

調査報告書 2020年11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 2021

---

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

〒101-0031

東京都千代田区東神田2-8-1 TSR 第2ビル

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

E-mail: [info@fujiroth.com](mailto:info@fujiroth.com)

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

## 目次

1. 本調査の背景および定義.....	10
1.1. 本調査の背景.....	10
1.2. 本レポートの調査対象.....	11
2. Executive Summary.....	12
3. においセンサ概論.....	13
3.1. においセンサ概論.....	13
3.2. においセンサに要求されるシステム設計.....	14
3.3. においセンサとアプリケーション対応.....	15
4. においセンサの構成と一般情報.....	17
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.....	17
4.1.1. ガス・におい検知動向.....	17
4.1.2. ガス・におい検知の方式と目的.....	17
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.....	18
4.2. ガス、においの単位と各種数値.....	19
臭気濃度、臭気指数.....	19
4.3. 検知閾値、認知閾値.....	20
物質の検出とその意義・目的.....	20
4.3.1. VOCの指針、環境省の指針値.....	21
4.3.2. 臭気強度と濃度の関係.....	21
4.4. 現状のにおい分析手段（B2B）.....	22
4.5. におい・嗅覚 関連団体／業界団体.....	23
4.6. においセンサの技術概要.....	24
4.6.1. においセンサの構成.....	24
4.6.2. 人間の嗅覚の仕組みとデバイスによる模倣.....	24
● 概説.....	24
● Bio-Inspired Strategies for Improving the Selectivity and Sensitivity of Artificial Noses: A Review.....	26
● Reference.....	28
4.6.3. においセンサのキーテクノロジーと構成.....	28
4.6.4. においセンサの開発内容.....	29
4.7. ガス・においセンサのトランスデューサ技術分類.....	30
4.7.1. それぞれのトランスデューサの原理概論.....	31
● Electronic Nose and Its Applications: A Survey.....	31
● 金属酸化物センサ(MOS).....	32
● 導電性高分子センサ.....	33
● 水晶振動子微量天秤（QCM）センサ.....	33
● 音波センサ.....	34
● 電気化学（EC）ガスセンサ.....	35
● 触媒ベース（CB）センサ.....	35
● 光センサ.....	35
● SPRセンサ.....	35
● 光イオン化検出器（PID）センサ.....	36
● Reference.....	36
5. においセンサの開発動向.....	37
5.1. VOCによる病気検知(高感度・高選択性) 技術アプローチ.....	37
● 病気検知技術アプローチ例.....	37
5.2. 皮膚ガス検知の現状と可能性.....	37
5.2.1. 皮膚ガス検知概論.....	37
5.2.1.1. 皮膚ガスの放散経路.....	38
5.2.1.2. 皮膚ガス関連アプリケーション.....	39
5.2.1.3. 皮膚ガス計測機器.....	40
● Reference.....	42
5.3. 呼気による疾患検知.....	43
5.3.1. 呼気分析について.....	43
5.3.1.1. 呼気分析 概論.....	43

5.3.1.2.	重要なバイオマーカーと疾患	43
5.3.1.3.	呼気による肺がん検知の精度	44
5.3.1.4.	e-nose	46
5.3.1.5.	Colorimetric Sensors (比色センサ)	47
5.3.1.6.	GC-MSとe-noseの組合せ	48
5.3.1.7.	VOCの数と精度、及びセンサの種類と精度との相関関係	48
●	Reference	49
5.3.1.8.	呼気による糖尿病の検知	50
●	Reference	51
5.3.2.	呼気のおいによる疾患検知動向 (論文)	51
●	Electronic Noses: From Advanced Materials to Sensors Aided with Data Processing	51
●	Reference	54
5.3.2.1.	COVID-19 においによる陽性判定	54
●	フィンランドの空港で犬の嗅覚による新型コロナ感染者検知	54
●	東北大と島津製作所が実用化へ 呼気で COVID-19 を判定	55
●	Nanoscent (詳細は後述)	55
●	Multiplexed Nanomaterial-Based Sensor Array for Detection of COVID-19 in Exhaled Breath	55
5.3.3.	研究開発・実用化動向 (大学・研究機関、企業)	57
5.3.3.1.	呼気に関する研究開発動向	57
●	呼気センサの研究開発動向実例	57
5.3.3.2.	研究開発・実用化動向 (大学・研究機関、企業)	57
●	呼気センサの実用化の状況例	57
5.3.3.3.	Owlstone Breath Biopsy guide	58
●	Owlstone Medical	58
5.3.3.4.	Technion (LNBD)	60
5.3.3.5.	SniffPhone	61
5.3.3.6.	口腔がん診断技術 (北九州大学他) 2018/12/10 発表	62
5.4.	嗅覚に関する研究例	63
5.4.1.1.	国内研究機関の嗅覚研究の状況	63
●	嗅覚研究例	64
5.5.	におい検知のための新たなセンシング技術の研究動向 (文献・特許)	65
5.5.1.	新たなセンシング技術の研究動向 (レビュー論文・特許)	65
5.5.1.1.	Electronic Noses: From Advanced Materials to Sensors Aided with Data Processing	65
●	The Sensors in the e-nose System	65
●	FET-Based Gas Sensor	66
●	Reference	67
5.5.2.	国内研究開発動向 (大学・研究機関)	68
5.5.2.1.	国内研究機関・大学のおいセンサ開発・実用化動向	68
5.5.2.2.	物質・材料機構 MSS (Membrane-type Surface stress Sensor, MSS)	68
5.5.2.3.	Impact (平成 26 年～30 年)	70
●	革新的研究開発推進プログラム (ImpACT)	70
5.5.2.4.	JST 味覚・嗅覚・食感イノベーションによる食サービスの創出	71
5.5.2.5.	COSCo (CMOS Odor Sensor Consortium)	72
●	電荷伝送型 ion センサを利用したおいカメラ	72
5.5.2.6.	株式会社アロマビットシリコンセンサテクノロジ	73
●	シリコン CMOS ベースの次世代におい・ガスセンサ	73
5.5.2.7.	東京工科大学 複合ナノデバイス (木村) 研究室	73
5.5.3.	国内研究開発・実用化動向 (企業)	75
5.5.3.1.	国内各社のおいセンサ開発・実用化動向	75
5.5.3.2.	太陽秀電	75
●	超高感度においセンサ	75
5.5.3.3.	I-PEX 株式会社 (旧社名 第一精工株式会社) /凸版印刷	76
5.5.3.4.	Konica Minolta	78
●	Kunkun body	78
●	Kunkun dental	78
5.5.3.5.	株式会社アロマビット	79
●	Aroma Coder V2	79
5.5.4.	海外研究開発動向 (大学・研究機関)	80
5.5.4.1.	海外研究機関	80
5.5.4.2.	海外研究機関・大学のおいセンサ研究開発動向 (表)	81

●	Synergy between nanomaterials and volatile organic compounds for non-invasive medical evaluation.....	81
●	固体シリコンナノワイヤベースのセンサ.....	82
●	固体シリコンナノワイヤベースの電界効果トランジスタ.....	82
●	固体シリコンナノワイヤベースの化学抵抗器.....	83
●	Reference.....	84
5.5.5.	海外研究開発・実用化動向（企業）.....	86
5.5.5.1.	海外企業のおいセンサ研究開発・実用化動向（表）.....	86
5.5.5.2.	Nanoscent / Sumitomo chemical.....	87
●	New Health Care Businesses Using Scent Recognition Platform.....	87
●	Intetics( <a href="https://intetics.com/">https://intetics.com/</a> ).....	88
●	COVID-19(Nanoscent).....	88
5.5.5.3.	Digital Olfaction Automotive Consortium (DOAC).....	90
●	Aryballe.....	90
●	IFF.....	92
●	DENSO.....	92
●	AsahiKASEI.....	93
5.5.5.4.	STRATUSCENT.....	93
5.5.5.5.	Aryballe 臭気検知 AI センサ.....	95
●	Aryballe、臭気検知 AI センサに 790 万ドルを調達 July 10, 2020.....	95
●	Aryballe Announces New Digital Nose Sensor January 7, 2020.....	95
●	Aryballe / Improvement of sensitivity of surface plasmon resonance imaging for the gas-phase detection of volatile organic compounds.....	96
5.5.5.6.	KONIKU.....	97
●	KONIKU 概要.....	97
●	DEVICES AND METHODS TO COMBINE NEURONS WITH SILICON DEVICES CROSS-REFERENCE KONIKU PAT. WO2019040910A1.pdf.....	98
●	Brain Cell Computer Chip Could Control Drones, Scale Up to Steer Cars.....	100
5.5.5.7.	Sensigent.....	102
5.5.5.8.	Cyranose 320.....	102
5.5.5.9.	C2Sense.....	103
5.5.5.10.	NanoSniff Technologies.....	105
5.5.5.11.	Sensirion.....	106
5.5.5.12.	Foodsniffer.....	107
5.5.5.13.	The e-nose Company.....	107
5.6.	その他のセンサリスト.....	108
5.7.	においセンサ用 AI 開発の動向.....	109
5.7.1.	AI 開発の研究動向（レビュー論文・特許）.....	109
●	Bio-Inspired Strategies for Improving the Selectivity and Sensitivity of Artificial Noses: A Review.....	109
●	Reference.....	111
●	Electronic_Nose_and_Its_Applications_A_Survey.....	112
●	References.....	118
5.7.2.	AI 開発の研究開発・実用化動向（大学・研究機関、企業）.....	121
5.7.2.1.	においセンサ AI 関連研究機関・大学（表）.....	121
5.7.2.2.	日立、東京大学.....	121
●	リザバ-コンピューティングによるガスセンサアレイデータ分析の例.....	123
5.7.2.3.	大阪大学 産業科学研究科（鷲尾隆）.....	124
●	機械学習と最先端計測技術の融合深化による新たな計測・解析手法の展開.....	124
●	計測指向情報処理技術と情報処理指向計測技術の共進化.....	124
●	ガス流量制御無しの伝達関数比に基づくフリーハンドのガス識別.....	126
5.7.2.4.	NEC.....	127
●	においセンサ分析ソリューション.....	127
●	異種混合学習技術.....	129
5.7.2.5.	Google.....	129
●	Learning to Smell: Using Deep Learning to Predict the Olfactory Properties of Molecules.....	129
●	Machine Learning for Scent: Learning Generalizable Perceptual Representations of Small Molecules.....	131
5.7.2.6.	Intel Neuromorphic Chip.....	134
●	Computers That Smell: Intel's Neuromorphic Chip Can Sniff Out Hazardous Chemicals.....	134
●	How a Computer Chip Can Smell without a Nose.....	135
5.7.2.7.	IBM.....	136

6.	マルチセンサアレイにおいセンサの技術開発方向と用途分野・アプリケーション	138
6.1.	技術開発方向と関連用途分野	138
6.1.1.	技術開発方向全体像	138
6.1.2.	広範な嗅覚能力獲得のための開発内容	140
6.2.	アプリケーションに関する具体的な分析例	142
6.2.1.	においの種類	142
6.2.1.1.	住宅内	142
●	家電/家屋のにおいに関するヒアリングコメント	142
6.2.1.2.	悪臭について	143
●	References	147
6.2.1.3.	エチケットに係る体臭	148
6.2.1.4.	医療・ヘルスケアセンシング	148
●	医療・ヘルスケア非侵襲検知 研究開発目的・動機	148
●	医療・ヘルスケア非侵襲検知 関連 VOC	149
●	Dog Nose to E-Nose in Disease Diagnosis	150
●	Reference	154
6.2.1.5.	工場内	155
6.2.1.6.	自動車車室内	157
●	カーシェアなど含む概論	157
●	豊田中央研究所 R&D レビューより	158
6.2.1.7.	においセンサによる食料品の鮮度計測	159
●	Reference	162
6.2.1.8.	におい・香りマーケティング、デフューザ	163
6.3.	特許に見る用途の例	164
7.	においセンサのアプリケーション	168
7.1.	においセンサのアプリケーションの可能性	168
7.1.1.	ガスセンサとにおいセンサの適用範囲比較	168
7.1.2.	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	169
7.1.3.	実際のプロダクトのアプリケーション適用例	170
7.1.4.	におい検出と対策・効果確認	171
7.1.5.	新たなアプリケーションの拡大	172
8.	においセンサのアプリケーション開拓と市場動向	173
8.1.	2030年におけるにおいセンサのポテンシャル世界市場の予測	173
8.1.1.	世界市場規模	173
8.1.2.	世界市場補足	174
8.2.	においセンサの日本市場規模トレンド	175
8.2.1.	ガス・においセンサのトータル日本市場トレンド	175
8.2.2.	口臭・体臭向けガス・においセンサ日本市場トレンド	176
8.2.2.1.	その他の市場	179
8.2.3.	(付録) 本予測の基本的な考え方	180

図表

FIG. 1	におい計測の重要な方向性	10
FIG. 2	本レポートの対象となるにおいセンサの形状分類	11
FIG. 3	サマリ	12
FIG. 4	におい計測～対策フロー	14
FIG. 5	におい検知の種類	16
FIG. 6	ガス・におい検知開発動向	17
FIG. 7	ガス検知・におい検知 方式と目的	18
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	18
FIG. 9	臭気濃度、臭気指数	19
FIG. 10	においを表わす単位	19
FIG. 11	B2Bにおけるガス・においの分析	22
FIG. 12	現場ガス分析事例	22
FIG. 13	人間の嗅覚の仕組みとデバイスによる模倣 (東京 東大、森 理研)	24
FIG. 14	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)	25
FIG. 15	デバイスによる模倣 (マルチセンサアレイ)	25

FIG. 16 Bio-Inspired Strategies: A Review.....	27
FIG. 17 においセンサのテクノロジー.....	28
FIG. 18 においセンサの構成.....	29
FIG. 19 においセンサ参入企業の役割分担.....	29
FIG. 20 ガス・においセンサのトランスデューサ技術分類.....	30
FIG. 21 金属酸化物半導体.....	32
FIG. 22 ガスセンサの小型化.....	33
FIG. 23 検出原理 QCM,SAW.....	34
FIG. 24 SPR センサ.....	35
FIG. 25 VOC による病気検知(高感度・高選択性) 技術アプローチ.....	37
FIG. 27 新型「ヘルスキオスク端末」旧型「ネットワークヘルスキオスク」.....	41
FIG. 28 NTT ドコモ ウェアラブル皮膚アセトン測定装置 計測原理.....	42
FIG. 29 VOC の数と肺がん検知の性能との関係.....	49
FIG. 30 Medical Care.....	53
FIG. 31 欧州における疾病検出においセンサの研究団体.....	57
FIG. 32 呼気センサ 研究・実用化の状況例.....	58
FIG. 33 The schematic overview.....	59
FIG. 34 Owlstone technology.....	59
FIG. 35 Owlstone Medical.....	60
FIG. 36 Technion.....	61
FIG. 37 Sniffphone.....	61
FIG. 38 においによる口腔がん診断技術(北九州大学他).....	62
FIG. 39 九州大学 今井研究室.....	64
FIG. 40 筑波大学 人工知能研究室.....	64
FIG. 41 gas sensors based on nanostructured materials.....	65
FIG. 42 FET gas sensors.....	66
FIG. 43 QCM based gas sensors.....	67
FIG. 44 MSS (Membrane-type Surface stress Sensor).....	69
FIG. 45 NanoWorld/東陽テクニカ.....	69
FIG. 46 ImPACT 全体計画.....	71
FIG. 47 味覚・嗅覚・食感イノベーションによる食サービスの創出.....	71
FIG. 48 CMOS (COSCo).....	72
FIG. 49 株式会社アロマビットシリコンセンサテクノロジー.....	73
FIG. 50 東京工科大学 複合ナノデバイス.....	74
FIG. 51 JAIST-太陽秀電 においセンサの共同開発.....	76
FIG. 52 nose@MEMS.....	77
FIG. 53 noseStick.....	77
FIG. 54 Kunkun body.....	78
FIG. 55 Kunkun dental.....	79
FIG. 56 Aroma Coder V2.....	80
FIG. 57 CEA-Leti (France, 電子情報技術研究所).....	80
FIG. 58 Nanomaterial-based sensors for VOC detection.....	82
FIG. 59 固体シリコンナノワイヤベースセンサ.....	84
FIG. 60 Nanoscent.....	89
FIG. 61 DOAC members.....	90
FIG. 62 Aryballe / Car sharing.....	92
FIG. 63 STRATUSCENT SafeScent.....	94
FIG. 64 Aryballe New Digital Nose Sensor.....	96
FIG. 65 Aryballe / Improvement of sensitivity.....	96
FIG. 66 Airbus is developing bomb-detecting 'electronic noses'.....	98
FIG. 67 DEVICES AND METHODS TO COMBINE NEURONS WITH SILICON DEVICES CROSS-REFERENCE.....	100
FIG. 68 BRAIN CELL COMPUTER CHIP COULD CONTROL DRONES.....	101
FIG. 69 Sensigent.....	102
FIG. 70 Sensigent データ分析.....	103
FIG. 71 C2Sense-1.....	104
FIG. 72 C2Sense-2.....	104
FIG. 73 Nanosniff.....	105
FIG. 74 NanoSniffer 微量爆発物検出.....	105
FIG. 75 Sensirion.....	106
FIG. 76 Foodsniffer.....	107

FIG. 77 The e-nose Company.....	107
FIG. 78 Data Processing.....	111
FIG. 79 Electronic Nose and Its Applications: A Survey-1.....	114
FIG. 80 Electronic Nose and Its Applications: A Survey-1.....	117
FIG. 81 Current e-nose applications.....	117
FIG. 82 Challenges in e-nose systems.....	118
FIG. 83 嗅覚センサ AI 主な研究開発と実用化状況.....	121
FIG. 84 生物由来の人工細胞と AI を組み合わせた人工嗅覚.....	122
FIG. 85 Continuous prediction in chemoresistive gas sensors using reservoir computing.....	124
FIG. 86 MSS/大阪大学の AI 研究.....	126
FIG. 87 ガス流量制御無し伝達関数比に基づくフリーハンドのガス識別.....	127
FIG. 88 NEC においの電子化～ 分析技術.....	128
FIG. 89 最先端嗅覚 IoT センサに基づくにおいデータマイニング.....	128
FIG. 90 NEC 異種混合学習技術.....	129
FIG. 91 Using Deep Learning to Predict the Olfactory Properties of Molecules.....	131
FIG. 92 Machine learning (Google).....	134
FIG. 93 技術開発方向性と関連用途.....	138
FIG. 94 デバイス設計と用途分野の関連性.....	139
FIG. 95 デバイス設計とアプリケーションの関連性.....	140
FIG. 96 センサ素子数（感心膜種類数）の増加による高性能化.....	141
FIG. 97 住宅内のおい.....	143
FIG. 98 日本における悪臭の苦情件数.....	144
FIG. 99 悪臭に係る苦情の内訳.....	144
FIG. 100 悪臭苦情件数の推移 平成 28 年-30 年（2016 年-2018 年）.....	145
FIG. 101 規制基準の種類.....	147
FIG. 102 体臭事例.....	148
FIG. 103 医療・ヘルスケアセンシング.....	150
FIG. 104 工場内のおい監視.....	157
FIG. 105 自動車車室内気質要因.....	158
FIG. 106 パナナの成熟と発生するガスの濃度の変化.....	160
FIG. 107 食中毒微生物.....	161
FIG. 108 食品の腐敗・食中毒 安全性との関連.....	163
FIG. 109 パナソニック 冷蔵車特許.....	164
FIG. 110 パナソニック ガスセンサ特許.....	164
FIG. 111 シャープ 掃除ロボット特許.....	165
FIG. 112 デンソー ガスセンサ特許.....	165
FIG. 113 東芝ライスタイル 冷蔵車特許.....	166
FIG. 114 東芝ライスタイル株式会社 住環境センサ.....	166
FIG. 115 日立製作所 照明装置.....	167
FIG. 116 日本電産コパル 冷蔵車.....	167
FIG. 117 ガスセンサとにおいセンサの適用範囲比較.....	169
FIG. 118 においのアプリケーション.....	169
FIG. 119 開発途上・プロダクトの分野別アプリケーション適用例.....	170
FIG. 120 ガスセンサとにおいセンサの適用範囲.....	171
FIG. 121 新たなにおいセンサアプリケーションの拡大.....	172
FIG. 122 においセンサの世界市場ポテンシャル.....	174
FIG. 123 においセンサ、及びガスセンサ日本市場トレンド.....	176
FIG. 124 口臭・体臭 ガス・においセンサ国内市場トレンド.....	177
FIG. 125 においセンサ国内市場トレンド.....	178
FIG. 126 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）.....	178
Table 1 におい・ガスセンサの用途分野（可能性含む）.....	16
Table 2 生体ガス成分と検出濃度・検出意義.....	20
Table 3 におい成分の種類と認知閾値.....	20
Table 4 VOC 関連ガス.....	21
Table 5 臭気強度と濃度の関係.....	21
Table 6 におい・嗅覚 関連学会・業界団体.....	23
Table 7 代表的なセンサレイアウト・トランスデューサの特徴と課題.....	30
Table 8 Sensor types and their properties.....	31

Table 9	主な皮膚ガスの生成機構と放散経路（推定を含む）	38
Table 10	皮膚ガス計測機器開発/販売事例	40
Table 11	Studies Reporting Breath Test Performance for LC Detection (CG-MS)	45
Table 12	Studies Reporting Breath Test Performance for LC Detection (e-nose & Colorimetric Sensors)	47
Table 13	Studies Reporting Breath Test Performance for LC Detection (combining of GC-MS and e-nose)	48
Table 14	Breath Test Performance for LC Detection between GC-MS and e-nose (including Colorimetric sensors)	49
Table 15	Summary of studies that report a positive correlation between breath acetone and blood glucose concentration	50
Table 16	Summary of studies that report a negative correlation between breath acetone and blood glucose concentration	50
Table 17	Main applications of e-nose in disease diagnosis. N/A = not mentioned.	53
Table 18	国内研究機関の嗅覚研究の状況-1	63
Table 19	国内研究機関の嗅覚研究の状況-2	63
Table 20	においセンサ関連 大学・研究機関の開発動向	68
Table 21	国内各社のにおいセンサ開発・実用化動向	75
Table 22	海外研究機関の嗅覚研究の状況	81
Table 23	海外各社のにおい・ガスセンサ開発・実用化状況-1	86
Table 24	海外各社のにおい・ガスセンサ開発・実用化状況-2	87
Table 25	国内の口臭・体臭ガスセンサ 研究・実用化の状況例	108
Table 26	国内のガスセンサ 実用化の状況例	108
Table 27	特定悪臭物質の臭気強度と濃度の関係（環境省「悪臭防止法パンフレット」より）	146
Table 28	6段階臭気強度表示法（環境省「悪臭防止法パンフレット」より）	146
Table 29	Detection of human cancer using canine	154
Table 30	においセンサ、及びガスセンサ日本市場トレンド	176
Table 31	口臭/体臭 ガス・においセンサ国内市場トレンド	177
Table 32	においセンサ国内市場トレンド	177



## 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ー基準の尺度で表示するガスセンサや計測器があるが、ガスの選択性が不十分であり、また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て、AI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・高選択性をもって検出し、例えば非侵襲の病気検出手法などその応用は拡大が期待されている。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（H30 完了）、JST、欧州の複数の研究団体などの研究において一定の成果を上げ、その後多くの企業などで研究開発が活発化しており、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アレイ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精度向上に寄与するAIの進化と適用の状況、および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

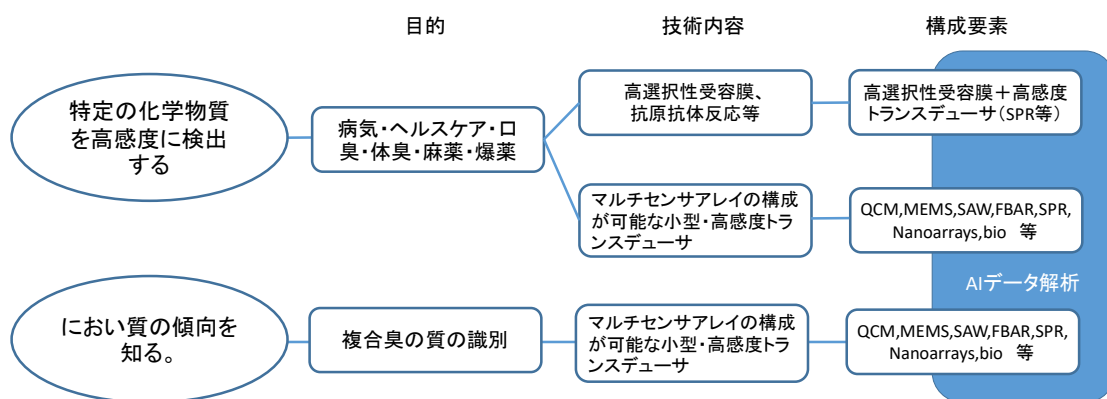


FIG. 1 におい計測の重要な方向性

## 1.2. 本レポートの調査対象

- 本調査では、人間が認識・識別できるにおいガス（種類・濃度）の範囲で、においの質を人間の認識に近い形でにおいの識別（質やイメージ）を表現・判定できる能力を有するセンサをにおいセンサと定義し、調査対象とする。環境の空気質、人体に関するエチケツトセンサ、食品のにおい判定など、新たに多数の領域のアプリケーションが期待されている。
- においセンサは、基本的には複合臭に対応し、人間の認知感度の高い物質がにおい検知において重要であるケースがあり、基本的には高感度・高選択性のマルチセンサアレイが期待されている。本書の主眼は、その技術開発やマーケティングの掘り下げにある。
- 現状ではにおいの強弱判定をするガスセンサもにおいセンサと呼称されている。マルチセンサアレイ方式のガスセンサである場合には、比較対象として広義のにおいセンサに加える。
- 本書では、呼気や皮膚ガスから病気を検知する、人間の認知閾値外の低濃度となる麻薬・爆発物を検知するなどの目的に資する高感度センサは、においセンサとして本書の対象とする。
- また、利用領域毎に考え得る特定ガスを選択的に計測する用途や COVID-19 などのウイルス検出用途も本書に含める。
- また、におい識別のためのマルチセンサアレイ方式のセンサの出力をパターン分析する手法が重要であり、分析プロセッシングを AI 技術として技術動向を本書の対象とする。
- 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、Handy、Portable タイプの機器、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。技術内容としては POCT も含む。

### 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

## 2. Executive Summary

においセンサ市場のポテンシャルは、2030年には、世界市場で、\$13.4B（1兆4000億円程度）となる。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つつあり、呼気センサによるPOC機器市場、工場や環境センシングとしてのIoT市場、スマートフォンへの搭載、家電機器への搭載、自動車向け市場など、市場は既存の市場へのにおい検知機能追加の形で、医療・ヘルスケアへの貢献、生活の利便性向上、安全性向上、効率化、人間の認知の代替などの利便性をもたらしつつ、市場規模を拡大する。

においセンサは、これまで人間の五感の内的人工的に定量化が難しかった未踏の領域を開拓する。また、その選択性・高感度特性の向上、及びそれを後押しするAI分析技術の進化がある。においセンサ向けのAIは、学習の簡易化や、複合ガスの不安定で複雑な変化の状況下でより正確ににおい質を把握するアルゴリズムの検討も進んでいる。

「においセンサの研究開発と市場開拓の動向2019」（第一弾）では、主にトランスデューサ開発動向に関して分析したが、本書「においセンサの研究開発と市場開拓の動向2021」（第二弾）では、呼気・皮膚ガスによる疾病検知開発動向、自動車応用検討動向、データプロセッシング（AI）研究開発動向、COVID-19対応など多くの新たな動向分析を加えた。また、センサ開発動向として、生体の嗅覚細胞やニューロンの模倣によるセンサやにおい識別などが追記されるとともに、シリコンナノワイヤ応用など新たなにおいセンサの開発動向に関して追記した。においセンサ用途のAIに関しては、今後更にその役割が重要になるとみられるため、海外の動向に関するレビュー論文からの抜粋および日本における開発動向とその応用目的・適用範囲などに関して記している。

構成全体として、関連論文の引用を含め、第一弾より深掘りした内容にすることに注力した。

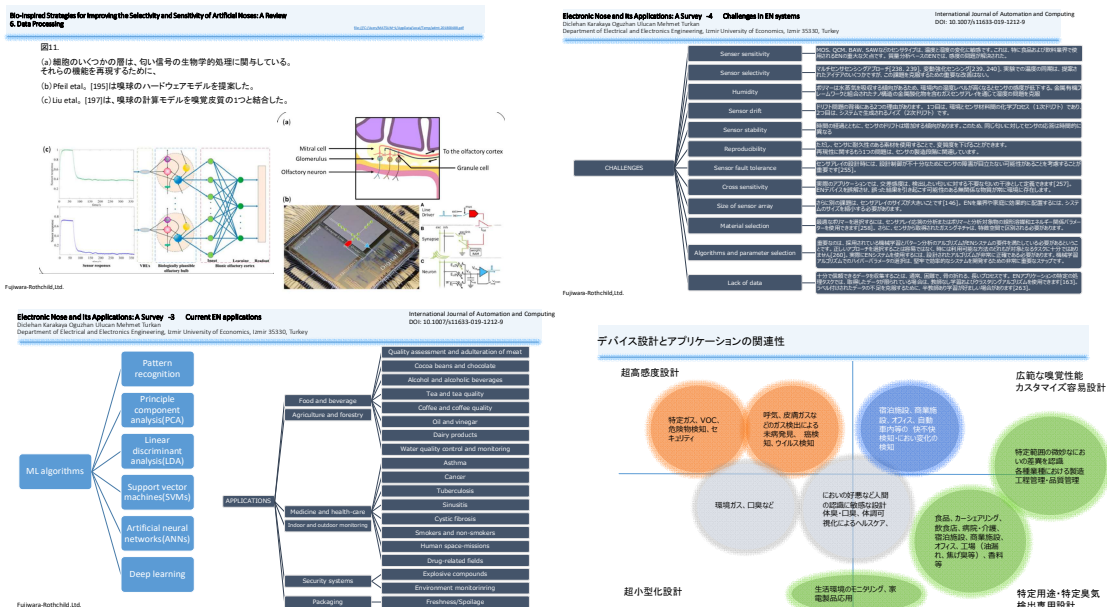


FIG. 3 サマリ



「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 2021」

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

2020年11月18日発行

価格 電子ファイルのみ ¥500,000 ハードコピー及び電子ファイル ¥550,000