



高崎 武
Takeshi MIYAZAKI



田口 智清
Satoshi TAGUCHI

研究课题

研究从地球·宇宙规模到分子尺度接近神秘广阔旋涡的运动流体力学

关键词

旋涡运动、环境流体力学、地球规模、紊流、运动流体力学、流体力学、旋涡、液滴、数值模拟、混沌、拉格朗日混沌、PSP (压力敏感涂料)、克努森泵、辐射仪、低压气体、库仑相互作用、环境问题

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	高崎 武 教授 田口 智清 助教
所属学会	日本物理学会、日本机械学会、日本流体力学会、日本应用数理学会
研究设备	高速视频摄像机、GRAPE-DR、MDGRAPE-3、旋转球投掷装置 (自制)、箭发射装置 (自制)

研究概要

研究广阔领域的旋涡

流体的旋涡从地球·宇宙规模到微尺度在各领域成为产生很多现象的原因。本研究室对所有伴随流体运动的物质·能源的输送现象通过理论、数值模拟·实验进行研究。流体旋涡的研究对独特的运动流体力学起到发展作用。

地球规模的旋涡

首先，与地球环境联系起来大气和海洋中旋涡的分析是本研究室的一大主题。当旋涡的大小成为地球规模时，在自转和稳定密度层（下层是稳定的低温、上层是稳定的高温）的影响下妨碍垂直运动方向，比起一般状态旋涡的构造会趋向更稳定、寿命更持久。例如，大气中旋涡的寿命大约维持 1 星期时间，然而在大海产生的中等规模（直径约 100km）的旋涡维持却是 2~3 年。研究室从统计力学的观点分析这些旋涡的形成、维持结构。大多数的旋涡是混合系，推测系的熵的最高状态时是最稳定的状态、进而来验证这个理论。以这个研究正迈进可以更准确推测有关的气候变化。

微尺度的旋涡

一个不起眼的东西，根据实验和理论来论证从通过液滴（约 2mm 的一粒液体）的表面张力振动现象引起内部流动的结果可以看到相关混合现象。做成表面张力波是为了混合液滴，如果没有内部复合的振动模式则不能产生混合现象。也就是说以拉格朗日混沌设定流体粒子的轨道，物质移动必须结合混沌状态。

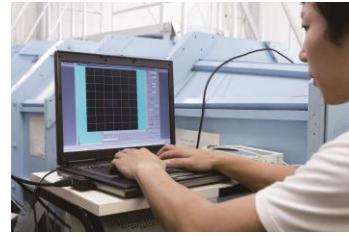
如果能够实现这个实验，在医药品业界等的制造工程上，小的粒状液滴中以非接触的混合方式进行混合，可以说它的应用范围是非常广泛。

我们甚至调查有关细微的尺度微米（ μm ）大小的流体现象。在气体状态时微米的世界里流体必须看作为分子的集合。当成为这种规模时引起看不到宏观的现象，微米世界气体的动作是与低压相似。微米世界分子的平均自由行程（碰撞分子的飞散距离）大，当难于引起分子碰撞的低压时会出现同样的现象。关注这些共通点以互补实验和模拟数值，同时进行两方面的研究。

运动流体力学

例如棒球的投手投出的曲线球，眼睛常去关注球的旋转但实际上是球形成空气的动作，这也是流体现象的重点所在。具体来说硬式棒球球体的缝合处的走线及旋转方向，球回转带动气流的变化（脱离旋涡，相反在顺畅地流动）成为我们所说的魔幻球。

因此研究围绕棒球的流体现象与旋涡之间的关系，尝试解析棒球的曲线球的构成。调查相关掷铁



在 JAXA 使用风洞磁悬浮平衡系统的场景

饼和射箭等的其他体育运动的各种竞技与旋涡的关系。

优势

通过流体力学广结各界人脉·共同研究

广大规模的研究对象是本研究室的一大特征。如之前所述，从宇宙·地球规模到微尺度研究关于广阔领域的旋涡，应用领域非常广泛。借此机会能与各界人士进行共同研究形成广泛人脉关系。

国立环境研究所、东京大学海洋研究所、理化学研究所等聚集日本流体力学会所属的各界人士进行交流。与东北大学

流体科学研究所和 JAXA（宇宙航空研究开发机构）等进行共同研究，也可以共同使用相关的研究设备。例如，【箭的空气动力特性-针对边界层转移的前端形状的影响-】（续 29（2010）、287-296）等的研究成果。

拍摄运动流体力学的实验测量时的风洞、视频

现在关于有趣的【射出箭的相关调查】研究是与国立运动科学中心共同研究。使用风洞测试，进行以射出箭的飞行时受到多大的空气力（阻力、推力、力量）的实验。由于一般的风洞是支撑箭的部分自体受到空气阻挡，大大降低实验的精度。因此，使用 JAXA 的风洞磁悬浮平衡系统（测量物体中加入永久磁石，使用周围产生磁场以悬浮的状态使用吹风风洞装置）进行测试。



风洞磁悬浮平衡系统内部

然而这些仍未能满足实验，对实际上射出去的箭当飞行中



在国立运动科学中心的实射实验

箭的减速过程用高速摄像机拍摄了实验过程。虽然取得与风洞实验大致相同的结果，但是两者会产生若干的差异。因此，飞行中的箭在射出后引起振动现象，判断出有受到超出风洞实验时的阻挡的可能性。在箭轴周围引起气流（边界层）被认为是不等同于层流的紊流。基于对这些箭头（顶点）和箭羽要下多少工夫才能算出得出飞行结果，这是我们的最终目的。希望利用该运动流体力学支援奥林匹克选手和运动员强化训练。

分子动力学专用计算机 GRAPE-DR

为了计算数值导入了分子动力的专用计算机 GRAPE-DR，这样的流体力学的研究室是很少见。分子在库仑力的相互作用时一旦分子数增加时分子动力学的模拟就会马上变得复杂起来。有效率进行这个模拟的计算机是 GRAPE-DR。由于旋涡的相互作用是类似与库仑，所以利用 GRAPE-DR 对复杂的旋涡进行计算。

未来展望

开发全新的压力计量方法

作为今后重要的课题，使用与 JAXA 正在共同研究的 PSP（压力敏感涂料）希望完成新的压力计量方法。如果使用 PSP 新的方法只是在物体表面涂上涂料就可以轻松知道物体所受的压力。

该方法是对 PSP 接触激励光调查从化学物质的发光量。根据 PSP 周围的氧气浓度发挥发光量的变化特性。也就是只在物体上涂上 PSP 后再接触光，马上就可以知道加在物体上的压力分布。

如果能够成立这种方法，目前为止各种不可能测量压力的场合都将成为可能。未来的远大目标就是尽快实现这种方法。