

電子タバコにおける成分分析の手法の 開発に関する研究

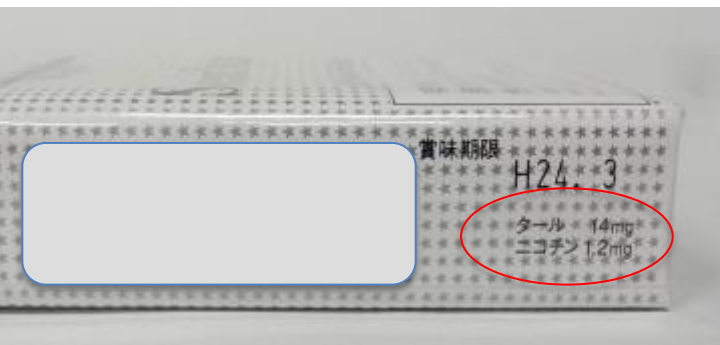
1) 成分分析の結果

国立保健医療科学院
生活環境研究部
櫻田 尚樹

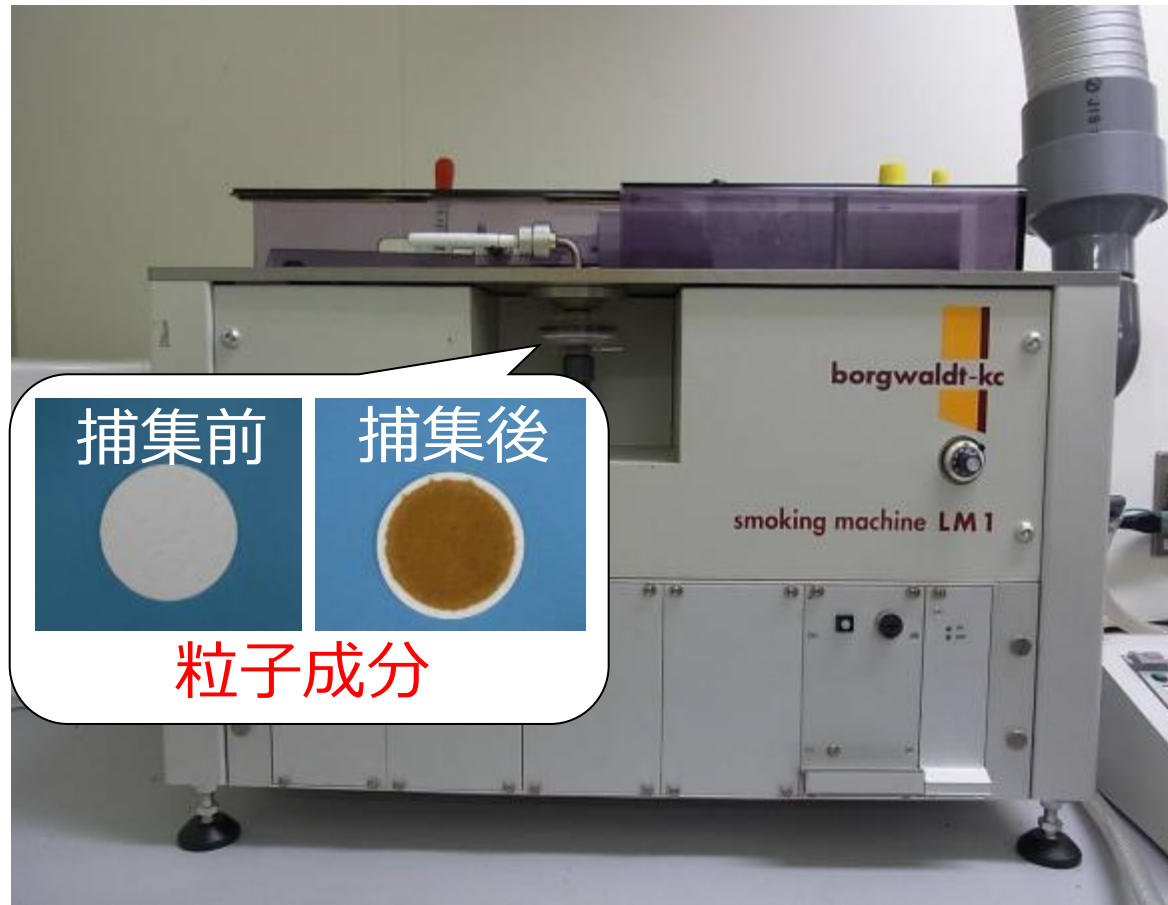
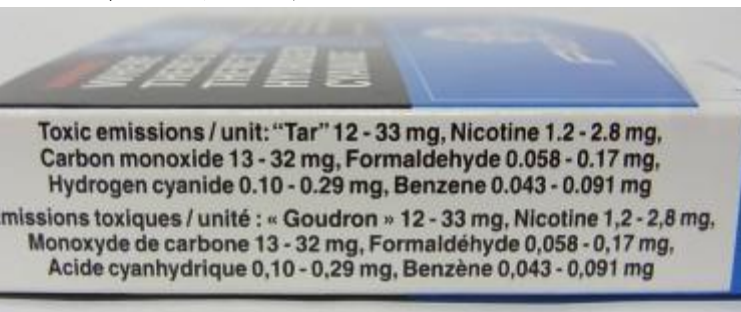


自動喫煙装置による紙巻きタバコ主流煙の捕集法

日本

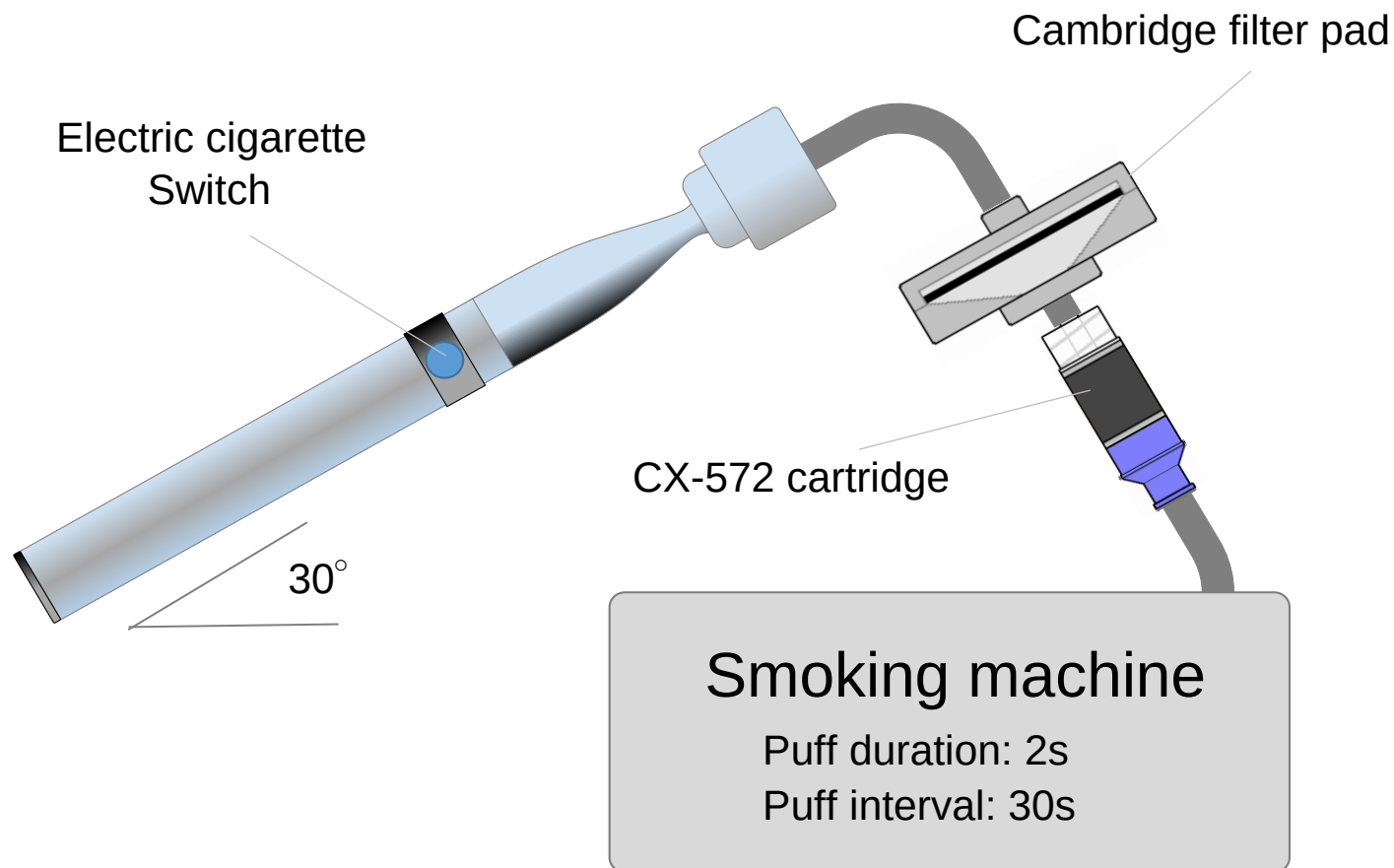


カナダ



喫煙法	吸煙量	吸煙時間	吸煙間隔	通気孔の閉鎖
ISO	35 mL	2 秒	60 秒	0%
HCI	55 mL	2 秒	30 秒	100%

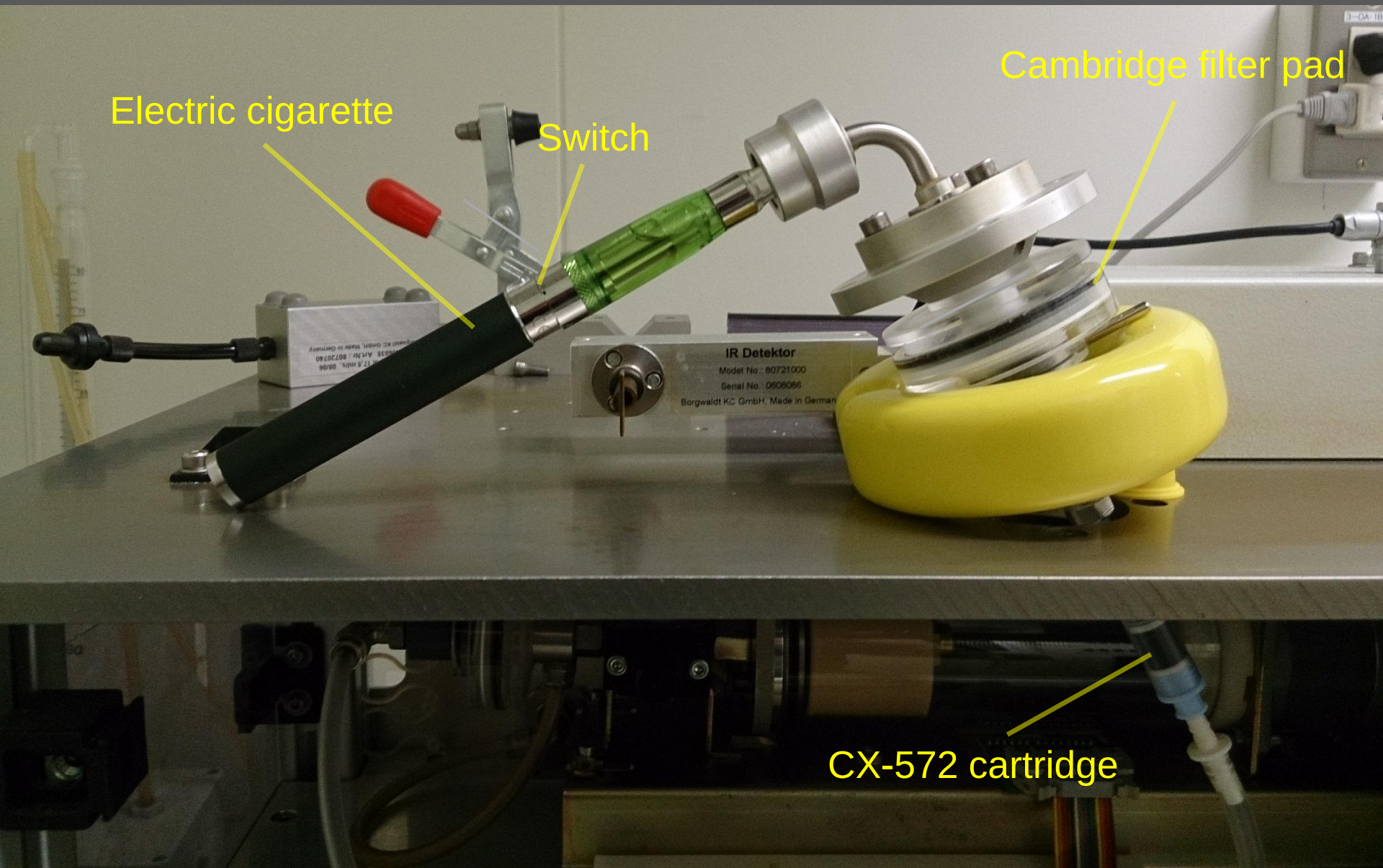
電子タバコ煙の捕集



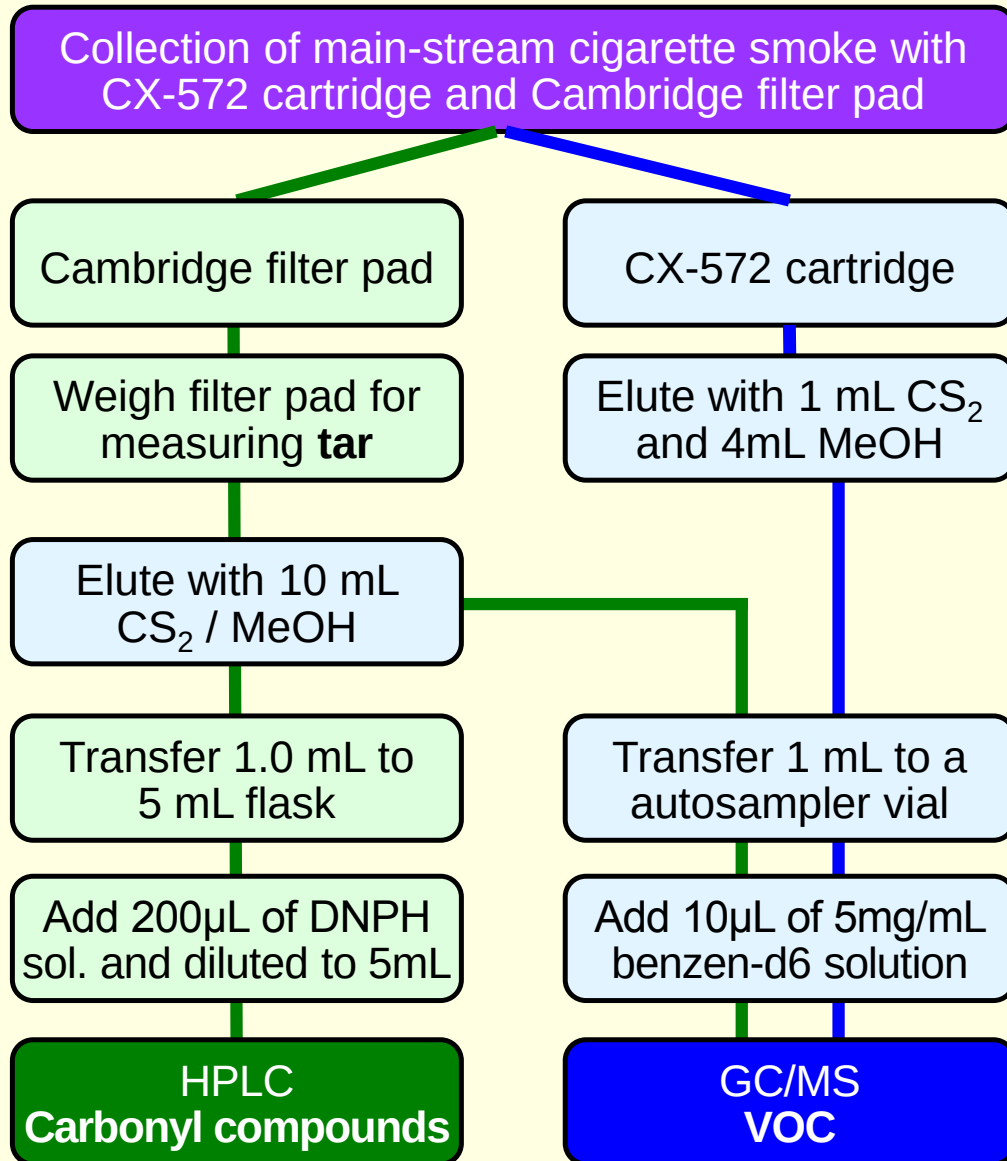
電子タバコから発生する煙（エアロゾル）の捕集は、粒子状物質とガス状物質に分けて分析を行った。

電子タバコ煙の粒子状物質をCambridge filter padで捕集した後、CX-572カーリッジでガス状物質を捕集した。

電子タバコ煙の捕集



電子タバコ煙中化学物質の分析

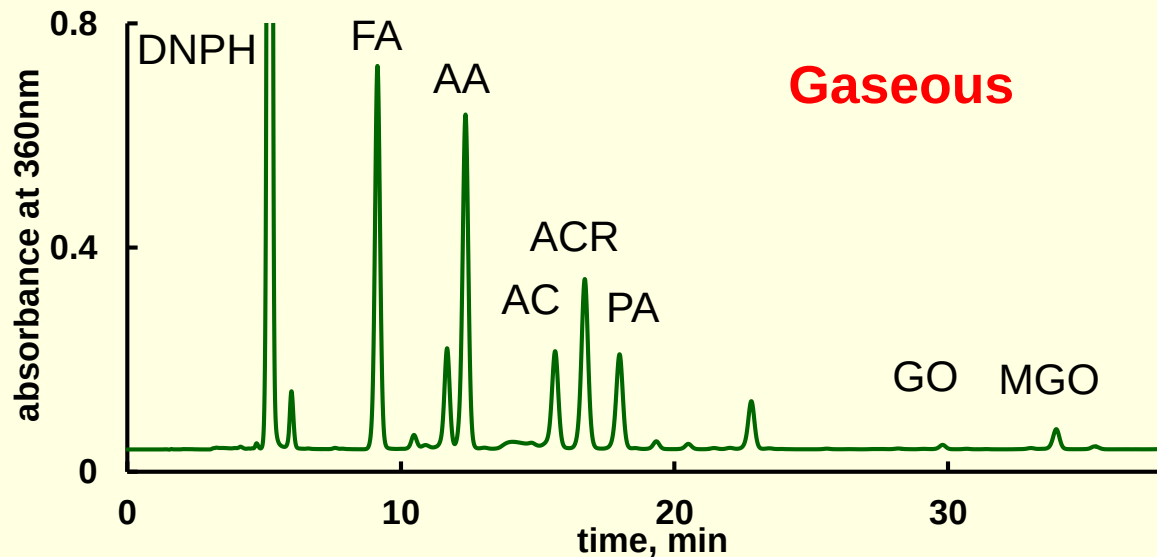
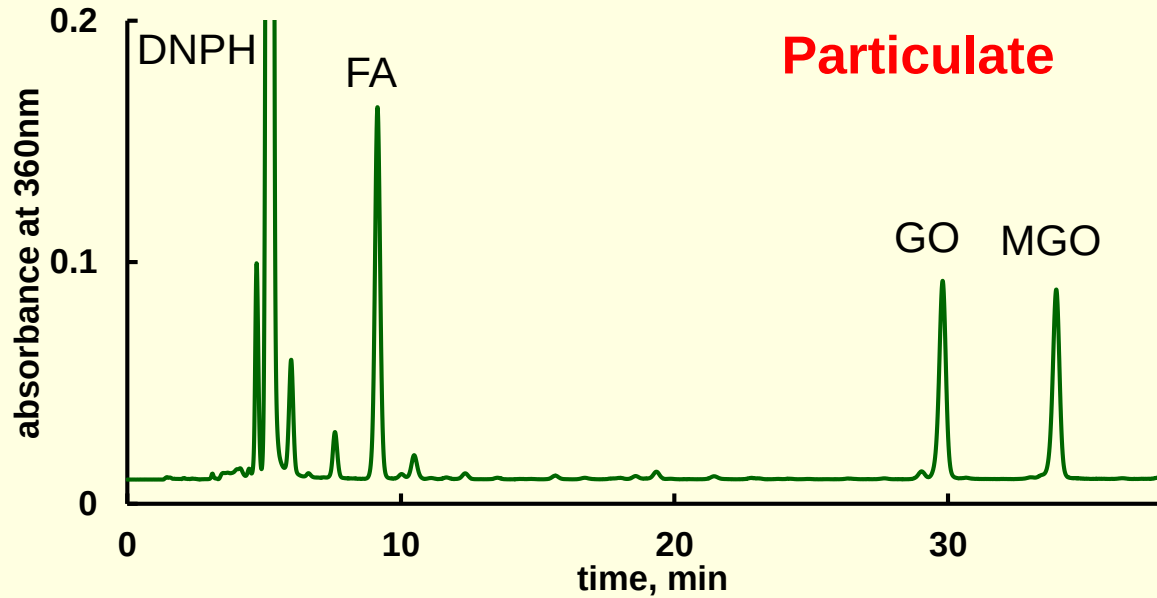


電子タバコ煙を粒子状成分とガス状成分に分けて捕集。

粒子状成分をケンブリッジフィルターで捕集、ガス状成分をCX-572で固体捕集。

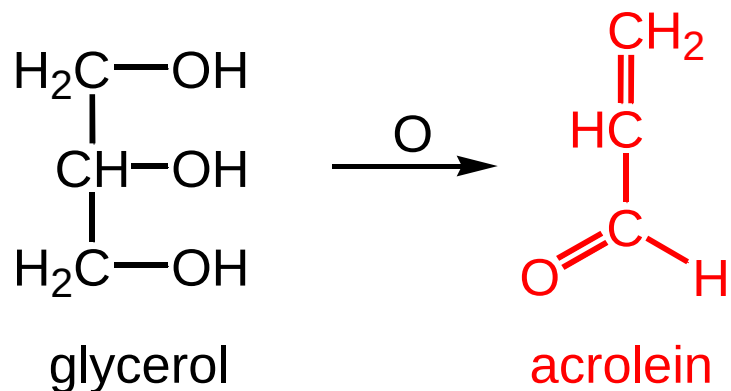
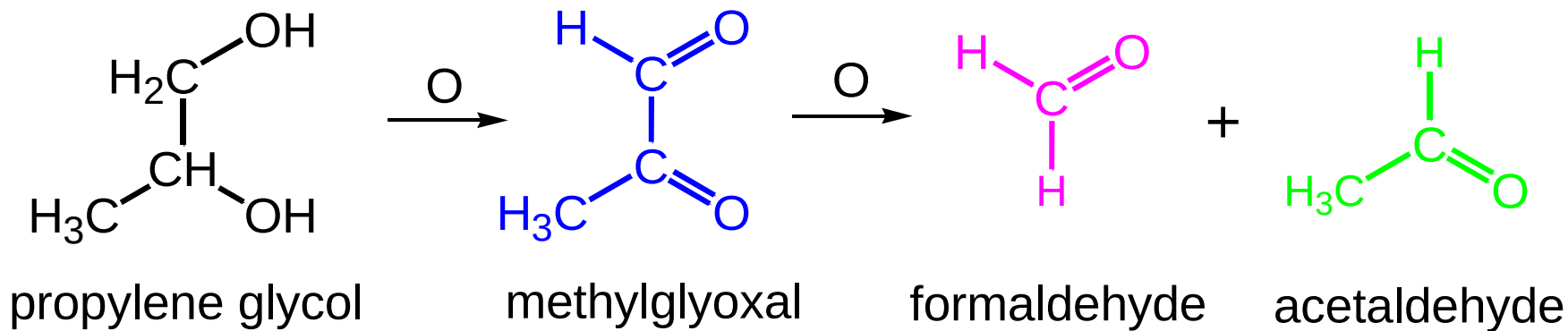
左記により化学分析

電子タバコ煙中に存在したカルボニル類



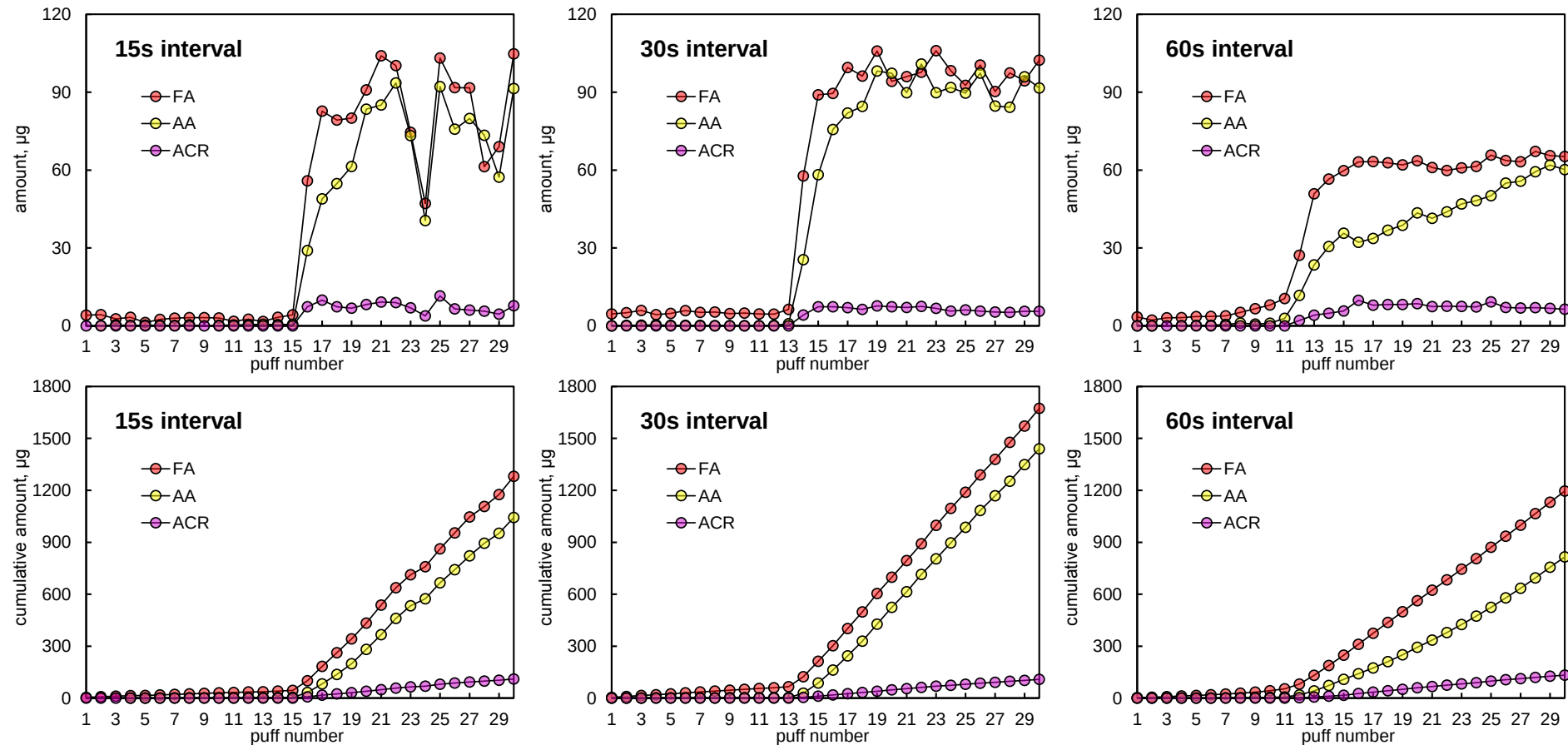
FA: formaldehyde
AA: acetaldehyde
AC: acetone
ACR: acrolein
PA: propanal
GO: glyoxal
MGO: methylglyoxal

電子タバコ液の酸化反応によるカルボニル類の産生



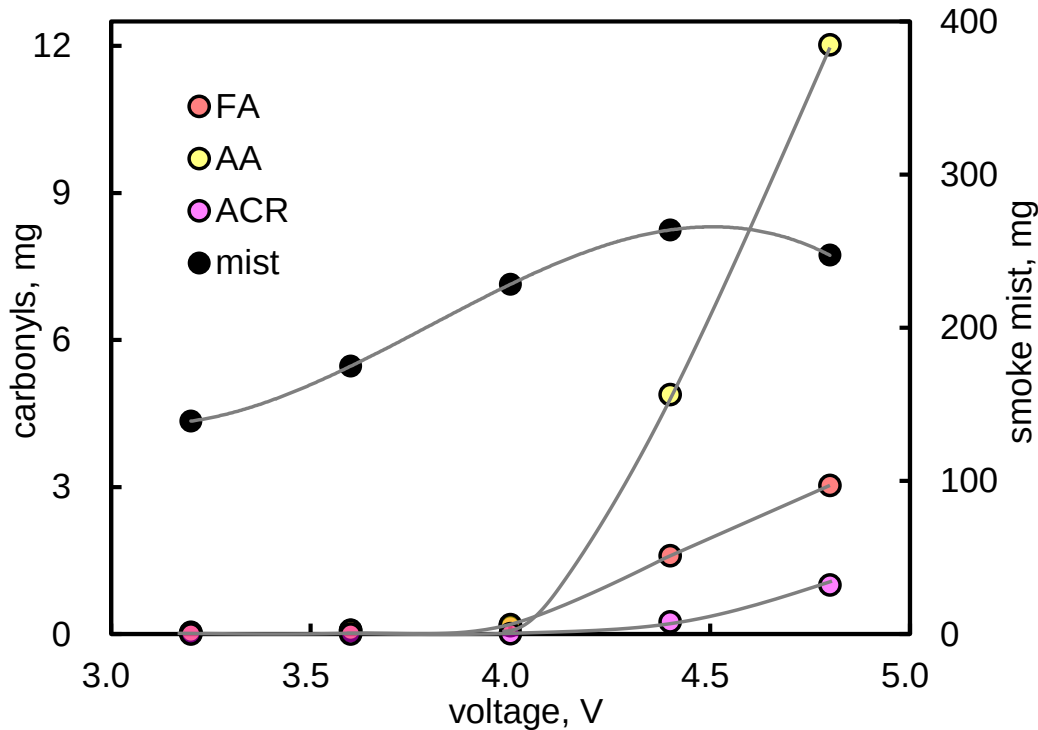
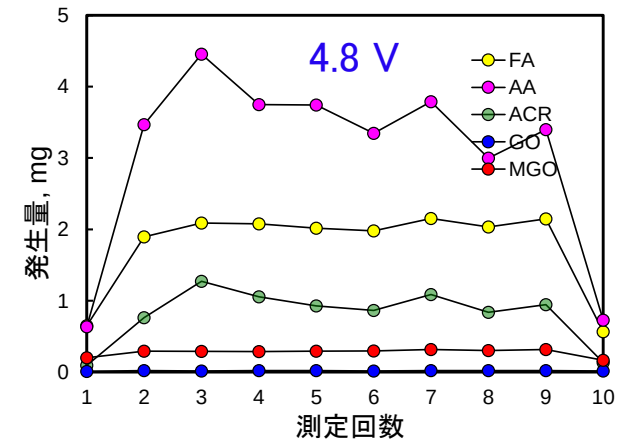
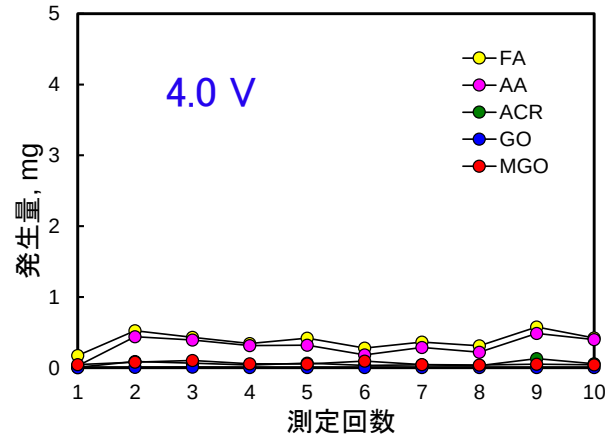
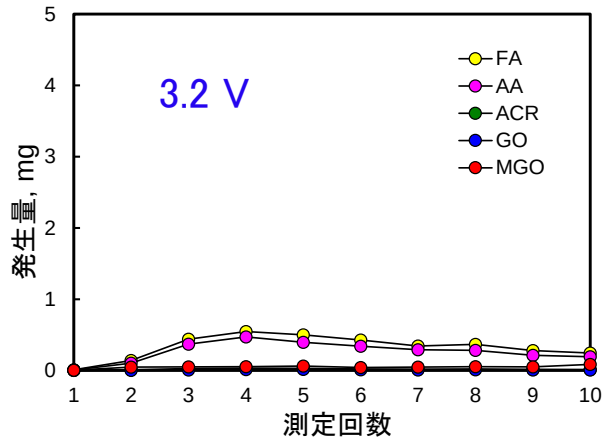
- プロピレン・グリコール ➔ ホルムアルデヒド, アセトアルデヒド, メチルグリオキサル
 グリセロール ➔ ホルムアルデヒド, アクロレイン, グリオキサル, メチルグリオキサル

吸煙条件(吸煙間隔、回数)によるカルボニル化合物発生量の変化



最初発生しないものでも、10数puff目以降で、急激に発生量が増加するものがある
→発生量評価のための、捕集方法の確立が必要→30puffを1クールとして捕集へ

吸煙条件(電圧)によるカルボニル化合物発生量の変化

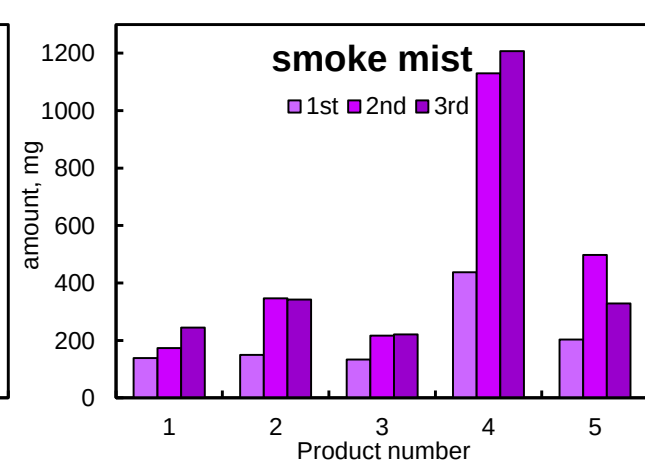
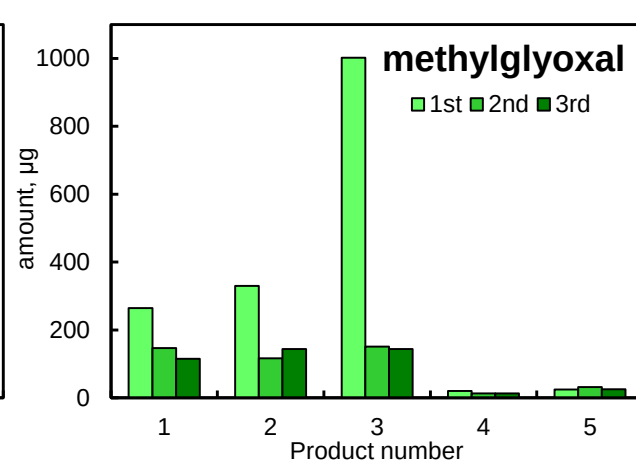
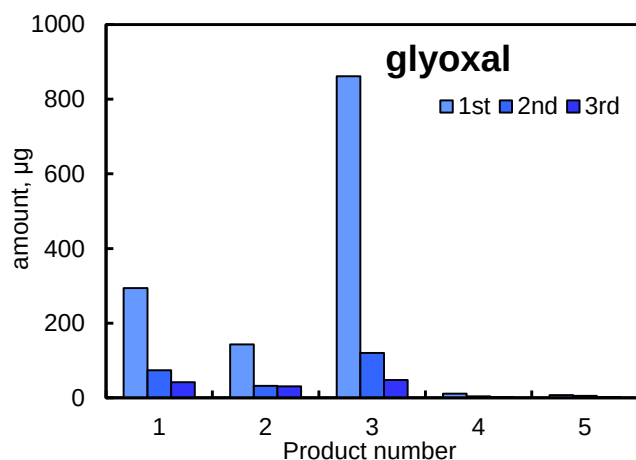
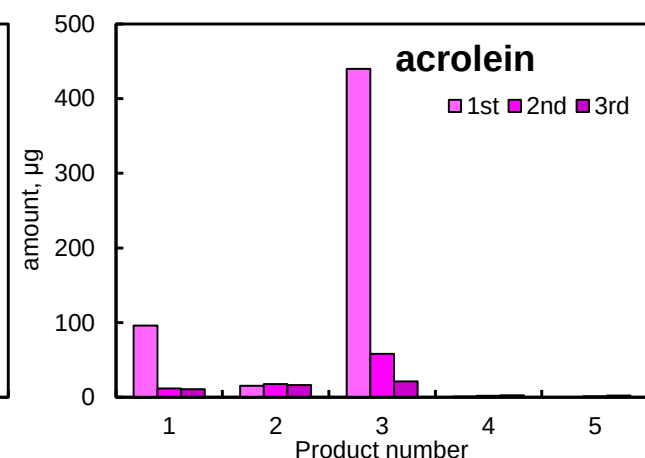
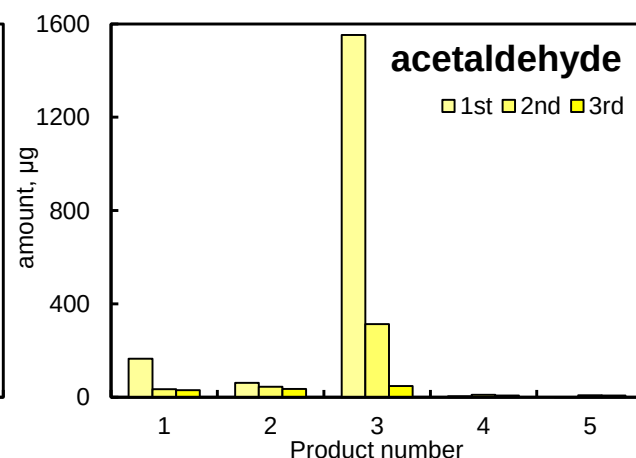
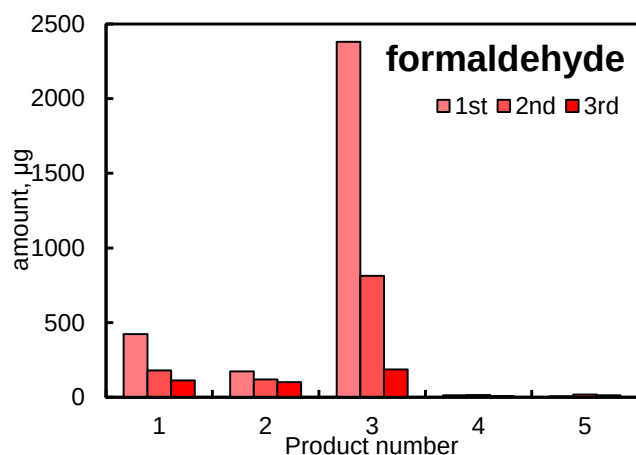


市販の電子タバコは、アトマイザーと電源部の組み合わせを自由に取り替え、パーソナライズすることが可能。
 銘柄Dのアトマイザー(元々は3.66V電源が付属)に、印加電圧変更可能な電源部を接続して、カルボニル発生量(mg/30puff)を観察。
 ➔4V超で電圧とともにカルボニル類の発生増加。

測定対象とした電子タバコの特徴

Bland	Liquid	Voltage (v)	Resistance (Ω)
A	apple flavor	4.82	2.2
B	apple flavor	3.70	2.6
C	apple flavor	3.97	2.0
D	apple flavor	3.66	2.5
E	specific flavor	3.77	2.8
F	cola flavor	5.12	2.3
G	apple flavor	5.12	2.1
H	apple flavor	3.93	1.6
I	apple flavor	4.85	1.6
J	apple flavor	4.22	1.9

8銘柄, 各5製品のカルボニル類の発生量(30puff捕集当り)の相違:【銘柄C】



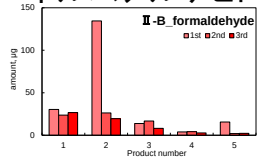
- ・各銘柄について、5ロットを購入
- ・各ロットについて3回ずつ捕集測定
- ・捕集は2～3日、間隔を空けて実施
- ・吸煙法はHCl法
- ・30puff当りの発生量として評価

8銘柄、各5製品のカルボニル類の発生量(30puff捕集当り)の相違

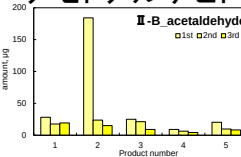
銘柄

B

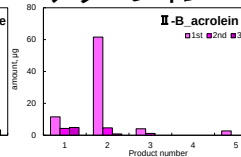
ホルムアルデヒド



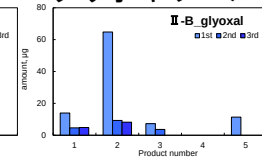
アセトアルデヒド



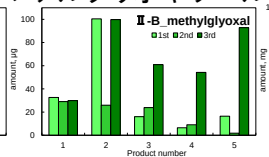
アクロレイン



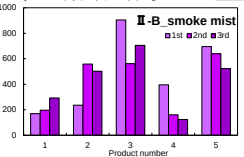
グリオキサール



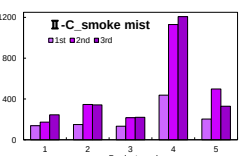
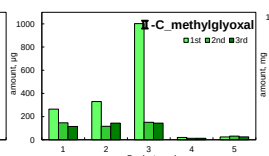
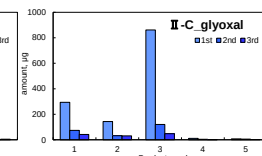
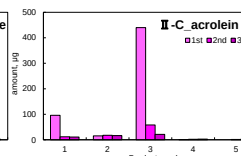
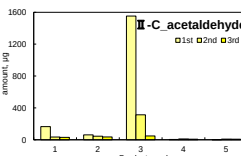
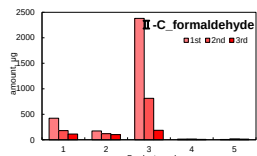
メチルグリオキサール



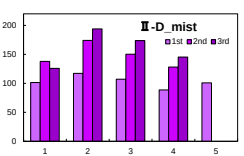
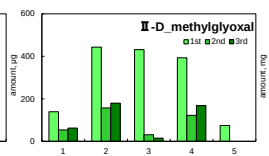
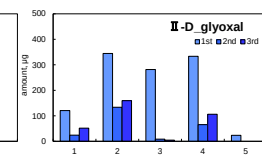
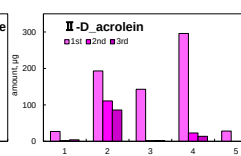
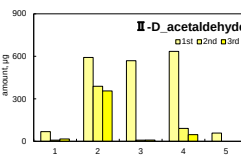
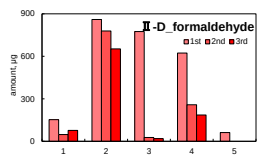
煙(蒸気)発生量



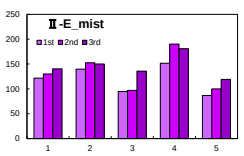
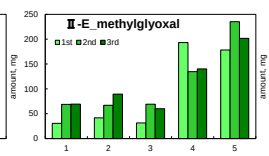
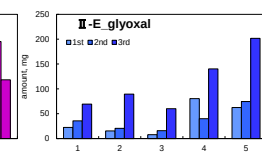
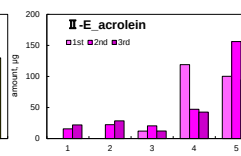
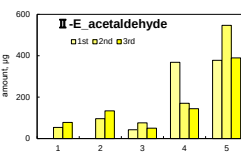
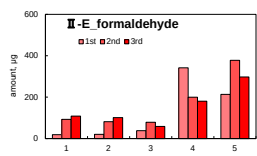
C



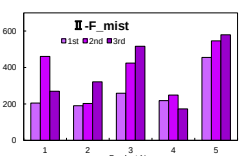
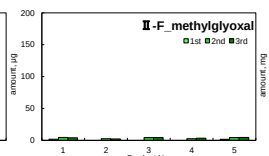
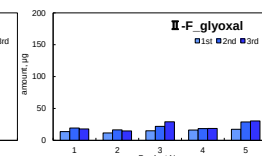
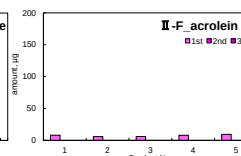
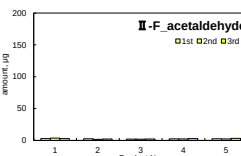
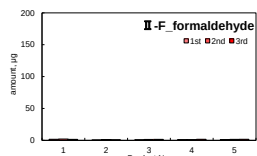
D



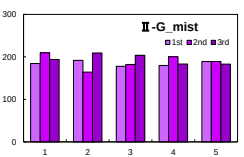
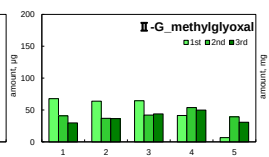
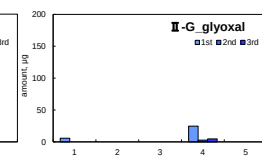
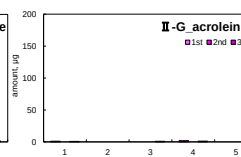
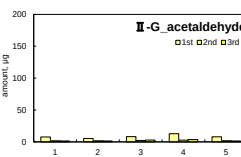
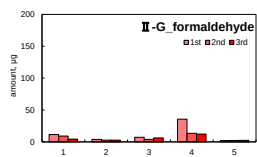
E



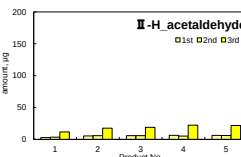
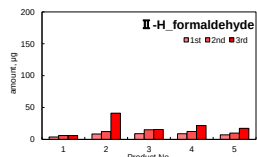
F



G



H



各種の電子タバコから発生したカルボニル化合物($\mu\text{g}/10\text{puff}$)

Product	voltage V	Smoke (mg/10puff)	FA ($\mu\text{g}/10\text{puff}$)	AA ($\mu\text{g}/10\text{puff}$)	AC ($\mu\text{g}/10\text{puff}$)	ACR ($\mu\text{g}/10\text{puff}$)	PA ($\mu\text{g}/10\text{puff}$)	BA ($\mu\text{g}/10\text{puff}$)	GO ($\mu\text{g}/10\text{puff}$)	MGO ($\mu\text{g}/10\text{puff}$)	T-Carb ($\mu\text{g}/10\text{puff}$)
B	3.70	150 41 - 300	7.4 0.7 - 45	8.9 1.5 - 61	3.1 0.6 - 20	2.1 n.d. - 20	1.4 n.d. - 21	1.0 n.d. - 9.4	2.9 n.d. - 22	13 0.6 - 34	40 5.3 - 230
C	3.97	130 44 - 400	100 2.3 - 790	52 n.d. - 520	5.6 n.d. - 52	16 n.d. - 150	5.2 n.d. - 32	1.5 n.d. - 12	37 0.5 - 290	57 4.4 - 330	280 12 - 2100
D	3.66	43 30 - 58	120 6.3 - 290	73 2.8 - 210	13 n.d. - 60	24 n.d. - 99	18 0.5 - 89	7.3 n.d. - 44	43 1.6 - 120	58 5.0 - 150	350 20 - 950
E	3.77	44 29 - 63	49 6.3 - 126	56 n.d. - 180	15 n.d. - 64	15 n.d. - 52	20 n.d. - 76	1.2 n.d. - 5.7	11 3 - 27	36 10 - 78	200 24 - 610
F	5.12	110 58 - 190	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6.5 3.9 - 10	n.d.	9.8 6.9-13
G	5.12	63 55 - 70	2.7 n.d. - 12	1.4 n.d. - 4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14 2 - 23	20 6 - 40
H	3.93	73 46 - 84	3.3 1.3 - 5.0	1.8 1.0 - 2.1	1.8 0.5 - 3.2	n.d.	1.5 0.5 - 4.4	n.d.	n.d.	5.1 2.7 - 6.2	13 7.0 - 19
I	4.85	69 40 - 91	3.2 1.1 - 2.1	1.6 n.d. - 3.2	1.4 n.d. - 2.2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6.2 3.2 - 8.8	12 8.0 - 16
J	4.22	110 65 - 160	1.9 n.d. - 2.9	1.9 n.d. - 3.8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.8 1.5 - 5.9	8.6 2.6 - 13
3R4F			76	1600	600	160	120	72	n.a.	n.a.	2800

30puff捕集の濃度を、10puffあたりに換算した濃度。 上段: 平均濃度, 下段: 濃度レンジ

FA: ホルムアルデヒド

AA: アセトアルデヒド

AC: アセトン

ACR: アクロレイン

PA: プロパナール

BA: ブタナール

GO: グリオキサール

MGO: メチルグリオキサール

蒲生委員のリスク評価の基礎資料

ホルムアルデヒドとは？

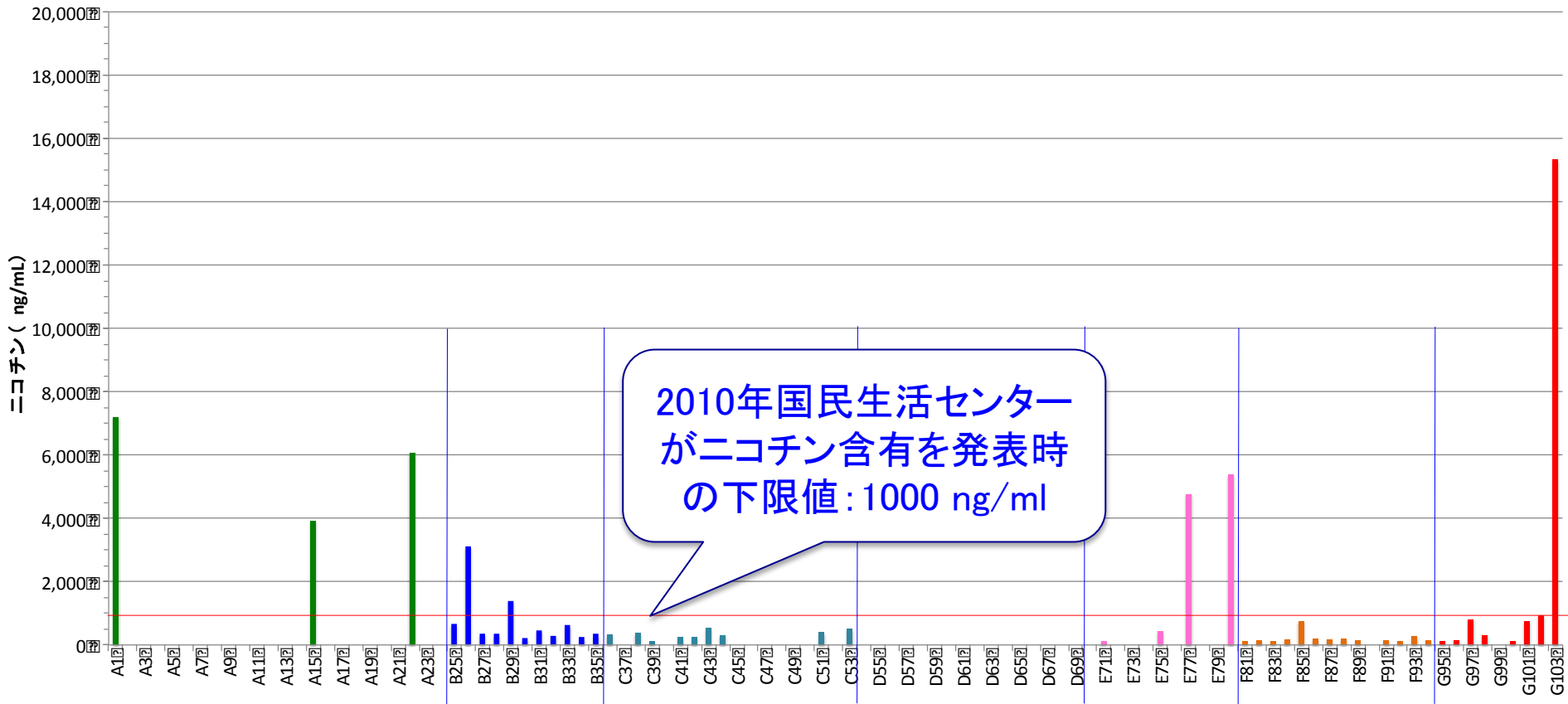
- 用途：尿素樹脂、接着剤、消毒薬、保存剤等（ホルマリン溶液）
- 刺激性とともに、感作作用を有する（接触皮膚炎、光過敏性皮膚炎、喘息）
- 国際がん研究機関IARC分類:Group2A(ヒトに対しておそらく発がん性がある)→2004年Group1 (ヒトに対して発がん性がある)
- 鼻咽頭がんのほか、白血病を起こす強い証拠
- 刺激性を認めないレベル以下では悪性腫瘍の増加を認めない
- 厚生労働省・シックハウス検討会・室内濃度指針値(1997):
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)---ヒト吸入暴露における鼻咽頭粘膜への刺激

アセトアルデヒドとは？

- 用途・発生源：酢酸エチル等の製造原料、防腐剤、食品添加物、タバコ煙、エタノールの生体内代謝物（二日酔いの原因）
- 国際がん研究機関IARC分類:Group2B(ヒトに対する発がん性が疑われる)
- 厚生労働省・シックハウス検討会・室内濃度指針値(2002):
48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm)---ラットの経気道暴露における鼻腔嗅覚上皮への影響

- アクロレイン: 不飽和アルデヒドの一種
 - メチオニン (医薬品や飼料の原料) の合成原料、グルタルアルデヒド等の合成原料
 - タバコ煙、食用油の油脂の酸化 (油酔い)
 - 反応性が強く、刺激性を有する
- グリオキサール, メチルグリオキサール
 - 皮膚・粘膜の刺激作用, 感作作用
 - 紙巻きタバコ煙には、ほとんど含まれておらず、電子タバコ特有

国内市販リキッド中のニコチン濃度



国内で流通する103製品についてニコチン分析を行ったところ、定量下限値以上(100 ng/mL)の充填液は48製品となり、ほぼ半数の製品にニコチンが含有。また、2010年に国民生活センターが発表したニコチン下限値1000 ng/mL以上の充填液は8製品であった。

製造Lot番号が異なる電子タバコ充填液のニコチン分析

Lot. No	Nicotine (ng/mL)								
	Brand A					Brand B			Brand C
	1	13	15	21	22	26	29	33	43
1	7180	11	3920	19	6060	3110	1410	612	537
2	8990	60	4130	50	7460	3900	1230	751	608
3	8100	68		60	6360	4550	1310	671	664
4				60					

製造番号の異なる電子タバコ充填液中ニコチン量には、大きな変動は確認されなかった。➡限られたLotにおける偶発的な混入ではない可能性。