



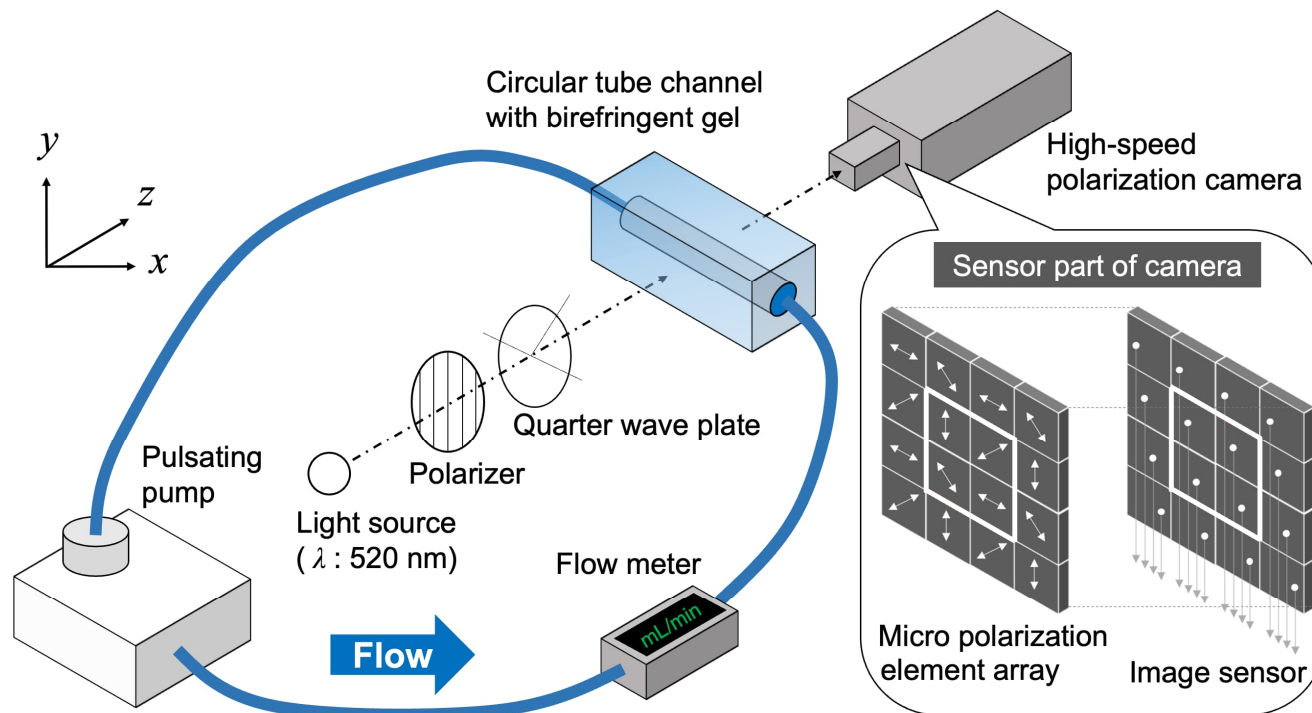
偏光計測による血液と血管の 応力相互作用の可視化

名古屋工業大学 工学専攻
機械工学系プログラム
助教 武藤 真和

本研究では

流体と固体の応力場を実験的に可視化できる光学計測手法

を研究・開発している

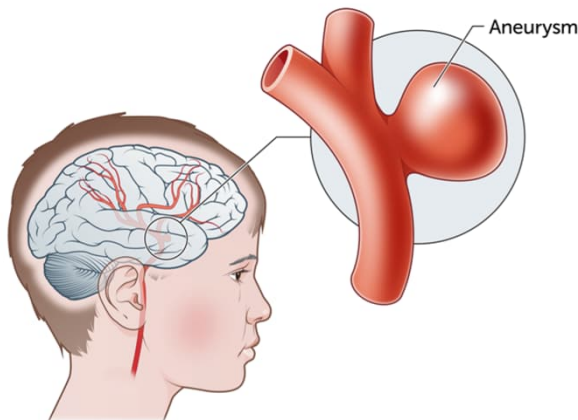


武藤ら, 可視化情報, 43(167), (2023)

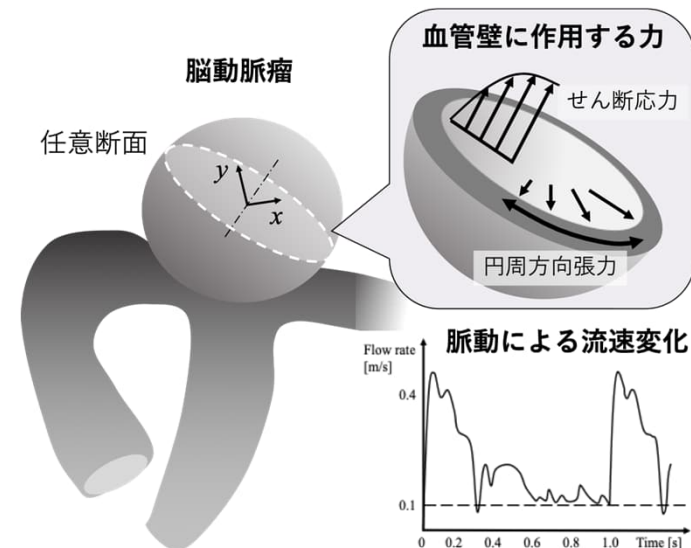
社会背景と技術的課題

社会的な課題

くも膜下出血の原因となる
脳動脈瘤の破裂予測には、
**血液と血管に作用する応力場の
非定常・非接触な実験計測**
が求められる



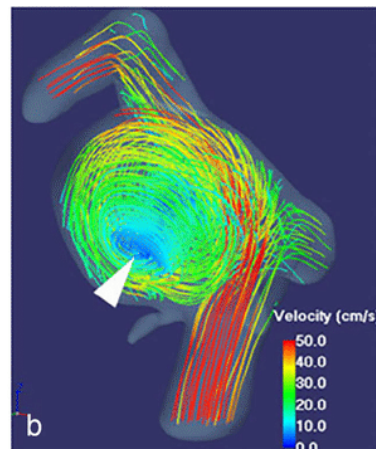
https://www.rch.org.au/kidsinfo/fact_sheets/Cerebral_Aneurysm/



技術動向 (従来技術)

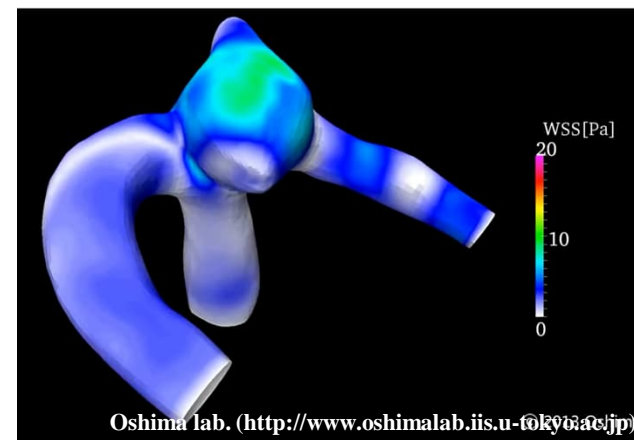
血液の流速場の計測手法が
臨床現場で導入されているが、
**血液と血管の応力相互作用を
計測できる手法が存在しない**

4D flow MRIによる流速場計測



Youn, et al., *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 55(2), (2020)

数値計算に頼らざるを得ない状況



Oshima lab. (<http://www.oshimalab.iis.u-tokyo.ac.jp/>)

本技術の特徴

① 固体と液体のどちらにも対応

複屈折を発現する粒子や物質を使用することで、**固体と液体のどちらの応力場も計測できる**

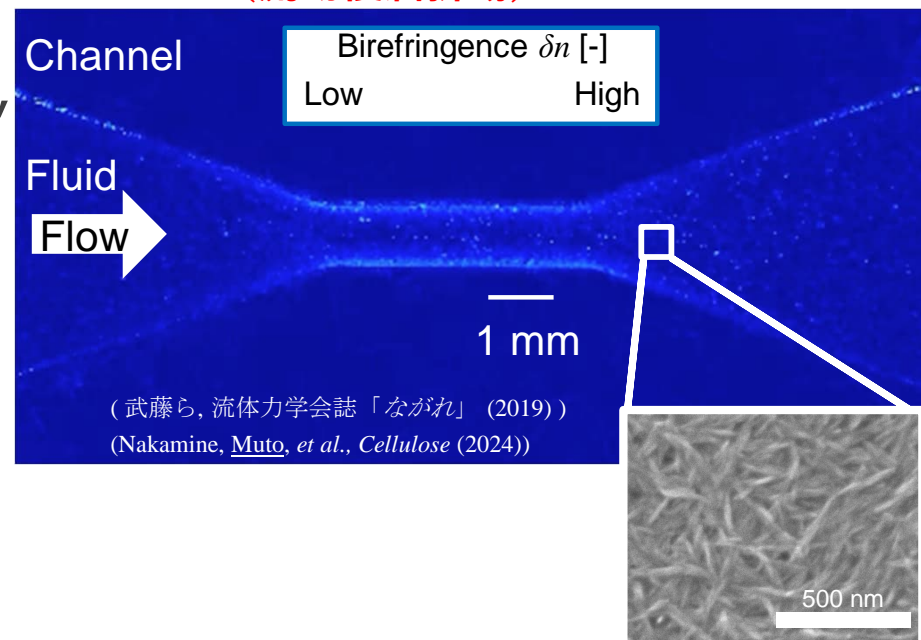
② 非接触な光学計測手法

圧力センサなどの点計測手法では応力集中部を逃す可能性があるが、**光学計測である本技術では応力の空間強度分布を可視化できる**

③ 高い時空間分解能

血液の脈動流の流速発達時間は 80 ms と短く、それに伴い流れ場と応力集中部が非定常変動する。例えば、4D flow MRI では、時空間分解能の低さから計測対象が大動脈解析などに限られる。一方、**本技術の時間分解能は 200 μ s であり、実際の脈動波形の非定常計測に対応できる**

流路内の流体応力場の実験的可視化 (流動複屈折場)



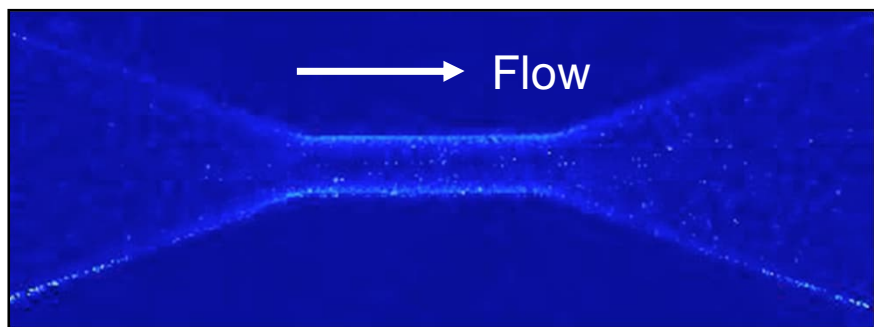
従来技術との比較

	圧力センサ	4D flow MRI	本技術 (高速度光弾性法)
侵襲性	×	○ (電磁波)	○ (偏光)
空間分布計測	×	○	○
時間分解能	○	×	○
応力場計測	△ (圧縮応力のみ)	△ (速度場)	△ (複屈折場)

具体的な取り組み

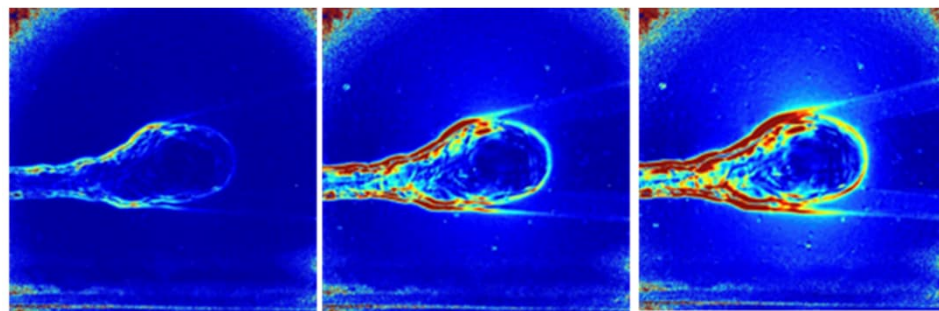
高速度光弾性法 × Index matching
→ 円管内の流体応力場を可視化

ミリ矩形流路の流体応力場計測

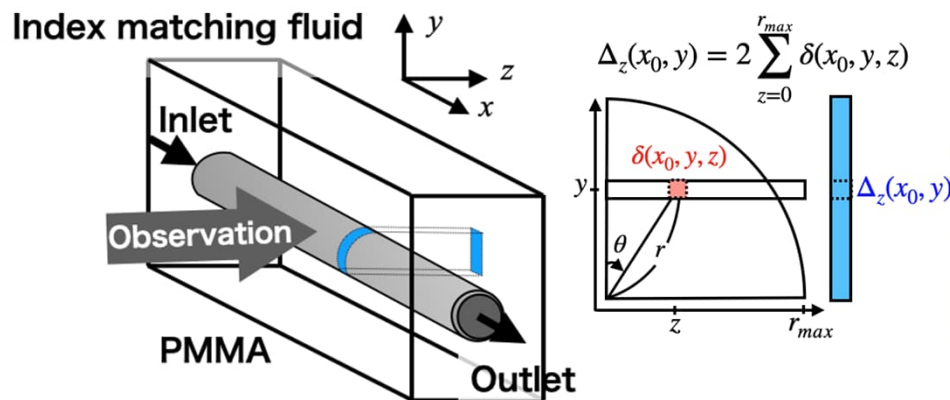


位相差 [nm] ∝ 応力
0 50
Muto, et al., *Cellulose*, 31(10), (2024)
武藤ら, *ながれ*, 38(6), (2019)

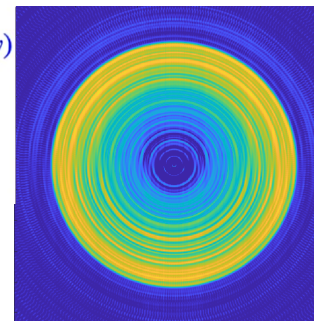
血管壁 (固体) の応力場計測



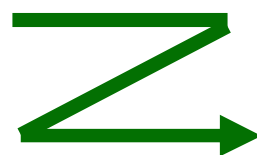
位相差 [nm] ∝ 応力 0 30



三次元再構成



武藤ら, *ながれ*, 41(6), (2022)

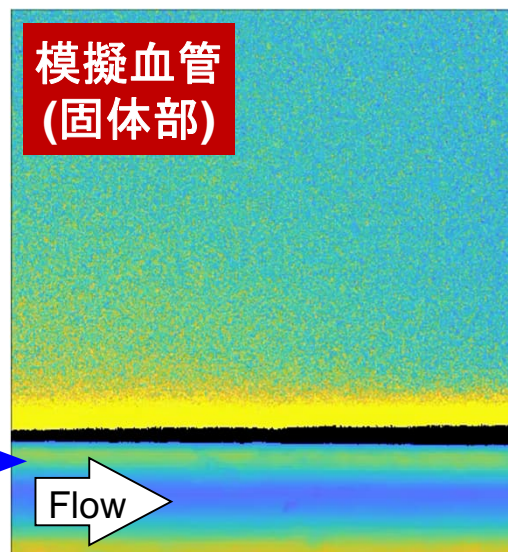


血液 (液体) - 血管壁 (固体) の応力相互作用の可視化

武藤ら, *ながれ*, 43(2), (2024)
武藤ら, *可視化情報*, 43(167), (2023)
武藤ら, *Medical Science Digest*, 50(6), (2024)

位相差 [nm] ∝ 応力
小 大

模擬血液 (液体部)



求める連携先・メッセージ

- ・【医療】本技術の適用先についてアイデアのある医療関係者
- ・【材料開発】光弾性や複屈折を発現する物質（微粒子，弾性体ゲルなど）について精通している方
- ・他にも生体液のレオロジー（粘弾性）計測にも取り組んでおります
ご興味ございましたら，ぜひお気軽にお問合せください

武藤プロフィール



玉野・武藤研 HP



知識

[光学分野]

- ・光学フィルタ/レンズの設計
- ・レーザー光の縮小露光光学系の設計
- ・偏光計測技術

[化学分野]

- ・ランベルト・ベールの法則
- ・フォトクロミズムと反応速度論

[界面化学/界面力学分野]

- ・液滴の濡れ/蒸発
- ・三重線/薄膜/ミセルの動力学
- ・壁面近傍での気泡生成メカニズムの解明

[熱流体力学分野]

- ・移動現象論（熱と物質移動）
- ・液滴操作の駆動力や圧力抵抗の数値解析
- ・高分子流体のレオロジー

計測技術

- ・偏光計測（光弾性計測）
- ・OCT計測
- ・PIV / μ -PIV / μ -PTV 計測
- ・ペンダントドロップ法による界面張力測定装置の開発
- ・走査型電子顕微鏡（SEM）
- ・分光分析装置
- ・接触式段差計

微細加工技術

- ・MEMS 加工（カンチレバーの作製）
- ・流体デバイスの設計・開発
- ・フォトリソグラフィ
- ・ソフトリソグラフィ
- ・ドライ/ウェットエッチング
- ・基板の疎水・親水修飾

本技術に関する情報

試作品の状況

提示可

※提供の際は諸手続が必要となるため、下記問合せ先までご連絡願います。

研究フェーズ



文献・特許の情報

- 武藤, 小林, *医学雑誌「Medical Science Digest」*, 50(6), (2024)
- 武藤, *流体力学学会誌「ながれ」*, 43(2), pp. 147–153 (2024)
- 武藤, 独立行政法人日本学術振興会 科研費研究成果トピックス (2024)
- 武藤, 小林, *可視化情報学会誌*, 43(167), pp. 46–49 (2023)
- 武藤, ウォービー, 中峰, 横山, 田川, *流体力学学会誌「ながれ」*, 41(6), pp. 383–386 (2022)
- 武藤, 田川, *流体力学学会誌「ながれ」*, 38(6), pp. 419–422 (2019)
- K. Nakamine, Y. Yokoyama, W. K. A. Worby, M. Muto, Y. Tagawa, *Cellulose*, 31(10), pp.1–16 (2024)

【お問合せ】

名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

TEL:052-735-5627

E-mail: nitfair@adm.nitech.ac.jp

URL: <https://technofair.web.nitech.ac.jp/>