

## 災害と日本人の意識・行動

東京工業大学総合理工学研究科人間環境システム専攻(教授) 大野 隆造

1995年1月17日午前5時47分。この分単位まで多くの日本人の記憶に留められている時刻は他にないだろう。それほど地震という出来事は、ある一瞬の前と後をきっぱりと分けてしまう。地震発生時刻で止まった時計が震災地の様子を伝える映像として映されることがあるが、それが見る人の心をとらえるのは地震発生直後に犠牲となった人々を象徴しているからだだろう。しかし、その時刻は非常に多くの被災者にとって終わりを示しているのではなく、むしろそれまでとは全く異なる生活が始まった時点を示している。実は私自身、冒頭の時刻に揺れの激しかった神戸市東灘区に身を置いて、それ以前とそれ以後の街の変容と人々の生活の急激な変化を目の当たりにした。それまでに営々として築いてきた物的・人的な財産を文字通り一瞬にして失い、それを受け入れて生きてゆかねばならない多くの被災者たちは、それでも不思議なほど落ち着いて行動していたのが印象的であった。

かつて「火事と喧嘩は江戸の華」などと言われた。都市の防災対策が一向に進まない事態に対するやけっぱちな開き直りとも聞こえるが、災害に対する日本人の意識を表しているとも言える。都市火災だけでなく、さまざまな災害が頻発する日本では、いつかは自分も災害に見舞われる可能性があることは誰もが感じている。しかし、このいつ起きるかわからない重大事についてあまり正面から向き合って考えようとしない。加藤周一は『日本文化における時間と空間』(岩波書店)で、日本人の<今=ここ>の意識が強いことを指摘している。「過去は水に流す」し、「明日は明日の風が吹く」として、過去や未来ではなく現在の状況に注意を集中し、それに対して柔軟な適応能力を発揮する。欧米のように先を見通した長期のグランドデザインは苦手であるが、状況に応じてうまく対処してゆくことには長けている。大戦後の驚異的な復興や神戸大震災後の住民が示した適切な対応はその証であるとする。これは、さまざまな災害を受けてきた我々の先祖が日本文化の一部として定着させてきた行動様式なのかもしれない。とすれば、長い時間をかけて計画的に災害に強い生活環境に改造しようとする取り組みがなかなか進まないのは、この日本人の気質も一因と言えそうである。

2006年5月に発生したジャワ島中部地震の後、20日目に被災地調査に入った(CUEE Newsletter No.5参照)。そこで見たものは、あまりにも脆弱な構造の建築の悲惨な姿であったが、それと大きなコントラストを示していたのが、被災住民の明るい表情であった。いわゆる被災直後のユートピア的心理と見るには時間が経ち過ぎていたので、それでないのは明らかである。何の前ぶれもなく調査に訪れた私たちにも親切に接し、インタビューにも丁寧に答えてくれた。いわゆる「ゴトン・ロヨン」(相互扶助)や「ケケルアルガン」(コミュニティの仲間に対する家族愛的な意識)はジャワ島の文化の一つの重要なコンセプトと言われているが、それがこの災害に臨んで平常時以上に発揮され、円滑な物資供給や住宅再建などコミュニティの復興に重要な役割を果たしていた。物理的な構築環境の脆弱さを補う事後の強い復興力を見た思いであった。

日本人が<今=ここ>での対応力に優れているとすれば、計画的な防災環境の整備が進まないことを嘆くことより、災害発生後の復興力を高めることの方が受け入れやすいかも知れない。ジャワ島の住民が示したような強力なコミュニティの復興力は日本にもかつてあったし、今も潜在的に持っているはずである。神戸での壮大な実験では、それがある程度機能することが示された。しかし、住民同士の日常的な交流が希薄になっている大都市での災害時に活性化され有効に働くのだろうか。首都圏直下地震の驚くべき被害想定の数値を示しながら一向に進まない事前の防災計画に頼らず、住民自身による事後に活用可能なネットワーク作りが大切ではないかと思う。

# 2007年新潟県中越沖地震と地震動について

人間環境システム専攻(教授) 翠川三郎  
 人間環境システム専攻(助教) 三浦弘之  
 都市地震工学センター(研究員) 大堀道広

## 1. はじめに

2007年7月16日に発生した新潟県中越沖地震(M<sub>j</sub>6.8)では、新潟県柏崎市、刈羽村を中心に死者14人、重軽傷者2,315人、全壊家屋1,259棟、大規模半壊850棟、半壊4,631棟、一部損壊34,046棟、非住家被害31,346棟(2007年11月9日現在)の被害が生じた。ここでは、強震観測点で観測された震度の分布や震源域周辺での墓石の転倒調査結果、強震動波形の特徴やそれらから推定される断層面の震源過程について検討した。

## 2. 震源域周辺での地震動強さ

図1に気象庁(JMA), 防災科学技術研究所のK-NETおよびKiK-net, 新潟県などの強震観測点における計測震度(相当値を含む)の分布を示す。図中の星印と破線は震央とその余震域を示している。柏崎市, 刈羽村, 柏崎市西山町などにおいて震度6強が, 上越市北部, 小千谷市, 出雲崎町などにおいて震度6弱がそれぞれ観測され, 広い範囲で震度5強が観測された。

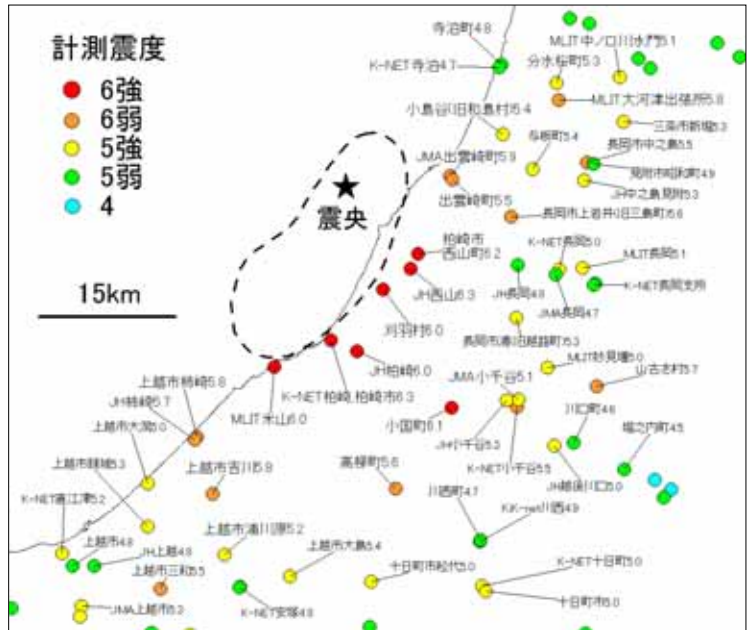


図1 2007年新潟県中越沖地震の計測震度分布

被災地での地震動強さの分布を知るために, 以前より墓石の転倒調査が行われてきた。現在でも強震観測記録のみから詳細な地震動強さの分布を把握することは困難であることから, 墓石の転倒調査を行った。調査範囲は寺泊町から柏崎市中心部で, 計41地点の墓地を調査した。

墓石の転倒率の分布を地形・地盤分類図と重ね合わせたものを図2に示し, その右側には転倒率分布の南北方向の断面図を示す。右図のプロットの色は左図の地形・地盤分類の色分けと対応させている。これを見ると, 山地・丘陵などからなる北部の地域では, 転倒率20%以下の地点が多く, 砂丘, 後背湿地, デルタからなる中部・南部の地域では転倒率が50%以上となる地点が多くなっていることがわかる。特に, 原子力発電所周辺では70%以上の高い転倒率を示す地点が多く分布しており, 原子力発電所周辺の地域は非常に強い地震動に見舞われたことが示唆される。

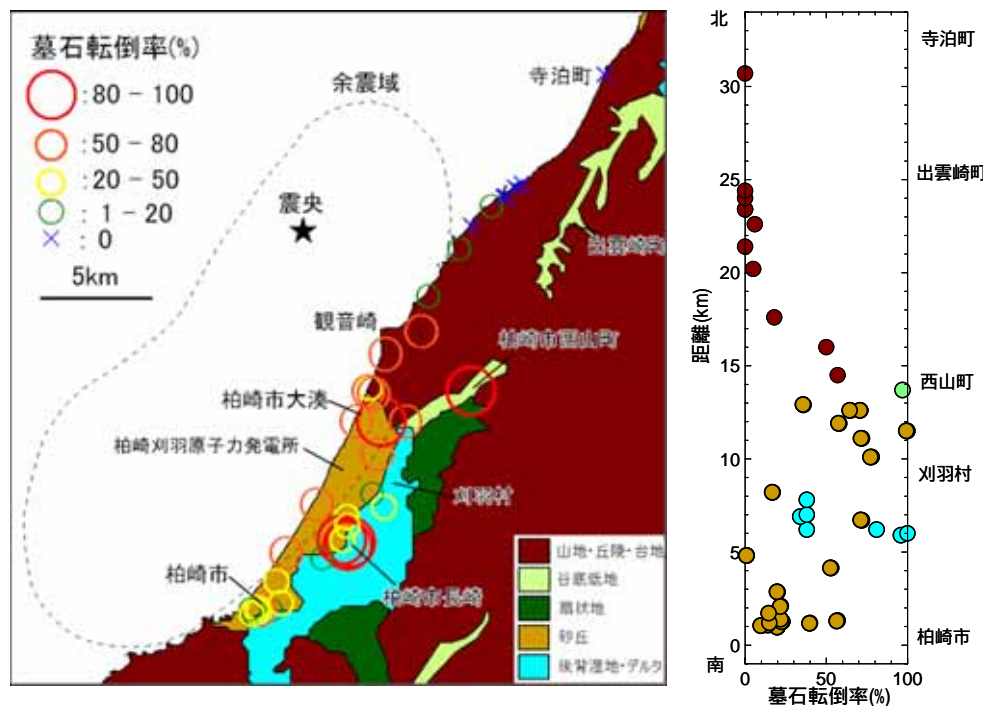


図2 墓石の転倒率分布

### 3. 強震観測記録の特徴とそれに基づく震源過程の推定

JMA 出雲崎, K-NET 柏崎および柏崎刈羽原子力発電所の地表での記録の加速度波形を図3に示す. JMA 出雲崎の波形をみると, 6秒付近のS波初動に続いて, 8秒付近と12秒付近に振幅の大きな波がみられ, 計3つのパルスがみられる. また, K-NET 柏崎の波形では, 13~17秒の間にスパイク状の波がみられ, 17秒以降では振幅が急激に小さくなっている. このスパイク状の波はサイクリックモビリティの影響によるものと考えられる. 原子力発電所の記録をみると, 5号機観測小屋は1号機観測小屋から北北東に約1.5km離れた場所に位置し, 両者の地盤条件に大きな違いはみられないが, 波形の特徴はやや異なる. また, 両者の波形には JMA 出雲崎の波形と同様に, 8秒, 11秒および14秒付近に振幅の大きな3つのパルスがみられる. このように, 震源域周辺の強震記録の多くに3つの大きな振幅のパルスがみられ, 本地震の震源過程において大きな破壊領域が複数存在することが示唆される.

各観測記録から得られる速度波形のオービットの分布を図4に示す. 断層面に近い観測点では断層直交方向の成分が卓越している様子がみられる. これを時間に区切ってみると, 第1のパルスでは北北西-南南東に振動方向が卓越するのに対して, 第2のパルスでは北西-南東方向に, 第3のパルスでは西北西-東南東に, 卓越方向が反時計回りに回転する様子がみられる.

ここで, 南東傾斜と北西傾斜の2通りの断層面を仮定し, さらに震源深さを8, 10, 13, 16kmの4通りに変化させた計8通りの断層モデルを設定し, 断層面上のS波放射特性から算出される波の極性と観測記録の極性とを比較を行うことで, 断層面上におけるパルスの発生位置を推定した. 図5に南東傾斜の断層面を仮定した場合の推定結果を示す. 図中の①, ②, ③として色づけされた領域が, それぞれ第1~3のパルスの主破壊領域として推定された箇所を表す. これをみると, いずれの震源深さの場合でも, 破壊は断層の北東側から始まり, 南西方向に進行した様子がみられ, 特に第3のパルスは原発サイト付近で発生したものと推定される.

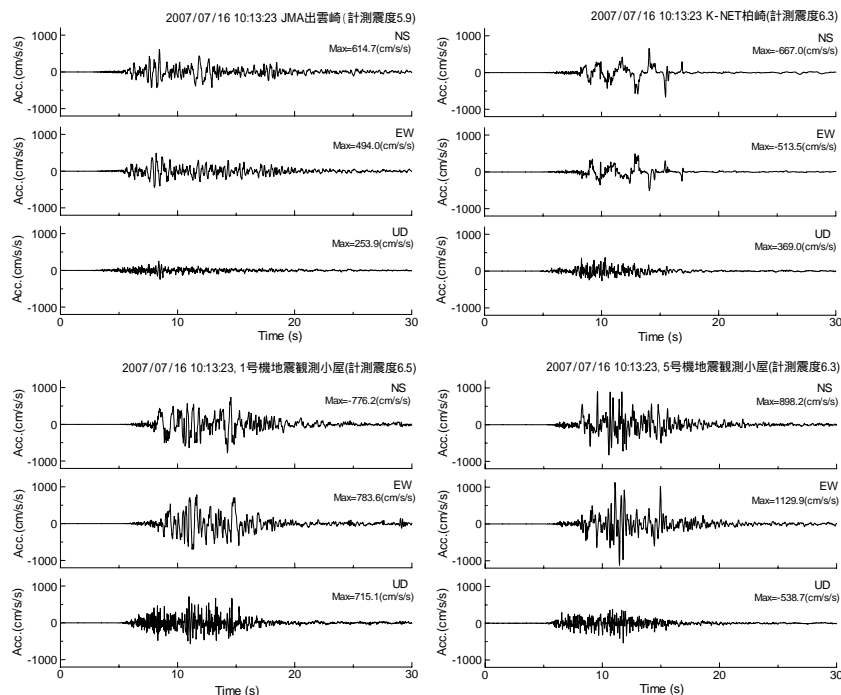


図3 強震観測点における加速度波形

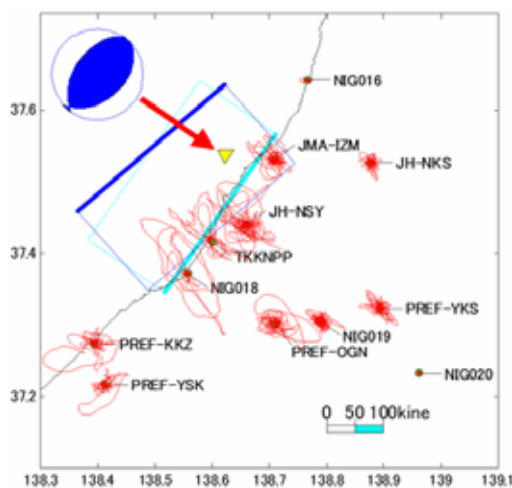


図4 速度波形のオービット

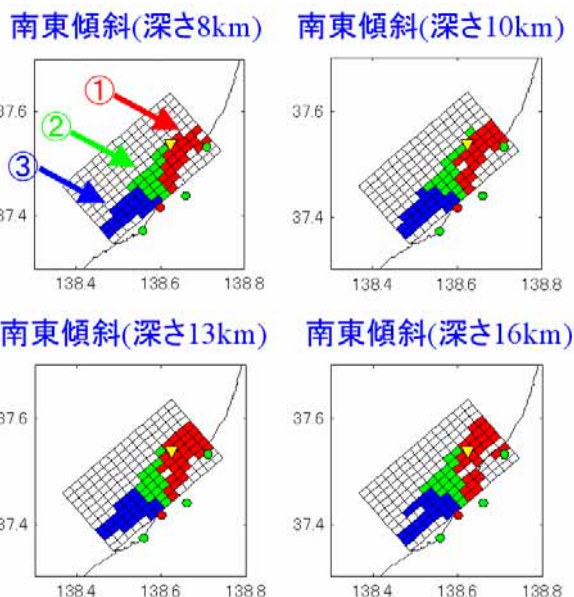


図5 推定された主破壊領域の分布 (断層面が南東傾斜の場合)

#### 謝辞

本報告では, 気象庁, 防災科学技術研究所の K-NET, 東京電力(株), 新潟県の強震観測記録を使用させていただきました. 記して謝意を表します.



## Japan-US-Taiwan Joint Seminar on Earthquake Engineering 2007 の報告

人間環境システム専攻 三浦弘之  
神戸大学市民工学専攻 三木朋広

### 1. はじめに

2007年7月23日に東京工業大学・大岡山キャンパスにて、東京工業大学都市地震工学センター(CUEE)、米国の3地震工学センター、および台湾国立中央大学の若手地震工学者による合同セミナーが行われた。東工大からは主に CUEE のリサーチアシスタント(RA)およびポスドク研究員が参加し、米国からは Pacific Earthquake Engineering Center (PEER), Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER, SUNY Buffalo), Mid-America Earthquake Center (MAE, University of Illinois), Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES)に関連する大学の大学院生が、台湾からは国立中央大学(NCU)の大学院生がそれぞれ参加した。ここでは、この合同セミナーの概要について報告する。

### 2. 合同セミナーの概要

この日米台合同セミナーは、米国地震工学センターの大学院生らの来日にあわせて行われたものであり、各国の若手研究者の研究交流を目的に開催された。参加者は約40名で、東京工業大学から約20名、米国から17名、台湾から4名であり、そのほとんどが大学院生やポスドク、助教などの若手研究者であった。また、このセミナーは、企画・準備の段階からセミナーの実施、当日の司会進行まで、座長、発表者、主な参加者を含め、各国の若手研究者が中心となって進められたものである。

セミナーに先立ち、オープニングセレモニーとして CUEE のセンター長である大町教授から開会の挨拶があり、翠川教授より CUEE における主な研究項目に関する説明があった。その後、米国の大学院生の引率者でもあるオレゴン州立大学の Ashford 教授より米国の3地震工学センターでの研究紹介があり、台湾中央大学の Chen 准教授からは NCU の地震研究センターの説明があった。



大町教授



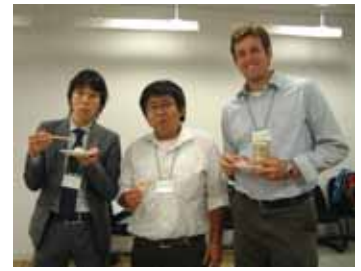
Ashford 教授



Chen 准教授

その後、日本、米国、台湾の若手研究者によって、現在行われている研究について発表があった。このセッションでは、CUEE から5名、米国から4名、NCU から3名の研究発表があり、発表・質疑応答は全て英語で行われた。CUEE における研究では、建築構造に対する解析的研究、地盤や材料に関する実験的研究、リモートセンシングによる被害検知に関する発表がなされた。米国研究者からは、被害想定のための建物の fragility 関数、液状化危険度の判定手法、港湾施設のリスクマネジメント、セミナーに参加する直前に現地調査した新潟県中越沖地震での被害事例に関する発表があった。また、NCU からは、橋梁や建築構造の非線形応答問題、トンネルの動的問題に関する発表があった。発表・質疑応答が英語であったこともあり、日本や台湾の発表者は質問の受け答えに苦労する場面も見られたが、CUEE のメンバーは国際会議に何度も参加させていただいている経験が生き、有意義な議論ができていたように思う。このセミナーでは地震工学に関する幅広い分野での発表があり、また発表順を各国取り混ぜたため、様々なテーマについて聞くことができる反面、各分野での深い議論は難しいのではと懸念していたが、会場の参加者から活発な意見が飛び交う場面もみられ、セミナーは盛況のうちに終了した。

セミナー終了後は、緑が丘3号館1階学生ホールにて懇親会が行われた。セミナーの延長で専門的なディスカッションを繰り広げる人もいれば、中には料理の中のお寿司やお刺身など、生の魚をはじめ食べて食べるという人もおり、日本の文化を積極的に学んでいる様子も見られた。また、セミナーの場では発言が少なかった参加者も、懇親会ではお酒が入っていることもあって積極的に海外研究者とコミュニケーションをとっていたことが印象的であった。



### 当日のスケジュール, 発表者・発表タイトルリスト

14:00-14:50 Session 1 Opening Ceremony

Opening speech (Prof. Ohmachi)

Introduction of CUEE (Prof. Midorikawa)

Introduction of Earthquake Research Centers in US (Prof. Ashford)

Introduction of NCU Earthquake Research Center (Prof. Chen)

15:00-18:15 Session 2 Research Topics

Bora Gencturk (University of Illinois): Improved Fragility Relationships for Woodframe Buildings to be Used in Loss Assessment Studies

Nurhan Ecemis (The State University of New York at Buffalo): Effects of Soil Permeability and Compressibility on Liquefaction Screening using Cone Penetration Resistance

Lindsay M. Ivey (Georgia Institute of Technology): Seismic Risk Management for Port Systems

Yohsuke Kawamata (Oregon State University): Preliminary Information on the 2007 Chuetsu-Oki Earthquake

Hiroshi Ito (CUEE): Response Control Design of MDOF Passive Control System with Elasto-Plastic Damper

Kensaku Kaneko (CUEE): Beam-Column Element with Consideration of Locally Nonlinear Behaviors

Hiroyuki Miura (CUEE): Estimation of Building Damage due to the 2006 Central Java, Indonesia Earthquake Using High-Resolution Satellite Images

Hiroshi Ohkawa (CUEE): Experimental Research of Sandy Soil Deformation and Possibilities of Applying to Dynamic Ground Problems

Yasutaka Noma (CUEE): Mechanical Properties of Concrete Using Recycled Materials

Shih-Kai Chen (NCU): The Nonlinear Dynamic Analysis of Bridge in Seismic Loading

Po-Chuan Chen (NCU): Experiment and Analysis of Semi-Active Control for a Nonlinear Structure

Chie-Chieh Lu (NCU): Dynamic Effective Stress Analysis of a Shield Tunnel in Liquefiable Deposits

18:30 Welcome party @Student Hall, Mirodigaoka No.3 Building 1F



懇親会の様子

### 3. おわりに

この合同セミナーでは、通常の国際会議のときのような堅苦しい雰囲気とは異なり、若手同士ということもあって、うち解けたコミュニケーションの基に研究交流が行えたように思います。また、このような大勢の海外からの大学院生・若手研究者と交流する機会は少なく、我々CUEE若手研究者にとっても海外若手研究者にとっても貴重な体験の場になりました。最後に、このセミナーを企画して下さった時松教授をはじめ、当日参加していただきました先生方、また会場準備等を手伝っていただきましたCUEEのRA、ポストクの皆様、CUEE事務局の土屋さんに感謝いたします。



セミナー参加者の集合写真

## 2007 Taiwan-Japan Joint Symposium の参加報告

人間環境システム専攻 井上修作  
土木工学専攻 井澤 淳  
神戸大学 市民工学専攻 三木朋広

### 1. はじめに

2007年9月26, 27日に台湾国立中央大学(中壢市)で開催された東工大と台湾国立中央大学(以下, TIT-NCU)との第三回ジョイントシンポジウム(2007 Taiwan-Japan Joint Symposium on the Advancement of Earthquake Hazard Mitigation Technology)に参加してきました。さらに、その後の28, 29日に開催されたポストツアーに参加し、台湾西部の澎湖島で消防局、風力発電施設、跨海大橋などを見学してきました。以下に、これらの参加報告を記します。

### 2. シンポジウム

本シンポジウムは、東工大の都市地震工学センター(以下, CUEE)とNCUの地震防災研究者との研究交流や人材交流を目的とし、2005年に第1回が開催され、今年で3回目の開催となります。

今回、東工大側からは、大町教授、翠川教授、大野教授、二羽教授、梶教授、盛川准教授、竹村准教授、Anil准教授、Sivaleepunth君(博士学生)と筆者ら3名を含めた、計13名が参加しました。開会式ではNCUのTang教授とTien教授から挨拶があり、CUEEメンバーへの歓迎の挨拶や、NCUがUOEプログラム(University of Excellence, 日本のCOEプログラムのようなもの)に採択されたことなどが説明されました。続いて、これまでのCUEEの協力に対して、NCUから大町センター長に感謝状が贈呈(写真1)され、その後、NCUと共同で行っている遠隔授業(D-learningプログラム)の功績を称え、盛川准教授に対しても感謝状が贈られました(写真2)。最後に、東工大側から、NCUに感謝の意をこめて大町教授から記念品を贈呈し、開会式が終了しました。

発表会では、全部で20件の地震工学に関連する研究発表が行われました(写真3)。発表内容は、防災



写真1 NCUから大町教授へ感謝状



写真2 NCUから盛川准教授へ感謝状



写真3 筆者の発表風景



計画や防災教育のための仮想化技術から、衛星画像、GIS を利用した広域災害情報の把握方法、ダムの常時微動測定や補強土の地震時挙動、さらには、津波やRC 建造物の数値解析など多岐にわたりました。また、それらの発表の中で、Wang 准教授の「ラティスマデルを用いたRC 解析」や盛川准教授の「Hsinchu 市の地下構造モデルと地震動シミュレーション」はそれぞれ、TIT-NCU の共同研究の成果として発表が行われていました。多岐にわたる発表内容ではありましたが、それぞれの発表に対して、東工大とNCU の研究者間で活発な議論が繰り広げられていました。また、NCU からは、教員のほか、多数の学生もシンポジウムに参加しており、発表の討議、会場の雰囲気共にシンポジウムは盛況でした。

また、シンポジウム後のミーティングでは、東工大とNCU との大学間の提携や、学部学生の交流会などについても議論を行い、今後更なる2 大学間の連携について話し合いを行いました。

### 3. ポストシンポジウムツアー

シンポジウム終了後は、Hsu 教授、Chen 教授、Lee 准教授、Juang 博士の引率による台湾西部にある澎湖諸島へポストツアーに参加しました。澎湖諸島は海を囲むように配された馬公本島、西嶼島、白沙島とその他大小の島々からなる列島で、澄んだ海の綺麗な景勝地でした。ポストツアーの初日の28日には、澎湖県消防局で災害時の司令室に招かれ(写真4)、そこで台湾の消防組織についてのビデオを観賞し、さらにレスキュー用機材の説明などを受けました。次に、台湾の電力会社に移動し、澎湖諸島は風が強いことで有名なのですが、この風を利用した風力発電用の風車などを見学し(写真5)、最後は、桶盤島で玄武岩の柱状節理(写真6)や火口跡などを見て回りました。二日目は、西嶼島と白沙島を結ぶ跨海大橋を通り、その後、砲台跡や、伝統的な珊瑚を壁材に使用している集落を見学してきました。跨海大橋は、当時台湾のビックプロジェクトの一つであったそうで、Chen 教授が、その当時この橋を誇らしく感じたことを思い出しておられました。

### 4. 最後に

シンポジウム、ポストシンポジウムツアーで、我々はNCUの方々から、熱烈な歓迎を受けたことに対して、ここに感謝の意を記すと共に、今後2 大学間の連携がさらに発展することを期待しています。



写真4 消防局の司令室



写真5 風車の前で記念撮影



写真6 桶盤島の柱状節理

2007年3月25日の能登半島地震では、能登半島北部で大きな被害が発生しました。とくに、石川県輪島市や穴水町では、古い木造家屋の全壊や斜面崩壊などが集中してみられました。都市地震工学センターでは、被害や強震観測点の調査、余震観測、地盤調査などを行い、その成果を本センター主催の一般向けのセミナー、地震工学・工学地震学談話会、各学会などで報告してきました。

能登半島地震は、海域と陸域の境界で発生したほぼ垂直な逆断層型の断層であり、図1のように震源の一部は輪島市門前町に達しています。能登半島には、多くの活断層の存在が確認されていましたが、それらの多くは長さが非常に短いものであり、被害を生じるような地震の発生が指摘されてはいませんでした。しかし、今回の地震後に、様々な調査の結果を再検討した結果、今回の地震に関係する活断層の存在が海域に確認されています。

この地震では、図1に示すように震源近傍で計測震度6強の大きな揺れが観測されました。とくに、輪島市中心部と門前町、穴水町などの被害が甚大であった地域で震度が大きいことがわかります。輪島市中心部では、1km程度離れた2地点において、図2のように地震動特性が大きく異なる強震記録が得られ、地盤の影響による差異であると考えられます。揺れの大きい気象庁輪島観測点での地震動の応答スペクトルは、周期約2秒で兵庫県南部地震や中越地震での震度7の地域（神戸市鷹取や川口町）における地震動レベルに近い値となっています（図3）。この地域には、固有周期が長い高層建物が存在せず、兵庫県南部地震のように被害が激しくならなかったと考えられます。

門前町の震度計では1Gを越える加速度が観測されましたが、加速度記録はないようです。そこで、輪島市門前町での地震動特性を明らかにし、被害の原因を解明するために本震の発生直後からこの地域で余震観測を実施しました。震度計の位置と周辺の硬質地盤（工学的基盤が地表付近にある）でのM5以下の余震の記録から求めたスペクトル比が図4に示されています。周期約1秒で大きな振幅比を示しており、表層地盤による増幅効果が非常に大きいことがわかります。この地盤増幅効果が大加速度の主原因のひとつであると考えられます。このほかにも、輪島や穴水では能登半島地震の余震観測がいくつかの機関によって行われており、本震の強震動の理解と被害原因の解明のために役立っています。

ここで用いた強震記録は、K-NET、気象庁、JRによるものです。記して感謝いたします。

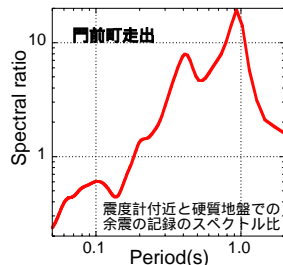


図4：余震のスペクトル比

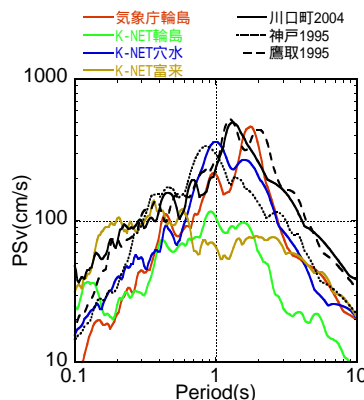


図3：応答スペクトル（減衰5%）の比較

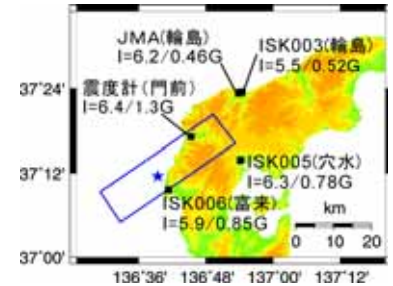


図1：震源と主な観測点の位置

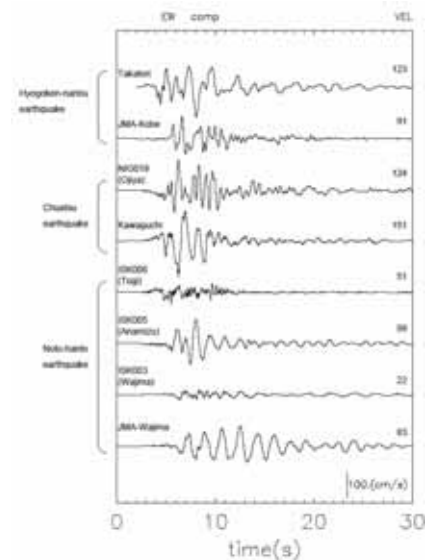


図2：能登半島地震と過去の地震の強震動の比較

### 東京工業大学 21世紀COEプログラム「都市地震工学の展開と体系化」メンバー（2008/1/4現在）

事業推進担当者：大町達夫(拠点リーダー)、時松孝次(サブリーダー)、川島一彦、笠井和彦、山田 哲、翠川三郎、山中浩明、堀田久人、三木千壽、日下部 治、林 静雄、二羽淳一郎、青木義次、大佛俊泰、大野隆造、瀧口克己、和田 章、瀬尾和大、盛川 仁  
事業推進協力者：竹内 徹、五十嵐規矩夫、竹村次朗、松田稔樹、藤井 聡、廣瀬士一、Anil C.Wijeyewickrema、市村 強、元結正次郎、坂田弘安、篠原保二、梶 秀樹（東工大特任教授）上田孝行（東京大学）

#### 東京工業大学 都市地震工学センター

##### すずかけ台事務局

東京工業大学大学院総合理工学研究所人間環境システム専攻内  
〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259 G3-11  
Tel: 045-924-5576 Fax: 045-924-5199  
E-mail: office@cuee.titech.ac.jp

##### 大岡山事務局

東京工業大学大学院理工学研究所建築学専攻内  
〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-39  
Tel: 03-5734-3200 Fax: 03-5734-3200  
URL: <http://www.cuee.titech.ac.jp/>