

令和 2年 4月30日

公益信託 NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 御中

研究概要書

研究課題：高速道路沿線インフラサウンド多点計測による災害事象遠隔検知の現場実証的研究

研究代表者：高知工科大学 教授 山本 真行

はじめに

本研究は、インフラサウンド（超低周波音）という人間の耳には聞こえない音を計測可能なセンサー群を用いて災害事象を遠隔検知し、高速道路沿線における防災・減災を目指す研究課題である。

1. 研究の目的

インフラサウンドとは人間が感知できない周波数 20 Hz 以下の超低周波音波のことで、主に地球物理学的事象によって発生する。この音波を検知可能なセンサー群を多点に配置して計測すれば、防災に繋がる重要情報を道路路線に沿った帯状の領域について遠隔検知できると期待される。我々はこれまで主に津波検知を目的として高知県内をモデル地区とした実証的研究を進めており、高知県内の観測において、九州における火山噴火、県内地域での落雷・前線通過・ゲリラ豪雨・台風直撃などの検知に成功している。小規模なインフラサウンド事象としては斜面崩壊等の検知にも有効と期待されるが、確率的事象のため、その利活用には山間部での実証的研究が急務である。

2. 研究の手法

現在インフラサウンドが検知可能な国産センサーとして我々のグループが産学連携で開発した製品があり、比較的自由に使える状況にある。津波による超低周波音の検知を主目的に、2017年11月末に低周波感度の良い膜面型センサー（INF01D）を高知県内15地点に展開済みで、上述の成果をあげてきた。現在、大分県から北海道に至る地域の15地点に追加設置し、全国計30地点で連続観測を実施している。地球物理学的事象のうち、津波は最も空間規模が大きいことから共振波長も長くなるため長周期の音波＝超低周波音を励起する。音波は低周波ほど空気の粘性による減衰を受けづらいため、数10 km～100 kmの領域が一気に変動する津波の場合、周期が20分程度となり1000 km程度の遠方まで到達する。

一方、道路防災で重要と考えられる斜面崩壊は数100 m程度、大きくとも数 kmの規模のため共振波長が遥かに小さい結果、最近開発したマイクロホン型センサーでも検知できる。この音波の伝搬可能距離はたかだか数 km から数 10 km の範囲で、高速道路に沿って高知県内等をモデル地区と選定し、数 km 間隔でマイクロホン型インフラサウンドセンサーを設置し、山間部の谷筋に沿って線状に分布するセンサー群を用いた到達時間差から音波源位置を推定、音波振幅から規模を推定する。これにより、斜面崩壊の規模に応じた遠隔探知による情報取得が可能となる。準リアルタイムの被害発生有無等の調査に活用できるほか、直接被害を及ぼさない程度の斜面崩壊の分布を把握できることで予防的な交通遮断等による被害低減に繋がると期待できる。

3. まとめ、本研究で得られた成果、今後の課題等

平成 31 年度（令和元年度）については、本研究の開始年度であり、別経費によって平成 30 年度までに取得済の小型インフラサウンドセンサー（SAYA 製 ADXⅢ-INF04LE）を 6 台用いた地域観測計画を策定した。数 km 程度の間隔で地域にセンサーを配置し、インフラサウンド発生事象の多地点観測を実現する計画であった。この観測地域としては、実際の高速道路に沿った地域として高知自動車道の山間部に位置する高知県大豊町等を検討し、さらに西日本高速道路株式会社の道路施設内への設置等について必要な手続き等の問い合わせを一部で実施したが、高速道路施設の管理区域内への設置には多くの確認や手続き等が必要なため当面の間は山間部を通過する高速道路と同等の環境条件下として、国道 195 号線沿い等への同等のセンサー配置と長期連続試験を実施する方向で決定した。最終的には、関係機関・会社の協力を得て、高速道路周辺でのデータ収録を実施したい。

具体的には、同センサーに対応するデータ収録システムのサンプルとして、図-1 に示すように小型 PC であるラズベリーパイを用いたシステムを研究室内で試作開発した〔1〕。これを大学キャンパス内や周辺地域で実運用し問題点を探った。この結果を得た後、各センサーからのインフラサウンド信号に関する専用データ収録システムおよび専用 IoT データ通信システムの開発をメーカーと共同で実施し、データ収録システムについては令和 2 年 3 月に納品された。一方、専用 IoT 通信システムに関しては、コロナウィルス感染の世界的な蔓延に影響され、一部の部品の調達が困難となった結果、大学への納品も遅延が生じている。令和 2 年 5 月には納品される見込みであり、これらを結合した本格的なフィールド試験を今後予定している。

フィールド試験に際して、大学の所在する自治体である香美市役所と協議し、同役所が管理する複数施設への設置許可を得て一部の施設では令和 2 年 1 月より稼働している。連続観測はまだ短期間であるが、これまでに雷鳴インフラサウンドの分布観測において図-2 に示す雷鳴位置推定結果を得ており、土砂災害の検知に向けた予備実験としての重要な成果を得た〔2〕。

参考文献：

- 〔1〕 井上 祐一郎，山本 真行，小型インフラサウンドセンサロガーの開発，
東京大学地震研究所 特定共同研究（B）「国内インフラサウンド稠密観測網の確立」に関する研究会，東京，2019.
- 〔2〕 山本 大誠，雷鳴インフラサウンドの多地点観測によるエネルギー推定の試み，令和元年度 高知工科大学 卒業研究報告，2020.



図-1 データ収録システム外観



図-2 雷鳴位置推定結果 青色が推定地点、黄色が別観測による推定位置、黒は観測地点を示す。地図情報は Google Earth による。