

調査報告書 2018年12月発行

におい検知の可視化～
においセンサの研究開発と市場開拓の動向 2019

企画・調査・編集

株式会社ふじわらロスチャイルドリミテッド

〒101-0032

東京都千代田区岩本町 2-11-3

第八東誠ビル 4F

Tel: 03-5821-3993 Fax: 03-5821-4030

E-mail: info@fujiroth.com

Website: <http://www.fujiroth.com/>

目次

1. 本調査の背景および定義.....	7
1.1. 本調査の背景.....	7
1.2. 本書における定義.....	8
1.3. 本レポートの調査対象.....	9
2. Executive Summary	10
3. においセンサ概論.....	11
3.1. においセンサに要求されるシステム設計.....	11
3.2. においセンサとアプリケーション対応	12
4. においセンサの構成と一般情報.....	14
4.1. ガス、におい検知の動向、方式分類、目的、感度、アプリマップ.....	14
4.1.1. ガス・におい検知動向.....	14
4.1.2. ガス・におい検知の方式と目的.....	14
4.1.3. 本調査が対象とするにおい濃度とアプリケーション	15
4.2. ガス、においの単位と各種数値	16
4.2.1. 臭気濃度、臭気指数	16
4.3. 検知閾値、認知閾値.....	17
4.3.1. 物質の検出とその意義・目的.....	17
4.3.2. におい成分の認知閾値.....	17
4.3.3. VOC の指針、環境省の指針値	18
4.3.4. 臭気強度と濃度の関係.....	18
4.4. 現状のにおい分析手段（B2B）	19
4.5. においセンサの技術概要	20
4.5.1. においセンサの構成	20
4.5.2. 人間の嗅覚の仕組みとデバイスによる模倣.....	20
4.5.3. においセンサのキーテクノロジーと構成	22
4.5.4. においセンサの開発内容.....	23
4.6. ガス・においセンサのトランスデューサ技術分類	24
4.6.1. それぞれのトランスデューサの原理概論	25
5. においセンサの開発動向.....	31
5.1. 主ににおいセンサの研究機関.....	31
5.2. においセンサ 主な研究機関の研究内容.....	34
5.3. におい・嗅覚 関連団体／業界団体.....	41
5.4. 日本における主な企業の研究開発動向・プロダクト	43
5.5. 海外の主な研究機関・企業による研究開発・プロダクト動向.....	46
5.6. VOC による病気検知(高感度・高選択性) 技術アプローチ	52

5.6.1.	病気検知技術アプローチ例	52
5.6.2.	病気検知(高感度・高選択性) 研究開発例	53
5.7.	生物模倣においセンサ	57
5.8.	実用化にあたって要求される開発内容	58
6.	ガス・においセンサの製品、研究開発内容一覧	60
7.	においセンサのアプリケーション	66
7.1.	ニオイの種類	66
7.1.1.	住宅内	66
7.1.2.	悪臭	67
7.1.3.	体臭	68
7.1.4.	医療・ヘルスケアセンシング	69
7.1.5.	工場内	70
7.2.	においセンサのアプリケーションの可能性	72
7.2.1.	アプリケーション検討における基本要件	72
7.2.2.	ガスセンサとにおいセンサの適用範囲比較	72
7.2.3.	安全・不安全、快・不快、濃度の軸によるアプリケーション分類の例	73
7.2.4.	実際のプロダクトのアプリケーション適用例	74
7.2.5.	におい検出と対策・効果確認	75
8.	においセンサのアプリケーション開拓と市場動向	76
8.1.	新たなアプリケーションの拡大	76
8.2.	においセンサの市場規模トレンド	77
8.2.1.	ガス・においセンサのトータル市場トレンド	77
8.2.2.	口臭/体臭向けガス・においセンサ市場トレンド	78
8.2.3.	においセンサ市場トレンド	80
8.2.4.	(付録) 本予測の基本的な考え方	82

図表

FIG. 1	におい計測の重要な方向性	7
FIG. 2	本レポートの対象となるにおいセンサの形状分類	9
FIG. 3	サマリ	10
FIG. 4	におい計測～対策フロー	11
FIG. 5	におい検知の種類	13
FIG. 6	ガス・におい検知開発動向	14
FIG. 7	ガス検知・におい検知 方式と目的	15
FIG. 8	本調査が対象とするにおい濃度とアプリケーションマトリクス	15
FIG. 9	臭気濃度、臭気指数	16
FIG. 10	においを表わす単位	16
FIG. 11	B2Bにおけるガス・においの分析	19

FIG. 12	人間の嗅覚の仕組みとデバイスによる模倣 (東原 東大、森 理研)	20
FIG. 13	人間の嗅覚の仕組みとデバイスによる模倣 (新村 東京医科歯科大学) ..	21
FIG. 14	デバイスによる模倣 (マルチセンサアレイ)	21
FIG. 15	においセンサのテクノロジー	22
FIG. 16	においセンサの構成	22
FIG. 17	各プロダクトの信号処理イメージ	23
FIG. 18	においセンサ参入企業の役割分担	23
FIG. 19	ガス・においセンサのトランスデューサ技術分類.....	24
FIG. 20	代表的なトランスデューサの性能比較 (MSS アライアンス資料より)	25
FIG. 21	金属酸化物半導体.....	26
FIG. 22	ガスセンサの小型化.....	26
FIG. 23	導電性有機半導体.....	27
FIG. 24	QCM 応用	28
FIG. 25	QCM 利用例.....	28
FIG. 26	SAW.....	29
FIG. 27	その他のトランスデューサ	29
FIG. 28	(付録) Resistive Gas Sensor など.....	30
FIG. 29	欧州における疾病検出においセンサの研究団体	32
FIG. 30	CEA-Leti (France, 電子情報技術研究所)	33
FIG. 31	MSS: FIG. 32 Gravimetric-MEMS	34
FIG. 33	MEMS (MSS の例)	35
FIG. 34	嗅覚データマイニング	38
FIG. 35	COSCo i-Sniffer.....	39
FIG. 36	ImPACT	39
FIG. 37	ImPACT-1	40
FIG. 38	ImPACT-2	40
FIG. 39	ボール SAW 応用においセンサ.....	41
FIG. 40	ImPACT/Panasonic においセンサ (開発中)	43
FIG. 41	ImPACT/Panasonic においセンサ (ImPACT 報告会 ポスター展示より) 44	44
FIG. 42	太陽誘電 においセンサ (開発中)	44
FIG. 43	コニカミノルタ においセンサ.....	45
FIG. 44	タニタにおいチェッカー.....	45
FIG. 45	C2 sense におい (ガス) センサ	46
FIG. 46	C2 sense においセンサー2	47
FIG. 47	NoseChip.....	47
FIG. 48	CyraNose 320 Sensigent.....	48
FIG. 49	FBAR 検討例	48
FIG. 50	Nanosniff.....	51
FIG. 51	Sensirion.....	52
FIG. 52	VOC による病気検知(高感度・高選択性) 技術アプローチ.....	52
FIG. 53	Technion	53
FIG. 54	Sniffphone.....	54
FIG. 55	SiNW nanoarrays	55

FIG. 56	においによる口腔がん診断技術（北九州大学他）	55
FIG. 57	Owlstone においセンサ	56
FIG. 58	Owlstone FAIMS	56
FIG. 59	昆虫発現嗅覚受容体（竹内 東京大学）	57
FIG. 60	Biomimetic sensor (Vidic 英国ノッティンガム大学)	57
FIG. 61	嗅覚受容体群の迅速な単離法（黒田 大阪大学)	58
FIG. 62	感応膜種類の増加による高性能化	59
FIG. 63	住宅内のおい	66
FIG. 64	体臭事例	68
FIG. 66	医療・ヘルスケアセンシング	70
FIG. 67	工場内のおい監視	71
FIG. 68	ガスセンサとにおいセンサの適用範囲比較	73
FIG. 69	においのアプリケーション	73
FIG. 70	開発途上・プロダクトの分野別アプリケーション適用例	74
FIG. 71	ガスセンサとにおいセンサの適用範囲	75
FIG. 72	新たなにおいセンサアプリケーションの拡大	76
FIG. 73	においセンサ、及びガスセンサ日本市場トレンド	78
FIG. 74	口臭/体臭 ガス・においセンサ国内市場トレンド	79
FIG. 75	自分のニオイが気になる比率	80
FIG. 76	においセンサ国内市場トレンド	80
FIG. 77	においセンサ 国内市場トレンド（口臭/体臭においセンサ除く）	81
Table 1	におい・ガスセンサの用途分野（可能性含む）	13
Table 2	生体ガス成分と検出濃度・検出意義	17
Table 3	におい成分の種類と認知閾値	17
Table 4	VOC 関連ガス	18
Table 5	臭気強度と濃度の関係	18
Table 6	代表的なセンサーアレイ向けトランスデューサの特徴と課題	24
Table 7	におい・嗅覚 関連学会/業界団体（1）	31
Table 8	におい・嗅覚 関連学会/業界団体（2）	31
Table 9	主なにおい・嗅覚に関する日本の研究機関	32
Table 10	におい・嗅覚 関連学会/業界団体	42
Table 11	プロダクト／商品化の近い研究－1	60
Table 12	プロダクト／商品化の近い研究－2	61
Table 13	プロダクト／商品化の近い研究－3	62
Table 14	プロダクト／商品化に近い研究－4	63
Table 15	主な研究機関の発表－1	64
Table 16	主な研究機関の発表－2	65
Table 17	4 大悪臭	67
Table 18	においセンサ、及びガスセンサ日本市場トレンド	78
Table 19	口臭/体臭 ガスセンサ/においセンサ国内市場トレンド	79

1. 本調査の背景および定義

1.1. 本調査の背景

においは環境の快・不快を決定する重要なファクタのひとつであるにもかかわらず、従来、におい（嗅覚）は他の五感と比較すると商品化が進んでいない分野である。市場においては、ガスクロマトグラフ質量分析装置（以下、GC-MS）を用いた成分分析から原因物質を特定し対策を検討する方法論が主である。簡易的には特定グループのガス成分の濃度をメーカ基準の尺度で表示する計測器があるが、人間の嗅覚のようにそのにおいの質を計測することはできない。

新たに求められているにおいセンサは、人間の嗅覚を模したマルチセンサアレイ方式を用いたパターン分析により、口臭・体臭や環境の空気質など、においの識別を可能とするものである。また、マルチセンサアレイを用いて特定の物質の濃度を高感度に検出し、例えば非侵襲の病気検出手法として研究されている。この、においの識別と、特定物質の高感度な検出にマルチセンサアレイを用いる検討が、物質・材料研究機構主導による“MSS アライアンス”や、内閣府による ImPACT、欧州の複数の研究団体、その他多くの企業などで活発化しており、一部実用化も始まっている。

これまでは酸化半導体によるガスセンサが主体であった市場に、QCM や MEMS、Nanoarrays、SPR などの、小型・高感度なトランスデューサによるマルチセンサ方式のにおい識別センサが加わり、市場が拡大する。

本調査においては、1ppm 以下の濃度の検出が可能な高感度や高選択性を持たせる技術をベースとした、においの識別性を有するにおいセンサの技術・製品のリストアップと対応するアプリケーションの可能性を探る。

におい計測の重要な方向性

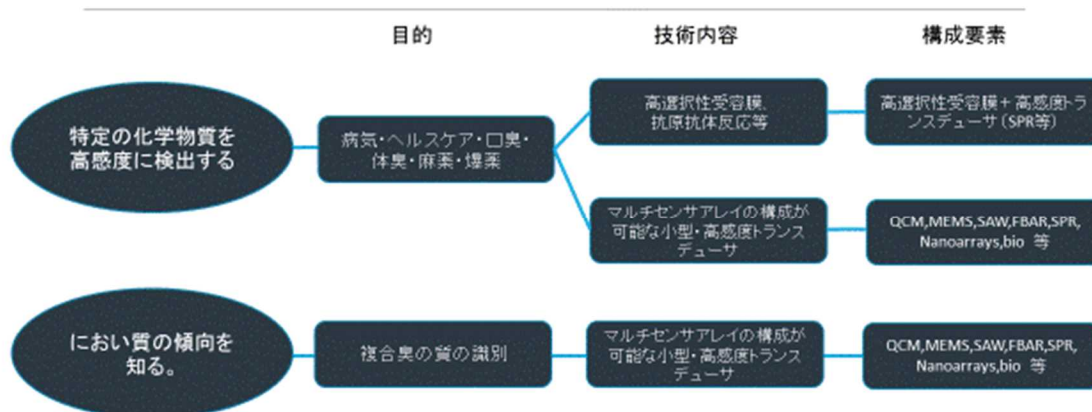


FIG. 1 におい計測の重要な方向性

1.3. 本レポートの調査対象

マルチセンサアレイ方式によるにおいセンサにおける、におい識別と特定物質の高感度検出の2つの新たな方向性と、抗原抗体反応などの高選択物質受容体を用いた特定物質の高感度検出などの具体的な技術的手段と、実用化を目指す各種方式の具体例な製品事例、研究事例を示す。

製品分類的には、GCなどの大型のデスクトップ分析機器は含まず、Handy、Portableタイプの機器を含む。業務用としての小型の据え置き型とEmbedded型も対象に含める。

本レポートの調査対象となるにおいセンサ 形状分類及び定義




本レポートにおける形状の名称	本レポートにおける定義	事例
Portable	持ち運びが可能。机の上等に設置、あるいは施設の壁等に固定する。	 「i-Sniffer」(COSCo、参考展示品)
Handy	文字通り手に取って、計測対象物の近距離で計測する。	 「Kunkun body」(コニカミノルタ)
Embedded/Module	車、スマートフォン等に組みこまれる。	 「SniffPhone prototype Version 2」 (The SniffPhone consortium)

FIG. 2 本レポートの対象となるにおいセンサの形状分類

本レポートでは、具体的には下記の項目に関連する内容を含む。

- 各種ガスの検知閾値事例と検知目的一覧。なぜ、当該ガスを検知するのか、その検知の難易度はどの程度か。
- ガスセンサのガス検出方式一覧と、進化の方向性。小型化技術とアプリケーションの拡大。B2B ビジネスにおけるカスタマイズの手順。
- におい検知（におい識別）の目的と、その難易度。
- マルチセンサアレイによるにおいセンシングシステムの構成と要求事項。ガスセンサの構成とどう異なるのか。
- ガスセンサ、においセンサに取り組む企業・研究機関の例。また、マルチセンサアレイ方式に取り組む世界の企業、研究機関のリストアップとその主な技術とアプリケーション。様々なアプリケーションにおける要求事項とは。高選択か識別か、など。
- 1ppb～1ppt の検出感度を目指す、各種トランスデューサの技術、その応用事例、及び研究開発事例。
- においセンサのアプリケーション例と将来動向と市場規模。期待されるアプリケーションは何か。早い応用、規模感。など。

2. Executive Summary

人間の五感の内、視覚に頼る割合は83%で、嗅覚は聴覚に次いで3番目の3.5%である。自然界の揮発性化学物質種類40万種あると言われるが、人間はほとんど全ての事物を複合ガスから嗅ぎ分けてにおいて識別できる。果物の種類、鉄のにおい、本屋のにおい、料理、ストレス臭、雨など、においを脳で認識し、価値ある情報に変換する能力を有する。

視覚、聴覚などは、人間の優れた能力を模倣して、それ以上のセンサ化を果たし、人工視覚（イメージセンサ）は、AIを使った画像分析を含めて、セキュリティ関連など人間にはできない部分にまで活用されている。

においセンサは、これまで人間の五感の内人工的に定量化が難しかった未踏の領域を開拓することが可能となる。また、その選択性・高感度特性によるにおいの質をパターン分析して出力し、人間のにおい認識に近い形で出力できる。よって、ガスセンサではできなかったにおい分析を可能にする。

においセンサは、研究機関の実用化研究から企業の商品化検討レベルへと移行しており、上記アプリケーションのなかで商品化が実現している領域もある。においセンサは、ニーズがはっきりしないからもどかしさを感じるという声もあるが、においに対する人間の感覚の言語化のサポート・裏付けとなる、においという抽象概念の具現化の役割を担う。

においセンサは、究極的には人間の嗅覚に近い性質をもつものとなるだろうが、当面は、ガスセンサ用途のプラスアルファの機能を持たせた置き換えとなる。結論としては、におい計測⇒対策⇒結果の確認のプロセスが可能となることで用途が広がる。ガスセンサでは対策ガス（消臭剤など）を分離できず、結果の確認ができない。

市場のポテンシャルは、2035年では、においセンサで約8.5百万台となる。

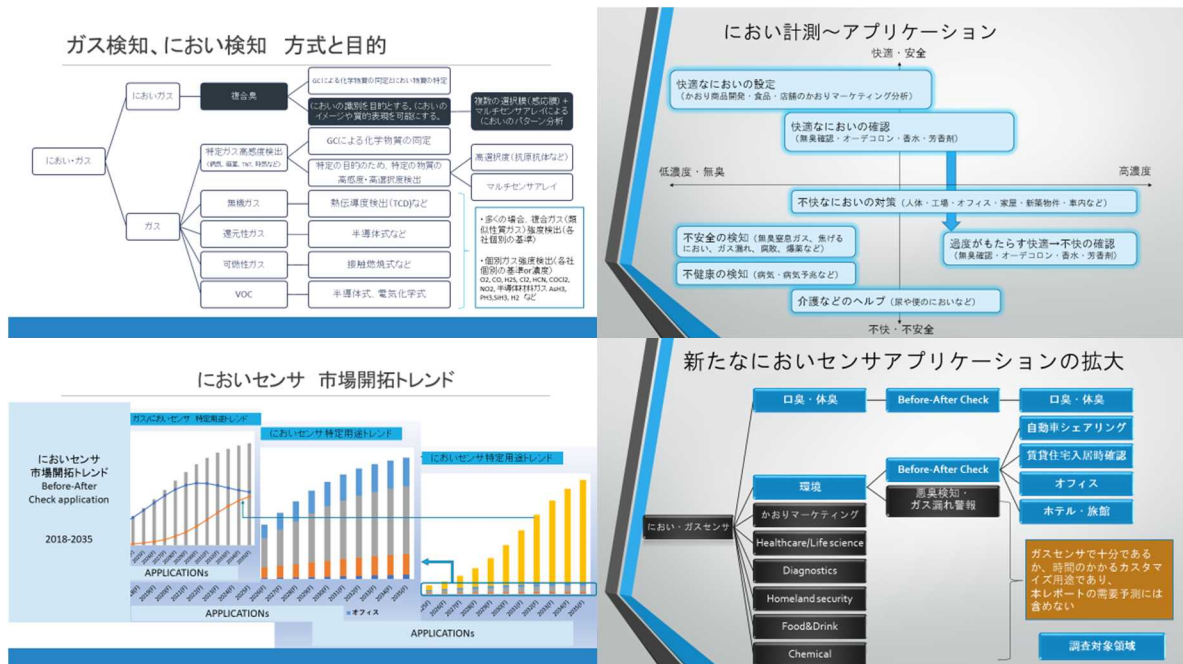


FIG. 3 サマリ



**におい検知の可視化
ポータブルデバイスの研究開発と市場開拓の動向 2019**

無断禁転載

株式会社ふじわらロスチャイルドリミテッド

2018年12月21日発行

価格 ハードコピーのみ ¥500,000 電子ファイル付 ¥550,000