



第18回

物理工学科セミナー

日時： 5月20日（火） 17:00 - 18:00

場所： 葛飾キャンパス研究棟8F 第2セミナー室

Speaker： 渡邊 大記 (Watanabe Daiki)

Affiliation: 大阪大学基礎工学研究科

Title： 容器の運動で維持される【渦】とその攪拌技術への応用

Abstract：

液体を**完全**に充填した定常回転する容器内の流れは、いずれ容器壁面と供まわりをし、剛体回転流に落ち着くことは周知の事実である。ところが、液体を**部分的**に充填した容器を水平軸まわりに定常回転させた場合には、気液界面がほとんど変形しないほどのゆつくりな回転であっても、容器の回転軸と垂直な方向に旋回軸を持つ渦構造が維持される。我々は、球容器[1]、円筒容器[2]でその渦構造が維持されることを確認したとともに、その発生条件を直接数値計算（DNS）を用いて徹底的に明らかにした。これらの系は身近にありふれているにもかかわらず、観測される現象は非自明であり、科学的に面白い。さらに我々は、これらの現象を「攪拌翼の無い攪拌機」として産業利用する取り組みも行っている。

「攪拌」はものづくりにおいて、欠かすことのできない重要な単位操作のひとつである。一般に、「攪拌」は攪拌翼を用いて行われるが、攪拌翼の使用が敬遠される場面も少なくない。例えば、攪拌翼を用いた際に生じる翼近傍の強いせん断速度は、繊細な試料の攪拌には適さない。また、複雑な形状を有する攪拌翼の洗浄には膨大なコストがかかるのみならず、洗浄不良によるコンタミネーションも懸念される。したがって、攪拌翼を使わずに攪拌ができれば有用である。

冒頭に述べた、回転容器内に維持される渦構造は、その隣り合う渦同士が互いに逆旋回しており、流体塊の折り畳みと引き伸ばしを促すため、流体の迅速な混合を実現する。つまり、我々が明らかにした現象は、攪拌翼無し攪拌機としての広い産業利用も期待できる。

本セミナーでは、液体を部分充填した回転容器内に維持される渦の性質や発生条件をDNSを用いて調べた結果を報告するとともに、その現象の社会実装に向けた取り組みについても紹介する。また、最近行っている、容器の運動のみを用いた粉体攪拌技術についても言及する。

参考文献

- [1] D. Watanabe and S. Goto, "Simple bladeless mixer with liquid–gas interface," *Flow*, **2**, E28 (2022)
- [2] D. Watanabe et al, "Onset of convection cells in a horizontally rotating cylinder partially filled with liquid," *J. Fluid Mech*, **989**, A9 (2024)