

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01392

研究課題名（和文）におい分子を自在に操る“貼るナノ透明体”の創製と実装化

研究課題名（英文）Fabrication of adhesive nanomaterials for controlling odor molecules

研究代表者

岡村 陽介（OKAMURA, Yosuke）

東海大学・工学部・准教授

研究者番号：40365408

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：においは人類の生活と密接に関与している。特に最近、体臭や生活臭などの不快な臭いを消し、好みの香りをつけて個性を演出するなど、皮膚に塗布・噴霧する脱臭・芳香剤が市場を賑わしている。しかし、汗などで有効成分が流れてしまうほか、におい分子は揮発性のため、その持続効果が不十分であるという課題が残されている。本研究では、におい分子の吸着・徐放を自在に操る“貼るナノ透明体”を創製、実装化を目指した。具体的には、ナノ透明体として多糖超薄膜やナノファイバーの創製法を確立した。これらナノ透明体に環状オリゴ糖を搭載しても、皮膚などの界面にも貼付でき、芳香成分を長時間徐放させる構造体であることを実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、におい分子の吸着・徐放を自在に操る“貼るナノ透明体”の創製法を確立した。これにより、従来の脱臭・芳香剤の課題（持続性）を解決するための方策を提唱することができ、学術的意義や社会的意義は大きい。また、におい分子に限らず薬剤等も包接可能であることから、新しい薬剤徐放性ナノ材料としてバイオマテリアル研究領域にも貢献できる技術になると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Fragrance products have been paid much attention to improvement of quality of life. However, their effect is often insufficient due to flowing by sweats and short-term evaporation of odor molecules. On the other hands, adhesive nanomaterials such as nanosheets has shown an excellent adhesiveness on various interfaces via a physical adsorption. In fact, we demonstrated fabrication procedure of polysaccharide nanosheets and nanofibers carrying cyclodextrin, which can be incorporated various hydrophobic molecules including odor molecules for adhesive fragrance materials.

研究分野：生体材料学

キーワード：ナノ透明体 環状オリゴ糖

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

においては人類の生活と密接に関連している。におい分子は揮発性の低分子有機化合物であり、世の中には数十万種存在する<sup>[1]</sup>。嗅覚受容体が発見されて以来、これまで数多くの受容体が同定されている<sup>[2]</sup>。従って、においがそのヒトの第一印象を決定するといっても過言ではなく、においが注目される要因である。最近、体臭や生活臭などの不快な臭いを消し、好みの香りを皮膚につけて個性を演出する脱臭剤・芳香剤が市場を賑わしている。前者は、加齢臭や汗臭を標的とし、物理吸着法、化学吸着法、生物学的手法にて脱臭する。後者は香料を配合した香水が代表例であり、不快な臭いを香りでごまかす感覚的消臭法に分類され、しばしば前者と合わせて使用する。しかし、いずれも液状・粉末状であり皮膚に塗布あるいは噴霧する用法のため、有効成分は汗等で流れてしまうほか、におい分子は揮発性のため脱臭・芳香能の持続性が不足している課題が残されている。

他方、近年のナノテクノロジー分野において、ナノ寸法(100 nm 以下)の厚みに制御した高分子ナノ薄膜が注目されている。これまで我々は、超薄膜を簡便に調製する手法を確立してきた。得られるナノ薄膜はナノ厚特有の高い接着力が発現し、接着剤なしで種々の界面(ガラス、プラスチック、生体組織等)に貼付できるユニークな性質をもつ。

[1] 東原和成. 現代化学 9, 23 (2014), [2] Touhara, K. *et al. Neuroscience* 254, 45 (2013).

## 2. 研究の目的

本研究では、におい分子の吸着・徐放を自在に操る“貼るナノ透明体”を創製、実装化を目指す。有効成分であるにおい分子包接体をどこにでも貼れるナノ透明体に搭載し、におい分子の吸着・徐放を持続させる仕組みを提案する。ナノ透明体は、貼っても見えないことが特徴となる。

## 3. 研究の方法

### 3.1. 多糖超薄膜の調製と物性評価

シリコン基板上にセルロースアセテート溶液(CA)を滴下し、スピコーター(MS-A100, ミカサ社製)にてスピコート(4,000 rpm, 20 s)し、犠牲膜とした。次いで、多糖水溶液をスピコート(6,000 rpm, 60 s)し、多糖超薄膜を調製した。架橋剤存在下、環状オリゴ糖を添加した溶液に多糖超薄膜を浸漬後、加熱(70°C, 1 h)した。洗浄後、アセトン中で犠牲層であるCAを溶解させ、環状オリゴ糖を担持させた多糖超薄膜を得た。比較対照として、環状オリゴ糖を担持させない多糖超薄膜を調製した。超薄膜の表面観察並びに膜厚測定は、走査型電子顕微鏡(FE-SEM, S-4800, 日立ハイテック社製) 段差計(DektakXT, プルカー社製)を用いた。

### 3.2. におい分子揮発抑制能評価

調製した環状オリゴ糖を担持させた多糖超薄膜をポリエチレン基板(PE, φ10 mm)上に回収後、におい分子モデルであるリナロール希釈溶液を10 μL 滴下し恒温恒湿下に静置した。所定の時間経過後、PE基板をサンプル瓶に入れ、セプタムラバーで密閉し5分間静置後、気体捕集ポンプ(AP-20, KITAGAWA社, NeedleEx, 信和化工株式会社)を用いて気体を採取し、ガスクロマトグラフィー分析に供し、気相中のリナロールの揮発量を定量した。

## 4. 研究成果

架橋剤を介した共有結合にて、環状オリゴ糖を表面修飾させた多糖超薄膜を調製した。アセトン中で剥離した超薄膜は自己支持性を有していた。また、超薄膜表面の走査電顕像から、超薄膜は欠陥もなく平滑な表面であることを確認した。得られた超薄膜は皮膚に貼付することも可能

であり、目立たず装着感すらないことも特筆すべき点であった。また、多糖超薄膜の膜厚は、多糖水溶液をスピコートする際の回転数によって制御可能であることも確認した。

PE 基板に直接リナロールを滴下した際、気相中のリナロールの濃度は時間の経過とともに顕著に減少していた。環状オリゴ糖担持多糖超薄膜の場合、リナロールの揮発抑制能効果が顕著に現れ、環状オリゴ糖未担持体と比較して有意であった。以上の結果より、多糖超薄膜に表面修飾された環状オリゴ糖において分子が包接され、揮発抑制能が発現したと考えられる。また、ナノ透明体として、ナノファイバー不織布の調製法も確立した。更なる表面積の向上が期待できる構造にある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 布山 忠裕, 石倉 賢一, 岡村 陽介
2. 発表標題 熱プレス法を活用した貼付型ナノファイバーの創製と物性評価
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅羽 建太, 坪井 亮, K. Sitthirat, 伊藤 早也香, 樋口 昌史, 岡村 陽介
2. 発表標題 Fabrication of Nanofibers Carrying Nanoparticles and Their Evaluation on Inclusion Ability of Odor Molecules
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡村 陽介, 土屋 笙子, 竹本 絵里佳, 窪田 美紗子, 浅羽 建太, 松本 拓也, 中川 篤.
2. 発表標題 におい分子の揮発を制御する“貼るナノ構造体”の創製とその機能
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土屋 笙子, 松本 拓也, 中川 篤, 岡村 陽介
2. 発表標題 におい分子の揮発を制御する多糖超薄膜の創製
3. 学会等名 東海大学マイクロ・ナノ啓発会 (Tune) 第9回学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土屋 笙子, 松本 拓也, 中川 篤, 岡村 陽介
2. 発表標題 におい分子の揮発を制御する多糖超薄膜の創製と機能評価
3. 学会等名 第40回日本バイオマテリアル学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Tsuchiya, A. Nakagawa, T. Matsumoto and Y. Okamura
2. 発表標題 Fabrication of Polysaccharide Nanosheets for Controlled Release of Odor Molecules
3. 学会等名 The 10th Meeting of Tokai University Micro/Nano Enlightenment (T $\mu$ ne10) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Tsuchiya, A. Nakagawa, Y. Okamura
2. 発表標題 Fabrication and evaluation of polysaccharide nanosheets carrying cyclic oligosaccharides
3. 学会等名 MNTC International Symposium 2017 (MNTCIS2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 土屋 笙子, 中川 篤, 岡村 陽介
2. 発表標題 におい分子吸脱着能を有する多糖超薄膜の創製と機能評価
3. 学会等名 第66回高分子討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 土屋 笙子, 中川 篤, 岡村 陽介
2. 発表標題 多糖超薄膜の調製法の確立とにおい分子の徐放制御
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 芳香分子を担持でき該担持した芳香分子を徐放できる担体が固定された薄膜	発明者 岡村 陽介, 中川 篤, 土屋 笙子, 他	権利者 東海大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-169144	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	中川 篤  (NAKAGAWA Atsushi)	東海大学・マイクロナノ研究開発センター・特定研究員	
研究協力者	土屋 笙子  (TSUCHIYA Shoko)	東海大学大学院・工学研究科・大学院生	
研究協力者	布山 忠裕  (FUYAMA Tadahiro)	東海大学大学院・工学研究科・大学院生	
研究協力者	浅羽 建汰  (ASABA Kenta)	東海大学大学院・工学研究科・大学院生	