

日本地震工学会誌

Bulletin of JAEE

No.37

Jun.2019

巻頭言：新会長挨拶

特集：首都直下地震—3. 被害にどう対応できるのか



<http://www.jaee.gr.jp/>

公益社団法人 日本地震工学会

Japan Association for Earthquake Engineering

〒108-0014 東京都港区芝5-26-20 建築会館

Tel:03-5730-2831 Fax:03-5730-2830

日本地震工学会誌 (第37号 2019年6月)

Bulletin of JAEE (No.37 Jun.2019)

INDEX

巻頭言：

新会長挨拶／中埜 良昭	1
-------------------	---

特集：首都直下地震 — 3.被害にどう対応できるのか

解題：市民の感じ方を知り地震対策の実効性を高める／高橋 典之、大野 卓志	2
住民の防災意識を踏まえた減災対策の促進 —「リスクの可視化」と「市場機能の活用」への着目—／浅野 憲周	4
帰宅困難者問題の提起する真の課題／関谷 直也	8
首都直下地震時の避難所における住民の対応／古川 洋子	12
医療施設の耐震性や災害時救急医療の活動について／倉田 真宏	16
首都直下地震における産業界の立ち上がり 企業のBCP／DCPの実効性／指田 朝久	20
「仮設住宅不足の対応準備」事業提案の背景と概要／佐藤 慶一	24
首都直下地震シリーズのまとめに代えて／平田 京子	28

シリーズ：温故知新～未来への回顧録～

「君子危うきに近寄らず」A wise man keeps away from danger／和田 章	30
--	----

学会ニュース：

日本地震工学会シンポジウム報告 「現代都市の複合システムにおける性能設計と耐震性能評価」／境 茂樹、宮腰 淳一	33
--	----

研究委員会報告：

強震動評価のための深部地盤モデル化手法の検証に関わる研究委員会／松島 信一	35
大規模津波からの避難における諸課題に対する 工学的検討手法およびその活用に関する研究委員会／甲斐 芳郎	36
各種構造物の津波荷重の体系化に関する研究委員会／有川 太郎	37
原子力発電所の地震安全の基本原則に関わる研究委員会の活動報告(2018年度)／高田 毅士	39

追悼文：

篠塚正宣先生を偲んで／山崎 文雄	40
------------------------	----

学会の動き：

行事	41
会員・役員の状況	42
出版物在庫状況	45
お知らせ	46

本学会に関する詳細はWeb上で／会誌への原稿投稿のお願い／登録メールアドレスご確認のお願い
／JAEE Newsletter 第8巻 第2号(通算第24号)が2019年8月末に発刊されます／問い合わせ先／ご寄附のお願い

編集後記

新会長挨拶

中埜 良昭

●東京大学生産技術研究所 教授



このたび第7回社員総会および同日開催されました臨時理事会におきまして、福和伸夫前会長を引き継ぎ日本地震工学会会長に選出されました。会長就任にあたりひと言ご挨拶申し上げます。

いうまでもなく平成の三十余年は地震工学に携わる者だけでなく、一般の日本国民にとっても記憶に強く残る大きな災害が数多く発生した時期でありました。都市や科学・技術が発展し災害が複雑化・複合化する一方で少子高齢化が現実問題として顕在化し、災害への対応がより難しさを増してきたことを実感させた時期でもあります。

地震防災対策には様々な視点からの議論と取り組みが必要であり、地震工学に関連する各分野が横断的に連携することの重要性は論を俟ちません。南海トラフの巨大地震や首都直下地震などの国難に直結する地震の発生が危惧される中、既存のディシプリンの深化に加え、急速かつ著しい進化と発展を見せる周辺技術を活用しつつ、さし迫った課題に対して、単なる研究成果の発信にとどまらず研究と実社会のギャップを乗り越えるまで研究成果を昇華し、実社会への実装までをターゲットとした取り組みが求められます。分野横断と連携を旨とする本会はこれに応えるべき、そして応えられる組織であり、これまで以上に社会との連携、出口戦略を意識した研究や活動に注力したいと考えます。

日本地震工学会は2001年1月の創立以降、間もなく20年を迎えようとしています。人で言えばそろそろ大人の仲間入りです。上記のような国内の差し迫った脅威に加え、これからの成熟社会を見据えた地震防災に対する長期ビジョンとそのために比較的短期間で取り組むべき課題を、次世代を担う研究者・技術者・行政担当者らとともに本会としても本格的に議論すべき時期に来ています。これらの議論は、地震工学が社会の変容を適切にとらまえて予測し、一手先を行く防災技術として展開するためにはもちろんのこと、また本会会員、特に次世代を担う若手会員にとって本会が魅力的であるためにも、極めて重要であると感じています。

また国内対応だけでなく世界に対する情報発信力の強化も重要な課題です。日本は防災・減災に対する優れた研究成果や技術を有していますが、これらはより積極的に世界に発信してゆくべきと考えます。その社会実装にはもちろんその国や地域に適したスパイスでカスタマイズすることが必要で、これは必ずしも容易ではありませんが、その困難も克服しつつ日本のプレゼンスを世界に示すことができるような活動も極めて重要であろうと考えます。

2020年9月には日本で3度目となる17WCEEが仙台で開催されます。阪神・淡路大震災をはじめとする多くの試練からの復興を経験し、今まさに東日本大震災からの復興を加速しつつあると同時に、将来の国難級の地震災害をいかに回避するかを議論し対策を講じつつある日本において、最新の研究成果や減災対策技術・戦略を世界に向けて発信するとともに、地震国が共通に抱える次世代の課題とその解決を強く意識した議論ができるよう、ホスト学会として最大限に貢献したいと考えます。

振り返ってみますと学生の頃に地震と建築の関係を学び始めてから30年以上が過ぎ、私自身はこの間、国内外の地震被害の調査や復旧支援活動、防災・減災研究に携わり多くの経験を得てまいりました。特に日本地震工学会の会員となってからは、より幅広い分野の会員の方々との交流ができ、これを通じて学んだことは計り知れません。本会のこのような特徴を最大限に活かし、発展させることの重要性を忘れてはなりません。

平成から令和に改元され、新たな日本の始動とともに、これからの2年間、会員の皆様とともに日本地震工学会での活発な議論、その成果の発信と実装に向けて、本会の目的である地震災害の軽減と社会の発展に、より一層寄与してゆきたいと考えます。よろしくご協力、ご支援のほどお願いいたします。

解題：市民の感じ方を知り地震対策の実効性を高める

高橋 典之

●会誌編集委員／東北大学

／大野 卓志

●会誌編集委員／高圧ガス保安協会

1. はじめに

地震は「忘れた頃にやってくる」と言われることが多い。近年は忘れる前に大きな地震がやってくることもあるが、自分の住んでいるところに限定すれば、いざ地震が来たときに「こんな大きな地震が来るとは思わなかった」と感じる人も少なくない。

地震防災・減災に平時も従事している専門家やBCP/DCPを策定し自助/共助を備えている企業担当者などは、「地震について忘れる」ことは業務上考えられないが、一般市民は其々に生業があり、地震のことばかり考えてはられないのが実情であろう。しかし、首都直下地震などの甚大な被害が予想される地震がひとたび生じれば、一般市民の生業も成立すら危ぶまれ、誰もが当事者になるのが地震防災・減災対策の特徴ともいえる。そのため、学校や事業所における避難訓練をはじめ、専門家が一般市民を啓蒙する活動が平時から展開されているが、専門家と一般市民の相互理解が深まっているとは言えないこともある。

本号の特集では「首都直下地震にどう立ち向かうか」と題した会誌No.35から3回の連続シリーズの最終回として、大規模な地震被害に対する一般市民の対応に焦点をあてた論考をまとめ、専門家集団である本会会員諸氏に専門家と市民をつなぐ相互理解に資する情報を提供し、首都直下地震に立ち向かうためのヒントを提示することを目指した。

2. 専門家と市民の視点の違い

日本建築学会の「地震リスク評価とリスクコミュニケーション」¹⁾では、表1のように工学の専門家と市民のリスクの説明に対する視点の違いがまとめられている。例えば、(1)リスクをとらえる枠組みについて、専門家はリスクを様々な様相の全体像の中でとらえ（Population志向）相対化した情報として考慮するのに対し、一般市民はリスクを自分の身に降りかかるか否かという個人の視点でとらえる傾向にあるという違いがあることを指摘している。

そのため、専門家である構造設計者が、建築基準法における最低基準としての安全性を担保した設計を誠実に実施したとしても、一般の建築主にとっては極めて稀な地震動が発生した場合も「安全であること」が最低限守られていないように感じると（素人目に見て安全に思えないような被害が生じると）、設計行為の誠実さが疑われる事態も生じかねない。

また、表1の(2)～(5)に示されているように、専門家は客観的データと言語情報に重きを置くのに対して、一般市民は非言語情報（感覚的にそう思うこと）も重視するので、専門家による説明が一般市民にとっては不安を払拭するものにならず、小難しい言い訳をしているだけのようにとらえられる可能性も考えられる。

このような専門家と一般市民の意識の乖離を埋めるためには、避難訓練などを通じた専門家による一般市

表1 専門家と市民のリスクの説明に対する視点の違い¹⁾

視点	工学の専門家	市民
(1)リスクをとらえる枠組み	Population志向（さまざまな条件を考慮し、極端な値までの全体像を念頭におく）	個人志向（自分または周囲の視点、体験から考える）
(2)言語／非言語情報に対する態度	言語情報（技術情報）重視、非言語情報軽視	非言語情報も信頼性の大きな手掛かり
(3)方法・手続きに対する考え方	精度を意識するため、方法や手続きを重視。結果として、説明が素人にとっては情報過多になり易い	関与度が高い場合や知識が多い場合を除き、相対的には関心が低い
(4)データの信頼性	データ（特に数量化されたデータ）については基本的に信頼	データ自体についても、信頼性を吟味し、時には疑いを抱く
(5)確率認知	非文脈依存的	文脈依存的（意思決定の材料として）に理解する傾向。表現や分母によって理解が異なり、弁別精度は低い。
(6)コストに関する言及	社会的コストなどの制約条件を重要な要素として考慮	自分が支払うコストについての関心は高いが、技術そのものが持つ制約条件はあまり考慮しない
(7)責任に関する考え方	工学全体、あるいは技術者集団の全体として考える	個人あるいは関与する特定集団の責任の所在を重視・追求する傾向

民の啓蒙活動によって一般市民に専門家側へ歩み寄ってもらう対応だけでなく、一般市民がどのように感じるかを踏まえた専門家側からの歩み寄りも必要である。

3. 専門家から一般市民への歩み寄りを目指して

専門家が一般市民に歩み寄ることについて明示的に取り組み始めた代表的な事例として、2000年に施行された住宅品質確保法に基づく住宅性能表示制度が挙げられる。10の評価項目（①構造の安定に関すること、②火災時の安全に関すること、③劣化の軽減に関すること、④維持管理・更新への配慮に関すること、⑤温熱環境に関すること、⑥空気環境に関すること、⑦光・視環境に関すること、⑧音環境に関すること、⑨高齢者への配慮に関すること、⑩防犯に関すること）に大別され、地震に対しては、①構造の安定に関することにおいて、1-1 耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）、1-2 耐震等級（構造躯体の損傷防止）が定められている。1-1、1-2の各々について、耐震等級は1、2、3に区分され、それぞれ建築基準法が規定する最低限の地震荷重の1倍、1.25倍、1.5倍に耐える（1-1においては倒壊しない、1-2においては損傷しない）ことに相当する。この耐震等級によって、建築主が（建築基準法における最低基準としての安全性よりも）より高い耐震性能を要求する際に、これに応えるメニューを提示できるようになった。

しかし、2000年に制度が導入されてから6年後の2006年11月に耐震等級に対する住民意識のアンケート調査を実施した結果が文献2)において報告され、これによれば約半数の人が説明を分かりにくいと回答している（図1）。なお文献2)では、現状用いられている「極めて稀に発生する地震」という表記を「震度7の地震の揺れ」といった震度表記に、「1.5倍の力に対して崩壊、倒壊等しない」という表記を「倒壊する確率は〇%」という確率表記に修正した方が、より一般市民の理解を助けるものになることを示している。このような検討は、専門家が叡智を集めて制度を定めれば全てが解決するわけではなく、運用を通して専門家が思いもよらなかった問題が生じ得ること、またその解決にむけて一般市民の意見をフィードバックして（性能表示方法の改善を図るなど）制度の実効性を高めることが重要であることを示唆している。

また近年では、確率表示をしてもなお理解が難しい可能性を鑑み、地震後の建物の被害を一般市民に感覚的に伝えることができるVR（仮想現実）やAR（拡張現実）を用いた取り組みも進められている³⁾。

成熟社会において専門家が取り組むべき課題は、単

に新しい技術の開発や深化だけでなく、如何に実効性のある技術として社会実装するか、その適用手法の検討も極めて重要になってきている。

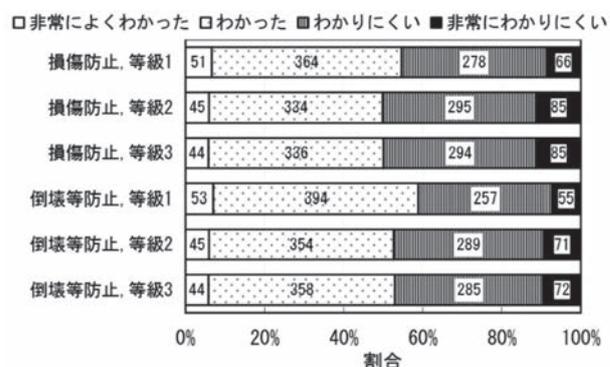


図1 品確法が定義する耐震等級の定義の分かりやすさについての回答²⁾

4. まとめ

本号の特集が、専門家の集う本会会員読者諸氏にとって、市民目線の地震防災・減災技術を開発・推進するための一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 日本建築学会：地震リスク評価とリスクコミュニケーション、2011.6
- 2) 佐々木健人、小檜山雅之：被害発生確率を用いた耐震等級の説明の有効性、日本地震工学会論文集、第7巻、第6号、2007
- 3) 石井裕剛、半田大樹、下田宏：屋内環境の自動モデル化機能を備えたVR地震体験システムの開発と評価、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、Vol.21、No.2、pp.345-357、2016



高橋 典之 (たかはし のりゆき)

東北大学大学院 工学研究科 都市・建築学専攻 准教授、博士(工学)、専門分野：建築構造物の耐震・耐津波性能評価、長期供用建物の経年劣化・経済性能評価



大野 卓志 (おおの たかし)

高圧ガス保安協会 高圧ガス部 高圧ガス課兼事故調査課、博士(工学)、専門分野：機械分野の耐震問題

住民の防災意識を踏まえた減災対策の促進 —「リスクの可視化」と「市場機能の活用」への着目—

浅野 憲周

●株式会社 野村総合研究所 上席コンサルタント

1. はじめに

平成28年熊本地震の発生により、全国どこでも都市直下の地震が発生する可能性があることが再確認された。しかし、住民の防災意識は依然として高いとは言えず、都市間格差も生じている。本稿では、住民に対するアンケート調査結果¹⁾に基づき、住民の防災・減災意識の現状を明らかにするとともに、住民による地震防災・減災努力の促進に向けた課題を分析した。その上で、課題解決の視点として「リスクの可視化」と「市場機能の活用」の2点に着目して、関連する取組み事例の紹介を通して、課題解決の視点を考察した。

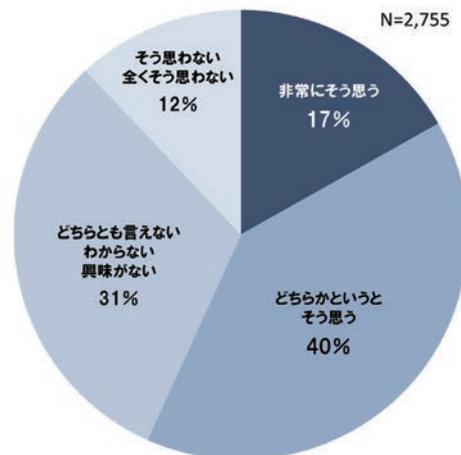
2. 住民の防災・減災意識の現状

住民の防災意識の現状を把握するために、東京特別区(23区)および政令指定都市20市において、本人所有の住宅に住む20歳以上の人を対象に「住宅の防災・減災意識に関する調査」¹⁾を実施した。本調査では、①大規模地震への遭遇可能性に対する意識に都市間格差が生じていること、②家具類の固定や飲食料の備蓄等の自助を実施している人は半数に満たないこと、③震災経験がはじめて自助に取り組むきっかけになる場合が多いこと、④大規模地震への遭遇可能性に対する意識と自助実施率に正の相関があること、などが確認された。また、自宅の耐震改修が必要であるにも拘わらず、「必要ない、興味がない、わからない」と回答しており、⑤災害危険性への認識の甘さが耐震改修促進の最も大きな障壁となっていること、が確認された。

2.1 地震災害に対する意識の現状

「あなたは近い将来、自分が大規模な地震災害に遭遇すると思いますか。」という質問に対して「非常にそう思う」と回答した人の割合は全回答者の2割に満たない(図1)。

住民の防災意識に関する都市間格差も生じている。同質問に対して「非常にそう思う」と回答した人の割合が高いのは、静岡市(約36%)で、次いで浜松市(約29%)、熊本市(約26%)、名古屋市(約26%)の順となっている(図2)。これらの都市は、平成28年熊本地震が発生した熊本市や政府により海溝型巨大地震による甚大な被害が想定されている太平洋沿岸に位置している。



Q.あなたは近い将来、自分が大規模な地震災害に遭遇すると思いますか。

図1 大地震への遭遇可能性に対する認識(全体)¹⁾

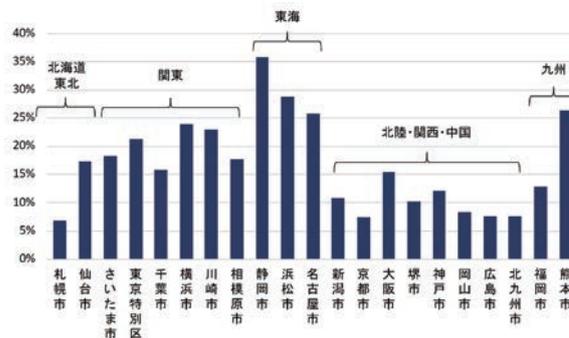


図2 大地震への遭遇可能性に対する認識(都市別)¹⁾

一方、最も割合が低い都市は、札幌市(約7%)、京都市(約7%)、広島市(約8%)、北九州市(約8%)で、これらの都市は、いずれも内陸地域や日本海もしくは瀬戸内海沿岸に位置している。首都直下地震の発生が想定される首都圏各都市の割合も決して高いとは言えない。

2.2 自助実施の現状と課題

2.2.1 災害対応への備え

自身や家庭で実施する自助として「①家具類の固定」、「②飲食料(3日分)と生活必需品の備蓄」、「③避難場所と避難ルートの確認」、「④家族間での安否確認の方法についての話し合い」、「⑤防災訓練への参加」の5つに着目してその実施状況を見ると、「③避難場

所・ルートの確認」は半数近くが実施しているものの、「⑤防災訓練への参加」は2割程度に留まり、その他の項目の実施率も4割程度となっている(図3)。

被災都市の居住者を対象に、自助を実施しはじめた

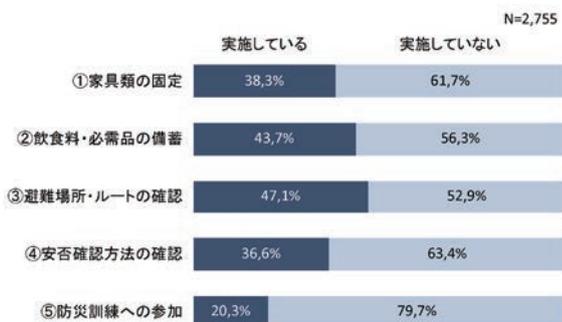


図3 自助実施率¹⁾

時期を質問したところ、神戸市では阪神・淡路大震災の発生後、仙台市では東日本大震災の発生後、熊本市では平成28年(2016年)熊本地震発生後と回答した人の割合が最も高い(図4)。逆に、各地震が発生する以前から自助を実施した人の割合が低く、被災してはじめて自助を実施していることがわかった。

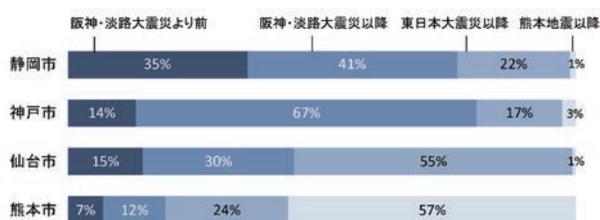


図4 自助を実施しはじめた時期¹⁾

前述の①～⑤の5項目の実施率の平均値を「自助実施率」と定義して、自助実施率と大規模地震への遭遇可能性に対する意識との関係をグラフ化した(図5)。そ

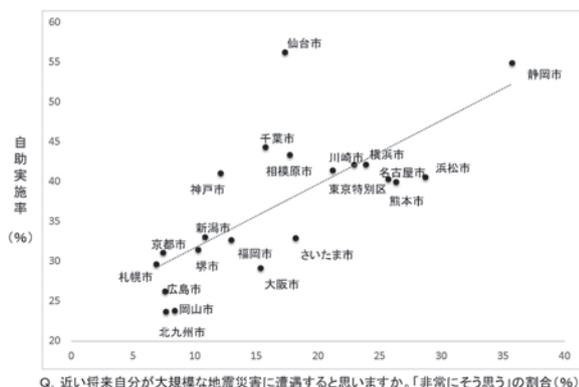


図5 大地震への遭遇可能性認識と自助実施率との関係¹⁾

れによると「あなたは近い将来、自分が大規模な地震災害に遭遇すると思いますか。」という質問に対して「非常にそう思う」と回答した人の割合が高い都市ほど、自助実施率が高い傾向にあることがわかった。

2.2.2 住宅耐震化の現状と課題

自助が進まない原因をより構造的に分析するため、住宅耐震化に着目して、居住する住宅(本人所有)の建築年次や耐震診断・改修の実施状況とその理由を質問した。その結果、回答者全体の20.5%は耐震性が低いと考えられる住宅に居住していること、耐震性が低いにも拘わらず耐震改修の予定が無い人が回答者全体の16.7%を占めていることがわかった(図6)。

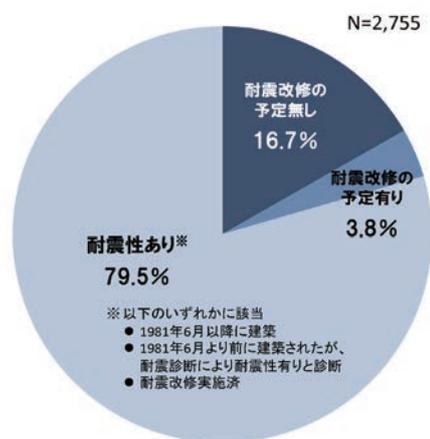


図6 耐震改修の実施状況と予定¹⁾

耐震改修の実施までに至る意識や行動変化の過程に着目して調査した結果を図7に示す。自宅の耐震性が低いと考えられる住民の57.0%が、耐震改修は「必要がない、興味がない、わからない」と回答している。このうち「なんとなく自分の事として実感できない」など、「A.災害危険性への認識の甘さ」の段階にいる人が全体の51.4%を占め、残りの5.6%は、「耐震改修をしても効果がないと思う」など、「B.対策必要性への理解の不足」の段階に分類される。

21.1%が耐震改修は「必要がある」と回答しているものの対策実施まで至っていない。そのうち「どのような対策を実施したらよいかわからない」などの理由で実施できていない「C.対策実施の検討・判断の支障」の段階にいる人が13.9%で、残りの7.1%が「D.対策実施への資金不足」の段階にいることが分かった。

自助促進のためには、A～Dの障壁を一つずつ順に解決するような「ベルトコンベヤー型」の施策が望まれる。このうち最も大きな障壁は「A.災害危険性への認識の甘さ」であり、それが解消されなければ、費用補助だけを強化しても効果は限定的といえる。

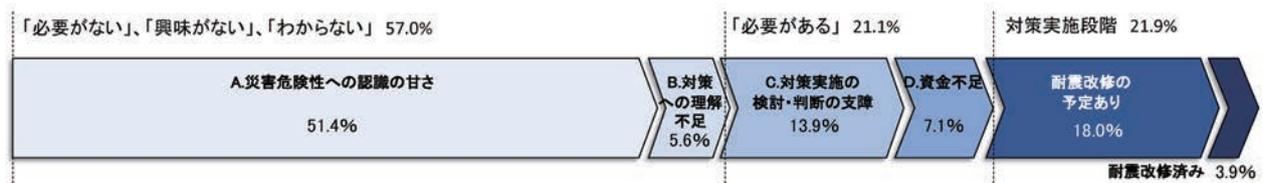


図7 耐震改修の実施状況と必要性に関する認識¹⁾

3. 自助促進に向けた課題解決の視点

自助実施率との関連性が確認された「大規模地震への遭遇可能性に対する意識の低さ」や「A.災害危険性への認識の甘さ」を改善するためには、リスクの可視化とその効果的な伝達方法の工夫が重要となる。このことは、居住地域の安全性を判断する根拠として「国や地方公共団体が公表する地震被害想定やハザードマップ等」と回答する人が「過去に地震災害が発生した状況」に次いで多い（図8）ことから推察できる。しかし、国や多くの地方公共団体において被害想定やハザードマップ等は整備されているものの、住民による内容の理解が十分に進んでいないため、防災意識の向上に結びついていない可能性が考えられる。

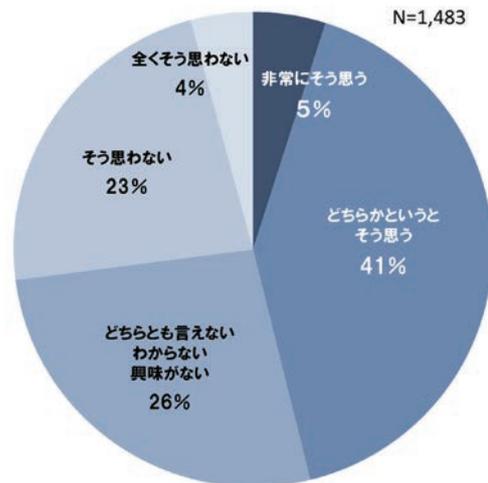


図9 被害想定・ハザードマップの理解度¹⁾

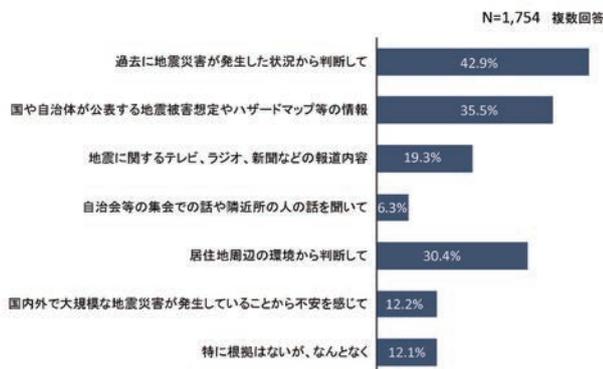


図8 居住地域の安全性を判断する根拠¹⁾

実際に、「あなたは、地方公共団体が作成した地震被害想定やハザードマップの内容を熟知していますか」という質問に対して、「非常にそう思う」と回答した人は僅か約5%に留まっている（図9）。

必要な情報を伝達しているつもりでも、住民理解が進まない原因の1つとして、「リスクの可視化とその効果的な伝達方法の工夫」の不足が考えられる。一方で、情報伝達により到達可能な自助促進の限界水準を見極めることも重要である。限界水準を越えた更なる自助促進が必要な場合、実施可能な施策の1つとして、自助の実施に対して経済的なインセンティブを付与することで住民の行動を促す「市場機能の活用」が考えられる。

次に、この「リスクの可視化とその効果的な伝達方法の工夫」と「市場機能の活用」の2つの視点に関わる取組み事例に着目して、自助促進に向けた課題解決の視点を考察する。

3.1 「個人・家庭減災カルテ」による減災促進

メーカーA社は、南海トラフ地震で被災が想定される地域にオフィスや工場を配置しており、周辺に多くの社員が居住している。そのため、地震対応力を強化するためには、BCP構築だけでは不十分であり、社員や家庭の防災・減災力の強化が不可欠であると考え、社員の家庭減災を促進する取組みを実施している。これは、社員の自宅の災害リスクを可視化するとともに、社員自身がリスクの程度や原因を家族と共に学びながら減災対策を立案・実行し、会社が取組みをフォローアップする仕組みである（図10）。

当初は、国や地方公共団体が公表する被害想定等の活用を検討していたが、地域単位の評価結果では自宅リスクに対する実感を得にくいこと、一方通行の情報提示では内容理解が進まないこと、居住地によって被害想定等の有無や内容が異なるため、その解釈や減災対策の実施方針に係る標準型が示し難いこと、などの問題点があり、以下の4つの特徴を持つ「個人・家庭減災カルテ」を作成することとなった。

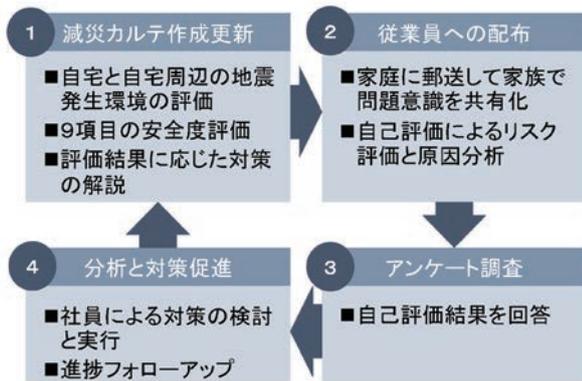


図10 個人・家庭減災カルテの実施サイクル

- ① 自ら考えながら自己評価できること
 - ② 自己評価の過程で、被災リスクの原因や減災対策の方法を理解出来るような工夫がなされていること
 - ③ 家庭のコミュニケーションツールであること
 - ④ フォローアップの仕組みが用意されていること
- この取組みによって社員全体の防災意識の底上げを図り、自助実施率も確実に向上している。自助促進を目的にリスクの可視化と情報伝達の方法を工夫する上で参考になる事例といえる。

3.2 「米国水害保険制度」からの示唆

米国では、洪水多発地域への人口と資産の集中に伴う災害時の救援・復旧費用の増大に歯止めをかけるため、「地方政府による減災努力の促進」、「住民の防災意識の向上」、「洪水保険への加入促進」をねらいとする洪水保険制度が創設された。この制度は、単なる損害保険という側面に留まらず、堤防等による「防護」と「救援」一辺倒の政策から、連邦政府・地方政府・住民等が経済的インセンティブ(表1)を軸に協働で取り組む減災政策に転換した点で画期的な仕組みであり、以下の特徴を有する。

- ① 保険制度に地方政府が参画して減災計画の策定と土地利用規制等の減災努力が求められること
- ② 要件を満たした地域で保険の購入が可能となり、減災努力の程度に応じて保険料率が割り引かれること
- ③ 要件を満たさない地域では保険の購入できず、被災時の財政支援補助率が引き下げられること

このように損害保険制度は、経済的インセンティブやペナルティ条件を付けることにより、市場メカニズムを活用した減災促進に利用できるものであるが、日本では、地方公共団体が制度に参画していないこと、事前の減災努力と被害後の救済との関連付けが不明確であることなどの理由から、十分に活用されていない。

表1 米国の水害保険制度の特徴^{文献3)に基づき作成}

参画判断	参画	非参画
参画要件	●減災計画策定 ●土地利用規制	—
インセンティブ	●保険購入できる ●料率割引 ●被災時の財政支援補助率を上乗せ	—
ペナルティ	●要件を満たせばペナルティはない	●保険購入できない ●特別洪水危険地域の開発金融措置を禁止 ●被災時の財政支援補助率を引き下げ

米国の洪水保険制度の特徴である経済的インセンティブを与える仕組みは、自助促進を図る方策として参考になる部分は多いと考えられる。

参考文献

- 1) 浅野憲周：地震に対する住民意識の現状と課題,野村総合研究所第244回メディアフォーラム講演資料、2018.12
- 2) 浅野憲周、大澤遼一：市場機能を活用した水害対策における自助の促進、NRIパブリックマネジメントレビュー、vol.180、pp.10-19、2018.7
- 3) FEMA：Answers to Question About the NFIP, FEMA F-084, 2011.3



浅野 憲周 (あさの かずちか)

1991年東京工業大学大学院 総合理工学研究科 社会開発工学専攻 地盤工学科修了、株式会社 野村総合研究所 上席コンサルタント、専門分野：防災・危機管理など

帰宅困難者問題の提起する真の課題

関谷 直也

●東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター 准教授

1. 帰宅困難者とは何か

米国では2003年8月14日のニューヨーク大停電 (New York blackout) の際に、地下鉄が36時間停止し、信号機が止まり、大渋滞が発生したため、多くの人が徒歩で帰宅した。帰宅困難者問題は、職住が離れている都市部では共通したリスクである。

この「帰宅困難者」は、政府が想定している首都直下地震などの発生時に、鉄道に依存する都市部で起こる問題と考えられていた。大都市においては、周辺のベッドタウンなどから鉄道を用いて日中に大量の人口が移動している。第12回大都市交通センサスによれば、首都圏における1日の鉄道総輸送人員は約4,400万人であり、近畿圏の約1,340万人、中京圏の約320万人と比べてもその量は圧倒的に多い¹⁾。なお、通勤・通学の平均所要時間は約69.7分で、移動の多くは鉄道に依存しており、日中にひとたび鉄道が停止すれば大量の帰宅困難者が発生することは避けられない。

帰宅困難者の主な定義はいくつかある。

東京都(1997)『東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書』では、帰宅困難者を「自宅が遠隔なため、帰宅をあきらめる人々や、一旦徒歩で帰宅を開始したものの途中で帰宅が困難となり、保護が必要になる人々」と定義している²⁾。

中央防災会議(2008)の首都直下地震避難対策専門調査会では地震発生時に外出している者のうち、近距離徒歩帰宅者(近距離を徒歩で帰宅する人)を除き、遠距離徒歩帰宅者(遠距離を徒歩で帰宅する人)と帰宅断念者(自宅が遠距離にあること等により帰宅できない人)を帰宅困難者と定義している³⁾。遠距離徒歩帰宅者を明示的に帰宅困難者と扱う点に特徴がある。

また、研究者による定義としては中林(1992)が、「15歳以上の就業就学者のうち帰宅距離が長く、通常の交通手段が破損したときに徒歩による帰宅が著しく困難となる人」を帰宅困難者と記述している⁴⁾。中林は宮城県沖地震など各種避難・帰宅行動データなどから「帰宅距離10kmまでは100%帰宅でき、それ以降は1km増すごとに帰宅可能率が10%減り、20kmですべての人が帰宅困難になる」という帰宅限界距離を論じており、これは多くの自治体で被害想定における帰宅割合の根拠として頻繁に用いられている。PT調査等を用いて

居住地域外への外出者数を算出したのち、震度5強で鉄道などの交通機関が停止・運休すると仮定した上で、東京都で約390万人、首都圏で約650万人が帰宅困難になると想定された。

また、東日本大震災以前から、大きく分けて3つが帰宅困難者対策として行われていた。

一つ目は推計、シミュレーションである。首都圏では中央防災会議(2008)による帰宅困難者の推計と行動シミュレーション以降、様々な試算が行われている。

二つ目は、協議会の設置と帰宅困難者に関する訓練である。東京災害ボランティアネットワークが主催する「首都圏統一帰宅困難者対応訓練」や、千代田区、板橋区などが主催する訓練が行われてきた。

三つ目は、帰宅支援である。帰宅困難者支援策としてガソリンスタンド、コンビニエンスストアなどを「災害時徒歩帰宅者支援ステーション」、「災害時帰宅支援ステーション」に指定し、水道水やトイレ、地図を提供しようというものである。

これらの帰宅困難者対策は、3月11日以後、残留を原則とすることとなったが本質的な考え方は変わらない。人々が「自宅に帰れないこと」、人々を「自宅に帰すこと」が帰宅困難者問題である。すなわち「困った」「大変だ」ということである。だが「困った」「大変だ」というだけでは人命に関わる災害対策上の課題ではない。

2. 「帰宅困難者問題」の誤解

さらに帰宅困難者問題として危惧すべき問題は、3月11日を経験し、多くの人が「帰宅困難者問題とは自宅に帰れず困ること」という誤った認識を持っていることだ。

地震があって帰宅困難になった場合にどうするか、主要都市部の住民に問うたところ「帰宅が困難になったとしてもなんとか自宅に帰ろうと思う」という人は50.7%であり、これが帰宅困難になった場合の対応としてもっとも多い(図1)。「避難所に行けばよい」「コンビニで水やトイレの提供を受ければよい」などの回答も少なくない。東日本大震災の首都圏の状況を経験したがために、我々はこの問題を見誤ってしまっているのである。



図1 地震があつて帰宅困難になつた場合の対応

3. 帰宅困難者問題の提起する課題

では、本質的に何が問題なのであろうか。帰宅困難者問題は、本来は「帰宅に困ること」それ自体が問題なのではない。帰宅が困難になりながらも自宅に帰ろうとする「集合的移動（帰宅）行動」に伴う犠牲の発生、混乱などの二次災害が問題なのである。

3.1 「火災」と「群集なだれ」の発生

首都圏では首都直下地震による延焼火災が危惧されている。死者の最大想定は23,000人であり、その7割は火災による死者である。都市部では住民や歩行中の帰宅困難者などの移動者が火に囲まれてしまうことを最も避けなければならないのである。

想定されている帰宅困難者は、基本的には都心部から郊外へ向けて移動する。鉄道の運行が停止してしまうと、帰宅する人は道路網を使うほかない。ゆえに都心部では両方向、その外側では主に郊外方向の道路が渋滞し、その方向に歩行者も動く。

この動線の先で大規模な火災が発生している場合、人々（群集流）は逆方向に引き返すしかない。その逆方向の群集流が、これから帰宅する方向への人々（群集流）とぶつかることになる。警察官はその雑踏警備に駆けつけることもできないので、混乱は長期化する。

その結果、「群衆なだれ」が発生する可能性がある。群集なだれとは、1m²あたり10人を超える超過密状態で、一人の転倒をきっかけに人々がなだれのように将棋倒しになることだ。

橋梁では「群集なだれ」が発生する可能性が極めて高い。2001年の明石市歩道橋事故での群集なだれ、2010年のカンボジアでの群集なだれは、橋梁で発生している。東京、大阪、名古屋などの大都市は、いずれも河川が都市中心部を取り囲むように流れているため、

歩いて郊外に帰宅する人々は橋梁を通らざるを得ない。

また、東京では2010年3月26日に原宿の竹下通りで群集なだれに近い現象が発生している。人口が密集する都心の狭い道路においては、通常時よりやや混雑しただけでも群集なだれが発生する可能性がある。

これら「火災」と「群集なだれ」発生の可能性を考えれば、混乱時において「集合的移動（帰宅）行動」自体が新たな犠牲を生み出す可能性がきわめて高い。この被災を避けることが最も重要な課題である。

3.2 「渋滞」の発生による被害の拡大と長期化

道路では渋滞が発生する。建物の倒壊や信号の停止によって長期間渋滞が続けば、ガス欠などが発生し、この混乱に拍車をかける。

渋滞で身動きできなくなると、警察車両、救急車両、ガス復旧車両、自衛隊関係車両など、緊急車両が現場に向かえず、病人・けが人の緊急搬送が不可能になる。犯罪が起きても警察がすぐには向かえない。

また、公共交通機関の停止や渋滞によって、緊急参集しなければならない人が出勤できない、確認をしなければならない現場に行くことができないなどの問題も生じる（阪神・淡路大震災や東日本大震災など大規模災害においては必ず発生している問題である）。

すなわち二次災害や災害の長期化の要因となる。

3.3 「モノ不足」の契機

また、帰宅困難者問題は、飲料・食料不足など「モノ不足」の遠因になる。

第一に、都心部の自治体・企業の備蓄が十分ではないからである。多くの自治体の食料・飲料の備蓄は、基本的には在住者向けであり、余裕があるわけではない。また企業の備蓄についても、3日分程度は備蓄していると答えた企業は全体の43.8%である。そもそも全体の30.6%は、備蓄はないと答えている。社員食堂の食料ストックについても、数日は賄えると答えた企業は10.5%にすぎない。商品・サービス用としても食料の備蓄はほとんどない⁵⁾。

第二に、帰宅困難になつた人々がモノを購入するからである。首都圏中心部では、3月11日には多くの帰宅困難者が食料・飲料を買い求め、その後、供給が追いつかず、12日からは「地震に備えて」「停電に備えて」「モノ不足になっているのを知ったので」などの理由から、人々は様々なモノを購入した⁶⁾。

第三に、渋滞や供給網の寸断によって流通が停滞するからである。ガソリンスタンドに給油するタンクローリーが動けないので、ガソリン不足が発生することになる。交通渋滞が起これば、コンビニやスーパーへの食料品・商品の入荷や宅配便の配達も滞り、様々

な商品の不足分を供給することができなくなる。

そもそも都市域では「デッドストックを減らす」という効率性追求の結果、平時の昼間人口、夜間人口に応じて飲料・食料がコンビニ、飲食店で供給されているので都市部に余剰な食料はあまりない。ゆえに、普段より人々が滞留し、数百万人の帰宅困難者が1食分多く購入しようとするだけで、飲料・食料が足りなくなるのである。これは都市流通の問題であって、簡単に解決できる話ではない。飲食に関連する企業は、都市域のサプライチェーンの特殊性を前提とした対策が必要である。

3.4 長距離移動者・旅行者の滞留問題

また長距離移動者・旅行者の問題がある。震災翌日にはほとんどの電車が動き始めたが、首都近郊で地震が発生した場合は、新幹線も一定期間は動かない可能性がある（これは関西、名古屋地区でも同じ問題が発生する）。空港に関しても、滑走路に問題がないと確認されるまでは離着陸できないので、長距離移動者の滞留は簡単には解消されない。同じ要因で外国人観光客の滞留や帰国困難者となった人にどう対応するかも大きな課題である。これらの問題は現在、解決のめどが立っていないが、旅行・宿泊関連企業を中心として、対策を考えておかねばならない課題の一つである。

4. 帰宅困難者問題の対策とは何か

大規模火災の発生が考えられる首都直下地震などの混乱時では、帰宅する／帰宅困難を回避するという次元ではなく、そもそも「集散的移動（帰宅）行動」自体を極力避ける必要がある。考えうる対策を列挙する。

4.1 生徒、従業員を帰宅させないこと

第一に、生徒、従業員を帰宅させないことである。3月11日は金曜日であったため、皆が帰ろうとしたし、帰宅を制限しなかった企業も多かった。しかし、大規模な地震発生後は余震が続く恐れがあり、火災や群集なだれが発生する可能性を考える必要がある。従業員が家族を心配している中、仕事に従事させられない云々の問題ではなく、人命を守るという観点から帰宅させてはならないのである。現在、各所で学校の引き渡し訓練が行われているが、これも再考の必要がある。

4.2 滞留者対策（スペースの確保）

第二に、滞留者対策（スペースの確保）である。地震後は多くの商業施設、テナント、公共施設で内装や棚・商品が破損、倒壊し、散乱する。現在の『耐震』対策はあくまで建造物のそれであり、内装を考慮したものではない。よって、それらの施設では、余震が続く中、安全の確認がとれないという理由で滞留者を施設

内に留めておくことが難しい場合が少なくない。

東日本大震災以前は、災害後は安全の確保ができないので人々を施設外に出すという対応をとらざるを得ない、というところで議論を止めている企業が多かった。だが、そのような対応では批判を受ける。

JR東日本では、線路へ人が侵入すると鉄道再開まで時間がかかってしまうため、いくつかの駅を閉鎖した。だが、そのときの対応について、後で石原慎太郎東京都知事などに批判を受け、問題となってしまった。一方、東京ディズニーリゾート（オリエンタルランド）では、首都直下地震を想定した訓練が功を奏し、震災当日に来園し、帰宅困難になった人々への対応が素晴らしかったとして称賛された。これらをふまえ、現在は震災時に人々を留めておけるスペースや備蓄品を用意している施設も多い。

ショッピングモールや百貨店などの大規模な商業施設の管理者やイベントの主催者は、災害時の滞留者問題について考えておく必要がある。

4.3 安否情報・被害情報の開示

第三の対策は情報提供である。「不安解消」のための安否確認というよりは、「再会」を可能にする安否確認である。

東日本大震災では、数ヶ月間にわたって安否確認がとれない人が多かった。実際には、行方不明者と死亡者数の合計は4月中旬以降、大幅に減少している（行方がわかった人が多数存在する）。

首都直下地震によって通信網は途絶する。通信の輻輳のみならず、数日間から数週間、電気が途絶え、電話をはじめとする通信が復旧せずに、家族や知人と長期間連絡がとれない恐れがある。大規模火災が起り、延焼が始まってしまったら、基地局の被災により不通の期間は更に延びる。徒歩であっても容易に移動はできない。自宅という帰る場所、連絡をとる拠点が失われる可能性もある。

一定の時間が経過してからは、家族・近親者がどこに避難しているかわからず、安否確認もとれないまま多くの人が互いに探し回り、混乱は累乗的に拡大する。

そのため平時の通信手段が使えないときの安否確認方法や連絡がつかないときの落ち合う場所など、事前に家族で考え、決めておく必要がある。

また在宅時に被災すれば「出勤困難」となる。出勤が出来ない場合、通信の輻輳や不通のために主要な要員と連絡がとれない場合に、企業、行政機関の意思決定をどうするかを考えておくことが必要である。現在、危機管理のために災害対策要員が職場の近隣に住んでいるという企業や行政機関もあるが、これも帰宅困難

者(出勤困難者)問題が提起する課題の一つである。

5. おわりに

東日本大震災において、東京では建物の崩落などにより10名の方が亡くなったものの、ほとんどの人は「困った」だけで、多くの人命や安否が問題となった訳ではなかった。帰宅困難者問題は、元々は首都直下地震など首都圏での大規模震災時に帰宅困難者が発生すると想定されていた課題で、東北地方の地震などでこのような事態になることは考えられていなかった。

帰宅困難や帰宅サポートが話題の中心になった時点で、当該都市域における災害被害は軽微であるということであり、その段階で既に本質的な「災害」の問題ではない。帰宅が困難な人が多く発生する問題に関しては、対策は公共交通機関の情報の提供、これに尽きる。帰れるようになるまで待てばよいのである。

3月11日の帰宅困難者問題を前提に議論すると、防災対策が誤った方向に導かれる可能性がある。そもそも大規模な地震がなくとも震度5強の地震があれば、電車は路線点検のため止まるので「帰宅困難者」が発生する。しばらくは交通機関が動かない。2011年3月11日の地震後や同年9月21日の台風15号の後のような、「帰宅困難」だけが問題になるということは、極端に言えば当該都市域における被害は軽微な場合である。

すなわち「帰宅困難」はそれ自体は「困る」ことだが、命に関わる問題ではなく、本質的な問題ではない。まず、これを明確に認識すべきである。

しかしながら、先に紹介したように3月11日を経験した多くの人が「帰宅困難者問題とは自宅に帰れず困ること」という認識を持ち、大災害が発生したとき「帰宅が困難になったとしてもなんとか自宅に帰ろうと思う」と回答している。大量の人の移動現象はそれ自体が「群衆なだれ」となる可能性がある。大規模火災が起こった場合、移動中に「火災」に巻き込まれる可能性もある。帰宅困難者問題が提起する本来の課題は「集合的移動(帰宅)行動」によって「群衆なだれ」や「火災」に巻き込まれてしまうリスクがあるということである。だが多くの人は自分がそのような被害に遭うことは想定せず、帰宅困難を問題視し、これを解消しようと帰宅しようとする。これが問題を更に拡大させる。

ゆえに大規模な地震など災害発生後は、人命を守ることを最優先課題として群衆なだれの発生を防ぎ、火災に巻き込まれないようにするために、都市部の人を帰宅、出勤など移動をさせないこと、滞留者対策(スペースの確保)を考えておくこと、その人たちへのメッセージの出し方を考えておくこと、総じて「集合的移

動(帰宅)行動」による新たな犠牲者を出さないようにすることが必要なのである。

補遺

本論は関谷(2012)⁷⁾、関谷・廣井(2014)⁸⁾の一部を改編し、再構成したものである。

なお、図1は関谷・廣井(2014)より引用。調査対象は被災地(盛岡市、仙台市、福島市)及び大都市圏(東京23区、名古屋市、大阪市)(各500票)、20代～60代男女個人のWEBモニター。有効回答2875標本(性・年代(20代～60代)均等割付)。調査期間は2014年2月7日～2月12日。

参考文献

- 1) 国土交通省：第12回大都市交通センサス調査(概要版)、<http://www.mlit.go.jp/common/001178977.pdf>, 2019
- 2) 東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書, 1997
- 3) 中央防災会議：首都直下地震避難対策等専門調査会報告, 2008
- 4) 中林一樹：地震災害に起因する帰宅困難者の想定手法の検討, 総合都市研究第47号, 東京都立大学都市研究センター, pp.35-75, 1992
- 5) 関谷直也：首都直下地震における大企業の対応に関する調査研究, 地域安全学会論文集, No.15, pp.293-301, 2011
- 6) 関谷直也：東日本大震災における買いだめ行動? ESTRALA, 2011年8月号, 統計情報研究開発センター, 2011
- 7) 関谷直也：帰宅困難者の問題と事業継続計画, 日経広告研究所報264, pp.58-65, 2012.8
- 8) 関谷直也・廣井悠：東日本大震災後の価値観の変化とメディア産業のBCP-震災直後の状況と消費行動・安全観・人生観の変化からメディア産業のBCPを考える-, 2013年度吉田秀雄記念事業財団助成研究成果報告書, 266p, 2014



関谷 直也(せきや なおや)

慶應義塾大学総合政策学部卒、東京大学大学院博士課程満期退学。東洋大学准教授、東京大学大学院特任准教授を経て現職。専門は災害情報論、社会心理学。福島大学食農学類客員准教授を兼務。著者に『風評被害』(光文社)など。

首都直下地震時の避難所における住民の対応

古川 洋子

●日本女子大学家政学部住居学科 学術研究員

1. はじめに

首都直下地震等による東京の被害想定報告書¹⁾によれば、被害が最大となる東京湾北部地震(冬18時・風速8m/s)が発生した場合には、建物被害、ライフライン支障による避難者が東京都区部だけで311万人発生し、その65%にあたる202万人が避難所に来ると想定されている。平成7年兵庫県南部地震では1日後には約27万人²⁾、平成23年東北地方太平洋沖地震では約37万人²⁾、平成28年熊本地震では最大18万人³⁾が避難所で生活したのと比較すると、都内の避難所ははるかに多くの避難所生活者であふれ、混乱する状況が容易に想像できる。ひとたび災害が起きると、避難所は住まいと生活を失った人々の拠り所となり、また在宅での不自由な避難生活を強いられる地域住民の生活を支える情報と物資供給の拠点として重要な役割を担うため、迅速に避難所を立ち上げ、避難者を受け入れる体制の構築が重要となる。

その運営については、東日本大震災では行政自身が被災により麻痺する事態に陥り、大規模広域災害発生時の公助の限界が明白になった。また熊本地震でも、避難所運営における被災自治体への過度な負担が課題として報告されている。首都直下地震でも同様の事態が予想される。このような状況下では、円滑な避難所運営には地域コミュニティにおける自助・共助の活用、避難者となる地域住民による自主運営の体制構築が不可欠である。

本稿では、避難所において地域住民がどう対応できるかを扱うが、日本女子大学がある文京区を事例として最も混乱する初動期の避難所開設・運営に関する地域住民の準備状況について述べることにする。

2. 文京区における避難所の運営体制

文京区では、区立の小中学校など33か所を避難所に指定し、町会単位で振り分けている。住民主体による円滑な体制確立のため、避難所運営協議会を避難所ごとに設立している。各協議会は学校、区職員、地域住民の三者で構成されるが、会長、副会長は町会長などが務め、主に地域住民が協議会の中心である⁴⁾。

平時には、事前準備として三者で協議会の組織構成、ルール、課題を検討し、運営訓練などを実施している。

避難所は震度5弱以上で開設し、震度5強以上の地震が発生した場合には、三者が協働するが、それぞれが独自に先行して被災者を受け入れられることとなっている⁴⁾。東京湾北部地震では文京区は主に震度6強が想定されており、同時多発的に火災・倒壊が生じる被災状況や、夜間・土日・祝日など区職員・学校職員が勤務時間外の時間帯の方が多いためを考えると、地元に住居する地域住民だけで避難所を開設し、避難者を受け入れざるを得なくなる可能性が高い。

3. 各避難所地域での避難所生活者発生状況

文京区全体での避難所生活者数は、夜間人口の20%にあたる40,213人と想定されているが¹⁾、各避難所での対応を考える上では、各避難所での初動期の状況を見る必要がある。そこで避難所単位での避難所生活者数の試算を行った。

算定においては、東京都の被害想定¹⁾の算定元である建物被害データを手に入れ、都と同じ算定方法を用いて建物被害およびライフライン支障による避難者数を算出した⁵⁾(図1)。受け入れ側となる避難所収容力は、避難所収容基準(3.3㎡/2人)および区から提供を受けた各避難所の有効面積データを基に算出した⁵⁾。

これらに因ると、地域住民だけで500人(避難所K)から2,500人(N)の避難所生活者が発生し、あふれる避難所が2/3にあたる21か所にのぼる状況が予想できる。特に火災による建物被害が集中する避難所2か所(N、h)が過酷な状況で、1,000人以上のあふれ出しが生じる。避難所開設にあたる地域住民は、こうした1,000人規模に見合う住民の受け入れと避難者のあふれ出しへ対応しなければならなくなる。

4. 住民の避難行動と避難所初動期に関する意識

避難者にも避難所運営者にもなり得る地域住民は、上述のような避難所初動期の状況についてどう考え、どう行動しようと考えているのだろうか。筆者は、避難所地域ごとの住民の避難行動と避難所に関する認識状況をつかむため、2015年に20代以上の文京区民606名を対象にウェブ調査を行い、回答者自身で該当避難所を特定してもらった上でアンケートを行った⁶⁾。

避難所の現状認識については、住民は各避難所の収

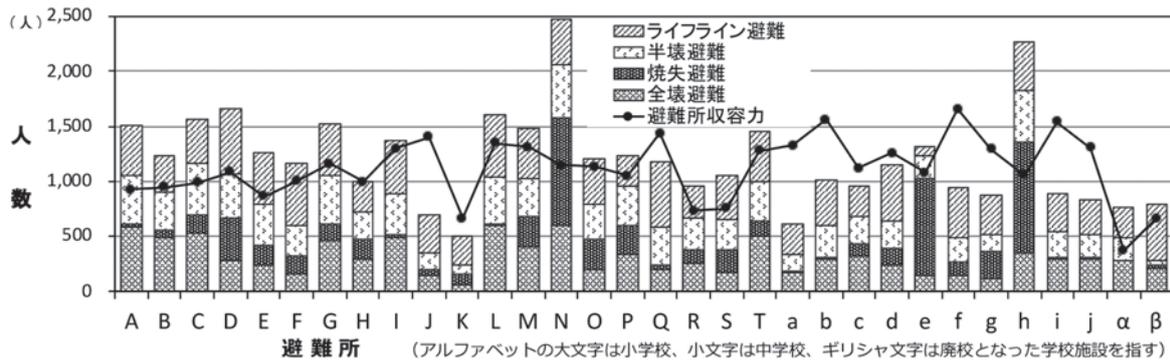


図1 文京区各避難所の原因別避難所生活者数と避難所収容力

容量を実際よりも余裕があると楽観的に考えている。また避難所の運営や立ち上げは、行政が行うと考えている割合が最も高く、支援への期待が大きい。初動期に欠かせない自主運営の認識が住民へ浸透していないことが分かった。一方、区や町会が行う防災訓練などへの参加経験者は、自主運営を認識する割合が高い傾向がある(図2)。住民による避難所運営へは、こうした事前の機会を捉えた働きかけが重要となる。

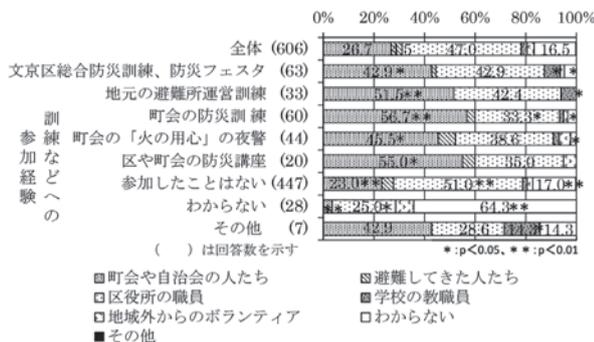


図2 避難所の立ち上げ・運営者の認識

被災者となった場合の避難行動を尋ねると、緊急性が高い建物被害に見舞われた場合にだけ避難所へ避難するのではなく、水道やガスなどのライフライン支障、他人と話したい、余震が怖いなど、生活の不便や不安からも避難を希望する割合が高い。これは区の想定人数を大幅に上回っている。アンケート内で避難抑制の啓発を試したが、その避難希望は変化しにくく、建物被災者を収容するという避難所本来の役割の認識が根付きにくいことが分かった。不安などで避難する住民をどう対応しきざるか、具体策が必要である。

また避難希望の時期は分散し、高齢者が後から避難する傾向があることも調査から分かった(図3)。満杯になった避難所に入れない問題が起きると予想され、受け入れ時の要配慮者への対策も必要となってくる。

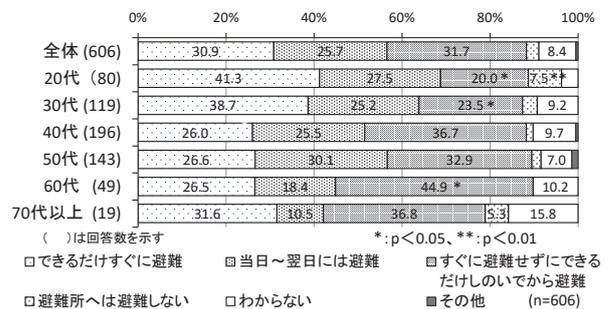


図3 避難のタイミング

5. 避難所運営協議会の準備体制

5.1 協議会の活動状況と避難者受け入れ体制

発災時に避難所の開設や避難者の受け入れにあたる避難所運営協議会の活動、準備の状況について、全避難所の協議会会長を対象とするヒアリング調査(2013年3月、2014年3～7月に実施)等⁵⁾に基づき述べる。

2007年度から避難所ごとに協議会を設立しているが、その活動状況には大きな差が出てきている。調査時点で全32か所のうち、自立的に活動している協議会が7か所あるものの、区が主導して活動する協議会が15か所、休止状態が9か所、活動状態不明が1か所であった。主体的な協議会が少数であることから、発災時に住民が自立的に避難所運営できるのか危惧される。

具体的な取り組み内容からは、多くが避難所以外の施設を確保するという対策を進めており、混雑低減へ新たな方向性で対応しようとしていることが分かった。一方で避難所施設内での準備では、自立的な協議会以外では、大人数の避難者受付、要配慮者への対策は手薄であり、具体的な方法がとられていない現状である。これでは1,000人規模の避難者の受け入れに支障を来す恐れがある。また、準備の前提となる避難所生活者の人数想定が、上述の試算人数と大きく食い違っている協議会のあることが明らかになった。こうした区主導の協議会の準備の底上げが必要な状況である。

5.2 避難所初動期に関する協議会運営者の状況想定

発災時に避難所開設・避難者受け入れにあたることになる協議会役員などは、初動期の状況をどう想定しているのかを協議会全体で詳細にみている。役員を対象とするアンケート調査を2015年（49票配布、25票回収）、2016年（42票配布、41票回収）に2回実施し、経年変化とともに啓発の意識改善が可能かを試みた⁷⁾。

人数想定に関わる要素として、避難所生活者数と避難所収容力の2点から協議会の想定状況を見ると、全体の1/3は大人数の避難所生活者数を想定しているが、1/3は極端に少人数にとらえており、現実と乖離した状況想定である（図4）。残りの1/3は人数をイメージさえしていない。この回答者に避難所生活者が500人から2,500人来ることを伝えても、千人規模の具体的な人数は想定しにくいことも分かった。

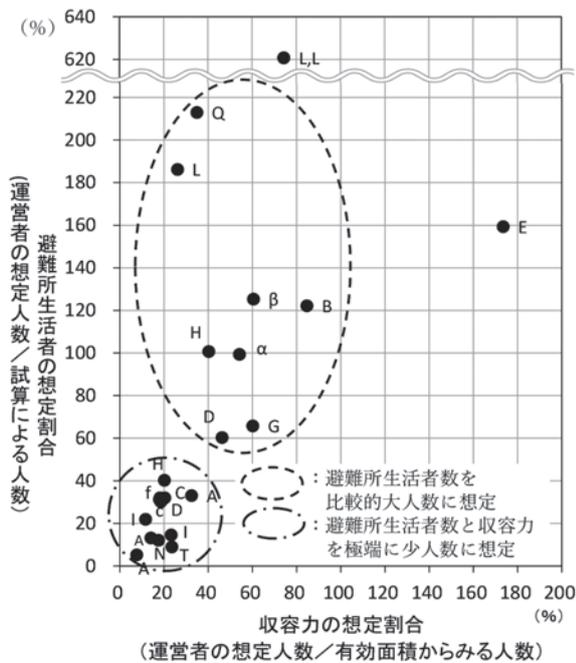


図4 避難所生活者数と収容力の想定割合（2016年調査）

5.3 協議会の準備段階

これまでの避難所の被害状況、運営者の想定、取り組み内容を総合して避難所単位で見ると、被害想定により協議会の準備の特徴が異なっている（表1）。

まず、被害状況により全避難所が3グループに分かれる。①建物被害が厳しい避難所、②あふれや帰宅困難者が予想される避難所、③被害が比較的小さい避難所である。さらに②は初動期の状況を想定できる運営者がいるかどうかにより分類でき、これにより協議会

の取り組み内容に明らかな差異が生じている。つまり状況を想定できる協議会では、多角的な視点で準備を進めている。しかし状況を想定できない協議会は、運営にかかわる準備へ独自に取り組むことは難しい現状である。このままでは、発災時に自立的に対応できる状況ではない⁸⁾（図5）。

表1 被害状況・運営者の想定状況・協議会の取り組み内容による避難所分類

避難所	被害状況			運営者による初動期の状況想定		協議会の主な取り組み内容				
	避難所生活者数	あふれ	全壊・焼失	生活者数の想定	避難者受入の想定	運営訓練実施	補完施設確保	資機材等の整備	マニュアル作成	住民への啓発活動
① 建物被害が特に厳しい避難所	h N e			想定していないなど 少人数に想定	意識していない	●	○	○	○	○
② あふれや帰宅困難者が予想される避難所	1	f			想定していないなど	無回答	○	○	○	○
		o				意識していない	●	○	○	○
		m					○	○	○	○
		c			少人数に想定	意識していない	○	○	○	○
	2	B					○	○	○	○
		g					○	○	○	○
		J					○	○	○	○
		i			少人数に想定		○	○	○	○
	3	D					○	○	○	○
		B					○	○	○	○
		E			大人数を想定する運営者がいる	意識している	○	○	○	○
		A					○	○	○	○
	4	H					○	○	○	○
		R					○	○	○	○
		S			不明	不明	○	○	○	○
		K					○	○	○	○
③ 被害が比較的小さい避難所	d			想定していないなど	意識していない	○	○	○	○	
	a					○	○	○	○	
	b					○	○	○	○	
	e			少人数に想定		○	○	○	○	
	f					○	○	○	○	
	l					○	○	○	○	

・避難所生活者数は、■：1,000人以上1,500人未満、■：1,500人以上2,000人未満、■：2,000人以上を示す
 ・あふれは、■：収容率100%以上150%未満、■：150%以上200%未満、■：200%以上を示す
 ・全壊・焼失避難は、避難所生活者数に占める全壊・焼失避難者の割合50%以上を網掛けで示す
 ・帰宅困難者は、避難所が近隣商業・商業・準工業地域内、主要幹線道路沿いの場合を網掛けで示す
 ・運営訓練実施は、訓練実施状況を●：区主導で実施、○：協議会が主体的に実施、×：未実施で示す
 ・補完施設確保は、避難所に代わる補完施設を具体的に考えている場合を○で示す
 ・資機材等の物品整備は、倉庫内の物品、連絡機器、備用品・資機材等を独自に備えている場合を○で示す
 ・マニュアル等作成は、協議会で独自に作成している場合を○で示す
 ・住民への啓発活動は、避難所の現状理解を深めることを目的とする取組を行っている場合を○で示す
 ・協議会の取り組み内容は、各調査時点での結果を示す

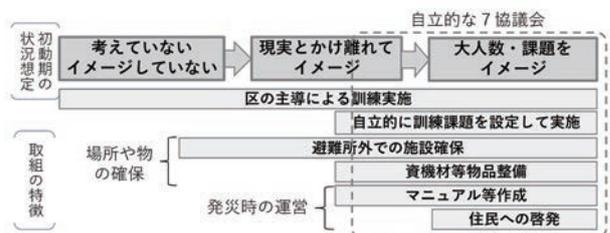


図5 初動期の状況想定段階と取り組みの特徴

5.4 自立的な協議会での具体策

自立的に準備を進めている協議会は7か所あるが、ここは運営訓練を計画し、マニュアル作成、住民への啓発活動、初動期に協議会が稼働するシステム構築など、運営に関わる項目にも着手している（表2）。中でも

初動期の状況を想定できる協議会では、大人数を想定しての受付、避難所生活者の概数把握、避難者の運営への参画などをも取り上げている。ここでは初動期の運営上の課題を抽出し、地域特性に合う方法を打ち出すなど、初動期の自主運営への準備を推進している。

表2 自立的な協議会による
大人数の避難者受け入れに伴う課題への具体策

	課題	具体策のポイント
①	避難者の受付と誘導	受付方法、待機場所、動線
②	避難所生活者数の概数把握	受付方法
③	要配慮者の保護	環境整備、ルールづくり、住民啓発
④	発災時に協議会が稼動するシステム(主体的な運営)	訓練方法、マニュアル整備、人的システムリーダー、運営スタッフ、地域住民

6. 自主運営へ向けたサポートツール

文京区は発災後概ね3時間を目安に避難所をスムーズに開設し受付開始まで準備することを目指し、2019年3月末までに全避難所へ「避難所開設キット」(図6)の導入を完了した⁹⁾。同キットには、優先的に行う各種手順書や掲示物などを格納しており、発災直後に「参集した誰もが」「躊躇せず」「実働できる」工夫がなされている。2017年度からキットを使用して避難所運営試験訓練を開始し、改良を重ねている。サポートツールは配備されたが、今後は自立的な準備に向けた試行を進め、状況に応じたカスタマイズが望まれる。



図6 避難所開設キット

7. おわりに

大規模広域災害発生時の公助の限界から、文京区では住民主体での避難所開設の体制構築を目指しており、大人数の避難者受け入れ体制の構築が急務である。しかし、特に自立的な活動を行っていない多くの協議会では迅速な避難所開設作業が危ぶまれる状況にある。首都直下地震に見舞われる他地域においても、地域住民への自主運営の意識の醸成、初動期の状況想定が必要と考える。

参考文献

- 1) 東京都防災会議：首都直下地震等による東京の被害想定報告書，2012.9.
- 2) 国土交通省：平成22年度国土交通白書，<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h22/hakusho/h23/index.html>，2018.9.17閲覧.

mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h22/hakusho/h23/index.html, 2018.9.17閲覧.

- 3) 内閣府：平成28年(2016年)熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について，非常災害対策本部，http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_52.pdf，2018.4.13.
- 4) 文京区防災会議：文京区地域防災計画 平成27年度修正(平成24年度修正追補版)，2016.3.
- 5) 古川洋子，平田京子，石川孝重：文京区の32避難所地域を単位とした避難所生活者発生状況と避難所運営協議会による避難者受け入れ準備体制の把握－首都直下地震に対する文京区での住民の地域防災力向上に関する研究－，日本建築学会計画系論文集，Vol.80，No.713，pp.1587～1596，2015.7.
- 6) 古川洋子，平田京子，石川孝重：文京区民の避難行動と避難所初動期に関する意識調査－首都直下地震に対する文京区での住民の地域防災力向上に関する研究－，日本建築学会技術報告集，Vol.23，No.53，pp.259～264，2017.2.
- 7) 古川洋子，平田京子，石川孝重：首都直下地震発生時における文京区各避難所の運営者による初動期の状況想定－避難所運営協議会役員へのアンケート調査に基づく自主運営の可能性－，日本女子大学，日本女子大学紀要家政学部 64，pp.79～89，2017.2.
- 8) 古川洋子，平田京子，石川孝重：各避難所運営者の初動期想定状況からみる準備の特徴－首都直下地震に対する文京区での住民の地域防災力向上に関する研究 その7－，日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)，7181，pp.467～468，2017.8.
- 9) 文京区：報道発表資料(31年3月)，<https://www.city.bunkyo.lg.jp/kusejoho/koho/houdou/h31/2019-3.html>，2019.4.9閲覧.



古川 洋子(ふるかわ ようこ)

2017年 日本女子大学大学院修了、日本女子大学家政学部住居学科学術研究員、博士(学術)、専門分野は地域防災、避難所運営

医療施設の耐震性や災害時救急医療の活動について

倉田 真宏

●京都大学防災研究所 准教授

1. はじめに

熊本地震では被災地域内の38%の病院（66病院のうち災害拠点病院を含む25病院）が機能不全に陥り、多くの病院で病院避難の措置が取られた。病院避難は外来診療と入院診療の停止を意味しており、多大な搬送資源（救急車、航空機等）、医療資源（災害派遣医療チーム（DMAT）等）を要する等、被災地域内外への影響は計り知れない。また当時の病院避難は災害超急性期の情報が乏しい中、その決断が医療関係者に迫られており、被災地域での医療サービスの継続性について、ガイドラインの策定や継続性の向上に向けた対策などが求められている。

2. 医療施設の災害対策：京都大学医学部附属病院

災害拠点病院は、災害発生時に災害医療を行う医療機関を支援する病院のことで、二次医療圏ごとに1箇所指定されている。京都府では、基幹となる京都第一赤十字病院に加えて、京都大学医学部附属病院を含む12病院が指定を受けている。

医療の領域では、医療安全の観点からも多職種連携が謳われて久しいが、領域間の垣根もあり、防災分野との連携はこれまであまり行われてこなかった。京都大学では、2015年に医学部附属病院が災害拠点病院の指定を受けた。その後、初期診療・救急科の医師から防災研究所に協力要請があり、2016年3月から災害時に拠点となる医療施設の防災について、月に一度の定例研究会を開始した。当初は、医師と建築防災の関係者のみで議論を始めたが、2016年熊本地震などの具体的な災害事例を受けて、より実践的な連携体制を構築する必要性を感じ、医療・臨床工学・防災・建築構造・情報・ソーシャルワーカーなどの各分野の専門家を集めた京都iMED（Kyoto informatics, Medical, Engineering for Disaster）研究会を発足した。

災害拠点病院には様々な指定要件があるが、2017年3月に厚生労働省医政局より各都道府県知事あてに、以下の追加要件の通知¹⁾があった。

- ① 被災後、早期に診療機能を回復できるよう、業務継続計画（BCP）の整備を行っていること。
- ② 整備されたBCPに基づき、被災した状況を想定した研修及び訓練を実施すること。

- ③ 地域の第二次救急医療機関及び地域医師会、日本赤十字社等の医療関係団体とともに定期的な訓練を実施すること。また、災害時に地域の医療機関への支援を行うための体制を整えていること。

これらの追加要件については、2019年3月末までに要件を満足することを求められたため、日本各地の災害拠点病院では急な対応を迫られた。京都大学では、病院内の災害対策WGに防災研究所の教員が参加し、他施設のBCPをコピーするのではなく、院内各診療科の業務内容をしっかりとヒヤリングしたうえでの実効性の高いBCPの作成を強く要望した。

BCPを踏まえた災害訓練には、防災分野の研究者、学生や実務者が積極的に参画し、災害対策本部の在り方、災害時の病院広報などについて議論を重ねている。図1の写真は、トリアージ（負傷者を重症度、緊急度などによって分類し、治療や搬送の優先順位を決めること）後に重症患者が搬送される赤ゾーンの様子である。また2019年2月に実施された近畿地方DMATブロック訓練では、卒業論文で医療施設の防災・減災をテーマとする学生が模擬患者を務めた。災害対策本部を設置する場所や1次トリアージを実施する場所について、天井などの非構造部材を含めた施設の安全性や、BCPの活用について意見を述べるとともに、災害時の救急医療に必要なリソースの特定を進めている。



図1 京大病院での災害訓練（2018年12月）

防災・減災に携わる身としては、施設の一部損傷やエレベータの停止などを含めた現実的な被災状況を想定した訓練を要望したい。しかしながら、まずは施設が健全な状態で外来患者の緊急受け入れを想定した医療者中心のシミュレーションに特化する訓練から、というのが現状である。現行の病院BCPには施設の被災度などについて具体的な記載が少なく、またそのよう

な状況を想定しての訓練は収集がつかないとの病院側の判断がある。災害時に本当に機能する病院BCPの作成やそれを活用した訓練への課題は少なくない。京都iMEDに所属する医師も同様の危機感を共有しており、防災研究所の年次研究発表会での発表²⁾においては、例えば医療機関及び地域独自の自然・人為災害に対する様々なリスク分析やリソース種別毎の影響緩和策、代替手段確保などの自然科学から人文・社会学に渡る防災研究的視点は地域医療の減災に十分応用されているとは言えない、と指摘している。

他に、防災研究所の施設や資源を有効活用した連携事例として、振動台を用いた医療機器の耐震性評価・分類に関する研究³⁾がある。医療機器の耐震性を評価した過去の研究⁴⁾を参考に、医学部附属病院との連携という強みを生かして現場をリアルに再現する、ということに注力して、実験を実施した。図2に示す新生児集中医療室(NICU)を対象とした保育器の実験では、キャスターを固定した状態でのロッキング時に、保育器内に設置した新生児マネキンに最大8G(Gは重力加速度)に及ぶ加速度が入力されることを確認した。子供を対象とした交通事故実験などのデータは存在するが、低体重で出生した乳幼児にとって、この数字がどれほどの意味を持つのか、は現時点で明らかでない。一連の実験には、特に病院内の医療機器の維持管理および運用を引き受ける臨床工学部門との連携および医療機器メーカーの協力が不可欠であり、災害時の対策について現在も議論を継続している。

これらの連携をさらに深化し持続するために、2019年4月には医学部附属病院と防災研究所が共同で主宰する地域医療BCP連携分野を防災研究所に設置するに至っている。

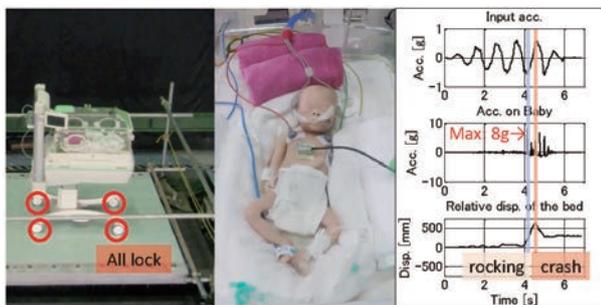


図2 新生児用保育器の振動台実験³⁾

3. 熊本地震における病院避難

京都iMED研究会では、救急医学と耐震工学の複数領域協働の観点から熊本地震における病院避難について、平成28年10月に10病院を対象にヒヤリング調査を

実施した⁵⁾。病院避難の主な理由は、建物耐震性への不安、インフラ(特に水道)の断絶、建物内の貯水槽や配管設備の損傷に分類される。表1に各病院での理由を記号Yで示す。地震前に実施された耐震診断で問題が指摘されていた病院では、耐震性への不安を要因に挙げていた。ただし、地震発生後に時間をおいて実施された被災度の判定では、安全性が確認された施設も多い。また衛生上の理由などから、水の供給が途絶えた場合には、多くの場合に病院避難が選択される。

本震発生後から病院避難を決定するまでにかかった時間を図3に示す。災害に際しての医療継続性の決定は迅速性が求められることが分かる。例えば、建物の応急危険度判定にかかる時間(早くても24時間程度)を考えると、建築構造やライフラインの専門家を待つ余裕はなく、医療関係者が判断を迫られた。医療現場からは病院避難に関する一定のガイドラインや医療関係者でも判断を下せる仕組みを求める声があがっている。建築構造に携わる身としては、“例え専門知識があったとしてもそう簡単に判断できるものではない”、と回答している一方で、構造ヘルスマonitoringに代表される遠隔で意思決定を補助できるシステムなどの導入にも期待している。しかしながら、構造躯体だけでなく非構造部材や機器などへのダメージなども勘案して医療サービスの継続性について意思決定を下すことはそう簡単ではない。

表1 病院避難の決断理由⁵⁾

Primary reasons	Hospital										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Structural safety concern	Y	Y	Y	Y	Y	-	-	-	-	-	
Water shortage	Facility water system	-	Y	Y	-	Y	Y	-	-	Y	-
	Regional water supply	-	-	-	-	-	Y	Y	Y	Y	-
Pre-EQ diagnosis result*	-	P	U	P	-	O	-	-	-	-	

*Note that O indicates that the buildings have no problem, where P indicates that the buildings have problem, and U indicates that the diagnosis had not been completed before the earthquake.

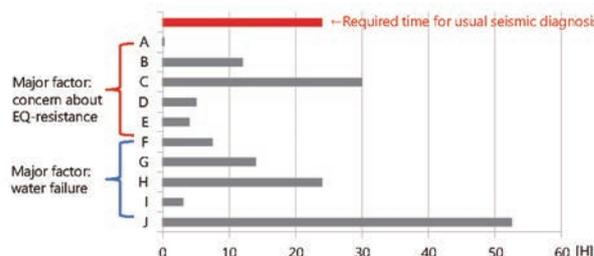


図3 病院避難の意思決定にかかった時間⁵⁾

専門的治療を要する入院患者(血液透析などの臓器不全患者、小児・新生児、周産期医療、精神科等)の安全確保のために地域内外の医療施設への転院搬送も

大きな課題である。ライフラインの途絶や物資不足の中、急増する救急患者のための病床確保が迫られ、被災地域周辺の災害拠点病院においても、診療を制限せざるを得ない。平時において医療サービスの需給が拮抗している地域では、専門性の高い診療科をもつ病院が被災した場合は、府県をまたぐ域外搬送が急増する。

例えば、病院避難に陥った熊本市民病院では、県内最大の総合周産期母子医療センターが全機能を喪失し、熊本県内の早産などのリスクが高い妊産婦や重い疾患を抱える新生児を県外の施設に21名避難させた⁶⁾。全国104カ所あるセンターで機能が失われたのは初めての事例である。搬送された超低出生体重児の体温が33°C台となり、長時間の用手換気を要した。病院に入ったDMATとの調整が困難であった、などが指摘された。また県内の4割弱のNICU病床を有する当院の再開までに、年間約150人を県外に搬送する試算が示されている⁷⁾。

参考までに、東日本大震災での病院被災の分析から医療施設の防災について多くの貴重な提言⁸⁾がなされている。こちらについても、是非参照されたい。

4. 災害医療の共通言語：CSCATTT

大規模事故・災害への対応では、CSCATTTと呼ばれる体系的な対応項目が共通のコンセプトになっている。多数傷病者事故に対する医療対応を教育するための教育コースMIMMS (Major Incident Medical Management and Support) により提唱された概念で、図4に示すようにCSCATTTはそれぞれ、指揮・統制、安全、情報伝達、評価、トリアージ、治療、搬送を意味する。



図4 CSCATTT

以下に、熊本地震の病院避難調査結果をCSCATTTに沿って分析した結果⁹⁾を紹介する。

【抜粋】

指揮・統制の項目では、BCPの考え方に基づき最悪の事態である病院の多数同時避難を想定し、病院個別ではなく二次医療圏単位でのシミュレーションを活用した災害対応計画を提案することが、被災者のみならずDMATのような支援者にとっても、救急医療の供給

維持のためにも必要である。

安全の項目では、発災後超急性期の病院建物安全性評価は病院施設担当者や医療職員、DMATなど建築知識の十分でない者により担われていた。余震が起る中で建物の安全性への患者や職員の不安が増大することが、病院避難の契機になることが示唆された。また重症患者に接続される生命維持装置の耐震性は、未だ詳細に評価されていない。

情報伝達の項目では、災害時にはさまざまな原因により病院職員や学生の安否確認が困難になった。通信量が少なく日常的に使用されているソーシャルネットワークサービス(SNS)のモバイルアプリケーションを改変して使用し、連絡網を整備することが有用であると考えられる。

評価の項目では、病院避難の判断は患者・職員の安全性が担保できない時に現場職員やDMATにより短時間で決断されていた。安全性は建物の耐震性能、ライフライン、地域の被災状況から判断された。安全性に関わるためオーバートリアージを許容した簡潔な病院避難基準が求められている。また病院建物の築年数や事前の耐震診断の有無が患者や職員の不安感に影響するため、耐震診断の徹底やライフラインの補強が求められる。

トリアージ、治療、搬送の項目では、電子カルテが使用できず患者情報が失われることがあり、避難先への診療情報提供書作成に困難が生じていた。電子カルテシステムには停電を想定した、転院に必要な診療情報にアクセスできる検索機能、必要時に印刷・出力できる機能、そして転院情報を事後にカルテにフィードバックできる緊急時システムを整備する必要がある。

【抜粋終】

災害時には医療管理組織体制において項目「CSCA」を確立したうえで、医療支援項目「TTT」の実践が求められる。しかしながら、上記の分析で指摘されている二次医療圏単位でのシミュレーションを活用した災害対応計画がない状態では、首都直下地震や南海トラフ巨大地震においては、CSCA自体がうまく確立できない可能性が高い。また、DMATなどを派遣する際にも安全が確保されるのか、という問題が生じる。

医療従事者や患者の安全確保を念頭に、京大病院の建物に地震計を設置し、建物の損傷度と医療機能の低下度を評価する仕組みについて試験運用を続けている。災害拠点病院は複数の建物からなる大規模複合施設であるため、地震計を設置する建物数を限定的に抑えつつ敷地内全体の被害を推定する手法の開発が望まれる。また建物の応答を正確に計測できたとしても、建物の

状態に関する評価結果には高い不確実性が含まれる。不確実性の高い情報を、医療関係者が多数を占める災害対策本部で効果的に活用してもらうためには、情報伝達の在り方や方法を慎重に検討しなければいけない。災害急性期の混乱の中、地域医療の最後の砦を自負する医療関係者に、病院避難という現実を突きつけることができるか、システムの開発者には相当な覚悟が求められる。

情報伝達の手段については、東日本大震災以降に、医療界で様々な議論がなされ、広域災害・救急医療情報システム (EMIS) が厚生労働省を中心に開発されてきた。EMISは、発災時における医療機関が必要とする支援情報を迅速に収集することを目的の一つとしているが、熊本地震においては操作性の悪さなどが救急医療関係者から指摘されていた。厚生労働省の検討会資料¹⁰⁾によれば、平成30年7月豪雨、台風第21号、平成30年北海道胆振東部地震において、停電や断水により長期にわたりライフラインが途絶した際に必要な情報を十分に把握できず、電話や、DMATや保健所職員等が直接現地に赴き確認するなどの全数調査を余儀なくされた。システムの操作性の悪さ、入力を促すプッシュ型システムとなっていないこと、断水時や停電時の救援派遣に必要な入力情報が不足していること、停電時に固定回線によるインターネットが使えなくなることで、が挙げられている。これらの課題を解決する方法として、EMISの操作性、機能の改善、情報項目の追加や停電時にも対応可能なスマートフォン入力アプリの開発が提案されている。

他に、熊本地震の調査や参加した医療関係のシンポジウムや研修会から学んだ医療界の特徴として、診療科ごとの専門部隊の存在や地域医師会の自治意識の高さ、が挙げられる。例えば、小児周産期医療情報体制としては、日本小児科学会、新生児医療連絡会、日本産科婦人科学会などの連携する小児周産期リエゾンが存在する。被災地域の精神保健医療ニーズの把握、他の保健医療体制との連携、各種関係機関等とのマネジメント、専門性の高い精神科医療の提供と精神保健活動の支援のために、災害派遣精神医療チーム (DPAT: Disaster Psychiatric Assistance Team) が存在する。さらに、二次医療圏ごとの医師会、都道府県・地域災害医療コーディネーター、DMAT、日本赤十字社、などの指揮系統があり、効率よく情報伝達することは非常に難しい状態にある。被災した医師へのヒヤリングでは、研修先や医局などで培った専門医同士の横や縦のつながりが最も効果的であった、という感想も聞かれた。

5. おわりに

医療界に対して外野にいる立場からはなかなか正確な状況が掴めない。京都iMED研究会や新設された地域医療BCP連携分野では、救急医学と耐震工学の複数領域協働の観点から、医療機関の特殊性を理解し災害医療に精通した救急医に、機器管理のプロである臨床工学技士と医療情報の専門家が加わり、耐震工学・構造に詳しい防災・建築工学の研究者らと共同して活動する。二次医療圏での防災・減災対策及び発災直後の医療体制の確保 (CSCA項目) を命題に、京都の地域特性を加味した医療防災モデルの提言を目指したい。

謝辞

本原稿の執筆にあたり、京都iMED研究会のメンバーには多大なご助言をいただいた。謝意を表す。

参考文献

- 1) 災害拠点病院指定要件の一部改正について、医政発0331第33号、厚生労働省医政局、2017.3.31
- 2) 下戸学ほか：地域医療BCP分野の激甚災害に対する取り組みと課題、平成30年度京大防災研研究発表講演会、2019.2.19
- 3) 倉田真宏、人見真由：大震災時の医療サービス継続性評価、京都府臨床工学技士会誌、2018.3
- 4) 独立行政法人防災科学研究所：病院スタッフのための地震対策ハンドブック-あなたの病院機能を守るための身近な対策-、2012.3
- 5) Kurata, M., et al. "Hearing and Analysis of Hospital Evacuation after the 2016 Kumamoto Earthquake," *16th ECEE*, 2018.6.18-21
- 6) 川瀬昭彦：平成28年熊本地震 熊本市市民病院からの報告、第5回 周産期医療体制のあり方に関する検討会、2016.6.30
- 7) "熊本の医療センター機能不全 妊婦・新生児150人県外搬送へ、"産経ニュース (2016.5.5) <https://www.sankei.com/affairs/news/160505/afr1605050010-n1.html> (2019.4.19入手)
- 8) 笈淳夫ほか：病院の震災対策 東日本大震災からの10の提言、The journal of JAHMC / 日本医業経営コンサルタント協会 編、24(3)、pp.5-8、2013.3.
- 9) 下戸学ほか：救急医療と耐震工学とが連携した熊本地震の被害状況調査に基づく医療機関の総合防災対策、平成28年度京大防災研研究発表講演会、2017.2.21
- 10) 広域災害・救急医療情報システム(EMIS)を活用した情報収集体制の強化について、第8回救急・災害医療提供体制等の在り方に関する検討会資料、厚生労働省、2018.9.27



倉田 真宏 (くらたまさひろ)

京都大学卒、米国ジョージア工科大学非常勤講師、米国ミシガン大学研究員、京都大学助教を経て現職、Ph.D.、専門分野：地震に強い建築構造物 (主に鋼構造)、損傷評価法、センシングシステムの開発、など

首都直下地震における産業界の立ち上がり 企業のBCP／DCPの実効性

指田 朝久

●東京海上日動リスクコンサルティング株式会社 主幹研究員

1. はじめに

今後30年間に70%の確率で発生すると予想されている首都直下地震に対して、災害対応では生命の安全確保が第一であるが、経済の早期復旧がなければ地域の復興ができない。企業の業務の継続は企業自身の生き残りに加えて、地域の復興にも不可欠である。そのため、企業は事業継続計画（BCP:Business Continuity Plan）や企業の共助でもある地域継続計画（DCP:District Continuity Plan）等を構築し、経済復興の実効性の確保に努めている。

本稿では、BCPやDCPの概念と具体的な取り組みを紹介するとともに、現状の課題について述べる。

2. 事業継続計画BCP

首都直下地震や南海トラフ大地震の経済被害を軽減するために、内閣府は2005年に企業向けの事業継続ガイドラインを公表した。BCPは生命の安全、二次災害の防止、地域貢献等とともに、企業等の事業や業務を継続するために事前に計画するものである。（図1参照）

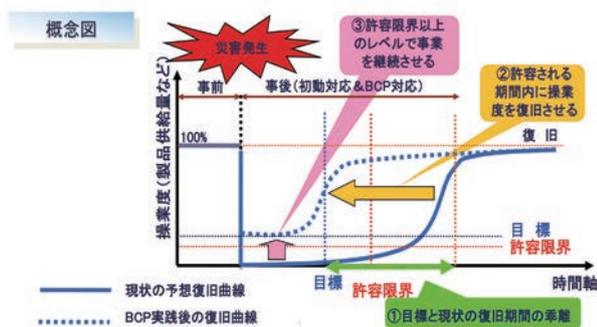


図1 事業継続計画（BCP）の概念図

災害が発生すると被災地の対応に集中しがちであるが、BCPでは非被災地の日常生活を送っているお客様への製品供給やサービスの継続も中心課題であるところに特徴がある。

内閣府事業継続ガイドライン第三版解説書によると、BCPの中核的概念は次の7項目となる¹⁾。

①被災を前提とする：日本の企業は地震防災と密接な形でBCPを発展させてきた経緯がある。BCPは地震

のみならず、風水害、火災、システムダウン、インフルエンザ、取引先・サプライチェーンからの部品供給停止、ストライキ等、様々な原因で結果として製品やサービスの供給の停止となることを前提とする。

②供給責任を果たす：BCPはお客様の需要が変わらないことを前提に、どのように製品やサービスの供給を継続するか、早期に回復するかを目的とする。特に災害では非被災地のお客様への供給の継続が大きな課題となる。一方、被災地の中では救助活動への配慮や、お客様の需要の減少あるいは特需が発生する等様々な事柄を考慮する。

③重要業務の選定と優先順位付け：被災を前提とするため、経営資源である人材、資機材、原材料、ライフライン、運送関係等が不足することから、すべての業務を継続することは不可能である。このため残された経営資源を結集して供給を行う製品やサービスの優先順位付けや重要業務の絞り込みを行う。

④目標管理、目標復旧時間の設定とレベル設定：絞り込んだ重要業務や製品サービスをいつまでにどれくらいの量で供給するかを決定する。

⑤事業継続戦略、代替戦略と早期復旧戦略：BCPの最も重要な概念が代替戦略である。製品やサービスの供給拠点を非被災地へ一時的に代替させる。早期復旧戦略はその場で復旧を急ぐことで、地震防災等の延長で考えやすい。工場が火災で全焼したと想定すると代替拠点が必要であることは容易に理解できる。

⑥資源管理、サプライチェーン管理：BCPでは自社のみならず原材料や部品、梱包材、運輸等の様々な外部取引先が被災した場合の代替策を策定する。同時被災しない複数発注が基本となる。

⑦経済指標の重視：企業は財務諸表が重要である。収入が途絶える、あるいは販売量が減少すれば減収となる。その場合の資金繰りを事前に手当する。

この7項目を理解し、計画を立て、経営環境の変化に追従できるよう、日常業務の中で見直しを繰り返す。また災害発生時に速やかに行動できるよう、経営者から従業員まで訓練や演習を繰り返し実効性を確保する。

3. 代替戦略の例

内閣府の調査によると2018年のBCPの普及率は大企

業で約64%、中堅企業で約32%である。中小企業ではさらに少なく10%程度と言われている。BCPは地震防災と混同されていることも多く、BCPの特徴である代替戦略のいくつかの事例を紹介する。(図2参照)

代替先

- ★自社の工場
- ★お互い様協定
- ★OEM発注先

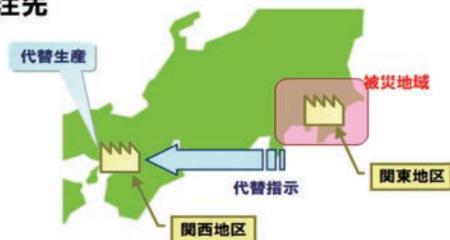


図2 代替生産の対応事例

①製造業：自社工場が地震で被災し復旧に4か月かかることから、海外および他県の系列工場に金型を移設して代替生産を行った。被災した塗装工程を専門企業に代替委託した。日頃のOEM先に全面的に代替生産を委託した。特注品を用いずに汎用品を用いるように設計段階からBCPを構築している。発注先を緊急に切り替えるため代替レシピを常に準備している。代替のサプライチェーンのデータベース管理を行った。

②食品製造業：営業機密の製麺レシピを製麺組合に公開し代替生産を委託した。他県の組合にパンの製造を委託した。

③小売店：駐車場にテントを張り青空店舗とした。停電したのであらかじめ用意しておいた自動車の電源をPOSレジの電源に接続して営業を継続した。店舗が被災したので車両店舗を500台被災地に投入した。

④コールセンター、事務センター：従業員が出勤できないため、他県のセンターに切り替えた。

⑤ソフトウェアハウス：全国の同業他社とコンソーシアムを構築し、パソコンとシステムエンジニアの相互応援体制を構築した。

⑥運輸：全国の同業他社から組合を通じてトラックと運転手の応援を受けた。

⑦金融：情報システムのバックアップセンターを構築している。

4. 地域継続計画DCP

DCPには複数の概念が提案されている²⁾。駅周辺隣組等商業地域の企業やテナントビルオーナーで取り組む帰宅困難者対策を中心とした取り組み³⁾、工業団地等で、共同で安否確認や非常用発電機等を準備する仕

組み⁴⁾、自治体と企業が一緒になって実施する地域の人命安全への取り組み等がある⁵⁾。いずれも人道的な支援を中心とした企業間の取り組みである。

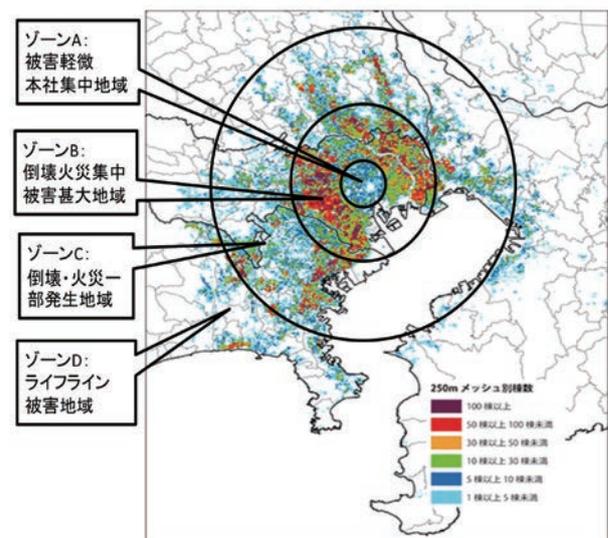
5. 首都直下地震の企業の想定される取り組み

5.1 被災ゾーンの分類と特徴

首都直下地震への対策を検討するための大前提として、2万人を越す死者、700万人を越す避難者、20万棟を越す家屋倒壊、40万棟を越す家屋の全焼という災害の中での経済復興であることを押さえる必要がある⁶⁾。火災は3日間継続し、停電および通信障害、鉄道の運行休止は1週間程度継続、断水は1か月継続する中で企業がどう行動するかを想定する。

想定される首都直下地震の被害状況を企業の日からみると主に同心円の4つのゾーンとなる。(図3参照)

首都直下地震被害想定:4つのエリア



出所:内閣府:首都直下地震の被害想定項目及び手法の概要～人的・物的被害～に加筆

図3 首都直下地震被害想定4つのエリア⁶⁾

①ゾーンA：中心のゾーンAは高層ビルが多く建物倒壊および火災被害は少ない。平日昼の地震であれば帰宅困難者対応が求められるDCPが機能する。役員や幹部が多く存在し、本社機能の代替が求められる。

②ゾーンB：家屋の倒壊と全焼の多発地域であり、ライフラインの被害も大きく避難者対応が優先されるため、その場での企業の早期再開はまず不可能である。

③ゾーンC：家屋の倒壊や火災が一部発生する。ライフラインの停止もある。自社の被害があれば代替戦略を発動する。被害がなくてもゾーンBからの避難者の受け入れ対応が優先されるため、企業活動はかなりの制約を受ける。

④ゾーンD：停電や通信障害、インターネット輻湊といったライフラインの障害の影響を受ける。ただしゾーンBの被災者向け緊急物資の送付を優先させるため、物流を中心に企業活動は影響を受ける。自社被害に加えゾーンB-Cの従業員やその家族の被災およびサプライチェーン企業の被災の影響を受ける。

5.2 企業行動の留意点

個々の企業はそれぞれ立地による周辺の被災状況および自社、顧客企業、サプライチェーンの被災状況、ビジネスモデルそして自社のBCPの精度ごとに対応が様々となるが、ここでは全体を俯瞰する。

5.2.1 本社機能

首都圏の大きな特徴は企業の本社機能が集積していることである。製造業では工場が首都圏以外であっても、受発注システムを含む受発注機能、取引先への支払い、給与支払い、人事、広報（ホームページなどを通じた情報発信機能）等が被災する可能性が高い。代替戦略として本社機能の非被災地への一時移転が求められる。

5.2.2 膨大な被災者対応の考慮

首都圏では膨大な被災者支援が最優先となり、企業の業務の継続は当初優先順位を下げざるを得ない。自社の事務所、拠点が被災することはもとより、電気、水道、通信等のライフラインの停止に加えて、被災者の収容、備蓄物資の供給、追加の水・食糧の配給等、相当量の物流が被災者支援に充てられるため、被災地内での企業の業務は相当な制約を受けることとなる。マンションの住居内の被災や鉄道の停止も免れず、交通規制もあり従業員の出勤も困難である。

5.2.3 発生時間による影響

災害発生時刻が平日昼間か休日夜間かでも初動対応が大きく異なる。平日昼間であれば幹部社員が多く職場にいるため、帰宅困難者対応を行いながら、当面の意思決定を行うこととなる。深刻なのは、休日夜間の災害発生であり、この場合は多くの企業で幹部が本社に集合できず意思決定が大幅に遅れる可能性がある。北海道胆振東部地震や2018年台風21号等で明らかになったように、長時間の停電が発生すると携帯電話や高機能電話が使用できなくなる。そのため、在宅で幹部社員が円滑に意思疎通を図ることが難しい。本社機能の停止を想定し海外や関西等に意思決定機能を代替させる計画を保持している企業はまだ少ない。このため、工場の代替戦略を保有している企業でも、初動体制が遅れ切り替えが円滑にいかない可能性がある。

6. 地域の被災状況を踏まえた復旧活動の選択

自社が被災した場合に一刻も早く現地復旧に取り組むたいという企業の意向は理解できる。しかしながら地域の被災状況と自社の被災状況によって選択肢を切り替える必要がある。

①広域火災等で地域も自社も壊滅状況の場合

人命救助および被災者の避難所への収容や水・食糧の供給が最優先となるため、当面現地において操業の早期再開は困難である。BCPの非被災地での代替戦略があれば発動する。ただし、経営者や従業員および家族の被災も想定されるため、代替拠点での従業員も30%程度の確保となることも想定する。

政府の被害想定等でも、災害発生後に仕事や学業の継続のために、家族がバラバラになることは想定されておらず、その場合の産業への労働投入量に制約が発生するか否かは不確定性が大きい。

②木造密集地帯等で地域が壊滅的であるが、自社の被災状況は一部損害にとどまる場合

事例①と同様に地域の人命救助や避難所への人道的対応が優先される。従業員や家族が被災し確保できない可能性もある。現地での早期復旧を行う場合にこれらへの配慮が求められるため、事前の想定より復旧に時間がかかると想定される。そのためBCPの代替戦略を発動することが必要である。

③地域の被害は軽微であるが、自社の拠点は全壊等の場合

BCPの代替戦略発動の典型事例となる。従業員とその家族への配慮を行いながら非被災地へ拠点を移動し製品やサービスの供給を行う。時期をみて拠点を復旧し一時移動させた拠点を元に戻すこととなる。

④地域も自社も被害が軽微の場合

現場の片付けや資機材の修理を行い早期復旧戦略を適用するが、被災が甚大な地域への救援物資の輸送や復興優先のため、資機材や運送手段が確保できない可能性が高い。また、木造密集地域等被害が甚大な地域から避難してきた人々の支援活動等も必要であり、行政もそちらの対応が優先され、ボランティア等人道的な対応も求められる。

政府は、自社の拠点が壊滅する等大きな被害が発生した場合を前提にBCPの代替戦略を検討するよう促している。被害が軽微であっても甚大な災害の間接的な影響を想定して計画を策定する必要がある。

7. BCPの促進のための課題解決への取り組み

政府の被害想定によると首都直下地震の経済損失は48兆円だが、耐震化と火災対策の推進で35兆円に減

少できるとしている⁷⁾。さらにBCPの推進で30兆円になる。企業と市民の防災の取り組みの寄与が大きく、BCPの貢献度は5兆円となる(補注1)。現在、各企業は自社の生存競争をかけてBCPに取り組んでいるが、サプライチェーンをはじめ業界全体で取り組むことが必要な時期に差し掛かっている。

①中小企業の代替戦略の促進：特に策定率が低い中小企業は自動車や家電等日本の主力産業のサプライチェーンへの影響もあり懸念される。取り組みが進まない一つの要因は代替戦略にある。中小企業の多くは拠点がひとつしかない。そこで中小企業庁等が進めている施策が「お互い様連携」である。ビジネスが競合しない同業他社と相互に代替拠点となる取り組みである。新潟市と横浜市、中国四国地方の各県の商工会等、いくつかの促進の取り組みが進められている⁸⁾。

②大企業のBCPの実効性の確保：大企業では首都直下地震発生時のBCPの発動想定を行い、生産拠点の切り替え、物流、倉庫手配、サプライチェーンの納品先の切り替え、代替発注等の準備を確認する演習の実施を繰り返し、実効性の確保が必要である。

③政府業界団体との協調：首都直下地震では被災人口が莫大となるため、政府や自治体も人道支援に注力することになる。防ぎうる災害関連死を軽減するためには、できるだけ被災地に対応しなければいけない負荷を下げる必要があり、そのためにも産業界は一時的に首都圏以外へ拠点を移動し、首都圏の電気、ガス、水道、通信、運輸量等を軽減させ、人道的対応能力を向上させる必要がある。そのため、首都圏では産業復興への対応が遅れる可能性が高い。産業界は自助努力で事前にかんがりの対応策を検討しておく必要がある。

また、業界団体で復興の調整を行う必要があるケースがあるが、多くの企業が本社機構を首都圏以外に代替する場合、双方の代替先同士のネットワークづくりを事前に整備しておく必要がある。そのため、各企業や業界団体、政府や自治体の窓口との連携を業界全体で代替する仕組みを明確にしておく必要がある。

最後に、企業も政府・自治体も復旧復興の基本的考え方を共有する必要がある。災害直後は人命救助優先である。被災地域では企業は代替戦略を発動し、被災者も企業活動も被災地の負荷を軽減するために地域外へ移動させることが望ましい。理念が共有されていない状況では我勝ちな対応を行うことが想定され、最悪は人命救助に必要な経営資源の取り合いが発生する恐れがある。一方、政府・自治体も人命救助の初期対応に並行して速やかに経済活動への支援の立ち上げが求められる⁹⁾。経済復興の立ち遅れは国際競争力の長期

にわたる低迷を引き起こす懸念も大きい。現状ではBCPの策定は道半ばであり、普及の促進が望まれる。

補注

(1)土木学会によると被災後20年間の経済被害は731兆円にのぼると試算している¹⁰⁾。

参考文献

- 1)内閣府：事業継続ガイドライン第三版、2013
- 2)指田朝久、西川智、丸谷浩明：DCP概念を整理し新たな市町村地域継続計画MCPの提案、地域安全学会梗概集、No.33、pp5-8、2013
- 3)守茂明、水口雅晴：DCP (District Continuity Plan)の提唱—都心オフィス街における地区防災、地下空間シンポジウム論文・報告集、土木学会地下空間研究委員会編pp.181-185、1995
- 4)明海地区防災連絡協議会、2014
- 5)香川県地域継続検討協議会、2012
- 6)内閣府：「首都直下地震の被害想定と対策について」の解説—詳細版—、2013
- 7)中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ：経済被害対策とその効果(首都直下地震の被害想定対策のポイント資料1-1)、2013
- 8)中小企業における事業継続の取組：公益社団法人中小企業研究センター調査研究報告書No131、2017
- 9)指田朝久：BCPと地域経済復旧・復興計画を統合する市町村地域継続計画(MCP)の提案;立教大学21世紀社会デザイン研究科紀要; pp7-20、2018
- 10)土木学会レジリエンス確保に関する技術検討会：「国難」をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書、2018



指田 朝久 (さしだ ともひさ)

東京海上日動リスクコンサルティング株式会社主幹研究員、立教大学21世紀社会デザイン研究科客員教授等を兼務。東京大学工学部卒、京都大学博士(情報学)。気象予報士、情報処理技術者システム監査の資格を持つ。専門は危機管理、BCP、リスクマネジメント。著書に「リスクマネジメントがよ〜くわかる本」等多数

「仮設住宅不足の対応準備」事業提案の背景と概要

佐藤 慶一

●専修大学 教授

1. はじめに

避難行動や帰宅困難などの問題は、多くの人に直接的に、または間接的に影響し、災害直後には大きくクローズアップされる問題であるが、時間の経過とともに、より中長期的な災害対応のフェーズへと移行していくことになる。

災害により従前の住まいに居住することが困難になる人は、新たな住まいが確保できるまで、避難生活や仮住まい生活を余儀なくされることになる。

仮設住宅は、災害直後から対応が必要となるが、被災後の混乱の中での対応は多くの制約を伴うものであり、事前検討や準備工夫の余地があるものである。

本稿は、佐藤(2019)¹⁾5章3節「仮設住宅不足のデータ分析と事業提案」を要約して若干の加筆を行ない、特集の一つとして加えさせていただくものである。

2. 大規模災害時における被災者の住まいの確保策

2016年11月から2017年7月にかけて、内閣府に大規模災害時における被災者の住まいの確保策に関する検討会が行われ、被災者の住まいの確保に関する課題整理などが行われた。

東日本大震災以降本格化した応急借上住宅(みなし仮設)の提供準備、要配慮者向けの対応、自宅修理により住まいを確保する際の支援のあり方、区分所有の集合住宅の課題、当初から本設の建築基準に適合した応急仮設住宅などについて言及がなされ、今後の対応の方向性が示唆された。

同検討会の論点整理(2017年8月公表)を見ると、想定首都直下地震後の応急仮設住宅想定必要戸数は約66~94万戸とされている。

膨大な需要に対する、主要な対応として、応急借上住宅の供与可能戸数約86万戸が想定されており、応急建設住宅の必要戸数は約8万戸以内と推計されている。応急借上住宅の供与可能戸数のうちの程度が実際に利用できるのか、されるのか、は不明である。

賃貸空き家にも地震被害が発生することが予想されるし、家賃条件を考慮すれば利用可能な賃貸空き家の全てがみなし仮設の対象ではない。平均家賃程度を借上の条件とすれば、供与可能数は約半数となる。

想定される需要数が膨大すぎて、その全てに公的な

支援をすることは困難と見受けられ、耐震補強等の被害軽減が望まれると同時に、ファイナンスや避難先の自力確保など、各世帯の備えや準備も欠かせない。

3. 仮設住宅需給量に関する追加的検討

佐藤(2017)²⁾では、2012年の内閣府による首都直下地震の被害想定や、2013年住宅・土地統計調査及び大量のWEB賃貸住宅情報などを用いて、仮設住宅需給量について独自の計算を行った。

計算は、実際の対策主体となる基礎自治体(市区町村)単位で行なった。首都直下地震は火災被害が不確定的で値も大きいため、最小ケースとして夏昼風速3m/s、中間ケースとして冬夕風速3m/s、最大ケースとして冬夕風速8m/sの3通りについて計算を行った。

過去の災害統計を確認した上で、全壊世帯数を住宅喪失世帯と見なして計算した。需要数として利用される全半壊戸数の3割という前提と、全壊世帯数は概ね等しかった。

賃貸空き家についても簡易的な地震被害算定を行い、さらに、市区町村ごとの計算結果に対して、WEBデータにおける市区町村ごとの住宅特性比率を乗じて、利用可能な物件の特性(間取り・家賃)を把握した。

仮設住宅建設候補地データは、各都県の窓口に依頼し任意で提供してもらうか、情報公開請求により入手した。

利用可能な賃貸空き家数と仮設住宅建設可能量の和から、住宅喪失世帯数を差し引いた値を応急住宅過不足数とした。

計算結果は表1の通りで、火災被害が少ない夏昼時の風速3m/sの条件でも、東京都(区部)で応急住宅が約4万戸不足すると算定された。東京都(多摩)で約14万戸余裕があり、区外へ移り仮住まいすることが考えられる。区部全体で集計すると4万世帯のマイナスに留まるが、区ごとに見ると東部(墨田区で-3.0万、足立区で-2.3万等)を中心に12の区で約13万戸の応急住宅が不足することが分かる。

火災被害が増える冬夕方時の風速3m/sの条件では、東京都(区部)で応急住宅が大幅に約46万戸不足すると算定された。周辺3県で約60万戸の余裕があり、都県を跨いだ大量の仮住まいが発生するものと考えられ

る。区ごとに見ると、火災被害の影響により西部(杉並区で-4.9万、世田谷区で-4.5万等)でもマイナスが増え、15の区で約50万戸の応急住宅が不足することが分かる。

火災被害が最大となる冬夕方時の風速8m/sの条件では、東京都(区部)で応急住宅が約64万戸不足すると算定された。周辺4県の余裕分を差し引いても、約22万戸不足するという状態で、東京近郊では収まらず、圏域を跨いだ大量の仮住まいのための疎開を想定せざるを得ない状況であろう。

表1 想定首都直下地震時の仮設住宅過不足量の試算

都道府県	特別区や政令指定都市(一部)	夏昼3m/sの場合の計算過程			3ケースの過不足数		
		住宅喪失世帯数	賃貸住宅空き家数	仮設住宅建設可能戸数	夏昼風3m/s	冬夕風3m/s	冬夕風8m/s
茨城県		800	79,000	18,900	97,100	97,100	97,100
埼玉県		46,900	168,800	32,600	154,600	85,600	35,700
	さいたま市	3,100	30,900	2,700	30,500	25,500	21,600
千葉県	その他	43,800	138,000	29,900	124,100	60,100	14,200
	千葉市	27,700	157,700	45,700	175,700	154,100	130,300
東京都(区部)	その他	6,900	27,700	5,900	26,700	22,400	19,400
	その他	20,800	130,000	39,800	149,000	131,700	110,900
東京都(区部)		414,000	336,200	38,700	-39,100	-460,000	-638,800
(プラス分)		-	-	-	88,700	54,600	44,100
(マイナス分)		-	-	-	-127,900	-514,600	-682,900
	千代田区	2,200	2,700	0	600	400	100
	中央区	5,200	5,300	400	600	100	-800
	港区	5,700	9,200	300	3,700	2,800	1,700
	新宿区	11,500	16,900	800	6,300	1,600	-1,300
	文京区	10,600	6,700	300	-3,700	-9,800	-12,700
	台東区	20,700	5,900	400	-14,400	-19,500	-23,900
	墨田区	38,300	7,800	500	-30,000	-45,000	-54,200
	江東区	22,500	12,700	600	-9,300	-18,600	-24,000
	品川区	21,700	15,000	900	-5,700	-59,600	-73,800
	目黒区	13,400	9,000	600	-3,800	-28,500	-36,000
	大田区	41,500	36,900	3,900	-800	-77,800	-106,000
	世田谷区	22,700	24,800	2,900	5,000	-45,100	-66,300
	渋谷区	10,000	10,300	1,600	1,900	-4,800	-7,800
	中野区	9,200	19,500	400	10,700	-6,600	-12,100
	杉並区	25,900	21,000	4,100	-800	-49,900	-63,800
	豊島区	5,800	20,300	300	14,900	12,200	10,600
	北区	7,900	12,300	1,300	5,600	4,100	2,500
	荒川区	20,400	6,300	300	-13,800	-28,600	-34,900
	板橋区	5,300	20,000	900	15,600	14,300	13,100
	練馬区	8,700	21,200	11,400	23,900	19,000	16,100
	足立区	41,000	16,400	1,200	-23,300	-64,400	-67,700
	葛飾区	27,900	15,200	1,300	-11,500	-31,000	-44,600
	江戸川区	35,800	20,800	4,200	-10,900	-35,500	-52,800
東京都(多摩)		12,600	139,700	14,900	142,100	134,000	129,800
神奈川県		88,100	245,400	71,500	228,800	126,700	27,000
	川崎市	41,100	48,000	9,500	16,500	-27,900	-72,800
	横浜市	29,200	90,800	14,100	75,700	35,800	-400
	その他	17,800	106,500	47,900	136,600	118,900	100,300
合計		590,100	1,126,900	222,300	759,100	137,700	-218,700

冬夕時の風速3m/s条件時の利用可能な賃貸物件の取りと家賃を求め、都県単位(東京は区部と多摩に分割)で集計した結果を図1に示す。

1Rや1K等1室程度のものが半数程度を占めること、家賃7万5千円以下という東京都が東日本大震災時に都内に避難してきた被災者に示した条件は、都区部内で1/4程度だが、多摩や他県では半数以上を占める。

同条件で世帯構成員数が5名以上の場合の家賃10万円という基準の場合、都区部内でも半数程度、多摩や他県では大半の物件が利用可能となる、という結果となった。

上限家賃以下の賃貸物件を仮設住宅と見なして被災

者に提供する方式の場合、家賃の安い郊外部への移住を促すという影響が出るものと考えられる。

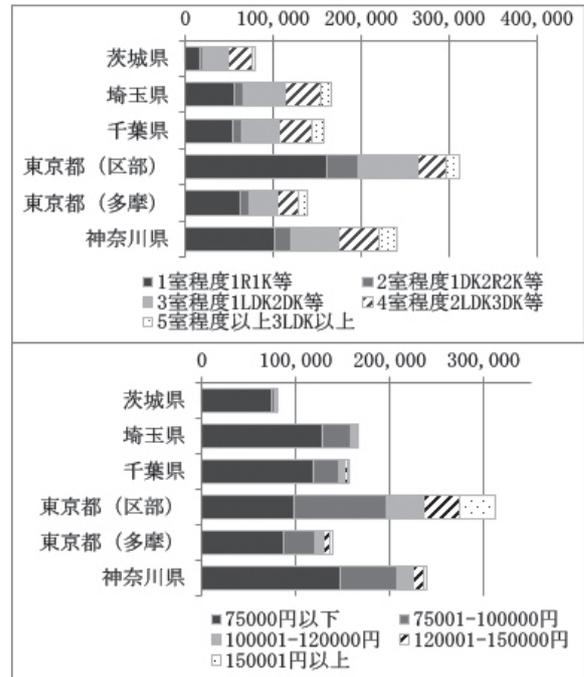


図1 利用可能な賃貸空家の特性(冬夕風3m/s)

4. 「仮設住宅不足への対応準備」事業の提案と採択

上述の推計で仮住まいが大幅に不足する都内の2つの区の一部の住民に、算定結果を提示し意見交換する機会をもった。直後や避難の問題ではなく、中長期的な仮住まいの問題についても意見交換がなされ、借上仮設住宅の家賃上限への疑問や、地域に留まるための自力仮設への意向などが聴かれ、制度や政策につながる議論が生じることを確認できた。

東京都は、平成30年より都内の大学に集積されている知を施策に活用することを目的に「大学研究者による事業提案制度」を導入した。そこで、筆者らは、今後都県や市区町村で実際に対応にあたる担当者や、仮設住宅暮らしをするリスクがある地域住民らと共に、被災地の工夫や課題を学びながら、想定される状況への対応を話し合い、具体的な準備につなげるという事業を提案した。

109件の提案がなされ、7件が採用され、筆者らの提案もそのうちの1件となった(東京都2019)³⁾。2019年度から2ヵ年にわたり、ワークショップや研究会を実施し、都民や事業者へ広く広報したり、具体的な準備策の検討を行ったりする都の事業が実施される予定である(図2参照)。

提案事業の背景を少し紹介したい。ティム・ブラウン『デザイン思考が世界を変える』⁴⁾によると、「デザ

イン思考」とは、装飾的な意味での「デザイン」と区別され、実践的なアイデアを生み出すための戦略的な思考プロセスである。その方法論として、「発散的思考」「人間中心のアプローチ」「プロトタイピング」などが挙げられている。

現場におもむき実際に観察する。人々のすること（しないこと）に目を向け、言うこと（言わないこと）に耳を傾ける。自ら経験してみる。人々の行動を深く観察する中で、ニーズの核心を掴み、それを新しいサービスや製品の開発につなげていく、という姿勢が「デザイン思考」のベースとなっている。

このような「デザイン思考」の取り組みへの具体的な方法として、「ワークショップ」がある。中西紹一氏は著書『ワークショップ』⁵⁾で、「オブザベーション・リサーチ・ワークショップ」という、人々が意識的、無意識的に行なっている事実や新しい行為を拾い出して、潜在的なニーズをすくい取り、アイデアを創出していく、というアプローチを示している。

提案事業では、デザイン思考やオブザベーション・リサーチ・ワークショップの試みを参考にしながら、仮設住宅の量的不足という深刻な社会課題に、多様な工夫や対応策を見出して、市民や事業者への広報・啓蒙（自助・共助）、行政への具体的な対策提言（公助）を試みていくことを狙っている。

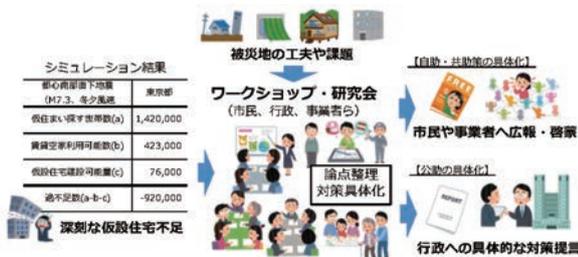


図2 「仮設住宅不足への対応準備」事業提案の概要

5. 「被災地や工夫や課題」の一端

図2の中の「被災地の工夫や課題」という記載は、提案時（2018年9月）には明示的に記載していなかったが、採用後に計画書内容を反映して付け加えたものである。関係者によるワークショップや研究会において、仮想的なシミュレーション結果は1つの参考情報であり、それに加えて、被災地の被災者や関係者らのこれまでの取り組みに学びながら、東京での対応を見出していく作業となる。

1995年阪神・淡路大震災、2004年新潟県中越地震、2007年新潟県中越沖地震、2011年東日本大震災、2016

年熊本地震、2018年西日本豪雨、2018年北海道胆振東部地震と、災害が相次いでいる。

岩佐(2012)『仮設のトリセツ』⁶⁾は、新潟中越地震や中越沖地震などの時のプレハブ仮設住宅団地での活動をきっかけに、東日本大震災後のさらなる工夫や知恵を集めてまとめたもので、「仮設を快適にするプチアイデア」「仮設のお役立ちアイテム」などユニークな内容となっている。過去の被災地の取り組みを次の災害対応に繋げていく試みの1つと言えよう。

プレハブ仮設住宅に限らず、避難生活の長期化、在宅避難、みなし仮設、復興公営住宅、など仮設住宅不足に関連する事項はたくさんある。

例えば、阪神・淡路大震災後のケア付き仮設住宅が統合され宅老所として運営されたグループハウス尼崎、東日本大震災後岩手県釜石市平田地区で整備されたコミュニティケア型仮設住宅、熊本地震で障がい者を受け入れた熊本学園大学震災避難所、北海道胆振東部地震後、個別私有地を町が借り上げた形で提供されたトレーラーハウス型の仮設住宅など、被災地では様々な工夫や経験が蓄積されており、それらに学びながら、対応準備を検討することが求められよう。

視点を国外に広げると、地震災害だけでも、1999年トルコ・コジャエリ地震、1999年台湾・集集大地震、2004年スマトラ島沖地震、2008年四川大地震、2009年イタリア・ラクイラ地震、2011年ニュージーランド・カンタベリー地震、2016年イタリア中部地震など、相次いでいる。

2017年夏に、カンタベリー地震後のクライストチャーチを訪ねる機会があった。市東部の液状化被害が甚大で、政府は被害区分判定を行い、再液状化のリスクが高い地区をレッドゾーンとして指定し、土地や住宅を買い上げて、被災者の安全な地区への移住を促した。

大谷(2014)⁷⁾によると、「ほとんどの被災者は親戚などを頼って一般住居に住むか、半壊した家に住み続けている」そうで、仮設住宅は少ないものの4か所の公園に124世帯分建設されていた。

レンジャーズ公園の仮設住宅40世帯分について経費1250万NZドル（土地代込み）との情報があり、80円/NZDとして計算すると、戸当たり2500万円程度を要していることになる。

仮設住宅として利用が終了すると、通常の住宅として販売される計画で、レンジャーズ公園の仮設住宅を視察に行くと日本の仮設住宅とは様相が異なり、東京の平均的な戸建て住宅よりも環境の良い本格的な住宅と見受けられた。

液状化していない公園を宅地として使い、液状化した宅地を公園に転換するというダイナミックな土地利用計画や、本設住宅を早期建設して仮設住宅として利用後は販売する計画など、わが国とは異なる対応であるが、参考情報の1つとして利用できよう。



図3 カンタベリー地震後のレッドゾーン／仮設住宅

2019年春に、イタリアの政府機関Protezione Civile (wikipediaでは国家市民保護局と訳されている)を訪ね、ラクイラ地震、イタリア中部地震被災地を回る機会を得た。

イタリア中部地震の震源近くノルチャという町の仮設住宅や仮設店舗の様子を視察すると、そのデザイン性や間取り、家具や収納などの設えのクオリティに驚かされた。

被災地には中世からの伝統建築が多く、その修復を行うことから復興には多大な時間を要するため、仮設住宅も10年くらい居住することを前提に設計や供給がなされているように見受けられた。

住宅施設だけでなく、商業施設や医療施設など生活に必要な機能も多数供給されており、日本では先駆的な釜石市平田地区のコミュニティケア型仮設住宅的なアプローチが、標準的なものとして展開されていた。



図4 イタリア中部地震後の仮設住宅／店舗

国家市民保護局閣僚会議議長のCoduto氏へのヒアリングによると、ほとんど全ての自治体で仮設住宅の詳細な仕様について災害前に公示しており、地元の建設業者なども被災前から対応を検討できる、という準備がなされていた。

「Protezione Civile」という言葉は、「市民生活や地域社会、歴史的建造物やまちの雰囲気までを含めた地域文化を保障する」という基本的理念であり、防災はそ

のための手段である、というような説明を受けた。

仮設住宅や仮設市街地の供給方法といった点だけでなく、そもそも防災や災害対応の目的とは何か、生命を守ることに加えて、市民生活や地域社会の保障などというような高次元な理念をどう捉えていくかなど、根源的な問いを投げかけられたように感じた。

「仮設住宅不足への対応準備」事業は、〇〇戸足りない！という言い方に終わり、ひたすら住宅を建てるのではいけない(大月2017⁸⁾, pp.148を参照)。リスクから目を背けずに、被災地の工夫や知恵、都民や関係者の考えをベースに、いまできる準備や工夫を具体的に創造していくことに繋げていければと希望している。

参考文献

- 1) 佐藤慶一：政策情報論、共立出版、2019.
- 2) 佐藤慶一：想定首都直下地震後の応急居住広域化の可能性と政策的検討、地域安全学会論文集No.31、2017.
- 3) 東京都：平成30年度事業提案制度感謝状贈呈式、都政レポート2019年2月20日。
<http://www.koho.metro.tokyo.jp/diary/report/2019/02/20/01.html>, (参照2019-04-20).
- 4) ティム・ブラウン：デザイン思考が世界を変える、早川書房、2010.
- 5) 中西紹一：ワークショップ-偶然をデザインする技術、宣伝会議、2006.
- 6) 岩佐明彦：仮設のトリセツ、主婦の友社、2012.
- 7) 大谷順子：カンタベリー地震の事例に見るニュージーランドの地震保険と被災地住宅の現状分析、日本災害復興学会論文集No.6、2014.
- 8) 大月敏雄：町を住みこなす、岩波新書、2017.



佐藤 慶一(さとう けいいち)

1978年生まれ。慶應義塾大学環境情報学部卒、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科後期博士課程修了、博士(政策・メディア)。東京工業大学都市地震工学研究センター研究員、東京大学社会科学研究所助教、准教授を経て現職。

首都直下地震シリーズのまとめに代えて

平田 京子

●会誌編集委員会 委員長 (2018年度) / 日本女子大学住居学科 教授

1. はじめに

本会会誌では、2018年10月号から2019年6月号まで、地震工学界の第一線を走る専門家の力を結集して、3号連続の企画「首都直下地震」シリーズがまとめられた。企画段階では編集委員のさまざまなアイデアが出され、多くの時間を費やして、首都直下地震への対応に対する意見が交わされた。その結果、シリーズは「1. 何が起きるのか」、「2. 被害をどう把握するのか」、「3. 被害にどう対応できるのか」というテーマに集約された。シリーズ終結に当たり、そのまとめを編集長がせよという難題が出されたところである。

元号は平成から令和へと変わったばかりで、4月には平成31年間を振り返る特集が雑誌やテレビなど、さまざまなメディアで組まれていた。

シリーズ開始の2018年だけを見ても、2018年6月18日の大阪府北部の地震、2018年9月6日の平成30年北海道胆振東部地震、これに加えて平成30年7月豪雨、いわゆる西日本豪雨が続く、国民の自然災害に対する不安感はぬぐいきれない状態が続いている。またこれらの災害によって多くの新しい課題が突き付けられた。ブロック塀倒壊により子どもの命が失われたことへの社会の悲嘆は大きく、またブラックアウト、バックウォーター現象など、ニュースでさまざまな専門用語がとりあげられた。

2. 首都直下地震シリーズの意図するところ

これから日本地震工学会で多くの研究・調査活動が実施され、予防、想定、被害把握、多様な面から活発に報告され続けるために、首都直下地震シリーズでは、被害規模と課題を詳述した上で、社会との接点を探ることに注力してきている。

2018年6月7日には土木学会から南海トラフ巨大地震が発生した場合、地震発生から20年間の経済的な被害が、最悪で1410兆円に達するとの推計結果が発表された¹⁾。また首都直下地震についても直接被害が約47兆円、経済被害が731兆円との推計結果が発表された。これを国の予算と比較してみよう。時事通信の2017年12月の記事によれば、国の基本的な予算規模を示す一般会計総額は97兆7128億円で、6年連続で過去最大を更新している²⁾。約98兆円が毎年の政府予算とすると、

首都直下地震はたった数分の揺れだが、約8年分の政府予算を奪い去る計算になる。

密集した世界有数の巨大都市での自然災害は国家を左右するほどの被害をもたらすことがわかりいただけるだろう。このダメージをわれわれはすぐに取り戻せるのだろうか。また首都圏の工業・商業・農業や生活などが機能をいったん停止すれば、日本だけにとどまらず、世界にもかなりの影響を与えることになる。特にこれまで日本が担ってきた経済・貿易活動は、新興勢力に譲り渡さざるを得ないかもしれない。

また一人一人の被災者はそこから長い長い苦闘が始まる。個人の「心の復興」を浮かび上がらせる復興曲線を見ても³⁾、大地震後の喪失と絶望、心身の不調、再建に向けた努力、助け合いなど紆余曲折があり、10年ほどかかってようやく復興感を感じる人もいる。

3. 首都直下地震シリーズの各号のポイント

まずシリーズ最初では、首都直下地震の被害想定を中心に、首都直下地震で「何が起こるのか」を把握し、歴史的に振り返った。

具体的には、首都直下地震の被害の全体像、首都直下地震の歴史、火災における人的被害、住まい・高層ビルに関する被害、地盤被害、経済被害に焦点を絞り、首都直下地震が発生した場合に、何が起こるのかを分かりやすく報告してもらった。冷静な語り口ながらインパクトは大きく、課題の巨大さが身に迫ってくる臨場感あふれる原稿であった。関東大震災発生後の甚大な被害から昭和の金融恐慌へとつながり、暗い時代に入ってしまった日本。過去の惨禍を二度と繰り返さぬよう、執筆者各氏が述べる最新情報をぜひ学んでほしい。

シリーズ2号目では、被害状況の迅速な把握に向けて、いくつかの局面から寄稿してもらった。迅速に被害把握、復旧するために府省庁・関係機関が連携し情報を共有するシステムについて、SIP4Dシステムなどを取り上げた。また東日本大震災では、ツイッター等のSNS上の有用な災害関連情報を迅速に分析し、被災者、復旧・救援活動者に対して有用な情報を提供するDISAANAが紹介された。

また被害状況把握のための新しい技術、ドローン(小型無人機)を中心に概括した。鉄道、道路、電力関連

設備などの復旧・復興に欠かせないインフラについては、電力関連設備技術と鉄道を取り上げた。被害情報を収集する立場として、東京都、東京消防庁、政府の情報収集体制がどのようになっているかを編集委員が取材、限られたページ数の中で概観した。

ここでは政府レベルでの情報共有化、インフラの情報収集力の最先端が語られたが、ネットやSNSなどに表される情報をデマ等にまどわされず正確に把握し、自ら情報をもとに、行動することができる市民、そして協働できる人が一人でも増えてほしいことについて、編集委員の意見が多々出された。そこで市民あるいは市町村などの現場に近い立場での情報収集スキルと行動にまで光を当てたかったのだが、そこは残念ながら今後の宿題となった。

最後の3号目となる本号では、大規模な地震被害に対する一般市民の対応はいかなるものかについて、専門家集団である本会会員諸氏に情報提供し、首都直下地震に立ち向かうためのヒントを提示することを目指している。キーワードは、市民や地域での自助・共助、対応・対策、市民目線という3つである。発災直後の避難行動、帰宅困難、避難所設置、災害時救急医療における対応から、平時への復旧を目指す企業の試み、次の災害に備える教育・啓発活動まで、一般市民が遭遇するであろう震災対応における問題点や課題を時系列に沿って整理している。市民こそ、これからの防災の主役である。そして共助・連携がキーになる。行政の公助に依存することなく、共助で立ち上がっていくシステムを生み出す試みが今こそ求められている。

日本は土木・建築を始めとして復興力の高さで立ち上がってきた国である。それは国民と組織の高い技術・勤勉な態度で成し遂げられたものである。地震後には被災者同士が励まし合い、住民が参画する復興が欠かせない。たとえば稲むらの火で知られる浜口梧陵は、和歌山県広川町で被災住民の復興を支えるために、被災した住民に雇用を提供、住民に参加してもらう形でこれからの津波に備える堤防を築いた(写真)。

地震で被災した住民は、罹災証明などの手続き、失業、子どもの転校、仮設住宅・復興住宅、人口流出、地域コミュニティの復興、心のダメージなどたくさんの課題にさらされる。家族と住まいを失った人々は、もっと過酷な運命を克服しなければならない。特に「なりわい」、「生活」、「人々の交流」を取り戻すまでの被災者の喪失と絶望の時期、復興でのいろいろな心の動きなどを特集では書ききれなかったが、長い期間、被災者を見守る必要があることを付記しておきたい。



写真 「稲むらの火」の浜口梧陵が私財を投じて被災住民が建設した和歌山県広川町の堤防。被災した住民の失業対策でもあり、住民参画型事業でもあった

4. おわりに

復興の力を見せるには、事前の対策と市民との協働が欠かせない。市民の命と財産をいかに守るか、今からの取り組みが求められている。

5. 謝辞

きら星のような豪華執筆陣に寄稿していただき、本シリーズは幸せ者であった。先駆者の解説を通して伝わってくる思いに、われわれ地震工学に関わる実務者、研究者は、どのように応えられるだろうか。会員諸氏が本特集を契機に再考し、それぞれの専門分野でさらに加速して取り組んでいただけたら幸いである。

- 1)日本経済新聞：南海トラフ被害、20年間で最悪1410兆円 土木学会が推計、<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO31520580X00C18A6000000/>、2018.6.7
- 2)時事通信：【図解・行政】2018年度予算案・2018年度予算案の構成(2017年12月)、https://www.jiji.com/jc/graphics?p=ve_pol_yosanzaisei20171222j-02-w680、(2019年4月7日閲覧)
- 3)NHK「追跡! A to Z」取材班：震災から15年、見過ごされてきた「心の復興」。働き盛りの被災者を突如襲う「復興感の二番底」 — 「復興曲線」が語る新事実、ダイヤモンドオンライン、<https://diamond.jp/articles/-/3270>、2010.1.22



平田 京子(ひらた きょうこ)

1990年 日本女子大学大学院修士、日本女子大学家政学部住居学科教授、博士(学術)、専門分野は市民防災、避難所運営、被災者の生活復興、リスクコミュニケーション

「君子危うきに近寄らず」

A wise man keeps away from danger

和田 章

●東京工業大学 名誉教授

1. 教養と常識

我々には教養「Liberal Arts」が必要である。数学、物理や化学も教養であるが、これを超える大きな哲学である。子供の頃から科学少年と言われ、確かに算数や理科の成績だけは良く、小学校6年のときには担任の先生の代わりに算数の試験問題を作ったこともある。しかし、Liberal Artsを身につけてきたとは思えない。

Liberal Artsの原点はギリシャ時代にさかのぼり、当時は「正式な市民」と「奴隷」がいて、前者は自由人(liberal)と呼ばれ哲学を身に付けるべきとされていたようだ。市民が議論して社会の進むべき方向を決め、これに従って奴隷が作業をする時代だった。21世紀の日本は民主主義であり、国民は秩序ある仕組みの中で責任と義務を果たす前提で、全員が平等の権利と自由を持っている。国民を「決める人たち」と「従う人たち」に分けてはいない。

ただ、ここで経済至上主義の行き過ぎが気になる。効率良く利益を生むことが善であるという考えであり、法律に「してはならない」と書かれていないことは何でも自由にして良いという思想である。問題が起こるたびに、法律やルールが増えていく。

「X-Yの平面上に、下に凸な放物線とこれを斜めによぎる直線があり、この曲線と直線の上部の共通部分で最もYの値が小さくなる時のXを求めよ」などの問題には、我々は即座に答えを出すことができる。このような数学や物理の法則を使って、社会にある多くの課題の最も効率の良い答えを求めることは難しくない。しかし、以前には気付かなかった重要な条件のちになって見つかり、もう一本の直線が追加されることがある。この直線の位置によるが、以前のミニマムYとXのセットは、新しい条件を満たさないことがある。法律や規則、設計式、自然の猛威の強さなど、与えられる条件を満足させることのみを目的にして、効率を追求する方法には危険性がある。技術者は、既存のルールだけでなく、想像力を働かせ、先々のことを自分の力で考えて対処する必要がある。

この人間の間違った行動は、戦後の公害問題にはっきり顕れた。多くの工場は利益を求めて不要なガスや液体を何も処理せずに、煙突から空へ、排水溝から川や海に流していた。そして、20世紀には多くの公害問

題が起きた。人々や企業は大きく反省し、今では周辺環境を守ることの重要性が理解され、地球環境までを考えるようになった。地球温暖化の問題は大きく残っているが、日本の空や川はきれいになってきた。

阪神・淡路大震災、東日本大震災、熊本地震、北海道胆振東部地震を経験して、多くの研究者、技術者、行政の人達が地震災害の軽減のために努力している^{1), 2)}。しかし、経済至上主義の持つ危険性を論じる人は少なく、太平洋岸に多くの産業と人口を集める日本のグランドデザインを批判する人も少ない。地方の過疎化をそのままにして、大都市に人々や富を集中させ、社会をますます危険な方向に導いている。関係者全員が善いことをしていると思って、独立的に頑張っていることがなおさら大問題である。明治以降の150年の努力の成果は、必ずしも世界に自慢できるものではない。

このようにして、都市計画、土木工学、建築学、地震工学に関わりこれらの開発を進め、全体として危険性を増やしている人たちが多くいる。一方で、同じ人たちが防災減災対策が重要だと叫んでいる。人々の欲望を満たすことを優先して、抑制を忘れた行動を続け、これを追うように防災・減災対策を進めているが、後者は前者を上回ることはなく、次にはますます深刻な震災が起こりうる。

我々エンジニアは、ギリシャ時代の奴隷と同じではない。経済至上主義の行き過ぎから生まれる間違えた方向に従順に従う必要もない。我々、地震工学に関わる人々には「社会が危うきに近づいている」と感じたら、これを指摘し、より良い方向に軌道修正する義務がある。「枝先に行かねば熟柿は食べぬ」と言われ、挑戦や開発の重要性を主張する人々が多いが、防災・減災の観点から、現状の日本の行動を見ると、欲に駆られて熟柿を取る前に、大地震が起きて社会を支える枝が折れてしまうように感じる。

2011年3月の東日本大震災の津波による悲惨な災害、原子力発電所の爆発を受けて、日本の進む方向に疑問を感じた。抑制を忘れ、欲望のままに進む社会への警告の気持ちで、日本学術会議提言「大震災の起きない都市を目指して」を纏め、2017年8月に公表した。



東日本大震災 帰宅難民に避難所として提供された青山学院記念館 (提供)朝日新聞社

自然現象をすべて人間の力で抑えることは不可能であるから震災後の対策も必要である。しかし、大地震時の人々の安全確保に加え、地震後の人々の生活や社会の活動の低下を防ぎ、維持するためには、ハードの対策とソフトの対策を組み合わせた事前の根本的な対策を着実に進めることが必要である。

2. 提言

(1) 最新の科学的知見にもとづき、想像力を広げた熟考

発生頻度は低いが大規模な被害を及ぼす地震を対象に、津波・高潮・火災・豪雨などとの複合災害も含め、最新の科学的知見にもとづき想像力を広げて熟考し、可能性のある事象を想定して大震災の起きない都市の構築を目指すべきである。さらに、これらの想定は完全とは言えず、自然への畏怖の念を忘れず、繰り返して見直すことが重要である。

(2) 居住、活動のための適地の選択

人々の居住、活動の場所は、地域における地震動の増幅性や過去の災害履歴などを踏まえて災害脆弱性を正しく認識し、より安全な場所を選択すべきであり、被災ポテンシャルの高い地域から低い地域へと居住地・活動域を移すことも考えるべきである。

(3) 都市地震係数の採用

大震災発生時の社会的影響度が高いわが国の大きな都市では、建物やインフラの耐震性を他の一般地域のものより高めるために「都市地震係数」を導入すべきである³⁾。

(4) 土木構造物・建築物の耐震性確保策の推進

現存する耐震性の劣る土木構造物・ライフライン・建築物・古い木造住宅などの耐震性の向上を図るべきである。新築でも特に木造住宅については、個々の設計・施工に最新の知識が生かされる確かな仕組みをつくる必要がある⁴⁾。

(5) 人口集中、機能集中の緩和

災害リスクの分散により日本の持続可能性を高めるとともに、東京一極集中による過密の不経済や地方の活性化に対処していくために、大きな都市への過度な人口集中・機能集中を是正するための国土計画をたて、これを実現していくべきである。

(6) 留まれる社会、逃げ込めるまちの構築

地盤・構造物の耐震化対策を進め、災害時に建物の中に留まることができ、人々が生き続けられるまちを構築すべきである。このようなまちはすぐには構築できないが、救命・緊急輸送道路や避難場所を確保し、命を守るライフラインを災害時に確保することも含め、平常時から整備を進める必要がある。

(7) 情報通信技術の強靱化と有効な利活用

通信・情報システムを災害時に発信規制を起こさず有効に機能させるために、通信容量の拡大、バッテリーの長時間化、機器の平常時の利用が連続して被災時にも利用可能とするなど、非常時の対応力を強化するとともに、データ処理技術を進展させ、災害発生直後の迅速な対処のための準備を進めるべきである。

(8) 大地震後への準備と行動

震災時の社会経済的な損失軽減を目的とした自助・共助・公助による対策を実効あるものにするために、地域特性に即した防災教育を学校や社会に取り入れ、公的な主体と民間企業、地域住民が平時から適切な協力関係を確立できるような活動を行うべきである。このとき、震災を知らず言葉も通じにくい外国人への準備と対応も必要である。

(9) 耐震構造の進展と適用

わが国の耐震技術をさらに進展させつつ、これを適切に適用するとともに、従来の設計では想定していなかった事象に対しても、構造物あるいはそれを含む全体システムが破滅的な状況に陥らないような方法と仕組の研究開発と実用化を進めるべきである⁴⁾。

(10) 国内外の震災から学ぶ、国際協力、知見や行動の共有

都市の構成、構造物のつくり方、交通網や通信網の構築など、世界各国に共通点のある防災に関する知見を活かして、国内外の災害を無くす努力を続けるべきである。

(11) 専門を超える視野を持って行動する努力

都市の防災・減災対策に向け、理工系だけでなく、人文・社会・経済・医療なども含めた多くの分野が、それぞれの専門分野の枠をこえて総合的かつ持続的に取り組むべきである。またこのために、異なる分野間の平常時における情報共有や交流を活発化させるべきである⁵⁾。

3. まとめ

「大震災の起きない都市を目指して」と題する提言の要旨を紹介した。自助として個人・家族・学校、共助としてまちの人々・学校・企業、公助として市町村・都道府県・国には、大震災を起こさない都市を目指して、震災を軽減するための具体的な取り組みを弛まらず続けて戴きたい。基本的に重要なことは、大地震の発

生時に特別なことをしようとするのではなく、平常時の生活や社会の活動が発災後も極力連続的に動くことを目指して、日々努力して安全で安心なより良い社会を構築することである。

参考文献

- 1) 中央防災会議 首都直下地震対策検討ワーキンググループ：首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）、2013.12
- 2) 東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会：三十学会・共同声明 国土・防災・減災政策の見直しに向けて－巨大災害から生命と国土を守るために－、2012.5.10
- 3) 上海市地震局：「上海市防震减灾“十二五”规划」（上海市地震减灾第12次5カ年計画）中国では耐震設計に用いる地震力を烈度として表している。理学的には、北京は烈度7、上海は烈度6であるが、都市への集中、都市の重要性を考慮して、北京を烈度8、上海を烈度7としている。日本では、この考え方は用いられていない。
- 4) 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修：「官庁施設の基本的性能基準および同解説 平成18年版」、2006.12
- 5) 日本学術協力財団発行：学術の動向 特集 防災学術連携体の設立と取組、2016.11

この提言「大震災の起きない都市を目指して」は日本学術会議土木工学・建築学委員会 大地震に対する大都市の防災・減災分科会の活動を経てまとめた。

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t249-1.pdf>

執筆者：和田 章、東畑郁生、田村和夫、浅岡 顕、沖村 孝、小野徹郎、高橋良和、中埜良昭、福井秀夫、南 一誠、山本佳世子

執筆協力者：磯部雅彦、小松利光、吉野 博、米田雅子、依田照彦



和田 章(わだ あきら)

1968年東京工業大学卒、工学博士、日建設計を経て、東京工業大学助教授・教授・名誉教授、日本地震工学会名誉会員、専門分野：建築構造学、地震工学

日本地震工学会シンポジウム報告 「現代都市の複合システムにおける性能設計と耐震性能評価」

境 茂樹 / 宮腰 淳一
●(株)安藤・間 ●清水建設(株)

1. シンポジウムのねらいと概要

日本地震工学会事業企画委員会では、2019年3月4日に、工学院大学アーバンテックホール(東京都新宿区)でシンポジウム「現代都市の複合システムにおける性能設計と耐震性能評価」を開催し、会員・非会員あわせて約80人が参加した。本シンポジウムは、地震に対する複合システムに着目し、既往の被災経験等も踏まえながら、システム全体としての真の弱点や耐震性能に関する課題を共有し、複合システムにおける性能設計や個々の耐震性能評価とシステム全体の耐震性能評価について議論することを目的として企画した。シンポジウムでは、趣旨説明のあと、基調講演と5題の話題提供をいただき、その内容を踏まえた総合討論を行った。本稿では、シンポジウムでの基調講演、話題提供、総合討論を中心に要旨を報告する。



写真1 会場の様子

2. 基調講演

高田毅士氏(東京大学大学院工学系研究科教授)より「都市システムの耐震性能確保の基本」と題して基調講演が行われた。まず、これまでの地震被害の特徴を整理し、「防災」から「減災」へのパラダイムシフトが重要であるが、災害をどこまで減らすのかという議論が十分ではないと指摘した。過去に比べて現在の社会システムは多機能かつ複雑であるため、災害に対して分野横断的なアプローチが必要で、そのためのリスクマネジメントが必須であるとした。とくに、都市システムに要求される基本性能として、人命確保、社会

インフラ保全、経済活動性維持の3つを挙げ、それらの性能確保の重要性を指摘した。併せて、日本地震工学会の研究委員会での活動内容も紹介した。最後に、まとめとして、総合討論への問題提起が行われた。

3. 話題提供

最初に、梶谷義雄氏(香川大学創造工学部教授)より「北海道胆振東部地震による火力発電所の被害とその波及影響からの示唆」と題した話題提供があった。この地震による施設被害と停電などの影響については、これまで様々な機関で多くの議論が行われてきており、その原因のかなりの部分は明らかになってきているとして、その概要が詳細に解説された。また、それらを踏まえた課題と対策も整理されていることが紹介された。最後に、今後重要な項目として、地震によるシステム被災影響シミュレーションの高度化と、停電を前提とした事業継続計画策定といった社会経済のレジリエンスの向上が挙げられた。

つぎに、中島由貴氏(国土技術政策総合研究所空港新技術研究官)より「信頼性理論による空港全体の耐震性能評価」と題した話題提供があった。東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)での仙台空港全体の復旧過程や、2018年台風21号による関西国際空港の被害状況などの事例を紹介しながら、地震に強い空港のあり方について解説された。空港は、運営・施設やアクセス道路の管理・海上利用など様々な機関による複雑なシステムで構成されている。そのため、空港は「施設」ではなく「都市」であるとの認識で自然災害対策を考えることが重要であると指摘した。より具体的には、「できること」と「できないこと」を明確にし、ヒト・モノ・カネ・ジカンの最適化を図ることが必要であると指摘した。

また、能島暢呂氏(岐阜大学工学部教授)より「地震時システム遮断における安全性・機能性のトレードオフ」と題した話題提供があった。まず、東日本大震災におけるJR東日本の運休を例に、その原因分析について紹介された。つぎに、東日本大震災、熊本地震、大阪府北部の地震、北海道胆振東部地震の4つの地震による、高速道路の通行止めおよび都市ガスの停止状況に関する事例分析が紹介された。これらの事例分析よ

り、システム遮断の基準値が現状では安全側の設定になっていることが考えられ、システムとしてバランスのとれた耐震性向上と併せた基準値の適切な設定と、地震動モニタリングを活用した適切な運用が重要であると指摘した。

さらに、久田嘉章氏（工学院大学教授）より「巨大都市・中心市街地で想定される震災と新宿駅周辺地域における取り組み」と題した話題提供があった。まず、米国の耐震設計法は、確率論をベースに定期的更新があり、最新の地震調査研究の成果や社会的要望を反映できるようになっていることを紹介し、こうした考え方が我が国でも今後重要になることを指摘した。また、阪神・淡路大震災や東日本大震災などの想定外の自然災害に対しては、ハード対策よりもソフト対策が重要であることを指摘した。最後に、ソフト対策の事例として、新宿駅周辺地域における共助による震災対策を紹介した。

最後に、佐藤尚次氏（中央大学理工学部教授）より「信頼性設計法に基づく土木構造物の性能照査」と題した話題提供があった。前半では、この性能照査方法のガイドラインの概要が説明された。ただし、このガイドラインは構造物「単体」を対象としたものであった。そのため、後半では、東京湾周辺の港湾をシステムとして捉えた場合の信頼性解析の適用事例が紹介された。港湾など複数の土木構造物全体を通して、目標性能水準を設定することは難しく、本シンポジウムも含めて様々な場面での議論を踏まえて決めていく必要があると指摘した。

4. 総合討論

中村孝明氏（篠塚研究所取締役）をコーディネータとし、基調講演および話題提供して頂いた方々をパネラーとした総合討論を行った。そこでは、コーディネータからの質問にパネラーが答える形式と、会場からの質問に答える形式の2段階で行われた。前者では、①施設によって設計基準・指針が細分化され地震荷重が異なることをどのように考えればよいか、②地震対策は設計で対応するのか、防災・減災などのソフト対策で対応するのか、③信頼性設計法や損傷確率で設計するのはいつの時期になるのか、などの質問に対して議論を行った。会場からは、都市になるほど人間に依存するため、対策のためのトレーニングをするのが難しくなるが、どのようにすればよいか、などの質問があった。これらの質問による回答および議論から、都市システムの性能確保についての課題の共通認識がある程度はできたと考えられる。しかし、討論の時間が

不足し、今後に向けての課題の絞り込みと、その解決に向けた議論が十分にできなかった。この点については、もう一度議論できる場をつくりたいと考えている。なお、アンケートの回収と同時に追加の質問があり、シンポジウム終了後もパネラーの間でその回答のための議論を行ったことを追記しておく。



写真2 総合討論の様子



写真3 総合討論の様子

5. まとめ

最後に、鳥井信吾氏（日本地震工学会副会長・日建設計）より、シンポジウム全体のまとめが述べられた。現在、建築の分野で性能設計を広めている最中であるが、建物が安全でもインフラが停止するなどの課題がある。これらを解決するために、日本地震工学会の活動を通じて一緒に考えていきたいと締めくくった。

強震動評価のための深部地盤モデル化手法の検証に関わる研究委員会

松島 信一

●委員長／京都大学防災研究所 教授

1. はじめに

「強震動評価のための深部地盤モデル化手法の検証に関わる研究委員会」(以下、本委員会)は2017年度に日本地震工学会に設置された。本委員会の概要と2018年度の活動について報告する。

2. 本委員会の概要

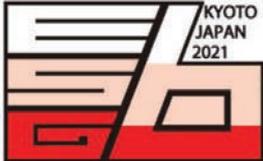
本委員会は、2016年度まで設置されていた「強震動評価のための表層地盤モデル化手法研究委員会」を引き継ぐ形で、2年間の予定で設置された。表層地盤のモデル化手法を考慮しつつ、これまで培われてきた深部地盤構造のモデル化手法を検証し、最適化につなげるための方法論について検討することを目的としている。すなわち、同定精度、減衰(Q値)、モデル化手法の違いによる深部地盤構造および得られる強震動のばらつきなどを評価し、強震動の予測・評価に資する情報を提供することを目的としている。本委員会は21名の委員で構成され、所属の内訳は、大学6名、国立研究所等5名、民間企業10名である。

3. 本委員会の活動

2018年度は4回の研究委員会を開催し、深部地盤構造のモデル化手法について検証し、最適化につなげるための検証方法について検討を行うほか、同一地点における深部地盤構造のモデル化手法の比較検討を行うために、熊本市において合同観測を行った。また、

異なるモデル化手法により同定される深部地盤構造モデル及び強震動特性の評価方法について検討した。

さらに、日本地震工学会に設置された第6回ESG国際シンポジウム運営委員会(委員長:京都大学・川瀬博)と協働して、2021年3月15日～17日に京都で開催する第6回表層地質が地震動に与える影響に関する国際シンポジウム(以下、ESG6)の開催のための準備を行い、Webサイトを公開するとともに、First Circularを公開した(<http://www.esg6.jp/>)。ESG6で行う地盤構造と地震動のブラインドプレディクションは前述の合同観測地点の熊本平野を対象とし、実施に向けた議論と詳細な開催要項の作成及び配布データの種類や配布方法等について検討した。



KYOTO JAPAN 2021

THE 6TH IASPEI / IAEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM:
THE EFFECTS OF SURFACE GEOLOGY ON SEISMIC MOTION

MARCH 15-17, 2021 KYOTO, JAPAN



THE 6TH IASPEI / IAEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM:
THE EFFECTS OF SURFACE GEOLOGY ON SEISMIC MOTION
March 15-17 Kyoto Japan

Latest News

HOME
Announcements
Important Dates
Greetings
Committees
Outline
Blind Prediction
Program
Registration
Travel & Accommodation
Excursion
Contact

図 ESG6 のWebサイト (<http://www.esg6.jp/>)

大規模津波からの避難における諸課題に対する工学的検討手法およびその活用に関する研究委員会

甲斐 芳郎

●委員長／高知工科大学地域連携機構 客員教授

1. 委員会設立目的

2016年に設けられた「津波等の突発大災害からの避難における諸課題に対する工学的検討手法およびその活用に関する研究委員会」の成果として、津波からの避難に関する研究における重要項目の特定と既往の研究におけるそれらの取り扱いに関する調査を行い報告書にまとめることで避難に関する研究にとって有益な多くのデータの公開を行うことができた。また実際の自治体やその傘下の防災組織と協力し研究に必要なデータの収集を行い、それらを用いた避難シミュレーション解析結果を現地に提示することで、津波避難における課題解決の支援を行うことができた。しかしながら、入力データや避難シミュレーション結果の妥当性を客観的に提示することはまだまだ不十分であった。

そこで、先の委員会と同様に、津波避難の実態調査、避難シミュレーション、避難対策などの専門分野にかかわる研究者を総合し、これらを横断する形で避難に対する工学的で合理的な検討を行い、その検討結果が広く実社会で活用されることを促すことを目的に2018年に本委員会を設立した。

2. 活動概要

委員会には津波避難部会とシミュレーション普及部会の二つの部会を設け活動を行っている。

津波避難部会では、現地調査による津波避難に関わる各種情報の収集および収集データを用いた避難シミュレーション結果の活用を精力的に行っている。

現地での調査活動としては、中土佐町および須崎市を対象として、役場の担当者へのヒヤリング、防災訓練の視察とアンケート調査の実施、ドローンを用いた避難行動の記録、避難シミュレーションによる分析、自主防災組織の幹部を対象とした研究報告会の実施を行った。比較的小規模の地区における避難行動であってもその全容を記録することは非常に難しいことが明らかになっている。さらに広い地域での調査方法についてはさらなる工夫が必要である。また、避難行動には地域特性が多く存在するものと予想され、より多くの地域を対象とした調査が必要と考えられる。

シミュレーション普及部会の活動として文献整理および避難シミュレーション解析ソフトを委員に公開し、それを用いた検討を予定している。

先の委員会活動の成果として、避難シミュレーション解析ソフトのヴェリフィケーションができる環境を現在も提供している。文献整理の活動では、更にプログラムのヴァリデーショナルができる環境の構築を目指し、既往の研究論文においてどのような数理モデルが用いられ、それぞれのモデルではどのような入力パラメータが必要となるのか。また、それらのパラメータは現地調査のどのような情報と対応するのかを整理する方向で調整を行っている。その結果、避難シミュレーション結果の妥当性を提示するのに必要な要件が明らかになることを期待している。

公開した避難シミュレーション解析ソフトによる検討では、これまで具体的な解析環境を共有せずに活動を進めてきたため、議論が噛み合わない部分も存在したことへの反省を踏まえ、共通の解析環境でより具体的な議論を進めるための一歩と考えている。数理モデルに関する具体的で客観的な議論の場ができることを期待している。

3. おわりに

シミュレーションを用いた津波からの避難に関する研究のアプローチには数多くの側面が含まれ、これまで多くの論文が発表されている。しかしながら、個別の研究者が全ての分野を網羅することは非常に困難であるものの、個々の研究者が作成したデータを他の研究者が活用しようとしても、本研究分野における共通のプラットフォームの構築はまだまだ不十分であり、有意義な成果を上げられる状態には至っていない。本委員会活動を通じて、共通認識の醸成に少しは役に立っているのではないかと考えている。

委員会の設立目的でも紹介したように避難対策に関わる広い分野の研究者の方々との議論を通じて工学的で合理的な検討が可能となるような場を作っていきたいと考えている。具体的にはこれまで紹介してきた活動内容を継続する予定であるが、何よりも避難に関わる様々な分野の研究者のサロンとしての役割が重要であると考えている。少しでも興味をお持ちの読者の方には、是非、委員会への参加をこの場を借りてお願いする次第です。特に地域における避難訓練の調査を行った経験のある方、興味を持って協力願える方の参加を大いに歓迎いたします。

各種構造物の津波荷重の体系化に関する研究委員会

有川 太郎

●委員長／中央大学 教授

1. はじめに

2004年のスマトラ沖地震津波を契機に、津波被害・災害に対する軽減策を検討する委員会として、2005.8～2008.5「津波災害の軽減方策に関する研究委員会」(委員長 松富英夫)が発足された。その後、2008.6～2011.5「津波災害の実務的な軽減方策に関する研究委員会」(委員長 松富英夫)、2011.6～2014.5「津波対策とその指針に関する研究委員会」(委員長 松富英夫)と続き、3期目では、特に2011年3月に生じた東日本大震災後の被害をとりまとめている。

2011年東日本大震災を受けて国内外で津波荷重に関して室内実験や数値計算による研究が多数実施されている。さらに、各種構造物において、津波荷重の評価ガイドや技術集が取りまとめられてきている。

このような背景のもと、本委員会は、様々な構造物に作用する津波荷重について、既往の実験及び数値計算の知見を整理することを目的として2015.6に発足された。また、各業種で取り纏められている評価ガイドや技術集を分析することで、津波荷重の評価手法の体系化を目指して活動を行ってきた。

2. 津波荷重の体系化に向けて

2.1 研究成果発表会

成果発表会は、2019年2月27日15時～17時30分に、表1のようなプログラムで行われた。発表会では、松富前委員長によって、これまでの津波荷重評価・対策の経緯、今後の展望が述べられるとともに、各委員より、それぞれの津波荷重評価のポイントと課題が述べられた。

2.2 津波対策の歴史

松富前委員長の発表のなかで、津波荷重評価・対策の歴史について述べられており、それをヒントに少し掘り下げてみることにする。

津波の対策の歴史は、首藤(2000)¹⁾が整理している。それによると、津波対策は、三期に分けられる。

第一期(～チリ地震津波(1960年)以前頃まで)：過去の経験や実績に基づき、行われてきた。

第二期(～1987年頃まで)：第一期終わりごろから津波予報が開始された(1941年三陸沿岸を対象とし

た津波警報組織を発足、1952年に気象官署津波業務規程が実施されている²⁾)。第一期、二期ともに、主な対策手法は防災構造物による対策である。

第三期(1987年～)：ソフトとハード対策による総合的な対策となる。

このなかで、チリ津波以前の対策において、堤防対策としては、濱口梧陵が築いた土堤がある(図1)。その高さの決め方は定かではないが、5m程度の高さがあると、ある程度の津波は防ぐことが可能である。当時の家屋の様子が背後に記載されているが、当時としては、相当に大きなものと感じる高さであったことがうかがい知れる。

表1 成果発表会のプログラム

開会挨拶／趣旨説明	有川太郎(中央大学)
津波荷重の評価におけるこころえ	松富英夫(秋田大学)
津波波力の評価 (先端部荷重)	大家隆行(パシフィックコンサルタンツ)
(非先端部荷重)	奥野峻也(構造計画研究所)
(越流時の荷重)	嶋原良典(防衛大学校)
漂流物の評価	木原直人(電力中央研究所)
洗掘の評価	浅井竜也(名古屋大学)
討議	

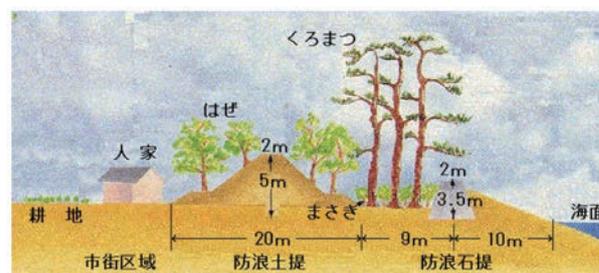


図1 広村堤防横断面³⁾

2.3 津波整備水準

チリ地震津波によって、「昭和35年5月のチリ地震津波による災害を受けた地域における津波対策事業に関する特別措置法」が制定され⁴⁾、その結果、チリ津波の実績に基づいた津波高さに対する堤防が計画された。その法律が施行された経緯は紆余曲折あったようであるが、5メートル程度の高さであればチリ地震津波に

対応できたことと、経済的、技術的にも構築できた時代背景によって、そのような整備水準になったことがわかる。

1983年3月に建設省河川局および水産庁が「津波常襲地域総合防災対策指針(案)」を出している⁹⁾。日本海中部地震が生じる2ヶ月程度前である。そこには対象となる津波高さとして、対象地域における明治以降の既往最大津波とすると記載されている。そのため、津波対策としては、①防災施設、②防災地域計画、③防災体制の3分野にわけてとらえ、これら3分野の対策を総合的に機能させて津波防災を行う津波総合防災対策の考え方を取り入れている。

その後、この流れをうけて1997年に国土庁、農林水産省構造改善局、農林水産省水産庁、運輸省、気象庁、建設省、消防庁といった関連7省庁で、「地域防災計画における津波対策強化の手引き」¹⁰⁾が合意された。ここには、「津波総合防災対策は、当該沿岸地域において想定し得る最大規模の津波を対象とするものであるが、防災施設の整備水準としては、地域の実態と施設の効果を考慮して設定するとともに、防災まちづくり・防災体制と組み合わせて総合的に検討することとし、必ずしも対象津波に対応する水準をとるとは限らない」と記載されている。つまり、この時点から最大クラスの津波に対する防護は行わない方針であることがみてとれる。そして、2011年の東日本大震災が生じた。

ここまで整備水準が明確化されてこなかったものの、東日本大震災後は、「基本的に二つのレベルの津波を想定」されている。「一つは、住民避難を柱として総合的防災対策を構築する上で想定する津波」であり、「発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波」である。「もう一つは、防波堤など構造物によって津波の内陸への侵入を防ぐ海岸保全施設等の建設を行う上で想定する津波」である。「最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波」とされている⁷⁾。

このように、津波対策は、一度は防護できると考えたものの、ある程度の高さ以上の堤防に対しては、防災施設で防ぐということが困難もしくは、合理的ではないと考えられてきた歴史があることがわかる。

3. 津波荷重のころえの作成にあたって

3.1 必要性

津波対策が三期に分けられ、三期目からは、ハードとソフトの総合的防災対策となったものの、それが明確化された整備水準のもと計画を立てようとしたのは、

2011年以降であり、その意味では、2011年以降を第四期としても良いと考えられる。そのような整備水準の明確化がなされたとすれば、その考えに沿った津波荷重の考え方が必要だと認識され、それを「津波荷重のころえ」として整理することが重要であると考え、次期委員会では、「津波荷重の評価技術と体系化のころえに関する研究委員会」として、いよいよ、記載にむけた活動を開始する。

3.2 期待される成果と目標

研究成果報告会において、アンケートを実施したところ、漂流物の取り扱いについて、期待している声が多いことがわかる(図2)。これは、漂流物が不確実性の高い現象であり、実用上の取り扱いについて困っているからであろうと推測される。従ってとりまとめにあたっては、不明確な部分をできうる限り整理し、かつ単に数値を追いかけるのではなく、その背景にある思想を紐解きながら津波荷重を体系化し、ころえとして残していくことを目標とする。

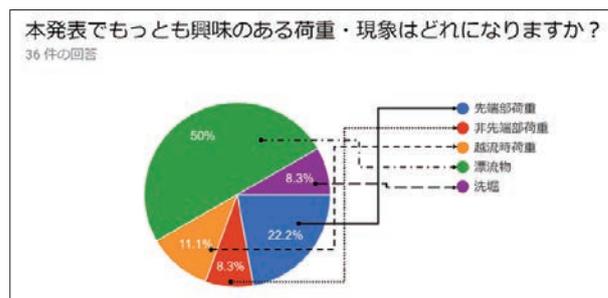


図2 研究成果報告会におけるアンケート結果

参考文献

- 1) 首藤伸夫: 津波対策小史, 津波工学研究報告, No.17, pp.1-19, 2000.
- 2) 中央防災会議「災害教訓の継承に関する専門調査会」: 1960年チリ地震津波報告書、2010.
- 3) 気象庁: <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/tsunami/inamura/p4.html> 2019.5.6参照
- 4) 岩手県: チリ地震津波災害復興誌、1969.
- 5) 建設省河川局, 水産庁: 津波常襲地域総合防災対策指針(案)、1983.
- 6) 国土庁, 農林水産省構造改善局, 農林水産省水産庁, 運輸省, 気象庁, 建設省, 消防庁: 地域防災計画における津波対策強化の手引き, 1997
- 7) 中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」: 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告, 2011

原子力発電所の地震安全の基本原則に関わる研究委員会の活動報告(2018年度)

高田 毅士

●委員長/東京大学 教授

1. 序

3年間の活動期間を経て¹⁾、標記の基本原則がまとまりつつあり、ここに報告するものである。

2. 原則策定の基本理念

地震被害の特徴として、①不確かさ、②被害の広域性、③作用の共通原因、④事象の随伴性を挙げ、原子力発電所の地震安全確保にあたっては、それらに対して適切な対応を考える必要がある。

①に対しては、確率論的なりスク論のより積極的な活用を、②、③、④については、深層防護の概念に基づき地震現象に対し重点化された方策を基本とする。このため、リスク評価を含めた統合的な意思決定プロセス、深層防護概念の適用を踏まえ、ハード(機器単体や機器集合としての設備)だけではなくソフト(人的対応)も含めた総合的なシステムとしての継続的な安全の確保および向上を提案している。

3. 基本原則案

2019年3月時点の地震安全基本原則の構成は、I.基本的考え方の部分と、II.実践に向けたアプローチの部分から構成されており、前者が基本原則の骨子、後者が実践に向けたより具体的な考え方を記載している。ここでは、基本原則の骨子の部分を紹介する。

I. 地震安全の原則

【原則の対象とする範囲】

本原則は、原子力発電所における設備集合、組織、マネジメント及び人的要因を対象として、その地震安全の確保に係る全ての活動、及び、地震安全に密接に係る事項に関するものである。原子力発電所の生涯の全ての段階において、地震に起因し生じうる全ての事象の作用、及び、それによって生じうる全ての影響を対象とする。作用及び影響は、時間軸的な要素、空間的な広がりも含んでいる。また、既に設置されているものも、今後新設されるものも対象とする。

目指すべき目標

目標 1 原子力発電所の全生涯を通じて、地震ハザードの発生に伴い生じ得る影響に関する“受容できないリスク”が無い状態を確保しなければならない。

目標 2 地震安全の具体的な目標は、社会的な合意形成

(意思決定)のもと定められなければならない。合意形成においては、原子力発電所の活動が生み出す社会的役割(供用性)が地震ハザードの発生によって損なわれることも考慮しなければならない。

地震安全に関する性能に対する要求

要求 1 目指すべき目標を達成するために、原子力発電所の地震安全に対する具体的な性能を定めなければならない。

要求 2 地震安全に関する性能に対する要求は、地震ハザードの特性、およびその発生に伴う被害の特性を踏まえ、設備集合、組織、マネジメント及び人的要因に対し、バランスや多様性も含めた適切な余裕を考慮して設定されなければならない。また、発電所敷地外における事故時の備えも含めた形でなされなければならない。

安全に対する対処

対処 1 地震安全に係る不確かさへの対処として、リスク情報を活用した統合的な意思決定を含むプロセスを用いなければならない。

対処 2 地震ハザードによって生じうる被害を分析するにあたっては、空間的に広域な被害が発生する可能性があること、原子力発電所においても複数の設備集合、及び人的要因に同時に作用し、同時に機能喪失する可能性があることを考慮しなければならない。

対処 3 地震ハザードの発生に伴うリスクの定量評価に際しては、技術的な説明性の程度を考慮して、その不確かさの分布と範囲を含めて把握できる方法を用いなければならない。

対処 4 意思決定での基準や結論について適宜見直しを行う仕組みの整備では、地震ハザードが極めて不確かさの大きい事象であることを考慮し、目標や性能に対する考え方の変化、新知見のより効果的な反映を行わなければならない。

4. 今後の活動予定

2019年7月中旬に本原則の報告会を実施予定であり、参加者からの意見を期待する。

参考文献

1) 高田毅士：本研究委員会の活動報告、日本地震工学会会誌、No.34, pp.39-40, 2018.6

篠塚正宣先生を偲んで

山崎 文雄

●千葉大学 名誉教授

構造信頼性工学の世界の第一人者である篠塚正宣先生が2018年11月5日に87歳でご逝去されました。篠塚先生は米国のコロンビア大学、プリンストン大学、南カリフォルニア大学、カリフォルニア大学アーバイン校などの教授を長年にわたって務められ、先生の薫陶を受けた教え子は、世界中の大学や研究機関などで活躍しています。日本との関係も深く、百人を超える日本人研究者や留学生の受け入れ・指導教員を務められ、筆者も清水建設大崎研究室に在職中の1984年から2年間、コロンビア大学に留学し先生にご指導いただきました。日本の企業や大学との共同研究も多数行われたほか、1990年には東京に株式会社篠塚研究所を創設し、その代表取締役社長、会長、名誉会長などを歴任されました。また、日本地震工学会の名誉会員にも選出されています。

篠塚先生は、1930年12月23日に東京でお生まれになりました。日本では平成になってから、自分の誕生日が祝日になったとよくおっしゃっていました。1953年に京都大学工学部土木工学科を卒業され、同55年に修士課程を修了されました。その後、フルブライト留学生として米国に渡られ、1960年にニューヨーク市のコロンビア大学でA. M. Freudenthal教授に師事し Ph.Dの学位を取得されました。同大学で助教授、准教授を経験された後、1969年に教授に昇進し、1988年までRenwick栄誉教授などを務められました。1978年には米国工学アカデミー会員にも選出されました。1988年にはプリンストン大学の教授に移られるとともに、90年から92年の間は、米国地震工学研究センター (NCEER) の所長も併任されました。93年には米国土木学会 (ASCE) の名誉会員に選出され、95年には南カリフォルニア大学教授、2001年にはカリフォルニア大学アーバイン校教授、さらには2013年にはコロンビア大学に教授として再び戻られ、2016年まで在職されました。先生のように80歳を超えるまで現役教授として第一線で活躍されるのは米国でも例外的であり、我々教え子も、ことあるごとに篠塚先生を頼りにしていました。

篠塚先生の研究業績を1ページで紹介するのはほぼ不可能で、筆者も全てを知っている訳ではありません。先生が一番長く在職したコロンビア大学では、教え子のG. Deodatis教授が現在、土木工学科の学科長を務めており、そのWEBサイトに追悼文が掲載されています。篠塚先生

の最大の研究業績は、信頼性工学の先駆者として、確率論を構造工学分野に導入したことが挙げられます。早くからコンピュータ・シミュレーションを取り入れ、モンテカルロ法を様々な問題の解法に導入しました。地震や風などの外力のモデル化、リスク評価、システム同定、ライフライン系の信頼性などの分野で世界の指導的役割を果たされたほか、センサ技術やリモートセンシングなどの先端技術にまで研究領域を広げられました。新しい研究に取り組もうという姿勢がいつまでも旺盛で、多くの若い人達が先生の周りに集まってきました。

篠塚先生が共同議長などの要職を常に務められた会議に「構造物の安全性と信頼性に関する国際会議 (ICOSSAR)」があります。筆者も先生との縁で、1985年の神戸会議以来、1989年サンフランシスコ、1993年インスブルック、1997年京都、2001年ニューポートビーチ、2005年ローマ、2009年大阪、2013年ニューヨーク、2017年ウィーンと9回連続で出席しました。2013年のニューヨーク会議では、韓国KAISTのC. B. Yun教授、関西大学の古田均教授、東大の高田毅士教授、筆者などの教え子が篠塚先生に夕食に招待され楽しい一時を過ごしました。その4年後のウィーン会議では、初めて先生の姿にお目にかかることができず、Deodatis教授やA. H-S. Ang先生から、篠塚先生が体調を崩されていると伺いました。心配になり、その2か月後の2017年10月に高田教授と2人でニューヨークを訪問しました。無事先生とお会いすることができ、先生も大変喜んでくれたことは忘れられません。

残念ながら篠塚先生は、その約1年後にご逝去されました。わずか数年前まで現役だったため、訃報に驚かれた方も多いと思います。本年2月には東京で、4月にはニューヨークで先生を偲ぶ会も開かれました。偉大で優しい篠塚先生を慕う者の1人としてご冥福を祈るとともに、世界各地の先生の弟子・孫弟子の皆さんの一層の活躍を祈念いたします。





行事

本会主催・共催による行事

2018年4月1日～2019年5月19日

日程	行事名	
2018年5月10日	地域の災害レジリエンスの評価指標開発と政策シミュレーション研究委員会開催	主催
2018年5月31日	特別国際シンポジウム～断層リスクに向き合う原子力委員会安全のアプローチ～シンポジウム	共催
2018年6月16日	日本原子力学会シンポジウム「福島県の現状と取り組み」	共催
2018年7月19日	大阪府北部の地震に対する災害調査速報会	共催
2018年10月22日	原子力総合シンポジウム2018	共催
2018年10月23日	津波等の突発大災害からの避難における諸課題に対する工学的検討手法およびその活用に関する研究委員会報告会開催	主催
2018年11月26日	日本地震学会「強震動予測－その基礎と応用」第18回講習会	共催
2018年12月6日～8日	第15回日本地震工学シンポジウム	主催
2019年1月9日	E-ディフェンス 高耐震鉄筋コンクリート造建物の耐震性能と普及型高耐震技術に関する実験見学会	主催
2019年1月23日	第4回理論応用力学シンポジウム	共催
2019年2月7日～8日	第23回震災対策技術展・学会展示	主催
2019年2月8日	第9回震災予防講演会「近年の豪雨災害の教訓と震災予防」	主催
2019年2月27日	各種構造物の津波荷重の体系化に関する研究委員会成果報告会開催	主催
2019年3月4日	シンポジウム「現代都市の複合システムにおける性能設計と耐震性能評価」	主催
2019年5月17日～19日	第65回理論応用力学講演会	共催

後援・協賛による行事

2018年4月1日～2020年3月11日

2018年4月26日	2016年熊本地震被害調査報告書講習会	後援
2018年5月29日	地震防災フォーラム2018	協賛
2018年5月31日～6月1日	第5回「震災対策技術展」大阪	後援
2018年8月22日	「地盤の地震応答解析－夏の講習会2018」	後援
2018年8月30日～31日	第9回「震災対策技術展」東北	後援
2018年9月1日～9日	第6回 首都防災ウィーク	後援
2018年9月8日	2018年度 計算力学技術者(CAE技術者)資格認定事業	協賛
2018年9月20日	「熊本地震に関する特別委員会」報告会 東京	後援
2018年9月21日	北海道胆振東部地震の被害調査速報会	後援
2018年10月4日～5日	第38回地震工学研究発表会	後援
2018年10月5日	「熊本地震に関する特別委員会」報告会 福岡	後援
2018年10月11日	技術講習会①液状化解析実務講座－基礎理論から応用まで－講習会	後援
2018年10月14日	振動分野の有限要素解析講習会(計算力学技術者2級認定試験対策講習会) 東海地区	協賛
2018年10月20日	振動分野の有限要素解析講習会(計算力学技術者3級認定試験対策講習会) 関東地区	協賛
2018年10月26日	津波に関するシンポジウム－リスク情報を活用した耐津波設計の実践による継続的な安全性の向上－	協賛
2018年11月1日	技術講習会②地盤の動的解析－基礎理論から応用まで－講習会	後援
2018年11月6日	地盤工学会関西支部60周年記念事業	後援
2018年11月21日～22日	創造的復興に寄与する先進建設・防災・減災技術フェアin 熊本	後援
2018年11月23日～25日	第31回計算力学講習会	協賛
2018年12月15日	2018年度 計算力学技術者(CAE技術者)資格認定事業	協賛
2019年1月15日	日本学術会議公開シンポジウム「免震・制振データ改ざんの背景と信頼回復への道筋」	後援
2019年2月7日～8日	第23回「震災対策技術展」横浜	後援
2019年2月21日	実務者のための土と基礎の設計計算演習講習会(軟弱地盤、耐震・液状化)	後援
2019年2月28日	講習会「鉄筋コンクリート造建物の等価線形化法に基づく耐震性能評価型設計指針」東京	後援
2019年3月5日	講習会「鉄筋コンクリート造建物の等価線形化法に基づく耐震性能評価型設計指針」大阪	後援
2019年3月11日	講習会「鉄筋コンクリート造建物の等価線形化法に基づく耐震性能評価型設計指針」名古屋	後援
2019年3月18日	技術講習会「地盤・耐震工学入門講習会」	後援
2019年5月26日～30日	日本地球惑星科学連合2019年大会	協賛
2019年5月30日～31日	第7回中部ライフガードTEC2019～防災・減災・危機管理展～	協賛
2019年6月6日～7日	防災防犯総合展2019	後援
2019年6月6日～7日	第6回「震災対策技術展」大阪	後援
2019年7月3日～5日	安全工学シンポジウム2019	協賛
2019年8月27日～30日	Dynamics and Design Conference 2019	協賛
2019年11月10日～11日	第10回「震災対策技術展」東北	後援
2019年11月20日～21日	創造的復興に寄与する先進建設・防災・減災技術フェアin 熊本2019	後援
2020年3月8日～11日	第3回安心・安全・環境に関する計算理工学国際会議	協賛



会員・役員の状況

(1) 会員数 (2019年5月24日現在)

名誉会員	38
正会員	1052
学生会員	77
法人会員	106

新入会者 (2018年4月17日～2019年5月24日)

正会員：

伊藤 恵理 (京都大学 防災研究所)	下村 修一 (日本大学)
鳥澤 一晃 (関東学院大学)	八木 茂治 (株式会社 飯島建築事務所)
静間 俊郎 (株式会社篠塚研究所)	川幡 宏亮 (東芝エネルギーシステムズ株式会社)
館石 和雄 (名古屋大学大学院)	古家 萌子 (株式会社小堀鐸二研究所)
伊藤 麻衣 (国立研究開発法人建築研究所)	井川 望 (東北学院大学)
三上 貴仁 (東京都市大学)	白鳥 愛介 (開発虎ノ門コンサルタント株式会社)
大保 直人 (公益財団法人地震予知総合研究振興会)	小濱 英司 (国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所)
本多 弘明 (国立研究開発法人土木研究所)	樋口 俊一 (株式会社大林組技術本部技術研究所)
田尻清太郎 (東京大学大学院工学系研究科建築学専攻)	花里 利一 (三重大学)
向出 静司 (大阪工業大学)	稲宮 健一 (シニア鉄道安全研究会)
成宮 祥介 (一般社団法人原子力安全推進協会)	福江 清久 (ナレッジフュージョン株式会社)
坂場 律和 (東京海上日動リスクコンサルティング株式会社)	小林 広明 (株式会社小堀鐸二研究所)
吉田 昌平 (大崎総合研究所)	落合 努 (神奈川大学)
皆川 祐輔 (日立製作所)	奥村 豪悠 (株式会社竹中工務店)
水井 良暢 (国立研究開発法人 防災科学技術研究所)	徳光 亮一 (大成建設株式会社 技術センター)
田代 勝浩 (株式会社セレス)	佐藤 京 (国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所)
西野 智研 (京都大学防災研究所)	松岡 太一 (明治大学)
鬼丸 貞友 (関西学院大学)	

学生会員：

棟田 隆元 (東京大学地震研究所)	国谷 努 (福井大学)
前田 典昭 (山口大学大学院)	Cruze Daniel (Karunya Institute of Technology and Sciences)
横山 春果 (慶應義塾大学大学院)	貴堂 峻至 (東京理科大学大学院)
西條 生 (埼玉大学)	劉 曉嬌 (筑波大学)
内田小百合 (神戸大学大学院)	齋藤 和寿 (日本大学大学院)
高宮奎志朗 (東京工業大学)	福永 健二 (京都大学)
角田功太郎 (京大大学生存圏研究所)	西浦 遼 (東京理科大学大学院)
穂積 克樹 (法政大学)	片岡 卓也 (東京理科大学大学院)
袁 士宇 (神戸大学)	Tahmassian Andre (Lehigh University)
Nitin Tiwari (Department of civil engineering)	前田 翼 (九州大学大学院)
中澤 駿佑 (筑波大学大学院)	

(2) 名誉会員 (2019年5月24日現在)

青山 博之	家村 浩和	石原 研而	和泉 正哲	井上 範夫	入倉孝次郎	岩崎 敏男
太田 裕	大町 達夫	岡田 恒男	小谷 俊介	片山 恒雄	亀田 弘行	川島 一彦
河村 壮一	北川 良和	工藤 一嘉	久保 哲夫	國生 剛治	後藤 洋三	坂本 功
笹谷 努	柴田 明德	柴田 碧	鈴木 浩平	鈴木 祥之	高田 至郎	土岐 憲三
伯野 元彦	濱田 政則	原 文雄	安田 進	山田 善一	吉田 望	吉見 吉昭
若松加寿江	和田 章	渡辺 孝英				

*氏名五十音順です。

(3) 法人会員 (2019年5月24日現在)

【特級】

鹿島建設株式会社
清水建設株式会社
大成建設株式会社

【A級】

一般社団法人日本建築学会
株式会社熊谷組
株式会社フジタ
中部電力株式会社
株式会社大林組
株式会社竹中工務店
戸田建設株式会社
株式会社阪神コンサルタンツ
電源開発株式会社
東日本高速道路株式会社
エグジビジョンテクノロジーズ株式会社
公益財団法人鉄道総合技術研究所
大日本コンサルタンツ株式会社

【B級】

一般財団法人日本建築防災協会
東京鉄鋼株式会社
国立研究開発法人防災科学技術研究所
東亜建設工業株式会社
一般社団法人プレハブ建築協会
株式会社ニュージェック
飛鳥建設株式会社
東京電力ホールディングス株式会社
株式会社建設技術研究所大阪本社
国土交通省国土技術政策総合研究所
中央復建コンサルタンツ株式会社
東電設計株式会社
株式会社長大
危険物保安技術協会
株式会社東京建築研究所
損害保険料率算出機構
北陸電力株式会社

九州電力株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
白山工業株式会社
中国電力株式会社
東京ガス株式会社
株式会社IHI
株式会社エイト日本技術開発
日本工営株式会社
株式会社長谷工コーポレーション
大阪ガス株式会社
株式会社勝島製作所

【C級】

五洋建設株式会社
一般社団法人静岡県建築士事務所協会
千葉県耐震判定協議会
一般財団法人愛知県建築住宅センター
一般財団法人日本建築設備・昇降機センター
東洋建設株式会社
一般社団法人日本建築構造技術者協会
東急建設株式会社
一般社団法人構造調査コンサルティング協会
日本原子力発電株式会社
一般財団法人国土技術研究センター
東邦ガス株式会社
一般財団法人電力中央研究所
一般財団法人地域地盤環境研究所
基礎地盤コンサルタンツ株式会社
株式会社システムアンドデータリサーチ
一般財団法人日本建築総合試験所
株式会社福田組
株式会社安井建築設計事務所
伊藤忠テクノソリューションズ株式会社
株式会社日建設計
株式会社篠塚研究所
国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
一般社団法人日本ガス協会
一般社団法人日本免震構造協会

ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社
株式会社大崎総合研究所
東北電力株式会社
株式会社構造計画研究所
北海道電力株式会社
公益社団法人日本水道協会
株式会社三菱地所設計
株式会社NTTファシリティーズ
株式会社安藤・間
日本原燃株式会社
株式会社アーキ情報システム
サンシステムサプライ株式会社
株式会社日本構造橋梁研究所
株式会社クボタケミックス
株式会社東京測振
大阪ガス株式会社
株式会社ブリヂストン
西日本旅客鉄道株式会社
株式会社小堀鐸二研究所
東海旅客鉄道株式会社
オイレス工業株式会社
株式会社オリエンタルコンサルタンツ
株式会社シーエスエンジニアズ
西部ガス株式会社
京葉ガス株式会社
株式会社バコーポレーション
三谷セキサン株式会社 東京支店
みらい建設工業株式会社
配水用ポリエチレンパイプシステム協会
株式会社不動テトラ
昭和電線ケーブルシステム株式会社
株式会社ミエルカ防災
株式会社北海道日建設計
株式会社地球科学総合研究所
有限会社空撮ジャパン
株式会社四国総合研究所
株式会社浅沼組

(4) 2019年度役員一覧

会長	中埜 良昭	東京大学 生産技術研究所
副会長	*鳥井 信吾	日建設計
副会長	山田 哲	東京工業大学 科学技術創成研究院
副会長	秋山 充良	早稲田大学
理事(総務)	*中村 洋光	防災科学技術研究所
理事(総務・会員)	徳光 亮一	大成建設 技術センター
理事(会計・会員)	山本 雅史	竹中工務店
理事(会計)	松岡 太一	明治大学
理事(情報(広報))	*入江さやか	NHK放送文化研究所
理事(情報(広報)(IC))	*久保 智弘	山梨県富士山科学研究所
理事(情報(会誌))	永野 正行	東京理科大学
理事(学術(国際))	清田 隆	東京大学 生産技術研究所
理事(学術(論文))	小檜山雅之	慶應義塾大学
理事(事業(大会))	*五十嵐 晃	京都大学
理事(事業(17WCCE))	*目黒 公郎	東京大学 生産技術研究所
理事(事業(企画))	*宮腰 淳一	清水建設
理事(事業(企画))	丸山 喜久	千葉大学大学院
監事	久田 嘉章	工学院大学
監事	三輪 滋	飛鳥建設株式会社

*印：就任 平成30年5月25日
無印：就任 令和元年5月24日
理事17名、監事2名

(5) 2019年度委員会・部会及び研究委員会

将来構想委員会	委員長 鳥井 信吾	副会長・株式会社日建設計
地震災害対応委員会	委員長 清田 隆	理事・東京大学 生産技術研究所
地震被害調査関連学会連絡会	委員長 清田 隆	理事・東京大学 生産技術研究所
情報コミュニケーション委員会	委員長 久保 智弘	理事・山梨県富士山科学研究所
会誌編集委員会	委員長 永野 正行	理事・東京理科大学
国際委員会	委員長 清田 隆	理事・東京大学 生産技術研究所
I A E E事務局支援委員会	委員長 清田 隆	理事・東京大学 生産技術研究所
17WCEE 運営委員会	委員長 日黒 公郎	東京大学生産技術研究所
大会実行委員会	委員長 五十嵐 晃	理事・京都大学
研究統括委員会	委員長 秋山 充良	副会長・早稲田大学
・強震動評価のための深部地盤モデル化手法の最適化に関する研究	委員長 松島 信一	京都大学
・原子力発電所の地震安全の基本原則に関わる研究委員会	委員長 高田 毅士	東京大学
・津波荷重の評価技術と体系化の心得に関する研究委員会	委員長 有川 太郎	中央大学
・大規模津波からの避難における諸課題に対する工学的検討手法およびその活用に関する研究委員会	委員長 甲斐 芳郎	高知工科大学
論文集編集委員会	委員長 小檜山 雅之	理事・慶應義塾大学
事業企画委員会	委員長 宮腰 淳一	理事・清水建設
功績賞選考委員会	委員長 中埜 良昭	会長・東京大学 生産技術研究所
功労賞選考委員会	委員長 中埜 良昭	会長・東京大学 生産技術研究所
論文賞選考委員会	委員長 秋山 充良	副会長・早稲田大学
論文奨励賞選考委員会	委員長 小檜山 雅之	理事・慶應義塾大学
優秀発表賞選考委員会	委員長 五十嵐 晃	理事・京都大学
名誉会員選考委員会	委員長 中埜 良昭	会長・東京大学 生産技術研究所
選挙管理委員会	委員長 山本 雅史	理事・株式会社社竹中工務店
役員候補者推薦委員会	委員長 塚本 良道	東京理科大学



出版物在庫状況

刊行図書

2019.06.06現在

刊行日	題名	在庫	価額		
			会員	非会員	学生会員
2006.06.20	性能規定型耐震設計現状と課題 (性能規定型耐震設計研究委員会編 / 鹿島出版会)	○	¥3,456	¥3,456	¥3,456
2014.03.01	東日本大震災合同調査報告 共通編1 地震・地震動 (日本地震工学会発行 / 丸善出版発売)	○	¥6,480	¥8,640	¥6,480
2015.01.15	東日本大震災合同調査報告 原子力編 (日本地震工学会発行 / 丸善出版発売)	○	¥7,560	¥9,720	¥7,560

資料集・報告書

2001.05.29	エルサルバドル地震・インド西部地震講演会	△	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2003.01.31	第7回震災対策技術展「地震調査研究の地震防災への活用」	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2003.02.07	第7回震災対策技術展「第2回国土セーフティネットシンポジウム-広域・高密度リアルタイム地震ネットワーク構築へ向けて」	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2005.04.04	2004年12月26日スマトラ島沖地震報告会梗概集	△	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2007.03.01	地震工学系実験施設の現状と課題 平成18年度報告書	○	¥3,000	¥4,000	¥2,000
2007.10.26	基礎-地盤系の動的応答と耐震設計法に関する研究委員会報告「基礎と地盤の動的相互作用を考慮した耐震設計ガイドライン」(案)	△	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2007.11.20	実例で示す木造建物の耐震補強と維持管理	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2008.04.11	セミナー強震動予測シビ「新潟県中越沖地震や能登半島地震などに学ぶ」資料	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2008.04.22	セミナー地震発生確率・理論から実践まで	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2008.05.31	津波災害の軽減方策に関する研究委員会報告書(平成20年5月)	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2009.02.23	セミナー(第2回)「実務で使う地盤の地震応答解析」資料	△	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2009.04.14	セミナー 一構造物の地震リスクマネジメント	△	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2011.10.21	講演会「東日本大震災の津波被害の教訓」	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2011.12.14	「原子力発電所の地震安全問題に関する調査委員会」報告書	○	¥8,000	¥10,000	¥8,000
2012.11.08	Proceedings of the first International Symposium on Earthquake Engineering	○	¥6,000	¥10,000	¥6,000
2013.01.24	東日本大震災と南海トラフの巨大地震	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2013.02.15	東北地方太平洋沖地震の地震動と地盤に関する国内ワークショップ	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2013.10.23	システム性能を考慮した産業施設諸機能の耐震性評価研究委員会報告書	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2015.03.31	原子力安全のための耐津波工学 一地震・津波防御の総合技術体系を目指して一	○	¥10,000	¥12,000	¥10,000
2015.05.15	2014年長野県北部の地震に関する調査団報告	○	¥3,000	¥5,000	¥1,500
2017.05.26	システム性能を考慮した産業施設諸機能の耐震性評価(Phase2)研究委員会報告書	○	¥3,000	¥4,000	¥1,000

2017.11.11	「強震動評価の為の表層地盤モデル化手法」講演会	○	¥7,000	¥10,000	¥3,000
2018.02.09	第8回震災予防講演会 過去の大震災の復興から学ぶ地震防災	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2018.03.19	シンポジウム 南海トラフ巨大地震の広域被災に備える減災活動の現状と将来	○	¥5,000	¥7,000	¥2,000
2018.03.30	地域の災害レジリエンス評価に関する研究最終報告書	○	¥3,000	¥4,000	¥1,000
2018.03.31	津波等の突発大災害からの非難における諸課題に対する工学的検討手法及びその活用に関する研究委員会報告書	×	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2019.02.08	第9回震災予防講演会 近年の豪災害の教訓と震災予防	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2019.02.27	「各種構造物の津波荷重の体系化に関する研究委員会」成果報告会	×	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2019.03.04	シンポジウム 現代都市の複合システムにおける性能設計と耐震性能評価	○	¥5,000	¥7,000	¥2,000

定期刊行物

2010.11.17	第13回日本地震工学シンポジウム (DVD版)	○	¥5,000	¥10,000	¥3,000
2014.12.06	第14回日本地震工学シンポジウム (DVD版)	○	¥5,000	¥10,000	¥3,000
2018.12.06	第15回日本地震工学シンポジウム (USB版)	○	¥5,000	¥10,000	¥3,000
2003.11.28	日本地震工学会大会-2003 梗概集	×	¥4,000	¥8,000	¥1,500
2005.01.11	日本地震工学会大会-2004 梗概集	×	¥5,000	¥9,000	¥2,000
2005.11.21	日本地震工学会大会-2005 梗概集	○	¥6,000	¥10,000	¥2,000
2008.11.03	日本地震工学会大会-2008 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2009.11.12	日本地震工学会大会-2009 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2011.11.10	日本地震工学会大会-2011 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2012.12.01	日本地震工学会大会-2012 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2013.11.12	日本地震工学会大会-2013 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2015.11.19	日本地震工学会大会-2015 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2016.09.26	日本地震工学会大会-2016 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2017.11.13	日本地震工学会大会-2017 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2017.06.30	日本地震工学会誌 No.31 特集:地震リスクの評価・コンサルティング損害保険業界における実務のトレンド	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2017.10.31	日本地震工学会誌 No.32 特集:地震観測と構造物のヘルスマニタリング	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2018.02.28	日本地震工学会誌 No.33 特集:ここまで見える!リモートセンシングが拓く防災の新たな地平	△	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2018.06.29	日本地震工学会誌 No.34 特集:南海トラフ地震対策 何が見直されたのか、どう備えるか	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2018.10.31	日本地震工学会誌 No.35 特集:首都直下地震 1.何が起きるのか	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2019.02.28	日本地震工学会誌 No.36 特集:首都直下地震 2.被害をどう把握するのか	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000

○在庫あり △在庫僅か

※送料は別途実費でいただきます。

強震記録データ

2019.06.06 現在

題名	在庫	定価
兵庫県南部地震における強震記録データベース	○	●大学等公共機関 ¥40,000 ●民間機関 ¥80,000
東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所における強震データ全地点全記録等<改訂版>	○	●日本地震工学会 <個人会員(正会員・学生会員)>: 6,000円 ●日本地震工学会<法人会員>: 14,000円 ●非会員(個人利用): 10,000円 ●非会員(法人利用): 22,000円
中部電力(株)浜岡原子力発電所における「2009年8月11日駿河湾の地震」の観測記録	○	●日本地震工学会会員(正会員・学生会員): 3,000円 ●日本地震工学会会員(法人会員): 6,000円 ●非会員(個人): 5,000円 ●法人(非会員): 10,000円
東京電力(株)福島第一原子力発電所および福島第二原子力発電所において観測された平成23年3月11日東北地方太平洋沖地震の本震記録<改訂版>	○	●日本地震工学会<(正会員・学生会員)>: 5,000円 ●日本地震工学会<法人会員>: 10,000円 ●非会員(個人利用): 10,000円 ●非会員(法人利用): 20,000円
東北電力(株)女川原子力発電所における「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の加速度時刻歴波形データ	○	●日本地震工学会<(正会員・学生会員)>: 5,000円 ●日本地震工学会<法人会員>: 10,000円 ●非会員(個人利用): 10,000円 ●非会員(法人利用): 20,000円
日本原子力発電(株)東海第二発電所における「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の加速度時刻歴波形データ」(CD-ROM)	○	●日本地震工学会<(正会員・学生会員)>: 5,000円 ●日本地震工学会<法人会員>: 10,000円 ●非会員(個人利用): 10,000円 ●非会員(法人利用): 20,000円
「南関東・福島県太平洋沿岸における岩盤の鉛直アレー観測網「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の本震・余震等の加速度時刻歴波形データ」	○	●日本地震工学会<(正会員・学生会員)>: 5,000円 ●日本地震工学会<法人会員>: 10,000円 ●非会員(個人利用): 10,000円 ●非会員(法人利用): 20,000円



お知らせ

■ 本学会に関する詳細はWeb上で

日本地震工学会とは

日本地震工学会は、建築、土木、地盤、地震、機械等の個別分野ではなく、地震工学としてまとまった活動を行うための学会として2001年1月1日に発足しました。その目的は、地震工学の進歩および地震防災事業の発展を支援し、もって学術文化と技術の進歩と地震災害の防止と軽減に寄与することにあります。

ぜひ、皆様も会員に

本会では、これまでに耐震工学に関わってきた人々は勿論のこと、行政や公益事業に関わる人々、あるいは地域計画や心理学などの人文・社会科学に関する研究者、さらには医療関係者など、地震による災害に関わりのある分野の方々を対象とし、会員(正会員、学生会員、法人会員)を募集しています。本会の会員になることで、各種学会活動、日本地震工学会「JAEE NEWS」のメール配信、地震工学論文集への投稿・発表・ホームページ上での閲覧、講習会等の会員割引など、多くの特典があります。ぜひ皆様も会員に、ホームページからお申込みください。

「学会の動き」欄は、下記のホームページでご覧いただくことにしました。

日本地震工学会の会則、学会組織、役員、行事、委員会活動、出版物の在庫案内など最近の活動状況などの詳しい情報はホームページをご覧ください。ホームページには、学会の情報の他に、最新の地震情報、日本地震工学会論文集など多くの情報が掲載されています。ぜひご活用ください。

入会方法や入会後の会員情報変更の詳細は本会ホームページ中の「会員ページ」に記載されています。

日本地震工学会ホームページ <https://www.jaee.gr.jp/>

会員ページ <https://www.jaee.gr.jp/members.html>

■ 会誌への原稿投稿のお願い

日本地震工学会会誌では、「地域での地震防災に関する話題」、「地震工学に関連した各種学術会議・国際学会等への参加報告」、「興味深い実験や技術の紹介」、「当学会や会誌への要望や意見」等に関して、皆様からの原稿を募集しております。なお、投稿原稿は原則として未発表のものに限ります。また、「速報性を重視する内容(原則として年3回の発行であるため)」、「ごく限られた会員のみに関係する内容」、「特定の商品等の宣伝色が濃いもの」はご遠慮下さい。

投稿内容、投稿資格、原稿の書き方・提出方法等の詳細は、本会ホームページ中の「投稿・応募ページ」よりご確認ください。

日本地震工学会ホームページ 投稿・応募ページ <https://www.jaee.gr.jp/contribution.html>

■ 登録メールアドレスご確認のお願い

当学会では、会員の皆様のお役に立つ会員限定のニュースやセミナー情報をメールにて配信させていただいておりますが、メールが届かず戻ってきてしまうケースが散見されます。メールアドレスを変更された方、あるいは、このところ弊学会から1通もメールが届いていないという会員の方は、以下の方法で会員登録情報をご変更いただくか、事務局までご連絡いただきますようお願い申し上げます。

【会員登録情報のご変更方法】

日本地震工学会のWEBサイト(<https://www.jaee.gr.jp/jp/>)の「会員ログイン」より、会員番号とパスワードを入力してログインし、「登録情報の変更」を選択して登録情報をご変更ください。尚、会員番号またはパスワードがご不明な方は事務局までお問い合わせください。

■ JAEE Newsletter 第8巻 第2号(通算第24号)が2019年8月末に発刊されます

JAEE Newsletter は、日本地震工学会誌を補完し、タイムリーに情報発信する目的で2012年9月に創刊されました。

2015年より、会誌と連携した情報発信を行うため、会誌と交互となる4月、8月、12月に学会のWebサイト上で発行しています。

地震工学に興味を持つ一般の読者も意識したわかりやすい記事を通じて、地震工学と地震防災の一層の普及・発展を目指しています。

過去のJAEE Newsletterについては以下のサイトに掲載しており、最新号(第8巻 第1号)では、「令和」時代での更なる飛躍を目指し、「平成を振り返る」をテーマとして福和伸夫前会長、3名のスペシャルアドバイザーの先生方にご寄稿いただきました。ぜひご覧ください。

<https://www.jaee.gr.jp/jp/stack/1925-2/>

■ 問い合わせ先

不明な点は、氏名・連絡先を明記の上、下記までお問い合わせ下さい。

日本地震工学会 事務局 〒108-0014 東京都港区芝5-26-20 建築会館

TEL: 03-5730-2831 FAX: 03-5730-2830 電子メールアドレス: office@general.jaee.gr.jp

編集後記：

本号の特集は「首都直下地震にどう立ち向かうか」をテーマに、会誌No.35からの3回連続シリーズの最終回として「首都直下地震－3. 被害にどう対応できるのか」と題し、一般市民の感じ方・対応を念頭においた地震対策にまつわる話題を著者の皆さまに提供いただきました。

元号が令和になって最初の地震工学会会誌が「首都直下地震」特集シリーズの締めくくりとなりましたが、令和の時代にそのような事態にならないことを願いつつ、いざ生じた場合に本号を含めたこれまでの特集が地震対策をより有効なものとする視座につながることを期待したいと思います。また、令和の時代には、さらなる革新的技術により災害対応の在り方が一変するかもしれません。そういった時代の変化、そして、そこから取りこぼされる情報弱者を如何に救うかも含めて、より社会の動向を注視した研究を進めていく必要があると、本号を含む3回連続シリーズを通して、個人的に感じました。

末筆ながら、本号の記事をご執筆いただきました著者の皆さまに心より御礼申し上げます。また、編集および校正作業に尽力いただきました編集委員の皆様、関係各位にも御礼申し上げます。

高橋 典之(東北大学)

首都直下地震は、多様化・複雑化した都市機能を備えた人口密集地直下の地震のため、複雑な地震被害と膨大な数の被災者が発生する恐れがあります。地震予測やインフラ対策が重要であることはもちろんですが、行政の行う公助には限界があることから、市民や企業の自助、共助が必要不可欠です。そこで、本号では、市民目線の防災・減災・復興に焦点をあて、特集を組みました。

日本地震工学会の設立目的にもあるとおり、地震工学に関連する各分野の研究を横断的にとらえることは非常に重要です。35号から本号の首都直下地震シリーズを通して、様々な視点からみた地震対策をご紹介できたのではないかと思います。会員の皆さまがご自身の専門分野の研究を進める際に、社会全体を俯瞰した地震対策について顧慮していただけますと幸いです。

お忙しいところご執筆いただきました著者の皆さま、編集・校正作業にご尽力いただきました編集委員の皆さま、関係各位に心より感謝申し上げます。

大野 卓志(高圧ガス保安協会)

会誌編集委員会

委員長	平田 京子	日本女子大学	委員	入江さやか	NHK放送文化研究所
幹事	高橋 典之	東北大学	委員	塩見 謙介	IHI
幹事	大野 卓志	高圧ガス保安協会	委員	鈴木比呂子	千葉工業大学
			委員	高橋 郁夫	防災科学技術研究所
			委員	寺島 芳洋	竹中工務店
			委員	西村 隆義	ジェイアール総研エンジニアリング
			委員	沼田 宗純	東京大学生産技術研究所
			委員	肥田 剛典	東京大学
			委員	平井 敬	名古屋大学
			委員	福谷 陽	関東学院大学
			委員	古川 洋子	日本女子大学
			委員	山田 真澄	京都大学防災研究所

日本地震工学会誌 第37号 Bulletin of JAEE No.37

2019年6月28日発行(年3回発行)

編集・発行 公益社団法人 日本地震工学会

〒108-0014 東京都港区芝5-26-20 建築会館

TEL 03-5730-2831 FAX 03-5730-2830

©Japan Association for Earthquake Engineering 2019

本誌に掲載されたすべての記事内容は、日本地震工学会の許可なく転載・複写することはできません。

Printed in Japan