

スペースプレーン技術とその実証システムの研究

スペースプレーン技術実証機 ワーキング・グループ (SEED/WG)

丸祐介, 澤井秀次郎, 小林弘明, 坂井真一郎, 坂東信尚, 清水成人, 後藤健 (JAXA), 永田晴紀 (北大), 上野誠也 (横浜国大), 大林茂 (東北大), 佐藤哲也 (早大), 吹場活佳 (静岡大)
連絡先: maru.yusuke@jaxa.jp

スペースプレーン技術実証機WGが目指すもの

空力軌道を飛翔する水平離着陸型二段式スペースプレーンの実現

スペースプレーンの開発研究を前進させるべく,

- ・スペースプレーンの実現に不可欠な基盤的技術の研究を行い,
- ・研究した技術を具体的に獲得するため, 揚力飛行体の極超音速飛行実験システムを開発して, 技術の飛行実証を行う



研究活動の考え方について

研究の方針

- ・空気吸込式エンジンを搭載する二段式スペースプレーン (TSTO) 技術を習得するためには, 相関の強い複数の要素技術を実験機にインテグレートして飛行実験を行うことが効果的である.
- ・実証すべき技術課題内容に焦点を当て, 段階的に飛行実験システムを開発し, 技術課題の研究と飛行実験をリンクさせて研究を遂行する.

研究の目標

- ・スペースプレーンの実現に必要な技術を識別した上で (下表), その研究を遂行し, 技術を獲得すること. 【目的A】
- ・具体的な形で技術を獲得するため, 技術課題の研究成果を極超音速環境で飛行実証すること, そのための飛行実験システムを段階的に開発すること. 【目的B】

スペースプレーン実現に向けて獲得すべき技術課題

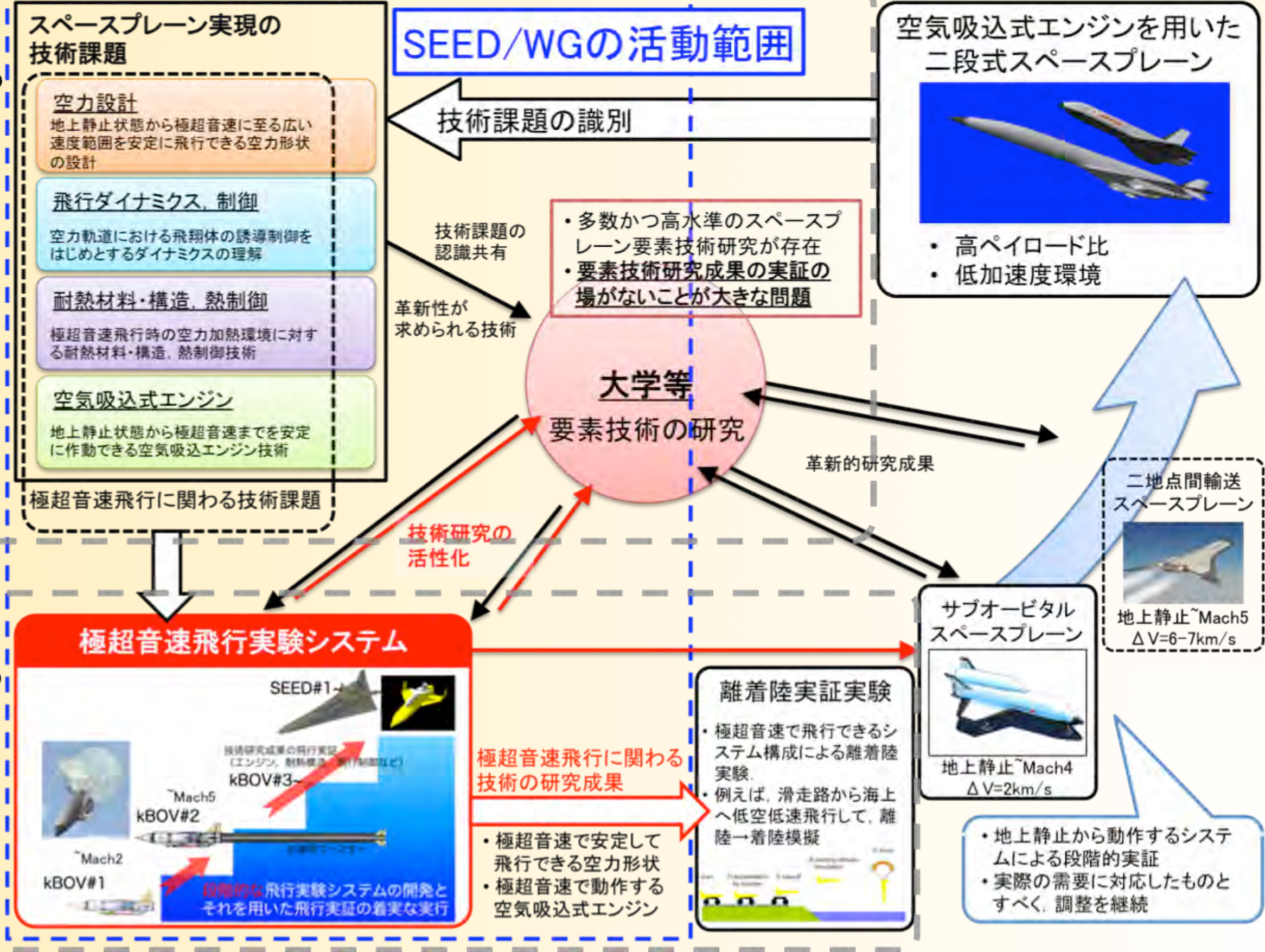
カテゴリ	概要	具体的な課題
1. 空力設計	地上静止状態から極超音速に至る広い速度範囲を安定に飛行できる空力形状の設計	a.高揚抗比を実現する空力形状設計 b.TSTO初段の統合空力設計 (空気吸込式エンジンと機体の統合) c.TSTO全体システムの統合空力設計 (初段と上段オービター・エンジンとの統合空力設計) d.低亜音速と極超音速における安定性の両立
2. 飛行力学	空力軌道における飛翔体の誘導制御をはじめとするダイナミクスの理解	a.揚力飛翔体の超・極超音速飛行制御技術 b.極超音速揚力飛行中の初段・上段分離のダイナミクス c.プラント特性が大きく変わる低亜音速と極超音速における操縦性の確保
3. 耐熱材料・構造	極超音速飛行時の空力加熱環境に対する耐熱材料・構造技術	a.極超音速空力形状に対応した熱構造設計 b.軽量かつ再使用性を有する耐熱構造機構と材料技術
4. 推進	地上静止状態から極超音速までを安定に作動できる空気吸込エンジン技術	a.超音速状態でのエンジン作動実証 b.極超音速状態でのエンジン作動実証 c.飛行状態に応じたエンジン制御技術
5. システム	上記をはじめとする要素技術をインテグレートするシステム設計技術	a.超音速飛行実験システム技術 b.極超音速飛行実験システム技術 c.TSTOシステムの設計技術

WGの発展計画

- ・スペースプレーンは, 大気を利用しつつ, 地上静止状態から極超音速まで揚力飛行する必要がある.
- ・本WGは, 超音速~極超音速の飛行技術の習得を目指すものである.
- ・本WG後は, 例えば, 本WGで習得した空力形状や空気吸込式エンジンを反映した実験機で, 離陸・着陸の低亜音速域の特性評価, 技術習得を目指す.
- ・自走可能な実験機を得た後は, 到達飛行速度を段階的に増していった, スペースプレーンの実現に近づいていく. また, その過程で, サブオービタルや二地点間輸送のような需要に対応していく.

目的A

スペースプレーン実現の「キー技術」の獲得



目的B

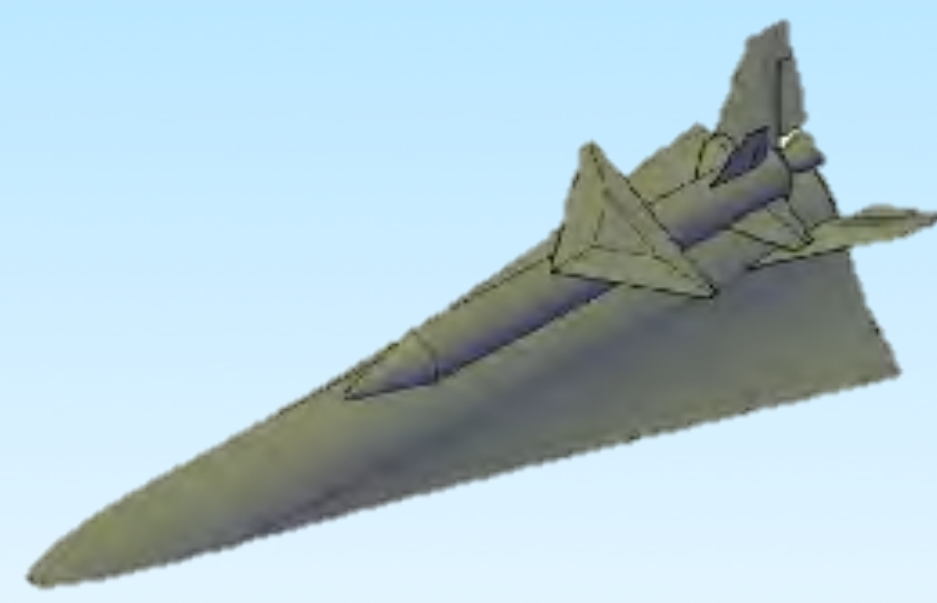
目的Aを達成するための「キー手段」の構築

技術課題1: 空力設計

TSTO初段ブースターの空力設計課題

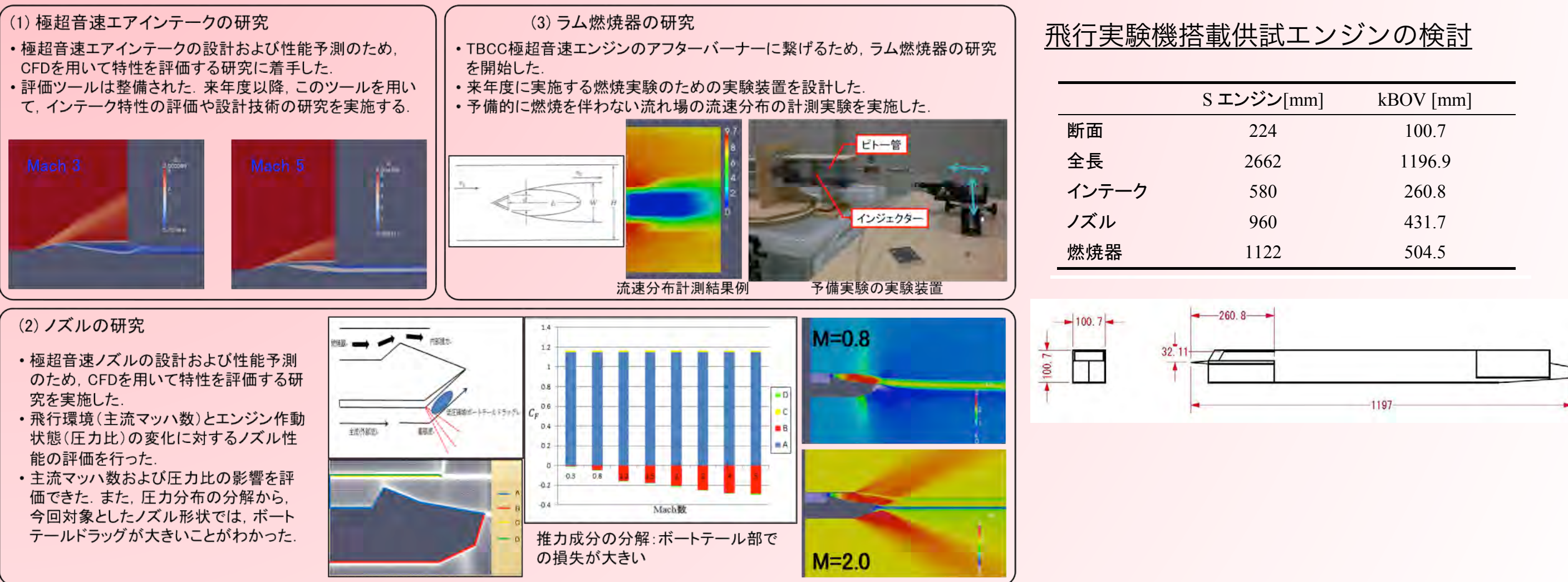
1. 高い揚抗比 (Lift/Drag)
 2. 空気吸込式エンジンおよび第二段オービターとの統合性
 3. 離着陸時の低速と極超音速飛行時の両立
- ・高揚抗比
 - ・安定性・操縦性

目指すべきTSTOシステムのベースラインを定め, 空力設計のロジックについて議論しているところである.



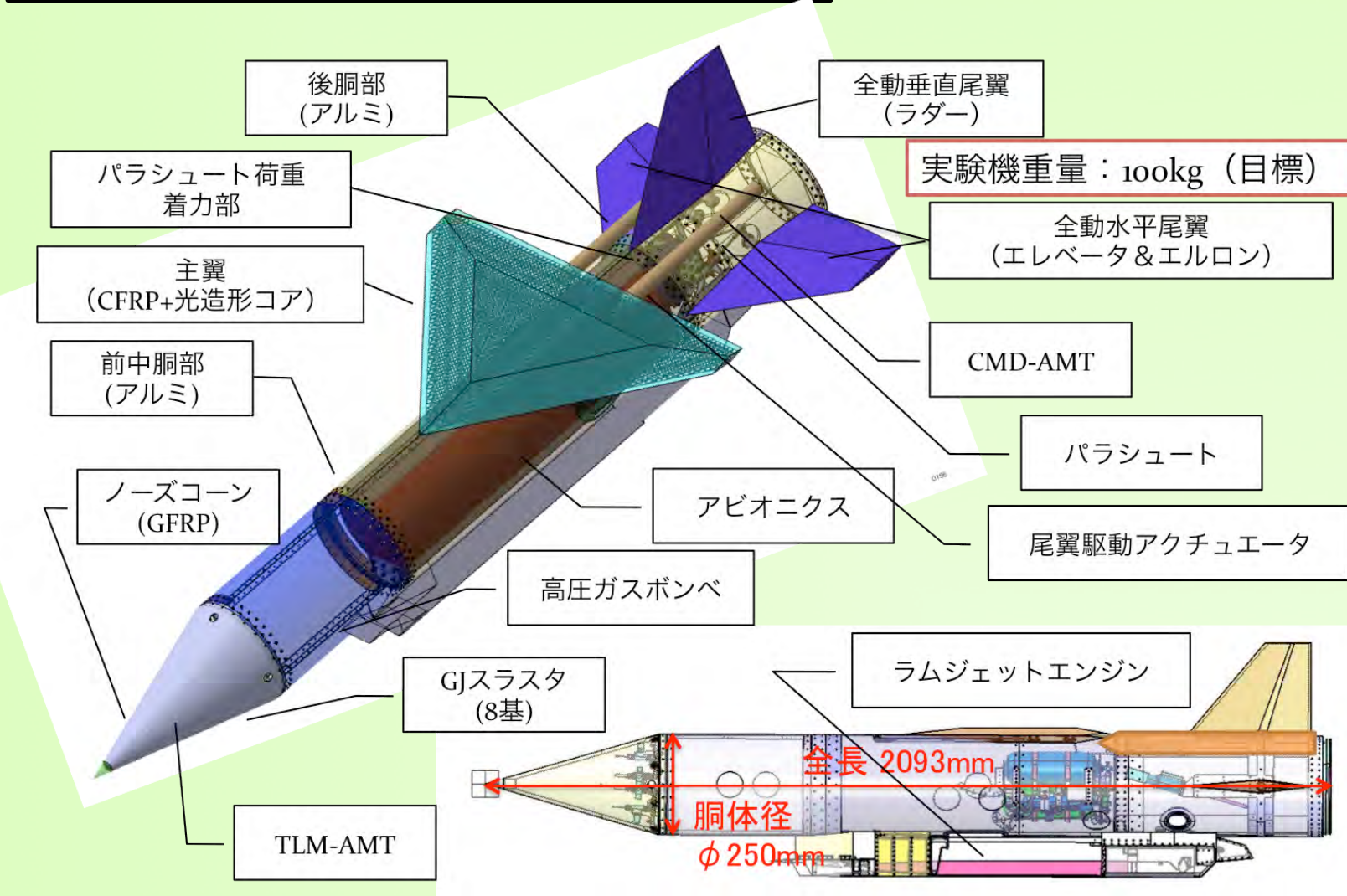
技術課題4: 空気吸い込み式エンジン技術

極超音速空気吸込式エンジン技術について, (1)インテーク, (2)ノズル, (3)ラム燃焼器の研究を行っている. これら要素技術の研究を進めるとともに, これらをエンジンシステムにインテグレートして, 特にエンジン制御の観点でのシステム研究を進める. これを飛行実験で実証することを目指す.



技術課題5: 飛行実験システム

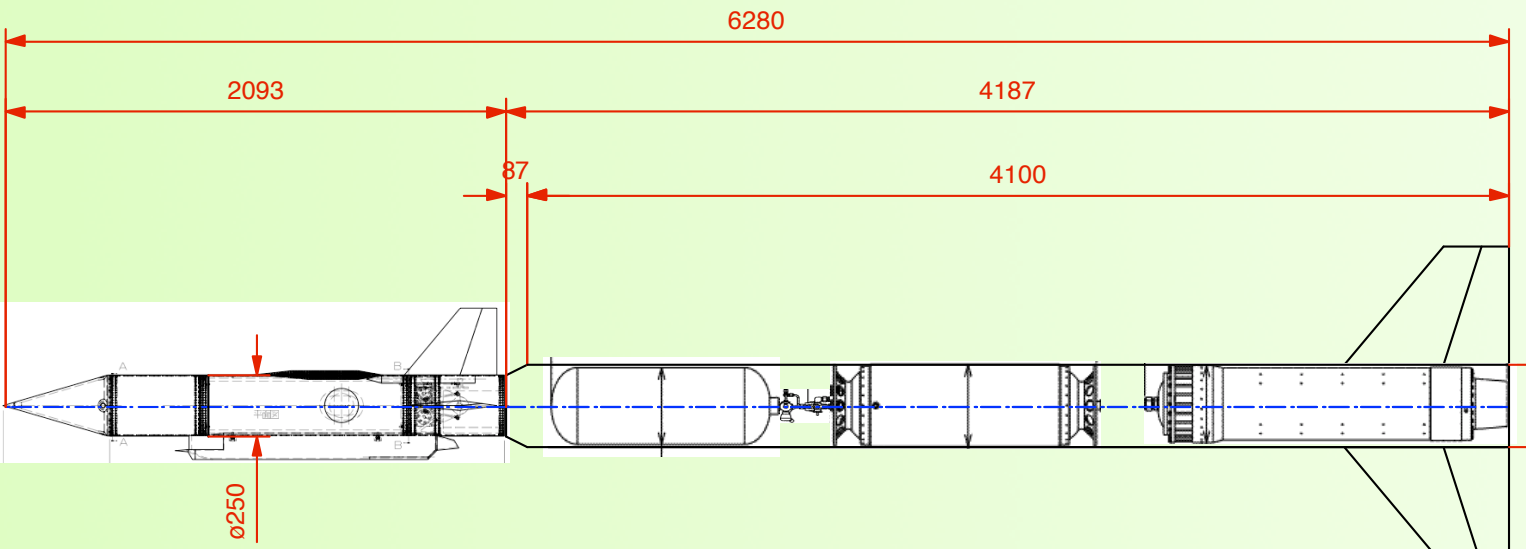
飛行実験機の開発研究



ロックオン方式による極超音速飛行実験システム

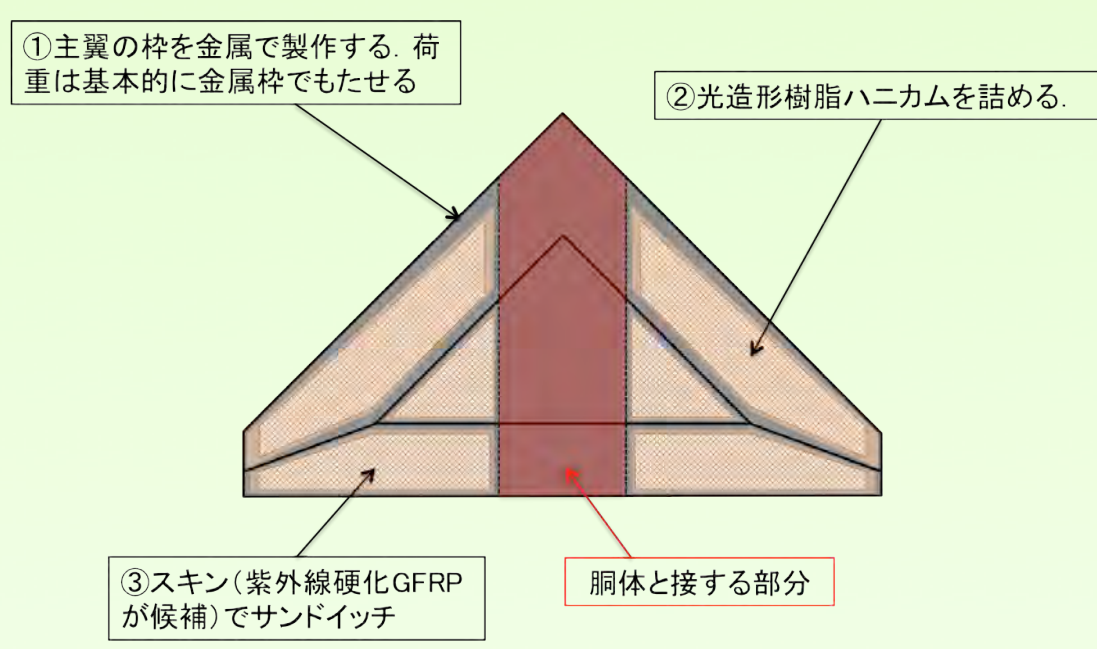
- ・実験機にブースターを結合させ, これを気球から高高度で落下させる.
- ・ブースターによる加速により, 極超音速飛行状態を作り出す.
- ・荷重条件などの制約条件下で飛行実験軌道を検討している

ブースターのサイジング検討



光造形技術を活用した主翼構造の検討

- ・光造形技術を使えば, 複雑な形状を比較的簡単に製作可能である.
- ・非加熱成形のFRPとの親和性を活かしていくことを検討している.
- ・実験機の主翼構造を, アルミフレーム+光造形ハニカム+GFRP板の複合構造での試作を検討中.



飛行実験軌道検討結果の一例

