

低圧における感圧塗料の周波数応答特性

佐々木大介, 沼田大樹, 永井大樹, 浅井圭介

東北大学 工学部機械知能・航空工学科航空宇宙コース

現在検討が進められている火星探査飛行機では、火星大気環境下での翼の空力特性の把握がその開発において重要な要因となっている。火星大気は地球環境と比べ極端に低圧であり、その飛行環境は低レイノルズ数となる。このような低レイノルズ数環境下で翼の空力特性に表れる非定常性を理解するためには、翼面上に現れる非定常現象の把握が重要であり、物体表面圧力を面計測可能な感圧塗料(Pressure-Sensitive Paint; PSP)が有効な計測手段となる。しかしながら、PSP を低圧環境下で非定常現象へと適用するためには、PSP の発光強度が低圧環境下で強い非線形性を示すことや圧力感度の問題、そして応答特性に及ぼす周囲環境の低圧化の影響を把握しておく必要がある。

そこで本研究では、低圧環境下で非定常現象に適用可能な PSP の開発を目指し、音響共鳴管(図 1)を用いた低圧環境下におけるPSPの応答試験法の確立を目指す。音響共鳴管内部圧力を基準となる大気圧(100 kPa)と50 kPaの2条件に設定し、Polymer/Ceramic PSP(色素:PtTFPP)(図2)のそれぞれの圧力における各周波数での応答特性(図3)を計測した。計測した信号は正弦波近似法(図4)により処理し、その特性の比較及び周囲環境の低圧化による周波数応答特性への影響を調査する。50 kPa までの低圧試験に成功した。本報告では、音響共鳴管の50 kPa 環境下での駆動試験を行い、低圧環境下でも音響共鳴管によって圧力一定条件下での応答性試験が可能であることを実証した。以後は、ゲイン・位相の両データの取得を行い、周囲圧力がPSPの応答特性に及ぼす影響を具体的に調査する。

(1) 杉本珠生, 「高速応答型感圧塗料の伝達関数に関する研究」東北大学工学研究科修士学位論文, 2011

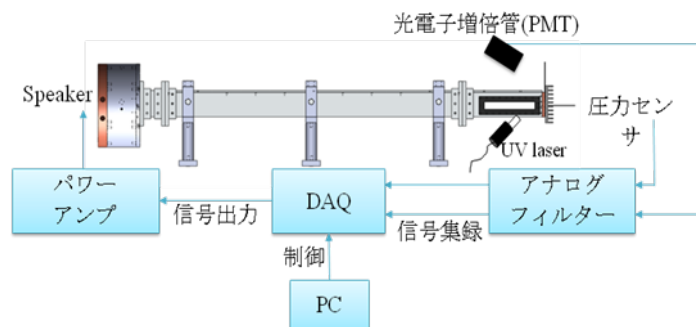


図 1: 実験セットアップ.

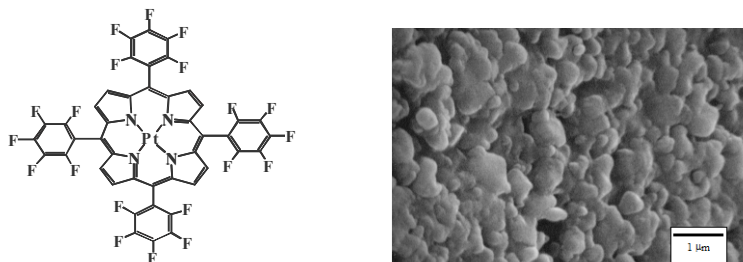


図 2: 色素 (PtTFPP) の組成 (左図) とバインダー (Polymer/Ceramic) の表面画像 (右図).

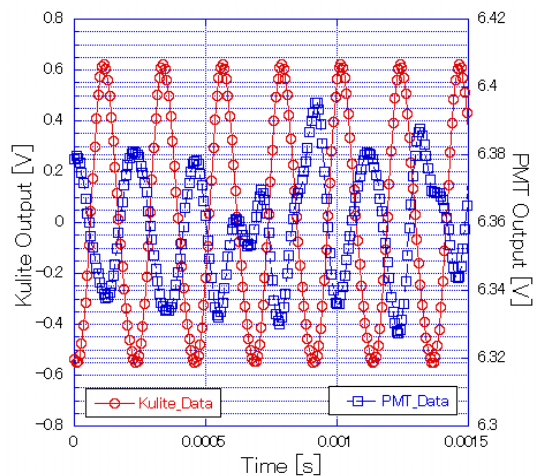


図 3: PC-PSP の応答試験(大気圧: 100 kPa, 周波数: 4428 Hz)

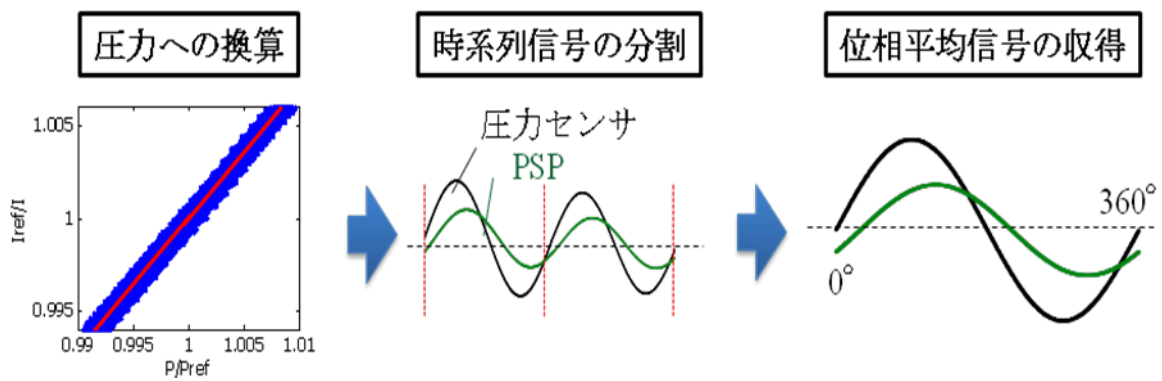


図 4: 解析方法(正弦波近似法)