

# ロボット・宇宙船アクチュエータのリアルタイム故障診断と動作推定

家庭用途サービスロボットや建設工事現場ロボットなどを人との垣根を外して使用するには安全・信頼性向上が不可欠であり、故障耐性の高いシステムフレームワークの構築が必須である。そして、モーターのリアルタイム故障診断はその第一歩である。一方、分野は異なるが、1980年から2005年にかけてフライトした調査可能な129の宇宙機の内、12%という高頻度でスラスタ（ガスジェット推進機／アクチュエータ）が故障発生している[1]、そのリアルタイム故障診断は緊急性の高い課題である。

このような背景のもと、本研究では、改良された Particle Filter ベースの故障診断手法を提案する。宇宙輸送船「こうのとり」を含む従来手法では、センサー値や入力値を数学モデルに入力して大きな確率論的分散（ばらけ）を検出する StateObserver や Kalman Filter という動作推定の上に重畳する故障「検知」手法が使用されているが、観測ノイズや外乱・モデル誤差などの要因が大きいため誤検知防止のために保守的な閾値を取らざるを得ないことと、さらに、何がどういった故障をしたという診断は基本的に事後解析の結果待ちである。また、Particle Filter による故障診断も提案されているが、従来のやり方であるとダイナミクス等状態量をシミュレートするエージェント (Particle) があまりにも多く、計算量がリアルタイムに追いつかない（比較図1参照）。対して提案手法である State Segmentation および Adaptive Resampling では、次元を絞ったサンプリングによって計算量を激減させ、動作推定のアルゴリズムから最小限の追加の計算量でリアルタイム相当の故障診断を達成させている。

**Keywords:** Fault Diagnosis, Particle Filtering, Failure Detection and Recovery, Redundant Robots, Space Robotics

## Reference

- [1] Tafazoli, M., A study of on-orbit spacecraft failures, Acta Astronautica, Vol. 64, No. 2-3, 2009, pp. 195-205.

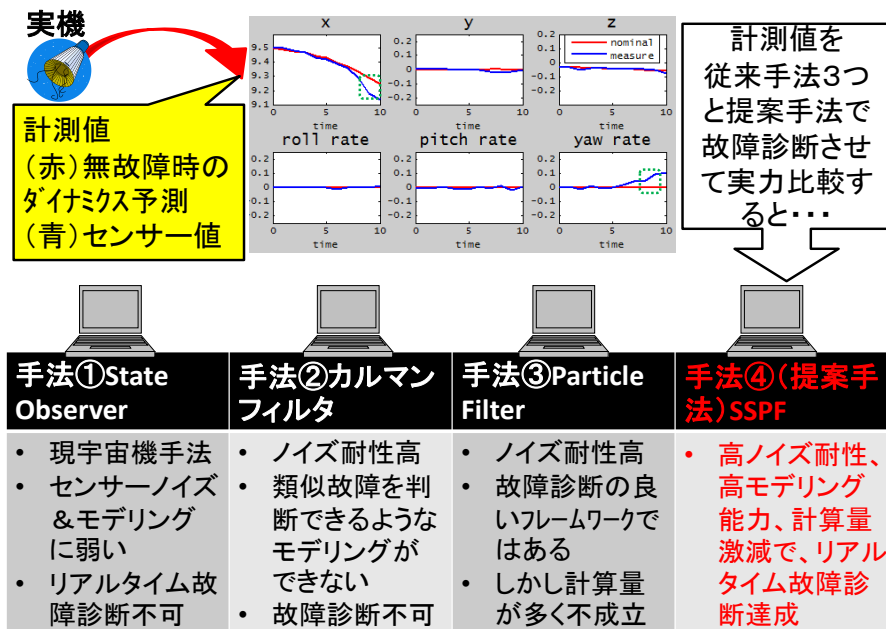


Fig. 1 アクチュエータ故障診断問題設定と手法間比較