

漆に固体潤滑剤を添加した 低摩擦・耐摩耗性の摺動材料



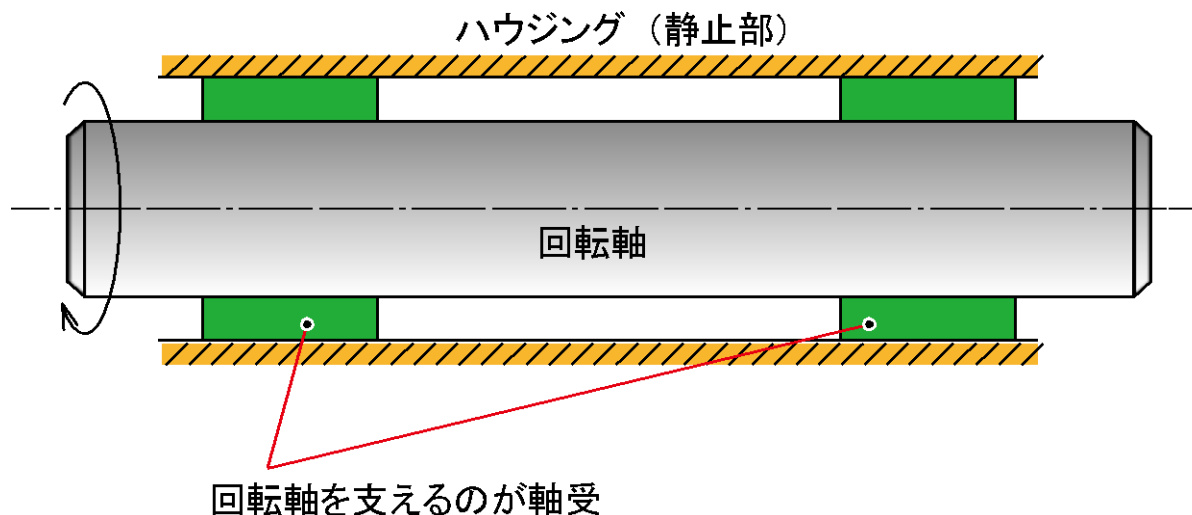
東京理科大学 工学部 機械工学科 准教授 宮武 正明

目次

1. はじめに
2. 漆および漆に固体潤滑剤を添加した摺動材
3. 評価試験装置と評価試験の概要
4. 評価試験結果
5. まとめ

軸受およびすべり軸受とは

軸受とは、機械の中の回転や往復運動する軸を支持する機械要素で、低摩擦であることと、高い耐久性が要求されます。



すべり軸受

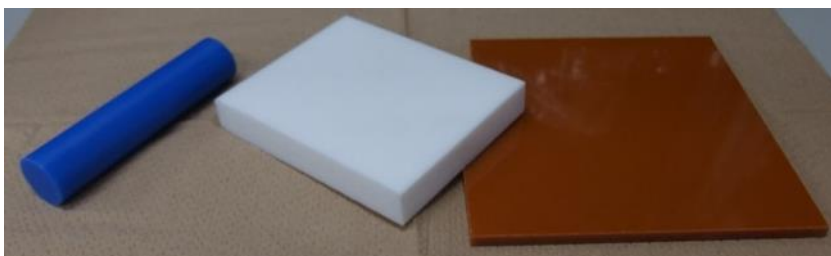
- ・すべり面(接触部)で相手軸の荷重を支持する軸受
- ・形状は、リング状、プレート状と言った簡便な形状であり可動部を有さない。

転がり軸受

- ・転動体(球、ころ、ニードル)、内輪、外輪、保持器により構成され、転動体が回転する。

樹脂すべり軸受について

すべり軸受の材料としては、エンジニアリングプラスチックが広く用いられておりますが、食品加工機械など、ドライおよび水潤滑の両環境で使用されたり、機械洗浄の際に薬品洗浄を行う場合には、従来用いられている樹脂材料では、耐摩耗性と耐薬品性が不十分なことがあります。



	耐摩耗性	耐薬品性
・ポリアセタール	○	△
・フェノール樹脂	○	△
・ポリアミド	○	△
・PTFE	△	◎

◎ 優れる

○ 良好

△ 劣る

そこで、本新技術においては、すべり軸受の材料として、

天然樹脂である“漆”に着目しました。

漆について

漆は、周知のとおり、古くから食器や鎧兜などの皮膜として用いられている天然の樹脂です。

生漆の主成分であるウルシオールは、フェノールに類似した化学構造を持っています。



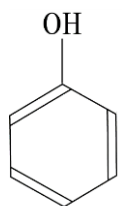
漆の木から採取した樹液



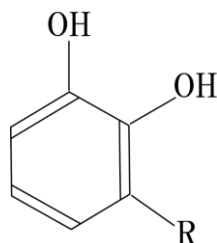
生漆



生漆を硬化したもの



フェノールの化学構造



ウルシオールの化学構造

- ・ウルシオール 60～70wt%
- ・水分 20～35wt%
- ・ラッカーゼ 0.3～0.9wt%
- etc.

漆について

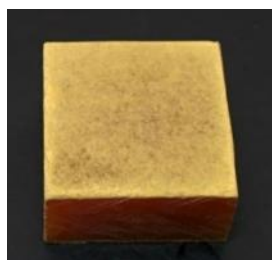
- ✓高い硬度(鉛筆硬度で 5H-6H)
- ✓優れた耐薬品性
- ✓硬化した漆は食器に長らく用いられており、人体に対する健康上の影響が無い(と考えられる)

・参考(耐薬品性の試験結果)

台所用漂白剤(次亜塩素酸ナトリウム, 水酸化ナトリウム など)の原液に浸漬



浸漬前



浸漬後

市販の紙フェノール

外観上の変化は見られず



浸漬前



浸漬後

硬化した漆

新技術(漆に固体潤滑剤を添加した摺動材料)の概要

- 当技術では、漆の優れた特性に着目し、漆に固体潤滑剤(摩擦力を低減するための材料)を添加した摺動材を提案しました。
- 以降においては、提案した摺動材料の特徴や、摩擦係数や耐摩耗性の評価結果を紹介いたします。

	耐摩耗性	耐薬品性
・ポリアセタール	○	△
・フェノール樹脂	○	△
・ポリアミド	○	△
・PTFE	○	◎
・漆+固体潤滑剤	???	○

- ◎ 優れる
- 良好
- △ 劣る



2. 漆および漆に固体潤滑剤を添加した摺動材

06/17

- 提案する摺動材は、漆をベース樹脂として、摩擦係数低減のために、固体潤滑剤を添加したものです。生漆に固体潤滑剤(今回はPTFE)を混合して、硬化させました。
- 今回の評価では、金属に塗布し、硬化させて評価用試験片を製作しましたが、織布や不織布に含浸して硬化させることも可能です(繊維強化プラスチックと同じ)。

生漆



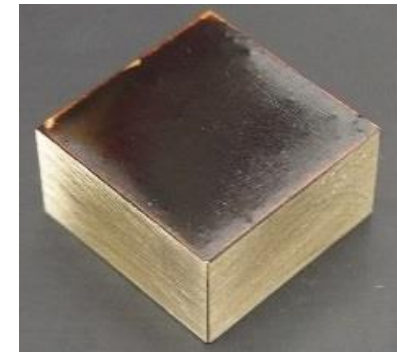
PTFE 粉末



+



試験片



Max. diameter 14 μ m
Ave. diameter 4 μ m

漆の硬化方法

1. 自然硬化(酵素ラッカーゼの作用によるもの) ← 食器などに塗布する場合

室温、湿度50%程度で数週間

2. 加熱硬化 ← 鎧兜などの金属に塗布する場合

150°C(423K)～ 200°C(473 K)
数十分から数時間程度

皮膜強度と硬化時間を鑑みて、今回は、加熱硬化を採用しました。

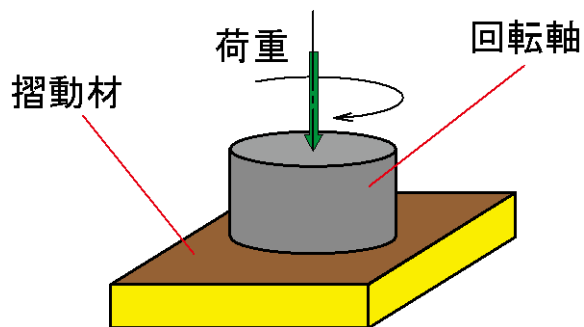
◎ 試験片の製造方法

1. 黄銅の表面を耐水ペーパー#400で荒らす
2. 生漆とPTFE粉末を混合したペーストを黄銅表面に塗布する
3. 試験片を乾燥炉にて200°Cで1～4時間程度硬化させる
4. 硬化後の摺動材表面を耐水ペーパー#2000で研磨する。

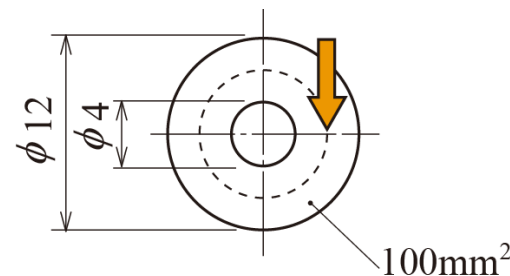


評価試験の条件

荷重: w , N	50	
接触面積: A , mm^2	100	
接触面圧: $p = w/A$, MPa	0.5	
摺動速度, m/s	0.005	0.025
摺動距離, m	125	



試験の概要



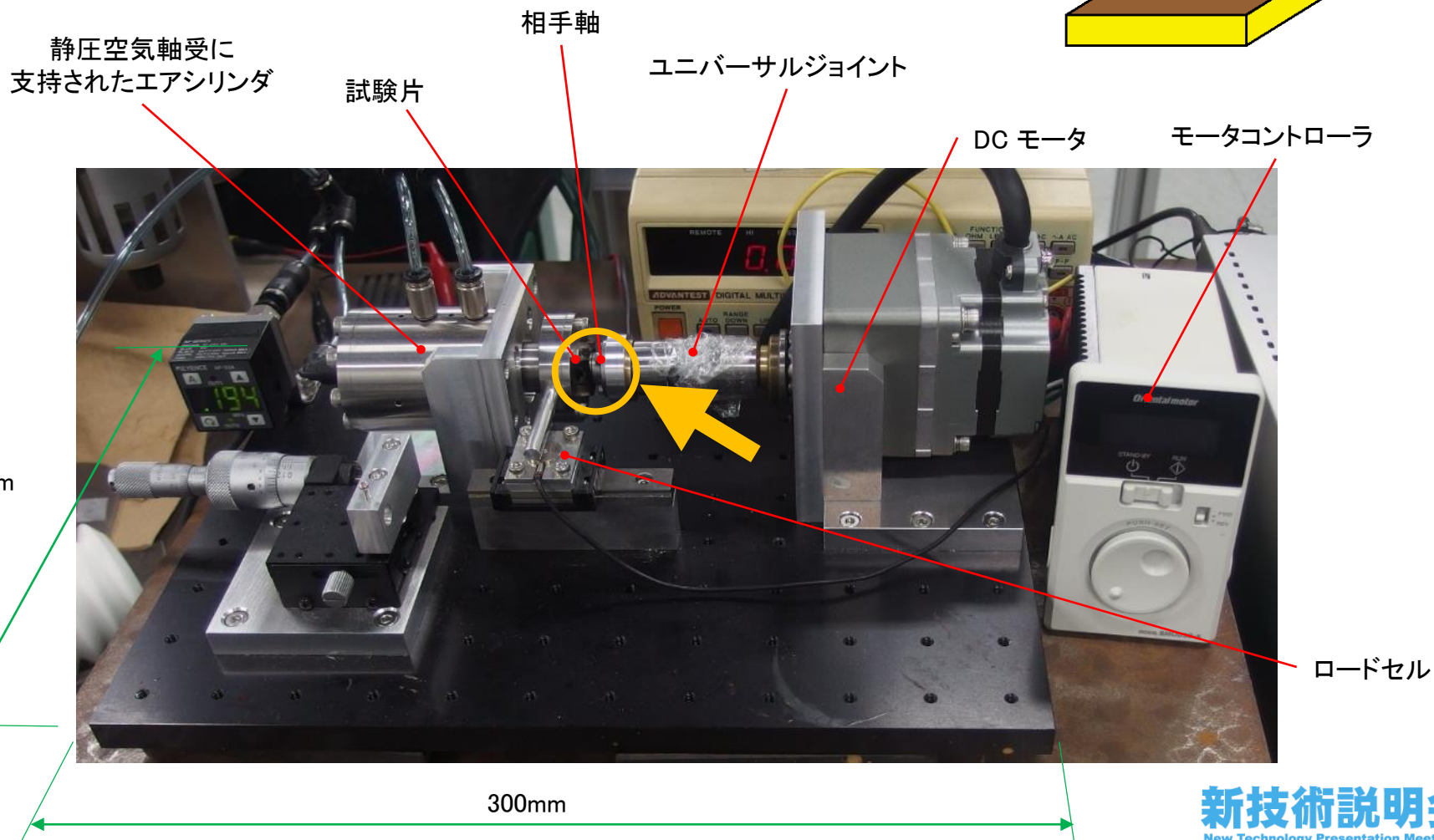
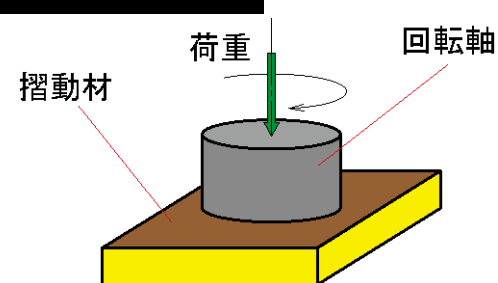
回転軸と摺動材の接触部

回転軸に試験片(摺動材)を任意の荷重で押付け、
その際に(摺動材)に作用する摩擦力を測定する。

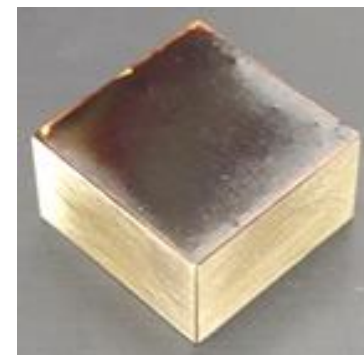
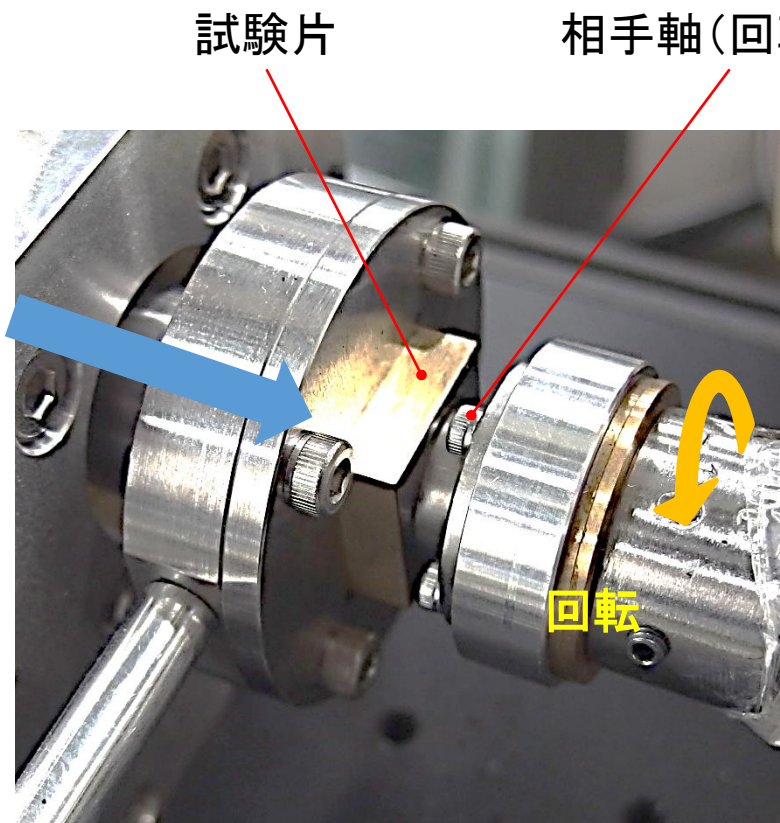
3. 評価試験装置と評価試験の概要

09/17

リングオンプレート式の摩擦試験装置

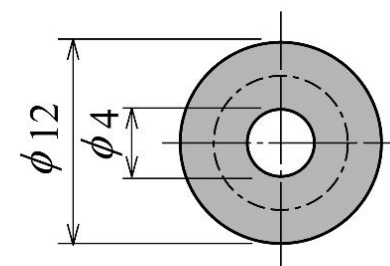


任意の荷重



試験片(15mm × 15mm × 8mm)

Contact area , Ra0.5 μ m

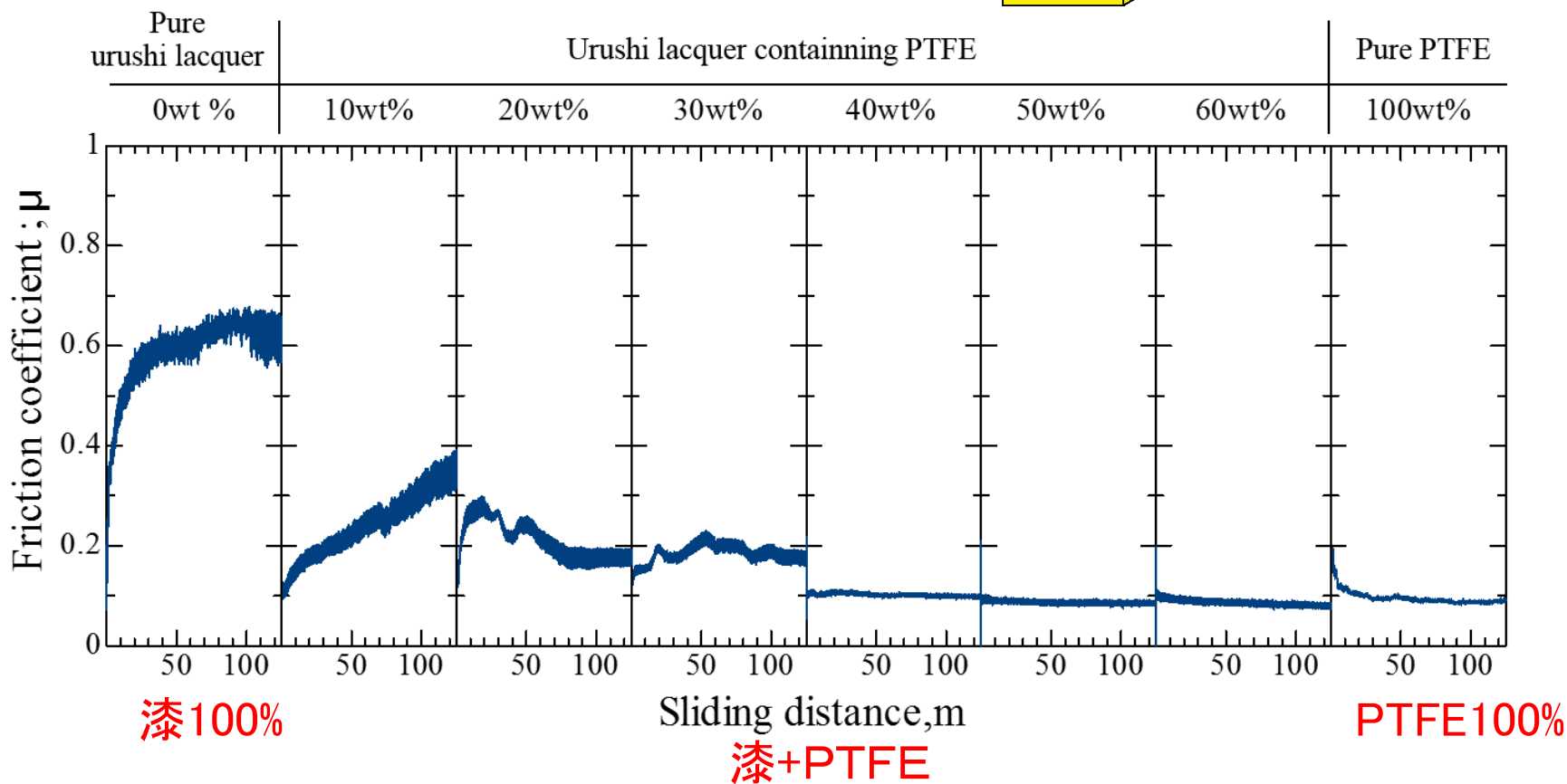
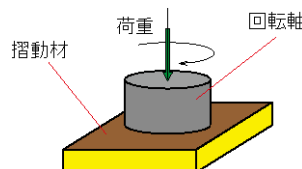


相手軸(ステンレス)

回転軸に試験片を任意の荷重で押付け、
その際に試験片に作用する摩擦力を測定する。

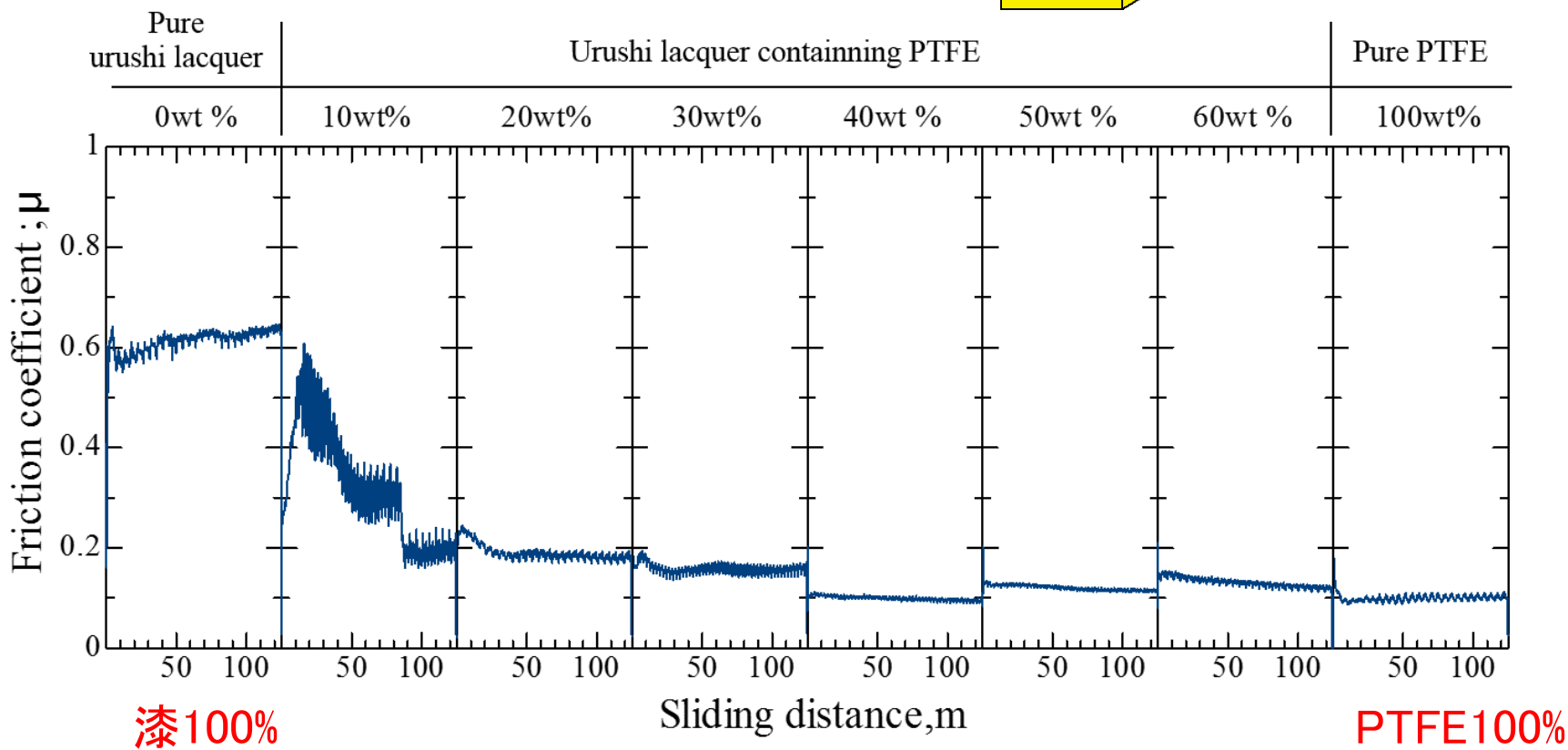
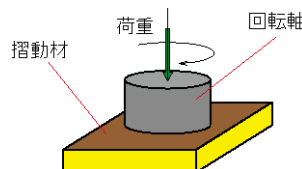
摩擦係数(漆に配合するPTFEの量を変化させた結果)

$V=0.005\text{m/s}$



摩擦係数(漆に配合するPTFEの量を変化させた結果)

$V=0.025\text{m/s}$



漆100%

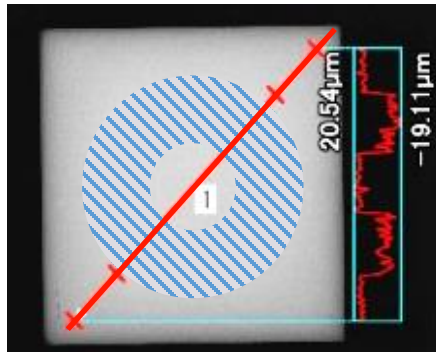
Sliding distance, m

PTFE100%

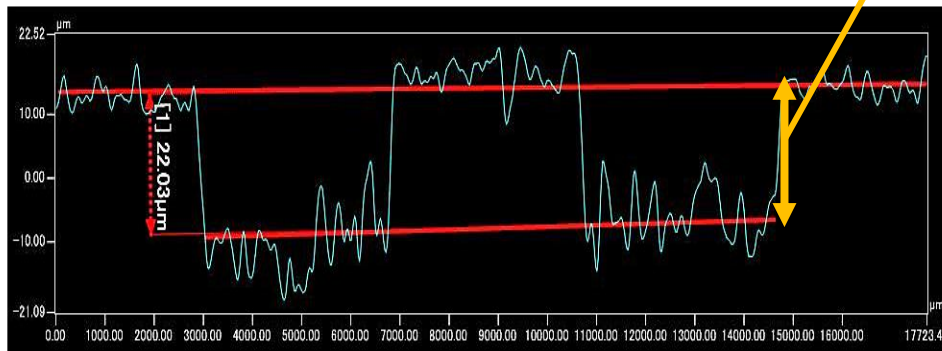
漆+PTFE

耐摩耗性の評価(試験後の摩耗量の測定)

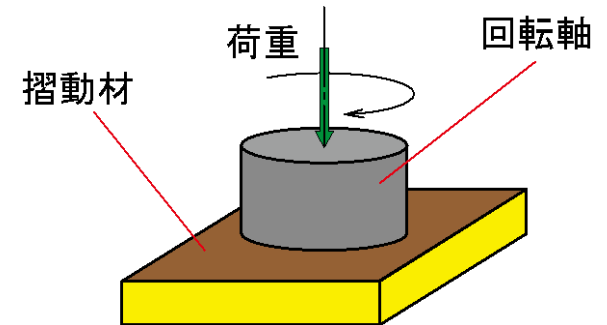
試験片の摩耗痕の深さから摩耗量を算出しました



摩耗痕

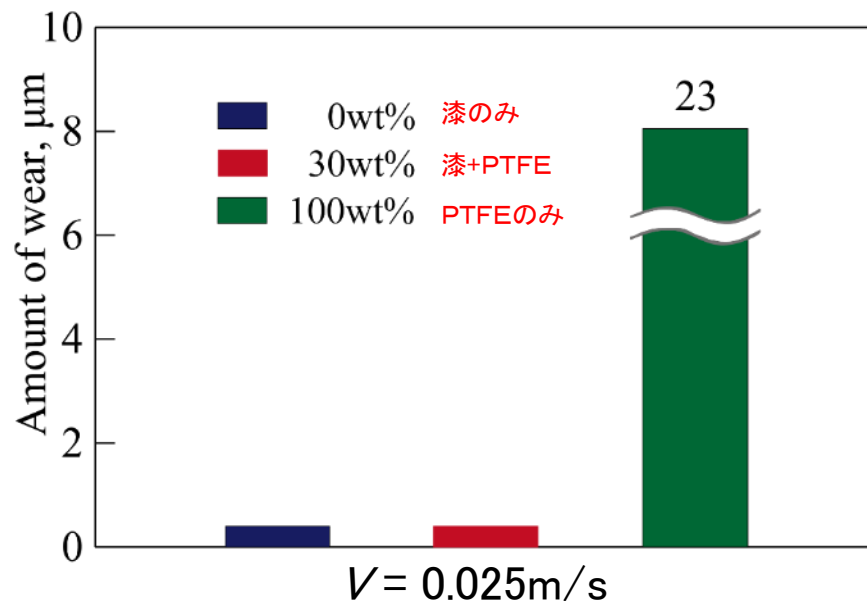
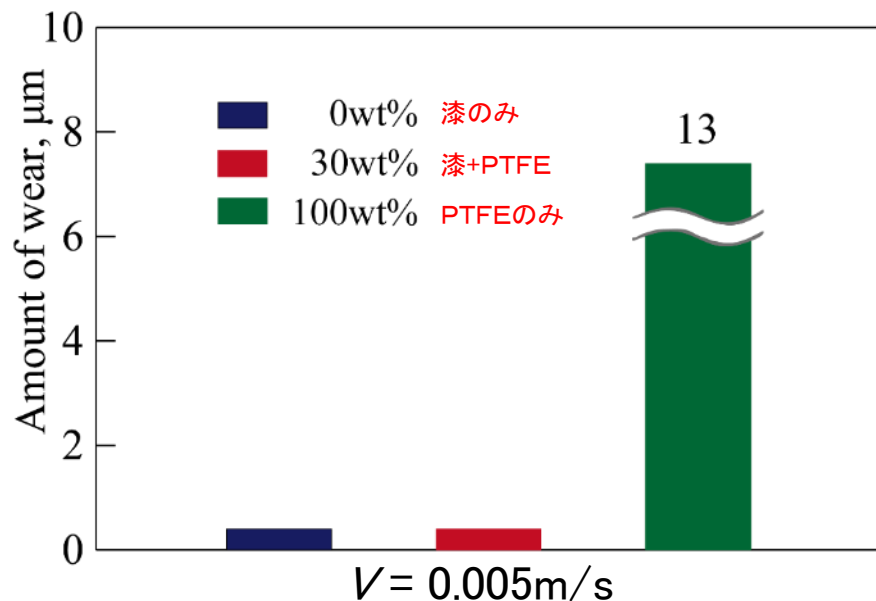


試験後の試験片断面形状測定結果
(PTFE 100wt% V=0.025m/s)



VR-3000(Keyence corp.)

摩耗量の比較結果



PTFE 100wt%



$V = 0.025\text{m/s}; 23 \mu\text{m}$
 $V = 0.005\text{m/s}; 13 \mu\text{m}$

漆 + PTFE



摩耗量は $1 \mu\text{m}$ 未満

本日の紹介技術のまとめ 想定される用途

- 漆に固体潤滑剤であるPTFEを配合して硬化させた摺動材料を提案し、ドライ条件においてリングオンプレート摩擦試験機を用いて摩擦試験を実施しました。その結果、漆にPTFEを配合することにより、PTFE 100wt%と同程度の低い摩擦係数と、漆を硬化させたものと同等の高い耐摩耗性を示すことを確認しました。
- 現在は、ドライ条件のみの評価ですが、今後、水潤滑条件下での評価や、様々なエンジニアリングプラスチックとの比較を実施予定です。
- 用途としては、一般的な機械の摺動部のみならず、家具や文具などの、摺動部にも適用可能だと考えております。

- 発明の名称 : 摺動組成物、並びに、
摺動部材及びその製造方法
- 出願番号 : 特願2016-093303
- 出願人 : 学校法人東京理科大学
- 発明者 : 宮武 正明、他1名

東京理科大学
研究戦略・産学連携センター
担当URA 川崎 愛一郎

TEL 03-5228-7440
FAX 03-5228-7441
e-mail ura@admin.tus.ac.jp