

平成20年3月28日

## 平成19年度「外部汚染管理技術ワーキンググループ」活動報告書

物質・材料研究機構

木村秀夫

### 1. 構成メンバ

| 氏 名  | 所属         |
|------|------------|
| 木村秀夫 | 物質・材料研究機構  |
| 土佐正弘 | 物質・材料研究機構  |
| 小澤 清 | 物質・材料研究機構  |
| 島村清史 | 物質・材料研究機構  |
| 佐々木進 | 宇宙航空研究開発機構 |
| 古川睦久 | 長崎大学大学院    |
| 浦山文隆 | 長崎大学大学院    |
| 武田直道 | 宇宙技術開発     |
| 宮本 潤 | 宇宙技術開発     |
| 島袋 翼 | 宇宙技術開発     |

### 2. 本年度 WG 会合開催実績

#### (1) 平成19年度第1回会合

日時：平成19年9月7日（金）

場所：物質・材料研究機構千現地区

参加者：木村秀夫、土佐正弘、小澤清、浦山文隆、武田直道、宮本潤、島袋翼

内容：第1回コンタミネーションWSとして開催

#### (2) 平成19年度第2回会合

日時：平成20年10月26日（金）

場所：奈良県新公会堂

参加者：木村秀夫、土佐正弘、浦山文隆

内容：ISPS2007での3件の講演に伴って開催

#### (3) 平成19年度第3回会合

日時：平成20年1月23日（水）

場所：長崎大学共同研究交流センタ

参加者：木村秀夫、古川睦久、浦山文隆

内容：高分子材料からのアウトガスに関する整理

### 3. 活動目的

近年の観測機器等の高度化に伴い、宇宙機起源のアウトガス、スラスタブルーム等による宇宙機周辺またはこれら機器表面の汚染が重要な技術課題として認識されつつある。しかしながら、米国では NASA/MSFC による SEE (Space Environments and Effects) 計画の中で WG (Neutral External Contamination Working Group) が設置され解析ツールやデータベースの整備が推進されているが、国内では個別に関連研究が進められてはいるものの、体系的に取り組む枠組みは未整備な状況にある。本 WG 設置の目的は、このような国内の状況に鑑み、宇宙機外部の汚染管理に係る知見・成果の共有と技術の体系化を図り、将来の関連研究の核として発展させる。

宇宙機外部の汚染管理に関しては、宇宙機から放出される汚染粒子の発生・輸送プロセスの理解、宇宙環境下における汚染分子の宇宙機外部表面への付着と宇宙機周辺の浮遊に関する定量的評価、外部汚染の熱光学的影響に関する定量的評価と緩和・防止、汚染管理に必要な材料データの取得とデータベース化等、様々な観点から技術課題が想定される。例えば、JAXA/SED による真空環境下での汚染分子放出・輸送・付着に関する数

学モデルの開発・検証と汚染分子付着に関する解析評価技術の開発、JAXA/JAMSS によるアウトガスデータ取得、NAOJ/Swales によるSOLAR-B/OTAに関する汚染付着の定量的評価、更には、WG活動と関連してNIMS/長崎大学/JAXAによる汚染防止技術研究の取り組みが為されており(平成17~18年度JSF公募研究)、これらを通して貴重な知見が蓄積されつつある。しかしながら、近年になって関連研究者・技術者間の交流が局所的には行われているが、(1)項に記述したように、知見を共有し相互に意見交換を行う共通の枠組みがないため、その活動は限定的であり、体系的・網羅的に関連研究を進める状況には未だ至っていない。本認識に立ち、まずはワークショップの開催により現在技術のスタート地点を見つめ直すとともに、広くこの分野に関連する研究者・技術者を結集し、交流を深める。さらに宇宙ステーションでの実験実施を視野に入れ、平成19年度においては以下の活動を進める。

- (1) 今後の活動に向けた指針とするため、汚染管理技術の体系化と技術課題の整理を行い、宇宙実証実験を目指したロードマップを作成する。
- (2) 前項と並行して関連研究者・技術者との交流を図り、WGの拡充とWG活動計画の策定を進める。
- (3) 地上技術へのスピノフを目指し、検討を行う

#### 4. 活動内容

##### (1) 真空中での光触媒によるコンタミネーション防止実験

光触媒にはゾルゲル法でCaF<sub>2</sub>基板にコーティングしたTiO<sub>2</sub>薄膜を用いた。原料はチタン酸イソプロピル(TTIP)、2-プロパノール(*i*-PrOH)、2-メチル-2-プロパノール、エタノール(EtOH)、ジエタノールアミン(DEA)である<sup>1)</sup>。TTIPを*i*-PrOHに溶解し、窒素雰囲気下でDEAを添加した後に室温で

2時間攪拌した。この溶液を用いてスピノコート法(2500 rpm、30秒間)により7mm四方の基板にコーティングし、100℃で20時間乾燥、500℃で1時間の結晶化熱処理を行った。コンタミネーションモデル物質にはオレアミド(C<sub>18</sub>H<sub>35</sub>NO, MW 281)、フタル酸ジエチルヘキシル(DEHP, C<sub>24</sub>H<sub>38</sub>O<sub>4</sub>, MW 391)を用いた。真空中(10<sup>-4</sup>~10<sup>-3</sup>Pa)でUVを供試体に照射し、その前後の供試体の重量測定及び紫外可視(UV/VIS)透過率スペクトル分析を行った。UV光源には三栄電機製作所の200W水銀キセノン光源UVF-203Sを用いた。

各基板に塗布したDEHPの重量変化を図1に示す。TiO<sub>2</sub>薄膜上のDEHPの重量減少率はモデル物質単体よりも若干上回り、オレアミドでも同様の傾向を示した。DEHP周辺に配置した基板の透過光強度変化では、TiO<sub>2</sub>/CaF<sub>2</sub>基板では透過光強度は増加傾向を示し、CaF<sub>2</sub>基板では減少傾向を示した。また、TiO<sub>2</sub>/CaF<sub>2</sub>基板では長波長よりも短波長の透過光強度のほうが大きくなる傾向を示し、CaF<sub>2</sub>基板ではその逆となった。いずれの基板においても大気中でUVを照射しアセトンで洗浄すると元の透過光強度に戻った。これらの傾向はオレアミドでも同様であった。CaF<sub>2</sub>基板にはコンタミネーションが付着し、時間の経過とともに短波長側の透過光強度が低下していると推測される。TiO<sub>2</sub>/CaF<sub>2</sub>基板に関しては、低屈折率の付着物が高屈折率のTiO<sub>2</sub>の反射防止膜として作用したため、短波長側の透過光強度が増加したと推測される。

##### (2) 光触媒TiO<sub>2</sub>のAl合金への塗布

ゾルゲル法により合成したTiO<sub>2</sub>をAl合金A2024基板へスピノコートした。コート後はアモルファスであったが、熱処理により結晶化させることができた。光触媒活性なのはTiO<sub>2</sub>の低温相アナターゼであり、大気中400℃、20時間の熱処理が必要であった。し

かし、この熱処理により図 2 (a)ビッカース硬度 (Hv) を示すように、Al合金は過時効により軟化してしまった。しかし、ポリスチレンで軟化後の光触媒効果を調べたところ、光触媒効果が確認できた。

軟化を回復させるため、その後 500℃、30 分の溶体化処理後、150℃で 10-100 時間の時効を行った。時効後の硬度変化が図 2(b)である。時効により硬度は回復した。また、時効後でも光触媒効果を確認できた。時効後でも、TiO<sub>2</sub>膜は強固であり、十分な耐久性を有することが確認できた。

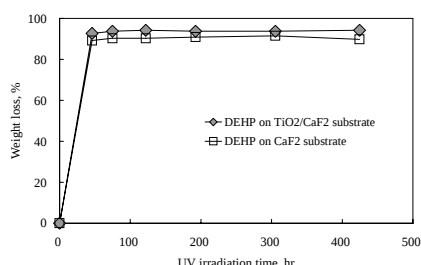
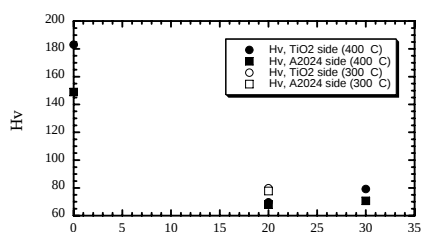


図 1 DEHP の重量変化

(a)



(b)

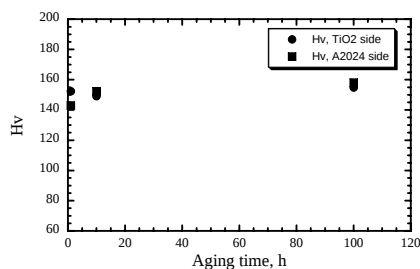


図 2 ビッカース硬度 (Hv) の熱処理依存性 (a) と時効時間依存性 (b)。

## 5. 成果

### 【関連する平成 19 年度の発表】

- (1) 浦山文隆, 渡辺吉男, 矢野敬一, 馬場尚子: ひので可視光望遠鏡における軌道上コンタミネーション

の影響評価, 宇宙技術 6(2007)25-30.

- (2) 浦山文隆, 古川睦久, 土佐正弘, 小澤清, 木村秀夫: 真空中での光触媒によるコンタミネーション防止実験, 宇宙技術 6(2007)81-86.
- (3) F. Urayama, Y. Watanabe, K. Yano and N. Baba: Molecular contamination assessments of Hinode Optical Telescope Assembly during first half year, 58th IAC, No. IAC-07-C2.6.1 (September, 2007).
- (4) F. Urayama, M. Furukawa, K. Ozawa, M. Tosa and H. Kimura: Characterization of photocatalyst optical properties under vacuum conditions, 58th IAC, No. IAC-07-C2.I.13 (September, 2007).
- (5) F. Urayama, M. Furukawa, K. Ozawa, M. Tosa, H. Kimura: Photochemical Effects on Optical Properties of Molecular Contaminants, 3rd ISPS2007, No. C10-2 (October, 2007).
- (6) H. Kimura, R. Tanahashi, M. Tosa, K. Ozawa, F. Urayama: Synthesis of TiO<sub>2</sub> Photo Catalysis Films on A2024 Alloy for Astronautics Applications by Sol-Gel Method, 3rd ISPS2007, No. C6-3 (October, 2007).
- (7) 浦山文隆, 渡辺吉男, 矢野敬一, 馬場尚子: ひので可視光磁場望遠鏡における軌道上コンタミネーションの影響評価, 第 51 回宇宙科学技術連合講演会講演集, No. 3A15 (10 月, 2007).
- (8) 浦山文隆: 宇宙でのコンタミネーション現象、第 5 回九州宇宙環境技術交流会(8 月, 2007).
- (9) 浦山文隆, 古川睦久, 土佐正弘, 小澤清, 木村秀夫: 真空中での光触媒によるコンタミネーション防止実験, 日本電子材料技術協会 第 44 回秋期講演大会、No. p5 (10 月, 2007).
- (10) H. Kimura: Contamination Problem and Solution in Space - can be solved by photo catalysis? -, Seminar ISEM, Univ.Wollongong (December, 2007).