

体臭曝露時における嗅覚の順応特性に関する研究

発表者 : 山田 響子

指導教員 : 山中 俊夫 教授

■卒業論文の構成及び概要

第1章では、本研究を行うにあたり、研究背景と本研究に関する既往の研究、研究目的について述べるとともに、本論文の構成について述べる。第2章では、既往研究及び本研究において構築を目的とするインパルス応答関数に基づく嗅覚反応モデルの理論を示す。また、先行研究における酢酸エチル連続曝露実験の実験値へモデルを適用した結果を併せて示す。第3章では、体臭を連続曝露させた際の嗅覚応答について、連続カテゴリー尺度を用いた主観評価に基づき、体臭強度を測定する。実験結果より体臭強度の経時変化について考察を行い、嗅覚反応モデルの適用性について検討する。第4章では、本論文の第2章、第3章で得られた知見の総括と今後の課題について述べる。

なお、本報は平成24年度空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究会に掲載予定の梗概を一部加筆修正したものであり、本論文の第3章の体臭強度測定実験における結果と考察の一部についてまとめたものである。

はじめに

多数の人間が滞在する室で、在室者が不快を訴えたり頭痛・吐き気などの症状を呈することがある。この原因の一つに体臭が挙げられる。体臭除去には換気が有効であるが、換気量が過剰となっている状況も多々ある。

1936年にYaglouら¹⁾は体臭を不快に感じない程度に保つために必要な換気量を提案し、その研究成果は諸外国の換気基準の基礎となった。我が国でも建築物における衛生的環境の確保に関する法律(通称ビル管法)において、呼吸によって増加するCO₂濃度を室内空気汚染の指標とし、CO₂濃度1000ppm以下に保つよう規定している。これは、外来者が入室した際に、体臭を不快に感じない程度の換気量を要求するものである²⁾。しかし、人が多数滞在する室において、入室直後は不快に感じるが、長時間滞在すると順応して臭気を感じなくなる。嗅覚の順応現象を考慮し、定常状態で体臭を感じないような換気量制御法は未だ確立されていない。したがって、

体臭を連続曝露した際の嗅覚の順応特性を把握することは有意義であると考えられる。

本研究は、臭気物質濃度の変動による嗅覚変動を考慮した嗅覚反応モデルの構築を目的としている。既報³⁾では酢酸エチルを一定濃度で曝露させた場合の臭気強度を測定し、順応過程において臭気強度が時間的に減衰する特性を把握した。本報では、体臭の連続曝露実験を行い、体臭を対象とした場合の嗅覚の順応過程について考察を行う。

1. 実験概要

実験は2012年12月3日から2013年1月31日にかけて実施した。実験を行う前に、T&Tオルファクトメータ試験を行い、正常な嗅覚を有すると認められた21~22歳の本学学生6名(男子2名、女子4名)をパネルとして採用した。また、21~23歳の本学学生3名(全員男子、非喫煙者)を体臭発生源である在室者として採用した。なお、パネルには適切な報酬を支払った。体臭以外におよびの影響をなくするために、在室者には一定の制限を設けた。実験の前日ににの強い食事をとらない、実験前2時間以内に水以外の飲食をしない、前日は支給した無香料のシャンプー・ボディウォッシュを用いて必ず入浴する等である。また、服装に関しては通気性・吸湿性のよい綿が主な素材の衣服・部屋履きを着用させた。

場所は本学学内の隣接する2つの実験室を使用した。一方の実験室内にある容積7.65m³の臭気作成室に、在室者3名を入室させパソコン作業をさせた。体臭の濃度を表す指標としてCO₂濃度を用いる。CO₂濃度条件は1500、2650、5000ppmの3通りとし、外気のCO₂濃度を400ppmとして各濃

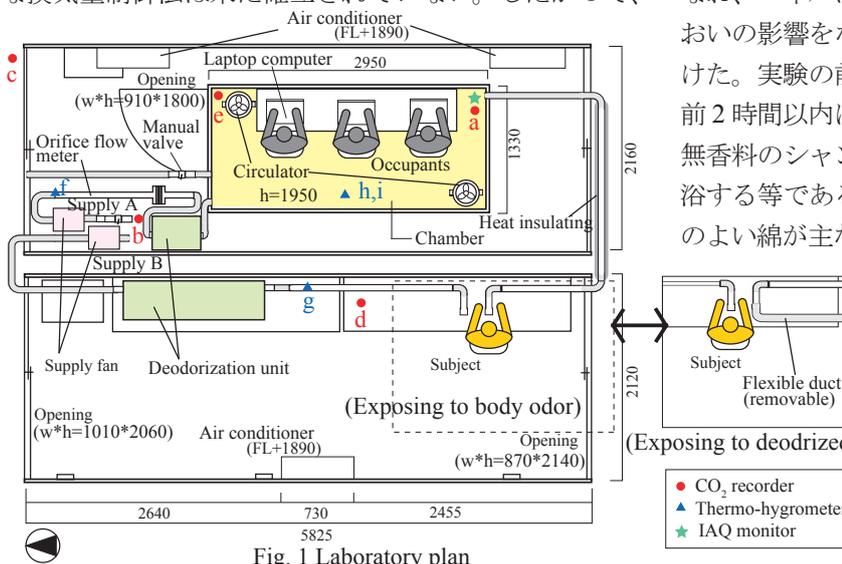


Fig. 1 Laboratory plan

度条件から差し引いた値 (1100, 2250, 4600 ppm) が対数軸上で等間隔となるよう設定した。各パネルについて3通りの CO₂ 濃度条件で実験を1回ずつ行い、評価が再現性のあるものであるか確認するため、CO₂ 濃度条件 5000 ppm において再度実験を行った。また、パネルが体臭以外のものを評価していないか確認するため、在室者が不在の状態 (以下 Blank と呼ぶ、平均 CO₂ 濃度 477 ppm) で同様に実験を行った。臭気作成室内には、CO₂ 濃度が均一になるようサーキュレーターを配置した。温湿度及び CO₂ 濃度は、小型温湿度計 (T&D RTR-53A)、CO₂ レコーダー (T&D TR-76Ui、5000 ppm 以下 ± 50 ppm)、IAQ モニター (日本カノマックス) を用いて連続測定を行った。実験室平面図及び各測定位置を Fig. 1 に示す。在室者が発汗しないよう室温は 20 ~ 25°C とした。また、実験時には体臭の供給によって室内の CO₂ 濃度が上昇しないよう、常時窓を開放して換気を行った。評価は等間隔性を有し、微小な感覚の変化を把握できる連続カテゴリー尺度 (Fig. 2) を用いて、においの強さを表す位置に自由に記入させた。

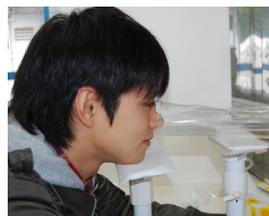
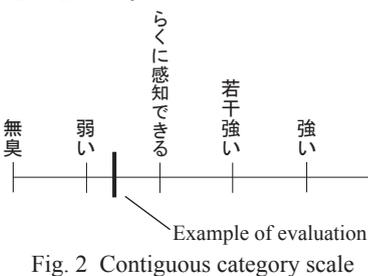


Fig. 3 Method of exposing to odor

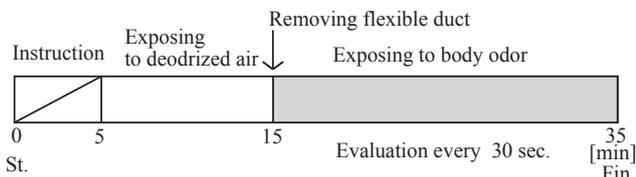


Fig. 4 Time schedule

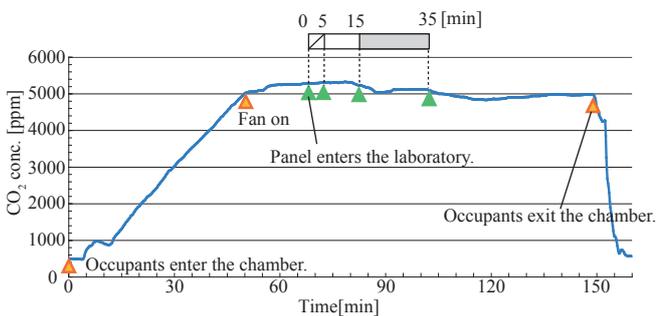


Fig. 5 An example of CO₂ conc. change

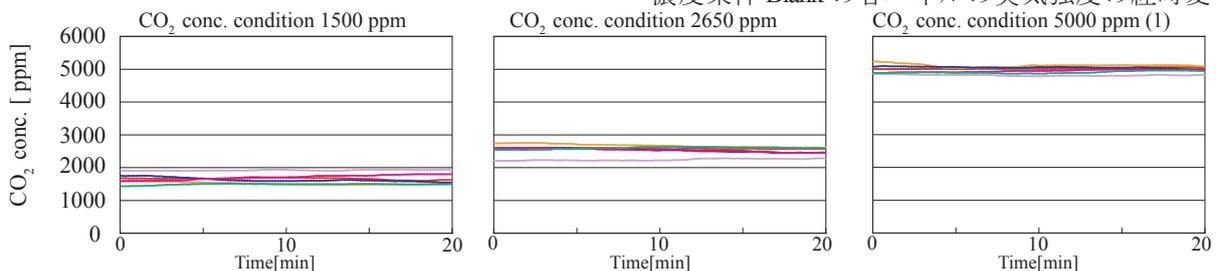


Fig. 6 CO₂ conc. at "a" in Fig. 1 in each panel

■実験手順

(1) 一定濃度臭気の作成

Fig. 1 の測定点 e における CO₂ 濃度が所定の濃度に達したら、給気 A (Fig. 1 参照) のファンを回す。その際臭気作成室内の CO₂ 濃度が所定の濃度で定常状態になるよう、給気 A の手動バルブを動かすことでファン流量を調整する。その間体臭の吹き出し口にはアルミ製のフレキシブルダクトを取り付け、臭気を外に排出する。

(2) インストラクション

鼻で自然な呼吸をすること、ノズルに鼻をつけること等、検臭方法に関して指示を与えた。パネルには、健康な男子数名が滞在する室の空気のおいであることを告知した。これは、実験の途中で人のにおいだと気付かれることにより、評価に影響が出るのを防ぐためである。なお、Blank においても同様のインストラクションを行い、在室者が不在であることはパネルに告げない。また、評価の練習のためにサンプリングバッグを用いて 1, 3, 9 ppm の酢酸エチルを嗅がせ評価をさせた。

(3) 無臭空気の連続曝露 (10 分間)

パネルを外気に順応した状態から、検臭における無臭空気に順応させた。その後フレキシブルダクトを取り外し、パネルを体臭吹き出し側のノズルへと移動させた。この間パネルには呼吸を止めさせた。

(4) 体臭連続曝露 (20 分間)

臭気強度の評価は 30 秒おきに行った。嗅がせ方は Fig. 3 に示すように吹き出し口にノズルを取り付け、パネルが周囲の外気を吸わないように留意した。実験後、パネルには臭気質に関するアンケートに回答させた。

タイムスケジュールを Fig. 4 に示す。

2. 結果と考察

2.1 CO₂ 濃度制御

Fig. 1 の測定点 a における CO₂ 濃度変化の一例として、パネル 2 の CO₂ 濃度条件 5000 ppm (1 回目) の実験時の測定結果を Fig. 5 に示す。在室者が入室を完了した時点から CO₂ 濃度が上昇し、曝露開始の時点では定常状態となることがわかる。

各パネルに体臭を連続曝露させている間の測定点 a における CO₂ 濃度測定結果を Fig. 6 に示す。実験中大きな変動はなく設定した CO₂ 濃度に制御できた。

2.2 濃度条件 Blank における臭気強度の経時変化

濃度条件 Blank の各パネルの臭気強度の経時変化を

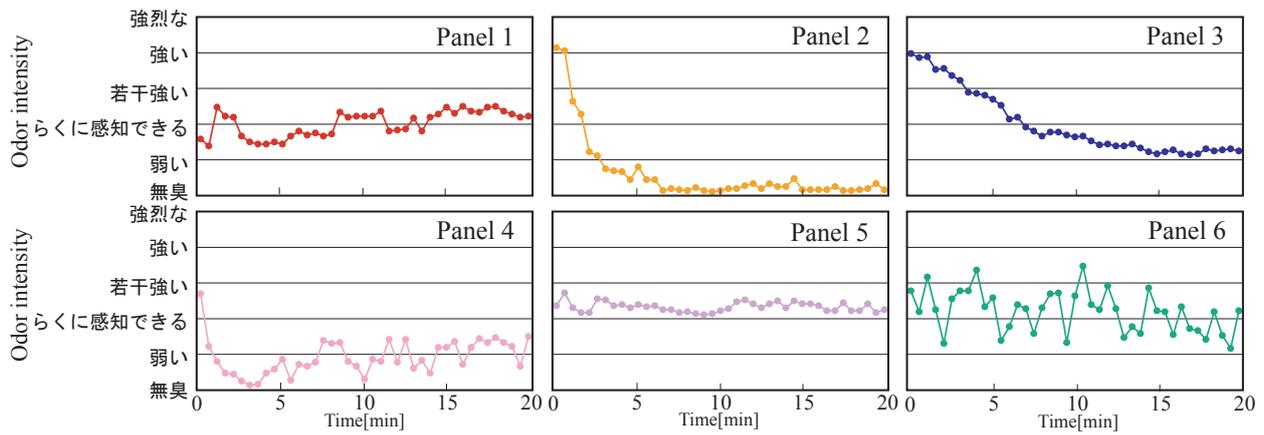


Fig. 7 Evaluations of blank condition in each panel

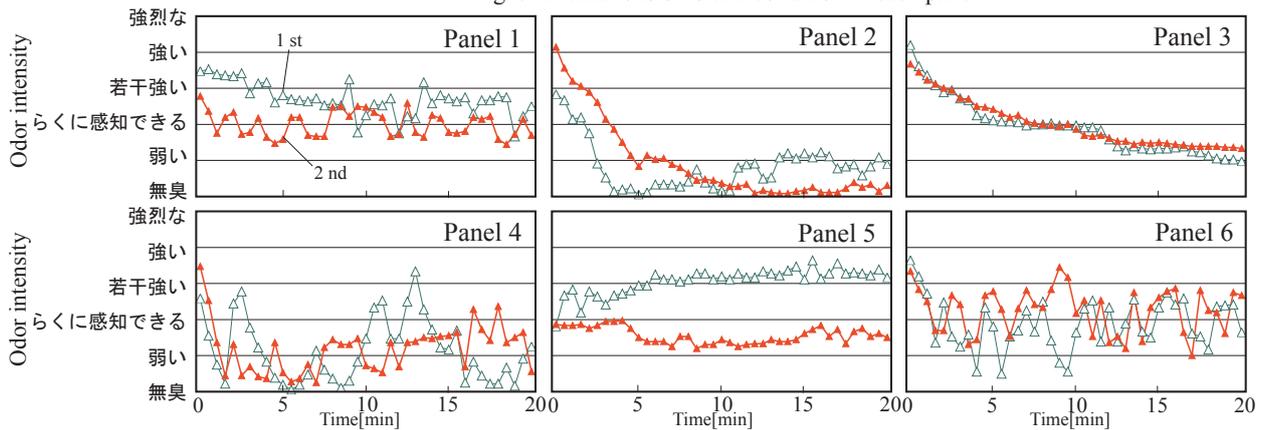


Fig. 8 Comparison of two evaluations of CO₂ conc. condition 5000 ppm in each panel

Fig. 7に示す。在室者が不在であるにも関わらず、「無臭」の評価は得られなかった。この原因について、体臭を通すダクトあるいは臭気作成室内に吸着したにおいを評価していた可能性が挙げられる。また、健康な男子数名が滞在する室の空気においてであるという情報も評価に影響を及ぼした可能性がある。

2.3 評価の再現性についての検討

Fig. 8に濃度条件 5000 ppmにおける各2回の臭気強度測定結果をパネルごとに示す。どのパネルも1回目と2回目で臭気強度の経時変化は同様の傾向を示し、評価の再現性を確認することができた。

2.4 各濃度条件における臭気強度の比較

各濃度条件における臭気強度の経時変化を Fig. 9に示す。平均値を見ると、初期評価値は各濃度において「若干強い」あたりで、濃度による評価の差はそれほど見受けられない。また、20分間の曝露を経て「無臭」の評価は得られなかった。

各パネルの濃度条件 1500 ppmの結果を見ると、全体的に時間の経過に伴い評価が下がっている。また、2分経過時以降「若干強い」と評価したパネルは殆どない。濃度条件 2650, 5000 ppmの結果を比較すると傾向が似ており、評価は初期評価値から数分で一段階下がり、概ね「らくに感知できる」と評価している。また、濃度条件 1500 ppmの場合よりも個人間のばらつきが大きく、順応が明瞭には見られない。

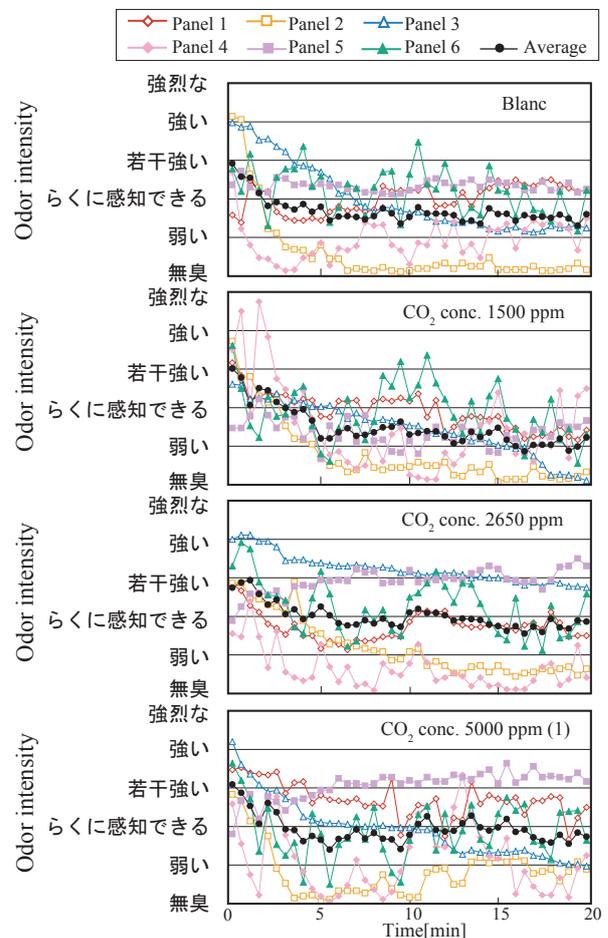


Fig. 9 Comparison of evaluations in each CO₂ conc. condition

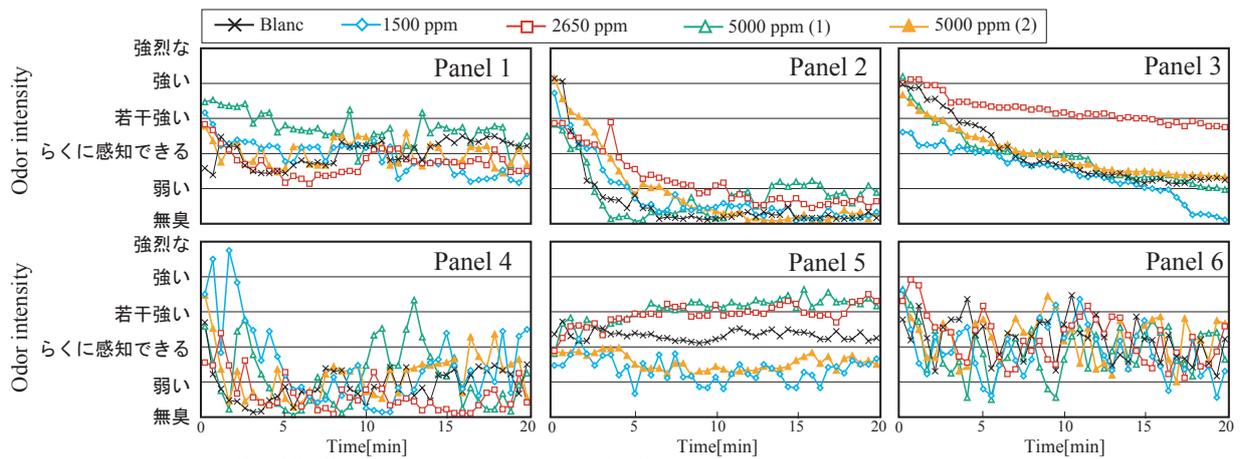


Fig. 10 Comparison of evaluations of different concentration in each panel

Table 1 Results of questionnaire about odor quality

1500 ppm	
Panel 1	しめった部屋 (たたみ) のにおい
Panel 2	人におい
Panel 3	湿っている・ややすっぱいにおい
Panel 4	汗かたばこのにおい
Panel 5	すこし、たたみのようなにおい
Panel 6	プラスチック?
2650 ppm	
Panel 1	空気の入替えをしていない教室のにおい・洗濯をしていない洋服のにおい
Panel 2	人におい
Panel 3	頭が痛くなるようなにおい・少しすっぱいようなにおい
Panel 4	ミントのような匂い・歯磨き粉?
Panel 5	たたみにおい
Panel 6	すっきりする? 新商品っぽいかんじのにおい?
5000 ppm(1)	
Panel 1	車の中におい
Panel 2	人におい
Panel 3	湿ったにおい
Panel 4	病院や歯医者などで薬品のにおい (初め) 木のにおい (終わりかけ)
Panel 5	すこし、たたみ・きつにおい
Panel 6	?説明するのが難しいです
5000 ppm(2)	
Panel 1	しめった部屋のにおい・たたみのにおい
Panel 2	人におい
Panel 3	湿っぽいにおい・少し頭が痛くなりそうなおい
Panel 4	歯磨き粉のような、石鹸の香り・ヒーター等のにおい
Panel 5	たたみ
Panel 6	スーパーの雑貨コーナーとかのにおい。
Blanc (Average 477 ppm)	
Panel 1	換気のしていない部屋におい
Panel 2	人におい
Panel 3	湿っぽいにおい・少し化学的なにおい
Panel 4	あまり感じとれる程強いにおいではなかった・かすかに量のようなにおい
Panel 5	たたみ
Panel 6	ビニールのようなにおい?

2.5 各パネルの臭気強度の経時変化

各パネルの臭気強度の経時変化を Fig. 10 に示す。臭気強度の変化傾向に関しては、パネル間のばらつきが顕著である。パネル1は、時間の経過に伴い評価は若干下がるが、20分間の曝露を通して順応が明瞭には見られなかった。パネル2,3は、多少の変動はあるものの時間の経過とともに評価が下がった。パネル4,6は、濃度に依らず評価が短時間で大きく変動した。この結果に関して、においを評価する実験という情報や実験装置の様子等から、曝露臭気の種類や濃度が変動しているのではないかと等しい疑いや思い込みが生じ、評価に影響を及ぼした可能性がある。パネル5の評価は、大阪大学工学部地球総合工学科建築工学科目 建築環境・設備 Gr.

濃度条件 1500, 5000(2) ppm においては横這い、2650, 5000(1) ppm では20分間の曝露を経て若干上昇し初期評価値よりも20分経過時の評価の方が大きい。パネル5の評価値の上昇は、実験のインストラクションにおいて人が滞在する室の空気だと告げているため、時間の経過に伴いにおいは強くなるであろう等の思い込みが影響を及ぼした可能性がある。

2.6 臭気質に関するパネルへのアンケート調査結果

臭気質についてパネルが回答したアンケート結果を Table 1 に示す。パネル1,5は「たたみのにおい」等、臭気を体臭でなく部屋のにおいとして捉えていた可能性がある。これは「人が滞在する室の空気」という情報が影響を与えた可能性が示唆される。また、パネル2は全実験を通して「人におい」と回答している。濃度条件 Blanc においても同様に回答しており、人がいるという思い込みが評価に影響していた可能性がある。パネル4,6は実験ごとに異なる臭気質を回答しており、毎回異なる臭気を嗅がされていると推測し評価をした可能性がある。パネル4,6の臭気強度の評価は全体を通して大きな変動が見られたが、においの違いを意識し過ぎたことが原因の一つに挙げられる。

おわりに

本報では体臭の連続曝露時における臭気強度測定を行ったが、CO₂ 濃度の違いによる臭気強度の差異は殆ど見られなかった。体臭に対する嗅覚の順応に関する研究は実例が少ないのが現状であり、今後は実験手法の検討と実験データの蓄積を行う予定である。

【謝辞】

本研究の一部は文部科学省平成24年度科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究24656336 研究代表: 山中俊夫)によった。

【参考文献】

- 1) Yaglou C.P., Riley E.C. and Coggins D.I.: Ventilation Requirements, *ASHVE Transactions*, Vol.42, pp.133-162, 1936
- 2) 檜崎正也: におい-基礎知識と不快対策・香りの活用-, オーム社, p.3, 2010
- 3) 永井, 山中, 相良, 甲谷, 桃井, 長續: 嗅覚の非定常応答に関する基礎的研究(その1) 順応時間閾値及び濃度変化時の臭気強度, 空気調和・衛生工学会論文集, 2012.3