

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21560586

研究課題名（和文） 広域・大規模地震災害時の研究的情報トリアージと調査行動戦略策定のための環境構築

研究課題名（英文） System Construction for Research Information Triage and Investigation Action Strategy under Widespread and Large Scale Earthquake Disaster

研究代表者

護 雅史 (MORI MASAFUMI)

名古屋大学・環境学研究科・准教授

研究者番号：40447842

研究成果の概要（和文）：

本研究は、未曾有の被害が予測されているこの大震災に対して、有限かつ変動するヒト・コト・モノ・カネで、莫大な情報量の中から学術的に重要な被害調査情報を取捨選択するための、いわば「データトリアージ」と効率的な被災調査行動戦略の策定を、満足化手法により実現しようとするものである。研究成果としては、過去の地震被害調査状況調査の取りまとめや、被害予測等に必要データの収集とデータベース化とともに、WebGISによる公開システム等について検討した。さらに、2011年東日本大震災関連の情報収集に努め、情報集約拠点を設置した。また、戦略立案システム構築にあたって必要となる、想定東海地震、東南海地震、南海地震の地震動評価やこれらを用いて災害時に重要施設となる小学校の被害予測を行った。

研究成果の概要（英文）：

In this study, a system for research information triage and efficient investigation action strategy under widespread and large scale earthquake disaster is constructed by using optimization methods. The aim of this system is to select scientifically important damage investigation information out of the immense amount of information by 'Hito' (human), 'Koto' (matter) and 'Kane' (money) which is limited and changed by this great earthquake with unprecedented damage. As the result of this research, the past earthquake damage investigation situation is previewed and the open system by WebGIS was created through data collection and database creation required for damage prediction. Furthermore, disaster information about the Great East Japan Earthquake was gathered and Mega-Disaster Information Center (MeDIC) was opened. Moreover, damage prediction of the elementary school which is needed in a strategy planning systems configuration and which serves as important installations using the assumed Tokai-Tonankai and Nankai earthquake was performed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学、建築構造・材料

キーワード：地震防災

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

### 1. 研究開始当初の背景

地震国日本では、1891年濃尾地震、1923年関東地震、1944年東南海地震、1946年南海地震、1948年福井地震、1995年兵庫県南部地震、2004年新潟県中越地震、2007年能登半島地震、2007年新潟県中越沖地震、2008年岩手・宮城内陸地震など、被害地震については枚挙に暇がない。被害地震が発生する度に、我々建築構造に携わる研究者は、現地へ赴き被害調査を実施し、報告書やデジタルデータ等による調査記録の保存を行うとともに、教訓を耐震設計に活かすべく、被災の要因分析を実施してきた。これにより、建築基準法や設計指針の改正が必要に応じて行なわれてきた。

今回、応募者が対象としている主要な地震は、想定東海地震、東南海地震、南海地震、三河地震、さらにこれらの連動である。中央防災会議によれば、想定東海地震、東南海地震、南海地震による被害は、平成7年阪神・淡路大震災を遥かに上回ると予想されている。被害が非常に広範囲に及ぶこのような巨大地震災害は、1944年東南海地震、及び1946年南海地震以来発生していない上、これらの地震から既に半世紀以上経過し、都市や町も大きく変貌してきている。例えば、超高層建物は、このような甚大な災害を一度も経験していない。一方、強震観測については、K-NET、Kik-net、あるいは大都市圏強震動総合観測ネットワークシステム等、建物の地震観測も、学術的に重要な地震観測のネットワークは充実しつつある。このような状況で、巨大地震が発生した場合、実際にどのような被害がどの程度発生するのかを的確に予測することは非常に難しい。当然のことながら、被害調査のあり方もその場で検討し決定する必要がある。しかし、ここで問題となるのは、被害が非常に広範囲となる可能性がある点、巨大地震が連動して発生する可能性がある点である。広範囲に被害が及ぶと、被害調査を実施する地域が拡大する反面、被害調査のための研究者や利用機材は限られる。また、調査中にもう一つ地震が発生した場合には、新たな被害が発生するとともに、調査可能な研究者が減り、被害調査体制がさらに手薄になって、多くの貴重な学術的情報を喪失することが危惧される。

この状況を回避するためには、貴重な学術的情報をできるだけ喪失しないための戦略（緊急を要する情報と猶予のある情報を判別し、何を選択し、何を捨てるか）、いわばデータトリアージと被害調査戦略を、変化する与条件に応じて即座に策定する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、未曾有の被害が予測されているこの大震災に対して、有限かつ変動するヒト・コト・モノ・カネで、莫大な情報量の中から学術的に重要な被害調査情報を取捨選択するための、いわば「データトリアージ」と効率的な被災調査行動戦略の策定を、満足化手法により実現しようとするものである。

### 3. 研究の方法

目的を達成するために、開始当初に設定した主たる研究として、以下の5項目を掲げた。

- 1) 1923年関東地震以降の被害地震における研究者の活動内容の調査・整理・分析
- 2) 被害調査経験者へのヒアリング調査、およびその結果に基づく整理・分析
- 3) 満足化手法による被害状況、地域に応じた調査項目の優先順位付けと効率的な調査体制の提示
- 4) WebGISによる調査データ管理・公開システムの開発
- 5) 想定東海地震、東南海地震、南海地震、三河地震およびそれらの連動を想定した被害調査シミュレーション

まず、1)、2)において、調査戦略を策定するための基礎となるデータを収集しデータベース化する。これらのデータは、被害調査報告書、アンケート調査、及びヒアリング等によって収集される。次に、これらのデータベースをもとに、3)、4)によって、WEBGIS上で情報を管理しながら、満足化手法を用いて調査項目の優先順位付けと効率的な調査体制を提示するシステムを構築する。ここでは、目的関数と設計変数の設定方法が非常に重要となる。最後に、5)において想定東海地震、東南海地震、南海地震、三河地震の強震動、及び被害について、既往の検討結果や新たに実施した推定結果を元に3)、4)で構築したシステムの適用性を検証し、問題があればシステムの改良を図る。

なお、研究期間中に東日本大震災が発生したこともあり、例えば、システム構築など、研究開始当時の研究計画、研究内容通りに進まなかった項目もある。

### 4. 研究成果

まず、1923年関東地震以降、これまでの被害地震における論文調査・整理を行うとともに、日本全国の研究者分布等についてデータ収集を行った。

また、発災時の被害情報データ収集の有効なツールとして最新携帯端末の活用可能性

やこれを用いた情報共有システムについて検討を始めた。地震災害軽減においては、発災時におけるリアルタイムでの災害情報収集、被害予測やそれらの情報提供にとどまらず、日常的な防災啓発を目的とした防災情報の整備や教育、あるいはハザード情報の提供も重要である。また、非常時に機能が効果的に発揮されるためには、日常的に使い慣れたツールであることが望ましく、さらに多くの情報を効果的に収集するためには、専門家にとどまらず、一般市民から広く情報収集可能なシステムであることが期待される。すなわち、だれでもが、いつでも、どこでも、すぐに簡単に使えるとともに、できるだけ多くの人が所有するツールであることが望ましい。そこで、本研究では、大きなタッチパネルタイプの表示画面を有し、ビデオ画像や写真の表示の他、Google Earthなどのアプリケーションが豊富なiPhone（以下、携帯端末）を対象に、その有効な利用法を検討した。図1に、平時の携帯端末の活用方法の概念図を示す。

また、図2には、災害時における携帯活用方法のイメージ図を示す。携帯端末は、GPS機能のほか、デジタルカメラ機能、通話機能を搭載している。これらの機能を有効に利用すれば、地震災害時の効率的な被災調査が可能になる。災害情報の収集を自治体職員や応急危険度判定士等の専門家だけに依存することは、被災地域が限られている場合には、大きな支障をきたす可能性が低い。しかし、近い将来発生が危惧される、東海・東南海地震、南海地震では、非常に広範囲にわたって甚大な被害が生じる可能性があり、専門家による情報収集には限界がある。したがって、地域住民など、不特定多数からの情報提供が不可欠となる。このためには、携帯端末所有者からの写真やメールによる災害情報を受け取る情報収集システムの構築が重要となる。なお、情報の信頼性は、一般市民の情報と全公務員や専門家からの情報を照合することで確保できると考えられる。



図1 平時における携帯端末の活用方法のイメージ図

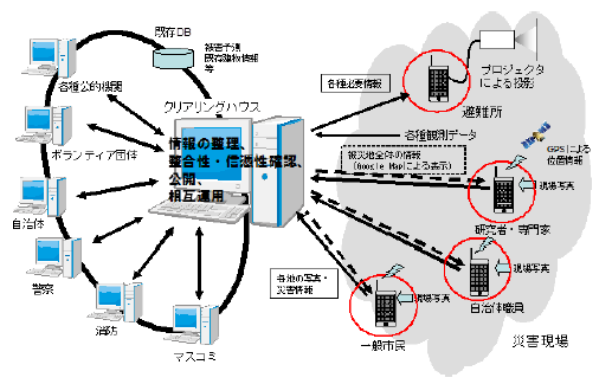


図2 災害時における携帯活用方法のイメージ

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震については、新聞、雑誌、各種機関の報道資料、動画や写真など、大震災に関する各種情報をでき得る限り収集した。さらには、東日本大震災・情報集約拠点 (MeDIC) を立ち上げ、正しい情報発信にも合わせて務めた。東日本大震災・情報集約拠点の様子を写真1に示す。部屋の前面には既存のスクリーンと3台のプロジェクタを利用して、各テレビ局の報道やインターネットの情報を映し出した。テーブルには新聞、雑誌の他、国や自治体、あるいはライフライン企業等の公表資料を展示するとともに、壁面にはボードを設置して、建築・土木・津波・地震・地震動・都市・地理・原子力・社会・国際・ボランティア・市民・心のケア等、分野ごとに関連する情報を掲示した (図3)。また、各研究者の分析結果や理解を助けるための分かりやすい解説も合わせて掲示した。さらに、この地域にとっての最重要課題である、南海トラフにおける巨大地震に対するハザードマップや被害予測結果、あるいはこの地域の災害対応力に関する情報や、建物耐震化などの今後の備えに関する情報も展示した。

また、関係者に対して発災時対応についてのヒアリングを行った。この地震はこれまでにない広域・複合災害であり、平成23年4月時点でも規模の大きな余震が頻発している。



写真1 東日本大震災・情報集約拠点の様子

## 大震災情報集約拠点 展示レイアウト

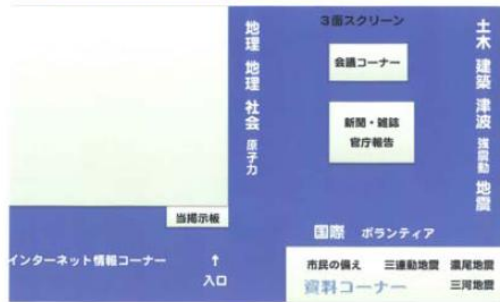


図3 情報集約拠点での展示レイアウト

この震災に対する活動を詳細に分析することは、次の想定東海地震、東南海地震、南海地震、あるいは付随して起こり得る周辺の内陸地震等による大震災時の対応に貴重な情報が得られると考えている。

また、被害調査を効果的に進めるため、WebGISによる調査データ管理・公開システムの試作を行った。現時点では、被害予測のためのデータベース構築の段階であるが、被害状況等を公開するシステムへの拡張は、比較的容易であると考えている。さらに、東日本大震災では、様々な情報公開システムが運用されていたので、今後はこれらを参考にして、システムを拡張、改良していく予定である。

最後に、想定東海地震、東南海地震、南海地震の地震動予測を行うとともに、災害時に重要施設となる小学校の被害予測を行った。

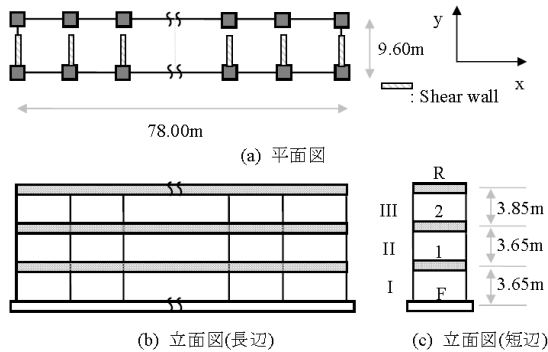
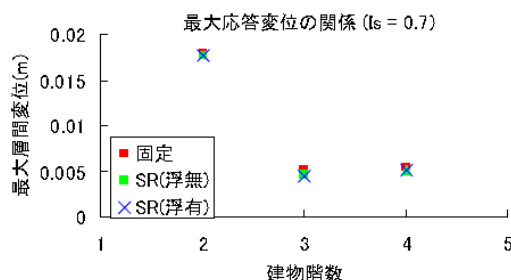


図4 対象建物の平面と立面図

図5 解析結果の一例

ここでは、本検討に先立ち、2007年新潟県



中越沖地震において被災した建物のシミュレーション解析を実施し、被災状況の再現を試み、モデル化の方針の参考とした。

大加速度下に生じる現象として、基礎の浮上り現象がある。連層耐震壁の基礎の浮上り現象は、耐震壁を含む架構全体の耐力や変形性能を決定する重要な要因のひとつである。ここでは、接地面積と基礎の形状係数から地盤ばねを算定し、減衰特性も含めた地盤ばね6方向の幾何学的非線形を考慮できる解析モデルを用いて、低層RC造小学校建物を対象とした浮上りを考慮した非線形地震応答解析を行い、建物応答性状を分析した。ここでは、浮き上がりを考慮した場合と考慮しない場合での応答の違いを比較している。対象建物を図4に示す。また、解析結果の一例(最大応答変位)を示す。この結果から、本検討内では、浮き上がりによる大きな応答低減効果は認められなかった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

護雅史、飯場 正紀、山本 耕司、宮本 裕司、古山田 耕司、小山 信、鹿嶋 俊英、2007年新潟県中越沖地震における強震観測記録を用いた被災建物の応答評価、日本建築学会構造系論文集、第75巻、2010、pp.933-942、査読有

〔学会発表〕(計7件)

護雅史、福和伸夫、飛田潤、倉田和己、ユビキタスの地震防災啓発と効率的な災害情報収集のための最新携帯端末の活用法、地域安全学会、2009.6、三重

護雅史、福和伸夫、飛田潤、倉田和己、最新モバイル機器を用いたユビキタスの地震防災啓発と災害情報収集システムの可能性、日本建築学会大会(東北)、2009.8、宮城

護雅史、福和伸夫、飛田潤、周方圓、後藤圭佑、改良地盤に支持された免震建物の振動特性に関する研究 その1 地震観測記録に基づく建物応答特性分析 その2 部分的な地盤改良が基礎応答に与える影響についての解析的検討、日本建築学会大会(北陸)、2010.9、富山

杉本浩一、護雅史、福和伸夫、基礎の浮上りに伴う振動方向間の応答連成効果を評価可能な地震応答解析モデルの構築、日本建築学会大会(北陸)、2010.9、富山

曾我裕、彦坂智基、福和伸夫、護雅史、高橋広人、高機能社会における既存建物の耐震性能評価、日本建築学会大会(北陸)、2010.9、富山

周方圓、福和伸夫、飛田潤、護雅史、改良地盤に支持された免震建物の振動特性に関

する研究 その3 地震観測記録を用いた  
地震時土圧-相対変位関係の評価、日本建築  
学会大会(関東)、2011.8、東京  
護雅史、福和伸夫、飛田潤、鈴木康弘、減災  
連携研究センターと東日本大震災・情報集約  
拠点の設置、日本建築学会大会(関東)、  
2011.8、東京  
〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

護 雅史 (MORI MASAFUMI)

名古屋大学減災連携研究センター・准教授  
研究者番号：40447842

### (2) 研究分担者

福和伸夫 (FUKUWA NOBUO)

名古屋大学減災連携研究センター・教授  
研究者番号：20238520

飛田 潤 (TOBITA JUN)

名古屋大学災害対策室・教授  
研究者番号：90217521

### (3) 連携研究者

連携研究者なし