

「ジョギングのペースに再生速度を同期させるスマートフォン用音楽プレイヤー」

日本大学文理学部情報システム解析学科北原研究室

帆苅隼佑，長安達也

もくじ

- 背景、目的
- 先行研究、従来製品
- 音響信号の準備
- ペースの測定

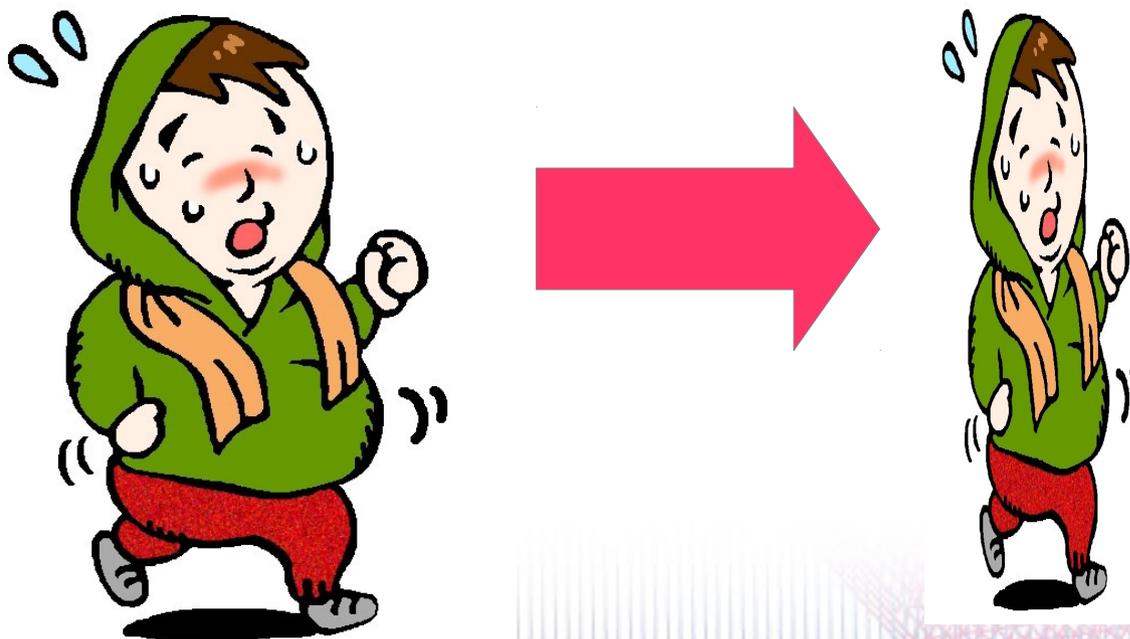


- 本システムの流れ
- 実験
- 実験結果
- おわりに

研究背景

近年、運動不足な人が多くいる。

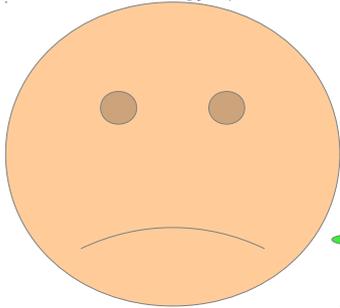
運動不足解消の手段としてジョギングがある



研究背景2

ジョギングは本人に無理のないペースで出来るだけ長く走ることが重要

ジョギングに慣れてない人



ペースの維持が難しい

本研究の目的

ペースの変化をユーザに知らせることが必要

ジョギング時に音楽を聴いている人がいることに着目

音楽の再生速度を変化させ、
一定のペースになるように誘導する

先行研究

1. A mobile music concept as support for achieving target heart rate in preventive and recreational endurance
2. Situated Music: インタラクティブジョギングへの応用

先行研究1

A mobile music concept as support for achieving target heart rate in preventive and recreational endurance training

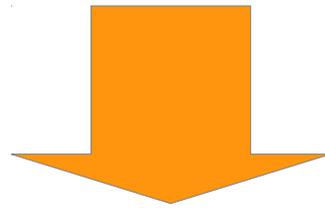
Julian Rubicsh, Matthias Husinsky, Jakob Doppler, Hannes Raffaseder, Brian Horsk, Beate Ambichl, Astrid Figl (University of Applied Sciences St)

5th Audio Mostly Conference: A Conference on Interaction with Sound (2010/9/15-17)

先行研究1-内容

ランニング中の心拍数と目標心拍数※を比較

目標心拍数へ誘導するような
テンポの音楽ファイルを再生



ユーザは目標心拍数を達成することができた

※ 目標心拍数 = 運動強度 × (最大心拍数 - 安静時心拍数) + 安静時心拍数
運動強度 = (心拍数 - 安静時心拍数) ÷ (最大心拍数 - 安静時心拍数) × 100

先行研究2

Situated Music: インタラクティブジョギングへの応用

酒田信親、興梠正克、大隈隆史、蔵田武志
ヒューマンインタフェースシンポジウム 2005,
pp.459-462 (2005).

先行研究2-内容

ジョギング時の縦揺れからペースを取得



ペースに対応した音楽が選曲or再生速度が変更

本研究と近いコンセプト

加速度センサ



計測する加速度の方向

提案センサヘッドフォン 試作センサヘッドフォン

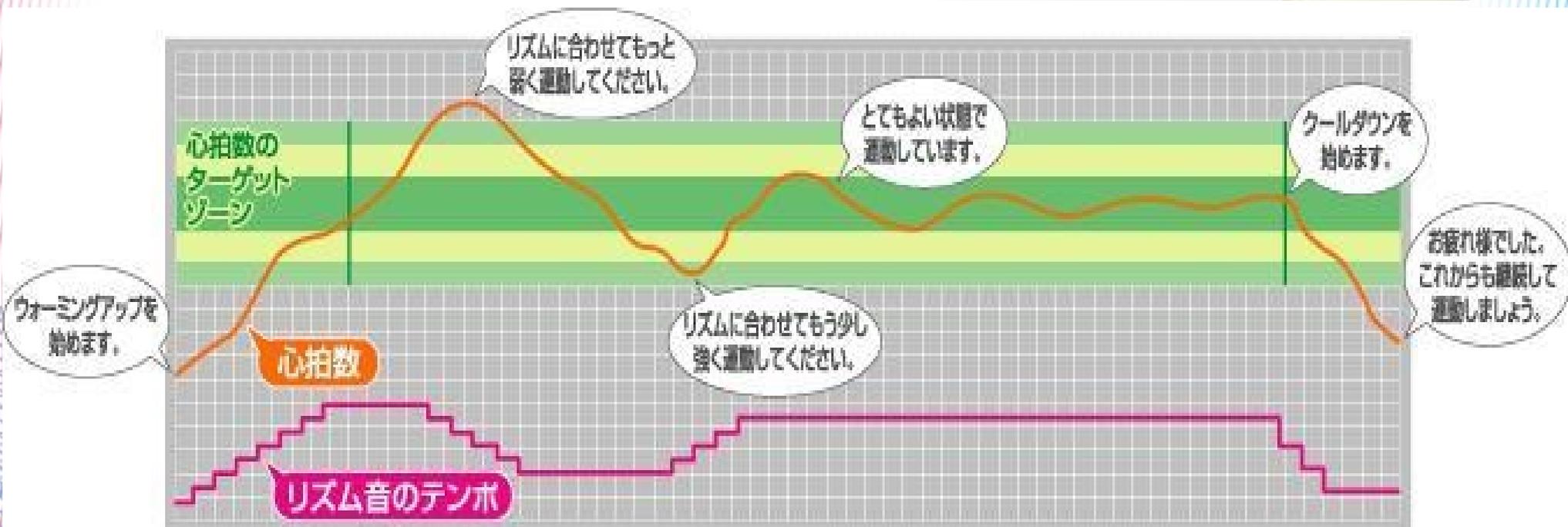
被験者実験による
有効性の確認なし

従来製品

- カラダトレーナー
株式会社セガトイズ
- BODiBEAT
ヤマハ株式会社

カラダトレーナー

- 耳たぶに心拍数を測定するクリップを装着
- 運動ペースを音声でナビゲーションする。

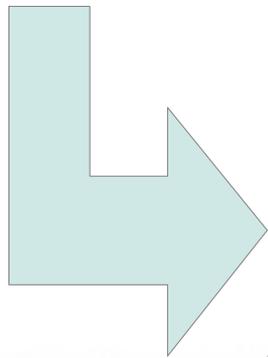
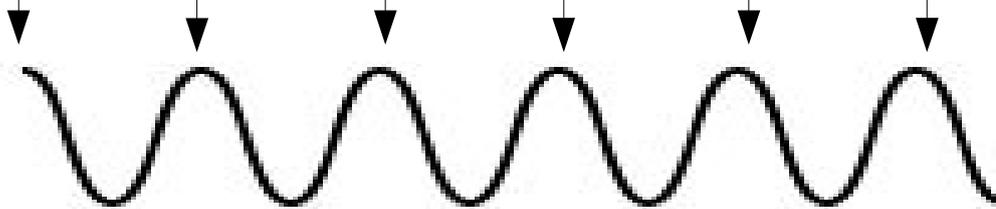


BODiBEAT

ステップから



テンポを決定



決定したテンポに相当する音楽が選曲

本研究の新規性

既存研究では

心拍数:
93

プレイリストから選曲

心拍数を計測する
専用の機材が必要

プレイリスト

音楽1 テンポ:60

音楽2 テンポ:74

音楽3 テンポ:93

・ ・ ・

音楽n テンポ:180

本研究では

専用の機材を必要とせず、スマートフォン
のみでジョギングを支援する

実演デモ

システム概要

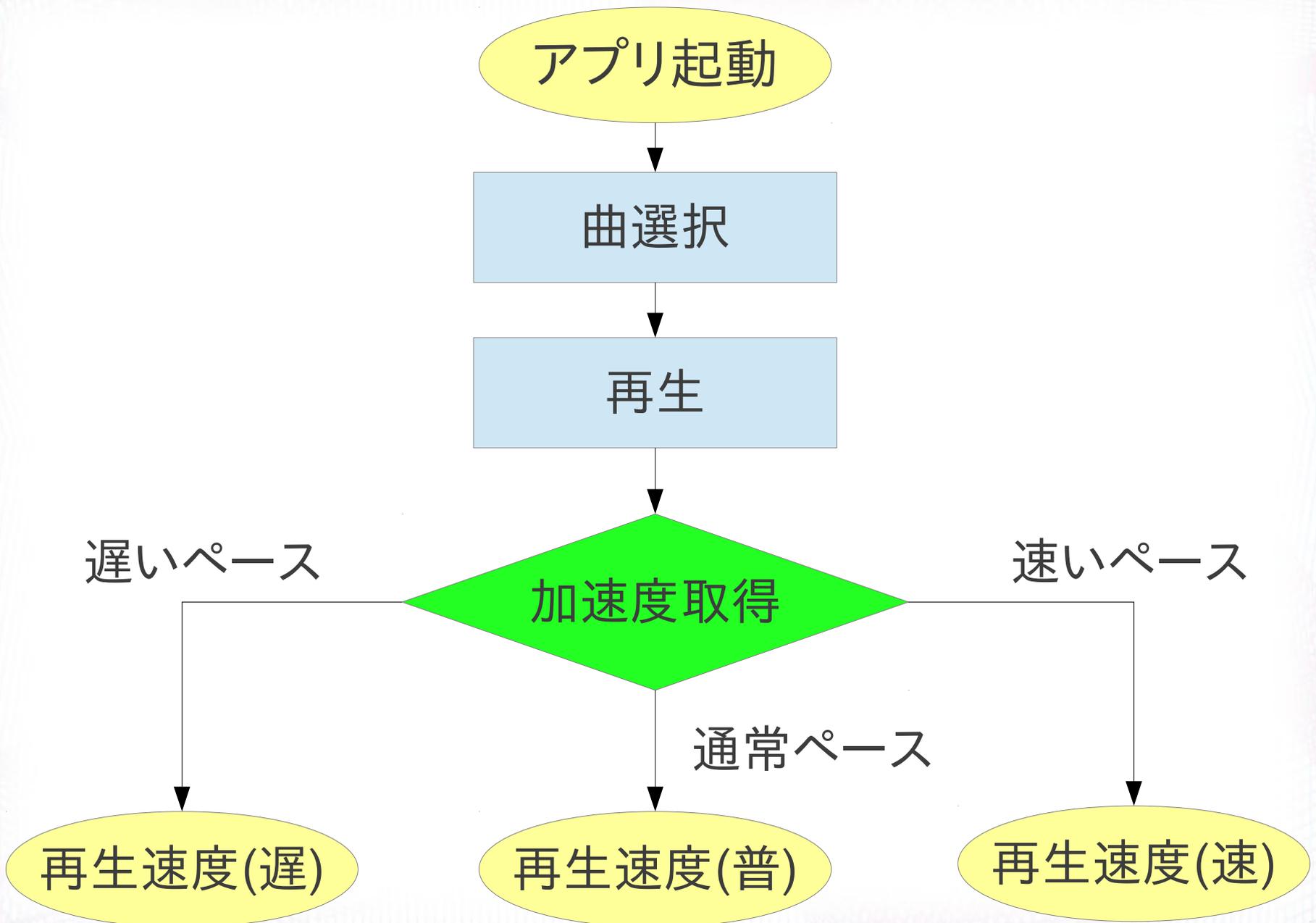
事前準備

- 本研究ではAndroidを搭載した端末を使う
- あらかじめPCで0.1倍刻みで0.5～2.0倍速の音源を用意する
- 用意した音源をAndroid端末に保存する

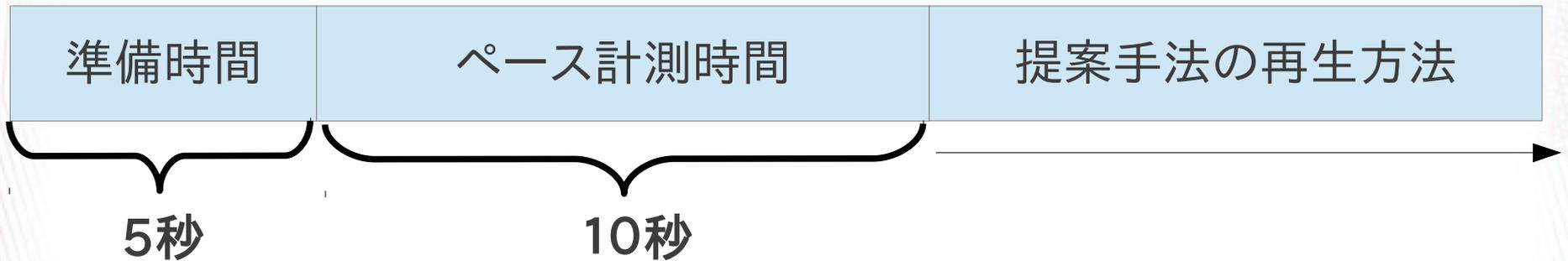
概要

- 音楽再生から15秒間はペース測定となる
- 15秒後に再生速度の変化が開始される

フローチャート



本システムの流れ



- そして再生してから15秒後に提案手法の再生方法が開始する。
- 音楽はループ再生される。

音響信号の準備

- PCでPhase Vocoderを実装したプログラムを使って0.1倍刻みで0.5～2.0倍の音源を用意する。

Phase Vocoderとは音の高さを変えずに再生速度を変更できるアルゴリズム

- 用意した音源をAndroid端末に入れる。
- 加速度値から算出される歩数に応じて曲を切り替える

ペースの測定

ペースの測定、すなわち歩数のカウントは端末に内蔵されている加速度センサを利用し以下の式で行う。

x軸、y軸、z軸における加速度
 $a_x(t)$, $a_y(t)$, $a_z(t)$ に対して

$$X = |a_x(t) - a_x(t-1)| + |a_y(t) - a_y(t-1)| + |a_z(t) - a_z(t-1)|$$

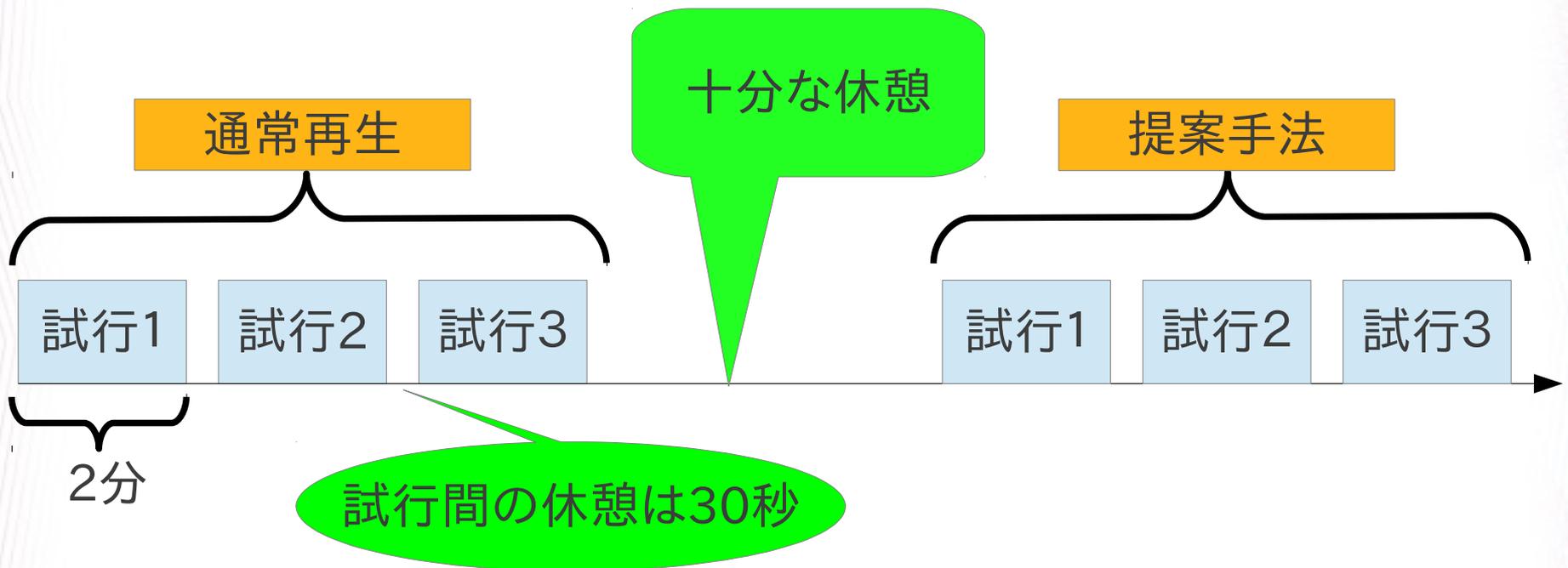
- Xの値がペース測定時間で決めた値を超えた瞬間、1歩とカウントする。
- Xの値は $\frac{1}{12.5}$ 秒ごとに更新される。

実験

音楽の再生速度をジョギングのペースに同期することによってどのような変化を与えることができるか実験した。

- 場所 : 8号館前の直線道路
- 被験者 : 被験者は 22 歳 から 23 歳の
男性 8 名、女性 2 名、計 10 名
(内 2 名 データ不良のため除外)
- 実験端末 : Acer 社の Android 3.2.1 搭載の
タブレット端末「ICONIA TAB A100」
- 曲 : 「Tonight's the Night for Love」
RWC 音楽データベース

実験方法



- Android端末を腰の横部分に固定する
- 被験者ごとに通常再生と提案手法の順番を変えて行う

仮説

- 試行を重ねるにつれ、ペースが疲労によって落ちてくる。
- 音楽の再生速度が変化することでペースを整える力が自然に働くと考えられる。
- 提案手法によって試行内でのペースの乱れも抑えられる。

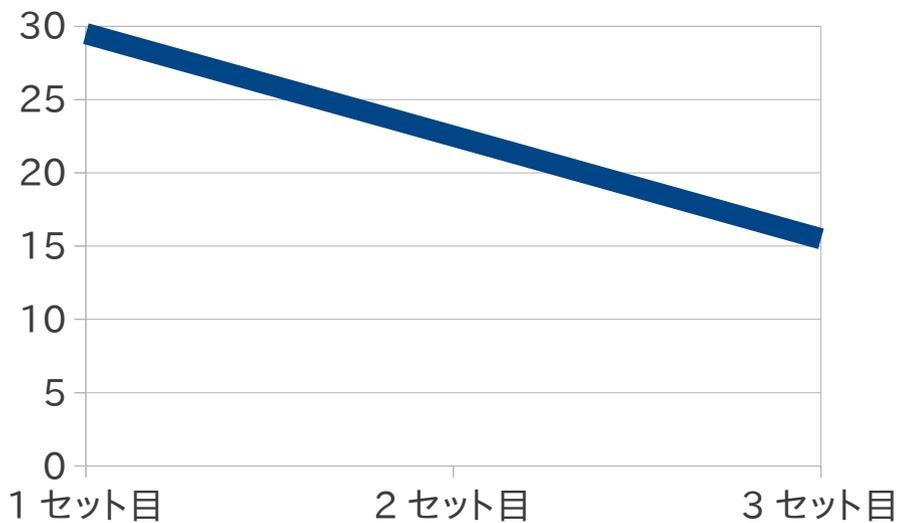
実験結果：歩数データの平均

	通常再生				提案手法		
	1セット目	2セット目	3セット目		1セット目	2セット目	3セット目
被験者A	29.5	22.5	15.5	被験者A	28.0	21.0	21.0
被験者B	10.4	20.9	24.2	被験者B	21.5	23.8	22.4
被験者C	26.4	23.2	23.3	被験者C	22.8	22.4	21.4
被験者D	26.2	26.3	25.7	被験者D	27.5	30.0	29.6
被験者E	27.2	26.1	27.4	被験者E	30.2	27.7	28.8
被験者F	10.8	12.5	12.7	被験者F	11.1	12	11.2
被験者G	19.7	19.7	18.8	被験者G	27.2	23.5	19.7
被験者H	8.2	21.9	25.1	被験者H	24.9	29.6	30.1

※ジョギングの開始部分、折り返し部分、終了部分は省いて計算した。

実験結果：歩数データの平均

	通常再生			提案手法		
	1セット目	2セット目	3セット目	1セット目	2セット目	3セット目
被験者A	29.5	22.5	15.5	28.0	21.0	21.0
被験者B	19.4	20.0	24.0	21.5	20.0	20.4



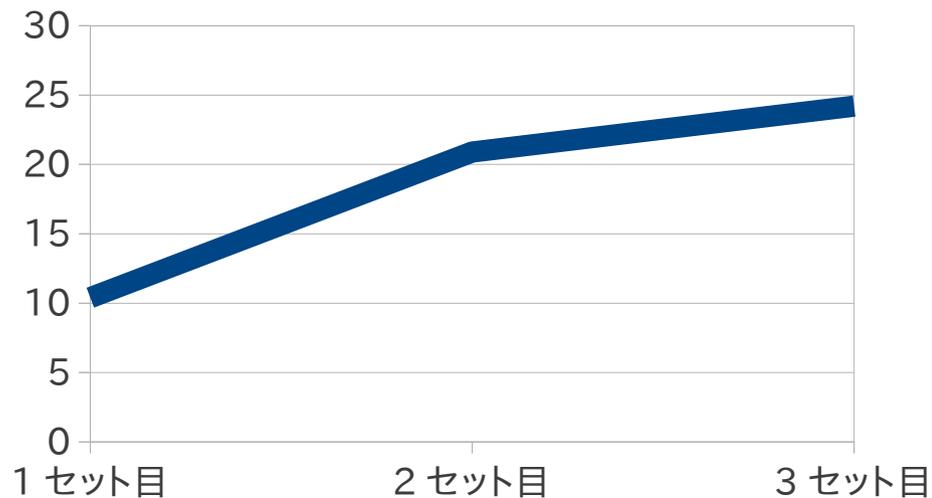
ペースが大きく落ちている



ペースの落ち方が緩やか

実験結果：歩数データの平均

	通常再生			提案手法			
	1セット目	2セット目	3セット目	1セット目	2セット目	3セット目	
被験者A	29.5	22.5	15.5	被験者A	28.0	21.0	21.0
被験者B	10.4	20.9	24.2	被験者B	21.5	23.8	22.4
被験者C	22.4	22.8	22.8	被験者C	22.0	22.4	21.4



試行ごとにペースが異なる

一定のペースが保たれる

実験結果：歩数データの標準偏差

	通常再生				提案手法		
	1セット目	2セット目	3セット目		1セット目	2セット目	3セット目
被験者A	0.5	10.5	3.5	被験者A	2.0	2.0	3.0
被験者B	2.8	5.3	3.6	被験者B	4.0	3.9	3.0
被験者C	4.3	4.3	4.2	被験者C	4.0	3.6	3.4
被験者D	3.5	3.7	3.5	被験者D	3.4	3.7	3.4
被験者E	5.1	3.9	5.0	被験者E	5.1	4.1	4.2
被験者F	1.6	3.7	2.3	被験者F	2.0	2.3	1.8
被験者G	3.8	4.1	3.3	被験者G	4.6	3.9	3.4
被験者H	2.2	3.8	4.6	被験者H	4.1	5.0	5.1

※ジョギングの開始部分、折り返し部分、終了部分は省いて計算した。

実験結果：歩数データの標準偏差

	通常再生			提案手法			
	1セット目	2セット目	3セット目	1セット目	2セット目	3セット目	
被験者A	0.5	10.5	3.5	被験者A	2.0	2.0	3.0
被験者B	2.8	5.3	3.6	被験者B	4.0	3.9	3.0
被験者C	4.3	4.3	4.2	被験者C	4.0	3.6	3.4
被験者D	3.5	3.7	3.5	被験者D	3.4	3.7	3.4
被験者E	5.1	3.9	5.0	被験者E	5.1	4.1	4.2
被験者F	1.6	3.7	2.3	被験者F	2.0	2.3	1.8
被験者G	3.8	4.1	3.3	被験者G	4.6	3.9	3.4
被験者H	2.2	3.8	4.6	被験者H	4.1	5.0	5.1

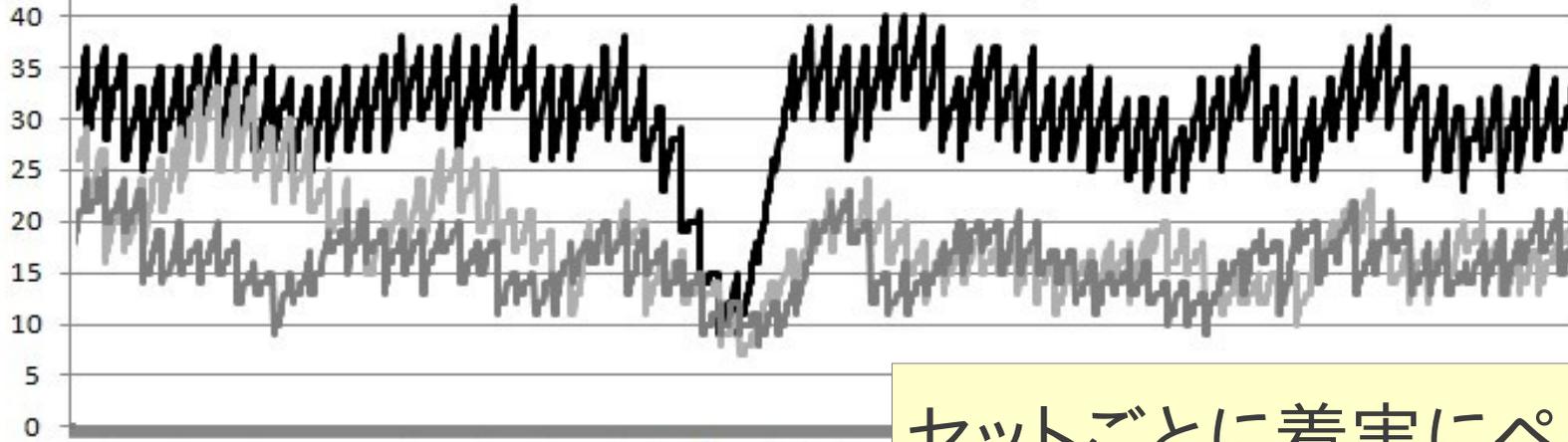
提案手法の方が試行内のペースのばらつきが小さいことが多い。

被験者Aの歩数データ

通常再生

-1 -2 -3

歩
数



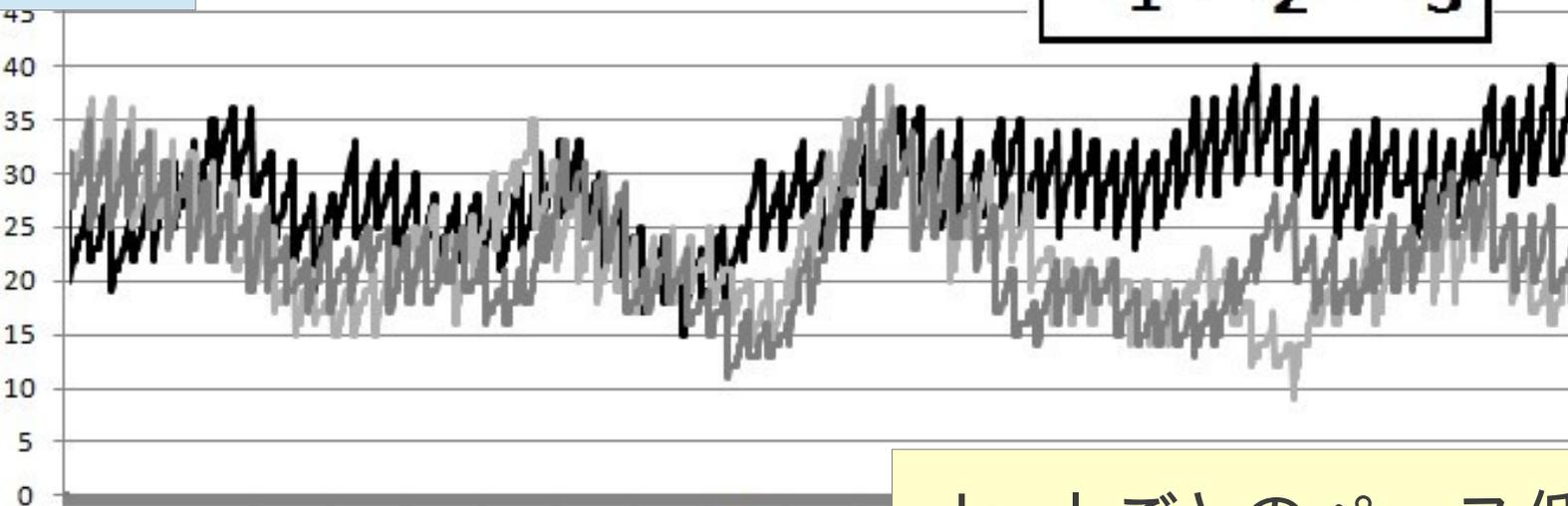
時間

セットごとに着実にペースが低下

提案手法

-1 -2 -3

歩
数

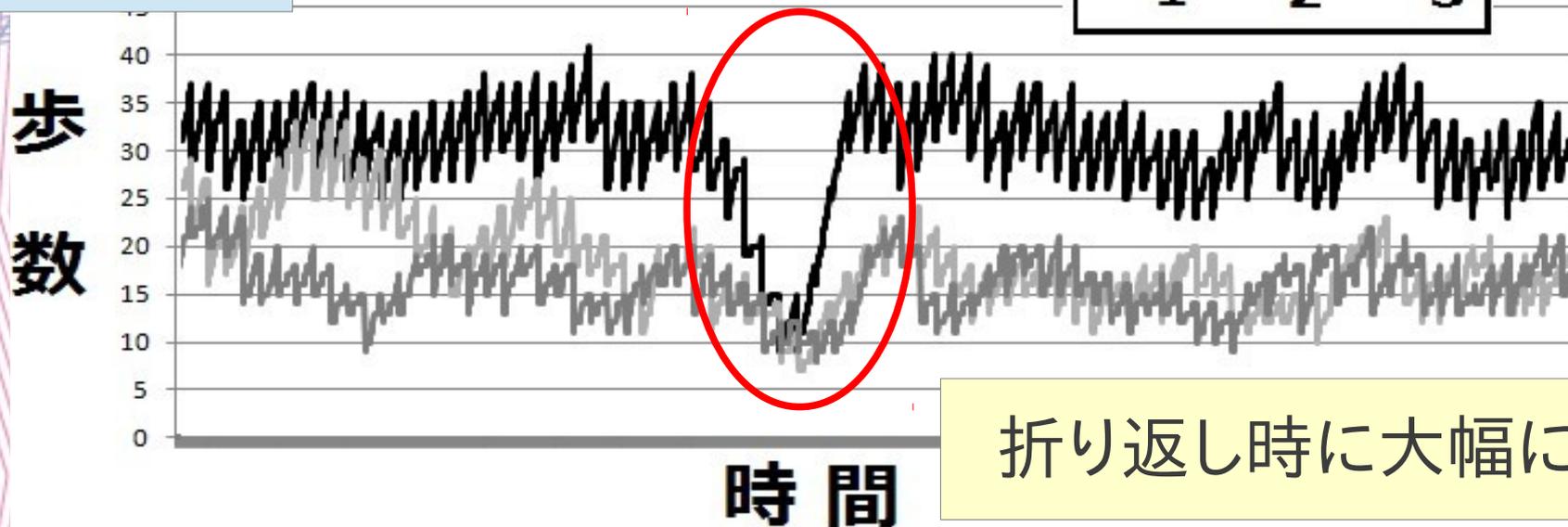


時間

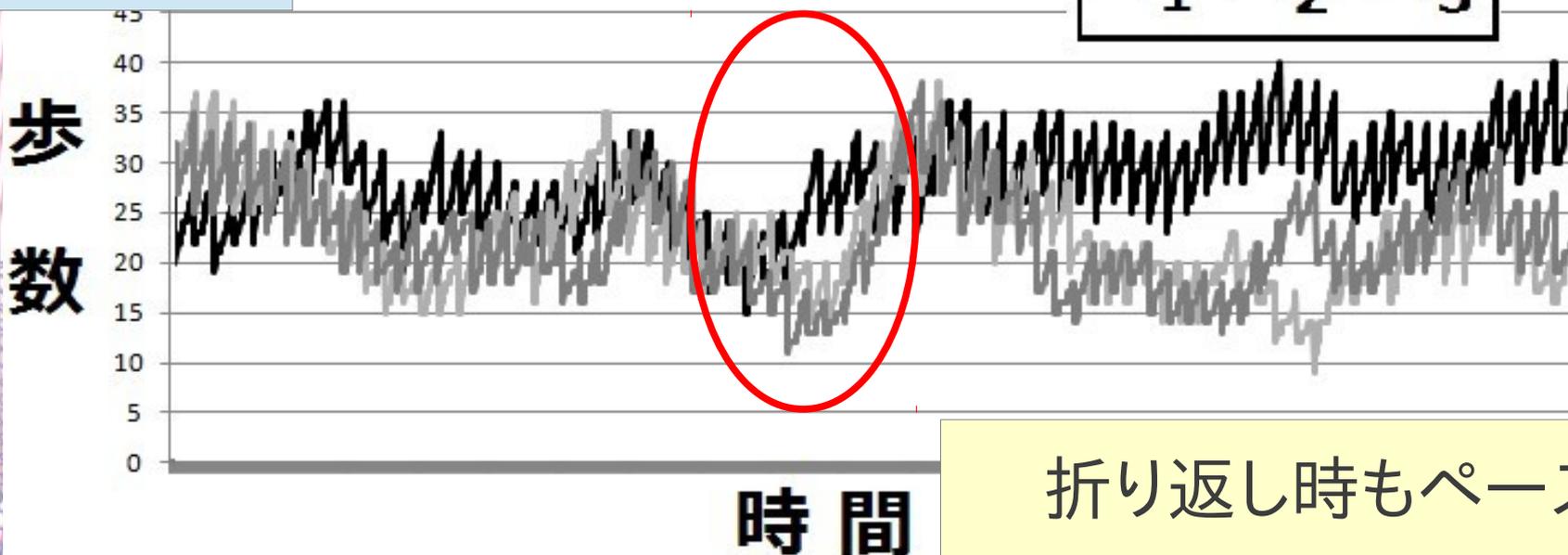
セットごとのペース低下が解消

被験者Aの歩数データ

通常再生



提案手法



実験後のアンケート

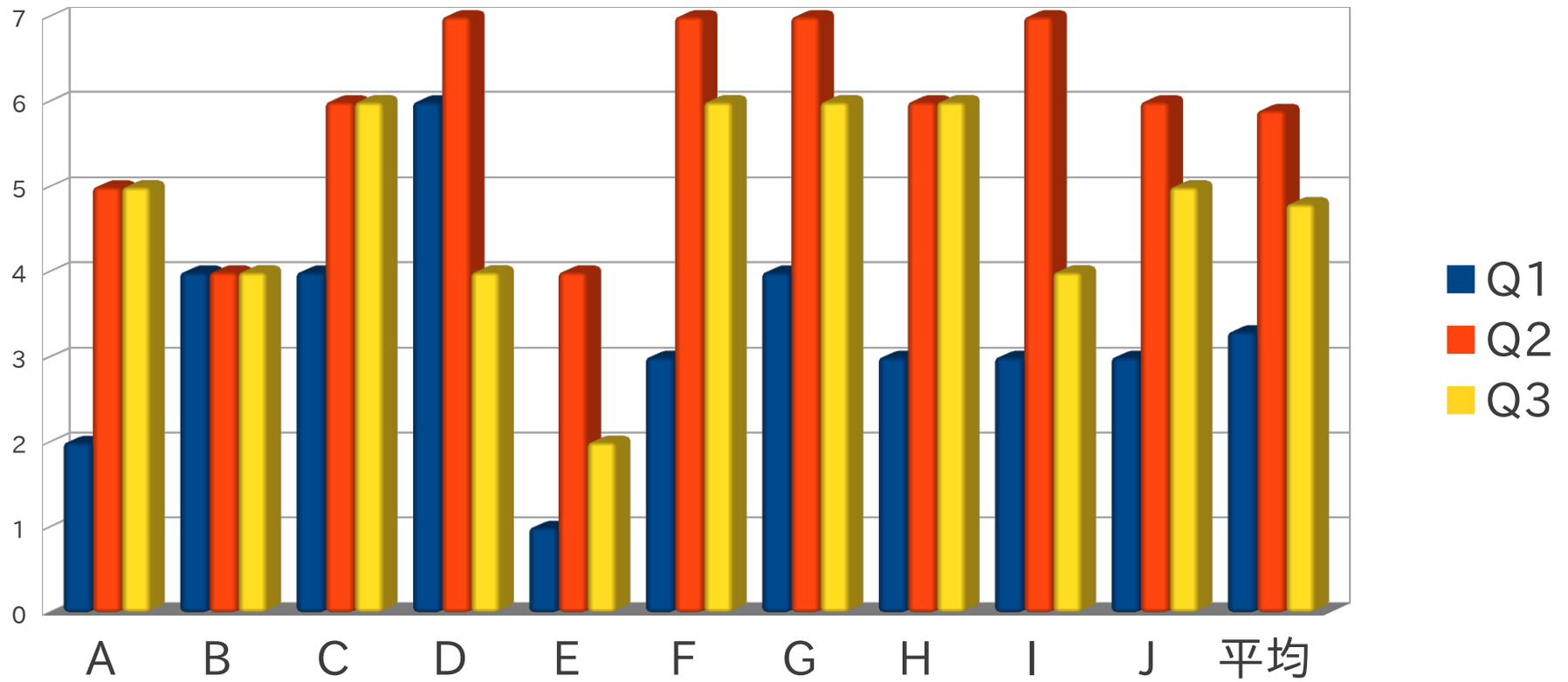
22～23歳の被験者10名に7段階評価でアンケートに回答してもらった。

Q1.音楽が自分のペースに適切に追従したか

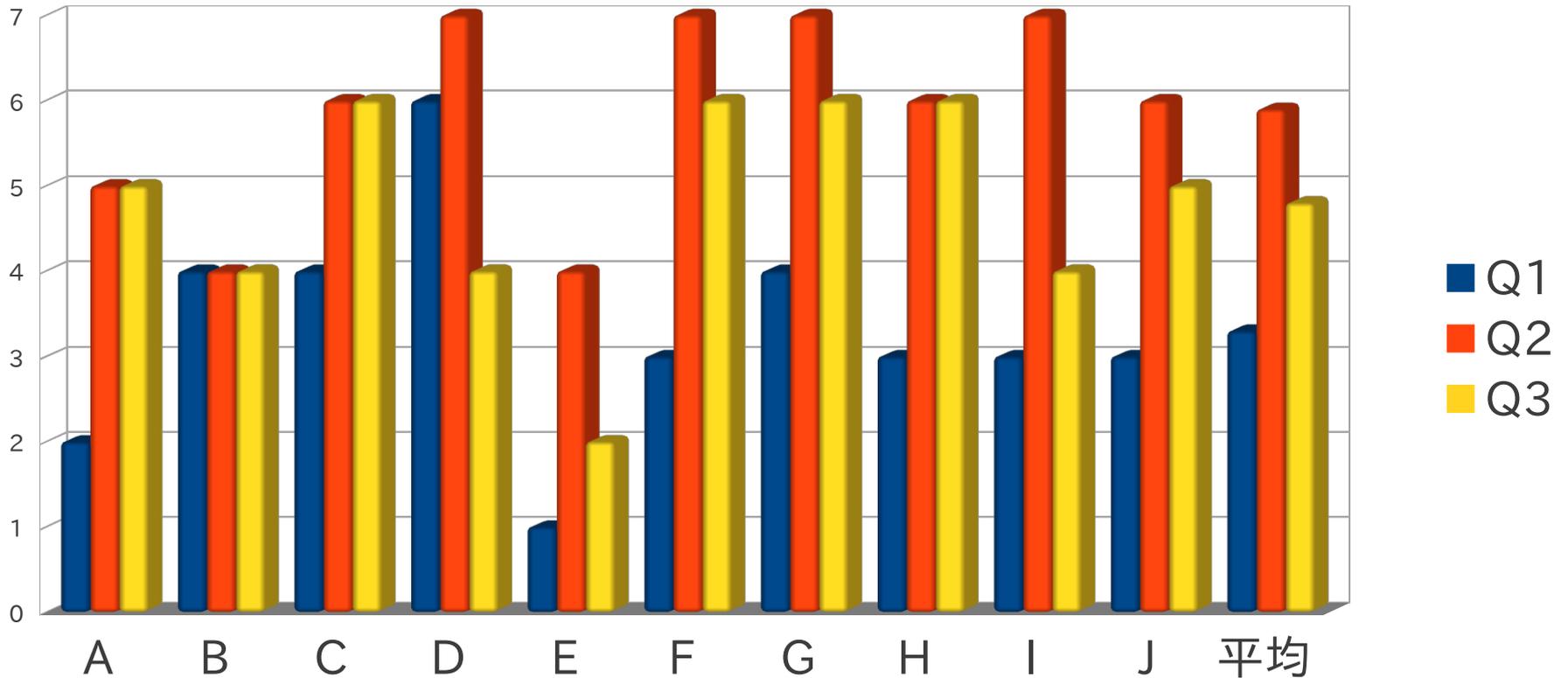
Q2.音楽のペースに意識的に合わせようとしたか

Q3.本システムを使って走りやすくなったか

アンケート結果

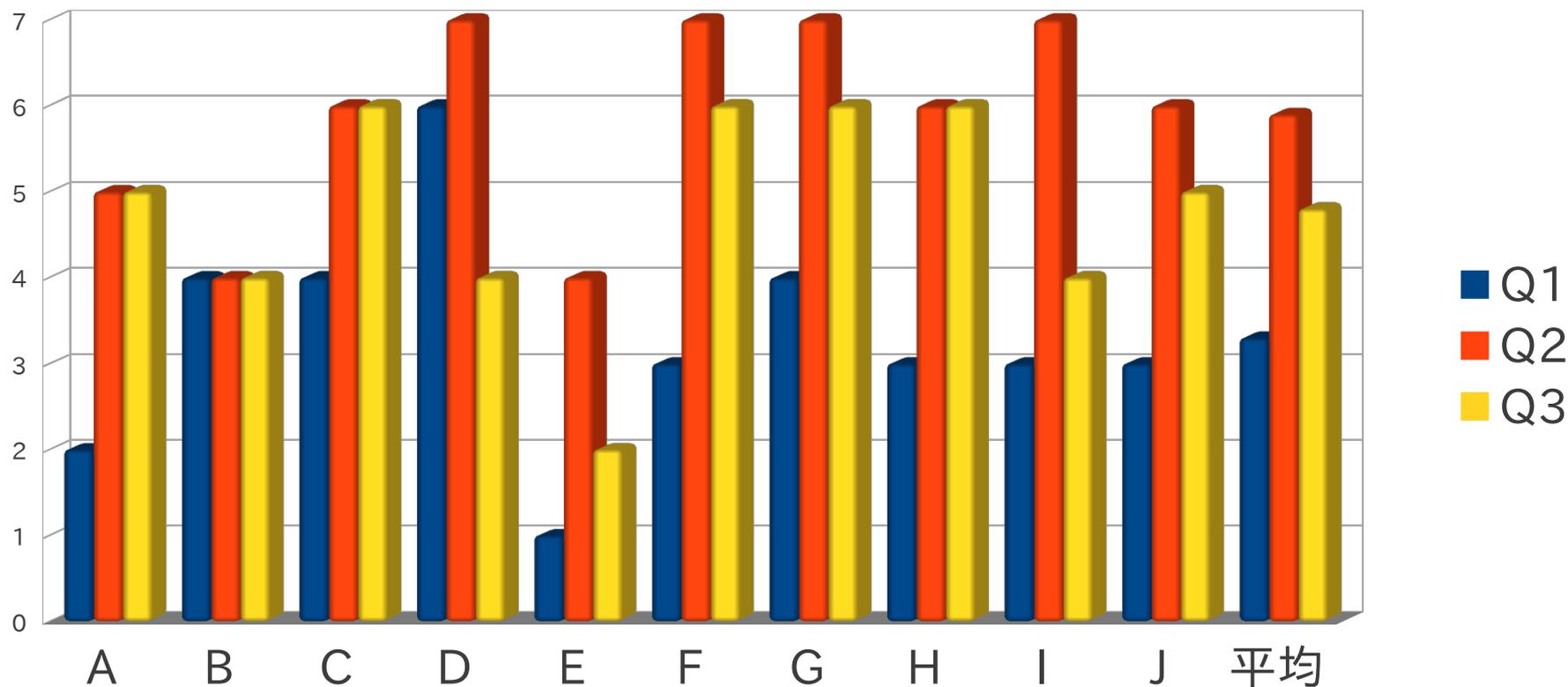


Q1.音楽が自分のペースに適切に追従したか



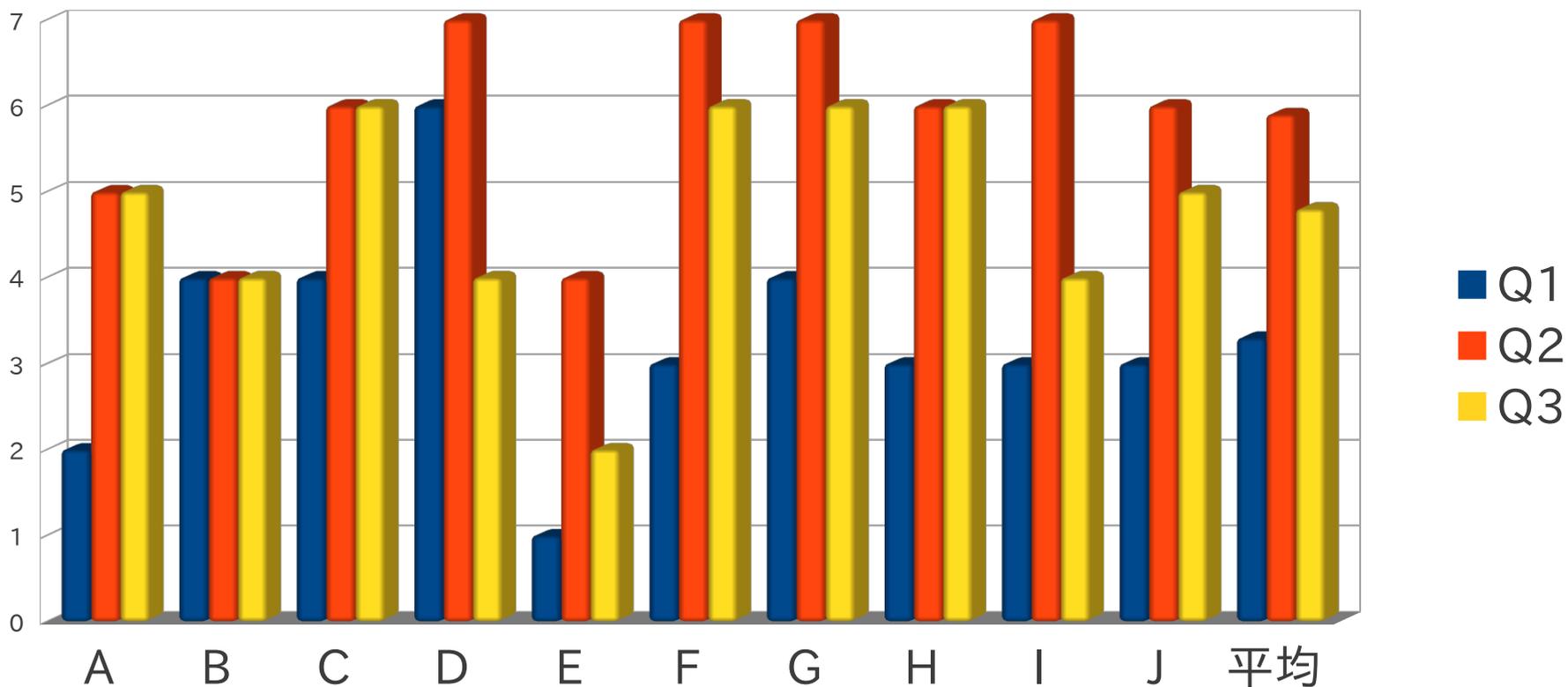
- 実際のペースの変化と再生速度の変化にタイムラグが生じてしまうためだと考えられる。

Q2.音楽のペースに意識的に合わせようとしたか



- 仮説とは異なるが、ペース維持の効果は見られた。

Q3.本システムを使って走りやすくなったか



- 音楽の追従の精度を上げれば、良い結果が期待できる。

おわりに

- 提案手法を用いることでジョギングをサポートできるかを検証した。
- 被験者実験の結果、提案手法によりユーザのペースの維持に一定の効果があることが示せた。

発展への課題

- 加速度値に応じてリアルタイムに再生速度を変化できるように実装する。
- ペースの変化から再生速度の切り替えのタイムラグを埋める。

ご清聴ありがとうございました