



自立で起き上がって静かに倒立する立方体 XYZ 3軸姿勢制御モジュールの 運動方程式とマイコン制御

【第1回】1次元倒立振子のメカニズム

巳谷 真司 Shinji Mitani 宇宙航空研究機構(JAXA)



写真1 点立ちして静かに倒立する3軸姿勢制御モジュール(開発 JAXA)

● A難度! 自力で起き上がって倒立し安定する立方体

写真1に示すのは、体操選手のように、絶妙なバランスを保ち、点立ちして静かに倒立し続ける一辺10 cmの立方体です。床に固定されていなければ、CGでもありません。それだけではありません。この立方体は、横たわった状態から自分で起き上がるのです(写真2, 写真3)。

このダイナミックな一連の動きは、次のJAXA研究開発部門ホームページで見ることができます(図1)。

<http://www.kenkai.jaxa.jp/research/innovation/triaxial.html>

この不思議な箱は、3次元倒立振子と呼ばれ、最初、チューリッヒ工科大学で公開されたときは大きな反響を呼びました。

● 目標は一連の動作を数式化してマイコンに実装すること

私たちJAXAは、人工衛星に使えるワンモジュール・タイプの小型姿勢制御モジュールを目指し、研究開発を進めています。

本稿では、このモジュールの姿勢の計測と制御のメカニズムを理論的に、かつできるだけかみ砕いて説明します。種と仕掛けはボディに内蔵された3台の回転ホイール(リアクション・ホイール)の制御にあります。本連載は次のように全3回で解説を進める予定です。

【第2回】1次元モジュールのモデリングと制御

【第3回】3次元モジュールの倒立メカニズムと制御

1軸倒立のメカニズムも3軸倒立のメカニズムも、回転ホイールで起き上がる原理と必要なホイール初期角運動量から説明します。次に、慣性センサ(IMU、