

東京都市大学メディア情報学部

2021 年度卒業研究

Progressive House を対象とした
IGA によるメロディ生成支援システム

メディア情報学部 情報システム学科 1872067

中尾 圭吾

指導教員 大谷紀子 教授

目次

第1章 はじめに	1
第2章 Progressive House	2
2.1 Progressive House の特徴	2
2.1.1 ブレイクダウン	2
2.1.2 ビルドアップ	2
2.1.3 ドロップ	2
2.2 作曲における問題点	3
第3章 対話型遺伝的アルゴリズム	4
3.1 遺伝的アルゴリズム	4
3.1.1 染色体	4
3.1.2 個体の評価	4
3.1.3 次世代生成	4
3.1.4 交叉	5
3.1.5 突然変異	7
3.1.6 進化戦略	7
3.2 対話型遺伝的アルゴリズム	7
第4章 システム構成	8
4.1 メロディルールの獲得	8
4.1.1 音高差分データ	8
4.1.2 リズムデータ	8
4.1.3 メロディ変異データ	8
4.1.4 メロディ繰り返しデータ	8
4.2 ルールを適用したメロディの生成	9
4.3 評価および次世代生成	9
第5章 評価実験	10
5.1 実験内容	10

5.2 実験結果	10
第 6 章 考察	14
6.1 本システムの有用性と満足度	14
6.2 今後の課題	14
第 7 章 おわりに	15
謝 辞	16
参 考 文 献	17
付 録 A 本システムの画面	18
付 録 B アンケートフォーム	20

第1章 はじめに

Progressive House は, Electronic Dance Music (以下 EDM) のサブジャンルのひとつである [Sonja 18]. EDM とは, Digital Audio Workstation (以下 DAW) やシンセサイザを用いて作曲し, 人々を踊らせることを目的とした楽曲のジャンルである. EDM ジャンルの中でも Progressive House は, Beats Per Minute (以下 BPM) が 128 前後のテンポで, ベースやパッド, ドラムなどを演奏し, サビ部分で高音の電子音のリードを短いメロディパターンで繰り返して演奏する点が特徴である. メロディパターンは, 音高パターンとリズムパターンの組み合わせで表現される. 一般的な Progressive House のリードにおいて, 音高パターンは 4 小節ごとに繰り返され, リズムパターンは 1~2 小節ごとに繰り返される. したがって, Progressive House のメロディを考案する場合, 短いメロディパターンを考える必要がある. 作曲家による一般的な作業手順では, はじめにサビのメロディを考案し, メロディに基づいたスケールからベースやパッドを考案する. メロディ考案時には有名な既存曲を参考にすることが多いため, 作曲したメロディが有名な既存曲と類似する可能性がある. 短いメロディパターンを繰り返す点が特徴であることから, 一部が類似すると曲全体が類似し, 独自性に欠けるという問題点が挙げられる.

本研究では, Progressive House の作曲におけるメロディの独自性向上, および作業時間の短縮を目的として, ユーザの感性に基づいたメロディ生成システムを構築する.

第2章 Progressive House

Progressive House は、Electronic Dance Music（以下 EDM）のサブジャンルのひとつである。本章では、本研究における背景を説明する。

2.1 Progressive House の特徴

Progressive House はブレイクダウン、ビルドアップ、ドロップの3つで構成される。



2.1.1 ブレイクダウン

曲の中で一番穏やかなパートで、一般的にはボーカルがメインとして構成される。

2.1.2 ビルドアップ

ブレイクダウンからドロップにかけての盛り上がりを演出するパート。ブレイクダウンにドラムが加わることで構成される。

2.1.3 ドロップ

曲の中で一番盛り上がるパート。一般的に以下7つの楽器で構成される。

- ベース
- パッド
- リード
- アルペジオ
- ドラム
- エフェクト音

特に、高音のリードを短いメロディパターンで繰り返し演奏するのが特徴である。

2.2 作曲における問題点

作曲家による一般的な作業手順では、はじめにメロディを考案し、メロディに基づいたスケールからベースやパッド等を考案する。メロディ考案時には有名な既存曲を参考にすることが多いため、作曲したメロディが有名な既存曲と類似する可能性がある。

第3章 対話型遺伝的アルゴリズム



本章では，本システムで使用した対話型遺伝的アルゴリズムを概説する．

3.1 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm; GA) は，生物が環境に適応し進化する過程を模倣した最適解探索アルゴリズムである．問題に対する解を個体の染色体とし，解の構成要素を遺伝子として表現する．個体の評価，交叉，突然変異によって複数の個体を進化させ，環境に適応できる個体を見つけることで最適解を導く．基本アルゴリズムのフローチャートを図 3.1 に示す．

3.1.1 染色体

生物の各個体の形質や遺伝情報は，遺伝子によって決定される．GA では，解に関する情報を示す値を遺伝子と呼び，遺伝子を配列にしたものを染色体と呼ぶ．遺伝子が配置される位置を表す番号を遺伝子座，配列として表現される遺伝子の構成を遺伝子型，遺伝子から発現した形質を表現型と呼ぶ．



3.1.2 個体の評価

染色体をもとに構成された表現型は個体と呼ばれ，各個体の解としての良さが評価される．評価結果を表す数値を適応度，適応度を求める関数を適応度関数と呼ぶ．

3.1.3 次世代生成

GA では，よりよい個体群を生成するために，個体群内のすべての個体の適応度を算出し，算出された適応度をもとに次世代の個体群を生成する．次世代個体は，親個体選択によって選択された2つの個体を親とし，交叉と突然変異によって生成される．

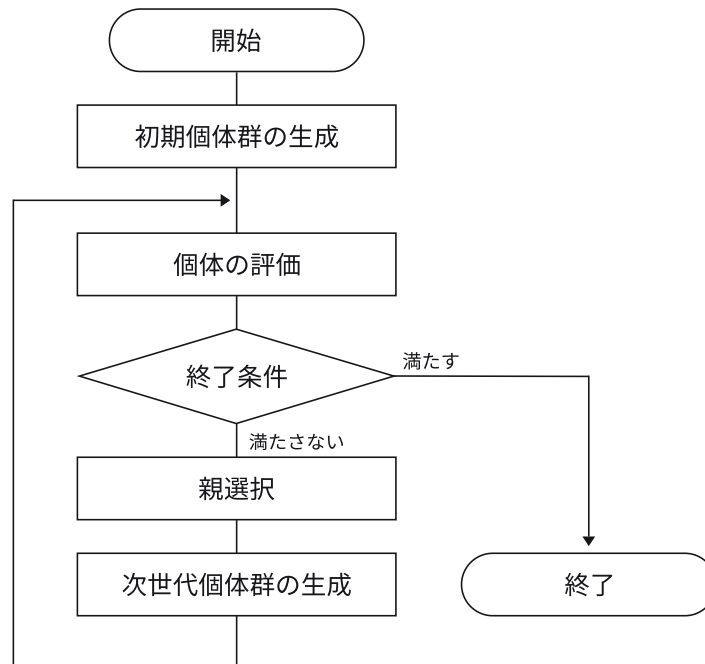


図 3.1: 遺伝的アルゴリズムのフローチャート

親個体選択

親個体の選択手法には、ルーレット選択、ランキング選択、トーナメント選択等が存在する。ルーレット選択は、各個体が持つ適応度の比を確率にして選択する手法である。図 3.2 に示すような円盤全体の面積に対する各個体の面積の割合が、親個体の選択確率となる。ランキング選択は、個体群内における順位に応じて選択確率を決定し、親個体を選択する手法である。トーナメント選択は、個体群内からランダムに選択したいいくつかの個体のうち、最も適応度が高い個体を親個体として選択する手法である。

3.1.4 交叉

交叉とは、選択された個体同士で遺伝子を交換する手法である。個体同士を交叉させることで、お互いの形質を持った次世代の個体を生成する。交叉手法には、一点交叉、二点交叉、 n 点交叉、一様交叉等が存在する。一点交叉とは、図 3.3(1) のように染色体における遺伝子間の位置をランダムに 1 箇所選び、前後の遺伝子列を交換する手法である。二点交叉は、図 3.3(2) のように染色体における遺伝子間の位置をランダムに 2 箇所選び、1 つ目の点と 2 つ目の点で 2 回の遺伝子列を交換する手法である。 n 点交叉は、2 点交叉と同様の手順で n 回の遺伝子列を交換する手法である。一様交叉は、図 3.3(3) のように子個体に受け継ぐ遺伝子を遺伝子座ごとに決定し、遺伝子を交換する手法である。

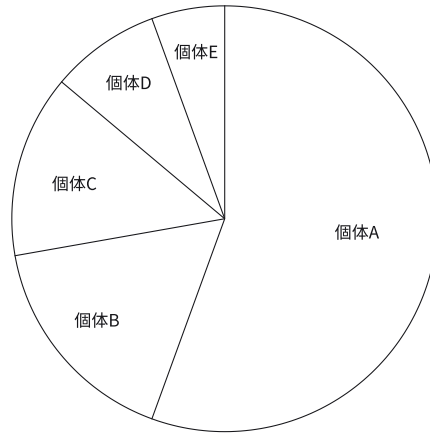
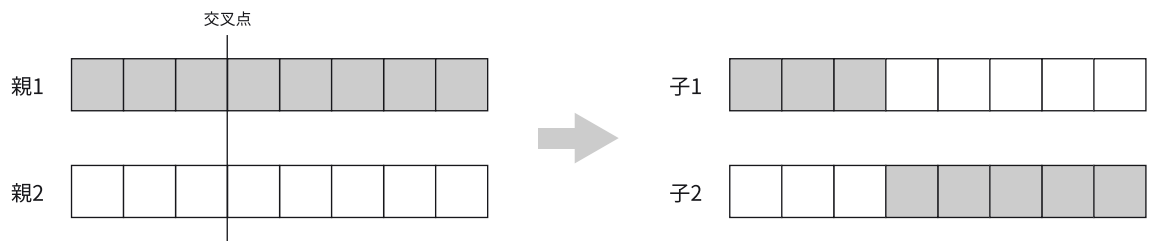
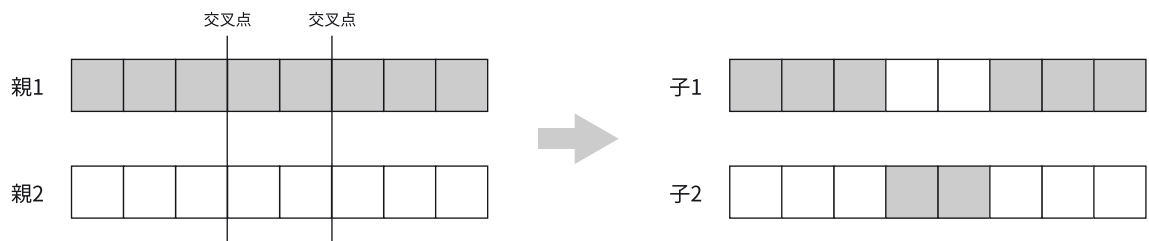


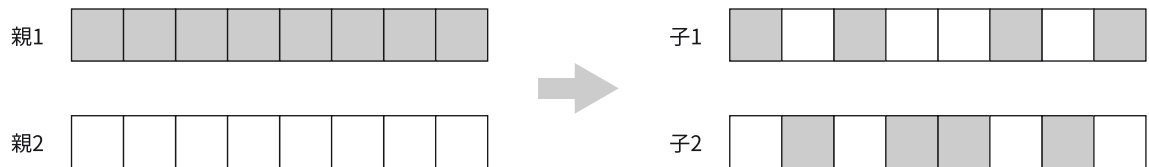
図 3.2: ルーレット選択



(1) 一点交叉



(2) 二点交叉



(3) 一様交叉

図 3.3: 交叉

3.1.5 突然変異

突然変異とは、交叉によって生成された個体の遺伝子を、設定した任意の確率に基づいて変異させることである。突然変異することで局所最適解への収束を防ぐことができるが、親個体から受け継いだ形質を失う可能性があるため、適切な確率設定が必要となる。

3.1.6 進化戦略

親個体同士の組み合わせや交叉手法によって、親の形質が引き継がれず適応度が悪化する可能性がある。優良個体を失うのを防ぐために、最優良個体を次世代に残すエリート保存戦略と呼ばれる戦略がある。

3.2 対話型遺伝的アルゴリズム

対話型遺伝的アルゴリズム (IGA; Interactive Genetic Algorithm) は、GA の一種であり、人間が持つ感性を評価関数とし、最適解を求める手法である。適応度関数の設定が困難であり、人間の好みに基づいた生成に対して用いられる。

第4章 システム構成

本章では，本研究で構築した Progressive House のメロディ生成支援システムについて説明する．

4.1 メロディルールの獲得

メロディルールとは，メロディ生成において Progressive House らしさを表現する際に使用するメロディの特徴データである．音高差分データ，リズムデータ，メロディ変異データ，およびメロディ繰り返し回数データで構成され，有名な Progressive House の既存曲のサビ部分冒頭 16 小節のみを学習データとして獲得される．

4.1.1 音高差分データ

音高差分データとは，学習データに含まれる各音とキーの音高の差を表した数値である．

4.1.2 リズムデータ



リズムデータとは，学習データに含まれる各音の音価を表した数値である．

4.1.3 メロディ変異データ

変異データとは，学習データのメロディを繰り返し回数分に分割し，それぞれの音数や音高，リズムを比較して算出した差分である．

4.1.4 メロディ繰り返しデータ

繰り返し回数データとは，学習データのメロディ内における同じメロディの繰り返し回数である．繰り返し回数は，音高とリズムの類似度から算出する．はじめにメロディを 4 小節ごとに分割し，1 小節目のメロディと，2,3,4 小節目のメロディを比較し，一致している割合を類似度として算出する．類似度が 60% 以上の場合，繰り返し回数は 4 回とする．60% 未満の場合は，学習データのメロディの前半 8 小節と後半 8 小節の類似度を算出する．60% 以上一致している場合，繰り返し回数は 2 回とする．すべてに該当しないメロディの繰り返し回数は 0 回とする．

4.2 ルールを適用したメロディの生成

図 4.1 のような画面で、繰り返し回数やキーを設定する．メロディルールに基づいた初期メロディを生成手順を以下に示す．

- 繰り返し回数に基づいて音数をランダムに決定する．
- リズム、協和音となる音高をランダムに決定する．
- 繰り返し回数分繰り返し、16 小節のメロディを生成する．
- 変異データに基づいてメロディを変異させる．以上の手順で生成した初期世代のメロディの冒頭 4 小節を図 4.1 に示す．

4.3 評価および次世代生成

初期世代以降のメロディを生成するために、ユーザの評価値を適応度とした世代交代を行う．ユーザの好みの音高変化を次世代へ反映するために、遺伝子の並びの多くを次世代に継承できる一点交叉を採用する．図 1 のメロディから生成された次世代メロディの例を図 4.2 に示す．



図 4.1: 初期世代メロディ



図 4.2: 次世代メロディ

第5章 評価実験

本章では、構築したシステムの有用性を示すために行った評価実験の内容と結果について説明する。

5.1 実験内容

レーベルからリリース経験のある Progressive House 作曲家 7 名を被験者として、評価実験を実施した。システムを使用させた上で、以下の項目についてメロディの独自性や作曲時間の短縮見込み時間、作曲意欲の変化などの 9 項目をアンケート形式で回答させた。

- アーティスト名義を教えてください
- 作曲歴（自由記述）
- 1 曲を完成させるのに、普段はどれくらいの時間がかかっているか（自由記述）
- 本システムによって生成されたメロディは独自性が高かったか
- 本システムを使用することで、メロディアイデアが思い浮かんだか
- 本システムを使用することで、作曲意欲が向上したか
- 本システムが作曲活動に役に立つ感じたか
- 本システムを使用することによって見込まれる作曲の短縮時間（自由記述）
- 自由記述感想

本システムの画面を付録 A に、本実験で用いた Google フォームの画面を付録 B に示す。

5.2 実験結果

回答した被験者を番号 1-7 とし、作曲歴を表 5.1 に、1 曲あたりの作曲時間を表 5.2 に、生成されたメロディの独自性の高さを表 5.3 に、メロディアイデアが思い浮かんだかを表 5.4 に、作曲意欲が向上したかを表 5.5 に、作曲活動に役に立つかを表 5.6 に、見込まれる作曲の短縮時間を表 5.7 に、自由記述感想を表 5.8 に表す。



表 5.1: 作曲歴についての回答

被験者番号	回答
1	2年5か月
2	5年
3	2年半
4	6年
5	4～5年
6	4年
7	3年

表 5.2: 1曲あたりの作曲時間についての回答

被験者番号	回答
1	メロディーを作るのにかかる時間は毎回ちがうので言えませんが、メロディーができてからの作業時間は12～24時間くらいです.
2	72時間位
3	30～50時間
4	10時間
5	早くて1週間～2週間
6	早くて一日
7	1時間

表 5.3: 生成されたメロディの独自性の高さについての回答

回答	被験者番号	割合
はい	1, 4, 6, 7	57.1%
いいえ	2, 3	28.6%
その他	5	14.3%



表 5.4: メロディアイデアが思い浮かんだかについての回答

回答	被験者番号	割合
はい	1, 2, 3, 5, 6, 7	85.7%
いいえ	4	14.3%

表 5.5: 作曲意欲が向上したかについての回答

回答	被験者番号	割合
はい	1, 4, 5, 6, 7	71.4%
いいえ	2, 3	28.6%

表 5.6: 作曲活動に役に立つかどうかについての回答

回答	被験者番号	割合
はい	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	100%
いいえ		0%

表 5.7: 見込まれる作曲の短縮時間についての回答

被験者番号	回答
1	僕の場合、半日くらいたっても全然メロディーが思いつかなくて時間を無駄にしてしまうことがあるのですが、このシステムで作られたメロディーからインスピレーションを受ければ 10 分前後でいいメロディーが作れるのでは？と思いました！
2	全作曲時間の 20 % 程だが、時間短縮と言うよりは曲の数が増えるイメージ
3	2,3 時間
4	0.5 時間
5	最初の 15～30 分のスタートダッシュの部分が一気に高速化できそうだなと感じました！
6	2 時間くらい
7	16 分程

表 5.8: 自由記述感想

被験者番号	回答
1	メロディーが思いつかなくなったときにこのシステムを使うととても便利だと思いました。また、個人的にはコード進行をいくつか選べるようにしたほうがいいと思いました！
2	細かい所を詰めていけば、これ以上ない作曲家のサポートコンテンツになり得る素敵なシステムだと思いました！素人の意見であるという事と研究の目的とのズレなどはあるかもしれませんが、「使える」システムにするには、ペンタトニック、メロディーの認知と心理的影響、メロディ認知における調性感と終止音導出などを良い感じに導入できると良い感じになりそうだなって思いました。やっててすごく面白かったです～！応援してます！
3	良いメロディを作るといというのは自分も悩んでいたのも面白い取り組みだと思いました。出てきたメロディがすぐに使えるものではなかった（この辺はある程度耳に親しみやすいメロディを予め決め打つことで改善できそう？）メロディを再生する楽器がピアノだとより良かったです。（耳に痛くない）再生する際、ベース抜きでメロディのみの方がメロディを生成するという観点では良いように感じた。MIDIを視覚化して、ユーザー側がそれを操作できるようなUIが作れたらユーザー側もより楽しめるのではないかと感じた。（将来的な話として）
4	メロディが思い浮かばないときにきっかけを与えてくれるツールとして利用するなどすると便利そうだなと感じました！8個評価して、新しい世代のメロディを作り進めていくのに結構時間がかかると感じたので、再生が終わったら自動的にxアイコンからxに戻るようにしたり、一つの音声を再生している時に他の物を再生した場合自動で音楽が停止するようにするなど細かいところを簡単に操作できるようにすると理想のメロディにもっと素早くたどり着けるようになるんじゃないかなと思いました！最終的にどのようなものに仕上がるのか楽しみです！頑張ってください！
5	非常に楽しませていただきました！自分の引き出しにはなかったタイプのメロディがたくさん出てきたので、引き出しを増やすという観点からも非常に面白かったです！ただ、シンプルさが求められるプログラムのパターン系・繰り返し系メロディとランダムイズの仕組みの兼ね合いが非常に難しそうだと感じたので、実際に制作に組み込むとなるとその点が非常にキーポイントになりそうだと感じました！！こんなすごい研究をされてて本当に尊敬です..！貴重な体験をさせて頂き、ありがとうございました！
6	Progressive House のメロディーを生成してくれるという画期的で素晴らしいシステムを作ってくれて感謝します。改善してほしいところとしてはリードとドラムのズレとたまにキーにない音が鳴ってしまうところです。コード進行も王道進行だけでなく3種類ほどから選べるとういかなと思いました。実用的なメロディーに近づけるためには多くの人による生成と評価が必要だと思いました。このシステムは日本語ですが、多言語に対応していると世界中の人が使ってくれてヒットすると思います。
7	

第6章 考察

6.1 本システムの有用性と満足度

表 5.3 の結果より、過半数の人が独自性が高いと回答したことから、本システムが生成するメロディの独自性は高いといえる。しかし、その他と回答した人のなかで、「メロディにオリジナル性は感じたが、ランダムで生成されたメロディであると感じることが多かった」という意見があった。以上のことから、独自性は高いが、Progressive House らしさに欠けていたと考えられる。表 5.4, 5.5 の結果より、本システムが生成したメロディによってメロディアイデアが思い浮かび、作曲意欲が向上したといえる。表 5.7 の結果より、本システムが生成する独自性の高いメロディからインスピレーションを受け、作曲時間の短縮が期待できるといえる。すべて否定的な回答をするひとはおらず、表 5.6 の結果より、役に立ちそうかという質問に「はい」と回答した人の割合が 100%であることから、本研究で構築したシステムの有用性が示せたといえる。

6.2 今後の課題

本システムが生成するメロディは、独自性は高いが Progressive house らしさに欠けるといった問題点が挙げられる。今後の課題として、ペンタトニックスケールを意識し、より調性感[星野 84]を感じるメロディを生成することが挙げられる。現状は初期世代メロディのをランダムに生成しているが、学習データの音高の変化に基づいて生成することで、調性感の向上が可能となると考えられる。また、「コード進行を複数の種類から選べられるようにしてほしい」といった意見もあった。現状は、一般的に王道進行と呼ばれる 4536 進行のみだが、複数のコード進行のなかから選択可能にすることでメロディとコード進行との相性を確認でき、ユーザの満足度を高めることができると考えられる。

第7章 おわりに

本研究では，Progressive Houseを対象としたIGAによるメロディ生成支援システムを構築した．評価実験の結果より，本システムの有用性に対する質問に「はい」と回答した人が100%であったため本システムの有用性が示せたといえる．しかし，ランダムに生成されたと感じやすいメロディであることがわかった．学習データの音高の変化に基づいて生成し調性感を向上させることで，よりProgressive Houseらしいメロディが生成できると考えられる．また，複数のコード進行のなかから選択できるようにすることで，ユーザの満足度を高めることができると考えられる．

謝 辞

本研究を進めるにあたり，指導してくださった大谷紀子教授に心より感謝いたします。また，評価実験を実施するにあたり協力してくださった作曲家の皆様，および本研究に関する助言をしてくださった皆様に多大なる感謝を表明いたします。

参 考 文 献

- [星野 84] 星野 悦子, 阿部 純一: メロディ認知における“調性感”と終止音導出, 心理学研究, Vol. 54, No. 6, pp. 334–345 (1984)
- [Sonja 18] Sonja, Hamhuis : Progressive House: From Underground to the Big Room, 卒業論文, Utrecht University (2018)

付 録 A **本**システムの画面

初期生成のための情報入力画面を図 A.1 に，メロディ評価画面を図 A.2 に示す．

Progressive Houseメロディ生成システム

本システムの使い方・説明

4小節あたりの繰り返し回数

4回 1回

キーを選択してください

C maj

はじめる

Copyright © 2021 Keigo Nakao All Rights Reserved.

図 A.1: 情報入力画面

Progressive Houseメロディ生成システム

0世代目 (ランダムなメロディー)



リードとベース等がズレている場合は、再生しなおしてください。(大体最初ズレます)

評価して次のメロディを生成

はじめからやりなおす

感想を入力する →

Copyright © 2021 Keigo Nakao All Rights Reserved.



図 A.2: メロディ評価画面

付 録B アンケートフォーム

本研究の評価実験で用いたアンケートフォームを図 B.1 - 図 B.5 に示す.

4 セクション中 1 個目のセクション

Progressive Houseメロディー生成システム 評価実験フォーム

<https://iga-progressive-house-melody.pages.dev/>
↑こちらのシステムを使用した感想を入力していただくフォーム

アーティスト名義を教えてください *

記述式テキスト (短文回答)

作曲(DTM)歴は何年ですか? *

記述式テキスト (短文回答)

1曲を完成させるのに、普段はどれくらいの時間がかかっていますか? *

記述式テキスト (短文回答)

本システムによって生成されたメロディーは、独自性が高かったですか? *

☐ はい

☐ いいえ

☐ その他...

図 B.1: アンケートフォーム 1-1

本システムを使用することで、メロディーアイデアが思い浮かびましたか？ *

☐ はい

☐ いいえ

☐ その他...

本システムを使用することで、作曲意欲が向上しましたか？ *

☐ はい

☐ いいえ

☐ その他...

本システムは、作曲活動に役に立ちそうですか？ *

☐ はい

☐ いいえ

図 B.2: アンケートフォーム 1-2

4 セクション中 2 個目のセクション

Progressive Houseメロディー生成システム

評価実験フォーム

本システムは、作曲活動に役に立ちそうですか？に「はい」と答えた方

本システムを使用することにより、どれくらいの作曲時間が短縮されそう(短縮が見込まれそう) *

記述式テキスト (短文回答)

図 B.3: アンケートフォーム 2-1

4 セクション中 3 個目のセクション

Progressive Houseメロディー生成システム × ⋮ 評価実験フォーム

本システムは、作曲活動に役に立ちそうですか？に「いいえ」と答えた方

理由をお聞かせいただけますと嬉しいです

記述式テキスト（長文回答）

図 B.4: アンケートフォーム 3-1

4 セクション中 4 個目のセクション

Progressive Houseメロディー生成システム × ⋮ 評価実験フォーム

説明（省略可）

自由記述で感想をお聞かせいただけますと嬉しいです (使いづらかった点、使いやすかった点などなんでも！)

記述式テキスト（長文回答）

図 B.5: アンケートフォーム 4-1