

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00685

研究課題名(和文) 騒音環境の多点測定・表示システムの構築と評価

研究課題名(英文) Construction and evaluation of multi-point measurement and display system for noise environment

研究代表者

北村 敏也 (KITAMURA, Toshiya)

山梨大学・大学院総合研究部・准教授

研究者番号：80224971

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：小型のケース内に騒音計、360度カメラ、GPS、公衆回線通信装置およびこれらを制御する小型コンピュータとバッテリーで構成する騒音測定端末および、騒音測定端末によるデータを受け取りデータベース上に蓄積し表示するサーバーシステムを作成した。ユーザがPC端末からWebブラウザによりアクセスすることで、地図上に騒音の特性を簡単に表示できるシステムとした。

本システムを用いて山梨大学周辺及び甲府駅北口幹線道路沿いに騒音測定端末を設置し、幹線道路や市街地といった地域プロパティ、時間帯、季節による騒音特性の違いなど、地域の騒音特性をグラフィカルに確認できるシステムを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在の騒音評価は、騒音発生源である事業場や道路沿いに限られ、騒音規制の対象とならない施設や地域の騒音は評価されていない。そのため公害苦情に占める騒音の割合は極めて高い。そこで規制されない事業、生活騒音なども含めた広い騒音環境の評価が必要である。

本システムは、広域の騒音を多点長時間の測定により騒音データベースを構築し、誰にでも容易に騒音環境を閲覧できる環境を提供する。本システムが広域で本格的に運用されたならば、都市計画、個人の生活地域の選択、騒音行政などを決定する際の有効な情報を提供する。

研究成果の概要(英文)：A noise measuring terminal consisted by a sound level meter, a 360 degree camera, a GPS, a public communication device, a small computer for control these devices and a battery and A server system collecting data from the noise measuring terminals had be developed. A user easily display the noise characteristics on a map by accessing from a PC terminal with a web browser.

The noise measuring terminals were installed around University of YAMANASHI and main street to Kofu station. With this system, it was possible to confirm the noise characteristics of the area graphically, such as regional characteristics such as main street and urban areas, time zone, and season.

研究分野：騒音制御

キーワード：騒音環境評価 多点計測 騒音データベース Web表示

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

環境基本法により騒音の環境基準が決められているが、騒音を抑制することを目的とする騒音規制法は指定された特定施設・特定工事の騒音排出、道路交通騒音のみを規制対象とし、幾つかの省令により航空機、新幹線などの著しい騒音発生源が規制されているのみである。またこれらの法令では、個々の騒音源となる事業所等の排出量を規制するのみで、立地により複数の事業場等の騒音が重複することにより環境基準を超えても個々の事業場等は規制されない。

騒音の環境評価については、道路交通騒音、航空機騒音等の特定の騒音源については行われているが、事業場の騒音等については問題とならない限りは測定評価されることはない。そのため一般の住環境における騒音については全く評価されていない。

一方で騒音はその地域の経済活動および生活環境により大きく異なるが、人の生活様式の多様化により、地域の騒音特性に馴染まない住民が増えている。

そのため典型七公害のうち騒音に関する苦情件数は他の公害に対し最も多く、生活騒音、人の声、商店などの営業音、トラックからの荷物の荷さばき音、緊急車両の走行音、ペットの鳴き声などの人の活動に伴う規制されない騒音の苦情の割合も高い。

国、自治体は、環境基本法で示す環境基準に合わせて住民の生活環境を保全しなければならず、住民も住環境を選ぶうえで個々の生活様式と騒音環境を照らし合わせて許容できる地域を選択すべきであるが、現状においてこれらを客観的に判断するようなデータや資料は存在しない。

そこで地域の騒音の分布や特性が事前に明らかとできるデータとこれを容易に閲覧できるシステムが存在すれば、騒音苦情への対策の検討等の騒音行政、都市計画の作成、住民の居住地域の選択などの際に、より有効な施策が可能となる。

### 2. 研究の目的

広域の多点に分散配置する測定端末により環境騒音を測定し、地図上に環境騒音のレベルの分布等を表示することで地域の騒音特性を容易に把握できるシステムを作成し、このシステムの有効性を評価する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 広域の多点での騒音測定システムの構築

騒音測定システムは、測定対象とする地域に分散配置する騒音測定端末と、騒音測定端末による測定データを蓄積するサーバシステムから構成する（図1）。



図1 分散型騒音測定システム概要

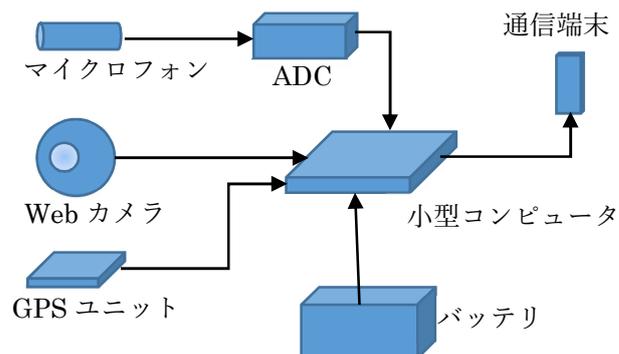


図2 騒音測定端末構成



図3 騒音測定端末内部写真

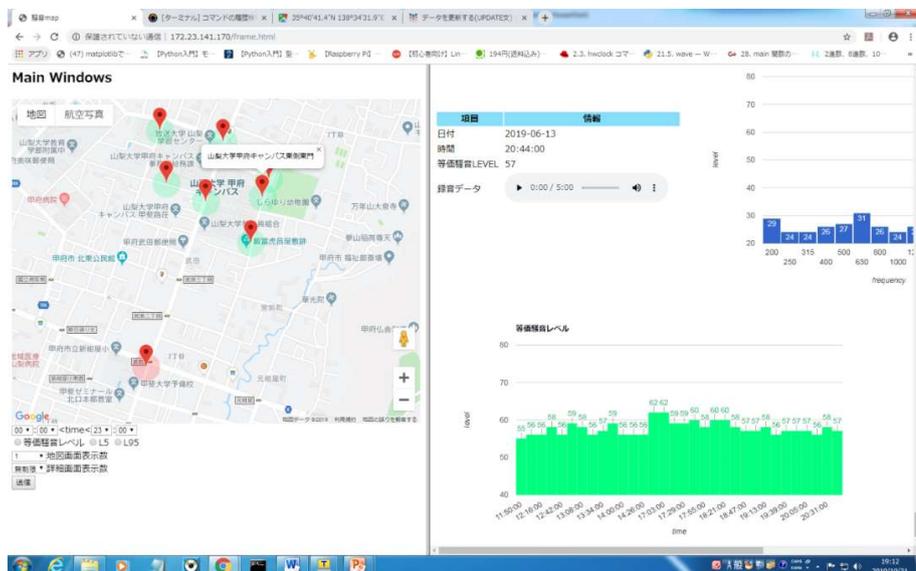


図4 ホームページ表示イメージ

騒音測定端末は、騒音を測定するマイクロフォン、騒音測定時の周囲環境を撮影するためのカメラ、端末設置位置と正確な時刻を得るためのGPS装置、端末測定データをサーバシステムに伝送するためのモバイル通信端末とこれらを制御するための小型コンピュータおよび電源用バッテリーで構成する。この構成を図2に、写真を図3に示す。マイクロフォンについては、当初は騒音計のマイクロフォンを取り付ける予定であったが、測定端末を屋外に長期間設置するため風雨等による障害の危険性から、試作装置では騒音計により構成されたエレクトレットコンデンサマイクロフォンを用いることとした。マイクロフォンの出力は、USB接続のADCにより小型コンピュータに入力する。周囲環境を測定するカメラは全方位型カメラとし、騒音源が何れの方向にあっても撮影できるようにした。モバイル通信端末は、データ通信専用の4G端末を用いた。通信データ量の削減の必要から、測定点、測定時刻、騒音レベル及び1/3オクターブ分析結果を、データ通信端末を用いてサーバに送信し、音声データ、カメラ画像は、小型コンピュータのSDカード上に保存した。小型コンピュータは、外部接続機器の制御性と通信端末の制御性および消費電力を考慮し、Raspberry Pi 2 model Bを用いることとした。Raspberry Piは、音声、画像、GPSデータを収集し、音声についてはFFT処理を行い1/3オクターブバンドレベルを算出する。Raspberry Piは、RTCを搭載せず電源管理機能も搭載しないことから、RTCによる定時起動を可能とする電源管理用のサブシステムを別に作成した。電源用バッテリーは、長時間運用及び電源管理の点から幾つかのものを試し、取り扱いの容易性と容量の点から密閉型鉛蓄電池とした。

サーバシステムは、測定端末からのデータを受信するにあたり、SFTPプロトコルを使用することとし、端末からデータをputすることによりデータベースに登録するようにした。データベースにはMariaDBを用いた。端末からputされた記録データは、putされた時刻をIDとして、測定地点、測定日時、騒音レベル、1/3オクターブ騒音レベル、平均スペクトルを登録される。データサイズの大きい音声、画像データは、端末の回収後にSDカードから手作業により追加登録を行う。データベースは、ウェブサーバ機能と、Google社の提供するGoogle Map API機能を使用し、Googleマップ上に騒音測定地点及びその地点の騒音レベルを色分けして表示するようにホームページを作成する(図4)。利用者はこのホームページの測定地点をクリックすることで、各測定点の騒音レベルのグラフ等を閲覧できる。このグラフ作成にはGoogle Chart APIを使用した。

なお測定端末のカメラによる映像については本研究での測定データの騒音源の種別などを判断するために用いるものであり、また録音音声データも、本システムの処理の評価に用いるもので、本来の騒音測定端末としては必要としない。

## (2) 騒音測定システムの評価

先ず騒音測定端末試作段階でのマイクロフォンを、騒音計からエレクトレットマイクロフォンへ変更するにあたり、防滴用のカバーリングを作成しこれを装着し測定端末に設置した状態での周波数特性への影響等を評価した。

次に騒音測定端末の作成と試運用により、端末運用上の問題を評価した。測定端末は市中の電柱などの構造物に設置し、数日間無人運用することを想定している。そこでシステムの安定性、バッテリー容量の評価等を行った。

騒音測定端末及びサーバシステムが構築された後に、大学構内の屋外での長期運用実験を行った。この運用試験により、更にシステムの安定性の評価、改良改善、データ転送量の評価、バ

バッテリー容量の評価等を行った。

大学構内での測定システム評価の後に、大学周辺の住宅地、幹線道路沿い等で測定を行い、地域の特性による騒音特性の違いを確認した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 騒音測定端末の評価

騒音測定端末は、試験運用等の結果として図5に示す構成となった。騒音測定端末を仮運用したところ、長期測定時に度々不安定となり計測が中断した。この原因はWebカメラ、モバイル通信端末の消費電力が大きく小型コンピュータからの供給電力が不足し、そのため小型コンピュータそのものの動作が不安定となることに合った。そこで電力を安定的に供給するために、電源用DC/DCコンバータの電流容量を大きくし、Webカメラ、モバイル通信機器にはUSBハブを通して大電力の供給を可能とした。また使用電力が予想外に大きくなったことから、測定端末全体の電力を節約するために、RTCを搭載したサブシステムにより、設定時刻にシステムを起動することにより、非測定時の電力を節約するようにした。またサブシステムは小型コンピュータの動作

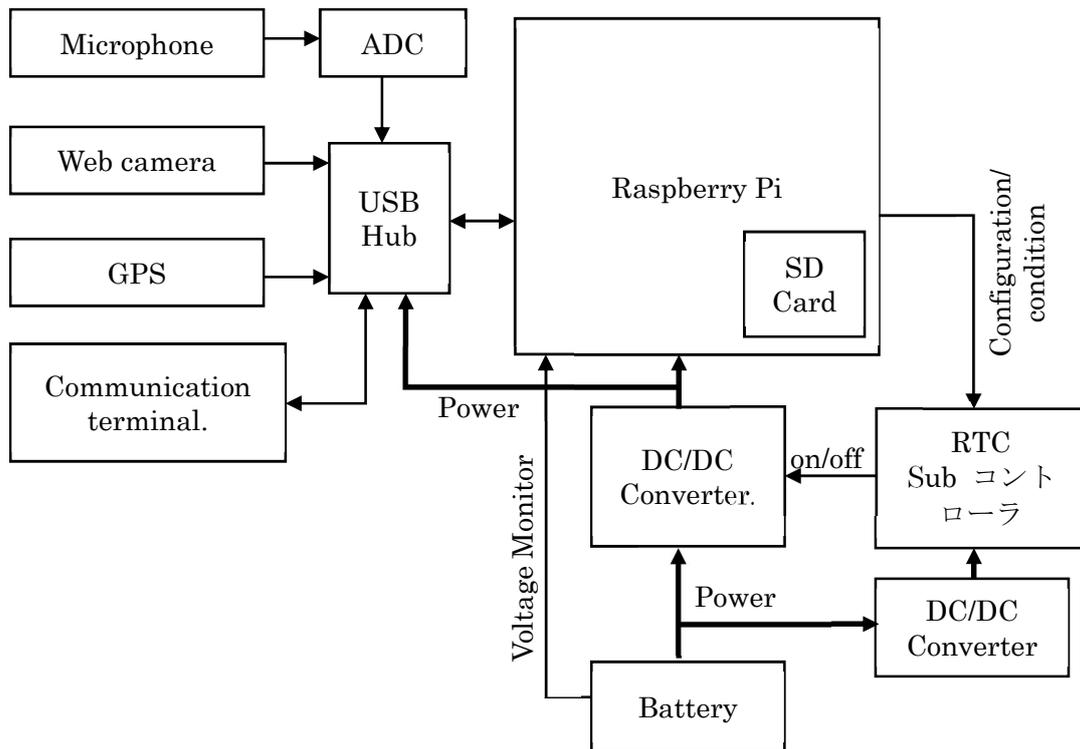


図5 通信端末システム構成

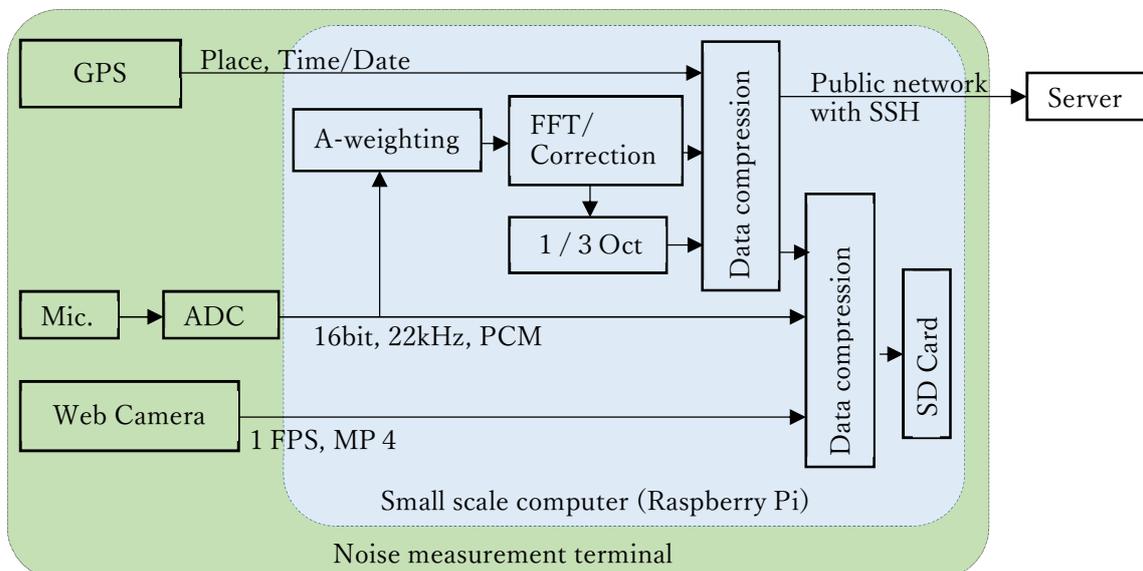


図6 端末内測定データフロー

ステータスをも監視し、小型コンピュータが不安定となった際にはシステムを自動的に再起動するようにした。これらの対策により長期間安定的に動作が可能となった。

測定データの測定端末内でのデータフローを図6に示す。音データは、ADCでデジタル化した後にIIRデジタルフィルタにより重み付け特性Aを加え、FFT処理、マイクロフォン特性の補正を加え、1/3オクターブ帯域処理を行っている。GPSデータ、音データ、画像データを処理・圧縮し伝送および保存することで、サーバに必要なデータの伝送と後の解析に必要なデータの取得を可能とした。

## (2) 騒音測定システムの評価

本システムの測定地点例を図7の写真に示す。



図7 騒音測定端末の設置地点例

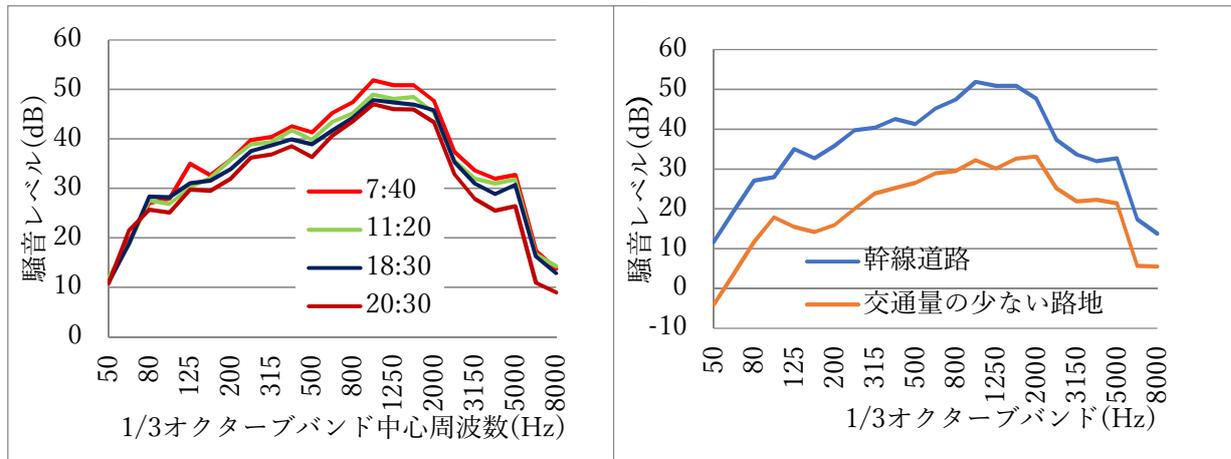


図8 幹線道路での時間帯による比較

図9 地域によるレベルの比較

図8に幹線道路沿いの時間帯の違いによる騒音レベルの変化を示す。この地点では朝の通勤時間帯のレベルが高く、昼、夜とレベルが低下傾向にあること、朝の通勤時間帯と夜間でレベルは5dB程度異なるが、周波数特性はほぼ同一形状であることなどが分かる。図9には幹線道路沿いと交通量の少ない地域の騒音レベルの比較を示す。この比較では騒音のレベルは20dB程度異なるが、周波数特性に違いは見られないことが分かる。

このように本システムを用いてそれぞれの地域の時間的な騒音特性の評価、地域ごとの騒音の比較などが、容易に行える。

一方で、雨が降った場合には測定端末本体に当たる雨滴による衝撃音が大きく、環境騒音の評価が適切に行えない、バッテリーの充電、SDカードに保存されたデータの取り出しなどのメンテナンス性に難があり、その取扱いに注意が必要である点に改善が必要といえる。

また研究発表会等により他の研究者の意見を伺い、表示の方法、測定地域について提案を得た。また地域の騒音特性が例えば機械騒音、交通騒音、雑踏等を判断するためには、録音を人の耳で聞き映像を見ることで判断する必要があり、多数の測定端末で自動測定する際は困難であるなど、改善すべき点が指摘された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 三枝捷人、北村敏也
2. 発表標題 地域騒音特性の収集、表示システムの開発
3. 学会等名 日本機械学会 第29回環境工学総合シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三枝捷人、北村敏也
2. 発表標題 分散型騒音測定システムによる地域騒音の評価
3. 学会等名 日本騒音制御工学会 2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>本研究の紹介ホームページ  <a href="http://asahi.jm.yamanashi.ac.jp/research/dnms/">http://asahi.jm.yamanashi.ac.jp/research/dnms/</a></p>
--

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----