

水力ターボ機械システムの高性能化，高信頼性化研究

研究代表者 宮川 和芳
(基幹理工学部 機械科学・航空宇宙学科 教授)

1. 研究課題

本研究プロジェクトでは、水力発電設備、ロケット推進システム、船舶推進機、産業用ポンプ、極低温流体機器など、エネルギー・輸送推進・社会インフラを支えるターボ機械システムを対象に、高性能化・高信頼性化に関する研究を推進している。2050年カーボンニュートラルの実現に向け、①再生可能エネルギーである水力発電の高度化、②大量のエネルギーを消費するポンプの高効率化、③液体水素などCO₂フリーエネルギー利用を支える流体機械技術の開発を三本柱として研究を展開している。

近年、再生可能エネルギーの導入拡大、水素エネルギー利用技術の高度化、宇宙輸送需要の増大、防災・減災を支える社会インフラの強靱化が求められる一方、これらのシステムでは極低温流体、気液・固液二相流、キャビテーション、流体構造連成振動などの複雑な流動現象が性能や信頼性を左右する重要課題となっている。本プロジェクトでは、高精度計測技術、高度数値解析技術、最適設計技術を融合し、複雑流動現象の解明と高性能設計技術の確立を目指すとともに、企業・研究機関との共同研究を通じて研究成果の社会実装を推進している。

研究では、ポンプ・水車内部流れ、気液・固液混相流、磁気軸受を含む流体構造連成問題、内部流れ計測・可視化技術を対象に、実験とマルチフィジックス解析を組み合わせた研究を進めている。これにより、水力機械の複雑な流動現象や閉塞挙動の予測精度を向上させるとともに、ロケットターボポンプやティルティングパッド軸受における自励振動・強制振動の解析を可能とした。また、解析と実験の比較検証を通じて設計精度を向上させ、3D金属プリンタを活用したクロードインペラの設計・製造技術を確立し、実験用羽根車だけでなく実機水車ランナの製作にも展開している。

本年度は、水力ターボ機械を中心として性能向上、信頼性向上および製造技術の高度化に取り組み、多くの成果を社会実装へ展開した。フランス水車については、青森県、長野県、和歌山県向け実機へ研究成果を適用し運転を開始したほか、エネルギー回収を目的とした縦軸クロスフロー水車を流動解析に基づいて開発し、模型試験により性能を確認した。また、防災・減災を目的とした排水ポンプの大流量化設計を実施するとともに、液体水素ターボポンプの研究開発に着手し、インデューサ模型試験によって基本性能を確認した。

さらに、気液二相流ポンプの性能低下メカニズムの解明、水中翼の流体関連振動、圧縮機サージ制御、熱交換器管群に作用する流体励振力の低減など幅広い研究課題に取り組み、有用な成果を得た。今後も国家プロジェクトおよび企業との共同研究を通じて、水力発電、水素エネルギー利用、排水・防災設備など社会インフラ分野への展開を進め、エネルギー・輸送推進・環境インフラを支える次世代ターボ機械システムの実現に貢献していく。

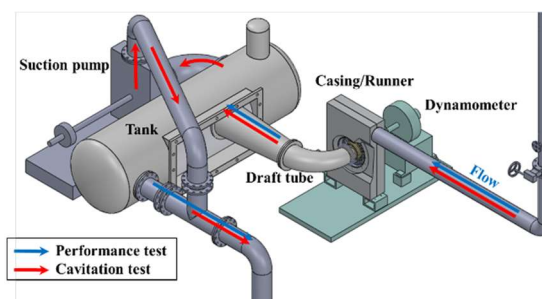
2. 主な研究成果

水力機械の高性能化、高信頼性化のためには、設計、解析、実験技術の高度化が必要であり、本プロジェクトによる基礎、応用技術の構築により最新の水力ターボ機械の開発に貢献してきた。本年度も従来に引き続き、多くの水力タービン、ポンプおよび流体機械、機器の高性能化、高信頼性化に取り組み、以下の成果を得た。

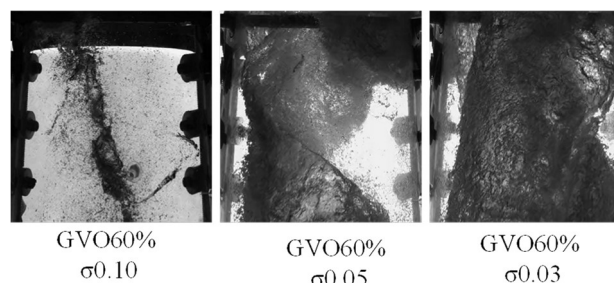
2.1 水力発電システムに関する研究

再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、水力発電にはベースロード電源としての役割に加え、電力需給を調整する調整力電源としての機能が強く求められている。太陽光・風力発電の出力変動に対応するため、水車には従来以上に広い運転範囲での安定運転が必要となる。しかし、部分負荷運転では吸出し管内に強い旋回流が形成され、ドラフトチューブボルテックスやキャビテーションサージが発生し、圧力脈動、振動、騒音を引き起こして設備の信頼性や寿命を低下させることが課題となっている。そこで本年度は、企業との共同研究を中心に、水車吸出し管内のキャビテーション流動不安定現象に関する研究を推進した。流動可視化実験と高精度圧力計測を実施するとともに、一次元システム解析と三次元 CFD 解析を組み合わせた 1D-3D 連成解析手法を開発し、上流配管長や旋回流強度が流動安定性に及ぼす影響を評価した。これらの成果は、水力発電設備の高信頼化および調整力向上に寄与するものと期待される。

地域分散型エネルギーシステムの実現に向けては、小水力発電設備の研究開発も推進している。流量や落差が大きく変動する地点への適用を目的として、新型水車の設計・開発を進め、秋田県および企業との共同研究成果として実用化した。本技術は、従来利用が困難であった地点への導入を可能とする革新的な技術として高く評価され、令和 7 年度新エネ大賞「経済産業大臣賞」を受賞した。地域エネルギーの地産地消や地方創生への貢献も期待されている。さらに、2025 年度には国内初となる一般水力発電の調整力強化を目的とした NEDO 事業「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネク&マネージ 2.0）／研究開発項目 3-2 水力発電の柔軟性向上のための技術開発」が採択され、本格的な研究を開始した。本プロジェクトでは、中小水力発電設備の普及拡大を目指した設計標準化を担当し、フランシス水車および軸流水車を対象とした最適設計技術の開発を進めるとともに、大型水力発電設備については非設計点運転時に発生する不安定流動の解明と抑制技術の開発に取り組んでいる。これらの研究を通じて、水力発電の柔軟性向上と導入拡大に貢献し、2050 年カーボンニュートラル社会の実現を支える次世代水力発電技術の確立を目指している。



模型水車試験装置



渦芯ふれ周りの様子

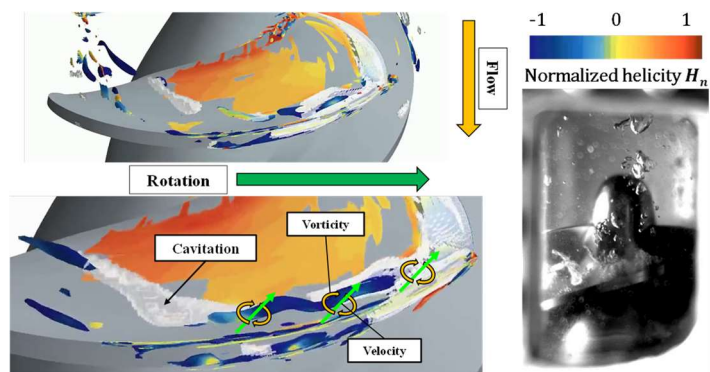
2.2 極低温流体機械、ロケットエンジンターボポンプおよび水素エネルギー関連研究

2050 年カーボンニュートラル社会の実現に向けて、水素は有望なエネルギーキャリアとして期待されており、その大量輸送・貯蔵を支える液体水素技術の確立が不可欠である。液体水素は気体水素の約 800 分の 1 の体積となるため長距離輸送や大規模貯蔵に適している一方、約 20 K という極低温環境で取り扱われることから、従来の流体機械設計技術では対応が困難である。極低温環境では、キャビテーションの熱力学的効果、臨界点近傍における流体物性の急激な変化、外部入熱によるボイルオフガスの発生など、液体水素特有の複雑な現象を高精度に予測・制御する基盤技術の構築が求められている。本研究グループでは、液体窒素を用いた極低温流体試験設備を整備し、液体水素流体機械を対象とした実験・解析研究を推進している。本年度は、極低温ハイブリッドジャーナル軸受の流体潤滑特性を対象に CFD 解析による設計手法を確立するとともに、液体水素用流量計測技術および極低温ターボポンプの開発を進めた。また、液体水素配管・ポンプ内で発生するキャビテーションの熱力学的効果、臨界点近傍における流体物性変化、不安定流動およびボイルオフ現象を対象とした解析・実験技術を高度化し、流体機械内部流動の高精度予測・評価技術の開発を進めた。さらに、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業／総合調査研究／液化水素流体機械・機器の性能評価に関連する標準化・ガイドライン策定の課題整理に係る調査」を受託し、産学連携のもとで液体水素ポンプや関連機器の性能評価手法、試験方法、標準化およびガイドライン策定に関する調査研究を実施している。海外の液体水素試験設備や評価手法の調査を進めるとともに、国内の標準化に向けた技術課題の整理を行い、液体水素インフラの信頼性向上と国際競争力強化に貢献している。今後は、整備した極低温試験設備を活用し、液体水素ターボポンプや関連流体機器の性能・信頼性評価をさらに高度化するとともに、実験と数値解析を融合した基盤流体技術を確立し、水素サプライチェーンを支える高性能・高信頼な流体機械の開発へ展開していく。

ロケットエンジン性能を決定する重要機器の一つが極低温流体を用いるターボポンプであり、高速回転下で高い信頼性が要求される。本年度はアンシュラウドインペラを有するロケット用遠心ポンプについて、軸推力動特性予測技術を開発した。バランスピストンシステムを含めた軸方向安定性解析を実施し、実験結果との比較を通じて予測精度を向上させた。また、ポンプおよび駆動タービンの開発研究を開始した。気液二相流条件下での軸系安定性評価も進めており、ロケットエンジンの信頼性向上に貢献する成果を得ている。



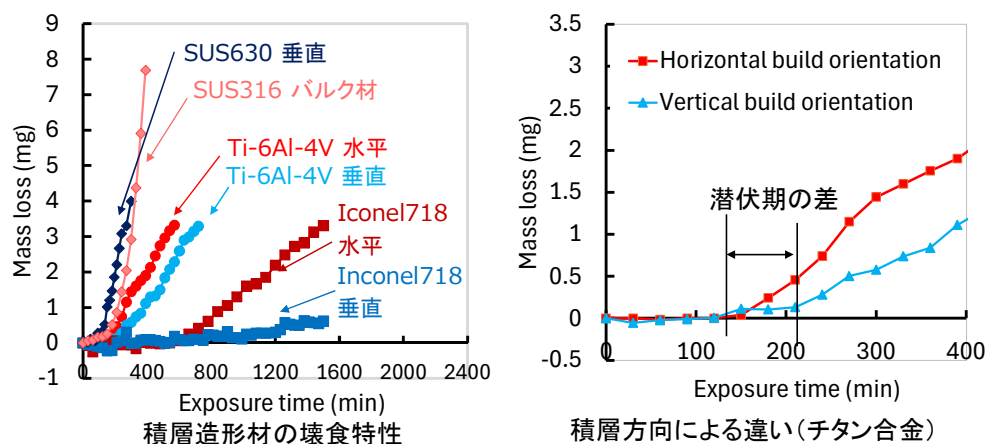
極低温ポンプ試験装置



液体窒素下インデューサ回りキャビテーション

2.3 キャビテーション壊食と積層造形材料研究

流体機械の寿命を左右する重要課題の一つがキャビテーション壊食である。本研究ではキャビテーション強さ評価技術を高度化するとともに、積層造形 Ti-6Al-4V、Inconel718 材料の耐壊食特性評価を実施した。その結果、以下に示すように積層方向による材料異方性が壊食特性に影響することが明らかとなった。今後は 3D プリント製ランナやインペラへの適用を進める予定である。また、耐壊食性向上のみならず製造コスト削減や短納期化の観点からも積層造形技術は重要であり、水力発電設備やポンプ機器への応用が期待される。また、前述の NEDO 事業「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクと&マネージ 2.0）／研究開発項目 3-2 水力発電の柔軟性向上のための技術開発」においても、キャビテーション壊食の評価を実施している。特に、壊食量の予測技術の構築に向けて、解析、計測の実施を進めている。以下の図はキャビテーション壊食研究の進め方の一例である。



2.4 CFD・AI・デジタルエンジニアリング

近年の計算機性能向上に伴い、流体機械設計は大きく変化している。本研究プロジェクトでは、CFD 解析 CFD-DEM 連成解析、流体構造連成解析、1D-3D 連成解析、機械学習データ同化を統合した設計環境構築を進めている。特に、固体異物の挙動予測やシステムレベルでの流動不安定現象予測に成功しており、将来的には AI による現象解明や設計支援システムへの展開を目指している。AI を用いた水力発電システムの遠隔異常監視システムを構築し、実機での運用を実施した。

2.5 産学連携と社会実装

本研究プロジェクトでは多くの共同研究を実施している。共同研究先は、重工業、機械、電機メーカー、電力会社、国研など多岐にわたる。研究成果は実機の開発に反映されていて、学術成果のみならず社会実装成果として結実している。また、2025 年度には国内初となる一般水力発電の調整力強化に関する NEDO 事業「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクと&マネージ 2.0）／研究開発項目 3-2 水力発電の柔軟性向上のための技術開発」が採択され、水力発電設備の新たな価値創出に向けた研究を開始した。2028 年度完了までに多くの研究開発を実施し、社会実装に展開する。

3. 共同研究者

片山雄介（基幹理工学部・講師（任期付））

4. 研究業績

4.1 学術論文

Takahiro Nakashima, Yasuyuki Enomoto, Kazuki Kodama, Kazuyoshi Miyagawa, Effect of pipe length on flow instability with vortex cavitation in venturi tube, December 2025, Journal of Physics Conference Series 3150(1):012074, DOI: 10.1088/1742-6596/3150/1/012074

Kento Sakai, Kazuyoshi Miyagawa, Satoshi Kawasaki, Dynamic characteristics prediction of axial thrust in an unshrouded impeller with balance piston system for liquid rocket engine turbopumps, November 2025, Aerospace Science and Technology 166:110621, DOI: 10.1016/j.ast.2025.110621

Kento Sakai, Kazuyoshi Miyagawa, Alessandro Mariotti, Angelo Pasini, Prediction of static characteristics of cryogenic hybrid journal bearing for reusable pump-fed liquid rocket engine by computational fluid dynamics simulation, March 2025, Physics of Fluids 37(3). DOI: 10.1063/5.0256908

Kazuki KODAMA. Mizuki HAMAGUCHI, Kazuyoshi Miyagawa, Yasuyuki ENOMOTO, Consideration of prediction methods for cavitation surge using 1D-3D coupling analysis, January 2025, The Proceedings of Mechanical Engineering Congress Japan 2025:J091p-16, DOI: 10.1299/jsmemecj.2025.J091p-16

Hayato Murakami, Kazuyoshi Miyagawa, Investigation of Cavitation Erosion Resistance of Additively Manufactured Ti-6Al-4V Alloy, December 2025, Journal of Physics Conference Series 3150(1):012094, DOI: 10.1088/1742-6596/3150/1/012094

Hayato Murakami, Kazuyoshi Miyagawa, Measurement of Cavitation Intensity in the Tip Clearance of an Axial Flow Pump, January 2025, The Proceedings of Mechanical Engineering Congress Japan 2025:J051p-03, DOI: 10.1299/jsmemecj.2025.J051p-03

阪井健人，大場直哉，河島巖，宮川和芳，高精度性能計測・可視化機能を備えた液体窒素用極低温遠心ポンプ向け閉ループ試験設備の設計構築と評価，ターボ機械，2025-7，53-7. P. 433-442

前田聡，佐野岳志，宮川和芳，多段遠心ポンプにおける円板摩擦損失低減コンセプト，ターボ機械，2025-7，53-7. P. 425-432

4.2 発表（査読付国際学会）

Yusuke Katayama, Li Peize, Masatsugu Umeta, Akihide Nagao, Kunio Hirata, Kazuyoshi Miyagawa, Loss prediction of narrow clearance in subsonic flow considering compressibility of

air,2025, The 11ht JSME-KSME Themal and Fluids Engineering Conference (J-K TFEC11),Okinawa

Mizuki Hamaguchi, Kazuki Kodama, Kazuyoshi Miyagawa, Takahiro Nakashima, Yasuyuki Enomoto, Effect of upstream pipe length on cavitation flow instability in a hydroturbine draft tube, 2025-10, The 18th Asian International Conference on Fluid Machinery (AICFM18), Vietnam

Kazuki Kodama, Mizuki Hamaguchi, Kazuyoshi Miyagawa, Takahiro Nakashima, Yasuyuki Enomoto, Effects of swirl flow and cavitation number on diffuser effect and cavitation surge in a hydro turbine draft tube, 2025-10, The 18th Asian International Conference on Fluid Machinery (AICFM18), Vietnam

T Yamanaka, K miyagawa, Relation between cavitation and Strouhal number in draft tube vortex of a Francis turbine,2025-10, The 18th Asian International Conference on Fluid Machinery (AICFM18), Vietnam

Kazuyoshi MIYAGAWA, Internal flow and flow instability in hydro turbine draft tubes and countermeasures, 2025-10, The 18th Asian International Conference on Fluid Machinery (AICFM18), Vietnam

Tomoya Arai, Akira Kawata, Mitsuyoshi Matsuhisa Koichi Yamaoka, Kazuyoshi Miyagawa, Naoki Ogai, Gai Yoshida, Relation of foreign object passability and performance in a hydraulic turbine with a splitter blade runner, 2025-8, The 5th IAHR Asian Working Group Symposium on Hydrulic Machinery and Systems (IAHR-Asia 2025),Korea

Gai Yoshida, Naoki Ogai, Akira Kawata, Mitsuyoshi Matsuhisa, Koichi Yamaoka, Kazuyoshi Miyagawa, Improvement of Francis turbine performance by optimized splitter vane geometry,The 5th IAHR Asian Working Group Symposium on Hydrulic Machinery and Systems (IAHR-Asia 2025),Korea

Naoki Ogai, Gai Yoshida, Akira Kawata, Mitsuyoshi Matsuhisa, Koichi Yamaoka, Kazuyoshi Miyagawa, Development of Small-Scale Francis Turbine Considering Efficiency and Reliability Improvement by Addictive Manufacturing and Anti-Clogging, 2025-8, The 5th IAHR Asian Working Group Symposium on Hydrulic Machinery and Systems (IAHR-Asia 2025),Korea

Hayato Murakami, Kazuyoshi Miyagawa, Akira Kawata, Mitsuyoshi Matsuhisa, Koichi Yamaoka, Hidetaka Katogi, Cavitation Erosion Resistance of Additively Manufactured Ti-6Al-4V Alloy, 2025-8, The 5th IAHR Asian Working Group Symposium on Hydrulic Machinery and Systems (IAHR-Asia 2025),Korea

Yusuke Katayama, Toshiyuki Osada, Haruki Hatakeyama, Yosuke Maki, Kazuyoshi Miyagawa, Evaluation of vortex structures in cylinder wake with low-finned tube compared to bare tube, 2025-8, The 5th IAHR Asian Working Group Symposium on Hydraulic Machinery and Systems (IAHR-Asia 2025), Korea

Kazuyoshi Miyagawa, Simulation and verification of the behavior of solids in turbomachinery internal flow using CFD-DEM coupling analysis, 2026-1, 4th Asian Workshop on Hydraulic Machinery, Korea

Kento Sakai, Shota Yoshida, Kazuyoshi Miyagawa, Toru Kuga, Toru Tsukano, Experimental and Computational Investigation of Balance Hole Flow Coefficient, 2025-7, ASME Fluids Engineering Division Summer Meeting 2025, Philadelphia

Kento SAKAI, Kazuyoshi MIYAGAWA, Investigation of Axial Stability in a Centrifugal Pump with an Unshrouded Impeller for Rocket Engines under Cavitating Conditions, 2025-7, 35th International Symposium on Space Technology and Science, 2025, Tokushima

4.3 発表（国内学会）

宮川和芳, フランス水車羽根車のロックインを伴う鳴音とその対策, 2025-8, v_BASE（振動工学データベース）フォーラム, 日本機械学会, 沖縄

亀井瞬、平木博道、小西里輝、吉田凱、宮川和芳, ロケット用ターボポンプインデューサの設計と水流し試験結果, 2025-5, 第 92 回ターボ機械協会総会講演会、東京

小西里輝、川原拓真、河島巖、宮川和芳, インデューサ付遠心ポンプの気液二相流特性, 2025-5, 第 92 回ターボ機械協会総会講演会、東京

山中泰貴、宮川和芳、稲垣守人、フランス水車ランナ後縁からの騒音の特徴と対策, 2025-5, 第 92 回ターボ機械協会総会講演会、東京

翁楚涵、峯苦祐樹、三好健太郎、松本吉生、松井優介、宮川和芳、ローネットワークによる多段ポンプ流量バランスの検討, 2025-5, 第 92 回ターボ機械協会総会講演会、東京

宮川知芳, 地域のための小水力発電推進セミナー～地域に貢献する持続可能な小水力発電の可能性～地域に適した小水力発電機器の開発について, 2026-2, 全国町村会ダム発電協議会

児玉一騎、濱口美月、宮川和芳, 溶存空気の析出が円筒ディフューザーにおけるキャビテーション不安定現象に与える影響の調査, 2025-12, キャビテーションに関するシンポジウム(第 22 回)

村上颯聖、宮川和芳, 積層造形の異方性が耐キャビテーション壊食特性に及ぼす影響, 2025-12, キャビテーションに関するシンポジウム(第 22 回)

宮川和芳, 中小水力の未来を拓く世界初3Dプリンタ製ランナの開発と実証～四村川発電所での挑戦～, 2025-10, 新エネルギー財団第2回中小水力発電に関する実務研修会

4.4 総説・著書

なし

4.5 招待講演

Kazuyoshi MIYAGAWA, Contribution of Fluid Machinery to Achieving Carbon Neutrality ~Research and Development of Cryogenic Fluid Machinery~, 2024 KSFM Winter Conference, 4 December 2024, Juju Korea

Kazuyoshi MIYAGAWA, Characteristics and internal flow of automotive turbocharger turbines and compressors under pulsating flow- Synergies with pump and turbine research -, the 8th International Conference on Pumps and Fans, 13 April 2024, Yangzhou, China

宮川和芳、カーボンニュートラル社会達成に向けての水力発電の役割、令和6年度長野県第1回小規模水力発電研究会、2024年6月24日、長野市

宮川和芳、カーボンニュートラル・安全安心で便利な社会達成のための流体機械の紹介、永楽倶楽部第61回先進技術研究会、2024年10月29日、東京

宮川和芳、地域のための小水力発電推進セミナー～地域に貢献する持続可能な小水力発電の可能性～「地域に適した小水力発電機器の開発について」、全国町村会、ダム・発電関係市町村全国協議会、2025年2月20日、東京

宮川和芳、中小水力発電普及のための水力タービン技術と適用事例の紹介、第19回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム(RE2025)、2025年1月28日、東京

4.6 受賞・表彰

若手優秀講演賞 阪井 健人 (D3), ターボ機械協会第93回松江講演会, 2025年11月

若手優秀講演賞 吉田 凱 (M1), ターボ機械協会第93回松江講演会, 2025年11月

若手優秀講演賞 荒井 友也 (M1), ターボ機械協会第93回松江講演会, 2025年11月

Best Presentation Award 児玉 一騎 (M2), The 18th Asian International Conference on Fluid Machinery (AICFM18), 2025年10月

Best Presentation Award 吉田 凱 (M1), The 5th IAHR Asian Working Group Symposium on Hydraulic Machinery and Systems (IAHR-Asia 2025), 2025年8月

ベストオーディエンス賞 宮川 和芳 2025 v_BASE フォーラム(日本機械学会 v_BASE 研究会), 2025 年 8 月

若手優秀講演賞 小西 里輝 (M1), ターボ機械協会第 92 回学術講演会, , 2025 年 5 月

経済産業大臣賞(令和 7 年度新エネ大賞 商品・サービス部門)「広範囲な流量・落差で運転可能な新型水車の開発」, 秋田県・東北小水力発電株式会社・早稲田大学, 一般財団法人新エネルギー財団, 2026 年 1 月

4.7 プレス発表

国内初となる一般水力発電の調整力強化に向けた技術開発に関する NEDO 公募事業の採択および技術開発着手について, 早稲田大学ホームページ

令和 7 年度新エネ大賞経済産業大臣賞受賞「広範囲な流量・落差で運転可能な新型水車の開発」、一般財団法人新エネルギー財団ホームページ、2026. 01

令和 7 年度新エネ大賞経済産業大臣賞受賞「広範囲な流量・落差で運転可能な新型水車の開発」、早稲田大学ホームページ、2026. 01

令和 7 年度新エネ大賞経済産業大臣賞受賞「広範囲な流量・落差で運転可能な新型水車の開発」、電気新聞、2026. 01

令和 7 年度新エネ大賞経済産業大臣賞受賞「広範囲な流量・落差で運転可能な新型水車の開発」、秋田魁新報、2026. 01

令和 7 年度新エネ大賞経済産業大臣賞受賞「広範囲な流量・落差で運転可能な新型水車の開発」、秋田県・早稲田大学・東北小水力発電、共同開発の水車が経産大臣賞受賞、2026. 03

令和 7 年度新エネ大賞経済産業大臣賞受賞「広範囲な流量・落差で運転可能な新型水車の開発」、日本経済新聞ホームページ(合同記者会見)、2026. 03

令和 7 年度新エネ大賞経済産業大臣賞受賞「広範囲な流量・落差で運転可能な新型水車の開発」、秋田県産業労働部 SNS、2026. 03

4.8 理工総研共催行事

2025 年 5 月 23 日(金) ターボ機械協会第 92 回総会講演会

4.9 学会および社会的活動

ターボ機械協会第 179 回セミナー講師、“水車”、2025 年 4 月 16 日

ターボ機械協会第 184 回セミナー講師、“水力機械のキャビテーション”、2026 年 3 月 13 日

広範囲な流量・落差で運転可能な新型水車の開発 令和 7 年度新エネ大賞経済産業大臣賞受賞、2026.01

国内初となる一般水力発電の調整力強化に向けた技術開発に関する NEDO 公募事業の採択、2026-1

都市・農山漁村共創社会創造シンポジウム「地域を豊かにするための『脱炭素』」「小水力発電の大量導入に向けて～研究・開発の最新動向」、ダム発電関係市町村全国協議会、2026.02

一般社団法人ターボ機械協会会長

一般社団法人日本工学会理事

資源エネルギー庁揚水発電の高度化委員長

JAXA 外部評価委員

5. 研究活動の課題と展望

本プロジェクト研究「水力ターボ機械システムの高性能化、高信頼性研究」では、水力発電設備、極低温流体機械、ロケット用ターボポンプ、産業用ポンプを対象として、流体機械内部で発生する複雑流動現象の解明と高性能化・高信頼化技術の構築を進めてきた。その結果、液体窒素を用いた極低温流体試験技術、キャビテーションサージ予測技術、3D プリンタ製水車ランナの実用化、ロケット用ターボポンプの軸方向安定性評価技術など、多くの成果を創出し、企業との共同研究や実機開発を通じて社会実装へ展開してきた。一方、近年はカーボンニュートラル社会の実現、水素エネルギー利用の拡大、再生可能エネルギーの大量導入、宇宙輸送システムの高度化、災害対策を支える社会インフラの強靱化など、ターボ機械技術に対する社会的要求がさらに高度化している。これらの課題に対応するためには、従来の個別機器開発に加え、極低温流体、気液・固液二相流、流体構造連成現象などを統合的に取り扱う次世代設計技術の構築が不可欠である。

このような背景のもと、2026 年度からは新たな理工総研プロジェクト研究「エネルギー・輸送推進・社会インフラを支えるターボ機械システムの高度化」を開始する。本プロジェクトでは、発電システム、航空機・ロケット・船舶推進機器、液体水素利用機器、洪水対策・消防設備などを対象とし、極低温流体機械技術、水力発電高度化技術、ロケット推進システム技術、気液・固液二相流解析技術、流体構造連成解析技術、AI 活用設計技術を融合した統合型設計基盤の構築を目指す。特に、複雑流動現象の高精度予測、損失低減による高効率化、極限環境下における信頼性向上、ならびに解析・計測・最適化を統合した設計フレームワークの体系化を重点課題として推進する。さらに、水力発電設備の調整力向上技術、液体水素ターボポンプ技術、再使用型ロケットエンジン用ターボポンプ技術、高信頼ポンプシステム技術などへの展開を図り、エネルギー・輸送・防災・宇宙開発分野における実機開発へ貢献する。

ターボ機械はエネルギー，輸送推進，社会インフラを支える基盤技術であり，本研究を通じてその性能限界と安定作動領域を科学的に解明するとともに，次世代ターボ機械の設計基盤を構築することで，カーボンニュートラル社会の実現，安全・安心な社会基盤の形成，我が国の産業競争力向上に貢献していきたい。

最後に，本研究を支えていただいた共同研究企業，関係機関，研究室学生ならびに理工学術院総合研究所の関係各位に深く感謝申し上げます。