

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700516

研究課題名(和文) 上肢の運動パフォーマンス改善に寄与する姿勢学習メカニズムの解明

研究課題名(英文) Roles of postural Learning on improvement in motor performance of upper limbs

研究代表者

齊藤 展士 (SAITO, HIROSHI)

北海道大学・大学院保健科学研究院・助教

研究者番号：60301917

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：健常者と高齢者を対象とし、リーチ動作課題、重錘落下課題、及び外乱刺激課題を繰り返し行なった時の運動パフォーマンスの改善と姿勢学習の関係を調べた。動作課題を繰り返し行うと運動パフォーマンスが改善するだけでなく、姿勢学習も起こった。健常者と比べて多数回の試行を要するが、高齢者においても各課題で姿勢学習が起こった。これらの結果は、運動課題を繰り返し行うことで姿勢制御の学習が起こり、姿勢が安定し、転倒の危険性を低下させることを示唆している。姿勢の動揺を引き起こす運動課題の繰り返しは姿勢の安定性やリハビリテーションに重要であろう。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to investigate the relationship between improvement in motor performance and postural learning during repeated reaching task, unloading task and postural perturbation task. Some healthy and elder subjects participated. Repeated motor trainings induced not only improvements in motor performance, but also postural learning. Postural learning was also observed on the elderly in each task, although it took a large number of trials compared to healthy subjects. These results suggest that repeated motor training induce postural learning, improvement in postural stability and a reduced risk of falling. Such a repeated motor task with postural perturbation is important and useful for rehabilitation practices.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：姿勢学習 運動学習 外乱刺激 随意運動

## 1. 研究開始当初の背景

日常生活では、立位や座位を保持しながら目標物に手を伸ばす作業(リーチ動作)を行うことが非常に多い。このとき、中枢神経系は上肢運動の前後で体幹や下肢の姿勢筋を適切なタイミングで活動させる。この姿勢筋の制御により姿勢を安定化させ、適切なリーチ動作を可能とする。このような上肢運動における姿勢制御システムの関与はよく知られている(Cook & Woollacott 2000)。また、その上肢運動を反復させることで運動のパフォーマンスが改善(運動学習)することもよく知られている(Schmidt 1991)。しかしながら、上肢の運動学習に姿勢制御システムがどのように関与しているのかはほとんど知られていない。我々は上肢の運動学習における姿勢学習(姿勢筋の学習)の役割に着目し、これまでに、運動課題の繰り返しによる上肢運動のパフォーマンスの改善と姿勢筋の筋活動の関係を調べてきた。その結果、立位からのリーチ動作のパフォーマンスは改善し、姿勢筋の予測的筋活動の変化と密接な関係があることがわかった(Saito et al. 2011)。しかしながら、このような姿勢学習がどの程度保持されるか、パフォーマンスの改善に姿勢学習が寄与するか、高齢者においても同様の結果が得られるか、他の運動課題や外乱刺激に対しても姿勢学習が起こるか等、多くの研究疑問が残され、未だ検証できていない。これらの疑問を解明することにより、リハビリテーション治療への応用に発展させることができることを期待する。

## 2. 研究の目的

本研究課題は立位での繰り返しのリーチ動作課題、重錘落下課題における運動パフォーマンスと姿勢筋活動の関係を調べるとともに、床面が繰り返し正弦波状に前後回転することによる外乱刺激が与えられた時の姿勢学習を調べ、運動学習や姿勢外乱に関与する姿勢学習メカニズムの解明を目指した。

### (1) リーチ動作課題

上肢運動における姿勢調節システムの関与はよく知られており(Cook & Woollacott 2000)、立位でリーチ動作を正確に素早く行うためには、姿勢筋活動による推進力(Stapley et al. 1998)や姿勢の安定性(Oddsson and Thorstensson 1987)が必要とされる。また、その上肢運動を繰り返すことで運動パフォーマンスが改善することもよく知られている(Schmidt 1991)。しかしながら、上肢運動のパフォーマンス改善に姿勢調節システムがどのように関与しているのかという疑問は未だ明らかになっていない。そこで、立位から全身を用いたリーチ動作を繰り返したときの上肢運動パフォーマンスの改善と姿勢調節に関わる下肢の関節運動や筋活動の変化との関係を調べた。さらに、それらの学習効果も調べた。

### (2) 重錘落下課題

立位で手に把持した重錘を落とす上肢運動課題を行うとき、重錘が手から離れた直後に身体の後方動揺が起こる。中枢神経系はこの身体動揺を抑えるために姿勢筋を働かせて姿勢を安定化させる(Aruin et al. 2001)。姿勢の安定化のための姿勢応答は複数の異なる神経機構が関与することから、姿勢筋の活動タイミングによって予測性姿勢応答、自覚性姿勢応答、随意性姿勢応答と区分されている(Latash 2008)。運動課題を繰り返すことにより運動能力が改善することはよく知られている。しかしながら、姿勢の安定性が求められる上肢運動課題の繰り返しにより姿勢制御の改善や適応が起こるかどうかはほとんど調べられていない。そこで、我々は立位における重錘落下課題を繰り返し行い、姿勢制御の適応が起こるかどうかを調べた。そして、それが姿勢応答のどのタイミングで起こるのかも調べた。

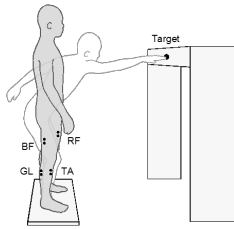
### (3) 外乱刺激による動揺課題

膝関節の可動域制限は運動能力低下や日常生活範囲の狭小だけでなく、姿勢制御能力の低下も引き起こす(Masui et al., 2006)。姿勢制御能力の低下は転倒の危険性を増加させるため、その予防として立位保持における膝関節運動と股関節および足関節運動との関係を理解することが重要である。床面(支持面)が前後傾斜するときの立位バランスを調べた研究によると、立位保持のためには股関節や足関節の運動と協調した膝関節運動が必要であると報告されている(Gage et al., 2007)。しかしながら、膝関節運動が制限された場合に股関節や足関節がどのように影響を受けるかはほとんど言及されていない。我々は立位保持における下肢関節運動の役割を検討するために、膝関節運動を制限したときの股関節運動と足関節運動の変化を調べた。

## 3. 研究の方法

### (1) リーチ動作課題

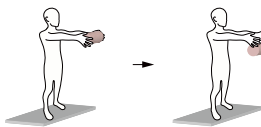
健常成人と健常高齢者を対象とした。被験者は床反力計の上で静止立位を保ち、右手をできるだけ素早く肩の高さに位置する目標物にリーチ動作を行った。休憩を取りつつリーチ動作を100試行繰り返し行わせた2, 3, 5日目にも同様に100試行繰り返し行わせた。4日目は学習効果を調べるために休憩とした。さらに、3ヶ月後にも同様に記録した。三次元動作解析装置により各身体部位の位置や関節角度の変位を求めた。特に、運動時間、右手の運動速度、および足関節と股関節の角度を調べた。筋電計により左右の前脛骨筋、腓腹筋、大腿直筋、大腿二頭筋から筋活動を記録した。特に、運動パフォーマンスと姿勢学習の関連を調べた。また、高齢者における姿勢学習の特徴を調べた。



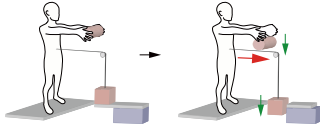
(2) 重錘落下課題

被験者は両上肢を肩関節 90 度屈曲位で立位を保持した。まず、重錘を両手で把持し任意の時間で落とした(以下、プレテスト)。これを 10 試行繰り返した。次に、重錘を落とすと同時に体幹を前方へ引っ張る外力を与える課題(以下、適応テスト)を 50 試行繰り返した。最後に、プレテストと同様の課題を 20 試行繰り返した(以下、ポストテスト)。前脛骨筋、腓腹筋、大腿直筋、および大腿二頭筋の筋活動を記録し、姿勢応答の各タイミングにおける積分筋電図を計算した。三次元動作解析装置により身体位置の変位を求めた。10 試行毎の平均値を算出し、プレテストとポストテストの比較、適応テスト内での比較を行った。

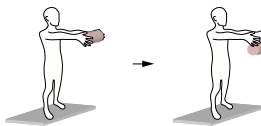
1) Pretest (10 trials)



2) Adaptation test (50 trials)



3) Posttest (20 trials)



(3) 外乱刺激による動揺課題

被験者は支持面が身体に対して前後方向に傾斜する台の上で立位を保持した。傾斜刺激を繰り返し与えた。被験者は立位を保持する間、膝関節運動を制限できる装具を両膝に装着した。膝屈曲 20°以上伸展できないように制限する条件と膝装具を装着するだけで関節運動を制限しない条件の 2 種類を設定した。傾斜刺激の周波数や膝関節運動の条件はランダムに与えられた。三次元動作解析装置により身体位置の動揺距離、関節運動の変化量、および傾斜台の傾きを求めた。各条件における股関節運動や足関節運動の変化を比較することで、それらの関節への膝関節伸展制限の影響を検討した。

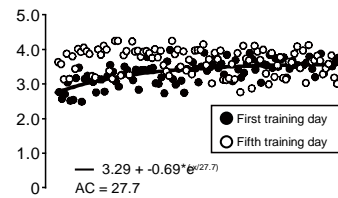


4. 研究成果

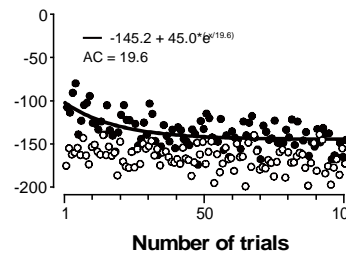
(1) リーチ動作課題

リーチ動作を 100 試行繰り返し行わせた初日、運動時間は有意に短縮し ( $p < 0.01$ ), 右手の最大速度は有意に増加した ( $p < 0.01$ )。また、姿勢学習の指標として記録した前脛骨筋の活動開始時間も有意に早期に活動を起こした ( $p < 0.01$ )。

Velocity of the reaching hand (m/s)



Onset of right TA (ms)

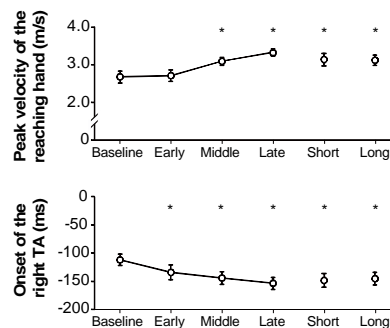


繰り返しにより運動パフォーマンスは改善し、姿勢学習も起こったが、姿勢学習のほうが少ない試行数で適応することが発見された。

Table 2  
The number of trials required for adaptation.

Reaching performance	
Success rate	31.4 ± 13.6
Force	25.3 ± 11.3
Reaction time	47.5 ± 17.2
Movement time	32.3 ± 14.1
Peak hand velocity	32.8 ± 13.7
Peak COM velocity	29.6 ± 12.8
Anticipatory postural adjustments	
Right TA onset	19.5 ± 13.2
Right TA IEMG	19.8 ± 11.5
Right RF onset	21.2 ± 15.3
COP onset	18.8 ± 14.6
COP displacement	16.9 ± 13.8

このような運動パフォーマンスと姿勢学習のいくつかのパラメータは、学習効果が長期(3ヶ月後)まで持続した ( $p < 0.01$ )。



股関節の最大屈曲角や足関節背屈角度、底屈角度もまた、繰り返しによりそれぞれ有意

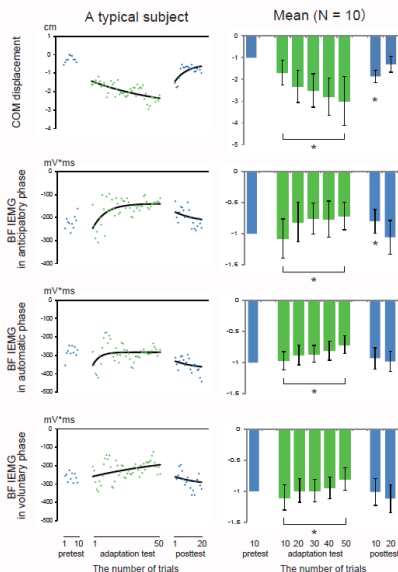
に増加した ( $p < 0.01$  or  $p < 0.05$ ).

	First day		Second day		Fifth day	
	1st-10th	91st-100th	1st-10th	1st-10th	1st-10th	1st-10th
Hip flexion						
Right	17.8 ± 7.6	24.4 ± 9.5†	23.6 ± 7.3*	23.3 ± 8.7†		
Left	12.1 ± 8.1	13.5 ± 8.7	13.3 ± 8.1	13.3 ± 8.0		
Ankle dorsiflexion						
Right	2.3 ± 1.1	3.9 ± 2.5†	3.8 ± 2.4	4.1 ± 2.5†		
Left	2.7 ± 1.4	3.4 ± 2.0	3.4 ± 1.9	3.7 ± 2.7		
Ankle plantarflexion						
Right	-5.9 ± 2.8	-5.2 ± 3.2	-5.1 ± 3.0	-4.4 ± 3.0		
Left	-9.9 ± 3.5	-9.6 ± 4.0	-9.6 ± 3.1	-9.4 ± 4.8		

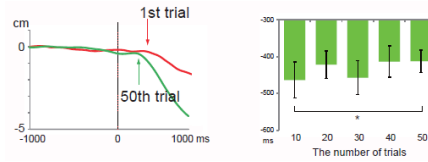
リーチ動作を繰り返すことにより推進力を生み出す前脛骨筋の筋活動量が増加し、足関節背屈角度も増加したと考えられる。その結果、運動速度が増加したと考えられる。また、制動期における腓腹筋の筋活動量増加により短時間での制動が可能となり運動時間を短縮させたと考えられる。さらに、運動パフォーマンスだけでなく姿勢調節に参与する下肢関節運動の変化もまた繰り返しにより学習が起こった。これらの結果は、動作の繰り返しにより姿勢学習が生じ、それがパフォーマンスの改善に寄与する可能性を示唆している。このような傾向は高齢者でも観察された。しかしながら、高齢者では測定誤差が大きく、多数の試行回数が必要であった。

## (2) 重錘落下課題

腓腹筋と大腿二頭筋は重錘を落とす直前から予測性の強い抑制が観察され、頭部の変位は少なかった。適応テストを繰り返すと、それらの筋の抑制は姿勢応答の全てのタイミングで減少した(各々、 $p < 0.01$ )。また、頭部の変位は繰り返しにより有意に増加した( $p < 0.05$ )。ポストテストにおける大腿二頭筋の予測性応答をプレテストと比較すると、最初の10試行の平均には有意な差があったが( $p < 0.05$ )、後の10試行では有意な差は無かった( $p = 0.47$ )。



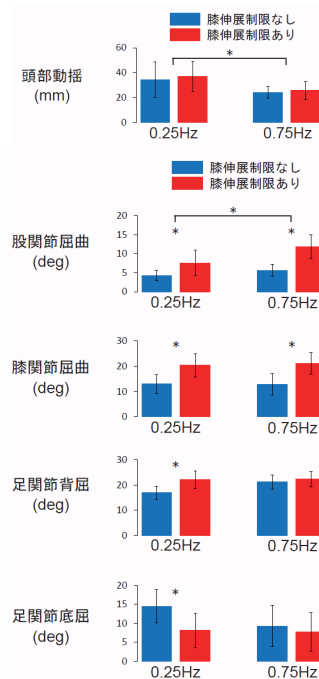
上記のような姿勢学習が起こるだけでなく、頭部運動の適応も繰り返しにより起こり、運動パフォーマンスが改善されることが示された。



重錘を離すと同時に外力が与えられる適応テストの繰り返しにより姿勢筋応答に適応が起こったことは、適応テストとプレテストで異なる姿勢保持戦略が必要であることを示唆している。また、この適応は予測性応答でも観察されたことから、姿勢の安定性の保持には運動開始前に起こる予測性の姿勢応答が重要であることを示唆している。適応テストで獲得された姿勢制御の適応はポストテストにおいて少ない繰り返しでプレテストの結果と差が無い状態まで回復した。これらのことは、立位での上肢運動の繰り返しにより姿勢の安定化のための素早い適応が起こることを示唆している。

## (3) 外乱刺激による動揺課題

頭部の前後動揺距離において膝関節の伸展制限による有意な変化はなかった( $p = 0.32$ )。0.25Hzで傾斜刺激を行ったとき、足関節背屈運動は膝関節伸展制限により有意に増加した( $p < 0.05$ )。一方、足関節底屈運動は伸展制限により有意に減少した( $p < 0.01$ )。しかしながら0.75Hzで傾斜刺激を行うと足関節背屈および底屈運動は膝関節伸展制限による影響を受けなかった(背屈  $p = 0.67$ , 底屈  $p = 0.35$ )。股関節屈曲運動は膝関節伸展制限により0.25Hz( $p < 0.01$ )と0.75Hz( $p < 0.01$ )の両方において有意に増加した。



傾斜刺激により身体は動揺するが、頭部の動揺距離は膝関節運動の伸展制限による影響を受けなかった。このことは、膝関節の運動を制限した場合でも健常者においては股関節や足関節が適切に調節され、身体動揺が補償される可能性を示唆している。膝関節伸展を制限し、低い周波数の傾斜刺激を与えると足関節背屈運動と底屈運動は有意に変化した。また、股関節屈曲は傾斜刺激の周波数の高低に関わらず膝関節伸展制限の影響を強く受けた。このことから、低い周波数の傾斜刺激の場合、足関節戦略と股関節戦略の両方の変化により姿勢を制御し、高い周波数の傾斜刺激では主に股関節戦略の変化により制御すると考えられる。本研究の結果は、立位バランスの保持において膝関節の役割が重要であること、および、状況に合わせて膝関節の役割を足関節や股関節が補償するであろうことを示唆している。

#### 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 8 件)

- 1) Kasahara S, Saito H: Effect of loading parameters on motor performance during a dynamic weight-shift task. *Gait Posture*. *Gait & Posture*, 査読有, 2015 (in press).
- 2) Miura T, Yamanaka M, Ukishiro K, Tohyama H, Saito H, Samukawa M, Kobayashi T, Ino T, Takeda N: Individuals with chronic low back pain do not modulate the level of transversus abdominis muscle contraction across different postures. *Man Ther*, 査読有, Vol. 19: 534-540, 2014.
- 3) Koshino Y, Yamanaka M, Ezawa Y, Ishida T, Kobayashi T, Samukawa M, Saito H, Takeda N: Lower limb joint motion during a cross cutting movement differs in individuals with and without chronic ankle instability. *Phys Ther Sport*, 査読有, Vol. 15: 242-248, 2014.
- 4) Saito H, Yamanaka M, Kasahara S, Fukushima J: Relationship between improvements in motor performance and changes in anticipatory postural adjustments during whole-body reaching training. *Hum Mov Sci*, 査読有, Vol. 37: 69-86, 2014.
- 5) 三浦 拓也, 山中 正紀, 遠山 晴一, 齋藤 展土, 寒川 美奈, 小林 巧, 武田 直樹: 体幹の回旋運動に対する腹横筋の寄与 健常者と慢性腰痛症例の比較 . *理学療法科学*, 査読有, Vol. 29: 207-212, 2014 .
- 6) 柚原 千穂, 笠原 敏史, 齋藤 展土, 高橋 光彦, 吉田 美里: 高齢者のスクワット動作の特徴 . *理学療法科学*, 査読有, Vol. 29 : 765-769, 2014 .
- 7) 笠原 敏史, 吉田 美里, 齋藤 展土, 高橋 光彦, 柚原 千穂: 高齢者のスク

ワット動作の特徴 2 : 60 歳代と 70 歳代男性の下肢関節運動の比較 . *理学療法科学*, 査読有, Vol. 29 : 911-915, 2014 .

- 8) 笠原敏史, 齋藤展土, 寒川美奈, 水鳥武蔵, 廣瀬利彦, 戸塚満久: 荷重量移動課題の運動特性について . *理学療法科学*, 査読有, Vol. 28 : 395-398, 2013 .

〔学会発表〕(計 25 件)

- 1) Miura T, Yamanaka M, Morii Y, Saito H, Samukawa M, Kobayashi T, Ino T, Tohyama H: The Relationship Between Transversus Abdominis and Lumbar Multifidus During the Lifting Task. 61st Annual Meeting of the ORS, MGM Grand Conference Center, Las Vegas, USA, 2015.3.29.
- 2) Ishida T, Yamanaka M, Taniguchi S, Ueno R, Minami S, Koshino Y, Samukawa M, Saito H, Kobayashi T, Matsumoto H, Aoki Y, Tohyama H: The Hip Internal Rotation is Negatively Correlated to Valgus Knee Motion and Internal Tibial Rotation in the Early Phase during a Landing Task in Drop Jumping. 61st Annual Meeting of the ORS, MGM Grand Conference Center, Las Vegas, USA, 2015.3.29.
- 3) Ishigaki T, Yamanaka M, Hirokawa M, Ezawa Y, Samukawa M, Saito H, Sugawara M: Side-specific Differences In The Supraspinatus Muscle And Tendon Morphological Properties In Collegiate Baseball Players With And Without Shoulder Injuries. 61st Annual Meeting of the ORS, MGM Grand Conference Center, Las Vegas, USA, 2015.3.29.
- 4) 笠原敏史, 齋藤展土: スクワット動作への加齢の影響 . 第 14 回日本抗加齢医学会総会, 大阪国際会議場, 大阪, 2014.6.7.
- 5) 谷口翔平, 山中正紀, 石田知也, 越野裕太, 江沢侑也, 生田亮平, 寒川美奈, 齋藤展土, 小林巧, 遠山晴一: Star Excursion Balance Test リーチ時の下肢関節角度, 内的モーメントとリーチ距離との関係 前方, 後内側, 後外側方向の検討 . 第 49 回日本理学療法学会大会, パシフィコ横浜, 横浜, 2014.6.1.
- 6) 越野裕太, 山中正紀, 江沢侑也, 石田知也, 小林巧, 寒川美奈, 齋藤展土, 遠山晴一: 慢性足関節不安定性症例における片脚着地動作時の下肢関節運動パターン主成分分析を用いた検討 . 第 49 回日本理学療法学会大会, パシフィコ横浜, 横浜, 2014.6.1
- 7) 千葉健, 山中正紀, 遠山晴一, 齋藤展土, 小林巧, 江沢侑也, 谷口翔平, 堀享一, 由利真: 歩行中の膝関節内転モーメントと片脚立位移行動作における下肢体幹の運動学的挙動の関連性 . 第 49 回日本理学療法学会大会, パシフィコ横浜, 横浜, 2014.5.31.

- 8) 柚原千穂, 笠原敏史, 齋藤展土, 吉田美里: スクワット動作への加齢の影響. 第49回日本理学療法学会大会, パシフィコ横浜, 横浜, 2014.5.31.
- 9) 齋藤展土, 川口みなみ, 山中正紀, 笠原敏史: 膝関節運動制限による股関節および足関節運動への影響 支持面の前後傾斜刺激における立位保持戦略の検討. 第49回日本理学療法学会大会, パシフィコ横浜, 横浜, 2014.5.31.
- 10) 吉田美里, 笠原敏史, 齋藤展土, 柚原千穂: スクワット動作時の関節運動への加齢の影響について. 第49回日本理学療法学会大会, パシフィコ横浜, 横浜, 2014.5.31.
- 11) 笠原敏史, 齋藤展土, 高橋光彦: 垂直姿勢制御への加齢の影響 ~スクワット動作時の下肢筋活動の解析~. 第49回日本理学療法学会大会, パシフィコ横浜, 横浜, 2014.5.31.
- 12) 三浦拓也, 山中正紀, 齋藤展土, 寒川美奈, 小林巧, 森井康博, 遠山晴一: 体幹深層筋群の活性化は体幹表層筋群の活動性を減少させるか 慢性腰痛症例での検討. 第49回日本理学療法学会大会, パシフィコ横浜, 横浜, 2014.5.31.
- 13) 森井康博, 山中正紀, 三浦拓也, 齋藤展土, 寒川美奈, 小林巧: 健常者における異なる座位姿勢時の胸椎矢状面アライメントと腹横筋筋厚の関係. 第49回日本理学療法学会大会, パシフィコ横浜, 横浜, 2014.5.30.
- 14) 石田知也, 山中正紀, 谷口翔平, 宝満健太郎, 越野裕太, 寒川美奈, 齋藤展土, 小林巧, 青木喜満, 遠山晴一: 着地後早期の膝関節外反, 内旋運動と下肢関節運動の関係. 第49回日本理学療法学会大会, 横浜, 2014.5.30.
- 15) Ishida T, Yamanaka M, Taniguchi S, Koshino Y, Houman K, Samukawa M, Saito H, Kobayashi T, Matsumoto H, Aoki Y, Tohyama H: The Effects of the Subsequent jump on Knee Kinematics during the First Landing in Drop Vertical Jump. 60th Annual Meeting of the ORS, Hyatt Regency New Orleans, New Orleans, USA, 2014.3.17.
- 16) Koshino Y, Yamanaka M, Ezawa Y, Ishida T, Kobayashi T, Samukawa M, Saito H, Inoue M, Tohyama H: Principal Component Analysis of Kinematics and Myoelectrical Activities of the Lower Limb during Single Leg Landing in Subjects with Chronic Ankle Instability. 60th Annual Meeting of the ORS, Hyatt Regency New Orleans, New Orleans, USA, 2014.3.17.
- 17) 越野裕太, 山中正紀, 江沢侑也, 石田知也, 小林巧, 寒川美奈, 齋藤展土, 井上雅之, 遠山晴一: 慢性足関節不安定性症例における歩行時の下肢関節運動の主成分分析. 第40回日本臨床バイオメカニクス学会, 神戸国際会議場, 神戸市, 2013.11.23.
- 18) 石田知也, 山中正紀, 谷口翔平, 越野裕太, 遠山晴一, 寒川美奈, 齋藤展土, 小林巧, 宝満健太郎, 松本尚, 青木喜: 満膝関節運動に対する動作課題と性の影響. 第40回日本臨床バイオメカニクス学会, 神戸国際会議場, 神戸市, 2013.11.22.
- 19) Saito H, Yamanaka M, Kasahara S: Postural control adaptation during a repeated load release task. 20th ISPGR World Congress, Akita View Hotel, Akita, Japan, 2013.6.25.
- 20) Kasahara S, Saito H, Samukawa M: Larger somatosensory stimuli contribute to the improvement of motor control and motor skill acquirement. 20th ISPGR World Congress, Akita View Hotel, Akita, Japan, 2013.6.24.
- 21) Saito H, Yamanaka M, Kasahara S: Postural control adaptation to the predictable perturbation during load releasing in standing. 36th annual meeting of the Japan neuroscience society, Kyoto International Conference Center, Kyoto, 2013.6.21.
- 22) 笠原敏史, 齋藤展土, 寒川美奈, 高橋優美: 加齢に伴う多関節筋の筋機能の変化. 第48回日本理学療法学会大会, 名古屋国際会議場, 名古屋市, 2013.5.25.
- 23) 齋藤展土, 笠原敏史, 山中正紀: 重錘落下課題の繰り返しによる姿勢制御の適応. 第48回日本理学療法学会大会, 名古屋国際会議場, 名古屋市, 2013.5.25.
- 24) Saito H, Fukushima J: Postural adaptation during a repeated load release task. The 35th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, Nagoya Congress Center, Nagoya, 2012.9.20.
- 25) 齋藤展土, 山中正紀, 武田直樹, 福島順子: リーチ動作の繰り返しによる上肢運動パフォーマンスの改善と下肢関節運動の学習. 第47回日本理学療法学会大会, 神戸国際会議場, 神戸, 2012.5.26.

〔その他〕

ホームページ等

< 研究内容紹介 >

<http://www.hs.hokudai.ac.jp/pt/teachingStaffs/saito.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

齋藤 展土 (SAITO HIROSHI)  
北海道大学・大学院保健科学研究院・助教  
研究者番号: 60301917

### (2) 連携研究者

山中 正紀 (YAMANAKA MASANORI)  
北海道大学・保健科学研究院・教授  
研究者番号: 40166757