

「マルチミスト[®]」カートによる居室内除菌の性能評価

四本 瑞世 緒方 浩基 奥田 覚
(本社技術本部)

野溝 貞良 三浦 良介 森 良史
(本社技術本部) (大林ファシリティーズ) (大林ファシリティーズ)

Decontamination Performance Evaluation of “Multi Mist[®]”Cart in Room

Mizuyo Yotsumoto Hiroki Ogata Satoru Okuda
Sadayoshi Nomizo Ryosuke Miura Yoshifumi Mori

Abstract

Herein, the applications and performance test results of “Multi Mist[®],” a mist spraying decontamination system for rooms, is reported. First, a portable integrated cart to decontaminate indoor space efficiently is developed. The cart is made compact such that it can move smoothly inside a room. A touch-panel-type operation plate is held such that the spraying operation can be operated easily, and two kinds of automatic spray control methods by either humidity or duration time can be selected. Next, decontamination tests were conducted in an elderly care facility and a kitchen using the portable integrated cart. The high contamination risk places are evaluated by microorganism surveys. Subsequently, the system’s decontaminating performances are verified by applying to those high-risk places. Finally, its decontaminating ability is confirmed.

概要

薬剤ミスト噴霧による除菌技術「マルチミスト[®]」の居室内除菌の性能評価として、本報では、「マルチミスト[®]」カートを用いた除菌方法、及び介護老人保健施設と厨房における除菌性能評価の結果について報告する。はじめに、居室内の除菌を効率的に行うために一体型カート(マルチミストカート)を作製した。カートは、家具等が置かれた居室内をスムーズに移動できるようコンパクト化を図るとともに、噴霧作業を簡易に操作できるようタッチパネル式とし、噴霧は、湿度及びタイマーによる自動噴霧制御の2方式を選択できるようにした。次に、マルチミストカートによる居室内除菌の適用先として有望と考えられる介護老人保健施設と厨房の2か所で除菌試験を行った。付着細菌数の調査より汚染リスクの高い場所を評価するとともに、リスクの高い場所での除菌評価を行い、ミスト除菌による除菌効果を確認した。

1. はじめに

O157やノロウイルス、インフルエンザなどの流行を背景に、医療・福祉施設や子供の利用が多い施設での接触感染を予防するため、手すりや什器など環境表面の除菌のニーズが高まっている。筆者らは、環境表面の除菌技術として、薬剤ミスト噴霧による除菌技術「マルチミスト[®]」を開発している¹⁾。薬剤は、Fig. 1に示すように、圧縮空気により微細化したミストで噴霧されるため、少ない噴霧量でも薬剤が遠くまで拡散し、短時間で室内全体に行き渡る特長がある。必要な設備は、薬剤供給ユニット、コンプレッサ、噴霧ノズルであり、大型の設備は必要としない。

これまでに、病室モックアップ実験室における除菌検証試験より、薬剤を微細なミストで噴霧することで、ドアノブやベッド手すりだけでなく、ベッド下の床面も除菌できることを確認した²⁾。

さらに、病院解体工事におけるアスペルギルス症対策として、マルチミストを応用した「アスペルバスター[®]」を開発している。アスペルギルス菌(カビ)が多く存在

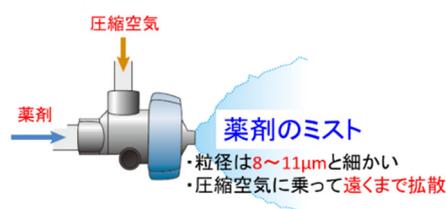


Fig. 1 二流体噴霧ノズル
Atomizing Nozzle

する天井裏を、可搬型のマルチミストを使用して薬剤をミスト噴霧し、除菌後に天井ボードを解体することで、工事由来のアスペルギルス飛散リスクを低減する技術であり、実際の解体工事で98%の除菌効果を確認した³⁾。

本報では、マルチミストによる居室内除菌方法として、除菌を効率的に行うために作製した「マルチミスト[®]」カートの概要、及び実空間への適用例について述べ、実

際の除菌性能評価の結果について報告する。

2. マルチミストカートによる居室内除菌の適用対象

本技術は、マルチミストカートを用いて居室内を除菌する技術である。O157やノロウイルス、インフルエンザなど感染症が発生した時や、厨房やトイレなど食中毒や感染症が気になる場所の定期的な除菌を想定しており、建物の清潔や衛生管理サービスへの活用を考えている。

そのため、除菌装置や常設する除菌設備とは異なり、顧客側にとって、初期の導入費用や維持管理費用がかからないメリットがある。さらに、除菌したい時だけ利用できるため、利便性が良く、専門スタッフが除菌作業を行うため、顧客自身が行う場合に比べて除菌性能を確保しやすいメリットがある。

Table 1に本技術の適用対象を示す。

3. マルチミストカートの概要

マルチミストに必要な設備は、噴霧ノズルや液タンク、コンプレッサで大型な設備を必要としない。しかし、従来の可搬型マルチミストは、Photo 1に示すように、コンプレッサや液タンクが別々になっているため、部屋内の移動や準備に手間がかかっていた。そこで、今回、移動が容易なキャスター付きの一体型カートを作製した(Photo 2)。

まず、家具等が置かれた居室内をスムーズに移動できるようにコンパクト化(700W×600D×800H mm)を図るとともに、噴霧作業を簡易に操作できるように、タッチパネル式とした。また、コンプレッサは、居住者が隣にいても使用できるよう静音タイプを選択した。なお、電源は単相100Vに対応し、薬液タンクとして10L容タンクを搭載した。

ノズルは、天井高2,470mmまで伸縮でき、2本のノズルの向きを変えて噴霧方向を制御できるため、障害物を避けてのミスト除菌が可能である。

居室内の表面を効率的に除菌するには、次亜塩素酸水溶液を室内相対湿度が80%RH付近になるまでミスト噴霧する必要がある¹⁾²⁾。

噴霧は、湿度及びタイマーによる自動噴霧制御の2方式を選択できるようにした。湿度制御は、噴霧停止湿度を入力することにより、カートに搭載した湿度センサが所定の湿度になった時点で、自動で噴霧が停止する。

4. 介護老人保健施設における除菌性能評価

4.1 適用施設の決定

本技術の適用先のひとつに、感染症などの疾患リスクの高い高齢者が在室する高齢者施設がある。高齢者施設の中には、様々な施設があるが、今回、適用先として、

Table 1 居室内除菌の適用対象
Decontamination Application for Indoor

適用施設	適用居室
<ul style="list-style-type: none"> ・高齢者施設 ・保育施設 ・宿泊施設 ・商業施設 ・病院 	<ul style="list-style-type: none"> ・厨房(定期)、トイレ(定期)、感染症等が気になる場所(定期)
	<ul style="list-style-type: none"> ・O157やノロウイルス、インフルエンザなどの感染症発生時の諸室 ・利用者退室後の個室清掃時



Photo 1 従来の可搬型マルチミスト
Conventional Portable Multi Mist



Photo 2 マルチミストカート
Multi Mist Cart

介護老人保健施設を選択した。

介護老人保健施設は、病院と自宅の中間的な役割があり、看護・介護ケアやリハビリを必要とする要介護者が入居する施設である。入所期間が3~6カ月程度と決まっているため、随時居室の入替えがある。また、入所と同じように、日帰りで食事や入浴リハビリなどのサービスを受けることができるため、多くの高齢者が集まり、感染症リスクが他の施設よりも高い場所と考えられる。

本章では、まず、付着細菌数の調査を行い、汚染リスクの高い場所を抽出した後に本技術を適用した。

4.2 事前調査による汚染リスクが高い場所の抽出

調査を実施した部屋は、療養室(Photo 3)、浴室脱衣所(トイレ含む、Photo 4)、共用トイレ、汚物室である。付着細菌数は、付着菌測定キットを使用して、床や手すりなどの表面の一定面積を滅菌綿棒で拭き取って回収し、



Photo 3 療養室
Patient Room



Photo 4 浴室脱衣所
Bathroom Attached Changing Room

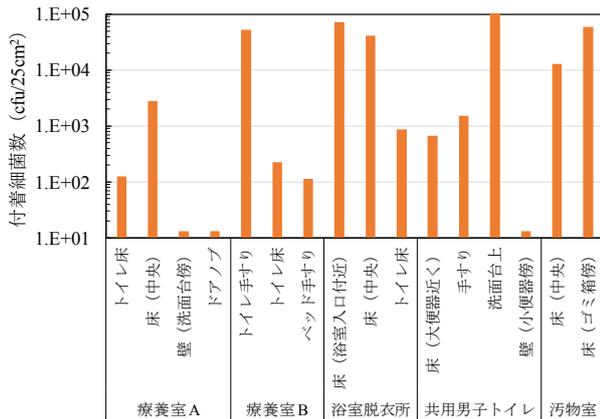


Fig. 2 付着菌調査結果
Result of Measurement of the Affixed Bacteria

ソイビーン・カゼイン・ダイジェスト(SCD)寒天培地に塗布して32℃で2日間培養し、発育したコロニー数を計測することで評価した。

結果をFig. 2に示す。これより、10の5乗レベルの付着細菌数が確認された場所は、療養室のトイレ手すり、浴室脱衣所や汚物室の床、共用トイレの洗面台上であり、微生物汚染リスクの高い場所と考えられた。一方、療養室の壁やトイレの壁では付着細菌数が少なくリスクの低い場所と考えられた。

4.3 除菌性能評価結果

4.2節の調査結果に基づき、療養室2か所、および浴室脱衣所(トイレ含む)の3カ所でミスト除菌を実施した。

部屋中央に噴霧ノズル2方向に設置し、室内の相対湿度が除菌に適した湿度になるまで薬剤ミスト噴霧後、30分間保持した。噴霧した薬剤は、有効塩素(FAC)濃度が120mg/Lの弱酸性の次亜塩素酸水溶液であり、除菌効果は、ミスト除菌前後の付着細菌数を比較することで評価した。噴霧条件をTable 2に示す。Fig. 3に、ミスト除菌前後の付着細菌数の比較結果を示す。

これより、除菌前、床や壁、手すりで1,000~100万個/25cm²の付着細菌が検出されたが、ミスト除菌後には、4,000/25cm²~検出下限値未満にまで減少し、平均99%の除菌効果を確認した。療養室と浴室脱衣所におけるミス

Table 2 老健施設における噴霧条件
Test Conditions

場所	面積	容積	噴霧薬液量
	m ²	m ³	L/部屋
療養室 C	10	25	0.18
療養室 D	10	25	0.18
浴室脱衣所	19	48	0.36

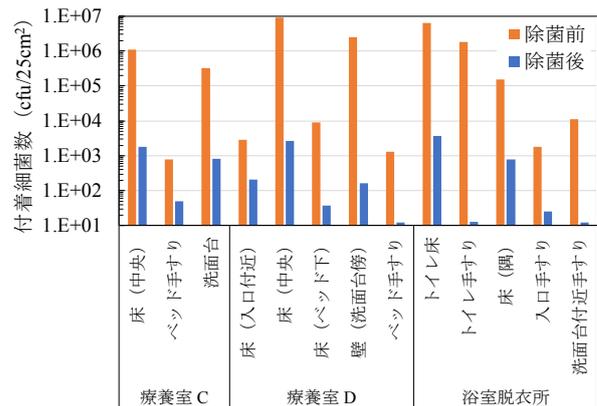


Fig. 3 ミスト除菌前後の付着細菌数結果
Result of the Number of Affixed Bacteria by Decontamination

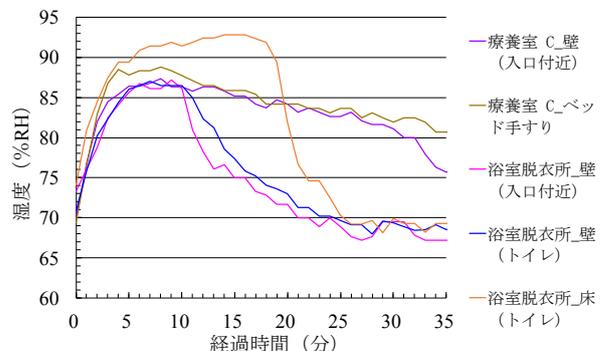


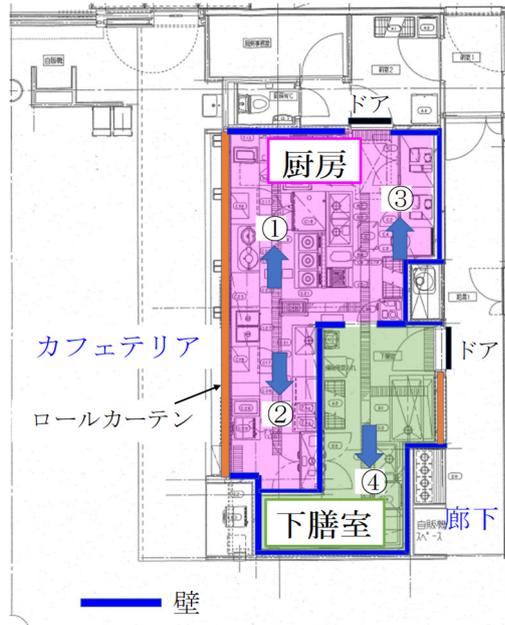
Fig. 4 ミスト除菌に伴う湿度推移
Changes of Relative Humidity by Mist Spraying



①厨房カフェテリア側入口方向



②厨房カフェテリア側奥



③厨房廊下側



④下膳室

Fig. 5 厨房平面概略図
Schematic Drawings of Kitchen

ト除菌に伴う湿度推移をFig. 4に示す。これより、療養室や浴室脱衣所の壁や床、手すりにおいて、ミスト除菌に伴い、室内相対湿度は85%RH付近にまで上昇していることを確認した。なお、除菌に要した噴霧薬液量は0.02L/m²であり、少ない薬液量で除菌することができた。

5. 厨房における除菌性能評価

5.1 適用施設および適用場所の決定

本技術の適用先として、衛生管理の向上や食中毒へ予防対策を目的とした厨房における定期的な除菌を考えている。

実際に、食中毒発生状況は、厚労省の資料⁴⁾によれば、最近5年間で減少傾向にあるものの、平成29年1年間の食中毒患者数は約16,500人で、原因物質はノロウイルスが52%を占める。更に、原因施設別食中毒発生状況より、1位は飲食店(50%)で、続いて給食施設共同調理場(12%)、旅館(12%)、仕出屋(10%)となっており、全体の84%を占める。すなわち、清掃や清拭除菌などの日常的な衛生管理を行っていても、清浄度(菌)を目視で確認することが困難なため、厨房では、清掃しにくい場所など、人手による拭き漏れ等により食中毒の発生リスクが存在すると考えられる。

そこで、本章では、某厨房で本技術を適用し、適用効果を評価した。

5.2 除菌性能評価試験方法

除菌試験は、某厨房(下膳室含む)で行った。面積60m²(厨房:41m², 下膳室:19m²), 容積143m³(厨房:98m³, 下膳室:45m³)の大きさの厨房で、平面概略図をFig. 5に示す。

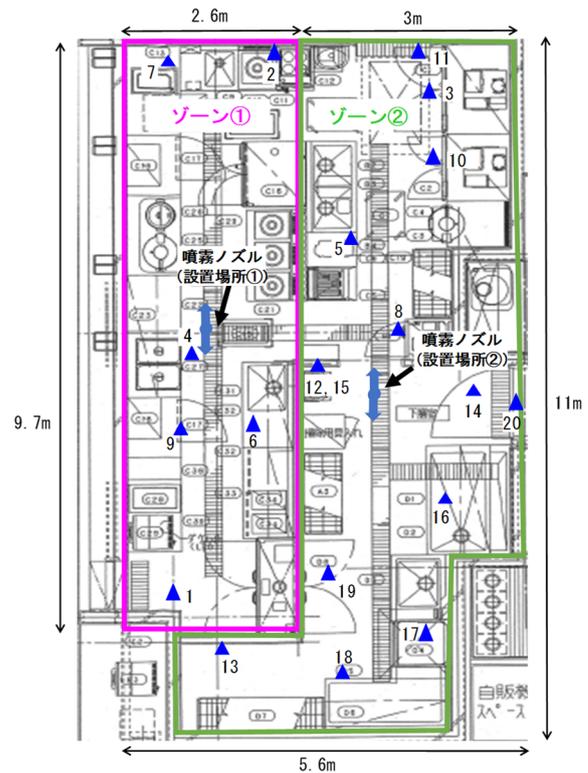


Fig. 6 ノズル設置場所・除菌効果評価地点
Positions of the Nozzles and Measurement Points

除菌効果の評価は、自作BIと付着細菌数の2種類で行った。自作BIとは、乾燥に強い表皮ブドウ球菌を椀型ステンレス板に塗布して乾燥させたものであり、作成方法及び除菌効果の評価方法は既報¹⁾に示す。

除菌試験は、まず、自作BI等を設置し、除菌前の付着菌採取を行った後、ロールカーテンを下して、カフェテ

Table 3 厨房における噴霧条件
Test Conditions

噴霧	除菌対象場所	面積	容積	ノズル設置場所	噴霧時間 分	保持時間	噴霧薬液量
		m ²	m ³				L/場所
ゾーン①	厨房カフェテリア側	25	61	①	30	噴霧終了30分後	2.3
ゾーン②	厨房廊下側+下膳室	35	82	②	12		0.9



Photo 5 ミスト除菌状況
Mist Atomizing Situation

Table 4 厨房における除菌実験結果
Results of Decontamination Test

区分	場所		BI結果			付着細菌数		
			菌数測定結果		除菌効果 99%以上：◎ 90%以上：○ 90%未満：×	菌数測定結果		除菌効果 99%以上：◎ 90%以上：○ 90%未満：× 菌が少ない：-
			除菌前	除菌後		除菌前	除菌後	
			cfu/BI		cfu/25cm ²			
厨房	壁	1.壁 (厨房隅)	2.3E+04	<25	◎	<13	<13	-
		2.壁 (調理コンロ傍)	2.3E+04	<25	◎	<13	<13	-
	床	3.床 (冷蔵庫前)	2.3E+04	<25	◎	13	13	-
		4.床 (調理台前)	2.3E+04	130	◎	410	13	◎
	台上	5.調理台上 (洗い場傍①)	2.3E+04	25	◎	88	<13	-
		6.調理台上 (洗い場傍②)	2.3E+04	1100	○	25	<13	-
		7.調理台上 (厨房隅)	2.3E+04	<25	◎	<13	<13	-
	取っ手 など	8.調理器具取っ手①	2.3E+04	<25	◎	<45	<45	-
		9.調理器具取っ手②	2.3E+04	<25	◎	<45	<45	-
		10.冷蔵庫取っ手	2.3E+04	<25	◎	<45	<45	-
		11.出入口ドアノブ	2.3E+04	<25	◎	<63	<63	-
下膳室	壁	12.壁 (手洗い場傍)	2.3E+04	<25	◎	1400	140	○
		13.壁 (下膳室隅)	2.3E+04	<25	◎	<13	<13	-
	床	14.床 (出入口付近)	2.3E+04	1600	○	5300	<13	◎
		15.床 (手洗い場傍)	2.3E+04	<25	◎	25	13	-
	台上	16.返却棚上	2.3E+04	960	○	1500	260	×(83%)
		17.調理台上 (洗い場傍)	2.3E+04	<25	◎	<13	<13	-
	棚上	18.棚上	2.3E+04	<25	◎	<13	<13	-
		取っ手 など	19.冷蔵庫取っ手	2.3E+04	<25	◎	88	<45
	20.出入口ドアノブ		2.3E+04	<25	◎	<63	<63	-

リア側と区切った後、厨房をカフェテリア側と廊下側に分け、厨房カフェテリア側(ゾーン①)、厨房廊下側+下膳室(ゾーン②)の2か所でミスト除菌を行った。Fig. 6に、ゾーン分け及びノズル設置場所を示す。

なお、ゾーン①では、カートセンサが噴霧停止湿度になる前に、噴霧停止時間の目安としている30分が経過したため、噴霧を停止した。ゾーン②では、カートに搭載した湿度センサにより自動で噴霧停止した。噴霧薬剤は4章と同じである。噴霧条件をTable 3に示す。

モニタリング場所は、Fig. 6のNo.1~20の20カ所とし、ミスト除菌前後の付着菌採取のほか、自作BIによる除菌効果、温湿度ロガーによる室内相対湿度上昇程度を評価した。実際のミスト除菌状況をPhoto 5に示す。

5.3 除菌性能評価結果

除菌試験の結果をTable 4に示す。

BI結果より、20カ所すべてで90~99%の除菌効果が認められた。

ミスト除菌前の付着細菌数の結果より、厨房側では、付着細菌数が多かった場所はNo.4の調理台前床面だけで、それ以外は、日本建築学会が提案している食品工場準清潔作業区域の維持管理規準(100cfu/25cm²)⁹⁾以下であった。一方、下膳室側では、手洗場傍の壁面、返却棚上などで付着細菌数が多い値を示した。ミスト除菌後には、90~99%以上の除菌効果が得られた場所が多かったが、返却棚上では90%以上の除菌効果が得られなかった。他の場所に比べて汚れの多かった場所と考えられ、その影響で十分に除菌できなかったと考えられた。

以上より、下膳室は、厨房に比べて返却棚上で付着細菌数がやや多い結果が出ており、除菌率向上には清掃も重要であることが考えられた。

ゾーン①におけるミスト除菌に伴う室内相対湿度の推移をFig. 7に示す。これより、ミスト除菌に伴い、室内相対湿度は85%RH付近にまで上昇していることを確認した。今回、厨房をロールカーテンでカフェテリア側と区切って除菌を行ったが、ロールカーテンのメッシュやカーテン間の隙間の影響を大きく受けずに、室内相対湿度はミスト除菌に必要な80%RH以上にまで上昇することが明らかとなった。すなわち、大きな厨房でも、ゾーンに分け、ゾーンごとにカートを移動させながら除菌すれば、全体を除菌できる可能性が高いことを確認した。

6. まとめ

薬剤ミスト噴霧による除菌技術「マルチミスト」の居室内除菌方法として、本報では、居室内の除菌を効率的に行うために作製したマルチミストカートの概要、及び実際の除菌性能を介護老健施設と厨房の2か所で評価し、以下を確認した。

- 1) マルチミストカートによる居室内除菌の適用先として、ノロウイルスなど感染症が発生した時や、厨房やトイレなど、食中毒や感染症が気になる場所の定期的な除菌を想定しており、建物の衛生管理サービスへの活用を考えている。そのため、顧客側にとっては、初期の導入費用や維持管理費用がかからない、除菌したい時だけ利用できるため利便性が良いなどのメリットがある。
- 2) 居室内除菌を効率的に行うために、移動が容易なキャスター付きの一体型カートを作製した。カートは、家具等が置かれた居室内をスムーズに移動できるようコンパクト化を図り、噴霧作業を簡易に操作できるようタッチパネル式とし、噴霧は、湿度及びタイマーによる自動噴霧制御の2方式を選択できるようにした。
- 3) 介護老人保健施設における除菌試験では、療養室洗面台や浴室脱衣所のトイレ手すりや床で付着細菌数が多い値を示したが、ミスト除菌後には、

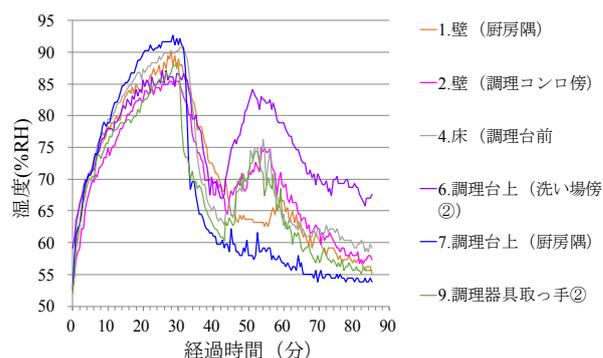


Fig. 7 ゾーン①におけるミスト除菌に伴う湿度推移
Changes of Relative Humidity by Mist Spraying

4,000cfu/25m²～検出下限値未満にまで減少し、平均99%の除菌効果を確認した。

- 4) 厨房における除菌試験では、付着細菌数は少ない場所が多かったが、下膳室の一部で付着細菌数の多い場所が確認された。ミスト除菌前後の除菌効果について、自作BIと付着細菌数により評価し、20カ所中19カ所で90～99%の除菌効果を確認した。

参考文献

- 1) 四本瑞世, 他: ミスト噴霧による除菌技術「マルチミスト™」の開発, 大林組技術研究所報, No. 79, 2015.12
- 2) 四本瑞世, 他: ミスト噴霧による除菌技術「マルチミスト®」の性能評価, 大林組技術研究所報, No. 80, 2016.12
- 3) 四本瑞世, 他: 病院改修・解体工事におけるアスペルギルス症対策, 大林組技術研究所報, No. 81, 2017.12
- 4) 厚生労働省, 食中毒統計資料, http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html, 2018.6
- 5) (社)日本建築学会編: 微生物による室内空気汚染に関する設計・維持管理規準・同解説(AIJES-A0002-2013), 2013