

令和 5 年度研究開発成果概要書

採択番号 22606  
 研究開発課題名 データ利活用等のデジタル化の推進による社会課題・地域課題解決のための実証型研究開発  
 副 題 誰でも利用できる非接触 WEB 体力・脳力測定システム開発による自治体と連携した健康事業参加者のすそ野拡大

(1) 研究開発の目的

WEB カメラを活用した計測者不要の体力・認知機能測定データと従来の心肺運動負荷試験 (CPX) 及び認知機能計測 (MMSE) との相関性を確認し、その妥当性を検証する。得られた結果をもとに、Wi-Fi 等を経由したパソコン等で体力・認知機能を測定する。その評価を被験者本人にフィードバックすることにより、運動、身体活動に関する健康への動機づけにつながるシステムの開発を目的とする。

(2) 研究開発期間

令和 4 年度から令和 5 年度 (2 年間) →令和 6 年度継続不可により終了

(3) 受託者

学校法人関西医科大学 <代表研究者>  
 コガソフトウェア株式会社

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 4 年度から令和 5 年度までの総額 20 百万円 (令和 5 年度 10 百万円)  
 ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

- 研究開発項目 1 運動機能レベル・体力レベル・認知機能レベルの判定プログラム開発
- 1-1 課題の動作の設定 (関西医科大学健康科学教室) AI 技術にて動作分析アルゴリズム提示 (コガソフトウェア株式会社)
  - 1-2 動作分析プログラムの開発 (コガソフトウェア株式会社)
  - 1-3 判定アルゴリズム提示 (関西医科大学健康科学教室)
  - 1-4 最終プログラムの開発 (コガソフトウェア株式会社)
- 研究開発項目 2 判定プログラムの実用化
- 2-1 アカウント情報入力の簡素化 (コガソフトウェア株式会社)
  - 2-2 結果の QR コード出力 (コガソフトウェア株式会社)
  - 2-3 定期データ蓄積と正規アカウント入力 (コガソフトウェア株式会社)
  - 2-4 データのクラウド蓄積 (コガソフトウェア株式会社)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	1	1
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	0	0
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	2	2
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目1：運動機能レベル・体力レベル・認知機能レベルを判定あうるプログラム開発

1-1 課題の動作の設定

関西医科大学健康科学教室の健康運動指導士と認知機能研究の担当者と、運動機能レベル・体力レベル・認知機能レベルを判定できる課題の動作を設定。

評価項目	動作	測定	実施時間	足踏み速度	測定の目的
安静時	立位	脈拍数	15秒		持久力評価の基本情報の取得
	姿勢	歪み	15秒		左右均等性等の評価
脳機能	色当て	反応時間	20秒	100回/分	認知機能の評価
	足踏みしながら色当て				
筋力	椅子座り立ち(5回)	時間	15秒		転倒のリスク評価[下肢筋力] 12秒~:高リスク
持久力	足踏み(ピッチ指示)	持久力	15秒	100回/分	最大酸素摂取量の推定[最大運動能]
				150回/分	
バランス・柔軟性	ファンクショナルリーチ	前後、左右距離	30秒		転倒のリスク評価[動的バランス能力] ~19cm:高リスク
敏捷性	座位ステッピング	回数	20秒		転倒のリスク評価[下肢の敏捷性] ~25回:高リスク
可動域	深呼吸動作		15秒		左右均等性等の評価

1-2 動作分析プログラムの開発

(1) 東京理科大学先進工学部機能デザイン工学科と、オープンソフト MediaPipe をベースに動作を関節毎にピクトグラム変換ソフトを開発。

(2) WEB カメラ「logicool STREAMCAM」を用いて、被験者から 2m (高さ 90cm) の位置に設置し動作を撮影。脈拍測定時は、90cm の位置で撮影し、直接パソコンに記録。

WEBカメラでの測定の流れ



(3) WEBカメラから脈拍測定技術の脈拍検知の精度向上：AI による誤差の出にくい心拍計測対象領域の顔パーツ抽出。取得した波形データから加速度脈波を取得し、変曲点を明確化。ピーク間時間の外れ値除去による時系列フィルタの実施。フーリエ変換による候補周波数の絞り込み、光学式脈拍計測器との誤差±10(拍/分)を実現。

1-3 判定アルゴリズム提示

(1) WEB カメラを想定した動作データの採取を関西医科大学附属枚方病院健康科学センターの関係者及び運動教室に通院している高齢者に対して、動画及び心肺運動負荷試験(CPX)のデータを 55 名取得。

(2)MMSE のテストは、関西医科大学附属枚方病院健康科学センターで採取した 60 歳以上の 21 名の動画に対して色当ての反応時間と MMSE の得点の相関を分析。重回帰分析にて増減法を用いて、MMSE を目的変数、MMSE と相関のある変数を説明変数として増減法にて実施。

$$\text{MMSE} = 0.0197 * D \text{ 平均} - 0.0209 * D \text{ 平均遅れ} \quad (\text{修正 } R^2 \text{ 乗} : 0.9493)$$

※D は色当てと足踏みのデュアルタスク時の反応時間、S は色当てのシングルタスク時の反応時間。遅れは D に対しての S の反応遅れ(S の後に D を実施)。

(3) CPX は、心拍を正常検出できた男性 22 名と女性 27 名に分けて CPX データと安静時と 100rpm での歩行後脈拍、150rpm での歩行後の脈拍の変化について相関分析。

男性データを重回帰分析にて増減法を用いて、AT 時 HR を目的変数、上記の AT 時 HR と相関性のある変数を説明変数として増減法にて実施。

$$\text{AT 時 HR} = 2.9217 * \text{安 SD} - 0.6148 * \text{年齢} + 105.6733 \quad (\text{修正 } R^2 \text{ 乗} : 0.6509)$$

※安は安静時脈拍、100 は 100rpm 歩行後心拍、150 は 150rpm 歩行後心拍。SD は標準偏差、max 心拍は最大心拍、max-min は最大心拍と最低心拍の差分、min 心拍は最低心拍。

同様の方法で最大酸素摂取量の推定式を算出。

$$\text{最大酸素摂取量} = 0.7523 * \text{AT 時 HR} - 0.5920 * \text{年齢} + 90.82 \quad (\text{修正 } R^2 \text{ 乗} : 0.7526)$$

女性データを重回帰分析にて増減法を用いて、AT 時 HR を目的変数、上記の AT 時 HR と相関性のある変数を説明変数として増減法にて実施。

$$\text{AT 時負荷量} = -2.0527 * 150 \text{max-min} - 0.6479 * \text{年齢} + 177.7106 \quad (\text{修正 } R^2 \text{ 乗} : 0.4157)$$

※安は安静時脈拍、100 は 100rpm 歩行後心拍、150 は 150rpm 歩行後心拍。※SD は標準偏差、max 心拍は最大心拍、max-min は最大心拍と最低心拍の差分、min 心拍は最低心拍

同様の方法で最大酸素摂取量の推定式を算出。

$$\text{最大酸素摂取量} = 0.0607 * \text{AT 時負荷量} - 0.1327 * \text{年齢} + 23.9742 \quad (\text{修正 } R^2 \text{ 乗} : 0.3428)$$

### (3)-1 提示アルゴリズム

	1点高リスク	2点	3点	4点	5点低リスク
椅子座り立ち(65歳)	>9.2秒	7.91-9.2	7.21-7.9	6.21-7.2	6.2以下
座位ステップング	~24回	25~28回	29~43回	44~47回	48回~
体伸ばし運動前後	~19cm	20~29cm	30~35cm	36~39cm	40cm~
認知機能テスト	>25.5点	25.5	27	28.5	>30点
MMSE推測		~27点	~28.5点	~30点	
最大酸素摂取量推測	男性 21以下	26以下	31以下	36以下	36超
	女性 12以下	17以下	22以下	27以下	27超

### 1-4 最終プログラムの開発

(1)椅子座り立ちの自動測定機能の開発：座った状態と立った状態の腰の位置を基準に記憶し、立ち・座りのカウントを自動的に行い、5 回記録し椅子座り立ちの時間を測定。

(2)座位ステップング：開脚と閉脚の状態をかかとの位置を基準にして記憶し、開脚と閉脚のカウントを自動測定。

(3)体伸ばし運動前後：肩の位置を基準にして左右及び前方向への伸長を自動測定。

(4)認知機能テスト：右又は左手の拳手の状態を肩・肘・手首を基準に判定し、問題出題からの反応時間を自動測定。

一人でも計測できるように、所定動作実施のガイダンス動画(見本動作等の提示)を作成。

## 研究開発項目2 判定プログラムの実用化

2-1 アカウント情報入力の簡素化：性別・年齢入力だけで、利用できるシステムを開発。

2-2 結果のQRコード出力：測定結果を表示するQRコード出力機能をシステムに付加。

2-3 定期データ蓄積と正規アカウント入力：正規アカウント入力及び定期データ蓄積については、別アプリ MFS PLUS(コガソフトウェア株式会社) を利用して、MFS PLUS 上のアカウントを正規アカウントとし、それに紐づくデータを蓄積させた。

2-4 データのクラウド蓄積：計測結果は AWS の dynamoDB 上に保存し、結果を表示及びダウンロードできるよう実装。

### (8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

心拍検知と最大酸素摂取量の推測精度を向上させ、今回開発した計測システムを、運動処方発行のためのシステムとして今後活用していく。

[データの利活用] クラウドにて、身体機能評価システムのデータベース構築し、個人情報に配慮したオープンデータにより多面的に利活用を図る。

健康関心層と健康無関心層の比較データ分析発信により、健康無関心層への生活改善意識の拡大、自治体の健康増進政策への反映、企業等への利活用の促進、利用者拡大による医療費削減効果の発現。

[社会実装化策] 利用自治体の拡大推進。

[成果の発展性・普及性] ロコモティブシンドロームや認知症の予防必要性の認識による介護費用や医療費削減、身体機能評価システムのデータベース構築し、地域・社会の健康増進課題解決とウェルビーイングの実現への貢献、健康関心層と健康無関心層の比較データ分析による健康無関心層への生活改善意識の拡大、自治体や企業への健康増進政策への反映、企業等への利活用の促進、利用者拡大による医療費削減効果の発現。