

手指作業行動計測によるものづくり技能のデジタル化*

6V-07

(社団法人 人間生活工学研究センター) 北村晃一 植西敏雄†
 (日本電気株式会社 インターネットシステム研究所) 山口智治‡
 (株式会社ワコール インナーウェア生産統括部) 東英男¶

1. はじめに

製造業のものづくり現場における技能の空洞化を防ぎ、その国際競争力の維持、発展を図るために、筆者らは、熟練された高度な技能を新しい世代に伝えるための基礎技術を開発¹⁾している。具体的には、衣服製造業のミシン縫製作業を例に、高度技能保有者と技能未習得者のそれぞれに分類される作業者の行動を計測し、互いの動作を比較することによって、高度技能のポイントの抽出²⁾を試みている。本稿では、ミシン縫製作業の動作に現れる高度技能ポイントとその計測について述べる。

2. 高度技能動作のポイント

高度技能動作のポイントを明らかにするためには、高度技能者のみを観察するのではなく、高度技能保有者と技能未習得者の差異を見いだす必要があると考える。両者の差異のうち、品質や生産性に影響を与える項目における高度技能保有者の動作が高度技能動作のポイントである。

2.1 目視観察

まず、高度技能が必要なミシン縫製作業を複数の高度技能保有者と技能未習得者におこなわせ、その動作をビデオ撮影し、目視観察によって分析した。対象作業は、(株)ワコールの主力製品であるブラジャーの縫製作業とした。

ビデオ撮影には、被験者の左前方4mの位置から全身を映し出すDVカメラと、作業者の視野映像を記録するためにメガネのフレームにマイクロカメラを内蔵したEYE Viewを利用した。撮影した映像は28インチ・ハイビジョンTVに映して、複数の観察者により分析を行った。比較しやすい様に、各ターゲット作業について、高度技能保有者と技能未習得者の映像を一画面上に並べて映した。また、分析項目として、姿勢、脇、ひじ、手首、指の動きと視線に着目した。

2.2 高度技能保有者と技能未習得者の差異

目視観察の結果、図1に示すような高度技能ポイントが確認できた。例えば、姿勢については、高度技能保有者は技能未習得者に比べ背筋が伸びており、顔と針先の距離が比較的離れていた。これは、高度技能保有者は全体を見渡せて変化に対応できる態勢をとっているためであると考えられる。また高度技能保有者は通常脇をしめており、その分ひじが低く手首の位置が高くなっていた。そのため、手先を縫製方向に対して平行に近い角度を保つことができ、必要があれば手首や手先の角度を自由に変えられるように備えているものと思われる。指も頻繁に動かして材料を細かく操作している。

一方、技能未習得者は通常脇をあけており、ひじが高く手首が低い位置になっていた。そのため、手先を縫製方向に対して直角に近い角度を保つことになってしまう。この状態だと手首や手先の角度を変えたくてもそれほど大きくは変えられず、縫製条件の変化に対応できないものと思われる。指の動きも少ない。

	高度技能者	技能未習得者
姿勢	背筋が伸びて、顔が針先から離れている	背筋が曲がって、顔が針先に近い
脇	脇がしまっている	脇があいている
視線	顔を右斜めに傾けて覗き込んでいる	正面から見ている
ひじと手首	ひじが低く、手首が高く立っている	ひじが高く、手首が低く寝ている
指の動き	頻繁に開閉をおこなっている	ほとんど開閉はおこなわれていない

図1 高度技能ポイント

* Digitalizing Expert Behavior in Manufacturing
 † Koichi KITAMURA, Toshio UENISHI (Research Institute of Human Engineering for Quality Life)
 ‡ Tomoharu YAMAGUCHI (NEC Corporation)
 ¶ Hideo AZUMA (Wacoal Corporation)

3. 技能のデジタル化

縫製作業における高度技能ポイントの動作をデジタル化するために、その技能要因と考えられる身体動作データ、手指動作データ、ミシン稼動データ、視野映像データを計測し、これら全ての同期をとる必要がある。そのために、モーションキャプチャ装置、データグローブ、ミシン稼動計測装置、視野映像を録画するEYE Viewの同期をとって記録する縫製作業統合計測システムを開発した。図2に計測装置の構成を示す。被験者の周囲にモーションキャプチャ用の CCD カメラ 6 台を設置し、被験者はデータグローブを両手に装着する。ミシン稼動計測装置として、ミシンモータにはセンサー(パルスカウンタ)を取り付けてある。

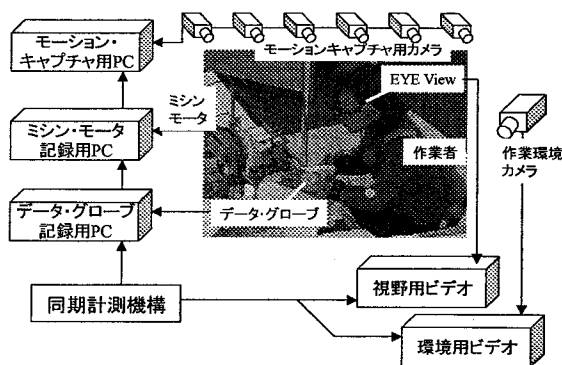


図2 計測装置の構成

4. 計測結果の分析

目視観察から導き出した高度技能ポイントを、モーションキャプチャ装置やデータグローブの計測データから検証した。計測データから検証しうるポイントについては、その妥当性を確認できた。以下では、ブラジャーのカップ付の工程のデータを例に説明する。

ひじに関する分析では、高度技能保有者はひじを低い位置に保持して作業しているが、技能未習得者はひじを高く上げている。図3-a)は各高度技能保有者と技能未習得者の右ひじ関節の高さの最頻値を表すグラフである。この図から高度技能保有者のひじが低いことが確認できる。ひじの高さは、ミシン台からの高さを差す。ひじの高さの最頻値の平均は、高度技能者が83.99mm、技能未習得者が170.38mmである。

指の動きについても、高度技能保有者は開閉を頻繁におこない、技能未習得者はほとんど開閉しないという差異が表れた。図3-b)は、右手示指中手指節関節(MP関節)角度の分布を表すグラフである(まっすぐ伸ばした状態

が 0°)。高度技能保有者は 30° 付近を中心としながらも $15^{\circ} \sim 55^{\circ}$ の範囲で大きく指を動かしているのに対し、技能未習得者の指は $35^{\circ} \sim 55^{\circ}$ の範囲に集中して、ほとんど動きがない。統計的にも高度技能者の分散値が103.34で、技能未習得者は61.10であり、技能未習得者の指の動く範囲が高度技能保有者に比べて著しく小さいことがわかる。

上記以外のポイントについても同様に、2.2節で述べた高度技能保有者と技能未習得者の差異を計測データから裏付けることができた。

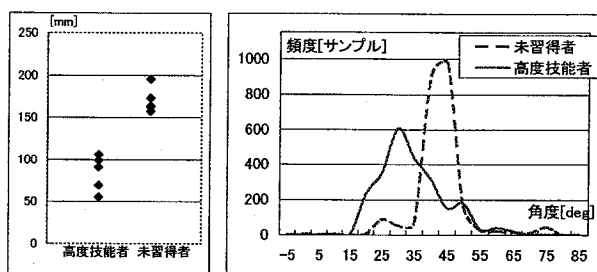


図3 高度技能保有者と技能未習得者の動作の比較

5. まとめ

高度技能保有者と技能未習得者の両方を含む被験者による実験をおこない、まず目視観察から高度技能ポイントを示した。次に手指や腕、体幹等の動きを計測した定量的なデータによってそれらを裏付けられることを確認した。

今後は、生産現場での高度技能データをより多く収集してデータベース化するとともに、高度技能保有者と技能未習得者の動作における差異を検出して指摘し、該当動作の高度技能ポイントを教示して行動の修正を促すことのできる技能向上支援システムの構築を目指す。

謝辞

本研究は経済産業省の産業技術基盤研究開発プロジェクト「人間行動適合型生活環境創出システム技術」として、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの委託を受けて、実施したものです。

参考文献

- (1) 人間行動適合型生活環境創出システム技術プロジェクト, <http://www.hql.or.jp/gpd/jpn/www/grp/kodo/>
- (2) 山口智治, 北村晃一, 植西敏雄, 東英男, 高橋昭彦, 赤松幹之: ミシン縫製作業行動における技能差異ポイントの比較解析, 第17回バイオメカニズム・シンポジウム論文集, バイオメカニズム学会, pp.119-130