# 日本地震工学会誌

Bulletin of JAEE

No.18
Jan.2013

## 東日本大震災 特集号4

座談会：東日本大震災から次の巨大災害へ

特　集：震災からの復興

JAEE

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

一般社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

〒108-0014東京都港区芝5-26-20建築会館
Tel:03-5730-2831　Fax:03-5730-2830

# 日本地震工学会誌（第18号 2013年1月）

Bulletin of JAEE（No.18 January.2013）

# INDEX


**巻頭言：**

低頻度・大災害型地震に対する備えを／川島　一彦 …… 1

**座談会：**

**東日本大震災から次の巨大災害へ** …… 2

**特集：震災からの復興**

M9地震の教訓と今後にむけて／松澤　暢 …… 23
三陸漁村の津波被災と復元力ある復興／重村　力 …… 27
全国統一基準による地形・地盤分類
250mメッシュマップの構築とその利用／若松加寿江、松岡　昌志 …… 33
東京湾岸における液状化被害の分析と対策／中井　正一 …… 39
被災した歴史的建造物の復旧への取り組み／永井　康雄 …… 43
被災地の産業・物流の復興と港湾の整備／福元　正武、邊見　充 …… 47
地震保険と生活再建／岡本　直久 …… 51
岩手県における復興の現状と取組 ～インフラ関係を中心に～／蓮見　有敏 …… 57
宮城県における復興の現状／伊藤　和彦 …… 62
被災地における震災瓦礫処理の現状と課題／久田　真、皆川　浩 …… 66
地域防災力の高度化に向けた取り組みを振り返って／佐藤　健 …… 70

**特別投稿：**

国府多賀城、国府武隈館（たけくまたち）の歴史津波／飯沼　勇義 …… 74
ジョン・ミルン没後100年／柴田　明徳 …… 78
地震予知研究の先駆者としてのミルン ～ミルン没後１００周年に寄せて～／泊　次郎 …… 82

**学会ニュース：**

第15回世界地震工学会議参加報告／小檜山雅之、岡崎太一郎 …… 88
二歩及ばず　－ 第16回世界地震工学会議の日本招致顛末 －／川島　一彦 …… 92
日本地震工学会・大会－2012報告／五十田　博、古屋　治、丸山　喜久 …… 97
日本地震工学会第1回国際シンポジウム報告／清野　純史 …… 99
2012年8月11日イラン・タブリッズ（アラスバラン）地震における被災と復興状況／高田　至郎 …… 101
■研究委員会の動き …… 105

**学会の動き：**

行事 …… 107
会員・役員・委員会の状況 …… 108
会務報告 …… 110
論文集目次 …… 113
出版物在庫状況 …… 116
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／問い合わせ先 …… 119

**編集後記**

巻頭言

# 低頻度・大災害型地震に対する備えを

川島　一彦
●日本地震工学会会長、東京工業大学教授

あけましておめでとうございます。本誌は日本地震工学会として最後の1月号となります。本会では2001年の創設以来、7月と1月の年2回、会誌を刊行して参りましたが、2013年度からは6月、10月、２月と、年3回、刊行することになるためです。昨年9月にJAEE NEWLETTERを創刊しましたが､これと合わせて会員サービスの一層の充実をはかるためです。

さて、本年は1923年関東地震から90周年、1933年昭和三陸地震津波から80周年、1943年鳥取地震から70周年にあたるとともに、来年は1854年安政東海地震・南海地震から160周年、1944年東南海地震から70周年、1964年新潟地震から50周年を迎えます。日本では、いかに地震災害が高い頻度で起こってきたかに改めて驚かされると同時に、地震に限らず自然災害を運命と諦め、災害の度に従容として過酷な復興の道を歩まざるを得なかった先人の生き方を見る思いがします。

悲惨な地震災害を運命として諦めることは余りにも悲しすぎるということから、地震学や地震工学が生まれてきました。2011年東北地方太平洋沖地震では、津波により激甚な被害が生じましたが、人口密度の違いを考慮すると、1896年明治三陸地震や1933年昭和三陸地震に比較し、明らかに犠牲者数は軽減されています。また、1978年宮城県沖地震では仙台や宮城県北部、岩手県南部において、今回の地震と同程度かやや小さい程度の地震動であったにも係わらず、建物や橋梁、ライフライン等に大きな被害を生じました。しかし、今回の地震では1978年宮城県沖地震に比較し、これらの地域の被害は大きく軽減されています。これが地震工学技術の進歩によることは明らかです。地震動や津波に対して、地震工学の発展が国民の生命と財産を護るために大きく貢献してきたことは、高く評価されて良いと思います。

しかしながら、私たちは、地震災害の軽減に対して少なくとも以下の2つの視点を持つ必要があります。1番目は、技術の進歩が従来住めなかった地域への居住を可能にし、さらに、利便性が高く豊かな生活を送るために必要な諸施設の建設を可能にしたことが、災害に対してより高いリスクを持つ社会を形成してきたという歴史です。日本では、戦後、1948年福井地震から1995年兵庫県南部地震までの約半世紀にわたって、大都市に壊滅的な被害を生じる地震が起こりませんでしたが、これはまさに僥倖というほかありません。この空白の期間に、大都市圏の人口は飛躍的に増加し、現在では3大都市圏及びその周辺地域だけで全日本人の約1/2が居住するに至っています。産業革命や石油の利用が大幅に拡大した時代、車両の大量生産が可能となった時代のように、社会は時として短期間のうちに大きく変貌することがあります。これらに負けないほど、大都市圏はわずか半世紀間に、”未曾有”の変貌を遂げました。しかし、今や、これがあたり前と思っている国民が大多数になっています。

ハイリスクを有するのは、大都市圏だけではありません。津波が襲えば一蹴されるに違いない海岸沿いの湾奥の狭い地域に多くの木造建物がひしめき、さらに、山間地ではいつかは土砂崩壊の危険性がある地域に多くの国民が住んでいます。災害に対して高いリスクを持つ国土に、災害リスクに対する認識が低いまま、多数の国民が住んでいるのです。

2番目は、1995年兵庫県南部地震では強烈な地震動に対するリスクを、また、2011年東北地方太平洋沖地震では津波によるリスクを思い知ったわけですが、私たちは1923年関東地震では大火災旋風と大規模な延焼火災により、また、1891年濃尾地震では断層変位により大きな被害が生じたことを忘れてはなりません。首都圏でいえば環状7号線と8号線に囲まれた地域や江東地区等、消防車も入れない細い路地に面して木造家屋が密集した地域では、火災が発生すると大規模延焼火災に発展すると懸念されています。また、活断層による被害は、地震動や延焼火災ほど広範囲に及ぶことはありませんが、鉄道や道路､ライフライン等、線状構造物に対しては大きな脅威です。

将来発生が懸念されている南海トラフ沿いの巨大地震や首都圏直下型地震だけでなく、その他の地域も含めて、低頻度・大災害型(Low Frequency & High Consequence)地震に対するリスクを忘れてはなりません。こうした地震は日本の将来を変えるほど、大きなインパクトを与えるに違いありません。

現在、我が国では人口減少や非正規雇用の増大等から、内需が落ち込み、デフレ経済下で、国民一人あたりのGDPが1990年には世界第1位であったのが、現在は第27位に急落するという”未曾有”の事態になっています。こうした中で起こった東日本大震災は、日本人の価値観を、かっての経済大国のような豊かさへの追求から、安全・安心な社会の実現など、質の高い生活の追求へと大きく変化させました。

地震工学の発展を通して社会に貢献することを使命とする日本地震工学会は、現在までの活動が確実に地震災害の軽減に役立ってきている事実を心に留め、今後とも、着実に多方面にわたる活動を継続していくことが求められています。

**座談会**

# 東日本大震災から次の巨大災害へ

◆ **日　時**：平成24年12月26日㈬　14:00－16:30
◆ **場　所**：建築会館303号会議室
◆ **出席者**：**川島一彦**：東京工業大学教授、日本地震工学会会長
**纐纈一起**：東京大学地震研究所教授
**和田　章**：東京工業大学名誉教授、日本建築学会会長
**高橋重雄**：(独) 港湾空港研究所理事長
**安田　進**：東京電機大学教授、日本地震工学会次期会長

**川島**：東日本大震災からもうじき2年を迎えようとしています。東日本大震災は、地震規模の大きさと同時に、これが日本社会に与えた影響の大きさにおいて特筆すべき地震でした。2012年12月現在で死者15,879名、行方不明者2,712名といわれています。私たちはこの災害の経験を最大限くみ取り、次の地震対策に役立てなければなりません。また、南海トラフ沿いの巨大地震や首都圏直下型の地震が我が国に次の甚大な影響を与える地震として関心を集めています。本日は、地震学、津波、地盤、建築、土木の専門家にご参加頂き、「東日本大震災から次の巨大災害へ」と題して座談会を行いたいと存じます。議論は、(1) 東日本大震災を振り返って、(2) 次の巨大災害への備えは、(3) 専門家はどのように国民と向き合うべきか、の順番で進めていきたいと思います。

## 1．東日本大震災を振り返って

川島一彦 氏

### 1．1　地震

**川島**：それでは、まず、東日本大震災を振り返って、東北地方太平洋沖地震とはどのような地震だったのかについて、纐纈先生にお伺いしたいと思います。

**纐纈**：日本列島周辺には、千島海溝、日本海溝、南海・相模トラフ、南西諸島海溝の4つの沈み込み帯がありますが、東北地方太平洋沖地震は日本海溝の沈み込み帯で起った最大規模の地震でした。しかし、東北地方太平洋沖地震が本当に最大規模の地震かということは実はよくわかっていません。地震学では実験ができませんから、過去に起ったことから判断しなければならないという経験科学的な側面が大きいため、最大規模だろうと想像はしていますが、だからといってそれ以上の規模の地震が将来起らないと断言することはできないのです。世界最大の地震は1960年チリ地震でマグニチュード (以降、*M*と表す) 9.5です。このチリ地震も南米大陸の太平洋側の沈み込み帯すべてを割った訳ではありませんから、物理学的にはもっと大きな地震があり得ます。

纐纈一起 氏

次にハザードの面について述べます。現在はモーメント*M* (マグニチュード) が広い帯域で安定した値を出すためよく使われていますが、少し前までは、地震動の振幅で決める*M*、大きな地震では表面波*M*が、中規模の地震では実体波Mが主流でした。たとえば、表面波*M*は8を少し超えたあたりで飽和することがよく知られています。このことを逆にいえば、地震の規模が大きくなっても地震動はあるところで飽和することを意味していて、東北地方太平洋沖地震は*M* 9.0という大きな地震でしたが、地震動は*M* 8に近い方だったと思います。

もう1点、重要な点は、震源が沖合であったことです。1978年宮城県沖地震の被害は他の同じような規模の地震に比較してやや小さめです。これは地震が沖合で起ったためです。東日本大地震はそれよりもさらに沖合で生じたため、ハザード的には地震動はそれほど大きくなかったと思います。

津波に関していろいろ調べてみると、日本海溝に近いところで起る地震ほど大きな津波を発生するというメカニズムがあることがわかりました。今回は、地震のMが大きかった上に、大きな津波を生じさせる位置で地震が発生したことにより、津波ハザードに関して、我々がかつて経験したことのないような津波になったということです。

**川島**：過去にも869年貞観地震の存在等、津波堆積物の調査等から古地震に関して地質系の研究者が調べていて、過去に起った大地震に関していろいろな情報が得られるといわれていますが、東北地方太平洋沖地震のような超巨大地震の過去の発生状況に関して、地震学と地質学との連携はうまくいっていたのですか?

**纐纈**：地震学の本流は地球物理学で、地質学とは違ったDisciplineですから、地質学とそれほど緊密という訳ではないのですが、協力関係はあります。貞観地震が起りそうだという見方は東北地方太平洋沖地震が起る前に、地球物理学側にもあったのですが、2011年に起るという切迫感を我々は持っていなかったし、地質学側でもそうだったと思います。

貞観地震もよく調べてみると、津波の規模からみると$M$ 8.4くらいが適当だと言われています。今回の地震と同等な地震が800年代に貞観地震として起きていたとは考えていません。今回の地震は貞観地震と1896年明治三陸地震が組み合わせて起ったという性格のものだと思います。

**川島**：東北地方太平洋沖地震後に、地震学会では地震予知について厳しい意見が出ていると聞きましたが、地震学では地震予知に関してどのようなコンセンサスになっているのですか?

**纐纈**：数日後とかせいぜい1月後程度に大きな地震が発生しそうだということを予知と言っています。これに対して、もう少し長いレベルで地震の発生を考えることは長期予測と言っています。予知が基本的に難しいという点は、1995年兵庫県南部地震以降、地震学の中ではコンセンサスになっています。その代わり長期予測で貢献しようということで地震本部ができたのですが、その長期予測もダメだったというのが東北地方太平洋沖地震であったということです。

### １．２　橋梁被害

**川島**：それでは、次に被害の方に移って行きたいと思います。私は1978年宮城県沖地震の後に何回も現地に行き、ほぼ全数の被災橋梁について調査を行ったことから、今回の地震による被害が1978年宮城県沖地震による被害とどういう関係にあるのかに非常に関心があります。

先ほど、纐纈先生から1978年宮城県沖地震では潜り込み帯で発生した普通の地震よりも地震動が小さい傾向にあったとの指摘がありましたが、それでも、この時に宮城県北部から岩手県南部にかけて生じた橋梁被害は激甚なものでした。ＲＣ橋脚の損傷や鋼製支承の破断が随所で発生したのです。

これに対して、L2地震動を取り入れた1990年以降の基準で設計されたり、これによって耐震補強された橋梁では、被害は格段に少なかたことから、私は1990年以降の耐震対策が橋梁被害の軽減に大きく貢献したと考えています。したがって、今後内陸で発生する巨大地震等によるさらに強烈な地震動に対する耐震性が課題とされましょう。

また、ライフライン施設としての道路では、路線がつながって初めて交通の用に資するわけですが、櫛の歯作戦と呼ばれた国交省による早期の道路啓開は、被災地の激甚な被害の復旧に大きく貢献したと思っています。

新幹線も初期の段階に建設された高架橋で橋脚の被害が生じましたが、これは今まで2004年新潟県中越地震等で発生していた被害と同じもので、耐震補強されていた箇所では被害はほとんど出ていませんでした。耐震補強の着実な進捗が重要だと考えられます。在来線は古い時代に建設され、海岸に沿う集落を結ぶように路線が走っていたため、皆さんご存じのように、津波で大被害を受けました。

首都圏では、長大橋が長周期地震動で振動し、トラックが横転しかけたり、運転手が恐怖の余り悲鳴を上げるといった状態が生じています。その他、ブレースや支承等にもかなりの被害が生じています。古い時代に建設された首都高速等の道路の耐震性に大きな問題があることが改めて明らかになりました。

津波の影響を受けた地区では多数の橋梁が甚大な被害を受けました。従来の技術基準には、津波に関する対策が一言も書かれていなかったのです。振り返ってみると、1923年関東地震や1946年昭和南海地震等、津波による被害が生じていますが、当時は対応不能な天災であるとの認識が強く、さらに、戦後復興期や高度成長期以降には津波による道路や鉄道被害が生じていなかったことから、津波対策が忘れられていたのだと思います。一方では、津波に完全に飲み込まれながら生き残った橋梁も多数あり、津波外力を明らかにして、今後は津波対策を加えることが必要です。

### １．３　建築被害

**川島**：和田先生、建築の方では、東日本大震災の被害をどのように見ておられますか？

**和田**：東北地方では現在までにも繰り返し被害を受けてきて、新築の建築の耐震設計・施工がきちんと行われるようになったことが第一にあると思います。さらに、古い建物の耐震補強もそれなりに済んでいたと言えます。同じ敷地に２棟が隣り合って建っていて、一つは耐震補強してあったため被害がなく、もう一つの建物は次年度に耐震補強の予定だったところ、こちらだけが被害にあったというような例があるように、この30年ほどの努力が実った点があると思っています。ただ、もっと大きい地震動が来た場合にどうかという問題はありますが。

1978年宮城県沖地震から10年ほど時計の針を戻して考えると、1968年は霞が関ビルができた年です。当時と今では、高層ビルの数が全く違うということが問題ですね。弦楽器を大きくして、バイオリンをコントラバスのようにすれば周期がのびて低音が出るように、いまの超高層のように規模が大きくなり、周期の長い構造物が増えてくると、これらの建物が沢山建っている都市がどうなるか気になります。

このようなことに前もって気が付き、1970年代に建設された超高層ビルに新型のオイルダンパーを設置していた新宿のビルでは、他のビルよりも揺れが小さく、揺れも早くおさまったとの実績があります。このような事前対処をせず、何もダンパーを組み込んでいない新宿や品川、丸の内のビルは大きく揺れて、中にいた人たちが怖かったことが問題になっています。1995年以降に新築されている超高層ビルでは、ダンパーを組み込むことが常識になっていますが、問題は残っていると思います。

もう一つ配慮が抜けていたことは、学校の体育館のような構造です。体育館の構造は両側面にコンクリートの柱や壁の構造面があって、これらを跨ぐように鉄骨の屋根をかけます。計算上は屋根の両側の支点は同じように揺れると仮定するのですが、実際には左右の支点は別々に動き、その結果、鉄骨屋根のスパンを無理に狭めたり広げることになります。支点が壊れたりしてコンクリート破片が落ちてきます。ちょうど、橋梁の支点の破壊と同じですね。

もっと、大きな問題は天井が多数破壊して亡くなった方がいることです。天井は建築家の仕事か構造設計者の仕事かがはっきりしていないのです。建築家の図面には単に「天井」と描いてあるだけで、具体的な天井の吊り方は現場にいる人に任されており、誰も責任を取ろうとしなかったことが盲点となっています。

和田　章 氏

また、エレベーターの被害だとか、上水やガスを建物に引き込むところにズレが起きて、建物が使用不能になったり、建物に火災報知機や立体駐車場など電気的または機械的なものが多く取り込まれていて、建物の機能が止まってしまったところも多数あります。津波を除くと、人が亡くなるような建築の被害は全体に少なかったと言われていますが、まだまだきちんとしなければならないことが多数あると思います。

**川島**：長周期地震動の特性を知ることが重要ですね。土木分野では、1990年代に長大橋の耐震設計に関連して長周期地震動の特性が問題になりました。当時は大規模地震による強震記録が存在しないため、私たちは茨城大学の井上涼介先生や気象庁気象研究所の勝又護さんにお願いして、1968年十勝沖地震による気象庁1倍強震計による50記録を入手し、これを数値化して、長周期地震動特性を検討したことがあります。遠距離の記録でしたが、なかなか大きな長周期地震動が10～20秒にあることを知りました。建築分野では、高層ビルの建設が始まった頃、長周期地震動に対してどのような議論が行われていたのでしょうか?

**和田**：1964年新潟地震で幾つもの石油タンクが大火事になりました。地震動に含まれていた長周期成分は6秒くらいだったと思うのですが、長周期の地震動は、加速度は小さくても変位振幅は大きく、周辺のまちの揺れがほとんど止まった後でも何秒も続いて、タンク内の油のスロッシングは減衰が小さいため振幅が徐々に大きくなり、油が漏れ火災が生じたのです。当時も、こういうことを気にしていた人はいると思うのですが、全般的にはまだほとんど長周期長時間地震動に対する関心は低かったですね。2003年9月の十勝沖地震で起きた長周期長時間地震とタンク火災と同じ問題なのですが、忘れられていたように感じます。

1960年代から建設が始まった超高層ビルの耐震設計に使っていたのはEl Centro 1940、Taft 1952、八戸1968の3種類です。減衰の小さな1質点系に、色々な周期の正弦波を1波だけ入力した場合のレスポンス・スペクトル、２波入力したときのスペクトル、３波入力したとき、・・・、Ｎ波入力した場合のレスポンス・スペク

トルを重ねて描いたグラフが教科書に載っています。１質点系の固有周期と一致する正弦波入力に対しても、波の数が１波、２波のように少なければ、その応答はそれほど大きくありません。

地震動の継続時間が15秒だと、周期5秒の波はいくらきても3波ですよね。そうすると、いくら共振したって建物の振動は大したことになりません。長周期地震動としか皆さんは言わないのですが、長周期長時間地震動ということを認識することが重要です。減衰が小さい場合、Ｎ数が増えると応答は非常に大きくなってしまうわけです。

El Centro 1940地震動を周期4秒の建物に作用させると、最大応答は2.3秒くらいで生じるのです。そうすると、地震動を15秒入力しなくたって、5秒も入力すればいいじゃないかなどということを当時は平気でやっていたわけです。このようにして設計したビルが東京や大阪にはいっぱい建っている訳です。我々も含めて技術者も反省しなければならないと思います。

**川島**：従来、構造物の耐震設計では構造物が崩壊しさえしなければ建物内の住民は被害を受けないため、これで良いのだということを目標に設計してきたのですが、これからは建物内にいる住民の不安感も考慮に入れることが重要になってくるのでしょうか。今回の地震では超高層ビルにいた人たちが恐怖で泣き叫ぶなどといったことが起っているわけですから。実は、都内の長大橋梁でも通行中のトラックが横転しそうになったり、地震による渋滞のため停車していた自動車の運転手が長周期地震動によって大きく車両が振動し、悲鳴を上げたなどといったことが起っているのです。

**和田**：本当にそうですね。英語でScareと言いますが、今後は、そういうことを防がなくてはならないですね。

### １．４　津波被害

**川島**：高橋さんは港湾構造物のご専門なのですが、今回の地震による港湾構造物の被害を地震動による被害と津波による被害とに分けて考えると、それぞれどのように見ておられますか?

**高橋**：港湾構造物について言えば、主要な被害はやはり津波によるもので、地震動による被害は主として宮城県より南にみられています。

**川島**：港湾施設に対して津波というのは非常に大きな影響を与えると思うのですが、津波の影響は従来、港湾構造物にはどのように考慮されてきたのですか?

**高橋**：港湾施設の設計では津波の影響は一般にはあまり考えていないのです。基本的には台風などの波浪とか高潮を主要な外力と考えてきているのです。

高橋重雄 氏

**川島**：どうして、津波が外力として考えられていないのですか?

**高橋**：波浪や高潮が外力として大きい場合がほとんどであったからです。ただし、岩手県のように大津波が頻繁に起る地域では津波の影響も考えられてきたし、津波を防ぐことを目的とした施設も造られてきています。

**川島**：港湾施設という視点からもう少し大きく他の影響も考えると、今回の地震による津波被害についてどのような印象をお持ちですか?

**高橋**：今回の地震では10m以上の津波が500kmにも及ぶ広範囲の海岸線で起こったわけですね。

設定された津波の2倍以上の津波で、私達の想像を絶する津波であったと思います。私達が今までに世界中で見てきた、ありとあらゆる津波被害が起こったと言ってもよいと思います。

**川島**：2004年スマトラ地震で大きな津波が起り、バンダアチェなどでは、道路を伝わって家屋や車両などが津波とともに押し寄せてきたというＴＶ報道を何回も見ていたにもかかわらず、また、日本にも過去に何回も1万人を超す犠牲者が出た津波災害が繰り返し起こっていたにもかかわらず、愚かにも私はこのような激甚な津波災害が日本でも起こるとは思ってもみなかったわけですが、過去の津波災害から学んだ教訓は今回の地震ではどのように生きているのでしょう？

**高橋**：10m以上の波高を持つ津波は今までにも起こっていたのです。たとえば、1993年北海道南西沖地震によって奥尻島の青苗地区では、10m以上の津波で完全に家屋が流されてしまってなにも残っていない状況でした。今回の地震ではそれが北から南まで何百キロという広範囲な地域に生じたことが大きな特徴ですね。波高10ｍ以上で、20ｍを超える津波も生じていました。ただ、10m以上の津波が起こると、被害が壊滅的にな

ることはある程度はわかっていました。

**川島**：港湾施設以外の被害も見て、今回の津波被害の特徴はどのような点だとお考えですか？なぜ、このように大きな被害になったのでしょう?

**高橋**：10m以上の巨大な津波によって、海岸付近だけでなく内陸部まで甚大な被害が発生し、多くの犠牲者が出ています。この地方の沿岸部では木造家屋、特に低層家屋が多いため、これによって浸水被害が大規模に生じています。津波防災施設を含めて多くの社会基盤施設にも甚大な被害が出ています。

### １．５　地盤被害

**川島**：安田先生、関東では大規模に液状化が生じたのですが、被災地の方ではあまり液状化に関して聞かれません。液状化の痕跡が流れてしまったのでしょうか？（参考；写真１）

写真１　浦安市の液状化

**安田**：東北に比較して関東の方が平野が広く、そこの各地が液状化したため、関東の方が液状化被害が目についたのでしょうね。東北の方でも当然、海岸付近や、河川堤防等、液状化しやすいところは液状化しました。

河川堤防については、東北地方でも1000箇所以上で被害を受けましたが、この多くが液状化による被害だと思います。また、皆さんに余り知られていないのですが、鉱さい集積場や農業用ため池も相当被害を受けました。これらの一部の被害は液状化に起因していると考えられます。それから、若松先生がすでに指摘されておられるように、造成宅地ですね。東北から関東にかけて多くの盛土が滑ったり沈下して家屋に甚大な被害を与えましたが、この一部は液状化が原因で発生しています。

**川島**：宮城県北部の江合川、鳴瀬川、吉田川の沿線は日本でも名うての超軟弱地盤で、土木研究所時代に上司から聞いたのですが、昔、この地方には堤防が無かったため、堤防を盛ると翌日には堤防がないんだそうです。盛土が地盤中にめり込んで残っていないのです。また盛ると、翌日には残っていない。これを繰り返してようやく堤防を盛り立てたのだそうです。かろうじてバランスを取っていますから、液状化だろうと軟弱地盤の滑りだろうと、なにかインパクトがあるとすぐ崩れてしまうのだそうです。（参考；写真２）

安田　進 氏

写真２　江合川堤防の被害

これに比較すると、関東の方では東北よりも広範囲に液状化が起こっているのですが、これは東北地方に比較すると、関東の方が地盤の粒度分布が均質だからなのでしょうか？

**安田**：東京湾岸では埋め立て地が多数ありますが、どこから埋め立て土を持ってきたかによって、土質特性が違うのです。今回、大規模に液状化した新木場から千葉にかけての地域では、浦安も含めて海底から浚渫した土で埋め立て、最後に表面には山砂や建設残土を持ってきて盛土しているのです。新しい場所では、浚渫ができなくなってきたため、房総半島から山砂を持ってきて埋めた等、場所によって埋立土の特性が違うのです。したがって、今回、液状化した所の土が最も液状化しやすいというわけではなく、むしろ今回液状化しなかったものの、山砂で埋めたコンビナート等の工場地帯の方が液状化しやすい土が使われている所もあります。

**川島**：安田先生が2011年ニュージーランド地震の調査に行かれて、広範囲に液状化していて、厚く噴砂が堆積していると報告されていますね。今回の東北地方太平洋沖地震による液状化は、ニュージーランド地震よりもさらに大規模であると言って良いのでしょうか?

**安田**：液状化した面積から言えば、今回の地震が間違いなく世界最大ですね。東京湾岸だけでもクライストチャーチで液状化した面積の1.3倍くらいの広さで液状化しています。

**川島**：現在、8学会が協力し、和田先生を委員長とする東日本大震災合同調査報告書編集委員会が設けられ、後世に残すべき被害の正確なアーカイブ作りが進められてますが、この中で、地盤工学会代表の日下部治先生から、コンビナート等、工場地帯の敷地では液状化に関する情報が出てこなくて困っていると言われていたのですが、これはその後うまく調査が進んでいるのでしょうか?

**安田**：地盤工学会だけではうまくいかないため、日本機械学会の方々にもお願いして協力して情報収集しているのですが、日本機械学会の方たちも企業の中に入れて頂けなくて、一部しかわかっていないのです。東京湾岸ではそれほど被害はひどくないようですが、茨城県の海岸地帯に多数あるコンビナートでは液状化による各種の被害が出ているようです。ただし、正確な情報が得られていません。

**川島**：和田先生と話をする時によく出てきますが、関東地方の地震対策の最大の問題は、日本でも名うての軟弱地盤上に東京という大都市圏を造ってしまったことにあります。

　たとえば、浦安の住宅地をお買いになった方たちは立派な宅造地だと考えてお買いになったのだと思います。宅地を購入する際に、重要物件説明がありますが、その中にはＦＬ値等、液状化の危険性が含まれていませんね。車を購入する時には、カタログで性能と価格を比較し、どれを買うかを消費者が決める訳です。性能設計という視点から見れば、性能と価格を示し、国民がこれを見て判断できるようにすべきだと思うのですが。

**和田**：2000年4月に国土交通省が音頭を取って制定した住宅の品質確保促進法(品確法)が施行されています。品確法の中では、品確法を取っていない建物はランク０として、建築基準法通りに造っていて確認が済んでいる建物をランク1、建築基準法より1.25倍丈夫につくった建物はランク２、1.5倍丈夫につくった建物はランク３と表示するようになっています。皆さんが家を買われる際には、品確法のランクを調べるとよいと思います。

**川島**：これが重要物件説明の中に入っているのですか？

**和田**：品確法を取っていなければなにも書いていないのでしょうが、書かれていると思います。品確法のなかで地盤については、地盤や基礎構造がどれだけ丈夫かという評価を説明するのは難しいため、どういう基礎でできていますというように記述すれば良いことなっています。液状化については分かりません。

**安田**：書いてないでしょうね。中・高層の建築物は液状化の検討をすることになっていますが、問題は、戸建て住宅が対象となっている4号建築物が問題なのです。必要な地耐力は示されていても、液状化についてはなにも法律的な縛りがない状況にあります。液状化に対する品質保証のあり方については、いま、国交省の方で検討されていると聞いています。

**川島**：橋梁では、設計に液状化を考え、条件が厳しい場合には流動化の影響も考えるようになっており、今回の地震では液状化や流動化によるわずかな下部構造の傾斜等は生じているかもしれませんが、基本的に大きな被害は起こっていない訳です。大型の構造物に対しては、液状化に対する安全性が担保されるようになってきたのですが、戸建住宅に杭を40ｍも打つというのは普通にはできないわけです。今回、被災した家を直しても、また次の地震で被災する可能性もあります。

　東京湾横断道路はL2地震動が考慮されていますが、当時はまだL2に対する耐震解析法が開発される前で、大口径シールドトンネルや海ほたる等の人工島が将来の地震の際に本当に問題ないのかと懸念しています。液状化によっては地下構造物の中でもパイプラインとか小型構造物が影響を受けやすいので、このあたりが今後の問題ですね。

**安田**：そうですね。あと平面道路も問題です。今回の地震では、液状化によって噴き上げた砂や水で車が動けなくなり、道路で突き上げや陥没が発生したために通行できなくなり、また、道路の沈下により車庫との間に段差ができて車が入れないといった種々の問題が起

こっています。

**川島**：もともと昔は地震災害は天災だとあきらめる対象でしかなかったのです。しかし、あきらめるしかないというのはあまりにも悲し過ぎるということから、各種の耐震対策が取られてきました。しかし、現在でも対応できないレベルの災害がいっぱいある。対応できる災害は全体のほんの一部に過ぎないと言った方が良いかもしれません。試行錯誤の中から、何回も失敗し、長い歴史の結果、現状がある訳です。

現状では、国民から見てどこまでの被害はやむを得ないのか、現状の受忍限度は何かという点が一番重要だと思います。先ほど、超高層ビルの居住性や長大橋の利用者の問題とか、津波でも何万人も亡くなるのはやむを得ないと言えるのか等の話が出ました。道路から砂が噴いて車が通れないという問題もあります。国や企業が対応すべき災害のレベルをどのように考えれば良いでしょう?

**纐纈**：まず、人命だと思います。人命を損なわないことを最優先課題にすべきだと思います。

**川島**：それさえ、現状では確保できていませんからね。

**和田**：そうですよね。

**纐纈**：今回の地震でも首都圏では多数の帰宅困難者が出でました。確かに帰宅困難者が大量に発生したことは大変な問題ですが、これは人命に関わるわけではありませんから、まず、人命に関わる対策が先だと思います。

**川島**：建物や橋梁等では、「中小地震では機能保持、大地震では人命に関わる崩壊防止」が性能目標と言われてきていますが、これはできればそうしたいという目標、技術者の願望なのか､それとも､そうしなければならないというmustなのかが重要です。現状では、大地震時には、倒壊しないように造った構造物が倒壊し、人命が失われるという事例が度々生じています。

地震で犠牲者が出て裁判になった例では、当該構造物の設計、施工が建設当時の法律や技術基準に準拠して間違いないものだったのか、管理等に瑕疵はなかったのかが争点となります。法律や技術基準はこれが作られた当時の技術レベルに基づき正しい技術的判断で作成されていれば、これが不適切と判断された例はありません。人間が神様でない以上、また、技術に進歩がある以上、故意ではなく正しい判断に基づいて、当時の最高の技術集団によって作成された法律や技術基準は否定できないということでしょう。

技術者は法律や技術基準に準拠し、信念と良心に基づき最善の設計、施工をするが、大地震によって設計や施工の前提が覆るような事態で起きると構造物が崩壊する場合があります。「大地震に対して人命に関わる崩壊防止」という目標が達成できないのです。

**高橋**：2万人近い犠牲者が生じたことは大変なことですし、私達は反省しなければならないと思っています。ただし、2004年インド洋津波では20万人、1896年明治三陸地震津波では2万人の犠牲者が出ています。被災地域の広さや人口を考慮してそれらと比較すると今回の津波による犠牲者の数は圧倒的に少ないのです。そういう意味では、防災施設や警報、教育等の対策が徐々に進められてきた結果、ある程度の効果があったと思います。特に避難がある程度功を奏していると思います。

しかしながら、私はいつも言っているのですが、津波災害は地震動災害とは異なり、避難ができるわけです。したがって、死者をゼロにすることができる災害なのです。だからこそ、避難が十分できなかったことを反省しなければならないと思っています。犠牲者を限りなくゼロに近づけるためには、まだまだ努力が足りなかったと思います。

**川島**：犠牲者をゼロにするための努力をすることが重要ですが、それには高いバリアーがあって、容易ではないですね。

**高橋**：容易ではないのですが、いろいろ対処すべき事があった。特に、相当大きな津波を想定していたがそれ以上の巨大な津波が襲った地域がありました。また、小さな津波しか想定していなかった地域に大きな津波が来襲して大きな被害となった地域もあります。結果的に、ハザードマップで想定していた浸水域外で多くの方が犠牲になられており、まず想定外をなくすことが大切です。

**川島**：2011年11月に和田先生が中心になって学術会議主催で30学会が参加し、「巨大災害から生命と国土を護る―30学会からの発信―」というフォーラムが開催されました。私も参加したのですが、各学会からの説明を聞いていて思ったのは、直接、生命に係わる崩壊をさせないためにどうするかということをやっている学会と、たとえば、公園配置をどうするかとか都市計画をどうするかをやっている学会のように、どの局面

の災害を対象とするかには大きなスペクトルの違いがあると思いました。戦争でいったら、最前線で撃ち合っている状態か、銃後の生活向上を考えている状態かほどの違いがあると思いました。

**高橋**：私達は従来既往最大は考えてきましたが、いわゆる最大級の津波を考えてきませんでした。今回の反省を踏まえて、これからは最大級の津波も考えて行こうとしています。津波のレベルとして、頻度の高い津波（レベル1）と最大級の津波（レベル2）の2種類を考えることにしています。レベル1の津波に対しては防災を考え、レベル２の最大級の津波に対しては避難により生命を守るということを考えています。今までのように1つの津波だけだと、防災なのか減災なのかがよくわからない。これからは、いろいろな場合に分けて、防災や減災の目標を明確にして対策していく必要があります。

**川島**：災害の現状はこうしたレベルにあるということを、国民にしっかり伝えていくことが重要だと思います。纐纈先生から地震の予知は難しいとの話がありましたが、地震工学においても、犠牲者を出さないということが難しいことなのだということをはっきり社会に発信していくことが重要だと思います。そこが言えなくて、生活のQualityの問題とごちゃ混ぜになると、話が食い違って来ます。

**安田**：地盤の方では今回の地震では人工造成地盤にしか被害が出ていないのですが、内陸直下地震が起こると斜面崩壊が多発するので犠牲者がどうしても多く出てしまいす。これはなかなか防ぎようがないので頭が痛い問題です。

**和田**：2004年新潟県中越地震の場合に多数生じたし、2008年四川地震でもそうですね。

**纐纈**：高台移転は津波に対しては有効かもしれませんが、かえって斜面災害を助長するという面がありませんか。むしろ、今まで通りの所に住み、5階建て程度の建物を避難用に造っていく方が効果的ではないかと思うのですが。

**和田**：2011年3月末に現地に行きましたが、津波によって低地の村やまちは壊滅しているのですが、車で少し高さのあるところに行くと全く無被害なのですね。この低いところに再び人々が住むのはなんとか止めて欲しいと思いました。海から20ｍ～ 30mの高さの畑を宅地に変えるとか、もともと全体が過疎地ですから、もっと内陸の一関市あたりまで入れば土地はいっぱいあります。猫の額ほどのゼロメーターのところに再度まちをつくるというのはどうかと思うんです。

よく土地を8mとか10mかさ上げするという話がありますが、安田先生、この方法は大丈夫なのでしょうか。

**安田**：いい加減な方法で造ると被害が出るのですが、しっかり締め固めたり、人工材料で補強して造ればよいと思います。現在ではいろいろな造り方がありますから。

**高橋**：三陸沿岸の比較的大きな町の昔の古い地図を見ると、山際の方にしか家はなかったのです。時代とともに、低湿地であったところが開発され、住宅地がどんどん海岸に近づいてきた。土地利用に問題があったと思います。防災を考えた町の計画が重要です。そういう意味で、高台移転というのは重要だと思います。

しかし、皆が沿岸部から引き上げて内陸や高台に住めばよいというのは極論だと思うのです。日本は海の国です。海を利用して生活している人たちが多数います。その方達の生活を考えれば、海の近くにも安全な都市を造ることが日本のためには重要です。そのために、新しい技術を活用すべきだと思うのです。

**和田**：そうですね。

**高橋**：今回見ていると、コンクリートの建物はほとんど残っています。低い建物でなく、高いコンクリートの建物は津波に対して比較的安全であり、復旧・復興も早いと思います。こういうものを含めて、適切に計画すれば、海辺の町はあり得ると思います。

**和田**：幼稚園、小学校、老人ホーム、病院などをすべて海辺に住んでいる人のために用意する必要があるのでしょうか？倉庫とか漁師の方の住まい程度にして、あとはなるべく高台にした方が良いと思うのですが・・・。

**高橋**：今でも多くの方々が高台に住んでいます。海の産業施設は海辺にして、防災施設で護れる所は人に住んで貰えば良いと思うのです。住むのにふさわしい場所であれば、津波から護ることを考えたら良いと思います。交通事故があるからと言って、外出しない人はいません。災害の頻度やその程度、対策の有効性やコストを考えた、適切な危機管理が必要と思います。

**纐纈**：現地に行ってみると、東北地方太平洋沖地震以前でも比較的新しい学校はほとんど高台に造られています。女川などは典型的ですが、病院はもっとも高台に造られているのです。重要な施設は高台に造るべきだと思うのです。これらに比べて、生活の場に対しては完全に防災ということではなく、少なくとも人の命を守るという町造りが可能だと思うのです。

**高橋**：防災が可能なのは比較的頻度の高い津波だけです。今まではそれしか考えていなくて、最大級の津波を考えてこなかったのが問題なのです。最大級の津波に対しては減災という考え方をはっきり出していけば、海辺の町造りは可能だと思います。

**川島**：FEMAが2008年に出した"Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis"というレポートがあります。この中には、青苗の例等、日本の例を多数取り込れながら、逃げる人の動線を考慮してスポーツ施設、ホテルや会議場を効果的に配置し、津波来襲時には、これらを避難施設として利用することが提案されています。最近知ったのですが、日本のある建設会社が、汚染された土やガレキ等を活用して大規模なマウントを作り、その中には備蓄基地、上には数階建ての建物を造り、津波避難施設とすることも提案されています。いろいろなアイデアがあるのです。

**高橋**：高台移転というと、すべて高台に移るという方向に考えがちですが、そうではなく、住民の意見を聞いてやっていくべきだと思います。背後地の重要性を考えると、取るべき対策は変わってくると思います。

**川島**：木曽三川の川沿いの地域では昔は堤防が無くて、輪中堤といって人の住む村のまわりだけに堤防を造って氾濫から身を守っていたのです。輪中堤の中の民家の軒下には木製のボートが吊ってあって、洪水等いざというときには住民はボートに乗って避難するんです。住民がリスクを知っていて、いざという場合には自ら対応するんです。関東地震の際にも、延焼火災が迫った時に、地区住民があらかじめ造っていた防火桶の水を利用して必死に防火活動した結果、その地区は火災から免れたという例があります。地震や津波を含めて、住民側がリスクを知っていて、そのリスクと戦うという姿勢を持っていることが重要です。

和田先生が、寺田寅彦が昭和三陸津波地震の後に「(地震)学者の方では『それはもう10年も20年も前にとうに警告を与えてあるのに、それに注意しないからいけない』というと、罹災者は『20年も前のことなどこのせち辛い世の中でとても覚えていられない』という。これはどちらにも言い分がある。つまり、これが人間界の『現象』なのである」と書いたことを引用されていましたが、リスクを認識していない方たちは何回警告を受けても住民の心に届かないのです。これが次の大災害のリスクを高めるのだと言えます。

**高橋**：田老町は津波堤防で有名な所ですね。田老町では堤防が壊れたから非常に大きな被害となったとよく言われていますが、私は少し違うと思うのです。田老町のこの津波堤防の上に立ったことがあります。この堤防は10mの高さですが、そこから見える山裾に10ｍと15ｍの2本の白い線が引いてあります。下の線は1933年昭和三陸、上の線は1896年明治三陸地震の津波の高さです。

だから、田老町の堤防は昭和三陸地震津波対応の防災施設だということを当時の住民は知っていました。10mを超える津波はあり得るという意識のもとに町の中には避難場所に向かった避難路を確保しています。しかし、だんだん時間とともにそういう意識が弱くなってきていて、高い堤防があるからもう津波に対しては大丈夫だという意識になっていた人がいたのも事実だと思います。また、最初の警報が３mの津波であったことも避難を遅らすことになったのかもしれません。

しかし、多くの住民は避難したから、あれだけの被災者で済んだのだと思います。教育も含めて対応しないと、今回の地震後10年くらいは良いかもしれませんが、100年先というオーダーなると、なかなか住民の避難に対する意識は続かないと思います。

**和田**：数百年に1回レベル２の大津波が来て、すべてが流されたときに、ガレキを片付ける費用を国民の増税で対応したり、復興のために20兆円の国費を投じようとしています。そこに住んでいる人は「覚悟しているからいいのだ」とおっしゃいますが、500年に1回なら、500年間、子供から老人までそれぞれ毎年1万円ずつ貯金しておいて、たまたまその世代が大津波に遭わなかったら、次の世代に引き継ぎ、自分たちでどうにかするから、海辺に住みたいんだと言われるなら、納得できるのですが、「何かあったら、日本中全員にお願いします。私たちは、海辺に住みたいんです」というのはおかしい論理だと思うのです。

**高橋**：確かにそういう面はあるのですが、直下型地震があるかもしれないから東京に住むのはおかしいと言うことと同じで、やはり、国民として広く支援すべき

ではないでしょうか。

**和田**：私は、首都圏は大きくなりすぎですし過密かつ過剰だと思っています。日本人の１/４が集まっているのですから、いざ、被災した場合に誰も助けられない。

**高橋**：被災者だけの問題ではなくて、長期的に考えて、国としてどういう対応を取るかを議論することが重要です。何百年、何千年に1回だから国で負担した方が安いのか、それともそこに住まずに他の場所に移った方が良いのか、経済的合理性をきちんと議論しなければならないと思います。

**川島**：1993年北海道南西沖地震後に北海道の西海岸を海岸線沿いにヘリコプターで飛んだことがあるのです。空から見ると、急峻な山が海に落ち込んでいき、どこまでが山でどこからが海か区別しにくいのですが、その境らしい所に、見えるか見えないか程の道路があるのです。斜面崩壊や波浪、地震等があればひとたまりもない、いかにも頼りない道路ですが、これがこの道路沿いに住んでおられる方たちにとっては、病院とか町に行くための唯一の道なのだろうと思うのです。地震に限らず、年間の平均積雪深が5m以上の地方を豪雪地帯と呼びますが、豪雪地帯は国土面積の52%で、そこに全人口の20%に相当する2,100万人が住んでいるのです。

こうした所に住むしかないのが日本の現実だという所から議論をスタートしないといけないと思うのです。地震に限らず、日本にはいろいろな災害があるんですから。

漁業の人たちに、「海辺に住みたい人には、私たちは災害復旧費を負担したくない」と言ってもダメで、日本人全体が災害と闘っていくという姿勢が要りませんか。

**和田**：それはそうですね。ただ、もう少しだけ言わせていただくと、日本にはいっぱい湾がありますよね。

津波に危険な海沿いの狭いところに分散して住むのではなく、漁師さんには少しまとまって住んで頂いて、この湾には船だけを止めておいて、お魚を捕りに行くときだけその湾に行ってはどうですか。このように言うと、漁師さんは皆「それぞれのところに住んでいなければダメなんです」と言われるのですね。

江戸時代には、豪雪地帯でも、一冬、京都や江戸から隔離されていても住んでいられたのです。現在は車、郵便物、テレビ、インターネット、宅急便等があり、こういう仕組みを使って豪雪地帯や海岸沿いの危険な1本道路しかない所、海沿いの数戸しかない所にも、新鮮な野菜や魚などが運ばれ、人々が住めるようになってきているのですが、これらのすべて人々に都市住民と同じ文明を運ぼうとしている所に無理があると思うのです。

**川島**：和田先生がよく言われるように、海沿いの漁師さんについていえば、都市のサラリーマンは1時間かけて通勤しているのですから、漁師さん達も高台に住んで車で10分くらい通勤されてはどうですかということですよね。海辺に住んでリスクを負うか、高台に移転し通勤するかの選択はご自分でご判断ください、リスクはちゃんとご自分で考えてくださいということですね。

**和田**：そういうことですよね。別に、田舎に住むのをやめろと言っているんではないんです。ただ、「田舎に住んでおられる方達の意見もきちんと聞いて」と言っていると、日本の国力の分散になり、それをやり過ぎると、過剰サービスになってしまいかねないと思うのです。

**高橋**：その方達もリスクも負って住んでくださいということでしょうね。住むということはそういうことだということを住民の方達に理解して頂かなくてはならないと思います。

**纐纈**：自助、共助、公助のバランスだと思うのです。川島先生も言われていましたが、自助はだんだん時代とともに小さくなってきてしまっている点に注意すべきだと思います。今後の教育では、自助を大きくすることが重要だと思うのです。釜石の奇跡と言われていますが、群馬大学の片田敏孝先生が小中学生に津波が来たら自分で判断しなさいと教育されたのですが、これは自助を大きくしなさいと教育されたのです。私はこれが大切だと思います。

**高橋**：私も自助が大切だと思っています。昔と違っているのは、昔は自助しかなかったという点ですね。だんだん技術が進歩して、いろいろなネットワークができ、居住可能範囲が格段に広がってきた訳です。共助や公助があるから、こうした町でも住めるようになっている訳ですから、共助や公助に頼ることをある程度は認めないといけない。「みんな自己責任ですよ」というだけでは社会が成り立たないと思うのです。

### １．６　技術者の使命

**川島**：それでは、次に、技術者の社会的使命という点をご議論頂きたいと思います。女川原発は今回の地震で津波被害を受けなかった訳ですが、女川原発の敷地高さの決定にある技術者の意見が重要な役割を果たしたということを、電力中央研究所の佐藤清さんが日本地震工学会誌に「技術者と経営者の社会的責任」と題して紹介されています。

これによると、当時、電力中央研究所所長の職にあった平井彌之助氏が869年貞観地震津波に言及し、この規模の地震に備えることを強硬に主張され、東北電力の海岸施設研究委員会では平井さんの主張は過剰な対策であるとみる意見が大勢を占めたのですが、東北電力の経営陣は最終的に平井さんの説を採用して、女川原発の敷地高さを決定したと言われています。

佐藤さんがお書きになられた記事を拝見して、技術者の役割は大変重要だということを強く思いました。私たち専門家は言うべきことをきちんと言わないといけないと考えつつ、しかし、大勢の意見は違うという場合に、なかなか自分の信念に基づいて発言しにくいという場合があります。専門家は社会とどのように向き合うべきかという点について、ご議論頂きたいと思います。

**高橋**：平井さんは、最大級を考えるということを実行したと思います。私達はなかなか最大級がわからないのですが、リスクを考えてどこまでの最大級を考えるかを決め、そのシナリオを作り、これを具体的に説明できることが技術者に求められていると思います。

**川島**：構造物の耐震設計では、設計地震動よりも大きな地震力が作用するとか、応答スペクトルレベルで単発の周期領域で設計地震力を超えるのであれば問題ないとか、構造部材側にじん性を見込んでいるから外力が小さくてもよいとかいろいろ言われていますが、実証することはなかなか大変です。まして、地盤については物性のばらつきが大きいわけですから、このあたりが大変だと思うのですが。

**安田**：東京湾岸であれだけ液状化した中で、ちゃんと液状化対策を取っていて被災しなかった所もあるのです。法律的な縛りはないが、危ないと考えて対策をとられた技術者がいる訳で、そうあるべきだと思います。逆に、ハウスメーカーなどで危険性はわかっていながら、安くしようということでそのまま造ってしまった所が、今回の悲劇になっている所もあります。技術者は危険性がわかったときは、それに対して対処しなければいけないのだと感じています。

**川島**：関東学院大学の若松加寿江先生も、液状化が大規模に生じた箇所の直ぐ横では、地盤改良してあったためほとんど問題なかった地点があると言われていました。技術者が自己規制して、組織の流れに竿さす意見は言えないと黙ってしまうことは、社会に対して問題ですね。

**安田**：そうですが、そこを勇気を持ってきちんと発言していくことが技術者には求められるのでしょうね。

**川島**：大学においても、きちんとした技術者の信念や発言が社会の安全性に大きく貢献したということを教育していく必要があります。

**和田**：そうですね。建築の鉄筋コンクリート構造で言えば、十勝沖地震が1968年にあって、1970年に柱にはきちんと帯筋を入れましょうと学会の規準も法律も変わり、1978年の宮城県沖地震のあとで新耐震設計法が使われるようになってというように、基準や規準が改正され改定されてきました。大きな地震が起こると、いつの時代の規準・基準による設計では被害が多く、1981年以降の設計では被害が少ないと言うように、基準・規準が良くなると被害が減るという統計を発表します。ただ、きちんとした構造設計をしてこられた現在80歳過ぎの構造設計者は、「ルールだけに拠って設計してきたのではなく、設計者としてよく考えて設計してきた。ルールの変更時期だけで統計を取るのはよくない。誰が設計したかを評価すべきだ。もっと構造設計者を尊重しなければいけない」と言われています。

神戸で多数の学校を建築された、今90歳くらいの構造設計者がおられますが、兵庫県南部地震で1校も壊していないんです。戦後の貧しい時代にたくさんの学校建築を設計された方のお話です。例えば普通の小学校では、教室の南側には大きな窓があり、ラーメン構造が使われますが、この方の設計では、東西に並ぶ教室と教室の間に体育のマットなどをいれる部屋を設け、南側にも耐震壁を配置して釣合いのとれた構造にします。その方にどうして南面に壁を入れたかと聞くと、「そうするのが一番安くて効果があるから」、「別に哲学があるからやったという訳ではなく、バランスが良いものが良いに決まっている」と言われるのです。

この方は建築の意匠設計者からは少し嫌われていることがあって、意匠設計者の描いた平面図ができると、赤鉛筆で「ここととここに耐震壁を入れる」と決めてしまうのですね。あとはこの指示に従って、皆で仕事を

進めるわけです。

**高橋**：リダンダンシーというか、余裕が必要であると思います。設計を超える外力があることを考えなければならないと思います。壊れても壊滅的な被害とならないよう、特に人命を損なわないようにしておく必要があります。こうした対応は古くから行われており、例えば1959年伊勢湾台風で大きな被害を受けた後、河川堤防は3面張りして、河水が越流しても壊れないように工夫がされています。

**川島**：設計地震力が低すぎるから　変形性能を見込んだ構造耐力に余裕を持たせるという考え方がありますが、これは外力、構造耐力ともに、事実とはひずんだ体系にすることを意味しますから、技術の進歩を阻害します。外力、構造耐力ともに、それぞれができるだけ事実に近い形にして行かなければならないと思います。

従来の地震被害のほとんどは、設計地震力が低すぎる場合に生じています。強震記録が蓄積される前には、大地震時の地震力は今ほど大きいとは考えられていませんでした。歴史的に見ると、過去に地震被害が出る度に設計地震力は小刻みに引き上がられてきています。もっとも、設計地震力を上げると、直ちに既存不適格構造物が生じるため、なるべく地震力は動かさないという配慮がされた時期があることも、実態に比較して設計地震力が小さいままに留め置かれてきた原因です。設計地震力、変形性能を含めた構造耐力は、いずれも、それぞれが実態に近いように決めておくことが重要だと思うのです。

兵庫県南部地震の後に、橋梁の耐震設計に最大2Gのレスポンスを設計に入れたわけです。これは、当時の建設省のトップが、復旧には実際に起った地震を考えないと地元の方達に説明できないと言われたためで、私たちは1990年に導入されたレスポンスで最大1GのL2地震動をタイプI地震動と呼ぶことにし、これに加えてタイプII地震動として兵庫県南部地震で生じた地震動の特性を取り入れた地震動を取り入れた訳です。

兵庫県南部地震では橋梁に激烈な被害が出ましたから、地震後2月頃、建設省が暫定指針を公表する際、記者発表が行われました。多数のマスコミが参加し、道路局長から暫定指針が公表されたわけですが、その時、マスコミから、「暫定指針を使用すると従前に比較してどれだけ橋の建設費が上昇するのか」という質問が出されました。あらかじめ、各種検討がされており、これに基づいて道路局長が「約10%です」と回答すると、マスコミから「エッ！？」という反応がありました。

私は道路局長の後ろに控えていたので、思わず背景の説明をしなければならないかと思い、腰が上がりかけたのですが、それ以上の質問は出ませんでした。この時のマスコミの反応は、「10%程度のコスト増で済むのであれば、なぜもっと早くL2地震動を考慮した設計にしなかったのか？」という趣旨によるものです。

よく「耐震性を上げるとコストが大幅に上がる」と言われますが、どの程度コストが上がるかをよく調べるべきだと思います。建築もそうだと思いますが、橋梁では上部構造は多くの場合、耐震では断面が決まりませんから、下部構造のコストが仮に30％上がっても、上下部構造では10％増程度に収るのです。実際に、仮設も含めて下部構造のコストが30％上がることはまずないと思います。

**高橋**：港湾施設の場合には、10%というレベルでは無いかもしれません。何割か上がるかもしれません。また、コスト以外にも、港湾が守っている背後地において生活しやすいかという問題もありますから、防災施設で守るだけでなく、他の方策との組み合わせが必要になると思います。

**纐纈**：最大級の地震動として応答2Gで本当に大丈夫なのかという点は、実は科学からは何も保証できないのです。これは本当に技術者の方に決めて頂かなければならないのですが、ある意味でこれは主観的に決めるということですね。それで大丈夫なのかいう点を期待を込めてお聞きしたいのですが。

**川島**：橋梁の耐震設計に使われているL2地震動は既往最大地震動で、最大級の地震動ではありません。$M$ 8を大幅に越す巨大地震直上の地震動をL3として定義すべきだとの意見がありますが、これはまだ実現していません。ただ、やろうと思えば距離減衰式から推定は可能だと思っています。キャパシティーデザインでは、構造部材の非線形性に階層化を設け、塑性化が最も著しい部材に変形性能を与えることにより、強震動下での崩壊を防止しようとしています。

ただ、逆に私からお聞きしますが、理学ではその時点までに起こった事象だけしか見ないのですか?　国民の生命と財産を護るためにどういう貢献をするかという視点で、現在の科学の持っている事象とそのばらつきを見ながら、総合判断するという割り切りはないのでしょうか。

**纐纈**：地震学には統計学が成り立つほどのデータの蓄積が無いのです。また、総合判断するということ

は科学の範疇を超えていますので、エンジニアリングジャッジ等で決めて頂かなければならないと考えています。 たとえば、平井彌之助先生は過去の何かを見て、津波高さを提案されたのでしょうか?

**川島**：貞観地震津波を研究して、この規模の津波に備えるべきだと提案されたと伺っています。

**纐纈**：貞観地震では福島第一等、南の方ではそれほど大きな津波は来ていなくて、10m程度なのですが、今回の地震では15m来ているわけです。そうであるのに、15mに備えなさいということは、なかなか言えない。

**川島**：それは違う点ですね。今まで知られていないことですね。経験していないことが起こったことですから。

**纐纈**：まさに、今回の地震のかなりの部分は過去に経験していないことですし、南海トラフ沿いの最大規模の地震も誰も経験していないことです。その上、沖縄までずっと割れてしまって、もっと大変な地震になるかもしれません。誰もそのことを否定できないのです。

**川島**：それはそうかもしれません。それまでの地震動に比較して兵庫県南部地震による地震動は激烈なものであった訳ですから、私たちは兵庫県南部地震による地震動までの対応を確実にしたということです。しかし、誰も経験したことのない内陸直下型大地震の地震動に対する対応は、まだ今後の問題として残っています。

**纐纈**：最大級を想定するということはそういうことじゃないかと、私自身は思っています。

**和田**：ただ、建っている物を横にしても1Gですから、2Gというのは相当大きな値だなあと、構造技術者は思うでしょうね。ただ、瞬間的に3Gの地震応答が生じたから、構造物が吹っ飛ぶわけではありませんからね。

## 2．次の巨大災害への備えは?

**川島**：それでは、次に将来の南海トラフ沿いの巨大地震について、話題を移していきたいと思います。纐纈先生、まず、この地震の背景について地震学の立場からご紹介頂けませんか。

**纐纈**：規模からいえば東北地方太平洋沖地震と同規模の地震が南の方で起きないと誰も言えないため、これを考えようということです。その上で、なにが違うかというと、震源域が陸に近いという点ですね。東北地方太平洋沖地震では、震源域が沖合でしたから、地震動に関しては助かった面があったのですが、これがなくなってしまうということです。津波が襲来する時間も短くなりますから、避難その他で大変厳しい面があります。

**川島**：首都直下地震の発生の可能性はどうなんでしょうか？この前は1855年安政江戸地震ですか？

**纐纈**：正直に申し上げると、首都直下地震のことはよくわかっていないのです。しかし、起こり得るし、起こった場合には影響がものすごく甚大だから考えましょうということになっているのです。安政江戸地震は過去の候補のひとつですが、次の首都圏直下の地震が安政江戸地震とイコールかどうかということは誰にもわからないのです。

**川島**：南海トラフ沿いの巨大地震の前というと、1707年宝永地震になるのでしょうか?

**纐纈**：*M* 9タイプであれば、宝永地震というのが1700年代に起こっていますが、これも今のところ*M* 8.6とか*M* 8.7と言われているのです。将来の地震では、それが*M* 9.0になるか、*M* 9.1になるか、それともももっと大きくなるかは誰もわからないのです。先ほども議論がありましたが、最大級の地震を想定するということは、こういうことなのです。

**川島**：南海トラフ沿いの巨大地震は震源域が内陸まで及んでいるということから、地震動が大きくなってくると予想されます。纐纈先生が長周期地震動の計算をされておられました。場所によっては非常に大きな速度応答スペクトルが求められていましたが。

**纐纈**：あれは南海単独と東海・東南海単独のそれぞれに対して計算しただけですから、3つが同時に西から連続して割れてきてディレクティビティーが効いてくると、首都圏はかなり大変なことになると思います。

**川島**：首都圏に対する影響はどうでしょうか？

**纐纈**：もし、東海で破壊が止まれば、短周期レベルの地震動はそれほど強くないかもしれませんが、長周期

地震動については、南海トラフは日本海溝に比べて付加体という表面波を伝えやすい部分がありますから、東北地方太平洋沖地震とは比較にならないほど、強いものになる可能性があります。

**和田**：地震学の先生にどんな地震がいつ起こるのですかとか、どこに起こるのですかとねだってはいけないと思うのです。1カ月以内に地震が起こるとかといった予知は我々には必要ではなくて、起こるとするとどのような地震になりそうかということを、学問に基づいて正直に言っていただくのが重要だと思います。あとは、構造技術者、構造設計者の側で考えて、目の前にある危機に対処するように、設計していかねばならないと思います。

**纐纈**：「いつ」については、兵庫県南部地震以降、あきらめたのです。地震の規模と場所は予測できるでしょうと考えていたのですが、今回の地震ではそうじゃなかったということが、今、地震学者が非常にしおれている原因です。規模と場所は最大級の地震動とか最大級の津波を想定することに大きな影響を与えますから、科学的に最大級をいうことは現状では困難であると言っている訳です。

**川島**：つい、纐纈先生に伺ってしまったのですが、地震に対する日本の防災力の強化は地震がいつ起こるかという短期的な視点ではなく、必ず将来起こるわけですから、ロングスパンで着実に対応していくことしかできないということだと思います。

次の首都圏直下の地震では火災が大問題ですね。東北地方太平洋沖地震では、東京消防庁管内で34件の出火があったと報告されています。首都圏では大した振動ではなかったにもかかわらず,これだけの出火があったことは、恐るべきことです。家屋が倒壊しなくても、電気ストーブや観賞魚用ヒーターの転倒、転倒した棚によるガステーブルの発火等、いろいろな原因があるようです。首都圏には、いろいろな原因の発火が考えられるのです。懸念されている首都圏直下の地震が起これば、必ず火災が起こると考えるべきだと思います。

関東大震災以降、大規模な延焼火災を伴う地震が起こっていないことから、火災の脅威が忘れられがちになっていますが、津波のように沿岸部だけでなく、より広範囲に甚大な被害を生じます。関東地震当時と異なり、現在は道路は車であふれています。兵庫県南部地震では4車線道路であれば延焼遮断効果があったと言われていますが、渋滞している場合には、4車線道路で火災の延焼が止まるかが問題です。首都圏では延焼遮断ができない可能性があり、こうなると、首都圏の大半を焼き尽くさないと、鎮火しないといった恐ろしいことになる可能性があります。火災が生じると、大規模な火災旋風を招き、火勢を強め、遠方まで飛火します。（参考；写真３）

写真３　火災旋風で巻き上げられる避難民（被服廠跡、1923年関東大震災、東京都震災記念館）

また、内陸に断層が入ってくると、怖いのは断層変位です。最近でも、1999年台湾・集集地震、1999年トルコ・コジャエリ地震とボル地震で断層変位による被害が生じています。横ずれよりも縦ずれの方が構造的対処は困難だと考えられます。集集地震のように9mもの縦ずれが起こると、構造的対応はまずできません。

**安田**：断層による被害も行政側で少しずつ考え始めようという機運になってきています。例えば、東京都防災会議による最新の被害想定では立川断層帯で地震が発生した場合の被害について検討しています。断層直近には建物を造るなという自治体も出てきていると聞いています。

**和田**：1930年北伊豆地震による丹那断層が東海道線のために建設中だった丹那トンネルを直撃したのですね。今の新幹線だって丹那断層を横切っている訳ですから、断層直撃を受けるとどうなるかですね。

**川島**：建築物のように点の施設は逃げようがあるのですが、鉄道や道路等の線状の施設では断層を逃げようがないんですね。今回の東北地方太平洋沖地震では、新幹線の早期検知システムがうまく機能して、走行中であった新幹線のスピードダウンに有効だったのですが、直下型地震の場合の対応は難しいと言われています。

**安田**：鉄道は難しいでしょうが、ライフライン施設ではこれを考慮して設計しようという動きが出てきています。

**和田**：兵庫県南部地震では新幹線が多くの場所で厳しい被害を受けました。JRのOBである宇都宮大学におられた阿部英彦先生が、この地震のあとのシンポジウムで、「新幹線に乗るときに、駅で保険を買って頂き、万一の際にはこれで保証するしかできない。大地震時に人を殺さない新幹線はできません」と言われていましたが、こうしかできないかもしれません。

**川島**：2004年新潟県中越地震で、上越新幹線がトンネルから高架部に抜けたところで脱線したのですが、転覆せずに済み、幸い死傷者を出さずに済みました。それ以降、鉄道では脱輪しにくいレール構造等の研究が進んでいますが、歩いていても事故に遭う可能性があるわけですから、どこでもリスクゼロという訳ではないですよね。

飛行機に乗るとシートベルトをしなさいと言われますが、あれは乱気流等に対して有効であっても、墜落すれば御巣鷹山の事故を見るまでもなく、役立たないわけです。私は、「シートベルトを締めましょう」と言うのは、「死というリスクがあるということを認識してください」と乗客に伝えるための儀式だと思うのです。

断層は鉄道にとって究極の避けにくいリスクで、もし、それがお嫌でしたら、歩く等の選択肢を取ってくださいとお願いするしかないと思うのです。利便性には必ずリスクが伴うことを認識することが重要です。だから、新幹線でも、乗客の皆さんに交通保険をお買いいただくと同時に、危険性に対する意識を持って頂くために「乗客の皆様、やがて当新幹線は富士川断層にさしかかりますから、シートベルトをしっかりお閉めください」といったアナウンスを流すことも考えられます。

**和田**：そうですね、別に嫌がっている人を無理に乗せているわけではありませんからね。

**高橋**：新たに考えられている最大級の南海トラフ沿いの巨大地震想定では、*M* 9.1と規模が大きいだけでなく、エネルギーを集中させており、従来考えていた津波の2倍くらいの高さになるところが出てきます。そのため、「どういう対策も取れない」という意見が出ている地区があるほどです。ただし、それだけで終わっていたら、津波が来たら逃げるしかないということになるため、可能な減災対策を考えていく必要があると思います。

**川島**：いま考え得る最大級を想定し、これに安全率を考えて、これに対して可能な手段を総動員していくことが重要ですね。最大級の津波に耐えられなくても、多重バリアーを用意して、津波の浸水を遅延させることが重要でしょうか。

**高橋**：命を守ることが一番重要です。命を守るために、避難場所をどうするか、避難ビルをどうするかを考えなければならない。その後、そこからどれだけ減災するかを考えなければならない。被害の小さいところは復旧、復興が非常に早いのです。減災するということを念頭に対策を取ることを考えないと、有効な手段にならないのですよ。あきらめるか、守るかのいずれかだけじゃないと思うのです。

**川島**：Hの波高の津波に対してH/2の高さの防波堤を造ると、どれだけ津波進入の遅延効果やエネルギー吸収効果があるのか、また、この堤防を複数造るとどのように効果があるのかという研究は進んでいるのですか?

**高橋**：それは比較的簡単に計算できると思います。多重防御すると、浸水域や浸水高をどの位減らせるかを求めることができます。いまは津波高が30m以上と言われているところがあります、また、今まで12mと言われていた所がいまは24mといわれている所があります。だから、最大級をどの津波にするか、また、その対策を具体的にどうするかという点が重要なのです。

**川島**：30mという津波高さは計算値のままなのですか？それとも、安全率がかかっているのですか?

**高橋**：安全率はかかっていませんが、もともと津波の設定の所に余裕が見込まれているのかもしれません。

**纐纈**：南海トラフの沈み込み帯では最もトラフに近い所で断層すべりが起きたという証拠はないのですが、東北地方太平洋沖地震の教訓から、そこでも断層すべりが起こると仮定されているのです。前に述べたように、海溝やトラフに近い浅いところで断層すべりが起こると、非常に大きな津波が発生してしまいます。

**高橋**：トラフに近いところですべりの大きな断層を設定すると、津波高さはかなり高くなりますが、こうした仮定がすべてのトラフで本当に正しいのかに関して、

大きな議論があるのです。今回の東北の地震でも、津波が右から来たり、左から来たりした場所があります。津波の計算技術は比較的簡単なのですが、どのように震源を設定するかが一番難しいことです。

**纐纈**：そうなんです。地震動の計算もものすごく進んだのですが、震源モデルをどうするかが一番の問題なのです。

**高橋**：震源域の設定にどの程度の安全率が見込まれているかが問題なのです。今回の南海トラフ沿いの地震による津波想定では、津波に対してある程度安全率が見込まれているのではないでしょうか。1854年安政南海地震による津波に対して波高はところによって倍くらいになっています。

**川島**：大都市は軟弱地盤上にできているし、海岸線沿いには膨大な町が張り付いています。国としてみた場合の土地利用計画がないためです。津波対策については、どういう基本方策で対応を進めていくべきでしょうか?

**高橋**：高台移転と適正な港町の再生をすべきだと思います。スプロール化して防潮堤のすぐ背後まで人が住んでいるという状態は危険なことです。本当に危険な所は計算すれば出ます。

”耐震設計”や”耐震補強”はあるのですが、”耐津波補強”はないですよね。私はこれを考えていくべきだと思います。建物を津波に対して強い設計にすることは可能だと思います。高層ビルは津波に対してきわめて強いのです。1階が浸水しても上の階は残りますから、早い復旧・復興が可能になります。十分、津波に対しても沿岸域の都市は生き残れると思います。いまは、沿岸域には低層建物が並んでいて、高い建物がほとんどありません。これは本当に危険なことだと思います。（参考；写真４）

写真４　陸前高田のアパート、津波によって4階まで浸水しているが建物は残っている

**川島**：人口が1,000人とか、1万人とか人口規模に応じて、どのような方策の組み合わせで津波に備えるのがよいかという点は検討されているのですか。

**高橋**：今回の地震の教訓でそういう計画はいろいろ描かれています。しかし、これは個々の町の計画ですから、私達はリコメンデーションはできますが、判断はそこに住んでおられる人達がされなければならないです。どれだけ国や地方公共団体が助言できるかが重要ですね。

**安田**：今回、下水処理場が津波により甚大な被害を受けました。処理場の建物の壁もぶち破られていて、下水処理場に対して津波対策をどうするかが問題となっています。

**高橋**：下水だけでなく、巨大な津波を受けるとライフラインがほぼ全滅するのです。インド洋津波地震でもライフラインが大被害を受けている。ライフライン全体としてどのような被害が生じ、どのようなリカバリーをすべきかをまず考えるべきですね。潮水が入るので下水が一番大きな問題です。

**川島**：水使用の面では下水が一番川下にありますから、水道が使用できると、市民の皆さんはどんどん水を流す。そうすると、壊滅状態の下水処理場では対応できなくなって、最後は生放流しかなくなる。私たちも下水処理場の被害調査に伺った際、処理場の方達は大変困っておられました。一般の方達はなかなかこうしたことにご理解頂けない。

**高橋**：鉄道、道路、橋梁、ライフラインはいずれも巨大な津波で大きな被害を受けていて、沿岸部の巨大津波災害では、町全体が被害を受けると考えなければならないのです。

**川島**：従来、津波対策をやってきていませんからね。沿岸部の町並は抜本的に作り直しになるのですか。

**高橋**：これは誤解があるのかもしれませんが、岩手県、高知県、和歌山県等、津波が頻繁にある所では住民の意識が非常に高いのです。だから、今回の地震で、岩手県では、過去の津波災害に比較して犠牲者は少な

かったのです。しかし、対策が十分行われてきたかというと、今までの対策は実質的にL1津波までで、L2津波まではできていないのです。こうしたことまで考慮して対策しようとすると、大変な費用が必要になるのです。

**川島**：L1津波というのは、どの程度の頻度のイメージを考えられているのですか?

**高橋**：50年とか150年程度の再現期間です。歴史的に頻繁に繰り返している津波です。こういうレベルの津波に対してできるだけ被害を受けないようにすべきだと思います。

**川島**：地震動でいうL1は、従来の震度法の中で使われてきた震度0.2相当と考えられていますから、地盤面では0.1でしょう。とすると、地域によって変わるのですが、首都圏では再現期間は50年よりももっと短いですね。L2津波は最大級ということですから、既往最大を考えている我々のL2地震動よりも大きなものです。災害ごとにL1やL2のイメージが異なるのですが、重要なことは性能目標に応じた外力の設定が重要です。

**高橋**：性能目標を私たちが提示できる技術力を持つことが重要です。「こういう津波が来た場合には、おおよそこういう災害が起こりますよ」、「こういう災害が起きた場合には、こういう復興が必要ですよ」というシナリオと対策を提示することが必要になります。BCPと言われていますが。防災では災害が起こる前のことだけを考えていれば良いのですが、減災では災害が起こってからの技術力が求められるのです。非常に複雑になってきていますし、やるべきことが数多くあると思います。

**川島**：最近、Resilienceという言葉がよく使われるようになってきました。もともとは、しなやかさとか粘り強いという意味ですが、我々は英語が母国語ではないため、こうした新しい用語の利用についてはどうしても米国の後追いになりがちです。我が国でも、国土強靱化基本法なども話題になってきました。どういうことに着目して、我々は考えていくべきなのでしょうか?

**高橋**：Resilientという言葉を私が最初に聞いたのは、2005年ハリケーンカトリーナの後でした。当時から、私達は”粘り強い”という表現を使っていたのですが、米国人から、”粘り強い”という言葉にぴったり相当する英語は無いが、Resilientという表現はどうかと云われました。彼らのResilient はばねのように戻るという意味で、粘り強いということに相当するのかもしれません。

しかし、彼らが言っているResilientは最初から復旧、復興も含めたことを言っているのです。復旧、復興も含めて総合的にやるというのがResilientな町造りになると言うのです。東北地方太平洋沖地震は、復旧、復興がなかなか進まないのはResilientではないからです。

**川島**：戦後、多数のインフラを造ってきましたが、従来は造ることに全力投球で、インフラが使命を終えるまでのライフタイムにわたって考えて造ることが重要だと言われ始めたのは、この10年から20年ですよね。このなかには災害も含めて、最初の段階から、被害を発見しやすいとか、直しやすい、撤去しやすいとかを含めて考えていくことが重要です。

**高橋**：何度も申し上げますが、シナリオの作成など、そうした検討をあらかじめしておくということが重要です。このような巨大地震が起こったときに、どのようなことが起こり、復旧、復興には何が必要かということまで含んで、ボトルネックをつぶしていくという作業が大切で、それがレジリアントな社会を創ることになるのです。

**川島**：高橋さんは、最近、ハリケーンサンディの被害調査に行かれたそうですが、どのような印象でしょうか。

**高橋**：先週にニューヨーク等に調査に行ったのですが、都市の水災害は影響が大きいということを感じました。5兆円規模の災害といわれていますが、地下構造物に大きな被害を起こしました。東北地方太平洋沖地震の被害は20兆円と言われていますが、これに匹敵するほどの被害だと思います。100年確率の高潮はニューヨーク・ニュージャージー港では11フィートでしたが、今回は港で13フィートだったそうで、2フィート足りなかったことから、大きな被害が出たと考えられています。

高潮としては2m程度で東京湾でも充分あり得ます。東京湾はかなり高潮に対しては護られていますが、ニューヨークは今まで経験がないので、それほど護られていないのです。将来の高潮対策について、被害を受けてから皆が考え始めているのです。

**川島**：東京でも、江東３区では、今までも地震動や火災、津波、液状化などに対するリスクの高さが繰り返し指摘され、災害を受けてから対策をするのでは遅いのですが、実態はそう変わっていかない。これには、国民の理解の問題や予算の問題もありますが、今から造り変えようとしても成熟した都市の中では予算の使途が多方面にまたがり、なかなか社会資本に回っていかないという時代に入っています。

**高橋**：やはり都市の防災はとても重要だと思いました。都市は経済活動も高いし、人も多く住んでいますから脆弱です。2005年ハリケーンカトリーナの時は、ニューオリンズに大被害が生じましたが、ニューヨークとは都市の規模が違いますからね。

### ３．専門家はどのように国民と向き合うべきか？

**川島**：2009年イタリア・ラクイラ地震の判決は専門家はどのように一般市民と向き合うべきかを考える上で重要だということから国際的に反響を呼んでいます。次にこの件について、ご議論頂きたいと思います。

あらすじについては皆さんご存知と思いますが、原告側の住民の申し立ては、専門家が地震予知に失敗したことを責めているのではなく、専門家が充分な情報を住民に提供しなかった結果、少なくとも29人の親族が亡くなったことにあるようです。第一審では、過失致死罪により訴えられた7人全員に6年の実刑と公職の永久追放という厳しい判決が申し渡されています。我々にとって重要な点は、専門家は一般市民にどのように説明していくべきかという点だと思います。

纐纈先生は地震に関していろいろな意見を求められることが多いと思いますが、この判決に関してどのようにお考えになりましたか？

**纐纈**：この事件に関しては、科学者が直接、情報発信をしたというわけではなく、川島先生の日本地震工学会長としての声明に示されているように、行政が民間予知情報によるパニックを避けるため、ある意味、科学者を利用したという面が強く、私は行政には責任があると思いますが、科学者自体には、責任はないと思っています。

私自身の問題で言えば、先ほどの最大級の問題と係わるのですが、経験していないことに対しての意見を求められるのですね。これに対しては、わからないものはわからないと言うしかないと思っています。こう答えることは、私自身、非常に忸怩たるものがあるし、おまえは責任を果たしていないと言われることもありますが、やはりこう答えるしかないと思っています。

**川島**：マスコミから問い合わせがあった場合、「わからない」と言うと、非常にネガティブな形で報道されたりするため、ついつい言ってしまうと、それが自分の発言とは違う形で報道されるという経験を少なからずしています。

話をする場合いつも思うのですが、専門家と国民との共通言語がほとんどないため、意図が伝わらないのです。地震学については、アスペリティといった表現もマスコミが使うようになっていて進んでいると思うのですが、地震工学に関しては、例えば、最大加速度、ガル、卓越周期、固有周期、減衰定数、非線形応答、じん性率といっても、あまり皆さんおわかりにならないでしょうし、応答スペクトルは工学では非常に重要ですが、これはほとんどの方がおわかりにならず、マスコミも使いません。

気象庁震度は最も国民に知られていますが、私は気象庁震度はいい加減なパラメータだと思っていますが、もっと重要なことは、地震動強度を表す用語として”気象庁震度”しか使われないため、国民の知識がそこからちっとも進まないという点で、この点において、気象庁震度の罪は大きいと思うのです。

本来なら、応答スペクトルを使って、地盤の震動と構造物の震動はどのように違うのか、構造物の震動に地盤条件はどのように影響するのか、減衰の確保はなぜ重要か等の情報は是非必要なのですが、これがちっともマスコミに取り上げられないし、国民に伝わらない。最近、本屋で立ち読みしてみると、経済の雑誌には、先物取引とかデリバティブ、レバレッジといった専門用語が使われています。これに比較して、地震工学分野では国民との共通言語があまりにも少なくて、専門家と国民との意思疎通を阻害していると思うのです。

**纐纈**：おっしゃる通りだと思います。先ほど申し上げたことを言い換えますと、何がわかっていて何がわかっていないのかということをクリアに、一般の方にもわかるように言わなければならないのですが、その時に、いま川島先生がおっしゃたようなことが、大きな障害としてあると思います。

**川島**：構造物が非線形になると言っても、非線形とは何か、じん性とは何かということになると、そこで完全に国民には伝わらなくなってしまう。大地震の際に杭にクラックが入ってよいのかという質問に対して、クラック程度であれば、杭の曲げ耐力低下に影響が無い

ため、L2地震動を対象とした耐震設計ではこれを許容しているということがなかなか伝えられない。マスコミはそういう表現は国民にはわからないと、はじめからシャットアウトしてしまう。

地震工学の専門用語は、中学や高校の理科の教科書ももっと含めて教える必要があると思います。例えば、共振などは、音叉を学ぶところで、建物の振動と地盤の振動にも当てはまると教えれば、学生は容易に理解できますよね。こういったことが必要ではないでしょうか。

**安田**：地盤の良し悪しで被害が発生するか否か違ってくることが多いのですが、地盤条件に関する情報開示が不十分なことも問題です。今回の地震でも砂利を掘削したり、砂鉄を掘って砂で埋め戻した所が液状化して甚大な被害を起こしているのですが、住民の方々は地盤条件をご存知ないのです。自治体で造成履歴の調査をしても、下手にその地盤が悪いということになると土地価格にも影響するとの考えで公表に消極的な所もあります。被害が出てからでは遅いので積極的に調査して公表すべきだと思います。

**川島**：一般の方々は地盤条件地図が自分の土地の価格の上がり下がりという問題に留まらず、回り回ってご自分達の安全に大きく影響するということをご存じないからですね。

**安田**：ただ、今回の地震でわかったことは、液状化に対するハザードマップは公共構造物よりは戸建て住宅の安全性に役立つ情報であり、住宅の安全性に焦点を当てたマップを真剣に作るようにして、一般市民の方々の役に立つデータを提供していかなければならないということですね。

**川島**：関東学院大学の若松先生が、国際標準規格に基づく全国の250mメッシュの地形・地盤分類データをまとめておられますよね。国として基本的な情報で、本来、国家事業だと思うのですが。

**安田**：そうですね。国土地理院で全国の地形図を作成しているのと同様に、地盤図も国の機関でちゃんと作成・管理していくことが望まれますね。

**川島**：雑誌ニュートンは面白い情報を提供していますが、地震学分野の記事がほとんどで、地震工学分野の記事はほとんどでないのです。地震学は新しい発見を追求して、例えば、纐纈先生が新しい断層メカニズムを見つけると、それが興味深い情報として国民に伝わっていくのですが、地震工学は内向きに閉じているのか、私達があまり発言しないのか、書くと危険だということで、書けないのか、あまり国民に伝わる情報が無いのです。

**安田**：公共構造物の耐震設計は専門家に任せているので、一般市民は地震工学にあまり関心がないのでしょうね。今回、液状化や造成宅地の変状により戸建住宅が大量に被害を受けて、やっと市民の方も地震工学の重要性に目覚めたというところがありますね。

**纐纈**：地震学もたとえば天文学に比べると結構厳しいのです。天文学はサイエンスとしてのロマンを語っていればいい所があって、我々から言えば気楽な商売だなあと思うのですが、地震学は人の生死に関わるため、どうしても暗い面が出てきてしまいますから。地震工学は、さらに暗い面が出てしまうのでしょうね。

**川島**：そうですね。でも地震工学は地震が起こると一番命に関係する分野ですよね。もっと関心を持ってもらってもいいと思うのですが。

**纐纈**：週刊誌等は、地震の話題が載るとたくさん売れると聞きますから、もっと地震工学的な話題が取り上げられれば、それで読者を獲得できると思うのに、現実はあまり取り上げられていない。

**高橋**：東北地方太平洋沖地震の前に比べれば、かなり社会の関心が高まり、理解も進みつつあると思います。重要なのは誰にわかってもらうかで、防災知識・情報は、老人や子供達のレベルまでいかないといけない。これは大変難しことですね。防災教育が重要であって、大学の先生が教える立場になる人たちをきちんと教えなければならないと思います。防災教育を学校のカリキュラムに組み込むことが重要ですね。そのとき、私達技術者がどれだけわかりやすい素材を提供するかが重要です。また、自分たちの町でどのような事態になるのかを具体的に知っていただくことも大切です。

**和田**：土木学会は漫画で分かり易い本を出していますよね。

**川島**：そうなんです。土木学会では「土木の絵本」というシリーズで、明治期に日本の鉄道を作り上げた井上勝、琵琶湖疎水を造り上げた田辺朔郎等5人の土木技術者の努力を示した「近代土木の夜明け―日本人技

術者の努力と自立―」や、鉄道建設に貢献した英国人モレル、札幌農学校で優秀な若手の教育に貢献したクラーク等を紹介した「お雇い外国人とよばれた人たち―異国に捧げた技術と情熱―」等、大変一般の方達にわかりやすい書籍を出版しています。こういう本をもっと社会に向かって出していくことが重要ですね。

**安田**：地学を高校でほとんど教えなくなっていることも問題です。

**高橋**：強制的にでもカリキュラムを作って学校で教えれば、ベースの知識として国民に伝わるのだと思うのです。いくら１回500人の講習会をやっても、数が知れていますから。

**纐纈**：いま、文科省も防災教育を検討している所ですが、理科教育や地学教育では人の命は救えないと思うのです。たとえば、津波の際にどう判断してどう逃げるべきかということは、理科教育や地学教育では教えられないからです。

**川島**：地震学と地震工学の違いは、地震学の先生方は地震のメカニズムとか、一般向けの本を多数書いておられますね。地震工学の分野では一般向けの本がほとんど書かれていないのです。本をちゃんと出すことが重要ですね。

**纐纈**：地震工学分野の知識を得たいという一般の方は多数いると思います。わかりやすく書いて頂くとよいですよね。

## ４．最後に一言

**川島**：それでは、予定した時間が過ぎようとしていますので、この辺で座談会を終えたいと思いますが、最後に出席者の皆様から一言ずつ、日本地震工学会会員へのメッセージを頂きたいと思います。

**安田**：地震が起こる度に違った地盤災害が起こるため、今後も何が起こるかわからないと思っています。地形・地質が各地で大きく異なり、種々のタイプの人工地盤が多く造られ、また、自然地盤も風化が進んできているためです。

東北地方太平洋沖地震では、予想していなかった被害がいろいろ起きました。継続時間が長かったし、15時15分頃の余震が非常に大きな影響を与えたためです。このため、南海トラフ沿いの巨大地震では、本震後の継続時間の長さとともに、引き続き発生する大きな余震によってどのような被害が生じるかが大きなテーマになってきています。

また、人工的に造った地盤が弱いということが今回の地震で痛いほどわかってきました。1946年昭和南海地震の際には遠い所では米子まで液状化が生じていますので、大変広い範囲で液状化の被害を心配しなければなりません。この範囲内には瀬戸内海とか、大阪湾、伊勢湾のように戦後に埋め立てたり人工地盤を造ったところが多数ありますから、将来の南海トラフ沿いの巨大地震の際には特に注意すべきだと思います。また、海岸線では、今回の地震では広範囲に沈降しましたし、1999年トルコ・コジャエリ地震では海岸付近の地盤が海に向かって滑った地区もありました。1498年明応地震では焼津で海岸付近の地盤が滑ったらしい記録もあり、このように今まで思ってもいない被害が生じる可能性があると考えています。

首都圏直下の地震では、地震動が非常に強いと予想されますので、液状化に慣性力が加わって東日本大震災による液状化被害と違った被害が生じる可能性があると思っています。

**高橋**：津波と地震とは違うのです。津波はこれが襲来するまでに時間があるため、避難ができるということです。だから、私達は津波による犠牲者をゼロにすることが可能だと考えているのです。そのためには、適切な警報が重要です。過去の津波警報では津波高さが過大予測されていたと住民が思うと、次からは警報よりも津波高さは低いだろうという予断が出てしまうのです。

このためには、5mと予測したら5mの津波になるようなできるだけ正確な津波予測システムが重要です。そうしないと、東北地方太平洋沖地震のあと、しばらくは、皆さん避難するかもしれませんが、やがて、避難しなくても良いのではと考え出すと思うのです。

津波は外洋で測れるのです。5分前でも10分前でも、避難できると思うのです。外洋で測ることも含めて、津波の予測技術を開発したいと考えています。

**和田**：研究が進んで、ちょうど5mと予測して5mの津波が来る時代が来るのか。当分は、オーバーに言っておいて10回ほどは逃げなくても良いのに、多くの人が避難することがあっても、文句を言わない。そのかわり、本当に大きな津波の時にきちんと助かる方がよいと思う。今、原子力発電所の稼働と活断層のことが話題になっていますが、過去40万年以内に滑った断層が近いうちに滑るかもしれないし、原子力発電所が日本に無

くなった1000年後に滑るかもしれません。このようなことをぴったり予測させようというプレッシャーを地震学の先生方に与えてはいけないと思うのです。多くの安全すぎる無駄をして初めて、安全は確保できるのだと思っています。

2011年秋にイギリスの多くの橋を見てきました。イギリスでは産業革命の後にもろい錬鉄を用いた鉄橋、座屈理論が確立する前につくられた大きな鉄橋が多数崩壊して、このような災害を糧に技術は進歩してきたため、最近では橋が落ちることはほとんど無くなってきたと言えます。17世紀にロンドンで大火があったのですが､この後､ロンドンを燃えない町にするためには一朝一夕にはいかなかったのだという話を聞いたのですが、このようにして外壁を燃えない構造でつくったお陰で、第2次世界大戦ではドイツの空爆を受けても大火にならずに済んだのです。

日本では江戸時代、関東大震災、第2次世界大戦であれだけ燃えましたが、いまだに木造密集地を抱えたままになっています。災害を敵のように考えず、自然に親しみつつ生きていくのが日本人の生き方だなどと言いますが、ニュートンを生んだイギリスやドイツやフランスでは、大きな災害を防ごうとする真剣な努力があり、それに見合った町や橋のつくり方をしています。これに比較して、日本は災害をなくそうとする態度に少し甘さがあるのではないかというのが最近の思いです。

東京の一極集中の話も出ましたが、首都圏の外周を走る国道16号線の内側に存在する畑や田んぼだけでは、この地区に住んでいる人は生きられないことは明らかで、毎日、上水、食料や電気が配給されて生きている訳です。この東京圏を見ると、異常なほどに過密化し、駅ビルはどんどん高層化されていますし、東京湾周辺には危険物が多く貯蔵されていますし、人々全員で危ない方向に突き進んでいるとしか見えません。

**纐纈**：最大級の問題をはじめとして、科学で言えることにはどうしても限界がありますが、それでも国造り、町造りを進めなければならないという場面があることは重々承知しています。そのような場合には、日本地震工学会に所属されている技術者の方々の経験に基づく叡智､あるいは勘というと大変恐縮ですが､エンジニアリングジャッジに最終的には頼らざるを得ないと思っています。皆様に是非、ご活躍して頂きたいと思っています。

**川島**：私は1978年伊豆大島近海地震で初めて地震被害を目にして以来、いろいろな地震の被害調査をしてきましたが、1995年兵庫県南部地震と2011年東北地方太平洋沖地震を経験し、地震防災の本質はLow Frequency and High Consequenceタイプの地震に対する対応だということを知りました。”本物”の地震というか別格の地震が存在することと、これが人口、産業、経済が集中する都市圏を襲った場合に、甚大な被害を生むということです。

日本では、第2次世界大戦後の復興期や高度成長期に、戦争による喪失や人口の急激な増加、都市集中に伴ってインフラが圧倒的に不足し、これに対処するためにインフラ整備が進められてきました。また、産業構造の強化や国民生活の向上に伴い、国土幹線道路網や高速鉄道網、各種ライフライン施設の整備も進められてきました。この間、いくつかの地震を経験しましたが、幸いにして”本物”の地震の洗礼を1995年までは受けずに来ました。

しかし気がついてみると、全人口の4割が大都市圏とその近郊に居住し、きわめて震災リスクが高い国になってしまいました。”未曾有”という表現が東北地方太平洋沖地震以降、氾濫していますが、1945年以降半世紀にも及ぶ右肩上がりの時代が続いたのも未曾有ですし、周辺を含めて3,000万人からの人口を要する首都圏というメガポリスができたのも、これだけ利便性が高い（＝リスクに弱い）都市に生まれ育ち、自然を知らない人間が増えたのも､すべて未曾有です。

これから私たちやその次の世代がどこに向かうかは、将来、起こる可能性があると言われている首都圏直下の地震や南海トラフ沿いの巨大地震、あるいは発生確率が低いとみられている大都市近傍の断層により生じる地震によって大きく影響されることは間違いありません。

また、揺りかごから墓場までのケアが求められる人間と同様に、今後は造るだけでなく、被害の発見、復旧、劣化対応、解体が容易な構造物が求められています。主要分野の地震工学の専門家から構成されている日本地震工学会の役割は、今後益々大きくなると思っています。

**川島**：それでは､これで座談会を終えたいと思います。皆様、お忙しい中を活発にご議論頂き、大変ありがとうございました。

特　集

# M9地震の教訓と今後にむけて

松澤　　暢
●東北大学大学院 教授

## １．はじめに

2011年3月11日に発生したM9.0の東北地方太平洋沖地震は、地震予知研究者のみならず世界中の地震学者に驚きを与えた。海外も含めてほとんどの地震学者は東北地方でM9の地震が起こるとは思っておらず，可能性を検討していた研究者ですら、高い確率で発生すると予測していたわけではなかった。

本稿では、東北地方においてM9の地震を予見できなかった理由を解説し、この地震がもたらした東日本大震災によって2万名近くもの犠牲者を出してしまったことの反省から、今後、どのようなことを行わなければならないのか、私見を述べさせていただきたい。

## ２．M9の地震を予見できなかった理由

1950年代から1960年代にかけてM9の地震が発生した場所はいずれも若いプレートが沈み込んでいる場所であった。若いプレートは温度が高く軽くて沈み込みにくく、プレート境界では上盤の陸側プレートを下から押し上げて強く固着しているために、そこでは巨大な地震を起こしやすいと考えられた[1]。一方、古いプレートは低温のため重くて沈み込みやすいので、陸側のプレートとの境界が強くは固着しにくいと考えられた。プレートの沈み込み速度が速いほうが陸側のプレートとの衝突により強く固着するという考え方もあった[2] が、これは2004年のスマトラ地震のあとに新しいデータで再解析してみたところ、そのような傾向は認められなくなった[3]。それでも、プレートの年齢が１億年より若いところでしかM9の地震は起こらないという傾向は残ったままであり、東北地方に沈み込む太平洋プレートは1億3千万年という年齢であった。

またスマトラ地震も含め、過去に知られていたM9以上の地震はすべて付加体が発達している沈み込み帯で生じていた[4] が、東北地方ではこのような付加体は発達していなかった。付加体というのは、海底の堆積物が海洋プレートの沈み込み時に海溝に取り残されて次々と陸側のプレートに付加していったものを指す。プレート境界の固着が強ければ柔らかい堆積物は間に入っていけないと考えれば、この現象は説明がしやすい。

今回の東北地方太平洋沖地震が発生した東北地方南部では普段から地震活動が活発であり、一方、M8級の地震が繰り返し発生してきた南海トラフ沿いでは、普段の地震活動は極めて低調であった[5]。このことは、若いプレートが沈み込んでいて付加体の発達している南海トラフ沿いはプレート境界が強く固着しているので普段は地震活動が低調で、100 ～ 200年に一度、巨大な地震を発生させて歪を解消させているに対して、東北地方では古いプレートが沈み込んでいるので固着が弱く付加体も発達せず、普段から小さな地震を発生させながらズルズルと滑っていると考えられていた。

実際、東北地方は同じ場所で地震が再来する「小繰り返し地震」の活動が活発[6]であり、南海トラフ沿いでは低調である。このような小繰り返し地震が生じるということは地震性すべり域の周りがゆっくりと滑っていることを意味しており、このことも、東北地方ではプレート境界の固着が弱いことを示していた。またGPS観測によれば、東北地方の太平洋沖では、大きな地震のあとのゆっくりとした非地震性の滑りである余効すべりが極めて顕著であり[7]、このこともプレート境界の固着が弱いことを示していた。

GPS観測では1997年頃から2001年頃にかけては、東北地方南部の沖合は強く固着しているように見えていた[8] が、このような強い固着が長期間続いていれば、内陸は東西に短縮していたはずである。しかし、明治以降の100年の測地測量の結果を見る限り、そのような短縮は認められず[9]、短期間には固着しているように見えても、数十年に一度起こるM7 ～ 8の地震で歪エネルギーを解放しているのであろうと考えられた。

## ３．M9の地震が生じた理由

以上見てきたように、普段の地震活動も、地殻変動も、テクトニクス的な背景も、すべて東北地方はM9の地震を起こすにはふさわしくない場所であることを示していた。それでは何故、東北地方でM9の地震が生じたのであろうか？

今回の東北地方太平洋沖地震の一番の特徴は、海溝に近い狭い領域で極めて大きな滑りがあったことである[10]。海溝付近はどこでも普段は地震活動がなく、これは、プレートが沈み込んですぐは上盤の境界が固着できず、ゆっくりと滑っているためと考えられてい

た。東北地方太平洋沖地震で大きな滑りが生じた場所は、普段の小繰り返し地震が低調な領域であった[5]ため、この部分は海溝近傍と同様に普段からゆっくりと滑っている領域であると考えてしまっていた。しかし、実際は何百年もずっと固着したままの領域であったと考えられる。

今回の地震はプレート境界の応力をすべて解放してしまった地震であることが応力場の解析から示されており、地震前の応力はわずか20 MPa 程度であったと見積もられている[11]。このような弱いプレート境界であっても、断層の幅が広ければ大きな歪エネルギーを溜めることができて[12]、それがすべて解放されたのが、今回の地震であったと考えられる。

このように海溝付近で長期に渡って固着していた領域があったこと、広域にわたって溜まっていた歪エネルギーをすべて解放したこと、この２点が東北地方でM9の地震が生じえた主な理由であると考えられる。

## ４．M9の地震の教訓

今回の地震を予見できなかった最大の理由は、上記に示したように、東北地方のプレート境界は固着が弱く、普段からゆっくりと滑っているように見えたからである。しかし、ゆっくりと滑っていても、そのときにプレート境界の応力がゼロになるまで滑っているわけではなく、常にある程度の歪エネルギーは保持している。今回のようにプレート境界の応力がゼロになるまで滑れば、その歪エネルギーがすべて解放されて巨大な地震になってしまう。そのことに、今回の地震が起こるまでは思い至らなかった。

また、海溝付近が強く固着していても、陸上の観測ではそのことを把握することは困難である。海溝付近は非地震性滑りを生じているという思い込みがあったために、海溝付近が固着している可能性について追求してこなかったことも、反省点の一つである。

結局、「プレート境界の固着が弱ければ大きな地震は起こらない」、「海溝付近はゆっくりと滑っている」という二つの思い込みがM9の地震の可能性を見逃した理由であった。どちらも、物理的に極めて尤もらしいがゆえに、見過ごしてしまったのである。

地球物理学的なデータが存在するのは、ここ百年に過ぎず、信頼度が高くて多点のデータが得られているのは最近の十数年に過ぎない。我々の知っている地球像は、長い地球の歴史から見ればほんのスナップショットに過ぎず、それだけを見て判断することに我々はもっと慎重になるべきであった。

データが少なければ、モデルに頼らざるを得ない。それがいかにわかりやすく、尤もらしいモデルであっても、それを長期に渡る実際のデータで検証するまでは信じ込んではならない。このわかりきった話が、地球科学のうえでは「長期」というのが人間の一生を越えてしまうがために、つい見過ごされがちになることに我々は気をつけなければならない。

またこれまでのモデルにしろ、データにしろ、「M9が起こりいにくい」ということを示してはいたが「M9が起こらない」ということを示していたわけではなかった。そのことをもっと良く考えるべきであった。研究者は、より単純なモデルを好む性質があり、そのような思考過程では、「起こりにくい」という話が「起こりえない」という話に転化しやすい。このことも教訓として肝に銘ずる必要がある。

## ５．これから何をなすべきか？

今回の地震の教訓を踏まえれば、我々が為すべき最も重要なことは、長期に渡る状況の把握と、実際のデータに基づく海底下の状況の検証であることがわかる。

西暦869年に仙台平野を巨大な津波が襲った、いわゆる「貞観地震」について、津波堆積物の調査から詳細が次第に明らかになってきていた[13]。さらに、室町時代にも巨大な津波があったことがわかり、東北地方南部では600年±200年くらいの間隔で巨大な津波が襲来していたことが、今回の地震の前年の2010年に明らかになっていた。地震調査委員会では、この成果を受けて、海溝型地震の評価の改訂版を2011年4月に公表する予定でいたが、その直前に今回の地震が発生してしまった。今回の地震があと５年遅ければ、それまでに東北地方南部の住民の方々に巨大な津波の危険性を知らせることができて、今回の地震について少なくとも東北地方南部の津波による犠牲者は大幅に減らせたのではないかと思われる。そう考えると残念でならない。このような後悔を二度としないで済むように、古地震・古津波の研究をさらに推進する必要がある。

また、海溝付近のプレート境界は歪エネルギーを蓄積しているのか、それともゆっくりと滑っているのかについて、実際の観測から検証することが重要である。今回の地震の前には、海上保安庁や東北大学によって海底地殻変動観測が行われていて、巨大地震時の海底の変動を世界で初めて捉えることに成功した[14),15)]。この観測点がもっと多点あり、かつもう10年の観測データがあれば、地震前に海溝付近が固着していたことが検知できたはずである。今後、このような海底地殻変動観測を、すべての海溝沿いで行う必要がある。

さらに、今回の地震は、沖合の津波計の重要性を明確に示した。陸の観測データから震源を決めてから津波の予測をしたのでは津波予測の精度を向上させるのは難しく、時々刻々得られる沖合の津波計のデータから津波の予測を行うことがもっとも精度が高い[16]。このため､オンラインの海底津波計が極めて重要である。

また、今回の地震の滑り量の大きかった場所では、上盤側の地震波速度が他の場所より大きく、巨大滑り域の候補を構造探査から事前に推定できる可能性が指摘されている[17]。海底の構造を陸の観測データだけで調べるのは限界があり、海底の地震観測データの充実が重要となっている。

## ６．最大の地震は？

今回、前述の理由で、M9を予見することはできなかったわけだが､「本当にM9は起こりえないのか？」ということについての深い洞察が重要であった。そのような反省に基づき、以下では、最大規模の地震として､どこまで考える必要があるのか検討してみる。

地震はマグニチュードが2だけ大きくなると、断層の長さが10倍になる。たとえばM4、M6、M8の地震の断層長は1 km、10 km、100 km程度である。これを外挿すれば、M10で1,000 km、M12で10,000 kmとなる。地球の直径が約13,000 kmなので、地球で起こりうる最大の地震はM12のように見える[18]が、これは正しくない。

地震の断層の幅は断層の長さの約半分となることが多いことが知られており、上記のスケーリングがM12でも成立するためには、断層長 10,000 kmに対して、断層の幅が約5,000 km となっている必要がある。しかし、マントルと流体である外核との境界までの深さが約2,900 kmであるから、断層の幅が5,000 kmということは、この断層はマントル全体を断ち切るような地震となり､そのような地震はありえないと言える。

断層の幅が最も広く取れるのが、沈み込み帯のプレート境界型断層であり、地震を起こせる断層の幅はおよそ200 kmくらいと考えられる。最大値として300 kmと考え、環太平洋の沈み込み帯全体が同時に200mも滑るというとんでもない地震を仮定しても、M11には届かない。また、仮にM11が発生したとすると、そのときのエネルギーは、恐竜竜絶滅の原因となった，メキシコのユカタン半島にある Chicxulub Crater を作った小惑星衝突のときのエネルギーに匹敵する[19]。つまり、M11を想定する場合、それは日本の減災対策をどうするかというレベルではなく、人類滅亡を防ぐにはどうすれば良いかというレベルの話となる。

以上見てきたように、M11以上の地震というのはまずあり得ないと考えられるが、M10の地震については、その発生の可能性を現状では否定できない。剛性率を30 GPa、応力降下量を3 MPaという普通の値を仮定すると、断層の幅が200 kmの場合、断層長が10,000 kmあれば、M10の地震となる。実際には、海溝が連続している最も長い海溝列は、マリアナ海溝－伊豆・小笠原海溝－日本海溝－千島・カムチャッカ海溝－アリューシャン海溝の約8,800 kmとなり、これらが全部滑れば、M9.9の地震となる。

仮に応力降下量が10 MPa 程度あれば，滑り量は60 mにもなる。東北地方太平洋沖地震の最大滑り量に匹敵するこのような巨大な滑りが断層全体で生じると仮定した場合には，日本海溝から千島・カムチャッカ海溝までの3,000 km が一気に滑れば M10.0 の地震となる。単独の海溝でも例えば長さ3,400 km のアリューシャン海溝が60 m滑ればM10.0の地震に，長さ5,300 km のペルー・チリ海溝が60 m 滑れば M10.3 の地震になる。

以上見てきたように、M10の地震の発生の可能性は完全には否定できないように思われる。ただし、このような地震が過去に起こった記録も、地質学的な証拠もないことから、仮に起こりえたとしてもその頻度は極めて低いと考えられるため、それを想定した防災・減災対策をとることは費用対効果を考えれば得策とは言えない。それでも、M10が生じたときに何が起こるのかを事前にシミュレーションで把握しておくことは、万が一そのような地震が発生したときの発災直後の対応において極めて重要な意味があると考えられる。

たとえば、このような地震が起これば、地震動は20分以上継続することになり、地震動が収まる前に津波が海岸に到着してしまう可能性が高い。非常に大きな揺れは数分間継続するかもしれないが、やがて滑りの中心は遠くに離れるので、その数分が過ぎれば地震動は継続するものの揺れの振幅は小さくなっているはずであり、このときに避難を開始することが、津波から逃げるためには必要になる。

また､このような巨大な地震の場合､その規模を直後に正しく推定する手法を我々はまだ持ち合わせていない。その場合でも、海域の津波計のデータから海岸の津波を予測することは可能であり、そのようなシステムの構築が､やはり重要と考えられる。

## ７．おわりに

プレート境界では同じ場所で同じ規模の地震が繰り返し発生するところが多数存在していることが知られており、いわゆる「アスペリティ・モデル」[20]で説明が

可能である。一方で、福島県沖については、このようなアスペリティ・モデルでは、1938年の塩谷崎沖地震や869年の貞観地震の説明は困難であり、より高度な地震発生モデルの構築が必要とされ、それを追究していたさなかに今回の地震は起きてしまった。

地震学は実験でできることは限られており、人間の一生よりも長い再来間隔の地震を調べることには限界がある。また、そもそも、すべての地震が「再来」というような単純な繰り返しで説明できるとは限らない。それでもなお、今回の巨大地震の一生を追いかけなければ何も理解は進まない。

そのように考えて、今回の地震の余効変動・余震活動をありとあらゆる手段を講じて調べること、それが最も重要であると言い聞かせながら、今後も観測・研究を進めていきたいと考えている。

**参考文献**


1) Kanamori, H.: Seismic and aseismic slip along subduction zones and their tectonic implications, AGU Geophs. Mono., 163-174, 1977
2) Ruff, L., and H. Kanamori: Seismicity and the subduction process, Phys. Earth Planet. Inter., 23, 240-252, 1980
3) Stein, S., and E. A. Okal: Ultralong period seismic study of the December 2004 Indian Ocean earthquake and implications for regional tectonics and the subduction process, Bull. Seismol. Soc. Am., 97, S279--S295, doi:10.1785/0120050617, 2007
4) Bilek, S. L.: The role of subduction erosion on seismicity, Geology, 38, 479-480, doi:10.1130/focus052010.1, 2010.
5) 松澤暢：なぜ東北日本沈み込み帯でM9の地震が発生しえたのか？－われわれはどこで間違えたのか？、科学、81、1020-1026、2011
6) Igarashi, T., et al.: Repeating earthquakes and interplate aseismic slip in the northeastern Japan suduction zone, J. Geophys. Res., 108, doi:10.1029/2002JB001920, 2003
7) Suito, H., T., et al. : Interplate fault slip along the Japan Trench before the occurrence of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake as inferred from GPS data, Earth Planets Space, 63, 615-619, doi:10.5047/eps.2011.06.053, 2011
8) Suwa, Y., et al.: Interplate coupling beneath NE Japan inferred from three-dimensional displacement field, J. Geophys. Res., 11, B04402, doi:10.1029/2004JB003203, 2006
9) 石川典彦・橋本学：測地測量により求めた日本の地震間の平均的な地殻水平ひずみ速度 (II)、地震2、52、299-315、1999
10) Iinuma, T., et al.: Coseismic slip distribution of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (M9.0) refined by means of seafloor geodetic data, J. Geophys. Res., 117, doi:10.1029/2012JB009186, 2012
11) Hasegawa, A., et al.: Nearly complete stress drop in the 2011 Mw9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Earth Planets Space, 63, 703-707, doi:10.5047/eps.2011.06.007, 2011
12) 飯尾能久・松澤暢：東北地方太平洋沖地震の発生過程：なぜM9が発生したのか？、地質学雑誌、118、248-277、doi:10.5575/geosoc.2012.0023、2012
13) 岡村行信・他：地質調査・津波シミュレーションに基づく地震発生履歴に関する研究、「宮城県沖地震における重点的な調査観測」平成17-21年度総括成果報告書、文部科学省、186-268、2010
14) Sato, M., et al.: Displacement above the hypocenter of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, Science, 332, 1395, doi:10.1126/science.1207401, 2011
15) Kido, M., et al.: Trench-normal variation in observed seafloor displacements associated with the 2011 Tohoku-Oki earthquake, Geophys. Res. Lett., 38, doi:10.1029/2011GL050057, 2011
16) Tsushima, H., et a.l: Near-field tsunami forecasting from cabled ocean bottom pressure data, J. Geophys. Res., 114, B06309, doi:10.1029/2008JB005988, 2009
17) Zhao, D., et al.: Structural heterogeneity in the megathrust zone and mechanism of the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0), Geophs. Res. Lett., 38, doi:10.1029/2011GL048408, 2011
18) Bak, P.: "How Nature Works: The Science of Self-Organaized Criticality", Copernicus Books, Springer, New York, 212pp., 1996
19) Schulte, P., et al., The Chicxulub asteroid impact and mass extinction athe Cretaceous-Paleogene boundary, Science, 327, 1214-1218, doi:10.1126/science.1177265, 2010
20) Lay, T., et al.: The asperity model and the nature of large subduction zone earthquakes, Earthquake Pred. Res., 1, 3-71, 1982



松澤　暢

1986年東北大学大学院理学研究科博士課程修了。東北大学理学部助手、東京大学地震研究所助教授等を経て、2008年より現職。理学博士。専門分野：地震学。

# 三陸漁村の津波被災と復元力ある復興

重村　　力
●神奈川大学 教授

## １．はじめに

青森県八戸以南から宮城県北部牡鹿半島付近にかけての三陸沿岸には約450の漁村集落（センサスベース）と約200の漁港が存在し、大きな水産基地となる港湾市街地が存在する。今回の津波ではこの地域だけで、14,000名を超す犠牲者を出した。

## ２．三陸の漁業集落の重層性

暖流と寒流が出会う海域に面したリアス式海岸の三陸地域は、深い入り江と多くの半島からなる。漁場に面し沖合漁業の場であるとともに、入り江の内湾や周辺では、定置網などを含む沿岸漁業に加え、発達した資源管理型の養殖漁業と採捕漁業が行われている。天然の良港でもあり、かつお・まぐろなど遠洋漁業の基地でもある。緻密に進化した漁業の構造は、水産加工業・食品製造業や流通業、観光業、飲食業に波及している。あわび・うに・ほたて・わかめ・かき・ほや､などの名産地であり、干し鮑・フカヒレなどの加工産地でもある。気仙沼などの遠洋漁業の基地は、さんまやかつお船の水揚げの場、鮮魚流通・保冷や加工などの基地である。また碇泊地として、氷や燃料・餌・食料を積み込み、船倉を洗浄する、乗組員たちの一時休憩地などに対応するなどの港湾都市の空間大系がある。さらに港湾と流通体系に依拠した鉄鋼やセメントなどの重工業や、現代的な部品加工産業などの二次産業もよく発達した地域でもある。

三陸漁村地域の復興を考えるとき、水産業を核とした地域経済の重層的ネットワークと地域社会構造が、集落空間や都市空間および広域の交通構造に組織立てられていることをよく理解して、これらの再生を図るとともに、減災をめざす復元力のある（resilient）地域空間の将来像を描く必要がある。

三陸は明治29年、昭和8年の大津波以降に高所移転を行った集落が多いが、徹底せぬまま三度の大惨禍を受けた。防潮堤による防備などの津波対策は十分には機能せず、津波による越水・破壊を招いた。半島部においてはインフラが寸断され集落が孤立した。復興計画は、堤防、防潮堤など海岸防備の様々なあり方や現実的な高所移転の計画の可能性や、災害に強い地域構造のあり方などが問われている。

## ３．地域社会・経済の継続性に依拠した復興

阪神大震災から東日本大震災に至る過程で世界的に災害復興の考え方は進化して来た。1995年に起きた阪神大震災では、関東大震災以来の大都市直下型地震災害として急速な復旧復興が行われたが、その過程で地域社会がシャッフルされ、地域経済の連続的発展が損なわれるなど、多くの反省点が生じた。拙速に大規模な区画整理や都市再開発を導入した地区は、18年を経た今日でも地区空間と地場経済が空洞化し、地域の活性が損なわれている。地区住民に復興の主体性が残されていた「白地地域」は住民や地権者主体での復興をどうにか達成した。時間をかけ地域社会と協議を重ね、小規模住宅地区改良事業や区画整理事業などの都市計画手法を住民と行政とコンサルタントが制度を作りなおして導入した地区は見事に復興している。阪神の復興の教訓は地域社会が主体性を発揮した復興の重要性である。2004年の中越震災では、地域社会の持続性のための工夫がなされた。「帰ろう山古志へ」で知られる旧山古志村は、長岡ニュータウンに全村避難したが、集落別に仮設住宅を組織し、復興過程においても旧集落のまとまりを維持しほぼ6割近い人口が帰村し、離村者も直近の市街地に住むなど、順調な復興の道を歩んでいる。2005年にアメリカ南部をおそったハリケーン「カトリーナ」災害では、40万戸が浸水被害を受けたが、復興の過程で10数万人の人々がニューオリンズを離れ全米に離散し地域が空洞化し、膨大な被災難民層が生まれ、地域社会経済の継続性が大問題となった。2004年に、インド洋大津波をもたらしたスマトラ大地震の復興では、各国NGOがばらばらに「手厚い支援」をしたため、地域空間が部分的に開発され、支援が不均等に行われ地域社会が大混乱となったが、2006年にジョクジャカルタをおそったジャワ島中部地震では、2年前の教訓をふまえ、「コミュニティに依拠した復興」が叫ばれ、仮設住宅や復興住宅をすべて現地につくり、木工・金工・藍染め・陶芸など工芸の地場産業の再建に直ちに着手し、社会と経済の持続性に重きを置いた政策がとられ、迅速な復興過程をもたらした。災害からの復興において､いかに地域社会を壊さずむしろ､その復元力を助長するように復興政策をとるかということが、この十数年の大きな考え方の進展である。地域の主体性を尊重し、共生を通じて復興と将来の安全を確保する考え方

である。ハードな対策においても工作物のみで対抗するのではなく、環境共生的な工夫を重ねて、自然の摂理や景観を損ねずに、減災的に対応することが大切であり、人間の災害周知や適切な日常時および災害時の行動を通じて減災を複合的に達成することが現実的である。「安全は共生を通じて得られる」と筆者は考える。

## ４．高所移転の明暗と高台移転をめぐる議論

歴史的に度重なる津波被害に対して、三陸地域では幾度となく居住地の高所移転が行われた。今回は高台移転と言う言葉が使われている。高台移転は高い台地のやや大規模な開発がイメージされるのに対し、高所移転は高台移転よりもスポット的に小地形を読んで相対的高所に住まいを移すニュアンスがある。筆者は現住居近傍の高所への、小規模な集団移転の意味で高所移転の言葉を尊重したい。

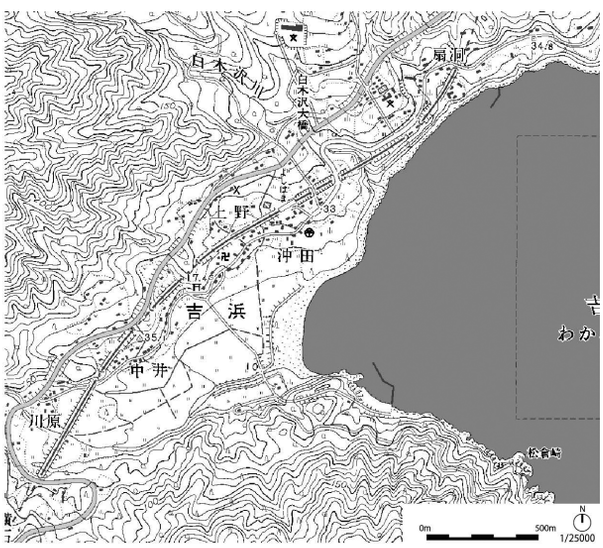



図１　吉浜

### ４．１　高所移転の成功例

明治以降集落を高所に移転する事業が行われたが、高所居住を維持し続けた集落は少ない。大船渡市の吉浜地区や綾里白浜地区はこれらを徹底し、津波から村を救った。吉浜（図１）は大船渡市三陸町に位置し、明治三陸津波（1896年）被災以降に高所移転し、昭和津波（1933年）以降約20ｍの海岸段丘上への移転を完成させた。人口595人、164世帯(2003年漁業センサスデータ)の長さ1ｋｍを超す大きな集落である。吉浜（キッピン）と呼ばれる干し鮑の生産で有名な半農半漁の集落であり、吉浜湾をのぞむ山際へ高所移転し、低地部の土地利用は主に農地であったため建物被害はきわめて少ない。宏大な低地は、現在は水田や畑であり、やや標高の高いところには畜舎がある。移転前は低地の中心部に海に向かって、街村状に集落があったのだという。津波は6波にわたって襲い、農地の上を超していったが、住宅の立地する段丘と低地の木立までは来なかった。ここでの移転距離は最大で500ｍほどで標高も20 ～ 30ｍ強でそう遠くの高所に移転したわけではない。

### ４．２ 不徹底な高所移転による被災例

岩手県山田町船越の田ノ浜地区（図２）は、船越湾に面する船越港の山手に位置する大規模な集落である。津波時には低地には住居が水産施設と混在して密集し、全集落で500戸の住居、1500人の人口があった。山口弥一郎「津浪と村」によれば、明治の津波の後高所移転用地を確保するが、移住は徹底せず昭和津波でも被災した。昭和津波のあと昭和9年集落の全戸が浜から300m奥の15m弱の高地に移転する。現在も整然とした昭和高所移転区画がある。1934年内務省資料によると240戸、約4haの計画である。整然とした高所は家並みが安全に残り、一部の相対的に低い場所（9m）が浸水と火災で被災した。一区画平均50坪で開発され、住居敷地は40坪である。今回およそ260戸の住居があった低地は、津波で瓦礫と化している。漁船の油による火事で流出家屋が燃え、一部が高所に及んだ痕跡がある。６割の家屋が全壊し、多くの犠牲者を出した。1934年には低地の全戸が高所移転したのだが、1964年には低地にも家屋が集まっている。その後も低地に住居が増えた。防潮堤の建設が低地の安全を過信させたことを予想させる。公民館が低地につくられたため、避難して被害に遭った方もいる。高所移転とその後の防災教育と津波の伝承の徹底が重要であることがわかる。

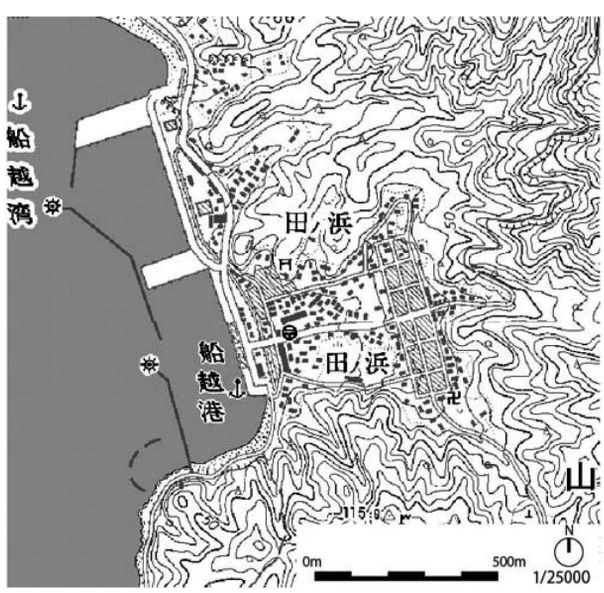



図２　田ノ浜

### ４．３ 今後の高所居住の方向性

高所移転（高地移転）は本質的な考え方である。津波を防潮堤等の海岸防災施設で完璧に制圧し、沿岸部低地の安全を確保するのは不可能に近い。津波に対しては適切な土地利用で対応し、居住地を津波襲来による危険のある低地や川沿いにつくらないことを原則とするべきである。一方で低地は避難路を確保しつつ、緑地・農地・オープンスペースなどの適切な土地利用を図る。低地や沿岸にまったく建築施設をつくらないと言うことも非現実的である。低地において必要な生産施設・流通施設・公共施設をつくる場合、避難路を確保し、津波で流されない浮き上がらない構造をもつ構築物をつくる。津波避難ビルを兼ねた数階建ての堅牢な建築物にするなどの避難を前提にした減災対策が必要である。低地の嵩上げや人口土地の造成などのオプションも含めて考えなければならない。

だが常時人がいる、夜間就寝する、乳幼児・妊婦・高齢者・病弱者・障害者などの弱者がいる居住系の施設は、津波による破壊力から免れる高所に配置するべきである。現実的な高所居住を住民の意思で実現する必要がある。明治・昭和の高所移転につぐ平成の高所居住をまず三陸、東北、北関東で実施し、南関東や東海･紀伊･四国･九州の沿岸でも行うべきである。

高所移転は大規模ではなく、地形改変を最小限にし、出来うる限り小規模な工事による方法によるべきである。小規模宅地であれば集落近傍の張り出し尾根などの台地を活用することで、居住地間の距離や通学・通勤・通院路を短縮し、海岸線にやむを得ず立地する生産施設との距離を縮めることが出来る。図３は田ノ浜をモデルに高所居住と嵩上げ住宅地、および低地における避難ビルと組み合わせた産業空間の計画試案モデルである。

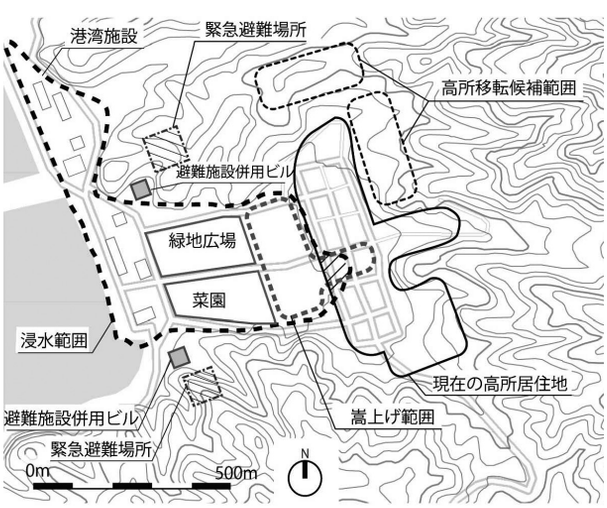



図３　田ノ浜の復興計画試案（重村・三笠研究室）モデル図

### ４．４ 高所居住と適地計画(土地利用計画)

土地利用計画は本来その土地が目的の土地利用に対して土地条件や地域構造の観点から適切であるかを検討した適地性に主眼を置き策定されるべきであるが、近年経済的な容易さや効率性などを優先した土地利用圧力の前におざなりにされてきた。古来集落立地や人間定住拠点は適地性を尊重して構築されてきた。宮古市姉吉には大津浪記念碑がある。「高き住居は児孫に和楽　想へ惨禍の大津浪　此処より下に家を建てるな」「明治二十九年にも、昭和八年にも津波は此処まで来て部落は全滅し、生存者、僅かに前に二人後ろに四人のみ幾歳経るとも要心あれ　宮古市姉吉」このように土地に碑を建て警告を刻み、三陸町白浜のように学校演劇で演ずるなどして高所居住の必要性を伝承する努力をしてきた地区もある。

適地計画の必要性は集落部のみならず、三陸沿岸部の河口部に立地する低地市街地の市街化抑制や仙台湾に面した低地の市街地にも同様に言える。仙台湾に面する仙台市宮城野区・若林区の低地にある住宅市街地は、かつて73年に早稲田大学吉阪研究室が仙台の官民参加組織ディベロッパー委員会と策定した「杜の都仙台のすがた計画」では生産緑地とされ、市街化を抑制するべき地区として位置づけられていたが、その後の規制緩和で市街化区域に編入され、津波災害を招いた。土地利用の強固な規制と担保が求められ、そのための新制度も検討されるべきである。これまで高所移転が徹底しなかった理由については､いくつかの説明がある。

１）浜と住まいが離れていると、漁具の置き場として、納屋などの施設がつくられ、漁期における浜や港での待機のために番屋がつくられ、やがて寝泊まりする習慣が生まれ、海辺の住居に発展してしまう。

２）津波後に新しい住民が入り、惨禍を知らない人が増え、次世代になると高所居住の必然性を理解せず、便利な海辺に住まいをつくってしまう傾向がある。

しかし、以下の点から土地利用の強力な規制は今日現実的である。１津波が多くの映像に撮られ脅威がよくわかり、規制に説得力がある。２漁港付近を整備し漁具庫・番屋などの防犯セキュリティは高めうる。３自動車により、浜と陸（オカ）のものの運搬・人の移動が容易である。４戦中戦後のような社会混乱がない。５宅地需要圧力が減少している。

高所居住の実現と土地利用規制の成功に今後の減災復興の成否がかかっている。各集落/市街地ごとに、地形や被災履歴、開発適地の仔細な検討に基づく詳細な集落土地利用計画が住民と関係者＝地権者・事業者が参加して策定され、実施の過程にある。

## ５．防潮堤

今回多くの防潮堤が壊れた。防潮堤だけで低地の市街地集落を津波から守ることは困難である。防潮堤は何よりも街から海への視界を遮ってしまう。だが防潮堤には減災効果がある。浜の奥につくり集落を守るものに加え、海の前線につくり港を守る防波堤と組み合わせるもの、沖の消波装置と組み合わせるもの、湾口の海中の深部につくり、津波の総量を抑制しその到達時間と波高を緩和する津波防波堤と呼ぶものもある。釜石市湾口の津波防波堤はこのたびの津波の破壊力と浸水の高さを抑制したとされる。砂防ダムのように、内陸部の沢にそってその途中につくられ、はるか奥の集落への津波の遡上を防ぐ水門状のものなどもある。

破壊された防潮堤を見ると、いくつかの点を指摘できる。１）基礎がしっかりしていないために津波以前に地震により液状化等で基礎が緩んだ結果、容易に津波の波浪で倒壊したと思われるもの、２）基本的には土砂による土手状の堤をただPCパネルで覆っているだけのため、数度にわたる津波により崩壊してしまったと見えるもの、３）PCの塊を積み上げてあるが上下左右相互のジョイントがなく、積み木のように崩壊したもの、などである。一般にいえることは４）RCにより基礎から一体化して連続的につくられたものは強く、津波の越流があっても耐えたものが多く、水門などだけがこのようにRC一体化で出来ている場合その部分だけが立ち残っている、５）閘門や水門などの門扉も津波の満ち干によって逆側の力に弱く設計されたものは門扉それ自体が破壊されるか､その接合部が破壊されるなどの様相を呈している。

普代村は明治昭和と大きな被害を出した村だが、二つの集落を15m以上の水門、防潮堤で今回の津波から守りきっている。中心部の普代は海岸から約1300m奥まった標高10mの微高地にある。深い普代川の沢を津波が遡上しないよう、河口から300m内陸側に15.5mの水門をつくっている。海辺にある大田名部の集落は15.5mの高い防潮堤で海岸部との間を遮断し、居住地を救うことが出来た。ここでは高さだけでなく、構造的にも他を圧している。昭和津波が15mの高さであったことにこだわった和村幸得村長が村民と県を説得して、15.5mと言う高さを実現した。

2012年現在、防潮堤に関しては高い防潮堤をめぐらす方針が発表され､この是非をめぐる議論が盛んである。高い防潮堤に関する異論は以下のような諸点である。１高い防潮堤を無理に張り巡らせることによって、海との関係が断たれる。２津波が見えないことによってかえってあぶない。３依存することによって避難しなくなる。４どこかに河口の樋門や出入りの閘門がつくらねばならずそこが危ない。５樋門を閉めに行って、多くの消防団員が犠牲になる。６高い防潮堤建設には時間がかかる。などである。

筆者らはまず高所移転と低地からの避難路と避難施設の建設が第一であり、可能な規模で防潮堤の建設を進める必要があると考える。加えて防災社会教育を徹底し、減災をはかるべきと考える。

## ６．避難路　避難施設

### ６．１ 学校避難の教訓

学校などの集団では、１）普段から津波について周知教育していて全員が適切に判断し行動できるようにしていること、２）避難路を用意していること、３）集団を解除しないこと、４）状況を俯瞰的に観察し状況に応じた行動指針が発令できることが重要である。

もともと低地にある越喜来小学校は、ある議員が遺言として提唱した2階から道路へ直接つながる避難ブリッジを前年12月に造っていたことが児童を救った。9mの高地にある大船渡小学校は地震後グランドで整列しているときに津波が見え、緊急避難を開始し、間一髪で全校児童を救えた。津波教育を徹底していることに加え、後に2m水没する校庭から高地へと避難できる通路に接していたためである。

いくつかの学校で災害後児童を点呼し、保護者に渡すなどの措置をとり、そのまま親子が被災した事例が少なからず報告されている。500人を超す小中高生が犠牲になっている(宮城347,岩手98,福島91)。一般には学校で共同行動を取った方が安全である。だが石巻市立大川小学校では児童104名のうち74名教職員13名のうち10名が犠牲になった。学校は川沿いの低地にあり、地震後全員がグラウンドに集まったが避難方針が決まらなかった。ここからは、津波の襲来方向は見えない。裏山に上がることが検討されたが、足場が悪いことから再検討し200m離れた北上川の橋のたもとをめざしそこで被災した。日常からの避難路の確保、状況の確認、迅速な判断が欠けていた。名取市閖上小学校、山田町船越小学校では、体育館に児童や周辺住民が避難していたが、津波襲来が見え至急、高所に避難し事なきを得た。津波をウォッチ(監視)していた人が警告を発している。

１）事前の適切な避難路の準備、２）津波の周知と適切な行動、３）状況観察と迅速な判断と行動、４）集団の維持、が重要であることがわかる。

### ６．２ 集落の避難施設

多くの集落を調べると浜辺の低地の両側の高台に神社があり長い階段が登っている。今回踏査した百数十の集落においては､この神社が被災した例は見なかった。浜からいざというときに避難する場所として、歴史的に

淘汰され承け継いできた避難施設の原型である。田ノ浜（前述の山田町船越）では公民館を低地に造ってしまったために犠牲者が増えた。集落の津波緊急避難施設は、微高地に避難場所をつくる必要がある。１）確実に安全であること、２）周知されていること、３）着実に登れば容易に到達できることが重要である。

津波避難ビルや津波避難エレベーターも考えられるべきである。この施設を通じて微高地に上がることが出来れば満点である。今回多くのホテルや病院などの中層RC建築物が緊急避難場所になった。被災状況を総合してみると、基礎のしっかりしたRC建物で最低５階以上（海岸近くでは20m）の高さが必要である．南三陸町の防災庁舎は相当に高さのあるものだが鉄骨造３階建てですべてが破壊され、屋上にしがみついた町長他数名が生き残った。多くの建物は４階まで被災している。浮き上がって倒壊したものもあり、RCでも壁の弱い部分は一階でも津波の圧力に屈している。

## ７．地域構造の改善と再生

リアス式海岸を構成する三陸には多くの小半島がある。宮古以南でも12の小半島があり、小半島の付け根は低地になっていることが多く、津波の被害を受け道路などが流され、場合によっては周辺の市街地から流れてきた津波漂流物で埋め尽くされて、途中に海がはさまる形で小半島が本土から切り離され孤立した。小半島には多くの集落が存在するが、それらを相互につなぐ道そのものも海岸近くを通っていることが多く、自動車道が整備されてからは海岸近くにこの道路があり、津波とともに通行不能となった。歴史的にはもともと集落間は船便、人や馬が行き来する細い道は尾根道に造られていたと考えられる。小半島の本土からの孤立、さらに集落の孤立を防ぐには以下の諸点を実現する必要がある。１）小半島中央部に海から離れた尾根道を自動車が通行できる最小幅員を確保してつくる。２）この道が低地を通行する部分はコーズウェイ(盛り土道路)とし、津波に一定程度

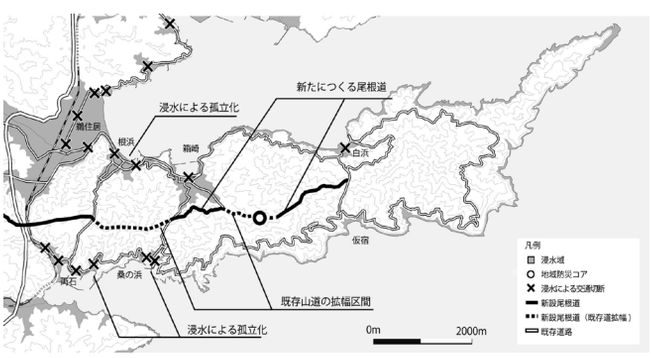



図４　箱崎半島防災道路　防災コア試案

備える。３）この道から各集落に降りる道をつくり、集落の孤立を防ぐ。４）この道のある尾根沿いの集落中央部の微高地に広場・集会体育施設などのある拠点をつくり、地域防災コアとし半島部の集落グループの利用する公共施設とする。日常では運動場・体育館・健康福祉センターなどとし、災害時にヘリポート・避難所・物資集積所・緊急救護所・通信基地の役を果たすことが期待できる。これ以外に河口部の市街地の問題があるが、紙数に限りがありここでは割愛する。図4は釜石市の箱崎半島を事例にこれらを考慮した計画の試案である。

## ８．三陸復興の大きな方向

三陸の自然地形と海岸・海洋資源に依拠した産業・文化を地域社会の持性を損なわない形で復興し、一層環境に依拠し環境に共生する21世紀型の新しい地域文化の拠点として三陸を再生することが目標である。

１安全と環境共生の観点に基づく適地利用原則に則った土地利用を再構成する。２可能な限りの高所居住の徹底をはかる。エロージョンや環境破壊をもたらさない最小限の地形操作によって注意深い開発が必要である。３避難路・緊急避難場所・避難ビルなど津波に対する避難施設の大系を再構築する。４防潮堤や海岸津波防災構造大系を再検討し、構造的に強いものに改める。５災害時孤立の恐れのある小半島に尾根道と日常施設である地域コアをつくり、災害時に緊急施設とする。６市街地を補完する内陸拠点＝副市街地をつくり、日常のネットワークを強化し、災害時バックアップ拠点とする。７これらに、防災緊急情報網と交通網を加え、フェイルセイフ大系を構築する。

## ９．地域ごとの復興計画

広域の計画に加え、各地区ではその地形や社会・産業状況に応じた復興計画が必要である。ここでは筆者らが住民の復興委員会の委託で計画を策定している大船渡市三陸町越喜来地区の4地区のうち浦浜地区の計画（2011年9月時点）を紹介する（図５）。

浦浜地区はかつて独立した自治体であった旧三陸町の中心であり、被災前の人口は1732人646世帯、被災流失家屋104戸の小市街地といってもよい集落である。ここでは「多重防御の津波対策」「現住居から直近の安全な高所移転居住地の小規模整備」「街の機能と中心性の回復」の3つの柱を方針に掲げ復興計画を行う。

１）津波対策の強化：多重防御の考えを基本とし、第1防御では、防潮堤、水門、離岸堤を整備し、第2防御では、盛土道路や三陸鉄道などの生活インフラと組み合わせたものを用いて防御する。さらに、低地では居住系の

施設や公共施設は撤退し、低地は緑地および漁港や農地などに関連した生産施設とするが、避難路、避難建築（津波避難ビル）を整備する。

2）安全な高所移転居住地の整備：地区内の居住区ごとに背後の直近の高所（20m以上）に住民の意向に基づき移転を行う。防災集団移転の制度を適用し、災害公営住宅など様々な手法を組み合わせ、直近の安全な高地に住宅を再建する。緩斜面の開発を基本とするが、市街地中心部を形成する一部は小規模住宅地区改良などの制度を用い嵩上げ宅地を造成する。嵩上げ宅地は地滑り対策や液状化対策など、適切な防災計画を行い、中心部の活性を再生し、人口喪失を防ぐ。

3）街の機能と中心性の回復：訪問者にとっても住民にとっても魅力的な街を目指す。盛り土道路や幅広の嵩上げ広場・河川堤防の嵩上げで上流部を守り、商業施設、業務施設、公共施設、観光施設など、街の中心性を創出する施設をつくる。被災した公共施設の一部は改修し、津波防災措置や避難路の設置を行い、再利用する。低地部は、メモリアル公園や広場などの緑地・空地をつくる。また低地には避難路、津波避難ビルなどを設置しつつ、人口磯とアワビ等の畜養施設、漁港施設、農地および種苗センターなどの農業施設をつくり、観光施設や物販飲食などの施設と関連づけ産業の新しい展開を目指す。

これらの案の策定は、行政（大船渡市）の復興計画に反映するべく住民主導で自己調整しつつ進められ、筆者らの研究室はヴォランティアとして、これらをファシリテイトする立場で関与した。越喜来地区は3400人1200世帯（漁家200世帯）の地区であるが、浦浜・崎浜・甫嶺・泊の4集落があり、さらに浦浜は南・西・中・東の4地区があり都合7地区に別れるがそれぞれの地区ごとに復興会議をつくり、その合議を越喜来復興委員会に集約して復興案を作り、市とすりあわせを行っている。高所移転の土地交渉などは、この地区ごとの復興会議で行われ一定の合意を見ている。

もともと強固であったコミュニティがさらにこの復興まちづくりを通じて発展することが期待されている。

### 10. その実施過程での問題点

2012年末現在、被災から二年近い日が経って、現在さまざまな問題が起きている。第一に復興事業は大幅に遅れている。高所移転作業は、土地取得に手間取り、また埋蔵文化財調査などの法的手順などのために著しく遅れている。漁船や養殖施設などの応急の用意は少し進んだが、漁港や関連施設など産業基盤施設の復旧は著しく遅れている。防潮堤や嵩上げなどの防護事業や道路建設は、地域によっては最終方針が確定しない場所も多いほか、事業方針が確定している地域でもその実施が遅れている。その結果住民や事業者は、再建や投資の見通しが立たないという立場に置かれている。これらの背景にはさまざまな問題があるが、人材が絶対的に不足し、計画行政や計画実施実務の担当者と経験が官民ともに著しく不足している点があげられる。特に総合的にこれら事業を統括するプランナーが不足している。この点は阪神大震災の復興過程や、関東大震災の復興院や同潤会による事業実施、昭和三陸津波の後の内務省主導による迅速な高所移転の実施と比較しても、意思決定やその実施が非常に遅れていると言える。阪神の場合はたまたま近畿大都市圏の計画事業能力が対応することが出来た。今後予想される大災害を考えると、このような事態に対応する計画事業実施体制を、アメリカのＦＥＭＡ（連邦危機管理局）のように準備し、大学や研究機関やＵＲなどの公的計画実施機関と地域ごとにどう対応するかについて、事前に準備しておくことが、非常に大切な教訓になる。

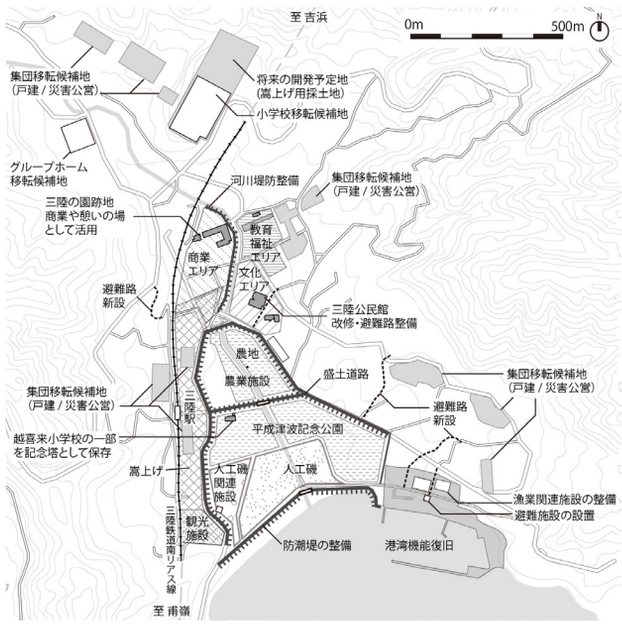


図５　浦浜地区復興計画神奈川大学案（重村三笠研究室）

**重村　　力**（しげむら　つとむ）

1946年 横浜生、建築家・工学博士
神奈川大学工学部教授　神戸大学名誉教授　アメリカ建築家協会名誉フェロー　日本建築学会元副会長
69年 早稲田大学卒　74年大学院単位修得　71年～78年象設計集団,78年～09年神戸大学講師のち教授、77年日本都市計画学会賞（沖縄北部）87年吉田五十八賞（脇町図書館）93年アジア建築家会議金賞（弘道小学校）97年日本建築学会作品選奨（ひぼこホール）04年同（緒方中学校）　12年日本建築学会賞（コミュニティと災害復興）著書『図説集落』（1989）『参加と複合』（1990）など多数

# 全国統一基準による地形・地盤分類250mメッシュマップの構築とその利用

若松加寿江　／松岡　昌志
●関東学院大学 教授　●東京工業大学大学院 准教授

## １．地形・地盤分類250mメッシュマップとは

地形・地盤分類250mメッシュマップとは、日本全国の地形･地盤条件を24種類の微地形区分に統一的に分類し、約250m四方ごとに属性を持たせたGISデータベースである（図１）。作成地域は、北方四島、島根県竹島、沖縄県の尖閣諸島、東京都の沖ノ鳥島を含む北緯20度～ 46度、東経122度～ 154度である。

メッシュの区分方法は､「統計に用いる標準地域メッシュ及び標準地域メッシュ･コード（昭和48年7月12日行政管理庁告示第143号）の4分の1地域メッシュに準拠しており、緯度方向7.5秒、経度方向11.25秒（約250m四方）であり、海域を除くデータベースの総メッシュ数は約600万個である。地震災害などの地盤条件に起因するハザードを全国統一的に評価することを目的として構築した。

このデータベースは、文部科学省地震調査研究推進本部が公表する全国地震動予測地図[1)]を作成する際の表層地盤増幅評価の基礎データとして2009年より利用されていることから、防災科学技術研究所（以降、防災科研）の地震ハザードステーション（J-SHIS）[2)]で公開されている。J-SHISでは、WebGISを利用して全国任意の場所の地形・地盤条件を住所、緯度経度、建造物名から検索できるため、2011年東日本大震災以降、居住地等の土地条件を調べる市民の利用も増えている。本稿では、地形・地盤分類250mメッシュマップを適正に利用して頂くために、このデータベースの特徴や利活用例を紹介したい。

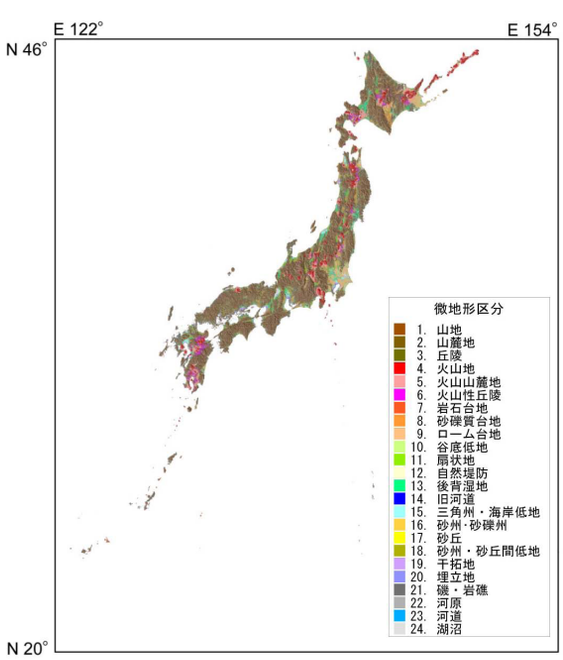



図１　地形・地盤分類250mメッシュマップ

## ２．地形・地盤分類メッシュマップ構築の経緯

このデータベース構築の経緯は、先に構築した1kmメッシュ単位の地形・地盤分類メッシュマップに遡る。筆者らがこのメッシュマップの構想を抱いたのは、1998年のことである。1995年に発生した阪神・淡路大震災の後に、全国的な地震計ネットワークや全国規模の地震防災システムが構築され、いわゆるリアルタイム地震防災システム整備の機運が急激に高まっていた。これらのシステムの構築に不可欠な全国的な地盤データは未整備で、その開発は喫緊の課題であった。その時点で地形・地質に関連した数値データベースはいくつか存在していたが、原図となった紙媒体の地形分類図や地質図の持つ以下の問題点を含んだまま数値化されたため、表層地盤特性データベースとしては不十分であった[3), 4)]。1) 分類基準や名称が県によって異なる、2) 表層の地盤特性が十分反映されていない、3) 小縮尺(1/10万～ 1/100万)の地図を原図としているため地形・地質境界線の精度が低い、4) 作成地域が限定されている、5) 沖積低地に関する情報が少ない。

以上のような背景から、工学的な地盤特性データベースとなることを前提とした全国統一的な地形・地盤の分類基準を作成し、広域を対象としたハザード評価システムや防災情報システムに導入可能な地形・地盤分類データベースを5年の歳月をかけて構築した（このデータベースは、筆者らの関連論文では「日本全国地形・地盤分類メッシュマップ」[3)]と呼んでおり、データを刊行した際には、「日本の地形･地盤デジタルマップ」[4)]と称している）。

その後、より空間解像度が高いハザード評価への利用という社会的要請に応えて構築したのが、地形・地盤分類250mメッシュマップである[5), 6)]。

表１　地形・地盤分類250mメッシュマップの分類基準（文献6）に加筆）

| No | 微地形区分 | 定義・特徴 | 対応する地盤条件 |
|---|---|---|---|
| 1 | 山 地 | 1kmメッシュにおける起伏量（最高点と最低点の標高差）が概ね200m以上で、先第四系(第三紀以前の岩石)からなる標高の高い土地。 | 先第三系・第三系の岩石。 |
| 2 | 山麓地 | 先第四系山地に接し、土石流堆積物・崖錐堆積物など山地から供給された堆積物等よりなる比較的平滑な緩傾斜地。 | 第四系の崩積土。 |
| 3 | 丘 陵 | 標高が比較的小さく、1kmメッシュにおける起伏量が概ね200m以下の斜面からなる土地。 | 先第三系から第四系更新統の岩石・軟岩。 |
| 4 | 火山地 | 第四系火山噴出物よりなり、標高・起伏量の大きなもの。 | 第四系火山岩類。 |
| 5 | 火山山麓地 | 火山地の周縁に分布する緩傾斜地で、火砕流堆積地や溶岩流堆積地、火山体の開析により形成される火山麓扇状地・泥流堆積地などを含む。 | 第四系火山岩類、完新統の砂礫。 |
| 6 | 火山性丘陵 | 火砕流堆積地のうち侵食が進み平坦面が残っていないもの、または小面積で孤立するもの。 | 第四系火山岩類。 |
| 7 | 岩石台地 | 河岸段丘または海岸段丘で表層の堆積物が約5m以下のもの、隆起サンゴ礁の石灰岩台地を含む。 | 先第三系・第三系の岩石、更新統石灰岩。 |
| 8 | 砂礫質台地 | 河岸段丘または海岸段丘で表層に約5m以上の段丘堆積物（砂礫層、砂質土層）をもつもの。 | 更新統の砂礫質土。 |
| 9 | ローム台地 | 河岸段丘または海岸段丘で表層が約5m以上のローム層（火山灰質粘性土）からなるもの。 | 更新統の火山灰質粘性土。 |
| 10 | 谷底低地 | 山地・火山地・丘陵地・台地に分布する川沿いの幅の狭い沖積低地。表層堆積物は山間地の場合は砂礫が多く、台地・丘陵地・海岸付近では粘性土や泥炭質土のこともある。 | 完新統の砂礫・砂質土・粘性土・泥炭質土。下流に行くほど軟弱層が卓越。 |
| 11 | 扇状地 | 河川が山地から沖積低地に出る所に形成される砂礫よりなる半円錐状の堆積地。勾配は概ね1/1000以上。 | 完新統の中位に締まった砂礫。扇端部では砂が卓越。 |
| 12 | 自然堤防 | 河川により運搬された土砂のうち粗粒土(主に砂質土)が河道沿いに細長く堆積して形成された微高地。 | 完新統のゆるい砂質土。 |
| 13 | 後背湿地 | 扇状地の下流側または三角州の上流側に分布する沖積低地で自然堤防以外の低湿な平坦地。軟弱な粘性土、泥炭、腐植質土からなる。砂丘・砂州の内陸側や山地・丘陵地・台地等に囲まれたポケット状の低地で粘性土、泥炭、腐植質土が堆積する部分を含む。 | 完新統の極めて軟弱な粘性土。 |
| 14 | 旧河道・旧池沼* | 過去の河川の流路または池沼で、低地一般面より0.5 ～ 1m低い凹地。 | 完新統の極めてゆるい砂質土。軟弱粘性土・腐植土が被覆していることもある。 |
| 15 | 三角州・海岸低地 | 三角州は河川河口部の沖積低地で、低平で主として砂ないし粘性土よりなるもの。海岸低地は汀線付近の堆積物よりなる浅海底が陸化した部分で、砂州や砂丘などの微高地以外の低平なもの。海岸・湖岸の小規模低地を含む。 | 完新統の砂質土・粘性土。 |
| 16 | 砂州・砂礫州 | 波や潮流の作用により汀線沿いに形成された中密ないし密な砂または砂礫よりなる微高地。過去の海岸沿いに形成され、現在は内陸部に存在するものも含む。 | 完新統の中位に締まった砂礫・砂質土。 |
| 17 | 砂 丘 | 風により運搬され堆積した細砂ないし中砂が表層に約5m以上堆積する波状の地形。一般に砂州上に形成されるが、台地上に形成されたものを含む。 | 完新統の極めてゆるい風成砂。 |
| 18 | 砂丘・砂州間低地 | 砂州や砂丘の間の低地。一般に堤間低地と呼ばれるものも含む。表層は風成砂よりなるが、その下位は腐植土や粘性土で構成されることが多い。 | 完新統の極めてゆるい風成砂・軟弱粘性土・腐植土。 |
| 19 | 干拓地 | 浅海底や湖底部分を沖合の築堤と排水により陸化させたもの。標高は水面よりも低い。 | 完新統のゆるい砂質土・軟弱粘性土、表層は盛土の場合が多い。 |
| 20 | 埋立地 | 水面下の部分を盛土により陸化させたもの。標高は水面よりも高い。 | 未改良の場合はゆるい埋土の砂質土。 |
| 21 | 磯・岩礁 | 基盤の岩が露出、または岩塊が多い海岸。 | 先第三系・第三系の岩石、更新統の石灰岩。 |
| 22 | 河原 | 雨や雪などの表流水の流路となる細長い凹地のうち、常時は水流がない(冠水していない)部分。 | 完新統の中位に締まった砂礫ないしゆるい砂質土。 |
| 23 | 河道 | 雨や雪などの表流水の流路となる細長い凹地で、常時に水流がある部分。 | 水域。 |
| 24 | 湖沼 | 四方陸地に囲まれて、海とは直接連絡のない静止した水域。 | 水域。 |
| 0 | 沿岸海域 | 外洋沿岸の水域。 | 水域。 |

*現在公開している旧日本測地系版では旧河道のみ、現在構築中の世界測地系版では旧池沼を追加した。

### ３．地形・地盤分類250mメッシュマップの分類基準

表1に地形と地盤の分類基準および各分類項目に対応する地質・土質条件を示す。各分類の名称は、地形分類の最小単位である微地形区分となっている。地形分類とは、同じ形態や構造、成因、形成時代の地域をそれぞれの基準の中で等質となるように土地を区分し類型化する地形学的な手法で、わが国では第二次世界大戦後に国土の効果的利用を目的として国土調査法（昭和26年6月1日）の中で初めてその分類基準が示された。筆者らの分類は、純地形学的な地類基準を尊重しつつ、地盤条件の判読という工学的用途を考慮し、全国を統一基準で均等な精度で分類する「工学的な地形分類の標準化」を主眼としている。1kmメッシュマップでは20分類であるが、250mメッシュマップでは、メッシュサイズが約250m四方と細かいため、1kmメッシュ単位の分類にはなかった「砂州･砂丘間低地」、「磯･岩礁」、「河原」、「河道」が追加され24分類となっている。一つのメッシュ内に複数の微地形区分が存在する場合は、原則としてメッシュ内で最も広い面積を占める区分をそのメッシュの属性として与えている。

本メッシュマップは、前述のように筆者らによる独自の分類基準に基づいて地形と表層地盤の特性によって分類したものであり、既存のデータを機械的にデジタイズしたものではない。分類に際し参考にした資料は、国土地理院発行の縮尺1/5万、1/2.5万地形図（旧版地図を含む）の他に、地質図、地形分類図、文献など数百に及ぶ。ここでは紙面の都合で掲載できないが、詳細については文献3)もしくは4)を参照されたい。

図２に地形・地盤分類250mメッシュマップの属性の構成比を示す。図では、表１のNo.1 ～ No.2を「山地」として統合し、No.4 ～ No.6の火山関連の微地形区分を「火山地」としている。また、No.7 ～ No.9を「台地」、No.10 ～ No.18を「低地」、No.19 ～ No.20を「埋立地･干拓地」、No.21 ～ No.22を「その他」とした。図２を見ると我が国の国土は、山地が半分以上を占めており、人口が集中する低地と台地･段丘は、国土の約1/4にすぎないことがわかる。

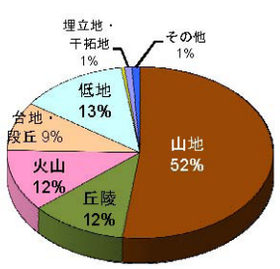



図２　日本列島の地形構成比

### ４．なぜ250mメッシュ単位か？

地形・地盤分類250mメッシュマップに関してよく受ける質問に、なぜ250mメッシュなのか？次のバージョンは50mメッシュか？メッシュデータより領域表示のベクトルデータの方が良くないか？などがある。その都度、筆者らは「250mメッシュデータでよいと考えている」と答えている。その理由は、以下の通りである。

筆者らによるメッシュマップは、地形そのものを類型化しているのではなく、微地形に反映される地盤条件を類型化している。図３に地形の断面と地層の堆積状態の関係を、最もわかりやすい例として山地と低地（後背湿地など）の境界を模式的に示す。地形学的な境界は、山地の裾の岩盤が低地の軟弱な堆積層の下に潜り込む部分であり、領域表示にした場合この線が地形境界となる。しかし、地盤条件から見た場合、地表面下のどのぐらいの深さまでの堆積物の種類や硬さを問題にするかにもよるが、図３に両矢印で示したゾーンは地盤条件の漸次的な移行帯である。従って、地盤条件の境界を１本の線で描くのは困難にして無意味と考える。メッシュ単位とすることにより境界の曖昧さ強調しておく方が無難と考えている。

次に、適正メッシュサイズについて考えてみる。図４(a)(b)は、茨城県つくば市における微地形区分の分布を250mメッシュと50mメッシュで表している。図４(a)の250mメッシュの場合、ローム台地の間の谷筋も断続的で地形・地盤条件が大まかにしかわからない。これに対して、図４(b)の50mメッシュでは樹枝状の谷底低地が細かく抽出され、精緻な印象を受ける。また、旧河道や自然堤防の分布も細密である。

図５は、(a) 250mメッシュと(b) 50mメッシュそれぞれから拾える谷底低地の断面を模式的に表し比較したものである。図に示すように、250mメッシュで拾えるような谷幅の広い谷底低地は沖積層（谷底低地堆積物）の厚さも厚い。場所にもよるが層厚は5mないしそれ以上である。

一方、50mメッシュで拾える谷幅の狭い谷底低地の沖積層厚は薄く、谷幅50mで1 ～ 2m、谷幅100mでも

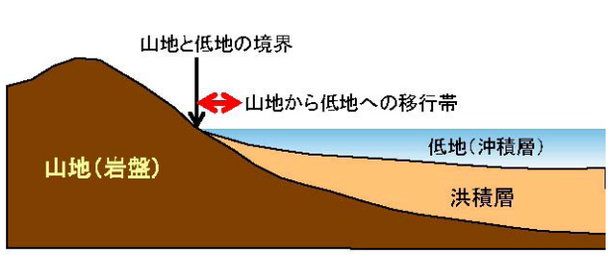



図３　地形と地層断面の関係の概念図

3m未満のことが多い。例えば地表から10 ～ 20mまでの深さまでの地盤条件をとらえる場合は、洪積層が卓越していることになり、微地形区分と地盤条件はうまく対応しない。旧河道や自然堤防における堆積物と厚さの関係も同様である。小規模な自然堤防では自然堤防堆積物（砂質土）よりもその直下の後背湿地堆積物（軟弱粘性土ないし腐植土）の方が卓越する。

また、同一微地形区分における地盤特性の共通性にも限界があり、メッシュサイズを細密にしても地盤条件の類型化の精度向上には必ずしもつながらない。以上のような理由で県単位、地方単位などの地盤性状をマクロに把握するには、250mメッシュは最適な単位と考えている。

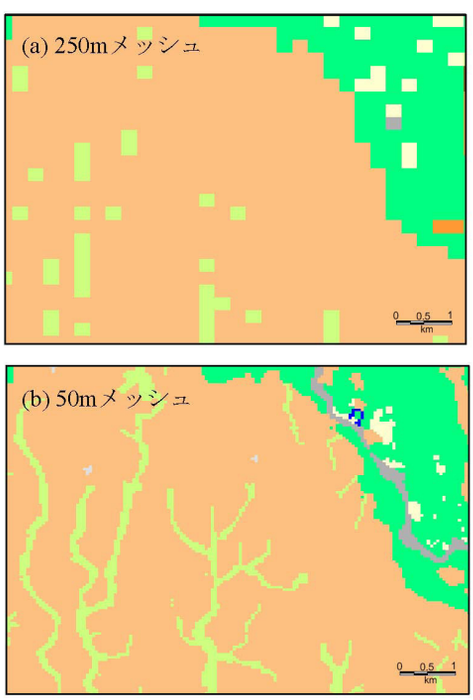
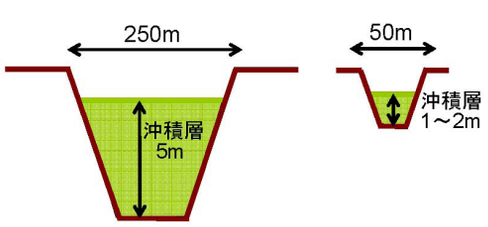



図４　２種類のメッシュサイズによる地形・地盤メッシュマップ（つくば市北部）。凡例は図１と同じ




(a) 250mメッシュで拾える谷底低地　　(b) 50mメッシュで拾える谷底低地

図５　異なる谷幅の谷底低地における地層断面の概念図

## ５．地形・地盤分類メッシュマップによる地盤の揺れやすさの推定

地盤の揺れやすさ（増幅度）は、地震動の大きな揺れの主成分が横波であることから、地盤調査資料に含まれる地盤のせん断波速度に関する情報から計算できる。しかし、広い地域について地盤の増幅度の分布を計算によって推定することは、地盤調査資料を大量に収集し、資料のない地域については新たに地盤調査を実施する必要があるなど、近い将来発生が予想される大地震に向けた取り組みとしては、効率的あるいは現実的な手段とはいえない。

そこで、筆者らは表１に示した微地形区分から地盤の揺れと密接な関係がある指標（地盤の深さ30 mまでの平均的なせん断波速度：Vs30）の推定を行った[7]。

同じ微地形区分であっても標高の高い河川の上流と標高が低い下流では土質条件が異なり、粗粒なものから細粒なものへと変化している。また、地盤の傾斜も堆積物の粒度に影響を与える。例えば、扇状地はその勾配によって堆積物が変化し、液状化のしやすさにも影響を与えることが知られている。谷底低地については、縦断勾配が急な谷で土石流の流下によって形成されたものは、一般に玉石などの転石で構成されるのに対して、緩勾配の谷には掃流によって流下した砂泥質の土が堆積する。このような堆積物の違いは、谷の縦断勾配などの地形的な特徴から推定が可能と考えられる。三角州・海岸低地や谷底低地や山間部の河岸段丘（砂礫質台地の一部）の堆積層の厚さは、図３からも分かるように山地や丘陵からの距離と関係がある。

以上のような類推に基づき、微地形区分に加えて、その地点の標高および傾斜、先第三系･第三系の山地･丘陵からの距離を考慮することで得られたVs30マップを図６に示す。首都圏のVs30に注目すると、東京低地の三角州・海岸低地や埋立地、埼玉県南西部の後背湿地ではVs30が150 m/s前後の軟弱な地盤が分布する。東京の武蔵野台地や埼玉県の大宮台地を刻む谷底低地のVs30も180 ～ 200 m/sと比較的小さい。Vs30は地盤の揺れやすさ（増幅度）に変換できる[8),9)]。地震動の計測震度の増幅度に換算すると、首都圏での低地部は、Vs30が600 m/s相当の硬質地盤に対して震度が1つ大きくなる。名古屋、大阪、仙台、新潟、札幌などの大都市圏でも同様な傾向が見られる。ただし、このVs30マップは、メッシュ内の大きな面積を占める微地形を代表値としており、局所的な地盤特性の変化や宅地造成による地形改変などが反映されていない。あくまでも、広域評価のための地盤の揺れやすさ（増幅度）の指標であることに注意が必要である。

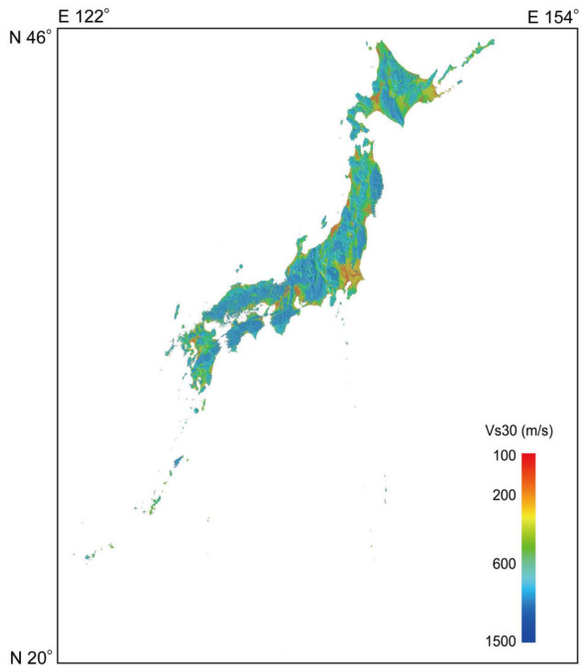



図６　地形・地盤分類250mメッシュマップを利用して推定したVs30マップ

## ６．地形・地盤分類250mメッシュマップの利活用例

以下に公的機関での地形・地盤分類250mメッシュマップの利活用例を紹介する。

(1) 全国地震動予測地図

全国地震動予測地図は、将来日本で発生する恐れのある地震による強い揺れを予測し、予測結果を地図として表したもので、国の地震調査研究推進本部により作成されている。全国地震動予測地図は、地震発生の長期的な確率評価と強震動の評価を組み合わせた「確率論的地震動予測地図」と、特定の地震に対して、ある想定されたシナリオに対する強震動評価に基づく「震源断層を特定した地震動予測地図」の2種類の性質の異なる地図から構成されている[2)]。

地形・地盤分類250mメッシュマップは、この予測地図で地表での震度を推定する際の表層地盤増幅評価の基礎データとして利用されている。

前述のように、J-SHISから公開されている地形・地盤分類250mメッシュマップ（J-SHISでは250mメッシュ微地形区分図と表記されている）は、居住地などの土地条件を調べることを目的として東日本大震災以降、市民のアクセスも増加している。

(2) 地震動マップ即時推定システム（QuiQuake）

産業技術総合研究所（以降、産総研）では、図６のVs30マップを利用して、地震動マップ即時推定システム（QuiQuake）を開発した[10)]。このシステムは地震記録の取得時期に応じて2つの地震動マップを生成する。ひとつは、防災科研の全国強震観測網（K-NET）から得られるリアルタイム地震動指標値を利用することによって、概略であっても地震後速やかに地震動マップを計算して結果を公開するもの（QuickMap）と、K-NETおよび基盤強震観測網（KiK-net）の約1700地点の地震記録の回収および整理後に防災科研から公開される波形データに基づいて計算するもの（QuakeMap）の2種類がある。後者については、3以上の震度が観測された地震については地震後速やかに、それ以外の地震については波形データの公開が1ヶ月後になるため、地震動マップ計算と公開までにややタイムラグがある。以上のようにQuickMapとQuakeMapでは用いる地震記録や計算方法にやや違いがあるものの、いずれも日本全国における任意の地点の地震動の大きさ（最大加速度、最大速度、計測震度相当値）を250 mメッシュ分解能にて推定する点に特長がある[10)]。

以上の手順を自動化したシステムを産総研のクラスタ計算機に実装し、2009年10月よりWebでの公開を行っている[11)]。クラスタ計算機に実装したことにより、地震記録の公開後速やかに広域かつ詳細な地震動マップを計算し、結果を公開することができるようになった。図７にQuiQuakeのポータルサイトを示す。計算時間は計算範囲に依存し、計算範囲は地震のマグニチュードや揺れの範囲に応じて自動的にきまる。マグニチュード7以下の地震であれば、地震記録を受信してからおおよそ5分でQuickMapの計算が終了する。また、RSSやTwitterBOTにて計算が終了したことを発信しており、ユーザは結果をすぐに確認できる。

本サイトは公開以前の1996年まで遡って主な地震（2012年12月時点で8,500個以上）の地震動マップを公開しており、過去のアーカイブデータが充実している。

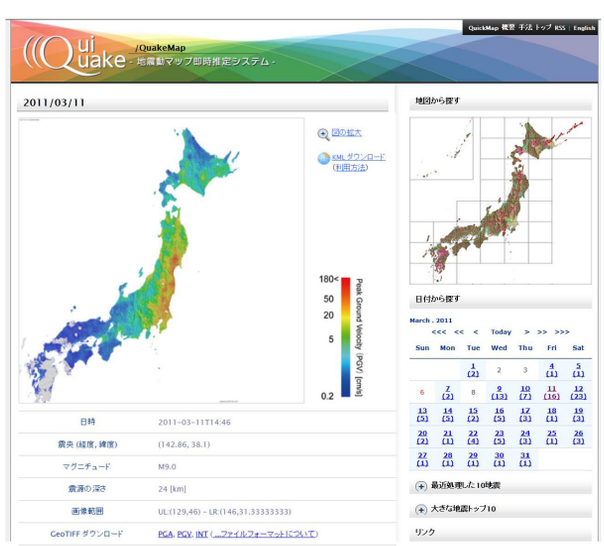



図７　QuiQuakeのポータルサイトの例

(3) 国や地方公共団体での利用

地形・地盤分類250mメッシュマップは、中央防災会議の南海トラフの巨大地震や首都直下地震の震度分布の推計や、地方公共団体の地震被害想定調査、地震ハザードマップの作成、防災性評価、災害情報システムへの導入など、広く利用されてきている。本マップを利用して地震被害想定調査を実施した県は、筆者らが把握しているだけでも15都道府県に及んでいる。

以上の他に、地震被害分布との重ね合わせ分析も盛んに行われている。2011年東北地方太平洋沖地震により関東地方で発生した液状化について微地形区分毎に液状化発生メッシュの割合を算出した結果、「埋立地」、「旧河道・旧池沼」、「干拓地」で液状化が発生した割合が高い[12]ことが判明し、液状化の発生が微地形区分と関係が深いことが広く知られるようになった。

## 7．おわりに

以上で紹介したように、全国統一基準による地形・地盤分類メッシュマップは、地震工学分野では広く利用されるようになってきており、データベース構築当初の目的は達成されつつある。

しかし、筆者らがメッシュマップを構築中に思わぬ事態が発生した。2001年6月の測量法改正により測量の基準が日本測地系から世界測地系へ移行したことに伴い、国の統計で用いられるメッシュ枠の規格が変更（枠の位置が約400 ～ 450m南東に移動）となった。このためメッシュデータの公的利用を図るためには、各メッシュの四隅の座標を世界測地系に変換するだけではなく、変更後のメッシュ枠で全ての微地形区分の見直しを余儀なくされた。2008年度より地形･地盤分類250mメッシュマップの世界測地系への対応作業を開始し、2012年度末に完成予定である。その後、半年程度かけて確認作業を行い、2013年度末を目途にJ-SHISより公開する予定である。今後は地震災害以外の自然災害のハザード評価や土地利用適正評価の基礎データなどとして、より幅広い用途への利用の推進も図っていきたいと考えている。

## 参考文献


1) 地震調査研究推進本部：全国地震動予測地図、http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka04.htm#zenkoku
2) (独)防災科学技術研究所の地震ハザードステーション（J-SHIS）、http://www.j-shis.bosai.go.jp/
3) 若松加寿江、松岡昌志、久保純子、長谷川浩一、杉浦正美：日本全国地形・地盤分類メッシュマップの構築、土木学会論文集、No. 759/I-67、pp.213-232、2004年
4) 若松加寿江、久保純子、松岡昌志、長谷川浩一、杉浦正美：日本の地形・地盤デジタルマップ(CD-ROM付)、東京大学出版会、2005年
5) 若松加寿江、松岡昌志：地形・地盤分類250mメッシュマップ全国版の構築、日本地震工学会大会-2008梗概集、pp.222-223、2008年
6) 若松加寿江、松岡昌志：全国を網羅した地形・地盤分類250mメッシュマップの構築、第3回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」予稿集、pp.15-20、2009年
7) 松岡昌志、若松加寿江、藤本一雄、翠川三郎：日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均S波速度分布の推定、土木学会論文集、No.794/I-72、pp.239-251、2005年
8) 藤本一雄、翠川三郎：近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均Ｓ波速度の関係、日本地震工学会論文集、Vol.6、No.1、pp.11-22、2006年
9) 翠川三郎、駒澤真人、三浦弘之：横浜市高密度強震計ネットワークの記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均S波速度との関係、日本地震工学会論文集、Vol.8、No.3、pp.19-30、2008年
10) 松岡昌志、山本直孝：250mメッシュVs30と強震記録に基づく地震動マップの即時推定システム（QuiQuake）、地域安全学会梗概集、No.25、pp.97-98、2009年
11) 産業技術総合研究所：地震動マップ即時推定システム、http://qq.ghz.geogrid.org/
12) 国土交通省関東地方整備局・地盤工学会：東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明報告書、http://www.ktr. mlit.go.jp/bousai/bousai00000061.html、2011年

**若松加寿江**

関東学院大学工学部社会環境システム学科 教授 博士（工学）。早稲田大学理工学研究科建設工学専攻修了。日本全国の液状化履歴地点の地形・地盤条件の調査研究をライフワークとする。ここで得られた知見を基に地形・地盤分類メッシュマップを構築した。

**松岡　昌志**

東京工業大学大学院総合理工学研究科 准教授 博士（工学）。東京工業大学大学院総合理工学研究科社会開発工学専攻修了。主たる研究テーマはGISやリモートセンシングなどジオインフォマティクスの防災分野への応用。

# 東京湾岸における液状化被害の分析と対策

中井　正一
●千葉大学大学院 教授

## １．はじめに

東北地方太平洋沖地震では、震央から300km以上離れた東京湾沿岸部の埋立地をはじめ、首都圏東部地域では広範囲にわたって液状化が発生し[1)]、噴砂や地盤沈下、建物の傾斜等の被害が生じた。特に、戸建て住宅地では、構造的な被害はほとんど無いものの、健康的被害を生じうる傾斜を生じた建物が続出し、大きな社会問題となった。写真１は、大量の噴砂で埋まった住宅地の様子を表している。著者らは、地震直後に、千葉市美浜区全域を対象とする液状化に伴う噴砂分布の調査を行い、被害マップを作成した。その結果、広範囲にわたって激しく噴砂が発生している地区もあれば、噴砂が全く見られない地域が隣接してみられるなど、液状化被害には大きな偏りのあることが分かった。

本報告では、まず、千葉市美浜区を対象に、液状化被害分布に見られる著しい不均一性が生じたメカニズムを表層地盤構造の観点から分析し、ついで、既存宅地を対象とする対策法に言及してみたい。

## ２．液状化被害の概要とその分析[2)]

千葉市美浜区は市西部の東京湾岸沿いに位置し、区内全域が埋立地である。埋立ては、1960年代から1980年代中頃までの間に南東側から順に行われ、東京湾海底の浚渫土を用いたサンドポンプ工法が採用された[3)]。東北地方太平洋沖地震により美浜区内の広い範囲で噴砂が発生した。

著者らのグループでは、地震直後の3月12日～20日にかけて、美浜区における噴砂の発生状況調査を実施した。調査対象は区内全域の道路と立入り可能な公園、および、一部の私有地である。被害の程度は、噴砂の流出範囲がおおむね直径1mを超える大規模な噴砂が確認された場合、それ以下の小規模な噴砂のみ見られた場合、および、噴砂が見られなかった場合の3段階に分類した。

図１に噴砂被害の分布を50mメッシュを用いて示す。なお、調査した道路や公園等が含まれないメッシュは空白とした。図から、内陸側（北東側）よりも中央部から海側（南西側）にかけて大規模な噴砂が多いこと、大規模な噴砂が広範囲に見られた地区がある一方で、噴砂がほとんど見られなかった地区もあること、などを指摘することができる。

写真１　戸建て住宅の液状化被害（千葉市美浜区）

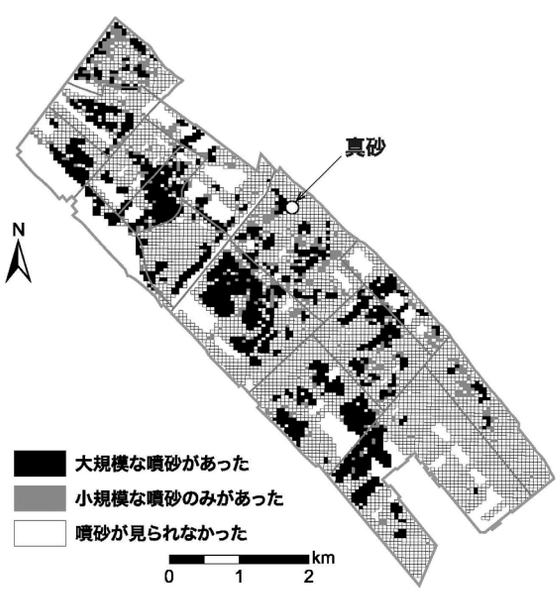



図１　液状化に伴う噴砂被害分布（千葉市美浜区）

## ３．表層地盤構造と液状化被害分布

### ３．１　表層地盤構造モデル

振動特性を明らかにするため、美浜区全域にわたる表層地盤モデルを構築した。まず、美浜区全体を50mメッシュ 7439個で分割し、すでに構築済みの地盤データベースからおおむね一様な分布になるように選択した540本のボーリング資料を用い、各50mメッシュに

ついて工学的基盤までの土質・*N*値・S波速度構造を推定した。推定は、各メッシュ近傍のボーリングデータから距離の逆数による重み付き平均により行った。構築された地盤モデルによれば、工学的基盤までの表層地盤は、地表から、埋立土層、沖積層（完新統）、洪積層（更新統）に分類される。ここで、埋立土層の深さは海側ほど深く、GL–3～–12m程度の範囲である。また、沖積層基底深度はGL–5～–45m程度、工学的基盤深度はこれよりもやや深い位置に現れる。このように、埋立土層厚・沖積層基底深度・工学的基盤深度のいずれも区内の地域ごとに大きく異なっているのは、複数の溺れ谷が存在することと関係している。

### ３．２　最大地動速度の推定と被害分布

3.1で構築した地盤モデルに基づき、等価線形解析により地表での地震動と各層のせん断ひずみを求めた。入力地震動は、真砂（図１）にある計測震度計で観測された本震記録のEW成分を、等価線形解析により工学的基盤へ戻したものを美浜区全域で同一と仮定した。液状化地盤であっても、液状化直前までの応答を等価線形解析により概ね評価できるものと判断している。

図２に、解析から得られた各メッシュの地表での最大地動速度（PGV）の分布を示す。図より、PGVは海側で値が大きくなる傾向にあることが分かる。長周期の地震動成分が表層地盤で増幅され、地表での速度が大きくなったためと考えられる。図２の分布は、図１に示す噴砂分布と一定程度の対応は見られるものの、噴砂のなかった地区でもPGVが大きくなっており、特に海側における噴砂被害の偏りを説明できていない。

### ３．３　砂層の最大せん断ひずみと被害分布

液状化は緩い飽和砂が地震時に引き起こす現象であることから、噴砂被害を分析するに当たってはこの土質の差を考慮するのが自然である。ここでは、上記地震応答解析結果のうち、地表面下20mまでのゆるい砂層に着目し、地震時のせん断ひずみの最大値を求めた。結果を図３に示す。おおむね図２に示すPGV分布に近いものの、海側においてもせん断ひずみが大きくならない地区が見られ、噴砂分布とよく対応していることが分かる。すなわち、液状化被害は、表層地盤の地震動増幅特性だけでなく、各地点の土質構造が大きく影響していると言える。

## ４．埋立造成履歴と地盤の不均一性[4)]

### ４．１　埋立造成履歴

美浜区の埋立造成は、千葉県内東京湾岸の他地域と同様、浚渫によりなされたものである。すなわち、東京湾海底の土をポンプにより海水と一緒に吸い込み、

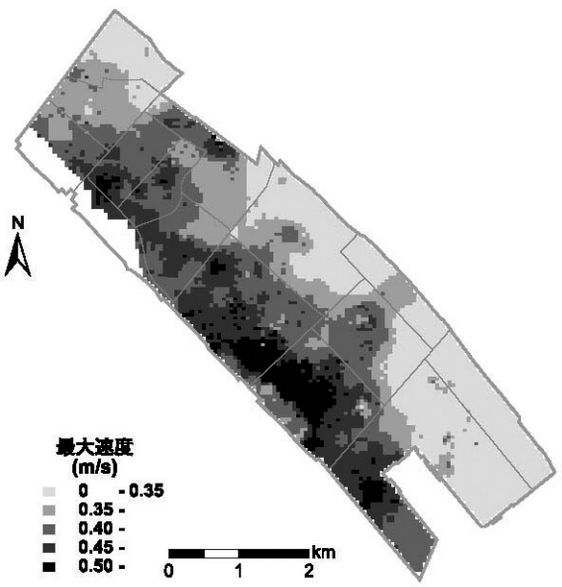



図２　地震応答解析による推定最大速度分布

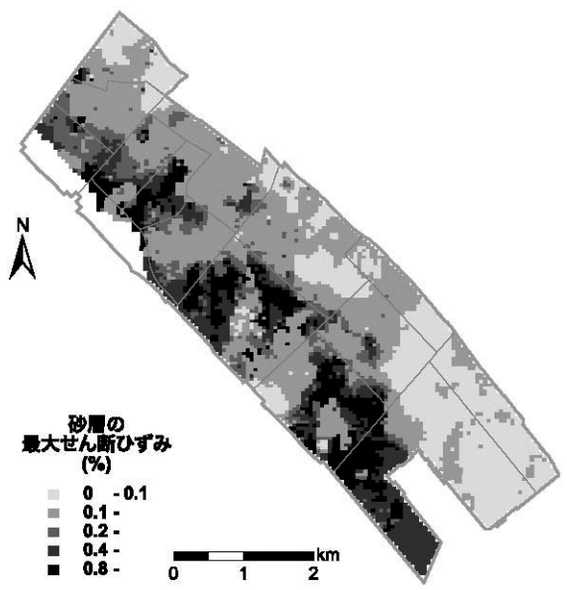



図３　地震応答解析による砂層の最大せん断ひずみ

排砂管を通して圧送し、堤防により締め切られた海面に排出する方法である（写真２）。この工法では水中で土砂が堆積する結果、排砂管噴出口近傍では粗粒土（すなわち砂）が、噴出口から距離の離れた地点では細粒土（シルト・粘土）が多く堆積すると考えられる。

図４は、埋立造成時（1972年）の対象地区の航空写真を表している。理解を容易にするため、航空写真から判読した排砂管の位置を黒い線で示した。図中、B1地点は排砂管のごく近傍、B2、B3地点は排砂管から離れていることが分かる。特に、B3地点付近には、現在の草野水路に相当する排水路が見られる。排砂管の噴出口から排出された海底土混じりの海水は、この

排水路の両脇に設けられた余水吐（よすいばけ）に集められ、細粒土を沈殿させた上で東京湾へと戻されていることが航空写真の濃淡から読み取ることができる。

写真２　浚渫による埋立の様子

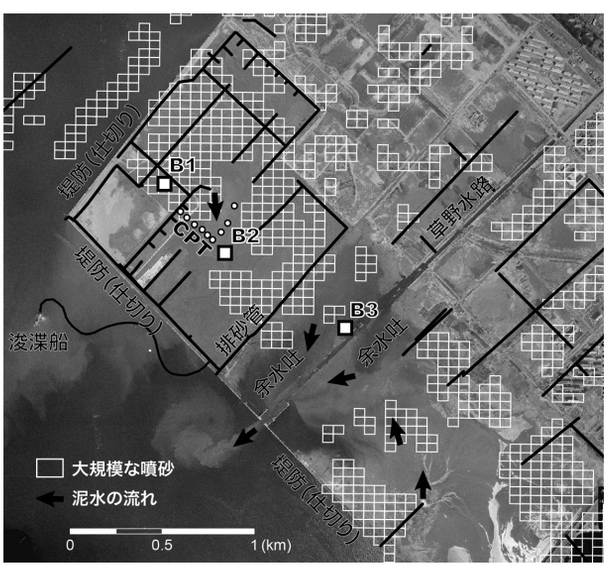



図４　埋立状況と排砂管配置（1972年）

### ４．２　地盤の不均一性

上記のような考察を検証するため、まず、図４に示すB1～B3地点における土質柱状図を比較してみる。結果を図５に示す。図から明らかなように、排砂管噴出口に近いB1地点ではゆるい砂層が厚く堆積しており、排砂管から遠いB2およびB3地点ではシルト層が卓越している。特に、埋立造成時に余水吐であったと思われるB3地点では、地表に至るまで砂層はほとんど見られない。図４には、図１に示した噴砂分布を重ね描いており、図５に示す土質柱状図はその結果と極めて調和的であると言える。ちなみに、B1～B3地点における埋立層厚は12m程度であると考えられる。

さらに狭い範囲での地盤構造の不均一性を検討するため、図４のB2地点付近において細かな間隔でコーン貫入試験（CPT）を行った。調査地点の詳細を図６に、CPTによる推定土質柱状図を図７に示す。図６において、C1～C6がCPT調査地点、灰色の線は激しい噴砂が見られた地点、黒い線は図４から読み取った埋立造成時の排砂管の位置である。これらより、

- 図７から分かるとおり、浚渫により造成された埋立地盤では、距離30～50m程度で土層構成が大きく変化する可能性がある。
- 排砂管の噴出口付近には粗粒土（砂）が堆積しやすく、水中での堆積であることからゆるい状態にとどまると推測される。このような場所では、地震時に液状化する可能性が高い。
- 一方で、排砂管の噴出口から離れた場所には細粒分の多いシルトや粘土が堆積しやすく、地震時の液状化危険度は低いと考えられる。

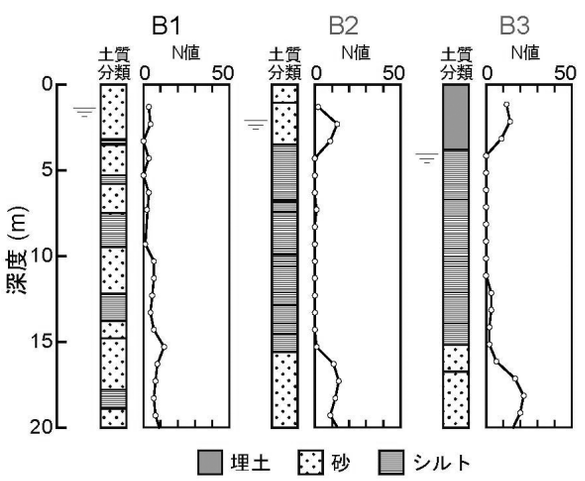



図５　B1～B3地点の土質柱状図

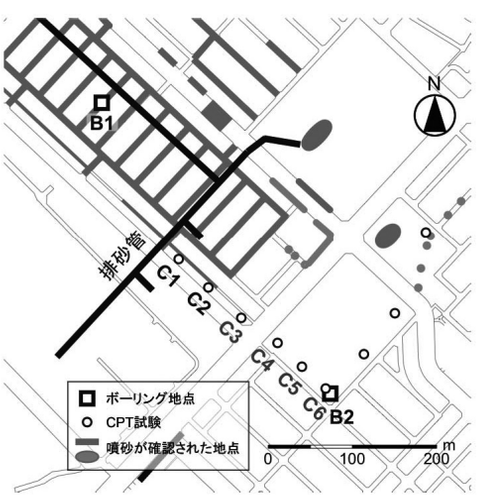



図６　調査地点の詳細

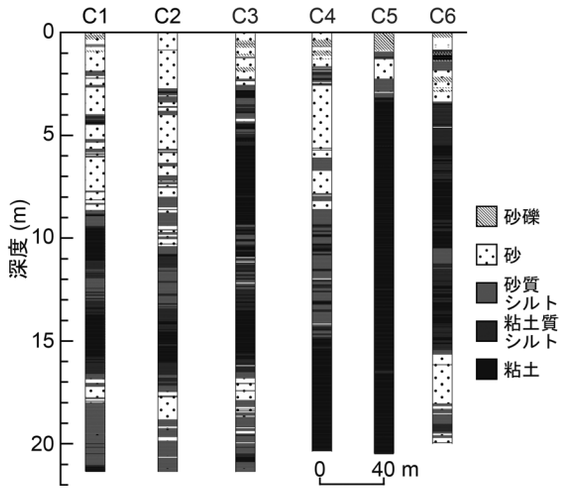



図７　CPTによる推定土質柱状図

## ５．液状化対策

従来、軟弱地盤上の戸建て住宅では、支持力の確保と不同沈下の抑止を目的とする小口径摩擦杭や柱状改良による対策が用いられてきたが、これらは液状化対策を意図したものではないため、場所によっては沈下・傾斜等の被害を受ける結果となった。

これまでに提案されている地盤の液状化対策工法は、(a) 密度増大、(b) 間隙水圧消散、(c) 固化、(d) 置換、(e) 地下水位低下、(f) せん断変形抑制に大別することができる。いずれも、大きな構造物を対象に、構造物が建設される前の地盤を想定している。結果として、既存の戸建て住宅を想定した液状化対策法はほとんど無く、あっても概して高コストなものが多い。

湾岸埋立地の戸建て住宅地における液状化被害を低減する工法として、矢板と地下水位の低下を併用した方法（図８参照）が有効と考えられる。すなわち：

(1) 最小単位の街区を、下部粘土層に達する鋼矢板で囲む。

(2) 街区外の地下水位を2m程度、街区内の地下水位をさらに2m低下させる。

地下水位低下工法の液状化抑止メカニズムは、有効応力の増加により液状化抵抗を増大させるものである。また、矢板囲い込み工法では、矢板の水平抵抗により地盤の側方移動を抑止し、建物の沈下量を低減する。これらの方法は、いずれも個別に技術が確立されているが、両者の併用によりその相乗効果が期待でき、さらに、4.に示した狭い範囲での地盤構造の変化にも対応可能である。現在、その効果を検証中である[5)]。

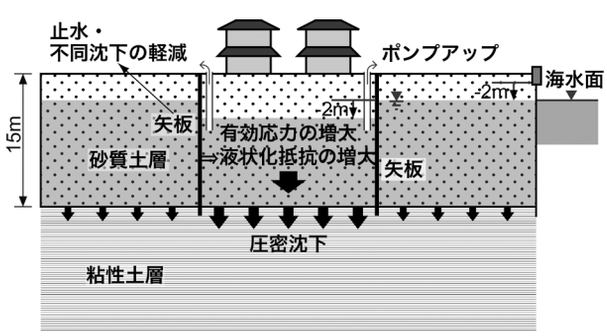



図８　地下水位低下概念図 mod.png

## ６．おわりに

東北地方太平洋沖地震による千葉市美浜区での液状化被害の分布には著しい偏りが見られた。本研究では、被害の不均一性を明らかにするため、詳細な分析を行うとともに、効果的な液状化被害低減工法の提案を行った。得られた知見は以下のようにまとめられる。

1) 液状化に伴う噴砂被害は、美浜区内の主として中央部から海側にかけて大規模に発生したが、同じ海側でも一部地域では噴砂が全く見られない地区もあった。

2) ボーリングデータに基づいて構築された表層地盤モデルによる分析によれば、同じ埋立地であっても埋立土層の土質は場所により大きく異なっており、このことが被害分布の不均一性の大きな原因となっていることが分かった。

3) このような地盤の不均一性は、埋立造成方法と密接に関係している可能性がある。

4) 埋立地の既存の戸建て住宅地の液状化被害低減工法として、矢板による囲い込みと地下水位低下を併用する工法を提案した。

## 参考文献

1) 国土交通省関東地方整備局・地盤工学会：東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実体解明報告書、2011.

2) 関口徹、中井正一：千葉市美浜区の液状化被害に与えた表層地盤構造の影響、日本地震工学会論文集東日本大震災特集号、Vol. 12、No. 5、pp. 21-35、2012.

3) 千葉市臨海開発部：稲毛海浜ニュータウンのあゆみ、1984.

4) 関口徹、中井正一：千葉市美浜区における液状化被害分布と埋立地盤構造の関係、日本建築学会大会学術講演梗概集、Paper No. 20235、pp. 469-470、2012.

5) http://www.mlit.go.jp/common/000189240.pdf

中井　正一

1973年東京工業大学卒、同大学大学院、清水建設株式会社を経て現職。工学博士。専門分野は建築基礎構造・地盤震動。

# 被災した歴史的建造物の復旧への取り組み

永井　康雄
●山形大学地域教育文化学部 教授

## １．はじめに

東日本大震災によって、数多くの歴史的建造物が被災した。震災から２年近く経つ間に、取り壊されてしまった歴史的建造物も多く、未だ復旧の目途すら立たずに震災直後の状態のままの建造物も各地に存在している。現在のところ、歴史的建造物に関しては、文化財的な価値を損ねずに復旧された事例は、むしろ少数と言える。ここで言う歴史的建造物とは、国及び地方自治体によって指定、選定或いは登録された建造物は勿論のことであるが、未指定・未登録の建造物であっても過去に行われた調査・研究によって文化財的な価値があると認められている建造物をも対象としている。未指定・未登録の歴史的建造物は、地域の文化的景観の形成に大きく寄与しており、将来的には指定文化財になり得るものも多々存在している。地域のアイデンティティーを考慮しつつ復興を進めていく上で、歴史的建造物の果たす役割は大きい。

本稿では、歴史的建造物の復旧・復興に向けて、官民共同で行っている「東日本大震災被災文化財建造物復旧支援事業」（以下「文化財ドクター派遣事業」という）の概要と活動を通して明らかになった諸問題について述べたい。

## ２．文化財ドクター派遣事業の概要

被害が著しかった東北・関東地方において、国が指定・登録した建造物だけでも3,000件近くが被災した。これらの被災状況の把握は、文化庁が地震直後から各都道府県教育委員会に状況を問い合わせ、現地の受け入れ態勢が整った箇所から、適宜、文化財調査官を派遣することによってなされたが、全体の把握には困難を極めた。国が指定、登録、選定した文化財で、東日本大震災による被害は、19都道県に及び、740件を越える件数が報告されている。その多くが歴史的建造物である[1]（写真１）。

一方で、国や地方自治体によって指定等されていない歴史的建造物の被害状況の把握と復旧支援が大きな課題となる。過去の大規模な震災というと阪神・淡路大震災が思い起こされるが、歴史的建造物を取り巻く環境は、その時とは大きく異なっていた。阪神・淡路大震災以前は、歴史的建造物とは国・地方公共団体が指定したものに限定され、指定等されていないものは所在がわからないまま、また手立てが講じられぬまま失われることも多くあった。こうした苦い経験を踏まえ、日本建築学会（以下「学会」という）では歴史的建築リスト整備活用小委員会を設け、指定等に関わらず文化財的な価値が認められた歴史的建造物の基本情報のデータベース化を進め、歴史的建築総目録データベース[2]を作成してきた。学会では、このデータベースを基本台帳として、建築歴史・意匠委員会に属する文化遺産災害対策委員会を中心に災害特別調査研究ＷＧを設置し、歴史的建造物の被災状況や被災後の復旧

写真１　国史跡名勝・旧有備館の被害（宮城県大崎市）

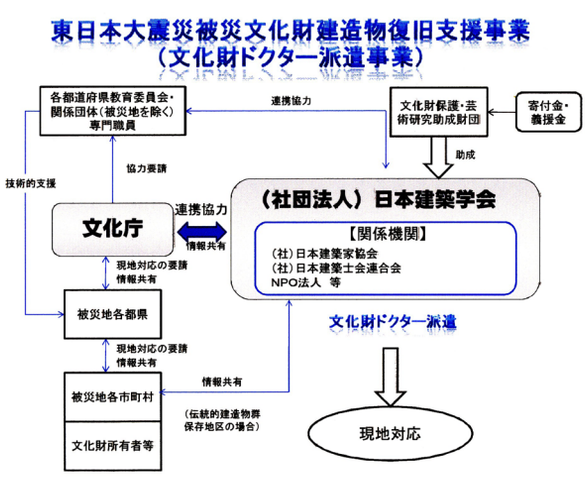



図１　2011年度文化財ドクター派遣事業の概要

に関する支援等の活動を始めることとした。震災直後から歴史的建築リスト整備活用小委員会を中心に調査対象の位置・写真情報などのデータ補完作業が開始され、東北・関東地方でリストアップされた歴史的建造物は15,000件以上に達した。

時期を同じくして、文化庁では被災した歴史的建造物の被災状況の把握と、所有者等の求めに応じて応急措置や復旧に向けての技術指導等を行う文化財ドクター派遣事業を実施することにした。そこで学会は、日本建築家協会、日本建築士会連合会等、建築関係機関と連携を図り、文化財ドクター派遣事業に協力することになった（図１）。この事業では、指定等されたものに限らず、これまでの調査等により価値があると認められた歴史的建造物まで対象を幅広く捉えている。

こうした取り組みが奏功し、文化財ドクター派遣事業において、歴史的建造物の被災状況の把握が迅速に進められたと考える。

2012年1月13日現在、延べ415人が11県195市町村の被災地に派遣された[3)]。

写真２　被害調査の様子

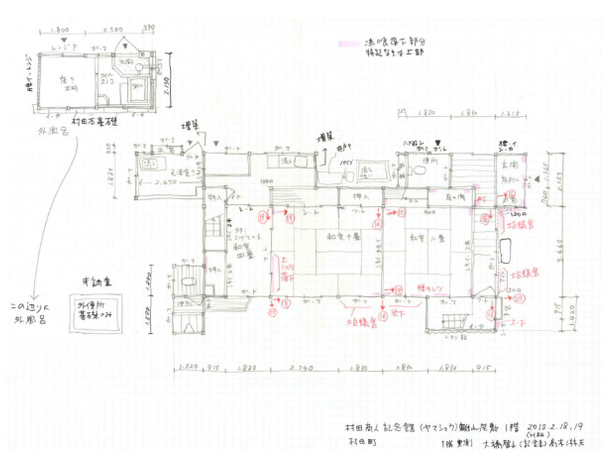


図２　作成した被害状況図

### ３．2011年度事業の成果

文化財ドクター派遣事業の内容は、①歴史的建造物の被災状況の調査、②所有者または管理団体からの要請に応じて応急措置及び復旧に向けた技術的支援等を行う、である。

①は、主として建物外観からの目視によって、調査シートに被害状況を記入し、写真を添付するという方法をとった。東北・関東地方で約4,000棟の歴史的建造物の被害状況を把握することができた。

写真３　村田の町並み

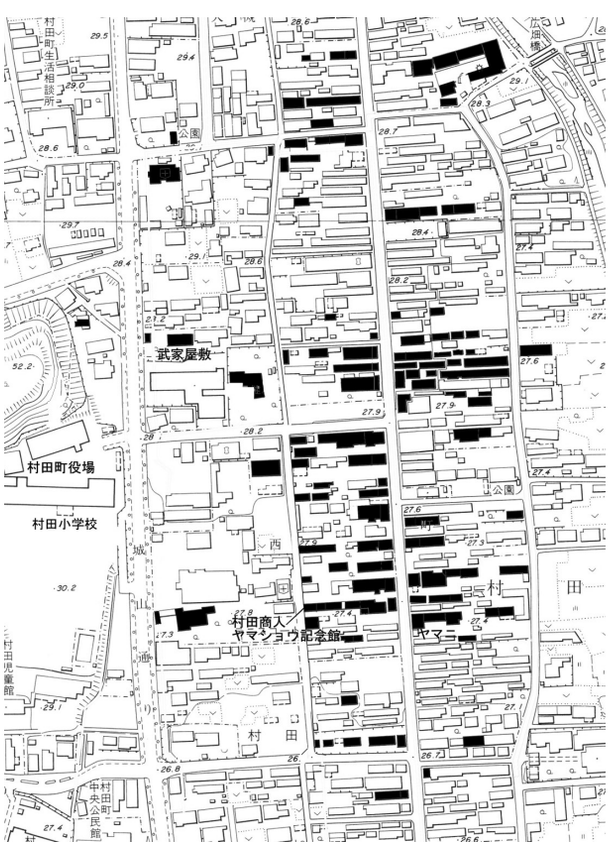



図３　村田町における調査建物（黒塗り）
（村田町教育委員会作成）

②は、日本建築家協会や日本建築士会連合会などの建築関係機関と学会による調査団を結成し、建物内部に入り、基礎・軸部・架構・屋根・外壁・内壁などの破損個所と程度を詳細に調査し、応急措置の方法や修理に際して文化財的な価値を損ねないための注意点などを纏め、所有者・管理者に提示した（写真２、図２）。

宮城県仙台市の南に位置する村田町には、土蔵造の商家が群として残っており、良好な歴史的景観を伝えていた（写真３）。それらの歴史的建造物も深刻な被害に遭ったため、ドクター派遣事業の一環として「蔵のまち村田復興対策調査」を実施した。調査日数28日、調査延べ人数202人によって、166棟の歴史的建造物を調査することができた（図３）。これらの調査・支援によって、村田町では伝統的建造物群の選定に向けて進んでいくこととなった。

## ４．2011年度事業の課題

学会東北支部歴史意匠部会は、過去に何度か震災を経験していたので被災調査のノウハウはある程度蓄積していたのであるが、この度はそれを根底から見直さなければならなかった。ガソリンが入手できるようになった４月から現地調査が開始されたが、建築関係機関との共同調査の実施は7月を待たなければならなかった。ここに至るまでの問題としては、情報を共有して組織だった行動ができるような体制を整えるのに少なからぬ時間と労力を要したことである。学会の中だけでも、各種委員会、本部と支部（関東と東北）、各種WGがある。更に学会のみでは事業遂行が困難であるので、建築関係機関との連携は必須であった。ここでも文化庁、学会、建築関係機関との調整が必要であった。加えて被災地の建築関係機関は、応急危険度判定や各自が手がけた物件のケアに追われていた。被災地自治体の文化財担当者は、人命救助が優先で歴史的建造物の対応まで手が回らない。当然、歴史的建造物所有者の方々も生きるのに懸命であった。

さて、実際に事業が開始されると、様々な問題点も明らかになった。ドクター事業の目的の他に現場で求められるのは、文化財としての価値付け（修復に値するものか）、応急処置・本格復旧工事にかかる具体的な費用である。派遣されたドクターは基本的にボランティアであるので、工事費の積算までを求めるのは難しい。また、工事契約は成されないので技術指導によって行われた応急処置・復旧工事で問題が生じた場合の責任の所在も定かではない。所有者に文化財的な価値を理解してもらっても（多くの所有者は残したいと考えている）、大きな障害になるのは資金源である。

写真４　津波被災地における被害例（宮城県岩沼市）

写真５　津波被災地における被害例（宮城県岩沼市）

指定文化財には公的補助があるものの、地方自治体では補助金に上限を設けている場合が多く、復旧に十分な額ではない。しかも使途は被災前の原状復帰が原則である。応急処置や仮復旧にも使えるような柔軟性が必要であろう。さらに深刻なのは未指定や登録文化財には補助がないことである。未指定の建物には文化財的価値はないのか？将来の指定文化財予備軍も存在しているであろうし、何よりも地域の景観形成に寄与していることは明白である。多くの建物が失われた被災地において、残った歴史的建造物は個人所有であっても地域のアイデンティティーを考える上で必要不可欠であり、いわば公的な性格を有するものと考えられよう。修復費用の有無は建物の存廃を決定する。公的な支援や民間による支援など、各種の支援プロジェクトが立ち上げられたが、それらに関する情報は必ずしも十分に伝達されていないのが実情である。

歴史的建造物の構造面での誤解も問題の一つとして挙げられよう。例えば、応急危険度判定で赤紙が張ら

れた建物や、特に土蔵では土壁が落ちたことで直ちに倒壊すると誤解されてしまう事例が多く見受けられる。大きな被害が生じた建物は、無理な改造（板葺から瓦葺に改造、店舗への改造に伴う柱の抜き取り等）、十分な維持管理がなされていないもの、安易な補修・改造が原因と推測されるものが多い。伝統的構法への正しい理解と評価を見直す必要がある。

2011年度の事業では、東北・関東地方で約4,000棟の歴史的建造物を調査することができた。しかしながら、この数はデータベースに登録されている調査すべき歴史的建造物の30％に満たない。津波被災地と原発事故による立ち入り禁止地区を調査することができなかったことが一因であるが、特に津波被災地の調査は大きな課題として残された（写真４、５）。

## ５．2012年度の事業

今年度は公益法人文化財保護・芸術助成財団からの助成を受け、事業を継続することとなった。前年度の事業では、歴史的建造物の所有者がその建造物を保存するか否かにあたり、復旧にかかる具体的な方法や費用の提示が大きな意味を持つことが明らかになった。また、沿岸部を始めとする未調査地域があることや、今年度に入っても復旧における技術的支援要請が多く寄せられている。

このような状況に鑑み、今年度はより具体的な技術的支援を行えるよう復旧支援委員会（委員長：芦原太郎、日本建築家協会会長）を立ち上げ、事業を実施することとなった[4)]。今年度の事業は以下の内容で行う。

①昨年度未調査地域の調査を実施
②フォローアップ調査（昨年度調査した被災建築のその後の対応調査）
③保存・修復に係る技術的なアドバイス（修理方針及び概算予算）を要望している所有者に対し具体的な技術支援を実施

今年度の事業は、今後の大災害が発生した時に、文化財ドクター派遣事業が迅速かつ有効に実施され、多くの国内文化財の保全と継承に役立つ体制が構築されることをも目指している。

復旧支援委員会は、日本建築家協会、日本建築士会連合会、学会、NPO法人等の専門家により組織される。派遣される専門家は、日本建築家協会、各県建築士会、学会の正会員であり、日本建築家協会会員は同協会で実施しているJIA文化財修復塾を既定の単位数受講していること、各県建築士会会員はヘリテージマネージャーの資格を有していることを条件としている。なお、技術支援は所有者からの要請を市町村、県教育委員会を通じて文化庁で集約し、復旧支援委員会で派遣する専門家を決定し、実施する。

## ６．おわりに

歴史的建造物の復興は端緒についたばかりと言える。公費解体も進行している。昨年度の文化財ドクター派遣事業を通して、行政・学会・建築関係機関・市民との人的な繋がりを築けたことは大きな成果の一つと言える。この事業を契機に、歴史的建造物を一棟でも多く後世に伝えるために、日常的に文化財ドクターを派遣できるような体制作りが望まれる。

## 参考文献


1) http://www.mext.go.jp/a_menu/saigaijohou/index.htm 文部科学省HP「被害情報及び支援情報」参照。
2)http://glohb-ue.eng.hokudai.ac.jp/で、データの一部を公開している。2012年12月現在のデータ数は40,000件強。
3) 2011年度初動調査結果は、永井康雄・野村俊一・角哲・崎山俊雄・相模誓雄・小幡知之・速水清孝・山崎鯛介・田中禎彦・上野勝久・大野敏・藤川昌樹・加藤悠希・大橋竜太・鰺坂徹・後藤治「歴史的建造物の被害」（『2011年東北地方太平洋沖地震災害調査速報』日本建築学会，2011年7月）参照。2011年度の最終調査結果は、『東日本大震災文化財建造物復旧支援事業（文化財ドクター派遣事業）報告書』（日本建築学会災害特別調査研究WG，DVD版，2012）参照。
4)2012年度文化財ドクター派遣事業　復旧支援委員会HP（http://db-ue.eng.hokudai.ac.jp/doctor/index.html） 参照。

永井　康雄

1988年東北大学大学院修了，東北大学大学院准教授を経て，2010年より現職，博士（工学），専門：建築史学

# 被災地の産業・物流の復興と港湾の整備

福元　正武／邊見　　充
●国土交通省東北地方整備局港湾空港部

## 1．はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う大津波は、東日本太平洋沿岸各地に未曾有の被害をもたらし、太平洋側の港湾機能は完全に失われた。港湾背後には、多くの産業が集積していることから、産業活動とその雇用を確保するためにも、産業・物流の基盤となる港湾機能の停止は地域にとって大きな痛手となった。ここでは、その港湾における復旧・復興に向けた行政の取り組みについて紹介する。

## 2．東北港湾の被害概要

被災した青森県から福島県の太平洋側沿岸には、1つの国際拠点港湾、8つの重要港湾、13の地方港湾がある（図1参照、東日本大震災当時）。宮城県の仙台塩釜港では震度6強を記録した。

地震により、岸壁や埠頭用地は陥没・沈下した。また、地震に伴う地殻変動の影響により、港内全体で地盤沈下が発生し、場所によっては、満潮時に埠頭用地が水没した。

図１　東北港湾位置図
（太平洋側沿岸）

想定を超える津波により、釜石港、大船渡港の湾口防波堤をはじめ、多くの港湾施設が被災した。コンテナ、完成自動車等の貨物は流出・散乱し、家屋等の災害廃棄物とともに港内外水域に漂流、沈没することとなり、航路や泊地等の水域施設が使用不可能な状況となった。ガントリークレーン等の多くの荷役機械は、浸水による電源設備の機能停止等により使用不能となった。

図2 ～図4は、被災状況写真である。図3の湾口防波堤は、ほぼ倒壊し２割程度残存する程度であった。

港湾関係の災害復旧額は、合計692件、3,405億円となっている。

## 3．港湾の復旧・復興の基本方針の策定

(1)　被災港湾における復興会議の開催

港湾は、地域の産業・物流及び雇用と直結していることから、港湾機能の早期復旧・復興が重要となる。一方で、被害が甚大なため、全ての港湾施設を同時に復旧するのではなく、被災地の輸送需要や都市・産業復興との関連、被災地の物流体系等を考慮して、復旧の優先順位や水準を決める必要があった。

このため、東北地方整備局では、被災港湾ごとに、地元自治体、港湾管理者・海岸管理者、港湾利用者、国の出先事務所等から構成される復興会議を設置。「新たな港づくり」の観点から、産業復興を支える物流機能のあり方や、産業活動・まちづくりと連動した津波防災のあり方を検討し、地元関係者の共通指針として「産業・物流復興プラン」（各港復旧・復興方針）を取りまとめた。その工程表の概略を図5に示す。

(2)　東北港湾復旧・復興基本方針検討委員会

各港の特性や自主性に配慮しつつも、復興会議と連

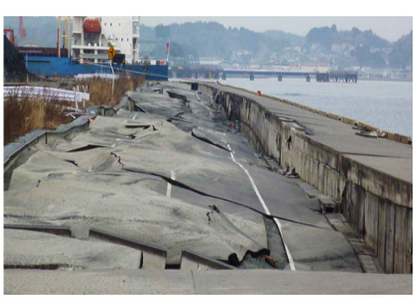


図２　護岸の倒壊・背後地盤の沈下
（小名浜港）

図３　倒壊した湾口防波堤
（釜石港）

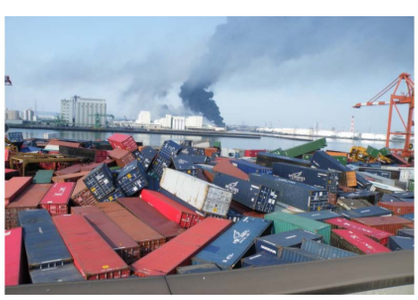


図４　津波によるコンテナの散乱
（仙台塩釜港）

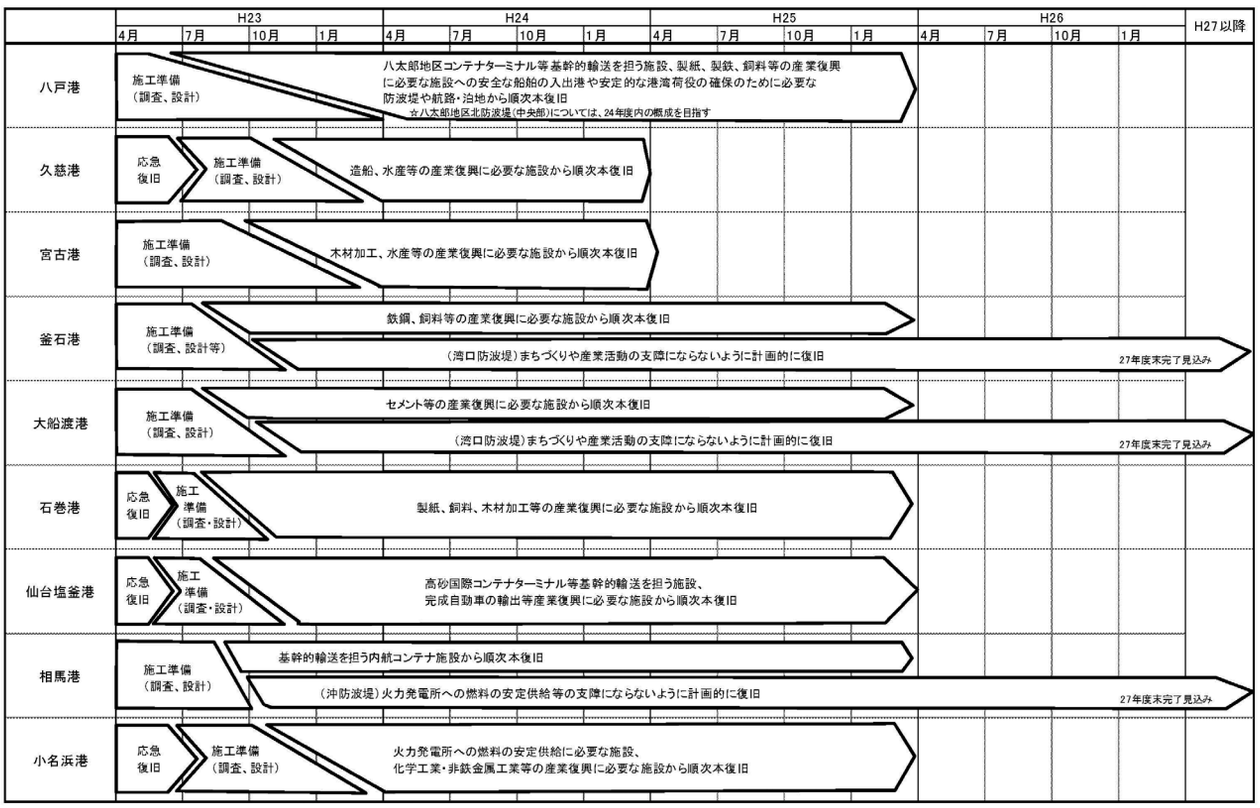



図５　「産業・物流復興プラン」工程表

携を図り、東北港湾を貫く統一した考え方を示すため、東北港湾復旧・復興基本方針検討委員会（委員長：稲村肇　東北工業大学教授）を設置し、東北全体の復旧・復興の方向性を示す「東北港湾の復旧・復興基本方針」を取りまとめた。当該基本方針は、

①港湾施設の災害復旧の進め方を整理した「港湾機能の早期回復の基本的考え方」

②海岸保全施設の災害復旧の進め方や将来に向けた災害に強い港づくりの基本的考え方を整理した「災害に強い港づくりの基本的考え方」

③将来の復興に向けた東北港湾の取り組みを整理した「復興に向けた東北港湾の取組」

の3つの柱で構成されている。

(3)　東北港湾津波・震災対策技術検討委員会

今般の津波被害は、これまで港湾施設の設計において考慮してきた津波外力を上回るものであった。このため、地震・津波の現象を把握し、防波堤や係留施設の被災要因の分析を行った上で、被災原因を踏まえた設計外力や対策工法にかかる技術的検討を行うことを目的に、東北港湾津波・震災対策技術検討委員会（委員長：高山知司　京都大学名誉教授）を設置し、各港湾施設の被災要因の分析、復旧断面の考え方とその対策について検討を行った。

特に、防波堤は、現時点よりも、迅速な復旧が可能な程度の損傷にとどまる修復性、若しくは減災効果が大きく低下しない程度の損傷にとどまる安全性を向上するといった、粘り強い構造とすることとした（図6）。

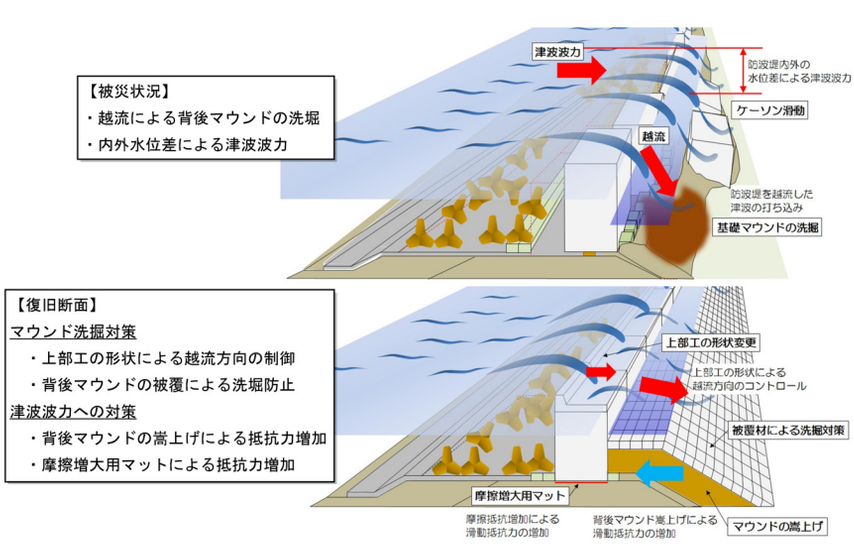



図６　粘り強い構造（イメージ）

## ４．企業の復旧状況と港湾取扱貨物量

図7は、八戸港から小名浜港の主な港湾利用企業104社の復旧状況をまとめたものである。被災3ヶ月後には仮復旧が5割を、全復旧が3割を超え、半年後には仮復旧が7割、全復旧が5割を超えていることがわかる。企業は、経営及び雇用確保の観点から迅速に復旧していることが伺える。

一方、取扱貨物量の推移を図8に示す。H22年と比べるとH23年の貨物量は震災の影響で68％に減少している（4月を比較、以下同じ）。さらに太平洋側（図9）と日本海側（図10）とわけて推移を見ると、太平洋側港湾は前年比25％で減少しているのに対して、日本海側港湾は54％増加していることがわかる。日本海側港湾が太平洋側港湾の代替機能を果たしていることがわかる。被災後に早期に復旧した企業および内陸側に立地し被災を免れた企業は、一時的に日本海側を利用していたのではないかと推測される。このように、災害対策においては、太平洋側港湾と日本海側港湾の連携も重要になってくると考えている。なお、H24年の取扱貨物量はさらに増加している。これはセメントや砂・砂利など復興資材の移入量が増加したものと考えている。

図11は、東北管内コンテナの取扱個数である。貨物量と同様、H23年はH22年と比べると24%に減少している。現時点の最新値H24年8月を見ても、まだ86%で元に戻っていない。これは紙・パルプ貨物の輸出が戻っていなかったことや水産関連施設の復旧が遅れていること等が一因ではないかと考えている。

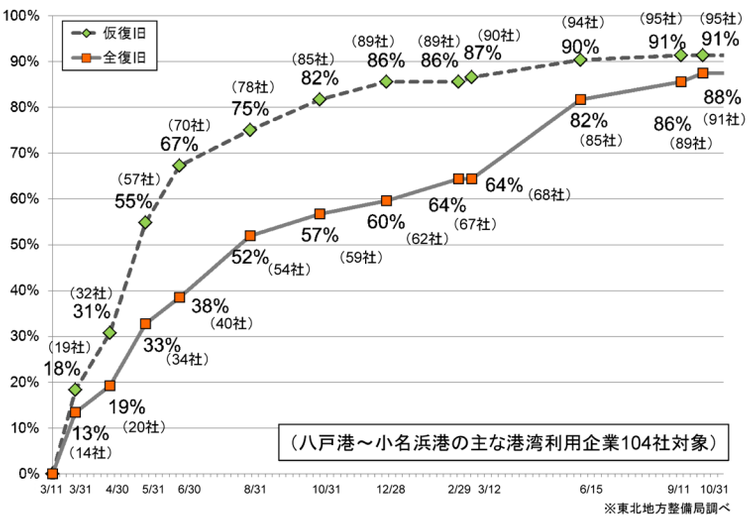
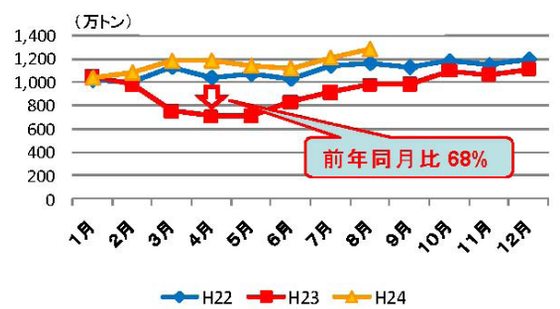
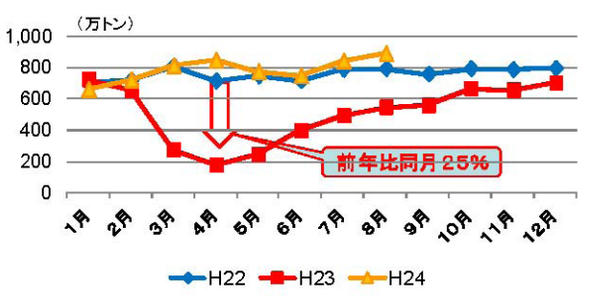



図７　主な港湾利用企業復旧状況



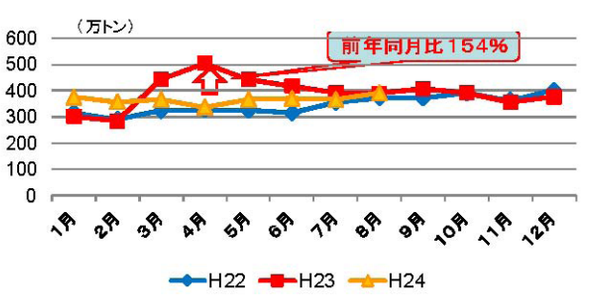

出典：H22　　港湾統計（年報）
H23、24　港湾管理者ヒアリングによる速報値

図８　取扱貨物量の推移（東北港湾全て）



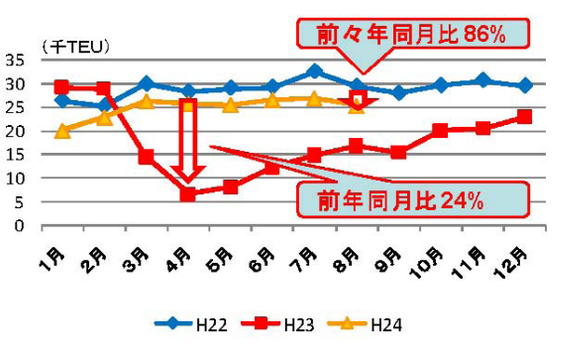

出典：H22　　港湾統計（年報）
H23、24　港湾管理者ヒアリングによる速報値

図９　取扱貨物量の推移（太平洋側港湾）




出典：H22　　港湾統計（年報）
H23、24　港湾管理者ヒアリングによる速報値

図10　取扱貨物量の推移（日本海側港湾）




出典：H22　　港湾統計（年報）
H23、24　港湾管理者ヒアリングによる速報値

図11　コンテナ取扱貨物量の推移（東北港湾全て）

## ５．港湾整備の復旧状況

４．で紹介したように企業の復旧は早い。東北地方整備局では、企業活動の隘路にならないように、３．による検討結果に基づいて、港湾施設、海岸保全施設の復旧を早急に進めている。

(1)岸壁の復旧状況

航路啓開や応急復旧により、被災港湾における利用可能岸壁数は順次増加しており、現在の利用岸壁数は約90％となっている。東北地方整備局が整備する公共岸壁は、概ね2年を目途に復旧工事を行っているところである。

図12は、東北・北関東地方に送電するエネルギー供給の拠点である小名浜港バルクターミナルであり、岸壁の陥没等の甚大な被害を受けたものの、被災後約1ヶ月後には応急復旧が完了し、暫定供用を開始している。

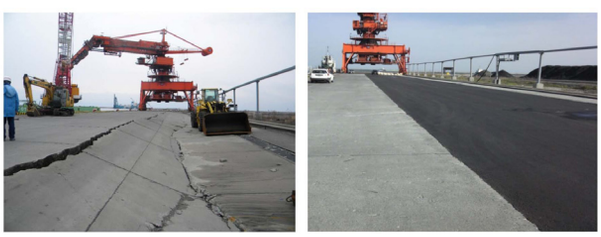


図12　小名浜港5号ふ頭岸壁背後の陥没（左：H23.4.19）と応急復旧状況（右：H23.4.27）

図13は、東北地方の産業と経済を支える仙台塩釜港（仙台港区）コンテナターミナルで、被災後約3ヶ月で利用再開された時の写真である。

図13　高砂1号CT内航航路再開（H23.6）

(2)防波堤の復旧状況

東北地方整備局が整備する防波堤については、規模の大きい釜石港、大船渡港、相馬港を除いて、概ね2年を目途に復旧工事を行っている。釜石港・大船渡港・相馬港は平成27年度復旧に向けて工事を精力的に行っている。

八戸港においては、防波堤全延長の約9割が被災した。八戸港復興会議における議論を踏まえ、企業の港湾利用に係る支障を最小化するため、被災箇所に消波ブロックを設置し、港内静穏度の確保をいち早く図るとともに、北防波堤中央部についてはH24年10月11日にケーソン据付を完了した（図14）。H24年度末までに概ね完了させる見込みである。

図14　八戸港北防波堤中央部（左：H23.3.25、右：H24.10.13）

相馬港においては、防波堤のケーソンを海上のフローティングドックだけでなく陸上においても製作するなど、工期を短縮させる工夫を行っている（図15）。

図15　防波堤ケーソン作成状況（相馬港3号ふ頭背後）

## ６．終わりに

日本の輸出入貨物の99.7%は港湾を使っている。くらしに必要な日用雑貨品から、産業活動に必要な資源・半製品・製品まで､ほとんどの貨物は港湾を介して輸出入されている。東北地方整備局では、今回の東日本大震災を踏まえ、大規模災害時に止まらない、止めない港湾物流を実現すべく対策を講じている。具体的には、粘り強い防波堤から岸壁、荷役機械の耐震化といったハード整備から、港湾機能を継続するための行動計画の策定等のソフト対策まで、災害対応力の強化を進めている。引き続き、関係各位のご理解・ご協力をお願いしたいと考えている。

福元　正武

2000年東京工業大学院修了、国土交通省港湾局、鉄道局を経て現職。

邊見　　充

2007年九州大学大学院修了、国土交通省港湾局を経て現職。

# 地震保険と生活再建

岡本　直久
●一般社団法人日本損害保険協会 損害サービス業務部

## １．はじめに

わが国は世界有数の地震国であり、古くから地震を数多く経験してきた。大きな被害をもたらした近年の地震の例としては、1995年の阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）、2004年の新潟県中越地震など多数あるが、とりわけ、2011年3月11日に発生した東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）は、マグニチュード9.0という巨大地震で、これに伴い発生した大津波の影響により死者15,873人、行方不明2,768人、建物被害1,216,261戸という未曾有の被害となった（2012年11月7日警察庁発表）。

本稿では、地震、噴火またはこれらによる津波（以下「地震等」）を原因とする、居住用建物や家財の損害に対する経済的な備えとしての手段である「地震保険」について、その制度の概要、商品内容の改定に関する歴史的な変遷等を紹介するとともに、損保業界の東日本大震災への対応および地震保険と復興の関わりについて述べる。

## ２．被災者支援に関する各種制度と地震保険

わが国では、国が、被災者支援のために種々の制度を設けている。生活・経済面の支援や建物の再建支援に関する制度のうち、主なものを整理すると表１のとおりである。

このうち、被災者生活再建支援制度は災害に対する「公助」というものの性質を考えるうえで興味深い制度であるのでその概要に触れておきたい。

この制度は、1995年に発生した阪神・淡路大震災をきっかけとして成立した「被災者生活再建支援法」に基づき創設されたものである。

被災者生活再建支援法では、災害により住宅に全壊等の被害を受けた被災者に生活の再建に必要な家財の

表１　被災者支援に関する主な制度

| 制度の名称 | 支援の種類 | 内容 | 対象 | 根拠法 |
|---|---|---|---|---|
| 被災者生活再建支援制度 | 給付 | ・災害により住宅が全壊するなど、生活基盤に著しい被害を受けた世帯に対して支援金を支給。<br>・支給額は、以下の2つの支援金の合計額<br>①住宅の被害程度に応じて支給する支援金<br>全壊等の場合：100万円<br>大規模半壊の場合：50万円<br>②住宅の再建方法に応じて支給する支援金<br>建設・購入の場合：200万円<br>補修の場合：100万円<br>賃借（公営住宅を除く）の場合：50万円 | 住宅が自然災害（地震、津波、液状化等の地盤被害等）により全壊等又は大規模半壊した世帯 | 被災者生活再建支援法 |
| 災害弔慰金 | 給付 | 災害により死亡された方の遺族に対し、災害弔慰金を支給。<br>支給額は以下のとおり。<br>生計維持者が死亡した場合：市町村条例で定める額（500万円以下）を支給 | 災害により死亡した方（居住する市町村に住民登録または外国人登録がある方）の遺族 | 災害弔慰金の支給等に関する法律 |
| 災害障害見舞金 | 給付 | 災害による負傷、疾病で精神又は身体に著しい障害が出た場合、災害障害見舞金を支給。<br>支給額は以下のとおり。<br>生計維持者が重度の障害を受けた場合：市町村条例で定める額（250万円以下）を支給<br>その他の者が重度の障害を受けた場合：市町村条例で定める額（125万円以下）を支給 | 災害により法律に定める重い障害を受けた方 | 災害弔慰金の支給等に関する法律 |
| 災害援護資金 | 貸付 | 災害により負傷又は住居、家財の損害を受けた方に対して、生活の再建に必要な資金を貸し付け。ただし、所得制限がある。 | 以下のいずれかの被害を受けた世帯の世帯主<br>①世帯主が災害により負傷し、その療養に要する期間が概ね一か月以上<br>②家財の1/3以上の損害<br>③住居の半壊又は全壊・流出 | 災害弔慰金の支給等に関する法律 |

購入経費として最大100万円の支援金を支給することを規定しており、使途は限定されているものの、融資ではなく支援金が支給されるという点において画期的といえる制度であった。

一方で、対象地域の指定や年収による支給要件が厳しいとの批判があったほか、そもそも生活再建には住居が不可欠であるとの意見が存在していた。

これらの背景を踏まえ、2002年7月には中央防災会議において「防災体制の強化に対する提言」が承認された。この提言では、「私有財産である個人の住宅が全半壊した場合に、その財産の損失補てんを公費で行うことは、持家世帯と借家世帯との公平性が確保されるか、自助努力で財産の保全を図る意欲を阻害しないかなどの問題がある。これに対する備えとしては、地震保険や共済制度への加入により対処することが基本である」とされている。この点は、本稿では立ち入らないが、災害に対する「公助」と「自助」のそれぞれのあり方、また、私有財産に対する公的補償というものを考えるうえで、よく検討すべきことのように思われる。

もっとも、同提言は、「行政としては、被災者の生活再建を支援するという観点から、住宅の所有・非所有に関わらず、真に支援が必要な者に対し、住宅の再建・補修、賃貸住宅への入居等に係る負担軽減などを含めた総合的な居住確保を支援していくことが重要である。国は、都道府県や関係機関と調整の上、生活の再建にあたって必要となる家財道具の調達等に対する現行の支援に加えて、安定した居住の確保のための支援策を講じるべきである。」と続ける。

被災者生活再建支援法は2007年に改正され、表１にあるように、支給要件が撤廃されるとともに、支援金の使途が限定されなくなり、住宅の被害程度・再建方法による定額方式の支給となった。この改正により、先にみたような私有財産の損失補てんを公費で行うことについての問題には一応の決着がついたといえる。

以上が生活再建支援制度の概要である。

なお、表１に掲げた制度以外にも、税の減免等の特別措置や、各種の貸付制度、就学・就職支援といった生活面の支援などの制度が整えられている。

一方で、被災した場合の復興・生活再建のためには資金が必要であり、経済的な側面から見ればこれらの支援のみでは不十分な面があることは否めない（例えば、被災者生活再建支援制度による支援金があれば生活再建に十分であるとは必ずしもいえないであろう）。

したがって、万一の被災に備え、自らが地震災害に対して十分に対策しておくことが必要であり、経済的な備えとして、地震保険は有効な手段であるといえよう。

防災･減災には、国や自治体などによるいわゆる「公助」に加え、近隣の人々と協力して地域を守るための備えと行動としての「共助」、自分の身は自分で守るという「自助」が大きな役割を果たすが、地震保険はこのうち「自助」における一つの手段ということができる。

### ３．地震保険制度の概要

(1)地震保険制度の創設

世界有数の地震国であるわが国では、明治以降、大きな地震災害が発生するたびに、地震等による損害を補償する保険制度の必要性が叫ばれてきた。しかしながら、地震リスクは、その発生頻度と規模を統計的に把握することが難しいほか、一度発生すると異常・巨大な災害となる可能性があるという特異性のため、保険制度になじまないとして実現には至らなかった。

地震保険の制度創設のきっかけとなったのは、1964年6月に発生した新潟地震である。

この地震の被害は新潟県を中心に山形県、秋田県など９県に及び、死者26人、負傷者447人、住家被害は全壊1,960棟、半壊6,640棟、浸水15,297棟、一部破損67,825棟であった。住家以外にも16,283棟が被害を受け、船舶、道路、橋、鉄軌道、堤防なども大きな被害を受けた。また、新潟市内の各所で噴砂水が発生し、地盤の液状化による被害も著しかった。

新潟地震の発生当時、保険業法の一部を改正する法律案を審査中であった衆議院大蔵委員会は、地震直後の6月19日、同改正法案を可決するにあたり、次の付帯決議を行った。

「わが国のような地震国において、地震に伴う火災損害について保険金支払ができないのは保険制度上の問題である。差し当たり、今回の地震災害に対しては損保各社よりなんらかの措置を講ぜしめるよう指導を行い、さらに実施している原子力保険の制度も勘案し、速やかに地震保険等の制度の確立を根本的に検討し、天災国というべきわが国の損害保険制度の一層の整備充実を図るべきである。」

このような経緯と背景の下、当時の田中角栄大蔵大臣は、保険審議会に対して、不時の地震災害に際して国民の生活安定に資するための具体的方策について諮問し、その後の審議を経て「地震保険に関する法律」（以下「法律」）が制定された。地震保険制度は、この法律に基づく保険制度として創設されたものである。

(2)地震保険制度の特徴

保険制度になじまない地震リスクをカバーするため、地震保険制度は図１に示すような特徴を持っている。

・巨大損害の発生に備えて、政府が再保険によって保険責任を分担するほか、資金の斡旋または融通を図る（政府が全面的にバックアップする官民一体のシステム）
・地震保険の再保険専門会社（日本地震再保険株式会社）に全ての契約をプールし、民間の危険準備金を一括して積み立てる（損保業界一体のシステム）
・火災保険に原則自動付帯することによる逆選択[1]の防止

図１　地震保険制度の特徴

[1]保険事故が起こりそうだと分かっている該当者だけが契約すること。リスクの平均化・分散化が図れず保険制度の運営・維持に支障をきたす。

また、法律の目的は、「地震等による被災者の生活の安定に寄与すること」とされている。したがって、地震保険の目的は、建物などを復元することではなく、被災後の当面の生活資金の提供にあるといえる。

(3) 地震保険制度の概要

地震保険制度の概要を図２にまとめる。

(4)地震保険の損害認定と支払われる保険金

地震保険の目的は、先述したとおり被災後の当面の生活資金の提供である。したがって、保険金は迅速に支払われなければならない。

このため、地震保険では、できるだけ早く保険金を支払えるように、損害を３区分として保険金を支払う仕組みとしている。すなわち、地震等によって保険の対象に生じた損害が「全損」、「半損」、「一部損」に該当するときに、地震保険の保険金額の一定割合を保険金として支払う（表４）（損害が「一部損」に至らない場合は支払われない）。なお、損害の認定は、「地震保険損害認定基準」に従って行う（表５、表６）。

○契約方法

住まいの火災保険と併せて契約する（原則自動付帯）ため、地震保険だけの契約はできない。なお、火災保険の契約期間の中途から地震保険を契約することが可能である。

○保険の対象（補償対象）

居住の用に供する建物（住宅）と生活用動産（家財）。

○対象となる損害

地震等を原因とする火災・損壊・埋没または流失による損害。

○契約金額

契約金額は、火災保険の契約金額の30％～ 50％の範囲内で設定する。ただし、建物は5,000万円、家財は1,000万円が契約の限度額になる。

○保険料（率）

保険料は、建物の構造と所在地により異なる。また、建物の免震・耐震性能に応じた割引制度がある。

○保険料率の算出

「損害保険料率算出機構」（以下「機構」）が、政府の地震調査研究推進本部が発表している「確率論的地震動予測地図」の作成に用いられたデータを活用して算出している。

○損害の程度と支払われる保険金

建物、家財別に、全損・半損・一部損（３区分）の損害に応じた保険金が支払われる。

○総支払限度額

１回の地震等についての支払保険金総額の限度額（総支払限度額）は6兆2,000億円[2]。

なお、再保険スキーム（国、民間の1回の地震あたりの責任分担）は表２のとおり（東日本大震災発生当時は表３のとおり）。

○警戒宣言発令後の制限

大規模地震対策特別措置法に基づく警戒宣言発令後は、同法が指定する地域内の新規契約および既契約の保険金額の増額はできない（前年同条件での更改契約を除く）。

図２　地震保険制度の概要

[2]東日本大震災後の契約件数の伸びを踏まえて2012年4月6日から引上げられた（従来5兆5,000億円）。

表２　再保険スキーム

| | 1,040億円以下 | 1,040億円超<br>6,910億円以下 | 6,910億円超<br>6兆2,000億円以下 |
|---|---|---|---|
| 民間 | 100% | 50% | 約1.6% |
| 政府 | 0% | 50% | 約98.4% |

表３　再保険スキーム（東日本大震災発生当時）

| | 1,150億円以下 | 1,150億円超1兆<br>9,250億円以下 | 1兆9,250億円超<br>5兆5,000億円以下 |
|---|---|---|---|
| 民間 | 100% | 50% | 5% |
| 政府 | 0% | 50% | 95% |

表４　損害の程度と支払われる保険金

| | 損害の程度 | 支払われる保険金 |
|---|---|---|
| 建物 | 全　損 | 建物の地震保険金額の全額（時価限度） |
| | 半　損 | 建物の地震保険金額の 50%（時価の 50%限度） |
| | 一部損 | 建物の地震保険金額の 5%（時価の 5%限度） |
| 家財 | 全　損 | 家財の地震保険金額の全額（時価限度） |
| | 半　損 | 家財の地震保険金額の 50%（時価の 50%限度） |
| | 一部損 | 家財の地震保険金額の 5%（時価の 5%限度） |

表６　家財の「全損」、「半損」、「一部損」

| 損害の程度 | 認定の基準 |
|---|---|
| 全　損 | 家財の損害額が家財の時価の 80%以上 |
| 半　損 | 家財の損害額が家財の時価の 30%以上 80%未満 |
| 一部損 | 家財の損害額が家財の時価の 10%以上 30%未満 |

○契約方法
　住宅総合保険および店舗総合保険に自動付帯
○契約金額
　火災保険の契約金額の30%、ただし、建物90万円、家財60万円が限度額。
○保険金の支払
　全損のみを補償する。
○総支払限度額
　1回の地震等による総支払限度額：3,000億円。

図３　創設時の地震保険制度

(5)制度創設から現在までの歩み

1966年に地震保険制度が創設された際の制度の内容は図３のとおりであった。

このように、地震保険制度は、現行制度と比べると限定的な範囲でスタートしたが、その後の社会・経済情勢の変化、また、数度の大きな地震災害の経験などから生まれた保険契約者の様々なニーズへ対応するため、以下に記すような改定が行われてきた。

ア．1980年の改定、1991年の改定

1978年の宮城県沖地震を受けた1980年の改定によって、補償内容について、全損担保に加え、新たに半損担保が導入され、また、付帯する火災保険によって自動付帯、原則自動付帯、任意付帯とされていた付帯方法が原則自動付帯に統一されるなどした。

1987年の千葉県東方沖地震および1989年の伊豆半島群発地震において、半損に至らない損害が多数発生したことを受け、1991年の改定によって、新たに一部損担保が導入された。

イ．1996年の改定

1995年1月に発生した阪神・淡路大震災により、神戸市、淡路島を中心に非常に大きな被害が発生した。この地震はいわゆる都市直下型地震であり、社会・経済に大きな衝撃を与えた。この地震を機に地震保険に対する関心が高まり、全国的に契約が急増した。

阪神・淡路大震災後、保険契約者からの要望を受け、補償内容の改善、加入限度額の引上げ等について、図４に示すような改定が行われた。

ウ．2001年の改定、2007年の改定

機構による料率検証の結果を踏まえ、2001年の改定では、契約者からの所定の確認資料の提出をもって、図５に示す地震保険料率を割引く制度を導入した。

地震保険制度に対しては、耐震診断・改修に係る地震保険の割引制度のあり方について言及がなされるなど、社会的な役割の一端を担うことが期待された。さ

表５　建物の「全損」、「半損」、「一部損」

| | 認定の基準（①②または③） | | |
|---|---|---|---|
| 損害の程度 | ①主要構造部 ※（軸組、基礎、屋根、外壁等）の損害額 | ②焼失または流失した床面積 | ③床上浸水 |
| 全　損 | 建物の時価の 50%以上 | 建物の延床面積の 70%以上 | - |
| 半　損 | 建物の時価の 20%以上 50%未満 | 建物の延床面積の 20%以上 70%未満 | - |
| 一部損 | 建物の時価の 3%以上 20%未満 | - | 建物が床上浸水または地盤面より 45cm を超える浸水を受け損害が生じた場合で、当該建物が全損・半損・一部損に至らないとき |

※地震保険において主要構造部とは、建築基準法施行令第１条第３号に掲げる構造耐力上主要な部分をいう

○加入限度額の引上げ
　加入限度額を引上げ、建物は1,000万円から5,000万円、家財は500万円から1,000万円とした。
○家財の半損に対する支払の変更
　家財の半損に対する支払割合を契約金額の10％から50％に引上げた。
○家財の損害認定基準の変更
　家財の損害認定基準に関し、半損および一部損については、建物の損害の程度による認定方法を家財そのものの損害程度による認定方法に改めた。

図４　阪神・淡路大震災後の改定

○建築年割引
　1981年６月以降に新築された建物について10％の割引を適用。
○耐震等級割引
　住宅の品質確保の促進等に関する法律に基づく耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）を有している場合、耐震等級（１～３）に応じて10 ～ 30％の割引を適用。

図５　2001年改定による地震保険の割引制度

○料率の変更
　料率の算出に用いるデータを理科年表から「確率論的地震動予測地図」の作成に使われている震源に関する情報に変更するとともに、地震による被害の予測手法を新しいものに改め、料率は全面的に変更となった。
○免震建築物割引
　住宅性能評価書により免震建築物と評価された居住用建物およびこれに収容される家財について30％の割引を適用。
○耐震診断割引
　耐震診断または耐震改修により、建築基準法に定める現行耐震基準に適合していることが確認された居住用建物およびこれに収容される家財について10％の割引を適用。

図６　2007年改定による割引制度の拡張

らに、2005年の国土交通省の会議では、耐震化以外にも免震建築物に対する割引制度を検討することも提言された。

　このような状況の下、図６のとおり2007年の改定が行われ、地震保険の割引制度を拡充することとした。

## ４．東日本大震災と地震保険

　2011年3月11日に発生した東日本大震災を受けて、損保業界は直ちに当協会本部に「地震保険中央対策本部」を、また当協会東北支部に「地震保険現地対策本部」を設置し、業界を挙げて万全の体制で対応にあたることとした。

　業界では、図７に示す基本方針を確認し、この方針に基づき迅速・的確な対応に取組むこととした。

・被災者の生活の安定に資するという地震保険の目的を果たすために、業界として総力を挙げて対応すること
・迅速・的確・公平に保険金をお支払するため、業界として一致団結し、全力を挙げて損害対応を行うこと
・契約者や被災者に安心いただけるよう、親切かつ丁寧な相談対応を行うこと

図７　損保業界の基本方針

　ここでは、保険金の迅速・的確・公平な支払いに向けた業界の対応を紹介する。

(1)航空写真・衛星写真を用いた「全損地域」の認定

　地震保険金の支払いを迅速に行うため、岩手県、宮城県、福島県の沿岸地域について、航空写真・衛星写真を用いて被災地域の状況を確認し、津波や火災によって甚大な被害（流失や焼失）のあった街区を「全損地域」として認定して、当該地域に所在する地震保険契約はすべて「全損」認定することとした。
※「全損地域」に所在する地震保険は、現場調査を行うことなく、全損と認定することができる。

(2)損害調査の迅速化等

　上記(1)以外にも、一定条件下でのお客様の自己申告に基づく書面調査を実施したり、マンション共用部分の認定結果を各社で共有し、専有部分の調査に活用したりすることで迅速な保険金の支払いを目指した。

　また、津波による浸水損害の認定基準を明確化し、例えば木造建物（在来軸組工法、枠組壁工法）、共同住宅を除く鉄骨造建物（鉄骨系プレハブ造建物等の戸建住宅）に関する津波の浸水損害について、鴨居、長押または扉の上端に至る床上浸水の場合は「全損」と取扱うなど、被災状況に即応した対応を行った。

(3)保険金を漏れなく支払うための取組み

地震保険金を漏れなく支払うために、地震保険金の請求手続について、被災地の地方テレビ局12局においてCMを放送したほか、新聞、ラジオ、ポスター、チラシを活用した案内も実施した。

このほか、地震保険を契約された会社が不明な方のために、当協会に「地震保険契約会社照会センター」を開設し、専用フリーダイヤルでの受付のほか、ホームページからの照会受付も行った。

## ５．おわりに

損保業界では、東日本大震災の発生後、保険金支払いを最優先課題と位置づけ、精力的に、以上に見たような取り組みを行った結果、約78万件、約１兆2,346億円の地震保険金（2012年5月31日現在。家計地震保険ベース）を迅速に被災地へお届けすることができた。この取組に対し、関係各方面から多くの高い評価を得ることができた。

例えば、内閣府「平成24年度年次経済財政報告」においては、地震保険の保険金が家屋修理に有効的に活用されたケースが多かったことなどを踏まえ、岩手県、宮城県、福島県では、震災被害が大きかった世帯で消費、貯蓄が大きな影響を受けたものの、保険を活用してその被害を少なくしている面もあるとの分析がされている。

また、地震保険や義援金が被災地における消費を下支えしているとされた。

このように、地震保険の復興への役割が改めて評価されたところである。

一方、地震保険の加入状況については、東日本大震災の発生を受けて加入者が増加している状況にあるものの、まだまだ十分とは言えない状況にある。国民一人ひとりに改めて地震災害への備えについて真剣に考えていただくとともに、先に述べたとおり、その一助として地震保険の活用を検討願いたい。

業界としても、安定的な制度運営を図るという観点を念頭に置きつつ、様々な角度から検討を行うこととしたい。

**参考文献**


1)損害保険料率算出機構：日本の地震保険（平成22年1月版）、2010

2)保険毎日新聞社：地震保険のすべて、1980

3)警察庁：平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置

4)内閣府：被災者支援に関する各種制度の概要（東日本大震災編、平成24年6月30日現在）、2012

5)中央防災会議：防災体制の強化に関する提言、2002

6)内閣府：平成24年度年次経済財政報告、2012

岡本　直久

2008年明治大学卒、同年日本損害保険協会に入社し現職

# 岩手県における復興の現状と取組
## ～インフラ関係を中心に～

蓮見　有敏
●岩手県復興局　復興担当技監

### １．はじめに

未曾有の被害が発生した東日本大震災から１年９か月が経過し、岩手県においても徐々にではあるが復旧・復興事業が進展してきた。昨年度中に復興のマスタープランを策定した各市町村では、住民の意向調査等を踏まえて高台移転や区画整理事業の具体化を急いでおり、一部の地区では工事が進められている。また、漁船や養殖施設の復旧や被災した事業所の再建も進みつつあり、なりわいの再生も目に見えてきたが、逆に様々な課題も浮彫りになってきている。本稿では、復興の現状を概観した上で、今後の取り組みについて著者の意見も含め報告する。

### ２．岩手県復興計画の概要と特徴

岩手県では、平成23年8月に「安全の確保」「暮らしの再建」「なりわいの再生」を３原則とする基本的な考え方をまとめた復興基本計画と、そのために必要な441事業を内容とする第1期復興実施計画を策定し、計画的・体系的な取り組みを進めてきた。実施計画については、同年11月の復興特区法の制定や新しい国の制度、予算等を計画に反映させるとともに、これまでの事業の進捗状況や被災地域における復興の状況、県民意識等を踏まえ、策定後１年を経過した昨年8月に見直し・改訂を行い463事業を盛り込んでいる。

本県の取り組みの特徴の一つに、重層的・多角的な進捗管理が上げられる（図１）。これは、事業の進捗状況、客観的指標、県民意識を多様なツールにより調査し公表することにより、復興計画の進捗管理を的確に行うとともに、適宜計画にフィードバックし反映させていくものである。前述の復興実施計画の見直しも、これらの進捗管理ツールを総括し作成した「いわて復興レポート」（アニュアル・レポート）を踏まえて見直しを行ったものである。詳細は県HP「いわて復興ネット」を参照されたい。

以下、インフラを中心に主な復興事業の進捗状況を述べる（データについては時期を明記していないものは平成24年10月末現在）。

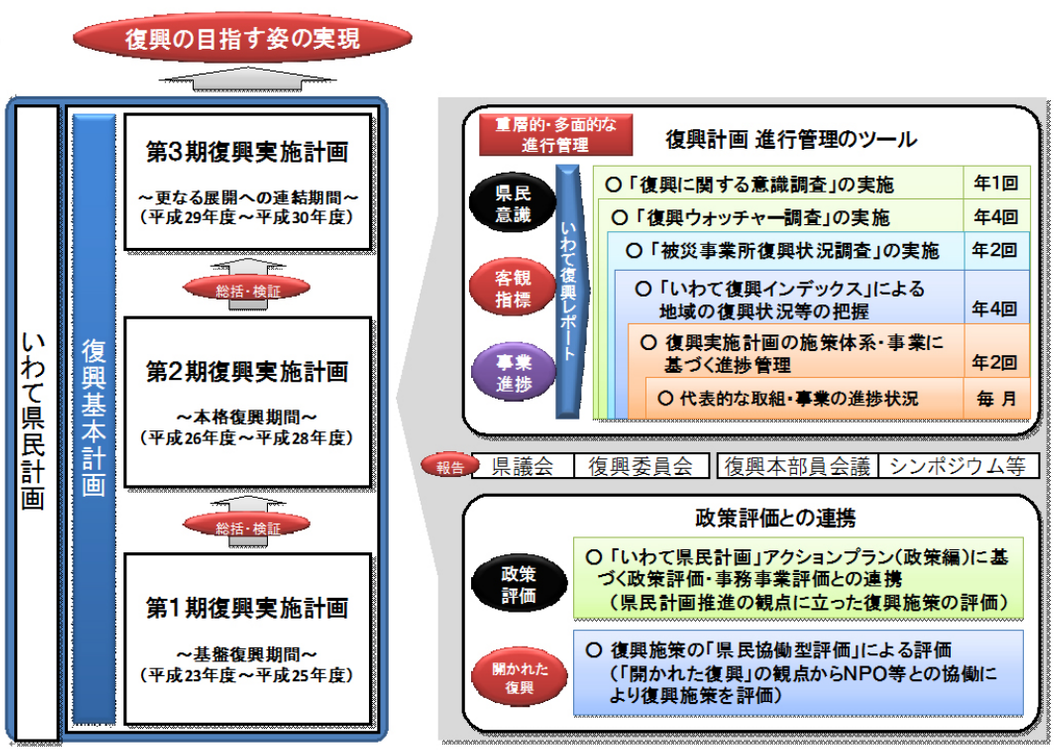



図１　復興計画と進行管理

### ３．主な復興事業の進捗状況

①災害廃棄物の処理

今回の大震災津波により、沿岸市町村には525万トンものがれきが発生した。これまでに撤去率（仮置場への搬入量の割合）は85.2％で被災した大規模建築の解体等が残されているのみであるが、処理率（焼却や原材料利用、埋め立て処分等により処理された割合）は19.7%に止まっている。現在、県内陸部を含め既存の焼却施設や仮設の焼却炉での処理、セメント工場での焼成、さらには広域処理の協力もいただきながら平成26年3月までの処理完了を目指している。

分別・処理により大量に発生する不燃物については、昨年７月に「岩手県復興資材活用マニュアル」を策定し、災害廃棄物由来の不燃物等を盛土材料や埋立て材料等として有効活用するための品質評価指針及び活用指針を示したところである。既に復興道路の他、防潮堤の基礎、防潮林整備への活用が行われており、今後本格化する復興事業における建設工事において一層の利用促進が求められている。

②海岸保全施設

岩手県では、技術的知見から津波対策の方向性や海岸保全施設の整備目標等について検討するため、岩手県津波防災技術専門委員会を設置し検討を進めてきた。頻度の高い津波（数十年～百数十年）に対しては、海岸堤防で人命・財産や産業経済活動を守ることとし、最大クラスの津波に対しては、住民の生命を守ることを最優先として、住民の避難を軸に土地利用、避難施設、防災施設等を組み合わせた「多重防御」の発想による防災・減災対策を進めることとしている。平成23年10月までに沿岸24地域海岸別の防潮堤の堤防高を設定するとともに、12月に津波浸水シミュレーション等を公表した（図２）。これを受けて、堤内地の土地利用計画や地元住民の意向も踏まえ計画の詳細を詰めるとともに、関係機関（国立公園、保安林、埋蔵文化財関連等）との協議を行い、用地取得が完了した個所から順次工事に着手しているところである。

海岸保全施設の復旧・整備は県、市町村によるものを合わせ136個所に上り、概ね５年以内を目標に整備する予定である。

③まちづくり

三陸沿岸地域は、風光明媚な海岸と天然の良港を有し、主に漁業集落や工業製品の積出拠点として、港の背後の小規模な平地に市街地が発展してきた。大震災津波によりほとんどの市町村の市街地や集落が被災しており、防潮堤等の整備と併せて高台移転や土地の嵩上げによりまちの再構築が必要になった。

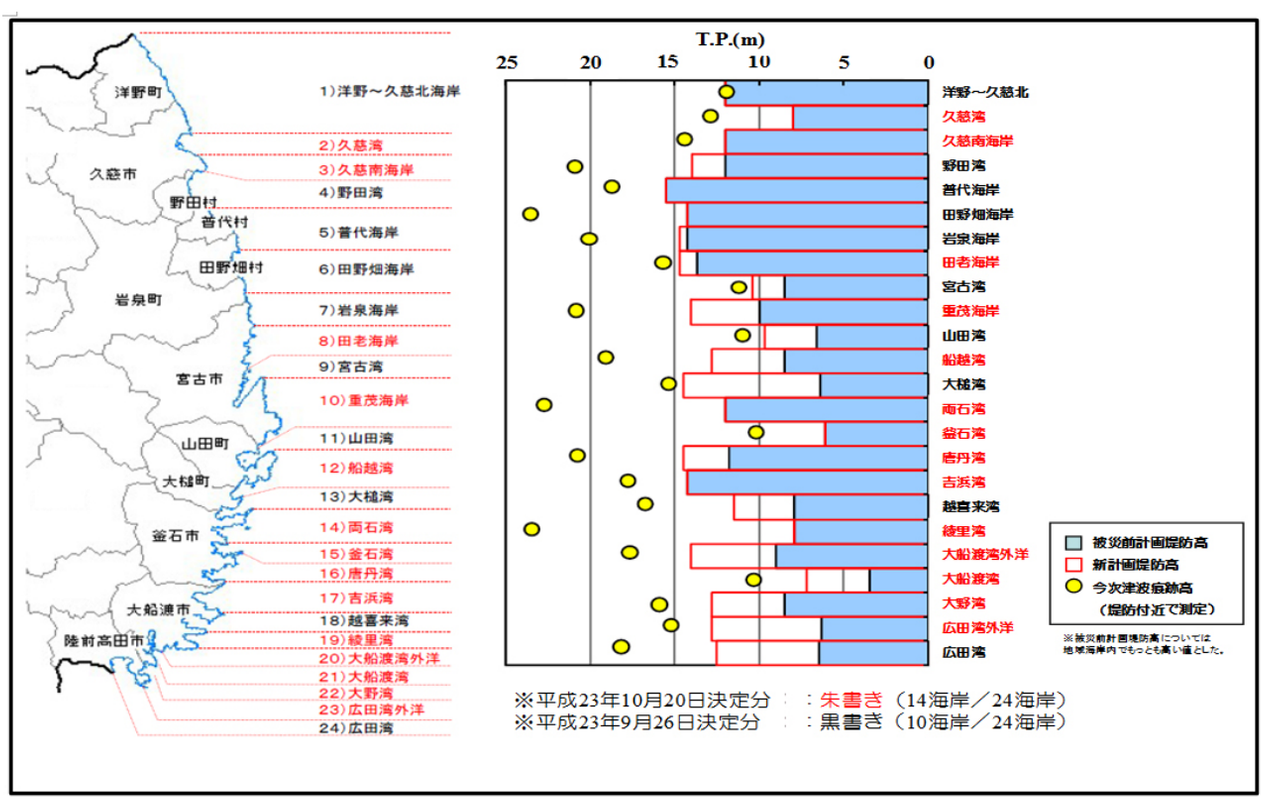



図２　沿岸地域における海岸堤防高さの設定状況

沿岸12市町村では、復興のマスタープランに基づき、まちづくり関係の事業の具体化を急いでいるところであり、復興交付金による事業の採択状況は、都市再生区画整理事業21地区、防災集団移転促進事業50地区、津波復興拠点整備事業10地区、漁業集落防災機能強化事業32地区の合計113地区となっており、それぞれ都市計画決定や事業認可、大臣同意等の手続きを経て、早い地区では工事に着手している。これらの事業を進めていくにあたっては、土地利用基本計画、保安林解除、農地転用等の土地利用再編の手続きが必要になるが、復興特区法の復興整備計画制度を活用しこれらのワンストップ処理を行っている。

④復興道路

三陸地域を縦断する三陸沿岸道路、これと内陸を結ぶ宮古盛岡横断道路、東北横断自動車道釜石秋田線は、三陸沿岸地域の骨格となる道路であるが、全体延長393kmのうち震災前の供用は79km（20%）に止まっていた（図３）。これら３路線は、震災復興のリーディングプロジェクトとして平成23年度の３次補正で全区間が事業化され、概ね10年程度で完成を目指すこととされた。国土交通省東北地方整備局では昨年6月に南三陸国道事務所を新設するとともに各区間で事業促進が図られ、東北横断自動車道釜石秋田線の釜石～釜石西間、三陸沿岸道路の宮古～田老間においては、事業化から1年で起工式が行われるなど急ピッチで事業が進められており、地域から大きな期待が寄せられている。

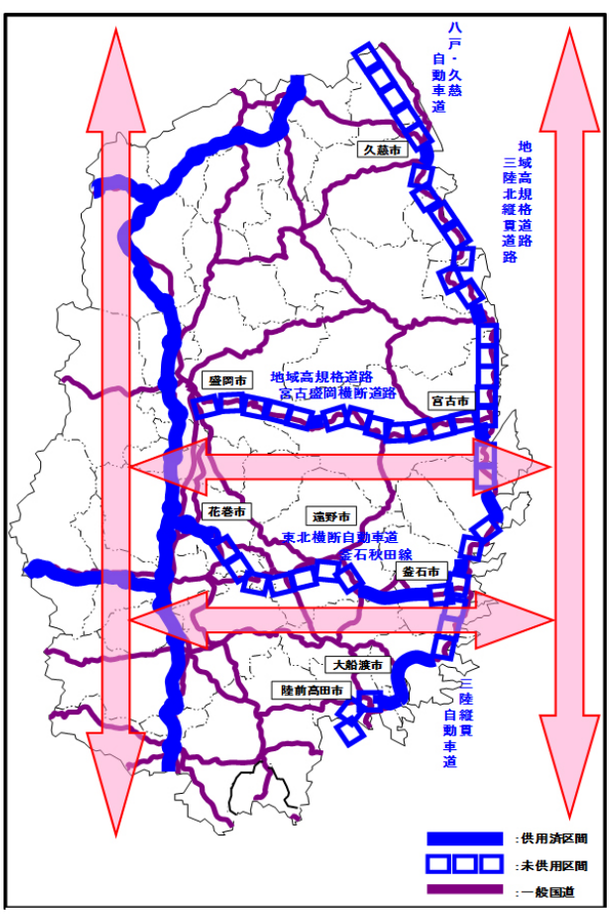



図３　復興道路計画路線

また、県では内陸部から沿岸各都市にアクセスする道路等14路線を復興支援道路、沿岸市町村の防災拠点や医療拠点へのアクセスや水産業の復興支援のための道路22路線を復興関連道路と名付け、それぞれ交通隘路の解消や防災対策を推進することとしている。

⑤住宅

大震災津波により、本県では2万5千棟の建物が全半壊しており、災害公営住宅の整備、自力再建の支援により早期の住宅再建に取り組んでいる。平成24年9月には、県は災害公営住宅の整備に関する方針を策定し、市町村と会わせて約5,600戸の災害公営住宅を建設することとし、設計・施工一括発注方式や買取方式等を導入して早期の整備を目指している。現在の県、市町村の事業の着手率（戸数ベース）は約35％であり、今後更なる事業進捗を図り、県事業は平成26年度まで、市町村事業は平成27年度までの完成を目指している。

住宅の再建に向けては、被災者生活再建支援法により最大200万円の補助（新築・購入の場合）が受けられる加算支援金があるが、現在申請率は約24％となっている。また、県では、市町村と協力して更に住宅建設に最大100万円の支援制度を創設するとともに、県産材の活用やバリアフリー対応に要する経費を補助する制度を設けており、被災者の住宅の自力再建を後押ししている。

⑥港湾・漁港

岩手県内には、久慈、宮古、釜石、大船渡の重要港湾をはじめ、多くの港湾、漁港があるが、そのほとんどが東日本大震災津波により被災した。

港湾については、直轄事業により重要港湾の湾口防波堤の復旧が進められており、釜石港、大船渡港では平成27年度まで、宮古港では平成29年度までの完成を目指している。直轄事業においては、大量の生コンクリートを必要とすることから、海上生コンプラント兼打設船が導入され注目を集めている。また、県事業で岸壁や物揚場等の復旧・整備を平成27年度までに完成させるべく鋭意実施中である。

一方、漁港については、県内108漁港が被災したが、平成27年度までの防波堤、岸壁等の復旧・整備が進められており、漁船や養殖施設の復旧とあわせて水産業の基盤復旧が進みつつある。

⑦鉄道

三陸沿岸の鉄道網は津波により壊滅的な被害を受け、ほとんどの区間が不通となった。

このうち、第3セクターの三陸鉄道（北リアス線71km、南リアス線36.6km）については、平成23年度3次補正及び24年度当初予算に復旧に係る所要額が盛り込まれ、県、市町村の予算措置も行われたことから、全線にわたって復旧工事が実施されている（写真１）。このうち、被害の比較的軽微であった一部の区間（北リアス線の久慈～田野畑間、小本～宮古間）は既に運行を開始しており、残る区間も平成26年4月までに復旧する予定となっている。

一方、ＪＲについては、八戸線が昨年3月17日に全線復旧したものの、山田線（宮古～釜石間約55km）、大船渡線（気仙沼～盛館約44km）は現在でも復旧の目途が立っていない。当該区間は、ほとんどの区間が海岸線に沿って既存市街地を連絡するように通っており、被災の程度が甚大であるとともに、復旧計画は嵩上げ等をともなう市街地の再建と密接に関係するものとなる。現在、国、県、市町村、ＪＲ東日本等からなる復興調整会議が、山田線、大船渡線において設置され、課題の検討等を行っている。

なお、県では、これらの社会資本の復旧・復興の見通しをわかりやすく情報提供するため、「復旧・復興のロードマップ」（図４）を作成し、昨年6月から公表

写真１　復旧工事中の三陸鉄道（野田村）

している。被災者や被災事業者の方々にとっては、高台の移転先の団地造成や区画整理事業、関連道路、港湾等の産業関連の施設の復旧・整備がいつ完成するかは、生活再建や事業の再生を検討するために不可欠な情報である。市街地の再構築や復旧事業は残念ながら一定の期間を要するものであるが、これらの事業のスピードアップと同時に、その復旧・復興の見通しを極力お伝えしていくことが重要であり、①海岸保全施設、②まちづくり、③復興道路、④災害公営住宅、⑤漁港、⑥港湾、⑦医療（県立病院等）、⑧教育（学校）の８つの分野について事業概要や整備スケジュールをＨＰ等において公表し年４回程度更新することとしている。

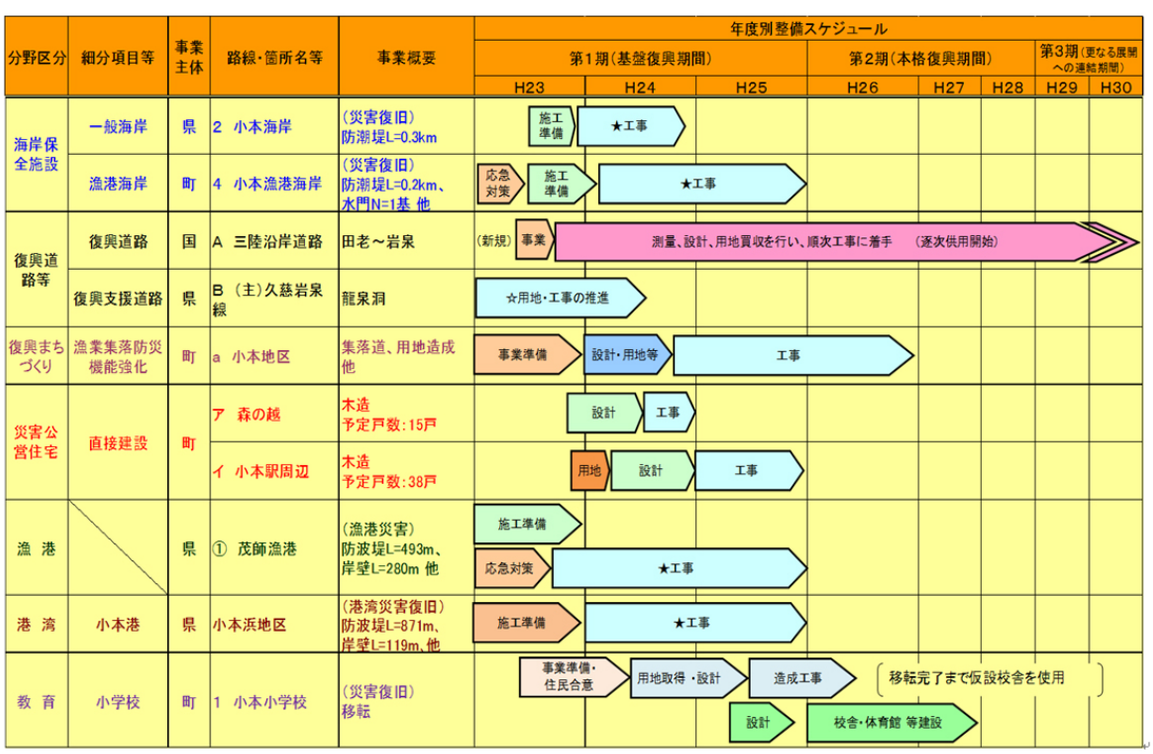



図４　社会資本の復旧・復興ロードマップ（例）

## ４．復興事業における課題と対策

現在沿岸各地で鋭意復興事業が進められているが、未曾有の震災の復旧・復興であり、計画策定から事業着手の段階を迎えつつある中で、以下に示す課題が発生している。

①事業用地の確保

三陸沿岸地域は、もともと平地が少ない急峻な地形であり、市街地整備や企業立地のための事業用地の確保が難しい地域である。また、市町村によっては国土調査の未実施の地域がある他、地盤沈下により海没地が多く発生していたり、所有者不明や境界未確定の土地が多数存在するなど、迅速な用地買収のためには多くの課題をクリアする必要がある。平常時であれば、事業の進展にあわせて民法の不在者財産管理人制度や土地収用法による不明採決制度等を計画に用いて用地を取得していくことになるが、一刻も早い工事着手や、市町村の限られたマンパワーの中での対応が求められており、特例的な措置ができないか要望している。

②事業の円滑な実施とスピードアップ

復興事業を実施するにあたっては、大規模事業を含む多くの事業を短期間に発注しなければならないため、設計施工一括発注などの入札・契約方法の工夫、土地開発公社や（独）都市再生機構（ＵＲ）への委託も有効である。特に、ＵＲによるＣＭを活用した設計・施工一括発注方式によるモデル事業は、陸前高田市の土地区画整理事業において採用されており、マンパワー不足への対応だけでなく、スピードアップや民間ノウハウの活用の観点からも期待されている。

一方、工事の施工においても、生コンクリートをはじめとする資材の調達、技術者や建設作業員の確保、宿泊施設の確保等に様々な課題が発生しており、単価上昇とも相俟って入札の不調・不落が顕在化しつつある。岩手県においては、平成25年度が工事発注の最盛期を迎えると予測されることから、現地の状況を注視しつつ、必要な対応を講じていく必要がある。

③発生土の効率的な流用

高台移転の団地造成にともない、多くの地区では大量の残土が発生する一方、土地区画整理事業による嵩上げや防潮堤の整備には大量の土砂が必要となる。これらの事業の事業主体や事業の種類は多岐にわたり、また発生・必要の時期も異なることから、関係機関が土量連絡会議を設置し情報交換を行っている。市町村により過不足は様々であり、１千万㎥を超える残土が見込まれるところもあり、今後各事業計画の詳細が明らかになる中で、県内市町村間、また県境を越えて宮城県側とも調整を行う予定である。

④コミュニティーの再生と街並みの形成

今後、復興まちづくりの早期完成と併せて、今後何世代にもわたって住み続けるまちとして、コミュニティーを再生し質的にも優れたものになるよう気を配っていくことも必要である。新しいまちづくりにおいて配慮すべき事項は、二度と津波による災害を繰り返さないための防災上の観点や、高齢化社会や省エネルギーへの対応、地域の資源や景観を活かした魅力的な街並みの形成など多岐にわたる。県では、各まちづくり計画が確定しつつあるこの時期に、計画に携わる関係者に再確認していただくため、各市町村において復興事業にアドバイスいただいている学識経験者にお集まりいただき、そのノウハウや留意点をまとめた津波伝承まちづくりガイドラインを作成し、県HP「いわて復興ネット」において公表しており、是非参考にしていただきたいと考えている。

## ５．おわりに

これまで岩手県の復興に対し様々なご支援いただいた関係各位に改めて感謝申し上げる。

未曾有の被害が発生した東日本大震災津波であったが、復興にあたって再認識したのは、過去の災害に学ぶことの重要性である。「津波てんでんこ」の教えにより学校にいた全員が助かった釜石市の小中学生、ほとんどの寺社が被災を免れたことなどを考えると、記録に残っている江戸時代以降何度も津波に襲われた三陸地域において、様々な記録や教えで参考にすべきものはたくさんあると考えられる。津波伝承まちづくりガイドラインにも盛り込まれているが、津波の記憶を残す工夫、それを活かした防災教育や防災文化の醸成が、息の長い取り組みとして必要である。東海・東南海地震をはじめ、甚大な被害が予想される大地震への備えは各地域で行われているが、このような観点から検討してみることも重要であろうと考える。

蓮見　有敏

岩手県復興局復興担当技監

1989年　東京工業大学大学院修了
　　建設省入省
1999年　大臣官房技術調査室課長補佐
2001年　道路局有料道路課課長補佐
2007年　北陸地方整備局金沢河川国道事務所長
2010年　国土交通省総合政策局建設業課建設業技術企画官
2012年　4月より現職

# 宮城県における復興の現状

伊藤　和彦
●宮城県 震災復興・企画部長

## １．はじめに

本県に甚大な被害をもたらした東日本大震災から間もなく2年が経過しようとしています。この間、県内の被災地では、国内をはじめ世界各地から広く御支援をいただいてまいりました。改めて御礼申し上げます。被災地においては、切実かつ重要な課題である「生活の再建」と「雇用の創出」を2本の柱として、関係者による懸命な取組が進められてきました。

しかしながら、津波被害が甚大だった沿岸部を中心に、県内では民間賃貸住宅を含む仮設住宅で生活を送る被災者は未だに11万人を数え、県外で避難生活を送る方々も9千人弱の状況が続いています。こうしたことから、県としては、被災者の立場に立ち、被災市町に最大限の支援を行いながら、復興への取組をスピード感を持って進めていくことが何よりも必要となっています。

## ２．宮城県の被害の概況

過去の宮城県沖地震等の経験を踏まえ、本県では耐震化をはじめとした防災対策を進めてきたことなどから、今回の震災では、地震により倒壊した建物は少なく、これまでの備えは一定の効果があったということはできます。しかしながら、高い所では20ｍを超える津波に見舞われ、沿岸部では一瞬にして街並みが丸ごと飲み込まれ、県内では1万人を超える多くの方々が命を落とされる惨状となりました。本県における死者・行方不明者数、損壊家屋数及び浸水面積は、いずれも全国の被害の約6割を占めており、本県の被害の大きさを物語っています。

また、東日本大震災では、甚大な津波被害が発生したこと、被災地が広範囲であったことだけではなく、過疎化や地域産業の低迷など厳しい環境下にあった地域が被災したことなどから、復興を進めるに当たって解決すべき課題は多岐にわたっています。さらには、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う風評被害や健康不安への対応なども被災地にとって大きな負担となっています。

## ３．宮城が目指す「復興のすがた」と「進め方」

本県では、こうした未曾有の被災から復興に向けた道筋を示すため、平成23年10月に「宮城県震災復興計画」を策定しました（図１）。

この計画は、平成32年度までの10年間を計画期間とし、平成23年度～ 25年度の3年間を「復旧期」、平成26年度～ 29年度の4年間を「再生期」、平成30年度～ 32年度の3年間を「発展期」として3つの段階に分けています。復旧期の段階から再生期・発展期に実を結ぶための復興の「種」をまき、ふるさと宮城の復興に結びつけることを目指して取組を進めることとしています。

また、計画の基本理念については、「災害に強く安心して暮らせるまちづくり」を目指し、今後同じような災害が起こっても人命が失われることのないまちづくりを進めるほか、人口減少や少子高齢化など「現代社会の課題を解決する先進的な地域づくり」に向け、「『復旧』にとどまらない抜本的な『再構築』」を通して「壊滅的な被害からの復興モデルの構築」を成し遂げるため「県民一人ひとりが復興の主体・総力を結集した復興」を進めることとしています。

こうした復興を進めるに当たっては、従来と違った新しい制度設計や思い切った手法を積極的に取り入れていくことが必要であり、次の10項目を復興計画実現のためのポイントとして掲げ、国にも提言し、一部実現してきていますが、今後とも県民や市町村と一体となって取り組んでいきます。

**宮城県震災復興計画**
**■復興の基本理念**
１．災害に強く安心して暮らせるまちづくり
２．県民一人ひとりが復興の主体・総力を結集した復興
３．「復旧」にとどまらない抜本的な「再構築」
４．現代社会の課題を解決する先進的な地域づくり
５．壊滅的な被害からの復興モデルの構築

**■復興のポイント**
１．災害に強いまちづくり宮城モデルの構築
２．水産県みやぎの復興
３．先進的な農林業の構築
４．ものづくり産業の早期復興による「富県宮城の実現」
５．多様な魅力を持つみやぎの観光の再生
６．地域を包括する保健・医療・福祉の再構築
７．再生可能なエネルギーを活用したエコタウンの形成
８．災害に強い県土・国土づくりの推進
９．未来を担う人材の育成
10．復興を支える財源・制度・連携体制の構築

図１　「宮城県震災復興計画」基本理念及び復興のポイント

①災害に強いまちづくり宮城モデルの構築

同じような災害が起こっても犠牲を出さないような、

災害に強く安心して暮らせるまちづくりは最も重要な課題の一つです。津波被害を堤防だけで防ぐことは困難であったことから、住宅、行政庁舎、学校及び病院などの高台移転と職住分離による居住空間の安全確保、又は、幹線道路や鉄道などを高盛土構造として堤防機能を付与するとともに防災緑地や防災林の整備を組み合わせた多重防御による安全確保を行い、地域の特性に合わせた災害に強いまちづくりを目指しています（図２）。

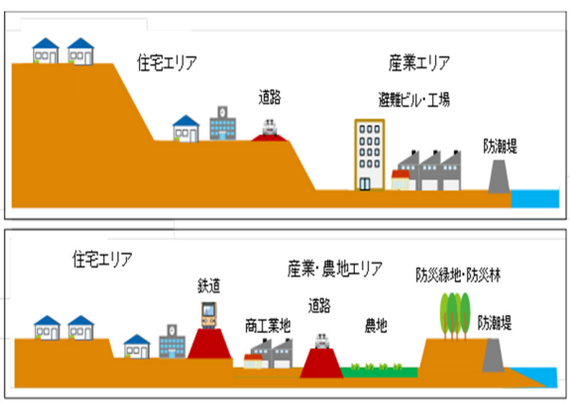



図２　高台移転（上段）、多重防御（下段）イメージ

②水産県みやぎの復興

本県は全国屈指の水産県ですが、震災により生産基盤や関連産業が壊滅的な被害を受けました。また、震災にかかわらず漁業者の減少と高齢化が進むなど厳しい問題を抱えていました。このため水産業の「原形復旧」は極めて困難であることから、水産業集積地域や漁業拠点の集約再編、協業化等の促進や民間資本の活用など新たな経営組織の導入、水産加工品のブランド化及び6次産業化の推進を通して全国一の水産業集積拠点を目指しています。

③先進的な農林業の構築

本県にとって農業は重要な産業の一つです。震災により沿岸部を中心に農地の冠水や地盤沈下、施設の損壊など甚大な被害を受け、震災以前と同様の土地利用は困難な状況にあり、また、水産業と同様に高齢化や就労者の減少が加速しています。このため土地利用調整を行い農地の面的な集約や経営の大規模化、作目転換等による農業産出額の向上及び6次産業化などアグリビジネスの推進を通じて競争力のある農業の再生・復興を目指しています。また、林業については、沿岸地域の合板製造業の早期復旧や県産材の供給体制の強化、木質バイオマスなど再生エネルギーの導入・活用を進めています。

④ものづくり産業の早期復興による「富県宮城の実現」

本県では、平成28年を最終年度とする長期ビジョンにおいて、県内総生産額を10兆円にするという大きな目標を震災前から掲げていました。本県の産業集積の中核をなす自動車関連産業や高度電子機械産業は、大きな被害を受け、早急に生産活動を震災前の水準に戻すことが必要不可欠であります。このため、早期復興に向けた支援や自動車関連産業等の更なる誘致、次代を担うクリーンエネルギー、環境関連、医療機器等の新たな産業の集積・振興等を図り、ものづくり産業のグランドデザインを再構築し、第一次産業から第三次産業までバランスのとれた産業構造の創造を推進しています。

⑤多様な魅力を持つみやぎの観光の再生

観光分野では、震災の影響により本県への観光客が大きく減少していることから、観光情報の発信や、交通インフラの復旧・充実を図るとともに、デスティネーションキャンペーン等の観光キャンペーンの実施、インバウンド（外国人旅行客の誘致）への対応強化、新たな観光ルートの構築、震災の経験を生かした観光振興の取組等を推進し、多様な魅力を有するみやぎの観光の再生を推進しています。

⑥地域を包括する保健・医療・福祉の再構築

被災した保健・医療・福祉施設の早期復旧とともに、復興に向けたまちづくりと一体的に保健・医療・福祉提供体制の再構築を県全体で推進していきます。あわせて、被災施設の立地、広域的医療体制の重要性、地域コミュニティにおける連携の重要性等の教訓を十分踏まえるとともに、生産年齢人口の減少や高齢化の進展などを見据え、子どもから高齢者までだれもが安心して暮らせる地域社会づくりを目指しています。

⑦再生可能なエネルギーを活用したエコタウンの形成

地球温暖化対策、省エネルギーの推進及び原子力発電所の稼働停止の影響によるエネルギー確保の問題から、太陽光やバイオマスなどの再生可能エネルギーの導入などクリーンエネルギーを最大限活用していくため、被災地の復興に当たっては、新たな都市基盤にクリーンエネルギーの活用を組み込んだまちづくりを積極的に推進し、時代を先取りするような取組を進めていきます。

⑧災害に強い県土・国土づくりの推進

今回の震災により、被災地だけでなく、一極集中型の国土構造や社会システムの脆弱性が明らかになったことから、耐災性の高い多重型交通ネットワークの構築や、迅速かつ確実性の高い災害情報収集・伝達体制の整備等を推進しています。あわせて、中核的な広域防災拠点の設置や国の危機管理代替機能の整備について提案しており、今後、その実現が重要と考えています。

⑨未来を担う人材の育成

宮城の復興を実現し、持続可能な地域社会を構築し

ていくためには、未来を担う人材の育成が極めて重要であることから、被災地の教育環境の整備と子どもたちの心のケアや防災教育の充実に取り組んでいます。また、今回の震災の経験を生かしながら、本県独自の「志教育」に一層取り組み、我が国や郷土の発展を支える人づくりを推進していきます。

⑩復興を支える財源・制度・連携体制の構築

復興には多額の経費を要し、柔軟な制度運用が必要となることから、この計画は新たに必要となる制度設計や手法を国等に提案・要望していく提案型のものとして策定しました。特に、新たな制度設計等に関しては、甚大な被害からの復興を進めるために必要な制度や財源の確保について、本県の村井知事が国の復興構想会議において粘り強く提案しました。これらの結果、個別の規制等の緩和や税の優遇措置などの「復興特区」制度や、著しい被害を受けた地域のまちづくりの財源となる「復興交付金」制度などを盛り込んだ「東日本大震災特別区域法」の制定に結びつきました。

本県では、以上のような「宮城県震災復興計画」に基づき、被災地の「復旧」にとどまらず、これからの県民生活のあり方を見据えて、県の農林水産業・商工業のあり方や公共施設・防災施設の整備・配置などの抜本的な「再構築」を進め、10年後には震災を乗り越え、更なる発展が図られるよう取組を進めています。

## ４．復興の進捗状況と課題

ここで平成24年11月末に取りまとめた県内の復興の進捗状況（原稿の締切上、直近のデータとなります）を御説明します。

まず、インフラ関連では、生活を支える主要な道路の通行止めはほぼ解消され、空港、港湾等も施設の復旧はほぼ済んでいますが、空港や港湾の貨物取扱量や乗降客は震災前の水準まで回復していない状況にあります。

次に、災害廃棄物については、平成25年度末までの処理完了を目指して処理を進めていますが、処理を要する1,200万トンのうち、9割程が一次仮置き場への搬入を終え、その処理は3割強まで進みました（写真１）。

復興住宅は県内で1万5千戸の整備を計画しています。事業着手分はまだ3千１百戸程となっており、その推進が急がれる状況にあります（写真２）。

医療・福祉関連では、被災した医療機関や高齢者福祉、障害者福祉施設の9割以上が再開していますが、沿岸部の医療機関の中には震災により閉院した診療所や再建まで時間を要する病院もあります。

農林水産業関連では、被災した農地の除塩等や農業用施設の復旧については、平成26年度末までの完了を目指して計画的に取り組んでおり、被災した農地の約7割、農業用施設の5割強で復旧工事に着手しています（写真３）。次に、壊滅的被害を受けた水産業については被災した漁港140施設（県管理（気仙沼市）27施設、市町村管理113施設）のうち、77施設（県管理26施設、市町村管理51施設）において復旧工事に着手し、震災前に稼働していた約9千隻の漁船のうち5千7百隻程が稼働しています（写真４）。

商工業関連では、8割以上の事業者が営業を再開していますが、沿岸部は内陸部よりも遅れが見られます。この背景には、地盤沈下した土地の嵩上げ工事や新し

写真１　災害廃棄物焼却施設（石巻市）

写真２　災害公営住宅着工式（山元町）

写真３　被災地でのイチゴの収穫再開　（山元町）

写真4　漁船の進水式（気仙沼市）

いまちづくりの検討に時間を要していることなどがあります。

教育分野については、県立学校施設の8割弱、県立社会福祉施設の約6割で復旧工事が完了しています。

一方では、復興が進む過程で新たに対応が迫られる課題もあります。例えば、被災者の恒久的生活の場の整備については、防災集団移転や土地区画整理事業による新しいまちづくりや災害公営住宅の整備が進められていますが、防災集団移転促進事業や土地区画整理事業では、関係者の合意形成を図る難しさがあり、また、移転先用地の中には所有者が不明な土地も多く手続きの難航や移転先となる内陸部の地価が上昇する事態となっています。防災集団移転促進事業は、津波被害の大きかった区域を危険区域に指定して移転を進める事業ですが、隣接する災害危険区域外の方々に対する住宅再建に係る支援策が円滑なまちづくりとって重要です。また、復興に必要な業務は、施設の復旧や新しいまちづくりなどのハード関連の業務から被災者の健康や生活等を支援するソフト事業まで極めて多岐にわたります。これらの業務を進めるための職員不足が県、市町ともに大きな問題となっており、復興関連分野に人員配置を重点的にシフトしたり任期付き職員を採用したり等の対策を講じています。しかしながら、県、市町ともに、平時をはるかに上回る事業を進めるために必要な人員体制を確保できないため、不足するマンパワーについて、全国の都道府県や市町村からの職員の派遣をいただいております。このほかにも資材の高騰やマンパワー不足に伴う入札不調が増加しており、復興へのスピードを一層上げていく上で、大きな課題となっています。

以上のように、各分野で復興は一歩一歩進んできているところですが、被災地を取り巻く環境は依然として厳しく、被災地からは人口流出も続いています。県内の人口動向は、震災前と比較して2万1千人強が減少しており、そのうち社会的要因による減少は4千人を超える状況にあります。市町村ごとの内訳を見ると、仙台市及びその近隣市町では増加しているものの、津波被害の大きかった沿岸部では流出が続き、沿岸部最大都市の石巻市では社会的要因による減少が約6千2百人となっています。こうした流れを食い止め、被災地の方々が地域の明日に安心と希望を実感できるよう、恒久的住まいの早期整備や地域コミュニティの再構築などの「生活の再建」と安定的な「雇用の創出」など地域の課題にきめ細かに対応していく必要があります。

## 5．これからの展望

以上のように本格的復興は緒に就いたばかりであり、復旧・復興の進捗に伴いステージが変わるほどに新たな課題が次々と出現し、その対応にも追われる状況にあります。来る平成25年度は復旧期の最終年度に当たり、着実に復旧事業を推進するとともに、再生期・発展期を見据えた「種まき」を念頭に仕掛け作りを考えていく必要があります。また、一言に「被災地」と言っても、市町ごとに抱える課題が異なり、有効な解決策は多様であることから市町村と緊密な連携を図り、しっかりと支援をしながら取組を進めてく必要があります。こうした取組を充実させるため、県では沿岸被災15市町との情報共有の会議を開催するとともに、被災地で支援活動を展開する方々とも連携を強化するため被災者復興支援会議等を設置するなど体制の強化を進めており、被災地の課題、思いを迅速かつより効果的に復興施策につなげていきたいと考えております。このような取組を通して、いかに困難な道のりであろうとも、将来的には、「宮城県は震災をバネに大きく飛躍した」と評価されるような日本のモデルとなる地域を創り上げていきたいと考えております。

最後になりますが、本県では、平成25年度に仙台・宮城デスティネーションキャンペーンの実施を予定しております。皆様には、復興の歩みを進める宮城をお訪ねいただき、被災地の思い、現状に触れていただきたいと思います。復興に向けた被災地の歩みを見に来ていただくことが、私たちにとって何よりの励ましになります。今後とも皆様の力強い御支援を賜りますようよろしくお願いいたします。

伊藤　和彦

生年月日　昭和28年生まれ
本　　籍　宮城県
現 住 所　仙台市泉区
最終学歴　東北大学工学部卒
職　　歴
昭和54年4月　宮城県採用
平成12年4月　総務部秘書課長補佐（調整担当）
平成15年4月　企画部情報産業振興室長
平成18年4月　企画部政策課長
平成20年4月　保健福祉部次長
平成22年4月　東京事務所長
平成23年4月　震災復興・企画部長

# 被災地における震災瓦礫処理の現状と課題

久田　真　／皆川　浩
●東北大学大学院 教授　●東北大学大学院 准教授

## １．はじめに

東日本大震災という未曾有の難局に我が国が直面してからまもなく2年が経過しようとしている。この間に、震災の復旧・復興に関する数多くの議論がなされたが、それらの議論は未だに収束していないように見受けられる部分も多々ある。

瓦礫（震災廃棄物）の処理に関しては遅々として進んでいない状況がマスコミを賑わしているが、復旧・復興の第一段階である瓦礫の処理は、2014年3月までに完了させなければならないという極めて過酷な状況があるのも実情である。このような状況を鑑みると、瓦礫の処理・処分は、我が国が直面する喫緊の課題の一つであることに違いはない。

本稿は、東日本大震災から約2年が経過した段階で明らかになってきた震災瓦礫の処理や有効活用に関する技術の現状と課題についてまとめたものである。

## ２．瓦礫処理の方向性

周知の通り、我が国は地震をはじめとする大規模自然災害が多発するという特性を有している。そして我が国民は、世界から称賛される程に驚異的な復旧・復興を成し遂げてきたという誇るべき国民性を有している。今般の東日本大震災に際しても、ライフラインが復旧していない状況下にあったにもかかわらず、被災地の人々は暴動も起こさず、食料や水の調達に行列をなして冷静に行動したことは、国際的にみれば特筆に値する現象だったようである。現在、被災地で鋭意行われている瓦礫の処理についても、恐らく、他国からは特筆に値するであろうと思われるほど、徹底的な有効活用が強く望まれているのが実態である。

関東大震災（1923年）と阪神淡路大震災（1995年）を大規模地震災害の前例と考えるならば、瓦礫の処理・処分方法で第一に選択された方法は埋立て処分である。関東大震災で発生した瓦礫は、発災後まもなく、横浜沿岸を埋立てし、これを海岸遊歩道として利用する計画となったが、これが現在の山下公園となっている。また、阪神淡路大震災で発生した瓦礫についても、1987年から開始していた大阪フェニックス計画での埋立て材として多量に利用された。

震災によって発生した瓦礫を埋立てに利用するという選択肢は、費用面のみならず、一日も早い復興のスピードを考える上でも、一つの最適解であると思われる。しかしながら、今般の東日本大震災における瓦礫については、前例となる二度の大震災と比べてもはるかに膨大な量であるにもかかわらず、発災後から徹底的に有効利用するという処理・処分の方向性が選択された。この方向性は何故に選択されたのか？

少なくとも、環境省が「東日本大震災からの復興に向けた環境省の基本的対応方針（2011年5月18日）」として瓦礫を有効活用すべきことが示され（図１）、発災直後に設置された復興構想会議が2011年6月25日に出した提言でも、防潮堤の整備などでは瓦礫の活用を考慮すべきことが示されたことなどが、瓦礫処理の方向性を大きく決定づける契機になったと考えられる。

加えて、第３回気候変動枠組条約締約国会議（地球温暖化防止京都会議、ＣＯＰ３、1997年）で採択された気候変動枠組条約に関する議定書（いわゆる京都議定書）に我が国が批准している。それ以来、建設業界では、建設現場で発生する残土やコンクリート解体材などを有効利用するための技術開発を精力的に進めてきており、これらの技術が瓦礫を有効利用するために流用しやすいといった背景があったことも理由として考えられる。

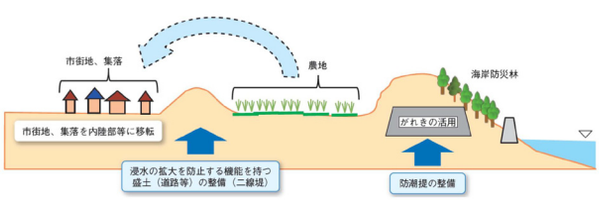



図１　復興構想会議で示された瓦礫利用の例
（類型４：海岸平野部における復興のイメージ）

ともあれ、今回の震災で発生した瓦礫の処理・処分については、多額の費用と時間をかけてでも徹底的に有効活用するという方向性が大きな特徴であるといえるのではないか？そして、この方向性は果たして適切だったのか？という疑問については、後年になって検証される必要があるのではないかと思われる。

## ３．瓦礫処理の現状

### 3.1 瓦礫の推計量

東日本大震災で発生した震災瓦礫は、復旧あるいは復興が進むにつれて、下方あるいは上方に修正される動きとなっている。今後もさらに撤去される家屋などから発生する震災瓦礫もあり、現在でも未だに実態の数量が定かでない。環境省の瓦礫処理に関するwebで公表された震災瓦礫の推定量とその処理の進捗については、表１のように時間の経過とともに随時修正された形で公表している。

表１　震災瓦礫の推計量の推移

| 公表年月日<br>公開元 | 2011.3.31<br>日経（注1） | 2011.7.14<br>環境省（注2） | 2012.6.30<br>環境省 | 2012.8.31<br>環境省 |
|---|---|---|---|---|
| 岩手県 | 550 | 449 | 525 | 525 |
| 宮城県 | 1,429 | 1,570 | 1,154 | 1,873 |
| 福島県 | 229 | 228 | 201 | 361 |
| 合計 | 2,208 | 2,247 | 1,880 | 2,759 |

注1）日本経済新聞発表分、注2）環境省ｗｅｂで公表されていた数値、注3）単位は万トン

### 3.2 現地での処理・有効活用が望まれる瓦礫

震災瓦礫は極めて多岐にわたっている。このうち特に、コンクリート瓦礫や津波堆積土砂については、不燃性であり、単位体積重量が大きいため、広域処理のような運搬を伴う処理には不向きと考えられる。さらに、現地で焼却して排出される残渣（焼却灰）については、通常であれば最終処分せざるを得ないものであり、これも広域処理の枠組みには適合し難いものであろう。この他、震災瓦礫には住宅・工場の骨組み鋼材、放射能の高い倒壊した防潮林、車両、船舶、ＰＣＢなどを含む有害廃棄物などもあるが、これらの震災瓦礫の処理や有効利用については、従来の金属リサイクルの仕組み等に組み込まれるか、もしくは環境省所掌の環境基準等の枠組みで進められるものである。とするならば、現状として現地で処理され有効利用されることを強く求められているのは、コンクリート瓦礫、津波堆積土砂および焼却残渣（焼却灰）の３者であると考えられる（図２）。なお、最終処分量の抑制を考慮するのであれば、可能な限り分別された後に最終的に蓄積される雑多な残渣の有効利用についても積極的に考えていく必要があろう。

図２　現地での有効利用が望まれる３つの瓦礫

## ４．有効利用を進めるための技術的な課題

先に述べた通り、震災廃棄物のうち、特に現地での処分・有効利用が望まれているのはコンクリート瓦礫、津波堆積土砂ならびに瓦礫焼却残渣（焼却灰）である。また、これらの処理・有効利用には、既存の土木技術を駆使することで、達成されることが期待される。宮城県内の震災廃棄物の流れを概観すると、被災地から１次集積場と呼ばれるサイトまでいったん運搬され、この段階で粗選別が行われているようである。その後、２次集積場と呼ばれるサイトに運搬され、詳細な分別、洗浄、粉砕、焼却などを経て、最終処分までの工程を経ている。

しかしながら、これらの震災廃棄物処理サイトを視察してみると、集積している震災廃棄物の地域特性をはじめ、分別の方法などが微妙に異なっており、一義的に処理・有効利用が定義できるような状態ではないことがわかる。ここでは、震災廃棄物の処分・有効利用を進めるための技術的な課題についてまとめる。

### 4.1 コンクリート瓦礫

建設現場等で排出されるコンクリート解体材については、従来から再生骨材としての利用が発達しており、平時に開発されたこれらの技術ノウハウを、コンクリート瓦礫の有効利用に応用することは大いに期待できるところである。では、緊急時である現在のコンクリート瓦礫の有効利用にあたり、平時で確立した技術を適用する際に考慮すべき点は何か？

周知の通り、ＪＩＳには、再生骨材Ｈ、Ｍ、Ｌとして３段階の品質規格が設けられている。これらの規格は、基本的にレディーミクストコンクリートとしての利用を想定したものであるので、この水準を満足させるためには、コンクリート瓦礫は今以上に分別、洗浄しなければならず、有害物の除去や反応性骨材の混入、場合によってはアスベストの混入の可能性についても検討しておく必要があるであろう。

その一方で、コンクリートの用途を制限するなどして、今の処理レベルでのコンクリート瓦礫を受け入れられるような技術を導入するという方向性も重要ではないかと思われる。すなわち、ＪＩＳの規格を満足するような水準まで加工するといった方向ではなく、なるべく加工しないで利用できる方法を考えるべきであると考えられる（図３）。

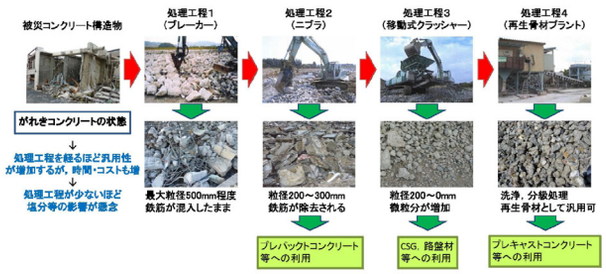



図３　コンクリート瓦礫の処理工程と利用技術

例えば、大粒径のコンクリート塊のままで骨材として利用可能なプレパックトコンクリートやポストパックトコンクリート、微粒分や雑物の混入に対してある程度の許容が可能なＣＳＧ（Cemented Sand and Gravel）工法あるいはこれを応用した技術や、コンクリート瓦礫に付着した塩分の混入を許容するような海水練りコンクリートといった技術など、適材適所で用途に応じた利用技術を適用することにより、過度な処理プロセスを省略することが可能となり、震災廃棄物処理を加速させることができるのではないだろうか？

### 4.2 津波堆積土砂

津波堆積土砂は、防潮堤の盛土材料や地盤沈下した地域の嵩上げ材としての利用が期待される。特に、著しい地盤沈下が生じた沿岸部においては、港湾施設も含めて多量の土砂が必要となっているようである。一般的な土壌改良技術としては、①安定処理、②スラリー化安定処理、③脱水処理、④乾燥処理、⑤粒度調整処理、⑥高度安定処理、⑦焼成処理などがあるが、このような有効利用の可能性がある中で、処理サイトで変動する津波堆積土砂の品質をどう捉え、有効利用時にどの程度の品質まで許容し得るかを明確にする必要がある。

土木学会・復興施工特定テーマ委員会（委員長：吉田明氏）が実施した事前の検討事例では、宅地部に堆積する津波堆積土砂は砂質土であり、そのまま利用しても道路用盛土として十分な品質を有すると報告している。これに対して、農地に堆積する津波堆積土砂は、粘土シルト分を多く含み、すき取りの程度によってさらに粘性が異なることが予想される。海水中の塩分の影響については、降雨による希釈効果により軽減することが期待できそうであるが、1年以上の放置により、雑草の繁茂による有機物が混入するなど、津波によってもたらされた木片や金属片などの震災廃棄物の混入のほかに、重金属類などの有害物質の含有を適切に把握し、有効利用する際の混入量の許容程度を明確にする必要があるであろう（図４）。

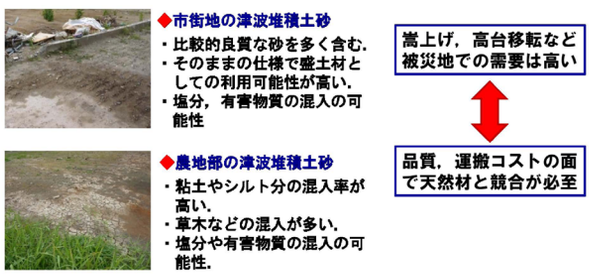



図４　津波堆積土砂の特徴と有効利用の課題

この他、津波堆積土砂の場合には、臭気や微生物の増殖なども懸念されるため、有効利用時の適切な前処理方法なども課題として考える必要がある。

### 4.3 瓦礫焼却灰

前述したとおり、焼却灰のうち有効利用の検討対象となっているのは主灰であり、現状で固化体としての利用が検討されているため、ここでは主灰固化体の有効利用を推進するための課題についてまとめる。

まず、固化処理に際して使用する結合材は普通ポルトランドセメントもしくは高炉セメントなどの混合セメントが候補となるが、使用した結合材と焼却灰との混合比率や養生条件なども考慮した上で、化学反応的な相性を適切に把握する必要があると考えられる。また、使用した結合材によって焼却灰中の有害物質の溶出がどれほど抑制されるか、を把握しておくことも重要であろう。さらに、固化した後の荷姿として粒状で

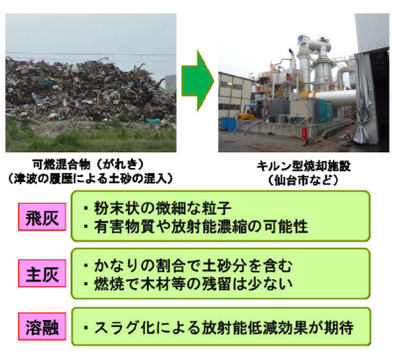



図５　瓦礫焼却灰の種類と有効利用の課題

あるか、塊状であるかも、有効利用後の有害物質の溶出特性に影響を及ぼす要因となり得るので、検討パラメータとして注意が必要である（図５）。

## ５．震災瓦礫の有効利用を推進するための課題

### 5.1 技術のマッチング

震災廃棄物の処理・有効利用を加速させ、早期の復興に繋げるためには、復興計画にも連動することになる被災地のニーズと、それに合致するように産や学の立場の有する技術シーズをマッチングさせることではないかと思われる（図６）。

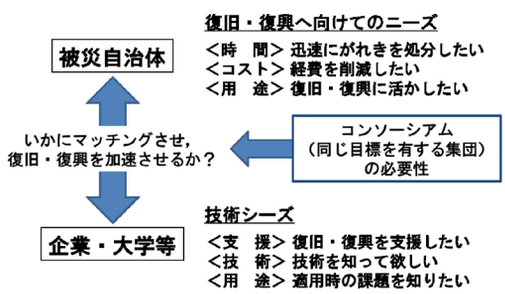



図６　ニーズとシーズのマッチングの必要性

そのためには、被災地自治体や技術を有する産や学の立場が一堂に会したコンソーシアムなどを構成することにより、被災地の復興という同じ目標を持つ者達で風通しの良い仕組みを作ることも解決策の一つとして考えられる。

### 5.2 場所のマッチング

震災瓦礫が資材化され、それを有効活用するためには、１次集積場、２次集積場などから、利用する復旧工事現場への搬送が必要となるが、ここでは運搬に伴うコストが発生するので、天然の土砂などとのコスト面での合理性が要求されることになる。すなわち、場所のマッチングも必要となるわけで、この点をどう克服するかが、有効利用を推進するための課題といえよう（図７）。

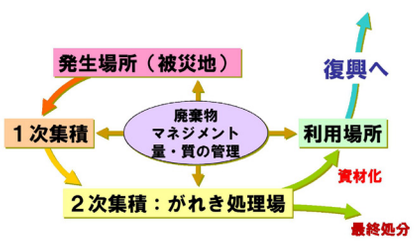



図７　場所のマッチングの必要性

### 5.3 時間のマッチング

震災廃棄物を災害復旧工事などで有効活用したい時期と、建設資材として震災廃棄物処分サイトから産出される資材との時期的なマッチングである。少なくとも、震災廃棄物処理サイトは2年で処理を完了せねばならない状況にあり、災害復旧工事の方も、現状、相当数が工事発注になりつつある状況にある。しかし、災害復旧工事は、今後5 ～ 10年の期間を要することになり、この時期には、震災廃棄物処分サイトは閉鎖している可能性が高い（図８）。とすれば、処分が終了し、建設資材としての引合いが生じるまでの期間、震災廃棄物をどこかに保管しておく必要も生じてくるかもしれない。

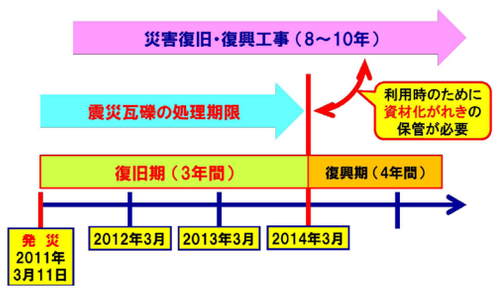



図８　時間のマッチングの必要性

## ６．まとめ

遅々として進展しないと指摘されがちな今回の震災復興ではあるが、それでも、被災地では少しずつ、前に進もうとしている。微力ではあるが、震災瓦礫の有効活用を加速させるための一助となることで、一日も早い復興を願ってやまない。

久田　真

所　　属：東北大学大学院工学研究科・教授
専門分野：土木材料、コンクリート工学
略　　歴：1990年京都大学卒、株式会社鴻池組、東京工業大学助手、新潟大学助教授、独立行政法人土木研究所主任研究員、東北大学助教授および准教授を経て現職、博士（工学）

皆川　浩

所　　属：東北大学大学院工学研究科・准教授
専門分野：土木材料、コンクリート工学
略　　歴：2003年東京工業大学大学院博士課程修了、住友大阪セメント株式会社、東北大学助教を経て現職、博士（工学）

# 地域防災力の高度化に向けた取り組みを振り返って

佐藤　健
●東北大学災害科学国際研究所 教授

## １．はじめに

地域防災力の高度化を目的とした産学官連携組織が全国的に増えてきている。東日本大震災の被災地では、想定されていた宮城県沖地震の再来に向け、「宮城県沖地震対策研究協議会（以下、協議会と呼ぶ）」[1)]が活動を展開していた。

協議会は想定される宮城県沖地震での被害を低減することを目的として2003（平成15）年12月に設立された任意団体である。設立当初は4つの専門部会で構成されていたが、途中からボランティア部会が新設され5つの専門部会となった。また、2004年から3年間で実施した文部科学省の防災研究成果事業では、協議会が実施母体として事業を推進した。事業終了後もモデル事業の普及と展開をはかると同時に、定例宮城県沖地震シンポジウムの開催や、震災対策技術展の企画監修など、市民の防災意識の啓発と情報交流の機会も積極的に提供してきた。

ここでは、協議会によるこれまでの地域防災力の高度化に向けた取り組みを振り返る。

## ２．宮城県沖地震対策研究協議会の設立趣旨と目的

まず、協議会の設立の背景と経緯を簡単に紹介する。平成15年3月8日（土）、定例宮城県沖地震シンポジウム（第1回）「地域の産官学連携組織を考える」において、今後の効果的な地震防災の取組みには、産官学連携が必要不可欠であるとの共通認識が総合討論や来場者のアンケート調査を通して得られた。そのアンケート結果を図１に示す。

図１より、「来るべく次の宮城県沖地震に対する災害軽減のために、産官学の連携組織は必要だと思いますか」との質問に対して、「必要不可欠なものであり、積極的に推進すべきである」の回答が86%を占め、「有効性は認めるが、組織連携にあたっての多くの問題や課題をクリアするのが困難である」とした回答の13%を大きく上回った。また、産官学連携組織に対する地域社会からの期待の大きさも確認している。

このような社会的なニーズに応える形で、同年5月には、宮城県沖地震対策研究協議会準備委員会を立ち上げ、平成15年12月6日（土）の設立総会までに全8回の委員会を経て、設立に至った。

設立総会時に提示された協議会の目的を表1に、設立当時の役員構成を表2に示す。設置目的における重要なキーワードは、「科学的アプローチ」、「産官学連携」、「地域密着」の3項目である。また、協議会による主な活動項目を表3に示す。活動項目における重要なキーワードは、「ネットワーク化」、「防災情報の共有化」、「研究成果の利活用」の3項目である。

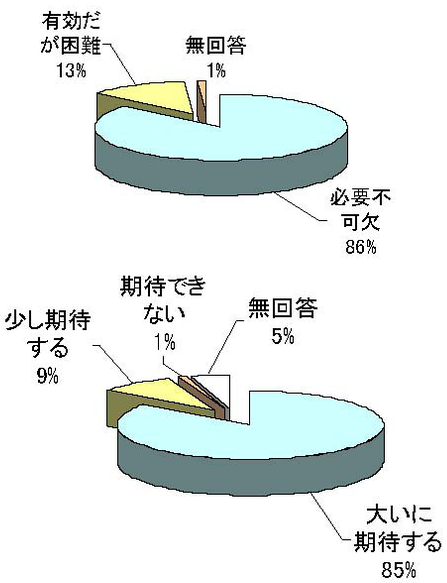



図１　産官学連携組織の社会的な要求度（上）と期待度（下）

表１　宮城県沖地震対策研究協議会の目的

本協議会は、次世代に引き継ぐ地域の地震防災を考える会である。21世紀の科学技術を有効利用した科学的アプローチとして、観測網・連絡網の充実・相互連携により、自然環境と社会環境に調和した形で地域における地震防災力の向上を目指す産官学共同組織である。国の観測網との連携や地域内の観測網の充実・相互連携を図り、地域住民により密着した形で地震に関する情報を迅速に伝達するとともに、住民の危機管理の体系に有効に活用し、地震災害軽減対策に結びつける研究に根ざした活動を行うことを目的としている。

表２　設立時の役員構成＊

| | |
|---|---|
| 会長 | 長谷川　昭（東北大学地震・噴火予知研究観測センター・教授） |
| 幹事（正会員） | 田中雅順（東北電力（株）土木建築部・部長） |
| 幹事（公益会員） | 斉藤俊夫（宮城県総務部・危機管理監） |
| 幹事兼防災技術部会長 | 源栄正人（東北大学災害制御研究センター・教授） |
| 防災教育部会長 | 今村文彦（東北大学災害制御研究センター・教授） |
| 地域づくり部会長 | 増田　聡（東北大学大学院経済学研究科・教授） |
| 災害医療部会長 | 篠澤洋太郎（東北大学大学院医学系研究科・教授） |
| 会計監査 | 加藤正幸（東日本電信電話（株）宮城支店設備部・部長） |

＊平成15年12月6日時点

表３　協議会の主な活動項目

1．地域の地震防災を考える上で、基本となる自然情報（地震記録、地盤情報）や社会情報（建物現況など）の共有データベースの構築、既存構造物の耐震改修促進、強震観測網の相互連結に基づく地震情報ネットワークの構築、防災教育、および地震に強い地域づくり、災害医療対策に関し、住民の立場を考慮した活動を行う。
2．県や市などの防災会議の地震対策部会で行っている地震被害想定調査に関連する自然情報と社会情報については、上記活動を行うための基礎データとして本協議会が共有し、地域の地震防災力向上のための研究・事業への有効活用を図る。
3．「定例宮城県沖地震シンポジウム」の開催、地域地震防災に関する講演会・講習会を企画開催する。

## ３．防災研究成果普及事業の実施概要

「防災研究成果普及事業」は、大規模な自然災害の発生危険性が高い地域において、大学等公的研究機関、都道府県等の連携により、最新の科学的知見を地域の防災活動に反映させ、当該地域の防災力の飛躍的向上、大規模災害時の人的・物的損害の大幅な軽減を目指すことを目的とした文部科学省の公募事業である。事業期間は、平成16年度から平成18年度までの3年間である。

宮城県・仙台市・東北大学が提案機関となり、応用地質(株)東北支社が実施機関、協議会が実施母体となって提案した「迫り来る宮城県沖地震に備えた地域防災情報の共有化と防災力高度化戦略」が採択された。

3本柱で構成された事業概要は、①「GISを用いた防災情報の共有プラットフォームの構築とその有効活用」、②「地震リスクの地域内格差の明確化と防災力向上戦略の展開」、③「緊急地震速報・地震観測情報の防災対策への有効活用」である。事業の成果は文献2、3を参照頂きたい。

防災研究成果普及事業により、学校施設に導入した緊急地震速報システム（高度利用）が実際の地震の際に効果を発揮した事例を紹介する。防災研究成果普及事業では、仙台市立鶴谷小学校、石巻市立釜小学校、古川市立第三小学校、白石市立白石中学校の4校に緊急地震速報システムが導入された。学校施設以外にも東北大学病院等への導入と普及も行っているが、紙面の都合上、白石中学校に導入したシステムの2008（平成20）年岩手・宮城内陸地震（2008年6月14日（土）8時43分、気象庁マグニチュード7.2、最大震度6強）における効果を示す[4)]。

白石中学校では、S波到来の21秒前に自動放送連結による速報が放送され、土曜日に関わらず中体連参加のために登校していた約100名の生徒が安全姿勢をとることができた。実際には、短い警報音の後、「地震が来ます。地震が来ます。机の下にもぐって下さい。あと10秒で地震が来ます。机の下にもぐり、机の脚をつかんでください。間もなく地震が来ます。」という放送の後、主要動が到来している。

## ４．東日本大震災発生までの活動

### (1)第6回日本地震工学会大会の共催シンポジウム

協議会は第6回日本地震工学会大会2008のシンポジウム企画を共催した。都市型地震災害の原点とも言える1978年宮城県沖地震の30周年を契機に、「過去に学び，地震防災の新展開を考える」をテーマとした。来場者は約300名であった。その開催概要を振り返る。

はじめに、日本地震工学会名誉会員で東北大学名誉教授の柴田明徳先生と協議会会長で東北大学名誉教授の長谷川昭先生のお二人から特別招待講演があった。柴田先生の演題は「1978年宮城県沖地震の被害と教訓」、長谷川先生の演題は「宮城県沖地震の震源域周辺で起きていること」であり、30年前の災害教訓を改めて振り返るとともに、宮城県沖地震の震源断層に関する最新の研究成果が紹介された。

次に、「1978年宮城県沖地震30周年を契機に～学際連携による地震防災を考える～」をテーマとしたパネルディスカッションが行われた。パネリストは、日本

地震工学会名誉会員で北海道大学名誉教授の太田裕先生、東北大学名誉教授の柳沢栄司先生、日本地震工学会会長鈴木浩平先生、宮城県危機管理監の熊谷龍一氏、そして柴田明徳先生、長谷川昭先生を加えた6名であり、パネリストの専門分野やそれぞれの立場からの基調報告の後、大会実行委員長である東北大学の源栄正人教授をコーディネータとして、学際連携に基づいた地震防災の新しい展開について総合討論が行われた。シンポジウム会場のようすを写真１に示す。

写真１　シンポジウム会場の様子

(2)災害に強いコミュニティのための市民フォーラム

このフォーラムは、日本集団災害医学会第11回総会の併催企画として開催された市民フォーラムがきっかけとなり、その後も毎年定期的に開催されるようになった一般市民向けの啓発イベントである。協議会の地域づくり部会と災害医療部会との共同運営の形式により実行委員会を構築して企画運営を行っている。

市民フォーラムは、「ワンポイント防災セミナー」、「救護の達人コンテスト」、「地域防災活動の情報交流」の3本柱で構成している。市民フォーラムの開催のようすを写真2に示し、2006（平成18）年2月11日に第1回が開催されて以来、これまでに継続開催されているテーマ一覧を表4に示す。

市民フォーラムは、仙台市民を中心に定着してきており、毎回200 ～ 300名の参加者が集うイベントに成長してきた。宮城県沖地震の再来に備え、長年にわたり創意に富んだ防災に関するコンテストやフォーラムを開催し、災害に強いコミュニティづくりや市民の防災意識の高揚に寄与した功労が認められ、災害に強いコミュニティのための市民フォーラム実行委員会が、平成23年1月15日に「防災とボランティア週間」に合わせて奥山恵美子仙台市長から感謝状の表彰を受けた。東日本大震災の直前の時点において、地域社会からの一定の評価を受けていたと言える。

なお、東日本大震災発生後についても市民フォーラムは継続開催しており、2012年2月28日に開催された第7回のワンポイント防災セミナーの講演タイトルを表5に示す。さまざまな立場での震災経験とその教訓について情報共有をはかることができた。

写真２　市民フォーラム会場の様子

表４　市民フォーラムのテーマ一覧

| | テーマ名 |
|---|---|
| 第1回 | 日本集団災害医学会第11回総会併催市民フォーラム「災害に強いコミュニティ」 |
| 第2回 | 想定宮城県沖地震に対する地域防災力と医療の備え、そして地域間連携の構築に向けて |
| 第3回 | 想定宮城県沖地震に対する自主防災活動の交流・連携・発展 |
| 第4回 | 想定宮城県沖地震に対する住民と企業の地域連携 |
| 第5回 | 宮城県沖地震の再来に向けた防災と福祉の地域連携 |
| 第6回 | 地域防災リーダーの多様化と進化 |
| 第7回 | 東日本大震災の経験とその教訓～それぞれの立場から～ |

表５　第7回のワンポイント防災セミナー

| |
|---|
| 講演1　新浜町内会長　平山新悦<br>大津波に流された体験と町内会長としての活動 |
| 講演2　JFE条鋼（株）仙台製造所総務部　高橋　昇<br>東日本大震災における被災・復興状況、今後に向けて |
| 講演3　ラジオパーソナリティ　板橋恵子<br>東日本大震災、ラジオが果たした役割 |
| 講演4　東北福祉大学3年　武田恵理子<br>東日本大震災時の『まごの手くらぶ』の活動 |
| 講演5　福住町内会長　菅原康雄<br>隗より始めよ～侮るな地域力～ |
| 講演6　茂庭台五丁目総括防災部長　吉田亮一<br>東日本大震災時の地域防災活動と指定避難所のあり方 |
| 講演7　鈎取ニュータウン町内会長　京谷国雄<br>東日本大震災を経験して～我が町内会の自主防災活動 |

## ５．東日本大震災発生直後から復旧期の活動

協議会の各部会において、東日本大震災発生以降についても活動を行っているが、ここでは紙面の都合から災害医療部会が中心となった「災害保健医療支援室」の活動について振り返る[5),6)]。

東日本大震災発生時に，宮城県保健福祉部医療整備課に協力する形で、災害保健医療支援室（以下、支援

室と呼ぶ）を活動場所として被災地に対する支援機能の一翼を担った。支援室は，東北地方太平洋沖地震の発生から概ね一週間後に立ち上げられた保健医療に関する緊急支援機能である。支援室の活動項目を表6に示す。なお、多数のボランティアの協力を得て支援室が運営された。支援室の活動のようすを写真３に示す。

写真３　支援室の活動の様子

表６　支援室の活動項目

| |
|---|
| 1. 医療救護チームの派遣登録補佐とブリーフィング、デブリーフィング |
| 2. 医療救護活動に対する情報支援、衛星携帯の提供、ロジチームの派遣 |
| 3. 現地救護活動と後方支援をつなぐ同報メール・ネットワーク |
| 4. 医療救護サーベイランス |
| 5. 避難所調査の支援 |
| 6. 15市町・保健所と県保健衛生担当者間の情報共有（メーリングリスト構築と会議） |
| 7. “御用聞き”と現地要請への対応－物資調達と配備（ＰＣ＆モデム、車両、医療機器・保健衛生関連物資、志津川病院・診療所再開支援他） |
| 8. 避難所の業務補佐とニーズ把握　（なんでも・“やります隊”） |
| 9. 公衆衛生ボランティア＆環境調査チームの派遣 |
| 10. 夏季衛生対策の実施支援　（寝具交換、大掃除、害虫対策） |
| 11. 仮設住宅移転に関するセミナーと災害に備えるためのワークショップの開催 |

## ６．おわりに

防災・減災のための産学官連携組織である宮城県沖地震対策研究協議会による活動を、設立された平成15年12月6日から、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による震災対応の時期を含め、紙面の許す範囲で振り返った。東日本大震災の減災に協議会が果たした役割に関する社会的評価を直接的に受けてはいないが、「災害に強いコミュニティのための市民フォーラム」が震災後も継続開催しているばかりでなく、市民からの期待は以前にも増しているように見受けられることから、産学官連携組織に対するより一層の社会的貢献が求められてきていると考える。

首都直下地震や東海・東南海・南海地震等の巨大地震の発生が危惧されている中、全国で活動している防災・減災のための産学官連携組織に対して高まる期待に応えるためには、さらなる研究成果の社会への実装と普及が必要であると考える。

## 参考文献


1)http://www.meqdprc.archi.tohoku.ac.jp/Net-SS/main.html

2)源栄正人：防災研究成果普及事業「迫り来る宮城県沖地震に備えた地域防災情報の共有化と防災力高度化戦略」経過報告、定例宮城県沖地震シンポジウム（第3回）講演資料集、pp.17-26、2005年3月

3)Masato Motosaka, Koh Tsukahara, Satoru Masuda, Masaki Maeda, Takeshi Sato and Susumu Ohno : STRATEGY FOR EARTHQUAKE DISASTER PREVENTION AGAINST THE APPROACHING MIYAGI-KEN OKI EARTHQUAKE, JAPAN, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology(CD-ROM), (2006), Paper No.1384

4)源栄正人、本間　誠：平成20年岩手・宮城内陸地震における学校での緊急地震速報の受信状況とその後の状況、東北地域災害科学研究、第45巻、pp241-246、平成21年3月

5)佐藤　健：緊急期－救援期の情報支援および災害保健医療支援室の活動、東日本大震災における保健医療救護活動の記録と教訓（分担執筆）、じほう、pp.83-88、平成24年12月

6)佐藤　健、柴山明寛、長谷川泰三、上原鳴夫：東日本大震災時の保健医療分野における情報共有システムの緊急構築、災害情報、No.10、pp.149-155、2012年3月

佐藤　健

1989年東北大学大学院工学研究科建築学専攻博士前期課程修了、（株）フジタ、宮城工業高等専門学校、東北大学大学院工学研究科災害制御研究センターを経て、平成24年4月より現職．博士（工学）、専門分野：地震工学、安全教育学

特別投稿

# 国府多賀城、国府武隈館（たけくまたち）の歴史津波

飯沼　勇義

平成23（西暦2011）年3月11日東日本大震災が起こり、日本列島が大地震で揺れ動いた。この地震による巨大津波が広域の沿岸を襲った。特に宮城県沿岸の被害は大きかった。しかし、今回の大津波より前に、過去にあった歴史津波により大被災を受けた二つの国府があった。国府のあった場所とは宮城県の多賀城と岩沼である。この二つの町には、古代から言い伝えられた津波伝説があった。津波伝説には必ず真実性があり、現在まで伝えられてきた。しかも、ここには、いずれも国府が置かれ、ここに仕える役人によって、国府を支配してきた都へ、津波の被災を報告してきた経緯があった。

## １．貞観津波と国府多賀城

貞観11（西暦869）年5月26日午後2時、大地震が起こった。この地震で大津波が発生し、旧七北田（ななきた）川（現在の砂押川）の湊浜河口から大津波が川を遡上してきた。もう一方の津波は沿岸一帯から大きなうねりとともに津波の壁をつくって入ってきた。河口沿岸から内陸約7kmには国府多賀城があった。多賀城国府の政殿下を流れる砂押川を遡上してきた津波はとうとうここまで到達してしまった。このあらましは、筆者による著書[1)]の中に書かれている。

貞観津波は国府多賀城を襲った。この出来事は国府を管理する国側（京都）の都へ、国府で勤める役人達によって報告され、国はこうした出来事を「日本三代實録」に書きとどめた。だから、貞観津波の実像が調べられるようになった。しかし、この報告された内容を分析すると、“死者千許”は国府に出仕している役人、兵士の数だけで、商家を含む漁業、農業従事者を加えるとその死者は10倍以上に達していたと思われる。

貞観津波の津波伝説のすさまじさは、仙台湾に点在する数々の島嶼は海中へ没し、ある島々は海上に隆起した、と伝えられてきた。そして今回の東日本大震災は、学者を始め政界、産業界、口を合わせたように千年に一度の未曽有の巨大地震による大規模津波だと言い始めている、千年に一度の巨大災害とは、西暦869年の貞観地震・貞観津波（1100年前）のことを言っている。しかし、仙台湾にある島々の陥没、隆起の伝説への言及は一つもなかった。津波伝説には必ず真実を伝えているものが必ずあるのです。ここではっきり言えることは、千年に一度の大災害、大規模津波ではないことだということを明言しておこう。もっともっと古い時代にあった歴史津波の実態を知らない人々が言う言葉、それが巷で言う千年に一回だ。だから安全だ、というまったくおかしな風評が拡まっているからおかしいのです。貞観地震による貞観津波以前にあった歴史津波の中で最も巨大性の地震とは西暦95年の海溝型の地震でした。当然大規模津波となって太平洋沿岸を襲った。この時の沿岸一帯では100m以上の津波の波高だったろう。この津波は東北太平洋沿岸津波という国内最大の津波であることを筆者による著書[2)]で既に紹介してきた。この津波の15年後、西暦110年、倭国（ヤマト）の人々による東北征討軍が津波と化し、内陸へ進出するため沿岸を遡上し、進入していく絶好の地が阿武隈川河口であった。当時の阿武隈川河口とは現在の仙台空港南の玉浦であった。玉浦とは「王の浦」と言い、その範囲は、現在の玉浦、二ノ倉、長谷釜、蒲崎辺で、当時の阿武隈川の河口だった。日本武（ヤマトタケ）の東北遠征では、関東の上総国（現千葉県東金市）で漁業集団の豪族によって造船した船（手漕ぎ船）に、倭（ヤマト）の人々が乗船して東北遠征に加わっていたことを突き止めるに到った。

西暦95年の東北太平洋沿岸津波は最大の歴史津波であったことは事実であり、この巨大津波を起こした巨大地震の破壊力は、仙台湾上にある島嶼群の海中消滅と隆起を生じさせた。海底火山の大活動期であった。

西暦95年東北太平洋沿岸津波、続いて西暦300～330年の太平洋沿岸津波、西暦500年前後の名取沿岸津波があったことについては、当時のこの地方の歴史的叙述によって内陸に居住していた人間の無住時代とその集団移住という整合性を研究しているうちに、これらの津波の襲来年を推定することができたのだった。

この３つの津波の規模は、何れも貞観津波をはるかに超える最大性をもっており、その津波をもたらした地の東方太平洋海底がその大震源地だった。詳しくは、岩沼沖又は宮城県南沖、名取沖、仙台沖なのかどうかはわからないが、今回の東日本大地震ではまったく動かない別な大震源地なのだろうか。日本海溝の東方海溝のアウターライズ地震帯がこの大震源地なのだろうか。本当に不気味でならない。

震災後、貞観津波は未曾有の津波だったと位置づけ、これと同じ規模の大津波だと言ってきた多くの人々にとって、貞観地震津波以前の歴史津波がこの地方にあったことは本当に驚くべきことだったでしょう。

津波が国府に達したとなれば、当然、国と連なる国府多賀城と貞観津波にはいろいろな伝承が生まれた。

「延喜式」の中に出てくる“陸奥国の特産品”に、『昆布』の献上が記されている。京の都ではこの昆布が有名で、食材の味覚を出す絶品の海産物だった。恐らく、国府多賀城へ献上され、これを食べた役人たちは更に都に昆布を献上した。よくよく調べたら、国府多賀城への水路は現在の砂押川で、水運交通がここにあった。この河口は湊浜で、この隣接するところは、現在の宮城県七ヶ浜町菖蒲田浜漁港だった。ここより2km北東寄りに花渕というところに「大根と昆布」、更に、「大根と大明神」という伝説があった。

要するに、ここ七ヶ浜は昆布を始め、あらゆる海産物の産地で、ここから運ばれた水産資源は砂押川水運交通をして国府多賀城へ出荷されたのだった。東日本大震災では、七ヶ浜の港は津波のため壊れ、あらゆる施設と住居はすべて流失してしまった。しかし、大根の昆布で有名な鼻節神社は高台に鎮座しており、菖蒲田港のすぐそばにある17mの高台の“招又”には津波伝説があり、ここに逃げれば助かることを伝えてきた。今度の東日本大震災でここに160人が避難してきた。又々、津波から逃れて全員が助かったのだった。この伝説を守りぬいてきた住民がいた。糸久博さんと七ヶ浜町のこの地区の消防団の人たちだった。その人たちとは、渡辺留四郎さん、渡辺上司さん、渡辺陽一さん、渡辺貴文さん、伊丹享さん、相沢まり子さんである。

しかし、招又伝説は真実であっても、これまでの歴史書には書かれることなく消されてきた。そして、津波がある度に可笑しく、悲しく、おとぎ話として伝えられてきた。人間というのは何とおろかであろうか。歴史伝説を信じることなく死んでいく哀れが津波被災地の社会にはあった。

このような真実の世界が国の一級の資料と言われてきた「日本三代實録」には書かれることはないということは現世の人々は知るべきでしょう。

貞観津波よりも更に巨大津波がこの地方にあったことの史実は津波伝説の中にある。この度の大震災により、津波伝説にはそれなりの真実を解き明かす歴史叙述があることがわかった。

## 2. 二つの千貫山伝説と国府武隈館

国府武隈館は、これまで岩沼のどこにあったのかはわらなかった。今までは、岩沼市役所西方、900mに「二木の松」があり、ここにある松は「武隈の松」と言われていた。しかし、国府武隈館の跡地はここではなかった。武隈館の旧跡地は岩沼の南長谷地内の千貫山麓の長谷城址（中世の城館）であることが明らかになった。古書には、武隈館は国府として記されている。そして、昔から千貫山には、松と巫女伝説があったことが有名だった。それは何故なのだろうか。ここには、西暦660 ～ 690年、国府多賀城と同じ政殿をもつ仙台郡山官衙があったが、「仙台沿岸津波」のため消滅してしまった。国家が威信をかけて建造した建築物は建造途上でこの巨大津波で無くなった。このため、国（奈良の都）は急拠、代替国府として岩沼の千貫山麓（長谷城址跡）に国府武隈館をつくった。

千貫山 齋 宮伝説に登場する齋家は、常に武隈館を守護してきた家系で、歌枕の中で「武隈の松を植えにけり…」と詠まれ、代々、松を大事にして武隈館共にこの地を守ってきた。東日本大震災では、旧齋家跡地といわれた齋家の居所、長谷釜集会所は津波の被災を受けたが、奇跡的に建物だけが残ったのだ（写真1、図1）。この前に植えられた松は津波の被災から満一年が過ぎても緑を保って生きていた。どうしてこの集会所が注目されなければならなかったのか。ここは千貫山齋宮伝説に出てくる千貫山の尼寺に伝わる巫女御所と深い関係をもっているところだったのです。

この松は津波の被災を受けても甦った。一体、どうして、この松と建物だけが残ったのか。本当に不思議だった。千貫山に伝わる「武隈松」だったのだろうか。武隈館は国府であったため、千貫山に樹生した松が都に伝えられ、“千貫山と松”として日本全国に知れわたったのです。又、この千貫山一帯の麓には縄文時代、当時の海岸線に自生した松並木があったところで、既に、縄文後期から晩期にかけて日高見の一山を担う霊山であった。

齋家は、古代から続く千貫山、即ち、日高見国を守ってきた由緒ある家系だった。現在、麓にある千貫神社は、元は山の中腹に社が鎮座していたが、ここまで続く石段は、当時、参詣する人々が上り降りした石段で、その風化を目にするだけで、この社の威厳がしのばれるのである。しかも、社の前には四世紀末の古墳、唐人が埋葬されているといわれる東平王塚があり、神社北辺は玉崎ノ関である。そしてこの前面の丘陵は武隈館があったところで、こうした古代岩沼の千貫山と日高見の歴史文化を守護してきたのが齋家だった。

被災した長谷釜集落。たった一軒残った。
（写真提供；宍戸草次氏）

写真１　長谷釜旧齋家地（長谷釜集会所）

図１　長谷釜集会所スケッチ（長谷隆氏）

この地方には180 ～ 220年間に必ず巨大地震が起こり、大津波が沿岸から内陸へ襲来してきていた。その度に、内陸に住む人々は被災を受け、津波後、疫病に罹り、次々と死者が多く出た。国は、必ず疫病を止めるべく「祈り」の儀式を行った。人々を救う道としては伊勢の神が大きな役割をもっていた。伊勢からこの被災地、日高見の千貫山へ巫女が派遣されてきた。千貫山齋宮伝説の場所は、千貫山中腹にあった瑞應庵という尼寺と海岸集落の長谷釜の漁業を営む家で、そこが伝説の舞台だった。巫女はこの家の女中に扮することでこの家とは齋家だったのです。

ある日、女中はこの家から姿を消した。家族は捜したがどこへ行ったかわからない。

「・・・こうしたある夜、人々の眼に遥か西の方、千貫山のあたりに火がぽつんと上がっていくのが見られた・・・」

その場所は千貫山南長谷の尼寺だった。

現在立地の瑞應庵、尼寺の旧地は標高30mの丘陵にあって三回建て替えられていることもわかり、この庭園に「笠持ち尼僧」の石像一基が置かれている。

二回目にあった場所は、ここより10m高台で、最初に建てられたところはこれより更に10m高台にあったことがわかった。この高さ約50 ～ 60mの高台に瑞應庵があった。伝説に出てくる「…火がぽつんと上がっていく…」は、長谷釜の齋家の真西の千貫山、瑞應庵の高台であることがわかったのだ。

瑞應庵は、千貫山にあって、この山並は縄文時代から日高見国の一山として縄文神の聖地であるということばかりではなく、国の神と密接な繋がりがあったことで伊勢神宮に祀られている神と強い絆をもっている尼寺であった。巫女たちの役割は、国内の災害についていち早く対応して、先ず災害地へ遣わされ、祈ることであった。こうして、人々の心の動揺を静め、安住へと導く信仰が広まっていった。

千貫山にはもう一つの津波伝説があった。慶長16（西暦1611）年12月2日、大地震があった。慶長という時代に伊達政宗の仙台地方の進出で、仙台へ青葉城を築造した。やがて仙台城下町づくりが始まった。その途上での大地震が慶長大地震だった。地震の震源地は宮城県沖とその周辺海域の海底海溝だった。このため大規模津波が起こり、太平洋沿岸から内陸へ津波の襲来があった。

この様子は、「伊達家治家記録」と、徳川家康の幕府側で記録した「駿府政事録」の中で、“千貫松伝説”として記されている。

政宗は、当日、漁師に鱈(たら)漁を命じ、船を出し沖合へ向かった。この時、津波と出合い流されるまま漂うしかなかった。とうとう千貫山のてっぺんの松の梢に引っかかって舟と人6～7名が助かった。彼らは命は助かったが、自分たちの里へ戻ったら一軒残らず家は津波のため流失してしまっていた。ということが「駿府政事録」に記されている。千貫山は標高191mの山である。

千貫山二つの伝説のうちの一つ、千貫山と松の伝説では、山頂191mの頂上まで達したといい、また、もっと昔の津波でも山上の木に舟が掛った、という記述が最後にある。一方、瑞應庵の巫女伝説での津波の到達高は約50mの地点だということであれば、これが西暦95年時の東北太平洋沿岸津波の最大津波の波高ではないだろうかと推定する。政宗が徳川幕府に報告した津波の記述はおそらく誤りであったと考えられる。ちなみに福島県新地町の西方にある標高430mの鹿狼(かろう)山には御舟地蔵伝説があった。ここでは350mの山頂辺まで津波が来たという。これも岩沼の千貫山に舟が到達した、というのと同様な津波伝説だったのだろう。

ここで、どうして歴史津波は伝説となったのか。そして、国府があった多賀城、岩沼の何が知られたから有名になったのか。それは、日本人のルーツは東日本の日高見。多賀の山手宮から西の高千穂へ伝えられたという縄文時代に、この地方は日本の歴代の天皇以前の人々が育まれた聖地。高見産霊(たかみむすび)、日高見国が日本の国生みの発祥地であったことを忘れてはならないのだ。

古代、日本人の信仰は天動説だった。

太陽は東から昇り西へ沈む･･･

その太陽の昇った方向とは多賀の山手宮だった。

しかし、古代縄文時代には「鈴暦」という暦があった。既に地球は太陽を回ることで、365日の暦がつくられていた。地動説が日本列島にあったのである。縄文時代の日本人は、祈りは天動説で、実生活は地動説の思想をもって生存してきた。日本人の偉大さが偲ばれるのだ。

**参考文献**


1) 飯沼勇義：「仙台平野の歴史津波」、初版　宝文堂、1995年、復刻版　本田印刷、2011年
2) 飯沼勇義:「3･11その日を忘れない。歴史上の大津波、未来への道しるべ」、鳥影社、2011年
3) 飯沼勇義：「解き明かされる日本最古の歴史津波」、鳥影社、2013年（予定）

参考地図（会誌編集委員会作成）

## 飯沼　勇義

歴史研究家。1930年（昭和5年）11月仙台市生まれ。昭和26年3月東北大学宮城師範学校卒。19年6カ月の教員生活を送り、地域史の研究経歴は55年に及ぶ。18年前から東日本大震災を警告してきたことで注目を集める。

# ジョン・ミルン没後100年

柴田　明徳
●東北大学 名誉教授

## 1．ワイト島を訪ねて

明治の始めに来日して日本の地震学及び地震工学の基礎を築いた英国人ジョン・ミルンについては、以前から深い関心を持っていた。宇佐美龍夫先生監訳によるレスリー＝ハーバート・ガスタ／パトリック・ノット著の「明治日本を支えた英国人－地震学者ミルン伝」[1]を大変興味深く読んだ。

今から137年前の1876年（明治9）、東京大学工学部の前身である工学寮（後に工部大学校）に、26歳の若者ジョン・ミルン（1850－1913）が鉱山・冶金の主任として招かれた。彼はロンドンからイルクーツクを経てモンゴルを横断し、北京、上海から東京まで、汽車、船、馬車、駱駝による7ヶ月の大旅行を行ない、日本にやってきた。そして、日本での地震体験から地震現象に非常な興味をもち、精力的な研究を行なって近代地震学の基礎を築く。日本女性堀川トネと結婚して19年を日本で過ごした後、トネを伴って英国に帰り、世界規模の地震観測をワイト島で続け､そこで亡くなった。

彼のパイオニアとしての優れた業績、情熱と冒険に溢れた人生にはどんな背景があるのだろうか、私はかねがね知りたいと思っていた。2010年にトルコのドガンベイにあるメテ・ソーゼン教授の別荘を夫婦で訪れた後、思い切ってミルンが後半生を過ごしたワイト島へ行ってみることにした。

ワイト島は面積384km$^2$、人口14万人で、英仏海峡に面した自然の美しい島である。淡路島に比べて面積は2/3、人口はほぼ同じである。ヴィクトリア女王は気候の良いこの島の別荘オズボーンハウスを大変好んで度々訪れ、1901年にそこで亡くなっている。ロンドンのウォータールー駅からポーツマスまで電車で行き、フェリー20分でワイト島のライド埠頭に着く。そこから昔のロンドン地下鉄で使われた背の低い旧型電車で中心地のニューポートへ向かい、予約しておいたベッド＆ブレックファストの宿に泊まった。

翌日、中世からの城の中にあるカリスブルック城博物館（写真１）を訪ねた。ここはピューリタン革命の後、チャールズ1世が1649年に処刑されるまで幽閉された場所として知られ、様々な歴史資料が陳列されている。お願いしておいた学芸員のビショップ氏にミルン関係の展示と資料を案内して頂いたが、その豊富さに一驚した。ミルンの様々な研究業績と日本及び英国での生涯の足跡が写真パネルで示され、天皇からの勲三等旭日章を含む様々な勲章もそこにあった。博物館の階段下には、実際に常時動いている小型の地震計が設置され（写真２）、ミルンがこの型の地震計を開発したこと、ここワイト島で初の世界地震観測を行ったことなどが説明文に記されていた。

写真１　カリスブルック城博物館

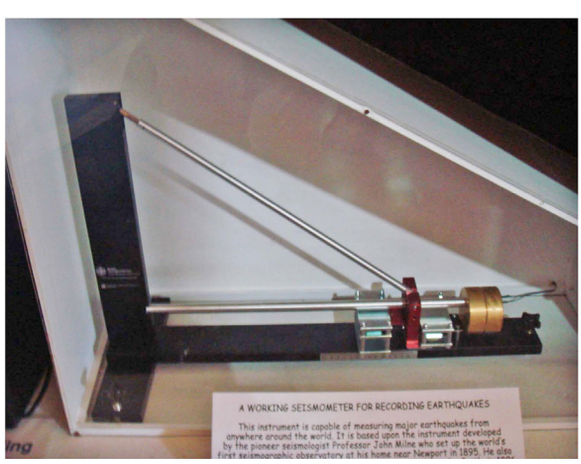



写真２　博物館内の地震計

そこで、誠に幸いなことに、ミルン伝の著者の一人、パトリック・ノット先生にお目にかかることが出来た。ビショップ氏が予めお願いして下さっていたのである。ノット先生は大変お元気で、自分の車を運転され、この後ミルンの色々な資料が収集されている近くの資料局の建物へ案内して頂いた。絵が上手だったミルンの

アイスランド探検の時の水彩画、大森房吉の英文論文、それに中学校時代のミルンの通信簿まで、沢山の貴重な資料が未整理のまま保存されていた。

ミルンはニューポートの郊外シャイドに家を構え、そこに最初の世界地震観測所を設けた。その広い敷地も今はいくつかの住宅に変っているが、わずかに昔のミルンの建物の柱と塀の一部が残っている。ノット先生が頼んで下さって、現在住んでおられる方の室内を拝見すると、”EARTHQUAKE OBSERVATORY 1900 M.H.GRAY J.MILNE.”と記した記念のボードがあった。

ミルンはゴルフが大好きだった。自宅から坂道を少し登った所にあるニューポートゴルフクラブも訪れた。1896年創立の、小さいが楽しいコースである。伝記によれば、彼はうまいというよりも熱心だった。クラブにはミルンを記念して彼の死の翌年1914年に始まったミルンカップの優勝者リストの長いボードがあり、展示のミルンカップ（写真３）には前年の優勝者の名前も刻まれていた。

写真３　ニューポートゴルフクラブのジョン・ミルン記念カップ

ノット先生の運転でワイト島の美しい景色を堪能しながら港に戻り、お別れした。ノット先生とビショップ氏のご好意により、ミルンが暮したこの町の空気と歴史にじかに触れることが出来た旅であった。ワイト島の多くの人々がジョン・ミルンを大切に思い、“忘れられた郷土の偉人”として、彼の業績を語り継いでゆこうとする心を強く感じた。

## ２．日本地震学会と濃尾地震

1880年2月（明治13年）の横浜地震は、横浜で煙突の破損が多く、家屋の壁が落ちた程度の地震であったが、来日4年目のミルンに強い衝撃を与えた。この地震をきっかけに、その年日本地震学会（Seismological Society of Japan、会長は東京大学の服部一三、ミルンは副会長）が発足し、ミルンはその最も熱心な推進者であった。英文の学会報告第１号の冒頭にミルンの論文 ”Seismic Science in Japan” があり、地震計の開発、地震観測網の整備、地震に関する諸現象の調査など、彼の広い学問的関心がここに述べられている。ちなみに、アメリカの地震学会は1911年の発足である。

横浜地震のあとで、ミルンは今のアンケート震度に相当する先駆的な調査も行なっている。ミルンは工部大学校の同世代の同僚のユーイング（機械工学、4年間在日）、グレイ（電信工学、5年間在日）と共に地震計の開発に力を注ぎ、精力的に地震観測を行なった。また、耐震建築、免震建築についても熱心な研究を行なった。東京上野の科学博物館には、ミルン等の地震計が展示されている。

1891年濃尾地震（明治24年）は日本最大級の内陸地震で、愛知県、岐阜県一帯に死者7273人の大きな被害をもたらした。外国からの輸入工法であるれんが造建物が多数倒壊し、多くの死者を出した。濃尾地震の後でミルンは東京帝国大学の衛生工学科のバートン及び写真師の小川一真と共に被災地に赴いて総合的な調査を行ない、優れた写真を含む報告書「The Great Earthquake of Japan, 1891（写真４）」を著わしている。

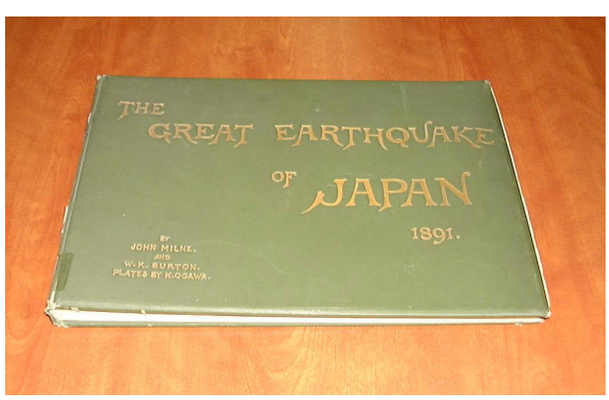



写真４　濃尾地震写真集
（初版、ミルン・バートン・小川、東京大学地震研究所蔵）

この貴重な報告は、1992年にその初版本（緑表紙）が梅村魁・青山博之により（縮刷）、また1993年に第2版（茶表紙）が土岐憲三により（原寸）復刻されている。第2版では古藤文次郎による有名な根尾谷断層の写真が加わっている（写真５）。

なお、バートンは濃尾地震の前年1890年に完成した凌雲閣（浅草12階、れんが造）の設計者である。凌雲閣は後の1923年関東地震で大破し、工兵隊により取り壊された。

濃尾地震をきっかけとして、翌1892年に震災予防調査会が菊池大麓（1855－1917）等の強い推進により文部省内に作られた。東京帝国大学の地震学、地質学、

数学、物理学、工学の教授や、技術者、建築家などから構成されたこの会は、地震の研究と予知及び地震災害の軽減という2つの任務を課せられた。ミルンの尽力により活動が続いていた日本地震学会は解散の状態になり、その後は、震災予防調査会においてもっぱら日本人の手による地震学と耐震構造の研究が進展する。その中心になったのは大森房吉であった。

濃尾地震から4年後の1895年、自宅の火事でミルンは貴重な資料の殆どを失った。日本での役割も終わったと彼は思った。この年、19年の日本での生活の後、ミルンはトネと共に英国に帰国し、ワイト島シャイドで世界規模の地震観測を行い、そこで生涯を終える。

写真５　根尾谷の現況（古籐の断層写真が置かれている）

大森房吉（1868－1923）は、1890年帝国大学物理学科を卒業した後、ミルンの研究を発展させて日本の地震学に多大の業績を残し、また地震工学の面でも重要な研究を多く行った。調査会報告にある大森の振動台実験ならびに建物固有周期の測定は地震工学の先駆的な業績である。震災予防調査会の多方面にわたる活動は1923年関東大震災まで続き、その成果は調査会報告第1号～第104号として取りまとめられた。耐震設計における震度の概念を提唱した佐野利器（1880－1956）の「家屋耐震構造論」は調査会報告第83号の（甲、1916）及び（乙、1917）として刊行されている。

濃尾地震から32年後に起こった1923年関東大震災は首都東京及び関東地域に甚大な被害を齎した。この地震の詳細な調査報告は震災予防調査会報告第100号（甲）～（戊）として取りまとめられ、これが調査会の最後の大仕事になった。関東地震の翌年1924年、市街地建築物法（1919年制定）の中に初めての耐震規定（水平震度0.2）が作られた。また、2年後の1925年には東京大学地震研究所が設立された。

### ３．トネとの結婚

ミルンは来日の翌年1877年に函館を訪れ、その後も鉱山関係の仕事等でしばしば北海道に行き、函館のブラキストン（貿易商、鳥類研究家、ブラキストン線の提唱者）と親友になった。ブラキストンの紹介で、ミルンは函館の僧侶堀川乗経の娘トネ（1860－1925）と知り合うことになる。トネは、1872年11歳の時、東京の芝増上寺に設置された開拓使仮学校女学校に入学した。黒田清隆開拓次官の、北海道開拓には女子教育が緊急に必要との強い主張により開設されたものである。函館からは6人、全体で44人が入学した。この前年には8歳の津田梅子ら5人が開拓使女子留学生として米国へ留学している。1875年に女学校は札幌に移転するが、トネは病のため残念ながら退学し、函館に戻る。トネは当時の最新の教育を受けた進取の気性を持つ女性であった。そして函館でミルンと出会い、1881年に霊南坂教会で結婚式を挙げる。ミルン30歳、トネは20歳であった。（写真６）

写真６　ジョン・ミルン（1850 ～ 1913）と
トネ・ミルン（1860 ～ 1925）

写真７　浅草風景（ミルンコレクションより）

ミルン夫妻は始め赤坂の山口屋敷、次いで本郷の加賀屋敷に住む。ミルンは日本の文化に非常な興味をもった。彼の大量のコレクションが、ワイト島のカリスブルック城博物館に保存されている。写真７はその1枚で、凌雲閣（浅草12階）が後ろに見える。

ミルンは1895年にトネと助手の広田を伴ってイギリスに帰国し、ワイト島シャイドに私設の地震観測所を設けて地球規模での遠隔地震の観測研究を続けた。1913年にミルンは62歳で死去する。ワイト島のミルンの墓碑には、”In Loving Memory of My Dear Husband John Milne who was born December 30th 1850 and fell asleep July 31th 1913” の銘と ”His genius, enthusiasm and devotion to the work which he loved, made seismology an international science.” の言葉が刻まれている。

その横にはミルンの母（1897年死去）と父（1907年死去）のもう一つの墓碑が同じ形で建っている。トネは英国で3人の死を見送っていた（写真８）。

写真８　ミルンと父母の墓碑（左端はノット教授）

ミルンの死の6年後、1919年にトネは日本に帰国し、函館で1925年に64歳の生涯を閉じる。トネとミルンの墓は函館山の麓にある。堀川トネの生涯については、トネと同じ函館生まれの森本貞子氏（元東京大学地震研究所長森本良平氏夫人）の「女の海溝」に広い視野から興味深く詳細に述べられている[2)]。

## ４．ミルン没後100年

2013年はミルンの没後100年に当たる。ワイト島では、”Earthquake Milne” と呼ばれた彼の業績を様々な形で顕彰する計画を立てている。Isle of Wight Society のホームページにはミルンの生涯を顕彰する様々な計画が詳しく出ている[3)]。ニューポートの街角に大きな記念のエナメル画を設置するパブリックアートのコンペが終り、Kevin Dean氏の作品が決まった。また、ミルンのご親族であるWilliam Twycross氏（オーストラリア在住）が昨年春に来日して東大など様々な場所を取材され、ミルンの伝記ドキュメンタリーがほぼ完成している。日本語版も準備中とのことである。わが国でも地震学会、地震工学会、建築学会など様々な機関で記念行事の計画が検討されている。

災害防止の原点は、過去の歴史を正しく見つめ、その記憶を忘れることなく後世に伝えることである。長い過去の事実とその記憶が、私達の今の暮しに深く関わってくることを、私達は肝に銘じなければならない。

この機会にジョン・ミルンの業績と生涯を改めて振り返ることは、地震災害に関する諸学問のあり方と今後の進め方を再考するための極めて良い機会になるだろう。

**謝辞：**

パトリック・ノット教授にはミルンの業績について種々の御教示を頂き、厚くお礼申しあげます。カリスブルック城博物館のマイケル・ビショップ氏にはミルンの色々な情報を提供して頂き、深く感謝いたします。写真6と写真7はカリスブルック城博物館の提供によるもので、ここに謝意を表します。

**参考文献**

1）宇佐美龍夫監訳、レスリー=ハーバート・ガスタ／パトリック・ノット著、明治日本を支えた英国人－地震学者ミルン伝」（1982、日本放送出版協会）
原著：A.L.Herbert-Gustar & P.A.Nott, John Milne Father of Modern Seismology, Paul Norbury Publications Ltd., Kent, England, 1980
2）森本貞子、「女の海溝」（1981、文芸春秋）
3）http://www.isleofwightsociety.org.uk/jmilne.aspx: “Celebrating the life and work of the Seismologist Professor John Milne 1850 – 1913”

柴田　明徳

1965年　東京大学大学院数物系研究科建築学専攻修了
1981年　東北大学工学部建築学科教授
1994年　東北大学工学部災害制御研究センター教授
1999年　東北文化学園大学教授
1999年　東北大学名誉教授
工学博士　専門分野：耐震工学

# 地震予知研究の先駆者としてのミルン
## ミルン没後１００周年に寄せて

泊　　次郎
●東京大学地震研究所 特別研究員

### １．はじめに

近代的な地震学の基礎を築いた英国人ジョン・ミルン（John Milne、写真１）が亡くなって今年で100年になる。地震学者としての彼がどのような一生を過ごしたのか、日本の地震学の発展の上で彼はどのような足跡を残したかについては、レスリー・ハーバート・ガスタ､パトリック・ノット著『明治日本を支えた英国人・地震学者ミルン伝』（日本放送出版協会、1980年）や藤井陽一郎著『日本の地震学』（紀伊国屋書店、1967年）などに詳しく紹介されている。

これらの書では余り触れられていないが、ミルンは地震学の重要な任務は地震を予知する方法を発見することである、と考えていた。そして、地震の前兆ではないかと考えられた様々な現象を研究し、その結果にもとづいて、地震予知を実現するためにどのような戦略を取るべきかについても、具体的な提言を行った。ミルンは日本での地震予知研究の先駆者といえるのである。現在の地震予知研究もミルンから多くを受け継いでいる､と考えられる。

もちろん、ミルンは日本の地震工学の歴史の上にも多大な功績を残している。これについては、柴田明徳先生の記事にお任せすることにし､ここでは､これまでほとんど知られることがなかった日本滞在中のミルンの地震予知研究について紹介したい。

### ２．ミルン地震学と地震予知

若い頃のミルンは、地震学はどのようなものであるべきだと考えていたのであろうか。これには1880年4月の日本地震学会の第2回総会で彼が行った「Seismic Science in Japan（日本における地震科学）」と題する記念講演が参考になる[1)]。彼が30歳､お雇い外国人として来日してから５年目のことである。

ちなみに日本地震学会は、1880年2月に起きた横浜地震をきっかけに同年3月に設立総会がもたれた。会長は代々日本人が務めたが、会員の3分の2以上は外国人であった。ミルンは副会長に選ばれていた。

ミルンのこの講演の目的は、地震学のこれまでの歩みを振り返るとともに、地震学を日本でどのような方向に発展させるべきかを指し示すことであった。ミルンはまず、地震学の研究の対象は、地震動の記載だけにとどまらず、地震の原因から、地震がさまざまなものに及ぼす影響まで、地震に関するあらゆる現象を考究の対象にすべきであり、地震学は地質学者ばかりでなく、物理学者、気象学者、天文学者、数学者、工学研究者、それに医者や歴史家にとっても重要である、と説いている。

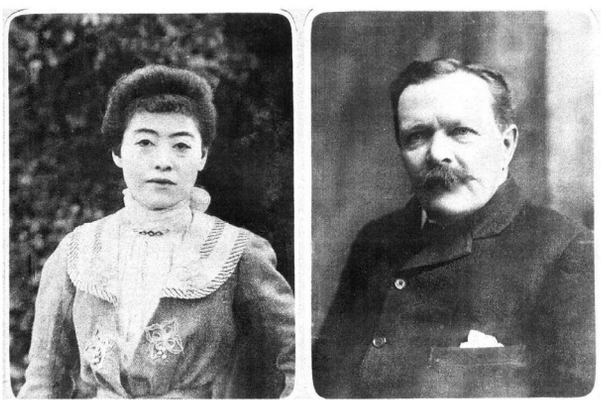


写真１　ミルン夫妻（写真提供：国立科学博物館）

そして本題に入り､ミルンは「地震学が研究されるようになって以来、その学徒の主要な目的の１つは、地震の到来を予言(foretell)する何らかの方法を発見することである」「こうした大災害の到来を前以て知る能力は、地震国に住むすべての人々にとって見積もり不可能なほどの恩恵になるであろう」などと述べ、地震予知の研究が地震学の重要な課題であることを説いた。

続いて、地震がよく起きる国では、さまざまな現象が地震の近づいたことと関連付けて考えられているとして、その例をあげた。例えば、地震の前の動物の異常な行動や天候（気温、気圧、風）、季節、電磁気現象、発光現象、太陽の黒点、太陽や月の位置と地震との関係などである。ミルンは「これらの問題を解決するには、正確な記録を長期間集めることである」と観測の重要性を説く一方で、例えば月の引力の変化が地震を起こしえるかなどについては、理論的な考察の重要性も訴えている。

もちろん、地震計の改良や地震が建物に及ぼす影響やそうした影響を避けるための最上の方法を研究することなども地震学の重要な課題である、と述べてはいる。しかしながら最後に再び地震予知の話題に戻り、地震予知を実現するためにどのような方法があるかに

ついて述べているのを見ると、地震予知に対する彼の情熱は並大抵のものではなかったことがうかがえる。

ミルンはこの3年後の1883年に『Earthquakes and Other Earth Movements(地震と他の地球の運動)』と題する地震学の解説書を出版した[2)]。全21章からなるこの書の第18章は「Prediction of Earthquakes (地震の予知)」である。ここでも再び、地震予知の方法を発見することが地震学の主要な目的の１つである、と主張している。そして、地震を警告する人に要求されるのは、地震の起きる時間と同時に起きる地域を指定することである、と「地震予知」の要件をも示している。日本のように地震の多い国では、時間と地域を指定しなければ、いつか地震が起きるとの予言は大抵当たってしまうからである[2)]。

図１　ミルンが横浜地震について書いた論文につけたさし絵。地震によって墓石が20度ほど回転している。（Transactions of Seismological Society of Japan, 1(2), p. 25, 1880より）

### ３．ミルンの地震前兆研究

ミルンやその影響を受けた関谷清景（1886年から帝国大学地震学の教授）は、地震の前にはキジが鳴く、蒸し暑い日には地震が起きやすいなど、世間に伝わる「前表」（前兆）がほんとうに地震と関係あるかどうかを一つ一つ解明することから、地震予知研究をスタートさせた。

そのためには、まず観察・観測と観測記録の収集である。日本地震学会が設立されるとまもなく、ミルンは日本各地に住む外国人や全国の郡役所などに、地震があった際には「報告心得」に従って学会まで報告してくれるよう求めた。この「報告心得」では、地震とそれに伴う被害の有無だけでなく、地震の「前表」(前兆)が見られなかったかどうかについても、報告を求めている[3)]。

報告を求めたのは、①地震の前後に音が聞こえたかどうか、②地震前後の気温、気圧、③地震前後に電信機や地電流、地磁気に異常が見られなかったか、④湧き水の湧出量や色などに異常はなかったか、⑤近くの温泉の温度に変化はないか、⑥近くの火山の活動に変化はなかったか、⑦地震の前後に人間が鬱悶などを感じなかったか、⑧地震の前後に鳥獣に異常な行動がなかったか、などである。当時世間で地震の「前表」と取り沙汰されていたものすべてが、これらの項目に含まれていた。

ミルンを悩ませたのは、地震の前に音が聞こえた、という報告である。英国などの文献には、揺れを感じる前に雷鳴のような音や重い物が倒れるような音を聞いたという例が数多く記されている。ところが、ミルンが1880年に日本各地に住む主に外国人から得た報告では、地震の揺れの前に音を聞いたという例は、東北地方には多いが、西日本ではごくまれで、どうやら地域差が著しいようなのである[4)]。ミルン自身が東京ではっきり音を聞いたのは1881年3月11日の地震、1回きりであった。

ミルンはこのように地域差があるのは地質構造の差に起因するのでは、と考えた。すなわち、東北地方の太平洋岸などのように古くて堅い岩石からなる地域では音が伝わりやすいが、東京のような沖積平野では、音が堆積物などに吸収されてしまう、というのである[5)]。

では、音の原因は何なのか。地震によって建物が震動した際に生じる音かも知れないが、地震の原因となる地殻の破壊、または蒸気の爆発などによって生じた音そのものかも知れない、というのがミルンの考えであった。

東京気象台で気象観測と地震観測が相次いで始まったことから、科学的な観測結果をもとに地震と、気象や月の位置（月齢）、太陽の位置（季節）との関係も盛んに研究された。当時は、「地震は気圧の下がる時に起きることが多い」との英国のマレットの研究結果が、大きな影響力を持っていた。日本地震学会設立のきっかけになった1880年2月22日の横浜地震も、気圧の低下する最中に起きた。しかし、東京気象台で1875年5月から1881年末までに観測された地震396個と気圧との関係をミルンが分析したところ、気圧が上昇中に起きた地震が169個、気圧が低下中に起きた地震が154個、気圧が安定している時に起きた地震が73個で、気圧と地震発生との間には明確な関係は見出せなかった[6)]。

気温と地震との関係も調べられた。しかしながら、気温が上昇している時に地震が起きる場合もあれば、気温

が低下している時に地震が起きる場合もあった。関谷は、気象の変化は地震を起こす副原因にはなるかも知れないが、地震と気象との関係は弱く、気象の変化をもとに地震を予知することは不可能である、と述べている[7]。

地震は夜に多いというのも当時の通説であった。日本で1885年から1890年に観測された有感地震の総数は3842個で、夜間（午後6時～午前6時）に起きた地震の方が2倍も多く、通説通りであった。ところが、東京で1876年から1891年までに地震計で観測された地震の総数は1168個で、昼間（午前6時～午後6時）の方が8%ほど夜間に比べて多かった。この観測結果を分析したミルンは、夜寝ている時間帯は人間は地震を感じやすいが、人間活動が盛んな昼間は人間活動に伴う揺れまで地震計が感知してしまうためである、と解釈した[8]。

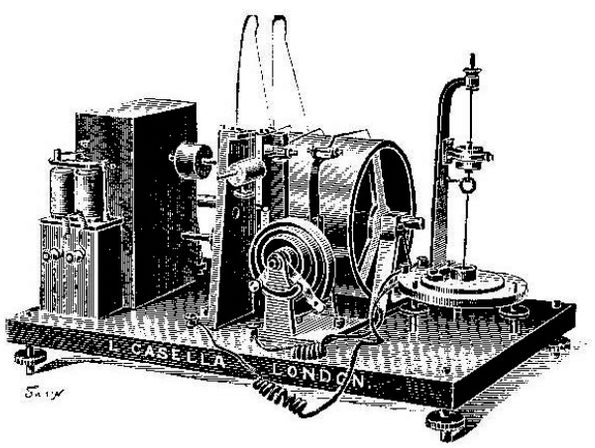



図２　1885年から各地の気象台や測候所に配備されたグレイ-ミルン地震計（J. Milne, Seismology, 1898, p. 72より）

地震に伴う電気、磁気的な現象も研究された。地震の前に大気が電気を帯びていたとか、大気が異様な光を放ったという報告は、海外でも1755年のリスボン地震など数多くの地震に際してあったからである。19世紀に入り電信線が世界各地に敷設されるようになると、地震の前に異常な電流が電信線を流れたという事例が続々報告されるようになった。1855年の安政の江戸地震の際のように、磁石が地震時に磁力を失うという報告は海外でも珍しくはなかった。また、地磁気の伏角や偏角に異常があったという観測例もかなりあった[9]。

このため、日本でも内務省地理局が1883年から東京気象台で地磁気の3成分の観測を始め、88年からは空中電気の観測も行うようになった[10]。地電流の観測も、1883年に開通した長崎－釜山間の電信線を使って工部省電信局の手で1885年から始まった[11]。しかし、地震の前後に何らかの異常が観測された例はなかった。

ミルンが行った人工地震の実験の際には、地震計が振動を記録するよりも先にわずかに電流計の針がふれたことがあった。これはダイナマイトの爆発によって地面がわずかに震動し、地面に埋め込んだ電極の接触状態が変わったために起きた、と推定できた。この実験を根拠にミルンは、地震の際に観測された地電流の変化は、震動に伴って電極と地面との接触状態が変わるために起きるのかもしれない、と考えた[12]。

地磁気についてのこれまでの研究報告をレビューした1890年の論文で、ミルンは「地磁気と地震との間に決定的な関係があると考えるべきかどうかについては、まだ問題がある」と述べ、今後の研究が必要だという立場をとっている[13]。一方、4年後に書いた論文ではミルンは、鉄で作った磁力計では地震に際して地磁気の観測結果に変化が見られたが、銅で作った磁力計では変化が見られなかったというフランスの研究報告を根拠に、地磁気の変化も地震に伴う機械的なものであると述べ、「地震と地磁気や地電流の変化との関係が存在するかどうかは保証の限りではない」と結論している[14]。

伝えられているように地震時に磁石が磁力を失うかという点に関しても、ミルンはペリーやエアトンの実験で否定的な結論が出たことなどを根拠に、地震時に磁石から釘が落ちるのが目撃されるのも、震動によって機械的に釘が落下したのではないか、と述べた[15]。関谷も、工部大学校教授の藤岡市助の実験では小地震では磁力に変化がなかったことから、ミルンと同様に地震によって磁力には影響が出ない、との立場であった[16]。

地震の前後に話題になる動物の異常行動についても研究された。キジが地震の前に鳴く、という俗説が本当かを確かめるために、関谷は自身の研究室に１つがいのキジを飼育して観察した。確かに地震の前に鳴くこともあったが、鳴かないこともあった。さらに悪いことには、キジが鳴いても地震が起きない場合の方が多かった。この結果、関谷は「地震ヲ前知スルコトヲ彼等二任セテ置クコトハ出来マセヌ」と結論している[17]。

ミルンも犬や馬などの動物が、地震の30秒ほど前に立ち上がるなどの異常な行動を示したり、うるさく鳴いていたカエルが地震の前に急に鳴きやんだりするのを観察している。そして、こうした動物たちは大きな揺れの前の小さな震動〔初期微動〕を敏感に感じ取り、これに反応するのであろう、と推論している。地震の数時間前や数日前に動物が異常な行動を示すのは、恐らく偶然ではないか、と述べている[18]。

## ４．ミルンの地震予知戦略

ミルンはこのように、地震の前兆ではないかと考えられてきた気象や、太陽や月の位置、電磁気的な現象、

動物の異常行動などには否定的な結論を下した。それではミルンは、どのような方法が地震を予知するための有力な方法になり得る、と考えたのであろうか。

一つは、微動の観測である。イタリアでは微小な地面の揺れを観測できる装置が種々考案され、これを使った観測の結果、地震の前には微動の数が増え振幅も大きくなる、と報告されていた。岩石が弾性の限界に達して破壊する前には小さなひびが入る。地震の前には地殻でもこれと同様の現象が起きていて、微動の増加はそれを物語っているのではないか、と考えられたからである[19]。

ミルンは独自に微動を観測できる装置を開発する一方、1886年にはイタリアから微動計を輸入して観測を始めた。しかしながら、観測結果は期待を大きく裏切った。微動が増えるのは、低気圧が通過中で強い風が吹くときに多く、地震発生とはほとんど関係ないことが明らかになったからである[20]。険しい山の頂上で微動が激しくなることから、ミルンは微動は、強い風が樹木や建物を振動させることによって起きる現象ではないか、と考えた。

ミルンが最終的にたどりついたのは、地殻変動の観測である。ミルンは1880年の日本地震学会の記念講演でも、断層を観察することが重要である、と述べていた。日本にはまだなかった潮位計を全国に配置することも、同年に発表した論文の中で主張している[21]。この論文は、1877年5月に南米ペルー沖で起きた地震によって日本にも津波が押し寄せた経験に照らして、津波被害を防ぐための対策を論じるのが主題であったが、潮位計の配置は津波観測のためばかりでなく、土地の昇降運動の観測にも役立つ、と明確に述べている。

ミルンが、このように地殻変動の観測に着目したのは、多くの地震の原因は断層運動である、と考えていたからである[22]。ただし、ミルンは断層運動が起きるのは、火の玉として誕生した地球がしだいに冷却し、収縮しているからである、と考えていた。この点では、現在の地震原因説とは大きく異なってはいた。

1891年10月に起きた濃尾地震では、大規模な地震断層が出現した。ミルンは「地震＝断層運動」説への確信をさらに深めた。濃尾地震を調査した論文でミルンは「地震の大部分は岩塊がその弾性の限界まで力を加えられた結果起きるものだとすると、地震活動が盛んな地域で土地の水準の変化を注意深く観察することによって、地震がいつ起きるかの時間について、光を投じられるかも知れない」と書いている[23]。

ミルンは濃尾地震の教訓を生かすために、「地震の災害を軽減することに就て」と題する日本語の論文[24]と、もう少し詳しい英文の論文も書いた[25]。この中でミルンは「我々が地震を予知できそうな唯一の道は、地殻の水平面の緩やかな変化が地震に先行しているか、あるいは地震に関係しているかどうかを決定することである」と述べている。

そして、地殻変動の監視のための観測方法を具体的に提案している。１つは、現在地殻の傾斜変動を観測するのに使われている水管傾斜計の開発である。ミルンのアイデアは、しっかりした基礎の上に長さ5マイル、太さ4ｃｍほどのガス管を水平にすえ、ガス管の両端にガラス管を取り付けておき、ガス管を水で満たしておく。もし両端の水平面に変動があれば、低くなったガラス管の方に水が流れ込む。この量をはかれば、傾斜量も分かる、というものである。ミルンはできるなら、この観測装置を2組、お互いに直角になる方向に据え付けるのが望ましい、ともいっている。

もう１つは、1880年の論文でも提案していた潮位計の全国配置である。地殻の永年変動が大きい東京湾周辺では、少なくとも10マイルないしは20マイルおきに潮位計を配置するのが望ましいと主張している。

地殻の永年変動が大きい地域では、古くから住んでいる住民に対して定期的に手紙を送り、地殻変動に変化がないかを知らせてもらう方法もある、ともいっている。また、特別な断層については、断層の落差などに変化がないかをいつも測定しておくなど断層を観察することも重要である、とも述べている。

## ５．震災予防調査会とミルンの離日

地震予知に関するミルンの考え方は残念ながら、濃尾地震の後に設けられた震災予防調査会の事業にはほとんど反映されなかった。

震災予防調査会は、濃尾地震で7000人を上回る死者が出たことや、西洋式のレンガ造の建物や橋脚などが大きな被害を受けたことをきっかけに、地震災害を軽減するための研究を進めるための組織として設立された。発足して間もない帝国議会で建議案が可決され、政府もその趣旨をくんで、1892年6月に官制を発布した。その目的は「地震災害を予防する手段を調査する」であった。

前節で紹介した「地震の災害を軽減することに就て」は日本語で書かれているうえ、『地学雑誌』と『気象集誌』の2誌に掲載されているところから見て、震災予防調査会が何をなすべきかを意識してミルンが書いた論文と考えられる。しかし、ミルンは震災予防調査会の委員には選ばれず、顧問という扱いであった。

1889年には大日本帝国憲法が発布された。翌年には

第一回の衆議院選挙が行われ、第一回の帝国議会が開かれた。明治維新以来の近代化のゴールであった立憲政治が緒につき、日本の政治的・文化的独立を求めるナショナリズムはかつてないほど高まっていた。帝国大学で教えていたお雇い外国人のほとんどが帰国し、1892年には日本地震学会もその活動を休止していた。

震災予防調査会の設立もこうしたナショナリズムと深く関係していた。震災予防調査会の委員になった長岡半太郎や田中館愛橘らには、外国人のミルンの力は借りない、との自負があったのであろう。ミルンは1892年7月に開かれた第一回の委員会に出席してまもなく辞表を提出した。

ミルン抜きで始まった震災予防調査会は、①地震を予知する方法があるかどうかを研究する、②地震が起った場合にその被害を最小にする計画をたてる、の２つを柱に据え事業を進めた。1893年7月に文部大臣に提出した「震災予防調査会調査事業概略」には、具体的な事業として18項目があげられている[26]。地震予知に関係した項目としては、地震史の編纂や地質学上の調査に加えて、地面の傾斜や地磁気、重力、地下温度、緯度の変動、土地の昇降の観測などがあげられている。

ミルンは「地震の災害を軽減することに就て」で、これまでの研究の結果、緯度の変動や地磁気の観測、地下温度の測定は地震予知には役立たないので、地殻変動の観測に重点を置くべきである、と主張していた。しかしながら「事業概略」には、ミルンが否定的な評価を下していた地磁気の観測や地下温度の測定などが含まれる一方、地殻変動の観測はさほど重視されてはいない。「事業概略」はミルンの意見ではなく、田中館愛橘や長岡半太郎などが提出した意見[27]を反映したものであったのである。

後日談になるが、ミルンが否定的な意見を述べた事業の大半はうまくいかなかった。例えば、震災予防調査会は仙台や名古屋、根室、熊本など6カ所に地磁気の観測施設をつくった。1896年の三陸地震津波、陸羽地震などの際に、前兆らしい変化が検出されたとして話題になったが、その後は目ぼしい成果が出なかったことや予算難から、1910年代にはその多くが廃止されたり、地元測候所に移管されたりした[28]。

地下温度を測定するために、帝国大学構内に深さ900mの深井戸を掘る計画が進められた。しかし、約420mまで掘り進んだ段階で、掘削に費用がかかりすぎるとして、掘削は中止された[29]。掘削などにかかった費用は調査会の年間予算の3倍以上の約8万円にのぼった[30]。

ともあれ、震災予防調査会の活動から身を引いた後のミルンの学問的な関心は、遠く離れた場所で起きた地震（遠地地震）を観測することに移っていった。ミルンは、1892年に日本地震学会が活動をやめた後、日本地震学会が発行していたTransaction of the Seismological Society of Japan（『日本地震学会欧文紀要』）の後継誌として、1893年からSeismological Journal of Japan(『日本地震学雑誌』)の発行を始めた。4巻だけの発行に終わったこの雑誌もまた、大半の論文がミルン自身によって書かれている。その内容は、遠地地震の観測に初めて成功したドイツのE.R.パシュビッツの使った水平振り子やその観測記録の紹介など、遠地地震に関する話題に多くの紙数が割かれている。

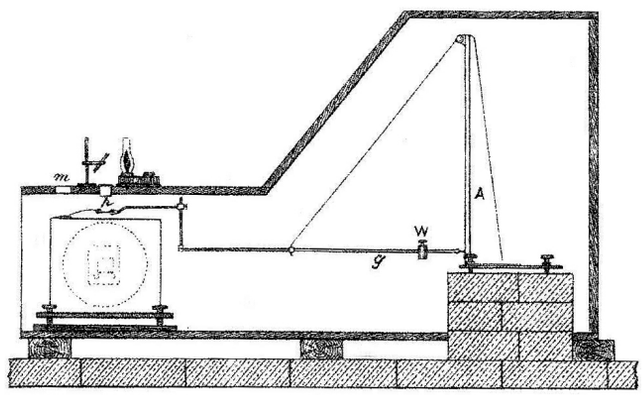



図３　ミルンが作った遠地地震計の断面図。左上に光源のランプが描かれている（文献[31]のP.61）

ミルン自身も、遠地地震を観測するための水平振子式地震計（図３）を新たに製作した[31]。この地震計は、光源のランプから出る光をフイルムに感光させて地面の揺れの大きさを記録する方式で、従来の地震計が地震の揺れを感じてから始めて記録装置が動き出すのに比べ、不断観測できることや、製作するのも扱うのも容易なのが特徴であった[31]。ミルン式地震計と呼ばれており、ミルンはこの地震計で3個の遠地地震を観測・報告している[32]。

ミルンの東京の自宅兼観測所は1895年2月17日、火災にあい、ミルンが日本で集めた書籍・資料はすべて焼失した。幸い完成間もないミルン式地震計は無事であった。火事の原因は分らなかった。1894年7月から始まった日清戦争は、日本の勝利に終わろうとしていた。日本のナショナリズムはより一層燃え上がり、一部では排外的な運動も起きた。この火災も放火によるものであったかも知れない[33]。

ミルンはこの火災の後、英国への帰国を決意した。6月には19年間勤めた帝国大学を辞し、とね夫人ともに英国へと旅立った。7月に英国に帰ったミルンは、イングランド南東部の保養地として知られるワイト島シャ

イドに住み、ここにミルン式地震計を備えた地震観測所をつくった。そして、英国学術振興協会の援助によって世界の30数個所にミルン式地震計を置いて、独自の地震観測網を作り上げ、そこで観測された世界の地震の日時や大きさなどを記載したShide Circulars（『シャイド通信』）の発行を続けた[34]。

**参考文献**


1)John Milne,"Seismic Science in Japan",*Transactions of the Seismological Society of Japan*, 1, pp.3—34, 1880.

2)John Milne, *Earthquakes and Other Earth Movements*, 2nd ed. (London: Kegan Paul), 1886.

3)浜松音蔵・橋本万平「明治14年日本地震学会刊、地震報告と報告心得」『地震』第2輯38巻、pp.251－257. 1985.

4)John Milne,"The Distribution of Seismic Activity in Japan",*Transactions of the Seismological Society of Japan*, 4, pp.1—30, 1882.

5)John Milne,"Note on the Sound Phenomena of Earthquakes",*Transactions of the Seismological Society of Japan*, 12, pp.53—62. 1888.

6)John Milne, op.cit[2] , pp.297－305.

7)関谷清景「非職理科大学教授理学博士関谷清景氏地震を前知する法ありや如何の説」、木澤成粛・山羽義彦編『明治震災輯録』金池堂、86－113頁。1891.

8)John Milne, *Seismology* (London: Kegan Paul), pp.215－217, 1898.

9)John Milne,"Earthquakes in Connection with Electric and Magnetic Phenomena",*Transactions of the Seismological Society of Japan*, 15, pp.135—162, 1890.

10)気象庁『気象百年史』、591頁、1975.

11)R. Shida,"On Earth Currents",*Transactions of the Seismological Society of Japan*, 9 (1), pp.32－50, 1886.

12) John Milne, op. cit.[9], pp.140－141.

13)Ibid., p. 147.

14)John Milne,"Seismic, Magnetic, and Electric Phenomena",*Seismological Journal of Japan*, 3, pp.23－33, 1894.

15) John Milne,op. cit.[8], p.223.

16)関谷清景「地震ヲ前知スルノ法如何」『東洋学芸雑誌』2巻、1－13頁、1885.

17)同上、4頁。

18)John Milne,"Note on the Effects Produced by Earthquakes upon the Lower Animals", *Transactions of the Seismological Society of Japan*,12, pp.1—4, 1888.

19) John Milne,"Earth Tremors", *Transactions of the Seismological Society of Japan*, 7(1), pp.65—102, 1883.

20)例えば、John Milne,"Earth Tremors in Central Japan", *Transactions of the Seismological Society of Japan*, 11, pp.1—78, 1887.

21)John Milne,"The Peruvian Earthquake of May 9, 1877",*Transactions of the Seismological Society of Japan*, 2, pp.50—96, 1880.

22)John Milne, op.cit.[2], pp.277－296.

23)John Milne,"A Note on the Great Earthquake of October 28th, 1891",*Seismological Journal of Japan*, 1,pp. 127-151.1893.

24) ジョン・ミルン「地震の災害を軽減することに就て」『気象集誌』第１集11巻、371－374頁、1892.ならびにジョン・ミルン述「地震の災害を軽減することに就きて」『地学雑誌』4巻、568－571頁、1892.

25)John Milne,"On the Mitigation of Earthquake Effects and Certain Experiments in Earth Physics",*Seismological Journal of Japan*, 1, pp.1－19, 1893.

26)無署名「震災予防調査会事業概略」『震災予防調査会報告』1号、10－20頁、1893.

27)田中館愛橘・中村精男・長岡半太郎・大森房吉「地震学研究ニ関スル意見」『東洋学芸雑誌』10巻、206－213頁、1893.

28)無署名「委員会」『震災予防調査会報告』75号、74頁、1913.

29)田中館愛橘「地下温度調査第1回報告」『震災予防調査会報告』45号、17－51頁、1903.

30)無署名「深さ三千尺の井戸」『読売新聞』1902年3月9日別刷り1面.

31)John Milne,"A Note on Horizontal Pendulums",*Seismological Journal of Japan*,3, pp.55－60, 1894.

32)Charles Davison, *The Founders of Seismology* (Cambridge: the University Press). p. 195, 1927.

33)A. L. Herbert-Gustar and P. A. Nott, *John Milne: Father of Modern Seismology* (Kent: Paul Norbury Publications). pp.118－121, 1980.

34)Ibid., pp.122－126.

**泊　次郎**

1967年東京大学理学部卒、朝日新聞に入社、編集委員などを経て、2007年東京大学大学院総合文化研究科博士課程修了、博士（学術）。
専門は地球科学の歴史で、現在は明治時代以降の日本の地震予知研究の歴史を研究している。

学会ニュース

# 第15回世界地震工学会議参加報告

小檜山雅之　●慶應義塾大学 准教授
／岡崎太一郎　●北海道大学大学院 准教授

## 1．はじめに

2012年9月24 ～ 28日にポルトガルの首都リスボンで第15回世界地震工学会議（15WCEE）が開催された。リスボンは1755年11月1日にMw8.5[1)]の大きな地震と津波による災害[注1)]を経験しており、市内にはその記憶を継承する建物がいくつか存在する（写真1）。

会場となったリスボン・コングレスセンターはテージョ川の河口近くに面し、リスボンと対岸のアルマダをつなぐ4月25日橋（名前は1974年4月25日のカーネーション革命[注2)]にちなむ）のたもとにある（写真2）。

著者らはJAEEのブース展示を担当していたことから参加報告の機会をいただいた。小檜山は16WCEEの日本誘致のための委員会活動、岡崎は国際委員会、および国際地震工学会（IAEE）総会の事務局補佐の活動をしていたこともあり、発表者とは違った中堅研究者の視点から率直な意見を交えて報告したい。

写真１　カルモ修道院の廃墟（リスボン地震で倒壊し、再建を途中で断念。現在は考古博物館となっている）

## 2．15WCEEの印象

15WCEEは過去最多の3112人の参加者があり、約3600編の論文発表が行われた。参加者が多かった国は、イラン、中国、次いで日本であったとのことである。米国からの参加者が思いのほか少なかったことが、意外に感じられた。

関連行事としてRC造構造物のブラインド解析コンテスト“Blind Test Challenge”や防災まちづくりワークショップ“Lisbon in Motion”が催された。後者に参加した若手研究者から聞いたところによれば、知り合いを作る非常によい機会となったとのことである。

著者らとしては、世界各国の研究者のホットな研究発表を聴講し、またコーヒーブレークやガーラ・ディナー（写真3）などで情報交換をすることができ、大変有意義であった。新しく研究を展開しようと思っている分野について、国内外の知り合いができ、現在も研究交流が続いている。

WCEEの醍醐味は、何と言っても世界の動きを肌で感じられることである。ヨーロッパでの開催、上述の参加勢力の変化もあって、常々のWCEEとは異なった趣を感じた。構造形式では組積造とRC造の研究が

写真２　テージョ川に架かる4月25日橋と会場のリスボン・コングレスセンター

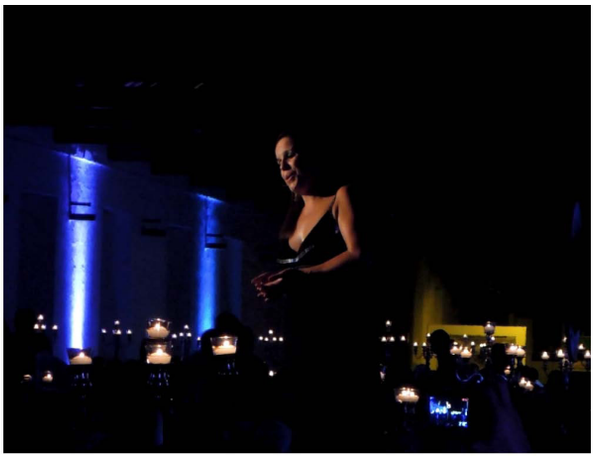


写真３　ガーラ・ディナー
（会場でオペラ歌手が歌う趣向は驚きであった）

圧倒的に多く、鋼構造の発表はごくわずかであった。会議で得た多くの情報の中でも、Global Earthquake Model（GEM）には目を見張るものがあった。全世界の地震リスクの評価基盤を確立し、世界各国の建設、保険、行政関係者と共有しようというヨーロッパ中心の活動である。GEMのために特別セッションが3つも組まれたことから、注目度の高さ、期待の大きさが伺えよう。

JAEEブース展示（写真4）は、国際委員会（委員長：東京大学中埜良昭教授）と16WCEE誘致委員会（委員長：東京工業大学川島一彦教授、副委員長：東京工業大学笠井和彦教授）の合同で実施した。

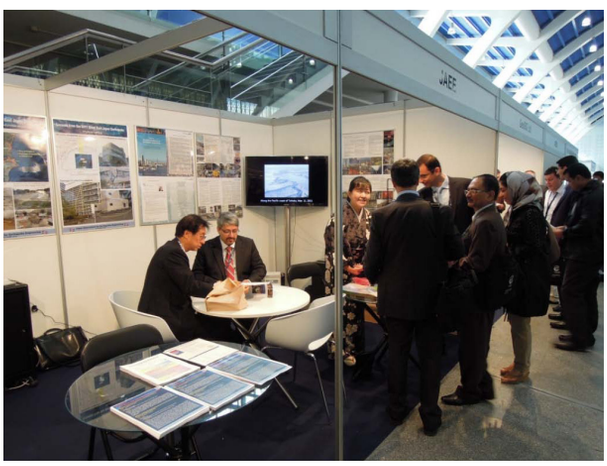


写真４　JAEEブース展示の様子（和服の女性は誘致活動にご協力くださった日本コンベンションサービスの西本恵子さん。多大なご支援に御礼申し上げます）

ブースでは、パネルによりJAEEの活動内容、2011年東北地方太平洋沖地震の被害状況と、WCEE日本誘致の主旨を展示した。また、JAEEが企画した15WCEE特別セッションの案内や、JAEEで有償提供している強震観測記録、協力関係にある学協会の学術誌や震災記録集の紹介を行った。非常に多くの訪問者があり、世界に向けて効果的に情報発信ができたと思われる。

### ３．よりよいWCEEに向けた辛口の意見

会議については、スタッフは非常に親切で、大変気持のよい対応を受けた。リスボンは比較的治安もよく、全般に好印象で、機会があればまた是非ポルトガルを訪問したいとの感想を持った。

一方、会議運営については今後改善を期待したい点がいくつかあった。まず、論文投稿と参加登録手続きのウェブサイトが別々になっており、手続きが非常に煩雑であった。ウェブ上での参加費支払いの際に、発表論文との対応付けをする方法がなかなか分からなかった人も多かったのではないだろうか。

次に、詳細発表プログラムの公開が開催日の直前で、事前にどのセッションのどの発表を聴講するか計画を立てるのに非常に困った。司会依頼の通知を出すのは開催一週間前であったと聞く。カナダ・バンクーバーで開催された13WCEEでは、口頭発表者の不参加を把握した時点でポスター発表者を口頭発表に移行するなどの努力が払われ（実際に著者の一人は移行された）、有意義なセッションが格段に多かった印象がある。

また、15WCEEでは一般的な国際会議と同様に、講演初日の前日日曜日からレジストレーションができたが、ウェブサイトで公開されていたプログラム案では、講演初日の朝にレジストレーションすることになっていた。そのため、出張日程の計画や出張のための書類作成でいろいろと苦労があった。海外の研究者の中には、ビザ取得のための事務局の対応が間に合わず、結局参加できなかった例もあったと聞いている。

会場でのレジストレーション時に配布された冊子版プログラムについては、まず著者名一覧に発表セッションのページ番号がなかったので、探すのが大変であった。また、特別セッションについて、発表の詳細情報が記載されておらず、これは是非掲載してほしかった。HTML形式でリンクを付けた電子版のプログラムがあればきっと有用であったであろう。なお、JAEEの特別セッションは、ブースでチラシを配り積極的に広報した甲斐あって、非常に多くの参加者があったとのことである。

展示ブースとポスターが互いに離れた会場に設置され、ポスターが会場の奥まった位置に固められるなど、会場の動線計画にも改善の余地があった。

そして、近年のWCEEでだんだんと悪化していることであるが、発表者が現れない“no-show”[注3]が非常に

多かった。ポスター発表者はコーヒーブレークやランチタイムにポスターの前にいるよう要請されていたが、直接発表者に質問したいと思って何度もポスターを訪れても発表者が現れないことが多々あった（ポスターが貼っていない例も）。口頭発表でも、今回の新たな試みであるEポスター（写真5）でもno-showがかなりあり、非常に残念であった。

上記Eポスターに対しては、残念ながら著者らは否定的な感想を持った。Eポスターとは、会場に20台ほど用意されたパソコンを利用して発表スライドを自由に閲覧でき、また指定された時間には発表者がパソコン群のそばに待機する、という発表形態である。パソコンを使ってプレゼンテーションすることで、内容の濃いディスカッションが期待できるが、残念ながら発表会場では人がまばらであった。限られた会場になるべく多くの発表回数を融通する工夫であろうが、現状ならば、インターネット上にスライドを掲載するのと変わらないのではないか？　もしこの形態が増えたならば、国際会議への参加意義そのものがなくなるのでは、と危惧している。また、Eポスターがどのような発表形態であるかを直前まで知らされなかったこと、その状況で論文審査が実行されたこと、ファイルのアップロード方法に不備があったことなどが悪印象に拍車をかけた。Eポスターの発表形態がよほど改善されるか、次回以降に継承されないことを切に祈る次第である。

写真５　Eポスター発表の様子
（慶應義塾大学大学院生吉田美奈子さん撮影）

そして、WCEEにおける日本人発表者の存在感や印象について心配している。元気で勢いのある若手研究者の光った発表や、安定感があり説得力に満ちたベテラン研究者の発表は確かに存在している。しかし、日本人の発表の番になると、席を立ち別の部屋へ移る聴衆が結構多いのである。残念なことに、世界から集まった人に研究を聞いてもらおう、アピールしよう、意見をもらおうというポジティブな姿勢が感じられない日本人の発表が散見されるのは事実である。研究内容をよく見ると最先端のことを紹介しているのに、なんとももったいないことである。次回のWCEEでは「日本人の発表は聞いておかねば」と思わせる発表が増えることを期待したい。JAEEでは今年度から大会と並行して国際シンポジウムを開催することになったが、日本からの発表のレベルアップに役立つことを願っている。

## ４．16WCEE誘致の結果

さて、WCEEは4年に一度開催されており、次回の開催地は会議期間中に行われるIAEE総会（各国代表者の集会）で決定される。今回はオーストラリア、チリ、インドネシア、日本、マケドニア、トルコ、米国の7カ国から誘致の名乗りがあった。

JAEEの16WCEE誘致委員会では、非常に多くの議論を重ね、周到な準備を行ってきた。WCEEは回を追うごとに参加人数が増えてきており、近年では先ほどの例のように発表を軽視したshake-hand conferenceに形骸化してきている。日本からはWCEEの存在意義をもう一度高めるため、“Kizuna: Tying the World’s Earthquake Engineering Communities”をテーマに、横浜を開催地として、若手研究者のネットワークを育てる企画や、新しい発表形態の提案などを行った。しかし、投票結果は残念ながら日本はチリに及ばず、次回開催国はチリに決定した。

なお、今回の誘致活動については、さまざまな世代から反対意見も聞かれた。その理由としては、年配の世代からは過去の日本開催で多大な苦労があったこと、若手の世代からは雑用を恐れていること、また、日本で開催すると海外旅行ができなくなる！？といった意見も耳にした。

東日本大震災の直後には世界の多くの国から支援の手が差し伸べられた。日本はその恩返しを果たすべきであり、3000人を超える世界中の地震工学者が集まるWCEEは震災の教訓を世界に伝える得難い機会と考えられないだろうか。今後、世界地震工学会議を積極的によいものにしようという機運が、日本におけるすべての地震工学者の間で高まることを切に願う。

## ５．おわりに

最後になるが、日本にとって、JAEEにとって喜ぶべき知らせは、京都大学防災研究所所長中島正愛教授

（写真6）がIAEEの副会長に選出されたことである。

中島先生は我が国のリーディングプロジェクトであるEディフェンスの研究など、大変精力的に研究・教育を行ってこられた。そして、これからは世界の地震工学の舵取りも担われる。自分たちも、日本のプレゼンスが高まるよう頑張らねば、と奮い立つ素晴らしい朗報であった。

時代とともにWCEEのあり方だけでなく、耐震工学の課題も、世界の勢力図も変化する。その中で日本の地震工学の認知度を今後も継承するためには、研究の質だけでなく、情報収集能力、世界への発信能力、そして本音の交流能力が、これまで以上に必要であろう。15WCEEへの参加は、自分達の立ち位置、日本の立ち位置を確認し、そして行く先を見定める、貴重な機会であった。

写真６　IAEE新役員一同
（閉会式の終了後、北海道大学石山祐二名誉教授が撮影。左から順に、中島正愛新副会長（日本）、芳村学事務局長（日本）、Farzad Naeim理事（米国）、Polat Gülkan会長（トルコ）、Sudhir K. Jain副会長（次期会長）（インド）、Carlos S. Oliveira前副会長（ポルトガル））

**補注**

注1) 文献2)によれば、当時のリスボンの人口は16万～20万人であったが、死者は1万～1万5千人といわれている（文献1)では死者6万2千人）。

宰相セバスティアン・ジョゼ・デ・カルヴァリョ・イ・メロ（1769年に爵位を受け、ポンバル侯爵と呼ばれる）は精力的にリスボンの再建を行った。大きな広場と格子状の街路を持つ都市を計画し、耐震性や耐火性に優れた建物の建設を推進した[2)]。

また、地震後に国内の地震動・津波の状況や関連した現象、被害状況を調査し、科学的に災害の原因を究明しようとしたことが高く評価されている[3)]。

注2) 40年以上続いたアントニオ・サラザール首相の独裁体制をほとんど無血で終わらせた革命（クーデター）。カーネーションを革命のシンボルとしていたためカーネーション革命と呼ばれる。

独裁政権時代には植民地であったアンゴラ、ギニアビサウ、モザンビークで独立戦争が続いていた。泥沼の植民地戦争に服役した兵士らが、体制に危機感を抱き、変革を目指したことが革命につながった。なお、多くのポルトガルの植民地はカーネーション革命後に独立を果たした（以上、文献4)）。

注3) ちなみに、日本建築学会では大会の欠席講演を記録しウェブサイトで公表している。また、米国電気電子学会（IEEE）ではさらに厳しく、no-showとなった講演を会議後の配布物や検索システムから除外するペナルティを科している。次回以降のWCEEでは運営上の工夫をお願いしたいところである。

**参考文献**

1)国立天文台編：理科年表、机上版、丸善出版、2012.11

2)ジョアン・オクマン編、鈴木博之監訳：グラウンド・ゼロから－災害都市再創造のケーススタディ、鹿島出版会、pp. 21–63, 2008.2

3)Nicholas Shrady: *The Last Day: Wrath, Ruin, and Reason in the Great Lisbon Earthquake of 1755*, Viking, pp. 144–146, 2008.4

4)デビッド・バーミンガム著、高田有現・西川あゆみ訳：ポルトガルの歴史、創土社、2002.4

# 二歩及ばず
# ー 第16回世界地震工学会議の日本招致顛末 ー

川島　一彦
●日本地震工学会第16回世界地震工学会議誘致委員会委員長

## 1．はじめに

世界地震工学会議は参加者が3千人以上に及ぶ、地震工学分野における最大の国際会議である。この歴史は、1906年サンフランシスコ地震の50周年を記念して、1956年に米国地震工学会主催によりバークレイ市で開催された国際会議から始まっている。この会議では, 37編の論文発表と、冒頭のイントロ、最後のまとめ、パネルディスカッションが行われている。現在から見ると、こじんまりした会議であった。この時には、”第１回”という回数は付いていなかったが、1960年7月11 ～ 18日に第2回世界地震工学会議が学術会議主催により東京、京都で開催されて以来、順次、回を重ね、2012年9月に第15回世界地震工学会議(以下、15WCEE)がポルトガルのリスボンにおいて開催された。

15WCEEに合わせて開催された世界地震工学会(IAEE)総会において、次回の2016年開催の16WCEEの開催地が決定されたが、これには日本地震工学会からは横浜での開催を提案した。

結果的に、16WCEEの開催はチリのサンティアゴに決定されたが、横浜誘致に至るまでの経緯と各種準備状況の顛末について報告しておきたい。17回以降の世界地震工学会議の日本誘致に際して，今回の準備状況と経験が役立つことを期待するためである。

## 2．世界地震工学会議の日本招致の重要性

国際的な情報発信が国力に影響するようになってきているが、残念ながら、地震工学分野に強いと言われている我が国から海外への情報発信は大変少ないのが実状である。Earthquake Engineering and Structural Dynamics、Journal of Earthquake Engineering、Journal of Earthquake and Tsunami等日本人がエディターやアソシエートエディターを勤めている国際ジャーナルはいろいろあるが、日本からの投稿は非常に少ない。当然の結果として、国際ジャーナルの掲載論文に示される参考文献において日本発の論文はほとんど引用されていないというお寒い状況である。

将来を考えると、英語による情報発信がきわめて重要であり、さらに、国際社会の中で英語で自分たちの意見を通し、多数のグループの賛同のもとに、日本として期待される貢献をしていくことが重要である。このためには、国際会議の切り盛りや運営の経験が次世代を担う若手には不可欠である。

しかし、我が国では、会計年度の制約から数年先の国際会議開催の予算要求はできず、会議直前にしか予算が付くか否かがわからないというおろかな国の予算システムが研究者の意欲をそいでいる。これに対して、国としてのバックアップがしっかりしている中国や韓国等では、積極的に国際会議の開催を進めている。

こうした中で、世界地震工学会議は比較的多数の日本人が参加し、多くの地震国が参加する大規模な会議であることから、世界地震工学会議の日本開催は，今後の我が国の地震工学分野における国際貢献力を向上させるために、大変大きな意味を持っている。

現在までの世界地震工学会議の開催地は表1に示すとおりである。次回も含めて16回のうち、米国、日本、ニュージーランド、チリの4カ国が各2回開催し、全体の50%を占めている。日本が2回目に主催した9WCEEからすでに1/4世紀が過ぎており、世界地震工学会議の日本招致は機が熟しつつある。

表１　世界地震工学会議開催地（次回も含む）

| 回数 | 年 | 国 | 都市 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1956 | 米国 | バークレイ |
| 2 | 1960 | 日本 | 東京 |
| 3 | 1964 | ニュージーランド | オークランド |
| 4 | 1968 | チリ | サンティアゴ |
| 5 | 1972 | イタリア | ローマ |
| 6 | 1976 | インド | ルーキー |
| 7 | 1980 | トルコ | イスタンブール |
| 8 | 1984 | 米国 | サンフランシスコ |
| 9 | 1988 | 日本 | 東京・京都 |
| 10 | 1992 | スペイン | マドリード |
| 11 | 1996 | メキシコ | アカプルコ |
| 12 | 2000 | ニュージーランド | オークランド |
| 13 | 2004 | カナダ | バンクーバー |
| 14 | 2008 | 中国 | 北京 |
| 15 | 2012 | ポルトガル | リスボン |
| 16 | 2016 | チリ | サンティアゴ |

以上が、全般的なWCEE日本誘致の重要性であるが、2016年開催の16WCEEを日本に誘致しようとした動機は、なんといっても2011年東日本大震災の発生に伴う日本としての情報発信の重要性による。2016年頃には、原子力発電所を除いて、復旧の大筋はついている頃であり、地震災害に苦しむいろいろな国に対して、日本として各種の有益な情報提供が可能であると考えられたためである。

### ３．準備会から誘致委員会設立

16WCEEの招致に取り組むために日本地震工学会に16WCEE誘致準備会を設け、活動を開始したのは、2012年1月であった。準備会メンバーは、川島一彦（日本地震工学会会長）、運上茂樹、若松加壽江、芳村学（以上、日本地震工学会副会長）、笠井和彦（東工大）、塩原等（東大）の6名であった。

当初、16WCEEの誘致に対しては多数の反対意見が寄せられた。主要な反対理由は、16WCEEを実施するために多額の経費を必要とし、この準備が大変であること、運営に要する若手研究者の負担が大きいことであった。

また、2008年には、15WCEEを日本に誘致する計画が日本地震工学会国際委員会で練り上げられたが、結局、理事会で承認されるに至らずに、誘致に動けなかったという経緯もあった。

これに対して、準備会では、PCO (Professional Congress Organizer)に依頼して、必要とされる費用を算定すると同時に、地震工学の主要な専門家に対するアンケート調査を2012年3月に実施した。PCOとの打ち合わせにより、バンケット、ツアー等を別にして、会議運営に限ると、参加者総数を4000人と見込んだ場合には、論文投稿時期までに参加料を支払った場合（多くの発表者はこのカテゴリーになる)には55,000円、その後は60,000円、会議当日は75,000円とし、途上国の参加者や学生にはこれよりも低くすることが可能であることがわかってきた。

次に、以上の結果を盛り込んだアンケート調査を地震工学の主要な専門家に対して実施した。アンケートでは、WCEEはせっかく海外に出かける良いチャンスであるのに、なぜ、日本で開催する必要があるのかという意見も聞かれたが、誘致に反対という意見は少なく、大方からは以下のような意見が出された。

１）1988年の9WCEEの頃には多額の寄付を募り，準備も大掛かり(実行部会の委員総数は200人規模）で大変であったが，現在では準備の手間も従来と大きく違ってきており，いまや国際会議は「主催する方が圧倒的に得るものが大きい」という時代になってきている。招致を希望するなら招致しない手はない。

２）若手に過剰な負担を強いることにならないように、少人数で切り盛りし、教授クラスの世代が裏方の実務作業を担当すべきだ。

３）国際会議の開催経験があり阿吽の呼吸で対応できる少人数のコアグループを組むことが重要である。

４）結局のところ，我々の覚悟次第で、あとはいかに効率の良い運営体制を組めるかだ。

以上の経緯を経て、16WCEE誘致委員会を日本地震工学会に組織することとなり、第１回誘致委員会を2012年 4月27日に開催し、以後、合計7回の誘致委員会を開催した。委員構成は以下の通りである。

委員長　川島一彦、東工大（地震工学会、土木）
副委員長 笠井和彦、東工大（建築）
委　員　和田　章、東工大（建築）
委　員　壁谷澤寿海、東大（建築）
委　員　中埜良昭、東大（地震工学会、建築）
委　員　塩原　等、東大（建築）
委　員　翠川三郎、東工大（建築）
委　員　久田嘉章、工学院大（建築）
委　員　斉藤大樹、豊橋技科大（地震工学会、建築）
委　員　小檜山雅之、慶応大（建築）
委　員　運上茂樹、国総研（地震工学会、土木）
委　員　小長井一男、東大（土木）
委　員　山崎文雄、千葉大（土木）
委　員　目黒公郎、東大（土木）
委　員　高橋良和、京大（土木）
委　員　若松加寿江、関東学院大（地震工学会、地盤）
委　員　時松孝次、東工大（地盤）
委　員　東畑郁生、東大（地盤）
委　員　藤田　聡、東京電機大（機械）
委　員　曽根　彰、京都工芸繊維大（機械）
委　員　藤本　滋、東京都市大（機械、原子力耐震）
委　員　入倉孝次郎、愛工大（地震）
委　員　纐纈一起、東大（地震）
委　員　横井俊明、建研（地震）
委　員　木全宏之、(社)日本建設業連合会
委　員　澤本佳和、(社)日本建設業連合会
委　員　伊藤　優、(社)日本建築構造技術者協会

また、誘致委員会の下に幹事会を設け、第１回を2012年6月1日に開催し、以後、合計7回の幹事会を開催した。構成は以下の通りである。

幹事長　笠井和彦、東工大（建築）
幹　事　久田嘉章、工学院大（建築）
幹　事　斉藤大樹、豊橋技科大（地震工学会、建築）
幹　事　小檜山雅之、慶応大（建築）
幹　事　横井俊明、建研（地震）

## ４．16WCEE誘致委員会での議論

誘致委員会で議論された内容は大きく以下の通りである。

１）メインテーマ

東日本大震災の経験を世界に発信すると同時に、人と人の繋がりが重要であるとの認識から、「Kizuna - Tying the World's Earthquake Engineering Community」をメインテーマとし、世界各国から多数の研究者・実務者が集まる唯一の機会であることから、都市型震災から地滑り等も含む山間地型震災、最先端技術から震災軽減技術の習得、地震、地震動から構造応答、耐力、リスク評価までの広範囲な領域を含む，震災軽減に関する多彩な情報と経験の交流を目指すこととした。

２）日時、会場

3000人を越す参加者を収容可能な会場候補は限られており、パシフィコ横浜を候補とすることをまず決め、会場が確保できるという条件から、2016年10月9～16日を提案することとした。

３）新発表方式の検討

15WCEEでは約3200名が参加し、3600編の論文発表が行われた。発表論文数は毎回増加してきており、15WCEEでは一般セッションの発表時間は10分/編であった。発表時間が短すぎると発表者の満足度は低下する。発表者数がさらに増加する中で多数の発表者の満足度を確保するためには、従来のオーラルとポスターの他に、新技術を使った新しい発表方式の採用が不可欠と考えられた。

このため、１）Indexed Oral and Poster Presentation，２）Combined Oral and In-depth Poster Session、３）Combined Oral, Movie and In-depth Poster Presentation 、４）Online Paper Viewing and Discussion Systemの4方式を提案した。たとえば、１）Indexed Oral and Poster Presentationとは、参加者の前で各発表者が3分間ずつ発表し､その後発表者は自分のパワーポイント資料（PPT）と大型スクリーンを用いて詳細を発表する。参加者は最初の3分間の発表から関心のある発表者について行き、そこで発表者と参加者間で70分ほど、発表と討議を行うというものである。このようにすると、一般のオーラルの発表時間が10分間であるなら、これよりももっと長くPPTを用いて参加者との意見交換が可能なIndexed Oral and Poster Presentationの方に魅力を感じてくれる発表者が増えると期待される。

なお、今回の15WCEEではE-Posterという形で、16WCEE誘致委員会が提案した方式と近い発表方式が新たに採用された。これは、PPTとPCを用いて発表者が1日中、自由に発表できるようにしたものである。この方式は上記のようにうまく利用すると、発表者と参加者間の理解度を高める上で、有効だと考えられる。しかし、初めての試みであるにもかかわらず、十分な説明が与えられなかったため、15WCEEでは参加者に利点が理解されず、参加者が集まらなかった。広いブース展示場でE-Posterを実施したことも、発表者の不評を買った理由だと考えられる。

４）誘致資料及びPPTの作成

日本の誘致計画をまとめた28ページのカラー版パンフレットを440部と１ページの折りたたみチラシ2800部を印刷し、15WCEE開場内に設けた日本地震工学会の展示ブースを中心に、参加者に日本側提案を広く紹介した。パンフレットの中には上記の計画の他、文部科学大臣及び国土交通大臣、神奈川県知事、横浜市長からの支援レターも含まれている。

５）IAEEのNational Delegatesとの事前打ち合わせ

次期開催地はIAEEのNational Delegateの投票により、決定されるため、事前に各国のNational Delegateに誘致委員会委員からメールコンタクトにより、日本側の誘致計画を紹介し、可能な範囲で日本の提案を支持してくれるように依頼した。さらに、15WCEE会場においても、National Delegateと会い、日本支援を依頼した。

## ５．IAEE総会について

IAEE総会は9月27日9:00-17:00に開催され、諸議事の最後に次期WCEE開催地が無記名投票により決定された。これを紹介する前に、まず、IAEE総会について示しておく。

総会と言っても、IAEEは個人が会員ではなく、National Organizerと呼ばれる１国1機関が会員となっているため、一般の参加者には参加が許されていない。

日本のNational Organizerの役割は日本地震工学会がその設立後，担当している。National DelegateはNational Organizerが決定し、IAEE事務局に通知することになっており、日本では日本地震工学会の決定に基づき14WCEE後の2009年1月以降、川島が担当している。

National Delegateの任期は4年とされているが、従来は、多選の禁止条項がなかったため、実際上、多くの国では固定したメンバーが長期間、National Delegateを担当している。これは一貫したIAEEの運営を可能

にするという利点がある反面、時代にそぐわない決まり切った運営となりがちである。このため、今回の総会において、National Delegateの任期は最大2期までとすることになった。

National Delegateの権限は、次期開催地の決定の他、会長、副会長、名誉会員の選出の他、IAEEの基本方針の決定等となっている。これらは、National Delegateの投票によって決定され、投票にはIAEE会長や副会長、理事は参加しない。

現在、IAEEの加盟国は56カ国・地域であり、当日総会に出席したのは38カ国・地域のNational Delegateであったため、総会は成立した。

### ６．16WCEE開催地の決定

次期WCEE開催地に複数国が立候補した場合には、最少の投票数であった国から順次落としていき、いずれかの国が総会に出席したNational Delegateの過半数を得るまで投票を繰り返すことになっている。ローマ教皇選出のコンクラーベに似た方法である。

投票に先立って、立候補した7カ国がオーストラリア、チリ、インドネシア、日本、マケドニア、トルコ、米国の順(アルファベット順）に提案理由を説明した。通常は1カ国30分の持ち時間だそうであるが、今回は立候補国が多かったため、20分ずつ持参した資料、パワーポイント、映画等を用いて説明した。

私が受けた印象では、日本と米国を除いた国は、会議の運営方法や参加費等の説明がなく、イメージ作戦のようであった。マケドニアは大型客船をチャーターしてその中で会議を行うことを提案したが、質疑のなかで、遅れて参加したり早めに帰る参加者は泳いで来たりするのかなどと実現性に？がついた。チリは前回(1968年）から半世紀もチリで実施していない点を強調していた。

16WCEEの運営に関する提案があったのは、日本と米国であり、特に、日本の提案が最も具体性があったと、総会後に何人かの参加者から聞いた。

この後、無記名投票に移り、合計6回の投票を行った。参加したNational Delegateは38名であったから、19票を先に得た国が次期開催国となる。投票の経緯は表2に示す通りである。第１回目の投票では、チリと米国が9票で、日本は6票であった。2票しか支持が得られなかったマケドニアが落ち、第2回投票になり、ここでトルコが落ち、というように順次投票が進んでいった。

日本の支持票は第１回の６票から第３回及び第４回の９票が最高で、それ以上は伸びなかった。これに対して、チリと米国は第１回の９票から，順次票を伸ばし、最終的に決選投票で22票を得たチリが次期開催国と決まった。

表２　投票結果

| 国 | 1回 | 2回 | 3回 | 4回 | 5回 | 6回 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| オーストラリア | 4 | 4 | 3 | 2 | × | × |
| チリ | 9 | 12 | 13 | 15 | 18 | 22 |
| インドネシア | 5 | 4 | 2 | × | × | × |
| 日本 | 6 | 8 | 9 | 9 | 8 | × |
| マケドニア | 2 | × | × | × | × | × |
| トルコ | 3 | 2 | × | × | × | × |
| 米国 | 9 | 8 | 11 | 12 | 12 | 16 |
| 計 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |

帰国後、最後の誘致委員会及び幹事会で敗因分析が行われた。多くの委員、幹事が総会に出席したNational Delegateから直接、間接に投票の様子を聞いたが、資料やプレゼンは、日本と米国がダントツに良かったとの評価であったことは間違いない。

その上で、次回の立候補する際に注意すべき事項は以下の通りである。

１）日本開催を明確に支持してくれたアジア圏等の国が５カ国、直前になってWCEE参加を取りやめた。こうした場合の対応を熟知していなかった川島が、これらの国々に日本支持とのIAEE会長宛の委任状をIAEE事務局にメール添付で送っていただくように依頼したが、これは総会での投票には有効ではなかった。National Delegateの代理参加はIAEE事務局の了解が得られれば可能であり、その国からWCEEに出席している参加者の誰かを臨時のNational Delegateに指名して頂けばよいことに、考えが及ばなかったのである。これらの中から仮に３カ国でも日本支持が第１回投票時から得られていれば、その後の投票は違った展開になった可能性がある。

２）IAEE総会に参加するのは川島にとって今回が初めてであり、National Delegateのうち顔なじみであった方は少数であった。こういう言い方は失礼と承知しているが、参加したNational Delegateのうち国際的に著名な方は10名以下であり、ほとんどの方は名前も顔も知らない方達であった。こういう方達との個人的な信頼関係を築くためには、National Delegateとしての経験と十分な準備が必要である。

３）米国の提案は米国地震工学会(EERI)が行ったが、やはりEERIの国際的な影響力は大きい。EERIの会員数は日本地震工学会の約２倍強であるが、海外会

員が約400人いる。彼らを通した国際的な情報発信は大変大きい。日本地震工学会も、今後、海外会員の獲得が国際化のために必須であり、このためには、日本に来た留学生に日本地震工学会会員として参加して頂けるように、留学生から見た日本地震工学会の魅力を高めることが重要である。

4）WCEEの開催地はオリンピックゲーム開催地と同じコンティネントだという迷信のような考え方が根強く存在する。このようなことはIAEEの規約のどこにも示されていないし、総会の場でもこのようなことを非公式にしろ耳にすることはなかった。現に、IAEE会長のPolat Gulkan会長のお膝元のトルコも立候補している。しかし、前述したように、何十年も勤めてきたNational Delegateが多いことから、安易な姿勢で投票した国もあったのではないかと考えられる。フレッシュな感性を持った方がNational Delegateに選出されるためには、今回、National Delegateの選任が最大2期までと制限されたことは、今後にとって良いことであると考えられる。

5）IAEE総会において日本の形勢が良くないとわかった後も、最後まで日本を支持し続けて頂いた９カ国のNational Delegateに厚く感謝申しあげる。無記名であるため、国名はわからないが、こうした強い支持があったことを記憶しておきたい。

6）IAEEの規約や総会の機能、National Delegateの役割等を熟知しているメンバーがほとんどいない。IAEE自体、総会でしか、規約をはじめ総会運営の情報を提供をしておらず、表面的な情報しかWebで得られない。また、日本では日本地震工学会はIAEE事務局の面倒を見ていることになっているが、IAEE事務局は各国に対して中立的な立場である必要がある。このため、上記のような情報に接し、普段から国際的な目で見ていくことのできる日本人を育成する役割にはIAEE事務局は役立っていない。このジレンマを解決するため、日本地震工学会に国際委員会を設置し、次世代を担う若手を中心に、IAEE事務局の作業の手助けを通して、IAEE組織、各国のNational Delegateとの接触等を日常的に行っていける仕組みを作る必要がある。

## ７．今後に向けて

以上のように、16WCEEの日本誘致については、二歩及ばず、チリ、米国に次いで第３位という結果になった。しかし、17WCEEについては、是非、再度、日本は手を上げるべきだと考えている。今回の活動を通して、日本開催にあたり必要となる各種の検討を真剣に実施し、十分4000人規模の国際会議の開催が可能であるとの自信を得たことは、17WCEE誘致に際し、大きな前進であり、財産になると考えている。

## 謝辞

16WCEE日本誘致に際し、16WCEE誘致委員会の委員及び幹事の皆様をはじめ、多数の方達のご支援を頂いた。厚くお礼申し上げます。特に、献身的に御尽力頂いた笠井和彦氏、また、各種の重要なご意見を頂いた壁谷沢寿海、中埜良昭、久田嘉章、小檜山雅之、横井俊明、運上茂樹、目黒公郎、若松加寿江、東畑郁生、纐纈一起の各位に厚くお礼申し上げる次第である。

# 日本地震工学会・大会−2012報告

五十田　博　／古屋　　治　　／丸山　喜久
●信州大学 教授　●東京都市大学 准教授　●千葉大学大学院 准教授

## １．はじめに

2012年の日本地震工学会大会が11月8日（木）から10日（土）に、最近開催場所として多く利用されている東京・代々木の「国立オリンピック記念青少年総合センター」のセンター棟を中心に開催された。今年は初の試みとして国際シンポジウムを同時期に同会場で開催した。大会の論文発表数は175件、3日間を通じた参加者は、423名（大会332名、国際シンポジウムが91名）であった。そのうち学生参加数は88名（大会のみ）である。学生を含む若手を対象に2009年から実施している優秀発表論文賞を今年も継続して実施した。また、大会、国際シンポジウムのいずれかに登録いただければ、どちらの発表会にも参加できることにしており、時折、両者を行き来している様子などは今回の成果の一つといってよいであろう。

大会2日目の夕方には大会と国際シンポジウム合同の交流会を催し、ベテラン、若手、そして留学生が親しく懇談し、様々な分野の参加者が交流を深めることができた。

## ２．オーガナイズドセッション

オーガナイズドセッションの提案は4件あり、初日午前と2日目終日の約1日半にわたって開催された。発表論文数は20件で提案者らが司会を務めるなど、活発な討論がなされた。以下にオーガナイズドセッションのテーマとその提案者を記す。

津波災害とその対策・指針（松冨英夫）
東日本大震災における避難・対処行動（津波および東京の帰宅抑制問題）（市古太郎）
基盤施設・産業施設のシステム安全性評価と復旧早期化戦略（高田一、中村孝明）
東北地方太平洋沖地震および想定される巨大地震による強震動と地盤増幅特性の評価（山中浩明）

提案は日本地震工学会の調査研究委員会を中心になされたものである。いずれも東日本大震災に関連した内容であった。また、発表者ら責任者らの承諾を得て、オーガナイズドセッションに振り替えた論文もあった。

## ３．一般セッション論文

一般セッションは平均3会場が並行し発表が進められた。カテゴリーとして発表件数が最も多かったのが「耐震補強、構造物」で、初日から最終日まで連続して55件の発表がなされた。これまで耐震補強や構造物などに関するカテゴリーは、土木構造物と建築構造物に分類されていたが、昨年度より土木、建築といった垣根を越えて、いわば「ごちゃまぜ」に構成を変えている。鉄筋コンクリート造、鉄骨造といった部材の分類は継続している。なじみのないテーマをお願いした司会者もおり、苦笑を交えた苦情？もあったが、日本地震工学会ならではの発表会として、今後もこの「ごちゃまぜ」は継続していきたいところである。司会をされた方、若手優秀プレゼンテーション賞の審査をいただいた方にはこの場を借りて感謝申し上げる。

また、オーガナイズドセッションと共に発表が多かったのは東日本大震災関連の研究である。東日本大震災と銘打ったセッションでは15件の発表があり、そのほか、地盤と構造物の相互作用、地盤震動、社会問題、地下構造などでも関連の発表がなされた。

## ４．懇親会

交流会は開催初日の17時30分よりカルチャー棟2階「レストラン　とき」にて開催した。実行委員会委員長の挨拶に続き、川島会長に乾杯の音頭をいただいた。参加者は、約50名であったが、例年通り様々な分野の方にご参加いただき各所で懇親と情報や意見の交換が行われ大変盛りあがるものとなった。また、国際シンポジウムに参加した海外留学生同士も交流の輪が広がり大変有意義な交流会となった。懇親会半ばでは、各分野からお話しをいただく時間を設け、飯場正紀氏（建築）、当麻純一氏（土木）、安田進氏（地盤）、大谷章仁氏（機械）から各分野の最近のトピックスなどを紹介いただいた。その後、国際シンポジウム参加者の2名の女子留学生から大変流暢な日本語でシンポジウム参加の感想等を話してもらい、交流会の最後を伯野元彦名誉会員の挨拶で会を締めくくった。

## ５．技術フェア

技術フェアは受付と休憩室を兼ねた310室において、

出展企業10社（勝島製作所、aLab（エーラボ）、ソフトテックス、ミツトヨ、東京測振、アーク情報システム、白山工業、近計システム、明星電気、サイバネットシステム）により開催された。振動測定機器、ネットワークデータ収集システム、解析ソフトといった多岐にわたる内容で、参加者から多くの関心が寄せられていた。南海トラフを震源とする地震や首都直下地震の切迫性が指摘されている社会的状況を鑑みると、効果的な減災には振動計測や解析機器がより一層重要になってきている。

## ６．おわりに

以上、本年も昨年に引き続き地震工学を核とした広範な分野や視点からの地震防災として抜けのない、発表や討論が活発になされた。継続されている研究成果もたくさんあり、梗概集をお買い求めでない諸兄は、残りわずかであるが、残部も少しはあるようなので、ぜひお買い求めいただき、一読をお勧めする。

なお、今年から論文投稿のシステムが若干変更になり問い合わせも多く、投稿者の方々にご迷惑をおかけした。この場を借りてお詫びする。次年度からは改善され、不便も解消されるものと思われる。

また、受付と発表会場が離れていることが、この会場の不便の一つであり、参加者の皆様には昨年に引き続きご迷惑をおかけした。会場予約、使い方の要領もようやくわかってきており、再度この場所で開催される際には解消されるものと思われる。

最後になったが、経済状況が厳しい中にもかかわらず技術フェアに出展いただいた10社の方々には厚くお礼申し上げるとともに技術フェア開催当初より年々出展件数は増えており、各社からの本会に対する期待は大きさがうかがえる。地震防災に対する社会的な要請は大きく、その責任を本会は果たせねばならない。会員諸氏にはなお一層のご尽力をお願いしたい。

－大会実行委員会2012－
実行委員長　五十田博（信州大）
副委員長　清野純史（京都大、国際シンポジウム担当）
実行委員　山中浩明（東工大、前年度実行委員長）、山田哲（東工大、会場）、楠浩一（横国大、論文編集）、古屋治（東京都市大、交流会）、石原直（建研、HP・会場）、高橋典之（東大生研、論文編集）、丸山喜久（千葉大、地震工学技術フェア）、荒木康弘（建研、会計）、鳴原毅（事務局）

写真１　受付の様子

写真２　研究発表会の様子

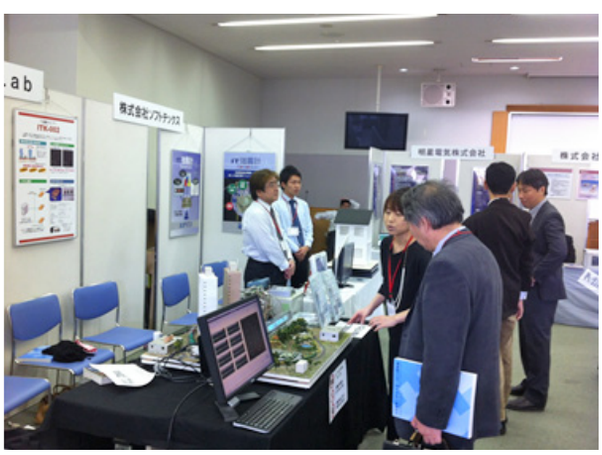


写真３　技術フェアの様子

# 日本地震工学会第1回国際シンポジウム報告

清野　純史
●京都大学大学院 教授

## １．はじめに

平成24年11月8日～10日にかけて、日本地震工学会の第1回国際シンポジウムが開催された。この国際シンポジウムは、昨今の様々な分野でのグローバル化、国際化の背景の下に、日本の地震工学の分野の最先端の研究を世界に発信していくこと、そして日本の研究者や実務者、海外からの留学生に英語での発表や討論の機会を与えることを目的としたものである。

日本地震工学会の年次大会とは基本的に独立な運営となるが、初年度となる平成24年度は、大会実行委員会2012の五十田博実行委員長（信州大学）の強力な支援の下に、年次大会との同時開催とし、東京・代々木の国立オリンピック記念青少年総合センターで約100名の参加を得て行われた。

ここでは、シンポジウム論文受付へ至る工程やシンポジウム当日の各セッションの概要、次年度へ向けた課題等を報告する。

## ２．国際シンポジウム論文の投稿

本年度より、日本に滞在中の留学生、研究者向けの英語による発表、論文投稿の場を設けると同時に、日本人学生、研究者に英語による論文発表の場としても活用できる「第1回日本地震工学会国際シンポジウム（The First International Symposium on Earthquake Engineering, JAEE）」が開催された。シンポジウム論文は、アブストラクト査読付の英文論文とし、地震工学の発展に資する質の高い英文論文を発信する場と位置付けた。

平成24年8月28日(火)をアブストラクト申し込みの締め切りとし､その後の約2週間で、地震工学の分野の専門家7名によるアブストラクト査読を行い、同年9月14日(金)までに査読結果を各著者にメールで伝えた。体裁を整えた最終論文は締め切りの同年10月11日(木)までに提出された。最終的に、論文申込75編、シンポジウム掲載論文65編という結果であった。

## ３．当日の各セッションの概要

シンポジウム初日の11月8日(木)の第1セッション開始前に、日本地震工学会の川島一彦会長（東京工業大学教授）からオープニングスピーチがあり、日本人研究者や実務者、学生はもちろんのこと、特に地震工学に関する定期的な全国レベルでの英語での発表の場が少ない日本在住の外国人学生や研究者に、ぜひこの国際シンポジウムを活用いただきたいこと、そして今後の更なる進展を期す旨の挨拶の言葉を頂いた（写真1）。

写真１　川島会長によるオープニングスピーチ

セッション構成は、論文のカテゴリーと同様、以下のa～dの4部構成であった。

**a. Natural Phenomena (earthquake, underground profile, ground motion, tsunami, historical earthquake, etc.)**

a-1 focal mechanism, a-2 underground profile, a-3 ground motion, a-4 liquefaction/landslide, a-5 tsunami/historical earthquake/ others

**b. Structures (earthquake response, structural experiment, seismic design, base isolation, structural control, retrofitting/reinforcement/inspection, interaction, etc.)**

b-1 underground structure/dam, b-2 pile and foundation, b-3 soil-structure interaction, b-4 structures, b-5 buildings b-6 machinery, b-7 base isolation/structural control/health monitoring, b-8 retrofitting/strengthening, b-9 innovative structures and materials/others

**c. Social Issues (lifeline, disaster information, risk management, disaster mitigation plan, reconstruction plan, etc.)**

c-1 lifeline, c-2 early warning/disaster information, c-3

disaster mitigation plan/risk management/socio-economic issues, c-4 reconstruction/others

**d. Earthquake Damage Investigation/Reconnaissance**

シンポジウム初日(11/8)は、午前中にNatural Phenomena (1) [座長:加藤研一（鹿島建設）]、午後にNatural Phenomena (2) [座長:アイダン・オメール(東海大学)], Structures (1) [座長:永野正行（東京理科大学）]の計27編の発表、2日目（11/9）は、午前中にSocial Issues (1) [座長:三浦房紀（山口大学）], Social Issues (2) [座長:当麻純一（電力中央研究所）]、午後にStructures (2) [座長:川島一彦（東京工業大学）], Structures (3) [座長:庄司学（筑波大学）] の計26編の発表、3日目の最終日（11/10）は午前中にStructures (4) [座長:前田匡樹（東北大学）], Structures (5) [座長:中埜良昭（東京大学）] の計12編の発表が行われ、いずれも活発な質疑応答、ディスカッションが行われた（写真2）。

写真２　質疑応答の様子

表１　Excellent Paper Award の受賞者

| Category | Name | Affiliation |
|---|---|---|
| Natural Phenomena | Zaheer Abbas KAZMI | Institute of Industrial Science, The University of Tokyo |
| Natural Phenomena | Rami IBRAHIM | Earthquake Research Institute, The University of Tokyo |
| Natural Phenomena | Kouki MURAKAMI | Dept. of Civil Engineering, Osaka University |
| Social Issues | Farnaz MAHDAVIAN | Dept. of Urban Management, Kyoto University |
| Social Issues | Ichidai NAKAMURA | Dept. of System Design Engineering, Keio University |
| Structures | Rouzbeh RASOULI | Dept. of Civil Engineering, The University of Tokyo |
| Structures | Diana ENE | Dept. of Environmental Science and Technology, Tokyo Institute of Technology, |
| Structures | Zhongqi SHI | Dept. of Civil and Architectural Engineering, Kyushu Institute of Technology |
| Structures | Kiwoong JIN | Institute of Industrial Science, The University of Tokyo |
| Structures | Saleem M. UMAIR | Dept. of Civil Engineering, The University of Tokyo |

また、シンポジウム終了後、論文の内容、発表の分かりやすさ、質疑応答の的確さを総合的に判断し、Excellent Paper Award 受賞者として10名の若手研究者を選出した(表1)。受賞者はHP等を通じて公表し、後日賞状が贈られることになる。詳細は日本地震工学会HP(英語版: http://www.jaee.gr.jp/en/)を参照されたい。

国際シンポジウム初日の8日の17:30からは、年次大会交流会と合わせて、オープニングレセプションが開催され、多数の年次大会参加者やシンポジウム参加の外国人留学生が親睦を深めた（写真3）。

写真３　留学生が多数参加したレセプション

## ４．おわりに

日本地震工学会第1回国際シンポジウムは、多くの方々の協力により無事終了し、DVDとともに冊子体のプロシーディングスも発刊することができた。

一方、平成25年度秋の第2回シンポジウム開催に向けての課題も浮かび上がってきた。国際シンポジウムに関する早めの広報、分かりやすい広報、投稿者が利用しやすい形でのアブストラクト受付およびシンポジウム論文受付システムへの改良、投稿原稿の閲覧・修正機能の付加、優秀な論文のJAEE論文集への投稿呼びかけ、など解決すべき課題は多く残されているが、次年度に向けてひとつづつ課題を解決すべく、鋭意活動を継続していく体制が構築されつつある。

最後に、年次大会と同時開催ということで会場の設営から運営まで全てにご尽力いただいた大会実行委員会2012関係者各位、アブストラクト査読に貴重な時間を割いていただいた査読者各位、各セッションの司会をご担当いただいた座長各位、ならびに日本地震工学会事務局の方々に、国際シンポジウム実行委員会からこの場を借りて厚く御礼申し上げる次第である。

# 2012年8月11日イラン・タブリッズ（アラスバラン）地震における被災と復興状況

高田　至郎
●テヘラン大学 アジャンクト教授

## １．地震の特徴

2012年8月11日16：54（現地時間）にイランの東北部・東アゼルバイジャン県タブリッズ市から北西に約100km離れたアハール村・バザルガン村・ヘリス村を中心として308村に被害をもたらす地震が発生した。地震マグニチュード・震央位置は観測機関により異なっているが、Mw=6.2～6.4である。 震源に最も近いバザルガン村での最大加速度は水平、上下それぞれ427gal、249galである（BHRC）[1),2)]。

図1はIIEESのZare教授によって事前に得られていた震源断層分布である。アハール、ヘリスは含まれているがバザルガンは外れている。断層亀裂跡から判断しても断層マップが書き換えられる可能性も大きい。

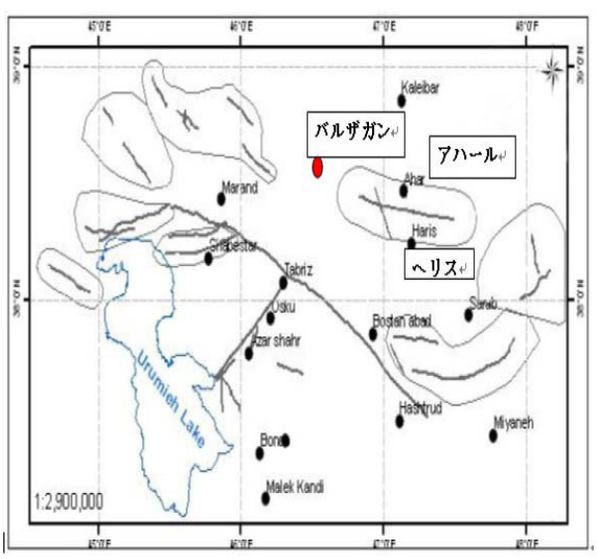



図１　Zareによるタブリッズ付近の想定震源分布[3)]

## ２．タブリッズ地震報告会（緊急対応と復旧・復興）

2012年11月27日にタブリッズ市のサハンド技術大学(SUT)とタブリッズ・イアスラム芸術大学(IAU)の共催で300名が参加して地震報告会が行われた。現地での行政対応や復興状況が知られるので要約して下記に述べる。

### （１）開会あいさつ(SUTとIAU学長)

政府から地震の資料を文書化して纏めるように指示があった。サハンド大、タブリッズ大、芸術大が中心となって行うことになった。

### （２）文化と地震

文化は国を統一する基礎である。住家被害は多く、死亡者は約300人。どのように受け止めていくべきか？施設を以前より強く作るのは土木、民間の仕事である。しかし文化とのコネクションが大事である。土木も文化を考えるべきと思う。地震発生地域とそうでないところでは文化が変化する。生活の安定のために文化がある。地震は自然の一つ。命の終わりではない。その後も生活を続けていくことが大事。現在、聖職者が子供のケア、年配者を現場でケアしている。郡の人たちがボランティで文化的なチャリティ活動を行っている。

### （３）タブリッズのＥＯＣ（防災緊急対応組織）

村落被害が集中した。大抵はアドベ住宅である。しかし、補強した住宅は健全であった。タブリッズのEOCはバム地震の後につくられた組織である。EOCは18のＷＧが作業班として対応した。どの村が被災したかの把握が最も難しかった。赤心月社のヘリを使った。また、軍にも依頼した。ヘリス村に移動病院が設置された。229人が亡くなり、1386人が負傷した。ヘリや救急車でタブリッズに搬送された。がれきは1,200台のトラックや重機で移動した。18,700軒が破壊された。EOCの対応が不十分と一部の新聞は報道していたが､そうとは思われない。

### （４）ハウジングファウンデーション（ＨＦ）

多くの組織が再建を助けている。村の人口は1,145,000人、120,000軒が非耐震家屋、50％の60,000軒に耐震補修を行う。14,000,000トマン(5,000US$) が各家屋再建のために支給された。5,000,000トマンが動物用のコネックスに支給された（コネックスは羊などの仮設住宅で屋根がトタン、中は暖房装置がある）。そのうち2,000,000トマンは返却不要である。1,000,000トマンが食べ物用。18,781軒が308村で破損した。永久住宅には全額、仮設は一部支給された。60㎡の住家基礎は14,000軒終了し、住家フレームは13,000軒終了した。住家屋根は10,126軒終了している。住家再建建設Ｇチームは1,234軒である。軍は4,000軒、チャリティ団体が2,000軒再建予定である。モスクは5ヶ所再建しなければならない。(上記金額勘算は10リアルで１トマン。約3,000トマンは 1US$)。住家完成は6カ月の予定だが

大統領は3カ月を要請している。我々は今後1カ月で完成を計画している。

（5）赤心月社

緊急対応チームがタブリッズEOCに召集された。電話回線が輻輳でつながらなかった。347人が現地に派遣された。57人が医療班。2機のヘリを利用した。最初の2時間内に近隣の3つの村から要請があった。2時間後に緊急会議がスタート。12時間後に救助ヘリが活動をスタートした。48時間後までにテント準備が仮設用に準備された。近隣村から5機のヘリが来た。66トンの物資が輸送された。子供のPlay-healingが行われた。4つの大事なものは、冷蔵庫、ガス、オーブン、ヒーターである。ハザードマップが救助計画に必要である。

（6）軍

村の地域は通常でも雪や雨で道路が閉鎖する。このような時期に地震が来ることを予期していなかった。警察と軍はEOC組織での一部ではない。軍と警察は社会を安定する役割を持つ。雪がやってくれば輸送できない。急ぐべきである。我々は芸術家や歌手を現地に運んだ。我々のアイディアである。今後の地震に計画を立てるべきだ。組織間の連絡･話し合いが大事である。電話・モバイルの代わりにモーターバイクを使用した。軍はあらゆるトラックやブルドーザーを動員した。

## 3．アドベ住居・RC建物被害と復興住宅

倒壊や被災した住家は大半がアドベ住宅やフレームのないレンガ造である（写真1）。補強されていないアドベ住宅のフラジリティ曲線によると、修正メルカリ震度$I_{MM}$がVIIIでは約60％以上が全壊を受けるとされている。アドベ煉瓦間の接着材がない、丸太の屋根フレームと土の重量、フレームのない構造、などアドベ住家の脆弱性は指摘されてきたところであるが、今回の地震でも$I_{MM}$がVII やVIの地域でもアドベ住宅は多くの被害を受けた。しかし、せん断ブレースを設けたり、屋根フレーム・鉄骨をいれて補強している住家は耐震性を示した。

写真１　フレームのないアドベ住宅

各村で復興住宅として再建されている住家は写真2,3に示すように耐震補強された住家である。基礎は玉石を敷き詰めた30㎝ほどの溝にコンクリートを流し込んで上屋との結合鉄筋が取り付けられている。基礎は地域によって1ｍ以上もあり、雪や降雨対策としている。基礎上に10㎝の角鉄骨でフレームを組んでブレースが入っている。基礎との接合や梁・柱の接合も溶接やボルトで行っている。屋根はプレキャスト鉄骨梁にコンクリートを流し込んで梁を格子状に並べて平面的にコンクリートを流し込んでいる。暖房用の化学繊維布も敷いている。雪荷重が大きいので屋根には注意を払っているとのことであった。このような構造は従来のフレームのないアドベ造の3倍のコストが必要との事であった。建築技術指導は大学関係者によってなされた。RC建物も被害を受けているがEngineered Buildingには崩壊に至るような被害はない。建設中のビル（ヘリスの病院）や施工の良くないRCでは壁の崩落、窓ガラスの割れ、柱のクラックなどが見られた。前述の報告会では学校建物被害、建築構造の今後についても2人の教授により報告されたが、学校建物は耐震補修が済んでいたので被害はほとんどなかったこと、RCは2次部材被害が大半であったことが強調された。

写真２　再建住宅鉄骨フレーム

写真３　再建住宅の基礎と柱結合鉄筋

## ４．著者Ｇによる被害調査・ライフライン回復と被災者生活の課題

著者Ｇは総勢9人で11月15日～ 17日に現地調査やヒヤリングを行った。現地は積雪があり雪の舞う厳寒の状況であった。住民アンケートによるライフライン回復状況・被災者生活状況調査、ヘリス村村長へのインタビューを実施した。その概要を述べる。

### （１）山間地・ダム

山間地では斜面の礫崩や地表面断層亀裂が見られた。最大亀裂幅は60㎝程度であった。震源付近の最重要構造物はダムである。SattarKhan, Nahand, Arabatanダムの3所がある。SattarKhanダムは震源から19kmで最も震源に近いアースダムである。Sattarkhanは堤体に若干の滑りと堤体頂部にクラックが見られている（写真4）。ダムの設計は0.3の震度でおこなわれており、地震記録で近傍記録は最大加速度が200galであった。計測室の壁などには亀裂が見られた。また、地震後にはダム水位は1.5m上昇したが１週間後には元の水位に戻っている。

写真４　ダム堤体超部の亀裂

### （２）道路、橋梁

落石、法面滑り、亀裂、段差が見られた。地表断層亀裂が連続的に続いている箇所を横断する道路面にも被害が見られた。RC道路橋梁も路面亀裂、欄干ずれ、シュー台座破損、橋脚クラックなどが見られたが通行止めとなるような大きな被害はない。とくに、断層亀裂が橋梁を横断する位置では路面亀裂も激しい（写真5）。

写真５　橋梁の損傷

### （３）ライフラインの停止と復興

村への配水事業はRAWS(Rural Areas Water and Sewage Company of East Azerbaijan Province)によって運営されている。村水道の水源は川あるいは地下水井戸である。ポンプでタンクに貯留して村までPE管で輸送される。家屋倒壊で給水管が壊れたこともあるが、給水停止の主要原因は停電でポンプが動かず貯水できなかったこと、村の管路がブルドーザー等の重機で破壊されたことである。断層運動で地下水の流れが変化して取水できなかった地域もある。また、復興では高地に村全体が移転したために地滑り対策や取水が難しくなったこと、が指摘されている。ガスについてはタブリッズガス会社が村にもガスを供給している。家屋倒壊によって地中から家屋内供給へと立ち上がるライザーや圧力変換器が数多く破壊された（写真６）。漏洩調査は翌日から2人組み14チームが8時間ずつ交代作業で行われた。1日6kmの速さで行われた。

写真６　ガスライザーの損壊

アンケート調査によって各村の水道・ガス・電気・通信の復旧日を調べた。震源に近いバルザガンでは3ケ月経過した現在でもいまだに復旧していないが、震源から離れたヘリス村などは2 ～ 3日で電気・ガス・水道が復旧している。電力は低電圧送電線が早く回復して電柱からケーブルを引き込んでテント生活者に電灯をつけている。また、電話は地震直後には使えず混乱を引き起こしたが数日内で回復している。

### （４）被災者生活の課題

アンケートを実施して被災者に生活上の課題を尋ねた。図2に課題と回答数を示している。住家とライフラインが多数を占めている。

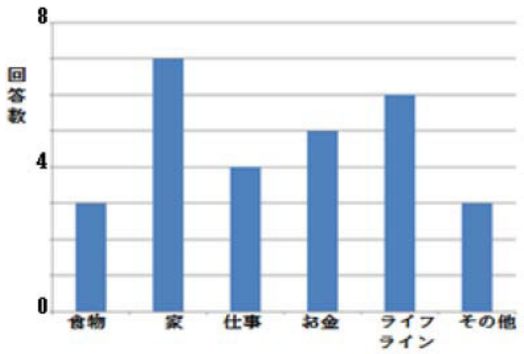



図２　被災者の課題

## ５．ヘリス村緊急対応と復興

村長は地震時にはCrisis management Centerの長となる。地震発生時にはこのセンターにいた。すぐに役人を招集して40チームを組んで被災情報の収集と救助活動を開始した。電話とモバイルは通じていた。がれきの下の人たちの救助に12時間を要した。村には病院はないので、けが人は車・ヘリでタブリッズ市に運搬した。隣街から2時間半後に消防車が来た。24時間で毛布、テント、物資の配布を終えた。次には、がれきの処理が大問題であった。まだ村の道路に積んでいる。住家復興はHF(Housing Foundation)が全面的に支援した。(支援金は報告会のHFの内容と同じ)。ヘリス郡で112人が死亡した。けが人は780人。7,300軒が破損した。そのうち5,400軒を建て替え、後は修復を行う。遠方の市町村から応援に来てくれて人不足はなかった。地震後、5日間寝なかったが疲れてなかった。この3カ月仕事が多く、1日2 ～ 3時間の睡眠だが人々のために働けることを喜んでいる。

日本は地震に多くの経験を持っているがヘリス村へのアドバイスはあるか？と聞かれた。「住家・建物の耐震化とともに、被災者・家族の精神的な問題が長く続く､その人たちの心のケアが必要。今後は防災教育･訓練に力を入れていくことが必要。近所・地域の連携が必要(自主防災組織を紹介)。」と答えた。

## ６．まとめ

・多くの組織が連携して地震対応は極めて早かった。バム地震の教訓が生かされたと考えられる。
・テント生活は長期に及ぶが、仮設住宅入居がないために住宅復興は極めて早い。
・アドベ住宅が耐震化されて復興住宅構造となっている。
・政府関係の支援は十分でない村落もあるが極めて早く復興資金が住民や村落に支給されている。
・村落地域の災害対応に多くの教訓を残している。
・地震動は大きくなく、脆弱住宅は倒壊したが、耐震設計された建物は非構造部材が被害を受けるにとどまった。
・ライフライン復興は電力供給が課題である。
・被災住民は住宅、ライフライン、生活資金の確保、仕事確保、精神的課題で困難な生活が続いている。

テヘランのTDMMO(Tehran Disaster Management and Mitigation Organization)のラジャブザデ（Rajabzadeh）所長と今回の地震について話し合う機会があった。氏はタブリッズEOCを指導したメンバーの一人である。緊急対応は十分、ライフラインも問題なし、金銭的支援も行き届いている、被災住民は何ら問題がないと強調した。我々の調査結果を説明したが、それらの統計は正しくないと否定された。行政の立場からの発言としては当然かもしれない。しかし、被災住民視点の支援が欠如しているように感じられた。

## 参考文献

1) International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, http://www.iiees.ac.ir/iiees/English/Se
2) BHRC: Ahar-Varzaghan Earthquake of August, August 2012
3) M.Zare and M.Hoseinpour: Seismic hazard assessment of Tabriz, a City in the northwest of Iran, Summer 2009

# ■ 研究委員会の動き

## 〔平成24年度で終了する委員会〕

### 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（平成23～24年度）

委員長　横浜国立大学　高田　　一
幹事　篠塚研究所　中村　孝明

原子力発電所施設、高圧ガス施設、各種製造業などは、様々な施設で構成されていますが、これら設備の耐震裕度は一律ではなく、弱い要素の被害によりシステム機能は停止するという盲点があります。これは構造物単体に着目したこれまでの設計方法や耐震診断に、問題の根源があると考えます。そこで、システム、あるいは仕組み総体としての安全性を評価し、そこから問題となる個を探り出し、そこを改善するという発想が必要と考えています。このような背景の下で、本研究会は発足しました。

2011年の2月から2013年の3月末までの、およそ2か年計画で進め、年4回程度の会合を持ちます。今年度前半は、研究報告書の作成を目指し、目次、執筆担当者の選任を行いました。また後半にかけては、各委員の執筆校正、編集などを実施しています。報告書の主な内容は、①産業施設の現状の耐震評価や地震被害調査、②システム信頼性等を含めたシステム機能評価手法についての調査、③システムの目標耐震性能を満たす設計法、評価法について、などを考えています。次年度は研究会の成果報告会等を計画しています。

## 〔平成25年度に継続する委員会〕

### 津波対策とその指針に関する研究委員会（平成23 ～ 25年度）

委員長　秋田大学　松冨　英夫

日本建築学会荷重運営委員会下の津波荷重WGがこれまでに2回開催され、本研究委員会委員が委員やオブザーバーとして参加し、津波荷重に関する話題提供を行うとともにWGの課題に対し重要な役割を担うこととなった。

鉄筋コンクリート造建物へ作用する津波流体力に関する大・小規模の水路実験を実施しているが、8月に開催した本研究委員会第1回委員会では大規模水路実験の途中結果に対して議論を行った。また、津波による橋梁被害の評価についても議論を行った。第2回委員会を12月上旬に開催し、前述の小規模水路実験の途中結果や流速の観点からの橋梁被害について議論を行うこととした。

日本地震工学会年次大会2012においてオーガナイズドセッション「津波災害とその対策・指針」を提案し、本研究委員会における活動内容の一部の周知を図った。

### 地盤情報データベースを用いた表層地質が地震動特性に及ぼす影響に関する研究委員会（平成23～25年度）

委員長　東京工業大学　山中　浩明

本研究委員会では、表層地質・地盤が地震動に及ぼす影響（Effects of Surface Geology on Seismic Motion）の検討を目的とし、３ヶ月に一回程度研究会を開催して、各委員及び外部講師の話題提供による最新の研究動向の議論とシンポジウム企画等の検討を行っている。2012年９月に第５回研究会を実施し、11月に実施された日本地震工学会年次大会2012のオーガナイズドセッション提案、15WCEEにおける委員による関連研究発表、及び東北地方太平洋沖地震時に築館とともに震度７を記録した芳賀における地盤増幅特性の評価についての話題提供、2012年度末に予定している国内シンポジウムの実施等について議論した。日本地震工学会年次大会2012では11月9日に「東北地方太平洋沖地震および想定される巨大地震による強震動と地盤増幅特性の評価」と題してオーガナイズドセッションを主催した。2枠合計11編の研究発表がなされ、活発な質疑応答があった。現在、国内シンポジウムの2月開催に向けて準備を進めているところである。

## 東日本大震災によるライフライン被害データベース検討委員会（平成23 ～ 25年度）

委員長　神戸大学　鍬田　泰子

当委員会は、東日本大震災による上下水道やガス、電力、通信、交通などのライフライン被害・復旧データを収集し、GIS（地理情報システム）上の統一した形式によるデータベースの構築ならびに被害・復旧に関する分析を行うことで､ライフラインの地震対策の知見を得るとともにデータの活用方法を検討することを目的にしている。

2012年8月に本年度2回目の委員会をいわき市で開催した。福島県いわき市水道・下水道のライフライン事業者の協力の下、管路網と被害箇所のGISデータベース化が順調に進んでいることが確認された。その後、いわき市水道局と打ち合わせを行い、本地震の被害・復旧に関するデータベースの構築と分析について共同研究を実施することで合意し、9月に締結した。さらに、共同研究の下で作成したデータベースの一般公開に向けてデータベース利用協議会の設置などについて検討している。

管路被害と配水区域の水道復旧に関するデータベースを構築、分析した内容については、11月の日本地震工学会年次大会2012で2編報告を行った。

## 原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会（平成24～26年度）

委員長　京都大学　亀田　弘行
幹事　東京大学　高田　毅士

福島第一原子力発電所事故の教訓の一つとして、構造工学的観点から耐津波設計を行うための工学体系は未整備の状況であり、その構築が急務であることが指摘できる。そこで、平成24年度春より、亀田弘行京大名誉教授を中心に新規活動の可能性について検討を重ねた結果、日本地震工学会に「原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会（略称：耐津波工学委員会）」を設立することを立案し、その後、学会において設置の承認をいただいた。数度の準備検討会を経て12月26日に第１回委員会を開催した。亀田委員長、今村（東北大）、宮野（法政大）副委員長の下、大学、公的研究機関、民間会社から併せて34名の委員の委嘱を承認し活動を開始した。活動としては、２ヶ月に１回の頻度で委員会を開催し、毎回テーマを決めて深く議論し、最終的には、原子力安全のための「耐津波工学」の体系化を目指している。なお、本活動は日本原子力学会の関連活動とも連携を図ることにしている。

## 津波等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（平成24～25年度）

委員長　東京大学地震研究所　後藤　洋三

本研究委員会の活動として、日本地震工学会年次大会2012におけるオーガナイズドセッション「東日本大震災における避難・対処行動（津波および東京の帰宅抑制問題）」を11/9に主催した。以下の発表がなされ、また活発な質疑討論がなされた。

①市古太郎（首都大学東京）、山本一敏：石巻市、山田町、野田村における発災当日の避難行動遷移パターン、②三上卓、北浦勝：東日本大震災津波時の石巻市小中学校における学校対応に関するヒアリング調査、③三上卓、後藤洋三、佐藤誠一：石巻市で亡くなられた高齢者の津波襲来時の行動調査、④柳原純夫、村上ひとみ：石巻本庁地区における避難行動の移動手段・距離からの分析、⑤後藤洋三：山田町の集落・街区別にみた津波被災要因の分析、⑥大原美保、牧之段浩平、佐原孝紀：宮城県南三陸町における津波避難場所・ビルの空間配置に関する一考察、⑦小山真紀、石井儀光、古川愛子、清野純史、吉村晶子：500mメッシュ統計をベースとした市町村別死者発生状況について、⑧村上ひとみ、Ignacia Calisto、三浦房紀：2010年チリ・マウレ地震の被災地域ビオビオ州における津波対策ヒアリング調査、⑨久田嘉章：大規模震災時の大都市における避難に関する課題―何からいつ・どこに避難すべきか､あるいは、留まるべきか―、⑩W. Lalith, M. Hori：Development of Multi Agent Simulation Using High Performance Computing and Introducing Official Agents.

引き続き4つの部会にわかれて活動を展開している。東日本大震災における避難行動の検証とシミュレーション実装を進めると同時に、南海・東南海地震対策としての避難準備策など、研究会としての提案（アウトプット）を明確にしながら活動していく所存である。

# 行　事

## 本会主催・共催による行事

2012年7月1日～ 12月7日（理事会承認）

| 日　程 | 行事名 | |
|---|---|---|
| 2012年7月19日 | 日本地震工学会講習会「リモートセンシング技術の基礎と災害評価への応用」開催 | 主催 |
| 2012年11月8日～ 10日 | 日本地震工学会大会-2012　開催 | 主催 |
| 2012年11月8日～ 10日 | 日本地震工学会国際シンポジウム開催 | 主催 |
| 2012年8月29日 | 「E-ディフェンス超高層建物加振実験見学会」開催 | 主催 |
| 2012年11月21日 | 西大阪における津波・高潮対策施設見学会開催 | 主催 |
| 2013年1月26日 | 「東日本大震災と南海トラフの巨大地震」講習会開催 | 主催 |
| 2013年2月8日 | 第3回震災予防講演会開催 | 主催 |
| 2013年2月7日～ 8日 | 第17回震災対策技術展・本会展示開催 | 主催 |
| 2013年2月7日 | 第11回国土セイフティネットシンポジウム開催 | 共催 |
| 2013年3月6日～ 8日 | 日本学術会議　理論応用力学講演会（第62回） | 共催 |

## 後援・協賛による行事

2012年7月1日～ 12月7日（理事会承認）

| | | |
|---|---|---|
| 2012年10月27日～ 28日 | 計算力学技術者2級（振動分野の有限要素法解析技術者）認定試験対策講習会 | 協賛 |
| 2012年10月30日 | 安全工学シンポジウム2013 | 協賛 |
| 2012年11月26日～<br>2013年1月18日 | 地盤工学会主催技術講習会 | 後援 |
| 2013年1月16日 | 地震防災フォーラム2013　地震の科学と地震の対策 | 協賛 |
| 2013年2月7日～ 8日 | 第17回「震災対策技術展」横浜 | 後援 |
| 2013年4月 | 国際会議「確率論的安全評価と管理に関するトピカル会議」 | 後援 |
| 2013年5月24日～ 25日 | 中部ライフガードＴＥＣ2013 ～防災・減災・危機管理展～ | 後援 |
| 2013年9月24日～ 27日 | 第13回世界免震会議及び日本免震構造協会創立20周年記念シンポジウム | 後援 |

# 会員・役員・委員会の状況

## （1）会員の異動

| 会員種別 | 2012年6月26日 会員数 | ２０１２年7月から２０１２年１２月 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 入会者 | 学→正 | 逝去者 | 退会者 | 会員資格停止者 | 復活者 | 異動計 | 現在総数 |
| 名誉会員 | 24 | | | | | | | 0 | 24 |
| 正会員 | 1120 | 22 | | | -5 | -16 | 3 | 4 | 1124 |
| 学生会員 | 115 | 55 | | | | -29 | | 26 | 141 |
| 法人会員 | 87 | | | | | | | 0 | 87 |

（2012 年 12 月 7 日理事会承認）

**新入会者（2012 年 7 月～ 12 月）**

正　会　員：上田　英明（青木あすなろ建設株式会社）
蛯沢　勝三（(独）原子力安全基盤機構）
内山　泰生（大成建設（株）　技術センター）
前田　宜浩（独立行政法人　防災科学技術研究所）
高尾　　誠（東京電力株式会社）
山本　一敏（パシフィックコンサルタンツ株式会社）
福島　康宏（株式会社 エイト日本技術開発）
他谷　周一（東海旅客鉄道株式会社）
鈴木　　光（株式会社建設技術研究所）
佐藤　利昭（東京理科大学）
末松　孝司（株式会社ベクトル総研）
蔡　　垂功（摂津市立三宅柳田小学校）
吉村　智昭（大阪大学）
松枝冨士雄（(株）橋梁コンサルタント）
中須　　正（独立行政法人土木研究所）
高橋　浩晃（北海道大学）
党　　紀（京都大学）
新藤　　淳（ＮＫＳＪリスクマネジメント株式会社）
高橋　郁夫（清水建設株式会社）
三上　　卓（保全・耐震・防災事業部 東京支社）
西川　貴文（長崎大学）
康　　瀾（名城大学）
城下　英行（社会安全学部安全マネジメント学科）
岩城　麻子（独立行政法人 防災科学技術研究所）
相澤　幸治（気象庁）
陳　　健（独立行政法人理化学研究所）
大谷　英之（理化学研究所）
青木　重樹（気象研究所）

学 生 会 員：水谷　亮太（明治大学）
小坂　信哉（明治大学大学院　）
Medel vera Carlos（The University of Manchester）
野木　淑裕（東京理科大学）
Faraji　Mahdi（京都大学）
石塚　圭介（千葉大学）
佐藤　綾子（千葉大学）
棒田　悠太（千葉大学）
戸田　和徳（大学院システム情報工学研究科）
町田　幸紀（前橋工科大学）
吉田　昂希（東京理科大学）
加藤　　惇（東京理科大学）
山根　義康（東京理科大学）
後藤　賢人（東京理科大学）
谷田貝　淳（東京理科大学）
川澄　一史（明治大学）
鎌田大二郎（首都大学東京）
髙嵜　脩人（明治大学）
武田　脩治（明治大学）
納所　昌広（明治大学）
樽井　紀和（弘前大学）
林　健太郎（明治大学）
寺島　芳洋（名古屋大学）
森西　亨太（東京大学）
西村　由香（東京工業大学）
山口　秀平（弘前大学）
沖原　圭佑（東京大学）
近藤　直弥（東京工業大学）
三上　洋祐（弘前大学）
三木　徳人（東京工業大学）
高山　　慧（東京大学）
馬場　和平（弘前大学）
澤田　晃成（東京理科大学）
中西　陽一（神戸大学）
長岡　　修（信州大学）
北村　和樹（大阪工業大学）
黒木　亮佑（大阪工業大学）
櫻田　佑太（東京理科大学）
竹内　規裕（信州大学）
那波　悟志（筑波大学）
Nguyen Thanh Trung（早稲田大学）
杉安　和也（筑波大学）
杉山　昇馬（東京理科大学）
井上　瑛文（東京理科大学）
松本　　健（東京理科大学）
清水　裕文（筑波大学）
松下　朋子（東京大学）
Suheimidawati Etri（University of Tokyo）
知野　裕和（千葉大学）
福田　　惇（千葉大学）
竹田　遼平（千葉大学）
佐藤　友佳（千葉大学）
佐古　彩香（千葉大学）
藤原　実咲（千葉大学）
中込　雄介（千葉大学）
志村　雄輝（千葉大学）
Saleem muhammad Umair（University of Tokyo）

## （2）名誉会員（平成 24 年 12 月 7 日現在）

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 青山　博之 | 石原　研而 | 和泉　正哲 | 入倉孝次郎 | 岩崎　敏男 | 大町　達夫 | 太田　　裕 |
| 岡田　恒男 | 小谷　俊介 | 片山　恒雄 | 亀田　弘行 | 北川　良和 | 工藤　一嘉 | 後藤　洋三 |
| 篠塚　正宣 | 柴田　明徳 | 柴田　　碧 | 鈴木　浩平 | 田村重四郎 | 土岐　憲三 | 伯野　元彦 |
| 濱田　政則 | 山田　善一 | 吉見　吉昭 | | | | |

※氏名五十音順です。

## （3）法人会員

【特級】
鹿島建設株式会社
関西電力株式会社
清水建設株式会社
大成建設株式会社

【A級】
株式会社大林組
株式会社熊谷組
大和小田急建設株式会社
株式会社竹中工務店
中部電力株式会社
電源開発株式会社
戸田建設株式会社
一般社団法人日本建築学会
株式会社阪神コンサルタンツ
東日本高速道路株式会社

【B級】
株式会社淺沼組
安藤建設株式会社
危険物保安技術協会
九州電力株式会社
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
全国建設労働組合総連合
損害保険料率算出機構
中央復建コンサルタンツ株式会社
中国電力株式会社
株式会社長大
財団法人電力中央研究所
東亜建設工業株式会社
東急建設株式会社
東京ガス株式会社
株式会社東京建築研究所
東京鉄鋼株式会社
東京電力株式会社
東電設計株式会社
飛島建設株式会社
日本原子力発電株式会社
社団法人日本建設業連合会
一般財団法人日本建築防災協会
株式会社ニュージェック
白山工業株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
社団法人プレハブ建築協会
独立行政法人防災科学技術研究所
北陸電力株式会社
北海道電力株式会社

【C級】
株式会社アーク情報システム
財団法人愛知県建築住宅センター
伊藤忠テクノソリューションズ株式会社
株式会社NTTファシリティーズ
大阪ガス株式会社
株式会社大崎総合研究所
基礎地盤コンサルタンツ株式会社
クボタシーアイ株式会社
社団法人高層住宅管理業協会
構造調査コンサルティング協会
株式会社構造計画研究所
独立行政法人港湾空港技術研究所
財団法人国土技術研究センター
五洋建設株式会社
サンシステムサプライ株式会社
ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社
一般社団法人静岡県建築士事務所協会
株式会社システムアンドデータリサーチ
株式会社篠塚研究所
株式会社ダイヤコンサルタント
一般財団法人地域地盤環境研究所
千葉県耐震判定協議会
株式会社東京測振
東京都市大学図書館
東邦ガス株式会社
東北電力株式会社
東洋建設株式会社
株式会社日建設計
一般社団法人日本ガス協会
一般社団法人日本クレーン協会
一般財団法人日本建築設備・昇降機センター
一般社団法人日本建築構造技術者協会
一般財団法人日本建築総合試験所
日本原燃株式会社
株式会社日本構造橋梁研究所
社団法人日本水道協会
日本専門図書出版株式会社
一般社団法人日本免震構造協会
株式会社間組
株式会社福田組
一般社団法人文教施設協会
株式会社三菱地所設計
株式会社安井建築設計事務所

## （4）平成24年度役員一覧

| | | |
|---|---|---|
| 会長 | 川島　一彦 | 東京工業大学大学院　教授 |
| 副会長 | 若松加寿江 | 関東学院大学工学部社会環境システム学科 教授 |
| 副会長 | 芳村　学 | 首都大学東京大学院都市環境科学研究科 教授 |
| 副会長 | *当麻　純一 | 一般財団法人電力中央研究所知的財産センター所長 |
| 理事（総務） | 矢部　正明 | ㈱長大　構造事業本部副技師長・耐震技術部部長 |
| 理事（総務） | *福喜多　輝 | 清水建設（株）技術研究所安全安心技術センター主任研究員 |
| 理事（総務会計） | 大谷　章仁 | ㈱ＩＨＩ 原子力セクター原子力保守技術部　設計グループ主幹 |
| 理事（会計） | *矢代　晴実 | 東京海上日動リスクコンサルティング（株）リスクモデリンググループリーダー |
| 理事（会員） | 渡壁　守正 | 戸田建設技術研究所・耐震構造チーム・主管 |
| 理事（会員） | *加藤　研一 | （株）小堀鐸二研究所地震地盤研究部統括部長 |
| 理事（学術） | 中埜　良昭 | 東京大学生産技術研究所所長（教授） |
| 理事（学術） | 高橋　徹 | 千葉大学大学院工学研究科 教授 |
| 理事（情報） | *富田　孝史 | （独）港湾空港技術研究所アジア・太平洋沿岸防災研究センター副センター長 |
| 理事（情報） | 斉藤　大樹 | 豊橋技術科学大学 教授 |
| 理事（事業） | *松田　隆 | ㈱大林組技術本部技術研究所副所長 |
| 理事（事業） | 五十田　博 | 信州大学工学部建築学科 教授 |
| 理事（事業） | *清野　純史 | 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻 教授 |
| 理事（調査研究） | *田村　敬一 | （独）土木研究所構造物メンテナンス研究センター耐震統括研究監 |
| 理事（調査研究） | 永野　正行 | 東京理科大学理工学部建築学科 教授 |
| 監　事 | 河村　壮一 | 耐震環境コンサルタント主宰 |
| 監　事 | 翠川　三郎 | 東京工業大学大学院 教授 |

＊印：平成24年6月1日～平成26年5月31日　無印：平成23年6月1日～平成25年5月31日　理事19名　監事２名

## （5）平成24年度委員会および委員長一覧

平成25年1月1日現在

| | | | |
|---|---|---|---|
| 将来構想委員会 | 委員長 | 当麻純一 | 副会長・電力中央研究所 |
| 地震災害対応委員会 | 委員長 | 当麻純一 | 副会長・電力中央研究所 |
| ３学会地震被害調査連絡会 | 担当 | 当麻純一 | 副会長・電力中央研究所 |
| 研究統括委員会 | 委員長 | 若松加寿江 | 副会長・関東学院大学 |
| ・津波対策とその指針に関する研究委員会 | 委員長 | 松冨英夫 | 秋田大学 |
| ・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 | 委員長 | 高田　一 | 横浜国立大学 |
| ・地盤情報データベースを用いた表層地質が地震動特性に及ぼす影響に関する研究委員会 | 委員長 | 山中浩明 | 東京工業大学 |
| ・東日本大震災によるライフライン被害データベース検討委員会 | 委員長 | 鍬田泰子 | 神戸大学 |
| ・原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会 | 委員長 | 亀田弘行 | 京都大学名誉教授 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ・津波等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 | 委員長 | 後藤洋三 | 東京大学地震研究所 |
| 論文集編集委員会 | 委員長 | 高橋　徹 | 理事・千葉大学 |
| 論文集特集号編集委員会 | 委員長 | 永野正行 | 理事・東京理科大学 |
| 事業企画委員会 | 委員長 | 松田　隆 | 理事・大林組技術研究所 |
| 講演会企画部会 | 部会長 | 武村雅之 | 名古屋大学 |
| 日本地震工学会大会実行委員会（2012） | 委員長 | 五十田博 | 理事・信州大学 |
| 電子広報委員会 | 委員長 | 富田孝史 | 理事・港湾空港技術研究所 |
| 会誌編集委員会 | 委員長 | 斉藤大樹 | 理事・豊橋技術科学大学 |
| 国際委員会 | 委員長 | 中埜良昭 | 理事・東京大学生産技術研究所 |
| 功績賞選考委員会 | 委員長 | 川島一彦 | 会長・東京工業大学 |
| 論文賞選考委員会 | 委員長 | 若松加寿江 | 副会長・関東学院大学 |
| 選挙管理委員会 | 委員長 | 渡壁守正 | 理事・戸田建設技術研究所 |
| 役員候補者推薦委員会 | 委員長 | 矢部正明 | 理事・長大 |
| 公益社団法人化推進委員会 | 委員長 | 当麻純一 | 副会長・電力中央研究所 |
| 16WCEE誘致委員会 | 委員長 | 川島一彦 | 会長・東京工業大学 |
| 東日本大震災合同報告書作成委員会 | 委員長 | 本田利器 | 東京大学 |
| ・地震・地震動編　報告書作成委員会 | | | |
| ・原子力発電所の被害と復旧編　報告書作成委員会 | 委員長 | 平野光将 | 東京都市大学 |
| ・英文報告書作成委員会 | 委員長 | 川島一彦 | 会長・東京工業大学 |

# 会務報告

（平成 24 年 7 月 1 日～ 12 月 31 日現在）

| | |
|---|---|
| 7月 3日(火) | ・**JAEE　NEWS　No.255　配信** |
| 7月 9日(月) | ・16WCEE誘致委員会WG開催　小檜山委員　他関係学会委員（於 建築会館305会議室　9時30分～12時00分） |
| | ・電子広報委員会開催　富田理事・委員長、矢部総務理事他（於 建築会館303会議室　13時00分～17時00分） |
| 7月11日(水) | ・日本地震学会・日本地震工学会　会長懇談会　出席：日本地震学会　　加藤照之会長、岡元太郎常務理事、日本地震工学会川島会長、当麻副会長、矢部総務理事、福喜多総務理事、鴫原毅事務局長（於 建築会館306会議室　10時00分～12時00分） |
| 7月12日(木) | ・役員候補推薦委員会開催　矢部理事・委員長他（於 建築会館307会議室　10時00分～12時00分） |
| 7月13日(金) | ・事業企画委員会講演会企画部会（第1回）開催　武村委員長、松田理事他（於 建築会館303会議室　17時00分～19時00分） |
| 7月17日(火) | ・会誌編集委員会開催　斉藤理事・委員長他（於　専売会館8階会議室　16時00分～19時00分） |
| | ・会計監査　涌井税務会計事務所　定期監査6月（於 本会事務所 13時00分～16時30分） |
| 7月19日(木) | ・講習会「リモートセンシング技術の基礎と災害評価への応用」の開催<br>日時：平成24年7月19日(木) 9:50～17:00<br>場所：キャンパスイノベーションセンター東京・田町1階国際会議室<br>講師：山崎文雄教授（千葉大学）他リモートセンシング委員会松岡委員長他<br>参加者：45名 |
| 7月20日(金) | ・将来構想委員会　当麻副会長・委員長、福喜多理事、大谷理事、鴫原事務局長（於 建築会館303会議室　9時30分～12時00分） |
| | ・国際委員会開催　中埜理事・委員長、福喜多理事、岡崎委員、鴫原事務局長（於 本会事務所　18時00分～19時30分） |
| 7月24日(火) | ・選挙管理委員会開催　渡壁理事・委員長他　（於 建築会館305会議室　11時00分～12時30分） |
| | ・第16回理事会開催　川島会長、芳村副会長、若松副会長、当麻副会長　他理事（於 専売会館8階会議室　17時00分～21時00分） |
| 7月27日(金) | ・16WCEE誘致委員会WG開催　川島会長他関係委員（於 建築会館307会議室　18時00分～20時30分） |
| 7月30日(月) | ・16WCEE誘致委員会（第5回）開催　川島会長他関係学会委員（於 建築会館304会議室　10時00分～12時00分） |
| 8月01日(水) | ・津波等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（第1回）　後藤委員長他各委員　（於 建築会館308会議室　9時30分～12時30分） |
| | ・東日本大震災合同報告書作成委員会　原子力発電所の被害と復旧編報告書作成委員会（第1回）平野委員長、高田副委員長他委員（於 建築会館304会議室　18時00分～20時30分） |
| | ・JAEEニュース配信 |
| 8月 2日(木) | ・会員部会開催　渡壁会員理事、加藤会員理事、鴫原事務局長（於 本会事務室　17時00分～19時00分） |
| 8月 7日(火) | ・法人会推進委員会開催　当麻副会長・委員長、矢部・福喜多総務理事、大谷・矢代会計理事、東委員、澤本委員（於 建築会館306会議室　10時00分～13時00分） |
| 8月22日(水) | ・研究統括委員会　若松副会長・委員長　メール審議発議　議案：津波等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内規審議 |
| 8月26日(日) | ・研究統括委員会「津波等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内規」メール審議決議 |
| | ・研究委員会運営規程の改定　若松副会長・委員長　メール審議発議 |
| 8月27日(月) | ・研究委員会運営規程の改定　メール審議決議 |

| | |
|---|---|
| 8月28日㈫ | ・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　高田委員長他委員（於 建築会館301会議室 15時00分～17時00分） |
| 8月29日㈬ | ・津波対策とその指針に関する研究委員会　松冨委員長他委員（於 建築会館305会議室　13時30分～17時00分） |
| 8月31日㈮ | ・16WCEE誘致委員会WG開催　川島会長他関係委員（於 建築会館301会議室　18時00分～20時30分） |
| 9月 3日㈪ | ・会誌編集委員会開催　斉藤理事・委員長他委員（於 建築会館304会議室　16時00分～18時00分） |
| | ・会計部会　公益法人会計に関する打合せ　当麻副会長、大谷理事、矢代理事、鴫原事務局長（於 建築会館303会議室　10時00分～ |
| 9月 4日㈫ | 12時00分） |
| 9月 7日㈮ | ・選挙管理委員会開催　渡壁理事・委員長他（於 建築会館302会議室　15時00分～16時30分） |
| | ・地盤情報データベースを用いた表層地質が地震動特性に及ぼす影響に関する研究委員会（於 専売会館8階会議室 13時00分～16時00分） |
| 9月10日㈪ | ・16WCEE誘致委員会（第6回）開催　川島会長他関係学会委員（於 建築会館305会議室　18時30分～20時30分） |
| | ・第17回理事会開催　川島会長、芳村副会長、若松副会長、当麻副会長　他理事予定（於 建築会館304会議室 17時00分～21時00分） |
| | ・事業企画委員会講演会企画部会開催　武村委員長他委員（於　建築会館307会議室　17時00分～19時00分） |
| 9月 6日㈭ | ・**JAEE NEWS No.257配信** |
| 9月10日㈪ | ・第17回 理事会開催　川島会長、若松副会長、当麻副会長　他理事建築会館304会議室　17時00分～22時30分） |
| 9月11日㈫ | ・**川島会長メール審議発議　議案：IAEE支援委員会（仮称）の設置について** |
| 9月12日㈬ | ・**JAEE NEWS 臨時配信**　中国内陸部の雲南省地震について |
| 9月14日㈮ | ・会計監査　涌井税務会計事務所　定期監査8月（於 本会事務所 13時00分～17時30分） |
| 9月19日㈬ | ・**メール審議　議案：IAEE支援委員会（仮称）の設置について決議** |
| 9月20日㈭ | ・第18回 震災対策技術展、本会出展等に関する事務局担当者との打合せ　鴫原事務局長（於 本会事務所 14時00分～15時30分） |
| 9月24日㈪ | ・第15回世界地震工学会議（15WCEE）開幕（24日～28日　Lisbon-Portugal） |
| 9月26日㈬ | ・**JAEE NEWSLETTER創刊（第1号）** |
| | ・**JAEE NEWS 臨時配信**（JAEE NEWSLETTER創刊のお知らせ） |
| 10月 1日㈪ | ・**平成24年度役員選挙告示（会長、監事）に伴う役員選挙実施（選挙規程第5条による「正会員」9月30日付資格者1141名、投票依頼状発送）** |
| | ・**JAEE NEWS No.258配信** |
| 10月02日㈫ | ・平成24年度会員名簿掲載（ホームページ会員限定） |
| 10月03日㈬ | ・会誌編集委員会開催　斉藤理事・委員長他委員（於 建築会館301会議室　16時00分～18時00分） |
| 10月05日㈮ | ・公益法人化会計に関する税理士との打合せ　税理士 涌井茂氏、当麻副会長、大谷会計理事、矢部総務理事、福喜多総務理事、鴫原事務局長（於 専売会館8階会議室　14時00分～16時00分） |
| 10月10日㈬ | ・第2回 東日本大震災合同報告書作成委員会（原子力発電所の被害と復旧編）平野委員長、高田幹事他関係委員（於 建築会館307会議室　15時30分～18時00分） |
| | ・2012年度大会実行委員会開催　五十田理事・委員長他委員（於 建築会館304会議室　10時00分～13時00分） |
| 10月16日㈫ | ・第2回 津波等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開催　後藤委員長他関係委員（於 奥村組会議室　14時00分～18時00分） |
| 10月18日㈭ | ・移行申請に関する基礎的研修会開催　内閣府公益認定等委員会事務局主催<br>鴫原事務局長出席（於　内閣府公益認定等委員会事務局内会議室　15時30分～17時00分） |
| 10月22日㈪ | ・国際シンポジウム開催　清野理事・委員長打合せ（於 本会事務所　13時00分～14時00分） |
| 10月23日㈫ | ・メール審議「JAEE大会2012の講演プログラム承認について」発議 |
| 10月25日㈭ | ・臨時社員総会開催案内（Web発信）（正会員・法人会員） |
| 10月30日㈫ | ・メール審議承認「JAEE大会2012の講演プログラム承認について」 |
| 10月31日㈬ | ・**平成24年度役員選挙投票締切（会長候補、監事候補）** |
| 11月 1日㈭ | ・メール審議　地震工学者の役割について意見表明（2009年イタリア・ラクイラ地震に関連した科学技術者に対する有罪判決について）川島会長発議 |
| 11月 5日㈪ | ・選挙管理委員会開催　渡壁理事・委員長他委員（於　建築会館303会議室　14時00分～17時00分） |
| 11月 8日 開幕 | ・2012年日本地震工学会大会開催　東京・国立オリンピック記念青少年総合センター（8日～10日）大会実行委員会五十田理事・委員長他 |
| ～ | |
| 11月10日 閉幕 | ・第1回国際シンポジウム開催（京・国立オリンピック記念青少年総合センター（8日～10日） |
| 11月 9日㈮ | ・臨時社員総会開催<br>日時：平成24年11月9日（金）<br>場所：国立オリンピック記念青少年総合センター（センター棟会議室）<br>議案：公益認定申請に伴う定款の改定 |
| | ・正副会長会議　川島会長、芳村副会長、若松副会長、当麻副会長他予定（於 東京・国立オリンピック記念青少年総合センター　16時00分～17時00分） |
| | ・第18回理事会開催　川島会長、芳村副会長、若松副会長、当麻副会長他予定（於　東京・国立オリンピック記念青少年総合センター　17時00分～19時00分） |
| 11月09日㈮ | ・第18回理事会開催　川島会長、芳村副会長、若松副会長、当麻副会長他<br>（於　東京・国立オリンピック記念青少年総合センター　センター棟セ409室　18時00分～21時20分） |
| 11月10日㈯ | ・ラクイラ地震裁判に対するJAEEの意見表明（英語版）メール審議承認 |
| | ・平成24年度役員選挙（会長、監事）結果報告及びＨＰ告示 |

| | |
|---|---|
| 11月13日㈫ | ・東日本大震災合同震災報告編集委員会（第6回）開催　本会川島会長、若松副会長他各団体委員（於 土木学会Ｅ会議室 14時00分～16時00分） |
| | ・「震災対策技術展」について意見照会　川島会長発議 |
| 11月20日㈫ | ・【メール審議】国際会議「確率論的安全評価と管理に関するトピカル会議の後援について　発信：福喜多総務理事 |
| 11月21日㈬ | ・「西大阪における津波・高潮対策施設見学会」実施　企画：事業企画委員会　参加者20名　（場所：JR大阪環状線　尻無川アーチ型水門，尻無川鉄扉，津波・高潮ステーション） |
| | ・【メール審議】WEBアンケートにかかる費用負担について　発信：福喜多総務理事　同11月22日付メール審議承認 |
| 11月28日㈬ | ・震災対策技術展事務局と本会との打合せ　川島会長、矢部総務理事、福喜多総務理事、鴫原事務局長、震災対策技術展事務局、井手氏、山城氏、田屋氏、東條氏（於 建築会館305会議室　10時00分～12時00分） |
| | ・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開催　高田委員長他委員（於 建築会館305会議室　15時00分～17時00分） |
| | ・公益社団法人化推進委員会開催　当麻副会長、矢部総務理事、福喜多総務理事、大谷会計理事、鴫原事務局長（於 本会事務所 18時00分～20時30分） |
| 11月29日㈭ | ・日本学術会議主催学術フォーラ（第8回）「巨大災害から生命と国土を護る - 三十学会からの発信 -」開催　本会代表川島会長、記録、福喜多理事、鴫原事務局長（於 日本学術会議講堂・東京都港区 13時00分～18時00分） |
| 11月30日㈮ | ・16WCEE誘致委員会開催　川島会長、他委員（於 専売会館8階会議室 18時00分～20時00分） |
| 12月 3日㈪ | ・Webカード決済によるシステム構築打合せ　矢代会計理事、鴫原事務局長、江口氏（ﾄｰﾖｰ企画代表）（於 本会事務所 17時00分～18時30分） |
| | ・**JAEE NEWS No.260配信** |
| 12月 4日㈫ | ・日本地震工学会功績賞・功労賞選考委員会開催（於 建築会館302会議室　17時00分～18時30分）<br>□功績賞選考委員会委員<br>（川島会長、若松副会長、芳村副会長、当麻副会長、矢部理事、渡壁理事、<br>加藤理事）<br>□功労賞選考委員会委員<br>（川島会長、若松副会長、芳村副会長、当麻副会長） |
| 12月 6日㈭ | ・原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会（第1回）開催　　亀田委員長、他委員（於 建築会館308会議室　9時30分～12時30分） |
| | ・津波対策とその指針に関する研究委員会開催　松冨委員長、他委員（於 建築会館307会議室　13時30分～17時00分） |
| | ・東日本大震災によるライフライン被害データベース検討委員会開催　鍬田委員長　他委員（於 神戸市サンセンタープラザ12号会議室　16時30分～18時00分） |
| 12月 7日㈮ | ・公益法人申請に伴う会計書類精査　涌井税理士、鴫原事務局長（於 本会事務所 10時30分～17時30分） |
| | ・公益社団法人化推進委員会　公益法人申請書類最終確認及び電子申請実行　　当麻副会長・委員長（於 本会事務所 13時30分～15時00分） |
| | ・第19回理事会開催　川島会長、若松副会長、当麻副会長他（於 建築会館308会議室　15時00分～20時30分） |
| 12月13日㈭ | ・事業企画委員会開催　松田理事・委員長　他委員（於 建築会館307会議室　15時00分～17時30分） |
| 12月18日㈫ | ・【メール審議】国際会議「確率論的安全評価と管理に関するトピカル会議：<br>福島第一原子力発電所事故について(Tokyo PSAM2013）後援について　発議：当麻副会長 |
| | ・第17回震災対策技術展開催に伴う協定書打合せ　矢部理事、鴫原事務局長、震災対策技術展事務局　山城氏、東條氏（於 本会事務所 15時30分～17時00分） |
| 12月19日㈬ | ・第3回 津波等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開催　後藤委員長　他委員（於 奥村組会議室　10時00分～12時00分） |
| 12月20日㈭ | ・第3回 東日本大震災合同報告書作成委員会開催（原子力発電所の被害と復旧編）平野委員長、高田幹事他関係委員（於 建築会館307会議室　17時00分～19時00分） |
| 12月20日㈮ | ・会誌編集委員会開催　斉藤理事・委員長　他委員（於 建築会館305会議室　16時30分～18時30分） |
| 12月26日㈬ | ・会誌第18号　座談会「東日本大震災から次の巨大地震へ」<br>和田　章先生（東京工業大学名誉教授）<br>纐纈一起先生（東京大学地震研究所教授）<br>安田　進先生（東京電機大学教授）<br>高橋重雄理事長（（独）港湾空港技術研究所理事長）<br>川島一彦先生（本会会長　東京工業大学教授）<br>司会　斉藤大樹（本会理事・会誌編集委員会委員長）<br>（於 建築会館305会議室　14時00分～16時30分） |
| 12月27日㈭ | ・原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会（第2回）開催　　亀田委員長、他委員（於 建築会館308会議室　9時30分～12時30分） |
| 12月28日㈮ | ・事務所御用納め |

# 論文集目次

## 日本地震工学会論文集　第12巻 第3号～第7号

Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.12, No.3–No.7

目　　次

### 第12巻　第3号


（論文）

1　デジタルペンとテーブル型ユーザインタフェースを用いた災害情報管理システムの開発と評価　深田秀実、小林和恵、佐藤賢二、川名英之、増田智弘

2　中高層鉄骨鉄筋コンクリート造建物における層崩壊を防止するための耐震診断手法の提案　田子茂、勅使川原正臣、太田勤

3　地震規模依存性を考慮した地盤増幅度評価式の改良と観測増幅度との比較　西川隼人、宮島昌克

（ノート）

4　2011年東北地方太平洋沖地震で被災した橋梁での余震観測と地震動の推定　秦吉弥、野津厚、中村晋、一井康二、酒井久和、丸山喜久


### 第12巻　第4号　特集号「2011年東日本大震災」その１


（巻頭言）

1　特集号「2011年東日本大震災」の発刊にあたって　川島一彦

2　特集号「2011年東日本大震災」編集委員会より　永野正行、片岡俊一、庄司 学、若松加寿江、新井 洋、石原 直、大野 晋、野津 厚

（論文）

3　2011年東北地方太平洋沖地震前後のTerraSAR-X強度画像を用いた地殻変動の検出　リュウ・ウェン、山崎文雄

4　新宿区超高層街区に建つ鉄骨造超高層建築の東北地方太平洋沖地震前後の振動特性　山下哲郎、久田嘉章、坂本有奈利、久保智弘

5　2011 年東北地方太平洋沖地震で被災した既存RC 造建物の地震被害と耐震診断結果　佐野貴之、八十島章、金久保利之

6　被害状況調査の収集によるプレキャスト建築物の被災の傾向　飯塚正義

（報告）

7　千葉県浦安市の液状化現象の発生状況調査　石川敬祐、安田進、萩谷俊吾

（論文）

8　2011 年東北地方太平洋沖震時の強記録に基づく関東・西地域に建つ超高層集合住宅の動特性　永野正行、肥田剛典、渡辺一弘、田沼毅彦、中村 充、井川 望、保井美敏、境 茂樹、森下真行、川島 学

（報告）

9　地震計アレイを用いた千葉市における深部地盤構造の推定　中井正一、関口 徹、石野尋生

（論文）

10　2011 年東北地方太平洋沖地震における最大加速度、計測震度と地震動スペクトルの関係　西川隼人、宮島昌克

（報告）

11　2011 年福島県浜通り地震の地表地震断層の近傍における建物被害調査　久田嘉章、久保智弘、松澤 佳、松本俊明、田邉朗仁、森川 淳

（論文）

12　建築構造物への余震影響に関する検討 －エネルギースペクトルとP-Δ効果に着目した考察－　竹ノ谷幸宏、石鍋雄一郎、半貫敏夫、秋山宏

13　2011 年東北地方太平洋沖地震の余震観測と微動アレイ観測によるKiK-net 芳賀観測点周辺での地盤震動特性の評価　山中浩明、津野靖士、地元孝輔、新色隆二

| | | |
|---|---|---|
| 14 | 広域の強震記録から推定される2011 年東北地方太平洋沖地震の表層地盤の非線形挙動 | 若井 淳、野津 厚 |
| 15 | 東北地方太平洋沖地震における首都圏の帰宅困難者の特性に関する分析 | 藤生慎、沼田宗純、大原美保、目黒公郎、高田和幸、松原全宏 |
| 16 | 東北地方太平洋沖地震における三陸鉄道の被災と復旧 —現地調査・ヒアリング調査 にもとづく考察— | 藤生 慎、沼田宗純、高田和幸、大原美保、目黒公郎 |
| 17 | 東日本大震災による鉄道事業者の地震リスク移転に関する財務影響度評価 | 山田秀樹、矢代晴実、大峯秀人、吉川弘道 |
| 18 | 海溝型巨大地震における強震動パルスの生成とその生成域のスケーリング | 野津厚、山田雅行、長尾毅、入倉孝次郎 |
| 19 | SINKHOLES AND SUBSIDENCE ABOVE ABANDONED MINES AND QUARRIES CAUSED BY THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE ON MARCH 11, 2011 AND THEIR IMPLICATIONS | Omer AYDAN and Hisataka TANO |
| 20 | 鹿島地域の液状化による管路被害集中地域と地形変遷 | 鍬田泰子、池尻大介 |
| 21 | 東日本大震災事前と事後における千葉県御宿町住民の津波避難経路の比較分析 | 川崎拓郎、村尾修、諫川輝之、大野隆造 |
| | （報告） | |
| 22 | 東日本大震災における仙台市内の避難者発生の地域特性 | 佐藤 健、恋水康俊、昆野辰樹 |
| | （論文） | |
| 23 | 東日本大震災時における事業者の行動等について 新宿駅西口地域を対象としたアンケート調査より | 新藤淳、平本達也、村上正浩、久田嘉章 |
| 24 | 地震動シミュレーションから得られる海底地盤の鉛直変位を用いた津波シミュレーション | 秋山伸一、河路薫、是永眞理子、藤原了、田宮貴洋 |
| 25 | DAMAGE OF BRIDGES DUE TO THE 2011 GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE | Kazuhiko KAWASHIMA |
| 26 | 2011 年東北地方太平洋沖地震における仙台市域の地盤震動特性 | 大野晋、三屋栄太、源栄正人 |
| 27 | 長周期地震動の経験式の改良と2011 年東北地方太平洋沖地震の長周期地震動シミュレーション | 佐藤智美、大川出、西川孝夫、佐藤俊明 |
| 28 | 経験的サイト増幅・位相特性を考慮した2011 年東北地方太平洋沖地震における那珂川水管橋での地震動の評価 | 秦吉弥、鍬田泰子、野津厚 |
| 29 | 損傷スペクトルを用いた耐震性能評価手法の開発と検証 －東日本大震災の被害調査を通じて－ | 西尾淳、今井究、田嶋和樹、白井伸明 |
| 30 | 2011年東北地方太平洋沖地震で観測された長周期地震動が長周期型構造物の震動制御に与える影響 | 庄司学、門真太郎 、韓強 |

## 第12巻　第5号　特集号「2011年東日本大震災」その２

| | | |
|---|---|---|
| | （報告） | |
| 1 | 東日本大震災における首都圏超高層建築における被害調査と震度アンケート調査 | 久保智弘、久田嘉章、相澤幸治、大宮憲司 、小泉秀斗 |
| | （論文） | |
| 2 | 千葉市美浜区の液状化被害に与えた表層地盤構造の影響 | 関口徹、中井正一 |
| 3 | 女川原子力発電所における東北地方太平洋沖地震前後の地震波の伝播速度の変化 | 茂木秀則、川上英二 |
| 4 | 東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況関す考察 | 山崎泰司、瀬川信博、石田直之、鈴木崇伸 |
| 5 | 2011年東北地方太平洋沖地震による地盤の再液状化 | 若松 加寿江 |
| 6 | 東北地方太平洋沖地震における津波越流に対する土構造物の安定性 | 山中 稔、原 忠、Hazarika Hemanta、大角恒雄、古市秀雄、上野舞子、山崎友治、岡田博之 |
| 7 | 2011年東北地方太平洋沖地震（Mw 9.0）の本震記録と余震記録を用いた首都圏およびその周辺地域に於ける長周期地震動の特性 | 津野靖士、山中浩明、翠川三郎、山本俊六、三浦弘之、酒井慎一、平田直、笠原敬司、木村尚紀、明田川保 |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | 東北地方太平洋沖地震における被災建物の振幅依存振動特性の長期モニタリング | 源栄正人、ツァンバ・ツォグゲレル、吉田和史、三辻和弥 |
| 9 | 宮城県大崎市と宮城県栗原市を対象としたアンケート調査に基づく東北地方太平洋沖震と4月7日の余震（M7.2）の揺れの調査 | 坂本拓也、磯部亮太、源栄正人、柴山明寛 |
| 10 | 東北地方太平洋沖地震における利根川流域の液状化被害 | 先名重樹、長谷川信介、前田宜浩、藤原広行 |
| 11 | 火山灰土による谷埋め盛土の崩壊およびその非排水繰返しせん断強度 | 野田翔兵、兵動正幸、古川智、古居俊彦 |
| 12 | 東北地方太平洋沖震による帰宅困難者の移動開始時刻関す分析 | 高田和幸、藤生慎、入子直樹、大沢祐輔 |
| 13 | 東北地方太平洋沖地震及びその前震・余震で観測された東京湾岸の長周期地震動 | 植竹富一 |
| 14 | 2011 年東北地方太平洋沖地震で損傷した鉄筋コンクリート造３階建て建物のモード特性と損傷階の推定 | 飯山かほり、栗田哲、源栄正人、千葉一樹、櫻田佑太、三辻和也 |
| 15 | 多点同時微動計測に基づく大破した９階建てSRC 造建物のモード特性の同定 | 飯山かほり、栗田哲、源栄正人、千葉一樹、平松大樹、三辻和也 |

## 第12巻　第6号　特集号「リモートセンシングによる災害評価 -近年の地震・津波への適用-」

（巻頭言）

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 特集号「リモートセンシングによる災害評価 -近年の地震・津波への適用-」の発刊にあたって | 松岡 昌志、越村 俊一、三浦 弘之、丸山 喜久 |

（論文）

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 2010年ハイチ地震における被害地域検出のための高分解能衛星画像のテクスチャ解析 | 三浦弘之、翠川三郎、Soh Hui Chen |
| 3 | Detection of building damage in the 2010 Haiti earthquake using high-resolution SAR intensity images | Pralhad UPRETY and Fumio YAMAZAKI |
| 4 | 2007年ペルー地震の被災地を観測したALOS/PALSAR画像による建物被害推定モデルの構築 | 松岡昌志、Miguel ESTRADA |
| 5 | リモートセンシングによる2011年東北地方太平洋沖地震津波の広域被害把握 | 越村俊一、郷右近英臣、福岡巧巳、林里美 |
| 6 | ASTER熱赤外画像を用いた2011年東日本大震災における津波被害把握 | 花田大輝、山崎文雄 |
| 7 | 高解像度SAR画像を用いた東北地方太平洋沖地震における津波浸水域と建物被害の抽出 | リュウ・ウェン、山崎文雄、郷右近英臣、越村俊一 |
| 8 | 衛星画像を用いて推定した千葉県旭市の津波浸水域と数値シミュレーション結果の比較 | 北村 健、丸山喜久 |
| 9 | 2011年東北地方太平洋沖地震において津波作用を受けた橋梁構造物の被害把握 | 庄司学、高橋和慎、中村友治 |
| 10 | 航空写真を用いた東日本大震災被災地における住宅変遷の評価 | 杉安和也、村尾修、川崎拓郎、韓海燕、シャーエムディフォエズ |
| 11 | 光学センサ画像における日影長さとSAR強度画像における倒れ込み量に基づく建物高さと地震による倒壊の検出 | 岩崎洋志、リュウ・ウェン、山崎文雄 |

## 第12巻　第7号

（論文）

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2011 年福島県浜通り付近の正断層の地震の短周期レベルと伝播経路・地盤増幅特性 | 佐藤 智美, 堤 英明 |
| 2 | 大規模地震災害時における遠隔建物被害認定システムの開発と評価 | 藤生 慎, 大原 美保, 目黒 公郎 |
| 3 | 計測震度のフィルタを修正することによって建物被害率と対応させる試み | 神田 和紘, 境 有紀 |
| 4 | 特性化グリーン関数に基づく地震動の応答スペクトル予測手法 | 王寺 秀介, 澤田 純男, 後藤 浩之 |

（報告）

| | | |
|---|---|---|
| 5 | 強地震鉛直アレー記録に基づいた地盤中の波動エネルギーフロー（補遺） | 國生 剛治, 鈴木 拓 |

# 出版物在庫状況

## 刊行図書

2012.12.01現在

| 刊行日 | 題名 | 在庫 | 価額 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 会　員 | 非会員 | 学生会員 |
| 2006.06.20 | 性能規定型耐震設計現状と課題（性能規定型耐震設計研究委員会編 / 鹿島出版会） | ○ | ¥3,360 | ¥3,360 | ¥3,360 |

## 資料集

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 2002.01.25 | 兵庫県南部地震以降の地震防災ー何が変わったか、これから何が必要なのか | ○ | ¥1,000 | ¥1,500 | ¥1,000 |
| 2002.11.01 | 特別講演会「地震対策技術アラカルトー大地震に備えてー」 | ○ | ¥1,000 | ¥1,500 | ¥1,000 |
| 2003.08.21 | 宮城県沖の地震・アルジェリア地震被害調査報告会概要集 | ○ | ¥1,000 | ¥1,500 | ¥1,000 |
| 2002.02.14 | 第６回震災対策技術展「国土セイフティネットシンポジウム - 広域リアルタイム地震ネット構築へ向けて」 | ○ | ¥1,000 | ¥1,000 | ¥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構築へ向けて」 | ○ | ¥1,000 | ¥1,000 | ¥1,000 |
| 2005.01.22 | 第９回震災対策技術展「防災担当者へ伝えたいことー震災時対応者にとっての 10 年」 | ○ | ¥1,000 | ¥1,000 | ¥1,000 |
| 2004.03 | 性能規定型耐震設計法の現状と課題「平成 15 年度報告書」 | ○ | ¥2,000 | ¥3,000 | ¥1,000 |
| 2004.05.14 | 第１回性能規定型耐震設計法に関する研究発表会講演論文集 | ○ | ¥2,000 | ¥4,000 | ¥1,000 |
| 2005.03 | 性能規定型耐震設計法ー性能目標と限界状態はいかにあるべきか「平成 16 年度報告書」 | ○ | ¥3,000 | ¥4,500 | ¥1,500 |
| 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 |
| 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 |
| 2003.11.28 | 日本地震工学会大会 -2003 梗概集 | ○ | ¥4,000 | ¥8,000 | ¥1,500 |
| 2005.01.11 | 日本地震工学会大会 -2004 梗概集 | ○ | ¥5,000 | ¥9,000 | ¥2,000 |
| 2005.11.21 | 日本地震工学会大会 -2005 梗概集 | ○ | ¥6,000 | ¥10,000 | ¥2,000 |
| 2008.11.03 | 日本地震工学会大会 -2008 梗概集 | ○ | ¥5,000 | ¥10,000 | ¥2,000 |
| 2009.11.12 | 日本地震工学会大会 -2009 梗概集 | ○ | ¥5,000 | ¥10,000 | ¥2,000 |
| 2011.11.10 | 日本地震工学会大会 -2011 梗概集 | ○ | ¥5,000 | ¥10,000 | ¥2,000 |
| 2012.12.01 | 日本地震工学会大会 -2012 梗概集 | ○ | ¥5,000 | ¥10,000 | ¥2,000 |
| 2009.07.31 | 日本地震工学会誌Ｎｏ．10 | ○ | ¥1,000 | ¥1,500 | ¥1,000 |
| 2010.01.31 | 日本地震工学会誌Ｎｏ．11 | ○ | ¥1,000 | ¥1,500 | ¥1,000 |
| 2010.07.31 | 日本地震工学会誌Ｎｏ．12 | ○ | ¥1,000 | ¥1,500 | ¥1,000 |
| 2011.01.31 | 日本地震工学会誌Ｎｏ．13 | ○ | ¥1,000 | ¥1,500 | ¥1,000 |
| 2011.07.31 | 日本地震工学会誌Ｎｏ．14 | ○ | ¥1,000 | ¥1,500 | ¥1,000 |
| 2011.11.01 | 日本地震工学会誌Ｎｏ．15　東日本大震災 特集号（1） | × | × | × | × |
| 2012.03.31 | 日本地震工学会誌Ｎｏ．16　東日本大震災 特集号（2） | ○ | ¥2,000 | ¥3,000 | ¥2,000 |
| 2012.07.31 | 日本地震工学会誌Ｎｏ．17　東日本大震災 特集号（3） | ○ | ¥2,000 | ¥3,000 | ¥2,000 |

## 資料集（不定期発行）

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2005.01.13 | Proceedings of the International Symposium on Earthquake Engineering Commemorating Tenth Anniversary of the 1995 Kobe Earthquake (ISSE Kobe 2005) | ○ | ¥6,000 | ¥10,000 | ¥6,000 |
| 2007.03 | 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 | 基礎ー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 | 津波災害の軽減方策に関する研究委員会報告書（平成 20 年５月） | ○ | ¥2,000 | ¥3,000 | ¥1,000 |
| 2009.02.23 | セミナー（第２回）「実務で使う地盤の地震応答解析」資料 | ○ | ¥2,000 | ¥3,000 | ¥1,000 |
| 2009.04.14 | セミナー　ー構造物の地震リスクマネジメントー | ○ | ¥2,000 | ¥3,000 | ¥1,000 |
| 2010.01.25 | 講習会「性能設計に基づく耐震設計事例の紹介」 | ○ | ¥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 |
| 2012.02.21 | 微動の利用技術＜微動利用技術研究委員会報告書＞ | ○ | ¥2,000 | ¥5,000 | ¥2,000 |

※送料は別途実費でいただきます。

## 強震記録データ

2012.09.01 現在

| 題　名 | 在庫 | 詳細、申込み方法については、以下のURLにて、確認してください。<br>http://www.jaee.gr.jp/disaster/data-hanpu.pdf<br>定価 |
|---|---|---|
| 兵庫県南部地震における強震記録データベース<br><br>㈶震災予防協会に設置された強震動アレー観測記録データベース推進委員会（委員長：表俊一郎）とその下部組織であるデータベース作業部会（部会長：亀田弘行）では、わが国におけるアレー観測記録のデータベース化に取り組んできましたが、1995年兵庫県南部地震における16の機関による強震記録292成分ならびに東京大学生産技術研究所によるアレー記録924成分が1枚のCD-ROMに取り纏められました。 | ○ | ●大学等公共機関　￥40,000<br>●民　間　機　関　￥80,000 |
| 東京電力㈱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＞<br><br>平成19年7月16日に発生した新潟県中越沖地震に関して、東京電力㈱より柏崎刈羽原子力発電所における設備復旧・安全確保に向けての取り組みの一環として、「本震」「余震」の地震観測記録等の提供を受け、CD-ROM、DVDにて提供して参りましたが、その後、財団法人震災予防協会の要望を受けていただき、東京電力㈱より新たに強震記録の＜改訂版＞としてこれまでに観測された2004年10月23日から2008年3月31日までの時刻歴データ（データ量は2.95Gbyte.）の提供を受けました。財団法人震災予防協会は、平成22年3月を以て活動停止となったため、平成22年6月より、一般社団法人日本地震工学会から皆様に引き続き提供することとなりました。 | ○ | ●日本地震工学会<br>＜個人会員（正会員・学生会員）＞：6,000 円<br>●日本地震工学会＜法人会員＞：14,000 円<br>●非会員（個人利用）：10,000 円<br>●非会員（法人利用）：22,000 円 |
| 中部電力㈱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<br><br>2009年8月11日に発した駿河湾の地震等に関して、中部電力㈱より浜岡原子力発電所における耐震性向上に向けての取り組みの一環として、本震及び余震他の地震観測記録等を提供いただける旨の申し出が当学会になされました。この記録は、原子力発電所で観測された貴重なものであり、耐震工学や地震工学・地震学の発展に資することから、今回、当学会においてこれらを記録したCD-ROMを頒布することといたしました。 | ○ | ●日本地震工学会会員（正会員・学生会員）<br>：1 部3,000 円<br>●日本地震工学会会員（法人会員）：6,000 円<br>●非会員（個人）：1 部5,000 円<br>●法人（非会員）：10,000 円 |
| 東京電力㈱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＞<br><br>東京電力㈱から、「平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震においての福島第一原子力発電所および福島第二原子力発電所で観測された強震観測記録等の強震データ記録」について公開されましたが、本会では、この記録は、原子力発電所で観測された貴重なものであり、耐震工学や地震工学・地震学の発展に資することから、当学会においてこれらを記録したデータ提供の申し出を行ないました。その結果、本会から頒布することといたしました。 | ○ | ●日本地震工学会＜（正会員・学生会員）＞<br>：5,000円<br>●日本地震工学会＜法人会員＞：10,000円<br>●非会員（個人利用）：10,000円<br>●非会員（法人利用）：20,000円 |
| 東北電力㈱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<br><br>東北電力㈱から、「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（本震）、宮城県沖の地震（余震）時に取得された地震観測記録」について公開されましたが、本会では、この記録は、原子力発電所で観測された貴重なものであり、耐震工学や地震工学・地震学の発展に資することから、当学会においてこれらを記録したデータ提供の申し出を行ないました。その結果、本会から頒布することといたしました。 | ○ | ●日本地震工学会＜（正会員・学生会員）＞<br>：5,000円<br>●日本地震工学会＜法人会員＞：10,000円<br>●非会員（個人利用）：10,000円<br>●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)<br><br>日本原子力発電(株)から、「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)」について公開されましたが、本会では、この記録は、原子力発電所で観測された貴重なものであり、耐震工学や地震工学・地震学の発展に資することから、当学会においてこれらを記録したデータ提供の申し出を行ないました。その結果、本会から頒布することといたしました。 | ○ | ●日本地震工学会＜（正会員・学生会員）＞<br>：5,000円<br>●日本地震工学会＜法人会員＞<br>：10,000円<br>●非会員（個人利用）：10,000円<br>●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<br>「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」<br><br>北海道電力株式会社、東北電力株式会社、東京電力株式会社、中部電力株式会社、北陸電力株式会社、関西電力株式会社、中国電力株式会社、四国電力、九州電力株式会社、日本原子力発電株式会社、電源開発株式会社、日本原燃株式会社（以下、「12電力会社」という）から、「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による「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」の本震・余震等時において取得された地震観測記録」が公開されました。この記録は、複数の岩盤の鉛直アレー観測で観測された貴重なものであり、耐震工学や地震工学・地震学の発展に資することから、当学会においてこれらを記録したデータ提供の申し出を行ない、本会から頒布することといたしました。 | ○ | ●日本地震工学会＜（正会員・学生会員）＞<br>：5,000円<br>●日本地震工学会＜法人会員＞<br>：10,000円<br>●非会員（個人利用）：10,000円<br>●非会員（法人利用）：20,000円 |

## Strong Motion Data

Strong motion data sets provided by major Japanese agencies and companies are available for purchase through JAEE. The following table lists all strong motion data that are currently available. Please follow the links in the table to find how each data set can be purchased.

| No. | Recording Station | Provided by | English | Price |
|---|---|---|---|---|
| The 2011 Great East Japan (Tohoku) Earthquake | | | | |
| 1 | Fukushima Daiichi & Daini (Nos. 1 & 2) Nuclear Power Plants | Tokyo Electric Power Company | Translation available | 20,000 JPY |
| 2 | Onagawa Nuclear Power Plant * | Tohoku Electric Power Company | Translation available | 20,000 JPY |
| 3 | Tokai Daini (No. 2) Nuclear Power Plant | The Japan Atomic Power Company | Translation available | 20,000 JPY |
| 4 | Vertical seismic array network over Fukushima and Kanto region * | The 12 Japanese Power Companies | Translation available | 20,000 JPY |
| The 2009 Shizuoka Earthquake | | | | |
| 5 | Hamaoka Nuclear Power Plant * | Chubu Electric Power Company | Translation available | 20,000 JPY |
| The 2007 Niigata Chuetsu-oki Earthquake | | | | |
| 6 | Kashiwazaki-Kariwa Nuclear Power Plant (1) | Tokyo Electric Power Company | English version of No.7 | 20,000 JPY |
| 7 | Kashiwazaki-Kariwa Nuclear Power Plant (2) * | Tokyo Electric Power Company | Not available | 20,000 JPY |
| The 1995 Kobe Earthquake | | | | |
| 8 | 16 agencies and the University of Tokyo strong motion array | The former Association for Earthquake Disaster Prevention | Not available | 80,000 JPY |

[*] indicates that data from other related events are included.

Sample description files extracted from each CD may be downloaded by clicking the cell listed as “Translation available.”
Each set can be purchased by credit card (Visa, MasterCard, American Express, or JCB) for the price listed above.
The purchased data cannot be copied for distribution to a third person or party.
The agency or company that provided the original data is to be credited as the provider of data for any outcome that result from use of the purchased data.
JAEE neither accepts questions on the data nor introduces any individual for inquiry about the data.

# 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。

**ホームページをご覧下さい**

日本地震工学会の会則、学会組織、役員、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下さい。ホームページには、学会の情報の他に、最新の地震情報、日本地震工学会論文集など多くの情報が掲載されています。ぜひご活用ください。

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

日本地震工学会ホームページ　http://www.jaee.gr.jp/
会員ページ　http://www.jaee.gr.jp/members.html

# 会誌への原稿投稿のお願い

日本地震工学会会誌では、「地域での地震防災に関する話題」、「地震工学に関連した各種学術会議・国際学会等への参加報告」、「興味深い実験や技術の紹介」、「当学会や会誌への要望や意見」等に関して、皆様からの原稿を募集しております。なお、投稿原稿は原則として未発表のものに限ります。また、「速報性を重視する内容（原則として年2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　http://www.jaee.gr.jp/contribution.html

# 問い合わせ先

不明な点は、氏名・連絡先を明記の上、下記までお問い合わせ下さい。

日本地震工学会　事務局　〒108-0014 東京都港区芝5-26-20 建築会館
TEL : 03-5730-2831　FAX : 03-5730-2830　電子メールアドレス: office@general.jaee.gr.jp

**編集後記：**

何はさておき、本誌に原稿をご執筆いただいた著者の方々、および関係各位に心より御礼申し上げます。年末年始のご多忙中にも関わらず､ある方は大晦日に､ある方は正月三が日にと、校正作業等に快く御対応いただき、本当に有難うございました。

さて､ここ数日、東京では酷く寒い日が続いています。過日の｢成人の日｣には、久しぶりの大雪が降りました。会合に出席のため外出した私は、途中で電車が止まり、立ち往生してしまいました。吹雪の中で、震えながらタクシーを待つ間、自分の見込みの甘さを後悔した次第です。天候と同様に、地震に対しても、深い思慮と入念な準備が必要なことを再確認しました。

椛山　健二（芝浦工業大学）

**会誌編集委員会**

| | | |
|---|---|---|
| 委員長 | 斉藤　大樹 | 豊橋技術科学大学 |
| 幹　事 | 津田　健一 | 清水建設 |
| 幹　事 | 椛山　健二 | 芝浦工業大学 |
| 幹　事 | 田中　清和 | 大林組 |
| 委　員 | 井澤　　淳 | 鉄道総合技術研究所 |
| 委　員 | 紺野　克昭 | 芝浦工業大学 |
| 委　員 | 佐伯　琢磨 | ひょうご震災記念21世紀研究機構 |
| 委　員 | 桜井　朋樹 | ＩＨＩ |
| 委　員 | 佐藤　　健 | 東北大学 |
| 委　員 | 千葉　一樹 | 東急建設 |
| 委　員 | 南雲　秀樹 | 東電設計 |
| 委　員 | 皆川　佳祐 | 埼玉工業大学 |

日本地震工学会誌　第18号　Bulletin of JAEE　No.18

2013年１月31日発行（年２回発行）
編集・発行　一般社団法人 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 2013
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