

# 視聴触覚を記録・再現する鉄道乗車仮想体型とアーカイブ

山口 大洋<sup>1</sup> 馬場 哲晃<sup>1</sup>

**概要:** 鉄道趣味の界隈では車窓動画は長らく人気を博しており、多くの趣味人が動画共有サイトや SNS を通じて動画を制作し投稿、共有して楽しんでいる。車窓動画の魅力の一つは列車に乗車しているかのような臨場感を楽しめる点であり、これを向上させることが求められていると考えた。本研究では、臨場感を向上させる要素として乗車時に感じる振動に着目した。映像に加え振動を提示することで臨場感を向上させる試みは数多くなされており、一定の効果があることがわかっている。また近年 VR 機器や全天球カメラの低価格化と普及で全天球撮影が身近になりつつあり、より没入感の高い視聴体験を容易に制作、体験できるようになった。そこで、振動を記録し提示することと、全天球撮影を組み合わせ、没入感や臨場感を向上させた車窓動画を視聴できるシステムを制作した。またこれを利用して仮想的な乗車体験をアーカイブすることを目指している。

## Virtual experience system of riding trains that record and present audiovisuals and vibration

### 1. はじめに

列車に乗りながら流れ行く風景を撮影した動画は、車窓動画ともよばれ、鉄道趣味界隈で親しまれているコンテンツの一つである。インターネットが普及した今日では動画共有サイト等に数万件以上投稿され、愛好家だけでなく、鉄道会社が投稿する例もある等、高い人気と豊富なコンテンツを有している。またその時代の沿線風景を動画としてアーカイブする、史料としての側面を持つ。

車窓動画が人気である理由の一つに、列車に乗っているかのような臨場感が挙げられる。この乗車している感覚の向上を狙った試みはいくつか行われており、例えば、実際の客車を模したセット内で動画を視聴するヘイルズ・ツアーズ [1] や、博物館において保存車両の車内から窓越しに視聴するもの [2] がある。しかしこれらは車内空間そのものを実際に再現するもので、広い設置場所や大きな構造物等が必要なことから個人的利用には適さない。またコンテンツの豊富さや史料としての側面は、誰もが動画を記録し視聴できる環境によって支えられている面が大きく、これを損なわないことは重要だと考えた。

これらを踏まえ、本研究では一般個人でも容易に車窓動

画をより高い臨場感で記録、視聴できることを目的とし、そのためのシステムを実装する。また、システムの利用を通じて臨場感の高い車窓動画を記録することで、仮想的な乗車体験をアーカイブすることを目指す。

臨場感を高める手法として、実際の乗車時に足元や座席から感じる振動に着目する。動画に振動を組み合わせることでより臨場感を向上させる取り組みは多数行われており、車窓動画においても振動提示を追加することで、臨場感を向上させることが可能だと考えた。また近年安価な全天球カメラやヘッドマウントディスプレイの登場で、全天球で空間を丸ごと撮影した動画の制作、視聴が容易になっている。そこで本研究では振動の記録・再現と全天球動画を用いたシステムを実装する。

### 2. システムの実装

#### 2.1 システムの構成と使用の流れ

本システムの概要を図 1 に記す。全天球カメラで動画と音声、コンクリートマイクで振動を音声データとして記録する。記録したデータは PC に保存し、加工、編集を行い一つの動画ファイルにまとめる。次に、動画ファイルとそれを閲覧するための HTML ファイルや Javascript ファイルをサーバ上にアップロードする。視聴時は振動デバイスと Bluetooth で接続した VR ヘッドセットや PC 等から

<sup>1</sup> 首都大学東京  
Tokyo Metropolitan University, Hino, Tokyo, 191-0065,  
Japan

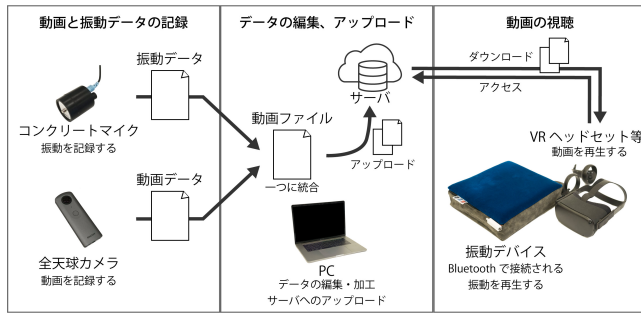


図 1 システムの概要図

サーバ上の Web サイトにアクセスし、振動デバイスの上に座り動画を視聴する。

## 2.2 データの記録

振動の記録に関しては、コンテンツの音情報から振動情報を生成する研究 [3] を参考にした。この研究では、振動が発生する際に同時に音も発生する点に着目し、録音した音声の低周波成分から振動データを生成している。本システムでは、より体感に近い振動を記録する手法として、固体の振動を読み取り電気信号に変換する、コンクリートマイクに着目し使用した。鉄道車両の主な振動は音と共に車体下部の走行装置や車輪から発生し車内に伝わることから、図 2 のように、コンクリートマイク (FS-WLD100) を車内の床に当て、振動を音声として記録する。コンクリートマイクはスマートフォンと接続し、録音アプリで音声データを保存する。

動画と音声に関しては、全天球カメラ (RICOH THETA V) にて記録する。一人称視点に近づけるために、図 3 のようにアクションカメラ用のヘッドマウントを加工したものを着用してカメラを頭部に装着し撮影している。

## 2.3 データの加工, 編集

音声として記録した振動データは、再生時に提示する振動を明瞭にするために、ローパスフィルターで 200Hz 以上の高周波成分を減衰した状態とする。次に、動画データに含まれるステレオ用音声チャンネルの一つに、振動データを挿入し、一つの動画データに統合する。このことで後述する振動デバイスで音声と振動の同時再生が可能になる。

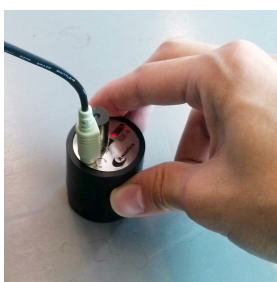


図 2 振動記録中の様子

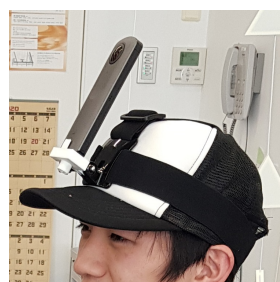


図 3 カメラを装着した様子

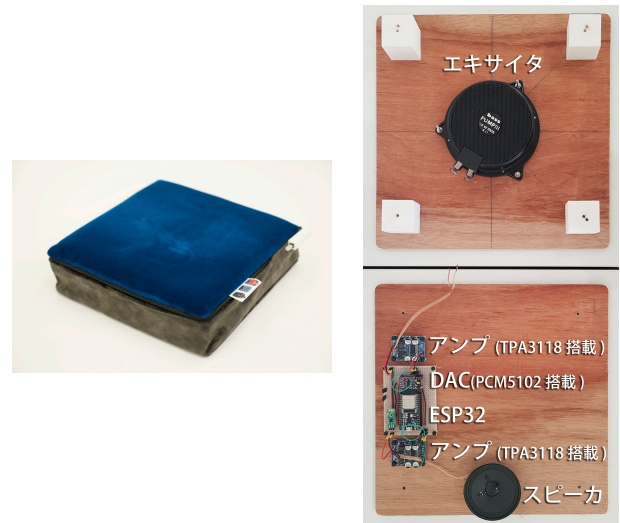


図 4 振動デバイスの外観と内部構成

## 2.4 動画の再生, 視聴

振動の提示にはエキサイタを内蔵する振動デバイスを使用する (図 4 参照)。エキサイタはスピーカと同様の原理で、主に音声信号の低周波成分から人が体感できる振動を発生する。振動デバイスには音声再生用のスピーカも内蔵されており、動画データ内の振動用音声をエキサイタに、カメラで録音した音声をスピーカに流すことで、振動と音声を同時に再生する。

本システムでは、動画を視聴するための Web サイトを構築した。インターネット接続がある場所であれば、多種多様な機器で動画を視聴することが可能である。視聴時には動画を再生する機器と振動デバイスを Bluetooth で接続し、Web サイトにアクセスして動画を視聴する。ヘッドマウントディスプレイの使用時には、周りを見渡すように視点を変更することができる。

## 3. まとめ

本研究では、振動の記録、再生と全天球動画を利用し、より高い臨場感を持つ車窓動画を容易に記録、視聴できるシステムを実装した。デモ展示を通じて数十人の方に体験して頂いたが、体験者から振動の再現度や臨場感に関する好意的な意見をいただいた。動画データの制作をより容易にするための環境作りが今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 長谷正人: 映画というテクノロジー経験, 青弓社, pp.55-56(2010).
- [2] 公益財団法人東日本鉄道文化財団: 4月26日(木)に車両ステーションが生まれ変わります! ~その他さまざまなイベントも実施! GWはぜひ「てっばく」へ! ~, [http://www.railway-museum.jp/press/pdf/20180417\\_4.pdf](http://www.railway-museum.jp/press/pdf/20180417_4.pdf).
- [3] 柳生寛幸, 崔正烈, 坂本修一, 鈴木陽一, 行場次朗: 視覚コンテンツの音情報から生成した振動の高次感性促進効果, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2017 論文集, 2017, pp.11-16(2017).