

3D自在変形シートを活用した福祉機器開発研究(第2報)

兵頭敬一郎*・佐藤幸志郎*・北嶋俊朗**・疋田武士*・佐藤寿喜*

*製品開発支援担当・**工業化学担当

Research and development of welfare equipment utilizing 3D freely deformable sheets (the 2nd report)

Keiichiro HYODO*, Koushirou SATOU*, Toshiro KITAJIMA**, Takeshi HIKIDA*, Hisaki SATOU*

*Product Design and Development Section・**Industrial Chemistry Section

要 旨

車椅子を長時間利用する高齢者の褥瘡予防や褥瘡後のケアができる車椅子用シートの実現を目指して、身体形状に合わせてシートの支持面が3次元で変形しその形状を維持する方法を検討し、その機構設計と試作開発を行った。

試作品Aは、JIS T 9271:2015に基づく試験の結果、性能を満たしており、使用上支障のある破損はなかったが、重量や厚み、操作性などの課題があることがわかった。試作品Cは、軽量化と薄型化を実現できたが、主観評価により、「底に何か物がある」や「底付き感」を感じ、「柔らかい感」が不足していることがわかった。

今後は、知財化を進めるとともに、開発した3D自在変形シートに興味を持つ企業に対して、機能や特徴、現状の課題を含めて理解してもらい、技術移転と商品化に向けて取り組みたい。

1. はじめに

大分県では東九州メディカルバレー構想を策定し、平成29年3月には特区の再認定を受け、医療分野のみならず、介護・福祉・看護分野にも対象領域を拡大した。

大分県の高齢化率は32%を超え、全国平均の27.7%を上回る高齢化の進展を背景に、県内のものづくり企業においても新たな技術開発による福祉・医療機器の開発が進んでいる。

当研究は、個人の身体形状に合わせて支持面形状が3次元で自在に変形できるシートの実現を目指し、車椅子の座面や自助具等の福祉機器に活用することで褥瘡等の予防や創傷ケアに利用できる技術の構築を目標とする。

2. 研究内容

平成27～29年度に産学官連携で高齢者用椅子を開発し、導入した施設に入居する高齢者の状況を調査したところ、車椅子利用者が多いことがわかった。

施設に入居する高齢者は、腰や臀部の痛みを感じている人が多いことから、身体の形状に合わせて支持面形状が容易に変形できるシートを開発することで体圧が分散され身体への負担が軽減できQOLの向上が期待できる。

一方、オーダーメイドで支持面形状を成形する方法についての先行研究はあるが⁽¹⁾、想定していない姿勢や動作、着座位置が変化した場合には違和感や痛みが生じる

ことが報告されている。

当研究では、福祉機器の中でも車椅子用シートに着目し、座面の支持面を個人の身体形状に合わせて変形し、その形状が容易に保持と開放ができる技術を確認し、褥瘡等の予防や創傷後のケアができる製品を開発することを目標とする。

2.1 先行商品調査

市販されているオフィスチェアの操作レバーを調査し、レバーを引き上げることでシートの支持面が開放され変形し、レバーを離すことで保持される方法を検討した。

2.2 先行技術調査

一般社団法人発明推進協会に簡易型先行技術調査を依頼し、出願予定の発明に関連する国内特許文献を抽出した。

2.3 3D自在変形シートの設計

試作したシートA・B (Fig.1)は、体圧分散性、薄型化や軽量化、レバーの安全性や操作性、低コスト化等の課題があった。

上記の課題を解決するために、フレームの軽量化やレバーの加圧方法を変更し試作品を設計した。

2.4 JIS T 9271:2015に基づく試験

試作したシートは、JIS T 9271:2015 福祉用具-車椅子用クッションの「沈み込み」と「耐久性」について試験



Fig.1 前方加圧タイプシートの試作品A・B

を行った。(Fig.2)

沈み込みは、荷重装置に坐骨結節や大腿骨上部の突起の役割を持つLCJを取り付け、シートの指定位置を135N(L135)と180N(L180)の負荷をかけた際の沈み込み量を測定し、負荷をかける前の試料の厚さとの関係等を算出した。荷重装置は、INSTORON社製の静荷重試験機5969型を使用した。性能については下記のとおり。

【沈み込みの性能】

通常荷重時沈み込み量：20mm以上

(試料厚さ(h)-L135)

過荷重時沈み込み量：5mm以上

(L135-L180)

耐久性は、使用者体重を100kgと想定し、その20%程度の重さの砂袋を試料に乗せ、荷重装置にて1000Nの力で1000回繰り返す。性能については下記のとおり。

【耐久性の性能】

使用上支障のある破損があってはならない

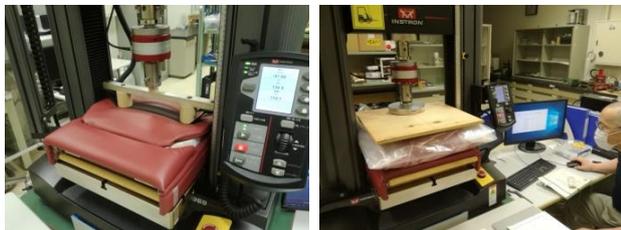


Fig.2 JIS T 9271:2015に基づく試験の様子

2.5 体圧分布測定

測定は、当センター研究員の2名を対象とし、評価用に試作した3D自在変形シート2種に着座し体圧分布を測定した。測定は、市販の圧力センサーFSR402を椅子用のビニールレザーに複数枚貼り付け配線し、プログラミングした装置を製作し測定に使用した。



Fig.3 体圧分布測定(左:試作品A, 右:試作品B)

2.6 快適性の主観評価

28~58歳の女性6名に試料Aと試料Bに着座してもらい下記の主観評価シートにて評価していただいた。

試料A:標準品と設定。密閉されたシートカバーに発泡ウレタンが封入され、エアバルブの調節で座面形状を維持できる市販のシート。

試料B:開発品(試作品C)。あらかじめ臀部の形状に合わせて長さ調節した円筒状のセル部材の集合体で構成し、レバーを引くと支持面が変形し離すと支持面が保持される。

【記入の仕方】VASには0~10の数値を記入してください

	奥行き(3段)			VAS(0~10)			調整の深さ			座が反発する感じ			ふわりと坐る感じ(洗み方助)			フラットな感じ			深く沈みすぎる			つつみにまれ感			もっちり感(モールド)							
	短	普通	長い	骨盤が立つ	支えて	いる感じ	硬い	感じ	座が反発する	感じ	柔らかい	坐る	感じ	フラット	な	感じ	深く	沈み	すぎる	つつみ	に	まれ	感	も	ち	り	感	(モ	ル	ド	
標準品	アリ	ナシ	アリ	アリ	ナシ	アリ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ
開発品	アリ	ナシ	アリ	アリ	ナシ	アリ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ



Fig.4 主観評価シートと評価の様子

2.7 看護の専門家によるアドバイス

客員研究員として、看護の専門家から試作品に対するアドバイスと改良に向けた意見をいただき、製品化の方向性を検討した。

3. 研究結果及び考察

3.1 先行商品調査

試作品A・Bで採用した加圧調節レバーについては、トグル機構によるクランプを利用したが、加圧時には押し下げて、解除時には引き上げる必要がある上に、セルの加圧を最適化するために微調節が必要であった。

そこで、オフィスチェアや自動車用シートの調節用レバーの操作方法や位置を調査した。

当センター内にある2社のオフィスチェアを調査したところ、レバーが座面の前方下部に左右2つあり、一方は高さ調節用、もう一方は背もたれの角度調節用で、どちらもレバーを上方に引き上げることで調節ができ、レバーを離すとその調節位置で固定された。

自動車用シートは、1社の軽自動車の運転席のシートを調査した。シート全体を前後にスライドするために座面の幅方向に水平のレバーが前方下部にあり、左右どち

らからでも操作ができ、運転や乗降時の邪魔にならないよう、操作部が座面幅より多少短めに設計されていた。

このように、レバーを引き上げるとストッパーが解除される機構は、オフィスチェアや自動車のシートでも採用されており、テコやスライド機構等の組み合わせにより、リクライニングや、前後位置調節用として利用されていることから、試作品の参考にする事とした。

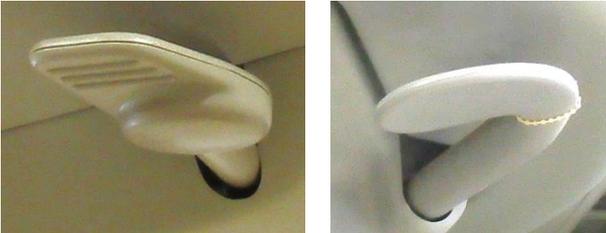


Fig.5 調節用レバーの調査 (オフィスチェア)

3.2 先行技術調査

一般社団法人発明推進協会に簡易型先行技術調査を依頼し、主な構成要件に対応するキーワードとF I, F タームに基づくCyberPatentDeskによる検索結果と関連すると考えられる先行技術が4文献抽出された。

関連すると考えられる先行技術との対比表において、「柱状のセル部材上に着座し、水平方向に加圧しセル同士の摩擦力で上下方向に任意の位置で固定され、臀部形状が記録される」について、類似技術～記載なしの評価であった。いずれも水平方向から加圧の記載のない構成であることから、新規性、進歩性が一定程度認められると判断し知財化に向けて検討することとした。

3.3 3D自在変形シートの設計

昨年度、複数の試作をし、客員研究員や看護の専門家からの意見を基に下記のポイントに沿って改良設計を行った。

- ・軽量化 ・薄型化 ・セルのサイズを小径化
- ・セルの長さの最適化 ・セルの加圧レバーの最適化

軽量化については、箱状フレームの薄肉化と薄型化により、前回の試作品の約5.2kgから約3kgと、今までの試作品に比べて約2.2kg軽量化できた。

薄型化については、全てのセルの長さを短くするだけでは底つき感が増大すると考え、あらかじめ支持面が臀部の形状に合うようにセルの長さを調節することで厚さを112mmから約85mmと薄型化した。

セルのサイズについては、外径22mmの中空の樹脂パイプから18mmに変更することで、身体形状に合わせてより滑らかな支持面を形成できるようになった。

セルの加圧レバーについては、先行商品で採用されている操作と同様の方法で、着座後にレバーを引き上げる

ことで圧力が解除され支持面が身体形状に変形、手を離すとバネで加圧され支持面の形状が記憶される方法に設計を変更した。

加圧レバーの位置については、今までの試作品と同様に支持面の前方下部に設けた空間に配置し、左右どちらからでも操作できるよう座面の幅に収まるサイズで木製のバーを取り付けた。

3.4 JIS T9271:2015に基づく試験

試作品は、沈み込み試験においてL135が90、L180が87であった。通常荷重時沈み込み量は22で20以上、過荷重時沈み込み量が3で二捨三入すると5となり性能を満たしていることがわかった。

耐久性試験では、使用上支障のある破損はなかった。

3.5 体圧分布測定

体圧分布測定を行った2名のうちの1名の着座5分間の平均値の測定結果をFig.6に示す。測定できた7、9～14chの試作品Aと試作品Bの圧力の違いはほとんど見られなかった。

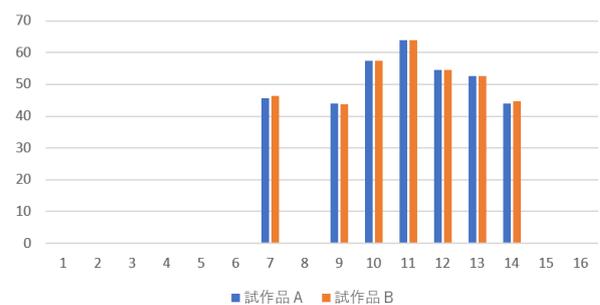


Fig.6 体圧分布測定による圧力の比較

3.6 快適性の主観評価

主観評価の結果をFig.7に示す。

	底に何か物がある	奥行き (3択)			骨盤が立つ		支えている感じ		VAS (0~10)	
		短い	普通	長い	骨盤が立つ	支えている感じ	底着き感	臀部の沈み感		
標準	アリ ナシ				アリ ナシ	アリ ナシ				
小計	2 4	2 3	1 4	2 2	4 2	4 2	5 5			
開発	アリ ナシ				アリ ナシ	アリ ナシ				
小計	6 0	4 2	0 2	2 3	1 5	5 6	4 2			

	硬い感じ	座が反発する感じ	柔らかい感 (沈み込み方向)	ふわっと感 (反発方向)	フラットな感じ	速く沈みすぎる	つつみこまれ感	もっちり感 (モールド感)
小計	1 5	1 5	3 3	3 3	4 2	1 5	4 2	3 3
開発	アリ ナシ	アリ ナシ	アリ ナシ	アリ ナシ	アリ ナシ	アリ ナシ	アリ ナシ	アリ ナシ
小計	4 2	2 4	1 5	0 6	2 4	0 6	2 4	1 5

Fig.7 体圧分布測定による圧力の比較

「底に何か物がある」については、開発品は6人全てがアリと回答され、VASも、「底付き感」が平均5.6と感

じる側に評価されていた。

「柔らかい感」「もっちり感」についても、開発品は6人のうち5人がナシと評価された。

主観評価の集計結果を見ると、標準品に比べて開発品は、表面やセルの下のクッションの厚みや弾力を検討する必要があると考えられる。

3.7 客員研究員による試作品に対するアドバイス

試作品Bについて、客員研究員より下記のとおりアドバイスをいただいた。

- ・シートが厚いと、座った際に足が地面につかなくなるが、フットレストの高さ調節で対応可能。

ただし、フットレスト上に誤って立ち上がると転倒の恐れがある。

- ・シートが厚いと、ひじ掛けが相対的に低くなるため、転落の恐れがある。
- ・食事の際には、テーブルに膝が当たる可能性もある。
- ・底板やセルの長さの工夫で、着座時に臀部が可能な限り車いすのシートと同じ高さにはできないか。
- ・セルの直径が小さくなりすぎると、もし一点で圧力がかかった場合に血流が阻害される可能性がある。
- ・レバーの位置は前方の邪魔にならない位置であれば利用者が介助者も使用できる。
- ・主に介助者が操作する場合は利用者の背中と背もたれの隙間に手が入るので後方でも可能。
- ・力が入りやすいのは引き上げる方法であるが、試作品では少し強すぎるのでは。
- ・褥瘡患部の除圧ができることは良いが、周辺の圧力が一定以上高くなると患部の血流が阻害されるので、臀部全体に圧力が分散されることが理想。

4. まとめ

今年度、開発した試作品Cは、試作品Aに比べて約42%の軽量化と約24%の薄型化を実現でき、レバーは先行品と同様の操作性となるよう改良した。

看護の専門家から、先行品のシートにない機能と特徴を持っているため、安全性や安楽性を追求し製品化を進めてはどうかとのアドバイスをいただいた。

また、知財の専門家から、セル同士に圧力をかけることで支持面を身体形状に合わせて固定でき、一部を変形する技術は、新規性、進歩性が一定程度認められるとの意見をいただいたことから知財化を進めることとした。

主観評価により、「底に何か物がある」や「底付き感」を感じ、「柔らかい感」が不足していることがわかった。

今後は、開発した3D自在変形シートに興味を持つ企業に対して、機能や特徴、現状の課題を含めて理解して

もらい技術移転と商品化に向けて取り組みたい。

参考文献

(1) 藤巻吾郎ほか、家具製品のカスタマイズ技術に関する研究～個人の体型に合わせた支持面形状の提案技術（ケーススタディ）、平成30年度岐阜県生活技術研究所研究報告、p19～22、2019

(2) 佐藤幸志郎ほか、体重差対応型ソファの設計－第一報 透触面の考えに基づく快適性の追求－、日本人間工学会九州沖縄支部大会講演集、2020