

課題

カテーテルの無い尿路閉塞の診断は泌尿器科学積年の夢である！

- 排尿障害は非常に多い症状であるが、病態・病因は様々である。
- 特に、「尿が出にくい」原因が、尿路閉塞なのか膀胱収縮不全なのか、見極めが困難である。
- 病態・病因を評価する検査として、尿流測定検査と膀胱内圧測定検査が挙げられるが、両者には欠点がある。
- 特に、詳細な病態理解のためには、尿道・膀胱と直腸にカテーテルを入れる必要があるため、患者負担は非常に大きい。
- カテーテルの無い検査で、尿路閉塞と膀胱収縮不全を見極める検査が必要とされている。

症状

排尿障害
(おしっこが出にくい)



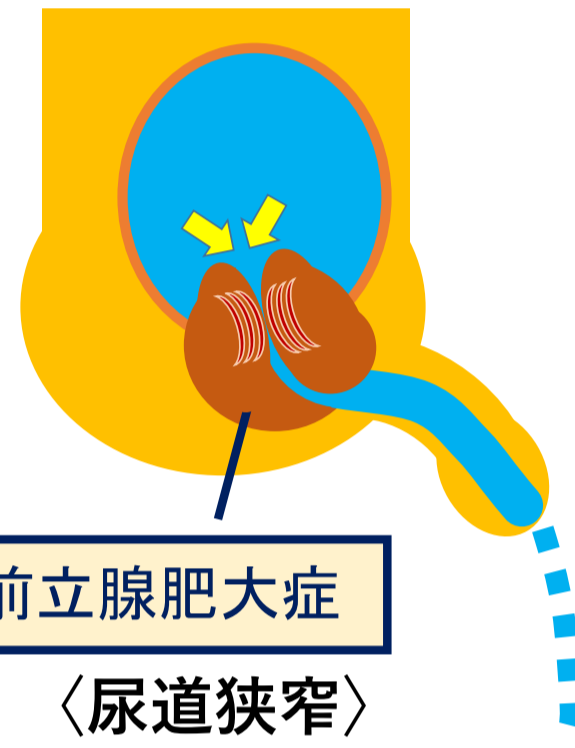
「排尿障害」には
様々な病態が関わる

病態

尿路閉塞

膀胱収縮不全

〈前立腺肥大症〉

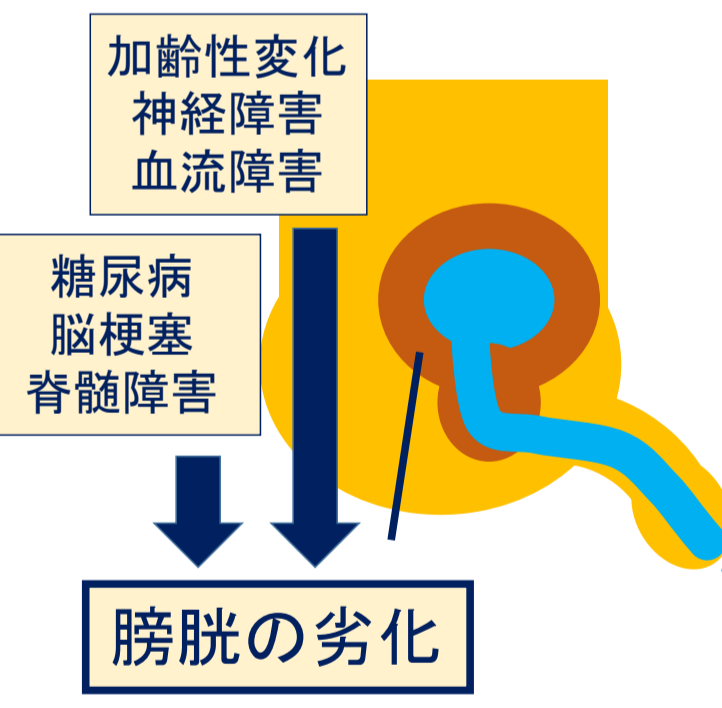


前立腺肥大症
〈尿道狭窄〉



尿道狭窄
(膀胱出口閉塞)

〈膀胱収縮不全〉



加齢性変化
神経障害
血流障害
糖尿病
脳梗塞
脊髄障害

膀胱の劣化

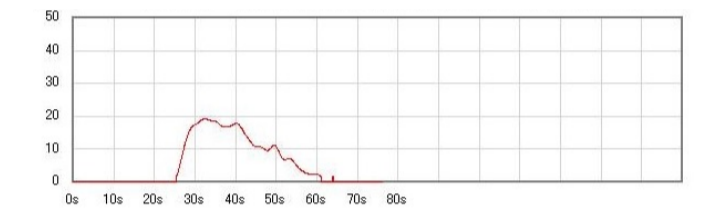
現行の検査

尿流測定検査

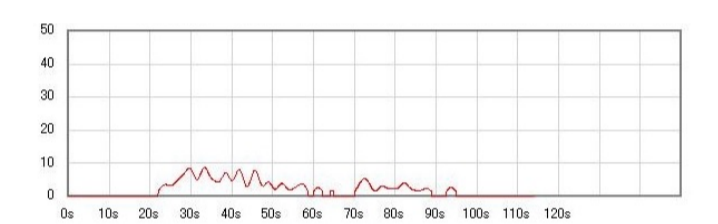


単位時間あたりの
排尿量

A)正常の尿流



B)排尿障害の尿流



利点

簡便・低侵襲

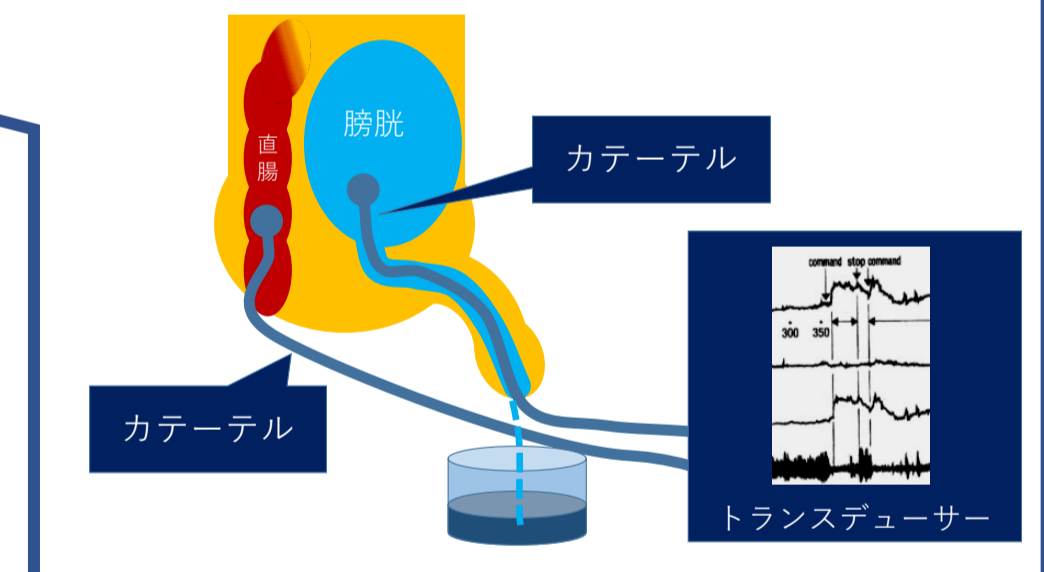
欠点

再現性に乏しく、膀胱機能の詳細は不明

膀胱内圧測定検査



膀胱内の圧力 (膀胱の収縮力)



利点

客観性が高く、排尿機能の詳細が分かる

欠点

膀胱・直腸にカテーテルを留置する必要があり、大変に負担が掛かる

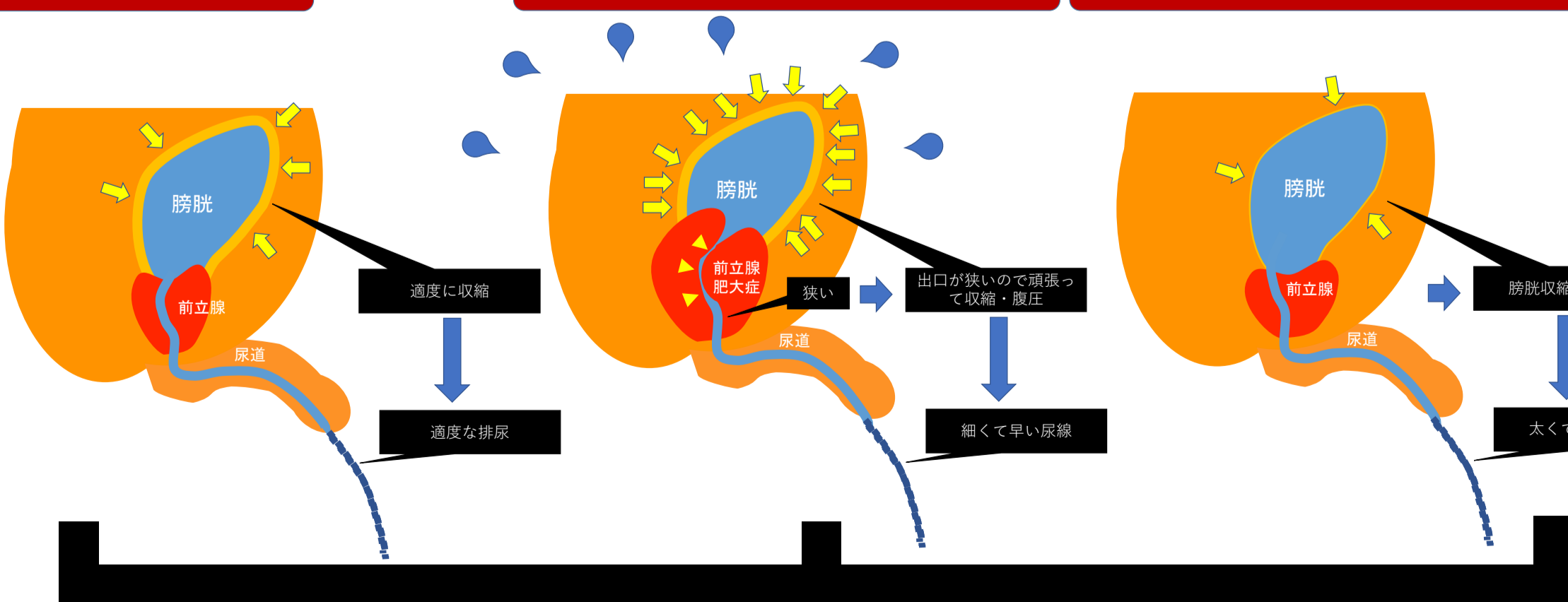
理論

流体力学的排尿解析は、有用だが、未開の地である。

正常の排尿

尿路閉塞(前立腺肥大症など)

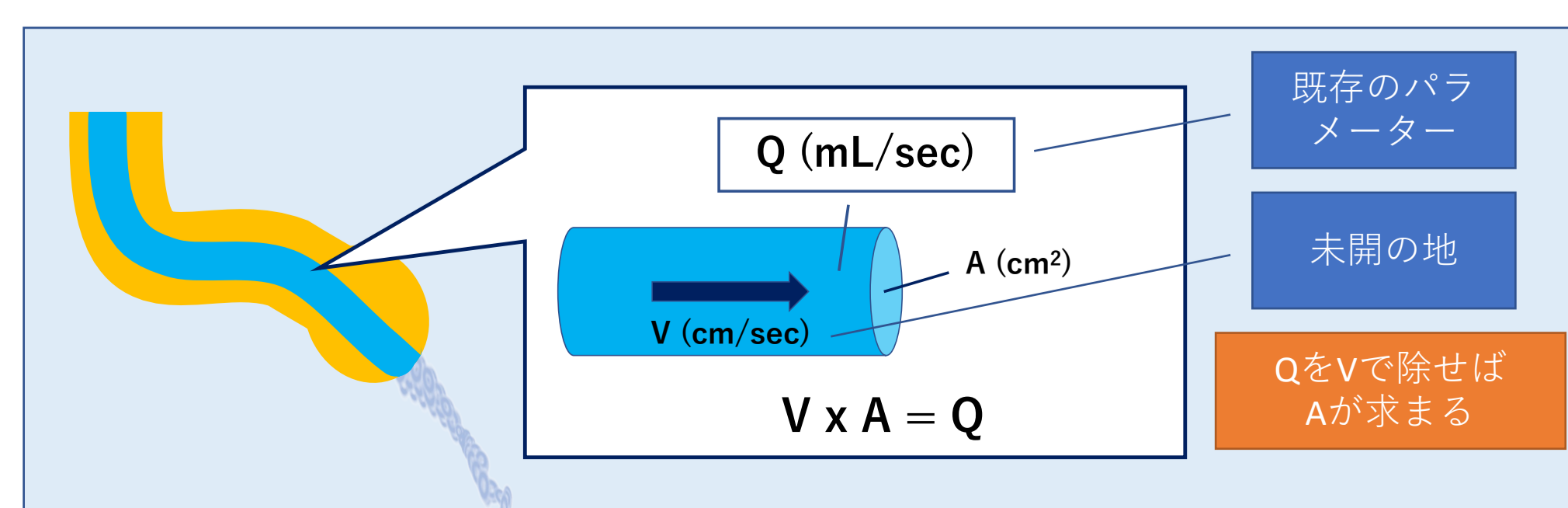
膀胱収縮不全(神経因性膀胱など)



尿流測定検査(mL/sec)では鑑別不可能
cm/secでの評価が必要

病態の鑑別に尿線の速度測定が有効

- 現状、排尿効率は“mL/sec”で評価しているので、「細くて早い尿線」と「遅くて太い尿線」の区別がつかない。
- そもそも、流体を力学的に理解するのに必要なのは“速さと”方向”である。すなわち“ベクトル”である。
- 流体力学的な尿線解析により、排尿機能障害の病態理解が深まる。

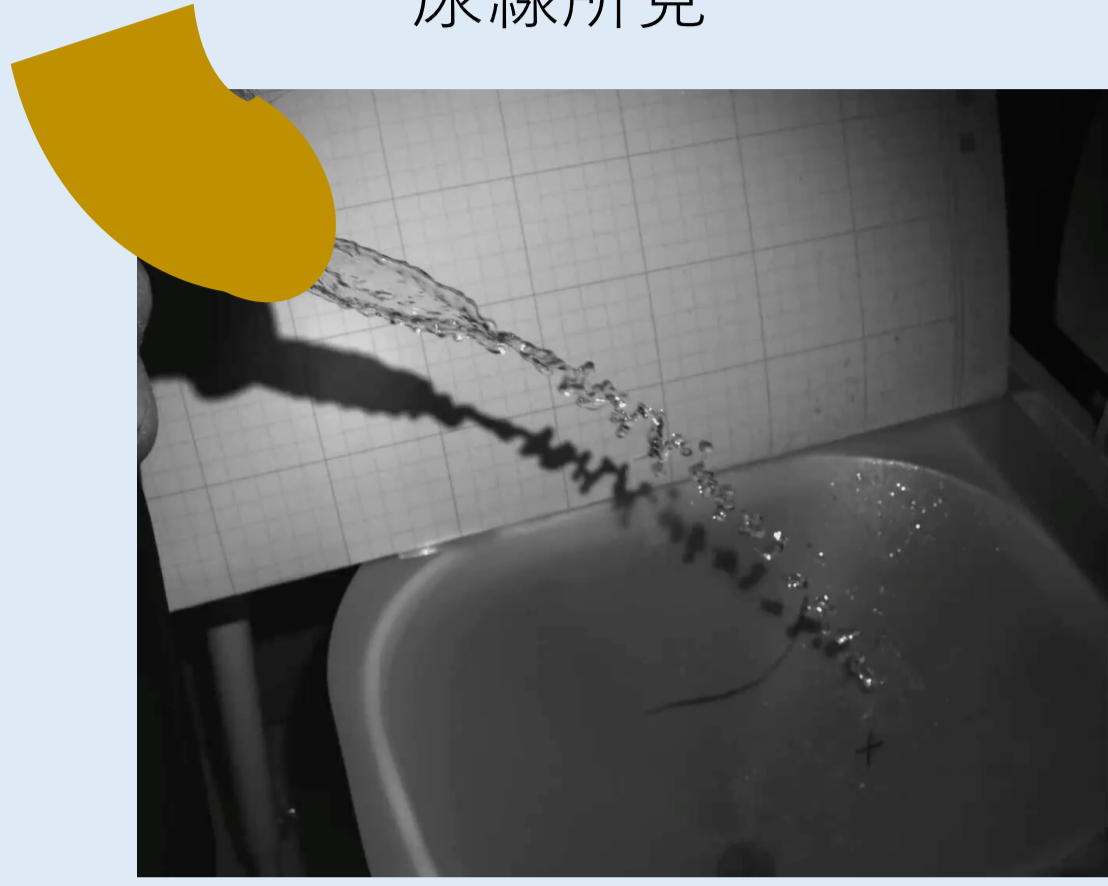


方法

ハイスピードビデオカメラ&解析アルゴリズムで未来を開く。

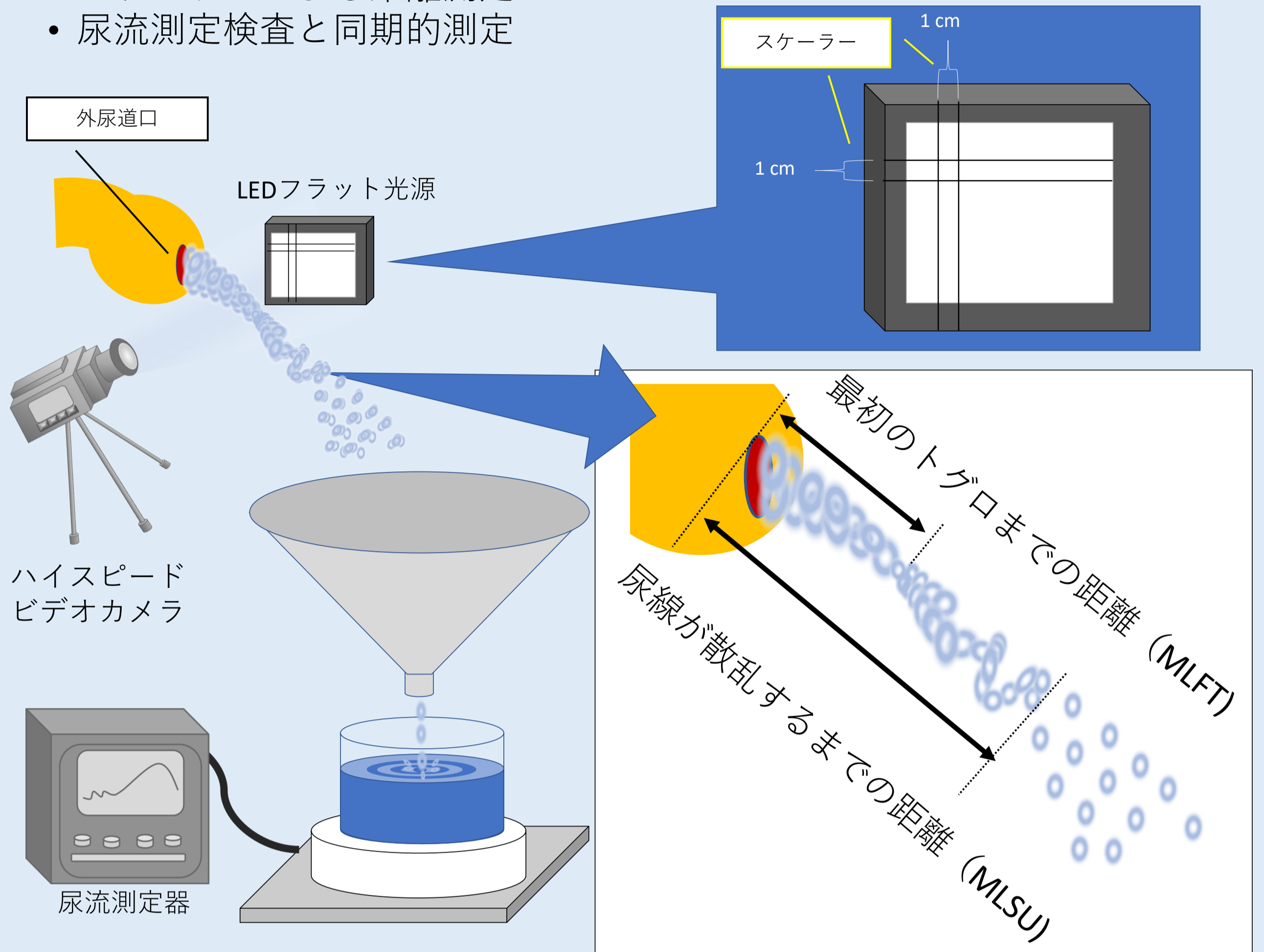
我々は既にハイスピードビデオカメラの有用性を報告している。現在測定方法を刷新し、より鮮明で客観的なデータの取得を目指して研究を行っている。

ハイスピードビデオカメラによる尿線所見



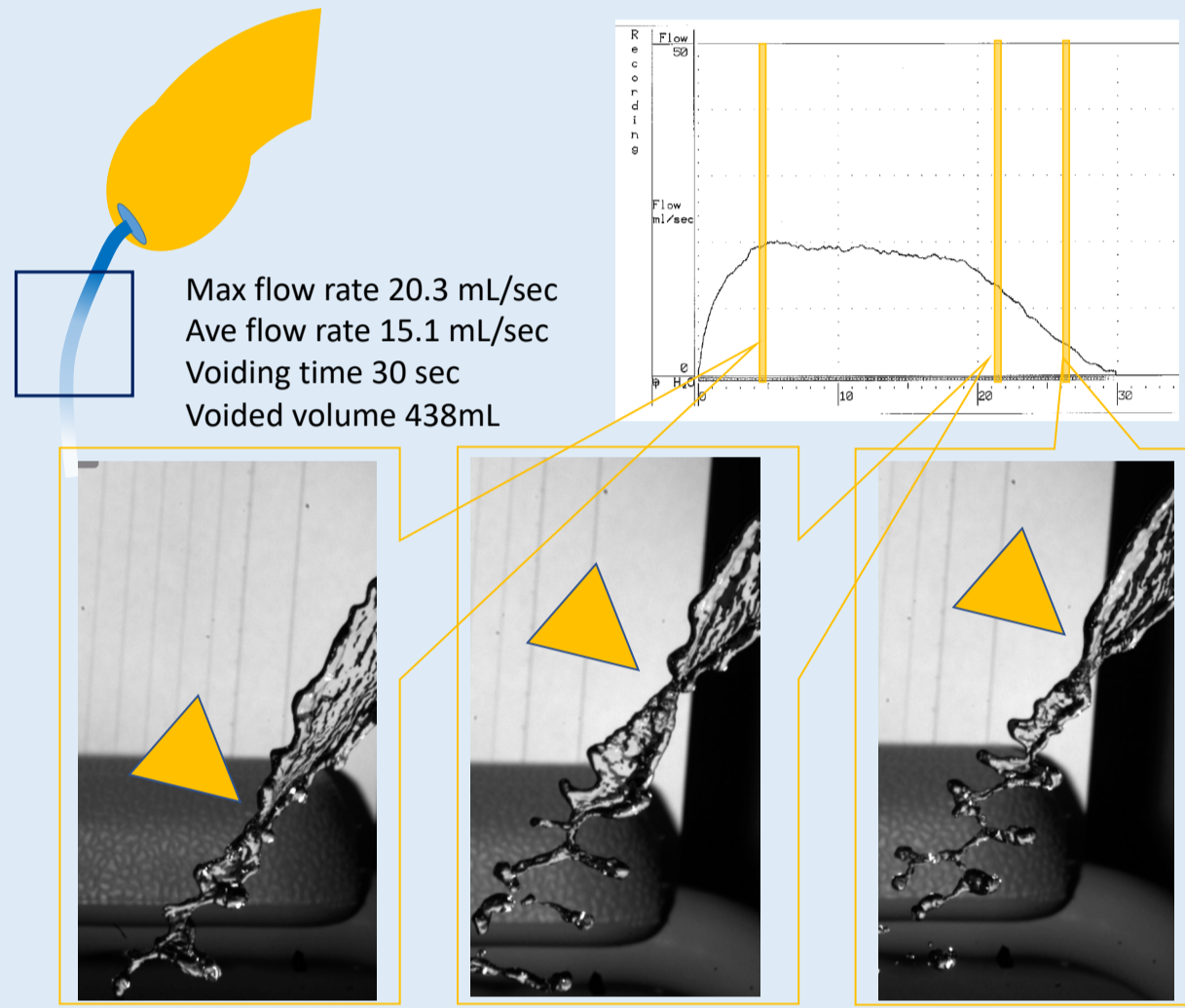
ハイスピードビデオカメラによる尿線形態の観察法

- LEDフラット光源を用いて尿線観察を明瞭化
- スケーラーによる距離測定
- 尿流測定検査と同期的測定



INFINICAM UC-1(Photron Co., Tokyo) capturing images at 1000 fps

ハイスピードビデオカメラと尿流測定検査所見の関係

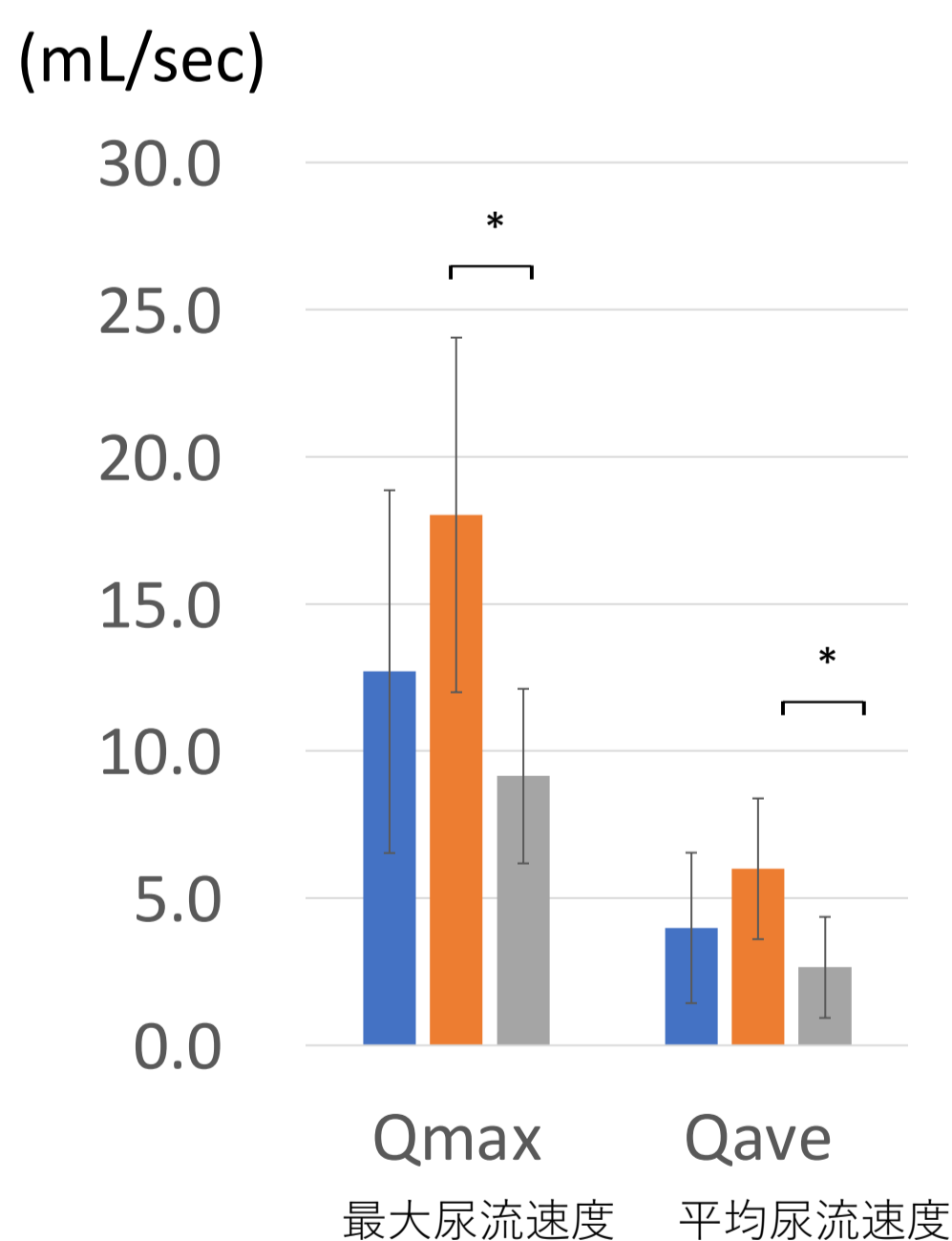


結果

排尿機能と尿線形態には、一定の関係性がある。

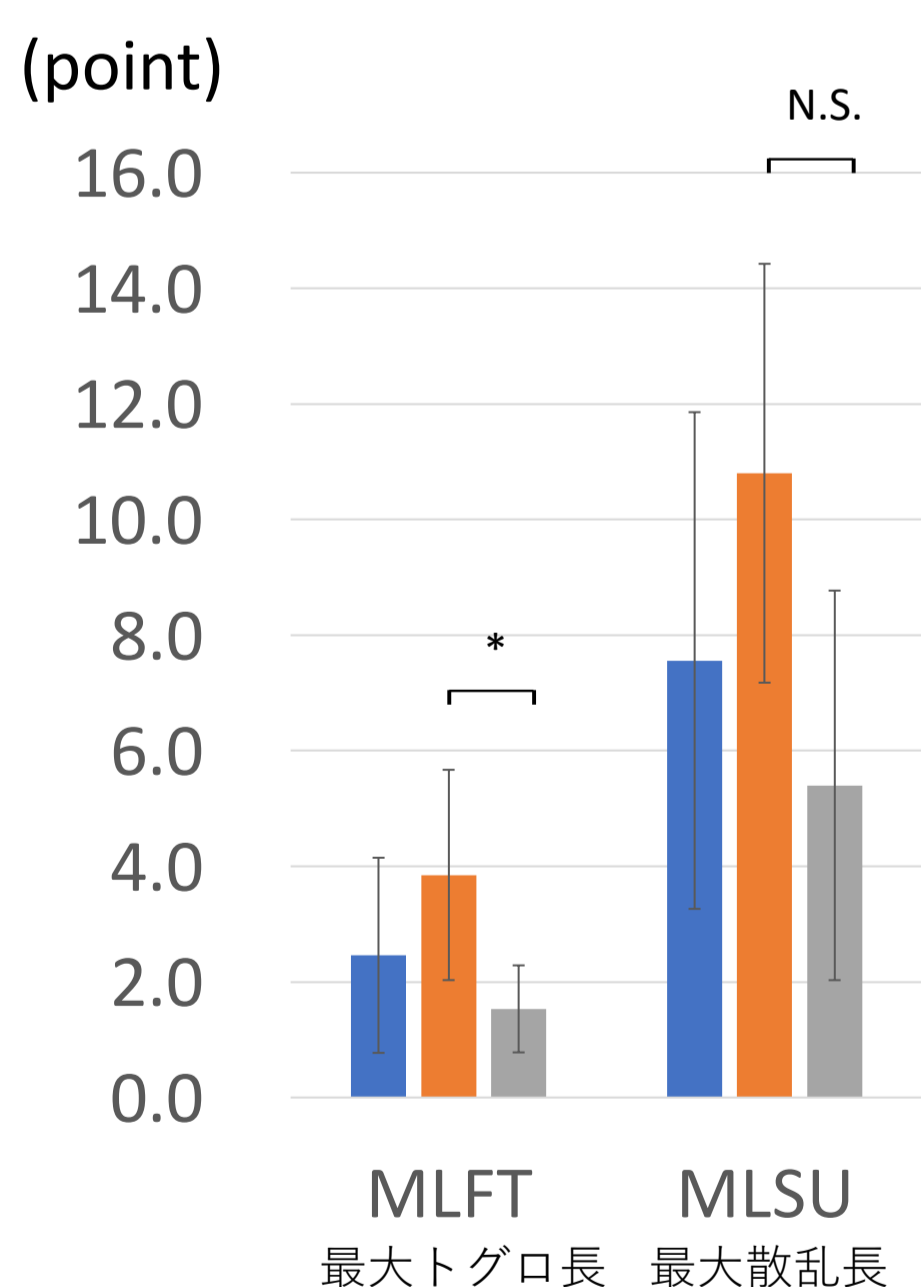
排尿可能な男性10人を対象に、Group A (排尿症状の弱い群: 4人) と Group B (排尿症状の強い群: 6人) で検討を行った。(日本排尿機能学会総会、2022)

尿流測定検査結果

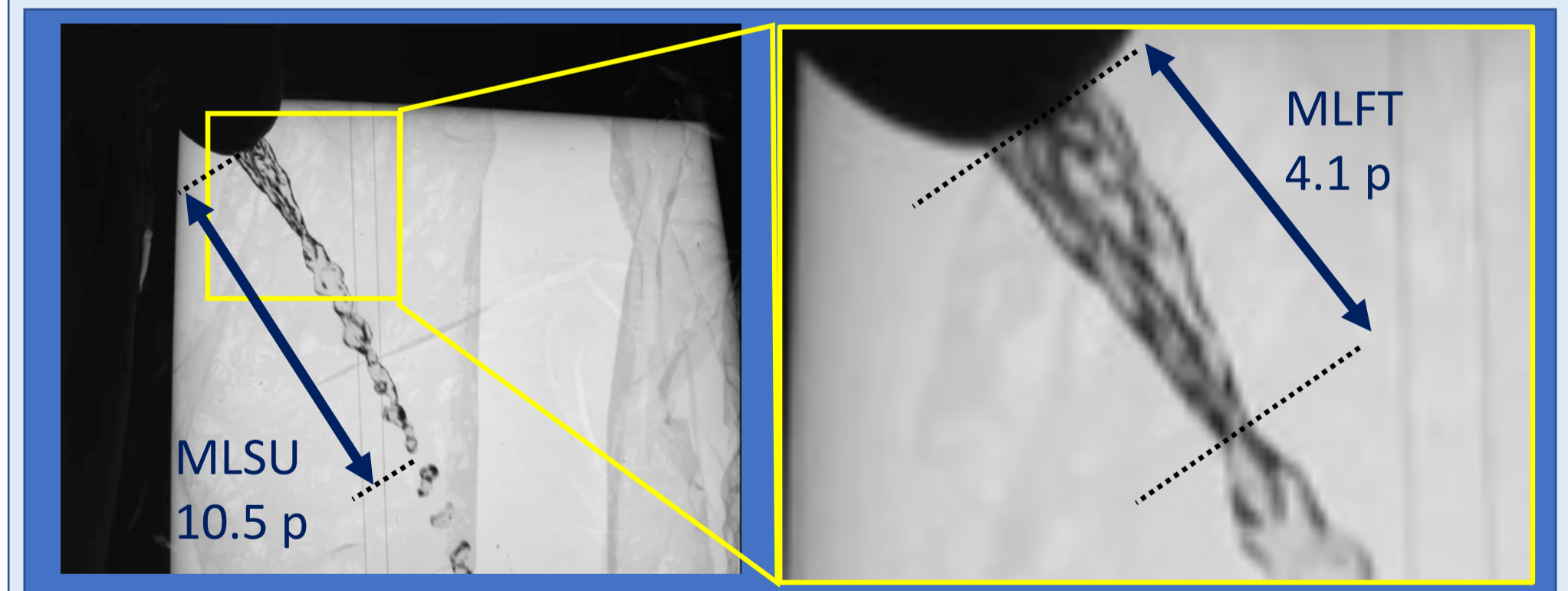


■ Total
 ■ Group A (排尿症状の弱い群)
 ■ Group B (排尿症状の強い群)

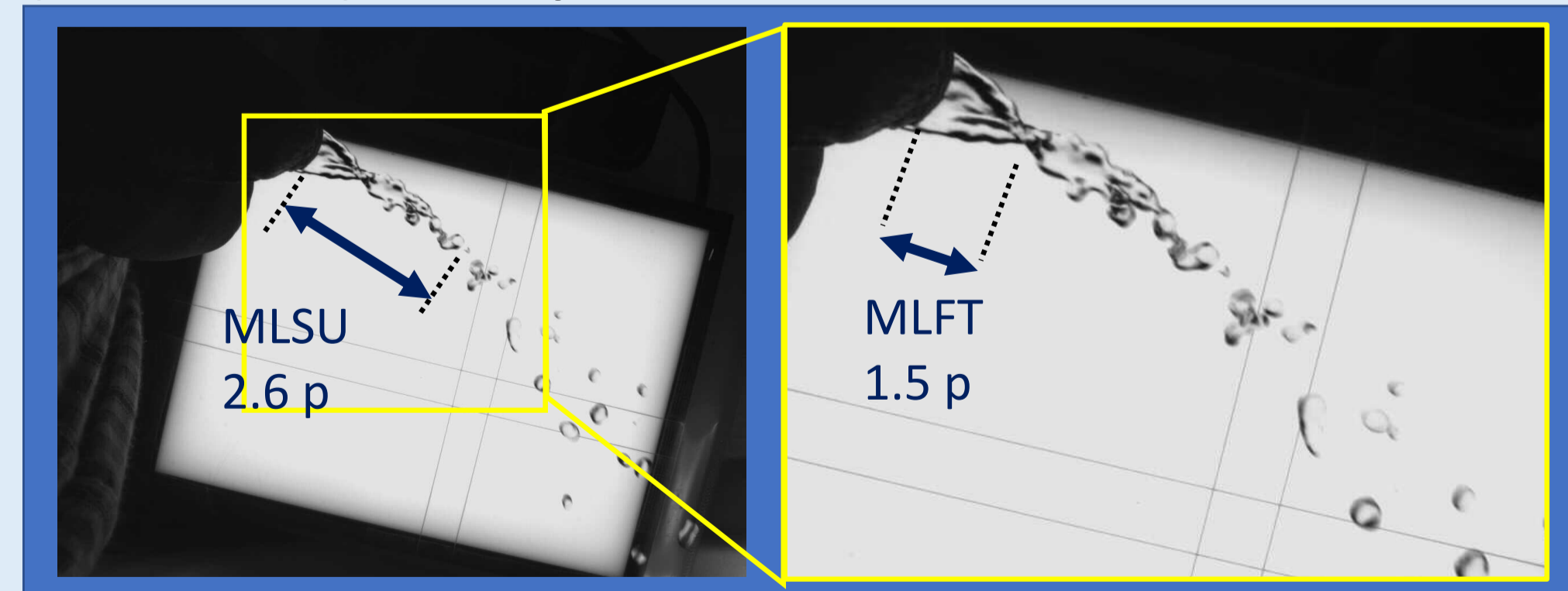
ハイスピードカメラ所見



(典型例 1) Group A, 45歳, Qmax 24.9 mL/sec



(典型例2) Group B, 51歳, Qmax 7.3 mL/sec



課題と展望

速度測定アルゴリズムの確率が必須である。
 排尿を撮影するだけで病態が分かる、治療が選べる！

- 以上のように、ハイスピードビデオカメラを用いた尿線観察は、流体力学的な排尿機能評価法としての可能性が示唆された。
- 理論的には従来検査法に勝る排尿機能検査として期待される。
- しかしながら、未だ測定セットアップと解析法に課題があり、今後研究を重ねていく。