

報告日 2013 年 (平成 25 年) 8 月 7 日
報告者 山形大大学院理工学研究科 准教授
菊池 武士

1. 研究概要

(和文)

(1) 課題名 (日本語)

空気圧—ベルト張力組み合わせ要素を用いた
脳性麻痺者のための自在変形可能なシーティングシステム

(2) 研究者氏名

菊池 武士 山形大大学院理工学研究科 准教授

(3) 研究概要 (日本文)

座位保持 (シーティング) は重度脳性まひ者にとって非常に重要であり, 適切な座位保持が彼らの身体とメンタルに与える影響は非常に大きい. 重度脳性まひ者の場合, 幼児期より過大な筋緊張が原因で背骨や胸郭が変形しており, これが原因で車いす等の座面と背中の中に隙間が発生する. 従来のシーティングではこの隙間を埋めるためにウレタン製のスポンジ等を手作業で加工する必要があり非常に手間がかかるものである. そこで我々は, 空気圧ゴム袋とベルト張り調節機構を組み合わせた新しい座位保持装置を開発し, これを使用することで姿勢の制御が可能であることを実験的に確認した.

(4) キーワード

座位保持, 脳性麻痺, 福祉工学

(英文)

(1) Research title

Transformable seating system for cerebral palsy
with air pressure – belt tension element

(2) Name of researcher with title of position

Takehito Kikuchi,
Graduate School of Science and Engineering, Associate Professor

(3) Summary

A proper seating is very important for severe cerebral palsy patients, and has good influence on patients' physical bodies and mentalities. Deformity of spine causes gaps between a back of patient and a wheel chair backrest. Generally, urethane cushions are used to fill up the gaps. However, this method cannot handle the deformation of posture of users. Therefore, we developed a prototype of the i-Seating and we conducted the seated posture adjustment.

(4) Key Words

Seating, Cerebral palsy, Rehabilitation Engineering

2. 本研究の意義・特色

シーティングとは疾患に合わせて最適な座位を使用者に提供することであり、車いすや椅子を使用する際に重要となる。重度脳性麻痺患者は、異常な筋緊張などが原因で脊柱・胸郭が大きく変形し、それにより自力での座位保持が困難となる。重度脳性麻痺患者の車いすにシーティングをほどこすことにより呼吸・循環・摂食機能の向上、脊柱・胸郭のさらなる変形や褥瘡などの二次的障害の防止といった身体面に与える影響や、座位姿勢をとることで視覚情報が増え、コミュニケーション能力が向上し、表情が豊かになるなど精神面に与える影響が期待できる。

しかし、既に大きく脊柱・胸郭が変形している重度脳性麻痺の場合、使用している車いすの背もたれと背中との間に隙間が生じる。現在、この隙間はウレタンを使用者の体に合わせて削ったものや市販のクッションを使用して埋めている。しかし、この方法では使用者の姿勢の変化に即座に対応できず、使用者が子供の場合には成長に合わせてウレタンを削りなおす必要がある。さらに重度脳性麻痺患者の変形した背中では複雑なため、背面圧調整・最適な座位姿勢の実現が困難である。

そこで本研究の目的は、従来の張り調節型車いすにより使用者の座位姿勢をある程度整え、脊柱・胸郭の変形により生じる車いす背もたれとの隙間を空気圧により変形するゴム袋でサポートし、細かい座位姿勢・背面圧を調整することである。

3. 実施した研究の具体的内容、結果（本文）

3. 1 i-Seating の提案

近年調整方法が容易であることから使用者数が増えている座位保持装置に張り調節型車いすがある。これは車いす背もたれ、座面がマジックテープなどのベルトを複数本這わせた構成であり、ベルトのテンションを調節するだけで患者の背中に形を合わせることができる。本研究で提案する新規座位保持装置である i-Seating は、脳性麻痺者特有の脊柱・胸郭の変形から生じる車いす背もたれとの隙間を空気圧により変形するゴム袋を使用することでサポートする(図 1)。使用するゴム袋は車いすへの後付けが可能なモジュラータイプであり、張り調節型車いすのベルトである程度患者の姿勢を調節し、ゴム袋で細かい姿勢調節と背面圧管理を行う。i-Seating には姿勢調整と背面圧管理の役割が必要だが、背面圧管理を行う際、実際にゴム袋へ加わる外圧を知る必要があるが、外圧を直接計測するセンサは壊れやすい、高価、複雑であるため、本研究ではゴム袋内部の内圧と注入空気量から外圧を近似し管理する。

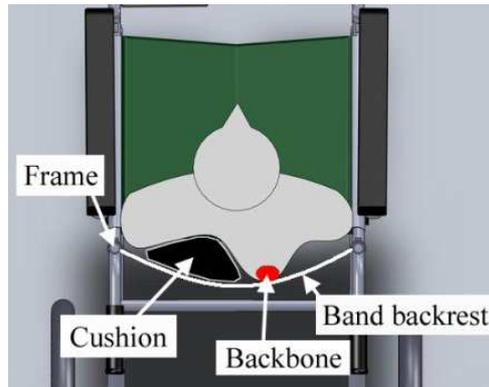


Fig. 1 Concept of i-Seating

3. 2 ゴム袋形状の検討

先行研究では背もたれに取り付けるゴム袋として、マンセッターゴム袋(縦 120mm×横 230mm, 材質:ラテックス)(図 2 左)を使用していた。しかし、マンセッターゴム袋は空気を注入したときの高さが最高で 95mm ほどしかなく、さらに約 80mm を超えるとゴムの弾性力が作用し内圧≠外圧となるほか、80mm 以下であってもゴムの一部に荷重が加わるような状況で内圧≠外圧となるため内圧から外圧の近似が安定しなかった。そこで上記の問題点を解決するための新規ゴム袋形状の検討を行った。調整可能な高さの目標値を 100mm とした。これは作業療法士、福祉機器製作者からの現場の意見を参考に決定した。これを実現する方法として蛇腹型ゴム袋を検討した。新規ゴム袋の製作方法は、成型ジャバラパーツ(株式会社扶桑ゴム産業, FK-1767 外(内径 95・自然長 125), 材質:クロロプレンゴム)に厚さ 2mm のゴムシート(材質:クロロプレンゴム)でふたをして製作した。製作した蛇腹型ゴム袋は直径 125mm, 最大高さ 140mm, 重さ 322g となっている。



Fig. 2 Manchette rubber bag (left) and accordion rubber bag (right)

ゴム袋の高さ、内圧、外圧の関係を知るため、ゴム袋を高さ 60mm まで膨らませ、その上から五種類の荷重をかけた時(ゴム袋の自重を除く)の内圧を空気圧センサ(Panasonic, ADP5141)により測定する。一種類の重りにつき高さを 60mm から 120mm まで増やした

とき 20mm 刻みで 4 回測定し、逆に 120mm から 60mm まで減らしたときも同様に 20mm 刻みで 3 回測定する。外圧はゴム袋の上面の面積と荷重により算出した。新規ゴム袋のゴム袋高さ、内圧、外圧の関係を図 3 に示す。図 3 において黒マークは空気注入方向、白マークは排気方向を示す。ゴム袋の高さは最高で 120mm まで変形でき、内圧・外圧の関係もゴム袋の高さ、荷重に関係なく内圧≒外圧の関係になっているのが分かる。

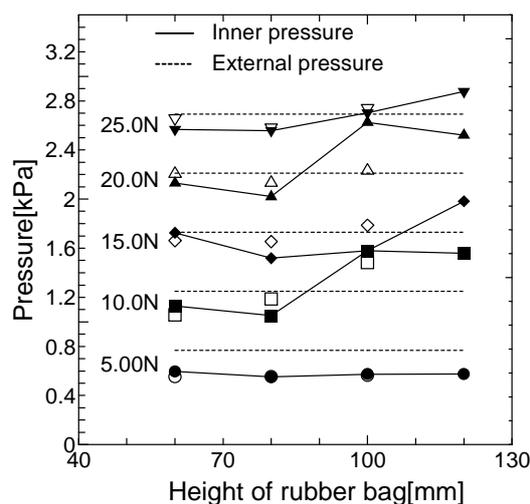


Fig. 3 Height vs. Pressure of accordion rubber bag

3. 3 i-Seating システムの開発

本研究で開発した i-Seating(図 4)の構成は市販の張り調節型車いす(カワムラサイクル, KXL16-42)の背もたれに蛇腹型のゴム袋を縦と横に 3×3 で、計九個取り付けている。各ゴム袋には空気圧センサ(Panasonic, ADP5141)を取り付け、内圧を測定する。ゴム袋への空気の送排気は各ゴム袋へ送排気用に電磁弁を各一個づつ取り付けている。またゴム袋への空気の流量調節は電磁弁の後に取り付けられた流量調整弁により行う。電磁弁の開閉はすべて Control Box 内のマイコンに行わせ、マイコンの動作指令を User interface であるノート PC により行うことで、ユーザーが操作できる。

3. 4 座位姿勢調整手法

背中への吐出部を左右、中央と分けた場合、それぞれの安定する位置は図 10 の上部のようになる。そこで提案手法として図 5 の中部から下部に示すように、患者背面の吐出部と吐出量をあらかじめ測定しておき、次に凹部にゴム袋高さが吐出量+ α 高さになるように空気を注入する、最後に凸部へゴム袋高さが+ α となるように空気を注入する。患者の背中ごとの最適な初期空気注入量の決定方法に関しては、現在距離センサを使用した方法を開発中である。

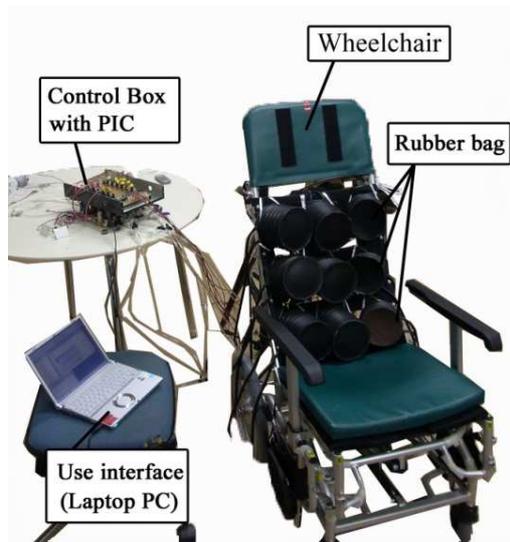


Fig. 4 i-Seating

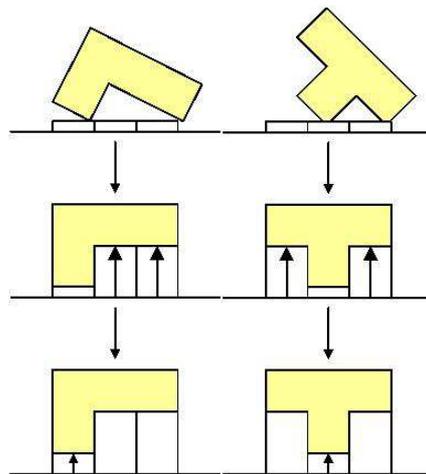


Fig. 5 Seated posture adjustment method

提案する手法の座位姿勢に与える影響を確認するため、実験を行った。疑似側弯(長さ 460mm, 幅 90mm, 高さ 60mm)を背中に付けた(図 6)被験者三名に i-Seating に座ってもらい提案手法で調節した姿勢を上部よりカメラで撮影し(図 7), 画像処理を行うことで水平面と両肩のラインの傾きを求めた。



Fig. 6 Pseudo scoliosis

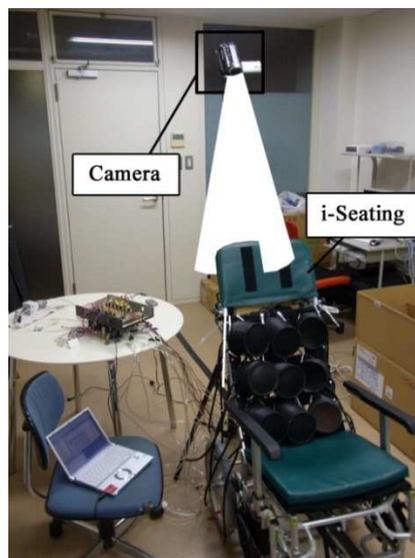


Fig. 7 Experimental setup

疑似側弯を取り付ける位置は、体正面に向かって左右、中央の三種類とした。凸部を支える三個のゴム袋は上から1、2、3の番号を振り、凹部のゴム袋6個は正面に向かって左上から4-9の番号を振った。(図8)。

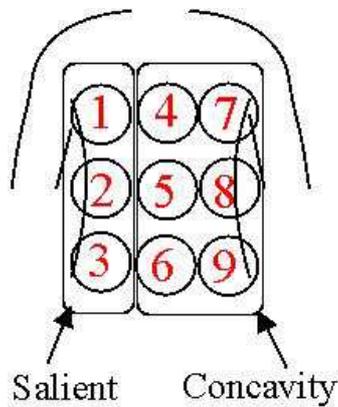


Fig. 8 Number of rubber bag

表 1 に被験者，凸部，制御段階ごとの両肩の水平からの傾き角度を，表 2 に提案手法により空気を注入した後の各ゴム袋の近似外圧を示す．表 1 において水平面から時計まわりに両肩ラインが回転している場合を正としている．表 1 より提案手法の姿勢調節に与える影響は疑似側弯を左右に付けた時において，すべての被験者で姿勢の改善がみられた．

Table 1 Tilt angle from the horizontal plane

Sub.	Salient position	First [degree]	Last [degree]
A	Center	2	1
	Right	-15	-2
	Left	14	0
B	Center	-1	-1
	Right	-22	-8
	Left	11	1
C	Center	0	-1
	Right	-12	-3
	Left	7	2

4. 本研究を実施したグループに属するおもな研究者の氏名・役職名

菊池武士・山形大学大学院理工学研究科・准教授・研究代表者，研究総括
 安齋健一・山形大学大学院理工学研究科・博士前期課程・設計，実験補助
 渋谷保・クリエイティブスタジオ・代表取締役・座位保持装置の製作

5. 研究実施時期

2011 年（平成 23 年） 10 月 1 日から 2013 年（平成 25 年） 3 月 31 日

6. 本研究に関連して発表した主な論文等

- [1] Kenichi Anzai, Takehito Kikuchi, Tamotsu Shibuya, Development of intelligent seating system for cerebral palsy, Proceedings of SICE Annual Conference 2012, pp.1652-1655 (2012.8, Akita, Japan).
- [2] 安齋健一, 菊池武士, 渋谷保, インテリジェントシーティングシステムのための Kinect を用いた背面凹凸の測定実験, 日本機械学会 2013 年ロボティクス/メカトロニクス講演会講演論文集, 2A1-B14 (2013.5, 筑波大).
- [3] 安齋健一, 菊池武士, 渋谷保, i-Seating における座位姿勢調節手法の実験的検討, 第 18 回ロボティクスシンポジウム予稿集, pp.175-180 (2013.3, 上山市)
- [4] 安齋健一, 菊池武士, 渋谷保, 脳性麻痺者のための i-Seating における新規ゴム袋の特性評価試験, 第 30 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 1K2-4 (2012.9, 札幌).

7. 内外における関連研究の状況

これまで、空気調節型クッションを座面に搭載して褥瘡を防止する商品は横浜ゴムの Medi-Air や、ロホ・インターナショナル社のロホクッションがあるが、脳性麻痺者の車いす座位保持装置として使用した事例はなく、新規性が高い。ベルト調節とクッションの組み合わせによって複雑な凹凸に自動で調節可能な座位保持装置が実現できれば、患者の QOL を大幅に向上できることから非常に有用な装置となる。

8. 今後の発展に対する希望

現在、使用しているゴム袋のサイズ限界により、複雑な背面形状への適合が容易ではないのが現状である。そこで、この研究の発展としてベルトの変形形状をよりシンプルでより自由度高く調整する方法を検討中である。また、現状のシステムでは体幹の側面へのサポートが考慮されておらず、実用的ではない。この側面サポートに関しても空気圧ゴム袋等を使用した制御型シーティングを検討中である。これらの複合システムを H25 年度内に開発し、実際の対象である脳性まひ者に適用してその有効性を検討することを目指している。