

# 音源分離技術を用いた、観客からのリクエスト楽曲を即興で リミックスするシステムの制作

小原開<sup>†1</sup> 長谷川遼<sup>†1</sup> 西門亮<sup>†1</sup> 高梨大<sup>†1</sup> 徳井直生<sup>†2</sup>

本研究は、音楽ストリーミングサービスを通して、オンラインライブなどの観客(オーディエンス)からリクエストされた楽曲に対し、ループ音源抽出アルゴリズム[1]を使用、そこから周期性のある8拍のループ音源を作成。作成されたループ音源に対し、深層学習による音源分離モデル[2]を使用する。そこで分離した4つの楽器(Bass, Drum, Vocal, Other)ごとの音源から、さらにループ音源を作成するシステムの制作を行った。これにより、オーディエンスそれぞれからリクエストした複数楽曲を即興で編集、重ね合わせて再生(リミックス)することが可能になった。

## 1. はじめに

本研究は、音楽のライブ/ライブストリーミング・パフォーマンスにおいて、観客(オーディエンス)が親しみを覚える曲を作成することをテーマに、オーディエンスからリクエストされた楽曲により、その場でリミックスすることを可能にしたシステムである。本システム専用制作したWebアプリケーションを通して、オーディエンスそれぞれが日常聞いている楽曲を、音楽ストリーミングサービスからリアルタイムに収集する。そして、自動でループ再生に適した箇所を抽出するアルゴリズムと、音源を4つのパートに分離する機械学習モデルを使用し、ループ音源を作成。同手順で作成された、別の楽曲から抽出したループ音源と重ねて再生することで、それぞれからリクエストされた、複数の楽曲を即興でリミックスし、新しい楽曲を生成することで、その場限りの音楽体験を提案する。

## 2. 研究背景

新型コロナウイルスによる影響は、DJの活動を行う者にとって大きな転換期となった。2021年12月現在、ナイトクラブ(以下、クラブ)やライブハウスを含め音楽を主として集う場所では、以前よりもクラブ営業がしやすい状況になりつつあるが、未だ新型コロナウイルスの終息の目処が立たない中で、昨今のクラブ現場は運営が非常に厳しくなっている。

そもそもクラブは、オーディエンスが音楽文化を創り出す上で非常に重要な場所であるが、このような状況下において、アーティストがオーディエンスと関わりにくいといった実情が、DJそしてクラブ文化離れへつながってしまうのではないかと非常に危惧している。昨今ではライブストリーミングや仮想空間上でのバーチャルライブを通じ、音楽を介して関わりうるコミュニティのプラットフォーム

が拡張しつつあるが、物理的な場に存在していたパフォーマンスとオーディエンスのインタラクションを欠いてしまうという欠点がある。そこで、本研究はコロナ禍によって対面での交流が難しいオーディエンスの音楽的趣向を、パフォーマンスなどに反映することで、DJとオーディエンスの相互作用を促すことを目的としている。

また、コロナ禍以前から若者のクラブ離れがささやかれていたが、その背景には一般の音楽視聴者にとって、DJがかかる聴き覚えのない音楽で楽しむことは、敷居が高いという側面があった。本研究ではオーディエンスが日常的に聞いている音楽をもとにDJが曲を組み上げることで、クラブミュージックを普段聴かない層にとってもそうした音楽への導入として利用できると考えた。

## 3. 先行事例

本項では、本研究に類似したシステムの比較、分析を行う。また、本研究と類似したアプリケーションに関しての調査結果を示す。

### 3.1 Unmixer[3]

UnmixerとはNational Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japanの研究者によって開発されたシステムで、ユーザーが任意の楽曲からループ音源を抽出し、楽曲をリミックスすることができるwebアプリケーションである。シンプルなインターフェイスで楽曲から抜き出したループ音源を、自由に組み合わせられるという点では本研究と関連性が高い。

その一方で、本研究では音楽ストリーミングサービスを用いて体験者の好きな曲を自由に利用できるのに対して、ユーザーがオーディオファイルを自身で用意しなければ、リミックスが行えないという点や、機械学習モデルによる

<sup>†1</sup> 慶應義塾大学

<sup>†2</sup> 慶應義塾大学 政策・メディア研究科 准教授 環境情報学部准教授

音源分離を用いていない点で本作品と大きく異なっている。

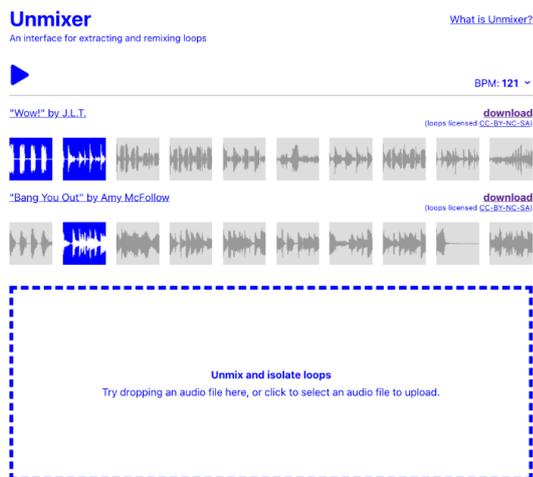


図 1 Unmixer の操作画面

### 3.2 Madeon | Adventure Machine[4]

Madeon | Adventure Machine とは、エレクトロニック・ダンス・ミュージックミュージシャンである Madeon のファーストアルバム、Adventure に収録されている音源を、ウェブ上でリミックスできるウェブアプリケーションだ。

収録されている曲の Vocal、Drum、Bass、Other などのそれぞれの音源を選択することでリミックスを行える。しかし、このサービスでは Madeon のファーストアルバム、Adventure に収録されている音源でしか、リミックスができないという制限がある。



図 2 Adventure Machine の UI

### 3.3 Music Mashroom[5]

Music Mashroom は Sony Computer Science Laboratories が開発した、既存の楽曲を使用しリミックスやマッシュアップを作成し、その作成された楽曲を、人と交換することができるサービスを提供した。(2014年2月サービス終了)

Web上で既存の複数曲をリミックスできることに関しては、今回私たちが制作したシステムと共通である。しかし、音源分離やループ音源の自動抽出を行っていない点で、本研究のシステムとは異なっている。

### 3.4 Virtual DJ[6]

Virtual DJ は Atomix Productions が提供している DJ ソフトウェアで、機械学習による音源分離をシステムとして取り入れ、本格的なリミックスを行うことができるソフトウェアである。音源分離のシステムを用いて、リミックスを行うことができる点では本研究と非常に類似している。

その一方で、Unmixer でもあったように音源をユーザが自分で用意する必要がある点やユーザインタフェースが熟練者向けで操作に熟達を要するため、オーディエンスから楽曲のリクエストを受け付ける本研究のシステムとは、目的が大きく異なる。



図 3 Virtual DJ ミキサー画面

以上のアプリケーションを本研究と比較、分析したが、本研究のように、Spotify API を用いてユーザーが自身でオーディオファイルを用意することなく曲をリミックスできる点や、機械学習による音源分離をシステムの一部で用いている点などで以上のアプリケーションと大きく異なることが分かった。

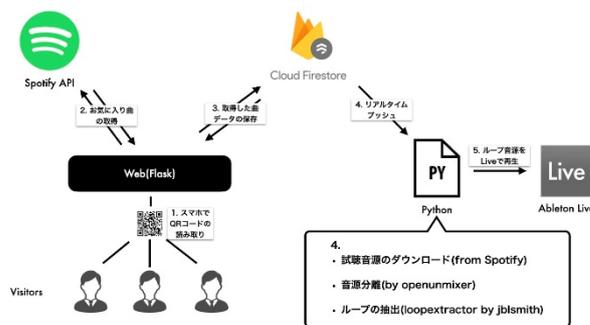


図 4 Variable Flavor Remix システム概念図

## 4. 実装

### 4.1 システム

#### 4.1.1 Web アプリケーション及びサーバーの処理

オーディエンスの Spotify アカウント上から、お気に入りの楽曲を取得するための Web アプリケーションを作成した。Web アプリケーションの作成には、Python の Web フレームワークである Flask を利用し、アカウント上の情報に

アクセスするため Spotify API を利用している。具体的な内容としては、オーディエンスが QR コードをスマートフォンで読み取ることで、Web アプリケーションにアクセスする。

次に、アクセス先の画面で Spotify アカウントへのログイン後、どの曲を本システムに送信するかを選択する。

そして選ばれた楽曲の、トラック名、アーティスト名、試聴音源の URL、カバーアートワークの URL を Google Cloud Firestore に保存する。

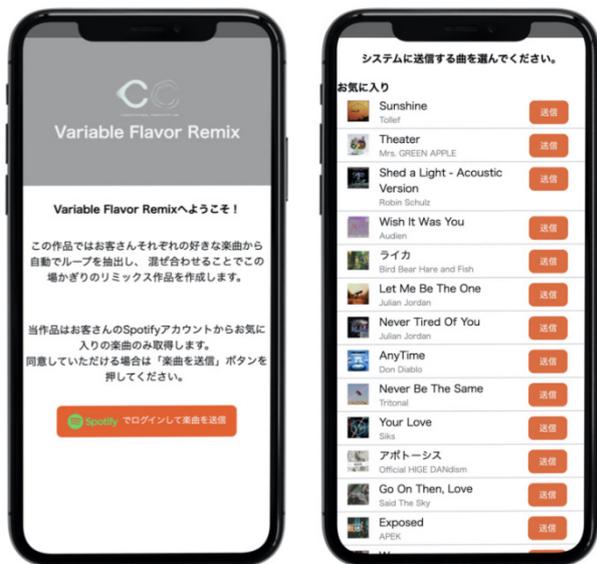


図5 オーディエンスのお気に入り曲を収集する Web アプリケーション

#### 4.1.2 ローカル PC での処理

ループ作成の処理はローカル PC 環境で行い、3つのステップに分けて処理を行った。

1. オーディエンスから送信されたデータの受信
2. 受信した音源のループ処理
3. 音源分離技術を用いて4パートの音源に分離

1. オーディエンスから送信されたデータの受信

Web アプリケーションを通して保存された楽曲データ(トラック名、アーティスト名、試聴音源 URL 等)を、リアルタイムで受信するための Python スクリプトを構築。楽曲データを受信した際に、試聴音源 URL から試聴音源をダウンロードする。

2. 受信した音源のループ処理

非値テンソル因子分解を用いたループ音源作成アルゴリズム[6]を使用し、1で保存した試聴音源からループに最適な8拍分の音源(ループ音源)を作成する。

3. 音源分離技術を用いて4パートの音源に分離

2で作成した音源に音源分離技術の一つである open-unmix[2]を使用し、Bass, Drums, Vocals, Otherの4つの音源(ステム音源)に分離。open-unmix[2]は MUSDB18 データセットを使用して学習された深層学習モデルを使用しており、楽曲を Bass, Drums, Vocals, Other に分離することが可能である。

以上のように収集及びループや4つのパートに分離された音源を、同様に処理された他の曲と組み合わせることで、オーディエンスの趣向とマッチしたリミックスを提案することができる。

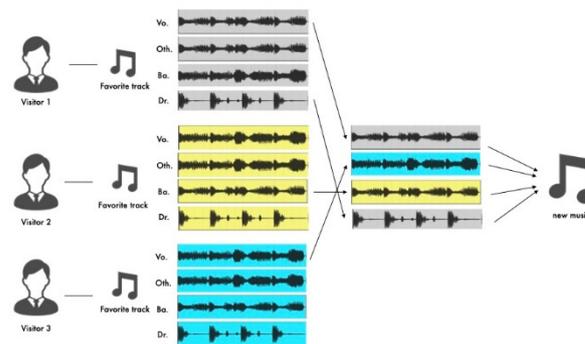


図6 Variable Flavor Remix システム概念図

## 5. 展示及びパフォーマンス

このように構築したシステムを応用し:

1. オーディエンスが自分のお気に入りの曲とその他のオーディエンスの音楽とその場でリミックスできるインスタレーション
2. オーディエンスのお気に入りの楽曲から作成したループ音源をその場でリミックスを行うパフォーマンスシステム

以上の2つの形の実装を行った。

### 5.1 インスタレーション

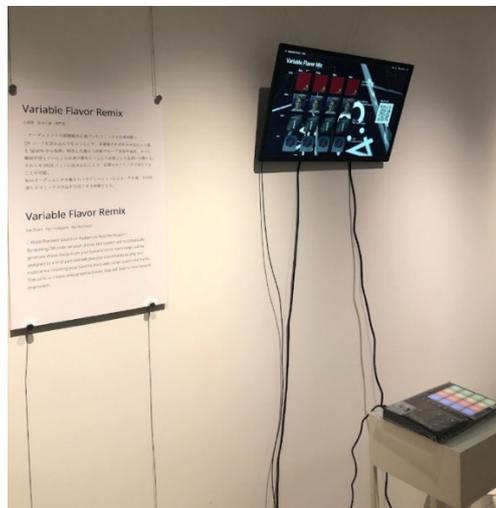


図7 インスタレーションの展示形態

インスタレーションでは Cycling '74 Max(以後 Max)を使い、音源を再生するインターフェイスを構築。それをトラックパッド(Native Instruments MASCHINE MIKRO MK3)と連動させることで、任意のタイミングでループ音源を再生できるようにした。

### 5.1.1 Max

Max ではテンポの異なる複数のループ音源を、決められたテンポ (マスターテンポ) に合わせる timestretch 機能を実装。また、ループ音源の再生タイミングが常に楽曲の頭拍に揃うための実装もした。これはシステムの利用者のテクニックに関わらずループ音源の再生タイミングを揃えるサポートをするためである。

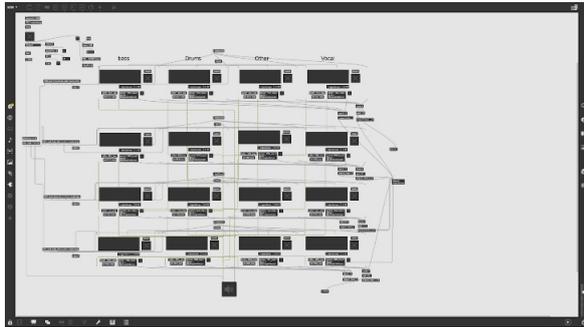


図8 使用した Max patch の画面

### 5.1.2 ビジュアライズ

前節で行った Max の実装に加え、インスタレーションの体験者が、どのトラックが再生されているかといった理解度の向上を目的とした、ビジュアルの実装をクリエイティブ・コーディング向けの C++ライブラリの openFrameworks で行った。前面と背面のレイヤーで異なるビジュアルを設け、前面のレイヤーでは4つの曲のカバーアートと、再生されているループ音源のオン・オフや、出力されている音の波形及び参加者に読み取ってもらうための QR コード、背面のレイヤーでは出力される音とカバーアートをベースとしたジェネラティブビジュアルを出力している。

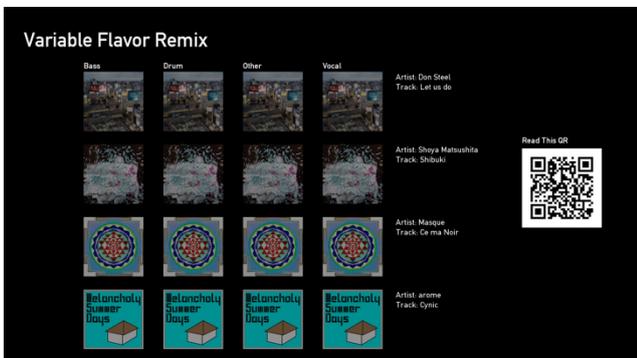


図9 前面

図10 背面

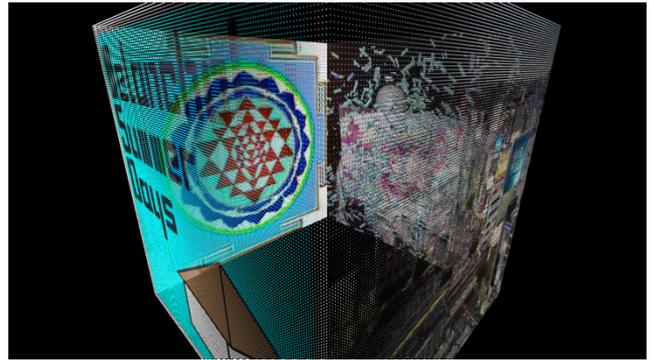


図10 背面



図11 2つのレイヤーを重ねた最終出力

### 5.2 パフォーマンス

パフォーマンスではインスタレーションとは異なり、Max の代わりにステージパフォーマンスで使われることが多い DAW ソフトである Ableton Live のセッションビューを使用した。使用する機材としてはトラックパッドの代わりに Ableton Push を使用することで、インスタレーション時に比べ各ループの音量調節や Reverb や Echo 等のエフェクトを使用することを可能とし、より幅が広い表現を可能とした。



図12 使用した Ableton Live の画面



図 13 Ableton Push を使用しパフォーマンスする様子

## 6. まとめ

音源分離やループ抽出技術を用いオーディエンスから収集した曲を元に即興でリミックスできるシステムの、開発に向けた実装を行った。また、システムを利用したインスタレーションや、パフォーマンスのでも発表も行った。双方を通し、DJ とオーディエンス間のさらなるコミュニケーションに留まらず、新しい音楽体験やパフォーマンスの形となりうることを確認できた。また、コロナウイルス禍で注目が当てられたオンラインライブ配信での応用法も考えられる、当システムのさらなる発展を続けていく予定である。

## 参考文献

- [1]J. B. L. Smith and M. Goto, "Nonnegative tensor factorization for source separation of loops in audio," in Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, 2018, pp. 171–175.
- [2]F.-R. Stöter, S. Uhlich, A. Liutkus, and Y. Mitsufuji, "Open-Unmix - A Reference Implementation for Music Source Separation," Journal of Open Source Software, vol. 4, no. 41, p. 1667, 2019.
- [3]J. Smith, Y. Kawasaki, and M. Goto, "Unmixer: An Interface for Extracting and Remixing Loops," in Proceedings of the 20th International Society for Music Information Retrieval Conference, Delft, The Netherlands, Nov. 2019, pp. 824–831
- [4]“Madeon | Adventure Machine”  
<https://adventuremachine.4thfloorcreative.co.uk/> , (参照 2021-12-22)
- [5]“Music Mashroom”. <https://www.sonycs1.co.jp/project/417/> , (参照 2021-12-22)
- [6]“Virtual DJ” . <https://www.virtualdj.com/> , (参照 2021-12-22)