

人工衛星用スラスタ触媒層内の模擬推薬分解度の 中性子ラジオグラフィによる観察

Visualization on the monopropellant thruster using neutron
radiography technology

香河 英史¹⁾、櫛木 賢一¹⁾、長田 泰一¹⁾、持木 幸一²⁾、飯倉 寛³⁾、松林 政仁³⁾

Hideshi KAGAWA, Kenichi KUSHIKI, Taiichi NAGATA, Kouichi MOCHIKI,

Hiroshi IIKURA, Masahito MATSUBAYASHI

¹⁾宇宙開発機構 ²⁾武蔵工業大学 ³⁾原子力機構

独) 日本原子力研究開発機構 JRR-3 研究炉内に設置されている熱中性子ラジオグラフィ装置 (TNRF) を用いて、人工衛星用 1N スラスタの動作状況の把握がどの程度可能かその可能性を見極める目的で 1N スラスタの触媒層内でどのような分解が起きているか模擬推薬を用いて実験を行った。

キーワード : スラスタ、触媒層、中性子ラジオグラフィ、可視化・計測

1. 目的

観察対象のスラスタは、真空中で人工衛星の姿勢制御等を行うために必要な推力を発生するために推進剤を電磁弁で開閉に応じて、推薬導管を通じ、推進剤と接触するだけで分解反応する触媒を詰めた触媒層に圧送し、高温ガスを生成、ノズルを通じて高速に高温ガスを排出することで反力として推進力を得るものである。今回の実験では、触媒層の推進剤の分解の様子が中性子ラジオグラフィを用いて観察できるか見極めるため、実際の推進剤であるヒドランジンはなく、より安全に実験が行える 60%濃度の過酸化水素水を用いてスラスタの噴射を行い動作中の様子を観察することにした。

2. 方法

スラスタの出口であるノズル部にアダプタを取り付け、排出ガスを細管に導き TNRF 撮影室から真空ポンプで排気を行い TNRF 撮影室内では閉鎖系となるような実験機器構成を製作した。

観察する対象は、2cm×1.6cm 程度の視野であり高時間分解能、高空間分解能の中性子ラジオグラフィの可能性を評価・調査ため使用するカメラは、感度の高い 3 版式 CCD カメラ (640×480 ピクセル) とより高解像度の CMOS カメラ (1,280×1,024 ピクセル) の 2 台を用いて可視化を行った。

3. 研究成果

触媒層の可視化領域に疑似推進剤が注入されて、徐々に色が濃くなっていく様子が捉えられた。今回の観察結果から、実際の人工衛星用のスラスタの評価に使用できる空間分解能と時間分解能を持っていると判断した。今回の手法を用いれば、燃料が噴射の方法の違いによってどのように触媒層に注入され、分解されているのかが可視化できると思われる。

4. 結論・考察

中性子による観察は、人工衛星用スラスタのような金属内部で液相から気相へ変化するような事象を十分詳細な時間分解能、空間分解能をもって観察できることがわかった。

今後、実際の推進薬を用いた観察を行い、人工衛星用スラスタの信頼性設計に必要な情報を得るツールとして利用していきたい。

5. 引用(参照)文献等