

## 学位研究紹介

## 光学式モーションキャプチャ・システムを用いた印象採得動作の定量的解析 Quantitative analysis of impression taking by optical motion capture system

新潟大学大学院医歯学総合研究科 歯科臨床教育学分野  
都野さやか  
Division of Dental Clinical Education, Niigata University  
Graduate School of Medical and Dental Science  
Sayaka Tsuzuno

### 【緒 言】

歯科医師に求められる臨床技能には、技術職的な要素に加えて、姿勢や様々な材料・医療機器の扱い方等、術者の感覚やセンスに左右される要素が多く含まれる。そのため、技能向上に関する要点を学習者に客観的に伝えることが難しく、その評価も指導者の主観に頼る傾向がみられる。このような現状を改善するために、歯科臨床技能を定量的に評価することは有用であると考えられるが、現在までに明確な方法は確立されていない。そこで本研究では、一般歯科診療手技に対する定量的な評価方法の検討を行うために、支台歯に対する印象採得動作を題材として、光学式モーションキャプチャ・システムを用いた動作解析を行った。

### 【方 法】

被験者は、歯科医師群として臨床経験7年以上の歯科医師10名、学生群として臨床実習中の歯学部歯学科5年生10名とした。被験動作は、一般歯科診療において高頻度で行われる処置として、全部被覆冠支台歯に対する印象採得を想定した。本研究では動作を単純化するために、アルミニウム製支台歯モデル（以下、支台歯モデル）を製作し、印象用シリンジ（以下、シリンジ）およびシリコン印象材を使用して、机上に固定した支台歯モデルに対する印象採得動作を計測した。支台歯モデルには、歯冠形成後の支台歯と歯肉圧排後の歯肉溝を単純化した形態を付与し、支台歯のマージン部に相当する部分を印象採得の対象とした。実際の動作は設定した開始点から始め、時計回り又は反時計回りで再び開始点まで動



図1 実験の様子と製作した支台歯モデル

かすこととし、各3回ずつ計6回の試技をランダムに計測した。

動作計測には、赤外線カメラを用いる光学式モーションキャプチャ・システム（VICON, Oxford, UK）を使用し、計測の対象となる赤外線反射マークは、シリンジ本体およびプランジャ部、支台歯モデルを固定する金属板および各種計測用機器に設置した（図1）。

解析には、各被験者の時計回り・反時計回りそれぞれの3回目のデータを用いた。また、印象材の注入動作の開始から終了までの区間を分析区間と定め、この区間に含まれる計測データを分析対象とした。評価パラメータは、採得した印象体マージン部の印象精度、分析区間長、印象材の注出速度、使用した印象材の総量、印象用シリンジ先端の軌道の5項目とした。シリンジ先端の軌道は、動作中の支台歯モデルマージン相当部とシリンジ先端の水平および垂直的距離に加えて、シリンジ先端の角度を算出し、それぞれを評価した。印象体マージン部の印象精度については、マージン部の断裂・欠損の有無と両群の関連について Fisher の直接確率検定を、その他の項目については、動作中の平均値  $\pm 1SD$  を算出し、Mann-Whitney の U 検定を用いて両群間の有意差を検証した。

評価パラメータ	時計回り			反時計回り		
	平均値		p値	平均値		p値
	歯科医師	学生		歯科医師	学生	
分析区間長 (sec)	15.53 ± 5.61	9.17 ± 4.14	0.015 *	13.80 ± 5.05	8.64 ± 3.03	0.007 *
印象材の注出速度 (ml/s)	0.023 ± 0.014	0.015 ± 0.006	0.143	0.025 ± 0.010	0.015 ± 0.009	0.035 *
使用した印象材の総量 (ml)	0.36 ± 0.13	0.15 ± 0.04	p < .001 *	0.40 ± 0.19	0.15 ± 0.06	p < .001 *
シリンジ先端の軌道						
水平的距離(mm)	-0.18 ± 0.53	-0.20 ± 0.41	0.579	0.17 ± 0.64	-0.20 ± 0.54	0.190
垂直的距離(mm)	0.61 ± 0.90	0.03 ± 0.80	0.218	0.22 ± 0.94	0.03 ± 0.63	0.631
角度(deg)	17.50 ± 4.90	20.09 ± 6.23	0.315	16.72 ± 6.31	21.51 ± 13.56	0.780

\* : p &lt; 0.05

図2 各評価パラメータの解析結果

### 【結果と考察】

印象体マージン部の印象精度について、歯科医師群ではいずれの試技においても、明らかな断裂や欠損を認めた被験者はみられなかった。一方で、学生群では時計回りで6名、反時計回りで4名に断裂や欠損があり、時計・反時計回りともに両群間の比較で有意差を認めたことから、歯科医師群は学生群に比べて印象精度が高いことが示された。

分析区間長、使用した印象材の総量においては、学生群の方が有意に小さな値を示した。また、印象材の注出速度は、反時計回りの試技においてのみ有意差を認め、学生群の方が遅い傾向を認めた(図2)。

分析区間長は、印象材の注出開始から終了まで、すなわち動作に要した時間と捉えることができる。学生群は分析区間長が短い傾向があったことから、シリンジの移動速度が歯科医師群よりも速いと考えられた。さらに、学生群は注出速度が遅いため、結果として印象材の総注出量が少なかったことが明らかになった。精密に印象採得を行うためには、一定量以上の印象材を使用することが重要であると考えられるが、シリンジ先端の形状から印象材の注出速度には限界がある。そのため、印象材の注出量のコントロールには、シリンジの移動速度の調節が密接に関与していると考えられた。今回の結果は、歯科医師群は必要な印象材の量をコントロールしながらシリンジを動かしていたのに対し、学生群では経験の少なさに加えて、必要な印象材量や材料の特性に対する理解が不足しているために、余裕を持った印象採得動作ができなかったことを示していると思われた。

シリンジ先端の軌道については、両群間の比較で特筆すべき傾向は認めなかった(図2)。これは、水平診療で行う口腔内の操作とは異なり、印象材の流れや隣在歯等への配慮が必要なかったこと、操作の自由度が高く、シリンジ先端のコントロールが比較的容易であったことが関係していると考えられた。一方で、動作中のシリ

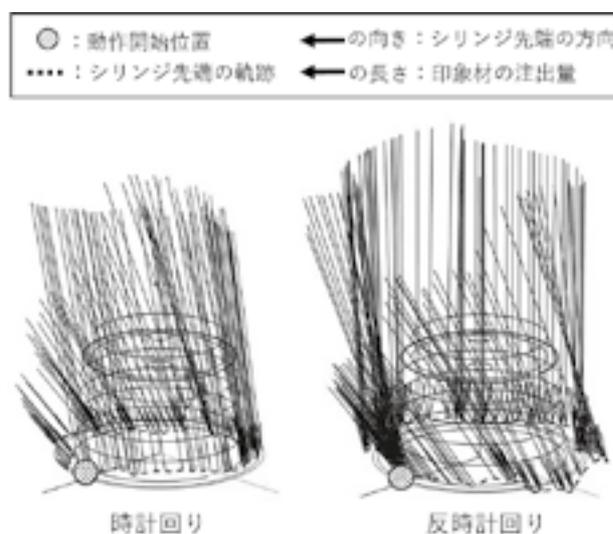


図3 シリコン先端の軌道および注出量の経時変化の一例

ジ先端の軌道および角度を経時的に図示する(図3)と、支台歯モデルの部位によって傾向が異なることが示唆され、今後は支台歯の部位ごとの傾向についても検討が必要であると思われた。

歯科臨床技能教育において、指導者からのフィードバックは重要な役割を担っている。しかし、現状において今回着目した要素に関するフィードバックは“ゆっくり動かす”“もう少し印象材を多く出す”といった定性的な内容や抽象的なアドバイスに留まっており、学習者の解釈は様々であることを考えると、口頭での指示はいつでも指導者の意図を正確に伝えることができているとは言い難い。効率的な技能教育を実践するためには、本研究で得られたような定量的な評価項目を加え、学習者が理解しやすい指標を示すことが肝要と思われる。今後は、技能教育において客観的指標となり得る評価パラメータをさらに検索し、多方面で応用が進んでいる各種シミュレータと組み合わせることも検討しながら、より効率的・効果的な歯科技能教育手法の開発につなげたいと考えている。