

極低振動機構を用いた低温熱源発電システムの開発

団体名：Zメカニズム技研株式会社、日本大学

発表日：2026年7月21日

■事業の目的・目標

現在、日本におけるエネルギーロス率は60～70%にのぼり、そのほとんどが200℃以下の低温廃熱である。このエネルギーロス量の大半が製造業由来であり、この未利用エネルギーの有効活用は、エネルギーレジリエンスに資するものである。

・本事業は、オーガニックランキンサイクル（以下、ORC）発電システムのコアである膨張機を、独自の機構技術により極低振動化し、使用するフィールドを選ばない柔軟性に富んだオンデマンド回生発電システムの構築を目指す。

・フェーズAでは、低温廃熱を回収するために必要なシステムの構成について、実機による動作検証などを行い、レシプロ特有の課題解決手段の探索を行う。

■事業の主な成果（フェーズA事業期間 2025年4月～2026年3月）

①極低振動高効率膨張機の研究開発（Fig.2、Fig.4）

膨張機に新型機構部を用いた極低振動化と高効率化を実施し、膨張機本体の機構由来振動を98%低減。オーバーオール値においても、46%の振動の改善を確認した。

②熱交換器の最適化（Fig.3）

ベースシステムの性能把握および熱交換器の最適化によって性能向上を目指す。模擬試験環境での確認で46%の出力増加を確認した後、本試験環境において、熱交換器の姿勢変更により、凝縮器側の状態を改善し、倍以上の発電量を確認。

③バッテリー直結制御によるエネルギー効率化

発電機出力を整流器だけを介し、リチウムイオン電池に直接接続するシステムの開発。ノイズ減衰効果としては14%の減衰を確認したが、回路簡素化までの効果は限定的。

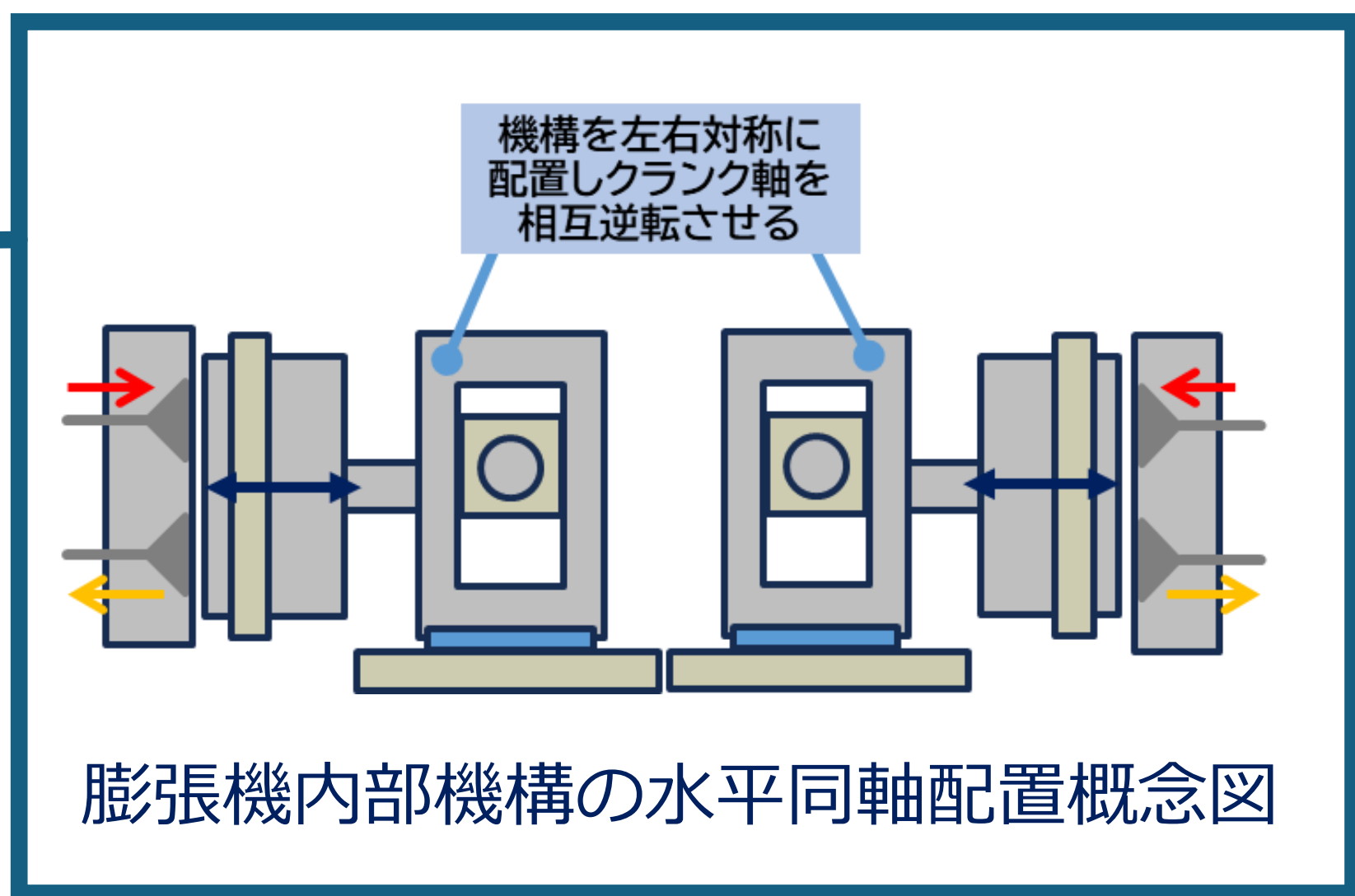
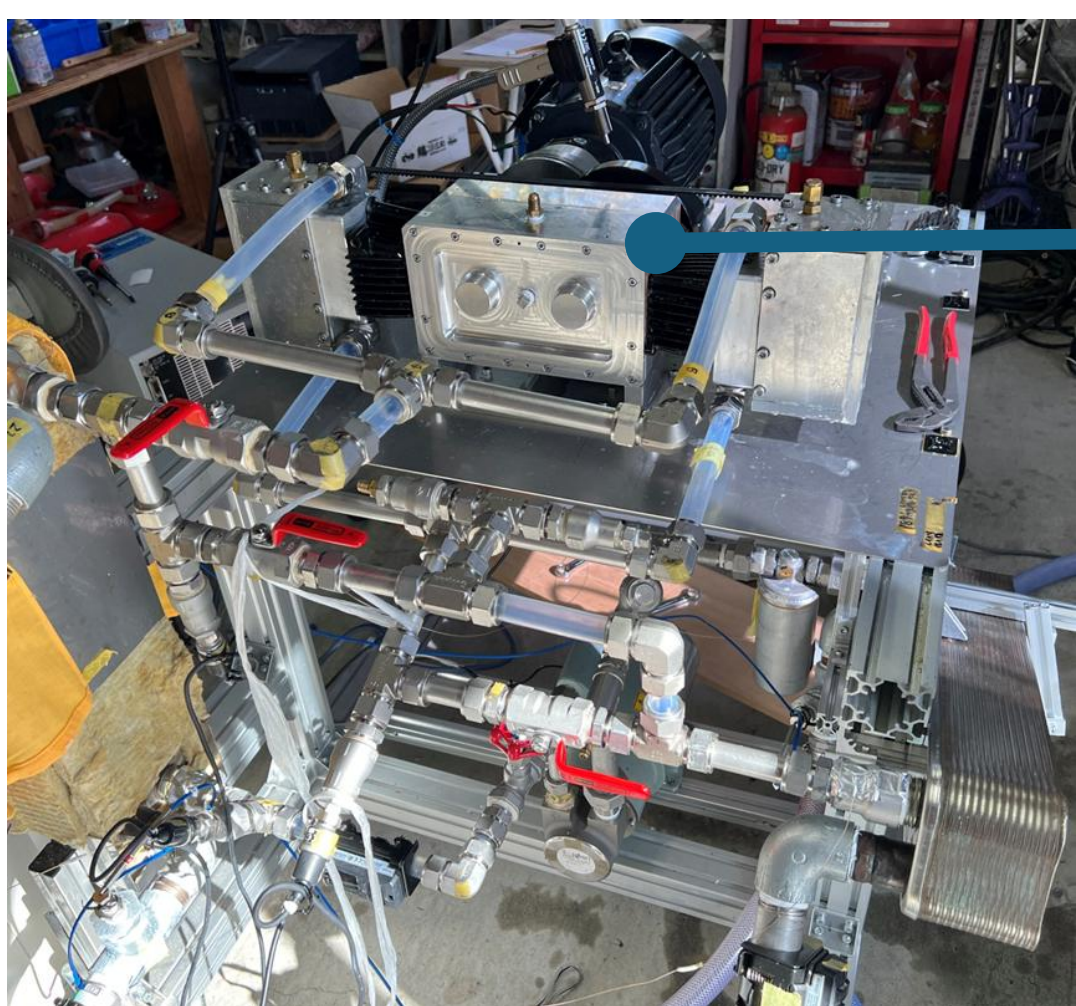


Fig4. 試験装置外観と内部機構

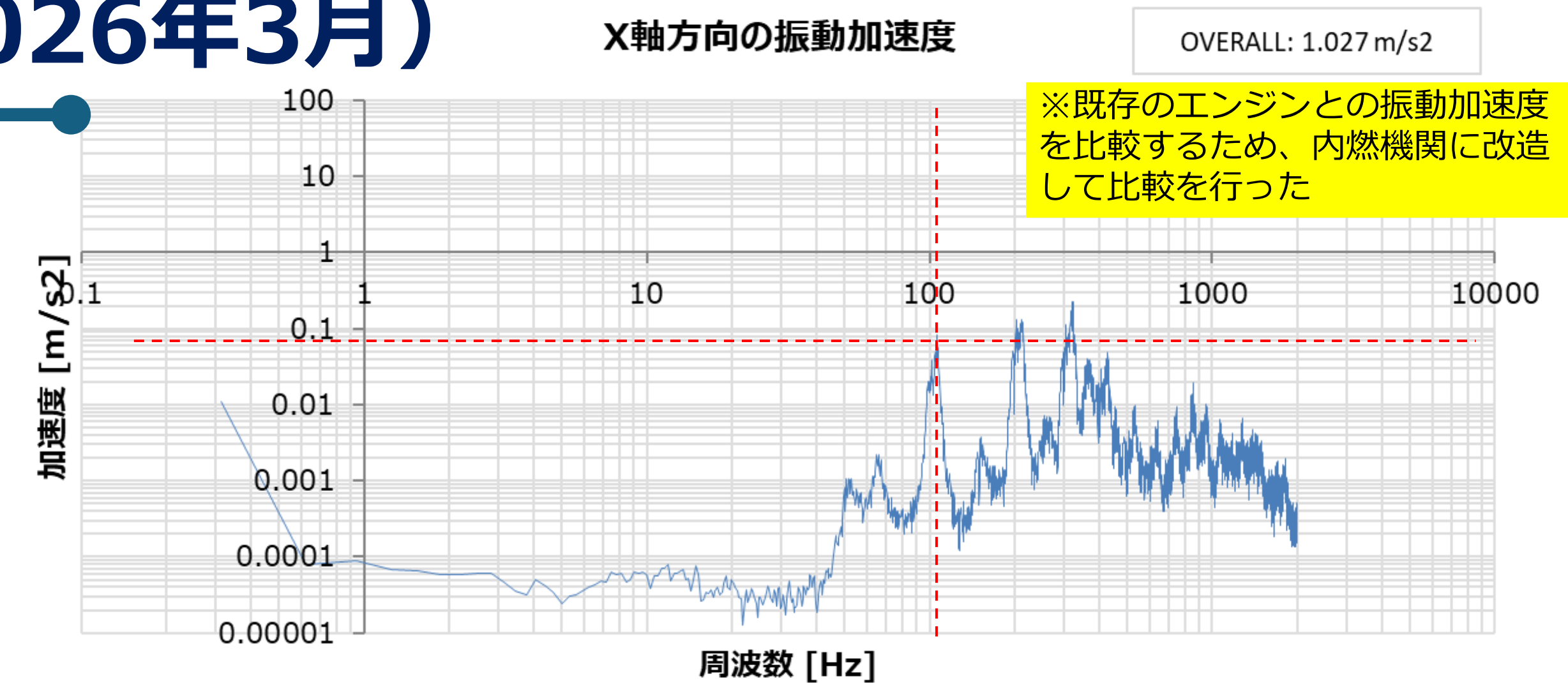


Fig2. X軸（ピストン方向）の振動加速度データ

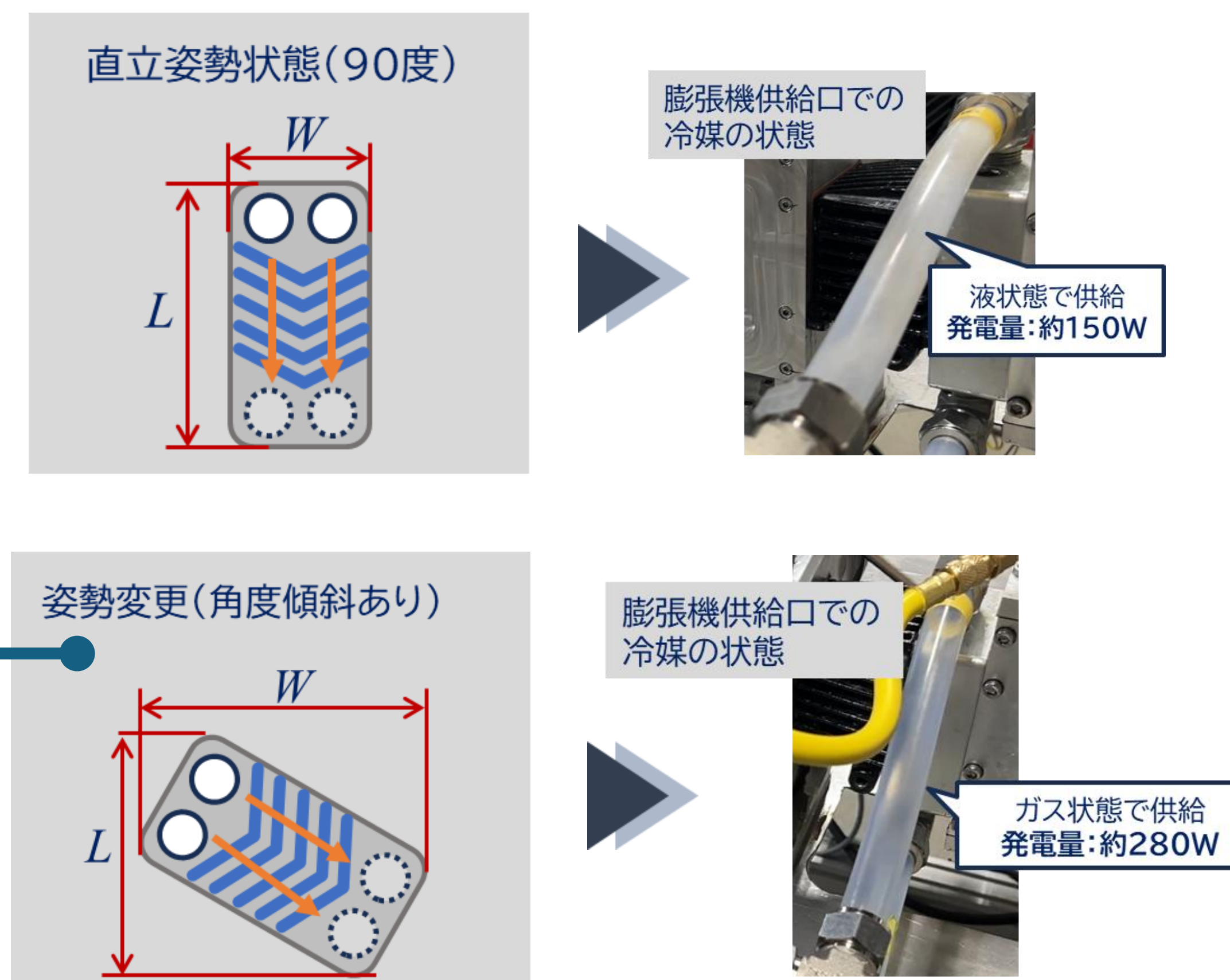


Fig3. 熱交換器最適化検討

■課題と今後の取組

課題1：レシプロ機関特有の、冷媒のブローバイの対処方法

（ピストンの隙間から冷媒が漏れてクランクケース内に溜まり、潤滑剤を洗い流してしまって部品の焼き付きの原因となる）

対策：複動ピストン機構を採用し、ブローバイがクランクケースに流入する前に冷媒経路に強制的に戻す

課題2：冷媒の蒸発と凝縮の挙動の違い

対策：蒸発側熱交換器と、凝縮側熱交換器の各々の役割を踏まえて構造を最適化し、発電効率の向上を図る

これらの課題を踏まえて、フェーズBを2026年5月～2028年4月を実施する

■実用化・事業化の見通し

現在、ORCの発電システムが市場に投入されているが、中小企業が導入できる小型システムは種類が少ない。迅速にマーケットインを行うことで、シェアを確保することが重要と考えおり、2028年度には製品を上市できるよう、次のフェーズでの開発を加速させる。海外も同様のニーズがあるため、海外への展開も視野に入れて事業計画を構築する。

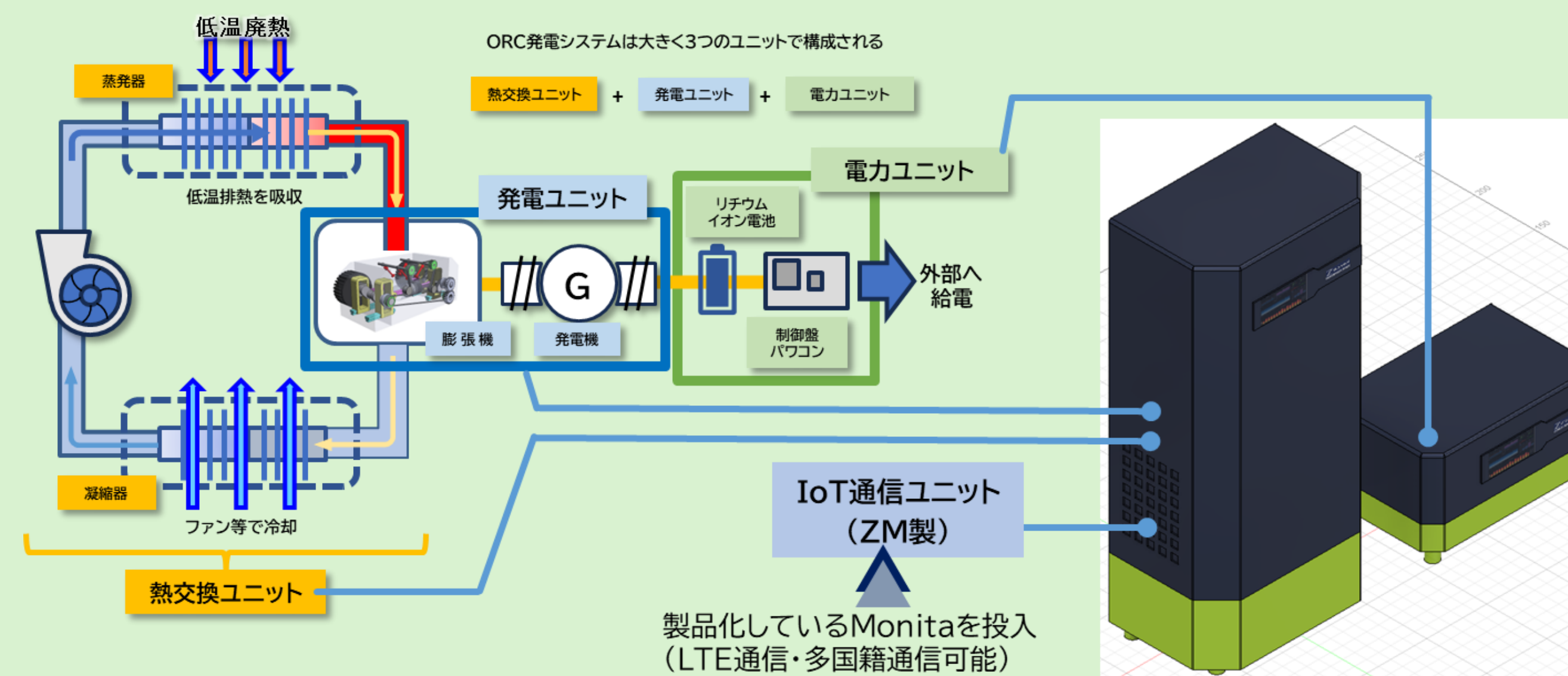


Fig5. 最終製品イメージ