

たばこのK値測定の概要

1. 目 的

職場における喫煙対策のためのガイドラインに相対濃度計の機種別の質量濃度変換係数（K値）が示されているが、平成23年4月現在で市販されている最新型の粉じん計によるK値は示されていない。このため、最新型の粉じん計のK値を決めるための実験を平成23年4月13日（水）から15日（金）にかけて（社）日本作業環境測定協会精度管理センターにおいて実施した。

2. サンプルング方法の概要

実験室内に設置した $2\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m}$ （ 8m^3 のダストチャンバー内）に図1に示すように相対濃度計を配置し、チャンバー内にたばこの煙を発生させて実験を実施した。また、実験室の外観を写真1～写真2に示した。

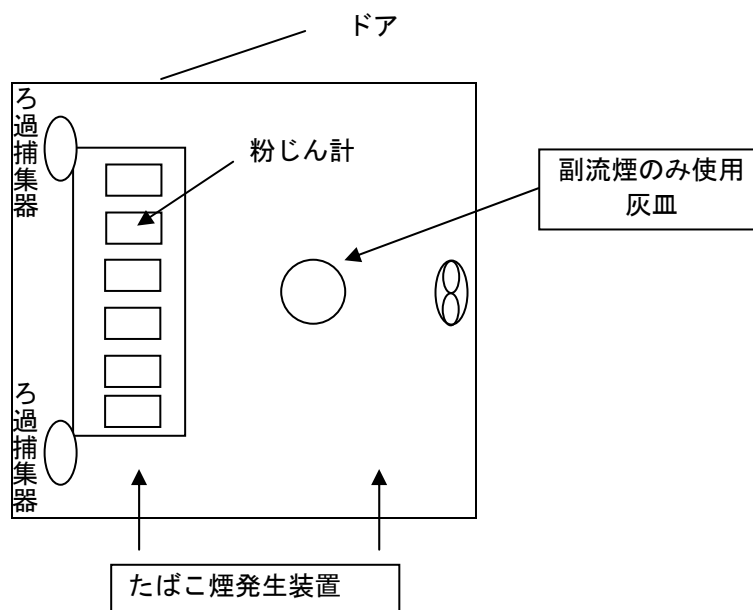


図1 各種測定機器の配置概要



写真1 実験室の概要



写真2 実験室の概要

1.1 サンプルング方法

質量濃度は、オープンフェイス型ホルダーを使用している過材は TX40HI20-W（47mmφ：東京ダイレック）を使用して、15L/min の流量でローボリュームエアサンプラー（Aircon2 日本カノマックス㈱）により 10 または 20 分間の測定を実施し繰返し回数は、3～7 回実施した。測定箇所はチャンバー内において図 1 に示すとおり 2 箇所とした。

1.2 使用したたばこの銘柄の選定

実験に使用するたばこの選定は、表 1 に示す国産銘柄で良く売れている上位 2 種類（平成 21 年度実績「（社）日本たばこ協会」調べ）を参考に外国製たばこ 1 種類の計 3 種類とした。

国内産銘柄 セブンスター、マイルドセブン

外国産銘柄 マールポロライトメンソール BOX

表 1 国内販売実績上位 20 銘柄一覧

 国内販売実績上位 20 銘柄（2010 年 3 月 31 日終了年度）

	銘柄	所得者・シェア		銘柄	所得者・シェア
1 位	セブンスター	JT 5.0%	11 位	キャビン・マイルド BOX	JT 1.6%
2 位	MS スーパーライト	JT 4.6%	12 位	ケント・ウルトラ 1・100' s BOX	BATJ 1.5%
3 位	MS ライト	JT 3.8%	13 位	キャスター・ワン・100' s BOX	JT 1.5%
4 位	MS ワン・100' s BOX	JT 3.4%	14 位	ピアニッシモ・ワン	JT 1.5%
5 位	MS	JT 3.2%	15 位	MS ワン BOX	JT 1.4%
6 位	MS エクストラライト	JT 2.7%	16 位	MS スーパーライト・100' s BOX	JT 1.4%
7 位	マールポロライトメンソール BOX	PMJ 2.6%	17 位	マールポロ KS BOX	PMJ 1.3%
8 位	キャスター・マイルド	JT 2.3%	18 位	MS エクストラライト BOX	JT 1.3%
9 位	セブンスター BOX	JT 1.9%	19 位	ホープ (10)	JT 1.3%
10 位	MS ワン	JT 1.7%	20 位	MS ライト BOX	JT 1.2%

※MS = マイルドセブン

※出典：（社）日本たばこ協会

1.3 たばこ煙の種類と発生方法

たばこ煙の種類は、おのこのたばこについて、主流煙、副流煙、混合（主流煙＋副流煙を同時に発生）の3種類を実施することとし、**写真3**のたばこ煙吸入実験装置 SIS-CS 型（柴田科学㈱）を使用させてたばこ煙を発生させた。ただし、副流煙はチャンバー内の中央に灰皿を置き、そこで、たばこに火を点けて煙を発生させた。

たばこ煙の発生方法は、**表2**に示したとおりである。チャンバー内のたばこ煙の測定は、たばこ煙の発生後、ファンで攪拌し、チャンバー内の濃度がほぼ一定になった後測定を実施する。

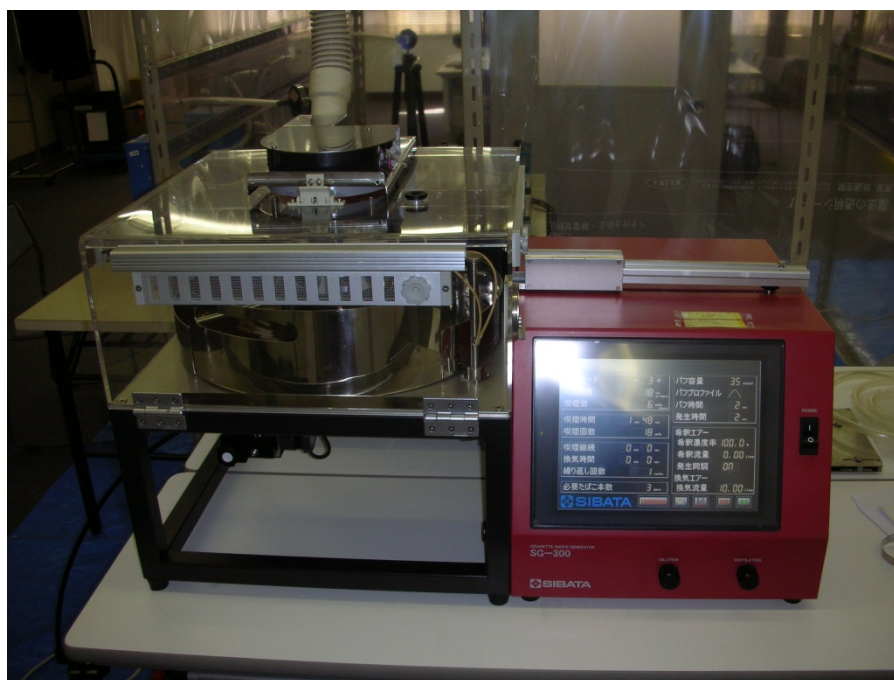


写真3 たばこ煙吸入実験装置 SIS-CS 型（柴田科学㈱）

表2. たばこ煙の種類と発生方法

主流煙	副流煙	混合（主流煙＋副流煙）
たばこ煙吸入実験装置から発生させた	チャンバー内に灰皿を置き、たばこを2本燃焼させた。	たばこ煙吸入実験装置から発生させた

2. 実験に使用した相対濃度計の種類

柴田科学㈱からはLD-3K、LD-3K2、LD-5、LD-3K2T、LD-6N、日本カノマックス㈱からは3443の計6機種を使用して実験を行った。（**写真4**参照）

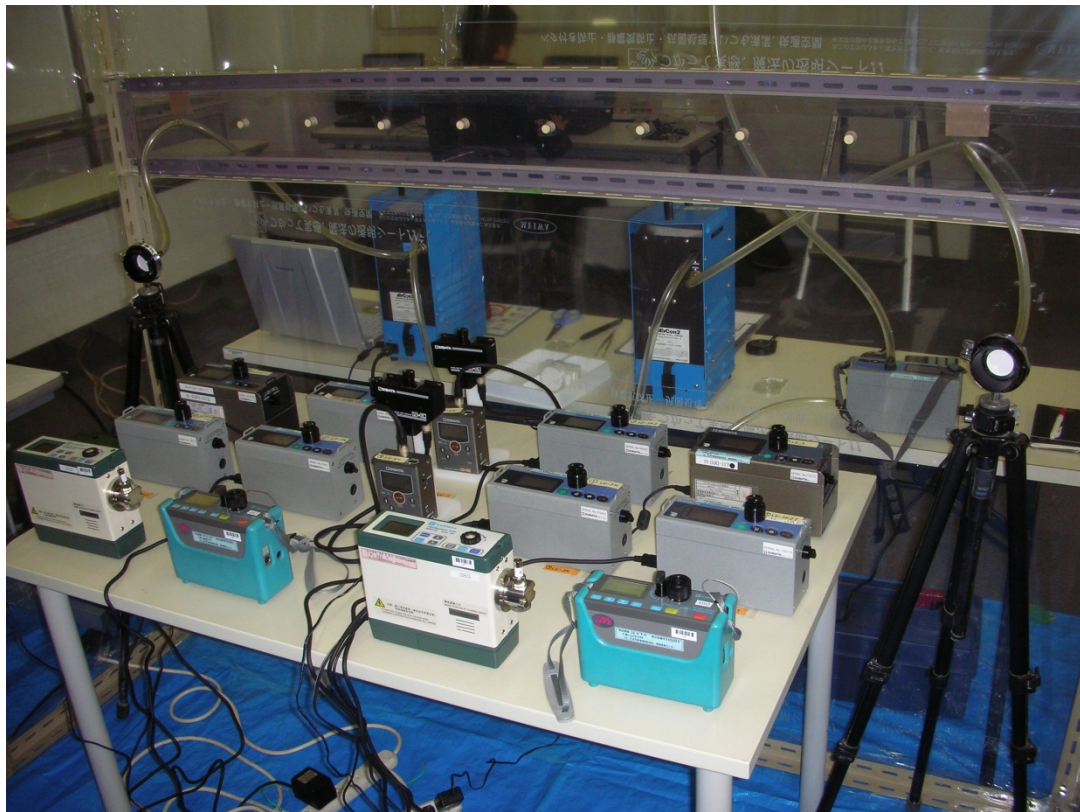


写真4 実験に使用した相対濃度計

3. 質量濃度変換係数（K値）の算出

ろ過捕集装置2台で同時測定し、その算術平均値を質量濃度とした。

相対濃度計は、各機種1台とし、それぞれの相対濃度（cpm または mg/m^3 ）を求めた。

質量濃度と相対濃度から機種ごとの質量濃度変換係数（K値）を算出した。

4. 実験結果

表3～表5に主流煙、副流煙、混合（主流煙と副流煙を同時に発生）を発生させたときの質量濃度変換係数（K値）を示した。

表3～表5より、主流煙の質量濃度変換係数（K値）が低く、副流煙のK値が高く評価されたのは、主流煙は付属のフィルターを通過することで、粒径の小さい粒子の割合が高くなり、そのため、相対濃度計の感度のよい粒径域の粒子が多くを占めるため、計数値が高目となり、K値は小さな値となったこと、これに対し、副流煙は、たばこの燃焼部位からの煙であるため、主流煙に比べ粒径の大きな粒子の占める割合が高くなり、このため、相対濃度計の感度のよい

粒径域の粒子が少なくなり、計数値は低目の値を示し、その結果、K値が大きな値となったと推測される。混合煙のK値は、主流煙と副流煙の混合比は明確ではないが、主流煙と副流煙の中間の値をとった。

なお、今回の喫煙実験は、喫煙パターンを模擬する喫煙機によるたばこ煙発生であるため、人の肺での加湿による影響（湿度による煙粒子の粒径の変化など）は考慮されていない。

タバコの煙の種類の違いによる質量濃度変換係数（K値：mg/m³/cpm）

粉じん計 の型式	①主流煙	②副流煙	③混合（①と②の煙を同 時に発生した時の結果 （混合比率は不明）	③：①主流煙と② 副流煙のK値の算 術平均値
LD-3K	0.00041	0.0012	0.00053	0.00081
LD-3K2	0.00041	0.0012	0.00052	0.00081
LD-3K2T	0.00040	0.0012	0.00052	0.00080
LD-5	0.00041	0.0012	0.00052	0.00081
3442	0.00050	0.0016	0.00064	0.0011
LD-6N	0.00076	0.0012	0.00096	0.00098

表3 煙草の煙の種類(主流煙)の場合の質量濃度変換係数(K値)

煙草の種類	煙の種類	繰返し回数	質量濃度 (mg/m ³)	相対濃度(cpm)						質量濃度変換係数(K値)							
				LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442	LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442		
マルボロメンソールBOX	主流煙	1	0.76	1726	1756	1742	1774	1325	908	0.00044	0.00043	0.00044	0.00043	0.00057	0.00084		
				1733	1772	1777	1782	1552	906	0.00044	0.00043	0.00043	0.00043	0.00049	0.00084		
		2	0.86	2051	2085	2048	2094	1532	1159	0.00042	0.00041	0.00042	0.00041	0.00056	0.00074		
				2025	2067	2074	2090	1797	1156	0.00042	0.00042	0.00041	0.00041	0.00048	0.00074		
セブンスター	主流煙	3	0.76	2087	2088	2082	2116	1600	1094	0.00036	0.00036	0.00037	0.00036	0.00048	0.00069		
				2091	2114	2146	2143	1859	1085	0.00036	0.00036	0.00035	0.00035	0.00041	0.00070		
		1	0.82	2117	2071	2098	2026	1603	1117	0.00039	0.00040	0.00039	0.00040	0.00051	0.00073		
				2086	2099	2134	2121	1828	1149	0.00039	0.00039	0.00038	0.00039	0.00045	0.00071		
マルイドセブン	主流煙	2	1.12	2071	2033	2051	1995	1553	1370	0.00054	0.00055	0.00055	0.00056	0.00072	0.00082		
				2001	2041	2052	2046	1785	1400	0.00056	0.00055	0.00055	0.00055	0.00063	0.00080		
		3	0.86	2238	2191	2217	2160	1666	1118	0.00038	0.00039	0.00039	0.00040	0.00052	0.00077		
				2181	2208	2160	2232	1911	1141	0.00039	0.00039	0.00040	0.00039	0.00045	0.00075		
マルイドセブン	主流煙	1	0.84	2262	2217	2265	2216	1688	1117	0.00037	0.00038	0.00037	0.00038	0.00050	0.00075		
				2265	2248	2354	2279	1955	1149	0.00037	0.00037	0.00036	0.00037	0.00043	0.00073		
		2	1.12	2777	2746	2787	2757	2074	1370	0.00040	0.00041	0.00040	0.00041	0.00054	0.00082		
				2792	2785	2871	2810	2411	1400	0.00040	0.00040	0.00039	0.00040	0.00046	0.00080		
マルイドセブン	主流煙	3	0.93	2706	2661	2683	2688	2012	1339	0.00034	0.00035	0.00035	0.00035	0.00046	0.00069		
				2709	2682	2812	2709	2320	1359	0.00034	0.00035	0.00033	0.00034	0.00040	0.00068		
		平均値															
		標準偏差															
変動係数																	
				14.8	14.1	14.9	14.7	15.8	7.0								
				0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00008	0.00005								
				0.00041	0.00041	0.00040	0.00041	0.00050	0.00076								

表4 煙草の煙の種類(副流煙)の場合の質量濃度変換係数(K値)

煙草の種類	煙の種類	繰返し回数	質量濃度 (mg/m ³)	相対濃度(gpm)						質量濃度変換係数(K値)					
				LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442	LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442
マルボロメンソールBOX	副流煙	1	2.44	1770	1762	1774	1668	1298	1800	0.0014	0.0014	0.0014	0.0015	0.0019	0.0014
				1759	1817	1850	1829	1491	1825	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0016	0.0013
		2	2.21	1511	1509	1521	1433	1107	1529	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0020	0.0014
				1485	1532	1571	1541	1271	1544	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0017	0.0014
		3	1.58	1319	1328	1334	1263	948	1250	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013	0.0017	0.0013
				1276	1327	1356	1325	1095	1283	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0014	0.0012
セブンスター	副流煙	4	1.42	1778	1757	1770	1704	1260	1517	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0011	0.0009
				1717	1760	1810	1776	1465	1561	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0010	0.0009
		1	1.75	1629	1623	1653	1609	1227	1524	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0014	0.0011
				1605	1634	1634	1648	1335	1532	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0013	0.0011
マイルドセブン	副流煙	2	1.29	1157	1159	1237	1178	869	1163	0.0011	0.0011	0.0010	0.0011	0.0015	0.0011
				1150	1164	1191	1172	946	1160	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0014	0.0011
		3	1.42	1086	1096	1134	1113	787	1060	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0018	0.0013
				1053	1076	1095	1084	879	1063	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0016	0.0013
		1	1.05	808	848	857	824	568	819	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0013	0.0013
				808	844	881	833	659	842	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0016	0.0012
マイルドセブン	副流煙	2	1.32	833	865	881	832	592	838	0.0016	0.0016	0.0015	0.0016	0.0022	0.0016
				834	877	919	861	689	845	0.0016	0.0015	0.0014	0.0015	0.0019	0.0016
		3	1.19	861	899	915	867	611	842	0.0014	0.0013	0.0013	0.0014	0.0019	0.0014
				859	914	944	898	712	872	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0017	0.0014
		4	0.80	880	924	932	903	625	860	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0013	0.0009
				880	935	959	917	726	889	0.0009	0.0009	0.0008	0.0009	0.0011	0.0009
				平均値											
				標準偏差											
				変動係数											

