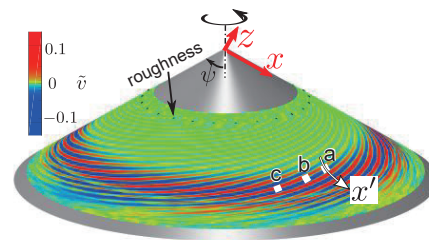
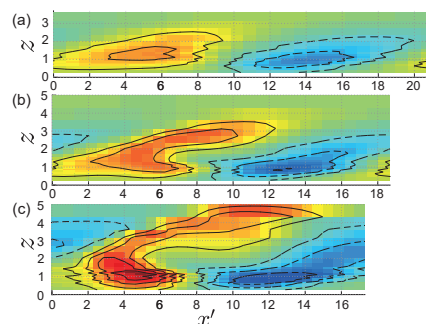




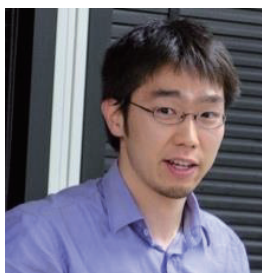
滑らかな流れ（層流）から様々な渦を含む乱れた流れ（乱流）への遷移は、壁面摩擦、熱伝達、流れの剥離などの性質を著しく変えるため、流体機械、輸送機械の効率に直結する問題として研究されてきました。こういった渦は、そもそも何処からくるのでしょうか？渦は何処まで成長するのでしょうか？これらの渦の発生、成長、崩壊を工業的な応用に適する様に制御することはできるのでしょうか？当研究室では、そんな疑問に答えるべく、3次元的な渦の特性に関する研究をしています。



扁平な回転円錐上に発達する螺旋渦が崩壊し、乱流へと遷移。この流れは、航空機のデルタ翼、後退翼上で発達する同種の螺旋渦を研究するためのモデルケースとして知られている。



上図(a-c)における螺旋渦の断面構造【代表論文1の熱線計測より】



助教 加藤 賢太郎

2017年、慶應義塾大学で工学博士学位を取得後、2021年までスウェーデン王立工科大学で研究員として働き、2022年度から現職。流体力学、特に渦の統計量、構造解析、光学計測手法、流体制御に関する研究に従事。

>> 研究から広がる未来

渦の性質の根本的な理解は、流れや関連機器を効率的に設計・制御するために不可欠です。単純なモデルを用い、特に曲がった・回転する表面上の渦を研究しています。これらは、タービン、プロペラ、遠心分離機、風力発電所等、実社会に多く見られるものです。

>> 卒業後の未来像

実験・結果解析を通じて、流体力学以外にも電子工学、光学、プログラミングを使った制御など様々な学問を学びます。こういった経験からこれまでの専門分野に縛られない問題提起、解決ができることで、様々なキャリアが拓けます。

>> 私の学問へのきっかけ

物を設計したり作ったりするのが好きで、中学生の時に自分で飛行機を作りたいと思い、ライト兄弟の伝記、航空力学の本を読み漁りましたが、独力では理解できず、基礎から系統的に勉強をすることの大切さを知りました。また、大学で力学を学び、海外留学、研究を経て、環境問題や社会問題に自由かつ戦略的にアプローチをする研究者や技術者と出会い、自分もできること、今、自分にしかできないことをするのに人生を使いたいと思いました。

先鋭融合

機械物理

知能機械

研究キーワード

流れの不安定性・層流乱流遷移・光学計測・PIV・流れ制御

研究シーズ

- ・3次元的な流れの不安定性
- ・層流乱流遷移の予測法・制御
- ・流れの剥離、摩擦抵抗、熱伝達の制御
- ・曲面・回転物上の流れ構造、計測・制御
- ・光学画像計測(PIV, PTV)

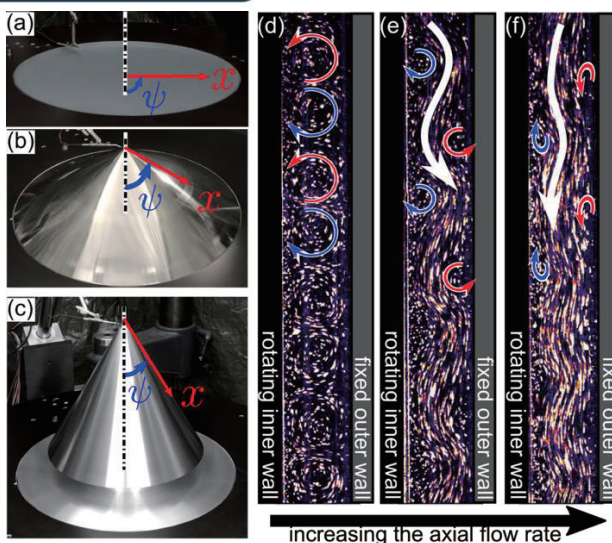
[1] K. Kato, T. Kawata, P. H. Alfredsson, and R. J. Lingwood: Investigation of the Structures in the Unstable Rotating-cone Boundary Layer, *Phys. Rev. Fluids*, 4, 053903, 2019.

[2] P. H. Alfredsson, K. Kato, R. J. Lingwood, Flows Over Rotating Disks and Cones, *Annual Review of Fluid Mechanics*, 56(1), Sep 15, 2023

共同研究・外部資金獲得実績

- ・回転する円錐・回転円錐体上の三次元境界層における乱流遷移条件と渦構造（日本学術振興会 科研費 基盤C）
- ・微視的なアプローチに基づく液滴の衝突・混合ダイナミクスの解明（科研費 基盤C）
- ・回転円錐上の乱流遷移における遠心力の効果（科研費 研究活動スタート支援）
- ・回転円錐に誘起される流れの不安定性の計測（KTH Royal Institute of Technology, Lancaster University, Indian Institute of Technology, The University of Leicesterとの共同研究）
- ・プラズマアクチュエータを用いた翼上の流れ制御（ミュンヘン工科大学との共同研究）

最近の研究トピックス



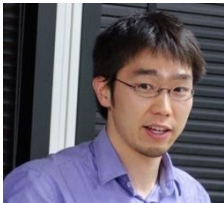
頂点角度 ψ の異なる円錐: (a) 回転平板 ($\psi = 90^\circ$)、(b) $\psi = 60^\circ$ 、(c) $\psi = 30^\circ$ 。(d-f) 回転円柱 ($\psi = 0^\circ$) 周りに発達する流れと軸方向流れの影響。の小さい鋭い円錐上では、遠心力により反対方向に回る渦対 (Taylor 渦) ができ、摩擦抵抗を増やす。軸方向の流れを加えると、これらの渦は抑制される。こういった知見は、流体軸受などに応用できる。

Mechanical Systems Engineering Division

Where do the vortices come from?
Why do they collapse?



Laminar-turbulent transition (from a smooth flow to a chaotic flow containing different vortices) has been studied as it affects the efficiency of fluid/transport machinery through dramatic changes of the flow property, e.g., friction/pressure drag and heat transfer. Why do these vortices come up? Can we control these vortices for industrial applications? We are trying to answer these issues, studying the characteristics of vortices in three-dimensional.



Assistant Professor
Kentaro Kato

After completing PhD at Keio University in 2017 and postdoc work at KTH Royal Institute of Technology by 2021, the current title from 2022.

The main interest is fluid mechanics, analysis of statistics/vortical structure, optical measurement and flow control.

>> Beginnings of my path to academia

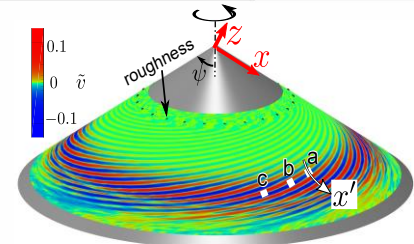
I've always enjoyed designing and building things. In middle school, I wanted to build my own airplane, so I devoured biographies of the Wright brothers and books on aerodynamics. But I couldn't understand it on my own, and I learned the importance of studying systematically from the fundamentals. Later, while studying mechanics in university and through overseas study and research, I met researchers and engineers who approached environmental and social issues freely and strategically. This made me decide I should dedicate my life to doing what only I can do right now.

>> In the Future

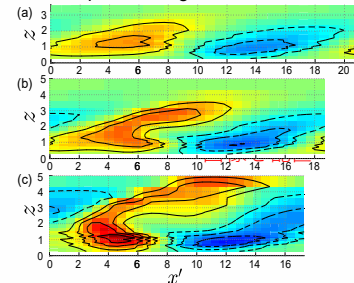
Fundamental understanding of the characteristics of vortices is essential to design/control the flows and related systems effectively. Using simplified models, we study vortices specially on a curved/rotating surfaces, which exist ubiquitously on real applications such as turbines, propellers, centrifugal separators, wind farms, etc.

>> After Graduation

Through our experiments and analysis, we study not only fluid mechanics, but also various disciplines, such as electronics, optics, and control using programming. Such experiences make us even more active in finding and solving problems over previous borders among different disciplines as well as open more opportunities for our careers.



Spiral cross-flow vortices over a broad rotating cone, whose collapse leads to transition. This flow has been investigated as a canonical model to study the similar vortices developing on swept/delta wings.



Vortical structures at the cross sections (a-c) (obtained from hot-wire measurements); Kato *et al.* *Phys. Rev. Fluids*, 4, 053903, 2019)