

研究ノート

病院施設で汎用される消臭カーテンの排泄物臭気に対する 消臭効果の比較実験研究のための予備実験研究

Preliminary experiment research for comparison experiment research on excrement stench of deodorant curtain used widely in hospital facilities in deodorant effect.

高井 怜¹⁾

Rei Takai

要旨

本研究では病院施設の療養環境における臭気対策の一つとして消臭カーテンの活用を検討するため、一定条件下に調整された実験環境下で、3種類の消臭カーテン素材と消臭機能が付加されていないカーテンを用いた比較実験を行い、排泄物臭気に対する消臭効果について検証するための比較実験研究を実施するための3回の予備実験の経過をまとめた。予備実験の結果から、臭気素材として人の排泄物を用いる実験デザインは例え人の嗅覚で臭いが感じられても検知管やニオイセンサーでは殆ど臭気ガスを検知出来ないため、排泄物臭気の主成分であるアンモニアに焦点を当てアンモニアガスを人工的に生成し、各群のアンモニア値を経時的に測定する実験デザインに変更した。しかし、アンモニア値の計測値も予備実験では各回・各群にバラツキがあったため、本実験では研究の妥当性を高めるためRandomized Controlled Trialで行う必要である。

キーワード：消臭カーテン (Deodorant curtain)、消臭効果 (Deodorant effect)、比較実験 (Comparison experiment)

1. はじめに

病院に入院中の患者にとって病室のベッドは食事、排泄、休養など生活全般の場となることから、常に良好な療養環境を維持するように務めなければならない。しかし、時として良好な環境を維持できなくなるような状態に置かれることがあり、その一つの原因に臭気が挙げられる。

医療法では病院施設基準として十分な機械換気設備を要することが要件として挙げられており、日本病院設備協会HEAS-02-1998では病院施設の空気の清浄度を保つための規格が設けられている。これらを基礎として病院施設では様々な臭気対策を講じてはいるが、それだけでは良好な療養環境を維持することは困難と思われる。

病院施設におけるにおいの実態調査を行った研究

(光田2005)によれば、全国の70%の病院でにおい問題がある、もしくは改善希望があるとされ、においが気になる主な場所は病棟・病室内で、気になるにおいはオムツ交換時に発生する便・尿臭などが大きな影響を及ぼしていることが明らかになっている。このことから、病棟・病室内で発生する排泄物臭気に対する対策は患者の良好な療養環境を維持する上で考慮すべき大きな問題であり、患者の良好な療養環境の管理を担う看護師にとって重要な役割の一つであると考えられる。

看護師による病室内の臭気対策として従来から排泄ケア後に室内に消臭剤を噴霧する方法や、竹炭などを設置する物理吸着法による脱臭、排泄ケア後に窓を開け換気を行う方法が行われてきた。しかし、消臭剤を噴霧する方法は手間とコストがかかること

1) 上武大学看護学部

が難点であり、竹炭などを設置する物理吸着法は瞬間的に対応する方法ではない上に、定期的に洗浄しなくては臭気物質が竹炭に吸着したまま飽和してしまい脱臭効果を得られない難点がある。また、窓を開ける換気は長年基礎看護学で教授されてきたが、近年の病院環境の気密化・高層化により、機械換気設備による空気調整の効率性や患者の安全性の観点から窓の開閉に制約がある上に、外気温や天候により開閉ができない場合があることが難点として挙げられる。このことから臭気対策は一つの方策だけでは万全ではないため、複数の方策を検討し講じていく必要があると言える。

現在、病室内の臭気対策の一つとして消臭カーテンが製品化され販売されている。カーテン素材に消臭機能を付加されたもので、すでに医療・福祉分野での活用がすすめられており、各メーカー合わせて500以上の病院・福祉施設ですでに活用されている。今後この消臭カーテンを良好な療養環境を維持するために必要な臭気対策の一つとして、有効に活用していくべき、と筆者は考える。

現在製品化されている消臭カーテンは消臭メカニズムの違いから、光触媒型、化学吸着型、酸素触媒型の三種類に大別される。それぞれの製造元の広告にはアンモニア等臭気成分の消臭効果を示す図が表示されているが、計測方法や測定時間などはすべて異なり、計測回数も不明であるためデータの信頼性・妥当性については不明である。

病院の臭気対策の一つとして今後消臭カーテンを有効に活用するためには、各種消臭カーテンの排泄物臭気に対する消臭効果を正確に検証する必要がある。しかし、過去の研究からは、同条件下で計測した際の3種類の消臭カーテン間での消臭効果の差は不明であり、消臭カーテンと消臭機能を付加されていないカーテンとの間で排泄物臭気に対する消臭効果を比較した研究もない。

また、排泄物臭気は様々な臭気成分の複合臭であり、代表的な臭気成分としてアンモニア、酢酸、メチルメルカプタン、硫化水素、インドール、スカトールなどがあるが、いまだ全ての臭気成分が解明されていない。これらのうち、悪臭防止法で規制されている臭気成分はアンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素等であるが、その既定値はアンモニアで1ppm、硫化水素で0.01ppm、メチルメルカプタンで0.001ppmと微量値であり、実際の排泄物を用いて

様々な生活臭のある病室内で全ての臭気成分の正確な計測は困難である。実際永坂ら（2010）による高齢者介護施設の居室で光触媒脱臭シートを用いた脱臭効果の検証試験でも低い臭気濃度の環境ではシートの有無によるにおい環境の差異がみられない結果であり、汎用のにおいセンサー値と調査項目の評価尺度との相関がみられない結果であった。

そこで、本研究では病院施設の療養環境における臭気対策の一つとして消臭カーテンの活用を検討するため、一定条件下に調整された実験環境下で、3種類の消臭カーテン素材と消臭機能が付加されていないカーテンを用いた比較実験を行い、排泄物臭気に対する消臭効果について検証していきたいと考える。尚、本論文においては、本実験のための予備実験の経過をまとめたのでその詳細を報告する。

II. 研究方法

本実験のため2010年5月7日～2010年5月21日まで3回の予備実験を実施した。予備実験により研究に使用する材料や手順、計測方法などの詳細を検討し研究方法の妥当性を検証した。

1. 研究デザイン

予備実験の研究デザインは、3種類の消臭カーテン素材を実験群および消臭機能を付加されていないカーテン素材を対照群とした「比較実験研究」とした。

2. 研究場所

研究協力が得られた福祉施設の一室を使用した。部屋容積は337cm×251cm×238cmでおよそ20m³の広さで、北向きに140cm×130cmの窓が一つある。窓の外は一般通路があるため室内に終日直射日光が入らない部屋である。室内の照明は2重の30ワット白色蛍光灯が部屋中央に天井直下60cmの高さに1つある。

3. 研究試料の選定

光触媒型消臭カーテンは、特殊酸化チタンを繊維に付与したものである。酸化チタン光触媒は紫外線のある所で使う必要があり、基本的には380nm以下の波長の光（紫外線UV-A）が照射されることによって活性化され、触媒機能を発揮する物性を持っている。その酸化チタンの結晶構造に加工が施され、室内蛍

光灯など550nm以下の可視光線でも光触媒効果を発揮できるようにしたものが特殊酸化チタンである。酸化チタンは通常は白い粉で白色塗料、白いプラスチック、白い紙の材料、化粧品として使われており、人体に無害と考えられている（佐々木と浅野2007；砂金と黒澤2010；山下ら2006）。

化学吸着型消臭カーテンは、無機系イオン化学吸着型消臭剤を繊維に付与したものである。物理吸着とは異なり、吸着質の電子状態が変化する共有結合により温度や圧力にも吸脱着されず強固であることが特徴である。付与されている消臭剤はプラスとマイナスのイオンを同一物質の中に備え、＋機構で硫化水素やアンモニアなど酸・塩基両方の悪臭ガスを吸着する。光が当たらない場所でも効果を発揮し臭気を分解、消臭する。化学的に吸着された悪臭物質は洗濯によって水に溶け離脱し、消臭剤の機能は回復再生される（竹内ら1999；深澤ら2005）。

酸素触媒型消臭カーテンは、リン酸チタニア化合物の溶剤を繊維に付与したものである。リン酸チタニア化合物は酸化チタンを出発原料とし、それをリン酸と反応させたものである。繊維に噴霧した溶剤に空気中の酸素と水が接触すると、表面反応が起こり三価オゾンと二価の酸素を生成される。この酸素は不安定で、三価と二価の間で酸化還元反応を起こし、過酸化物を形成し過酸化水素を経て水酸化ラジカルになる。この水酸化ラジカルが強力な酸化作用を有し、表面に付着した有機物を分解し消臭効果を発揮する。原理は酸化チタン光触媒と似ているが光を全く必要とせず、暗所においても抗菌・消臭・防汚等の効果を発揮する点が異なり、効果は半永久的に持続する。現在、急性経口毒性試験、皮膚刺激性試験により安全性が証明されている（田中2010；船橋2006；増田2005）。

実験のための消臭カーテン素材の選択にあたり、各製造元からカーテン素材の単価の違いは織り方や刺繍の違いによるものであり、消臭効果の違いによるものではないと確認を取った。その上で現在販売されている各種の消臭カーテン素材の内、メーカー小売価格で各種とも最も単価の安い製品を選択した。

実験群となる各種消臭カーテン素材は、シンコール社の光触媒型消臭カーテン：ケリーG 1800円/m²（以下、光触媒）、シンコール社の化学吸着型消臭カーテン：マリスG 2250円/m²（以下、化学吸着）、東リ

社の酸素触媒型消臭カーテン：ニューエコサージ 1500円/m²（以下、酸素触媒）を使用する。対照群は、消臭機能を付加されていないカーテンである東リ社のエコタッサー 1200円/m²（以下、対照群）を使用した。

実験群・対照群はともに素材はポリスチル100%である。実験群は医療施設用カーテンとして日本防炎協会の防炎性能試験に合格しており、繊維評価技術評議会（SEK）の基準にも合格しSEK赤マークを取得した制菌加工製品である。

4. 倫理的配慮

研究協力が得られた施設管理者以下関係者に文章と口頭で研究計画の説明を行った。実験に使用する部屋は毎回の実験終了後清掃、換気、消臭を行い、物品の位置も元通りにし、近隣から苦情があった場合は直ちに実験を中止し迷惑をかけないことを約束し誓約書として提出した。

Ⅲ. 3回の予備実験の詳細と結果

1. 第1回予備実験

1) 目的

第1回予備実験の目的は、実際の排泄物を使用しガス検知管での計測が可能であるかの検証を行うと共に、本実験に使用する試料を検討することとした。

2) 実験の実施環境

2010年5月7日の午前10時から午後16時に研究協力施設の一室で行い、平均温度18度、平均湿度50%であった。

3) 主な試料

臭気材料となる検体は健康な幼児から提供を受けた便200gと尿400mlを用いた。試料はジッパーで密封可能な縦150cm×横100cmのポリエチレン製の袋4枚、縦35cm×横25cm×高さ8.5cmのポリプロピレン製の箱4個、および縦60cm×横40cmの光触媒、科学吸着、酸素触媒の各種消臭カーテン素材と消臭機能を付加していないカーテン素材を用いた。

4) 手順

ポリエチレン製の袋（150cm×100cm）4枚それぞれの中に箱（35cm×25cm×8.5cm）を入れ、その箱の中に便50g、尿100mlを包んだ紙おむつを丸めた状態でのせ、各種カーテン素材を箱に上ふたをするように設置し、ジッパーで袋を密封した。密封した時点を実験開始として、開始直後から経時的にジッ

表1. 6段階臭気強度表（環境庁告示より作成）

臭気強度	内 容
0	無臭
1	やっと感知出来るにおい(検知閾値)
2	何のにおいであるか判る弱いにおい(認知閾値)
3	楽に感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

表2. 9段階快・不快度表（環境庁告示より作成）

快・不快度数	内 容
4	極端に快
3	非常に快
2	快
1	やや快
0	快でも不快でもない
-1	やや不快
-2	不快
-3	非常に不快
-4	極端に不快

パーを2cm程開けて嗅覚による臭いの判定を行った後、各種の検知管とニオイセンサーを挿入しガス値を計測した。

5) 計測方法

ガステック社製のアンモニアガス検知管No.3L、メチルメルカプタン検知管 No.71、硫化水素検知管 No.4LLと新コスモス電機社のポータブルニオイセンサー XP-329ⅢのBATCHモードを使用した。人の嗅覚による臭いの判定には、簡易に臭いの客観的評価が可能な6段階臭気強度表（表1）と9段階快・不快度表（表2）を用いて筆者が行った。計測する時間は実験開始直後、30分後、1時間後、2時間後の4回で、始めに筆者による嗅覚判定を行った後にアンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素、ニオイセンサーの順に計測を行った。なお、筆者の嗅覚は鼻閉などの疾患もなく正常であった。

6) 結果

人の嗅覚による臭いの判定では4群とも6段階臭気強度は直後が4、9段階快・不快度は直後が-3であり、30分後、1時間後、2時間後はいずれも6段階臭気強度は3、9段階快・不快度は-2であった（図1）。

硫化水素とメチルメルカプタン類は測定のためのガス吸引量を増やしても直後から2時間後まで4群とも検知できなかった。アンモニア値は直後が3から1と4群とも低値で検知出来たが、30分後以降は検知できなくなっていた。ポータブルニオイセンサーでは直後は10であったが、20分後は0から5と低値で、1時間以降は計測できなかった。

2. 第2回予備実験

1) 目的

第2回予備実験の目的は、使用する試料等諸条件

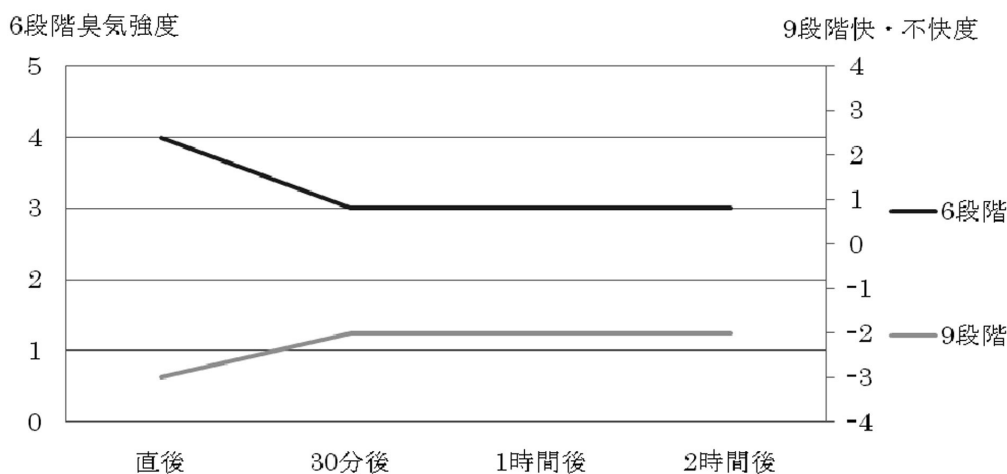


図1. 第1回予備調査における人の嗅覚による臭いの判定結果

を変えた上で再度実際の排泄物を使用してガス検知管での計測が可能であるかの検証を行うと共に、本実験に使用する試料を再検討することとした。

2) 予備実験の実施

2010年5月14日午前10時から午後16時に研究協力施設の一室で行い、平均温度23度、平均湿度38%であった。

3) 主な試料

1回目の結果から、検知管で臭気ガス成分を検知出来なかった原因の一つとして袋が大き過ぎたためと判断し、試料の袋を縦19.6cm×横17.7cmのポリエチレン製の袋に変更した。また、それに合わせて各種カーテン素材も縦182mm×横128mmのB6サイズに変更した。また、臭い成分の吸着を減らすために1回目で使用した箱は排除した。

臭気材料となる検体は1回目と同様に健康な幼児から提供を受けた便200gと尿400mlを用いた。

4) 手順

1回目と同量の検体を乗せた紙おむつは臭気成分を検知しやすいように開いた状態で袋の中に設置し、ジッパーで袋を密封した。また、実際の病院での患者への排泄ケアとカーテンの使用状況から鑑みて、袋の中の排泄物は20分間放置した後袋の中から取り出し、袋内に残った空気を経時的に測定した。

5) 計測方法

計測に使用した機器及び嗅覚測定尺度、計測時間、計測する順番はプレテスト1回目と同じ内容で行っ

た。

6) 結果

人の嗅覚による臭いの判定では4群とも6段階臭気強度は直後から2時間後まで3、9段階快・不快度は直後から1時間後まで-2、2時間後は-1であった(図2)。硫化水素とメチルメルカプタン類は1回目同様、測定のためのガス吸引量を増やしても直後から2時間後まで4群とも検知できなかった。アンモニア値は直後が2か1で4群とも低値で検知出来たが、30分後以降は検知できなくなっていた。ポータブルニオイセンサーでは直後から2時間後まで4群とも計測できなかった。

3. 第3回予備実験

1) 目的

第3回目予備実験の目的は、臭気素材としてアンモニアガスを人工的に生成し、各群のアンモニア値を経時的に測定する実験デザインに変更し、この実験デザインの妥当性の検証とアンモニア発生手順の確認及び各種カーテン素材が入っている袋内に入れるアンモニアガス注入量を検討することとした。

2) 実験の実施環境

2010年5月21日午前10時から午後16時に研究協力施設の一室で行い、平均温度23度、平均湿度66%であった。

3) 主な試料

アンモニアガスは塩化アンモニウム3gと水酸化

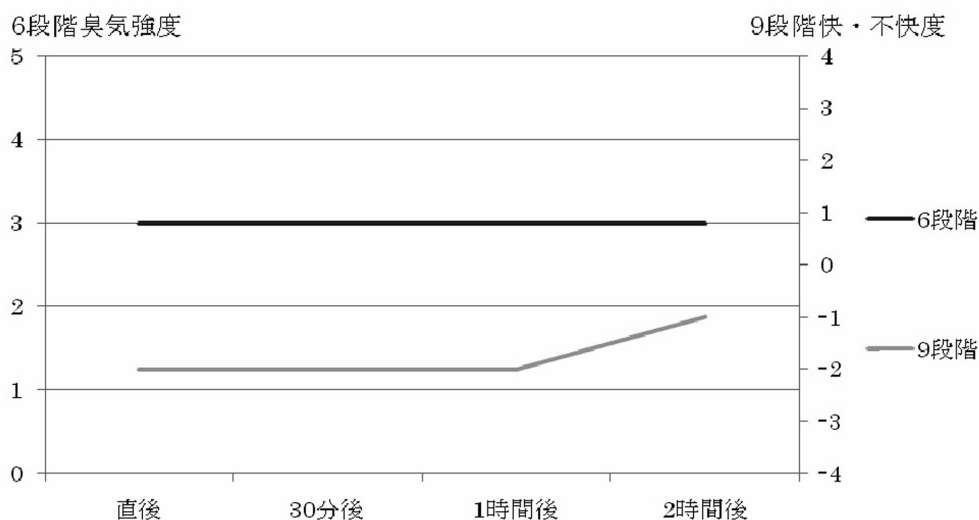


図2. 第2回予備調査における人の嗅覚による臭いの判定結果

カルシウム4gを試験管内で混合後加熱し、上方置換により採取した。各種カーテン素材を入れる袋はアンモニアガスが最も吸着しづらい弗化ビニール製のテドラーRバック5L (デュポン社) に変更した。各種カーテン素材の大きさはテドラーバックに合わせ210mm×297mmのA4サイズとした。

周辺材料としてカーテン素材を入れた袋を密封するシーラー (Songshan社 FR-300LBN)、完全に脱気する際に使用するカテーテルチップ型シリンジ (テルモ社)、各袋に均等に空気を入れるためのエアポンプ (ニッソー社 $\alpha 1000$)、アンモニアガスを採取する際に使用する50mlシリンジ (テルモ社) 及び18G針 (テルモ社) 等を使用した。

4) 手順

手順の概要として、まず4つのエアバックそれぞれに各種カーテン素材を入れ、シーラーで密封した後エアポンプで無臭空気をそれぞれのエアバックに3Lずつ入れた。次に試験管内で塩化アンモニアと水酸化カルシウムの混合物を加熱し、上方置換により100ml三角フラスコ4本にアンモニアガスを採取した。次に各種カーテン素材の入った4つのエアバックの中へ採取したアンモニアガスをそれぞれ別のシリンジで50mlずつ注入した。そして、アンモニアガスを注入した時点を実験開始とし、注入直後から経時的にアンモニアガス値を検知管で計測した。

5) 計測方法

アンモニアガス値の計測にはアンモニアガス検知管No.3L (ガステック社) を使用した。光触媒型消臭カーテンへの影響を探るため、各群を新たに照度計 (GA社 デジタルルクスメーター GL-03) および紫外線強度計 (佐藤商事 YK-35UV) を用いて計測した。測定時間は過去2回の予備実験と同じ内容とした。

6) 結果

紫外線強度は各群とも $0.001 \mu\text{w}/\text{cm}^2$ でバラツキがなかった。照度は各群で300lxから350lxの間でバラツキがあった。アンモニア値は検知管で計測できる範囲を超えたため、アンモニアガス注入量を修正しながら同日3回の予備実験を行った。ガス注入量を少なくとも各群のガス注入直後のアンモニアガス値に80ppmから35ppmの間でバラツキがあった。

IV. 3回の予備実験結果からの考察

第1回予備実験の結果から排泄物は人の嗅覚では臭いを感じられても検知管やニオイセンサーでは殆ど臭気ガスを検知出来ない結果となった。これは袋が大きすぎたため臭気物質が薄まってしまったか、排泄物を紙おむつに包んだことによって排泄物の臭気が弱まったためのどちらかもしくは両方が原因ではないかと思われ、諸条件を変更し実験方法を検討する必要があると考えた。そのため第2回予備実験では臭気素材は第1回予備実験と同量の便と尿を使用し、その他の条件を変更して実施した。しかし、第2回予備実験の結果からも、臭気素材として人の排泄物を用いる実験デザインは例えば人の嗅覚で臭いを感じられても検知管やニオイセンサーでは殆ど臭気ガスを検知出来ないため中止とした。この結果は新野 (2007) の実験結果と同様であり新野の研究結果を裏付けるものとなった。

そこで、第3回予備実験では検知管での計測が不可能であった硫化水素、メチルメルカプタン類の計測は中止し、排泄物臭気の主成分であるアンモニアに焦点を当て、アンモニアガスを人工的に生成し、各群のアンモニア値を経時的に測定する実験デザインに変更し予備実験を実施した。ニオイセンサーでの計測も不可能であるため中止とした。また、照度、アンモニア値の計測値も各回・各群にバラツキがあるため本実験では研究の妥当性を高めるためRandomized Controlled Trialで行うこととした。また、消臭カーテンの活用が期待される実際の臨床場面を想定すると、排泄介助後短時間での消臭効果について検証することが重要であると考え、本実験では実験開始2時間後のアンモニアガス値の計測は中止とした。

予備実験の材料及び測定機器・方法の違いを表3に示す。

V. 研究の限界と課題

本研究は本実験のための予備実験であるため、研究者1人により材料の検証、臭気の測定をおこなっている。そのため本実験では妥当性を高めるため計測回数を増やし、Randomized Controlled Trialで行う必要がある。

VI. 謝辞

本研究において、実験の場所を提供して下さった

表3. 予備実験における材料と測定方法の比較

材料・測定方法	プレテスト1回目	プレテスト2回目	プレテスト3回目
臭気材料	尿100ml 便50g 紙おむつで包む	尿100ml 便50g 袋内に20分放置	アンモニアガス 50ml
カーテン素材の 大きさ	60cm×40cm	182mm×128mm B6サイズ	210mm×297mm A4サイズ
臭気素材を 入れる袋	150cm×100cm ポリエチレン製	196mm×177mm ポリエチレン製	250mm×400mm 弗化ビニール製
測定機器	アンモニア検知管 No.3L 硫化水素検知管 No.71 メチルメルカプタン類 検知管 No.4LL ニオイセンサー 温・湿度計	アンモニア検知管 No.3L 硫化水素検知管 No.71 メチルメルカプタン類 検知管 No.4LL ニオイセンサー 温・湿度計	アンモニア検知管 No.3La 温・湿度計 照度計 紫外線強度計
嗅覚による 測定尺度	6段階臭気強度表 9段階快・不快度表	6段階臭気強度表 9段階快・不快度表	なし
測定回数	4回	4回	4回
測定時間	直後・30分後・ 1・2時間後	直後・30分後・ 1・2時間後	直後・30分後・ 1・2時間後

A福祉施設の関係者には多大な協力を頂きましたことをここに感謝致します。

本研究は国際医療福祉大学大学院保健医療学専攻看護学分野看護管理開発学領域修士学位论文の一部に加筆・修正を加えたものである。国際医療福祉大学大学院の湯沢八江教授、野村欽教授には、温かい御指導を頂きましたことを心より感謝致します。

VII. 文献

- 悪臭法令研究会, 2001, ハンドブック悪臭防止法, ぎょうせい
- 深澤正芳, 深谷英世ら, 2005, ショットコーティング法による吸着材付与技術の開発, 愛知県産業技術研究所研究報告, 4, 100-103
- 舩橋靖博, 2006, 独立した居住空間を支える脱臭・抗菌ナノ触媒の開発研究, 日比科学振興助成財団研究報告書
- 永坂茂之, 柳沢昌行ら, 2010, 高齢者施設における光触媒脱臭シートの実証試験, 光機能材料研究会会報光触媒, 33, 182-183
- 増田秀樹, 2005, ナノテクを利用した環境浄化空気触媒の開発研究, 日比科学振興助成財団研究報告書
- 光田恵, 2005, 看護環境における臭気の特徴と対策に関

- する研究, 日比科学振興助成財団研究報告書
- 佐々木夢公, 浅野清光, 2007, 可視光応答型高効率光触媒酸化チタン薄膜の開発, 素材物性学雑誌, 20 (1)
- 関口昌孝, 2010, 光触媒, 光触媒技術情報, 67, 423-427
- 清水博, 1993, 吸着技術ハンドブック, NTS
- 砂金孝志, 黒澤悟史, 2010, 二酸化チタン光触媒繊維の作製とその性質, 茨城工業高等専門学校研究彙報, 45, 87-90
- 竹内擁, 1999, 最新吸着技術便覧, NTS
- 田中敦, 2010, ナノ粒子無機消臭剤, 不燃布情報, 10 (430), 26-31, 不燃布情報
- 竹内擁, 1999, 最新吸着技術便覧, 135-137, NTS
- 東レリサーチセンター, 2009, 脱臭・消臭技術の最新動向, 東レリサーチセンター
- 山下弘己, 田中健裕ら, 2006, 触媒・光触媒の化学入門, 22-23, 講談社
- 中野幸一, 2002, トイレ臭気の臭気成分分析とその除去技術, 臭気の研究, 33 (1), 19-24
- 新野峰子, 2011, 使用後紙おむつの臭気に対する発酵資材の消臭効果の検討, 日本看護研究学会誌, 34 (1), 131-135
- 前田久美子, 2005, 療養環境のグランドデザイン, 看護管理, 15 (10), 794-801



写真 1. 第 3 回予備実験に使用した主な試料・周辺材料及び計測機器



写真 2. 第 3 回予備実験で使用したエアバック内に入れた各種消臭カーテン素材