

# ヘッドケアロボット使用が頭皮血流に与える短期的影響

安藤 健\*・廣瀬 俊典\*・藤岡 総一郎\*・水野 修\*  
山田 憲嗣\*\*・大野 ゆう子\*\*・本田 幸夫\*\*, \*\*\*

## Short-term Effect on Scalp Blood Flow by using Head-care Robot

Takeshi ANDO,\* Toshinori HIROSE,\* Soichiro FUJIOKA,\* Osamu MIZUNO,\*  
Kenji YAMADA,\*\* Yuko OHNO,\*\* Yukio HONDA\*\*, \*\*\*

**Abstract** Head-care (including scalp wash and hair wash) is conducted at many hospital, care facility, barber shop and beauty salon to propose not only cleanness but also relaxation to the users. However, the burden on head-care practitioner is great such as back pain and rough hands. So, we have been developing a head-care robot. Head-care robot is composed of three robot arm and totally twenty four fingers. Head-care robot not only washes the user's head and hair but also realizes high comfort by massaging the scalp. The purpose of this article is to measure the change of the scalp blood flow before and after using head-care robot to confirm its massaging function. Ten healthy participants use the head-care robot for fifteen minutes. As a result, the scalp blood flow of top and side head shortly after head-care is about 20% improved by comparing with that before head-care. In addition, the use's opinions show the possibility to improve not only scalp blood flow but also whole body blood flow.

**Keywords :** head-care, massage, robot, blood flow.

### 1. はじめに

成熟した社会では、多くの人が身体的・精神的な快適性を求めている。特に、ヘッドケア・洗髪は、清潔だけではなく、爽快感・リラクセスを得るために欠かすことのできない行為となっている[1]。このような背景から、理美容店、介護施設、スパ施設などで、洗髪・ヘッドケアが実施されている。しかし、施術者にとって、洗髪を含むヘッドケアは、手荒れ、腰痛の原因になり、離職などの大きな問題となっている。さらに、介護施設では大きな業務負担であるため、ヘッドケアの頻度が低くなっている[2]。

このような問題を解決するために、弊社でこれまで蓄積してきたロボットハンドの技術[3]を応用し、人の指を模

した接触子で頭髪をこすり洗い（接触摺動洗浄）する世界初の洗髪ロボット（Shampooing robot）を開発した[4]。このロボットにより、施術者の労力を低減し、被施術者には清潔さを提供することができる。

従来、水流のみで洗髪を行う自動洗髪機が開発・実用化されている[5]。一方、著者らのヘッドケアロボットでは水流に加えて、直接の頭皮に力を加えることができるため、頭皮を揉み解す機能などの付加機能を与えることが可能になる。よって、これまでに弊社で開発してきた「洗髪ロボット」に複数のハンド動作を追加することで、高い洗浄性に加え、リラクゼーション効果が期待できる「ヘッドケアロボット」を開発した。現代のようなストレス社会において、心身をほぐし、高いリラクゼーションを提供できる機器の開発意義は非常に大きい。

一般的に、人体にマッサージ動作を行うと、刺激が与えられた部位の血流が上昇することが知られている[8, 9]。また、頭皮マッサージにおいても頭皮定常血流量が上昇することが示されている[6]。一方で、人による洗髪にも頭皮マッサージ効果があることが言われており[10]、ヘッドケアロボットのマッサージ様刺激により頭皮血流が変化することが期待される。

2012年12月6日受付、2013年2月1日改訂  
Received December 6, 2012; revised February 1, 2013.

\* パナソニック株式会社  
Panasonic Corporation

\*\* 大阪大学  
Osaka University

\*\*\* 大阪工業大学  
Osaka Institute of Technology

本研究では、マッサージのような揉み込み機能を有するヘッドケアロボットによる一連の施術が頭皮に対して与える影響に関して、頭皮血流を計測することで評価することを目的とする。

## 2. ヘッドケアロボット概要

ヘッドケアロボットは「人に優しく触れ、泡でキレイに」をコンセプトに開発したロボットである (図 1,  $810 \times 1045 \times 723$  [mm])。ロボットでは、下洗い、洗浄、コンディショニング、乾燥といった一連のプロセスを全て実現する。特に、洗浄工程において、図 2 に示したように、ムース状に泡立てたシャンプーを利用し、指を模した接触子で接触摺動洗浄することにより、手で洗い、揉みほぐされているかのような感覚が得られるのが特長である。

図 1 および図 3 に示したように、ヘッドケアロボットは左右 2 本のスイングアームユニットと後頭部洗浄ユニットから構成されている。また、スイングアームユニットは、押圧アームとその先端のエンドエフェクタから構成される。エンドエフェクタはスイングアームユニットの 3 動

作 (スイング、伸縮、押圧) により頭髮・頭皮に接触・摺動する部分であり、人の指を模した弾性体による 8 個の接触子を配置している (図 1 枠中)。エンドエフェクタは、7 軸の受動関節により頭の形状になじむ自動調芯機構と 4 軸の駆動関節を単一の電動モータで駆動する円筒ラック機構を用いた駆動系が組み込まれている [4]。また、押圧方向に対して、力制御が行われており、一定の力が頭部に負荷されながら、接触子が動くものとなっている。

## 3. 方 法

ヘッドケアロボットを用いた際の、施術直前、直後、5 分後、10 分後の側頭部、頭頂部での頭皮血流を 2 次元血流計 (オメガウェーブ、レーザスペクル法、レーザ波長:  $780$  [nm]) により測定した。血流計測は、安静座位において第三者 (全ての被験者で同一人物) により実施した。頭皮血流の計測の様子を図 4 に示す。ヘッドケアの施術時間は約 15 分間とし、下洗い、シャンプー、すすぎ、

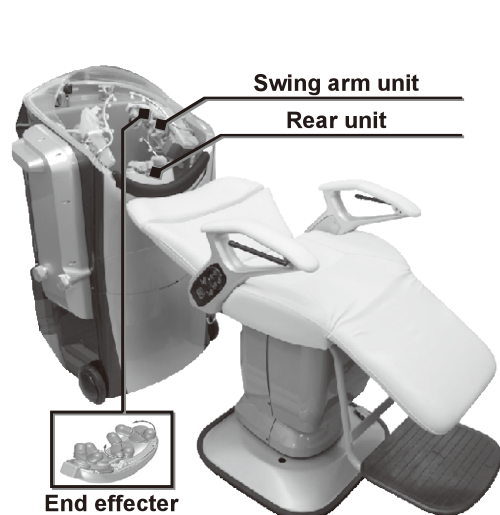


図 1 ヘッドケアロボットの概観  
Fig. 1 Head-care robot.

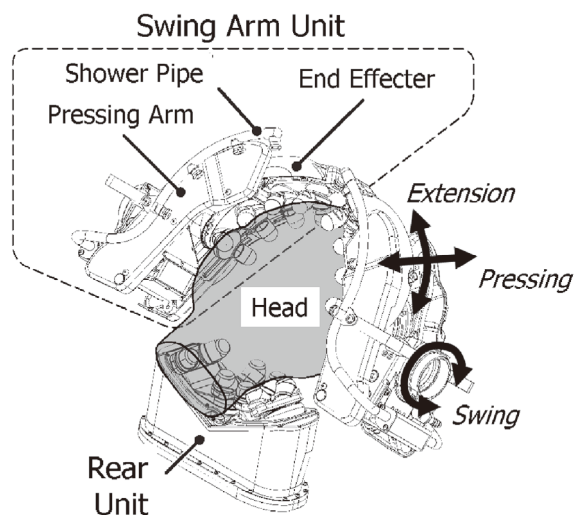


図 3 ヘッドケアロボットの機構と動作  
Fig. 3 Mechanism and movement of Head-care robot.



図 2 ヘッドケアロボット施術の様子  
Fig. 2 User washed by Head-care robot.



図 4 血流計測の様子  
Fig. 4 Measurement of scalp blood flow.

コンディショナーなど一連のプロセスを全て含むモードとした。また、実験時は室温を 25 度に制御した状態で行った。

実験は、実験への同意を得た健常者 10 名（年齢：29.0±7.9 歳）の協力を得て行った。

1 回の測定で 1[フレーム/秒]の撮影を 10 秒間行い、関心領域（40[mm]×30[mm]）における 10 フレームの平均値を 1 回の計測の値とした。ただし、同一被験者において同一の箇所で計測ができるように、脳波計測で用いられる 10-20 法における中心部 C3 を側頭部、正中頭頂部 Pz を頭頂部とした。ただし、血流量の平均値は、毛髪の密度の影響を受けるが、本実験においては、血流量が 0 となる箇所を毛髪部分とし、平均値は 0 より大きい値の平均とすることで、毛髪密度の影響を低減させた。

計測された頭皮組織血流量[ml/min/100 g]は、個人差が大きいため、ヘッドケア施術の直前 10 フレーム分全画像の血流量平均値により正規化することで評価した。また、評価の際には、施術の直後（1 分後）、5 分後、10 分後の値に加え、それらの 3 回の計測における最大値 Max（1, 5, 10）および最小値 Min（1, 5, 10）も算出した。

また、頭皮での血流だけでなく、ヘッドケア施術が末梢の血行動態に与える影響を計測するため、右中指先端の皮膚温度（立山科学工業、SZL-64）をヘッドケア直前およびヘッドケア 10 分後に計測した。

得られた血流に関する結果は、頭頂部血流、側頭部血流のそれぞれの部位において、ANOVA（二元配置分散分析）で解析した。分散分析において有意であった場合には、Turkey の多重比較を用いて群間の差を検討した。

また、末梢皮膚温度に関する結果は、ヘッドケア施術の前後で、ウィルコクソンの符号付順位和検定により有意差を解析した。

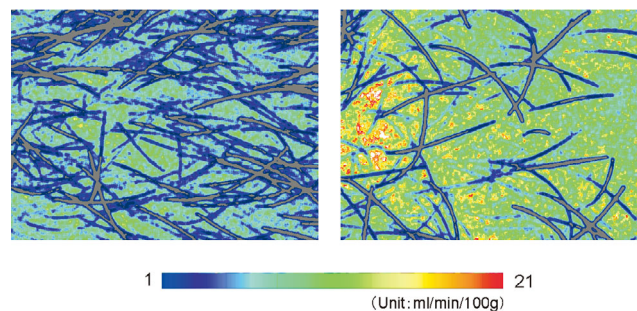
#### 4. 結 果

図 5 に正規化を行う前の頭頂部頭皮血流量の変化例を示す。

図 5(a)がヘッドケア施術前、図 5(b)がヘッドケア施術 10 分後の頭皮血流量をそれぞれ可視化したものであり、図中で赤に近づくほど血流量が多いことを表す。(b)においては、(a)ではほとんど見られなかった血流量が多いことを示す黄色から赤色が確認でき、全体的に緑色が増えていることがわかる。よって、全体的に血流量が増えていることが確認できた。

図 6 に、側頭部、頭頂部におけるヘッドケア施術の直後、5 分後、10 分後、およびそれらの最大値 Max（1, 5, 10）、最小値 Min（1, 5, 10）を示す。

側頭部では、ヘッドケア直前に比べ、5 分後および最大値が有意に増加し、頭頂部では最大値が有意に増加した。また、最小値に関しては、ヘッドケア直前と比較し、側頭



(a)ヘッドケア前

(b)ヘッドケア 10 分後

図 5 頭皮血流の変化例。左がヘッドケアロボット使用前、右がヘッドケアロボット使用 10 分後の写真を示す。なお、グレーとなっているところは、毛髪部分であり、毛髪部分は血流量 0 として、平均値の算出から除外するものとした。

Fig. 5 Examples of scalp blood flow before/after using Head-care robot.

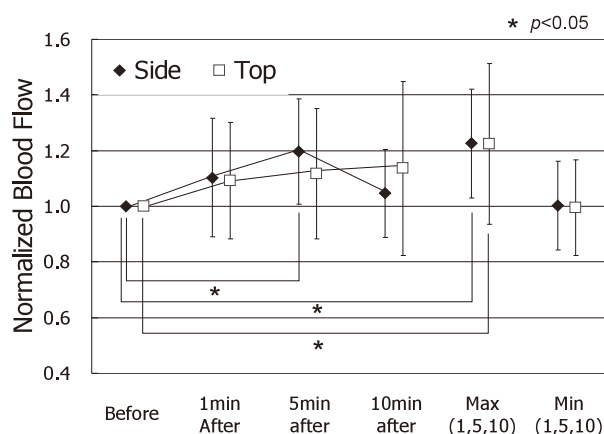


図 6 頭頂部および側頭部の頭皮血流の変化。ヘッドケアロボット使用前の血流量を基準として正規化を行った。

Fig. 6 Change of scalp blood flow at side and top of the head.

部・頭頂部とも有意差はなかった。これにより側頭部・頭頂部とも、ヘッドケアロボット使用により血流量が低下することではなく、使用直後、5 分後、10 分後のいずれかのタイミングで頭皮血流が増加していることがわかった。具体的には、側頭部、頭頂部とも約 20% 血流量が増加していることが確認できた。

また、指先の末梢皮膚温度はヘッドケア施術により 2.2±3.8℃（平均 ± 標準偏差）上昇し、有意な変化を確認できた ( $p < 0.05$ )。

さらに、実験後の被験者へのヒヤリングから、「頭がポカポカする。」や「体が温くなった。」などの感想が得られており、頭皮の血行が促進されたことを実感していることが伺われた。

#### 5. 考 察

本実験によりヘッドケアロボットの 15 分間の使用によ

り短期的に頭皮血流が増加することがわかった。また、被験者の意見からヘッドケアロボットの利用により頭皮血流だけでなく、全身の血流が良くなっていることが推測される。

ここで、頭皮血流の増加に関して考察する。

曾我らの報告によると、毛髪の成長に関する血液循環の重要性が指摘されており、頭皮マッサージによる血流量増加の結果、毛髪密度の上昇が確認されている[6]。

また、山田らの研究によると、ミストサウナにより短期的な頭皮血流の改善が確認されており、その結果として、毛髪に良い影響を与える可能性が示されている[7]。

以上より、ヘッドケアロボットの使用は、頭皮血流を増加させ、毛髪の成長に影響する可能性が示唆された。

また、頭皮と顔面は繋がっていることから、頭皮の血流増加は顔のたるみの改善に繋がるとの知見がヘッドスパの現場において多くある[11]。今後ヘッドケアロボットの使用によりリフトアップなどに貢献できる可能性がある。

さらに、指先の皮膚温度が有意に上昇していることや被験者の体温上昇に関するコメントから全身の血流が改善していることが示唆される。全身血流循環の改善は体温上昇につながるものであり、冷え性の改善の可能性もある。また、末梢皮膚温は交感神経活動時には低下し、副交感神経が亢進しているときには上昇する[12]ので、ヘッドケアロボットの利用がストレスの低減に繋がることが示唆された。

## 6. お わ り に

本実験では、頭皮の揉み込み機能を有するヘッドケアロボットによる施術がマッサージ様施術であり、頭皮血流に影響を与えることを示す1つのエビデンスとして2次元で頭皮血流を計測した。結果として、ヘッドケアロボットの使用により使用後10分といった短期的な血流量増加の効果を側頭部および頭頂部において確認することができた。

今後は継続的なヘッドケアロボットの使用により、定常的な頭皮血流量を増加することが可能であるかを検証するとともに、人による施術との比較、揉み込み動作のみの影響を検証する予定である。

**謝辞** 本実験にご協力いただきました被験者の方々に感謝いたします。

## 文 献

1. ヴァージニア・ヘンダーソン:看護の基本となるもの。日本看護協会出版社、東京、pp.51-56, 1995.
2. 姥名恵, 駒沢信子, 姥神佐奈江, 笠石永子, 太田緑:臥床が必要とされる患者の洗髪回数と洗髪用具についての実態調査。十和田市立中央病院研究誌, 14(1): pp.60-62, 1993.

3. 東條剛史, 奥田晃庸, 谷本貴頌, 水野修, 中村徹:差動シャフト機構を利用した軽量ロボットハンドの検討。第25回日本ロボット学会学術講演会。千葉, 3M26, 2007.
4. Hirose T, Fujioka S, Mizuno O, Nakamura T:Development of Hair-washing Robot Equipped with Scrubbing Fingers. Proc of 2012 IEEE International Conference on Robotics and Automation, U. S. A., pp.1970-1975, 2012.
5. 坂根鉄男, 黒田喜代光:全自動洗髪機の開発。SANYO TECHNICAL JOURNAL, 8(1): pp.45-53, 1976.
6. 曾我元, 横山裕美, 後藤朱美, 森田康治, 立澤修, 新井賢二:地肌マッサージ長期連用に伴う毛髪・頭皮の変化。第69回日本化粧品技術者会研究討論会, 東京, 66, 2012.
7. 山田浩一郎, 清水富弘:ミストサウナ浴が頭皮血流量へ及ぼす影響。日本温泉気候物理医学会雑誌, 71(3): pp.167-172, 2008.
8. 道盛章弘, 今井文吾:近赤外分光法を用いたマッサージ機による血行促進効果の評価法。松下電工技報, 56(1): pp.28-32, 2008.
9. 香月真理子, 日高三郎, 大内絃三, 稲葉修:トゥースピックによる歯間乳頭マッサージの血流促進効果の評価。口腔衛生学会雑誌, 52(3): pp.186-189, 2002.
10. 中野榮子, 津田智子, 永嶋由理子, 渕野由夏, 加藤法子, 山名栄子, 杉野浩幸:洗髪技術のエビデンスに関する研究～予備洗いの有無による清浄度と快適性の検討～。福岡県立大学看護学研究紀要, 6(1): pp.35-39, 2008.
11. 山本幸恵:1日3分 深頭筋マッサージで美顔ヘッドスパ～たるみ・シワは頭頂部から起ります！～。毎日コミュニケーションズ, 東京, 2010.
12. 社団法人人間生活工学研究センター:産業科学技術研究開発プロジェクト「人間感覚計測応用技術」人間感覚計測マニュアル 第一編(人間感覚評価指標・ガイドライン)。1999, pp.11-162.

安藤 健 (アンドウ タケシ)

2011年早稲田大学先進理工学研究科博士後期課程修了。2008年早稲田大学研究助手、客員講師、2011年大阪大学特任研究員を経て、2011年パナソニック株式会社入社。健康とロボティクスの融合に関する研究開発に従事。博士(工学)。IROS'08 Jap. Chap. Young Award, IEEE EMBS Jap. Young Investigators Comp. First Prize (2008), ロボット大賞経済産業大臣賞(2012)など受賞。

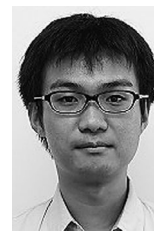
IEEE, 日本機械学会, 日本生体医工学会, バイオメカニズム学会会員。



廣瀬 俊典 (ヒロセ トシノリ)

2008年東京大学工学部機械情報工学科卒業。2010年同大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻修士課程修了。同年パナソニック株式会社入社。2012年東京大学大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻博士課程入学。現在洗髪ロボットなどのロボット技術開発に従事。

日本ロボット学会, 日本機械学会。



藤岡 総一郎（フジオカ ソウイチロウ）

1983 年静岡大学工学部電子工学科卒業。同年松下電器産業株式会社（現パナソニック株式会社）入社。VCR テープ走行系制御、カメラレンズ姿勢制御等の制御技術開発を担当。現在洗髪ロボットなどのロボット技術開発に従事。



水野 修（ミズノ オサム）

1983 年大阪大学工学部産業機械工学科卒業。1985 年同大学院工学研究科産業機械工学専攻修士課程修了。同年松下電器産業株式会社（現パナソニック株式会社）入社。光ディスクの記録デバイスの研究開発を経て、現在ロボットのメカニズム開発を担当。

精密工学会。



山田 憲嗣（ヤマダ ケンジ）

1998 年大阪市立大学電気工学専攻修了。広島工業大学講師，准教授，大阪大学医学系研究科特任准教授を経て，現在同大学特任教授。博士（工学）。専門は医工学，光情報処理，画像処理，3次元計測，看護工学。

日本生体医工学会，電気学会，電子情報通信学会，計測制御自動学会，SPIE の会員。



大野 ゆう子（オオノ ユウコ）

1979 年東京大学卒。1995 年大阪大学医学部教授，2003 年大阪大学大学院医学系研究科教授を経て，現在大阪大学大学院医学系研究科教授。専門研究分野は数理保健学，ケアメトリクス，看工融合研究。

IEEE，IFCS，日本生体医工学会，日本医療情報学会，日本行動計量学会，日本公衆衛生学会，日本 OR 学会，日本生活支援工学会，日本早期認知症学会。



本田 幸夫（ホンダ ユキオ）

1980 年神戸大学工学部卒業。1989 年松下電器産業株式会社（現パナソニック）入社，2004 年モータ社 CTO 技術経営責任者兼モータ開発研究所所長，2007 年本社 R & D 部門ロボット開発室室長，生産革新本部ロボット事業推進センター所長に至る。大阪大学医学部招聘教授，大阪工業大学客員教授，大阪電気通信大学大学院客員教授。博士（工学）。

IEEE，電気学会会員。ロボット学会理事，日本生活支援工学会理事。ロボットビジネス推進協議会幹事長。関西経済連合会関西次世代ロボット推進会議幹事長。

