

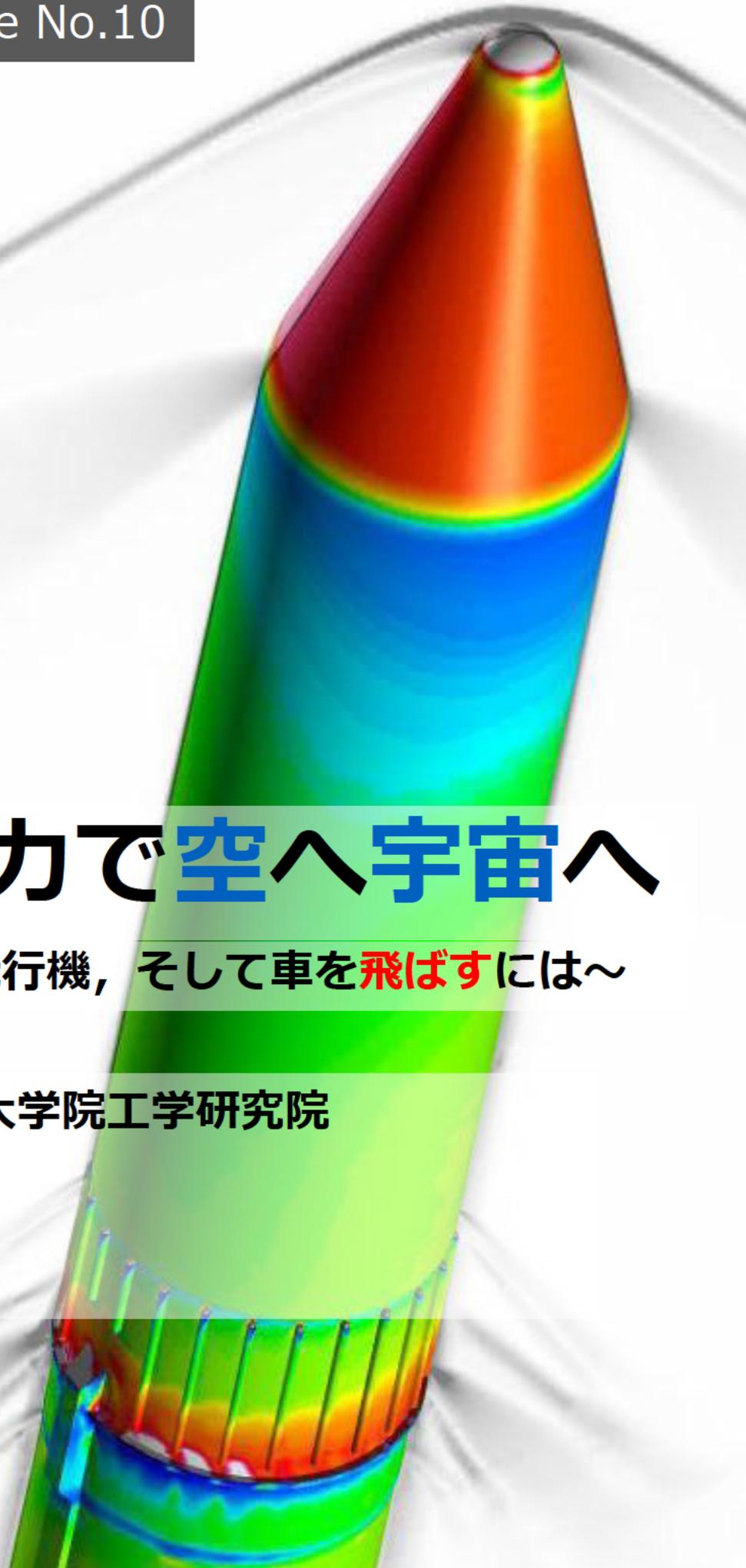
# 空気の力で空へ宇宙へ

～ロケット，飛行機，そして車を飛ばすには～

横浜国立大学 大学院工学研究院

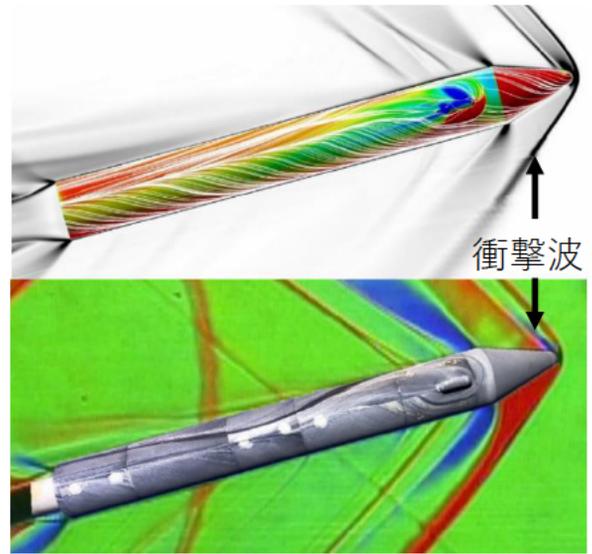
准教授

北村圭一



## ロケットの飛行を安全に

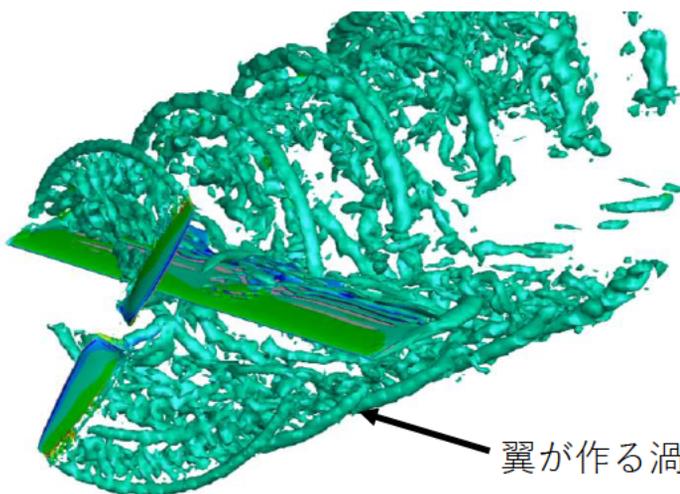
ロケットが飛行する際には、衝撃波（しょうげきは）と呼ばれる強い空気の波が発生し、ロケットに大きな空気抵抗がかかります。また進行方向だけでなく回転方向や垂直方向にも力やモーメント（力 × 腕の長さ）がかかるため、ロケットの飛行が不安定になる恐れがあります。これらの力は全て空気の流れが及ぼしています。よって飛行中のロケット周囲の空気の流れを正確に知る事が大切です。当研究室では、こうした空気の流れをシミュレーションや実験から明らかにし、ロケットの安全な飛行に役立てています。また優れたシミュレーションの方法自体も研究しています。



ロケット類似形状の飛行時シミュレーション（上）と、実際のロケットを用いた風洞実験（JAXAで実施）（下）。シミュレーションが実験結果を良く再現しています。

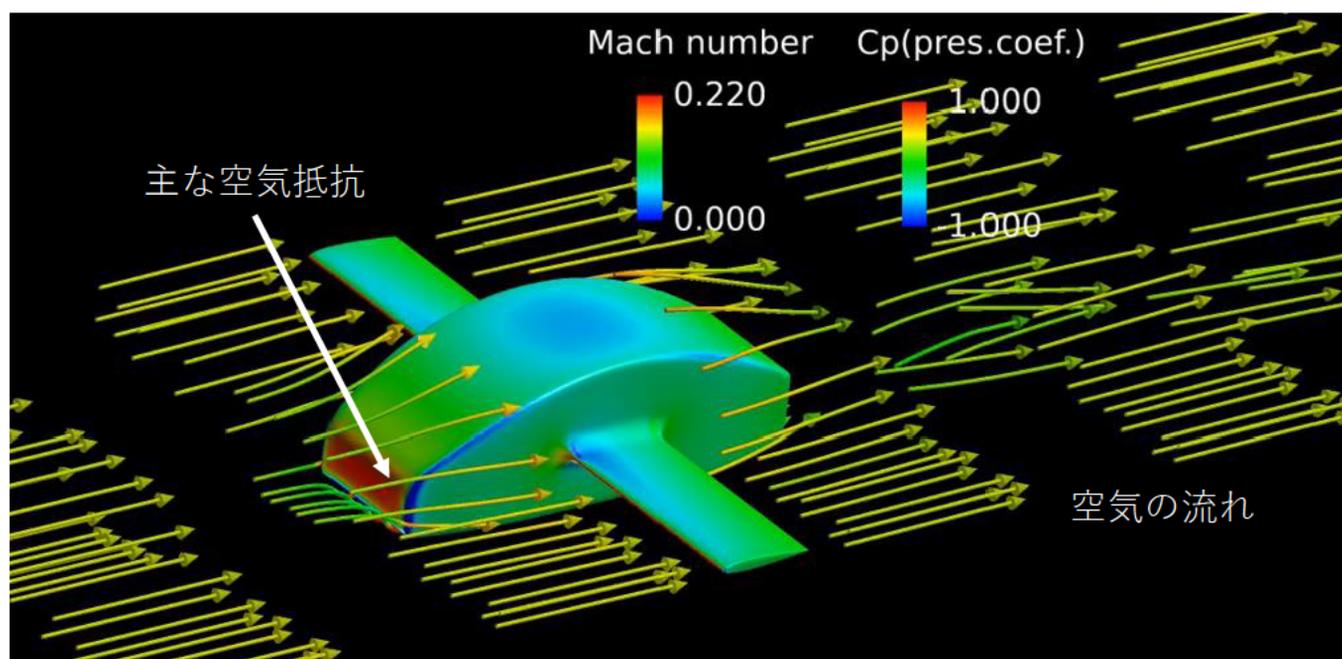
## プロペラ飛行機をドローンや惑星探査に応用

ヘリコプタやドローン、プロペラ飛行機のように回転する翼を持つ航空機を「回転翼機」と呼びます。回転翼機は便利ですが、回転する翼によって作られた空気の流れは背後の胴体や別の翼に大きく影響を及ぼします。こうして作られた複雑な流れの詳細は、これまで良く分かっていませんでした。



プロペラ飛行機の数値シミュレーション

そこで当研究室では、数値シミュレーションで模擬的なプロペラ飛行機の翼が作り出す渦を詳しく再現し（左図）、航空機周囲の空気の流れを明らかにしました。この成果は、近年NASAやJAXAが注目している火星探査や、ドローンのより安全な飛行に貢献できるものです。



「空飛ぶ車」の空力（くうりき）設計の一例。矢印は空気の流れを、赤い色は空気抵抗が大きい場所を表しています。

## 空飛ぶ車の設計へ

近年、国内外で「空飛ぶクルマ」の開発が活発化しています。当研究室では、その基礎研究として空飛ぶ車の空力（くうりき）設計、すなわち空気の力に関連した設計を行っています。まず学生さんたちの自由な発想に基づいて車の形状を考えてもらい、次に走行時と飛行時の両方における成立性を数値シミュレーションにより確認、議論しています。

図は2018年8月29日放映の『NHKニュースウォッチ9』で取り上げられた時に示したシミュレーション結果です。主な空気抵抗が働く場所や、車周囲の空気の流れの様子が良く分かります。この研究はまだまだ始まったばかりですが、とても夢のあるテーマだと思っています。

この研究に取り組んでいるのは

### 北村圭一(きたむらけいいち)

横浜国立大学 理工学部/大学院 工学研究院 准教授

名古屋大学 工学研究科 博士後期課程修了。博士（工学）。  
JAXA研究員、NASA客員研究員、名古屋大学助教を経て現職。  
趣味はアカペラ。

研究室URL : <http://www.aero.ynu.ac.jp>



## 最近の論文

Kitamura, K., and Balsara, D.S.: Hybridized SLAU2-HLLI and Hybridized AUSMPW+-HLLI Riemann Solvers for Accurate, Robust, and Efficient Magnetohydrodynamics (MHD) Simulations, Part I: One-Dimensional MHD, ***Shock Waves***, (Online).  
doi:10.1007/s00193-018-0842-0

Kitamura, K., Aogaki, T., Inatomi, A., Fukumoto, K., Takahama, T., and Hashimoto, A.: Post Limiters and Simple Dirty-Cell Detection for Three-Dimensional, Unstructured, (Unlimited) Aerodynamic Simulations, ***AIAA Journal***, Vol. 56, No. 8, 2018, pp. 3192-3204.  
doi:10.2514/1.J056683

Aogaki, T., Kitamura, K., and Nonaka, S.: High Angle-of-Attack Pitching Moment Characteristics of Slender-Bodied Reusable Rocket, ***Journal of Spacecraft and Rockets***, Vol. 55, No. 6, 2018, pp.1476-1489. doi:10.2514/1.A34211

Kitamura, K. and Shima, E.: Pressure-equation-based SLAU2 for oscillation-free, supercritical flow simulations, ***Computers & Fluids***, Vol.163, 2018, pp.86-96. doi:10.1016/j.compfluid.2018.01.001

Kitamura, K. and Hashimoto, A.: Simple a posteriori slope limiter (Post Limiter) for high resolution and efficient flow computations, ***Journal of Computational Physics***, Vol.341, 2017, pp. 313-340. doi:10.1016/j.jcp.2017.04.002

## 代表的な論文

Kitamura, K. and Shima, E.: Towards shock-stable and accurate hypersonic heating computations: A new pressure flux for AUSM-family schemes, ***Journal of Computational Physics***, Vol.245, 2013, pp.62-83. doi:10.1016/j.jcp.2013.02.046

Kitamura, K., et al.: Numerical and Experimental Investigations of Epsilon Launch Vehicle Aerodynamics at Mach 1.5, ***Journal of Spacecraft and Rockets***, Vol.50, No.4, 2013, pp.896-916.  
doi:10.2514/1.A32284