

# 日本地震工学会誌

Bulletin of JAEE

**No.49**

Jun.2023

特 集：関東大震災から100年—過去を振り返る—



<https://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

## INDEX

### 巻頭言：

---

新会長挨拶／高田 毅士 .....	1
-------------------	---

### 特集：関東大震災から100年—過去を振り返る—

---

関東大震災から100年を特集するに当たって／鳥澤 一晃 .....	2
武村雅之先生インタビュー 関東大震災の研究に携わって／鳥澤 一晃、皆川 佳祐、松川 和人 ..	3
1923年関東地震はどのような地震だったのか／小林 励司 .....	7
関東地震による強震動と強震観測への動き／翠川 三郎 .....	11
大正関東地震の記録あれこれ／松浦 律子 .....	17
関東大震災の災害記録アーカイブとその活用／鈴木 比奈子 .....	21
関東大震災による建築構造・基準への影響／石山 祐二 .....	24
関東大震災による火災被害とその教訓／廣井 悠 .....	28
関東大震災と災害報道100年／入江 さやか .....	32
関東大震災と都市の復興／栢木 まどか .....	36

### トルコ南部の地震に関する現地調査速報：

---

2023年トルコ南部の地震の被災地域での臨時強震観測 ／山中 浩明、高井 伸雄、吉見 雅行、津野 靖士、 Özgür Tuna Özmen、Oğuz Özel、Deniz Çaka、Aysegul Askan .....	40
--	----

### 学会ニュース：

---

活断層の長期評価と地震動予測に関するアンケート調査／鷺谷 威、光井 能麻、橋富 彰吾 .....	45
第13回震災予防講演会の報告 —関東大震災から学ぶ地震防災の過去、現在、未来—／宮腰 淳一 .....	49
「Eーディフェンス震動台実験見学会」報告 —10層鉄骨造オフィス試験体による建物の動的特性評価実験—／田端 憲太郎 .....	51

### 研究委員会報告：

---

地中構造物に作用する地盤反力に関する研究委員会の終了報告／鈴木 崇伸 .....	53
地震による倒壊家屋からの救助訓練プログラムに関する研究委員会2022年度活動報告／小山 真紀 ..	55

### 学会の動き：

---

行事 .....	57
会員・役員の状況 .....	58
出版物在庫状況 .....	61

### お知らせ：

---

お知らせ .....	63
------------	----

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12巻 第2号 (通算第36号) が2023年8月下旬に発刊されます／ご寄附のお願い  
／問い合わせ先

### 編集後記

## 新会長挨拶

高田 毅士

● (国立研究開発法人) 日本原子力研究開発機構リスク情報活用推進室 室長 東京大学名誉教授



第11回社員総会(2023年5月23日)におきまして、清野純史前会長の後を引き継いで会長に選出されました。今後、2年間、会員の皆様と共に日本地震工学会の一層の発展に貢献すべく精いっぱい努力する所存であります。どうぞよろしくお願い申し上げます。

2001年に設立された日本地震工学会は今年で22年となります。建築・土木・地盤・地震・機械・原子力・情報等の縦割りの学会を超えた新しい学会として様々な活動がなされてきました。今後の地震被害の軽減のためには、国内外において本学会の貢献が一層必要とされています。

2011年の東日本大震災は大地震と大津波により東北地方のみならず日本全体に甚大な被害をもたらしました。福島第一原子力発電所の廃炉作業はまだまだ先が見えない状況です。このように地震の社会に与える影響は多面的であり、その被害は広域的・長期的です。

本年は関東大震災から丁度100年という記念すべき年でもあります。この間、地震工学は大いに発展しました。しかし、地球の営みは次の大きな地震を引き起こす準備をしています。今年2月にはトルコ・シリア大地震が発生し、多くの犠牲者と甚大な被害が出ました。被害調査報告が近いうちになされますが、被害速報から、設計上、施工上、被災後の緊急時対応、等々に多くの課題があるように見受けられました。我国ではこれほどの被害にはならないとは思われますが、個々の構造物を構成する部材の耐震設計や構造計画、メンテナンスの視点に加えて、「人命を守る」、「インフラを維持する」といったマルチスケールの視点が重要です。さらに、空間・時間軸上の性能確保、所謂、レジリエンスの概念が今後一層重要となります。

この性能確保を確実なものとするためには個々の専門分野の深化と同時に分野を超えた横断的・俯瞰的なアプローチが必要です。これは本学会の設立主旨であり、本学会は分野横断と全体連携のための学会です。これを一層推し進めるには、以下の三点が重要と考えています。①連携の場の提供、②目標の共有、③目標実現のためのアプローチの理解が必要です。①は本学会が周りを巻き込んでリードし実施すべきものであり関連学会との連携の場としてのプラットフォームを恒常的に築くことが重要です。②については、安全性、経済性、持続可能性などの多様な社会インフラの維持と発展を目標とし、③として、その実現に向けた方法論を共有し積極的に展開しなければなりません。

就任に当たり、これらを肝に銘じて活動にあたりたいと思います。関連学会との積極的な交流の実践に加えて、学会自身の活動基盤も確固とする必要があります。具体的には、会員数の維持・増大、特に若手会員の増大、それから、研究委員会数の増大、年次大会の一層の活性化、等々が挙げられます。これらの活動の実践には、対面とオンライン形式の有効な使い分けを検討して活動にあたりたいと思います。

一方、海外関連では、清野前会長らのご尽力により台湾の国家地震工程研究中心(National Center for Research on Earthquake Engineering, NCREE)と台湾地震工学会、インドネシア地震工学会、タイ王立工学会との学術協定の締結がなされ連携の場が拡大されました。加えて、本学会の長年の悲願でありました世界地震工学会議を仙台国際センターにて2021年9月26日～10月2日ハイブリッド形式を採用して開催しました。コロナ禍という逆境でありながら、目黒、中埜、清野諸氏の指揮の下、無事に終わり、また、新時代の国際会議開催の良い見本ともなりました。本誌に開催報告「第17回世界地震工学会議(17WCEE)を終えて(No.45, 2022.2)」が詳細に記載されております。

来年には18WCEE(ミラノ、2024年6月30日～7月5日)が対面で開催予定です。地震工学会として学会をあげて全面支援する予定で日本からも多くの参加を期待しています。会員におかれましては、アブストラクト投稿ならびに参加登録の手続きの方よりしくお願いします。

最後になりましたが、これからの2年間、日本地震工学会の伝統を守りつつ、新しい時代の活動を進めて参りたいと思います。引き続き、ご支援ご協力のほど、どうぞよろしくお願い申し上げます。

## 関東大震災から100年を特集するに当たって

鳥澤 一晃

●会誌編集委員会 委員長／関東学院大学理工学部 教授

今年が関東大震災から100年という節目の年となり、日本地震工学会誌ではその特集を組みました。甚大な犠牲を払った大震災の経験は、さまざまな形で現代に活かされています。地震が発生した100年前の大正12年とは、どのような世の中だったのでしょうか。大正時代は明治と昭和に挟まれたわずか15年という短い期間ですが、時代の転換期と言えるような激動の時期であり、その特徴を以下にいくつか整理してみました。

大正時代は、明治時代の日清・日露戦争での戦勝を経て国全体が国威の発揚に沸き、経済も飛躍的に拡大した時代でした。新しい時代への期待の高まりや西欧諸国からの影響を受けて発展した和洋折衷の文化は、のちに大正ロマンと呼ばれる芸術や新思想を生み出しました。また、交通機関の整備によって都市化が促進され、大学卒で大企業や外資系企業に勤めるホワイトカラーの労働者が登場したのもこの時代です。社会の近代化が進むとともに、政治的には大正デモクラシーと呼ばれる民主主義を唱える動きにより民衆の政治への関心が高まったことも時代を象徴する出来事です。スペイン風邪による世界的なパンデミックが起こったのも大正時代でした。また、連合国の一員として参戦した第一次世界大戦では勝利はしましたが、戦時中に行なった過剰な設備投資と在庫の滞留が原因となり、戦後は深刻な不況に陥りました。そのような状況下にあった大正時代末期に関東大震災は発生しました。

今回の特集では、まず冒頭で関東大震災研究の第一人者である武村雅之先生(名古屋大学)にインタビューを行ない、研究のきっかけから最近の取り組みまで30年以上にわたる研究の全貌についてお伺いしました。

続けて、各論として、関東地震の震源像や強震動の特徴、当時の証言や災害記録、そして、震災後の耐震規定、地震火災、災害報道、都市復興という話題で、各分野の専門家の方々からご寄稿いただきました。いずれも力のかもった読み応えのある記事となっており、全体を通して読むと、関東大震災の何たるかが立体的に浮かび上がってくるような感覚すら覚えます。

小林励司先生(鹿兒島大学)には、相模トラフ沿いの地震発生メカニズム的な背景とともに、これまでに分かってきている関東地震の震源断層像について多数の文献レビューにより解説いただきました。

翠川三郎先生(東京工業大学)には、関東地震の東京での地震記録について概説していただき、振り切れて

しまっている記録からの地震動の復元に関する試みを論じていただきました。

松浦律子氏(地震予知総合研究振興会)には、自身が半世紀以上にわたり収集・蓄積された関東地震に係るさまざまな証言を、ご専門である地震学とも関連付けながら丹念に整理いただきました。

鈴木木比奈子氏(栗駒山麓ジオパーク推進協議会)には、関東大震災を中心に災害アーカイブの重要性について論じていただくとともに、デジタル技術を用いた近年の取り組みについて紹介いただきました。

石山祐二先生(北海道大学)には、関東大震災翌年に当時の建築基準へ水平震度が導入されたことを皮切りに進んだ建築構造・基準の変遷を振り返っていただき、現在の新耐震設計法等の要点を概説いただきました。

廣井悠先生(東京大学)には、関東大震災による火災被害の課題が現代都市でどこまで解決されているかを、地震火災の被害量を規定する出火・延焼・消火・避難の4つの切り口で論じていただきました。

入江さやか先生(松本大学)には、関東大震災直後の数日間にわたる情報空白が社会的混乱を引き起こした反省に触れ、その後の災害報道の歴史について、放送を中心に紹介いただきました。

栢木まどか先生(東京理科大学)には、関東大震災後の帝都復興事業の概要を説明いただくとともに、都市の不燃化に向けた耐火建築の普及への取り組みの歴史について整理いただきました。

以上、インタビューを含む本特集の計9編の記事をお読みいただくと、震災による教訓の多くが現代の科学に反映されていることが確認できる一方で、震災から100年経ってまだ解明されていない・解決されていない課題があることも分かります。近い将来に発生が懸念されている首都直下地震に備えて、今回の節目をきっかけに地震工学コミュニティ全体であらためて気を引き締め、研究・技術開発に取り組む必要があると思います。本誌がその一助となれば幸いです。



鳥澤 一晃(とりさわ かずあき)

1998年横浜国立大学大学院工学研究科修了。鹿島建設(株)技術研究所上席研究員、関東学院大学理工学部准教授を経て、2023年4月より現職。博士(工学)。専門分野：地震リスク評価

## 武村雅之先生インタビュー 関東大震災の研究に携わって

聞き手

- 鳥澤 一晃 (関東学院大学/会誌編集委員長)
- 皆川 佳祐 (埼玉工業大学/会誌編集委員)
- 松川 和人 (東京大学/会誌編集委員)

「一本日はお忙しいところありがとうございます。関東大震災だけでなく、研究の過程でお考えになったことなど、幅広くお話を聞かせてください。さっそくですが、まず、先生のご経歴を教えてください。」

私は1981年の3月に東北大学の地球物理学専攻で理学博士を取りました。その後、鹿島建設に入社したのですが、地球物理学で博士をとった人間をゼネコンが採るのは全国ではじめてのケースだったようです。これは後で周りの人から聞いたのですが、他のゼネコンでは「そんなやつ雇っていつまで続くのか」と注目の的だったようです(笑)。入社後に携わったのは原子力にまつわる地震動の基準を作るという仕事で、この目的のために理学の私が呼ばれたようでした。社内での研究テーマはいわゆる強震動予測で、経験的グリーン関数法に基づく計算を行ったりもしました。10年ほどそういう仕事に携わりながら思ったのは、「予測って性に合わないな」ということでした(笑)。工学の人は「役に立つ」ことを目的に仕事をするんですが、私のような理学の人間はそういうことに全く興味がなく、要するに本質が知りたいだけなんです。例えばデータの解析をきっちりやるとか、新たな事実を観測するとか、そういうことには興味が湧くのですが、当たっているのか良くわからない「予測」のようなものには、あまり興味を持ってませんでした。

### 関東大震災研究にのめりこむきっかけ

「先生は関東大震災研究に長年携わられていますが、そのきっかけはどのようなものだったのでしょうか。」

ある時ひょんなことから、関東地震の観測記録の画像紙を、岐阜地方気象台へ探しに行くことになりました。その記録のマイクロフィルムを事前に見たときには「これはすごいな、解析したいな」と思いました。(波形(図1)を見せながら)これが当時の岐阜測候所において今村式2倍強震計で取られた記録ですが、上下動の記録に本震(第一震)と余震(第二震・第三震)が明らかに見えていますね。水平動の地震計は振り子の固有周期が長かったため、本震のすぐ後に来た余震は本震の波形にまぎれてしまっていて明確に読み取ることが難しいのですが、上下動の地震計は固有周期が短かったので、本震のほかに2つの余震が明確に見えていま



写真1 インタビュー中の様子(左から、武村先生、松川委員、皆川委員、鳥澤委員長)

す。関東地震の体験談を読むと、そのほとんどで「(本震含めて)三度揺れた」と書かれていて、それを踏まえて岐阜測候所の記録を見ると「あ、三度だ!」と明らかに分かり、これは画期的だと思いました。それぞれのP波とS波の時間を読みとり、その差を他の記録とも照らし合わせて分析をすれば震源もわかるし、色々と解析のイメージも湧きました。そこからですね、関東大震災にのめりこんでいったのは。それから15年ほどは、どちらかというと地震学寄りの立場で関東地震の研究をしました。すなわち地震の正体、どこで大きな滑りが起きたかなどを、地震記録をデジタル化して解析してきたということです。例えば、関東地震のマグニチュードは7.9と言われていますが、これがどうやって決められたのか、分かっていませんでした。そこで、せっかく記録が手に入ったので、各地の観測点で得られた記録から、地震計の計器特性を考慮して、気象庁が現在やっているのと同じようにマグニチュードを計算してみたら、出てきた数字が $8.1 \pm 0.2$ でした。これを発表したらマスコミが食いついてきて「エネルギーが○倍になるから、耐震設計の想定より大きい、大変だ!」のような訳の分からないことを言い始めて大ごとになると予想して、「 $8.1 \pm 0.2$ だったら7.9でも悪くありませんよね」と言ってまとめました(笑)。

その後に興味を持ったのは揺れの分布です。岐阜測候所の記録に代表される地震記録は今村式の地震計で計測されたものですが、震源から最低でも200kmくらいは離れていないと針が振り切れてしまうので、震源から近いところの揺れについては起こった被害から推定するしかないんですね。そこで、ちょうど鹿島には諸井(孝文)さんがいて、博士論文のテーマに困っ

ていたようだったので(笑)、一緒にやってみることにしました。被害に関するデータの整理は非常に面倒だったのですが、私は面倒な作業が得意でした。面倒な作業に直面すると、だいたいの方は「これをどう省力化するか」と考え始めて作業を躊躇するのですが、私はまず手を動かすタイプで、しかも手を動かし始めるとどんどん馴染んでくるので結果として早くできるんですね。結局、被害のデータ整理に5年、さらに地図を作るのに5年かかりました。東京市15区の被害分布については、郵便局が明治45年くらいに使っていた非常に詳細な地図があって、これを基にまとめました。ただ、この地図はデジタル化されていなかったもので、町丁目境界を全部手でなぞるところから始めました。出張に行くときにも必ずこの地図を持って行って、町名と対応させる作業も含めて飛行機でも新幹線でもいつも地図とにらめっこしていましたね(笑)。

死者数については、諸井さんが集計しました。当時理科年表には14万2000人という数字が関東大震災における死者数として記載されていたのですが、これは氏名不詳の遺体数と警察に届けられた行方不明者数という、重複しているので足してはいけない2つの数字を足しあわせた結果出てきた数字でした。震災直後のどの資料でも死者数は「十万余」と書いてあって、これは我々が市町村ごとの死者数を積み上げて行って算出した数字とほとんど一緒でした。こうしたことを2003年頃まで行っていました。

一先生は関東大震災の痕跡、慰霊碑なども精力的に訪問しておられます。

ここまでで述べたような研究の過程で思ったのは、「そういえば、石碑とか慰霊碑とか、いろんなところに残ってるよな」ということです。ただ、何しろ私は理学博士なので、昔の公文書を読み解くということでは絶対に歴史学者に敵いません。じゃあどうしようと思ったかという、「歴史学者はあまり外に調査に出て歩かないだろうから、自分は歩いてみてみよう」ということです(笑)。会社勤めしているときには土日休日を使うしかなかったのであまり進まなかったですが、名古屋大学に来てからは神奈川県450か所くらい、東京23区でも500か所くらい回りました。石碑に書いてあることも、読み方を学んだことは無かったのですが、日本語なので、ずーっと見ていると意味が分かるようになるんです。「意味が通らなければ、読み方が間違っている」という考え方を基本に試行錯誤して、少しずつ意味の分かる箇所を増やしていきました。

そうこうしているうちに「復興」までたどりつきました。東京については帝都復興事業ですが、当時、帝

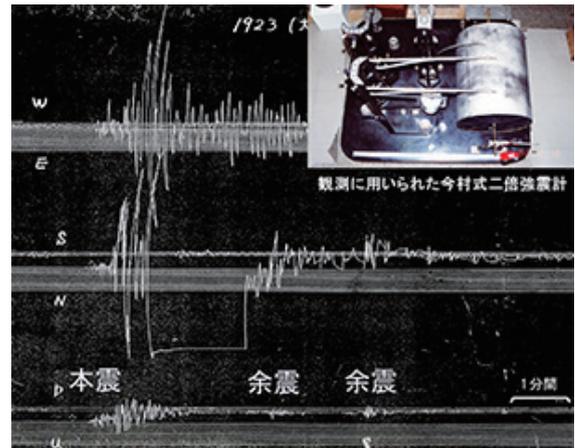


図1 岐阜測候所の地震記録(武村先生による加筆)

都復興事業について語っているのは都市計画分野の方々がメインで、「後藤新平の素晴らしい計画が反対勢力につぶされた」という論調が主流でした。ただ、そうした論も財政については無頓着のように見えましたね。私が見る限りは、後藤新平の計画は理想主義的で、当時の日本の国力に見合ったものではなかったと思います。このことは今年5月に出す予定の本(「関東大震災がつくった東京：首都直下地震へどう備えるか」中央口論新社)で詳しく書いています。

関東大震災とはどのような震災だったか

一改めて、関東大震災とはどのような震災だったのでしょうか。

ポイントは、「東日本大震災の10倍」ということです。死者数は単純に5倍くらいですが当時の人口は現在の約半分なので、人口比で言えばおよそ10倍になります。被害総額もGDP比で言えば10倍です。つまり、当時の日本という国家に与えたインパクトという意味で、東日本大震災の10倍だということです。被害に関しては、他で被害が起こってないわけではないですが、大まかにいうと「神奈川県3割、東京都7割」です。神奈川県は震源の真上なので被害が起こってもある意味当然なんです。問題は東京です。なぜ震源から離れた東京で7割の被害が起きたのか。東京は震度で言えば5強から6弱程度の揺れだったと推定されていますが、同程度の震度だと思われる千葉や川越や八王子などでは大火は起こっていません。東京以外で大火が起こったのは全部震源直上の神奈川県内と千葉県南部です。強風が吹いていたという話もありますが、それは東京に限ったことではなく南関東であればどこでも大きな違いはなかったと思います。ということはやっぱり、東京は欠陥都市だったということなんだと思います。この点は関東大震災の被害を見ると非常に大事だと思います。

## 地震工学と関東大震災

—その後の地震工学に与えた影響はどのようなものでしたか。

明治24年の濃尾地震の後に震災予防調査会という組織ができていますが、その目標の1つに「地震で壊れない家を作る方法を考える」ということがありました。つまりは耐震設計に関することです。当時も模型実験などが行われていて、設計の方法論はおおよそ分かっていたんですが、社会実装においては非常に大きなハードルがありました。当時の大工たちが頑なに昔ながらの方法を守り続けたためです。そこで考えたのは、基準を作って縛らないといけない、すなわち守らなければ罰則がつくような方法で強制していかなければならないということでした。木造住宅については関東地震の前年に市街地建築物法の規定にすでに盛り込まれていましたが、その大改定と近代建築物の耐震規定制定が関東大震災の翌年に行われました。

地震工学という意味でもう一つのポイントは街づくりです。実は東京って、江戸時代よりも震災の起こった大正時代のほうが、よっぽど状況が悪かったんです。被害の大きかった隅田川の東側の地域は、もとは湿地帯で元禄のころから開発がはじまりましたが、江戸時代中はほとんどが武家地と寺社地でした。ところが明治になって、それらの土地を政府が没収して民に払い下げていったのです。そのころ、富国強兵のために産業を興さなければいけないということもあり、隅田川の東側の地域は平坦だし、水の便もよかったということで、多くの工場や工員のための住宅が建設されてきました。ただしそれは、都市の基盤整備をきちんと行わないままに、質の悪い木造建物を無秩序に建築するというものだったので、耐震性の低い木造密集地を軟弱地盤につくる結果となったのです。そこに関東大震災が起これば、大火を起こして、前述の7割の被害につながっていくわけです。

## 帝都復興事業と戦後・現代の東京

—先生は帝都復興事業の研究にも携わられてきています。事業の後、戦後を経て現代の東京があるわけですが、この100年間の変遷をどう思われますか。

大震災の反省をもとに起案された帝都復興事業だったのですが、その地震工学的なエッセンスが現代まで受け継がれているかという点、必ずしもそうではありません。例えば道路率という指標があって、20%程度必要なのですが、関東大震災当時の東京が10%くらいでした。これを20%くらいにしたのが帝都復興事業で、都心部は今も20%くらいあります。ただ、郊外の世田

谷区や杉並区などに行くと、平均で13-4%と低く、関東大震災当時の東京に近いのです。その中でも、玉川や井荻など東京市に合併される前の村長さんや地主さんらが頑張ってきちんと区画整理がなされた地域は比較的高いのですが、他はもっと低く、状況は一層悪いと思われれます。

帝都復興事業の後、戦争、東京オリンピック（1964年）と続くわけですが、オリンピックに向けた首都高の整備などのため、帝都復興事業でできた水辺や公園の多くをつぶしてしまいました。帝都復興事業は防災のことでなく、「首都の品格」のようなことも考えられていて、ロンドンやパリのような都市が目標にされていました。ところが戦後どこかで間違えて、それらをつぶしてきたのです。おそらく、戦後は「国民を豊かにしたい」という目標があったのだと思うのです。それ自体は決して悪いことではないのですが、結果として「公共」なんて言葉が死語になってしまいかねないような状況が生まれる要因にもなっていると思います。日本橋の上に高速道路を作った10年後に河川法が改正されて「川の中に構造物を作ってはいけない」ということになるのですが、その法律の解説書には「初期の頃には作ったことがある。」「水辺を失って市民がその大切さを理解した。」「今の日本橋の状況をよと思う人は誰もいないだろう。」などと書いてあって、思わず笑ってしまいました。「初期の頃」とはもちろん東京オリンピックの頃のことです。事後にこのようなことが書かれても元の木阿弥で、取り返しがつきません。

また、2000年代からの容積率の緩和によって超高層ビルが林立している都心のオフィス街もありますが、あれで得をしているのはディベロッパーだけで、市民はほとんど得をしていないのではないのでしょうか。例えばあるオフィス街は、それができる前と後で、最寄り駅での1日の乗降客数が20万人も増えたと言います。そのオフィス街に通勤する一般市民は日頃から満員電車や長時間通勤などの苦痛を引き受け、いざ地震が起これば大量の帰宅困難者となるのです。街として大切なのは、市民が平等に利益を受けることができる仕組みがその根幹になければならない。そして、そのひとつが防災だだと思います。品格のある立派な街であればみんなでその街を守ろうとするでしょ。そこに共助の精神も育まれる。そういう方向に街をもっていかなければならないと思います。

さらに、2回目の東京オリンピック（2021年）の前後に建設された湾岸の洋上埋立地にあるタワーマンションなども心配です。当然、個々の建物の耐震設計は

しっかりしていると思います。ただ、例えばエレベーター閉じ込めの問題にしても、P波検知システムがついていれば安全だと思う人がいますが、震源が近ければうまく作動するかは分かりません。液状化対策も全域でできるわけではないので、一部が沈下しただけで道路やライフラインを寸断してしまうことも考えられます。想定を超えることが起きた時に、その影響は建物単体にとどまらないはずで、そうした時に住んでる人がどうになってしまうのか、非常に心配です。そのような危険な地域に建設する技術を、地震工学が産み出してしまったという側面もあります。講演でもよくこういう話をするのですが、反発を食らうかと思いきや、結構多くの関係者が「内心そう思ってるんですね」と言ってくれるんです。そういうのはもうやめませんか？ 軋轢を避けて言うべきことを言わないで惰性で進んでしまう。そろそろどこかで食い止めないとまずいのではないのでしょうか。そういうことを最近、地震工学に対して思います。

ちなみに帝都復興事業を見習って関東大震災直後から区画整理をやりはじめ戦後もその路線を引き継いだのが、ここ名古屋なんです。今の名古屋の道路率は20%弱くらいで、全国の大都市でも優等生です。おそらく後藤新平が考えた街に現在日本でもっとも近いのは名古屋でしょうね。私も名古屋にきて「住みやすいなあ」と心から思いました(笑)。

## 若い世代に向けて

一最後に、若い研究者に向けて、研究するうえで大事だと思われることや、激励などをいただけますか。

若手といえば、今、若手研究者の環境が悪すぎると思います。任期制や雇止めの話なんかがありますが、生活基盤がきちんと確立されない限り、研究はできないということを、世の中に分かってもらえないといけません。〇〇プロジェクトの歯車の一部として使われてしまっているのは、プロジェクトからはみ出すようなことにチャレンジするのは難しいですよ。本来、若い人は研究テーマやアイデア出しの部分で苦しみ、新しい考えに到達するものだと思います。若手へのアドバイスというわけではないのですが、「若手」という言葉から考えるのはそのようなことです。

私が学生の頃に面倒を見てくれたのは、私が修士のときに博士課程にいた先輩なんです。その人がいうのは「データに語らせろ」ということでした。例えば「波形そのものを見て分からないことをフーリエ解析したからといって分かるわけがない」と言うのです。フーリエ解析は数量化するための道具に過ぎないので、と

にかく元となるデータ(波形)をよく見るのが大事だ、と言われました。

そういえば、私は修士論文を英語で書きました。その先輩から「対外的にアピールするためには英語で書くべきだ」と言われたためです。いまでも英語は得意ではないのですが、書く苦勞のなかで書き方を覚えていくスタイルでした。面倒くさいですが、面倒と言えば、(日本地図にたくさんのプロットがなされた図を見せながら)この図だって全部手書きです。ひとつひとつのプロットを電卓で計算して図に落としていくわけです。誤解を恐れずに言えば、「アナログは秀でた人をつくる」ような気がします。一方でデジタルは人を平準化しているようにも思います。アナログでプロットを一つ一つ手で書いていると何か見えてくる時があり、データの方から語り掛けてくるようなことがあって、それが発見につながります。デジタルもアナログも同じものを見ているはずなんですけどね。まあ、のんびりした時代だったということなのかもしれませんが、当時の方が研究面ではよかったかもしれません。あくせくして成果を追い求めるような必要はなかったのです。

一今日は貴重なお話を聴かせて頂き、ありがとうございました。

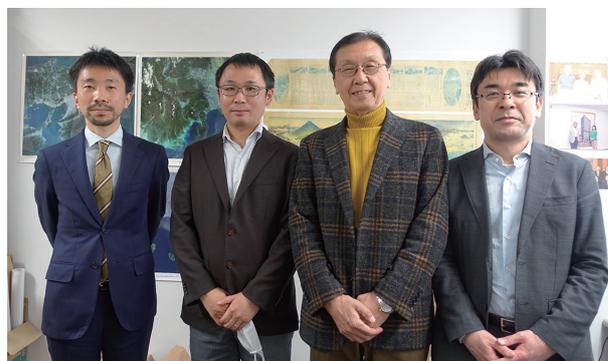


写真2 先生の研究室で(左から、皆川委員、松川委員、武村先生、鳥澤委員長)

2023年3月11日、名古屋大学 減災連携研究センターにて  
文=松川和人

## 武村 雅之 (たけむら まさゆき)

名古屋大学 減災連携研究センター 特任教授。理学博士。鹿島建設(株)プリンシパル・リサーチャー、(株)小堀鐸二研究所副所長などを経て現職。この間、日本地震工学会副会長などを務め、2012年第1回・同会功績賞受賞、現在名誉会員。関東大震災研究に30年以上携わる。主な著書に「地震と防災」「関東大震災を歩く：現代に生きる災害の記憶」「関東大震災がつくった東京：首都直下地震へどう備えるか」など。

# 1923年関東地震はどのような地震だったのか

小林 励司

●鹿兒島大学大学院理工学研究科 准教授

## 1. はじめに

1923年(大正12年)9月1日、巨大地震が近代日本の首都およびその周辺を襲い、壊滅的な被害を与えた。この災害は1923年関東大震災として現代でも広く知られている。また、その後の日本の防災に大きな影響を与えた地震災害である。象徴的なのが防災の日である。これは現在までも続き、関東大震災があった日として、防災訓練が行われ、またマスメディアなどを通して100年語り継がれることとなった。1891年濃尾地震や1959年伊勢湾台風も近代日本の災害史に残るものだが、関東大震災ほどは広く語り継がれてはいない。

一般に地震災害は、自然現象としての地震だけではなく、人間社会の脆弱性もないと生じない。しかしここでは、自然現象としての地震、とくに震源断層とその周辺に焦点を絞ってまとめる。関東大震災は災害の名前であり、自然現象の地震の名前としては、現在では1923年関東地震と呼ぶのが主流である。現在では気象庁が地震の名前を決めているが、当時はそういうことがなかった。そのため、1923年関東地震は公式の名前ではない。以前は関東大地震とも呼ばれていたことがある<sup>1)</sup>。

なお、今年には関東大震災100周年ということで、日本地震学会の広報紙「なるふる」においてシリーズ「関東地震から100年」が連載されている。本稿執筆時では第3回<sup>2)</sup>が最新回である。筆者は第2回で震源断層について書いた。もし本稿で興味が湧いてきたら、ぜひこの連載もご覧いただきたい。

本稿では、まずプレート・テクトニクス上の地震発生の背景(テクトニックな背景)を解説し、次に、解析によく使われるデータ、そしてこれまでにわかってきている震源断層像についてまとめる。その後、相模トラフ沿いで繰り返し起きていた過去の巨大地震と、房総半島沖のスロー・スリップ・イベントについて述べ、滑りの多様性を示す。

## 2. テクトニックな背景

日本付近は4つのプレートで構成されている。2つは陸側で、もう2つは海側である。

陸側についてはプレートの分け方に諸説あり、一般向けには北アメリカ・プレートとユーラシア・プレ

ートとしていることが多い。専門的には、北アメリカ・プレートからオホーツク・プレートが独立しているという説や、ユーラシア・プレートからアムール・プレートが独立しているという説が取り上げられることがよくある<sup>3)</sup>。

北アメリカ・プレートとユーラシア・プレートとの境界(あるいはオホーツク・プレートとアムール・プレートとの境界)もあいまいで、いまだによく分かっていない。以上のような事情からか、陸側の2つのプレートをまとめて、陸側のプレート、と呼ぶことが多い。

海側については、太平洋プレートとフィリピン海プレートとがあり、これらが陸側のプレートの下に沈み込んでいる。南関東においては、陸側のプレートの下にまずフィリピン海プレートが沈み込んでいて(図1)、その下に太平洋プレートが沈み込んでいる。南関東ではさらに、フィリピン海プレート上の島弧である伊豆小笠原諸島と本州とが衝突して、衝突帯を形成している。このように南関東におけるテクトニクスは複雑である。

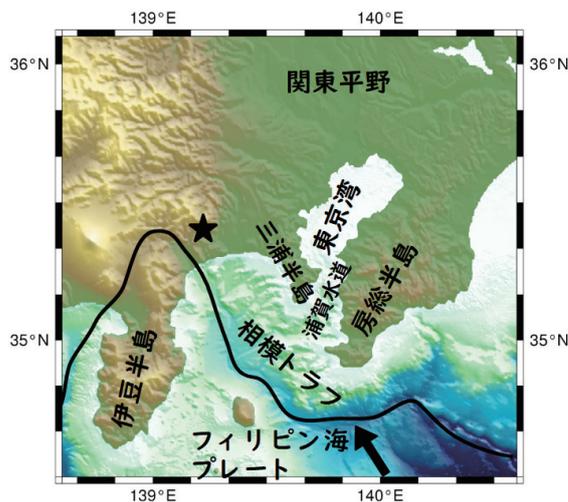


図1 相模トラフ沿いで沈み込むフィリピン海プレート。矢印は陸側プレートに対するフィリピン海プレートの運動方向。星印は1923年関東地震の震央<sup>6)</sup>

伊豆半島の東に相模湾があり、そこに相模トラフが北西-南東方向に走っている。この相模トラフが陸側

のプレートとフィリピン海プレートとの境界である。ここでは、フィリピン海プレートが年間3~5 cmの速さで北西に沈み込んでいる<sup>4)</sup>。1923年関東地震はこの相模トラフ沿いのプレート境界で起こった。

なお、プレート・テクトニクスが確立されたのはこの地震よりも40~50年後であるため、当時はプレート境界で起こったことは分かっていない。

### 3. データ

地震波形データについては、当時すでに地震計による観測が広く行われており、記録が残されている。振り子やばねを使い、ペン書きする機械式地震計が主流であった。日本国内では測候所および大学で観測がされていた<sup>5)</sup>。海外でも多くの記録が残っており、例えばKanamori and Miyamura (1970)<sup>6)</sup>は、約100点の海外の観測点を挙げている。

現代の観測では、地震計の記録はデータセンターに集められて集中管理されている。また公開されているデータも多い。しかし、地震発生当時は当然そのようなシステムはない。当時の地震計記録は、のちに各研究者によって時間をかけて収集され、デジタル化された。

地震観測点の数は十分に多いが、当時の時刻精度はまだ低かった。そのため震源決定には大きな誤差が避けられなかった<sup>6)</sup>。また、近い観測点では、振り切れてしまったり、記録が途絶えていたり、振幅が飽和して記録されていることもあったりした。このうち、振幅が飽和している本郷の記録については飽和しない波形が復元されている<sup>7)</sup>。遠い観測点においては、倍率が低い地震計では、初動の同定が難しいという問題もある<sup>6)</sup>。

測地データについては、陸地測量部(国土地理院の前身)によって水準測量と三角測量とが行われている<sup>8)</sup>。当時の水準測量では、1 kmあたりの誤差が1~2 mmであった。これはマグニチュード(M)8級地震の震源断層の推定には十分な精度である。先に述べたように、地震計の記録には問題が多いため、信頼性の高い結果を得るためには、この測地データは重要である。

地震と測地以外にも津波の波形や高さのデータが使われることがある<sup>9), 10), 11)</sup>。また、住家被害から推定された震度分布も使われることもある<sup>12), 13)</sup>。

### 4. 得られた震源断層像

震源断層について述べる前に、用語を整理しておきたい。震源は、断層破壊(滑り)が始まり地震波が出始めた点である(そのため破壊開始点とも言う)。震

源過程は断層面上で、いつ、どのくらい滑りがあったかを表す、時空間分布のことを指す。滑り分布は断層面上での最終的な滑り量を表した空間分布である。測地データや津波の高さからは滑り分布を求めることができるが、震源過程を求めることはできない。震源過程を求めるには地震波形データが必要となる。

震源に関する研究は、地震学の発展とともに進んでいった。すべてを記述するには紙面が足りないので、簡単にまとめる。

地震発生当時にはすでに震源を求める手法があり、震源は求められていた。この頃には震源が相模湾周辺に位置することが推定されていた<sup>14)</sup>。その後、マグニチュードの定義が提唱されるようになり、マグニチュードが推定されるようになった。マグニチュード7.9と推定され、以後長くこの値が使われるようになった<sup>5)</sup>。P波初動の押し引き分布から震源メカニズム解(発震機構解)が求められるようになり、横ずれ成分を含む逆断層型であることが示された<sup>15)</sup>。

断層運動による地殻変動が計算できるようになると、まずはフォワード・モデリングで測地データから震源断層が推定されるようになった<sup>16), 17)</sup>。インバージョンの手法が開発されるようになって、まず測地データから震源断層がインバージョンで推定されるようになった<sup>18), 19)</sup>。このころにはすでにプレート・テクトニクスが確立しており、震源メカニズム解や、断層面の推定によって、プレート境界で起こったことが明らかになってきた。

その後、地震波形のインバージョンで震源過程を求める手法が確立された。1923年関東地震の場合は、使える地震波形記録の数が少ない等の問題から、地震波形のみのインバージョンでは信頼できる安定した解を求めることが難しい。測地データも同時にインバージョンすることで信頼性の高い安定した結果が得られた<sup>20), 21)</sup>。

関東の地下構造の調査研究が進むと、プレート境界の形状<sup>22)</sup>や3次元速度構造が得られるようになった。より現実に近い断層面と地下構造でインバージョンを行い、震源過程が求められるようになった<sup>23)</sup>。

最新の研究<sup>23)</sup>で推定された滑り量の分布(図2(a))を見ると、震源付近と浦賀水道付近で滑りが大きいことが分かる。図2(d)には5秒ごとの断層面上の滑りを表したスナップショットを示している。震源から滑り始めて、まず震源付近で滑った後、20秒後ぐらいから浦賀水道付近で大きく滑ったことが分かる。図2(b), (c), (e), (f)は地殻変動や地震波形の観測値と計算値の比較をしている。計算値は推定された震源過程で計算さ

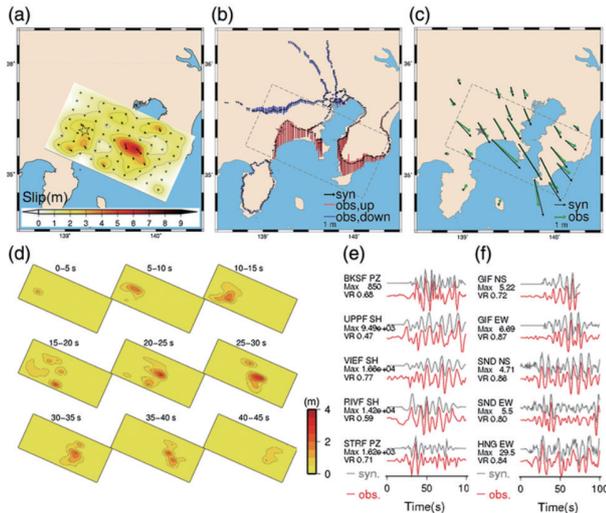


図2 Yun *et al.* (2016)<sup>23)</sup>の結果。(a)滑り量分布。(b) 地殻変動の上下変動の観測値と計算値との比較。(c)水平変動の観測値と計算値との比較。(d)断層面上での5秒ごとのずれの様子。(e)遠地震観測点での観測値(下)と計算値(上)の比較。(f)近地震観測点での観測値(下)と計算値(上)の比較。[This figure was reproduced according to the permissions policy of SSA.]

れたものである。観測値と計算値がよく合っており、これは推定された震源過程が観測値を良く再現することを示している。

大きく滑る領域が2つある、つまり大きな揺れが2回あったことについては、揺れを体験した人の証言にも見られるようである<sup>5)</sup>。

これらとは別に住家被害から推定された震度分布をインバージョンすることによって、震度に大きく影響する短周期の地震波を生成する領域(短周期地震波生成域)が推定されるようになった<sup>12), 13)</sup>。地震波形と測地のインバージョンで求めた滑り分布からずれており、大きく滑った領域が必ずしも短周期地震波生成域になるとは限らないことが示唆されている。

## 5. 過去の相模トラフ沿いの巨大地震およびスロー・スリップ・イベント

相模トラフ沿いのプレート境界型地震については、1923年関東地震の1つ前の地震として1703年元禄地震がよく知られている<sup>24)</sup>。当時はもちろん近代的な観測はない。しかし、海岸段丘や生物遺骸の研究から当時の海岸での隆起沈降がよく調べられている。また、津波の高さ分布についても調べられている。隆起沈降や津波を説明するためには、1923年の震源域に加え、房総半島南部での大きな滑りが必要であることが分かっている<sup>24)</sup>。

房総半島の海岸段丘の研究により、相模トラフ沿い

のプレート境界型地震は1703年元禄地震よりも前にも繰り返し起こったと考えられている。以前は大正型と元禄型の2つの型に分かれると考えられていたが、研究の進展より、最近ではそれだけでは説明はつかないと考えられるようになってきた<sup>24)</sup>。

房総半島沖ではスロー・スリップ・イベントが繰り返し発生している。1996年から現在まで6回起こっている<sup>25)</sup>。南海トラフ沿いでは巨大地震の震源断層とスロー・スリップ・イベントとは発生する深さが異なるが、相模トラフ沿いでは、巨大地震の震源断層とほぼ同じ深さの東隣の領域でスロー・スリップ・イベントが発生している。なぜこのような滑りの違いが生じているのかはまだよく分かっていない。同じ深さであれば、圧力もほぼ同じである。したがって違いを生む原因の候補としては、太平洋プレートが沈み込んでいることによる温度の違いか、断層を構成する物質の違いかであろう。

## 6. まとめ

先にも述べたように、震源に関する研究は、地震学の発展とともに進んできた。今後も地震学の発展によって、さらに研究が進むことが期待される。このようなことが可能なのは、観測データがあるからである。観測の重要性は現代でも変わらない。現代に起こった地震で記録を残しておけば、その時にはすぐに分からなかったことも、将来、地震学の発展に伴って、新たに何が分かるかもしれない。

自然現象としての地震の理解は、主に2つの点で重要である。1つは自然科学的な好奇心としての、地震そのものの理解である。震源過程は、地震発生時に何が起きているかという、地震そのものの理解につながる。もう1つは災害の原因としての理解である。震源過程は、将来同じような地震が発生した時の強震動の予測にも利用できる。また相模トラフ沿いの滑りの多様性の理解は、地震発生サイクルの理解につながり、地震発生の予測に重要な役割を果たすかもしれない。

## 参考文献

- 1) 東京大学地震研究所：関東大地震50周年論文集、東京大学地震研究所、400p、1973。
- 2) 日本地震学会：なみふる、No.132、8p、2023。 <https://www.zisin.jp/publications/naifuru.html>、(参照2023-04-28)
- 3) 加藤照之：日本列島とその周辺のプレート運動、地震予知連絡会会報、Vol.92、pp.428-430、2014。 [https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report/kaihou92/12\\_09](https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report/kaihou92/12_09)。

pdf, (参照2023-04-28)

- 4) Seno, T. : A model for the motion of the Philippine sea plate consistent with NUVEL-1 and geological data, *J. Geophys. Res.*, Vol.98, pp.17941-17948, 1993.
- 5) 武村雅之：関東大震災 大東京圏の揺れを知る、鹿島出版会、139p、2003.
- 6) Kanamori, H., Miyamura, S. : Seismotectonics re-evaluation of the Great Kanto Earthquake of September 1, 1923, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, Vol.48, pp.115-125, 1970.
- 7) 横田治彦、片岡俊一、田中貞二、吉沢静代：1923年関東地震のやや長周期地震動：今村式2倍強震計記録による推定、日本建築学会構造系論文報告集、Vol.401、pp.35-45、1989.
- 8) 陸地測量部：関東震災地復旧測量記事、陸地測量部、78p、1930.
- 9) 相田勇：相模湾北西部に起こった歴史津波とその波源数値モデル、地学雑誌、Vol.102、pp.427-436、1993.
- 10) 行谷佑一、佐竹健治、宍倉正展：南関東沿岸の地殻上下変動から推定した1703年元禄関東地震と1923年大正関東地震の断層モデル、活断層・古地震研究報告、Vol.11、pp.107-120、2011.
- 11) 谷岡勇市郎、山中悠資、中臺裕美：津波観測波形・地殻変動・津波遡上高を説明する1923年関東地震のすべり量分布、日本地震学会2022年度秋季大会、S17-06、2022.
- 12) 神田克久、武村雅之：震度データから推察される相模トラフ沿いの巨大地震の震源過程、日本地震工学会論文集、Vol.7、pp.68-79、2007.
- 13) 神田克久、加藤研一：震度インバージョン解析による首都直下の歴史地震の強震動生成域と短周期レベル、日本地震工学会論文集、Vol.19、pp.91-104、2019.
- 14) 國富信一：関東大地震の験震學的考察、験震時報、Vol.3、pp.211-242、1929.
- 15) Kanamori, H. : Faulting of the great Kanto earthquake of 1923 as revealed by seismological data. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, Vol.49, pp.13-18, 1971.
- 16) Ando, M. : A fault-origin model of the great Kanto earthquake of 1923 as deduced from geodetic data, *Bull. Earthq. Res. Inst.* Vol.49, pp.19-32, 1971.
- 17) Ando, M. : Seismotectonics of the 1923 Kanto earthquake, *J. Phys. Earth.* Vol.22, pp.263-277, 1974.
- 18) Matsu'ura, M., Iwasaki, T., Suzuki, Y., Sato, R. : Static and dynamical study on the faulting mechanism of the 1923 Kanto earthquake, *J. Phys. Earth* Vol.28, pp.119-143, 1980.
- 19) Matsu'ura, M., Iwasaki, T. : Study on the coseismic and postseismic crustal movements associated with the 1923 Kanto earthquake, *Tectonophysics*, Vol.97, pp.201-215, 1983.
- 20) Wald, D. J., Somerville, P. G. : Variable-slip rupture model of the great 1923 Kanto, Japan, earthquake: Geodetic and body-waveform analysis. *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol.85, pp.159-177, 1995.
- 21) Kobayashi, R., Koketsu, K. : Source process of the 1923 Kanto earthquake inferred from historical geodetic, teleseismic, and strong motion data. *Earth Planets Space*, Vol.57, pp.261-270, 2005.
- 22) Sato, H., et al.: Earthquake source fault beneath Tokyo, *Science*, Vol.309, pp.337-520, 2005.
- 23) Yun, S., Koketsu, K., Kobayashi, R. : Source process of the 1923 Kanto earthquake considering subduction interface geometry and amplification effects caused by the large - scale and 3D complex sedimentary basin. *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol.106, pp.2817-2830, 2016.
- 24) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）について、2014、[https://www.jishin.go.jp/main/chousa/kaikou\\_pdf/sagami\\_2.pdf](https://www.jishin.go.jp/main/chousa/kaikou_pdf/sagami_2.pdf) (参照 2023-04-28)
- 25) Ozawa, S., Yarai, H., Kobayashi, T. : Recovery of the recurrence interval of Boso slow slip events in Japan, *Earth Planets Space*, Vol.71, pp.71-78, 2019.



小林 励司 (こばやし れいじ)

専門は地震学。北海道大学で修士、京都大学で博士(理学)を取得。ポスドクののち、2006年より現職。

# 関東地震による強震動と強震観測への動き

翠川 三郎

●東京工業大学 名誉教授

## 1. はじめに

1923年関東地震では首都圏に甚大な被害が生じ、地震火災による約20万棟の焼失家屋のみならず、激しい揺れによる約10万棟の全潰家屋も生じた。そこで、首都圏での地震防災対策を考える上で、関東地震での地震動を理解しておくことは重要である。ここでは、関東地震による強震動について概観し、さらに、この地震の教訓として日米で生じた強震観測への動きについて述べてみたい。

## 2. 関東地震による強震動

### 2.1 震度分布

関東地震では、中央气象台により、布良、横須賀、東京、甲府、熊谷で震度VIが、沼津、銚子、宇都宮等で震度Vが報告された<sup>1)</sup>。なお、当時、震度VIIは定義されておらず震度はVIが最大だった。中央气象台により描かれた震度分布図<sup>2)</sup>を図1に示す。震度VIは静岡県西部、神奈川県、千葉県南部、東京都東部、埼玉県東部に分布し、その面積は8千平方キロ程度である。この広さは、兵庫県南部地震(M7.2)のその20倍以上、東北地方太平洋沖地震(M9.0)のその7割程度で、M8クラスの地震としても大きなものである。これは関東地震の震源域が沖合でなく陸地にかかっているためであり、その結果、関東地震は広い範囲に大きな被害を与えた。

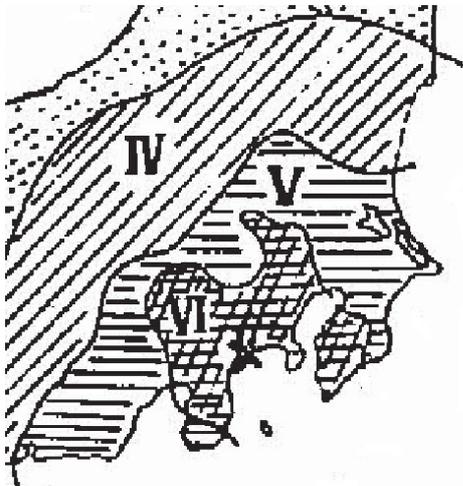


図1 関東地震の震度分布<sup>2)</sup>

### 2.2 東京での地震記録

関東大震災の際には被災地には地震計が設置されていたが、ほぼすべてが激しく振り切れてしまった。東京での低倍率の地震計も振り切れたが、地震動の特徴をとらえていたものもあった。図2の左側は、東京の本郷で今村式強震計によって得られた地震記象<sup>3)</sup>である。NS成分とUD成分の記録は主要動到達直後に欠落している。しかし、EW成分は、主要動到達後に振り切れて振幅が飽和し、一部の区間では欠落しているものの、長時間にわたって記録され続けた。図の左側に示した原記象は細かいところがみえにくいので、今村が読み取った主要動開始部の波形<sup>4)</sup>を図の右側に示す。図にはピークの発生順にaからgの記号がつけられている。今村は、振り切れる直前の部分f-gを地震動の最強部とみなし、全振幅8.86cm、周期1.35秒から、この部分を単弦振動と仮定して、最大加速度は97cm/s<sup>2</sup>となると推定している<sup>3)</sup>。さらに今村は、振り切れ後も変位振幅は増大し、全振幅で20cmにも達したであろうと推測している<sup>3)</sup>。

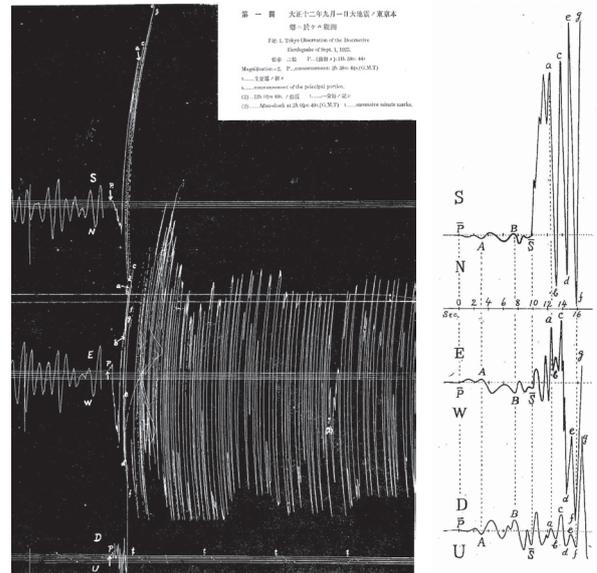


図2 今村式強震計による記象(左)<sup>3)</sup>と読取波形(右)<sup>4)</sup>

一方、石本は、この記録を見直し、「記録不能直前の小周期振幅を採り、此が0.3秒の周期であったとすれば約250galの震動は己に存在した事になる。此等の事から想像するに東京本郷における地震動加速度は

300gal程度だったと思われる。」と述べている<sup>5)</sup>。図2をみると、EW成分のcとdの間に短周期の動きがみられ、ここでの片振幅を約6mmと読み、本郷での卓越周期である周期0.3秒を仮定すると加速度は約250cm/s<sup>2</sup>となる。

東京・本郷では、この記録以外にも他の地震計で記録が得られている。末広は、同地点で得られたものとして、ユーイング強震計の記録を紹介している<sup>9)</sup>。図3に示すように、この記録は回転する円盤上の記録紙に描かれており、円盤の中心に近いところの波形がSW-NE成分で、その外側がSE-NW成分で、さらに外側がUD成分である<sup>7)</sup>。この地震計は描針が記録紙からはみ出しながらも主要動部分の波形を描き続けており、SW-NE成分およびSE-NW成分の最大振幅はそれぞれ15cm程度および40cm程度と読み取れる。

末広は、大森式地震計による記録(NS成分)も紹介し、最大動到達以前で振り切れているが、主要動の初動ですら約17cmの全振幅を示しており、振り切れた後の揺れはこれ以上のものであったらと述べている<sup>9)</sup>。その他、教室強震計と呼ばれる1倍強震計の記録がある。NS成分は主要動の途中まで記録されており、振り切れる直前で片振幅約13cmを示している<sup>8)</sup>。これらの結果は、前述した今村の最大加速度や最大変位の推定値は過小評価であることを示している。

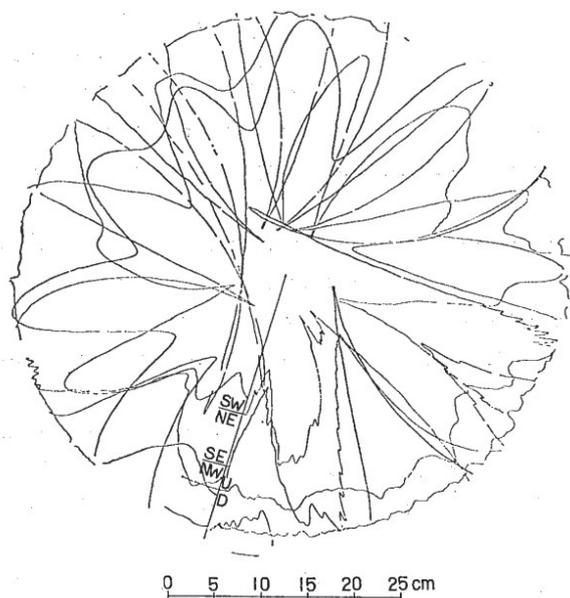


図3 ユーイング強震計による記象<sup>7)</sup>

### 2.3 振り切れた地震記録の修復の試み

以上示した関東地震の東京での記録はいずれも振り切れているが、振り切れた記録からの地震動の復元の試みもなされている。横田ほか<sup>9)</sup>は、今村式強震計の記録の飽和した波形(EW成分)を可能な限り修復する

とともに地震計の周期特性の補正を行って、関東地震の際の東京の長周期地震動の特性を推定することを試みている。その結果、最大変位は約15cm、最大速度は約25cm/s、最大加速度は約200cm/s<sup>2</sup>と推定している。

同様の検討として、森岡<sup>7)</sup>はユーイング強震計の記録の振り切れた波形(SW-NE成分)を修復し地震計の特性を補正して地動を推定している。その結果、最大変位は約50cm、最大速度は約40cm/s、最大加速度は約400cm/s<sup>2</sup>と推定している。この結果と前述の横田ほかの結果は大きく異なる。この原因として、武尾・金森<sup>10)</sup>は、今村式強震計の記録は主要動部に波形の欠落部分があることや振子が激しい衝突したことにより正確な修復は非常に困難であること、ユーイング強震計の記録は地震計の固体摩擦の影響が大きく正確に修復されていないことを指摘し、両者の修復結果には問題が残されていることを示唆している。

そこで、翠川ほか<sup>11)</sup>は、ユーイング強震計の記録を再検討している。まず地震計の特性について再検討し、1)この地震計の固体摩擦の値が通常地震計とは異なり5cm程度と大きく、2)記録円盤の回転時間は時期により変動し、関東地震時には、1931年に那須により測定された120秒とは異なり、40～70秒と短かったものと推定している。その上で、原記象を読みとり、波形の振り切れた部分を前後のデータから外挿して求める等して、読取修復波形を作成し、さらに地震計の特性を補正して地動の加速度、速度、変位を求めている。図4および5はそれぞれSW-NE成分およびSE-NW成分の結果で、上から読取修復波形、特性補正して得られた加速度波形、速度波形、変位波形を示す。図には振幅が振り切れた区間や大振幅を示した区間も横棒で示されている。

SW-NE成分については、最大変位は40cm程度、最大速度は40cm/s程度である。SE-NW成分は振り切れた区間が多数あり、SW-NE成分に比べて原波形に不完全な部分が多い。また、読み取った振幅が30cmを超える大振幅部があり、SW-NE成分に比べて振幅が大きい。地震計の特性補正をして得られた最大変位は60cm程度、最大速度は60cm/s程度となる。

ただし、SE-NW成分の復元された波形を見ると45秒前後の時刻で波形がぎくしゃくとして不自然に見える。この時刻は図5の最上段に示す読取修復波形で振幅が30cmを超える大振幅部で、読み取った波形もスムーズではない。この原因として、振子の性能限界を越えて振子が複雑な挙動をしたことが可能性として指摘されている。

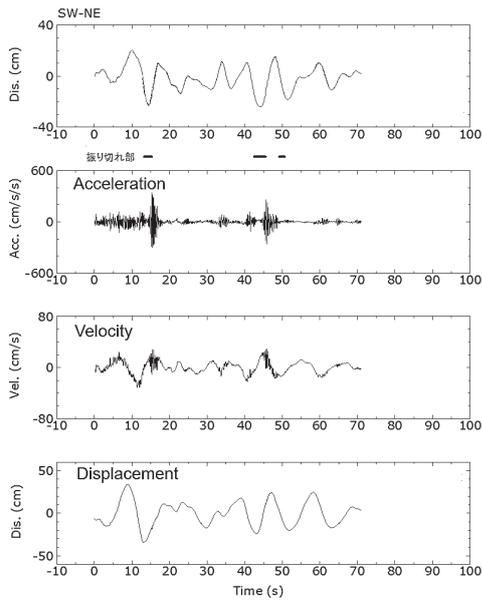


図4 復元記録の波形(SW-NE成分)<sup>11)</sup>

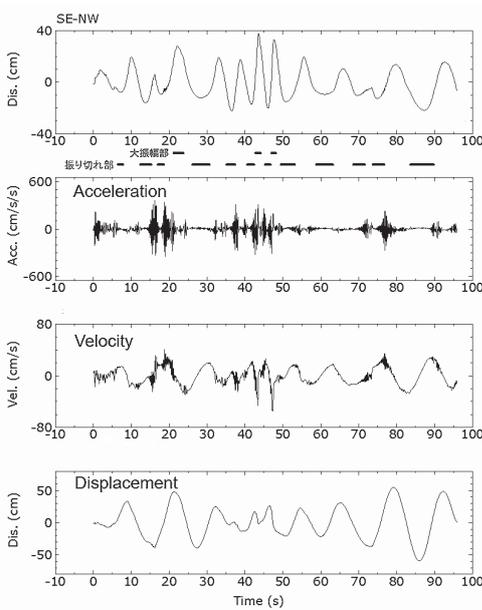


図5 復元記録の波形(SE-NW成分)<sup>11)</sup>

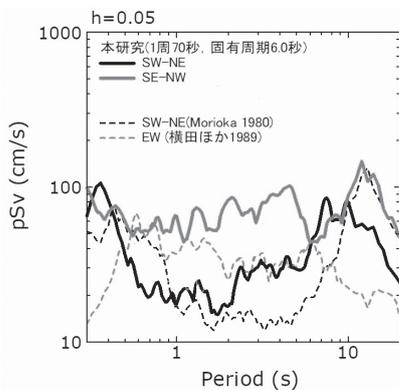


図6 復元記録の応答スペクトル<sup>11)</sup>

復元された記録の応答スペクトル( $h=0.05$ )を図6の実線で示す。ピークは、SW-NE成分では周期10秒弱に、SE-NW成分では周期4～5秒および10秒強付近にみられる。周期2～10秒でのスペクトル振幅は、SW-NE成分では30～80 cm/s程度、SE-NW成分では60～100cm/s程度の値を示し、SE-NW成分の方が大きい。この結果は、図の点線で示す森岡<sup>7)</sup>の復元結果や横田ほかの今村式2倍強震計からの復元結果<sup>9)</sup>に比べて大きなものとなっている。

以上は記録円盤の回転時間を70秒とした場合について示したが、推定される回転時間には40～70秒と幅がある。回転時間を短くすると、周期1～5秒程度の範囲ではスペクトル振幅は増大する傾向があり、図4～6に示した回転時間70秒の場合より地震動は大きかった可能性もある。

この復元結果には、地震計の特性や振り切れ部の推定等に確定的でない点があることから、不確定性を含むものではあるが、関東地震での東京・本郷での地震動は、オーダー的には、最大速度で50cm/s程度、最大変位で50cm程度、周期1～10秒の速度応答スペクトル振幅( $h=0.05$ )で100cm/s程度の大きさであったと、ざっと考えてもよさそうであろう。これは、建築基準法での耐震設計用スペクトルと同程度ないしやや大きいものであり、前述の横田ほか<sup>9)</sup>や森岡<sup>7)</sup>による復元結果は過小評価の恐れがあることを示唆している。

## 2.4 震源域での地震動強さの痕跡

東京は震源域からやや離れており、震源域ではもっと強い地震動があったものと考えられる。関東地震以前から、墓石などの直方体の物体の転倒から、およそその加速度が推定されてきた。図7に、物部<sup>12)</sup>および中村<sup>13)</sup>による墓石の転倒から推定された加速度( $A_K$ )の分布を示す。木造家屋の全壊率が50%を超えるような被害の激しかった地域では、 $A_K$ は大きな値を示しており、例えば、小田原や鎌倉、北条周辺などでは0.4gを超える値が得られている。

ただし、 $A_K$ は実際の最大地動加速度よりも小さい傾向がある。転倒の数値シミュレーションによると、 $A_K$ と最大地動加速度の比は地震動のスペクトル特性によって0.5～0.9の幅があるが、平均して0.7程度である<sup>14)</sup>。したがって、小田原や鎌倉、北条周辺などでは0.5gを大きく超える最大地動加速度が生じていた可能性がある。

これらの地域では、激しい揺れを示唆する痕跡として、家屋が大きく移動したことも観察されている。小田原やその近郊では、住家が75～130cm、小屋が

90cm<sup>3</sup>、農家が30～60cm<sup>15</sup>移動し、激しい揺れにより家屋が跳躍して移動したことが示唆されている。鎌倉や藤沢では、寺の山門が50cm<sup>3</sup>、五重塔が50cm、住家が30cm<sup>16</sup>、農家が90cm<sup>17</sup>と大きく移動した。北条やその近郊では、木造家屋が33cm<sup>3</sup>、寺院の本堂が60cm<sup>18</sup>移動した。最近の日本の被害地震で震度7を観測した地域でこのような大きな移動がみられていること<sup>19</sup>から、これらの地域では震度は7に達したものと考えられる。このように、震源域での地震動強さは東京でのそれをはるかに超えるものであったものと推定される。

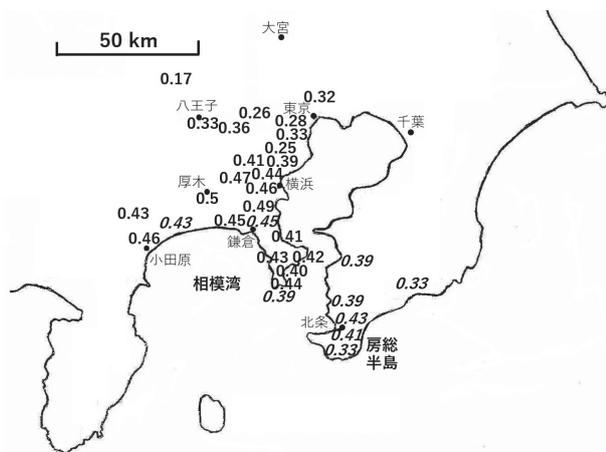


図7 墓石の転倒から推定した加速度の分布 (単位: g)

### 3. 強震観測への動き

これまで述べてきたように、関東地震では非常に強い地震動が生じたにも関わらず、完全な強震の記録が得られなかった。そこで、地震後、強震を正確に測定できるような地震計の改良が必要であることが指摘された<sup>20</sup>。さらに末広は構造物の耐震問題を考える上で構造物に作用する加速度を加速度計で正確に計測しなければならないと主張した<sup>21</sup>。1925年に創設された地震研究所の初代所長となった末広は、加速度計の開発を研究所の研究項目のひとつとし、これを石本に督励した<sup>22</sup>。

石本は加速度地震計の原理を整理し、毛細管を利用した加速度計を試作し<sup>23</sup>、1929年には自動車や汽車の振動測定のための水平1成分の機械式加速度計を製作した<sup>24</sup>。さらに、1930年夏に光学式記録のプロトタイプ加速度計を製作した<sup>25</sup>が、光学記録式は取り扱いが不便で、費用がかさむことから、1930年末頃に煤書きの実用的な加速度計を製作し、本郷で観測を開始し、1931年3月から記録を得ている<sup>26</sup>。

1931年8月からは丸の内でも加速度計が設置され、比較観測が開始された<sup>27</sup>。同年9月21日西埼玉地震

(M6.9、東京の震度IV)では最大加速度70cm/s<sup>2</sup>の記録が本郷で得られた。これを、末広<sup>6</sup>は同年11月に行った米国での講義で、準破壊的地震の際の初めての加速度記象として紹介している。さらに1932年5月から東京および横浜の10か所に加速度計が展開された<sup>28</sup>。1934年には、7階建て建物の屋上、中間階および地下階での観測<sup>29</sup>も行われた。しかし、地震研究所単独による研究的な側面が強く、永続的な強震観測の全国展開までには到らなかった。

米国でも関東地震を契機に地震工学研究への関心が強まった。1923年関東地震の後、米国土木学会(ASCE)は、地震が構造物に及ぼす影響に関する特別委員会を設置し、耐震研究について検討した<sup>30</sup>。その後、1925年のサンタバーバラ地震やケベック地震により地震工学・耐震工学の重要性の認識は米国の西部だけでなく東部でも高まった。サンタバーバラ地震後、カリフォルニア銀行協会は地震保険委員会を立ち上げ、1926年5月のニューヨークでの全米火災保険協会では地震保険の問題が議論され、サンフランシスコの技術者クラブでは耐震構造に関する議論の場が持たれた<sup>31</sup>。

折しも1925年に米国の地震調査機関が気象局から沿岸測地局に移行し、沿岸測地局は震災軽減の観点から耐震工学により有用となるような調査に関心を持った<sup>32</sup>。沿岸測地局の担当者が1926年に東京で開催された汎太平洋学術会議に参加し、日本の地震研究に注視すべきであるとの認識が示された<sup>33</sup>。

元ASCE会長のFreemanもサンタバーバラ地震やケベック地震を契機に耐震問題に強い興味を持った。彼は1929年に東京で開催された万国工業会議に参加し、末広所長による地震研究所の研究活動報告などを拝聴し、地震研究所を訪れて末広らと意見交換した。Freemanは日本の地震工学研究に感銘し、特に強震観測の重要性を認識した<sup>34</sup>。会議から帰国後、直ちにFreemanは米国の地震観測の担当機関である沿岸測地局や地震学者、構造技術者らに協力を依頼し、商務長官や大統領にも陳情した<sup>35</sup>。また、米国地震学会で強震計の開発の必要性を発表した<sup>36</sup>。

これらFreemanによる精力的な活動等により、強震観測プログラムのための予算が1931年に連邦政府から沿岸測地局に与えられた。同年4月に沿岸測地局の担当者が強震観測プログラムを推進するためにカリフォルニアに赴き、構造技術者や建築家、地震学者、地質学者らと多数の会合を持ち、強震計の仕様や設置地点などに関する原則が議論された<sup>32</sup>。その結果、カリフォルニアが地震のタイプや頻度の面からみて、調査結果が即座に社会経済的に役立つという点で、設置地

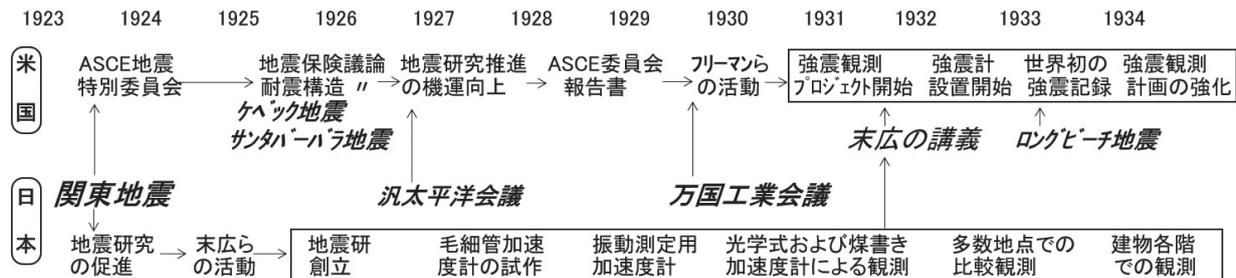


図8 日米での強震観測への動き

域として最適であるとの合意が得られた<sup>37)</sup>。

強震計の開発は沿岸測地局や米国標準局、MIT、バージニア大学の研究者の協力により迅速に進められた<sup>37)</sup>。さらにFreemanは自己資金で地震研究所の末広を1931年11月に米国に招聘し、末広は米国の4大学でEngineering Seismologyの講義を行い、強震観測プログラムの担当者との意見交換や助言も行い<sup>34)</sup>、強震観測プログラムを加速させた。

これらの活動の結果、関東地震の9年後の1932年7月にロングビーチなど4地点に初めて強震計が設置され<sup>38)</sup>、1933年3月10日のLong Beach地震で強震記録の観測に成功した。この成功により強震計の設置はさらに進められ、永続的な強震観測網が展開された。

以上述べてきた経緯を図8にまとめた。このように強震観測への動きは、末広らの影響で、関東地震後に日米でほぼ同時期に始まったといえよう。米国では、Freemanらの努力による強震観測プログラムが沿岸測地局を主体としながら、建築の実務技術者も参加して、強震計の開発から設置の展開まで含め組織的かつ実践的に進められた。一方、日本では地震研究所単独による研究的観測に止まっていた。日本は加速度計の開発や地震動の加速度の観測で先鞭をつけておきながら、永続的な強震観測では米国に後れをとり、その開始を1953年まで待つこととなった。

#### 4. まとめ

本報告では、関東地震での震度分布、地震記録、強い揺れの痕跡について概観し、震度6の揺れが広い範囲で生じたこと、東京での振り切れた地震記録から推定される地震動強さのレベルは最大地動速度でおおよそ50cm/s程度であること、小田原などの震源域ではさらに強い揺れが生じたことを示した。一方、このような激しい揺れをきちんと観測できず強震動の正体を知ることができなかったことを教訓として、強震観測への動きが日米で進められ、その結果、米国で関東地震の約10年後から永続的な強震観測が開始された経緯についても述べた。

#### 参考文献

- 1) 気象庁：震度データベース検索<https://www.data.jma.go.jp/eqdb/data/shindo/index.html>。(参照2023-03-11)
- 2) 中央気象台：大地震震度分布図、地震観測法、pp. 9.1-9.5、1952.
- 3) 今村明恒：関東大地震調査報告、震災予防調査会報告、第100号甲、pp.21-65、1925.
- 4) Imamura, A.: Analysis of seismograms, Theoretical and Applied Seismology, Maruzen, pp. 265-269, 1937.
- 5) 石本巳四雄：大正12年関東地震の震害、地震とその研究、古今書院、pp.111-113、1935.
- 6) Suyehiro, K.: Engineering Seismology, Notes on American Lectures, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol.38, No.4, pp.9-110, 1932.
- 7) Morioka, T.: The Ground Motion of the Great Kwanto Earthquake of 1923, 日本建築学会論文報告集、No.289, pp. 79-91、1980.
- 8) 翠川三郎・三浦弘之：1倍強震計による東京・本郷での1923年関東地震の地震記象、日本地震工学会・大会—2020梗概集、論文番号B-5-5、2020.
- 9) 横田治彦・片岡俊一・田中貞二・吉沢静代：1923年関東地震のやや長周期地震動 今村式2倍強震計による推定、日本建築学会構造系論文報告集、No. 401、pp. 35-45、1989.
- 10) Takeo, M. and Kanamori, H.: Simulation of Long-Period Ground Motions for the 1923 Kanto Earthquake (M = 8), Bulletin of the Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Vol. 67, pp. 389-436, 1992.
- 11) 翠川三郎・三浦弘之・山田眞：ユーイング円盤記録式強震計による1923年関東地震の記象の解析 その2 地震計の特性の検討に基づく地動の推定、日本地震工学会論文集、Vol. 22、pp.16-35、2022.
- 12) 物部長穂：土木工事震害調査報告、震災予防調査会報告、第100号丁、pp. 1-65、1926.
- 13) Nakamura, S.: On the earthquake Occured in the bay of Sagami and destroyed Tokyo, Yokohama and their vicinities on September 1st., 1923, The Seismological Bulletin of the

- Central Meteorological Observatory of Japan, Vol. 1, No. 4, 66 p, 1925.
- 14) 宮野道雄：墓石・木造建物被害等による震度に関する若干の検討、土木学会論文報告集、第318号、pp.33-42、1982.
  - 15) 中村左衛門太郎：今後の地震 関東地震地帯の研究、民友社、154p.、1924.
  - 16) 阿部良夫：関東大震災 特に鶴沼海岸別荘地に於ける状況、震災予防調査会報告、第100号甲、pp.333-338、1925.
  - 17) 中村修：《解説》関東大震災と藤沢(上)、藤沢市史料集三十六、藤沢市文書館、pp.2-20、2012.
  - 18) 伊東忠太：特別保護建造物の被害、地震火災誌編、大正大震災誌、改造社、pp.120-123、1924.
  - 19) 翠川三郎：震源近傍での激しい地震動の痕跡、強震動 観測記録とその特性、朝倉書店、pp.10-16、2018.
  - 20) 例えば、岡田武松：震災雑談、思想、第25号、pp.53-57、1923.
  - 21) 末広恭二：論説 通常会講演録 構造物振動の理論及其測定法、建築雑誌、No.484、pp.531-562、1926.
  - 22) 石本巳四雄：末広先生の思い出、地震、第4巻、第6号、pp.327-331、1932.
  - 23) Ishimoto, M.: Un Accelerometre Capollaire, Bull. Earthq. Res. Inst., University of Tokyo, Vol.3, pp.87-103, 1927.
  - 24) 石本巳四雄、高橋龍太郎：自動車、汽車の振動測定を目的とする加速度計(第一部)水平動、東京大学地震研究所彙報、Vol.7、pp.571-585、1929.
  - 25) Ishimoto, M.: Etude Preliminaire sur l'acceleration des Seismes, Bull. Earthq. Res. Inst., University of Tokyo, Vol.9, pp.159-167, 1931.
  - 26) Ishimoto, M.: Un Sismographe Accelerometrique et ses Enregistrements, Bull. Earthq. Res. Inst., University of Tokyo, Vol.9, pp.316-332, 1931.
  - 27) Ishimoto, M.: Comparaison Accelerometrique et des Secoousses Sismiques dans Deux Parties de la Ville de Tokyo, Bull. Earthq. Res. Inst., University of Tokyo, Vol.10, pp.171-186, 1932.
  - 28) 石本巳四雄：東京横浜市内10箇所における地震動加速度観測(1)、東京大学地震研究所彙報、Vol.12、pp.234-248、1934.
  - 29) 斎田時太郎・鈴木正治：高層建築の地震動による振動、東京大学地震研究所彙報、Vol.14、pp.104-118、1936.
  - 30) Hopkins, L. M. and J. D. Galloway: Earthquakes and Structures, Transactions of the American Society of Civil Engineers, Vol. 103, pp.1993-2021, 1938.
  - 31) Maher, T.J.: The Early Work for Earthquake Research in California, Earthquake Investigations in the Western United States 1931-1964, Publication 41-2, U.S. Department of Commerce, Coast and Geodetic Survey, pp.1-2, 1965.
  - 32) Heck, N.H.: Accurate Records of Strong Earthquake Motions, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.21, pp.285-288, 1931.
  - 33) Heck, N. H.: The Japanese Earthquake Problem - Some New Developments, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.17, pp.187-189, 1927.
  - 34) Freeman, J. R.: Earthquake Damage and Earthquake Insurance, McGraw-Hill Book Company, 904p., 1932.
  - 35) Housner, G.W.: Earthquake Engineering -Some Early History-, Proceedings of the Golden Anniversary Workshop on Strong Motion Seismometry, pp.7-13, 1983.
  - 36) Freeman, J.: Engineering Data Needed on Earthquake Motion for Use in the Design of Earthquake Resisting Structure, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.20, pp.67-87, 1930.
  - 37) Cloud, W.K.: The Cooperative Program of Earthquake Investigation, Earthquake Investigations in the Western United States 1931-1964, Publication 41-2, U.S. Department of Commerce, Coast and Geodetic Survey, pp.3-4, 1965.
  - 38) Ulrich, F.P.: Progress Report for 1935 of the California Strong-Motion Program of the United States Coast and Geodetic Survey, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.26, pp.215-227, 1936.



翠川 三郎(みどりかわ さぶろう)

1980年東工大大学院博士課程修了、東工大助手、同助教授、同教授を経て現職、専門分野：地震工学

# 大正関東地震の記録あれこれ

松浦 律子

●公益財団法人地震予知総合研究振興会 上席研究員

## 1. はじめに

今年は大正関東地震から百周年にあたる。この地震と私との関わりは、半世紀以上前の小学生の夏休みの宿題から始まった。この半世紀余の間に私が蓄積してきたこの地震に関する証言、情報、資料を、地震工学会に頂いたこの機会を生かして、現代版ミニ斎藤月岑たるべく、後世に残る様に纏めてみることにした。

## 2. 身内などの証言

私自身小学校三年生で兵庫県芦屋市から東京都世田谷区に転居したため、1960年代前半の関西とは異なる、関東地方の有感地震の多さは直ぐに興味を引いた。四年生の夏休みの宿題に、核家族でない者は「関東地震の話を祖父母に聞く」という課題が出されたことから、私と大正関東地震との付き合いが始まった。まず、手始めに同居の1903年生まれで文京区西片町誠之小学校国旗掲揚台の後ろに物干しがある家で生まれ育った祖母に早速聞いてみた。祖母は1923年6月にライト設計の帝国ホテルで挙式して（完成披露は関東地震当日だったが、それ以前既に利用可能だった様である）、祖父の任地の大阪に生まれて初めて転居して、十三の借家に地震時は居た。地震は十三でも有感で、日本銀行大阪支店では積上げてあった千両箱が崩れて大騒ぎだったという。また、挙式前1年程の間には、有感地震に慣れていた関東者でも、歩いていて足がもつれるような有感地震を文京区辺りで複数回経験した、と覚えていた。これは、恐らく1922年4月浦賀水道、同5月・1923年1月茨城県南西部と、頻発したM6級のやや深発地震のことで推測される。祖母が誠之小学校から府立第二高等女学校（竹早高校の前身）に通っていた頃には無かったことだった様である。地震調査研究推進本部は、関東地方のやや深発地震発生がボアソン過程であるとして発生確率を算出しているが、祖母の証言からも、1923年の関東地震前後に頻発したクラスター性を考慮すべきである。クラスター性を考慮すると再来間隔は長くなるので、30年以内に1回以上、という確率値は現在よりずっと低くなる。しかし、2回以上、3回以上と回数を増やした確率値も大して変化しない値である、というのが科学的な事実に合致する本当の首都圏の地震危険度であろう。

地震後には、東京は壊滅という報道もあったので、東京帝国大学工学部丁友会の山とスキーの会で日焼けの耐えない鍛錬を学生時代に十分積んでいた祖父は、大阪の明治屋で祖母が買い集めた缶詰等の物資を持ってだけ背負って、翌日には妻の実家の救援に東京へ向かった。祖父は私が5歳の時に故人となったので、上京ルートや被災地と大阪との往復時の事情は残念ながら全く不明である。祖父を送り出して1週間近く経過し、芳しい情勢は何も聞こえてこない大阪で、実家が壊滅して未亡人になった覚悟をしようかという頃、祖父が帰阪して、実家の無事を知って祖母は安堵したというが、経路や途上の様子には全く興味がなかったのだろう。祖父の日記があったはずだが、終戦を勤務先の大連で迎えた祖父一家は、祖父だけではあるが、終戦から少し間を置いて八路軍に抑留されたことなどから、家財とともに失われてしまっている。



図1 鉄筋に作り変えたと伝わる駕籠町の家と基礎が見える写真(築後10年程度)

東京の曾祖母は、西片町の家はほぼ無傷で、火災にも遭わなかったが、文京区駕籠町の大和郷分譲地に地震時建築中だった家（隣は医者仲間の入江家と”仁科さん”＝理化学研究所の前身、三菱の大和郷事務所に近かったという）は、上棟が済んでいたが、屋根から瓦が「まるで花笠を振ったように家の周囲に落ちていた」と言っていた。西片町より駕籠町の方が揺れが大きかったと言う。家はその後設計変更され、木造から鉄筋コンクリート造で作り直しとなった。但し、昭和初期の駕籠町の家での写真（図1）からは、全部コンク

リートか若干疑念もある。曾祖母は焼夷弾でも大丈夫とコンクリート造を過信していたフシがある。理研の隣であったため、駕籠町の家は焼夷弾による東京大空襲とは別に、サイクロトロン破壊を狙った米軍の爆弾系の空爆で1945年春に破壊されてしまった。大叔父は戦後早々に土地も手放したので、実物を現在確認できない。建築の方々にこの写真から御教示頂ければ幸甚である。

母は、後年駕籠町に転居した曾祖父宅に孫として何回か北九州から上京した折りなどに、曾祖父から、西片町での地震時の様子を聞いている。それによれば、午前の診察を終えて、廊下端の厠へ行き、そこから出て縁先の手水で手を洗おうと廊下にしゃがんだ時に、ドンと突き飛ばされたように庭に転げ落ちたという。てっきり手ぬぐいを持って廊下に控えていた女中頭に突き飛ばされた、と「何をやるのだ、一体！」と抗議しようと立ち上がりかけたら、ぐらぐらと揺れるので、地震だと合点がいったそうである。阪神・淡路大震災時には、神戸市の複数の知人が、当初爆発があったと瞬間的に思った後からぐらぐら揺れた、所謂「ドッカン、ぐらぐら」と証言している。関東地震時の西片町では、初動と主要動との時間間隔が、阪神大震災時の神戸などよりは長いが、安政江戸地震の中村仲蔵の体験<sup>1)</sup>よりは短いと判る。仲蔵は女衆を宥められたが、曾祖父は女中頭に話す時間は無かったのである。西片町のその一角は大きな被害もなく、火事もなかった。地震後数日で大阪にいるはずの女婿が物資を沢山持って現れたので、大変感激したそうである。

### 3. その後に得た証言

大学生になっても、関東地震時の様子を聞いてみるのは習慣化しており、また地震学専攻なので相手も当然のように話してくれるため、その後も証言は集まった。まず千葉県富浦の漁師さんは、関東地震後には、富浦の磯の岩が地震前より海面から高く出ていたが、1970年代に入ると、地震前と同じ程度に海面が上昇して来た、と言っていた。私自身、館山市波佐間の波佐間島は1966年から1969年まで毎夏眺め、1970年代後半も頻々と見ていた。今世紀になって松田時彦先生と館山に調査に行く頃には、島の浸食と海面上昇とが、偉く大きいと感じたものである。

大学院生になってから訪れた伊豆半島伊東市の奥野観測点のご隠居さんは、大正関東地震の沈み込むプレート側の揺れの激しさを教えて下さった。十代の若い木樵として山仕事をしていて、昼のおにぎりを食べようと、休憩が始まったばかりの時、突然の大きい揺

れだったという。あまりの揺れの強さに、「怖くて手足4本で手近な大木にしがみついて、数分以上そのまま居た。」という。その日のおにぎりは転げて何処かへ行ってしまい、昼抜きになったが、そんなことは揺れている間は全く気にする余裕がなかった。この関東地震を経験したせいか、その後の1930年北伊豆地震などは全く記憶がなく、1978年頃からの東伊豆の群発の揺れも、「何でもありゃしない」程度だそうである。

姉の姑の実家は市ヶ谷辺りの山の手台地の上に住んでいたのだが、地震の後台地上から下町の火事の火が何日も見えた、と親などから聞かされていた。地震の日から夜は余震が怖いので、屋外で過ごしていたそうである。宇津徳治先生の姉上は、芝大門の薬局の家に居たが、1日当日は家は焼けなかったが、2日の火事で類焼してしまったという。

地震予知総合研究振興会（以下、振興会）の初代会長である萩原尊禮先生は白髭神社が住まいだったが、開成中学から下校して、自宅玄関を入ったばかりの時に揺れた。大きい揺れに外へ飛び出したが、玄関はもう開かないので、庭に避難していた家族と合流するのに、かなりの時間を要した。庭へ回った経路などの記憶は飛んでしまって判らない。萩原夫人の方は大和郷の新開発宅地ではなく、昔ながらの駕籠町の方で地震にあった。「下町の尊禮よりは揺れはずっとマシだったのよ」と仰った。図2に関東周辺の体験談の地点を、震源域<sup>2)</sup>と、住家全壊率<sup>3)</sup>の分布に重ねた。

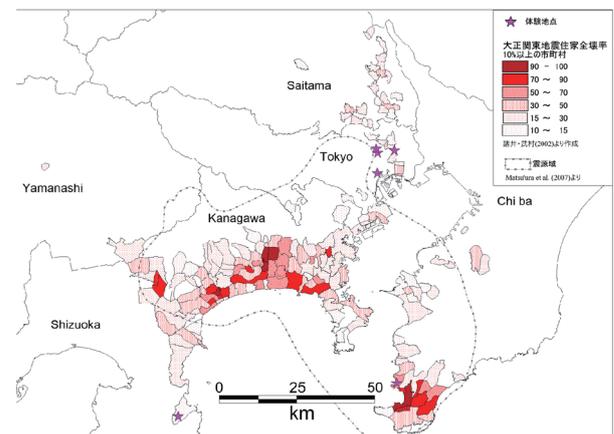


図2 体験地点と住家全壊率分布<sup>3)</sup>  
10%以上のみ示した。

関東地震の揺れは神奈川県や千葉県の南部が最もひどかったことを繰り返し説く内に、横浜などの惨状はだいぶ人口に膾炙してきた。しかし、千葉県の館山など房総南部、安房地方のことはまだ注目度が低いのが残念である。真言宗智山派の寺の被害調査<sup>4)</sup>などから現地でも災害教訓が消えないことを期待している。

#### 4. 地震記録の残存状況

振興会の地震調査研究センターでは気象庁のアナログ波形記録を400dpiのカラー画像データ化して保存すると共に、ウェブ経由でプレビュー可能として、古いアナログ地震記録の利用促進を図る<sup>5)</sup>事業を、文部科学省の委託で、測候所の全廃決定前から実施してきた。現在まだ西日本の古い記録を所有する地点などで収集未完了の官署が残っているが、大正関東地震の本震の波形を記録していると思しき煤書き記録の画像が、以下の33観測点に関して既に収集されている。

釧路	帯広	室蘭	宮古	秋田	山形
水戸	宇都宮	前橋	熊谷	東京	新潟
高田	金沢	飯田	長野	松本	高山
岐阜	沼津	名古屋	津	京都	大阪
神戸	洲本	奈良	潮岬	浜田	広島
下関	長崎	石垣島			

これらの観測点のいくつかでは、地震当日に何度も記録紙を交換していた熱心な地点もあるが、揺れが大きく基線のズレが大きいとか、振幅が飽和してしまっているとか、ダイナミックレンジが狭い百年前の記録を現代的解析に用いるには、創意工夫が必要である。総じて岐阜や浜田など明治期に大地震を経験している測候所では、記録が多数残存していた。岡山や福井のように空襲による火災で焼失した所や、置き場に困って験潮所の建物内に記録を保管していて昭和三陸津波で大半が流失してしまった宮古など、記録保存の意志があっても、十分な制度的裏付けが乏しいと、現業官庁の観測記録は保存が危うい。それでも1970年代から80年代にかけてのアナログやデジタルの磁気テープ保存のデータと比べると、兎にも角にも現在見ることが可能、という点では煤書き記録は数段優れている。

我々は、アナログの地震波形記録は、画像の中をかすけてはいても、基本的に1本の連続線である、という基本事項を上手く利用して、画像処理の深層学習をさせたAIによって、取り出したい部分の波形記録を含む画像ファイルから波形部分をデジタルデータに変換できる、半自動システム<sup>6)</sup>を構築した。デジタル化作業が簡便になり、研究用には無償利用可能である。これで古い波形記録の利用者が増えれば、記録保存などへの好影響が期待される。

研究機関でも百年前には既に東京大学理学部地震学教室だけでなく、緯度観測所(現国立天文台水沢)の水沢、京都大学理学部の上賀茂、東北大学理学部の向山などで記録されている。老舗大学の記録、特に有名地震のものは大勢が触った回数が多いため、既に紙を

傷めてしまっている。これ以上源記録を傷めないで利活用を広げるために、同様に各機関と協力して気象庁記録と同じ様に画像ファイル化<sup>7)</sup>してプレビューのための検索ができるシステムが参考文献のURLから利用できる。同じAIシステムでデジタルデータに変換できるので、こちらも利活用されて、それが源記録の良好な保存管理維持に繋がれば、と願う。万一源記録に戻らなければならない場合は、必ず手袋をして手の脂や汗を記録に付けないように注意することは、研究者の後世への義務と肝に銘じて欲しい。

京大名誉教授の飯尾教授と共同で阿武山観測所に残されている志田先生時代の記録の山を整理していくと、志田研では、大正関東地震の後に、神奈川県秦野で余震観測を実施していた。この臨時観測は、1924年1月15日の、関東地震の余震の中で有感範囲が最大の丹沢の地震の後も観測されていた様である。この地震はフィリピン海プレート内地震、と私は考えているが、これらの記録は何を教えてくれるだろうか。

海外でも百年前の大地震の記録は残されている。「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」等で海外出張費が工面できた折に、米国パークレー、仏ストラスブール、独ゲッチンゲン、伊ローマ、豪キャンベラの5箇所を、20世紀前半の日本の大地震記録収集のために訪問できた。毎回多くの方に助けて頂き、余録として関東地震の波形記録も収集できた。煤書き記録の扱い方を見て、何処でも直ぐに信用して頂き、だいたい夜中まで倉庫の中で自由に記録探しができた。パークレーでは、誰かが借り出したまま本来の箱に戻されていなかった記録を、リッキーが研究室を家捜しして発見してくれた。キャンベラでは格納庫の様な倉庫から箱を探し出すと、ピーターがすぐにスキャンしてくれた。こうした記録画像の内から、豪リバビューでの関東地震の上下動記録部分を示す(図3)。大森房吉は地震当日、既に脳腫瘍で気分が悪く、国際会議後の遠足は欠席して、リバビューカレッジ(シドニーの名門初中等教育校)での午餐会に出席した。地震計室を見学中、この図の波形が針で描かれるのを、リアルタイムで見っていたのである。

#### 5. まとめ

もう半世紀以上集めた証言からは、東京の揺れは地盤条件にも依るが、概ね震度5程度であり、鎌倉や小田原、横浜など神奈川県や、館山などの千葉県南部の震源域から十数kmも距離が無いような地域とは異なることが確認できた。また、巷間逆断層地震の上盤側の揺れは大きい、と言われるが、大正関東地震の場

合は、下盤側の伊豆半島では、短周期成分が大きかった様で、大変怖かった証言を得た。同じ様な最短距離にある東京低地部と伊豆半島の山地部では、心理的により負担の大きい短周期成分の伝わり方が地盤で異なるのではあろうが、大正関東震源域の東部と西部との性質の差に因る可能性も高い。大阪の揺れ具合の祖母の証言は、後年元禄地震が大正関東地震とは震源域の西端でも異なる説<sup>8)</sup>が私には至極当然となる下地であり、伊東での恐ろしい揺れの話や1924年の地震の震度分布なども、この説を補強してくれている。災害伝承は、防災だけでなく理工学にも十分有用である。これからの若い研究者にもお勧めしたい。

### 参考文献

- 1) 中村操、松浦律子：1855年安政江戸地震の被害と詳細震度分布、歴史地震、Vol.26、pp.33-64、2011。
- 2) Matsu'ura, M., Noda, A. and Fukahata, Y.: Geodetic data inversion based on Bayesian formulation with direct and indirect prior information, Geophys. J. Int., Vol.171, pp.1342-1351, 2007.
- 3) 諸井孝文、武村雅之：関東地震（1923年9月1日）による木造住家被害データの整理と震度分布の推定、日本地震工学会論文集、Vol.2(3)、pp.35-71、2002。
- 4) 北原糸子：関東大震災の寺院被害と復興—関東圏における真言宗智山派寺院の場合—、歴史地震、Vol.33、pp.47-60、2018。
- 5) Furumura, M., Iwasa, K., Suzuki, Y., Demachi, T., Ishibe, T., and Matsu'ura, R. S.: Data Retrieval System of JMA Analog Seismograms in the Headquarters for Earthquake Research Promotion of the Japanese Government, Seismol. Res. Lett., Vol.91, pp.1403-1412, 2020.
- 6) Furumura, M., Ogawa, Y., Sakamoto, K., and Matsu'ura, R. S.: Automatic Digitization of JMA Strong-Motion Seismograms Recorded on Smoked Paper - An Attempt Using Deep Learning, submitted to Seismol. Res. Lett., 2023.
- 7) Matsu'ura, R. S., Umino, N., Tamura, Y., Iio, Y., Kasahara, M. and Ohkura, T.: The Achievement of Archiving Analog Seismograms in Japanese Institutes for 15 Years, Seismol. Res. Lett., Vol.91, pp.1452-1458, 2020.
- 8) Matsu'ura, R. S.: A short history of Japanese historical seismology: past and the present, Geosci. Lett., Vol.4, pp.3, 2017.

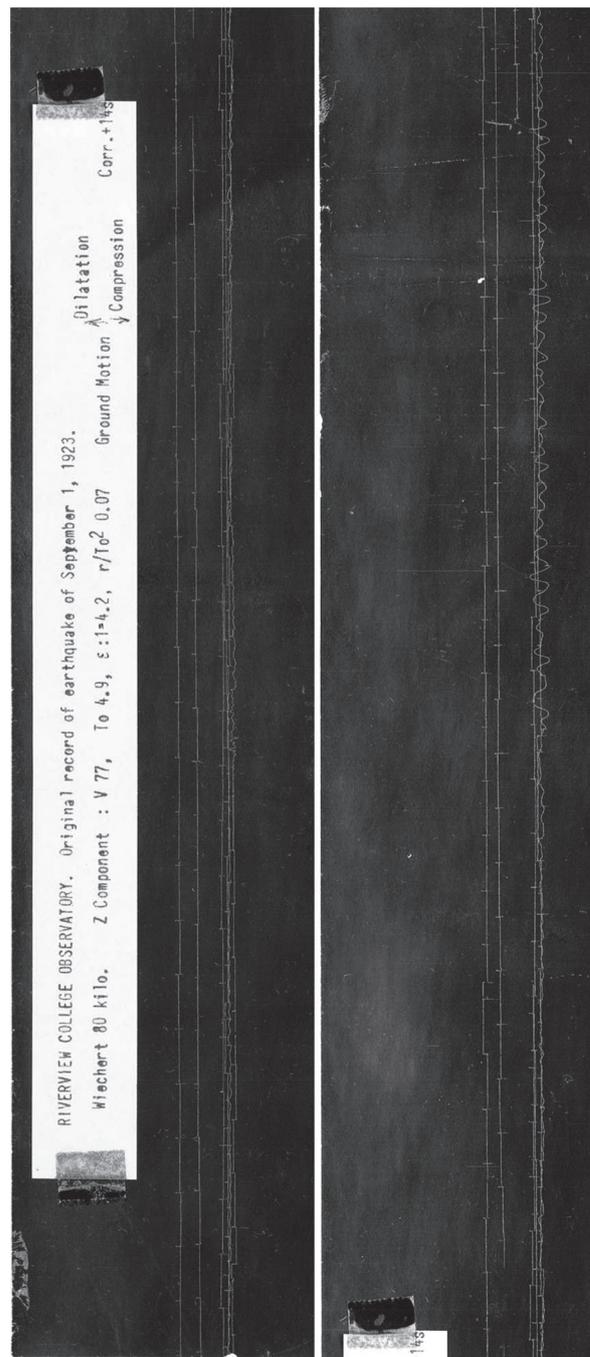


図3 豪りレビューでの大正関東地震の波形記録  
上下二段に初動部分とS波部分とを並べた。ラベル端を頼りに貼り合わせると一連となる。タイムマークは1分。



松浦 律子 (まつうら りつこ)

1979年東京大学理学部地球物理学科卒、1986年1月理学博士。1982年UCLAでKnopoff教授・Kagan博士のRAが地震活動点過程解析始め。歴史地震研究会会長

# 関東大震災の災害記録アーカイブとその活用

鈴木 比奈子

●栗駒山麓ジオパーク推進協議会 専門員

## 1. はじめに

2023年は、1923年大正関東地震・関東大震災が発生して100年が経過する。関東大震災は、東京という首都を中心に、近代的な技術に基づき観測され、集められ、保存されてきた膨大な記録が存在する。それゆえに、近代的な災害記録が後世にどのように残り、どのように生かされたのかを知る貴重な事例でもある。本稿では、関東大震災でどのように災害記録が残されてきたのか、またどのようにそれらの災害記録が現代の技術で活用されているのかについて述べる。なお、鈴木<sup>1)</sup>をもとに再構成しているため内容の重複が見られること、ここで紹介する災害記録は、膨大な関東大震災の資料のほんの一部であることをご容赦いただきたい。

## 2. 災害アーカイブと用語の定義

### 2.1 災害アーカイブ

災害アーカイブの定義は、明確に規定するものは存在していない。今村<sup>2)</sup>や柴山ら<sup>3)</sup>、柴山<sup>4)</sup>などで災害アーカイブの定義に言及しており、それらを参考に、本稿では「過去の自然災害やその被災地を再現するために残された痕跡、遺構や記録、デジタルアーカイブも含めた包括的な災害資料の収集、整理、保存、公開、利活用などの行為」と定義する。

### 2.2 災害記録

災害記録の定義は、本稿では鈴木<sup>1)</sup>に則り、自然災害に関する情報を示す記録、とする。災害記録は、資料に記録された情報、発端となる自然現象そのものを示すものから、それに伴う被害、復旧、復興の情報、将来の防災に対する対策手法や対策まで含まれる。災害記録の媒体はさまざまで、無形の口承、現地で見られる地形や地質の痕跡、石碑、古文書や古文書を翻刻した資料集、絵図、写真、映像、それらの記録を調査検討した論文や報告書、過去の災害情報を抽出した年表資料などである。

## 3. 関東大震災の災害記録

### 3.1 災害アーカイブ施設と時代による変化

関東大震災は、被災体験と教訓を後世に伝えることの重要性が指摘され、比較的時期を置かずに災害

アーカイブ施設が作られた災害であった。東京都では例えば、被服廠跡（東京都横綱町公園、東京都墨田区横綱）に設置された「東京都復興記念館」（1931年開館）がある。

一方、震央に近い神奈川県においても、「横浜市震災記念館」が1924年に設立したが、第二次世界大戦の影響で、現在では存在していない。横浜市震災記念館は、「震災を残す」ことを目的に写真資料や紙媒体のほか、仮設住宅など立体的な資料が所蔵されていた。しかし1942年に第二次世界大戦の影響で金属回収令が発令されたことで、金属製品の所蔵資料が回収され、立体物の災害記録が消失した。その後、博物館へ改装されたが、1944年に戦況の悪化で博物館の観覧が中止、1945年には廃止された。これにより「横浜市震災記念館」の災害アーカイブ施設としての役割を終えた<sup>5)</sup>。社会情勢に左右され、過去に起きた災害を伝えることの難しさを示す事例である。なお、所蔵していた災害記録の一部は、横浜市中央図書館に継承されている。

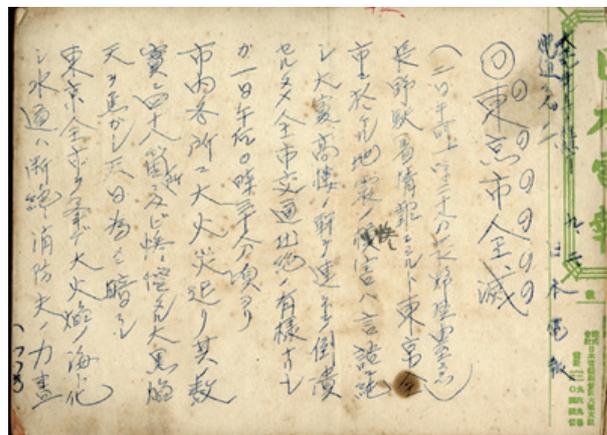


図1 日本電報通信社電報記録(1923年9月2日急ノ一)(出典：防災科学技術研究所自然災害情報室<sup>6)</sup>)

### 3.2 日本電報

「日本電報」(図1)は、当時のニュースの発信状況を伝える資料であり、鈴木ほか<sup>7)</sup>によれば、日本電報通信社の大連支局が発行したニュース記事を束ねたものである。本資料は発行元に存在せず、他機関においても同様の資料が確認されていない。内容は、1923年9月2日午前1時30分から9月10日までの8日間分393件の関東大震災を中心としたニュース記事が収録されて

いる。記事には情報の発電時間と着電時間が記載され、内容の緊急度を紙の色で示すことにより、関東大震災の発災直後から刻々と変化する被害状況を伝えている。ニュース記事は配信先の大連の邦字新聞に採用され、例えば、1923年9月3日の大連新聞では、1紙面あたり約6割が本資料のニュース記事を採用していた。ニュースの着電日と実際に記事として取り上げた日付の差がわかること、取捨選択された内容が明瞭になるなど、当時の報道による災害情報がどのように展開していったのかがわかる災害記録である。現物資料は、防災科学技術研究所 自然災害情報室に所蔵されている。

#### 4. 災害記録の活用

##### 4.1 現在の技術を用いた災害記録の活用

関東大震災では、自然災害伝承碑（以下、石碑）が被災した各地で設置されている。神奈川県内の石碑は、例えば武村ら<sup>8), 9), 10)</sup>に詳しい。しかし100年程度経過している石碑のなかには、野外で見ても何が書いてあるのかよくわからないものも多い。そこで、手持ちカメラの画像をSfM (Structure from Motion) を用いた三次元形状復元技術により印刻された文字を判読する手法を提案した取り組みがある<sup>11), 12), 13), 14)</sup>。図2は野島崎（千葉県南房総市白浜町）の巖島神社境内にある1927年に設置された復興記念碑を三次元モデル化した例である。石碑のサイズは幅80 cm、高さ150 cm、厚さ12 cmで、158枚の写真からモデル化したものである。現在では、SfMによる三次元モデルのほか、ひかり拓本<sup>15)</sup>といった取り組みにより、残された災害記録をより明瞭に読み取る仕組みが提案されている。収集された石碑は、災害記念碑デジタルアーカイブマップ<sup>16)</sup>や、国土地理院の自然災害伝承碑<sup>17)</sup>として、空間情報化され、Web地図上で情報共有されている。



図2 石碑表面の三次元モデル化と陰影処理による文字の判読 (出典：内山ら<sup>13)</sup>)

#### 4.2 災害記録のデータベース

収集され保存されてきた災害記録から、地域の災害イベントの情報と被害の状況をデータベース化した災害事例データベース<sup>18)</sup>がある。日本全国の地域防災計画を元に市町村単位で過去の自然災害記録を地理空間情報化し、自然災害の年表化と地図上で災害記録の分布を公開<sup>19)</sup>している。関東大震災を例に見ると(図3)、例えば被害の大きかった神奈川県小田原市、秦野市、千葉県館山市、南房総市では、いずれも災害事例データベースに災害記録が収録されていない。これらの市の中には、地域防災計画とは別に自治体が作成した災害資料が存在し、そこに詳細が記載されていることが多かった。災害記録を空間情報化することで、自然災害の広がりを視覚的に認識できるほか、古い時代の災害が必ずしも記述されていないなど、資料の持つ傾向を把握することができる。

1923年9月1日関東大震災 災害記録の収録状況

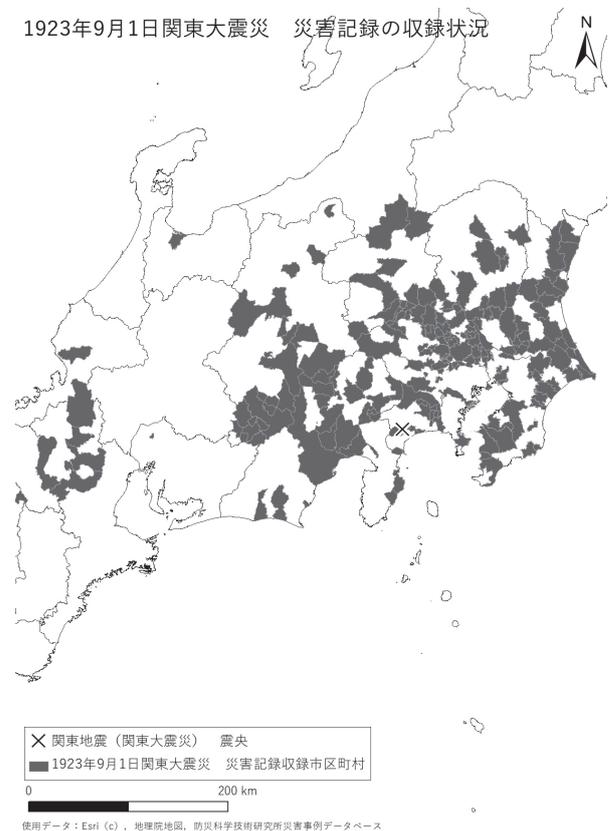


図3 災害事例データベースに収録される1923年関東大震災の災害記録 (出典：鈴木<sup>20)</sup>)

#### 5. おわりに

本稿では、膨大にある関東大震災の災害記録のうち、過去に起きた災害アーカイブ施設の消失例、現在の技術を用いた活用例について紹介した。災害記録は、災害発生直後から収集、整理、継続して残されていたからこそ、現在の技術による活用や分析をすることがで

きる。それは関東大震災の被害者数の再調査<sup>21)</sup>でも明らかである。一方で、閉鎖された災害アーカイブ施設もあったことから状況に応じて、災害アーカイブの形を変えていくことは必要である。重要なことは災害記録が継続して保存し続けられることである。これからの災害研究、防災のためにも災害記録アーカイブがこれからも形を変えつつ継承されていくことを願う。

## 参考文献

- 1) 鈴木比奈子：過去の自然災害記録に見る災害アーカイブの展望—三陸沿岸の津波災害に関する事例を中心に—、「地学雑誌」、Vol.130-2、pp.177-196、2021.
- 2) 今村文彦：震災・災害デジタルアーカイブの今日的意義 新しい防災文化の創生を目指して、「デジタルアーカイブ・ベーシックス2 災害記録を未来に活かす」、勉生出版、pp.4-14、2019.
- 3) 柴山明寛、北村美和子、ボレー・セバスチャン、今村文彦：東日本大震災の事例から見えてくる震災アーカイブの現状と課題、デジタルアーカイブ学会誌、Vol.2、pp.282-286、2018.
- 4) 柴山明寛：震災・災害アーカイブの役割と歴史的変遷現状、「デジタルアーカイブ・ベーシックス2 災害記録を未来に活かす」、勉生出版、pp.17-35、2019.
- 5) 横浜郷土研究会：横浜に震災記念館があった、「よこれき双書」、Vol.14、1995.
- 6) 防災科学技術研究所 自然災害情報室：関東大震災資料：「日本電報（大正12年9月2日～10日着電）」、2012. <https://dil.bosai.go.jp/disaster/1923kantoeq/denpo/>、（参照2023-05-08）
- 7) 鈴木比奈子、堀田弥生、内山庄一郎：1923年関東大震災に関する未発見資料「日本電報」の発見とその解析、日本災害情報学会大15回学会大会予稿集、p.14、2013.
- 8) 武村雅之、都築充雄、虎谷健司：神奈川県における関東大震災の慰霊碑・記念碑・遺構（その1 県中部編）、名古屋大学減災連携研究センター、100p、2014.
- 9) 武村雅之、都築充雄、虎谷健司：神奈川県における関東大震災の慰霊碑・記念碑・遺構（その2 県西部編（熱海・伊東を含む））、名古屋大学減災連携研究センター、148p、2015.
- 10) 武村雅之、都築充雄、虎谷健司：神奈川県における関東大震災の慰霊碑・記念碑・遺構（その2 県東部編）、名古屋大学減災連携研究センター、210p、2016.

- 11) 鈴木比奈子、内山庄一郎、井上公：SfMの歴史災害資料への適用と可能性—石碑文字列の判読と震災遺構アーカイブの試み—、日本地理学会発表要旨集、Vol.85、p.118、2014.
- 12) 鈴木比奈子、内山庄一郎、井上公：SfMによる大正関東地震の石碑碑文の判読—千葉県南房総市巖島神社の石碑について—、日本地球惑星科学連合2014年大会、S-SS34、2014.
- 13) 内山庄一郎、井上公、鈴木比奈子：SfMを用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究、防災科学技術研究所研究報告、Vol.81、pp.37-60、2014.
- 14) 谷川亘、内山庄一郎、鈴木比奈子、浦本豪一郎、大橋育順：SfMとDSMを用いた地震津波碑のデジタル複製による文字の判読、歴史地震、Vol.36、pp.149-158、2021.
- 15) 奈良文化財研究所：ひかり拓本プロジェクト、2023.  
<https://www.nabunken.go.jp/research/hikataku.html>、（参照2023-05-08）
- 16) 鈴木比奈子、谷川亘、内山庄一郎、浦本豪一郎：地域の災害経験の共有—災害記念碑デジタルアーカイブマップの公開—、2020世界災害語り継ぎフォーラムポスターアブストラクト、pp.71-73、2020.
- 17) 国土地理院：自然災害伝承碑、2023.  
<https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/denshouhi.html>、（参照2023-05-08）
- 18) 鈴木比奈子、内山庄一郎、堀田弥生、白田裕一郎：日本全国の自然災害事例の網羅的なデータベース化、日本地理学会発表要旨集、Vol.83、p.297、2013.
- 19) 防災科学技術研究所：災害年表マップ、2023.  
<https://dil-db.bosai.go.jp/saigai2016/>、（参照2023-05-08）
- 20) 鈴木比奈子：日本全国の自然災害記録のデータベース構築と災害記録の現状に関する研究、専修大学学位論文、67p、2022.
- 21) 諸井孝文、武村雅之：関東地震（1923年9月1日）による被害要因別死者数の推定、日本地震工学会論文集、Vol.4、No.4、pp.21-45、2004.



鈴木 比奈子（すずき ひなこ）

2022年専修大学大学院文学研究科卒、栗駒山麓ジオパーク推進協議会 専門員、国立研究開発法人防災科学技術研究所特別技術員を経て現職、博士（地理学）、専門分野：災害事例データベース、自然地理学

# 関東大震災による建築構造・基準への影響

石山 祐二

●北海道大学 名誉教授

## 1. はじめに

1923年関東大震災の翌1924年に当時の建築基準(市街地建築物法)に水平震度を0.1以上とする規定が加わり、これが日本最初の耐震規定である。その後、地震被害を教訓に耐震規定はたびたび改正されている。ここでは建築構造・基準の変遷を振り返り(表1)、今後の建築構造・基準への一助としたい。なお、本稿の内容に関しては参考文献<sup>1),2),3),4)</sup>も参照頂きたい。

## 2. 関東大震災以前の状況

日本では昔から大地震にたびたび見舞われてきたにもかかわらず、地震や耐震について科学的に研究が開始されたのは1868年明治維新以降のことである。1880年横浜地震後に日本地震学会が設立され、地震学の研究が始まり、1891年濃尾地震の翌1892年に震災予防調査会が発足し、地震の研究が公式に開始された(なお、震災予防調査会は1925年に廃止され、東京帝国大学地震研究所が設立された)。

1906年サンフランシスコ地震(この地震の50年後に世界地震工学会議WCEEがサンフランシスコで開催され、その後も約4年ごとに世界各地で開催されている)の被害調査を佐野利器と中村達太郎が行い、鉄筋コンクリート造が火災にも地震にも強い構造であると確信して帰国した。その後に耐震構造の研究が進み、佐野は1914年に「家屋耐震構造論」をまとめ、そこで水平震度の考えを発表している。

当時の建築物は木造がほとんどであったが、明治維新以降には欧米の文化・技術を取り入れ、欧米風の煉瓦造・石造の建築物を積極的に建設した。

1919年に市街地建築物法が制定されたが、耐震規定はなく、防火と衛生に主眼が置かれていた。なお、当初の適用区域は東京・京都・大阪・横浜・神戸・名古屋であったが、徐々に他の地域にも適用されていった。

## 3. 関東大震災以降の状況

### 3.1 関東大震災とその後の建築物

関東大震災は死者10万5千名以上、全壊家屋12万戸以上、半壊家屋12万戸以上、焼失家屋44万戸以上という大被害を引き起こした。大きな地震動によって煉瓦造・石造は壊滅的な被害を受け、(濃尾地震でも

表1 地震・台風とその後の対策など

年(年号)	地震と対策など
(明治)	
1880(明13)	横浜地震 日本地震学会設立
1891(明24)	濃尾地震
1892(明25)	震災予防調査会設立
1906(明39)	サンフランシスコ地震
(大正)	
1919(大8)	市街地建築物法制定
1923(大12)	関東地震「関東大震災」
1924(大13)	市街地建築物法改正 水平震度導入( $k \geq 0.1$ )
(昭和)	
1934(昭9)	室戸台風
1950(昭25)	建築基準法制定 長期・短期の導入 水平震度改正( $k \geq 0.2$ )
1964(昭39)	新潟地震
1968(昭43)	十勝沖地震
1971(昭46)	RC造柱の帯筋強化
1978(昭53)	宮城県沖地震
1981(昭56)	新耐震設計法導入
(平成)	
1995(平7)	兵庫県南部地震「阪神・淡路大震災」 耐震改修促進法 形状係数改正
2011(平23)	東北地方太平洋沖地震「東日本大震災」 耐津波計算告示
2013(平25)	特定天井告示
(令和)	

同様な被害を受けていたため)その後はほとんど用いられなくなった。一方、内藤多伸らの設計による耐震壁を持つ鉄筋コンクリートで補強された鉄骨造の被害はごくわずかであった。その後、鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造という日本独特の構造は(耐震壁を設け)最も耐震的な構造として大規模な建築物に用いられるようになった。

### 3.2 市街地建築物法改正による水平震度の導入

関東大震災の翌1924年に市街地建築物法が改正され、水平震度0.1以上という規定が加えられた。この値は関東大震災時の地盤の水平震度(地盤の加速度/

重力加速度)が0.3で、材料の許容応力度には約3倍の安全率があったので0.1とした(地震動による建築物の応答倍率は考慮されていなかった)。よって、水平震度0.1は関東大震災級の地震に対して決められたものではあったが、大地震動に対しては十分な大きさではなく、新耐震設計法導入の際には中地震動の値と解釈されることになる。

### 3.3 撓角撓度法とD値法

水平震度が決まっても、それによって建築物にどのような応力が生ずるかの解析方法などは普及していなかった。多層多スパンの構造物を解析する方法には撓角撓度法(たわみ角法)があり、これについては1922年に内藤多仲が「架構建築耐震構造論」の中で紹介している。この解析法では多変数の連立方程式を解く必要があり、コンピュータのない時代には、手計算による解法が必要であった。鉛直荷重の場合は固定法という手法があるが、水平力が作用する場合には適用が困難である。これを可能にしたのが横力分布係数法(いわゆる「D値法」)で、内藤多仲が紹介した方法を武藤清が改良し、コンピュータのなかった時代では唯一ともいえる実用計算法であった。

### 3.4 柔剛論争

関東大震災後に耐震に関する研究が進む中、昭和初期(1926～1931年頃)に起こったのが「柔剛論争」である。建築物を地震から守るには、建築物の剛性を低く(固有周期を長く)して地震動との共振を避けるべしとした柔構造論者(真島健三郎)と、逆に建築物の剛性を高く(固有周期を短く)することを主張した剛構造論者(佐野利器・武藤清)との論争である。建築物の固有周期を長くし、慣性力としての地震力を低減させる考え方は、その後の超高層や免震構造へと発展していくので、現時点で考えれば柔構造論の方が優っているといえる。しかし、当時は地震動の詳細な様子も分からず、分かったとしても建築物の挙動(応答)を解析するコンピュータもなく、論争の決着は付かなかった。結果的には、剛構造が推奨されることになったが、その後の動的解析などの発展の始まりであった。

### 3.5 室戸台風の被害と原因

1934年室戸台風では3千名以上の死者、多くの建築物が暴風によって破壊された。この大きな原因の一つに材料の許容応力度と安全率がある。当時の許容応力度は材料ごとに(長期に相当する)1つの値が決められていた。その結果、荷重は小さめ、許容応力度も低めであった。鉛直荷重のみの場合は、荷重が設計値より大きくなっても許容応力度に余裕があるので問題が生じない。しかし、台風や地震のように水平力が作用

する場合は、小さめの荷重・低めの許容応力度では問題があり、実際に生ずる最大の荷重を考慮する必要があることが分かってきた。海外ではドイツのDIN規格に常時・非常時が導入され、このような考え方が戦時規格(臨時日本標準規格)にも取り入れられた(後日、建築基準法制定時に長期・短期が取り入れられることになった)。

## 4. 第2次世界大戦後の建築基準法

### 4.1 建築基準法の制定

市街地建築物法は(戦時規格などが用いられた時期もあったが)第2次世界大戦後まで用いられていた。それに代わり、1945年に建築基準法が制定された。それには(片仮名の文語体から平仮名の口語体への変更の他に)次のような大きな変更があった。

#### 1) 長期・短期の導入

市街地建築物法では長期・短期の区別はなかったが、荷重の組合せと許容応力度に長期と短期の考え方が取り入れられた。

#### 2) 水平震度の改正( $k \geq 0.2$ )

短期許容応力度が以前の許容応力度の2倍となったことにともない、水平震度も2倍の0.2以上となったが、これは耐震性を以前より高める規定ではなかった。

### 4.2 十勝沖地震とRC造柱の帯筋強化

1968年十勝沖地震では、構造計算を行い耐震性に問題はないと思われていた鉄筋コンクリート(RC)造の建築物が大きな被害を受けた。その原因は柱のせん断破壊で、これを契機に新耐震設計法を開発するプロジェクトが始まることになるが、それを待たずに1971年に告示が改正されRC造柱の帯筋(せん断補強筋)が強化された(帯筋間隔30cmが10cmとなった)。

## 5. 新耐震設計法とそれ以降の状況

### 5.1 新耐震設計法

「新耐震設計法の開発」は(当時の)建設省の最初の総合技術開発プロジェクト(総プロ)として1972～1977年に行われ、その最終報告書として新耐震設計法(案)がまとめられた。しかし、建築基準法の体系には入っていなかったため、実務で用いられることはなかった。このような状況の中、1978年宮城県沖地震は仙台を中心に大きな被害を及ぼし、新耐震設計法(新耐震)を建築基準法の中に取り入れる作業が加速した。その結果、1980年に建築基準法が改正され、1981年から新耐震が用いられ、その後も改正を加えながら現在でも主要な設計法として用いられている。

新耐震には次のような特徴がある。

1) 大地震動と構造的な粘り(靱性)の考慮

新耐震の最大の特徴は、比較的頻度の高い中地震動に対して建築物の被害を軽微に収め、極稀におこる大地震動に対しては崩壊せず人命は守るという2段階の設計を取り入れたことにある。大地震動に対しては各階の保有水平耐力を計算し、これが(1)式の必要保有水平耐力  $Q_{un}$  以上であることを確認する。各階の地震力は(2)式の地震層せん断力係数  $C_i$  から計算し、従来の水平震度  $k=0.2$  を中地震動と考え、その標準せん断力係数は  $C_0=0.2$ 、大地震動では  $C_0=1.0$  ( $Q_{ud}$  を求める際に用いる)とした。(1)式の  $D_s$  は構造的な粘り(靱性)を考慮する構造特性係数(0.25 ~ 0.55)で、 $F_{es}$  は形状係数である。

$$Q_{un} = D_s F_{es} Q_{ud} \quad (1)$$

2) 地震層せん断力係数の導入

地震力は水平震度  $k_i$  でも地震層せん断力係  $C_i$  でも表すことができる(図1)が、建築物の応答による地震力を表すのに  $C_i$  のほうが優れているため、次式の  $C_i$  を用いることになった。

$$C_i = Z R_i A_i C_0 \quad (2)$$

ここで、 $Z$  の地震地域係数は新耐震に先立ち 1974 年に改正された(図2)。沖縄の返還前の水平震度 0.1 は  $Z=0.5$  に相当するが、他の地域の地震活動度と比較し  $Z=0.7$  となった。この他に、地域区分は行政区分と一致するような配慮があった。

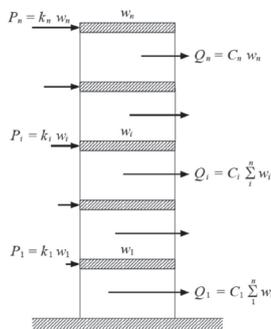


図1 各階の地震力  $P_i$  と地震層せん断力  $Q_i$  ( $w_i$  は各階の重量)

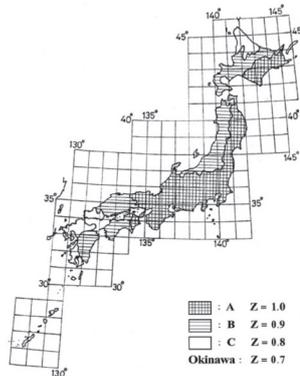


図2 地震地域係数  $Z$

3) 建築物と地盤の振動特性の考慮

固有周期  $T$  が長くなると地震力は小さくなるという現象を取り入れたのが振動特性係数  $R_i$  (図3)で、これには地盤種別(1,2,3)の影響も考慮されている。

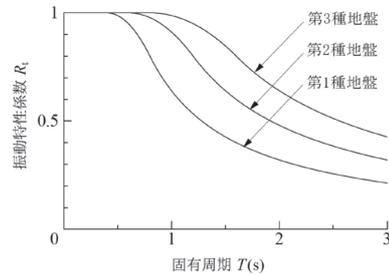


図3 振動特性係数  $R_i$

4) 地震層せん断力係数の高さ方向の分布

地震層せん断力係数の高さ方向の分布を表したものが次式の  $A_i$  (図4左)である。

$$A_i = 1 + \left( \frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i \right) \frac{2T}{1+3T} \quad (3)$$

$A_i$  は固有周期  $T$ (s)を用いることにより低層から高層まで適用でき、他の基準のように高さではなく( $i$ 階以上の重量を全重量で除した)基準化重量  $\alpha_i$  を用いているため簡略な式となっている。また、 $A_i$  に  $\alpha_i$  を乗じると図4右のように地震層せん断力も容易に求めることができる。

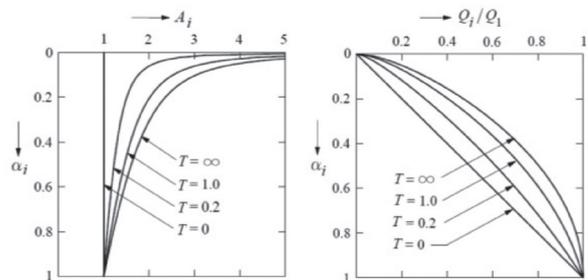


図4  $A_i$  (左) とそれによる地震層せん断力 (右)

5) 建築物の構造的なバランスの考慮( $F_{es}$ )

建築物の一部に地震被害が集中することを防ぐための形状係数  $F_{es}$  は、平面的なバランスを表す各階の偏心率  $R_e$  の関数である  $F_e$  と立面的なバランスを表す各階の剛性率  $R_s$  の関数である  $F_s$  との積 ( $F_{es}=F_e F_s$ ) として考慮されている(図5)。

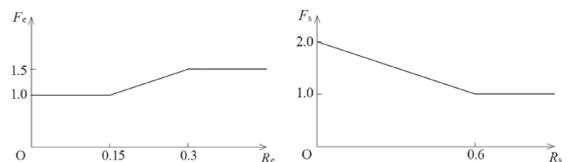


図5 形状係数  $F_{es}$  は  $F_e$  (左) と  $F_s$  (右) の積

## 5.2 限界耐力計算

2000年の建築基準法改正で導入された限界耐力計算では、稀に発生する地震動（稀地震）に対しては損傷限界を超えないこと、極めて稀に発生する地震動（極稀地震）に対しては安全限界を超えないことを検証する。ここで、稀地震と極稀地震とはそれぞれ（新耐震の）中地震動と大地震動と同じで、目標は新耐震と同じであるが、1)地震時の応答変位の計算、2)地盤特性を考慮した地震力、3)建築物と地盤との相互作用の導入、4)加速度応答スペクトルから地震荷重を計算する点などに特徴がある。なお、限界耐力計算では雪と風に対しても極稀状態を検証する。

限界耐力計算の背景には「耐力スペクトル法」の考え方があり、縦軸を耐力、横軸を変位とした構造物の（等価1自由度に変換した）荷重変位曲線（図6左の点線a,b,c）を耐力スペクトルという。一方、地震動の特徴を表す応答スペクトルは、一般に横軸を固有周期（または固有振動数）、縦軸を応答加速度（または応答速度・応答変位）である。これを縦軸に応答加速度  $S_a$ 、横軸に応答変位  $S_d$  とすると、例えば図6右の実線 I, II のように表すことができ、これを要求スペクトルという。

耐力スペクトルと要求スペクトルは図6右のように重ね合わせることができ、これから荷重変位曲線 a で表される構造物は要求スペクトル I, II で表される地震動に（aの直線部分が I, II を超えているので）弾性範囲で耐えることができる。構造物 b は地震動 I に弾性範囲で耐え、地震動 II には塑性範囲で耐えることができる。構造物 c は地震動 I には塑性範囲で耐えることができるが、地震動 II には耐えることができないということが分かる。このように構造物と地震動の特性を同じ図に重ね合わせて示すことにより、構造物の耐震性と地震動の関係が視覚的に分かるという特徴がある。限界耐力計算は実務であり用いられていない

が、メリットを見直し、設計法の一つとして活用されることが期待される。

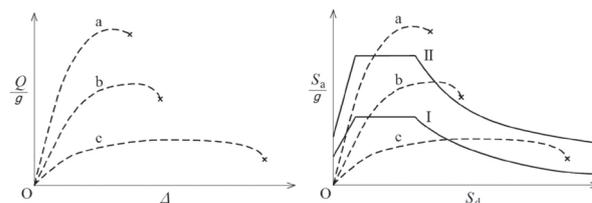


図6 耐力スペクトル法（左 等価1自由度の荷重・変位曲線すなわち耐力スペクトル、右 要求スペクトル（実線）と耐力スペクトル（破線））

## 6. おわりに

最後に、建築物の構造（耐震）計算法をまとめて示したのが図7である。計算ルート1～3という用語は通常用いられているが、この図では0～5に分類し、計算法の全体が分かり易いように示している。ここで説明した新耐震はルート3、限界耐力計算はルート4である。種々の計算などは図中の構造要件(a)～(j)のいずれかに分類される。今後の構造基準の改正に当たっては、どの要件を改正するか、または新しい要件を加えるかなどを考慮する際に役立つ欲しいと思っている。

## 参考文献

- 1) 大橋雄二：日本建築構造基準変遷史、日本建築センター、318p、1993。
- 2) 石山祐二：耐震規定と構造動力学（新版）、三和書籍、394p、2018。
- 3) Freeman, Sigmund A., “Development and Use of Capacity Spectrum Method”, 6th US NCEE Conference on Earthquake Engineering/EERI, May 31-June 4, 1998, Seattle Washington, Paper #269.
- 4) Ishiyama Y., “Introduction to Earthquake Engineering and Seismic Codes in the World”, IISSE Lecture Note, 204p, Feb. 2023.

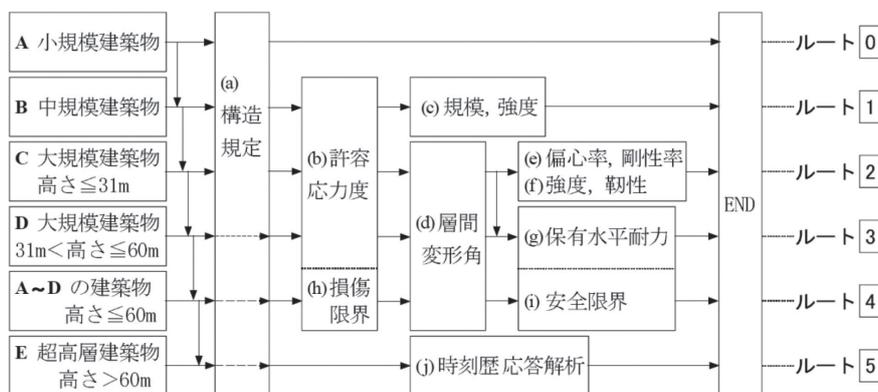


図7 建築基準法による構造（耐震）計算ルート



石山 祐二（いしやま ゆうじ）

1965年北海道大学卒、建設省営繕局、同省建築研究所、北海道大学工学部教授、同大学大学院教授を経て2005年より現職、工学博士、専門分野：建築構造、耐震規定

# 関東大震災による火災被害とその教訓

廣井 悠

●東京大学先端科学技術研究センター

## 1. はじめに

いまから100年前の1923年9月1日に発生した関東大震災は105,000人にも及ぶ人的被害が出たと推定されており、犠牲者の大部分は火災によるものであった。具体的な被害は内閣府による「災害教訓の継承に関する専門調査会」報告書に詳しいが<sup>1)</sup>、火災被害の概要を端的にまとめると、東京市や横浜市において市街地火災によって多くの建物が被害をうけ、特に死者・行方不明者のほとんどが火災に伴って発生したものである。また、このなかで大きな被害を呈した東京市においては、日本橋区の焼失率が100%である一方で、麻布区は0.04%しか焼失していないなど地域差も大きく、本所区を代表して延焼被害が甚大であった場所で特に死者・行方不明者が多いことなどが知られている。

この災害から今年で100年が経つ。この間、関東大震災後の帝都復興計画をはじめとして、わが国では特に広域火災への対応を考えながら市街地整備や消防力の充実が行われたこともあり、地震時を除いた平常時の都市大火は1976年の酒田大火を最後に発生していない。しかしながら、原稿執筆時における直近の市街地火災事例である2016年の糸魚川市大規模火災は、死者こそ発生しなかったものの、結果として約4haの焼失被害に至るなど、わが国の市街地にはいまだ大規模火災のリスクが残り続けている。そして、同時多発火災が懸念される大都市部における地震時の火災はこのような平常時の火災に比べ、揺れによる火災安全性能の低下や、火災対応の需要がリソースを大幅に上回る対応量の問題などから、状況はより深刻になるものと考えられる。例えば2013年12月に公表された中央防災会議の被害想定では、都心南部直下地震による人的被害として、冬の夕方、風速8m/sのケースで建物倒壊によるものが約6,400人、急傾斜地崩壊によるものが約60人なのに対し、地震火災によるものは約8,900～16,000人とされており、現代においても地震火災による被害は特に多くの死者が想定されている<sup>2)</sup>。このため100年前の関東大震災で得られた火災被害の教訓を現代都市に置き換えて検証することは、過去事例を振り返るのみならず、現在の地震火災対策を考える上でも意味のある作業と考えられる。

したがって本稿では、地震火災の被害量を規定する

と考えられる出火、延焼、消火、避難の4変数を切り口とし、関東大震災で得られた教訓を歴史的事実として列挙するのみならず、その教訓がこの100年でどのように解決され、そしてどのような課題がいまだ残されているのかを記述したい。

## 2. 「出火」に関する教訓は解決したのか

はじめに「出火」についてである。一般に、地震時は火源と着火物が同一空間内で重なりやすく、出火しやすいことが知られているが、関東大震災は発災時刻が正午近くだったこともあって竈、薬品、七輪、ガス、火鉢等が出火原因となっている(図1)<sup>3)</sup>。他方で廣井(2015)によれば、東日本大震災における出火原因は図2のように示され、津波火災を除くと近年は電気による火災が多いとみられる<sup>4)</sup>。このように出火原因については、100年前と現在で火気使用環境が大幅に変化しているため、関東大震災の教訓を現代都市における直接的な参考とすることは難しい。

では、出火原因ではなく出火のしやすさについてはどうであろうか。関東大震災時の出火件数は文献によって多少異なるものの、東京震災録によれば東京市全体で134件の出火が発生しており、そのうち42.5%が初期消火されているとはいえ、消防力を超えた火災が発生している<sup>5)</sup>。内務省社会局(1926)によれば当時の東京市の世帯数は483,000世帯であるから、東京市における1万世帯当たりの出火件数(以降ではこれを出火率と定義する)は2.77となる<sup>6)</sup>。他方で、近年の地震における出火率は震度6強以上の地域を抽出しても、東日本大震災で出火率0.44(津波火災以外)<sup>4)</sup>、熊本地震で出火率0.24であることが知られている<sup>7)</sup>。出火件数は発災の季節や時間帯によって大きく異なるため、このデータのみで多寡を断定することは慎重になるべきだが、これらを見る限り、出火率はやや減少傾向にあると見ることもできる。これは火気使用環境の大きな変化はもとより、火気器具における転倒出火防止措置のみならず、マイコンメータや感震プレーカーの普及が現代都市では進んでいるためと考えられる。

一方で、割合ではなく件数の比較となると、やや状況は異なる。例えば、関東大震災時に東京市全体で134件であった総出火件数は、阪神・淡路大震災では

285件、東日本大震災では398件が報告されており、また首都直下地震の被害想定でもケースによっては都内で何百件クラスの出火件数が想定されるなど、出火件数の絶対値は状況によってはむしろ増えている。これは現代都市の曝露量が増加していること、つまり100年前の市街地と比べ、現在の大都市は人口や世帯が爆発的に増えている点にその一因があろう。例えば関東大震災時の東京市の人口は約250万人と言われるが、現在の東京都は当時よりも市街地が広範に連坦しており、人口も2022年時点で1404万人と5.6倍以上である。つまり世帯当たりの出火率はたとえ減ったとしても、曝露量が激増している現代都市では、総出火件数が増加することも十分考えられる。

また、関東大震災時は、45～240か所の飛び火によって火災が道路や市街地あるいは河川を跨いで延焼している。このように、飛び火で何百メートルも先に延焼する事例は静岡大火、鳥取大火、能代大火など、過去にも多く発生しているが、このリスクは建築物の不燃化がある程度すすんだことで、だいぶ減少したと一般には思われていた。しかしながら、前述した糸魚川市大規模火災では出火点が一点であったにもかかわらず、強い南風という気象条件もあいまって多数の飛び火が発生し、10m前後の幅員を有する道路を越えて延焼した形跡も確認された。地震時は建築物の開口部等が損傷する、屋根瓦が大きくずれること等を考えると、このような飛び火による出火リスクも、いまだ現代都市は克服し尽くせていないと考えるのが自然である。

以上の点からも、関東大震災時に得られた「出火」に関する教訓については、質的には改善がされて世帯当たりの出火件数は低減したが、現代都市における曝露量の増加などもあり、量的には関東大震災時よりも大きく改善してはならず、また飛び火出火リスクも克服されたわけではないと評価できる。

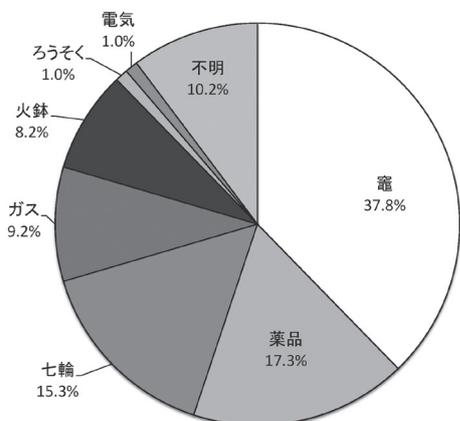


図1 関東大震災の出火原因(N=98) <sup>3)</sup>をもとに作成

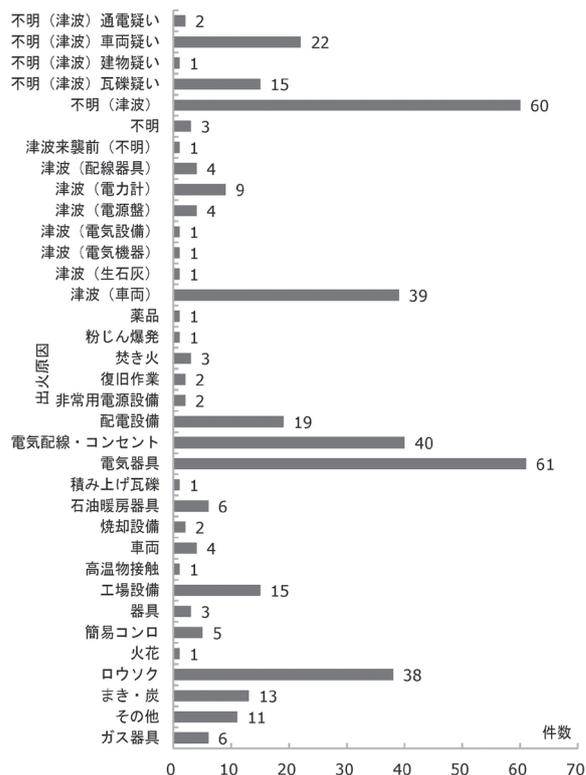


図2 東日本大震災の出火原因(N=398)<sup>4)</sup>

### 3. 「延焼」に関する教訓は解決されたのか

つぎの変数は「延焼」である。関東大震災当時における東京の都市構造はほとんどが木造であり、建築物のみならず橋も多くが木造であったため、後者は特に避難行動の阻害要因になっている。つまり関東大震災当時のわが国の都市は非常に「燃えやすい」構造となっており、その後の戦災等の被害も含め、この教訓を解決する「都市の不燃化」は、わが国の都市計画上の悲願であった。さて、関東大震災から100年経過した現代都市は不燃化が大幅に進捗したものの、わが国にはまだまだ広域火災が懸念される地域も少なくない。例えば2012年に国土交通省は住生活基本計画(全国計画)において「地震時に著しく危険な密集市街地」約6,000haを公表し、2020年度までにこれらを概ね解消するとの目標を定めていたが、いまなお多くの密集市街地が残されている。それでは、このような密集市街地における「燃えやすさ」はこの100年でどのくらい改善しているのか、量的な比較をしてみたい。ここで東京消防庁が開発した延焼速度式(東消式2001)<sup>8)</sup>を用いて過去と現在の密集市街地を比較すると、例えば風速6m/sの条件下では、関東大震災前の浅草の市街地(建蔽率55%、道路率15%、木造率90%、防火造率10%、準耐火率0%、耐火率0%)は火災の初期段階において

約60m/hという延焼速度が導ける一方で、現在の京島の市街地指標（建蔽率50%、道路率15%、木造率15%、防火造率60%、準耐火率10%、耐火率15%）から同じく延焼速度を計算すると、約42m/hという数値が得られる。これによれば、現代都市の燃えにくさは、密集市街地においては関東大震災時から「三分の二くらいの延焼速度になった程度」という評価ができそうで、そこまで大きく改善しているわけではない。

つまり、関東大震災時の教訓であった「都市の燃えやすさ」は、一部地域においては延焼速度が多少遅くなった程度であり、さらにこのような地域はわが国にまだ数多く残されており、「延焼」についても十分に教訓が解決されたわけではないことが示唆される。

#### 4. 「消火」に関する教訓は解決されたのか

3つめの変数は「消火」である。関東大震災時は、地震により消火栓等が破損して自然水利での消火となった一方で、市民によるバケツ消火や破壊消防が効果をあげたとされている。この「消火」に関する教訓については、現在は100年前と比べて大幅に改善しているものと考えられる。しかしながら、大都市大震災時は複数点から出火することが考えられるが、現在の消防力であってもこのような同時多発火災には十分に対応できるといえず、この教訓が完全な解決をみたわけではない。さらに大都市部においては、東日本大震災時の東京と同じように、帰宅困難者が自動車で一斉帰宅を試みる、もしくは多くの人々が都心部へ家族を自動車で迎えに行く等で、車道で深刻な交通渋滞が発生し、消防の現場到着時間が大幅に遅延する可能性もある。

このような状況のなかでは初期消火にその解決策を求めたくなるものの、筆者が行ったいくつかの調査結果を見る限り、地震時に初期消火ができた事例は実際にはごくわずかである。例えば表1は東日本大震災（津波火災は除く）と熊本地震（前震もしくは本震に起因して発生したもの）、および大阪府北部地震の調査データを用いて、全体の火災件数（不明は除いたため、初

表1 直近の地震における初期消火成功率<sup>9)</sup>

	震度	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7
熊本地震	初期消火成功	-	-	-	0	0	1	0
	消防活動	-	-	-	2	1	5	1
	自然鎮火	-	-	-	0	3	0	0
	初期消火成功率	-	-	-	0.0%	0.0%	16.7%	0.0%
大阪府北部地震	初期消火成功	-	-	3	1	-	-	-
	消防活動	-	-	2	1	-	-	-
	自然鎮火	-	-	0	0	-	-	-
	初期消火成功率	-	-	60.0%	50.0%	-	-	-
東日本大震災	初期消火成功	2	0	5	6	9	4	-
	消防活動	0	0	13	30	20	12	-
	自然鎮火	0	1	2	4	2	1	-
	その他(不明など)	0	1	18	15	22	8	-
	初期消火成功率	100.0%	0.0%	25.0%	15.0%	29.0%	23.5%	-

期消火成功と消防活動と自然鎮火の和)のうち初期消火に成功した火災の割合を初期消火成功率と定義し、まとめたものである<sup>9)</sup>。これを見る限り、自助・共助による震災時の初期消火は、現実にはなかなか難しいものと見ることができよう。

#### 5. 「避難」に関する教訓は解決されたのか

最後の変数は「避難」である。100年前の関東大震災から得られる避難に関する主な教訓を3つ挙げると、ひとつは避難方法に関する教訓となる。関東大震災時は猛火から家財道具を持って避難した人が多かったため、これが延焼を助長して甚大な被害に繋がっている。次の教訓は、個人が建物に閉じ込められる、橋の焼失などが原因となり避難途中で逃げ場を失って死亡した人が多いという逃げまどい避難に関するものである。最後の教訓は、避難場所の安全性に関する教訓である。関東大震災の主な死者発生パターンとしては、地震発生直後の逃げ遅れのみならず、9月1日15時くらいから深川区・本所区などで広域火災に挟まれて逃げ場を失い多数の人が亡くなったことがわかっている。特に後者については、本所区本所横網町の陸軍本所被服廠跡（現在の墨田区横網町公園ほか）での火災旋風を原因とした約4万人にも及ぶ人的被害や、17時くらいには神田駅を東西に挟まれて避難した人が亡くなる（神田駅での死者は108人）、他にも錦糸町駅（死者630人）、吉原公園（490人）など、避難した場所で多くの人々が亡くなっているケースが目立つ。さて、このような甚大な被害と引き換えに得られた教訓をもとに、わが国ではこれ以降100年間、火災から命を守る避難場所、不燃の橋、広幅員かつ不燃化された避難路などのハード整備を精力的に行ってきた。特に避難場所の安全性については、周囲を全面火災に囲まれても計画人口を輻射熱から守るような工学的根拠を基にして設計されており、橋が焼失する可能性も少なくなった。建物に閉じ込められて避難が困難となる可能性や、道路閉塞や同時多発火災からの逃げまどい避難に関するリスクがなくなったわけでは決してないが、わが国の都市は市街地火災からの避難に関するハード性能はこの100年で劇的に改善されている。

ところが、避難に関するソフト性能に目を向けてみると、現代都市では高齢化も進んでいるうえ、コミュニティの衰退も懸念されており、広域火災からの避難行動に関するリテラシーに至ってはかなり衰えている。特に後者については、風水害や津波の避難と比べて、広域火災からの避難に関する経験もなければ、防災教育もほとんど行われていないという現状がある。

例えば筆者は糸魚川市大規模火災後に避難勧告対象地域で避難行動調査を行っているが<sup>9)</sup>、ここでは出火から約2時間後に避難勧告が出たにもかかわらず、火の様子を見ていて避難をしなかった人が避難勧告対象地域の4割にものぼり、また避難をしたとしても多くの人が避難場所ではなく路上の交差点など視界が確保できる場所で待機している。これに対して、何らかの火災対応をしていた人や、要援護者の支援をしていた人はそれぞれ1割程度と、ごくわずかであった。糸魚川の事例は、地震火災時とは異なり平常時の大規模火災であるため、必ずしも火災発生後すぐに避難することが最善の行動とは言い切れず、要援護者の支援や火災対応などに従事する余裕も残されているはずだが、それでもこういった状況である。もし地震火災であっても糸魚川のように火の様子を見て避難しない人が多いとしたら、関東大震災の如く、強風下では風向が変わることで飛び火による同時多発状態となり火災に囲まれ多くの人的被害が発生する可能性も捨てきれない。このように、避難に関するソフト性能については関東大震災時よりもだいぶ劣っている可能性もあり、いくらハード性能が改善したとはいえ、避難行動についても地震時を対象とする限り、100年前と比べて磐石となっているとはいえないだろう。

## 6. おわりに

本稿では、出火、延焼、消火、避難という4変数を切り口として、関東大震災で得られた教訓を紹介したのち、その教訓が現代都市でどの程度の解決がされ、どのような課題が残されているかについて記述した。紙幅の制限で言及できていない点も多々あるが、関東大震災で得られた教訓を現代都市がまだまだ十分に解決しきれていない、つまり近い将来の大都市大震災時においても条件が悪ければ、甚大な被害が発生する可能性が残されていることが理解できよう。常備消防の充実によって平常時の大火を経験することのない我々は、ともすれば都市火災リスクを根絶させたような錯覚に陥るが、この100年で都市の火災安全性能が飛躍的に高まっている、というわけでは決してない。曝露量の増加や市街地火災による被災経験の希薄化、そして少子高齢化社会の本格的到来や地域コミュニティの衰退など、本稿に記した現代都市における課題を概観すると、寺田寅彦が「しかしここで一つ考えなければならないことで、しかもいつも忘れられがちな重大な要項がある。それは、文明が進めば進むほど天然の暴威による災害がその劇烈の度を増すという事実である」と記した「教訓」は<sup>10)</sup>、100年後の現代都市においてこそ再考

に値するであろう。

関東大震災時と比べて現代は、都市を取り巻く状況も大きく変化し、価値観も多様化し、当時強く希求された「不燃都市の実現」のみが市街地に求められる性能とは限らないことは自明である。市街地の難燃化がますます進み、密集市街地も減りつつあるなかで、典型的なLPHC(Low Probability High Consequences: 低頻度大規模)型災害である地震火災による被害を今後どのように減じていけばよいかはなかなかの難題であるが、密集市街地の長所を残し、また消防力の限界や市街地火災からの避難の難しさ等も適切に認識したうえで、目標とする安全水準の再定義も含めた新しいリスク低減に関する計画論の提案が、いままさに必要とされている。

## 参考文献

- 1) 内閣府：災害教訓の継承に関する専門調査会 1923 関東大震災報告書、2006。
- 2) 中央防災会議：首都直下地震の被害想定と対策について(最終報告)、2013。
- 3) 井上一之：帝都大火災誌、震災予防調査会報告、第100号戊、震災予防調査会、pp.135-184、1925。
- 4) 廣井悠：階層ベイズモデルを用いた地震火災の出火件数予測手法とその応用、地域安全学会 論文集、No.27、pp.303-311、2015.11。
- 5) 東京市：東京震災録、前中後別輯全5冊、1926-1927。
- 6) 内務省社会局：大正震災志(上)、1926。
- 7) 廣井悠、岩見達也、高梨成子、樋本圭佑、北後明彦：2016年熊本地震に伴って発生した地震火災に関する調査、火災学会論文集、Vol.70、No.1、pp.27-33、2020。
- 8) 日本火災学会編：火災便覧第4版、共立出版、2018。
- 9) 廣井悠、松原龍、上園智美、渡辺竜之：糸魚川市大規模火災における住民の避難行動調査、都市計画論文集、No.54-3、pp.1101-1108、2019。
- 10) 寺田寅彦：天災と国防、経済往来、日本評論社、1934。



## 廣井 悠(ひろいゆう)

東京大学・教授。1978年10月東京都文京区生まれ。東京大学大学院工学系研究科・特任助教、名古屋大学減災連携研究センター・准教授等を経て2021年8月より現職。博士(工学)、専門は都市防災、都市計画。平成28年度東京大学卓越研究員。JSTさきかけ研究員(兼任)。主な受賞に、令和5年度文部科学大臣表彰・科学技術賞、平成24年度文部科学大臣表彰・若手科学者賞、都市住宅学会・学会賞など。

# 関東大震災と災害報道100年

入江 さやか

●松本大学 地域防災科学研究所

## 1. はじめに

日本の災害報道は、1923年の関東大震災を抜きにして語ることはできない。中でも「放送」については、関東大震災がその原点といえる。本稿では、関東大震災における報道とその影響、現在に至る災害報道の歴史について、放送を中心に概観するものである。

## 2. 関東大震災と報道

関東大震災当時、テレビは存在せず、日本ではラジオ放送も始まっていなかった。報道機関は、新聞や雑誌などの紙媒体のみであった。

首都中枢を直撃した関東大震災で、当時東京にあった新聞社・通信社22社のうち、18社が焼失。英文紙の「ジャパントイムズ」を含む4社も、停電や電話の不通により、新聞発行機能を喪失した<sup>1)</sup>。



図1 日比谷付近の火災の様子(「大正大震災大火災」より引用<sup>2)</sup>)

当時銀座にあった「東京朝日新聞」も、激しい揺れに見舞われた。「激震と同時に窓外を見ると煙突は弓なりになって左右に動いている。煉瓦壁は土煙を擧げて落ちてゐる。瓦屋根はすらすらと一と撫でに引剥がれてゆく」(原文のママ)というありさまであった<sup>3)</sup>。火災の延焼を受けて「朝日の樓上に吹きしきる火の粉を浴びて、愈(いよいよ)最後の覺悟を極めたのがもう午後六時を過ぎていたであらう」(原文のママ)という切迫した状況となり、同社の人々は二重橋前に避難し、帝国ホテル内に仮事務所を設けたという。

新聞各社は皇居前広場やホテルに臨時の編集局を設

け、手書きの謄写版印刷をしたり、拾い集めた活字を使い、外部の印刷会社に依頼するなどして「号外」を制作したが、取材や配達が困難な中で発信できる情報はわずかであった<sup>4)</sup>。

東京市(当時)内で新聞の復刊が最も早かったのが、焼失をまぬがれた「東京日日新聞」で、9月5日の夕刊からだった<sup>3)</sup>。その後「報知新聞」(6日夕刊)、「東京朝日新聞」(12日)、「時事新報」(12日)、「国民新聞」(14日)、「読売新聞」(15日)だった。



図2 大阪朝日新聞社編「関東大震災記」

このように長期間続いた情報空白の間隙を縫って、多くの流言飛語が生まれた<sup>4)</sup>。朝鮮人が武装蜂起した、あるいは放火するといった流言を背景に、住民の自警団や軍隊、警察の一部による殺傷事件が生じた。軍隊や警察も流言に巻き込まれ、増幅した<sup>5)</sup>。

## 3. ラジオ放送の登場

アメリカにおける無線技術の発達に伴い、関東大震災以前から日本においてもラジオ放送導入の機運が高まっていた<sup>6)</sup>。民間事業者の間で放送事業の事業化熱が高まり、1921年ごろから放送施設の許可出願の動きが現れた。これに対応するため、当時の逓信省に「電話拡張実施及び改良調査委員会(以下、調査委員会)」が設置された。この調査委員会において、わが国の放

送制度に関わる方針が決定したのは、震災の前々日の1923年8月30日のことであった。

震災後、「識者の間に放送さえあったならかほどまでの惨害が生じなかったであろう。流言飛語も止めえたであろうという意見が盛に唱えられはじめ、その後の情勢からしても同時通信の緊要性が切実に叫ばれた」ことから、ラジオ放送事業の実現が加速したといわれている。

そして、1924年に「社団法人東京放送局」、1925年に「社団法人名古屋放送局」と「社団法人大阪放送局」が設立された。そして、1925年7月25日に東京放送局においてラジオの本放送が開始された。ちなみに、午前9時の本放送開始の最初の番組は「天気予報」であった。1926年には、東京・名古屋・大阪の3放送局が合併し、現在のNHKの前身となる「社団法人日本放送協会」が発足した。

災害後の情報空白と社会的混乱の反省に立ち、災害時に迅速に正確な情報を共有できる災害報道の必要性が認識されたという点で、関東大震災は日本における災害報道の原点といえよう。

#### 4. 防災報道の形成

現在では、台風や豪雨の襲来前から警戒や避難を呼びかける「防災報道」は、当たり前ものになっている。しかし、日本の災害報道において、初めから予防的な呼びかけが行われていたわけではなく、初期は災害後に被害状況を伝える報道が中心であった。1959年の伊勢湾台風が「防災報道」への大きな転機となった。

##### 4.1 伊勢湾台風と防災報道

1959年の伊勢湾台風では、高潮により愛知県、三重県沿岸に甚大な被害が生じた。死者・行方不明者数は明治以降の台風では最多の5,098人となった。気象庁によると、上陸時の最低気圧は929.6ヘクトパスカルで、1930年の室戸台風（上陸時最低気圧911.8ヘクトパスカル）、1945（昭和20）年の枕崎台風（同916.6ヘクトパスカル）とともに昭和の三大台風（犠牲者数が3,000名以上の台風）の一つに数えられる。

伊勢湾台風の接近にともない、気象庁や名古屋地方気象台では、新聞社や放送局を対象に「台風説明会」を行った。NHKや民放は気象庁・気象台からの中継体制を組み、予報課長や天気相談所長などが出演した。放送局が気象庁や気象台から本格的な中継を行ったのは、伊勢湾台風が初めてである<sup>7)</sup>。

伊勢湾台風において、最も積極的な防災報道を展開したのは、民間放送局のCBC（中部日本放送）であった。同社ではこれを「予防報道」と呼んでいた<sup>7)</sup>。CBC

は、過去の台風データに基づき、伊勢湾台風の接近に先駆けて、進路にあたる和歌山県の潮岬や三重県の大王崎などに記者とカメラマンを配置し、現地の風速などの気象の実況を直接取材し警戒の呼びかけに役立った。アメダスやロボットカメラ（天気カメラ）のない時代にあって、台風の進路に当たる地域の気象の実況を伝える最善の手段であった。「予防報道」のもう一つの工夫は、台風に対する防災行動をわかりやすい言葉にして伝えたことである。「河川の氾濫、土砂崩れについて嚴重な警戒が必要です」といった定型的な表現ではなく、「鉄道は〇時から運転中止の見込みです」「台風のコースや速度からみて早めに帰宅すべきです」といった具体的な情報やコメントで防災対応を呼びかけた。こうした放送は、当時のNHKもなしえておらず、現在の防災報道の先駆的な取り組みであった。

##### 4.2 災害対策基本法と放送

伊勢湾台風を契機に、1961年に「災害対策基本法」が制定された。災害対策基本法では、政府の防災対策の最高意思決定機関として「中央防災会議」が設置された。中央防災会議は、総理大臣を会長とし、全閣僚、学識経験者、指定公共機関の代表者で構成される。指定公共機関には、日本赤十字、日本銀行などとともにNHKも含まれることになった。民間放送局は、所在する各都道府県の指定公共機関となった。指定公共機関は、政府や地方自治体と協力して災害対応や防災対策にあたることを義務付けられている。

放送局は、放送を通じて防災に寄与する義務を負うこととなったが、報道機関としての自主性・自律性が制限されることはない。日本の放送局は、指定公共機関としての公共性と、ジャーナリズムの2つの顔をもつことになった。

##### 4.3 新潟地震の緊急報道

廣井（1996）<sup>9)</sup>は、「わが国の災害放送のあり方を方向づける契機となったのは伊勢湾台風であった。しかし、現在まで続く実際の災害報道の形態や内容を決定したという意味では、その5年後に発生した新潟地震の方が重要であろう」と位置付けている。

1964年6月16日に発生した新潟地震（マグニチュード7.5）は、新潟市、山形県酒田市などで震度5を記録した。気象庁によると、地震発生後、午後1時17分に阿賀野川河口の新潟市松ヶ崎で第一波を観測。津波の高さは新潟県大島崎で約5メートル、その周辺の岩船沿岸などで3～4メートルに達した。死者は26人、全半壊家屋は8,600棟、浸水家屋は1万5298棟にのぼった。

地震発生直後から、県庁所在地である新潟市内では電話や電信などの通信が途絶していた。このため、津

波警報を発表した新潟地方気象台では、県庁などの防災機関に徒歩で連絡せざるを得ないような状況であった<sup>10)</sup>。

NHK新潟放送局（以下、NHK新潟局）では、午後1時3分からのラジオのローカルニュースのため、アナウンサーがスタジオに待機していた<sup>11)</sup>。地震発生とともに停電して電灯が消えたが、すぐに無停電装置が作動した。アナウンサーは「ただいま地震が発生したもようです。激しく揺れています。震源地、震度など詳しいことは、連絡が入り次第すぐお伝えします」と第一報を伝えた。第一報と思われる手書きの原稿が、NHK放送博物館（東京・港区）に保存されており、「気象台からは津波警報が出ています。ご注意ください」と、荒れた文字で追記がみられる<sup>12)</sup>。この後も、NHKは独自の判断で避難の指示や冷静な行動を繰り返し呼びかけた<sup>12)</sup>。

新潟県の調査によると、県内の30の自治体のうち、17自治体が津波警報を「ラジオ」で、1自治体は「テレビ」で覚知し、住民への避難を呼びかけていた<sup>13)</sup>。防災機関相互の情報伝達手段が失われている中で、ラジオ放送が有効に働いていたことがわかる。

新潟地震では、現在の災害報道に欠かせないロボットカメラ（お天気カメラ）の先鞭となる「屋上カメラ」も登場した。最初にカメラを屋上に上げたのは、地震の揺れで社屋が被災したBSN新潟放送であった<sup>14)</sup>。NHKはその2時間半後に屋上にカメラを上げた。これらのカメラによって、信濃川を遡上する津波や、炎上する石油タンクなどの被害状況が全国に放送された。



図3 NHK新潟放送局の屋上カメラ<sup>16)</sup>

## 5. 1990年代の災害と災害報道

1990年代には、北海道南西沖地震（1993年）と阪神・淡路大震災（1995年）という大きな地震・津波災害が起きた。一方でインターネットなどの情報技術がめざましく発展を遂げた時期でもある。そのような中で、防災情報はさらに迅速化・高度化した。

### 5.1 北海道南西沖地震と津波警報

北海道南西沖地震（マグニチュード7.8）は、1993年7月12日午後10時17分ごろ発生した。震源に近い北海道奥尻島には、地震から5分で津波が押し寄せ、最大遡上高は31.7メートルに達した。この津波による死者は202人、行方不明者は28人だった。気象庁は地震発生から5分後に大津波警報を出し、NHKではその2分後に放送したが、結果的に間に合わなかった。

これを受けて、気象庁は津波警報システムの改善を行い、1994年から津波警報・注意報は地震発生から3分以内に発表されるようになった。NHKでは津波警報が入電すると自動的に、全放送波での速報準備が完了し、即座に緊急警報放送の発信が可能になるようシステムを改良した。あわせて、気象庁から入電した地震や津波の情報を自動的に原稿化し、アナウンサーの手元にある画面に表示する「原稿支援システム」も整備した。これらのシステムにより、気象庁の発表後、迅速に警報を放送できるようになった。

### 5.2 阪神・淡路大震災

1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災（平成7年兵庫県南部地震：マグニチュード7.3）では、人口が集積する大都市直下で発生した大地震により、甚大な人的被害を生じ、都市機能も喪失した。災害報道においても、被害報道、安否情報、生活情報、復旧・復興報道など、さまざまな災害報道が展開されたが、多くの教訓や課題が残された。

阪神・淡路大震災を契機に1995年7月に「地震防災対策特別措置法」が施行され、「地震調査研究推進本部（以下、推本）」が設置された。その施策の一環として全国を網羅する高感度地震観測網（Hi-net）の整備が進められた。これと気象庁の地震観測網を活用して、緊急地震速報の実用化に向けた調査研究や検討が行われた。

2007年10月から「緊急地震速報」の本運用が始まった。「緊急地震速報」という全く新しい防災情報を運用するにあたり、NHKおよび、民間放送局と気象庁の間で、放送のあり方について検討が重ねられた。NHKでは専用のチャイム音を開発、気象庁からの入電後1秒で、字幕とともに自動で放送できる体制を整備した。専用のチャイム音はNHKと民放、地方のケーブル局などとも共有している。

## 6. 東日本大震災が残した課題

2011年の東日本大震災は、「避難情報」をめぐる放送に新たな問いを突き付けた。地震発生後の緊急ニュースの中でアナウンサーは繰り返し津波からの避難を呼びかけたが、人的被害は甚大だった。

NHKは、長年継承されてきた津波の避難呼びかけのコメントを見直し、「断定調」「命令調」を使い、「切迫感」を与える表現を加えるなど、メッセージ性の高い呼びかけに改めた。民放も呼びかけの見直しを行った。そこに共通しているのは、「冷静に伝える」「事実を伝える」という報道の大原則から逸脱しても、住民に避難を促すことを優先すべきという大きな意識の変革であった。東日本大震災以降も、台風や豪雨などの災害が頻発し、そのたびに住民の避難の遅れが指摘されている。災害報道は、情報技術によって迅速化・高度化を図ってきたが、ここに来て「どう伝えれば避難につながるか」という根源的な課題に直面している。

## 7. 災害報道のこれから

NHK放送文化研究所が全国の16歳以上の男女3,600人を対象に行った世論調査(2019年)で「災害時に何かから情報を得ようと思いませんか」と尋ねたところ、「テレビ」と回答した人は89.9%だった<sup>17)</sup>。20代では80%と、他の世代に比べると少ないが、すべての世代で「テレビ」は他のメディアを大きく引き離していた。「テレビ」に次いで多いのは、20代以下では「SNS」や「インターネット」、30代と40代ではインターネット、60代以上では「ラジオ」や自治体が整備している「防災行政無線」となっている。

しかし、東日本大震災から12年、日本のメディア環境は大きく変貌し続けている。スマートフォンの普及や通信環境の高度化により、若い世代はネットに依存し、新聞を読まず、テレビも見なくなっている。

一方、2018年9月6日に発生した「北海道胆振東部地震」(マグニチュード6.7)では、北海道のほぼ全域で電力供給が止まり、最大で295万世帯が停電した。テレビの視聴だけでなく、スマートフォンやインターネットも使用できない状況になった。このような状況下で活躍したのが電池式や手動充電式の「ラジオ」であった<sup>18)</sup>。

スマートフォンやSNSの普及などメディア環境が激変する中で、これまでの「災害報道」をどう変化させていくか。また、近い将来起きるとされている南海トラフ巨大地震や首都直下地震などにどう対応するか。関東大震災から100年、放送を中心に高度化してきた日本の災害報道は大きな変革期に差しかかっている。

## 参考文献

- 1) 日本新聞博物館編：大震災と報道展、p.12、2003.
- 2) 大日本雄辯會講談社編：大正大震災大火災、口絵、1923.

- 3) 大阪朝日新聞社編：関東大震災記、p.48、1923.
- 4) 廣井脩：災害放送の歴史的展開、p.9、日本放送協会「放送学研究」No.46、1996.
- 5) 中央防災会議 災害教訓の継承に関する専門調査会：1923関東大震災(第2編)。  
[https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunokeishou/rep/1923\\_kanto\\_daishinsai\\_2/index.html](https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunokeishou/rep/1923_kanto_daishinsai_2/index.html) (2023年4月29日閲覧)
- 6) 日本放送協会：日本放送史、p.21、1965.
- 7) 日本放送協会：20世紀放送史(上)、p.343、2001.
- 8) 中部日本放送：「東海の虹 中部日本放送十年史」、p.437、1960.
- 9) 廣井脩：災害放送の歴史的展開、p.12、日本放送協会「放送学研究」No.46、1996.
- 10) 新潟県：新潟地震の記録—地震の発生と応急対策、pp.170-171、1965.
- 11) NHK新潟放送局：新潟地震、p.8、1964.
- 12) 入江さやか：昭和39年新潟地震～放送原稿とソノシートで振り返る災害報道～、日本放送協会「放送研究と調査」2022年4月号、p.43.
- 13) 日本放送協会：非常時にみせたラジオの実力—放送と被災者の間—、日本放送協会「放送文化」1964年8月号、pp.12-13.
- 14) 新潟県：新潟地震の記録—地震の発生と応急対策、pp.172-173、1965.
- 15) 新潟放送社史編纂委員会編：新潟放送十五年のあゆみ、pp.369-370、1967.
- 16) NHK新潟放送局：新潟地震、p.61、1964.
- 17) 吉澤ほか：災害への意識や備えと避難行動～災害に関する意識調査～から～、NHK放送文化研究所「放送研究と調査」2020年4月号.
- 18) 入江ほか：北海道ブラックアウト どのメディアが機能したのか～「北海道胆振東部地震」メディア利用動向インターネット調査から～、NHK放送文化研究所「放送研究と調査」2019年2月号.



入江 さやか (いりえ さやか)

1987年一橋大学社会学部卒業、2022年東京大学学際情報学府修士課程修了。読売新聞社、(株)日本総合研究所などを経て2000年にNHK入局。報道局社会部、災害・気象センター、放送文化研究所などで災害報道に携わる。2022年より松本大学地域防災科学研究所教授。日本地震工学会理事(広報)。専門分野は、災害報道・災害情報。

# 関東大震災と都市の復興

栢木 まどか

●東京理科大学 准教授

## 1. はじめに

1923（大正12）年9月1日に発災した関東大震災による被害は一府六県にわたり、約10万5千名の死者・行方不明者が記録され<sup>1)</sup>、東京市においてはおよそ27万戸の建築が被災したとされる<sup>脚注(1)</sup>。この大きな被災からの都市の復興は、帝都復興事業として執行され、多くの調査研究により評価が進められている。1923（大正12）年というこの時期は、明治から大正に入り、都市問題への対応、また建築のあり方について、諸外国の研究も進み、日本国内でも専門家が声を上げるようになった時代と重なる。それまでどちらかといえば建築単体、またその美観に偏っていた建築家の職分が、市街地における都市計画や建築の規制、耐震構造学へと拡がりつつあった時代背景は、この復興計画を進めた原動力となった。都市計画史上の位置付けとしては、この帝都復興事業により現代の東京に繋がる都市構造が創りだされたこと、また都市計画というものが広汎な人に認識されるようになったことが挙げられている<sup>2),3),4)</sup>。

鈴木博之は、都市的観点からの関東大震災後の三つの課題として、都市計画の整備、建築の耐震化、建築・都市の不燃化を挙げた<sup>5)</sup>。地震被害による建築の耐震化への着目とともに、火災による惨禍を教訓とした防火地区の変更指定や耐火建築促進などの都市の不燃化対策は、この震災復興期の都市計画、建築設計に大きく取り上げられた課題である。本稿では、関東大震災後の被災地における帝都復興事業の概要と、建築の復興、特に不燃化への対応という視点から、都市の復興について取り上げる。

## 2. 帝都復興事業の概要

### 2.1 復興計画

帝都復興事業とは、関東大震災からの復興のために、国、東京府、東京市、神奈川県、横浜市が行った復興事業の総称である<sup>脚注(2)</sup>。事業実施のため、国は執行組織として帝都復興院を、審議組織として帝都復興審議会や評議会、特別都市計画委員会、土地地区画整理委員会等を組織し、中央省庁をはじめ、地方公共団体、民間から広く人材が集められた。最盛期には6,000名の職員が事業に携わっており、事業により確立された区画整理、街路、橋梁、公園など都市インフラ整備

に関する土木・建築・造園の技術は、技術者集団の形成により、この時期に職能として確立したといえる。

復興計画案の作成は、発災直後は内務省都市計画局で開始され、その後、帝都復興院計画局が進めた。帝都復興評議会および帝都復興審議会の審議を経て特別都市計画委員会に付議され、1924（大正13）年2月以降、都市計画決定された。

### 2.2 帝都復興事業の内容と都市の復興

実施された事業の内容を図1・表1に示す。事業は執行者を国、東京府、神奈川県、東京市、横浜市と分けて実施された。まず国が幹線街路、運河、公園など広域にわたる基盤整備を担い、その上に府県、市が実施する施設整備を、国が支援するかたちとなった。

震災翌年の1924年3月、焼失地区の土地地区画整理の実施が認可され、施行地区が告示された。多くの反対運動を乗り越えて1930年までに達成された区画整理事業は3,119ヘクタールに及び、これは世界に類を見ない

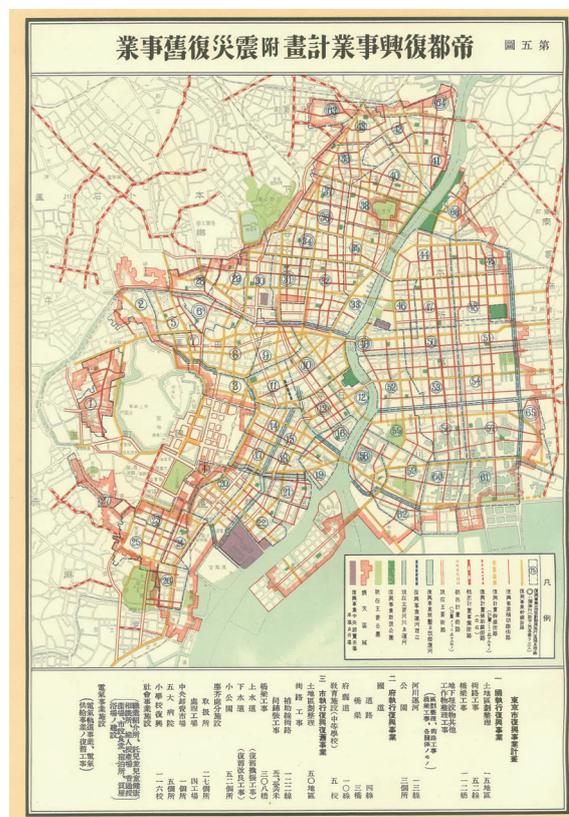


図1 帝都復興事業計画附震災復旧事業 (帝都復興事業図表)<sup>6)</sup>

(1) 建築物の被害総数には諸説あり、ここでは「帝都復興事業大観」下巻十七章「二 震災に依る被害建物と復興状況」より数値を挙げた。

(2) 各省所管事業や、府県市町村執行の事業、民間による事業もあるが、帝都復興費の対象かどうかで整理している。

表1 帝都復興事業の概要<sup>7)</sup>ほか

事業種類	東京		横浜	
街路 <small>(同一路線の国/市 施行あり)</small>	国	52路線(舗装、街灯、植樹含む)、橋梁架設(97橋)、共同溝3箇所、道路舗装、街路樹植樹、街灯	国	13路線(舗装、植樹含む)、橋梁架設(25橋)、 隧道新設(山手)、道路舗装、街路樹植樹
	府	国道4路線、府県道9路線10区間、国道への橋梁架設(3橋)	県	国道1路線、橋梁架設(2橋)
	市	補助幹線街路122路線の修築(53路線の舗装)。橋梁架設(129橋)、隧道新設(愛宕)	市	補助線街路10路線の修築(舗装含む)、橋梁架設(13橋)、復興街路以外の舗装
公園	国	3公園(隅田、浜町、錦糸)	国	3公園(野毛山、山下、神奈川)
	市	小学校に隣接した小公園52箇所		
土地区画 整理	国	15地区(6, 10, 12-14, 16, 17, 31, 34, 36, 49, 58, 63-65地区)	国	6地区(第1-5, 13地区)
	市	50地区(上記以外第66地区まで。27地区は欠番)	市	7地区(第6-12地区)
河川・運河	国	新鑿1、改修12、埋立1、橋梁架設(18橋)	国	改修2、橋梁架設(12橋)
			市	改修2、護岸修築(6川8区間・3海岸)、橋梁架設(44橋)
道路橋梁の 復旧改築	市	新築57橋、改築88橋、改築的復旧36橋 応急復旧橋梁158橋(復興橋梁には含まない)	市	改築52橋、復旧16橋、市単独復旧16橋
上水道	市	上水道復旧工事(玉川上水新水路、淀橋上水場内設備、市内配水管修理、橋梁添加設備の復旧)、 上水道拡張工事(村山貯水池下堰堤上半分・取水塔残部・余水吐・和田堀～新宿間鉄管敷設、境浄水場濾過池築造)	市	導水管工事、浄水場工事(川井、野毛山)、排水 管工事(西谷配水池～滝頭町間幹線水路、その他 被害配水管附設替、排水管橋の架替)、量水器補 給など
	市	下水道復旧工事(三河島汚水処分場設備修築、浅草ポンプ場、排水管修理)、下水道改良工事(砂町汚水処分場新設、銭瓶町・芝浦・業平橋・三の橋・木場ポンプ場新設、排水管敷設)	市	管渠敷設
教育施設	国	府立第三中学校、府立第一高等女学校、府立工芸学校、府立実科工業学校、府立化学工業学校	国	県立女子師範学校並同附属小学校、県立横浜第一 中学校、県立横浜第一高等女学校、県立工業学 校、県立商工実習学校
	市	小学校117校(うち市直轄事業8校、区事業109校)	市	小学校31校。うち復旧26校、新設5校。
衛生施設	市	広尾病院、大久保病院、大塚病院、深川病院、駒込病院	市	横浜十全病院、伝染病院(万治病院)、肺結核療 養所
塵芥処分施設	市	塵芥取扱所25箇所、塵芥処理工場3工場		
市場	市	築地本場、神田分場、江東分場	市	中央卸売市場、寿分場
社会事業 施設	市	職業紹介所13箇所、託児並児童健康相談所14箇 所、婦人授産場6箇所、智識階級授産場1箇所、公 衆食堂8箇所、簡易宿泊所10箇所、質屋7箇所、公 設浴場2箇所	市	職業紹介所3箇所、公設市場4箇所、簡易食堂2箇 所、託児所2箇所、公設浴場1箇所、授産所3箇所
電気事業 施設	市	軌道事業(軌道・発電所・変電所開閉所の復 旧)、供給事業(変電所・出張所の復旧・新設、 電線路工事、変電所開閉所の電気工事など)	市	軌道の復旧・移築・撤去、建物・車輛・変電所の 復旧など
瓦斯事業			市	付帯設備の新設・移設、各種建物の新築・修繕、 導管の新設、修繕など。
建築補助	国	防火地区建築補助規則による補助費の支出		
	市	復興建築助成株式会社への出資		

※表内の国、府、県、市は事業の執行者。

規模の既成市街地改造であったと評価される<sup>8)</sup>。

また、この帝都復興事業により、昭和通り、靖国通り、永代通り、晴海通り、清洲橋通りなど多くの幹線道路が新設・拡幅され、道路舗装や歩道の整備、街路樹の植栽も進んだ。その道路の延長上には永代橋、清洲橋、蔵前橋などの鉄骨橋梁が隅田川に架橋され、公園の整備や、各種施設の建設とあわせ、都市インフラの再整備が実施されたのである。そして帝都復興事業に位置づけられる公的な施設建築は、その多くが、耐火構造である鉄筋コンクリート造で建設された。築地

本場、神田分場(写真1)などの市場建築や、市立病院、復興小学校、また職業紹介所(写真2)や公衆食堂などの社会事業施設のほか、市の復旧事業により改修された街頭便所(写真3)なども、耐火建築となった。永久建築とも言われた鉄筋コンクリート造建築であったが、残されたものは少なくなっている。

### 3. 建築の復興

#### 3.1 同潤会による住宅供給

罹災地では多くの人が焼け出され家を失ったが、帝



写真1 東京中央卸売市場神田分場 平成11年解体  
(東京・横浜復興建築図集)<sup>9)</sup>



写真2 日本郷職業紹介所  
現TOKAS本郷



写真3 旧万世橋詰街頭便所  
(現在は閉鎖)

都復興事業としての住宅建設は行わず、内務省の外郭団体として、震災への義捐金をもとに財団法人同潤会を設立した。同潤会の設立目的には、「本会は大正十二年九月の震災火災に関し必要なる施設を為すを以て目的とす」とある。当初は、震災により大きく不足した住宅の供給・経営に加え、不具廢疾のある被災者に職業教育を行う授産施設経営その他必要と認める施設を為すことが目的に挙げられていた。授産施設経営は1928（昭和3）年に財団法人啓成社として分離し、同潤会の事業は、住宅に特化していく。

同潤会の住宅としては、鉄筋コンクリート造集合住宅であるアパートメント事業が知られているが、最も多く建設されたのは、普通住宅事業による木造の長屋住宅であった。アパートメントは東京、横浜の交通の便のよい敷地15箇所にて約2,500戸、普通住宅は郊外を中心に12箇所約3,700戸が建設された。

同潤会の住宅設計には、平面の規格化による建設の効率化や、住宅地内やアパートメント内の公園や集会所等共用施設の配置など、当時の最新の工夫や計画が盛り込まれていたことが評価される。

### 3.2 民間建築の復興とバラック勅令

家や店を失った多くの市民は、府県・市町村や篤志家が公園や社寺境内などに設けた、現在で言うところの応急仮設住宅へ避難したが、その数は到底足りず、自主的な再建に取り掛かった。政府は、罹災地の仮設建築（バラック）について、1923年9月16日、勅令第414号・通称「バラック勅令」を公布した。この勅令とそれに基づく内務省令により、1924（大正13）年2月末日までにその建築に着手した、罹災地における2階建

て以下の仮設建築については、1928（昭和3）年8月末日までに除却することとした上で、さまざまな建築制限が免除された。区画整理施行地区においては、1924年8月に特例が設けられ、着手期限は当該地区の換地処分または換地処分認可の告示の日までとなっている。このバラック建築の着手・除却期限は、その後復興事業の進捗や市民の状況を鑑みて延期を重ね、これにより、防火地区内においても、木造バラックが既得権をもつようになった。

### 3.3 耐火建築の普及に向けた施策

都市の不燃化という大きな課題のため、換地処分計画が完成した1924年から、復興局は本建築の建設を許可する方針を打ち出し、特に、防火地区指定内の耐火建築については一定の条件のもと補助金を支出することとし、1924年8月2日、内務省令第19号により防火地区建築補助規則が定められた。適用区域は東京・神奈川の震災による火災の被害を受けた甲種防火地区とし、耐火構造の建物を建てるにあたって、坪当たり20円から最高額50円までの補助を行うものであった。判明する分のうち、補助金の交付件数は1929（昭和4）年が285件で最多となっており、区画整理の進捗にあわせて耐火建築への建て替えが進み、補助金交付が行われたと考えられる<sup>10)</sup>。昭和7年以降の交付件数は50～80件で推移し、需要がないわけではないが目減りする。1933（昭和8）年8月6日、「防空と建築」と題してラジオ放送された佐野利器の講演によると<sup>11)</sup>、このときまでの防火地区における耐火建築は警視庁の統計では「其の棟数1,063棟・其の坪数370,926坪」であったという。昭和7年度までの補助金の交付実績累計件は964件であり、件数のみで見ると、補助金は防火地区内における耐火建築の90%以上に交付されていた。

防火地区建築補助規則と同時に議論が進められたのが、耐火建築を率先して行い、補助金でまかないきれない資金不足の市民に長期年賦により融資を行う建築会社の設立であった。最終的に、大蔵省より東京市・横浜市に資金を貸付し、東京市・横浜市及び民間の株主からの出資をあわせるかたちの、半官半民の出資で、1925年12月に復興建築助成株式会社（図2）を創設し、翌年営業を開始した<sup>12)</sup>。

会社の業務は「割賦販売」と「資金貸付」の二種の方法で、罹災地区に耐火建築を建設する場合に助成を行うことであった。その事業は営業1年目（1926年）には助成対象となりうる建築のほぼ100%への助成を達成、区画整理の進んだ1928～1929（昭和3～4）年頃に最多の契約数を記録し、復興の初期には大いに期待されていた。また、狭小な敷地での耐火化促進策として、共



図2 復興建築助成株式会社広告  
『都市問題』<sup>13)</sup>掲載

同建築の建設を推奨している。共同建築への、防火地区建築補助規則の補助金増額もあり、この時期に複数人の建築主による共同建築事例が70棟ほど建設された。

しかし前述のようにバラック建築の撤去期限が延長され、耐火建築の新築数が停滞すると、防火地区建築補助規則の交付申請が伸び悩んだと同様、復興建築

助成株式会社の契約数も減少する。根本的な資金不足の市民にとっては助成会社の融資に頼ることも難しかったと考えられ、その事業は戦時下の鋼材規制等により先細りしていった。

### 3.4 不燃化の達成度合い

田邊平学は、1940年発行の著書『不燃都市』<sup>14)</sup>において「関東大震災の苦き経験を十分に嘗めた東京都(特に旧東京市一五区)に於いてすら、燃料にも等しき木造建築物が、未だに建物全棟数の97%を占めている」としており、これは当時の東京市の統計とも一致する。1934(昭和9)年3月の内務省調査による防火地区内耐火建築の建築済建坪数は13万1,329坪で、多く見積もっても15万坪ということであった<sup>15)</sup>。市内の甲種防火地区面積は158万6,000坪で、このうち道路や河川を除いた建築面積はおよそ100万坪ほどとされる。多めに見て15万坪(15%)ほどが、震災後約10年で進んだ防火地区の達成率であった。

## 4. おわりに

帝都復興事業は、1930(昭和5)年3月26日に事業完成を祝う帝都復興祭を開催し、一応の完了となる。実際には、東京市においては1935(昭和10)年度まで、横浜市では1932(昭和7)年度頃まで、事業は継続していた。防火地区における建築の耐火化は、戦時下に至り資材統制がそれを不可能にするまで、細々と続いた。施策があっても耐火建築化が思うように進まなかったのは、バラックの除却期限延長や根本的な資金不足のほかに、この復興期に急速に進んだ郊外開発による、都心部での不動産需要の減退も大きかったとされる<sup>16)</sup>。そうして多くの建築は「仮設建築」のままにおか

れ、時代は戦時下に入ることになった。

関東大震災後の帝都復興事業により整えられた都市構造、特に交通網の骨格は、現在も東京横浜の両都市で機能しているといえる。建築の復興は、鉄筋コンクリート造という新たに普及しはじめた耐震耐火構造により華々しい「復興建築」が誕生した一方で、それが都市の不燃化を達成する段階に至るには、現在もまだ長い道のりを進んでいる途上である。

## 参考文献

- 1) 諸井孝文、武村雅之：関東地震(9月1日)による被害要因別死者数の推定、日本地震工学会論文集、第4巻第4号、2004。
- 2) 石田頼房：日本近代都市計画の展開 1868-2003、自治体研究社、2004。
- 3) 越澤明：復興計画、中公新書、2005。
- 4) 福岡峻治：東京の復興計画、日本評論社、1991。
- 5) 鈴木博之：都市へ、中央公論新社、1999。
- 6) 東京市役所編纂：帝都復興事業図表、東京市役所、1930。
- 7) 復興事務局：帝都復興事業誌 計画篇・監理篇・経理篇、建築篇、公園篇、土木篇、土地区画整理篇、1931。
- 8) 越澤明：復興計画、中公新書、2005。
- 9) 建築学会編：東京・横浜復興建築図集、1931。
- 10) 石井桂：警視廳管下に於ける建築に関する統計、建築雑誌、Vol.629、1937。
- 11) 佐野利器：防空と建築、建築雑誌、p.1262(4)、1933。
- 12) 栢木まどか、伊藤裕久：復興建築助成株式会社と共同建築、日本都市計画学会論文集、No.37、pp.517-522、2002。
- 13) 後藤・安田記念東京都市研究所：都市問題、第12巻6号、1931。
- 14) 田邊平学：不燃都市、河出書房、p.210、1945。
- 15) 石井桂：警視庁管下に於ける建築に関する統計、建築雑誌、Vol.629、pp.1005-1016、1937。
- 16) 田中傑：帝都復興と生活空間、東京大学出版会、2006。



栢木 まどか (かやのき まどか)

東京理科大学工学部建築学科准教授。専門は近代建築史・都市史。関東大震災後の復興建築を研究テーマの1つとする。

## 2023年トルコ南部の地震の被災地域での臨時強震観測

山中 浩明 / 高井 伸雄 / 吉見 雅行 / 津野 靖士  
●東京工業大学 教授 ●北海道大学 准教授 ●産業技術総合研究所 主任研究員 ●鉄道総合技術研究所 主任研究員  
Özgür Tuna Özmen / Oğuz Özel / Deniz Çaka / Aysegul Askan  
●トルコ災害緊急事態対策庁 技師 ●イスタンブール大学 教授 ●コジャエリ大学 助教 ●中東工科大学 教授

### 1. はじめに

2023年2月6日4時17分（日本時間10時17分）に発生したトルコ南部の地震は、東アナトリア断層帯で発生したマグニチュード7.8の地震であり、同日13時24分には、マグニチュード7.5の地震もやや北部で発生した。これらの地震によって、トルコ南部のカフラマンマラッシュ州やハタイ州などの広い地域で激甚な建物被害が生じた。とくに、建物被害は、主要都市が広がる平野部や断層近傍に多く発生している。被害原因の解明には、震源過程や平野部の地盤が強震動特性へ及ぼす影響を理解しておくことが重要となる。これらの地震の震源域では、いくつかの地域で比較的密な強震観測が行われ、強震記録も得られており、震源過程や強震動特性が明らかにされている（例えば、USGS, 2023<sup>3)</sup>; METU, 2023<sup>4)</sup>; 三宅他, 2023<sup>5)</sup>）。しかし、被災地域が広く、既存の強震観測点のみでは、被害と強震動特性との関係を明らかにするには十分ではない。

著者らは、被害の甚大さを鑑み、地震発生後から強震観測の実施に向けた議論を行い、2023年3月に現地に強震計を設置した。この報告では、強震計設置までの経緯と設置状況を報告する。さらに、被災地域での既往地盤震動研究の成果も紹介する。

### 2. 臨時強震観測までの経緯

2月6日10時45分頃に、東大地震研の三宅准教授から、著者の一人（山中）にトルコ南部で地震発生との連絡があった。山中は、長くトルコとの学術交流を行っており、三宅准教授ともトルコでの共同研究を実施中であった。山中は、今回の地震の被災地域でも、過去に微動観測や強震記録の分析などの共同研究（Özmen et al., 2017<sup>2)</sup>）を実施していたので、その後の被害の情報を注視していた。国内外から、震源、強震記録、被害などの情報が入ってきた。三宅准教授らとのメールでの議論が始まった。山中は、上記の共同研究の結果を再整理し始めた。時間の経過とともに、被害が大きくなっていった。6日17時頃には、山中が著者の一人（吉見）や東副会長に日本地震工学会でのMLの立ち上げの可能性を相談した。同時に、複数のルートでトルコの友人およびシリア人の卒業生へも連絡をとり始めた。13日に関連学会間での緊急打ち合わせがあるというこ

とになり、10日夕方には、山中は、三宅准教授と吉見に臨時強震観測の可能性を検討していると相談した。11日朝には、山中が中東工科大のAskan教授に強震観測の可能性を打診した。

トルコでは、地震動研究を目的とした強震観測をする研究者は多くない。一方、日本では、2011年東日本大震災以降、被害地震後に強震観測を行う地震動研究者も増えてきている。いくつかの共同研究によって、強震観測に関する技術情報の共有も行われており、強震観測に対する技術レベルがAll Japanとして向上している。こうした背景を踏まえて、2月13日から、山中が日本で強震観測に精通した研究者に参加を呼び掛け、15日には、本報告の日本側著者3名が参加することとなった。17日には、Askan教授と情報交換会を行い、調査に対する賛同を得た。その後、トルコの研究者にも複数のルートで観測参加を呼びかけ、さらに有力な4機関の研究者（本報告のトルコ側著者）も参加することになった。皆、過去に山中と共同研究を実施してきた仲間である。

日本側参加者がほぼ確定した後、観測に関する検討事項などを議論し始めた。世界的に通用する観測的研究にするために、できるだけ多くの強震計をトルコに持ち込もうと考えた。さらに、1gの最大加速度でも飽和しないこと、交流電源を使わずに2～3か月間連続データを記録できること、さらには、機器の体積と重量が機内預け荷物の超過範囲にならないこと等を条件とした。その結果、1名当たり5台の後述する強震計を用意し、合計で20地点の強震観測体制を作ることとなった。なお、最終的には、予備の1台も含めて21地点となった。

2月20日には日本側の観測概要が固まり、それ以降、宿の確保、車両の手配、観測地域の選定、カルネ作成、共通装備の仕分け、消耗品の現地調達などのロジステックの懸案事項を両国側で相談しながら片づけていった。被災地域では、地震後3か月以内は、被災支援者に関係しない現地調査には許可が必要であるとの情報が入ってきた。トルコ災害緊急事態対策庁（AFAD）の地震部門長に許可を依頼し、24日には現地調査の許可を得られた。この時点で観測準備上で想定される問題はほぼ解消できた。25日夕方には、両国

の参加者全員で打ち合わせを行い、調査に向けての準備事項とスケジュールを確認した。さらに、国内での支援体制も重要と考え、松岡副会長に日本地震工学会で調査団を立ち上げることを相談し、理事会の皆様のご理解を頂き、調査団が設立されることとなった。その後、各自で観測準備を進め、3月13日朝には無事にアンカラに向けて日本を出発できた。

### 3. 臨時強震観測

3月14日夜にはガジエンテップに到着し、15日から強震計の設置を開始した。連日、朝から夜まで作業を行い、20日までに21地点に強震計を設置し、強震観測を開始することができた。図1には、観測地域を示す。これらの観測地点の最終位置は、当時の限られた情報と現地を確認した被害を両国の参加者でその場で議論して決めた。これらの5つの地域では、3から6地点に強震計を設置した。そのうち、1点は、地盤条件が比較的良好と考えられる地点を選んだ。建物被害が激しい地域では、当然ながら強震計を長期間設置できる建物も少なく、観測地点の選定に時間を要した。そこで、各地域では初めに役所を訪問し、市が管理する学校などの校舎の使用許可を得た後に、候補地点を訪問して設置の可能性を実際に確認するような手順を取った。市長などの役所の責任者は、災害対応で非常に多忙であり、面談するまでの待ち時間は長くなったが、結果として、こうした手順が最も有効であった。

カフラマンマラッシュ州のパザルジック地区とアディヤマン州のアディヤマン市では、建物被害が多いが、強震観測点が少ない地域であり、それぞれの地域に3および4地点を設置した。カフラマンマラッシュ州と同大都市圏は、同じ範囲になっており、同大都市圏の中心部には、図2に示すように強震計も多く設置されている。しかし、同地域の南東部は、被害が多いにも関わらず、強震観測点が少なく、臨時観測では、南東部の3地点を設置した。また、シリアとの国境に位置しているハタイ県では、建物被害が顕著であったイスケンデルン市とアンタキヤ市を対象地域とした。Özmen et al. (2017)<sup>2)</sup>によれば、イスケンデルン地域では、表層地盤の増幅効果が大きいことが指摘されている。図3には、イスケンデルン市の観測点が示されており、既存の強震観測点を補間するように設置した。このうち、1点は、南東側の山地に位置している。図4には、同市の観測点周辺の様子が示されている。観測点12の周辺は、数階建ての集合住宅の崩壊の跡が多くみられた。観測点13の周辺でも被害が多く、観測点とした学校の校庭にテントが仮設され、避難所となっていた。

各観測点では、図5に示すように、学校などの低層建物の最下階の床面に強震計 (JEP-6A3)、データロガー (LS8800)、バッテリーから成る機器を設置した。

強震計の設置時には、各観測点の地表面で微動観測 (単点3成分) を行った。図6には、例としてイスケンデルン市の臨時強震観測点での微動のH/Vスペクトルが示されている (図の2桁の番号)。図には、Özmen et al. (2017)<sup>2)</sup>の観測によるAFAD強震観測点での微動のH/Vスペクトルも示されている (図の4桁の番号)。平野部の観測点12や14では、周波数1 Hz以下でピークがある。3112や3113も同様である。しかし、丘陵側の観測点15や3119では、顕著なピークがない。平野と丘陵の中間部の13では、1.5 Hz付近に顕著なピークがある。Özmen et al. (2017)<sup>2)</sup>によれば、山地から海側に向かって表層地盤が厚くなっており、この地域では顕著な地盤増幅効果が示唆される。しかし、観測点3119と13は

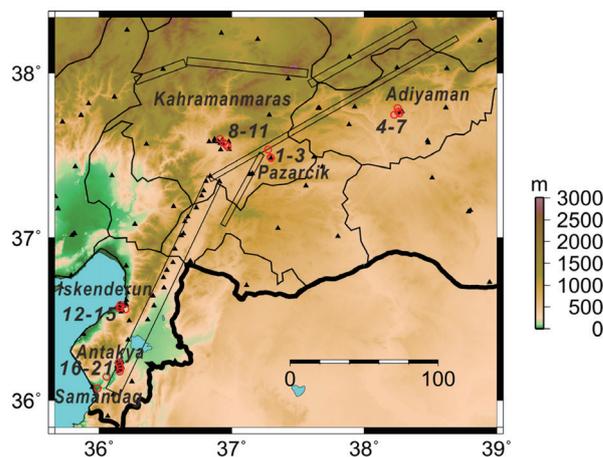


図1 AFADの強震観測点 (▲) と本研究の臨時強震観測点 (○) の位置  
細線の長方形は、USGS (2023)<sup>3)</sup>による震源断層面を示す。

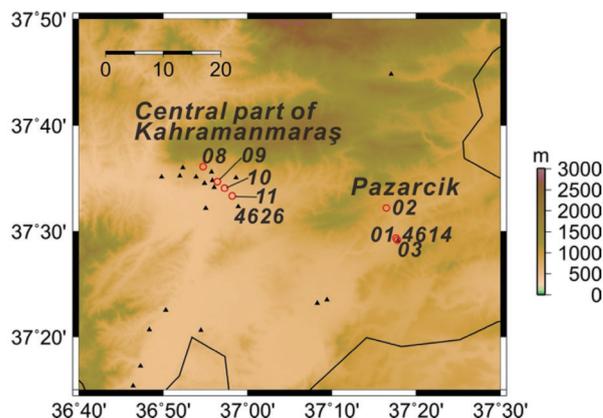


図2 カフラマンマラッシュ州中心部 (8 ~ 11) とパザルジック地区 (1 ~ 3) の臨時観測点位置

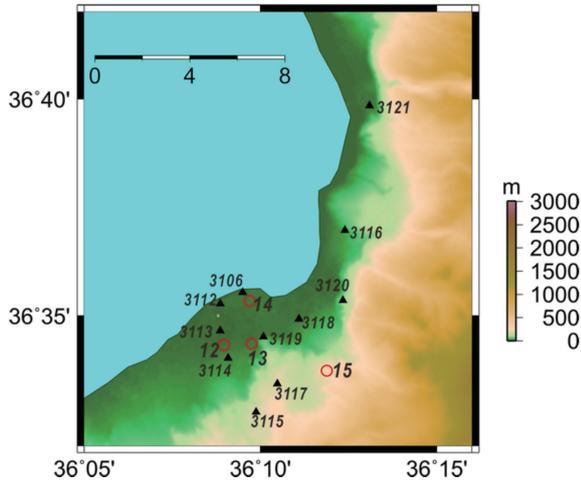


図3 イスケンデルン市の臨時観測点の位置 (12 ~ 15)



図4 図3の観測点12 (左)と13 (右) 周辺の状況



図5 強震計の設置状況  
左側に示した機器を半地下階の床面に設置した。  
矢印は設置位置を示す。

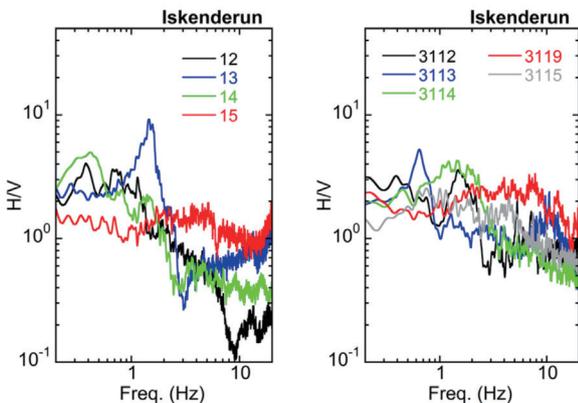


図6 イスケンデルン市の臨時観測点 (観測点12 ~ 15) と Özmen et al. (2017)<sup>2)</sup>の観測によるAFAD強震観測点 (3112 ~ 3119) での微動H/Vスペクトル

隣接した地点ではあるが、卓越周波数に大きな差があり、地盤条件の急な変化も示唆され、より詳細な地盤調査が必要である。

#### 4. 強震観測点の地盤増幅特性

トルコでは、1973年から本格的な強震観測が行われ、現在、被災地域周辺では図1に示す地点に強震計が配置されている。これらの地点での地震動特性に関する研究は数多く行われている (例えば、Çeken, and Polat, 2014<sup>1)</sup>)。Yamanaka et al. (2017)<sup>6)</sup>では、地震記録のスペクトル分離解析からS波の増幅特性が評価されている。この分析結果の再整理で得られる周波数1Hz付近の地盤増幅の分布が山中 (2023)<sup>7)</sup>によってまとめられている。図7は、上述の増幅特性のうちで、0.5 ~ 1.3Hzの周波数帯域の増幅倍率の平均値を示している。倍率2がVs2.2km/s層の地表面での倍率に対応する。いくつかの孤立した強震観測点で大きい増幅はあるが、図の多くの地点で増幅は2倍前後と大きくない。しかし、カフラマンマラッシュ県中心部の南東側、イスケンデルン市やアンタキヤ市、アディヤマン県南東部では、系統的に増幅倍率が大きくなっている。周波数1Hz付近の地震動は、建物被害との関連が深いと考えられている。これらの地域の建物被害の原因を考える際には、地盤の影響を十分に考慮する必要がある。

被災地域でのAFADの強震観測点のうちいくつかは地震の影響を受けて、強震観測が停止している。電源が復旧すれば、観測も再開される地点もあるが、より影響が大きい観測点では再開時期が延びているようである。こうした点も踏まえて、本研究の臨時観測も9月頃まで継続する予定である。

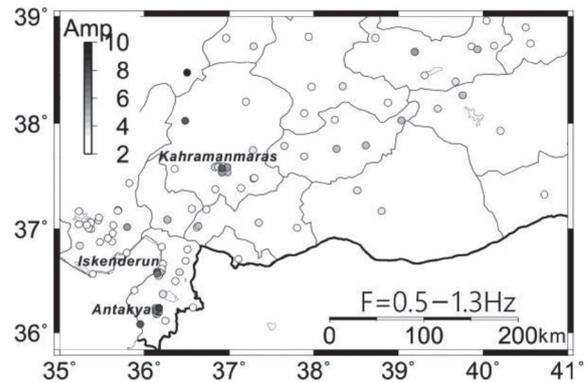


図7 0.5-1.3Hzの周波数帯域の平均増幅倍率の分布  
山中 (2023)<sup>7)</sup>を加筆修正。

## 5. まとめ

2023年2月6日のトルコ南部の地震発生から約40日後に、被災地域のうちの5地域内の21地点において強震計を設置し、臨時強震観測を開始することができた。臨時観測では、被害が大きい地域において既往の強震観測点を補間できるように観測点を選んだ。また、周辺の地盤条件の良好な地点も観測点に含めた。2023年6月にはデータ回収を行い、同年9月頃まで臨時観測を継続する予定である。さらに、周辺で微動探査などを実施し、地盤構造データも取得することも考えている。これらの現地調査データと既往調査の再検討結果を用いて、被災地域の地盤モデルの推定、増幅特性と強震動の評価などを試み、建物被害の原因の解明に寄与したいと考えている。

## 謝辞

本研究に際しては、東京大学地震研究所・三宅准教授、コジャエリ大学・Baris教授、AFAD・Tatar教授、イスタンブール大学・Pinar氏、中東工科大学・Albayrak氏、在トルコ日本大使館・岩佐氏のご協力を頂いた。本研究では、国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）(21KK0075) および科研費特別研究促進費(22K21372)の支援を受けた。本調査は、日本地震工学会の調査団として実施したものである。記して感謝する。

## 参考文献

- 1) Ulubey Çeken, and Orhan Polat: Investigation of the Local Soil Effects at the New Strong-Motion Array (MATNet) in Hatay-K.Maras Region, Turkey, AGU Fall Meeting 15 Dec 2014, San Francisco, USA, 2014.
- 2) Özmen Ö.T., H. Yamanaka, 他4名: Microtremor array measurements for shallow S-wave profiles at strong motion stations in Hatay and Kahramanmaraş provinces, southern Turkey, Bull. Seism Soc. Am., Vol.107, pp.445-455, 2017.
- 3) USGS Geologic Hazards Science Center and Collaborators : The 2023 Kahramanmaraş, Turkey, Earthquake Sequence, <https://earthquake.usgs.gov/storymap/index-turkey2023.html> , 24, April, 2023.
- 4) Middle East Technical University : Preliminary Reconnaissance Report on February 6, 2023, Pazarcık Mw=7.7 and Elbistan Mw=7.6, Kahramanmaraş Türkiye Earthquakes, Report No: METU/EERC 2023-01, 2023.
- 5) 三宅弘恵、山中浩明、近藤久雄、O. T. Ozmen, A. Askan, G. Tanircan: 2023年トルコ南部の地震: 強震動、第1022回地震研究所談話会、2023.
- 6) Yamanaka, H., Ö. T. Özmen, U. Çeken, M. A. Alkan : Estimation of site amplification using ground motion records at strong motion stations in Turkey, Joint Scientific Assembly of the International Association of Geodesy and International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior, S07-1-03, 2017.
- 7) 山中浩明: 2023年トルコ南部の地震の被災地域の強震観測点での地盤増幅特性、2023年度日本建築学会大会学術講演梗概集、投稿中、2023.



### 山中 浩明 (やまなか ひろあき)

東京工業大学環境・社会理工学院教授。1989年東工大総合理工学研究科博士課程修了。日本学術振興会特別研究員、鹿島建設小堀研究室研究員、東工大総合理工学研究科助教授、同教授を経て、2017年より現職。専門は、強震動、地盤震動、物理探査、地震動シミュレーション。



### 高井 伸雄 (たかい のぶお)

1995年北海道大学大学院工学研究科修了、北海道大学助手を経て北海道大学准教授、博士(工学)、専門分野：強震動評価・予測



### 津野 靖士 (つの せいじ)

公益財団法人鉄道総合技術研究所・主任研究員。2005年東大工学系研究科博士課程修了。CNRS(フランス)ポストドクター、東工大総合理工学部産学官連携研究員、鉄道総合技術研究所副主任研究員を経て、2020年より現職。専門は、強震動、地盤震動、早期地震動。



### 吉見 雅行 (よしみ まさゆき)

(国研)産業技術総合研究所活断層・火山研究部門主任研究員。2001年東京大学工学系研究科社会基盤工学専攻博士課程修了。土木の学生として1995年兵庫県南部地震の惨状をみて地震工学に興味を持つ。活断層の地震の揺れやズレの研究に携わる。



### Özgür Tuna ÖZMEN

Özgür Tuna ÖZMEN has been an engineer at AFAD since 2009 and he also worked at the secretariat of the Turkish-Japanese Science and Technology University (TJU) between 2020 (November)- 2022 (May). Since 2014, he worked as member, focal point, national coordinator, working group

chair, co-chair and chair at various international platforms (e.g. UN-Sendai Framework, DPPISEE, EU-IPA DRAM, UN-EFDRR). He served as a member (2009-2011) and head (2010-2011) of the Investigation Commission for Geological-Geotechnical and Microzonation Survey Reports Based on Zoning Plan. He is currently working as an engineer in the General Directorate of Earthquake and Risk Reduction. He continues his PhD at Tokyo Institute of Technology with Japan Society for the Promotion of Science (JSPS RONPAKU) scholarship.



### Asım Oğuz Özel

Asım Oguz Ozel received his PhD degree in seismology from Hokkaido University in the period from 1994 to 1997. Between the years from 2002 to 2004, he was a post-doctoral fellow of JSPS and continued his research at Hokkaido University. After coming back to Turkey

and after working 10 years for Bosphorus University Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, he moved to Istanbul University and became an associate professor, and then he got a professorship in 2010. He is interested in the fields of seismology, earthquake early warning and engineering seismology.



### Deniz ÇAKA

Deniz ÇAKA received his PhD degree in seismology from Kocaeli University in a period from 2005 to 2012. He stayed one year in Japan by JICA “Earthquake Disaster Mitigation Program (2005-2006), (Seismology)” and received a master degree from GRIPS, Japan. He has been

working at Kocaeli University as a research assistant since 2002. He is interested in the fields of seismology, shear-wave splitting analysis, and earthquake early warning systems.



### Aysegul ASKAN

Aysegul ASKAN received her PhD degree in civil engineering and computational seismology from Carnegie Mellon University (CMU), USA in September 2006. She was a postdoctoral fellow at CMU until 2007. Following that, she worked as an assistant professor at Middle

East Technical University (METU) in Ankara, Türkiye. In 2011 she became an associate professor. She was promoted to a full professor position in 2017 at METU. She is the head of Earthquake Studies department at METU since 2015. Prof. Askan’s field of expertise includes engineering seismology, earthquake engineering, scientific computing and numerical methods. Her particular research focus is on forward and inverse ground motion simulations, effects of simulated ground motions on structures, multi-scale seismic risk and loss estimations in urban regions, structural reliability and parameter estimation problems for site characterization.

## 活断層の長期評価と地震動予測に関するアンケート調査

鷺谷 威

●名古屋大学減災連携研究センター

／光井 能麻

●気象庁名古屋地方気象台

／橋富 彰吾

●名古屋大学減災連携研究センター

### 1. はじめに

内陸直下の活断層で発生する地震は、非常に激しい揺れを生じるため地震防災上大変重要であるが、その一方、同一の場所で地震が繰り返す間隔が通常千年以上と沈み込み帯の地震と比べて格段に長く、危険性が認知されにくい。そのため、地形・地質学的な調査に基づく地震リスクの把握は防災上大変重要である。1995年の阪神・淡路大震災以前には「関西には地震が起きない」といった誤った認識が広まっていた<sup>1)</sup>。そこで、この震災を契機として地震調査研究推進本部(以下、地震本部)が設置され、地震の調査研究成果を社会に還元する取り組みが開始された。その一環として、全国で実施された活断層調査に基づいて長期的な地震発生確率が評価され、長期評価を反映する形で地震動予測地図が作成されている。こうした情報は地震防災対策を進める上での重要な基礎資料となっている。

地震本部では、既に調査が行われた活断層のうち、地震発生確率が比較的高く、社会的影響が大きいと考えられるものを対象として、地震や強震動の予測精度を向上することを目的とした「重点的な調査観測」を実施している。2020年度からは愛知県と岐阜県にまたがる屏風山・恵那山断層帯及び猿投山北断層帯がこの対象となった。この重点的調査観測では、サブテーマの一つとして「不確実性を有する地震予測情報に関する情報発信のあり方に関する調査研究」を実施している。活断層の地震に関する予測情報は大きな不確実性を有しており、こうした情報をそのまま提供しても社会が正しく受け取り防災に活用できるとは限らない。どうすれば地震ハザード情報がより良く伝わり社会が活用できるのか、という問題意識で検討を進めている。

地震本部が公表する地震ハザード情報について、地震、活断層や防災等の専門家集団の認知度や評価は必ずしも明らかになっていない。そこで本研究では、ハザード情報の上流にあたる理学系研究者として日本地震学会および日本活断層学会の会員を対象としてアンケート調査を実施した。さらに、ハザード情報を受け取り活用する専門家として、日本地震工学会会員を対象に行ったのが本アンケート調査である。一方、こうした専門家向け調査と並行して、自治体の防災担当者に対する聞き取り調査や地域住民を対象とするアン

ケート調査を実施している。これらの調査結果を総合的に検討することで、より良い地震ハザード情報の発信・活用方法について検討を進めている。

以下では、日本地震工学会会員を対象として実施したアンケートに関してその概要を報告する。

### 2. アンケート内容

#### 2.1 実施概要

アンケートの実施概要は以下の通りである。

- ・調査期間：2022年2月15日～3月11日
- ・調査対象：日本地震工学会会員
- ・調査方法：アンケートサイトを利用。学会のメンバーリストを通じて回答を依頼。
- ・回収状況：回収数 80

#### 2.2 設問および回答

各設問を以下に示す。各選択肢に対する回答数はゴシック体で示す通りである。なお、いずれの項目でも総回答数は80である。紙幅の都合もあり、自由記載については回答数のみを示す。詳細な意見については、重点的調査観測の報告書に掲載予定である。

**Q1.** 最初に、「活断層で発生する地震」の情報提供に関する、あなたご自身のお考えをおたずねします。活断層に関する情報として、あなたご自身が社会(住民、自治体、企業など)に知ってほしい情報(地震調査研究推進本部の評価内容に関わらず、一般的な知識・情報として大事な情報)について、当てはまるものを全てお知らせください。

- ・活断層の基本情報(位置、ずれの向き) [53/71/62]
- ・活断層の過去の活動(ずれの量、活動時期) [32/65/44]
- ・活断層の将来の活動(地震の規模、発生確率) [54/72/57]
- ・過去の被害地震 [68/73/66]
- ・地域のテクトニクスに関する情報(地質構造、活火山の分布、重力異常、ひずみ速度分布、地震活動、発震機構) [12/45/23]
- ・海溝型地震との違い・関係性 [37/57/41]
- ・地震動に影響を及ぼす情報(速度構造) [12/49/27]

- ・予測される地震動 [47/68/59]
- ・予想される被害 [72/76/73]
- ・その他 [14/12/12]

(数字はそれぞれ「住民」、「自治体」、「企業など」についての回答数)

**Q2.** Q1で回答した内容について、具体例またはご意見をお聞かせください。(回答数25)

**Q3.** 以降は、地震調査研究推進本部(以下、地震本部)が公表している情報についておたずねします。

地震本部が公表する「地震に関する評価」には、地震活動の評価、長期評価、強震動評価、地震動予測地図、津波評価があります。本調査では、これらのうち活断層地震に関する長期評価と地震動予測地図を「活断層の地震ハザード情報」と呼ぶこととします。

「活断層の地震ハザード情報」の各情報について、あなたに当てはまるものをお知らせください。

- ・情報の存在を全く知らなかった(今初めて知った) [2/2/3]
- ・情報の存在は報道等で知っていたが、情報の詳細を地震本部のHPなどで確認したことはない [14/7/7]
- ・情報の詳細を地震本部のHPなどで確認したことがあるが、それらの情報を業務や研究活動で使用したことはない [13/22/20]
- ・上記の情報を業務や研究活動で使用したことがある [51/49/50]

(数字は長期評価/確率論的地震動予測地図/震源断層を特定した地震動予測地図に対する回答数)

**Q4.** 続いて、「活断層の地震ハザード情報」の表現方法についておうかがいします。長期評価の一例をご覧いただき、下記の観点での評価をお聞かせください。(情報量と内容の難易度については3が最適値、その他の観点については5が最適値となります)

- ・情報量 (5:多い~1:少ない) [7/18/40/5/3/7]
- ・内容の難易度 (5:専門的~1:基本的) [22/22/29/3/0/4]
- ・内容の信頼性 (5:高い~1:低い) [15/16/31/6/2/10]
- ・表現の分かりやすさ (5:平易~1:難解) [1/7/25/29/9/9]
- ・「断層の位置情報」の分かりやすさ (5:平易~1:難解) [13/14/34/11/3/5]
- ・「引き起こされる地震規模」の分かりやすさ (5:平易~1:難解) [9/16/32/14/3/6]
- ・「将来の地震発生確率」の分かりやすさ (5:平易~1:難

解) [3/13/25/16/14/9]

(5段階評価および「分からない」の回答数)

**Q5.** Q4の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。(回答数17)

**Q6.** 「確率論的地震動予測地図」の一例をご覧いただき、下記の観点での評価をお聞かせください。(情報量と内容の難易度については3が最適値、その他の観点については5が最適値となります)

- ・情報量 (5:多い~1:少ない) [6/6/47/10/5/6]
  - ・内容の難易度 (5:専門的~1:基本的) [16/15/30/13/2/4]
  - ・内容の信頼性 (5:高い~1:低い) [10/14/29/15/4/8]
  - ・表現の分かりやすさ (5:平易~1:難解) [1/14/32/18/6/9]
- (5段階評価および「分からない」の回答数)

**Q7.** Q6の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。(回答数17)

**Q8.** 「震源断層を特定した地震動予測地図」の一例をご覧いただき、下記の観点での評価をお聞かせください。(情報量と内容の難易度については3が最適値、その他の観点については5が最適値となります)

- ・情報量 (5:多い~1:少ない) [8/16/46/5/2/3]
  - ・内容の難易度 (5:専門的~1:基本的) [14/23/33/6/1/3]
  - ・内容の信頼性 (5:高い~1:低い) [8/16/36/10/4/6]
  - ・表現の分かりやすさ (5:平易~1:難解) [4/13/33/19/6/5]
- (5段階評価および「分からない」の回答数)

**Q9.** Q8の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。(回答数14)

**Q10.** 活断層地震に関する長期評価の有用性(利用しやすさ)について評価をおうかがいします。

主要活断層の長期評価では、それぞれの活断層の位置や形状、発生する地震の規模に加え将来の発生確率が評価されていますが、大部分の活断層では、今後30年以内の地震発生確率が「不明」または「ほぼ0%」から数%と低く、地震の発生時期に関して大きな不確かさを持ちます(発生確率が0でない限り地震発生の可能性は否定できません)。こうした点を踏まえ、「主要活断層の長期評価」の自治体、住民、企業等の災害対

策における有用性について、評価をお聞かせください。

- ・自治体の災害対策 [25/20/15/9/4/7]
- ・住民の災害対策 [10/17/13/24/10/6]
- ・企業等の災害対策 [16/21/12/16/8/7]

(5:有用～1:有用でない、の5段階および「分からない」の回答数)

**Q11.** Q10の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。(回答数25)

**Q12.** 活断層で起きる地震の発生確率は、4つのランク(X, Z, A, S)に分けて公表されています。地域に被害をもたらす活断層があるとき、その活断層で発生する地震に対して、地域社会(住民、自治体、企業など)が防災対策をとる必要があると考えますか?あなたのお考えにあてはまるものをお知らせください。

1: Xランク(確率不明)もしくはZランク(0.1%未満)であっても、活断層で起きる地震の発生確率に関係なく防災対策は必要

2: Aランク(0.1～3%)以上なら防災対策は必要

3: Sランク(3%以上)なら防災対策は必要

4: 活断層で起きる地震の発生確率に関係なく、防災対策は必要でない

5: 判断できない

- ・住民 [31/10/18/3/18]
  - ・自治体 [48/13/7/2/10]
  - ・企業 [38/19/11/1/11]
- (上記1～5の回答数)

**Q13.** 「確率論的地震動予測地図」の有用性について評価をお聞かせください。

- ・自治体の災害対策 [34/18/10/11/3/4]
- ・住民の災害対策 [17/16/18/12/12/5]
- ・企業等の災害対策 [28/26/8/9/4/5]

(5:有用～1:有用でない、の5段階および「分からない」の回答数)

**Q14.** Q13の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。(回答数18)

**Q15.** 「震源断層を特定した地震動予測地図」の有用性について評価をお聞かせください。

- ・自治体の災害対策 [36/24/9/7/2/2]
- ・住民の災害対策 [18/22/22/7/7/4]
- ・企業等の災害対策 [29/25/12/6/5/5]

(5:有用～1:有用でない、の5段階および「分からない」の回答数)

い」の回答数)

**Q16.** Q15の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。(回答数15)

**Q17.** 活断層地震対策における、地震本部のハザード情報の活用事例や問題点があればお聞かせください。(回答数20)

**Q18.** あなたの年齢をお知らせください。

24歳以下[0]、25-29歳[2]、30-34歳[3]、35-39歳[4]、40-44歳[6]、45-49歳[11]、50-54歳[12]、55-59歳[15]、60-64歳[16]、65-69歳[7]、70-74歳[4]、75-79歳[0]、80歳以上[0]

**Q19.** あなたの現在の所属に最もあてはまる(一番近い)ものを以下の中からお知らせください。

大学[22]、大学以外の研究機関[10]、民間企業[41]、国・自治体[2]、その他[4]、所属なし[1]

**Q20.** あなたの専門分野を以下の中からすべてお知らせください。(複数回答可)

自然現象[37]、構造物[58]、社会問題[14]、被害調査[28]、その他[5]

**Q21.** 地震調査研究推進本部(以降、地震本部)との関わりについて、あてはまるものを以下よりお知らせください。

- ・委員を務めた経験がある[8]
- ・委員を務めた経験はない[72]

## 2.3 回答のまとめ

以下、アンケート調査結果の主要部分について簡単にまとめる。

今回の回答者の内訳は民間企業関係者が51%、大学関係者が28%、それ以外の研究機関の関係者が13%であった。前年度に実施した日本地震学会および日本活断層学会の専門家向けアンケートでは、それぞれ23%、45%、17%だったので、今回の回答では民間企業関係者が多い点に特徴がある。

Q1は、社会に知って欲しい情報について、対象を住民、自治体、企業に分けて聞いた結果である。「過去の被害地震」と「予想される被害」が社会に最も知って欲しい情報であり、自治体関係者に対してより高いレベルの理解を期待していることがわかる。この傾向は前年度に実施した理学(地震学・活断層学)の専門家

向けの調査でもほぼ同じ傾向であった。一方、期待の度合いは理学の専門家に比べると全般にやや低い傾向にあり、より社会との接点の多い工学者は社会に過度の期待をしていないようにも見える。

次に、地震の長期評価に対して様々な観点から意見を聞いた(Q4)。「情報量」は妥当とする意見が約半数を占めるが、「内容の難易度」については、難解またはやや難解する意見が約半数を占めた。情報の信頼性は比較的高いが、表現のわかりやすさという観点では評価が低いことがわかる。

次に、「確率論的地震動予測地図」に対しては、「情報量」は概ね妥当だが、「内容の難易度」について難解またはやや難解という意見が約4割を占めている。ここでも「表現のわかりやすさ」に関する評価は非常に低い(Q6)。

「震源断層を特定した地震動予測地図」に関しては、「情報量」がやや多く、「内容の難易度」もやや高いという評価であるが、「表現のわかりやすさ」については、確率論的地震動予測地図よりも高い評価となっている(Q8)。

それぞれの地震ハザード情報について、企業、住民、自治体等にとっての有用性に関する評価を聞いたところ、活断層の長期評価は、自治体にはある程度有用とする意見が多い一方で、住民にとってはあまり有用な情報ではないとする意見が強い(Q10)。活断層のランクに応じた対策の必要性についての問いに対しては、対象を問わず、活断層のランクに関わりなく地震防災対策が必要とする意見である(Q12)。こうした傾向は昨年度実施した住民向けのアンケートでも同様であった。これらの点を考えると、活断層については、その存在や位置情報を周知することがまず重要であり、確率評価は、少なくとも住民向けの情報としては不要と言える。

一方、2種類の地震動予測地図は自治体や企業にとって有用な情報であるという意見が大勢を占めた(Q13, Q15)。ただし、地震動予測地図についても、住民にとっての有用性の評価は比較的低く、自治体の防災施策や企業の防災対策にとって重要という意見が強い。

今回のアンケート調査の回答数は日本地震工学会会員の1割に満たず、専門家集団全体の意見分布を示すものとは必ずしも言えないが、日本地震学会および日本活断層学会を対象として全く独立に行った結果でも同様な面が見られることから、回答分布は専門家の意見をあまり偏り無く示すものと捉えることができるだろう。長期評価そのものよりも2種類の地震動予測地

図の有用性が高いとする点は、情報の利用者側の観点として、地震ハザード情報の発信にあたって考慮すべきだと考えられる。

### 3. おわりに

今回のアンケート調査を通して印象的だったのは、地震調査研究推進本部から出される地震ハザード情報が、情報量は十分で信頼性も高いが、内容が難し過ぎるという点だった。これでは、住民の防災意識向上という観点で情報がその効果を発揮しているとは言い難い。地震調査研究の成果を社会に生かすためには、誰を対象として、どのような目的で情報を発信するか、という点が明確化されることが必要だが現状は必ずしもそうっていない。地震調査研究推進本部の活動は既に四半世紀に及ぶが、肝心の社会に対する発信がこうした状況にある点は懸念される。

活断層調査に基づく地震活動の長期評価については、理学的な研究の延長としての位置付けが大きい。理学関係者はそうした情報発信が社会に対する研究成果の還元と考えているが、その成果が社会においてどのように活用できるかについては、検討が必ずしも十分とは言えないのではないだろうか。

専門家からは、地震ハザード情報の理解について自治体関係者への期待が高い。自治体の防災担当職員の多くは強い責任感を持って業務にあたっているが、必ずしも地震や活断層を専門としていない彼らにとって、現在提供されている情報を十分理解することは困難であろう。こうした自治体職員を対象として、専門的な情報を読み解くのを手助けする解説資料を用意したり、住民に向けた説明等の機会に利用しやすい資料を提供したりするといった工夫が必要であろう。

### 謝辞

本調査の実施にあたり、日本地震工学会会員の皆様、また、岐阜大学の能島暢呂教授に大変お世話になりました。ここに記して感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 隈本邦彦：マスメディアを介した研究者と一般市民との双方向コミュニケーションの試み、科学技術コミュニケーション、Vol.1、pp.117-124、2007。

# 第13回震災予防講演会の報告 — 関東大震災から学ぶ地震防災の過去、現在、未来 —

宮腰 淳一

●清水建設

## 1. はじめに

本会では、地震工学および地震防災に関する学術・技術の進歩発展を図り、地震被害を軽減するための普及活動の一環として、毎年震災予防講演会を開催している。

今年は、新型コロナウイルス感染症への感染対策を十分にとったうえで、2023年2月3日（金）にパシフィコ横浜・アネックスホールにて開催した。今回の講演会は、大正12年（1923年）9月1日に発生し、首都圏が未曾有の大被害を被った関東大震災から今年で100年が経過することを受けて、“関東大震災から学ぶ地震防災の過去、現在、未来”と題して、日本地震工学会事業企画委員会震災予防講演会WG主査の宮腰淳一氏（清水建設技術研究所）、武村雅之先生（名古屋大学減災連携研究センター特任教授）の2名の方にご講演頂いた。会場は市民や自治体の防災関係者、大学や民間の研究者など、定員に近い100名ほどの参加者が集まった。

## 2. 講演会の概要

震災予防講演会WG委員の佐々木透氏（鹿島建設技術研究所）による司会（写真1）ではじまり、宮腰淳一氏より震災予防講演会の主旨説明がなされ、続いて今回の講演会の講師の紹介がなされた。



写真1 司会の佐々木氏

最初に、宮腰淳一氏より「首都圏における被害地震と震災予防講演会の総括」と題した講演（写真2）があった。まず、関東大震災（1923年大正関東地震）を含む

首都圏における被害地震の概要が紹介された。首都圏では複雑な地震環境であることから様々なタイプの地震が発生しており、その中でも大正関東地震はマグニチュード8クラスのプレート間の巨大地震である。大正関東地震は、震源位置が神奈川県西部で、1923年9月1日11時58分に発生し、死者数は約10万5千人であった。気象庁による最大震度は震度6であるが、その後、武村先生らの研究により、震度7の領域を含む詳細な震度分布が推定された。過去には、大正関東地震以外に元禄関東地震などのマグニチュード8クラスの地震や、それより規模の小さいマグニチュード7クラスの地震も多数発生しており、これらを踏まえた首都圏で将来発生する想定地震について紹介された。

また、震災予防講演会のこれまでの経緯について紹介された。震災予防講演会は、日本地震工学会が主催となってから今回が13回目であるが、それ以前は、震災予防協会が主催となって開催しており、通算では42回目となる。震災予防協会の歴史は明治25年（1892年）に発足した震災予防調査会まで遡る。その後、震災予防評議会、震災予防協会へと活動が引き継がれた。そして、震災予防協会主催の第1回の震災予防講演会が1985年5月に開催された。これまでの講演会のテーマは、地震が最も多いが、火山、津波、防災、豪雨、環境など、当時の状況を踏まえて様々なテーマで企画されていた。今回のテーマである関東大震災については、70周年、80周年、90周年の際にもテーマとして取り上げており、本講演会の歴史を感じさせる。



写真2 宮腰氏の講演

つぎに、武村雅之先生より「関東大震災研究の総括－被害と復興から学ぶ地震防災－」と題した講演(写真3)があった。ここでは、武村先生の関東大震災研究30年の概要が紹介された。研究のはじまりは、1992年12月15日の夕方に岐阜地方気象台で本震だけでなく余震も観測した記象紙を見つけたことである。その後、仙台、山形、高田、徳島、長崎での記録も調べ、本震と余震の地震規模と震源位置を推定した。また、住家全潰率、火災・津波の被害、土砂災害・地盤災害などを詳細に調べ、関東全域の詳細な震度分布を作成した。さらに、1703年元禄関東地震、1855年安政江戸地震の被害との比較から、東京では関東大震災による被害が極めて多く、その根本原因は、明治維新以降の産業都市化政策が都市の基盤整備をしないままに本所・深川などの軟弱地盤上に人口集中を招いたことであると指摘した。

そして、東京における帝都復興事業について紹介された。その事業は、総額約7億2,450万円(現在では約4兆円)の費用をかけた、公共性、国民的合意、帝都としての品格形成を重視した計画であった。例えば、街路設計では将来地下鉄を通す可能性がある道路は幅員を27m以上にすることや、橋梁の再建方針では耐震耐火構造を徹底するとともに美観にも細心の注意を払うようにと示されていることなどである。

しかし、第二次世界大戦後の戦災後復興では帝都復興事業の地域の外側で地震危険度が高い木造密集地を抱えることとなった。また、1964年の東京オリンピックに向けて高速道路が建設され、震災復興で造られた公園、橋梁、水辺が破壊され、東京は首都としての品格を失ったまま現在に至っていると指摘した。さらに、2000年以降の新たな問題として高層ビルの林立による異常な人口密集を挙げ、地震による被害のリスクをより高めていると指摘した。

最後に、震災後復興と戦災後復興の違いを整理したうえで、関東大震災100周年を迎えて、大震災後の復興事業の理念を思い起こし、今こそ東京を地震に強い街に作り替えていかなければならないと締めくくった。



写真3 武村先生の講演

### 3. おわりに

今回は、関東大震災100周年という大きな節目での貴重な講演会であった。また、定員に近い参加者があり盛況であった(写真4)。

本会では、地震災害の軽減に向けた普及活動の一環として、こうした講演会を継続的に企画し、一般市民の防災対策のきっかけ作りをしていきたいと考えている。本講演会で取り上げて欲しいテーマやご要望等があれば、事業企画委員会へご連絡いただきたい。

最後に、講演会の講師ならびに開催にご協力頂いた関係者の方々に心から謝意を表する。



写真4 会場風景

# 「E-ディフェンス震動台実験見学会」報告 —10層鉄骨造オフィス試験体による建物の動的特性評価実験—

田端 憲太郎

●国立研究開発法人防災科学技術研究所 地震減災実験研究部門 副部門長

## 1. はじめに

日本地震工学会では、地震工学に関連する国内の実験施設の知識を深めるため、防災科学技術研究所（防災科研）の実大三次元震動破壊実験施設「E-ディフェンス」において実施される震動台実験の見学会を2009年度より定期的に開催しています。なお、2020年度の見学会につきましては、新型コロナウイルス感染症の状況に鑑みて、開催されませんでした。

2022年度は10層鉄骨造オフィス試験体を対象とする実験の見学会を2023年2月24日に開催しましたので、本稿にて報告します。

## 2. E-ディフェンスの概要

E-ディフェンスは、実際の地震動を三次元で再現する震動台（写真1）により、質量1,200トンの実物大規模の構造物の破壊現象を観測することができる世界最大級の実験施設であり、防災科研・兵庫耐震工学研究センター（兵庫県三木市）に所在します。阪神・淡路大震災をきっかけとして整備が進められ、2005年に運用を開始し、これまでに123件の実験を実施しました。



写真1 E-ディフェンスの震動台

## 3. 実験の概要

見学を行った実験は、防災科研が推進する「地震対応力向上のためのダメージ評価手法の研究開発」の一環として実施したものです。この研究では、南海トラフ地震や首都直下地震などの大規模な地震への備えとして、震度3~4程度やそれよりも小さな規模の日頃数多く発生している地震による応答を計測し、建物の現時点での実際の性能である動的特性を評価する手法の

研究開発に取り組んでいます。また、建物の地震応答を取得することにより地震後の被害状況を速やかに表示する「外装材内蔵型センサアラートシステム」の開発も行なっています。これらを実証するため、E-ディフェンスにおいて10層鉄骨造建物試験体を対象とした震動台実験が2023年2月15・17・24日に行われました。

実験では、社会経済活動の中心となる中層のオフィスビルを想定した試験体が用いられました。試験体の平面形状は12m×8m、階数は10、高さは27m、質量は約700トンです。試験体は鉄骨造で、現行の耐震基準に従って設計されました。試験体の外周のほぼ全面がカーテンウォールで覆われており（写真2）、このような建物の外装材の設置状況を再現した実物大規模の試験体を対象とする震動台（振動台）実験は世界初です。このカーテンウォールは、建物の地震応答を計測するセンサと、計測した地震応答から建物の被害状況を即時に発光表示するLED照明を内蔵しています。このLED照明は、平時には建物ファサードのライティングとして使用されます。昼夜を問わず発生する地震による建物の被害状況を即時に見える化するシステムは、地震後の速やかな建物利用や避難行動に関する判断に役立つものです。

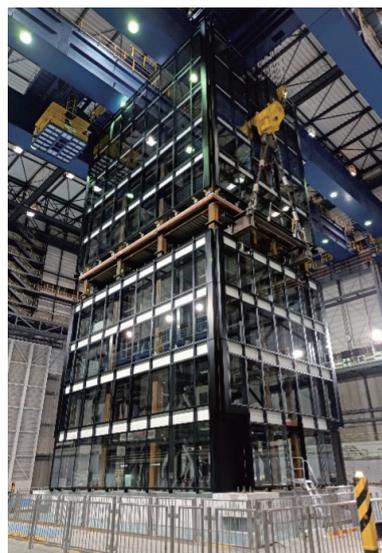


写真2 試験体

この試験体に対して、中小規模の地震を再現して建物に損傷を生じない場合の応答を取得する加振と、大

規模な地震により建物に損傷を生じる場合の応答を取得する加振を繰り返しました。中小規模の地震を再現する加振では、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震と平成28年(2016年)熊本地震における計測震度約4の余震の防災科研K-NETによる観測記録が入力波として用いられました。大規模な地震については、平成7年(1995年)兵庫県南部地震における観測記録が入力波として用いられました。

これら複数回の加振を繰り返す実験において、試験体の剛性の変化を安定して計測・評価することができました。今後、取得したデータに基づき動的特性を評価する手法の構築に向けて分析が進められます。また、大規模な地震に相当する加振後のセンサアライトシステムの発光状況を写真3に示します。この実験におけるセンサアライトシステムのLEDは、各階に生じた柱の傾きについて、建物各面の外側は現在の傾きの大きさを、その内側は加振中に生じた最大の傾きの大きさを、緑色～黄色～赤色で発光表示します。写真3では、外側のLEDが緑色に発光していることから加振後の柱がほぼ傾いていない状態に戻っている一方、内側のLEDの発光状況から加振中に特に下層階の柱が大きく傾いたことを示しています。



写真3 加振後の発光状況

#### 4. 見学会の様子

見学会には全国各地からの39名の方にご参加いただきました。ご参加の方には新神戸駅にお集まりいただいた後、貸切バスにてE-ディフェンスにお越しいただきました。加振スケジュールの都合上、当初案内とは異なり、震動台のある実験棟内にて実験を先にご覧いただきました。見学場所の実験棟2階から、大規模な地震を想定した加振により試験体全体が大きく揺れ、

室内に設置した設備、機器などの激しい揺れや、試験体の応答に対応してセンサアライトシステムのLEDが赤色に発光するに至る様をご覧いただきました(写真4)。実験を見学した後、隣接する計測制御棟内にて質疑応答を行い、多くの方から多種多様なご質問をいただきました(写真5)。



写真4 実験見学の様子



写真5 質疑応答の様子

#### 謝辞

見学会の開催にあたり、(株)日立プラントコンストラクション・山田様(元・防災科研特別研究員)、パシフィックコンサルタンツ(株)・青木梓様、宇都宮大学・近藤伸也准教授(事業企画委員長)には準備段階から当日に至るまで、説明や誘導など多岐にわたりご対応いただきました。研究を担当する防災科研・梶原浩一研究員、藤原淳研究員、岸田明子研究員、西峻汰研究員、荒井智治様(現・不二サッシ(株))、及び木下悦子専門職には見学会催行や本稿執筆について指導・助言、資料提供など協力をいただきました。また、E-ディフェンスの職員や関係の皆様には様々に協力いただきました。皆様に厚くお礼申し上げます。

# 地中構造物に作用する地盤反力に関する研究委員会の終了報告

鈴木 崇伸

●東洋大学 教授

## 1. はじめに

地中に埋設された構造物（パイプ、トンネル、ボックスカルバートや基礎構造など）は、構造物と地盤の相対変位量に応じて作用する地盤反力が変化する。地盤反力として地盤の弾性的性質を近似した弾性バネモデルや、弾塑性的性質を近似したバイリニアモデル等が用いられている。通称として地盤ばねと呼ばれる設計パラメータの設定方法には、様々な考え方があり、設計者が対象とする構造物や地盤の変位量などの条件により使い分けているのが現状であり、構造種別や作用する外力により変わるため統一的な評価とはなっていないという問題がある。また最近では3次元の有限要素法が実用化され地盤と地中構造物の一体解析も可能になりつつあり、既往の地盤反力との整合性を明確にしておく必要がある。

近年においては、地盤沈下、地盤震動といった数十センチメートルの変位から、液状化による側方流動や断層変位といった数メートルの変位を対象とすることが増えてきており、地盤反力が主たる外力であることから統一的な考え方を整理しておくのが望ましい状況にある。本研究委員会では、地中構造物に作用する地盤反力のこれまでの知見を整理して差異を明確にするとともに、地盤・構造物・外力条件を反映した統一的な地盤反力の評価法の確立を目指して意見を交わした。

## 2. 活動内容

2021年の冒頭からコアメンバーを中心に活動方針を整理して研究委員会の参加者を募集し活動を開始した。公募の結果、合計16人のメンバーが集まり、委員長を鈴木（東洋大学）、副委員長を楢田泰子先生（神戸大学）、幹事長を長谷川延広氏（JFEエンジニアリング）としておよそ2ヶ月に1回のペースで話題提供と討議を重ねていった。委員として大学関係者の他、ゼネコン、コンサル、パイプメーカーなどのメンバーが集まり、管路やトンネルの設計における課題解決の方向性が議論された。

今回の研究委員会は2016年熊本地震による管路の被害を契機として土木学会地震工学委員会で行った「断層変位を受ける地中管路の設計手法に関する研究小委員会」（委員長：清野純史京都大学教授）を引き継ぐ

内容として発足した。断層変位に対する設計では想定変位や影響範囲、再現期間など十分な知見がなく不確実性の大きい要因が課題になるが、地中構造物に作用する表面力である地盤反力の考え方を整理しておくことは有用であると考え研究委員会を立ち上げた。地盤変位が大きくても地中構造物に作用する力には上限があり、その点を明確にしたうえで、地盤変位に抵抗できる設計を行う必要がある。

研究委員会を開始した時期が新型コロナウイルスの対面・外出自粛時期に重なったためオンライン会議が中心であったが、感染者が落ち着いているときには対面での研究会を開催した。委員会メンバーの話題提供が中心であったが、メンバー外として安田進先生（東京電機大学）に地盤反力に関連する研究動向の講演を行ってもらった。

管路だけでなく開削トンネルや立坑、半地下構造物など、地表付近に置かれる構造物の設計の研究に関する現状の報告と議論はたいへん有意義な内容であり、地盤反力をバネモデルとする設計手法の限界とともに、FEM解析における課題も見えてきた。これまでの設計手法が確立した経緯や実績が異なるため統一することはできないが、類似する構造物の研究現状を整理することを目指して討議を進めた。

## 3. 成果報告会の開催

最終報告書のとりまとめに先立ち、2023年3月17日と18日に琉球大学50周年記念館の会議室において成果報告会を開催した。報告会の準備をしていた2月にトルコ・シリアの地震が発生した。前述の熊本地震と同様に既知の断層が2回に分けて動いた地震であり、地震の規模は熊本地震をはるかに上回る大きさであった。被害の詳細は今後の調査を待たなくてはならないが、2016年の熊本の断層被害から始まった一連の研究会が奇しくも2023年の地震の断層被害で終了することになった。

新型コロナウイルスの収束を見越して成果報告会の時期を決め、最後くらいは対面で終わりたいと考え、参加者が多く見込める沖縄で開催することとした。またオンラインを併用するハイブリッド形式とし、対面参加17人、オンライン参加28人となった。温暖な気候

であったので換気を十分に行って発表会を行った。対面で議論する大事さとオンラインの便利さを感じる報告会であった。

報告会では清野純史会長と藍壇オメル琉球大学名誉教授の特別講演を企画した。清野先生による「地震動の揺れと地盤変位を考慮した地下埋設管の地震時挙動」に関する講演(写真1)の後、一般セッションが行われた。17日は主に埋設管に関する研究発表が行われた他、被害の早期検知に関する研究発表があった。17日の最後の講演として藍壇オメル先生から「トルコ・シリアの地震の被害速報」の話題提供(写真2)があった。トルコ出身の藍壇先生は非常に多くの情報を整理しており、今回の地震被害の概要を知ることができた。特別講演終了後もトルコ・シリアの地震被害の状況や調査に関して情報交換が行われた。

18日は埋設管の地盤反力に関する実験と解析の研究発表、および開削トンネル、シールドトンネル、立坑、半地下構造物の研究発表があった。楢田泰子先生(写真3)の研究チームは埋設管の地盤反力に関する実験

と解析を行っており、活発な議論が行われた。

2日間の報告会において特別講演も含めて計17件の研究発表があり貴重な研究情報の交換をすることができた。

#### 4. 今後の予定

成果報告会をもって今回の研究委員会の活動は終了することとし、最終報告書のとりまとめを行っている。最終報告書は学会HPに掲載する予定である。また各委員が期間中に進めた研究内容について随時論文発表がなされる予定である。

断層変位に関する設計からテーマを限定して地盤反力に関する研究委員会を開催したが、トルコ・シリアの地震が発生したことにより、日本国内でも再度、断層変位に関する設計と対策の研究を望む声が多くなると見込まれる。地震工学は日進月歩ということにはならないが、今回の地盤反力の研究委員会により得られた成果が役立つことを期待する。



写真1 清野純史会長の特別講演



写真2 藍壇オメル先生の特別講演



写真3 楢田泰子先生の講演



写真4 会場の風景

# 地震による倒壊家屋からの救助訓練プログラムに関する研究委員会2022年度活動報告

小山 真紀

●岐阜大学流域圏科学研究センター 准教授

## 1. はじめに

本委員会では2021年に設立し、本年度は2年目の活動となる。本委員会の設置趣旨について昨年の会誌でも報告したが、本委員会の位置づけを理解していただくため、以下に再度掲載する。

日本の地震災害では倒壊家屋からの救助活動が必要となる蓋然性が高い。倒壊家屋からの救助活動を安全かつ的確に実践するためには、構造物の危険度評価・応急補強に関する知識や、自己安全確保と閉所・暗所・騒音などの劣悪環境下で活動するための知識、要救助者の容態評価・安定化に関する知識などが必要となり、地震工学、建築工学、環境工学災害医学などの学際的観点からのアプローチに基づく実践的な救助訓練プログラムの開発が求められる。特に一般の地域住民については、適切なプログラムが存在しないまま救助活動を行っている現状がある。本研究委員会は、消防・警察等の専門部隊向けの救助訓練プログラムに加え、地域住民向けの救助訓練プログラムについても検討、開発を行うことを目的として2021年6月に設置された(本研究委員会ホームページ <https://www.jaee.gr.jp/research/research18/>)。

本稿では2022年度の活動について報告する。

## 2. 委員会活動

本研究委員会では、救助訓練プログラム開発に係る研究についての意見交換と実装について、概ね1ヶ月に1回の定例研究会を開催している。2022年度の研究会の内容は以下の通りである。

- 第1回(2022/6/9)：本年度の活動計画
- 第2回(2022/7/11)：地域住民による救助活動に関する課題
- 第3回(2022/8/22)：救助活動におけるドローンの活用についての現在の取り組み紹介、兵庫県三木市で行われたCURSORプロジェクトのフィールドテスト
- 見学会(2022/9/26)：兵庫県三木市で行われたCURSORプロジェクトのフィールドテストの見学
- 第4回(2022/9/27)：見学会報告と市町村による一般向け救助訓練に関するアンケート調査内容について
- 第5回(2022/11/7)：市町村による一般向け救助訓練に関するアンケート調査内容について

- 第6回(2022/12/13)：市町村による一般向け救助訓練に関するアンケート調査報告
- 第7回(2023/1/23)：日本地震工学シンポジウムのオーガナイズドセッションについて
- 第8回(2023/2/27)：3月29日開催の実務者研究会について

また、今後の地震災害における救助部隊による継続的な救助活動調査の必要性の確認とその実現、一般住民向け救助訓練プログラムの開発、および救助に関係する多様な分野の人間が情報共有、連携を行うプラットフォームの構築に向けて、救助実務者との1年に1回の勉強会を継続的に開催している。本年度は2023年3月29日に開催した。内容は明石市消防局 消防司令長の吉岡利征氏から、「地震災害に備える兵庫県下消防」についてお話いただいたことと、筆者らにより本研究委員会で実施した「市町村における一般住民向け救助訓練プログラムの現状」について紹介したものである(図1)。

## 第2回 地震による倒壊家屋からの救助訓練プログラムに関する実務者研究会 (ZOOM開催)

主催：日本地震工学会「地震による倒壊家屋からの救助訓練プログラムに関する研究委員会」

### 【研究委員会の設置目的】

2016年に発生した熊本地震では、消防・警察・自衛隊・地域住民などを中心に倒壊家屋からの救助活動が多数行われた。このように、日本の地震災害では倒壊家屋からの救助活動が必要となる蓋然性が高い。

倒壊家屋からの救助活動を安全かつ的確に実践するためには、構造物の危険度評価・応急補強に関する知識や、自己安全確保と閉所・暗所・騒音などの劣悪環境下で活動するための知識、要救助者の容態評価・安定化に関する知識などが必要となり、地震工学、建築工学、環境工学、災害医学などの学際的観点からのアプローチに基づく実践的な救助訓練プログラムの開発が求められる。

特に一般の地域住民については、適切なプログラムが存在しないまま救助活動を行っている現状がある。本委員会においては、消防・警察等の専門部隊向けの救助訓練プログラムに加え、地域住民向けの救助訓練プログラムについても検討、開発を行う。

2023年3月29日(水) 17:00～19:00

- 研究委員会×救助実務者による検討・情報共有 -

- 開会のあいさつ (17:00～17:10)  
小山 真紀 (岐阜大学流域圏科学研究センター 准教授) ※本研究委員会委員長
- 特別講演 (17:10～17:55)  
「地震災害に備える兵庫県下消防」  
吉岡 利征 (明石市消防局 消防司令長)
- 調査報告 (17:55～18:20)  
「市町村における一般住民向け救助訓練プログラムの現状」  
片寄 圭一郎 (岐阜大学工学部社会基盤工学科)  
小山 真紀 (岐阜大学流域圏科学研究センター 准教授)
- 質疑・応答・討議 (18:20～19:00)

問い合わせ窓口：上武大学ビジネス情報学部スポーツ健康マネジメント学科 准教授 加古嘉儀 (kako@jobu.ac.jp)

図1 実務者研究会チラシ

本研究会は、救助関係の実務者との意見交換、ネットワークづくりおよび連携を目的としているため、参加者は実務者ルートを通じて募っている。今回の参加者は32名であった。

吉岡氏の話提供では、兵庫県下消防長会の救助技術研究会作業部会における救助技術の提案と市民向け救助活動指導演について紹介頂いた。このうち、提案された救助技術は、本研究会のメンバーの一部が実施した熊本地震における救助活動調査の結果を踏まえたものである（これまでの救助戦略は要救助者上部の圧迫物の拳上が主体であったが、下部に空間を確保することによって難易度、所要時間ともに減少する）。これは、救助活動の現場に関する調査が救助戦略の改善に直結したものであり、継続的な救助活動調査の実施が望まれることが確認された。また、住民向けの救助訓練プログラムの開発はまさに本研究会の目的の一つでもあり、今後の連携についても意見交換が行われた。

筆者らの話提供は、先に述べたように本研究委員会として実施した調査の結果報告であるため、内容については次章に記す。

### 3. 地震被災木造家屋における閉じ込め者の救助訓練の実態に関する調査

本調査は全国の1,471自治体（特別区を含む）を対象として実施した。調査方式は質問紙形式であり、郵送による配布、アンケートフォームもしくは送付した質問紙への記入後郵送またはe-mailによる回収とした。調査期間は2022年11月17日から30日までである。調査票は様式AおよびBの2種類からなり、様式Aは全市町村への設問、様式Bは住民向け救助訓練を実施している市町村向けの設問である。調査項目一覧を表1に示す。アンケートの回答数は668であり、回答率は38.3%であった。このうち訓練を行っている自治体は82（13%）であった。

表1 アンケート調査項目

様式A	自治体名
	救助訓練実施の有無
	訓練の対象者
	訓練を行っていない理由（訓練を実施していない自治体のみ回答）
様式B	訓練の実施頻度
	訓練の想定被害
	訓練の実施内容
	訓練の中で使用する資機材
	訓練で実施する安全確認行動
	訓練参加者の装備義務
	1回あたりの訓練時間
訓練の指導者・管理者	

訓練の対象は、自主防災会向け34、消防団向け32、自治会・町内会向け20、防災士向け2、対象を特定していない9、その他17（複数回答）であった。救助訓練を行う際の想定建物被害は、約9割が図2で⑤と⑥にあたる倒壊建物であった。一方、訓練頻度は9割以上が年1回であり、訓練時間は8割以上が30分程度以下であった。この頻度と時間では、倒壊家屋から安全に救助を行うために必要なスキルを身につけるための十分な訓練が行われているとは考えにくい。

①	被害なし、壁面にわずかな亀裂が入る程度
②	屋根瓦が落ちたり、壁面の剥がれが目立つ
③	柱・梁などの一部が破損、屋根瓦や壁面の大部分が落下
④	柱・梁などの破損が大きく、傾きが目立つ
⑤	1階または2階のいずれかが潰れる
⑥	1階が完全に潰れ、2階も大破

図2 想定被害一覧<sup>1)</sup>

この結果を踏まえると、現状の住民向け救助活動訓練は、危険な現場において危険な状況で活動することを誘導しかねないという別の危険性をはらんでいると考えられる。一般の保険商品では救助活動のような危険活動は免責となるため、一般住民が救助活動時に死傷しても原則として保障はない。そのため、今後、一般住民向けとして求められるレベルとその評価を含めた訓練・評価プログラムの開発と、一般住民の活動保障に関する環境整備が求められる。

### 4. 今後の活動

本研究委員会の活動期間は3年間であり、2023年度は最終年度にあたる。11月に開催される第16回日本地震工学シンポジウムでは、オーガナイズドセッション（OS9）「災害対応訓練のあり方に関する検討（Studies on Rescue Operations and Training for Disaster Response）」を開催予定であり、関連する研究者および実務者との意見交換、交流の場としたい。また、今後、実務者の方とも連携しつつ、救助訓練プログラムに係る成果の出版を目指している。

### 参考文献

- 岡田成幸、高井伸雄：地震被害調査のための建物分類と破壊パターン、日本建築学会構造系論文集、Vol.524、pp.65-72、1999。



## 行事

### 本会主催・共催による行事

2022年4月～2023年3月31日

日程	行事名	
2022年5月31日	オンライン講習会 第2回「機械学習・深層学習のプログラミング講習と地震工学での事例紹介」	主催
2022年7月4日	「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」成果報告会	主催
2022年12月15日～12月16日	日本地震工学会・大会-2022	主催
2022年11月29日	日本地震学会「強震動予測－その基礎と応用」第21回講習会	共催
2022年12月21日	2022年台湾東部の地震(M6.5,M6.9)の被害調査報告会	共催
2023年2月2日～3日	第27回震災対策技術展・学会展示	主催
2023年2月3日	第13回震災予防講演会「関東大震災から学ぶ地震防災の過去、現在、未来」	主催
2023年2月24日	E-ディフェンス「室内空間に10層鉄骨造オフィス試験体による建物の動的特性評価実験見学会」	主催
2023年3月10日	第8回理論応用力学シンポジウム	共催
2023年3月17日～18日	「地中構造物に作用する地盤反力に関する研究委員会」報告会 社会インフラの地震被害の軽減を考えるワークショップ－地下構造物の耐震設計の合理化を目指して	主催

### 後援・協賛による行事

2022年4月～

2022年5月22日～6月3日	日本地球惑星科学連合2022年大会	協賛
2022年6月9日～10日	防災防犯総合展2022	後援
2022年6月25日	第6回日本原子力学会シンポジウム：東京電力福島第一原子力発電所の廃炉「チャレンジする課題」	協賛
2022年6月29日～7月1日	安全工学シンポジウム2022	協賛
2022年8月15日～26日	計算力学の基礎～有限要素解析の論理的把握がもたらす製品信頼性向上～	後援
2022年8月27日～9月4日	第10回 首都防災ウィーク	後援
2022年9月5日～8日	Dynamics and Design Conference 2022	協賛
2022年9月12日	性能評価型耐震設計に用いるコンクリート構造物の非線形モデル研究委員会報告会	後援
2023年1月24日	地震防災フォーラム2022	協賛
2022年10月4日～5日	第10回中部ライフガードTEC2022～防災・減災・危機管理展～	協賛
2022年11月16日～18日	第35回計算力学講演会	協賛
2022年11月9日	先進建設・防災・減災技術フェアin 熊本2022	後援
2022年11月11日	地震応答解析－秋の講習会2022	後援
2022年12月24日	日本地震学会 2022年度第2回特別シンポジウム 「等身大の地震学」をどう防災に役立てるのか？－確率論的ハザード評価とシナリオ型被害想定とその利活用－	協賛
2022年9月、12月	2022年度 計算力学 (CAE技術者) 資格認定事業	協賛
2023年2月2日～3日	第27回「震災対策技術展」横浜	後援
2023年3月27日	最先端の構造シミュレーションの地震防災への活用に向けて－数値震動台研究開発プロジェクト成果発表会－	後援
2023年4月18日	講習会「地盤震動研究とその応用」	後援
2023年5月21日～26日	日本地球惑星科学連合2023年大会	協賛
2023年6月8日～9日	防犯防災総合展2023	後援
2023年6月11日～15日	Eighth International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering (IALCCE 2023)	後援
2023年7月5日～7日	安全工学シンポジウム2023	協賛
2023年8月28日～31日	Dynamics and Design Conference 2023	協賛
2023年10月25日～27日	第10回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム	後援
2023年11月21日～22日	先進建設・防災・減災技術フェアin 熊本2023	後援
2023年12月6日～7日	第11回中部ライフガードTEC2023～防災・減災・危機管理展～	協賛



# 会員・役員の状況

## (1) 会員数 (2023年5月24日現在)

名誉会員	45
正会員	971
学生会員	73
法人会員	101

## 新入会者(2022年6月18日～2023年5月24日までに承認の方)

### 正会員：

成田 修英 戸田建設株式会社  
 今田耕太郎 東京ガス株式会社  
 石橋 寛樹 日本大学  
 新名 裕 株式会社川金コアテック  
 宮本 岳史 明星大学  
 Naeem Asad 東京大学地震研究所  
 下山 利浩 気象庁気象研究所  
 中治 弘行 公立鳥取環境大学  
 阿部 慶太 日本大学  
 榎田 竜太 東北大学  
 Yeow Trevor Zhiqing 東京大学地震研究所  
 崔 拱福 東京理科大学  
 八木 宏晃 三島市役所  
 松本 直之 東北大学  
 崔 青林 防災科学技術研究所  
 尹 ロク現 大阪大学  
 井澤 保一 株式会社日本設計  
 里田 啓 千代田化工建設株式会社  
 権 淳日 大阪工業大学  
 大沼 博幹 大沼水道技術研究所  
 山本 泰功 日本エス・ユー・エス株式会社  
 有木 克良 (国研)建築研究所  
 劉 虹 東京理科大学  
 鈴木 有美 大阪大学  
 島口 昌男 Water pipe planning  
 石川 裕次 芝浦工業大学  
 鍋島 国彦 神戸大学  
 西坂 直樹 四国電力株式会社  
 今関 俊 株式会社小堀鐸二研究所  
 陳 星辰 広島大学  
 渡部真夕子 清水建設株式会社  
 上村 諒 トヨタ自動車株式会社  
 八百山太郎 東京大学  
 土井 達也 鉄道総合技術研究所  
 北原 優 東京大学  
 前川 晃 大阪産業大学  
 横山 遼 株式会社青島設計  
 奥田 幸彦 日本原子力研究開発機構  
 薄木 克弥 東京都都市整備局  
 野村 友仁 五洋建設株式会社  
 鈴木 卓 高知工科大学

### 学生会員：

王 自謙 京都大学  
 渡邊 禎貢 岡山大学  
 王 澤霖 東京大学大学院  
 塙 龍也 東北工業大学  
 毛利 未来 東京大学大学院  
 PAN DA 広島大学  
 チュア マシュー ガブス 東京大学  
 山根 雅由 大阪工業大学  
 KIM Kyungjin 東京大学  
 浅見 健斗 群馬工業高等専門学校  
 Alvarez Ronald 東北大学大学院  
 史 可撃 東京大学  
 劉 家驥 秋田県立大学  
 百瀬 奏 京都大学大学院  
 緒方 太郎 神戸大学大学院工学研究科  
 宇佐美孝典 明治大学  
 李 俊霖 東京大学地震研究所  
 陳 辰 東京大学地震研究所  
 周 宇廷 防災研究所・地震災害研究センター  
 津田 和輝 東北大学大学院  
 AN JIHYEON 東京大学大学院  
 井澤 亮介 群馬工業高等専門学校  
 Velazquez Mesa Alejandro 大阪大学  
 今井 克実 群馬工業高等専門学校  
 佐藤 啓太 明治大学  
 野本 晟矢 大阪工業大学  
 一戸 和樹 東京大学大学院  
 アンダヤ 東京工業大学  
 メアリー ウェンゼル 東京工業大学  
 肖 子凌 東京都立大学  
 香取 由真 東京理科大学  
 岡村 光晋 東京工業大学  
 山本真太郎 東京理科大学  
 栗原 大晟 東京理科大学  
 李 昊洋 神戸大学  
 趙 培智 大阪大学  
 森脇 佑太 金沢大学  
 橋本 千宙 東京大学大学院  
 堤 俊介 東京理科大学大学院  
 甲斐 凌平 慶應義塾大学大学院  
 富永 佳吾 北海道大学  
 TAIPICURI HUACRE 東京大学地震研究所  
 YENIFER CAROL 東京大学地震研究所  
 Munoz Flores Andre Alberto 東京大学地震研究所  
 横屋 翔 豊橋技術科学大学  
 松本 英志 東京都市大学大学院  
 赤羽 日向 東京大学大学院

(2) 名誉会員 (2023年5月24日現在) 五十音順

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	壁谷澤寿海	亀田 弘行
川島 一彦	河村 壮一	北川 良和	北村 春幸	工藤 一嘉	久保 哲夫	國生 剛治
後藤 洋三	小長井一男	坂本 功	笹谷 努	柴田 明德	鈴木 浩平	鈴木 祥之
高田 至郎	武村 雅之	土岐 憲三	伯野 元彦	濱田 政則	原 文雄	平田 和太
翠川 三郎	源榮 正人	安田 進	山崎 文雄	吉田 望	吉見 吉昭	芳村 学
若松加寿江	和田 章	渡辺 孝英				

(3) 法人会員 (2023年5月24日現在) ご入会順

【特級】

大成建設株式会社  
清水建設株式会社  
鹿島建設株式会社

【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  
株式会社大林組  
株式会社竹中工務店  
戸田建設株式会社  
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ト株式会社

【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  
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  
東京ガスネットワーク株式会社  
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  
大阪ガスネットワーク株式会社  
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  
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  
中部電力株式会社  
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  
東邦ガスネットワーク株式会社  
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  
株式会社阪神コンサルタンツ  
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  
北陸電力株式会社  
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  
株式会社アーク情報システム  
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  
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  
西部ガス株式会社  
京葉ガス株式会社  
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  
株式会社四国総合研究所  
株式会社浅沼組  
西日本技術開発株式会社  
株式会社オルテック  
株式会社フソウ  
株式会社塚本

(4) 2023 年度 役員一覧

会長	高田 毅士	日本原子力研究開発機構
副会長	※東 貞成	電力中央研究所
副会長	中村いづみ	東京都市大学
副会長	年縄 巧	明星大学
理事(総務)	※小林 実央	東京ガス
理事(総務・会員)	高橋 郁夫	防災科学技術研究所
理事(会計/会員)	※山田 岳峰	鹿島建設
理事(会計)	前川 晃	大阪産業大学
理事(情報/広報)	※入江さやか	松本大学
理事(情報/IC)	※多幾山法子	東京都立大学
理事(情報/会誌)	皆川 佳祐	埼玉工業大学
理事(学術・調査研究/国際)	阿部 慶太	日本大学
理事(学術・調査研究/論文)	向井 洋一	神戸大学
理事(事業/大会)	※楠 浩一	東京大学地震研究所
理事(事業/大会)	中嶋 唯貴	北海道大学
理事(事業/企画・調査研究)	※井上 和真	群馬工業高等専門学校
理事(事業/企画)	高瀬 裕也	室蘭工業大学
理事(16JEES 運営)	※小檜山雅之	慶應義塾大学
監事	永野 正行	東京理科大学
監事	室野 剛隆	鉄道総合技術研究所

※：就任 令和4年5月24日

無印：就任 令和5年5月23日

(5) 2023 年度 委員会・部会 および研究委員会

将来構想委員会	委員長 東 貞成	副会長・電力中央研究所
地震災害対応委員会	委員長 阿部 慶太	理事・日本大学
地震被害調査関連学会連絡会	委員長 阿部 慶太	理事・日本大学
情報コミュニケーション委員会	委員長 多幾山法子	理事・東京都立大学
会誌編集委員会	委員長 皆川 佳祐	理事・埼玉工業大学
国際委員会	委員長 阿部 慶太	理事・日本大学
I A E E 事務局支援委員会	委員長 阿部 慶太	理事・日本大学
大会実行委員会	委員長 中嶋 唯貴	理事・北海道大学
16JEES 運営委員会	委員長 久田 嘉章	工学院大学
研究統括委員会	委員長 年縄 巧	副会長・明星大学
・地震による倒壊家屋からの救助訓練プログラムに関する研究委員会	委員長 小山 真紀	岐阜大学
・地中構造物に作用する地盤反力に関する研究委員会	委員長 鈴木 崇伸	東洋大学
・津波荷重評価の体系化の心得を取り纏める研究委員会	委員長 有川 太郎	中央大学
論文集編集委員会	委員長 向井 洋一	理事・神戸大学
事業企画委員会	委員長 井上 和真	理事・群馬工業高等専門学校
功績賞選考委員会	委員長 高田 毅士	会長・日本原子力研究開発機構
功労賞選考委員会	委員長 高田 毅士	会長・日本原子力研究開発機構
論文賞選考委員会	委員長 年縄 巧	副会長・明星大学
論文奨励賞選考委員会	委員長 向井 洋一	理事・神戸大学
優秀発表賞選考委員会	委員長 中嶋 唯貴	理事・北海道大学
名誉会員選考委員会	委員長 高田 毅士	会長・日本原子力研究開発機構
選挙管理委員会	委員長 山田 岳峰	理事・鹿島建設
役員候補者推薦委員会	委員長 年縄 巧	副会長・明星大学



# 出版物在庫状況

## 刊行図書

2023.05.24現在

刊行日	題名	在庫	頒布価格(税込み)		
			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)	○	¥3,520	¥3,520	¥3,520
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)	○	¥6,600	¥8,800	¥6,600
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)	○	¥7,700	¥9,900	¥7,700

## 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回国土セイ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レシピ「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-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
2012.03.04	One Year after the 2011 Great East Japan Earthquake	○	¥3,000	¥3,000	¥1,500
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
2014.03.20	原子力安全のための耐津波工学に関するシンポジウム	△	¥3,000	¥4,000	¥2,000
2014.07.31	津波対策とその指針に関する研究委員会報告書	△	¥5,000	¥7,000	¥3,000
2015.03.31	原子力安全のための耐津波工学-地震・津波防御の総合技術体系を目指して-	○	¥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
2016.03.31	「首都圏における地震・水害等による複合災害への対応に関する委員会」最終報告書	○	¥3,000	¥5,000	¥1,500
2016.03.31	津波などの突発大災害からの避難の課題と対策に関する研究委員会報告書	○	¥3,000	¥5,000	¥1,500
2017.02.03	第7回震災予防講演会「熊本地震に学ぶ首都圏の地震防災」	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
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	「強震動評価の為に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
2019.02.08	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	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2019.02.22	各種構造物の津波荷重の体系化に関する研究委員会	△	¥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
2019.06.27	日本地震工学会セミナー「実務で使う地盤の地震応答解析」	○	¥8,000	¥12,000	¥2,000
2019.09.30	原子力発電所の地震安全の原則～地震安全の基本的な考え方とその実践による継続的安全性向上～	△	¥5,000	¥7,000	¥3,000
2019.10.21	平成28年(2016年)熊本地震とESG研究シンポジウム資料	○	¥6,000	¥9,000	¥3,000
2020.02.07	第10回震災予防講演会 直下地震と地震防災	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2021.03.18	第11回震災予防講演会 生誕150周年記念 今村明恒と関東大震災-震災予防講演会40回のルーツ-	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2022.02.04	第12回震災予防講演会 首都直下地震と都市防災-	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2022.3.31	ESG研究会「ESG6の国際プラインド予測結果からESG研究の将来を考える」	○	¥5,000	¥8,000	¥1,000
2023.3.17	日本地震工学会・地中構造物に作用する地盤反力に関する研究委員会報告会(琉球大学)	○	¥5,000	¥5,000	¥5,000

○在庫あり △在庫僅か

送料は別途実費でいただきます。

## 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
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
2017.11.13	日本地震工学会大会-2017 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2019.09.19	日本地震工学会大会-2019 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2021.06.30	日本地震工学会誌No. 43 特集：2つの国際会議 (ESG6,17WCEE) 開催に向けて ー開催延期とコロナ禍を乗り越えてー	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2021.10.31	日本地震工学会誌No. 44 特集：日本地震工学会の研究委員会の活動 ～東日本大震災以降の展開～	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2021.02.28	日本地震工学会誌No. 45 特集：第17回世界地震工学会議 (17WCEE) を終えて	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2022.12.15	日本地震工学会大会-2022 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2022.06.30	日本地震工学会誌No. 46 特集：機械工学と地震工学の融合	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2022.10.31	日本地震工学会誌No. 47 特集：2022年3月福島県沖の地震と地震防災の課題	○	¥2,000	¥3,000	¥2,000
2022..02.28	日本地震工学会誌No. 48 特集：地震防災分野における途上国への国際協力	○	¥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

2023.05.24現在

題名	在庫	頒布価格(税込み、送料込み)
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円 ●民間機関 80,000円
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
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」の余震等の加速度時刻歴波形データ<追加>	○	●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・各賞受賞者」の下の「入会案内」、「変更・退会手続」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/jp/>

### ■ 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」よりご確認頂けます。

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/jp/contribution/>

## ■ 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っ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/>) の「会員ログイン」より、会員番号とパスワード(7桁 例: 0000001)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12巻 第2号(通算第36号)が2023年8月下旬に発刊されます。

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。

JAEE Newsletterについては以下のサイトで掲載しております。

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

最新号(第12巻 第1号)では、「次世代を担う若手技術者の育成や教育・研究環境の課題について」と題して特集を組み、博士後期課程に在籍中の学生や元学生、留学生、大学教員など、様々な立場の方々よりご寄稿いただきました。オンライン媒体による情報発信で、どなたでも閲覧できますので、ぜひご覧ください。

## ■ ご寄附のお願い

日本地震工学会は、地震工学及び地震防災に関する学術・技術・教育の進歩発展をはかり、地震災害の軽減に貢献することを目的に、全ての事業を公益活動として推進しております。

2013年5月に「公益社団法人」格を取得し本会が「公益社団法人」として認められたことから、皆様方からの学会への御寄附に対して税制上の優遇措置が認められることとなりました。

本会が公益活動をさらに強化し、社会貢献活動を行っていくためには、財政強化が不可欠であり多くの方々のご寄附が必要です。是非とも皆様方のご支援をお願い申し上げます。

ご寄附をいただける方は、WEBサイト「公益社団法人 日本地震工学会 寄附のお願い」(<https://www.jaee.gr.jp/donation/>)をご参照のうえ、お申込みいただきますようお願いいたします。

(連絡先)

公益社団法人 日本地震工学会事務局

TEL : 03-5730-2831 E-MAIL : [office@general.jaee.gr.jp](mailto:office@general.jaee.gr.jp)

## ■ 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](mailto:office@general.jaee.gr.jp)

## 編集後記：

本号では関東大震災から100年ということで、関東大震災にフォーカスした特集としました。本地震をテーマに据えたシンポジウムや会誌等は各種学協会で企画・実施されているかと思いますが、本号は「日本地震工学会」という特色を活かし、理学・工学・情報学・史学等の多角的な観点から地震そのものとそこから発展してきた技術動向等について様々な立場の方々に執筆いただきました。また、関東大震災研究の第一人者である武村先生にもインタビュー形式でお話を伺えました。記事を編集するにつれ、本地震が日本の地震工学に与えたインパクトの大きさや地震工学のカバーする分野の多様さを改めて感じた次第です。

最後に、ご多用のところご協力いただきました執筆者の皆様、そして多数の記事にも関わらず、工程が遅延することもなく各種調整いただいた編集委員の皆様にご心より御礼申し上げます。

和田 一範(鉄道総合技術研究所)

2023年は大正関東地震および関東大震災から100年という節目の年であり、本号ではそれらを多角的に振り返る特集を行いました。この特集をお読みいただき、首都圏を襲う将来の大地震に対して今の日本社会は立ち向かうことができるのか、そのような地震災害の防災・減災に対して我々地震工学関係者は十分に貢献できているのか、そして今後何ができるのか、を考える機会になれば幸いです。

最後にですが、2023年5月5日石川県能登地方の地震(Mj 6.5)および同地震を含めた奥能登での群発的な地震活動で被災をされた方々に心よりお見舞い申し上げます。

久保 久彦(防災科学技術研究所)

## 会誌編集委員会

委員長	鳥澤 一晃	関東学院大学	委員	入江さやか	松本大学
幹事	和田 一範	鉄道総合技術研究所	委員	大野 卓志	高圧ガス保安協会
幹事	久保 久彦	防災科学技術研究所	委員	小穴 温子	清水建設
			委員	小阪 宏之	戸田建設
			委員	田附 遼太	長谷工コーポレーション
			委員	中村 武史	電力中央研究所
			委員	藤井 中	竹中工務店
			委員	松川 和人	東京大学生産技術研究所
			委員	皆川 佳祐	埼玉工業大学
			委員	宮津 裕次	東京理科大学
			委員	横山 遼	青島設計

日本地震工学会誌 第49号 Bulletin of JAEE No.49

2023年6月30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 2023

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