

# 日常の作業を楽しく適切に行うための楽曲の自動生成

## Automatic Music Composition for Making Routines Happy and Suitable

荻原 彩果  
OGIWARA, Ayaka

**概要:** 人々の日常生活の中には、ルーティンが潜んでいる。ルーティンとは、日常生活の中で習慣化されている行動のことであり、何度も繰り返すことで、手順を意識せずに行えるようになる。しかし、単調な作業であるためにわずらわしく感じたり、作業に慣れると適切な手段から乖離したりすることが懸念される。わずらわしさを改善しながら、適切な手順に導く仕組みが必要である。音楽は、感情誘導効果、行動誘導効果などさまざまな効果を持ち、各効果を期待した楽曲が公開されている。しかし、運動用の楽曲の研究は進められているが、日常の作業に特化した楽曲は見当たらない。本研究では、日常の作業を楽しく適切な手段で行えるようにすることを目的とし、ルーティンのときに聴くための個人の感性に即した楽曲を生成する手法を提案する。なお、ルーティンとしてはみがきとインスタントスープ作りを対象とした。

**Summary:** Routines lurk in people's lives. Routines are habitual actions performed for every day. Routines can be performed without being aware of the procedure because it is repeated over and over. However, there is concern that the monotonous nature of the task may cause it to feel tedious and diverge from appropriate procedures. A mechanism is needed to guide the user to the appropriate procedure and to reduce effort. Music has various effects, such as emotion-inducing effects and behavior-inducing effects, and music with the expectation of each effect has been published. However, studies of music for exercise have been conducted, but no music specific to daily routines has been found. This study aims to support the performance of routine work in a happy and appropriate procedure and proposes a method for generating the music that is based on personal sensibilities for listening to during a routine. This study focused on tooth brushing and making instant soup as a routine.

**キーワード:** 自動作曲・進化計算アルゴリズム・個人の感性・ルーティン

**Keywords:** Automatic Composition, Evolutionary Computation Algorithm, Personal Sensibility, Routine

### 1. はじめに

人々の日常生活の中には、ルーティンが潜んでいる。ルーティンとは、日常生活の中で習慣化されている行動のことであり、何度も繰り返すことで、手順を意識せずに行えるようになる。しかし、単調な作業であるためにわずらわしく感じたり、作業に慣れると適切な手段から乖離したりすることが懸念される。わずらわしさを改善しながら、適切な手順に導く仕組みが必要である。

音楽は、感情誘導効果、行動誘導効果などの効果を持ち、各効果を期待した楽曲が公開されている。しかし、運動用の楽曲の研究は進められているが[1]、日常の作業に特化した楽曲は見当たらない。また、音楽を聴いて抱く印象や感情は個人ごとに異なるため、配布されている音源が各個人にとって有効とは限らない。

本研究では、日常の作業を楽しく適切な手段で行えるようにすることを目的とし、ルーティンのときに聴くための個人の感性に即した楽曲を生成する手法を提案する。なお、ルーティンとして、はみがきとインスタントスープ作りを対象とする。

### 2. 個人の感性に即した自動作曲

本研究では先行研究[2]での自動作曲システムをベースとし、楽曲を生成する。先行研究の楽曲生成手順を以下に示す。

- 1 既存楽曲からユーザが楽曲を選択する。
- 2 選択された楽曲に共通する特徴を感性モデルとして抽出する。
- 3 感性モデルに合致する和音進行とメロディテンプレートを進化計算アルゴリズムにより生成する。
- 4 和音進行とメロディを合わせて1つの楽曲とする。

### 3. はみがき用楽曲

#### 3.1. はみがき用楽曲の生成ルール

提案手法では、メロディ、和音進行、ベースパート、打楽器パートからなる4/4拍子のはみがき用楽曲を生成する。適切な歯の磨き方に誘導するために、新たに以下のルールを適用した。

##### 3.1.1. 楽曲構成

医療法人社団MEDIQOLが正しいはみがきの仕方として紹介していた手法を参考に、歯を磨く場所を上下の表

側，裏側，噛み合わせの6カ所に分割した。磨く場所に合せて楽曲を遷移させる。また，楽曲を再生してからはみがきを始めるまでに合間を作るために，前奏を設けた。さらに，歯ブラシの持ち方を変えられる時間を作るために，磨く場所が変わる度に間奏を設ける。前奏と間奏は打楽器パートのみとし，ドラムで演奏する。

ライオン株式会社が紹介する磨き方は，1～2本の歯を20回以上磨く方法である。1拍で歯ブラシが1往復すると，1拍で歯を2回磨くことになる。したがって，1～2本の歯を20回以上磨くためには，3小節必要になる。提案手法では，3小節分経過するごとにアラームとして打楽器を鳴らし，次の歯を磨き始めるタイミングを示す。

すべての歯が生え揃った大人の場合，上下の歯列の表裏はそれぞれ24小節，噛み合わせは上下歯列の右・左の計4つに分割しそれぞれ9小節で磨くとした。はみがき節は，全体で132小節となる。

### 3.1.2. 楽曲のBPMと長さ

早崎ら[3]によると，はみがきに適した時間は2～3分である。また，NHKのテレビ番組「ガッテン！」での放送内容[4]によると，はみがきに適したBPMは200～240である。132小節からなる2～3分の楽曲とするため，BPMは200に固定した。

### 3.1.3. 音高と音色と調

人間の聴覚と視覚には結びつきがあり，高音を聴くと高い位置，低音を聴くと低い位置に意識が向く傾向がある[5]。以上より，上歯列を磨くときは高音，下歯列を磨くときは低音をメロディで優先的に使用する。また，長調の楽曲には明るい印象，短調の楽曲には暗い印象を持ちやすいことから，表側を磨くときは長調，裏側を磨くときは短調を使用する。さらに，噛み合わせのみ異なる音色を使用することで，噛み合わせを磨くタイミングを示す。楽曲の構成を表1に示す。

## 3.2. 楽曲の生成

提案手法では，楽曲の最小構成単位であるモチーフを前奏と間奏は2小節，はみがき節を3小節とし，楽曲はモチーフの並びとする。楽曲は以下の手順で生成する。

- 1 長調と短調の既存曲をユーザが選択する。
- 2 長調と短調の楽曲に対して，以下のA)とB)をそれぞれ行う。
  - A) 感性モデルを抽出し，和音進行とメロディテンプレートを生成する。
  - B) 和音進行とメロディテンプレートを基に，上歯列用メロディと下歯列用メロディの音高を決定する。
3. 打楽器パートとベースパートを生成する。
4. 表1の順序に並べて，1つの楽曲とする。

## 3.3. 評価実験

20代学生10人を被験者として評価実験を実施した。最初に被験者は提示された長調，短調の楽曲それぞれ21曲から，好みの楽曲を1曲以上ずつ選択する。選択した楽曲のうち，長調の楽曲をもとに，先行研究のシステムを用いて楽曲Aを生成する。なお，楽曲Aは3分程度とする。また，選択した長調と短調の楽曲をもとに，提案手法のシステムを用いてはみがき用ルールを適用した楽曲Bを生成する。被験者は，楽曲を聴かずに磨く場合，楽曲Aを聴きながら磨く場合，楽曲Bを聴きながら磨く場合の順で計3回はみがきをする。毎回，歯を磨く様子を正面から動画で撮影し，はみがき終了後には歯垢染色剤を使用し，磨き残しを染色し写真を撮影した。楽曲Aを聴きながら磨く際は，楽曲の開始と同時にはみがきを始め，楽曲の終了と同時にはみがきを止めるように指示した。楽曲Bを聴きながら磨く際は，楽曲に合わせた磨き方を説明した。最後に，評価アンケートにて3通りの磨き方の退屈さの改善と磨きやすさについて比較させた。

表1：はみがき用楽曲の構成

No.	磨く場所		小節数	調	音色	メロディ	打楽器
1	-		4	-	-		前奏
2	上	表	24	長調	ピアノ	高音	アラーム
3		-	2	-	-		間奏
4		裏	24	短調	ピアノ	高音	アラーム
5		-	2	-	-		間奏
6		噛み合わせ	9	長調	アコーディオン	高音	アラーム
7		-	2	-	-		間奏
8		噛み合わせ	9	長調	アコーディオン	高音	アラーム
9		-		2	-	-	
10	下	表	24	長調	ピアノ	低音	アラーム
11		-	2	-	-		間奏
12		裏	24	短調	ピアノ	低音	アラーム
13		-	2	-	-		間奏
14		噛み合わせ	9	長調	アコーディオン	低音	アラーム
15		-	2	-	-		間奏
16		噛み合わせ	9	長調	アコーディオン	低音	アラーム

表2：被験者Nが各箇所を磨いた時間（秒）

		左			前		右		
		表	裏	噛み合わせ	表	裏	表	裏	噛み合わせ
楽曲 A	上	2.666	5.644	4.401	8.831	6.958	26.745	5.776	14.855
	下	38.838	5.673	13.045	6.787	6.579	13.894	3.923	11.059
楽曲 B	上	11.815	15.466	10.657	12.362	6.582	5.538	7.631	12.208
	下	5.707	11.797	12.260	14.578	5.402	8.444	12.691	12.092

### 3.4. 結果

楽曲 A を聴きながら磨いた場合と、楽曲 B を聴きながら磨いた場合の磨き残しを比較すると、4 名の被験者に変化が確認され、6 名の被験者には目立つ変化はみられなかった。

被験者 N の磨き残しの面積は、楽曲 A を聴きながら磨いた場合は 22.33mm<sup>2</sup>、楽曲 B を聴きながら磨いた場合は 7.98mm<sup>2</sup> であり、磨き残しの面積が約 64%減少した。被験者 N が各箇所を磨いた時間を表 2 に示す。楽曲 A を聴きながら磨いた場合は、1 箇所を 20 秒以上磨いていることがわかる。しかし、楽曲 B の場合は、1 箇所を磨く最大の時間は約 12 秒となり、1 箇所を集中して磨いている様子はみられない。各箇所をバランスの良い時間をかけて磨くことができたといえる。また、被験者 N が楽曲 B を聴きながら磨いた際に、ブラシが 1 往復するのにかかった時間の推移を、図 1 に示す。ベースパートは BPM200 のリズムで鳴らしているが、ベースパートの音に合わせて磨けていないことから、BPM200 のリズムで磨けていないことがわかる。

アンケートでは、楽曲 A と楽曲 B はともに、楽曲を聞かずに歯を磨いた場合よりも、退屈さが改善されたということがわかった。しかし、楽曲 B について、「すごく急かされているように感じた」という感想が得られた。また、楽曲 A よりも楽曲 B の方が楽曲に合わせて歯を磨きやすいという回答が得られた。楽曲 B に対して「磨く場所が決まっていたためすべてがきちんと磨けたような気がした」という感想が得られたが、「どの場所を磨くか意識することができたが、難易度が高かった」という意見も挙がった。

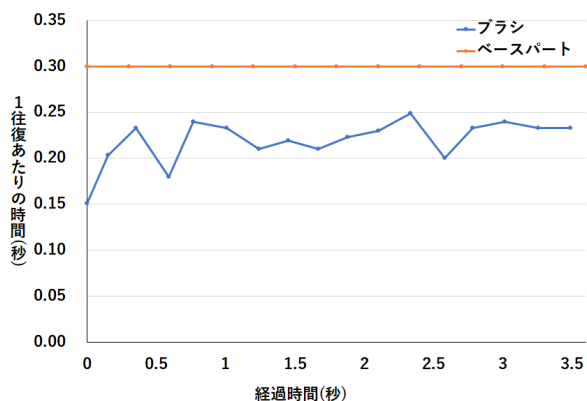


図1：ブラシの1往復あたりの時間の時間

### 4. インスタントスープ作り用楽曲

味の素株式会社が動画で紹介している、「クノール®カップスープ」の作り方は、以下の手順である。

- 1 マグカップに「クノール®カップスープ」1 袋を入れる。（投入）
- 2 熱湯 150ml を注ぐ。（注湯）
- 3 すぐに 15 秒ほどかき混ぜる。（攪拌）
- 4 うきみが入っている場合は、うきみをふっくら湯戻りさせるために、1 分待つ。（待機）

3 では、カップ全体をまんべんなく、「の」の字を書くイメージで内側、外側とかき混ぜ、円の大きさを変えながら混ぜることが推奨されている。また、手順を紹介する動画において、スープをかき混ぜている箇所を、アノテーションツール ELAN を用いて解析した。映像では、円の大きさを小⇒小⇒大⇒小⇒小⇒大の順で混ぜていた。小さく混ぜる際は 1 回転にかかる時間の平均が 0.477 秒、大きく混ぜる場合は平均 0.949 秒となった。

#### 4.1. インスタントスープ作り用楽曲のルール

提案手法では、メロディ、和音進行、ベースパート、打楽器パートからなる 4/4 拍子のはみがき用楽曲を生成する。適切な歯の磨き方に誘導するために、新たに以下のルールを適用した。

##### 4.1.1. 楽曲構成

紹介されている手順を参考に、作業内容を投入、注湯、攪拌、待機の 4 つに分割し、作業内容に合わせて、楽曲を遷移させる。また、再生ボタンを押してからスープを作り始めるまでに合間を作るために、前奏を設ける。さらに、作業が切り替わるごとにアラームとしてベルを鳴らすことで、次の作業に移るタイミングを示し、楽曲の最後にベルを鳴らすことでスープの完成を知らせる。

##### 4.1.2. 楽曲の BPM と小節数

小さい円で混ぜるときは 1 拍分、大きい円で混ぜるときは 2 拍分の時間をかけるとする。攪拌節のベースパートの音を 1 拍⇒1 拍 2 拍の順で鳴らすことで、スプーンを回すリズムを示す。小さい円で混ぜるときにかかる時間の平均は 0.477 秒であることから、BPM を 125 に設定した。また、20 代の学生 12 名を対象に、事前調査としてインスタントスープを作らせたところ、投入にかかる平均時間は約 18 秒、注湯にかかる時間は約 13 秒であることから、投入節を 10 小節、注湯節を 8 小節とした。また、攪拌節は 8 小節、待機節は 32 小節とした。楽曲の構成を表 3 に示す。

表3：インスタントスープ作り用楽曲の構成

No.	作業	小節数	音色	打楽器
1	-	2	-	前奏
2	投入	10	バイオリン	ベル
3	注湯	8	ピアノ	
4	攪拌	8	ビブラフォン	
5	待機	32	フルート	

#### 4.2. 楽曲の生成

提案手法では、楽曲の最小構成単位であるモチーフを2小節とし、楽曲はモチーフの並びとする。楽曲は次の手順で生成する。

1. 長調 or 短調の既存曲をユーザが選択する。
2. 選択された楽曲に対して、以下のA)とB)を行う。
  - A) 感性モデルを抽出し、和音進行とメロディテンプレートを生成する。
  - B) 和音進行とメロディテンプレートを基に、メロディの音高を決定する。
3. 打楽器パートとベースパートを生成する。
4. 表の順序に並べて、1つの楽曲とする。

#### 4.3. 評価実験

事前調査に参加した学生12名を被験者として、楽曲の有無による作業の変化を調査する。最初に被験者は提示された長調または短調の楽曲群から、好きな楽曲を1曲以上選択する。選択した楽曲を提案手法のシステムに入力して、インスタントスープ作り用ルールを反映した楽曲を生成する。被験者は、生成した楽曲を聴きながらインスタントスープを作り、その様子を上から撮影した。ただし、生成楽曲を試聴する際に、楽曲に合わせた作り方を説明した。最後に、評価アンケートを実施し、被験者に退屈さの改善や楽しさ、適した手順で作れたかについて評価させた。

#### 4.4. 結果

ベースパートの音に合わせて混ぜることができた被験者は1名のみであったが、楽曲に合わせて、円の大きさを変えながら混ぜようと意識している様子がみられた。被験者がスプーンを回し始めた時間の推移を図2に示す。被験者 N<sub>1</sub> はベースパートの音に合わせて混ぜている。

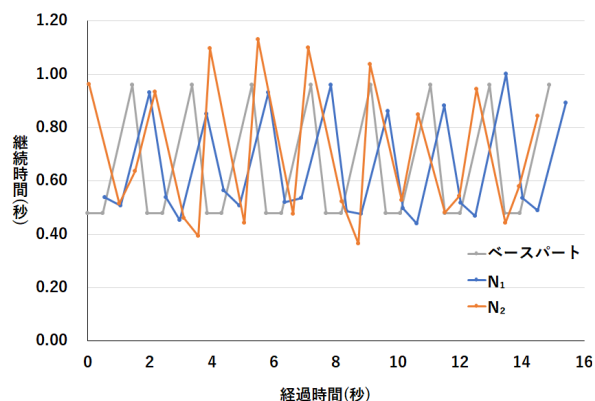


図2：スプーンを回転し始める時間の推移

被験者 N<sub>2</sub> はベースパートの音に合わせて混ぜることはできていないが、ベースパートが2拍分鳴った際に大きく混ぜている傾向がある。楽曲によって、カップの全体を混ぜるように意識させることができたといえる。

退屈さの改善について、普段のインスタントスープ作りを退屈に感じていた被験者に質問すると、全員が「退屈さが改善された」と回答した。また、作業の楽しさについて質問すると、「ミニゲームのような達成感があつた」という感想が得られた。

適した手順で作れたか質問すると、「時間をかけてしっかり作ることができた」という感想が得られた。各被験者が攪拌・待機にかけた時間を計測すると、ゆっくりとお湯を注いだことによって作業に遅れが発生した1名の被験者以外は、全員15秒以上攪拌し、1分待機した。楽曲に合わせて、各作業に必要な時間を確保できたといえる。

#### 5. おわりに

本研究では、日常の作業を楽しく適切な手段で行えるようにすることを目的とし、ルーティンのときに聴くための個人の感性に即した楽曲を生成する手法を提案した。

はみがき用楽曲は、各箇所を磨く時間のバランスを改善できた。また、インスタントスープ作り用楽曲は、攪拌や待機に必要な時間を確保することができた。結果として、適したはみがきと、インスタントスープ作りの手順に誘導できる可能性が示唆された。

しかし、はみがき用楽曲は歯ブラシを動かすテンポの誘導、インスタントスープ作り用楽曲は適した混ぜ方への誘導などに改善の必要がある。

また、楽曲に合わせて作業をすることで被験者は達成感を得ていた。達成感を得るとドーパミンが放出されるため、快感や多幸感を得ることができ、退屈さを改善できるといえる。

今後は、歯ブラシを動かすテンポやインスタントスープの混ぜ方を誘導しきれなかったことを課題として、どの音に合わせて作業をするのかわかりやすくし、作業の難易度を下げる手法を考案する。

#### 参考文献

- [1] 大谷紀子, 竹屋桃花, “自動生成された楽曲による効果的なインターバル速歩の誘導”, 日本認知科学会第40回大会予稿集, pp.467-470 (2023)
- [2] S. Hirawata, N. Otani, D. Okabe, N. Numao, “Creating a New Lullaby Using an Automatic Music Composition System in Collaboration with a Musician”, Proc. of CMMR’2023, pp.524-535 (2023)
- [3] 早崎治明, 大島邦子, “歯磨きについて”, 新潟歯学会雑誌, Vol. 44, No. 1, pp.1-11 (2014)
- [4] NHK, “かけっこ★はみがき★難病治療! ミラクルリズムパワー活用術”, ガッテン! (2022-1-12)
- [5] 丸山慎, 渡辺はま, 多賀徹太郎, “高い音は上?—乳児の視線計測からのアプローチ—”, 日本認知科学会大会発表論文集, Vol.28, pp.130-133 (2011)