

原著論文

## シリコン製座面が健常成人のリーチ動作に与える影響

中村裕二<sup>1)</sup> 小玉武志<sup>2), 3)</sup> 池田千紗<sup>2), 4)</sup>  
 中島そのみ<sup>1)</sup> 鴨下賢一<sup>5)</sup> 仙石泰仁<sup>1)</sup>

要旨：健常成人を対象に、シリコン製座面クッションがリーチ課題に与える有効性を検討した。動作の安定性を示す指標としては座圧中心の直線率と前後・左右方向への動き、上肢の運動軌跡を測定した。結果、用いた高反発クッション、低反発クッション、シリコン製座面クッションの各指標間に違いは認められなかった。つまり、健常成人においては、今回実施した上肢長の120%位置へのリーチ課題では、開発中のシリコン製座面クッションの有効性は確認されなかったと言える。今後課題の難易度の変更と、患者群への検討を重ねていく。

キーワード：座面クッション，リーチ課題，体圧

## はじめに

車椅子や座位保持装置を用いたシーティングには、座り心地や機能性、生理基盤の安定、実用性、移動性といった内容が求められる<sup>1)</sup>。しかし、障害が重度になる程、サポート面を多くし安楽な姿勢を保持することを目的とする事が多く、上肢操作などで重心を移動させる必要がある際には動作がしにくくなるといった問題を生じやすい。また、安楽さの一環として褥瘡防止などを目的に圧分散能に優れた座面クッションが用いられるが、動作時には臀部が揺れて安定しないなどの困難さを臨床的にも感じる。先行研究においても、座面クッションの動作性に関して、エア入りのクッションよりも採型されたウレタンクッションの方がより

速く遠くまでリーチが可能なこと<sup>2)</sup>、テンピュールやエアクッションなどは動作開始に不向きなこと<sup>3)</sup>などが報告されている。しかし、実際のところ、圧分散と動作性の両方に配慮された座面クッションの開発は殆どみられず、日常生活動作をサポートする座面クッションの開発は重要なテーマであると考えている。

筆者らはシリコン製座面を用いて、座り心地と動作の安定を促す座面クッションを開発に取り組んできた<sup>4~6)</sup>。その結果、健常成人にシリコン製の座面クッションを用いることで、前方リーチ動作時の座圧中心 (Center of Pressure ; COP) が、統計的な有意差はないものの、既存の座面クッションと比較して側方への無駄な動きが少なくなる傾向があることを報告した。しかし、被験者の足底を床に接地した条件で実施したため座面の効果を直接的には検証できていなく、リーチ時の動作解析も未実施であった。

今回、座面素材の影響をより効果的に示すために、足底が接地しない環境下で更なる検討を加え

- 1) 札幌医科大学保健医療学部作業療法学科
- 2) 札幌医科大学大学院保健医療学研究科
- 3) 西小樽病院・重症心身障害児施設みどりの里
- 4) 北海道教育大学 札幌校
- 5) 静岡県立こども病院

た。本報告では、従来の COP の前方、左右方向への動きに対する分析に加えて、COP の動きが直線的であるかどうかを示す直線率、上肢の運動速度、手関節の運動軌跡を解析し、健常成人に対してシリコン製の座面クッションの有効性を明らかにすることを目的とする。

## 方法

### 1. 対象

男性の健常成人 10 名を対象とした。年齢は  $22.9 \pm 2.5$  歳、身長  $172.5 \pm 5.0$  cm、体重  $64.5 \pm 6.4$  kg、Body Mass Index (BMI) は  $21.7 \pm 1.7$  であった。全員が右利きであり、腰痛など座位姿勢に影響を及ぼす既往歴のない者から選択した。対象者には、本研究の内容を文書および口頭で説明した後、書面にて同意を得た。なお、本研究は北海道公立大学法人札幌医科大学倫理委員会の承認を得て行った。

### 2. 評価機器

体圧分布測定には FSA (Verg 社) を使用した (測定範囲:  $0 \sim 520$  mmHg, 測定の誤差範囲:  $\pm 10\%$  未満)。測定のサンプリング周波数は 10Hz とした。側方には Web カメラ (BWC-130MS03A, バッファロー社) を設置し、体圧分布測定装置と同期した。3次元動作解析にはローカス 3D MA-3000 (Anima 社) を使用し、サンプリング周波数 100Hz にて測定を行った。反射マーカは、第 7 頸椎、第 10 胸椎、第 5 腰椎、右肩峰、左肩峰、右上前腸骨棘、左上前腸骨棘、利き手側の大転子部、肘頭および尺骨茎状突起の計 10ヶ所とした。

### 3. リーチ課題と座面クッション

今回実施したリーチ課題は、利き手側の上肢長の 120% の距離で、肩峰前方で肩峰の高さに 1cm 四方の目標物を設置し、その目標物にリーチして触れる課題とした。1 人の対象者につき 20 試行実施し、速度は 46beats としてメトロノームで指示した。

使用した座面は、低反発ウレタン座面 (A)、高反発ウレタン座面 (B)、作製したシリコン座面 (C)

の 3 種類とした。低反発ウレタンの素材特性は、密度  $55 \pm 5$  kg/m<sup>3</sup>、反発弾性 15% 以上、高反発ウレタンは密度  $40 \pm 2$  kg/m<sup>3</sup>、反発弾性 30% 以上である。シリコン座面は、先行研究に準じて、円柱状の高さ 5cm、直径 3cm のシリコンを縦横 12 個ずつ 5mm 間隔で配置したものを使用した (図 1)。硬度計デュロメータ (テクロック社) にて測定したシリコンの硬度は A15 であった。実際に着座する際は、3 つすべてのクッションの床からの高さを揃えた。

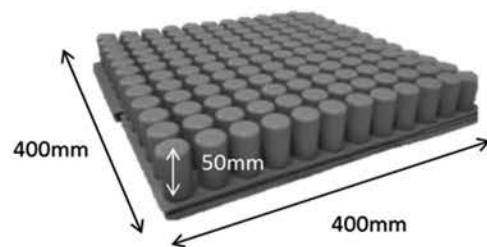


図1 シリコン製のクッション

シリコンの直径は 30mm で、シリコン間の間隔は 5mm である。

### 4. 手続き

開始肢位として、対象者は足底が設置しない高さの台に股関節、膝関節、足関節が 90 度になる座位とした。台の前端から膝窩までの距離は 5cm に統一し、開始肢位として両上肢を大腿部にのせた状態に保持させた。その後、動作解析に使用する反射マーカを貼布し、課題を実施した。課題前には事前に練習を実施した。課題時の座面クッションの順序は無作為とした。

### 5. 分析

#### 1) 体圧分布

体圧分布については、圧力が 20mmHg 以上の部位を分析対象とした。測定した COP に対して、リーチ前とリーチ時の差から COP 移動距離 (COP 距離)、リーチ中のすべてフレームの COP 移動距離を加算した COP 総移動距離 (tCOP 距離) を求め、下記の計算式より直線率 SR ( $SR = \text{tCOP 距離} / \text{COP 距離}$ ) を求めた。この直線率は、到達時の移動距離に対

して、経時的な移動距離の加算がどの程度の割合を占めているかを示すものであり、直線的な運動を行っている場合は1に近い値を示し、効率的な運動が行えていることを示すものである。

さらに、前後総移動距離 (AP) および左右総移動距離 (ML) を求めた。

## 2) 3次元動作解析

得られたデータより、手関節マーカーから水平面および矢状面の運動軌跡を求めた。また、課題の達成度としてリーチ動作中の運動速度を求めた。

統計処理には統計解析ソフト SPSS statistics19 を用いて一元配置分散分析を行った。

## 結果

### 1. COP の動きについて

各座面における COP の直線率を図2に示す。直線率は、座面Aで  $1.25 \pm 0.14$ 、座面Bで  $1.23 \pm 0.12$ 、座面Cで  $1.30 \pm 0.26$  と明確な差は認められなかった。

前後と左右に特化した COP の移動について図3に示す。前後移動距離 (cm) は座面Aで  $5.29 \pm 2.98$ 、座面Bで  $5.59 \pm 2.89$ 、座面Cで  $5.40 \pm 3.31$ 、左右移動距離 (cm) は座面Aで  $0.22 \pm 0.12$ 、座面Bで  $0.37 \pm 0.21$ 、座面Cで  $0.16 \pm 0.21$  であり、左右移動距離でやや座面Cで短くなる傾向はあるものの統計的有意差は確認されなかった。

### 2. 上肢の運動軌跡と速度について

図4で示すように、健常成人における上肢の運

動軌跡は直線的でばらつきが無く、大腿部から対象物まで安定したリーチを実施していた。また、座面クッション間で大きな違いは確認されなかった。運動速度 (cm/sec) については、座面Aで  $2.61 \pm 0.02$ 、座面Bで  $2.62 \pm 0.06$ 、座面Cで  $2.62 \pm 0.02$  となり、クッション間で運動速度に差はなかった。

## 考察

本研究では、シリコン製の座面クッションの有効性を明らかにすることを目的に、健常成人に対する検討を行った。リーチ動作の円滑さは、課題の成否や遂行時間、動作の安定性などで示すことができる。本研究では動作の安定性を量的に示す方法として座圧に着目し、COP の動きを分析対象とした。更に、リーチ動作は末梢部である上肢を操作する課題であるため、COP の移動に加えて上肢の運動軌跡も解析し、末梢部に対する影響についても明らかにした。

### 1. 課題の達成度について

本研究で用いた課題はリーチのペースと回数を規定しているため、課題の達成度としてリーチ動作中の実際の運動速度を評価指標とした。その結果、運動速度は座面クッション間で差はなく、健常成人は規定した通りに課題を実施できていた。和才ら<sup>7)</sup>はヒトの手の巧緻性はスペーシングとタイミング、グレーディングの3つの基礎的要素からなると述べている。スペーシングは手を正しい方向に動かす機能、タイミングは正しい時間調整を行う機能、グレーディングは正しい力加減を行う機能と定義している。すなわち、方向調整と時間調整、力調整の3要素が関連し、上肢の巧緻性が発揮されている<sup>8,9)</sup>。これらのうち、方向調整と時間調整機能に関して、今回は一定の基準で達成されており、課題難易度として適切なリーチ課題であったと考える。特にリーチ距離については、上肢長の120%を越えると体幹部の動きが大きくなる可能性が高く、今後脳性麻痺患者を対象としていく上でも適切な設定であると考えている。

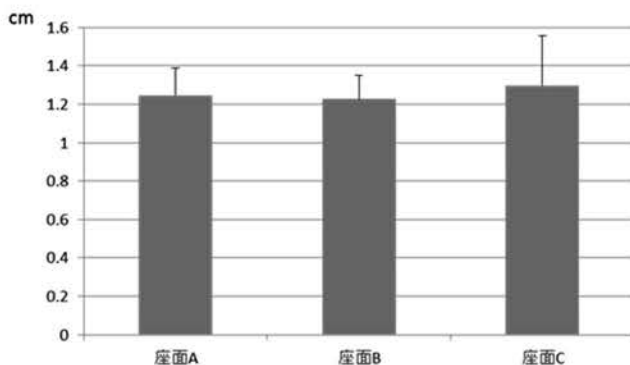


図2 COPの直線率

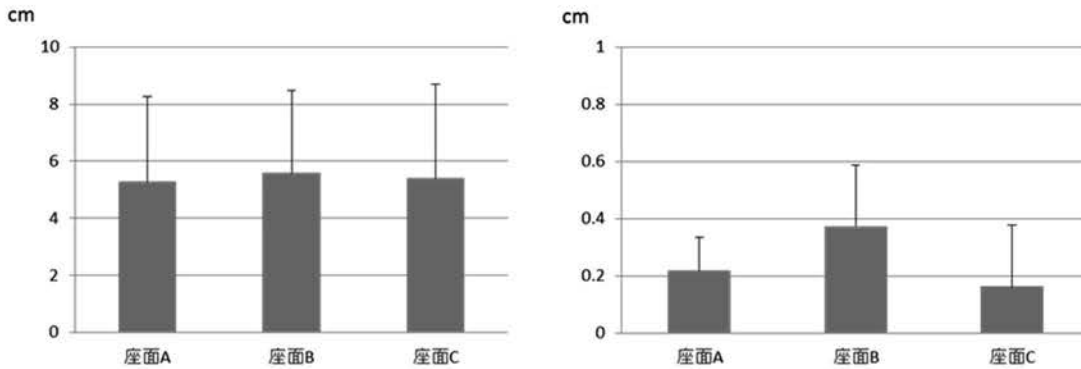


図3 COPの前後移動距離と左右移動距離

左のグラフは前後移動距離, 右は左右移動距離を示している.  
いずれも座面間で有意差は確認されなかった.

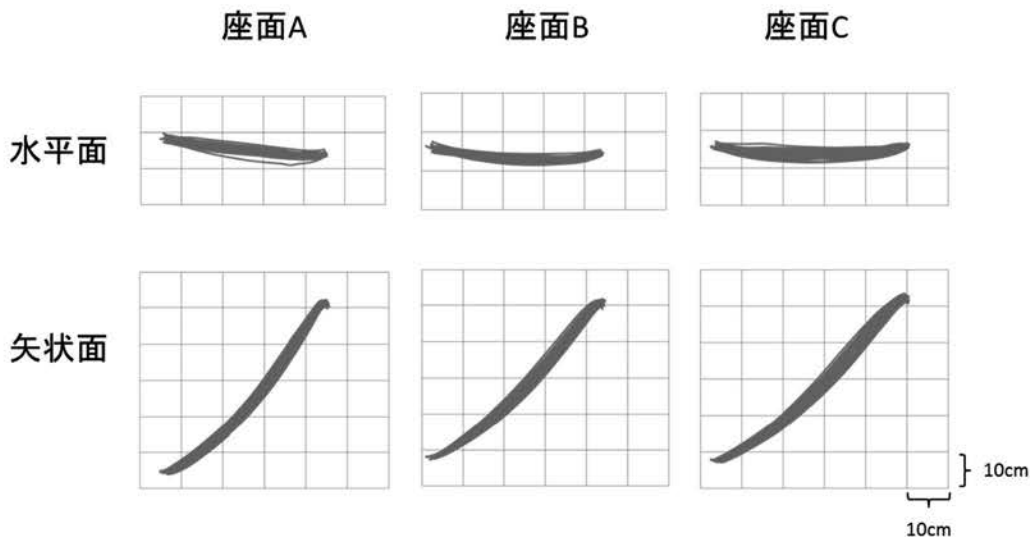


図4 上肢運動の軌跡の例

上段は水平面での動きを, 下段は矢状面での動きを示している.  
それぞれの軌跡において, 左端が運動開始時, 右端がリーチ達成時である.

## 2. COP からみたシリコン製座面の特徴

今回, 低反発座面と座面クッションを敷いていない状態を想定した高反発座面, そして開発中のシリコン製座面を用いて検討を行った. 体圧分布測定から得られたCOPとは, ある面に加わる圧力分布とセンシングエリアから求められる座圧の中心であり, 身体動揺を測定する指標として用いられている. COPの動きは, 同一ではないものの身体重心の動揺と強く相関することが知られている

<sup>10)</sup>. 一般的には, COPの動きが運動方向とは無関係な方向に大きく生じている場合には, 姿勢の不安定さや運動の努力性を示していると考えられる<sup>11)</sup>. また, 効率的な運動が行えていることを示す直線率は, その値が1に近い値を示しほど直線的な動きをしていると解釈できる<sup>12)</sup>. これらの指標を算出した結果, 本研究では座面クッション間に運動特性の差はみられなかった. つまり, 健常成人においては, COPからみた動作の安定性に今回用い

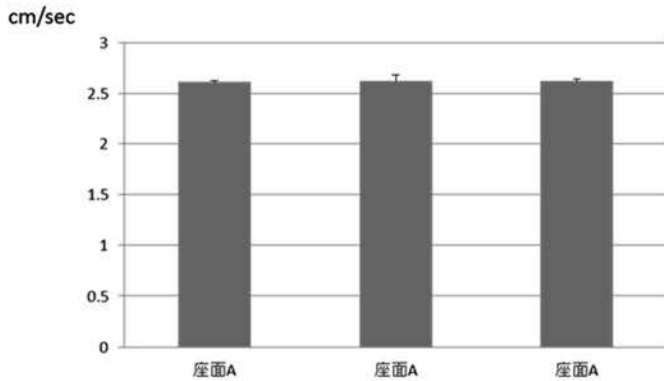


図5 各座面における運動速度

た座面材質の有効性は特別には無かったこととなる。足底を設置した状態で実施した我々の同様の報告<sup>4)</sup>においても、シリコン製座面で左右方向へのCOP移動距離が少ない傾向がみられたものの、クッション間で統計的な有意差はみられなかった。今回足底を接地せず、浮かせた状態で実施した実験条件においても統計的に同様の結果が得られたことから、座面が直接的に動作の安定性に与える影響を示すことができたと考えている。足底接地の有無が結果に影響しなかったことについては、健常成人における運動の成熟度が関与した可能性がある。実施したリーチ課題では身体の支持面が座面だけになっても、健常成人は座面クッションの違いに関係なく安定した動作ができていたと考える。健常者の座位でのリーチ動作を分析する研究<sup>13)</sup>は、基本的に足底を接地した条件で実施している。これは、日常的な姿勢として足部を接地しない座位姿勢をとることがあまり無いためと考える。一方、脳性麻痺患者と対象としたリーチ動作に関する研究<sup>14,15)</sup>は座面角度を調整して検討しているものが多いが、これらの研究は、座面そのものの影響を調査する目的があるため足底接地は行っていない。今後、脳性麻痺患者を対象とした実験を実施するうえで、今回と同一条件で比較してきたいと考える。

また、座面素材がリーチ動作に与える影響を調査した研究として、勘林<sup>3)</sup>らは高齢者9名を対象に、前方リーチ課題に与える影響を調査している。

その中で、動作開始時には柔らかい素材は反力が得にくく関節運動が大きくなる傾向があること、動作中では固い素材は安定性を高めるのに対して、柔らかい素材では臀部が不安定になることを報告している。同様に、Aissaoui<sup>2)</sup>らは、脊椎損傷により対麻痺を呈した患者9名に調査している。COPを用いた分析の結果、エアやウレタンよりも臀部の形状に採型してある座面で広範囲に速い速度でリーチしていることが示された。このように、高齢者や患者群では座面素材の違いがリーチ動作に影響を与える可能性があるものの、健常成人に対しては殆ど検討がされていない。今後、本研究は一つの指標になり得る可能性がある。

更に、リーチ動作における上肢運動軌跡について、各座面クッションにおいて直線的で一定の運動が行われており座面間での違いはみられなかった。健常成人のリーチが直線的であるということは先行研究<sup>16,17)</sup>と同様の結果である。また、座面クッション間で違いが無かったことは、先に示したCOPからみた動作の安定性が上肢末梢部においても良い影響を与え、どの座面においても円滑な動作ができていたことを示している。中枢部の安定性が上肢操作性に影響を与えることは広く知れたところであり、空間で身体位置を保持する能力が、身体の一部を動かすための基本となる要素とされている<sup>18)</sup>。本研究においても、COPからみた中枢部の安定性と上肢運動軌跡との間の関係は確認されたと考える。

#### まとめ

これまで述べたように、シリコン製の座面クッションは、健常成人のリーチ動作に対しては特別な影響は与えていないことが示された。このことは、健常成人は運動の成熟度から今回用いたような座面では前方リーチ課題に対して困難を生じていないことを示している。今後、上肢の巧緻動作を要する課題やリーチ距離を延長するなど課題の負荷を高める研究、さらには、運動障害を呈する

対象者に対する検討を重ね、シリコン製座面の有効性を検討してきたいと考えている。

#### 引用文献

- 1) Letts M, et al.: Seating the disabled. Atlas of orthotics. The C. V. Mosby, Missouri, pp. 440. 1985.
- 2) Aissaoui R, et al.: Effect of cushion on dynamic stability in sitting during a reaching task in wheelchair users with paraplegia. Arch Phys Med Rehabil 82: 274-281. 2001.
- 3) 勘林智子, 佐藤秀一, 佐藤秀紀, 山下弘二: シートクッションの材質特性が前方リーチ動作に及ぼす影響. 青森保健大雑誌 8: 37-44. 2007.
- 4) 中村裕二, 他: シリコン製座面クッションの座り心地と動作性について. 日本発達系作業療法学会誌 1: 31-38. 2012.
- 5) 小玉武志, 他: 座面素材が前方リーチ動作中の体圧分布に与える影響. 日本作業療法学会抄録集 46:P0602. 2012.
- 6) 小玉武志, 他: シリコン製座面クッションが座位姿勢に与える影響 (第二報) 脳性麻痺患者に対する動作課題の検討. 日本作業療法学会抄録集 47:P251. 2013.
- 7) 和才嘉昭, 嶋田智明: 測定と評価 リハビリテーション医学全書 5 第2版. 東京. 医歯薬出版株式会社. 312-328. 1991
- 8) 福意武史, 井上桂子, 常久謙太郎: 上肢協調性評価機器の開発 - Spacing, Timing, Grading の3要素の同時検出 -. 川崎医療福祉学会誌 11: 205-209. 2001
- 9) 福意武史, 井上桂子, 常久謙太郎: 上肢協調性評価機器の開発 - 臨床適応の検討 -. 川崎医療福祉学会誌 17: 389-394. 2008
- 10) 政二 慶, Vette A, Popovic M: 高齢者の立位制御モデル. バイオメカニクス研究 11: 321-326, 2007.
- 11) Cherg R, Lin H, Ju Y, Ho C: Effect of seat surface inclination on postural stability and forward reaching efficiency in children with spastic cerebral pals. Res Dev Disabil 30: 1420-1427, 2009.
- 12) Ju YH, You JY, Cherg RJ: Effect of task constraint on reaching performance in children with spastic diplegic cerebral palsy. Res Dev Disabil 31:1076-1082. 2010.
- 13) 今井寛志, 他: 座位リーチ動作の運動学的解析. 総合リハビリテーション 30: 161-166, 2002.
- 14) Myhr U. von Mendt L: Improvement of functional sitting position for children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 33: 46-256. 1991
- 15) Hadders-Algra M. van der Fits IB. Stremmelaar EF. Touwen BC: Development of postural adjustments during reaching in infants with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 41: 766-776. 1999
- 16) 長崎 浩=動作解析のこれから. 理学療法科学 18: 147-151, 2003.
- 17) 佐藤匠, 他: 体幹支持がリーチ動作に及ぼす影響~運動障害をもつ事例に対する2次元動作解析の試み~. 北海道作業療法 28: 140-147, 2012.
- 18) 田中繁, 高橋明監訳: モーターコントロール運動制御の理論から臨床実線へ 原著第3版. 東京. 医歯薬出版株式会社. 152-182. 2009

## Effects of silicon seat gives to reach task in healthy adults

By

Yuji Nakamura<sup>1)</sup>, Takeshi Kodama<sup>2) 3)</sup>, Chisa Ikeda<sup>2) 4)</sup>,  
Kenichi Kamoshita<sup>5)</sup>, Sonomi Nakajima<sup>1)</sup>, Yasuhito Sengoku<sup>1)</sup>

From

- 1) Department of Occupational Therapy, School of Health Sciences, Sapporo Medical University
- 2) Graduate School of Health Sciences, Sapporo Medical University
- 3) Saiseikai Nishi Otaru Hospital, Midori-no-Sato Institution for the persons with severe motor and intellectual disability
- 4) Hokkaido University of Education Sapporo
- 5) Shizuoka Children' s Hospital

**Abstract:** We examined the effectiveness of silicone seat cushions for reach tasks in healthy adults. Anterior, posterior, and lateral motion; linear rate of the center of pressure; and upper limb motion trajectory were measured as indicators of movement stability. No significant differences were observed in the measurements between high or low rebound silicone seat cushion conditions. In healthy adults, the use of the silicone seat cushions did not help to reaching task that to reach the 120% position of the upper limb length. In future research, we will increase task difficulty and observe the change in measurements of the patient group.