



走法の違いが方向転換能力に及ぼす影響 —ナンバ走りの有効性に関するバイオメカニクス的研究—

山田 洋 (体育学部体育学科・スポーツ医科学研究所) 内山秀一 (体育学部体育学科・スポーツ医科学研究所)

高野 進 (体育学部競技スポーツ学科) 木村季由 (体育学部競技スポーツ学科)

八百則和 (スポーツプロモーションセンター) 長尾秀行 (作新学院大学)

青木真理子 (株式会社メディカルアーツ 整骨部門) 塩崎知美 (スポーツ医科学研究所)

小河原慶太 (体育学部体育学科・スポーツ医科学研究所)

宮崎誠司 (体育学部武道学科・スポーツ医科学研究所)

The effect of different styles of running on the ability to turn

-A study of the biomechanical efficacy of "Namba"-style running-

Hiroshi YAMADA, Shuichi UCHIYAMA, Susumu TAKANO, Hideyuki KIMURA, Norikazu YAO,
Hideyuki NAGAO, Mariko AOKI, Tomomi SHIOZAKI, Keita OGAWARA and Seiji MIYAZAKI



Abstract

The purpose of this study was to examine whether "Namba"-style running with limited arm movement affected turning movements and performance. The subjects were nine healthy men, who ran normally (normal condition) or with their arms crossed (crossed arms condition) in front of their body. We used a photoelectric tube with a selective photic stimulation generator for stimulation. The subjects ran along an approach section and then changed direction to the left or right towards where a lamp flashed on and off. We analyzed the movement of subjects using an optical motion capture system. Trunk twist angle, stride, and steps were analyzed. The time required from photic stimulation to the grounding of the first and second steps was calculated. The results obtained were as follows.

- 1) The trunk twist angle did not differ between the crossed arms and normal conditions.
- 2) The step profile was not different between the crossed arms and normal conditions.
- 3) For a turn to the right, steps were significantly larger for the crossed arms condition compared with the normal condition ($p<0.05$).
- 4) For a turn to the right, the time required until the first step grounded after photic stimulation was significantly smaller for the crossed arms condition compared with the normal condition ($p<0.05$).

These results suggested that "Namba"-style running while the subject's arms are crossed in front of their chest shortened the time required from photic stimulation to the grounding of the first step in a turning race.

Keywords: Limited arm movement, Motion capture system, Trunk twist angle, Stride

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 35, 17-24, 2023)

I. 緒言

スポーツにおいて、素早く方向転換を行うことは、高いパフォーマンスを発揮するためにも相手に競り勝つためにも必要とされるスキルである。特にバスケットボール、アメリカンフットボールやラグビー等の球技では、自チームに得点の機会をもたらすために方向転換の能力が重要視される。

対人競技である球技種目においては、プレーヤー1人が長くボールを保持する場面は少なく¹⁾、ボールを保持しない場面でもいかに良いステップや速い方向転換動作を行えるかが、よいプレーヤー、よいチームの構成条件のひとつとなる。この方向転換動作は、新たな動作の引き金となる動作であり、ゲーム上有利な状況を作り出すために重要な動作と考えられる。

我々は「ナンバ様走り（以下、ナンバ走り）」が方向転換動作に有効か否かを検討するために実験を行った。ナンバ走りとは、体幹の捻りの少ない走法で上肢・体幹部と下肢の連動が強い動きであり、地面を効率よく蹴ることができ、ピッチは増しストライドは狭くなることが報告されている²⁻⁴⁾。またナンバ走りの利点として身体に無理なく持久性を増加させ、特徴として踏ん張らない、強く捻らない、強く蹴らないなどともいわれている⁵⁾。

しかし、これまでナンバ走りが、そのような走法であるということは、前方への走動作、持久性のある運動パフォーマンスでしか明らかにされおらず、ナンバ走りが方向転換動作を含む運動パフォーマンスの向上に繋がるかということに関しては、現在まで研究がなされていない。またナンバ走りは様々なスポーツ現場で注目されているものの、その効果に関しては部分的なものが多く、一貫した科学的根拠を示したものは少ない。ナンバ走りが方向転換動作に応用できると仮定すると、球技種目においても応用が可能と考えられ、実際に運動指導を行う際にも役立てることができると考えられる。

そこで我々は、上肢を制限した走法により導かれたナンバ様走りが、方向転換動作およびパフォーマンスに影響を与えるのか否かを実験的に検証したいと考えた。本研究の目的は、上肢を制限した走法により導かれたナンバ様走りが方向転換動作およびパフォーマンスに影響を与えるのか否かを決定することであった。本研究の仮説は、「手を胸の前でクロスさせたナンバ様走りを出現させることにより、光刺激に対する方向転換走りにおいて、刺激から一歩目接地までの所用時間が短縮する」である。

II. 方法

1. 被験者

被験者は、健康な大学生9名であった。表1に被験者の身体的特徴を示した。被験者は全て、運動経験を有する男性であった。本研究では、基本的な運動能力を統制するために、運動経験者を採用した。そのため、運動種目の違いが実験結果に及ぼす影響については検討していない。実験に際して、被験者に課題の内容と課題条件に応じて走行することを予め説明し、十分理解した上で参加の同意を得た。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得た上で実施されたものである。

2. 運動課題

9名の被験者に、以下2種類の方向転換走を15本ずつ合計30本行わせた。

- ・ 普段被験者が慣れている方向転換走（以下、ノーマル条件）
- ・ 腕を体の前面で交差した状態での方向転換走（以下、クロス条件）

図1に、ノーマル条件およびクロス試技条件を示した。クロス条件については、広田ら⁶⁾、辻本ら⁷⁾の先行研究を基に行ったが、クロスした腕のロープ等による固定は行わなかった。この方向転換走の種類に関しては、験者がランダムに選択し

表1 被験者の身体的特性
Table 1 Subject's physical characteristics

	身長(cm)	体重(kg)	年齢(歳)	利き手	競技経験	競技経験年数(年)
A	175	58	22	右	陸上競技 短距離	9
B	170	67	22	右	陸上競技 短距離	10
C	175	66	22	右	陸上競技 短距離	13
D	167	60	19	右	陸上競技 幅跳び	7
E	175	58	22	右	陸上競技 長距離	10
F	172	56	22	右	陸上競技 長距離	10
G	167	68	19	右	ラグビー	4
H	173	69	21	右	アメリカンフットボール	7
I	173	73	22	左	バスケットボール	14
Mean±S.D	171.8±3.0	63.9±5.6	21.2±1.2			9.3±2.9



図1 ノーマル試技(左)とクロス試技(右)
Fig. 1 Normal trial (left) and cross trial (right)

て行わせた。

動作の記録に関しては、区間1(方向転換動作前)、区間2(方向転換動作)、区間3(区間1と区間2の合計タイム)に分けてタイムの測定を行った。方向の指示に関しては、選択的光刺激発生装置付き光電管(Smart Speed, fusion sport社製)を使用し、区間1を走り切った時点で左右どちらか点滅した方へ方向転換動作を行った(図2)。なお、方向転換課題のうち、右方向への方向転換走を右方向課題、左方向への方向転換を左方向課題とした。

また各課題試技の間には十分な休憩をとり、疲労の影響がでないよう配慮した。なお、課題試技の実施の順番はランダムとし、被験者が予測出来ないように乱数表を用いて行った。

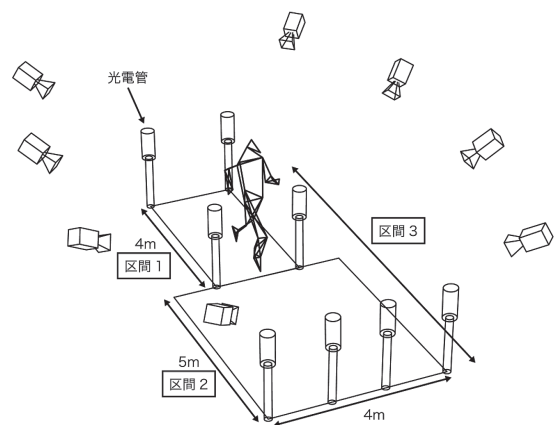


図2 測定概略図
Fig. 2 Schematic diagram of measurement

3. 走動作の記録

被験者の動作は、光学式モーションキャプチャシステム (Mac3D, Motion Analysis 社製) を使用し、光学式赤外線カメラ 8 台にて撮影した。被験者は黒の全身タイツを着用し、身体各部表点にマーカーを貼付した。計測点は全身 22 点 (頭頂、左右耳珠、胸骨、左右肩峰、左右肘関節外側上顆、左右手関節中央、左右第 3 指 MP 関節、左右大転子、左右膝蓋骨中央、左右踵、左右足先、左右外果) とした。フレームレートは 250fps、シャッタースピードは 1/500 秒であった。

4. 分析方法

1) 映像分析

光学式モーションキャプチャシステム統合化アプリケーション (Cortex, Motion Analysis 社製) を用いてデジタイズを行い、映像解析ソフト (Frame-DIAS V, DKH 社製) を用いてデータの算出を行った。

2) 分析範囲

分析範囲は、図 2 の点線枠内 (縦 5 m、横 4 m、高さ 2 m の範囲) とした。

また、試技はノーマル条件、クロス条件各 15 本ずつ合計 30 本行わせたが、区間 2 に対する区間 1 の割合を算出し、ノーマルとクロス、切り返し方向左右別に区間 2 のタイムが速い試技を各 3 本ずつ選出し分析対象とした。この選出した試技のタイムの平均値について、ノーマル条件、クロス条件間に有意な差はみられなかった。

3) 分析項目

分析項目は、分析範囲内の体幹捻り角度・ストライド・歩数、光刺激から 1 歩目接地および 2 歩目接地までの所要時間とした。9 名の被験者の方向転換走の右方向課題、左方向課題について、クロス条件・ノーマル条件間で比較した。

体幹捻り角度は、左右肩峰を結んだ線分と左右大転子を結んだ線分から左右回旋角度を算出した。ストライドに関しては、右つま先と左踵・左つま

先と右踵の変位から算出し、歩数と光刺激から 1-2 歩目接地までの速さに関しては、試技の測定時に撮影したリファレンスカメラを使用して算出した。

4) 統計処理

各分析項目の平均値の統計学的有意差検定には、対応のある T 検定を行った。なお有意水準は 5 % とした。

III. 結果

1. 体幹捻り角度

体幹捻り角度を図 3 に示した。上段左図はノーマル右とクロス右の右回旋角度比較、下段左はノーマル右とクロス右の左回旋角度比較、上段右図はノーマル左とクロス左の右回旋角度比較、下段右はノーマル左とクロス左の左回旋角度比較である。右回旋を正 (+)、左回旋を負 (-) で表示している。

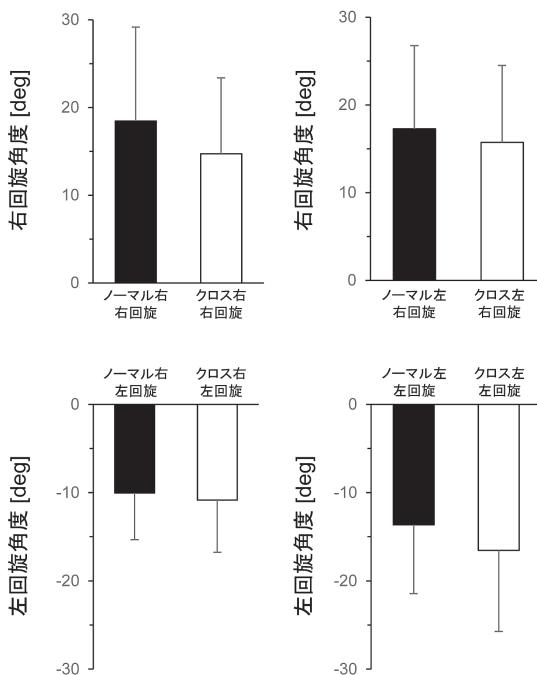


図 3 捻り角度
Fig. 3 Twist angle

走法の違いが方向転換能力に及ぼす影響

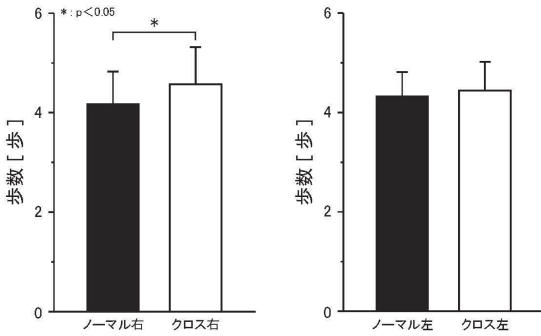


図4 歩数
Fig. 4 Number of steps

ノーマル条件右方向課題の右回旋角度は18.45度、左回旋角度は-10.04度で、クロス条件右方向課題の右回旋角度は14.72度、左回旋角度は-10.85度であった。右回旋角度は、ノーマル条件とクロス条件間に、統計学的に有意な差はみられなかった。ノーマル条件左方向課題の右回旋角度は17.27度、左回旋角度は-13.64度で、クロス条件左方向課題の右回旋角度は15.73度、左回旋角度は-16.54度であった。左回旋角度は、ノーマル条件とクロス条件間に、統計学的に有意な差はみられなかった。

2. 歩幅および歩数

ストライドに関しては、ノーマル条件右課題は0.68m、クロス条件右課題は0.54m、ノーマル条件左課題は0.56m、クロス条件左課題は0.52mであった。左右どちらの方向に関してもクロス条件がノーマル条件と比較して低値を示すものの、統計学的に有意な差は認められなかった。

歩数に関しては、ノーマル条件右課題は4.20歩、クロス条件右課題は4.56歩、ノーマル条件左課題は4.36歩、クロス条件左課題は4.47歩であった。左右どちらの方向に関してもクロス条件がノーマル条件と比較して高値を示し、ノーマル条件右課題とクロス条件右方向課題の平均値には、統計学的に有意な差が認められた (図4, $p < 0.05$)。

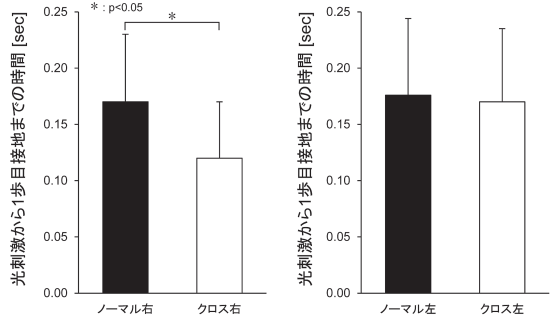


図5 刺激から一歩目までの所用時間
Fig. 5 Time required from stimulus to first step

3. 光刺激が発生してから1歩目接地までの所用時間

光刺激が発生してから1歩目接地までの所用時間は、ノーマル条件右課題で0.17秒、クロス条件右課題で0.12秒、ノーマル条件左課題で0.18秒、クロス条件左課題で0.17秒であり、(図5)、ノーマル条件と比較してクロス条件でいずれも低値を示し、ノーマル条件右課題、クロス条件右課題の間には統計学的に有意な差が認められた ($p < 0.05$)。1歩目接地から2歩目接地までは、ノーマル条件右課題・クロス条件右課題、ノーマル条件左課題・クロス条件左課題、いずれの試技間にも統計学的に有意な差は認められなかった。

IV. 考察

1. 走法の違いが体幹の捻りおよび歩幅・歩数に及ぼす影響とナンバ走り

体幹捻り角度は、左右どちらの方向の課題に関しても、クロス条件がノーマル条件と比較して低値を示すものの、統計学的に有意な差は認められなかった。ストライドは、左右どちらの方向の課題に関してもクロス条件がノーマル条件と比較して低値を示すものの、統計学的に有意な差は認められなかった。歩数は、左右どちらの方向の課題に関しても、クロス条件がノーマル条件と比較して高値を示し、ノーマル条件右課題とクロス条件右課題の平均値には、統計学的に有意な差が認め

られた (図4, $p < 0.05$)。

走法の違いが体幹の捻りおよび歩幅・歩数に及ぼす影響について、山田ら²⁾は、上肢に対して運動課題を課した状況(ラグビーボールを持たせる、およびスティックを担がせる)におけるトレッドミル上での走動作をバイオメカニク的に検討し、体幹の回旋角度が減少し、ナンバ様な動きが出現することを報告している。しかながら、この研究では、歩幅・歩数は走法による影響を受けなかった事も報告されている。

一方、上肢への課題による走行の変容が、ピッチ・ストライドに及ぼす影響に関して、広田ら⁶⁾は、普通の走動作と条件を与えた走動作の違いを検討するために、腕の固定のため古いネクタイを利用し、走者の手首をしばり、腰の辺りに保持させ100m走を行っている。その結果、タイム、歩幅、歩数を測定し、条件のない走動作は、条件のある走動作に比べタイムが速くなり、またタイムが速いものは歩幅が広くなり、歩数が減少すると報告している。また、辻本ら⁷⁾は、全力疾走中に腕を体幹部に付けその位置に保ち続ける腕振りさせ、上肢を制限することにより、走動作におけるストライドの減少を認めている。

ナンバという言葉はもともと「捻らず」、「うねらず」、「踏ん張らず」といった古武術的なエッセンスを含んだ基本的な動作を応用したものであり、「腕を振らない」動きであると言われており⁸⁾、これには歩幅の減少、歩数が増大という要素も含んでいる。本研究においては、クロス試技において、体幹の捻りには変化はみられなかったものの、歩幅が増大したことから、走法の違いにより、一部、ナンバ様な動きになっていたのではないかと推察する。

2. 方向転換走りにおけるパフォーマンスへ及ぼす影響

光刺激が発生してから1歩目接地までの所用時間は、ノーマル条件右方向課題で0.17秒、クロス条件右方向課題で0.12秒であり(図5)、両者の間には統計学的に有意な差が認められた

($p < 0.05$)。一方、同所用時間は、ノーマル条件左方向課題で0.18秒、クロス条件左方向課題で0.17秒であり、両者の間に統計学的有意差は認められなかった。1歩目接地から2歩目接地までは、ノーマル条件右方向課題・クロス条件右方向課題、ノーマル条件左方向課題・クロス条件左方向課題、いずれの試技間においても統計学的に有意な差は認められなかった。

これまで、クロス条件、すなわち、上肢を制限した走りが、捻りのない動き、あるいは、ストライド減少・ピッチ増大等を生じさせる、いわゆるナンバ様な動きを出現させることが報告されているが、所用時間等パフォーマンスに関する報告はほとんどなされていない。今回の光刺激から、一歩目までの所要時間の短縮は、新しい知見であり、今後、体育・スポーツ界へ応用が出来ると期待される。

ただし、今回の有意な差は、右方向課題のみでみられた知見であり、これについて考察する必要があるが、これには、今回の被験者に右利きが多かったことが影響していたと考える。鎌田と衣笠⁹⁾は、サッカー選手の足関節運動における聴覚刺激による反応時間の左右差について調べ、足関節の底屈運動について、右側が巧緻足で左側が踏み切り足のグループにおいては、巧緻足よりも踏み切り足において、Reaction Time (RT)、Premotor Time (PMT)、Motor Time (MT) が短いことを報告している。指方ら¹⁰⁾は成人7名を対象として、光刺激に対する急速膝伸展動作における反応時間を調べ、非利き足の反応時間が、利き足と比較して、PT、MTともに有意に短いことを報告している。

一般的に、右利きは、右足が利き足(操作足)、左足が軸足であると報告されている^{11,12)}。これらの報告をふまえると、本研究では被験者の利き足について測定をして詳細に調べていないものの、ほとんどが右利きの被験者であり、右足が利き足(巧緻足、もしくは操作足)、左足が軸足(踏み切り足)であったとすると、左足で踏み切り、右足を出して移動するほうが動きやすく、右課題で接

地時間が短縮したことも理にかなっているのではないかと考える。

3. ナンバ走りがパフォーマンスへ及ぼす影響とその競技への応用

走法をかえて方向転換動作を行わせことで、体幹捻り角度の減少やストライドの短縮は見られなかった。しかしながら右方向への課題において歩数は増大し、光刺激が発生してから1歩目を接地するまでの時間は短縮した。これらを踏まえると、本研究で用いた慣性の働く方向転換動作において失敗を最低限に抑えた正確な方向転換動作が行っていたのではないかと考えられる。

今回、クロス条件で試技を行わせることによって、物を持って走る時に出現する体幹の捻りが少なくピッチが減少する「ナンバ走り」の特徴がある程度、再現することができ、これがパフォーマンスに及ぼす影響をとらえる事ができた。これらの結果は、同時に、特にボールを持って走ることの多い球技種目における走りが、合目的であることを示唆している。

V. まとめ

本研究の目的は、上肢を制限した走法により導かれたナンバ様走りが方向転換動作およびパフォーマンスに影響を与えるのか否かを決定することであった。本研究の仮説は、「手を胸の前でクロスさせたナンバ様な走りを出現させることにより、光刺激に対する方向転換走りにおいて、刺激から一歩目接地までの所用時間が短縮する」である。被験者は健康な成人男性9名であった。被験者は、普通の状態（以下、ノーマル条件）および、腕を体の前面で交差した状態（以下、クロス条件）で走行を行った。選択的光刺激発生装置付き光電管（Smart Speed, fusion sport 社製）を使用し、区間1を走り切った時点で左右どちらか点滅した方へ方向転換動作（右方向課題および左方向課題）を行った。被験者の動作は、光学式モーションキャ

プチャシステム（Mac3D, Motion Analysis 社製）を使用し、光学式赤外線カメラ8台にて撮影し、映像解析を行った。分析項目は、体幹捻り角度・ストライド・歩数、光刺激から1-2歩目接地までの所要時間とした。

得られた知見は以下の通りである。

1) 体幹捻り角度は、左右どちらの方向の課題に関してもクロス条件がノーマル条件と比較して低値を示すものの、統計学的有意差は認められなかった。

2) ストライドに関しては、左右どちらの方向の課題に関してもクロス条件がノーマル条件と比較して低値を示すものの、統計学的に有意な差は認められなかった。

3) 歩数に関しては、左右どちらの方向の課題に関してもクロス条件がノーマル条件と比較して高値を示し、ノーマル右とクロス右の平均値には、統計学的に有意な差が認められた ($p<0.05$)。

4) 光刺激が発生してから1歩目接地までの所用時間は、ノーマル条件と比較してクロス条件でいずれも低値を示し、ノーマル条件右方向課題とクロス条件右方向課題の間には統計学的に有意な差が認められた ($p<0.05$)。1歩目接地から2歩目接地までは、ノーマル条件右方向課題・クロス条件右方向課題、ノーマル条件左方向課題・クロス条件左方向課題、いずれの試技間においても統計学的に有意な差は認められなかった。

以上のことから、手を胸の前でクロスさせた条件でナンバ様走りを出現させることにより、光刺激に対する方向転換走りにおいて、刺激から一歩目接地までの所用時間が短縮することが検証された。

謝辞

本研究を進めるに当たり、東海大学体育学部、東海大学大学院体育学研究科の学生の皆様に多大なるご協力をいただいた。記して、感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 今村健一郎 (2006) 走方向転換制御における
 動動作の重要性, 2006 Mori Grant Research Report,
 c: 5.
- 2) 山田洋・今川正浩・内山秀一・大塚隆・小河原
 慶太・加藤達郎・木村季由・栗山雅倫・小山孟司
 志・高野進・田村修治・藤井壮浩・宮崎彰吾・陸
 川章 (2010) 「ナンバ」走法の本メカニズムに関する
 バイオメカニクスの研究—上肢への運動課題が走
 運動に及ぼす影響—, 東海大学紀要体育学部, 40,
 pp.9-14.
- 3) 山田洋・松浪稔・内山秀一・高野進・広川龍太
 郎・末續慎吾 (2012) ナンバ走り再考, 東海大学紀
 要体育学部, 42, pp.91-113.
- 4) 山田洋・内山秀一・高野進・長尾秀行・宮崎彰
 吾・小河原慶太 (2015) 速度及びピッチの統制が
 走動作に及ぼす影響—ナンバ様走りの生成メカニ
 ズムに関するバイオメカニクスの研究—, 東海大学
 紀要体育学部, 44, pp.17-23.
- 5) 中嶋和恵・秋本崇之・下條仁士・河野一郎
 (2003) ナンバ走りが運動パフォーマンスに与える
 影響, 体力科学, 52, p.1017.
- 6) 広田勇夫 (1973) 走運動における腕振りの研究
 —心拍数, 歩幅, 歩数, Time の相関—, 神戸学院大
 学紀要, 4, pp.201-215.
- 7) 辻本典央・水藤弘史・新海宏成・布目寛幸・池
 上康男 (2009) 腕振りの制約が走動作に及ぼす影響,
 バイオメカニクス研究, 13, pp.38-50.
- 8) 甲野善紀 (2002) 古武術から見た日本人の身体
 の動きを考える, 理学療法学, 29, 3, pp.94-100.
- 9) 鎌田安久・衣笠隆 (1987) 足関節運動における
 反応時間の左右差について, 岩手大学教育学部研究
 年報, 46, pp.55-64.
- 10) 指方梢・金子純一郎・江口勝彦・黒澤和生・丸
 山仁司 (2000) 膝伸展反応時間・利き手利き足と
 の関係, 理学療法学, 27, p.198.
- 11) 菊地邦雄・万井正人・伊藤一生 (1966) 利き手
 利き足の定義について, 体育学研究, 10, p.224.
- 12) 石津希代子 (2011) 利きの発達と左右差, 日本大
 学大学院総合社会情報研究科紀要, 12, pp.157-161.