

令和 2 年 5 月 21 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K11049

研究課題名(和文) 麻酔手技の定量化と人工知能を用いた自動解析による学習効果の判定に関する研究

研究課題名(英文) Study of objective and quantitative measures of anesthesia skills and assessment of learning effect using automatic analysis by artificial intelligence system

研究代表者

宮部 雅幸 (MIYABE, MASAYUKI)

三重大学・医学系研究科・リサーチアソシエイト

研究者番号：60145589

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：気管挿管手技中の熟練麻酔科医と研修医の身体の動きを3Dモーション・キャプチャ技術により数値化、解析した結果、身体運動の「しなやかさ指標」というパラメータが気管挿管手技熟練度とよく相関することを示した。すなわち気管挿管時の熟練麻酔科医と研修医とでは熟練麻酔科医は身体の動きが円滑であり、身体の動きの制御能力が優れていることが示された。今後人工知能的アプローチと臨床での解析を進める予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

臨床手技は定量化、標準化が難しく、初学者の客観的な医学教育の障壁となっている。これまで熟練者の主観に基づいた教授方法が採用され、初学者の技術習得は容易ではなく、高度な医療手技は長年の修業によってしか習得しえなかった。本研究により手技の優劣、上達の定量化が可能であることが示され、これを用いることにより初学者が短期間に高度な医療手技を習得可能な臨床実技教育プログラムの開発の可能性が示唆される。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to investigate whether any biomechanical parameters obtained by 3D-motion analysis of body movements during tracheal intubation procedures on an airway mannequin can objectively distinguish expert anesthesiologists from novice residents. And mean-jerk measurements provided excellent measures for discriminating between experts and novice. From this study we could show that comparing with novice residents, expert anesthesiologists possess a better ability to control their body movements during tracheal intubation procedures, displaying smoother motions at the selected body parts. We will continue studies on automatic analysis of skills during tracheal intubation using artificial intelligence technology.

研究分野：麻酔科領域

キーワード：気管挿管 モーションキャプチャ ディープラーニング 臨床手技教育 気管挿管手技 AI 人工知能

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 1. 研究開始当初の背景

臨床手技は定量化、標準化が難しく、初学者の客観的な医学教育の障壁となっている。これまで熟練者の主観に基づいた教授方法が採用され、初学者の技術習得は容易ではなく、高度な医療手技は長年の修業によってしか習得しえなかった。手技の優劣、上達の定量化や基準化が可能になれば、初学者が短期間に高度な医療手技を習得可能な臨床実技教育プログラムが開発される可能性がある。一方スポーツ界では3Dモーションキャプチャ技術による身体の動きのデジタル化とバイオメカニクス解析がフォーム矯正などに応用されている。本提案では身体動作をデジタル情報としての取り込みを可能にした3Dモーションキャプチャ技術(Duan F, IEEE 2008)と人工知能(AI)の最先端技術である深層学習(ディープラーニング)(Silver D, Nature 2016)を活用し、気管挿管手技の熟練度を定量的に判定分類できるのではないかと考えた。

## 2. 研究の目的

臨床手技を定量化し熟練者と初学者の違いを判定できるか調べる目的で気管挿管手技に伴う身体運動を3Dモーションキャプチャでデジタル情報化し、仮説検証型人的アプローチによって判定する。加えてディープラーニングによる人工知能(AI)的アプローチによる熟練度の定量的解析法を確立する。

## 3. 研究の方法

### (1)気管挿管手技の熟練度を定量的に判定分類可能な方法論の確立

#### 仮説検証型人的アプローチ

熟練麻酔科医と研修医それぞれ13人に挿管ダミー人形に対し気管挿管操作を行わせる。3Dモーションキャプチャ機器 Perception Neuron® (Noitom社:図1)を用い気管挿管中の動きを記録し、仮説検証型人的アプローチによって判定する。

#### 網羅的ディープラーニングによるAI的アプローチ

次に同じデータを用い、ディープラーニングによる人工知能(AI)的アプローチによる熟練度の定量的解析法を確立する。

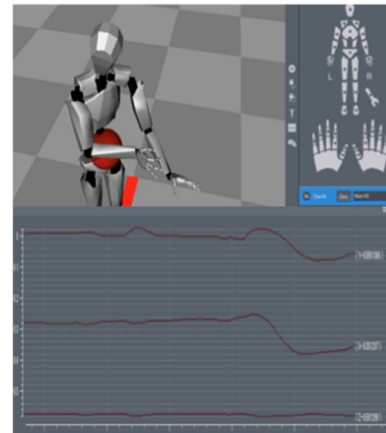


図1. 3Dモーションキャプチャ

上段: 気管挿管3DCD表現

下段: 右手首空間位置デジタル数値時系列情報

### (2)臨床的妥当性についての検討

最終的に患者に対して気管挿管する場合についても仮説検証型人的アプローチ、ディープラーニングによる人工知能(AI)的アプローチによる熟練度の定量的解析を行い、複雑多彩な実患者における解析により、本アプローチの臨床的妥当性について検討する。

## 4. 研究成果

(1)しなやかさの指標は2群比較で有意差がみられるだけでなく(図2)、熟練医と研修医の判別能が極めて高いことを明らかにした(頭部躍度, ROC-AUC 0.92, 95%信頼区間 0.86-0.98,  $P < 0.001$ )。このように、先行研究と比較しても本研究は独自性が高いと考えられる。熟練医と研修医を比較したが、気管挿管時間に有意差がなく( $P = 0.99$ )、過去の報告とは一線を画した結果となっている。さらに、しなやかさの指標である躍度は、2群比較で有意差がみられるだけでなく、熟練医と研修医の判別能が極めて高いとの結果を得ている(頭部躍度, ROC-AUC 0.92, 95%信頼区間 0.86-0.98,  $P < 0.001$ )。

(2)ディープラーニングによる人工知能(AI)的アプローチによる熟練度の定量的解析法については現在研究の継続中である。

(3)人を対象とした気管挿管中のデータの集積に関しても施行する予定である。

## まとめ

本研究から、気管挿管時の身体の動きのデジタル化とバイオメカニクス解析により、技術の優劣を判定できることが分かった。すなわち気管挿管時の熟練麻酔科医と研修医とでは、熟練麻酔科医の方が身体の動きが円滑であることから、身体の動きの制御能力が優れていることが示された。今後人工知能的アプローチと臨床での解析を進める予定である。

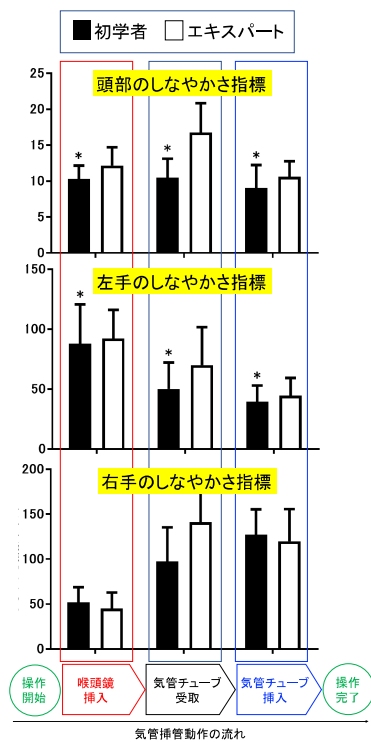


図5. 気管挿管動作のしなやかさ指標の比較:  
初学者 vs エキスパート、気道シミュレータ使用

図 2

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Sakakura Y, Kamei M, Sakamoto R, Morii H, Itoh-Masui A, Kawamoto E, Imai H, Miyabe M, Shimaoka M.	4. 巻 Dec 4;18(1)
2. 論文標題 Biomechanical profiles of tracheal intubation: a mannequin-based study to make an objective assessment of clinical skills by expert anesthesiologists and novice residents.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BMC Med Educ	6. 最初と最後の頁 293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12909-018-1410-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Okamoto T, Takagi Y, Kawamoto E, Park EJ, Usuda H, Wada K, Shimaoka M	4. 巻 367(2)
2. 論文標題 Reduced substrate stiffness promotes M2-like macrophage activation and enhances peroxisome proliferator-activated receptor expression.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Exp Cell Res	6. 最初と最後の頁 264-273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.yexcr.2018.04.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 坂倉 庸介、亀井 政孝、坂本 良太、森井 秀幸、島岡 要、宮部 雅幸
2. 発表標題 モーション解析による気管挿管技術の上達プロセス初期の客観的評価
3. 学会等名 日本麻酔科学会第65回学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森井秀幸, 坂本良太, 野村由司彦, 平林和也
2. 発表標題 深層学習による麻酔科医の気管挿管手技熟練度判定
3. 学会等名 IIP2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinichi Inagaki, Ryota Sakamoto, Yoshihiko Nomura, Masataka Kamei, Yosuke Sakakura and Motomu Shimaoka
2. 発表標題 An SVM-based discrimination method of tracheal-intubation skill between experts and novices
3. 学会等名 2018 12th France-Japan and 10th Europe-Asia Congress on Mechatronics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinichi Inagaki, Ryota Sakamoto, Yoshihiko Nomura, Masataka Kamei, Yosuke Sakakura and Motomu Shimaoka
2. 発表標題 An SVM-based evaluation method of tracheal-intubation skill level before and after medical experience of one month
3. 学会等名 Artificial Intelligence International Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂倉 庸介, 亀井 政孝, 坂本 良太, 森井 秀幸, 島岡 要, 宮部 雅幸.
2. 発表標題 気管挿管手技のバイオメカニクス: 熟練医の技のしなやかさを3Dモーションキャプチャで解析する
3. 学会等名 日本麻酔科学会第64回学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂倉 庸介, 亀井 政孝, 坂本 良太, 森井 秀幸, 島岡 要, 宮部 雅幸.
2. 発表標題 モーション解析による気管挿管技術の上達プロセス初期の客観的評価
3. 学会等名 日本麻酔科学会第65回学術集会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	亀井 政孝 (KAMEI MASATAKA) (60443503)	三重大学・医学部附属病院・教授  (14101)	
研究分担者	島岡 要 (SHIMAOKA MOTOMU) (40281133)	三重大学・医学系研究科・教授  (14101)	
研究分担者	坂本 良太 (SAKAMOTO RYOTA) (10581879)	三重大学・医学部附属病院・助教  (14101)	
研究分担者	坂倉 庸介 (SAKAKURA YOSUKE) (50608940)	三重大学・医学部附属病院・助教  (14101)	
研究分担者	川本 英嗣 (KAWAMOTO EIJI) (20577415)	三重大学・医学部附属病院・助教  (14101)	
研究分担者	伊藤 亜紗実 (ITO ASAMI) (80740448)	三重大学・医学部附属病院・助教  (14101)	