

風洞制御室

風洞および付属機器は、全て制御室から遠隔で運転することができます。運転中のよみ点圧力、温度、模型姿勢角などの各種パラメータは、ここからユーザーが設定します。風洞の運転状況は常時、中央監視盤で表示され、データとしてユーザーに提供されます。



高圧貯気槽 および 真空槽

ともに屋外に設置されています。高圧貯気槽(写真右、円筒状のタンク)は、空気圧縮機により製造された高圧(5MPa)の乾燥空気を4m³蓄えます。この空気は調圧弁で必要な圧力に調整された後、ペブル式空気加熱器に送られ、高温高圧空気として実験に使用されます。最大実験時間は極超音速風洞で30秒、燃焼風洞で100秒です。真空槽(写真左、大きな球形タンク)は、直径7mで容積は約180m³です。あらかじめ、排気装置により減圧され、極超音速風洞で使用した空気を一旦ここに捨てた後、大気へ開放します。



空気圧縮機 & 排気装置

高圧貯気槽の加圧と、真空槽の減圧に使用されます。騒音、振動の影響を減らすため、実験室内の小部屋の中に設置されています。



空気圧縮機



空気排気装置 (真空ポンプ)

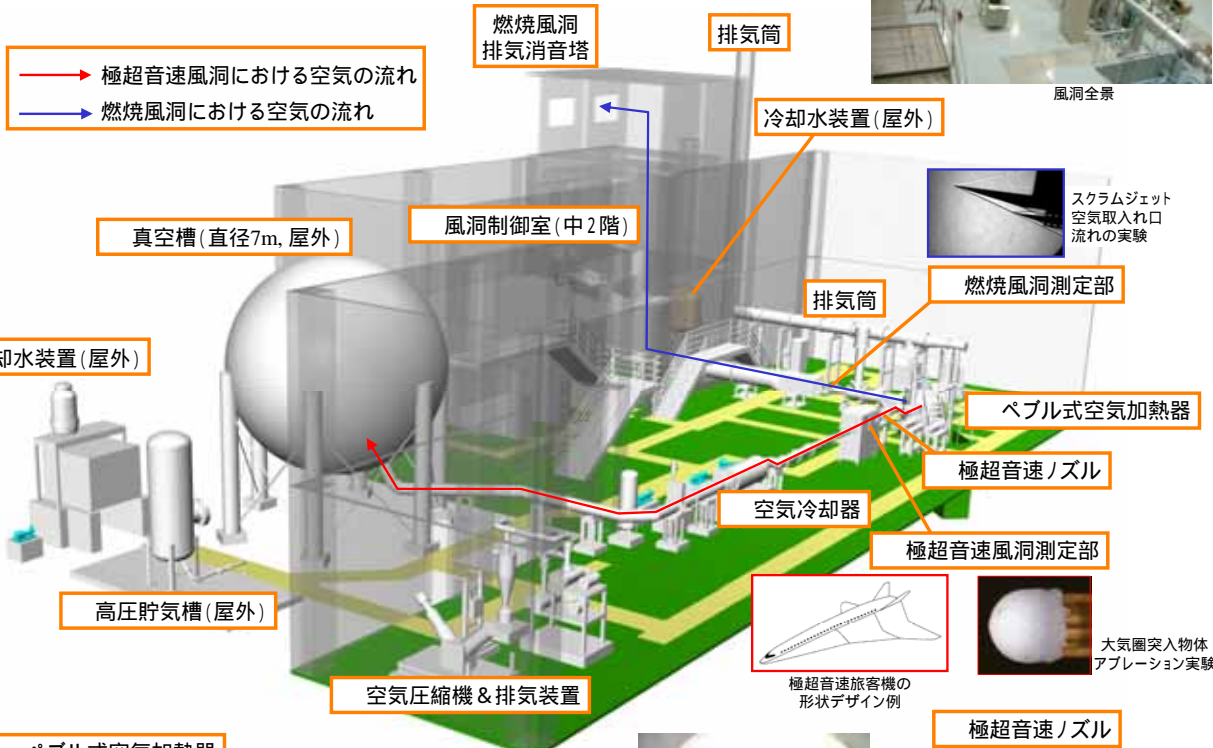
ペブル式空気加熱器

あらかじめ焼いておいた小石の間に空気を通すことで高温空気を獲得するペブル加熱方式を採用しています。容器は半分床下に埋め込まれており、その内壁は耐熱レンガで覆われており、その中にアルミナペブル(小石)が充填されています。上面に設置されたガスバーナーでペブルをあらかじめ加熱した後、高圧貯気槽から来た空気を下部から上部に通すことで熱交換が行われ、最高1500の高温空気を獲得することができます。この高温空気は燃焼風洞だけではなく、極超音速風洞で空気を加速するためのエネルギー源として必要なのです。



冷却水装置(屋外)

真空槽(直径7m, 屋外)



→ 極超音速風洞における空気の流れ
→ 燃焼風洞における空気の流れ

東京大学柏 極超音速熱風洞 鳥瞰図

UT Kashiwa Hypersonic and High-Temperature Wind Tunnel

ひとつの高温高圧空気発生装置で、極超音速風洞(超高速流れ)と燃焼風洞(超高温流れ)の2モード運転をすることができます。



風洞全景



スクラムジェット 空気取入れ口 流れの実験

燃焼風洞測定部

ペブル式空気加熱器

極超音速ノズル

極超音速風洞測定部



大気圏突入物体 アブレーション実験 極超音速旅客機の形状デザイン例

極超音速ノズル

加熱器で得た空気の熱エネルギーを運動エネルギーに変換します。入り口が狭く、出口が広いので、ここを通る空気は加速されます。加速の程度は、入り口と出口の面積比で決まりますが、極超音速風洞用のノズルでは、入り口(スロート)面積はたいへん狭くなっています。出口直径は200mmです。ノズルの内側形状は測定部で一般的な空気の流れを得るために滑らかなベル型をしています。ノズルは交換式でマッハ数7, 8, 9の流れを得ることができます。



ペブルを充填する前の加熱器内部の様子 (側面に耐熱レンガが、底にペブルを支えるための金網が見えます)



加熱器内部に充填されたアルミナペブル



ペブルの大きさ

燃焼風洞測定部

加熱器からの高温空気をジェットとして大気に噴射します。気流は消音塔を通過して屋外に排気されます。噴射ノズルや開放型測定部レイアウトはユーザーが実験内容に応じて、セッティングすることができます。



空気冷却器

極超音速風洞で使用した空気を排気する前に冷却するための水冷の熱交換器です。



極超音速風洞測定部

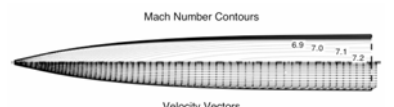
模型を置いて、そのまわりの極超音速流れを観察したり計測したりする所です。実験中は低圧となるため、外部と遮断された容器になっています。測定部には観察用の窓(直径200mm、写真中央付近)があり、シュリーレン写真などに使用することができます。模型は射出装置により、気流が安定してから測定部に投入されます。気流に対する角度(ピッチ角)は風洞運転中に-10度から+10度の範囲で自由に変わることができます。これは、風洞制御室から遠隔操作することができます。本風洞では断面直径が5cm程度までの模型を入れることができます。



模型取付装置 (実際にはカバーがつきます)



極超音速風洞測定部 (気流は右から左へ、中央の円が観測窓、右側にノズルセクションが見えます。)



極超音速ノズル内の流れのコンピュータシミュレーション結果例(入り口は左側、出口は右側): マッハ数の等高線(図の上半分)が粗くなっていることから、ノズル出口で一様な流れが得られているのがわかります。図の下半分は、速度ベクトル図です。出口で真っすぐな気流になっています。また、ノズルの壁面近傍では、空気が徐々に加速していく領域(境界層と言います)がノズル出口に向かって発達しているのがわかります。