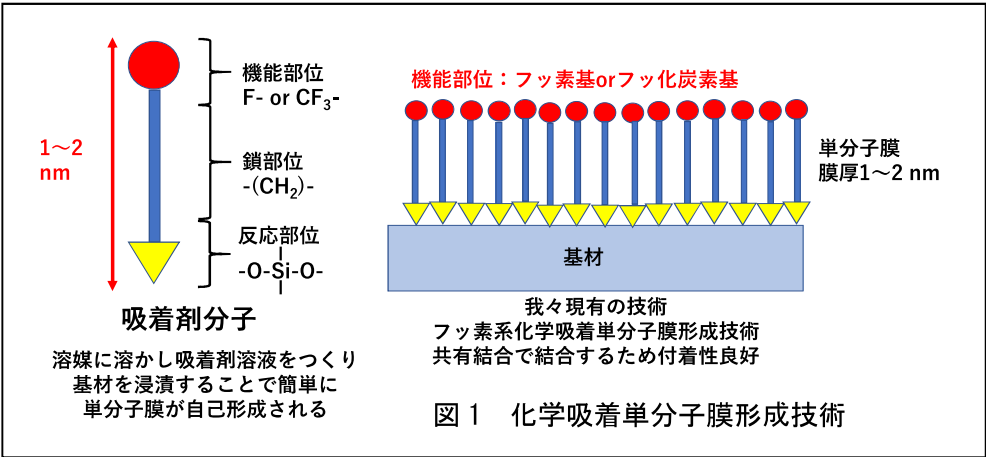


研究状況の概要【中間報告】

氏 名	須崎嘉文
1. 研究題目	化学吸着単分子膜を用いたガスレンジトップ面一体化耐熱性防汚膜の開発
2. 研究内容	
(1) 研究の目的 ガステーブルのトップやレンジフードの表面には油污れなどが付着することが問題となる。この問題を解決するには、基材表面に油污れを付きにくくする表面処理が必要であるが、あわせて耐熱性も必要である。この解決策として、フッ素系の材料であるテフロン（耐熱温度：260℃）を基材表面に塗り付ける方法が考えられる。しかしながら、この方法ではテフロンと基材の間における化学的な結合が無いため付着性が悪く耐久性に欠けてしまう。我々は化学吸着単分子膜の形成技術を確認している。フッ素系、または、フッ化炭素系吸着剤分子を溶媒に溶かした吸着剤溶液に基材を浸漬することで自己形成的に化学吸着単分子膜を形成することができる。この単分子膜は、基材に化学結合（共有結合）するため付着性が良く耐久性が非常に高い。そこで本研究課題においては、防汚表面を形成するためにフッ素系、または、フッ化炭素系吸着剤を用いた化学吸着単分子膜を形成し、さらに、網目状のシリケートを混入することで耐熱性を向上させる。耐熱温度：310℃を目標とした、耐熱性防汚膜を開発することを目的とする。本方法では、従来のテフロンコートに比べてフッ素材料の使用量が極微量であることから廃棄しても環境汚染がほとんどない特長もある。	
(2) 化学吸着単分子膜形成技術 吸着剤分子は「機能性部位」および「反応部位」をもちその間を鎖部位でつないだ形の分子である。この吸着剤分子を溶媒に溶かした吸着剤溶液を作製し、基材を浸漬することに	
 図1 化学吸着単分子膜形成技術	
より反応部位が自己形成で基材に密に結合することで単分子膜が形成される。そのため、機能部位が表面に機能部位が密に配置される。この機能部位にフッ素基（-F）あるいは、フッ化炭素基を配置することで表面エネルギーを下げることができ、防汚膜を生成することができる。この単分子膜は、基材と化学結合（共有結合）するため、付着力が極めて高い。 この技術によって形成される単分子膜は、薄さ1～2nm（ナノメートル）であるため、透明であり、下地の外観に変化を与えないことから、レンジトップ面の外観の美しさを損ねる心配がない。	

3. 研究成果、課題等

(1) 超撥水撥油表面の形成

以下(a)、(b)を組み合わせた微細構造を組合せた表面の形成実験を行った。微細構造の概略図を図2に示す。

(a) ラズベリー構造

試作した構造は、ガラス基板の上に透光性を有する、大(石英粒子(SiO_2)、直径100 nm程度)小(酸化亜鉛(ZnO)、高さ40 nm程度)の凹凸を組合せて作製した複雑な形状で、ハスの葉が水をはじく構造を模したフラクタル構造である。透光性を有する材料を用い、しかも微小な構造のため透光性を損なわない特長がある。

(b) 単分子膜

単分子膜は、撥水性機能部位として $-\text{CF}_3$ をもち、反応部位としてメトキシシリ基をもつ、化学吸着材を材料表面に反応・結合させたものである。密に集合した単分子膜が形成される。酸化亜鉛薄膜表面とも共有結合するため、耐摩耗性に優れる特長がある。

(c) 実験結果

条件を検討して作製したサンプルCにおいて、透過率スペクトルを測定した結果、可視光透過率90%以上となった。可視光に対する透明性が確認できた。

作製したサンプルCについて撥水性、および、撥油性を測定した。サンプルCにおいて水滴接触角150.7度であり、超撥水性が確認できた。また、油滴接触角105.7度であったことから、撥油性が確認できた。これらの結果によって、防汚性の表面が得られたと結論できる。

サンプルCについて高分解能電子顕微鏡観察を行った。図3に示す。試作したどの試料についても表面に凹凸組織がみられたが、特にサンプルCにおいて、凹凸が大きく鋭くなっていた。この凹凸形状が大きな超撥水性、および、撥油性を示す要因になったのではないかと考察できる。

(d) 耐熱性について

表面の微細構造の形成に用いた石英粒子、および、酸化亜鉛の耐熱性は十分高い、しかしながら、通常超撥水性に用いるフッ素系単分子膜の耐熱温度は300度程度であり、ガスレンジトップに用いるには十分ではない。一方、シリケートガラスの耐熱温度は800度である。この材料と同様の単分子膜を形成するには、テトラメトキシシランを用いると良い。単分子膜を形成する際に用いる吸着剤溶液にテトラメトキシシランを混合することによって、耐熱温度を400度に増加する結果が得られた。防汚特性と耐熱性を併せもつ表面を試作することができた。

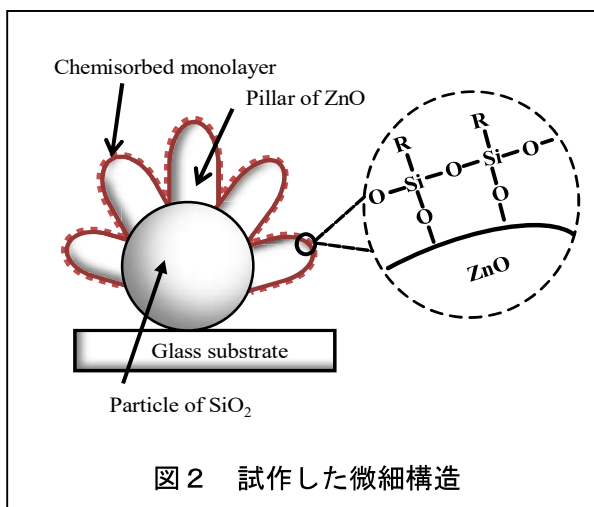


図2 試作した微細構造

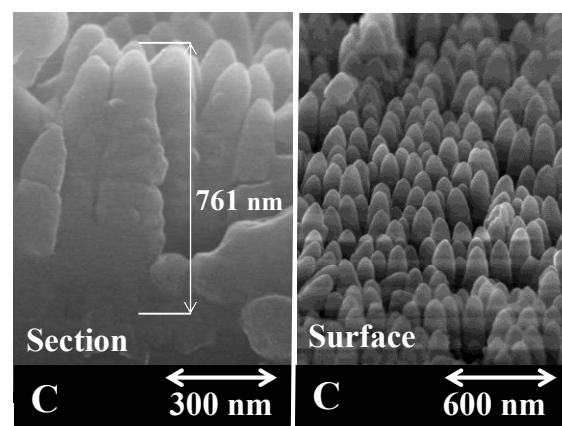


図3 水滴接触角および油滴接触角

4. 今後の予定 （助成希望金額とその使途についてもご記入願います）

ガステーブルのトップやレンジフードの表面には油污れなどが付着することが問題となる。この問題を解決するには、基材表面に油污れを付きにくくする表面処理が必要であるが、あわせて耐熱性も必要である。この解決策として、フッ素系の材料であるテフロン（耐熱温度：260℃）を基材表面に塗り付ける方法が考えられるが耐熱性が不十分であるし、かつ、フッ素材料の使用に環境における問題がある。

本研究では、従来のテフロンコートに比べてフッ素材料の使用量が極微量である特徴のあるフッ素系化学吸着単分子膜と凹凸微細構造を組み合わせることで、超撥水性かつ撥油性を併せもつ防汚表面を形成する。さらに、シリケートガラス材料を組合せることで耐熱性を増加する新技術を開発する。

2024 年度（1 年目）においては、凹凸微細表面構造とフッ化炭素系単分子膜を組合せることによって超撥水性（水滴接触角：150 度以上）、および、撥油性（油滴接触角：100 度以上）を得ることができた。さらに、テトラメトキシシランを混合することによって耐熱温度を 400 度に増加する結果を得ることができた。その結果を踏まえて、2025 年度（2 年目）においてはさらに良い物性を安定して得ることを目的とする。具体的には、異なる溶媒、濃度条件を用いて、防汚膜の形成実験を行う。この際、FT-IR 測定装置、および、走査電子顕微鏡（SEM）を用いて、表面の防汚膜の組織について評価することで、耐熱性防汚膜の形成条件について、最適条件を求める。

防汚膜の形成実験については、特別な設備装置は必要とせず、シャーレを用いた小面積で行う。防汚膜の評価装置については全て現有の設備装置である。したがって、研究費については主に、吸着剤分子材料、溶媒材料、化学実験に用いる消耗品の購入に充てる。また、化学吸着単分子膜形成技術を確立した小川一文香川大学名誉教授の技術指導謝金、大学院生の実験補助謝金に充てる。また、情報収集・研究成果発表のための国内、海外出張旅費に充てる。