2022 年 3 月作成

浮遊カビ等からの人体の防護に関するマニュアル[1]

水損した文化財やそれが保管されている建物では、多量のカビが発生していることが多いため、文化財のレスキューにあたっては、作業者のカビによる健康被害の防止に十分留意する必要がある。

カビの中には、呼吸器に入って病原性を示すものや、体力が低下しているときに日和見感染を起こすものもある。また燻蒸殺菌済みであっても、残っている多量のカビにより各種のアレルギー反応が引き起こされる場合もある。また、カビが産生する毒素を吸入すると、健康被害が起きる場合もある。さらに死んだカビの微細断片もアレルギー反応等の健康被害を引き起こすことから、このような微細粉塵全般について吸入しない対策が必要となる。

本マニュアルは、カビが発生した資料を扱う作業においてこれらのリスクを回避するため、浮遊カビの汚染度に応じた防護具の選択について記載したものである。

また、本マニュアルと「室内労働環境の浮遊カビの測定・評価と浮遊カビ等からの防護に関する管理基準（ガイドライン）」（以下、「ガイドライン」とする）は一対をなし、浮遊カビ数に対応した汚染度については、「ガイドライン」を参照する。

１）強汚染または汚染の場合の作業区域

（1,000 cfu/m³以上あるいは単一ないし数種類のカビで 600～1,000 cfu/m³程度）

マスク

カビ等が呼吸器に入って肺炎等を起こさないよう防じん性能の高い産業用マスク（DS2 およびそれ以上の防じん性を有するマスク）を着用する[2]。マスクを正しく選択すること、顔面とマスクの隙間からの漏れ込みを減らすこと、マスクの表面に付着した有害物質を体内に取り込まないようにすることは、マスクのフィルター性能と並んで、場合によってはそれ以上に重要である。（留意事項 3 を参照）

ゴーグル

眼に悪影響がないように原則常時着用もしくは携行を推奨する。ただしゴーグルは内側が曇り、危険になる場合があるので、常時着用は義務づけない。ゴーグルは曇り止め加工がされており、顔面に密着するものを選択する。

アイソレーションキャップ、防護服に付属しているフード等

毛髪にカビ等がつかないように着用する。

作業着

作業着は使い捨ての防護服（つなぎの不織布製白衣等）ないし一般的な作業服とする。

ただし後者については、作業終了後、付着したカビを飛散させないように袋等に密閉して持ち運び、適切に殺菌を行う。作業服の殺菌については、以下のいずれかの方法等で実施する。

①塩素系漂白剤を洗濯用洗剤といっしょに使う。
※塩素系漂白剤は、酸性の製品、アルコール（消毒用エタノール等）と混ぜると、有毒なガスが発生して危険なので注意すること。
※塩素系漂白剤は漂白力が強く、染料まで脱色してしまうことがある。
②酸素系漂白剤を 40℃くらいのぬるま湯に溶かし、つけおきしてから、水ですすぐか洗濯する。

---

[1] 本マニュアルは、2021 年 5 月 18 日に制定された「川崎市市民ミュージアム　カビの防護に関するマニュアル」（作成／川崎市市民ミュージアム、助言／NPO 法人カビ相談センター）を参考にして、国立文化財機構文化財防災センター、東京文化財研究所が作成したものである。作成にあたっては NPO 法人カビ相談センターの助言を得た。

[2] 厚生労働省が定める国家検定に合格した使い捨てかつ固体粒子対応の産業用マスクには、DS3、DS2、DS1 の三つの区分があり、数字が大きくなるに従って粒子捕集効率は高くなるが、その分呼吸もしにくくなる。防じん性能の高い産業用マスクについては、次ページ以下で説明を加えている。

２）準清浄または清浄の場合の作業区域（1,000 cfu/m³未満）

マスク

少なくとも DS1 相当マスクまたは日本産業規格等に適合した不織布マスクを着用する[3]。

ただし 1,000 cfu /m³以下の場合の作業区域であっても、燻蒸の前後にかかわらず、カビが付着した資料を出し入れする、クリーニングする、固着した紙資料を分離する等の作業（カビが付着している資料に長時間近接して行う作業）では、強汚染または汚染の場合の防護方法に準じる。

作業着

一般的な作業服とする。

ゴーグル

必要に応じて使用を検討する。

アイソレーションキャップ、手ぬぐい等

必要に応じて使用を検討する。

[3] 日本産業規格に適合した不織布マスクについては p.5 を参照のこと。

留意事項

留意事項１

強汚染または汚染の場合の作業区域で最も気をつけるべきことは、カビ等を吸引しないようにすることである。DS2 およびそれ以上の防じん性能を有するマスクの着用は原則必須として、作業服は熱中症の防止を優先した総合的なリスク管理のもとで選択する。

留意事項２

空中を浮遊するカビの胞子の最小の大きさはおよそ 2 μm である。2μm の粒子を DS1 マスクは 98%、DS2 マスク、DS3 マスクは 99%捕集する[4]。胞子の捕集に限定すれば、DS1 マスクも高い性能を持っているといえる。

ただし、本マニュアルの冒頭に記した通り、アレルギー等の健康被害は、生きているカビだけではなく、死んだカビ、そして 2 μm よりも微細なカビの断片（死んだカビの胞子や菌糸断片等）によっても引き起こされることが明らかになっている[5]。強汚染または汚染の作業区域においては、このような 2μm 未満のカビの断片がきわめて大量に発生し浮遊している可能性が高いため、作業時には DS2 およびそれ以上の防じん性能を持つマスクを正しく装着する必要がある。

留意事項３[6]

いかに防じん性能の高いマスクであっても、顔に合ったサイズ･形状のマスクを選択したうえで装着しないと、フィルター以外の部分、つまり鼻やあご等とマスクの隙間から大きな漏れ込みが生じて防じん性は保証されなくなる。装着前にマスクのサイズ･形状を必ず確認し、使用製品のメーカー等によるイラストや写真入りの装着説明図や動画を事前に確認することがきわめて重要である[7]。装着の際は、（ノーズクリップのあるものは顔の形に合うように折り曲げることも含め）顔面とマスクの隙間からの漏れ込みを減らす訓練を行ない、フィットチェックを実施すること[8]。また使用中、使用後のマスクの表面には有害物質が付着している可能性があるので、手指で触れる等により体内に取り込まないようにすること。

留意事項４

p.4 の規格一覧表からもわかるように、粒子捕集効率の設定は各国の規格においていずれも 3 段階となっている。またスリーエム社が公開している資料「N95、DS2 相当の防じんマスク規格の国際比較」は、規格適合を認定されたマスクの性能について「互いに非常によく似ているため、同じように機能することが期待される」と記載するとともに[9]、「自国の呼吸用保護具の規格を確認し、自国の公衆衛生当局の定める保護具の選択についての指針を確認する必要」があると推奨している[10]。

留意事項５

---

[4] DS1 マスクは規格上 80%以上の粒子捕集効率を持つが、この数値は空力学質量中位径 0.3μm（数量中位径では 0.08μm）に対してのものであり、2 μm の粒子については 98%捕集する。下記サイトには欧州の規格に関する捕集効率のグラフが掲載されている（p.19）。
https://www.palas.de/file//q95225/application/pdf/Dr.+Schmalz_Dr.+Haep_Palas+AFiS+2020.pdf+%282%29.pdf（2022.1 参照）

[5] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC126767/（2022.1 参照）

[6] 平成 17 年 2 月 7 日付の通達「防じんマスクの選択、使用等について」に関しては、厚生労働省ホームページ内のサイトを参照のこと。
https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00tc2747&dataType=1&pageNo=1 (2022.1 参照)

[7] 環境省ホームページ内のサイトも参照のこと。https://www.env.go.jp/jishin/attach/asbestos_mask-set_v2.pdf (2022.1 参照)

[8] 専用の機器やツールを用いたフィットチェックが望ましいが、本マニュアルでは継続可能な、簡易な方法のみ紹介する。厚生労働省ホームページ内のサイトを参照のこと。
https://kanairodo.mhlw.go.jp/worker/harmful/dust_popup02.html (2022.1 参照)

[9] https://multimedia.3m.com/mws/media/1841199O/comparison-ffp2-kn95-n95-filtering-facepiece-respirator-classes-japanese.pdf（2022.1 参照）なお本マニュアルにおけるマスクの性能の記載についてはスリーエム ジャパン株式会社の助言を得た。

[10] 「互いに非常によく似ている」との記載があるが、実際には日本の DS2, DS3 と、米国の N95, N99, N100 を流量 40 リットル/分に換算して比較すると呼吸のしやすさの規格値に大きな違いが見られ、DS シリーズの方がより楽な呼吸を要求する規格値となっている（p.4 の表を参照のこと）。

一般にマスクの粒子捕集効率が上がれば呼気抵抗及び吸気抵抗も上がる。つまり呼吸がしにくくなる。また規格を満たしているマスクでも製品のシリーズによって呼吸のしやすいものとそうでないものがある。文化財の緊急搬出時等、心肺機能に負荷がかかり、心拍数、呼吸数が多くなる作業については、周囲の環境（浮遊カビ、粉塵、温湿度等）と作業による負荷、熱中症の可能性[11]、呼吸のしやすさ､その他の状況を総合的に考慮してマスクを選択し、リスク管理を行う必要がある。

留意事項６

緊急搬出等、文化財のレスキューの初期の現場では、切創や刺創の危険性が伴うこと、カビだけでなく現場にある液体や気体、粉塵や細菌等が不詳であること等から十分な防護具を選択する必要はあるが、環境が改善されていけば、現場に適した防護具を選択できる。

一例を挙げれば、化学防護服のタイベック®ソフトウェアには I～III 型があり、III 型は感染症、家畜感染症、アスベスト、ダイオキシン、化学薬品、化学物質、放射性粉塵から防護する目的で製造されている[12]。病原性の強い細菌やカビ、さらに細菌より小さいウイルスから防護できるものであり、一般に危険因子が多い初期の現場には適している。環境が改善した作業区域では、II 型や I 型、あるいはそれに近い性能をもつ各メーカーの使い捨て防護服（ガウンも含む）や一般的な作業服で対応可能である。

留意事項７

気温や湿度の高い環境では、熱中症になりにくい吸湿・速乾・通気に優れた作業服を選択する。その際セパレーツタイプやガウンの着用も選択肢に入れる。

留意事項８

作業区域ではその作業環境に適した靴（安全靴、底の厚い靴、長靴、短靴、スリッパ等）と手袋（耐切創用手袋､ニトリル手袋等）を用いる。素手の繊細な感覚が必要な応急処置作業もあるが、手指に傷口やささくれ等がある場合は必ずニトリル手袋等を着用する。なお、手袋の着用は作業者に対するさまざまなリスクを低減するためであり、カビ対策に限るものではない。

留意事項９

本マニュアルは、主に浮遊カビに対する防護具の選択の目安を記しているが、浮遊カビ以外の粉塵や液体等の対象から人体を防護する必要があれば、対象に応じて適切な防護具を選択する。たとえば汚染水がある作業場等では耐水性の使い捨て防護服ないし作業服を用いる。

留意事項 10

カビによる健康被害の可能性と防護の必要性については冒頭で述べた通りであるが、とりわけアレルギー体質を有している人、ステロイド等の免疫抑制薬を服用している人、肺疾患や糖尿病等の持病がある人等はレスキュー作業に参加しないよう要請する。

---

[11] 熱中症対策としては防護具の適切な選択の他、頻繁な休憩と水分の補給、作業環境の改善、作業の中断等が挙げられる。

[12] https://www.tyvek.co.jp/pap/choice/protection_level/（2022.1 参照）

マスクに係る参考資料

1. 産業用マスク[13]

文化財のレスキューに用いられることが多い、DS2 等使い捨てかつ固体粒子対応の産業用防じんマスクを中心にして、日本、米国、欧州の規格を参考のため以下のようにまとめた。

日本の防じんマスクの国家検定規格（昭和 63 年労働省告示第 19 号）については以下のサイトを参照のこと。https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=74041000（2022.1 参照）

防じんマスク　日本、米国、欧州の規格の比較　－　DS2 等使い捨て式かつ固体粒子対応の捕集を中心にして－

	日本　国家検定規格	米国　NIOSH 規格	欧州　EN 規格
試験粒子	塩化ナトリウム（粒子径：0.06～0.10μm。粒子径は個数基準中央径）	塩化ナトリウム（粒子径：0.075±0.02μm。粒子径は個数基準中央径）	塩化ナトリウム（粒子径：0.6μm。粒子径は質量基準中央値）。個数基準中央径では 0.06μm に相当する）
試験流量	85 リットル／分	85 リットル／分	95 リットル／分
粒子捕集効率	使い捨て式 100mg 供給させる間の最低値 DS1: 80.0%以上 DS2: 95.0%以上 DS3: 99.9%以上	使い捨て式 200±5mg 供給させる間の最低値 N95:　95.0%以上 N99:　99.0%以上 N100:　99.97%以上	使い捨て式 測定開始から 3±0.5 分後の測定値 FFP1: 80.0%以上 FFP2: 94.0%以上 FFP3: 99.0%以上
マスクの規格に用いられている頭文字等	D : Disposal（使い捨て式） R : Replaceable（取替え式） S : Solid（固体） L : Liquid（液体）	N: Not resistant to oil（オイルミスト非対応）	FFP: Filtering Face Piece（フィルタリングフェイスピース）
吸気抵抗試験流量	40（リットル／分）	85（リットル／分）	30 及び 95（リットル／分）
吸気抵抗 （　）内は排気弁付	DS1: 45Pa 以下（60Pa 以下） DS2:50Pa 以下（70Pa 以下） DS3:100Pa 以下（150Pa 以下）	N95:　343Pa 以下 N99:　343Pa 以下 N100:　343Pa 以下	30 リットル／分 FFP1: 60Pa 以下 FFP2: 70Pa 以下 FFP3: 100Pa 以下 95 リットル／分 FFP1: 60Pa 以下 FFP2: 70Pa 以下 FFP3: 100Pa 以下
Pa（パスカル）の値が小さいほど吸気抵抗は小さい＝呼吸が楽。ただし試験流量が規格によって異なる場合は、換算の上比較する必要がある。たとえば N95, N99, N100 のマスクの吸気抵抗を DS マスクの試験流量（40 リットル／分）に換算した場合、約 166Pa となる。			
排気抵抗試験流量	40（リットル／分）	85（リットル／分）	160（リットル／分）
排気抵抗 （　）内は排気弁付	DS1: 45Pa 以下（60Pa 以下） DS2:50Pa 以下（70Pa 以下） DS3:100Pa 以下（150Pa 以下）	N95:　245Pa 以下 N99:　245Pa 以下 N100:　245Pa 以下	FFP1: 300Pa 以下 FFP2: 300Pa 以下 FFP3: 300Pa 以下
Pa（パスカル）の値が小さいほど排気抵抗は小さい。たとえば N95, N99, N100 のマスクの吸気抵抗を DS マスクの試験流量（40 リットル／分）に換算した場合、約 115Pa となる。			
備　考	DS シリーズの他、オイルミスト（試験粒子：フタル酸ジオクチル）に対応した使い捨ての DL シリーズがある。 また取替え式の RS シリーズ、取替え式の RL シリーズがある。 いずれも試験流量及び捕集効率の 3 区分（80.0%以上、 95.0%以上、99.9%以上）は同じである。	N シリーズのほか、 抗オイルミスト（試験粒子：フタル酸ジオクチル）の R シリーズ、オイルミスト対応の P シリーズがある。 いずれも試験流量及び捕集効率の 3 区分（95.0%以上、 99.0%以上、99.97%以上）は同じである。 なお、この列における N シリーズは産業用マスクを指す。医療用 N95 は含んでいない。	FFP シリーズは、固体粒子及びオイルミスト（試験粒子は塩化ナトリウム及びパラフィンオイル）の両方で試験される。また取替え式の P シリーズがある。 いずれも試験流量及び捕集効率の 3 区分（80.0%以上、 94.0%以上、99.0%以上）は同じである。
マスクについては、ここで比較した規格の他、中国の KN95、:オーストラリア及びニュージーランドの P2 (AS/NZS 1716:2012)、韓国の Korea 1st Class(KMOEL -2017-64)、ブラジルの PFF2（ABNT/NBR　13.698.2011）等がある。これらについては注 9 で紹介しているサイトを参照のこと。			

[13] 本参考資料における産業用マスクの性能の記載についてはスリーエム ジャパン株式会社の助言を得た。

1. 産業用マスクのうち使い捨て式と取替え式のマスク

産業用マスクには使い捨て式と取替え式があり、それぞれに液体粒子対応（オイルミスト等）のシリーズと固体粒子対応のシリーズがある。文化財のレスキュー等には DS2 等、使い捨てかつ固体粒子対応の産業用防じんマスクがよく用いられていることから、本マニュアルでもそれを中心に紹介しているが、長期間使用するのであれば、取替え式マスクは有用である。一般的に密着の性能も高い。

2. 取替え式のマスクのうち、RL シリーズと RS シリーズ

日本の規格の場合、取替え式のマスクには液体粒子対応の RL シリーズと固体粒子対応の RS シリーズがあるが、RL シリーズは、実際には液体粒子と固体粒子双方を防護するので、RS シリーズより上位に位置付けられているとされている。

3. 日本産業規格（JIS）における医療用マスクと一般用マスク

2021 年 6 月 16 日付で、産業用以外のマスクに関する日本産業規格（JIS）が制定された。
https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210616002/20210616002.html（2022.1 参照）
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_19244.html（2022.1 参照）
概要等は以下の通りである。

番号	JIS T 9001
名称	医療用マスク及び一般用マスクの性能要件及び試験方法
概要	微小粒子や飛まつ等の体内への侵入を防御・空気中への飛散を防止することを目的とした、医療用・一般用マスクについての規格

番号	JIS T 9002
名称	感染対策医療用マスクの性能要件及び試験方法
概要	医療施設において感染症にり患している患者等に対し、手術、治療又は接近する医療従事者などが使用するマスクについての規格

本ガイドライン及びマニュアルにおいて、準清浄または清浄の作業区域で着用を推奨している日本産業規格に適合した不織布マスクは、JIS T 9001 のうちの一般用マスクである。

4. 液体防護性をもった医療用マスク

N95 マスクは、NIOSH（米国労働安全衛生研究所）規格に合格したマスクである。医療用 N95 マスクと産業用 N95 マスクが存在するので、N95 マスクに言及する場合は、そのどちらを意味しているか明らかにした方が良い。

医療用 N95 マスクが産業用マスクと大きく異なる点は、液体防護性、すなわち外科手術で患者の体液等が医療従事者のマスクの内側に浸透すること等を防ぐ性能である。医療用 N95 マスクの供給に影響を及ぼすことがあるため、液体防護性が必要とされない文化財レスキュー等の現場では用いないことが望ましい。同様のことは、日本産業規格 T9001 及び T9002 のうち液体防護性をもった日本の医療用マスクについてもあてはまる。

5. 一般用マスクのうちの不織布マスク[14]の装着法

米疾病対策センター(CDC)の実験（2021 年 2 月 10 日公表）によれば、不織布マスクを顔に密着させた場合、空気中を漂う微粒子（エアロゾル＝記事内では 10μm 以下と定義）は 90%超捕集され、密着していない着用では 42%であった。

https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/70/wr/mm7007e1.htm?s_cid=mm7007e1_w（2022.1 参照）

この論文は、マスクを密着させることが大事であると強調しているが、その方法として、「不織布マスクの上に布製マスクを覆う（二重マスク）」、「不織布マスクの紐に結び目を入れる」、「マスクフィッターを使う」、「マスクの上からナイロンで覆う」（薄いナイロン製のストッキング素材をマスクの周りにまく）といった選択肢を提案している。

---

[14] 一般用マスクのうちの不織布マスクを「サージカルマスク」と呼ぶ例があるが、他方、医療用マスクを「サージカルマスク」と呼ぶ例も見られる。サージカルマスクについては現在統一的な定義がないため本マニュアルではこの語を用いない。CDC は不織布マスクを Medical Procedure Masks と呼んでいる。

https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/your-health/effective-masks.html（2022.1 参照）

不織布マスクの捕集効率に関して、ウイルスを想定して用いられている試験粒子の大きさは約 0.1μm であり、空中を浮遊するカビの胞子の最小の大きさ（およそ 2μm）より小さいが、密着性能は産業用マスクと比べると低いので、漏れ込みを少しでも減らせるよう装着法については十分留意すること。