

■ IRIDeSの一般公開イベント ■

● 金曜フォーラム

基本的に2か月に1回、IRIDeSの最新研究成果を発表する場です。(無料、申し込み不要)

● 展示スペース

1Fエントランスホールなどにて、災害メカニズム・緊急対応・復興・防災教育などIRIDeSの研究例を紹介。

月～金 10:00-16:00 公開、予約不要(自由見学)。

【休館日】土・日曜日、祝日、年末年始。
その他催事等でご覧いただけないことがあります。

【アクセス】

東北大学 災害科学国際研究所
〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉468-1
HP: <http://irides.tohoku.ac.jp/>



仙台市地下鉄東西線
「青葉山駅」から徒歩3分



お問い合わせ

IRIDeS広報室

電話: 022-752-2049

メール: koho-office@irides.tohoku.ac.jp

編集後記

IRIDeS NEWSの多くの部分を広報室で手作りしています。震災を経て、災害・防災研究の社会発信の重要性が再認識されるようになりました。これからも災害科学をよりよく伝えられる方法を探していきたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

(IRIDeS広報室 中鉢奈津子)

IRIDeS NEWS 2019 2019年3月発行

発行・編集 東北大学災害科学国際研究所
文章執筆 主担当 中鉢奈津子 / 写真撮影 主担当 鈴木通江
デザイン・印刷 有限会社 明倫社
表紙写真 インドネシア・パル現地調査より(今村文彦教授撮影)

東北から、実践的防災学を世界へ

IRIDeS

International
Research
Institute of
Disaster
Science,
Tohoku
University



NEWS

東北大学災害科学国際研究所
NEWSLETTER [イリディス・ニュース]

2019



Topics

〈報告〉インドネシア・パル 津波被害現地調査

〈特集〉東日本大震災から8年 IRIDeS研究者 復興への取り組み

〈研究紹介〉同じ活断層がわずか6年で繰り返し動いた／建物の「ゆっくり揺れ」を抑える装置の開発／地方都市における帰宅困難者問題



災害リスク
研究部門



人間・社会対応
研究部門



地域・都市再生
研究部門



災害理学
研究部門



災害医学
研究部門



情報管理・
社会連携部門



寄附
研究部門

G-Safety
SCIENCE FOR GLOBAL SAFETY
リーディング大学院
グローバル安全学
トップリーダー育成プログラム

ご挨拶



東北大学災害科学国際研究所 (IRIDeS)
所長 今村 文彦

2018年は、大阪府北部地震、西日本豪雨、相次ぐ台風・高潮、北海道胆振東部地震など様々な自然災害が多発し、地域社会に爪痕を残しました。2018年を表す漢字として「災」が選ばれたほどです。IRIDeSの研究者は、緊急調査ワーキンググループメンバーを中心に、大きな被害を出した災害に関し、迅速な情報収集・データ分析や、現地調査・支援を実施しました。

私自身は海外の災害支援にも力を入れた1年でした。特にインドネシア政府と連携し、スラウェシ島パル地震津波（9月28日発生）では現地調査を、また、スンダ海峡津波（12月22日発生）では現地にてインドネシア政府支援活動を行いました。従来の防災対応をさらに強化する必要性を感じつつ、事前に予測が難しい災害に対してどう対峙するべきか、災害科学として取り組まねばならないと考えています。

2019年11月9日より第2回世界防災フォーラムが開催され、私はその実行委員長をつとめます。IRIDeSが全面協力した2017年第1回フォーラムは、大成功のうちに閉幕しましたので、今後も東北・仙台発の防災知見を世界につなぐこのフォーラムの継続・発展を目指したいと思います。

東日本大震災から8年が経過しますが、防災・減災に関する研究課題解決や地域社会での取り組みの重要性は増すばかりです。今後ともご支援のほど、どうぞよろしくお願い申し上げます。

CONTENTS

- 2 報告
インドネシア・パル 津波被害現地調査
- 3-6 特集
東日本大震災から8年 IRIDeS 研究者の復興研究・実践活動
- 7-10 研究紹介
同じ活断層がわずか6年で繰り返し動いた高層ビルの「ゆっくり揺れ」を抑える装置の開発
地方都市における帰宅困難者問題
- 11-12 IRIDeS Diary
福島県いわき市薄磯地区で避難訓練に参加
- 13-14 活動紹介
ネットワークの力で歴史資料を後世に／第2回世界防災フォーラム開催発表
- 広報室コラム

IRIDeS
緊急調査



写真2



写真3



写真4

写真1 海岸線に近い建物。
赤線部分まで津波が到達した。

写真2 現地調査を行う今村教授

写真3 海岸線に沿って河口に架けられていた橋。
津波により大きく破壊された。

写真4 写真1の建物内1階。津波の泥水の痕跡が
残っており、水流が速かったと推定される。

(写真提供：今村文彦教授)



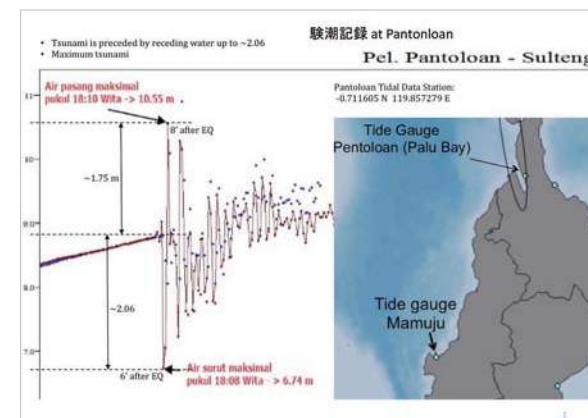
写真1

インドネシア・パルにて津波被害に関する現地調査

2018年9月28日6:02pm(日本時間7:02pm)、インドネシア・スラウェシ島中部でM7.5の地震が発生し、この地震および地震に伴って生じた津波・液状化・地すべりにより、大きな被害が発生しました。IRIDeSの今村文彦教授(津波工学)は、10月4日～6日、震源近くの主要都市・パルおよびその周辺地域で、他の研究者やインドネシア政府関係者とともに、いち早く津波被害に関する現地調査を行い、帰国後の10月11日、IRIDeSにて調査結果を報告しました。

当時のインドネシア政府が観測した潮位記録から、津波がちょうど満潮時に発生したことや、地震発生から6分後に津波が到達し、水位差から4mの波高の津波が発生していたことが分かりました。震源から離れたパル湾で、大きな津波が短時間で到達したことになります。今村教授は「スラウェシ島沿岸部のマムジュ等地域では潮位差数十cmで、大きな水位差を示したパル湾とは特徴が極めて異なっていました。パル湾の潮位記録は、今回のパル津波の実態を示す貴重なデータです」と指摘しました。

また、今村教授は、パルにおける現地調査の結果、海岸線から約200～300m内陸までは建造物被害が見られ、海岸線近くの建物は1階部分が破壊されているが、泥水の痕跡も残っており、水流が速かったことが推定されること、地盤沈下等も確認したこと、また、目撃情報も考慮すると、スプラッシュ(水しぶき)と呼ばれる現象により津波は10.4mの高さに達した可能性があることを報告しました。さらに、今回パル湾内で大きな津波が発生した原因は、地震直接ではなく揺れに伴って発生した海底地すべりであった可能性が高いと述べ、地形図等を用い、地すべりの規模や方向などに関する自らの考察を発表しました。



パル湾で観測された潮位変化 (Muhari et al, JDR, 2018)

2018年度のIRIDeS緊急調査および報告会

▶ ほかに多くの分野の専門家が現地で活動

上記に加え、2018年6月18日に発生した大阪府北部地震、9月6日に発生した北海道胆振東部地震に関し、複数のIRIDeS研究者が緊急解析および現地調査・支援を行い、報告会を開催しました。また、2018年7月に発生した西日本豪雨、2019年1月3日熊本で発生した地震に関しても、データ分析を行いました。これら調査・分析結果は、IRIDeS ホームページで公開されています。

Other Activities

東日本大震災から8年

IRIDeS研究者の被災地復興へのかかわり

Feature
特集

2019年3月11日で、東日本大震災から8年となりました。

IRIDeSは震災復興への貢献をミッションの一つとし、さまざまな分野の研究者が復興に関する研究・実践活動を行ってきました。

多くの復興事業が一段落し、被災地の景観が大きく変わったいま、医学・工学・社会科学の研究者に、これまでの活動について聞きました。

▶ Study field 1 放射線科学

原子力事故対応を経て、災害放射線科学の研究とコミュニケーションを続ける

災害医学研究部門
千田 浩一 教授

東日本大震災の前から、放射線科学・放射線被ばく分野で研究・教育・実践活動を行ってきました。福島第一原子力発電所事故発生後は、宮城県からの要請を受け、さまざまな形で事故対応に携わるようになりました。東北大学病院は、主に福島第一原発30km圏内からの避難者の方々の放射能検査と、必要が生じた場合は除染を行いました、その検査・除染体制づくりと実施に協力しました。

また、2011年3月15日からは、宮城県庁に設置された「原発事故相談窓口」の支援も行いました。この窓口には、放射線の影響などを尋ねる数多くの電話相談等が寄せられました。電話には基本的に県職員が対応し、私は日中、県庁に詰めてアドバイザーをつとめました、専門的な内容の場合など、私自身が電話でお答えしました。約1か月間にわたり、自治体・医療機関・一般の方々等からの多岐にわたる問い合わせに対応した結果、放射線に関する科学的知識が、社会にどれだけ知られていないかを痛感しました。この経験から、放射線に関する基礎知識や生活への影響について、学術的立場から、子どもやその家族へわかりやすく解説するパンフレットを、対象年齢ごとに分けて作成することになりました。放射線や被ばくとは何か、という基本的なことから、日常生活で気をつける点、健康への影響などに加え、まだわかっていないことについても伝える内容で、これらパンフレットは、福島県内を中心に活用いただいています。現在に至るまで、IRIDeSの防災教育専門家と連携した放射線教育に関する講演や、福島県立医大の先生方との放射線教育教材開発共同研究、一般市民の方々向けの放射線や防護に関するセミナーなど、地道な科学コミュニケーション推進の努力を続けています。

放射線の人体への影響を、新たな視点から明らかにする

研究も行ってきました。近年、従来考えられていた線量より少ない被ばくでも目の水晶体が傷つき、白内障を引き起こす危険性が指摘されています。それを受け、放射線医療従事者を対象に、水晶体被ばく線量を正確に測定し、適切な防護方法に関する提言を行う論文を、研究チームとともに発表しました¹⁾。この研究成果は、今後、廃炉作業従事者の目の被ばく防護にも生かせる可能性があります。また、微量の血液から被ばく線量を推定できる現象を発見し、これも論文として発表しました²⁾。将来、線量計が入手できないような場合にも、被ばく測定が容易に行えるようになる可能性があります。

その他、放射線関連機器の開発にも携わり、停電時にも稼働できる放射線検査機器や、従来型より安全で使いやすい、確実に計測できる、患者さん用のリアルタイム被ばく



放射線を対象年齢ごとに解説するパンフレット
小学校低学年用、小学校高学年用、保護者用、高齢者用の4種類。
(予め福島県内の小学校にて行ったアンケート調査結果に基づきパンフレットの項目内容を検討した。)

線量計³⁾(特許取得)の開発を主導しました。

2018年10月には、「震災から7年 復興と放射線技術学」をテーマに仙台にて日本放射線技術学会秋季学術大会を主宰し、IRIDeS所有の各種展示物を出展するなどして全国からの参加者に情報発信を行いました。東北大学病院が年1回実施する「緊急被ばく医療傷病者受け入れ訓練」にもスーパーバイザーとして積極的に貢献協力しています。

今後も、放射線科学・放射線被ばくに関する研究・教育・実践活動を行っていくつもりです。この8年で、福島県内では放射線に対する知識と理解が深まりましたが、現在は、福島県外との知識ギャップが課題になっています。将来、さまざまな場所で放射線科学の知識を伝える努力も続けていきたいと考えています。

▶ Study field 2 土木工学

工学の立場から
復興事業の実務的・実践的支援情報管理・社会連携部門
平野 勝也 准教授

宮城県・岩手県の数多くの復興事業に協力してきました。特に大きくかかわったのは宮城県石巻市と女川町です。石巻市では、東北大学工学研究科の小野田泰明教授・姥浦道生准教授(IRIDeS兼任)と、土木・建築・都市計画の各分野をカバーする支援チームを組み、今日まで支援を続けてきました。中心市街地・各半島・拠点集落など、石巻市のほとんどの復興事業にかかわっています。女川町では、復興まちづくりデザイン会議の委員長をつとめてきました。

防潮堤にもかかわりました。岩手県・宮城県の防潮堤デザインの指針策定を支援したほか、個別に防潮堤の設計も手伝っています。防潮堤は社会で大きな論議を呼んだこともあり、悩みながら進めました。防潮堤には、津波や高潮から地域を守る利点がある一方で、高額な建設・維持費、環境や景観面でマイナス面があります。反対される方は防潮堤の悪影響をゼロにしたいのですが、私としては、現実を踏まえながら、頑張って100の悪影響を90まで減らした、という実感です。

一部の復興事業では支援チームで基本設計図面作成まで行いましたが、専門家として果たした全般的な役割は、アド

バイザーとして設計水準を少しでも上げるよう助言することでした。デザインは、する人によって良し悪しがはっきり出るものです。住民がこの先ずっと住み続けるまちを作るわけですから、使い勝手・維持管理のしやすさ・美観を含め、工学系の専門知識が生きた質の高いものになるよう尽力しました。ただし、押しつけにならないよう、自治体の立場や住民の思いも聞きながら、必要に応じて計画を修正して一緒に走ってきました。そもそも土木事業とは、一人ではできない集団作業です。

事業間調整も頻繁に行いました。例えば、石巻市中心市街地における事業は道路・河川・海岸・都市・住宅といった縦割りのほか、事業主体も国・県・市の事業が絡み合い、意思決定は極めて複雑で細分化されていました。それらを束ね、矛盾しないまちづくりに持って行くよう尽力しました。また、今回の復興事業は市町村が一義的な責任を負いましたが、例えば主要インフラはほとんど県の管理であるなど、市町村だけで進めることはできません。県と市の間に立ち、事業が円滑に進むための調整役も担いました。

これら復興事業へのかかわりは、既存の知識をどう集め、

5ページに続く

Study field 2 の続き

制度・制約の中で実現させていくかという実践ですから、土木工学分野の研究論文に直接つながることはありません。しかし今後、後世に役立つ記録としてまとめ、残したいと思っています。また、今回の経験を、南海トラフ巨大地震対応にも柔軟に生かしていきたいと考えています。

発展途上国では、復興やビルド・バック・ベター⁴⁾を、発災前より安全性を高めるまちづくり、と解釈するケースが多いようです。しかし、東日本大震災被災地には違った文脈があります。津波で流され更地になってしまった地域を、持続可能なまちとしてどう成立させられるか。すなわち、この人



宮城県女川町
(2011年4月12日)

口減少時代の日本において、維持費がかからずコンパクトにする一方で、地域の課題を解決しながら、景観や経済面で新しい魅力を付加し、人間が生き生き住めるまちを作っていくことが、東北のビルド・バック・ベターではないかと思えます。

東北被災地には復興事業に携わるために多くの人が入っていましたが、今後、それらの人々がいなくなり、一気に人口が減って厳しい時代に入ることが予想されます。その中で、まちをどう維持・継続していけるのか。私の専門である工学的なハード面ではなく、むしろ人間がかかわるソフト面が鍵になると思われますが、引き続き支援していくつもりです。



女川駅前レンガみち周辺地区(2016年9月25日)
「女川町復興まちづくりデザイン会議」(委員長:平野准教授)がデザインを監修して設計され、平成30年度都市景観大賞(国土交通大臣賞)を受賞。

(写真:平野勝也准教授)

す。また、専門家は関連する情報の扱い方・さばき方の訓練を受けていますが、一般住民との情報量の差は情報通信技術が発達する今、もはや昔ほどではありません。そのため、住民とは対等な立場を心がけ、住民の手を引っ張るのではなく、声援を送りながら伴走するイメージでやってきました。率直に意見を戦わせ、地域の活動が停滞している時などは直言して、住民を本気で怒らせたこともありますし、逆に「先生、それ違うんじゃない」とコテンパンにされることもよくありました。提案はしますが、押しつけにならないよう、受け入れるかどうかは地元の人たちが決められるように心がけてきました。自分がいなくなっても問題なくやっていけるように、敢えて関与を減らすようにもしています。本音では少し寂しい気もしますが……。様々な試行錯誤を経て、行政と住民の役割分担に基づく、本来の「協働」による住民主導の地域づくりができるようになったかと考えています。

被災地に限らず我が国の最大の課題は、地域の人材育成だと考えます。今回の震災で復興を牽引した70～80代がバトンを渡せるような、60代以下の若い世代を育てないといけません。地域の人間関係の形成は、日本全国の防災の問題でもあります。平時から最低限の人間関係が構築されていれば、災害対応も可能と考えるからです。たとえば、ふだんから回覧板を手渡しし、ゴミ収集・草刈りや祭などに共に参加していれば、隣近所や町内の状況が把握できます。その人間

関係があれば、災害発生時の「共助」が自ずと生まれてきます。昔ながらの人間関係はしばしば重く感じられ、至る所で衰退傾向にありますが、あの災害と復興過程を経験し、ある程度の人間関係の形成はやはり防災にとっても必要だと、再認識されたのではないのでしょうか。一度自由を経験したという意味で、現代社会に即した、諸個人間による新たな「つながりのかたち」が、結果として災害対応に寄与する仕組み(「結果防災」)を考えていきたいです。

復興の定義は人によってさまざまですが、私は復興を「自生的秩序の回復と再構築」と捉え、被災地を支援してきました。社会科学系は工学系と違い、大抵の成果がかたちとして表れるような実装ではないので、その成果がわかりにくいかもしれません。私が実践的にかかわった復興の評価は、後世の判断を待たねばなりません。社会はもともと複層的でわかりにくいものです。社会は災害後に劇的に変わってしまうわけではなく、基本的には災害前の特徴がそのまま引きずられていきます。社会科学のつとめは、人や社会の基層にあるものを探求し、かつ人や社会の織りなす物語という表象を「できるだけ客観的に」観察する、その上で「控えめな」提言を行うことではないのでしょうか。付言すれば、分析や提案のために過度な単純化を施したり、わかりやすさを求めてセンセーショナルにしないよう、留意しなければなりません。



修徳院にて開催された薄磯まちづくり検討委員会
(2016年8月5日)



薄磯海岸で開催されたイベント
(2018年6月30日)

(写真:松本行真准教授)

Study field 3 都市・地域論

被災地の民衆知と復興制度を橋渡し



リーディング大学院
松本 行真 准教授

福島県いわき市沿岸地域の豊間地区、特に薄磯地区の復興まちづくりに関し、薄磯復興協議委員会や、海まち・とよま市民会議にオブザーバーとして定期的に出席してきました。私が果たした主な役割は、地域と国・自治体、地域内の住民同士をつなぐ手助けをし、復興の触媒となることです。具体的には、復興事業の進行に伴い、被災地には今までその土地に馴染みがなかった知識が入ってきましたが、それら新しい知識は、地域の慣習をふまえなければ、

地域に根づくことはありません。私の役割は、地域の民衆知(ローカルナレッジ)と、復興制度の双方を理解するようつとめ、ややもすると対立しがちになる被災地と行政、住民同士の橋渡しをすることでした。知識の翻訳者、または意思決定における交通整理ともいえると思います。

住民との距離感をどうするか、ずっと悩み続けていました。住民が私のようなオブザーバーに頼りすぎる状況をつくってしまったのは、自律的な復興の妨げとなってしまいま

- 1) Haga Y, Chida K, Kaga Y, Sota M, Meguro T, Zuguchi M. "Occupational eye dose in interventional cardiology procedures.", *Scientific Reports*, 2017 Apr 3;7(1):569. doi: 10.1038/s41598-017-00556-3.
- 2) Sun L, Inaba Y, Sato K, Hirayama A, Tsuboi K, Okazaki R, Chida K, Moritake T., "Dose-dependent decrease in anti-oxidant capacity of whole blood after irradiation: A novel potential marker for biodosimetry." *Scientific Reports*, 2018 May 9;8(1):7425. doi: 10.1038/s41598-018-25650-y.
- 3) Nakamura M, Chida K, Zuguchi M, "Red emission phosphor for real-time skin dosimeter for fluoroscopy and interventional radiology", *Medical Physics*, 41(10), 2014.
- 4) ビルド・バック・ベター (よりよい復興) とは、災害からの復興過程に、インフラや社会システムの復旧、暮らし・経済・環境の再興を統合的に組み込みながら、発災前より国やコミュニティの防災力が高まるようにすること。第3回国連防災世界会議で策定された世界全体の将来の防災指針「仙台防災枠組2015-2030」の優先行動の一つにも指定されている。

「同じ活断層がわずか6年弱で繰り返し動いた」という常識を覆す現象を発見し、その原因を追究



災害理学研究部門 福島 洋 准教授

▶ 「活断層は滅多に動かない」という常識を覆す

活断層とは、過去に繰り返しずれ動き、将来も活動すると考えられる断層のことです。活断層が急激にずれ動くことが、内陸型（いわゆる直下型）地震の原因となります。日本には約2000本もの活断層が確認されており、活断層の総数が多いため、ほぼ数年に1回、全国のどこかで大きな内陸型地震が起きている状況です。しかし内陸はひずみの蓄積がきわめて遅いため、個々の活断層の活動間隔については、千年～数万年に1回と考えられています¹⁾。

そのような中、IRIDeSの福島洋准教授らは、茨城県北部のある活断層が、2011年3月19日、2016年12月28日と2回動いたことを突き止め、かつ、その原因が、2011年東北地方太平洋沖地震²⁾であったことを示しました。この研究は、同一活断層がわずか5年9か月という極めて短い間隔で繰り返し動いたことを明らかにしたもので、「活断層は滅多に動かない」という常識を覆します。従来の地震発生の考え方も、根本から変える可能性があります。

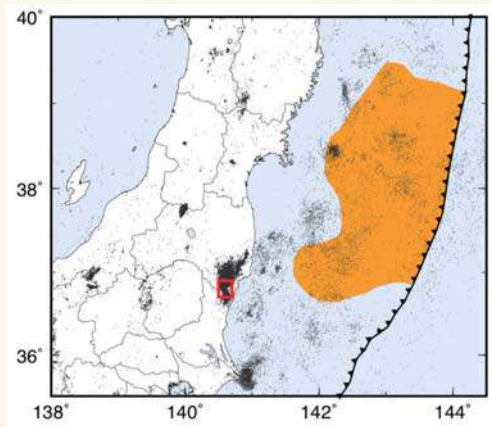
▶ 同じ活断層が6年弱でふたたび動いたことを発見し、その原因を推定

これまで福島准教授は、「衛星測地学」の手法を研究に取り入れてきました。衛星から地表に電波を送り、電波が反射して戻ってきた情報を用いて、地表の変化を把握します。地震前・地震後の電波の往復時間の差を求めることにより、ある地震が地表の各地点をどの方向に・どれくらい動かしたかを割り出すことができます。

2011年3月19日、茨城県北部でマグニチュード(M)6.1の内陸型地震が発生した後、福島准教授は、この地域を含むデータの解析を行っていました。そして、それから5年9か月後の2016年12月28日、同じく茨城県北部で、今度はM6.3の内陸型地震が発生しました。福島准教授はこの地震の解析にも携わることになりましたが、解析のきっかけは他の研究者からの依頼であり、最初の段階では特別の興味を持っていたわけではありませんでした。日本ではM3以上の地震が年間平均で5000近くも発生しており、同じ地域で起きる地震はたくさんあります³⁾。特に茨城県北部地域は、2011年の巨大地震のあと、地震活動が急に活発化し、M6以上の地震もいくつか起こっていました。

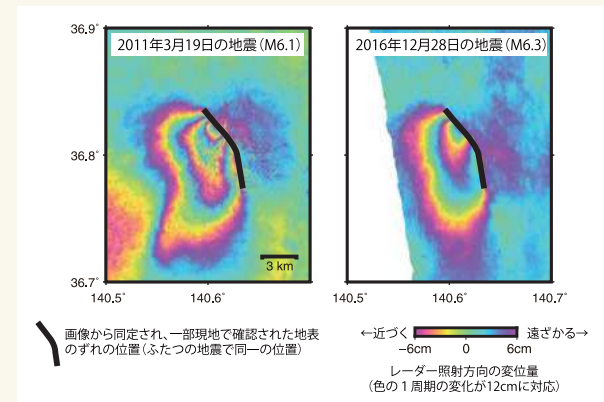
しかし福島准教授は、2016年地震の解析を終えたころ、IRIDeSの遠田晋次教授より「今回の地震で、2011年3月19日の地震の時と同じ箇所地表に変状が見られたらしい。

前回と同一の活断層が動いた可能性を考える研究者もいる」と聞きました。ひょっとして、本当に同じ活断層が、わずか6年弱という短い期間で動いていたのでしょうか。しかし、活断層は滅多に動かないという定説があります。地割れや地滑りなどの結果、同じ箇所が動いたように見えることもあります。そこで、たまたま2011年・2016年の地震解析に両方とも携わっていた福島准教授は、興味を持って詳しく検証してみることにしました【図1】。

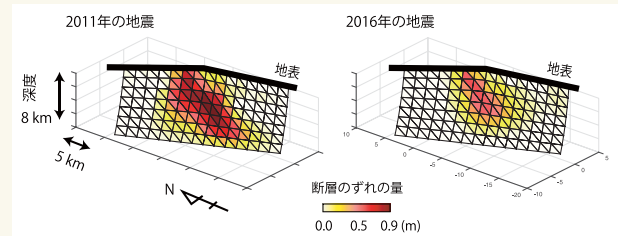


【図1】 研究対象である2つの地震が発生した茨城県北部地域（赤四角）
 橙色：2011年東北地方太平洋沖地震でずれ動いたプレート境界面の主な部分
 黒点：2011年3月11日～12月31日に、深さ30kmより浅いところで発生した地震の震央

しかし、2つの地震の解析結果をただ並べただけでは、同じ活断層が動いたのかどうかわかりません。それを調べるには、地表の同じ領域を切り出した上で、ほかの地震によるこの領域への影響など、純粋な比較の妨げになる情報を取り去ってから考える必要があります。福島准教授は、それら補正作業を行った上で、両地震の地殻変動マップを比べてみました。その結果、2つの画像から確認できる地表のずれの場所は見事に重なり、全く同じ箇所地震が起きていたことが示されました【図2】。さらに、両者の地殻変動マップを詳細に解析したところ、地下の部分まで同じ箇所同じ向きのずれを引き起こしていたことも確認されました【図3】。同一の活断層が動いていた証です。



【図2】 2011年3月19日、2016年12月28日の地震による地殻変動マップ（衛星レーダ画像解析結果より作成）。黒線が地表のずれ（活断層）。



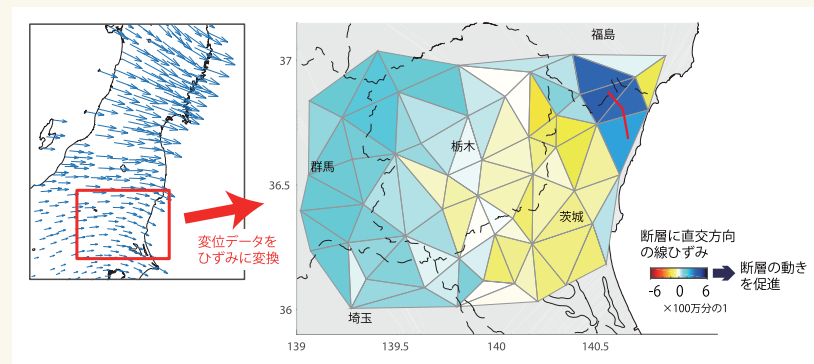
【図3】 2011年3月19日と2016年12月28日の地震について推定された断層ズレ分布

これら解析結果に加えて、研究グループの他のメンバーは実際に地震が起きた現地へ赴き、衛星情報からはわからない、断層の細かいずれ方や割れ目などを、目視や測量で確認しました。その結果、2011年と2016年の地震で、震源付近にかかる同じ橋の欄干の同じ箇所がずれていたことなどがわかりました。こうして空と陸からダブルチェックを行った結果、やはり全く同じ活断層が動いたと考えて間違いない、と結論しました。

これで、ごく短期間に同一の活断層が動くという、極めて珍しい現象は確認できました。次に福島准教授は、もう一歩進んで、この現象の原因を明らかにしたいと考えました。この科学界の常識に反する現象は、なぜ起こったのでしょうか。その手がかりを得るために、2011年から2016年までの地面の動きを、国土地理院の電子基準点⁴⁾のデータを用いて解析してみたところ、2011年の地震の後、この活断層付近で、過去の内陸大地震では見られないレベルの大きな地殻変動が急速に起こっていたことが確認されました【図4】。この期間、2011年巨大地震の影響を受けた大地の動きがゆっくりと続いており、この動きにより、茨城県北部は東西方向に引っ張られ続けていました。活断層にたまっていたひずみは、2011年3月19日の地震を発生させて、一旦解消されましたが、巨大地震後の上記の大地の動きにより、再度ためられ、2016年12月28日に2回目の地震を引き起こした、という推測が導き出されました。この結果は、2018年、論文として発表されました⁵⁾。

▶ 今後の可能性

今回の研究で、活断層の極めて珍しいふるまいが世界で初めて科学的に示されたことになります。しかし、内陸活断層の地震発生メカニズムにはまだ謎が多いと、福島准教授は述べます。地球の動きは極めて複雑で、活断層の動きを再現・検証できるようなリアルな実験はできません。過去の活断層の活動については、地面を掘り、地層のずれの量と、各地層が形成された年



【図4】 2011年3月20日（1回目の地震の翌日）～2011年12月27日（2回目の地震の前日）まで、地面は左図の各青矢印で示すように動いていた。この変化をひずみに変換して示したのが右図。ひずみが大きいほど濃い青で示される。右図内の赤線は、今回の研究対象である活断層で、この期間に周辺に大きなひずみが蓄積されていたことがわかる。

高層ビルの「ゆっくり揺れ」を抑える装置の開発に取り組む



災害リスク研究部門 **五十子 幸樹** 教授

地震が起きると、小刻みな揺れや、ゆっくりした揺れなど、さまざまな揺れ（地震動）が発生します。揺れが一往復するのにかかる時間を「周期」と呼びますが、周期の短い激しい揺れのことを「短周期地震動」、周期の長いゆっくりした大きな揺れは「長周期地震動」と呼びます。高層ビルは、長周期の地震動に共振しやすく、特に高層階は大きく揺れる傾向があります*。

日本では、特に1995年の阪神・淡路大震災以降、大きな地震によるダメージを防ぐため、地震の揺れを軽減する装置を取りつけた免震建物が増えました（IRIDeS棟にも免震装置がついています）。免震構造には、地震時の揺れを減衰させるためにダンパーが取り付けられています。高層ビルでも近年ではダンパーを取り付ける設計が増えています。しかし現在用いられているダンパーは、激しい短周期の揺れによる建物被害を減らすことは得意ですが、高層ビルなどの長周期の揺れを防ぐことは苦手です。まれにしか発生しない長周期地震動による揺れ幅を減らすためにダンパーの数を増やしてしまうと、逆に発生頻度の高い短周期地震動の揺れを増幅してしまう問題を生じる恐れがあるからです。

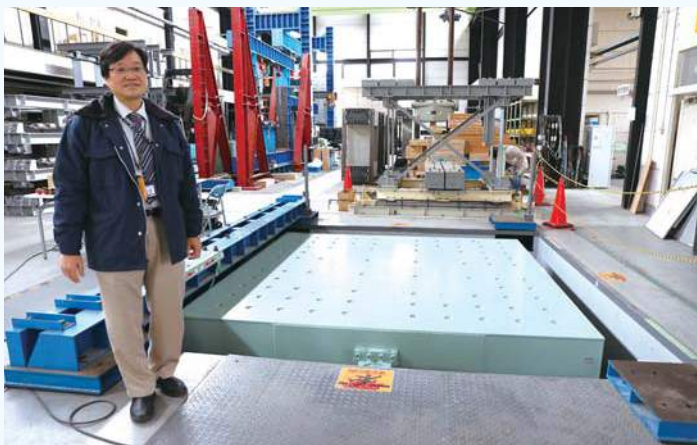
そんな中、五十子幸樹教授ら研究チームは、建物を長周期地震動から守る新しい「同調粘性マスダンパー」の開発に取り組んできました。この新型ダンパーを用いれば、ゆっくりとした揺れに同調して振動を吸収することが可能となります。このダンパーに用いられる「ダイナミック・マス」のアイディ

アは1970年代に日本で提案され、2000年代に入って海外でレーシングカーのサスペンションへの応用がなされましたが、建築物のような大きな構造物の揺れを抑えることに用いることができる大型のダンパー開発に漕ぎつけたのは、五十子教授グループが世界で初めてです。2009年には実大プロトタイプダンパーの製作と実験に成功し、2013年には、仙台市内の建物に実際に装着、その後もさらなる長周期地震動対策に有効な免制振ダンパーの開発に取り組んでいます。

五十子教授は、学内にある実験装置（地震による地盤の動きを再現できる振動台）に、開発中のダンパーを設置し、どのくらい地震の揺れを抑えられるか実験しながら研究を進めています。「マグニチュードの大きい地震は、長周期地震動を発生させやすくするうえ、日本の多くの都市は、地盤が柔らかく長周期の揺れを増幅しやすい堆積層に乗っています。さらに、その都市には長周期地震動に共振しやすい高層ビルや免震建物が林立しているわけです。これらの日本の特殊条件から、長周期地震動に対応できるダンパー開発の意義は大きいと考えられます」と五十子教授。将来的に、短周期地震動にも長周期地震動にも両方対応できるダンパーの開発が可能になると予測します。

五十子教授によれば、日本は免制振ダンパー先進国で、すぐれた製品が開発され、実際に社会に受け入れられ、活用も進んでいます。しかし、世界基準では日本製ダンパーが精密すぎて高額であると受け止められがちで、逆に売れにくくなっているという課題もあるそうです。また一方で、「免制振装置がすべての地震に対応できるという過剰な期待は誤りです」と五十子教授は述べます。通常のダンパーは水平方向の揺れに対してのみ効果があるもので、上下の揺れを軽減するものではありません。さらには、直下型地震で地盤自体がずれてしまうようなケースまで、ダンパーで防ごうとすることには無理があり、基本的には、活断層上やその近くに建物を建てないようにするなどして対応するしかないとのこと。

* 参考：気象庁ホームページ
https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/choshuki/choshuki_eq1.html



東北大学キャンパス内にある実験装置・振動台（中央の緑色の台）の傍らに立つ五十子教授。アイデアを得ると早速試作し、振動台を用いて実験・改良を繰り返しながら、実用化へつなげていく。

地方都市における帰宅困難者問題とその解決策を調査



人間・社会対応研究部門
左から **寅屋敷 哲也** 助教 **丸谷 浩明** 教授

2011年の東日本大震災では、特に首都圏の“帰宅困難者”が社会の注目を集めました。首都圏では、交通網の麻痺により、大勢の人々が帰宅をあきらめ、一時滞在施設に泊まったり、徒歩で帰宅をした人も途中で苦勞するなど大きな問題となりました。

震災時、実は、首都圏だけでなく地方都市でも帰宅困難者問題が発生していました。仙台市では仙台駅周辺で約11,000人の帰宅困難者が生じたと推計されています**。また、この人々が近く为学校・体育館などの指定避難所へ流入したことで、避難所は過密状態になり、運営面でも混乱が発生しました。しかし、地方都市における帰宅困難者問題の全体像は、これまで十分に明らかにされていませんでした。地方都市では大都市と人数規模や人の流れ、地域特性等が違うことを考慮して、地域に即した対策を立てておく必要があります。

この問題意識に基づき、IRIDeSの寅屋敷哲也助教・丸谷浩明教授は、仙台市を含む南東北、さらに関東・中部・関西地域の計12の都市の自治体職員等に対して、地方都市に有効な帰宅困難者対策を抽出するために聞き取り調査を行いました。東日本大震災を経験した自治体においては、当時の具体的な状況とその後整備を進めた対策について、また、経験していない自治体については、現在進めている地域の特性を踏

まえた対策等に関して質問しました。

この調査の結果、震災を経験した地方都市のほとんどは、東日本大震災発生当時、帰宅困難者対策を立てていませんでしたが、震災後は、「災害で鉄道が止まってしまったら、帰宅困難者が駅に集中しないようにする」「それでも駅に集まってしまった場合は、地域住民の指定避難所以外の場所へ誘導する」ための施策を整備した都市が多いことが分かりました。

さらに、自治体によっては、震災教訓から学び、有効な解決策を生み出していることがわかりました。例えば仙台市は、駅周辺の商業施設やホテルなどの事業所と、“一時滞在施設協定”を締結し、さらに建築関係の団体と一時滞在施設の安全確認の技術者派遣の協定も締結しています。もし地震が発生したら、これらの協定に基づき、市は協定先の事業所へ一時滞在施設の開設を要請し、建物の安全性を判定できる技術者を派遣します。そして安全確認後、事業所は帰宅困難者を一時滞在施設に受け入れます。この対応により、帰宅困難者の早期収容と地域住民の指定避難所への流入を避けることができ、また、事業所側が自らの建物安全確認を行う負担やリスクが軽減されます。さらに仙台市においては、2014年より毎年、駅周辺の事業所が中心となった帰宅困難者対応訓練も行われています。

丸谷教授・寅屋敷助教は、上記調査の詳細な報告書に加え、問題の概要と仙台市などの先進対策事例をコンパクトにまとめた「地方都市の『帰宅困難者問題』ガイド」**を公表しました。寅屋敷助教は、「調査を通じ、地域によって帰宅困難者問題への取り組みに温度差があること、また、対策の必要性を認識していても、具体的なノウハウがない自治体もあることがわかりました。ぜひ、この報告書やガイドを参考にしてください」とコメントしています。

** <http://www.maruya-laboratory.jp/other01>。
現在、IRIDeS棟1階展示スペースでもご覧になれます。



平成29年仙台市周辺帰宅困難者対応訓練（写真：寅屋敷哲也助教）

福島県いわき市薄磯地区で 地震・津波避難訓練に参加しました

2018年10月21日、福島県いわき市平薄磯地区（以下「薄磯地区」）で、IRIDeSの杉安和也助教（リーディング大学院）らが協力する地震・津波避難訓練が行われ、IRIDeS広報担当も参加しました。以下、訓練体験記をお届けします。

About

薄磯地区

海辺に面したコミュニティです。2011年の東日本大震災の際は8.51mの津波が押し寄せ、87%の家屋が全壊、115名が犠牲となりました¹⁾。また福島第一原発事故により、漁業なども大きな影響を受けました。薄磯地区の人口は、2010年時点で766名²⁾でしたが、2018年には156名³⁾へと縮小しました。甚大な被害を受けた薄磯地区ですが、震災後、再建を進めてきました。現在、高台への住宅移転が完了し、防災緑地も整備されました。2018年夏には震災後初めて海水浴場も再開したところです。



薄磯地区の海岸沿いに整備された防災緑地。松の苗が植えられたばかり

避難訓練について

杉安助教らは震災後、薄磯地区の復興まちづくり全般にかかわりながら、2014年以降、IRIDeS内外の研究者や防災関係者とともに、地区の避難訓練に協力してきました。避難訓練は住民主導で毎年1回実施され、研究者側は、訓練内容の監修や運営支援等を行っています。また、避難者の時空間上の動きを記録する「GPSロガー」、避難の様子を上空から撮影するドローンなどの技術を取り入れ、訓練の科学的な検証も行っています。

杉安助教ら防災専門家と住民は、密な話し合いを重ねながら、年々、内容に工夫と改良を加えてきました。たとえば2016年福島県沖の地震での避難状況を教訓に、前回の訓練から車による避難も公式に組み入れています。多くの人が一斉に車で避難

することで渋滞が起き、かえって津波から逃げられなくなる問題を避けるため、津波からは徒歩の避難が原則です。しかしやはり車を使わざるを得ない住民がいる現実もあり、薄磯地区では、避難に際し一部住民の車使用を認め、かつ、車が集中しないようルートを工夫して渋滞が発生しないようにしています。

震災後5回目となる今回は、地区の復興工事が終了し、ハード面がほぼ整った後としては、初めての訓練です。杉安助教らは、今回、車椅子による移動実験と、海辺にいる観光客の避難という要素も訓練に取り入れることにし、直前まで入念に準備を進めました。筆者は観光客役で訓練に参加することになりました。



ドローンを飛ばして観光客の避難の様子を確認



車椅子避難の実験も取り入れる

訓練当日の様子

当日は雲一つない晴天となりました。朝8:30、訓練用の大津波警報が発令され、いよいよ訓練開始です。住民は班に分かれ、避難場所を目指しますが、自宅を離れる際は「避難しました」プレートを自宅入口にかけてから出発します。各班役員は、住民の逃げ遅れがないかこのプレートを見ながら確認し、自らも避難します。避難場所として指定されているのは、地区南部の住民は豊間中学校、その他の住民は高台にある薄磯集会所です。海岸にいる観光客役（筆者）も、防災緑地経由で薄磯集会所を目指して急いで移動しました。集会所までかなりの勾配ですが、全速力で移動して、避難完了まで6分でした。杉安助教の共同研究者でもある電気通信研究所・株式会社空むすびから成るドローンチームは、観光客の逃げ遅れがないか、空中から確認します。



このプレートで各戸の避難状況をチェック



避難者の到着時間を記入する杉安助教

住民は、避難場所に到着後、区長へ、各班の避難者数や避難経路の状況などを報告します。最初の住民は8:41am、最後は8:53amに到着しました。20分余りで、乳児からお年寄りまで、全126名の避難が完了しました。最後に、杉安助教は参加者へ向け以下のように呼びかけ訓練を終えました。「今回、車椅子を押して避難した場合も検証しましたが、どの場所からでも、約10分あれば避難できることがわかりました。薄磯地区には、約15分で津波が到達する可能性があります。今回、地震発生から遅くとも5分以内に自宅を出さえすれば、無事、避難できる計算になります。皆さん、ぜひ憶えておいてください」と述べました。



続々と避難場所へ集まる住民



Review

訓練を終えて

一緒に訓練に参加して、最も印象に残ったのが、住民の機敏な動きです。訓練用警報が鳴ってから約15分で大多数が避難を終えていました。訓練終了後の住民による片付けも実に手際よく、予定時間より前に完了しました。

また、住民は「実際に避難して、一部、通りにくい箇所があることがわかった」など、訓練の意義を改めて認める感想を寄せていました。震災後7年以上がたち、被災地における避難訓練は、全般的に参加率が低下傾向にありますが、薄磯地区では今回も、昨年並みの人数で、約8割の住民が参加していました。薄磯地区区長をはじめ関係者は、内容的にも今回は大成功だったと総括し、早速来年の訓練について検討を始めました。

避難訓練が、住民の密な人間関係と、科学技術の双方を生かした点も特徴的でした。研究者側からは、毎回、データ検証結果の住民へのフィードバックも行っています。杉安助教は、「薄磯地区の避難訓練は先進的な内容を取り込んでいますが、これは研究者と住民との間に信頼関係を築けたことも重要な要素になっています。訓練の内容は完成形に近づいてきました。しかしまだ見直すべき点もあり、今後も改良を重ねていきたい」とコメントしました。ドローンの使用も実験段階ですが、いずれは実際の避難に活用できるようにするのが目標です。

1) いわき市「東日本大震災の証言と記録」、p35. 2) 2010年国勢調査より 3) いわき市「いわき市の人口：平成30年4月1日現在」、p.9.

活動紹介 Activities

Activity 01

ネットワークの力で 貴重な歴史資料を後世につなぐ

日本では、1995年の阪神・淡路大震災を契機に、関西の歴史研究者・自治体等関係者・市民などで連携し、ネットワークの力により、被災した貴重な歴史資料を救い、後世につなげていこうという動きが現れました。その後、全国各地で「史料ネット」が立ち上がり、それぞれが地域の特色を生かしながら資料保存活動を続けてきました。2011年の東日本大震災以降は、広域災害発生時に被災していない地域の史料ネットが、被災地の歴史資料レスキューを遠隔地から支援する活動も活発化しています。

こうした中、2018年度、「歴史文化資料保全の大学・共同利用機関ネットワーク事業」が本格的に活動を開始しました。この事業は、東北大・神戸大・人間文化研究機構の3組織が協力し、特に日本各地の大学同士、さらには各地の史料ネットをつなぎ



災害発生後の資料レスキューの様子 (写真：宮城資料ネット提供)

人間・社会対応研究部門
川内 淳史 准教授



ながら、全国の歴史資料保存・歴史資料を扱う人材や技術の育成・資料を活用した研究などを進めていくものです。このネットワーク事業に関し、東北大で中心的役割を担うことになったのが IRIDeS です。2018年度は、歴史の視点を重視した災害科学シンポジウムを文理連携で開催するなど、意欲的な活動を行いました。

IRIDeSの本ネットワーク事業担当教員・川内淳史准教授は、このネットワーク事業が発足した背景として、「近年の広域災害多発に加え、多くの地方で高齢化・人口減少が進み、各地に残された歴史文化資料が失われつつある現状に対する危機感」を挙げます。日本各地に、特に江戸時代以降の膨大な歴史文化資料が残されていると推定されており、それらは当時の社会・経済状況や、災害発生時の対応の様子など、その地域のリアルな

実態を示すものです。それら資料を失うことは、“我々はどこから来たのか”という根源的な問いに答えるための貴重な手がかりを失うことでもあります。「日本の大学、特に人文系は同じく厳しい状況に置かれています。しかしこの状況に対し、学術関係者こそ互いのリソースを生かして協力し、貴重な資料を将来へつないでいく主力となるべきだ」という志のもと、このネットワーク事業が立ち上がりました」と川内准教授。本ネットワーク事業は、将来的には、全国の資料をデジタル化し、誰でもアクセスできる環境を整えることも目指しています。

災害によって多くの貴重な歴史資料が失われてきましたが、一方で災害は、歴史資料保全活動が発展する契機ともなってきました。今後も災いを転じて福となし、ネットワークの力で人と自然のあゆみに関する資料を後世につなぎ、生かしていくことが期待されます。

Activity 02

スイス・ダボスにて 第2回世界防災フォーラム開催を発表

2018年11月23日、スイス・ダボスにてグローバル・リスク・フォーラム（GRF）主催により「災害リスクマネジメントに関する国際シンポジウム」が開催され、ユネスコや欧州委員会共同研究センター、各国の防災専門家、報道関係者ら20名が参加しました。本シンポジウムには、今村文彦所長はじめ IRIDeS 教員も参加し、インドネシア・パル地震津波現地調査等の報告を行ったほか、関係者と危機管理の柔軟な解決策や人材育成の重要性なども話し合いました。最後に、ウォルター・アマン氏（グローバル・リスク・フォーラム代表）、IRIDeSの今村文彦所長（第1回世界防災フォーラム実行委員長）、小野裕一教授（同事務局長）の三者で、第2回世界防災フォーラムを2019年11月9日～12日に仙台にて開催することを発表しました。今村所長は、「第2回フォーラムにも、国内外からぜひ多くの産・官・学・民の防災関係者に参加いただきたい」と抱負を述べました。



今村所長・アマン氏・小野教授

広報室コラム



広報室長 **伊藤 潔**
副研究所長・災害医学研究部門 教授

2019年、平成最後の時期が愈々迫ってきました。

ちょうど50年前、1969年は人類がアポロ計画で初めて月に到達した年です。あの頃は、科学万能主義で、50年もたてば、人類が月で暮すのはもちろん、地震や災害の予知も、当たり前のように解決されるものと思われていました。結果は見てのとおりで、自然現象がいかに奥深く人知の及ばないものであるか、毎年のように我々は気付かされています。そして30年前、1989年は、平成の始まりであるとともに、株価が史上最高値をつけ、日本経済が最高潮に達した年です。バブルという言葉はあとで振り返って付けられたものです。あの頃、渦中の人間は、私自身も含め、皆、好景気が永遠に続く信じ、浮かれていました。予知は、人の経済活動といった身近なものでも不可能なのでしょう。ベルリンの壁が崩壊したのもこの年で、誰も予想だにしない出来事でした。そういえば、20年前の1999年は、空前の世紀末予言ブーム「ノストラダムスの大予言」で、地球滅亡の年とされていましたが、当然のご

とく、何も起こりはしませんでした。

さて、1000年に一度ともいわれた巨大災害である東日本大震災から8年が経過しました。この災害で人々は、予知がいかに難しいものであるかを再認識するとともに、必ず起こりうる次の災害にいかにか柔軟に対処し被害を減らすか、減災の観点からのアプローチを、国を上げて行っています。一方で、政府による復興創生期間10年間の終了（2020年度3月末）までは、残り2年となりました。ハード面での整備はほぼ終了しましたが、今後は、被災の記憶と教訓をいかに伝承していくか、ソフト面での成果が問われています。

物理学・地震学の権威で随筆家としても知られた寺田寅彦氏は「ものをこわがらな過ぎたり、こわがり過ぎたりするのはやさしいが、正当にこわがることはなかなかむづかしい」と述べています。正当にこわがるためには、正確な情報と知見、教訓を、わかりやすく伝えていくことが不可欠です。広報室では、このような視点を踏まえつつ、これからも、国内及び国外への発信をしていく所存です。「あなたが虚しく生きた今日は、昨日亡くなった人があれほど生きたいと願った明日」という格言があります。震災や災害でお亡くなりになった方々のご冥福を祈りつつ、生きている我々が、今後、災害への備えに対し、どのような働きが出来るのか、これからも皆様と共に考えていきたいと思います。

（寄稿）