

ものづくり技能の習熟度と注視点の変化に関する実験的検討

—マイクロメーターによる測定技能編—

千葉職業能力開発短期大学校成田校 武雄 靖

Experimental Study on Change in Gaze Point with the Proficiency in *Monozukuri* Skills
- Chapter of the Measurement Skill with Micrometer -

Yasushi TAKEO

要約 ものづくりの作業に限らず、あらゆる作業の初心者にとって、熟練者がどこを見て作業をしているかは、非常に興味深いものであることは想像するに容易い。それは技能者が、作業点を見ながら自分の手先の動きや、使用している道具や機器の状態を確認しながら作業を進めている中で、技能の習熟度によって見ている場所や注視点の動きに違いがあり、熟練者のそれを知ることが作業の習熟度向上の早道の一つであると考えているからである。そこで、作業中の注視点移動と作業者の技能習熟度との相関を明らかにするとともに、技能教育への応用や、その評価への利用を検討する必要がある。

本稿では、簡単なマイクロメーターによる寸法測定作業を取り上げ、アイカメラによる眼球運動分析を行ったところ、作業中の注視点移動と技能レベルとの相関が認められたので、これをもとに技能教育への応用を検討した。

I はじめに

経済産業省による『2005年版ものづくり白書』の中で、2007年問題として懸念された団塊の世代の大量退職によるものづくり技能者の不足は、雇用延長などで一応の落ち着きを取り戻した。しかし、これは単に問題の先送りではなく、しっかりとした対応が取られたとは言い難い。我が国の経済が再び発展していくためには、各種製造業をはじめとしたものづくり基盤産業の発展が不可欠であり、それを支える高度な「技」、すなわち、熟練した技能を持つ人材の確保と育成、ものづくり技能の伝承、発展が重要な課題となっている。

ものづくりの技能は、経験により人が身に付けたもので、カン・コツといったいわゆる暗黙知で支えられている場合が多く、その技能は主に、「切る」「削る」「曲げる」「みがく」「接合する」「測る」といったものがあげられる。この中でも「測る」に当たる測定技能は、その他の主要な技能全てに付随する共通の要素のものであり、測定技能がなければ、他の技能は成立しない。つまり測定技能は、他の技能と常に組み合わせる作業が進められるため、ものづくり技能者を育成する場合、測定技能の習得は、避けて通ることのできな

いものであるといえる。

ここで、ものづくり現場における環境変化とその中で経営課題を、各企業がどのように認識し、人材育成の方向性をどのように考えているのかを調査した、独立行政法人労働政策研究・研修機構（JILPT）の「ものづくり産業における人材の確保—機械・金属関連産業の現状—（2008年度）⁽¹⁾」によると、ものづくりの現場が必要不可欠としている技能として「測定・検査」であると回答する企業が最も多かった（図1参照）。この結果からも技能者育成において測定技能の習得は、産業界でも重要な課題であることがうかがえる。

このような中、測定技能に限らず、熟練者が持つ高

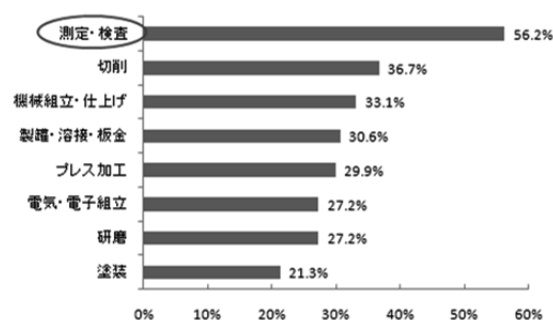


図1 主要製品の製造に必要な不可欠な技能⁽¹⁾

度な技能をどう教育・伝承し、評価していくのかという問題は、以前から多くの取り組みがなされている。例としてIT技術を活用した「技能のデジタル化」があげられる。その内容は、暗黙知の塊といえる技能を数値化するなど、形式知に変換する試みが主であり、これを教育訓練や、ものづくりの自動化に役立てようとするものであった⁽²⁾⁽³⁾。また、技能の評価については、国家検定制度として実施されている「技能検定⁽⁴⁾」の利用が、ものづくり企業での技能者の評価や職業訓練などを行う学校で多く見られる。

一方で、眼球運動分析による注視点変化の評価が様々な分野で利用されている。眼球運動の測定はDondersにより1847年に最初の試みが行われているが、その後、1900年にDodgeが角膜反射による測定法を開発してから、心理学および医療の分野での研究が進められてきた。近年では、眼球運動分析の測定機器であるアイカメラの性能の向上とともに、小型化が進んでいるため、これまでは実験室などの屋内や、被験者が着座したままの状態での計測が主であったのに対し、屋外での計測や、身体を移動させての計測など、適用範囲が広がっている。

眼球運動分析と技能レベルについての研究で特に知られているのが、自動車の運転技能に関するもの⁽⁵⁾である。その他にも、滑空機操縦におけるもの⁽⁶⁾や調理時のもの⁽⁷⁾などがあり、いずれもそれぞれの技能の習熟度と注視点移動には相関関係があるという結果が出ている。

本研究は、マイクロメーターによる寸法測定技能を取り上げ、その習熟度と注視点移動に相関関係があるという仮説のもと、実験とその結果の検証を行うとともに、測定技能教育への展開について検討した。

II 技能伝承と技能の評価

1 これまでの技能伝承

これまで日本のものづくり企業の根幹を支えてきたベテランの持つ知識・技術・技能は、多種多様で多彩である。これは各個人が長年にわたって仕事に取り組み、改善に改善を重ねながら工夫し、蓄積されてきた「経験」で成り立つものだからである。中でも、カンやコツに頼った「技能」の伝承は非常に難しい。稲田⁽⁸⁾は、技術は言語系に属し、今日概念によれば、「形式知」に分類され、それに対して、技能は技能者の持つものづくりの知恵やノウハウで、その一部は形式知

化できるが、その肝心要の部分は言語化できない暗黙知に属し、それゆえ「ヒト」から「ヒト」へ「伝承」するしかないとしている。そして、その伝承の方法は、やって見せ、やらせてみて、工夫させ、考えさせて、確かめるというやり方を反復するというもので、OJT方式による場合が多い。この方法による技能伝承は、中小企業だけでなく大企業でも見られる方法で、実際の現場で業務を行いながらのものとなるが、一部の企業では、「〇〇道場」や「〇〇技能塾」などと呼ばれる技能伝承の場を設定している場合も見られる。以前の技能者育成は、「仕事のやり方は盗んで覚えるものだ」という考えが横行している感もあったが、最近では、積極的に技能を伝承しようという動きが強まっている傾向がある。その理由としては、先にも述べた「2007年問題」のように、世代交代によりこれまで培ってきたものづくり技能を失ってしまうのではないかという危機感から、早急な技能伝承が必要であるという認識が企業内外で高まったからである。しかし、2007年問題を初めとした技能者不足の問題は、依然として先送りされていることも事実であり、早急に技能を伝承するには、従来のOJT方式だけでは間に合わないというのがものづくり現場の技能伝承の実態であるといえる。

2 技能検定について

技能検定は、技能に対する社会一般の評価を高め、働く人々の技能と社会的地位の向上を図ることを目的として、職業訓練を規定する法律と同じ職業能力開発促進法に基づき実施されている。この検定は、昭和34年に初めて実施されて以来、年々その内容の適応範囲を広げ、現在124職種について実施されており、技能検定の合格者は平成20年度までに322万人を超える。中でも、ものづくり技能に関しては、国が認める唯一無二の証として各職場においても、高い評価を受けている検定試験である。

技能検定には、職種により特級、1級、2級、3級に区分するものと、単一等級として等級を区分しないものがある。ただし、特級の実技試験の内容については、それぞれの職種に関連する管理者が持つべき知識を問うペーパーテストのみになっているので、実質的な技能の習得度を評価する最上位の等級は1級であるといえる。

企業規模の大小にかかわらず、現場で活躍する技能者の習得度を測り、個人の業績評価とするために技能検定の受検を奨励している企業も少なくない。また、現場作業員個人のスキルやモチベーションを向上させ

るためのツールとして利用している場合も多く見られ、日本政府が認めた技能の評価方法として、広く知られている。

3 技能者の眼球運動分析

技能のデジタル化により技能伝承を効率的にし、その評価には技能検定を用いるというのが、ものづくり技能におけるこれまでの主な技能伝承のアプローチとその評価の方法であったといえる。しかし、さらなる伝承の効率化を考える場合、技能の形式知のみならず、暗黙知のまま、OJT だけに頼らない方法での伝承も検討すべきである。それには、技能の初心者が技能を獲得していく中で、技能を向上させるための作業のポイントにより早く気付くことが大切であり、これを助長するような技能訓練の方法が必要であると考えられる。この「気付き」はまさに暗黙知といえ、作業の初心者は、技能の習熟度を向上させる作業のポイントを、暗黙知のまま自己の技能として落としこんでいくことになる。

本稿で検討を行った技能者の眼球運動分析は、熟練者がどこを見て作業しているかを知ること、作業の初心者の興味に訴えかけ、作業のポイントとなる部分により早く気付かせるための資料になると考えられる。また、作業の熟練者と初心者の眼球運動の違いが明らかになれば、これを技能習熟度の評価にも利用できることが期待できる。

III 眼球運動分析の実験方法

測定作業の習熟度と注視点運動の相関関係を調べるために、作業者が実際の作業を行う中で、その眼球運動の計測を行った。実験は、簡単な外側マイクロメーターによる長さ測定を用いて、測定作業者（被験者）の注視点进行分析し、作業の習熟度による違いがみられるかどうかを検証した。

1 被験者

被験者は、千葉職業能力開発短期大学校成田校生産技術科の教員及び学生の中から、技能検定機械検査作業試験の1級、2級、3級の合格者11名（19歳から43歳、すべて男性）を選定した。1級、2級の合格者4名を習熟度の高いグループ（上級者）、3級の合格者7名を習熟度の低いグループ（初心者）と位置付けた。被験者には、実験の目的、内容を十分に説明し、インフォームドコンセントを得た。被験者の概要は表1の

とおりである。

表1 被験者の概要(計11名)

習熟度別グループ	被験者	技能検定資格取得級	区別
上級者	A1	1級	教員
	A2	1級	教員
	B1	2級	学生
	B2	2級	学生
初心者	C1	3級	学生
	C2	3級	学生
	C3	3級	学生
	C4	3級	学生
	C5	3級	学生
	C6	3級	学生
	C7	3級	学生

2 実験機材

実験に用いた測定課題は、技能検定機械検査作業試験の中の一部分を用いた。具体的には、被験者が図2のような円筒状の測定物の外径の3ヶ所を外側マイクロメーターで測定し、その測定値を記録用紙に記入するという作業である。

実験に使用した機器を図3に示す。作業中の被験者の眼球運動計測は、計測中に身体の移動が可能な接触型アイカメラを用いた。この装置は、瞳孔/角膜反射方式を採用しており、両眼の視点位置を同時に計測できる。データの検出レートは30Hz(1/30秒毎)で、視野カメラの映像と両眼の視点位置を同時にデジタルビデオカメラに記録できる。

3 実験データの採取と解析方法

データ採取時の様子を図4に示す。また、図5にアイカメラからデジタルビデオカメラに記録された計測データの例を示す。この図の中で、中央部の楕円の中にある『□(右目)』と『+(左目)』がそれぞれの注視点(アイマーク)である。実験の中で被験者が実際に測定を行ったのは、図2に示した円筒部の3ヶ所で、測定の開始と終了が明確である2ヶ所目のみのデータを取り出して評価を行った。測定の開始から終了までの作業時間は、1ヶ所目の測定値を記録し筆記具を手放したときから、2ヶ所目を測定し、筆記具を手放したときまでとした。



図2 測定物と測定箇所

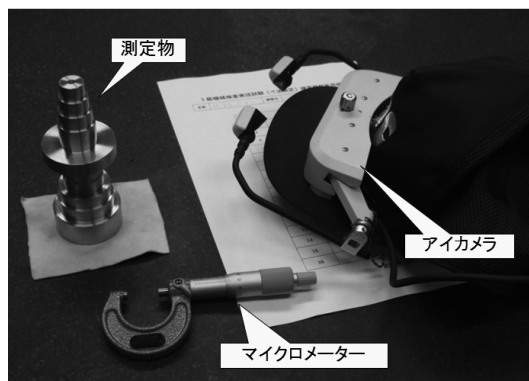


図3 実験に使用した機器

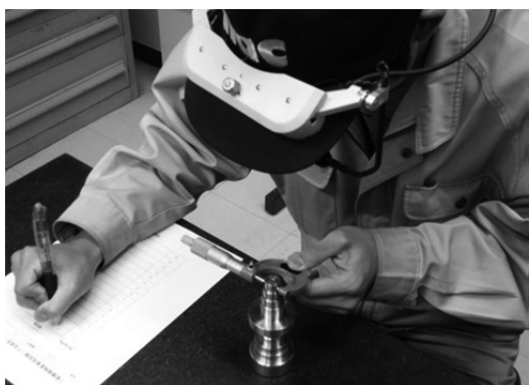


図4 測定時の様子

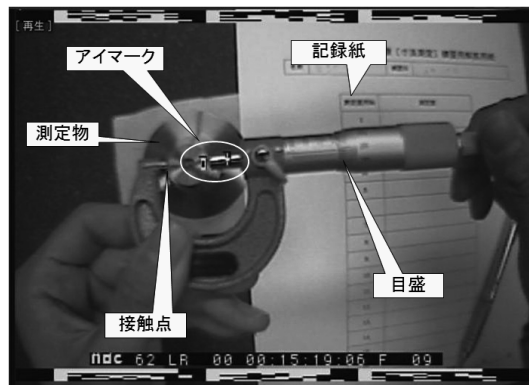


図5 アイカメラで撮影した映像

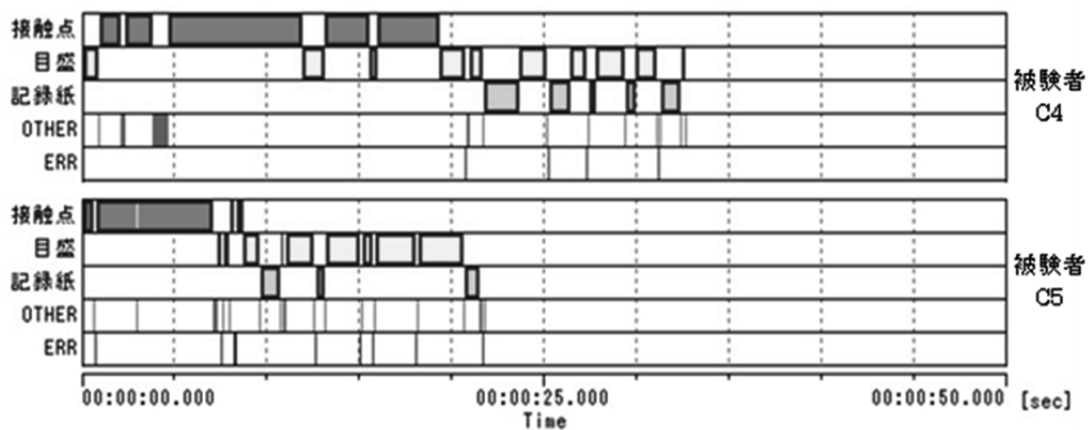


図6 各被験者の注視項目変化表の例

表2 各被験者の作業時間と測定結果

被験者	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
作業時間 (sec)	17.25	20.12	26.45	21.45	35.37	30.06	25.99	32.67	21.79	39.01	30.964
測定結果 (mm) 真値: 18.960	18.958	18.959	18.960	18.960	19.961	19.961	19.960	18.985	19.960	19.960	19.959

注視項目は、測定器と測定物の「接触点」、「目盛」、「記録紙」とそれ以外の部分の「OTHER」の4つと共に、瞬きなどのためにアイマークが消失する「ERR」を設定した。作業中、被験者がどの項目を注視しているかの抽出には、記録されたビデオデータを1フレームごとに目視により注視点の確認を行う Frame by Frame 分析法⁹⁾を用いて、注視点項目変化表を作成した。注視状態と眼球が運動して注視していない状態を分ける閾値は、眼球運動速度が 5deg/s 以下で、その継続時間を 165ms 以上となる場合を注視状態とした¹⁰⁾。これをもとに作業全体に占めるそれぞれの注視項目の総注視時間と作業全体に占める注視時間割合、及び各注視項目に対する注視回数を算出した。算出したデータは、上級者と初心者とのグループに分け、平均値を求め、作業時間および測定物の測定結果とともに比較した。データの平均値の比較にはまず F 検定を行い、等分散と判断された場合は Student の t 検定を行い、異分散と判断された場合は Welch の t 検定を行った。なお、有意水準は危険率 5%未満とした¹¹⁾¹²⁾。

IV 結果

Frame by Frame 分析法により作成した各被験者の注視点項目変化表の一例を図 6 に示す。この図は、各被験者の注視点移動パターンを時系列で示したもので、横軸は各注視項目に停留した時間を表す。さらに各被験者の評価対象とした 2ヶ所目の作業時間と測定結果を表 2 に示す。

これらの結果より算出した各注視点項目の平均総注視時間と平均作業時間を習熟度のグループごとに分けたものを図 7 に示す。また、作業時間に対する各注視項目の注視時間の割合を平均した平均注視時間割合を図 8 に示す。さらに各注視項目の平均注視回数と総注視回数を図 9 に示す。なお、標準偏差を誤差範囲として図中に示す。また、それぞれの結果について t 検定を行った結果を表 3 に示す。ただし、「OTHER」の注視項目については、上級者のデータには全く現れなかったため、t 検定による比較は行っていない。

図 7 の各注視点項目の平均総注視時間と作業時間を習熟度のグループごとに分けたものに関して、「目盛」、「記録紙」についての t 検定の結果は、有意差は見られなかった。一方、「接触点」と「作業時間」については、それぞれ $[t(9)=2.587, p<0.05]$ 、 $[t(9)=2.934, p<0.05]$ となり、有意な差が見られた。これにより、上級者と初心者の作業時間には明らかな差が見られ、それには、

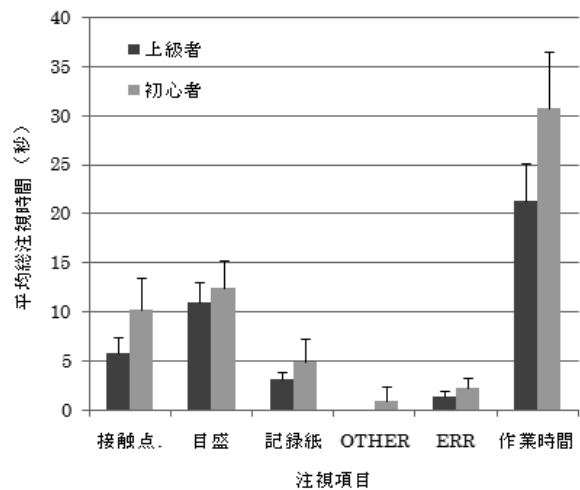


図 7 各注視項目の平均総注視時間

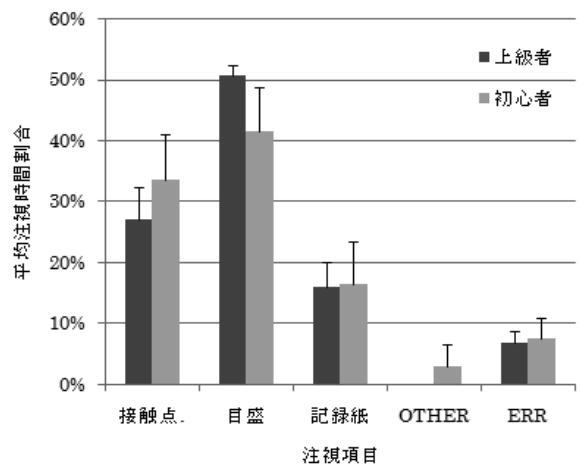


図 8 各注視項目の平均注視時間割合

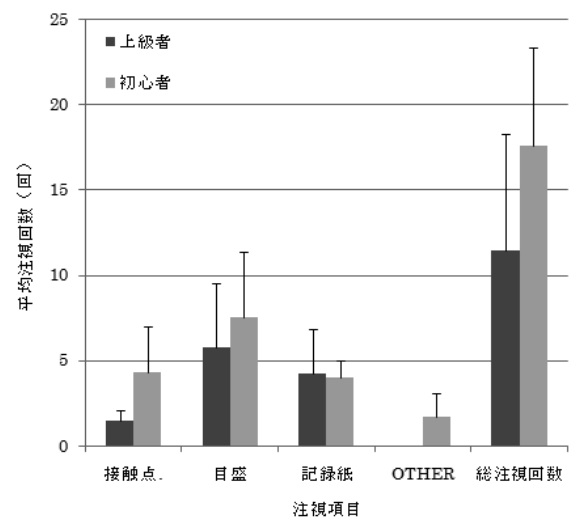


図 9 各注視項目の平均注視回数

「接触点」を注視している時間が大きく影響していることが分かった。また、その他の注視項目の注視時間は、上級者と初心者に大きな差は無いといえる。なお、図7中の「ERR」には、瞬きの他に眼球が運動して注視していない状態の時間も含まれる。

図8の作業時間に対する各注視項目の注視時間の割合を平均した平均注視時間割合に関して、「接触点」と「記録紙」についてのt検定の結果は、有意差は見られなかった。一方、「目盛」については、 $[t(9)=3.603, p<0.01]$ となり、有意な差が見られた。これにより、作業全体の中で「接触点」、「記録紙」の平均注視時間割合は、上級者と初心者に違いは無いものの、「目盛」の平均注視時間割合は明らかな差があり、作業全体の中で目盛を注視する時間の割合は、上級者のほうが大きいということが分かった。

図9の各注視項目の平均注視回数に関して、「目盛」と「記録紙」、および「総注視回数」についてのt検定の結果は、有意差は見られなかった。一方、「接触点」

については、 $[t(9)=2.635, p<0.05]$ となり、有意な差が見られた。これにより、初心者は接触点を注視する回数が上級者に比べ多いことが分かった。

さらに、図6の注視項目変化表より、どの注視点項目からどの注視点項目へ移動しているか、その回数は何回かといった注視点移動を明らかにするために視覚化した。図10に上級者、図11に初心者の注視点経路を示す。なお、図中の楕円の面積は各注視項目の平均注視回数を示し、矢印の太さが注視点の移動方向とその平均移動回数を示す。これにより、上級者は注視点の移動が少なく、測定とは無関係な「OTHER」が全く無いことが分かる。一方、初心者は注視点の移動が多く、注視点とは無関係な「OTHER」が見られる。すなわち、初心者はいわゆる「余所見」が多いことが分かった。また上級者は、「目盛」と「記録紙」を往復するような注視点移動が見られる。これは上級者が測定値を記録する際、目盛と記録紙をよく見比べて確認していると推察され、ミスを少なくする原因の一つであると考えられる。

表3 F検定とt検定の結果

	総注視時間			
	F検定		t検定	
注視項目	F値	p値	t値	p値
接触点	3.695	0.155	2.587	<0.05
目盛	1.789	0.339	0.895	0.394
記録紙	10.673	<0.05	1.861	0.100
	注視時間割合			
	F検定		t検定	
注視項目	F値	p値	t値	p値
接触点	1.849	0.328	1.524	0.162
目盛	18.203	<0.05	3.603	<0.01
記録紙	2.781	0.215	0.132	0.898
	注視回数			
	F検定		t検定	
注視項目	F値	p値	t値	p値
接触点	21.714	0.155	2.635	<0.05
目盛	1.026	0.339	0.763	0.465
記録紙	6.917	<0.05	0.183	0.864
	作業時間と総注視回数			
	F検定		t検定	
他の項目	F値	p値	t値	p値
作業時間	2.212	0.275	2.934	<0.05
総注視回数	1.345	4.757	1.574	0.150

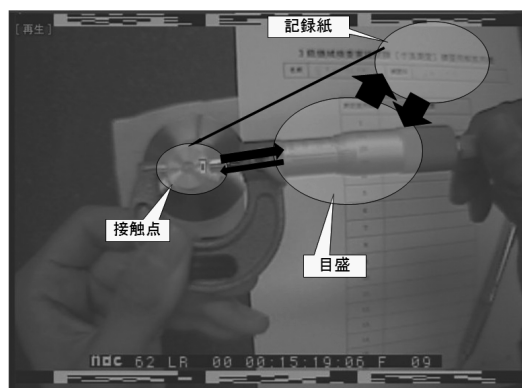


図10 上級者の注視点移動

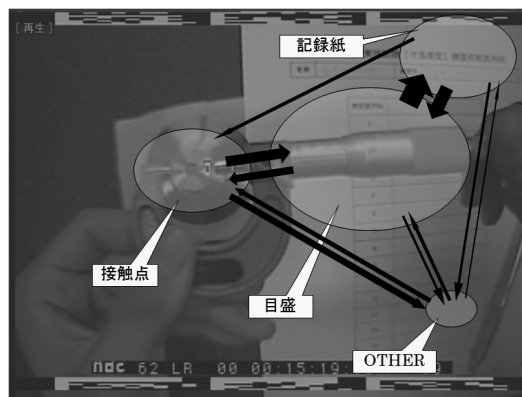


図11 初心者の注視点移動

V 考察

今回の実験で取り上げたマイクロメーターによる測定作業は、短時間で正確な測定結果を得ることが最も求められる技能である。従って、作業時間が短く、正しい測定結果を導き出せることが、習熟度の高さを示す目安となる。

各注視項目の平均注視時間の分析では、上級者と初心者の作業時間には明らかな差があり、その平均値も上級者のほうが短いので、予想通りとも言える結果が得られた。しかし、各注視項目に分別して比較すると「接触点」以外には差が見られなかった。これは目盛の読み取りや、記録紙に測定値を記入する作業は、習熟度の違いとは無関係であるためと考えられる。一方、有意な差があるとの結果を得た「接触点」については、初心者のほうがマイクロメーターと測定物を接触させる作業に長い時間をかけていることになる。

各注視項目の注視配置割合の分析では、「目盛」の注視配置割合は明らかな差があり、上級者は、短い作業時間の中で目盛を読み取ることに多くの時間をかけていることが分かった。この結果からも、上級者は短時間にマイクロメーターの測定子を測定物に接触させ、時間をかけて丁寧に目盛を読み取っていると考えられる。一方の初心者は、測定器を上手く測定物に接触させることができないために、長時間接触点を注視していたと考えられる。

また、各注視項目への注視回数や注視点移動については、総注視回数には有意な差は見られなかったが、「接触点」を注視する回数が上級者は少なく、有意な差が見られた。ここからも測定器を測定物に接触させる技能の習得が重要であると考えられる。さらに上級者は、注視点移動経路が比較的シンプルで、測定作業に必要な「接触点」、「目盛」、「記録紙」のみを注視しているのに対し、初級者は、測定作業とは無関係な部分を注視するなどしていた。これは上級者の作業への集中力の高さを示すと同時に、初心者は作業とは無関係な部分を注視することによって作業効率低下を招き、結果的には作業の長時間化や測定精度の低下に結びついていると考えられる。

各被験者が実験中に得た測定値については、一般的なマイクロメーターの場合、0.001mm 台の読み取りは測定者の目測になることや、測定器自体に許されている器差が±0.002mm (JIS B 7502 による) あることなどから、真値との違いが±0.002mm 程度の範囲内では問題がないと考えられる。これを考慮した上で測定結果

について検討すると、上級者は、全ての被験者が正解値を記録しているが、一方のほとんどの初心者は不正解値を記録していたということになる。特に、被験者 C4 以外の測定値は 1mm の違いであり、これはマイクロメーターのシンプル 2 回転分に相当する。そこで、被験者にこの件についてインタビューしたところ、「スリーブに書かれた目盛の 19mm の線が見え、それ以下の値だということはわかったが、0.001mm 台を読み取っているうちに『19mm』という数字だけが頭に残ってしまった。」(図 12 参照) と振り返っていた。

以上のことから、一般的なアナログ目盛式のマイクロメーターの目盛の読み間違いの原因は、迅速な作業を目指すあまり作業が雑になるとともに、焦りなどの心理的影響の要因が考えられる。これらを防止し、作業全体の効率を向上させるには、作業者がマイクロメーターと測定物を短時間でスムーズに接触させることが重要となる。その結果、心理的な余裕が生まれ、たとえ目盛読み取り時間が多少長くなっても、結果的には短い作業時間で正確な測定結果を得ることができるようになる。

技能検定においては、アナログ目盛式のマイクロメーター以外は使用できないが、企業などにおける実際

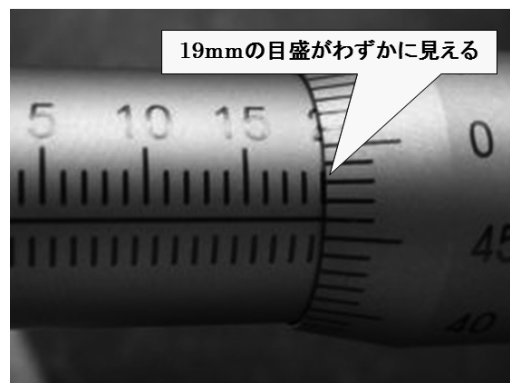


図 12 測定値『18.960』を示すマイクロメーターの目盛



図 13 カウンター付きマイクロメーターの例

のものづくり現場においては、様々なマイクロメーターの使用が可能となる。例えばデジタル式マイクロメーターや図 13 のようなカウンター付きマイクロメーターなどがある。これらの測定器を使用することより、今回の初心者のデータに見られるような測定値の大きな読み間違いは、激減すると考えられる。しかし、測定物への接触については、どのようなマイクロメーターを用いても差はなく、短い時間で、なおかつ一定の測定圧で測定物へ接触させることが、測定作業において特に重要な技能要素であるといえる。

マイクロメーターは、測定器の接触面と測定物の測定面を平行に保ちながら、一定の測定圧力で接触させるなど、作業者の注意によるところが大きく測定結果に影響する。技能は、技能者がこれまで培ってきた経験を通して身につけているものであることから、マイクロメーターによる測定技能は、測定器と測定物を適切な方法で接触させることが、重要な技能要素であることを、上級者は経験的に知っていると考えられる。

VI おわりに

本研究の実験により、注視点移動と測定技能の習得度に相関関係があると認められた。また、寸法測定作業全体の効率を向上させるには、作業者がマイクロメーターと測定物を、短時間でスムーズに接触させる技能を獲得することが重要であると分かった。その結果、余裕を持って目盛を読むことが可能となり、目盛の読み取り時間が多少長くなっても、結果的には短い作業時間で正しい測定結果を得られることが明らかになった。従って、測定技能を向上させる訓練は、測定器を測定物へ接触させる部分に重点を置いて指導すべきである。

さらに、実験で使用したアイカメラのデータは、そのまま測定技能教育での教材として使用でき、初級者に解説を加えながら見せることにより、一定の効果が得られると考えられる。また、教育を受ける人が自身の作業中のアイカメラデータを見ることにより、眼球運動の無駄な動きだけでなく、作業そのものの無駄を自身の視点で確認することができる。

しかし本研究では、上級者は、測定器と測定物との接触がしっかりと行えたという判断を目視により行っているのか、あるいは手に伝わってくる感触のようなもので判断しているのか、といった接触の確認方法までは分かっていない。また、注視点移動と測定技能の習得度の相関関係があることが認められたのみで、注

視点移動の計測で技能の習得度の評価に置き換えるまでには至っていないだけでなく、計測データを測定技能教育に使用した場合、どれだけの効果があるかは明らかになっていない。今後は、被験者のサンプル数を増やすことや、実際の測定技能教育を行っていく中で、定期的かつ長期的な注視点移動の計測をし、分析・評価していく必要がある。さらに、他の測定器についても、同様の実験的検討により、重点となる技能要素の洗い出しを行い、技能教育へ展開していくべきである。

【参考文献】

- (1) JILPT、調査シリーズ No.44「ものづくり産業における人材の確保—機械・金属関連産業の現状—」、2008 年
- (2) NEDO、ものづくり・IT 融合化推進技術（デジタル・マイスタープロジェクト）、
<http://www.nedo.go.jp/activities/portal/p00043.html>
- (3) 職業能力開発総合大学校能力開発研究センター、調査研究報告書 No.121「高度熟練技能者の作業分析とデジタル化 板金作業編」、2004 年
- (4) 中央職業能力開発協会ホームページ、
<http://www.javada.or.jp/>
- (5) 自動車安全運転センター、調査研究報告書 平成 3 年度調査研究報告「高度な運転技能の評価方法に関する調査研究」、1991 年
- (6) 市川博、杉山篤司、富島修司、梅村守、滑空機操縦における眼球運動の特性、人間工学、Vol.33 特別号、2001 年、pp.114-115
- (7) 三林洋介、上野俊夫、野坂千秋、川上満幸、大久保堯夫、調理時の眼球運動計測、人間工学、Vol.37 特別号、2001 年、pp.176-177
- (8) 稲田勝幸、2007 年問題と技能伝承—具体的企業調査を通して—、修道商学、第 47 巻第 2 号、2006 年
- (9) 福田忠彦、人間工学ガイド、サイエンティスト社、2009 年
- (10) 福田亮子、佐久間美能留、中村悦夫、福田忠彦、注視点定義に関する実験的検討、人間工学、Vol.32 No.4、1996 年、pp.197-204
- (11) 永田靖、統計的方法のしくみ、日科技連出版社、1999 年
- (12) 永田靖、入門統計解析法、日科技連出版社、2000 年