

【基盤研究(S)】 大区分C



研究課題名 観測ロケットを用いた極超音速フライトテストベッド の構築と機体推進統合制御の実証

早稲田大学・理工学術院・教授
さとう てつや
佐藤 哲也

研究課題番号： 20H05654 研究者番号：80249937

キーワード： 極超音速機、飛行実験、フライトテストベッド、機体推進統合制御

【研究の背景・目的】

近年、世界的に極超音速機の研究が活発化されている中、我が国では予冷ターボジェットエンジンのシステム実証実験に成功するなど、推進系の開発という面では優位に立っている。一方、我が国には確立された飛行実験手段が存在せず、実飛行環境での機体推進統合形態での実証機会および実験データがほとんどない。

そこで、本研究では、(1)極超音速飛行環境下での機体/推進統合制御技術の実証、(2)我が国独自の自在性の高い飛行試験インフラの開発、(3)航空宇宙輸送分野の研究開発者の育成の3つを目的に掲げ、マッハ5推進風洞実験、飛行実験(HIMICO)を実施する。また、この実験の成功のため、空力、軌道、熱構造、推進に跨がる学際的テーマを数多く含む大型システムを統合する複合最適化技術、外気流との強い干渉を伴う極超音速機の熱防護技術、ロバスト性の高い燃焼器技術、計測技術などを構築する。

【研究の方法】

本研究では、システム研究としての(a)推進風洞実験、(b)飛行実験と付随する学術研究を実施する。

(a)推進風洞実験(図1は、過去に実施したマッハ4でのエンジン燃焼実験(無制御))では、機体/エンジンの相互干渉を評価する。JAXAが保有するラムジェットエンジン試験設備を用い、マッハ5フリージェット条件で実施する。今回は、より厳しい熱環境下で、機体側では操舵翼、エンジン側では可変インテーク、ノズルの形状と燃料流量を同時自動制御する。機体にかかる三分力とエンジン内部の温度、圧力を計測し、飛行実験に必要なデータを取得する。

(b)飛行実験(図2)では、地上で構築した空力、軌道、推進技術、ロバスト誘導制御則の検証として供試体を観測ロケットに搭載し、実飛行環境で機体/推進統合制御実験を行う。推進風洞実験との相違点は、飛行マッハ数、動圧、迎角が非定常的に変化する点であり、本実験により希少な飛行データを取得する。

飛行シーケンスを図2に示す。S-520観測ロケットで高度90kmまで打ち上げ、姿勢制御システム(RCS)によりロケットの姿勢を安定させる。その後、実験機を分離し、動圧が十分に大きくなり次第、空力操舵で機体を引き起こす。滑空しながら、飛行速度、動圧をほぼ一定(Mach 5, 50 kPa)に制御した後、エンジンを作動させ、統合制御を行う。風洞実験、飛行実験で得られたデータは、ロバスト性の高い複合領域最適化理論の妥当性を実証し、研究を加速させる。

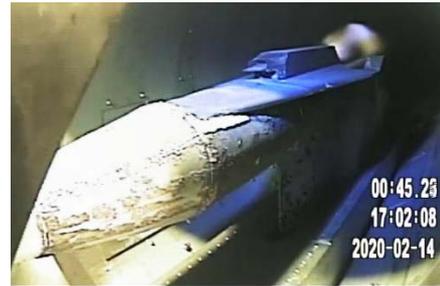


図1 マッハ4推進風洞実験

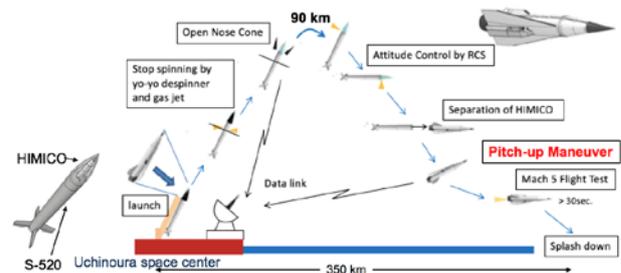


図2 極超音速統合制御実験(HIMICO)

【期待される成果と意義】

期待される成果としては、これまでにない極超音速飛行環境下で機体/エンジンの強い相互干渉を伴う飛行データを獲得することである。また、海外に頼らない自立性、自在性の高い我が国独自の飛行試験インフラを獲得することである。これらの技術は、将来のサブオービタル宇宙機等への適用という点での波及効果もある。

本研究により、我が国の航空宇宙工学分野の研究成果の創出だけでなく、世界を舞台とする熾烈な超超音速機開発競争での躍進となる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・内藤健編著, 最新・未来のエンジン, 朝倉書店, 第II部1 極超音速ターボジェットエンジン(2019).
- ・Sato, T, et al., Program of High Mach Integrated Control Experiment, "HIMICO" using S-520 Sounding Rocket, Transactions of JSASS, Aerospace Technology Japan, to be published.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 150,600千円

【ホームページ等】

<http://www.waseda.jp/sem-sato/himico/index.html>