



PMI RESEARCH & DEVELOPMENT

Indoor Air Chemistry

Assessment of Environmental Aerosols generated by the Tobacco Heating System 2.2

Dr Catherine Goujon Ginglinger

Society of Indoor Environment, Okinawa – B-06

December 3, 2015

Environmental Tobacco Smoke

環境中たばこ煙

- Public health authorities, including the WHO, have concluded that exposure to Environmental Tobacco Smoke (ETS) causes diseases including lung cancer and heart disease in adult nonsmokers, as well as asthma, respiratory infections, cough, wheezing and other conditions. In addition, public health officials have concluded that ETS can exacerbate adult asthma and cause eye, throat, and nasal irritation
- ETS also named second hand smoke is a mixture of sidestream* smoke and exhaled smoke
- PMI has developed a new heated tobacco product, which heats tobacco at a temperature below that required to initiate combustion. This product creates an aerosol of a different composition compared to cigarette smoke
- A study was performed to assess the impact of the Tobacco Heating System (THS) version 2.2 on Indoor Air Chemistry (IAC)
- WHOを含む公衆衛生当局は、環境中たばこ煙 (ETS) にさらされることで、成人非喫煙者に肺がんや心臓疾患、さらに喘息や呼吸器感染、咳、喘鳴などを引き起こすと結論づけている。さらに、環境中たばこ煙は成人の喘息を悪化させ、目、喉、鼻を刺激するとも結論付けている
- 環境中たばこ煙は、受動喫煙とも呼ばれ、副流煙 (先端から出る煙) と呼出煙 (吐き出した煙) の総称
- PMIは、燃焼を伴うまでいかなる低い温度でたばこを加熱する、新しい電気加熱式たばこ製品を開発。この製品は紙巻たばこの煙とは異なる成分の、エアロゾルを発生
- 今回の研究は、電気加熱式たばこ2.2の屋内空気化学への影響を評価するもの

*sidestream is related to or being tobacco smoke that is emitted from the lit end of a cigarette or cigar.



PMI RESEARCH & DEVELOPMENT

Indoor Air Chemistry requirements for simulation

シミュレーションに必要な屋内環境化学要件

Assessing the impact of a product use on indoor air quality required many controlled elements:

- Environmentally Controlled Room
- Model environment simulating real life conditions based on occupant density & category
- Subjects: adult volunteer smokers (conventional cigarettes)
- Strict protocol during simulation conditions
- List of Indoor air constituents including established markers of ETS
- Quantitative methods developed and validated according to needs
- Study design and data treatment to address the research question: «**what is the indoor air quality when using THS2.2 compared to a background air concentration? How different is it from ETS?**»

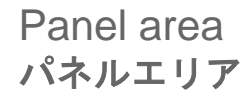
製品の使用が屋内空気環境に与える影響を評価するために必要な、数多くのコントロールされた要件

- 環境コントロールされた部屋
- 占有密度や場所の種類などに基づく実際の生活条件を再現する、疑似的な屋内環境
- 外部より募った成人喫煙者（紙巻たばこ）
- 疑似条件についての厳格なプロトコール
- 認知されている環境中たばこ煙マーカータを含む屋内空気化学物質リスト
- ニーズに応じて開発され、実証された定量的手法
- 「電気加熱式たばこ2.2を使用した時の屋内空気環境は、人が在室しているが何もしていない時と比べてどうか。環境中たばこ煙とどう違うか。」という研究テーマに応えるための研究デザインとデータ取り扱い



PMI RESEARCH & DEVELOPMENT

環境コントロールされた部屋一条件



Sampling area
サンプリングエリア
Control room
コントロールルーム

-

Selected toxicants / air quality markers

測定対象の有害性物質/空気環境マーカー

カテゴリー	物質
ISO measurement standards for ETS (ISO Norms 15593, 2001; 18144, 2003; 18145, 2003; 11454, 1997)	RSP gravimetric [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	UVP-THBP [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	FPM-scopoletin [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Solanesol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	3-Ethenylpyridine [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Nicotine [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
ISO measurement standard for TVOCs (ISO 16000-6, 2011)	TVOC (Total Volatile Organic Compounds)
Carbonyls	Acetaldehyde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Acrolein [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Crotonaldehyde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Formaldehyde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Volatile Organic Compounds (VOCs)	Acrylonitrile [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Benzene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	1,3-Butadiene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Isoprene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Toluene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Inorganics	Carbon monoxide [ppm]
	Nitrogen oxide (NO) [ppb]
	Nitrogen oxides (NOx) [ppb]

Particulate Matter up to 2.5 micrometers (PM2.5) & tobacco smoke-related PM markers

PM2.5とたばこ煙関連の粒子状マーカー

Gas-phase tobacco-specific markers

たばこ煙特有の気体状マーカー

Air quality marker

屋内空気環境マーカー

Compounds selected based on:

- Relevance for air quality
- Relative abundance in THS2.2 aerosol (i.e. the most abundant)
- Gas-phase tobacco non-specific markers

下記に基づいて選ばれた化学物質

ー屋内空気環境との関連

ー電気加熱式たばこ2.2のエアロゾルとの関連

ーたばこ特有ではない気体状マーカー



PMI RESEARCH & DEVELOPMENT

Study Design: simulated real life conditions

研究デザイン：実際の生活条件の疑似再現

Model Environment	Room conditions defined by CEN Standard EN 15251:2007				
Category カテゴリー	Ventilation 換気量 m³/h	Air change 換 気数1/h	# of smokers 在室喫煙者数	Cig/pers/h 1人あたり毎時 たばこ本数	Cig/h 毎時たばこ 本数総数
Office オフィス	156	2.16	2	2	4
Hospitality 飲食店等	555	7.68	4	2	8
Residential 居住空間 I/II	121 / 87	1.68 / 1.20	2	1.5	3

- 3 test items were compared, under the 3 selected conditions
 - Marlboro Gold (6 mg tar, 0.5 mg nicotine, 7 mg carbon monoxide)
 - THS 2.2 device, tobacco stick B-11434
 - Background, i.e. people present in the room not using any articles
- All analytical methods & IAQ room are accredited under ISO17025 (International Organization for Standardization, 2005) by the Swiss Accreditation Service (SAS, Bern, Switzerland)
- 2つの実験対象製品と、何もしない状態で測定
 - マールボロゴールド(タール6mg、ニコチン0.5mg、一酸化炭素7mg)
 - 電気加熱式たばこ2.2、専用たばこB-11434
 - BKG=何も行わない屋内環境、つまり人が在室するだけでたばこ製品使用のない状態
- すべての分析方法と屋内環境モデルは、ISO17025のもと、スイス認証サービス機関によって認定されている

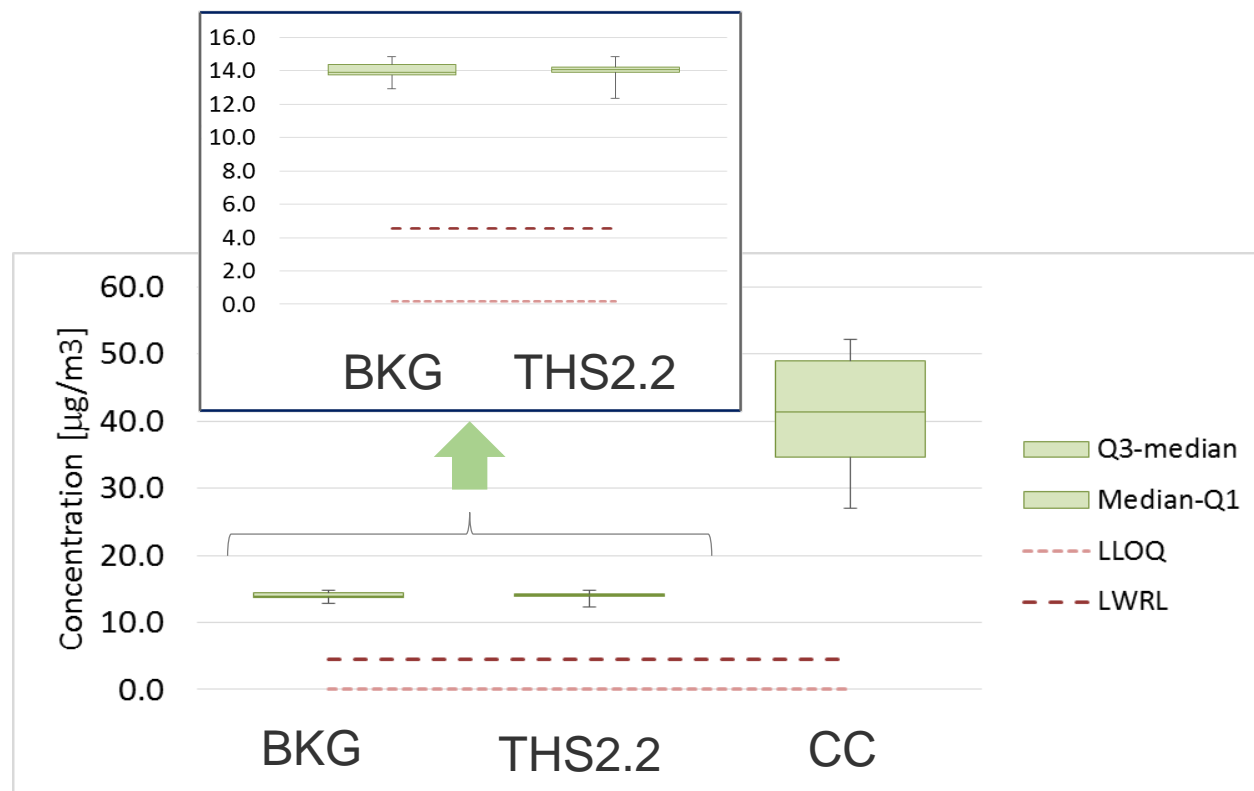


Example of comparison: BKG, THS2.2, CC in office condition – Formaldehyde

比較例：ホルムアルデヒド オフィス環境における「BKG=何もしない状態」「電気加熱式たばこ2.2を使用した状態」「紙巻たばこを喫煙した状態」

Formaldehyde: IAQ marker, a non-specific marker of environmental tobacco smoke. No statistical increase of formaldehyde above Background levels when using THS2.2

ホルムアルデヒド：屋内空気環境マーカで環境中たばこ煙特有ではないマーカ。電気加熱式たばこ2.2を使用した際、BKGと比較してホルムアルデヒドの量に増加は見られない

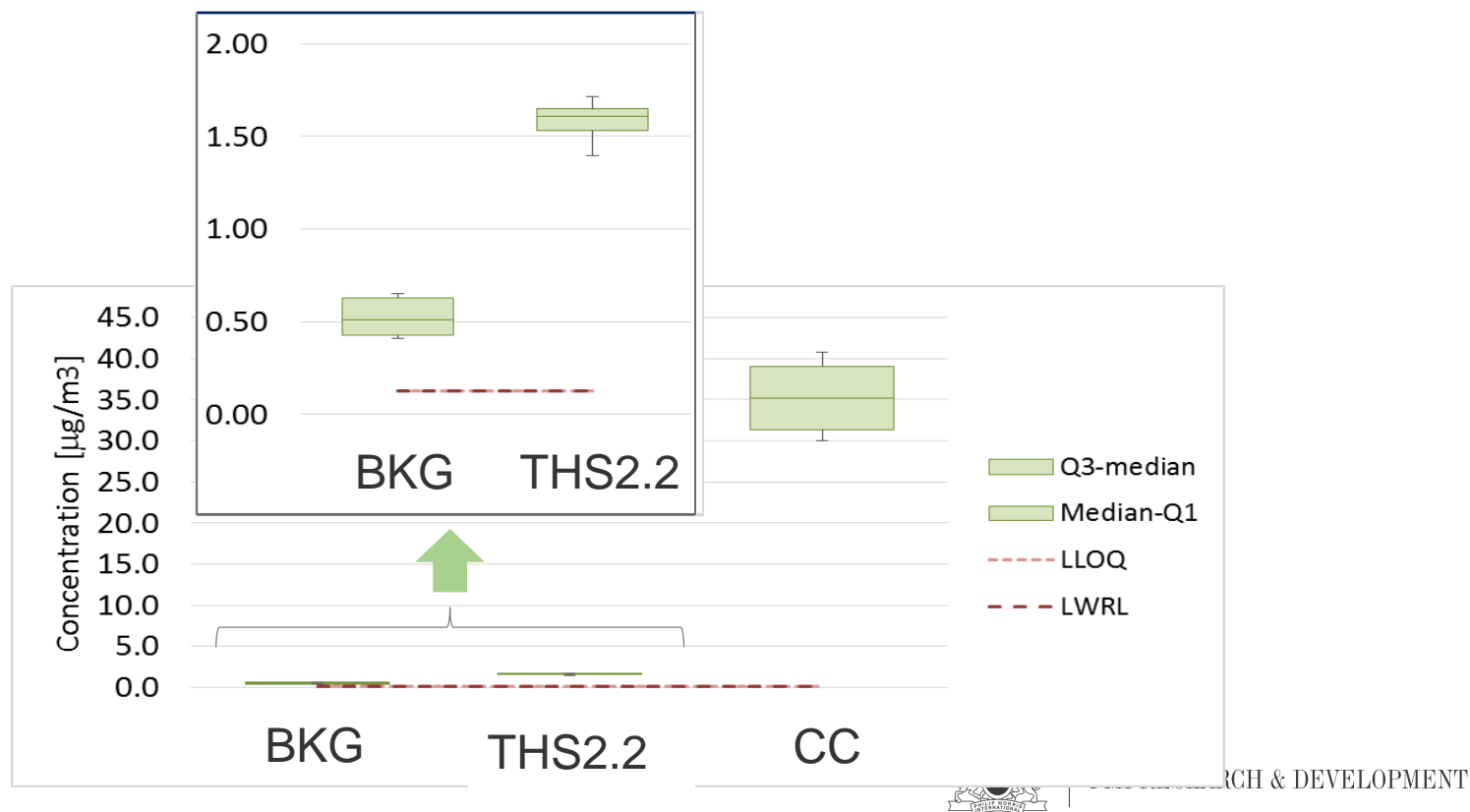


Example of comparison: BKG, THS2.2, CC in office condition – Nicotine

比較例：ニコチン オフィス環境における「BKG=何もしない状態」「電気加熱式たばこ2.2を使用した状態」「紙巻たばこを喫煙した状態」

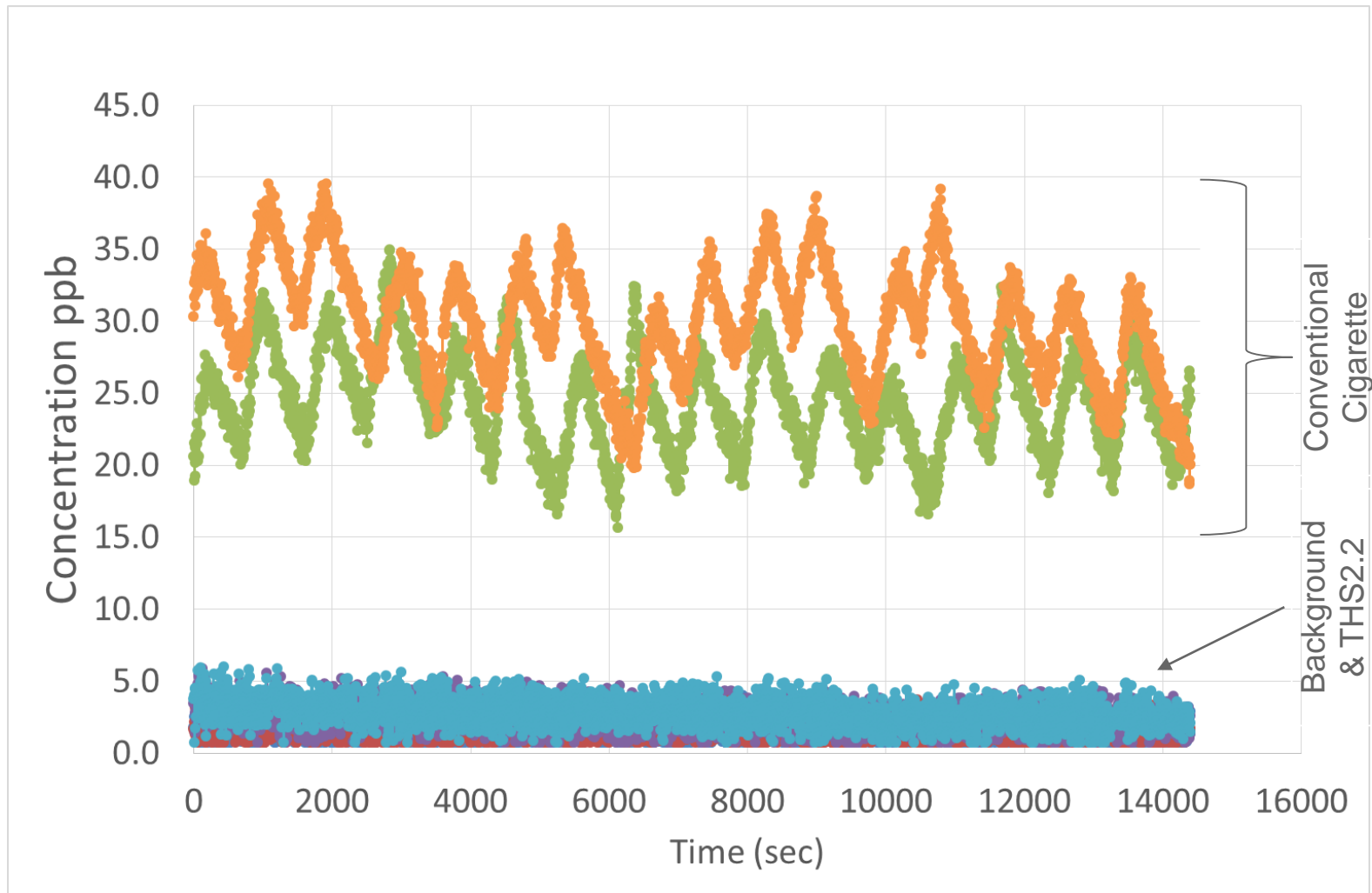
Nicotine (ISO 18145:2003) is higher for THS2.2 compared to background but significantly lower compared to Conventional Cigarette

電気加熱式たばこ2.2を使用した際、BKGと比較してニコチン(ISO 18145:2003)の量は高いが、紙巻たばこを使用した状態と比較して大幅に低い



Example of comparison: BKG, THS2.2, CC in office condition – Nitrogen Oxide

比較例：窒素酸化物 オフィス環境における「BKG=何もしない状態」「電気加熱式たばこ2.2を使用した状態」「紙巻たばこを喫煙した状態」



Contribution of THS2.2 & CC on Indoor Air Quality

Median reported

電気加熱式たばこ2.2と紙巻たばこがそれぞれ屋内空気環境に与える影響－中央値

	Analyte 測定物質	THS2.2 _{adjusted} (THS2.2 – BKG) (-): THS2.2 equivalent to BKG				CC _{adjusted} (CC – BKG) (*): BKG not subtracted (<LWRL)			
		Residential	Residential 2	Office	Hospitality	Residential	Residential 2	Office	Hospitality
ETS markers	RSP gravimetric [μg/m ³]	THS2.2 is not a source of Environmental Tobacco Smoke (ETS) 電気加熱式たばこ2.2は環境中たばこ 煙の発生源ではない				236*	268*	204*	147*
	UVP-THBP [μg/m ³]					39.6*	40.8*	38.5*	18.4*
	FPM-scopoletin [μg/m ³]					8.05*	8.50*	7.88*	4.04*
	Solanesol [μg/m ³]					10.2*	9.84*	10.2*	4.68*
Carbonyls	3-Ethenylpyridine [μg/m ³]	-	-	-	-	6.02*	7.61*	6.39*	3.94*
	Nicotine [μg/m ³]	0.69	1.81	1.10	0.66	29.7	29.1	34.7	34.6
	Acetaldehyde [μg/m ³]	2.66	5.09	3.65	1.40	70.2	83.8	58.8	33.1
	Acrolein [μg/m ³]	-	-	-	-	6.94*	5.65*	6.42*	3.03*
VOCs	Crotonaldehyde [μg/m ³]	-	-	-	-	2.19*	2.11*	2.04*	0.99*
	Formaldehyde [μg/m ³]	-	-	-	-	27.1	35.5	28.9	17.5
	Acrylonitrile [μg/m ³]	-	-	-	-	2.53*	3.61*	2.61*	1.36*
	Benzene [μg/m ³]	-	-	-	-	7.09	9.24	6.58	3.40
Gases	1,3-Butadiene [μg/m ³]	-	-	-	-	13.0*	16.8*	12.6*	5.79*
	Isoprene [μg/m ³]	-	-	-	-	71.5	99.4	75.9	37.0
	Toluene [μg/m ³]	-	-	-	-	11.1	26.1	14.9	8.76
	Carbon monoxide [ppm]	-	-	-	-	1.63*	2.17*	1.59*	<0.92*
	Nitrogen oxide (NO) [ppb]	-	-	-	-	26.2	35.6	27.0*	14.8*
	Nitrogen oxides (NOx) [ppb]	-	-	-	0.52	29.4	39.7	29.4	15.0

2 compounds clearly
attributable to the use of
THS2.2
電気加熱式たばこ2.2の
使用に明らかに起因し
ている2種類の化学物質

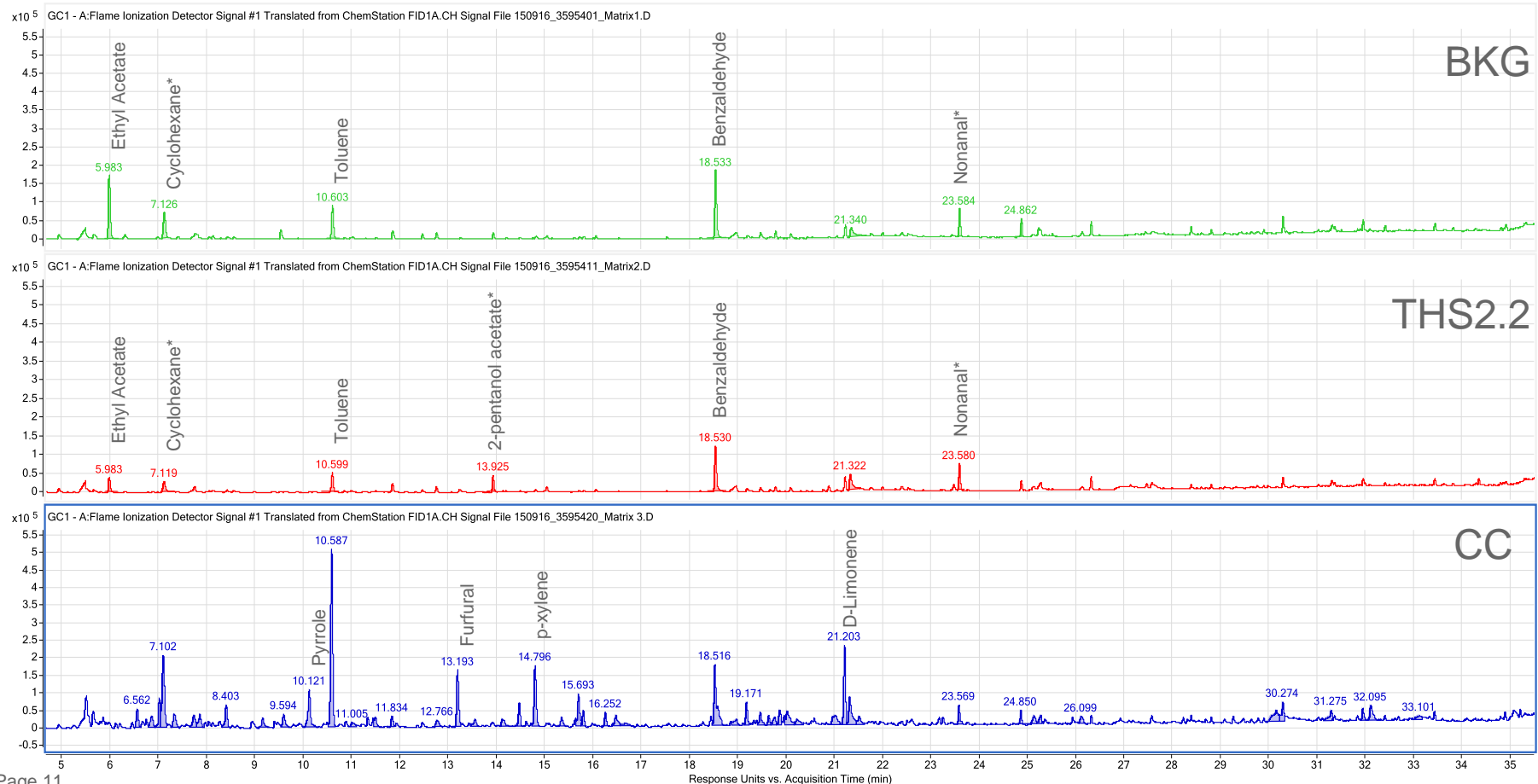
Most likely outdoor
contamination (1 rep out of 4)

RESEARCH & DEVELOPMENT

Total Volatile Organic Compounds – preliminary results(II)

揮発性有機化合物 - 一次結果

- TVOC values are within the same range for BKG & THS2.2 and same major constituents were found as opposed to CC.
- TVOC sources (THS2.2 or contaminants) and exact identification(*) are under investigation
- 揮発性有機化合物について、BKGと電気加熱式たばこ2.2は同じ範囲内の数値で、かつ検出された主な物質も同じ（紙巻たばこの場合は異なっていた）
- 揮発性有機化合物の発生源（電気加熱式たばこ2.2或いはコンタミ）と物質の構造の特定(*)については現在調査中



Data evaluation: nicotine & acetaldehyde

データ評価：ニコチンとアセトアルデヒド

- Nicotine is usually not part of air quality guidelines. However, Occupational Exposure Limits have been established in some legislation, e.g.:
 - The European Agency for Safety and Health at Work¹ has established a exposure limit at **500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (8 hours) to be compared to a maximum median value of **1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** for THS 2.2 (275 fold lower)
 - At 1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, it would take about 25 days (and night) in this environment to be exposed to the equivalent of smoking 1 cigarette²
- ニコチンは、通常、空気の質ガイドラインに含まれていないが、職場での曝露上限が規定されているケースはある
 - 欧州労働安全衛生機関では曝露の上限を**500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (8時間当たり)と定めている。それに対し、電気加熱式たばこ2.2では中央地の最大が**1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (1/275)である
 - 1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ という環境では、通常の紙巻たばこ1本分の暴露に至るには約25日間要する

1) Directive 2006/15/EC - indicative occupational exposure limit values

2) Based on: average for a person breath 22m³/day and a cigarette delivers 1 mg of nicotine



Data evaluation: nicotine & acetaldehyde

データ評価：ニコチンとアセトアルデヒド

- Acetaldehyde is part of some air quality guidelines
 - In Japan, the Ministry of Health has established a guideline at $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - In the INDEX project final report³, an Exposure Limit is set at $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - These limits have to be compared to a maximum median concentration of $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ attributable to the use of THS 2.2 indoor, measured in our study.
 - The INDEX report also reports a median concentration of $10\text{-}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in European residence, the main source being exhaled breath following its endogenous production in the general population
- アセトアルデヒドは、いくつかの空気の質ガイドラインに含まれている
 - 日本では、厚生労働省のガイドラインにより $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と規定されている
 - INDEXプロジェクト（EUの室内汚染物質に関するプロジェクト）の最終レポートでは、曝露の上限値は $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と定められている
 - 今回の研究によれば、電気加熱式たばこ2.2の使用で測定された最高値は $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった
 - INDEXレポートは、欧州における居住環境での数値は $10\text{-}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で、その主原因は呼気であるとも報告している

3) The Index Project, Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU, EC, Joint Research Center, Institute for Health and Consumer Protection, January 2005



Conclusion

結論

- Our indoor air quality study performed with THS 2.2, simulating real life situation in a controlled environment shows that:
 - During use of THS2.2, no Environmental Tobacco Smoke (ETS) is emitted
 - Only 2 compounds were exceeding background levels following the use of THS 2.2: nicotine and acetaldehyde
 - The measured levels, however, are much lower than maximum exposure levels as defined in existing air quality guidelines in the EU and Japan for example
- Using THS 2.2 indoors does not have a negative impact on air quality
- コントロールされた環境下で実際の生活を疑似的に再現した中で実施した、電気加熱式たばこ2.2を使った屋内空気環境の研究によれば:
 - 同製品使用時、環境中たばこ煙は排出されない
 - 同製品の使用に起因して検出され、「何もしない状態」での測定値を超えた物質は2種類のみ：ニコチン、アセトアルデヒド
 - しかし、測定されたレベルは既存の空気質のガイドラインで定義される曝露上限よりも非常に低くなっている
- 電気加熱式たばこ2.2の使用は、屋内空気環境に悪影響を与えない



PMI RESEARCH & DEVELOPMENT



PMI RESEARCH & DEVELOPMENT



PMI RESEARCH & DEVELOPMENT