

「なくそう！望まない受動喫煙」オンラインセミナー

# 新型たばこの有害性も含めた受動喫煙の 健康影響

2022.12.7

国立保健医療科学院

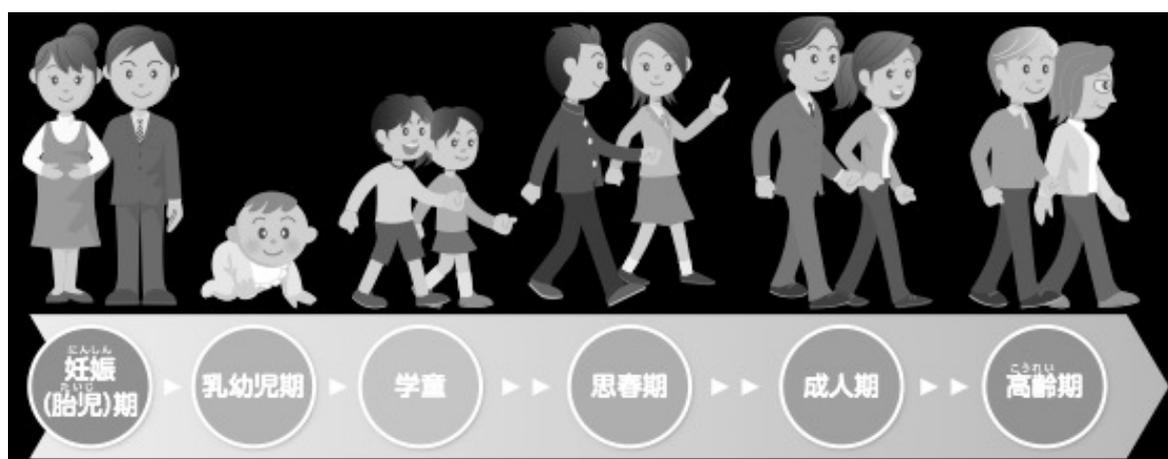
生活環境研究部

稲葉洋平



## ライフステージを通じてたばこ対策の実施

### 1. 健康増進法の改正 2020年4月→受動喫煙対策



母子保健

母子手帳交付・検診  
「両親への禁煙支援・  
受動喫煙防止の働きかけ」

学校保健

「防煙教育・薬物防止  
教育の一環」

職場の健康診断

「特定保健指導  
(禁煙支援)」

生活習慣病

「循環器・呼吸器疾患対策  
がん対策・特定保健指導」

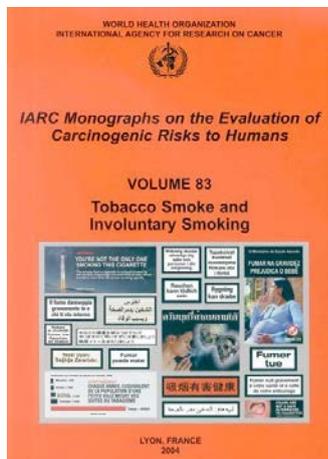
# 本講義の目的

1. たばこ製品の有害性について  
(紙巻たばこ、加熱式たばこ・電子たばことは、  
どのような製品なのか?)
2. それぞれのたばこ製品のヒトへの曝露について
3. たばこの健康影響

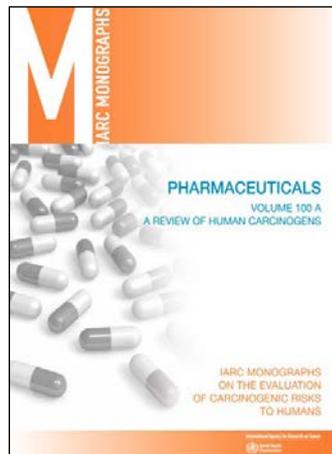
## 喫煙及び受動喫煙による健康影響

- 既に、有害性については確定している。

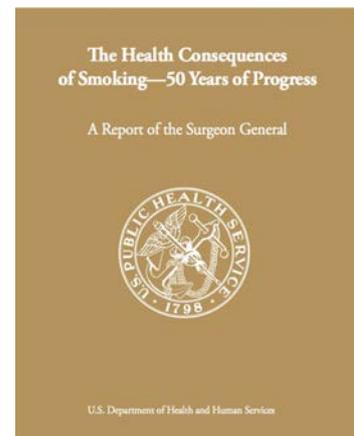
たばこ煙と不随意の喫煙  
(2004年 IARCモノグラフ83)



ヒトの発がん性物質について  
(2012年 IARCモノグラフ100)



50周年記念号  
(2014年 米国公衆衛生総監報告)



# たばこの発がん性（WHOによる分類）

国際がん研究機関(International Agency for Research on Cancer : IARC)は、たばこ、アスベスト、ホルムアルデヒドなど113種について、ヒトに対する発がん性を示す十分な根拠がある(グループ1)としている。

※IARCは、世界保健機関(WHO)のがん研究の専門機関であり、ヒトへの化学物質の発がん性評価等を実施している。

	分類	例
グループ 1	発がん性がある(Carcinogenic to humans) (113種)	能動喫煙, 受動喫煙, たばこ煙, 無煙たばこ, アスベスト, 大気汚染, PCB, 紫外線, ベンゼン, ホルムアルデヒド, 1,3-ブタジエン等
グループ 2A	おそらく発がん性がある(Probably carcinogenic to humans) (66種)	鉛化合物(無機), N-ニトロソジエチルアミン, N-ニトロソジメチルアミン, ジベンゾ[a,h]アントラセン等
グループ 2B	おそらく発がん性があるかもしれない(Possibly carcinogenic to humans) (285種)	ジベンゾ[a,h]ピレン, クロロホルム, コーヒー, ガソリン, ガソリンエンジン排気ガス, 超低周波磁界, 高周波電磁界等
グループ 3	発がん性を分類できない(Not classifiable carcinogenic to humans) (505種)	水銀, 原油, カフェイン, 超低周波電界等
グループ 4	おそらく発がん性はない(Probably not classifiable carcinogenic to humans) (1種)	カプロラクタム(ナイロンの原料)

# 喫煙による健康影響

	喫煙による年間死亡者数	受動喫煙による年間死亡者数	出典
世界	540万人	60万人	WHO世界のたばこの流行に関する報告書 2011年版
日本	12~13万人) <sup>1-3</sup> 年間死亡者数119万人(H22)の1割	15,000人	1. Katanoda K, et al. 2008 2. Murakami Y, et al. 2011 3. Ikeda N, et al. 2011

## 喫煙による健康影響のメカニズム

- たばこの煙には、約5,300種類の化学物質が含まれ、それらの中には**70種類近くの発がん関連物質**が含まれている。
- たばこの煙は、**DNAの損傷、炎症、酸化ストレス等のメカニズム**を介して、がんや循環器疾患、呼吸器疾患等の健康リスクを高める。
- **受動喫煙のようにたばこ煙への曝露が低いレベルであっても**、血管内皮の機能障害や炎症が生じ、このことが急性の循環器イベントの発生や血管形成と関連する。

# 日本：国民皆保険達成から50年 なぜ日本国民は健康なのか

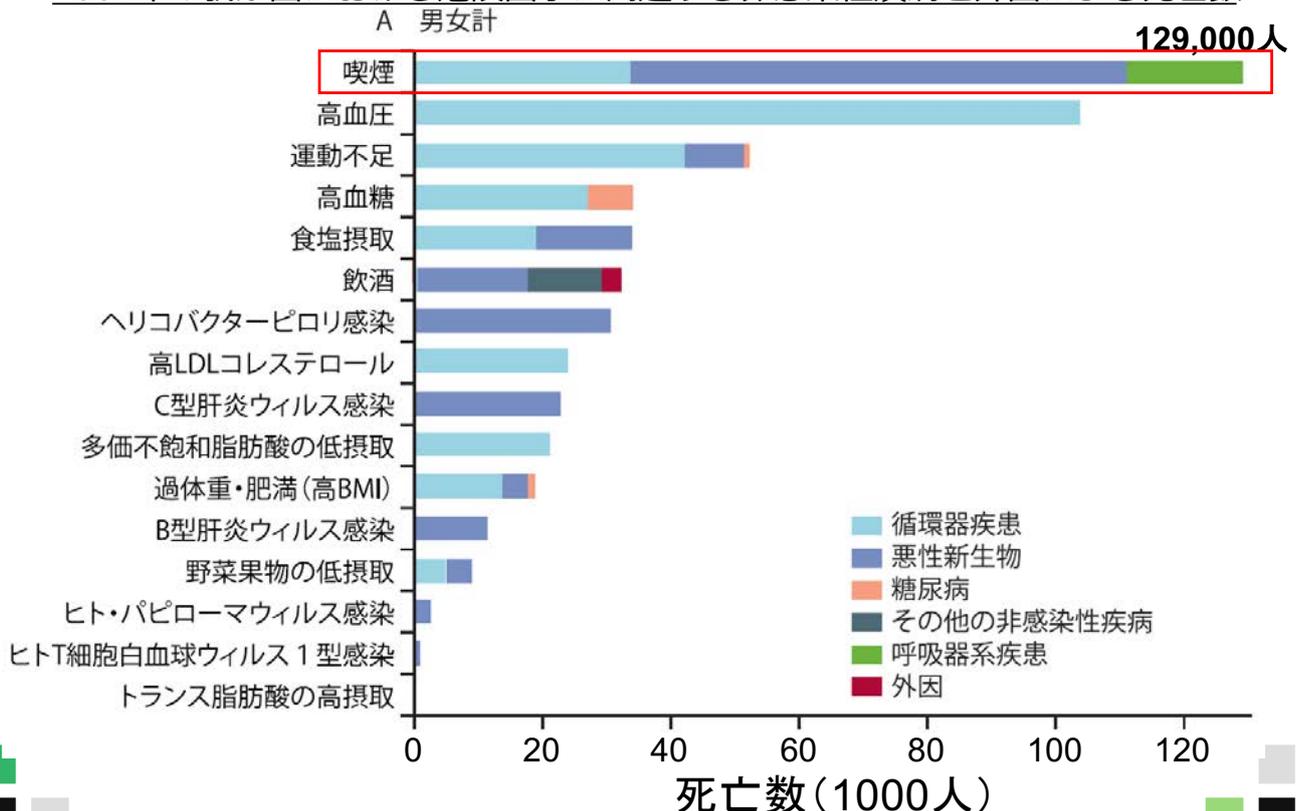
Lancet 日本特集号： 2011年9月1日オンライン出版

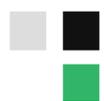
## 国民の健康に関する課題

- 日本における予防可能な危険因子を比較評価した結果，2007年の非感染性疾患と傷害による成人死亡の2つの主要な決定因子は，**喫煙**と**高血圧**であることが判明した。
- 全成人が禁煙すれば，平均寿命は男性で1.8年，女性で0.6年延長。
- 日本では，喫煙が健康に有害な影響を及ぼすことは広く認知されているものの，喫煙は一般的であり，若い世代の男性の喫煙率は約50%に上り，女性の間にも広まってきている。2003年に施行された健康増進法は，公共の場での喫煙及び受動喫煙の予防を推進しており，全国的に遵守されつつある。しかし，地方自治体の中で喫煙規制政策の進展に差があり，強制力のある（受動喫煙等の防止に関連する）規制法の全国的な施行は達成されていない。
- たばこのさらなる価格値上げによる喫煙規制の重要性を再認識し，たばこ製品の消費を抑制し，禁煙を促進していく必要がある。

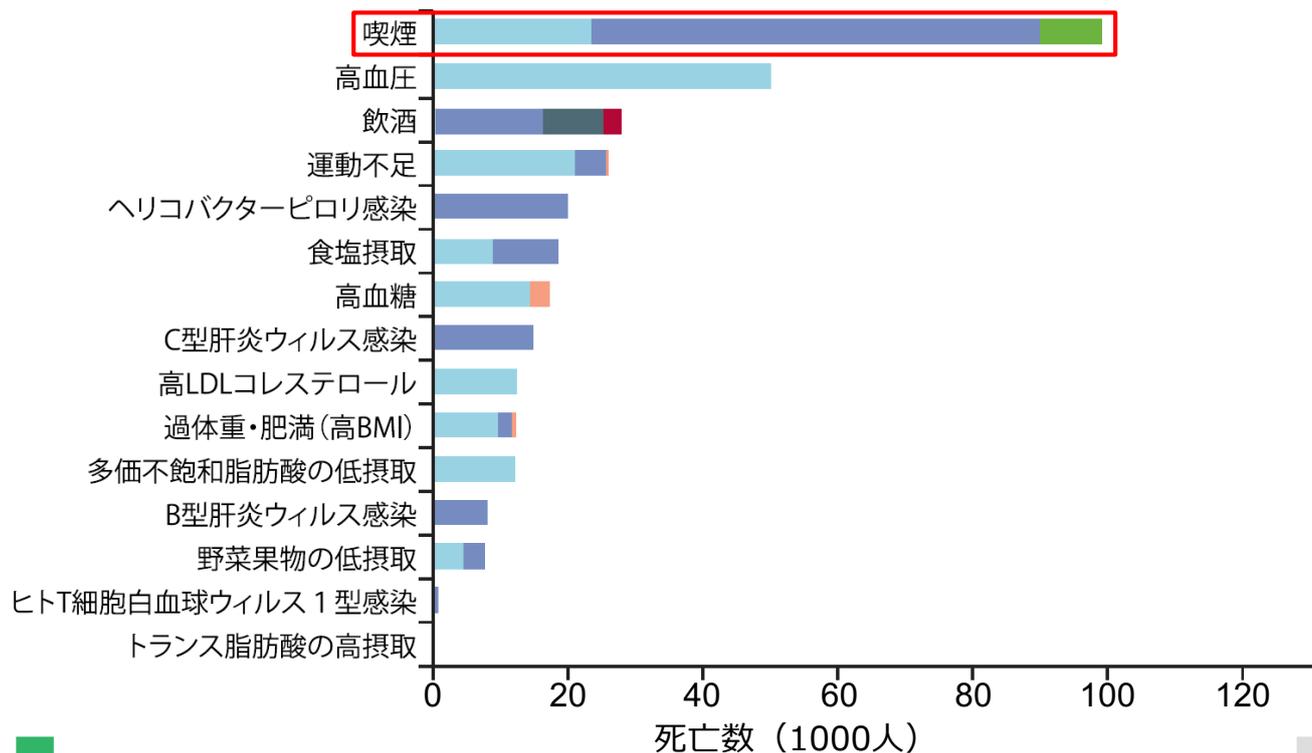
## 「喫煙が非感染性疾患と傷害による死亡の主要な危険因子」

2007年の我が国における危険因子に関連する非感染性疾患と外因による死亡数





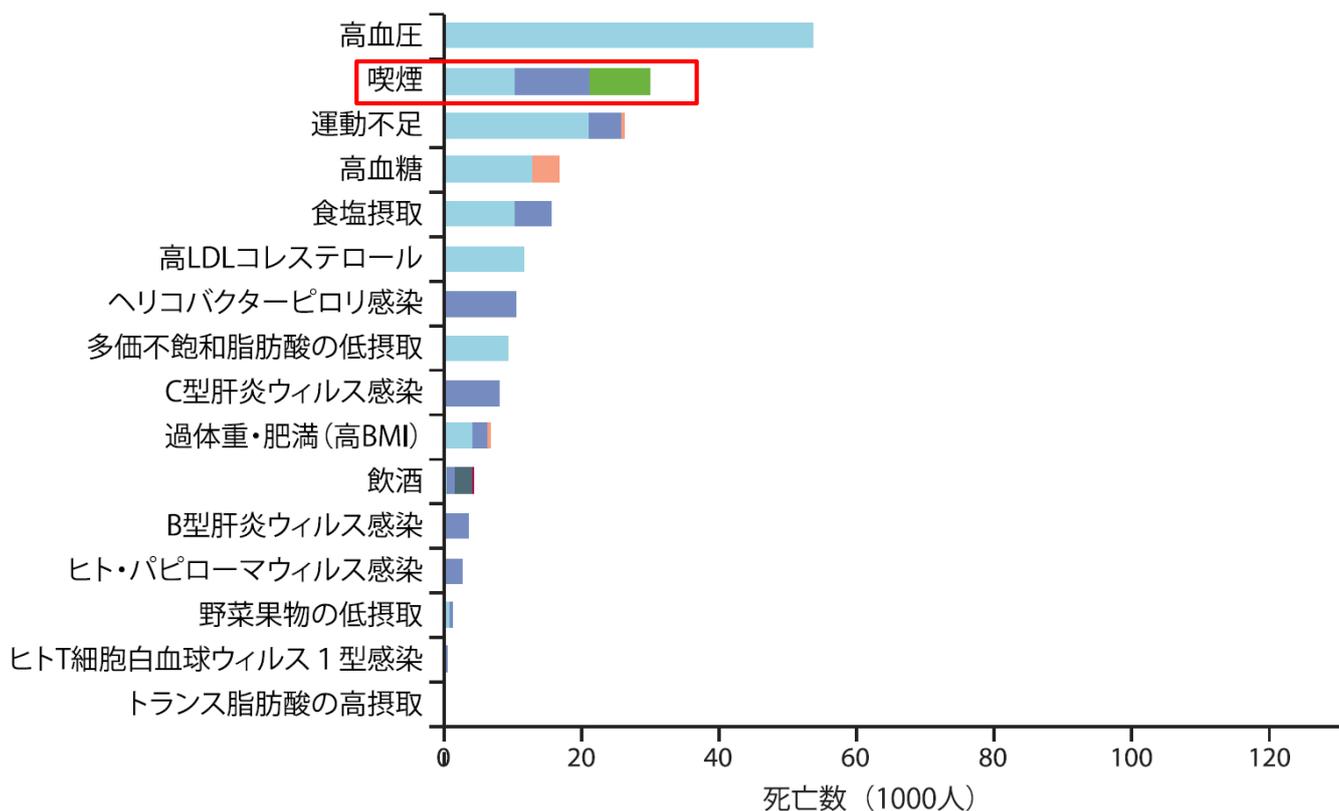
B 男性



出典) Lancet 日本特集号 (2011年9月) 日本 : 国民皆保険達成から50年 なぜ日本国民は健康なのか



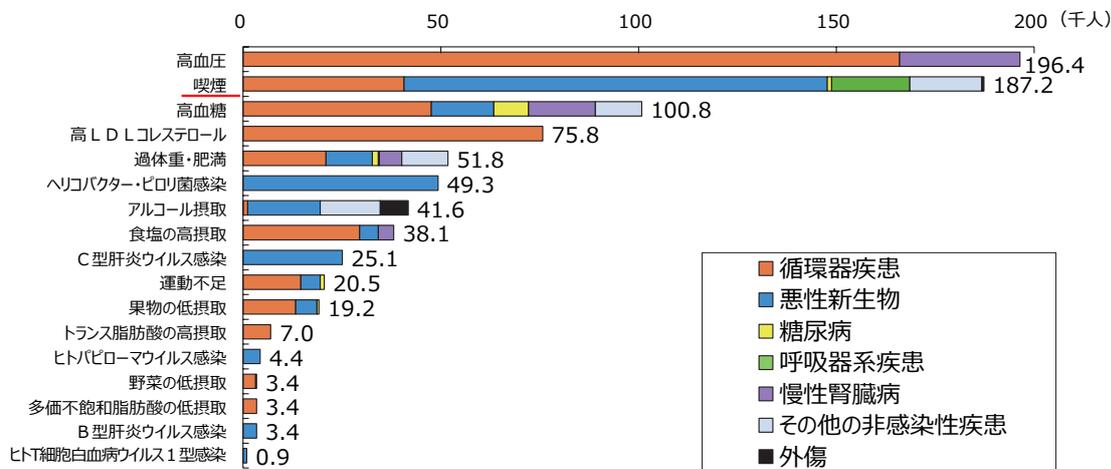
C 女性



出典) Lancet 日本特集号 (2011年9月) 日本 : 国民皆保険達成から50年 なぜ日本国民は健康なのか

図表 I - 1 - 15 : 我が国における危険因子に関連する非感染性疾患と外因による死亡数  
令和元（2019）年

（注）日本における令和元（2019）年の非感染性疾患と障害による成人死亡（対象 127 万人）について、喫煙・高血圧等の予防可能な危険因子別に死亡数を推計したもの



資料 : Nomura S, et al : Lancet Reg Health West Pac. 2022 ; 21 : 100377

喫煙による死者数18.7万人と2007年と比較して増加している

健康日本21(第二次)最終評価報告書 第4章  
<https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000998826.pdf>

## 「喫煙と健康」 喫煙の健康影響に関する検討会報告書

### 喫煙と健康

喫煙の健康影響に関する検討会報告書

平成 28 年 8 月

喫煙の健康影響に関する検討会編

昭和61年 「喫煙と健康問題に関する報告書」

平成 5年 厚生省編として第2版

平成13年 「喫煙と健康問題に関する検討会報告書」

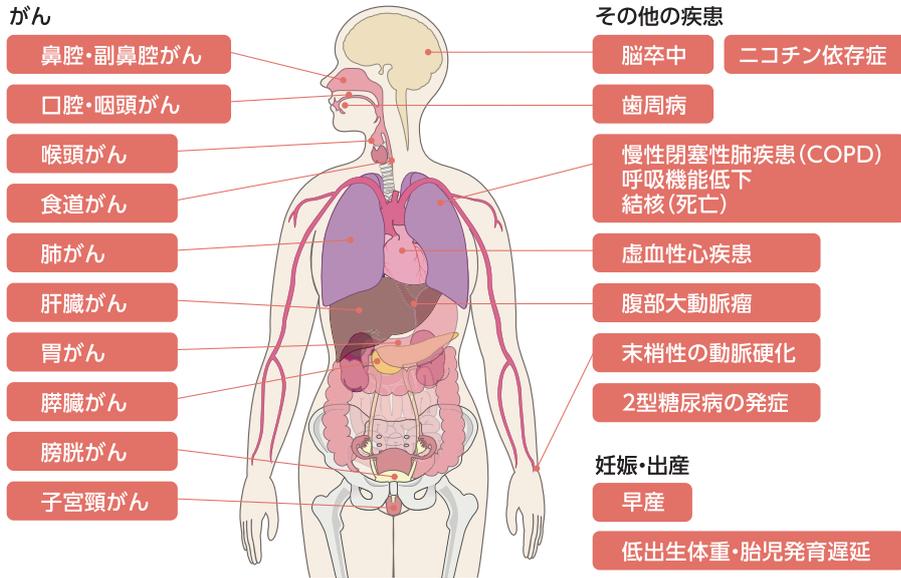
- ・ 受動喫煙問題など喫煙に関する新たな科学的知見が蓄積
- ・ たばこの規制に関する世界保健機関枠組条約の発効(平成17年)
- ・ 第二期 がん対策推進基本計画の策定(平成24年)
- ・ 健康日本21(第二次)の開始(平成 25年度から)
- ・ 2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて、受動喫煙防止対策を強化する必要がある、喫煙の健康影響とたばこ対策の重要性について、普及啓発を一層推進する必要



平成28年 「喫煙と健康」喫煙の健康影響に関する検討会報告書

# 能動喫煙の健康影響

たばこを吸っている本人はこんな病気になりやすくなる(根拠十分: レベル1)

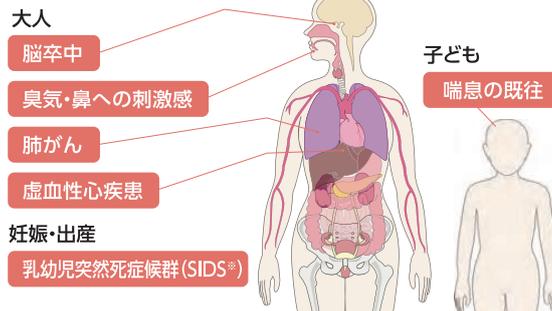


レベル1は「科学的証拠は、因果関係を推定するのに十分である」と判定された疾患です。レベル2は、「科学的証拠は、因果関係を示唆しているが十分ではない」ものです。がん患者が別のがんを発症する「二次がん罹患」と喫煙との関連はレベル1、がんの再発、治療効果低下との関連はレベル2と判定されています。

# 受動喫煙の健康影響

受動喫煙でまわりの人はこんな危険が高くなる(根拠十分: レベル1)

受動喫煙が大人の健康に及ぼす影響では、肺がん、虚血性心疾患、脳卒中がレベル1と判定されています。また、たばこの煙による呼吸器の急性影響についてもレベル1です。鼻腔・副鼻腔がん、乳がん、慢性呼吸器症状、喘息などへの影響はレベル2と判定されています。



子どもの受動喫煙でレベル1と判定されているのは、乳幼児突然死症候群(SIDS)と喘息の既往です。子どもの呼吸器症状や呼吸機能の低下、虫歯などについてはレベル2と判定されています。未成年者の喫煙は、がんや循環器疾患だけでなく全死因の死亡リスクを増加させます。

そのほかの受動喫煙による健康影響(因果関係を示唆: レベル2)

大人	鼻腔・副鼻腔がん 乳がん 急性影響 ・急性呼吸器症状(喘息患者・健常者) ・急性の呼吸機能低下(喘息患者)	慢性影響 ・慢性呼吸器症状 ・呼吸機能低下 ・喘息の発症・コントロール悪化 ・慢性閉塞性肺疾患(COPD)	妊娠・出産 低出生体重・胎児発育遅延
子ども	喘息の重症化 喘息の発症* 呼吸機能低下	学童期の咳・痰・喘鳴・息切れ* 中耳疾患 う蝕(虫歯)	

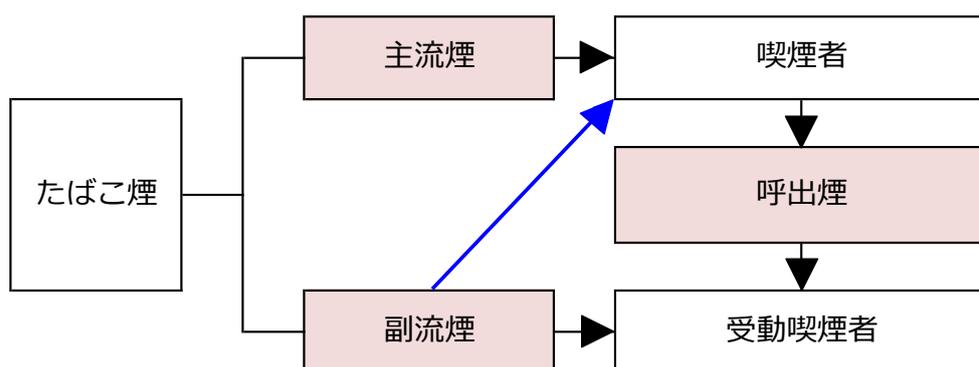
\*妊婦の能動喫煙および小児の受動喫煙いずれもレベル1

\*親の喫煙との関連

# 1. たばこ製品の基礎知識



## たばこ煙の用語の整理1



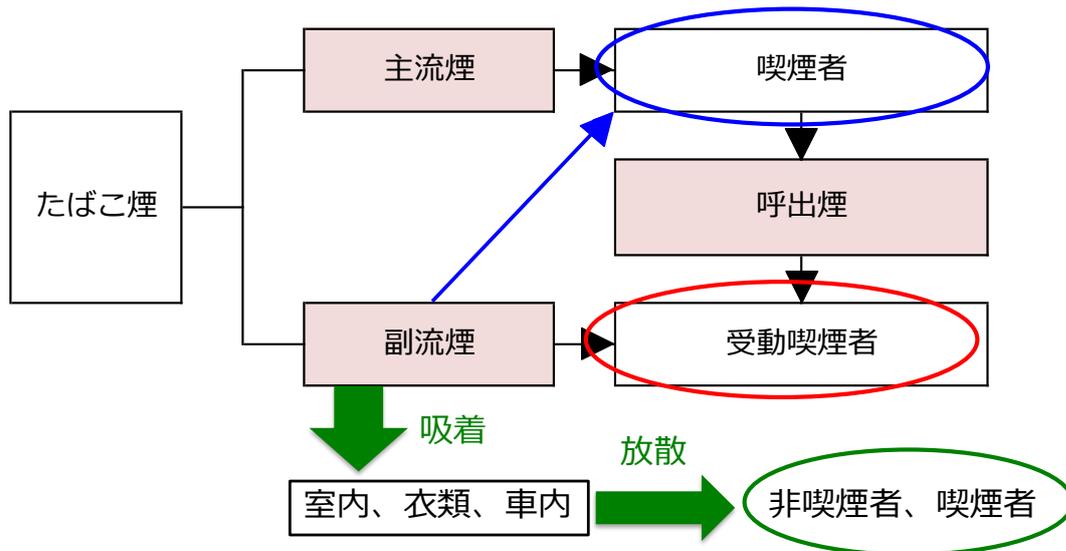
主流煙；紙巻たばこの燃焼によって喫煙者が口腔に吸い込む煙

副流煙；たばこ点火部分から発生する煙

呼出煙；喫煙者が主流煙を吸った後に、口腔から吐き出される煙

環境たばこ煙；副流煙と呼出煙を合わせた煙

## たばこ煙の用語の整理2



1次喫煙（能動喫煙）；自らの意志でたばこを吸う、通常の喫煙。同時に副流煙も吸い込む。

2次喫煙（受動喫煙）；非喫煙者が、自らの意志とは関係なく、たばこ煙にさらされる状態。

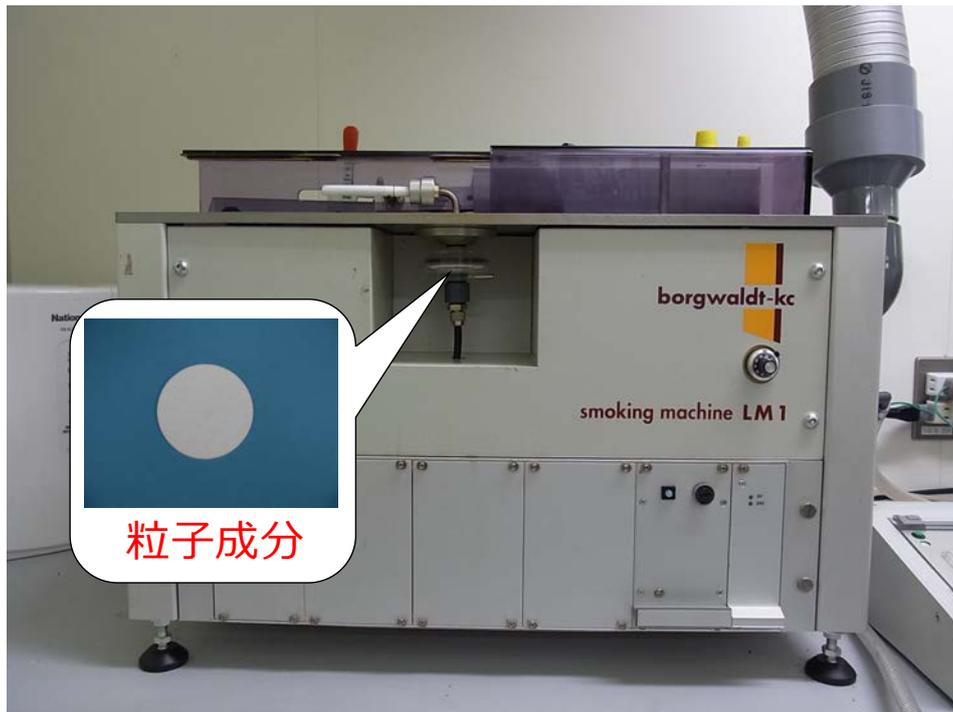
3次喫煙；喫煙者がたばこを吸った後の室内、衣類、車内などに残るたばこ煙を自らの意志とは関係なく吸い込む。または、たばこ煙と空気成分が反応した2次生成物を吸い込むこと。

## たばこの表示量について -たばこの構造と喫煙法について-



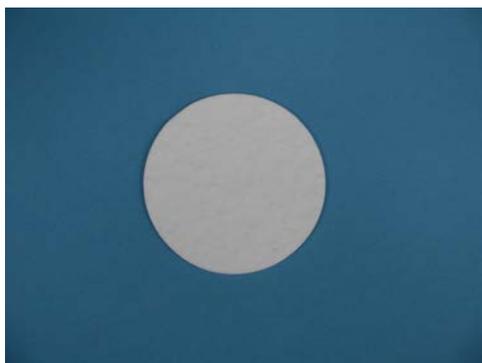
たばこ主流煙中の  
タール・ニコチン量は、化学分析の結果

# 主流煙の捕集法



## 自動喫煙装置

## タール・ニコチンの分析



捕集前



捕集後

捕集後のフィルター重量－捕集前のフィルター重量  
＝粗タール量

**タール量** = 粗タール量 - (水分 + **ニコチン量**)

# 喫煙法について

たばこの喫煙法は、決まっています

## ISO法

(International Organization for Standardization)

ISO	
吸煙量	35 mL
吸煙時間	2 秒間
吸煙間隔	60 秒間
吸煙回数	8 - 10 回
吸い口の通気孔の閉鎖	0%
1本あたりの吸煙量	280 - 350 mL

喫煙者の喫煙行動を想定した喫煙法は？

カナダ保健省が提唱する喫煙法

## HCI 法

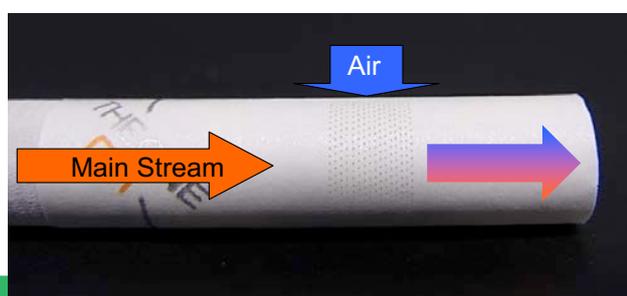
(Health Canada Intense)

HCI	
吸煙量	55 mL
吸煙時間	2 秒間
吸煙間隔	30 秒間
吸煙回数	6 - 8 回
吸い口の通気孔の閉鎖	100 %
1本あたりの吸煙量	440 - 605 mL

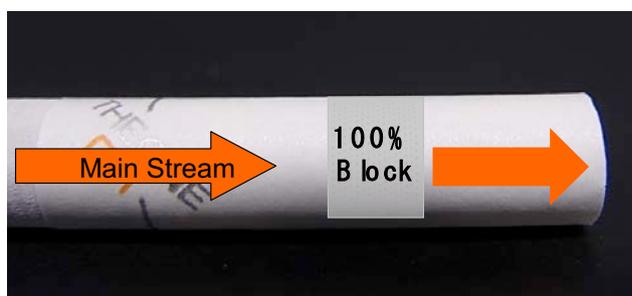
## 2. たばこの煙成分について

### 2種類の喫煙法で評価

喫煙法	吸煙量	吸煙時間	吸煙間隔	フィルター通気孔開閉
ISO	35 m L	2 秒	60 秒	0%
HCI	55 m L	2 秒	30 秒	100%



ISO法



HCI法

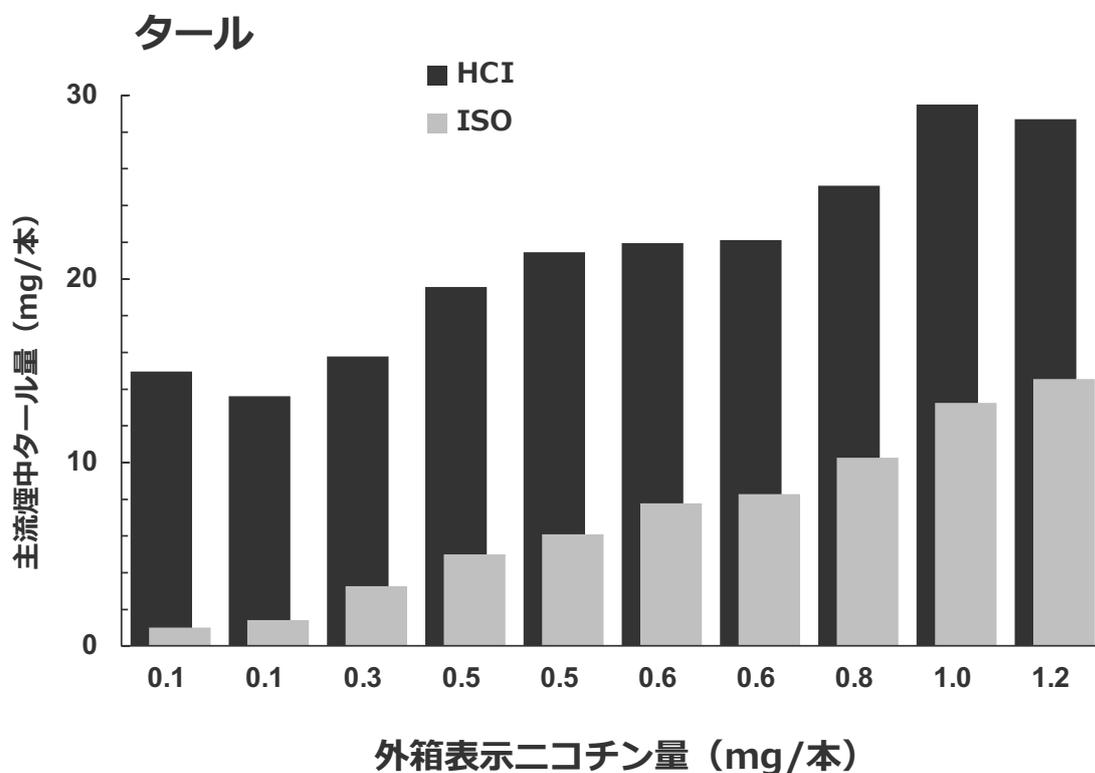
## たばこ主流煙に含まれる有害化学物質

国際がん研究機関 (IARC) による発がん性リスク

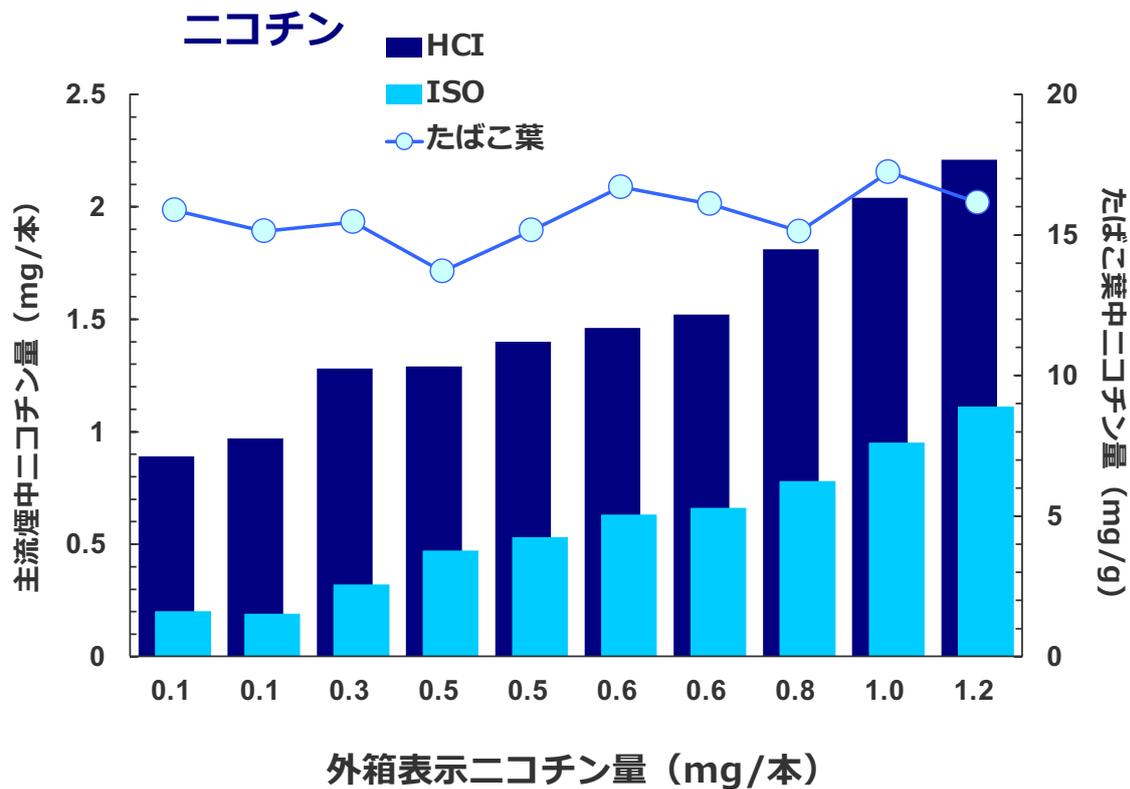
**Group 1** (ヒトに対する発がん性が認められる)

- たばこの喫煙, 無煙たばこ, 受動喫煙
- ホルムアルデヒド → **室内環境基準**
- ベンゼン
- 1,3-ブタジエン
- ベンゾ[a]ピレン → **大気汚染物質**
- N'-ニトロソノルニコチン (=NNN)
- 4-(n-ニトロソメチルアミノ)-1-(3-ピリジル)-1-ブタノン (=NNK) → **たばこ特異的ニトロソアミン**

# 2006年売上上位10銘柄



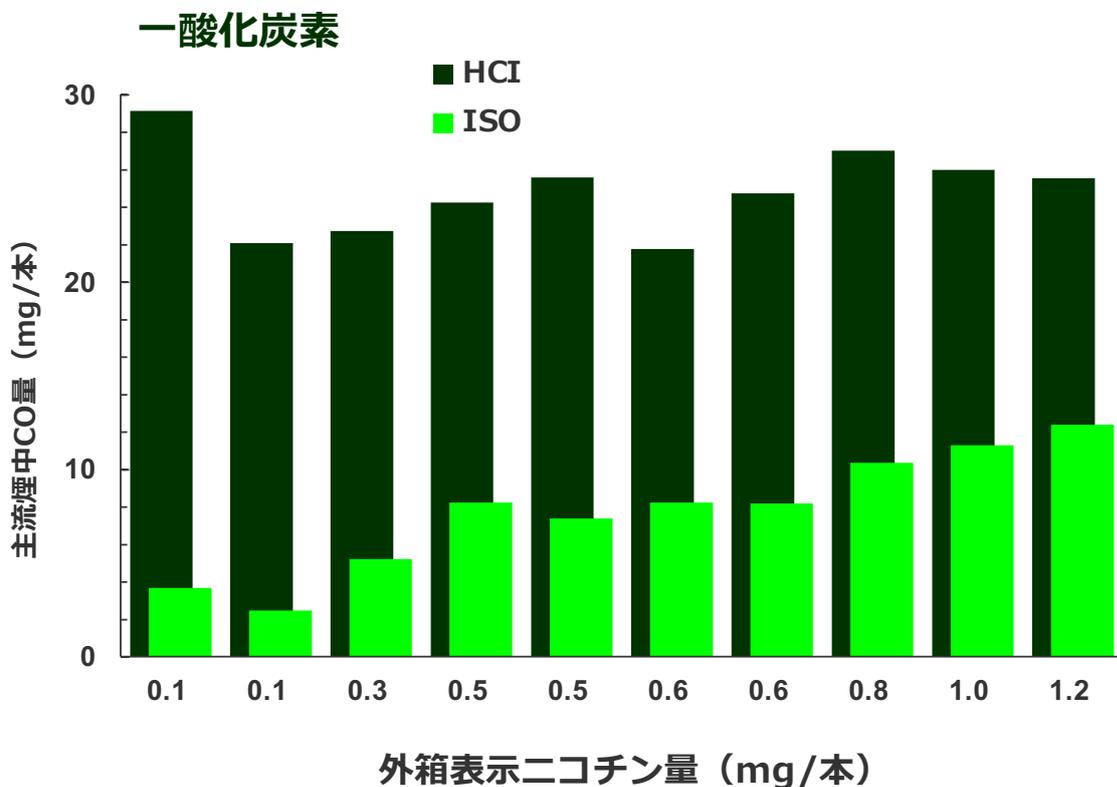
→喫煙法によってタール量の変動する  
 (個々の化学物質の発生量も変動している)



→たばこ1本あたりに含まれるニコチン量はほぼ変わらない

Endo, Inaba et.al. J. Heath. Sci. 2009;55:421-427.

27

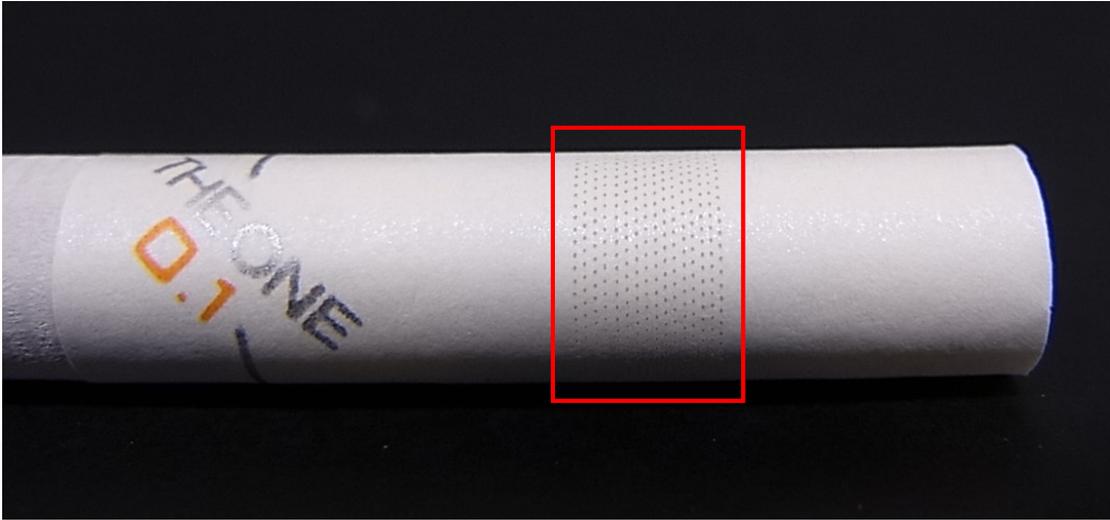


→HCl法の測定結果は、銘柄に関係なくほぼ一定であった

Endo, Inaba et.al. J. Heath. Sci. 2009;55:421-427.

28

代償性補償喫煙行動が認められた原因は？



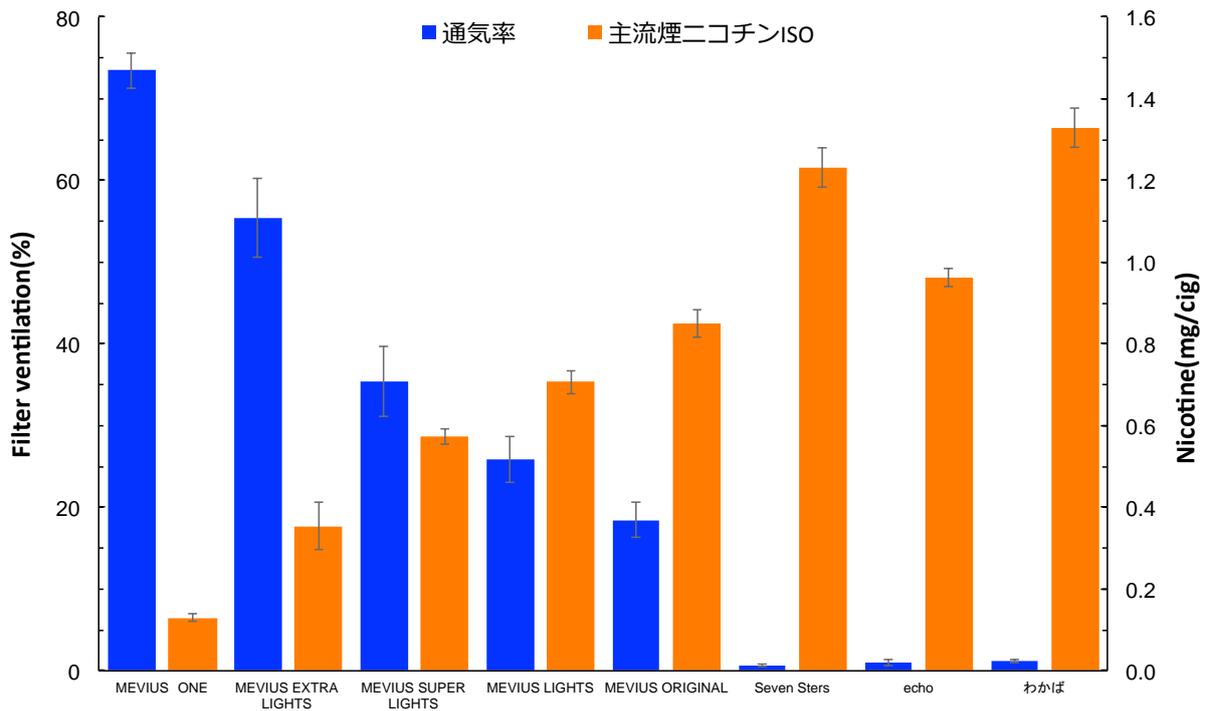
1つには，通気孔が関係する（仮説です）

同銘柄たばこフィルターを通気孔



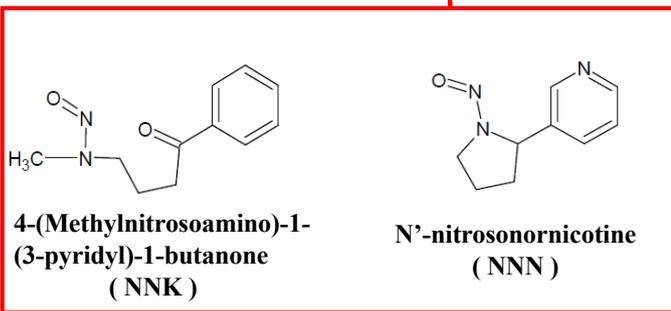
図中の数値は，パッケージ表示タール量を示す。

# 紙巻きたばこの通気率 (%)

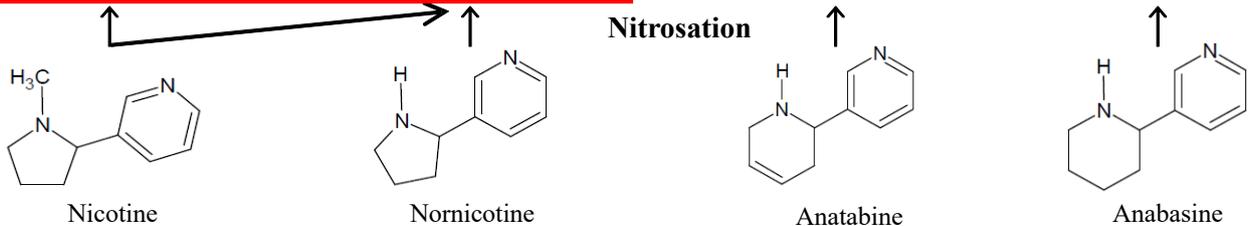
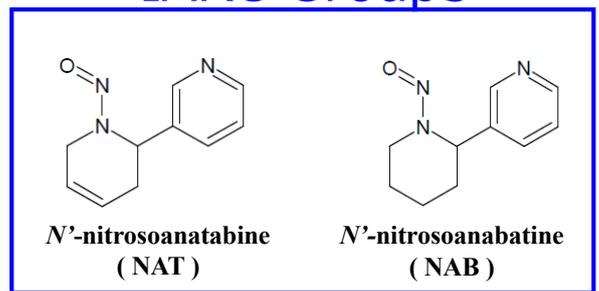


# たばこ特異的ニトロソアミン測定結果

## IARC Group 1

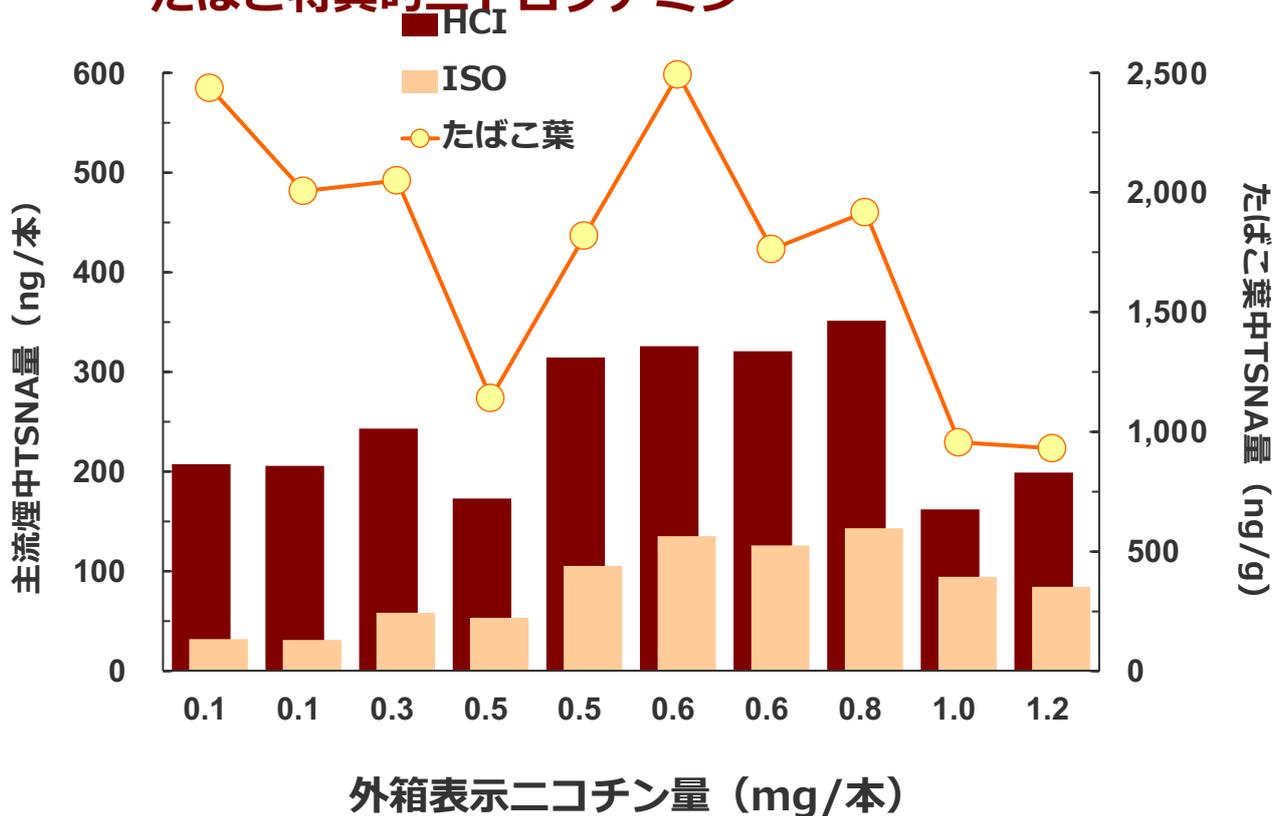


## IARC Group 3



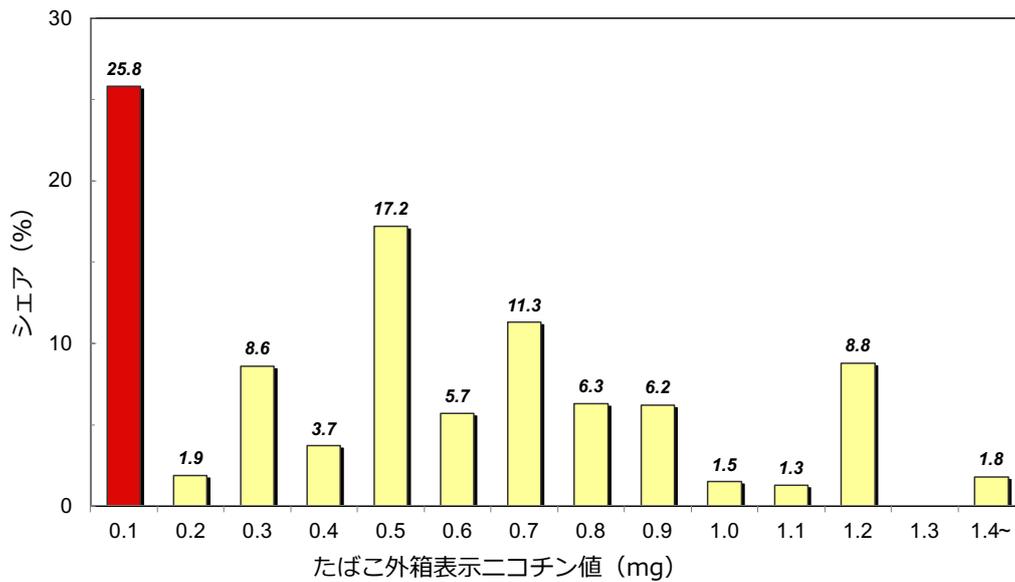
たばこに含まれるアルカロイドがニトロソ化することによって生成される

## たばこ特異的ニトロソアミン



では最近の低ニコチンたばこの  
シェア率は、

# 2020年 1~12月 販売実績上位100銘柄ニコチン値別シェア



→低タール・低ニコチンたばこの販売量が多い

出典;社団法人 日本たばこ協会ホームページ <http://www.tioj.or.jp/>  
紙巻たばこ統計データ

## 2006年売上上位10銘柄

### Ultra-low



### Low



### Medium



### High



# 日本人喫煙者は、ISO法で喫煙するの？

日本人喫煙者100名の喫煙行動を調査

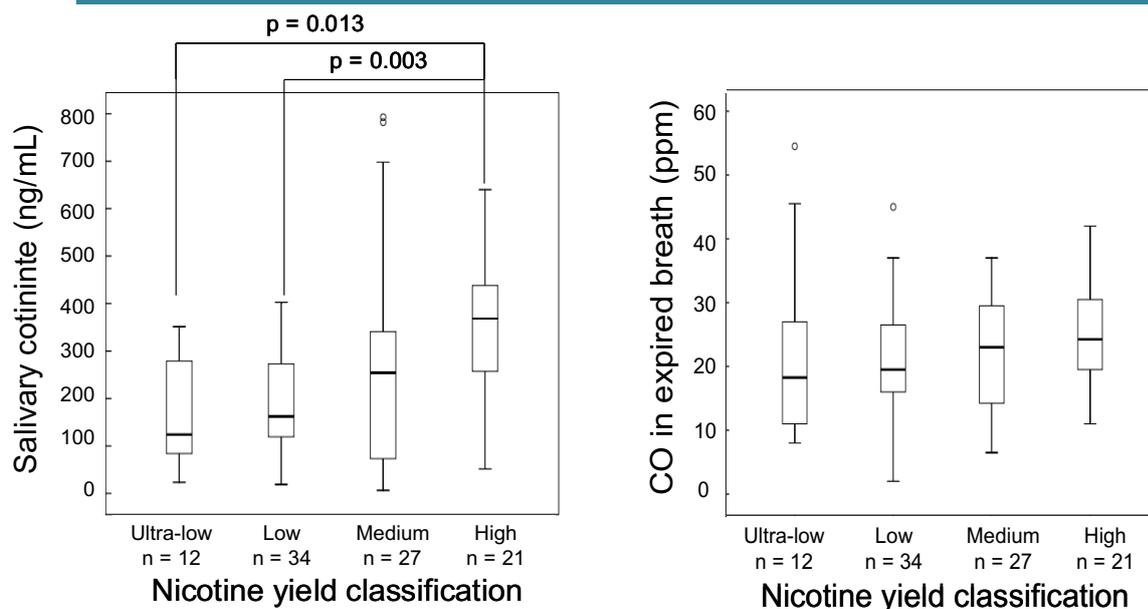


	Total	Ultra-low/Low	Medium/High
1 puffあたりの吸煙量 (mL)	54.3 ± 14.1	58.4 ± 12.7	50.0 ± 14.2

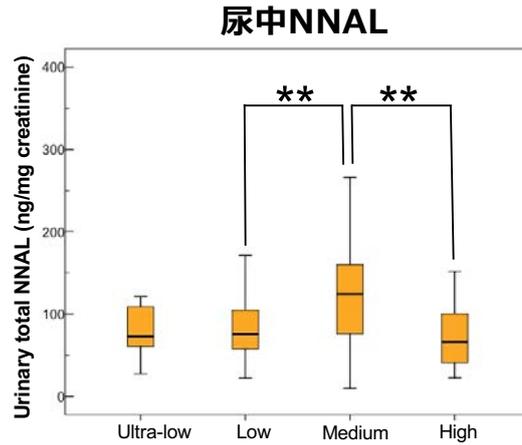
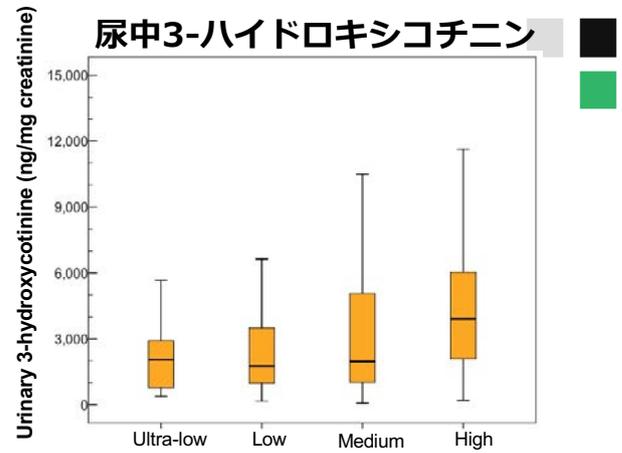
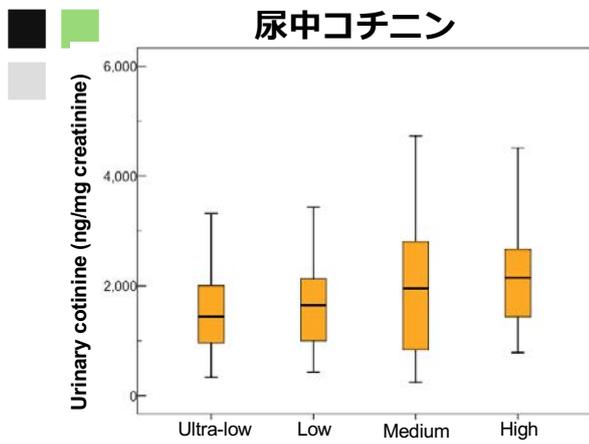
Matsumoto, Inaba et.al. Environ Health Prev Med. 2013;18:95-103.

37

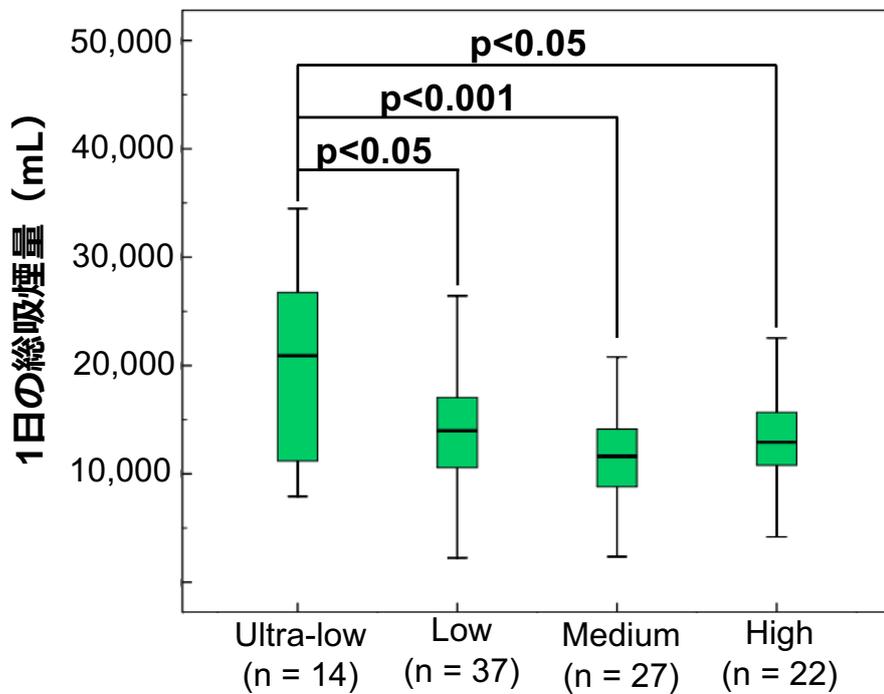
## 喫煙者の唾液中コチニン量,呼気中CO濃度, 総吸煙量と表示ニコチン量の関係



唾液中コチニン量は、表示ニコチン量ほどの差はない。



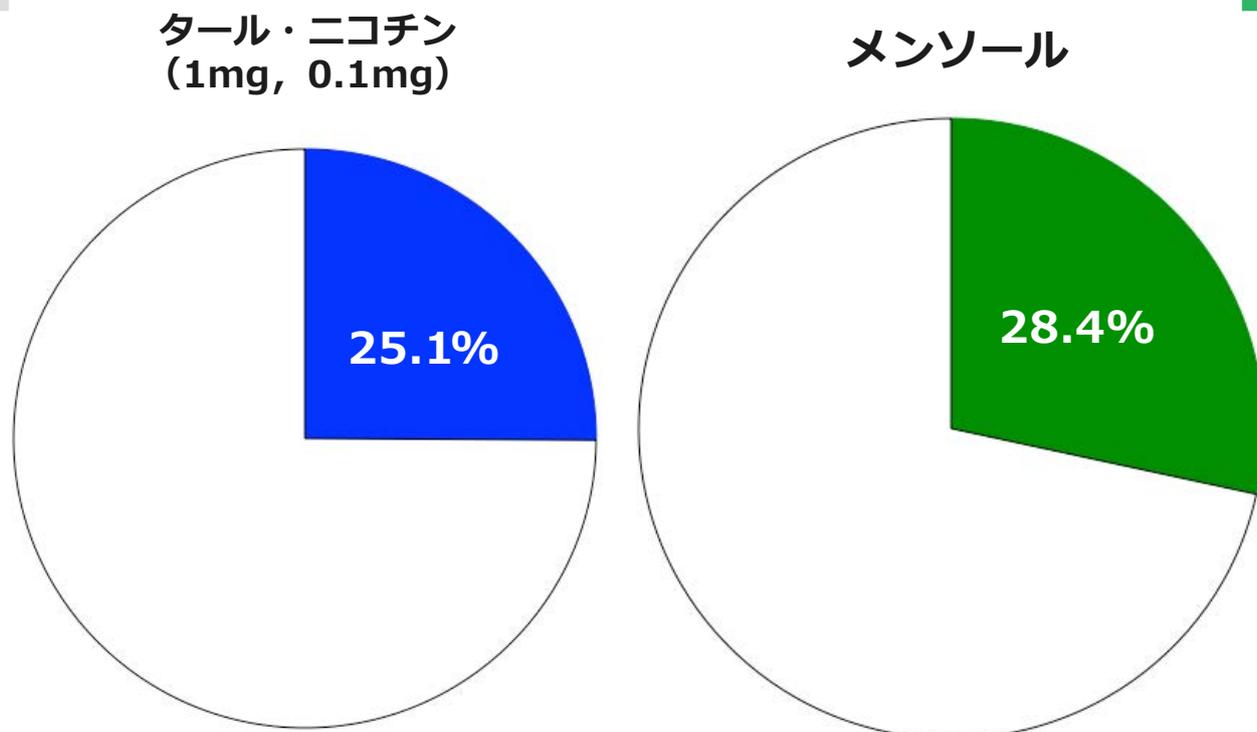
The 28th annual conference of the International Society for Environmental Epidemiology, 2016 Roma



低ニコチンたばこ喫煙者の方が、吸煙量は多い。  
 低ニコチンたばこ喫煙者で  
**「代償性補償喫煙行動」**が認められた

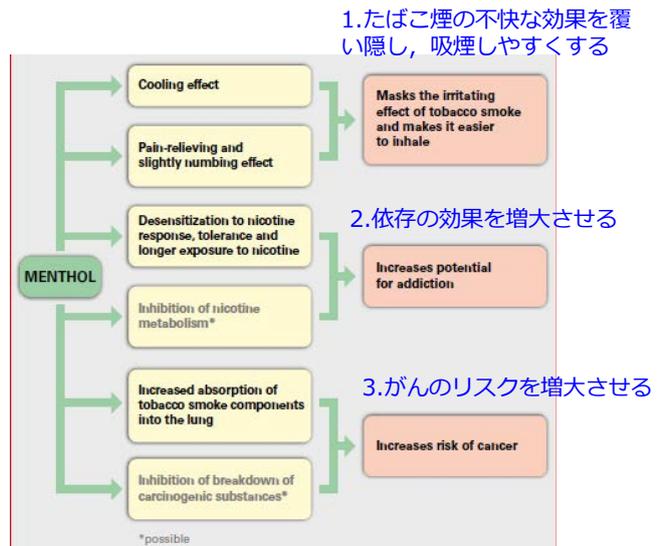
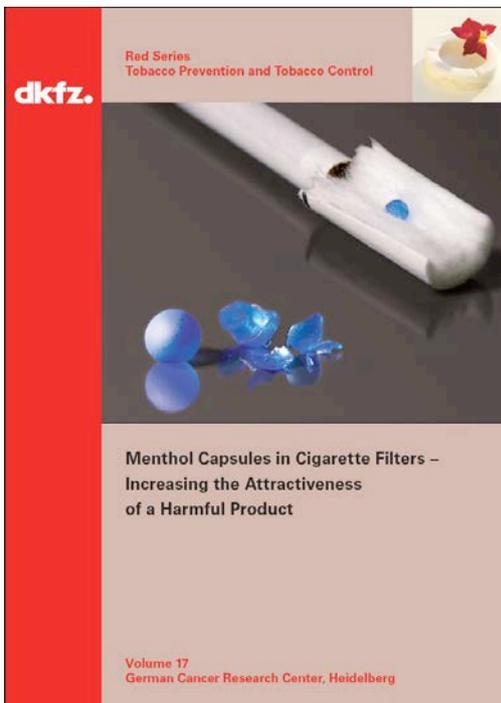
## メンソールたばこ

- 2009年 米国「**家族の喫煙予防とたばこ規制法**」制定
- 米国食品医薬品局（U.S. Food and Drug Administration : FDA）にたばこ製品を規制する権限
- FDAは「たばこ製品の科学的な諮問委員会（Tobacco Products Scientific Advisory Committee : TPSAC）」を組織
- 「メンソールたばこの販売停止はアメリカの公衆衛生に有益である」と勧告
- 現在、メンソールたばこは、たばこ販売市場の約30%
- たばこにキャンディーのような風味やその他の添加物を加えることを禁止



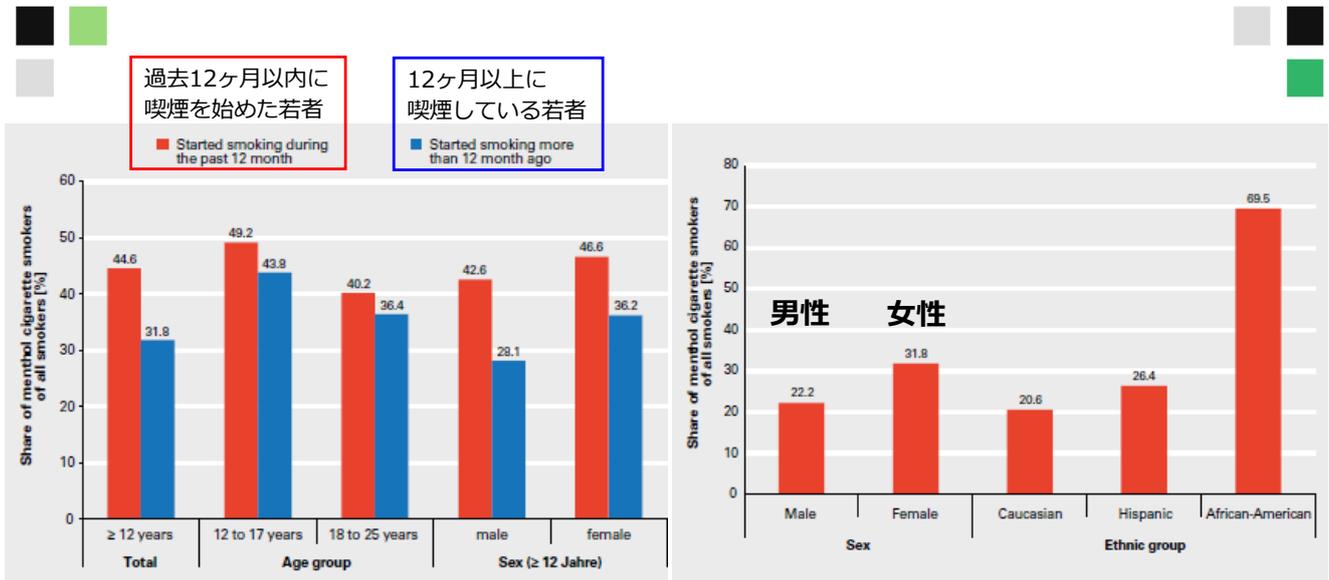
# 我が国の状況

- 現在，たばこ販売量の28.4%まで上昇
- 有害性の調査は行われていない（たばこ煙の分析）
- フィルターに特徴のある製品が販売されている



↑メンソールの薬理効果と喫煙による影響

2012年 ドイツがん研究センター  
**「たばこフィルターのメンソールカプセルは、  
 有害な製品の魅力を増大させる」**



↑米国の若者の喫煙者が使用するメンソールたばこのシェア率 (2004 – 2008年)

↑米国の喫煙者が使用するメンソールたばこのシェア率 (2006 – 2007年)

1. メンソールたばこは、若者の喫煙の導入に使用されている。
2. 女性の使用率が高い。

※Red series volume 17 “Menthol capsules in Cigarette Filters – Increasing the Attractiveness of a Harmful Product”より引用

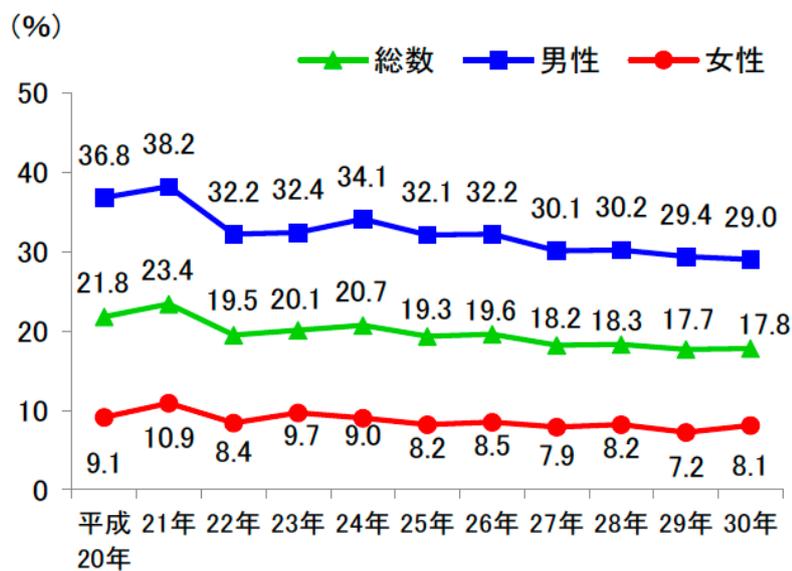
## 紙巻たばこ副流煙の化学物質量

化学物質		単位	MEVIUS EXTRA LIGHTS		Marlboro Lights Menthol		MEVIUS ORIGINAL	
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
主流煙	タール	mg/本	3		8		10	
外箱表示量	ニコチン	mg/本	0.3		0.6		0.8	
副流煙	タール		23.5 ± 1.65		19.5 ± 1.56		21.2 ± 3.12	
	ニコチン	mg/本	3.69 ± 0.30		4.25 ± 0.75		3.76 ± 0.26	
	アンモニア		3.82 ± 0.31		4.81 ± 0.19		4.75 ± 0.16	
	ベンゾ[a]ピレン	ng/本	85.6 ± 4.97		65.3 ± 4.26		78.5 ± 4.13	

- 副流煙の化学物質量は主流煙と比較して3-10倍以上となっている
- 副流煙を曝露されない環境の確保は、重要である

# 1. 加熱式たばことは？

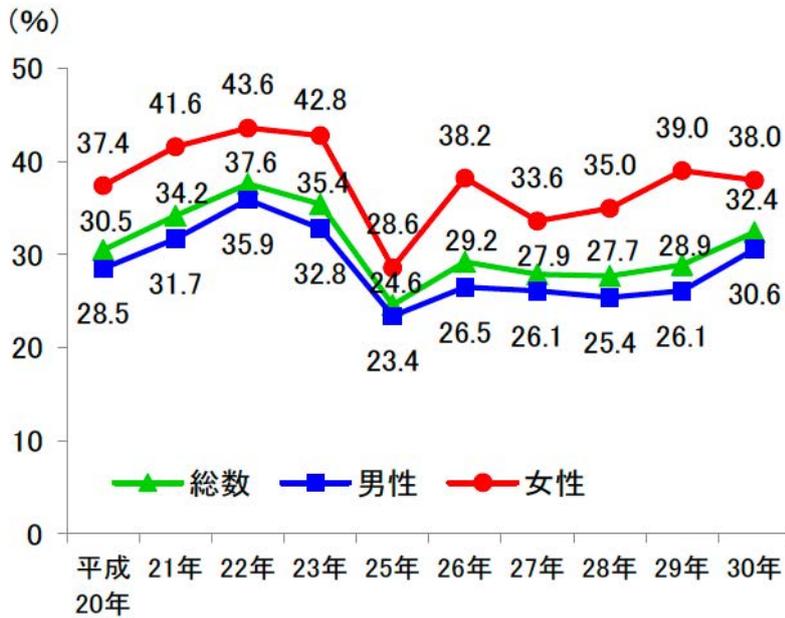
図29-2 年齢調整した、現在習慣的に喫煙している者の割合の年次推移(20歳以上)(平成20~30年)



※「現在習慣的に喫煙している者」とは、たばこを「毎日吸っている」又は「時々吸う日がある」と回答した者。  
 なお、平成24年までは、これまでたばこを習慣的に吸っていたことがある者\*のうち、「この1か月間に毎日又はときどきたばこを吸っている」と回答した者。

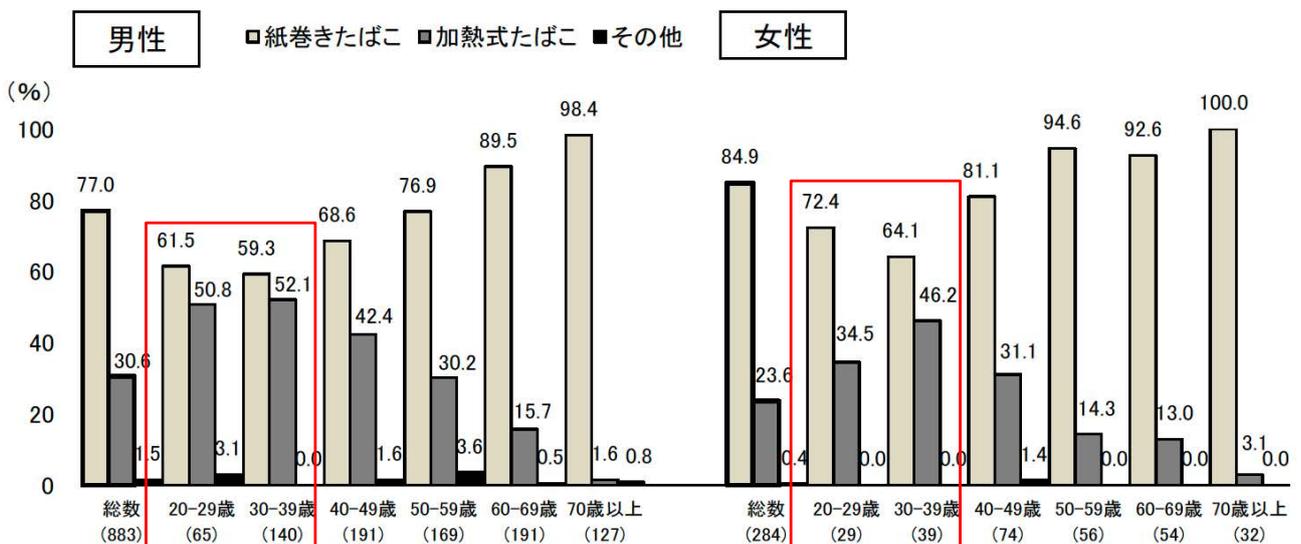
\*平成16~22年は、合計100本以上又は6か月以上たばこを吸っている(吸っていた)者

図33-1 年齢調整した、現在習慣的に喫煙している者における  
たばこをやめたいと思う者の割合の年次推移  
(20歳以上)(平成20~30年)



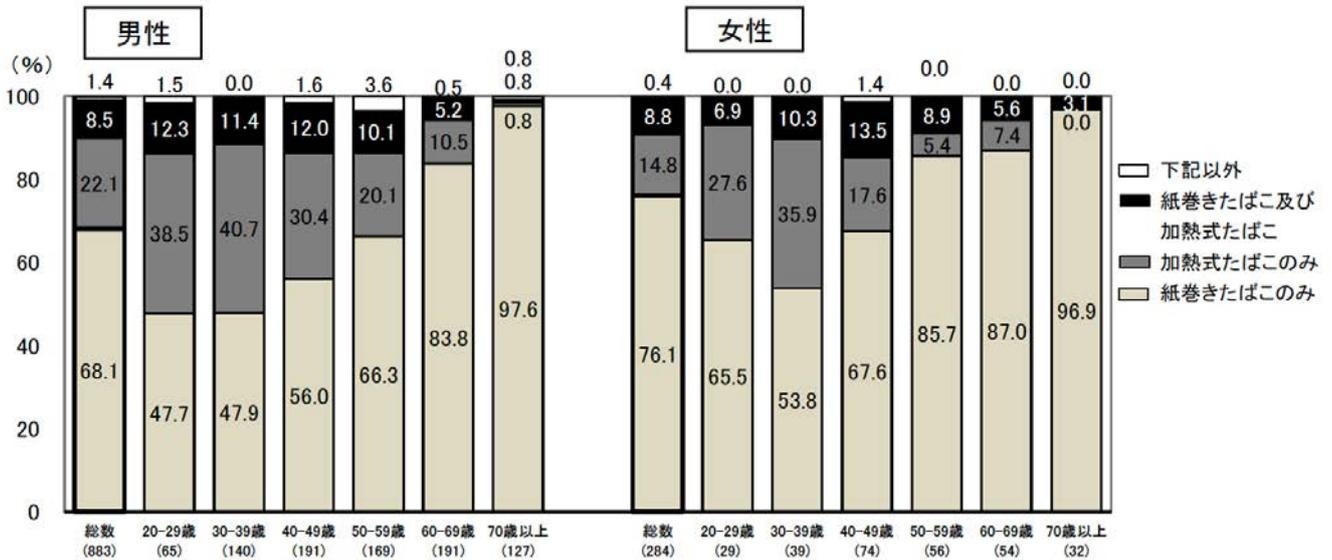
禁煙したい人の割合が低下  
↓  
たばこの増税によって、やめたい人の割合が高まったが、...

図31 現在習慣的に喫煙している者が使用しているたばこ製品の種類



※「現在習慣的に喫煙している者」とは、たばこを「毎日吸っている」又は「時々吸う日がある」と回答した者。  
※たばこ製品は、「紙巻きたばこ」、「加熱式たばこ」、「その他」の中から、複数回答可とした。

図32 現在習慣的に喫煙している者が使用しているたばこ製品の組合せの状況



※「紙巻きたばこ及び加熱式たばこ」とは、複数回答において「紙巻きたばこ」及び「加熱式たばこ」をそれぞれ選択した者であり、さらに「その他」も選択した1名を含む。

加熱式たばこと紙巻たばこの併用者が10%を越えている。

## 加熱式たばこって何？





2003年健康増進法 第25条  
受動喫煙対策 本格化

ファイヤーブレイク(ガムたばこ)



2005年世界保健機関たばこ規制枠組条約 発効(2004年 日本 署名)  
(WHO Framework Convention on Tobacco Control : FCTC)

2010年神奈川県受動喫煙防止条例

2010年(神奈川県・東京限定)  
無煙たばこ(嗅ぎたばこ)



2007年  
メンソールカプセルたばこ

(たばこの臭いを感じさせないたばこ)

2013年 無煙たばこ  
(スヌース;2種類)



2010年電子たばこ

たばこ税は発生しない、日本ではニコチン入の電子たばこリキッドの販売は、薬機法違反のため、普及率は低いと予想  
しかし、海外では電子たばこが普及している



2013年 健康日本21(第二次)

目標 喫煙率12%、受動喫煙の機会を有する者の割合の減少

2014年加熱式たばこ

(IQOS、glo、Ploom TECH)



2020年 改正健康増進法

完全禁煙、喫煙室、加熱式たばこ専用室  
(飲食可能)

2019年度 国民健康・栄養調査

- 加熱式たばこの使用率 男性喫煙者の27.2%、女性喫煙者の25.2%、男女とも20-40代の使用率は高い。
- 禁煙の意思:禁煙の意欲が低下。

2019年リトルシガー 販売促進(3級品の廃止)  
紙巻たばこ増税(1箱 500円)、葉巻たばこのたばこ税が低いために販売強化している(1箱20本入 300-400円)

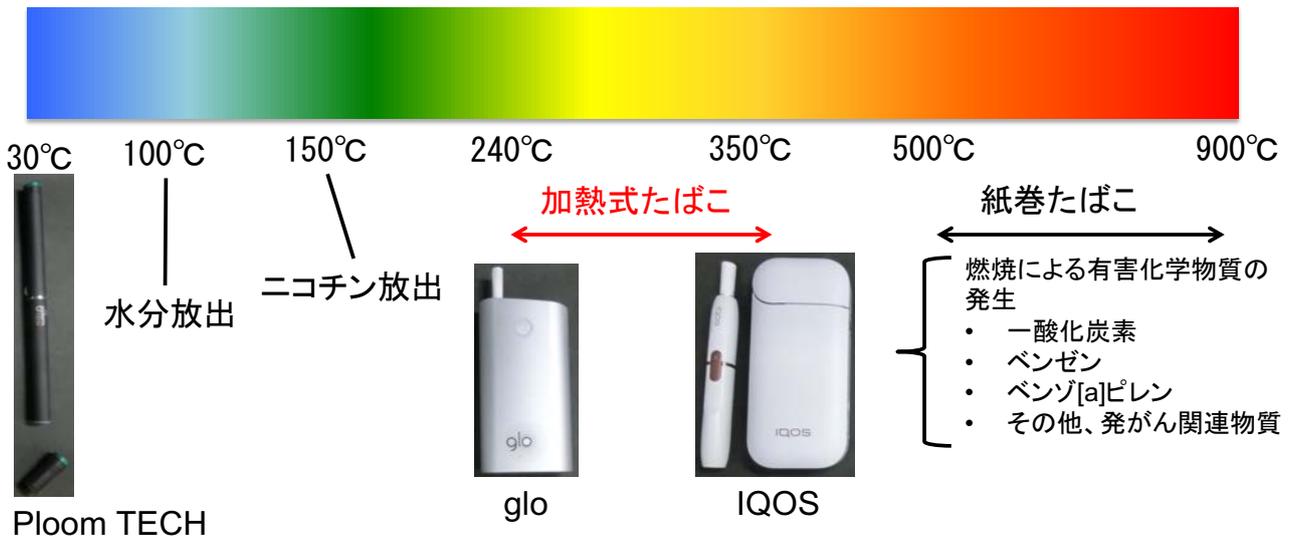
3級品からリトルシガーへ



## 近年の我が国のたばこ販売の流れ

## 加熱式たばことは？

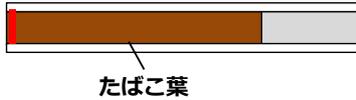
たばこ葉の加熱・燃焼の温度帯の違いが、有害化学物質の発生に影響することに着目したたばこ製品です



- 紙巻たばこは、燃焼によって喫煙するため、燃焼由来の有害化学物質が多い
- 加熱式たばこは、機械による加熱温度帯(240-350°C)で喫煙するため有害化学物質の発生をある程度抑制します。ただし、**発がん性物質の種類は変わらず含有**されています。

# 加熱式たばこの発生原理（まとめ）

紙巻たばこ

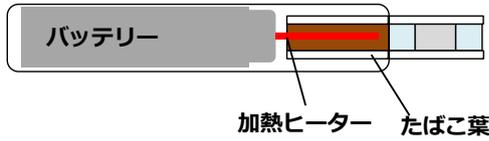


たばこ葉加熱温度 (°C)  
500-900  
(燃焼温度)

たばこ葉の燃焼  
有

装置の連続使用  
—

IQOS, PULZE

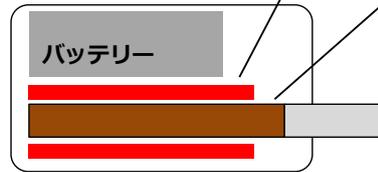


最大350

無

出来ない  
/可能

glo, glo pro, Ploom S



最大200-280

無

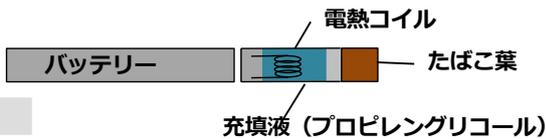
可能



高温タイプ

低温タイプ

Ploom Tech, Ploom TECH+, glo sens

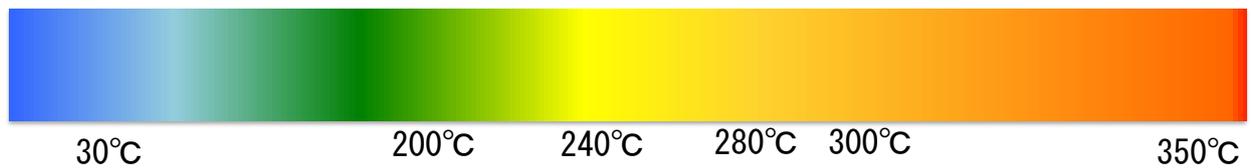


30-40

無

可能

# 最近の加熱式たばこの加熱温度



Ploom TECH    Ploom TECH+    glo sens    Ploom S    glo    glo pro    PULZE    IQOS3 Multi    IQOS3



低温タイプ

高温タイプ

# IQOSとは

加熱式たばこ→最近では、Heated Tobacco Products: **HTPs**

IQOSは加熱ブレードでたばこ葉を直接加熱する  
加熱方法は、メーカーによって異なる

2014年11月 名古屋限定販売

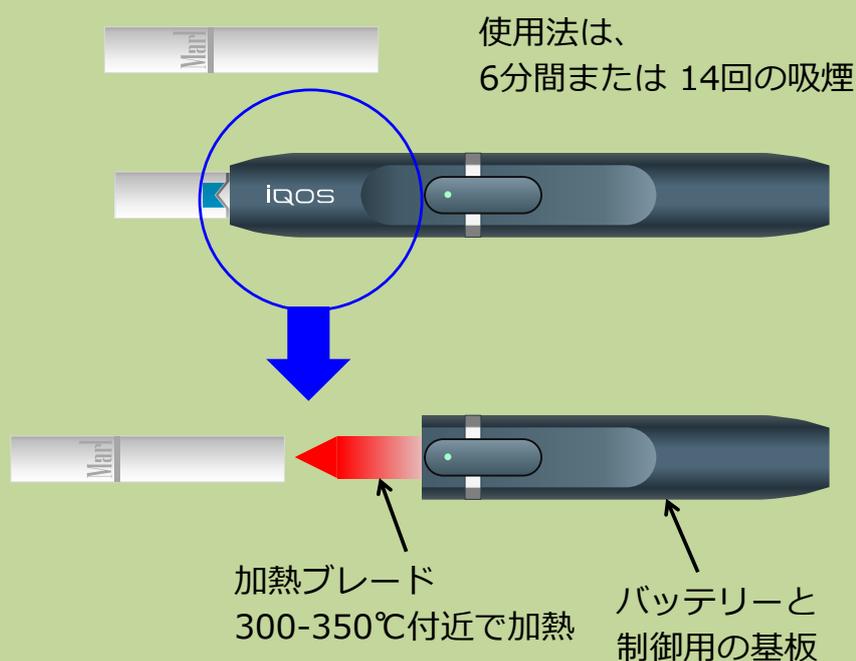
2015年9月 全国販売



57

# IQOSの発生原理

IQOS



58



# gloの発生原理

## 360°全方向から加熱する 先進のテクノロジー

独自の加熱システムとバッテリーが  
一体となったglo™。  
加熱も充電も操作も、  
すべてが一台で完結。

### デザイン

人間工学に基づくなめらかな曲線美と、  
手に取るとしっくりなじむデザイン。  
ボタン1つのシンプル操作だから、  
直感的に楽しめる。

### 加熱システム

専用の「ネオスティック」を  
外側から360度全方位  
均一に加熱するので、  
味わいしっかり。

glo™専用  
ネオスティック

### バッテリー

バッテリーと一体型なので、  
次の1本がすぐ吸える。  
また、一度の充電で  
約30本連続で楽しめる。

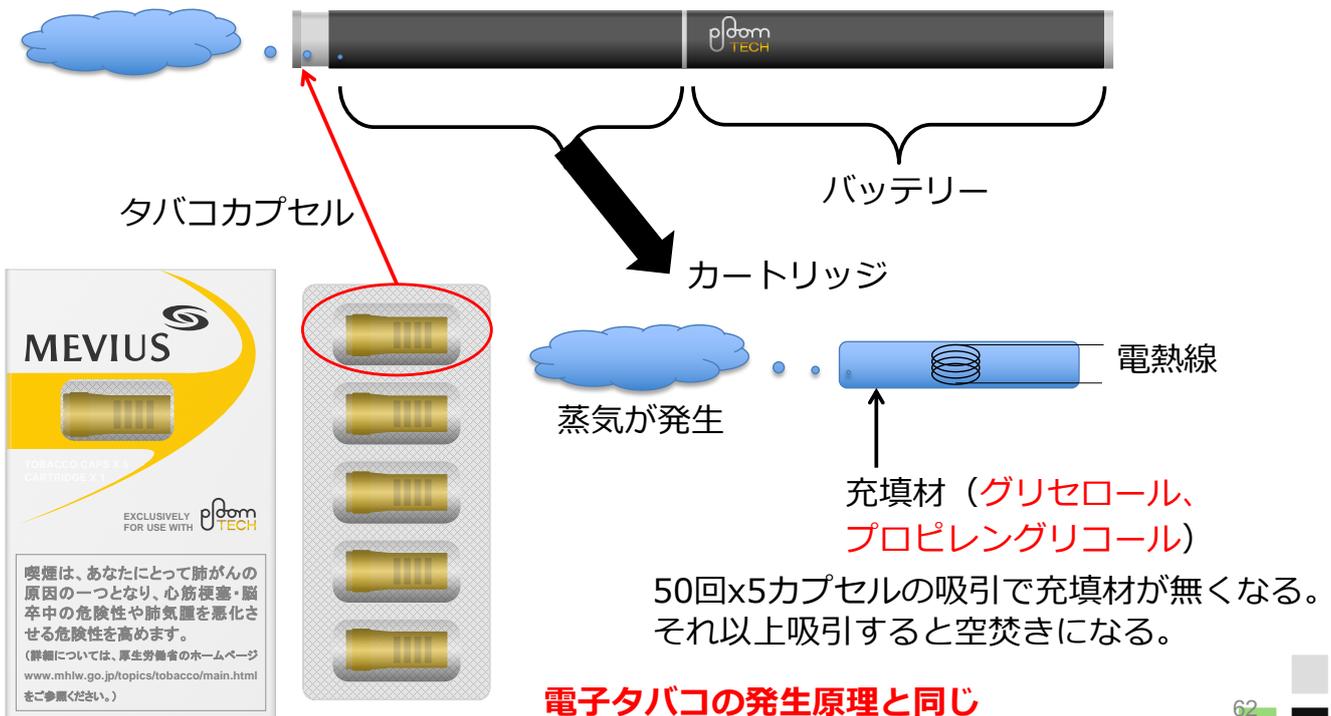
### 加熱制御システム

使用時間; 3分30秒  
連続使用; 可能  
加熱温度; 240°C



## Ploom Tech発生原理

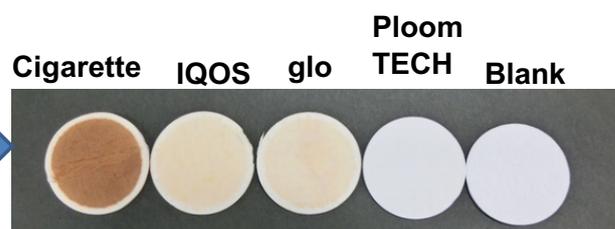
カプセルを蒸気が通過することでニコチンを吸引する？



## 2. 加熱式たばこの主流煙成分

### 加熱式たばこの主流煙の捕集

加熱式たばこ、電子たばこの主流煙捕集装置



Analyze emissions

#### Health Canada Intense (HCI)

ヒトの喫煙行動に近い

Puff volume 55 mL/2 s

Puff number 12

Since the puff number is fixed, the puff interval depends on the HTPs.

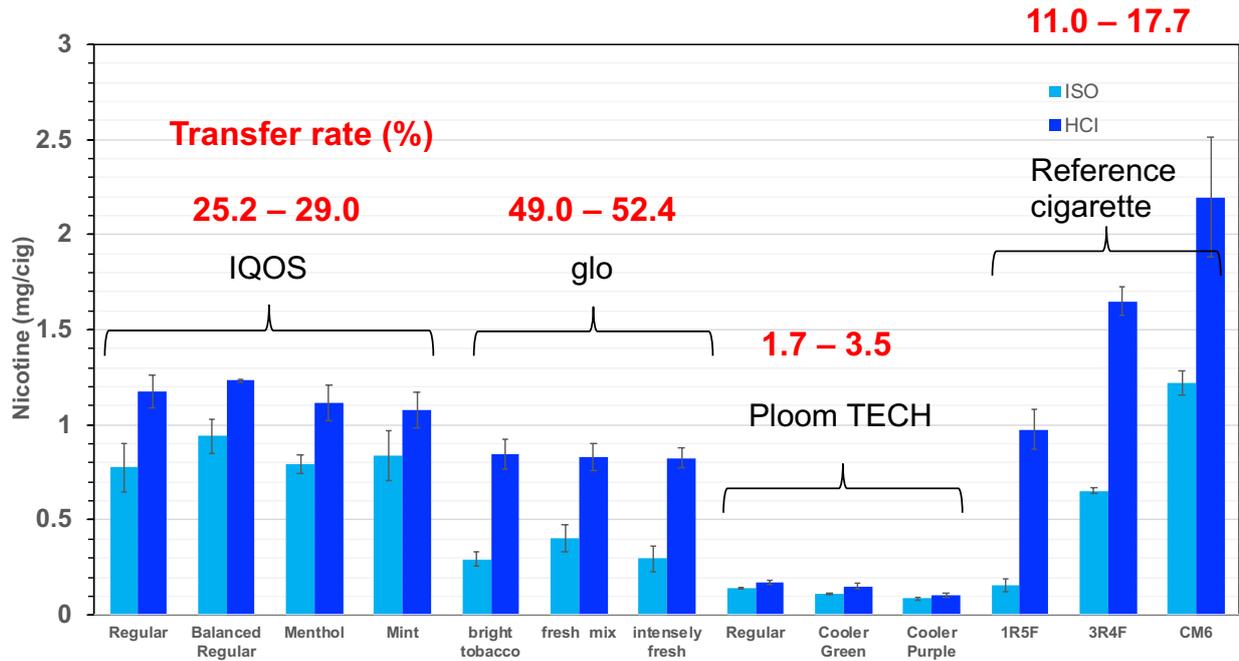
#### ISO 紙巻たばこの主流煙捕集法

Puff volume 35 mL/2 s

Puff number 12

Since the puff number is fixed, the puff interval depends on the HTPs.

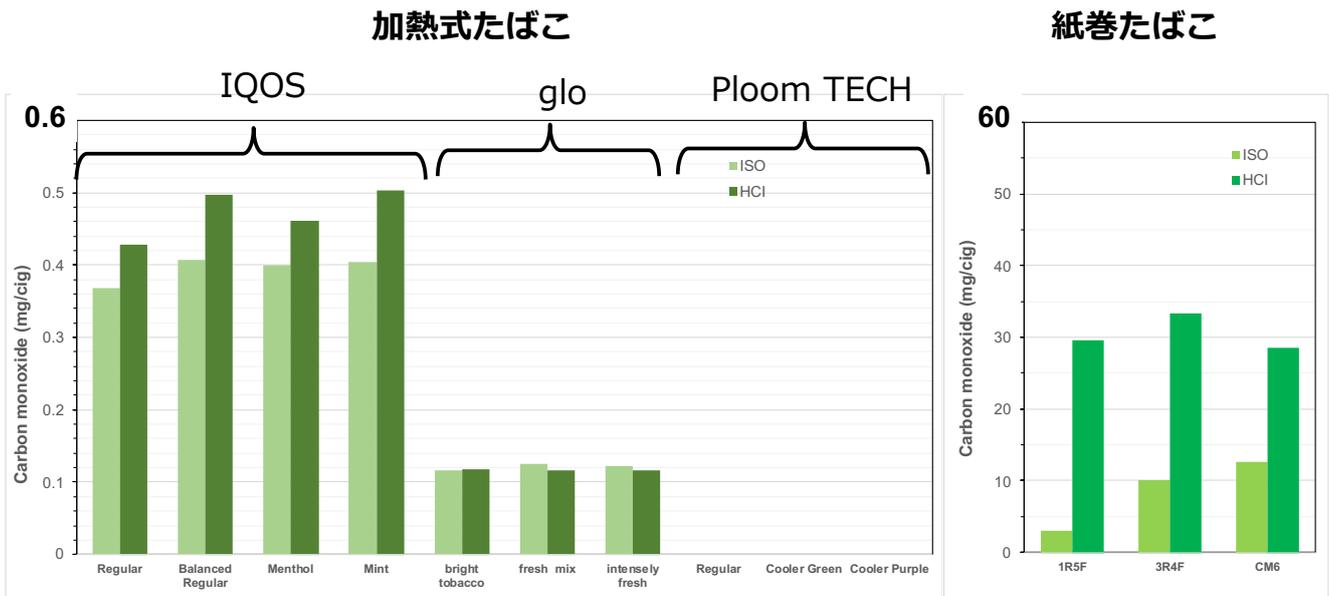
# 主流煙のニコチン量



- IQOSとgloのニコチン量は、紙巻たばこに匹敵した
- Ploom TECHは、ニコチン量が低いため、吸煙時間が長くなる懸念
- 加熱式たばこに切り替えても「ニコチン依存は継続する可能性」

第88回 日本衛生学会総会 (2018.3.22)

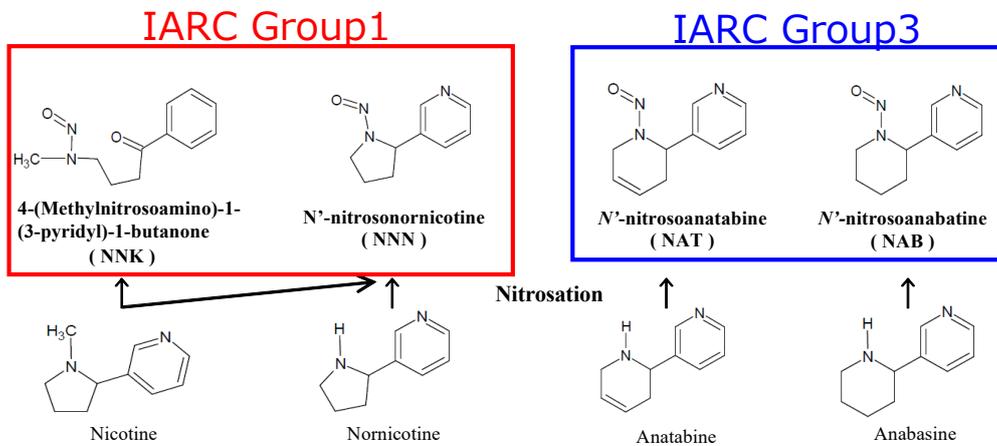
# 主流煙の一酸化炭素量は少ない



加熱式たばこ喫煙者の呼気中一酸化炭素量は、少ないことが予想される。例えば、禁煙外来で加熱式たばこを使用していると、禁煙していると間違えてしまう。

第88回 日本衛生学会総会 (2018.3.22)

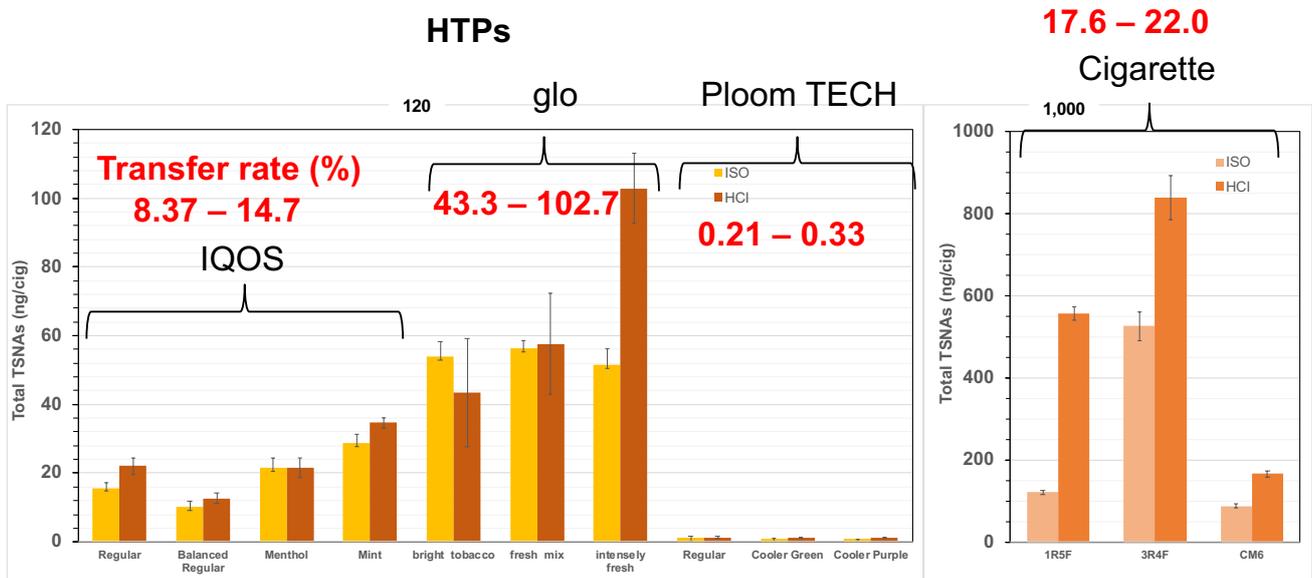
# たばこ特異的ニトロソアミン (TSNA)



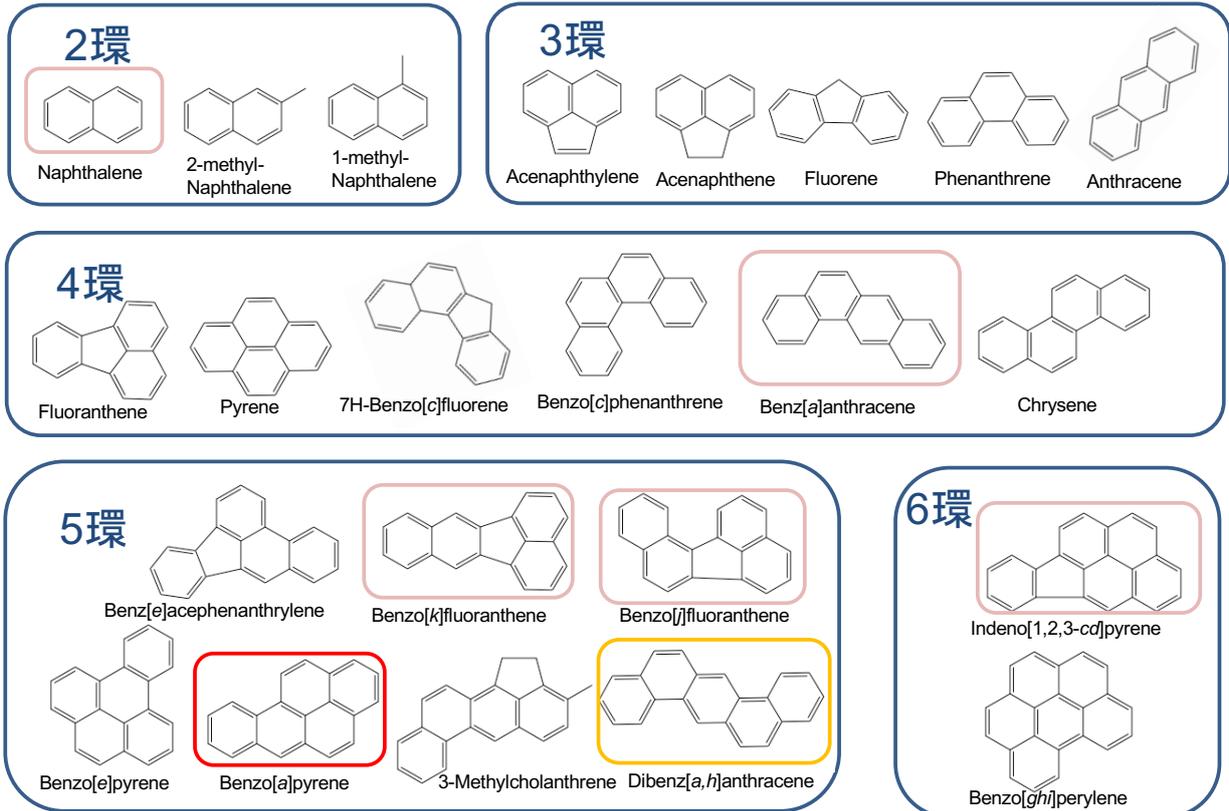
- たばこに含まれるアルカロイドがニトロソ化することによって生成される。
- たばこ特有の発がん性物質。

# たばこ特異的ニトロソアミン量(粒子成分)

## 総たばこ特異的ニトロソアミン量



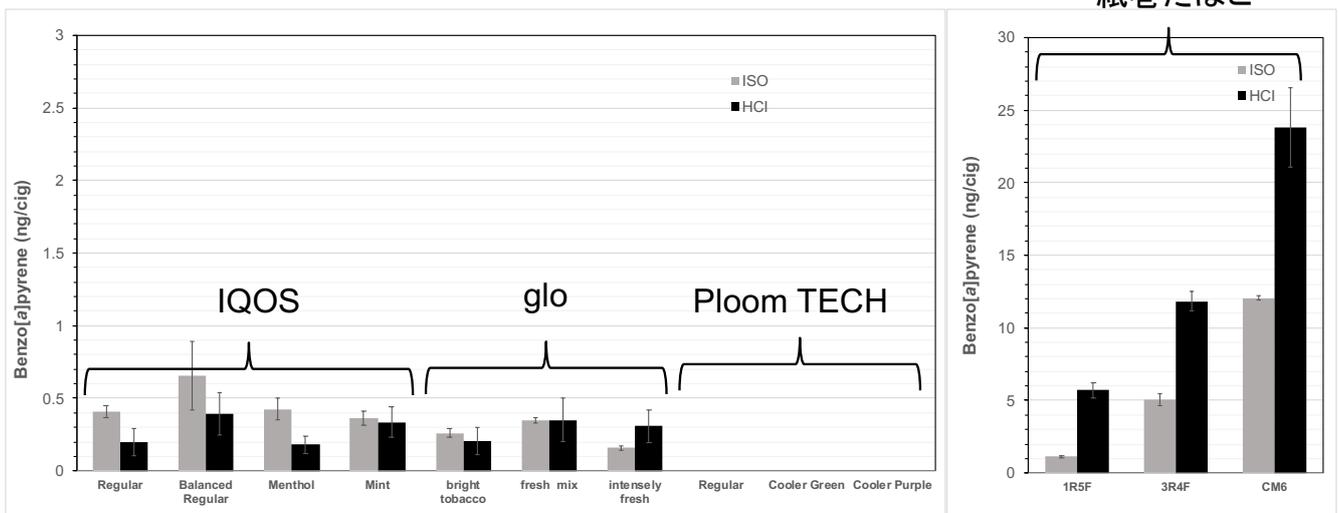
# 分析対象とした多環芳香族炭化水素23種



Group 1 : ヒトに対する発がん性が認められている  
 Group2A : ヒトに対する発がん性がおそくある  
 Group2B : ヒトに対する発がん性が疑われる

69

## 主流煙のベンゾ[a]ピレン量



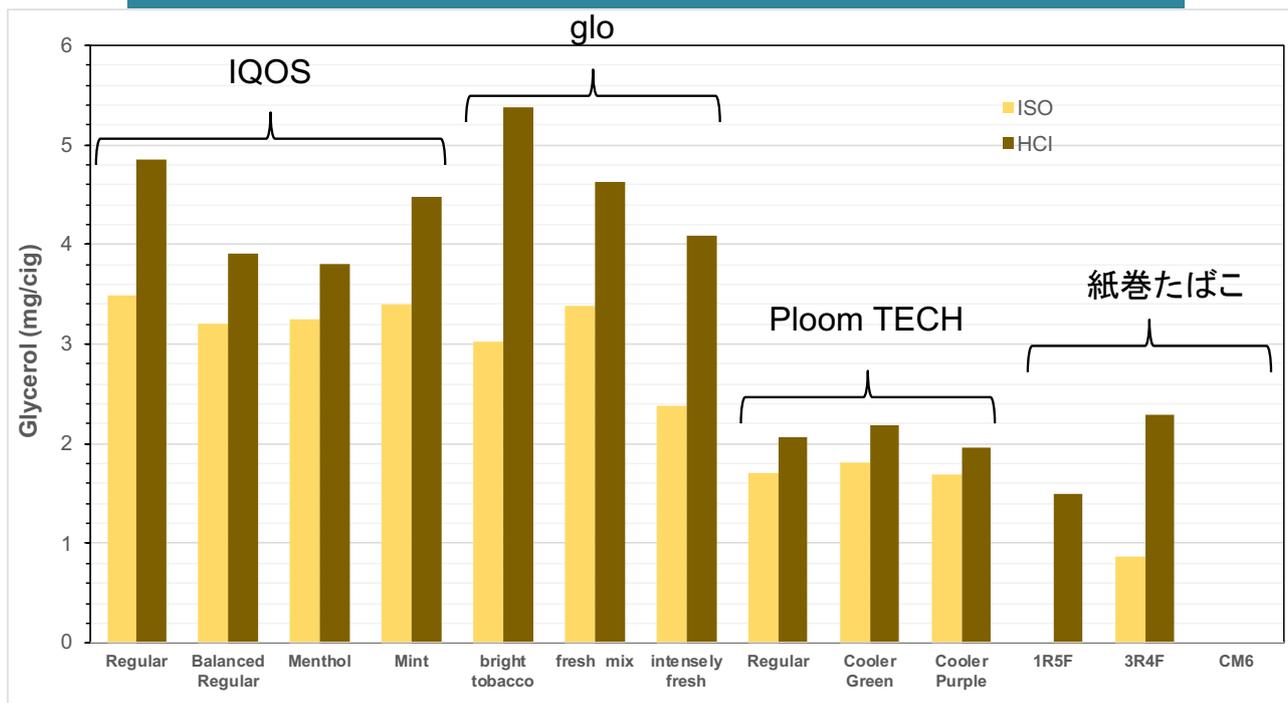
燃焼によって発生する多環芳香族炭化水素が加熱式たばこからも検出された。

IARCグループ1のベンゾ[a]ピレンも発生量は、加熱式たばこが紙巻たばこより低い。

一方で、測定を行なった対象成分数は、減少していなかった。

70

## 主流煙のグリセロール量



加熱式タバコは、グリセロールに加えて水分量も高い。  
Ploom TECHは、水分量は低いがプロピレングリコール量が高い。

71

## 加熱式たばこのガス成分

μg/本

化学物質成分 (ガス成分)	加熱式タバコ			紙巻タバコ 標準タバコ		
	IQOS レギュラー	glo ブライトタバコ	Ploom TECH レギュラー	1R5F	3R4F	CM6
1,3-ブタジエン	0.21	<0.03	<0.03	93	100	110
ベンゼン	0.66	0.12	<0.02	93	110	100
ピリジン	6.8	5.2	<0.04	25	34	23
ホルムアルデヒド	4.8	10	<0.07	25	41	42
アセトアルデヒド	190	240	0.51	1300	1500	1200
アクロレイン	7.3	5.5	<0.2	110	130	100
ブタナール	19	28	<0.2	61	76	80
ベンズアルデヒド	2.0	6	<0.3	6.4	8.5	13
グリオキサール	4.5	6.5	<0.2	20	26	26
メチルグリオキサール	7.5	37	<0.2	17	20	38
ヘプタナール	6.1	13	<0.5	17	22	20

有害化学物質量は、たばこ産業の報告にあるように低減している成分があった。  
一方で、**それほど低減していない成分もある。**

さらに、**有害化学物質数は、大きく削減されていなかった。そのため、有害化学物質群の複合曝露は継続している。**

72

# さらに、下記の論文が発表された

Research paper



OPEN ACCESS

## IQOS: examination of Philip Morris International's claim of reduced exposure

Gideon St.Helen,<sup>1,2</sup> Peyton Jacob III,<sup>1,2</sup> Natalie Nardone,<sup>1</sup> Neal L. Benowitz<sup>1,2,3</sup>

### ABSTRACT

**Background** New electronic heated tobacco products are being introduced in the global market and are gaining popularity. In 2016, Philip Morris International, Inc. (PMI) submitted a modified risk tobacco product (MRTIP) application to the Food and Drug Administration (FDA) to market IQOS in the USA with claims of reduced exposure and reduced risk.

**Methods** We examined PMI's MRTIP application, specifically sections on aerosol chemistry and human exposure assessment, to assess the validity of PMI's claims of reduced exposure and risk.

**Findings** PMI reported levels for only 40 of 93 harmful and potentially harmful constituents (HPHCs) on FDA's HPHC list in IQOS mainstream aerosol. All substances in PMI's list of 58 constituents (PMI-58) were lower in IQOS emissions compared with mainstream smoke of 3R4F reference cigarettes. However, levels of 56 other constituents, which are not included in the PMI-58 list or FDA's list of HPHCs, were higher in IQOS emissions; 22 were >200% higher and seven were >1000% higher than in 3R4F reference cigarette smoke. PMI's studies also show significantly lower systemic exposure to some HPHCs from use of IQOS compared with smoking combustible cigarettes.

**Conclusion** PMI's data appear to support PMI's claim that IQOS reduces exposure to HPHCs. However, PMI's data also show significantly higher levels of several substances that are not recognised as HPHCs by the FDA in IQOS emissions compared with combustible cigarette smoke. The impact of these substances on the overall toxicity or harm of IQOS is not known.

Independent studies showed that use of Eclipse decreased tobacco cigarette consumption without causing withdrawal symptoms, maintained blood nicotine concentrations and decreased exposure to the carcinogenic tobacco-specific nitrosamine, 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butane, but increased exposure to carbon monoxide (CO).<sup>1,2</sup> Other HTPs included Philip Morris' Accord, which was a combination of a handheld device that heated specially constructed cigarettes.

One independent study showed that use of Accord suppressed withdrawal symptoms and reduced CO exposure.<sup>3</sup> Each iteration of HTPs was commercially unsuccessful, and most products were discontinued shortly after their introduction.<sup>4</sup>

Despite repeated failures at producing a commercially viable HTP, tobacco companies continue to research and develop these products. R J Reynolds launched a revamped Eclipse, rebranded as 'Revo', in November 2014. Revo was briefly test marketed in Wisconsin but pulled off the market.<sup>10</sup> Other current HTPs include British American Tobacco's Glo iFuse, a hybrid of HTP and e-cigarette. It consists of a heating element, a liquid tank (like e-cigarettes) and a tobacco cavity through which the e-cigarette-like aerosol passes and is infused with tobacco flavour.<sup>11</sup> Japan Tobacco's Ploom Tech, which entered the Japanese market in 2016,<sup>12</sup> consists of a liquid cartridge and a capsule of granulated tobacco leaves that the vapour passes through.

Philip Morris Products S.A., a subsidiary of Philip Morris International, Inc. (PMI), developed IQOS ('I Quit Ordinary Smoking') as an HTP.<sup>13</sup>

たばこ会社が一定の基準で選んだ  
58成分 (PMI-58)  
→IQOSは紙巻たばこより低い値

PMI-58以外で調べた57物質  
→(発がん性物質も含まれる)  
56物質がIQOSの方が高い値で  
あった

<sup>1</sup>Division of Clinical Pharmacology, Department of Medicine, University of California San Francisco, San Francisco, California, USA  
<sup>2</sup>Center for Tobacco Control Research and Education, University of California, San Francisco, California, USA  
<sup>3</sup>Department of Biostatistics and Therapeutic Sciences, University of California San Francisco, San Francisco, California, USA

**Correspondence to** Dr Gideon St.Helen, Division of Clinical Pharmacology and Experimental Therapeutics, University of California San Francisco, San Francisco, CA 94143-1220, USA; Gideon.StHelen@ucsf.edu

Received 16 February 2018  
Revised 6 June 2018  
Accepted 16 June 2018

## 2018. Tobacco Control.

73

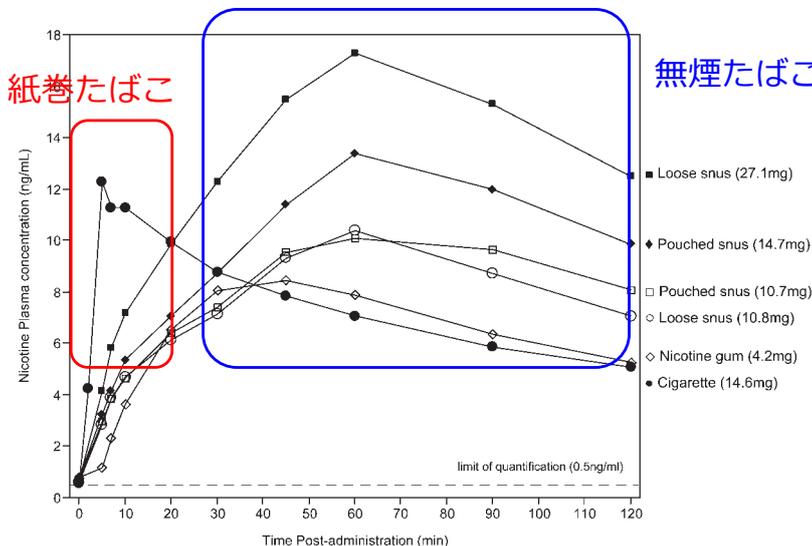
# IQOSの開発の目的

Nicotine & Tobacco Research, Volume 15, Number 1 (January 2013) 255–261

Original Investigation

## Determination of Nicotine Absorption from Multiple Tobacco Products and Nicotine Gum

無煙たばこ製品は、ニコチンの吸収が遅い。  
紙巻きたばこは、ニコチン吸収が速い。  
IQOSは、さらに有害性を削減したたばこ製品の開発を目的としている。

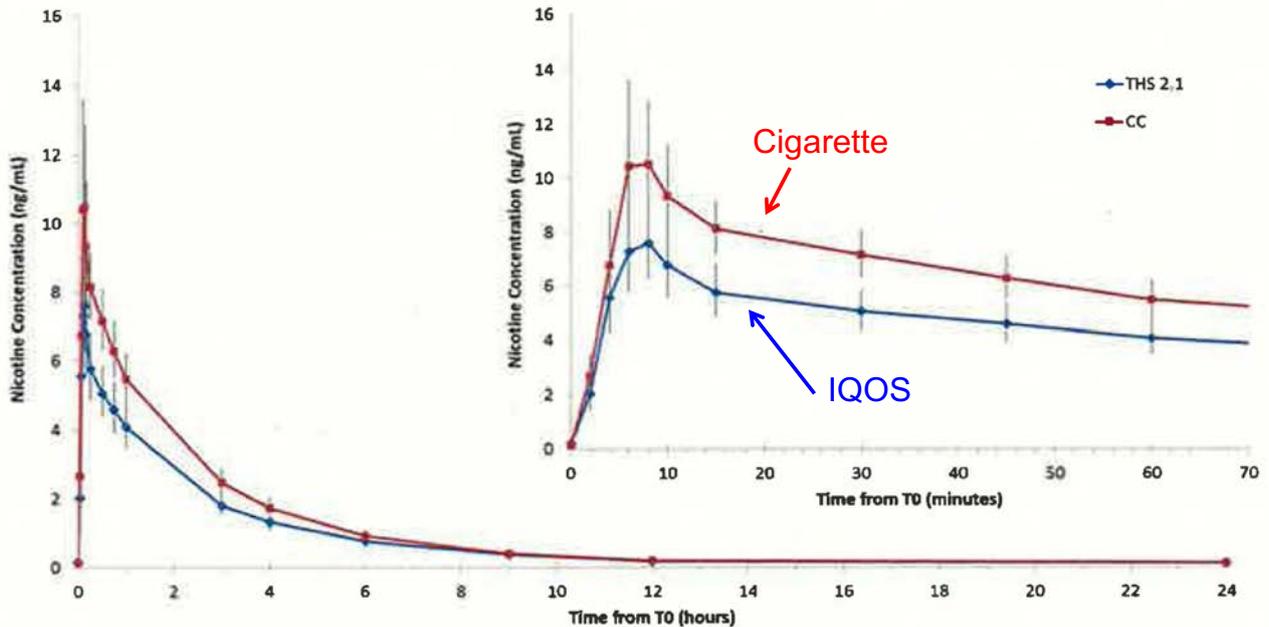


**Figure 1.** Mean plasma nicotine concentrations at each time point following single use of the different tobacco products and nicotine gum. Products (nicotine content): • Cigarette (14.6 mg); □ Pouched snus (10.7 mg); ○ Loose snus (10.8 mg); ◆ Pouched snus (14.7 mg); ■ Loose snus (27.1 mg); ◇ Nicotine gum (4.2 mg). The dashed line represents the limit of quantification (0.5 ng/ml).

74

# IQOSが普及した理由

喫煙後の血中ニコチン濃度の上昇が紙巻たばこと同じ



The nicotine delivery rate was similar with iQOS and cigarettes. The time to the maximum nicotine concentration was 8 minutes after single use of the iQOS and cigarettes.

Reference: Picavet P, Haziza C, Lama N, Weitkunat R, Lüdicke F. Comparison of the Pharmacokinetics of Nicotine Following Single and Ad Libitum Use of a Tobacco Heating System or Combustible Cigarettes. *Nicotine Tob Res.* 2016;18(5):557-63.

# IQOSの互換機も販売されるようになった



# 分析対象としたIQOS互換機

	IQOS	IQOS互換機							
		jouz20	NOS	Quick 2.0	Quick 2.4	iBuddy	Ocean-C	Wand 2.8	EFOS E1
連続喫煙	不可	可	可	可	可	可	可	可	可
喫煙可能時間 (秒)	360	330	180	200/285	195	300	210	195	310
吸引可能回数 (Puff)	14	14	—	*	*	16	—	*	20
外見									
加熱箇所		たばこの内側				たばこの外側			
加熱部分		ブレード			棒				

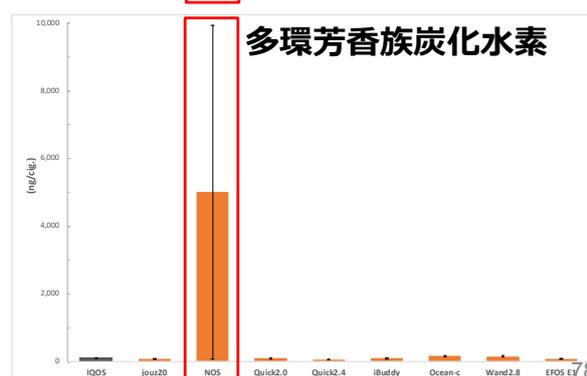
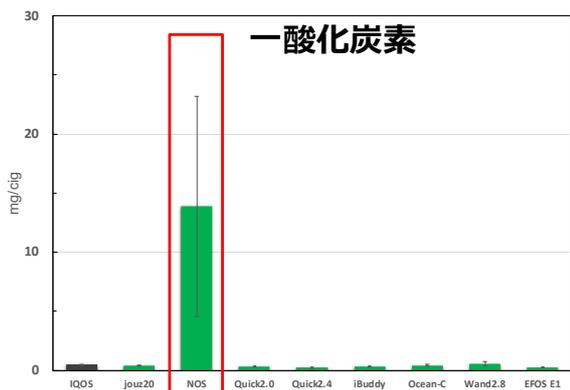
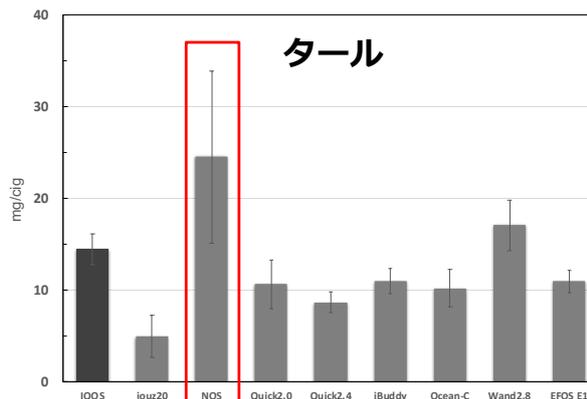
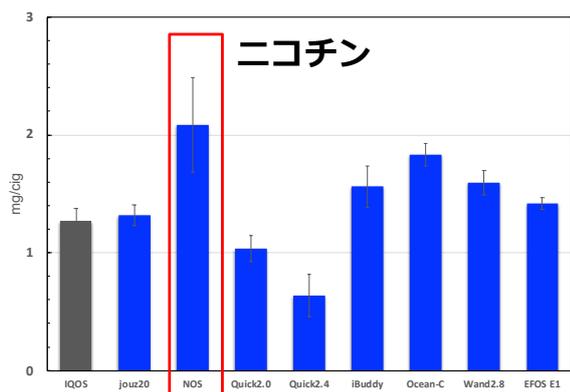
\* 吸引回数の制限なし、※加熱温度の設定機能がある場合は、最高温度の設定にした。

第89回 日本衛生学会総会(2019.2.1)

77

# IQOS互換機の分析結果

第89回 日本衛生学会総会(2019.2.1)



8

### 3. 電子たばこの主流エアロゾルの成分



タンクに液体を注入し、  
使用する  
電圧も調節可能な製品もある

**電子たばこには必ずタンクが存在**

相違点；

加熱式たばこ→たばこ葉を直接、間接的に加熱する

電子たばこ →ニコチン入りグリセロールを電熱線で蒸気  
へ変換する

79

### 各たばこ製品の違い

	加熱式たばこ	電子たばこ	紙巻たばこ
たばこ葉	使用	使用しない	使用
ニコチン	あり	なし(海外ではあり)	あり
燃焼	なし	なし	あり
たばこ事業法	対象	対象外	対象
たばこ税	あり	なし	あり
たばこ外箱にニコチン・ター ル量表示	なし	なし	あり
外部装置	使用	使用	使用しない
煙・エアロゾルの発生原理	加工されたたばこ葉 を加熱	味のついたプロピレングリ コール等を熱コイルで蒸気 にする	たばこ葉の燃焼
有害化学物質	あり	あり	あり

80

# 市場で販売される電子たばこの特徴



低  高

電子たばこの出力

- ・ コイルの大きさ
- ・ バッテリーの大きさ

81

# 電子たばこから発生する化学物質

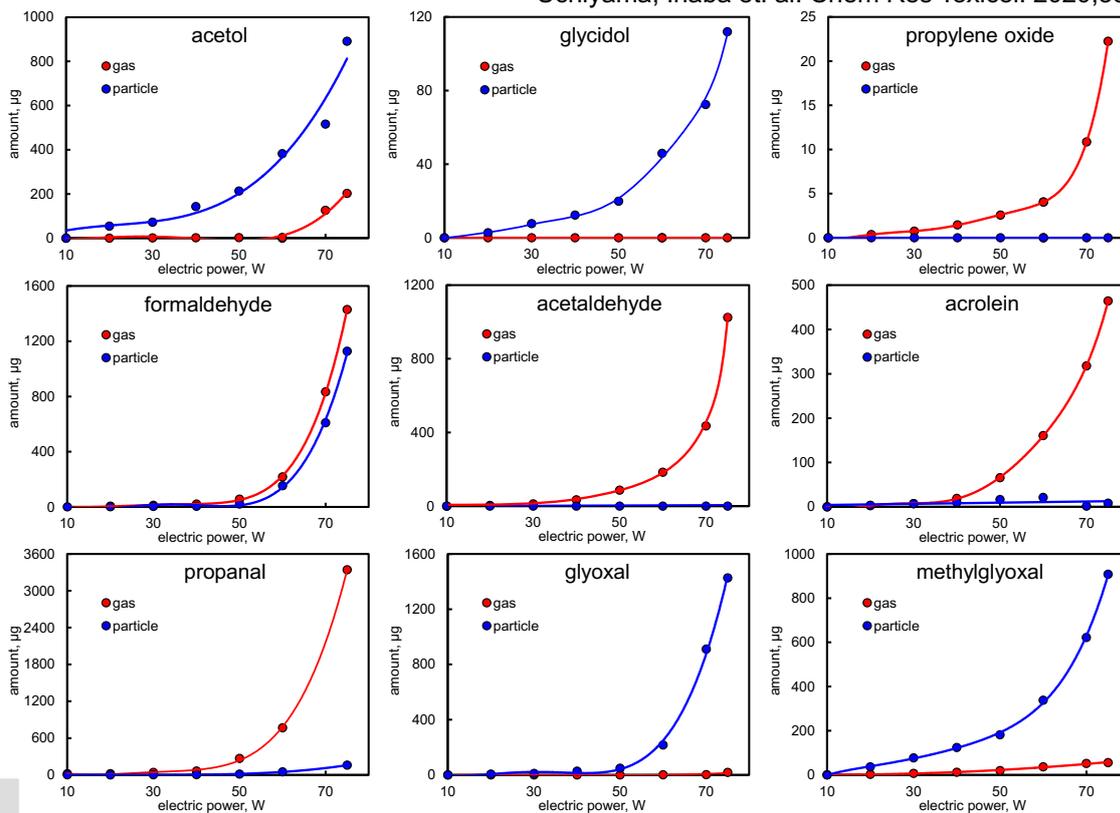


高出力型 電子たばこ

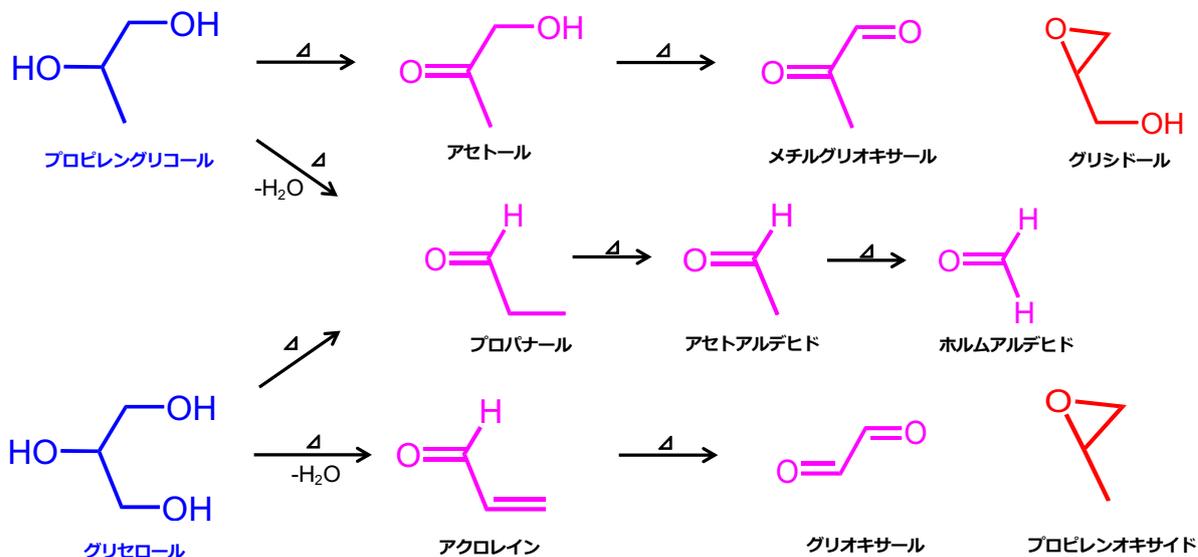
80Wクラス, 220Wクラス

82

Uchiyama, Inaba et. al. Chem Res Toxicol. 2020;33:576-583.



プロピレングリコール, グリセロールの熱分解



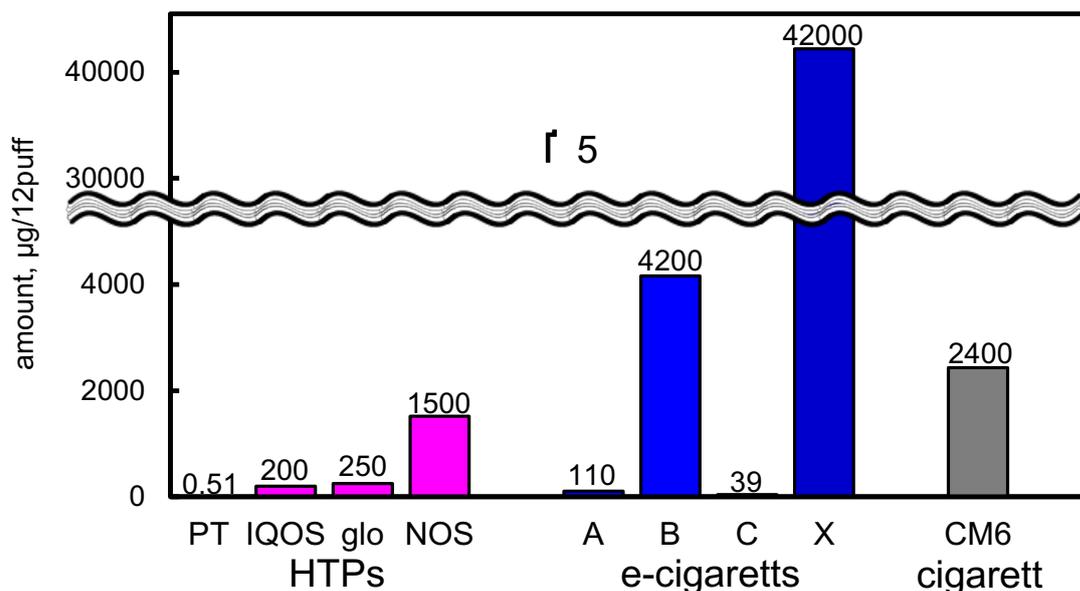
## 様々な種類のたばこから発生する発がん性物質の比較 (12 puff換算値)

compounds	IARC group	Heated Tobacco Products				e-cigarettes				cigarette CM6
		PT	IQOS	glo	NOS	A	B	C	X	
formaldehyde	1	—	4.8	10	33	34	2600	19	16000	42
benzene	1	—	0.7	0.1	65	0.4	1.6	0.3	110	100
1,3-butadiene	2A	—	0.2	—	68	—	6.8	—	1200	110
glycidol	2A	—	2.7	0.5	36	22	100	15	810	2.1
propylene oxide	2B	—	0.2	—	3.5	1.8	50	1.3	350	1.4
isoprene	2B	—	1.7	—	670	—	4.2	—	720	980
acetaldehyde	2B	0.51	190	240	640	48	1400	3.7	23000	1200
total		0.51	200	250	1500	110	4200	39	42000	2400

高電力型電子たばこ (X) から発生する発がん性物質量は極めて多い

Uchiyama, Inaba et. al. Chem Res Toxicol. 2020;33:576-583.

## 様々な種類のたばこから発生する発がん性物質の比較 (12 puff 換算値)



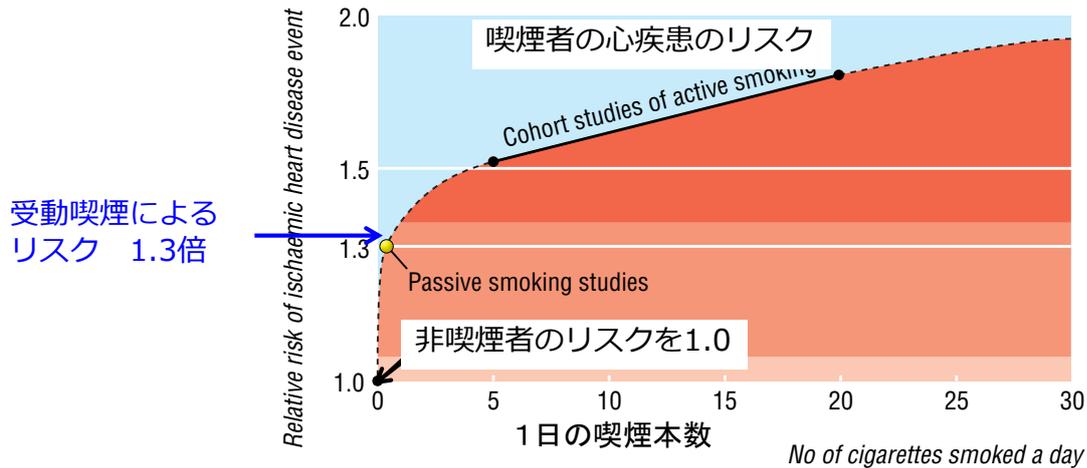
Uchiyama, Inaba et. al. Chem Res Toxicol. 2020;33:576-583.

# 喫煙によるリスクを考える

Cause and effect: other mechanisms increasing risk of ischaemic heart disease (for example, lower high density lipoprotein cholesterol concentrations, raised carboxyhaemoglobin) - linear dosimetry

## 1日1本の喫煙、または受動喫煙によっても虚血性心疾患のリスク上昇

- Summation of evidence from meta-analysis of five large cohort studies of active smoking
- Summary estimate from studies of environmental tobacco smoke exposure (estimated to be equivalent to actively smoking 0.2 cigarettes a day)

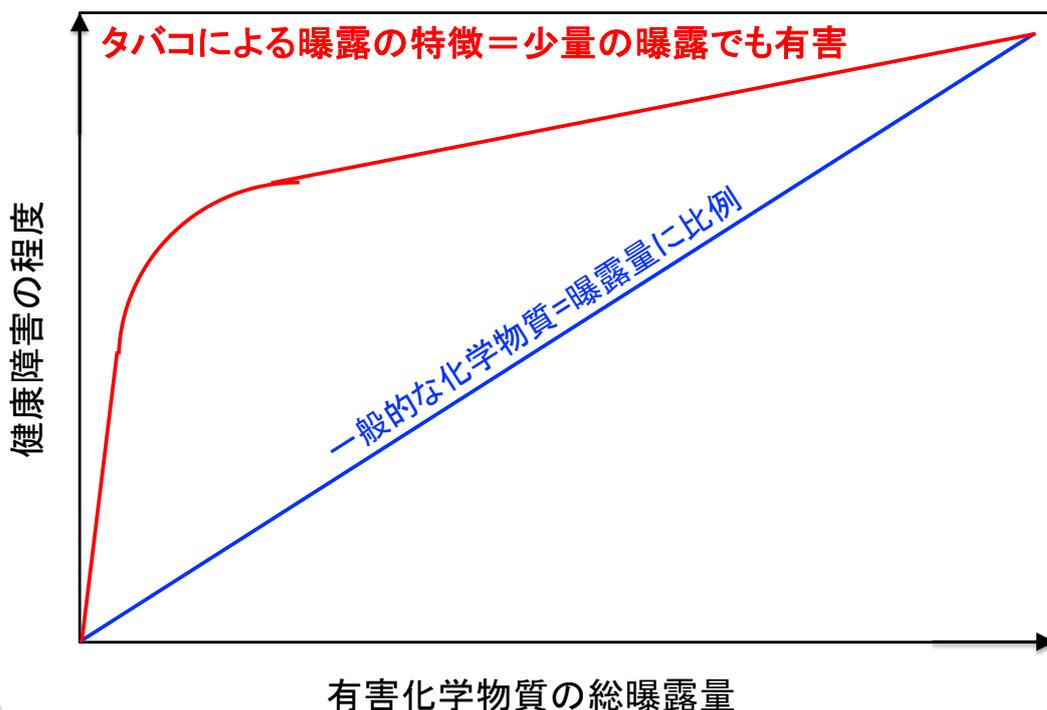


Law MR *et al.* Prog Cardiovasc Dis 46. 2003: 31-38

Pechacek TF *et al.* BMJ 328. 2004: 980-983

87

# 有害物質の90%削減≠健康障害の大幅削減



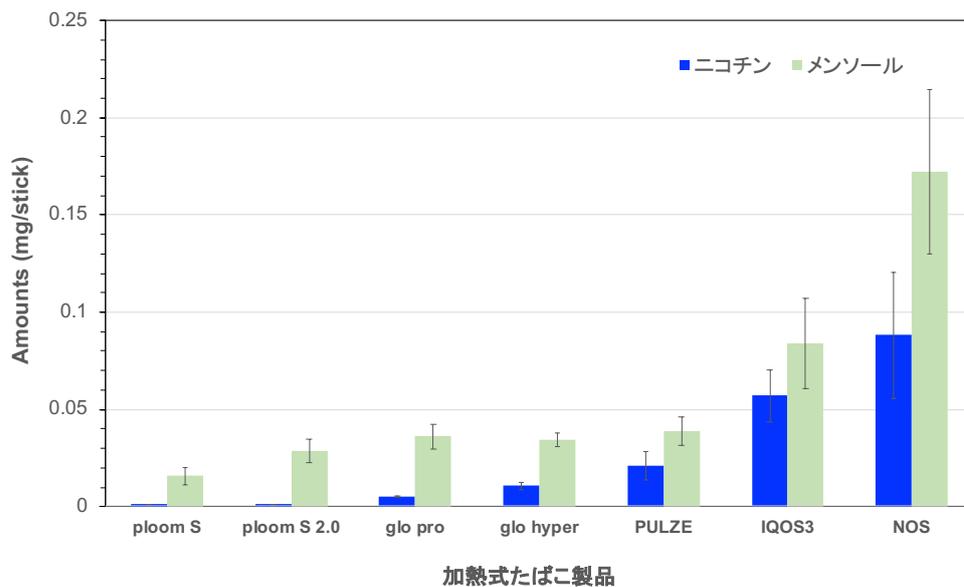
## 4. 加熱式たばこの副流煙成分

問題点 加熱式たばこの副流煙はどこから発生するのか？



- 加熱式たばこの副流煙の発生箇所については、公開はされていない。
- また、加熱装置によっても異なると考えられる。

## 加熱式たばこ副流煙のニコチン・メンソール



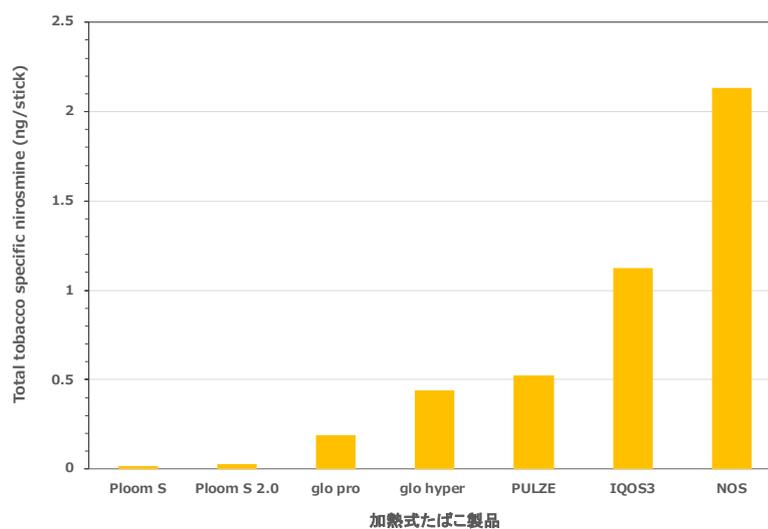
紙巻たばこは、  
3~5 mg/cig

- 加熱式たばこの副流煙中ニコチン・メンソール量は、加熱温度の上昇に伴い増加していた。
- 加熱式たばこは、紙巻きたばこと比較すると含有量は低い。しかし、受動喫煙は生じる可能性がある。

第91回 日本衛生学会総会(2021.3.8)

91

## 加熱式たばこ副流煙のたばこ特異的ニトロソアミン類



紙巻たばこは、  
110~150 ng/cig

- 加熱式たばこの副流煙中たばこ特異的ニトロソアミン量は、加熱温度の上昇に伴い増加していた。
- 加熱式たばこは、紙巻きたばこと比較すると含有量は低い。
- しかし、発がん性物質の受動喫煙曝露が生じる可能性がある。

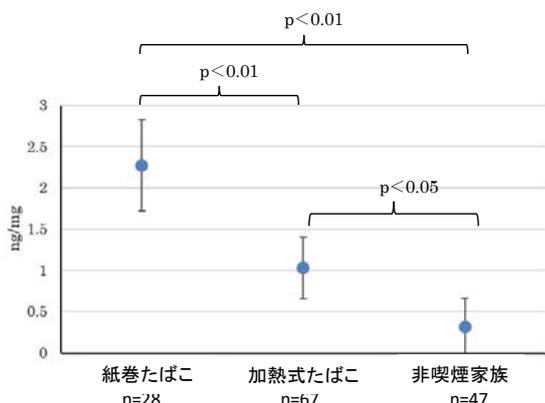
第91回 日本衛生学会総会(2021.3.8)

92

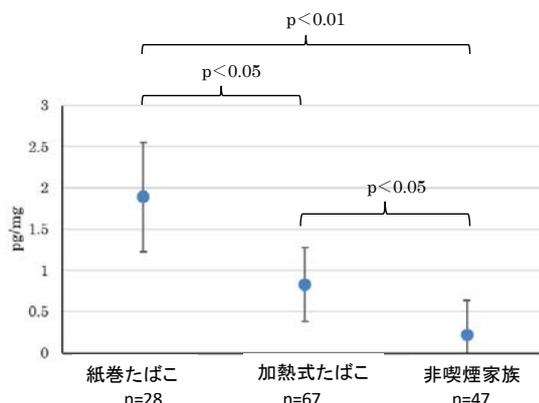
## 5.加熱式たばこのヒトへのばく露 (能動喫煙・受動喫煙)

### 受動喫煙者のばく露実態調査結果

ニコチン代謝物



たばこ特異的ニトロソアミン代謝物

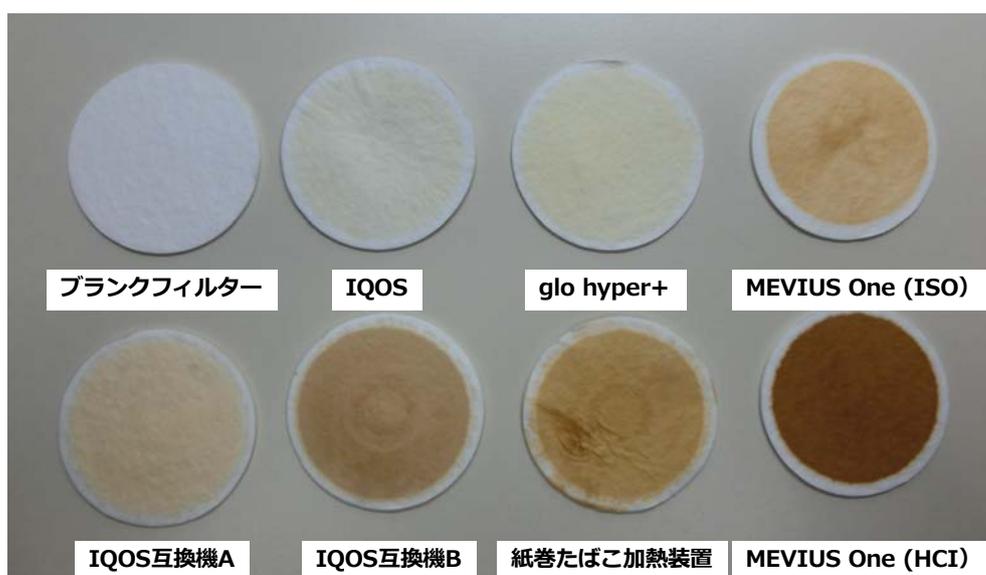


- 紙巻たばこ、加熱式たばこ、非喫煙者の家族(非喫煙コントロール)の尿中ニコチン代謝物の分析値から、加熱式たばこの使用において受動喫煙の可能性が示唆された。
- 現時点での紙巻たばこ、加熱式たばこ、非喫煙者の家族(非喫煙コントロール)のNNAL値から、加熱式たばこの使用においても受動喫煙の可能性が示唆された。

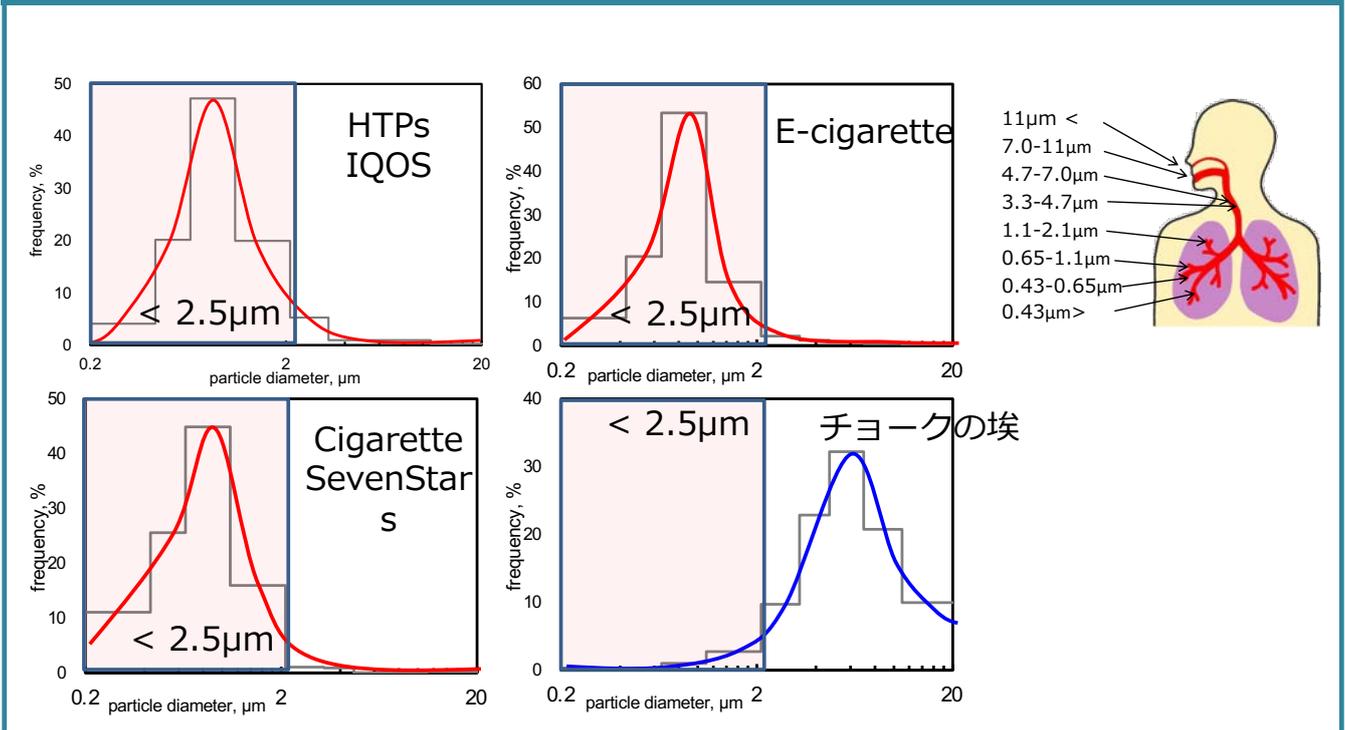
研究の限界: 各たばこ製品を使用する家族の受動喫煙を発生源と仮定している。家族以外からのばく露の可能性もある。

# まとめ

## たばこ煙の捕集フィルター



# たばこ製品から発生する煙の粒径分布



2.5  $\mu\text{m}$ 以下の粒子肺胞の中まで侵入する可能性がある。

97

# 分析結果について



- 加熱式たばこにもタールが含まれている
- 加熱式たばこは、紙巻たばこよりも主流煙の有害化学物質が90%削減されている成分もあった。有害化学物質の暴露は加熱式たばこにおいても継続されている。
- 加熱式たばこにおいても副流煙は確認された。
- 電子たばこ、加熱式たばこともに加熱装置の温度設定によって有害化学物質の発生量が変化する。
- 加熱式たばこ喫煙者の家族も（非喫煙コントロール）の尿中ニコチン代謝物・たばこ特異的ニトロソアミン代謝物の分析値から、加熱式たばこの使用において受動喫煙の可能性が示唆された。

98

# Ploomの変化

2013年 2016年



ニコチン量 (mg/stick)  
0.1-0.3

ニコチン量 (mg/stick)  
0.4 0.7 1.0

低ニコチン発生タイプから高ニコチン発生タイプに変化している

# IQOSの変化

2014年 2016年 2017年 2018年 2021年



iQOS

iQOS2.4

iQOS2.4  
plus

iQOS3.0

iQOS ILUMA

ニコチン量は、一貫して1 mg /stick程度と他の加熱式たばこ製品に先駆けて高温型の加熱式たばこで高ニコチン量を達成している。

# 新型IQOSの誤飲に注意してください



金属の板が入っています。  
幼児の誤飲に注意してください。