

千葉工業大学

博士学位論文

加速度センサを用いた椅座位における作業姿勢の
評価手法の開発と有用性の検証

平成 23 年 9 月

山村 昌代

要 旨

加速度センサを用いた椅座位における作業姿勢の 評価手法の開発と有用性の検証

1、本論文の主旨

本論文では、長時間の椅座位における作業姿勢を定量評価するための手法として、加速度センサを用いることの有用性を検証した。長時間の椅座位作業では、作業中に前傾姿勢や拘束姿勢になりやすいことなどが明らかとなっている。作業中の前傾姿勢や拘束姿勢は、持続的な静的筋活動となり、「肩こり・痛み」「腰の疲れ・痛み」などの筋骨格系の疲労の原因となっている。筋骨格系の疲労などの作業負担は、作業中の姿勢や動作などが関与していることから、人間工学的な視点として、作業姿勢を定量評価することが重要であると考えられる。

作業姿勢の評価は、調査者が直接観察する方法やビデオやカメラなどの撮影機器を使用する方法、また角度センサなどを直接装着して計測する方法などで行われている。そのうち、連続的に同一姿勢が続く座位姿勢の評価では、体圧分布計、表面筋電図を使用する方法、ビデオなどの撮影機器を使用する方法などが用いられている。調査者による観察やビデオ撮影で記録する方法は、現場では簡便であるが、同一姿勢が続く椅座位姿勢の微細な動きを計測するには限界がある。また撮影機器や角度センサなどを使用する方法は、多人数に用いにくいことや装着・準備に多くの時間を必要とするため、作業にも支障をきたすなどの問題があると言われている。

そこで、本研究では、椅座位の作業姿勢を定量評価でき、計測しやすく、作業者の負担の少ない評価手法の開発を試みることにした。近年、小型・軽量化され、傾斜角度が計測できる加速度センサを用い、椅座位での作業中の上体の傾斜角度を計測することとした。また、作業姿勢の評価では、椅座位による作業負担の問題が挙げられることから、作業姿勢の評価事例として、椅座位作業の一つであるVDT（Visual Display Terminal：コンピュータのディスプレイ等の表示機器）作業が新たな業務として加わった医療現場での看護師の作業観察、次に、作業姿勢の負

担軽減を目的として補助具導入を行った VDT 作業が主な現場での作業者の作業観察を行い、椅座位の作業姿勢の問題を明らかにすることとした。

加速度センサを用いた研究は、歩行動作や姿勢分析、睡眠時の姿勢の推定などで報告されているが、長時間同一姿勢が続く椅座位での作業姿勢を計測した報告は少ない。以上のことから、本論文では、椅座位での作業姿勢に対する加速度センサを用いた評価手法の開発と有用性の検証について報告する。

2、本論文の概要

本論文は、以下の7つの章で構成されている。第1章では、本論文の背景、目的、そして位置づけについてまとめた。長時間の椅座位による作業負担の改善として、作業姿勢の定量評価に着目したことについて述べた。第2章では、椅座位姿勢と作業姿勢の負担、そして作業姿勢の評価手法について、文献研究の結果をまとめた。椅座位における作業姿勢の負担について、同一姿勢の継続、静的筋負担を挙げ、その改善方法の一つとして補助具の使用について述べた。作業姿勢の評価手法として、近年、小型・軽量化し、傾斜角度が計測でき、作業者の負担も少ないと考えられる加速度センサに着目し、椅座位作業中の上体の傾斜角度を計測することの意義について述べた。第3章では、長時間の椅座位作業の一つである VDT 作業を取り上げ、その VDT 作業が新たな業務として加わった医療機関での看護師の作業観察の結果についてまとめた。電子カルテが導入され、VDT 作業が業務として加わったことで、記録入力の作業が増え、椅座位作業が多くなり、椅座位姿勢が長時間化していることを明らかにした。第4章では、椅座位作業での補助具導入を行った VDT 作業が主な現場での作業者の作業観察の結果についてまとめた。補助具導入前には、椅座位作業時に前傾姿勢になりやすいことが確認され、補助具導入後には作業姿勢に変化が見られ、椅座位での作業負担の軽減が示唆されたことを明らかにした。第5章では、加速度センサを用いた椅座位における作業姿勢の評価手法の有用性を検討した結果についてまとめた。長時間の椅座位作業の特徴である前傾姿勢や拘束姿勢から、評価手法として、上体の傾斜角度に着目し、加速度センサを用いて計測することの有用性について述べた。調査者の観察やビデオ撮影などの方法では捉えることが困難な微細な作業姿勢を加速

度センサは、定量的かつ継続的に計測が可能であり、評価手法として有用であることを明らかにした。第 6 章では、加速度センサを用いた椅座位における作業姿勢の評価手法を検証するために、労働生理学、労働心理学的アプローチの計測手法を合わせて行った結果についてまとめた。椅座位作業時での補助具の有無による上体傾斜角度と筋活動量、身体的疲労度を分析指標とした結果、補助具を使用することで、前傾姿勢の出現が減少し、腰筋の筋活動量が増加し、腰背部の疲労の訴えが軽減したことから、補助具使用により、腰筋が上体を支え、腰背部の疲労が軽減したことを明らかにした。第 7 章では、以上の結果を総括し、一連の調査研究と実験研究の結果から考察された知見についてまとめた。本論文では、長時間の椅座位での作業姿勢に対し、調査者による観察やビデオ撮影などの方法では捉えることが困難な微細な作業姿勢を加速度センサは鋭敏に捉え、また条件の違いによる作業姿勢を正確に計測し、定量評価が可能であることが確認された。以上のことから、加速度センサを用いることで、椅座位作業時の上体の傾斜角度を定量化することができ、より精度の高い作業姿勢の評価が可能になったと言える。

Summary

Research and development of evaluation methods of seated posture change by using Acceleration Sensor

1 . Purpose of Research

In the present research, the usefulness of an acceleration sensor as a tool to perform quantitative evaluation on long-term seated posture was verified.

From the viewpoint of human engineering, it is important to quantitatively measure workplace posture, because the work burden of musculoskeletal pains is related to work posture and movements. In long-term seated work, it is clear that forward-bending and restrictive posture are common. With forward-bending and restrictive posture, there is persistent lack of muscle activity that is the source of musculoskeletal pains such as sore shoulders or hip pains.

Several techniques including direct observation, using video or still cameras, or directly attaching angle sensors to the research subject were used to assess workplace posture. Within those techniques, body pressure distribution measurement device and surface electromyogram were used along with video cameras, to evaluate a continuous seated position. Direct observation or recording of the subject in the workplace with a video camera is straightforward; however, detecting minute changes in the seated posture over a long period of time is impossible. Also, using motion capture devices or angle sensors are not easy to apply to numerous subjects for the time to mount and set-up is necessary and it can easily interfere with the subject's work.

Therefore, this research, a method to quantitatively assess the seated position that would be comparatively cheaper and at the same time not be a burden on the subject was attempted. Recently, small and light-weight high-speed sensors have been developed that can measure the angle of the seated posture

Also, While examining the issues of how seated work increases workers' burdens, the case of nurses who have had VDT (Visual Display Terminal) work recently added to their

duties at work was observed as an example. Also, an assistant tool was introduced with the aim of easing the burdens of work.

Several studies have been done on using high-speed sensor to evaluate walking and sleeping posture, but there are few studies on work that requires staying in the same position for long periods of time. Due to that, my aim was to examine the usefulness of using an acceleration sensor as a technique to examine sitting positions and workplace posture.

2 . Summary

This research consists of seven chapters. Chapter One gives the background and aims, along with placing it within the existing research. Furthermore, analyzing quantitatively the work position in order to improve the suffering caused by long-term seated work is described. In the Second Chapter, description of existing literature on the suffering caused by both the seated position and work position along with the evaluative methods of examining seated work. This research shows that rigid muscles problem associated with the posture of seated work caused staying in the same position for extended lengths of time can be improved by the use of an aid. A description of the significance of recent small scale, light weight, high-speed sensor have been developed that can measure the angle of the tilt of the subject's posture, yet does not bother the subject as a method to measure the seated position. In chapter 3, A case study of long-term seated work with the case of VDT work that has been recently been added to the work of nurses in a medical institution is used as an example. With the introduction of electronic medical records, the entering of records has increased, and seated work has become more common, this has affected the seated posture. In Chapter 4, the observations of the VDT workers using the aid in the workplace is recorded. Before the aid was introduced, it was easy for the worker to bend forward was confirmed. After introducing the aid, change the seated posture and how the burdens of seated work were lessen with the use of the aid was observed. In Chapter 5, the results of my examination into the effectiveness of using an acceleration sensor as an evaluative method and the usefulness of the high-speed sensor in recording the title angle of the upper body especially the characteristic forward-bending or rigid position of long-term seated work is described.

While it is difficult to capture fine changes in the seated posture through a researcher's observations or with a video camera, the high-speed sensor is useful as it allows for quantitative and continuous recording. In Chapter 6, a description of a combined approach of labor physiology and labor psychology that was taken in order to investigate the high-speed sensor as an evaluative method of the seated position and workplace postures. Depending on whether an aid was used or not, the tilt of the upper body, the amount of muscle movement, and amount of bodily pain changed. The research shows that the use of an aid reduces the appearance of forward-bending of the upper body, increases the use of the psoas muscles, and reduces hip pain. Therefore, the research shows that the use of an aid the hips and reduces the upper body and hip pain. Chapter 7 contains a summary of the above results and discusses the result of the survey examination and tests. The research concludes that quantitative research on long-term seated work postures through using an acceleration sensor can be achieved. While it is difficult through either a researcher's observations or recording it on a video camera, the high-speed sensor can keenly measure changes in work postures. Accurate measures on the affect of the presence or absence of an aid on the workplace posture and that quantitative assessment were achieved. The research shows that using an acceleration sensor makes it possible to accurately and quantitatively measure the tilt angle of the upper body.

目 次

第1章 序論

1.1 研究の背景・意義	1
1.2 研究の目的	3
1.3 本研究における用語の定義	3
1.4 本研究の位置づけ	4

第2章 椅座位における作業負担と姿勢評価の手法について

2.1 椅座位と作業姿勢の負担	7
2.2 作業姿勢の負担軽減と補助具の使用について	10
2.3 椅座位における作業姿勢の評価手法について	
2.3.1 椅座位の作業姿勢に対する測定・評価手法について	11
2.3.2 椅座位における作業姿勢の評価手法： 加速度センサの選定理由とその構造について	11

第3章 電子カルテ導入による看護師の作業姿勢に関する調査研究

3.1 目的	14
3.2 方法	15
3.3 結果	
3.3.1 電子カルテと紙カルテの使用による情報収集と記録について	19
3.3.2 作業場所での滞在時間の割合について	21
3.3.3 作業動線について	24
3.4 考察	
3.4.1 電子カルテ使用による情報収集と記録について	29
3.4.2 紙カルテ使用による情報収集と記録について	29
3.4.3 作業場所での滞在時間の割合について	30
3.4.4 作業動線について	
1) 時間帯ごとの業務の特徴について	31
2) リーダー看護師とメンバー看護師の業務の比較	32
3.5 まとめ	32

第4章 椅座位作業時の補助具使用による姿勢変化に関する調査研究

4.1	目的	34
4.2	方法	34
4.3	結果	
4.3.1	作業観察	35
4.3.2	ヒアリング	41
4.3.3	補助具の使用感についての質問紙調査	45
4.4	考察	46
4.5	まとめ	49
	資料	50

第5章 椅座位における作業姿勢に対する評価手法の有用性について

—加速度センサを用いた上体の姿勢評価—

5.1	目的	52
5.2	実験 I	
5.2.1	被験者	53
5.2.2	実験手順	54
5.2.3	測定項目	
1)	加速度センサ	53
2)	表面筋電図	55
5.3	実験 II	
5.3.1	被験者	55
5.3.2	実験手順	55
5.3.3	加速度センサによる計測	57
5.3.4	統計処理方法	58
5.4	結果	
5.4.1	実験 I の結果	58
5.4.2	実験 II の結果	
1)	前後方向と左右方向の傾斜角度の推移について	59

2) 前後方向と左右方向の傾斜角度について	61
5.5 考察	63
5.6 まとめ	64

第6章 加速度センサを用いた椅座位における作業姿勢の評価手法の検証

－補助具による作業姿勢の負担軽減について－

6.1 目的	65
6.2 実験方法	
6.2.1 被験者	66
6.2.2 実験手順	66
6.2.3 測定項目	67
6.2.4 統計処理方法	69
6.3 結果	
6.3.1 上体の前後方向と左右方向への姿勢変化について	70
6.3.2 筋活動量について	72
6.3.3 疲労部位しらべ	74
6.3.4 作業量	74
6.4 考察	
6.4.1 補助具の有無による前後方向と左右方向への姿勢変化について	75
6.4.2 補助具の有無による筋活動量について	76
6.4.3 補助具の有無による身体的疲労の変化について	77
6.5 まとめ	77

第7章 結論 79

参考文献 81

謝辞 90

第1章 序論

1.1 研究の背景・意義

人間工学という言葉は、我が国において、専門家の間だけでなく、広く一般化し、知られるようになった。その背景には、技術の発展により機械化が進み、複雑化した現場において、労働者の負担が大きくなっている現実がある。人間工学は、快適さ、安全性、疲労の軽減などの問題を改善する上で、すべてに関わるものであり、より安全に人の負担を少なくするために重要な役割を担っている¹⁾。

近年、コンピュータの普及やインターネットなどの発展により、職場のIT化が進み、作業姿勢は座位が主流となり^{2),3)}、椅座位作業の長時間化による労働負担が問題となっている。そのため、作業負担の軽減において、人間工学が果たす役割は大きいと考えられる。

厚生労働省は、1998年に、約12,000人の事務管理部門の労働者を対象に「技術革新と労働に関する実態調査」を実施した⁴⁾。その結果によると、コンピュータ機器を使用している労働者は、全体の79.2%に達していることがわかった。そのうち9割は、コンピュータ機器を毎日使用し、その作業時間では、「2時間以上4時間未満」が25.1%、「6時間以上」も20.6%であった。およそ半数の労働者が、コンピュータを長時間毎日使用しており、椅座位姿勢も長時間化していると考えられる。そして、日常的に身体的な疲労を感じている者は約7割に上り、主な症状としては、「目の疲れ」「肩こり・痛み」「腰の疲れ・痛み」が挙げられている⁴⁾。

それに伴い、2002年に新たに「VDT (Visual Display Terminal : コンピュータのディスプレイ等の表示機器) 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」が制定された。ガイドラインをもとに様々な科学的な知見は現場の中で生かされ、労働現場では対策が進んでいると思われる⁵⁾。しかし、岩切らの報告では、前述したような「肩こり・痛み」「腰の疲れ・痛み」のような筋骨格系の疲労が依然高い訴え率となっていた⁶⁾。

さらに近年では、仕事場も分散化している。フリーアドレスなどと呼ばれ、自席を持たずに働くスタイルを取り入れている企業も多くなっている。働く環境が

変化してきたため、従来の固定式レイアウトとフリーアドレス型式オフィスレイアウトの実情と作業者の疲労状況に関する調査などが行われている⁷⁾。フリーアドレス型式オフィスレイアウトでは、椅子の高さ調整などが行われていない可能性があり、首、肩および背中・腰のこりや痛みを増大させる側面があると報告されている。首や背中のこりや痛みといった身体的な疲労の問題が継続、さらには増大しており、今後、長時間化している椅座位作業の問題を解消することが重要な課題と考えられる。

頸肩腕部、腰背部のこりや痛みのような筋骨格系の疲労原因は、姿勢の拘束性による持続的静的な筋活動と言われている^{8),9),10)}。その対策として、作業姿勢の改善や同一姿勢を防ぐことが挙げられており、様々な取り組みがされている。

筋骨格系疲労などの負担への対策として、健康管理面では、静的筋緊張や長時間の拘束姿勢、また、上肢の反復作業などに伴う疲労やストレスの解消には、アクティブ・レスト（積極的休養）としての体操やストレッチを適切に行うことが重要であるとされている^{5),11),12)}。また、就業中にも背伸び、姿勢の変化、軽い運動等を行うように指導することが推奨されている。しかし、実際の現場では、姿勢への意識やストレッチの実施について「わかっているけどできない」「時間がない」「継続しにくい」という実態がある。

観察調査によると、VDT 作業の作業負担において、作業中は前傾姿勢になりやすく、骨盤が後傾しやすいこと、また拘束姿勢になりやすいことなどが明らかとなっており^{13),14),15),16)}、作業環境の影響も指摘されている。そして、作業環境の改善として、椅子の設計や補助具の提供なども行われてきた。

椅子や座位姿勢の評価では、作業者の主観的評価、ビデオや観察による動作分析、角度センサなどの直接計測などが行われている。そのうち、連続的に同一姿勢が続く座位姿勢の評価では、体圧分布測定、表面筋電図測定、ビデオなどの撮影機器を使用した方法などが行われている。これらの方法は、多人数に用いにくいことや、装着・準備に多くの時間を必要とするため、作業にも支障をきたすなどの問題があると言われている¹⁷⁾。また、調査者による目視やビデオ撮影による動作分析では、VDT 作業のような拘束性の高い椅座位姿勢の微細な動きの計測には限界がある。そのため、作業姿勢の変化を、より鋭敏に捉える事ができる有用

な姿勢評価手法の確立が望まれている。

1.2 研究の目的

本研究では、長時間の椅座位における作業姿勢の負担軽減として、作業姿勢に着目した。そして、作業姿勢を定量評価するための手法として、加速度センサを用いることの有用性を検証することを目的とした。

作業姿勢の評価は、作業者の主観的評価、調査者による観察やビデオやカメラの撮影による動作分析、角度センサなどの直接計測などが行われている。そのうち、連続的に同一姿勢が続く座位姿勢の評価では、体圧分布計、表面筋電図を使用する方法、ビデオなどの撮影機器を使用する方法などが用いられている。調査者による目視やビデオ撮影で記録する方法は、現場では簡便であるが、同一姿勢が続く椅座位姿勢の微細な動きを計測するには限界があり、調査者が長時間の観察を行うことの負担や定量評価が困難であった。

そこで、本研究では、椅座位の作業姿勢を定量評価でき、比較的安価で計測しやすく、作業者の負担の少ない評価手法の開発を試みることにした。近年、小型・軽量化され、傾斜角度が計測できる加速度センサを用いて、椅座位での作業中の上体の傾斜角度を計測することとした。また、作業姿勢の評価は、椅座位による作業負担の問題が挙げられることから、作業姿勢における評価の事例として、椅座位作業の一つである VDT 作業が新たな業務として加わった医療機関での看護師の作業観察、次に、作業姿勢の負担軽減を目的として、補助具導入を行った VDT 作業が主な現場での作業者の作業観察を行い、椅座位の作業姿勢の問題を明らかにすることとした。

加速度センサを用いた研究は、歩行動作や姿勢分析、睡眠時の姿勢の推定などで報告されているが、長時間同一姿勢が続く椅座位での作業姿勢を計測した報告は少ない。以上のことから、本論文では、椅座位での作業姿勢に対する加速度センサを用いた評価手法の開発と有用性の検証について報告する。

1.3 本研究における用語の定義

本研究で使用する用語について、以下のように定義づけた。

(1) 椅座位

椅座位は、「座位」とされることも多い。座位は、坐位とも表され、大きく7つに分類される¹⁸⁾。①半座位で、ベッド上で、ベッドの上半身を45°程度にあげて取られる姿勢、臥位から座位をとらせる時、体位を変えて休息時に用いる。②起坐呼吸の体位で、前倒れで机上に枕などで上半身を支える。③端坐位で、ベッドの横に足をおろして坐位をとる。④正座で、両下肢ともに膝を160°前後屈曲し、その上に臀部、腰部、体幹をのせて坐る。⑤あぐらで、両下肢を外旋させて膝関節で屈曲し、下腿部を前方で組み合わせる。⑥長坐位で、足を長く出しての座位である。⑦椅坐位で、椅子に坐る。そして、本研究での対象は、「椅座位」である。

また、小原らは、生活の中でする様々な姿勢として、つまり生活姿勢を、立位6姿勢、椅座位6姿勢、平座位9姿勢、臥位3姿勢の分類のもとに、24種類の基本姿勢としてまとめている¹⁹⁾。椅座位の6姿勢は、「寄り掛かり」、「スツール(60cm)」、「スツール(20cm)」、「作業姿勢」、「軽休息姿勢」、「休息姿勢」に分けられ、本研究で対象としているのは「作業姿勢」である。本論文では、作業姿勢として「椅座位」を使用する。

(2) 作業姿勢の負担

本研究では、作業姿勢の負担を、前傾姿勢や拘束姿勢などの作業姿勢と定義した。また、疲労部位しらべによる主観的評価を身体的疲労度とし、作業姿勢の負担として捉えることとした。

1.4 本研究の位置づけ

本研究は、長時間の椅座位作業による労働者の作業負担の改善策として、作業姿勢に着目した。そして、椅座位の作業姿勢を定量化する評価手法について検証し、今回開発した評価手法の有用性を示すことを目的としている。

作業中の姿勢変化を定量的に計測することは、人間工学に基づく視点から、作業負担の軽減とともに作業の安全性の確保のためにも重要であると考えられる²⁰⁾。また、椅座位による作業負担の問題が挙げられていることから、本研究では、作業姿勢における評価の事例として、VDT作業が新たな業務として加わった医療機

関での看護師の作業姿勢の変化について観察調査を行った。次に、VDT 作業が主な現場において、長時間の椅座位による作業負担の改善を目的に、職場の中で導入しやすく、また労働者自身が実施しやすい予防対策として、補助具の導入を試みた VDT 作業者の観察調査を行った。そして、VDT 作業のような拘束性の高い姿勢を定量評価できる姿勢評価手法の有用性について実験研究を行い、椅座位作業での補助具の有無による姿勢変化に対して、労働生理学、労働心理学の計測と合わせて分析することとした。

長時間にわたり椅座位姿勢を維持した場合、姿勢変化における姿勢形態は、様々な因子の影響を受けることが確認されている^{21),22),23)}。姿勢変化に影響する因子として、外的要因と内的要因とに大きく分けられ、また、意識的や無意識的という分類もされており、諸因子によって、姿勢変化は様々な形で表出される(図 1-1)²²⁾。

本研究では、作業姿勢の変化を定量評価することを目的とし、その姿勢変化として、外的動作の物理的因子に視点を置き、補助具の使用を試みることにした。補助具を使用することは、物理的因子として挙げられている椅子の形状・寸法・材質、また持ち物による影響と同様と考えられた。そこで、椅座位姿勢の変化を導き出すものとして、補助具を使用し、その姿勢変化を定量的なデータとして算出する手法について実験的な検討を行った。

第2章 椅座位における作業負担と姿勢評価の手法について

2.1 椅座位と作業姿勢の負担

椅座位における作業姿勢の負担について、様々な姿勢による椎間板内圧の比較からみると、椅座位は、立位よりも負担が高く、CとFの比較では約1.4倍と椅座位の方の負担が高くなっている。また、椅座位での前傾姿勢では、立位に比べ、約1.8倍と椎間板の荷重の割合が高くなっている（図2-1）²⁴⁾。

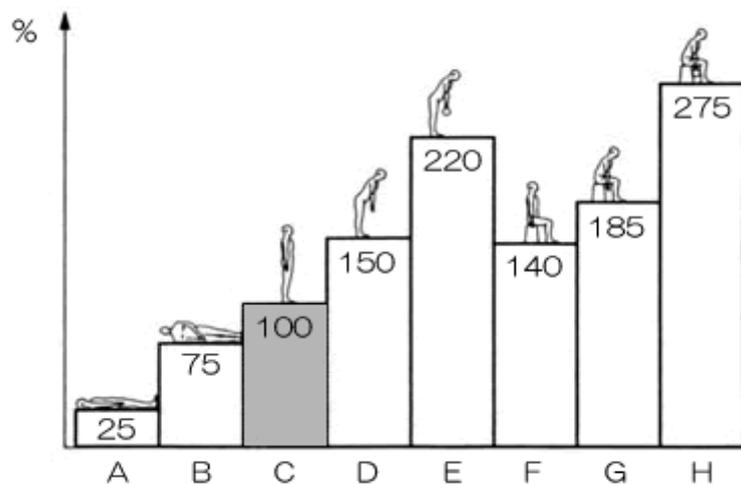


図2-1 体重70kgの人の種々な姿勢における第3腰椎椎間板への全荷重

(参考文献24より引用・一部加筆)

前述したように、長時間の椅座位の作業姿勢の負担は、立位より椅座位の方が椎間板への負担が大きい。また、同一姿勢や姿勢維持、また前傾姿勢による作業姿勢の負担を考慮すると、作業中における前傾姿勢の出現の減少は、作業負担の軽減の指標となりうると思われる。このことから、姿勢評価の効果として、作業姿勢の改善、身体的疲労度の軽減を、「作業姿勢の負担軽減」と捉えることとした。

作業姿勢負担のチェックポイントとして、主要な項目を下記に挙げる²⁴⁾。

1. 同じ姿勢の継続
2. 静的な筋負担

3. ひねり姿勢と非対称の動作
4. 重量物の取扱い
5. 足場の有無

次に、長時間の椅座位作業の一つである VDT 作業における作業負担について、三澤らは、VDT 作業における作業負担は、機器に関するものや作業環境に関するもの、および作業方法に関するものなどを指摘している^{25),26)}。VDT 機器が導入されたことに伴い、VDT 機器を使用する作業者の間で、頸肩腕障害や腰痛などが問題となっている。作業条件の違いにより、健康障害の発症が起こることも明らかになっているため、このような作業負担を軽減するためには、作業時間や作業方法、作業姿勢、作業環境などの作業条件を適正化することなどが重要である。井谷らは、VDT 作業時の筋負担の評価を踏まえ、実際の作業現場における利用状況から、作業者に作業時間を把握させ、作業時間を改善することが重要であると報告している²⁷⁾。

筋骨格系の疲労に対する改善として、静的筋緊張や長時間の拘束姿勢、さらに上肢の反復作業などに伴う疲労やストレスの解消には、アクティブ・レスト（積極的休養）としての体操やストレッチを適切に行うことが重要であるとされている^{5),12)}。就業中にも、背伸び、姿勢の変化、軽い運動等を行うように指導することが推奨されている⁵⁾。また、健康管理面に関する教育時に、体操の実技を含めた指導が大切であるとされているが、一度では定着しないことが多いことが報告されている²⁸⁾。これは、中央労働災害防止協会の調査での「VDT 作業の労働衛生管理状況」の結果において、「職場体操」の実施率が 54.8%と、実施率が低く、課題となっている²⁹⁾ことからわかる。

次に、作業姿勢に影響を与える事務用椅子の製品特性から、本研究で使用した椅子の特性について述べる。

事務用椅子は、姿勢変化への対応として、様々な座や背もたれの傾斜機構が開発された。それに伴い、人間工学の視点を取り入れられ、研究が進み、大きく変貌し、特性や形態を変化させてきた^{30),31),32)}。1980 年代以降、座や背もたれの傾斜機構の変化は、身体の動きに適切にフィットさせるとともに、大腿部に対する圧

迫の軽減を考慮したことが挙げられている^{2),33)}。白石は、事務用椅子の製品特性の変遷から、その特徴は、快適性を向上することが最重要項目となっていることを報告している³⁴⁾。それは、机に向かっての作業を考慮し、机上面での作業しやすさを優先し、背もたれに寄り掛かっても机から離れないことを目的とした座・背連動タイプの椅子も開発されたことからわかる。そして、中島や小畑らは、事務用椅子の傾向と生体機能の実験を行い、VDT 作業に適した基本条件について評価していることから作業姿勢に事務用椅子が大きく影響していることがわかる^{16),35),36)}。

本研究で使用した椅子は、内田洋行の『コアチェア フルサポートスタンダード型』であり、座・背連動タイプの椅子である。最前傾時にホールド感を維持するために背もたれの反力を強くしているという特徴がある。座面と背もたれが連動し、背もたれの反力が強いことから、近年の身体に適切にフィットするタイプと異なる。また、背もたれから上体が離れ、姿勢が不安定になりやすいことから、上体の体動を加速度センサが計測しやすいと考え、選択した。また、内田洋行では、ロングラン・チェアとして、長きにわたり販売されていることから、一般的に使用されている事務用の椅子であると考えた。



写真 1：実験で使用した椅子

コアチェア フルサポートスタンダード型（内田洋行）

2.2 作業姿勢の負担軽減と補助具の使用について

作業姿勢の負担軽減として、同じ作業姿勢を取り続けないこと、また、作業者が作業姿勢を自由に変えられるような作業方法を考慮することが重要とされている。そして、以上のことを考慮した作業空間の設計が課題である、とされている^{24),37)}。

同じ作業姿勢を繰り返さないためには、作業時間の長さや作業姿勢が重要である。同一姿勢が長く続くと、同じ部位に長時間の緊張を与え、筋骨格系の負担となるからである^{5),11),38)}。

一般に、椅座位では骨盤をやや前傾させる、腰椎の生理的な前彎の保持により正しい姿勢が得られると言われている。野呂は、腰椎の前彎の平坦化による問題を取り上げ、「背骨の S 字カーブを維持できる椅子が良い椅子」であるとする脊椎重視の開発から、座面重視の椅子開発の提案をしている。一方、下出らは、前彎は立位においては必須であるが、座位では必ずしも必要な湾曲ではないと述べていることを報告しており、様々な見解がある³⁹⁾。

作業姿勢の問題として、姿勢への意識の継続が難しく、作業中は前傾姿勢になりやすく、骨盤が後傾しやすいことがわかっており^{12),13),14),15),40)}、長時間の作業に適した椅子の選択や座面の高さの調整などが挙げられている⁵⁾。

正しい姿勢であっても、長時間の同一姿勢は、同じ部位に長時間の緊張を与える。そのため、緊張を緩和するには、脊柱組織への筋緊張の影響を変えることが必要であり、姿勢をこまめに变化させることが重要であるとされている^{5),36),41)}。

三澤らは、作業負担の軽減のために、作業姿勢をこまめに变化させる目安として、VDT 作業による一連続作業時間に着目し、連続作業時間を 60 分以下と短縮させ、休憩時間を多く挿入するような配慮が必要であると述べている¹⁵⁾。

また、渡辺は、一定の姿勢を保っていると、時間の経過とともに意識・無意識のうちに姿勢を変換することを報告している。そして、姿勢の変換が行われる生理的な理由として、少なくとも 4 点が考えられると述べている。第 1 点は、筋疲労部位の交替、第 2 点は、圧迫部位の交替、第 3 点は、血液循環系器官への負荷の軽減、第 4 点は、静脈の筋ポンプ作用である。これらは、じっと同じ姿勢でいるより、こまめに立ったり歩いたりすることにより、からだの負担が軽減したよ

うに感じられる要因である¹⁸⁾。

これらのことから、拘束姿勢などによる筋骨格系疲労の改善方法の一つとして、姿勢変化を促すために、安価で現場で導入しやすく、労働者が実施しやすい補助具が重要と考えた。

2.3 椅座位における作業姿勢の評価手法について

2.3.1 椅座位の作業姿勢に対する測定・評価方法について

椅座位の作業姿勢を測定・評価する方法として、作業者の主観的評価や、ビデオや観察に基づく評価、直接計測による評価が用いられる。姿勢を測定する方法としては、被験者の身体的な動きを調査者が直接目視する方法、カメラなどの撮影機器を利用した方法、角度センサなどを身体に直接貼りつけて計測する方法、三次元動作解析、など様々な方法がある。このうち、撮影機器や各種センサを利用した方法は、運動学的解析に用いられている⁴²⁾。

VDT 作業における実験的研究として、ディスプレイの高さ、調整可能な椅子に関する、視線角度、頭部角度、筋電図などの計測が行われ、傾斜角度や筋負担などからその有効性が検討されている^{43),44),45)}。

ビデオ撮影による動作分析や表面筋電図の計測などは、多人数に用いにくいことや、装着・準備に多くの時間を要し、作業にも支障をきたすこと、また解析に手間がかかるなどの問題があると言われている^{17),46)}。

また、長時間の椅座位における経時的姿勢変化を定量評価した報告は少ないのが現状である^{3),47),48),49)}。

作業中の姿勢を定量評価することによって、椅座位の作業負担を軽減したり予防するために、様々な知見が得られると考えられる。

2.3.2 椅座位における作業姿勢の評価手法：

加速度センサの選定理由とその構造について

椅座位作業の代表である VDT 作業時に、上体が前に傾いた姿勢を取る作業者が多いという特徴がある。このことから、本研究では、椅座位作業時の上体の傾斜角度に着目し、上体傾斜角度の定量評価を試みることにした^{49),50),51)}。そこで、近

年、小型・軽量化され、加速度の方向に対する傾きを検出できる加速度センサに着目した^{48),49),52),53),54)}。

瀬尾らは、加速度センサを用いて作業姿勢を記録し、姿勢判定までを行う装置の開発を試みている^{46),55),56),57),58)}。また、歩行動作や姿勢分析、睡眠時の姿勢の推定などの研究がされている^{59),60),61),62)}。しかし、椅座位での経時的な姿勢変化、長時間同一姿勢が続く椅座位作業時における姿勢を定量評価した研究は少ないことから、加速度センサを椅座位姿勢の評価手法に用いることを試みることにした。

加速度センサは、「R-BIT (Radio type Bio-Information Tracer) : 株式会社アール・アイ・イー」の3軸加速度センサを用いた(図 2-2)。R-BITは、本体と受信機から構成されており、本体は、縦 40mm、横 36 mm、厚さ 8 mm、13.2g と小型・軽量である。前後方向を X 軸、左右方向を Y 軸、垂直方向を Z 軸とした 3 軸の方向の加速度を 204.8Hz で検出する。



図 2-2 加速度センサ

加速度センサは、加速度が働いている限り、それに応じた反応を維持する構造であり、動的な加速度だけでなく、地球の重力加速度など、静的な加速度を計測できるという特性を利用して、傾斜の検出が可能となっている。今回は、上体の傾斜角度の計測を目的として用いた。計測できる加速度の範囲は、 $\pm 2G$ である。

本研究では、上体の傾斜角度を測定するために、身体部位に直接装着を行った。装着機器が大型や過重の場合、作業者に負担が掛かり、動作計測の際に装着や準備に時間を要し、作業にも支障をきたし、正確な計測情報を得られないなどの問

題がある。よって、計測機器は、小型である事が必須である。今回用いた 3 軸加速度センサは、小型・軽量であることから、作業者への負担も少なく、計測しやすいという利点を含め、条件を満たしている。また、手軽に測定できること、容易かつ正確であることから、現場への応用に対応したものが少ない中で、応用が可能であると思われた。今後の目標として、現場での計測を想定しているため、取扱が容易、かつ正確である計測装置による測定を考慮し、低価格である事が望ましいと考えられた。

加速度センサは、一般に、機械式、光学式、半導体の 3 種類に分類できる。本研究は、小型で軽量である半導体式の加速度センサを用いる。半導体式の加速度センサは 3 つに分類され、「静電容量検出型」「ピエゾ抵抗型」「熱検知方式」がある。本研究では、「ピエゾ抵抗型」の 3 軸加速度センサを選択した。

図 2-3 にピエゾ抵抗型の加速度センサの構成を示す。ピエゾ抵抗型は、シリコンのダイヤフラムと、ダイヤフラムに埋め込まれたピエゾ抵抗器と、中心の錘により構成されている。加速度により錘が移動するとダイヤフラムがひずみ、ピエゾ抵抗器に変化が検出される。

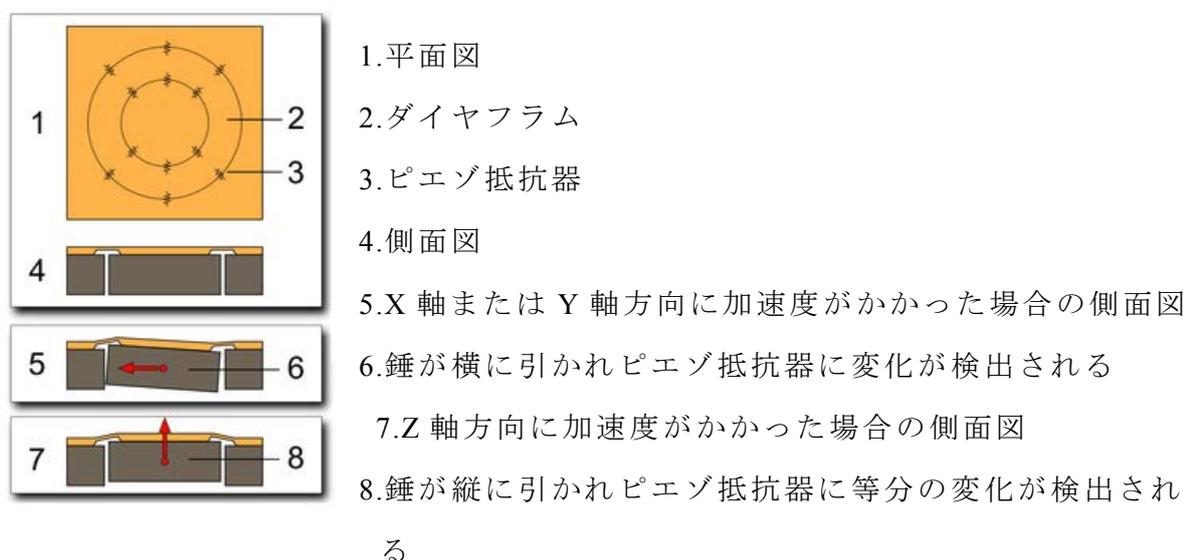


図 2-3 加速度センサの構造

第3章 電子カルテ導入による看護師の作業姿勢 に関する調査研究

3.1 目的

医療機関では、ここ数年、情報の一元管理や電子カルテ導入などのIT化により、医療サービスの品質・安全・効率の変化が進んでいる。具体的に改善した事項としては、即時性・効率的な入力、記録時間の減少、直接看護業務時間の増加、カンファレンスの増加、看護師間の申し送りの減少、業務の終了が早くなったことが挙げられている^{63),64),65),66),67),68),69)}。このことは、電子カルテシステムが、正確で効率の良い情報収集を実施する上で有用であることを示していると考えられる。また、病室近くに電子カルテを設置することで動線短縮効果があることも報告されている^{69),70)}。

電子カルテシステムの導入により、医療の安全・効率・質の担保が進むとの報告が多かった^{63),67),68),69),70),71),72),73)}。しかし、一方で、その導入時期やIT化の効果を評価するタイミング、導入時の教育・研修の程度によって、電子カルテシステムの有効性にばらつきがみられた^{64),65),67),74)}。また、電子カルテシステムの効果を正確に測定する尺度の開発研究も報告されていた⁷⁵⁾。一方、電子カルテ導入による業務の効率化について、作業時間の増減やユーザーの満足度から評価している研究も多くみられた^{63),64),65),66),67),68),70),74),76),77),78)}。電子カルテシステムの導入による、看護師の労働負担や働き方の変化が及ぼす影響については、時間や動線⁶⁵⁾に関連した建築レイアウト等に関する研究により、物流・移動の面からの負担要因研究が進みつつあると思われる。しかし、電子カルテ導入後の、長時間にわたる看護業務についての観察調査は少ない。

そこで、2004年に医療情報管理と看護業務の効率化を目的に、電子カルテが導入された、東京にある心臓循環器専門病院を対象にして看護業務の観察調査を行った。この心臓循環器専門病院は「患者中心の医療」の実現の一環として、個人情報保護を含む患者情報を適正に管理し、医療の質を向上させるIT化を世界に先駆けて進めている。2003年には、電子カルテシステム導入前（移転前）の、病

院における医療の質や安全の課題、医療従事者の労働負担について調査が行われている⁷⁹⁾。

本研究では、看護師の業務観察（タイムスタディ）による電子カルテシステム利用状況と、看護業務の実施状況についての観察調査を行い、電子カルテ、紙カルテの利用状況を明らかにし、看護師の椅座位作業の傾向を明らかにした。

3.2 方法

1) 調査対象者

調査対象者は、日勤（8時30分～16時50分）およびロング勤務（8時30～19時30分）に従事する成人病棟の看護師14名とした。対象看護師としては、担当患者を持たず、各勤務帯における看護業務のマネジメントにあたるリーダー看護師と、担当患者を中心として日常生活や診療場面における援助を実施するメンバー看護師に分かれる。

2) 調査期間 2008年10月の2日間

3) 調査方法

3) -1 観察調査

観察調査は、トレーニングされた調査者による看護師の業務観察法（30秒スナップリーディング法）を用いて行った。観察項目は看護業務に関する情報収集作業、記録作業、30秒ごとの主な作業行為であった。

作業行為については、日本看護協会作業分類に基づき、対象病院の看護業務を9つの大項目、56の中項目に分類したものをを用いた（表3-1）。

表 3-1 作業行為

I. 日常生活の援助
食事、排泄、保清、安全、安楽、入院環境の整備、自立の援助、移動・移送、患者及び
家族との連絡・相談、準備・後片づけ

II. 診療場面における援助
指示受け・報告、測定、循環管理、診療・治療の介助、諸検査の介助及び献体採取、 与薬、移動・移送、準備・後片付け
III. 患者に対する記録
看護計画・記録、観察、看護師間の申し送り
IV. 業務管理
病棟管理に関する記録物の記載、薬剤業務・薬剤管理、滅菌器材・消耗品の管理、 機器・機材の管理、病室以外の環境整備、病室以外の連絡、事務作業、物品搬送 業務
V. 健康管理
職員の勤務及び調整、看護学生・職員の指導、教育・研修参加、会議
VI. その他
職員の健康管理、訪問看護、その他
VII. 情報管理
メモへの記入、情報収集、
VIII. 移動
移動
IX. 清潔保持（感染予防）
手洗い、手指消毒

次に観察項目は事前調査に基づいて以下の内容を記録した。

- ① 作業場所
- ② 作業中の会話の有無、その相手
- ③ 看護業務に関する記録作業
- ④ 看護業務に関する情報収集作業
- ⑤ 30秒ごとの主な作業行為（観察時に主に実施していた作業）

3) -2 作業動線調査

作業動線の計測では、下肢に位置検知モニターを装着し、継続的に歩行距離や経路、空間における看護師の移動状態（看護業務と作業場所の移り変わり）を分析する。作業動線を計測することで、病室やナースステーションなど、業務が異なる環境での歩行行動による負担を調査した。

位置検知モニターは、対象看護師の膝下の位置に送信部（：人用センサ）を装着し、受信部（：マイルストーン）を通路の床上約 30cm に設置した（図 3-1、3-2）。対象看護師がマイルストーン設置位置を通過、または滞留した際に、人用センサの信号がマイルストーンに受信される。作業動線の記録は、休憩時間を除き、勤務が終了するまで行った。

マイルストーンは、調査対象病棟を中心に、図 3-3 に示した 99 箇所を設置した。



図 3-1 装着した人用モニター



図 3-2 設置したマイルストーン



図 3-3 マイルストーンの設定位置

4) 倫理的配慮

倫理的配慮（被験者の人権擁護への配慮）として、以下のことを実施した。

- ・ 調査対象者となる病棟看護師には、調査担当者が、口頭および文書で調査目的や内容について説明を行い、理解と同意を得た。
- ・ 調査対象者は病棟看護師であるが、対象病棟に入院中の患者も収集するデータの対象となるため、調査時に調査対象病棟に入院している全ての患者に対して、病棟管理者から本調査の説明を行い、理解と同意を得た。
- ・ 同意を得られなかった患者に対しては、ベッド周囲に調査者が近づかないこと、また、患者個人が特定できる情報を収集しない事を徹底し、看護師の行為のみを記録することとした。また、同意を得られなかった患者の音声記録されていた場合は、解析対象から除外した。

- ・ 得られた結果については、解析に用いるデータから個人が特定できないように統計処理を行なった。
- ・ 取得された資料（質問票、録音テープ、画像テープ）、患者基本情報・医療情報は、研究責任者が厳重に管理した。
- ・ 個人データは、すべて暗号、匿名化した上で、認証機能付きの USB メモリに保存した。解析の際は、情報が流出しないよう厳重な管理をおこなった。研究終了後、電子媒体に記憶されたデータはすべて消去し、文書やメモ等は、すべてシュレッダーで粉砕処理した。
- ・ 調査実施前に、労働科学研究所の倫理委員会に書類を提出し、承認を得た。

3.3 結果

3.3.1 電子カルテと紙カルテの使用による情報収集と記録について

看護業務分析には、調査者による連続行動観察記録と 30 秒間スナップリーディング法を併用し、「作業場所」「作業中の会話の有無、その相手」「看護業務に関する記録作業」「看護業務に関する情報収集作業」「30 秒ごとの主な作業行為（観察時に主に実施していた作業）」などを記録した（図 3-4）。

作業観察用紙()

20 年 月 日() 観察時間 時 分から

対象者 () 歳 観察者 (P /)

時刻	場所	相手	会話	記録	情報収集	行為	時刻	場所	相手	会話	記録	情報収集	行為
0分							0分						
30							30						
1分							1分						

図 3-4 調査者が使用した看護業務記録用紙の一部

電子カルテの使用による情報収集や記録における特徴的な使用パターンを 3 つに分類した。そこで、3 つに分類された各看護師の電子カルテと紙カルテの使用状況を図 3-5 に示す。

すべての看護師が、勤務開始前（～8:30）の時間帯に、勤務日の担当患者の情報

収集として電子カルテを使用し、紙カルテはほとんど使用していなかった。勤務開始後（8:30～）の電子カルテ・紙カルテの使用状況では、パターン A に分類された看護師は 2 名で、リーダー看護師（経験年数 4 年目）であった。リーダー看護師は、1 日を通して、電子カルテから情報収集し、各種オーダー処理、そしてメンバー看護師への指示など総合的な管理業務を行い、情報収集のための時間がメンバー看護師よりも多くなっていた。また、紙カルテは主に記録に使用し、残業時間にまとめて行っていた。パターン B は 6 名で、経験年数が 3～5 年目のメンバー看護師であった。経験年数の長いメンバー看護師は、勤務開始後、電子カルテも紙カルテともに、記録を中心として使用していた。電子カルテは短時間で、紙カルテは時間をかけて記録を行っていた。パターン C は 4 名で、経験年数が 1～2 年目のメンバー看護師であった。経験年数の短い、新人のメンバー看護師は、勤務時間中は電子カルテをほとんど使用せず、一日の残業時間に集中して記録を行っていた。しかし、紙カルテには、勤務中にこまめに記録を行っていた。以上のように、電子カルテの使用パターンと同様に紙カルテにも規則性があった。

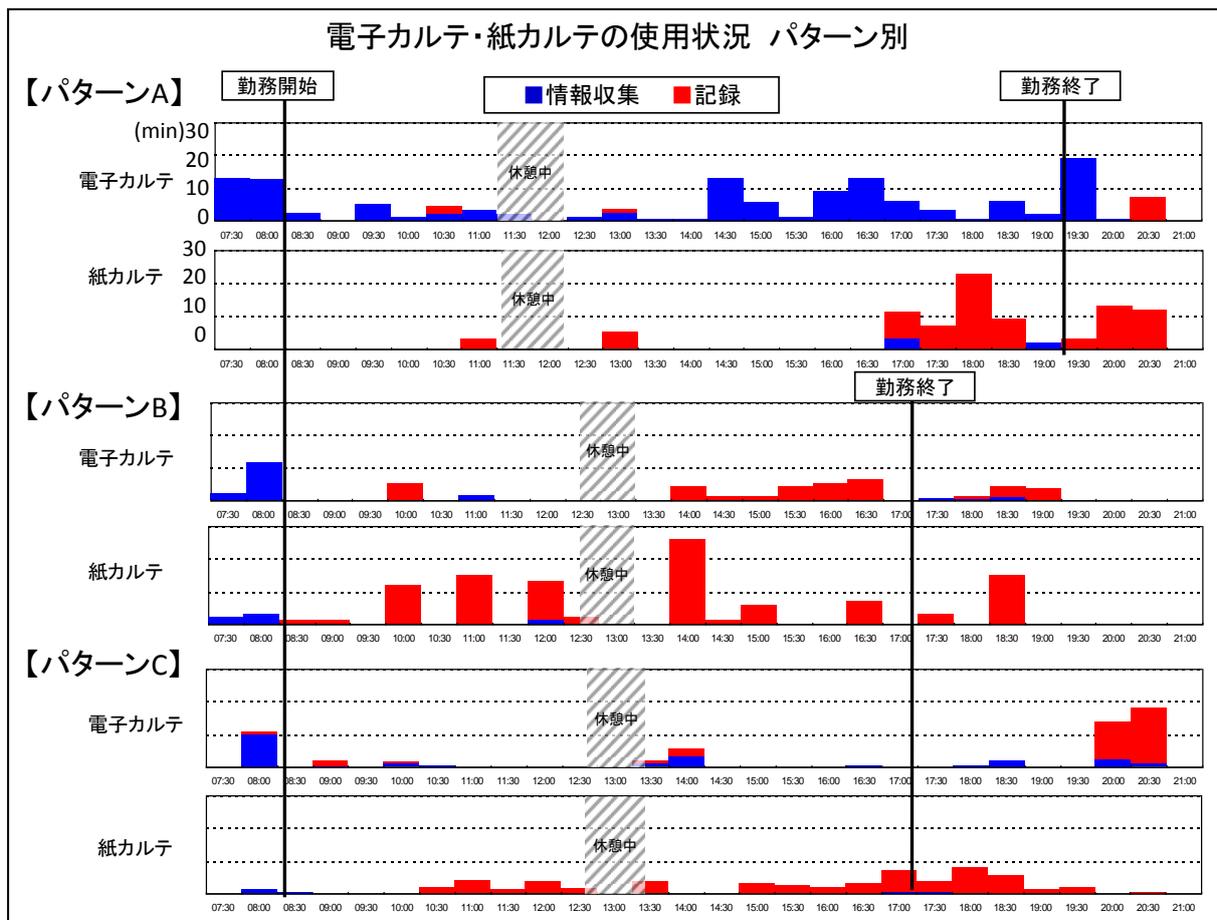


図 3-5 パターン別による電子カルテと紙カルテの使用状況について

3.3.2 作業場所での滞在時間の割合について

作業場所での滞在時間については、1日の総労働時間に対する、その場所に滞在した割合を、バブルチャートで示した。電子カルテ・紙カルテの使用パターン別による、各看護師の滞在時間の割合を、図 3-6～3-8 に示した。バブルが大きいほど長い時間滞在したことになる。黄色バブル（黄色の丸）は、電子カルテからの情報収集や記録など、PC画面を使用している状況（PCを使用する業務）を表しており、青色バブル（青色の丸）は、電子カルテを使用しない（PCを使用しない業務）他の看護業務で、その場所に滞在している状況を表している。

すべての看護師が、サービスステーションでの滞在時間が長く、電子カルテについては、サービスステーションのカウンターでの使用が長くなっていた。サービスステーションと他の作業場所での滞在時間の割合について、パターン別に下記に述べる。

パターン A のリーダー看護師は、勤務中の約 80% をサービスステーションに滞在していた。また、包帯交換の介助、昼休憩時の配膳確認支援などの業務に従って、他のほとんどの病室に、数分ではあるが滞在していた。電子カルテは、サービスステーションのカウンターを中心に使用していた。

パターン B の経験年数が高いメンバー看護師は、勤務中の約 50% をサービスステーションに滞在していた。次に、担当病室への滞在時間が長い傾向にあった。電子カルテは、ほとんどサービスステーションのカウンターで使用していたが、それ以外は担当病室前の電子カルテを使用していた。

パターン C の経験年数が短いメンバー看護師は、勤務中の約 30% をサービスステーションに滞在していた。次に、担当病室の滞在時間が長い、他のほとんどの病室にも滞在していた。電子カルテは、サービスステーションのカウンターと、担当病室前を分散して使用していた。

作業場所での滞在時間の割合では、リーダー看護師がサービスステーションでの滞在時間の長時間化している傾向にあった。しかし、パターン C の経験年数が短い看護師は、滞在時間が短くなっていた。それ以外は、メンバー看護師と変わらず、また経験年数による違いもみられなかった。

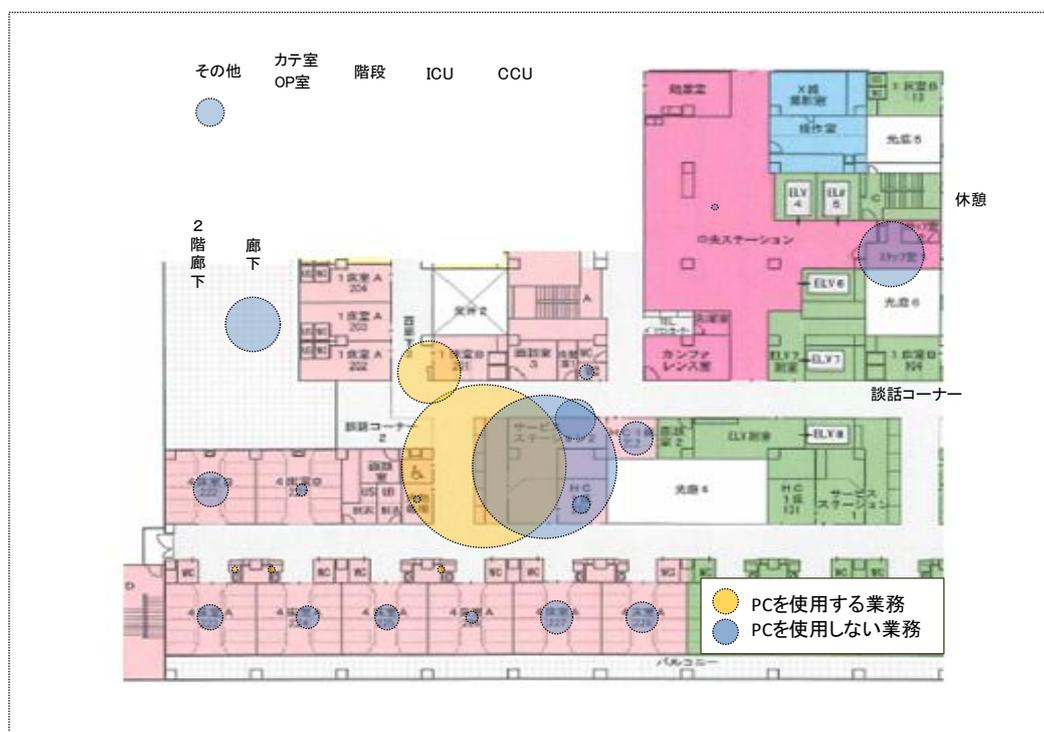


図 3-6 【パターン A】作業場所での滞在時間の割合

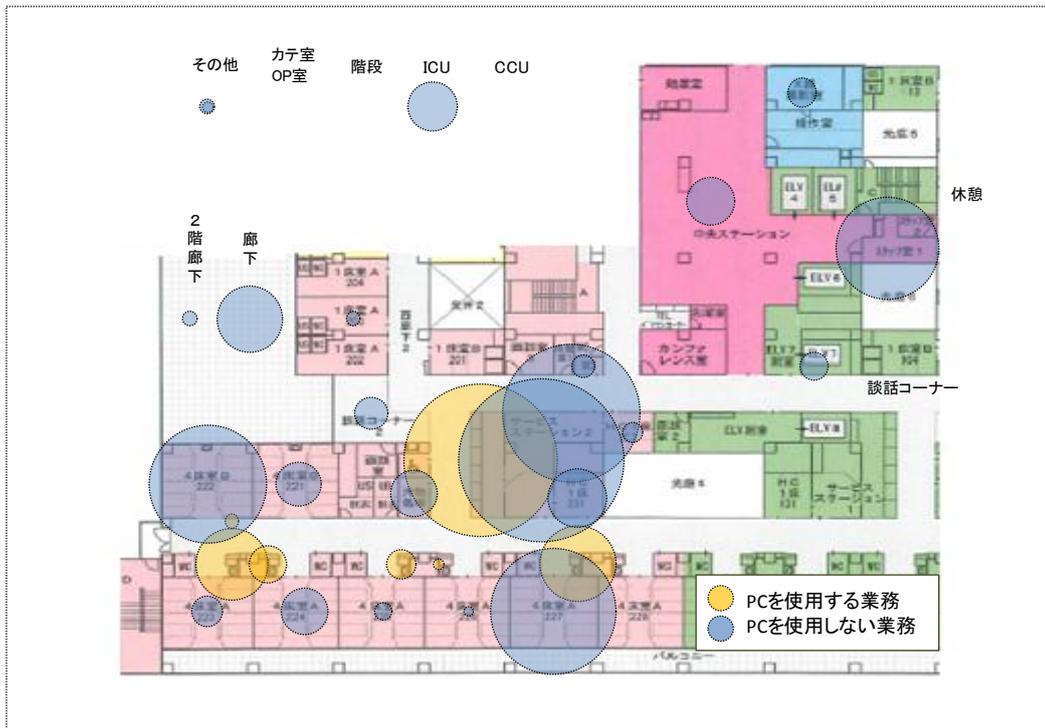


図 3-7 【パターン B】 作業場所での滞在時間の割合

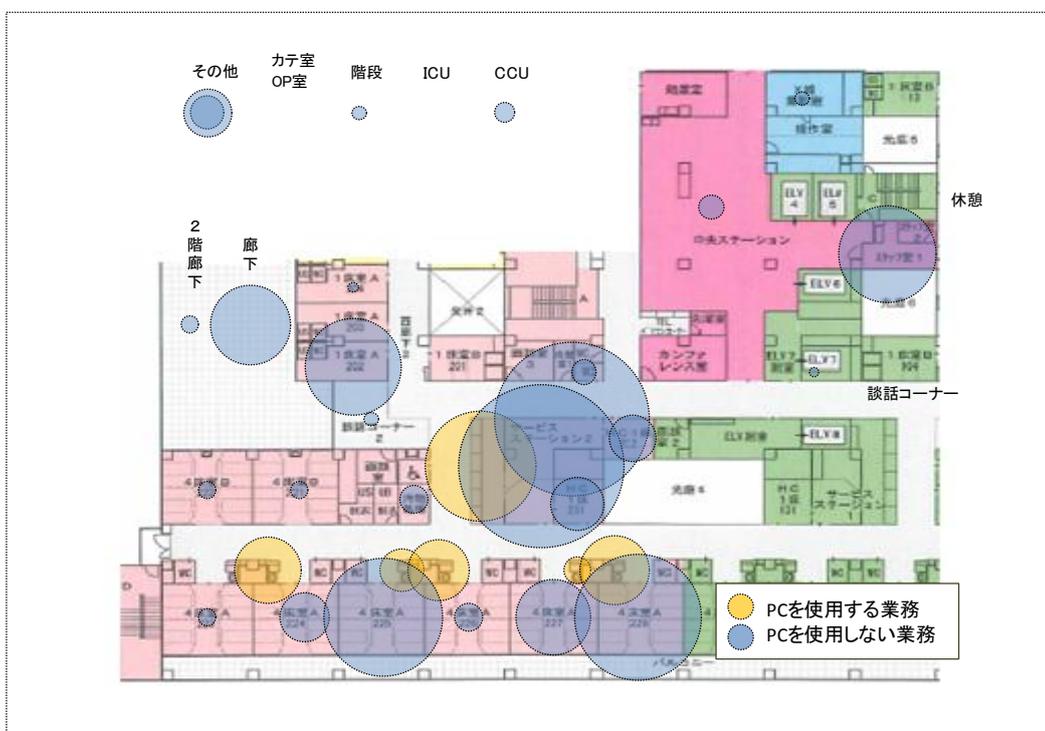


図 3-8 【パターン C】 作業場所での滞在時間の割合

3.3.3 作業動線について

結果の表示に関しては、99 箇所のマイルストーンの設置場所を、その日に担当する患者の病室：「担当病室」、担当外の病室：「他の病室」、病室前にある PC：「病室前 PC」、サービスステーションにあるカウンターの PC：「SS の PC」、サービスステーションの内部：「SS」、中央ステーションや X 線検査室：「CS、検査」「廊下」「休憩室」の 7 箇所に分類した。時間帯ごとの看護業務の特徴を把握するために、結果は、午前中の勤務帯 7：30～12：00、午後の勤務帯 12：00～16：30、日勤勤務時間終了以降 16：30～21：00 に分けて、作業場所での滞在時間割合と同様に、3 人の看護師の作業動線をパターン別に図 3-9～3-11 に示した。

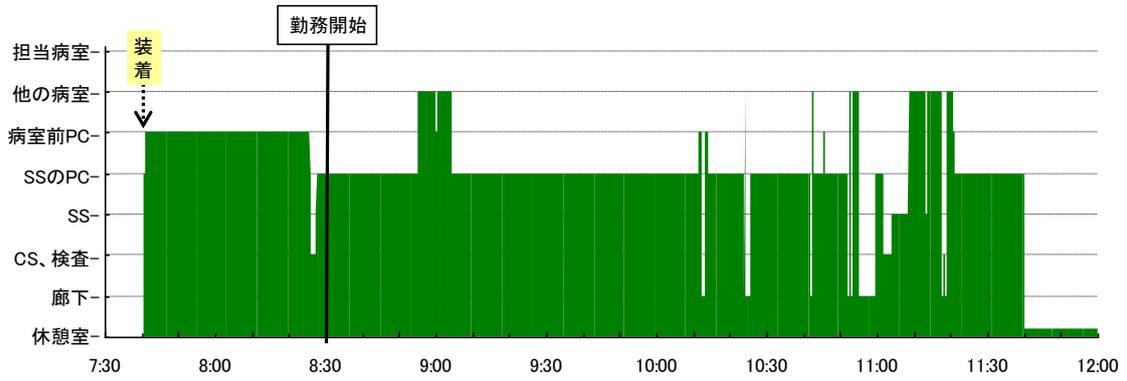
パターン A（リーダー看護師 I）の勤務開始時刻は 7:40、昼休憩時間は 11：30～12:33（63 分）、勤務終了時刻は 21:00 であった。16：50 以降の担当部屋と受持患者数は 222～224、232 号室の計 12 名であった。午前中は、病室前 PC で情報収集をし、申し送り以降は、サービスステーションのカウンターを拠点にして業務を行っていた。ナースコール対応などで病室へ行くことはあったが、ほとんどの時間、サービスステーションに滞在し、椅座位作業が多い傾向にあった。16：50 以降は、担当部屋での作業のほかに、メンバーの支援のために担当部屋以外の病室も訪室していた。

パターン B（メンバー看護師）の勤務開始時刻は 7：52、昼休憩時間は 12：44～13:30（46 分）、勤務終了時刻は 19:33 であった。担当部屋と受持患者数は、222 号室 4 名、227 号室 1 名の計 5 名であった。午前中は、申し送り終了後に、一旦担当部屋へ行ってからサービスステーション周辺で作業をし、再び担当部屋へ移動する様子があった。午後は、カンファレンスの時間まで担当部屋での作業を行い、それ以降は、記録を中心に、比較的長時間にわたる椅座位作業の傾向が見られた。17 時以降は、担当以外の患者への対応が多いようであった。

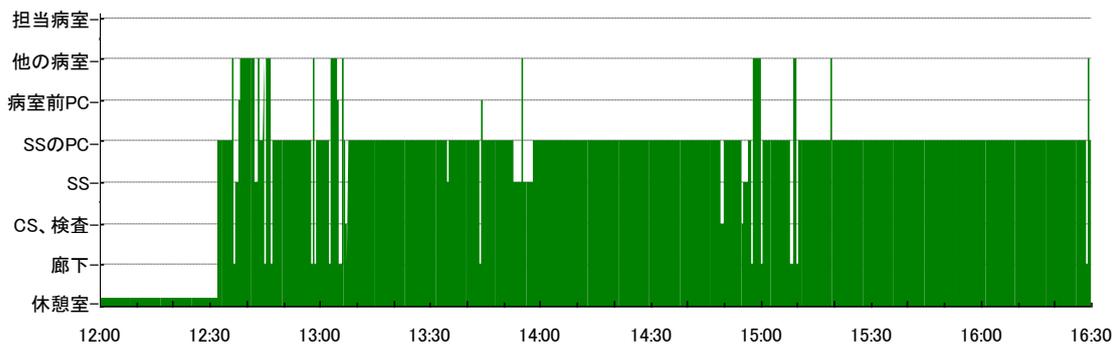
パターン C（メンバー看護師）の勤務開始時刻は 8：00、昼休憩時間は 12:53～13:41（48 分）、勤務終了時刻は 21:01 であった。担当部屋と受持患者数は、225 号室 4 名と 228 号室 4 名の計 8 名、16：50 以降は、226～228、231 号室の計 13 名であった。午前中は、申し送り以降、サービスステーションのカウンターにある電子カルテより情報収集を行ってから、担当部屋を小刻みに訪室しており、担当部

屋以外の病室に、まとまった時間滞在することもあった。午後も、担当部屋とそれ以外の病室での作業が多く、カンファレンス以降は集中的に記録業務をこなしていた。16:50以降も担当部屋、それ以外の病室へ行くことが多く、全体的に移動が多かった。まとまった記録時間を確保できたのは20:10以降であり、記録時間が長時間化していた。

【7：30～12：00】



【12：00～16：30】



【16：30～21：00】

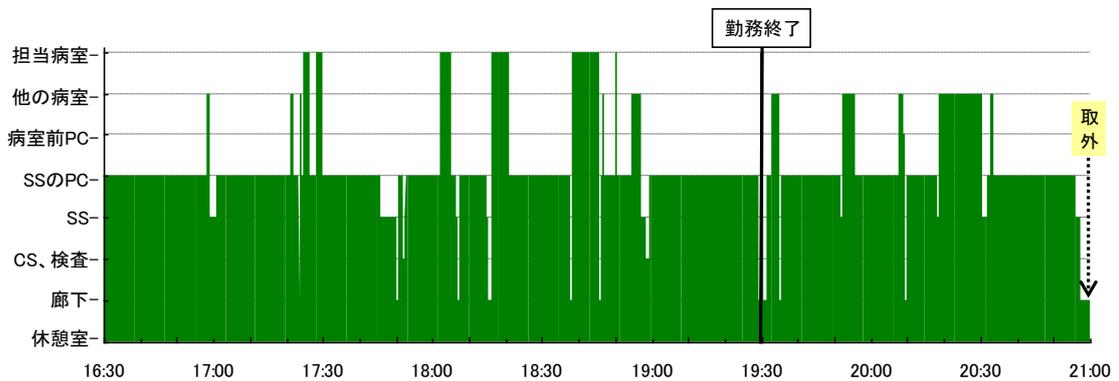
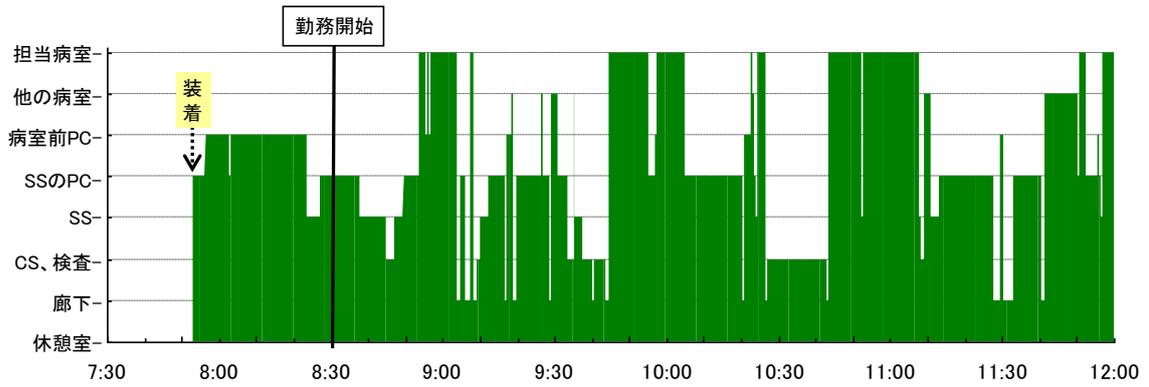
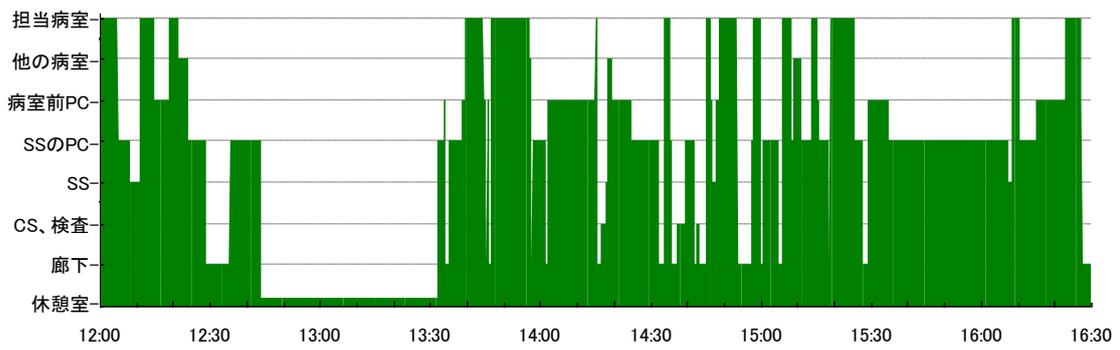


図 3-9 【パターン A】 看護師 I の作業動線

【7：30～12：00】



【12：00～16：30】



【16：30～21：00】

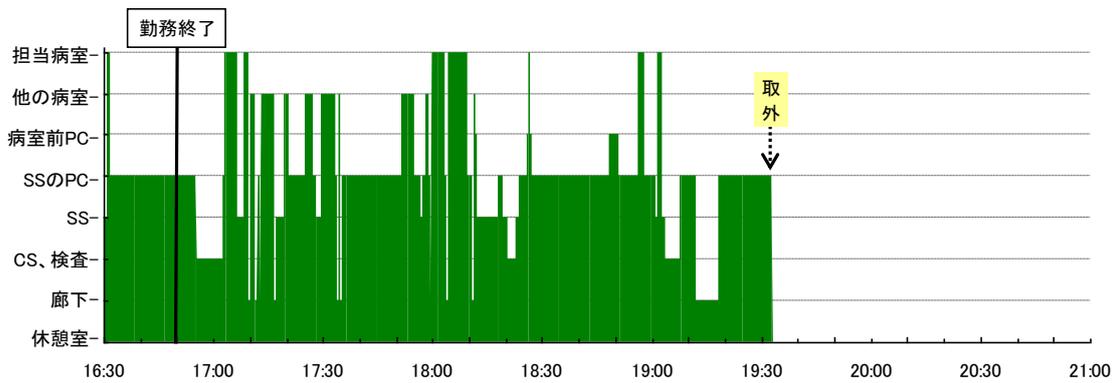
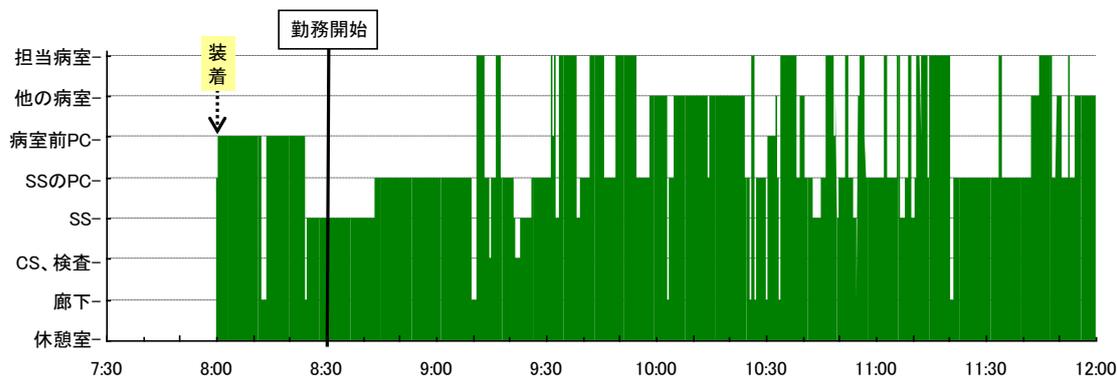
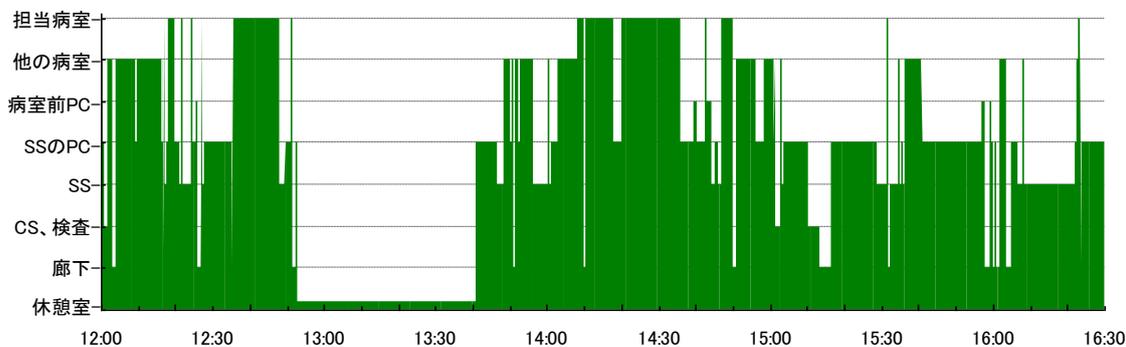


図 3-10 【パターン B】 看護師 A の作業動線

【7：30～12：00】



【12：00～16：30】



【16：30～21：00】

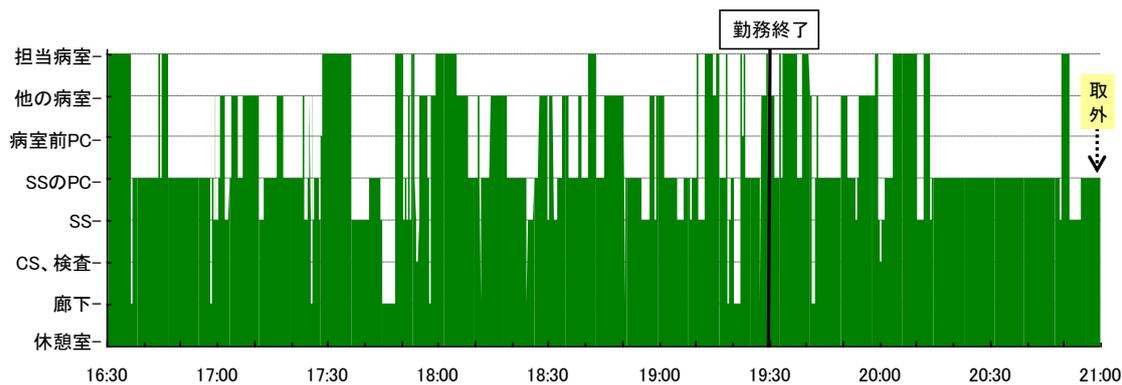


図 3-11 【パターン C】 看護師 G の作業動線

3.4 考察

3.4.1 電子カルテ使用による情報収集と記録について

電子カルテの使用時間は、勤務開始前の情報収集時に集中しており、すべての看護師が、電子カルテからの情報収集により、一日の作業計画を周到に準備する時間となっている。リーダー看護師は、電子カルテの使用時間とその使用方法が、メンバー看護師と異なっている。リーダー看護師は、担当患者を持たず、各勤務帯における看護業務のマネジメントにあたっている。主な作業としては、病棟全体の情報収集、医師からの指示受けや患者情報に関する連絡や報告、メンバー看護師への医師からの指示の伝達、患者情報に関する情報の共有、その他、業務に関する指示などの作業を行っている。これらのことから、電子カルテの使用が多く発生しており、椅座位作業の時間が長い傾向にあった。

また、マネジメントのために、入院患者全員の情報収集をする必要性があるため、メンバー看護師よりも勤務開始時刻前の情報収集の時間が長くなる傾向にあると思われる。

経験年数の長いメンバー看護師ほど、勤務開始時刻前に電子カルテから情報収集し、勤務中にこまめに記録を行っている。経験年数の短いメンバー看護師ほど、勤務中は電子カルテを使用せず、残業時間に集中的に記録を行っており、電子カルテの使用の仕方が経験年数により、異なることが示唆された。

経験年数が短い看護師は、勤務中は電子カルテを使用した情報収集や記録をほとんど実施せず、勤務終了時刻後（残業）に電子カルテによる記録を集中的に行う傾向にあり、連続的な椅座位作業時間が長い傾向にあると考えられた。経験年数が長いメンバー看護師は、勤務開始時刻前の情報収集を比較的短時間で実施し、勤務中は、空いている時間に看護ケアの記録を実施するなど、効率的に作業の時間配分をしていた。このことから、椅座位での作業時間は、経験年数の長い看護師に比べ、経験年数が短い看護師が長い傾向にあると考えられた。

3.4.2 紙カルテ使用による情報収集と記録について

電子カルテと紙カルテでは、情報収集と記録に偏りがあった。電子カルテと比較すると、紙カルテからの情報収集時間や回数は非常に少なく、紙カルテから収

集される情報は極めて限られていることが推測された。リーダー看護師は、医師からの指示受けや申し送りのための記録が中心になっていた。対象病院の特徴である急性期病棟では、急変の多い心血管系の疾病の治療管理において、病院独自に開発された診療行為の紙伝票を管理するボックスが活用されている。そのため、電子化されていない紙伝票の情報を紙カルテへ記録する時間が多くなっていると考えられる。つまり、電子カルテは、患者の症状や治療の確認をするための情報収集に使用され、紙カルテや紙伝票は、メンバー看護師への指示伝達のための記録に使用されていた。紙カルテからの情報収集は少ないが、記録においては電子カルテよりも紙カルテの使用時間が長くなっている。また、電子カルテの患者記録は、紙カルテやメモに記入した患者情報である。そのため、看護師は、同一内容について、メモや紙カルテなどへの“記載”と電子カルテへの“入力”と、二度の記録を行う必要があり、椅座位作業の時間が長時間化している傾向にあった。

紙カルテは、記録を中心に使用しているが、リーダー看護師以外の他の看護師は、他の業務の合間に実施している。そのため、記録のための紙カルテを使用している時間帯が分散したものと考えられる。経験年数の長い看護師は、処置や観察の実施後に、記録をまとめて実施しており、電子カルテの使用とともに作業が効率よく実施されていることが推測された。

3.4.3 作業場所での滞在時間の割合について

すべての看護師が最も長く滞在しているのがサービスステーションであり、特にリーダー看護師は、勤務時間の80%も滞在し、椅座位作業が多い傾向にあった。リーダー看護師は、病室において内服の説明を行う業務があるため、各病室に薬を配布するために滞在している。メンバー看護師は、サービスステーションと担当病室に多く滞在しているが、担当病室以外のほとんどの病室にも滞在している。

3.4.4 作業動線について

1) 時間帯ごとの業務の特徴について

時間帯ごとの業務の特徴として、午前業務（7:30～12:00）、午後業務（12:00～16:30）、夕方業務（16:50以降）ごとに、リーダー看護師とメンバー看護師

の作業動線を比較した。

午前業務（7：30～12：00）では、パターン A のリーダー看護師は、申し送り以降、サービスステーションのカウンターを拠点に病棟全体の情報収集、医師からの指示受けや患者情報に関する連絡やメンバー看護師からの報告受けなどを行っていた。そのため、パターン B、C のメンバー看護師に比べ、サービスステーションでの椅座位作業の時間が長くなっていることがわかった。また、ナースコールへの対応も多く、病室での療養援助・診療補助にあたる直接的な看護提供も頻繁に行っていた。

パターン B、C のメンバー看護師は、申し送り以降、サービスステーションで、その日の看護ケアや処置の準備をし、担当部屋の看護業務を頻繁に行っていた。パターン B の経験年数の長い看護師は、1 回ごとの作業がまとまった時間に行われ、記録にも多くの時間を費やしており、集中的に行うことができていた。一方、パターン C の経験年数の短い看護師は、様々な場所への移動が多く、滞在時間も短い傾向にあった。

午後業務（12：00～16：30）では、パターン A のリーダー看護師は、リーダー業務において、午前中同様に、サービスステーションのカウンターを拠点に病棟全体の情報収集、医師からの指示受けや患者情報に関する連絡や報告を行っており、椅座位作業が中心となっていた。また、12：00～12：30 までの時間は、昼休憩中のメンバー看護師が担当している部屋の配薬業務やナースコール対応のために病室を頻繁に訪室していた。

パターン B の、経験年数の長いメンバー看護師は、カンファレンス開始時間まで、療養援助・診療補助などの業務を行い、これらの業務の合間に患者の記録も実施していた。カンファレンス以降は、記録を中心に行っていた。しかし、パターン C の、経験年数の少ない看護師は、午前業務時と同様に、様々な場所への移動が多く、滞在時間も短い傾向にあった。

夕方（16:50 以降）では、パターン A のリーダー看護師は、担当部屋の看護業務だけではなく、リーダー業務として、内服薬の説明を行うため、多くの病室にもまわっていた。この時間帯は、それまでとは異なり、非常に移動が多く、受持患者の対応もあるため、業務量が多い。メンバー看護師は、看護業務が一段落して

から記録業務に集中し、椅座位作業になるが、日勤との入れ替わりの時間帯（17：00～18：00）は担当外の患者の対応が多いようであった。

2) リーダー看護師とメンバー看護師の業務の比較

リーダー看護師に比べ、メンバー看護師の業務は、受持ち患者への看護ケア提供が主な業務となるため、病室への動線が多い。しかし、回数や時間は減るにしても、リーダー看護師もメンバー看護師の業務支援やリーダー業務のために病室を訪室していることがわかった。

リーダー看護師とメンバー看護師の業務を比較すると、リーダーは病棟全体の情報を管理し、メンバー看護師も相互に情報交換をしたり、リーダー看護師に指示を仰いだりしており、サービスステーションのカウンターを指示拠点とし病棟におけるセンターとしての役割を担っていた。つまり、リーダー看護師もメンバー看護師も椅座位作業が多いことがわかった。

3.5 まとめ

電子カルテは、医療情報がデータベース化されたことにより、患者情報を医師・看護師間で共有できる。そのため、病棟に分散された端末を使用して、与薬確認、治療スケジュールの確認等を行っている。一方で、電子カルテ導入後も、紙カルテへの記録や各種伝票類での情報伝達が継続されていた。電子カルテを用いることで、病棟に分散した端末より、医師や看護師などの複数人が、同時に同一患者の情報をいつでもどこでも確認し、記録できる。しかし、電子カルテからの情報収集や患者情報の記録は、勤務時刻の前後に集中していた。特に、リーダー看護師や経験年数の短い看護師は勤務時間が長く、椅座位作業が長時間化している傾向にあった。

また、電子カルテ導入後も、紙カルテや紙伝票などの記録が残っていた。紙カルテや紙伝票などの記録を、経験年数の短いメンバー看護師は、勤務時間中にはほとんど行わず、残業時間に集中して記録を入力するため、椅座位作業が比較的長い傾向にあった。また、リーダー看護師も、経験年数の長いメンバー看護師と比べ、残業時間に集中して記録を入力する傾向にあり、椅座位が長時間になりや

すいと考えられた。

電子カルテが導入されたことにより、今までの看護業務に加えて、電子カルテを使用した VDT 作業が発生した。さらに、紙カルテへの記録業務も残っていることから、椅座位作業の時間が長時間化していることがうかがえた。また、経験年数の違いにより、連続的な VDT 作業による椅座位姿勢の長さが異なっていた。リーダー看護師は、サービスステーションでの滞在時間の割合が、勤務時間の約半分を占めており、長時間の VDT 作業を行い、連続的な椅座位姿勢が続いている傾向があると考えられた。

第4章 椅座位作業時の補助具使用による姿勢変化 に関する調査研究

4.1 目的

近年、職場における急速な IT 化に伴い、VDT 作業者の割合が増え、身体的疲労・自覚症状を感じている者は 7 割以上となっている⁴⁾。身体的疲労などの予防には、正しい姿勢やアクティブ・レスト（積極的休養）として体操などが挙げられている^{5),11)}。一般に、正しい姿勢とは、骨盤をやや前傾させることで得られるとされている。しかし、このような姿勢を意識して継続することは難しく、作業に集中しているときなどは、前傾姿勢になりやすく、骨盤が後傾しやすいと言われている^{13),14),16)}。また、正しい姿勢であっても、長時間の同一姿勢は、筋骨格系疲労にもつながる^{8),9),11)}。そこで、本研究では、作業姿勢への意識づけのきっかけとして、また骨盤の後傾を防ぎ、椅座位作業での姿勢変化を促すための補助具が有効と考えた。その補助具として、使用者に合わせて調整できるエクササイズの用具であるソフトジムニック（SOFTGYMNIC）に着目した。使用方法は、ソフトジムニックの空気量を調整し、背もたれと腰の間にクッション代わりに使用することを試みることにした。そして、椅座位作業時に補助具を使用し、作業姿勢への影響と長期間の使用状況による椅座位姿勢の変化について検討することを、本研究の目的とした。

4.2 方法

1) 調査対象者

調査対象者は、T 工業株式会社生産計画部門 8 名（男性 7 名、女性 1 名）、平均年齢は、35.25 歳であった。

2) 調査スケジュール・方法

調査は、2009 年 2 月～10 月の 8 ヶ月間にわたって実施した。スケジュールを表 4-1 に示した。

表 4-1 調査スケジュール

	方法	支援内容
ステップ1 補助具導入前	作業観察 ヒアリング	
ステップ2 補助具導入前	作業観察 ヒアリング	OA用椅子の導入 健康教育:作業姿勢
ステップ3 補助具導入一週間後	作業観察 ヒアリング 質問紙調査	健康教育:VDT作業 ストレッチの効用
ステップ4 補助具導入1ヶ月後	作業観察 ヒアリング 質問紙調査	健康教育:肩・下肢の ストレッチ
ステップ5 補助具導入2ヶ月後	質問紙調査	
ステップ6 補助具導入6ヶ月後	作業観察 ヒアリング 質問紙調査	健康教育:ソフトジム体操

3) 使用した補助具について

実験で使用した補助具は、エクササイズの用具として主に使用されているソフトジムニックを選択した。ソフトジムニックは、塩化ビニール製の球体製品である。この製品は、使用目的・使用者に合わせて大きさを調整できることが特徴である。そこで、空気量を調整して（直径 20～26cm 程度とし）、空気圧を利用することにより、背もたれと腰背部の間に入れる等のクッション代わりに使用するタイプの補助具になりえると考えた。使用方法の基本として、背もたれと腰背部の間に入れてクッション代わりに使用方法であるが、そのほかに臀部の下や大腿部の下、または大腿部の間にはさむなど、多様な使用方法を想定し、姿勢変化を促すための補助具と考えている。

4.3 結果

4.3.1 作業観察

1) 補助具導入前の観察結果

対象者 8 名中、CAD 作業者が 5 名おり、高さの異なる事務機と CAD 机の間を、移動可能なキャスター付きの椅子で行き来しながら作業をしていた。作業者のうち 3 名は、高さ調整ができないタイプの椅子で作業をしていた。使用する机の高

さが常に異なるため、CAD 机と事務机別々のそれぞれの高さに合う別々の椅子、もしくは高さ調整が容易にできる椅子の使用が必要であることを提案した。それを受けて、CAD 作業には、3月上旬に事務用の椅子が導入された。

ステップ1で作業観察を行った際に、中腰姿勢や長時間の前傾姿勢が観察された。その作業姿勢の様態を図4-1、図4-2に示した。

ステップ2（事務用椅子導入後）時点におけるCAD作業A（28歳男性）の作業場所の割合を図4-3に示した。作業場所は、CAD机が53.8%、事務机が40.4%であったが、それ以外にも、他の社員の机やコンピュータ室で作業を行っていた。

次に、作業姿勢の割合を図4-4に示した。作業中での椅座位姿勢の変化を観察したところ、椅座位作業中は、「前傾姿勢（30°未満）」が44.3%と最も多く、次に「前かがみなし」が24.2%であった。

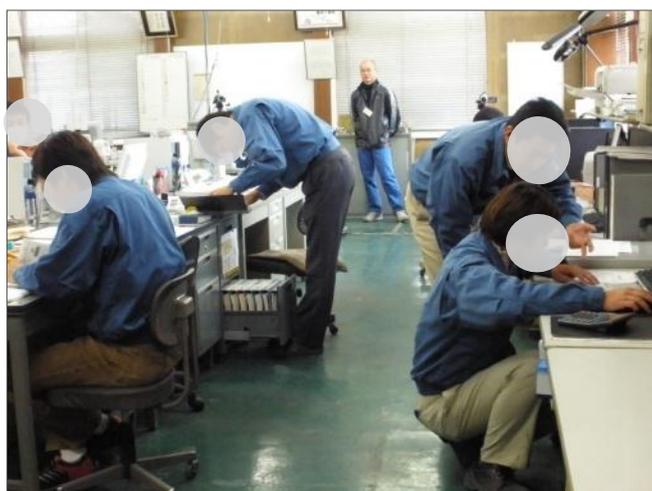


図 4-1 中腰、無理な姿勢



図 4-2 前傾姿勢の様態

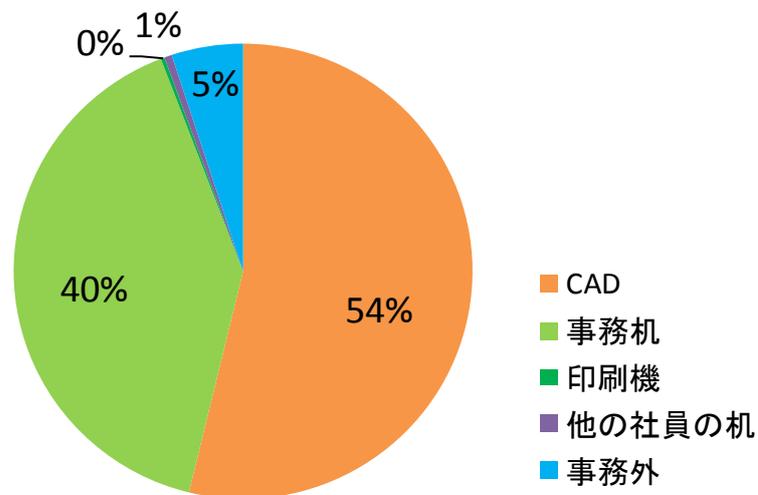


図 4-3 ステップ 2：作業場所の割合

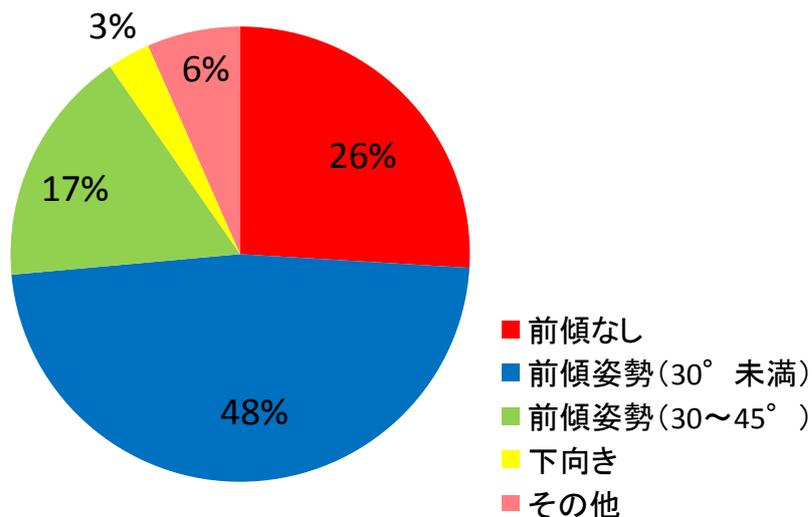


図 4-4 ステップ 2：補助具導入前の作業姿勢の割合

2) 補助具導入後の観察結果

ステップ 3（補助具導入後）時点における作業姿勢の様態を図 4-5 に示した。作業観察では、以前には椅子の背もたれから背中が離れている場面が見られたが、事務用椅子および補助具の導入により、背中を補助具が支えている様子が見られた。

作業姿勢の変化として、補助具導入直後から補助具導入 6 ヶ月後の作業 A の

作業姿勢の割合を図 4-6～4-9 に示した。

作業姿勢の変化として、作業者 A の補助具導入前と補助具導入直後による作業姿勢の割合を比較すると、補助具導入前は「前傾なし」が 26.0%であったが、導入直後は 53.8%と、約 2 倍に増加し、「前傾姿勢（30°未満）」が 47.6%から 27.3%に減少した。



図 4-5 補助具使用時の作業姿勢

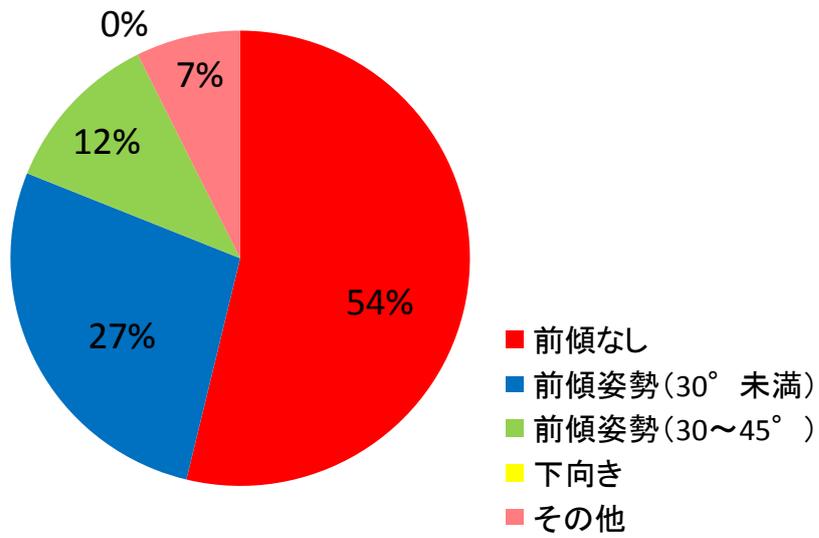


図 4-6 ステップ 2 : 補助具導入直後の作業姿勢の割合

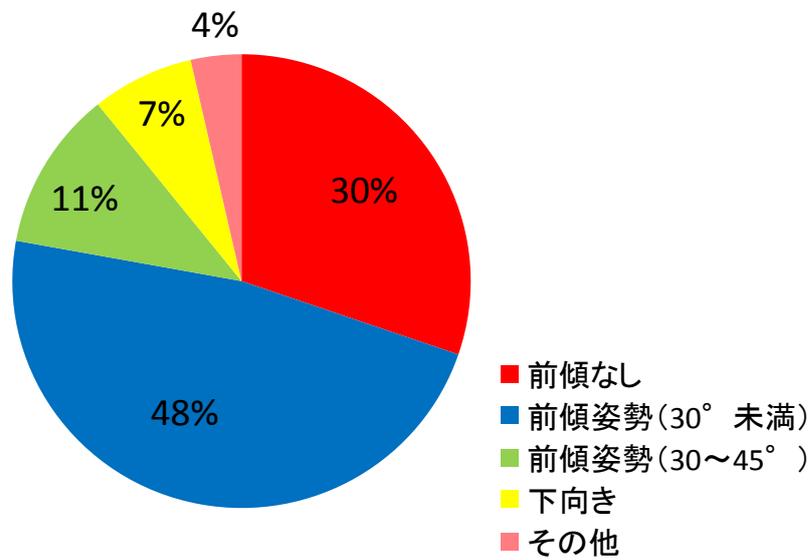


図 4-7 ステップ 3 : 補助具導入一週間後の作業姿勢の割合

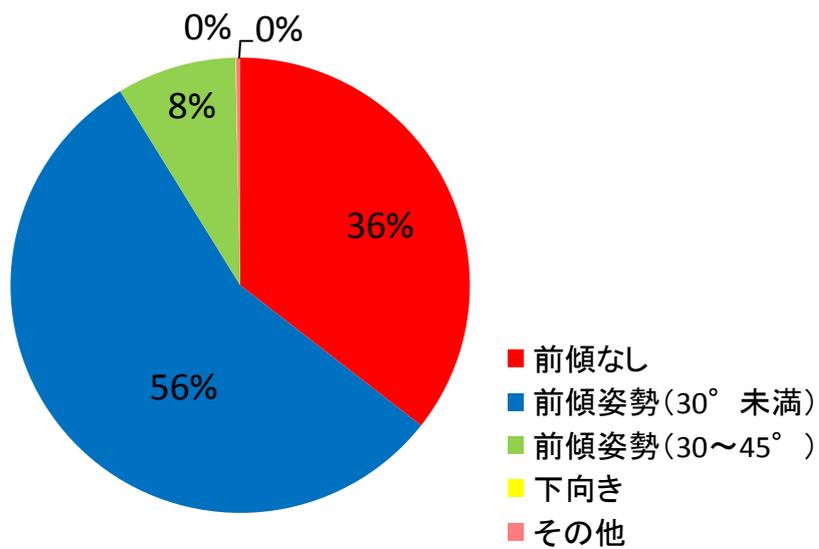


図 4-8 ステップ 4：補助具導入 1 ヶ月後の作業姿勢の割合

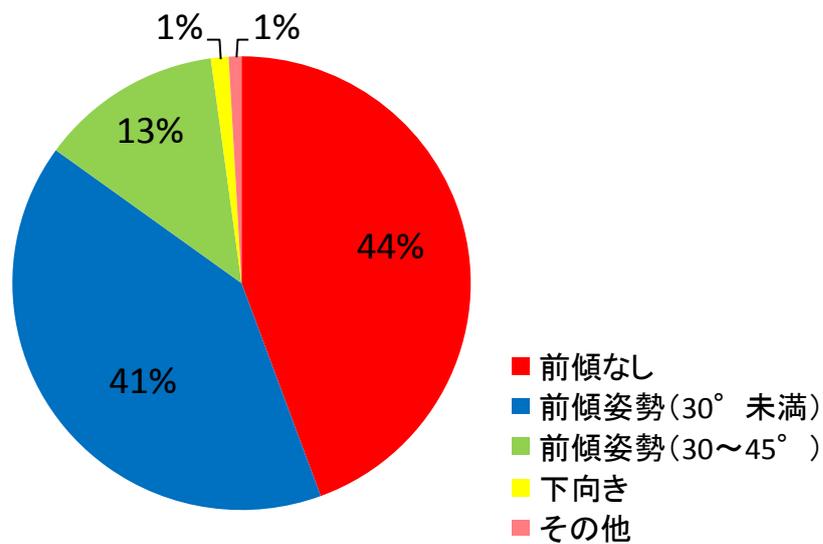


図 4-9 ステップ 6：補助具導入 6 ヶ月後の作業姿勢の割合

ステップ 3（補助具導入 1 週間後）とステップ 4（補助具導入 1 ヶ月後）、ステップ 6（6 ヶ月後）を比較すると、補助具導入直後に比べて、1 週間後は「前傾なし」の割合が 30%に減少し、補助具導入前と同様の傾向を示した。しかし、その後は「前傾なし」「前傾姿勢（30°未満）」の姿勢の割合が多くなっていた。

4.3.2 ヒアリング

1) ステップ 1（補助具導入前）

補助具導入前に、身体的な負担、精神的な負担、疲労部位、仕事中に気を付けていることについてヒアリングを実施した。

【身体的な負担】

- ・ VDT 作業を連続的に行っているため、目の疲れ、肩こり、腰痛になってしまう。
- ・ 体がだるい。

【精神的な負担】

- ・ 指導的立場のため、仕事を中断することが多い。
- ・ 疲れが取れない。
- ・ まだ仕事に慣れていない。

【仕事中に気を付けていること】

- ・ 作業姿勢に気をつける。
- ・ 背筋を伸ばしたり、体を動かしたりしている。
- ・ 椅子の高さを調整する。

【その他】

- ・ 椅子の高さを調整できない椅子があり、負担になっている。
- ・ わからないことがあればすぐに聞けるので、精神的な負担は少ない。
- ・ 通勤だけでなく、休日も車を使用するため、歩く機会がほとんどなく、運動不足である。

補助具導入前のヒアリングでは、仕事中に気を付けていることとして、「背筋を伸ばすこと」を挙げていたが、ほとんどの作業員から、意識の継続は難しいという意見があった。一方で、腰痛、肩こりがあっても特に対策などしていない作業員もいた。また、CAD の操作などを指導する立場にある作業員（3 名）以外は、CAD 作業に携わってから 2 ヶ月～2 年目と経験が少なく、VDT 作業の予防対策についてわからない様子も見られた。

2) ステップ3（補助具導入1週間後）

補助具導入後の補助具の使用状況、作業姿勢の変化、疲労部位の変化についてヒアリングを実施した。

【補助具の使用について】

- ・ 背中に補助具があたり、姿勢がよくなる。
- ・ 以前より姿勢を意識するようになった。
- ・ 前かがみになってしまうのがなかなか直らない。

【作業姿勢の変化】

- ・ 姿勢を良くしようという気持ちになった。
- ・ 意識していないけど、補助具があたるから背筋が伸びている。
- ・ 自然に姿勢が良くなっている気がする。

【疲労部位の変化】

- ・ 腰痛が楽になった。
- ・ 背中が押されて気持ちがいい。
- ・ 補助具があると、腰が楽。
- ・ 使用してまだ少しだから、変化を感じない。

補助具導入後のヒアリングでは、補助具が導入されたことで「姿勢が良くなる」「背筋が伸びている」など、姿勢の変化を感じており、また「腰が楽になった」といった意見があった。一方で「動くと落ちそう」「置く場所がない」「(椅子に)付いていないため、手で補助具の位置を変えないといけないので作業が止まる」と補助具の使いにくさについての意見もあった。

3) ステップ4（補助具導入1ヶ月後）、ステップ6（導入6ヶ月後）

補助具導入直後と同様に、補助具の使用状況、作業姿勢の変化、疲労部位の変化についてヒアリングを実施した。

《ステップ4：補助具導入1ヶ月後》

【補助具の使用について】

- ・ 意識しないと、同じ姿勢になる。補助具の場所を変えることで姿勢が変わる。

- ・ 補助具があると意識を高めやすい。
- ・ 使うことに対して、最近は違和感がなくなった。社内での理解も得やすくなった。
- ・ 補助具があった方が楽。背中あたりで使うのがいい。
- ・ 腰に当て、もたれるような感じに使っている。生理のとき、お腹にあてると楽になる感じ。
- ・ 前は使ったり、使わなかったりしていて、違和感があった。しかし、空気を抜いたら気にならなくなった。

【作業姿勢の変化】

- ・ あるのとないのとでは、感覚が違う。正しい姿勢にしなくてはいけないと意識しやすくなった。きっかけになっている。
- ・ 補助具がないと気になるくらいになった。触れている感じがいい。書類を手にもって見るようになった。
- ・ 補助具があった方が、意識しやすい。姿勢を伸ばそうとする。
- ・ 意識は高まった。姿勢を正そうという感覚は強くなった。

【疲労部位の変化】

- ・ 体が楽になった。
- ・ 腰の痛みがなくなった。

補助具導入直後のヒアリングでは、補助具が導入されたことで、「姿勢が良くなる」「背筋が伸びている」など、作業姿勢の変化を感じており、1ヶ月後も同様に姿勢への意識が高まっている傾向であった。使用している間に、空気量を調整したり、補助具を入れる場所を変更したりしていた。疲労などについては、「腰が楽になった」「補助具があった方が楽」といった意見が挙げられた。一方で「椅子に置きっぱなしで、そのまま座っています」「補助具が落ちやすいため、今の椅子には使いにくい」といった意見があった。しかし、継続的に使用することで、「導入直後に見られた手で補助具の位置を変えないといけないので作業が止まる」といった意見については、補助具の入れ直しが気にならなくなった、苦じゃなくなったといった、補助具の使用に慣れてきた様子が見られた。

《ステップ6：補助具導入6ヶ月後》

【補助具の使用について】

- ・ 気づいたら、前かがみになっていたときは使っていたが、このところ、それがおろそかになってきた。
- ・ あまり、姿勢を意識しなくとも、姿勢がよくなってきた。
- ・ 入れていると気持ちいい。今後も、使うと思う。伸びるときに、クッションになって伸びる気がする。
- ・ 痛い時につかう。前よりは使っていない。忘れちゃうから。
- ・ 使わなくなった。いつのまにか。

【作業姿勢の変化】

- ・ 使わないときより、意識しやすい。効果は分からない。固まらないうちに、伸びをしたりしている。ほっとくと痛くなるので。

【疲労部位の変化】

- ・ 腰に痛みがあるときは、最初から入れたりもする。入れると違うような気がする。座るときに少し和らぐ感じ。

【使いにくさ】

- ・ 使わなくなった。印刷の紙を取る時など落ちるから、カバーがあるといいかなど。
- ・ 深く座れない点は困るが、空気で調整するからいい。
- ・ 転びそうになったがいたので、ある程度、固定（座面から浮いている状態）されていた方がいい。

補助具導入6ヶ月後のヒアリングでは、補助具を使用する機会が少なくなったと答える者が多かった。補助具が導入されたことで「前かがみになっていた時に使用する」「腰が痛い時に使用する」といった意見から、作業姿勢に対する意識が変化したり、補助具を使用する時を自分なりに選択している者がいた。一方で、「いつのまにか使わなくなった」「忘れてしまう」という者もあり、継続的な使用に課題が見られた。また、使用しなくとも姿勢がよくなった、お昼休みの時に枕として使用するとリラックスできるという意見もあった。椅座位作業時の補助具とし

て継続的に使用するだけでなく、他の使用方法も試みられた。

また、補助具を使用しやすくするための改善方法として、「補助具の上に座ってしまったり、落ちてしまったりするから、補助具を固定するもの（シートカバー）などがほしい」といった意見が挙げられた。以上の意見を参考に、シートカバー作成に取り組むこととした。

4.3.3 補助具の使用感についての質問紙調査

ステップ5（補助具導入2ヶ月後）、ステップ6（補助具導入6ヶ月後）では、補助具の使用感について質問紙調査を実施した。

補助具の「使いやすさ」「使い心地」「座り心地」「作業姿勢の意識」「体操やストレッチの実施」「身体の疲れ」について、4段階で回答を求めた。「使いやすさ」は『使いやすいー使いにくい』、「使い心地」と「座り心地」は『満足ー不満足』、「作業姿勢の意識」と「体操とストレッチ」は『意識しているー意識していない』、「身体の疲れ」は『疲れを感じているー感じていない』で評価した。

8名の平均値を図4-10に示した。補助具導入直後に比べて、導入2ヶ月後では、すべての項目で評価が向上した。「使いやすさ」「作業姿勢」「体操やストレッチ」「身体の疲れ」の項目で、統計的に有意な差が見られた（ $p < 0.01$ ）。特に、「使いやすさ」「作業姿勢」「体操やストレッチ」「身体の疲れ」の項目で、顕著な差が見られた。しかし、導入6ヶ月後では、導入直後に比べて、すべての項目で評価が高かったが、導入2ヶ月後より評価が低くなっていた。

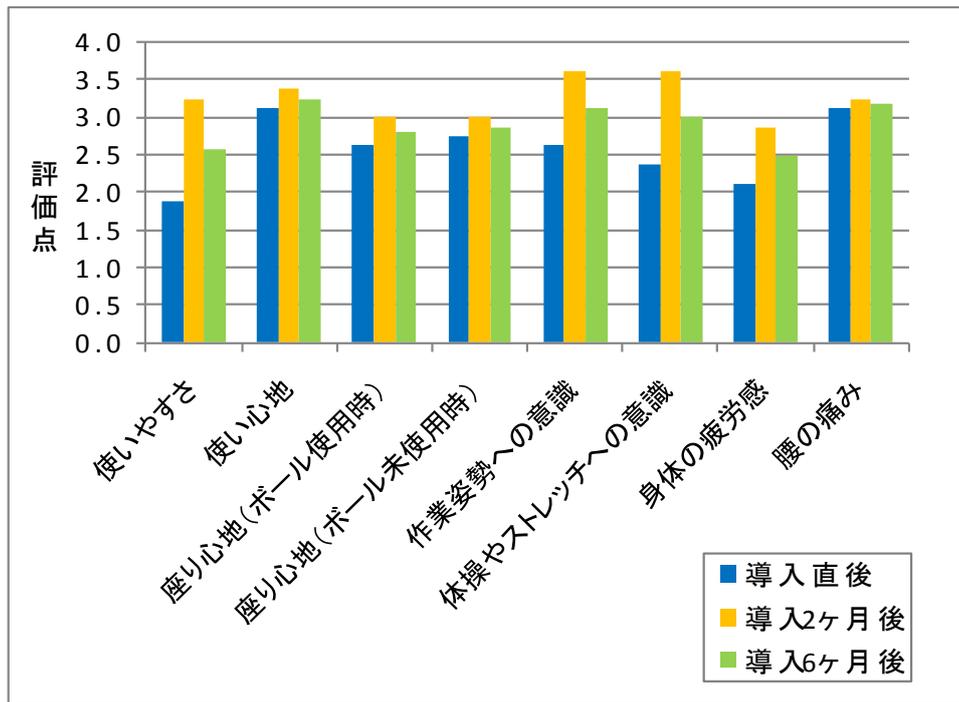


図 4-10 「補助具の使用感」 についての評価

4.4 考察

補助具導入前の現状調査では、観察時に、作業中の姿勢が前傾姿勢となることが多く、ヒアリングにおいても、ほとんどの作業者が、前傾姿勢になってしまうことを気にしていた。対策として「背筋を伸ばす」などが挙げられていたが、なかなか意識することは難しいといった意見が挙げられた。

前傾姿勢の原因としては、事務机と CAD 机の高さが異なり、椅子の高さ調整ができないこと、また、作業姿勢に関係することとしては、印刷物を取るときに無理な姿勢になることや、また中腰になりやすいなどが挙げられていた。

使用している椅子については、4脚のうち、高さ調整ができない椅子も使用されていた。また、クッションが置かれている椅子、置かれていない椅子があった。

新 VDT ガイドラインでは、椅子については、複数の作業者が交替で同一の椅子を使用する場合は、作業員一人一人が自分の体形に合った高さに容易に調整できるよう、ワンタッチ式など調整が容易なものがよい⁵⁾。床からの座面の高さの調整範囲は、大部分の作業員の体形に合わせることができるよう、370～430mm 程度の範囲で調整できることが望ましい。机や作業台については、高さ調整ができな

い机又は作業台を使用する場合は、床からの高さは概ね 650～700mm 程度のものを用いることが望ましいとされている。

生産計画部門で使用されている椅子の高さは 400mm、CAD 机は 670mm、事務机は 735mm であった。それぞれの高さについては、新 VDT ガイドラインで推奨されている範囲内となっていた。しかし、使用する机の高さが常に異なっている。そのため、CAD 机用と事務机用で別々の椅子を使用すること、もしくは、椅子の高さ調整が容易にできるものを使用することが必要と考えられる。また、椅子の座り心地が、VDT 作業における腰のこりと痛みに最も関連することがわかっている⁵⁾。このことから身体的な負担の軽減として、椅子の改善が最も必要と考えられた。また、人材育成の一つとして行なわれている「小集団活動」の中で、作業環境を変えることを目的として、「音楽をかける」「ブラインドの設置」「加湿器を置く」などの具体的な提案が現場から挙げられた事例があった。

事務用椅子導入後と補助具導入後における作業観察では、以前には椅子の背もたれから背中が離れている場面が見られた。しかし、事務用椅子の導入と補助具の導入により、背中を補助具であるソフトジムニックが支えている様子が見られた。

ヒアリングでは、身体的な負担の変化がみられない人もいたが、負担が軽くなったと答えた人もおり、事務用椅子の背面が大きいことによる姿勢の安定が図れていたと考えられた。しかし、補助具導入前と同様に、姿勢への意識は難しいという意見があり、観察時でも、図面や書類を見るときは、より前傾して前のめりになる傾向が見られた。作業観察の結果では、補助具導入前は、「図面を見る」という作業が多く、「前傾姿勢 (30°未満)」「前傾姿勢 (30～45°)」の作業姿勢の割合が高くなっていた。しかし、午後の補助具導入後には、「前傾なし」の姿勢割合が高くなっていた。午後の作業では、VDT 作業は前傾姿勢になりやすいという作業姿勢の特徴を考えると、補助具使用による姿勢変化があったと考えられた^{13),50)}。しかし、図面などを見るときなどは、やはり前のめり姿勢になりやすく、課題が残る。

ヒアリングでは、補助具の使用により、補助具があることで背中を意識しやすい、背筋が伸びているような気がするなどの反応があり、補助具の導入によって

姿勢に対する意識が向上したと考えられる。補助具であるソフトジムニックは、受け身的に使用でき、意識しなくとも背中に補助具があたる。しかし、補助具は固定化されていないため、背中から離れると落ち、また移動するたびに入れ直さなければならない。そのため、作業が止まるという特徴があり、ヒアリングにおいても、「動くと落ちそう」「手で補助具の位置を変えないといけない」「移動のときには面倒」との意見があった。補助具は球体で、不安定であることから、作業者にとっては、それが使いにくい要因となっていた。

椅座位作業における長時間の同一姿勢は、同じ部位に長時間の緊張を与え、筋骨格系の負担となっている^{4),24),80)}。また、VDT作業は、姿勢が拘束されやすいことがわかっている^{13),14),15),16),81),82)}。そのため、補助具が固定されていないことにより、作業を止め、補助具を入れ直すなどの動作が、同一姿勢を防ぎ、姿勢変化を促す役割を果たしている示唆された。そして、椅座位による、作業負担の軽減になりうると考えられた。

作業観察における作業姿勢の変化では、補助具導入前と補助具導入後での作業姿勢の割合を比較した結果、補助具導入後では前傾姿勢の割合が減少していた。このことから、補助具が作業姿勢の改善につながっていることが示唆された。また、事務用椅子を利用していない作業者も、補助具を使用している間に姿勢に対する意識の変化がうかがえたことから、椅子の種類に関わらず、補助具を使用することによって、姿勢への意識づけの効果があるものと推察される。

質問紙調査では、ヒアリングの結果と同様に姿勢への意識の変化がうかがえた。腰痛、肩こりがあるものの、対策へ関心がなかった受動的態度の作業者にも、姿勢を良くしようという意識が芽生えており、補助具がさらに意識を継続させるツールとなっていると考えられる。

補助具の使用から2ヶ月後の質問紙調査では、「使いやすさ」だけでなくすべての項目で評価が向上した。このことから、補助具の使用に慣れることで、使い心地の満足度も上がり、身体的負担が減少し、腰痛の軽減になっていることが示唆される。しかし、補助具導入6ヶ月後には、すべての項目で評価が低下した。白石らは、アンケート調査で調べる場合、椅子の長期の使用では評価が下がることを報告しており、今回の結果は、これと同様の傾向を示したと考えられる⁸³⁾。し

かし、時間が経つにつれて、補助具の使用頻度が減少傾向にあることや、補助具が落下したり入れ直したりするために作業を止めなければいけないなど、継続的な使用に向けた課題が示された。

4.5 まとめ

補助具は、作業姿勢の改善とともに、作業姿勢への意識づけや作業中の姿勢を支えるツールになっている。なお、慣れるまでに時間を有するものの、時間の経過により、使いやすくなると考えられる。

作業姿勢の改善を目的とした補助具は、作業姿勢に変化をもたらし、姿勢への意識付けとなっていることが示唆された。しかし、補助具を入れ直すために作業が止まることや、作業を止めなければいけないなどの課題もある。また、補助具を使用しているものの、書類の記入や図面の確認などでは、前傾して前のめりになりやすいこと、また、猫背の作業者に対する姿勢改善など、補助具使用時の課題も多く残っている。

しかし、連続した同一姿勢が作業負担につながることを考えると、逆に、作業が止まることは、同一姿勢を予防する一つのツールとして捉えることができる。そのため、このことを作業者に理解してもらえそうな働きかけをしていきたい。また、作業者により補助具の空気の調整具合も異なるため、筋負担の少ない空気の調整具合の目安なども、今後の検討課題として考えられる。

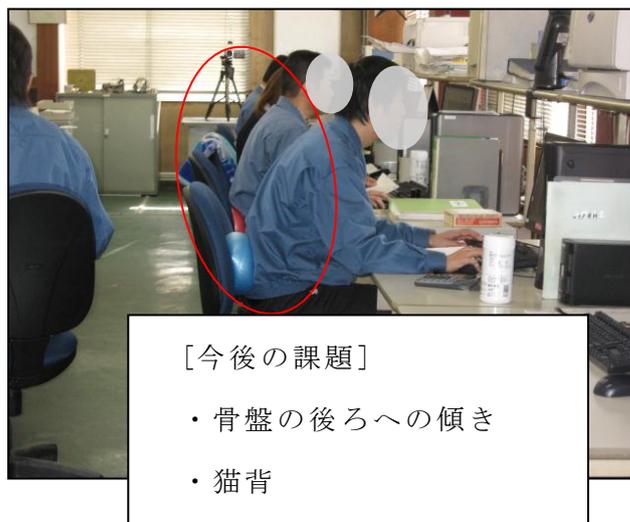
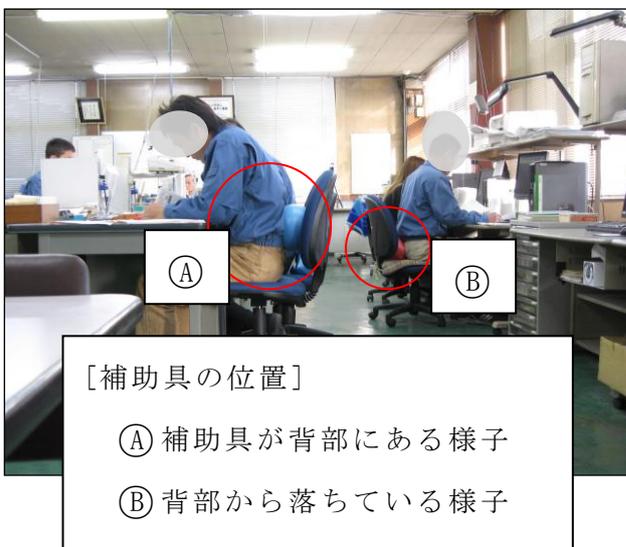
筋骨格系の疲労に対する予防には、作業姿勢だけでなく、体操やストレッチが重要であるとされているが、仕事の中に新たな動作を入れることの困難さを考慮すると、ストレッチを実施するタイミングなどを含めて、職場ごとに予防対策を検討する必要がある。

なお、本調査では、作業者の主観的な評価と観察調査を中心に行ってきた。今後は、客観的な評価手法として、補助具使用により観察された上体の姿勢変化の計測を試みることにした。加速度センサを用いた上体の姿勢変化を定量評価する実験的手法の必要性が考えられた。

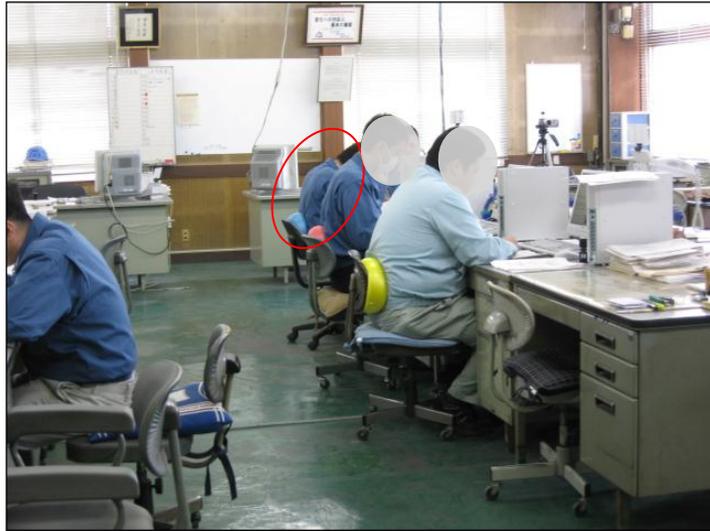
資料：作業観察時にみられた作業姿勢（写真）

○補助具の使用状況

【事務用椅子と補助具使用の様子】



- ・新しく導入された事務用椅子に比べて背面の面積が狭いが、背面と背中の中に置くことができ、背中を支えている。



- ・ 補助具を使用しているが、書類を書くときなど、前傾して前のめりの姿勢になりやすい。



- ・ 書類を取るときも落ちることなく、背中へフィットしている。

第5章 椅座位における作業姿勢に対する姿勢評価 の有用性について

—加速度センサを用いた上体の姿勢評価—

5.1 目的

一般に、オフィスと呼ばれる職場では椅座位作業が多く見られる^{2), 3)}。近年、職場のIT化に伴い、椅座位での作業時間が長時間化している傾向にあると言われている^{4), 6)}。

椅座位作業における長時間の同一姿勢は、同じ部位に長時間の緊張を与え、筋骨格系の負担となっている^{5), 8), 9), 10), 11), 36)}。特に、VDT作業は、姿勢が前傾になりやすく、拘束されやすいことがわかっている^{13), 80), 81), 82)}。VDT作業のような拘束性の高い椅座位姿勢は、調査者による目視やビデオ撮影による動作分析では、微細な動きの計測には限界がある。そのため、姿勢変化を、より鋭敏に捉える事ができる有用な姿勢評価手法の確立が望まれている。

VDT作業時には、上体が前に傾いた姿勢を取る作業者が多いこと、また拘束姿勢になりやすいという特徴から、本研究では、椅座位作業時の上体の傾斜角度に着目する。そして、上体の傾斜角度を定量評価することを試みることにした^{50), 82)}。

そこで、近年、小型・軽量化され、加速度の方向に対する傾きを検出できる加速度センサに着目した^{52), 53), 54)}。すでに、加速度センサを用いて、作業姿勢分析、歩行動作や姿勢分析、睡眠時の姿勢の推定などの研究がされている^{55), 56), 57), 58), 59), 60), 61), 62)}。しかし、椅座位での経時的な姿勢変化や、長時間同一姿勢が続く椅座位作業時における姿勢を測定した研究は少ない^{42), 47), 49), 51)}。

本研究では、長時間の椅座位における作業姿勢を計測する方法として、加速度センサを用いた評価手法の有用性を検討することを目的とした。加速度センサを用いて上体の傾斜角度を計測し、また補助具の有無による作業姿勢の変化を調べることを合わせて行い、加速度センサによる評価手法の有用性を明らかにする。

5.2 実験 I

5.2.1 被験者

被験者は、健常な男性 5 名、平均年齢は、 22.6 ± 0.9 歳であった。

5.2.2 実験手順

実験 I では、加速度センサと表面筋電図を装着した被験者に、椅座位姿勢の状態で、上体を 5 秒間で 45° まで前傾させ、その後 5 秒間で背もたれに上体を戻す動作を 5 回行わせた。

5.2.3 測定項目

1) 加速度センサ

実験で用いた加速度センサ装置「R-BIT (Radio type Bio-Information Tracer) : 株式会社アール・アイ・イー」を図 5-1 に示す。R-BIT は、本体と受信機から構成されている。



図 5-1 加速度センサ

加速度センサは、前後方向を X 軸、左右方向を Y 軸、垂直方向を Z 軸とした、3 軸の方向の加速度を 204.8Hz で検出する。3 軸の加速度からの前後方向、左右方向の算出は、 $\pm 1^\circ$ 未満の精度で、微細な体動から傾斜角の変換が可能である。

受信した 3 軸加速度データは、A/D 変換され、パーソナルコンピュータ上でリアルタイムに 3 軸の加速度が記録されると同時に、波形としてディスプレイ上に表示される。

加速度センサによる計測においては、装着部位は背部とし、加速度のデータから上体（体幹軸）の前後方向の角度を算出し、1秒間あたりの平均した値を代表値とした。5回の繰り返し動作のうち、4、5回目の、前後方向の傾斜角度の各被験者の平均値を算出した。個体差を考慮し、ここでは肩峰と大転子が一直線上になる椅座位姿勢の傾斜角を基準値とし、角度ゼロとした（図 5-2）⁵¹⁾。基準値の検出方法は、実験開始 30 秒前の 10 秒間の下記の椅座位姿勢（図 5-2）での静止状態における傾斜角を算出した。基準値より前方への傾斜はプラス（+）、後方への傾斜をマイナス（-）と表記した（図 5-3）。

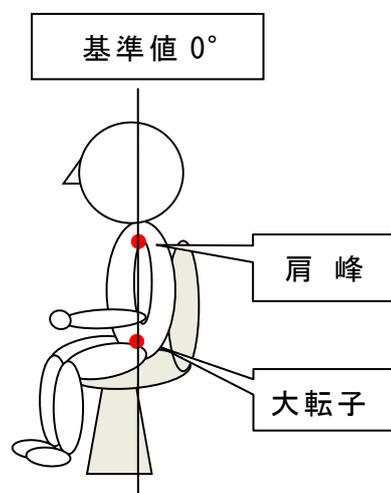


図 5-2 上体傾斜角度の基準値

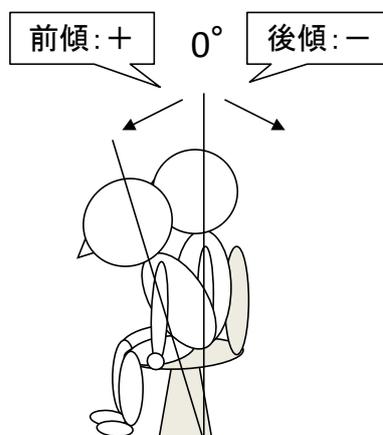


図 5-3 上体傾斜角度の表記について

2) 表面筋電図

動作中の筋活動量を測定するために表面筋電図測定を行った。測定部位は、左右の腰筋とした。多用途生体アンプ (TEAC BA1008) を使用し、フィールドレコーディングユニット (TEAC ES8) に記録した。測定データは A/D 変換し、1,000Hz でサンプリングを行い、1 秒間あたりの積分値を算出した。

5.3 実験 II

5.3.1 被験者

被験者は、健常な男女 11 名 (男性 5 名、女性 6 名)、平均年齢は、 22.7 ± 2.0 歳であった。

実験に際しては、被験者に本研究の主旨と目的を文書と口頭で説明し、実験に対する同意を得た。

5.3.2 実験手順

被験者の椅座位作業での上体の傾斜角度の変化をとらえ、同時にビデオカメラで、被験者の姿勢変化を側方から記録した。

実験では、加速度センサを装着した被験者に、パソコンによる課題文章の入力作業を行わせた。また、補助具の有無による椅座位作業の姿勢変化を調べることも合わせて行うこととし、「通常の入力作業」(以下、「補助具なし」と記す)、「補助具使用による入力作業」(以下、「補助具あり」と記す)の 2 条件について、各 1 時間ずつ実施した。

本実験で使用した補助具は、エクササイズ用具であるソフトジムニックで、背もたれと背中の中に入れて使用させた。

本実験で使用したデスクの高さは 700 mm、椅子の高さは被験者が調整を行った。椅子は、内田洋行の『コアチェア フルサポートスタンダード型』を使用した。この椅子の特徴は、最前傾時に、ホールド感を維持するために〈背もたれ反力〉を強くした構造となっていることである。身体を適切にフィットするタイプと異なる。そして、背もたれがロックタイプであることから、上体の不安定性を捉えやすいと考えた。なお、内田洋行では、ロングラン・チェアとして、長きにわ

たり販売されており、一般的に使用されている事務用の椅子であると考えた。

VDT 機器は、NEC パーソナルコンピュータ PC-VX9007F、ディスプレイは、17 インチの液晶ディスプレイ (LCD) を使用した。課題に用いた文章は、石川啄木の句集『一握の砂』から抜粋して提示した。MS-Word を使用し、課題文章を画面左側に提示し、右側の画面に課題文章である句集を入力させた。キーボードの位置は被験者が調節したが、パソコン画面との視距離は、おおむね 40cm になるように指示した。

実験では、課題文章の入力作業を 30 分間実施し、5 分間休憩を取り、その後、入力作業を 30 分間行った。「補助具なし」と「補助具あり」の条件での実施は、1 日以上間をあけ、2 日に分けて行った。なお、「補助具なし」→「補助具あり」の順で測定する群、「補助具あり」→「補助具なし」の順で測定する群の 2 群に分けて実験を行った。実験の様子と実験の流れを図 5-4、5-5 に示す。



図 5-4 実験の様子

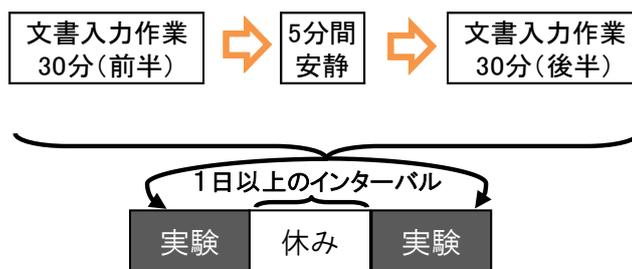


図 5-5 実験の手順

5.3.3 加速度センサによる計測

本研究では、パソコンの入力作業時に生じる上体の姿勢変化を追跡することを目的として、加速度センサを被験者の背部（第4胸椎）にテープで固定して、装着した（図 5-6）⁵⁸⁾。

被験者の背部に加速度センサを装着するため、背部の傾斜が被験者ごとに異なる。その個体差を考慮し、ここでは、肩峰と大転子が一直線上になる椅座位姿勢の傾斜角を基準値として、角度ゼロとした^{51),57)}。基準値の検出方法として、各実験の作業開始1分前の10秒間における、上記の椅座位姿勢の静止状態での傾斜角とした。静的な姿勢変化を検討の対象としているため、1秒より短い時間の中での姿勢変化はないものと仮定した。検出した前後方向、左右方向の傾斜角度から、1秒間あたりの平均値を集計した。

基準値より前方への傾斜はプラス（+）、後方への傾斜をマイナス（-）と表記した。左右方向では、鉛直方向0°より右へ傾きがある場合はプラス（+）、左へ傾きがある場合はマイナス（-）値で検出されるが、姿勢変化を捉えることが目的のため、左右への傾斜をともにプラス（+）で表した（図 5-7）。



図 5-6 加速度センサ装着の様子

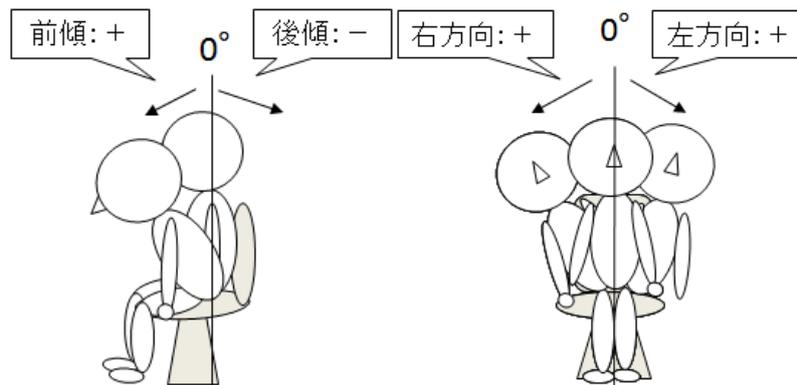


図 5-7 前後方向の傾斜角度 左右方向の傾斜角度

5.3.4 統計処理方法

統計処理は、SPSS18 for windows を使用し、有意水準を 5%未満とした。対応のない t 検定にて、実験条件である、補助具の有無における上体の前後方向、左右方向の傾斜角度の比較を行った。また、補助具の有無と、前半 30 分、後半 30 分の実験時間を 2 要因として、傾斜角度比を二元配置分散分析で比較した。

5.4 結果

5.4.1 実験 I の結果

5 回の繰り返し動作のうち、4、5 回目の腰筋の筋活動量と前後方向の傾斜角度の平均値を図 5-8 に示した。

動作開始前は、前後方向が -10.8° 、腰筋（右）が $181.4\text{mV}\cdot\text{s}$ 、腰筋（左）が $130.7\text{mV}\cdot\text{s}$ で、4 回目のもっとも深い前傾時は 46.1° 、腰筋（右）が $236.9\text{mV}\cdot\text{s}$ 、腰筋（左）が $281.4\text{mV}\cdot\text{s}$ であった。前後方向の角度が大きくなると同時に筋活動量も増加しており、上体の傾斜角度変化と筋活動量の変化が一致することが確認された。

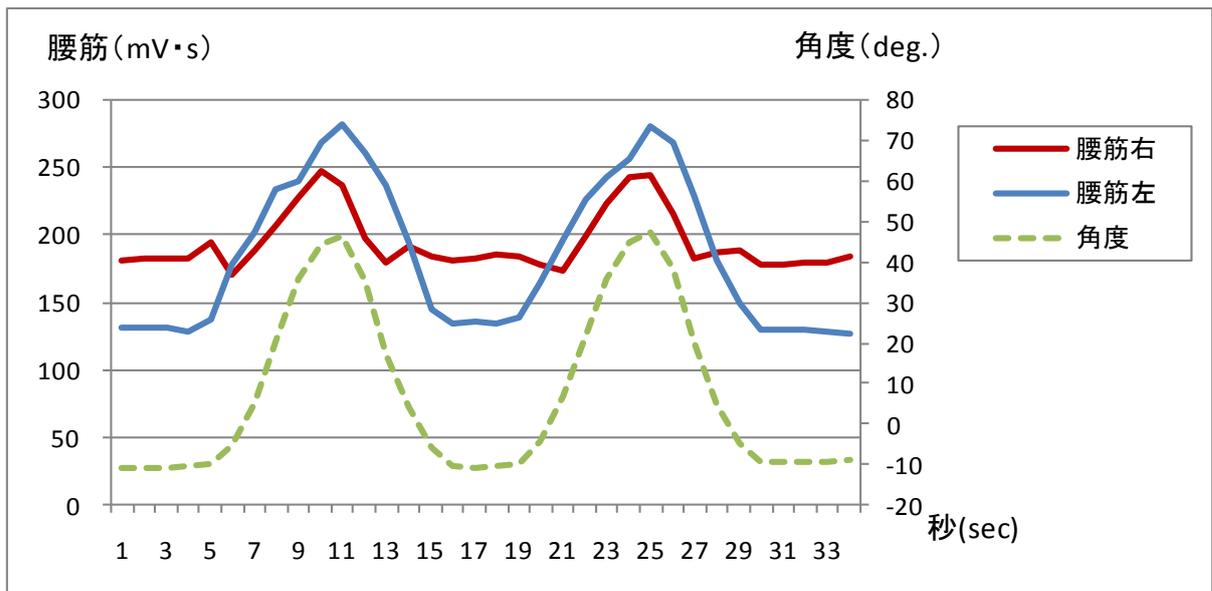


図 5-8 前後方向の角度変化と筋活動量の推移

5.4.2 実験Ⅱの結果

1) 前後方向と左右方向の傾斜角度の推移について

加速度センサにより、上体の前後方向、左右方向の傾斜角度を算出したことから、椅座位作業での上体の傾斜角度の経時的変化が明らかとなった。

時間経過による姿勢変化の推移では、実験条件である補助具の有無による前後方向と左右方向の傾斜角度について、全被験者の1秒毎の平均値を図5-9、5-10に示した。

前後方向と左右方向の傾斜角度の推移では、経時的な姿勢変化が明らかになるとともに、実験条件別による傾斜角度の違いも明らかとなった。実験条件別による姿勢変化の比較を視点とすると、前後方向では、補助具を使用するよりも、通常の入力作業の方が、傾斜角度が終始大きい傾向にあった。左右方向では、前半は、通常の入力作業の方が傾斜角度が小さく、時間の経過とともに、傾斜角度が大きくなっていった。補助具を使用した場合は、実験開始直後は、傾斜角度が多く、時間の経過に伴い、傾斜角度が小さくなっていった。左右方向での傾斜角度の平均値は最大でも6°程度であることから、加速度センサが静的な姿勢変化を鋭敏に捉えていると考えられる。また、実験条件別による姿勢変化の特徴を明確に示していた。

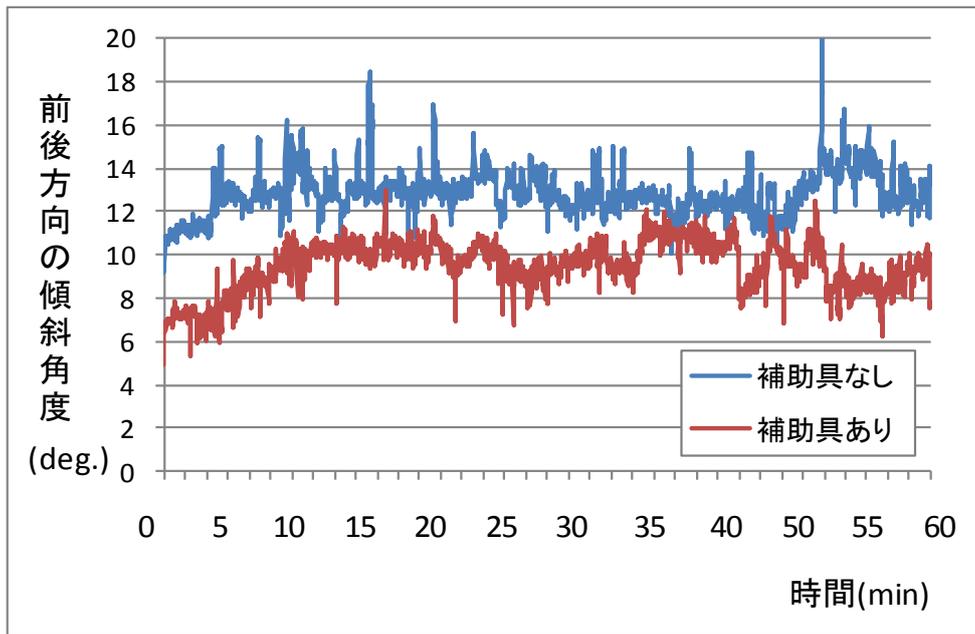


図 5-9 前後方向の傾斜角度の時系列変化
(全被験者の平均値)

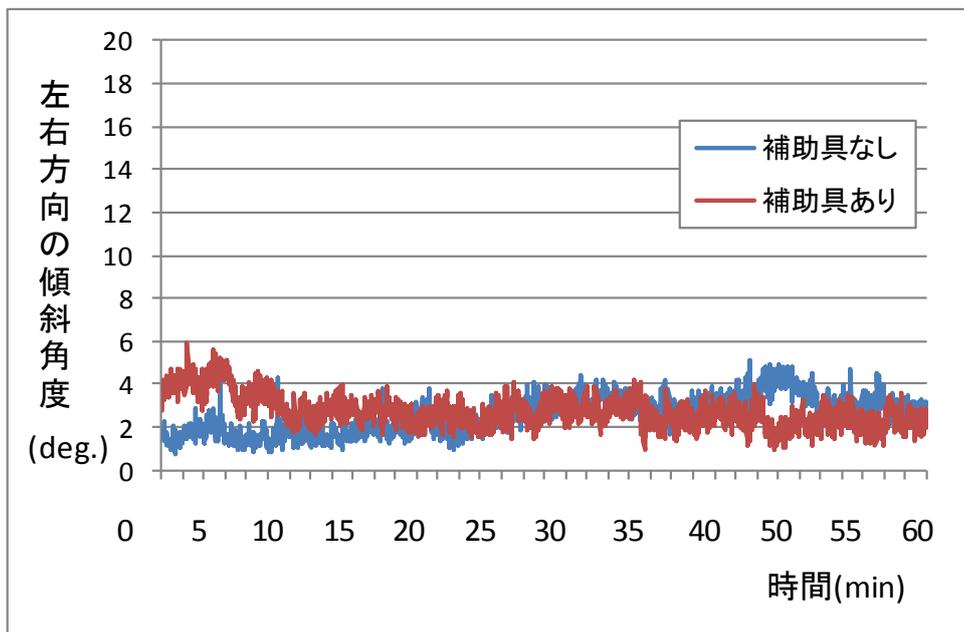


図 5-10 左右方向の傾斜角度の時系列変化
(全被験者の平均値)

前後方向の傾斜角度の推移と、ビデオからの動作を合わせて確認した結果を図 5-11 に示した。被験者 A の前半 10 分間の顕著な傾斜角度の変化時では、「LCD を

見る」「キーボードを見る」などの動作が見られ、VDT 作業と姿勢変化の関係は明らかであった。VDT 作業とは異なる、「首を左右に振る」「首をかく」「髪を触る」などの行動は、継続的に作業を行っているうちに、作業者のなかで意識的・無意識的に自然に起こる行動であり、「副次行動」と言われる^{84),85),86),87),88),89),90),91)}。これらの、「首を左右に振る」「首をかく」などの副次行動時においても、上体の傾斜角度の変化が明らかとなった。

また、 $\pm 2 \sim 3^\circ$ 程度の傾斜角度の変動は、キー入力中に、全被験者に共通して終始見られたことから、キー入力による微小な上体の動きを加速度センサが検出していることがわかった。

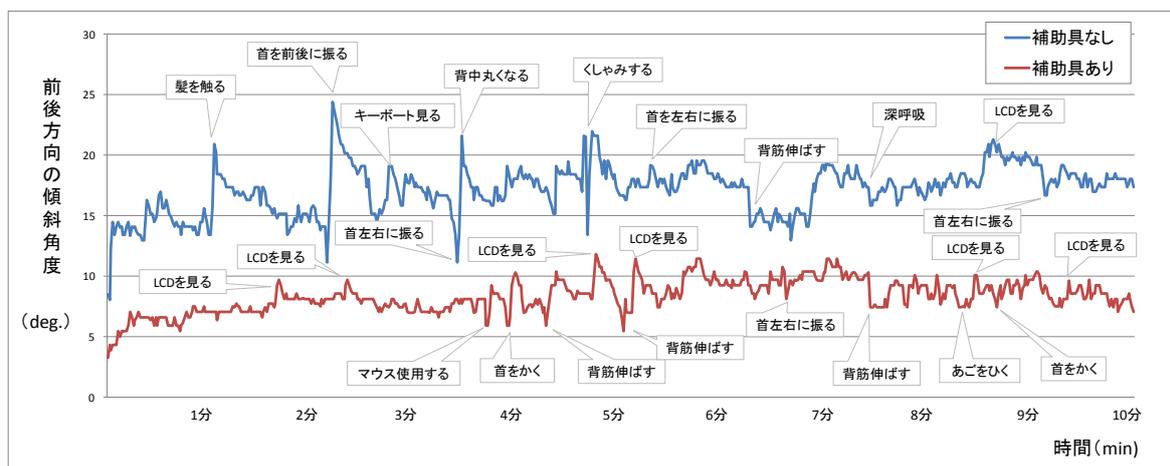


図 5-11 被験者 A の前後方向の傾斜角度の推移と動作・副次行動の関係
(作業開始 10 分間)

2) 実験 II 前後方向と左右方向の傾斜角度について

椅座位での姿勢変化を、前後方向と左右方向の傾斜角度として数量化できた。これにより、全体の 60 分間での傾斜角度の平均値を算出し、傾斜角度の比較を行った。

実験条件である「補助具なし」「補助具あり」での、前後方向と左右方向の平均値 \pm 標準偏差(以下、平均値と示す)の結果を表 5-1 に示した。全体の 60 分間では、「補助具なし」は、 $14.0 \pm 9.6^\circ$ 、「補助具あり」は、 $9.6 \pm 8.2^\circ$ となり、「補助具あり」の方が傾斜角度が小さくなっていた。左右方向は、「補助具なし」が $2.6 \pm 2.9^\circ$ 、「補

助具あり」が $2.7 \pm 2.2^\circ$ となり、前後方向に比べて、傾斜角度に大きな差は見られなかった。

表 5-1 実験全体の 60 分間での平均傾斜角度 (deg.)

	平均値±標準偏差		
	補助具なし	補助具あり	
前後方向	14.0 ± 9.6	9.6 ± 8.2	***
左右方向	2.6 ± 2.9	2.7 ± 2.2	***

*** $p < 0.001$

n = 10 平均値±SD

次に、時間経過による姿勢変化を比較するため、前半 30 分・後半 30 分ごとの、補助具の有無による前後方向と左右方向の傾斜角度の平均値の結果を表 5-2 にした。前後方向の「補助具なし」の平均値は、前半 30 分が $13.9 \pm 9.6^\circ$ 、後半 30 分が $14.2 \pm 9.6^\circ$ であった。「補助具あり」の平均値は、前半 30 分が $9.6 \pm 8.3^\circ$ 、後半 30 分が $9.7 \pm 8.2^\circ$ であった。

左右方向の「補助具なし」の平均値は、前半 30 分が $1.9 \pm 2.3^\circ$ 、後半 30 分は $3.2 \pm 3.2^\circ$ で後半 30 分の傾斜角度が大きく、有意差が認められた ($p < 0.001$)。「補助具あり」の平均値では、前半 30 分が $2.9 \pm 2.4^\circ$ 、後半 30 分が $2.4 \pm 1.9^\circ$ で、後半 30 分の方が傾斜角度が小さく、有意差が認められた ($p < 0.001$)。

加速度からの傾斜角の検出精度を考慮しても、時間経過に伴う左右方向への傾斜角度の変化は、通常の入力作業の方が大きく、加速度センサが実験条件別による上体の姿勢変化を捉えていることがわかった。

表 5-2 前半 30 分・後半 30 分の平均傾斜角度 (deg.)

		平均値±標準偏差	
		前半30分	後半30分
前後方向	補助具なし	13.9 ± 9.6	14.2 ± 9.6
	補助具あり	9.6 ± 8.3	9.7 ± 8.2
左右方向	補助具なし	1.9 ± 2.3	3.2 ± 3.2
	補助具あり	2.9 ± 2.4	2.4 ± 1.9

n = 10 平均値±SD

5.5 考察

本研究では、長時間の椅座位作業における姿勢変化を評価するために、加速度センサを用いた評価手法の有用性を検討した。評価方法としては、上体の前後方向と左右方向の傾斜角度を計測して、実験条件の違いによる姿勢変化について検討を行った。

実験Ⅰでは、椅座位における姿勢変化の定量評価を行うために、加速度センサ、表面筋電図を用いて、上体の前後方向による傾斜角度と筋活動量の変化について比較検討を行った。その結果、動的な姿勢変化では、前傾姿勢の傾斜角度が大きくなるほど、筋活動量も増加し、上体の傾斜角度と筋活動量の変化が一致することが確認された。

実験Ⅱでは、加速度センサは、キー入力による微細な上体の動きと左右方向の小さい姿勢変化を鋭敏に捉えていた。本実験では、1秒毎の詳細な上体の傾斜角度について検討することができ、経時的な姿勢変化の特徴を明らかにすることができた。

また、椅座位作業における、補助具の有無による姿勢変化についても計測を行い、実験条件別による上体の傾斜角度の違いと経時的な姿勢変化が明らかとなった。

このことから、補助具使用時に比べて、通常の入力作業の方が、前方への傾斜角度が大きく、前傾姿勢となっていることがわかった。この結果は、窪田ら、中島が報告した、VDT作業時に上体が前に傾いた姿勢を取る作業者が多いという結果と一致していると考えられる^{13),16)}。また、左右方向での傾斜角度が6°程度であったことから、拘束性の高い静的な姿勢を取り続けていることが推測され、中迫らの報告した、VDT作業が拘束を強いられているということと同様の結果であると考えられる⁵⁰⁾。

窪田ら、中迫らの研究では、職場での観察調査による作業姿勢の分析が行われた^{13),82)}。調査方法における姿勢の区分として、窪田らは、座位を6区分に分類し、中迫らは身体部位を6つに分けて、VDT作業姿勢の分析を行い、作業姿勢の傾向を示していた。本実験での結果から、作業姿勢のより詳細な分析が可能であると考えられ、加速センサを用いた長時間の椅座位作業による姿勢変化の定量評価が

有用であることが示唆された。

また、1時間の実験での左右方向の傾斜角度の平均値が3°未満であったことと、前後方向の傾斜角度においても、補助具の有無による差異は4.4°であることがわかった。このような小さい傾斜角度の場合、姿勢変化を計測する方法として、調査者による目視やカメラやビデオ撮影などでの計測では、精度の面において限界があると考えられる。加速度センサは、微細な体の動きから傾斜角度を算出し、長時間にわたる椅座位作業での姿勢変化の詳細な特徴などを明らかにすることができた。

経時的な姿勢変化では、前後方向への傾斜角度の推移とビデオから動作を合わせて確認した結果、VDT作業による姿勢変化だけでなく、「首をかく」などの副次行動時にも、上体の傾斜角度に変化がみられた。また、通常の入力作業では、補助具の使用時に比べ、終始前方への傾斜角度が大きく、前傾姿勢になる傾向が見られた。そして、VDT作業の特徴は、比較的動きが小さいことから、各実験条件による姿勢変化の差異も小さいものと推測された。しかし、加速度センサは、2～3°程度の傾斜角度の変化や左右方向の6°程度の傾斜角度を詳細に捉えていたことから、椅座位における作業姿勢を正確に測定することが可能であると言える。

以上のことから、拘束性が高く、同一姿勢が続く静的な作業姿勢の変化を計測する方法として、加速度センサを用いた評価手法の有用性が示唆された。

5.6 まとめ

本研究では、3軸の加速度センサを背部に装着し、椅座位作業時での上体に生じる加速度から、上体の前後方向・左右方向の傾斜角度を算出した。また、椅座位における作業姿勢の定量評価を行うために、補助具の有無による上体の前後方向、左右方向の傾斜角度の変化について比較検討を行った。その結果、加速度センサは、長時間の椅座位作業における静的な姿勢変化を鋭敏に捉えていることから、姿勢変化の定量評価に有用であることが示唆された。

第6章 加速度センサを用いた椅座位における評価手法の検証 —補助具による作業姿勢の負担軽減について—

6.1 目的

第5章において、加速度センサによる評価手法の有用性が示された。そこで、本研究では、さらに評価手法の検証を行うために、椅座位作業での筋活動量や身体的な疲労度を合わせた計測を行い、補助具の有無による作業姿勢の変化を評価することを目的とした。

近年、工作中的の姿勢として、椅座位が主流となっている²⁾。そのため拘束姿勢による局所的な筋負担が増大し、筋骨格系などの障害が問題となっている^{4),80)}。特に、コンピュータ機器を使用している労働者の9割は、毎日コンピュータ機器を使用し、その作業時間では「2時間以上4時間未満」が25.1%、「6時間以上」も20.6%と、およそ半数の作業者が毎日長時間のコンピュータを使用しており、椅座位姿勢も長時間化していると考えられる。その結果、日常的に身体的な疲労を感じている者は約7割に上り、主な症状としては、「目の疲れ」「肩こり・痛み」「腰の疲れ・痛み」が挙げられている³⁾。その筋骨格系の疲労症状に代表される「肩こり」「腰痛」の予防には、長時間の作業に適した椅子の選択や座面の高さの調整などが挙げられている。また作業姿勢や体操が重要とされている^{5),12)}。

一般に、椅座位姿勢の場合は、腰椎の生理的な前彎の保持と、骨盤を立てるなどが正しい姿勢として挙げられる。しかし、姿勢への意識の継続は難しく、作業中は前傾姿勢になりやすいと言われている^{13),14),16)}。また、正しい作業姿勢であっても、長時間の同一姿勢は、同じ部位に長時間の緊張を与える。そのため、緊張を緩和するには、脊柱組織への筋緊張の影響を変えることが必要であり、姿勢をこまめに变化させることが重要であるとされている^{12),37)}。そこで、骨盤を自然にやや前傾させ、椅座位での姿勢変化を促がす補助具が必要であると考えた。本実験では、軟質のエクササイズボールであるソフトジムニック (SOFTGYMNIC) に着目し、補助具として応用することの可能性を検証することとした。

そして、加速度センサを用いた姿勢評価の検証を行うために、ソフトジムニッ

クの空気量を調整し、背もたれと背中の中にクッション代わりに使用することによる姿勢変化を明らかにすることとした。実験条件として、通常の入力作業と補助具使用による入力作業を行わせた（図 6-1）。上体の姿勢変化と筋活動について計測して、長時間にわたる椅座位作業での補助具の有無による作業姿勢の負担軽減について検討する。



【ソフトジムニック】

直径：20～26cm

重さ：70 g

素材：発泡塩化ビニール



【使用方法】

図 6-1 使用した補助具と使用方法

6.2 実験方法

6.2.1 被験者

被験者は、健常な男女 10 名（男性 5 名、女性 5 名）、平均年齢は、 22.7 ± 2.0 歳であった。

実験に際しては、被験者に本研究の主旨と目的を文書と口頭で説明し、実験に対する同意を得た。

6.2.2 実験手順

実験では、加速度センサと筋電図用の表面電極を装着した被験者に、パソコン

による課題文章の入力作業を行わせ、補助具の有無による椅座位作業の姿勢変化と筋活動量を計測した。また、合わせて「疲労部位しらべ」を行った。「通常の入力作業」（以下、「補助具なし」と記す）と「補助具使用による入力作業」（以下、「補助具あり」と記す）の2条件について、各1時間ずつ実施した。

本実験で使用したデスクの高さは700 mm、椅子の高さは、被験者が調整を行った。椅子は、内田洋行の『コアチェア フルサポートスタンダード型』を使用した。VDT 機器は、NEC パーソナルコンピュータ PC-VX9007F、ディスプレイは、17 インチの液晶ディスプレイ（LCD）を使用した。

課題に用いた文章は、石川啄木の句集『一握の砂』から抜粋して提示した。MS-Word を使用して、課題文章を画面左側に提示し、右側の画面に課題文章である句集を入力させた。キーボードの位置は被験者が調節したが、パソコン画面との視距離は、おおむね40cmになるように指示した。

実験は、1日1条件とし、1日以上の間隔をあけて、2条件行った。順序効果を考慮して、「補助具なし」→「補助具あり」の順で測定する群と、「補助具あり」→「補助具なし」の順で測定する群に分けて実験を行った。

6.2.3 測定項目

1) 加速度センサ

加速度センサ装置は、「R-BIT（Radio type Bio-Information Tracer）：株式会社アール・アイ・イー」を用いた。本体は、縦40 mm、横36 mm、厚さ8 mm、13.2gと、小型・軽量である。そのため、装着感がほとんどないため、装着による被験者の負担がなく、実験で行う入力作業にも影響しない。

筆者らは、椅座位作業での姿勢変化の定量評価における加速度センサの有用性について検討を行い、その計測方法を報告した⁹²⁾。

本研究では、パソコンの入力作業時に生じる上体の姿勢変化を追跡することを目的とし、加速度センサを被験者の背部（第4胸椎）にテープで固定・装着した。

被験者の背部に加速度センサを装着することから、背部の傾斜が被験者ごとに異なる。その個体差を考慮し、ここでは肩峰と大転子が一直線上になる椅座位姿勢の傾斜角を基準値として、角度ゼロとした。基準値の検出方法として、各実験

の作業開始 1 分前の 10 秒間の下記の椅座位姿勢の静止状態での傾斜角を算出した。静的な姿勢変化を検討の対象としているため、1 秒より短い時間の中での姿勢変化はないものと仮定し、検出した前後方向、左右方向の傾斜角度から、1 秒間あたりの平均値を算出した。基準値より前方への傾斜はプラス (+)、後方への傾斜をマイナス (-) と表記した。左右方向では、鉛直方向 0°より右へ傾きがある場合はプラス (+)、左へ傾きがある場合はマイナス (-) 値と表した (図 6-2)。

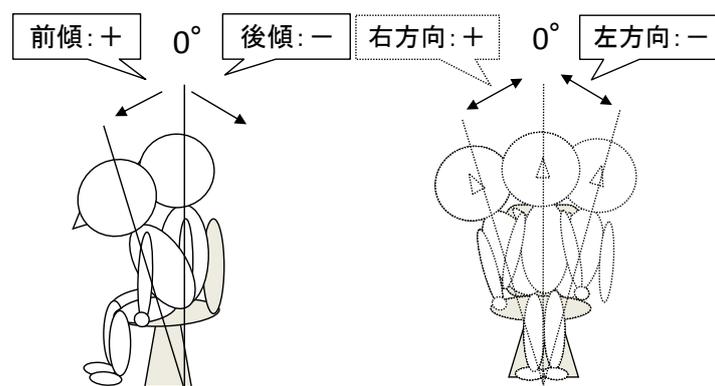


図 6-2 前後方向の傾斜角度 左右方向の傾斜角度

2) 表面筋電図

表面電極により、作業中の筋電図を連続して記録した。測定部位は、左右の僧帽筋上部、僧帽筋中部、広背筋中部、腰筋とした。表面筋電図の測定は、多用途生体アンプ (TEAC BA1008) を使用し、フィールドレコーディングユニット (TEAC ES8) に記録した。測定データは、A/D 変換し、1000Hz でサンプリングを行った。計測結果からフーリエ変換による周波数解析を行った。フーリエ解析の時間幅を 256 点、約 0.25 秒間隔とした。体幹部分の計測時には、心電図 (ECG) の QRS 波が混在する問題があることから、心電図ノイズの除去方法として、30Hz 高域通過フィルタによるフィルタリングなどの解析方法が行われていることを参考に、周波数が 30Hz 以下の場合を棄却し、それ以外の場合の 0.25 秒毎の平均周波数、積分値を求めた⁹³⁾。

3) 疲労部位しらべ

作業による主観的な「身体疲労感」の発現を把握するために「疲労部位しらべ」を用いた。17 の身体部位の痛みやだるさの程度を『0：全く感じない』、『1：わずかに感じる』、『2：かなり感じる』、『3：強く感じる』の4段階評定回答方式で、各項目の点数を評点とした。なお、17 の身体部位を以下の4つに集約・分類した。首、右肩、左肩を【首・肩】、右上腕、左上腕、右手首、左手首、右肘・前腕、左肘・前腕を【上肢】、腰部、背部を【腰背部】、右臀部・大腿、左臀部・大腿、右膝・下腿、左膝・下腿、右足・右足首、左足・左足首を【下肢】とした。

作業に伴う疲労状況の経時的変化を捉えることを目的として、「作業開始前」、「作業開始 30 分後」、「作業終了後」の計 3 回、「疲労部位しらべ」を実施した。本研究では、「作業終了後」から「作業開始前」での評点の差を取り、疲労の経時的な変化量として、全被験者の平均値を算出した。

4) 作業量

課題文章の入力作業を 30 分間実施して、5 分間休憩を取り、その後入力作業を 30 分間行った。入力作業における入力文字数を作業量として評価した。実験開始と同時に入力を行い、入力文字数をカウントした。30 分間を区切りとして、「前半 30 分」「後半 30 分」の文字数を記録し、「前半 30 分」と「後半 30 分」の合計文字数を全作業量とした。

6.2.4 統計処理方法

実験全体を通じての姿勢変化について、一元配置の分散分析により、補助具の有無による影響について比較した。また、時系列における姿勢変化と筋活動量の変化を明らかにするために、二元配置の分散分析を行った。「疲労部位しらべ」は、ノンパラメトリック検定により、補助具の有無について比較した。作業量は、「前半 30 分」「後半 30 分」において、二元配置の分散分析を行った。統計処理（解析ソフト）は、SPSS18 for windows を使用し、有意水準を 5%未満とした。

6.3 結果

6.3.1 上体の前後方向と左右方向への姿勢変化について

「補助具なし」「補助具あり」の実験条件それぞれの、前後方向と左右方向への傾斜角度の平均値±標準偏差（以下、平均値と示す）の結果を表 6-1 に示した。全体の 60 分間での前後方向では、「補助具なし」は、 $14.0 \pm 9.6^\circ$ 、「補助具あり」は $9.6 \pm 8.2^\circ$ であった。左右方向では、「補助具あり」「補助具なし」は、 $-1.2 \pm 3.7^\circ$ 、「補助具あり」は $0.7 \pm 3.4^\circ$ となり、前後・左右方向ともに「補助具あり」の方が傾斜角度が小さく、補助具の有無による傾斜角度に有意な差が認められた ($p < 0.001$)。実験の様子を図 6-3 に示す。

表 6-1 実験全体の 60 分間での平均傾斜角度

	平均値±標準偏差		
	補助具なし	補助具あり	
前後方向	14.0 ± 9.6	9.6 ± 8.2	***
左右方向	-1.2 ± 3.7	0.7 ± 3.4	***

*** $p < 0.001$

n = 10 平均値±SD



【通常の入力作業】



【補助具使用による入力作業】

図 6-3 実験の様子

次に、男女別による、「補助具なし」「補助具あり」の実験条件それぞれの、前後方向と左右方向への傾斜角度の平均値の結果を表 6-2 に示した。前後方向では、「補助具なし」では女性より男性の方が傾斜角度が小さく、「補助具あり」では、男性より女性の方が傾斜角度が小さく、有意な差が認められた。左右方向では、男女での有意差は認められなかった。

表 6-2 男女別の前後・左右方向の平均傾斜角度

		平均値±標準偏差	
		補助具なし	補助具あり
前後方向	男性	12.4 ± 12.6	12.8 ± 9.5
	女性	15.7 ± 4.4	6.5 ± 5.0
左右方向	男性	-0.6 ± 3.2	-0.1 ± 2.8
	女性	-1.7 ± 4.0	1.5 ± 3.7

n = 10 平均値±SD

補助具の有無による時間経過に伴う姿勢変化の推移を明らかにするために、5分毎での前後方向と左右方向の傾斜角度の平均値を算出し、その結果を表 6-3、6-4 に示した。前後方向では、5分毎すべての区分で「補助具なし」より「補助具あり」の方が傾斜角度が小さくなっており、5分毎での前後方向での傾斜角度と「補助具なし」と「補助具あり」で有意な差が認められた ($p < 0.001$)。

左右方向では、「補助具なし」が終始マイナス (-) の値を示し、左へ傾斜している傾向にあり、「補助具あり」では、終始プラス (+) の値を示し、右へ傾斜している傾向ではあったが、「補助具なし」に比べ、ゼロに近い値となっていた。5分毎での左右方向での傾斜角度と、「補助具なし」と「補助具あり」で有意な差が認められた ($p < 0.001$)。

表 6-3 5分毎の前後方向の傾斜角度の変化 (deg.)

時間区分	前後方向			
	補助具なし		補助具あり	
5	11.9	± 8.8	7.6	± 6.0
10	13.9	± 9.2	9.3	± 6.7
15	14.3	± 9.6	10.3	± 8.8
20	14.3	± 10.3	10.7	± 9.5
25	14.6	± 9.8	10.3	± 8.5
30	14.6	± 9.8	9.3	± 9.2
35	14.0	± 9.6	9.6	± 8.5
40	14.0	± 10.2	10.4	± 8.5
45	13.5	± 10.1	10.5	± 8.2
50	13.5	± 10.0	9.2	± 8.0
55	15.5	± 8.9	9.1	± 7.8
60	14.6	± 8.1	9.1	± 8.0

n = 10 平均値±SD

表 6-4 5分毎の左右方向の傾斜角度の変化 (deg.)

時間区分	左右方向			
	補助具なし		補助具あり	
5	-1.0	± 2.3	0.8	± 5.3
10	-0.8	± 2.1	1.0	± 4.0
15	-0.9	± 2.3	1.2	± 3.1
20	-1.0	± 2.8	0.5	± 3.2
25	-1.1	± 3.1	0.8	± 3.1
30	-2.0	± 3.7	0.4	± 3.3
35	-1.1	± 4.3	1.0	± 3.5
40	-1.1	± 4.1	0.7	± 3.2
45	-1.4	± 3.9	0.7	± 3.0
50	-0.8	± 5.5	0.4	± 2.8
55	-1.3	± 4.4	0.4	± 2.9
60	-1.9	± 3.7	0.3	± 2.8

n = 10 平均値±SD

6.3.2 筋活動量について

作業負担や疲労の評価法である周波数解析を行ったが、時間経過に伴う低周波への移行は見られなかった。低周波への移行が示されず、疲労への顕著な変化が見られなかったことから、補助具の有無による筋活動の評価法として、積分値を算出した。

補助具の有無による筋活動量を比較するために、「疲労部位しらべ」で顕著な差

が見られた「上肢」と「腰背部」に着目し、また、作業と姿勢変化に影響すると考えられる左右の僧帽筋上部と腰筋の結果を示した。時間経過に伴う筋活動量の推移を明らかにするために、傾斜角度と同様に 5 分毎での各筋活動量として積分値を算出した（表 6-5）。

表面筋電図では、筋疲労の目安として、時間経過による積分値の増大が知られている^{95),96),97),98)}。本実験では、右の腰筋に積分値の増大の傾向が見られ、5 分毎での右の腰筋と、「補助具なし」と「補助具あり」で有意な差が認められた（ $p < 0.001$ ）。左の腰筋も同様に時間の経過とともに積分値に増大傾向が見られ、「補助具なし」「補助具あり」で有意な差が認められた（ $p < 0.05$ ）。

時間経過による筋活動量の変化は、補助具の有無によるだけでなく、左右差が大きい傾向が示された。

表 6-5 僧帽筋上部、腰筋の 5 分毎の積分値の比較

時間 区分	右 僧帽筋上部		時間 区分	左 僧帽筋上部	
	補助具なし	補助具あり		補助具なし	補助具あり
5	79.5 ± 60.0	137.5 ± 76.5	5	82.1 ± 56.7	48.7 ± 29.6
10	70.2 ± 57.5	147.3 ± 92.5	10	84.5 ± 63.4	49.3 ± 23.9
15	86.4 ± 68.1	143.8 ± 85.7	15	82.8 ± 75.9	42.2 ± 21.0
20	90.9 ± 70.6	145.7 ± 90.2	20	69.4 ± 74.0	43.7 ± 21.8
25	69.0 ± 60.7	145.0 ± 97.5	25	71.6 ± 73.3	50.8 ± 30.7
30	83.7 ± 58.5	139.0 ± 88.0	30	70.5 ± 70.8	46.3 ± 25.2
35	70.5 ± 70.9	134.4 ± 94.4	35	63.1 ± 59.7	50.2 ± 35.0
40	78.1 ± 77.5	148.7 ± 103.6	40	63.8 ± 57.9	44.0 ± 27.1
45	80.8 ± 77.8	149.3 ± 101.9	45	64.6 ± 57.1	41.0 ± 21.8
50	88.1 ± 86.5	156.4 ± 104.9	50	63.1 ± 58.4	47.7 ± 25.5
55	91.6 ± 82.4	165.0 ± 116.4	55	65.1 ± 56.9	52.3 ± 32.4
60	98.5 ± 77.4	159.4 ± 108.9	60	62.4 ± 56.9	52.4 ± 37.2

時間 区分	右 腰筋		時間 区分	左 腰筋	
	補助具なし	補助具あり		補助具なし	補助具あり
5	92.8 ± 53.2	94.2 ± 65.0	5	91.3 ± 48.6	74.0 ± 66.4
10	94.2 ± 58.2	94.8 ± 77.5	10	99.8 ± 66.7	80.7 ± 89.5
15	94.6 ± 61.9	99.4 ± 89.0	15	107.5 ± 78.6	86.3 ± 103.6
20	99.3 ± 72.0	99.5 ± 89.3	20	94.7 ± 67.2	88.6 ± 107.4
25	95.5 ± 68.1	96.6 ± 87.9	25	110.3 ± 100.9	83.9 ± 98.2
30	87.9 ± 57.4	104.9 ± 86.4	30	94.5 ± 70.1	83.6 ± 91.8
35	85.8 ± 54.7	128.3 ± 97.1	35	84.4 ± 47.8	75.8 ± 68.7
40	89.0 ± 56.6	138.7 ± 97.9	40	97.4 ± 78.1	92.7 ± 109.7
45	88.9 ± 61.7	136.0 ± 97.1	45	101.4 ± 90.4	83.3 ± 80.6
50	98.9 ± 84.9	135.5 ± 98.7	50	97.6 ± 84.2	96.4 ± 106.2
55	93.4 ± 79.4	129.5 ± 91.9	55	93.3 ± 80.7	93.2 ± 109.9
60	88.1 ± 75.1	137.7 ± 102.5	60	91.8 ± 63.6	90.4 ± 111.2

n = 10 平均値±SD (mV・s)

6.3.3 疲労部位しらべ

補助具の有無による疲労の発現の違いを明らかにするために、「作業開始前」と「作業終了後」の評点の差を算出した。「疲労部位しらべ」では、17 部位を 4 つに集約・分類し、全被験者の平均値を算出した。作業前後による疲労部位の発現の違いを、図 6-4 に示した。

【首・肩】では、「補助具なし」が 0.9 ± 0.7 点、「補助具あり」が 0.4 ± 0.8 点と、「補助具あり」の方が、「作業前」と「作業終了後」の評点の差が小さい傾向にあった。【上肢】では、「補助具なし」が 0.9 ± 0.5 点、「補助具あり」が 0.8 ± 0.5 点であった。【腰背部】では、「補助具なし」が 0.9 ± 0.7 点、「補助具あり」が 0.3 ± 0.5 点、と「補助具あり」が「作業前」と「作業終了後」の評点の差が小さく、補助具の有無で有意な差が認められた ($p < 0.05$)。【下肢】では、「補助具なし」が 0.4 ± 0.5 点、「補助具あり」が 0.4 ± 0.5 点と、ほとんど違いが見られなかった。

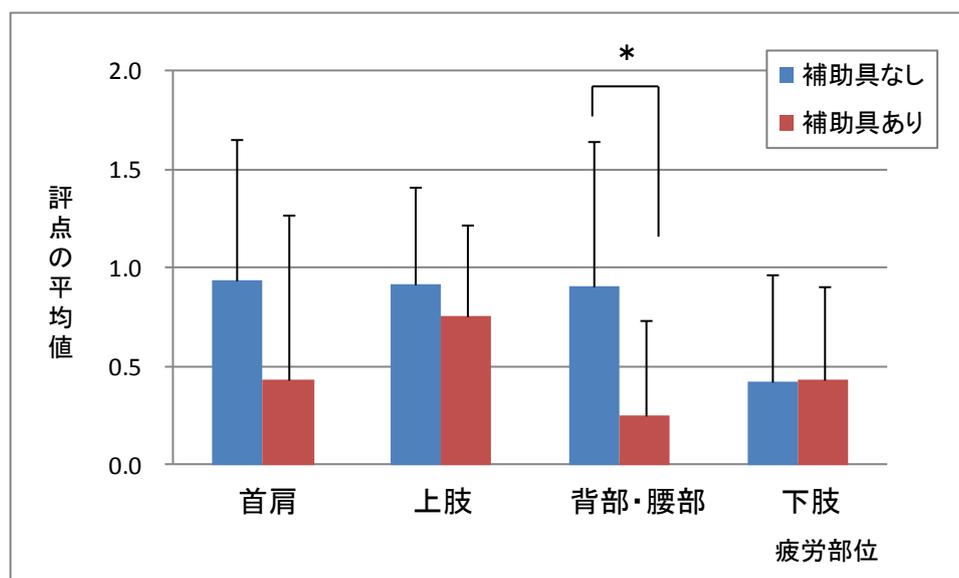


図 6-4 「作業前」と「作業終了後」での疲労部位の変化量

n = 10 * p < 0.05

6.3.4 作業量

「補助具なし」での作業量は 2294 ± 561.3 字、「補助具あり」では 2310 ± 740.3 字で、補助具の有無で有意な差は認められなかった。また、前半 30 分では、「補助

具なし」では 1119 ± 376.9 字、「補助具あり」は 1087 ± 257.2 字、後半 30 分では「補助具なし」は 1174 ± 371 字、「補助具あり」では 1223 ± 312.1 字で、前半 30 分、後半 30 分毎においても、入力文字数に有意な差は認められなかった。

6.4 考察

6.4.1 補助具の有無による前後方向と左右方向への姿勢変化について

補助具使用が姿勢変化に及ぼす影響は、5 分毎の経時的な姿勢変化において、前後方向の傾斜角度が小さくなっており、前傾姿勢の出現頻度が減少したと考えられる。

5 分毎での前後方向の傾斜角度を見ると、「補助具なし」では、時間区分での傾斜角度の推移では、55 分が最も傾斜角度が大きく、前傾姿勢になっていたと考えられた。通常の VDT 作業では、前傾姿勢となりやすく、さらに、時間の経過とともに前方への傾斜角度が大きくなったと考えられた。このことは、窪田らの報告した VDT 作業時に上体が前に傾いた姿勢を取る作業者が多いという結果と一致した¹⁴⁾。

左右方向では、「補助具なし」の方が左への傾斜が大きく、「補助具あり」では、右への傾斜が大きくなっていったが、「補助具なし」に比べ、ゼロへ近い値を示したことから、補助具を使用することにより、左右への傾きを抑制できることが示唆された。

第 5 章では、VDT 作業での補助具の有無による姿勢変化として、左右方向への体動を捉えるために、左右の傾斜角度を、ともにプラス (+) で算出した。その結果、実験を通じての左右の傾斜角度の平均値は、「補助具あり」の方が大きく、補助具を使用することで左右への動きが大きくなることが示唆された。本研究では、左への傾斜をマイナス (-) で表し、その結果、「補助具あり」の方が、「補助具なし」に比べて、ゼロに近い値となっていた。傾斜角度がゼロに近いほど、姿勢が垂直方向に保たれていると考えられることから、補助具を使用することで、姿勢をまっすぐに保ちながらも、左右への体動の誘発が可能であることが示唆された。このような微細な変動は、目視では捉えることは困難であると考えられるため、加速度センサによる計測により、はじめて明らかになったと考えられた。

VDT 作業では前傾姿勢が多く見られる事が報告されているが、補助具を背もたれと腰背部の間に入れて使用することで、前傾姿勢を予防できることが明らかとなった^{14),15)}。補助具を使用することで左右への傾きを防ぎ、前方への傾斜角度が小さくなり、作業姿勢に変化をもたらすことが示唆された。

また、男女別による前後方向の傾斜角度の比較では、男女ともに補助具の有無で有意な差が認められた。特に、女性の方が前後の傾斜角度が小さく、顕著な差が見られた。女性の方が、一般に、股関節周辺の柔軟性が高いことから、腰椎が前彎しやすいことが示唆された。補助具を使用することで、骨盤が立ち、より骨盤の前傾が促がされ、前傾姿勢を防ぐ事ができたと考えられた。

椅座位姿勢では、骨盤が後方回転することにより、腰椎の前彎が減少すると言われている^{40),92)}。長時間の椅座位姿勢は、腰痛の原因となっていることから、補助具を使用することで腰椎の前彎をうながし、腰椎を支えて骨盤を立てることにより、腰痛予防につながると考えられた⁹⁹⁾。

6.4.2 補助具の有無による筋活動量について

補助具の有無による筋活動量については、まず、僧帽筋上部、腰筋ともに、左右差が見られた。課題文章が、石川啄木の『一握の砂』という、明治時代の作品であったことから、普段使いなれない漢字などを検索するために、マウスの頻繁な使用が観察された。そして、補助具使用とマウス使用による影響で、右の僧帽筋と腰筋の活動が顕著であったと考えられる。

5分毎の筋活動量の推移をみると、「補助具あり」では、右僧帽筋上部と右腰筋の筋活動量が増加傾向であった。このことから、時間経過に伴い、補助具を使用することで、筋負担が増大していることが示唆された。

右の腰筋では、補助具の使用により筋活動量が増加傾向であった。通常の VDT 作業では、筋活動が少ないことによる血流の低下などが問題となっている¹⁷⁾。補助具を使用することで、腰筋が腰椎を支え、軽度な筋収縮が得られたと考えられた^{35),100)}。補助具が腰背部を支えることで、骨盤が立ち、椅座位姿勢での骨盤の後方回転と腰椎の前彎の減少を防ぎ、腰背部の疲労の軽減が示唆された。また、腰筋の筋活動が通常の VDT 作業より高いことから、椎間板の負担軽減につながっ

ていると考えられた。

6.4.3 補助具の有無による身体的疲労の変化について

通常の入力作業に比べ、補助具を使用することで、「作業終了後」において腰背部の疲労の訴えが少なくなっていたことから、時間経過による腰背部の作業負担が抑制されたと考えられた。

岩切らの報告による、疲労自覚症状の訴えでは、目の痛み・疲れに次いで、首・肩のこり・痛み、腰のこり・痛みが多い、という結果での筋骨格系の疲労については一致した⁶⁾。また、「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」が制定され、対策が進められている中で、首・肩、腰などの筋骨格系の疲労の傾向が変わらない現状において、首・肩、特に腰の疲労が抑制されたことは、VDT 作業における筋骨格系の疲労対策になりえると考えられる。下肢の疲労については、他の部位に比べ評点が低い傾向にあるが、補助具の有無による影響がほとんど見られなかった。下肢の負担軽減を考慮した補助具の使用方法も検討することが必要であると思われた。

本実験での筋活動量では、右の腰筋の積分値が増大したが、疲労部位しらべにおいては、時間経過による腰背部の疲労の訴えの増大が見られなかった。このことから、補助具を使用することで、腰背部が支えられ、上肢、特に腰背部の疲労が抑制されたと考えられた。

6.5 まとめ

椅座位での作業における補助具の有無による姿勢変化、それに伴う作業負担の軽減について検討した。その結果、椅座位での作業時に補助具を使用することで、前方への傾斜角度が小さくなり、前傾姿勢の出現頻度が減少することがわかった。

筋活動量では、補助具を使用することで右の腰筋が増加傾向であったが、疲労部位しらべでは、腰背部の疲労の訴えの増大は見られなかった。このことから、補助具を使用することで、補助具が腰背部を支え、骨盤が立つことで、椅座位姿勢での骨盤の後方回転と腰椎の前彎の減少を防ぎ、腰背部の疲労が軽減したと考えられた。

椅座位作業時での、補助具の有無による上体傾斜角度、筋活動量、身体的疲労度を分析指標とした結果、補助具を使用することで、前傾姿勢の出現が減少し、腰筋の筋活動量が増加し、腰背部の疲労の訴えが軽減したことが明らかになった。

以上のように、椅座位での補助具の有無による作業姿勢の変化を明らかにしたことから、加速度センサを用いた作業姿勢の評価が可能であることを確認された。

第7章 結 論

本研究では、長時間の椅座位による作業負担の改善策として、作業姿勢に着目し、椅座位作業中の姿勢を定量化できる評価手法について検証を行った。そして、加速度センサを用いた評価手法の検証にあたり、VDT 作業での実験条件の違いによる作業姿勢の変化について、上体の傾斜角度、筋活動量、身体的疲労度を合わせて測定し、加速度センサを用いた評価手法の有用性を明らかにした。

以下に、本研究の成果をまとめる。

電子カルテ導入後の看護師の調査研究では、今までの看護業務に電子カルテを使用する業務が発生し、さらに紙カルテへの記録業務も残っていたことから、椅座位作業が多くなり、椅座位姿勢が長時間化していることを明らかにした。VDT 作業が主な現場での、補助具導入による椅座位作業の姿勢変化に関する調査研究では、VDT 作業の特徴である椅座位作業中に前傾姿勢の傾向が高いことが確認された。そこで、補助具としてエクササイズ器具であるソフトジムニックを腰背部の間にクッション代わりに使用すると、姿勢変化が見られ、補助具導入後には、前傾姿勢の割合が減少した。質問紙調査の結果、ヒアリングの結果と同様に、作業姿勢への意識変化が示され、補助具使用による作業姿勢の負担軽減が示唆された。

次に、椅座位における作業姿勢を定量化するための評価手法として、加速度センサの有用性を検討した結果、調査者による目視やビデオ撮影などでは計測が困難なキー入力による微小な上体の動きなどを、加速度センサは鋭敏に捉えていることが確認された。加速度センサを用いて、VDT 作業時の上体の傾斜角度を計測することで、拘束性が高い VDT 作業時の姿勢変化を連続的に定量化することが可能となることがわかった。

さらに、加速度センサを用いた評価手法を検証するために、VDT 作業時における、補助具の有無による姿勢変化の計測と、筋活動量、身体的疲労度の計測を合わせて行った。その結果、椅座位作業時に補助具を使用することで、前傾姿勢の出現が減少した。また、筋活動量と身体的疲労度の測定結果から、補助具が腰背

部を支え、腰背部の疲労が軽減したことを明らかになった。

以上の結果から、調査研究では、VDT 作業が新たな業務として加わった医療機関での看護師の椅座位作業が長時間化することが明らかとなり、また長時間の椅座位作業において補助具の使用による作業姿勢の変化が示唆された。そして、椅座位における作業姿勢の定量評価として、加速度センサを用いた手法の有用性が明らかになった。また、補助具の有無による姿勢変化を、上体の傾斜角度、筋活動量、身体的疲労度として測定した結果から、補助具使用による作業姿勢の負担軽減が示唆された。このことから、加速度センサを用いた椅座位における作業姿勢の評価が可能であることが確認された。

今回開発した加速度センサを用いた評価手法により、椅座位での微細な姿勢変化を鋭敏に捉え、また条件の違いによる作業姿勢を正確に計測することが可能である。また、上体の傾斜角度を連続的に定量化することができ、精度の高い作業姿勢の評価に応用できる。従来から行われている、調査者による目視やビデオなどによる動作分析では、作業姿勢を大まかに分類する方法が行われてきた。しかし、加速度センサを用いることで、上体の姿勢変化を定量的に捉えることができることから、作業姿勢をより正確に計測でき、また、特徴的な姿勢変化を明らかにすることが可能であると考えられる。

加速度センサは、長時間の計測が可能であることから、条件別での姿勢変化だけでなく、長時間の中での時系列的な作業姿勢の傾向を考察することや、多数のデータによる波形の分析も可能であると考えられる。また、職場において、腰痛日は、休日明けの月曜日を一番として、それに次いで、週の後半の木曜日、金曜日に起きやすいといった報告がされている^{101),102)}。このように、週単位による姿勢変化を考察することも、今後は可能であると考えられる。そして、加速度センサを用いた評価手法により、現場調査において、調査者による目視やビデオ撮影での記録では定量化が困難であった作業姿勢を、連続的に定量化できる可能性があると考えられた。

参考文献

- 1) 大島正光,大久保堯夫：人間工学,朝倉書店,pp.1-3,168-171,1989.
- 2) 白石光昭：「仕事の場」と椅子（<特集>座）,バイオメカニズム学会誌, vol.31,No.1,pp.12-16,2007.
- 3) 城内博,斎藤進：情報技術（IT）社会における VDT 作業の人間工学的課題, 産業医学ジャーナル,Vol.15,No.1,pp.47-60,2002.
- 4) 厚生労働省大臣官房統計情報部賃金福祉統計課：技術革新と労働に関する実態調査報告書,pp.13-14,2009.
- 5) 厚生労働省：VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン,着発第 0405001 号,2002.
- 6) 岩切一幸,毛利一平,外山みどり,堀口かおり,落合孝則,城内博,斎藤進：VDT 作業者の身体的疲労感に影響する諸因子の検討, 産業衛生学雑誌,vol.46,No.6, pp.201-212,2004.
- 7) 岩切一幸,毛利一平,外山みどり,野瀬かおり,落合孝則,城内博,斎藤進：フリーアドレス形式オフィスレイアウトでの VDT 作業者の姿勢および身体的疲労感,産業衛生学雑誌,Vol.48,No.1, pp.7-14,2006.
- 8) 産業保健委員会小委員会：産業医の手引,考古堂書店, pp.320-324, 2004.
- 9) 大西徳明：上肢作業における筋電図振幅からみた筋的負担と身体的能力に関する研究,労働科学,Vol.74,No.4,pp.135-155,1998.
- 10) 井谷徹：VDT 作業時局所筋負担の筋電図による評価,VDT 労働と健康,労働基準調査会,pp.81-85,1988.
- 11) 甲田茂樹：特集／作業態様と姿勢・3 姿勢拘束と職業性腰痛症,労働の科学,Vol.45,No.9, pp.14-17,1990.
- 12) 岩倉博光：理学療法士のための運動療法,金原出版,pp.168-177,1999.
- 13) 窪田悟,大倉元宏：VDT 作業の分析（1）VDT 作業時と机上作業時の作業姿勢の比較,労働科,Vol. 61, No.11, pp.541-559,1985.
- 14) 窪田悟,大倉元宏,高橋誠,富永洋志夫,飯田裕康,西岡昭：VDT 作業の分析（2）各種 VDT 作業の特性,労働科学,Vol. 62, No.1, pp.31-40,1986.

- 15) 三澤哲夫,吉野賢治,重田定: VDT 作業の一連続作業時間に関する実験的研究,産業医学,Vol.26,No.4, pp.296-302,1984.
- 16) 中島 竜生: OA 機器用作業イスの考察 (イス<特集>),人間工学,Vol21, No.5,pp.255-257,1985.
- 17) 小野雄一郎: 頸肩腕障害,産業医学ジャーナル,Vol.13,No.1,pp.1-16,2000.
- 18) 斎藤宏,松村珠,矢谷令子: 姿勢と動作—ADL における扱いと手順,メヂカルフレンド社,pp.50-53,1977.
- 19) 渡辺秀俊: 姿勢負担,日本建築学会編集: 建築人間工学事典,彰国社, pp.6-7, 1999.
- 20) 古川一憲: 作業姿勢計測,豊田中央研究所 R&D レビュー,Vol.27,No.2 pp.58, 1992.
- 21) 渡辺秀俊,安藤正雄,上野義雪,清水裕之: 人の椅座姿勢の動的特性に関する基礎的研究 (その 1) 観劇姿勢の分析,日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.525-526,1985.
- 22) 渡辺秀俊,上野義雪: 人の椅座位姿勢の動的特性に関する基礎的研究 (その 2) 接触面と荷重についての検討,日本建築学会関東支部研究報告書, pp.101-104,1987.
- 23) 渡辺秀俊,安藤正雄,高橋鷹志: 着座場面における姿勢の経時的変化 人間-環境系における着座姿勢の働態に関する研究 (第 1 報),日本建築学会計画系論文集,No.474, pp.107-114,1995.
- 24) 酒井一博: 特集/作業態様と姿勢・1 姿勢負担とその改善,労働の科学, Vol.45,No.9,pp.4-8,1990.
- 25) 三澤哲夫,重田定: VDT 作業における作業負担に関する実験的研究 (第 1 編) VDT 画面の表示極性と表示色の影響,産業医学,Vol.28,No.6,pp.420-427, 1986.
- 26) 三澤哲夫,重田定: VDT 作業における作業負担に関する実験的研究 第 2 編 入力方式の相違による影響,産業医学,Vol.28,No.6,pp.462-469,1986.
- 27) 井谷徹,大谷透,高原護,竹内研,小野廣,三浦望慶,甲田茂樹,青山英康: VDT 作業時間分布と作業負担に関する研究,労働科学,Vol.65,No.6,pp.356-364,1989.

- 28) 和田攻：産業保健ハンドブックⅡ VTD 作業と健康障害－臨床・予防管理・補償のすべて－,財団法人産業医学振興財団, pp.133-135,2005.
- 29) 三澤哲夫：労働態様の変容と VDT 労働衛生管理の課題（特集 VDT 作業のガイドライン見直しの課題）,労働の科学,Vol.55,No.2, pp.76-81,2000.
- 30) 白石光昭：戦後日本の事務用椅子における人間工学的視点の変遷,デザイン学研究,Vol.52,No.5, pp.7-14,2006.
- 31) 坂本英己,白石光昭：戦後日本におけるオフィスチェアの形態の変遷,日本建築学会学術講演梗概集, pp.853-854,2006.
- 32) 小原二郎：人間工学からみた椅子の設計,総合臨床,Vol.36,No.12, pp.2497-2499,1987.
- 33) 坂本英己,白石光昭：戦後オフィスチェアにおける製品特性の変遷,日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.781-782,2004.
- 34) 白石光昭：製品特性からみた戦後日本の事務用椅子の変遷,デザイン学研究, Vol.52,No.4,pp.7-14,2005.
- 35) 小畑広永,関壮一,狩野徹也,石裕二：OA 化オフィスにおける作業いすの傾向と生体機能研究,人間工学,Vol.21,No.5,pp.245-254,1985.
- 36) 稲田高洋,山崎信寿：快適 VDT 作業姿勢と身体支持条件の提案,人間工学 特別号,Vol.37,pp.390-391,2001.
- 37) 長谷川徹也,筒江修,神代雅晴：短時間の単純繰り返し作業における作業姿勢の組み合わせの効果,日本経営工学会論文誌,vol.51,No.2,pp.86-92, 2000.
- 38) 中迫勝：産業保健人間工学－快適職場をデザインする,啓学出版,pp.60-64, 1992.
- 39) 野呂影勇：座 再考（<特集>座）,バイオメカニズム学会誌,Vol.31,No.1, pp.3-7,2007.
- 40) 藤巻吾朗：人間・生活者視点による人にやさしい製品開発（第 2 報）立位・座位姿勢での人体の 3 次元形状,岐阜県生活技術研究所研究報告,No.10, pp.8-10,2007.
- 41) Stuart McGill：腰痛－最新のエビデンスに基づく予防とリハビリテーション,NAP,pp.113-114,2005.

- 42) 加藤象二郎,大久保堯夫:初学者のための生体機能の測り方第2版,日本出版サービス,pp.70-86,1999.
- 43) 斎藤真,大西範和,加藤象二郎,宮尾克,長江拓子,池浦良淳,水谷一樹:ノートパソコンの液晶ディスプレイの高さに関する人間工学的考察,日本経営工学会論文誌,Vol.58,No.1,pp.10-16,2007.
- 44) Shin Saito, Masaru Miyao, Takaaki Kondo, Hisataka Sakakibara, Hideaki Toyoshima: Ergonomic Evaluation of Working Posture of VDT Operation Using Personal Computer with Flat Panel Display, Industrial health, Vol.35, No.2, pp.264-270, 1997.
- 45) Takeshi Ebara, Tomohide Kubo, Tatsuki Inoue, Gen-i Murasaki, Hidemaro Takeyama, Tomoaki Sato, Hatsuko Susumura, Sayuri Niwa, Tosimasa Takanishi, Norihide Tachi, Toru Itani: Effects of adjustable sit-stand VDT workstations on workers' musculoskeletal discomfort, alertness and performance, Industrial health, Vol.46, No.5, pp.497-505, 2008.
- 46) 瀬尾明彦:産業現場における作業負担の計測と評価に関する研究,産業衛生学雑誌,臨時増刊, No.41 pp.150-151,1999.
- 47) 長谷川聖修,本谷聡,池田陽介,鞠子佳香,柳下浩一郎,板谷厚,檜皮貴子:Gボールを用いた児童の姿勢づくりの試みー座位バウンド運動による即時的効果に着目してースポーツコーチング研究,Vol.5,No.1,pp.13-21,2007.
- 48) 長谷川聖修:姿勢教育のための方法論的考察:Sitzball (座りボール)の効果と活用法に着目して,日本体育学会大会号,43B,pp.721,1992.
- 49) 呉奇勲,宮本博幸,野呂影勇:座位作業時のマイクロムーブメントに関する研究,人間工学,Vol.30,No.5,pp.315-321,1994.
- 50) 中迫勝,W.ヒュンティング,T.ロイブリー,E.グランシャン: Visual Display Terminalー作業者の拘束姿勢とその人間工学的問題,労働科学,Vol.58, No.4,pp.203-212,1982.
- 51) 熊谷信二,車谷典男,瀬尾明彦:事務労働者の上体傾斜角度および頭部傾斜角度,労働科学,Vol.76,No.9,pp.381-389,2000.
- 52) 渡辺瞭,熊沢昭良,大島正光:加速度計による作業時の座姿勢の計測,姿勢シ

- ンポジウム論文集・抄録集,第1回論文集,座位法人姿勢研究所, pp.129-133,1971.
- 53) 久保田博南:バイタルサイン収集論ーいのちを守る医療の推進のためにー, 真興交易医書出版部,pp.94-96,2006.
- 54) 高村昇,青柳潔,白水重憲,豊村広平,片山宗哲,山下俊一:姿勢・体動・皮膚温度測定による睡眠と生活行動モニタリング,ITヘルスケア誌,Vol.1,No.1, pp.14-23,2006.
- 55) 瀬尾明彦,坪田信孝,吉永文隆:関節角度計と傾斜計を用いた作業姿勢測定装置の開発:第1報 装置の概要と有用性の検討,産業医学,Vol.33 No.3, pp.163-169,1991.
- 56) 瀬尾明彦,瀬尾珠美,梯正之,吉永文隆:関節角度計と傾斜計を用いた作業姿勢測定装置の開発:第2報 関節角度計の固定法と精度および較正法,産業医学,Vol.34,No.3,pp.216-224,1992.
- 57) Akihiko Seo, Satoko Tsuru, Masayuki Kakehashi, Fumitaka Yoshinaga: A simple apparatus using inclinometer for monitoring working postures, Japanese journal of industrial health, Vol.36, No.6, pp.406-411, 1994.
- 58) Akihiko Seo, Masayuki Kakehashi, Satoko Tsuru, Fumitaka Yoshinaga: Estimation of Trunk Inclination by Means of an Inclinometer, Journal of occupational health, Vol.39, No.1, pp.51-56, 1997.
- 59) 倉沢央,川原圭博,森川博之,青山友紀:センサ装着場所を考慮した3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法,情報処理学会研究報告.UBI, ユビキタスコンピューティングシステム,Vol.54,pp.15-22, 2006.
- 60) 岸本圭史,赤堀顕光,小栗宏次:単一3軸加速度を用いた行動推定,電子情報通信学会技術研究報告.MBE, ME とバイオサイバネティクス,Vol.105, No.456,pp.49-52,2005.
- 61) 岸本圭史,赤堀顕光,小栗宏次:3軸加速度センサを用いた睡眠時における姿勢の推定,電子情報通信学会技術研究報告.MBE, ME とバイオサイバネティクス, Vol.105, No.456, pp.45-48, 2005.
- 62) 岡久雄,井上智紀:加速度センサを用いた身体活動のモニタリング,電子情報

- 通信学会技術研究報告 .MBE, ME とバイオサイバネティックス, Vol.98, No.174, pp.59-64, 1998.
- 63) 平塚かおり, 吉田優子, 猪又しのぶ, 金田弓子 : 電子カルテにおける指示受けの問題点の明確化 モジュール型継続受け持ち方式における指示受けの現状, 日本看護学会論文集, 看護管理, Vol.38, pp.78-80, 2008.
- 64) 松本弘子, 田中 美保子、看護師縁システムにおける実施入力時間の実態－タイムリーな記録を目指して－, 日本看護学会論文集, 看護管理, Vol.37, pp.388-390, 2007.
- 65) Nancy C. Nelson, Scott Evans, Matthew H. Samore, Reed M. Gardner : Detection and Prevention of Medication Errors Using Real-Time Bedside Nurse Charting, Journal of the American Medical Informatics Association, Vol.12, No.4, pp.390-397, 2005.
- 66) 村上和代, 小林久美子, 結城千佳, 田端五月, 平岡康子 : 電子カルテ導入に伴う看護環境の変化 (1) ～現状分析と今後の課題～, 旭川赤十字病院医学雑誌, Vol.20, pp.19-21, 2007.
- 67) Lise Poissant , Jennifer Pereira, , Robyn Tamblyn, , Yuko Kawasumi, : The Impact of Electronic Health Records on Time Efficiency of Physicians and Nurses: A Systematic Review. Journal of American Informatics Association, Vol.12, pp.505-516, 2005.
- 68) 星川美喜, 齊藤千香子, 原田とき子, 野川光, 鳥居真紀 : 電子カルテ導入後の看護業務内容の変化－タイムスタディ法による看護業務量調査(2)－, 日本看護学会論文集, 看護管理, Vol.38, pp.75-77, 2008.
- 69) Antonios Likourezos : Computers in Emergency Medicine. The Journal of Emergency Medicine, Vol.27, pp.419-424. 2004.
- 70) 鳥山亜紀, 渡辺玲奈, 中山茂樹, 笥淳夫, 山下哲郎 : 「パーソナル看護拠点」が看護業務に与える影響・医療・患者情報の電子化による急性期病棟計画の再検討その 1, 日本建築学会計画系論文集, Vol.622, pp.57-63, 2007.
- 71) 鳥山亜紀, 渡辺玲奈, 中山茂樹, 笥淳夫, 山下哲郎 : 「パーソナル看護拠点」およびその他の看護拠点の機能と配置に関する研究・医療・患者情報の電子

- 化と急性期病棟計画の再検討その2,日本建築学会計画系論文集,Vol.625,
pp.527-533,2008.
- 72) Kossman Susan P, Scheidenhelm Sandra L, : Nurses' Perceptions of the impact of Electronic Health Records on Work and Patient Outcomes. Computers Informatics Nursing, Vol.26, pp.69-77, 2008.
- 73) 結城千佳, 村上和代, 小林久美子, 田端五月 : 電子カルテに伴う看護環境の変化 (2) ~導入1ヶ月後と1年五の看護記録時間の比較から~, 旭川赤十字病院医学雑誌, Vol.10, pp.23-26, 2007.
- 74) Ochieng George Otieno¹, Hinako Toyama, Motohiro Asonuma, Masako Kanai-Pak, Keiko Naitoh : Nurses' views on the use, quality and user satisfaction with electronic medical records: questionnaire development. Journal Advanced Nursing, Vol.60, pp.209-219, 2007.
- 75) 河野田由佳子, 深沢英里子, 浜口恵子, 露木しのぶ, 妻木浩美 : 電子カルテ導入後半年後の看護記録実態調査, 日本看護学会論文集, 看護管理, Vol.34, pp.400-402, 2004.
- 76) Brian Hakes, John Whittington : Assessing the impact of an electronic medical record on nurse documentation time. Computers Informatics Nursing, Vol.26, pp.234-241, 2008.
- 77) Helen G. Lo,¹ Lisa P. Newmark, Catherine Yoon, Lynn A. Volk, Virginia L. Carlson, Anne Kittler, Margaret Lippincott, Tiffany Wang, David W. Bates, : Electronic Health Records in Specialty Care: A Time-Motion Study, Vol.14, pp.609-615, 2007.
- 78) Chung EJ, Kim HJ, Park KH, Song YA, Lee BN, Lee MJ, Lee JH, Lee HA, Lim YS, Choi EY, Hwang HY, Lee HS : An Evaluation of the Time for Nursing Activity in a Hospital using a Full Electronic Medical Record System (EMR). Studies in Health Technology Informatics, Vol.122, pp.499-502, 2006.
- 79) 内藤堅志, 阿部眞雄, 飯田裕康, 前原直樹, 村上保夫 : 医療情報管理・伝達システムの運用と医療事故防止効果についての調査研究—情報伝達および看護記録の実態と病棟業務との関連—, 労働科学, Vol.83, No.3, pp.107-137, 2007.

- 80) 上野哲,北村文彦,小林廉毅:国内外の産業医学に関する文献紹介 筋骨格系障害のメカニズムに関する最近の知見,産業医学ジャーナル,Vol.28,No.5, pp.83-87,2005.
- 81) 高橋誠,北島洋樹,伊藤昭好:VDT作業者の健康に及ぼす影響要因の解析,労働科学,Vol.70,No.12,pp.569-584,1994.
- 82) 中迫勝:作業姿勢と調整できるワークステーション,VDT労働と健康,労働基準調査会,pp.87-104,1988.
- 83) 白石光昭,坂本英克:オフィスチェアにおける座り心地の短期評価・長期評価(主観評価)の関係,日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp.851-852,2006.
- 84) 斉藤一,岸田孝弥,遠藤幸男,斎藤むら子:単調労働に関する研究(IV)ー空びん検査における適正な一連続作業時間についてー,労働科学,Vol.48,No.6, pp.337-351,1972.
- 85) 斉藤一,岸田孝弥,遠藤幸男,斎藤むら子:単調労働に関する研究(III)ー検びん作業における好適なコンベア給びん速度についてー,労働科学,Vol.48,No.5,pp.239-260,1972.
- 86) Koya Kishida: Temporal change of subsidiary behavior in monotonous work, Journal of Human Ergology, Vol.2, No.1, pp.75-89, 1972.
- 87) Delvolvé, N, Queinnec, Y.: Operator's activities at CRT terminals: A behavioural approach, Ergonomics, Vol.26, No.4, pp.329-340, 1983.
- 88) Delvolvé, Nicole: The interest in collateral activities in ergonomics. Journal of Human Ergology, Vol.15, No.1, pp.35-45, 1986.
- 89) 岸田孝弥:〔四訂増補〕単調労働と副次行動,高文堂出版社,2007
- 90) Toshimasa Takanishi, Takeshi Ebara, Gen-i Murasaki, Tomohide Kubo, Norihide Tachi, Toru Itani, Michihiro Kamijima: Interactive model of subsidiary behaviors, work performance and autonomic nerve activity during visual display terminal work, Journal of occupational health, Vol.52, No.1, pp.39-47, 2010.
- 91) 榎原毅,高西敏正,久保智英,佐藤智明,及川理,井上辰樹,鈴木初子,武山英麿,丹羽さゆり,城憲秀:時系列分析を用いた副次行動とパフォーマンス・エラー

- の構造解析,人間工学特別号,Vol.44,pp.100-101,2011.
- 92) 大西徳明：労働形態の変化にみる労働負担と健康,東京農業大学農学集報,Vol.51,No.4,pp.155-166,2007.
- 93) 山村昌代,茂木伸之,白水重憲,片山宗哲,正木健雄,三澤哲夫：椅座位作業時における姿勢変化に関する研究－加速度センサを用いた姿勢の評価について－,産業保健人間工学研究,Vol.12,No.1,pp.22-27,2011.
- 94) HU Yong, LI XH, XIE XB, PANG LY : Applying Independent Component Analysis on ECG Cancellation Technique for the Surface Recording of Trunk Electromyography,Engineering in Medicine and Biology Society Annual Conference,Vol.27th,No.4,pp.3647-3649,2005.
- 95) 小木和孝,袴田忠：筋疲労時の表面筋電図の周波数解析,労働科学,Vol.38, No.9,pp.519-528,1962.
- 96) 岡久雄,岸本寛志,大島正和：筋疲労の定量化,電子情報通信学会技術研究報告. MBE, MEとバイオサイバネティクス,Vol.20,No.4,pp.185-190,1996.
- 97) 大箸純也：疲労性収縮における運動単位活動と表面筋電図徐派化の関係の推測,近畿大学九州工学部研究報告,No.30,pp.105-110,2002.
- 98) Harrison DD, Harrison SO, Arthur CC et al : Sitting biomechanics, Part I: Review of literature, Journal of Manipulative Physiological Therapeutics,Vol.22, pp.594-609,1999.
- 99) Etienne Grandjean : Fitting the Task to the Man,A Textbook of Occupational Ergonomics,Taylor&Francis,pp.56-59,1988.
- 100) エティヌ・グランジャン,西山勝夫,中迫勝：コンピュータ化オフィスの人間工学,啓学出版,pp.150-152 ,1989.
- 101) 中央労働災害防止協会：腰痛の予防対策に関する調査研究委員会報告書 , 1994.
- 102) 神奈川県安全衛生協会：腰痛の予防対策に関する調査研究,1989.

謝 辞

指導教授であります三澤哲夫先生には、入学前から心遣いをいただき、本研究を進めるにあたっては、研究計画から実験の実施、発表そして論文作成に至る全てにおいて多大なるご指導をいただきましたこと、ここに厚く御礼申し上げます。

学位審査にあたり、副査であります上原勝先生、八田一利先生、長尾徹先生、そして学外副査であります中京大学の岸田孝弥先生には、懇切なご指摘、また多岐にわたる有益なご助言をいただき、本論文をまとめることができましたことを深く感謝申し上げます。白石光昭先生には、椅子をデザインする立場からのご意見、また椅子に関わる立場が異なることでの視点や考え方についてご助言いただき、感謝致します。

本研究の実施にあたって、学外の調査では榊原記念病院、太洋工業株式会社の皆様にご協力いただきましたこと、厚くお礼申し上げます。榊原記念病院での調査では、労働科学研究所所長酒井一博先生、副所長吉川徹先生、東京工科大学の武澤千尋様、四日市看護医療大学の高橋悦子様には、データ分析、学会発表において、数多くのご指導、ご助言をいただきましたこと、厚くお礼申し上げます。

日本体育大学名誉教授正木健雄先生には、評価手法であります加速度センサを使用するご助言をいただき、また加速度センサを使用するにあたり、株式会社 R・I・E の片山宗哲様、白水重憲様をご紹介くださいましたことに深く感謝致します。白水様には、解析方法などについてご指導またご協力を頂き、多大なるお手数とお時間を頂戴しました。ここに厚くお礼申しあげます。

諸先輩方であります松田文子様、水野有希様、池上徹様、茂木伸之様には、人間工学初学者である私に、温かく懇切丁寧なご指導をいただきましたことに感謝の意を表します。本研究で行った実験では、千葉工業大学工学部三澤研究室の大学院生、学部生の皆様にも多大なるご協力をいただきました。実験の準備から実施までご助力いただいたこと、ここに感謝の意を表します。

東京都予防医学協会健康増進部健康増進課の同僚の皆様には、この3年半の間、仕事の調整など様々な面でサポートをしていただきました。ここに記して深く感謝致します。

最後になりますが、阿部眞雄先生には、三澤先生をご紹介いただき、博士課程への進学を勧めて下さいましたことに御礼申し上げます。