



東北大学

東北大学

担当部署連絡先 研究推進課基盤研究係
E-mail : kenjyo@grp.tohoku.ac.jp

作成日 : 2024年11月21日
更新日 : —

科研費
KAKENHI

高速超音波撮像による排尿流動態イメージング法の開発

人間医工学およびその関連分野

研究者所属・職名 : 学際科学フロンティア研究所・助教

ふりがな いい たくろう

氏名 : 石井 琢郎

主な採択課題 :

- [研究スタート支援「超音波ベクターフローイメージングによる排尿流動態定量評価アルゴリズムの開発」\(2020-2022\)](#)
- [若手研究「尿道の形態変化と排尿流動態の流体力学的相互作用の解析」\(2022-2024\)](#)

分野 : 医用超音波、医工学、泌尿器科学

キーワード : 高速超音波イメージング、生体内流れ計測、排尿流動態解析、下部尿路症状

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？(研究の背景・目的)

前立腺肥大などに伴う尿道の特性変化は排尿症状の主因であり、患者のQOL低下につながる。従来の評価法では、尿道内腔の流れ状態の詳細な把握が困難であった。本研究は、新たな超音波イメージング技術を開発し、排尿中の尿道の形・動きと尿流を高精度に可視化・解析することで、様々な排尿症状の流体力学的メカニズムを明らかにし、効果的な診断・治療法の確立を目指している。

●研究するにあたっての苦労や工夫(研究の手法)

この研究では、排尿中の尿道の閉塞などによって生じる複雑な流れを正確に捉えるため、高速・高解像度の超音波イメージング技術の開発が大きな課題である。毎秒5000フレーム以上の高速撮像が可能な最新の超音波撮像技術を応用し、尿道内の2次元流れベクトルを高時間・空間分解能で可視化する技術を確立した。また、排尿中の尿道運動による流路形状の変化を流れと同時に計測できるような独自のイメージングアルゴリズムの開発も行った。

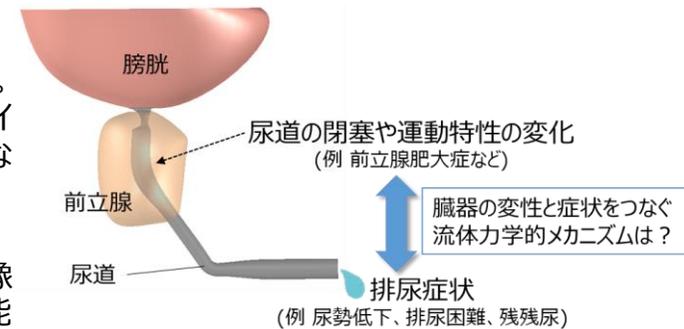


図1 本研究の目的



東北大学

東北大学

担当部署連絡先 研究推進課基盤研究係
E-mail : kenjyo@grp.tohoku.ac.jp

作成日 : 2024年11月21日
更新日 : —

科研費
KAKENHI

高速超音波撮像による排尿流動態イメージング法の開発

人間医工学およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

超音波による高速・高解像度の排尿流動態イメージング技術及び撮像システムを開発した。この新しいイメージング技術は、B-mode動画と流れベクトル（流れの方向と速さの分布）を1,250枚/秒という高いフレームレートで同時に取得することができる。これらの画像を合成し、可視化することで、排尿中の尿道において、いつ、どこで、どのような流れが生じているか、尿道の臓器運動と排尿流の時間・空間変動の詳細な観察を実現した。

開発したシステムを用いて、排尿症状を有する男性被験者に対する排尿流イメージングを実施した。特に排尿開始期と排尿終了期において、約1秒の間に流路の拡張・収縮、流路角度の変化、流れの発達や停止などのダイナミクスが可視化された。最大流速は2 m/sを超え、前立腺肥大による尿道の狭小部位においてジェット流や渦流が発生していた（図2）。このような前立腺部の病変に起因する尿道内流れパターンは、先行研究の模型や流体シミュレーションを用いた研究報告とも一致するものであり、尿道の変性と排尿症状との間に介在する物理現象を、生体内で捉えることに初めて成功した。

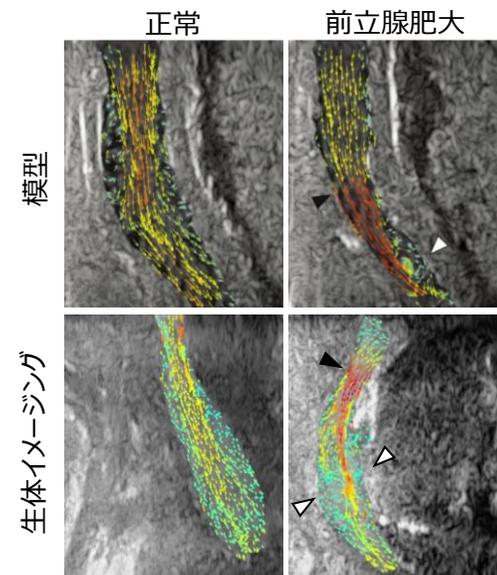


図2 模型と生体の排尿流イメージング結果
▶ 尿道の狭小部位 ▷ 渦流の発生

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

新技術によって得られた詳細な臓器と流れの情報を活用し、個別の排尿症状に関するメカニズム解明や責任病変の検出精度を向上させるデータ解析技術の開発に取り組んでいる。こうした技術に基づく下部尿路臓器の機能的診断技術は、個々の患者の症状メカニズムをより正確に理解し、個別化医療や、局所治療アプローチを発展させると期待される。治療効果の向上と患者のQOL向上を通じて、超高齢化社会における多くの人々のWell-beingの実現への貢献を目指す。

