

Kiite World: マップ上でのプレイリストの共有と 楽曲の同期再生に基づくソーシャルな音楽発掘サービス

佃 洸撰^{1,a)} 高橋 卓見^{1,b)} 石田 啓介^{1,c)} 濱崎 雅弘^{1,d)} 後藤 真孝^{1,e)}

概要：マップ上に楽曲を配置して，ユーザが楽曲を探索可能にするシステムは多数提案されてきたが，従来のシステムはユーザが一人で探索することを前提としており，ソーシャルな視点が欠けている点が重要な課題のひとつとして指摘されてきた．本稿では，マップ上でソーシャルな楽曲探索が可能な Web サービス「Kiite World」を提案する．Kiite World では，50 万曲以上の楽曲が配置されたマップ上で，ユーザがアバターを移動させながら，次のようなソーシャルなインタラクションを行える．(1) ユーザは自分が作成したプレイリスト中の楽曲がマップ上に表示される「マイ Kiite World」を公開することで，お互いの「マイ Kiite World」を訪問してマップ上の楽曲を探索できる．(2) Kiite World のマップ上で楽曲を探索している全てのユーザの行動がリアルタイムに可視化されるため，興味を持ったユーザの楽曲再生に同期することで，一緒に音楽を聴きながら楽曲を探索できる．(3) Kiite World のユーザは誰でも，他のユーザに同期してもらいながら自分の好きな楽曲と一緒に聴く音楽イベントを手軽に開催できる．7 ヶ月以上に渡る Kiite World ユーザの利用ログを分析した結果，他のユーザの「マイ Kiite World」を訪問して楽曲を探索したり，他のユーザに同期しながら楽曲を聴いたりすることで，ユーザの本来の好みからは離れた楽曲も好きになることが多くなるなど，マップ上の楽曲探索にソーシャル性を取り入れることの有用性に関する複数の知見が得られた．

1. はじめに

人と音楽とのインタラクションを対象とした研究では，楽曲集合を「マップ」と呼ばれる 2 次元や 3 次元の空間に配置して可視化することで，ユーザがマップ上で楽曲を探索できるシステムが多数提案されてきた [1–20]．一般的には，楽曲の音響特徴量やジャンルなど，何らかの観点で類似した楽曲同士が近くなるようにマップ上に楽曲が配置される．こうした可視化システムは，楽曲を直感的に探索できる点や，探索の楽しさをユーザに提供できる点などで有用であることが知られている [1–4]．その一方で，従来のシステムではユーザが一人でマップ上を探索することを前提としていて，他のユーザとのインタラクションなどのソーシャルな側面は考慮されておらず，研究分野において重要な課題のひとつとして指摘されてきた [21]．音楽におけるソーシャルな活動の例としては，自分の好きな音楽を他の人に紹介したり [22, 23]，音楽配信サービス上で自分が

作ったプレイリストを公開して他の人が聴けるようにしたり [24–26]，実世界の音楽イベントや Web 上で他の人と一緒に音楽を聴いて他者との社会的繋がりを感じたり [27–30] といった行動があげられる．このように，ソーシャルな活動は人々が音楽を楽しむうえで重要な要素のひとつである．

こうした背景を踏まえて，本稿では 50 万曲以上の楽曲が配置されたマップ上で，ソーシャルな楽曲探索ができる Web サービスである，音楽発掘サービス「Kiite World」*1 を提案する．Kiite World では，ユーザに対する楽曲推薦モデルを活用しており，楽曲推薦モデルにおいて高次元ベクトルで表されるユーザと楽曲を 2 次元ベクトルの座標値に非線形変換することで，マップ上に楽曲を配置する．さらに，各ユーザの座標の位置も，ユーザの「家」としてマップ上に可視化される．これにより，ユーザの家の近くには，そのユーザが好きそうな楽曲が配置され，かつ楽曲の好み似たユーザの家同士は近くに配置される．ユーザはこのマップ上で，自分のアバターを自由に動かしながら，マップ上の楽曲を聴いたり，他のユーザの家を訪問したりといったことを始めとする様々な行動を取れる．

Kiite World 上でユーザは，以下のようなソーシャルなインタラクションを行える．

¹ 産業技術総合研究所

a) k.tsukuda@aist.go.jp

b) takahashi.takumi@aist.go.jp

c) ksuke-ishida@aist.go.jp

d) masahiro.hamasaki@aist.go.jp

e) m.goto@aist.go.jp

*1 <https://world.kiite.jp>

- 自分が作成したプレイリストのうちの一つを指定し、自分の好きな音楽を表現する「マイ Kiite World」として公開できる。「マイ Kiite World」では、公開したユーザの家と、指定したプレイリスト中の全楽曲がマップ上に配置されて可視化される。ユーザはお互いの「マイ Kiite World」を訪問することで、プレイリストの楽曲をマップ上で聴ける。
- Kiite World のマップ上で他のユーザが楽曲を探索したり楽曲を聴いたりする様子がリアルタイムに可視化される。さらに、自分が興味を持ったユーザが楽曲を聴いていたなら、その楽曲再生に同期して一緒に音楽を聴きながら好みの楽曲を探すことなどができる。
- 音楽イベントで大勢の人々が一体感を感じながら一緒に音楽を聴いて楽しむように、「マイ Kiite World」のマップ上で自分の楽曲再生に大勢のユーザから同期してもらうことで、同じ瞬間に同じ楽曲を聴くことを楽しめるイベントを、Kiite World のユーザの誰もが手軽に開催できる。

我々は Kiite World を、無料で利用可能な Web サービスとして 2023 年 7 月 19 日に公開した。本稿では、7 ヶ月以上に渡る Kiite World のユーザの利用ログを用いて、上で述べたソーシャルなインタラクションをユーザがどのように活用しているかを分析する。さらに分析結果に基づいて、ソーシャルな側面を考慮した楽曲探索システムを今後開発する研究者や企業にとって再利用可能な知見も議論する。

2. 関連研究

2.1 マップ上の楽曲探索システム

Knees らの文献 [31] で紹介されているように、楽曲の探索支援を目的としたシステムはこれまでに多数提案されてきた。本節では、Kiite World との関連性が高い、マップを用いた可視化に基づく楽曲探索システムについて述べる。これまでに提案されてきたシステムでマップ上に表示されるオブジェクトは、楽曲とアーティストが主である。大半のシステムでは、楽曲の音響特徴量やアーティストのタグといったオブジェクトの特徴量を用いて各オブジェクトを多次元ベクトルで表す。そのうえで、SOM [32]、t-SNE [33]、PCA [34] などの手法を用いて多次元ベクトルを 2 次元や 3 次元の低次元のベクトルに変換し、それを座標値としてマップ上にオブジェクトを配置する。初期の研究では、個人の楽曲コレクション等の数十から数百件程度のオブジェクトをマップ上に表示するシステムが多かったが [5–11]、コンピュータの処理能力が向上したり、音楽配信サービスの登場により大規模楽曲データへのアクセスが容易になったりするのに伴い、最近では数十万件のオブジェクトを表示可能なシステムも表れ始めている [1, 2, 12, 13]。そうした大規模なオブジェクトが表示されるシステムには、ユーザがマップ上でアバターを移動させながら楽曲を探索できる

ようにしているものもあり [1, 2]、アバターを表示することで楽曲とのインタラクションが活性化されることが報告されている [1]。Kiite World でも、50 万件以上の大規模な楽曲がマップ上に表示されており、ユーザはアバターを移動させながら楽曲を探索できる。

他にも、Kiite World では楽曲推薦モデルに含まれる楽曲とユーザのベクトルを用いることで、楽曲の座標値に加えて、ユーザの興味を表す座標値も求め、マップ上にユーザの「家」として表示する点に特徴がある。ユーザの家の周辺にはそのユーザの好みに合う楽曲が存在するように座標値を決めることで、ユーザは自分の家を起点として好みの楽曲を効率的に探索できる。また、従来のシステムとは異なり、Kiite World ではユーザの家の座標値と楽曲の座標値が日々更新される点にも特徴がある。これにより、ユーザの楽曲に対する好みや楽曲間の関係の最新の情報を反映したマップの作成を実現している。

2.2 楽曲聴取におけるソーシャル性

2.1 節で述べた特徴に加えて、Kiite World の大きな特徴のひとつは、マップ上の楽曲探索における重要な研究課題とされていた [21]、ソーシャル性を取り入れた点である。本節では、音楽の聴取に関するソーシャルな活動において、これまでの研究で明らかにされている知見を紹介し、それらと Kiite World の機能との関係について述べる。

音楽に対する好みは、映画や本に対する好みよりも、その人の性格を明確に反映していることが知られている [35]。実際、人々は音楽の好みを音楽配信サービスや SNS で発信することを、自己表現の手段として活用している [24, 25, 36]。その際には、単一の楽曲だけでなく、プレイリストも自己表現の手段として用いられる [24, 25]。さらに、自分の音楽の好みを、知人だけでなく、面識のない人とも共有したがることも知られている [22, 23, 37]。こうした知見に基づき、Kiite World では、ユーザが作成したプレイリストを、自分の音楽の好みを表現する「マイ Kiite World」としてマップ上に楽曲を表示し、他のユーザに対して公開できるようにした。また、他の人から薦められた楽曲を聴く側の人は、自分の知らない新たな楽曲や、自分が普段は聴かないテイストの楽曲に出会える体験を期待していることも知られている [25, 38, 39]。そこで Kiite World では、他のユーザの「マイ Kiite World」を訪問するための手段を複数用意して、ユーザがそうした体験を得る機会を増やす工夫をしている。

他の人と同じ楽曲と一緒に聴くことは、対面だけでなくオンラインでも広く楽しまれてきた [28, 29, 40, 41]。そうした背景を踏まえて Kiite World では、ユーザが他のユーザの楽曲再生に同期しながらマップ上で一緒に音楽を聴ける機能を提供している。さらにその機能を活用することで、コンサートのように複数のユーザと一緒に音楽を聴くイベ

ントを Kiite World のユーザの誰もが手軽に開催できる。

3. Kiite World

Kiite World は、膨大な楽曲の中から好みの楽曲を効率よく探索して出会うことができる音楽発掘サービス「Kiite」^{*2}上の一機能として提供されている。本章では、まず Kiite World に関連する Kiite の機能を紹介し、次に Kiite World で楽曲とユーザをマップ上に可視化する方法について述べる。最後に、Kiite World 上でユーザが取ることのできるソーシャルなインタラクションを紹介する。

3.1 Kiite

Kiite で再生可能な楽曲は、動画コミュニティサービス「ニコニコ動画」^{*3}上の歌声合成楽曲を対象としている。ニコニコ動画では、VOCALOID [42] などの歌声合成ソフトウェアを用いて、オリジナル楽曲を創作して公開するという活動がアマチュアやプロを問わず活発である。2024 年 10 月の時点で、50 万曲以上のそうした楽曲を Kiite 上で再生できる。ニコニコ動画では全ての楽曲は音楽動画として公開されており、Kiite 上で楽曲を聴く際は動画視聴用プレーヤ（ニコニコ動画が提供する外部プレーヤ）を用いて音楽動画が再生される。Kiite にユーザ登録をすることで、Kiite のユーザはアイコンの設定、「お気に入り」への楽曲の登録、複数のプレイリストの作成、他のユーザが作成したプレイリストの聴取などが可能になる。

3.2 ユーザと楽曲の座標値の計算

Kiite では、ユーザがお気に入りに登録した楽曲の情報などに基づいて、各ユーザに楽曲を推薦する機能も提供している。Kiite の推薦モデルでは、一般的な推薦モデル [43–46] と同様に、各ユーザと各アイテム（Kiite の場合は楽曲）が多次元ベクトルで表される。ユーザに対する楽曲の推薦スコアは、両者のベクトルの内積により計算し、その値が大きい楽曲ほどユーザの好みに合っていることを意味する。Kiite では、「ユーザが好む楽曲」「音響特徴量が類似した楽曲」「共通のクリエイターによって創作された楽曲」の 3 つの要素を総合的に踏まえてユーザと楽曲のベクトルの値を最適化している。

Kiite World では、このようにして求めた多次元ベクトルを、UMAP [47] を用いて 2 次元ベクトルに非線形変換することでユーザと楽曲のマップ上の座標値を決めている。ただし、UMAP における一般的な距離関数であるユークリッド距離を用いてベクトルを変換すると、推薦モデル内で内積の大きいベクトル同士がマップ上でも互いに近くなるとは限らないため、内積を距離関数として用いる工夫

をしている。これによりマップ上で、ユーザの座標の近くにそのユーザの好む楽曲を配置することが可能になる。また、Kiite の推薦モデルは、ユーザの楽曲に対する最新の好みを反映するために日々更新されているため、Kiite World のユーザと楽曲の座標値もそれに応じて更新する必要がある。ただし、UMAP では一般的に座標の初期値がランダムに決められるため、同じユーザや楽曲であっても UMAP を適用するたびに最終的な座標の値が大きく異なる。同じユーザや楽曲の座標が日々大きく変わると、ユーザの混乱を招くため好ましくない。そこで、前回の更新時のユーザと楽曲の座標値を初期値として UMAP を適用することで、日々の更新の中でユーザと楽曲の座標値が徐々に変化するように工夫している。

Kiite World での座標値の計算の本質は上記の 2 つの工夫にあり、推薦モデルの詳細は本質ではない点に注意されたい。すなわち、他の研究者や企業が Kiite World のような可視化を実現したければ、ユーザと楽曲がベクトルで表現される任意の推薦モデルを用いて構わない。

3.3 マップ上の可視化

Kiite World では、Kiite で再生可能な全ての楽曲が、3.2 節で求めた座標値上にその楽曲動画のサムネイルで表示される（図 1 (i)）。また、各ユーザの座標値上にはそのユーザの「家」を表すアイコンが表示される（A）。Kiite World では、全ての楽曲が表示された全ユーザ共通のマップを「全曲の Kiite World」と呼ぶ。ユーザが「全曲の Kiite World」にアクセスすると、ユーザのアバター（B）が自分の家の位置に表示される^{*4}。ユーザは画面上に表示されるジョイスティックを用いてアバターを動かしながら、気になる楽曲があれば楽曲のサムネイルをクリックすることでその楽曲を聴くことができ、その際は楽曲動画も動画視聴用プレーヤ（C）により再生される。再生した楽曲が気に入れば、「お気に入り」ボタン（D）をクリックして Kiite のお気に入りリストにその楽曲を追加したり、「プレイリスト」ボタン（E）をクリックして Kiite で作成した任意のプレイリストにその楽曲を追加したりできる。楽曲の再生中に「お気に入り」ボタンを押して Kiite のお気に入りリストにその楽曲を追加すると、その楽曲が再生されている間は、ユーザのアバターの右上にエフェクト付きのハートアイコンが表示される（F）。

3.2 節での座標値の計算により、ユーザの家の近くには、そのユーザの好みに合いそうな楽曲（つまり、推薦スコアの大きい楽曲）が配置されているため、ユーザは自分の家を起点として楽曲を探索することで、効率的に好みの楽曲

^{*2} <https://kiite.jp>（スマートフォン、タブレット、PC から利用可能）

^{*3} <https://www.nicovideo.jp>

^{*4} ユーザの家およびアバターに表示される画像は、そのユーザが Kiite でアイコンとして設定した画像である。「全曲の Kiite World」に 2 回以上アクセスした場合は、前回のアクセス時に最後にいた座標値上にアバターを表示させてそこから楽曲の探索を再開することもできる。

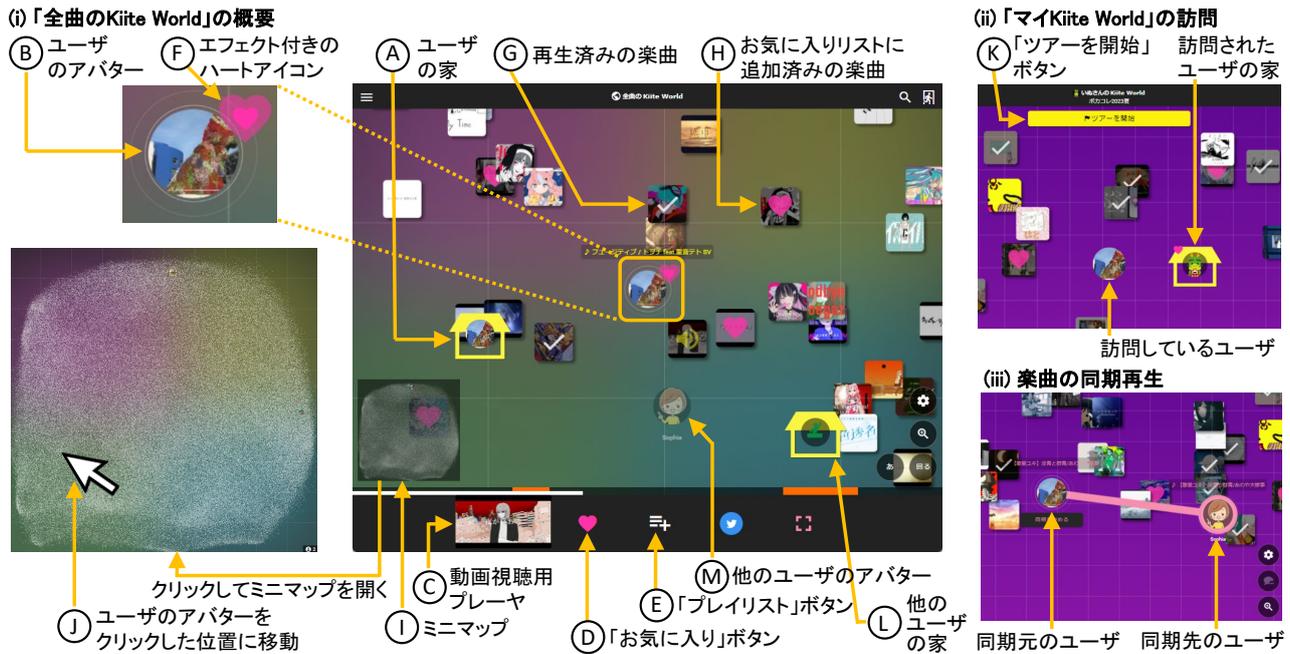


図 1 Kiite World のインターフェース。

と出会う．また，過去に再生した楽曲やお気に入りリストに追加した楽曲はサムネイル上に記号が表示されるため (G) および (H)，ユーザはまだ聴いたことのない楽曲だけを効率的に探索できるようにもなっている．現在地とは遠く離れた場所にある楽曲に興味を持った際は，Kiite World 上の全ての楽曲が一つひとつの点で表された「ミニマップ」(I) を開いて移動したい地点をクリックすることで，その位置に瞬時にアバターを移動させることができる．ユーザが先入観を持たずにマップ上を探索できるように，既存研究 [6, 7, 9, 12, 17] と同様に，マップの X 軸と Y 軸の意味や，マップ上の楽曲のジャンルの分布はユーザには意図的に知らせていない．

3.4 ソーシャルなインタラクション 1: マップ上でのプレイリストの共有

Kiite World では，ユーザは Kiite で自分が作成したプレイリストのうちの一つを選んで，「マイ Kiite World」として他のユーザに公開できる．公開された「マイ Kiite World」は，Kiite World のトップページの「みんなの Kiite World」という項目に，公開者のユーザ名およびプレイリスト名とともに一覧で表示される．例えば，ユーザ u が「みんなの Kiite World」に表示されているユーザ v の「マイ Kiite World」を選択すると，図 1 (ii) に示すように，プレイリストに含まれる全ての楽曲および v の家がマップ上に配置されて可視化された， v の「マイ Kiite World」を訪問できる (訪問手段 (1))^{*5}．「マイ Kiite World」のマップ上の楽曲および家の座標値は，「全曲の Kiite World」での値と同

じである．ユーザ u のアバターは最初に v の家の座標に表示され， v の家を起点として， v の「マイ Kiite World」に表示された楽曲をマップ上で探索できる．この探索方法には，自分が気になるサムネイルの楽曲から優先的に聴いたり，気に入った楽曲の近くに存在する楽曲を次々に聴いたりできるメリットがある．

さらに「マイ Kiite World」では，「ツアーを開始」ボタン (K) を押すことで利用できる「ツアー機能」も提供されている．この機能を使うと，「マイ Kiite World」に指定されたプレイリスト中の曲順に沿って楽曲が自動的に再生される．楽曲 s_1 が再生されている間，ユーザ u のアバターは s_1 の座標値上に表示される．楽曲 s_1 の再生が終わって次の楽曲 s_2 に切り替わると， u のアバターは自動的に s_2 の座標値上に移動する．プレイリストの曲順にはそのプレイリストを作ったユーザの意図が込められていることが一般的であるため [24, 48]，この探索方法には，そうした意図を感じながら楽曲を聴けるというメリットがある．一般の音楽配信サービスでも，他のユーザが作ったプレイリストを先頭の楽曲から順に聴くことはできるが，「マイ Kiite World」で可視化することで，プレイリスト中の楽曲間の関係を視覚的に捉えることができる．また，ツアー機能は任意のタイミングで止めることができるので，ツアー機能を使用している最中に気に入った楽曲を見つけたら，ツアー機能を止めて，自分でアバターを移動させながらその楽曲の周辺の楽曲を探索する方法に切り替えるといった柔軟な探索もできる．

Kiite ではユーザは多数のプレイリストを作ることができるが，「マイ Kiite World」に指定できるプレイリストはあえてその中の一つに限定している．これは「マイ Kiite

*5 「マイ Kiite World」を公開する際，ユーザは「マイ Kiite World」の背景色として使用されるテーマカラーを 11 色の中から選べる．例えば図 1 (ii) ではユーザ v は紫色を選択している．

World」を通じて、音楽に対する自分の好みや価値観を表現できるようにするためである。ただし、「マイ Kiite World」に指定するプレイリストは何度でも変更できるため、日々の気持ちや音楽の好みの変化に応じた表現ができる。さらに、各ユーザの「マイ Kiite World」には固有の URL が割り当てられているため、X 等の SNS にその URL を投稿することでも自分の音楽の好みを共有できる。他のユーザは、SNS で共有された URL をクリックすることでも、そのユーザの「マイ Kiite World」を訪問できる（訪問手段（2））。

「全曲の Kiite World」に表示された他のユーザの家（L）をクリックすることでも、そのユーザの「マイ Kiite World」を訪問できる（訪問手段（3））^{*6}。そのため、自分と音楽の好みに近いユーザ（つまり、自分の家と距離が近いユーザ）を容易に見つけて、そうしたユーザの「マイ Kiite World」を訪問することができる。

さらに Kiite World では、他のユーザが「全曲の Kiite World」や「マイ Kiite World」で楽曲を聴いている様子がリアルタイムに可視化される。具体的には、それぞれのユーザがどこの音楽世界^{*7}でどの楽曲を聴いているかを見ることができる。また、マップ上でユーザの-avatar 同士的位置が近づくと、お互いの-avatar が見えるようになる。このとき、自分と異なる音楽世界にいるユーザの-avatar は半透明で表示される（M）。他のユーザが楽曲を探索している様子に興味を持ったら、そのユーザの-avatar をクリックすることで、そのユーザが滞在している音楽世界を訪問できる（訪問手段（4））。このように、ユーザがお互いを発見できるようになっているので、違う楽曲を聴いていたとしても、同じ瞬間に音楽を楽しんでいるということ自体を一緒に感じることができる。このようなリアルタイムな可視化により Kiite World では、従来のマップ上での楽曲探索システムでは困難であった、他のユーザが音楽発掘をしている様子を見て、様々な楽曲やユーザに興味を持ちながら楽曲を探索することが可能となっている。

3.5 ソーシャルなインタラクション 2：楽曲の同期再生

あるユーザが楽曲を聴いている様子に興味を持ったら、「同期する」ボタンを押すことで、そのユーザの楽曲再生に自動的に同期して、同じ音楽世界で同じ楽曲を同じタイミングで一緒に聴ける。図 1 (iii) に示すように、同期したユーザ（同期元のユーザ）と同期されたユーザ（同期先のユーザ）の-avatar 間はピンクの線で結ばれ、同期先のユーザの-avatar の周囲はピンクの線で囲まれる。そのため、同期先のユーザも自分が他のユーザから同期されたこ

^{*6} 「全曲の Kiite World」には、「マイ Kiite World」を公開しているユーザのみ家が表示される。

^{*7} 「全曲の Kiite World」と「マイ Kiite World」をあわせて「音楽世界」と呼ぶ。

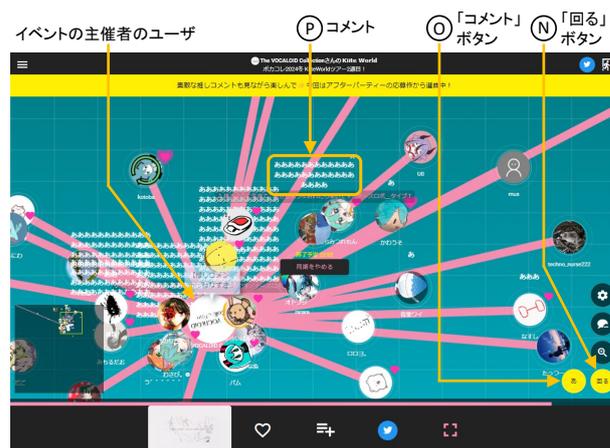


図 2 イベントで、多くのユーザがイベントの主催者であるユーザに同期している様子。

とを視覚的に捉えられる。ユーザ u がユーザ v の楽曲再生に同期して楽曲を聴いているときでも、 u の-avatar の位置と v の-avatar の位置は同期しない。ユーザ u は自分の-avatar を動かさずに同じ位置に留まり続けることもできるし、 v の移動に合わせて自分の-avatar も手動で動かして、一緒に聴いていることをより強く感じながら同期再生を楽しむこともできる^{*8}。その上、既に同期されているユーザに対して他のユーザがさらに同期することもできるため、複数のユーザと一緒に音楽を聴く体験ができる。同期再生は、同期元のユーザからも同期先のユーザからも任意のタイミングで解除できる。同期再生を解除するまでは、同期先のユーザがマップ上で次の楽曲の再生に移っても同期再生が続くので、同期元のユーザは同期先のユーザと一緒に次々と楽曲を聴くことができる。これにより、同期先のユーザは自分の好きな楽曲を広める機会が増え、同期元のユーザは新たな楽曲に出会う機会が増える。

3.6 ソーシャルなインタラクション 3：イベントの開催

3.5 節で述べた同期再生の機能を使うことで、実世界の音楽イベントなどで大勢が一体感を感じながら一緒に音楽を聴くように、あるユーザの楽曲再生に大勢で同期しながら、プレイリストの楽曲と一緒に聴いて楽しむことが可能となる。すなわち、同期される側のユーザは、DJ のように「マイ Kiite World」の楽曲を他のユーザに聴いてもらえる音楽イベントを Kiite World 上で手軽に開催できる（図 2）。イベント中は、イベントの主催者であるユーザが自分で-avatar を移動させながら楽曲を再生することもできるし、3.4 節で述べたツアー機能を用いて、「マイ Kiite World」に設定されたプレイリストの曲順で自動的に楽曲を再生することもできる。特に、セトリストのように楽曲の順序に意味を持たせたプレイリストを「マイ Kiite World」に設定してイベントを開催する際には、後者の再生方法が有用

^{*8} u と v の-avatar 同士がどれだけ遠くに離れても、両者の間の同期が切れることはない。

である。イベントを開催したいユーザは、イベントを開催する「マイ Kiite World」の URL とともに、イベントの開催日時を X 等の SNS で共有することで事前に告知できる。

イベントの参加者のユーザは一般的に、イベントが始まる少し前に、イベントが開催される「マイ Kiite World」に入って主催者のユーザに同期し、イベントの開始を待つ。参加者はイベントの途中でも自由に「マイ Kiite World」に入退室できる。参加者のユーザが、イベント中に再生されている楽曲を気に入って自分のお気に入りリストに追加すると、3.4 節で述べたようにエフェクト付きのハートアイコンがそのユーザのアバターの右上に表示される。このハートアイコンはイベントの主催者および他の参加者にも見えるようになっている。そのため、参加者のアバターに次々とエフェクト付きのハートアイコンが表示される様子を通じて、主催者のユーザは自分の好きな楽曲を参加者も好きになってくれた瞬間を見ることができる。

他にも、「回る」ボタン(図 2 (㊂))を押すことで、参加者は自分のアバターを回転させることができる。ボタンが押されると、再生中の楽曲が終わるまでの間、時計回りに一定の速度でアイコンが回転する。この機能は、「お気に入り」ボタンよりも気軽に楽曲に対する反応(好意など)を示したいときに使うことができる。また、「コメント」ボタン(㊂)を押すことでコメントを自分のアバターの上部に表示できる。任意のコメントを入力できるようにすると、ユーザがコメントを入力する心理的負担が大きくなる可能性が指摘されているため [29]、日本語では「あ」の文字をより多く記述するほど気持ちがより高まっていることを表せることを利用して、「コメント」ボタンを 1 回押すたびに「あ」の文字が 1 個ずつ増えながら表示されるシンプルなコメント機能を提供している(㊂)。アバターの回転とコメントもユーザ間で互いに見えるようになっているため、参加者はこれらの機能を使うことでより強い一体感を感じながらイベントを楽しむことができ、主催者も参加者がイベントを楽しんでいる様子を見ることができる^{*9}。

4. 分析

我々は Kiite World を、2023 年 7 月 19 日に正式に一般公開した。本章では、3.4 節から 3.6 節で述べた 3 つのソーシャルなインタラクションが、マップ上の楽曲探索行動や楽曲聴取行動にもたらす影響について分析する。そのために、2023 年 7 月 19 日から 2024 年 2 月 29 日までの 7 ヶ月以上に渡るユーザの利用ログを用いた^{*10}。

^{*9} 3.4 節のように一人で楽曲を聴く際や、3.5 節のようにイベント以外で他のユーザに同期しながら楽曲を聴く際にも、回転とコメントの機能は使用できる。アイコンの回転や 1 文字だけのコメントは機能としてシンプル過ぎると思われるかもしれないが、そのシンプルさゆえに、Kiite World では既に多くのユーザに好んで使用されている。

^{*10} Kiite の利用規約には、ユーザの利用ログを学術研究の目的で使用できることが記述されている。

4.1 基礎的な分析

分析対象の期間中に Kiite World を利用したユーザは 2,493 名であった。Kiite World の公開時にマップ上に表示される楽曲数は約 44.7 万件であった。Kiite World では、3.2 節で述べたようにユーザと楽曲の座標値を日々更新するのに加えて、Kiite World の公開後に新しく創作されて Kiite で再生可能になった楽曲も日々マップ上に追加している。そのため、2024 年 10 月の時点ではマップ上に表示される楽曲数は約 50.8 万件に増加している。

ソーシャルなインタラクションに関する分析を行う前にまず、「全曲の Kiite World」でユーザが一人で楽曲を探索する行動について分析した。「全曲の Kiite World」で一人で楽曲を探索しながら、1 曲以上の楽曲をお気に入りリストに追加したユーザ(これ以降は簡単のため、「楽曲をお気に入りリストに追加する」ことを「楽曲を好きになる」と表現する)は 370 名であり、一人当たり平均で 9.35 曲(標準偏差: 27.3)の楽曲を好きになっていた。さらに、ユーザの家の座標値と、そのユーザが好きになった楽曲の座標値との関係を分析するために、両者の距離の分布を求めた。ユーザと楽曲の座標値は日々更新されているので、距離を計算する際は、ユーザが楽曲を好きになった時点での座標値を用いた。マップの座標は X 軸、Y 軸ともに 0 から 1 の間の値を取るよう正規化されているため、ユーザの家と楽曲の間の距離は 0 から $\sqrt{2}$ の間の値を取りうる。

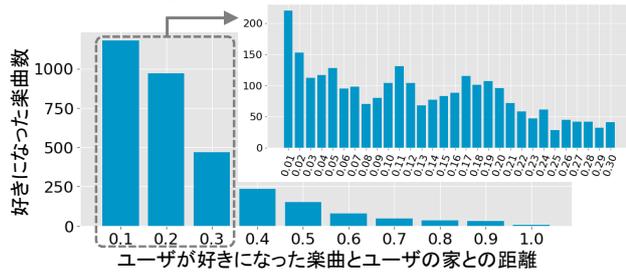
結果を図 3 (i) に示す。横軸の距離が 0.1 刻みのグラフを見ると、ユーザの家と楽曲の距離が長くなるのに応じて、好きになった楽曲の数が急激に減っていることがわかる(距離が 1.0 以上の事例はなかった)。さらに、距離が 0.3 未満の場合について、距離が 0.01 刻みでのグラフを見ても、ユーザの家からの距離が近いほど好きになった楽曲の数が多傾向にあった。これらの結果は、マップ上でユーザの家から近い場所ほど、そのユーザが好む楽曲が多く配置されていることを示唆している。またこの結果は、3.2 節で説明した、UMAP を用いて求めたユーザと楽曲の座標値の妥当性も示している。

4.2 ソーシャルなインタラクションの分析 1: マップ上でのプレイリストの共有

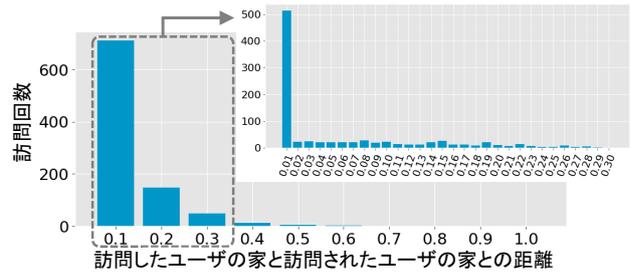
「マイ Kiite World」を公開したことのあるユーザは 1,242 名で、合計で 2,331 件のプレイリストが「マイ Kiite World」として設定されたことがあった。「マイ Kiite World」に設定したプレイリストを 1 回以上変更したユーザは 306 名(24.6%)であり、状況に応じて「マイ Kiite World」で表現する自分の音楽の好みを変えているユーザが一定数いることが明らかになった。

3.4 節で、他のユーザの「マイ Kiite World」を訪問する手段を 4 つ紹介した。それぞれの手段を使用して「マイ Kiite World」を訪問したユーザ数と総訪問回数および、一人当

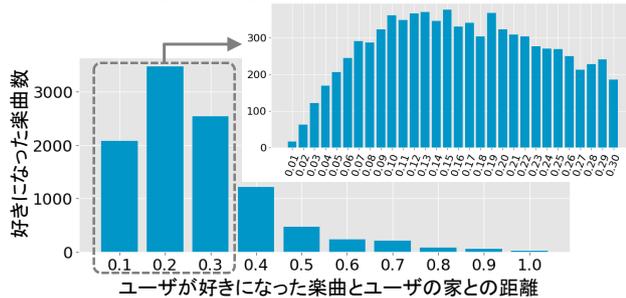
(i) 「全曲のKiite World」で同期再生をせずに楽曲を聴いているユーザーが好きになった楽曲とユーザーの家との距離の分布



(ii) 「マイKiite World」を訪問したユーザーの家と訪問されたユーザーの家との距離の分布



(iii) 他のユーザーの「マイKiite World」で同期再生をせずに楽曲を聴いているユーザーが好きになった楽曲とユーザーの家との距離の分布



(iv) イベント以外で同期再生をして楽曲を聴いているユーザーが好きになった楽曲とユーザーの家との距離の分布

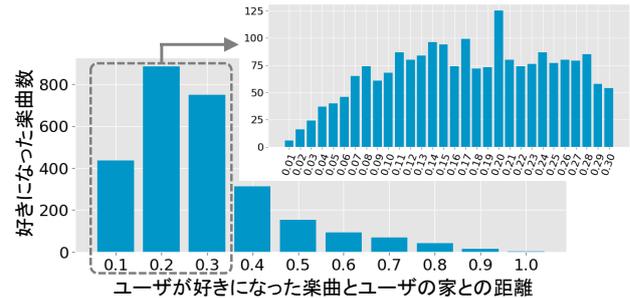


図 3 (i), (iii), (iv) : 楽曲を好きになったユーザーと、そのユーザーの家の距離の分布 . (ii) : ユーザーが訪問した家と、そのユーザーの家の距離の分布 . 例えば横軸の「0.2」は、距離が 0.1 以上 0.2 未満であることを表す .

たりの平均訪問回数を表 1 に示す . 訪問手段 (1) を使用したユーザー数および平均使用回数が多いことから、ユーザーは「みんなの Kiite World」に表示された「マイ Kiite World」の一覧を閲覧して、自分が興味を持った名前「マイ Kiite World」を訪問することを主な訪問手段としていていると考えられる . 訪問手段 (3) および (4) は、一人あたりの平均訪問回数は同程度であったが、(4) は同じタイミングでいずれかの音楽世界上に滞在しているユーザーが複数名いる必要があるため、任意のタイミングで利用できる (3) の方が総訪問回数は多くなったと考えられる . 訪問手段 (2) は、総訪問回数は最も少なかったが、使用した 236 名のうちの 76 名 (32.2%) は、4 つの訪問手段のうち訪問手段 (2) のみを通じて「マイ Kiite World」を訪問していた . したがって、SNS 等で URL を共有してもらうことは、他の訪問手段を通して「マイ Kiite World」を訪問する習慣のないユーザーにとっては、他のユーザーの「マイ Kiite World」を訪問する良いきっかけになっていることがわかった .

訪問手段 (3) を用いて「マイ Kiite World」を訪問する際に、訪問する側のユーザーの家と、訪問される側のユーザーの家の距離の分布を分析した結果を図 3 (ii) に示す . この分析でも、家の座標値は訪問した時点での値を用いており、距離が 0.7 以上の事例はなかった . この結果から、ユーザーは自分の家からの距離が 0.01 未満にあるユーザーの家を通じて「マイ Kiite World」を訪問する頻度が圧倒的に高く、自分と好みと特によく似たユーザーの「マイ Kiite World」に強い興味を持っていることが示唆されている .

表 1 「マイ Kiite World」の訪問手段の統計量 .

訪問手段	総訪問回数	ユーザー数	平均訪問回数
(1) 「みんなの Kiite World」	6,280	866	7.25
(2) 共有 URL	556	236	2.36
(3) 「全曲の Kiite World」上の家	998	310	3.22
(4) マップ上で楽曲を探索中のユーザー	614	177	3.47

次に、他のユーザーの「マイ Kiite World」上で楽曲を好きになった (楽曲をお気に入りリストに追加した) 行動を分析した . 本節では、他のユーザーの楽曲再生には同期せず、一人で楽曲を聴いている状況を対象とした . この状況で 1 曲以上の楽曲を好きになったユーザーは 444 名であり、一人当たり平均で 25.1 曲 (標準偏差 : 63.9) の楽曲を好きになっていた . 4.1 節と同様に、ユーザーの家と、そのユーザーが好きになった楽曲との距離の分布を求めた . ユーザー u がユーザー v の「マイ Kiite World」を訪問して楽曲 s を好きになった場合、 v の家と s の距離ではなく、 u の家と s の距離を求めている点に注意されたい . これは、 u が持つ本来の音楽的な興味を表している u の家の位置と、 u が v の「マイ Kiite World」で好きになった楽曲の位置との関係を分析したいためである .

結果を図 3 (iii) に示す . 図 3 (i) の結果に比べると、ユーザーは自分の家よりも遠くの楽曲を好きになった傾向があることがわかる . Brunner-Munzel 検定の結果、図 3 (iii) の平均距離である 0.220 は、図 3 (i) の平均距離である 0.184 よりも有意に長かった ($p < 0.001$, 効果量 $r = 0.147$)^{*11} .

*11 4.3 節および 4.4 節でも同様に平均距離の差の検定を行うため、いずれの検定も Bonferroni の補正を適用した .

図 3 (i) はソーシャルなインタラクションを含まない楽曲探索での結果であったことを踏まえると、他のユーザの「マイ Kiite World」を訪問して楽曲を探索するというソーシャルなインタラクションをマップ上の楽曲探索に取り入れることで、ユーザは本来の興味からは離れた楽曲も好きになる機会を得られることが示された。

4.3 ソーシャルなインタラクションの分析 2：楽曲の同期再生

本節では、「全曲の Kiite World」または他のユーザの「マイ Kiite World」で、他のユーザの楽曲再生に同期して楽曲を聴く行動を分析する。ただし、イベント中の同期再生は 4.4 節で分析するため対象とせず、本節ではイベント以外での同期再生を対象とする。他のユーザに同期をしながら楽曲を聴いたことのあるユーザは 233 名であり、そのうちの 162 名 (69.5%) は 2 回以上同期をしながら楽曲を聴いていたことから、一定数のユーザが他のユーザの楽曲再生に同期しながら楽曲を聴くことに価値を感じていることがわかる。233 名のユーザが同期をした相手のユーザのユニーク数は 163 名であったことから、一部の特定のユーザだけが同期されているのではなく、音楽世界上で偶然出会って興味を持ったユーザに同期をしていると言える。

同期中に 1 曲以上の楽曲を好きになったユーザは 165 名であり、一人当たり平均で 12.3 曲 (標準偏差: 31.8) の楽曲を好きになっていた。ユーザが他のユーザに同期しながら聴いて好きになった楽曲と、その同期元のユーザの家との距離の分布を求めた結果を図 3 (iv) に示す。図 3 (iv) の平均距離は 0.241 であり、ここでも、図 3 (i) に比べて、ユーザは自分の家から有意に遠い位置にある楽曲を好きになる傾向が見られた ($p < 0.001$, 効果量 $r = 0.252$)。したがって、他のユーザの楽曲再生に同期するという、ソーシャルなインタラクションを通して楽曲を聴くことが、ユーザの本来の興味からより離れた楽曲を好きになるきっかけを生み出していると言える。

4.4 ソーシャルなインタラクションの分析 3：音楽イベントの開催

3.6 節で、イベントの主催者であるユーザは、イベントを開催する「マイ Kiite World」の URL を用いて SNS 上で事前に告知ができることを述べた。実際、Kiite World のユーザの間では、イベントを開催する際には X 上で告知を行うことが慣習となっている。さらに、X で告知をする際に使用する「#KiiteWorld ツアー告知」というハッシュタグがユーザによって自然発生的に作られ、このハッシュタグを含むポストを検索することで、Kiite World のユーザがイベントの開催を見逃すことなく参加できるようになっている。本分析では、そのハッシュタグまたは「Kiite World」という語を含む X のポストを検索し、その中から

イベントの告知を人手で収集した。イベントの告知文に書かれた開催時刻の情報に基づいて、イベント中の、主催者であるユーザおよび主催者に同期して楽曲を聴いたユーザのログを抽出して分析に用いた。

分析対象の期間中に Kiite World で開催されたイベントの総数は 231 件で、イベントの開催時間の平均は 71.8 分 (標準偏差: 48.4) であった。イベントの主催者としてイベントを 1 回以上開催したユーザは 92 名で、そのうち 47 名 (51.1%) は 2 回以上開催していた。イベントに参加した累計ユーザ数は 2,951 名 (ユニークユーザ数は 397 名) で、1 回のイベントには平均で 12.8 名 (標準偏差: 9.91) が参加していた。もしイベントの主催者が、参加者が少ないことでイベントを開催する価値を感じられなければ、イベントを開始してすぐに「マイ Kiite World」から退出してイベントを途中でやめることもできる。しかし、ログを解析した結果、イベントの実際の開催時間の長さや参加者数の、ピアソンの積率相関係数の値は 0.088 ($p = 0.183$) と無相関であり、大半の主催者は参加者が少なくてもイベントを継続していた。また、もし参加者の少なさに不満を持つ主催者が多ければ、イベントが徐々に開催されなくなることも考えられる。しかし、Kiite World で活発にイベントが開催されるようになった 2023 年 12 月 1 日以降、2024 年 2 月 29 日までの 91 日間のうち 88 日は 1 件以上イベントが開催されていた。これらの結果から、Kiite World のイベントの本質は参加者の多寡ではなく、誰もが手軽にイベントを開催して他の人に楽曲を聴いてもらえる環境 (イベント開催の民主化) を実現できることにあると考えられる。

イベントに参加している最中に 1 曲以上の楽曲を好きになったユーザ数は 292 名であり、一人当たり平均で 40.9 曲 (標準偏差: 84.3) の楽曲を好きになっていた。イベント中にユーザが好きになった楽曲と、そのユーザの家との距離を求めると、図 3 (iii) と類似した分布であった。距離の平均値は 0.213 で、図 3 (i) の平均距離である 0.184 よりも有意に長かった ($p < 0.001$, 効果量 $r = 0.131$)。したがって、イベントに参加するというソーシャルなインタラクションにより、「全曲の Kiite World」で一人で楽曲を聴く場合に比べて、ユーザの本来の興味からより離れた楽曲を好きになる機会を得られていることが明らかになった。

最後に、ユーザがイベントに参加した際の、イベントの滞在率を求めた。具体的には、各イベントの各参加ユーザ u について、 u が最初にイベントに参加した時刻からイベントの終了時刻までのうち、 u がイベントの主催者に同期して楽曲を聴いていた時間の割合を滞在率として計算し、全イベントの全ユーザでの平均値を求めた。例えば、あるイベントの開催時刻が 17 時から 18 時であるとする。ユーザ u が 17 時 10 分にこのイベントに参加し、17 時 30 分から 17 時 40 分まで一時的に抜けて 17 時 40 分から再度参加し、17 時 55 分に抜けてその後 18 時まで戻って来なかった

とする。この場合、 u の滞在率は $\frac{20\text{min}+15\text{min}}{50\text{min}} \times 100 = 70\%$ となる。分母をイベントの開催時間（この例の場合は 60 分）としないのは、ユーザの様々な事情により最初から参加できない場合があることを考慮するため、および一度参加したうえで滞在し続けるかをユーザが判断した結果を求めるためである。このようにして求めた滞在率の平均値は 84.5% と高い値であった。イベントに参加したユーザの 73.1% は滞在率が 90% を超えていたことから、イベントに参加してすぐにイベントから去るユーザは少数であり、大半のユーザが一定時間はイベントに滞在していることが明らかになった。さらに、イベントの参加人数と滞在率の相関係数は -0.16 ($p < 0.001$) と負の相関が見られた。つまり、参加者の方も、イベントの参加者数が少ないからといって不満を感じてイベントへの参加をすぐにやめているわけではないことが明らかになった。この理由としては、自分が興味を持ったイベントの主催者の「マイ Kiite World」で、主催者と一緒に楽曲を聴くことに価値を感じている可能性などが考えられる。

5. おわりに

本稿では、マップ上でのソーシャルなインタラクションに基づいて楽曲の探索が可能な Web サービス Kiite World を提案した。7 ヶ月以上に渡るユーザの利用ログを分析することで、以下の再利用可能な知見を明らかにした。

- マップ上に他のユーザの家や探索中のユーザを可視化したり、他のユーザの楽曲再生に同期しながら楽曲を聴けるようにしたりすることは、それらを通して他のユーザの「マイ Kiite World」の楽曲を聴くきっかけとして有用である。
- そうしたソーシャル性を取り入れてマップ上の楽曲を探索可能にすることで、ユーザの本来の興味よりも遠い楽曲を好きになる機会が増える。
- Kiite World で開催されるイベントの継続性と参加者の滞在率の高さから、イベントの主催者は自分のおすすめの楽曲を参加者に聴いてもらえることに価値を感じ、参加者は主催者がおすすめする楽曲を聴けることに価値を感じている可能性が示唆された。さらに、イベントの継続性と参加者の滞在率は参加者の多寡に依らないことも示された。

Kiite World は VOCALOID 楽曲を対象にしているが、VOCALOID の楽曲のジャンルは多様であり、提案する楽曲探索システムは VOCALOID 以外の楽曲を用いても実現可能であるため、幅広い楽曲に有効であると期待される。

Kiite World では楽曲とユーザをマップ上に表示しているが、我々が Kiite で使用している、座標値を決める元となった推薦モデルでは楽曲のクリエイターもベクトルで表現されているため、クリエイターをマップ上に表示することも

できる。そこで Kiite World では 2024 年 5 月 13 日から、クリエイターのアイコンもマップ上に表示している。これにより、あるクリエイターが作成した楽曲だけをマップ上に表示して探索したり、自分の好きなクリエイターとマップ上で近くに存在するクリエイターを探すことで未知のクリエイターと出会うなど、多様なインタラクションが可能になっている。今後は、クリエイターもマップ上に表示することで、ユーザの楽曲探索行動にどのような効果が生まれるかをログに基づいて分析することにも取り組みたい。

最後に、4.4 節で述べた「#KiiteWorld ツアー告知」というハッシュタグで X を検索すると、本稿の分析対象となった期間以後も、ユーザによる自発的なイベントがほぼ毎日のように開催されていることがわかる。また、2024 年 2 月に開催された、VOCALOID 関連の公式イベントである「The VOCALOID Collection ~2024 Winter~」(通称「ボカコレ 2024 冬」)では、「ボカコレ 2024 冬」とのコラボレーションというかたちで、Kiite World でイベントが開催された^{*12}。こうした多数のイベントのログも今後活用しながら、イベント中のアバターの回転や移動、コメントの投稿といった振る舞いが、ユーザのイベントの滞在率やイベント中に好きになる楽曲数に与える影響を分析するなど、人と音楽とのインタラクションに関する理解をより深める研究に引き続き取り組んでいく予定である。

謝辞 Kiite を共同開発したクリプトン・フューチャー・メディア株式会社、我々の研究活動を初期は暗黙的に(後に明示的に)応援してきたニコニコ動画に感謝する。Kiite およびニコニコ動画のユーザ、VOCALOID 楽曲のクリエイター、そして VOCALOID 文化とそれに関連した文化を築き、支援し、楽しんでいる全ての人々に感謝する。本研究の一部は JST CREST (JPMJCR20D4) の支援を受けた。

参考文献

- [1] Andjelkovic, I. et al.: MoodPlay: Interactive music recommendation based on Artists' mood similarity, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 121, pp. 142–159 (2019).
- [2] Melchiorre, A. B. et al.: Emotion-aware music tower blocks (EmoMTB): An intelligent audiovisual interface for music discovery and recommendation, *International Journal of Multimedia Information Retrieval*, Vol. 12, pp. 1–13 (2023).
- [3] Vad, B. et al.: Design and Evaluation of a Probabilistic Music Projection Interface, *ISMIR '15*, pp. 134–140 (2015).
- [4] Kunkel, J. and Ziegler, J.: A comparative study of item space visualizations for recommender systems, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 172, p. 102987 (2023).
- [5] Tzanetakis, G.: Automatic Musical Genre Classification of Audio Signals, *ISMIR '01*, pp. 205–210 (2001).
- [6] Pampalk, E. et al.: Content-based organization and

^{*12} <https://vocaloid-collection.jp/2024-winter/special/kiite/world>

- visualization of music archives, *MM '02*, pp. 570–579 (2002).
- [7] Pampalk, E. et al.: Exploring music collections by browsing different views, *Computer Music Journal*, Vol. 28, No. 2, pp. 49–62 (2004).
- [8] Mörchen, F. et al.: Databionic Visualization of Music Collections According to Perceptual Distance, *ISMIR '05*, pp. 396–403 (2005).
- [9] Knees, P. et al.: An innovative three-dimensional user interface for exploring music collections enriched, *MM '06*, pp. 17–24 (2006).
- [10] Leitich, S. and Topf, M.: Globe of Music - Music Library Visualization Using GeoSOM, *ISMIR '07*, pp. 167–170 (2007).
- [11] Lübbers, D. and Jarke, M.: Adaptive Multimodal Exploration of Music Collections, *ISMIR '09*, pp. 195–200 (2009).
- [12] Hamasaki, M. et al.: Songrium: Browsing and listening environment for music content creation community, *SMC '15*, pp. 23–30 (2015).
- [13] Schedl, M. et al.: Music Tower Blocks: Multi-Faceted Exploration Interface for Web-Scale Music Access, *ICMR '20*, pp. 388–392 (2020).
- [14] van Gulik, R. and Vignoli, F.: Visual Playlist Generation on the Artist Map, *ISMIR '05*, pp. 520–523 (2005).
- [15] Neumayer, R. et al.: PlaySOM and PocketSOMPlayer, Alternative Interfaces to Large Music Collections, *ISMIR '05*, pp. 618–623 (2005).
- [16] Lamere, P. and Eck, D.: Using 3D Visualizations to Explore and Discover Music, *ISMIR '07*, pp. 173–174 (2007).
- [17] Stober, S. and Nürnberger, A.: MusicGalaxy—an adaptive user-interface for exploratory music retrieval, *SMC '10*, pp. 23–30 (2010).
- [18] Schedl, M. et al.: Large-scale music exploration in hierarchically organized landscapes using prototypicality information, *ICMR '11*, pp. 1–7 (2011).
- [19] Takahashi, T. et al.: Instrudiver: A Music Visualization System Based on Automatically Recognized Instrumentation, *ISMIR '18*, pp. 561–568 (2018).
- [20] Gajdusek, P. and Peska, L.: SpotifyGraph: Visualisation of User's Preferences in Music, *MMM '21*, pp. 379–384 (2021).
- [21] Schedl, M.: Intelligent User Interfaces for Social Music Discovery and Exploration of Large-scale Music Repositories, *HUMANIZE '17*, pp. 7–11 (2017).
- [22] Bassoli, A. et al.: tunA: Local Music Sharing with Handheld Wi-Fi Devices, *WWC '04*, pp. 1–23 (2004).
- [23] Håkansson, M. et al.: Gifts from friends and strangers: A study of mobile music sharing, *ECSCW '07*, pp. 311–330 (2007).
- [24] Hagen, A. N.: The playlist experience: Personal playlists in music streaming services, *Popular Music and Society*, Vol. 38, No. 5, pp. 625–645 (2015).
- [25] Hagen, A. N. and Lüders, M.: Social streaming? Navigating music as personal and social, *Convergence*, Vol. 23, No. 6, pp. 643–659 (2017).
- [26] Tan, Y. and Min, Q.: What Motivates People Make Music Playlists? A Social Value Orientation Perspective, *PACIS '21*, pp. 1–5 (2021).
- [27] Crompton, J. L. and McKay, S. L.: Motives of visitors attending festival events, *Annals of Tourism Research*, Vol. 24, No. 2, pp. 425–439 (1997).
- [28] Brown, S. C. and Knox, D.: Why go to pop concerts? The motivations behind live music attendance, *Musicae Scientiae*, Vol. 21, No. 3, pp. 233–249 (2017).
- [29] Tsukuda, K. et al.: Kiite Cafe: A Web Service Enabling Users to Listen to the Same Song at the Same Moment While Reacting to the Song, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E106.D, No. 11, pp. 1906–1915 (2023).
- [30] Swarbrick, D. et al.: Corona concerts: The effect of virtual concert characteristics on social connection and Kama Muta, *Frontiers in Psychology*, Vol. 12, p. 648448 (2021).
- [31] Knees, P. et al.: Intelligent User Interfaces for Music Discovery, *Transactions of the International Society for Music Information Retrieval*, Vol. 3, No. 1, pp. 165–179 (2020).
- [32] Kohonen, T.: Self-organized formation of topologically correct feature maps, *Biological Cybernetics*, Vol. 43, pp. 59–69 (1982).
- [33] van der Maaten, L. and Hinton, G.: Visualizing High-Dimensional Data Using t-SNE, *Journal of Machine Learning Research*, Vol. 9, pp. 2579–2605 (2008).
- [34] Jolliffe, I.: *Principal Component Analysis*, Springer Verlag (1986).
- [35] Rentfrow, P. J. and Gosling, S. D.: The do re mi's of everyday life: The structure and personality correlates of music preferences, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 84, No. 6, pp. 1236–1254 (2003).
- [36] Park, S. Y. et al.: Cross-Cultural Exploration of Music Sharing, *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, Vol. 6, No. CSCW2, pp. 1–28 (2022).
- [37] Choi, I. and Kim, D.: Toning: New Experience of Sharing Music Preference with Interactive Earphone in Public Space, *TEI '20*, pp. 533–538 (2020).
- [38] Spinelli, L. et al.: Influences on the Social Practices Surrounding Commercial Music Services: A Model for Rich Interactions, *ISMIR '18*, pp. 671–677 (2018).
- [39] Park, S. Y. et al.: Tunes Together: Perception and Experience of Collaborative Playlists, *ISMIR '19*, pp. 723–730 (2019).
- [40] Cunningham, S. J. et al.: Social Music in Cars, *ISMIR '14*, pp. 457–462 (2014).
- [41] Laplante, A. et al.: “I’m at #Osheaga!”: Listening to the Backchannel of a Music Festival on “Twitter”, *ISMIR '17*, pp. 585–591 (2017).
- [42] Kenmochi, H. and Ohshita, H.: VOCALOID - commercial singing synthesizer based on sample concatenation, *INTERSPEECH '07*, pp. 4009–4010 (2007).
- [43] Knees, P. and Schedl, M.: A survey of music similarity and recommendation from music context data, *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, Vol. 10, No. 1, pp. 1–21 (2013).
- [44] Isinkaye, F. et al.: Recommendation systems: Principles, methods and evaluation, *Egyptian Informatics Journal*, Vol. 16, No. 3, pp. 261–273 (2015).
- [45] Schedl, M.: Deep learning in music recommendation systems, *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, Vol. 5, p. 457883 (2019).
- [46] Zhang, S. et al.: Deep Learning Based Recommender System: A Survey and New Perspectives, *ACM Computing Surveys*, Vol. 52, No. 1, pp. 1–38 (2019).
- [47] McInnes, L. et al.: UMAP: Uniform manifold approximation and projection for dimension reduction, *arXiv preprint arXiv:1802.03426* (2018).
- [48] Schweiger, H. V. et al.: Does Track Sequence in User-generated Playlists Matter?, *ISMIR '21*, pp. 618–625 (2021).