



前川 博  
Hiroshi MAEKAWA

研究课题

动力能源系统的高效化以及提高切身环境的舒适性和安全性的流体力学机制

关键词

DNS (直接数值模拟计算方案), 实验, 空气声学, 流体噪音, 紊流, 环境、能源、流体力学

所属专业	研究生院信息理工学研究科 智能机械工学专业
研究成员	前川 博 教授
所属学会	日本机械学会
研究设备	低紊流风洞, 拖曳风洞, 热线流速计多频道同步测量系统, 高速照相机, 可视化装置, 高精度噪音计

研究概要

有效利用流体力学的结构来降低火箭、超音速飞机的噪音及振动

该研究室的研究内容是高速空气流产生的噪音。具体来说,就是对下一代超音速客机及 JAXA (宇宙航空研究开发机构) 开发的火箭等产生的噪音及振动采取相应的对策等。

发射火箭时,并不是单纯只考虑火箭就行,必须要综合考虑发射过程中所有的相关因素来对噪音、振动采取对策,比如除了火箭的形状,还有基地地形、发射装置的形状,是液体燃料还是固体燃料,原材料怎么样等等。发射火箭时虽然不可能消除声音,但是为了避免影响所搭载的人工卫星,就要理解产生特定频带较强噪音的机制,开发降低这种噪音的技术,这是非常重要的。

下一代超音速飞机为了符合有机场的噪音管制,除了发动引擎产生的噪音外,还必须对空气力学的所有噪音源采取相应的对策。

高速车辆的噪音问题

另一方面,下一代高速车辆除了要解决「内部的噪音、振动」问题,对应「环保问题」也是一个重要课题。高速车辆产生的噪音不到几十赫兹,是被称为 100 赫兹左右的低频噪音。低频信号具有远距离传播的特性,因此在住宅区附近行驶的车辆就有可能成为产生意想不到的噪音的源头,所以必须要彻底查明这种频带的声音是从车身的什么部位产生的。高速车辆以时速 500km 的亚音速(约为音速的 0.4 倍)行驶时,通过研究将它的外观做成什么形状来减少低频信号的产生,就能让车辆具备环保功能。

该研究室对这个课题采用计算模拟,结果发现低频信号的产生来自于车身本身及车辆下部,并对此提出了延迟音源流扩大的方案。

动力源的小型化与多样化

最近该研究室所关注的是「动力源的小型化·多样化」。他们从事小型化动力源的开发,除了高输出、小型轻巧化的航空运输系统引擎外,还扩展到家用能源系统、民用可搬设设备。

像这样推进动力源的小型化、紧凑化,在狭小的内部,在高速流动的声波范围内进行能量转换、物质扩散,会对效率产生很大的影响。一般由于小型化,效率会有所降低。因此无论在效率还是在对应噪音方面,如何让声波范围的流动不增加损失,而是保持流畅的流动状态是非常重要的课题。

燃料电池

燃料电池等被认为是解决环境问题、能源问题的重要方法之一,该研究室正在积极推进相关的研究促进它的实用化。

即使是燃料电池,「流动」、「热」、「电气化学反应」非常重要,对应这三大领域的对策也非常重要。

这项研究开发是需要各个领域的人员共同合作,向着目标一起努力解决的课题。因此在产学合作中,为了创造出新生事物,必须在众多领域进行共同研究。

优势

独特的软件 DNS 与战略性基础研究

该研究室研究开发的原创模拟软件 DNS (直接数值模拟) 具有非常高的清晰度及精度,能够正确模拟,将声音的变化转化为数值。比如超音速喷气机的情况下,必须要同时掌握喷气口产生的巨大的压力变化和声音极小的压力变化,如果使用 DNS,就能正确掌握这两种压力变化。

这种模拟实验使用的数学算法并不是一朝一夕就可完成的事情。

该研究室根据测量对象来作成数学算法。奠定这些算法的基础就是前川教授 30 多岁在 NASA (美国航空宇宙局) 以及 40 多岁在斯坦福大学任教时总结的「压缩性流体力学」的理论及应用方法。从那时开始,前川教授就看准未来的应用研究,一直坚持自己的「战略性基础研究」,如今他们的研究获得了成果,可以采用 DNS 进行大规模模拟。

真正的模拟环境及验证该环境的实验环境

该研究室还拥有低乱流风洞等实验装置,可以用实验来验证 DNS 所模拟出的结果。模拟出来的数值只有通过实验验证后才有意义。因为低乱流风洞是性能非常高的风洞设备,所以用它来获取详细的实验数据,还能够发现模拟上的问题点。

未来展望

希望能够协助各个领域解决难题

该研究室希望通过产学合作及与其他领域的共同作业,发现各种课题,并运用流体力学,为解决相关课题做出贡献。如今这个时代,仅由一个部门去思考要做什么是不行的,必须由各个科学领域、工学领域、制造领域等各种人才共同努力才能有所创造。

针对各个领域出现的课题,他们发现了解决相关课题的途径,通过将这些成果反馈给产业界,就能制作出具有竞争力的产品。

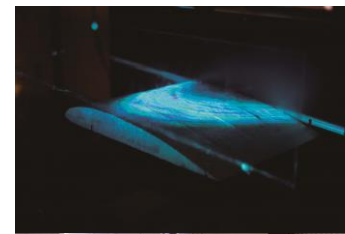
特别是针对「希望大幅度提高效率,而不是得到预想的效率」、「希望对应环保」等需求,我们认为该研究室的研究能够协助解决这些课题。



低紊流风洞



拖曳风洞



流动的可视化