

# アカペラ歌唱を利用したユーザに適切な楽曲キーの提案

大澤優輝† 土肥紳一‡

東京電機大学システムデザイン工学研究科† 東京電機大学システムデザイン工学部‡

## 1. はじめに

音楽は古くから我々の生活では身近な存在であり、作曲、演奏、視聴、歌唱などその楽しみ方は多様である。ここで歌唱においては、楽しさを感じる要因として、心地よく歌うことができることが挙げられる。しかし、ユーザが歌唱可能な音域と楽曲の音域との差異によって歌いにくさを感じることもあり、この歌いにくさにより、楽しさが減少してしまうことがある。この問題の解決策の1つとして、「楽曲キーを変更する」ことが挙げられる。「楽曲キー」とは、楽曲で用いられるドレミファソラシドなどの体系化された音階のことを指し、楽曲は特定のキーで構成されている。この楽曲キーを伴奏で変化させることで、ユーザに適切な音域で楽曲を歌唱することが可能となる。しかし、ユーザ自身が歌唱可能な音域を把握していることは少なく、楽曲キーをどのように変化させれば歌いやすさを向上させることができるかを理解していないユーザは多い。

そこで本研究では、歌唱者の最適な楽曲キー提案するシステムを作成することで、心地良く歌唱をするための支援を目指す。

## 2. 提案方法

最適な楽曲キーを把握するためには、音高に対する声区状態を認識することが重要となる。歌唱者の声区状態を推定する手法として、周波数スペクトルから推定する方法が提案されているが、この方法は正確な推定が難しいことがわかっている[1]。

また歌唱者は裏声等を使用するかどうか、など発声状態を歌う曲やジャンルにより切り替える場合があり、歌唱者の発声可能な音域を絶対的に定めることは困難であることが考えられる。

さらに着目した歌唱に関する悩みとして、家などで行う伴奏なしのアカペラ楽曲歌唱と比較し、カラオケ等での伴奏あり下での楽曲歌唱が上手くできないという問題が存在する。この問

題の原因としては様々なものが考えられるが、1つの原因として「アカペラ歌唱では、無意識に異なる楽曲キーで歌唱している」ことが挙げられる。絶対音感等を持たないアマチュア歌唱者は多くの場合、伴奏の音を聴くことにより楽曲キーを認識し、正しいキーで歌うことが可能となる。伴奏ありでは正確な楽曲キーで歌唱が行うことができるが、アカペラでの歌唱では伴奏がないことにより楽曲キーが認識し辛く、本来の楽曲キーから歌唱キーが外れてしまい、無意識に自身の歌いやすいキー配置で歌唱を行ってしまっている場合がある。これにより歌唱者は伴奏あり歌唱と比較し、アカペラでの歌唱が上手く感じることもある。

これらを参考に、アカペラでの楽曲歌唱を歌唱者の最適な楽曲キーと仮定し、楽曲伴奏をアカペラ歌唱キーに対応させることで歌唱体験向上の支援を行う。

## 3. キー設定の流れ

基本周波数推定と楽曲キー設定の方法は以下の手順で行う。

### 3.1 ボーカル抽出

初めに準備として楽曲からボーカル音のみを抽出する。ボーカル抽出は楽曲から不要となるボーカル以外の音(ギター、ドラム、ピアノ等)を除去するために行う。抽出は機械学習を用いたボーカル除去・抽出ソフトであるUltimateVocalRemover5を用いる[2]。

### 3.2 基本周波数比較

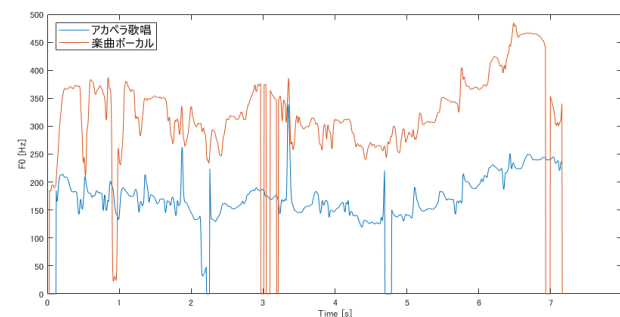


図1 基本周波数比較

録音した被験者のアカペラによる歌唱とボーカル抽出をした楽曲(以下「楽曲ボーカル」)に対し、基本周波数を推定する。推定には音声分

Suggestion of appropriate song keys for users using a cappella singing

† Yuki Osawa, Graduate School of System Design and Technology, Tokyo Denki University

‡ Shinichi Dohi, School of System Design and Technology, Tokyo Denki University

析合成ソフトである WORLD の Harvest を用いる [3, 4]. 2 つの音声の基本周波数を同一時間で比較することで同一時間上での楽曲キー差を求める. 図 1 に示すようにアカペラ歌唱(橙線)と楽曲ボーカル(青線)の基本周波数を比較すると楽曲キーのみが異なるため, おおよそ同様の波形形状がみられる.

### 3.3 変更キー決定

求めた全体の楽曲キー差にメディアンフィルタを掛け中央値を取ることで最終的に楽曲に用いる変更キーの決定をする.

## 4. 評価実験

推定システムが提案した変更キーの歌いやすさの評価を目的とした実験を行った.

実験はバンドボーカル, ボーカルトレーニング等の経験が無い, アマチュア歌唱者を対象とし被験者には音程的に苦手意識を感じる楽曲の 1 フレーズの歌唱を行ってもらい, 被験者は選択した同一楽曲について以下の計 3 回の歌唱を行う. それぞれの録音条件を表 1 に示す.

表 1 3 回の録音条件

	録音条件
1 回目	伴奏なしのアカペラでの歌唱
2 回目	原曲キーでの伴奏あり歌唱
3 回目	推定したキー変更を施した伴奏あり歌唱

歌唱後にそれぞれの歌唱の感想および 3 回の歌唱に対する「歌いづらい」～「心地よく歌えた」までの 7 段階アンケートを実施する. 評価点数を比較することで原曲キー歌唱に対するアカペラ, 変更キーの歌いやすさを評価する.

今回の実験では, 20 代の男性 5 名による計 8 曲の検証を行った.

## 5. 実験結果

表 2 変更キーおよび 3 回歌唱の 7 段階評価

	楽曲	変更キー	アカペラ評価	原曲キー評価(a)	変更キー評価(b)	(b)-(a)
被験者1	曲1	-4	6	2	7	5
	曲2	-1	3	5	6	1
被験者2	曲3	0	2	4	7	3
	曲4	-9(3)	7	4	3	-1
被験者3	曲5	-12(0)	3	6	6	0
	曲6	-15(-3)	3	5	4	-1
被験者4	曲7	0	1	1	1	0
	曲8	-1	2	2	5	3

実験結果を表 2 に示す. 5 名のうち, 全ての被験者が 1 回以上, アカペラでの歌唱が原曲と異なるキーで歌唱を行っていた. 7 段階評価については, アカペラでの歌唱の評価が被験者によって大きく分かれた. また変更キー評価(b)と原曲

キー評価(a)を比較すると 5 名中 3 名の数値が高くなった一方で, 曲 4 と曲 6 の評価数値が下がる結果となった.

## 6. 結果の考察

同一の楽曲キー歌唱であるアカペラ歌唱の評価が変更キー歌唱と比較して低くなった原因は伴奏がないことによる, 歌いづらさが発生してしまったことが考えられる. 変更キー評価が原曲キー評価を下回った曲 4 と曲 6 について, 被験者の感想から原曲キーでは心地よく歌唱ができる音域にあったフレーズが, 楽曲キーを変更したことにより外れてしまったこと, 原曲とは異なる楽曲キーで歌唱をすることに対して違和感あることが推測される.

## 7. あとがき

歌唱体験の向上を目指したアカペラ歌唱を用いた適切な楽曲キー提案システムの評価実験を行った. 現段階では被験者が少なく, さらなる検証が必要であるが本手法は心地よく歌唱を行うための効果があると考えられる. しかし変更した楽曲キーで歌唱をする違和感や, 変更に伴う別フレーズの歌唱が困難になる問題が存在し, 歌唱者の楽曲キー変更への一定以上の慣れが必要であること, 推定に用いるフレーズ箇所を改める必要がある. また現在は被験者が男性のみ, 変更キーもマイナス値に限定されているため, 高音域の歌いづらさに限られた検証となってしまう. 今後は年齢, 性別の条件を増やしフレーズの再検討をすることで, より多くの歌唱者が効果の望めるシステムの構築を目指す.

## 参考文献

- [1] 宮城研一, 鍋木崇史, スペクトル包絡と原音抽出をせずに喉締めと裏声の度合いを得る方法の分析, 情報学第 85 回全国大会, 5T-03, 2023
- [2] UltimateVocalRemover5, (<https://github.com/Anjok07/ultimatevocalremovergui/releases/tag/v5.5.0r>), 2024 年 1 月 9 日閲覧
- [3] 森勢将雅, 西浦敬信, 河原英紀, 高品質音声分析変換合成システム WORLD の提案と基礎的評価～基本周波数・スペクトル包絡制御が品質の知覚に与える影響～, 日本音響学会聴覚研究会, Vol. 41, No. 7, pp. 555-560, Toyama, Oct. 1-2, 2011.
- [4] 森勢将雅, 河原英紀, 西浦敬信, 基本波検に基づく高 SNR の音声を対象とした高速な F0 推定法, 電子情報通信学会論文誌 Vol. 116, No. 378, pp. 107-112, 2016.