

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月12日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500597

研究課題名（和文） 動的立位バランスの評価と機能向上プログラムの構成：  
COPに着目して研究課題名（英文） Evaluation of dynamic balance and set up the program for developing  
the function :focusing on COP

研究代表者

渡部和彦（WATANABE KAZUHIKO）

広島大学・大学院教育学研究科・名誉教授

研究者番号：20057699

研究成果の概要（和文）：

バランス機能の向上には、「外乱刺激（水平移動）に対するバランス適応」が基本的に重要である。この原理の応用仮題として、「踏みなおし反応動作プログラム」を考案し、その実践により効果を確認することができた。今年度は、さらに、他動的な「水平外乱条件」に対する、バランス制御の解析を試みた。これは、身体重心位置（COP）を他動的に移動させ、意図的に不安定な条件を作り、動的バランス機能を評価するものである。「踏みなおし反応」の応用として、「ステップ・ストラテジー」による足部の前または後方への移動によって、COPを確保し転倒を回避する方法である。この方法は、より、実際的な転倒回避方法の開発に発展できる可能性がある。比較的安価で簡単な「踏みなおし反応」のプログラムと共に、新たに導入した、外乱装置を用いたプログラムの活用とその効果を検証できたことは大きな成果である。

研究成果の概要（英文）：

The 'balance adaptation to the disturbance' is one of the most important points to develop the balance control. In this study, the "step strategy reaction program" was developed. Furthermore, the horizontal shifting stimulus was given to the subject for evaluate the dynamic balance. The subject was suggested to use the 'step strategy' of stepping forward or backward for keeping the COP on stable position. This training program is demonstrated as one of the best protecting for protecting from fall down also the previously demonstrated, much simple program of "step reaction program"..

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：バイオメカニクス、運動生理学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：動的姿勢、バランス、評価、安全、指導プログラム

## 1. 研究開始当初の背景

### 「動的立位バランスの評価と機能向上プログラムの構成：COPに着目して」

#### ① 本研究の全体構想および目的等：

立位姿勢に関する研究は、ヒトの運動スキルに関わる最も基本的なものであり、多くの研究が報告されている。

姿勢制御には、安静立位のように静的条件での制御と動的条件での制御がある。本研究では、動的条件での立位姿勢の制御を取り上げる。動的バランスとは、身体重心 (COM) 位置が支持面 (ヒトでは足底部面) を逸脱し転倒の可能性がある場合、身体重心を支持面内に保つか、その補償的移動により姿勢の安定を保つことを指す。

身体重心位置は、足底部の圧力中心 (COP : Center of Pressure) 位置に近似して投射される。従って、COPはバランス機能の解析に、重要な指標となる。

動的バランスに関する研究の重要性は、これが転倒のメカニズムの解明や、転倒防止の指導プログラム・トレーニングプログラムの開発に深くかわるためである。

これまで、動的バランスに関係する研究としては、安静立位に対し水平外乱を与えて姿勢の安定を崩しその過程を解析 (渡部和彦、体力科学、1975 ; Nashner, L. M. Ex. Brain Res. 1977) したもの。自由落下 (12cm) 条件での姿勢変化の解析 (Watanabe K. Agressologie 1983) 。牽引保持する荷重を急に解放して姿勢動揺を誘発する条件 (Daniel H. K. et al. Gait and Posture, 2002 ) などがある。また、歩行運動において、障害物をまたぎ超える際の動作解析などがある (Watanabe, K., et al., Vestibular and neural front, 1994) 。

近年、高齢者の転倒が問題視されている。転倒は障害物によるつまずき、滑りやすい床面でのスリップなどがその誘因条件であるが、動的バランスと関係が深い。それは、身体重心位置の支持面から逸脱に対して、適切な補償動作が

なされない結果であると理解できる。

バランス機能向上のための指導・トレーニングプログラムの原理は、「姿勢の外乱 (自己外乱)」条件に対する学習結果としての「適応」の考え方を導入する。自己外乱とは、自ら姿勢を崩すことであり、その条件における繰り返しの学習により、不安定条件への対応力を高めることである (例:片足立ち、横歩き、振り向き、回転運動など)。高齢者は身体能力の個人差が大きいため、個人差を考慮できる評価法を検討する。

対象とする高齢者は、いわゆる健康な高齢者である (介護を必要としない高齢者は、高齢者人口の約80%を占める)。これまでの経験から、本研究の場合、個人差を考慮した被験者を確保するためには、大学の研究室で行うだけでなく、むしろ地域に出かけて研究環境を作り、調査研究 (実験を含む) を行う方が、より適切な資料が得られると考える。

## 2. 研究の目的

本研究の最終目標は、高齢者の動的バランス機能を高め、転倒回避の身体機能を向上させるプログラムの開発である。しかし、動的立位バランスに関しては、その評価法は必ずしも確立してはいない。そこで、動的バランスの評価法として提案されている、リーチテスト (Duncan P. W. et al., J. Gerontology, 1990) の検証を含め、立位姿勢における動的バランス条件を設定し、動的姿勢の安定性について、COPを手掛かりに基礎的研究を進めたい。

## 3. 研究の方法

### 1 実験室的な測定は次のように実験を行う。

- ・歩行動作の撮影 (10m 歩行 : ピッチ、ストライド) 及び動作解析
- ・フットスキャンによる歩行運動中の足圧分析、圧力中心分析
- ・視覚機能の測定 (動体視力・視覚情報処理テスト)

2 「人体移動装置」による水平外乱を与え、その際の姿勢の乱れを、筋電図およびビデオ画像によって、姿勢の乱れの程度を解析する。水平移動装置は、移動距離（最大移動距離：400 mm、最大移動速度：毎秒400mm）

3 実験室的測定と合わせて、フィールドテストとして次の調査項目をおこなう。・リーチテスト・COPの前後最大移動幅（%足長）開・閉眼片足立ちテスト、柔軟性テスト（竹井機器方式：椅座位方式）

- ・10m歩行テスト（ビデオ撮影）
- ・障害物条件での歩行テスト（ビデオ撮影）
- ・TUGT(Timed up and go test)（ビデオ撮影）

#### 4. 研究成果

今年度は、3カ年の研究計画の最終年度にあたるので、研究の総括を念頭に入れて研究概要をまとめ報告する。高齢者のバランス機能の向上を目的として、「踏みなおり反応動作（Placing reaction movement）」の随意的な導入による転倒回避プログラムを検証した。この方法は、閉眼で自ら支持面の限界まで、COPを前または後に移動させたのち、素早く一步踏み出すことにより、姿勢保持の対応を学習させるもので、安全かつ効果的方法であることを確認した。

中・高齢の被験者に対して、この方法による訓練を実施した結果、バランス機能および動作の制御機能の向上が一定程度認められた。

バランス機能の向上には、「外乱刺激（水平移動）に対するバランス適応」が基本的に重要である。この原理の応用仮題として、「踏みなおり反応動作プログラム」を考案し、その実践により効果を確認することができた。今年度は、さらに、他動的な「水平外乱条件」に対する、バランス制御の解析を試みた。これは、身体重心位置（COP）を他動的に移動させ、意図的に不安定な条件を作り、動的バランス機能を評価す

るものである。「踏みなおり反応」の応用として、「ステップ・ストラテジー」による足部の前または後方への移動によって、COPを確保し転倒を回避する方法である。この方法は、より、実際的な転倒回避方法の開発に発展できる可能性がある。比較的安価で簡単な「踏みなおり反応」のプログラムと共に、新たに導入した、外乱装置を用いたプログラムの活用とその効果を検証できたことは大きな成果である。

#### 5 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計6件）

①渡部和彦、水崎一良、王芸：「感性バイオメカニクス」の提案：コーチングを支援する基礎科学として、日本コーチング学会第22回大会特別論文集、81-82、2011

②Wan Yun, K. Watanabe, T. Asaka: Effect of muscle mode during voluntary body sway, Proc. of the ICABB-2010, pp 1-6(CD), International Conference on Applied Bionics and Biomechanics, 14-16 October 2010, Venice, Italy

③王芸、浅賀忠義、渡部和彦：動作開始における筋相互間における協調性の研究—高齢者の安全な歩行指導への貢献—、第25回健康医科学助成論文集、37-45、2010

④Ren Jie, K. Watanabe, M. Miyatani: Effect of Cognitive Task on Visual control of Standing Posture, , Acta Psychologica Sinica Vol. 42(3), 360-366, (in Chinese), 2010

⑤山下泰裕、磨井祥夫、王芸、渡部和彦：同時的視覚フィードバックが随意的立位動揺の安定性に及ぼす影響、広島体育学研究第36巻、12-18、2010

⑥九重卓、石井良昌、渡部和彦、松岡重信、上田毅、黒川隆志：自閉症児・者とダウン症児、者の立ち幅

跳びにおける運動様相のバイオメカニクスの比較分析、障害者スポーツ科学、8 (1)、39-50、2010

[学会発表] (計1件)

①Asaka T., Yung Wang, Watanabe, K.:

Characteristics of feedback postural control induced by unexpected surface perturbations in elite skiers, 4<sup>th</sup> International Conference on Bioinformatics and Biomedical

TechnologyICBBT-2012, 2012.2.28 Singapore

(招待講演) (計5件)

②Watanabe, K. : a study on coaching for protection from fall down: Characteristic of response to the perturbation in elderly person, 2012 International sports coaching Science Conference, Chinese Culture University, Taiwan, 2012 Jun.

③Wan Yung, K. Watanabe, T. Asaka: Postural control in elderly individuals: muscle synergies in preparation to making a step, 2012 International sports coaching Science Conference, Chinese Culture University, Taiwan, 2012 Jun.

④Watanabe, K. : A case study of “Sustainable Physical Activity” for Health promotion in community, 2011 Int. Conference on Cancer & Physical Activity, Seoul, Korea 2011.7.2

⑤Watanabe, K. Yun Wang : Evaluation of postural balance control involved in unexpected Perturbation, 3<sup>rd</sup> Int. Symposium on footwear Science, Chengdu, China, 2011.10.11

⑥Watanabe, K. : Principle of sports coaching science in education: 2010 International Sports Coaching Science Conference, Chinese Culture University, Taiwan, 2010 Dec.

[図書] (計1件)

渡部和彦 : 冬季スポーツの生理、田口貞善、矢部京之助、伊坂忠夫編、スポーツサイエンス入門 (第13章 146-158)、丸善株式会社、2010

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称 : 姿勢バランス測定装置

発明者 : 渡部和彦

権利者 : 国立大学法人広島大学

種類 : 特許

番号 : 特願 2011-168847

出願年月日 : H23年8月1日

国内外の別 : 国内

[その他]

ホームページ等

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/kazuwp>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡部和彦 (WATANABE KAZUHIKO)

広島大学・大学院教育学研究科・教授

研究者番号 : 20057699

### (2) 研究分担者

王 芸 (WANG YUN)

岩国短期大学・幼児教育科・講師

研究者番号 : 80457275

石井 良昌 (ISHII YOSHIMASA)

広島大学・大学院教育学研究科・教授

研究者番号 : 00397978

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号 :