

ポータブル型ダリウス水車の性能向上に関する研究

工学研究科 産業技術デザイン専攻
機械システム分野 博士前期課程
2024年3月修了

横山北斗

主査 松下大介 副査 丘華 赤坂亮

研究背景

再生可能エネルギーの一種である小水力発電の分野では、電力需要地近傍での未利用水源が多い一方、設置対象地の多くは低落差環境であり、最適な設置コンセプトが未確立という課題が挙げられる。本研究室では傾斜小水路向けポータブル型ダリウス水車を開発し、現在まで性能向上とコスト低減を主軸に改良を進めている。発電量は数W〜と大出力ではないが、LED防犯灯や害獣対策用電気柵を動作させるために必要な電力を供給でき、売電ではなく、需要に応じて設置する電力の「池」産地消が可能である。

研究目的

本研究ではポータブル型ダリウス水車の性能向上を目的に、水車への流入条件の改善と水車本体の改良によるトルク特性の改善という2種類のアプローチを行った。

流入条件の改善は、水車に設置されている入口ノズルの寸法の変更を実施することで水車の性能を向上させるために必要な寸法要素が何かを調査する。

水車本体の改良では、翼の取付角度をランナの回転角に応じて可変させる機構を導入し、性能向上に対する有効性を調査する。

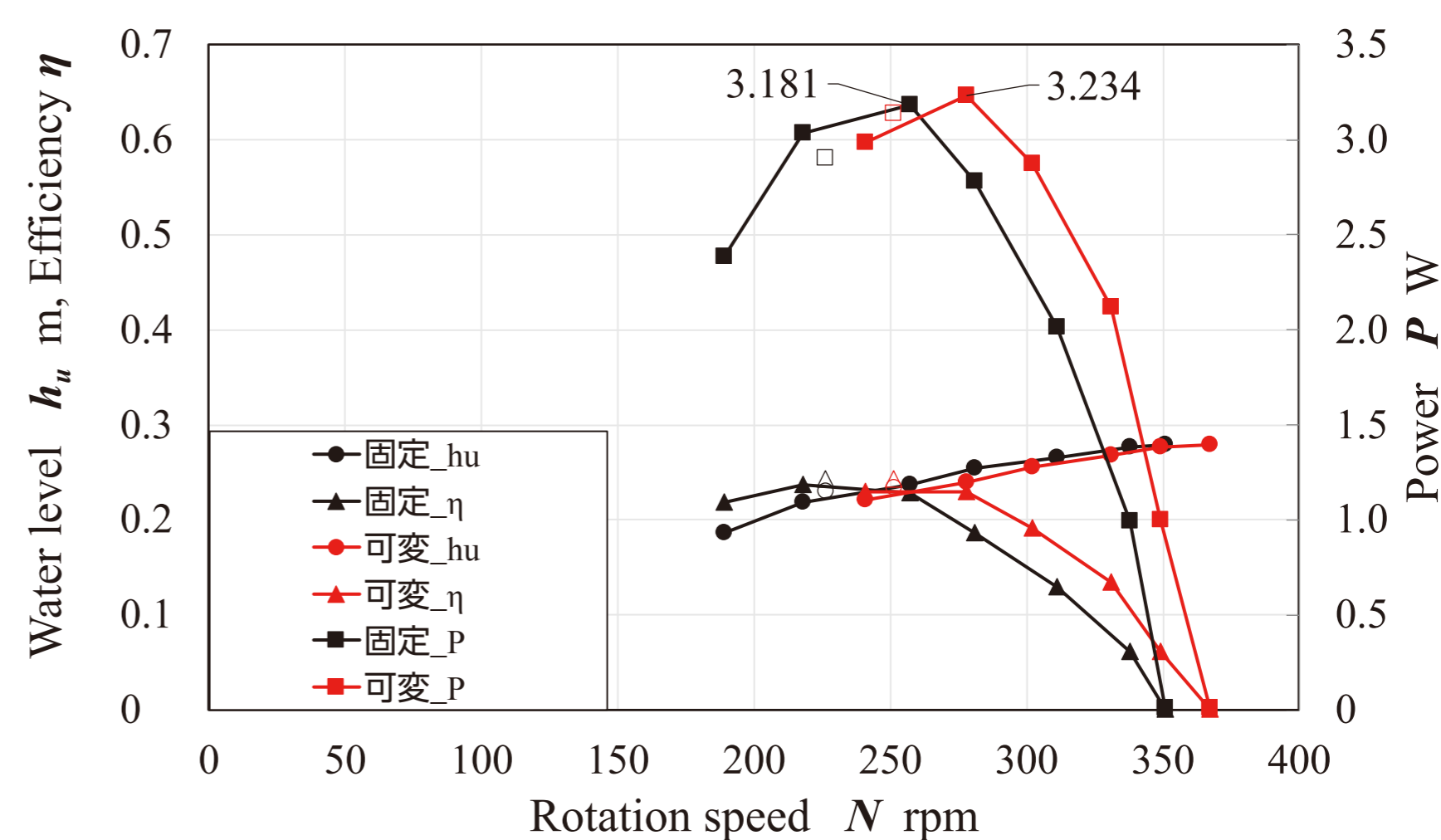
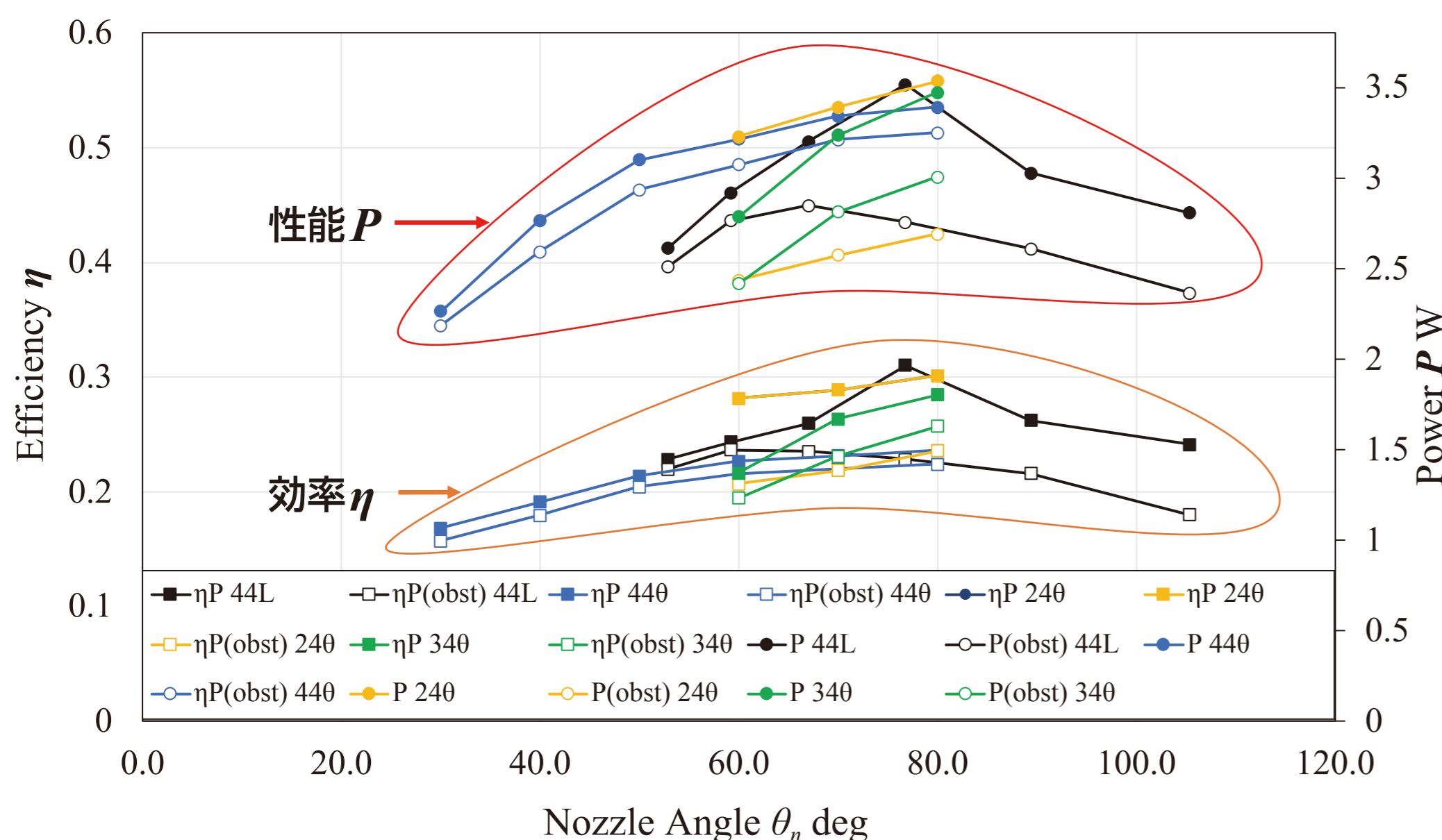
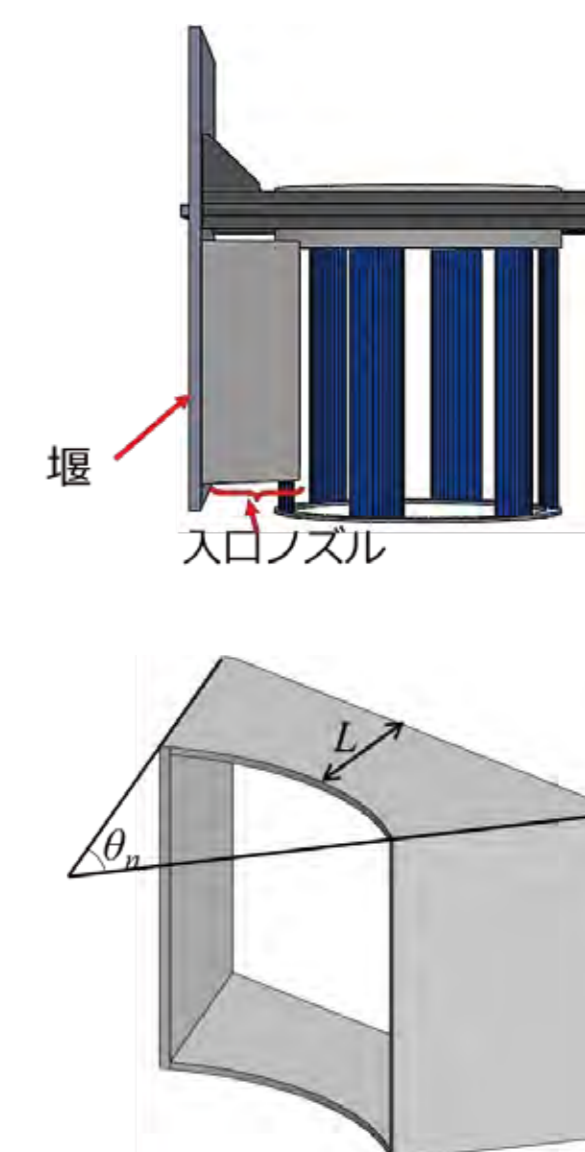
研究概要

前半では入口ノズルの長さ L と角度 θ_n を変化させ、水車性能への影響を調査した。実用時を考慮して、ゴミを模した障害物を水路に投入し、その有無による比較も行い、ポータブル型ダリウス水車の特徴である入口ノズル部での流体の増速によってゴミ詰まりによる性能低下が小さい点を活かすために必要なノズル長さの調査も行った。

後半ではカムを用いた翼取付角可変機構を導入し、水車のトルク特性の改善とカム機構による機械的損失の影響を確認した。従来型との性能比較を行い、性能向上コンセプトとして翼取付角可変機構の導入が有効であるかの評価を行った。

結果として、入口ノズルが34mm以上であればゴミ詰まりが発生しても流体は十分に増速できるため、性能への影響は最小限に抑えられることが分かり、60°以上の角度を有することで、ランナへの流入流れの改善による性能の向上が見られた。

翼取付角可変機構の導入について、カムの形状や組立精度等条件は多いが、従来型の性能を約1.7%上回ったことから、翼取付角可変機構による性能向上コンセプトは有効であると言える。



総括

入口ノズルの寸法を設置環境に応じて変更することで、障害物の少ない水路では性能重視のノズル、障害物の多い水路では安定性重視のノズルと柔軟な対応ができることがわかった。また複数の水車を直列に配置する多段設置を行う場合は先頭の水車のみノズル長さを設ける等、状況に応じた対応で水路閉塞対策と性能の両立が可能である。

翼取付角可変機構の導入は性能向上への新たなコンセプトとしての有効性が確認できた。



指導教員コメント

この規模の小水力では、流入条件が降雨等により大幅に変化するために設計点での運転ができないことが前提となります。実用化において大きな課題である障害物流入を想定した現実的なコンセプト確立を進め、実験ベースで研究推進をしたことを評価しています。また、従来は機構を増やすことはマイナスである点を踏まえた上で性能向上の指針を示せたことは、今後の研究推進において十分意義あるものであったと考えています。

松下大介