

# 幾何学・連続体力学・情報科学の交差領域の探索（Ⅲ）

## ー 可視化力 ー

日時：2022年12月2日（金）、3日（土）

開催方法：ハイブリッド形式

組織委員、講演者のみ対面／オンライン視聴公開（Zoom Webinar 機能利用）

## Abstract 集

12月2日（金）	
10:00-11:00	小野弓絵（明治大学） 生体機能計測による脳・筋機能の可視化
11:10-12:10	廣瀬善大（明治大学） 統計的推定の情報幾何
13:30-14:30	関本謙（Université Paris Cité） 運動量流への招待
14:40-15:40	谷村省吾（名古屋大学） なめらかな幾何学と力学
16:00-17:00	折原宏（北海道大学） 液晶における電場誘起乱流と負の粘性
12月3日（土）	
10:00-12:00	金谷健一（岡山大学 名誉教授） 多視点三角測量
13:30-14:30	西上幸範氏（北海道大学） ステレオ顕微鏡法によるアメーバの細胞膜変形の観察

# 生体機能計測による脳・筋機能の可視化

小野弓絵（明治大学）

## Abstract

演者はヒトの脳活動や生理反応，組織血流の計測から「ヒトの意思や身体反応」を可視化し，医療やウェルビーイングに応用する研究を専門としている。本講演では，1) 脳活動時系列データの因果性結合解析によるコミュニケーションの質の可視化，2) 拡散相関分光法による筋血流の可視化，の2つの話題について，計測原理・ハードウェアから解析手法・研究例までを紹介する。ヒトの生理反応は機械やコンピューターと異なり，個人差や環境によって揺らぐ曖昧さを持つ系である。こうした生体データからいかに科学的に信用に足る知見を引き出していくかという研究手法の実例や，生体機能計測を用いてヒトの健康や幸福を実現するための工学的アプローチについてもご紹介したい。

（参考文献）

- [1] Matsuda et al., Evaluation of Local Skeletal Muscle Blood Flow in Manipulative Therapy by Diffuse Correlation Spectroscopy. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, (2021).
- [2] 小野弓絵. *MATLAB で学ぶ生体信号処理*, コロナ社 (2018).

# 統計的推定の情報幾何

廣瀬善大 (明治大学)

## Abstract

統計的推定は、統計学の代表的な問題のひとつである。本発表では、応用の場面でよく利用される一般化線形回帰と呼ばれる問題とそれに関連する確率分布族について、情報幾何の基礎的な事項を紹介する。情報幾何の基礎としては、確率分布のなす多様体に、統計学的な要請から計量や接続を導入する。それらの量は、統計学の分野で幾何学とは関係なく知られていた量と一致しており、幾何学の構造を利用することで既存の方法を説明・改善することができる。さらに、幾何学的な観点を取り入れることで、新しい手法の開発や既存手法の一般化・拡張の見通しが得られることがある。たとえば、線形回帰における最小二乗法がユークリッド空間における直交射影として理解されることはよく知られているが、情報幾何の観点からは最小二乗法を一般化した最尤法が直交射影として与えられる。さらに、近年では最尤法のもつ問題点を回避するための手法のひとつとしてスパース推定・正則化がよく用いられており、それらについても説明する。

(参考文献)

- [1] S. Amari . Information Geometry and It's Applications, Springer (2016).
- [2] 廣瀬 善大, 一般化線形回帰問題と情報幾何. 京都大学数理解析研究所講究録, 1916, pp.103-122 (2014).

# 運動量流への招待

関本謙 (U.Paris-Cité)

## Abstract

日常で使う「力が伝わる」「力づくで(vs. 勢いで)やる」や、連続体力学で使う「応力」などは、運動量の流れ (略して運動量流) の概念を用いるとより明快に扱えるようです。本講演では運動量流の導入から、簡単な応用例を見たあとで、研究例として運動量流を生かした(1)非平衡力の導出、(2)粗視化記述、(3)遅いモードの同定、についてご紹介します。最後に運動量流の循環である内部[残留]応力による力学情報の表現、書込み、読出しに言及する予定です。

(参考文献)

関本謙. ストレスなしの連続体力学(試論): 運動量の流れを意識して, 物性研究 95: 152-194 (2010):

[https://repository.kulib.kyoto-](https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/169379/1/KJ00006714564.pdf)

[u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/169379/1/KJ00006714564.pdf](https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/169379/1/KJ00006714564.pdf)

# なめらかな幾何学と力学

谷村省吾（名古屋大学）

## Abstract

幾何学という色メガネを通して物理学のいろいろな分野を見る、そういった話をしたい。幾何学と言えば、直線・平面・円弧のように整った形を扱うものであり、フリーハンドで適当に描いた曲線などは相手にしないのだろうと思われるかもしれないが、なめらかな図形一般を扱う微分幾何学という分野がある。力学のパズルとして「ネコの宙返り」という問題がある。初速度ゼロでネコが自由落下するとして、角運動量もゼロだったのに、どうしてネコは体の向きを変えられるのか？という問題である。じつは、角運動量保存則がネコの配位空間上の平行移動を定め、ネコの空間が曲がっていることがネコの宙返りとして顕在化するのである。この種の幾何的構造は、古典力学のみならず、量子力学や熱力学にも現れる。そういった話をしたいと思う。

（参考文献）

谷村省吾『幾何学から物理学へ—物理を圏論・微分幾何の言葉で語ろう』サイエンス社、電子書籍:

<https://www.saiensu.co.jp/search/?isbn=978-4-7819-9980-7&y=2020>

# 液晶における電場誘起乱流と負の粘性

折原宏（北海道大学）

## Abstract

流体の粘度は流れに対する抵抗を表わすので常に非負であるが、非平衡状態では見かけの粘度（例えば、レオメーターで測定される粘度）が負になることは可能である。負の粘度を持つ流体の探索は古くから行われているが、最近我々は電場を印加した液晶において負の粘性およびこれに起因する自発流れを始めとする一連の新規現象を見出した。液晶は細長い棒状の分子から構成され、配向の秩序が存在するため、力学的、電気的および光学的異方性を持つ。ある種の液晶に電場を印加すると、導電異方性を起源とする配向場と流れ場の不安定性により、電場の増大につれて様々な形態の対流が現われ、最終的にはトポロジカル欠陥を伴う乱流に至る。この乱流状態において見かけの粘度が負になる。実験ではこのような乱流状態での配向場、流れ場、電場、さらには応力場の測定は極めて困難である。そこで、変分原理から導出された、分子の配向状態を表すテンソル、流速および電位の従う方程式を基にシミュレーションを行った。講演では、実験および計算結果を紹介し、負性粘度発現の機構を考察する。

# 多視点三角測量

金谷健一（岡山大学 名誉教授）

## Abstract

複数のカメラ画像上の対応点からその点の3次元位置を計算する三角測量の幾何学的原理とその計算手法を、特に3画像の場合について説明する（一般の場合への拡張も簡単に述べる）。まず、複数の点が空間の同一点を表しているという条件が「三重焦点テンソル」と呼ばれる量を含んだテンソル式（「三重線形拘束条件」）で書けること、およびその点の3次元位置が三重焦点テンソルによって表せることを示す。しかし、画像処理による画像上の対応の検出は厳密ではなく、画素レベルの不確実性があるので、三重焦点テンソルは正確には計算できない。そこで、誤差を最小にする最適化処理が必要となる。三重線形拘束条件は多数の多項式からなり、互いに線形独立とは限らない。最適化計算のためには、それらの間の従属関係を知る必要がある。これを知るには背景を成す問題の幾何学的考察が必要である。これらのことを実画像を用いて説明する。

（参考文献）

金谷健一，菅谷保之，金澤靖「3次元コンピュータビジョン計算ハンドブック」森北出版（2016）。

# ステレオ顕微鏡法によるアメーバの細胞膜変形の観察

西上幸範（北海道大学）

## Abstract

単細胞真核生物である原生生物は環境中で様々な役割を果たし生態系維持に重要な役割を果たしている。この中でもアメーバは固液界面や土壌中でのバクテリアの主要な捕食者であり地球環境に与える影響も大きい。アメーバは移動する際に細胞膜形状をダイナミックに変化させるが、その形状変化を調べるためにこれまでは蛍光物質で細胞膜を染色したうえで高価な顕微装置を用いて観察する必要があった。私は非染色のアメーバを双眼顕微鏡の左右の鏡筒から撮影し、これらの画像を用いて細胞内に存在する内在性細胞内小胞の3次元位置を検出した。さらにこの情報から細胞表面の変形を3次元空間に再構成することに成功した。この方法は従来法と比較して安価に行うことが可能で様々な生物学的な研究に応用できる可能性がある。本公演では、ステレオ顕微鏡法のユーザーとして、この手法やそれにより明らかになったことなどについて解説する。

（参考文献）

<https://doi.org/10.1364/OE.439825>