

平成30年度採択

戦略的基盤技術高度化支援事業

「ナビゲーションガイドと評価機能を付与し、自主学習を
可能にする内視鏡用医療教育シミュレータロボットの開発」

研究開発成果等報告書

令和2年5月

担 当 局： 中国経済産業局
補助事業者名： 公益財団法人鳥取県産業振興機構
間接補助事業者： 株式会社 MICOTO テクノロジー
国立大学法人鳥取大学
地方独立行政法人鳥取県産業技術センター

目次

1. 研究開発の概要	2
2. 研究実施体制	3
3. 研究開発の連絡窓口	3
4. 補助事業の背景・課題と取組内容及び成果	4

1. 研究開発の概要

<医療教育の現場が抱える課題>

これまでの日本の医学・医療教育制度では、医学生は国家試験に合格し医学部を卒業後、初期研修医(1年目)になって初めて患者への施術を経験する(図1を参照)。医学生の時に座学で学んだ知識を頼りに、医療現場で初めて患者に対し実践する際は、座学と臨床現場のギャップに不安を感じるとともに、初歩的な手技でも戸惑う事が多い。更に、後期研修医(2年目)になると、自身の専門分野を決める時期になり、専門性に沿った高い技能を習得するための訓練が必要である。

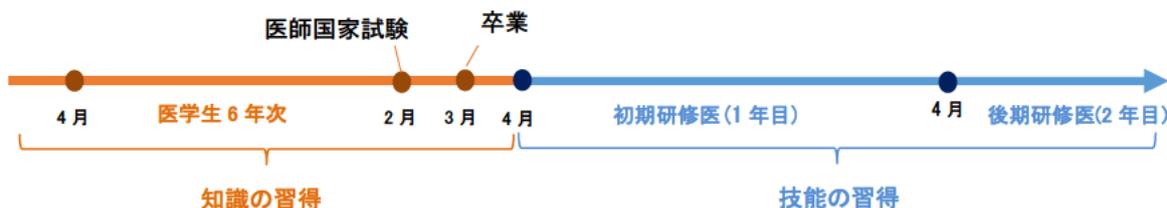


図1: 医学教育の流れ(医学生6年次、研修医1-2年目)

臨床現場に出る前には、模擬訓練として医療教育シミュレータを用いた教育を受けるが、現状では臨床の現場における体験とは程遠く、十分な技能の習得ができていない実情がある。特に、現在の医療教育シミュレータは、内部臓器のリアリティが不足していたり、臨床フィードバック(反応・反射)がなかったり、更に訓練結果に対する客観的評価が不十分等、解決すべき課題が多い。また、技能訓練には指導医が多くの時間を割く必要があり、大きな負担がかかっている。そのため、これらが医療教育コストの増大や、潜在的な医療事故リスクを高める可能性がある。

そこで本事業においては、IoT技術を活用する事でナビゲーションガイド・評価機能を付加した自主学習を可能にする医療用教育シミュレータロボット(主に内視鏡検査)を新規開発する事を目的とする。そして、本研究開発を通じて得られる知見や開発したシステムを基に、医療機器業界へのロボット技術導入を促進し、医療系ロボットの普及と共に産業の拡大を目指す。

○従来技術での課題



図 2: 医療教育シミュレータの従来技術の課題と、(株)MICOTO テクノロジーの開発ビジョン

2. 研究開発の主な実施体制

(公財)鳥取県産業振興機構
本研究の事業管理機関



3. 研究開発の連絡窓口

株式会社 MICOTO テクノロジー
〒683-0845 鳥取県米子市旗ヶ崎 2319-3
TEL:0859-30-4275 FAX:0859-30-4276

4. 補助事業の背景・課題と取組内容及び成果

【1. 内視鏡手技の手本から自主学習するための指導アルゴリズムの構築】

【1-1】内視鏡検査の初学者に対する指導ポイント(操作、診断画像、生体反応)の抽出

<背景・課題>

内視鏡検査においては、医学教育書や学術論文等でその手法や手順等について確認することができるが、通常医学生が訓練を行う場合は、専門指導医の下で指示を受けながら機器の操作方法や手技動作の習得を行っている。しかし専門指導医が多忙であり十分な訓練指導を行えないのが実態である上、医学教育書等に記載されている内容だけでは、指導ポイントにおける力加減やコツなどの感覚に頼る部分が多いため、医学生のみでは効果的な訓練を行うことができない。

<課題への取り組み内容・成果>

株式会社 MICOTO テクノロジーは鳥取大学医学部とこれまで多くの医療機器開発の共同研究を行ってきた実績があり、在籍する医学知識を有したエンジニアと医学部の内視鏡指導医による、医学教育書・関連する学術論文の調査、および専門指導医へのヒアリングを行い、内視鏡操作ポイントシートの作成を行った。

【1-2】内視鏡検査の手技を初学者にナビゲートするためのガイドを策定

<背景・課題>

内視鏡検査では、体内に挿入された内視鏡の位置が外部からは確認できないため、内視鏡カメラの画像のみで、内視鏡の先端位置および角度を把握する必要がある。熟練者は数多くの経験に基づいて、胃の内部画像から内視鏡先端位置をすぐに把握することが出来るが、初学者は経験不足からうまく出来ず、医療シミュレータで繰り返し訓練を行い、その経験を養おうとしている。しかし、既存の医療シミュレータで練習しても、手技が正しいかどうか、初学者は判断できず、効率的な学習ができないことがある。

<課題への取り組み内容・成果>

(株)MICOTO テクノロジーは、鳥取大学医学部と共同で医療機器開発を手掛けてきた経験や知見を活かして、ナビゲーションのガイドを策定した。

【2. 内視鏡操作の触覚や視覚を情報化するためのシステム開発】

【2-1】内視鏡操作時の人体に対する複数のセンサ情報を数値化し、解析する手法の確立

<背景・課題>

正しい内視鏡操作を教育するためには、医療シミュレータに各指導ポイントを複数の観点から客観視できる機能を実装する必要がある。内視鏡検査訓練においても、未熟な手技の原因を説明するためには、複数のセンサ情報を数値化し、解析する手法を確立する必要がある。

＜課題への取り組み内容・成果＞

(株)MICOTO テクノロジーでは、既に開発したシミュレータモデルにおいて、臓器モデル内部の変化量測定(咽頭部で圧力検知センサを使用し、数値化する等)には成功しており、鳥取大学医学部内外の医師から高く評価されている。本研究開発では、指導ポイント毎に必要な情報の数値化と閾値の確認を実施した。

【2-2】外部カメラ画像から、内視鏡操作者の体や手指の動作を座標化する技術の確立

＜背景・課題＞

内視鏡操作は片手で2つのハンドル操作(UP/DOWN, LEFT/RIGHT)と2つのボタン(送気・吸引)を用いて行う。同時に、もう一方の手で内視鏡の出し入れを行い、全身をターンさせたり屈んだり各ポイントで様々な動きをしながら操作している。初学者にとっては、自らの操作感覚を養うだけでも、数多くの経験が必要とされている。

＜課題への取り組み内容・成果＞

鳥取大学工学部において、カメラで撮影した内視鏡手技動作に対して3次元姿勢推定する手法を検討し、有効性を確認した。

【2-3】内視鏡カメラ画像データから3次元臓器内マップを作成し、現在位置を特定する技術の確立

＜背景・課題＞

指導なしの状況下で初学者が行う内視鏡検査では、臓器内部へと進むにつれ、どの部位を観察しているのかを判断できなくなる事が多々ある。これは初学者には、臓器内部を内視鏡で観察した経験が圧倒的に少なく、瞬時に位置関係を把握できないことがその原因と考えられる。

＜課題への取り組み内容・成果＞

本研究開発では、解剖学的に複数のエリアで分け、内視鏡先端の現在位置を推定する方式を開発した。

【3. 内視鏡訓練のためのナビゲーションシステムと評価システムの開発】

【3-1】内視鏡操作の手順・感覚・位置情報を基に、理想的な手技に導くナビゲーションシステムの開発

＜背景・課題＞

指導医がいない状況下で、一人で内視鏡の訓練を行う場合は、「どこへ向かい、どのように操作や観察をし、何を見つけなければいけないのか」、「何が悪い操作で、どのように正しい操作へ修正するべきか」などが初学者には判断しづらい。

＜課題への取り組み内容・成果＞

理想的な手技ルート・操作手順・位置情報を基に、初学者がわかりやすく操作・検査が出来るルート・手技のガイドを作成するために、1-1のチェックポイント表から、指導ポイント毎のナビゲーションシステムの設計を完了した。改良については今後も継続実施する。

【3-2】内視鏡操作結果と指導ポイントを比較し、点数化と上達ポイントを解説する評価システムの開発

<背景・課題>

既存の医療用シミュレータには、内視鏡訓練の結果に対するフィードバックがなく、指導医がいない状況下で、改善点を見出し上達することは難しい。従って、内視鏡訓練結果と指導ポイントを比較することで点数化し、上達ポイントを解説する評価システムを開発する必要がある。

<課題への取り組み内容・成果>

内視鏡操作の指導ポイント毎に点数付けし、総合評価へ結びつけるシステムを開発した。今後は、医師・研究医による臨床評価を行い、教育効果の検証と事業化を継続する。