

看護者のためのボディメカニクス学習支援システムの試作
 - 第3報 システムの改良と実践的応用 -

A Trial of Learning System of Body Mechanics for Nurses
 - 3rd report : Improvement of the System and Practical Application -

○ 西村泰玄 (滋賀県立大) 安田寿彦 (滋賀県立大) 伊丹君和 (滋賀県立大)

Yasuharu NISHIMURA, University of SHIGA Prefecture
 Toshihiko YASUDA, University of SHIGA Prefecture
 Kimiwa ITAMI, University of SHIGA Prefecture

Key Words: Learning support system, Body Mechanics, Nursing, Back pain

1. 緒言

現在、高齢化社会の進行によって看護・介護の負担が増加している。看護・介護の負担増と共に、看護師など介護にあたっている方々の腰痛が大きな問題となっており、看護師の約80%の方が腰痛を経験しているという報告もある⁽¹⁾。日常生活援助だけでも、ベッドメイキング、体位変換、オムツ交換、車椅子や便座への移乗など、さまざまな看護動作があり、これらの看護動作による身体的負担は無視することができない。近年、身体的負担の軽減のために、ボディメカニクスの活用方法を学ぶことの重要性が認識されてきた。

私達の研究グループでも、人間看護学部と工学部が共同して、「腰部に負担がかからない、ボディメカニクスを活用した看護動作」を学習を支援するためのシステムについて研究を進めている。本研究では、自己学習を実現するための改良および開発を進めているボディメカニクス学習システムの活用例について、2009年度に実施した内容を報告する。

2. システム概要

2-1 ハードウェア構成

図1に開発しているボディメカニクス学習システムの構成を示す。上体の前傾角度は傾斜角センサで、両膝の関節角度は曲げセンサを用いた計測器で計測される。これらの「姿勢を計測するセンサ」のアナログ電圧出力は、適切な電圧に変換されてデータ送信機に送られ、無線でデータ受信機に送信される。データ受信機で受信したアナログ情報は、A/D変換されてパーソナルコンピュータに取り込まれる。パーソナルコンピュータに取り込まれた姿勢データから、姿勢角度を計算して、パーソナルコンピュータの画面に様々な形で計測結果を表示する。

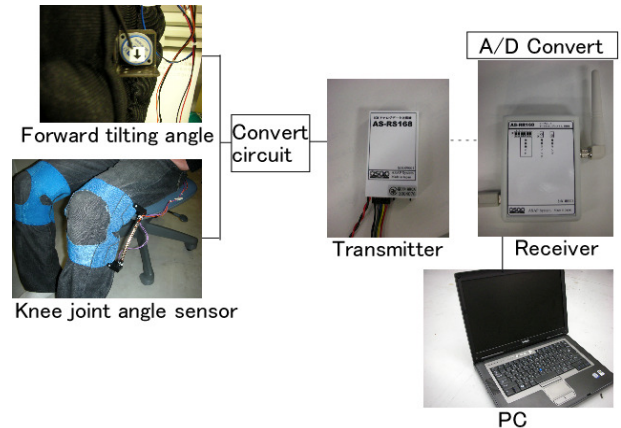


Fig.1 Structure of learning system of body mechanics

果を表示する。図2に示すように看護動作中の姿勢が、動画、グラフ、メータおよび文字によってコンピュータの画面に表示される。

3. 改良点について

3-1 評価機能の強化

(1) 評価について

意欲的な学習を促進を目的として「看護動作の評価」を行うためには、定量的な評価の指標を定める必要がある。本研究ではベッドメイキング時の動作姿勢の評価に焦点を絞り、次のようにして評価指標を定めた。

まず、ベッドの高さを適切な高さ(身長⁽²⁾の45%)に調節

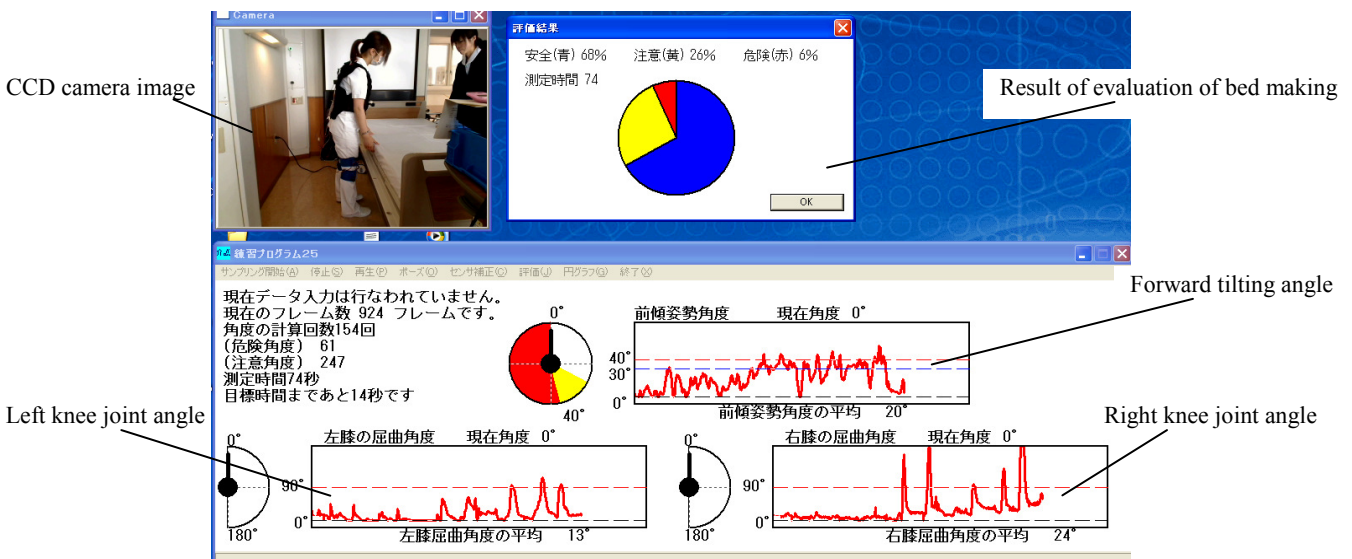


Fig. 2 Windows in developing learning system

した場合を考える。高さを適切に設定したベッドのマットレス上面に膝を全く曲げず手のひらをつけた姿勢を考える。この姿勢は、ボディメカニクスを全く利用していない「腰に負担のかかる姿勢」である。すなわち、ベッドを適切な高さに設定しているにも拘らず、腰部負担を軽減する努力をまったく行っていない姿勢であり、ベッドメイキング時に少し努力をすれば避けうる姿勢である。この角度を、腰部負担を軽減して腰痛を防止するために避けなければならない角度という意味で危険角度と定義する。日本人の人体データを用いて、危険角度を計算した結果、危険角度は約 40° となったため、本研究では概算で 40° を危険角度と定義した。

つぎに、「できれば避けたい角度」および「危険角度に近いことを知らせる角度」という意味で「注意角度」を定義する。本研究では、町長式作業診断図⁽³⁾および野田ら⁽⁴⁾による腰痛防止用サポーターベルトの設計指針を下に注意角度を 30° と定めた。本研究で提案する学習支援システムでは、これらの前傾姿勢角度を評価指標として用いる。

(2) 評価機能の拡張

腰部負担に直接関係するのは前傾姿勢角度である。本研究で提案する学習システムでは、これまで、時々刻々に変化する前傾姿勢角度を計測・評価してリアルタイムで負担の大きい前傾姿勢を警告していた。しかしながら、看護作業全体に対する評価を行っていなかった。学習システムの利用者が目標を持って学習するために、作業全体を評価することが有用であると考えた。そこで、ベッドメイキングに要した作業時間のうち、どの程度、危険角度や注意角度域の姿勢を維持したかを測定し、その割合を表示することで定量的に自己の姿勢の良否を把握できるようにした。図 3 に、パーソナルコンピュータの画面に表示される「作業全体の評価結果を示す円グラフ」を示す。

しかし、この円グラフ表示だけでは目標とする到達点が不明瞭であり、システムの学習効果をさらに向上させる必要性があることが、学習システムを試用する中で判明した。本研究では、使用者が具体的な定量的目標をもって学習できるよ

うに、前傾姿勢角度の平均値に目標値を設定（表 1 を参照）した。さらに、その目標値を達成しているかどうかを一目で判断でき、かつ使用者に学習を楽しんでもらうことを目的とし、図 4 のようなアニメーション表示機能を追加した。

Table 1 Evaluation indicator

評価	指標値 (角度域)
高い (安全圏)	30° 未満
中 (注意角度)	30° 以上 40° 未満
低い (危険角度)	40 度以上

3-2 膝関節角度測定器および装着具の改良

これまでに学習支援システムで提案していた「膝関節角度測定器の装着具」は、以前、膝関節角度の測定に使用していたゴニオメータの装着を目的としていた。このため、マジックテープで固定する箇所が多く形状も複雑であったため、装着具を一見しただけでは正しく装着することが難しく、装着にも時間がかかった。そのため、学生が自己学習をする場合、誤使用による装置の損壊や、膝関節角度測定器を装着できず、学習支援システムを使用できないという恐れがあった。

そこで、ゴニオメータの代替となる簡易型膝関節角度測定器を自作し、さらに、角度測定器と装着具を一体化させることを考えた。膝関節角度測定装置全体を、できるだけコンパクトにするため、測定器の形状を工夫して、測定器の全長を 300mm から 210mm に減少できた。また、改良した測定器に合わせて装着具もコンパクトで構造が簡単なものに作り変えて、装着の複雑さを改善した。図 5 に簡易化した膝関節角度測定器を、図 6 に改良前後のセンサの装着具を示す。

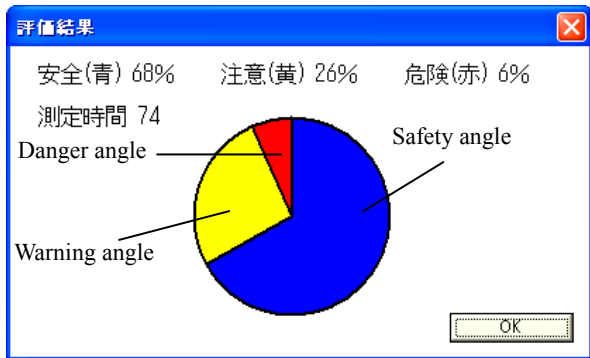


Fig. 3 A Result of evaluation



Fig. 4 Animation Window

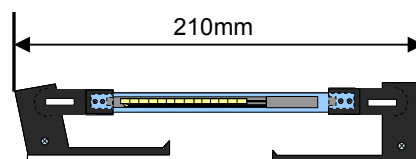
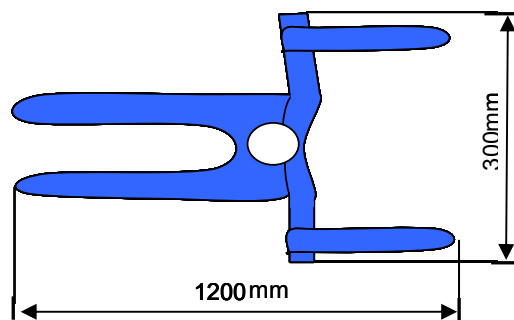
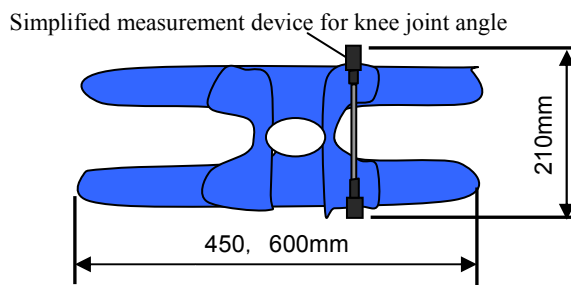


Fig. 5 Simplified measurement device for knee joint angle



(a) Previous model



(b) New model

Fig. 6 Mounting fixture of knee joint angle sensor

Table 2 Average time to fit measurement device for knee joint angle

	Previous model	Improved model
Time(s)	51.0	7.7

5名の被験者に3回ずつ、改良前と改良後の装着具を装着してもらい、装着にかかった時間を測定した。表2に、改良前の装着具を用いて測定器装着にかかった時間の平均値と、改良後の装着具を用いて装着にかかった時間の平均値を比較する。実験では、片足のみ装着したので、実際には倍の時間を短縮できたことになる。また、複雑であった形状を簡単な形状につくりかえ、装着のための準備をする時間も短縮できたため、装着にかかる時間は、さらに短縮されている。

3-3 システムの無線化

従来の学習システムは有線で計測データをパーソナルコンピュータに送信していたため、送信ケーブルが測定時に測定者の動きを妨げることがあった。そこで、(株)ASAP Systemのケーブルレスデータロギングシステム (CLDL System) を用いることによって、パーソナルコンピュータへのデータ転送を無線化して、学習者が快適に作業を行えるように改良した。送受信機にはAS-RS168, AS-RR168を使用する。この送受信機はデータを送受信するだけでなく、同時にA/D変換を行うことができる。また、周波数を変えることによって混信を防ぎ、送受信機を同時に8台まで使用できる。表3に送受信機の仕様を、図7に改良によるシステム構成の変化を示す。

Table 3 Specific of CLDL system

周波数	2.405.46~2.480.46 (5MHz 間隔 16 波)
通信距離	見通し 3m~10m(長距離も可)
チャンネル数	A/D 8ch, 0~5V, 12bit, デジタル 1ch
収録間隔	1ms/10ms/100ms/1sec
外部電源供給	5V(センサ電源用)
重量	送信機 30g, 受信機 73g
寸法	送信機 60mm×34mm×18mm, 受信機 66.5mm×92mm×21mm

4. 自己学習システムの機能評価

4-1 学生の実習への活用

本研究では、システムを自己学習システムとして使用できるようにすることを最終的な目標としている。そこで、2009年10月~11月に、本学人間看護学部の学生のベッドメイキング実習に、本システムを活用した。アンケート調査を実施し、システムの各機能に対する評価および、本システムの自己学

習システムとしての有用性を検証した。

4-2 検証方法

実習は10月中旬から11月中旬にかけての約1ヶ月で行われた。学生52名が3人以上で1グループとなり、グループ単位で空き時間などを利用して実習室に設置されているシステムを利用し、ベッドメイキング作業を自習する。ただし、1人あたりの実習(測定)回数に制限はない。

なお、最初に一度だけシステムの使用方法について説明した後、システム故障時あるいは不具合の復旧以外では、開発者に関与せず、学生達自身でシステムを使用するという事に注意した。

4-3 測定結果およびアンケート結果

表4に、測定1回目と最終測定時の前傾姿勢角度の平均値を示す。システム活用による学習効果を検証するため、2回以上測定を行った者を対象とした。また、表5にアンケート結果を示す。アンケートに対する回答を「思う=5点」、「少し思う=4点」、「どちらともいえない=3点」、「あまり思わない=2点」、「思わない=1点」として点数化し、その平均値を求めた。

Table 4 Average value of forward tilt angles

	1回目	最終回
前傾角度	24.3	16.7

Table 5 Average point of answers

質問	点数
ボディメカニクス活用の役に立ったか	4.65
システムによって姿勢改善できると思うか	4.45
装着は容易だったか	3.78
操作は容易だったか	3.45
アニメーション機能はわかりやすかったか	4.17
システムを活用した学習は楽しかったか	4.42

表4より、学生達は測定の際、1回目からボディメカニクスを意識した姿勢をとっていたため、平均値は1回目からすでに前傾角度が30°未満と、安全圏となっている。しかし、1回目に比べて最終測定時ではより小さい前傾角度となっており、学習の成果が確認できる。

表5に示すように、「ボディメカニクス活用の役に立ったか」、「システムによって姿勢改善できると思うか」という質問に対する回答において高い評価を得たことから、学生はボディメカニクスを活用したベッドメイキング動作の学習に学習支援システムが役に立っていると感じていることがわかる。「装着は容易だったか」および「操作は容易だったか」という質問に対する回答は、どちらも4点を下回り、課題が残る評価となった。先にも述べたように、原則として学習支

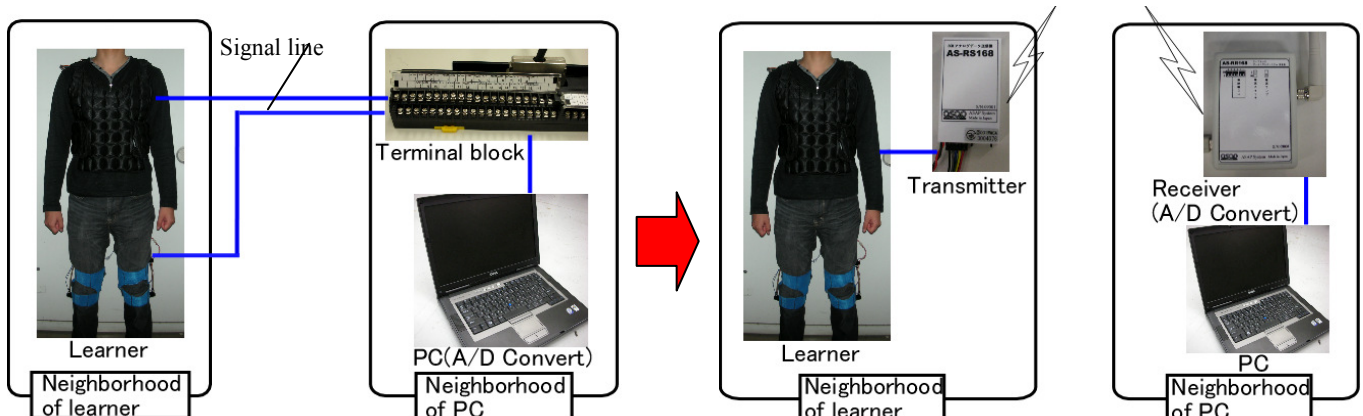


Fig. 7 Comparison between systems with and without CLDL System

援システムは学生のみで使用することにしたが、実習の支援のために待機した「学習システムの製作者」に質問をする場合および使用方法の修正を必要とする場合があった。アンケートの回答と合わせ、姿勢計測器の装着方法およびシステムの操作方法については、自己学習を実現するために更なる改善が必要である。

「アニメーション機能はわかりやすかったか」、「システムを活用した学習は楽しかったか」という質問に対する回答は、比較的好評価を得ることができた。このことから、アニメーション表示機能の目的が達成されていること、自習に学習システムを使用することに対する学生の拒否反応がないことがわかった。

5. 病院での活用例

2009年8月と2010年3月に、滋賀県内の病院の看護師の方々に対する腰痛予防の啓蒙を主目的として、本システムを活用した測定実験を行った。システムの活用結果を示すために、2009年8月と2010年3月の計測データを比較し、本システムによる学習効果について検討する。

5-1 測定方法

32名の看護師の方に、各々3回のベッドメイキングをしていただいた。2009年8月の実験協力者と、2010年3月の実験協力者は同一である。ただし、仕事の都合で2010年3月の実験協力者は1名減少した。3回の測定条件を表6にまとめる。

Table 6 Condition of measurement

測定回数	条件
1回目	普段病院で実際に行っている動作 (システム活用なし)
2回目	ベッドの高さを調節した後の動作 (システム活用なし)
3回目	システム描画面面を用いて客観的評価 した後の動作

1回目はベッドの高さは普段通りに、「ボディメカニクスを活用して下さい」という指示はせずに、作業を行ってもらった。2回目は、ベッドの高さを適切な高さ(身長45%)に調節した後に、「ボディメカニクスの活用を活用して下さい」という指示はせずに、作業を行ってもらった。3回目は、1回目と2回目の作業を学習支援システムの描画面面を見ながら解説した後、適切なベッド高さでボディメカニクスの活用を意識して作業を行ってもらった。図8は測定風景である。

5-2 測定結果

測定結果から、前傾姿勢角度の被験者全体の平均値についてまとめる。表7(a)は2009年8月のデータ、表7(b)は2010年3月のデータである。2009年8月、2010年3月のどちらも、1回目の測定では前傾角度が40°以上と、危険角度域になっていることから、腰部に負担のかかる姿勢をとっており、ボ



Fig. 8 A snapshot of the experiment

Table 7 Result of experiments

(a) August 2009

測定回数	前傾角度[°]
1回目	55.6
2回目	43.2
3回目	28.0

(b) March 2010

測定回数	前傾角度
1回目	42.4
2回目	34.3
3回目	22.5

ディメカニクスを活用した動作を学習する必要性が確認できる。2回目は、1回目よりも改善されてはいるが、目標となる「前傾角度30°未満」に達しておらず、2009年8月においては危険角度域、2010年3月においては注意角度域となっている。このことから、目標を達成するためには、ベッドの高さを高くするだけでは不十分であり、姿勢を改善に努力することが必要であることがわかる。3回目の結果を見ると、前傾角度がどちらでも30°未満となっており、安全圏である。多くの方がボディメカニクスを活用した動作を意識し、姿勢改善できていることがわかる。

5-3 システム活用による効果

表7の2つの表を比較すると、全ての測定回数において、前傾角度の値が2009年8月よりも2010年3月の方が小さくなっている。すなわち、学習支援システムを活用した実習によって、病院で働く看護師のベッドメイキングを行う際の、姿勢改善が行えたことが伺える。

5-4 アンケートの実施

最後に、測定終了後に実施したアンケートの結果を表8にまとめる。表8の2つの項目に関して、高評価を得ており、2009年8月よりも2010年3月の点数が向上していることから、本システムの活用の有用性が伺える。

Table 8 Comparison of Questionnaire on August and March

質問	昨年 8月	今年 3月
ボディメカニクスの活用は効果があると思うか	3.6	4.6
今後もシステムを活用したいか	4.6	4.7

6. まとめ

本研究では、自己学習支援システムの実現へ向けたシステムの改良点および、改良したシステムを用いた活用例を示した。改良によって、システムの使い易さと、システムの評価機能が向上した。また、看護学生の実習と、病院での活用例により、システムの有用性を確認できた。

参考文献

- (1) 熊谷信二, 田井中秀嗣, 宮島啓子, 宮野直子, 小坂淳子, 田淵武夫, 赤阪進他: 高齢者介護施設における介護労働者の腰部負担, 産業衛生学雑誌, vol.47, pp.131~138, 2005
- (2) 伊丹君和, 藤田きみゑ 他: 看護作業姿勢からみた腰痛負担の少ないベッドの高さに関する研究(2), 滋賀県立大学看護短期大学部学術雑誌, no.4, pp21-27, 2000
- (3) 町長三生: 高齢者のための作業環境改善, 労働衛生, vol.38, no.8, pp18-20, 1992
- (4) 野田正淑 他: 腰痛防止用装着具, 特許出願 2001-254254 (P2001-254254), 2001