

令和 2 年 4 月 21 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00782

研究課題名（和文）グローバル展開を目指した衛生用マスクの基礎開発

研究課題名（英文）Development of basic technologies of hygienic facemasks for global innovation

研究代表者

森島 美佳（Morishima, Mika）

金沢大学・学校教育系・准教授

研究者番号：50369518

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目標は、より多くの人々に高い性能と感性評価を有する衛生用マスクを提案することである。その基礎研究として、日本人若年男女132名分の頭部形状データに基づき、三角形を組み合わせることで、高いフィット性を有する口当てシートのプライマリーパターン（型紙）を解析した。また、市販マスク口当てシートと顔面間の距離を10mm間隔の格子状に三次元動作解析装置を用いて計測し、着用者の小鼻付近に見られる隙間が鼻と口部分へと連続して存在するマクロな隙間経路を可視化した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本課題は、衛生、医療・介護、繊維・製紙、人間工学、家政学などに関する産業界および学術的な研究分野において、これまで取り組まれてこなかったヒト特性、材料特性さらには感性評価を総合的に検討するところに学術的な特色がある。本課題で解析した口当てシートの基本パターンを発展させ、花粉、PM2.5、ウィルス等の多種多様な物質に対する防護性能および耐薬品性能等をも併せて検討することにより、日本から世界への発信が期待される。

研究成果の概要（英文）：We proposed the development of a high-performance and comfortable hygienic facemask for global distribution. Based on the three-dimensional coordinates of the shape of the heads of 132 Japanese youth, we analyzed the primary sheet pattern with high-fit performance by combining triangles. Furthermore, the distances between the mannequin's face and available sheet in the market were measured on a 10-mm grid using three-dimensional motion analyzer. From the observed distribution, we visualized the macro air gap paths from the edge of the sheet around the wearer's nose wing to the area of the nose and mouth.

研究分野：衣生活学

キーワード：マスク パターン フィット

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究では、より多くの人々に高い性能と感性評価を有する衛生用マスクを提案することを長期的な目標としている。産業用マスクや医療用マスクに関する研究分野において、国内・国外で多岐にわたり研究がなされてきている。これらの多くの研究は、マスク装着者群と非装着者群のインフルエンザ罹患率を比較した報告や粉体防護効果の検証等に留まっている。また、頭部形状の計測・分類、マスク設計・試作を行う研究が防護マスクについて行われているが、試作段階で顔面変形に応じることができる材料を検討課題としている[1]。いずれの研究においても、材料開発から高性能と高感性評価を有するマスクの開発に至るまでの系統的な研究はなされていない。

(2) われわれの日常生活において使用されている衛生用マスクの多くは、口当てシートとそれを固定するための耳掛け紐から構成される。マスクの着用効果を最大限に発揮するための重要条件として、マスクを着用した際、閉口時および発話に伴う開口時ともに口当てシートが顔面にフィットし、鼻と口を覆う部分が外部から遮断されていることが挙げられる。

(3) これまでに日本人若年男性 62 名の閉口時および開口時の顔面形状の三次元座標データを獲得し、静止時だけでなく開口時においてもフィット性能が良好な二次元解析パターンを提案した。鼻と口を覆うための最小パターンについては、閉口時に対して最大開口時では 88%の伸長変形を要することがわかった。そして、開口に伴う顔面変形に口当てシートが追従するよう、材料には編み構造を有する布の採用を提案した[2]。

(4) 市販マスクに対する問題点を把握するため、日本国内の大学生を対象として、H21 年度(n=1,519)、H24 年度(n=2,994) および H27 年度(n=3,213)に衛生用マスクに対する大規模意識調査を実施した[3]。得られた回答を集計した結果、いずれの年においても「蒸れる」、「息苦しい」、「眼鏡が曇る」といった問題点に対する意識が高く、これらの問題点是不変的であることが示唆された。以上の結果から、マスクと顔面のフィット性能を良好にすることが着用効果を最大限発揮させ、加えて熱特性、水分特性、気流特性を改善することが感性評価の向上に繋がると考察された。

2. 研究の目的

(1) 頭部形状の違いを考慮し、世界各地域に根付く衛生用マスクの口当てシートパターン(型紙)を解析することを目指した。その基礎研究として、本課題では日本人若年女性の頭部形状を計測し、日本人女性用口当てシートパターンを解析することを目的とした。さらに、前回で獲得した日本人若年男性用のパターンとの比較検討を行い、全データを用いてプライマリーパターンを決定した。

(2) 決定したプライマリーパターンが、フィット性をどの程度有するのか、また妥当なものであるかを検証する必要がある。本課題では、顔面上と口当てシート上の計測点について三次元座標を獲得し、マスク着用時の適合性を検証することを目的とした。

(3) マスクの重要な役割として、鼻と口部分を外的環境から遮断することが挙げられる。私たちの日常生活において、マスク着用者の鼻部分、頬部分、顎部分と口当てシート周囲の間には隙間が観察されることがある。本課題では、鼻と口を覆う部分、それ以外の部分およびシート周囲において、シートと顔面間にどのように隙間が形成されているのかをマクロな観点から検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 本課題では、前課題で提案した口当てシートの解析方法を用いて、日本人若年女性 70 名(平均 21.4 歳, SD=1.2)の三次元頭部形状を計測した。測定点は、鼻尖を含めた鼻と口を覆う部分 18 箇所、これを基準として 10mm 間隔で同心円状に 3 サイズ分を拡大させ、1 サイズ 22 箇所ずつ測定点を設置した。計測箇所には、半球型赤外線反射マーカ(直径 3mm)を医療用粘着テープで顔面上に取り付けた。これらの計測点について、赤外線カメラ 3 台を用いて撮影し、三次元座標を獲得した。獲得したデータに基づき、鼻尖の点を含む三角形の組み合わせによって、閉口時の二次元解析パターンを算出した。なお、金沢大学人間社会研究域人を対象とする研究審査委員会にて承認(2017-33)を得て行った。

(2) 女性用の解析パターンの妥当性を検討するため、マネキンモデルとした解析パターン、マネキンに布を押し当てながら獲得したドレーピングによるパターンおよび被検者データから獲得したパターンとの比較を行った。本研究では、産業技術総合研究所日本人頭部寸法データベース 2001 の日本人成人女性平均頭部形状のデータに基づいて、3D プリンターで造形されたマネキンを採用した[4]。

(3) これまでに獲得した日本人若年男性の三次元頭部形状に基づいて解析したパターンと本課題で獲得した女性用パターンの比較を行った上で、平均パターンを算出しプライマリーパターンを決定した。プライマリーパターンの妥当性を検証するため、口当てシートを試作し、マネキンに装着させてフィット状態を確認した。口当てシートの試作には、市販レーヨン不織布を採用した。また、ある日本人若年男性をモデルとしたマネキンをも採用した。マネキン顔面上には、被験者実験と同じ測定箇所反射マーカを設置し、三次元座標を計測した。続いて、マネキンに試作口当てシートを粘着テープで装着させ、測定点に赤外線反射マーカを設置して三次元座標を測定した。マネキン顔面上およびシート上において、鼻尖の点と各測定点との距離の差を算出した。

(4) 口当てシートと顔面間の隙間について、女性マネキンが市販マスクを着用した際の隙間について検討した。試料の内訳は、平面型ガーゼマスク、ノーズワイヤー入りプリーツ型不織布マスク、成型不織布マスクの計3種類である。試料準備として、ヘッドマネキンを対象とした鼻と口だけを覆う最小サイズのパターンを口当てシート上にトレースして18箇所の測定点を設置した。また、それ以外の外側部分に10mm間隔で測定箇所を設けた。加えて、シート周囲についても10mm間隔で測定点を設けた。測定点は、平面型ガーゼマスクでは154か所、プリーツ型不織布マスクでは174か所、成型不織布マスクでは166か所である。これらの測定点に直径3mmの半球型赤外線反射マーカを取り付け、日本人成人女性の平均頭部形状を有するヘッドマネキンに着用させた。なお、最小サイズのパターンがマネキンの鼻と口部分に該当するよう着用させた。プリーツ型不織布マスクについては、ノーズワイヤーを中央で曲げ、続いて鼻と頬の左右の境界に適合するように斜めにねじり曲げた後、谷部分が左右の境界にフィットするよう着用させた。このようにして着用させた状態の口当てシートを赤外線カメラ3台で記録し、測定箇所の三次元座標を獲得した。また、この測定箇所に相当するマネキンの顔面形状についても同様に測定した。測定箇所については、口当てシートにおける鼻と口を覆う部分およびそれ以外の口当てシート内部の測定箇所について、直径3mmの穴を開け、そこから印を付けて測定点を定めた。計測した口当てシートと顔面間の三次元座標から距離を算出した。

4. 研究成果

(1) 日本人若年女性70名分の三次元頭部形状データに基づき、鼻尖の点を原点として70名分の口当てシートパターンを獲得した。その後、各点の平均値を算出し、日本人若年女性用の平均パターンを算出した。鼻と口だけを覆うためのパターン以外の3サイズのパターンでは、鼻背の点が第一象限と第二象限に表れた。これらの点を結合すると楕円錐に近似した立体的な形状が示された[5]。

(2) マネキンをモデルとした解析パターン、ドレーピングパターン、被検者データから算出した平均パターンを比較した結果、ほぼ同じ形状とサイズを示すことが確認された。また、これらのパターン間の差は、各サイズの平均値は-1.1~0.5mmの範囲にあり、小さいことが確認された。この結果から実験方法および解析方法は妥当であると判断された。

(3) 日本人若年男性用解析パターンと日本人若年女性用解析パターンにおける鼻尖の点と各測定点との距離を比較した結果、ほとんどの測定点で有意な差が認められた。しかしながら、各サイズにおける平均値は0.3~1.0mmの範囲にあった。このことから、素材の工夫や開口時を考慮したデザインの工夫を今後の検討課題として、男女頭部形状データの平均値を用いたプライマリーパターンを決定した。

(4) プライマリーパターンの妥当性について、ある男性をモデルとしたマネキンと女性マネキンに試作口当てシートを装着させてフィッティングテストを行った。計測した三次元座標から男性マネキンにおいては各サイズの平均値は-5.4~4.2mm、女性マネキンにおいては-0.4~0.4mmの値を示した。男性パターンにおいては、10mm程度の距離差を示した箇所もあったことから、より多くの人にフィット性を有する口当てシートを提案するためには、さらなるデザインの工夫が課題となった。また、より広い範囲で様々な頭部形状を計測し、分類基準を設定していきたいと考えている。

(5) 口当てシートと顔面の距離を、測定点の二次元座標上に隙間分布図として表した。本課題では、シート周囲と顔面間の距離が5mm以上の測定点に着目し、それが鼻と口を覆う部分へ連続して存在する経路をマクロな隙間経路とみなした。平面型ガーゼマスクにおいては、小鼻部分と頬部分の口当てシート周囲の隙間が鼻と口を覆う部分へ到達するマクロな隙間経路が認められた。プリーツ型不織布マスクにおいては、鼻部分の隙間は小さかった。平面型ガーゼマスクと同様に四角形の布から構成されているものの、ノーズワイヤーに依ることが推察された。また、頬の部分には口当てシート周囲に隙間が観察されたが明瞭な経路は見出されなかった。成型不織布マスクにおいては、小鼻の部分に見られた隙間が鼻と口を覆う部分へ到達していることがわかった。プリーツ型不織布と同様に薄い布で立体的な形状を有する。しかしながら、鼻と頬の境界部分は起伏が激しく布の薄さによる曲げ剛性の低さだけでは補いきれないものと考察された。

本課題から獲得されたパターンは成型不織布マスクに近い形状を有している。本実験結果から、前述した頭部形状の計測における測定点の設定変更とパターン解析の再検討が新たな課題として挙げられた[6]。

<引用文献>

- [1] 大西洋一，橋本昭夫. マスク接顔形状設計のための人頭モデリング手法，人間工学，第 43 号 特別号，184-5(2007)
- [2] Morishima M, Fujiyama T, Shimizu Y, Mitsuno T. Analysis of fit pattern of a hygiene mask for an opened mouth, Text Res J. 2015;86(9):933-47.
- [3] Morishima M, Mitsuno T, Kishida K. Problems related to mask use in hay fever sufferers by repeated surveys. Int J Cloth Sci Technol. 2017;29(1):123-34.
- [4] 河内まき子，持丸正明，2008：日本人頭部寸法データベース 2001，産業技術総合研究所 H16PRO-212.
- [5] Morishima M, Mitsuno T. Analysis of hygienic face mask patterns for young people. Text Res J. 2019;89(21-22):4670-80.
- [6] Morishima M, Mitsuno T. A pilot study on measuring the consecutive macro air gap. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2017 Annual Meeting. 2017;1394-8.

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 0件）

1. 著者名 Morishima Mika, Mitsuno Tamaki	4. 巻 89
2. 論文標題 Analysis of hygienic face mask patterns for young people	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Textile Research Journal	6. 最初と最後の頁 4670 ~ 4680
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0040517519840635	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Morishima Mika, Kishida Koya	4. 巻 61
2. 論文標題 Understanding attitudes toward hygiene mask use in Japanese daily life by using a repeated cross-sectional survey	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Work	6. 最初と最後の頁 303 ~ 311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/WOR-182801	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 M.Morishima, A.Shibuya, T.Mitsuno
2. 発表標題 Useful textile goods: Employing physical fit test results for hand-sewn facemasks - Proposal of material for teaching and manufacturing
3. 学会等名 the 10th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M.Morishima, T.Mitsuno
2. 発表標題 A Pilot Study of a Hygienic Mask Sheet Pattern to Prevent Air Flow Through Gaps
3. 学会等名 the 10th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M.Morishima, T.Mitsuno
2. 発表標題 PILOT STUDY OF A SHEET PATTERN FOR A GAPLESS GENERIC FACE MASK AROUND A FEMALE OPENED MOUTH
3. 学会等名 AUTEX2019-19th World Textile Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M.Morishima, T.Mitsuno
2. 発表標題 A pilot study of the shape of a mask sheet for adult women with their mouths open
3. 学会等名 HFES 2019 Health Care Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M.Morishima, Tamaki Mitsuno
2. 発表標題 A pilot study of analysis of macro air gaps between a hygiene mask and female dummy 's face based on 3-dimensional coordinates
3. 学会等名 The HUMAN FACTORS and ERGONOMICS SOCIETY 2017 (61st) International Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017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	三野 たまき (Mitsuno Tamaki) (00192360)	信州大学・学術研究院教育学系・教授 (13601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	岸田 孝弥 (Kishida Koya) (00106262)	公益財団法人大原記念労働科学研究所・主管研究員 (72703)	