

# リサイクルプラスチックへの機能性 付与による高付加価値化検討

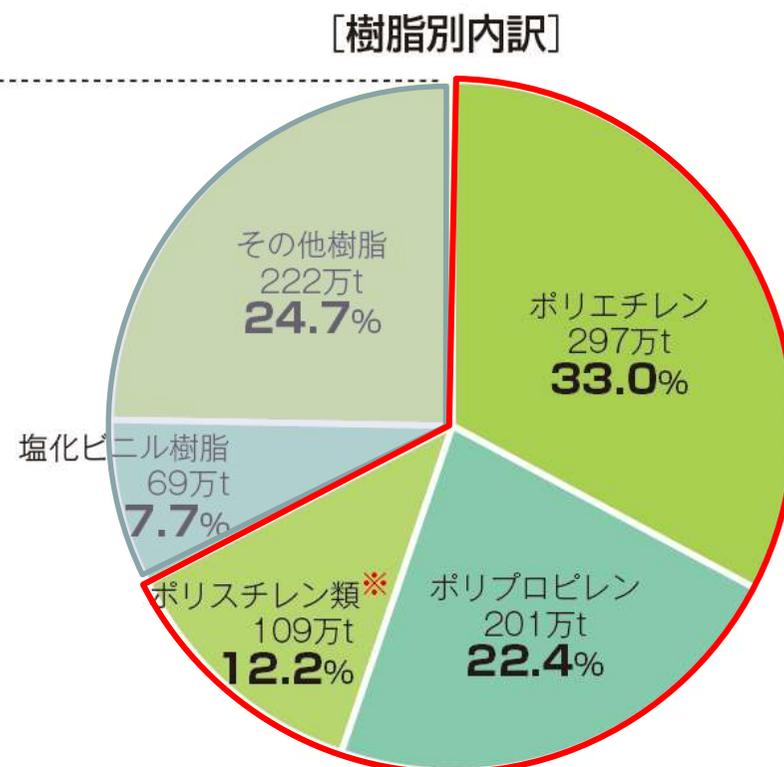
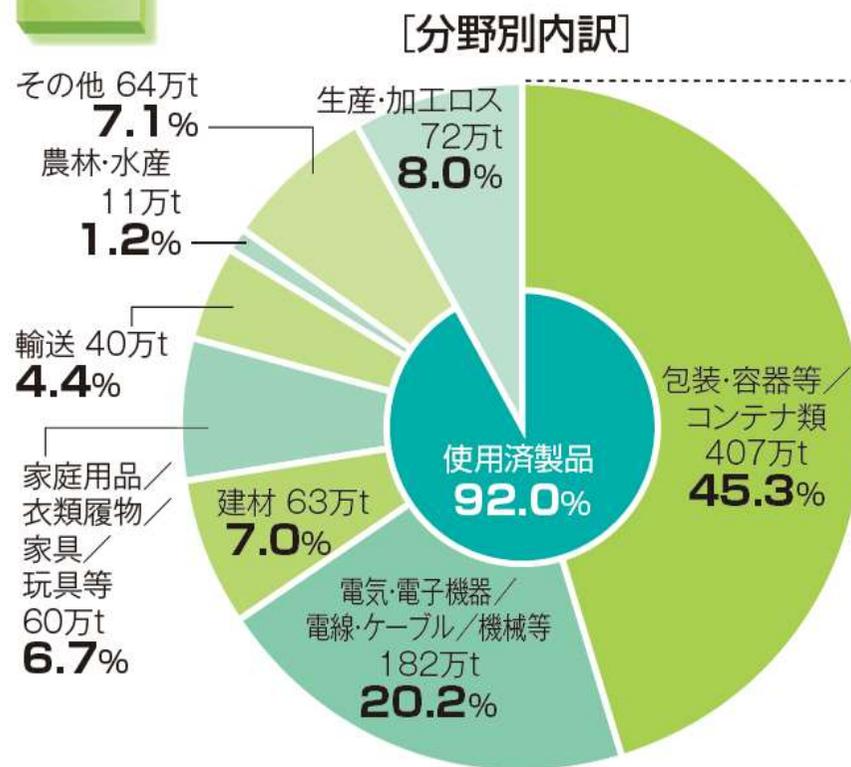
福岡大学 工学部 化学システム工学科  
助教 中野 涼子

2019年5月21日

# リサイクルプラスチックの用途について

廃プラ総排出量  
899万t

## ③ 廃プラ総排出量(899万t)の内訳



\*ポリスチレン類：AS、ABSを含む

((一財)プラスチック循環利用協会パンフレットより)

- 廃プラスチック中には汎用プラスチックが大多数を占める  
→ 再利用可能であればリサイクルプラスチックの有用性が向上

# リサイクルプラスチックの用途について



産業系廃プラスチックを原料にした  
主なリサイクル製品

- ① 鉄道標識
- ② 境界杭
- ③ パレット
- ④ 二段柵（擬木）
- ⑤ ジオステップ（法面点検・管理用階段）
- ⑥ マンホール
- ⑦ 間仕切り用縁石（擬木）
- ⑧ 散水栓ボックス
- ⑨ 踏み台
- ⑩ 段差スロープ
- ⑪ 中央分離帯
- ⑫ 車止め
- ⑬ ハンガー
- ⑭ たこ糸巻き
- ⑮ 植木鉢
- ⑯ 文房具類 名札ケース、ボールペン  
ペーパーナイフ、定規
- ⑰ すのこ
- ⑱ 洗面器
- ⑲ 風呂いす

((一財)プラスチック循環利用協会パンフレットより)

自動車エンジンカバー(PET)、自動車用アンダーカバー(PP)、雨水貯留浸透システム  
ユニット(PP・PE)等...

# リサイクルプラスチックの用途について



✓ PETは様々な商品に展開されているが、PE・PPは用途拡大が難しい  
→用途開発はリサイクル促進の大きなファクター

何故用途が広がらないか??

- リサイクルプラスチックの物理的な物性はバージン品と比べて低い
- 回収品にはカーボンブラック等の色素を含有している

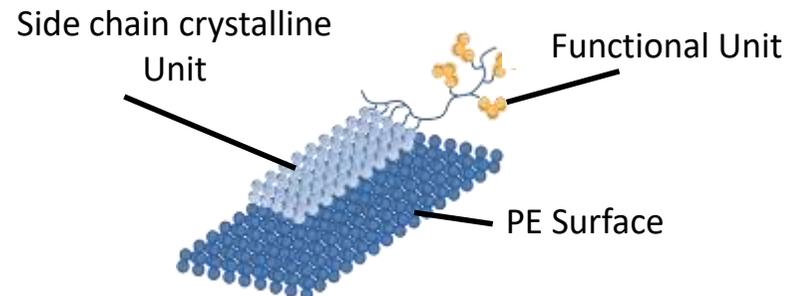
☞ 物性向上: 関連技術は以前の説明会で報告済み  
(2015, 2016, 2017年度 新技術説明会)

別の切り口からリサイクルプラスチックの用途拡大に寄与できないか検討

# 既往の研究について

- リサイクルプラスチックの物性向上  
→ PP, PS, PE etc...
- プラスチック(PE)表面の機能化  
→ 共重合体の塗布による改質

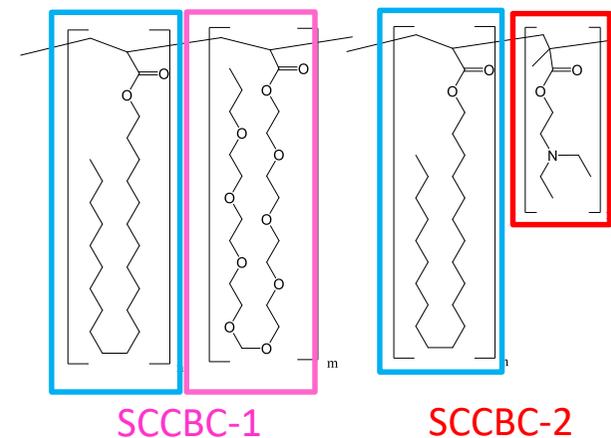
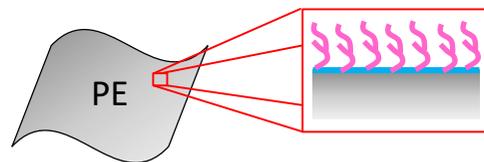
側鎖結晶性ブロック共重合体  
(Side Chain Crystalline Block Co-polymer: SCCBC)



## <機能化の実施例>

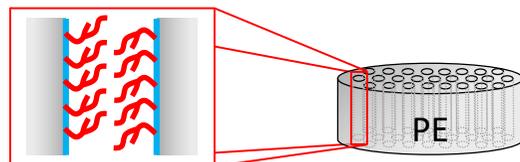
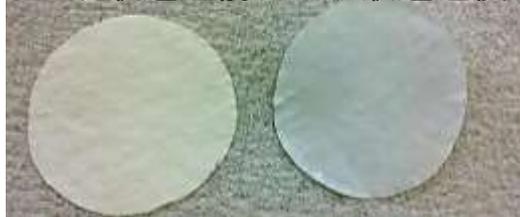
### ①親水化 (PEフィルム)

	PE	PE + solvent	PE + SCCBC (1wt%)
SCCBC-1	Av. 90°	Av. 91°	Av. 45°



### ②金属イオン吸着 (PE多孔膜)

インク液透過前 インク液透過後

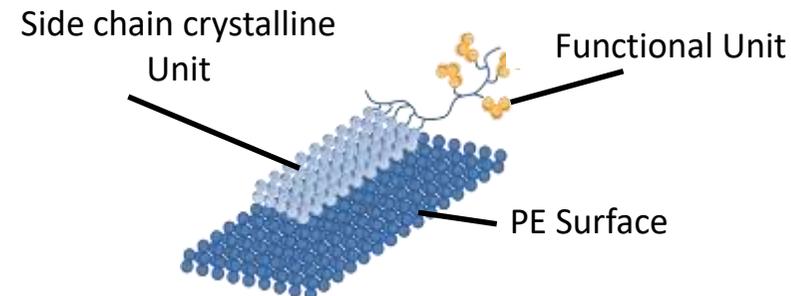


- ✓ PEの形状に制限がない
- ✓ 目的に応じたSCCBCが選択可能

# 既往の研究について

- リサイクルプラスチックの物性向上  
→ PP, PS, PE etc...
- プラスチック(PE)表面の機能化  
→ 共重合体の塗布による改質

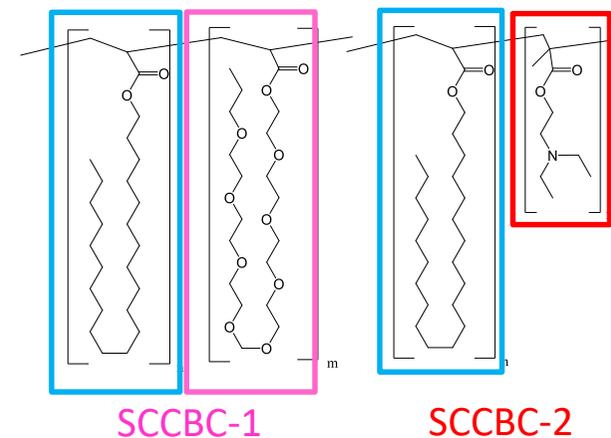
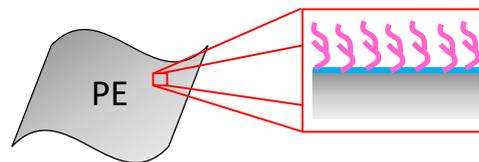
側鎖結晶性ブロック共重合体  
(Side Chain Crystalline Block Co-polymer: SCCBC)



## <機能化の実施例>

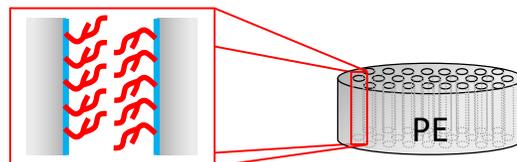
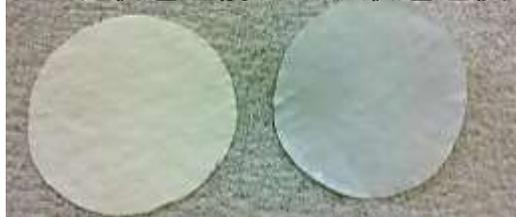
### ①親水化 (PEフィルム)

	PE	PE + solvent	PE + SCCBC (1wt%)
SCCBC-1	Av. 90°	Av. 91°	Av. 45°



### ②金属イオン吸着 (PE多孔膜)

インク液透過前 インク液透過後



- ✓ PEの形状に制限がない
- ✓ 目的に応じたSCCBCが選択可能

# 新技術の検討

## □ リサイクルプラスチック(特にPE)の用途拡大

→「表面の機能化」という視点から検討

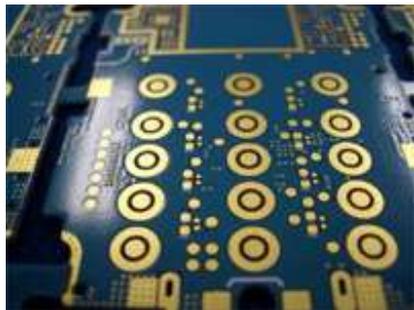
→共重合体を用いた金属イオン担持機能の添加 →無電解めっき

※現状、PE等のオレフィン系への無電解めっきは困難

### <無電解めっき製品の一例>

#### ✓電子工学系製品:

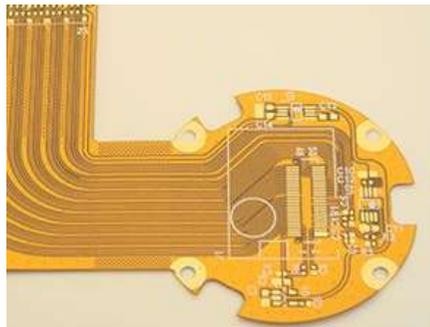
プリント基板、フレキシブル基板(FPC)  
→基材:PI(ポリイミド)、GE(ガラス-エポキシ)



(<http://www.atengineer.com/pr/metk/20101001001.html> より引用)

#### ✓装飾関連製品:

フロントグリル、ピストン、パワステ等  
→ABS(アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン)



(<http://www.tohkoo.co.jp/design-04.html> より引用)



(<http://broscct.sakura.ne.jp/chrome.htm> より引用)



(<http://www.fm-007.com/faq/detail.php?no=MTE4> より引用)

# 新技術の検討 —無電解めっきについて—

## ▶無電解めっきの行程

脱脂 : 基材表面の汚れを除去



エッチング : 基板表面に凹凸を作成



キャタリスト : 無電解めっきの核である金属触媒を吸着



アクセレーター : 金属触媒の酸化還元反応により金属を生成



無電解めっき : 金めっき、ニッケルめっき、銅めっき etc...

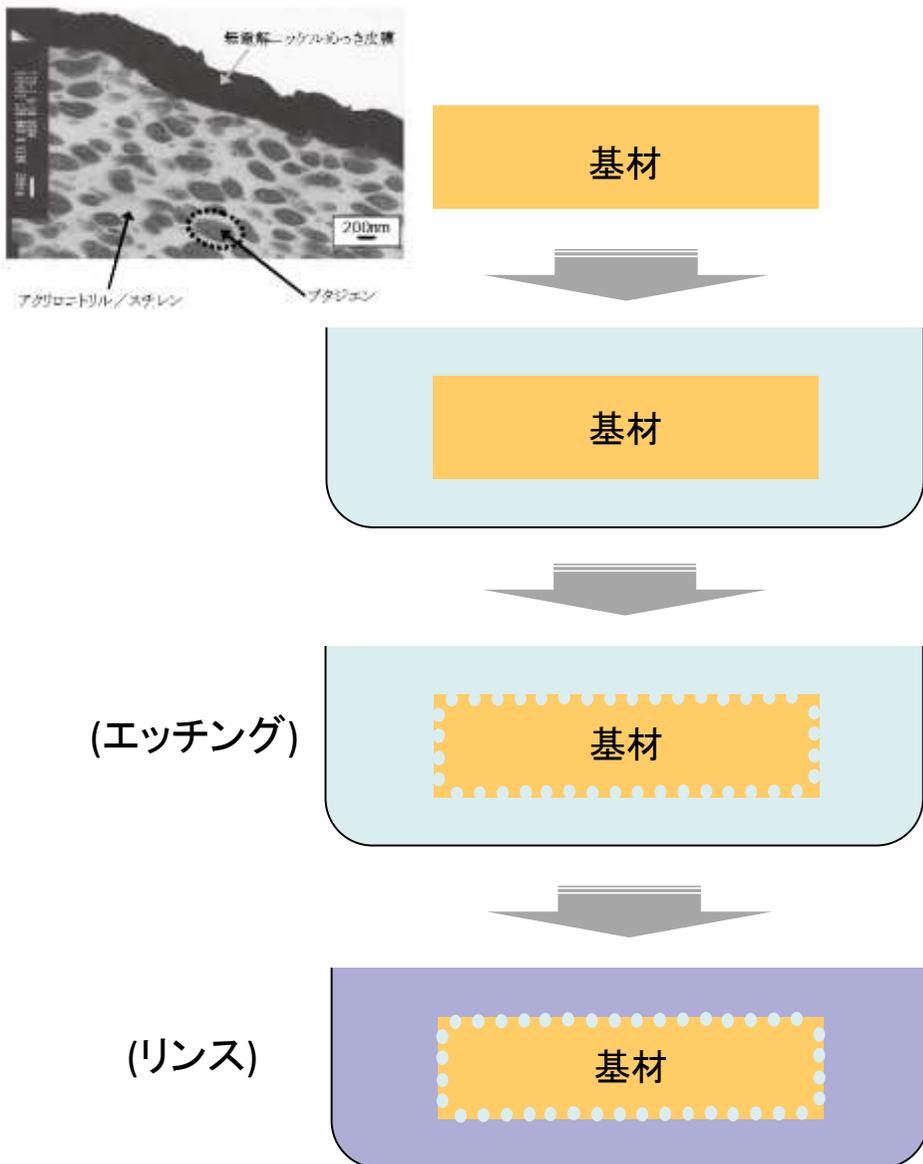


電気めっき

# 新技術の検討

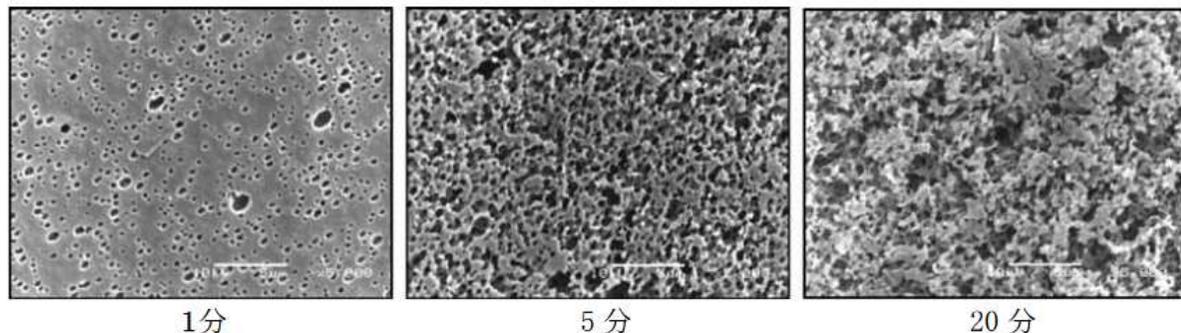
## —従来法と問題点①—

### ➤ ABS基材のエッチング



#### ✓ エッチング液

→高濃度の無水クロム酸(VI)と硫酸を含み  
ABSのブタジエンを溶解



(「表面技術(J. Surf. Finish. Soc. Jpn.)」vol.64, 12, 2013)

✓ エッチング部でアンカー効果が発現

✓ クロム酸(VI)の環境負荷が大きい

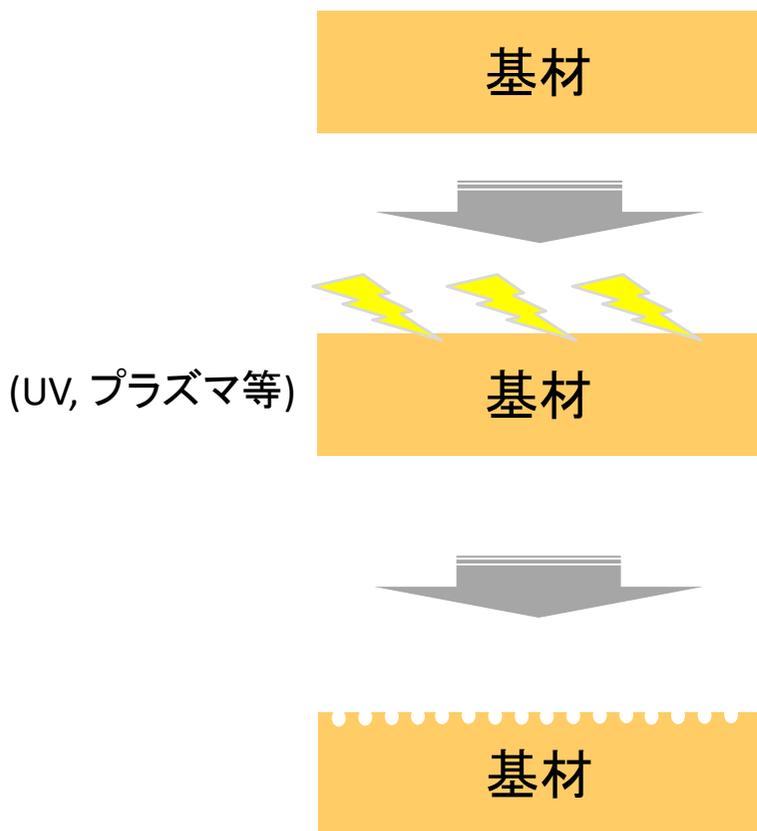
**RoHS (Restriction of Hazardous Substances)**  
**WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment)**

等の環境施策に抵触する

# 新技術の検討

## —従来法と問題点②—

- 光(若しくは電子)照射によるエッチング

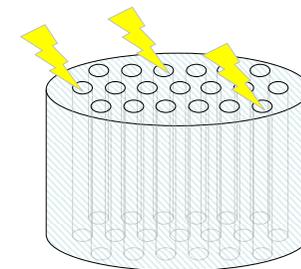


### ✓ 照射光線

- 基材表面の分子鎖を分断することで活性点を発生させる(-OH, -COOH, C=O等)
- 光線によって微細な凸凹を作成

### ✓ エッチング部でアンカー効果が発現

- ✓ 電子線は直進であるため、入射角に制限がある



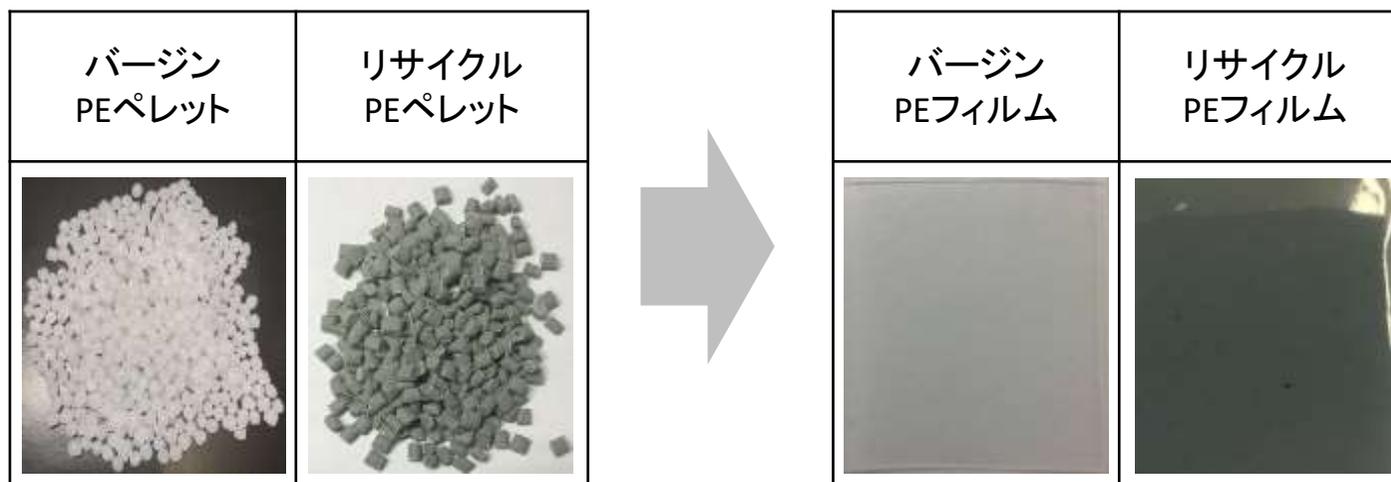
改質基材の方向を変更する必要がある  
構造によっては改質できない箇所が生じる

均質なめっきを作ることが困難な場合も

# 新技術の検討 — 問題解決への糸口 —

## □ リサイクルプラスチック(特にPE)の用途拡大

→「表面の機能化」という視点から検討

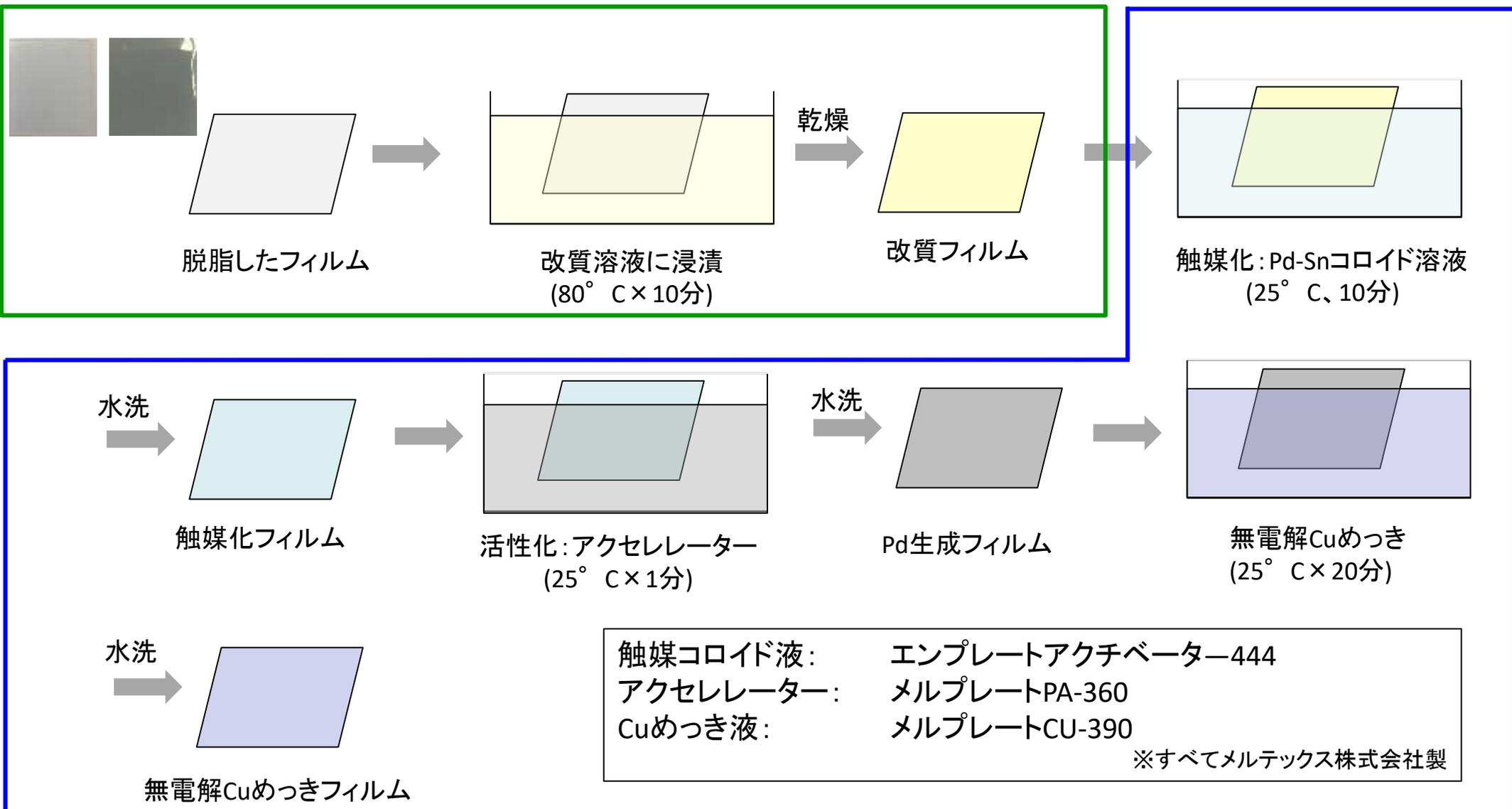


→共重合体を用いた金属イオン担持機能の添加

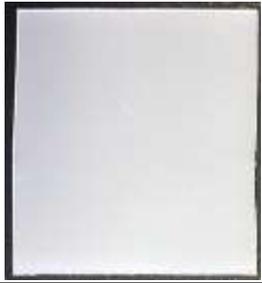
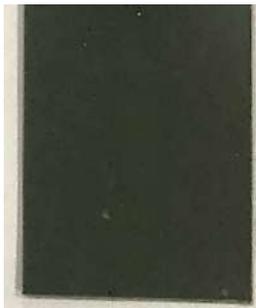
→無電解めっき (→既存エッチング手法の代替技術)

# 新技術の検討 — 問題解決への糸口 —

## ➤ サンプル作成方法

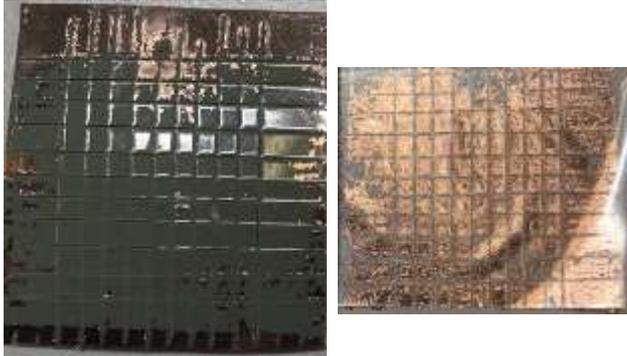
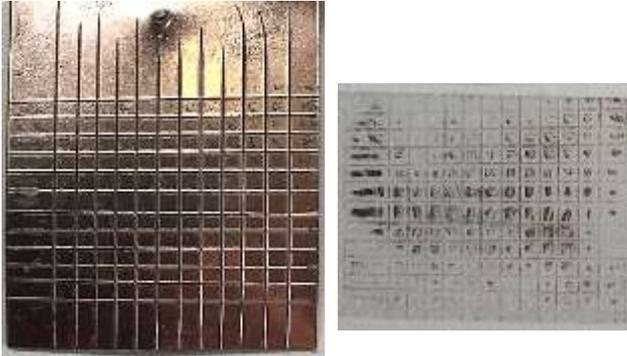


# 実験結果 -サンプルの外観-

		オリジナル	SCCBC改質	Pd付与	Pd活性	Cuメッキ
改質なし	バージン PE		—			
	リサイク ル PE		—			
改質あり	バージン PE					
	リサイク ル PE					

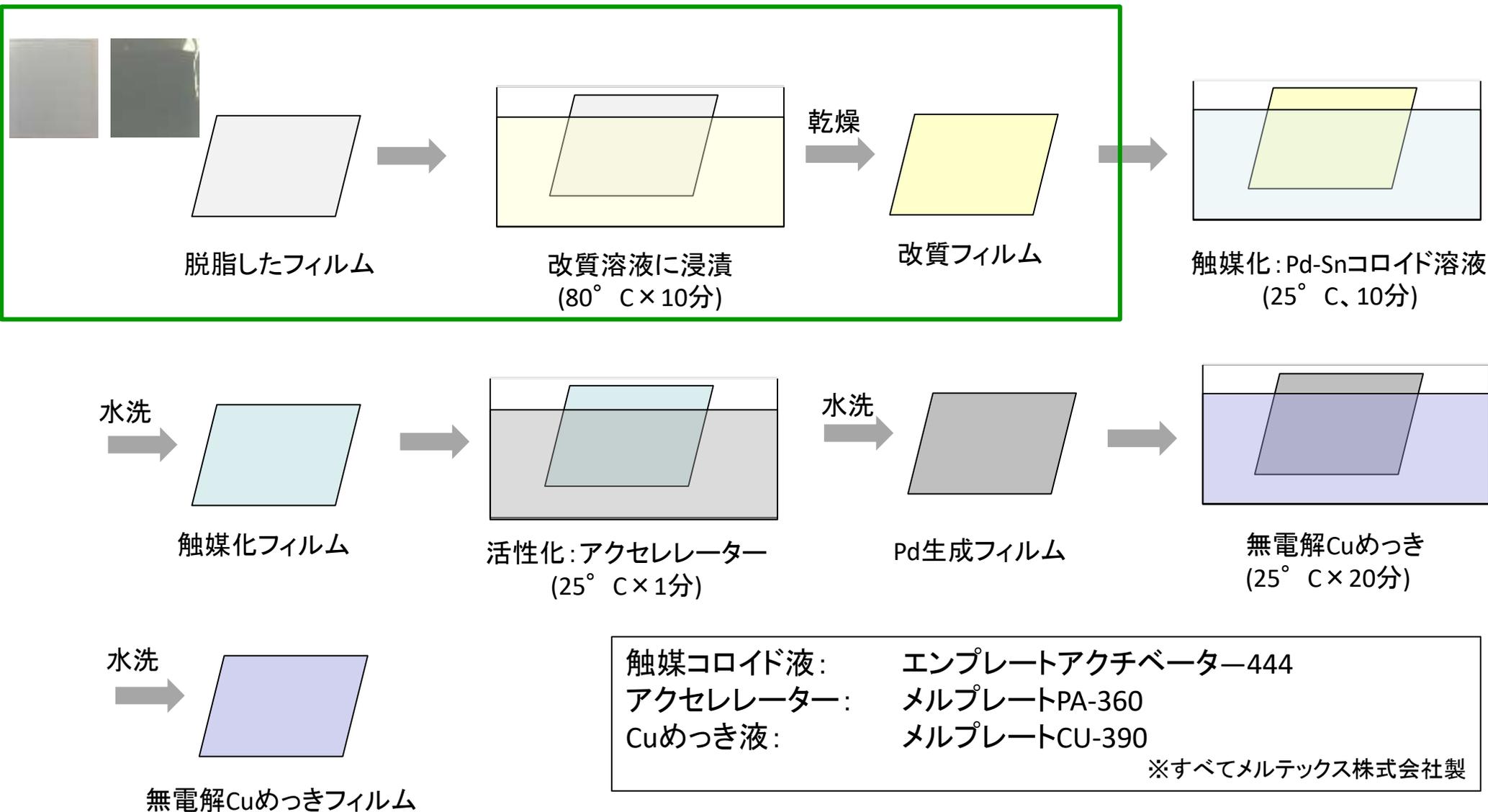
# 実験結果

## -剥離試験(JIS H 8504 引きはがし方法)-

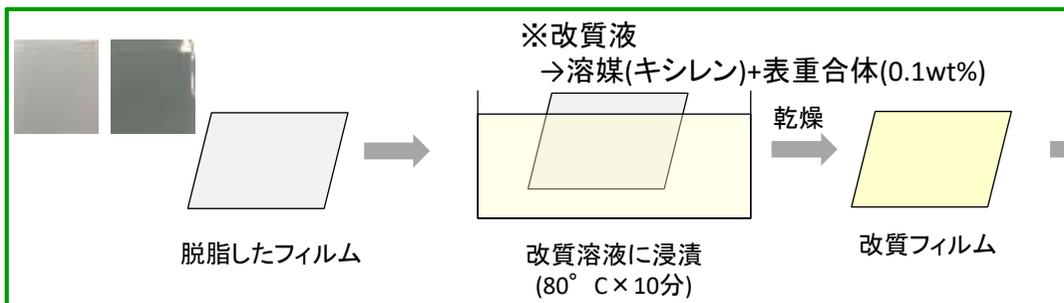
	バージン PE	リサイクル PE
改質なし		
改質あり		

# 新技術の検討 — 問題解決への糸口 —

## ➤ サンプル作成方法

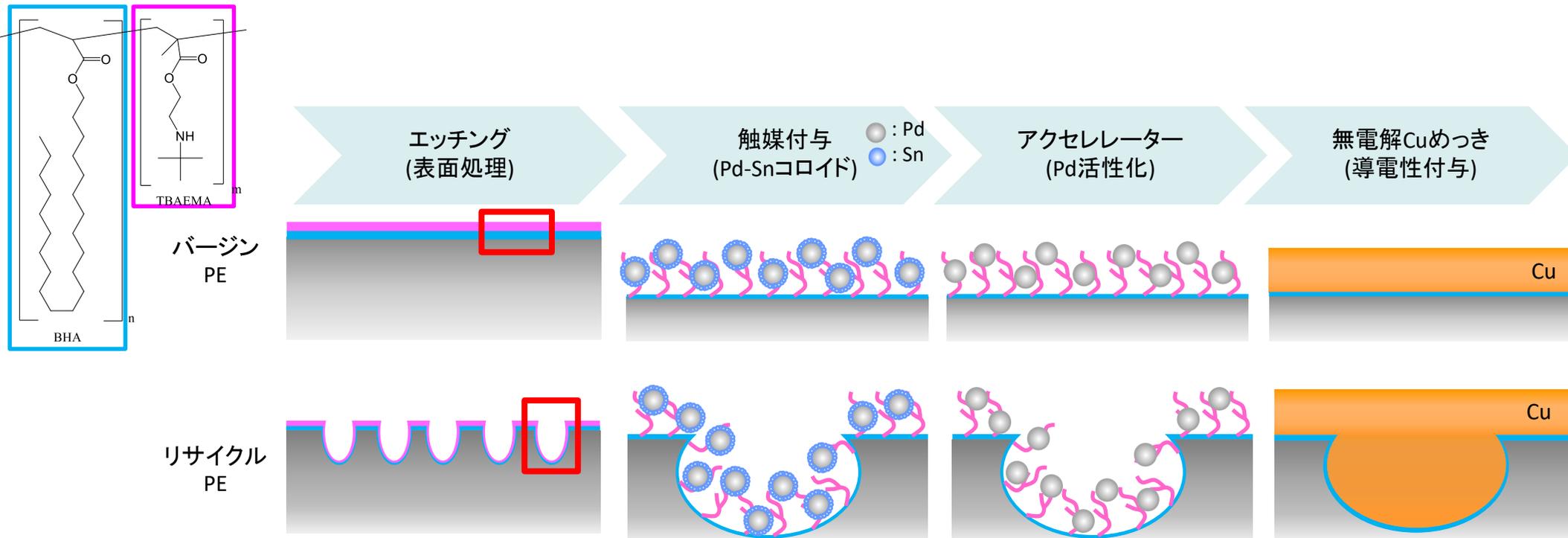


# 実験結果 -サンプル表面の変化-



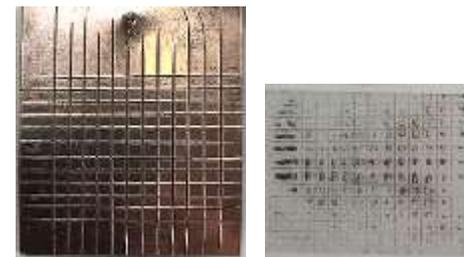
	キシレン浸漬前	キシレン浸漬後
バージンPE		
リサイクルPE		

# 実験結果 -改質時における表面の変化について-



- ✓ **バージンPE:**  
共重合体がフィルム表面上に吸着後、めっき膜が成長
- ✓ **リサイクルPE:**  
表面の凸凹によってアンカー効果を発現

**より強固な吸着性を発揮**



リサイクルPE無電解Cuめっきサンプル

## 新技術の特徴・従来技術との比較

- 力学強度、色素の混入等により利用用途が限定的であった市場回収リサイクルプラスチックの表面を共重合体で改質することにより、**無電解めっき処理を可能**とした
- 従来技術で問題となっていた**有害な廃液を生じることなく無電解めっき処理を実現**した
- リサイクルプラスチックはバージンプラスチックよりも**強固に銅めっき薄膜が吸着**している  
→従来製品との定量的な比較は今後の課題

## 想定される用途

- リサイクルプラスチックを金属めっきをすることで、従来展開されることがなかった意匠製品への展開が見込まれる
- 上記以外に、金属銅の持つ導電性、熱伝導性を目的とした金属代替製品への展開が可能  
→積層する金属種によって製品展開の分野が広がると予想される

## 実用化に向けた課題

- 無電解めっき膜の吸着力を従来製品規格と比較する
- 本手法で製膜した無電解めっき層上に電解めっきが可能か確認する
  - 種々の金属種のめっきが可能か検討が必要
- 現時点でプラスチック基材表面に塗布した共重合体の分子量について条件設定をしていないため、最適化が必要

## 企業への期待

- リサイクルプラスチックを基材とした機能性部材  
および意匠部品への用途展開
- 無電解めっき層上への電解めっき  
→ 金属種の検討など

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ポリオレフィンのメッキ成形体およびその製造方法、リサイクルポリオレフィンを含むポリオレフィン成形体をメッキする方法、ならびに、リサイクルポリオレフィンを含むポリオレフィン成形体に電気伝導性または抗菌性を付与する方法
- 出願番号 : 特願2018-215683
- 出願人 : 学校法人福岡大学
- 発明者 : 八尾滋、中野涼子、内野智仁

# お問い合わせ先

**福岡大学 研究推進部 産学官連携センター**  
**担当コーディネーター**  
**川上 由基人**

**TEL 092-871 - 6631 (内線2806)**

**FAX 092-866 - 2308**

**e-mail [sanchi@adm.fukuoka-u.ac.jp](mailto:sanchi@adm.fukuoka-u.ac.jp)**