

原著論文

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

中村裕二¹⁾ 仙石泰仁¹⁾ 中島そのみ¹⁾ 小玉武志^{2), 3)} 鴨下賢一⁴⁾

要旨：新しいシリコン製のクッションと既存の座面クッションを用いて、座り心地と動作性について体圧分布測定の見点から検討を行った。座り心地については、除圧性に優れたクッションでは高圧部位の割合が少なく主観的評価においても高評価を得た。シリコン製のクッションについては一定の見解を得なかった。しかし、動作性については、シリコン製のクッションで左右方向への姿勢の動きを少なくする傾向が確認され、除圧性の高いクッションでは姿勢の不安定さにつながる体圧の減少が確認された。今後、シリコン製の座面クッションの座り心地を高めるとともに、動作の円滑さを更に高める工夫が必要と考えている。

キーワード：座面クッション，座り心地，リーチ動作

はじめに

車いすや座位保持装置は運動障害を有する障害児・者にとって必要不可欠な補装具である。特に近年ではシーティング技術の進歩により様々な補装具が開発され、障害像に適した補装具の選択が可能となってきた。特に座面はすべての車いすに共通し、臀部と直接触れる部分であるため、各形状・材質のものが揃っている。

WHOのガイドライン¹⁾によると、適切な車いすとは利用者のニーズや環境に適合していること、適切なフィットと姿勢保持を達成していること、安全で耐久性に優れていること、などが挙げられている。またFergusonら²⁾は、座面クッションを選択するときに考慮されるべき要素として快適性、機能性、臨床的安全性を挙げている。これらのことから、特に一定時間の座位姿勢を

余儀なくされる障害児・者では安楽さと機能性を同時に達成できる座面の処方重要である。具体的には、長時間座っても痛みなどの不快が無く、かつ、座位での運動も円滑に行える座面クッションが必要となる。

これまでに、車いすの座り心地に関しては、痛みが無く、安定しており、動作を達成できるものが快適であるとされている³⁾。Loozeら⁴⁾は圧力分布の見点から、座面において圧力が均等に分布していること、背面において腰部で一定の圧力がかかっていること、全体的に圧力が広く分布していることが座り心地の良さに影響しているとしている。またStocktonら⁵⁾は、座面クッションの快適さは漠然としており、長時間座ったときに影響を与える因子としての圧や温度、湿度が影響し合っていると述べている。動作性に関しては、エア入りのクッションよりも採用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⁶⁾、また、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

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) 静岡県立こども病院

こと⁷⁾などが報告されている。しかし、座り心地と動作の円滑さを同時に検討した研究はみられず、どのような特徴をもつ座面クッションが車いすの利用者や介護者にとって望まれるものなのかは明らかではない。

これらの課題に対して、我々はシリコン素材を用いた新しい座面クッションの開発を進めている。動作性の観点からは、動作を円滑に行うためには座面からの一定の支持が必要であり、かつ、動作に伴う殿部の動きを妨げない工夫を施す必要がある。本研究では、今後、様々な発達障害を抱える子ども達への応用の可能性を検討するための基礎的研究として、健常成人を対象に既存のクッション素材と円柱型のシリコンを一定間隔で配置した開発中のクッションそれぞれの特性を、姿勢保持・動作課題中の圧力分布という視点から分析を行った。

方法

1. 対象

対象は平均年齢 22.3 ± 3.4 歳の健常成人男性 10 名で、本研究の内容を口頭および文章で説明し、研究参加への同意を得た者とした。平均身長 172.6 ± 3.9 cm, 平均体重は 63.5 ± 4.7 kg, Body Mass Index は 21.3 ± 1.4 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。

2. 機器と設定

座り心地とリーチ動作課題を実施するために、対象者ごとに高さを変えることが可能な昇降椅子を設置した。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 (FSA, Verg 社) と同期した。

体圧分布測定装置 FSA は、256 個のセンサーが埋め込まれたマットで、 $43\text{cm} \times 43\text{cm}$ 範囲の圧測定が可能である。何らかの圧が加わったセンシングエリアの面積 (cm^2), 平均圧力 (mmHg), 最大圧力 (mmHg) の経時的変化を捉えることがで

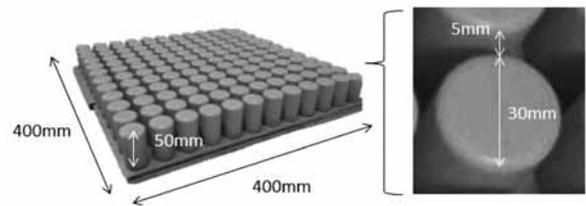


図1 シリコン製のクッション (クッション C)

シリコンの硬度は A15 であり、一定の硬さがあるが弾力も保たれている。

きる。今回、座り心地の評価ではサンプリング周波数を 1Hz, リーチ動作課題では 10Hz とし、 $20 \sim 200\text{mmHg}$ の範囲で圧力を測定した。

また、実験室内の温度を $22 \sim 25$ 度、湿度を $45 \sim 55\%$ に統制した。

3. 座面クッション

本研究では 3 種類の座面クッションを使用した。1 つめはウレタン座布団 (クッション A) であり高さは 2cm である。2 つめとして、除圧性の高いウレタンフォーム製のクッション (クッション B; クッションフィット パシフィック社), 高さ 5cm のものを用意した。これら 2 つは市販されているものである。3 つめは新開発のクッション (クッション C) であり、円柱状のシリコンを一定間隔で配置したものとした。具体的には、高さ 5cm で直径 3cm のシリコン製の円柱を、縦横 12 個ずつ 5mm 間隔で配置した。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 (図 1)。このことにより、一定以上の圧を受け、シリコンの 1 個 1 個も他動的に動けることを基本設計とした。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。

4. 実験課題

各クッションにて座り心地に関する評価と動作性に関する評価を行った。開始肢位は、FSA を敷いた各座面クッションのうえに、股関節と膝関節、足関節が 90 度になるように座った姿勢で両上肢は大腿の上に保持させた。座面の前端から膝裏までは 4cm とした。

座り心地に関する検討では、対象者に昇降椅子に座ってもらい、30 分間継続して座位姿勢をとるとい課題を実施した。対象者の前方 2.5m

には 52 インチの大型液晶テレビ (LC-52EX5, SHARP 社) を設置し, 課題中はアニメーションを視聴させた. 殿部や下肢を明らかに浮かせない範囲の身体の動きは許した. 1 日につき 1 つのクッションのみで測定を実施し, 被験者間でランダムな順序で行った. また, 測定の実施後に座り心地について主観的評価を実施した.

動作性に関する検討では, 前方リーチ課題を実施した. 肩峰の高さで正中線上, かつ, 上肢長の 120% 地点に目標物を設定し, 利き手である右上肢で触れる課題とした. リーチ動作は 1 秒で目標へ到達し, 1 秒で戻るようメトロノームを使用し, 開始肢位から連続して 10 回行った.

5. 評価と分析

座り心地に関する主観的評価としては, Looze ら⁴⁾ および藤巻⁸⁾ の報告を参考に「心地よさ」と「不快感」に分けて意味微分法にて 5 段階の評価を実施した. 具体的には, 「心地よさ」にはリラックスや気持ちよさ, 幸福感, 充実感など, 「不快感」には痛みや痺れ, 違和感, 疲労感などの状態が, 「とても悪い」から「とても良い」までの間でどの段階にあるのかを評価してもらった.

体圧分布に関しては, 座り心地の評価では, 20mmHg 以上の圧がかかったセンシングエリア (cm²) の経時的変化, および, センシングエリ

アに対して高圧部位 (180mmHg 以上のエリア) が占める割合の経時的変化 (%) について算出した. それぞれについて, 被験者全員の平均値を算出した. リーチ課題の評価では, センシングエリア (cm²) と平均体圧 (mmHg) の経時的変化について算出し, リーチ前後の変化を全体の平均値として算出した. 加えて, リーチ動作課題では, センシングエリアと座圧から割り出される座圧中心 (Center of Pressure ; COP) の前後方向と左右方向への移動距離 (cm) を算出し, 課題中に座圧の中心がどの程度動いているのかを客観的に検討した. 前後, 左右方向ともに各被験者の 10 施行分の平均値から, 全体の平均値を算出した. 統計処理には, 統計解析ソフト (IBM SPSS statistics 19) を用いて一元配置分散分析を行った.

結果

1. 座り心地課題

継続した座位姿勢後の主観的評価は, クッション A では「心地よさ」「不快感」とともに「やや悪い」と判断する者が多く「非常に良い」と判断する者はいなかった. クッション B では両指標ともに「非常に良い」と判断する者が一番多く, 「非常に悪い」「やや悪い」と判断する者はいないという結果であった. 一方, 新開発のク

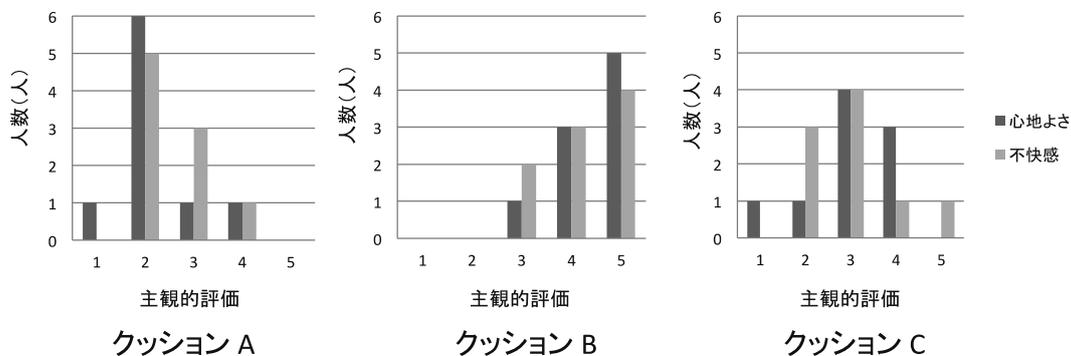


図 2 各クッションにおける主観的評価

主観的評価の判断基準は, 1:非常に悪い, 2:やや悪い, 3:どちらでもない, 4:やや良い, 5:非常に良いとし, 5段階の意味微分法を用いた.

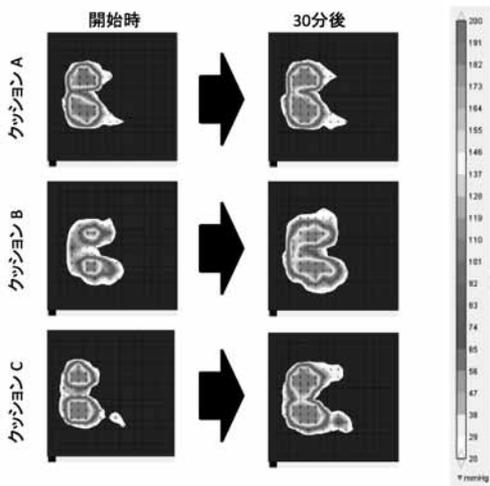


図3 座り心地課題における体圧分布の例

実際の圧力変化と圧力単位を示している。クッションCでは、他のクッションよりも大腿部での加圧がみられた。

クッション C では、「心地よさ」「不快感」ともに「どちらでもない」と回答するものが多く明確に良いとも悪いとも判断できない結果となった(図2)。

継続した座位姿勢後の体圧分布の一例を図3、センシングエリアと高圧部位面積の変化を図4に示す。センシングエリアではクッションC、クッションB、クッションAの順に面積が広く、どのクッションも時間経過とともにエリアが増加するという結果が得られた。センシングエリアの中で180mmHgの高い圧分布が占める面積の割合については、クッションC、クッションA、クッションBの順に高く、どのクッションも時間経過とともに割合が増加あるいは維持される傾向がみられた。

2. リーチ課題

リーチ課題中の圧力分布変化の代表例を図5、

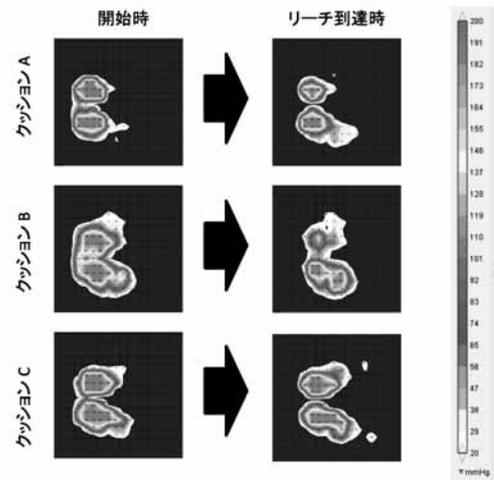


図5 リーチ課題における体圧分布の例

実際の圧力変化と圧力単位を示している。クッションBでは、他のクッションよりも圧力の減少が大きく左右も不均衡である。

センシングエリアと平均体圧のリーチ動作に伴う変化を図6に示す。センシングエリアについては、クッションAが -24.2cm^2 、クッションBが -70.3cm^2 、クッションCが -34.9cm^2 と全員が減少しており、有意差は無いもののクッションBで減少が大きい傾向が確認された。平均体圧は、クッションAが -3.6mmHg 、クッションBが -7.4mmHg 、クッションCが $+3.1\text{mmHg}$ となり、有意差は無いがクッションCのみ増加傾向が確認された。

さらに、課題中のCOPの変化を前後・左右別に図7に示す。前後方向に関しては、クッションAが2.8cm、クッションBが3.1cm、クッションCが2.9cmであり、クッション間で有意な差はみられなかった。リーチ方向と同じである左右については、クッションAが0.7cm、クッションBが0.7cm、クッションCが0.4cmとなり、ク

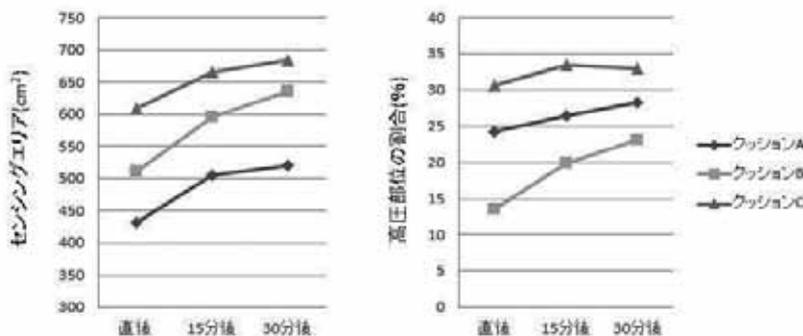


図4 各クッションにおけるセンシングエリアと高圧部位の割合の変化

すべてのクッションにおいて、センシングエリアとの増加傾向が確認された。クッションBでは高圧部位の割合が最も少なかった。

ッションCで少ない値となった。

考察

本研究では、作製したシリコンタイプの座面クッションを含み3つのクッションにおいて、座り心地と動作性について検討した。各評価指標の結果から各クッションの特徴を明らかにすると共に、作製したクッションの有効性を検討する。

1. 座り心地と体圧分布の関係

車いすでの座位保持時間が長時間におよぶ障害児・者にとって、可能な限り安楽なクッション素材を活用することは生活の中で重要となる。就寝時間を除き、1日の18時間近くを車いすで過ごす対象者もいることが報告されており⁵⁾、褥瘡予防の観点からも快適なクッションの開発は必要である。

本研究では、まず、3種類のクッションを用いて主観的な座り心地の検証を行った。その結果、

除圧を目的に作られているクッションBは最も快適であり、厚さ2cm程度のウレタンクッションAは最も不快であるという結果が示された。これらの圧分布については、センシングエリアはクッションBがAよりも広く、高圧部位の割合はクッションBがAよりも低いまま推移していた。つまり、除圧性に優れ、主観的評価でも快適と支持されたクッションは、広い加圧エリアの中で高圧部位面積が少ないという特徴が示された。

これまでに、座り心地の主観的評価と客観的指標との関係を検討した研究は、姿勢運動分析や筋電図、圧分析、Spinal Loading Force、足部周径と主観的評価を比較しているものに大別される⁴⁾。この中でも、本研究のように、背面や座面の圧力分布と主観的評価との関係を分析している研究が、客観性が高い研究であると言われている。圧力と主観的評価との関連を示した研究では、大規模な調査としてLeeら⁹⁾の研究

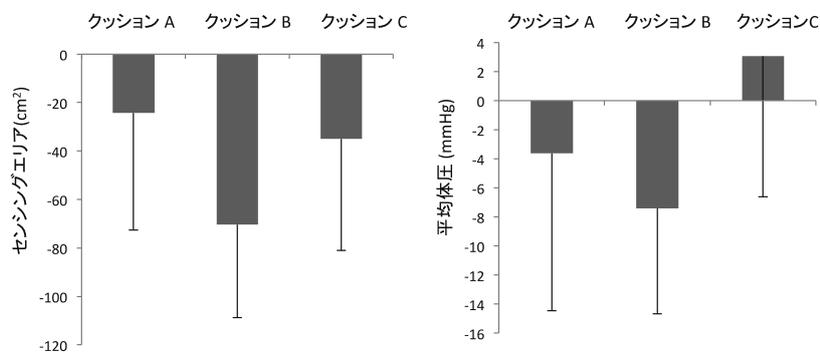


図6 各クッションにおけるセンシングエリアと平均体圧の変化

クッションBでは、他のクッションに比べて、センシングエリアと平均体圧の減少が大きい傾向が確認された。

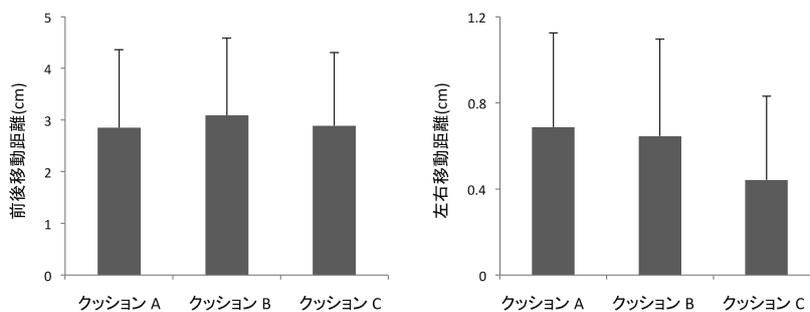


図7 各クッションにおけるCOP移動距離

クッションCでは、他のクッションよりも左右のCOP移動距離が小さい傾向が確認された。

がある。彼等は 100 人の対象者に対して、ドライビング・シートの座り心地と圧の関係について調査した。圧力としては、平均圧と最高圧、またこれらの変化について算出した。しかし、これらの圧指標と主観的な座り心地の評価には明確な関係が無かったことを報告している。また、Thakurta ら¹⁰⁾は、36 名の対象者にドライブ前後の快適さと圧分布の関係を報告している。彼等は圧評価と主観的評価に有意な関係があったと述べているが、圧に関する具体的な結果が記載されておらず、十分な研究とは言えない。このように、主観的評価と圧分布を検討した研究は存在するが、結果が一様ではないことや圧力評価に対する分析方法が一定ではない。Looze ら⁴⁾も、座面における均等な圧と腰部における一定の圧力が座り心地の良さに関係することを述べているものの、その算出方法に決まった方法はない。これらのことを考慮し本研究では、圧力の絶対値と座り心地の相関は少なく一定部位と他部位における圧力の比が重要であるという報告⁸⁾を参考に、圧分析に関して、高圧部位面積の割合という観点から分析を行った。その結果、主観的評価で快の評価が多く得られた除圧性の高いクッションの圧分布特徴が明確になり、圧力が高い部分の面積比を分析することは、主観的評価との関係が高い可能性が示された。

また、今回作製したシリコン製のクッション C では、クッション A や B と比較して主観的評価が「どちらでもない」と判断される対象者が多く、明確な評価が得られなかった。圧力分析からは、他のクッションに比べてセンシングエリア、高圧部位の割合が共に広いという結果が得られた。これは坐骨結節周囲に加えて、大腿の方向に圧が加わっている対象者が多かったことが関係している。このことは、他のクッション素材に比べて、シリコンは重さが加わったときの反力が大きいことが反映していると考えられる。しかし、高圧部位の面積が広いものの、セ

ンシングエリアも広いため、不快を感じやすいと思われる坐骨結節周囲にのみが高圧という結果ではなかった可能性がある。このことが、必ずしもクッション C が「不快」と判断されなかった理由の 1 つであると考えられた。

2. 各クッションにおける体圧と COP の違い

座り心地の評価からは、作製したクッション C の特別なメリットはみられなかった。しかし、リーチ動作課題の COP 測定からは、他のクッションと比較して左右方向への移動距離が短い傾向が示された。このことは、リーチ課題が前方方向へ行われたため、それとは直接関係のない左右方向への不必要な身体の動きが少なかったことを示している。

リーチ動作課題中の動作の円滑さとは、課題の成否や時間、運動の安定性などで評価されると考える。今回は運動の安定性を量的に評価する手法として、体圧分布測定を用いた COP 評価を実施した。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¹¹⁾。Aissoui ら⁶⁾は、対麻痺患者に対して座位でのリーチ課題における採型クッションの有効性を COP から検証した。その中で、採型されたクッションは他の柔らかいクッションと比較して、COP の最大移動距離が有意に大きいことを報告し、採型クッションの利点として主張している。また、Cherng ら¹²⁾は、脳性麻痺児に対して前方リーチ課題における COP の変化を健常児と比較している。その結果、運動障害をもつ脳性麻痺児では、健常児と比較して COP の左右移動が大きく障害特性と関係していることを述べた。このように、前方リーチ動作中の COP については、移動距離が大きい場合を良いとする場合とそうでない場合がある。これは、疾患によって判断が異なることが関係している。対麻痺患者のよ

うに運動性が低下する場合は、運動の出現を COP の移動距離の増大によって評価されることが望まれる。また、脳性麻痺のように運動の異常性を認める場合は、COP の増大は運動の異常性を示す指標になり得る。このことを本研究に当てはめて考えると、シリコン製のクッション C を使用した場合、他に比べて左右への動揺が少なく安定したリーチができていたと考えることができる。平均体圧がクッション C で増加しやすかったことから、クッション C は重心を臀部に残しながらの安定したリーチ動作を補助するクッション素材である可能性が示された。

一方、除圧製の高いクッション B では、センシングエリアと平均体圧の減少が他のクッションと比べて大きい傾向がみられた。これは、動作の円滑さを妨げる一要因になる結果であると考える。しかし今回、COP についてはクッション B のみの特徴は確認されなかったことから、動作に対する悪い要因になっているか否かは明確にはならなかった。対象者が健常者であったため、殿部の不安定さを足部への適切な加重により補っていたとも考えられ、今後さらなる検討が必要である。

まとめ

このように、今回作製したシリコン製のクッションは、動作性においては身体の動きを補助する可能性があるものの、座り心地という観点からは一定の見解が得られなかった。また市販されている除圧製の高いクッションは、座り心地は良いものの、動作課題時に圧力が抜けやすく、殿部での支持を失いやすい状況になっていた。除圧製の高いクッションで動作性を妨げやすいことは先行研究に準じた結果であった。また、シリコン製のクッションの座り心地を良くするための方法としては、シリコン素材を用いる面積の縮小が1つ考えられる。これを、動作の円滑さを阻害しない範囲で実施することが必

要である。

今回作製した座面クッションは、車いすのパーツとして使用することができることに加え、リハビリテーションの訓練場面における治療機器、生活場面での生活補助具として活用することができると考えている。そのためにも、さらなる研究の継続が必要であると考えている。

謝辞

今回の研究を遂行するにあたり、シリコン素材を提供して下さった株式会社ゴム Q 代表取締役鈴木利明様に深く感謝いたします。

文献

- 1) WHO: Guidelines on the provision of manual wheelchairs in less-resourced settings. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data: 2008.
- 2) Ferguson-Pell MW : Seat cushion selection. J Res Rehabil Dev Suppl12 : 49-73. 1990.
- 3) Monette M, Weiss-Lambrou R, Dansereau J: In search of a better understanding of wheelchair sitting comfort and discomfort. Proceedings of the RESNA 1999 Annual Conference: 218-220. 1999.
- 4) Looze M, Kuijt-Evers L, Dieen J: Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. Ergonomics 46: 985-997, 2003.
- 5) Stockton L, Rithalia S: Pressure-reducing cushions: perceptions of comfort from the wheelchair users' perspective using interface pressure, temperature and humidity measurements. J Tissue Viability 18: 28-35, 2009.
- 6) Aissaoui R, Boucher C, Bourbonnais D, Lacoste M, Dansereau J : 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.
- 7) 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.
- 8) 藤巻吾朗 : 体圧分布のパターン変動と座り心地. 早稲田大学大学院博士論文 : 2005.
- 9) Lee J, Ferraiuolo P, Temming J: Measuring Seating Comfort. SAE Technical Papers Series 930105: 25-30. 1993.
- 10) Thakurta K, Koester D, Bush N, Bachle S: Evaluating short and long term seating comfort. SAE Technical Paper Series 950144 : 33 -37, 1995.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 10) Thakurta K, Koester D, Bush N, Bachle S:

Sitting comfort and movements of the seat cushion made of silicon

By

Yuji Nakamura¹⁾ Yasuhito Sengoku¹⁾ Sonomi Nakajima¹⁾
Takeshi Kodama^{2),3)} Kenichi Kamoshita⁴⁾

From

- 1) 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 sever motor and intellectual disability
- 4) Shizuoka Children' s Hosipital