

パネルディスカッション「最先端のセンシング技術」

～防災の未来を拓く。マルチセンシングが支える予測・即応型社会へ～

自然現象が引き起こす災害に対し、原因の解明から予防、発災後の状況把握と対応まで、あらゆるフェイズでセンシング技術の重要性が高まっています。本パネルディスカッションでは、地震、雪氷、水・土砂、都市防災、防災情報などの分野の研究者が登壇し、センシング技術の可能性について議論が行われました。コーディネーターの藤原広行研究主監は、多様なデータを統合して判断する重要性を指摘するとともに、研究成果を社会実装へとつなげる視点の必要性を強調しました。

コーディネーター

藤原 広行　研究主監

パネリスト

中村 洋光　巨大地変災害研究領域 地震津波複合災害研究部門 研究部門長

藤原 淳　都市空間耐災工学研究領域 兵庫耐震工学研究センター 主任研究員

中村 一樹　極端気象災害研究領域 雪氷防災研究センター センター長

前坂 剛　極端気象災害研究領域 水･土砂防災研究部門 上席研究員

田口 仁　社会防災研究領域 防災情報研究部門 副研究部門長

取出 新吾　社会防災研究領域 総合防災情報センター 副センター長



藤原広行研究主監



パネルディスカッションでは、以下の2つの観点について議論が行われました。

- **現在新たに取り組まれている研究活動**
- **研究を今後どのように社会課題の解決につなげていくか**

中村 洋光



光ファイバによる地下構造の「診断」

私は現在、光ファイバを活用して「地面の下を診断する」研究に取り組んでいます。光ファイバは本来通信用ですが、近年の計測技術（DAS：分布型音響計測）の進展により、ケーブルの微細な伸び縮みから「揺れ」を測定できるようになりました。これにより、従来の地震計を設置せずとも、既存の通信用光ファイバ網を利用して、数十km～100km規模の長大な区間を任意の間隔で高密度に観測できる「仮想的な地震計群」として機能させることができます。

この技術の最大の意義は、空間分解能の飛躍的な向上にあります。現在、全国の「揺れやすさマップ」は250mメッシュで作成されていますが、人間一人の生活圏としてはまだ広く、局所的な揺れの違いを過小評価する懸念がありました。光ファイバDASを用いることで、日本の平均的な一戸建て住宅の敷地に近い数十mメッシュ程度まで細かくできる可能性があります。国道沿いの光ファイバを用いた観測では、地下構造の詳細な把握の可能性があることが示されています。

振動がつなぐ研究の広がり

世界中に数十億kmの光ファイバが敷設されていると考えられます。光ファイバを振動センサとして活用することで、従来より高い分解能で地震の揺れや地下構造の情報を得られる可能性があります。都市域における３次元の浅部地下構造の推定や、平野部の長周期地震動等に影響を及ぼすやや深部地下構造の推定、都市域の地中・地表のモニタリングや異常検知などへの応用が考えられます。振動という観点で交通や建物、河川、気象などさまざまな分野がつながり、今後、研究の広がりが期待されます。

藤原 淳

センシングと即時の発光表示で地震後の意思決定を支援

この研究では、地震時の建物の揺れをセンシングして建物の揺れ方の特性の変化や損傷を推定し、評価結果を発光表示することで、地震後の意思決定を支援する技術の開発に取り組んでいます。南海トラフ巨大地震などの脅威に対する適切な事前対策や、地震後の復旧、修復には、現在の揺れの特性や地震による損傷の情報が必要です。また、評価結果を関係者で共有するだけではなく、避難などの即時の対応に役立てることも重要です。

そこで、建物の外装材（カーテンウォールなど）に建物の傾きを計測するセンサとLEDライトを内蔵し、地震による建物の変形を計測して損傷を推定し、光の色で結果を表示する「LED光アラートシステム」を大学と民間企業と共同で開発しています。Ｅーディフェンスを用いた実大技術実証実験では、建物の傾きの計測精度検証に加えて、筋交い撤去による揺れ方の特性の変化を評価できることを確認しました。



産学官連携による社会実装と避難所運営への活用

現在は、これまで共同で開発を行ってきた大学と民間企業に地方自治体（愛知県豊橋市）を加えた産学官連携体制で、「LED光アラートシステム」の社会実装に取り組んでいます。豊橋市内の小学校にシステムを設置し、建物の揺れの計測精度などの技術的な検証と、長期安定運用に向けた検討を行っています。加えて、システムの地域防災への活用についても協議を行っています。豊橋市の避難所開設マニュアルとの連動を視野に入れて、LEDの表示によって避難所に指定されている建物の安全性を確認できる仕組みの活用を検討しています。

中村 一樹

スマホAI路面判定システムで路面状況を可視化

雪氷防災の観点から、スマートフォンとAIを組み合わせた「スマホAI路面判定システム」の開発を進めています。車両のダッシュボードに設置したスマートフォンのアプリケーションで2秒に1回路面を撮影し、クラウドに送信された画像をAIが解析して路面状態を判定します。汎用的なスマートフォンを活用することで、手軽に低コストで導入できるシステムを目指しています。15区分の路面状態のほかに、路肩の雪や道路の側方余裕幅をAI判定することができ、地図上の道路をクリックすると実際に撮影された写真を確認できます。現場の道路管理者からは、AIの判定結果から確認する場所を決めて、その場所の写真画像を実際に確認でき、Web上で情報共有が素早く簡単にできるという点が、作業の内容やタイミングを決定する上で有益であるという評価をいただいています。

現在、青森県や札幌市、新潟市などと共同研究を実施しており、例えば、青森県では、青森市や弘前市の路線バスや運送関係の車両にご協力いただき、実証試験を重ねています。



AI路面判定の高度化と複合的センシングの展開

今後は、道路状況だけでなく、自治体からのニーズがある道路周辺の構造物の落雪や着雪によるリスクなどもAIで判定できるように研究開発を進めようと考えています。

さらに、スマートフォンによる観測に加え、防災科研の他領域、他部門で研究している光ファイバや衛星観測など他のセンシング技術との組み合わせも重要なテーマです。気象や雪氷現象に関わる自然災害に対しては、こうした様々なセンシング情報を活用しながら、その先の予測につなげるという視点も含めた研究を研究所全体で進めていくことが重要だと考えています。

前坂 剛

積乱雲の一生を捉え、極端気象を予測

近年、1時間50mmを超える激しい雨の発生回数が増加しており、気候変動の影響により今後さらに極端気象が増える可能性が指摘されています。局地的大雨、竜巻、雹、落雷などの極端気象はいずれも発達した積乱雲から生じます。マルチパラメータ（MP）気象レーダなどを用いたマルチセンシングにより、積乱雲の発達過程を観測し、雨のみではなく霰（あられ）や雹（ひょう）などの降水粒子や風の情報を捉えています。さらに、雨粒よりはるかに小さい雲を観測できるKaバンド雲レーダを用いることで、雨が降り始める前の雲の発達を捉え、積乱雲の早期検知につなげる研究を進めています。

これらの多様なセンシングデータを数値モデルに取り込むことで、個々の積乱雲が「竜巻や雹をもたらす可能性があるか」を評価する、積乱雲単位の予測を目指しています。積乱雲の寿命は短く、予測のリードタイムは数時間程度ですが、その短い時間で効率的に避難や対策を行えるシステムの構築が今後必要となります。



空の観測プラットフォームの構築

積乱雲の予測のリードタイムをより長く確保するには、地上観測だけでなく上空のデータを直接取得することが重要です。特に線状降水帯の発生可能性を半日程度前に予測するには、風上側海上の大気状態の把握が重要となります。これまで上空の観測には航空機をチャーターする必要がありましたが、近年はドローンや小型ジェット機、高高度無人機などを活用した「空の気象観測プラットフォーム」の構築が期待されています。こうした観測により、これまで取得が難しかった上空や海上の観測データを得て、極端気象の理解や予測研究につなげたいと考えています。

田口 仁

災害対応の全体像を俯瞰する「情報のセンシング」

防災情報研究部門では、災害時に「被害がどこでどの程度発生しているか」を迅速に把握するため、さまざまなセンサ情報の活用に関する研究を進めています。私が特に注目しているのが地球観測衛星の活用です。衛星には、太陽光の反射を観測する光学センサと、自ら発した電波の反射波を観測するレーダセンサ（SAR）があり、SARは雲を透過するため天候や昼夜に関係なく観測できる特徴があります。近年は小型光学衛星やSAR衛星の打ち上げが増え、数時間に1回程度の面的な観測が可能になりつつあります。そこで、災害発生時に最適な衛星を選定し観測を依頼する「衛星ワンストップシステム」の研究開発を進めています。さらに、官民の衛星を統合的に活用する「日本版災害チャータ」の構築にも取り組み、浸水域など被災地全体の広域の被害状況を迅速に把握する体制づくりを進めています。

オーケストレーションによる迅速な被害状況の把握

地表面の状況を捉えるリモートセンシングには、人工衛星、高高度無人機（HAPS）、航空機、ドローンなど多様な観測手段があります。今後は各飛行体の特性を踏まえて、目的に応じて最適な観測手段を活用する「オーケストレーション・リモートセンシング」という研究構想を進めたいと考えています。具体的には、先ほど紹介した衛星ワンストップシステムを基盤として、災害のフェーズや目的に応じて最適な観測手段を選び、観測を依頼できる仕組みの確立を目指します。各機関が個別に観測を依頼するのではなく、最適な飛行体へタスキング（観測指示）を行うことで、災害対応のニーズに応じた被害状況把握の実現に貢献します。





取出 新吾

IoT家電によるフェーズフリー防災

現在、IoT家電を防災に活用した「フェーズフリー」の取り組みを進めています。災害時には電力などのインフラ情報が重要ですが、公開される停電情報は市町村単位であることが多く、病院や要配慮者への影響を把握するには、より小さな地域単位での情報が必要です。そこで着目したのが、冷蔵庫やエアコンなどのIoT生活家電です。家電は利用登録時に郵便番号が取得されており、機器の接続状況を統計的に処理することで、郵便番号単位で状況を把握できる可能性があります。生活家電は日常的に使われ、常に電源につながっているため、既存の家電を活用することで、新たなセンサを設置することなく状況把握につなげることが期待されます。2022年の福島県沖地震では、シャープ株式会社の協力を得て家電の接続率データを用いたところ、停電とみられる地域を検出できることを確認しました。現在は、既存の家電を新たなセンサとして活用し、メーカーを超えてデータを連携する仕組みづくりを進めています。



IoT家電を活用した新たな防災のアプローチ

生活家電や無線LANルーターなどのIoT家電を防災に活用するためには、対応する製品をサービスとセットで運用していく必要があります。IoT家電をフェーズフリー化していくために、業界団体（JEITAスマートホーム部会、エコーネットコンソーシアム）と協議し、防災科研が主査を務める防災減災対応サブワーキンググループを設置して議論を開始しました。またメーカーごとに分かれている家電のクラウドデータを家庭単位で連携する「イエナカデータ連携基盤」の構想とも関わりながら、家電データを活用した新たな防災のアプローチを検討しています。