

2. BSL-4 施設で使用する陽圧防護服の開発

七戸 新太郎

大阪大学微生物病研究所 分子ウイルス分野

BSL-4 施設は、ヒトに対する病原性が高く、予防法や治療法のない微生物を研究するために必要な施設である。現在、世界 60 カ所以上ある BSL-4 施設では、陽圧防護服を用いたスーツ型の施設が主流となっている。2021 年 7 月に、本邦初のスーツ型 BSL-4 施設が長崎大学に建設された。陽圧防護服は、実験従事者を病原体から防護するための一次バリアとして重要であるが、その選定過程の詳細はほとんど明らかになっていない。本稿では、長崎大 BSL-4 施設で使用する陽圧防護服の選定過程について述べるとともに、独自に設計された国産の新しい陽圧防護服 (PS-790BSL4-AL) について紹介する。

1. はじめに

近年、COVID-19、鳥インフルエンザ、エボラウイルス病など様々な新興・再興感染症が発生し続けている。これらの原因となる病原体を取り扱うために、バイオセーフティ実験室が必要となる。バイオセーフティ実験室は Biosafety level (BSL) 1~4 に区分され、数字が大きくなるごとに安全度が高まる。最も安全度の高い BSL-4 実験室ではエボラウイルスやラッサウイルスなどの、人に対して病原性の高いウイルスを取り扱うことができる。BSL-4 施設はグローブボックスラボ (Class III cabinet line) とスーツラボ (Suit laboratory) の大きく 2 つのタイプに分けられる¹⁾。本邦の BSL-4 施設は、1981 年に国立感染症研究所にグローブボックスタイプの施設が設置されたが、様々な要因のために”実質的な BSL-4 施設”として稼働することがなかった。2015 年に一種病原体所持施設として大臣指定を受け、2019 年に一種病原体を搬入したことで、文字通り一種病原体所持施設かつ BSL-4 施設としての稼

働が始まった^{2,3)}。一方、世界ではスーツラボの BSL-4 施設が多く利用されている。2021 年 7 月、長崎大学にスーツ型 BSL-4 施設が竣工し、現在施設設備の試験運転を行っている。グローブボックスラボは、Class III キャビネットを用いているため、封じ込め施設としての安全性や管理面から優れるが、作業性に難点がある。一方、スーツラボは作業性の面で優れるが、作業者を防護する陽圧防護服 (以下、スーツ) の性能維持や施設維持における煩雑さが伴う。本稿では、新設された長崎大学の BSL-4 施設で新たにスーツを導入するために検討した事項を記すとともに、導入を検討しているスーツの機能や施設設備との適合性についても論考したい。なお、長崎大 BSL-4 施設設置については、すでに安田二郎博士によって概説されているので、そちらを参照されたい⁴⁾。また、本稿で紹介した内容の多くは、筆者が長崎大学に在職した期間 (2017 年~2020 年) に、新たにスーツを選定する初期の過程で調査した事項やその過程から学んだことをまとめたものであり、引き続き長崎大学で検討が行われていることをあらかじめご理解いただきたい。

2. BSL-4 実験室と陽圧防護服

現在、世界には 60 カ所以上の BSL-4 施設が存在しており、スーツラボが主流となっている。スーツラボにおいて、スーツは病原体を取り扱う作業を守る個人用防護服であり、その性能は作業者の安全を守るために極めて重要である。世界では現在、複数の製品化されたスーツが利用されている^{5,6)}。各スーツには作業者を保護するという前提があるものの、それぞれに特性があり、特に防護性能や作業

連絡先

〒565-0871

大阪府吹田市山田丘 3 番 1 号

大阪大学微生物病研究所

感染機構研究部門 分子ウイルス分野

TEL: 06-6879-8302

FAX: 06-6879-8303

E-mail: sshichi@biken.osaka-u.ac.jp

BSL-4 実験室の概要

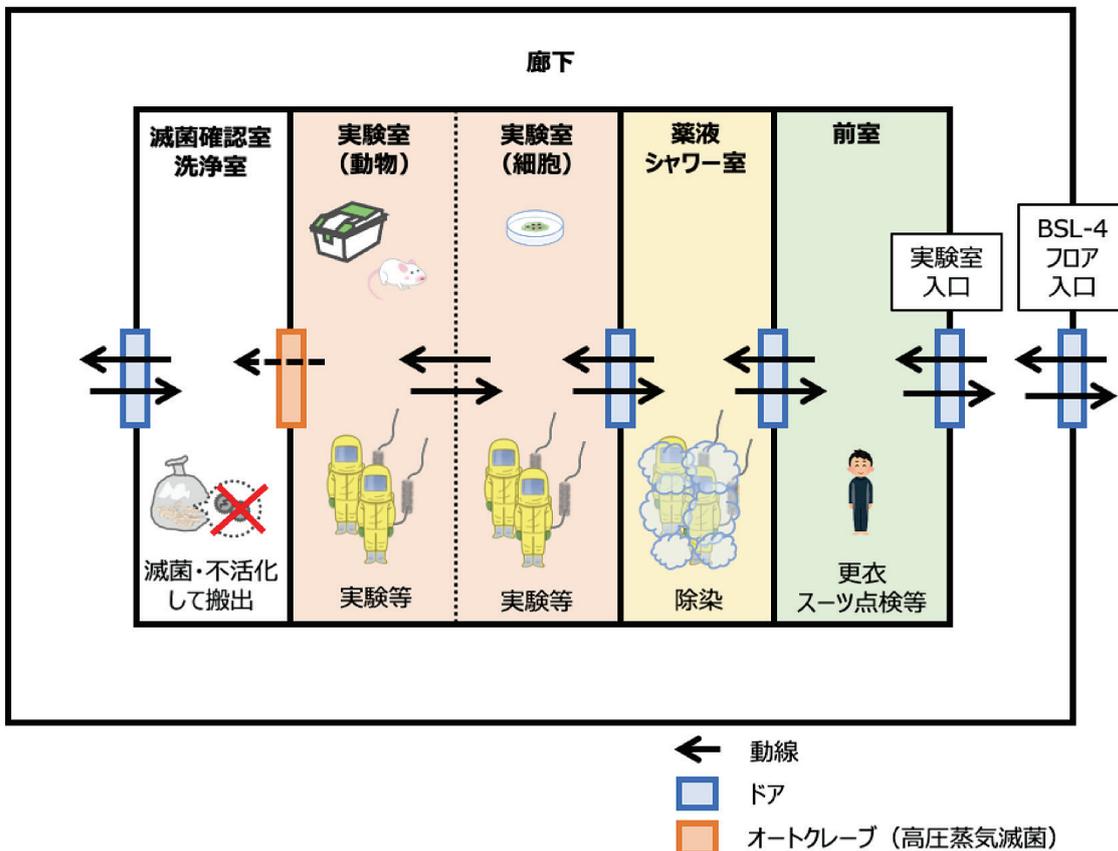


図1 BSL-4 実験室の概要と動線

BSL-4 実験室は回廊に囲まれて設置される。各入口では、セキュリティチェックが行われる。作業者は前室でスーツの点検を行った後、着用する。スーツ着用後は薬液シャワー室を通過して（入室時はスーツを除染しない）、BSL-4 実験室に入室する。実験室内で使用した廃棄物等はオートクレーブで所定の滅菌工程を経て、実験室外に搬出可能となる。作業後は、薬液シャワー室に入室し、消毒剤によるスーツの除染を経て、退室する。スーツ脱衣後は、個人用のシャワーを浴びて、体を洗った後、実験室を退室する。

性に違いが見られる。これらは元々、化学防護服もしくは防塵のために作られてきた。各スーツには長所と短所があり、それらの特性を考慮した上で、自分たちの施設に適合したスーツを選択する必要がある。

わが国での感染症や病原体の取扱いに関わる法令は、感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（感染症法）で規定されている。先にも述べたように、国内にスーツラボが存在しなかったことから、感染症法には陽圧防護服に関する具体的な規定はない。したがって、世界での標準的な指針である世界保健機関（WHO）バイオセーフティマニュアルや米国 Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL) が参考になるが、「全身を覆い、一体型、陽圧で HEPA フィルターを通した空気を供給する服」とされ、詳細には定義されていない^{1,7)}。実際に、海外で用いられているスーツは、上記の定義には

当てはまるものの、それぞれの性質は異なる。また、世界 60 カ所以上で BSL-4 施設が存在するものの、スーツの選定方法に関する詳細はほとんど明らかになっていないのが現状であり、新設したい国にとってはハードルが高くなる。このような状況の中、スイスで新しく BSL-4 施設を設置する際に、スーツを選定するために性能比較を行った報告がある⁸⁾。この論文では、当時 BSL-4 施設で使用されていた 3 種類のスーツの物理的強度、化学薬品（消毒薬等）への耐性、スーツの使用実感（機動性、快適性等）等について評価されている。スーツの物理的な強度はもちろん必要だが、BSL-4 実験室での作業を終えた後は必ず、薬液（消毒薬）シャワーを十分時間浴びた後に退室するため、化学的な防護性能が必須である（図 1）^{9,10)}。海外の BSL-4 施設で使用される消毒剤には、消毒効果を高めるために強力なアルカリ性を示すものがあり、それらに対する十分な耐



図 2 陽圧防護服の外観比較

ハニウェル社製 Air-Fed Suits-BSL4 は多くの BSL-4 施設で使用されている。重松製作所製化学防護服 PS-790-AL を BSL-4 施設用に改良したものが、PS-790BSL4-AL である。ハニウェル社製スーツは全体が大きく膨らんでいるのに対し、重松製作所製品はスリムな形態である。ハニウェル製スーツは頭部が広く透明であるため視界が明るいですが、歪みが生じる。重松製作所製品はいずれも歪みのないフェイスシールドになっているが、PS-790BSL4-AL は縦に拡げることによって手元を確認しやすくしている。PS-790-AL の製品写真は、重松製作所ホームページ (https://www.sts-japan.com/products/bougofuku/detail/ps_790_al.html) より引用した。

性を持った生地が必要である。なお、多くの施設では、第四級アンモニウム系消毒剤が用いられている。最終的にスイスの BSL-4 施設では、全てのバランスが最も良かった製品を選定したが、さらに重要なのは、陽圧防護服は施設側のバックアップ設備と一体で考慮すべき、と結論づけている点である。BSL-4 施設は、ユーザー目線（研究・実験で使いやすいかどうか）に注力するとともに、安全性を確保することが大前提であることを忘れず、維持管理や緊急時における施設との適合性を十分に検討しておくことが重要である。また、新型コロナウイルスによるパンデミックのような有事の状況下では、物流が滞ることに注意しなければならない。実際、2020 年から 2021 年ごろには、防護服、マスク、およびグローブ等の不足がウイルス研究に影響を与えるケースもあった。このような供給の停滞が起こると、BSL-4 施設の稼働に大きな影響を与えるため、施設使用で必須となる製品の供給ルートについても十分注意する必要がある。

3. 陽圧防護服の選定と改良

上述したように、陽圧防護服は単体で使用することができないため、施設空調等の維持管理システムとの適合性が

重要であり、各施設に合った陽圧防護服を選定する必要がある。我々は安定した供給が行われ、かつ、長崎大 BSL-4 施設が備える空気供給システムの空気供給能力に合う陽圧防護服の選定を行った。まず供給ルートを調べたところ、海外のスーツラボで主に用いられている製品（ハニウェル社、ドーバー社製品等）のうち、ハニウェル社製品のみが日本に輸入できるとわかった。ハニウェル社製品は、現在も多くのスーツラボで使用されており、使い勝手も良く、十分な実績がある（図 2）。しかし、国内代理店がないことが懸念事項として挙げられた。BSL-4 で使用するスーツは注意深くメンテナンスをする必要があり、メーカーのサポートが充実していなければ、トラブルに対応するのが難しくなると考えた。また、スーツに使用するグローブやパーツなどの関連製品の供給が、新型コロナウイルスの流行のような有事の際には停滞し、研究に支障が生じることがわかった。このように、供給ルートおよびサポート体制等を総合的に勘案し、可能な限り国産製品や国内でのサポート体制が充実している製品を用いることを考えた。また、ハニウェル社製品は、スーツの内圧を維持するために必要な空気量が 470 ~ 950L/min であり、BSL-4 実験室で同時に作業できる人数が制限される可能性があることも懸念され

表1 重松製作所製およびハニウェル社製陽圧防護服（スーツ）の性能比較

	重松製作所製 (PS-790BSL4-AL)	ハニウェル社製 (Air-Fed Suits-BSL4) *
用途	-BSL-4 実験室や生物学的または粒子による汚染の危険性が高い環境で用いる -再利用可 (除染後)	
材料	-PVC・ナイロン -気密、防水、耐圧ジッパー (TIZIP®)	-耐久性に優れた天然素材の PVC -密閉式ジッパー
サイズ	XXXXS ~ XXXXL (身長 152 ~ 194 cm、腹囲 56 ~ 130 cm)	XS ~ XXL
フェイスシールド	歪みのない PVC	PVC
スーツの色	黄色	白色
ブーツ	密閉された安全靴	オプション対応可能 (安全靴とブーツタイプ)
保管期間 (年)	5	3
給気弁	1カ所、腹部横	1カ所、腹部前方
HEPA フィルター	2重 (スーツ内部と外部に1カ所ずつ)	1重 (スーツ内部)
排気弁	後頭部に機械的な逆流防止弁	後頭部と左背部にマグネット弁
空気量	200-300L/min	470-950L/min
使用時のスーツの状態	膨らんでいるが、比較的細身	大きく膨らんでいる
気密試験	定量試験が利用可能	定性試験

PVC, ポリ塩化ビニル. * 製品情報は以下のサイトから引用した:

https://prod-edam.honeywell.com/content/dam/honeywell-edam/sps/his/en-us/products/respiratory-protection/documents/HS_honeywell-north-air-fed-suits_technical_air-fed_suits-mururoa-bsl4_tech-data-sheet_en.pdf

た (表1). そこで, 長崎大 BSL-4 施設の空気供給量 (安全管理上, 本稿には記載しない) に対応する国内製品を探したところ, 重松製作所製から陽圧の化学防護服が販売されていることがわかった. 次に, ハニウェル社製品 (Air-Fed Suits-BSL4) と国産の重松製作所製品 (PS-790-AL) について, 性能, 設備条件, ユーザー評価, 過去トラブルの検討, 安全管理面 (輸入, サポート) の比較を行った. ハニウェル社製品は視野も広く, 軽いため使用しやすく, スーツラボでの使用に合わせて改良されていることがわかった. この陽圧防護服は, 米国を含む海外の多くの BSL-4 施設で使用されており, 実際に使用経験がある日本人研究者も多い. 使用経験者からの得た意見として, 軽い生地は薄いため破れやすい, フェイスシールドに視界の歪みが生じやすく, 針等を取り扱う際に危険性が生じやすい, 排気バルブに逆流弁がなく, 急激な屈伸運動等によって実験室内の空気がスーツ内に逆流する危険性が生じる^{11,12)}, などが挙げられ, 安全管理面において改良すべきポイントが明らかになった. 一方で, 重松製作所製品は, 酸, アルカリ及び有機薬品の気体, 液体または粒子状の有害化学物質を取り扱う作業に従事するときに着用し, 有害化学物質の透過防止を目的として使用されている. 多少の重さはあるが, 生地が厚く丈夫である. また, フェイスシールドに視界の歪みがなくなるよう加工されているとともに, 排気バルブに逆流弁があるため, 視野がクリアであるとともに動きの制限も少ない. しかしながら, BSL-4 施設で行う作業に適しない部分が複数確認できた. このようにハニウェル

社製品と重松製作所製品を比較した結果, 安全管理上の観点から, 重松製作所製品を長崎大 BSL-4 施設に適合させるよう改良することにした.

まず, BSL-4 施設での使用実績において先行するハニウェル社製品の弱点を洗い出し, それらについても合わせて克服できるよう改良を行った. 紙面の都合上全ては述べないが, 作業性と安全性に関わる部分では主に, フェイスシールドの拡張, 空気供給ホースの HEPA フィルターの追加およびスーツ結合部への負荷軽減, カフの改良, 安全靴の改良を行った. まず, スーツラボでは病原体をクラス II 安全キャビネット内で取り扱うため, 座位での作業で手元が見やすいようにフェイスシールドを拡張する必要があった (図 3a). フェイスシールドは上下に 150mm 伸長することで, 広く, 歪みのないクリアな視界を確保した. BSL-4 実験室内では, 実験室内に複数ある空気供給ホースを繋ぎかえながら移動する. スーツのジョイントの内側には HEPA フィルターが装着されており, スーツ内のユーザーには常に清浄な空気が供給される. 空気供給ホースをスーツのジョイントに直接結合させると, スーツ側のジョイントの縫い合わせ部分に負荷がかかるため, 破れやすくなる. そこで, 短いコイル状のホースを追加することで, 空気供給ホースの繋ぎかえによってスーツにかかる負荷を軽減することにした (図 3b). また, この短いコイル状ホースに HEPA フィルターを装着することで, 万が一, スーツ内の HEPA フィルターが破損した場合に備えて冗長性を持たせることとした (図 3b). スーツには, 付け替え可

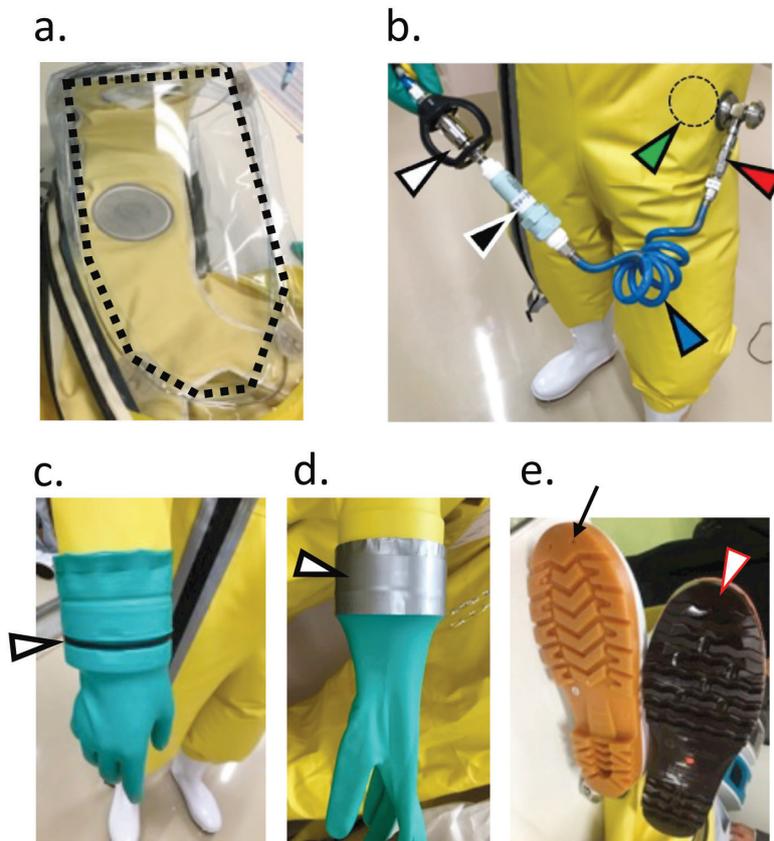


図3 PS-790BSL4-ALの主な改良部分

重松製作所 PS-790-AL を BSL-4 施設に適合させるため、改良を加えて PS-790BSL4-AL を作製した。フェイスシールド（頭部正面）を上下に拡張し、点線で囲った部分は歪みのない加工を施すことで、明瞭な視野を確保している (a)。あらかじめスーツ側の給気口（赤矢頭）につないだ HEPA フィルター（黒矢頭）を装着したコイル状ホース（青矢頭）と、実験室側の給気ホース（白矢頭）をつなぐ (b)。スーツ側の給気口内部には HEPA フィルターが装着されている（黒点線，緑矢頭） (b)。カフの O-リング（矢頭）設置数を 2 箇所から 1 箇所に変更 (c)、使用時にはグローブを O-リング（矢頭）の上に折り返し、カフをダクトテープで固定する (d)、従来品（矢印）から物が挟まりにくく濡れた床面でも滑りにくい安全靴（矢頭）を採用した (d)。

能な厚手のグローブを装着する。このグローブはスーツの気密を確保するため、密閉して固定する必要がある。固定方法には、グローブを挟み込んでロックするシステムや O-リングで留める方法などがあるが、今回 O-リングで密閉する方法を採用することにした。PS-790-AL では、元々 O-リングが 4 本（2カ所×2本）設置されていたが、2本（1カ所×2本）に減らすことで、点検・交換時等に取り外しやすくした（図 3c）。十分な気密を十分に取つつ、ダクトテープで適切に固定できるよう、カフの形状をミリ単位で検討しながら改良を加えた（図 3d）。BSL-4 実験室内の床面を消毒・洗浄する必要があるため、濡れた床面での滑り防止を施された安全靴を採用した（図 3e）。通常の安全靴は、靴底に細かな溝があり、BSL-4 実験室を退室する際に薬液シャワー室で溝を十分に洗い流せない可能性があ

る。靴底に付着した病原体の持ち出しを避けるため、靴底の溝に物が挟まりにくい構造のものを採用した。重松製作所の改良製品（PS-790BSL4-AL）とハニウェル社製品の主な性能の比較は、表 1 にまとめた。また、化学物質に対する耐性や血液透過性試験等のデータについては、筆者らが論文中にまとめているので、そちらを参照されたい¹³⁾。このように、様々な安全性能を長崎大 BSL-4 施設に適合させた PS-790BSL4-AL は、操作性、耐久性、および安定供給の面から、海外製品と同等以上の十分な性能を有しているものと考えられる。しかしながら、これまで BSL-4 施設での使用実績がないため、まだ明らかになっていない弱点があるかもしれない。実際に、エボラウイルス等の一種病原体を取り扱う前に十分な実績を積む必要があるだろう。

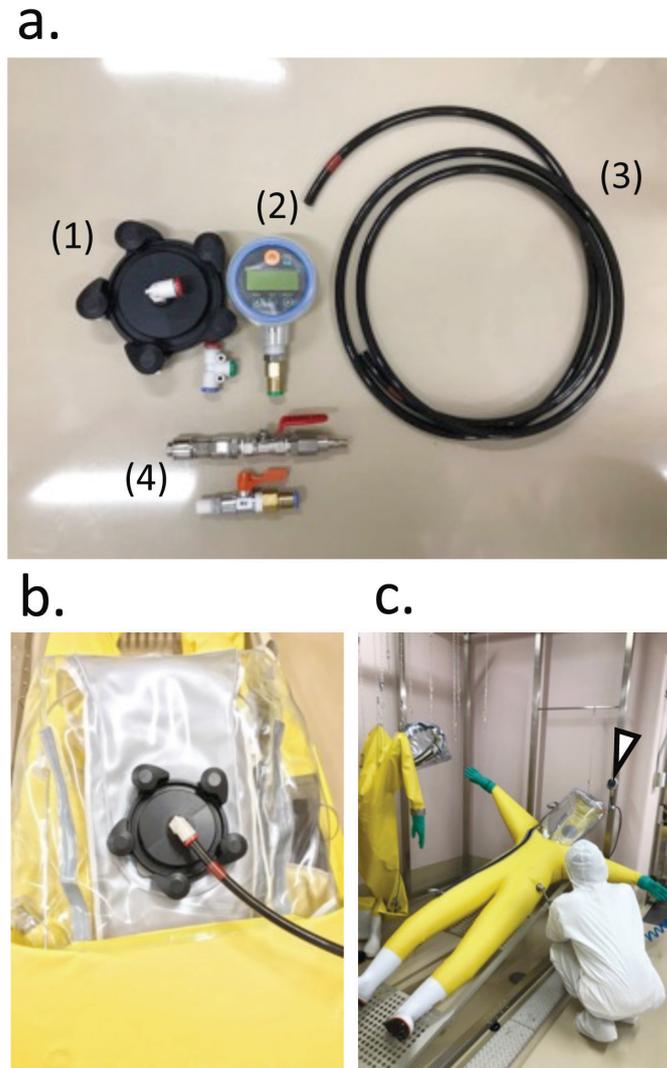


図4 圧力減衰試験による陽圧防護服の点検

使用器具は、気密保持具(1)、デジタル圧力計(2)、圧力計用ホース(3)、空気調整バルブ(4)で構成されている(a)。気密保持具を頭部背面の排気口に装着する(b)。デジタル圧力計(白矢頭)でスーツ内圧を確認しながら、調整バルブで所定の圧力まで空気を入れる(c)。その後、4分間の圧力減衰を確認する。

4. 陽圧防護服の点検

陽圧防護服の使用前には必ず点検を行う必要がある^{11,12)}。もし、スーツに破損がある場合、十分に気密を保てないため、修繕が必要になる。修繕できないほどの損傷である場合は、別のスーツを利用しなければならない。海外では日常点検を各ユーザーができるようにならなければならない。トレーニングは非常に重要である。長崎大で調査した海外施設においては、石鹼水を用いたりすることで破損を確認するため、官能試験の要素が強い。そのため、十分なトレーニングが必要で個人差も出やすく、一回の点検に時間を要する。これを改善するため、機械的かつ定量的に行うこと

で、点検時間の短縮と点検結果の個人差を減らすことを試みた。まず、日本工業規格(JIS規格)で定められる化学防護服の気密性試験(JIS T8032-1:2015)に基づきデジタル圧力計を用いて圧力降下を指標にすることで、気密性を確認することにした(図4a)。均等かつ適切に気密を取れるよう、5ヶ所のクランプを装着した気密保持具で排気口を塞いだ後、送気ホースで空気供給を行い $1.00 \pm 0.05\text{kPa}$ に調整する(図4b,c)。その後、4分間の圧力降下が20%未満(内圧が 0.80kPa 以上)であることを確認する(JIS T 8115:2010)。ピンホール等の詳細な位置は、石鹼水等を用いて探さなければならないが、日常点検は従来の方法よりも格段に早くなり、作業時間の短縮につながる可能性が

ある。また、もう一つの利点として、圧力を確認しながら空気供給できるため、過剰な空気供給によるスーツの破損防止にもつながる。引き続き、試験的な運用経験を重ねながら、多重の安全なシステムを構築していく必要はあるものの、この定量的なシステムは、時間的な制約の大きいBSL-4施設での作業時間の短縮に役立つと考えている。

5. おわりに

スーツは、スーツラボにおいて作業防護の要である。長崎大BSL-4施設に適合した”サステナブルな陽圧防護服”の開発を目指し、安全性・作業性・維持管理の多角的な視点から分析を行った。まず、海外製品と国内製品の性能比較を行い、各スーツの長所短所を分析した。スーツ自体の性能および安全管理面を総合的に勘案し、既存の国内製品を改良することにした。改良にあたって、防護性能および作業性能を高めるとともに、施設のバックアップ設備との適合性にも注力した。さらに、スーツの気密性点検器具を新たに作製することで、点検時間の短縮と容易化を試みた。このように、想定できる範囲で長崎大BSL-4施設での使用に適したPS-790BSL4-ALを作製したが、“完成版”ではないことをご理解いただきたい。今後、施設での実地検証を行い、さらに改良を加えながら、より実践的なスーツにすることは、BSL-4実験室で安全かつ適切な実験を実施するために不可欠である。実際に諸外国においても、スーツは初期のもの比べて改良が加えられている。長崎大BSL-4施設でこれからPS-790BSL4-ALの実地検証が行われ、さらなる進化を遂げることを願ってやまない。これまで、スーツ開発についてはほとんど公開されていないため、本稿ではあえて開発過程の細かな点についても記述した。もし将来、新たにスーツ型BSL-4施設を設置する場合に、本稿がスーツ導入の参考になれば幸いである。

謝辞

本稿を執筆する貴重な機会を与えてくださいました野田岳志先生、渡辺登喜子先生に深く感謝申し上げます。BSL-4施設は世界でもその数が限られることから、関連分野のマーケットは小さく、関連メーカーは手を出しづらい分野と考えられます。このような状況でも、国益を尊重し、協力してくれた重松製作所にはこの場を借りて深く感謝申し上げます。PS-790-ALの開発に携わられた国立感染症研究所(現・信州大)の篠原克明先生には、PS-790BSL4-AL開発の様々な過程において、スーツの性能に関する事項のみならず、法令や関連規格等についての包括的なご助言をいただきました。BSL-4施設の熟練者である奥村敦先生(米国NIH)、櫻井康晃先生(長崎大)、およびJulian Druce先生(豪州・Victorian Infectious Diseases Reference Laboratory)には、BSL-4施設における数多の注意事項からスーツの実際の使用感・改善すべき点に至るまで多岐に渡り、詳細にご助言を

いただきました。Linda Wright先生(豪州・Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO))とHervé Raoul先生(仏国・Laboratoire P4 INSERM – Jean Mérieux)には、BSL-4施設のバイオリスク管理に関わる多くのご助言をいただきました。これらの先生方をはじめ、有益なご助言をいただいた多くの先生方に深く感謝申し上げます。また、新設するスーツラボで新たなスーツを導入するという初めての試みで、日々議論しながら模索し、共に開発を推し進めてくれた長崎大学感染症共同研究拠点施設・安全管理部門(現・高度感染症研究センターバイオリスク管理部門)の中嶋建介先生、黒崎陽平先生をはじめ、関係各位にも改めて感謝申し上げます。本稿で記載されている研究の一部は、国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)の課題番号21fk0108616h0001, 21fk0108616s0201, 22fk0108616s0002, 22fk0108616s0202の支援を受けて実施されました。

利益相反の開示

本稿に関し、開示すべき利益相反状態にある企業等はありません。

参考文献

- 1) World Health Organization. Laboratory biosafety manual, 3th ed. p.26, 2004. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9241546506>
- 2) Shen, H. Ebola spurs creation of Japan's first maximum-security biolab. *Nature* 524, 274–275, 2015.
- 3) Zastrow M. Japan import deadly viruses. *Nature* 574, 306-307 (2019).
- 4) Yasuda J. BSL-4 facility and New Virus research in Japan. *Uirusu* 72, 1-6 (2022).
- 5) Enserink M. Biosafety labs. Space suits with that 'je ne sais quoi'. *Science* 299, 813, 2003.
- 6) Kasloff SB, Marszal P, Weingartl HM. Evaluation of Nine Positive Pressure Suits for Use in the Biosafety Level-4 Laboratory. *Appl. Biosaf.* 23, 223-232 (2018).
- 7) U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, & National Institutes of Health. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 6th ed. P. J. Meechan & J Potts (Eds.), p.51-69, 2020. Available at: <https://www.cdc.gov/labs/BMBL.html>
- 8) Kumin D, Krebs C, Wick P. How to choose a suit for aBSL-4 laboratory - The approach taken at SPIEZ LABORATORY. *Appl. Biosaf.* 16, 94-102, 2011.
- 9) Klaponski N, Cutts T, Gordon D, Theriault S. A study of the effectiveness of the containment level-4 (CL-4) chemical shower in decontaminating dover positive-pressure suits. *Appl. Biosaf.* 16, 112-117, 2011.
- 10) Parks S, Gregory S, Fletcher N, Pottage T, Thompson KA, Lakeman J, Jhutti A, Walker JT, Bennett A. Showering BSL-4 suits to remove biological contamination. *Appl. Biosaf.* 18, 162-171, 2013.

- 11) Mazur S, Holbrook MR, Burdette T, Joselyn N, Barr J, Pusch D, Bollinger L, Coe L, Jahrling PB, Lackemeyer MG, Wada J, Kuhn JH, Janosko K. Safety Precautions and Operating Procedures in an (A)BSL-4 Laboratory: 2. General Practices. *J Vis Exp*. 116, 53600, 2016.
- 12) Janosko K, Holbrook MR, Adams R, Barr J, Bollinger L, Newton JT, Ntiforo C, Coe L, Wada J, Pusch D, Jahrling PB, Kuhn JH, Lackemeyer MG. Safety Precautions and Operating Procedures in an (A)BSL-4 Laboratory: 1. Biosafety Level 4 Suit Laboratory Suite Entry and Exit Procedures. *J Vis Exp*. 116, 52317, 2016.
- 13) Shichinohe S, Sakurai Y, Hayasaka D, Yamada E, Shinohara K, Kurosaki Y, Nakajima K. Development of a novel positive pressure protective suit for Biosafety Level 4 laboratory in Japan. *Jpn J Infect Dis*. in press, 2022.

Development of a positive pressure protective suit for BSL-4 laboratory

Shintaro SHICHINOHE

Department of Molecular Virology, Research Institute for Microbial Diseases, Osaka University

Biosafety Level 4 (BSL-4) laboratories are required for research on microorganisms that are highly pathogenic to humans and for which there are no prevention or treatment methods. Currently, the majority of BSL-4 laboratories in more than 60 around the world are suit-type laboratories using positive pressure protective suits. In 2021, the first suit-type BSL-4 laboratory in Japan was constructed at Nagasaki University. Positive pressure protective suits are important as primary barriers to protect workers from pathogens, but the selection process has been largely unexplored. Here, I describe the selection process for the positive pressure protective suits to be used at the BSL-4 laboratory of Nagasaki University, and introduce a novel positive pressure protective suit (PS-790BSL4-AL), which was originally designed and produced in Japan.