

# 報 文

## 高齢者・障害者のためのシーティングシステムの開発

新木 隆史\*, 松岡 敏生\*, 岸 久雄\*, 田中 賢治\*,  
舟木 淳夫\*, 中山 伸吾\*, 藤原 基芳\*\*

Development of Seating Systems for Elderlies and Disabilities with the Positioning Evaluator

by Takashi SHINKI, Toshio MATSUOKA, Hisao KISHI, Kenji TANAKA, Atsuo FUNAKI, Shingo NAKAYAMA and Motoyoshi FUJIWARA

In the present market there are not useful chairs and wheelchairs which provide convenience at the day life for elderlies and disabilities who have problems to sit on the spread type of chair or wheelchair. We studied evaluating system for the sitting position and the chairs which have the interchangeable with evaluating system.

We tried to build a high average estimate system with mechanical seat-shape control system by the simulation on the skills for manual-measurement owned by therapists or seating chair engineers. We divided the backseat at the height level for extract back of body profile and produce a main-seat with function of adjustment for pelvis position.

**Keyword:** elderlies, disabilities, seating-system, estimate-system, manual-measurement

### 1. はじめに

座位をとることに問題が出始めた高齢者・障害者が施設及び在宅において使用するのに適した普及性の高いイス類の開発を目指して(1)座位に問題がある人が適正な座位をとるための身体適合性(2)生活の利便性を高めるためのリクライニング機構(3)普及型イスとしての量産性を検討した。

本報告はその第1報としてイス供給製造システムのための諸問題を考察した内容を報告する。

#### 1. 1 座位における身体適合性について

現在、イスなどの身体適合性を高めるための方法には人間工学的な身体適合性評価技術体系によるものと、臨床処方の一環として位置づけられる座位保持装置製作技術の2つがあると考えられ、

我々は両者の融合による技術の高度化の方法を探った。千葉大学の小原研究室が発表したイスにおける各種のリクライニング条件下における人間工学的座位モデル<sup>1)</sup>、を基礎に座姿勢評価を行ってきた。平成11年度に開発した座位評価装置は、姿勢測定装置に千葉大学座位モデルにより条件づけられたシートと背もたれを搭載し、座面全体の角度(チルト角度)および背もたれ角度が自由に設定でき、床からの座面の高さを調整する意義をもつフットレストの高さ調整、肘掛け高さ調整が可能なるものである<sup>2)</sup>。この装置は、体圧分布を類推するための体圧分布計測システム及び歪みゲージによるボタンセンサ30個を350mm×100mmのゴムシートに35mm間隔で設置した体圧センサシートを使用場面に応じて用いた。

一方で座位に問題を持つ人のための座位保持装置は、何よりも座位をとることに問題を持つか不可能な人の障害などに伴う身体状況や残存機能を

\* 製品開発グループ

\*\* 機械電子グループ



図1 ハンドリング計測の様子

見て設計を行っていくもので、個人ごとに設計仕様に変化するものである。そのため、イス設計製作者やセラピストがハンドリング計測を行って設計の根拠を得ることが多い。

ハンドリング計測は、この座位保持装置製作プロセスにおける技術であり、担当医師やセラピストの立ち会う臨床現場で重度の座位保持機能障害を持つ被験者を一定時間（およそ30分）以上抱き留めながら、被験者の身体状況による姿勢の安定状態を探り、採寸を行いイス類や車イス類が備えるべき座位保持機能の設計仕様を決定していくものである。（図1）このことから我々は人間工学的な安定座位の理念である千葉大学の提唱した座位モデルを基礎として、シート角度及びリクライニングの条件を決め、それらに座位保持装置製作技術であるハンドリング計測の利点を導入するため、背面形状及び骨盤位置の調整機能の他、体幹変形

の採型機能を持つ評価装置の構築を検討し手動で調整できる装置を試作した。また、前年度試作開発したリクライニング機構は、日常生活で発生する生活動作に対応した座面と背もたれの設定値が千葉大学座位モデルに準じて設定できる機構であり、軽量コンパクトに実現でき、高齢者や障害者の生活の利便性を高めると考えられる。そのため評価装置の高度化にともなう互換性を持たせた製品の基礎構造として用い、上述した諸機能を搭載するベースとした。このリクライニング機構については既報<sup>1)</sup>に詳述しているためここでは割愛する。本装置を搭載した座位評価装置と互換イス製品との関係を示す図を、図2に示した。

## 2. 試作方法

### 2.1 座位評価装置の高度化

人の姿勢は、立位、座位に係わらず動的な内容を持ち、抗重力運動を常に行っており、バランスを司る反射神経系が筋肉や骨格を制御してそのときの姿勢を保っている。ハンドリング計測は、固定した状態ではなく、常にバランス維持運動をしている人の座位を評価する上で、動的に人を支えながらイスの構造設計要素を抽出する点で優れた技法であると考えられる。一般にハンドリング計測の結果により得られた設計要素は、基礎的なイス構造にウレタンクッション類等の切削成形や各種のパッド類により身体適合性、座位保持機能を確保してイスとして構成される。

座位に問題を持つ被験者のハンドリング計測による座位評価及び計測のプロセスのうち、身体

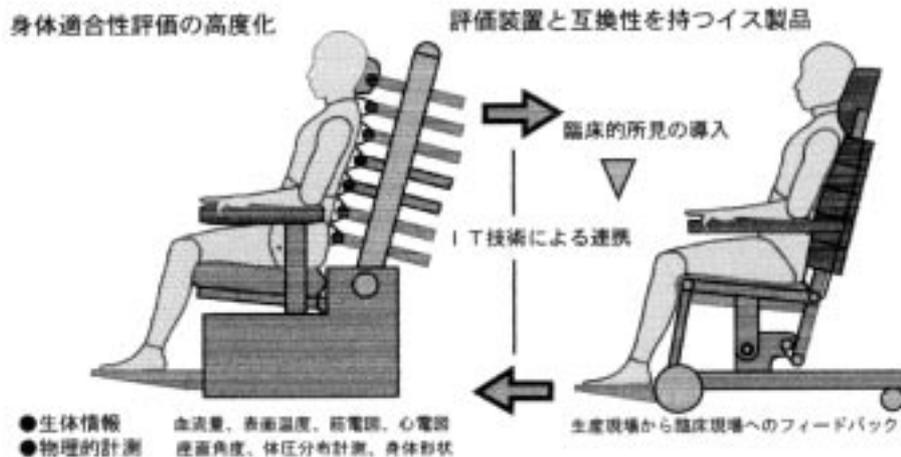


図2 高度化した座位評価装置と互換イス製品

各部の残存機能及びその位置関係およびバランス状態を知るために体幹軸及び首や肩など上半身構造と骨盤位置との空間位置関係であるアライメントの安定、及び骨盤そのものの左右、前後への傾斜の程度及び座面との体圧の状態を重視してハンドリング計測が行われ、イスの設計方向が決定される点に我々は着目した。これらは体幹軸の変形やバランス維持機能が阻害されている人に座位をとらせるための秀れた方法である。

現在、リハビリテーション医療及び関連技術者等の中で座位機能評価において、体幹軸の変形等を定量的に把握するための各種の検討が進められているところであるが、まだ定見が普及するに至っていない。脊柱の左右への変形を類推する方法として骨盤位置と胸郭の部位に計測点を設け3次元的に位置関係を把握する試みが見られる。既に1993年に大津が<sup>3)</sup>筋ジストロフィー症の人々の体幹変形の経緯を追跡し分析するなかで、変形の定量的評価方法を試みている。外後頭隆起、第7頸椎棘突起を結ぶ線と両腸骨稜線などを結ぶ線による角度であるヤコビー線などを基準にPLT(骨盤側方傾斜角度)と体幹非対称性指数として座面から両肩峰までの距離比、体幹中芯からの脊柱の側方移動量などを計測評価する方法を紹介している。また安河内が<sup>4)</sup>立位における骨盤の前後の傾きの測定方として腸骨稜点と大転子を結ぶ線と鉛直線がなす角度を使うことを試みている。これらのことは座位の安定や姿勢保持装置製作の重要な指標として把握する必要がある。

## 2. 1. 1 背面プロフィール採型装置の検討,

### 体幹軸の変形を把握する要素について

座位では立位に比して、見かけ上約90度に身体が屈曲しているが、その殆どを股関節の角度変化で吸収しており約70度である。通常の人々の脊柱は、頭部を頸椎が支え胸郭付近の部位が後方に曲がり腰椎付近で前方に曲率中心が変化し骨盤に達する、いわゆるS字をなす立位における脊柱の状態を残したまま柔軟に上半身の重力を骨盤に伝えている。しかし、腰椎の曲率は立位に比して減少し、骨盤は立位における傾きを0度としたとき約30度後方に傾斜する。その場合、バランス上、背もたれの支持が必要になる。千葉大学座位モデルによるとイスの背もたれ面の垂直方向断面は腰椎前方に向かって突き出た円弧に近い縦のアーチをなし、そ

の曲率中心点を腰椎支持点と呼ぶ。背もたれの役割は、そこに中心的な支持点を持てばイスとしての機能の多くを果たす。しかし例えば、円背傾向の高齢者では多く胸部付近の脊柱の湾曲が、腰椎付近にまで及びS字形が崩れ、単に横向きのUの字型に単純化されたような外形を見せる。その影響で胸郭が前傾し頸椎に大きな屈曲が生まれ、骨盤がさらに後傾して上半身を支えねばならず、必然的に座面シートとの接点である座骨位置がシートの座骨定点から前方にずれる。結果として、皮膚組織の弱い仙骨に向かって座圧分布が偏るなどが起こり安定座位が崩れる。この場合ではS字屈曲に対応した背もたれでは安定した座位がとれないことになるため、対応した背もたれが要求されることがわかる。

以上のことなどから、我々は具体的に座位保持装置製作技術及びハンドリング計測の利点を導入する方法として、まず人の背面形状のプロフィールを採型し支持する方法として、イス背もたれシートを分割し、それぞれをロボットアームが支える構造の座位評価装置を検討した。身体と背もたれの間で生まれる圧力をセンサにより感知して、得られた体圧分布の状態や分割背もたれにかかる体圧の圧力中心位置のデータを用いて分割した背もたれそれぞれをリアルタイムに位置制御し、人の身体を支える機構である。この機構により、人と協調して人の背面を支えると同時に、背面プロフィールを採型するものである。このような採型により、高齢者・障害者の体幹軸の変形を計測し、骨盤位置及び脊柱の湾曲(円背傾向)などの要素を把握することができると考えられる。分割した背もたれそれぞれが胸郭、腰椎、骨盤の支持を分担し、各部の水平位置関係の計測を行う方法も併せて検討した。

## 2. 1. 2 骨盤位置調整機能装置の検討

背面の支持方法の他に座姿勢安定には、座面角度の他に骨盤の支持方法が重要な要素となる。通常、体幹軸は腰椎を屈曲の中心として垂直軸にたいしての旋回及び水平軸に対する左右の屈曲が可能で柔軟な動きを許す身体部位であり、体幹軸(脊柱及び胸郭のなす中心軸)に対する骨盤の位置は座位安定の要素となってくるが、体幹軸の横方向の変形がある場合では、体幹軸に対して骨盤の空間位置の左右傾斜、または水平方向での旋回

が起こる。変形がさらに進んだり股関節内転拘縮や脱臼のある場合では、さらに股関節、下肢の空間位置が著しく変位してくる。

現在の我々の調査では、多くの座位保持イス製作の重要な指標として、骨盤の傾きへの対応及び首・肩の垂直軸に対するアライメントを日安に観察しながら、イスの設計が行われている。但し、イス製作の技術毎の差異により骨盤の安定を先行させる方法と、首・肩のアライメントの安定を先行させながら、その他の身体の位置や傾きを確保していく方法などがある。方法の差異はあるが、骨盤の位置及び座面、背もたれの支持状態を特定する必要がある。また、体幹軸の左右への変形の他に、障害のある部位をかばうための代償動作により、バランスが変わる場合がある。そのことが、骨盤位置や股関節などの位置変異として現れる点も把握する必要がある。三重県鈴鹿市のリハビリ期病院において高齢者の座面分布圧の左右のアンバランスに注目して計測評価した結果を以下に示す。

表1 外科的疾患を持つ高齢者の左右座面荷重値

被験者	年齢	性別	疾患の種類	座面左右の総荷重%比 (左側:右側)
1	79	女性	脳梗塞 (右不全麻痺)	52.8 : 47.2
2	78	女性	右CHS	45.6 : 54.4
3	77	女性	左変形性膝関節症	48.7 : 51.3
4	70	女性	右大腿骨頸部骨折	59.3 : 40.7
5	65	男性	後従韌帯骨化症	55.8 : 44.2
6	82	女性	腰椎圧迫骨折	45.7 : 54.3
7	72	男性	多発性神経炎	55.4 : 44.6
8	74	女性	腰椎すべり症	55.5 : 44.5

上の表は8人の身体に外科的疾患を持つリハビリ中の高齢者を、既出評価装置の座面角度6度、背もたれ角度111度の同じ座条件に掛けさせて、座面を左右に分割した時の左右のシートにかかる荷重値の差を百分率で表したものである。この単純な比較でも殆どの方が差し引き数パーセントから5パーセント以上、最大では20パーセント近く、左右の座圧に差がある状態で着座していることが分かる。

このことから、ハンドリング計測の代替技術の

構築においては、通常左右が均等な状態からの変位量や骨格などの空間位置の偏差を定量的に評価計測する仕組みが安定した座位を構築、類推していくため重要であると判断した。そのため後に示す骨盤位置調整装置を試作し、評価装置に搭載した。

### 2. 1. 3 座位評価装置の高度化の開発要件

ハンドリング計測の実技をシミュレートするための評価装置の高度化を目的として付加した座条件の内容を整理すると以下ようになる。

#### (1) 背面プロフィール採型装置

千葉大学座位モデルに準じたリクライニング機構の背もたれに搭載した背面プロフィールを主として採型する装置

背面プロフィールに内包する要素

シート縦アール

腰椎支持点位置 (シート高さ)

骨盤に対する体幹軸、胸郭の水平旋回度

#### (2) 骨盤位置調整装置

座骨の空間位置を計測することにより体幹軸の変形を主として計測、類推する装置  
股関節及び下肢角度調整装置を付属  
座面シートの床からの高さ

## 3. 結果と考察

### 3. 1 背面形状プロフィール採型装置

分割した背もたれがなす位置により生まれる形状は、内包的に3つの要素が含まれると考えられる。その1つは、通常の人々の身体では上半身の脊柱に沿ってS字をなす脊柱及び背面のプロフィールには、シートの縦アールによる腰椎に対応した支持点の高さである腰椎支持点の値などを含んでいる。従来の製品では背もたれシート自体の高さ調節により対応してきた要素である。その2は、骨盤と胸郭のイス前後方向への傾斜量を含んでいる。その3は、骨盤に対する胸郭の垂直軸を中心とする回転変形量が含まれている。このことにより、背もたれシート枠全体の上下移動をすることなくシートの高さ、体幹軸の骨盤に対する旋回量、骨盤の傾斜度などが背面形状プロフィールから類推できることになる。

背面プロフィールを採型するとき、座位の安定条件を千葉大学の座位モデルを基礎として位置づけることを前提とすると、背もたれ枠に縦に並べ

られた複数のセンサを備えた分割背もたれには、制御のため、それぞれ別のキャラクターが与えられる必要があることが伺える。また背面部位毎にシートの横方向のアーも変化すると考えられる。そのとき、腰椎支持点付近にあてがわれる分割背もたれの位置は、座面角度（チルト角度）に対して適切な背もたれ角度をつくる要である腰椎支持点の座骨定点（座骨突起及び股関節のシートとの接点）からの距離、及び高さ、垂直軸に対する傾斜角度などの位置設定を担う。この位置は、リクライニング量を基礎に固定的ないしはマニュアル的に被験者の身体寸法や背面形状の個性に合わせて初期設定され、背もたれ面を支える最も中心的な部分として位置づけられる必要がある。以上のことを整理すると分割式背もたれの担当部位とキャラクターは以下のような項目となる。

- ①骨盤部 仙骨及び左右上後腸骨がなす部分  
骨盤付近を担うセンサアームは、骨盤の水平旋回度、前後への傾斜などを類推する役割を担う。
- ②腰椎部 腰椎を支える部分。広背筋の影響大  
千葉大学座位モデルの全ての構造の基準点である座骨の接地点（座骨定点）からの高さ、水平距離は座姿勢を決める最も重要な要素として固定的ないしは初期設定値を設けて扱うべき部分
- ③胸郭部 両肩胛骨および肋骨と僧帽筋、広背筋  
胸郭付近を担うセンサアームは、胸郭の垂直軸に対する傾斜角度、縦のアーも他の形状を採型し胸郭の骨盤に対する水平旋回度を類推する役割を担う。

但し、前に触れた高齢者などに見られる強度の円背傾向や片麻痺などがあるとS字屈曲を持つ柔軟な姿勢維持ができない。その場合、通常の高齢者支持点の位置が移動してしまうため機能を果たさず別の分割背もたれ部分が主としての支持を担ったり、背もたれの特殊な形状が生まれることになる。本装置ではそれらの特殊性に対する類推も可能になる。脳性麻痺児者に多く見られる強度の体幹軸の変形では腰椎パッドや内転パッドなど別の装置が伴わないと姿勢維持ができず本装置による評価範囲を越えるものと考えられる。

### 3. 2 骨盤位置調整装置

今回製作した調整装置は、骨盤の置かれる座面部分の背もたれに対する空間位置を調整できるようにする仕組みとして検討した。垂直軸及び背もたれ面に対して座面シートの左右への傾斜度、水平回転度、左右への移動距離量などがそれぞれ調整できるものである。

シートの左右への傾斜は、シート左右方向の断面で見ると腰椎に中心を持ち座面前方から後方を通る円柱面上にシートを移動可能とした仕組みで得ている。この中心は骨盤の左右への回転の中心とほぼ符号しており、骨盤位置の合理的な調整が可能になるものと考えられる。それに加え、背もたれに対する水平旋回角度、シート全体の左右への位置移動量の変更を可能とすることにより、骨盤位置の変化に対応した調整が可能になるように設計した。また、評価装置としては体幹軸の変形及び骨盤の傾斜方向が計測でき、各種の疾病や障害による組織の拘縮による変形、筋肉の減少、代償動作などの結果としての変化への類推が可能になると考えた。しかし正確な体幹軸及び胸郭や骨盤位置の特定のためには2章において触れたように各種の実測点を設けて計測を付加することの他、画像による解析などを併用して精度を得ることが必要なる。

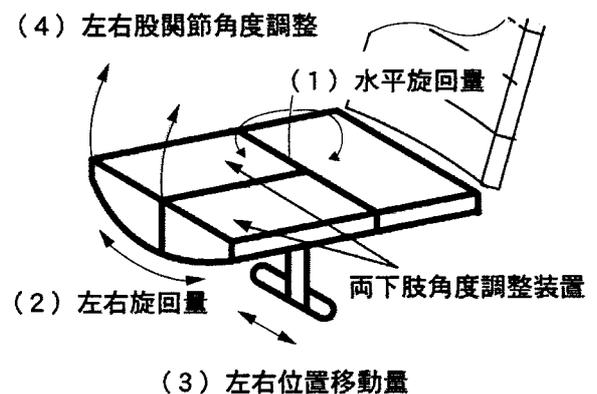


図3 骨盤位置調整装置および両下肢角度調整装置の概念図

### 3. 3 両下肢角度調整装置

本装置には、さらに股関節の内転拘縮や脱臼による両下肢の可動域減少を考慮した両下肢角度調整装置を付属させた。座骨定点を座面上左右に走る軸中心を境に両下肢の角度変化に対応して角度を調整する装置を設ける必要がある。特に、身体

運動機能の低下が著しい重度な身体障害を持つ人の多くは、股関節内転拘縮やそれらが進んだ股関節そのものの脱臼により両下肢の角度が変異してくる。また脳性麻痺などで両下肢裏側のハムストリングの拘縮がある場合では、その影響により骨盤の後傾が伴い下肢の角度にも影響を与える。そのため座面にそれらの変異を吸収する仕組みが必要となる。この装置では、骨盤を支える部分と両下肢を支える部分を分割し、後者をそれぞれ股関節直下の座骨定点より前方部分に設定し座骨定点を支点として角度変化可能にして実現することを試みている。

### 3. 3 製品との互換性及びデータの活用について

本研究では最終的に評価装置とイス製品の互換性の確保を前提とした開発を目的としている。そのため開発椅子類には背面形状採型、支持装置及び座骨位置調整装置をリクライニング機構に搭載した形式となる。さらにクッションの量や形状については機器による計測を行い用いてきたが、実際に用いるものについてはシートのクッションの定番化や調整機構の数値的制御機構など今後の検討に待つところが大きい。そのことによりわずかのフィッティング作業により高い適合性を持つ製品の供給が可能となると考える。しかしクッション量やその物性が吸収する圧力などの計量は今後も重要な指標として検討が必要と考えられる。

また、機械工学的に得られた座位評価の位置データのほか安定座位の評価に係る座圧分布計測値、生理量的解析や画像データ及び官能評価などのデータなどを一元的にネットワークを通じて活用することにより様々な利点を得ることができる。医療所見の組織的導入、イス製作技術に関するエキスパート技術である経験値の蓄積と共有、処方及びフィッティング現場とイス生産、流通機構とのリンク、イス処方から供給までの時間の飛躍的短縮などである。そのためにはネットワークを通じた共有を効率化するグラフィックユーザ・インターフェースの構築や大容量になる画像処理デー

タなどの活用方法の研究などが必要である。

### 4. まとめ

手動による可動分割背もたれを用いた背面プロフィール採形装置、骨盤位置調整装置を試作し具体的な検討を重ねたが、背もたれ面の分割数やそれぞれの制御方法などまだ報告の段階に至っていない。しかし以上の仕組みを活用することによって臨床的な座位保持製作現場において行われるハンドリング計測のもつ利点を従来の座位評価の軸に組み込むことが可能になり、さらにハンドリング計測の技術的内容の解析を進めることにより、エキスパートな技術の定量的把握の基礎ができると考えられる。

今後は、高度化した座位評価の実用化を図り、IT技術を用いたデータの活用を行い、ユニバーサルな内容を持つ製品にまで広げる研究に着手し、産業移転を目指していく予定である。

本研究は、平成12年度の「先導的技術開発等支援事業」として実施した。本研究に御協力御指導をいただいた三重県福祉用具開発実行委員会の三重大学工学部機械工学科池浦助教授、国立療養所三重病院樋口医長、国際医療福祉大学臨床医学研究センター梶原教授、松阪中央総合病院田中一彦OT、及びリハビリテーション病院現場における座位評価計測などに御協力頂いた医療法人博仁会村瀬病院長塩川靖夫医師、南出光章PT、藤田保健衛生大学リハビリテーション専門学校講師坂本浩OT他の皆様に感謝いたします。

### 参考文献

- (1) 小原二郎編：インテリアデザイン2. pp.52～58, 1976年, 鹿島出版会
- (2) 新木ら：平成11年度三重県工業技術総合研究所研究報告. No.24, pp.1 - 9 (2000)
- (3) 大津慶子：“デュシャンヌ型筋ジストロフィー症と脊柱変形の進行”. 1993年SIG「姿勢保持」資料集 No.6, pp 9 - 16
- (4) 日本生理人類学会セミナー講演資料合本(5) pp36 - 44 (1996)