

調査報告書 2024年6月発行

におい検知・香りによるヘルスケア・メンタルケア応用動向

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

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

目次

1.	背景と意義	13
2.	Executive Summary	14
3.	ヘルスケアに関する概要	15
3.1.	身体的ヘルスケア概要	15
3.2.	精神的ヘルスケア (ストレス) 概要	17
4.	においセンサ概論	21
4.1.	においセンサの概説	21
4.1.1.	においセンサの構成	22
4.1.2.	ガス、におい検知の動向、方式分類、目的、感度、アプリマップ	22
4.1.2.1.	ガス、におい検知動向	22
4.1.2.2.	ガス、におい検知の方式と目的	23
4.1.2.3.	ガス、においの単位と各種数値	23
4.1.2.4.	検知閾値、認知閾値	24
●	物質の検出とその意義・目的	24
4.1.2.5.	VOCの指針、環境省の指針値	25
●	臭気強度と濃度の関係	25
4.1.2.6.	現状のにおい分析手段 (B2B)	26
4.1.2.7.	におい嗅覚 関連団体/業界団体	26
4.2.	においセンサの特徴と課題	28
4.2.1.	においセンサの技術概要	28
4.2.1.1.	においセンサの構成	28
4.2.1.2.	人間の嗅覚の仕組みとデバイスによる模倣	28
4.2.1.3.	においセンサのキーテクノロジーと構成	30
●	においセンサの開発内容	30
4.2.1.4.	ガス、においセンサのトランスデューサ技術分類	31
4.2.2.	それぞれのトランスデューサの原理概論	32
4.3.	においセンサの研究開発動向	41
4.3.1.	におい検知のための新たなセンシング技術の研究動向	41
4.3.1.1.	研究で多用される e-nose の例	41
●	Electronic Noses that are Used in Academic Studies	41
4.3.2.	国内外に於ける研究開発機関・企業の取り組み	46
4.3.2.1.	国内研究開発動向 (大学・研究機関)	46
●	国内研究機関・大学のにおいセンサ開発・実用化動向	46
●	物質・材料研究機構 MSS (Membrane-type Surface stress Sensor, MSS)	47
●	豊橋技術科学大学 / アロマビット	48
4.3.2.2.	国内研究開発・実用化動向 (企業)	50
●	国内各社のにおいセンサ開発・実用化動向	50
●	太陽誘電	50
●	I-PEX 株式会社 (旧社名 第一精工株式会社) / 凸版印刷	51
●	REVORN	52
●	東芝 0.2ppbv のカビ臭を検出	53
4.3.3.	海外研究開発動向 (大学・研究機関)	54
●	海外研究機関	54
●	海外研究機関・大学のにおいセンサ研究開発動向 (表)	54
4.3.4.	海外研究開発・実用化動向 (企業)	55
●	Nanoscent / Sumitomo chemical	56
●	Aryballe	57
●	Nose (former STRATUSCENT)	58
●	KONIKU	59
●	C2Sense	60
●	Foodsniffer	61
4.3.5.	においセンサ用 AI 開発の動向	61
4.3.5.1.	AI 開発の研究開発・実用化動向 (大学・研究機関、企業)	61
●	においセンサ AI 関連研究機関・大学 (表)	61
●	日立、東京大学	62

●	リザーブ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	63
●	大阪大学 産業科学研究科 (鷲尾隆)	64
●	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	66
●	NEC	67
●	Google	69
●	Intel Neuromorphic Chip	74
●	IBM	76
●	ヘッドウォータース	77
●	におい分析経験のある AI ベンダリスト	79
5.	においによる身体状態計測	80
5.1.	においによる身体状態計測 研究開発動向	80
5.1.1.	皮膚ガス検知概論	80
●	皮膚ガスの放散経路	81
●	皮膚ガス関連アプリケーション	81
5.1.2.	呼気分析 概論	82
5.1.2.1.	重要なバイオマーカーと疾患	82
5.1.2.2.	呼気による肺がん検知の精度	84
●	GC-MS (gas chromatography-mass spectrometry)	84
●	Colorimetric Sensors (比色センサ)	87
●	GC-MS と e-nose の組合せ	87
5.1.2.3.	VOC の数と精度、及びセンサの種類と精度との相関関係	87
5.1.3.	呼気に関する研究開発動向 (大学・研究機関)	89
5.1.3.1.	欧州の研究開発動向例	89
5.1.3.2.	呼気センサの研究開発動向実例	90
●	Owlstone Medical	90
●	the eNose Company	91
●	Technion (LNBD)	92
●	SniffPhone	94
5.1.4.	呼気による疾患検知動向 (研究事例)	94
5.1.4.1.	呼気による疾患検知研究レビュー	94
●	Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis	94
5.1.4.2.	呼気による糖尿病の検知	99
5.1.4.3.	e-nose による活動性結核の診断の検出	100
●	Prospects for Clinical Application of Electronic-Nose Technology to Early Detection of Mycobacterium tuberculosis in Culture and Sputum	100
5.1.4.4.	がん	103
●	The smell of lung disease: a review of the current status of electronic nose technology	103
5.1.4.5.	膵管膵臓と慢性膵炎	121
●	Pancreatic ductal adenocarcinoma and chronic pancreatitis may be diagnosed by exhaled-breath profiles: a multicenter pilot study	121
5.1.4.6.	胃がんの検出	122
●	Pilot Study: Detection of Gastric Cancer From Exhaled Air Analyzed With an Electronic Nose in Chinese Patients	122
5.1.4.7.	腺腫と大腸がんの検出	122
●	Volatile organic compounds in breath can serve as a non-invasive diagnostic biomarker for the detection of advanced adenomas and colorectal cancer	122
5.2.	高感度・高選択性 VOC 病気検知技術	123
5.2.1.	ナノ材料ベースの身体状態計測	123
●	Synergy between nanomaterials and volatile organic compounds for non-invasive medical evaluation	123
●	Electronic Noses: From Advanced Materials to Sensors Aided with Data Processing	127
5.2.2.	生体受容体を用いた高感度 e-nose	130
●	Highly sensitive VOC detectors using insect olfactory receptors reconstituted into lipid bilayers	130
5.2.3.	光学 e-nose の開発例	135
●	Low Cost Optical Electronic Nose for Biomedical Applications	135
5.2.4.	光周波数コム応用の呼気分析例 (参考)	137
●	Cavity-enhanced optical frequency combspectroscopy: application to human breath analysis	137
●	Optical techniques for breath analysis: from single to multispecies detection	140
5.3.	においによる身体状態計測 製品動向	142
5.3.1.	ガスセンサアレイによる口臭・体臭センサ 研究・実用化例	142
●	Konica Minolta	143

●	Kunkun dental.....	143
●	I-PEX 株式会社 (旧社名 第一精工株式会社) /凸版印刷.....	144
5.3.2.	Femtech 応用の例.....	145
5.3.3.	ウェアラブル呼吸分析研究.....	147
●	Wearable breath analysis.....	147
6.	ストレス要因となるにおいの検知.....	149
6.1.	ストレス要因となるにおいの検知 概論.....	149
6.2.	ストレス要因となるにおいの検知 研究例.....	150
6.2.1.	生活空間の二オモニタリング.....	150
●	生活空間の二オモニタリング.....	150
6.2.2.	工場内外の臭気モニタリング.....	151
●	共生エアテクノ.....	151
●	Sensigent.....	151
7.	ストレス評価方法の概要.....	153
7.1.	ストレスの非侵襲的な評価方法の種類.....	153
7.1.1.	ストレスの非侵襲的な評価方法の形態.....	154
7.2.	生理指標.....	155
●	精神疲労を評価する指標の探索.....	155
7.3.	ストレスと疲労のバイオマーカ.....	156
●	ストレスと疲労のバイオマーカ.....	156
7.4.	生体信号によるストレス検知・・・研究・試行・プロダクト.....	157
7.4.1.	心拍ゆらぎによるストレス計測.....	158
7.4.1.1.	HRV 関連用語定義.....	158
7.4.1.2.	心拍ゆらぎ(HRV).....	159
●	心拍ゆらぎによる精神的ストレス評価法に関する研究 - パターン認識による評価法の考察.....	159
●	ヘルスマニタリングのための心拍変動解析.....	160
7.4.2.	指尖容積脈波.....	160
●	株式会社疲労科学研究所.....	161
7.4.3.	EDA.....	162
●	皮膚電気活動の情報を取得するシステムの設計／開発／評価.....	162
7.4.4.	各種のウェアラブル機器によるストレス検出 (ECG,PPG).....	163
8.	においによる精神的ストレス計測.....	165
8.1.	においによる精神的ストレス状態の計測 概要.....	165
8.1.1.	皮膚ガスにおけるストレスバイオマーカと検出.....	165
●	Identification of Suitable Biomarkers for Stress and Emotion Detection for Future Personal Affective Wearable Sensors.....	165
●	ヒト皮膚から放散する微量生体ガスと臨床環境.....	167
●	皮膚ガス関連アプリケーション.....	168
●	パッシブインジケータを用いたヒト皮膚から放散する微量ガスの測定.....	169
●	大阪大学・パナソニック.....	170
●	太陽誘電 超高感度においセンサ.....	171
●	資生堂 ストレスで皮膚から特徴的な二オイが発生することを発見 (プレス 2018-10).....	172
8.1.2.	呼吸ガスにおけるストレスバイオマーカ.....	172
●	新しい酸化ストレスのバイオマーカ：呼吸一酸化炭素濃度.....	172
●	富士通研究所 (CuBr).....	173
8.2.	においによる精神的ストレス状態の計測 製品動向.....	174
8.2.1.	皮膚ガス 計測機器.....	174
8.2.2.	呼吸によるストレス検知機器研究.....	176
●	Real Time Mental Stress Detection Through Breath Analysis.....	176
●	Continuous Monitoring of Psychosocial Stress by Non-Invasive Volatilomics - LNBD (technion.ac.il).....	181
●	Nanosheet-type tin oxide gas sensor array for mental stress monitoring.....	182
9.	香りによるストレスの緩和.....	186
9.1.	ストレス解消のための商品例概要.....	186
9.2.	香りによるストレスの緩和手法 研究開発動向.....	186
9.2.1.	人間の心と身体に与える香りの効果.....	186
●	人間の心と身体に与える香りの効果.....	186
9.2.2.	アロマと嗅覚、そしてストレス.....	187

9.2.3.	トドマツ Max の香り成分がストレス緩和と血管機能改善に及ぼす影響	188
●	Effects of Fragrance Components of Abies holophylla Max. on Stress Relief and Improvement of Vascular Function	188
9.2.4.	エッセンシャルオイルの中枢神経系への影響：メンタルヘルスを中心に	189
●	Effects of essential oils on central nervous system: Focus on mental health	189
9.2.5.	においと脳のストレス反応	190
9.3.	香りによるストレスの緩和手法 製品動向	192
9.3.1.1.	AROMATHERAPY ASSOCIATES	192
9.3.1.2.	doTERRA International, LLC	193
9.3.1.3.	Edens Garden	193
9.3.1.4.	NOW Health Group Inc.	194
9.3.1.5.	Puzhen Life Co., Ltd.	195
9.3.1.6.	Organic Aromas	195
9.4.	アロマセラピー向けディフューザ装置	196
10.	におい・ガスセンサのヘルスケア応用市場の規模	197
10.1.	市場拡大の可能性 概要	197
10.2.	身体的・精神的ストレスケア：呼吸・皮膚ガスセンサ 市場規模	199
10.3.	ストレス要因となるにおいの検知：空気質検知センサ	200
10.4.	ストレス緩和のための香りによるストレスケア	201
11.	本書の内容に関係のあるふじわらロスタイルドリミテッドのレポート	205

図表

FIG. 1	におい・かおりによるヘルスケア応用 目的	14
FIG. 2	各種ヘルスケア機器のタイプ別の例	15
FIG. 3	ヘルスケアセンサのアプリケーション	16
FIG. 4	各種デバイスの利用目的	17
FIG. 5	ストレス状態の兆候	19
FIG. 6	ストレス反応概要	19
FIG. 7	ガス・におい検知開発動向	22
FIG. 8	ガス検知・におい検知 方式と目的	23
FIG. 9	臭気濃度、臭気指数	23
FIG. 10	においを表わす単位	24
FIG. 11	B2Bにおけるガス・においの分析	26
FIG. 12	人間の嗅覚の仕組みとデバイスによる模倣	28
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)	29
FIG. 14	デバイスによる模倣 (マルチセンサアレイ)	29
FIG. 15	においセンサのテクノロジー	30
FIG. 16	においセンサ参入企業の役割分担	30
FIG. 17	ガス・においセンサのトランスデューサ技術分類	31
FIG. 18	金属酸化物半導体	33
FIG. 19	検出原理 QCM, SAW	35
FIG. 20	SPR センサ	36
FIG. 21	Bio-Inspired Strategies: A Review	40
FIG. 22	MSS (Membrane-type Surface stress Sensor)	47
FIG. 23	NanoWorld/東陽テクニカ	48
FIG. 24	アロマビット QCM 型と CMOS 型	48
FIG. 25	株式会社アロマビット 小型ニオイセンサ 5C-SSM	49
FIG. 26	Aroma Coder V2	50
FIG. 27	太陽秀電 においセンサ	51
FIG. 28	nose@MEMS	52
FIG. 29	noseStick	52
FIG. 30	CEA-Leti (France, 電子情報技術研究所)	54
FIG. 31	Nanoscent	57
FIG. 32	Aryballe Si-Ph Olfactory sensor-1	57
FIG. 33	Aryballe Si-Ph Olfactory sensor-1	58
FIG. 34	BRAIN CELL COMPUTER CHIP COULD CONTROL DRONES	60
FIG. 35	C2sense	60

FIG. 36	Foodsniffer	61
FIG. 37	生物由来の人工細胞とAIを組み合わせた人工嗅覚	62
FIG. 38	Continuous prediction in chemoresistive gas sensors using reservoir computing	64
FIG. 39	MSS/大阪大学のAI研究	66
FIG. 40	ガス流量制御無し伝達関数法に基づくフリーハンドのガス識別	67
FIG. 41	NEC においの電子化～ 分析技術	68
FIG. 42	最先端嗅覚IoTセンサに基づくにおいデータマイニング	68
FIG. 43	NEC 異種混合学習技術	69
FIG. 44	Using Deep Learning to Predict the Olfactory Properties of Molecules	71
FIG. 45	Machine learning (Google)	74
FIG. 46	Headwaters	78
FIG. 47	VOCの数と肺がん検知の性能との関係	88
FIG. 48	欧州における疾病検出においセンサの研究団体	89
FIG. 49	The schematic overview	91
FIG. 50	Owlstone Technology	91
FIG. 51	The eNose Company	92
FIG. 52	Technion	93
FIG. 53	Sniffphone	94
FIG. 54	Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis-1	95
FIG. 55	Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis-2	96
FIG. 56	Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis-3	96
FIG. 57	Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis-4	97
FIG. 58	Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis-5	97
FIG. 59	Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis-6	98
FIG. 60	Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis-7	98
FIG. 61	結核菌の早期検出を目的とした e-nose 技術 1	102
FIG. 62	結核菌の早期検出を目的とした e-nose 技術	102
FIG. 63	Characteristics of available e-noses	105
FIG. 64	Aeonose (The e-nose Company)	123
FIG. 65	Nanomaerial-based sensors for VOC detection	124
FIG. 66	固体シリコンナノワイヤベースセンサ	126
FIG. 67	Medical Care	129
FIG. 68	脂質二重膜に再構成された昆虫嗅覚受容体を用いた高感度 VOC 検出器-1	133
FIG. 69	脂質二重膜に再構成された昆虫嗅覚受容体を用いた高感度 VOC 検出器-2	133
FIG. 70	Low Cost Optical Electronic Nose for Biomedical Applications	136
FIG. 71	Cavity-enhanced optical frequency combspectroscopy-1	138
FIG. 72	Cavity-enhanced optical frequency combspectroscopy-2	138
FIG. 73	Cavity-enhanced optical frequency combspectroscopy-3	139
FIG. 74	Optical techniques for breath analysis: from single to multispecies detection-1	141
FIG. 75	Optical techniques for breath analysis: from single to multispecies detection-2	142
FIG. 76	Kunkun dental	143
FIG. 77	nose@MEMS	144
FIG. 78	noseStick	145
FIG. 79	Ainos 嗅覚センサ関連プロダクト	146
FIG. 80	Ainos MEMS 嗅覚センサ	146
FIG. 81	Wearable breath analysis	148
FIG. 82	ストレス要因となるにおい	149
FIG. 83	生活空間のモニタリング (産総研)	150
FIG. 84	工場内外の臭気モニタリング	151
FIG. 85	Sensigent	152
FIG. 86	Sensigent データ分析	152
FIG. 87	各種ストレス計測機器タイプとその位置づけ	153
FIG. 88	ストレスの非侵襲的な評価方法の種類	154
FIG. 89	ストレスの非侵襲的な評価方法の形態	154
FIG. 90	精神疲労を評価する指標	155
FIG. 91	生体のストレス反応	157
FIG. 92	HRVによるストレス評価方法	159
FIG. 93	HRV解析:ヘルスマニタリングのための心拍解析	160
FIG. 94	加速度脈波とストレス評価	161
FIG. 95	疲労ストレス測定システム	161

FIG. 96 EDA システムの設計.....	162
FIG. 97 汗の VOC ストレスマーカに関する研究.....	166
FIG. 98 皮膚ガスの放散経路.....	167
FIG. 99 生体ガスからのストレス物質の検出 1.....	170
FIG. 100 生体ガスからのストレス物質の検出 2.....	171
FIG. 101 超高感度においセンサによる皮膚ガス検知の可能性.....	171
FIG. 102 酸化ストレスの呼気におけるバイオマーカ.....	173
FIG. 103 富士通 呼気ストレスセンサ.....	174
FIG. 104 NTT ドコモ ウェアラブル皮膚アセトン測定装置 計測原理.....	176
FIG. 105 Real Time Mental Stress Detection Through Breath Analysis.....	179
FIG. 106 Nanosheet-type tin oxide gas sensor array for mental stress monitoring.....	182
FIG. 107 CNV 測定による香りの効果の確認.....	187
FIG. 108 Effects of Fragrance Components of Abies holophylla Max. on Stress Relief and Improvement of Vascular Function.....	189
FIG. 109 神経系に対する EO の影響.....	190
FIG. 110 AROMATHERAPY ASSOCIATES LONDON.....	192
FIG. 111 doTERRA International, LLC.....	193
FIG. 112 Edens Garden.....	193
FIG. 113 NOW Foods.....	194
FIG. 114 Puzhen Life Co., Ltd.....	195
FIG. 115 Organic Aromas.....	195
FIG. 116 アロマディフューザの種類.....	196
FIG. 117 マルチアレイにおいセンサのアプリケーション全体像とヘルスケア応用.....	197
FIG. 118 呼気ガスによる身体的・精神的ストレス検出.....	198
FIG. 119 皮膚ガスによる身体的・精神的ストレス検出.....	198
FIG. 120 呼気ガス・皮膚ガス検知 世界市場.....	199
FIG. 121 ストレス要因空気質の検知デバイス 世界市場規模.....	201
FIG. 122 アロマセラピー市場規模.....	202
FIG. 123 AEAJ 調べ 2021 年アロマ市場.....	202
Table 1 生体ガス成分と検出濃度・検出意義.....	24
Table 2 におい成分の種類と認知閾値.....	25
Table 3 臭気強度と濃度の関係.....	25
Table 4 におい・嗅覚 業界団体.....	27
Table 5 におい・嗅覚 関連学会.....	27
Table 6 代表的なセンサアレイ向けトランスデューサの特徴と課題.....	31
Table 7 Sensor types and their properties.....	32
Table 8 Most known electronic noses.....	41
Table 9 国内研究機関の嗅覚研究の状況-1.....	46
Table 10 国内研究機関の嗅覚研究の状況-2.....	46
Table 11 国内各社のにおいセンサ開発・実用化動向.....	50
Table 12 海外研究機関の嗅覚研究の状況.....	54
Table 13 海外研究機関の嗅覚研究の状況-2.....	55
Table 14 海外各社のにおい・ガスセンサ開発・実用化状況-1.....	55
Table 15 海外各社のにおい・ガスセンサ開発・実用化状況-2.....	56
Table 16 嗅覚センサ AI 主な研究開発と実用化状況.....	61
Table 17 におい分析経験のある AI ベンダリスト.....	79
Table 18 主な皮膚ガスの生成機構と放散経路 (推定を含む).....	80
Table 19 Studies Reporting Breath Test Performance for LC Detection (GC-MS).....	84
Table 20 Studies Reporting Breath Test Performance for LC Detection (e-nose & Colorimetric Sensors).....	86
Table 21 Studies Reporting Breath Test Performance for LC Detection (combining of GC-MS and e-nose).....	87
Table 22 Breath Test Performance for LC Detection between GC-MS and e-nose (including Colorimetric sensors).....	88
Table 23 呼気センサ 研究・実用化の状況例.....	90
Table 24 Summary of studies that report a positive correlation between breath acetone and blood glucose concentration.....	99
Table 25 Summary of studies that report a negative correlation between breath acetone and blood glucose concentration.....	99
Table 26 Characteristics of available e-noses.....	105
Table 27 肺疾患における e-nose 技術 喘息-1.....	106

Table 28	肺疾患における e-nose 技術	喘息-2	107
Table 29	肺疾患における e-nose 技術	慢性閉塞性肺疾患-1	108
Table 30	肺疾患における e-nose 技術	慢性閉塞性肺疾患-2	109
Table 31	肺疾患における e-nose 技術	嚢胞性線維症	109
Table 32	肺疾患における e-nose 技術	間質性肺疾患(ILD)	110
Table 33	肺疾患における e-nose 技術	肺がん	111
Table 34	肺疾患における e-nose 技術	肺癌-(非)小細胞肺癌	112
Table 35	肺疾患における e-nose 技術	肺がん-悪性胸膜中皮腫	113
Table 36	肺疾患における e-nose 技術	肺感染症-人工呼吸器関連肺炎	113
Table 37	肺疾患における e-nose 技術	肺感染症-結核	114
Table 38	肺疾患における e-nose 技術	肺感染症-アスペルギルス症	114
Table 39	肺感染症-コロナウイルス感染症		114
Table 40	肺疾患における e-nose 技術	閉塞性睡眠時無呼吸症候群(OSA)	115
Table 41	肺疾患における e-nose 技術	その他	115
Table 42	Main applications of e-nose in disease diagnosis. N/A = not mentioned.		129
Table 43	国内の口臭・体臭ガスセンサ 研究・実用化の状況例		142
Table 44	代表的なストレス評価法		157
Table 45	主心拍を利用するストレス計測機能付きのウェアラブル・ポータブル機器		164
Table 46	皮膚ガス計測機器開発/販売事例		175
Table 47	Stress sensitive data (retention and drift time) with possible VOC identification		180

用語集

analyte 識別および測定されるターゲット分子

aptamer 明確に定義された 3D 構造に折りたたまれ、標的分子と高い親和性および特異性で相互作用する小さな一本鎖オリゴヌクレオチド

antibody 抗原の存在に応答して免疫系によって産生される保護タンパク質（一般に高分子量）

antigen 免疫応答を誘発する外来タンパク質（単独で、またはより大きなタンパク質分子と結合した後）、免疫応答の産物（抗体や T 細胞など）と結合することができます

biomarker 血液、体液、または組織に見られる生体分子で、異常なプロセス、状態、または病気を示す可能性があります

carbon nanotube, CNT 約 100nm および 1~2nm のシート厚のシリンドラーに巻かれた炭素の六角形格子。CNT は、単一の炭素外壁または複数の壁（他の炭素シリンドラー内のシリンドラー）で製造できます。CNT は、並外れた電気伝導率、高い引張強度、高い熱伝導率を備えています。

nanoparticle, NP;metal, Au;magnetic NP の物理的および化学的特性は粒子径および形状に依存し、親金属とは異なる場合がある（例えば、磁性 NP は従来の常磁性体よりも高い磁化率をもたらす超常磁性特性を示す）；機能化された NP は、細胞や組織のイメージング、標的分子のラベリング、薬物送達など、生物医学的用途で多くの用途がある

colorimetric detection (PoC, benchtop, labeled): 分光法または視覚的標準セレクトアによる、標的分子複合体の色に基づく生体分子（単一のタンパク質結合複合体）検出の技術。

electrochemical impedance spectroscopy (EIS) (laboratory, labeled, label-free) 表面での変化と相互作用を追跡するための高感度分光技術、インピーダンス測定バイオセンシング技術。

electrochemical (EC) detection (benchtop, laboratory, labeled, label-free) 電気化学的変換による標的分析物の検知; EC バイオセンサは、EC 伝達要素と直接空間的に接触する生物学的認識要素（生化学的受容体）を使用して、特定の定量的または半定量的分析情報を提供できる。生

electro-immunochemical (EIC) (benchtop laboratory, labeled, label-free) 定量的検出のための EC シグナル伝達と組み合わせたイムノアッセイ検出技術。EC 検出技術のサブグループ。

ELISA (benchtop, labeled) タンパク質、ペプチド、抗体、およびホルモンの検出および定量化のための抗原-抗体-酵素に基づく酵素結合免疫吸着測定法。

1. 背景と意義

においの検出・伝送と再現を実現するデジタル嗅覚テクノロジーは、将来に向け、非常に大きなポテンシャルをもつ、一連の嗅覚ビジネスを創り上げる可能性の高い領域である。その応用の一つとして、**Well-being** の一つの側面である、精神や身体の幸福のためのヘルスケア分野が多く研究・商品化されている。

Well-being とは、病気や心身の不調からの「自由」を実現し、かつ自らの「生きる力」を引き上げていくことであり、いきいきと自分らしく生きるための重要な条件である。**Well-being** のためのヘルスケアは病気や心身の不調の両方に着目する必要がある。ヘルスケアは、精神的な状態と身体的な状態の両面に対応する必要がある。精神的な状態を示すところの健康には、身体状況、社会経済状況、住居や職場の環境、対人関係など、多くの要因が影響し、なかでも、身体の状態とところは相互に強く関係している。

ストレスの原因は大きく分けて「急性」と「持続性（慢性）」の2種類に分かれる。急性のストレス原因としてあげられるのが失恋や失職など、予期せず突発的に起こる出来事であり、逆に持続性のストレス原因は仕事の不満や上司との不和、病気など継続して頭を悩ませることになる出来事である。そもそもストレスとは、外部から刺激を受けたときに生じる緊張状態のことである。外部からの刺激には、天候や騒音などの環境的要因、病気や睡眠不足などの身体的要因、不安や悩みなど心理的要因、そして人間関係がうまくいかない、仕事が忙しいなどの社会的要因がある。つまり、日常の中で起こる様々な変化＝刺激が、ストレスの原因になる。

上述したように、ストレスと身体の健康状態は相互に関連するものであり、ヘルスケアをその両面でもその不調の兆候を掴むことが必要であり、そのための様々なセンサが開発されている。家庭やオフィスで簡易に計測することが可能な手法は、オフィスに於いては様々なバイアスがかかりやすいアンケート形式によるストレス調査を補完或いは代替する可能性があり、家庭に於いては日常的なストレス予兆検知として利用可能なデバイスとして上市され始めている。

においを利用する身体的・精神的ヘルスケアには、主に呼気と皮膚ガスの利用が考えられており、一部実用化も進んでいる。呼気には多様なバイオマーカが発見されており、がんをはじめとする疾病の発見や精神的ストレス状態の発見などが可能となる。皮膚ガスも同様であり、この場合には更に継続的な変化の情報を取得できるメリットもある。

本書では、におい・香りを利用する **Well-being** を中心とするヘルスケアの全体像をまとめている。におい・香りの利用により、ストレスの検知だけではなく、ストレスの緩和が含まれるメリットがある。

においは他の感覚による刺激とは異なり、強烈な情動や連想を即座に引き出し、その情動がもたらす生理的・行動的な反応を活性化する。においに対する感情反応は、高次の認知プロセスを介さずに瞬時に起こることである。香りはアロマセラピーにおけるリラクゼーション効果、集中力や認知機能の改善など、ストレス緩和効果が期待できる。

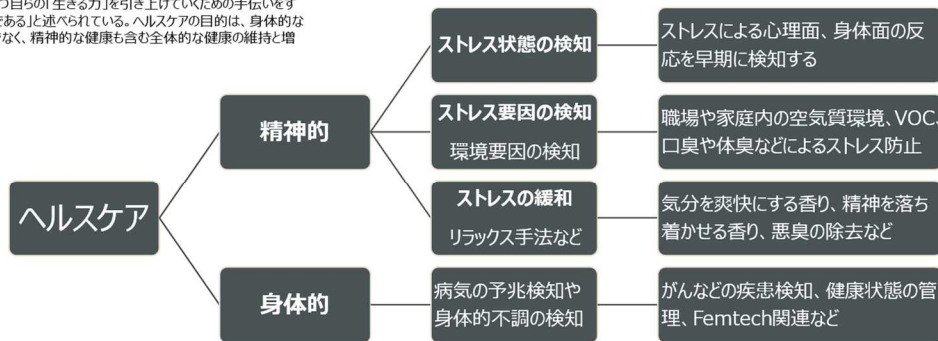
2. Executive Summary

においの検出・伝送と再現を実現するデジタル嗅覚テクノロジーは、将来に向け、非常に大きなポテンシャルをもつ、一連の嗅覚ビジネスを創り上げる可能性の高い領域である。その応用の一つとして、Well-being の一つの側面である、精神や身体の幸福のためのヘルスケア分野が多く研究・商品化されている。

におい・かおりによるヘルスケア応用の目的を FIG.1 に整理する。上述したように、ヘルスケアは精神的、身体的なものに大分類できる。精神的なヘルスケアでは、ストレス状態の検知、ストレス要因の検知、ストレスの緩和（リラクゼーション等）などの目的に用途が分類される。身体的なヘルスケア応用では、疾病検知、健康状態の管理、Femtech 関連などに対応する目的がある。間接的なストレスへの対処として、例えば VOC の検知、職場環境の空気質の管理、口臭や体臭の管理などが、ストレス要因となるにおいの検知機能としてにおいセンサの役割として重要である。

におい・かおりによるヘルスケア応用 目的

公益財団法人日本ヘルスケア協会（JAHF）によると、ヘルスケアは「人々がよく生きること(well-being)をめざし、個人的にも社会的にも、より少ない負担で、病気や心身の不調からの「自由」を実現し、かつ自らの「生きる力」を引き上げていくための手伝いをする諸活動である」と述べられている。ヘルスケアの目的は、身体的な健康だけでなく、精神的な健康も含む全体的な健康の維持と増進である。



FUJIWARA-ROTHCHILD, LTD.

FIG.1 におい・かおりによるヘルスケア応用 目的

本レポートでは、非侵襲におい・ガスセンサによる、身体的ストレス状態（疾病検知、予兆検知など）、精神的ストレス状態（精神的ストレスによる精神面・身体面の反応検知）、ストレス要因のにおい検知（室内の空気質、悪臭検知）や香りによるストレスの緩和（リラクゼーション）への応用のための研究や製品動向を調査している。

非侵襲におい・ガスセンサによる、身体的ストレス状態（疾病検知、予兆検知など）、精神的ストレス状態（精神的ストレスによる精神面・身体面の反応検知）の市場規模は、2024 年では 60 億円と未成熟だが、2034 年では 410 億円の規模に達するとみられる。

また、ストレス要因となるにおいの検知機能は、2034 年には 5840 億円、香りによるストレスの緩和（リラクゼーション）市場規模は、2034 年には、2 兆円超の規模となる事が想定される。



におい検知・香りによるヘルスケア・メンタルケア応用動向

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

2024年6月発行

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