



# 流体力学、特に渦運動とその応用

## 福本 康秀

学位: 理学博士(東京大学)

専門分野: 流体力学、特に渦運動

流体運動を象るのは渦と波である。飛行機の背後に長くのびる2本の筋状の雲、浴槽の排水口の上に立つ気泡の柱などのパターンは渦構造の典型例である。渦は無制限自由度力学系で、大小様々なスケールのモードが非線形的に相互作用しながら自律的に特定の配位に発達、あるいはカオス・乱流状態に至る。この過程で、渦は、運動量や物質を「輸送する」、「混ぜる」といった機能を獲得する。空気砲が特定の空気質を遠くまで搬送することはお馴染みであるが、心臓ポンプによる血流の駆動をはじめ生命体は様々な形で渦輪を利用して、さらに、翼端渦の形成と安定性が、航空機の安全航行、風力発電の効率向上から飛翔ロボット的设计にまでかわかることに代表されるように、渦の非線形ダイナミクスはエネルギーや地球環境問題から先端テクノロジー分野にわたる今日の課題解決の鍵を握る。



渦輪の曲率不安定性

ここしばらく、渦運動の数理解析をテーマとしている。特に、3次元渦運動の理論において世界に先行する結果をもつ。平成6年には、渦糸の3次元運動に関する論文に対して、若手を対象とする日本流体力学会専門賞の第1回受賞者に選ばれた。最近、レイノルズ数の大・小両極限で、実験とよく合う「渦輪」の進行速度の公式を導出することに成功した。また、「曲率不安定性」という渦輪の新しい不安定機構を発見した。目下、渦の点・連続スペクトル、渦の非線形運動を計算する新しいラグランジュ的アプローチの開発を進めている。

流体運動の偏微分方程式による解析を創始したのは18世紀のオイラーであるが、渦運動の概念はヘルムホルツの論文(1858)まで1世紀待つ。ヘルムホルツは、粘性がないとき、「渦線が流体に凍結して運ばれる」ことを示した。このことはとりもなおさず渦線の絡み目型・結び目型が時間的に変化しないことを意味する。ヘルムホルツの法則のトポロジイ的意味を汲み出しその応用をはかるといのが、Arnold('66)に始まる20世紀後半の流体力学の1つの流れである。しかし、現状は、2次元流に留まる。流体粒子の変位を基本変数とするラグランジュ的記述によってはじめて、トポロジイ的不変量を厳密に保ちながら渦運動を扱うことができ、分子運動から、固体、流体、弾性体、プラズマの運動までを貫く共通の土壌を与えてくれる。ラグランジュ的記述のもつ高い拡張性を活かして、波と

平均流の3次元相互作用を計算する新しい数学的枠組みの構築を行っている。

グローバルCOEプログラム「マス・フォア・インダストリ教育研究拠点」において、サプリーダーの役割を担っている。マス・フォア・インダストリ・フォーラムに加えて、平成22年度から始まった「スタディグループ」の運営にも参画している。

博士後期課程を含む大学院生の指導に力を注ぎ、外国人留学生の受け入れも積極的に行っている。研究者レベルでの国際交流も盛んに行っている。日本学術振興会特定国派遣研究者(長期)に採用され、平成8年に10か月間、ケンブリッジ大学を訪問し、Moffatt教授と渦輪の運動に関する共同研究を行った。帰国後、有力外国人研究者の訪問が絶えることなく、最前線の情報を直接交換している。平成13年以降、日本学術振興会招へい研究者(短期)として外国人を7名受け入れた。こうした活動の積み重ねの結果、「トポロジイ的流体力学」の創始者であるMoffatt教授を中心に、Ricca教授(Milan大)、Holm教授(Imperial College London)、Khesin教授(Toronto大)らこの分野の第一人者と世界的ネットワークを築き上げるに至った。このネットワークを若手研究者の交流や育成に役立てていきたい。