

放射光を活用した摺動表面の分析

宮城県産業技術総合センター

曽根宏

内海宏和

遠藤崇正

伊藤桂介

※コピー・印刷不可

内容

背景

サンプル

測定

EPMA

SXES

Raman分光

XPS

ナノテラスBL07U XAS

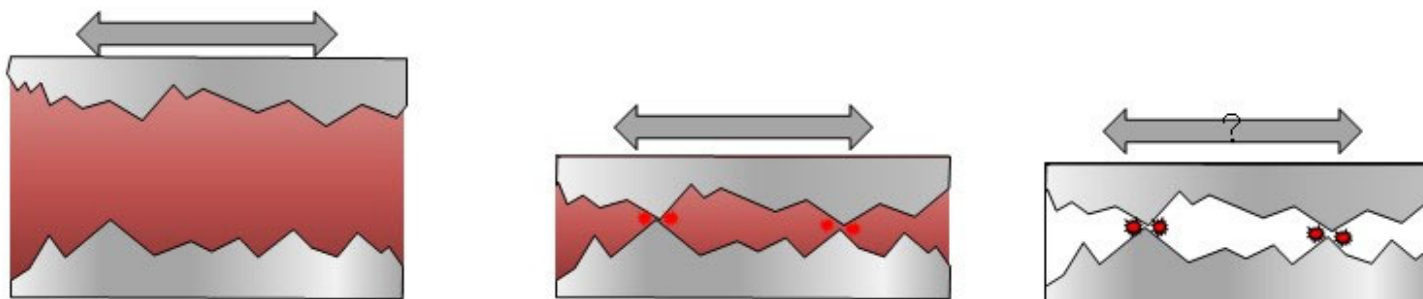
まとめ

背景

機械摺動面は摩耗しにくく、摩擦係数が小さいものが好ましい場合が多い



本報告の対象はオイルがない状態でも上記特性が一定時間要求される部品



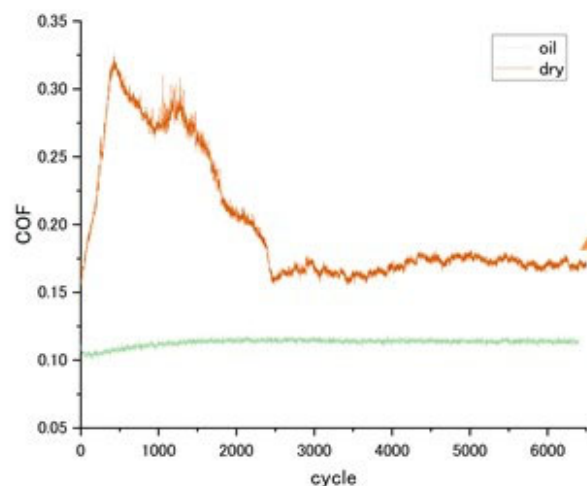
背景

エリコンバルブ用 BALINIT C コーティングがある程度の要求を満たす

	コーティング材	プロセス テクノロジー	コーティング 硬度 H_V [GPa]	標準的な膜厚 [μm]	摩擦係数 (対スチール) ドライ・ラン	コーテ- 処理温度 [°C]
BALINIT® C	WC/C	スパッター	8 - 12 / 12 - 15	1 - 4	0.1 - 0.2	< 250

コーティング材：炭化タングステンと炭素

エリコンバルブ用 HQ205JA_General-Engineering/パンフレットP5



オイルがない状態で低摩擦、摩耗も極めて少ない

メカニズムを解明し、より適したコーティングを見つけ出したい

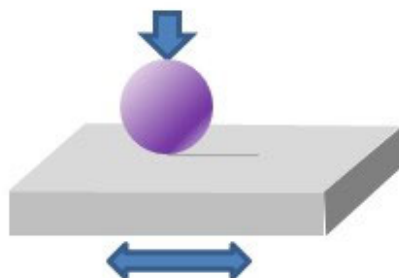
サンプル

コーティング構造

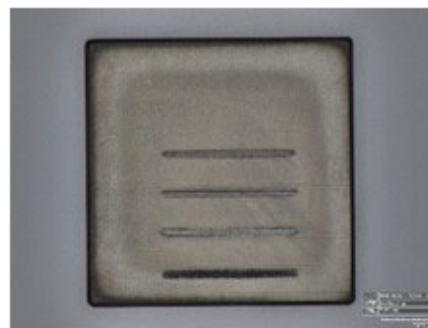


← 4μmくらい

摩擦摩耗試験機概念図



サンプル写真



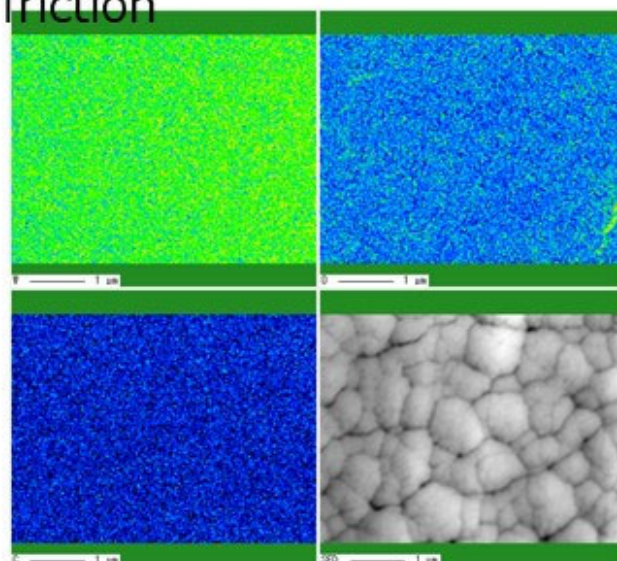
測定

+ TITLE ▶

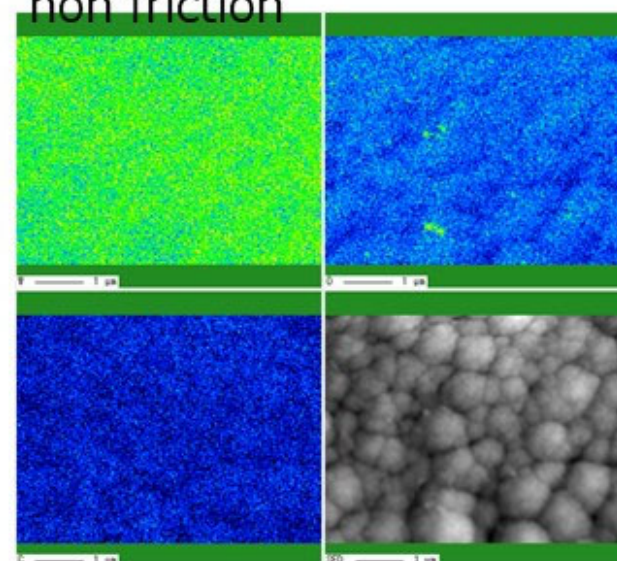
EPMA



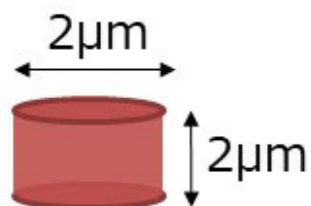
friction



non friction



<https://www.mit.pref.miyagi.jp/product/電界放出型電子プローブマイクロアナライザfe-epma/>

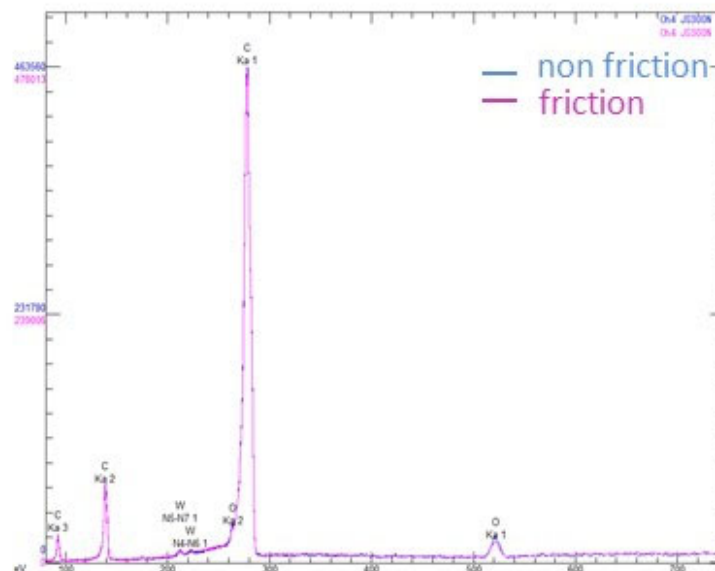


表面から2μmまで
friction, non frictionの違いなし

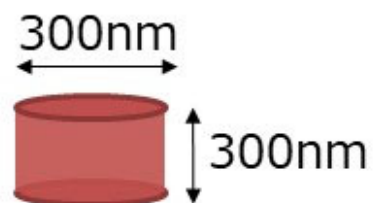
- ・島が成長したような構造
- ・炭素、タングステンが一様に混在

測定

+ TITLE ▶
SXES



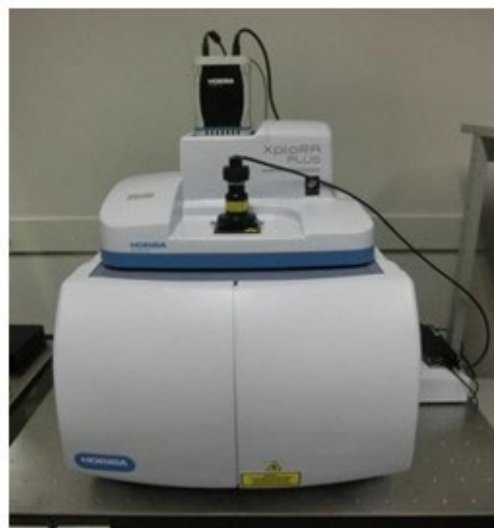
<https://www.mit.pref.miyagi.jp/product/電界放出型電子プローブマイクロアナライザfe-epma/>



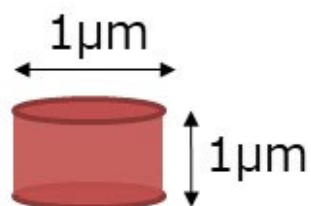
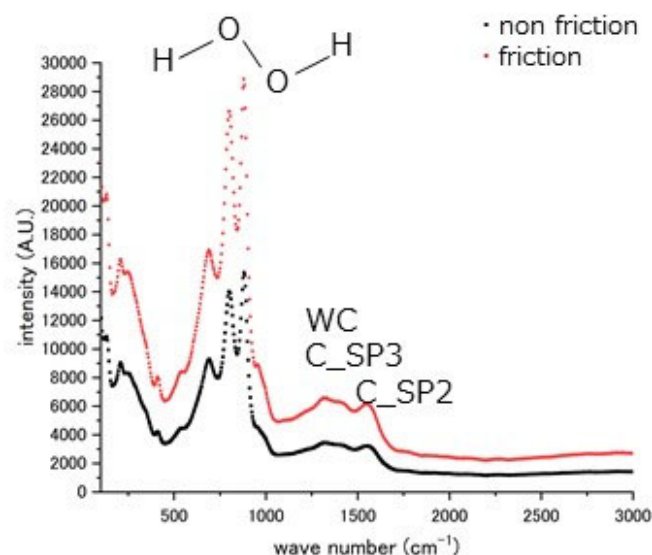
表面から300nmまで
friction, non frictionの違いなし
・炭素、タングステンの結合状態も同じ

測定

Raman分光



<https://www.mit.pref.miyagi.jp/product/ラマン分光光度計/>

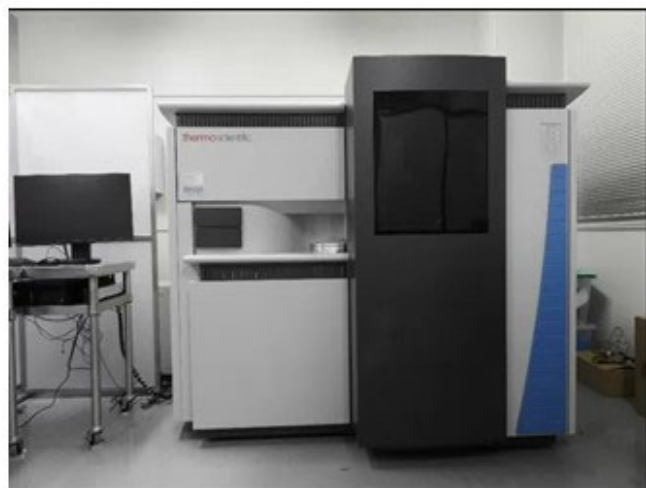


表面から1μmまで

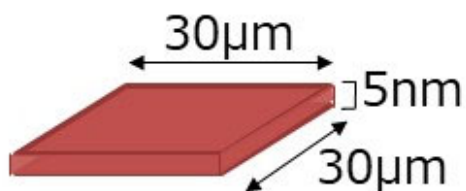
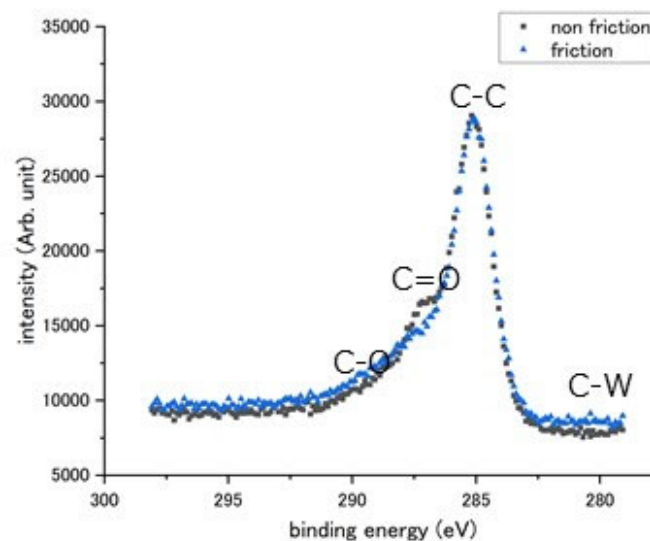
friction, non frictionの違いなし

- SP2混成軌道をもった炭素が存在
- SP2混成軌道とSP3混成軌道をもった炭素が存在するor Wと結合した炭素が存在

測定



<https://www.mit.pref.miyagi.jp/product/x線光電子分光>



表面から5nmまで
friction, non frictionの違いはC=O結合の減少

- ・ Wと結合したCは存在しない
- ・ 炭素同士の結合が存在する

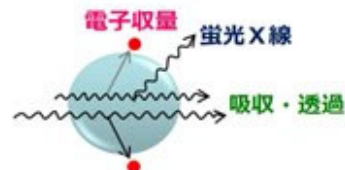
測定

ナノテラス BL07U XAS (X線吸収分光)

入線吸収の仕組み (入線)

原理

○ X線エネルギー毎のX線吸収量を測定するもの。物質のX線吸収量が異なることを利用し、測定対象元素とその周り構造が分かる。



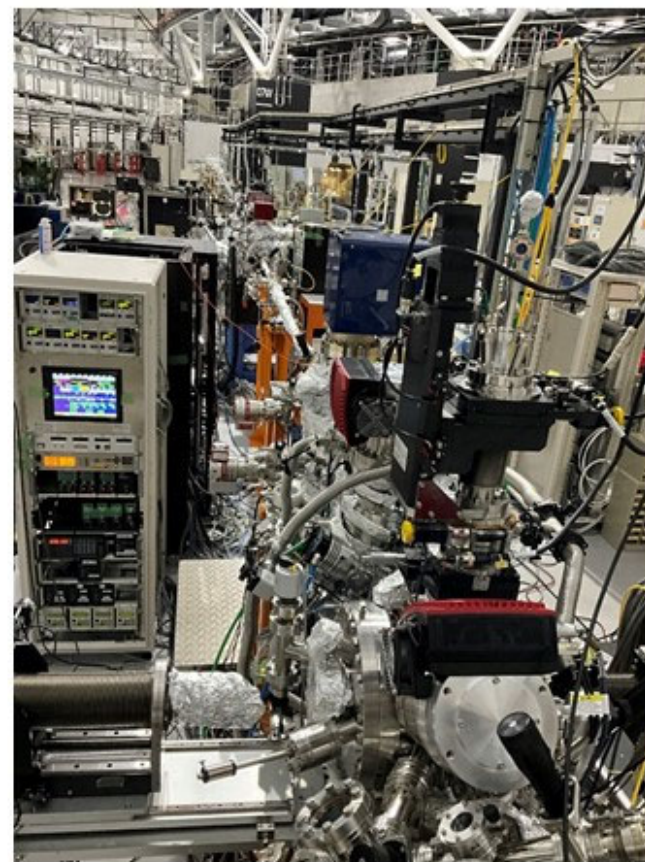
アノードができません！

ラ

・ラボ
が可能
XPS
・放射
線で
等の特

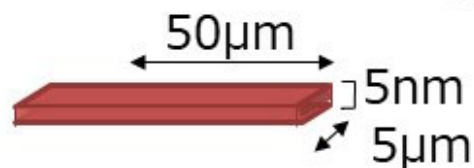
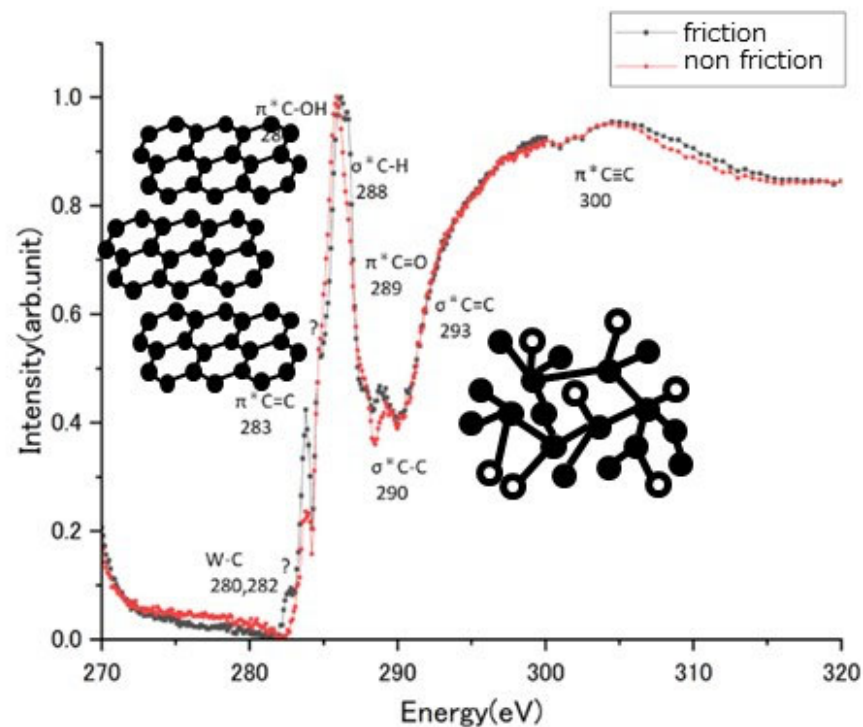
価数分

https://www.mit.pref.miyagi.jp/wpcontent/uploads/2024/03/itim_wakariyasui_202403.pdf P18



測定

ナノテラス BL07U XAS (X線吸収分光)



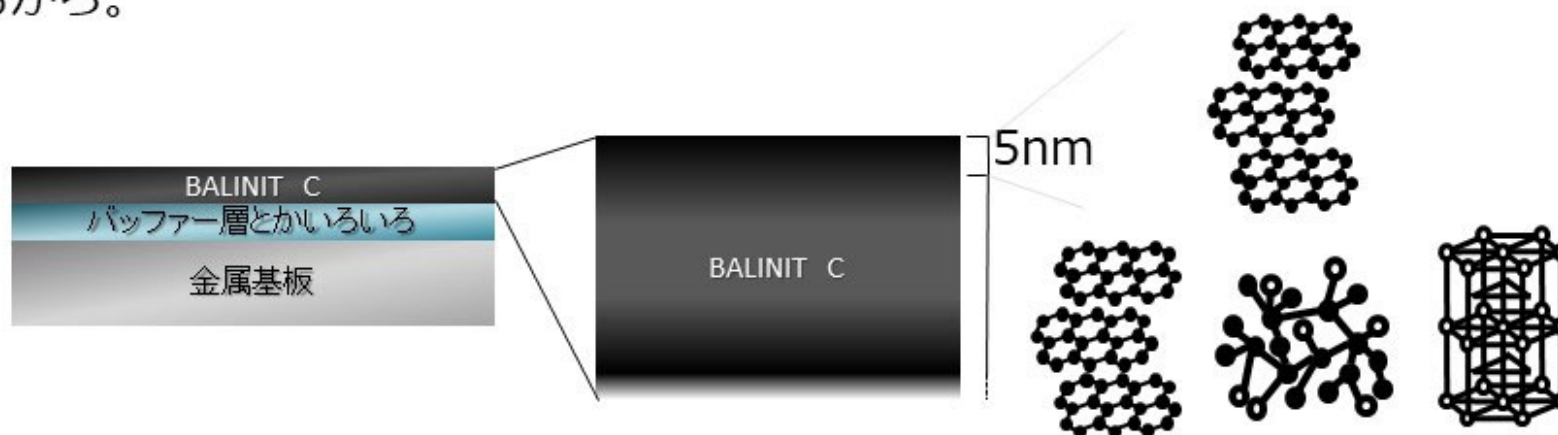
表面から5nmまで

・ SP2混成軌道 $\pi^*C=C$ がfrictionで増加

⇒摩擦によりグラファイトが形成されたことを示唆

まとめ

- ・表面から5nm程度の表面構造が、摩擦に大きく影響している。
- ・オイルがない状態でも摩擦係数が小さいのは、炭素、炭化タングステンコーティングが摩擦により表面から約5nmまでにグラファイト層を形成するから。



この結果をどう生かす？

- ・炭素、炭化タングステンの割合変更での挙動を追試し、より低摩耗、低摩擦を目指す。
- ・加速試験的条件以外でも同現象が起こるか検証し、機械の運転条件を決定する。

等々

acknowledgments

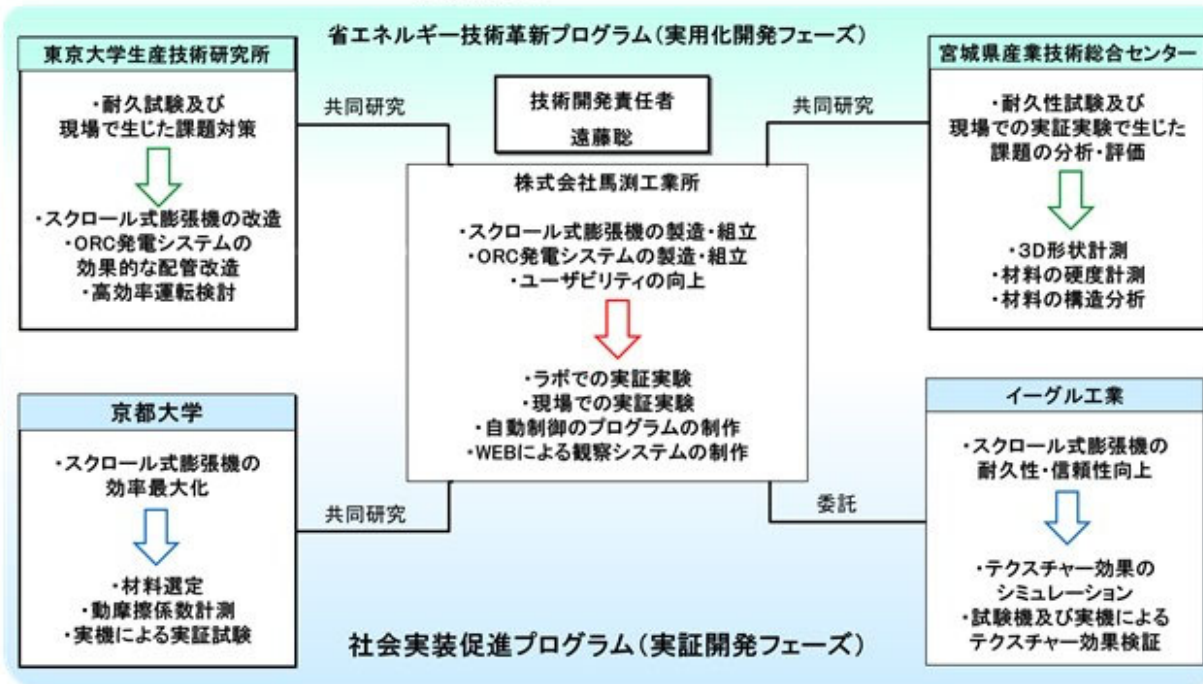
・サンプルは国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）の脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム/スクロール方式による高速・高出力膨張機を搭載した低価格ORC発電システムの開発（事業番号23200526-0）の支援を受けて作成しました。

プロジェクトの体制

事業化支援チーム



技術開発チーム



acknowledgments

仙台市経済局イノベーション推進部 リサーチコンプレックス推進室
櫻井慎也様
千葉有世様

一般財団法人光科学イノベーションセンター
理事長特別補佐・シニアパートナー
渡辺義夫様
コアリション研究推進部
小川英之様
ビームライン部
安藤寛様



宮城県産業技術総合センター

INDUSTRIAL TECHNOLOGY INSTITUTE. MIYAGI PREFECTURAL GOVERNMENT



〒981-3206

宮城県仙台市泉区明通 2 丁目 2 番地

TEL 022-377-8700 FAX 022-377-8712

Web www.mit.pref.miyagi.jp



- ・仙台駅より車で 40 分 / 東北自動車道 泉 I.C.より 15 分
- ・地下鉄泉中央駅より路線バスで約 25 分
- 3 番乗り場 ▶ 「宮城大学前経由 泉パークタウン車庫」行き
「宮城大学・仙台保健福祉専門学校前」下車徒歩 3 分
- ・仙台駅より路線バスで約 40 分
- バスプール 2 番乗り場 ▶ 「宮城大学・仙台保健福祉専門学校前」行き
「宮城大学・仙台保健福祉専門学校前」下車徒歩 3 分