

術具トラッキングを用いた医療手技の 動作評価システムの開発

—外科医の経験・技術を次世代へ—

1. 背景

従来、医療手技の訓練は「See one, Do one, Teach one」の教育手法が一般的であった。この手法では、まず指導医の手技を見て手順を覚え、その次に実際に手技を行いながら指導を受けることで、少しずつ技術を習得する。しかし、近年、手技の高度化や多様化、複雑化に伴い習得に要する時間がさらに増加している上に、医師の長時間労働の問題により労働時間規制が強化されたことから、従来の訓練方法では十分な教育機会を確保することが困難となっている。日本でも 2024 年 4 月より医師の時間外労働規制が開始され、指導医・トレイニーともに訓練に充てられる時間がさらに減少し、より効率的な手技習得法の確立が急務となっている。

手技技術の向上には、適切な評価と構造化されたフィードバックが不可欠である。近年、手技の評価やフィードバックは、術後に指導医とトレイニーが手技動画を振り返る形で実施されてきた。手技の最中は手技の進行を優先する必要があるため、その場で詳細な評価やフィードバックを行うことは困難であるため、術後の振り返り指導が重要な役割を果たしていたのである。しかし、指導医・トレイニー双方の労働時間の制約により術後の振り返りの時間の確保が難しくなり、指導機会が大幅に減少したため、手技に対する共通認識が育まれず、技術の伝承が課題となっている。

2. 目的

本プロジェクトは、手技の一動作ごとに定量的に評価するシステムを開発し、指導医による手技評価を代替することで、指導医の時間的負担を軽減しながらトレイニーの技術向上を支援することを目的としていた。当初は、三次元トラッキング技術を用いて手技の動作を計測・評価する計画であったが、技術的課題や、指導医ごとに手技の実施法や評価基準にばらつきがあり、統一的な基準の下で評価を行うことが困難であるため、断念した。

手技訓練の現場を改めて検証したところ、時間外労働規制により術後の振り返り時間の確保が困難となり、指導医とトレイニーのコミュニケーションが不足していることが明らかとなった。その結果、手技に対する共通認識が十分に形成されず、手技技術伝承の妨げとなっている。そこで、本プロジェクトでは、非同期で手技の振り返り指導を行えるシステムの構築を新たな目的とした。このシステムでは、トレイニーが手技動画を指導医に共有し、指導医が自身の都合の良いタイミングで確認しフィードバックを提供する。これにより、時間の制約を受けずに指導医から適切な評価・フィードバックを得ることが可能となり、指導機会の減少を補うことができると考えられる。さらに、手技動画とフィードバックデータを蓄積し、データベースを構築することで、将来的に一動作ごとの客観的評価の実現につなげることを目指す。

3. 製品・サービスの内容

本システムは、指導医・ 트레이ニー間でトレーニーの手技動画やそれに対するフィードバックを共有する Web アプリケーションとして開発し、スマートフォン、PC、タブレットのいずれからも利用可能である。まずは模型を用いた手技練習での活用を想定して開発を行った。トレーニーはスマートフォンで撮影した手技練習動画を本 Web アプリケーションにアップロードすることで、指導医と動画を共有し、自身の手技の現状を指導医に提示する。指導医はスマートフォンなどで動画を確認し、トレーニーの手技を評価し、習熟できている点や問題点をフィードバックする。

システムは、動画アップロード・管理機能、指導依頼機能、フィードバック機能、ストリーミング再生機能、通知・リマインド機能などで構成されている。

(1) 動画アップロード・管理機能

トレーニーが撮影した手技動画をクラウド上に保存し、システム内で管理する。各動画には、手技の種類、撮影日、ユーザー名などのメタデータが付与され、必要な動画を迅速に検索することが可能である。また、自身の手技に対する自己評価を入力することで、指導医の評価とのずれを明確にする。

(2) 指導依頼機能

トレーニーが動画をアップロードする際には、本機能により、トレーニーが特定の指導医を指定してフィードバックを依頼する。

(3) フィードバック機能

フィードバック機能では、指導医が動画を視聴しながら音声でコメントを付与する。コメントを付与した動画を指導医がアップロードすることにより、トレーニーがアップロードした動画にフィードバック動画が紐づき、トレーニーは指導医のフィードバック動画を視聴することで、自身の手技に対する評価を確認し、改善点を把握して次の練習に活かす。また、他のトレーニーの動画やフィードバックも閲覧できるため、学習機会を増やすとともに刺激を受けて技術向上の動機づけに繋がることが期待される。

(4) ストリーミング再生機能

ネットワーク環境に大きく依存せず、解像度を保った状態で快適に動画を視聴することが可能である。

(5) 通知・リマインド機能

トレーニーがフィードバックを依頼した際に指導医へ通知が送信され、一定期間フィードバックが行われなかった場合は、定期的なリマインドを自動送信する仕組みである。この機能によりフィードバックの継続性の確保を目指す。



図 1. 開発した web アプリケーションの画面例

4. 新規性・優位性

本システムは、指導医と 트레이ニーが時間を合わせる必要なく、非同期で手技指導を行える点に新規性がある。従来の手技教育では、指導医が術後に 트레이ニーと対面で振り返りを行う形式が主流であり、労働時間制限により時間の融通が利かなくなり、十分な指導時間が確保できなくなったことが課題であった。本システムは、トレーニーが手技動画をアップロードし、指導医が都合の良いタイミングでフィードバックを提供することにより、この問題を解決する。さらに、他のトレーニーの手技動画やそれに対するフィードバックも共有することで、手技技術向上の動機付けや対面での一対一の指導以上の学習機会を得ることができる仕組みも新規性のある要素である。

手技教育を支援するサービスとして、指導医の手技動画の閲覧サービス、オンラインセミナーサービス等が存在するが、これらのサービスと比較して、各トレーニーに合わせた指導を提供するという点、また時間的制約がない点で優位性を有する。

指導医手技動画閲覧サービスは、全国の指導医の手技動画を閲覧することが出来るが、トレーニーが日頃の手術にその技術を反映させるのは困難である。本システムは指導医の手技動画の閲覧にとどまらず、トレーニーの手技動画に対してフィードバックを提供するため、トレーニーは自身の手技にその内容をすぐに反映させて、上達させることができる。

オンラインセミナーサービスは、トレーニーの手技動画に対してフィードバックを得ることが出来るが、セミナーの時間内に指導を行うため、指導医とトレーニーが時間を合わせる必要があった。本システムは非同期での指導が可能のため、指導医・トレーニー双方の負担を軽減しながら、トレーニーごとに合わせたフィードバックを提

供できる。また、非同期であるため、より頻回にフィードバックを得ることが出来ると期待される。

5. 事業普及（または活用）の見通し

本プロジェクトにおいては、現時点では法人化には至っていないものの、事業化に向けた準備を進めている。国内の2つの病院で実証実験を実施し、指導医・トレーニー双方から有用性が確認された。また、開発したシステムは学会のイベントで活用され、利用したトレーニー・指導医双方から高い評価を得ている。今後の事業展開として、病院・診療科向けの指導効率化ツール（toB）、トレーニー個人向けの動画共有ツール（toC）、海外の外科医向け指導サービスの提供という3つのビジネスモデルを検討している。

ユーザー数の増加に伴い、ネットワーク効果による学習機会の拡大が期待されるため、利用者の口コミや学会イベントでの活用を通じて、継続的な普及を図る。また、海外市場においても遠隔指導のプラットフォームとしての展開を視野に入れている。

6. 期待される波及効果

本プロジェクトで開発した非同期型手技フィードバックシステムは、医療手技教育にとどまらず、看護・介護技術、伝統工芸、工業技術など、多様な分野に応用可能である。いずれの分野も技術伝承が課題となっているが、時間・場所の制約を受けない指導法の実現により、学習の効率化と質の向上を実現し、技術の均霑化が期待される。本システムの普及により、技術伝承の効率化が進み、技能継承の課題解決や産業の活性化につながることを期待される。

7. イノベータ名（所属）

永代 友理（東京大学大学院医学系研究科）