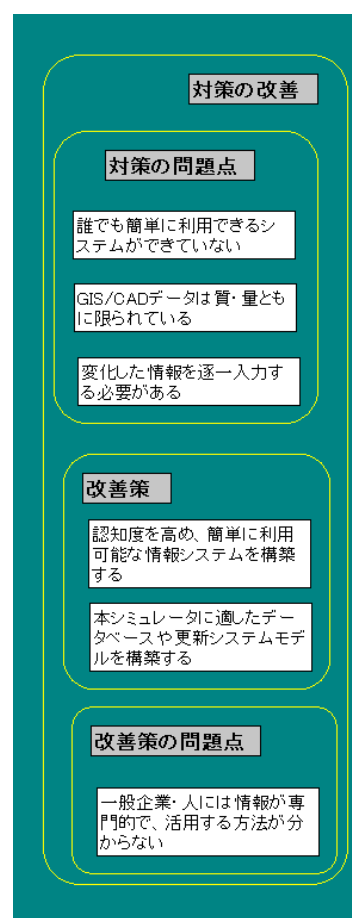
具体的には、地盤構造の強度・形状のデータ、GIS 等による構造物の位置・三次元形状、種類・用途等のデータ、各構造物の耐震設計に関する数値データ、橋梁類の部材ごとのミクロな数値データといったデータ群を管理する基幹システムと、それらの地震動に対する応答の数値解析ツールを、プラットフォーム・プラグイン仕様で結びつけることによって一つの体系化したシステムを構築する。これによって都市デジタルデータから構築した仮想現実都市と数値シミュレーションを組み合わせ、想定した地震シナリオについて震災の過程を予想・想定することが出来る。こうしたシミュレーションの積み重ねによって震災の諸過程を評価し、客観的な高度震災情報の提供が可能になるものである。

2.3 「統合型地震シミュレータ」の問題点・課題

以上に紹介した統合型地震シミュレータという解決策の持つ問題点・課題をそれに対して考えられる改善策を述べる。

まず一つは得られた情報の提供方法である。システムを所有する機関によってシミュレーション結果が出力されるが、それを一般の企業や個人がどのように利用するのか明確になっていないことである。一般の個人でも簡単に利用できるためにはそれを目指した新たなシステムの構築が必要である。

もう一つはより正確な予測を可能にするためには入力されるデータが最新のもでなければならないということである。現在存在する GIS・CAD データ等は限られており、調査が進むことによってその量は増えていくことになる。また先に述べたように都市構造は日々変化するもので、例えば新たに建設された構造物のデータを逐一入手しなければならない。その時点での最も正確な予測をするには最新の情報が得られてなければならないが、そのためにはより効率的に情報を入手し利用できるようなシステムを同時に開発しなければならない。



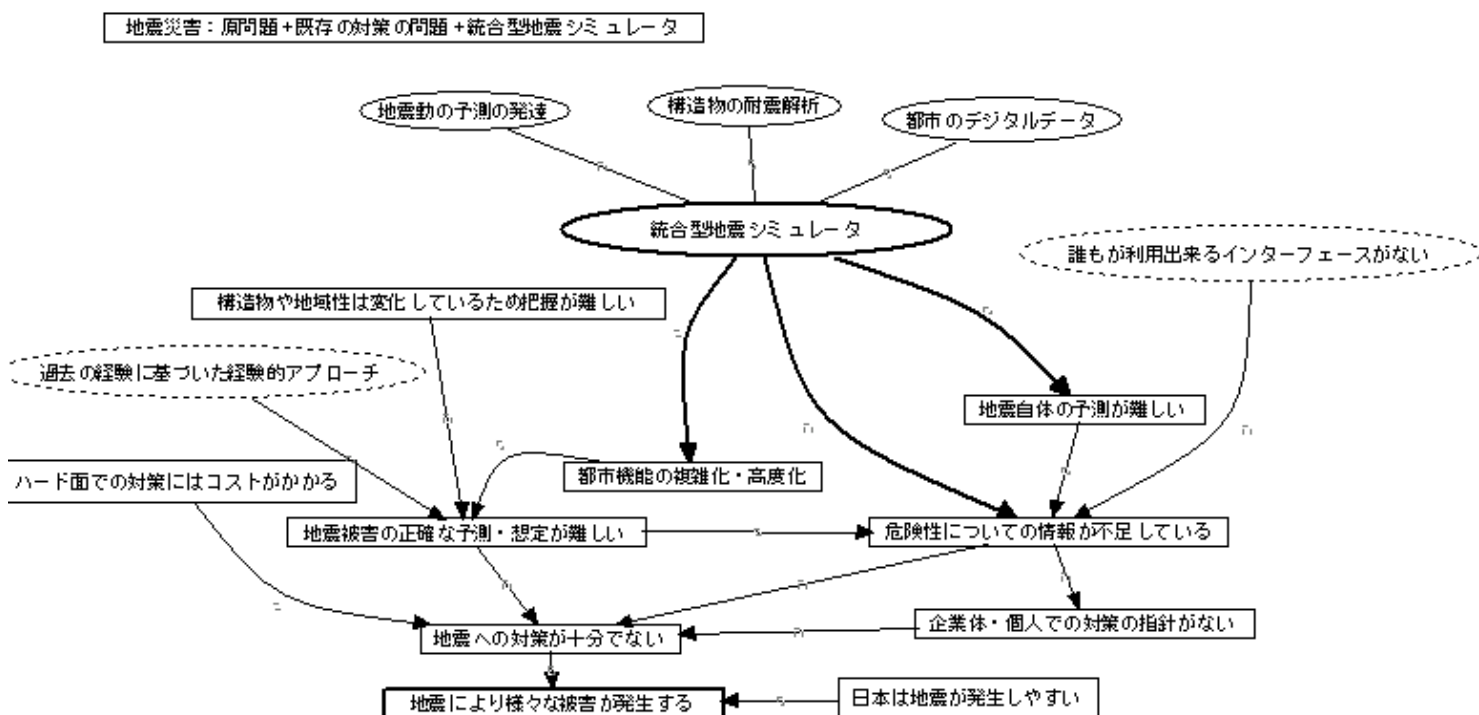
またこうした問題が新たなシステム構築によって改善され、最良の予測についての情報が、多くの主体に周知されたとしても情報が専門的で、得た情報をどう利用するのか、それに基づいて地震対策するにはどうすればよいのか、経済性を考えた場合何をどの程度行えばいいのかといったことが、個人では分からない可能性もある。

3 本質的な問題点の抽出

新たな問題解決策の提案に向けて、地震災害について現在の本質的な問題点を抽出する。その手法としては既存の対策として統合型地震シミュレータを用いて因果関係分析を行い、問題解決のメカニズムを明らかにする。それによって既存の対策がどの問題についてアプローチしていて、どの問題にアプローチしきれていないかということから、問題の本質を見極める。

3.1 因果関係分析による「統合型地震シミュレータ」の解決メカニズムの分析

上図は現問題である地震災害とそれに対する、従来の対策、及び統合型地震シミュレー



タの因果関係を示したものである。

○問題点の明確化

- 原問題
 - 地震による多岐に渡る被害が発生
 - 様々な二次災害が起こりうる
 - 対策にはコストがかかる
 - 適切な対策が取られていない
 - 日本は地震が発生しやすい
- 既存の対策の問題
 - 過去の経験に基づいたアプローチ
 - 危険性についての情報が不足している
 - 対策方法についての情報が不足している
 - 地震とその被害の正確な予測が難しい
 - 都市機能が複雑化・高度化している
- 統合型地震シミュレータの問題
 - 専門的な情報のため利用が難しい
 - 誰でも利用できるインターフェイスがない

○本質的問題の仮説

起こりうる地震への対策が十分でない

○問題特性と解決メカニズム

問題特性 1：都市機能が複雑化・高度化したため、建造物の地域性に依存する地震の被害を経験的アプローチによって正確に予測・想定することが困難になった

→扱う対象の複雑・高度化による既存分析法の正確性の低下

解決メカニズム 1：都市デジタルデータから構築した仮想現実都市と数値シミュレーションの組み合わせにより、想定した地震シナリオによる被害を予測・想定する

→多種のデータの組み合わせによる分析の高度化

問題特性 2：どの程度危険であるかの情報が不足しており、またそれにより企業体や個人といった主体が適切な対策が立てられていない

→情報の不足と、それによる対策の硬直

解決メカニズム 2：震災の諸過程を数値シミュレーションの積み重ねによって評価し、客観的な高度震災情報を提供する

→分析結果の蓄積による高度な情報の提供

3.2 本質的問題点

因果関係分析から問題特性と解決策について抽象化してまとめると以下のような
る。

- ・問題の原因：システムの複雑性、情報の不足

- ・問題の内容：対策が不適切
- ・解決の手段：能力の向上、情報の提供
- ・解決の内容：適切な対策

これと先に述べた明確化した問題点との比較から本質的な問題点は

- システムが複雑なため最善の予測をすることが難しい
 - 情報の不足を補っているが、その利用法等の付加的な情報が未だ不足している
- の二点であると考えられる。

4 新たな問題解決策の提案

4.1 活用可能な問題解決メカニズムと参考事例

抽出した本質的な問題点を用いて安全安心対策リストから活用可能な問題解決メカニズムを取り出すと以下の4つになった。

- ・裁判員制度
- ・ストーカー対策基本法
- ・食育基本法
- ・耐震改修促進法

今回はこのうち食育基本法を参考に新たな解決策の提案を行う。

○参考事例の概要

食育基本法では、第1条において、「近年における国民の食生活をめぐる環境の変化に伴い、国民が生涯にわたって健全な心身を培い、豊かな人間性をはぐくむための食育を推進することが緊要な課題となっていることにかんがみ、食育に関し、基本理念を定め、及び国、地方公共団体等の責務を明らかにするとともに、食育に関する施策の基本となる事項を定めることにより、食育に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって現在及び将来にわたる健康で文化的な国民の生活と豊かで活力ある社会の実現に寄与することを目的とする。」と記述されている。現代の「食」をめぐる環境の中で、国民の「食」に関する考え方を育て、健全な食生活を実現することが求められるとともに、都市と農山漁村の共生・対流を進め、「食」に関する消費者と生産者との信頼関係を構築して、地域社会の活性化、豊かな食文化の継承及び発展、環境と調和のとれた食料の生産及び消費の推進並びに食料自給率の向上に寄与することが期待されている。食育とは、非常に幅広い内容を含んでいるが、大きくは、「食生活指針」の関係、「食の安全」に関すること等が含まれる。また、食育に含まれる重要な内容として、食料の供給を担う食料産業、我が国の食料自給率や食料安全保障等がある。食育基本法は、そのような事項について正確な理解の促進を図ることを目的としている。

○解決策の特性

- ・当該分野の理解増進
- ・各主体の責任範囲の明確化
- ・知識や情報を持つ主体による潜在的被害者の行動支援
- ・潜在的被害者への情報伝達の制度化
- ・公的主体による強権的な対策実施

4.2 新たな問題解決策

統合型地震シミュレータに欠けていて、食育基本法が保有する解決策の特性は「各主体の責任範囲の明確化」と「潜在的被害者への情報伝達の制度化」、「公的主体による強権的な対策実施」である。このことから新たな問題解決策を考えた。

○地震被害予測と対策コストを結びつけた情報システムの構築と情報提供の法制度化

地震被害が正確に予測されるようになればそれに対してどのように対策すればよいか分かる。更にどの程度の地震に対応可能であるかも分かってくる。そこで地盤の性質や構造物特性からどの程度の防災コストが発生するかという情報を提供するシステムを構築する。またより分かりやすい形でなるべく客観的数値を用い記述を目指す。

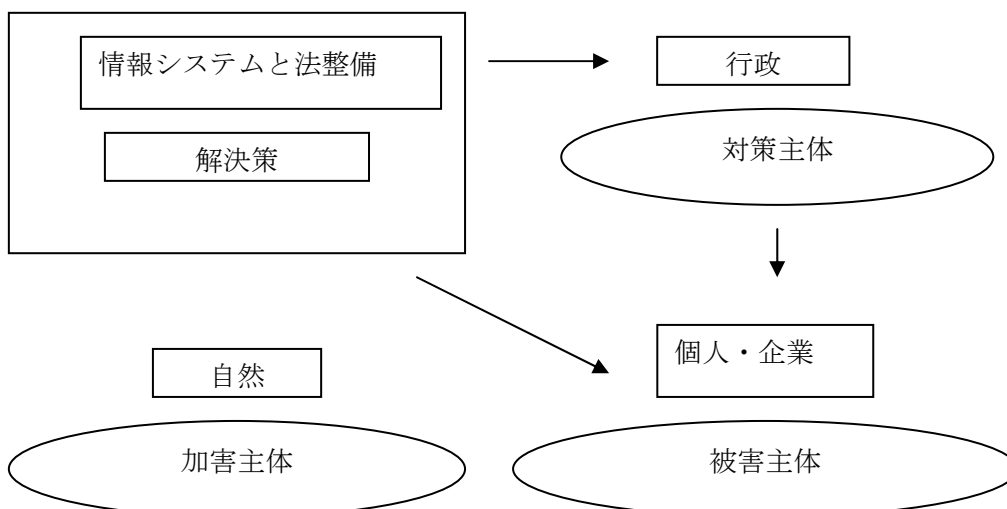
例えば、この土地に RC 構造二階建て床面積 100m² の家屋を建てた場合、100 年に一度の地震に対応した耐震構造を持たせるには 2000 万円かかる、といった情報がユーザーごとに提供できるようなシステムである。

更に土地取引や建築の契約の際に、そういった情報を示すことを法律で義務づけ、販売者には説明責任を負わせる。また土地や建物の所有者には耐震性能の開示を義務付け隣家への二次被害の可能性が分かるようにする。そういった情報を得られるため、購入者には耐震性に関する自己責任が発生することになる。どの程度の地震に対応した構造物を作るか経済的なことを考えて自分で決めることが出来るようになる。

4.3 新たな問題解決策の影響分析と評価

まず影響分析について述べる。

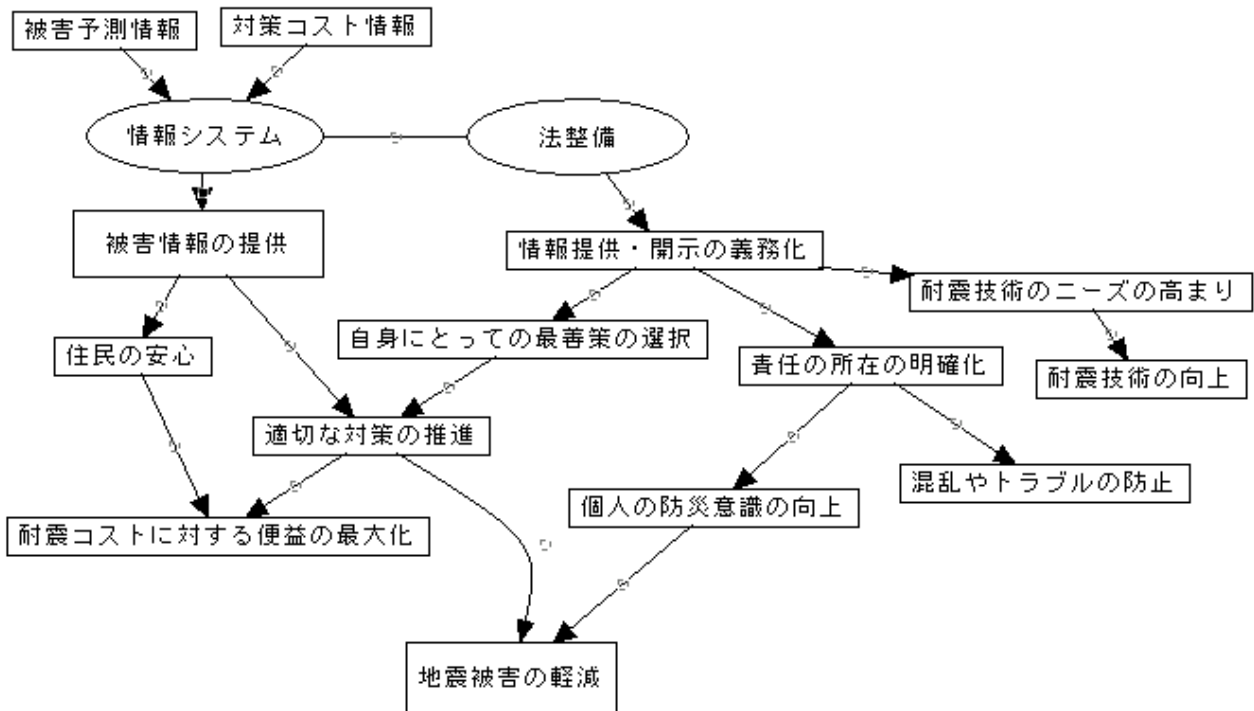
まず大まかに新たな解決策と主体の関係を整理する。



次に問題と解決策の因果ネットワークを作成する。

更に詳細に分析する場合はこれを用いた有識者へのインタビューを行いそれぞれの因

因果ネットワーク



果関係の妥当性を分析する必要がある。予想される指摘としては責任の所在を明らかにすることの不透明性、耐震技術の向上が起りうるかどうか、経済的制約から必ずしも最善の対策が取られるわけではないという点がある。

次に評価を行う。

評価を行うべき問題を以下に列挙する。

- 地震被害の軽減
- 防災意識の向上
- 耐震技術の向上
- 責任についてのトラブル防止
- 予測情報の有効利用
- 住民の安心向上

これらの項目について関係者へのヒアリングを行う。ヒアリングの対象者として考えられるセグメントは以下の三つである

- 耐震に関する技術者グループ

- 都市防災に関する研究者グループ
- 法制度に関する専門家グループ

このヒアリングの結果をマトリクスで表し、解決策の妥当性を評価する
またその結果から解決策の修正設計を行う。

予想される否定的な回答として、「耐震に関する技術者グループ」から予測情報を利用するに当たっての知識や能力の問題があること、ニーズの高まりが果たして耐震技術の向上につながるかどうかということ、また「都市防災に関する研究者グループ」からは人々の防災意識がこれ以上向上するかどうか、住民の意識が変わることでのどの程度被害軽減できるかということがある。また「法制度に関する専門家グループ」にはこのシステムと法整備の実現性についての意見を頂くことを期待したい。

5 おわりに

今回の分析を通して現在ある地震災害の問題や対策の構造を明らかにすることが出来た。また問題の本質や対策の限界・課題を捉えることによって新たに社会技術を設計するという手法を具体的に理解し、技術設計のプロセスやその難しさを実感した。設計に当たって他の問題解決策のデータを利用することにより、こうした情報の構造化による技術発展の有効性を体験することが出来た。こうした方法は社会技術に限らず他の情報や知識についても応用可能であると思った。

また社会技術を設計するに当たってインタビューやヒアリングを行うことが必要であると感じた。今回考えたものは理想的な状況を想定したもので、それが実行可能かどうか、その効果はどれほど発揮されるのかといったことは専門的知識や現場での経験を有する方々の意見を参考に修正しなければならないと思った。また結果のモニタリングを行い、その情報の蓄積によって、将来の技術設計に役立てることが重要であることも分かった。

以上