

厚生労働科学研究費補助金
長寿科学総合研究事業

自立と介助の両側面からアプローチした
ベッドの開発

平成17年度 総括・分担研究年度終了報告書

主任研究者 井上 剛伸

平成18(2006)年3月

目 次

I. 総括研究年度終了報告	
自立と介助の両側面からアプローチしたベッドの開発.....	1
井上 剛伸	
II. 分担研究年度終了報告	
1. ベッド周りの介助負担の評価と自立を促進するベッドの開発.....	5
井上 剛伸	
2. 臥床生活者の自立を促進するベッドの研究.....	13
山崎 信寿	
3. 臥床者生活者の覚醒度の評価.....	23
守山 利奈	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表.....	29
IV. 研究成果の刊行物・別刷.....	31

I. 総括研究年度終了報告

総括研究報告書

自立と介助の両側面からアプローチしたベッドの開発

主任研究者 井上剛伸 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所
福祉機器開発部福祉機器開発室長

研究要旨 医療的問題や重度の身体障害により、ベッド上での生活を余儀なくされる者が多く存在する。このような対象者に対して、ベッド上での自立とベッド周りの介助の両面からアプローチしたベッドの開発を行うことを目的とする。今年度は、ベッド周りでの介助における腰部負担の長時間計測、および覚醒度向上策の評価法の開発を行なった。その結果、介助作業全体の中でベッド周りの作業の負担が大きいことが確認され、開眼度が覚醒度を表す有効な指標となることが示された。また、ベッド上での自立と介助負担軽減を実現する身体支持方法を検討するため、支持面の寸法と角度を調整できる実験ベッドの開発を行った。

分担研究者

山崎 信寿 慶應義塾大学工学部教授
守山 利奈 国立身体障害者リハビリテーション
センター研究所 福祉機器開発部福
祉機器開発室研究員

いベッドの開発を行うことを目的としている。この目的を達成するために以下の目標を設定した。

A. 研究目的

高齢者・障害者においては、介助や生活環境が整ったとしても、医療的問題や身体障害などにより、離床の難しい対象者が多く存在する。このようにベッド上での生活を余儀なくされる高齢者・障害者では、本来の自発的生活欲求を実現することも重要であり、ベッドの機能・性能はその生活に大きな影響を与えることとなる。さらに、高齢者・障害者の福祉機器開発においては、本人の自発性や自立の促進と、その中での介助者の役割および介助負担の軽減も重要な視点となる。ところが、ベッドは従来、寝るという安楽性や離床に向けての配慮、もしくは褥瘡予防や全介助を想定した介助負担の軽減という観点から開発が行われてきており、ベッド上での生活の自立を十分考慮し、その上での介助負担の軽減を行うという、逆転の発想からの開発は行われていない。

- ① 臥床状態における活動促進の基本として覚醒度を高める方策を検討する
- ② ベッド上での生活を想定し、臥床状態で自立的活動を行うための開発要件を決定する。
- ③ ベッド周りの介助姿勢を計測して腰痛との関係を調べ、負担の軽減方策を提案する
- ④ ベッド上での自立と介助負担の軽減を実現するベッドを試作する
- ⑤ 試作したベッドの評価をし、その効果を検証する

昨年度は①について改行率を用いた非干渉・簡便な覚醒度の評価方法を提案し、これを利用して覚醒度とベッドの背上げ角度の関係を明らかにした。また②では臥床生活者の日常を調査し、可能な上肢動作や視野を計測して最大限の自立活動を実現するためのベッドおよび周辺什器の開発要件を決定した。③では、代表的な介助作業として、オムツ交換時と移乗介助時の介助者の腰部負担を計測した。

以上を受け、今年度は、タスクに依存していた①の覚醒度の評価方法について、精度の向上を図った。また、③において、施設介助者を対象として腰部負担の長時間計測を行い、ベッドまわりの介助作業における問題点を明らかにした。その後、①～③で得た設計条件に基づいて身体支持方法を検討するため

に、身体寸法と姿勢に合わせて支持面の寸法と角度を調節できる実験用ベッドの試作を行なった。

B. 研究方法

1. ベッド周りの介助負担の評価と自立を促進するベッドの開発

本研究では、看護師の負担を長時間に渡って評価することで、看護作業時の負担要素を抽出することを目的とした。そのために腰部負担として特に姿勢に注目し、長時間姿勢計測システムを構築した。

負担の評価として、看護作業時の上体の屈曲角、側屈角を計測した。計測は背中部と骨盤部に傾斜計センサを、上腕に加速度センサを装着することで行った。これらの装置により長時間、作業に干渉せず計測を行うことが可能となる。

実験は国立身体障害者リハビリテーションセンターの看護師を対象として行い、通常の看護作業時の姿勢計測を行った。本研究ではさまざまな勤務条件のもとで計測を行い比較することで、負担の原因を探ることが大きな目標である。そこで看護師の身長、勤務時間帯、勤務病棟の3つの条件に着目し実験条件を分けることとした。また、看護作業と家事作業との比較を行うため、一般主婦でも同様の計測を行った。

2. 臥床生活者の自立を促進するベッドの研究

昨年度の研究により、ベッドの支持面は7分割にすればよいことと、身体寸法および角度による支持面長さの調整が必要であることがわかった。これらの要求を実現する機構と構造を設計し、実際に実験ベッドを試作した。

試作にあたり、アクチュエータの可動域内でベッド構造部に干渉が生じないように、安全システムを検討した。また、快適な支持条件を明らかにするために、ベッド支持面の寸法と角度およびマットレス面の形状を計測するシステムの開発を行った。

実験ベッドの評価として、設計実現性の評価と体格対応性の評価を行った。設計実現性の評価では外形寸法と調節範囲を計測し、目標値を満足しているかを確認した。体格対応性の評価では、姿勢計測と

官能検査を行った。姿勢計測には3次元座標計測装置を用い、官能検査は姿勢の快適性に関わる身体各部の圧迫感やずれ感、屈曲・隙間感と、呼吸や飲み込みやすさについての分析型20項目、およびそれらに対する嗜好型18項目とし、各5段階で評価させた。

3. 臥床者生活者の覚醒度の評価

療養に干渉しない覚醒度の向上方策の提案を目的とし、このための基礎として、患者に負担をかけずに計測できる非干渉・簡便な覚醒度評価手法を開発した。昨年度は改行率により低覚醒状態が判別できることを明らかにしたが、改行率は高覚醒時にタスクの影響を受けることがわかった。このため、本年度はタスクに依存しない新たな指標として、瞼の下垂に着目した。

実験は、健常男女学生を被験者とし、臥位にてモニタ上で電子書籍を提示し、モニタ下部に取り付けたCCDカメラにより顔画像を計測した。この顔画像をフレームごとに解析し、眼裂長のデータを用いて、開眼度という新たな指標を算出した。また同時に従来指標として用いられている脳波、および眠気表情値を計測し、開眼度との比較を行った。

以上の研究は、全て国立身体障害者リハビリテーションセンター倫理委員会の承認を得て行った。実験における被験者保護、危険回避、インフォームドコンセントについては、同委員会の指示に従い、十分に配慮した。

C. 研究結果

1. ベッド周りの介助負担の評価と自立を促進するベッドの開発

屈曲姿勢に関しては、看護師の方が一般主婦よりも屈曲角 30° 以上の危険姿勢をとる時間が多く、このようなことから看護師が不自然姿勢を取りやすいという既存研究の結果を確認することができた。また身長について比較すると、身長の高いほうが作業を行う際に姿勢をより屈曲しなくてはならないことがわかった。また病棟と勤務帯の比較により、介助作業が不自然姿勢につながっていることがわかった。

側屈姿勢に関しても、看護師では、一般主婦より側屈角 20° 以上の姿勢が多く見られ、特に患者と接する介助作業時に多いとがわかった。これは一般主婦の洗濯や掃除という作業と看護師の行う介助作業との大きな違いであると言える。

また危険姿勢をとる合計時間を負担量と定義し、それぞれの計測条件についての負担量を調べることができた。次に、各条件に特有の負担集中時間帯を抽出することができた。次に、各介助作業の負担が全体の負担に占める割合を求めた結果、看護師の不良姿勢が患者と接する介助作業だけでなく、環境整備などにおいても多く出現することが分かった。

2. 臥床生活者の自立を促進するベッドの研究

機構の設計と製作および部品の選定を行い、実験ベッドを作成した。

安全システムとして、可動限界でアクチュエータの強制停止を行う回路を組み込んだ。計測システムは、傾斜計とポテンシオメータを用いて変位検出を行い、計測ソフトにより各種データのリアルタイム表示および保存を行う。

設計の実現性評価では、外形寸法、運搬時のユニットごとの最小寸法、重量、角度の調節量など全て設計目標値を満たした。体格対応性評価では、低身長、高身長の被験者に対しても設計仕様内で調整を行うことができ、支持面の寸法調節を行えば、体格によらず、同様の姿勢が取れ、快適姿勢を実現できることが確認された。

3. 臥床者生活者の覚醒度の評価

開眼度と眠気表情値の変化傾向は特によく一致し、両者の間には、非常に高い順位相関係数が得られた。一方、開眼度と脳波、眠気表情値と脳波との順位相関について比較した結果、脳波は相関や脳波パワーの増減の傾向などについて、個人差が大きいことがわかった。しかし、個人ごとでは、開眼度と脳波の間に眠気表情値と脳波の関係とほぼ同等の順位相関が得られた。

D. 考察

1. ベッド周りの介助負担の評価と自立を促進するベッドの開発

看護師の姿勢の特徴、および問題点が明らかになった。得られた問題点をもとに考えられる改善策を以下箇条書きで提案する。

●人数面について

- ・負担が集中する時間帯に看護師の人数を増やす。

●環境面について

- ・ベッド脇のスペースを広くする。
- ・作業するベッドが電動ベッドである場合、ベッド高さの調整を行う。
- ・患者の物の配置をある程度決める。
- ・看護師の身長を考慮して患者の担当を決定する。

●作業の手順面について

- ・姿勢負担の集中する時間帯の作業を、可能であれば他の時間帯に移す。

●勤務帯面について

- ・看護師交代時の重なる時間を1時間にし、交代時刻を負担集中時間帯に合わせる。

2. 臥床生活者の自立を促進するベッドの研究

支持面を7分割した実験ベッドの設計条件を決定し、これを実現する機構の設計と製作および部品の選定を行った。本ベッドは10台のアクチュエータで胸部・腰部・臀部・大腿部の寸法と、臀部を除く6面の角度を自由に調節することができる。

3. 臥床者生活者の覚醒度の評価

実験結果より、開眼度は従来の覚醒指標として広く用いられている眠気表情値と非常に高い相関を示すことがわかった。これより、開眼度は、眠気表情評価の評価者負担を避け、同等の定量化を行える有効な指標になると考えられる。

E. 結論

ベッド上での自立とベッド周りの介助の両面からアプローチしたベッドの開発を目的として、今年度は、ベッド周りでの介助における腰部負担の長時間計測、ベッドの試作、臥床者の覚醒度評価手法の開

発を行った。その結果、介助作業全体の中でベッド周りの作業の負担が大きいことが確認され、開眼度が覚醒度を表す有効な指標となることが示された。また、ベッドの試作では、身体支持方法を検討するため、支持面の寸法と角度を調整できる実験ベッドを製作した。

以上の結果を用いて、最終年度は自立度を高め介助負担を軽減するベッドを提案するとともに、その評価を行なう。

F. 研究発表

1. 学会発表

- ①Rina Moriyama, Nobutoshi Yamazaki, MEASUREMENT OF AROUSAL LEVEL USING IMAGE PROCESSING OF EYE-OPENNESS, The Second Asian Pacific Conference on Biomechanics by CD-text, (2005)
- ②川本貴志, ベッド上での低負担作業姿勢と作業用什器配置の提案, 第26回バイオメカニズム学術講演会 予稿集, 27 - 30, (2005)

II. 分担研究年度終了報告

分担研究報告書

ベッド周りの介助負担の評価と自立を促進するベッドの開発

主任研究者 井上剛伸 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所
福祉機器開発部福祉機器開発室長

研究要旨 近年の要介護者の増加に伴い、介助者の腰痛問題が深刻化している。本研究では、リハビリテーション病院の看護師を対象として介助作業における腰部負担の原因を探るため、看護作業全般に渡る体幹の姿勢長時間計測を行った。姿勢は上体の屈曲角、側屈角を計測し、角度と頻度の度数分布および屈曲角 30° 以上の合計時間を算出した。さまざまな条件で計測を行い比較することで、負担の原因を抽出した。その結果、看護作業が家事作業に比べて大きい屈曲姿勢及び側屈姿勢を多くとること、看護師の身長が高い方が姿勢負担が大きいことが分かった。また負担の集中条件・時間帯を明らかにし、負担の大きい作業を抽出した。

A. 研究目的

ベッド周りの個別の介助作業について、より負担の少ない方法を提案する研究は今までに種々行われてきた。しかし腰痛の原因を探るには、看護作業全体を通して負担を計測することも必要である。そこで本研究では、看護師の負担を長時間に渡って評価することで、看護作業時の負担要素を抽出することを目的とした。そのために腰部負担として特に姿勢に注目し、長時間姿勢計測システムを構築した。

B. 研究方法

本研究では腰部負担として特に姿勢に注目した。そこで看護作業時の上体の屈曲角 $\theta_a - \theta_b$ 、側屈角 $\phi_a - \phi_b$ (図1) を計測した。また瀬尾^[1]らの研究結果から、屈曲角 30° 以上の姿勢を危険姿勢とし、負担示標を導出した。ただし、看護師に特有の作業について負担評価を行うことが目的であるため、デスクワークと歩行時のデータは除いて評価することとした。

1. 計測装置

1.1 計測装置

計測装置に要求される機能、および病棟での計測における制約条件を以下に示す。

- 1) 屈曲角、側屈角を計測できる。
- 2) 長時間計測ができる。

- 3) 得られたデータのみから、デスクワーク・歩行以外の介助作業分のデータを抽出できる。(これは病棟内でビデオカメラ類を使用できないために必要となる。)
- 4) 小型で作業の邪魔にならない。

以上を満たすものとして、背中部と骨盤部に傾斜計センサを、上腕に加速度センサを装着することとした。傾斜計によって1) を満たし、小型のデータロガーを用いることで2) を満たした。傾斜計センサと上腕の加速度センサから、介助作業分のデータを判別する方法を考案することで3) を満たした。センサ類の身体への取り付け方法を工夫することで4) を満たした。

製作した装置を図2に示し、その構成を表1に示す。また身体へ装着した図を図3に示す。

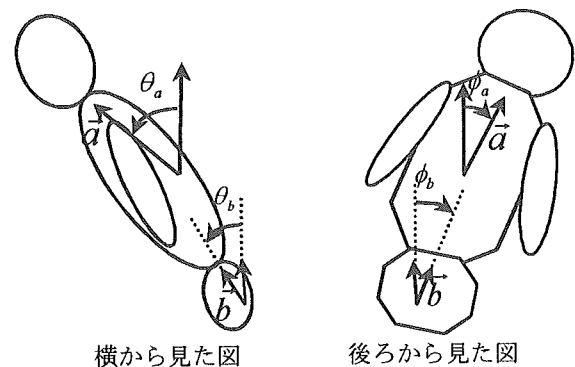


図1 上体の姿勢角度

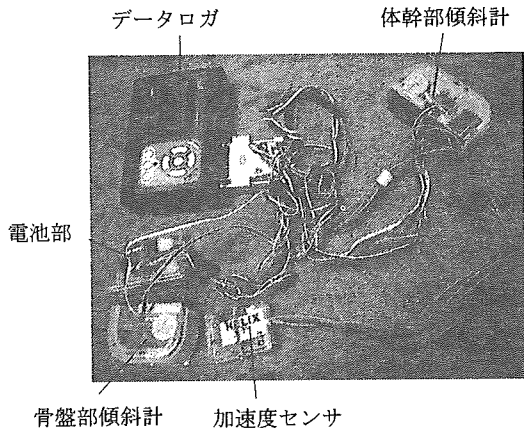


図2 計測装置の概観

表1 計測装置の構成

傾斜計	UV-1W (緑測器製)
加速度センサ	ACB302 (スター精密製)
データロガ	フィールドレコーディング ユニットes8 (TEAC製)
電源 (センサ用)	9Vアルカリ乾電池
(ロガ用)	単3オキシライド乾電池×4
コンパクトフラッシュ	RCF-G 1GB (BUFFALO製)



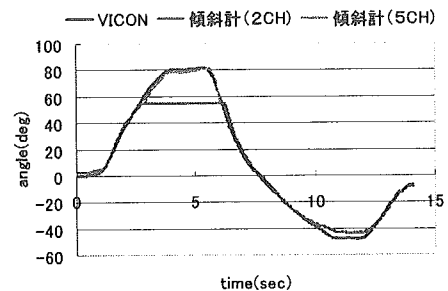
図3 計測装置の装着方法

図3に示すように、体幹部の傾斜計センサはスポーツ用の下着に、骨盤部の傾斜計センサは伸縮性のあるベルトにそれぞれマジックテープで装着した。加速度センサや、電源部・データロガは、装着用のベルトを製作した。電源部・データロガの装着ベルトは、歩行補助用のベルトを改良したものである。このように、全て伸縮性のあるベルトによって計測

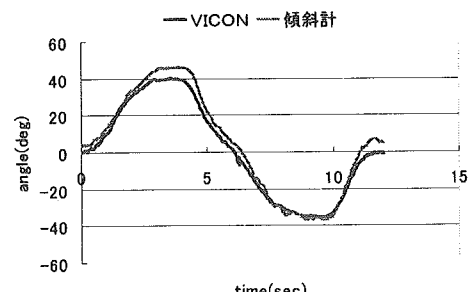
機器を装着することで、身体が動いてもずれにくい取り付け方法を考案した。

1.2 計測装置の検証

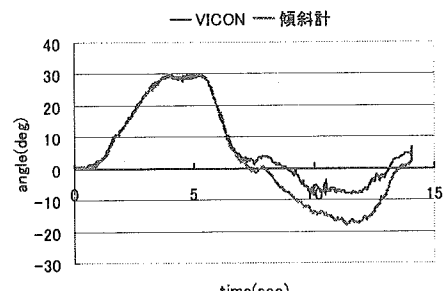
計測装置が屈曲角、側屈角を正確に計測できるかを確認するために検証実験を行った。実験では、3次元空間座標測定装置 (VICON) を用いて算出した上体の姿勢角度と傾斜計出力とを比較した。結果を図4に示す。



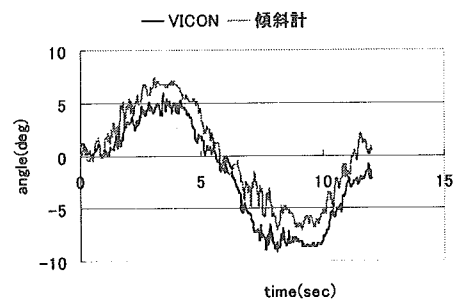
体幹屈曲角



体幹側屈角



骨盤屈曲角



骨盤側屈角

図4 傾斜計検証実験

図4から、傾斜計センサの出力が人の動きに追従し、また定義した屈曲角および側屈角を計測できることを確認した。

次に得られたデータのみから、デスクワークと歩行分のデータを判別できるかを検証するため、計測機器を用いて看護作業時のデータを取りつつ、観察により作業の記録を行った。図5はある5分間において得られたデータである。デスクワーク時には体幹部骨盤部共に側屈角が0°からほぼ動かず、屈曲角もある角度から大きく動くことがない。歩行時には側屈角の周波数が高く約1Hzで規則的な波形が得られた。またそれら以外の、特に体幹屈曲角が大きく動き出す場合が介助動作であった。このような特徴から、デスクワークと歩行分のデータを取り除き、看護師特有の作業のみを評価できることを確認した。

2. データ処理

計測においてはサンプリング周波数20Hzでデータを記録した。姿勢角度は静止立位時を基準とした。得られたCSV形式の長時間姿勢データはtxt形式に変換後、計算ソフトMatLabを用いて処理を行った。処理プログラムは、1時間ごとの姿勢角度の度数分布を算出するもの、屈曲角30°以上の姿勢の合計時間を求めるものを作成し、自動で処理を行えるようにした。また、上記の方法に従って、得られたデータからデスクワークと歩行分のデータを取り除いた。

3. 実験手順と計測条件

実験は国立身体障害者リハビリテーションセンタ

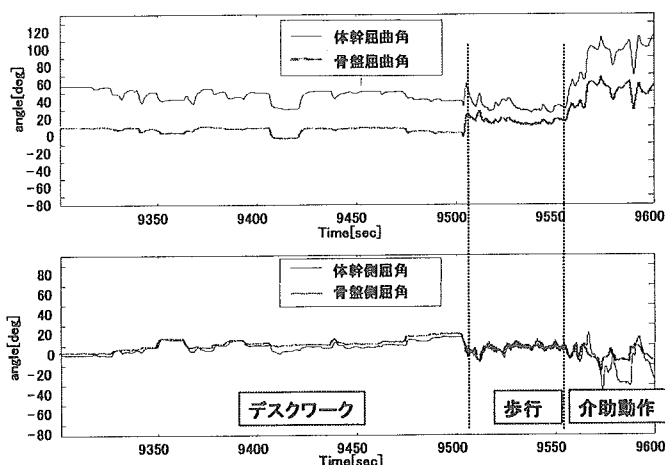


図5 介助動作の判別

一の看護師を対象として行った。まず看護師の勤務開始時に計測機器を装着し、静止立位時のデータを計測した。その後通常の看護作業時の姿勢計測を行った。看護師の休憩時間に機器を取り外し、行った介助作業の聞き取りを行った。休憩終了時に再度機器を装着し、同様の計測を行った。

本研究ではさまざまな勤務条件のもとで計測を行い比較することで、負担の原因を探ることが大きな目標である。そこで看護師の身長、勤務時間帯、勤務病棟の3つの条件に着目し実験条件を分けることとした。表2に勤務時間帯と勤務病棟の特徴をまとめる。勤務時間や病棟が異なることによって主に作業の手順に違いが見られる。また、看護作業と家事作業との比較を行うため、一般主婦でも同様の計測を行った。表3に看護師の被験者8人(E1~E8)と一般主婦の被験者(C)の計測条件を示す。ここで、E7とE8については作業ごとの細かい評価を行うため、計測と作業の観察も併用した。

C. 研究結果

1. 屈曲姿勢

E1~E8とCの被験者について横軸に屈曲姿勢角度、縦軸にその姿勢をとった合計時間を表した度数分布を図6に示す。合計時間は全作業時間で正規化した。

表2 勤務時間帯、病棟の特徴

勤務時間帯	日勤	8:30-17:00
	準夜勤	16:30-1:00
	夜勤	0:30-9:00
病棟	3階病棟	脳卒中などの患者、障害は片マヒ
	4階病棟	脊髄損傷、頸髄損傷などの患者、障害は四肢マヒ・片マヒ

表3 計測条件

被験者	勤務帯	病棟	身長(cm)	性別	年齢(歳)
E1	夜勤	3階	153	女性	29
E2	日勤	4階	156	女性	33
E3	夜勤	3階	163	女性	27
E4	夜勤	4階	155	女性	40
E5	夜勤	4階	154	女性	47
E6	日勤	3階	144	女性	28
E7	日勤	4階	168	女性	24
E8	夜勤	4階	157	女性	30
C			157	女性	50

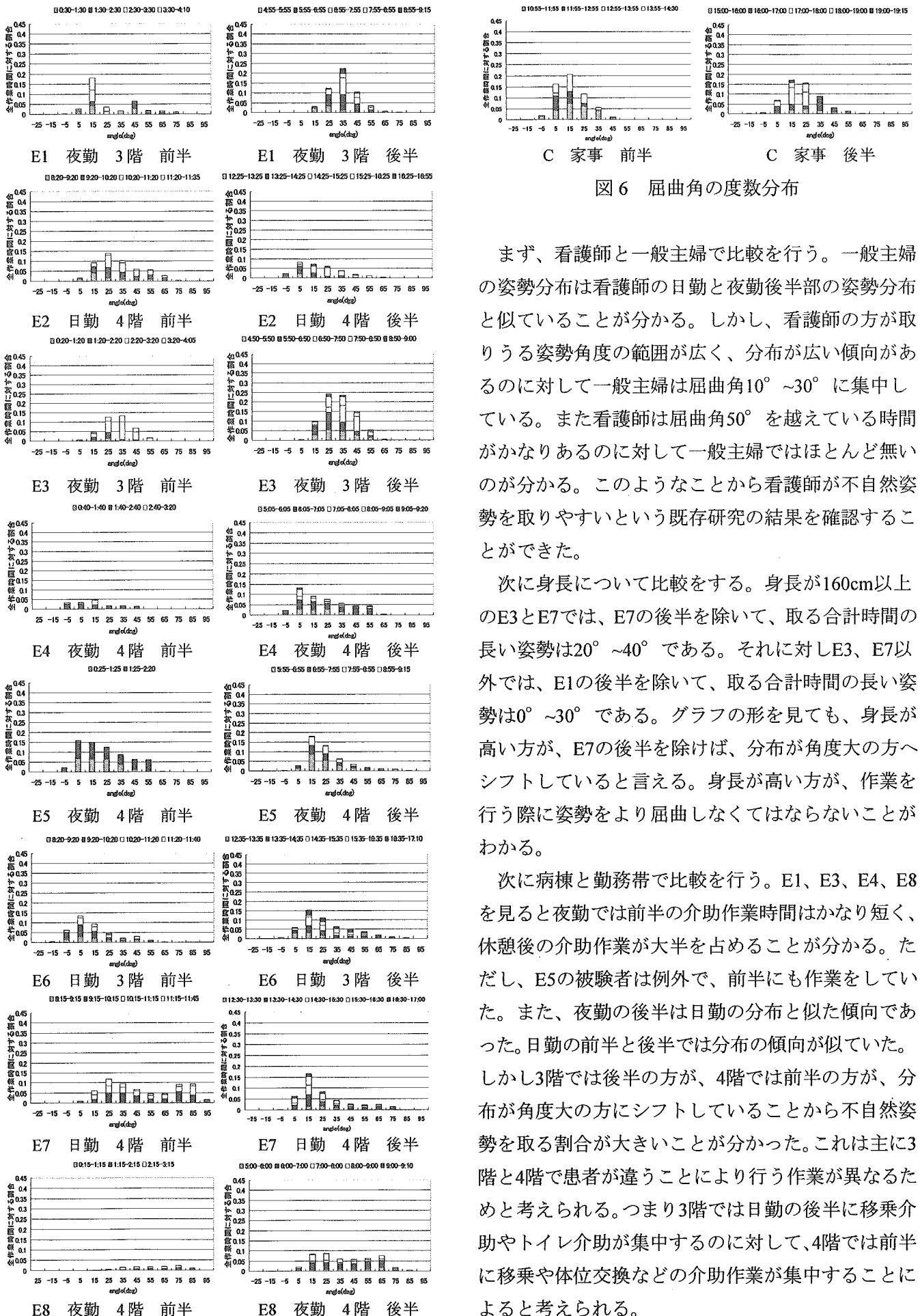


図6 屈曲角の度数分布

まず、看護師と一般主婦で比較を行う。一般主婦の姿勢分布は看護師の日勤と夜勤後半部の姿勢分布と似ていることが分かる。しかし、看護師の方が取りうる姿勢角度の範囲が広く、分布が広い傾向があるのに対して一般主婦は屈曲角 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ に集中している。また看護師は屈曲角 50° を越えている時間があるのに対して一般主婦ではほとんど無いのが分かる。このようなことから看護師が不自然姿勢を取りやすいという既存研究の結果を確認することができた。

次に身長について比較をする。身長が 160cm 以上のE3とE7では、E7の後半を除いて、取る合計時間の長い姿勢は $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ である。それに対しE3、E7以外では、E1の後半を除いて、取る合計時間の長い姿勢は $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ である。グラフの形を見ても、身長が高い方が、E7の後半を除けば、分布が角度大の方へシフトしていると言える。身長が高い方が、作業を行う際に姿勢をより屈曲しなくてはならないことがわかる。

次に病棟と勤務帯で比較を行う。E1、E3、E4、E8を見ると夜勤では前半の介助作業時間はかなり短く、休憩後の介助作業が大半を占めることが分かる。ただし、E5の被験者は例外で、前半にも作業をしていた。また、夜勤の後半は日勤の分布と似た傾向であった。日勤の前半と後半では分布の傾向が似ていた。しかし3階では後半の方が、4階では前半の方が、分布が角度大の方にシフトしていることから不自然姿勢を取る割合が大きいことが分かった。これは主に3階と4階で患者が違うことにより行う作業が異なるためと考えられる。つまり3階では日勤の後半に移乗介助やトイレ介助が集中するのに対して、4階では前半に移乗や体位交換などの介助作業が集中することによると考えられる。

またいずれの被験者の場合にも移乗、更衣、オムツ交換、清拭、排泄介助が集中する時間帯には分布が角度大の方にシフトし屈曲角 60° 以上まで広がることが分かった。これは介助作業が不自然姿勢につながっているということを示している。

2. 側屈姿勢

同様に側屈姿勢についての度数分布を図7に示す。側屈姿勢については、屈曲姿勢と違い条件ごとに顕著な違いは見られなかったため、一部の度数分布のみ示す。

ほとんどの被験者はE1と似た傾向で、側屈角 -10° ~ -10° の時間が多くを占め、約 $\pm 30^{\circ}$ ~ 40° まで分布が広がっていた。それ以上の側屈姿勢はほぼ見られなかった。しかしE8の被験者の後半に見られるように、 ± 40 度を超える側屈姿勢が見られることもあった。作業の記録と照らし合わせると、介助作業の集中している時間帯に側屈角の大きい姿勢を取っていることが分かった。また一般主婦と看護師とを比較すると、一般主婦は側屈角 $\pm 20^{\circ}$ 以上の姿勢を取るとはほとんどない。これは一般主婦の洗濯や掃除という作業と看護師の行う介助作業との大きな違いであると言える。

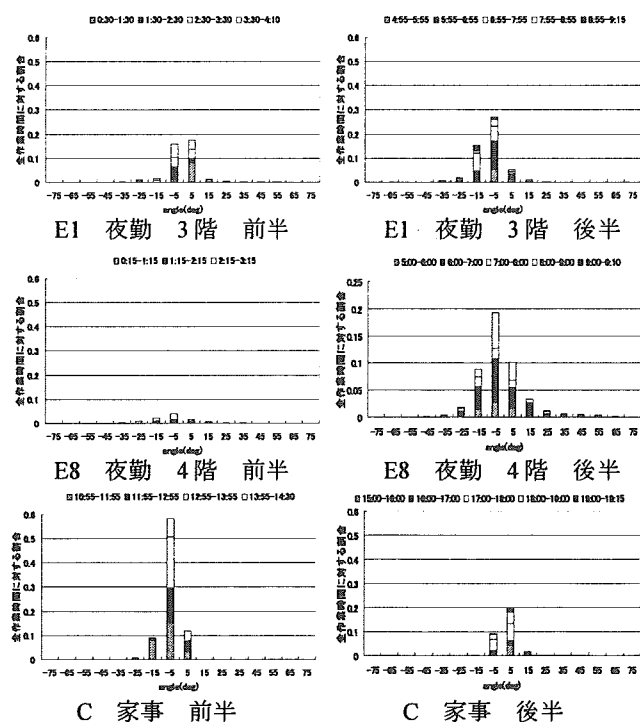


図7 側屈角の度数分布

3. 負担量の算出

危険姿勢(屈曲角 30° 以上の姿勢)をとる合計時間を負担量と定義し、それぞれの計測条件についての負担量を算出した。看護師E1~E8、一般主婦Cについて、負担量をプロットしたものを図8に示す。それぞれの条件について、1時間ごとに負担量を算出しプロットしたものを図9に示す。

図8から姿勢負担の大きい条件を明確に抽出することができる。まず身長について比較するとE2とE7、E1とE3は同じ条件であるが、身長が高いほど姿勢負担は大きくなっている。また時間帯で比較を行うと、日勤3階では後半が、日勤4階では前半が、夜勤では後半が姿勢負担が大きいと言える。例外的に、E5の被験者は後半の方が姿勢負担が少なくなっている。これはE5だけ作業手順がE4、E8とは異なり前半にも作業をしていたためと考えられる。全体として見ると、3階病棟では夜勤に負担が集中し、4階病棟では日勤に負担が集中していると言える。次に、看護師の姿勢負担を一般主婦と比較する。日勤3階前半、夜勤前半の条件では一般主婦と同程度かそれ以下の傾向がある。しかし、それ以外の条件では一般主婦よりも姿勢負担が大きいことが分かる。特にE7やE3の被験者は、全作業時間の約45%を不良姿勢で過ごしていることになり、何らかの対策が必要であると考えられる。

図9から、姿勢負担の集中度を見ることができる。まず日勤3階では後半の4時間目あたりで姿勢負担が大きくなる。この時間帯は更衣介助と移乗介助が集中していた。また夜勤の3階では後半の2時間目~3時間目に姿勢負担が大きくなっている。これに関しても排泄・更衣介助と移乗介助が集中していた。ま

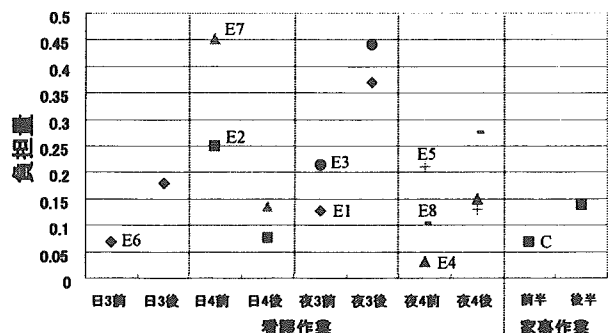


図8 異なる条件下での負担量

たE3においては前半の3時間目あたりでも負担が大きくなっている。これはE1と違い前半にオムツ交換を行っていたためと考えられる。日勤4階では前半の2時間目～3時間目、後半の4時間目に負担が集中して

いる。前半の負担集中時間帯は、体位交換、清拭、移乗、排泄介助などのいろいろな作業が集中していた。また後半の集中時間帯は、移乗介助の回数が最も多くなる時間帯であった。夜勤4階においては、E5がE4、E8と違う傾向を示しているが、E4、E8に関しては前半の2時間目、後半の2時間目に負担が大きくなっている。前半については見回りの時間帯に相当し、吸引や排泄介助といった作業が見られた。また後半については排泄介助、体位交換、検温の作業が主な時間帯であった。また傾向の違うE5は前半に排泄介助、オムツ交換を行っており、前半の2時間目に負担が集中していた。

このように作業の順番によって傾向が異なるものの、同じ条件の下では負担量の時間的推移が似た傾向を示し、各条件に特有の作業の集中度合いを調べることができた。特に日勤4階の前半、夜勤3階の後半では介助作業による負担が集中しているということが分かった。これらは共に、排泄・更衣・移乗という一連の介助動作を何回も行う時間帯であった。

次にE7とE8の被験者について、各介助作業の負担が全体の負担に占める割合を求めた。注目した介助作業は移乗、移乗（リフター使用）、排泄、清拭、環境整備、移乗関連の環境整備、医療関連、体位交換の8種類である。環境整備とは、他の介助作業には含まれない、シーツ・マットレスの整備、患者のものを取るなど、諸々の作業をまとめたものである。介助作業を行うための準備や片付けなども環境整備に含まれる。また、移乗関連の環境整備とは、中でも移乗介助のための準備や片付けなどを環境整備と分けて分類したものである。表4に（各作業の負担量）/（全体での負担量）を算出したものを示す。

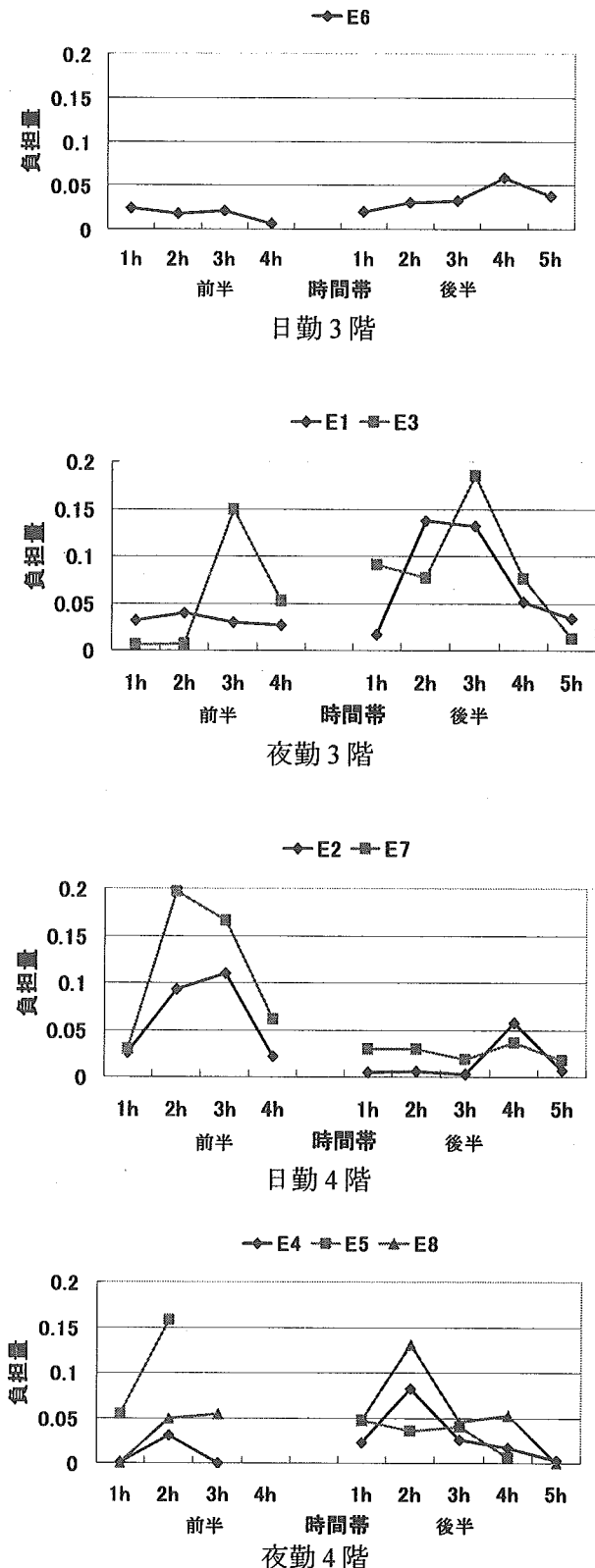


図9 負担量の時間推移

表4 各作業の負担量の割合

	E7		E8	
	前半	後半	前半	後半
移乗	3.087	4.557	0	0
移乗（リフター）	0.801	3.697	0	0
排泄	38.89	9.057	6.73	11.28
清拭	6.75	0	0	0
環境整備	4.246	15.37	60.576	16.356
移乗関連の環境整備	6.678	38.71	0	0
医療	3.948	1.674	23.076	40.54
体位交換	0	0	0	2.738

表4から、外力を考慮せず姿勢負担量で評価すると、作業時間の短い移乗介助の割合は小さい。姿勢負担で見ると排泄介助や医療関連の作業で全体の2割~3割の負担を占める時があることが分かった。またE8の被験者においては前半部の負担は医療関連の作業と環境整備で8割を超えている。この際の医療関連の作業は主に吸引であり、環境整備もそのための準備が主であった。このように、看護師に負担のかかる作業として移乗介助、体位交換だけではなく、排泄介助や医療関連の作業なども考慮する必要があると言える。また、E7の後半を見ると、移乗関連の環境整備とその他の環境整備とで1日の姿勢負担の5割を超えている。このことから、看護師の不良姿勢が患者と接する介助作業だけでなく、環境整備時などにおいても多く出現することが分かった。

D.考察

結果から得られた、看護師の姿勢の特徴、および問題点を以下に箇条書きにする。

- 屈曲姿勢分布を見ると看護師は屈曲角 50° 以上の姿勢も頻繁に取ることが分かり、一般主婦との違いが見られた。また負担指標で比較すると、記録作業の多い夜勤の前半などでは一般主婦と看護師の姿勢負担に大きな差は見られないものの、それ以外の条件では看護師の姿勢負担が大きくなっていることが分かった。
- 側屈姿勢分布についても、看護師が約 $\pm 30^{\circ}$ ~ 40° まで分布が広がるのに対して、一般主婦では $\pm 20^{\circ}$ 以上の側屈姿勢はほとんど見られなかった。
- 作業の記録と照らし合わせると、ベッド周りの介助作業が集中する時間帯に、屈曲姿勢・側屈姿勢ともに大きい角度をとりやすいことが分かった。
- 屈曲角の度数分布を見ると、身長が高い方が屈曲角が大きい方に分布がシフトしているのが分かる。また負担指標で比較しても、身長が高い被験者の方が0.1~0.2大きいことが分か

る。これは不良姿勢を取る合計時間が全作業時間の1~2割多いということを示している。このことから身長が高い看護師ほど姿勢負担は大きいと言える。

- 条件ごとに比較を行うと、日勤4階の前半、夜勤3階の後半において特に負担が集中していた。これらの条件下では全作業時間の45%が不良姿勢となる場合も見られ、何らかの対策が必要であると言える。
- 細かい作業時間帯ごとに負担指標を見ることで、それぞれの条件での負担集中時間帯を抽出した。その結果、排泄・更衣・移乗という一連の介助動作を繰り返す時間帯に負担が集中することが分かった。
- 作業ごとに1日の姿勢負担に対する割合を調べると、姿勢負担としては排泄介助、医療関連の作業、環境整備、の負担が大きいということが分かった。今までに研究が行われてきた介助動作である移乗介助や体位交換以外にも、上記のような作業時の姿勢負担は無視できず、腰痛発生の一因になっていると考えられる。

次に得られた問題点をもとに考えられる改善策を提案する。

- 人数面
 - ・ 負担が集中する時間帯に看護師の人数を増やすことで、1人あたりの姿勢負担を減らす。日勤4階の前半および夜勤3階の後半は、負担が集中するため、他の時間帯から看護師を移すということが改善策として考えられる。ただし、人数を減らした時間帯で負担が集中することのないように考慮する必要がある。
- 環境面
 - ・ ベッド脇のスペースを広くする。特にベッドとTV台の間のスペースを十分取ることで屈曲姿勢と側屈姿勢の複合姿勢の出現を少なくすることができる。
 - ・ 作業するベッドが電動ベッドである場合、

ベッド高さの調整を行うことで不良姿勢の出現を減らす。作業が遅くなるという問題点が挙げられるが、特に排泄介助や医療関連の作業などは姿勢負担が大きいいため作業前の調整を行うことが負担軽減につながると考えられる。

- ・ 患者の物の配置をある程度決めることで環境整備時の負担を減らせると考えられる。ただし患者も使いやすいような配置が望まれる。
- ・ 車いす、リフターを収納する広いスペースを確保する。これにより移乗関連の環境整備時の負担が減らせると考えられる。
- ・ 看護師の身長を考慮して患者の担当を決定する。ただし患者のことを考慮する必要がある。

● 作業の手順面

- ・ 姿勢負担の集中する時間帯の作業を、可能であれば他の時間帯に移す。例えば、日勤4階前半の一連の介助動作を夜勤後半に一部移す、などが考えられる。ただし、患者のことを配慮することが必要であるだけでなく、作業を移した時間帯に負担が集中することのないように考慮することが必要である。

● 勤務帯面

- ・ 看護師交代時の重なる時間を1時間にし、交代時刻を負担集中時間帯に合わせることで、姿勢負担の集中する時間帯に看護師の人数が多くなるようにする。しかし、申し送り時に介助作業が多くなるので、交代がスムーズにいかないなどの問題点も考えられる。

E. 結論

本研究では、看護師の腰痛発生の要因として姿勢に注目した。介助作業時の姿勢データを現場で長時間に渡って計測することで、姿勢負担について評価した。また評価した知見をもとに問題点を抽出し、考えられる改善策を提案した。以下に本研究の成果

を簡条書きで示す。

- (1) 上体の姿勢を長時間に渡り計測する機器を製作し、定義した屈曲角および側屈角を計測できることを確認した。
- (2) 看護師は一般主婦よりも屈曲角30°以上の不良姿勢をとる時間が長く、最大で3倍近くまでなることが分かった。また、20°以上の側屈姿勢についても一般主婦より多く見られ、これが特に患者と接する介助作業時に多いことが分かった。
- (3) 負担が集中する時間帯を明らかにした。特に負担が大きい勤務帯では、全作業時間の4割以上で不良姿勢をとっており、改善が望まれることが分かった。
- (4) 身長が高い看護師の方が不良姿勢をとる時間が長いことが分かった。
- (5) 作業全体を通して姿勢負担を見ると、排泄介助、医療行為、環境整備における負担の割合が大きいという知見を得た。
- (6) 不良姿勢の多い作業として医療関連の作業、頻度の多い作業として環境整備や清拭介助、また両者ともに大きい作業として排泄介助などが、姿勢負担の大きい作業ということが分かった。
- (7) 看護作業の負担評価から、負担の要因となる問題点を抽出した。それらの問題点に対して、看護師の人数、作業環境面、作業の手順、勤務帯の面から考えられる改善策を提案した。

F. 参考文献

- 1) 瀬尾明彦：なくそう腰痛第7回-さまざまな作業改善のポイント-, 働く人の安全と健康, Vol.1, pp50-51 (2000)

分担研究報告書

臥床生活者の自立を促進するベッドの研究

分担研究者 山崎信寿 慶應義塾大学理工学部機械工学科教授

研究要旨 臥床状態における活動促進の基本として、覚醒度を高め、ベッド上での自立と介助負担の軽減を実現する身体支持方法を検討するために、身体寸法と姿勢に合わせて支持面の寸法と角度を調節できる実験用ベッドを開発した。

A. 研究目的

医療的問題や重度障害のために、ベッド上での生活を余儀なくされる高齢者・障害者を対象として、最大限の自立を実現することと、介助者負担を最小限まで軽減することの両側面を考慮したベッドを開発するための基礎として、適切な支持条件を探索するための実験用ベッドを試作する。昨年度の研究により、支持面は頭部・胸部・腰部・臀部・臀大腿移行部・大腿部・下腿足部の7分割にすればよいことと、身体寸法および角度による支持面長さの調整が必要であることがわかった。本報告では、これらの要求を実現する機構と構造を設計し、実際に実験ベッドを試作する。

B. 研究方法

1. 設計方針

以下の5つを実現することとし、支持面の寸法と角度、外形寸法条件を満たす構造を検討する。

(1) 昨年度報告した身体の体節に対応した7つの支持面で構成する。

(2) 各支持面は高齢女性5%~成人男性95%tile(身長137~182 cm)¹⁾に対応できる調節量をもつ。

(3) これらの調節を簡便かつ安全に行うために、モニタリングしながら電動で操作できる。

(4) これらの調節によってもベッド面は、安定かつ安全に身体を支持できる。

(5) 運搬性と乗降性を考慮した外形寸法である。

2. 基本構造と駆動方法の検討

前述の設計方針を基に、隙間が少なく、調節範囲を大きく取れる支持面構造を検討した。支持面は運搬性

を考慮し、上体と下肢の2つのユニットに分割し、精度良く連結できる機構を考案した。また、昨年度決定したアクチュエータによる駆動方法を具体的に検討した。

3. 安全システム

構造が複雑になるために、アクチュエータの可動域内でベッド構造部に干渉が生じる可能性がある。このため、3次元CADで干渉部位を予測し、危険回避のためにスイッチの配置と、アクチュエータへの電流を遮断する回路を検討した。

4. 計測システムの検討

快適な支持条件を明らかにするために、ベッド支持面の寸法と角度およびマットレス面の形状を計測するシステムの開発を行った。これにより、リアルタイムに各支持面条件とマットレス形状を表示し、それらのデータを保存できるようにした。

5. 実験ベッドの評価

5.1 設計実現性の評価

次章で示す製作した実験ベッドについて、外形寸法と調節範囲を計測し、目標値を満足しているかを確認した。

5.2 体格対応性の評価

分割数と調節範囲の妥当性を確認するために、開発した実験ベッドに厚さ80 mmのマットレス(パラマウントベッド:KE-551Q)を敷き、体格が大きく異なる被験者について体格調節を行った場合と行わなかった場合の比較を行った。

表1 被験者身体特徴 [mm]

	被験者		
	A 低身長	B 標準	C 高身長
身長	1538	1689	1791
頭頂-T1	256	256	281
T1-T10	197	206	222
T10-S1	218	223	239
S1-大転子	104	106	210
大腿長	398	412	450
下腿長	340	364	369

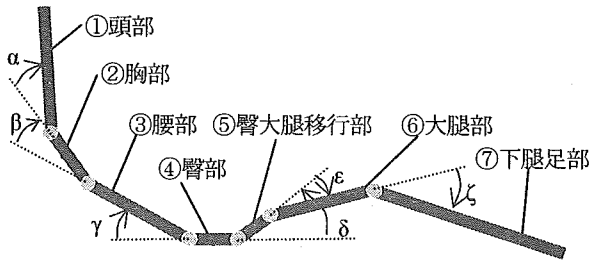


図1 実験ベッドの角度・寸法定義

表2 設計目標値

支持面長 (調節量) [mm]	角度調節量[°]
① 500	α 0~30
② 165~230 (65)	β 0~30
③ 240~430 (190)	γ 0~70
④ 80~140 (60)	—
⑤ 90	δ 0~40
⑥ 190~365 (175)	ϵ 0~25
⑦ 520	ζ 0~45
全体寸法 [mm]	
高さ	400
最大幅	850
支持面幅	700
床上スペース	100

標準体格 (169 cm, 55 kg) の被験者に、胸部支持面角度を 30、45、60° にして他の角度をそれぞれ好みの状態に調節させた背上げ姿勢 (以下、背折れ姿勢) の支持面長と角度を求めた。この条件を初期設定とし、体格が異なる被験者 3 名 (表 1) を寝かせ、姿勢計測と官能検査を行った。その後、各被験者が快適と感じる状態に調節させ、同様の計測を行った。

姿勢計測には 3 次元座標計測装置 (小坂製作所: VCT-400) を用い、官能検査は姿勢の快適性に関わる身体各部の圧迫感やずれ感、屈曲・隙間感と、呼吸や飲み込みやすさについての分析型 20 項目、およびそれらに対する嗜好型 18 項目とし、各 5 段階で評価させた。

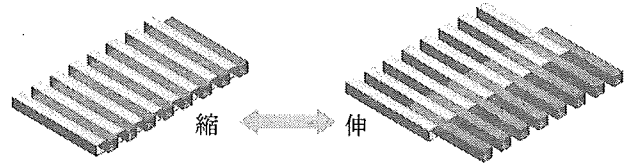


図2 支持面すのこ構造

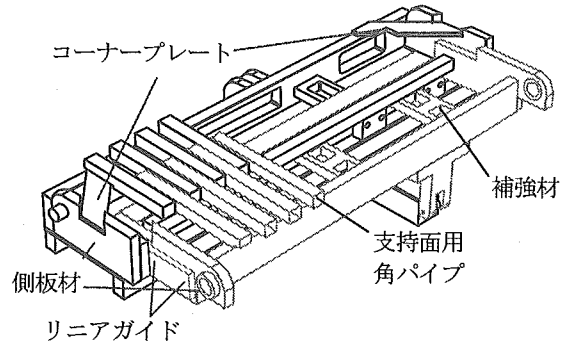


図3 スライド構造

C. 結果

1. 設計条件

実験ベッドの角度と寸法定義を図 1 に、昨年度報告した支持面と角度の調節範囲および外形寸法の目標値を表 2 に示す。この条件と B. 1 に示した設計方針を満足するものとする。

2. 基本構造と駆動方法

2.1 支持面構成

表 2 の調節範囲を満たし、かつ各部を独立に調節できるようにするため、図 2 に示すように、すのこ状に縦に角パイプを並べて支持面を構成し、スライドさせる方法を採用した。この機構によれば、調節量が大きい場合でもすき間がパイプの幅以上になることはない。

2.2 スライド構造

前節の支持面を伸縮させるため、図 3 に示すように、2 つの箱を組み合わせ、箱の側板に取り付けたリニアガイド (THK : SRS15WM、SHS20V) でスライドできるようにし、側板間の梁に交互にアルミの 20 mm 角パイプを渡した。また、箱のゆがみを防ぐために、梁間に補強材を、梁と側板間にコーナープレートを取り付けた。角度調節は、図 4 のようにブッシュとシャフトで隣接ブロックと接続することで行った。

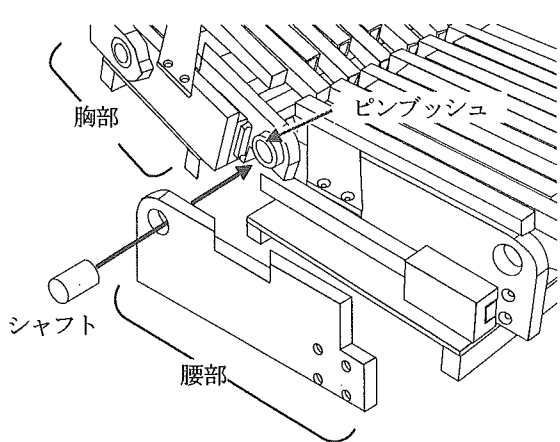


図4 角度調節

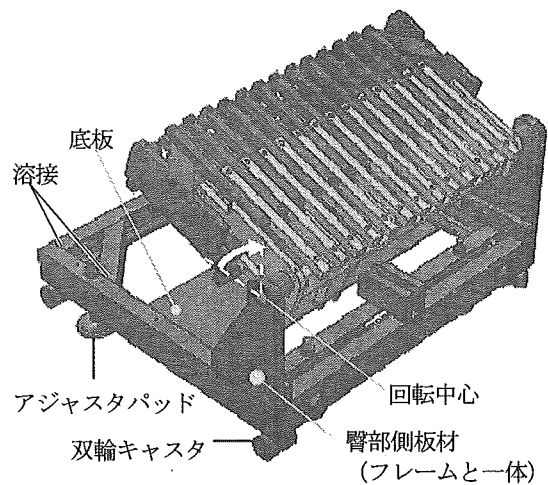


図5 フレーム構造

2.3 基本フレーム構造

ベッドの基盤となるフレームは図5に示すようにC型チャンネル(材質:SS400)を溶接で組み、キャスタとアジャスタパッドを取り付けた。キャスタは支持面高さを低く保て、耐荷重が十分である低床型双輪キャスタ(岡本工機:T50N12-POM)を使用することとした。さらに、ベッド使用の際に固定するアジャスタパッド(MISUMI:FJGN16-130)を取り付けた。

腰部-臀部および臀部-臀大腿移行部の回転中心となる側板材はフレームと一体とし、チャンネルに取り付けた。さらにこのフレームの底面には5mm厚の鉄板を張り、後述のアクチュエータ用コントロールBOXなどを置けるようにした。また、起き上がりや臥床時の安全のため、体幹側の側板に図6のように手すりを取り付けた。

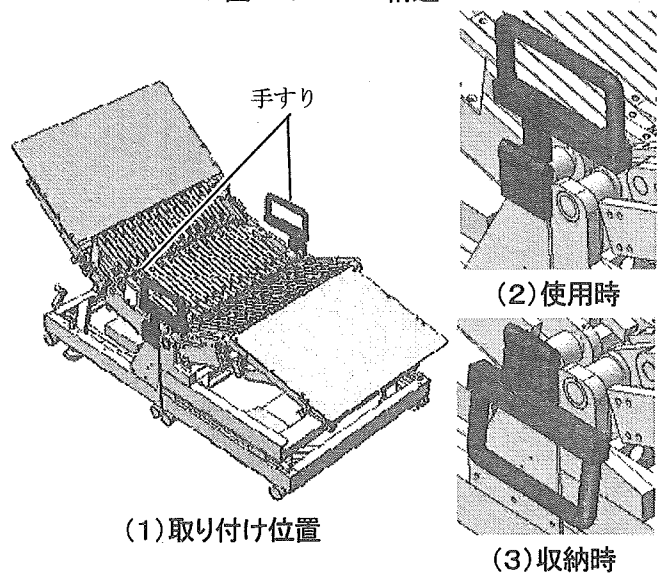


図6 手すりの取り付け

2.4 ユニット連結機構

運搬性を考慮し、体幹側と下肢側の2つのユニットに分割できるようにした。両ユニットの結合には図7に示すテーパピンによる連結機構を用いた。

下肢側ユニットBに取り付けたテーパピンを体幹側ユニットAに取り付けたテーパ穴に挿入し、Aから先端にネジを切ったシャフトで、Bのテーパピンを引き寄せることで2つのユニットを正確に位置決めしながら連結することができる。なお、シャフトの先端には市販のハンドル(MISUMI:MBCH8)を取り付け、頭部側からネジを回せるようにした。

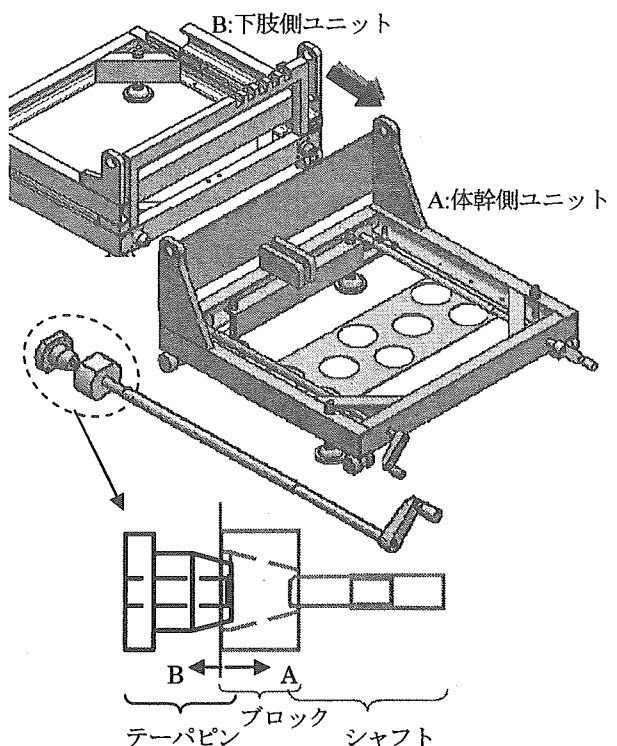
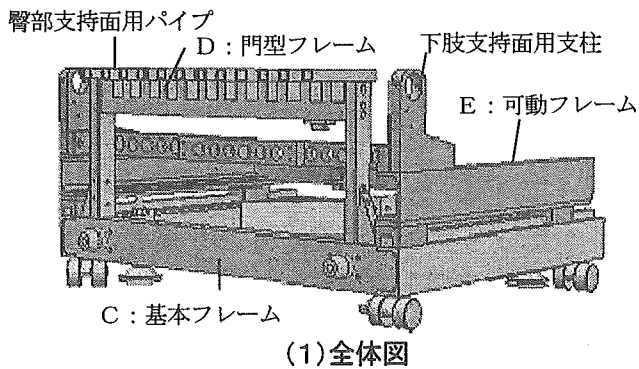
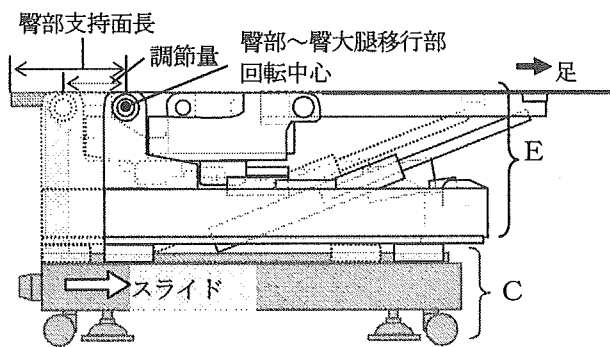


図7 ユニットの連結機構



(1) 全体図



(2) スライド方法

図8 可動フレーム構造

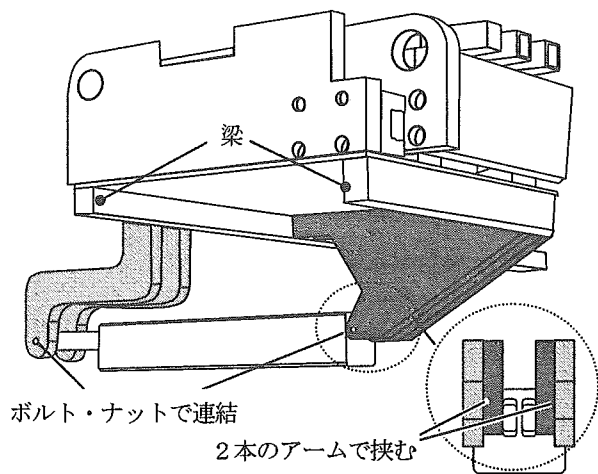
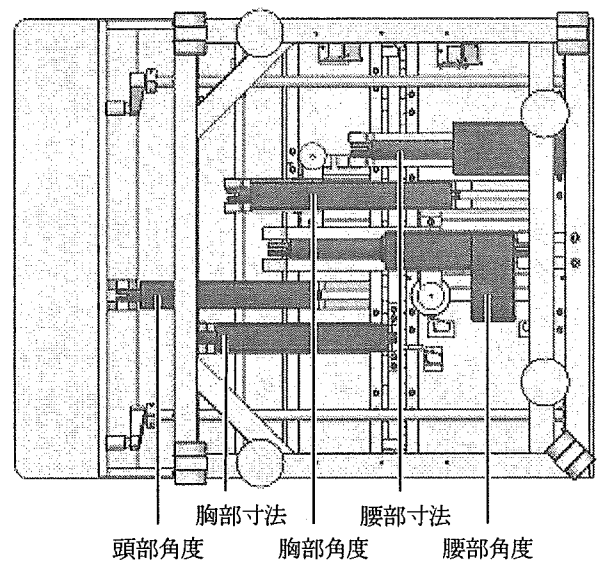


図9 アクチュエータ取り付け方法

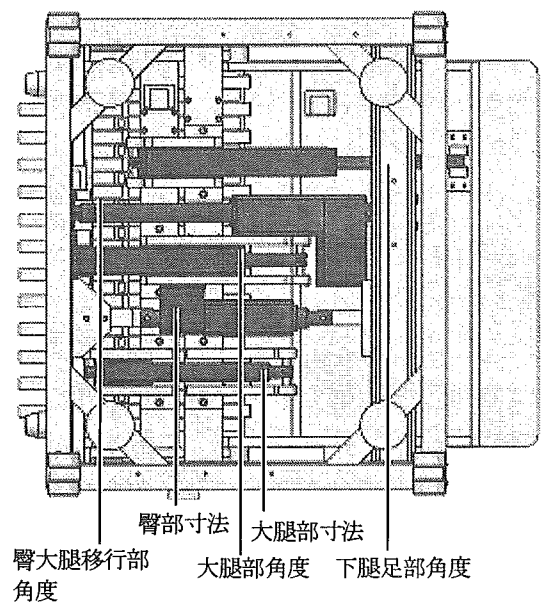
2.5 可動フレーム

臀部支持面の伸縮を可能にするため、可動フレーム機構を取り入れた。図8に示すように、下肢側ユニットの基本フレームCに取り付けられた図8(1)の門型フレームDに臀部支持面となる角パイプを固定した。また、隣接する臀大腿移行部から下腿足部までのブロックを取り付けた可動フレームEをリニアガイドを介して基本フレームCに結合した。

可動フレームには下肢側の全ての支持面を支える臀大腿移行部回転中心があり、これが臀部支持面に対してスライドすることで臀部支持面長を伸縮できる。



(1) 体幹部



(2) 下肢部

図10 アクチュエータの配置

2.6 駆動方法

図9のようにスライド構造の側板を結ぶ梁に取り付けたアームとアクチュエータ端部をボルトで接続した。

アクチュエータは可能な限りベッド中央に近づくように、向きを組み合わせ、図10のように配置した。また、これらのアクチュエータは体幹側(角度: $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ 、寸法: B・C)と下肢側(角度: $\delta \cdot \epsilon \cdot \zeta$ 、寸法: D・F)の各5台をフレーム底板に配置した6軸用コントローラ(HIWIN: LAK6B)に接続し、5軸用のキーパッド(HIWIN: LAP5)で制御した。