

## 資料

医療看護研究27 P.61-76 (2021)

## 感染性の高い疾患に対する個人防護具着脱技術に関する文献レビュー

## A Literature Review of Skills in Putting on and Removing Personal Protective Equipment for Highly Infectious Diseases

佐藤 昭太<sup>1)</sup>  
SATO Shota飯島 佐知子<sup>2)</sup>  
IIJIMA Sachiko

## 要旨

【目的】感染性の高い疾患に対する個人防護具 (personal protective equipment ; PPE) の種類、着脱手順、汚染部位、汚染リスクとなる動作、留意点、教育方法に関する文献を整理し、着脱技術の修得および長期間の保持を目指した教材作成への示唆を得る。

【方法】汚染リスクを評価した文献は電子データベースから2013~2018年9月の期間で検索し、ガイドランスや技術文書およびPPE着脱手順はインターネットから検索した。

【結果】ランダム化比較試験4件、横断研究9件、ガイドランス等6件、着脱手順25件の計44件を分析対象とした。PPEの組合せは35件、着脱手順は19パターンを確認したが、その適切性を評価した研究は少なかった。汚染部位は手や下肢、顔周囲であり、手順を逸脱した動作で汚染していた。着脱時の留意点は53点を確認した。アクティブトレーニング有効性の報告は2件であり、着脱技術を長期間保持するために有効な教育方法の報告は見当たらなかった。

【結論】着脱手順やその教育に関するエビデンスは乏しかった。今後は、汚染リスクの少ない組み合わせと適切な着脱手順を検証し、着脱技術を長期間保持するためのアクティブトレーニング教材を開発し評価する必要がある。

キーワード：感染性の高い疾患、個人防護具、着脱技術、文献検討

Key words : highly infectious diseases, personal protective equipment, putting on and removal skills, literature review

## I. 緒言

2003年に重症急性呼吸器症候群 (Severe Acute Respiratory Syndrome ; 以下、SARS) や2014年にエボラウイルス病 (Ebola Virus Disease ; 以下、EVD) が流行し、2020年にはCOVID-19が流行した。これら感染性の高い疾患に対して、米国疾病予防管理セン

ター (Centers for Disease Control and Prevention ; 以下、CDC) や世界保健機関 (World Health Organization ; 以下、WHO) など各種機関は、医療従事者に対して標準予防策に接触、飛沫、空気 (飛沫核) の各感染経路別予防策を併用し、皮膚や粘膜を完全に覆うことができる個人防護具 (Personal Protective Equipment ; 以下、PPE) の使用に関するガイドランスや指針を示した (CDC, 2015 ; European Centre for Disease Prevention and Control ; 以下、ECDC, 2014 ; 加藤ら, 2017 ; WHO, 2014)。

しかし、SARSやEVDの世界的な流行時には、医

1) 順天堂大学大学院医療看護学研究科博士後期課程  
Doctor's Course, Graduate School of Health Care and Nursing,  
Juntendo University

2) 順天堂大学大学院医療看護学研究科  
Graduate School of Health Care and Nursing, Juntendo University  
(Oct. 30. 2020 原稿受付) (Dec. 2. 2020 原稿受領)

療従事者がPPEを装着しているにもかかわらず、自分自身を汚染せずにPPEを取り外す方法やそのトレーニングが不十分であったことなどが要因となりSARSでは1,707人、EVDでは2015年9月までに1,049人の医療従事者が二次感染し、さらに、EVDでは534人が死亡したことが報告された（CDC, 2003；Kilmarx et al., 2014；WHO, 2003b；2015a；2015b）。

医療従事者の命を守るためにはPPEの正しい着脱についての知識を備え、かつ実践できることが必要であるとCDCや加藤らは勧告し（CDC, 2015；加藤ら, 2017）、PPE脱衣時の汚染リスクとなる動作、PPE着脱時の留意点および汚染リスクを防ぐ着脱手順を示している（CDC, 2015；ECDC, 2014；加藤ら, 2017；WHO, 2014）。

一方、感染性の高い疾患に対するPPEに関するシステマティックレビューは、最も防護できるPPEの種類や組み合わせ、最良のPPE脱衣方法、長期的に最も効果的なトレーニングは不明であり、さらなるシミュレーション研究やランダム化比較試験の必要性を指摘した（Verbeek et al., 2016）。

医療従事者にはいつ起きるかわからない感染性の高い疾患に対応できるように、十分な知識と安全な実践を確実にするためのより良い教育が不可欠である（Rebmann et al., 2017）。そして、より良い教育を行うためには、汚染リスクが最も低いPPEの種類や組み合わせ、着脱手順、および長期的に最も効果的な教育方法を明らかにし、着脱技術を修得および長期間保持するために有効な教材が必要である。

そこで本研究では、感染性の高い疾患に対するPPEの種類や組み合わせ、着脱手順、汚染部位、汚染リスクとなる動作、留意点、教育方法に関する文献を整理し、着脱技術の修得および長期間の保持を目指した教材作成への示唆を得ることを目的とした。

## II. 方法

文献は以下の方法で抽出した。英文文献はPub Med、CINAHL、Cochrane Libraryにより主要なキーワードをpersonal

protective equipment、highly infectious disease、ebola、sarsとして、Full textのみを対象に検索した。和文文献は医中誌Web版により主要なキーワードを個人防護具、感染性の高い疾患、新興・再興感染症、エボラ、重症急性呼吸器症候群として原著論文のみを対象に検索した。また、Google Scholarによりハンドサーチした。期間は2014年に流行したエボラウイルス病対策としてのPPEに関する研究が含まれる、検索を行った2018年9月から過去5年間の2013～2018年9月とした。さらに、2018年9月時点で利用可能なガイダンスおよび技術文書（以下、ガイダンス等）、インターネットで公開されているPPE着脱手順を検索した。採択基準は、1）PPEの種類や組み合わせ、2）PPE着脱手順、3）PPE着脱時の留意点、4）PPE着脱手順の逸脱率、5）PPE着脱時の汚染率、6）汚染部位、7）汚染リスクとなる動作、8）教育方法、のいずれかが記載または紹介されているものとした。言語に制限は設けなかった。そして、PPEの種類およびPPE着脱手順は、1）対象文献における使用頻度、2）ガイダンス等による推奨、3）汚染リスク評価研究の結果による推奨の3つの視点から評価した。

## III. 結果

### 1. 文献検索と採択結果

文献の採択過程および結果を図1に示す。電子データベースにより691件、その他の情報源から37件の計728件が抽出された。重複を除外した403件に対してタイトルおよび抄録のスクリーニングを行い、307件を除外した。除外後の96件に対して本文のスクリーニング

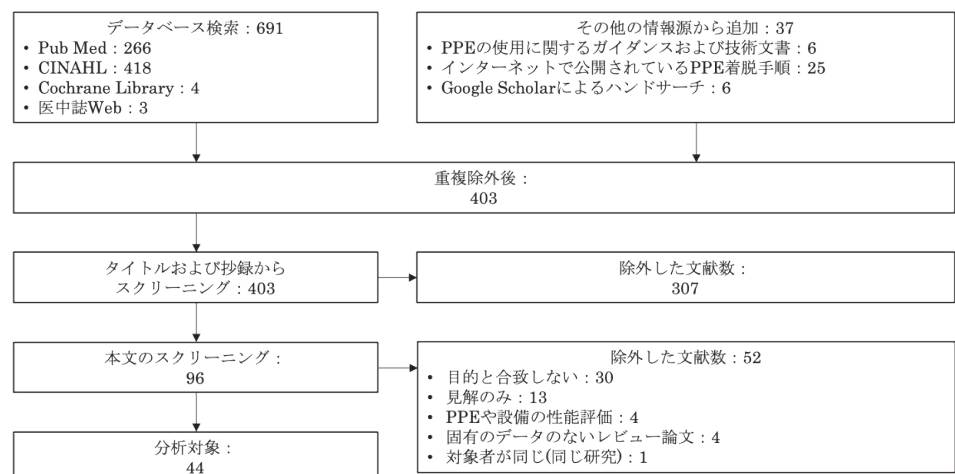


図1 文献検索結果

グを行い、目的と合致しない論文30件、見解のみの論文13件、PPEや設備の性能評価を行った論文4件、レビュー論文4件、対象者が同じであった論文1件の52件を除外した。そして、最終的に着脱方法の適切性を汚染率等で汚染リスクを評価した13件の論文、ガイドランス等6件、PPE着脱手順25件の計44件を分析対象とした。

## 2. 採択した文献の概要

汚染リスクを評価した13件の論文は、ランダム化比較試験が4件、横断研究が9件であった。ランダム化比較試験のうち、異なるPPEの種類や組み合わせを比較した研究が2件 (Bell et al., 2015 ; Guo et al., 2014)、異なるトレーニング方法を比較した研究が2件 (Casalino et al., 2015 ; Hung et al., 2015) であった (表1)。Kangら (2017) は、3つの評価を1つの論文でまとめていたため、本研究ではそれぞれの評価を分けて分析した。国別ではアメリカが8件、中国が2件、イギリスが1件、韓国が1件、フランス・ペルー・メキシコ3か国で同時に実施された研究が1件であった。言語は英語が12件、韓国語が1件であった。

また、6件のガイドランス等の内訳は、EVD対象が4件、SARS対象が2件であった (表2)。

## 3. PPEの種類

### 1) 対象文献における使用頻度

PPEの種類は、35件から確認したPPEの組み合わせから (1) 保護衣 (カバーオールフード付き11件、フードなし10件、サージカルガウン16件)、(2) アウターエプロン (袖付き10件、袖なし16件)、(3) 頭および首の保護具 (フード20件)、(4) 呼吸用保護具 (powered air purifying respirators ; PAPR 7件、N95マスク23件)、(5) 眼の保護具 (ゴーグル14件、フェイスシールド23件)、(6) 手袋 (シングル4件、ダブル27件、トリプル5件)、(7) 足の保護具 (ブーツカバー23件、ブーツ17件、洗浄可能な靴11件)、(8) その他 (サージカルスクラブ22件、サージカルキャップ10件) の8種類に分類できた (表3)。そのうち、ランダム化比較試験で汚染リスクの評価がされていたのはCDC推奨の組み合わせとEVD対策として現地の病院や小売店で入手可能な製品の組み合わせを比較した研究 (Bell et al., 2015) および3種類のガウンまたはアウターエプロンを比較した研究 (Guo et al., 2014) の2件であった。

### 2) ガイドランス等による推奨

アウターエプロンは10件 (28.6%) が袖付きを使用していたが、6件のガイドランス等のうち袖付きを推奨していたのは加藤ら (2017) のみであり、その他5件のガイドランス等は袖の有無については言及していなかった。

眼の保護具については、CDC (2015) はフェイスシールドのみを推奨しており、ゴーグルの使用は推奨していなかった。その理由は、ゴーグルはフェイスシールドと比較して皮膚を完全に覆うことができず、長時間使用した際に曇る可能性があるためだと説明していた (CDC, 2014a)。それ以外の5件のガイドランス等はフェイスシールドとゴーグルのどちらかの使用を推奨していた。

また、その他のPPEとして2件のガイドランス等がサージカルキャップの使用を推奨していた (ECDC, 2014 ; 加藤ら, 2017)。

### 3) 汚染リスク評価研究の結果による推奨

保護衣については、脱衣時の環境および身体汚染について再利用可能な綿製ガウン、単回使用の耐水性ガウン、単回使用のプラスチックエプロンの3種類を比較した研究が1件あり (Guo et al., 2014)、衣服への汚染が最も少なかった単回使用の耐水性ガウンが有用という示唆が示されていた。アウターエプロンについては、蛍光パウダーを使用したPPE着脱のシミュレーション横断研究が1件あり (Kang, 2018)、保護衣の両袖の下と脇腹部分に蛍光パウダーの汚染が観察されたことが報告され、袖付きのアウターエプロンが有用という示唆が示されていた。眼の保護具については、ゴーグルを使用したPPE着脱のシミュレーション横断研究が1件あり (Kang, 2018)、マスクとゴーグルの間で露出している皮膚に汚染が発生したことが確認された。また、PPE着脱トレーニングを行った際にゴーグルが視界を狭めたという参加者からの意見があり、ゴーグルの欠点が示されていた研究が1件あった (Casalino et al., 2015)。その他のPPEについては、Kang (2018) の研究によりN95マスクを外す際に髪への汚染が確認され、サージカルキャップが有用という示唆が示されていた。PPEの組み合わせについて比較した研究は1件あり (Bell et al., 2015)、EVD対策として現地の病院や小売店で入手可能な製品を組み合わせたPPEセットは、標準のPPEの組み合わせと同等の防護レベルであったことが報告されていた。

しかし、保護衣ではカバーオールとサージカルガウ

表1 感染性の高い疾患に対するPPEの汚染リスク評価研究の一覧

著者（公表年） 研究デザイン 国	対 象	目 的	ガイダンス等の推奨事項
Bellら（2015） ランダム化比較試験 （パラレルグループ） アメリカ	医療従事者8名	標準PPE（エボラウイルス病対策として推奨されているPPE）と代替PPE（現地の病院や小売店で入手可能な製品）2種類のPPEの組み合わせを比較し、PPEの有効性を評価するツールとしての蛍光マーカーのフィジビリティを評価すること	インナー手袋と保護衣の袖の固定 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 円周方向の固定（CDC, 2015）</li> <li>• 固定は縦方向の固定（ECDC, 2014）</li> <li>• 固定は行わない（加藤ら, 2017; WHO, 2014）</li> </ul>
Casalinoら（2015） ランダム化比較試験 （パラレルグループ） フランス・ペルー・メキシコ	看護学生76名、医学生44名の計120名 （実験群、対照群各30名）	基本PPE（B-PPE）と強化PPE（E-PPE）の使用に関する従来の訓練プログラム（CTP）と専門家による音声指示を追加した強化訓練プログラム（RTP）を比較すること	眼の保護具 <ul style="list-style-type: none"> <li>• フェイスシールド、ゴーグルは推奨しない（CDC, 2015）</li> <li>• ゴーグルまたはフェイスシールド（CDC, 2004; ECDC, 2014; 加藤ら, 2017; WHO, 2014）</li> </ul>
Guoら（2014） ランダム化比較試験 （クロスオーバー） 中国	医療従事者50名 （実験群、対照群各25名）	3種類のPPE（単回使用の耐水性ガウン[PPC 1]、再利用可能な綿製ガウン[PPC 2]、単回使用のプラスチックエプロン[PPC 3]）の脱衣による個人が慣れている方法（IARM）およびCDC推奨のガウン脱衣方法における身体汚染率および環境汚染レベルを調査すること	保護衣 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 性能要件を満たしたカバーオールもしくはガウン（CDC, 2015; WHO, 2015）</li> </ul>
Hungら（2015） ランダム化比較試験 （パラレルグループ） 中国	医療従事者50名 （実験群、対照群各25名）	従来のPPEトレーニング手法を補完し、医療従事者の着脱技術を向上させるために設計したコンピュータベースのトレーニングプログラムの有効性を評価すること	
Casanovaら（2016） 横断研究 アメリカ	医療従事者15名（看護師11名、医師4名）	代替ウイルス（非エンベロープMS2およびエンベロープΦ6）を用いて、訓練された医療従事者が標準手順を用いてEVDに対するPPEを脱衣した際の、皮膚および衣服の自己汚染を評価すること	
Casanovaら（2018） 横断研究 アメリカ	3次ケア大学医療センターの生物学的封じ込め施設の患者ケアチーム専門のメンバー10名（看護師9名、医師1名）	バクテリオファージMS2およびΦ6で汚染されたエボラレベルのPPE脱衣後における、皮膚、手袋およびスクラブの汚染を評価すること	
Hallら（2018） 横断研究 イギリス	11名（医師4名、看護師7名）	感染性の高い疾患疑似症例のアセスメントを行う際に5か所の感染症ユニットで使用されている現行のPPEの構成品による医療従事者の防護を試験すること	インナー手袋と保護衣の袖の固定 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 円周方向の固定（CDC, 2015）</li> <li>• 固定は縦方向の固定（ECDC, 2014）</li> <li>• 固定は行わない（加藤ら, 2017; WHO, 2014）</li> </ul>
Kangら（2017） 記述的研究 アメリカ	3次医療機関の医療従事者50名	PPE使用に関する医療従事者の知識、態度、実践を記述すること	

注 PPE = personal protective equipment ; CDC = Centers for Disease Control and Prevention ; ECDC = European Centre for Disease Prevention and Control ; WHO = World Health Organization.

<sup>a</sup>Casalinoら（2015）は、PPE脱衣時に皮膚または衣服と汚染した可能性のあるPPE表面との接触を重大なエラーと定義した。



主な結果	汚染部位・汚染リスクとなる動作	PPE着脱手順
<ul style="list-style-type: none"> <li>インナー手袋と保護衣の袖を縦方向に固定することは脱衣を容易にする</li> <li>インナー手袋と保護衣の袖を円周方向に固定する方法は脱衣を困難にした。一方、縦方向の固定は手袋をシームレスな部分として衣服と同時に取り外すことを可能にした。</li> </ul> <p>汚染率 標準PPE: 25% (1/4人) 代替PPE: 25% (1/4人)</p>	<p>参加者からの意見</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>大量曝露をシミュレートした際、フードの下に飛散して曝露されたと感じた</li> <li>ズボンの汚染された部分に誤って触れた後、(その手で) PPE脱衣中に首に触れた可能性があると感じた</li> <li>血圧カフを巻いている間に、ガウンの前と後ろとの間に隙間ができたと感じた</li> </ul>	<p>CDC</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴーグルは汚染リスクを増やす可能性</li> <li>ゴーグルが視界を狭めたという意見があった</li> <li>RTPはCTPよりも着脱手順の逸脱を減らす</li> </ul> <p>着脱手順の逸脱率 (各回の間隔は72時間) (1回目: 2回目: 3回目) CTP-B 90%: 70%: 43% RTP-B 53%: 20%: 7% CTP-E 93%: 67%: 50% RTP-E 77%: 57%: 23% 重大なエラー<sup>a</sup> (1回目: 2回目: 3回目) CTP-B 90%: 60%: 33% RTP-B 43%: 27%: 3% CTP-E 87%: 67%: 40% RTP-E 70%: 60%: 17%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エラーに関係するPPEは、インナーおよびアウトターの手袋、エプロン、ガウン、カバーオール、そしてそれらの結び目であった</li> <li>介助者の介助時間や脱衣段階が長くなればなるほど、E-PPEが不快に感じられ、エラーのリスクが高くなることを示した</li> <li>16例ではエラーは介助者によって発生し、他の学生または介助者にも重大なエラーが発生した</li> </ul>	<p>WHO, CDCなど複数の手順を参考に独自に作成した手順</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>CDC推奨の手順は個人が慣れている方法よりも脱衣後の環境汚染や身体への汚染リスクを減らす</li> </ul> <p>環境汚染レベルの平均順位 CDC vs IARM: 126 vs 175; <math>p &lt; .001</math> 身体のSmall patch (<math>&gt; 1 \text{ cm}^2</math>) 数 前側: 118 vs 183 (<math>p &lt; .001</math>) 左側: 137 vs 164 (<math>p &lt; .001</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PPC1は他の保護衣よりも脱衣後の身体汚染を減らす。</li> </ul> <p>PPC 2 &gt; PPC 3 &gt; PPC 1</p>		<p>CDC</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>コンピューターシミュレーションプログラムの使用はPPEの着脱技術を向上させる</li> </ul> <p>着脱評価フォームによる評価 (20点満点) プレテスト: 実験群 vs 対照群 17.8点 vs 17.3点 (<math>p = .055</math>) ポストテスト (1週間後) 19.5点 vs 18.3点 (<math>p = .000</math>)</p>		<p>対象病院の手順</p>
<p>汚染率 Φ 6の検出なし MS 2: 利き手のインナー手袋53% (8/15人) 非利き手のインナー手袋40% (6/15人) スクラブ13% (2/15人)</p>	<p>MS 2の汚染:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>15人の参加者のうち8人は利き手のインナー手袋、6人は非利き手のインナー手袋、2人はスクラブに検出された</li> <li>手袋衛生のために次亜塩素酸ナトリウムを使用した際に、1人は手に、1人はスクラブに検出された。</li> </ul>	<p>CDC</p>
<p>汚染率 Φ 6: 10% MS 2: 80%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Φ 6の汚染: スクラブ1名 (140PFU)</li> <li>MS 2の汚染: 手袋7名 (平均<math>2.72 \times 10^6</math>)、スクラブ2名 (平均<math>4.18 \times 10^6</math>)</li> </ul>	<p>対象病院の手順</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>インナー手袋と保護衣の袖の縦方向のテープ固定は、保護衣とインナー手袋が同時に脱衣でき、身体汚染のリスクを減らす可能性</li> </ul> <p>参加者は縦方向のテープ固定がガウンやカバーオールの一部として手袋を取り外すことができるため手順の誤りを減らし、脱衣を容易にしたと報告した。</p> <p>汚染率 1.7% (12/703)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>12例の汚染は (顔: 2例、首: 1例、前腕: 1例、下肢: 8例)</li> <li>前腕の汚染は蛍光塗料が素材に浸透したことによるもの</li> <li>脱衣後に観察された汚染の最も頻繁な部位は下肢 (8例) であり、ブーツカバーの脱衣に関連していた。</li> </ul>	<p>英国安全衛生庁 (HSE)、危険病原体諮問委員会 (ACDP)</p>
<p>汚染率 66% (33/50人)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガウンを巻き上げる際にガウンの外面に触れた (15人)</li> <li>PPEの脱衣中に交差接触 (11人)</li> <li>(汚染された) ガウンを (汚染されていない手で) つかんだ</li> <li>ガウンと手袋を同時に外した</li> <li>PPEをゴミ箱に押し込んだ</li> </ul>	<p>CDC</p>

表1 感染性の高い疾患に対するPPEの汚染リスク評価研究の一覧（続き）

著者（公表年） 研究デザイン 国	対 象	目 的	ガイダンス等の推奨事項
Kangら（2017） 横断研究 アメリカ	3次医療機関の医療従事者 65名	1. 異なるタイプのPPEによるPPE手順に関する医療従事者のパフォーマンスを評価すること 2. PPE遵守の潜在的な違反および障壁を特定すること	
Kangら（2017） 横断研究 アメリカ	シミュレーション参加者のうち11名	1. 異なるタイプのPPEによるPPE手順に関する医療従事者のパフォーマンスを評価すること 2. PPE遵守の潜在的な違反および障壁を特定すること	
Kang（2018） 横断研究 韓国	医療従事者4名	PPE脱衣中の汚染を減らすための実験に基づくエビデンスを生成すること	アウターエプロン ・袖付き（加藤ら, 2017）  眼の保護具 ・フェイスシールド、ゴーグルは推奨しない（CDC, 2015） ・ゴーグルまたはフェイスシールド（CDC, 2004; ECDC, 2014; 加藤ら, 2017; WHO, 2014）
Kwonら（2017） 横断研究 アメリカ	3次医療機関の呼吸療法士、看護師、感染管理予防医、救命救急医36名	エボラウイルス病対策のPPE（EVD PPE）と接触予防策のPPE（CP PPE）をMS2バクテリオファージと蛍光マーカーを使用した着脱における医療従事者の自己汚染リスクを評価すること	
Tomasら（2015） 横断研究 アメリカ	オハイオ州北東部の4病院の医療従事者（200名）	PPE脱衣中の対象者の皮膚と衣服の汚染の頻度と部位を特定し、汚染の頻度に対する介入の効果を評価すること	

注 PPE = personal protective equipment ; CDC = Centers for Disease Control and Prevention ; ECDC = European Centre for Disease Prevention and Control ; WHO = World Health Organization.

表2 感染性の高い疾患に対するPPEに関するガイダンスおよび技術文書

No.	作成者（公表年）	タ イ ト ル
1	CDC（2004）	Supplement I: Infection Control in Healthcare, Home, and Community Settings
2	CDC（2015）	Guidance on Personal Protective Equipment (PPE) To Be Used By Healthcare Workers during Management of Patients with Confirmed Ebola or Persons under Investigation (PUIs) for Ebola who are Clinically Unstable or Have Bleeding, Vomiting, or Diarrhea in U.S. Hospitals, Including Procedures for Donning and Doffing PPE
3	ECDC（2014）	Safe use of PPE in the treatment of infectious diseases of high consequence
4	加藤ら（2017）	ウイルス性出血熱診療の手引き2017
5	WHO（2003a）	Hospital infection control guidance for Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS)
6	WHO（2014）	Interim Infection Prevention and Control Guidance for Care of Patients with Suspected or Confirmed Filovirus Haemorrhagic Fever in Health-Care Settings, with Focus on Ebola

注 PPE = personal protective equipment ; CDC = Centers for Disease Control and Prevention ; ECDC = European Centre for Disease Prevention and Control ; WHO = World Health Organization.

主な結果	汚染部位・汚染リスクとなる動作	PPE着脱手順
<p><b>汚染率</b> 簡易タイプ：92% 全身タイプ：66% 2回のシミュレーションで少なくとも1回の汚染を受けた割合：97% (63/65人) 130回のシミュレーションにおける汚染率：79% (103/130回)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一度にいくつかのPPEを取り外した</li> <li>手袋を外した後に素手で他のPPEに触れた</li> <li>PPEをゴミ箱に押し込んだ</li> <li>ガウンを廃棄する際、小さくするためにガウンを巻いてガウンの外面に接触するなどの無意識の交差接触を認めた</li> </ul>	<p>CDC</p>
<p><b>汚染率</b> 22回のシミュレーションにおける汚染率：82% (18/22)</p>		<p>CDC</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>袖付きのアウトターエプロンは袖なしよりも汚染リスクを減らす可能性 袖なしエプロンを装着して看護行為のシミュレーションをした結果、防護服の両袖下の脇腹部分に激しいパウダー汚染が観察された</li> <li>ゴーグルは汚染リスクを増やす可能性 マスクとゴーグルの間に露出されている肌に汚染が発生した</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脱衣過程で汚染されたエプロンの表面が身体に触れた</li> <li>エプロンをゴミ箱に入れる前に体積を減らして脱いでいるうち、表と裏が区別できなくなり、汚染された表面が腕や手に触れて汚染した</li> <li>手袋の取り外しでは、汚染された手袋の外側に素手が触れた</li> <li>アウトター手袋と防護服の前面だけでなく、防護服両袖下の脇腹部分に激しい汚染が観察された</li> <li>カバーオールの取り外しでは、フードや前面の補強シールが汚染され、そこにインナー手袋が触れた</li> <li>マスクとゴーグルの間の露出している皮膚に汚染が発生した</li> <li>N95マスクを外す際に髪を汚染した</li> </ul>	<p>対象病院の手順</p>
<p><b>EVD PPEの汚染率</b> 蛍光：44% (8/18人) MS 2：11% (2/18人)</p> <p><b>EVD PPE脱衣時1つ以上の手順の逸脱</b> 100% (18/18人)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発光箇所が最も多かった部位は手</li> <li>MS 2が採取された部位は脱衣エリアにおけるアルコールポンプおよび医療従事者の手</li> <li>ブーツカバーの取り外しや靴の消毒時に、多くの医療従事者が靴やガウンを介してスクラブに触れた</li> <li>脱衣時の汚染はガウンやエプロン、ブーツカバー、手袋や手指消毒の順に多かった。</li> <li>インナー手袋でアウトター手袋に触れた</li> <li>素手で手袋の外側に触れた</li> </ul>	<p>CDC</p>
<p><b>PPE脱衣中の汚染</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>皮膚または衣服の蛍光汚染：46.0%</li> <li>汚染は、手袋の取り外しの方がガウンの取り外しよりも頻繁に発生 (手袋53% vs ガウン 38%, <math>p = .002</math>)</li> </ul> <p><b>PPE着脱教育</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>介入により手袋とガウンの取り外し中の皮膚と衣服の汚染が減少 (介入前60% vs 介入後19%, <math>p = .001</math>)</li> <li>1か月と3か月後に効果が持続</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>手袋が手首を覆っていない (113件)</li> <li>ガウンの前に手袋を装着した (33件)</li> <li>身体から離すのではなく、頭の上に引っ張ってガウンを脱いだ (44件)</li> <li>手袋の取り外し中に汚染された外側の表面に触れた (31件)</li> <li>手袋の取り外し手順での汚染：53% (手の汚染が最も多い)</li> <li>ガウンの取り外し手順での汚染：37.8% (首の汚染が最も多い)</li> <li>全身PPE取り外し中に6.9% (2/29件)の皮膚または衣服の汚染 (右脚；左ブーツカバーの取り外し、右肩後面；フードの取り外し)</li> </ul>	<p>CDC</p>

ン、アウトターエプロンでは袖付きと袖なし、眼の保護具ではゴーグルとフェイスシールド等、汚染リスクを減らすために有効なPPEについて比較した研究は確認できなかった。また、汚染リスクを減らすために有効なPPEの組み合わせについて比較した研究はBellら (2015) の1件のみであった。

#### 4. PPE着脱手順

##### 1) 対象文献における使用頻度

PPEの着脱手順は19パターンを確認した (表4)。汚染リスクを評価した13件の論文のうち、CDC (2015) の手順が8件で使用されており最も多いものの、ラン

ダム化比較試験は2件のみで (Bell et al., 2015 ; Guo et al., 2014)、6件は横断研究であった (Casanova et al., 2016 ; Kang et al., 2017 ; Kwon et al., 2017 ; Tomas et al., 2015 ; Kang et al., 2017)の手順は3件)。他の5件は研究対象病院で採用していた手順3件 (Casanova et al., 2018 ; Hung et al., 2015 ; Kang, 2018)、複数の手順を参考に独自に作成した手順1件 (Casalino et al., 2015)、英国安全衛生庁 (Health and Safety Executive ; HSE) および危険病原体諮問委員会 (Advisory Committee on Dangerous Pathogens ; ACDP) の手順1件 (Hall et al., 2018) であった。これら5件には、具体的な着脱手順は記載されていなか

表3 感染性の高い疾患に対して使用されていたPPEの種類（35文献中の件数）

種 類	項 目	件 数	割合 (%)	
保護衣	カバーオール	フード付き	11	31.4
		フードなし	10	28.6
	サージカルガウン		16	45.7
アウターエプロン	耐水性エプロン	袖付き	10	28.6
		袖なし	16	45.7
頭および首の保護具	フード	20	57.1	
呼吸用保護具	PAPR	7	20.0	
	N95マスク	23	65.7	
眼の保護具	ゴーグル	14	40.0	
	フェイスシールド	23	65.7	
手袋	シングル	4	11.4	
	ダブル	27	77.1	
	トリプル	5	14.3	
足の保護具	ブーツカバー（シューズカバー）	23	65.7	
	ブーツ	17	48.6	
	洗浄可能な靴	11	31.4	
その他	サージカルスクラブ	22	62.9	
	サージカルキャップ	10	28.6	
計		35	100.0	

注 件数は文献等に記載されている延べ件数を集計した。PPE = personal protective equipment ; PAPR = powered air purifying respirators.

表4 PPE着脱手順

No.	作 成 者	種 類
1	旭・デュボン (2017)	カバーオール、N95マスク
2	CDC (2014b ; 2014f)	カバーオール、PAPR
3	CDC (2014c ; 2014g)	ガウン、PAPR
4	CDC (2014d ; 2014h)	カバーオール、N95マスク
5	CDC (2014e ; 2014i)	ガウン、N95マスク
6	ECDC (2014)	カバーオール、N95マスク
7	フィットテスト研究会 (2017a)	カバーオール、N95マスク
8	フィットテスト研究会 (2017b)	カバーオール、N95マスク
9	Government of Canada (2016)	ガウン、N95マスク
10	国立国際医療研究センター (2014)	カバーオール、N95マスク
11	国立感染症研究所感染症疫学センター (2014)	カバーオール、N95マスク
12	Médecins Sans Frontières Australia (2014)	カバーオール、N95マスク
13	Nebraska Biocontainment Patient Care Unit (2014a ; 2014b)	ガウン、N95マスク
14	Nebraska Biocontainment Patient Care Unit (2014c ; 2014d)	カバーオール、PAPR
15	North Carolina Department of Health and Human Services (2014)	カバーオール、N95マスク
16	WHO (2015c ; 2015e)	カバーオール、N95マスク
17	WHO (2015d ; 2015f)	ガウン、N95マスク
18	Casanova et al., 2016	カバーオール、N95マスク
19	Casanova et al., 2018	カバーオール、PAPR

注 PPE = personal protective equipment ; PAPR = powered air purifying respirators ; CDC = Centers for Disease Control and Prevention ; CEC = Clinical Excellence Commission Available ; ECDC = European Centre for Disease Prevention and Control ; WHO = World Health Organization.



った。19パターンのPPE着脱手順において、インナー手袋と保護衣の袖とのテープ固定の有無や方法などの相違点を確認した(表5)。

## 2) ガイダンス等による推奨

ブーツカバーは、カバーオール裾の外側に装着する手順が6件あったが(旭・デュボン, 2017; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014)、CDC (2015) はカバーオールの内側に装着する手順を推奨していた。その理由は、カバーオールの脚部分とブーツカバーの上部バンドとの間に液体が貯留することを防ぐためだと説明していた。

また、介助者による脱衣介助の場面についてCDC (2015) は、アウターエプロン、フード、カバーオールの取り外し手順を介助者が行う、もしくは行っても良いとしていたが、ECDC (2014) はアウターエプロンと手袋の取り外し以外の全ての手順において介助者が行うとしていた。

## 3) 汚染リスク評価研究の結果による推奨

ガウンやアウターエプロンの取り外しについては、Guoら (2014) の研究によりCDCの手順に従うことは個人が慣れている方法よりも脱衣後の環境汚染や身体への汚染リスクを減らすことが示されていた。

手袋と保護衣の袖の固定について、CDC (2015) は手袋と保護衣の袖を円周方向にテープ固定をしているが、Bellら (2015) の研究により、それはPPE脱衣の容易性を大きく損なうことが指摘された。そしてHallら (2018) の研究により、縦方向にテープ固定する方法が有用であるとの示唆が示されていた。しかし、固定の有無や方法の違いによる汚染リスクを比較した研究は確認できなかった。また、ブーツカバーの着脱手順の違い、介助者の有無や方法の違い等による汚染リスクを比較した研究も確認できなかった。

## 5. PPE脱衣時の汚染部位および汚染リスクとなる動作

PPE脱衣時の汚染部位は手や下肢で多く見られたとの報告が4件あった(Casanova et al., 2016; Casanova et al., 2018; Hall et al., 2018; Kwon et al., 2017)。また、顔や首、髪といった顔周囲の汚染も観察されたとの報告が3件あった(Hall et al., 2018; Kang, 2018; Tomas et al., 2015)。

汚染リスクとなる動作は、一度にいくつかのPPE

を取り外した(Kang et al., 2017)、素手で手袋の外側に触れた(Kwon et al., 2017)といった手順の逸脱に関する報告が4件あった(Casalino et al., 2015; Kang, 2018; Kang et al., 2017; Kwon et al., 2017)。

## 6. PPE着脱時の留意点

感染性の高い疾患に対するPPE装着時の留意点は12点、PPE脱衣時の留意点は41点の計53点を確認した(表6、表7)。

## 7. 教育方法

教育方法の効果に関する研究は2件を確認した。専門家による音声指示や、コンピュータシミュレーションを使用したトレーニングは、従来のトレーニングよりも介入から1週間後までのPPE着脱手順の遵守を向上させるという報告があった(Casalino et al., 2015; Hung et al., 2015)。

## IV. 考察

感染性の高い疾患に対するPPEに関する文献は、ランダム化比較試験4件、横断研究が9件、ガイダンス等6件、インターネットで公開されている着脱手順25件の計44件を分析対象とした。レビューの結果、先行研究で使用されていたPPEの種類は35文献の組み合わせから8種類であり、着脱手順は19パターンを確認した。脱衣時の汚染部位は手や下肢が多かったという報告や、顔周囲の汚染も観察されたという報告があり、手順を逸脱した動作が汚染リスクとなることが報告されていた。また、PPE装着時の留意点は12点、脱衣時の留意点は41点を確認した。また、着脱技術を向上させる教育方法としてアクティブトレーニングの有効性が2件のランダム化比較試験で報告されていた。

### 1. 安全なPPE着脱への示唆

本研究では、汚染率等をアウトカム指標としたランダム化比較試験は極めて少なく、最も汚染リスクの低いPPEの種類や組み合わせ、着脱手順について十分なエビデンスを確認することができなかった。これは、Verbeekら (2016) のシステマティックレビューと同様であった。しかし、本研究は、文献に掲載されたPPE着脱手順のうちインナー手袋と保護衣の装着順序、ブーツカバーおよびフードの着脱順序、アウターエプロンやN95マスクの取り外し手順など、汚染リスクが評価されていない手順を明らかにした。これ

表5 PPE着脱手順の主な相違点

手 順	相 違 点	作 成 者	汚染リスクの 評価により有 用性が示唆
インナー手袋の 装着	保護衣の袖の内側に装着する	旭・デュボン, 2017; CDC, 2014; CEC, 2014; ECDC, 2014; Government of Canada, 2016; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015	
	保護衣の袖の外側に装着する	旭・デュボン, 2017; CDC, 2014; CEC, 2014; ECDC, 2014; Government of Canada, 2016; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015	
	円周方向にテープ固定する	CDC, 2014	
インナー手袋と 保護衣の袖のテ ープ固定	縦方向にテープ固定する	ECDC, 2014	Bellら (2015) Hallら (2018)
	テープ固定しない	旭・デュボン, 2017; CEC, 2014; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; Government of Canada, 2016; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015	
ブーツまたはブ ーツカバーの装 着	カバーオールの裾の内側に装 着する	CDC, 2014; ECDC, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015	
	カバーオールの裾の外側に装 着する	旭・デュボン, 2017; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; 国立感染症研究所感染 疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014	
	テープ固定する	ECDC, 2014	
保護衣とブーツ カバーのテープ 固定	テープ固定しない	旭・デュボン, 2017; CDC, 2014; CEC, 2014; ECDC, 2014; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; Government of Canada, 2016; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015; Casanova et al., 2016; Casanova et al., 2018	
	テープ固定しない	旭・デュボン, 2017; CDC, 2014; CEC, 2014; ECDC, 2014; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; Government of Canada, 2016; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015; Casanova et al., 2016; Casanova et al., 2018	
頭および首の保 護具の装着 (フード)	フードの裾は保護衣の外側に 装着する	CDC, 2014; CEC, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015	
	フードの裾は保護衣の内側に 装着する	Government of Canada, 2016; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit; 2014	
アウター手袋と 保護衣の袖のテ ープ固定	円周方向にテープ固定する	Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014	
	テープ固定しない	旭・デュボン, 2017; CDC, 2014; CEC, 2014; ECDC, 2014; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; Government of Canada, 2016; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015	
眼の保護具の装 着	フードの外側に装着する	CDC, 2014; CEC, 2014; ECDC, 2014; Government of Canada, 2016; 国立感染症研 究所感染症疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014	
	フードの内側に装着する	旭・デュボン, 2017; WHO, 2015	
手袋の消毒また は手袋の交換	各脱衣手順毎に擦式アルコール 手指消毒剤で手袋を消毒す る	旭・デュボン, 2017; CDC, 2014; CEC, 2014; ECDC, 2014; フィットテスト研究会, 2017b; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015	
	各脱衣手順毎に手袋を交換する	Government of Canada, 2016	
アウターエプロ ンの取り外し: 把持部位	アウターエプロンの前胸部付近 を把持して首の紐を引き裂く	CDC, 2014; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014	
	アウターエプロンの首付近を 把持して首の紐を引き裂く	CEC, 2014; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015	
フェイスシール ドの取り外し	両手で側頭部付近のストラッ プを把持して外す	CDC, 2014; CEC, 2014; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014	
	両手で後頭部付近のストラッ プを把持して外す	CEC, 2014; Government of Canada, 2016; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014	
	ストラップは片手で把持して外す	Nebraska Biocontainment Patient Care Unit; 2014; WHO, 2015	
頭および首の保 護具 (フード) の取り外し	フードの外側を持って外す	CDC, 2014; フィットテスト研究会, 2017b; Government of Canada, 2016; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014; WHO, 2015	
	フードの内側に手を入れて外す	旭・デュボン, 2017; フィットテスト研究会, 2017a	
ブーツまたはブ ーツカバーの取 り外し	カバーオールを脱いだ後に外す	CDC, 2014; Casanova et al., 2016	
	カバーオールと同時に外す	旭・デュボン, 2017; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; 国立感染症研究所感染症 疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014	
N95マスクの取 り外し	両手で下の紐、上の紐の順で 外す	旭・デュボン, 2017; CDC, 2014; フィットテスト研究会, 2017a; 2017b	
	両手で紐を2本まとめて外す	CEC, 2014; Government of Canada, 2016; North Carolina, 2014	
	片手で外す	WHO, 2015	
脱衣介助の有無	片手でマスク表面の下の角を 把持し、もう片方片手で紐を 把持して外す	Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014	
	介助者あり	旭・デュボン, 2017; CDC, 2014; ECDC, 2014; Government of Canada, 2016; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014; 国立国際医療研究センター, 2014; Médecins Sans Frontières Australia, 2014; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014; WHO, 2015	
	介助者なし	フィットテスト研究会, 2017a; 2017b; CDC, 2014; North Carolina Department of Health and Human Services, 2014	

注 PPE = personal protective equipment; CDC = Centers for Disease Control and Prevention; CEC = Clinical Excellence Commission Available; ECDC = European Centre for Disease Prevention and Control; WHO = World Health Organization.

表6 PPE装着時の留意点

手 順	留 意 点
全般	• ゆっくりと順序正しく行う (CDC, 2015)
ブーツカバーの装着	• ブーツカバーを履く際に床やその他の区域に触れないようにする (CDC, 2015) • インナーが露出しないようにする (旭・デュボン, 2017)
インナー手袋の装着	• 手袋はフィットしたものを使用する (ECDC, 2014) • 袖口はできるだけ上に上げる (CDC, 2015)
N95マスクの装着	• ゴムはクロスさせない (国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014) • 患者ケアの際にマスクが顔に移動する可能性があるため、ストラップが交差していないことを確認する (Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014)
PAPRフードの装着	• フードから髪の毛が出ないようにする (CDC, 2015)
サージカルフードの装着	• フードでマスクが隠れないようにする (旭・デュボン, 2017) • フードから髪の毛が出ないようにする (CDC, 2015; 旭・デュボン, 2017) • ゴーグルのバンドがフードの外に出ないようにする (旭・デュボン, 2017)
アウター手袋の装着	• 手袋はフィットしたものを使用する (ECDC, 2014)

注 PPE = personal protective equipment; PAPR = powered air purifying respirators; CDC = Centers for Disease Control and Prevention; ECDC = European Centre for Disease Prevention and Control.

は、Verbeekら (2016) のシステマティックレビューやこれまでの先行研究では示されていなかった項目であり、今後の安全なPPE着脱を明らかにするための研究への示唆となると考える。

対象文献においてはPPEの組み合わせや着脱手順に多くの相違点を認めた。例えば、眼の保護具については、フェイスシールドの使用を推奨する文献とゴーグルを推奨する文献に分かれた。Kangら (2017) やCasalinoら (2015) の研究によりゴーグルには欠点が表示されていた。一方、フェイスシールドにも下方からの汚染をうけやすい (佐々木, 2015; 職業感染研究会, 2011) ことや、下側が見にくい (Herlihey et al., 2016) などの欠点が指摘されているが、実際の汚染率は評価されていない。また、ゴーグル使用群とフェイスシールド使用群を比較した研究は確認できず、どちらが汚染リスクの少ないPPEなのかは不明である。保護衣やアウターエプロン、PPEの組み合わせについても同様のことがいえる。さらに、PPE着脱手順のうち、ガウンやアウターエプロンの脱衣方法についてCDC推奨の手順の有用性を評価した研究を確認した。しかし、その他のCDCが推奨する手袋と保護衣のテープ固定は円周方向がいいのか、他文献の推奨する縦方向がいいのか、ブーツカバーはカバーオールの外側に装着した方がいいのか内側に装着した方がいいのかなど、多くの手順について比較した研究は確認できなかった。このようにPPEの組み合わせや着脱手順に相違点を認めたのは、汚染リスクが少ないPPEの種類や組み合わせ、着脱手順に関するエビデンスが不足していることが考えられる。CDC (2015)

も指摘しているように、エビデンスが不足している現状では、PPEの各製品の特徴を理解し、感染予防に適合した規格の中から施設の現状に合ったものを一貫して使用することが現実的であると考えられる。PPEの適切な組み合わせや汚染リスクの少ない着脱手順のエビデンスを構築するためには、本研究で明らかにした汚染リスクの評価がされていないPPEの組み合わせや着脱手順について比較検証する研究が必要であると考えられる。

## 2. 安全なPPE着脱技術修得のための課題

アクティブトレーニングは感染性の高い疾患に対するPPEの着脱技術を向上させるために有効な教育方法であることが確認できた。しかし、介入後1週間以内といった短期的な効果を報告したものに限定されており、PPE着脱技術を長期間保持するために有効な教育方法に関する研究は確認できなかった。これは、Verbeekら (2016) のシステマティックレビューと同様の結果であった。しかし、本研究ではPPE脱衣時に汚染しやすい部位、汚染リスクとなる動作、PPE着脱時の留意点を整理したが、これは先行研究では言及されていなかった。これらの知見は着脱技術の修得および長期間の保持を目指した教材を開発する上で有用と考える。

今後は、PPE脱衣時に汚染しやすい部位、汚染リスクとなる動作および着脱時の留意点といった知識や、汚染しない着脱技術の修得を目指したアクティブトレーニング教材を作成し、長期的な介入により着脱に関する知識と技術の保持に有効な教育方法を明らか



表7 PPE脱衣時の留意点

手 順	留 意 点
全般	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 廃棄するPPEをゴミ箱に押し込まない (Kang et al., 2017)</li> <li>• 手袋を引き裂くことや手の汚染を避けるため、ゆっくりと行うこと (CDC, 2015)</li> <li>• 汚染した手袋や手袋を外した手で顔や露出した肌、部屋のいかなる表面に触れない (CDC, 2003 ; 2015)</li> </ul>
アウターエプロンの取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>• エプロンが眼の保護具または呼吸用保護具に触れないようにする (ECDC, 2014)</li> <li>• アウター手袋の不必要な汚染を避けるために、エプロンを内側から外側に巻く (ECDC, 2014)</li> <li>• インナー手袋を汚染しないように注意する (Government of Canada, 2016)</li> <li>• アウターエプロンの内側 (カバーオール) に触れないようにする (国立国際医療研究センター, 2014)</li> <li>• 脱いだエプロンを小さく丸めすぎない (Kang et al., 2017)</li> </ul>
アウター手袋の取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 手袋の外側をつかんで外さないようにする (旭・デュボン, 2017)</li> <li>• インナー手袋を汚染したり破損させたりしないよう注意する (CDC, 2015)</li> <li>• 飛散が生じる可能性があるため、手袋を乱暴に外さないようにする (CDC, 2015)</li> </ul>
フェイスシールドの取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 眼鏡を着用している場合は、フェイスシールドを取り外すときに眼鏡を落とさないように注意する (Government of Canada, 2016)</li> <li>• マスクがずれないように注意する (CEC, 2014)</li> <li>• フェイスシールドの前面には触れないようにする (North Carolina, 2014 ; 国立感染症研究所, 2014 ; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014)</li> <li>• カバーオールの頭部分になるべく触れないようにする (国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014)</li> <li>• 外している間は眼や口を閉じる (Casanova et al., 2016)</li> </ul>
サージカルフードの取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 顔や髪に触れないように注意する (Government of Canada, 2016)</li> <li>• マスクを動かしたりに触れたりしないように注意する (CEC, 2014)</li> <li>• 頭を動かさないように注意する (CEC, 2014)</li> <li>• 外している間は眼や口を閉じる (Casanova et al., 2016)</li> </ul>
カバーオールの取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 下を向くなどして呼吸用保護具が胸に接触しないように注意する (ECDC, 2014)</li> <li>• カバーオールの内側 (スクラブや皮膚) を触らないように注意する (CDC, 2015 ; Government of Canada, 2016 ; 国立国際医療研究センター, 2014)</li> <li>• カバーオールの外側がスクラブに触れないようにする (North Carolina, 2014)</li> <li>• 腕を前に交差させて脱がないようにする (旭・デュボン, 2017)</li> <li>• 脱いだカバーオールは、インナー手袋が汚染しないようにカバーオールの内側を把持する (Casanova, 2016 ; Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014)</li> <li>• 脱いだカバーオールを丸めすぎない (旭・デュボン, 2017 ; Kang et al., 2017)</li> <li>• 素手で顔や露出した肌、環境表面に触れないようにする (CDC, 2015 ; ECDC, 2014)</li> </ul>
ブーツカバーの取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 椅子に座って行う (CDC, 2015 ; CEC, 2014 ; Government of Canada, 2016 ; 国立感染症研究所感染症疫学センター, 2014)</li> <li>• 片方の足がもう片方の足に触れないようにする (CDC, 2015)</li> <li>• 自身を汚染することなく、またはカバーを不必要に動かすことなく外す (Government of Canada, 2016)</li> <li>• ブーツカバーを外した後の靴がスクラブに触れないように注意する (Kwon et al., 2017)</li> </ul>
N95マスクの取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>• マスクの前面には触れないようにする (旭・デュボン, 2017 ; CDC, 2015 ; North Carolina, 2014)</li> <li>• 上の紐を外すときは、上の紐にテンションをかけたままにすること。そうしないとマスクが前方に倒れる (CDC, 2015)</li> <li>• 眼鏡を着用している場合は、N95マスクを取り外す際に眼鏡を落とさないように注意する (ECDC, 2014)</li> <li>• 外している間は眼や口を閉じる (Casanova et al., 2016)</li> </ul>
PAPRの取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PAPRフードを外す際にチューブがスクラブに触れないように注意する (Nebraska Biocontainment Patient Care Unit, 2014)</li> <li>• PAPRフードを外したら手で顔に触れないように注意する (CDC, 2015)</li> </ul>
靴の消毒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 消毒ワイプがかかるとに触れないように注意する (CDC, 2015)</li> </ul>
インナー手袋の取り外し	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 強く引っ張って外さないようにする (旭・デュボン, 2017)</li> <li>• 飛散が生じる可能性があるため、手袋を乱暴に外さないようにする (CDC, 2015)</li> <li>• 素手で顔や露出した肌、環境表面に触れないようにする (CDC, 2015 ; ECDC, 2014)</li> </ul>

注 PPE = personal protective equipment ; PAPR = powered air purifying respirators ; CDC = Centers for Disease Control and Prevention ; ECDC = European Centre for Disease Prevention and Control ; CEC = Clinical Excellence Commission Available.



にする必要がある。着脱技術の修得および長期間の保持に有効と考えられるアクティブトレーニング教材のひとつにWeb教材が挙げられる。Web教材は学習者中心の学習であり、時間や場所を問わず自分のペースで繰り返し学習することができ、学習者のレベルに応じた教材の提供が可能といった特徴があり、知識の理解促進や定着といった効果が報告されている(奥山ら, 2007; 辻ら, 2015)。さらに最近では、スマートフォンの普及により、画像や動画が使用しやすくなり、多様な学習が可能となった。臨床における医療従事者は多様な勤務形態で勤務しており、Web教材はそれに対応した学習方法であると考えられる。そのため、医療従事者に対するPPE着脱技術学習用のWeb教材を開発して評価することは、PPE着脱技術を修得および長期間保持するために有効な教育方法に関するエビデンスの提供につながる可能性があると考えられる。

## V. 本研究の限界

対象文献の中にはPPEの種類やPPE着脱手順が記載されていないものがあつた。また、PPEの種類が具体的に記載されていないものは除外した(例えばカバーオールであればフード付きまたはフードなし)ため、実際の使用頻度は異なる可能性がある。また、PPEのメーカーや製品名までは収集できなかった。2020年のCOVID-19の流行により新たな知見が報告されると考えられるため、さらに対象文献を拡大することが課題である。

## VI. 結論

本研究では、PPEの組み合わせや着脱手順の適切性のエビデンスは極めて乏しく、着脱技術を長期間保持するために有効な教育方法に関する研究は確認できなかったことは先行研究と同様であった。加えて、本研究では、文献に掲載されたPPE着脱手順の相違点や脱衣時に汚染しやすい部位、汚染リスクとなる動作、着脱時の留意点を新たに明らかにした。

今後は、PPEの組み合わせや着脱手順について脱衣時の汚染部位、汚染リスクとなる動作および留意点の知識を指標として評価する研究が必要である。また、汚染しない着脱技術の修得を目指したアクティブトレーニング教材を作成し、長期的な介入によりPPE着脱技術の保持に有効な教育方法を明らかにする必要がある。

本研究における利益相反はない。

## 文献

- 旭・デュボン フラッシュスパン プロダクツ株式会社 (2017). 防護具の正しい装着・脱衣方法(感染症対策用). <https://www.youtube.com/watch?v=NCWnahgtGYs>. (Sep. 23, 2020)
- Bell, T., Smoot, J., Patterson, J., et al.(2015). Ebola virus disease : The use of fluorescents as markers of contamination for personal protective equipment. *IDCases*, 2(1), 27-30. doi : 10.1016/j.idcr.2014.12.003
- Casalino, E., Astocondor, E., Sanchez, J.C., et al.(2015). Personal protective equipment for the Ebola virus disease : A comparison of 2 training programs. *American Journal of Infection Control*, 43(12), 1281-1287. doi : 10.1016/j.ajic.2015.07.007
- Casanova, L.M., Teal, L.J., Sickbert-Bennett, E.E., et al.(2016). Assessment of Self- Contamination During Removal of Personal Protective Equipment for Ebola Patient Care. *Infection control and hospital epidemiology*, 37(10), 1156-1161. doi : 10.1017/ice.2016.169
- Casanova, L.M., Erukunuakpor, K., Kraft, C.S., et al.(2018). Assessing Viral Transfer During Doffing of Ebola-Level Personal Protective Equipment in a Biocontainment Unit. *Clinical infectious diseases*, 66(6), 945-949. doi : 10.1093/cid/cix956
- Centers for Disease Control and Prevention.(2003). Cluster of Severe Acute Respiratory Syndrome Cases Among Protected Health-Care Workers--- Toronto, Canada, April 2003. <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5219a1.htm>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2004). Supplement I : Infection Control in Healthcare, Home, and Community Settings. <https://www.cdc.gov/sars/guidance/i-infection/healthcare.html>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2014a). CDC Tightened Guidance for U. S. Healthcare Workers on Personal Protective Equipment for Ebola. <https://www.cdc.gov/media/re>

- leases/2014/fs1020-ebola-personal-protective-equipment.html. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2014b). How to Safely Put on PPE, Selected Equipment:PAPR and Coverall. <https://www.youtube.com/watch?v=d0ILf63iyPM>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2014c). How to Safely Put on PPE, Selected Equipment : PAPR and Gown. <https://www.youtube.com/watch?v=WiFVSkQV1pI>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2014d). How to Safely Put on PPE, Selected Equipment : N95 and Coverall. <https://www.youtube.com/watch?v=8jX0-cKqnVw&t=297s>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2014e). How to Safely Put on PPE, Selected Equipment : N95 and Gown. <https://www.youtube.com/watch?v=Ca66dpjPWZc>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2014f). How to Safely Take off PPE, Selected Equipment:PAPR and Coverall. <https://www.youtube.com/watch?v=-X4dNMgFGyo>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2014g). How to Safely Take off PPE, Selected Equipment : PAPR and Gown. <https://www.youtube.com/watch?v=-X4dNMgFGyo>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2014h). How to Safely Take off PPE, Selected Equipment : N95 and Coverall. <https://www.youtube.com/watch?v=FJzIWgQyTrk>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2014i). How to Safely Take off PPE, Selected Equipment : N95 and Gown. <https://www.youtube.com/watch?v=bZA424c5sWQ>. (Sep. 23, 2020)
- Centers for Disease Control and Prevention.(2015). Guidance on Personal Protective Equipment (PPE) To Be Used By Healthcare Workers during Management of Patients with Confirmed Ebola or Persons under Investigation (PUIs) for Ebola who are Clinically Unstable or Have Bleeding, Vomiting, or Diarrhea in U. S. Hospitals, Including Procedures for Donning and Doffing PPE. <https://www.cdc.gov/vhf/ebola/health-care-us/ppe/guidance.html> (Sep. 23, 2020)
- Clinical Excellence Commission Available.(2014). Personal protective equipment. <https://www.youtube.com/watch?v=9GatVTIPb4M&feature=youtu.b>. (Sep. 23, 2020)
- European Centre for Disease Prevention and Control.(2014). Safe use of PPE in the treatment of infectious diseases of high consequence. <https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/media/en/publications/Publications/safe-use-of-ppe.pdf>. (Sep. 23, 2020)
- フィットテスト研究会(2017a). 1)病原菌が不明または重症化する恐れのある疾患に対する個人防護具(Full PPE)3M. <https://www.youtube.com/watch?v=yfl7PAvLECs>. (Sep. 23, 2020)
- フィットテスト研究会(2017b). 2)病原菌が不明または重症化する恐れのある疾患に対する個人防護具(Full PPE)モレーン. <https://www.youtube.com/watch?v=Tmidb2CTsDA>. (Sep. 23, 2020)
- Government of Canada.(2016). Personal protective equipment against potential Ebola virus exposure : higher risk - video. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/video/personal-protective-equipment-higher-risk-exposure.html>. (Sep. 23, 2020)
- Guo, Y.P., Li, Y., Wong, P.L.(2014). Environment and body contamination : a comparison of two different removal methods in three types of personal protective clothing. *American journal of infection control*, 42(4), e39-e45. doi : 10.1016/j.ajic.2013
- Hall, S., Poller, B., Bailey, C., et al.(2018). Use of ultraviolet-fluorescence-based simulation in evaluation of personal protective equipment worn for first assessment and care of a patient with suspected high-consequence infectious disease. *The Journal of hospital infection*, 99(2), 218-228. doi : 10.1016/j.jhin.2018.01.002
- Herlihey, T.A., Gelmi, S., Flewwelling, C.J., et al.(2016). Personal Protective Equipment for Infectious Disease Preparedness : A Human Factors Evaluation. *Infection control and hospital epidemiology*, 37(9), 1022-1028. doi : 10.1017/ice.2016.124

- Hung, P.P., Choi, K.S., Chiang, V.C.(2015). Using interactive computer simulation for teaching the proper use of personal protective equipment. *Computers, informatics, nursing : CIN*, 33(2), 49-57. doi : 10.1097/CIN.0000000000000125
- Kang, J., O'Donnell, J.M., Colaianne, B., et al.(2017). Use of personal protective equipment among health care personnel : Results of clinical observations and simulations. *American journal of infection control*, 45(1), 17-23. doi : 10.1016/j.ajic.2016.08.011
- Kang, J.(2018). Simulation Results for Contamination Comparisons by Various Use Protocols of Personal Protective Equipment. *The Korean Journal of Medicine*, 93(1), 41-49. doi : <https://doi.org/10.3904/kjm.2018.93.1.41>
- 加藤康幸, 西條政幸, 足立拓也, 他(2017). ウイルス性出血熱診療の手引き2017. <https://www.dcc-ncgm.info/resource/>. (Sep. 23, 2020)
- Kilmarx, P.H., Clarke, K.R., Dietz, P.M., et al.(2014). Ebola virus disease in health care workers – Sierra Leone, 2014. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 63(49), 1168.
- 国立感染症研究所感染症疫学センター (2014). 国立感染症研究所ウイルス性出血熱実地疫学調査における個人防護具の着脱. ウイルス性出血熱診療の手引き2017. pp.265-273. <https://www.dcc-ncgm.info/resource/>. (Sep. 23, 2020)
- 国立国際医療研究センター (2014). NCGM エボラ出血熱対応PPE 訓練動画. <https://www.youtube.com/watch?v=Ih4vEWaiP2>. (Nov. 12, 2018)
- Kwon, J.H., Burnham, C.D., Reske, K.A., et al.(2017). Assessment of Healthcare Worker Protocol Deviations and Self-Contamination During Personal Protective Equipment Donning and Doffing. *Infection control and hospital epidemiology*, 38(9), 1077-1083. doi : 10.1017/ice.2017.121
- Médecins Sans Frontières Australia.(2014). Ebola training videos. <https://challenges.openideo.com/content/personal-protective-equipment-ppe-guidelines-information>. (Sep. 23, 2020)
- NC Department of Health and Human Services. (2014). North Carolina preferred guidance donning and doffing of personal protective equipment (PPE) in hospital Ebola isolation units. <https://www.youtube.com/watch?v=N6F61J93FvE>. (Sep. 23, 2020)
- Nebraska Biocontainment Patient Care Unit.(2014a). Biological PPE : Ebola Virus Disease – High Level – Doffing. <https://www.youtube.com/watch?v=D95r0dEETsI>. (Sep. 23, 2020)
- Nebraska Biocontainment Patient Care Unit.(2014b). Biological PPE : Ebola Virus Disease – High Level – Donning. <https://www.youtube.com/watch?v=yAIjqBcqnP4>. (Sep. 23, 2020)
- Nebraska Biocontainment Patient Care Unit.(2014c). Biological PPE : Ebola Virus Disease – PAPR Level – Doffing. <https://www.youtube.com/watch?v=8KwjSZjrvq4>. (Sep. 23, 2020)
- Nebraska Biocontainment Patient Care Unit.(2014d). Biological PPE : Ebola Virus Disease – PAPR Level – Donning. <https://www.youtube.com/watch?v=O04BuVFbhfE>. (Sep. 23, 2020)
- 奥山尚史, 西平順(2007). e-learningによる医療情報人材の育成. *医療情報学*, 27(2), 191-198.
- Rebmann, T., Carrico, R.(2017). Consistent Infection Prevention : Vital During Routine and Emerging Infectious Diseases Care. *Online journal of issues in nursing*, 22(1), 1. doi : 10.3912/OJIN.Vol22No01Man01
- 佐々木圭子(2015). 医療従事者をエボラウイルス感染症から守る(5) ゴグル, フェイスシールド, ヘッドカバーの選定基準と使用上の注意点. *労働の科学*, 70(1), 38-41.
- 職業感染研究会(2011). 個人用防護具の手引きとカタログ集. 職業感染防止のための安全対策カタログ集 第4版. [http://jrgoicp.umin.ac.jp/related/ppe\\_catalog\\_2011/個人防護具の手引きとカタログ集\\_高画質版.pdf](http://jrgoicp.umin.ac.jp/related/ppe_catalog_2011/個人防護具の手引きとカタログ集_高画質版.pdf). (Sep. 23, 2020)
- Tomas, M.E., Kundrapu, S., Thota, P., et al.(2015). Contamination of Health Care Personnel During Removal of Personal Protective Equipment. *JAMA internal medicine*, 175(12), 1904-1910. doi : 10.1001/jamainternmed.2015.4535
- 辻慶子, 高野泰臣, 山川広人(2015). 看護過程学習に作問機能システムを活用した教育効果. *産業医科大学雑誌*, 37(3), 223-229.
- Verbeek, J.H., Ijaz, S., Mischke, C., et al.(2016).

Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. The Cochrane database of systematic reviews, 4, Cd011621. doi : 10.1002/14651858.CD011621.pub2

World Health Organization.(2003a). Hospital infection control guidance for Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). <https://www.who.int/ihr/lyon/surveillance/infectioncontrol/en/>. (Sep. 23, 2020)

World Health Organization.(2003b). Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003. [http://www.who.int/csr/sars/country/table2004\\_04\\_21/en/](http://www.who.int/csr/sars/country/table2004_04_21/en/). (Sep. 23, 2020)

World Health Organization.(2014). Interim Infection Prevention and Control Guidance for Care of Patients with Suspected or Confirmed Filovirus Haemorrhagic Fever in Health-Care Settings, with Focus on Ebola. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/130596/WHO\\_HIS\\_SDS\\_2014.4\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/130596/WHO_HIS_SDS_2014.4_eng.pdf?sequence=1). (Sep. 23, 2020)

World Health Organization.(2015a). Health worker Ebola infections in Guinea, Liberia and Sierra Leone, Preliminary report. <http://www.who.int/csr/resources/publications/ebola/health-worker-infections/en/>. (Sep. 23, 2020)

World Health Organization.(2015b). Outbreak Bulletin. Health Security and Emergencies Cluster, 5(4). [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/184164/OB\\_4.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/184164/OB_4.pdf). (Sep. 23, 2020)

World Health Organization.(2015c). Steps to put on personal protective equipment (PPE) including coverall. [https://www.who.int/docs/default-source/searo/bangladesh/2019-ncov/3-steps-to-put-on-ppe-and-coverall-en.pdf?sfvrsn=70c792cb\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/searo/bangladesh/2019-ncov/3-steps-to-put-on-ppe-and-coverall-en.pdf?sfvrsn=70c792cb_2). (Sep. 23, 2020)

World Health Organization.(2015d). Steps to put on personal protective equipment (PPE) including gown. [https://www.who.int/docs/default-source/searo/bangladesh/2019-ncov/1-steps-to-put-on-ppe-and-gown-en.pdf?sfvrsn=c5e7ff19\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/searo/bangladesh/2019-ncov/1-steps-to-put-on-ppe-and-gown-en.pdf?sfvrsn=c5e7ff19_2). (Sep. 23, 2020)

World Health Organization.(2015e). Steps to take off personal protective equipment (PPE) including coverall. [https://www.who.int/docs/default-source/searo/bangladesh/2019-ncov/4-steps-to-take-off-ppe-and-coverall-en.pdf?sfvrsn=f252e527\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/searo/bangladesh/2019-ncov/4-steps-to-take-off-ppe-and-coverall-en.pdf?sfvrsn=f252e527_2). (Sep. 23, 2020)

World Health Organization.(2015f). Steps to take off personal protective equipment (PPE) including gown. [https://www.who.int/docs/default-source/searo/bangladesh/2019-ncov/2-steps-to-take-off-ppe-and-gown-en.pdf?sfvrsn=cf0c30c4\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/searo/bangladesh/2019-ncov/2-steps-to-take-off-ppe-and-gown-en.pdf?sfvrsn=cf0c30c4_2). (Sep. 23, 2020)