

ビデオとモーションセンサーを併用した臨床評価の試み —縫合手技について—

伊佐津克彦¹⁾ 勝又桂子¹⁾
山田理²⁾ 長谷川篤司³⁾

抄録：歯科の臨床技能評価ではシミュレーションテストや行動観察記録による客観的評価が行われる。また、シミュレーションテストの評価は、形成的評価方法として技能教育現場における有用性が知られ、評価者が直接その場に立ち会う以外に、録画された動画からその能力を評価する試みもある。本研究では体表に貼るモーションセンサー（以下、MS）で術者の動きを記録できる装置を用いて、MSと評価用の録画（以下、MV）とを比較し、縫合手技で評価の“注目点”がどのようなものであるか考察する。MSは4点100ms単位で9軸（加速度、ジャイロ、コンパス）と姿勢制御指標を記録し、MSとMVを連動させた分析に独自開発のM-Plotterを用いた。縫合シミュレーション・モデルにて3cmの切開と同部位の縫合を行った。MSは両側手背と両側肘外側の4か所に装着した。MS値とMVを組み合わせた結果、術者ごとの特徴が数値化された。縫合中の糸の引き抜き時と器械結び時に、肘を引き寄せる動作の有無が数値化されたことで、“評価点”として有用だと思われた。両手の比較的狭い範囲について分析が可能となり、MSとMVを連動させた分析は、従来のMVのみでは気がつきにくい“評価点”を数値化して抽出しており、シミュレーションテストにおける新たな評価点を決めることが可能となった。

キーワード：モーションセンサー ビデオ シミュレーションテスト 評価点

緒言

歯学教育モデル・コア・カリキュラム¹⁾や歯科医師臨床研修の到達目標²⁾には、歯科医師に求められる基本的な臨床能力として処置に関する手技的な要件が含まれている。しかしながら、医学歯学教育において、工学分野・匠の技に相当する技能の教授方法が具体的にどのようなものかという検討が十分になされていない。我々は、医学教育に関わる教員の主観的評価にあるアンコンシャスバイアスやハロー効果を含めた無意識の重要性に着目し、昭和大学歯学部・歯科病院で臨床研修医の技能教育について検証を行ってきた³⁾。熟達した医療者と研修医では知識や経験値に差があるだけでなく、それを伝える技能教育の場面では、教える側にも要点が認知されず技能伝承が遅れるという課題がある。加えて、技能評価にビデオを用いると空間認識で直接判断される項目の評価でのずれが多いことも報告されている⁴⁾。

工学分野ではコンピュータにより匠の技の言語化・無意識の動きを継承する仕組みが実用化されてきた⁵⁾が、歯科医師の臨床教育において、工学分野・匠の技

に相当する技能教授方法が具体的にどのようなものかという検討が十分になされていなく、診療動作を詳細に分析し数値化したものは見当たらない。また、本学では学部学生教育においてeラーニング教材による個別学習（反転授業）が成果をあげ、評価のポイントを明確にすることで、技能教育が効率化・円滑化する可能性に期待をしている。そこで本研究では、現在の歯科における技能教育の問題点を解決するために、100ms単位、9軸（加速度、ジャイロ、コンパス）で姿勢制御指標を記録できるMSとMVを併用して診療動作を計測することで、無意識いわゆるコツを具体化し、技能評価を数値化・向上するための新たな評価点を抽出することを試みた。

対象および方法

1. 対象者および被験動作

動作を計測する対象者は、本研究に同意を得た歯科医師3名とした。被験動作は、口腔外科における切開・縫合実習模型（オベガム、（株）ニッシン）を使用し、マチュア型持針器で器械結びにて縫合操作を行った。

¹⁾ 昭和大学歯学部スペシャルニーズ口腔医学講座医科歯科連携診療歯科学部門

²⁾ 昭和大学歯学部口腔微生物学講座

³⁾ 昭和大学歯学部歯科保存学講座総合歯科学部門（主任：長谷川篤司教授）

¹⁾ Department of Special Needs Dentistry, Division of Medical and Dental Cooperative Dentistry, Showa University, School of Dentistry 2-1-1 Kitasenzoku, Ota-ku Tokyo 145-8515, Japan.

²⁾ Department of Oral Microbiology and Immunology, Showa University, School of Dentistry

³⁾ Department of Conservative dentistry, Division of Comprehensive dentistry, Showa University, School of Dentistry (Chief: Prof. Tokuji Hasegawa)

2. 動作の計測：MS の準備と計測手順

MS はセンサー部分と記録部分は有線につながっており、動作を妨げないように、記録装置は術者の前面側 50cm に配置した。また、各記録装置部分の電源は独立し、記録データも独立して回収できる (図 1)。

STEP 1：計測準備 (バッテリー、コンピュータおよびセンサーが正常に稼働していることを確認)

STEP 2：計測中 (測定開始ボタンにより、約 100ms (1 秒間に 10 回) 間隔で計測)

STEP 3：計測終了 (計測データを記録メディアに書き込み終了) (図 2)

縫合シミュレーション・モデルにて 3 cm の切開部位の器械結びによる縫合を行った。MS は両・手背と両・肘外側の 4 か所に装着し、4 点は 100ms 単位で 9 軸 (加速度、ジャイロ、コンパス) と姿勢制御指標を記録した。MV は、デジタルビデオカメラ (CANON, HF R21) で記録した。MS と MV を連動させた分析には独自開発のリアルタイムプロッタのソフトウェア M-Plotter (合同会社 VRM) を用いた。

3. ビデオと連動した分析値：加速度と姿勢変化

加速度は、単位時間当たりの速度であり、物体がうける、ある瞬間の重力変化を数値化したものとした。姿勢変化は、ロール軸・ピッチ軸・ヨー軸という 3 つの直交軸を用いた定義で、3D モデリングなどで使われ、直観的なオブジェクトの回転を表現できる (図 3)。

MS の立体的な傾きを表示したものを図の右下に示し、MS の傾きを視覚的に確認することが可能である。

MS の結果と MV を連動させた分析に独自開発のソフトウェア M-Plotter を表示したものを図 4 に示す。MV (図の右上に表示) に連動し、MS の傾き (図の右下に表示) が、測定値に時間軸を連動したもの (画面左下に表示) を、同じ時間で 1 つの画面で確認し評価することが可能である。図の右上に表示されている MV 画面では、実際にどのような動作を行っているかを確認できる。図の右下に表示している画面で、左上が右肘、左下が右手の背、右上が左肘、右下が左手の背側の 4 つの MS の動きの状態を示す。手背と両・肘外側に装着した 4 つの MS が、それぞれどのような傾きや回転の動きの状態なのかを表示している。図の左側は MS の移動量をグラフで示している。

時間軸を移動させることで、1 つの画面の中で MV と MS の傾きの動きが連動して観察できる。

結 果

全員右利きであり、縫合に要した時間は 2 ~ 4 分程度であった。術者 A は、1 回目 3 分 10 秒、2 回目 2 分 30 秒、3 回目 2 分 20 秒、術者 B は、1 回目 3 分 10 秒、2 回目 2 分 50 秒、3 回目 2 分 40 秒、術者 C は、1 回目 3 分 50 秒、2 回目 3 分 10 秒、3 回目 3 分 0 秒と行う回数が増えるに従い短くなる傾向にあった (表 1)。

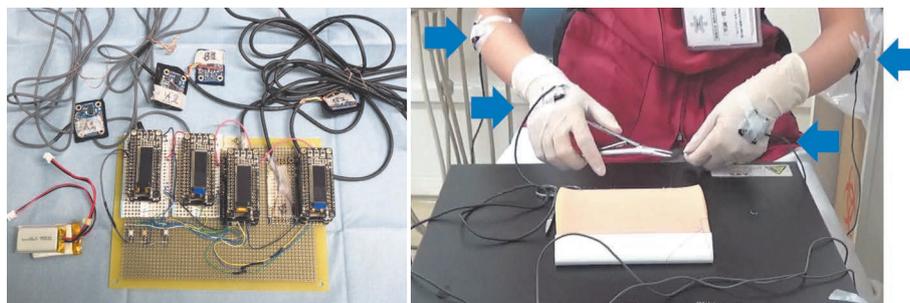
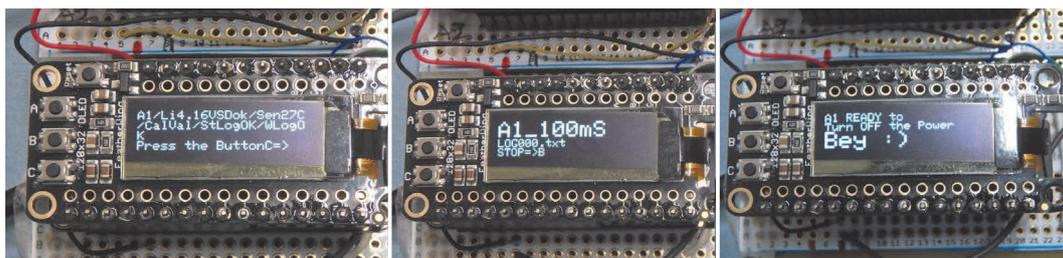


図 1 モーションセンサー (左) と体表面へのセンサー貼り付け (右) (矢印はモーションセンサーの位置を示す。)



計測準備

計測中

計測終了

図 2 計測手順

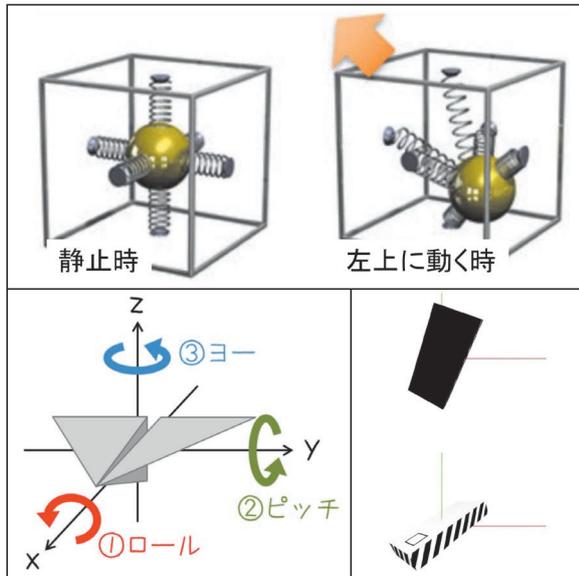


図3 加速度と姿勢変化の模式図とセンサーの表示



図4 MSとMVを連動させた画面：A1は左手背面、A2は左肘、B1は右手背面、B2は右肘

術者 A, B, C の右手背面と右肘の移動量を縦軸に、時間を横軸に示したグラフを図5に示す。右手背面の#1, #3, #5の動きの傾向と右肘の#2, #4, #6の移動量の傾向は術者間3人で、移動量の傾向は、ほぼ同様であった(図5)。術者A, B, Cの左手背面と左肘の移動量を縦軸に、時間を横軸に示したグラフを図6に示す(図6)。術者により左手背面と左肘の移動量は違う傾向を示した。

左右の手の移動量と手背面と肘の動き方が違うことは明らかであったが、左手背面と左肘の動かし方の傾向は、術者により異なっていた。術者Aは、左手背面・左肘ほぼ同様な動きを示した(図6：#7, #8)が、図4右下の左手の背に装着したMSの傾きの経過では、大きく動いていたようである。術者Bでは、左肘の移動量が大きかったが、左手の背に装着したMSの移動量は小さかった(図6：#9, #10)。肘が

表1 術者毎に縫合に要した時間の推移

	1回目	2回目	3回目
術者A	3' 10"	2' 30"	3' 20"
術者B	3' 10"	2' 50"	2' 40"
術者C	3' 50"	3' 10"	3' 00"

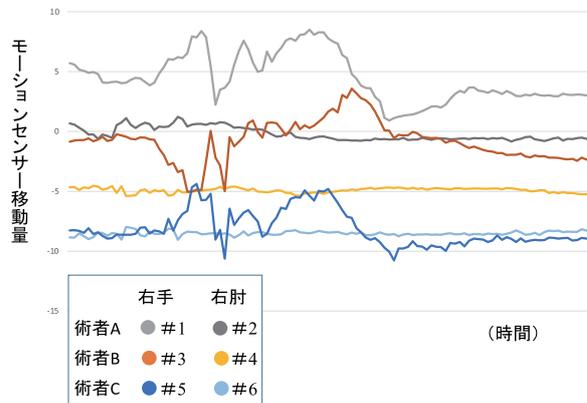


図5 MSによる右手背面、右肘の移動量

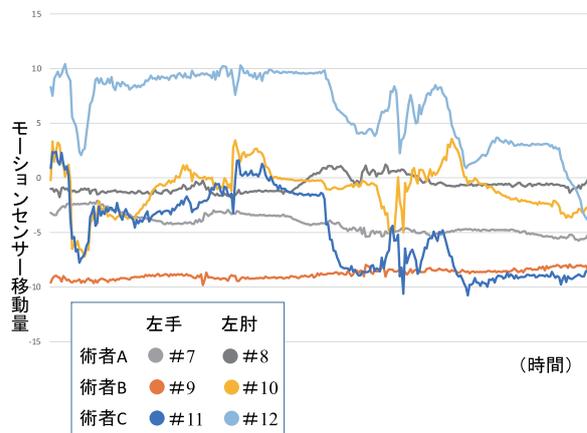


図6 MSによる左手背面、左肘の移動量

大きく動くことで、手の背面の動きが小さく、手の甲を動かすことが少ないように観察できた。術者Cでは、左手背面・左肘ともに大きな動きを示し(図6：#11, #12)、また図4右下に示した左手背面に装着したMSの傾きも大きく変化していた。この傾向は、計測する回数が増えても同様であった。MSの傾きを観察していると、大きく動く時にはMSの傾きも大きく変化していた。これは、MSが有線につながっていることに起因していると思われる。一般的に、肘関節は、肩の強力な動きと手の緻密な運動制御力をリンクさせる役割を担っている。今回MSを装着した部位を考えると、MSの動きには、上腕の内外側への動きと

肘関節の屈曲・伸展による前腕の動きが含まれているので、手背の MS の移動量だけでなく、内転・外転のスピード・角度も評価を数値化するべきであった。また、MS と MV を連動して観察することで、当初ビデオだけではあまり注目していなかった左手の動きが、MS の移動量が多いことで気づき、MV だけでは気づけなかった動きが判明した。

考 察

大学歯学部では、卒業時に歯科医学にかかわる知識を十分に理解し、基本的臨床能力を習得できるように、基礎実習、臨床実習などを通して技術教育が行われている。その際、シミュレーション実習を通じ、座学で得た知識の再確認、基本的技能を習得するためには適切な評価およびフィードバックが大切である。今回の研究では、実技評価する際に注目すべきポイントを明確にする目的で、MS と MV を連動し縫合手技を評価した。縫合について評価対象の可能性になるのは、縫合針、持針器および縫合糸の選択、針の把持と運針、縫合方法（単純、水平マットレス、連蔵、かがり等）、結紮操作（男結び、女結び、外科結び、3重結び等）、縫合結果（創面の密着度、死腔のあるなし等）である。本研究では縫合操作について検討した。

診療姿勢や技術を評価するためには、生体センシング技術⁶⁾や光学式モーションキャプチャ・システム⁷⁾を使用したものが報告されているが、器材が大掛りなものや高額であるものが多い。今回使用した MS は比較的安価であるが有線のため、術者の行動を妨げないように4か所に限定して使用した。それでも手の背面に有線のコードがあることは、両手が重なった時や手を回転させる時に、視覚的に制限を受けているように感じられた。

実技指導を示した教科書や動画では、器具の持ち方や使い方を示しているものが多く、縫合について評価対象の可能性になるのは、縫合針、持針器および縫合糸の選択、針の把持と運針、縫合方法、結紮操作、縫合結果である。評価をする際に、器具を正しく持てているか、正しく使用できているか、安全に使用できているかを評価のポイントにしていることは多いが、縫合後の創面の緊密度等の結果を評価することが多い。縫合手技についても、運針等に記載する指導書は多くみられ、主に動いている器具を持っている手に注目し、評価をすることが多いと思われる。そのため、技術評価で、主に動いている利き手ではなく、利き手の反対の手に違いが見られたことは大変興味深い。作業側の利き手に関しては、器具の持ち方やレストの置き方等の手技を示している教科書は多くみられるが、保存・補綴系の一般歯科では、作業していない左手では歯科用ミラーを把持するように指導することが多い

が、作業していない左手の使い方、動かし方に対する見解は統一されていないと考えられる。非作業側の左手の動きを観察し、具体的な動作、処置の正確さを評価・比較することで、より論理的に動作の指導を行えると考えられる。また、今回は MV 撮影のカメラは1台で4つのセンサーの動きをビデオに記録したが、評価の注目点を検索するためには、より多くのセンサーあるいは評価ポイントとなるような指標作り、評価の環境も理解できるような広角でのビデオの記録が必要であったと思われる。評価のセンサーを多く用いるためには、MS の無線化が必要で、無線化することで、より簡易に計測が可能になると考えられた。術者も3名と少ないため統計的な検討は行っていない。今回、技術評価において MS を用いることで、技術要素を一部可視化できたと考えられた。歯科診療の技能評価においては、診療姿勢や動作の他にも、ポジショニングや使用する器具の大きさや加える力、患者の体格や姿勢など多くの要素が含まれる⁸⁾。医療技術教育においては、匠の技ではないが、それを明確に伝えることは困難であるが、動作の違いや動く速さ、動作に併せた声掛け等を具体的に数値化または具現化できることが可能であれば指導の方法は明確になるはずである。関わる要素が多いため、同一術者で、使用する器具、器具の持ち方、診療姿勢、継続して練習する回数などに関わる要素を変化させることで、指導のポイントを明確にすることでより良い指導が行えると考えている。また、MS を装着する位置を変化させることで、異なった新たな視点が見つかるかも知れない。歯科診療に関わる人や器具および経験年数や熟達度合も含めて、関わる要素をより明確にするため、部位・処置内容・時間・材料等の条件を考慮し、今後も研究を継続し、各要素を的確に評価する一助としたい。

結 論

MS と MV を併用し評価するシステムを M-Plotter を用いて構築することで、シミュレーションテストや診療技能を視覚的に明瞭に評価できる可能性が示された。また、当初は評価する際に、持針器の先端もしくは持針器を持つ手を中心に注目していたが、動きの違いが見られたのは、持針器を持っていない側の手であった。MS と MV を併用し評価するシステムを使用することで、評価において注目すべきポイント模索する機会となったと思われる。

本研究は JSPS20K10254 の助成を受けて実施した。

本論文の作成にあたり、利益相反事項はありません。また、結果の一部は第13回日本総合歯科学会総会・学術大会(2020年、10～11月、web開催)において発表した。

文 献

- 1) 歯学教育モデル・コア・カリキュラム (令和4年度改訂版) https://www.mext.go.jp/content/20230208-mxt_igaku-000026781_00001.pdf (最終アクセス日 2023.2.25).
- 2) 厚生労働省. 歯科医師臨床研修の到達目標 <https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/isei/shikarinsyo/gaiyou/kanren/sekou/toutatsu.html> (最終アクセス日 2023.2.25).
- 3) 山田 理, 勝又桂子, 伊佐津克彦, 長谷川篤司. ソフト開口器 (OptraGate[®]) の医療安全器具としての有効性について —臨床研修歯科医と指導医および患者へのアンケート調査から—. 日総歯誌 2018; 10: 38-48.
- 4) 大山 篤, 清水チエ, 飯田浩司, 新田 浩, 荒木孝二, 他. OSCE 評価者養成のためのビデオトレーニングに関する研究. ヘルスサイエンス・ヘルスケア 2005; 5: 69-76.
- 5) 坂口貴司, 金森 務, 片寄晴弘, 佐藤宏介, 井口征士. 加速度センサとジャイロセンサを用いた屈曲動作計測. 計測自動制御学会論文集 1997; 33: 455-460.
- 6) 小貫睦巳, 有田元英, 井上悦治, 辻下守弘. 生体センシング技術を使った仮想現実によるゲームが高齢者の運動機能に及ぼす影響について. 理学療法科学 2015; 30: 811-815.
- 7) 中村 太, 佐藤拓実, 原さやか, 野村みずき, 奥村暢且, 他. 光学式モーションキャプチャ・システムを用いた浸潤麻酔および印象採得動作の定量的解析. 日総歯誌 2020; 12: 27-34.
- 8) 中村 太, 佐藤拓実, 塩見 晶, 奥村暢且, 石崎裕子, 他. 高頻度歯科治療における処置時の力のコントロールに関する研究. 日歯教誌 2016; 32: 22-28.

著者への連絡先

伊佐津克彦

〒145-8515 東京都大田区北千束 2-1-1

昭和大学歯科病院 医科歯科連携診療歯科

TEL 03-3787-1151

E-mail: isatsu@dent.showa-u.ac.jp

An attempt of the clinical evaluations that combined a motion sensor with a video

Katsuhiko Isatsu¹⁾, Keiko Katsumata¹⁾,
Michi Yamada²⁾ and Tokuji Hasegawa³⁾

¹⁾ Department of Special Needs Dentistry, Division of Medical and Dental Cooperative Dentistry, Showa University, School of Dentistry

²⁾ Department of Oral Microbiology and Immunology, Showa University, School of Dentistry

³⁾ Department of Conservative Dentistry, Division of Comprehensive Dentistry, Showa University, School of Dentistry

Abstract : The objective evaluation by a simulation test and the behavior observation record is carried out by the clinical skill evaluation of dentistry. Also, there is the attempt to evaluate the ability from a recorded video unless the utility in the skill educational front is known as a formative evaluation method as for the evaluation of the simulation test, and a reviewer attends the place directly. "The attention point" of the evaluation is what or, using the device which can record the movement of the practiced hand with a position sensor (MS) to put on the body surface in this study, examines it by two kinds of procedures in comparison with the recording (MV) for the evaluation. Four points of MS sensors record 9 axes (acceleration, gyro, compasses) and index to posture control by a 100mm second unit. We used M-Plotter of the original development for the analysis that made MV link MS. We made an incision of 3 centimeters and the suturing with the simulation model. The sensor was put on in both dorsum of hands and four places of both elbows outside. As a result of having put MS level and MV together, the characteristic of each practiced hand was digitized. As presence of the movement to draw an elbow was digitized, at drawing and the instrument knot of the thread sewing up, seemed to be useful as "an evaluation point". We analyzed it about the relatively small range of both hands, and "the attention point" where it was hard to notice was extracted conventionally only in MV. The analysis that made MV link MS digitized "the evaluation point" where it was hard to notice conventionally only in MV and extracted it, and it became possible to decide the new evaluation point in the simulation test.

Key words : motion sensor, video, simulation test, evaluation point