

宇宙機の光学航法センサ信号処理の実例と ニューロモーフィック技術への期待

宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究所

福田 盛介

**Practical examples of signal processing for spacecraft optical navigation sensors and
expectations for neuromorphic technology**

Seisuke Fukuda

本講演では、光学画像や LiDAR などの光学センサを宇宙機の航法に用いる技術について、主に信号処理の側面から紹介する。航法に用いる宇宙機の情報の中で、姿勢については、星の配置や太陽や地球の方向を画像センサ（スタートラッカや太陽／地球センサなど）により推定する手法が従来から一般的であるが、天体への着陸や対象物への接近など、高い精度が必要なミッションにおいて、光学情報を用いた特殊な航法処理を行う実例が出てきている。2024 年 1 月に月面に着陸した小型月着陸実証機 SLIM では、光学画像を用いた対月面の地形照合航法が採用された。画像内のクレータ情報を利用する位置推定アルゴリズムをオンボードで完全自律的に動作させ、世界初の月面へのピンポイント着陸に成功した。

放射線や宇宙環境に対する部品耐性や高い信頼性要求など、地上用途と異なる宇宙機設計の特殊性により、航法に必要な信号処理を実行するための機上の演算環境は非常に貧弱である。SLIM の画像航法アルゴリズムの開発においても、リソースへの適合性は大きな課題であった。宇宙科学研究所が今後実施する無人機ミッションでは、「より遠く、より自在な」太陽系探査の実現が目標の一つであるが、現状の我が国の探査機の電力は太陽光発電をベースとしており、遠方探査では電力リソースが一層厳しくなる。一方で、通信遅延等を考慮すると、自律性（及び必要な演算の高機能化）への要求は高くなる。この相反する関係に対するブレイクスルーやパラダイムシフトのためのキー技術として、生物的な機能を再現あるいは模倣するニューロモーフィック技術が注目されつつある。講演の後半では、ニューロモーフィック技術の中で特に、スパイキングニューラルネットワークを宇宙機の光学航法に適用することを試行した萌芽的な研究の例を示しつつ、将来の研究開発の方向性について述べる。