

# デトネーションの基礎及び応用研究

## Basic and Applied Research on Detonation

推進エネルギーシステム工学、笠原次郎、松山行一、伊東山登

Division of System Research, Propulsion and Energy Systems Engineering Laboratory

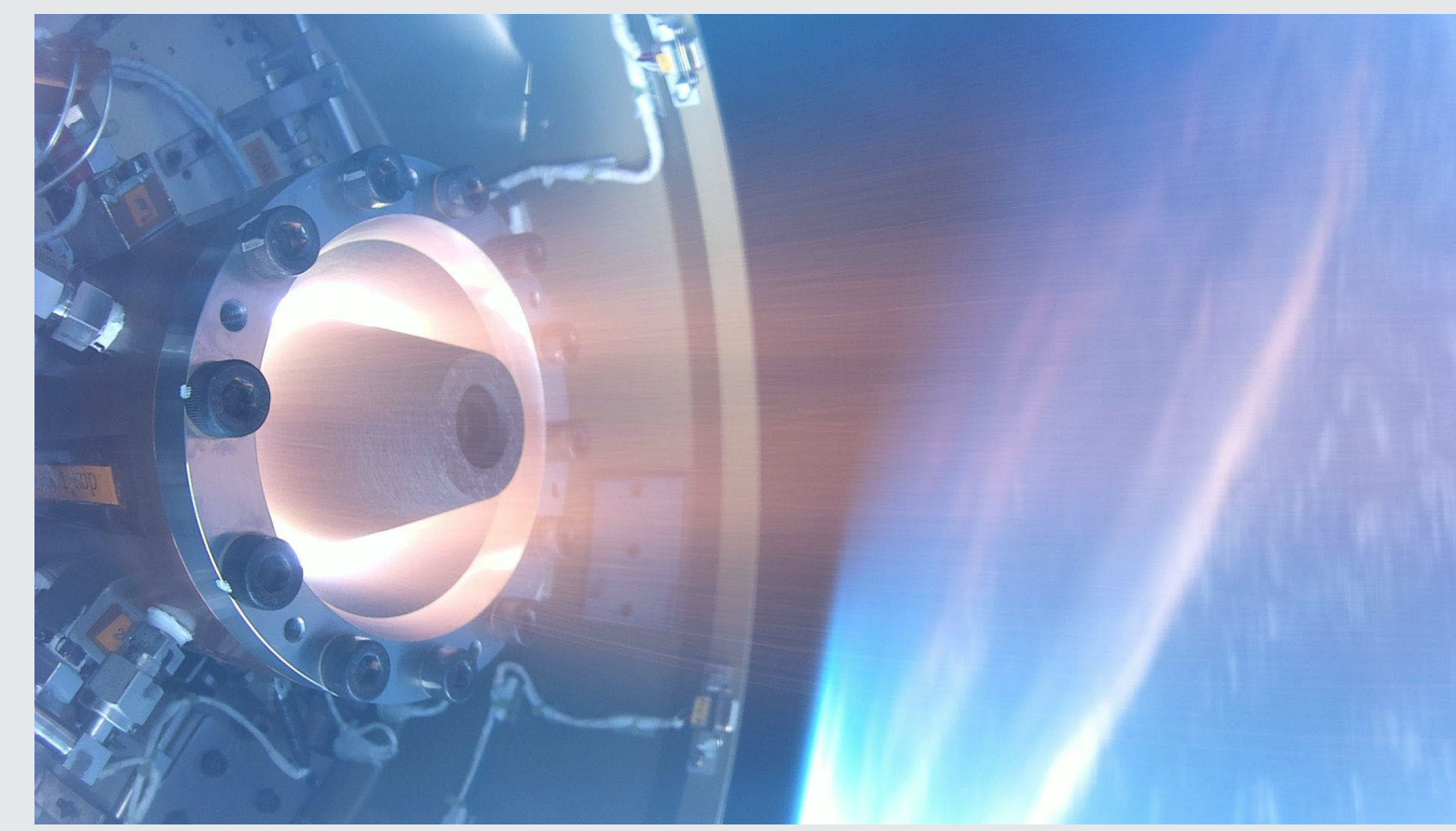
本研究室では、デトネーション（極超音速燃焼）の基礎研究、及びその航空宇宙推進機（ロケットエンジン、ジェットエンジン）等へのシステム応用研究を行っています。デトネーション現象を利用すると、燃焼器やエンジンシステムの革新的な小型・高性能化が期待できるため、航空宇宙機システムを根底から変更することになります。そのため、現在世界的に研究が活発化しています。本研究室はデトネーションの基礎・応用研究に果敢に挑戦します。

### 観測ロケットを用いたデトネーションエンジンのフライト実証試験

2021年7月27日に、JAXA宇宙科学研究所の観測ロケットS-520を用いた世界初の宇宙空間でのデトネーションエンジン飛行実証試験に成功しました。本研究室で開発したデトネーションエンジンシステムは、観測ロケットS-520-31号機のミッション部に搭載されて、2021年7月27日午前5時30分にJAXA内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられました。第1段のロケット分離後、宇宙空間にて、回転デトネーションエンジン、パルスデトネーションエンジンが正常に作動し、画像、圧力、温度、振動、位置、姿勢データが「テレメトリ」及び「展開型エアロシェルを有する再突入カプセルRATS」の洋上回収によって取得できました。デトネーションエンジンは極めて高い周波数（1～100 kHz）でデトネーション波や圧縮波を発生させることにより反応速度を格段に高めることで、ロケットエンジンを革新的に軽量化し、また、推力を容易に生成することで高性能化します。

### 次なるフライト実証試験に向けて

現在、デトネーションエンジンの研究は世界で活発化しています。本研究室も、2024年度に、さらに高性能化したエンジンのS-520観測ロケット実験に挑戦します。現在、エタノール-N<sub>2</sub>Oを用いた液体推進剤のデトネーションエンジンを開発し、観測ロケットを用いたフライト試験に向けた準備を進めています。本フライト試験が成功しますと、デトネーションエンジンは、深宇宙探査用キックモーター、ロケットの初段・2段エンジン等としての実用化により大きく近づくことになります。



デトネーションエンジンの観測ロケットでの宇宙飛行実証の様子  
(Credit: Nagoya University/JAXA)



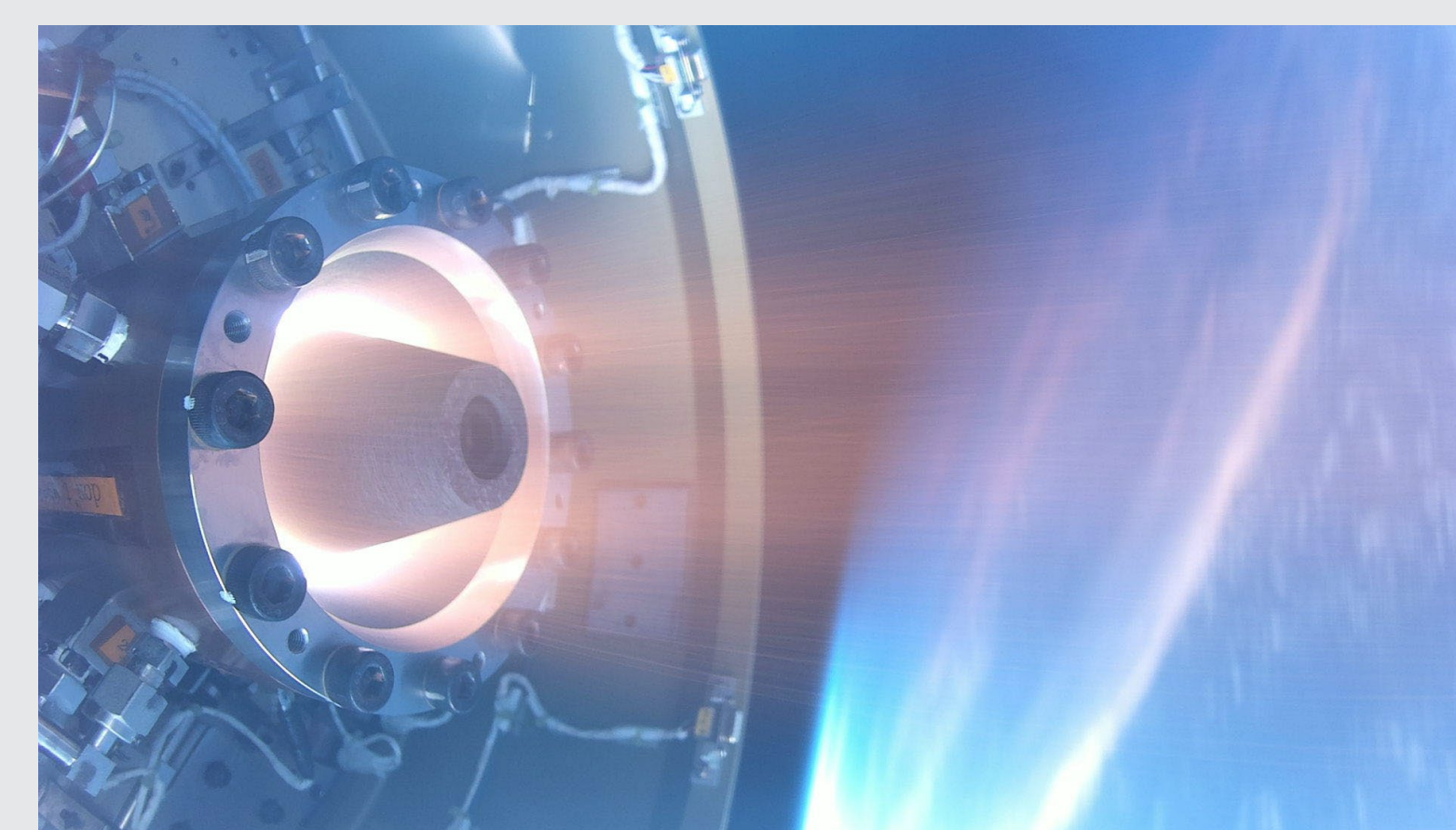
地上燃焼試験の様子

### Flight Demonstration of Detonation Engine System Using Sounding Rocket

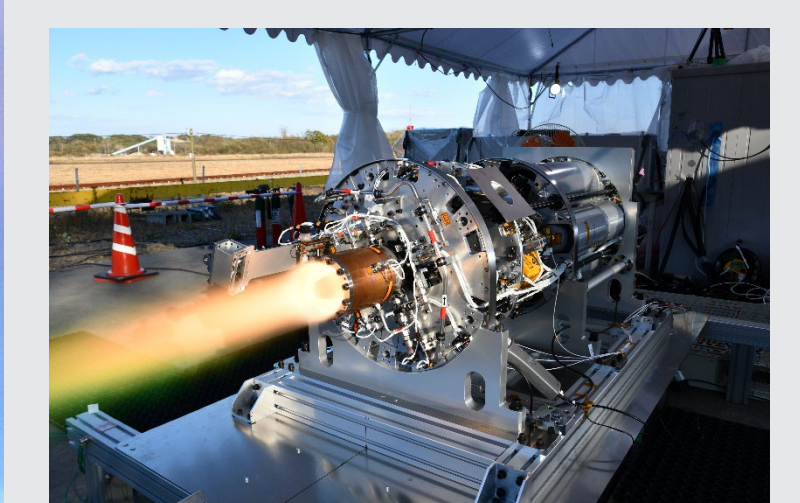
The detonation engine system developed in this study was loaded onto the mission section of the sounding rocket S-520-31 and launched from the JAXA Uchinoura Space Center at 5:30 a.m. on July 27, 2021. After the separation of the first stage rocket, the rotating detonation engine and pulse detonation engine were successfully operated in space, and photo images, pressure, temperature, vibration, position, and attitude data were acquired by telemetry and RATS (Reentry and Recovery Module with Deployable Aeroshell Technology for Sounding Rocket Experiment). The fuel is methane and the oxidizer is oxygen. The detonation engine generates detonation and compression waves at extremely high frequencies (1–100 kHz) to drastically increase reaction speed, leading to radical reduction of rocket engine weights and high performance by easy generation of thrust.

### Toward the Next Flight Demonstration

Currently, research on detonation engines is active worldwide. This laboratory will also challenge the S-520 observation rocket experiment in FY2024 with an engine with even higher performance. We are currently developing a liquid propellant detonation engine using ethanol-N<sub>2</sub>O and preparing for a flight test using a sounding rocket. If this flight test is successful, the detonation engine will be much closer to practical use as a kick motor for deep space exploration and as a first and second stage engine for rockets.



Space flight demonstration of the detonation engine on a sounding rocket (Credit: Nagoya University/JAXA)



Ground combustion test