

運動器疾患の発症及び重症化を予防するための適切なプロトコール開発に関する調査研究

高齢者の姿勢変化が運動機能に及ぼす影響に関する研究

研究代表者 岩谷 力（国立障害者リハビリテーションセンター総長）

研究要旨

本研究では加齢に伴う脊柱変形や運動器疾患が運動機能に及ぼす影響を系統的に明らかにすることを目的とした。脊柱変形と下肢アライメントとの適応関係、脊柱変形に対応する姿勢調節機能・運動能力の適応状態を明らかにすることは、高齢者の運動機能維持、回復をはかり、健康寿命の延伸に貢献するものと考えられる。

A. 研究の背景

加齢に伴って体型、姿勢調節能力が変化することは良く認識されている。高齢者の立位姿勢の特徴としては、円背、骨盤の後傾、膝屈曲位などが挙げられるが、これらの特徴がどのような原因によるのか、あるいは互いにどのように関連しているのかについては不明な点が多い。骨粗鬆症による椎体骨折または変形性脊椎症により、脊柱の生理的彎曲は変化し、体幹の形態が変化する。脊柱・体幹の形態変化はモビリティ（関節可動性、柔軟性）、筋出力（筋力、効率）に影響し、体幹の空間的安定性保持・運動性調節機構に変調が生じると考えられる。高齢者の脊柱後弯、骨盤後傾、膝関節屈曲の立位姿勢における体幹・下肢アライメントの変化は、静的変調としてとらえることができよう（仲田 日整会誌 1988）。動的変調としてバランス機能にも変化が生じていると考えられる。さらに、姿勢調節機構の変調は運動効率を低下させることも考えられる（Saha D et al Spine. 32,1605 2007）。

これらの脊柱変形による姿勢変化は、高齢者の運動能力の低下、ひいては活動性の低下に関連すると考えられる。骨粗鬆症、変形性脊椎症の患者は2千万人を超えるといわれ、高齢者の姿勢変化の主要な原因疾患である。高齢者では、腰痛と膝関節痛は極めて高率に合併する。脊柱変形と下肢アライメントとの適応関係、脊柱変形に対応する姿勢調節機能・運動能力の適応状態を明らかにする

ことは、高齢者の運動機能維持、回復をはかり、健康寿命の延伸に貢献するであろう。

B. 研究目的

本研究では、加齢に伴う脊柱変形と頭部・体幹・下肢アライメントとの間にどのような関連性があるか、脊柱のモビリティが姿勢調節能にどのように影響しているかを系統的に明らかにする。本年度は、初年度に計測した高齢者39名のデータに加え、変形性膝関節症、腰椎管狭窄症の既往歴を持つ運動器疾患群28名のデータを取得することを目的とした。これらデータより、以下の2つの観点から加齢に伴う姿勢変化や運動能力低下の発現機序を検討することを目的とする。①脊柱変形と頭部・体幹・下肢アライメントの関係の解析、②姿勢調節機能における脊柱のモビリティ（可動性・柔軟性）の影響。本報告では、延べ67名より取得したデータについて、年齢および足腰25と運動能力指標との関連についてまとめる。

B. 研究方法

変形性膝関節症および腰椎管狭窄症の既往歴を持つ患者28名について、以下の計測項目からなる身体特性・機能についての検査を実施した。

- 1) 形態・柔軟性計測、脊柱アライメントの計測
- 2) 姿勢計測：静止立位姿勢中の重心動揺量、Voluntary Sway 実施時の身体セグメント貢献度

3) 歩行計測：歩

表1 本研究で計測した主な計測項目の全体平均値および男女別の平均値

	全体平均	女性平均		男性平均	性差
年齢	68.67 ± 4.45	68.75 ± 5.10		68.58 ± 3.63	0.878
身長	157.86 ± 7.54	152.65 ± 5.09	<	163.90 ± 4.96	0.000
体重	58.03 ± 9.69	53.70 ± 8.15	<	63.05 ± 8.98	0.000
周径圍	大腿部	51.42 ± 4.25		52.08 ± 4.10	0.239
	下腿部	34.76 ± 2.67	<	35.80 ± 2.67	0.003
皮脂厚	上腕背部	14.33 ± 7.30	>	10.19 ± 4.90	0.000
	肩甲骨下端	17.86 ± 8.24	>	14.95 ± 6.05	0.006
長座体前屈	32.60 ± 9.28	34.78 ± 8.26		30.06 ± 9.88	0.037
脚筋力	R	70.69 ± 34.28	<	92.49 ± 33.48	0.000
	L	70.83 ± 35.89	<	93.94 ± 35.64	0.000
片足立ち (時間)	R	66.10 ± 48.85		73.46 ± 49.84	0.255
	L	64.11 ± 44.41		73.51 ± 47.51	0.109
快適歩行速度	0.53 ± 0.16	0.56 ± 0.16		0.49 ± 0.14	0.062
重心動揺	25.32 ± 9.32	22.54 ± 9.80	<	28.54 ± 7.68	0.008
足腰指数25	7.24 ± 9.11	9.42 ± 11.12	>	4.71 ± 5.11	0.034

反力計測による)、自己快適歩行速度

4) 一般的運動能の計測：下肢伸展力、片足立ち

5) 脊柱レントゲン撮影（矢状面および前額面）：Kyphosis 角度と側彎角度の定量以上の検査結果から、姿勢の類型毎の関節モビリティ、姿勢調節、一般的運動能力の比較を行うとともに、脊柱のモビリティと姿勢調節の関連、加齢に伴う姿勢変化の発現機序の推察を行う。

C. 研究結果と今後の予定

身長、体重、脚筋力、重心動揺に性差認められたが、柔軟性、片足立ち時間、歩行速度についての諸変数には性差は認められなかった。年齢と足腰指数25の間には男性で有意な正の相関が認められたが、女性では統計的有意性は認められなかった（図1）。

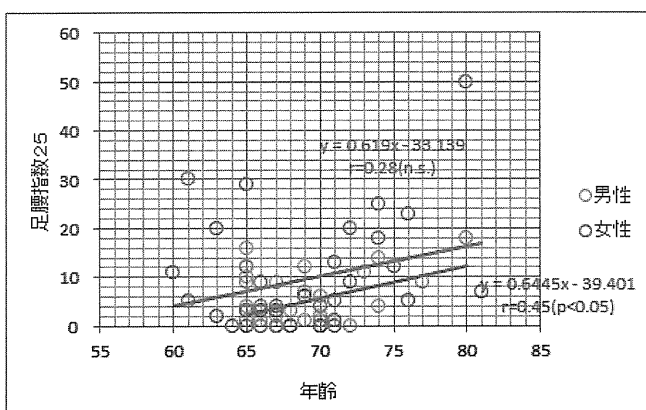


図1 年齢と足腰指数25の関連

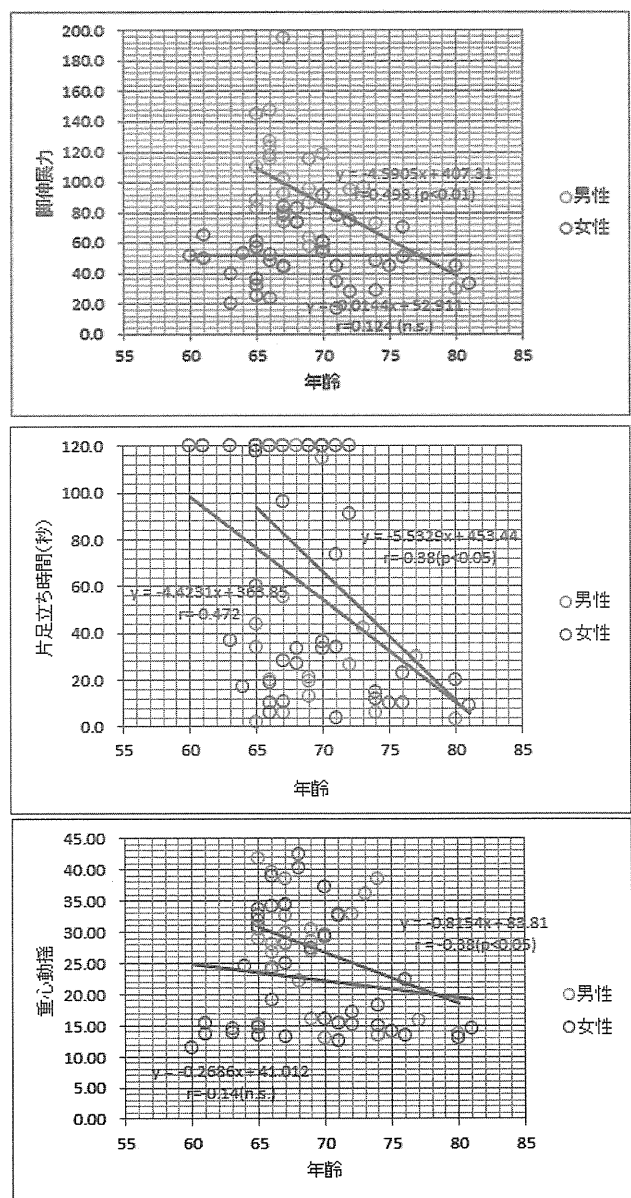


図2 年齢と脚伸展力、片足立ち、重心動揺の関連

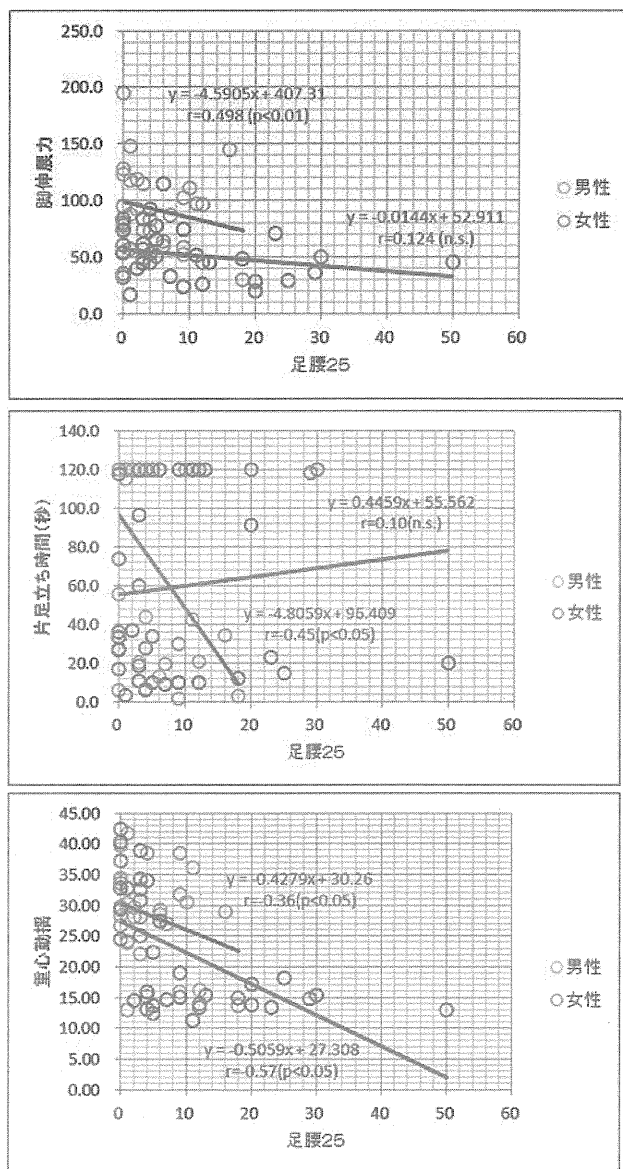


図3 足腰25と脚伸展力、片足立ち、重心動揺の関連

年齢と脚伸展力および重心動揺の間には、男性では有意な負の相関が認められた一方で、女性では関連がなかった。片足立ちは、男女いずれにおいても年齢との有意な負の相関関係が認められた（以上、図2）。足腰指数25と脚伸展力および片足立ち時間の間には、男性で有意な負の相関が認められた一方で、女性では関連がなかった。重心動揺は、男女いずれにおいても年齢との有意な負の相関関係が認められた（以上、図3）。

現在、レントゲン画像の解析および検査によって得られた各計測項目間の関連など、詳細な分析を進めているところである。

D.健康危険情報

特になし

E.研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- Hiroki Arayama, Noritaka Kawashima, Toru Ogata, Kimitaka Nakazawa, and Tsutomu Iwaya. Relationship between knee flexion angle and postural control in elderly persons. 20th International Conference of Posture and Gait Research, June 18-22, 2011, Akita, Japan
- 河島則天、高橋智大、緒方徹、飛松好子、岩谷力 片脚起立時の足圧中心変動特性 第23回運動器科学会（新潟）：2011.7
- 荒山宏樹、河島則天、中澤公孝、緒方徹、飛松好子、岩谷力 立位姿勢の加齢変化 第23回運動器科学会（新潟）：2011.7
- 縄田厚、助川智之、猶本真司、河島則天、緒方徹、飛松好子、岩谷力 運動機能の評価指標としての脚伸展筋力計測の有用性 第23回運動器科学会（新潟）：2011.7
- 荒山宏樹、河島則天、中澤公孝 膝関節角度による分類からみた立位姿勢の加齢変化 第20回ライフサポート学会フロンティア講演会（東京）：2011.3

F. 知的財産権の出願・登録状況

（予定を含む。）

1. 特許取得

特になし

2. 実用新案登録

特になし

3. その他

特になし

生体力学研究班の研究指針

加齢に伴う脊柱のモビリティの低下が姿勢調節能にどのように影響しているか、脊柱変形と頭部・体幹・下肢アライメントとの間にどのような関連性があるか、を明らかにする

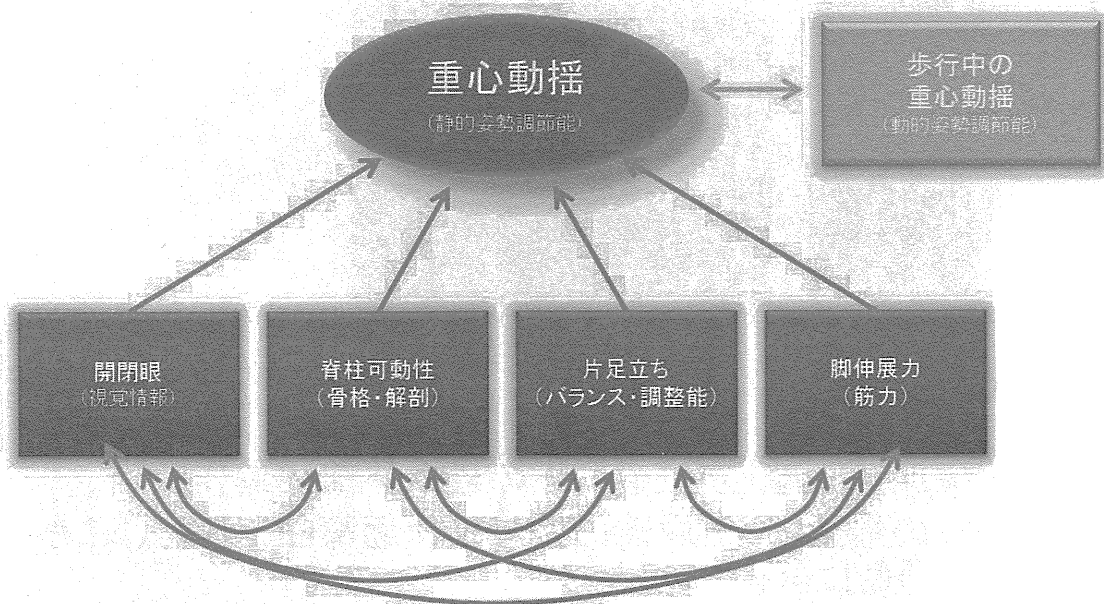
加齢に伴う姿勢変化・運動能力低下の発現機序をさぐる

初年度に健常高齢者、2年目以降に運動器疾患者を対象とした姿勢計測、脊柱アライメント計測を実施する。

分析の視点

- ① 脊柱のモビリティと姿勢調節の関連
- ② 姿勢と運動機能との関連

(立位姿勢制御と諸要因、要因相互の関連性)



形態計測

■ 計測項目

身長、体重、周径囲、皮脂厚、セグメント長

■ 評価変数

体表面積 (cm²) = 72.46 × 身長^{0.725} × 体重^{0.425}

身体密度 (D) = 1.0923 - 0.0000514 × (A)

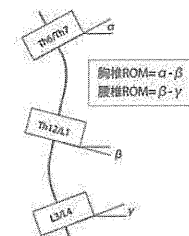
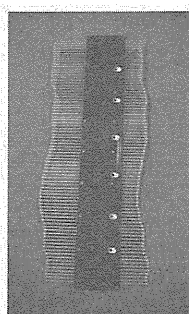
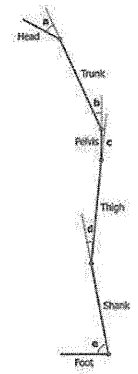
(A) = 皮脂厚合計 (mm) × 体表面積 ÷ 体重 / 100

体脂肪率 (%) = (4.57 / 身体密度 - 4.142) × 100

BMI (body mass index) = 体重 ÷ (身長)²

■ 矢状面アライメントの記録

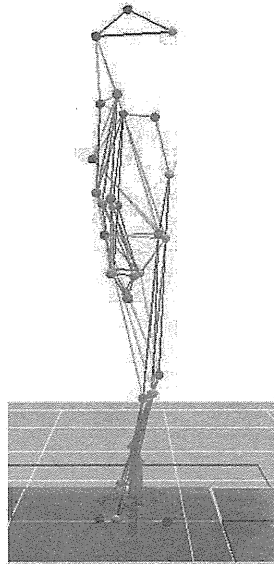
- ① 動作解析により取得した関節標点座標から各セグメントの位置関係を把握
- ② Spinal pegs・レントゲン撮影により脊柱アライメントを計測



■ 柔軟性測定

- ① 指尖床間距離 (立位姿勢下の最大体前屈動作時)
- ② 脊柱の最大前・後屈時の脊柱矢状面弯曲を測定 (レントゲン撮影による)

姿勢計測



① 静的立位姿勢時の重心動揺量計測

開閉眼の各条件下で、1分間の静止立位姿勢を、5セット実施する

② 立位姿勢中のCOMの動的可動範囲

足底面が完全に設置した状態で、1分間の間、重心を前後左右に可能な限り移動させる

■ 計測項目

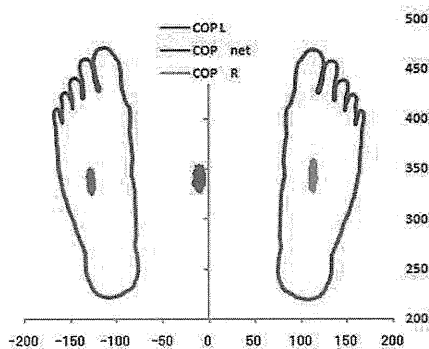
立位姿勢(開閉眼)中の床反力および身体標点の座標データ

■ 評価変数

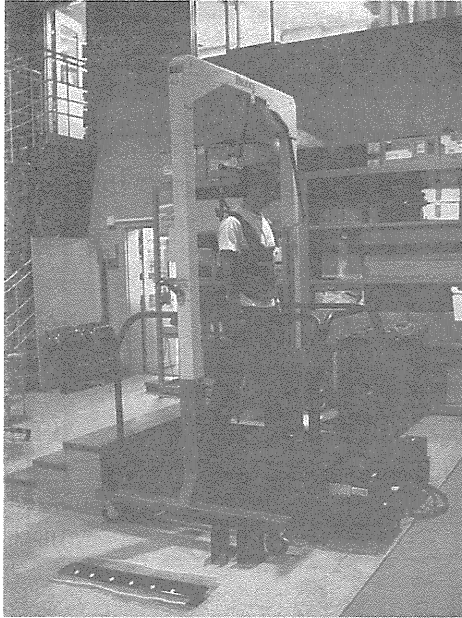
左右両脚への荷重配分

前後・左右方向各々の足圧中心最大振幅、標準偏差

足圧中心の総軌跡長



歩行計測



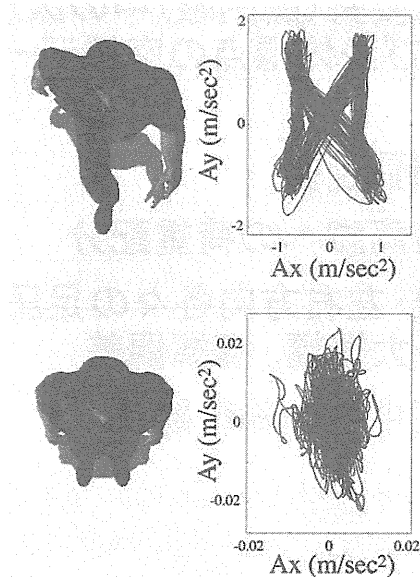
① 心拍数の計測

歩行速度(距離)あたりの心拍数により、歩行運動効率を評価する

$$\text{PCI (Physiological Cost Index)} = \frac{\text{運動時HR} - \text{安静時HR}}{\text{歩行速度 (m/min)}}$$

② 床反力の計測

トレッドミルに内蔵の床反力計により、歩行運動の動的安定性を評価する



■ 計測項目

歩行速度
心拍数(安静時、歩行時)
床反力データ

■ 評価変数

快適歩行速度
PCI(Physiological Cost Index)
立位・歩行中の重心加速度

運動能力指標の計測

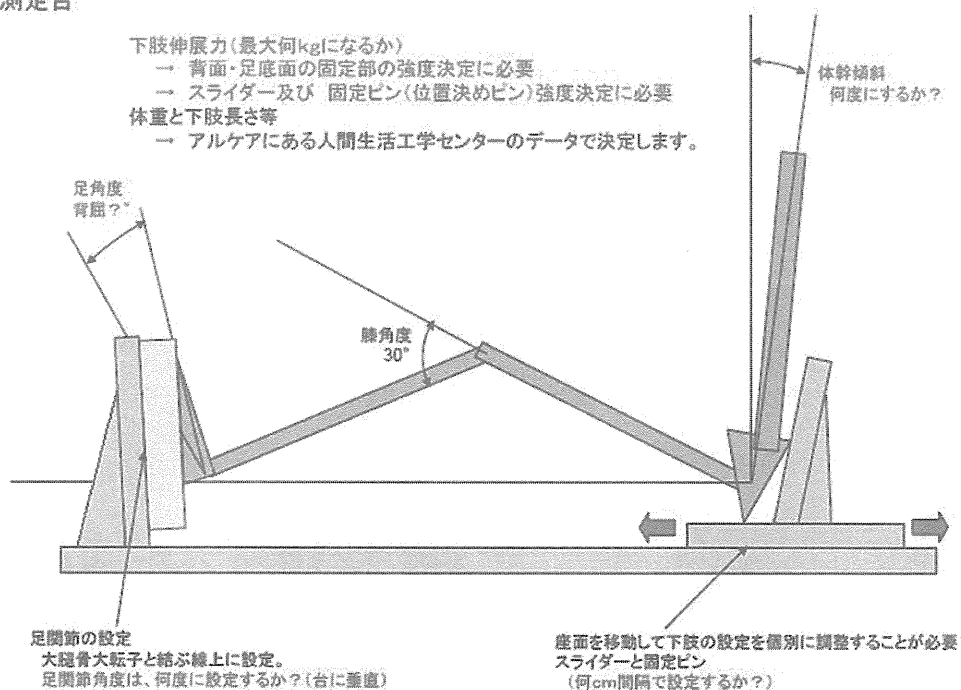
① 片足立ち時間の計測

重心動揺量、身体標点の座標データも同時に計測する(運動能力の簡便指標としての片足立ち時間の有効性・妥当性について検討する)

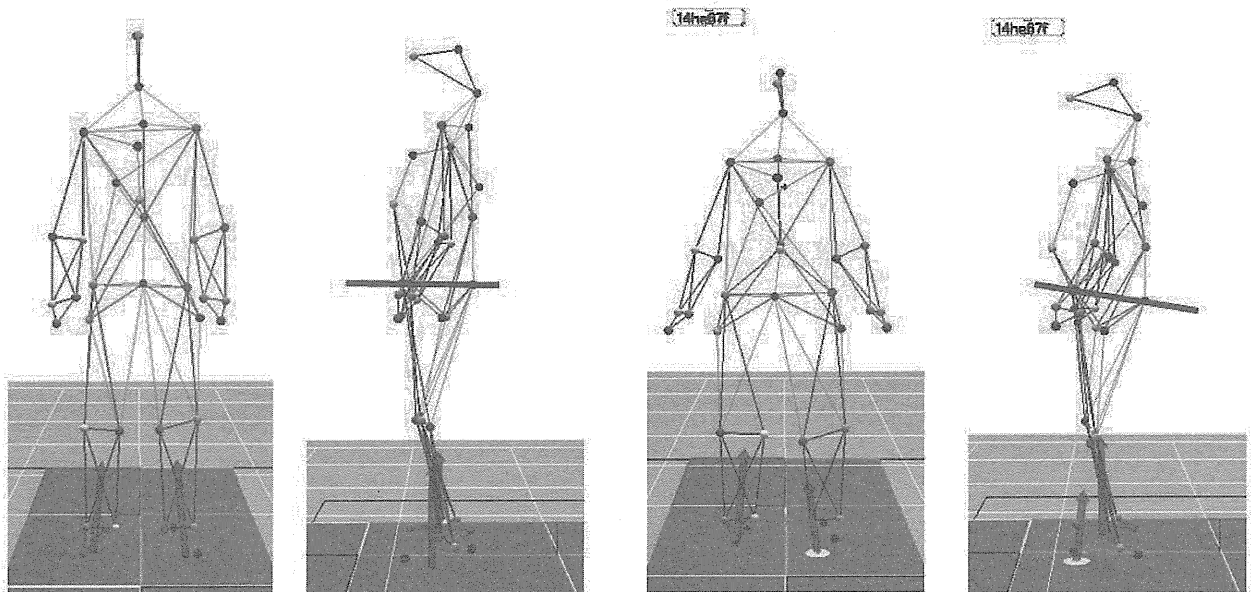
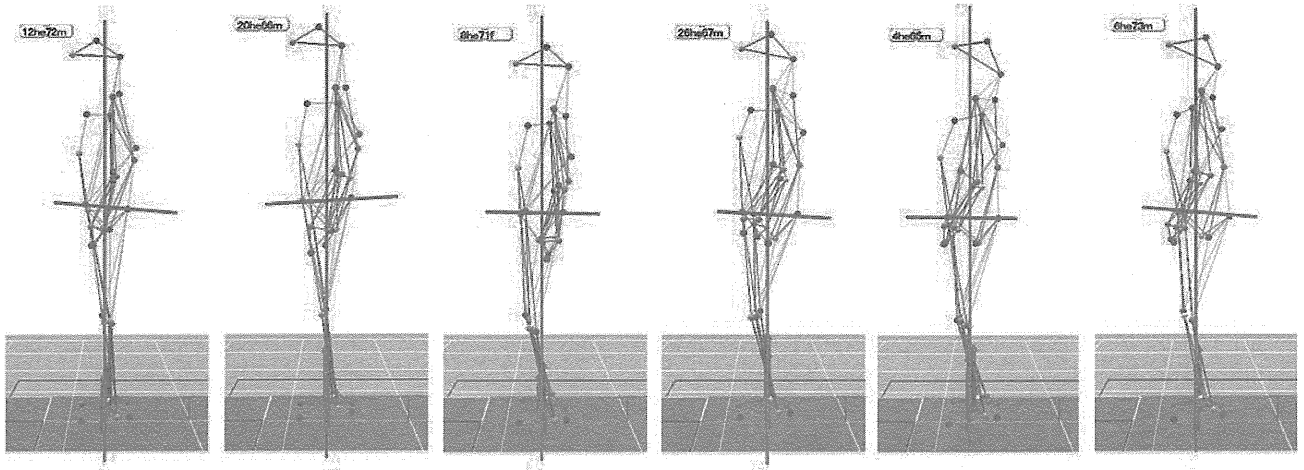
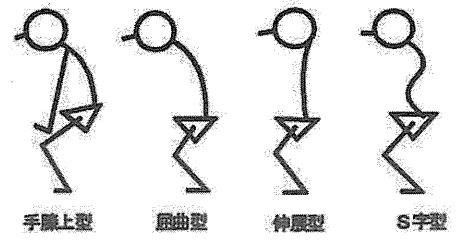
② 脚伸展力の計測

姿勢調節や歩行運動に影響する要因として、下肢筋力を想定し、脚伸展力を計測する。右図に示す特注計測装置により、座位姿勢下での静的脚伸展力を計測する。

測定台

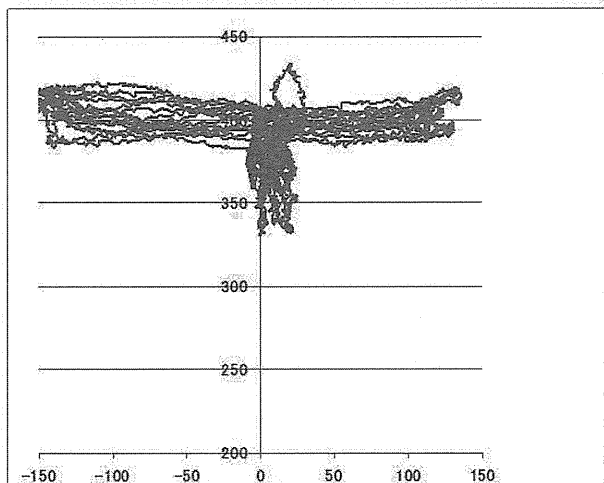
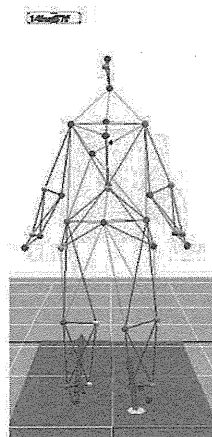
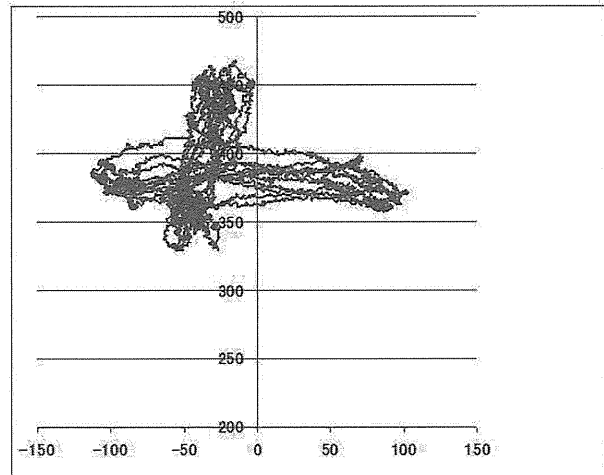
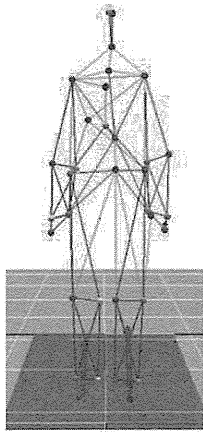
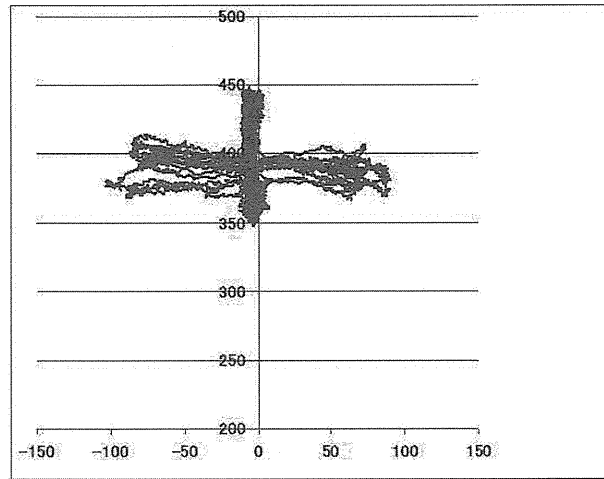
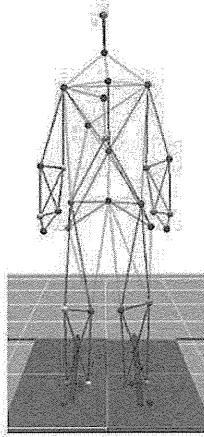


健常高齢者に見られる 典型的な姿勢特性



立位姿勢中のCOMの動的可動範囲

足底面が完全に設置した状態で、1分間の間、重心を前後左右に可能な限り移動させた際の身体重心位置の変化



研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

雑誌

- 1) Tanimura C, Morimoto M, Hiramatsu K, Hagino H
Difficulties in the daily life of patients with osteoarthritis of the knee: scale development and descriptive study
J Clin Nurs 20: 743-753, 2011
- 2) 萩野 浩
骨粗鬆症
薬物療法ABC, 14- 21, 2010
- 3) 萩野 浩
骨粗鬆症（大腿骨近位部骨折，脊椎骨折）
Modern Physician, 30, 513- 518, 2010
- 4) 萩野 浩
転倒予防
Hip Protector, 総合臨床, 59, 616- 622, 2010
- 5) 萩野 浩
ロコモティブシンドローム診療ガイド 2010
- 6) 萩野 浩
骨粗鬆症の治療薬の使い方の実際 ビスホスフォネート（BP）－minodronate も含めて－
Medical Practice, 27, 1003- 1007, 2010
- 7) Kondo A, Brenda K, Hagino H
Relationship between the length of hospital stay after hip fracture surgery and ambulatory ability or mortality after discharge in Japan
Japan Journal of Nursing Science, 7, 96- 107, 2010
- 8) 萩野 浩
骨粗鬆症
今日の整形外科治療指針, , 281, 284, 2010
- 9) 萩野 浩, 大塚美樹
高齢者と骨粗鬆症・脆弱性骨折
臨床と研究, 87, 923- 927, 2010
- 10) 萩野 浩、他
高齢者の再骨折予防に関する疫学的研究
Osteoporos Jpn, 18, 398- 401, 2010
- 11) 曾根照喜, 福永仁夫, 友光達志, 藤原佐枝子, 太田博明, 尾上佳子, 萩野 浩, 三木隆己, 山崎薫, 楊鴻生, 吉村典子, 中村利孝
骨粗鬆症における画像診断 DXA による大腿骨近位部ジオメトリー評価の臨床応用に対する委員会報告
Osteoporos Jpn, 18, 199- 203, 2010
- 12) Kondo A, Hagino H, Zierler BK
Determinants of ambulatory ability after hip fracture surgery in Japan and the USA
Nurs Health Sci , 12, 336- 344, 2010
- 13) 萩野 浩
骨粗鬆症，脆弱性骨折の疫学，整形外科臨床バサージュ 4
骨粗鬆症のトータルマネジメント, 6- 16, 2010
- 14) 萩野 浩

- 大腿骨近位部骨折後の薬物療法
CLINICAL CALCIUM, 20, 1394, 1400, 2010
- 15) 萩野 浩
各種疾患におけるリハビリテーションのエビデンスー大腿骨頸部/転子部骨折
総合リハ, 38, 823- 828, 2010
- 16) 萩野 浩
高齢者の転倒の結果とその予後
ここまでできる高齢者の転倒予防, 8- 13, 2010
- 17) 萩野 浩
重症心身障害児の骨粗鬆症
重症心身障害の療育, 5, 201-205, 2010
- 18) Nagira K, Hagino H, Yamashita Y, Kishimoto Y, Teshima R
Insufficiency fracture at the distal diaphysis of the radius after synovectomy combined with the Sauvé-Kapandji procedure in a patient with rheumatoid arthritis
Mod Rheumatol, 25, 511- 513, 2010
- 19) Hayashibara M, Hagino H, Katagiri H, Okano T, Okada J, Teshima R
Incidence and risk factors of falling in ambulatory patients with rheumatoid arthritis: a prospective 1-year study.
Osteoporos Int, 21, 1825- 1833, 2010
- 20) 萩野 浩
治療薬の使い方とコツ ビスホスホネート
骨粗鬆症のマネジメント, , 128- 138, 2010
- 21) 萩野 浩
上腕骨近位端骨折の疫学
上腕骨近位端骨折, 2- 7, 2010
- 22) 萩野 浩
この1年間の骨粗鬆症研究の概要と今後の方向性
Osteoporos Jpn, 18, 661- 666, 2010
- 23) 萩野 浩
費用対効果
骨代謝マーカー, , 103- 106, 2010
- 24) 萩野 浩
骨粗鬆症のリスク評価
日本医事新報, 4523, 30- 31, 2010
- 25) Hagino H, Sakamoto K, Harada A, Nakamura T, Mutoh Y, Mori S, Endo N, Nakano T, Itoi E, Kita K, Yamamoto N, Aoyagi K, Yamazaki K
Nationwide one-decade survey of hip fractures in Japan
J Orthop Sci , 15, 737- 745, 2010
- 26) 萩野 浩
骨粗鬆症とロコモティブシンドローム
Prog Med, 30, 3025, 3029, 2010
- 27) 谷村千華, 森本美智子, 萩野 浩
変形性膝関節症の生活上の困難
日本慢性看護学会誌, 42, 26- 32, 2010
- 28) 萩野 浩
ミノドロン酸水和物 (ONO-5920/YM529)の臨床効果と月1回経口製剤への期待
CLINICAL CALCIUM, 21, 71- 76, 2011
- 29) 萩野 浩
薬物治療における骨密度と骨質の評価
THE BONE, 25, 45- 49, 2011
- 30) 萩野 浩
原発性骨粗鬆症の治療
医学のあゆみ, 236, 489, 493, 2011
- 31) 松本浩実, 萩野 浩
若年者と比較した高齢者の下肢運動時筋電図分析

- 運動・物理療法, 21, 336- 342, 2010
- 32) 芳賀信彦
歩容からみた高齢者の特徴
Modern Physician 30 (特集・ロコモティブシンドローム) 478-480, 2010. 4
- 33) 芳賀信彦
ロコモティブシンドローム.
Clinical Calcium 20 (特集・運動器リハビリテーションと骨) : 66-72, 2010. 4
- 34) 芳賀信彦
歩行分析の手法と中高年者の歩行. 医学のあゆみ 236 (特集・ロコモティブシンドロームー運動器科学の新時代)
477-481, 2011. 1
- 35) 星野雄一、星地亜都司、土肥徳秀、赤居正美、飛松好子、岩谷 力
高齢者の運動機能障害評価 運動器障害診断ツール(足腰指数 2 5)の開発
臨床スポーツ医学 27:33-40, 2010
- 36) 星地亜都司、星野雄一、岩谷 力、赤居正美、飛松好子、土肥徳秀
高齢者運動器障害のリスクと早期発見ツールの開発
THE BONE 24, 43-49, 2010
- 37) 星野雄一、星地亜都司、岩谷 力、赤居正美、飛松好子、土肥徳秀
ロコモティブシンドローム診断ツール(足腰) 2 5) の開発
運動・物理療法 20:311-318, 2009
- 38) 星野雄一、星地亜都司、岩谷 力、赤居正美、飛松好子、土肥徳秀
運動器障害による介護リスクの評価ー早期発見診断ツールの開発ー
Modern Physician 30:481-485, 2010

