

## 社会の問題解決に向け 応用が可能な研究をする

工学部土木学科 中村 吉男 教授 (57D)

### フィルダム工学に従事

中村先生の専門分野は土質・地盤工学で、実務技術者として土質構造物の設計業務に長年携わってこられました。母校の愛工大に戻り、学生の指導と研究に携わり4年目になり、これまで培った技術を伝承したいと考えています。

研究室では大きく分けて2つのテーマに取り組んでいます。その1つは、フィルダムに関する研究で、堤体の地震時の応答挙動と耐震設計に関する研究、盛り立て中および施工後の堤体の応力・変形挙動と安定性評価に関する研究、貯水や降雨に伴う堤体内の浸透挙動と斜面の安定性に関する研究、堤体内浸透に伴う築堤材料の浸透破壊(水理的破壊現象)に関する研究、アスファルト遮水壁材料の力学特性と地震時の亀裂防止対策に関する研究などが含まれます。「3年前から大手ゼネコンと連携しフィルダムなどの盛土の品質管理における落球探査試験の適用性に関する研究を進めています」。落球探査試験とは、加速度センサーを内蔵した重りを地盤に落とし、加速度の応答から対象地盤の変形特性をリアルタイムに調査できる手法です。

また、別の大手ゼネコンとは、愛工大のプロジェクト共同研究の一環

です。「スペクトル画像と岩石の強度や構成される鉱物の割合を関連させ、AIを使って材料特性を評価します。X線を使った従来の分析方法と比べると、時間も短縮され、汎用性が高まります」。スペクトル分析は、フィルダムの材料を採取する山の岩盤評価などにも応用できるそうです。

### 災害廃棄物や産業副産物の利活用

その一方で、近年掲げられている産業廃棄物の処理及びその有効利用(リサイクル)の問題、地盤汚染の防止と地盤環境保全の問題等を踏まえた災害廃棄物由来の分別土砂や建設汚泥の再生利用に関する研究など、地盤環境工学へも取り組んでいます。

東日本大震災で生じた災害廃棄物は、約3千万トン。近い将来生起するであろうと予測されている南海トラフ巨大地震で発生する災害廃棄物は約3億トンと推定されています。敏速な復旧・復興には災害廃棄物の有効利用が必要不可欠です。この課題に対する研究は、地盤工学会が中心となり、国立環境研究所などの関係団体などが協力して行っており、先生もメンバーの一員として関わっています。「災害廃棄物や津波堆積物由来の分別土砂は、公共工事等の土木資材として有効利用



されることが望ましく、利活用にあたってはガイドラインの作成が必要です。この中で、分別土砂の利用により周辺の土壌や地下水などにあたえる環境を評価する手法としてカラム試験があり、分別土砂の土質特性を考慮したカラム試験の実験手法について研究を行っています。

リサイクル社会への関心の高まりから産業副産物の有効活用も求められています。「建設工事に伴う発生土やスラグ・石炭灰などが産業副産物と呼ばれるものですが、やはり環境への影響を評価したガイドライン作成が必要で、そのための研究をしています」。廃石膏ボードから作られる再生石膏粉の利活用に向けた研究もその一環です。

### 実務に立脚した研究を行う

研究室では、現場で遭遇する問題を掘り起し、実験・解析の実施、結果の解釈と考察、実務への適用といった一連の研究作業を行う中で、常に技術者の立場・視点を議論することにより、実社会に通用する技術者の育成を目指しています。研究室には現在11名の学生が在籍しています。「学生には研究にミスはつきもの、それをどうやって見つけ対処するかを身に付けてほしい。得られた成果は、自分の物差しをもって吟味し、意見交換を求めて一步一步成長してほしいと願っています」。

左:ハイパースペクトルカメラで分析  
右:学生達と議論を交わす先生



## 安心、安全な社会の実現に ロボットを活用したい

工学部機械学科 奥川 雅之 教授



### 人の役に立つロボット開発

人の役に立つロボットや賢い材料・構造物を研究する智能機械システム工学研究室を率いる奥川先生。

学生時代から続けている研究は、スマートストラクチャーです。構造物自身で振動を感知して振動を抑えることができるもので、その応用例の1つがポルトの緩みを検知するスマートワッシャーです。「構造物の異常や故障などを自分で健康診断するかのように、構造物自体が検知すれば未然に事故を防げます」。

現在、研究の中心となっているのは、レスキューロボットです。先生が愛工大へ移る前の岐阜工業高等専門学校時代の2003年から続けています。「最初はインターフォン型のロボットを開発しました。普段はインターフォンとして機能し、災害時には家の中に人がいるかいないかを外部へ知らせるものです」。

### スコットの実用化に向けて

災害対応ロボットとして開発しているスコットは、実用化に向けて企業と研究開発を進めています。スコットは受動適応クローラロボットです。「災害現場のガレキの中を移動するには、手足が多いほうがいいのですが、その分、遠隔操作や制御が難しくなります。スコットは、モーターを使わず機構の特性を積極的に利用したシンプルな仕組みで障害を乗り越えることができ

ます。路面の形状に合わせてロボットは動くことができるので、操縦者は進行方向とスピードだけを指示すればいいのです。災害現場のような路面状況が未知な空間で使うものほど、シンプルな構造がいいと思います」。

従来のレスキューロボットは、災害時に警察や消防などの専門機関で使うものですが、目指しているのは災害時だけでなく、インフラや工場の点検など日常的に使えるロボットだと言います。「簡単な操作でロボットが移動できるようにメカニズムを工夫しているところです」。

### ロボット競技会への参加と運営

研究室では、ロボット競技会への参加や競技運営に協力をしています。ロボットの性能を評価するためにも有益な場となるとか。

参加している代表的な大会が、ロボカップのレスキューロボットリーグです。実物大の災害地を模擬したフィールドで要救助者の発見や周辺状況の報告などを競うものです。災害ロボットの性能評価方法を研究しているNIST(アメリカ国立標準技術研究所)がルール作成に関与しており、世界的なレスキューロボット大会の1つです。

スコットは2013年から国内大会に参加し、2016年

に世界大会へ出場しました。ロボカップ2017名古屋世界大会では、大会終了後にコースを譲り受け、ロボット研究ミュージアムに設置されています。

また、今年で19回目を迎えるレスキューロボットコンテストには2003年から関わり、今年から実行委員長を務めている先生。遠隔操作でガレキの中の人形を助ける競技で、先生が顧問をしているレスキューロボット研究会の学生が参加しています。

他にも2018年にプレ大会を開催し、2020年に福島県で開催されるワールドロボットサミットでは、ルール作成やフィールド設計を担当されています。

### 企業との共同研究で学生が成長

研究室には学部生11人と大学院生が4人います。「企業との共同研究も多く、学生達には責任感のある行動をしようと言っています」。

研究のモットーは、社会に役立つことだと言います。安全、安心な社会に関わる具体的なテーマを掲げています。

学生達からは「人とロボットの関わりを学ぶことができる」「スコットを通して、社会に役立つ実感を

左:プログラミングを確認する先生  
右:スコットの動きを調整する学生達

