慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	モバイル型嗅覚ディスプレイの開発と微小時間香り提示に対する人間の嗅覚特性の測定
Sub Title	Development of mobile display and measurement for olfactory characteristics to decent presentation in a short time
Author	岡田, 謙一(Okada, Kenichi) 重野, 寛(Shigeno, Hiroshi)
Publisher	
Publication year	2014
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2013.)
JaLC DOI	
Abstract	微小時間の香り提示手法であるパルス射出における感覚強度を調査することで、効果的に香りを提示する手法を構築する。そして、実際に人間の嗅覚能力を測定し、従来の主観的評価による嗅覚特性とは異なる精密な嗅覚特性を明らかにする。さらに、どこでも容易に嗅覚能力測定を行うために持ち運びが可能な嗅覚ディスプレイを開発し、これを利用することにより、健康診断を目的とした実用的な嗅覚能力測定プログラムを構築する。 We research perceived intensity in pulse ejection which is a scent presentation technique in a very short time and construct an effective scent presentation method. And, we measure human olfactory ability and reveal more precise olfactory characteristics different from existing method by subjective evaluation. Moreover, we develop the wearable olfactory display to perform olfactory measurement easily anywhere. We construct practicable olfactory measurement program for health checkup by using the device.
Notes	研究種目 : 基盤研究(B) 研究期間 : 2011 ~ 2013 課題番号 : 23300049 研究分野 : 総合領域 科研費の分科・細目 : メディア情報学・データベース
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_23300049seika

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成　２６　年　　４　月　　３　日現在

機関番号：３２６１２
研究種目：基盤研究(B)
研究期間：2011～2013
課題番号：２３３０００４９

研究課題名（和文）モバイル型嗅覚ディスプレイの開発と微小時間香り提示に対する人間の嗅覚特性の測定

研究課題名（英文）Development of mobile display and measurement for olfactory characteristics to decent presentation in a short time

研究代表者
岡田　謙一（Okada, Kenichi）

慶應義塾大学・理工学部・教授

研究者番号：８０１１８９２６

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　15,500,000円、（間接経費）　　4,650,000円

研究成果の概要（和文）：微小時間の香り提示手法であるパルス射出における感覚強度を調査することで、効果的に香りを提示する手法を構築する。そして、実際に人間の嗅覚能力を測定し、従来の主観的評価による嗅覚特性とは異なる精密な嗅覚特性を明らかにする。さらに、どこでも容易に嗅覚能力測定を行うために持ち運びが可能な嗅覚ディスプレイを開発し、これを利用することにより、健康診断を目的とした実用的な嗅覚能力測定プログラムを構築する。

研究成果の概要（英文）：We research perceived intensity in pulse ejection which is a scent presentation technique in a very short time and construct an effective scent presentation method. And, we measure human olfactory ability and reveal more precise olfactory characteristics different from existing method by subjective evaluation. Moreover, we develop the wearable olfactory display to perform olfactory measurement easily anywhere. We construct practicable olfactory measurement program for health checkup by using the device.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：メディア情報学・データベース

キーワード：ヒューマンインタフェイス　嗅覚ディスプレイ

１．研究開始当初の背景

(1) 現在、医療分野において視覚・聴覚などの検査は行われているが、嗅覚の検査は一般化していない。この原因の一つとして、精密な検査を可能とする嗅覚ディスプレイが存在しなかったことが挙げられる。従来の嗅覚検査では、袋に閉じ込めたにおいや、香料を染み込ませた紙などのにおいを嗅ぎ、その強度を主観で評価するなどといったように、精密さに欠ける方法をとっていた。現存する嗅覚ディスプレイは単に香りを感じさせることを目的としており、必要以上の香りを提示していた。そのため、精密な射出制御が不可能であり、医学的な検査に用いるには不向きであったと言える。そのため、検査に使用することのできる精密な香り制御が行える嗅覚ディスプレイが必要であった。

(2) 我々は総務省 SCOPE プロジェクトで100㎳ec の微小時間で香りをパルス状に離散提示するパルス射出手法を構築し、これに対する人間の様々な嗅覚特性を測定することで嗅覚モデルを作成した。これを基に香りを制御することにより、映像に合わせて順応せずに香りを長時間感じていられる香り提示や、2 種類の香りを同時に感知させる射出方法を確立した。さらにその後、我々が新しく開発した嗅覚ディスプレイでは、香りの最小射出時間がこれまでの 100㎳ec から、世界最高の射出制御能力を大幅に更新する 667μsec に短縮することができた。そこで、嗅覚特性調査のさらなる発展として、より短いパルス射出に対する精密な嗅覚特性を測定するという着想に至った。

(3) 慶應義塾大学医学部耳鼻咽喉科の専任講師らと共に、老人診療や地方でのフィールドワークにこの嗅覚ディスプレイを用いる構想が進められた。ディスカッションを通して、我々の研究成果をもとに、従来では実行が非常に困難であった嗅覚能力測定法を構築し、医学の未来に貢献するという着想に至った。

２．研究の目的

(1) 同一射出量の香りの提示手法における感覚強度差を調査する。香り提示に効果的な提示時間、提示回数、提示のタイミングを調べ、最小の射出量で効果的に香りを提示する手法を構築する。さらに、一呼吸内において、射出のタイミングをずらして香りを提示し、それに対する人間の検知能力を測定することで、一呼吸内での検知閾値の時間特性を調査する。検知閾値の特性曲線を描くことで、一呼吸内での最も有効な香り提示のタイミングを把握する。

(2) より精密なパルス射出に対する人間の嗅覚特性の調査を医学部の協力のもと、様々な被験者に対して行っていく。そして、従来の主観的評価による測定とは異なる精密な測定により、人間の精密な嗅覚特性を明らかにする。その特性をもとに、実用化のために円滑に測定を行うことが可能な健康診断のための嗅覚能力測定プログラムを構築する。

(3)老人診療や地方でのフィールドワークを行うために、持ち運びが容易に可能な嗅覚ディスプレイを開発する。

３．研究の方法

(1)同一射出量における感覚強度差

1 回に提示する香料の総量が等しい条件で、香料の射出方法の違いにより感覚強度が変化するか測定を行った。まず、香料の積分量は同一に保ち、高さ（射出レベル）・射出幅を 2 倍系列で変化させた。射出方法には図 1 に示すような 4 種類を用いた。

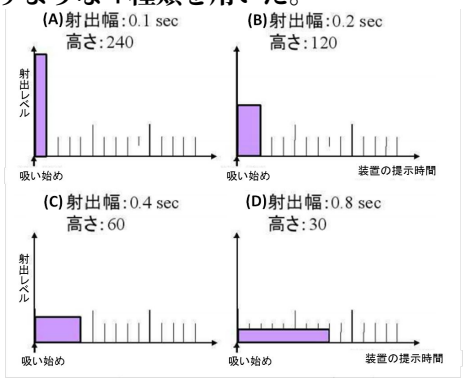

図１　同一射出量の 4 つの射出方法

使用した香料はキシダ化学㈱の天然香料のラベンダーとレモンの 2 種類である。予備実験において、被験者 14 名（21～24 歳の学生、うち男性 13 名、女性 1 名）に対して検知閾値の測定を行った。本実験には、被験者全員が検知可能であった閾値以上の香りの強さを使用するものとした。4 つの射出方法によってラベンダーとレモンを提示した時の、それぞれの射出方法による感覚強度差を測定した。人間の嗅覚には順応現象が存在するため、本研究では感覚測定の測定法である一対比較方法を用いて、４つの射出方法に対する香りの強さの感じ方の評価を試みた。

以下に実験方法を示す。この実験では、被験者は 2 呼吸の間で二つの香りを嗅いで、二つの香りの強さを一対比較した。これを一試行とする。ひとつの香料に対して 4 つの香りの提示方法の組み合わせで、香りの強さをそれぞれ 1 回ずつ被験者に比較させた。実験はランダムに行い、射出方法の組み合わせは被験者に知らせなかった。判定方法は表 1 のように 5 点法を用いた。

表１　香りの強さの判定

判定値	判定尺度
2	先の香りが後の香りよりかなり強い
1	先の香りが後の香りより少し強い
0	先の香りが後の香りと同じ強さ

-1	先の香りが後の香りより少し弱い
-2	先の香りが後の香りよりかなり弱い

(2)一呼吸内の嗅覚の時間特性

吸気中においてパルス射出を提示する最も有効なタイミングを把握するために、射出のタイミングをずらして実験を行った。被験者 21 名に対し、図 2 に示す、息の吸い始めからの 6 つの射出タイミングにおいてパルス射出を提示し、香りを感知できる最小射出量である検知閾値を、各タイミングにおいて測定した。実験には、キシダ化学㈱の天然香料のラベンダーを用いた。

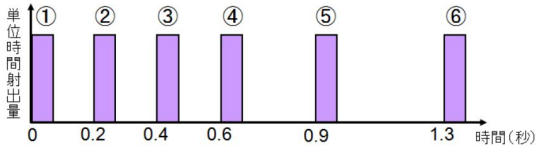

図 2　6 つの射出タイミング

測定方法は二点比較法を用いた。実験者は被験者の息の吸い始めに合わせて香りの提示を行った。これを 2 回繰り返し、一方は付臭、他方は無臭とした。この 2 回の提示順番はランダムに設定した。被験者には 2 回の香り提示が終わるたびに、香りがついていたのは何回目であるか答えさせ、正解すれば検知できると判断した。この一連の射出を、強さを変えて繰り返した。実験は下降法を用いて行った。射出タイミングはランダムに設定し、すべての射出タイミングにおいて検知不可能になった時点で測定を終了とし、検知可能であった最小の強さをそれぞれの検知閾値として記録した。

(3)検知閾値の測定実験

既存の嗅覚検査では、測定に時間がかかるという問題が生じている。本実験ではこの問題を解決するために、値の変動方法に 2 分探索法を用いる。嗅覚健常者の中でも個人差によって嗅覚能力には差が出てくると考えられる。そこで測定可能範囲を広げるために、香りの強さと射出時間を組み合わせた 2 分探索アルゴリズムを使用した。今回実験に使用した香りの強さの変動の様子を図 3 に示す。測定に使用するのは強さが 0-255、射出時間が 8msec と 4msec となっている。値の変動は上下法を用いており、正解した場合は値を上昇させ、失敗した場合は値を下降させる。測定は強さ 128、射出時間 8msec から開始する。1 回目の測定において受診者の答えが正解であれば射出時間を 4msec にし、2 回目以降の測定からは射出時間を 4msec のまま 2 分探索法を用いて測定を行う。一方、1 回目の測定において不正解であれば、射出時間 8msec のまま強さの値のみを変動させていく。測定は強さの差が 2 になるまで行われるため、射出時間 4msec の段階数は 256 の半分である 128 段階となる。また、射出時間 8msec では 2 分探索法における上半分の値のみを使用しているため、さらに半分の 64 段階となる。したがって、この手法により検知閾値の測定結果は 192 段階で細かく測定することができる。

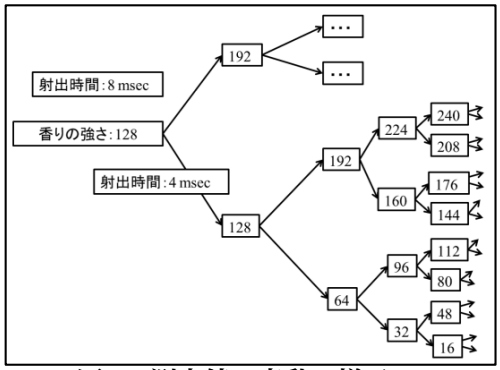

図 3　測定値の変動の様子

測定には、三点比較法を用いた。この測定法では、1 試行の測定において被験者に 3 回香りを提示する。そのうちの 1 回が付臭、残りの 2 回が無臭となっており、それらがランダムに提示されるので、被験者は何回目が付臭の回であったかを回答する。香りの提示は 1 呼吸につき 1 回の射出とする。3 回の射出が終わると、3 回射出のうち何回目に香りがついていたかを被験者に回答してもらい、その回答に従って香りの強さが変動する。値が変動したあと、再び 3 回の香り提示を行い、これを繰り返していく。3 回の香り提示を 1 試行とし、最大 8 試行で測定は終了する。この手法により、測定の正当性を高める。

(4)嗅覚測定用アプリケーションの構築

嗅覚測定を行う際の香りの値変動や付臭無臭の順番の制御などを自動で行うために、嗅覚測定用アプリケーションを構築した。正確な測定を行うために、測定前に被験者には問診票の内容に回答してもらう。この問診票の内容は耳鼻科の医師とのディスカッションにより、最低限把握する必要のある情報となっている。問診票の内容は測定結果に直接影響はないものとするが、体調などを考慮してより正確な測定を行うために役立てていく。図 4 は検知閾値の測定画面である。このアプリケーションは医師などの測定者が操作するものである。画面には現在の香りの設定、付臭無臭の順番、射出回数などが表示されており、現在の状態が一目でわかるようになっている。“射出ボタン”を押すと、3、2、1、Go というカウントダウンを示すシグナル音が鳴るようになっており、被験者はそのタイミングに合わせて香りを吸い込む。このとき、測定者にもわかりやすいように、画面にも音に合わせてカウントダウンの文字が表示される。香りを射出するタイミングは被験者の音への反応時間などを考慮し、先行研究をもとに音の合図から 500msec 遅らせている。被験者の回答は“受診者の答え”の選択肢から選んで入力する。ここで“決定ボタン”を押すと次の試行へと移り、香りの設定や付臭

無臭の順番が変更される。これを繰り返していき、すべての試行が終了すると測定結果画面へと移動する。測定結果は Excel ファイルに保存することができる。保存される内容は測定結果だけではなく、問診票の内容、測定の経過、受診者の回答なども自動で記録される。測定時、医師に負担をかけることのないよう、提示する香りの制御や測定結果の記録を自動化した。

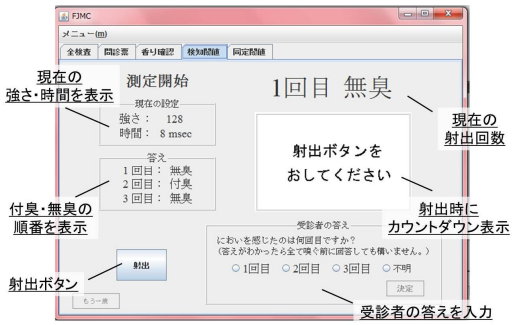

図 4　嗅覚測定用アプリケーション

(5)医療用嗅覚ディスプレイの開発

慶應義塾大学病院の協力のもと、持ち運びが容易な嗅覚ディスプレイの開発を行った。デザイン会社、システム基盤作成会社とのディスカッションを通して、実用に最適なフォルムや構造、装置形式等を練り、医療用の嗅覚ディスプレイを作成した。

４．研究成果

(1) 同一射出量における感覚強度差

被験者 21 人（21～24 歳の学生、うち男性 17 名、女性 4 名）に対して実験を行った。その実験結果の一例を表 2 に示す。この表にはラベンダーを用いた際の、先に射出した射出方法と後に射出した射出方法の 12 組の組み合わせそれぞれの香りの強さの判定値が示されている。表の横軸は先に射出した射出方法、縦軸は後に射出した射出方法を表し、その組み合わせの香りの強さの判定値が示されている。例えば、先の香りを射出方法(A)、後の香りを射出方法(D)で被験者に嗅がせた場合、判定は表 1 に従って 1（先の香りの方が後の香りより少し強い）となる。すべての被験者に対して表 2 を完成させ、縦方向の和 T1、横方向の和 T2 を算出した。縦方向の和 T1 は 2 度の刺激のうち、先に射出された香りの強さの評価点である。この T1 が大きいほど、被験者は先に射出された香りを強い香りであると感じていることを意味する。また、横方向の和 T2 は後に射出された香りの強さの評価点であり T2 が小さいほど、被験者は後に射出された香りを強い香りであると感じていることを意味する。T1 と T2 を用いて、次式により各射出方法の香りの強さの主効果αを推定した。

$$\alpha = (T1 - T2) \div 8 \qquad \cdots(1)$$

表 2　被験者 A の実験結果

		先の射出 (A)	(B)	(C)	(D)	横方向の和 T2
後の射出	(A)		0	-2	-2	-4
	(B)	0		0	0	0
	(C)	2	0		0	2
	(D)	1	2	0		3
縦方向の和 T1		3	2	-2	-2	
強さの評価点α		0.86	0.25	-0.50	-0.63	

表 3　香りの強さの評価点：α

	射出方法	(A)	(B)	(C)	(D)
ラベンダー	平均値	0.77	0.15	-0.33	-0.60
	標準偏差	0.24	0.24	0.27	0.25
レモン	平均値	0.64	0.05	-0.20	-0.51
	標準偏差	0.19	0.20	0.17	0.21
全体	平均値	0.71	0.10	-0.26	-0.55
	標準偏差	0.23	0.23	0.23	0.23

αは各射出方法の感覚強度の判定値の平均であり、値が大きいほど被験者は強い香りであると感じていることを意味する。被験者 21 人の 4 つの射出方法における香りの強さαを表 3 に示す。香りの種類と射出方法が香りの強さの主効果αに及ぼす影響を調べるため、香料の種類要因と射出方法要因の二次元配置分散分析を行った。香料の種類要因の主効果（$F(1,20)=3.90$、$P>0.05$）は有意ではなく、香料の種類の違いによる差は見られなかった。射出方法要因の主効果（$F(3,20)=2.66$、$P<0.01$）は有意であり、射出方法の違いによって香りの強さの主効果αに差が見られた。そこで多重比較を行った結果、すべての群（$P<0.05$）の間に差がみられた。射出方法(A)、(B)、(C)、(D)でのパルス射出の高さは、240、120、60、30 と順に半減しており、香りの強さの主効果αはそれに伴って減少していった。この実験結果より、射出量が同じでも、基準が 30 以上である 2 倍系列でパルス射出の高さを変化させた場合には、香りを感じる強さに差が生まれることが分かった。これにより、香りの感覚強度は 1 回に提示する香料の量が同一であっても、パルス射出の高さの違いによって変化し、射出の高さが高いほど香りの強度は強くなることが分かった。

(2) 一呼吸内の嗅覚の時間特性

個人と射出タイミングによる差が検知閾値に及ぼす影響を調べるため、人要因と射出タイミング要因の二次元配置分散分析を行った。人要因の主効果（$F(20)=1.68$、$P<0.01$）は有意であり、個人による差が見られた。また、射出タイミング要因の主効果（$F(5)=2.31$、$P<0.01$）も有意であり、射出タイミングの違いによって検知閾値に差が見られた。より詳

しく分析を行うために多重比較を行った結果、図 2 の②と④、②と⑤、②と⑥、③と⑥の群の間で差が見られた（P<0.05）。図 5 は各被験者の測定結果であり、赤い曲線は被験者 21 名の平均値の近似曲線である。この図から、被験者全員が 0.2 秒で検知閾値が最小となっていることが読み取れる。この実験結果より、一呼吸中において香り提示をする際、香りの射出タイミングにより感じ方に差が生まれ、息の吸い始めから 0.2 秒後付近に鼻に届く香りが有効に働くことがわかった。

また、予備実験における吸気時間の測定結果より、21 人の被験者を 7 人ずつの 3 グループ(吸気時間が 1.2 秒以下の短時間グループ、1.3 秒～1.4 秒の中間グループ、1.5～1.8 の長時間グループ）に分けた。そして、グループごとの各射出タイミングにおける検知閾値の平均値を計算した。この結果から、吸気の短時間グループでは検知閾値が大きく、長時間グループでは検知閾値が小さいことがわかった。グループ要因と射出タイミング要因の二次元配置分散分析を行った結果、グループ要因の主効果（F(2)=3.08、P<0.01）は有意であり、吸気時間のグループの違いによって検知閾値に差がみられた。さらに多重比較を行った結果、短時間グループと長時間グループの群の間で差がみられた（P<0.05）。これにより、吸気時間が長い人ほど検知閾値が全体的に低い傾向があることがわかった。

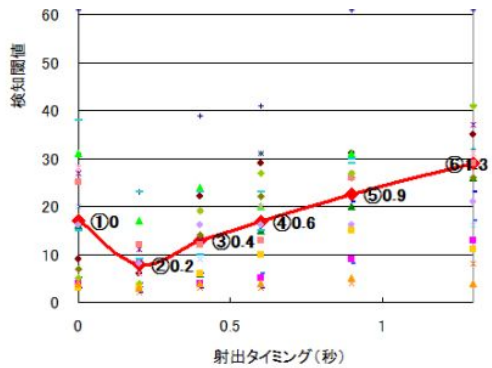

図 5　検知閾値の近似曲線

(3) 検知閾値の測定実験

被験者は 20 代～40 代の男性 33 名、女性 11 名の計 44 名である。20 代が中心となっており、嗅覚健常者を対象に測定を行った。今回の測定では、香料にバナナの香りがするイソアミルアセテートを用いた。検知閾値の測定結果を表 4 に示す。香りの強さを、実際に射出された香りの射出量に換算し、それぞれ平均値、最小値、最大値を求めた。この表から、被験者が検知可能であった最小の射出量は 5pL にも満たないが、人間の嗅覚能力ではこのような微量の香料でも香りを検知可能であることがわかった。一方、被験者の中で最も検知閾値の大きかった被験者の射出量は約 18nL であり、最も検知閾値の低かった人の 200 倍近くあることがわかった。

表 4　検知閾値の射出量

	射出量（pL）
平均	4,883.7
最小値	87.6
最大値	18,045.6

それぞれの射出量において検知可能であった人数を図 6 に示す。この図では、射出量が増えるごとに検知可能であった人数を加算していき、その射出量で検知可能である人数の合計数をプロットしている。このグラフから、射出量が 400pL までの傾きと、それ以降の傾きには多少違いがあることがわかる。わかりやすいように、グラフには 400pL まで、800pL 以上それぞれについて対数近似曲線を描いている。これは、嗅覚健常者の中でも、より鼻のいい人となる閾値ではないかと考えられる。さらに被験者を増やしていき、嗅覚障害者なども対象に測定することにより、嗅覚障害の可能性があると判定できる基準値を見つけることが期待される。この基準値を見つけることで、今後スクリーニング値などを定めることができれば、健康診断などへの導入の可能性も高まるといえる。

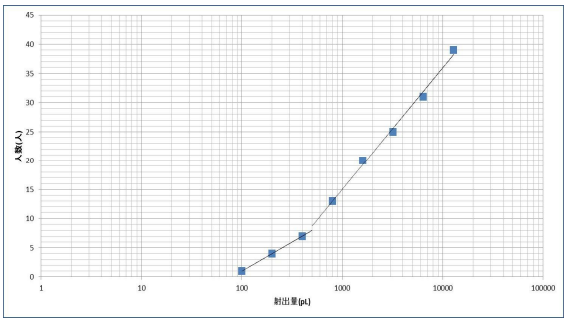

図 6　検知閾値の測定結果

(4)嗅覚測定用アプリケーションの構築

実際に(3)の測定は、今回作成した嗅覚測定用アプリケーションを用いて行った。健康診断などでは短時間の測定が必須となるため、実験の際に測定にかかった時間を計測した。検知閾値の測定にかかった時間は平均 4 分 21 秒であった。標準偏差は 37.1 秒であり、測定は被験者によらず 5 分以内に終了することが可能であった。192 段階と細かい測定を行い、さらに測定結果も記録しているが、1 人当たり 5 分以内という短時間での測定が行えた。既存の嗅覚検査には時間がかかってしまうということも問題となっていたため、本測定手法によりその問題も解消できるといえる。

(5)医療用嗅覚ディスプレイの構築

図7が今回新しく開発した医療用嗅覚ディスプレイである。容易に持ち運びができるように組み立て式となっている。電源部分と本体はコードでつながれ、本体を支える三脚はとりはずし可能となっている。これらの装置は実際に病院での測定の際に使用し、有用性を確認している。

図7　医療用嗅覚ディスプレイ

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計　7件）

① Aya Fukasawa、Kenichi Okada、Olfactory Measurement Method at Health checkup with Olfactory Display using Pulse Ejection, International Journal of Informatics Society (IJIS)、査読有、Vol.5、No.1、2013、13-19

② 深澤 彩、鈴木 理沙、岡田 謙一、パルス射出を用いた測定法による嗅覚能力の数値化、情報処理学会論文誌、査読有、Vpl.54、No.10、2013、2325-2332

③ 多々良 樹、遠藤 裕之、岡田 謙一、字幕放送を利用したテレビ放送への香り付加、情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ(DCON)、査読有、Vol.1、No.1、2013、27-34

④ Aya Fukasawa, Risa Suzuki, Kenichi Okada, Olfactory measurement system to quantify ability to smell using pulse ejection, IEEE International Conference on Healthcare Informatics 2013(ICHI 2013), 査読有, 2013, 99-106, DOI:10.1109/ICHI.2013.19.

⑤ Tatsuki Tatara, Makoto Kikkawa, Kenichi Okada, Adding Scent to Television Broadcasts by Using Closed Caption Data, The 27th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications(AINA2013), 査読有, 2013, 822-829, DOI: 10.1109/AINA.2013.159.

⑥ Aya Fukasawa, Kenichi Okada, Short Time Measurement Method for Detection Threshold with Scent Presentation Technique of Pulse Ejection, IWIN2012, 査読有, 2012, 47-52.

⑦ Sayumi Sugimoto, Ryo Segawa, Daisuke Noguchi, Yuichi Bannai, Kenichi Okada, Presentation Technique of Scents Using Mobile Olfactory Display for Digital Signage, INTERACT 2011, 査読有 , Part III, LNCS 6948, 2011, 323-337.

〔学会発表〕（計 10　件）

① 松浦　絵理、医療用嗅覚ディスプレイの検討と嗅覚測定システムの構築、サイバースペースと仮想都市研究会第 16 回シンポジウム、2013 年 12 月 5 日、キャンパスイノベーションセンター東京 （東京都港区）

② 深澤彩、単一濃度による香りの強度変化と医療用嗅覚ディスプレイの形状比較、第 49 回サイバースペースと仮想都市研究会、2013 年 6 月 7 日、たざわ湖芸術村（秋田県仙北市）

③ 深澤彩、嗅覚測定用アプリケーションの構築、第 47 回サイバースペースと仮想都市研究会、2012 年 9 月 28 日、根室グランドホテル（北海道根室市）

④ 深澤彩、2 分探索法を用いた嗅覚測定法、第 10 回香りと生体情報研究会、2012 年 6 月 7 日、鳴子湯乃里幸雲閣（宮城県大崎市）

⑤ 杉本紗友美、香りディスプレイを用いた嗅覚能力測定法、第 43 回サイバースペースと仮想都市研究会、2011 年 6 月 9 日、青森県青森市浅虫『椿館』

〔図書〕（計　2 件）

① Takamichi Namamoto, Kenichi Okada etc. IGI Global, Human Olfactory Displays and Interfaces, 2011, 470(401-414)

② 岡田 謙一、AROMA RESEARCH、嗅覚ディスプレイと香り提示手法、Vol.12、No.3、2011、79-82

〔産業財産権〕

○出願状況（計　1 件）

名称：香り発生デバイス及びそれを含むシステム
発明者：岡田　謙一、多々良　樹
権利者：東京都港区三田 2 丁目 15 番 45 号学校法人慶應義塾
種類：特許
番号：2012-107278
出願年月日：平成 24 年 5 月 9 日
国内外の別：国内

6．研究組織

(1)研究代表者

岡田　謙一（OKADA, Kenichi）
慶應義塾大学理工学部情報工学科・教授
研究者番号：80118926

(2)研究分担者

重野　寛（SHIGENO, Hiroshi）
慶應義塾大学理工学部情報工学科・教授
研究者番号：30306881