

背もたれ角度が車椅子の座り心地に及ぼす影響（2）

廣田 勘治・小谷 利子・石井 富久

キーワード：車椅子、高齢者、座り心地、背もたれ角度、官能評価、因子分析

1. はじめに

総人口に占める65歳以上の人の割合が2005年になり20%を超えたという報道が最近なされたばかりであり、さらに団塊の世代が65歳になる2015年には25%を超えて4人に1人は高齢者という社会が来ようとしている。このような高齢社会が抱える問題の一つとして高齢者の孤立化があり、高齢者用の施設である老人ホームなどの役割がより一層重要になってくる。¹⁾

現在、老人ホームでは身体に何らかの障害を持っていることで離床が困難になり、いわゆる寝たきり高齢者の増加が問題となってきた。寝たきり高齢者は病気への抵抗力や活動意欲が低下するためになるべく離床させる必要があり、そこで介助具として車椅子が必要と考えられている。²⁾

車椅子に求められる能力として「移動・移乗性」、「走行動作」、「座位」、「ブレーキ操作」、「折りたたみ・積み込みやすさ」などがあげられるが、この中で今まで重要視されてきた要素は「折りたたみ・積み込みやすさ」である。しかし、これは多くの場合車椅子利用者が選んだ要素ではなく、車椅子を実際に買う介護者の選択要素だからである。³⁾従って、より快適な車椅子を選ぶ場合は実際の利用者の意見が入れられるべきである。

高齢者用車椅子は今までにいくつかの改良がなされてきているが、座位保持や褥瘡予防機能など検討すべき点が残されている。特に、背シートは円背を十分に考慮し改善に取り組むことで、座位に大きな影響をもたらすと考えられている。⁴⁾ 高齢者に多い円背の人が車椅子に座ると、滑り座と呼ばれる姿勢になってしまいがちであり、この状態で長時間座っていると、痺れや褥瘡と呼ばれる血液循環の悪化による症状が出たり、頭部の重さから円背がきつくなり内臓を圧迫する。また、車椅子を常用する高齢者は、筋力低下、脳梗塞による麻痺などを起こしやすい。特に、体に麻痺があると、体の痛みから筋肉が過剰に緊張状態になり、滑り座やねじれた姿勢での着座状態となり褥瘡や姿勢のくずれ、転倒などの危険性も高くなる。これらの症状を防ぐためにはなるべく正しい姿勢でリラックスして座れるようにする必要がある。⁴⁾

座位・操作程度がよい車椅子を利用している人は、他の車椅子を利用している人に比べて

文化的・社会的行為を行うことが多く、自立度が高くなり、車椅子の座位・操作程度の向上が生活改善につながる可能性が高い。²⁾

車椅子に乗るのは移動のときだけではなく、移動先で話をするときやテレビを見るときなどにも使われる。寝たきりにならないように配慮して、生活時間の半分以上を椅子または車椅子を使用して生活している高齢者の施設もある。

このように、利用者にとって車椅子は移動具とともに椅子として使用される機会が多くなってきている。そのため、最近では車椅子の座り心地も重要視されてきている。しかし、高齢者の車椅子環境の現状は、車椅子を介護者が選定しているので座り心地を軽視しているように思われる。車椅子が椅子として使用されることが多くなってきていることを考慮すると、もっと座り心地の良さが追求されるべきである。

従来、座面角度が座面圧力に及ぼす影響、スリングシートが走行性や姿勢保持性などに及ぼす影響、クッションの性能調査、褥瘡の起こりやすい場所を調べて予防するクッションの開発、理想的なアームレストの高さを求める研究など座面の研究^{5),6)}は数多く行われているが、背もたれの研究についてはほとんど行われていない。

本研究は、今後迎えるであろう高度高齢社会に向けて、高齢者がより意欲的に行動できるように姿勢がくずれず長時間快適に座ることのできる車椅子を開発することを目的としており、既報^{7),8)}のように、神戸市の福祉施設を利用する車椅子の常用者や本学学生の協力を得て車椅子の座面角度を一定にして背もたれ角度のみを変化させたときの「座り心地官能量」と「着座中の体圧分布量」を測定して因子分析を用いて検討した結果、背もたれ角度111°近辺の角度が高齢者用車椅子として長時間座るには最適であるという結論を得た。しかし、前報⁸⁾ではサンプル数が少ないために因子分析の各因子に角度に関係する因子が混在し、111°と他の角度の区別がやや不明確であった。

ここでは、角度に関係する因子を明確にするために本学学生の協力を得てさらにサンプル数を2倍以上に増やして測定した結果について報告する。

なお、本研究の一部は私立大学「高等教育研究改革推進」特別補助により実施した。

2. 実験用車椅子

本実験で用いた実験用車椅子は前報と同様で、既製品のモジュラー型車椅子(株式会社Miki製)の背もたれを改造したものである。モジュラー型車椅子は各部に可変機能があり、使用者の身体にあったサイズに変更して使用可能であり、この車椅子の背もたれ部分を次のように改造した。

すなわち、背もたれシートをはずして、クッション板(幅40cm×高さ10cm;合板に厚さ1cmを入れたもの)を合計8枚装着し、幅40cm×高さ80cmの背もたれとした。実験用車椅子の概要をFig. 1、Fig. 2に示す。

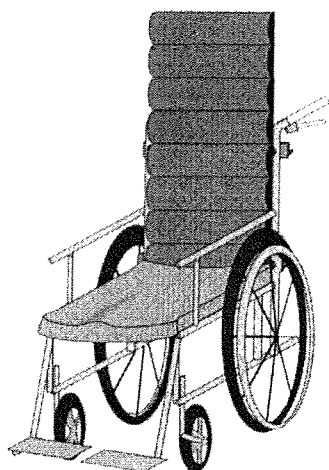


Fig. 1 Wheelchair for experimentation

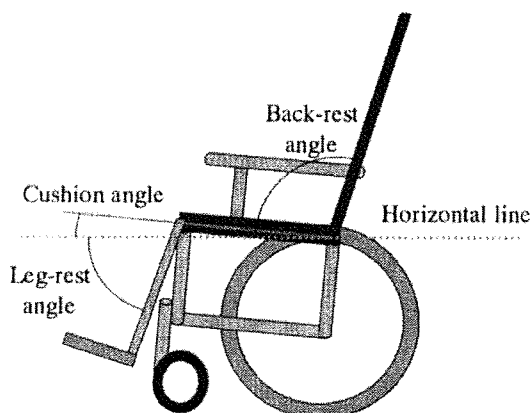


Fig. 2 Definition of angle

- 背もたれ : 93°から180°無段階可変
- 座面 : 幅40cm×奥行38cm、スリングシート、座面角度3°
- アームレスト : 高さ23cm、幅4cm
- レッグレスト : 長さ40cm～50cm可変、角度0°、18°、34°、51°、62°の5段階に可変
- フットプレート : 幅18cm×14cm、角度レッグレストに対して90°

ここで、背もたれ角度 back-rest angle、座面角度 cushion angle、レッグレスト角度 leg-rest angle は Fig. 2 に示すようにすべて座面側水平面 horizontal line からの角度である。また、座面はスリングシートであるが長時間着座による体の負担を考え、既製品のクッション（幅40cm×奥行38cm×厚み7cm；TC-64、タカノ株式会社製）をつけて実験用車椅子とした。

3. 実験方法

実験方法は前報と同様で、座面角度を一定にしたままで、背もたれ角度のみを93°から117°の5段階の範囲で変化させた。最小の背もたれ角度を93°としたのは、車椅子の初期座面角度が3°であるためで、実際の座面と背もたれ間の角度は90°である。また、背もたれ角度99°は現在一般的に使われている車椅子の背もたれ角度である。予備実験では、背もたれ角度が120°以上になると頭を背もたれにくっつけたままになり、顔を前に向けているのが困難になるなど、椅子として使用する限度を超える結果となった。また、角度の変化を身体で感じることでできる最小角を測定した結果、約5°であったので、判別能力の個人差を考慮して、背もたれ角度を93°から6°刻みで最大角度117°として計5パターンの角度を設定した。

官能評価は、被験者が座ってから1分後と30分後の座り心地に関する形容語対 adjectives、

背もたれ角度が車椅子の座り心地に及ぼす影響 (2)

すなわち「背もたれの軟らかさ感 1Back-rest (soft)」、「座面の軟らかさ感 2Seat (soft)」、「背中の痛み感 3Back (painless)」、「臀部の痛み感 4Buttocks (painless)」、「背もたれのゆったり感 5Back-rest (easy)」、「座席のゆったり感 6Seat (easy)」、「快適感 7Comfort」、「疲労感 8Tiredness」の8つの項目について5段階評価のSD法 semantic differential method により行った (Table 1)。

Table 1 Adjectives for sensory valuation

	(-) image		(+) image
1 Back-rest	Hard	⇔	Soft
2 Seat	Hard	⇔	Soft
3 Back	Painful	⇔	Painless
4 Buttocks	Painful	⇔	Painless
5 Back-rest	Narrow	⇔	Easy
6 Seat	Narrow	⇔	Easy
7 Comfort	Uncomfortable	⇔	Comfortable
8 Tiredness	Tired	⇔	Tireless

5段階の官能評価とは、例えば「快適」という言葉に対して「非常に快適」、「やや快適」、「どちらでもない」、「やや不快」、「非常に不快」の5段階で評価を行い、それぞれに+2、+1, 0, -1, -2点の得点を持たせ、その得点を各形容語の得点とした。ここで、各被験者より得られた得点を平均した値を評定平均点 average of evaluated scores という。また、被験者の全得点について因子分析を行い、座り心地の因子を分析した。因子分析は、数多くの変数を数少ない因子に集約する方法で、主因子法により各形容語間の因子負荷量 factor loadings を求めた後、バリマックス法で因子軸を回転して因子負荷量を得た。

車椅子着座中における背もたれと座面にかかる体圧分布量については、圧力センサーシート (BIG-MAT2000: ニッタ株式会社製) を背もたれ及び座面に置き測定した。センサーシートは行電極43本、列電極48本をそれぞれ1cmの間隔でマトリックス状に配置した構造になっている。各電極交点の電圧変化を圧力に換算した後、その圧力分布はコンピュータ処理でリアルタイムで処理される。測定範囲は43cm×48cm、測定箇所は最大で2064点である。

体圧分布量は、測定開始から2秒毎に900フレーム、1,800秒間測定した。なお、センサーシートと人体間のクリープ特性を解消するために、着座後1分間はデータを取らずに1分後に測定を開始した。なお、解析は次のフレーム範囲で行った。

- 1) 第1フレーム～第30フレーム : 0分 (測定開始後 0～60秒)
- 2) 第120フレーム～第150フレーム : 5分 (測定開始後240～300秒)
- 3) 第270フレーム～第300フレーム : 10分 (測定開始後540～600秒)
- 4) 第420フレーム～第450フレーム : 15分 (測定開始後840～900秒)
- 5) 第570フレーム～第600フレーム : 20分 (測定開始後1140～1200秒)

6) 第720フレーム～第750フレーム： 25分（測定開始後1440～1500秒）

7) 第870フレーム～第900フレーム： 30分（測定開始後1740～1800秒）

各フレーム範囲において、30フレーム間（60秒間）の平均値をそれぞれの着座経過時間の体圧分布量とした。Fig. 3 及び Fig. 4 はそれぞれある瞬間の背もたれの体圧分布量、座面の体圧分布量を示す。図中の最小の正方形は1cm×1cmのセンサーからの電圧変化を圧力に換算したもので、0.1～150 g/cm²の圧力範囲を13段階に分けてそれぞれ濃紺～赤の13色で識別して表される。測定データに用いた体圧分布量はそれぞれのフレームにおいて荷重値の合計を全接触面積で割り算して求めた平均値である。

被験者は前回報告した本学学生40名を含めて合計87名で、そのうち32名については2回測定したのでサンプル数は延べ119名である。被験者の平均身長は158.5cm、平均体重は50.9kgであった。測定は本学2号館会議室内で行い、温湿度については、高齢者用施設に近い環境、すなわち温度約25℃、湿度約50%RHの条件で行った。

4. 結果と考察

4-1. 座り心地官能量測定結果

119名の学生が各形容語について評価した着座直後の結果をTable 2-1に、着座30分後の結果をTable 3-1に、またそれぞれの評定平均点をTable 2-2、Table 3-2に示す。2回測定した32名の学生については、評価のゆらぎを見るために着座直後及び着座30分後の2回の得点の差を平均した値をそれぞれTable 4-1及びTable 4-2に示す。また、Table 2-2及びTable 3-2の評定平均点を形容語毎に比較した表をTable 5に示す。

今回の実験では被験者は87名で、2回の評価者を含めると延べ119名である。もし、同一の被験者が常に同じ評価をした場合は得点と同じになるので、この場合は分析から同一人物を除いてまったく違う被験者で評価を行う必要がある。2回評価した被験者32名について、その2回の得点差の平均を着座直後及び着座30分後について示したTable 4-1及びTable 4-2の結果を見ると得点差に0.5～1.5の開きがあり、全得点差の平均をとると0.9となって1回目と違う評価をした被験者が多くいたことになる。従って、ここでは119名を異なる被験者とみなして以下の分析を行った。

被験者119名についての評定平均点の結果（Table 5）を見ていくと、着座直後の「背もたれの軟らかさ感」については93°のとき硬さを感じ、角度が大きくなるにつれて軟らかさ感が増していき、111°と117°では軟らかさ感にあまり差がない。30分経過後もこの傾向は変わらないが、着座直後に比べて全体的に硬さを感じるようになる。「座面の軟らかさ感」については着座直後は測定角度によらずやや軟らかいと感じており、30分経過後は直後に比べて軟らかさの程度がやや低くなる。「背中の痛み感」、「臀部の痛み感」については、両方とも測定角度によらず着座直後は痛みを感じることはなく、また測定角度による差はほとんど

背もたれ角度が車椅子の座り心地に及ぼす影響 (2)

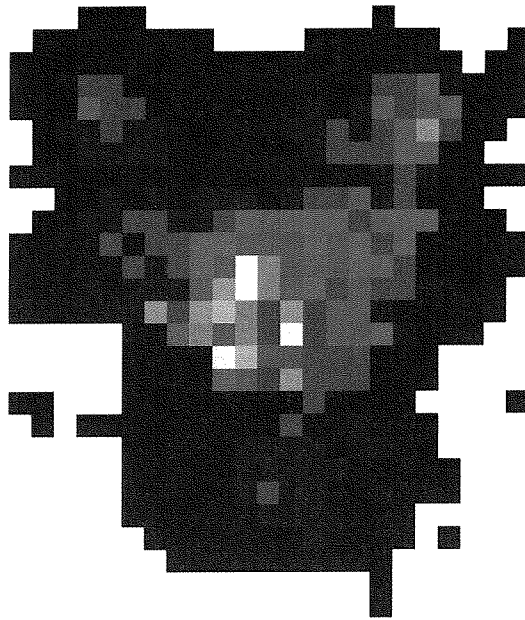


Fig. 3 Pressure distribution of seat back

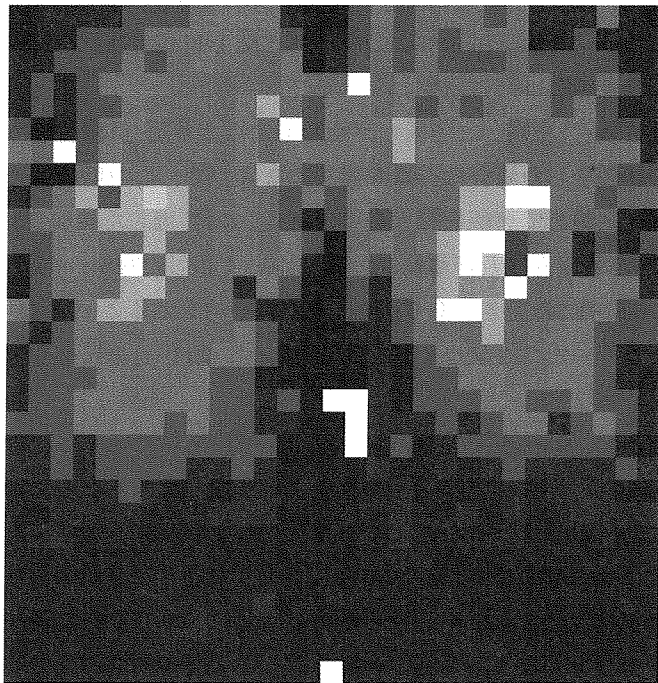


Fig. 4 Pressure distribution of seat pan

ない。着座30分後は93°と99°の角度において「背中の痛み」をやや感じるようになるが、「臀部の痛み」については平均的には感じていない。「背もたれのゆったり感」については、着座直後は93°と99°の狭い角度で窮屈に感じており、30分経過後においても同様である。角度が広くなるにつれてゆったり感が顕著に出てくるが、117°より111°において最もゆったり感を感じている。この傾向は着座直後であっても30分経過後であっても変わらない。「座面のゆったり感」については「背もたれのゆったり感」ほどの差はないが、着座直後も30分経過後も窮屈感はなく、角度が広くなるにつれて同様にゆったり感がやや増加する。「快適感」については着座直後はどの角度においても不快感はなく、最も快適感があるのは111°である。着座30分後の場合、背もたれ角度93°と99°において不快を感じるようになるが、広い角度では不快を感じることなく快適感があり、111°において最も評価が高い。「疲労感」についても着座直後、着座30分後ともに「快適感」とほぼ同様の傾向があり、111°において最も疲れが少ないという結果を得た。

全体的にみると、着座直後は8つの評価項目のすべてについて背もたれ角度111°の評価が最高であり、「背もたれの軟らかさ感」、「座面の軟らかさ感」、「背もたれのゆったり感」、及び「快適感」の4つの項目で117°が続き、また、他の4つの項目「背中の痛み感」、「臀部の痛み感」、「座面のゆったり感」、及び「疲労感」で105°が111°に続いている。着座30分後については、「背もたれの軟らかさ感」、「背中の痛み感」、「背もたれのゆったり感」、「座面のゆったり感」、「快適感」及び「疲労感」の6つの評価項目で111°が最高の評価で、117°については「座面の軟らかさ感」及び111°と同評価ではあるが「座面のゆったり感」の2つの項目で最高評価である。105°については「背もたれの軟らかさ感」の評価でマイナス評価であるが、「臀部の痛み感」で最高の評価で、他の6つの項目についても高評価を得ている。

今回の被験者119名について調べた官能評価の評定平均点の結果は、前報の52名について得られた結果とほぼ同様で111°が最高評価となったが、105°や117°に比べて大きな差のある評価ではなく、105°と117°との相違がはっきりしない部分がある。そこで、前回と同様にSD法の結果より求められた被験者の座り心地官能量の着座直後、及び着座30分後の全得点を用いて因子分析を行った。

因子分析の着座直後の基本統計量をTable 6-1に、因子負荷量をTable 6-2に、また着座30分後の基本統計量をTable 7-1に、因子負荷量をTable 7-2に示す。Table 6-1、Table 7-1に示したように着座直後、着座30分後ともに累積寄与率 cumulative property が60%以上で9つの因子を抽出することができた。

着座直後の第1因子は、93°と99°の「疲労感」、「痛み感」、「快適感」の因子で、両方の角度による差はほとんどなく、疲れがなく、痛みも感じない状態を示している。第2因子は、117°の7つの評価項目が上位に並んでいることから、この因子は117°の角度因子であり、着座直後において117°が最も評価できる角度であることを示している。第3因子は、105°と111°

における「座面のゆったり感」と「座面の軟らかさ感」の因子で、両方の角度が混在している。第4因子は、 111° の「快適感」、「疲労感」の項目が高い評価であり、他の3つの項目も上位に並んでいることから、この因子は 111° の角度因子でこの角度が 117° に続いて評価できることを示している。第5因子は、第3因子に表れた 105° の「座面のゆったり感」と「座面の軟らかさ感」以外の4つの項目が上位にあることからこの因子は 105° の角度因子で 111° に続いて評価できることを示す。第6因子は、 93° の「背もたれのゆったり感」、「背もたれの軟らかさ感」の因子で、この角度では窮屈感があって背もたれが硬い感じがすることを示す。第7因子は、 93° と 99° の「座面の軟らかさ感」についての因子である。また、第8因子は、 111° 、 117° 、 105° の「背もたれの軟らかさ感」の因子である。

着座30分後の因子分析の結果を見ると、第1因子は 93° と 99° のほとんどの項目が上位を占めることからこの因子は 93° と 99° の角度因子である。この2つの角度においては差がほとんどなく、窮屈感があり、背もたれが硬いと感じ、痛み感があり、疲れも感じて不快であることを示している。第2因子は、 111° の8つの評価項目すべてが上位を占めていることからこの因子は 111° の角度因子で、30分経過してもこの角度が他の角度より疲れがなく、快適であることを示している。第3因子は、 117° のすべての評価項目が上位を占めていることからこの因子は 117° の角度因子で、第2因子の 111° に続いてこの角度が好感が持てる角度であることを示している。第4因子は、 105° の5つの項目が上位を占めることから、この因子は 105° の角度因子であることを示しており、 117° に引き続き好感が持てる角度であるといえる。第5因子は、 105° の「座面のゆったり感」や「座面の軟らかさ感」の座面についての因子である。第6因子は、 105° と 99° の「臀部の痛み感」の因子である。第7因子は、 99° の「背もたれのゆったり感」についての因子である。また、第8因子は、 93° と 99° の「座面の軟らかさ感」についての因子である。

前報の因子分析では、 111° と 117° に関係する項目が同じ因子に混在し角度の区別が不明確であったが、今回の因子分析では、被験者数を2倍以上に増やすことにより意味を持つ形で明確に角度因子を抽出することができた。

着座直後と着座30分後の因子分析の結果を比較してまとめると、 93° と 99° の2つの角度ははっきりとその特徴を区別できない角度であり、着座直後においては疲労や痛みは感じないが、窮屈感があり、また背もたれは硬く感じる。30分も着座していると窮屈感はもちろんであるが、痛みや疲労を感じて不快感が増加する。この2つの角度は、車椅子の移動には適していても長時間利用するには適していないことになる。これに比べて、 111° と 117° の2つの角度はともに着座直後と30分後の両方においてゆったり感があり、疲労感なく、快適であると高評価を得ており、特に 111° は着座30分後の評価が最も高い。また、 105° はこの2つの角度に続いて評価が高いということになる。

Table 5に示される官能評価点の平均値は、前回の結果と比較してほぼ同様に 111° の得点が

Table 2-1 Evaluated results (0 min)

Angle	Score	Soft		Painless		Easy		Comfort	Tiredness
		Back-rest	Seat	Back	Buttocks	Back-rest	Seat		
93°	-2	12	1	4	4	25	5	9	10
	-1	64	12	21	5	54	22	29	28
	0	20	17	29	22	21	27	38	25
	1	20	46	26	17	13	39	29	20
	2	3	43	39	71	6	26	14	36
	total	119	119	119	119	119	119	119	119
99°	-2	2	0	2	1	7	1	5	4
	-1	42	6	25	10	39	11	20	17
	0	41	30	36	26	38	37	44	38
	1	30	47	24	33	24	46	33	29
	2	4	36	32	49	12	24	17	31
	total	119	119	119	119	120	119	119	119
105°	-2	2	1	0	0	1	0	1	3
	-1	35	4	18	9	13	8	7	8
	0	40	19	33	22	37	22	38	33
	1	31	65	34	36	42	56	45	37
	2	11	30	34	52	26	33	28	38
	total	119	119	119	119	119	119	119	119
111°	-2	4	1	0	1	1	1	0	1
	-1	29	6	14	8	10	2	10	11
	0	36	16	27	18	18	24	27	29
	1	40	58	35	42	53	55	48	32
	2	10	38	43	50	37	37	34	46
	total	119	119	119	119	119	119	119	119
117°	-2	8	1	4	3	1	1	2	5
	-1	28	3	24	9	17	8	14	17
	0	34	26	26	25	24	26	26	33
	1	34	53	28	37	39	49	40	23
	2	15	36	37	45	38	35	37	41
	total	119	119	119	119	119	119	119	119

Table 2-2 Average of evaluated scores (0 min)

Angle	Soft		Painless		Easy		Comfort	Tiredness
	Back-rest	Seat	Back	Buttocks	Back-rest	Seat		
93°	-0.52	0.99	0.63	1.23	-0.66	0.50	0.08	0.37
99°	-0.07	0.95	0.50	1.00	-0.04	0.68	0.31	0.55
105°	0.12	1.00	0.71	1.10	0.66	0.96	0.77	0.83
111°	0.19	1.06	0.90	1.11	0.97	1.05	0.89	0.93
117°	0.17	1.01	0.59	0.94	0.81	0.92	0.81	0.66

背もたれ角度が車椅子の座り心地に及ぼす影響 (2)

Table 3-1 Evaluated results (30 min)

Angle	Score	Soft		Painless		Easy		Comfort	Tiredness
		Back-rest	Seat	Back	Buttocks	Back-rest	Seat		
93°	-2	19	6	27	7	34	10	23	25
	-1	55	20	32	23	46	26	41	34
	0	34	29	14	36	13	31	25	19
	1	8	42	23	24	17	27	16	20
	2	3	22	23	29	9	25	14	21
	total	119	119	119	119	119	119	119	119
99°	-2	15	3	17	6	16	3	13	20
	-1	52	23	48	36	46	23	45	41
	0	29	30	15	29	27	41	26	19
	1	21	43	18	27	21	35	25	23
	2	2	20	21	21	9	17	10	16
	total	119	119	119	119	119	119	119	119
105°	-2	8	2	6	8	4	4	5	6
	-1	43	16	40	22	20	15	24	26
	0	32	19	18	24	34	29	32	22
	1	29	62	34	36	40	45	40	41
	2	7	20	21	29	21	26	18	24
	total	119	119	119	119	119	119	119	119
111°	-2	8	4	10	7	2	3	3	5
	-1	34	14	25	25	14	14	22	23
	0	31	23	17	25	25	27	25	24
	1	35	53	40	34	47	47	45	38
	2	11	25	27	28	31	28	24	29
	total	119	119	119	119	119	119	119	119
117°	-2	8	2	12	10	3	5	5	9
	-1	41	10	32	27	19	10	25	30
	0	27	32	20	22	30	31	29	22
	1	26	50	29	33	36	43	36	28
	2	17	25	26	27	31	30	24	30
	total	119	119	119	119	119	119	119	119

Table 3-2 Average of evaluated scores (30 min)

Angle	Soft		Painless		Easy		Comfort	Tiredness
	Back-rest	Seat	Back	Buttocks	Back-rest	Seat		
93°	-0.66	0.45	-0.14	0.38	-0.66	0.26	-0.36	-0.18
99°	-0.48	0.45	-0.18	0.18	-0.33	0.34	-0.22	-0.22
105°	-0.13	0.69	0.20	0.47	0.45	0.62	0.35	0.43
111°	0.06	0.68	0.41	0.43	0.76	0.70	0.55	0.53
117°	0.03	0.72	0.21	0.34	0.61	0.70	0.41	0.34

Table 4-1 Average of differences between twice-evaluated scores (0 min)

Angle	Soft		Painless		Easy		Comfort	Tiredness
	Back-rest	Seat	Back	Buttocks	Back-rest	Seat		
93°	0.59	1.00	0.59	0.81	0.81	1.13	0.63	0.69
99°	0.69	0.63	0.91	0.78	1.03	0.78	0.84	0.88
105°	0.81	0.59	0.88	0.84	1.03	0.75	0.75	0.66
111°	0.81	0.72	0.72	0.78	0.56	0.75	0.78	0.69
117°	0.88	0.75	0.81	0.91	0.91	0.81	0.88	1.03

Table 4-2 Average of differences between twice-evaluated scores (30 min)

Angle	Soft		Painless		Easy		Comfort	Tiredness
	Back-rest	Seat	Back	Buttocks	Back-rest	Seat		
93°	0.63	0.88	1.38	0.91	1.09	1.03	0.75	1.47
99°	0.69	1.00	1.06	0.91	1.06	0.72	1.03	1.00
105°	1.00	0.63	1.25	1.03	0.94	1.03	0.88	0.84
111°	0.91	0.59	1.13	0.97	0.56	0.91	0.81	0.69
117°	1.03	0.88	1.16	0.91	0.94	0.66	0.97	1.19

Table 5 Comparison of average (0 min, 30 min)

Angle	Soft (Back-rest)		Soft (Seat)		Angle	Easy (Back-rest)		Easy (Seat)	
	0 min	30 min	0 min	30 min		0 min	30 min	0 min	30 min
93°	-0.52	-0.66	0.99	0.45	93°	-0.66	-0.66	0.50	0.26
99°	-0.07	-0.48	0.95	0.45	99°	-0.04	-0.33	0.68	0.34
105°	0.12	-0.13	1.00	0.69	105°	0.66	0.45	0.96	0.62
111°	0.19	0.06	1.06	0.68	111°	0.97	0.76	1.05	0.70
117°	0.17	0.03	1.01	0.72	117°	0.81	0.61	0.92	0.70

Angle	Painless (Back)		Painless (Buttocks)		Angle	Comfort		Tiredness	
	0 min	30 min	0 min	30 min		0 min	30 min	0 min	30 min
93°	0.63	-0.14	1.23	0.38	93°	0.08	-0.36	0.37	-0.18
99°	0.50	-0.18	1.00	0.18	99°	0.31	-0.22	0.55	-0.22
105°	0.71	0.20	1.10	0.47	105°	0.77	0.35	0.83	0.43
111°	0.90	0.41	1.11	0.43	111°	0.89	0.55	0.93	0.53
117°	0.59	0.21	0.94	0.34	117°	0.81	0.41	0.66	0.34

背もたれ角度が車椅子の座り心地に及ぼす影響 (2)

Table 6-1 Basic Statistics (0 min)

factor	eigenvalue	property %	cumulative property %
1	4.87	12.17	12.17
2	4.80	12.01	24.18
3	3.09	7.73	31.91
4	2.73	6.81	38.72
5	2.29	5.72	44.45
6	2.21	5.52	49.97
7	2.08	5.20	55.16
8	2.00	4.99	60.15
9	1.37	3.44	63.59

Table 6-2 Factor loadings(0 min)

	factor 1	factor 2	factor 3	factor 4	factor 5	factor 6	factor 7	factor 8	factor 9
8 Tireless 93	0.859	-0.049	0.102	0.041	-0.084	0.249	0.123	-0.007	-0.096
8 Tireless 99	0.793	0.091	-0.034	0.079	0.203	0.030	0.040	-0.053	0.234
4 Buttocks(p) 99	0.773	0.054	0.029	0.027	0.141	-0.067	0.124	-0.038	0.169
3 Back(p) 99	0.625	0.038	-0.071	0.039	0.431	0.008	0.103	0.019	0.175
3 Back(p) 93	0.585	0.038	0.053	-0.073	0.095	0.299	0.140	-0.064	-0.119
4 Buttocks(p) 93	0.579	0.048	0.034	0.024	0.099	0.071	0.215	-0.152	-0.172
7 Comfort 93	0.577	-0.058	0.045	-0.014	-0.030	0.463	0.349	0.075	0.174
7 Comfort 99	0.516	0.059	0.085	0.075	0.232	0.345	0.195	0.103	0.485
7 Comfort 117	0.040	0.850	0.028	0.109	0.117	-0.075	0.154	0.101	0.052
5 Backrest(e) 117	-0.087	0.821	-0.082	0.196	0.078	0.010	0.018	0.046	0.198
8 Tireless 117	0.136	0.812	0.067	0.253	0.177	-0.091	-0.002	0.159	-0.060
3 Back(p) 117	0.069	0.699	0.022	0.048	0.241	0.031	-0.016	0.222	-0.249
6 Seat(e) 117	-0.051	0.669	0.287	0.207	-0.057	0.070	0.073	-0.003	0.120
4 Buttocks(p) 117	0.288	0.619	0.225	0.219	0.066	-0.019	0.044	-0.038	-0.282
2 Seat(s) 117	0.002	0.521	0.287	0.102	-0.052	0.071	0.272	0.285	-0.017
6 Seat(e) 105	0.084	0.098	0.743	0.104	0.143	-0.019	0.125	0.110	0.177
2 Seat(s) 105	0.084	0.035	0.691	0.098	0.078	-0.007	0.193	0.063	-0.144
6 Seat(e) 111	-0.067	0.139	0.626	0.319	0.147	0.025	0.137	0.098	0.111
2 Seat(s) 111	-0.019	0.325	0.505	0.302	-0.028	-0.111	0.219	0.079	-0.099
5 Backrest(e) 105	-0.019	0.033	0.465	0.148	0.390	0.228	-0.139	0.052	0.260
7 Comfort 111	-0.013	0.283	0.252	0.788	0.145	0.095	0.070	0.076	0.050
8 Tireless 111	0.145	0.288	0.186	0.757	0.185	-0.080	-0.019	0.155	-0.075
5 Backrest(e) 111	-0.115	0.349	0.246	0.564	0.087	0.153	-0.092	0.174	0.104
3 Back(p) 111	0.109	0.377	0.104	0.472	0.256	-0.272	0.079	0.232	-0.091
4 Buttocks(p) 111	0.129	0.225	0.212	0.465	0.100	-0.356	0.136	0.055	-0.115
3 Back(p) 105	0.321	0.188	0.102	0.211	0.611	0.004	0.030	-0.023	0.058
8 Tireless 105	0.356	0.279	0.329	0.209	0.584	0.000	0.043	0.138	-0.073
7 Comfort 105	0.249	0.225	0.406	0.247	0.558	0.180	0.037	0.118	0.047
4 Buttocks(p) 105	0.419	0.273	0.341	0.233	0.462	-0.188	0.086	0.077	-0.155
5 Backrest(e) 93	0.379	-0.074	0.004	-0.034	-0.166	0.635	0.158	0.137	0.065
1 Backrest(s) 93	0.182	0.094	-0.011	0.000	0.124	0.625	0.295	0.152	0.004
1 Backrest(s) 99	0.173	-0.053	0.048	0.084	0.252	0.382	0.305	0.358	0.156
2 Seat(s) 99	0.242	0.116	0.319	0.118	0.005	0.139	0.704	-0.028	-0.060
2 Seat(s) 93	0.165	0.169	0.121	0.004	0.043	0.171	0.639	-0.066	0.018
6 Seat(e) 93	0.247	0.034	0.083	-0.007	0.033	0.093	0.466	0.061	0.123
1 Backrest(s) 111	-0.114	0.209	0.097	0.145	0.020	0.102	-0.095	0.756	0.068
1 Backrest(s) 117	-0.026	0.410	0.079	0.132	-0.073	0.018	0.035	0.747	-0.001
1 Backrest(s) 105	-0.132	0.001	0.214	0.110	0.256	0.250	0.066	0.504	0.013
5 Backrest(e) 99	0.290	-0.060	0.098	-0.146	0.235	0.483	0.110	0.128	0.495
6 Seat(e) 99	0.319	-0.044	0.362	-0.042	-0.167	0.105	0.403	0.087	0.476

* (s), (e), and (p) represent (soft), (easy), and (painless), respectively.

Table 7-1 Basic Statistics (30 min)

factor	eigenvalue	property %	cumulative property %
1	5.89	14.73	14.73
2	4.47	11.17	25.90
3	4.46	11.15	37.06
4	3.41	8.53	45.58
5	3.10	7.75	53.33
6	2.10	5.26	58.59
7	1.66	4.15	62.74
8	1.21	3.02	65.76
9	0.85	2.13	67.89

Table 7-2 Factor loadings (30 min)

	factor 1	factor 2	factor 3	factor 4	factor 5	factor 6	factor 7	factor 8
7 Comfort 93	0.846	-0.032	-0.006	0.024	0.122	0.049	0.203	0.114
8 Tireless 93	0.786	0.063	0.060	0.049	-0.078	0.157	-0.036	-0.040
5 Backrest(e) 93	0.713	-0.088	0.079	0.094	0.203	-0.181	0.131	-0.034
6 Seat(e) 93	0.696	0.063	-0.059	-0.074	0.369	-0.101	-0.083	0.128
8 Tireless 99	0.645	0.004	-0.018	0.208	0.025	0.412	0.331	0.005
7 Comfort 99	0.642	0.085	-0.002	0.189	0.020	0.216	0.606	0.069
4 Buttocks(p) 93	0.618	0.060	-0.056	0.028	0.119	0.309	0.002	0.094
3 Back(p) 93	0.614	0.042	0.043	0.212	-0.317	0.003	-0.113	0.216
1 Backrest(s) 93	0.610	-0.037	0.087	0.251	-0.114	-0.185	0.229	0.125
6 Seat(e) 99	0.506	-0.066	-0.038	0.001	0.496	0.128	0.274	0.173
3 Back(p) 99	0.467	0.075	0.107	0.270	-0.182	0.295	0.322	0.121
7 Comfort 111	-0.060	0.813	0.177	0.122	0.235	0.006	0.049	0.191
8 Tireless 111	-0.003	0.754	0.221	0.268	0.056	0.170	-0.043	0.036
1 Backrest(s) 111	0.128	0.702	0.234	0.233	-0.010	-0.234	-0.110	-0.024
2 Seat(s) 111	-0.027	0.623	0.170	0.073	0.355	0.153	-0.008	0.160
4 Buttocks(p) 111	-0.067	0.617	0.085	-0.037	0.224	0.464	-0.181	-0.078
5 Backrest(e) 111	0.072	0.608	0.248	0.234	0.053	-0.174	0.209	-0.001
3 Back(p) 111	0.068	0.590	0.290	0.283	-0.165	0.089	-0.014	-0.032
6 Seat(e) 111	-0.017	0.554	0.207	0.174	0.506	0.042	0.080	-0.061
7 Comfort 117	-0.011	0.104	0.901	0.106	0.049	-0.020	0.025	0.133
3 Back(p) 117	0.096	0.148	0.798	0.179	-0.038	0.045	0.044	-0.070
8 Tireless 117	-0.116	0.249	0.773	0.105	-0.007	0.049	-0.109	-0.036
5 Backrest(e) 117	0.084	0.095	0.733	0.054	-0.005	-0.072	0.063	-0.057
1 Backrest(s) 117	0.051	0.404	0.620	0.170	-0.036	-0.161	0.060	-0.033
6 Seat(e) 117	0.059	0.214	0.618	0.039	0.368	0.041	-0.095	-0.007
4 Buttocks(p) 117	0.039	0.263	0.541	-0.013	0.307	0.356	-0.020	-0.060
2 Seat(s) 117	-0.095	0.218	0.528	0.096	0.475	0.075	0.106	0.176
3 Back(p) 105	0.110	0.224	0.270	0.759	-0.078	0.128	0.094	-0.006
5 Backrest(e) 105	0.165	0.162	0.120	0.663	0.223	-0.151	0.241	-0.002
8 Tireless 105	0.073	0.254	0.106	0.660	0.188	0.375	-0.005	0.052
7 Comfort 105	0.077	0.246	0.050	0.632	0.387	0.189	0.192	0.073
1 Backrest(s) 105	0.198	0.219	0.161	0.625	0.182	-0.149	0.002	0.066
6 Seat(e) 105	0.271	0.196	0.086	0.257	0.716	0.137	0.061	-0.134
2 Seat(s) 105	0.010	0.173	0.052	0.296	0.613	0.168	-0.071	0.220
4 Buttocks(p) 105	0.111	0.256	0.053	0.315	0.421	0.599	-0.025	-0.193
4 Buttocks(p) 99	0.464	-0.070	0.006	0.002	0.180	0.591	0.077	0.123
5 Backrest(e) 99	0.437	-0.230	-0.009	0.249	0.149	-0.050	0.613	-0.082
1 Backrest(s) 99	0.388	0.132	-0.004	0.397	0.064	-0.119	0.465	0.143
2 Seat(s) 93	0.435	0.109	-0.043	0.076	-0.063	-0.132	-0.037	0.650
2 Seat(s) 99	0.358	0.095	0.004	0.065	0.328	0.159	0.136	0.579

* (s), (e), and (p) represent (soft), (easy), and (painless), respectively.

背もたれ角度が車椅子の座り心地に及ぼす影響 (2)

高いという結果を示すのであるが、今回の因子分析の結果と合わせて考えると、背もたれ角度111°が長時間車椅子に座る場合の最も適した角度と結論することができる。

高齢者については既報⁷⁾のように高齢者は5つの背もたれ角度の中で111°の角度を高評価するという結果を発表したが、今回の実験に参加した若い学生の結果と一致を見たことになった。車椅子を常用する高齢者は身体に痛みを伴う状態にあることが多く、また介助を要する人も多いこともあって被験者数としては少ないのではあったが、評価した角度が同じであるということは、今後本研究の目的である快適な車椅子の開発研究をさらに進めていくには若い学生の協力が不可欠であるといえる。

4-2. 体圧分布量測定結果

背もたれ及び座面の接触圧力と接触面積についての前回の報告では被験者数が12名と少ないことがあってははっきりとした結果を示すことができなかった。今回は、前報の12名を含めた合計32名について測定した背もたれ及び座面についての接触圧力と接触面積の結果をTable 8、Fig. 5-1、Fig. 5-2、Table 9、Fig. 6に示す。

Table 8 Body pressure and contact area of back-rest

Time (min.)	93°		99°		105°		111°		117°	
	g/cm ²	cm ²	g/cm ²	cm ²	g/cm ²	cm ²	g/cm ²	cm ²	g/cm ²	cm ²
0	21.3	474	22.1	506	22.9	543	23.6	593	24.5	620
5	24.3	468	24.1	502	24.7	528	25.9	578	26.8	601
10	24.2	462	23.7	501	25.8	521	26.6	577	28.4	593
15	24.8	460	24.4	498	25.6	537	26.3	580	28.3	596
20	26.7	454	24.6	490	26.4	532	25.9	576	28.9	592
25	24.8	459	25.1	488	25.4	531	26.4	571	28.6	576
30	23.9	472	24.0	505	24.3	528	24.5	571	27.2	605

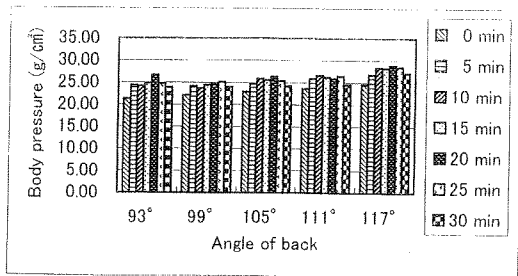


Fig. 5-1 Body pressure of back-rest

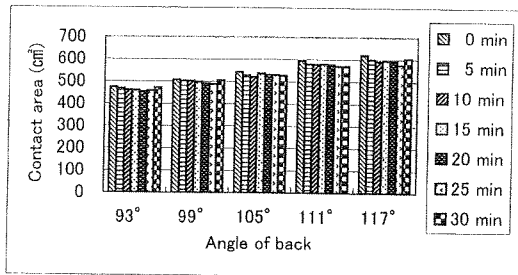


Fig. 5-2 Contact area of back-rest

先ず、同じ角度における時間の経過に伴う背もたれの接触圧力について、前回は少し増加傾向にあると報告したが、今回の実験では誤差範囲内で時間変化なくほぼ一定と判断した。

これは前回ではサンプル数が少なかったことと、測定中は背もたれにずっともたれかからずに動くことがあるために接触圧力にバラツキが生じることが原因したものと思われる。背もたれ接触圧力は、背もたれ角度が大きくなるにつれて少しずつ増加していき、今回の結果では117°の接触圧力は93°に比べて約10%大きくなった。一方、背もたれ接触面積は、当然のことながら角度が大きくなると背もたれに接触する面積がもたれることにより大きくなるのははっきりとした増加傾向を示す。今回の結果では117°の接触面積は93°の接触面積に比べて約25%大きくなった。従って、背もたれ接触圧力と接触面積は角度とともに増加していき、また官能評価の「背もたれのゆったり感」、「快適感」とは正の相関があることがわかった。

Table 9 Body pressure and contact area of seat

Time (min.)	93°		99°		105°		111°		117°	
	g/cm ²	cm ²	g/cm ²	cm ²	g/cm ²	cm ²	g/cm ²	cm ²	g/cm ²	cm ²
0	54.1	1073	51.1	1065	49.6	1071	46.2	1070	44.6	1080
5	55.4	1073	53.3	1065	53.0	1065	48.4	1076	47.1	1080
10	55.7	1067	54.2	1063	52.8	1066	50.0	1077	47.8	1079
15	56.5	1066	53.9	1063	53.1	1067	49.0	1084	47.9	1079
20	56.4	1063	54.6	1063	53.7	1063	50.9	1078	48.1	1083
25	57.3	1061	54.0	1062	52.4	1069	51.0	1080	49.0	1077
30	55.8	1072	54.2	1062	52.5	1065	49.4	1081	47.0	1089

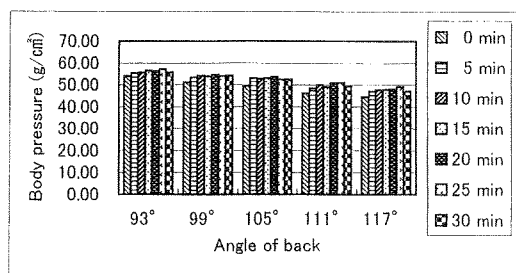


Fig. 6 Body pressure of seat

座面の接触圧力については、高齢者の場合と同様に背もたれ角度とともに減少傾向を示した。これは背もたれ角度が広くなるにつれて後方に重心が移動することによるものである。今回の結果では、117°の接触圧力は93°に比べて約15%減少した。座面の接触圧力と官能評価の「座面のゆったり感」、「座面の軟らかさ感」との関係については、「ゆったり感」、「軟らかさ感」が角度によりやや増加傾向があるものの大きく変化しないために相関を見出すことができなかった。座面の接触面積については、Table 9に示すように当然のことではあるが角度変化や時間経過によらずほぼ一定であった。

前報⁷⁾ の高齢者については、元々「背中痛み」「疲れやすさ」を持っている人が多く、

背もたれ角度が車椅子の座り心地に及ぼす影響 (2)

接触圧力との関係についても議論したのであるが、今回測定した若い学生については「背中の痛み」など測定に影響する要素をほとんど持っておらず、従って接触圧力と「背中の痛み感」、「疲労感」などとの関係を評価しにくい結果となった。

以上、若い学生を対象として車椅子の座り心地について官能評価の測定を行い、因子分析を行った結果、座り心地は背もたれ角度に大いに依存し、 111° が長時間座るのに最も適した角度であることがわかった。これは、前回の結論と同じではあるが、因子分析によって角度因子を抽出できたことから 111° の前後の角度、すなわち 105° や 117° に比べて優れていることが結論できた。また、前回指摘したように、今後高齢者用車椅子を開発する場合、判断能力が鋭く、慣れの影響がなく、協力が得やすく、また測定データのバラツキが少ない若い学生の評価を十分に活用することが大切であり、最終的に車椅子を常用する高齢者の評価を受ける方向で進めていくべきであると考えられる。

5. 結 論

本学の学生を被験者として、車椅子の背もたれ角度を 93° から 117° の範囲で変化させて座り心地官能量と体圧分布量を測定し、因子分析した結果、以下の点が明らかになった。

- 1) 長時間座るには 111° が最適角度であり、 117° と 105° がこれに続く。
- 2) 着座直後では 117° が最適角度である。
- 3) 93° と 99° の評価の判別はつきにくく、両者ともに窮屈感があり、長時間座ると不快感が増加する。
- 4) 若い学生と高齢者の官能評価の差はなく同じと考えてよい。

6. 謝 辞

本実験にご協力していただいた本学生活学科学学生の諸君に感謝します。

参考文献

- 1) 鎌田竹子；老年看護学, 18-19, メヂカルフレンド社 (1997)
- 2) 斎藤芳徳他；特別養護老人ホームにおける生活時間調査, 第14回リハ工学カンファレンス, 282-284 (1999)
- 3) 木之瀬隆他；高齢者に適する車椅子の検討, 第14回リハ工学カンファレンス, 65-70 (1999)
- 4) B. Engstrom ; *Ergonomics Wheelchairs and Positioning*, 1st ed. Posturalis, Sweden (1993)
- 5) P. Axelsson et al. ; *The Manual Wheelchair Training Guide*, PAX Press, Santa Cruz (1998)
- 6) R. A. Cooper ; *Wheelchair Selection and Configuration*, Demos Publishing, Inc. (1998)
- 7) K. Hirota, T. Kotani, T. Ishii ; *Influence of angle of back for sitting comfort of wheelchair*, IEEE, Instrumentation and Measurement Technology Conference, Anchorage, USA (2002)
- 8) 廣田勘治, 小谷利子, 石井富久；背もたれ角度が車椅子の座り心地に及ぼす影響, 神戸山手女子短期大学紀要, 第46号, 1-15 (2003)