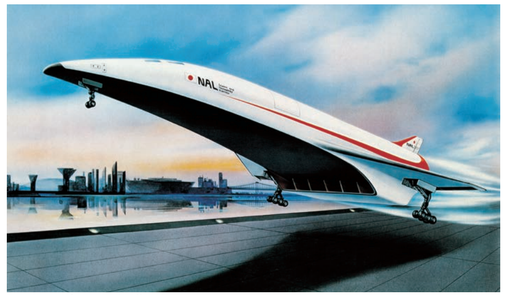
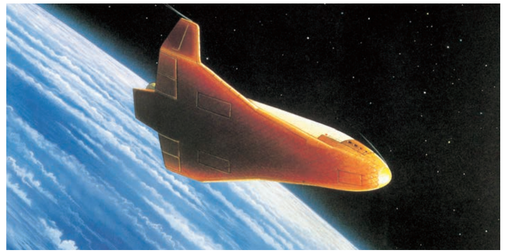
宇宙往還機やスペースプレーンが秒速4～7kmの超高速で大気中を飛行する時、機体まわりの空気は著しく圧縮加熱され、10000度を越える高温になります。このような高温状態では、空気中の酸素や窒素の分子が原子に解離し、機体に作用する熱や空気力の特性に大きく影響します。また、この機体まわりの高温空気の解離現象は、空気吸い込み方式により高い性能を目指すスクラムジェットエンジンの燃焼特性にも強く関与します。HIESTはこのような超高速気流を地上で試験するために建設されました。HIESTは最大50cmの宇宙往還機模型による試験が可能であり、HOPE再突入経路における分子の解離現象を精度良く再現するため、最大淀み点エンタルピ25MJ/kg、最大淀み点圧力150MPaの試験気流を発生します。また最大2.5mのスクラムジェット模型を用いて、飛行動圧50kPaまでの試験が可能です。



スペースプレーン（想像図）



宇宙往還機HOPE（想像図）

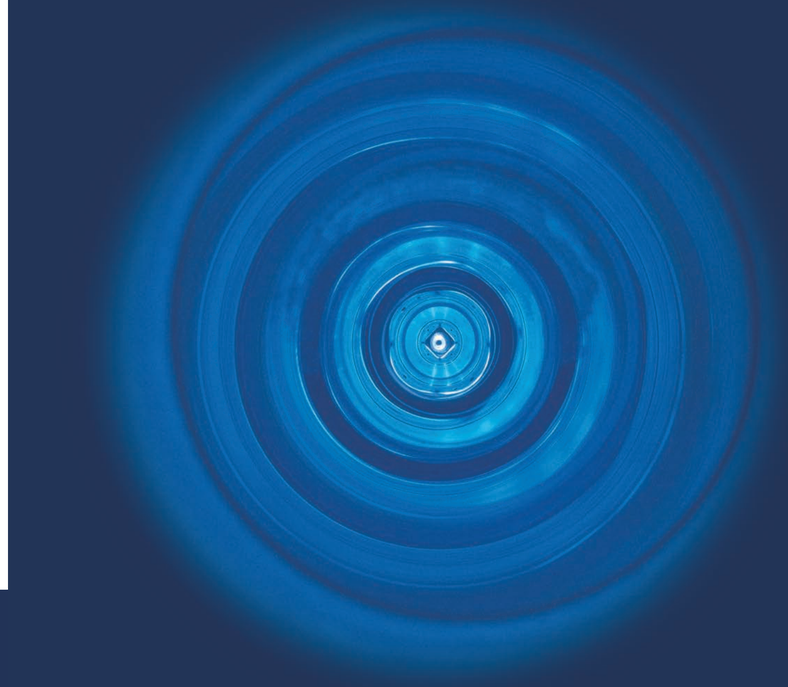
角田宇宙センターの交通案内

船岡駅下車（JR東北本線）
タクシーで約10分

白石蔵王駅下車（JR東北新幹線）
タクシーで約35分

宇宙航空研究開発機構
角田宇宙センター
〒981-1525　宮城県角田市君萱字小金沢1
TEL 0224-68-3111
FAX 0224-68-2860
http://www.ista.jaxa.jp/kspc/jpn/

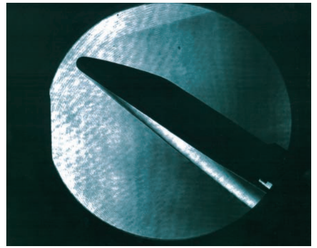
高温衝撃風洞 HIEST



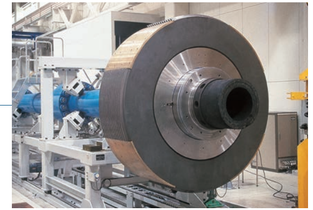
宇宙航空研究開発機構

高温衝撃風洞 HIEST

設備全景 高温衝撃風洞HIESTは全長約80mの世界最大の自由ピストン型衝撃風洞です。写真は本風洞設備を上流部から見下ろしたものです。上流から空気2次貯気槽、圧縮管、衝撃波管、計測部が直線上に並び風洞を構成しています。



空力試験時のHOPE模型のレーザーホログラフィ写真

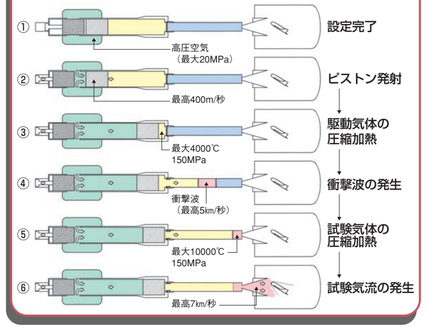


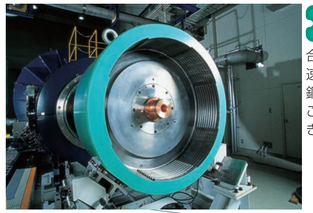
高圧隔膜部 高速のピストンによって断熱圧縮されたヘリウムガスは圧縮管端で最大150MPa、4000度になります。圧縮管と衝撃波管を仕切っているステンレス製の高圧隔膜は、所定の圧力に達すると破れ、高温高圧のヘリウムガスが衝撃波管内に流出します。高圧隔膜部には最大4000トンもの負荷がかかるため、外形2.8mの巨大なナットに油圧をかけて締結力を確保します。

主 要 諸 元

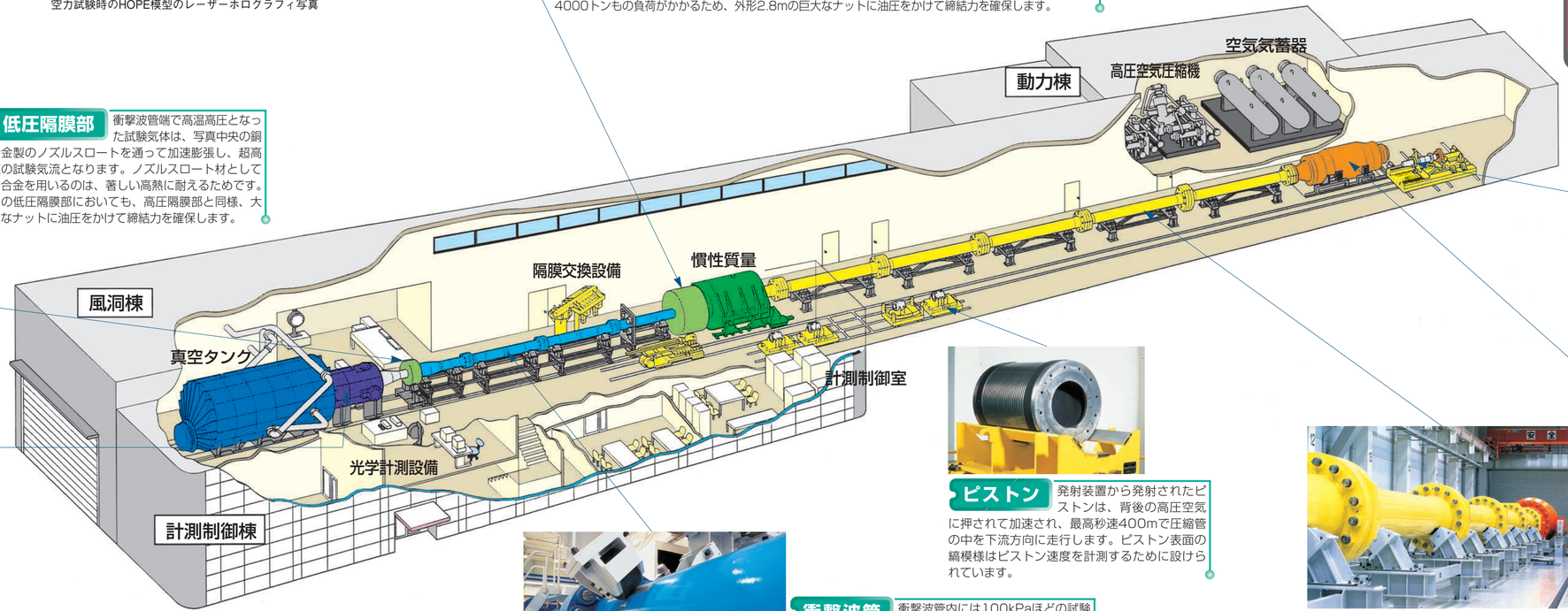
設備規模		風洞性能	
圧縮管長さ／内径（m）／（cm）	42/60	最大淀み点圧力 Po（MPa）	150
衝撃波管長さ／内径（m）／（cm）	17/18	最高淀み点エンタルピ ho（MJ/kg）	25
ピストン重量（kg）	220/300/440 580/780	最高淀み点温度 To（K）	10000
ノズル出口径（cm）	120	試験時間 T（msec）	2.0以上

自由ピストン型高温衝撃風洞の作動原理



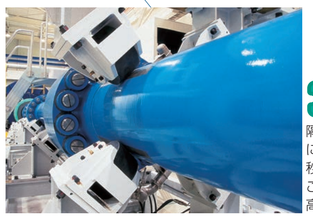


低圧隔膜部 衝撃波管端で高温高圧となった試験気体は、写真中央の銅合金製のノズルスロートを通って加速膨張し、超高速の試験気流となります。ノズルスロート材として銅合金を用いるのは、著しい高熱に耐えるためです。この低圧隔膜部においても、高圧隔膜部と同様、大きなナットに油圧をかけて締結力を確保します。



発射装置 ピストンを圧縮管内に打ち出す装置です。本発射装置は空気2次貯気槽から効率良く高圧空気をピストン背後に導き、高いピストン加速性能が得られるように工夫されています。

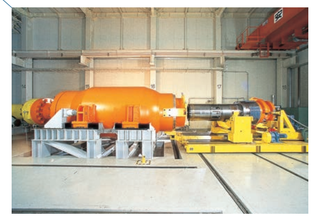
計測部 ノズルスロートを通過した高温高圧の試験気体は、ステンレス製の円錐型のノズルで加速膨張し、超高速の試験気流となります。計測部には、HOPEやスクラムジェットエンジンなどの模型が取り付けられ、圧力や熱流束の分布、抗力や揚力等の空力特性を計測します。また、レーザーホログラフィやマルチフレームシュリーレンシステムによる流れの可視化も行います。



衝撃波管 衝撃波管内には100kPaほどの試験気体（空気）が充填されており、高圧隔膜が破れて圧縮管から一気に流入してくるヘリウムガスによって、非常に強い衝撃波が発生します。衝撃波は最高秒速5kmで進み、1000分の4秒ほどで管端に到達します。この衝撃波によって、試験気体は最大圧力150MPa、最高温度10000度まで圧縮加熱されます。

ピストン 発射装置から発射されたピストンは、背後の高圧空気に押されて加速され、最高秒速400mで圧縮管の中を下流方向に走行します。ピストン表面の縞模様はピストン速度を計測するために設けられています。

圧縮管 圧縮管内には100kPaほどのヘリウムガスが充填されており、高速で走行するピストンによって50分の1ほどの体積まで断熱圧縮されます。圧縮管の内面は、ピストンの走行性能を高い水準に保つため、高精度に研磨されています（表紙：圧縮管内面）。



空気2次貯気槽 風洞運転直前に、ピストンを加速するための高圧の空気（最大20MPa）が充填されます。発射装置を囲む構造となっており、瞬間的に効率よく、発射装置へ高圧空気を供給します。