

## 楽しく動作の質を向上する健康増進コミュニティ支援技術

西村 拓一<sup>†1</sup> 吉田 康行<sup>†2</sup> 西村 悟史<sup>†1</sup> 大久保 賢子<sup>†1</sup> 鴻巣 久枝<sup>†4</sup>  
長尾 知香<sup>†1</sup> 今泉 一哉<sup>†3</sup> 三輪 洋靖<sup>†5</sup> 中嶋 香奈子<sup>†5</sup> 福田 賢一郎<sup>†1</sup>

**概要:** 生活習慣病の増加や高齢化に伴い、個人的にも国家的にも健康志向となっている。そこで、コミュニティメンバーの身体活動を伴うアクティビティを計測、分析/可視化、再設計（よりよいアクティビティに向けて、よりよい健康状態に向けて等、各参加者の目的に合わせた行動変容のための方略決定）のサイクルを回す健康増進コミュニティ支援技術を構築している。特に障害予防、スポーツ上達、美容効果のために体幹が注目されており、体幹の筋量を増やし強くするための各種トレーニングが紹介されている。しかし、ダンススポーツなどの身体表現分野では、体幹の強さは筋量ではなく体幹のスムーズな使い方であるとの見解が主である。そこで、本稿では、体幹の使い方を評価するために、体幹ひねり動作を取り上げる。実際に、肩や腰を周期的にひねり、ブレが少なく、高い周波数で捻転すると得点上がる評価アプリ Axis Visualizer を開発してきた。今回は、このアプリを改良し、さらに二つの動画を音楽で同期して比較できるアプリを提案する。また、これらのアプリのデータにより教師、理学療法士、生徒たちのコミュニティを形成し、ダンスなどの様々な身体活動コミュニティにおいて楽しく動作の質を向上できる可能性を示す。

**キーワード:** 健康増進, コミュニティ支援, 動作の質, 体幹, 障害予防

## Health Promotion Community Support Technology to Enhance Motivation and Quality of Motion

TAKUICHI NISHIMURA<sup>†1</sup> YASUYUKI YOSHIDA<sup>†2</sup>  
SATOSHI NISHIMURA<sup>†1</sup> SATOKO OKUBO<sup>†1</sup> HISAE KONOSU<sup>†4</sup>  
TOMOKA NAGAO<sup>†1</sup> KAZUYA IMAIZUMI<sup>†3</sup> HIROYASU MIWA<sup>†5</sup>  
KANAKO NAKAJIMA<sup>†5</sup> KEN FUKUDA<sup>†1</sup>

**Abstract:** Today, the ratio of the lifestyle-related diseases has increased to approximately 30%, and Nation as well as people is getting more and more health-conscious. In particular attention has been made to core or trunk because it is key for injury prevention, sports progress, and beauty. And various training methodologies have been proposed to increase the muscle mass of the trunk. However, in the physical expression fields such as dance sport, the strength of the trunk is mainly influenced by smooth use of the trunk rather than its muscle mass. In order to evaluate the use of the trunk twist movement, we proposed two trunk torsion standard movements and a new trunk twist model. We also developed an evaluation application “Axis Visualizer” that score goes up when you twist the shoulders or hips smoothly with axis fixed and high frequencies. The aim of the application is to support trainers and coaches to visualize the use of customers’ trunk and to increase the training effect. In this paper, we improve the Axis Visualizer in the point of sound feedback, rotation movement evaluation and score ranking. We also propose an application which enable two video comparison synchronizing based on music. And how to develop health promotion community, including teachers and physical therapists utilizing the data from those applications will be discussed.

**Keywords:** Health Promotion, Community Support, Quality of Motion, Trunk, Injury Prevention

### 1. はじめに

日本は、世界に先駆けて超高齢社会を迎え、医療・介護サービスを支える社会保障制度の存続性も危ぶまれる事態に直面している。我が国における、65歳以上の高齢者人口

は、2014年過去最高の3,300万人となり、総人口に占める割合（高齢化率）も26.0%となった[1]。2012年度の国民医療費は39兆2,117億円と、前年度に比べ6,267億円もの増加となっている[2]。また、同年の介護保険給付費は8兆7,570億円にもものぼる[3]。さらに2025年には団塊の世代が後期高齢者（75歳以上）に達することによる介護・医療費等の社会保障費の急増が懸念されている[4]。

そこで、医療・介護費削減に向け、より加速的に、公費負担のみならず保険料、自己負担をも抑制していく取り組みが必要である。特に、今日では病原菌による病気より、個々人の生活習慣病の割合が2010年に約3割（約8兆円）となっている[5]。このような背景から、個人、産業、国家

<sup>†1</sup> 産業技術総合研究所 人工知能研究センター  
AI Research Center, AIST

<sup>†2</sup> 東京工業大学 大学院社会理工学研究科  
Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

<sup>†3</sup> 東京医療保健大学 医療情報学科  
Faculty of Healthcare, Tokyo Healthcare University

<sup>†4</sup> 公益社団法人 日本ダンススポーツ連盟  
Japan Dance Sport Federation

<sup>†5</sup> 産業技術総合研究所 人間情報研究部門  
Human Information Research Institute, AIST

で健康寿命延伸を目指して、健康志向というライフスタイルのニーズが高まっている。既に、従来の行政主導型の施策だけではなく、民間のスポーツクラブなど健康関連産業の積極的な医療機関や自治体との連携[6]、民間の健康保険組合などの予防医学的な取り組み[7]、そして地域住民に主体性を持たせるようデザインされた地域包括ケアシステム[8]など、様々な取り組みがなされている。

このような背景の中で、特に怪我予防、スポーツ上達のために体幹が注目されている。体幹を強くするため、筋量を増やすための各種トレーニング、Core Training が紹介されている[9][10]。しかし、競技ダンスの世界などでは、体幹の強さは筋量ではなく体幹と四肢と調和した使い方であるとの見解が主である。そのために、トレーナーが顧客の体幹向上を定量的に実施することを目指し、体幹ひねり動作を評価するアプリ Axis Visualizer を開発してきた。肩や腰を連続的にひねり、ブレが少なく、高い周波数で捻転すると得点上がるアプリである[20]。しかし、サウンドフィードバックが動作時の加速度の大きさによっては適切に動作なかった。また、分析結果の一覧機能がなく他者との比較や過去の自己との比較も手間がかかった。結果計算においては、左右方向の加速度のみを使用しており、体幹ひねり動作時の円弧運動を適切に評価できていなかった。

そこで、本稿では、このアプリに関して、コミュニティで活用する際に有効と考えられるサウンドフィードバック手法を改良しスコアのスコアランキング機能を追加する。また、前後方向の加速度も用いることで分析結果表示の改良を行った。さらに、お互いの動作を動画像で音楽に基づき同期した上で比較できるアプリの提案とそのコミュニティでの活用方法を提案する。

次節では体幹の強さに関して論じ、3節で既に提案した体幹捻転バネモデルと体幹の評価法を改良する。4節では、改良した体幹の使い方を評価するアプリ Axis Visualizer とその簡易評価結果を示し、5節で動画比較アプリ Dance twice を提案する。6節で、我々が進めている健康増進コミュニティ支援の全体像を紹介し、7節でまとめる。

## 2. 「体幹の強さ」とは？

### 2.1 一般的な「体幹の強さ」

体幹の強さを論じるため、運動学にもとづいた姿勢、運動、動作、行為の中村による定義[12]を以下に挙げる。

- 姿勢(posture)

構え(attitude)と体位(position)の2つの要素からなり、構えは頭部体幹、四肢の身体各部分の相対的位置関係を示す。つまり関節角度の測定などで表示することが可能である。一方、体位とは、身体軸と重力との関係を表すもので、立位、背臥位(仰向け)などと表示できる。

- 運動(movement)

姿勢の経時的変化によるものである。つまり、体位と構えの変化として記述される。

- 動作(motion)

運動によって具体的に行われる課題として行動を分析する単位である。

- 行為(action)

行動が示す意味や意図との関連でとらえる際の単位となる。

例えば、うなずきという動きは、「頭頸部が前方に10°動く」運動、「頭頸部屈曲=うなずき」動作であり、「相手の話に同意する合図」の行為である。ここで、改めて言及しておきたいのは、運動の量よりも動作の質の問題を明確にしていくことは、今後の超高齢社会において、人々を健康寿命向上に導ける一つのキーポイントになるという点である。つまり、起きる、立つ、歩くなど日常生活動作のほとんどは、抗重力位での動作であるため、どのような姿勢で行うかによって、同じ動作でも主に使われる筋が変わり、またその筋収縮パターンも変わる点に着目しなければならない。

不良な姿勢から生じる不良な動作パターンは、筋骨格系疼痛症候群を生み出す。これらを体系的に理論化したMSIアプローチでは、運動・動作を修正することでメカニカル・ストレスを軽減し痛みの予防や治療を可能にしている[13]。痛みの予防や治療は、言うまでもなく日常生活における活動性に直結しているため、非常に効果的かつ効率的な健康増進、介護予防の介入手段の一つである。

もう一つ、この分野で応用可能な理論として、システム理論が挙げられる。Bernsteinは、ある行為を達成させようとする時に、身体各部が連携して運動の自由度を減少させるような機能的機構が存在するとし、これをsynergyと呼んだ。そして重力のような外部からの力と身体のような初期条件との相互作用に対し、運動制御には相互に協調して働く多くの系(例えば筋骨格系、神経系など)が分散されている可能性を示唆した。Shumway-CookとWoollacottは、この他の様々な運動制御理論の概念を取り込み、運動というものは単に筋特異性運動プログラムあるいは画一的反射の結果ではなく、知覚系、認知系、活動系間の動的相互作用の結果から生じるものである、としたシステム理論を唱えている[14]。

この理論を応用し、例えば筋力低下など機能障害そのものへのアプローチよりも、歩行など動作そのものを繰り返し練習していくことで様々な系による運動制御によって、実際に筋力といった単一的な機能に改善があまり見られないにも関わらず、歩行自立度の改善といった能力向上が図られることが、免荷式歩行練習などをリハビリテーションに応用することで実証されてきている。システム理論は、MSIアプローチと共に健康増進、予防医学に応用すべき知見であると考えられる。つまり、単に筋力、関節可動域といっ

た単一の機能を評価するのではなく、神経-筋の協調性や関節覚などを総合的にとらえ、動作パターンの質をより簡便にかつ妥当に評価・可視化することで、傷害予防および障害があっても二次的な機能不全を招かない、最適な動作パターン、動き方の学習・獲得を可能とすることが望まれる。一方で、多くの健康増進・予防活動の指導を行うサービスの現場では、いまだに筋力トレーニングに重きをおいていることが多々見受けられる。

体幹は胴体であり、①姿勢を維持し支える役割、②動きを生み出す土台としての役割、③軸としての役割の3つの役割があるとされる[11]。そして、この体幹に関しても体幹力、体幹を鍛える、Core Trainingなどの用語が流布し、腹直筋などの表層マッスルや腹横筋などの深層筋群の筋量を増やすためのプランク、エルボートウ、呼吸法などが提唱されているのが現状である[9][10][11]。

## 2.2 ダンススポーツでの「体幹の強さ」

一方、ダンススポーツなど身体表現系のスポーツでは、「あるスポーツ医学論文(Med, Sci. Sports Exec. 36: 926-934, 2004)によるとコアの安定性は「運動制御と腰椎・骨盤・股関節複合体の筋機能によりもたらされる」[15]とあるように、単なる筋量ではなく、深層筋群から表層筋群までの滑らかな使い方であることが知られている。

特に体幹を腹横筋や腹斜筋でコルセットのように引き上げることで、捻転すれば元に戻り、足を開くことで体幹が分かれても足先から元に戻る力が自然と発生し、このバネ振動のような動きのつながりにより効率的にダイナミックな動きを実現していると説明される。意識としては、足先と胸中央までが繋げることで、絶えずスムーズに発揮筋力最小で床を捉えている。通常、深層筋群から駆動し、動きの激しさに応じて表層筋群が連携して補強している。

## 2.3 ダンススポーツでの体幹の動き

WDSFの教本「ルンバ」[16]を参考にすると、体幹の変化は以下のような4種類がある。

### ①左右方向への骨盤の水平移動 (図1左)

骨盤も肩のラインも水平に保ちつつ、左右へ水平移動

### ②骨盤の左右の傾斜 (図1中)

左側のボディが垂直方向に圧縮され右側が伸びることで、左肩と左腰が近づき、右肩と右腰が離れる。左右反対もある

### ③骨盤の前傾と後傾 (図1右)

骨盤の上の部分が前へ、または下の部分が後ろへ移動することで骨盤が前に傾く。反対は後傾となる

### ④体幹の捻転

骨盤も肩のラインも水平に保ちつつ、体幹の垂直軸の周りを捻転する

他にも胸を出したりへこめたり、体幹は様々な動きとなる。動作は、スタンダードの場合は、四肢や頭部と連動する場合が多く、ラテンの場合は、胸部から上と下で動きが

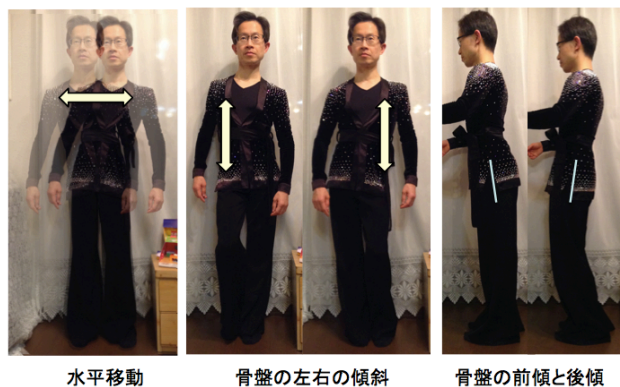


図1 ダンススポーツにおける体幹の動き (一部)  
 Figure 1 The movement of the trunk of Dance Sports (examples)

連動しないよう、つまり、上の部分が動かず、下の部分のみが連動して滑らかに動かすことが多い。

本稿では、歩行や回転動作で使われる、肩ラインと腰ラインの垂直軸方向の角度が変化する体幹捻転を取り上げる。

## 3. 体幹捻転バネモデルと評価法

本節では、すでに提案した体幹の捻転運動をバネモデルで記述する手法を説明する。まず、次節にて従来の体幹モデルを概説する。

### 3.1 既存の体幹モデル

身体のモデルとして最も詳細なものは筋骨格モデル[17]である。体幹部分も詳細にモデル化しており、複雑な動きを記述することができる。しかし、本目的のような捻転動作のモデル化は多数のパラメータが関与するため、困難である。また、歩行時の身体モデルは腰から下となっており、今回の目的にはそぐわない。身体全体のモデルの場合でも通常は体幹部分は質点モデルまたは円筒モデルとなり、捻転動作がモデル化された例は見つかっていない。身体をねじって歩行するモデルも存在するものの、今回のように捻転を繰り返す動作を記述することは想定されていない。

### 3.2 提案の概要

本提案では、体幹の動きを評価する方法を提案する。まず、図2のように体幹の動かし方の良さが評価しやすい動作として、体幹捻転の基準動作を選定し、体幹の捻転運動をバネモデルで表現することを提案した。また、計測方法としては、実験室でのみ実現可能なモーションキャプチャや床反力系を用いる方法とともに、携帯端末の加速度センサを活用する方法を提案した[20]。

### 3.3 体幹捻転基準動作

体幹の捻転について、動かし方の良さが評価しやすい動作として、以下の3種類とした。

以下、いずれの場合も、胴体は腹横筋や腹斜筋で上下に伸展し、垂直方向の軸を中心にリラックスして捻転する。

- 初級動作：肩の捻転運動 (足を開いて)

図3左のように足を肩幅程度に開いて立つ。頭を動かさないようにしながら、肩から捻転運動を行う（腰も自然に捻転する）。ゆっくり動かす場合は、肩と腰はほぼ同位相、速い周期で動かす場合は、ほぼ逆位相となる。

- 中級動作：腰の捻転運動（足を閉じて）

図3右のように足を閉じて立つ。胸から上を動かさないようにして腰の捻転運動を行う。実際は胸の部分が腰とほぼ逆位相で小さく捻転する。

- 上級動作：クカラチャアクション[18]

足を肩幅程度に開いて立ち、左右に重心を変化させる。この際、胸から足先まで絶えずつながるように動くため、骨盤は上から見ても後ろから見ても8の字の運動となる。本動作は、ダンススポーツ経験者でも上級者がスムーズに実現できるため、本稿では取り扱わない。

### 3.4 体幹捻転バネモデル

本節では、体幹捻転時の動きをバネモデルで記述することを提案した。

$$F = -k\theta \quad (1)$$

ここで、

F: 垂直軸方向の力

$\theta$ : 捻転角度（骨盤に対する肩のラインのねじれ角度）

k: バネ定数( $k_p + k_a$ )

$k_p$ : 受動的に体幹のねじれが戻るバネ定数

$k_a$ : 深層筋群による体幹軸周りのなめらかな力。ねじる方向の力と戻す方向の力がある。

とする。つまり、体幹の捻転運動は、能動的な筋による駆動として表層筋群による衝撃的直線的な力より、深層筋群による体軸周りの力によって駆動されつつ、受動的に体幹のねじれを戻す力と連携することで、捻転運動が発生するという考え方である。 $k_p$ は、深層筋群の活動により上昇すると考えられるが、今後実測していく予定である。実測の結果、非線形になることも考えられ、その場合は、このモデルの改良を行う。また、 $k_a$ は、同じ深層筋群のねじれを加速する軸周りの捻転力によって上昇するが、やはり周波数を徐々に変化させながら捻転動作を筋活動、モーションキャプチャ、床反力計などで計測しモデル精度を向上することが今後の課題である。このモデルでは、

$$\text{振動周波数 } f = 1/2\pi \sqrt{(k/M)} \quad (2)$$

M: 回転モーメント

となる。

次に、本モデルによる体幹指標（Axis Index）を以下のよう

$$\text{体幹指標} : f(\text{Naturalness, Elasticity, Position}) \quad (3)$$

## Axis Visualizer : 体幹ひねりで楽しく健康 !

- Visualize Quality of Motion(QoM) -  
 産業技術総合研究所 人工知能研究センター

怪我予防  
 上達支援へ

- 端末を胸部に押しあて、2種類の回旋動作で評価
- 体幹回旋バネモデルで評価(安定してスムーズか、速く回旋できるか)
- 体幹評価: ピーク比率×ピーク周波数

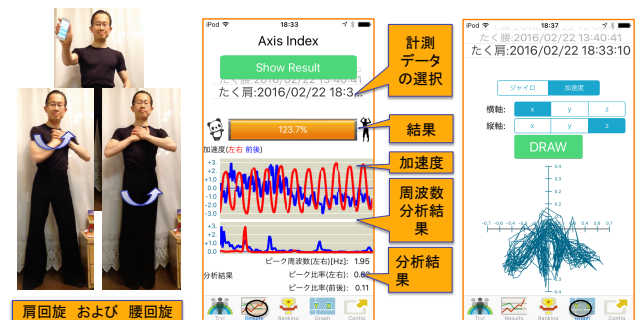


図2 提案の概要

Figure 2 Proposed methods.



【初心者】肩の回旋運動(足を開いて)

【中級者】腰の回旋運動(足を閉じて)

図3 体幹捻転基準動作

Figure 3 Body Rotation Basic Movements.

- **Naturalness**: 自然さ  
 表層筋群を使わず、深層筋群で必要十分な力で稼働することで、軸からのブレが少なく、式(1)の運動のみとなり正弦波に近づく。胸から足まで調和、コーディネーションされた動きとなる。次節のアプリでは、ピーク比率（ピークのパワーを全体のパワーで割った値）で Naturalness を近似する。
- **Elasticity**: 弾性  
 振動周波数、つまり復元力（バネ定数）の平方根に比例する値とする。高い周波数で捻転動作を行えるということは、より弾性が強く捻りを戻す力が強いことを意味する。周波数であるため、単位は [Hz] or [s<sup>-1</sup>]となる。この場合、ばね定数を体幹の回転モーメントで割った値の平方根に比例するため、胴体が大きければそれだけ強い力が必要となる。
- **Position**: 捻転中心からのセンサ位置  
 姿勢によって捻転中心が前の方であったり、後ろの方へずれる。これは、センサの軌道をプロットすることで把握できる。

### 3.5 計測方法

体幹捻転動作時の身体動作をモーションキャプチャおよび床反力系で計測する。これにより、前節の指標を算出し、さらに体軸のブレや体幹と四肢のつながりを計測できる。

しかし、通常、トレーナーやコーチが顧客を指導する現場ではスペースや資金の制約で困難である。そこで、携帯端末内臓のセンサで代用することを考えた。次節のアプリの初期バージョンでは、体幹の動きを見るために、仙骨の上に腰痛ベルトで端末を押し当てて計測した。また、次節では、ユーザが端末を手に持ち胸や肩に押し当てることで体幹の動きをセンシングする方法を改良する。

#### 4. Axis Visualizer の改良

##### 4.1 概要

Axis Visualizer は、3 章で提案した体幹捻転バネモデルに基づいて体幹の強さを測定するアプリケーションである。これは、iOS 上で動作し、iPod touch 等に備わっている加速度計を利用して、体幹の強さを計測し 2 種類の可視化により簡易な分析機能を有する。

本アプリケーションの主な特徴は、以下の 3 点である。

- 体幹捻転バネモデルに基づく計測方式の採用
- 特別な装置を必要としない簡易な計測方法の実現
- 計測結果の直感的な可視化

計測の手順は、

1. 体調確認
2. 動作の練習
3. 計測方法の練習
4. 計測 (12 秒間)
5. 結果の可視化
6. データの外部出力

によって構成される。特に、手順 4.における計測方法は 3.3 節で述べた 2 種類の方法で可能であり、それらの方法に習熟した場合には手順 2. 3.は省略することができる。同様に、手順 6.は必要に応じて行う。

次節以降で、手順 4.におけるアプリケーションの改良、手順 5.における 2 種類の結果の可視化の改良について説明する。

##### 4.2 計測：サウンドフィードバックの改良

計測時にサウンドフィードバックを導入することにより、計測者に意識させることなく自然に適切な動作を促すため、回旋方向が変化するタイミングに合わせて音が鳴る機能を実装した。

しかし、既に実装したサウンドフィードバックのアルゴリズムは、固定閾値以上の加速度となった場合に、「シャリン」という音を再生している。そのため、若干タイミングがずれたり、加速度が小さいゆっくりした動作の場合は鳴らない場合も多い[20]。

そこで、動きに合わせて閾値を動的に変化させる改良を行った。今回は、過去 N 秒間 (実装時は N=2) の加速度の最大値  $a_{max}$  と最小値  $a_{min}$  を求め、0 より大きく 0.5 より小さい値  $\theta_r$  を用いて

$$\text{上限の閾値 } \theta_{max} = a_{max} - (a_{max} - a_{min}) \cdot \theta_r$$

$$\text{下限の閾値 } \theta_{min} = a_{min} + (a_{max} - a_{min}) \cdot \theta_r$$

とした。加速度が上限の閾値  $\theta_{max}$  より大きくなった場合および下限の閾値  $\theta_{min}$  より小さくなった場合に音を鳴らす。計測者の動きの加速度の大きさに関わらず、回旋方向が変化するタイミングに合わせて音が鳴っているように感じる条件を簡易実験で確認し、 $\theta_r=0.2$  で実装した。

計測画面は図 4 のように、ニックネームを入力し、スタートボタンをタップすることで計測が開始されタイマー終了時か、ストップボタンをタップすることで計測終了する。

##### 4.3 結果表示の改良

計測結果の可視化の一つ目として、動作のピーク比率にピーク周波数を乗じた値を「評価結果」として提示する。計測時のサンプリングレートは 50Hz で、FFT:512 タップ、サンプリング時間：10.24 秒にて実装した。

図 5 に分析結果画面を示す。図上部の百分率で示す数値はピーク比率にピーク周波数を乗じた値であり、計測結果



図 4 計測画面

Figure 4 Body Rotation Basic Movements.

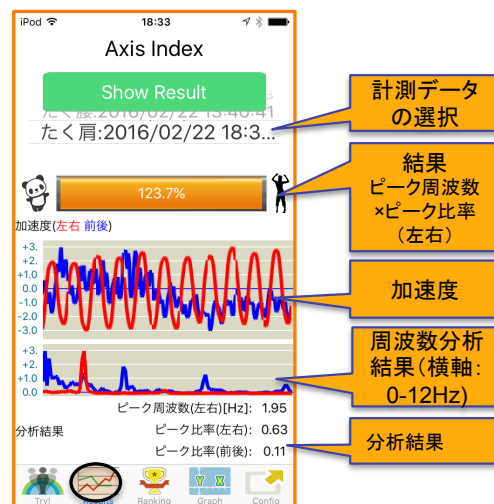


図 5 体幹の強さ計測結果の Axis Visualizer による表示

Figure 5 Result image of measuring strength of Core.



図 6 ランキング表示画面

Figure 6 Image of ranking results.

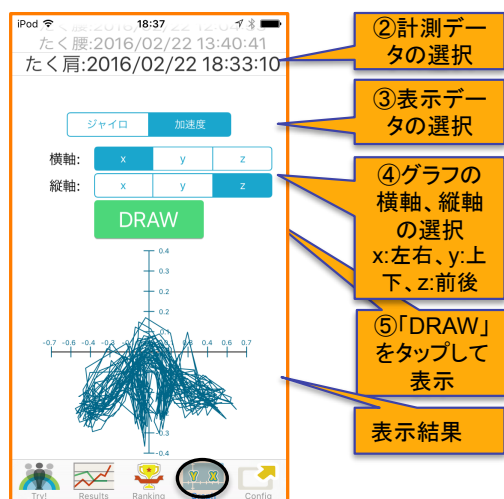


図 7 加速度の 2 次元表示

Figure 7 Two dimensional result image of accelerometer.

を直感的に理解することができる。図 5 中央のグラフは加速度を示しており、赤線は左右 (X 軸) 方向、青線は前後 (Z 軸) 方向の加速度である。その下にはピーク比率とピーク周波数の値が提示される。最下段のグラフには、周波数分析結果が提示され、計測時にどの周波数成分が多く得られたのかが示される。ピークが少ないほど安定した周波数で捻転運動が行われていることを示す。

ピーク比率は、ピークパワーを全パワーで割ったものであり、今回は、ピークパワーを最大パワーの-2 から 2 タップの和 (約 0.5Hz を積分) して求めた。

#### 4.4 ランキング表示機能の追加

本アプリの結果を一覧で比較できることで、自己の動きの質の変化や他者と違いを把握でき新たな知見やモチベーションが得られると考えられる。そこで、新たに図 6 に示すランキング機能を実装した。結果のスコアの高い順に表示

されている。

#### 4.5 簡易分析可視化の表示改良

簡易分析可視化機能では、加速度とジャイロの 2 つの観点から、X 軸、Y 軸、Z 軸の内の 2 つを選択し、二次元平面上にグラフを描画する。これにより、計測時の自分の動作が可視化され、直感的に理解できる。図 7 に X 軸、Z 軸における加速度をプロットしたグラフを示す。

この機能を用いることで、計測者は自分の動きを直感的に理解するとともに、前回計測時、もしくは他人の計測結果との相関や再現性を理解することに役立つ。

#### 5. 動画比較アプリの提案と将来

本節では、2 節で示した体幹の動きを動画で比較できるように、図 8 に示すような利用イメージで、二つの動画を同期して比較できるアプリ Dance twice を開発した。また、図 9 には、片方の動画のフレームを先送りし、二つの動画を同期する様子を示した。現在、iTunes で公開している。

この Dance twice は、動画で比較することで定性的に動きの質の違いを把握し、健康増進コミュニティ活用されることを想定している。その場合、過去の自分との比較、友達同士の比較、先生との比較が想定できる。また、動きの違いを教師だけでなく理学療法士などが指摘することでより多視点の知見が得られ、動作の向上や障害予防に役立つ。そこで、同じ動きを同じ音楽と視点で撮影した動画を送付すると専門家から指導をもらえるサービスを考えている。

また、将来的には、音楽情報技術によるビートトラッキングにより、音楽のビートごとに姿勢を比較したり、画像処理技術により姿勢や動きを定量化したり、加速度センサなどと融合したい。これにより、専門家が今までの数倍の生徒をより高い品質で指導できることを目指している。

■ dance twice [free] (ダンス動画比較アプリ) 使い方

1 同じ音楽、同じ振り付け、同じ場所で2回踊ってビデオ撮影する



2 dance twiceを立ち上げて、その2つのビデオを選択する



3 時刻のスレをなくす (同期)



4 再生したり途中で止めて 動きや姿勢を比較する



図 8 Dance twice の利用イメージ  
 Figure 8 Usage image of Dance twice.



図 9 二つの動画を時刻同期する様子  
 Figure 9 How to synchronize two videos.

## 6. 健康増進コミュニティ支援

本節では、我々が進めている健康増進コミュニティ支援 [19] を説明し、今回改良した Axis Visualizer と Dance twice の位置付けを示す。健康増進コミュニティ支援とは、図 10 に示すように、身体活動を伴うアクティビティを組織内で行いながら、コミュニティ参加者のアクティビティを計測、分析/可視化、再設計（よりよいアクティビティに向けて、よりよい健康状態に向けて等、各参加者の目的に合わせた行動変容のための方略決定）のサイクルを回すことを意味

する。このサイクルを回すことで、健康増進コミュニティの活性化が期待できる。さらには、図 11 のように技術面で計測データや再設計の知見をデータベースに蓄積し、(匿名化などの必要な処理を施した後に) 他の組織内における健康増進コミュニティと情報・知識共有することが可能となる。これにより、一つのコミュニティで得られた有益な情報や知識は他のコミュニティで活用され、日本国内における健康増進コミュニティ全体の底上げが期待できる。

Axis Visualizer は、そのような健康増進コミュニティ支援の枠組みの中で、参加者の体幹の強さを計測するためのツールとして位置付けられる。体幹の強さは、競技ダンスをはじめとする様々な身体活動を伴うアクティビティが、怪我なく実施出来ているか、効果的に実施出来ているかを測る一つの指標となり得る。Axis Visualizer により、体幹の強さを各コミュニティにおいて自律的に計測可能になることで、健康増進コミュニティ全体の活性化の一助になることが期待できる。

## 7. おわりに

本稿では、Axis Visualize について、コミュニティで活用する際に有効と考えられるサウンドフィードバック手法を改良しスコアのスコアランキング機能を追加した。また、前後方向の加速度も用いることで分析結果表示の改良を行った。さらに、お互いの動作を動画像で音楽に基づき同期した上で比較できるアプリ Dance twice の提案とそのコミュニティでの活用方法を提案した。

今後の課題として、モーションキャプチャや床反力計を用いた計測により、体幹捻転モデルを精緻化することおよび、そのモデルと主観評価との対応付けを実施したい。また、Axis Visualizer を実際に指導の現場で活用していただき、体幹捻転モデル、分析結果の表示方法、結果記録の保存共有方法などを改良していく。さらに、他の体幹動作に関してもモデル化と評価技術を構築し健康増進コミュニティ支援を推進したい。

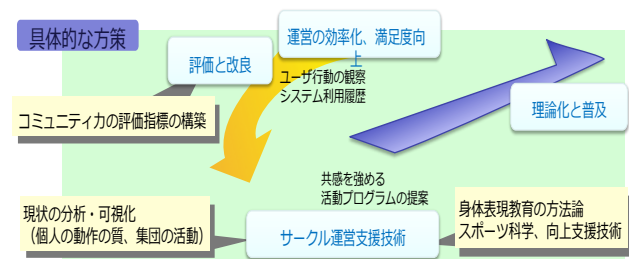


図 10 健康増進コミュニティ支援の全体像  
 Figure 10 Health promotion community support.

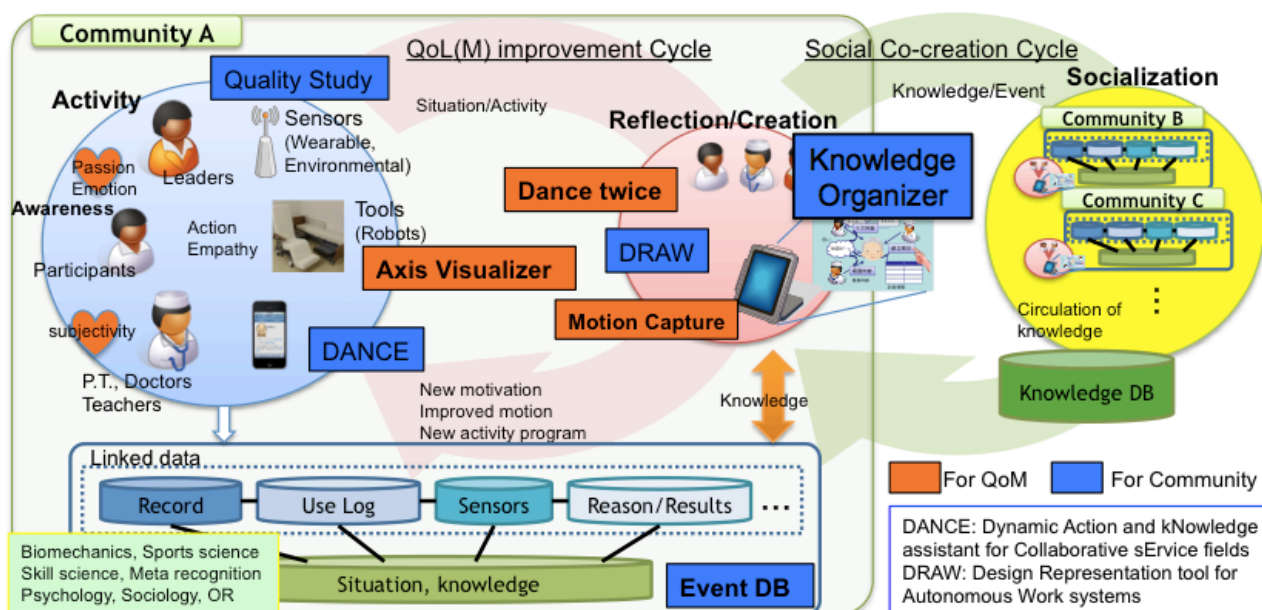


図 11 健康増進コミュニティ支援の全体像 (技術)

Figure 11 Health promotion community support(technical side).

**謝辞** 本成果の一部は、経済産業省ロボット介護機器開発・導入促進事業、NEDO「次世代ロボット中核技術開発事業次世代人工知能技術分野および科研費(24500676, 25730190)で実施された。また、お台場健康増進プロジェクトのメンバーおよびつくば健康増進プロジェクトのメンバーには、日頃から運動することにご協力頂いた皆様に、謹んで感謝の意を表する。

**参考文献**

[1] 平成 27 年版高齢社会白書, 内閣府,  
<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/html/zenbun/index.html>

[2] 平成 24 年度 国民医療費の概況, 厚生労働省,  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/12/index.html>

[3] 平成 24 年度 介護給付費実態調査の概況, 厚生労働省,  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyoo/12/index.html>

[4] 社会保障制度改革の全体像, 厚生労働省,  
[http://www.mof.go.jp/comprehensive\\_reform/setsumeikaikoro.pdf](http://www.mof.go.jp/comprehensive_reform/setsumeikaikoro.pdf)

[5] 医療費などと疾病の関係を見る, 厚労省,  
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/chiiki-gyousei\\_03\\_05.pdf](http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/chiiki-gyousei_03_05.pdf)

[6] 医療産業研究会フォローアップ会合 説明資料, 経済産業省,  
[http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004627/000\\_01\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004627/000_01_01.pdf)

[7] 健康づくり取り組み事業場の事例紹介, 中央労働災害防止協会, <https://www.jisha.or.jp/health/case/>

[8] 地域包括ケアシステム, 厚生労働省,  
[http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi\\_kaigo/kaigo\\_koureisha/chiiki-houkatsu/](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/)

[9] 体幹力を上げるコアトレーニング, 木場 克己 (著), 成美堂出版 (2011).

[10] 女子の体幹プログラム, 森 俊憲, 日本文芸社 (2015).

[11] 体幹を鍛える, 2015 ダイエットに効果/自宅でできる体幹トレーニング, <http://www.natural-diet.jp/taikantraining/>

[12] 中村隆一, 齋藤宏: 基礎運動学, 医歯薬出版, 1976.

[13] Shirley A.Sahrmann: 運動機能障害症候群のマネジメント, 医歯薬出版, 2005.

[14] Anne Shumway-Cook, Marjorie Woollacott: モーターコントロール, 医歯薬出版, 1999.

[15] ダンススポーツとコアの安定性に向けた神経系支配, 伊藤定,  
<http://yokohama-dsf.jdsf.or.jp/wp-content/uploads/2011/01/dc57a5e94af4f8f6edd4571d0b8bed41.pdf>

[16] WDSF ダンススポーツ教本・DVD, 公益社団法人日本ダンススポーツ連盟,  
<http://www.jdsf.or.jp/index.php/commerce/goods/instruction>

[17] Y. Nakamura, K. Yamane, I. Suzuki, and Y. Fujita:  
 "Somatosensory Computation for Man-Machine Interface from Motion Capture Data and Musculoskeletal Human Model," IEEE Transactions on Robotics, 2004.

[18] ルンパのクカラチャの時の体重移動とヒップムーブメント,  
<http://socialdance.asia/ラテン/ルンパのクカラチャの時の体重移動とヒップムー/>

[19] 長尾 知香ら, 健康促進サービスの基盤となるコミュニティ支援技術の検討, サービス学会第 2 回国内大会, 2015.

[20] 西村 拓一ら, Axis Visualizer: 体幹ひねりで楽しく健康! - Visualize Quality of Motion (QoM) -, インタラクシオン 2016, インタラクティブセッション 3B15, 2016.