

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：20105  
研究種目：挑戦的萌芽研究  
研究期間：2015～2016  
課題番号：15K15887  
研究課題名(和文)口腔ケアシミュレーションモデルの開発  
  
研究課題名(英文)Development of oral care simulator model  
  
研究代表者  
村松 真澄(MURAMATSU, MASUMI)  
  
札幌市立大学・看護学部・准教授  
  
研究者番号：50452991  
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：口腔ケアシミュレーション用口腔部モデルの制作については、舌以外の口腔粘膜および皮膚の造形の人肌ゲルによる注型モデルを試作した。歯ブラシ(及びスポンジブラシ)の動きを感知するセンサ内蔵歯の試作を通じた検討については、海外の研究協力者であるモラトウワ大学講師のランジス博士(専門：センサ開発)の協力を得て、センサを内蔵した歯列モデルを開発した。プレ実験を通じた試作システムの検証については、研究者や医療従事者から意見をj得て課題を明らかにした。  
米国のBarrow Neurological InstituteのSimulation Centerを視察、意見交換し、今後の研究協力の申し出を得た。

研究成果の概要(英文)：We developed a prototype casting model using the human skin gel to fabricate the mucosa and the skin, excluding the tongue, of the oral cavity for oral care simulation. We found that there are many problems associated with the production method. In addition, a dentition model or prototype of a built-in sensor to detect movement of the toothbrush and tooth swab was developed in cooperation with Dr. Ranjith Amarasinghe (specialty: sensor development). Preliminary experiments were also conducted to assess the prototype system, and we solicited opinions from other medical professionals to determine the problems associated with the simulator.  
We visited the Simulation Center of the Barrow Neurological Institute in Phoenix, AZ, USA, exchanged opinions, and received an offer for future research collaboration.

研究分野：老年看護学

キーワード：口腔ケア シミュレータ 看護教育 シミュレーション教育 センサー カセンシング 3Dモデリング  
インターフェイス

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究の学術的背景

看護師は、患者の口腔の観察やアセスメントをし、本人や家族では対応できない患者への口腔ケアの実施や本人及び家族に指導あるいは歯科受診を勧めることも必要である。Hanneman and Gusick[1]の調査では、看護師の大半が口腔ケアの優先度を中～高度と考えており、Binkleyら[2]は、口腔ケアは看護の基本と考えているが、クリティカルな場面では実現が難しいとしている。Kitsonら[3]は、口腔ケアに関する看護教育が適切にできていないと指摘し、Blotら[4]は、口腔ケアに関する演習について実施率が低いと報告している。

日本の看護基礎教育における口腔ケアの研究については、模擬患者を扱ったものが2件あるのみで演習における模擬患者のネガティブな反応も示されている[5]。

口腔ケアのシミュレーション人形としては、京都科学の製品「セイケツくん」[6]があるものの口腔内が固く実際の患者とはほど遠い。また、このモデルを使用した演習の報告や論文はない。看護における口腔ケアの重要性が非常に高いにもかかわらず、口腔ケアに関する教育環境が充実しているとは言えない。看護師が高度な看護スキルを身につけるためには、体感しながら学ぶことができるシミュレーション教育が必須であり、それに適したシミュレータ開発が必要である。すなわち、口腔ケアに関する教育環境を充実させるためには、口腔ケアシミュレータの開発が不可欠と考える。

(2) 研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか

本研究では、口腔ケアシミュレータをより効果的なものにするためには、海外の優れた事例を視察し、シミュレータに必要な特性と技能評価技法の情報を収集する。口腔内にセンサを配置したモデルを開発する。次にパソコンのモニタに口腔ケアの手技を表示するソフトを開発して評価する。

(3) 当該分野における本研究の学術的な特色及び予想される結果と意義

看護基礎教育においてこれまで口腔ケアの技術評価ができなかったが、このシミュレータを使用することによって学生の技能評価ができる。また、介護教育や家族教育OSCEにも応用可能である。この研究は、高齢者の口腔環境の改善に役立ち、さらに口腔が清潔になることによって食べる支援につながり、患者の生活の質の向上と誤嚥性肺炎の予防による医療費の削減に寄与することができる。モデルのシミュレータは国際的にも存在しないので国際的にも貢献できる。

(4) 本研究が、どのような点で斬新なアイデアやチャレンジ性を有しているか

口腔ケアにおいては、患者の口腔内を標準手順を用いて全体を清掃できることが重要である。すなわち、口腔ケアのシミュレータ

において、体位や手技の習得ができたと評価するためには、口腔ケアをした軌跡を見て全体が清掃できていることを確認する必要がある。そこで、シミュレータ内部にセンサを配備し、口腔ケアの軌跡をデータ化してコンピュータに送り、ケアの手順を記録することができれば、体位や手技の習得状況を評価することが可能となる。既存の口腔ケアシミュレータの中で主流である「セイケツくん」[6]は素材が固いため、本研究ではより柔らかい材料を使用することで人間に近いシミュレータの開発を目指す。

(5) 本研究が、新しい原理の発展や斬新な着想や方法論の提案を行うものである点、または成功した場合に卓越した成果が期待できるものである点等

口腔ケアのトレーニングができる口腔ケアシミュレータを開発するために、システムの実現に必要な各要素を検討する。具体的には、人間に近い口腔部モデルを実現するための方法を検討すると共に、技術を評価する上で重要となる歯ブラシ(スポンジブラシ)の動きを感知するための、圧力センサを組み込んだ歯および口腔粘膜の試作モデルを開発する。また、その圧力センサの信号をコンピュータに取り込むためのシステムを試作し、歯ブラシの軌跡を記録するソフトウェアを検討する。これらの試作品を用いたプレ実験を通じて、口腔ケアシミュレータの実現に必要な検討項目を明らかにする。

現在、医療分野では様々なシミュレータが実用化されているものの、口腔ケアに関するシミュレータは十分検討されておらず、口腔ケアシミュレータにおいては「セイケツくん」[6]ほぼ一択のみという状況である。このモデルも、頭部や口腔部の形状のみに特化しており、人間に近い感触や柔らかさは無く、また、ケアを記録し評価するための、歯をはじめとする口腔内に歯ブラシ(及びスポンジブラシ)の動きを感知するセンサを内蔵したシステムは無い。本研究で開発する口腔ケアシミュレータは、人間に近い口腔部モデルの実現を目的としており、実際の患者を対象とした口腔ケアに近い模擬訓練が実現できる。また、本シミュレータはコンピュータと連動したシステムであり、アプリケーションにより様々な訓練に対応したシミュレーション環境を提供できる。特に、口腔内にセンサを内蔵すること、口腔ケアにおける歯ブラシの軌跡を記録可能にすることは、口腔ケア技術を正確に評価し、その熟練度合いを正しく評価することに繋がり、高度な口腔ケア教育をもたらす要因となる。看護師に対する口腔ケアの教育が課題として大きく取り上げられている昨今、口腔ケアの効果的なトレーニングツールを開発することは非常に意義深い。また、在宅療養が推進され介護士や家族も口腔ケアをする機会が多くなると予測される。本研究で開発するシミュレータは介護士の教育や家族へのOSCEにも応用可能である。口

腔ケアの教育が普及すれば、質の良い口腔ケアが実施され、高齢者の誤嚥性肺炎の予防やQOLの向上に寄与し、社会的課題の一つである医療費削減にも寄与できる。

また、メカトロニクス分野において、センサやアクチュエータをリハビリテーションに適用する例は非常に多い。しかし、それらはVR(Virtual Reality: 仮想現実)などの映像技術を用いて視覚的なフィードバックをもたらすもの[7]や、フォースフィードバックによる力覚提示により手術時の触感を与えるもの[8]、アクチュエータにより人の動きをシミュレートするもの[9]、等が主流であり、口腔ケアにおける歯ブラシの軌跡を対象とした研究はこれまでに無い。

本研究は、このような口腔ケアシミュレータの分野にメカトロニクスの適用分野を広げる試みであり、これらの点で本研究は独創的かつ意義深いものである。

文献

[1]Hanneman and Gusick, S.K. Hanneman, G.M. Gusick, Frequency of oral care and positioning of patients in critical care: a replication study, Am J Crit Care, 14 (5), 378-387, 2005 .

[2]Berry P.M, et al. Davidson, L. Nicholson, C. Pasqualotto, K. Rolls : Consensus based clinical guideline for oral hygiene in the critically ill, Intensive Crit Care Nurs, 27 (4), 180-185, 2011 .

[3]Kitson, A. Kitson, Reclaiming nursing care, Collegian, 17 (1), 1-2, 2010 .

[4] S. Blot, D. Vandijck, S.M.N.S. Labeau, Oral care of intubated patients, ClinPulm Med, 15 (3), 153-160, 2008

[5]遠藤順子, 澁谷恵子, 菅原真優美, 看護基礎教育における模擬患者を活用した教育効果の検討 口腔ケア演習を通して(第1報)新潟青陵学会誌(1883-759X), 4 (3) 33-42, 2012 .

[6] 口腔ケアモデル “セイケツくん” <https://www.kyotokagaku.com/jp/education/al/products/detail02/m89.html>

[7]富川盛雅, 他: バーチャルリアリティシミュレータを用いた内視鏡外科手術トレーニングシステム, 日本外科学会雑誌, 112(4), 255-261, 2011 .

[8]濱田友貴, 他: 回転骨切り術シミュレータにおける弾塑性体衝撃破壊の力覚提示法, 映像情報メディア学会技術報告, 34(25), 47-52, 2010.

[9]木口量男, 他: 股関節シミュレータを用いた日常生活動作における人工関節脱臼の再現, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 2A1-C11, 2008 .

## 2. 研究の目的

高齢社会になり、誤嚥性肺炎の予防や周術期管理において口腔ケアの重要性が明らかになった。看護基礎教育においても技術修得

が課題であり、様々なシミュレータを用いたトレーニングが実施されている。注射手技シミュレータは、トレーニング内容に合わせて様々なモデルが用意されているのに対し、口腔ケアシミュレータは種類が少なく、シミュレータを用いた教育環境は充実していないのが現状である。本研究では、口腔ケア教育の現状をふまえ、口腔ケアのトレーニングができる口腔ケアシミュレータを開発する。具体的には、シミュレータ内部にセンサを配備し、口腔ケアの軌跡をデータ化してコンピュータに送ることで、ケアの手順が記録できるシステム構築する。また外観は、より柔らかい材料を使用することで人間に近いシミュレータのプロトタイプを開発する。

## 3. 研究の方法

(1)看護用シミュレータを用いた教育環境の現状把握(三谷・村松)

第一段階として、口腔ケアシミュレータの機能的実現を見据えた試作とその検証を目的としているが、第二段階として上記に示すようなシナリオに基づく教育に組み込むことを想定している。そのためには、患部を忠実に再現し、特定の処置に対する訓練が行えるだけでなく、様々なシナリオに対応できるだけの柔軟性および汎用性を念頭に置きつつシミュレータを試作・検証していく必要がある。その賛助となるようにアメリカにおいて特にシミュレーション教育環境が優れている病院(Barrow Neurological Instituteのシミュレーションセンター)などを視察・調査する。シミュレータの規模やシミュレータに求められる機能、シミュレータを用いた技能評価の手法について実地調査により検討する。同時に、看護におけるメカトロニクス導入の事例についても調査する。

(2)口腔ケアシミュレーション用口腔部モデルの制作方法検討(三谷・平井)

口腔ケアシミュレーションのために、人の口腔部を模したモデルの制作方法を検討する。使用する素材としては、人の肌と同様なさわ心地や粘弾性を有する人肌ゲル(エクシール)を試みる。これは、人肌ゲルの主剤と硬化剤とを混ぜ合わせ、型に流し込むことにより様々な形状を得ることができる素材である。まず、SolidWorks(3D-CAD)を用いて口腔部の3Dモデルを作成し、3D造形機を用いて造形することで、注型用のマスター原型を制作し、次にシリコンを用いてマスター原型の型を取り、人肌ゲル用の注型用型とする。このようにして得られた注型用型に人肌ゲルを流し込むことによって、口腔モデルを開発する方法を検討する。口腔ケアシミュレータとして適切な型を検討するとともに、様々な硬さの人肌ゲルを用いてモデルを試作し、口腔部として最適な硬さが得られる条件を検証する。平成26年度札幌市立大学共同研究費で第一作を制作中である。

(3)歯ブラシ(及びスポンジブラシ)の動き

を感知するセンサ内蔵歯の試作を通した検討(三谷・平井・村松・越智)

ここでは、歯ブラシの動きを感知するために、圧力センサを組み込んだ歯および口腔粘膜を試作し、口腔ケアシミュレータに適用可能なモデルの開発方法を検討する。圧力センサは、歯ブラシが触れたときの荷重を電圧値に変換する機能を有する。圧力センサからの出力電圧は、センサドライバおよびA/D変換インタフェースを介して計算機に取り込まれ、演算処理され、歯に加えられた荷重として記録される。この得られたデータを解析し、口腔ケアのスキルを測ることができるシステムを試作する。圧力センサの選定に関しては、歯ブラシによる微小な圧力を検出できる感度を持ち、かつ歯や口腔粘膜に取り付けた際に歯ブラシの動きを妨げないことが求められる。以上のことから試作品には、これらの要素を持つニッタ製の圧力センサの適用を検討する。使用するセンサは標準品を予定しているが、これらの組み込みが困難な場合には特注品の適用も検討するため、必要に応じてニッタの技術者と相談しながらセンサの仕様を決定する。

(4)プレ実験を通した試作システムの検証と口腔ケアシミュレータへ発展させるための検討(三谷・平井・村松・樋之津)

これまでの検討により得られた試作システムを用いて、実際に歯ブラシを用いてケアをした場合を模したプレ実験を実施する。実験により、センサで検出された信号を記録し、グラフとして画面に表示する。これらを通して、実際の口腔ケアシミュレータへ発展させるために必要な検討項目を明らかにする。その後、歯科や看護の専門家が使用して改良案を出し、シミュレータを改良する。

(5)シミュレーション教育のシナリオを作成する。(村松・樋之津)

臨床現場の看護師や介護士、ヘルパー等による専門家会議を開き、シナリオの場面設定や臨場感等について意見をもらい検討する。その内容をソフトに反映する。

平成 28 年度

(6)口腔の教育シミュレータモデルとコンピュータをつないで自分で自己学習できる教材の作成(村松・樋之津・越智)

看護学生や歯学部学生(各 5 名程度)に協力してもらい、操作しながら意見を聞いて改良する。

(7)シミュレータモデルを使用して教育システムの効果検証(介入研究)。(村松・樋之津・越智)

対象者：看護学生や歯学部学生各 10 名

方法：看護学生や歯学部学生各 10 名を介入群(教育システムを使用して学修)、対照群(従来型パワーポイントで教育)に分けて健康な人の口腔内を清掃する。

調査項目：

ケアを実施したもの：主観評価(ケア達成度、満足度)

ケアを受けたもの：口腔内細菌レベル、主観的評価(ケア達成度、満足度)

分析：従属変数は口腔内細菌レベル、

#### 4. 研究成果

(1)2017 年 3 月に米国においてシミュレーション教育環境が優れている病院の Barrow Neurological Institute の Simulation Center 及び Women's Guild Simulation Center for Advanced Clinical Skills (Cedars Sinai Hospital)

Advanced Health Science Pavilion を視察した。2 つの病院では、実際の臨床場面と同じ場面を作り、新人教育をしている場面やチーム医療の模擬教育場面を見学した。の病院では、口腔ケアの教育が継続的に実施できるシミュレータ開発が望まれると話されていた。職員全員に教育した時は、肺炎の発生率が低下したが、その後、定期的に機会を持たないことが続き肺炎の発生率が上昇している状況が起こっている。研究協力の申し出があった。では、重症の感染患者が外来を訪れたときを想定してのシミュレーション教育が実施されている原がスタッフの教育場面を見学した。また、学生がシミュレーション教育を受けた後、パソコンで省察している様子も見学し、そこで学生が自己の記録に残るので学修に有益であると話してくれた。

(2)口腔ケアシミュレーション用口腔部モデルの制作方法検討については、人肌と同様な粘弾性を有するウレタン樹脂(人肌ゲル)を注型して得る方法と、固さの異なる素材を出力可能な光造形機を用いて出力する方法を検討した。ここでは、代表的な口腔粘膜である舌モデルについて、上記の 2 手法を用いて制作し、検証した結果、人肌ゲルの方がより人間に近い特性を得られることが分かった。舌以外の口腔粘膜および皮膚の造形については、人肌ゲルによる注型モデルを試作したものの、口腔ケアシミュレータに適用するには不十分であり、今後の検討課題である。

(3)歯ブラシ(及びスポンジブラシ)の動きを感知するセンサ内蔵歯の試作を通した検討については、圧力センサを歯列の表面に貼り付けることでブラッシング力を検出する方法を適用してきたが、センサの貼付による接触条件の変化が生じるため、歯の中にセンサを入れる方法を検討した。ここでは、海外の研究協力者である Dr. Ranjith Amarasinghe Senior Lecturer, Department of Mechanical Engineering, University of Moratuwa(専門:センサ開発)の協力を得て、センサを内蔵した歯列モデルを開発した。なお、舌をはじめとする口腔粘膜に内蔵するセンサについては現在検討中である。

(4)プレ実験を通した試作システムの検証については、研究者と検討することで課題を明らかにした。口腔ケアシミュレータへ発展させるための検討として臨床現場の看護師や介護士、ヘルパー等から、シミュレータに

つたらよい機能についてワークショップで意見を得た。付箋には、1枚、1事を書くように説明した。それを内容分析した。

結果;5施設で31名の参加者を得た。職種は、歯科医師3名、薬剤師1名、看護師17名、歯科衛生士2名、作業療法士1名、理学療法士1名、言語聴覚士1名、介護福祉士2名、ヘルパー3名であった。付箋数は、51枚であった。1枚の付箋にいくつもの事項が記載されていた。付箋に書かれていた内容を整理するとコード103個、サカテゴリー26個、カテゴリー4個であった。カテゴリーは、【口腔ケアの方法】、【口腔ケアシミュレータのハード面】、【口腔ケアシミュレータのソフト面】、【その他】であった。口腔ケアシミュレータの開発に活用したい。

(5)シミュレーション教育のシナリオを作成については、視察が最終年度末になったため、案の状況である。今後の課題である

(6)口腔の教育シミュレータモデルとコンピュータをつないで自分で自己学習できる教材の作成」および7)シミュレータモデルを使用して教育システムの効果検証」については、現在開発中のアプリケーションに、上記項目3の開発に基づき仕様変更を加える必要があるが、センサ内蔵歯の開発に時間を要したため、取り掛かることができなかった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

三谷篤史、大郷友海、村松真澄：【査読あり】“口腔ケアシミュレータおよびその手技記録ソフトウェアの第一次プロトタイプ開発”，看護理工学会誌，Vol. 4, No. 1, pp58-66, 2017.1

〔学会発表〕(計 3 件)

(1)A.H.T.E. De Silva1, W.H.P. Sampath, N.H.L. Sameera, Y.W.R. Amarasinghe, A. Mitani: "Development of a Wearable Tele-monitoring System with IoT for Bio-medical Applications", Proceedings IEEE 5th International Conference of Consumer Electronics, Oct 11-14, 2016

(2)三谷篤史：“看護とデザインの循環する教育・研究について - 看護の視点でデザインにできること・デザインの視点で看護にできること”，日本看護研究学会第26回北海道地方会シンポジウム，札幌市立大学(札幌市)，2016年7月

(3)三谷篤史，大郷友海，村松真澄：口腔ケアシミュレータおよびその手技記録ソフトウェアの開発第3回看護理工学会学術集会，立命館大学(京都市)2015年10月10日

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称：口腔ケア用トレーニング装置  
発明者：三谷篤史，大郷友海，村松真澄  
権利者：同上  
種類：特許  
番号：特願 2017-070664  
出願年月日：2017年03月31日  
国内外の別：国内

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

村松 真澄 (MURAMATSU Masumi)  
札幌市立大学・看護学部・准教授  
研究者番号：50452991

##### (2)研究分担者

三谷 篤史 (MITANI Atsushi)  
札幌市立大学・デザイン学部・准教授  
研究者番号：70388148

##### (3)連携研究者

平井慎一 (HIRAI Shinichi)  
立命館大学・理工学部・教授  
研究者番号：90212167

##### (4)研究協力者

越智守生 (OCHI Morio)  
北海道医療大学・歯学部・教授  
研究者番号：50169322  
樋之津淳子 (HINOTSU Atsuko)  
札幌市立大学・看護学部・教授  
研究者番号：90230656  
Dr.Ranjith Amarasinghe  
Senior Lecturer, Department of  
Mechanical Engineering, University of  
Moratuwa