

D. 結論

国内で流通する電子たばこ充填液 103 製品の TSNA 分析を Oasis-MCX 処理と LC/MS/MS によって行った。その結果、NNN は 4 製品で検出され、その濃度範囲は 0.08–0.88 ng/mL であった。NNK は 3 製品から検出され、濃度範囲は 0.19–1.25 ng/mL であった。NAT と NAB は 5 製品と 2 製品で検出され、それぞれの濃度範囲は 0.11–1.11 ng/mL と 0.07, 0.10 ng/mL となった。さらにニコチン入り電子たばこ充填液の TSNA 分析を行ったところ、すべての製品で TSNA が検出された。以上の結果からニコチンを高濃度に含有する充填液には TSNA が確認され、ニコチン量が少ない充填液には、TSNA がわずかに含まれることが分かった。

E. 研究発表

統括報告書に一括記載した。

F. 知的財産権の出願・登録状況

なし

G. 参考文献

- (1) Burton HR, Childs GH, Anderson RA, Fleming PD. Changes in composition of burley tobacco during senescence and curing. 3. tobacco-specific nitrosamines. *J Agric Food Chem.* 1989; 37: 426-430.
- (2) Westenberger BJ. Evaluation of e-cigarettes. St Louis, MO: Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research, Division of Pharmaceutical Analysis, 4 May

2009.

(<http://www.fda.gov/downloads/Drugs/ScienceResearch/UCM173250.pdf>) 2015 年 3 月 17 日接続。

- (3) Conference of the Parties to the World Health Organization (WHO) Framework Convention on Tobacco Control. FCTC/COP/6/10 Electronic nicotine delivery systems. Geneva, World Health Organization, 2014. (http://apps.who.int/gb/fctc/PDF/cop6/FCTC_COP6_10Rev1-en.pdf) 2015 年 3 月 17 日接続。
- (4) Cheng T. Chemical evaluation of electronic cigarettes. *Tob Control.* 2014;23:ii11-17.
- (5) Goniewicz ML, Knysak J, Gawron M, Kosmider L, Sobczak A, Kurek J, Prokopowicz A, Jablonska-Czapla M, Rosik-Dulewska C, Havel C, Jacob P 3rd, Benowitz N. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. 2013; 23:133-139.
- (6) Kim HJ, Shin HS. Determination of tobacco-specific nitrosamines in replacement liquids of electronic cigarettes by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J Chromatogr A.* 2013; 1291:48-55.
- (7) 厚生労働省. ニコチンを含有する電子タバコに関する危害防止措置について. 2010 年 12 月 27 日 (<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r985200000zlvf.html>) 2015 年 3 月 17 日接続。
- (8) 杉山晃一, 稲葉洋平, 大久保忠利ほか. 国産たばこ主流煙中たばこ特異的ニトロソアミン類の異なる捕集法を用いた測定. *日本衛生学雑誌* 2012;67:423-430.

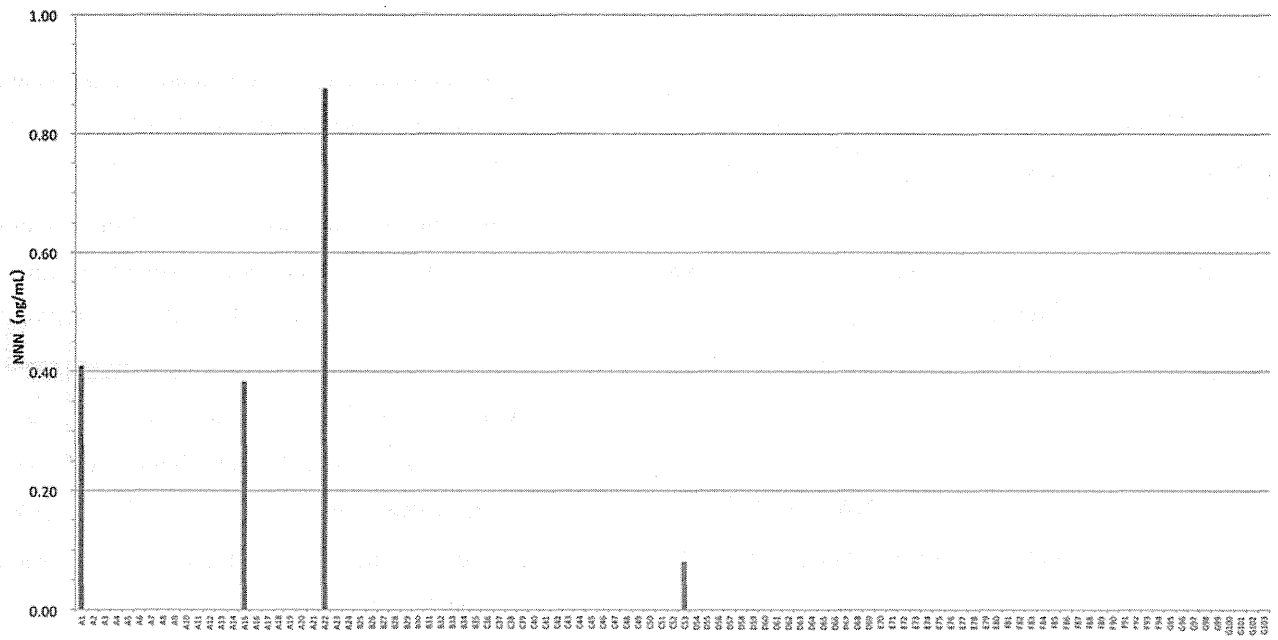


Fig. 1 国内流通する電子たばこ充填液中 NNN の分析

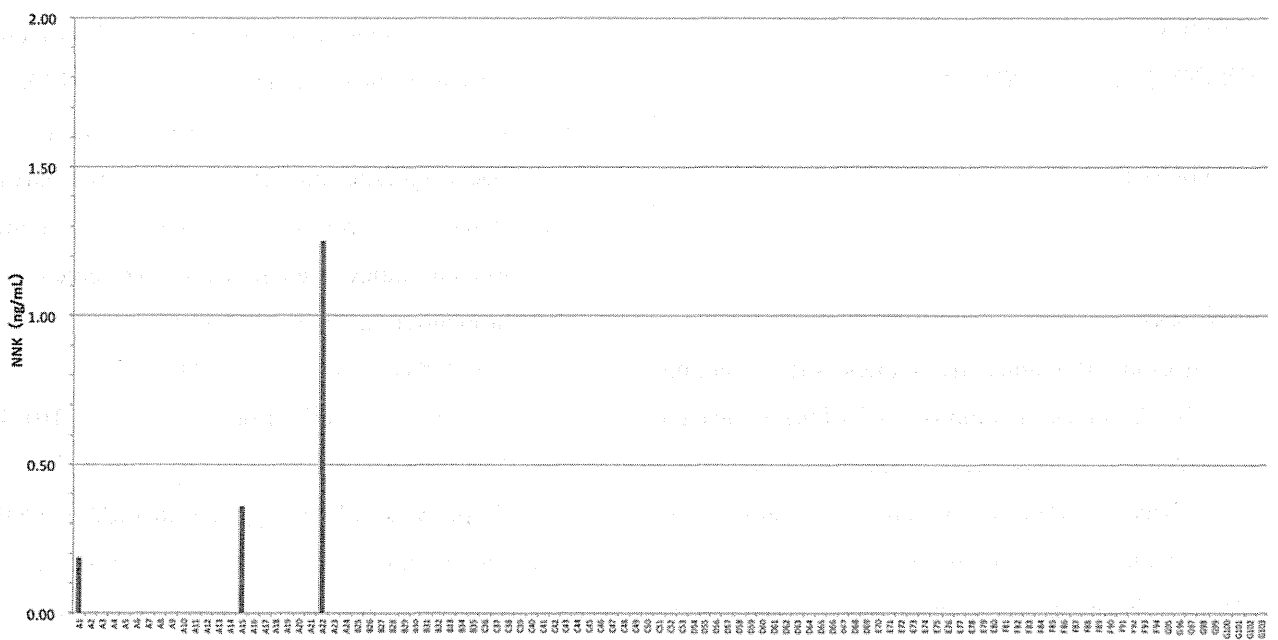


Fig. 2 国内流通する電子たばこ充填液中 NNK の分析

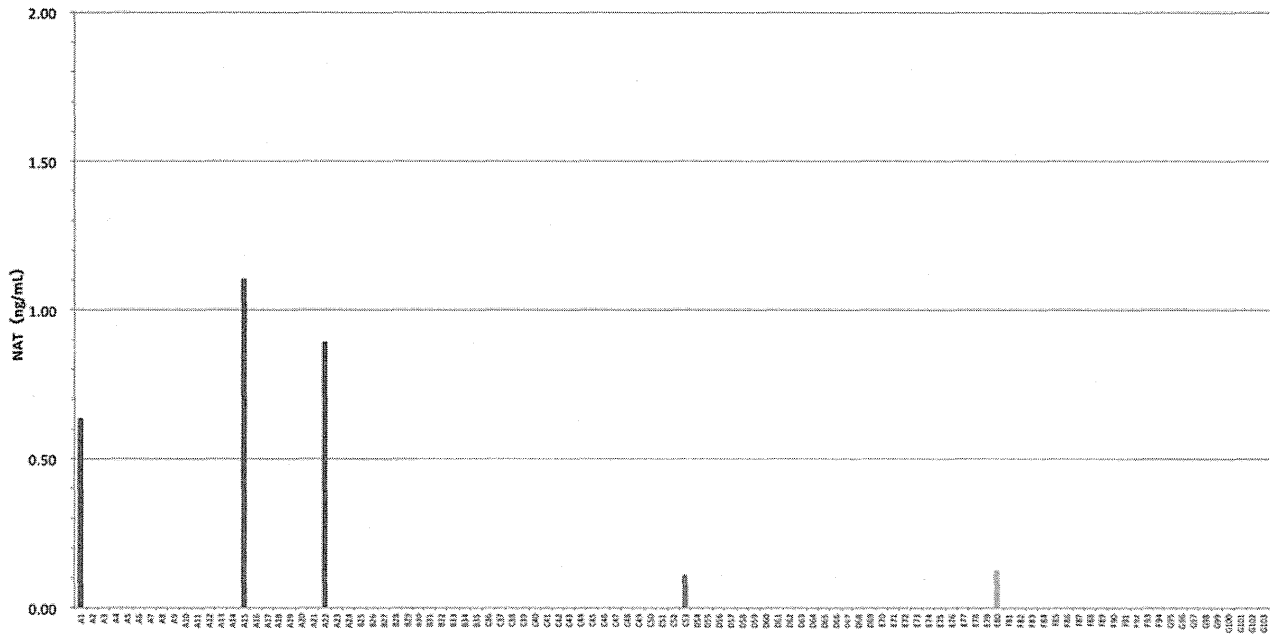


Table 1 個人輸入したニコチン入電子たばこ充填液中 TSNA 分析

Sample No.	Concentration (ng/mL)				
	NNN	NAT	NAB	NNK	Total TSNA
1	4.29	12.0	0.88	1.43	18.6
2	0.81	2.04	0.40	0.13	3.4
3	1.40	10.6	0.78	0.24	13.1
4	1.09	3.81	0.31	0.56	5.8
5	2.31	1.51	0.24	1.41	5.5
6	0.73	0.12	<0.05	0.44	1.3
7	0.25	<0.05	<0.05	0.06	0.3
8	2.80	2.22	0.30	1.81	7.1
Min	0.25	<0.05	<0.05	0.06	0.3
Max	4.29	12.0	0.88	1.81	18.6
Mean	1.71	4.62	0.48	0.76	6.87
S.D.	1.34	4.71	0.27	0.68	6.15

電子たばこ専用リキッドに含まれる重金属類の測定

研究分担者 戸次 加奈江 国立保健医療科学院
研究分担者 稲葉 洋平 国立保健医療科学院
研究分担者 内山 茂久 国立保健医療科学院

研究要旨

電子たばこは、通常の紙巻たばこに比べて有害性が低く、禁煙療法的手段となる認識も高まっていることから、急速に使用者が増加しているものの、製品の安全性に関する調査研究は十分ではない。紙巻たばこ主流煙中の有害成分でもある重金属は、近年、電子たばこから発生するエアロゾル中でも比較的高濃度検出されているが、その明確な発生機序は明かでない。そこで本研究では、有害性が懸念される以下の重金属について（Cr, Mn, Co, Ni, Cu, As, Cd, Pb）、エアロゾルの発生源となる e-リキッドを対象とした濃度評価を行った。その結果、殆どの元素は各銘柄で定量下限値以下であったものの、Ni のみが2銘柄（1.38 及び 14.84 $\mu\text{g/ml}$ ）について他の元素と比較して高濃度に検出された。この数値について Ni の耐容一日摂取量（TDI: 4 $\mu\text{g/kg/day}$ ）から考えると、食事などの摂取量と比較した場合、人体において有害性のない濃度レベルであると推測された。

A. 研究目的

たばこ主流煙には、As, Cd, Ni, Pb, Ag, Se などの重金属が含まれており [1]、As や Cd については国際がん研究機関（International Agency for Research on Cancer; IARC）によって「ヒトに対する発癌性が認められる」グループ 1 の化合物として、Pb, Ni, Cr についてはアメリカ食品医薬品局（Food and Drug Administration; FDA）が有害性のある化合物として挙げていることから、喫煙における重金属と健康影響との密接な関与が懸念されている。電子たばこにおいては、充填される専用の液体（e-リキッド）の加熱により発生するエアロゾルから、Pb, Sn, Zn などの重金属が検出されており、特に Ni や Ag に関しては比較的高濃度含まれていることが報告されている [2]。e-リキッドは、電子たばこから発生するエアロゾルの発生源となるものであるが、e-リキッド中の重

金属の含有量についての報告はこれまでされていない。そこで本研究では、電子たばこの安全性評価を踏まえ、国内外の市場流通製品である e-リキッドを対象とした重金属の濃度を測定し、評価することとした。

B. 研究方法

1. 試薬

重金属の標準試薬には、29 元素を含む XSTC-331（汎用混合標準溶液）（Th / Ag / Al / As / Ba / Be / Bi / Ca / Cd / Co / Cr / Cs / Cu / Fe / Ga / K / Li / Mg / Mn / Na / Ni / Pb / Rb / Se / Sr / Tl / V / Zn / U）（SpexCertiPrep）を用いた。濃硝酸（60%超高純度試薬）は、関東化学社製を使用した。過酸化水素（30%原子吸光分析用）は、和光純薬工業株式会社製を使用した。試料調整用の純水は、Millipore 社製の Mili-Q システムを使用した。

2. e-リキッド

現在販売される e-リキッドには、主な成分であるプロピレングリコールあるいはグリセリンの他、紙巻たばこの風味付けや、綿飴やチョコミント、スイカ、ぶどうなど、子どもや十代の若者の興味を引く香料が添加されたものが多量販売されており、これらは、インターネット通信販売やカタログ通信販売会社のホームページ、スーパーマーケット、ディスカウントストア、コンビニエンスストアなどの店頭でも販売されている。本研究では、2014 年に上記に示す販売経路を通して、国内外の全 7 (A~G) 社で流通するニコチンが含まれていない、種類の異なる 102 銘柄の e-リキッドを購入し、重金属の濃度を測定した。

3. 試料前処理

e-リキッドをクォーツインサート容器に 1 ml 分取し、170°C で加熱することで含まれる有機溶媒を蒸発させ除去した後、濃硝酸を 8 ml 添加した。その後、水 5 ml および過酸化水素 2 ml を添加したテフロン製バイアル容器にクォーツインサートを移し、マイクロ波加熱分解装置 (START D ; マイルストーン社) で分解処理を行った (マイクロ波出力 : 700 W, 温度 : 70°C/2 min → 50°C/1 min → 210°C/20 min (10 min))。処理した後、試料を室温まで放置し、50 ml に超純粋で定容し分析に供した。

4. ICP/MSMS を用いた重金属の分析

主にたばこ主流煙または電子たばこから発生するエアロゾル中からの検出が報告され、有害性が懸念される以下の 8 種類の重金属 (Cr, Mn, Co, Ni, Cu, As, Cd, Pb) を対象とし、分析には誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP/MS/MS) (Agilent 8800) を用い、絶対検量線法により定量した。各重金属の分析に適したリアクションガス及び対象物質の質量数 (Q1, Q2) と、使用した ICP/MSMS

における定性下限値 (LOD) 及び定量下限値 (LOQ), 試料前処理による回収率を Table 1 に示す。

Table 1 Analytical condition of ICP/MSMS and reproducibility and recovery of microwave method.

Metal	Reaction gas	Q1 (amu)	Q2 (amu)	LOD (ng/ml)	LOQ (ng/ml)	RSD (%)	Recovery (%)
Cr	He	52	52	0.04	0.14	1.3	106
Mn	Non Gas	55	55	0.03	0.08	0.3	100
Co	H ₂	59	59	0.06	0.2	2.2	104
Ni	H ₂	60	60	0.34	1.13	4.4	108
Cu	H ₂	63	63	0.17	0.57	8.1	110
As	O ₂	75	91	0.04	0.12	2.0	95
Cd	He	111	111	0.02	0.08	1.1	104
Pb	O ₂	208	224	0.14	0.48	2.8	98

C. 結果及び考察

全 7 社 (A ~ G) から販売されている e-リキッド 102 銘柄に含まれる重金属濃度を測定した結果を Table 2 に示す。

測定の対象とした Cr, Mn, Co, Ni, Cu, As, Cd, Pb については、殆どの銘柄で定量下限値以下であった。しかし、Ni については、A 社製の No. 10 及び No. 18 の e-リキッド中に、それぞれ 14.84 µg/ml 及び 1.38 µg/ml の濃度で検出された。18 歳~40 歳の成人男性及び女性を含む 20 人を対象とした Behar らの調査によると [3], およそ 1 回の電子たばこの使用時間を 10 分間とした場合、その間平均で 20 回の吸引が行われることが示されていることから、1 回の吸引では約 70 µl の e-リキッドが消費されるものと算出される。また、1 日の喫煙回数を 3~4 回とした場合、Behar らの報告をもとに算出すると、e-リキッドの使用量は 210~280 µl と想定された。これらの情報を基に、最大で 1 ml e-リキッドを使用した場合のリスクを見積もったところ、最も Ni が高濃度含まれていた A 社 No.10 の e-リキッドを使用した場合、Ni の摂取量は 1 日で 14.84 µg と推定される。これ

らの数値について、Ni のヒトに対する耐容一日摂取量 (TDI: 4 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$) から比較評価したところ、成人の平均体重 50 kg を想定した場合の 1 日に摂取可能な Ni の量が 200 μg であることから、他の食事などからの摂取量を考慮しても、上記に示した A 社 No.10 及び No.18 で検出された Ni の濃度は、人体において有害性のない濃度レベルであると思われる。しかしながら、他の研究報告では、電子たばこから排出されるエアロゾル中で Pb, Ni, Cr などの重金属が紙巻たばこと同程度検出されており、特に有害性の高い Ni については、銘柄の違いによって紙巻たばこの 2-100 倍の濃度が検出されている [5]。この理由としては、Ni や Cr, Cu, Ag 等が e-リキッドを加熱するためのコイルの原料に使用されており、発生したエアロゾルに混入することが考えられる。しかしながら、こうした実際に曝露されるエアロゾル中に重金属が混入される機序は明確ではなく、今後、e-リキッドも含めた電子たばこにおける重金属類を調査していく必要があると思われる。

D. 結論

対象とした 7 社 102 銘柄の e-リキッドから、測定対象とした 8 種類の重金属 (Cr, Mn, Co, Ni, Cu, As, Cd, Pb) が検出され、特に有害性の高い Ni, Pb, Cr も含め、いずれも人体に有害性のない濃度レベルであることが分かった。この様に、重金属に関して、e-リキッド自体の有害性は低いものの、別の報告では、エアロゾル中における重金属の有害性が懸念されていることから、今後、e-リキッドも含めた電子たばこにおける重金属類を調査していく必要があると思われる。

E. 研究発表

統括報告書に一括記載した。

F. 知的財産権の出願・登録状況 なし

G. 参考文献

- [1] WHO Technical report series 951, The Scientific basis of tobacco product regulation (2008)
- [2] Saffari A, Daher N, Ruprecht A, Marco CD, Pozzi P, Boffi R, Hamad SH, Shafer MM, Schauer JJ, Westerdahle D & Sioutas C (2014): Particulate metals and organic compounds from electronic and tobacco-containing cigarettes: comparison of emission rates and secondhand exposure. *Environ. Sci.: Processes Impacts* 16: 2259-2267
- [3] Behar RZ, Hua M & Talbot P (2015): Puffing topography and nicotine intake of electronic cigarette users. *PLoS One* 10: e0117222.
- [4] 平成 25 年国民健康栄養調査の概要. <http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushinka/000068070.pdf>
- [5] Williams M, Villarreal A, Bozhilov K, Lin S & Talbot P (2013): Metal and silicate particles including nanoparticles are present in electronic cigarette cartomizer fluid and aerosol. *PLoS One* 8: e57987.

Table 2 (a) Concentrations of heavy metals in the e-liquids for electronic cigarette.

Sales company	Sample number	Cr (µg/ml)	Mn (µg/ml)	Co (µg/ml)	Ni (µg/ml)	Cu (µg/ml)	As (µg/ml)	Cd (µg/ml)	Pb (µg/ml)
A	1	0.01	0.03	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	2	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	3	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	4	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	0.19	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	5	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	6	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	7	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	8	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	0.13	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	9	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	10	0.01	< 0.0001	0.25	14.84	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	11	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	12	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	13	0.03	0.01	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	14	0.04	0.01	< 0.0002	0.06	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	15	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	16	0.02	< 0.0001	< 0.0002	0.08	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	17	0.07	0.01	< 0.0002	0.09	0.06	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	18	0.02	< 0.0001	0.02	1.38	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	19	0.01	0.00	< 0.0002	< 0.001	0.07	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	20	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	21	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	22	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	23	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	24	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
B	25	0.02	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	0.04	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	26	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	0.04	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	27	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	28	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	29	0.01	0.00	< 0.0002	< 0.001	0.04	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	30	0.01	0.07	< 0.0002	< 0.001	0.10	< 0.0001	< 0.0001	0.03
	31	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	0.07	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	32	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	0.03	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	33	0.02	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	34	0.02	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	0.04	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005

Table 2 (b) Concentrations of heavy metals in the e-liquid for electronic cigarette.

Sales company	Sample number	Cr (µg/ml)	Mn (µg/ml)	Co (µg/ml)	Ni (µg/ml)	Cu (µg/ml)	As (µg/ml)	Cd (µg/ml)	Pb (µg/ml)
C	35	0.01	0.02	< 0.0002	< 0.001	0.04	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	36	0.02	0.01	< 0.0002	< 0.001	0.04	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	37	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	0.04	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	38	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	0.03	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	39	0.01	0.02	< 0.0002	< 0.001	0.06	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	40	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	0.04	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	41	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	42	0.01	0.02	< 0.0002	< 0.001	0.03	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	43	< 0.0001	0.01	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	44	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	45	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	46	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	47	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	48	0.01	0.04	< 0.0002	< 0.001	0.03	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	49	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	50	0.01	0.03	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	51	0.01	0.01	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	52	0.02	0.32	< 0.0002	< 0.001	0.19	0.01	< 0.0001	< 0.0005
D	53	0.01	0.00	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	54	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	55	0.02	0.11	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	56	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	57	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	58	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	59	0.02	0.28	< 0.0002	< 0.001	0.04	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	60	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	61	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	62	0.01	0.20	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	63	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	64	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	65	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	66	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	67	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	68	0.02	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005

Table 2 (c) Concentrations of heavy metals in the e-liquids for electronic cigarette.

Sales company	Sample number	Cr (µg/ml)	Mn (µg/ml)	Co (µg/ml)	Ni (µg/ml)	Cu (µg/ml)	As (µg/ml)	Cd (µg/ml)	Pb (µg/ml)
E	69	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	70	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	71	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	72	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	73	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	74	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	75	0.01	0.00	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	76	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	77	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	78	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	79	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
F	80	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	81	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	82	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	83	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	84	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	85	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	0.01	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	86	0.01	0.00	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	87	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	88	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	89	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	90	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	91	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	92	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	93	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
G	94	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	95	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	96	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	97	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	98	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	99	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	100	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	101	0.01	0.02	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005
	102	0.01	< 0.0001	< 0.0002	< 0.001	< 0.0006	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0005

日本における電子タバコの認知および使用実態に関する研究

担当責任者 田淵貴大 大阪府立成人病センターがん予防情報センター疫学予防課 課長補佐
研究協力者 清原康介 東京女子医科大学医学部衛生学公衆衛生学第二講座 助教

研究要旨

【目的】これまで日本においては電子タバコの普及の実態に関する調査が実施されてこなかった。そこで、われわれは日本における電子タバコの認知および使用の実態を明らかにすることを本研究の目的とした。

【方法】2015年1月31日～2月17日に日本の一般住民を対象として電子タバコに関するインターネット調査を実施した。ここでは、電子タバコの認知および使用割合を知るための調査（調査①）と、電子タバコの使用実態を知るための調査（調査②）の2つの調査を同時に実施した。調査①では、アンケートの回答者（n=9055）のうち、不正回答の認められた者（n=815）を除外した15-69歳の男女8240人が分析の対象者である。電子タバコの認知および使用の割合（%）を、性・年齢階級・喫煙状況別に計算した。インターネット調査データと一般住民を対象に実施した調査（国民生活基礎調査）データを併合して共変量調整する方法により、インターネット調査データの偏りを補正した。調査②では、アンケートの回答者（n=3201）のうち、電子タバコの使用経験がない者（n=800）、直近30日間に電子タバコを使用していない者（n=1068）、および不正回答の認められた者（n=608）を除外した、電子タバコ現在使用者748人が分析対象者である。

【結果】調査①では、15-69歳の男女において約半数（48%）は電子タバコを知っており、6.6%少なくとも4.8%は電子タバコを使用したことがあり（使用経験あり）、約1.3%は電子タバコを直近30日以内に使用している（現在使用あり）、同じく約1.3%には電子タバコの50回以上の使用経験があった（習慣的使用経験あり）。特に若年層において現在使用が多く認められた。現在喫煙者で特に使用の割合が高い傾向を認めた一方、非喫煙者（never smoker）においても男性で3.5%、女性で1.3%に電子タバコの使用経験を認めた。調査②では、紙巻きまたは手巻きタバコを併用している電子タバコ現在使用者が75.3%と多かった。電子タバコ現在使用者のうち、17.8%が毎日電子タバコを使用しており、半数以上（53.8%）が累計50ターン以上の習慣的使用経験者であった。1日の使用ターン数の中央値は3ターンであったが、20ターン以上使用する者も21.7%いた。使用したことがあるリキッドの種類が1種類だけの者は32.4%であったが、10種類以上使用したことがある者も10.7%いた。主な電子タバコの使用場所は、自宅の屋内が半数以上（57.6%）と最も多かった。職場が主な使用場所だったのは計10.0%（仕事をする場所：4.8%、屋内喫煙所：2.8%、屋外喫煙所：2.4%）であった。

【結論】今後も日本における電子タバコの認知および使用の動向についてモニタリングを実施し、日本の電子タバコに関する政策を適切に実施するために電子タバコに関する害とメリットの両方についてエビデンスを形成していく必要がある。

A. 研究目的

電子タバコは、従来のタバコ状やそれより大きなタンク状のかたちをした吸入器（本体）にニコチンやプロピレングリコール、グリセリンなどが含まれる味や香りのする溶液（リキッド）が入ったカートリッジを装着し、バッテリーで加熱して発生させた蒸気を吸引して使用するようになっている[1]。電子タバコの普及が伝えられるなか、電子タバコの規制については各国の状況に応じて考慮する必要がある[2]。現在、日本では薬事法による規制のもと、ニコチン入りの電子タバコは公には販売されていない。一方でニコチンが含まれないものについては法的規制が十分ではない。タバコ産業も電子タバコに力を入れ始めている[2]。日本たばこ産業（JT）は2013年12月電子加熱式タバコ Ploom（プルーム）の販売を開始し、2014年6月には英国の電子タバコメーカーを買収した（Zandera社）。またタバコ産業世界シェア第一位のフィリップモリス社は電子加熱式タバコ iQOS

（アイコス）を開発し、最初に日本に投入、2014年11月名古屋にて宣伝広報・販売を開始した。

WHOは、電子タバコが若者や非喫煙者に新しいタバコのかたちを提案するために利用されるだろうと懸念している[2]。また、WHOは電子タバコの使用について調査しなければならないと指摘しているが、これまで日本においては電子タバコの普及の実態に関する調査が実施されてこなかった。そこで、われわれは日本における電子タバコの認知および使用の実態を明らかにすることを本研究の目的とした。

B. 研究方法

日本の一般住民を対象として電子タバコの認知および使用に関するインターネット調査を実施し、結果を集計した。

■調査票

調査に用いた調査票一式を資料として添付する

(報告書末尾)。調査票の項目には、対象者の基本的属性および社会経済的状況、タバコ・電子タバコやアルコール等の薬物の使用状況を含めた。

■インターネット調査会社の選択

日本における電子タバコの認知および使用を調査するにあたり、調査の有効性および効率性を考慮し、(1)日本全国に十分な人数の調査対象者(モニター)がいること、(2)すでに電子タバコの使用に関する情報があること、の2点を条件にインターネット調査会社を選択した(楽天リサーチ株式会社 URL: <http://research.rakuten.co.jp/>)。

■インターネット調査の方法

上記インターネット調査会社にインターネット調査を委託し実施した。日本全国における電子タバコの認知および使用の割合を求めるための調査(調査①)と日本全国における電子タバコ使用者の実態を知るための調査(調査②)の二つの調査を同時に実施した(調査実施期間:2015年1月31日~2月17日)。それぞれの調査における配信の対象と手順・配信数そして目標回収数および質問内容(番号)は下記の通りである。

調査①:日本全国における電子タバコの認知および使用の割合を求めるための調査

対象:インターネット調査会社に登録されたモニター全体約230万人からのランダムサンプリング
参考URL:

http://research.rakuten.co.jp/download/cigarette_panel.pdf

目標回収数:同時点の回収があるため回収実数は目標数を上回る。

15-19歳男女 500人×2 小計 1000人

20-29歳男女 800人×2 小計 1600人

30-39歳男女 800人×2 小計 1600人

40-49歳男女 800人×2 小計 1600人

50-59歳男女 800人×2 小計 1600人

60-69歳男女 800人×2 小計 1600人

合計 9000人

配信手順

①2015年1月31日(金):目標回収数と同数(9000人)をモニター全体からランダムサンプリングして配信(インターネット調査会社におけるこれまでの調査実績から回収率10%前後と予想)した。

②2/2(月)上記対象者に対して督促のメールを配信した。

③2/5(木)締切:1週間の本調査における性年齢階級別の回収率が判明した。

④2/6(金)性年齢階級別の目標回収数残数を考慮し、モニター全体からランダムサンプリングして配信した。

⑤2/9(月)上記対象者に対して督促のメールを配

信した。

⑥性年齢階級別に目標回収数に達し次第、調査を締め切った(調査最終日=2015年2月17日)。

質問内容(報告書末尾の調査票一式を参照のこと)
全員に共通:29問(質問番号:Q0-26, Q67, Q79)
Q17に応じて、下記の4群のカテゴリーに分かれ、カテゴリーに応じて質問数が決まる。

1. 非喫煙・非電子タバコ:2問(Q30-32),2問(Q27-29) 合計4問

2. 喫煙あり・非電子タバコ:4問(5問[過去喫煙者])(Q62-64, Q66[過去喫煙者], Q78),2問(Q27-29) 合計6(7)問

3. 喫煙あり・電子タバコあり:4問(5問[過去喫煙者])(Q62-64, Q66[過去喫煙者], Q78),12問(Q33-Q44, Q46, Q59) 合計16(17)問

4. 非喫煙・電子タバコあり:2問(Q30-32),12問(Q33-Q44, Q46, Q59) 合計14問

調査②:日本全国における電子タバコ使用者の実態を知るための調査

対象:インターネット調査会社が独自に形成した2013年および2014年のタバコパネル*の対象者(20~69歳)のうち電子タバコを使用した経験があった約32000人全数(電子タバコの使用経験者)、および、2014年のタバコパネルの対象者のうち喫煙者(喫煙あり・非電子タバコ)約65000人からのランダムサンプリング

*タバコパネルとは、2013年11月と2014年11月にインターネット調査会社により実施されたタバコに関する独自調査に回答したモニター集団を指す。すでに電子タバコを使用したことがあるかどうかデータが収集されていたため、出現率が低いと考えられる電子タバコの利用者を効率的に調査へリクルートすることが可能となった。

目標回収数:同時点の回収があるため回収実数は目標数を上回る。

電子タバコの現在利用者:800人

電子タバコの習慣的過去利用者:800人

電子タバコの新規的過去利用者:800人

喫煙あり・非電子タバコ:800人

合計 3200人

配信手順

①2015年1月31日(金):目標回収数と同数(3200)を配信(スクリーニング調査の回収率50%前後を予想)した。

②2/2(月)上記対象者に対して督促のメールを配信した。

③2/5(木)締切:1週間のスクリーニング調査における回収率が判明した。

④2/6(金)目標回収数残数を考慮し、タバコパネルのうち電子タバコの使用経験者の残り全数に配信した。また同様に喫煙者(喫煙あり・非電子タバコ)からランダムサンプリングして配信した。

⑤2/9(月)上記対象者に対して督促のメールを配信した。

⑥目標回収数に達し次第、調査を締め切った(調

査最終日=2015年2月7日)。

質問内容：

タバコ使用の有無(Q17)をはじめに質問し、その回答に応じて、下記4カテゴリーに分かれる。※非喫煙・非電子タバコの者はいないはずであるが、いればその時点で調査から脱落する。

全員に共通：29問(質問番号：Q0-26, Q67, Q79)
電子タバコあり：16問(Q62-65, Q66[過去喫煙者], Q68-78), 29問(Q33-61) 合計 45問

喫煙あり・非電子タバコ：16問(Q62-65, Q66[過去喫煙者], Q68-78), 2問(Q27-29) 合計 18問

■本研究における電子タバコの定義

本研究では、電子タバコ(ニコチンを含んでいるもの)、電子タバコ(ニコチンを含んでいないもの)、電子タバコ(ニコチンを含んでいるかどうか分からないもの)、Ploom(プルーム)およびiQOS(アイコス)の5分類を電子タバコとして定義した。ところで、電子タバコ(Electronic cigarette; E-cig)という名称はタバコ産業が意図して命名したものであり、使うべきでないと主張されている(Mark A. Levin 日本禁煙学会学術総会、沖縄、2014)。電子タバコという呼び名についてCOP-6ではElectronic nicotine delivery systems (ENDS) and electronic non-nicotine delivery systems (ENNDS)[2]とすることが決められた。省略した表記はENDS/ENNDSである。電子タバコのCOP-6式日本語名は電子式ニコチンおよび非ニコチン送達装置(treatobacco.netによる日本語表記を参考とした)となるが、この名称は「電子タバコ」と比べて使いにくく、とても一般に普及させることはできないだろうと考えられる。こういった名称の問題は一般に用いられる「タバコ・喫煙の定義」に混乱をもたらし、従来からのタバコ対策が阻害される可能性を示唆している。本報告書では便宜の観点から「電子タバコ」という表記を用いることとした。

電子タバコの種類によって日本における法規制上の取り扱いが異なっている。ニコチンを含んでいるものは薬事法(厚生労働省は薬事法に基づく都道府県への通知で、個人が一度に輸入できるニコチン溶液を1か月分の個人使用量[120ミリリットル相当]と示している)、プルームおよびアイコスはたばこ事業法の管轄であり、ニコチンを含んでいないものは明確に法令が適用されていないのが現状である。このような法規制体系によって日本における電子タバコの普及には電子タバコの種類による偏りがある可能性があるが、本研究では従来からの燃焼するタバコ(紙巻きタバコおよび手巻きタバコ)とは区別し、上記の電子タバコの定義を用いた。電子タバコ全体での分析ではなく、それぞれの分類および銘柄別の電子タバコの使用に関する分析は将来の課題としたい。

■本研究における変数の定義

1. 電子タバコの認知(awareness)

「電子タバコを知っていますか。」の質問に対して「はい」と回答した者を電子タバコの認知ありと定義した。

2. 電子タバコの使用経験(ever use)

「電子タバコを今までに一度でも試したことがありますか。(Q16)」の質問に対して「ある」と回答した者を電子タバコの使用経験ありと定義した。また他に電子タバコ※を「現在、使っていますか。(Q17)」の質問に対して「1回以上使ってみたが、習慣的には使用しなかった」、「以前は習慣的に使っていたが、今は止めている」、「時々使う日がある」もしくは「ほとんど毎日使っている」と回答した者は上記の電子タバコの使用経験ありと同義であると考えられる。しかし、約3.9%(n=322)の回答者においてこの両者(Q16およびQ17)の回答に矛盾が認められたため、Q17における回答を優先してデータ修正を実施した。ただし、矛盾のパターンとして「なし、あり」「あり、なし」の両方があったため、修正後の「あり」の割合の変化は約1%程度に留まった。またQ16かつQ17にて使用経験ありと回答した者を「電子タバコの使用経験あり(矛盾なし)」と定義した。後者では矛盾があったケースを全て使用経験なしと判定してしまうため電子タバコの使用経験の割合を過小評価する可能性がある一方、この定義で得られる使用経験の結果(少なくともこの定義で得られた割合以上であろうと推測される点)は頑健であろうと考えられる。

※電子タバコには上記定義の項に記した5分類が含まれるが、より高い使用の状況に合わせて定義した(例えば、いずれか現在使用=現在使用)。

3. 電子タバコの現在使用(current use)

「直近30日のうち、何日、電子タバコを使いましたか。」の質問に対して0日ではなく1日~30日と回答した者を電子タバコの現在使用者と定義した[3]。本研究における調査票では電子タバコを止めているかどうかの質問において何日間止めていることを止めていると定義するか指定しなかったため、直近30日間の使用者のなかには「現在使用」ではなく「止めている」と回答した者が含まれる。データの解釈においてこの点にも留意する必要がある。

4. 電子タバコの習慣的使用経験(established ever use)

「おおよそ15回ほど吸って吐いてを繰り返す10分程度のひとまとまりの行為を1ターンとみなします。あなたはこれまでに合計何ターン、電子タバコを使いましたか。」の質問に対して50ターン以上と回答

した者を電子タバコの習慣的使用経験者と定義した[3]。1度の使用でかなり多く使用する者もあり、50ターン以上の使用が必ずしも習慣的使用だとはできないものの、先行研究と同様に定義した。

5. その他の変数の定義

喫煙状況

紙巻きタバコもしくは手巻きタバコを「現在、使っていますか。」の質問に対して「これまで一度も使ったことがない」もしくは「1回以上使ってみたが、習慣的には使用しなかった」と回答した者を「非喫煙者 (never smoker)」、 「以前は習慣的に使っていたが、今は止めている」と回答した者を「過去喫煙者 (former smoker)」、 「時々使う日がある」もしくは「ほとんど毎日使っている」と回答した者を「現在喫煙者 (current smoker)」と定義した。紙巻きタバコおよび手巻きタバコのいずれかを使用している場合には高い状況に合わせて定義した(例えば、いずれか現在喫煙=現在喫煙)。

その他の変数

基本属性および社会経済的要因として、性別、年齢階級 (15-19歳、20-29歳、30-39歳、40-49歳、50-59歳、60-69歳)、地域ブロック (人口移動調査における地域ブロック)、婚姻状況、学歴、住居 (持ち家の有無)、就業状況を定義した。健康関連要因として主観的健康感 (よい、まあよい、ふつう、あまりよくない、よくないの5件法) を定義した。ここにあげた変数は全て本研究におけるインターネット調査および国民生活基礎調査の両方で共通して得られる要因である。ただし、両調査では質問票における聞き方が若干異なっている。

■統計解析

調査①における回答者 (n=9055) のうち、不正回答 (特定の質問に対して全て同じ選択肢を回答した者、もしくは同居人数の質問で矛盾する回答をした者) の認められた者 (n=815) を除外した15-69歳の男女8240人が分析の対象者である。分析対象者の性・年齢階級別分布は2010年の国勢調査から予想された2013年の人口分布と大きな違いがないと判断し、そのままの分布を用いた (将来、人口動態統計による分布になるよう重み付けした分析を実施する)。電子タバコの認知および使用の割合 (%) を、性・年齢階級・喫煙状況別に計算した。

インターネット調査は調査会社が事前に募集した調査協力者の集団に依頼を行い、その一部が調査に回答するというものである。インターネット調査の調査協力者は年齢や職業・学歴、インターネットの使用頻度、価値観など様々な点で一般住民全体という本研究で関心のある母集団と比較して分布に

偏りのある集団であると想定されるため、インターネット調査の結果は一般住民を対象に実施した調査の結果とは異なる可能性がある。そこで、本研究ではインターネット調査データと一般住民を対象に実施した調査データを併合して共変量調整する方法により、インターネット調査データの偏りを補正した[4]。

インターネット調査の補正の方法の詳細は参考文献[4]に記載されているが、簡潔に手順を記す。本研究で実施したインターネット調査と共通の共変量を有する日本を代表する一般住民を対象に実施された調査である国民生活基礎調査のデータと本研究におけるインターネット調査データを併合し、「インターネット調査での回答者」なら $z=1$ 、「国民生活基礎調査での回答者」なら $z=0$ となるインディケータ変数 z を設定し、 z を共変量で説明する2値データのロジスティック回帰を実施した。本研究では15歳～69歳男女について性年齢階級別に目標回収数を設定しているため、性年齢階級別 (男女×6年齢階級の12層) に併合して分析した。2013年の国民生活基礎調査では10代における喫煙状況の情報が得られなかったため、10代においても喫煙に関するデータが存在する2010年の国民生活基礎調査データを分析に用いた (国民生活基礎調査データはタバコ対策関連研究において使用する目的にて統計法第33条に基づきデータ使用について申請・承認されたものである)。また共変量として地域、婚姻状況、学歴、住居、就業状況、主観的健康感および喫煙状況を用いた (10代においては共変量の分布に基づき調整に用いる共変量を別途選択した)。それぞれの層においてロジスティック回帰分析の結果として得られた各調査回答者における「インターネット調査での回答者である」予測確率が傾向スコアの推定値である。そして傾向スコアから逆確率による重み付け (inverse probability weighting; IPW) をした推定を行う。ただし、場合によっては傾向スコアの推定値が非常に小さい調査回答者の重みが非常に大きくなり安定した結果が得られない可能性があるため、傾向スコア推定値が0.05以下の場合には推定値を0.05 (すなわち閾値=0.05; 20以上の重みができない処置) としてIPW推定を実施した。これまでの先行研究から閾値の適用が安定した調整をもたらすこと、共変量として学歴や住居は汎用的な共変量であること、基本属性の組み合わせを共変量とする調整により単純なインターネット調査データの結果よりも一般住民における結果 (先行研究において真の値だと定義) に近づくことが分かっており[4]、本研究の結果はこれらの調整方法を適用することにより単純にインター

ネット調査の結果をみるよりも一般住民における分布に近づいていると考えられた。

調査②においては、アンケートの回答者(n=3201)のうち、電子タバコの使用経験がない者(n=800)、直近30日間に電子タバコを使用していない者(n=1068)、および不正回答の認められた者(n=608)を除外した、電子タバコ現在使用者748人が分析対象者である。電子タバコの使用状況として、直近30日間の使用日数、これまでの累計使用ターン数、1日の使用ターン数、これまでに使用したことのある本体およびリキッドの種類の数、入手場所、主に使用しているブランド、主な使用場所について集計した。

(倫理面への配慮)

インターネット調査の実施に当たり、調査を受けることの同意はあらかじめ調査会社により実施されている。ただし、調査の内容は様々であるため、本調査内容にまつわるリスクについては追加の説明が必要だと考えられた。そのため、我々はあらかじめ調査会社が加盟している日本マーケティングリサーチ協会による綱領およびガイドラインに従い、本調査の実施に関して調査会社から承認を得た。さらに本研究における調査では、「アンケート調査対象者への説明文」(報告書末尾の調査票のはじめに記載)を調査参加者全員に対して必ず提示することとした。調査で得られた情報は個人を特定できない形でしか発表されないことや調査の目的以外には利用しないことを対象者に伝えた。本研究に関して大阪府立成人病センターの倫理審査委員会からの承認を得て研究を実施した。

C. 研究結果

■調査①

表1にインターネット調査であることの偏りを補正する前後における調査回答者の特性を示した。補正は各性年齢階級毎に実施し、補正に使用した重みは平均1となるように調整したため、補正の前後で性年齢階級の分布は全く同一であった。補正前は、補正後と比較して、地域の東京圏、大阪圏、婚姻状況の未婚、学歴の大学、住居の持ち家なし、主観的健康感のよい、まあよい、喫煙状況の非喫煙(特に男性)が多かった。

表2に日本における性・年齢階級・喫煙状況別の電子タバコの認知および使用の割合(%)を示した。表2には同様に現在喫煙(主に紙巻きタバコの使用)の割合(%)も提示したが、特に男性において、補正前と補正後で現在喫煙の割合が大きく異なり、補正後は日本全国を代表する調査である国民生活基礎調査における現在喫煙の割合に近づいていることが分かる。インターネット調査であることの偏りを補正するために現在喫煙の項目も使用しているため、現在喫煙の割合が近づくのは当然であった。しかし、これまでの先行研究

から従来の紙巻きタバコの喫煙と電子タバコの使用が強く関連していることが分かっている[5]ため、現在喫煙の割合が一般住民における割合に近づくように補正された結果の方が真の電子タバコの使用の割合に近いものと考えられた。そこで、ここでは補正後の結果に注目して記載する。

男女合計で48%が電子タバコを知っている(認知:aware)と回答し、男性(53%)の方が女性(43%)よりも約10%認知の割合が高かった。年齢階級別に電子タバコの認知に大きな差が認められなかった一方、喫煙状況別には現在喫煙者は非喫煙者よりも20-30%多く電子タバコを知っていた。

男女合計で6.6%が電子タバコの使用経験(ever use)があると回答し、男性(9.2%)の方が女性(4.1%)よりも約5%使用経験の割合が高かった。年齢階級別にみると男性では20-49歳、女性では20代で使用経験の割合が比較的高く、喫煙状況別には現在喫煙者は男女ともに約18%が電子タバコを1度以上使用したことがあった。矛盾のない使用経験の定義を用いた結果からは、男女合計で少なくとも4.8%(男性で6.7%、女性で2.9%)は電子タバコの使用経験があることが分かった。

男女合計で1.3%が直近30日以内に電子タバコを使用(current use)しており、男性(1.7%)の方が女性(0.9%)よりも使用の割合は高かった。年齢階級別にみると男女ともに若年層にて電子タバコの現在使用が多い傾向が認められた。ただし、補正後の10代女性の値は0.7%と補正前よりもかなり低い値であった。喫煙状況別にみると現在喫煙者の男性では3.2%、女性では4.4%が電子タバコを直近30日以内に使用していた。

男女合計で1.3%が電子タバコをこれまでに50ターン以上使用したことがある(established use)と回答した。男性で2.0%、女性で0.6%と男性において習慣的使用経験の割合が高かった。年齢階級別にみると男性の30-49歳で約3%と割合が高く、現在喫煙者の4-5%が電子タバコを50ターン以上使用していた。

また本研究における「非喫煙者」とは「これまでに習慣的にタバコを吸ったことがない者

(never smoker)」であり、習慣的喫煙者が禁煙した場合を含んでいない。その非喫煙者(never smoker)においても男性で3.5%、女性で1.3%に電子タバコの使用経験が認められた。

■調査②

表3に電子タバコ現在使用者の特性を示した。本調査における電子タバコ現在使用者は男性が82.5%、平均年齢は46.2歳であった。紙巻きタバコもしくは手巻きタバコを現在も使用している者(いわゆるデュアルユーザー)が75.3%であり、一方で紙巻きタバコまたは手巻きタバコをこれまでに使用したことが無い者も11.6%いた。

表4に電子タバコの使用状況を示した。電子タ

バコ現在使用者のうち、17.8%が直近の30日間毎日電子タバコを使用しており、半数以上(53.8%)が累計50ターン以上の習慣的使用経験者であった。一方、累計が5ターン未満の者も21.8%いた。1日の使用ターン数の中央値は3ターンであり、1日5ターン未満の者が多かった(1ターン:26.5%、2-4ターン:28.9%)が、20ターン以上使用する者も21.7%いた。使用したことのある本体の種類は、中央値は2種類であり、1種類だけの者が44.3%であったが、5種類以上使用したことがある者も10.0%いた。使用したことのあるリキッドの種類は、中央値は2種類であり、1種類だけの者が32.4%であったが、10種類以上使用したことがある者も10.7%いた。電子タバコの入手先としては、インターネットの通信販売が61.2%で最も多かった。主に使用している電子タバコブランドは、VAPE X6が最も多く(21.0%)、次いでNJOY(15.6%)、Ploom(13.5%)であった。主な電子タバコの使用場所は、自宅の屋内が半数以上(57.6%)と最も多く、次いで自宅の屋外(9.1%)、職場の仕事をする場所(4.8%)、車の中(4.0%)であった。なお、主に使用している電子タバコブランド、および主な電子タバコの使用場所の質問については、電子タバコを「習慣的には使用しなかった」と回答した者にはたずねていないため、未回答がそれぞれ86名、89名いることに留意が必要である。

D. 考察

本研究は日本において電子タバコの認知および使用の実態に関する初めての研究である。15-69歳の男女において約半数(48%)は電子タバコを知っており、6.6%少なくとも4.8%は電子タバコを使用したことがあり(使用経験あり)、約1.3%は電子タバコを直近30日以内に使っていて(現在使用あり)、同じく約1.3%には電子タバコの50回以上の使用経験があった。特に若年層において現在使用が多く認められた。これらの数値は、インターネット調査データの偏りを補正することにより得られたものであるが、補正前の数値と比較して大幅な変化を呈しているわけではない(表2)。重み付けによりインターネット調査における現在喫煙の割合は国民生活基礎調査における現在喫煙の割合にかなり近づいており、先行研究により確立された方法を用いていることから補正後の値を日本全国における電子タバコの認知および使用の実態であると推定した。一般住民に対するランダムサンプリングによる大規模調査はコスト面で実施が困難であり、安価で短期間に実施できるインターネット調査は電子タバコの使用実態等のモニタリング調査において今後利用される機会が増していくものと考えられる。本研究のようにある程度の調査項目を国民生活基礎調査の項目と共通のものにすることによってインターネット調査データの偏りを補正する方法は今後検討を重ねて改良し、より頑健な方法として高めていくこと

が期待される。

日本における電子タバコの認知の割合(48%)は、よりタバコ対策が進展している米国における一般住民での値(58% in 2011[6]、78% in 2013[7])よりも低い値であった。さらに本研究の実施時期は2015年1月~2月であり、同時期の欧米ではさらに高い値を呈するものと推察される。また喫煙状況別に現在喫煙者は非喫煙者よりも20-30%多く電子タバコを知っていた。これには(電子タバコの禁煙支援の有効性は実証されていないにもかかわらず)電子タバコが禁煙補助グッズとして販売されていることや、電子タバコに“タバコ”という名称が使われていることが関連しているかもしれない。

日本における電子タバコの使用経験の割合(4.8-6.6%)は、米国における値(1% in 2009、2-3% in 2010[5]、8.5% in 2013[7])と比較してとても低い値だとは言えない。日本における電子タバコの現在使用の割合(1.3%)は米国における2010年頃の数値[5]であり、米国では2013年には現在使用が2.6%[7]まで高まっている。日本においても今後さらに電子タバコが普及していく可能性がある。

電子タバコの使用経験および習慣的使用は一般集団の中では現在喫煙者(current smoker)で最も高く、電子タバコの現在使用者側から見ても約4分の3が紙巻/手巻タバコとの二重使用者であった。喫煙者が電子タバコを使用する理由としては、禁煙や減煙のため、普通タバコよりも安価であるため、または禁煙の場所において使用できるため、などが多いと言われている[1]。現在のところ、電子タバコの禁煙およびハームリダクションに対する効果は限定的であると指摘されており[8]、紙巻タバコを完全に禁煙することと比べると、二重使用が喫煙者の生存率に悪影響を及ぼす可能性も懸念される[9]。二重使用者における紙巻タバコおよび電子タバコの使用状況の変遷については、今後詳細にモニタリングしていく必要があると思われる。

一方、非喫煙者(never smoker)において男性で3.5%、女性で1.3%が電子タバコを使ったことがあり、男性で0.6%、女性で0.3%が電子タバコを30日以内に使っていた。この日本の非喫煙者(never smoker)における電子タバコの使用経験の値(男性で3.5%、女性で1.3%)は米国における2013年の値(1.2%) [7]と比較して、女性で同等、男性では日本の方が高い値を呈していた。現在の米国ではさらに高い値になっている可能性もあるが、米国では2010年から2013年にかけてこの値は増加していなかった[7]。また、本調査では、電子タバコの現在使用者から見ても、そのうちの約10%は非喫煙者(never smoker)であった。日本の非喫煙者(never smoker)における電子タバコの使用経験のデータは、電子タバコが禁煙することを目的として使用されるだけでなく、非喫

煙者において新しい生活習慣として電子タバコの蒸気を吸うこと (vaping) が普及してきていることを示しているのかもしれない。従来からの紙巻きタバコとは違う集団が電子タバコにおけるマーケティングの対象として設定されているかもしれない。日本で独自の販売方法が展開されているブルームやアイコスが (本調査でも合わせて約 20% の電子タバコ現在使用者が主に使用している電子タバコブランドと回答)、どのようにここに関連しているのかも含めて今後検討していく必要がある。

電子タバコ現在使用者が主に電子タバコを吸う場所としては、自宅の屋内外や車の中といったプライベートな空間が大多数を占めたが、職場など (特に仕事をする場所) のパブリックスペースにおける使用も見受けられた。電子タバコの蒸気に対する曝露による健康へのリスクはタバコの煙への屋内での曝露より低いと考えられている[10]が、喫煙が禁止されている場所での電子タバコの使用に関しては、現在のたばこ規制の取り組みに与える影響も懸念されており[1, 8]、今後さらに注視していく必要がある。

本研究にはいくつかの限界がある。本研究は全て自記式の調査 (インターネット調査) によっているため、データの妥当性について完全には確認できない。回答における矛盾が認められた対象者を除外した分析を実施したが、質問方法の不十分な点やあいまいな点は今後改良の余地がある。従来からインターネット調査対象者における選択バイアス (selection bias) が指摘されてきているが、本研究ではそれを補正する方法を実施した。ただし、一般住民における電子タバコの認知および使用の割合の真の値が不明であるため、補正等に伴う選択バイアスの方向の修正がどの程度できたかどうかに関して知ることはできない。また、電子タバコの使用状況を詳細に把握するための調査②においては、調査の対象母集団が「電子タバコ現在使用者」であるため、調査①の解析で行ったような、一般住民を対象に実施された別の調査データを用いた結果の補正ができなかった。したがって、上記の選択バイアスが入っている可能性は否定できない。電子タバコ現在使用者のように出現頻度の低い集団に対する調査手法としては、十分な分析対象者数を確保する観点からも本インターネット調査は有用であったと考えられるが、将来的には一般住民における電子タバコの調査が実施されることを期待する。また、本インターネット調査では、電子タバコおよび従来のタバコの使用状況 (カテゴリー) に応じて合計の質問数が異なるため、回答者における負担が異なり回収へ影響することが、研究結果に反映されているかもしれない。ただし、合計質問数のカテゴリー間の相違は比較的小さくなるように考慮した。

E. 結論

15-69歳の男女において約半数 (48%) は電子タバコを知っており、6.6%少なくとも4.8%は電子タバコ

を使用することがあり (使用経験あり)、約1.3%は電子タバコを直近30日以内に使用して (現在使用あり)、同じく約1.3%には電子タバコの50回以上の使用経験があった (習慣的使用経験あり)。特に若年層において現在使用が多く認められた。現在喫煙者で特に使用の割合が高い傾向を認めた一方、非喫煙者 (never smoker) においても男性で3.5%、女性で1.3%に電子タバコの使用経験を認めた。また、電子タバコ現在使用者のうち、17.8%が毎日電子タバコを使用しており、1日の使用ターン数が20ターン以上と多い者は21.7%いた。主な電子タバコの使用場所は、自宅の屋内が57.6%と最も多く、職場は計10.0%であった。今後も日本における電子タバコの認知および使用の動向についてモニタリングを実施し、日本の電子タバコに関する政策を適切に実施するために電子タバコに関する害とメリットの両方についてエビデンスを形成していく必要がある。

参考文献

1. Grana R, Benowitz N, Glantz SA. E-cigarettes: a scientific review. *Circulation* 2014; 129: 1972-1986.
2. WHO. Electronic nicotine delivery systems: Report by WHO. In Conference of the Parties to the WHO Framework Convention on Tobacco Control. Moscow, Russian Federation: 2014.
3. Giovenco DP, Lewis MJ, Delnevo CD. Factors associated with e-cigarette use: a national population survey of current and former smokers. *Am J Prev Med* 2014; 47: 476-480.
4. 星野崇宏. 調査観察データの統計科学 因果推論・選択バイアス・データ融合. 東京: 岩波書店 2009.
5. Pepper JK, Brewer NT. Electronic nicotine delivery system (electronic cigarette) awareness, use, reactions and beliefs: a systematic review. *Tob Control* 2014; 23: 375-384.
6. King BA, Alam S, Promoff G et al. Awareness and ever-use of electronic cigarettes among U.S. adults, 2010-2011. *Nicotine Tob Res* 2013; 15: 1623-1627.
7. King BA, Patel R, Nguyen KH, Dube SR. Trends in Awareness and Use of Electronic Cigarettes Among US Adults, 2010-2013. *Nicotine Tob Res* 2015; 17: 219-227.
8. Treatobacco.net. accessed on Mar.15, 2015; http://www.treatobacco.net/en/page_492.php
9. The health consequences of smoking -50 years of progress: a report of the Surgeon General: US Department of Health and Human Services; 2014
10. Burstyn I. Peering through the mist: systematic review of what the chemistry of contaminants in electronic cigarettes tells us

about health risks. BMC Public Health. 2014 Jan 9;14(1):18.

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

1. Tabuchi T, Fujiwara T, Nakayama T, Miyashiro I, Tsukuma H, Ozaki K, et al. Maternal and paternal indoor or outdoor smoking and the risk of asthma in their children: A nationwide prospective birth cohort study. Drug Alcohol Depend. 2015;147C:103-8.

2. Tabuchi T, Fujiwara T. Are secondhand smoke-related diseases of children associated with parental smoking cessation? Determinants of parental smoking cessation in a population-based cohort study. Prev Med. 2015;73C:81-7.

3. 田淵貴大, 中村正和. 日本における年齢階級・学歴・医療保険別の受動喫煙格差. JACR Monograph. 2014;20:39-48.

2. 学会発表

1. 田淵貴大 健康格差是正の観点からみたたばこ規制のあり方. 第73回日本公衆衛生学会総会シンポジウム; 2014年11月5日; 宇都宮市.

2. 田淵貴大, 中村正和. 日本における年齢階級・学歴・医療保険別の受動喫煙格差. 第24回日本禁煙推進医師歯科医師連盟学術集会. 2015年3月1日; 東京.

3. Tabuchi T, Fujiwara T. Are secondhand smoke-related diseases of children associated with parental smoking cessation? Determinants of parental smoking cessation in a population-based cohort study. The World Conference on Tobacco or Health. 21 March 2015; Abu Dhabi.

H. 知的財産権の出願・登録状況
(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表1. 電子タバコに関するインターネット調査回答者の特性

	男性				女性				合計			
	補正前		補正後*		補正前		補正後*		補正前		補正後*	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
合計	4084	100.0	4084	100.0	4156	100.0	4156	100.0	8240	100.0	8240	100.0
年齢												
15-19歳	443	10.9	443	10.9	438	10.5	438	10.5	881	10.7	881	10.7
20-29歳	720	17.6	720	17.6	742	17.9	742	17.9	1462	17.7	1462	17.7
30-39歳	728	17.8	728	17.8	737	17.7	737	17.7	1465	17.8	1465	17.8
40-49歳	740	18.1	740	18.1	747	18.0	747	18.0	1487	18.0	1487	18.0
50-59歳	722	17.7	722	17.7	739	17.8	739	17.8	1461	17.7	1461	17.7
60-69歳	731	17.9	731	17.9	753	18.1	753	18.1	1484	18.0	1484	18.0
地域												
北海道	149	3.7	91	2.2	202	4.9	111	2.7	351	4.3	202	2.5
東北	246	6.0	489	12.0	227	5.5	450	10.8	473	5.7	939	11.4
北関東	177	4.3	254	6.2	152	3.7	244	5.9	329	4.0	498	6.0
東京圏	1449	35.5	586	14.4	1354	32.6	539	13.0	2803	34.0	1125	13.7
中部・北陸	368	9.0	674	16.5	337	8.1	596	14.4	705	8.6	1271	15.4
中京圏	402	9.8	296	7.3	373	9.0	302	7.3	775	9.4	599	7.3
大阪圏	584	14.3	332	8.1	717	17.3	351	8.4	1301	15.8	683	8.3
京阪周辺	117	2.9	185	4.5	128	3.1	239	5.8	245	3.0	424	5.1
中国	209	5.1	368	9.0	216	5.2	387	9.3	425	5.2	755	9.2
四国	93	2.3	234	5.7	126	3.0	256	6.2	219	2.7	491	6.0
九州・沖縄	290	7.1	573	14.0	324	7.8	681	16.4	614	7.5	1253	15.2
婚姻状況												
既婚	2206	54.0	2480	60.7	2404	57.8	2486	59.8	4610	55.9	4967	60.3
未婚	1712	41.9	1477	36.2	1426	34.3	1320	31.8	3138	38.1	2798	34.0
死別	24	0.6	28	0.7	86	2.1	109	2.6	110	1.3	137	1.7
離別（離婚）	142	3.5	98	2.4	240	5.8	240	5.8	382	4.6	338	4.1
学歴												
中学／その他	168	4.2	466	11.7	146	3.5	414	10.2	314	3.8	880	10.7
高校	1121	27.8	1711	42.9	1328	32.2	1874	46.0	2449	29.7	3586	43.5
専門学校／短大／高専	484	12.0	501	12.6	1236	29.9	1151	28.3	1720	20.9	1651	20.0
大学	1993	49.3	1191	29.9	1323	32.0	610	15.0	3316	40.2	1801	21.9
大学院	273	6.8	116	2.9	96	2.3	23	0.6	369	4.5	139	1.7
住居												
持ち家なし	1296	31.7	1141	27.9	1413	34.0	1137	27.4	2709	32.9	2278	27.6
持ち家あり	2788	68.3	2943	72.1	2743	66.0	3019	72.6	5531	67.1	5962	72.4
就業状況												
役員	181	4.4	329	8.1	59	1.4	101	2.4	240	2.9	430	5.2
正規職員	2035	49.8	1913	46.8	831	20.0	860	20.7	2866	34.8	2773	33.7
自営業主/家族従業者	364	8.9	470	11.5	184	4.4	228	5.5	548	6.7	698	8.5
パート/アルバイト	470	11.5	501	12.3	1118	26.9	1201	28.9	1588	19.3	1702	20.7
/契約社員/内職												
家事/専業主婦	25	0.6	35	0.9	1327	31.9	1147	27.6	1352	16.4	1181	14.3
リタイア/介護/その他	130	3.2	222	5.4	38	0.9	71	1.7	168	2.0	294	3.6
通学/学生	480	11.8	399	9.8	374	9.0	334	8.0	854	10.4	733	8.9
失業/無職	399	9.8	215	5.3	225	5.4	214	5.2	624	7.6	429	5.2
主観的健康感												
よい	1215	29.8	963	23.6	1321	31.8	848	20.4	2536	30.8	1811	22.0
まあよい	1209	29.6	796	19.5	1282	30.9	771	18.6	2491	30.2	1568	19.0
ふつう	1184	29.0	1920	47.0	1106	26.6	2035	49.0	2290	27.8	3954	48.0
あまりよくない	388	9.5	347	8.5	391	9.4	466	11.2	779	9.5	813	9.9
よくない	88	2.2	58	1.4	56	1.4	36	0.9	144	1.7	94	1.1
喫煙状況												
非喫煙者	2157	52.8	1804	44.2	3232	77.8	3137	75.5	5389	65.4	4941	60.0
過去喫煙者	1155	28.3	995	24.4	590	14.2	614	14.8	1745	21.2	1608	19.5
現在喫煙者	772	18.9	1285	31.5	334	8.0	405	9.7	1106	13.4	1690	20.5

*インターネット調査データの偏りを補正するために重み付けした値であり、Nは四捨五入により整数として提示した。

表2. 日本における性・年齢階級・喫煙状況別の電子タバコの認知および使用の割合(%)

	N	%	紙巻タバコ*				電子タバコ†									
			現在喫煙		国民生活基礎調査‡	知っている		使用経験		使用経験(矛盾なし)		現在使用		習慣的使用経験		
			補正前	補正後		補正前	補正後	補正前	補正後	補正前	補正後	補正前	補正後	補正前	補正後	
男女合計	8240	100	13.4	20.5		43.8	48.0	5.34	6.60	3.80	4.77	1.21	1.29	1.00	1.33	
男性																
男性合計	4084	49.6	18.9	31.5		48.8	53.2	6.98	9.17	5.00	6.68	1.54	1.70	1.40	2.04	
年齢階級																
15-19歳	443	10.8	3.6	3.6	3.8	54.0	55.9	5.19	5.75	3.16	4.22	2.26	2.59	0.90	1.14	
20-29歳	720	17.6	13.8	29.4	36.5	49.7	52.3	8.75	12.50	6.39	9.47	3.61	3.81	0.83	1.69	
30-39歳	728	17.8	20.6	40.6	43.4	49.6	56.3	8.52	12.69	5.63	8.65	1.51	1.87	1.65	3.13	
40-49歳	740	18.1	25.4	38.5	40.9	45.0	49.8	7.57	11.28	5.68	7.22	1.08	1.49	2.16	3.40	
50-59歳	722	17.7	25.6	36.4	39.4	47.9	52.5	5.68	5.32	3.88	4.44	0.55	0.35	1.11	0.87	
60-69歳	731	17.9	18.3	29.4	31.2	48.6	53.4	5.47	6.12	4.51	5.17	0.55	0.46	1.50	1.64	
喫煙状況																
非喫煙者	2157	52.8				41.5	44.2	2.46	3.51	1.85	2.73	0.65	0.60	0.23	0.10	
過去喫煙者	1155	28.3				50.5	52.7	6.93	7.70	4.59	5.28	1.73	1.75	1.39	1.53	
現在喫煙者	772	18.9				66.5	66.2	19.69	18.25	14.38	13.32	3.76	3.20	4.66	5.17	
女性																
女性合計	4156	50.4	8.0	9.7		39.0	42.9	3.73	4.07	2.62	2.88	0.89	0.88	0.60	0.63	
年齢階級																
15-19歳	438	10.5	1.8	1.5	1.4	45.9	48.0	3.88	3.09	2.05	2.46	1.60	0.67	0.00	0.00	
20-29歳	742	17.9	6.6	10.9	13.0	41.0	48.1	5.39	7.10	3.77	4.96	1.08	2.19	0.54	0.97	
30-39歳	737	17.7	8.5	13.6	15.6	38.5	39.6	3.93	4.37	2.58	2.67	1.09	1.17	0.54	0.49	
40-49歳	747	18.0	11.0	13.1	15.4	37.6	43.3	3.35	3.63	2.54	2.38	0.40	0.44	0.54	0.50	
50-59歳	739	17.8	11.6	8.8	13.7	37.9	40.9	2.98	2.92	2.30	2.13	0.95	0.28	0.81	0.57	
60-69歳	753	18.1	6.1	7.2	8.3	36.0	39.5	2.92	2.93	2.26	2.52	0.53	0.47	0.93	0.96	
喫煙状況																
非喫煙者	3232	77.8				34.3	37.0	1.18	1.25	0.96	0.83	0.31	0.27	0.19	0.10	
過去喫煙者	590	14.2				51.0	56.4	8.64	8.94	6.27	6.95	1.53	1.68	1.02	0.92	
現在喫煙者	334	8.0				62.9	68.1	19.76	18.53	12.28	12.61	5.39	4.44	3.89	4.24	

*手巻きタバコも含む。ただし、手巻きタバコの割合は少ない。

†電子タバコには、電子タバコ(ニコチンを含んでいるもの)、電子タバコ(ニコチンを含んでいないもの)、電子タバコ(ニコチンを含んでいるかどうか分からないもの)、プルームおよびアイコスを含む。

‡国民生活基礎調査における性年齢階級別の現在喫煙の割合。15-19歳は2010年調査、その他の年齢階級は2013年調査の結果である。