

CIDIR Report

大学キャンパス内建物の地震観測と防災活用

本学のキャンパスには、安田講堂のような伝統的な建物から病院の真新しい建物まで、その高さも2階から14階ぐらまでとさまざまな建物がある。もし、平日の昼間に大地震が発生した場合、約9千人の教職員、約2万8千人の学生・院生、約千人の入院患者、それに、外来患者や学内への訪問者の多くが、建物の中で被災すると予想される。

そこで気になるのが、キャンパスのそれぞれの建物内の危険性である。たとえ建物が倒壊しなかったとしても、特に建物の上階では揺れが大きくなり、ものが飛散したり棚が転倒して危険となる可能性が高くなる。

このため、日頃の地震動を利用して、キャンパスの建物内の地震観測を行い、建物各階の地震時の揺れのかさや特徴を調査して防災対策に活用することが、大学キャンパスの安全性・耐災害性の向上に欠かせない。

我々はこれまで予備的に、地震研究所や情報学環の建物、それに、情報基盤センターの建物などに地震計を設置して建物の地震観測を行ってきた。その結果、地盤の地震動がほぼ同じでも、建物の中の揺れはそれぞれ異なることがわかってきた。

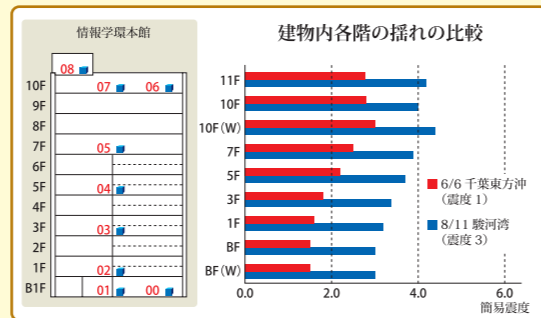
例えば、図は、CIDIRのある情報学環の建物

の中に設置した地震計で観測された、各設置場所における簡易震度(簡易的に求めた計測震度)である。右のグラフの赤いバーは、2009年6月6日に発生した千葉県東方沖の地震(M5.9、本郷の震度は1)、青いバーは、同年8月11日に発生した駿河湾の地震(M6.5、本郷の震度は3)による各階の簡易震度を表している。CIDIRのある10階は、地階に比べて簡易震度が1.0~1.5も大きくなっている。これはもし地階で震度4の地震が来たときは、10階では震度5弱~6弱と非常に大きく揺れる可能性があることを示している。同様の地震で地震研2号館の6階では、地階に比べて簡易震度が0.6~0.8大きくなるにどまり、情報基盤センターの6階も同様であった。つまり予備的な建物地震観測により、CIDIRのある情報学環の建物は揺れ易く、上階になるほど揺れが大きくなること、従って、上階ほど強い揺れに対する対策(耐震固定など)をしっかりと実施することが重要であると言えるようになった。

大学キャンパス内には、化学実験室や大型機械などの危険な場所は少なくなく、転倒防止をしてない本棚や什器、コンピュータなど

も少なからずあると予想される。建物内の地震観測により、このような危険な場所が揺れ易いとわかれば、強い揺れに対する対策の重要性が理解でき、効果的な対策に繋がると考えられる。また、緊急地震速報を受信したときも、建物内の危険な場所では、警報レベルを低めに設定するなどの活用ができる。さらに詳しく観測データを解析することで建物内の各階の変形やねじれなども調べることができ、建物の弱点の調査にも活用できる。

そこで我々は今年からキャンパス内の建物の地震観測を推進し、観測データのデータベース化を進めて、防災のために活用できるようにしたいと考えている。学内各位のご協力ご支援をお願いしたい。(鷹野)



防災コラム 状況を想像すること

少し前のことだが、東京電力株式会社において、停電発生日時、停電地域、停電件数、復旧状況、復旧見込み時刻を提供する「停電情報公開サービス」を開始している(※1)。一軒あたりの年間事故停電時間3分、回数0.12回(いずれも平成20年度)の企業がである。復旧見込み時刻までを提供するこのような情報は、停電地域の人々が復旧までに自らの周りに起こりうる状況を想像し、各々どのような行動を取るべきか判断しやすくなる、極めて有益な情報である。

しかし特に自然災害においては、「いつ、どこで、どの程度の規模で発生するか、そしていつまで続くか」という、取るべき行動を判断するうえで重要な情報について、精度が高いものを得ることは通常極めて難しい。したがって、災害から自らの生命を守るためには、提供される情報のもつ意味をよく理解することも必要だが、それ以上に、自ら積極的に必要な情報を入手し、その情報の精度を認識しつつ今後自らの周りに起こりうる状況を想像することがまず必要である。

この7月に国土交通省九州地方整備局が「ブッシュ型河川情報アラームメール」の配信を開始した(※2)。この取り組みではアラームメールを受信する基準値を個人がその必要に応じて設定できることとなっている。

今後はこのような取り組みのように、個人が、どのような段階から情報を入手し、そして災害発生の可能性・状況をどのように想像し、行動していくか、ということを考え、判断しうる情報の提供が重要になっていくものと考えられる。(宮川)

※1: <http://teideninfo.tepco.co.jp/> ※2: <http://www.qsr.mlit.go.jp/n-kisyahappyou/h22/100709/index3.pdf>

編集後記 CIDIRの窓から

この度、CIDIR内に展示のコーナーを設けました。現在、地震対策に関するパネル(故廣井脩教授監修)を展示しています。今年も8月30日から防災週間が始まりますが、災害が起きた際にはどのようなことができるのか、また平時からどのようなことが備えられるのかを問い直すなど、命や暮らしを守るためにはひとりひとりが意識を持つことが欠かせません。展示を通して、地震をはじめとする様々な災害の危険性と安全への対策を今一度振り返り、確認できるきっかけを得て頂ければと思っています。お立ち寄りの際には、ぜひご覧頂ければ幸いです。(池谷)

May.

- 16 宮川特任教授が新たにCIDIRメンバーに加わる
- 19 田中センター長、東京大学「第2回中国上級幹部日本研修プログラム」にて講義:「有効な災害情報への取り組み」
- 20 日黒教授、市町村アカデミー講演会で講演:「確実にやってくる大地震に対して 防災対策のあるべき姿 -ハードとソフト、事前と事後、公と私-」
- 24 古村教授、日本地球惑星科学連合大会で発表:「南海トラフ巨大地震連動発生による最悪シナリオ」
- 27 気象庁、竜巻発生確度ナウキャスト及び雷ナウキャストを提供開始
- 31 田中センター長、厚生労働省「平成22年度災害救助担当者全国会議」で講演:「災害時における要援護者支援のあり方」

June.

- 3 第14回ライフライン・マスコミ連携講座:「首都直下地震を企業はどのようにとらえているか」(関谷客員研究員(東洋大学准教授))
- 11~7/19 梅雨前線の停滞に伴う大雨により、全国各地で土砂災害や浸水害が発生
* 6/19: 鹿児島県佐多で116mm、7/3: 鹿児島県上中中で115mm、宮崎県えびので110mm、7/13: 徳島県日和佐で108.5mmの時間雨量を観測、観測史上1位を更新
* 広島県で死者5名、岐阜県で死者4名・行方不明2名、島根県で死者2名・行方不明1名、鹿児島県で死者2名、長野県で死者1名、東京都で行方不明1名、宮崎県で行方不明1名(7月30日総務省消防庁)
* 9県の14市で合計10,352世帯に避難指示、16県の74市で合計204,066世帯に避難勧告(7月30日総務省消防庁)
* 山口県山陽小野田市、広島県世羅町・呉市・庄原市に災害救助法適用
- 20 田中センター長、群馬大学大学院工学研究科「広域首都圏防災研究センター設立シンポジウム」にパネリスト出演:「広域首都圏防災における群馬県の役割を考える」
- 横島で爆発的噴火が発生、今年に入り計550回目の爆発的噴火
- 22 古村教授、Western Pacific Geophysical Meeting (Taipei)で発表:「An integrated simulation of ground motion and tsunami for the Nankai Trough earthquake using high-performance computer」
- 27 日黒教授、浜松市自主防災隊連合会防災委員研修会で講演:「間違いだらけの地震防災、学ぶべき本当の教訓と今やなくてはならないこと」

Jul.

- 1 古村教授、消防庁防災啓発研修講演会にて講演:「大地震とその強い揺れ・被害に備えて」
地引特任助教が新たにCIDIRメンバーに加わる
第1回東京大学防災研究者ネットワーク懇談会を開催
- 2 日黒教授、TVS構造物診断研究会第26回定期総会で特別講演:「確実にやってくる地震に対して-間違いだらけの地震防災対策:学ぶべき本当の教訓と今すべきこと-」
- 5 第15回ライフライン・マスコミ連携講座「BCP」
- 8 古村教授、安全工学シンポジウムにて講演:「東海・東南海・南海地震の連動発生による強い揺れと津波の予測・災害軽減」
- 14~ ロシアで熱波・干ばつによる森林火災が発生、40名以上が死亡(8月6日気象庁)
- 21~ パキスタン北西部で季節風に伴う大雨により洪水被害が発生、死者1,100名、27,000名が孤立(8月2日AFP)
- 23 佐用町にて平成21年台風第9号災害現地調査を実施(宮川特任教授)
田中センター長、日本私立大学連盟「東部地区金曜会」で講演:「東京大学の取組みと学生確保への影響など大学特有の課題について」
- 25 埼玉県秩父市で埼玉県消防防災ヘリコプターが救助活動中に墜落、死者5名・負傷者1名
- 27~8/6 インドネシアにてクレー火山に関わる現地調査を実施(田中センター長、地引特任助教、関谷客員研究員)

Aug.

- 2 日黒教授、NTTデータ防災講演会で講演:「防災論:最近発生した自然災害から学ぶ」
- 5 古村教授、全国情報技術教育研究会で基調講演:「次世代パソコンで挑む地震の強い揺れの予測と災害軽減」
- 8 中国甘粛省で豪雨による大規模な土石流災害が発生、死者337名・行方不明1,148名(8月9日新華社)
- 9~11 根室市、岩沼市にて平成22年チリ地震津波に関わる現地調査を実施(地引特任助教、関谷客員研究員)
- 11~12 四万十市、四万十町にて平成22年チリ地震津波に関わる現地調査を実施(田中センター長、古村教授)

【特集】地震・津波災害 page.2~3

CIDIR News page.3
 CIDIR Report : 大学キャンパス内建物の地震観測と防災活用 page.4
 防災コラム : 状況を想像すること page.4
 編集後記 : CIDIRの窓から page.4

Contents

地震時の退避行動

田中 淳 センター長

地震時に命を守るためにどのような行動をすればよいのか。地震災害に見舞われることの多い日本では、この問いへの回答は社会的に求められる実践智であり、実際に、これまでも地震時における心得として広くまとめられてきた。古くは、1923年の関東大震災後に、今村明恒らが1930年に「地震に出会ったときの心得」として10箇条をまとめており、その内容は、火の元に用心する、堅牢な家具に身を寄せる、机の下に入るなど、現在の心得の原型とも言える内容となっている。

これらの地震時の心得は、災害の教訓を経て形作られてきた叡智である。その一方で、建物の耐震性は向上し、コンロやストーブなどに自動消火装置が普及するなど住環境も大きく変化してきた。実際に、消火時の火傷が多いことから、「地震＝火の始末」も「消せるときに」消火するように修正されたり、宮城県沖地震の教訓からブロック塀への注意喚起が含まれたり、過去の地震災害の教訓を反映しながらこれまでも改訂がなされてきた。

さらに、2007年には緊急地震速報の一般供用が始まり、また防災研究の蓄積も進んだ。実大三次元振動破壊実験施設（Eーディフェンス）を用いた実験では、地震で揺れている最中の建物や家具などの状況について目の前で再現できるようにもなった。

このような状況を踏まえ、地震発生時の退避行動について、最新の知見をもとに見直しをし、必要な研究課題の抽出を行うために、科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 防災分野の研究開発に関する委員会は、平成21年5月に地震防災研究を踏まえた退避行動等に関する作業部会（主査：田中淳 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター長・教授）を設置した。

作業部会では、地震による揺れにより人間の行動が制約される時間を中心に検討することとし、「命を守る」と「火を消す」ために推奨されてきた行動について検討を行った。具体的には、①地震の揺れによって、家具や調度品等室内環境の変化とそれによって人が体験する困難な状況、②地震時における行動に関する調査や、地震時の生理的変化、心理的変化、③地震時に人間のおこす行動と負傷との関係および阪神・淡路大震災における人的被害について、約80件の文献をレビューした。

その結果、阪神・淡路大震災では全壊住宅の5.6%、半壊住宅の0.5%で死者が発生していること、その多くが旧耐震基準で建てられた耐震性の低い家であったこと、震度6で7～8割の人が動けなくなること、大きな揺れの中で移動しようとして10～30%程度の人が負傷していること、逆に揺れの最中にじっとしていることで負傷を免れている事例が多いこと、消火しようとしてコンロの火や高温の調理器具・材料により火傷を

負ってしまっていることなどの傾向を抽出した。

これらの傾向を踏まえ、強い揺れでは外に飛び出すなどの移動は難しく、消火しようとして、あるいは丈夫な家具のそばへ移動しようとして負傷する危険性があることを指摘する必要性が明らかになった。さらに、建物自体の耐震性向上や家具の固定等を進めない限り、命を守ることは難しいことも明示する必要がある。

その上で、下表に示したように時期毎に標語をとりまとめた。

以下、の中で議論されたことを中心に私見をまとめていくことにしたい。

まず大きな論点となったのは、地震による揺れが激しい場合には、取り得る行動の選択肢は極めて限定されるし、またそれらの行動は各人が置かれた環境に大きく依存してしまう点であった。ある行動は特定の状況では適切であるが、状況が異なると適切とは言えなくなってしまう可能性は多々ある。典型的には、耐震性の低い家では建物の倒壊に伴う圧死の危険性は無視できないが、耐震性の高い家では外に飛び出すことで負傷する危険性の方が高い。さらに耐震性だけではなく、家具の固定状況によっても危険性は変わってしまう。

それだけに、ひとつの固定的な行動を推奨するのではなく、それぞれの状況に応じて、それぞれの人が判断できる材料を提示すべきという合意があったように思う。そのために、それぞれの状況でどのような危険があり、どのような条件に留意する必要があるかを、できるだけ具体的な数値とともに明示することとした。

また、行動の適否を考える上で、データが不足しているものも少なからずあった。たとえば、行動を取りうるかどうかを規定する一因は、室内環境の変化であるが、揺れの間どのように変化していくかは必ずしも明確ではなかった。また、負傷の原因も決して明らかになっている訳ではなかった。それだけに、今後は、家具等の震動による室内の危険要因の挙動や建物倒壊プロセスなど基礎研究が求められるし、地震時の人間の行動と負傷との関係に関する研究や家具の効果的な固定方法等空間の安全性を高めるための実践的な研究が求められるとともに、危険度を容易に把握できるツールや制度等の研究にも目配りが必要であろう。

作業を通して改めて痛感したのは、なによりも、退避行動だけでは全ての命を守ることはできないという当たり前の事実であった。耐震化や家具の固定こそが本質的であり、退避行動の適否の前提である。退避行動を提言する中で、それさえ守れば命は守れるという幻想を抱いてもらってはならない。あえて、標語の第1に事前対策を挙げたのは、まさにこの点を強調したかったからであった。

2010年チリ地震津波に学ぶ・学べない

古村 孝志 教授

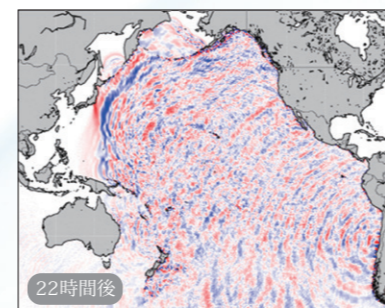
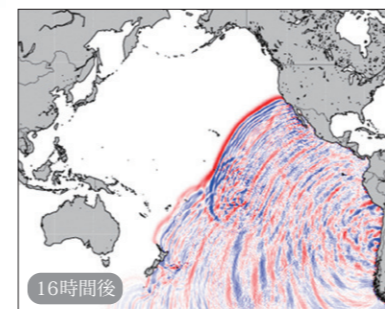
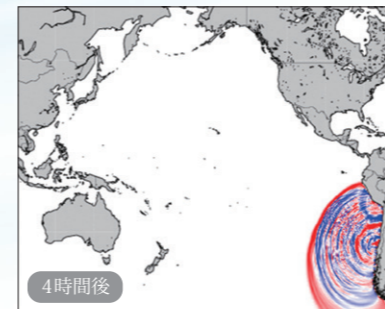


図1 2010年チリ中部地震の津波伝播シミュレーション（地震発生より4時間、16時間、22時間後）。計算は地震研究所佐竹教授による。

2010年2月27日にチリ中部で発生した巨大地震（M8.8）の津波は、23時間をかけて17,000km離れた日本を襲った。平均時速740kmはジェット機並みだ。日本到着の4時間前に発表された大津波警報は、1952年に津波警報の基準ができてから4回目、1993年の北海道南西沖地震から17年ぶりの発表であった。

今回のチリ中部の地震では、おおよそ400km×100kmの長大な断層面が10mずれ動き、断層面直上の海底が最大5m隆起した。そして、持ち上げられた何百億トンもの巨大な海水が地球表面に津波として広がった。地球は丸いので、広がった津波は再び地球の反対側に集結する。日本から見てチリは太平洋を挟んだ隣国であり、しかも途中を遮る大きな島はほとんどない。次に日本の海域で巨大地震が起きると、今度はチリに津波が押し寄せる。

それにしても前回の1960年のチリ地震（M9.5）は、複数の地震セグメントが連動して発生した、史上最大の地震であった。数十年毎に繰り返し起きるチリ地震の中で、数百年に一度は連動発生により巨大化するらしい。こうして、三陸地方には高さ6mを超える大津波が到来し、東北と沖縄で142名の死者・行方不明者を出す大惨事が起きた。

1960年チリ地震津波をきっかけとして、津波情報を収集して関係国に伝える津波警報の国際協力の枠組みが整えられた。日本では津波防波堤計画や津波災害防除を目的とする総合対策に力が入られ、海岸堤防が整備された。そして、津波観測と解析技術の進歩は津波の警報とその

予測精度を大きく発展させた。

このような状況下で起きた今回のチリ地震津波では、太平洋を伝わる津波が各国の津波計で捉えられ、リアルタイムに配信された。予測値と津波観測結果を照らし合わせ、日本沿岸の津波予測が高度に進められた。津波の予測がやや過大であったとの指摘もあるが、地球の裏側からの津波伝播を考えると、むしろ驚くべき良い一致と言えよう。一方、津波の到着が1時間ほど遅れた原因は不明だ。津波予測に用いた海底地形モデルの精度、海底摩擦の影響、地球楕円体の影響など議論はつきないが、しばらく決着はつきそうにない。津波到着時間の予測は避難とその解除を見極めるためにも重要だ。

今回のチリ地震津波では、避難のための好条件が揃っていた。50年前の経験から、チリ地震の大津波が日本に到来することは疑いようがなかった。翌日の日曜の朝にかけて、十分な避難準備の時間があつた。津波警報とともに全国の港湾の浸水や河川を遡上する津波がテレビ中継された。しかしながら、避難率は決して高くはなかった。

好条件が揃った今回の成功体験が、次の大津波警報に対してどう作用するかもとても心配だ。次に日本で発生する南海・東南海・東海地震、あるいは宮城沖地震の津波は、今回のチリ津波の特性とは全く違ったものになる。近地地震による津波の避難は待たなした。しかも、避難の前には震度6強を超える強い揺れが襲う。壊れた家屋は避難路を塞ぎ、さらには停電や火災を伴う危険性もある。

CIDIRでは、今回のチリ地震津波の体験が津波避難への意識に与える影響を見るために、四国、宮城、北海道でアンケート調査を開始した。



図2 南海・東南海・東海地震連動発生による津波シミュレーション結果（地震発生から21分後）。

作業部会で提言した退避行動

- | | |
|------------------------------|---|
| ① 事前対策 | 標語例 ▶ 備えあれば憂いなし！ 事前の備えを十分に！ 作ろう自分の心得を！ |
| ② 主要動到達直前
(緊急地震速報時、初期微動時) | 標語例 ▶ 緊急地震速報だ！ 周りに声かけ、安全な場所へ！ |
| ③ 揺れの最中 | 標語例 ▶ 動けなければ、姿勢を下げ、頭を守る。動けるならば、落ち着いて、身近な安全な場所へ。 |
| ④ 揺れが収まった直後 | 標語例 ▶ 揺れがとまれば、火消し、靴はき、ドアあける。プレーカー落として火災を回避 |

CIDIR News — 新メンバーから —

2010年7月1日付でCIDIRに着任した地引泰人です。CIDIRでは、「災害緊急情報を活用した大学防災情報システムの開発」研究を、主に担当しています。私個人としての研究テーマは、開発途上国への人道支援です。

さて、CIDIRに求められる役割の一つは、東京大学で防災に携わる研究者や部局からなるネットワークのハブとしての役割を果た

すこと、であると私は認識しています。一方、CIDIR自体も、構成員の研究領域や背景は多様で、学際的なネットワークとなっています。私は、自分が担当する研究課題の遂行を通じて、学内ネットワークのハブとしてのCIDIRの動きを活性化させると同時に、それ自体がネットワークでもあるCIDIRの構成員同士の協働を促進する触媒としても役に立てるように働いてまいる所存です。（地引）