

スクロール式膨張機の摺動面に形成される トライボフィルムの測定

日時: 令和7年6月4日(水)午後1時30分から午後3時30分

場所: TKP仙台青葉通りカンファレンスセンター8階カンファレンスルーム8A

発表者所属: 株式会社馬淵工業所

発表者: 企画・設計 SE 遠藤 聡

ナノテラス計測協力者所属: 宮城県産業技術総合センター

技術サポート: 曾根 宏、コーディネーター: 浦 啓祐

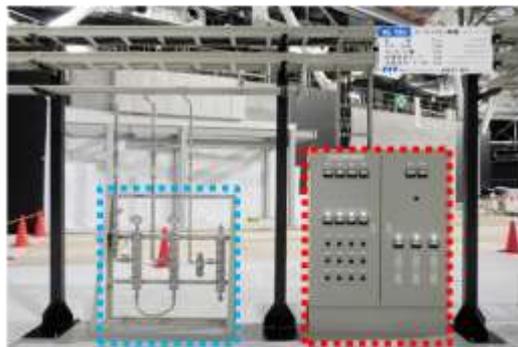
共同研究者: 京都大学 教授 平山 朋子

イーグル工業株式会社 王 岩

株式会社馬淵工業所とは

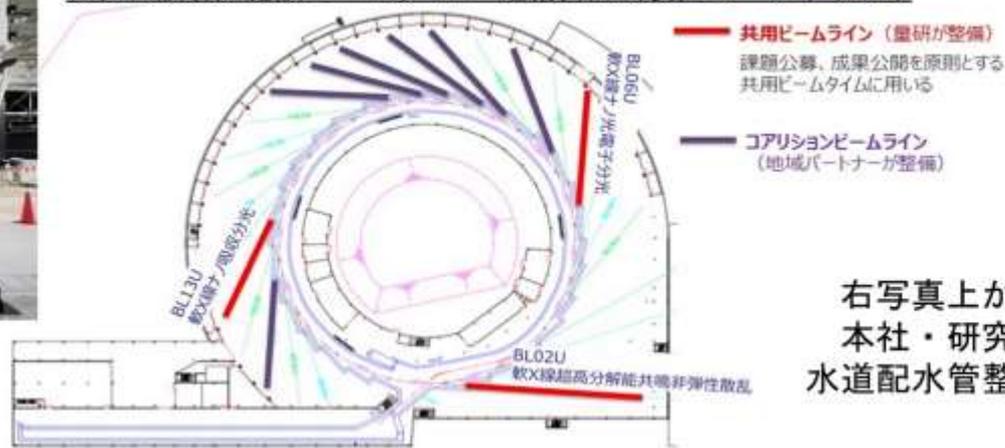
本業は管工事業

- 会社名 株式会社馬淵工業所 まべちがわ
- 代表者 創業者 小野寿光 1級管・土木工事施工管理技士
- 所在地 宮城県仙台市太白区郡山四丁目10番2号
- 設立年月 1966(昭和41)年5月14日(現59期)
- 資本金 100,000,000円
- 従業員数 31人(取締役4名、韓国研究所2名、顧問等非常勤3名含む)
- 連携事業体 株式会社、合同会社、一般社団法人、協同組合等6事業体
- 事業内容 建築設備、水道施設、環境事業等設計施工
熱利用事業・発電システム等に係る研究開発業務



ナノレベル計測装置への
電源供給・冷却水・
圧搾空気・配管配線ラック

次世代放射光施設ビームライン 超精密計測装置ユーティリティ



右写真上から
本社・研究棟
水道配水管整備

最近は管工事業の経験(水、空気、熱)を生かし、環境事業へ進出!

2023年度 脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム

脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の
研究開発・社会実装促進プログラム

**＜スクロール方式による高速・高出力膨張機を
搭載した低価格ORC発電システムの開発＞
F／実証開発フェーズ**

提案法人名：株式会社馬淵工業所

共同研究先：東京大学、宮城県産業技術総合センター、京都大学

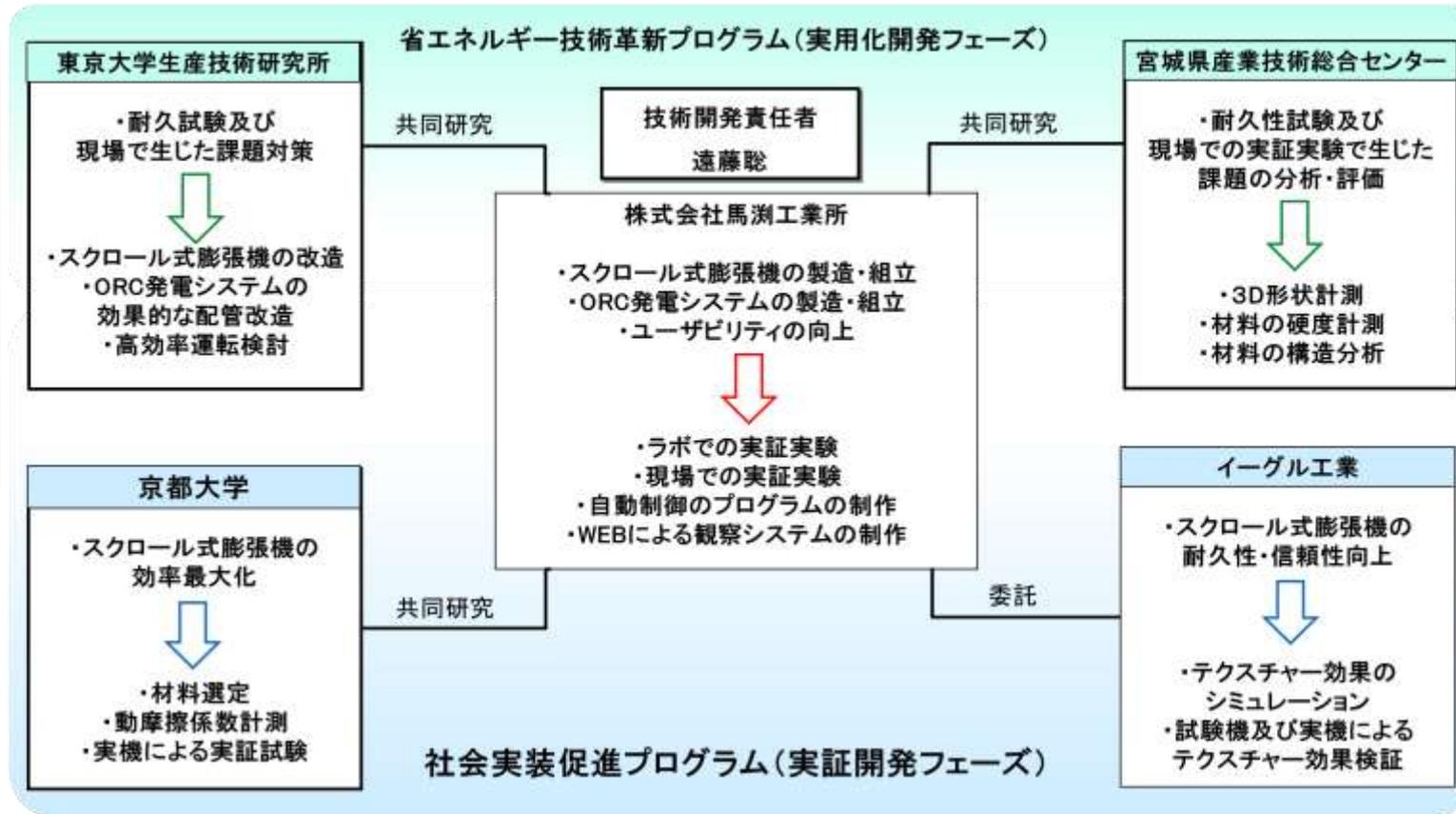
委託先：イーグル工業株式会社

プロジェクトの体制

事業化支援チーム



技術開発チーム



研究開発の背景

■対象市場の規模感



■対象市場の状況

省エネ効果期待の事業性には不適合だった先行機

- ・10kW未満のORC発電システム (A、B、C各社) は費用対効果の課題や市場開拓が進まず撤退
- ・50kW以上同のうちD社は撤退、他社動向は不明

市場投入された既存のORC装置

5kW級バイナリ発電
小規模発電出力と初期投資・維持管理費が見合わず費用対効果が期待できない

開発社 発電出力 必要温水量 員例

A社 3 kW 3 t/h	C社 6.5 kW 12 t/h	E社 50 kW 72 t/h	G社 125 kW 75 t/h
B社 6.5 kW 12 t/h	D社 72 kW 120 t/h	F社 65 kW 40 t/h	I社 100 kW 150 t/h

赤字文字:A~D社は撤退
市場投入情報・能力等とも
当社調べ

50~125kW級バイナリ発電機
地熱適合だが、産業系廃熱には疑問
熱収支・省エネ設計のプラントには不向き

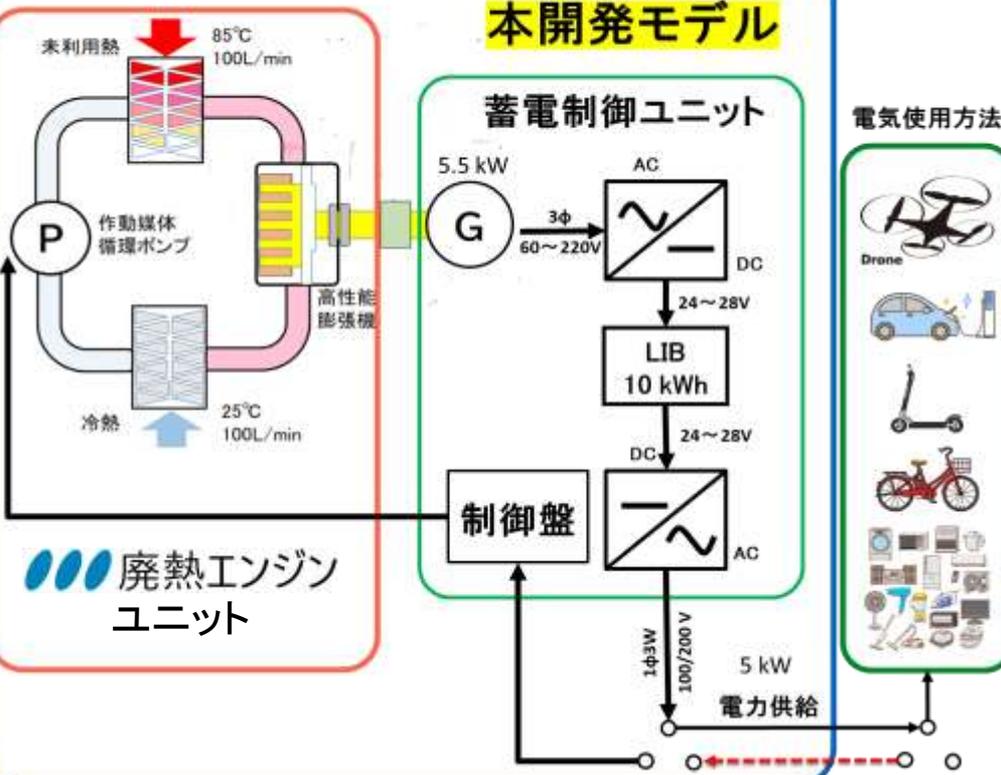
■課題解決に向けた本開発ORC発電システムのニーズ…GX・SDGs対応必須産業界に向けて

- ①小規模 = 小規模かつ分散廃熱の利用…少ない廃温水で発電可能な小型機 (昨年報告済)
 - ②独立性 = 非常時・電源喪失への対応…発電電力の地産地消・多様な供給
 - ③自立性 = 商用電源不要の発電システム…自家発電・蓄電の自立運転
- 今回報告内容
オフグリッド化の実現

α機ORC発電システム構成の概要及び3DCAD図

オフグリッドモデル

本開発モデル



3DCAD



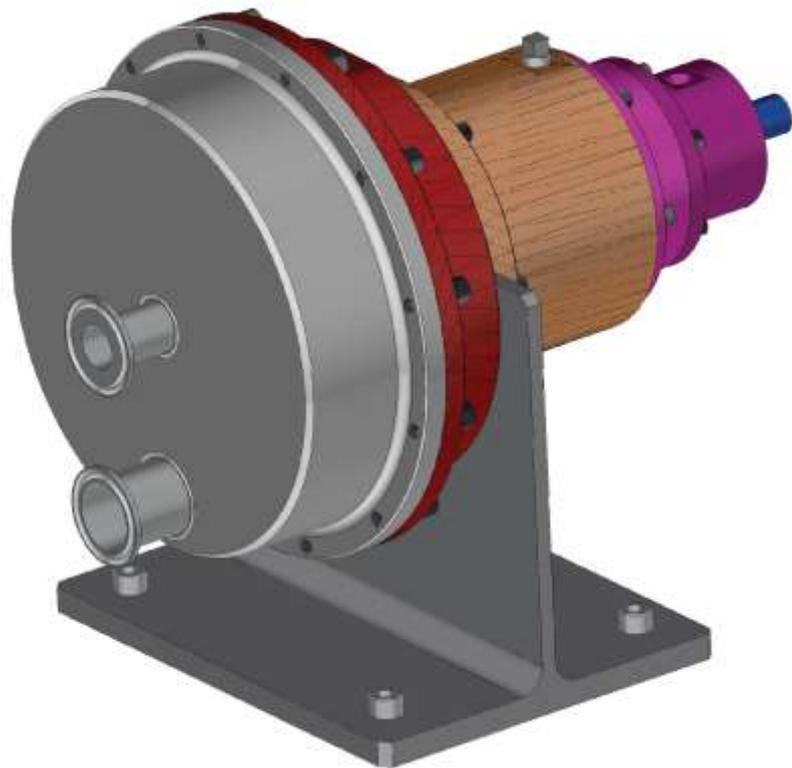
図：事業化時のORC発電システム（斜視図）

登録商標を取得

廃熱エンジン

振動対策：廃熱エンジンユニットの制御盤を蓄電制御ユニットに一体化
 廃熱エンジンユニット：センサー、作動媒体用ポンプ、油ポンプ等必要最小限の電子部品

実証試験機に搭載される膨張機の3DCAD図及び製作した膨張機

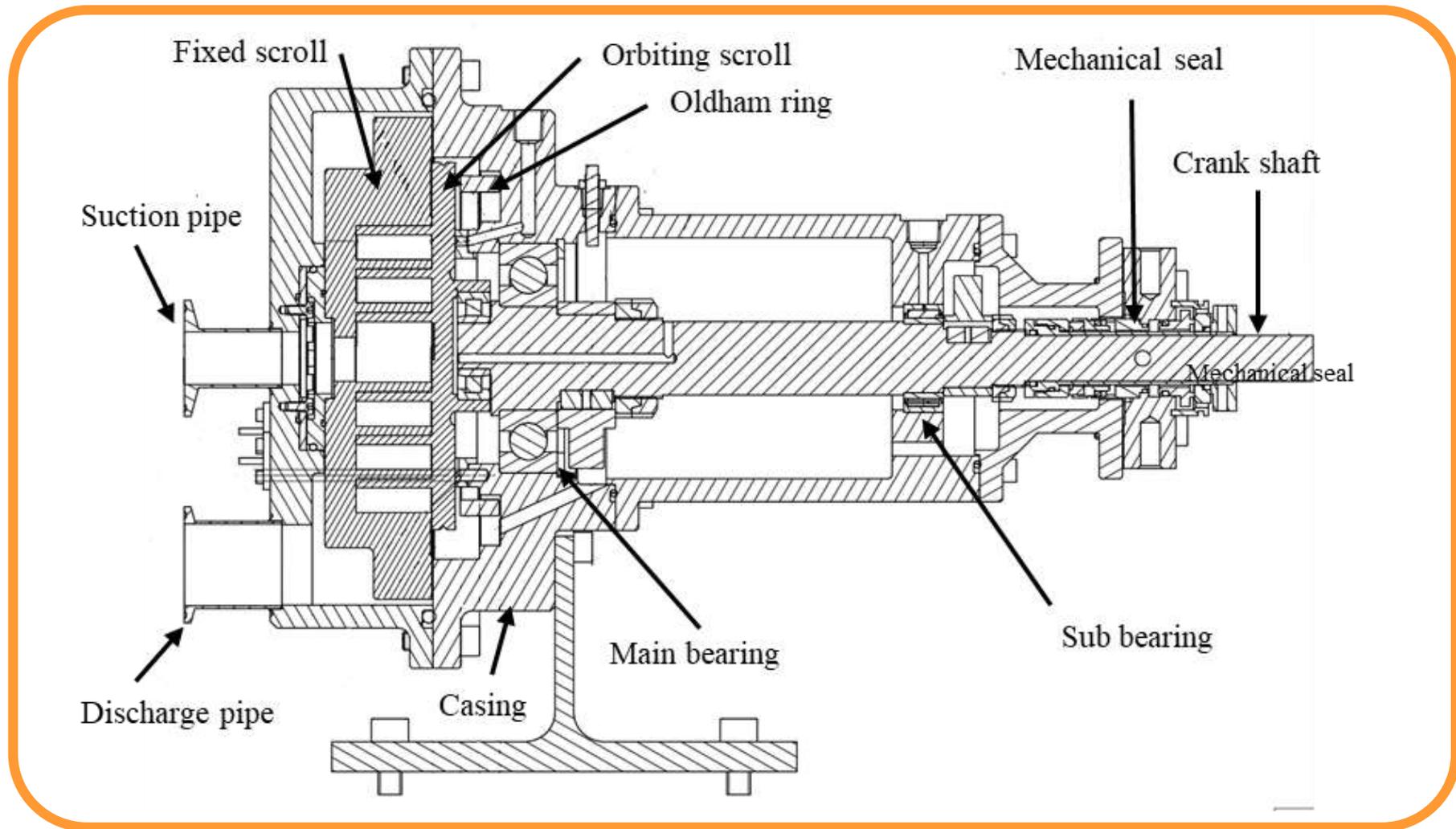


図：スクロール式膨張機の3DCAD図



図：スクロール式膨張機の3DCAD図に基づいて製作した膨張機

スクロール式膨張機の断面図



回転スクロールの溝とオルダムリングのキーの摺動部が壊れやすい

目的

旋回スクロールキー溝とオルダムリングキーの摺動部の低摩擦化による耐久性強化

課題解決の検討

1. オルダムリング及び旋回スクロールの表面コート見直し
 - 1-1 動摩擦係数計測
 - 1-2 動摩擦係数計測後の試験片表面の磨耗痕観察
 - 1-3 XPSによる表面観察
 - 1-4 1-2だけでは不十分だったのでナノテラスのXPS (BL09U)による表面観察
2. 構造設計の見直し
 - 2-1 実機によるオイルレスの状態での試験

まとめ

1. 旋回スクロール及びオルダムリングの母材に様々な表面コートを行った試験片を製作し動摩擦係数計測を行い表面コートAの動摩擦係数が低い。
2. 動摩擦係数計測後の試験片表面の磨耗痕を観察し、トライボフィルムの存在を示唆する結果が得られる。
3. 市販のXPS計測ではトライボフィルム存在が不明確であった。
4. BL09Uによる計測の結果母材に起因しないピークを観測したのでトライボフィルムと考えた。