

2015年度 SFC 研究所プロジェクト補助研究報告書

【研究テーマ】

看護×Fab デジタルファブリケーションの看護への応用

【研究組織】

宮川祥子 看護医療学部准教授
田中浩也 環境情報学部准教授
岩本大希 ケアプロ株式会社
小山香菜絵 ケアプロ株式会社
吉岡純希 ケアプロ株式会社
徳島泰 政策・メディア研究科 修士課程
増田恒夫 慶応義塾大学 SFC 研究所員

【助成研究費】

70 万円

【研究概要】

看護の現場では、ニーズにあわせた用具の制作や改良などの工夫が多く行われているが、それらの多くは手元に揃う材料を用いた「ありあわせ」のものであり、またこれらの工夫がシェアされるケースも少ない。本研究では、3D プリンターをはじめとするデジタルファブリケーション環境を看護の現場に応用することについての検討を行い、現場でのニーズに基づいた看護用具の試作、試作した用具の可用性・安全性に関する評価、および用具制作のプロセスについての検討を行う。また、現場のニーズから試作品の制作、ノウハウのシェアまでのプロセスの検討を行い、安全で役に立つ看護用具の制作のための方法の確立と課題の抽出を行う。

【研究背景】

3D プリンターやレーザーカッターなど、「デジタルデータ」を、さまざまな材料や加工法と結び付け、物理的に実体化する技術を全般的に「デジタルファブリケーション」と呼ぶ。こうした技術は40年前ほどから存在していたが、いずれも高額で扱いづらいものであり、工場のような限られた場所で限定的に利用されるのみであった。しかしながら2010年ごろを潮目として、これらの技術が急速に小型化・低価格化・一般化し、従来のようなものづくりを専門としない人であっても利用できる技術のひとつとなった。その結果、図書館のような場所や、学校の教室など、気軽に利用できる場所にこうした機器が置かれるようになり、現在はデジタルファブリケーションの新たな活用法が模索されている状況にある。

デジタルファブリケーション環境が一般化したことにより、医療分野でも人工関節、臓器モデルによる術前シミュレーションなどの応用事例が見られるようになった。しかしながら、看護分野では、デジタルファブリケーション環境を活用した取り組みはまだほとんど見られていない。一方で、看護の現場では、ボールペンのラバーを腋窩体温計の滑り止めに活用するなど、患者のケアに携わる看護師のアイデアによって、その場で手に入る物を活用してさまざまな改善や工夫が行われている。

厚生労働省の調査によれば、2013年の訪問看護サービスの利用者は41万8000人に上り、2000年の23万7000人に比べて約1.8倍に増加している。訪問看護サービス利用者の自宅は病院内のように物品が揃っておらず、またベッド周りのスペースや電源の配置、人の動線などの環境の個別性が高い。このため、訪問看護では状況に合わせて看護師がさまざまな工夫をしたり、手近にある物品を用いて看護用具の自作を行っている。しかし、このような工夫によってすべてのニーズが満たされているわけではなく、医療機器やケア環境に関わるチューブやコードの取り回しや用具の固定がうまくいかない、安全性が十分に保てないなどの課題が残るケースも

多い。

このような状況においてデジタルファブリケーションを活用することで、訪問看護サービス利用者の生活環境にカスタマイズした、安全でフィットする医療・看護・ケア用具の提供が可能になると考えられる。また、看護にデジタルファブリケーションという考え方を導入することで、看護の課題を解決するためのプロダクトをケアサービスの提供者と利用者が協力して作り、それをシェアしていくプロセスの実現が期待される。これはさらに、患者・利用者の療養・健康回復への積極的な参加を促し、また、特に地域包括ケアにおける自立を求められる患者も含めた医師・看護師・薬剤師・理学療法士・介護士等が協働して医療を行うチーム医療において、看護師のイニシアチブによる他職種との積極的なコラボレーションに大きなインパクトを与えうると考えられる。

しかし、一方で、一般的な訪問看護サービスでデジタルファブリケーションを活用するためには、スキルの取得、ファブ環境の整備、ファブリケーションのプロセスの確立など、多くの検討が必要である。

【研究内容】

本研究の目的は、看護の現場で行われている様々な工夫のノウハウを、デジタルファブリケーション環境によってモデル化し、ケアの質の改善につながるプロセスを確立することである。具体的には、下記の項目について検討を行った。

- 1) 訪問看護の現場での工夫の抽出とデジタルファブリケーション環境を用いた看護用具の試作
訪問看護事業を行っている事業者のスタッフから、現場でどのような工夫が必要とされているかについてのエピソードを収集し、そこから抽出したニーズにマッチする看護用具を試作する
- 2) 試作した看護用具のユーザビリティに関する評価（安全性・強度等）
試作した看護用具が現場で安全かつ有効に使えるもの出るかどうかの検討を行うため、安全性や強度に関する評価を行う。
- 3) 現場のニーズに基づいた看護用具制作プロセスの検討
「こんなものがあれば良い」という現場のニーズから実際の看護用具の制作の間には、要求仕様の確定、モデリング、試作品評価などの様々なプロセスが存在すると考えられる。この一連のプロセスを確立し、看護用具のスムーズな製作を妨げる要因を明らかにする。

【研究成果】

- 1) 訪問看護の現場での工夫の抽出とデジタルファブリケーション環境を用いた看護用具の試作

本研究では、ケアプロ（株）訪問看護ステーションスタッフとの検討会を開催し、訪問看護の現場での工夫を抽出し、そこからいくつかの看護用具および自助具を製作した。

・腹部 CT から作成した直腸モデル

寝たきりの患者に対して、排泄援助として排便を行うことがある。通常、看護師は技術の取得のため教育用モデルを使ってのトレーニングを行うが、直腸の形や大きさは個人差が大きい。その患者の直腸の特徴をあらかじめ知っておくことができれば、痛みのないスムーズな排泄援助が可能になる。我々は、腹部 CT の画像を加工して直腸 3D モデルを作成し、3D プリンターで試作品の出力を行った（図 1）。



図 1 CT 画像から作成した直腸モデル

素材には、慶応大学と JSR 株式会社が共同開発した、やわらかく人体親和性の高い素材である Fabrial R を用いた。

・家族のための吸引練習用モデル

多くの患者が在宅での療養を希望しているにもかかわらず、在宅への移行率が伸び悩んでいる原因の一つが、家族の負担である。在宅ケアの現場では家族もケアの担い手となって吸引などの手技を行うことを要請されるが、これらのケアは家族にとってハードルが高く、在宅でのケアを躊躇する要因の一つとなっている。そこで本研究では家族が練習用に使える吸引モデルを試作した（図2）。ポリゴンで作成された頭部の3Dモデル内に鼻孔から咽頭までのチューブを組み合わせ、3Dプリンターで出力した。吸引に用いるカテーテルの先端にはLEDをつけ、先端の位置がわかりやすくなるよう工夫した。

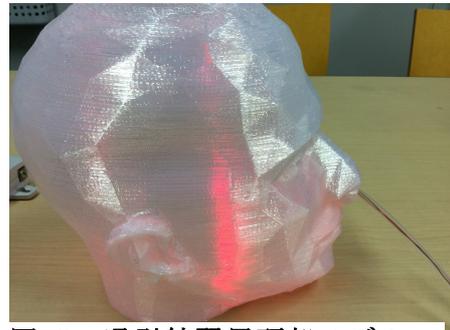


図2 吸引練習用頭部モデル

・人工呼吸器チューブ取り回しのためのクリップ

気管切開をした患者のカニューレと人工呼吸器をつなぐチューブをベッド上で取り回す際には、S字フックやひもなどの手近にあるものが使われることが多い。しかし、ベッドの柵やチューブにぴったりのフックがなかったり、体位交換のたびにひもをほどいてやり直す必要があるなどの不便も多い。本研究では、ベッドやチューブの太さといった患者の個別の環境に適合し、さらに、ベッドの上から動くことのない患者の生活空間を快適にするための道具として、「ぞうさんフック」の試作を行った（図3）。



図3 気管チューブ取り回しのための「ぞうさんフック」

・圧をかけて字を書ける自具

頸椎損傷で上肢に一部麻痺のある在宅ケア利用者を想定して、複写紙など圧をかけて書く必要のあるケースに対応できる自具の試作を行った（図4）。頸椎・脊椎が損傷すると身体の一部にマジが生じる。これによって、日常生活が阻害されるだけでなく、社会的、経済的な不利益を被りやすく、また、教育へのアクセスも困難になる。自具によって麻痺のある利用者が自分でサインができる環境を提供することで、福祉サービス等へのアクセスが容易になると考えられる。



図4 圧をかけて字を書くための自具

・USB 抜去のための自具

同じく麻痺のある利用者が PC を容易に使えるよう、PC から USB デバイスを抜去するための自具の試作を行った（図5）。

2) 試作した看護用具のユーザビリティに関する評価（安全性・強度等）

試作した看護用具・自具について、主に安全性の面からの検討を行った。直腸モデルについては、看護師のための用具であることから、特に安全性についての問題は上げられなかったが、将来的にはいくつもの直腸モデルが作成される場合に、モデルの取り違いによる事故を防ぐため、RFID 等を用いてどれが誰のモデルであるかを紐付けする仕組みが必要になると考えられる。吸引モデルについても、使用者が患者本人ではなく家族であることから、安全上問題はないであろうと考えられる。ぞうさんフックは、身動きのできない患者の周辺で使用される用具であるため、



図5 USB 抜去のための自具

患者を傷つけることがないような配慮が必要となる。現時点での試作品は ABS で作成されているが、硬いため、万一ベッドから外れて患者の体の下に入ってしまった場合に患者を傷つける危険性がある。このため、万一患者の体の下に入っても患者を傷つけることのない、やわらかい素材での作成が望まれる。自助具に関しては、用具の表面がややざらざらしているため、短時間での使用には問題がないものの、長時間使用すると皮膚を痛める恐れがある。表面をなめらかに出力するためのモデルの工夫や出力物の表面処理などの工夫が望まれる。

3) 現場のニーズに基づいた看護用具制作プロセスの検討

上記のプロトタイプの実制作を通じて、現場のニーズに基づいた看護用具制作のプロセスについての検討を行った。その結果、

・医療専門職としての視点からの患者アセスメント

作成しようとしている用具・用品が、患者・家族の QOL 向上に資するものであるかどうかの評価を行う際には、患者の疾患や身体的特徴、生活習慣などについてのアセスメントと整合性がとれている必要がある。在宅ケアを行う訪問看護師は、患者に対して医療的なケアを行うだけでなく、患者を取り巻く生活環境を評価し、本人がどのように生活したいかについての希望に添った療養計画を検討する役割を担っていることから、看護師が患者のための用具作りの中心的役割を担い得ると考えられる。

・「デジタルファブリケーション」に関わる看護職の養成

デジタルファブリケーションを活用した看護用具・用品を作成する際には、看護ニーズ・患者ニーズをくみ取ることのできる看護師が、同時にデジタルファブリケーションの活用方法についての知識も持っていることが望ましい。実際に用具・用品を作成する際には、3D モデリングやデジタルファブリケーションの専門家とのコラボレーションが必要となるが、その際にニーズを伝える看護師がデジタルファブリケーションの可能性、特徴、限界を知っていれば、作成プロセスもよりスムーズになり、創発的なコラボレーションも生まれやすいと考えられる。看護師養成課程および卒業後教育において、このような学びを行える機会の提供が重要となる。

・組織の安全評価プロセスへの適合性

試作した用具・用品を実際の看護の現場で使用する際には、安全性をどのように担保するかが大きな課題となる。医療の現場では、作成した用具・用品を使用したことが患者を害することになった場合、担当した医療職本人だけでなく、組織としての責任を問われる可能性が高い。そのため、このような用具・用品を使用する際には、それぞれの組織における安全評価プロセス（安全評価委員会における検討など）を踏む必要がある。一方で、そのような安全評価プロセスが、本研究で対象としているような個別性の高い用具・用品の安全性評価に対応できないというケースも多いと考えられる。今後、本研究が対象とするデジタルファブリケーションによって作成された看護用品・用具の安全性評価はどのような手続きによって行われるべきかについて、医療現場とのコミュニケーションをとりつつ構築していく必要がある。

【今後の展開】

2015 年度にスタートアップとして始めた本研究は、2016 年度から、一部を文部科学省 COI STREAM 「感性とデジタル製造を直結し、生活者の創造性を拡張するファブ地球社会創造拠点」の研究課題として継続する予定である。また、同時に「ファブ地球社会コンソーシアム」にデジタルファブリケーションの医療応用に関する WG を立ち上げ、外部の企業や組織などとの共同研究として発展させる予定である。