

2020年9月22日

株式会社ピアリビング御中

（調査報告書） 御社製カーテンの防塵吸着効果の検証

早稲田大学人間科学学術院 西村昭治・齋藤暁

1. 概要

御社製カーテンの防塵吸着効果を他社製の一般的なカーテンと比較することにより明らかにした。23日間の屋内での暴露実験の結果他社製のカーテンのPM2.5の粒子の吸着能力に対し2倍の吸着能力を示した。

2. 実験方法

御社製カーテンとほぼ同じ大きさの他社製カーテンを埼玉県新座市にある約5畳の部屋に同時に吊るし、毎日数時間部屋の窓を開放し外気を取り入れるとともに、2種のカーテンの吊るす場所を交互に入れ替えた（図1）。



図1. 暴露実験風景

実験開始前に予め暴露前のカーテンから検体としカーテンの一部を切り取り採取し、23日後に再びそれぞれのカーテンから検体を採取した。採取した検体は試料作成の前処理として、スパッタコーティングを行い試料にPtの薄膜の形成を行った（図2、図3）。走査電子顕微鏡を用い撮影した画像を目視で単位面積あたりのPM2.5粒子の数を集計した（図4、図5）。比較に使用した他社製カーテンは株式会社くれない社製のレースカーテン：K-wave-L-total highである。使用した走査電子顕微鏡は早稲田大学物性計測センターに設置した日本電子製のIT-100LAである（図4、図5）。また、検体から粒子を採取するために日新EM社製SEM用カーボン両面テープ（アルミ基材、5mm×20mm）を用いた。



図2. スパッタコーティングの準備

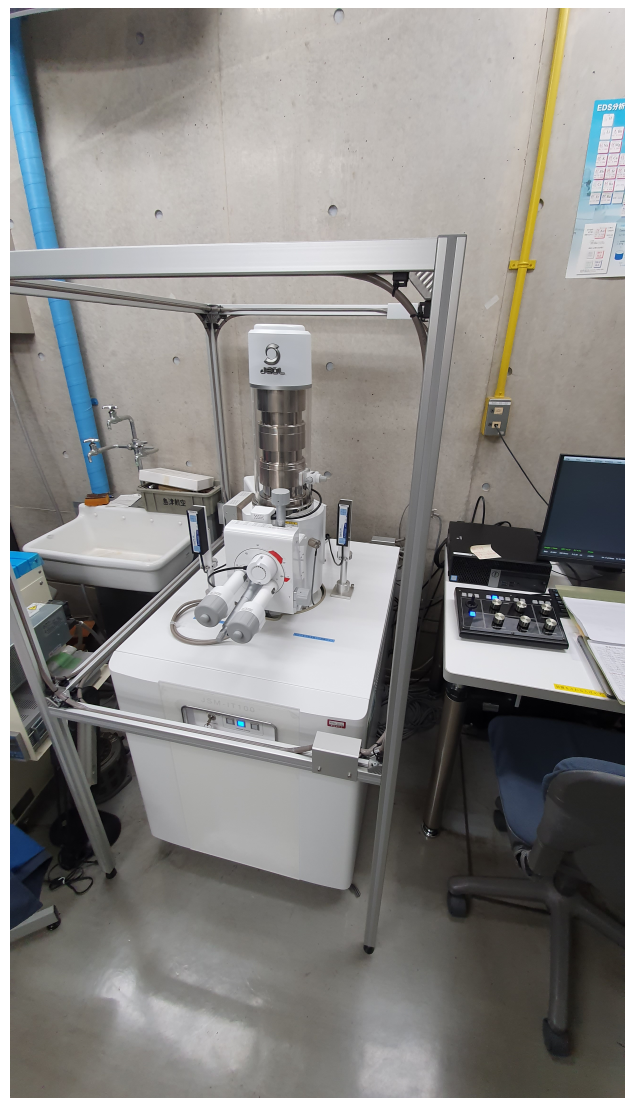


図3. IT-100LA走査電子顕微鏡

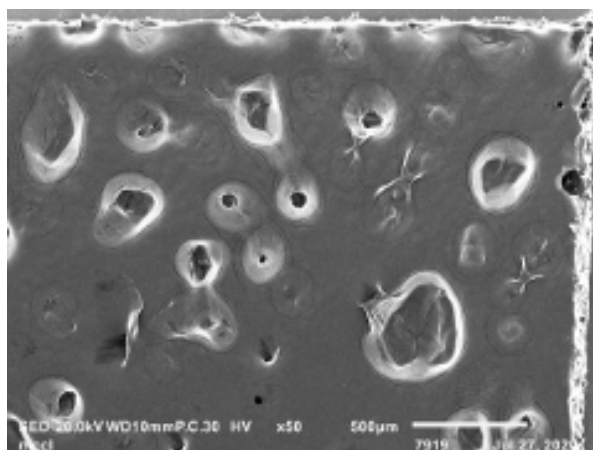


図4. 他社製カーテンからの実験前画像

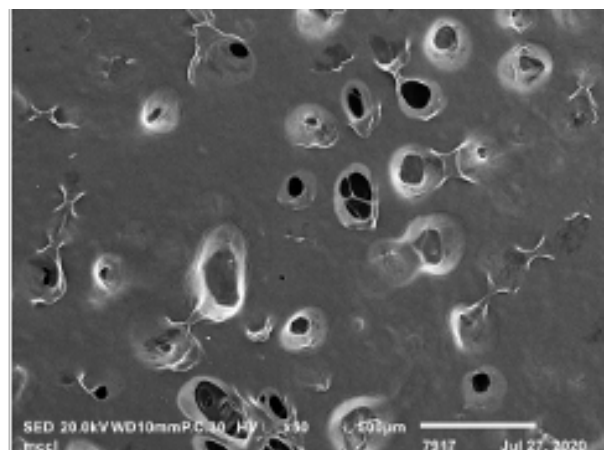


図5. 御社製カーテンからの実験後像

3. 実験結果

御社製カーテンからの暴露前検体をPL_pre、暴露後検体をPL_post。他社製カーテンからの暴露前検体をCont_pre、暴露後検体をCont_postとし、検体20平方ミクロンあたりのPM2.5の粒子数は表1.のようになった。

表1. 20平方ミクロンあたりのPM2.5の粒子数

暴露後の検体の平均値から暴露前の検体の平均値を減じて、検体の20平方ミクロンあたりの

PL_pre	15	48	69	106	196	408	226	83	295	247	58	61	44	205	13		
	12	45	86	141	63	145	97	78	44	53	111	37	62	68	95	47	35
Cont_pre	102	59	50	69	104	43	47	60	104	28	53	63	55	48	40		
	42	106	113	99	86	64	55	48	40	42	106	113	99	86	64		
PL_post	101	2171	1233	462	118	199	62	158	75	57	74	27	1636	110	111		
	40	60	196	170	1569	1886	123	88	33	196	372	539	408	194	207	178	231
Cont_post	66	86	81	146	189	97	159	136	240	401	433	819	278	108	138		
	118	25	157	164	217	123	120	230	492	291	481	372	241				

PM2.5吸着数とし、御社製カーテンと他社製カーテンのPM2.5粒子の吸着度に差があるかをウェルチ法のt検定で検定するとともに、効果量および検定力を求めた（図6）。

ウェルチの方法による、二群の平均値の差のt検定結果

御社製カーテンの検体数、平均値、分散：n1、mean1、variance1
他社製カーテンの検体数、平均値、分散：n2、mean2、variance2
n1 = 32, mean1 = 305.9688, variance1 = 12041.26544929
n2 = 28, mean2 = 159.2571, variance2 = 1176.37338289
t = 7.1733, df = 37.768, p-value = 1.485e-08

効果量：1.76、検定力：0.9999989

(R v.3.6.3による効果量及び検定力計算時のスクリプト)

```
> library(compute.es)
> mes(305.9688, 159.2571, 109.7327, 34.2983, 32, 28)

d [ 95 %CI ] = 1.76 [ 1.16 , 2.35 ]

> library(pwr)
> pwr.t2n.test(n1=32, n2=28, d=1.76, sig.level=0.05, power=NULL)

power = 0.9999989
```

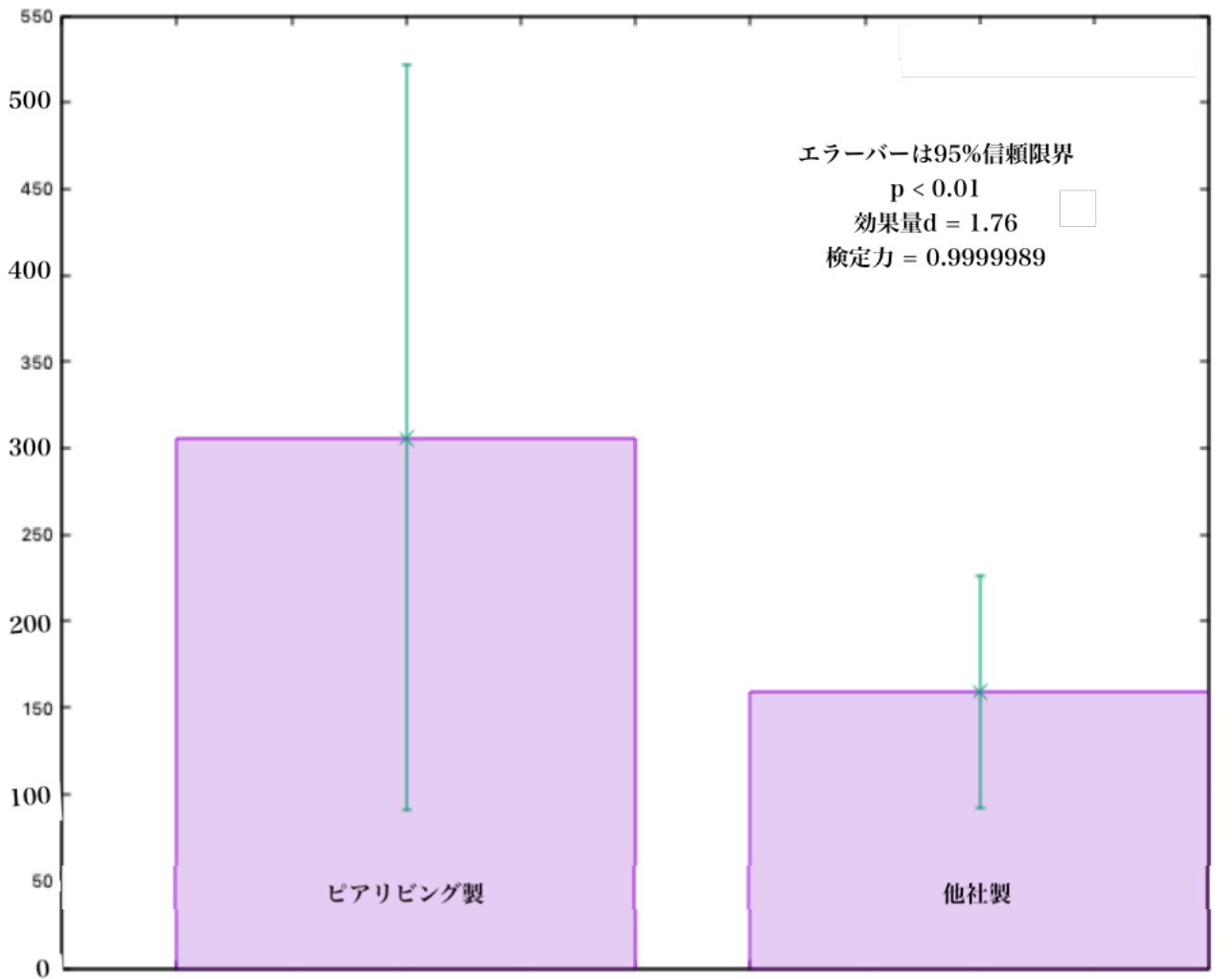



図6 暴露実験結果

4. 考察

比較対象は他社製カーテン1種類のみと限定的ではあったが、当該他社製カーテンはAmazonでカーテンの売れ筋ランキング8位という人気商品で家庭での一般的なカーテンの代表と言っても差し支えないと思われる。また、見た目も御社製カーテンと大きな違いはない（図1）。そのカーテンのPM2.5の吸着力は実験の結果20平方ミクロンあたりの約160個であったのに対し御社製カーテンの吸着力は約300個とおおよそ2倍の吸着力を示していることが明らかになった。

今回は、御社製吸音カーテンと他社製レースカーテンとの比較となったが、比較の種類を他社製吸音カーテン、遮光カーテンなど複数社、複数種とのカーテンの比較実験を行うことにより御社のカーテンの特長がより明らかになると思われる。実験にあたっては、検体の捜査顕微鏡画像を目視でカウントしたので、その作業に時間がかかってしまった。多数の検体を分析するにあたっては機械学習の画像認識を用い、粒子の計測を自動化する必要がある。今回の実験データはその機械学習用のデータセットを供給するものとなり得る。