

アウトガス試験における水分収着の影響評価のための卓上 恒温恒湿環境の構築と真空加熱チャンバーによる脱湿試験 環境の改善

九州工業大学 宇宙システム工学科 機械宇宙システム工学コース 4年
岩田研究室 201A2129 卷測悠

宇宙機は過酷な宇宙環境で運用されるため運用終了まで正常に稼働するためには宇宙機に用いる材料の劣化の具合を把握し、設計段階で要求仕様を満たすものを採用することが求められる。材料を選別する試験が、サンプルを真空加熱してアウトガス特性を調べるアウトガス試験である。アウトガスとは、真空環境下にある有機材料などから発生するガスのことを指す。運用中の宇宙機から発生したアウトガスがカメラや太陽電池表面に再凝縮して汚染することで、撮影した画像の画質低下や発電量低下などの不具合を引き起こす。アウトガス試験の規格には NASA、JAXA が採用する ASTM インターナショナルが定める ASTM E595 や、ESA が定める ECSS-Q-70-02 がある。アウトガス試験は様々な宇宙機関や研究機関で実施されているが、その結果にはばらつきがある。

アウトガス試験の結果のばらつきの要因の 1 つとしてサンプル重量秤量中の水分収着について着目し、その影響を明らかにするためのデータ収集に必要な実験環境の構築が本論文の目的である。本研究により実験環境が整い、アウトガス試験における水分収着の影響を評価できるようになることでアウトガス試験の結果のばらつきの要因の 1 つと考えられる要素を他の要因と切り分けて議論が可能になると考える。また、影響の大きさ次第で、試験規格の改善や、アウトガス試験の試験装置の改良、そして真空加熱された材料が大気中で水分収着のメカニズム解明に役立てることができると考えられる。実験手法は ASTM E595 の試験規格に則る。サンプルを恒温恒湿環境に 24 時間曝露してコンディショニングを行い、曝露後のサンプルを秤量する。サンプルを 24 時間、真空加熱後に酸素、水分濃度が十分に低い不活性ガス環境内に移し、秤量することで真空加熱直後を秤量する。再度サンプルを恒温恒湿環境に移し 24 時間継続的に秤量することで、サンプルの水分収着の影響を調べる。これらの作業を可能にするための実験環境の構築を行い、実験環境の性能評価を行った。

Spacecraft operate in a harsh space environment, so in order for them to operate normally until the end of their operational life, it is necessary to understand the degradation of materials used for spacecraft and to adopt materials that meet the required specifications at the design stage. The outgassing test, in which a sample is heated in a vacuum to examine its outgassing characteristics, is used to select materials. Outgassing refers to gases generated from organic materials and other materials in a vacuum environment. Outgassing from an operational

spacecraft can recondense and contaminate the surfaces of cameras and solar cells, resulting in image quality degradation of captured images, reduced power generation, and other defects. Standards for outgassing tests include ASTM E595 set by ASTM International, which is adopted by NASA and JAXA, and ECSS-Q-70-02 set by ESA. Outgassing tests have been conducted by various space agencies and research institutes, but the results have varied.

The purpose of this paper is to establish the experimental environment necessary to collect data to clarify the effect of moisture sorption during sample weight weighing, which is one of the factors contributing to the variability of outgassing test results. By establishing an experimental environment that will allow for the evaluation of the effects of moisture sorption in outgas testing, it will be possible to separate the factors that are thought to contribute to the variability of outgas test results from other factors and to discuss them separately. Depending on the magnitude of the effect, this research may be useful for improving test standards, improving test equipment for outgassing tests, and clarifying the mechanism of moisture sorption in vacuum-heated materials in the atmosphere. The experimental methodology follows the ASTM E595 test standard. Samples are exposed to a constant temperature and humidity environment for 24 hours for conditioning, and samples are weighed after exposure. Weigh the sample immediately after vacuum heating by transferring the sample into an inert gas environment with sufficiently low oxygen and moisture concentrations after vacuum heating for 24 hours and weighing. Weigh the sample again by transferring it to a constant temperature and humidity environment and continuously weighing it for 24 hours to determine the effect of moisture sorption on the sample. An experimental environment was constructed to enable these tasks, and the performance of the experimental environment was evaluated.

目次

第1章 序論

- 1.1 研究背景
- 1.2 研究状況
- 1.3 研究目的

第2章 基礎理論

- 2.1 水分収着の概要
- 2.2 表面吸着の原理
- 2.3 内部拡散の原理

第3章 水分収着によるサンプル重量変化の測定手法

- 3.1 測定手法の概要
- 3.2 実験装置への要求
- 3.3 既存の実験装置の構成
 - 3.3.1 真空加熱装置
 - 3.3.2 恒温恒湿ブース
 - 3.3.3 グローブボックス

第4章 サンプル重量変化の測定環境の構築

- 4.1 真空加熱装置の性能評価
- 4.2 恒温恒湿ブースの性能評価
- 4.3 グローブボックスの性能評価

第5章 実験結果

- 5.1 真空加熱装置の実験結果
 - 5.1.1 真空チャンバー内の圧力
 - 5.1.2 管状電気炉の温度
- 5.3 恒温恒湿環境の温湿度
- 5.4 グローブボックス内の酸素濃度及び水分濃度の測定結果

第6章 総括

参考文献

謝辞

付録

- ・ ASTM E595-15 和訳
- ・ ECSS-Q-ST-70-02C
- ・ 真空加熱装置の稼働手順
- ・ 恒温恒湿ブースの稼働手順
- ・ B-LOG-01 の使用方法
- ・ グローブボックスの使用方法

全文を希望の方は cho.mengu801@mail.kyutech.jp までご連絡ください