

感情誘導に向けた音楽生成及び 脳波からの感情推定の検討

宮本 佳奈, 田中 宏季, 中村 哲
奈良先端科学技術大学院大学
知能コミュニケーション研究室
HIP研究会 2020/05/14

研究背景

感情誘導

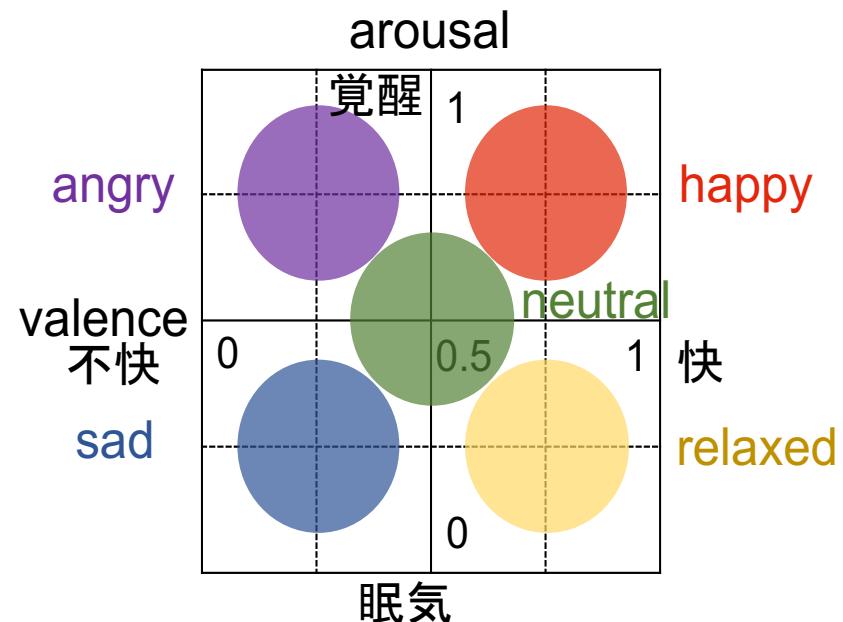
感情誘導とは

望ましい感情を誘発させること

感情の指標 [J.A. Russell. (1980)]

感情は2軸で表現できると考えられている

- valence: 快一不快
- arousal: 覚醒一眠気



感情誘導はうつ病といった気分障害の症状の緩和に有効
[O. Sourina, et al. (2019)]

J.A. Russell, "A circumplex model of affect," Journal of personality and social psychology, vol.39, no.6, p.1161, 1980.
O. Sourina, Y. Liu, and M.K. Nguyen, "Real-time EEG-based emotion recognition for music therapy," vol.5, no.1-2, pp.27–35, 2012.

音楽と感情誘導

音楽の効果 [I. Wallis, et al. (2008)]

音楽のテンポや音の大きさなどは感情を誘発させる
医療分野において緊張を和らげるなどの用途で利用

音楽聴取による感情誘導の問題点

- 感情の誘発程度は個人や状況によって異なる
- 音楽聴取中も感情は変化するため音楽の選択が難しい

感情をリアルタイムで観測し、個人や状況を考慮した音楽が必要

I. Wallis, T. Ingalls, and E. Campana, “Computer-generating emotional music: The design of an affective music algorithm,” DAFX-08, Espoo, Finland, vol.712, pp.7–12, 2008.

脳波を用いた感情推定

主観評価による感情評価

連續時間で評価することは困難

脳波 (Electroencephalogram)

脳から生じる電気的な活動を記録したもの

- 多チャンネルで測定される時系列データ
- 脳活動から感情状態の推定が可能
- ドライ式電極の脳波計により簡易な計測も可能



CGX 社製Quick-30

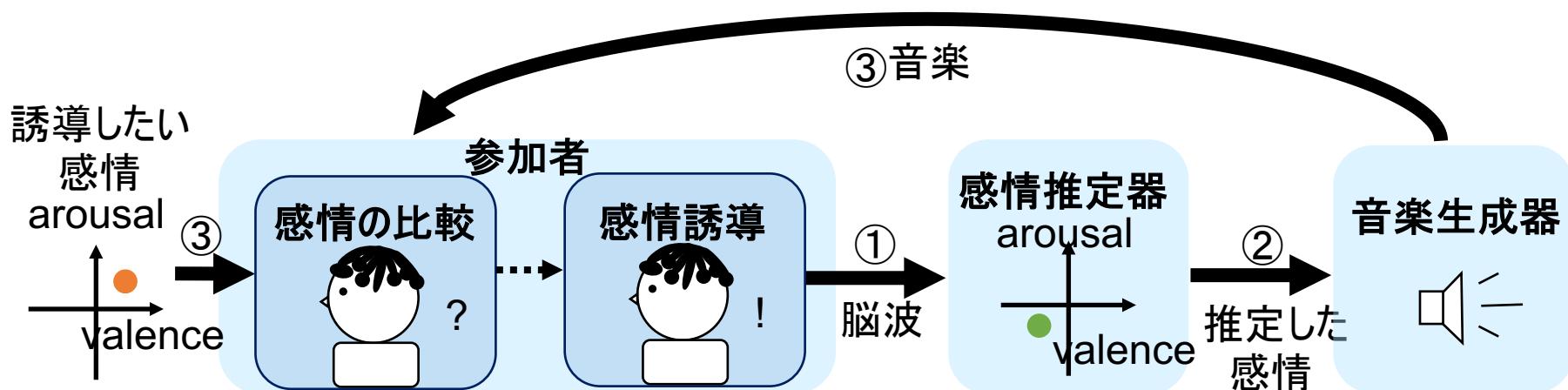
脳波によるリアルタイムな感情推定をし,
音楽を用いて感情を誘導する研究が行われている

先行研究

生成した音楽を用いて感情を能動的に誘導する研究

[S.K. Ehrlich, et al. (2019)]

- ① 脳波から感情を推定する
- ② 推定した感情を表現するような音楽を生成する
- ③ 参加者は音楽を聴いて自分の感情を把握し、自分自身で感情を誘導する



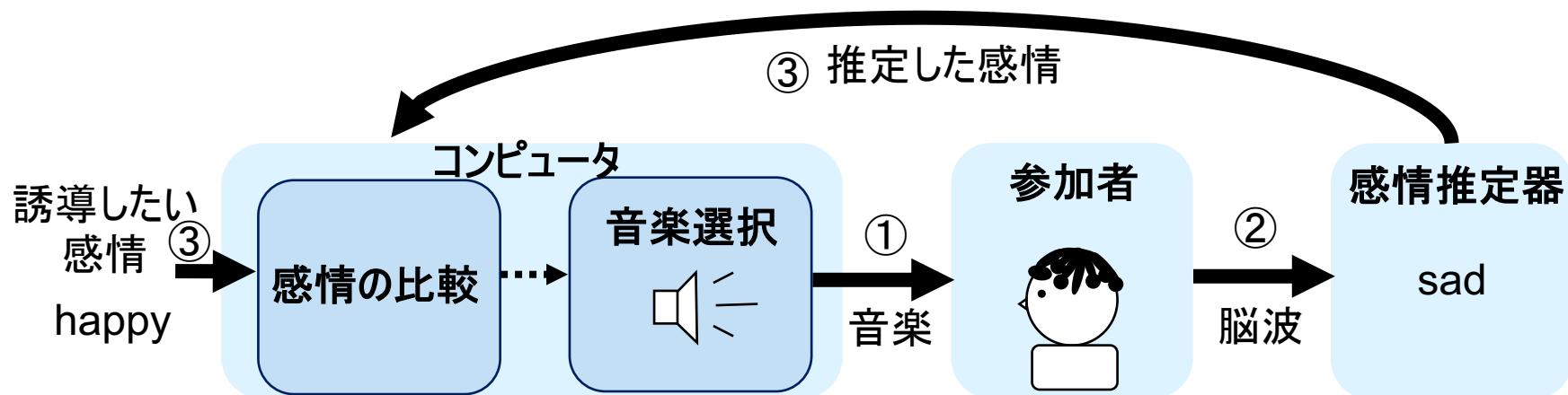
sad→happy, happy→sadの2つのタスクを5人中1人が成功

S.K. Ehrlich, K.R. Agres, C. Guan, and G. Cheng, "A closed-loop, music-based brain-computer interface for emotion mediation," PLoS one, vol.14, no.3, pp.1–24, 2019.

既存の音楽を用いて感情を受動的に誘導する研究

[O. Sourina, et al. (2019)]

- ① 既存のデータセットから選んだ音楽を再生する
- ② 脳波から感情を大まかに推定する
- ③ 推定した感情と誘導したい感情を比較し、一致すれば①と同じ音楽を流し続け、一致しなければ異なる音楽を選択する



このシステムの検証は行われていない

O. Sourina, Y. Liu, and M.K. Nguyen, "Real-time eeg-based emotion recognition for music therapy," Journal on Multimodal User Interfaces, vol.5, no.1-2, pp.27–35, 2012.

本研究の概要

先行研究の問題点

先行研究	音楽の種類	感情の誘導方法	問題点
[Ehrlich, S. K., et al. (2019)]	音楽パラメータにより生成	参加者が音楽を聴いて能動的に感情を誘導	参加者に負担がかかる
[Sourina, O., et al. (2012)]	既存の音楽から選択	参加者は音楽を聞くのみで受動的に感情を誘導	参加者に適した音楽を選ぶことが難しい

本研究の目的

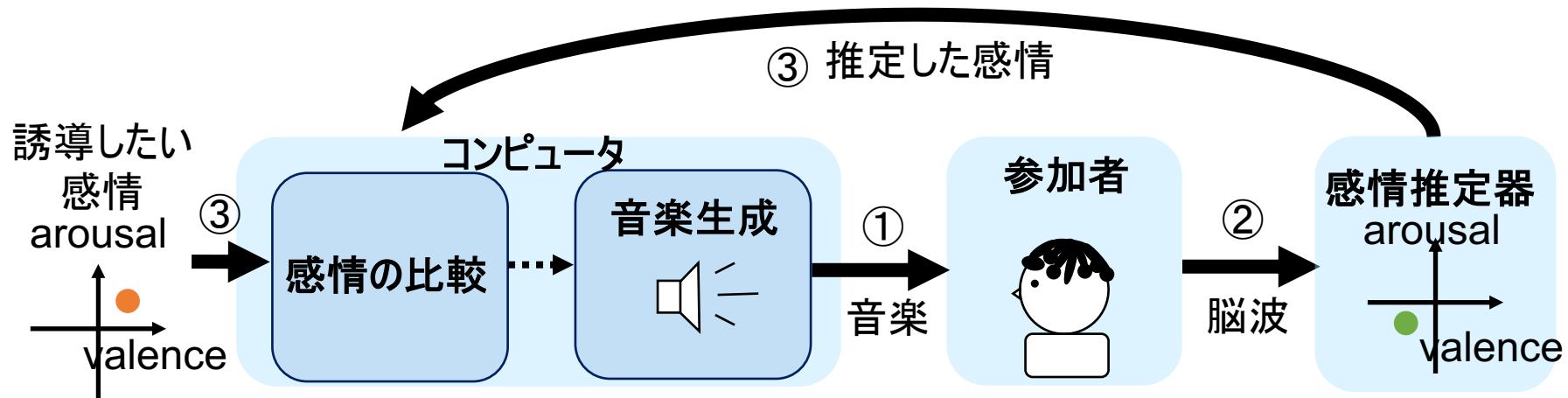
参加者の感情をリアルタイムに反映した**音楽の生成**と**受動的な感情誘導**のための脳波を用いた感情推定を行う

提案手法

感情誘導のためのフィードバックシステム

脳波から推定した感情を用いて音楽生成を行うフィードバックシステム

- ① 感情を誘発させるための音楽を生成する
 - ② 脳波から感情を推定する
 - ③ 推定した感情と誘導したい感情を比較する
- ①～③を繰り返すことで望ましい感情へ誘導することを目指す



システムの構成

1. 音楽生成器の作成

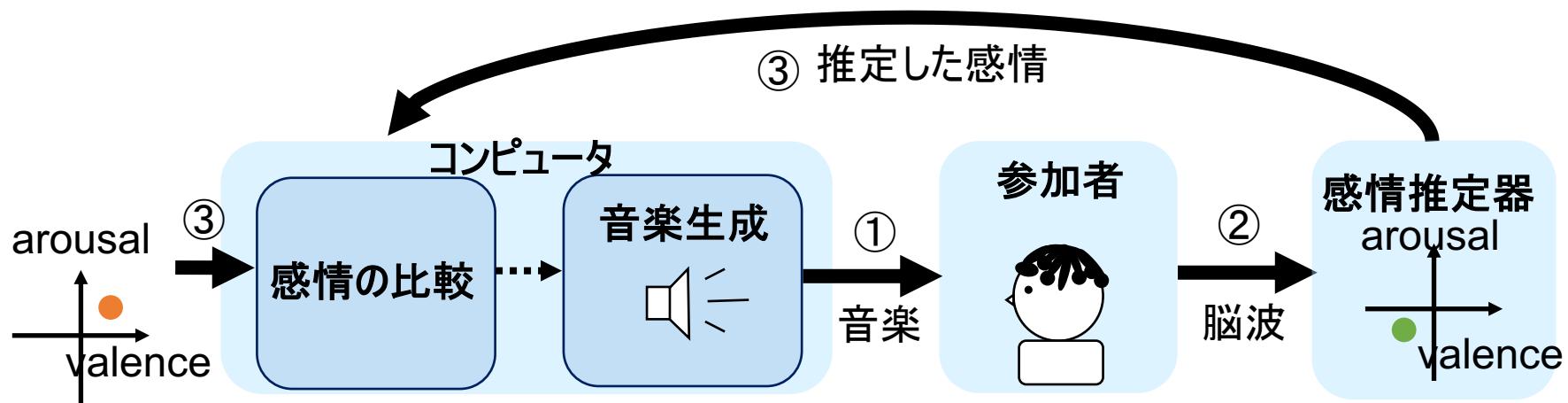
誘発させたい感情のvalenceとarousalを用いて音楽を作る音楽生成器を作成する

2. 感情推定器の作成

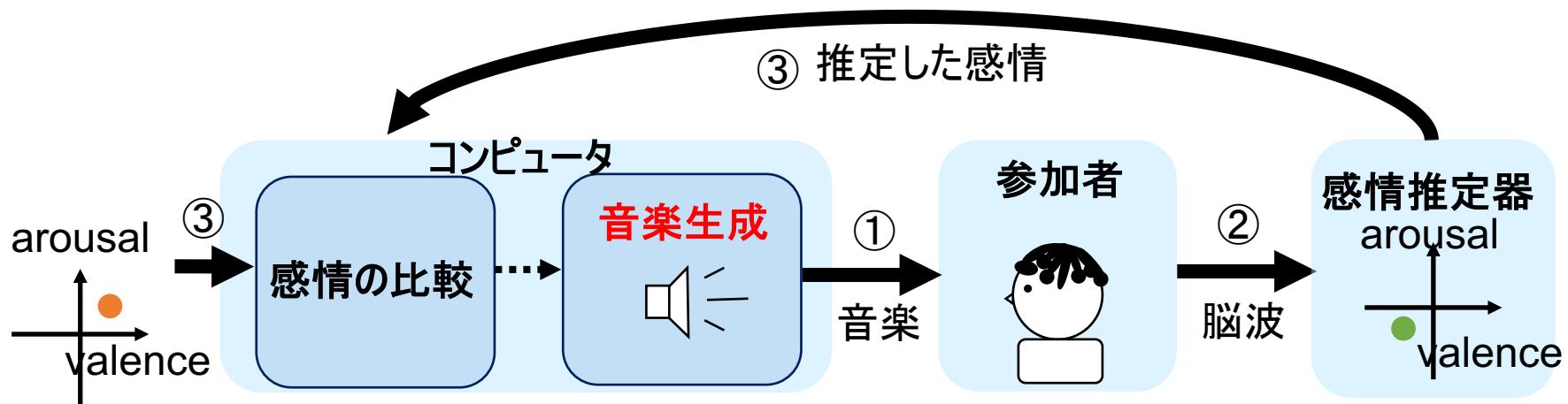
脳波から感情のvalenceとarousalを予測する回帰モデルを学習する

3. フィードバックシステムの構築

音楽生成器と感情推定器を組み合わせたフィードバックシステムを構築する



音楽生成器の作成



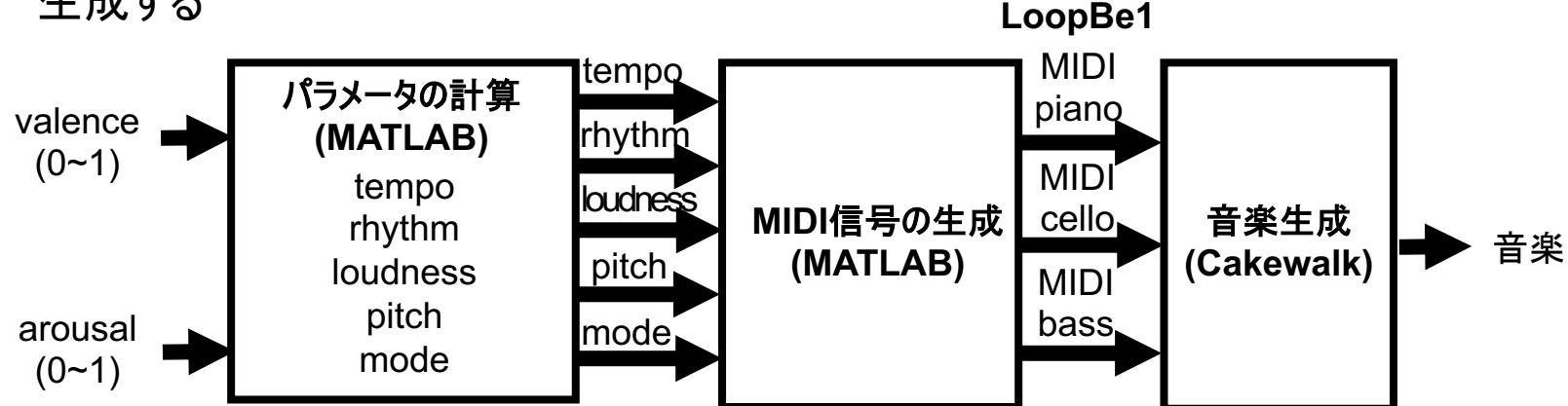
音楽生成器の作成 [S.K. Ehrlich, et al. (2019)]

感情誘発に効果的な音楽パラメータ

- | | | |
|-------------|---------|----------------|
| 1. tempo | : 音楽の速さ | arousalに影響を与える |
| 2. rhythm | : 音符の種類 | |
| 3. loudness | : 音の大きさ | |
| 4. pitch | : 音の高さ | |
| 5. mode | : 調和構造 | |
- | | |
|----------------|----------------|
| valenceに影響を与える | valenceに影響を与える |
|----------------|----------------|

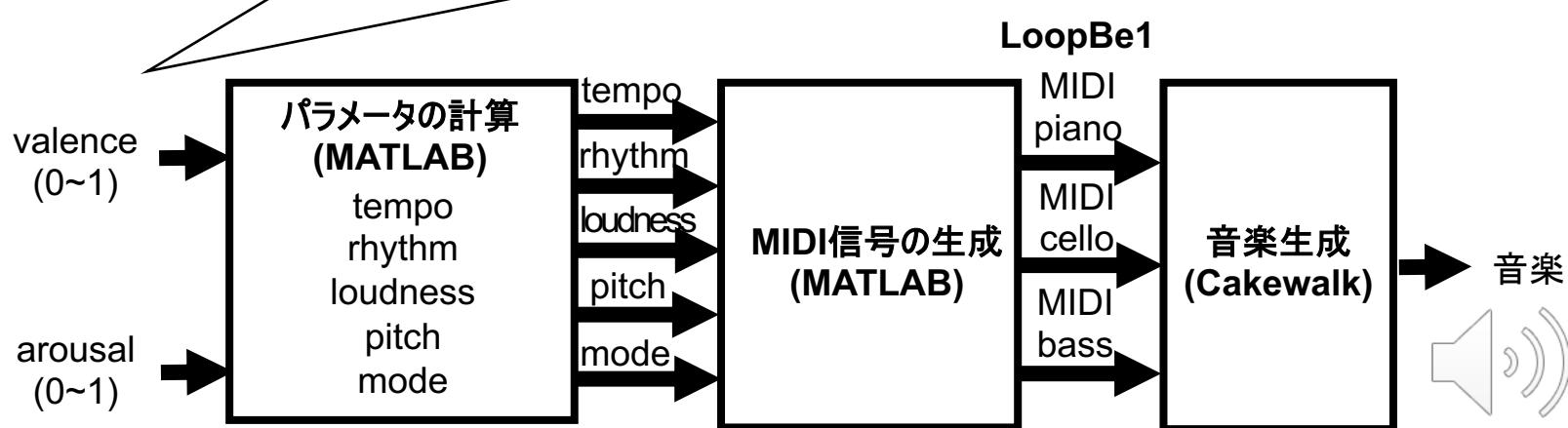
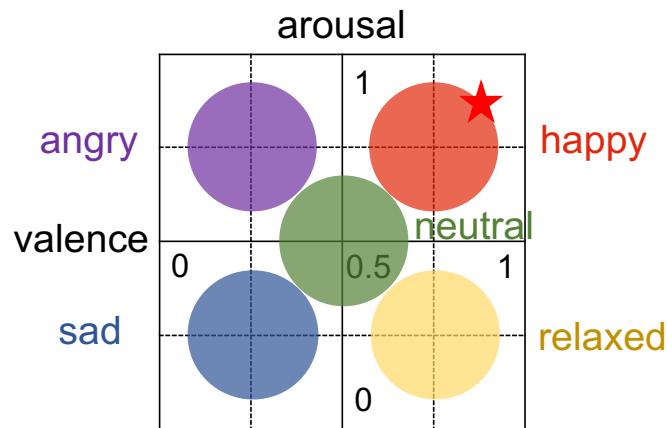
音楽生成器の仕組み

誘発したいvalenceとarousalから音楽パラメータを計算し、仮想楽器を用いて音楽を生成する



生成した音楽の例 (happy)

valence : 0.875
arousal : 0.875



作成した音楽生成器の評価

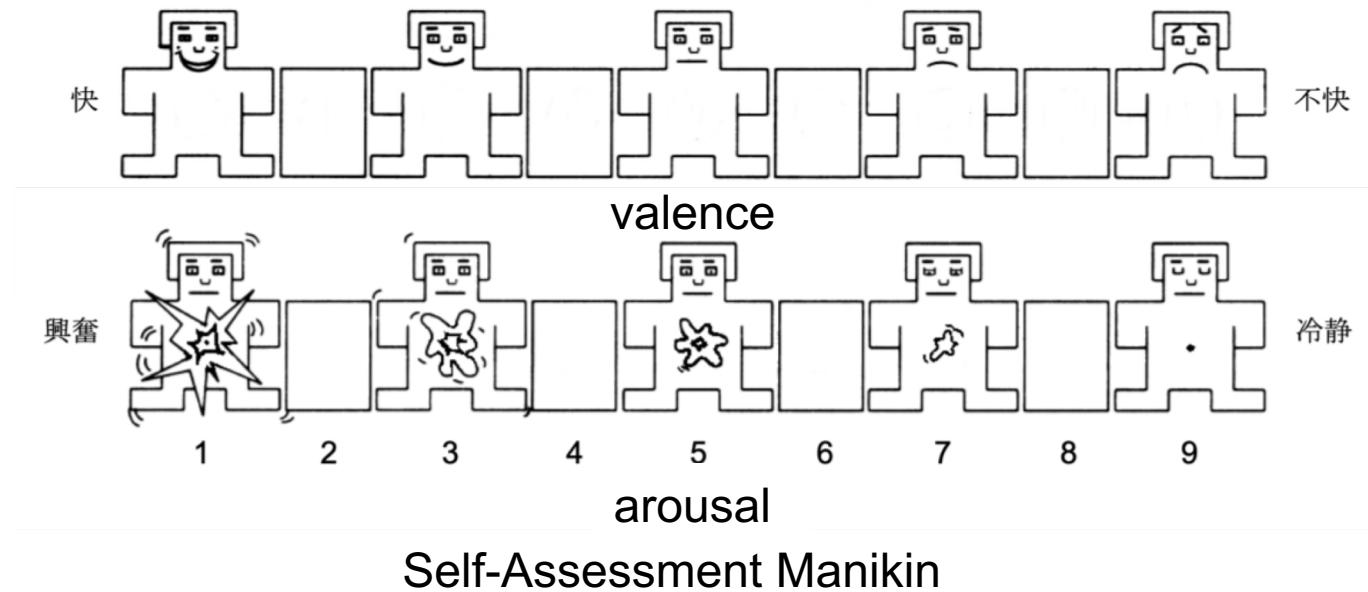
作成した音楽生成器による感情誘発の有効性の調査

実験協力者と評価する音楽

クラウドワーカー108名が音楽生成器によって作られた81曲を評価した

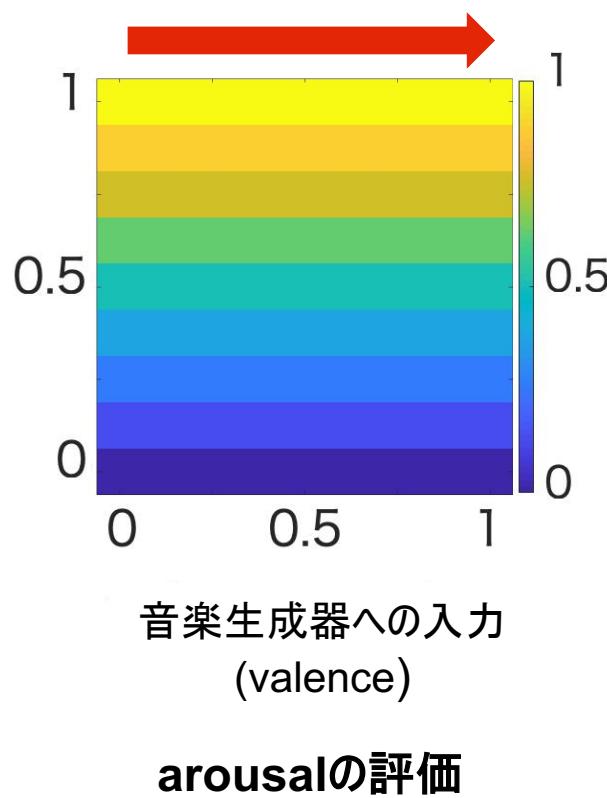
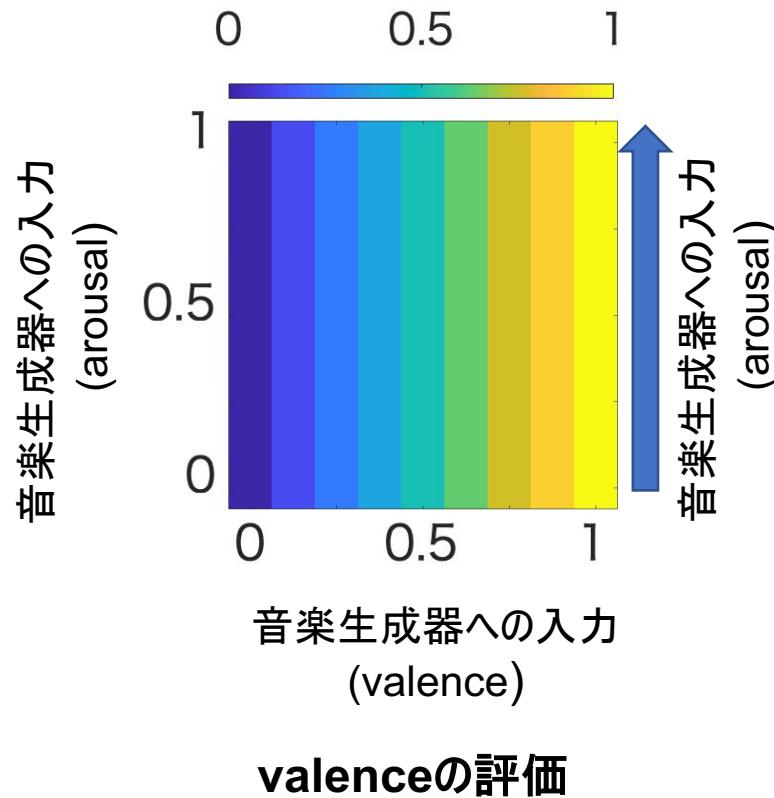
評価方法

音楽を聴いて感じたvalenceとarousalをSAM (Self-Assessment Manikin)を用いた9段階で評価した



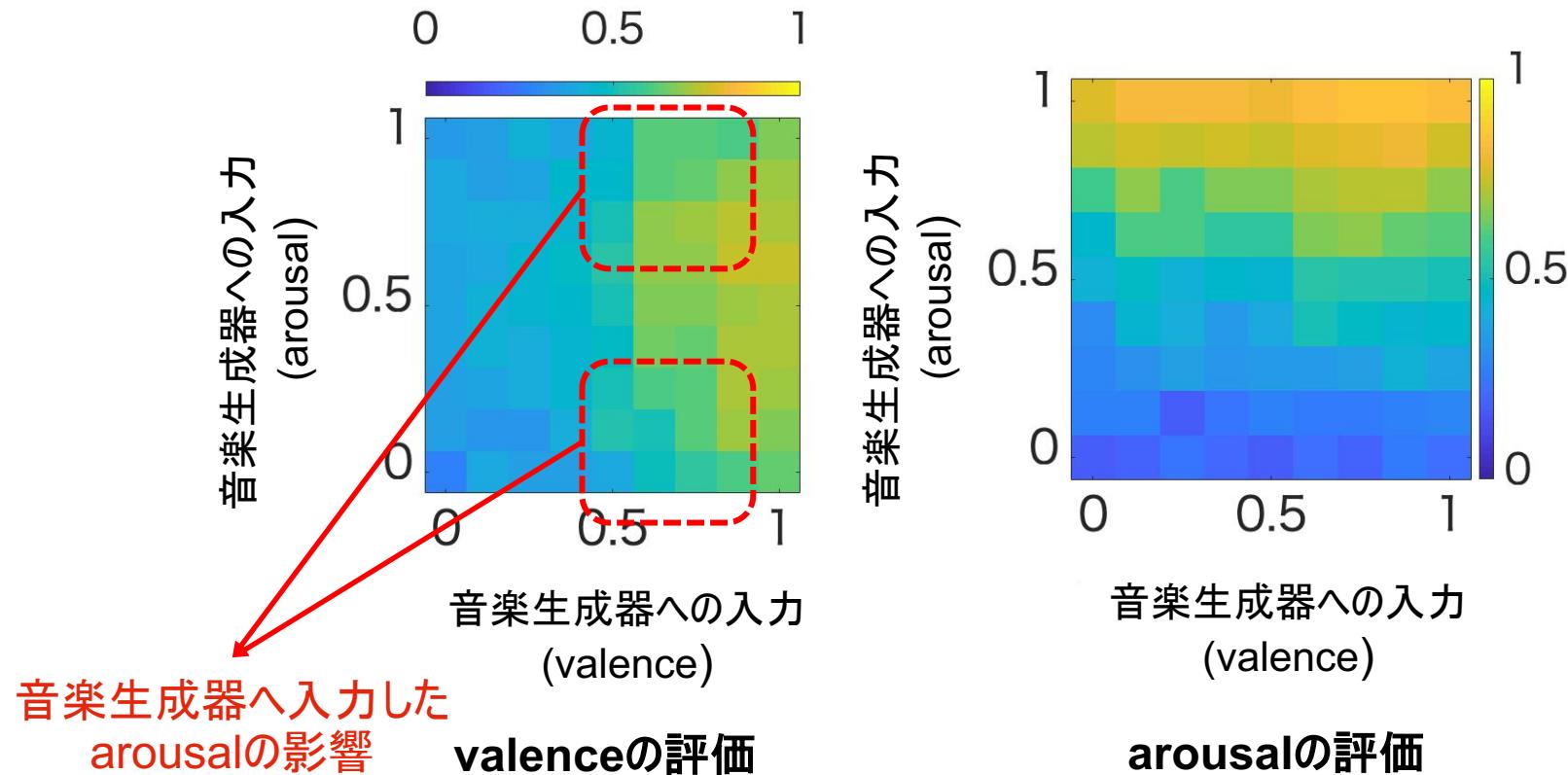
作成した音楽生成器の評価方法

音楽生成器への入力とクラウドワークが評価した感情の平均をカラーマップで表現する
valenceの評価と音楽生成器へ入力したvalenceが一致することが理想 (縦に同色が揃う)
arousalの評価と音楽生成器へ入力したarousalが一致することが理想 (横に同色が揃う)



作成した音楽生成器の評価結果

音楽生成器に入力した感情に対するクラウドワーカの評価の平均のカラーマップ



意図した感情と異なる感情を誘発する音楽が生成されたため
作成した音楽生成器への入力を変換するモデルが必要

音楽生成器の再作成

感情を誘発する音楽を生成するための音楽生成器の再作成

感情の評価 (valence, arousal)から音楽生成器への入力を予測するモデルの学習

- モデル

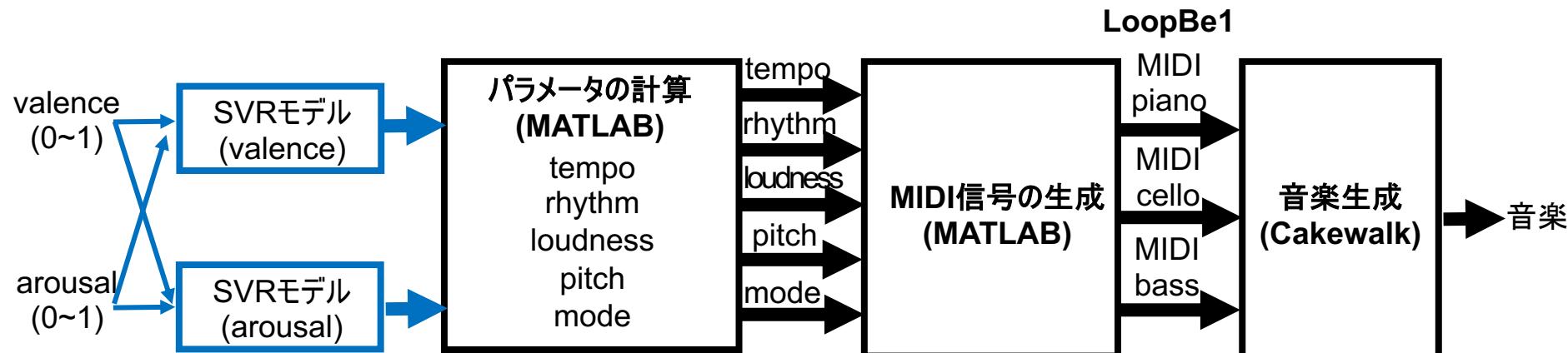
サポートベクター回帰 (SVR)

- パラメータ

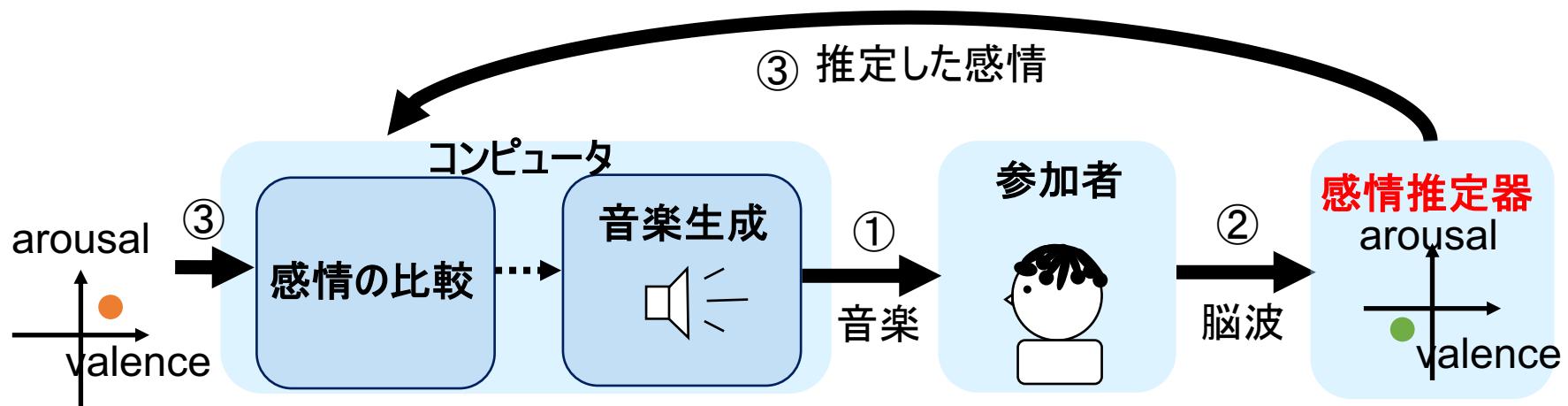
アルファ係数のボックス制約, カーネルスケールパラメータ, イプシロン不感応区間の幅の
MATLABの既定値とガウシアンカーネル

- 3分割交差検証によるRMSEの検証

SVR (valence): 0.0231, SVR (arousal): 0.0240



感情推定器の作成



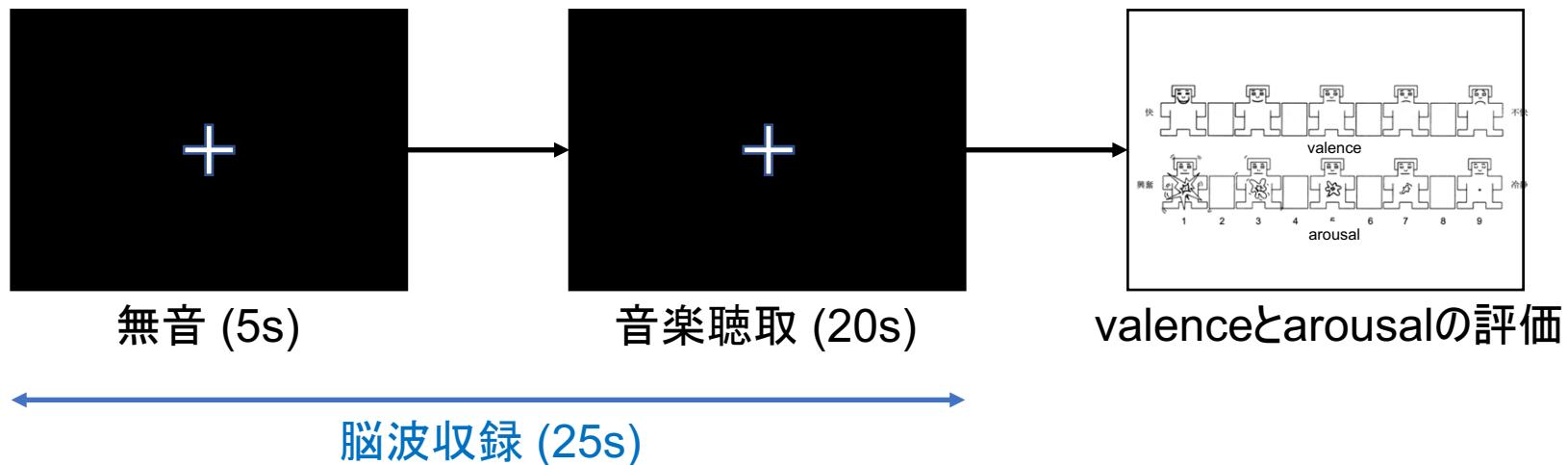
感情推定器を作成するための脳波収録実験

実験概要

実験は、奈良先端科学技術大学院大学の研究倫理委員会の承認を受けて行われた20名(男性10名、女性10名)が実験に参加した

脳波と感情の収録実験

イヤホンとCGX 社製Quick-30を装着し、41曲分の脳波と感情の主観評価を収録した



脳波の前処理 [S.K. Ehrlich, et al. (2019)]

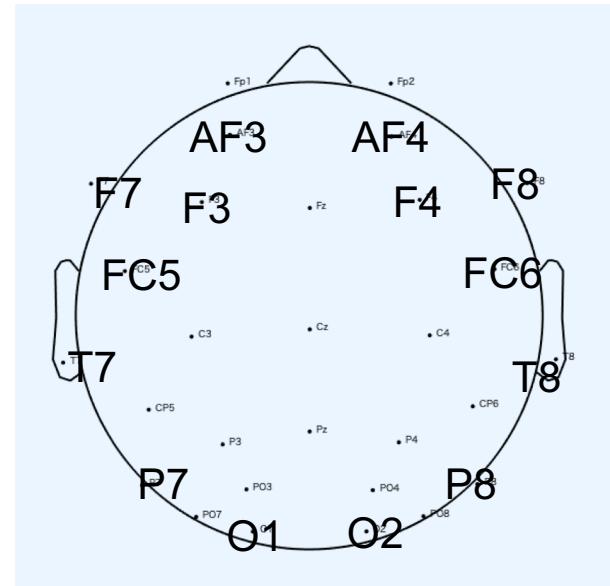
(1) AF3, AF4, F7, F8, F3, F4, FC5, FC6, T7, T8, P7, P8, O1, O2のデータを取り出した

(2) 無音状態と音楽聴取時の脳波を1sに切り分けた

(3) 脳波収録時のサンプリング周波数である1000Hzから200Hzにダウンサンプリングした

(4) 2次のIIR バンドパスフィルタを用いて5つの周波数帯域 (theta (4-7Hz), alpha (8-13Hz), low beta (14-21Hz), high beta (22-29Hz), gamma (30-47Hz))に分け, データごとに波形分散の対数である $f = \log(\text{var}(EEG\text{data}))$ を計算した

(5) 各音楽において無音状態の波形分散の対数の平均を音楽聴取時の波形分散の対数から差し引いた(ベースライン補正)



線形回帰とアンサンブル回帰による学習

線形回帰

先行研究 [S.K. Ehrlich, et al. (2019)]の類似モデルとして線形回帰を選択した

- データの分割

学習データ: データの70% テストデータ: データの30%

アンサンブル回帰

汎化性能が得やすいとされるアンサンブル回帰を選択した

- データの分割

学習データ: データの70% テストデータ: データの30%

- 学習データの3分割交差検証によるパラメータチューニング

アンサンブル学習サイクルの数, 縮小学習率, 葉ノードの観測値の最小数を
MATLABの規定値で調節

結果

表1 モデルごとのvalence とarousal の予測値と実測値のRMSE の訂正

表1の計算に誤りがあり、本スライドでは20名の予測値と実測値の平均値の正誤を示す

誤				正			
線形回帰		アンサンブル回帰		線形回帰		アンサンブル回帰	
valence	arousal	valence	arousal	valence	arousal	valence	arousal
0.2600	0.2608	0.1814	0.1770	0.2406	0.2312	0.2281	0.2189

線形回帰とアンサンブル回帰の両方で脳波から感情を推定できた

まとめ

本発表のまとめと今後の展望

本研究の目的

参加者の感情をリアルタイムに反映した音楽の生成と受動的な感情誘導のための脳波を用いた感情推定を行う

提案手法

脳波から推定した感情を用いて音楽生成を行うフィードバックシステムの構築

音楽生成器の再作成と回帰による感情推定

結果

先行研究で提案された音楽生成器の再作成

線形回帰とアンサンブル回帰の両方で脳波から感情を推定できることを示した

今後の展望

脳波のデータ拡張による感情推定の精度の向上

音楽生成器と感情推定器を組み合わせたフィードバックシステムの構築