プリカーサ現象を伴う超高速大気圏突入飛翔体周りの非平衡プラズマ流の特性解明

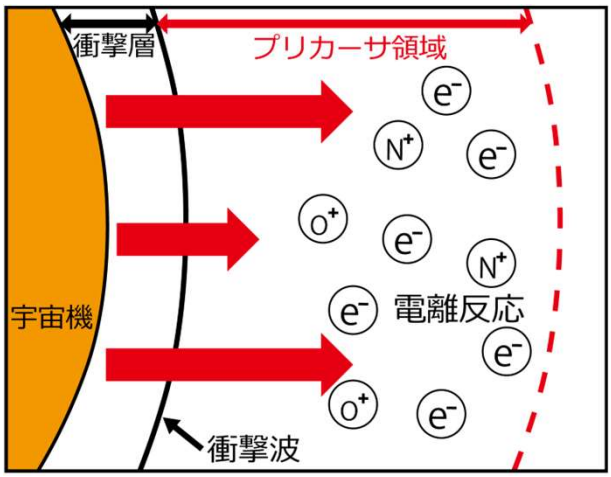
小関裕大

背景・目的

宇宙機が大気圏へ再突入する際，機体前方には強い衝撃波が発生する．突入速度が高速となるとさらに前方にてプリカーサ現象とばれる現象を伴うことが古くより知られているが，この現象下での空力加熱環境の評価方法は確立されておらず，未解決問題となっている．本研究では，地上実験によりプリカーサ現象を伴う再突入体周りのプラズマ流の特性を解明し，再突入飛行環境の予測精度向上を目的とする．

プリカーサ現象

衝撃波背後の高温圧縮された気体からの輻射輸送により，衝撃波前方の気体が電離，電子が生成される現象．



宇宙機前方で生じるプリカーサ現象

技術的課題と工夫

○技術的課題

－ 10km/s以上といった極超音速衝撃波付近の環境を再現する必要性．

－ 極超音速で伝播する衝撃波付近のプラズマ計測のために，高い時空間分解能を持つ計測系が必要．

－ 衝撃波管実験特有のプリカーサ現象に対する問題．

○工夫

アルゴンを用いた試験

－ 低い衝撃波速度でも比較的高い衝撃層温度が期待できるアルゴンを試験気体として使用

2種のインパルス装置を用いた試験

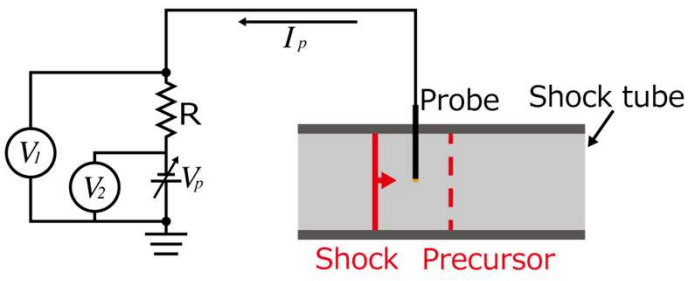
－ 古くよりプリカーサ現象の研究に用いられる衝撃波管による試験に加え，小物体を7km/sで自由飛行可能なバリスティック装置を用いた試験を行う

現状の取り組み

○ラングミュアプローブ法による計測

－ プラズマ中に挿入した電極に電圧を印加した際の電流-電圧特性からプラズマ諸量を評価する計測手法

－ 印加電圧を高速掃引することによる高い時間分解能



○発光分光計測による計測

－ 衝撃波背後の輻射光を分光システムによりスペクトル計測する事で，プラズマ諸量を評価する計測手法

－ 高速度カメラを分光システムに組み込むことによる時空間分解能を持つ．