

鉄道一般

車両

軌道

構造物

防災

電力

信号通信  
情報

材料

環境

人間科学

浮上式鉄道

# 海外における 研究プロジェクトへの参加

鉄道総研では、2006年から英国にあるケンブリッジ大学（☞参照）と継続的に共同研究を実施してします。これまで常時1名の職員が客員研究員という立場でケンブリッジに滞在し、海外の大きな研究プロジェクトに参加してきました。現在、最先端のモニタリング技術を構造物の計測監視に適用するための研究に取り組んでいます。私たちは在外研究員としてそれぞれ約一年間ケンブリッジ大学に滞在しました。その経験を元に本共同研究について紹介をします。

## 共同研究の概要

鉄道総研とケンブリッジ大学とは、2006年より共同研究を実施しており、センサー技術を鉄道構造物の監視に適用するための研究開発を行っています。ケンブリッジ大学では、大学の正式なメンバーである「客員研究員 (Visiting Researcher)」という立場で約1年間滞在し、工学部やスコフィールドセンターに席を構えて、研究プロジェクトに参加しています。これまでは、主にワイヤレスセンサーネットワークを用いた監視技術の開発や実現場での計測を行ってきました<sup>1)</sup>が、2009年からは「状態監視による設備管理システムに関する研究」というテーマを立ち上げ、ワイヤレスセンサーネットワークや光ファイバーといった最先端のモニタリング技術で得られたデータをどのよう

に構造物の状態監視に活用するかについて、研究に取り組んでいます。

## CSICプロジェクト

これまでケンブリッジ大学で行ってきた鉄道を含む構造物の監視に関する研究は、2011年からさらに拡大し、構造物の最新のモニタリング技術を活用して、構造物維持管理のイノベーションを図るというテーマを掲げた大プロジェクトとなり、その中心組織としてCambridge Centre for Smart Infrastructure and Construction (CSIC) が工学部内に設置されました<sup>2)</sup>。プロジェクトには、欧州のコンサルタント、鉄道事業者を含むインフラ会社からメーカー（欧州以外からは東芝など）までが参画しています。鉄道総研から出向している研究員も、このプロジェクトの中で、構造物の状態監視に関する研究を継続しています。モニタリングのみならず、モニタリング技術をどのようにビジネス展開していくかという視野ももったプロジェクトとなっています。

### ☞ ケンブリッジ大学

ロンドンより北北東約80kmに位置するケンブリッジにある総合大学。1209年創設。大学機関の中で、最多数を誇るノーベル賞受賞者を輩出し、現在も世界の大学ランキングで常に上位にランクインされるなど世界でも有数の名門大学である。



流王 智子

Satoko Ryuo

信号・情報技術研究部  
ネットワーク・通信研究室  
研究員

【専門分野】最適化、ワイヤレスセンサー、データマイニング



津野 究

Kiwamu Tsuno

構造物技術研究部  
トンネル研究室  
副主任研究員

【専門分野】トンネル維持管理、都市トンネル設計・建設、地下鉄振動



斜面の地すべり計測  
立坑連続壁の計測

図1 光ファイバーを用いた計測箇所の状況

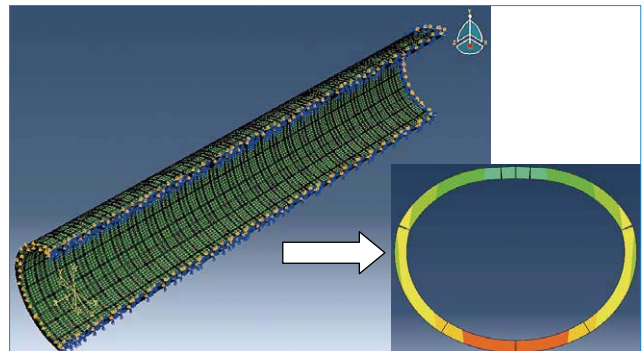
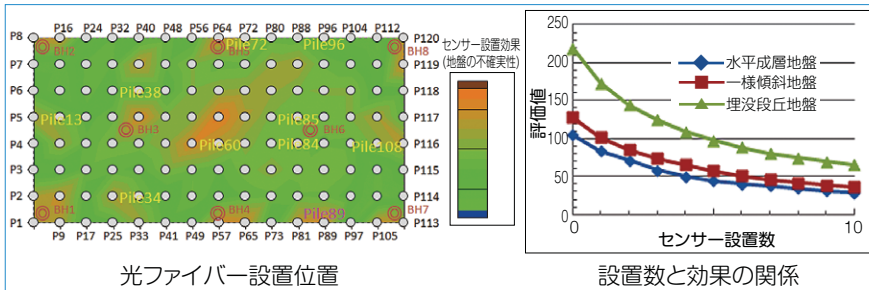


図2 ロンドン地下鉄シールドトンネルの解析



光ファイバー設置位置  
図3 光ファイバーセンサーの設置効果の定量化



図4 著者の送別会

### 最近の研究活動

最近では、光ファイバーを用いた計測を積極的に行っており(図1)、斜面の地すべりの挙動を把握するなど、様々な成果を挙げています。また、シールドトンネルが発進・到達する数カ所の立坑のRC連続壁(掘削時に背面の土を抑えるための壁)の鉄筋に光ファイバーを設置し、掘削からシールドマシンの発進・到達まで連続してひずみ分布を計測するプロジェクトも始まりました。既存の手法では、計測機器を付けた位置の情報しか得られませんでした。光ファイバーで計測すると深さ方向のひずみ分布を把握することができ、合理的な設計手法の確立につながる貴重なデータが得られると期待されています。

現在、モニタリングで得られた計測データを、土木構造物の状態監視にどのように活用するかというテーマに、研究の中心がシフトしています。図2はその一例ですが、ロンドン地下鉄において長期的に計測したデータをもとに、三次元FEMでトンネルの変形をシミュレーションすることでその原因

や挙動を把握しました。この手法は一般的なシールドトンネルに活用できるものです。また、モニタリングに使用する光ファイバーセンサーを杭基礎を対象として、その設置による地盤の不確実性の減少効果の定量化とそれに基づいた設置箇所の提案のモデル化が行われています(図3)。これにより、感覚的に決定していたセンサーの設置数や配置を具体的な数値で示すことができます。

なお、計測機器の準備や設置作業からデータ評価まで一貫して研究員や学生が行っていますが、目的意識を持った研究者が計測を行っていることも、良好なデータが蓄積できている要因だと考えています。

### 現地での研究環境

ケンブリッジ大学内で私たちが所属するのは地盤工学グループですが、前述のようにワイヤレスセンサーなどの扱いもあり、土木研究者だけでなく、情報、電気、数学など様々な分野の研

究者が集まっています。各自の研究テーマもそれぞれ異なり、相手の研究の話の聞いたり、また自身の研究を説明したりするのもよいトレーニングになります。分かりやすく説明しようと心がけることにより、自身の研究への理解度がより深まります。

もちろん研究だけでなく、お別れ会(図4)やクリスマス会、フォーマルディナーといったイベントも開かれ、研究を離れた場所でのコミュニケーションも盛んです。研究でのディスカッションに加えて、たわいもない日常会話を重ねることで、国籍の異なる研究者たちとの個人的なつながりを形成することも海外の研究機関に滞在して行う共同研究の大きな意義であるといえます。RRR

### 文献

- 1) 平井力, 小林祐介, 阿部慶太, 羽田明生: ケンブリッジ大学との共同研究, RRR, Vol.68, No.2, pp.12-15, 2011.2
- 2) <http://www-smartinfrasturcture.eng.cam.ac.uk/>