

フジコーの高性能光触媒技術による生活空間への取り組み

The Life Space by the High Efficiency
Photocatalyst Technology of Fujico

株式会社フジコー
技術開発センター
取締役 センター長

博士(工学) 永吉 英昭
Hideaki Nagayoshi



1. 緒言

弊社(株フジコー)の超緻密超密着溶射技術による光触媒技術は、平成 18 年から社内ですべて評価をスタートし、様々な場所での実証評価が行われ、その中の一つとして、これまで耐久性に問題のあった床への実証も行われてきた。また、蛍光灯の光のような可視光でも、さまざまな有害菌を殺菌することのできる材料開発に成功し、大腸菌や一般細菌による人間の尿を分解してアンモニアの異臭を発生させる根源を無くすことにも成功している。その後、生活空間の床・壁・天井などの内装材での実例や弊社独自の溶射により表面処理されたアルミ繊維フィルターを応用した空気清浄機も開発され、高殺菌性能と VOC の有害物質の完全分解性能の両面を兼ね備えた効果も確認されている。

これらの高性能光触媒製品を総称して強殺菌性能を持つ材料の意味で「MaSSC」(Material with Strong Sterilization Capability) を登録商標として新たなブランドがスタートした。

床用のタイルや壁・天井材のボードなどの内装材製品は「MaSSC シールド」、空気清浄機や空調設備関係は「MaSSC クリーン」の商標で登録している。

平成 23 年に入り、病院や学校などの浮遊菌の変化を調査したところ、弊社の MaSSC クリーンの空気清浄機と内装材 MaSSC シールドの併用によって、数分で浮遊菌を 400CFU/m³以下に抑制することが確認できた。この知見から、人の生活空間などの院内感染だけではなく、口蹄疫や鳥インフルエンザなどの家畜への感染を抑制する可能性の実証が始まろうとしている。以上の経緯をこの場をお借りして、報告したい。

2. 環境調査及び研究

2.1 社内での実証評価

平成 18 年の 1 月に、北九州市立大学による可視光対応型タイルで 1000 万個/cm²以上の大腸菌が数分で完全に死滅することが確認できた後、社内での実証評価を開始した。まず、技術開発センター建屋内のトイレや自社関連の介護施設内の厨房の床、さらに平成 19 年 10 月には、4 階建介護施設の新館の 9ヶ所のトイレ床への実証評価を行った。図 1 に介護施設 4 階建新館の外観写真を示す。



図 1 (株)フジケア：新館（4階建）

図 2 は、実際のトイレへ殺菌タイルである MaSSC シールド殺菌タイルの施工後の設置状況を示している。

表 1 に、通常の殺菌性能の無いタイルの場合と殺菌タイルを施工した場合の一般細菌の検査結果を示す。通常の殺菌性能のないタイルは、2 月 25 日から次亜塩素酸を使用したことによる菌の検出が認められない状態の ND 値を示しているが、次亜



図2 MaSSC シールドタイル施工状況

表1 従来タイルと MaSSC シールドタイルの殺菌結果

《トイレ・一般細菌数》			従来タイル
月日	サンプル	細菌数 [CFU/100 cm ²]	備考
2月25日	A1	2.0×10 ²	室温:23.2℃ 湿度:48% 0.025%次亜塩素酸清掃直前
	A2	N.D.	
	A1	N.D.	室温:23.2℃ 湿度:48% 0.025%次亜塩素酸清掃直後
	A2	N.D.	
2月26日	A1	N.D.	室温:20.0℃ 湿度:47% 午前中、ハイター洗浄。
	A2	N.D.	
2月27日	A1	8.2×10 ⁷	室温:21.7℃ 湿度:33%
	A2	7.0×10 ²	
2月29日	A1	N.D.	室温:23.0℃ 湿度:31% サンプリング場所、変更。
	A2	4.2×10 ⁴	
3月3日	A1	N.D.	室温:21.3℃ 湿度:38% 消臭・洗浄。
	A2	N.D.	

《トイレ・一般細菌数》			MaSSC シールドタイル
月日	サンプル	細菌数 [CFU/100 cm ²]	備考
2月25日	B1	N.D.	室温:23.2℃ 湿度:48% 0.025%次亜塩素酸清掃直前
	B2	N.D.	
	B1	N.D.	室温:23.2℃ 湿度:48% 0.025%次亜塩素酸清掃直後
	B2	N.D.	
2月26日	B1	N.D.	室温:20.0℃ 湿度:47%
	B2	N.D.	
2月27日	B1	N.D.	室温:21.7℃ 湿度:33%
	B2	N.D.	
2月29日	B1	N.D.	室温:23.0℃ 湿度:31%
	B2	N.D.	
3月3日	B1	N.D.	室温:21.3℃ 湿度:38%
	B2	N.D.	

塩素酸の使用を止めた途端、一般細菌の増殖が認められ、800 万個/cm² 以上になることが分かる。一方、MaSSC シールド殺菌タイルが施工された部分では、2月25日から次亜塩素酸を使用した場合は当然一般細菌の検出は ND として確認できないが、次亜塩素酸を使用しない場合でも菌は検出されない状態が続いていることが確認できる。

蛍光灯の光である可視光の照度(lux)と自社の MaSSC シールド殺菌タイルの殺菌性能を確認するため、弊社内の技術開発センター内トイレで確認を行った。図3に男子トイレの小便器前の床にアイボリーの MaSSC タイルを設置している写真を示す。



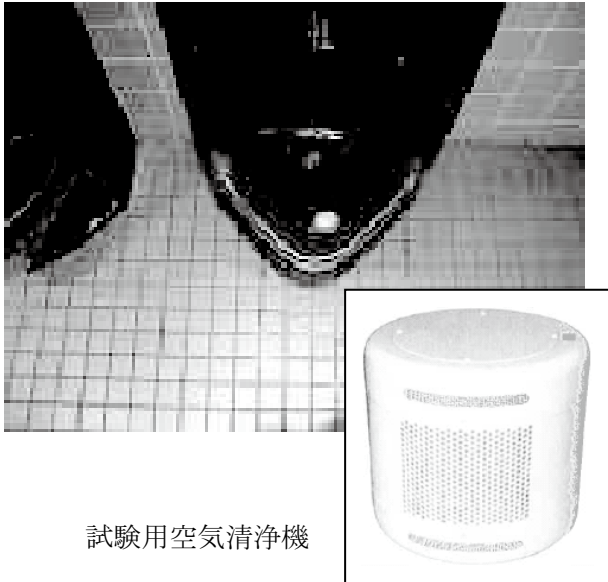
図3 技術開発センター男子トイレでのタイル殺菌試験

図4に光触媒表面処理の有無による照度(lux)と一般細菌の分布との関係を示している。3hr 経過の状況では550lux 以上ですでに菌が500ヶ/cm² 以下で、210lux では一般タイルでは6400ヶ/cm² 存在が確認できたが、MaSSC タイルでも3200ヶ/cm² 存在している。しかし、48hr 経過時点で、MaSSC タイルは210lux の低照度でも菌が500ヶ/cm² 以下となっていることが分かる。

清掃後時間		光触媒表面処理有無/照度数(lux)				
		無/210	有/210	有/550	有/1700	有/2000以上
3hr	細菌検出紙					
	写真 菌数	6400	3200	500未満	500未満	500未満
48hr	細菌検出紙					
	写真 菌数	7200	500未満	500未満	500未満	500未満

図4 照度(lux)と菌との関係

図 5 に本社 2 階部の殺菌性能の無い通常タイルが施工されているトイレ空間で、自社の高殺菌性能と VOC などの有害物質を完全分解する性能の両面を兼ね備えた空気清浄機を使用し、浮遊菌の殺菌による効果が、床面の菌の削減の効果へと波及することを確認した。



試験用空気清浄機

図 5 本社 2 階男子トイレ

表 2 にその結果を示す。この表の菌数は、浮遊した菌ではなく、床面での拭き取り法により菌数を確認した結果である。この結果が示すように、殺菌性能のある空気清浄機によって空間に浮遊する菌を殺菌することにより床に存在する菌も大きく削減することが確認できた。

2.2 社外での実証評価

前項で説明したように平成 18 年～19 年の約 2 年間社内において可視光での殺菌効果や VOC の分解

性能・脱臭効果を確認し、それらの性能が確実に維持されることも実証されていた。そのタイミングで平成 20 年 8 月に北九州市小倉の繁華街にあるモノレール平和通り駅の特に男子トイレがアンモニア臭などひどいので何とかしたいとの相談が北九州市よりあった。そこで、現地を調査した際、臭気の相対値を測る臭いセンサーで測定したところ、一般人の鼻の位置で、女子トイレが 40 以下に対し、男子トイレは 70 位であり、天井付近では 200 以上の値であることが確認できた。そこで、モノレール関係者と相談させていただき、男子トイレの床に MaSSC シールド殺菌タイルを全面に施工することになり、平成 21 年 2 月に施工が行われた。平成 23 年 10 月現在、施工後 3 年目になるが、不快な臭いがほとんどない状態が続いており、床に存在する細菌が人間の尿をアンモニアに分解することが異臭につながっていることから、その異臭を根元から断つことを初めて対外的に実証することになった。平成 21 年 2 月に施工引き渡しした後、その年の 6 月にその効果を一般市民から RKB テレビ局が聞きつけ、約 4 分間にわたる報道が行われた。その際の主な映像と施工直後の毎日新聞記事を図 6 に示す。

モノレール平和通り駅の男子トイレでの異臭は治まったが、従来タイルが施工されたままの女子トイレの方が臭いが気になるとのことで、モノレール側からご要望があり、平成 23 年 2 月に MaSSC シールド殺菌タイルを施工させていただいた。図 7 に平和通り駅女子トイレの施工後の写真を示す。

モノレール平和通り駅の男子トイレで施工を行っている時期の平成 21 年 2 月頃、北九州市門司区にある知的障害者施設のトイレでも同じようなア

表 2 MaSSC クリーン清浄機使用時の床面付着菌との関係

測定日	平成20年7月31日		平成20年8月13日		平成20年8月20日	
使用状況	空気清浄機なし		空気清浄機 弱運転		空気清浄機 強運転	
測定位置	一般細菌 (個/cm ²)	大腸菌群 (個/cm ²)	一般細菌 (個/cm ²)	大腸菌群 (個/cm ²)	一般細菌 (個/cm ²)	大腸菌群 (個/cm ²)
A	11000	0	49	未実施	110	未実施
B	2500	0	11		24	
C	9700	0	23		40	
D	4700	0	140		60	
E	10000	0	13		24	

北九州モノレール 平和通駅の実証事例

驚異の殺菌効果が
無臭化を実現!

トイレがにおわない
脱臭・減菌・消臭
フジコーと異業種連携
開発

交通機関駅内トイレにて約8ヶ月使用されていますが、今までにない無臭体感の声を頂いております(平成21年秋現在)。また、その様子は新聞、雑誌、テレビ等の各メディアにて紹介されました。

毎日新聞北九州版
(平成21年2月6日 朝刊)

その他事例 ● 介護施設内トイレ ● 製造現場内トイレ ● オフィス内トイレ
適用可能場所 ● 病院 ● 教育機関 ● 食品工場 ● その他屋内施設

『今日感 THE NEWS』平成21年6月9日:RKB毎日放送

6:20 公共トイレの悪臭 消えた秘密はタイル

特殊タイル
太陽光や蛍光灯の光に反応して
細菌を分解しにおいを消す

6:23 細菌調査 [北九州市立大学 調べ] ログ

10億	約2億2,000万個	約6億3,000万個
1億	一般のタイル (光触媒なし)	
1,000万		菌の消滅
100万		
10万		
1,000	10個	フジコーの光触媒タイル
100		24個
10		
0		

図6 RKBテレビでの放映と毎日新聞掲載記事

ンモニアなどの異臭で困っているのご相談があり、男女トイレ各2ヶ所計4ヶ所のトイレにMaSSCシールド殺菌タイルと天井部にはMaSSCシールド



図7 モノレール平和通り駅女子トイレでのタイル施工例

ボードを施工し、この場所も異臭のない状態が維持されている。図8に、知的障害者施設へのタイル施工後の状況を示す。その後、平和通り駅以外のモノレール駅でのトイレでの施工や銀行・公共施設等対外的な実証が広く行われている。

さらに施工事例として、北九州市のJR小倉駅の改札内でのトイレへの施工ご依頼があり、平成22年2月に男女トイレの両方にMaSSCシールド殺菌



図8 知的障害者施設へのタイル施工状況

タイル施工を行った(図9)。この小倉駅では、MaSSCシールド殺菌タイル施工前では、臭気対策などの目的から、オゾン発生器を男女トイレ両方に各2台、男子トイレの小便器の間と便器内に芳香剤を使用していたが、MaSSCシールド殺菌タイル施工後はオゾン発生器も芳香剤も全て撤去されている。これらの施工実績から、菌の抑制効果も当然確認されているが、塩酸系の洗浄液の使用も無くなるなど、メンテナンス費用の削減にも効果があることが確認されている。



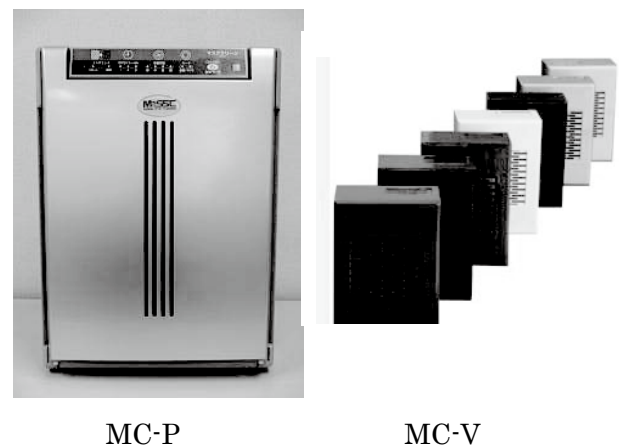
図9 JR小倉駅へのMaSSCシールドタイル施工状況

2.3 高性能空気消臭・殺菌装置の研究開発

殺菌性能に優れた床材や壁・天井材等のMaSSCシールド材料の研究開発を進めると同時に、生活空間の脱臭・殺菌用の空気清浄機(MaSSCクリーン)の開発も進めてきた。当社の溶射技術は、金属材料にもバインダーを含まないTiO₂を超緻密・超密着性の溶射膜として形成することができることから、空気清浄機内のフィルターにアルミ繊維を使用し、それに自社独自の溶射法で表面処理を施し、空気浄化性能の優れた空気消臭・殺菌装置の開発に成功した。平成22年に販売を開始した空気清浄機を図10に示す。30畳位の広さに使用するMC-Pと6畳程度で使用するMC-Vである。空気清浄機内の紫外光ランプは、MC-Pが8W10本で80W、MC-Vが7W1本で構成されており、省エネルギー型で、また、フィルターはアルミ繊維できていることから約2mmと薄く、内容積は他社の空気清浄機と比較すると数十パーセントコンパクトに設計されている。

図11に、弊社のMaSSCシールドタイルのノロウイルスと新型インフルエンザウイルスの殺菌性能評価結果を示す。左側のノロウイルスは、(財)

北里環境科学センターで評価していただき、MC-Pの8hr使用後には、殆ど死滅することが確認されている。右側のインフルエンザウイルスの評価は、産業医科大学で評価していただいた。この結果からも代替ノロウイルス同様、8hr使用後には殆ど死滅することが確認できた。



MC-P

MC-V

図10 MaSSCクリーン空気清浄機

図12に、他社の業務用の「光触媒方式空気清浄機」との比較を示す。左側はアセトアルデヒドの分解試験結果であるが、他社よりも優れた分解性能を

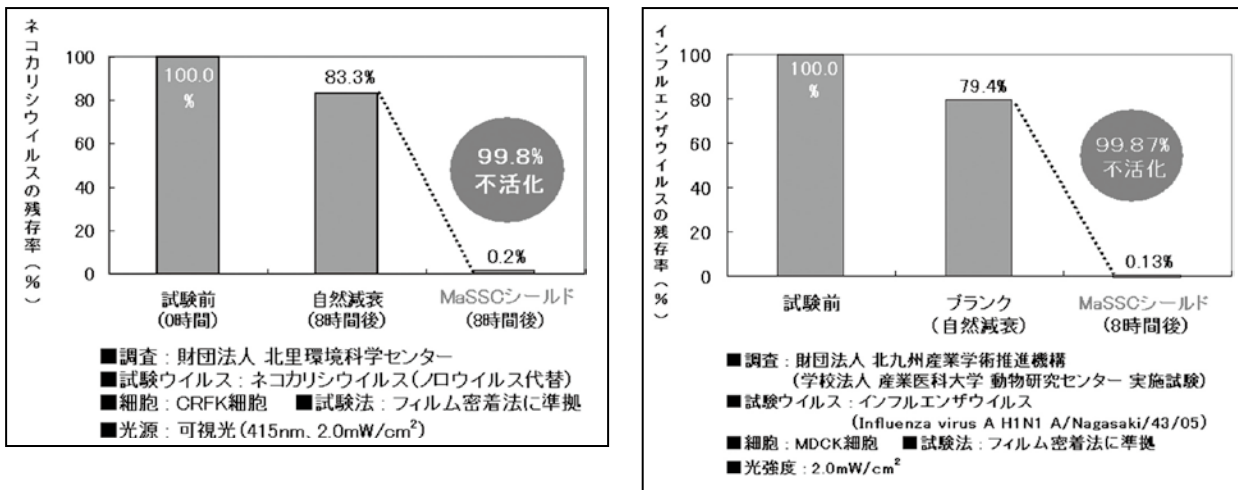


図 11 MaSSC シールドのノロウイルスと新型インフルエンザウイルスの殺菌性能評価結果

他社 業務用の「光触媒方式」との優秀性

他社の業務用光触媒方式よりも、優れた消臭・殺菌性能

アセトアルデヒドの分解試験

経過時間 (min)	弊社 マスククリーン MC-P	V社 業務用 光触媒搭載	W社 業務用 光触媒搭載
0	100	100	100
10	10	80	50
30	0	70	35
60	0	70	25
120	0	70	15

空気浄化機器稼働後の浮遊菌数

経過時間 (min)	ブランク	弊社 マスククリーン MC-P	V社 業務用 光触媒搭載	W社 業務用 光触媒搭載
0	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴
5	10 ⁴	10 ²	10 ³	10 ³
10	10 ⁴	10 ⁰	10 ³	10 ³

■ 試験機関: (株)フジコー 技術開発センター
 ● 試験方法: 1000L 容器内で臭い物質の濃度を検知管で測定後、残存率を算出。初期: 50ppm
 ● 脱臭方法: 容器内で機器を稼働。
 ● 試験結果:
FUJICO MC-P が他社よりも良化

■ 試験機関: (株)フジコー 技術開発センター
 ● 試験方法: 1000L 容器内で枯草菌を噴霧後、検証機を稼働。
 ● 菌の採取: 容器内の空気を別途、ポンプで吸引
 ● 試験結果:
FUJICO MC-P が他社よりも良化

図 12 他社の業務用の「光触媒方式空気清浄機」と MaSSC クリーンと比較

示していることが分かる。右の図は、浮遊菌の殺菌性能であるが、アセトアルデヒドガス分解性能と同様に短時間で浮遊菌を完全に殺菌していることが確認できた。また、図 13 に示すように、VOC 環境指針値 30ppb を満足していることも確認できた。

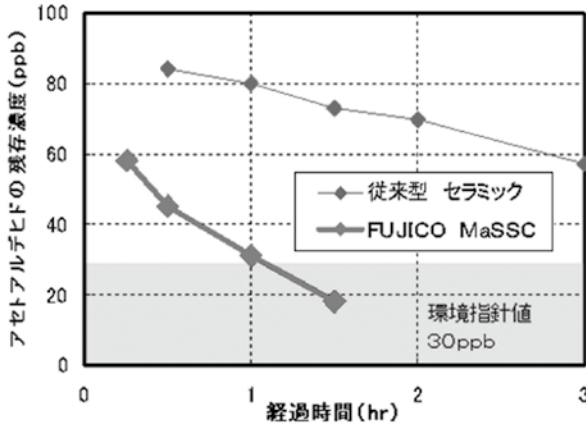
以上の報告のように、MaSSC クリーンの清浄機が非常に高い殺菌性能と脱臭性能を同時に満足させていることが確認でき、病院などでの実証も行った。

てきた。まず、人の血液検査などの病理検査室でのキシレンガスの分解試験結果を図 14 に示す。工業タイプ MC-T 型での試験結果では、使用開始 1hr 後には厚生労働省指針値のキシレン濃度 0.2ppm 以下にできることが確認できた。また、患者さんが 6 人居られた病室内での浮遊菌の検証試験では、MC-P 型使用した結果、稼働前 830CFU/m³ 存在していた菌が 80 位に減少していることも確認できた。

他社「光触媒方式」との優秀性

他社品にない VOC環境指針値30ppbをクリア

アセトアルデヒド(体臭)

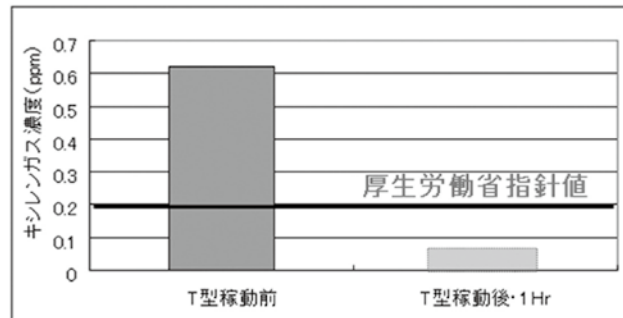
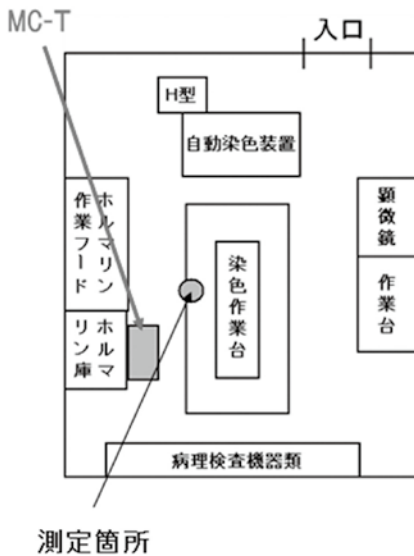


- 試験機関: 福岡県工業技術センター
- 試験方法: 135L容器内で臭い物質の濃度を臭いセンサーで測定。
- 脱臭方法: 容器内で機器を稼働。
- 試験結果: 1.5時間で環境指針値30ppb未滿をクリア

図 13 MaSSC クリーンのアセトアルデヒドの分解性能

実証事例 病院(病理検査室)

病理検査室でのVOC低減検証



調査 (株)フジコー 技術開発センター

病理検査室でのキシレン濃度を指針値以下にすることが出来た。

図 14 MaSSC クリーンのキシレンガスの分解性能

表 3 に自社の MaSSC クリーン空気清浄機での実証例を示す。病院・介護施設・ネイルサロン・工場・オフィスや学校など、幅広く殺菌性能や VOC 分解

性能が実証され、実際に使用されている場所が拡大してきている。

表 3 MaSSC クリーン清浄機使用の実証例

	客先	場所
病院	市立病院	病理/尿検査室・標本室・病室
	私立病院	病室・リネン室
	総合病院	病理検査室・標本室・病室
介護施設	私立施設	個室・トイレ・
理美容院	ネイルサロン	ネイル処理室・待合室
工場	塗装工場	塗装作業室
	半導体工場	資料準備室・洗浄室
オフィス	公共施設	喫煙室
	商業施設	喫煙室
	工場施設	喫煙室・応接室・事務室・シャワー室他
学校	小学校	保健室

3. 生活空間への応用

前項までに、蛍光灯の光でも有害菌を殺菌する高性能の光触媒材料を開発し、さまざまなトイレや病院・学校・介護施設・公共施設への脱臭・殺菌性能が実証され、現在性能の持続性を調査しているが、いずれの場所でも継続して効果が持続していることが確認されている。長い箇所で、自社の由布院の保養所のトイレ4箇所が約6年経過しているが、殺菌性能の持続や臭いの抑制効果は、今も持続している。この殺菌・脱臭技術は、人間の生活空間における院内感染や平成22年に口蹄疫で家畜の三十数万頭の牛・豚の殺傷が行われた宮崎での感染抑制に対する実証試験へと結びつこうとしている。その代表例を以下に示す。

平成22年の9月に北九州市教育委員会のご協力のもと、市内7校の小学校の保健室に当社の空気清浄機MC-Pを2機づつ使用していただき、平成22年12月～平成23年10月現在（継続調査中）浮遊菌の調査をさせていただいている。

図15に保健室へ設置されているMC-Pの代表例を示す。



図 15 小学校保健室へのMC-P設置状況

調査途中ではあるが、いずれの小学校の保健室でも通常の床材では、生徒さんなどの人の出入りや掃除により、浮遊菌が1000CFU/m³以上の一般細菌の増加が確認された。その浮遊菌の変化傾向を図16に示す。

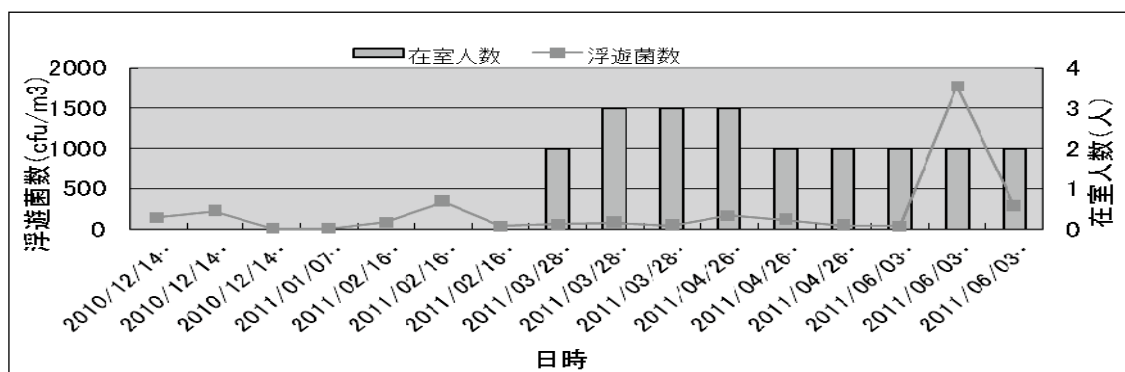


図 16 小学校保健室内の浮遊菌の変化

人が一般的に保有する一般細菌数は約 400～800CFU/m³ と言われているが、その値よりも非常に高い浮遊菌数になることから、室内の内装材、特に床に存在している菌が空間に舞い上がることによって浮遊菌数が 1000 CFU/m³ 以上になると推定される。この状態になると、殺菌性能の高い当社の空気清浄機を使用し 2hr 経過後でも、ウイルスなどの感染を抑制する上限である空間内の浮遊菌数 400 CFU/m³ 以下にならないため、400CFU/m³ 以上の生活空間内にいる人間や家畜は、ウイルス等による感染の可能性が非常に高くなると推測される。

そこで、平成 23 年 4 月に以上の結果を把握できたことから、床に蛍光灯の光でも殺菌性能の高い当社の MaSSC シールドタイルを施工しているオムツやパンツなどの汚物を一時保管する場所である北九州の病院のリネン室での浮遊菌の変化を平成 23 年 6 月に確認させていただいた。そのリネン室は、広さが約 8 畳の空間で、小学校の保健室の広さに近いことから、ここの空間での浮遊菌の変化が、小学校などの保健室や生活空間での菌の評価につながると判断した。そのリネン室の MaSSC シールドタイル施工前の木製のすのこを設置した状況と MaSSC シールドタイル施工後および MC-P 設置状況を図 17 に示す。まず、10 人の人がこのリネン室に出入りし、またほうきや掃除機で床の菌の巻き上げを強制的に行った。一般的には、浮遊菌は埃などの浮遊物であるパーティクルの大きさにも関係があるといわれていることから、0.3μm と 5μm での

分布と浮遊菌分布の結果を図 18 に示すが、パーティクルの大きさに関係なく、浮遊菌数は 500 CFU/m³ 以下であり、人間が一般的に保有している菌数のレベルであることが確認できた。また、弊社の空気清浄機 MC-P を 1 台使用した結果では、強制的に床からの菌の巻き上げを行った後でも数分で 400 CFU/m³ 以下の浮遊菌数に抑制されていることが確認できた。

以上の結果から、人間や家畜が生活空間内で外部から運び込まれる菌やウイルスに感染することできるだけ少なくするためには、生活空間の内装材特に床に存在している菌を殺菌すると同時に人や家畜が外部から持ち込む菌を数分で 400 CFU/m³ 以下とするために当社の MaSSC クリーン空気清浄機・空調設備を併用することが重要であると考えられる。そこで、当社（㈱フジユー）の介護関係の関連会社である㈱フジケアで建設が進められている 3 階建ての介護施設へ当社の光触媒技術の様々な形で組み込まれようとしている。

また、昨年（平成 22 年）に宮崎県で発生した口蹄疫の感染防止効果の実証試験のための豚舎の設置が宮崎大学で進められており、ここでも弊社の光触媒での施工が計画されている（図 19）。

最後に、人間や家畜のウイルス感染経路と自社の MaSSC 光触媒製品の適用例を図 20 に示し、これからも生活空間をより快適に過ごすことに少しでもお役に立つよう邁進したく本報告としたい。



施工前：木製すのこ



施工後：MaSSC シールドタイル

図 17 病院リネン室の床と MaSSC クリーン MC-P 設置状況

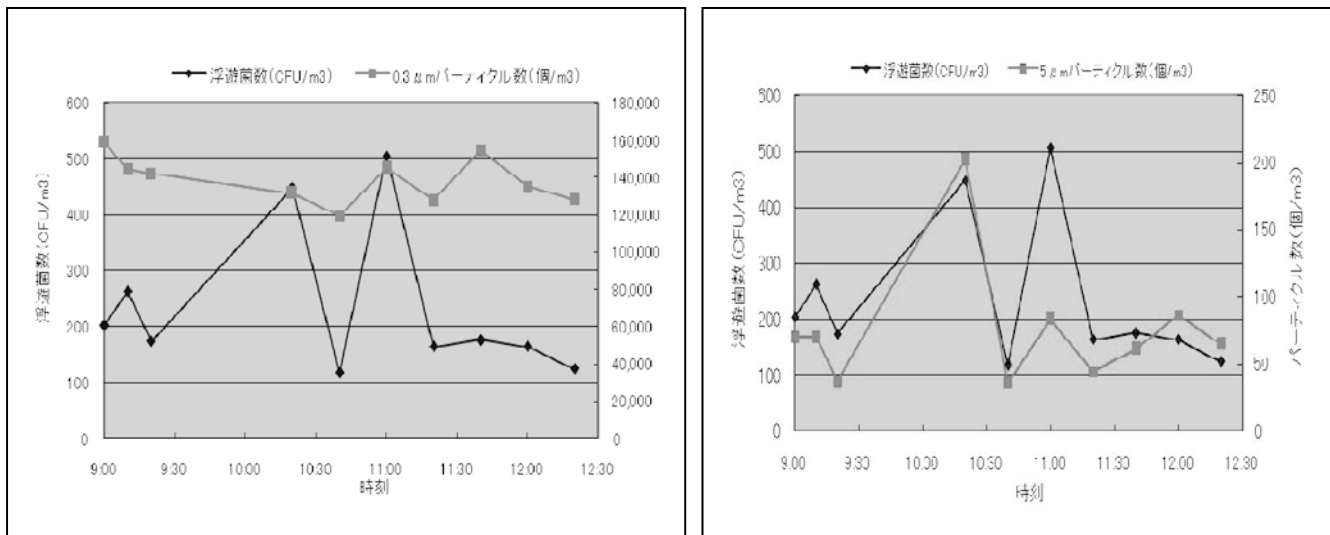


図 18 病院リネン室の浮遊菌とパーティクルとの関係



豚舎(右側丸型 2 個)・集中汚物処理室(左側 1 個)

豚舎内部(床：メッシュステンレス)

図 19 口蹄疫防止実証施設：豚舎（宮崎大学）

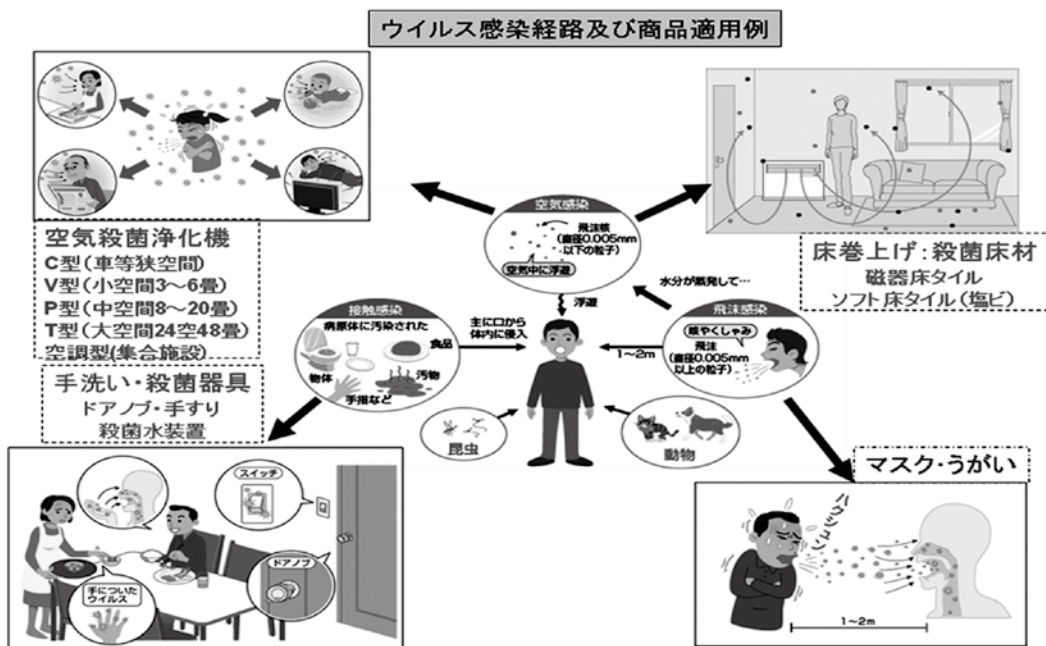


図 20 ウイルス感染及び MaSSC 光触媒製品