


デトネーションエンジンの物理解明：宇宙飛行実証国際共同研究

	研究代表者	名古屋大学・未来材料・システム研究所・教授 笠原 次郎 (かさはら じろう) 研究者番号：60312435
	研究課題情報	課題番号：23K20036 研究期間：2023年度～2029年度 キーワード：デトネーションエンジン、推進工学、航空宇宙工学、観測ロケット、デトネーション

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

● 斬新なデトネーションエンジンの要素・システム・フライト研究で世界を先導

回転デトネーションエンジンは、極めて高い周波数（1～100kHz以上）でデトネーション波を発生させることが可能になりつつあり、宇宙用高性能軽量エンジンとして、実用化を視野に入れた研究が日欧米、アジアで活発である。2021年7月27日には、JAXA宇宙科学研究所の観測ロケットS-520-31号機を用いて、本研究グループはデトネーションエンジンシステムの世界初の宇宙飛行実証試験に成功した（図1）。本研究グループは、デトネーションエンジン研究分野で世界を牽引している。しかしながら、本研究グループの飛行実験の影響によって、他研究グループの追い上げは苛烈を極めており、本研究グループは世界トップの座を奪われかねない。本申請グループが生き残るためには、米国（Purdue大：先導的PGCガスタービン研究を実施）、欧州（ベルリン工科大：先導的PGC解析研究を実施）と国際共同研究で強く連携し、より斬新な研究を展開するとともに、志ある若手の育成を行う必要がある。

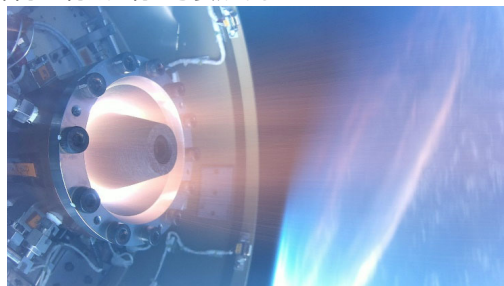


図1 世界初のデトネーションエンジンの宇宙での作動の様子（観測ロケットS-520-31号機実験）

本研究では、回転デトネーションエンジンの主要課題（動的な回転デトネーションエンジン、液体推進剤回転デトネーションエンジン、システムインテグレーション、宇宙飛行実証）の研究を実施し、その主要物理を解明する。

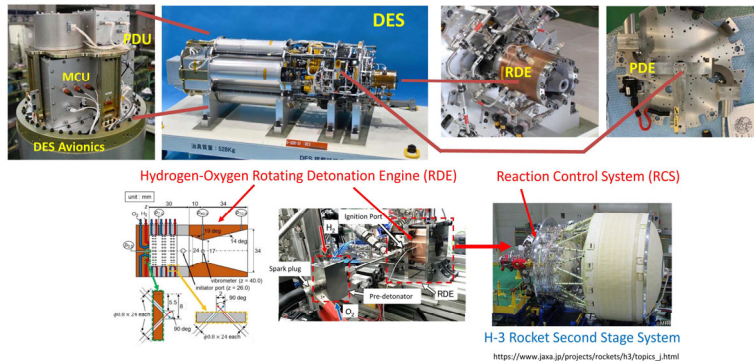


図2 観測ロケットへのシステムインテグレーション（上）、H3での宇宙飛行実証（下）

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

● 20年かけて構築したデトネーションエンジン国際ネットワークを活用

回転デトネーションエンジンは、宇宙用高性能エンジンとして、実用化を視野に入れた研究が日欧米、アジアで活発である。2015年から、本研究グループと米国Purdue大をはじめとする多数の大学、ドイツベルリン工科大でAIAA内にPressure Gain Combustion (PGC) 技術委員会を組織し、活発に研究を展開中である。本研究グループの成果は米国宇宙学会のYear in Review 2016、2017、2019、2021でPGC技術委員会を代表する実験写真として掲載されている（図3）。また、2018年には米国機械学会 Mechanical Engineering magazine で見聞き紹介されている。2021年7月27日には、JAXA宇宙科学研究所の観測ロケットS-520-31号機を用いて、本研究グループ（図4）はデトネーションエンジンシステムの世界初の宇宙飛行実証試験に成功し、5件の学会賞が授与され、8件の国際招待講演、8件の国内招待講演と多数の国内外の報道記事にて紹介されている。



図3 Aerospace America's Year in Review 2021

研究体制

①動的Dynamic回転 デトネーションエンジン 実験 名大・Purdue U TU Berlin 数値解析所・大 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員	②液体推進剤回転 デトネーションエンジン 実験 名大・Purdue U TU Berlin 数値解析所・大 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員	③観測ロケット 実験 名大・Purdue U TU Berlin 数値解析所・大 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員	④H3・イソロン等 推進システム 実験 名大・Purdue U TU Berlin 数値解析所・大 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員 研究協力者：特任教員
---	---	---	---

共同研究・ワークショップ（半年毎）

MHI・IHJ	Caltch	JAXA 研究本部
---------	--------	-----------

国際共同研究

- Caltech: J. E. Shepherd 教授
- JAXA 研究本部: 川島博士、丹野博士、沖田ユウコ氏
- MHI: 佐藤グループ長（社会人博士を派遣）
- IHJ: 長尾博士、伊藤博士

AIAA 研究員ネットワーク

- NASA: D. Pearson 博士
- GE: V. Tangirala 博士
- Aegion Rocketdyne: S. Clavin 博士
- MIT: 佐藤博士、佐藤博士
- MBDA: F. Faloutsos 博士
- 慶応大学: J.-Y. Choi 教授
- 宇都宮大学: F. Lu 教授、他（規定数50名超）

↑ S-520観測ロケット飛行実験WG

デトネーションエンジンネットワーク
観測ロケット軌道投入実証WG (JAXA宇宙研)

デトネーションエンジンネットワーク
観測ロケット軌道投入実証WG (国産 2018.12～)

- 名大: 笠原教授、松岡教授、川崎教授
- 慶大: 松岡教授
- JAXA宇宙研: 笠原教授、引生教授、山田(国産)教授
- 室蘭工大: 中田教授、内海教授
- 広島大: 渡邊教授、横田博士、石井教授
- 九州大: 北川教授
- 埼玉大: 福地教授

図4 本研究での国際共同研究体制

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

● 日本(アジア)ー米国(北米)ードイツ(欧州)をコアにプロフェッショナルな若手コミュニティを育成

全期間を通じて、若手研究者を36名（特任助教3名、ポスドク3名、博士後期課程10名、博士前期課程の養成が20名）を育成する。博士後期課程の養成者の内5名は期間の後期では特任助教ないしはポスドクとして雇用する。全期間を通じて、3名の特任助教、3名のポスドクを雇用し、日本（名大、慶應大、JAXA、室蘭工大）、米国（Purdue大（図5））、ドイツ（ベルリン工科大（図6））へ【常時各国1名以上滞在】させる。基本的に、本研究内容を各機関の特性を生かしながら実施する。

以下の(1)～(8)を実施し、国際的なプロフェッショナルなコミュニティを先導する。(1)AIAA Short Course (Pressure Gain Combustion)の受講、(2)AIAA SciTechへの参加・発表、(3) IWDP/ICVDCWへの参加・発表、(4) Marie Curie Innovative Training Network INSPIREの若手研究者と交流する。(5)Detonation Young Researcher Forumへの参加・発表、(6)日本のデトネーション研究会若手夏の学校を運営し国際フォーラム化、(7)ICDERS(2029年に日本開催誘致中)への参加・発表、(8)国際燃焼シンポジウムに参加・発表を行う。

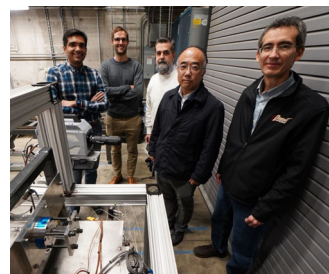


図5 Purdue大での国際共同研究推進



図6 ベルリン工科大でのIWDP/ICVDCW2022