

カーペットのハウスダスト舞い 上がり抑制効果の実証実験

日本カーペット工業組合

2019年10月

◆カーペットのハウスダスト舞い上がり抑制効果の実証実験まとめ

- ・ 活動主体 日本インテリアファブリックス協会
日本カーペット工業組合
日本インテリアファブリックス性能評価協議会
- ・ 研究受託 大阪府立産業技術総合研究所(現・地方独立行政法人大阪産業技術研究所)
- ・ 実験期間 2011. 4月～2016. 1月

・ 研究の背景・目的

- ① 2010/11月に、ぜんそく対策の指南書のひとつとして、「カーペットをフローリングに取り替える」ように勧めた記事が新聞一般紙に掲載された。調査すると、その文献引用元は、日本小児アレルギー学会であったが、そのまた元となっているのは、NIH(米国立衛生研)編集の冊子(GINA:2002年度版)の記載事項であった。
- ② 過去には西宮市衛生局などが大規模な調査を行い、カーペット自体は無実として結論づけられている。しかし、市場や社会にはなかなか浸透していないのが実情であり、また、マスコミ上で、同様の記事が掲載されることも現在でも時々ある。
- ③ 組合としても、永年「ダニ問題」には取り組んできたが、今まで自らは「カーペットの無実」を実証したこともないことから、改めてここで、国内外の調査、及び実証実験を実施し、その結果を市場に発信することを計画した。

③ 活動内容

浮遊塵と床材の関連性に関する実証実験	A) 模擬的なハウスダスト舞い上がりによる評価 タッピングマシンを用いた実験 舞い上がり粒子量の測定 B) 実際の歩行での舞い上がりによる評価 特殊カメラでの可視化による評価 C) パイル素材による舞い上がりの比較
--------------------	--

④ その他

- ・ GINA(2010年度版)が発行され、そこでは、第4章「ぜんそくの管理と予防」のなかで、室内アレルギーを忌避する方法の有効性について記述があり、2002年度版同様、「カーペットを硬質床に取り替える旨の記載はあるが、コメントとして、有効性の証拠は「いくらかある」が、医学的証拠は「ない」としている。
- ・ GINAに問い合わせや抗議するも返事はなかった。

・ 実験内容と結果

A) 模擬的なハウスダスト舞い上がりによる評価

タッピングマシンを用いた実験、舞い上がり粒子量の測定

① 「床材による粉塵の舞い上がりの抑制効果(その1)」(2013. 9. 5)

1. 床材試料

- 1) タイルカーペット(ナイロン製ループパイル): 50cm × 50cm
- 2) タイルカーペット(ナイロン製カットパイル): 50cm × 50cm
- 3) フローリング材: 50cm × 60cm × 厚み12mm

2. 粉体種

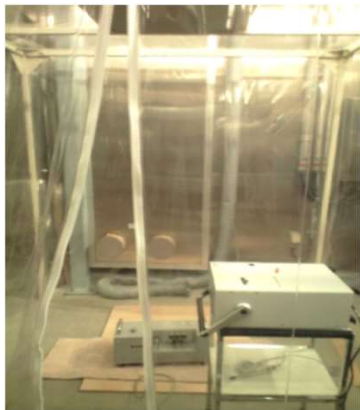
JIS Z 8901「試験用粉体」15種(混合粉体) …… 屋内ダストを想定して標準化したもの

中位径(質量基準)の範囲:

- | | | |
|---------------|--------------------|--------|
| 試験粉体8種(関東ローム) | : 6.6 ~ 8.6 μm | …… 72% |
| カーボンブラック | : 0.03 ~ 0.20 μm | … 23% |
| コットンリント | : 直径1.5 μm、長さ1mm以下 | …… 5% |

3. 測定装置

◆実験室(クリーンブース)



高さ: 2m
 床寸法: 2 × 1.8m²
 (内部にタッピングマシンと
 パーティクルカウンターを設置)
 温湿度環境: 20°C(±1)、65%RH(±5)

◆パーティクルカウンター (MetOne製モデル2400)



測定粒径:
 0.3、0.5、1.0、3.0、5.0、10.0 μm
 (6レンジ同時測定)
 粒子吸引能力: 28.3L/分
 光学系: 半導体レーザ側方光散乱方式

◆飛散粉体の測定風景



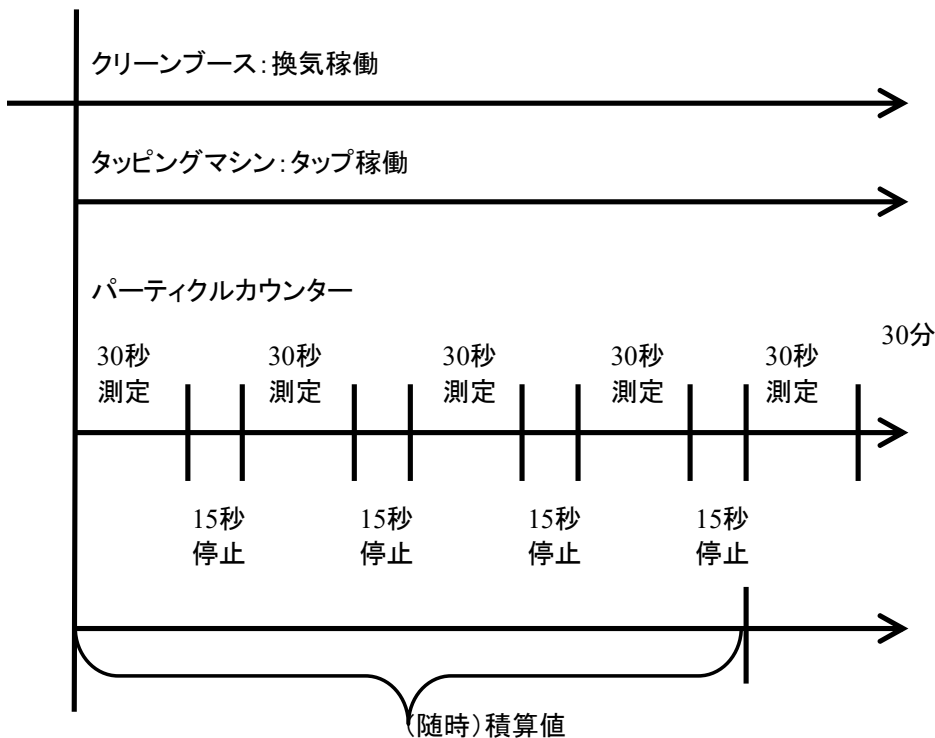
タッピングマシン
 (軽量床衝撃音発生装置
 JIS A 1418-1)

パーティクルカウン
 ターに繋げた吸引口

4. 実験フローチャート

クリーンブースの中央部に設置した試料に試験粉体(4g/m²)をできるだけ均一になるように茶漉しを用いて散布した。ついで、7kgのローラー(カッパースoil試験用ローラー)により粉体を固着させた。固着時間は30秒とした。さらに、試料の上にタッピングマシンを配置し、そのまま10分間放置した。パーティクルカウンターにより、粉塵量がゼロになったことを確認した後、タッピングマシンの稼働を開始する。

実験開始

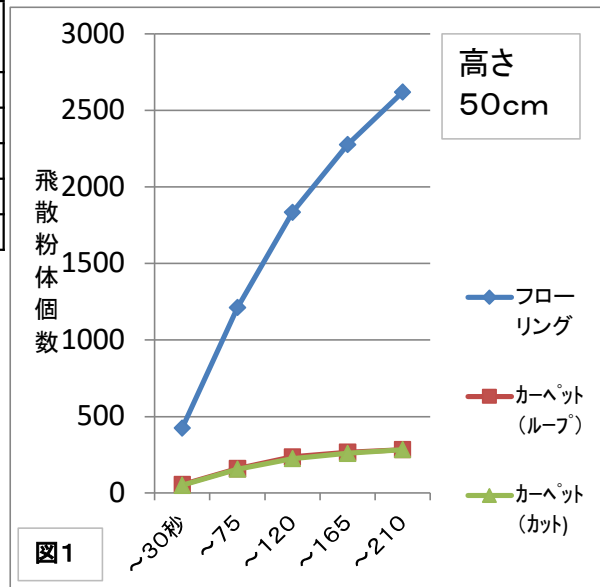


5. 実験結果

1) 飛散粉体個数の積算値(高さ50cm)

測定時間	フローリング	カーペット(ループ)	カーペット(カット)
~30秒	424	56	51
~75	1,213	159	157
~120	1,834	237	225
~165	2,277	267	259
~210	2,620	284	284

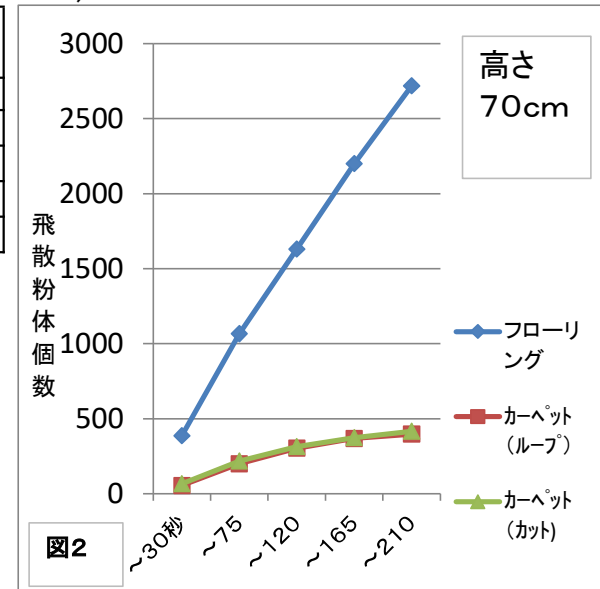
(粒径5~10 μ m)



2) 飛散粉体個数の積算値(高さ70cm)

測定時間	フローリング	カーペット(ループ)	カーペット(カット)
~30秒	387	55	67
~75	1,067	201	219
~120	1,632	303	315
~165	2,201	369	375
~210	2,719	397	417

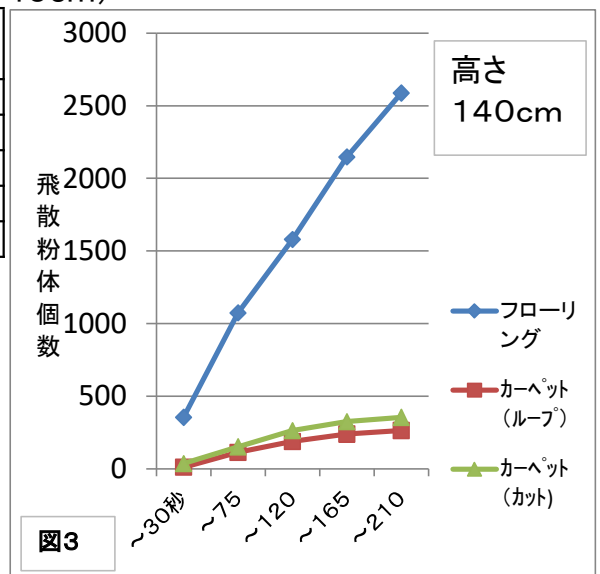
(粒径5~10 μ m)



3) 飛散粉体個数の積算値(高さ140cm)

測定時間	フローリング	カーペット(ループ)	カーペット(カット)
~30秒	357	13	38
~75	1,076	115	153
~120	1,581	189	264
~165	2,148	242	327
~210	2,588	266	356

(粒径5~10 μ m)



- ・カウントする粒子の粒径は、ダニアルルゲンの大きさに近い5~10 μ mとした。
- ・いづれの測定高さに於いても、カーペットではループもカットも、フローリングに比較して飛散粒子個数は少なく、1~2割程度であった。

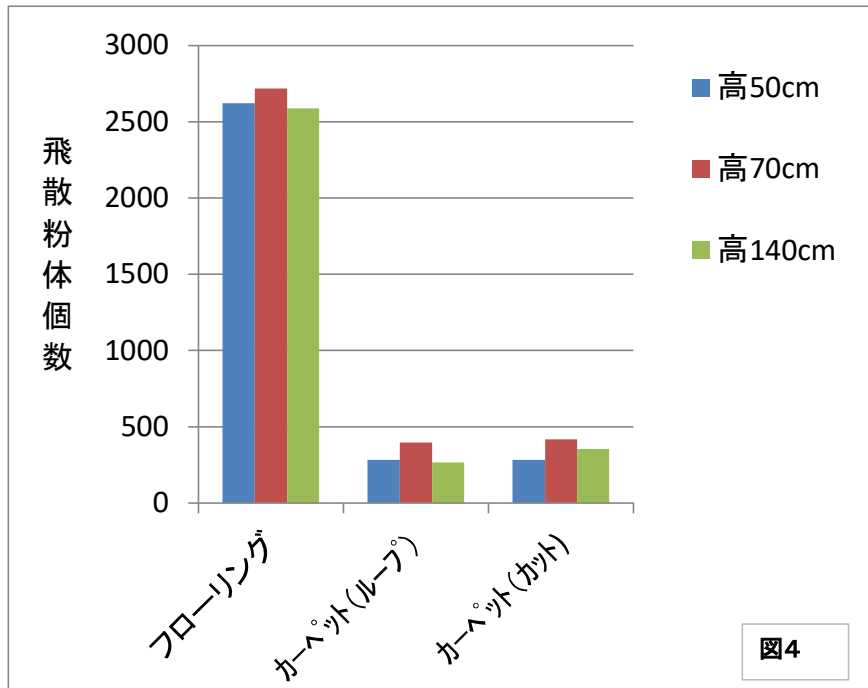


図4

・測定高さによる差は、若干の差はあるものの、大きな差はなく、特に傾向もないといえる。

② 「床材による粉塵の舞い上がりの抑制効果(その2)」(2015. 11)

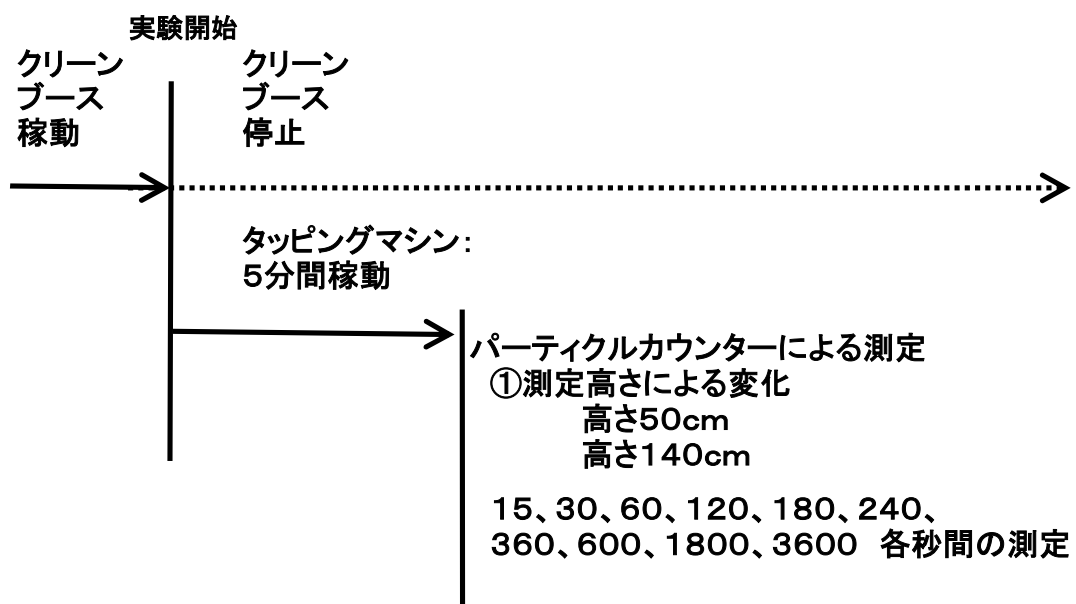
実験①では、実験中、クリーンブースの換気を運転していたため、空気の対流が考えられ、実験②では、換気停止することとした。

タッピングマシンも連続運転ではなく、5分間稼働で止めることとした。

また、パーティクルカウンターも間欠運転ではなく、連続運転で最長60分間(3600秒)測定することとした。

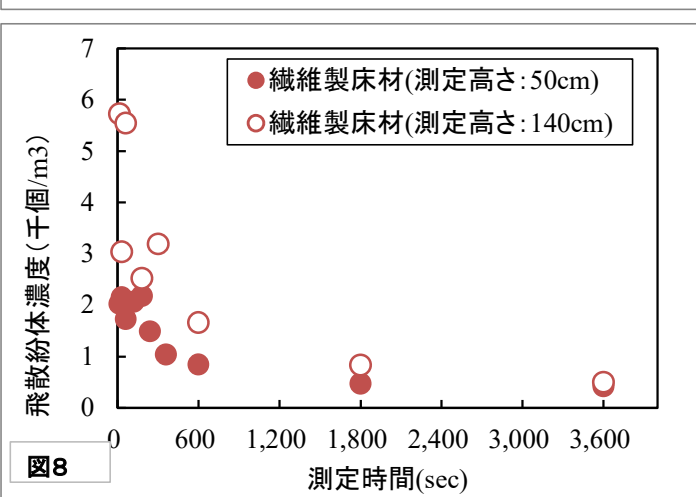
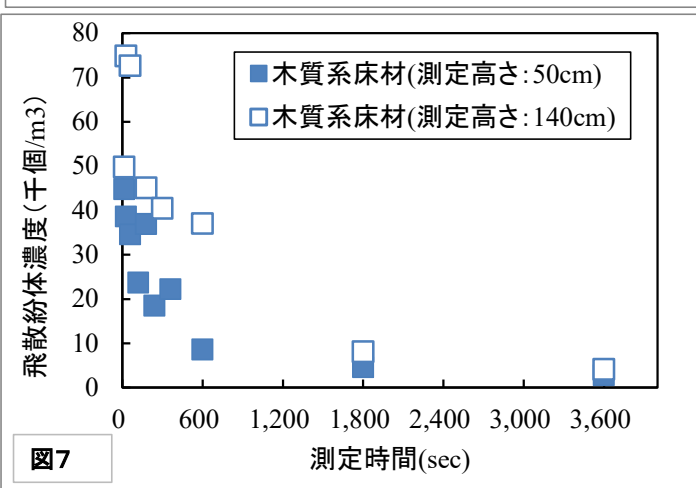
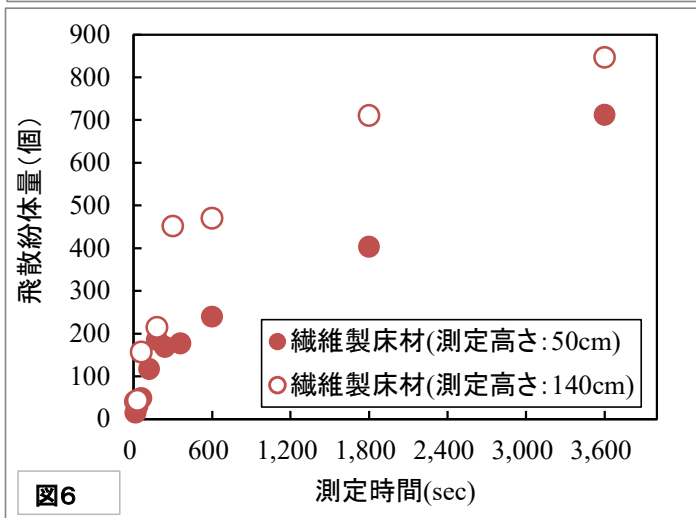
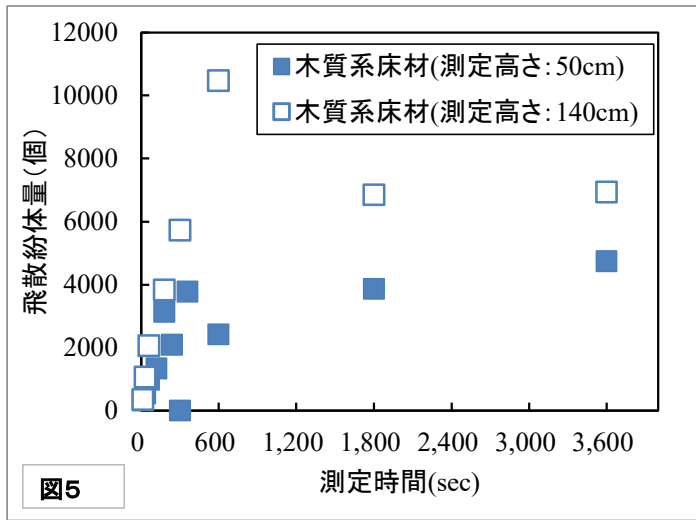
1. 床材試料: 実験①と同様
2. 粉体種: 実験①と同様
3. 測定装置: 実験①と同様
4. 実験フローチャート

・粉体の散布・固着方法は、実験①と同様



5. 実験結果

・グラフの粒径は、5~10 μ m



・測定高さ50, 140cm共に、カーペットでの飛散は、フローリングより、1/6~1/12程度となった。(図5、6)

・測定高さによる差は、実験その①では特に差はなかったが、ここでは、50cmより、140cmの方が、フローリングでもカーペットでも、2割から8割程度の増加となった。(図5、6)

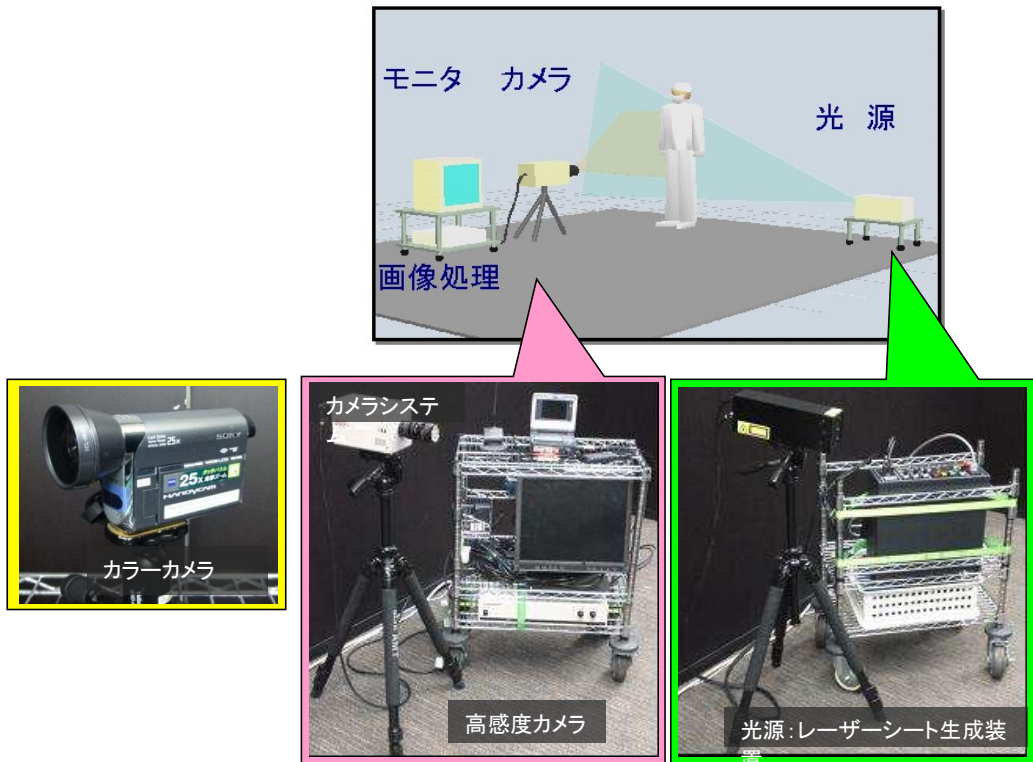
・また、フローリングでは、1800秒辺りから、個数はあまり増加していないことから、粒子は、50cm以下まで沈んできている、と推測される。(図5)

・一方で、カーペットでは、3600秒後も、依然増加し続けているが、このフローリングとの違いは単なるバラツキなのかどうか不明である。(図6)

左図は、絶対個数を、濃度(個/m³)に換算したものである。(図7、8)

B) 実際の歩行での舞い上がりによる評価
 「歩行による床材から発生する微粒子の可視化」(2014. 2. 14)

1. 実験実施場所 … 新日本空調(株)本社
2. 使用撮影機器 … 微粒子可視化システム(新日本空調; 下図)



3. 床材試料

- 1) タイルカーペット(ナイロン製ループパイル) 50cm × 50cm × 8枚
- 2) フローリング(巾0.3m × 1.8m長 × 2枚)

4. 粉体種

- ① コットンリント 100%
 - ③ コットンリント 50% + JIS粉体 50%
 - ② コットンリント 30% + JIS粉体 70%
- 床材への固着方法は、前述の実験①と同様

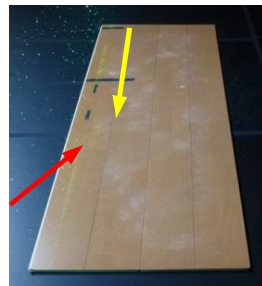
5. 歩行方法

カーペット



0.5m × 0.5mのカーペットを8枚使用。
 全体では 1m幅 × 2m長。
 写真は試験粉体散布後の状態。

フローリング



約0.3m × 1.8mのフローリングを2枚使用。
 全体では 約0.6m幅 × 1.8m長。
 写真は試験粉体散布後の状態。

6. 歩行者の衣服、履物

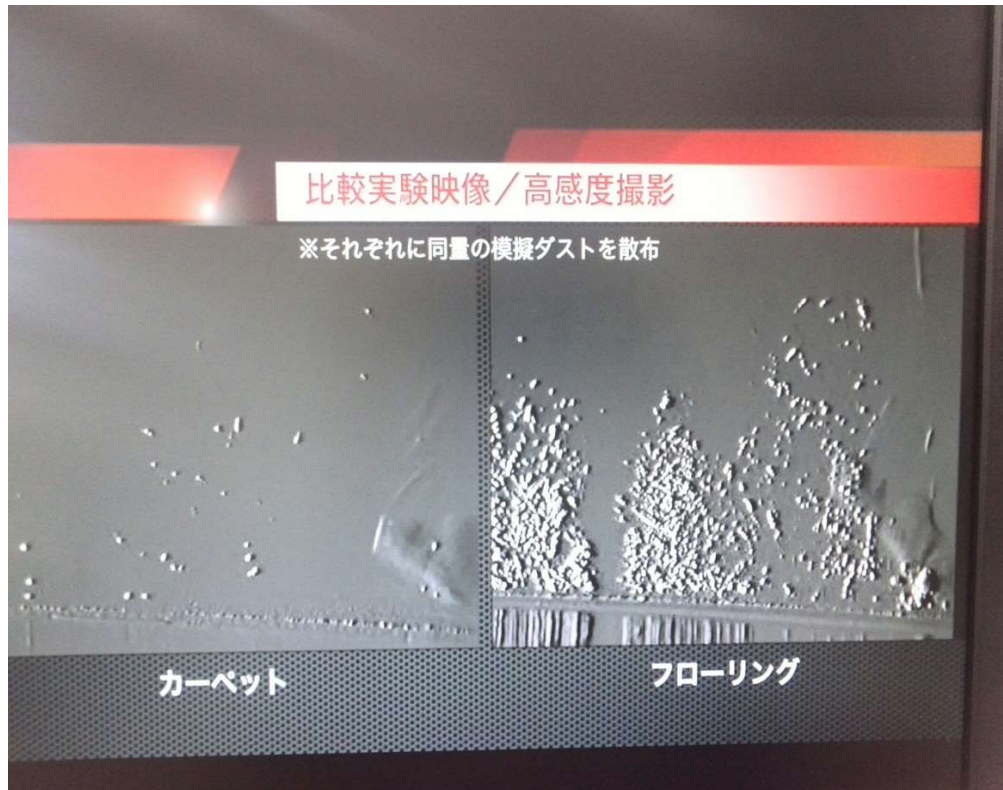
- ・クリーンスーツ着用
- ・スリッパ履き



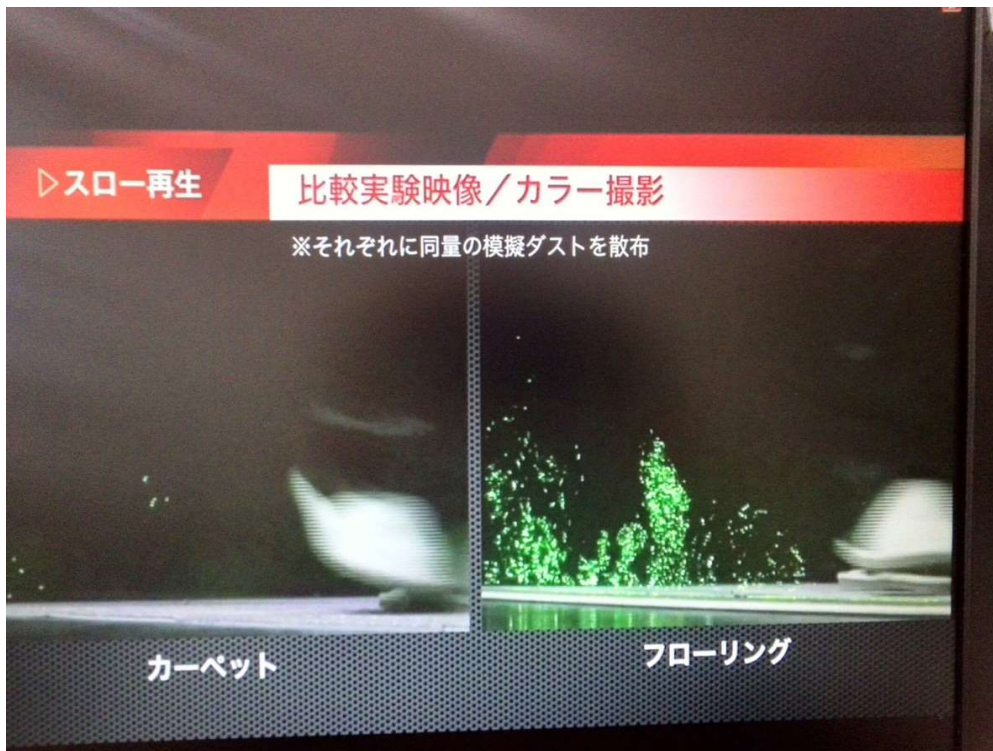
7. 実験結果の映像

粉体3種のなかでは、粉体①(コットンリント100%)が最も多く飛散が見られた。下図は、粉体①の場合。

1) 高感度カメラでの撮影



2) カラーカメラでの撮影



踏み込まれたとき、及びスリッパが床から離れたときに粉体の飛散が見られた。

フローリングに比較して、カーペットでの粉体の舞い上がりが極めて少ないことが分かる。このことは、カーペットに散布された粒子はパイル表面または内部に捕捉されていることを意味する。

- C) パイル素材による舞い上がり量の違いの評価(2016. 1. 28)
 このように、カーペットの舞い上がり抑制の効果があることは、実証できたが、ここでは、パイル素材によって差があるのかどうかを評価した。

1. 試料

No	1 (NL)	2 (NC)	3 (WL)	4 (WC)	5 (AL)	6 (AC)
パイル素材	Nylon 100% (フィラメント系)	Nylon 100% (フィラメント系)	Wool 100% (紡績系)	Wool 100% (紡績系)	AN80/ Ny20% (紡績系)	AN80/ Ny20% (紡績系)
テクスチャ	Loop	Cut	Loop	Cut	Loop	Cut
パイル長(mm)	5	7	5	7	6	7
パイル厚さ(mm)	4.6	5.4	4.5	5.8	4.6	6.5
パイル質量 (g/m ²)	668	815	668	824	580	780

2. 粉体種: 2)-A) 実験②と同様。
 3. 測定装置: 2)-A) 実験②と同様。
 4. 実験フローチャート: 2)-A) 実験②と同様。
 5. 実験結果

- ・飛散量は、粉体散布前の状態(散布なし)でも測定した。
- ・測定時間: 180秒
- ・測定高さ: 50cm
- ・散布量: 4g/m²

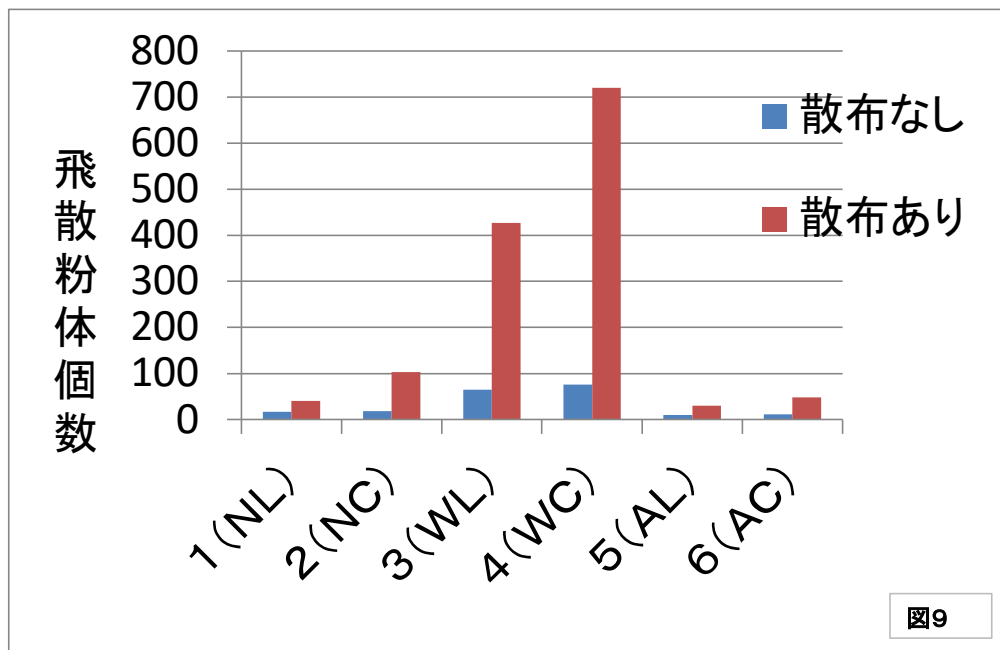


図9

- ・グラフの粒径は、5~10 μ m。
- ・フィラメントと紡績系の差はなく、WOOL系が極めて多く飛散する結果となった。WOOL系特有の汚れが付着しにくい性質と関連あると推される。
- ・LoopとCutの比較では、Cutの方が飛散量が多い(1.6~2.7倍)。
- ・しかし、これらの差は、フローリングとの差と比較すると、極めて小さく問題にするほどでもない。

・ 総括

- ① カーペットは、表面にパイルを有することから、堆積した粉じんの舞い上がりを抑制することができる。
- ② その舞い上がり量(粒径5~10 μ m)は、カーペットでは、フローリングの1~2割程度であった。
- ③ 測定高さによる舞い上がり量の差は、明確ではなかった。
- ④ 粒子の舞い上がる状況を、高感度カメラや、カラーカメラによる撮影で、可視化することができた。
- ⑤ パイル素材による舞い上がり量の差は、WOOL製が他の素材より飛散量は多かったが、フローリングとの差を考えると、問題にするほどではない。

以上

インテリアファブリックス性能評価協議会
【ダニ・ハウスダスト問題対策PTメンバー】

委員長	窪田衛(東リ)
副委員長	田中弘之(ニッシン)
	(以下五十音順)
	青木勇次(山本産業)
	* 伊藤毅実(インターフェイスオーバーシーズホールディングスインク)
	今津行雄(日本絨氈)
	* 浮津和典(AWI)
	田淵博(日本カーペット工業組合)
	土原賢久(旭貿易)
	豊田正博(ケケン試験認証センター)
	西川翔子(ケケン試験認証センター)
	西田武司(日本インテリアファブリックス協会)
	西山建太郎(IDB)
	福元美和(インターフェイスオーバーシーズホールディングスインク)
	* 藤田欣也(山本産業)
	淵上喜弘(住江テクノ)
	古川恵一(東リ)
	村上健典(村上敷物)
	* 山口泉(日本カーペット工業組合前技術委員長)
	山本貴則(大阪府立産業技術総合研究所/現・大阪産業技術研究所)

(注)*印は、途中退任
所属会社名等は、本プロジェクト在任当時

※ 学会発表/論文投稿等

- ① 繊維学会年次大会 2015.6月 「タッピングマシンを用いた床材からの付着粉じん舞い上がり評価の検討」
- ② 室内環境学会学術大会 2015.12月 「タッピングマシンを用いた床材からの付着粉じん舞い上がり評価方法の検討」
- ③ 繊維機械学会70周年記念大会 2017.6月 「軽量床衝撃音発生装置により床材から舞い上がる粉体量の評価」
- ④ Journal of Textile Engineering(発行:日本繊維機械学会)Vol.63 No.6 p165-170 ; 2017 「軽量床衝撃音発生装置を用いた床材から舞い上がる粉体量の評価」

(本書作成:窪田 衛)