

ポリシラザンハイブリッドによる 防汚・耐腐食性コーティング

アート科学 長谷川 良雄・金 聖潤
下村漆器店 下村 昭夫・下村 順子
茨城県工技セ 小石川 勝男

目的

フードサービス業界 ⇨ 食事の加熱方式が多様化

軽量、耐熱性、耐衝撃性に優れた食器 + 汚れ(シミ)のつき難さ



防汚性加熱食器の開発はフードサービス産業分野におけるイノベーション

150℃までの耐熱性を達成

180℃までの耐熱性を検討中

目標: 200℃加熱対応食器分野



耐腐食性・耐薬品性分野



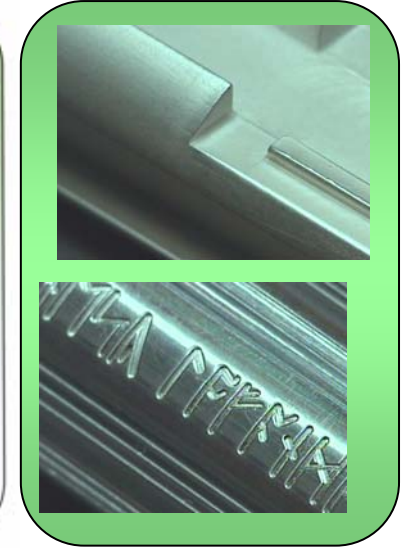
機内食



IH加熱食器



サニタリー



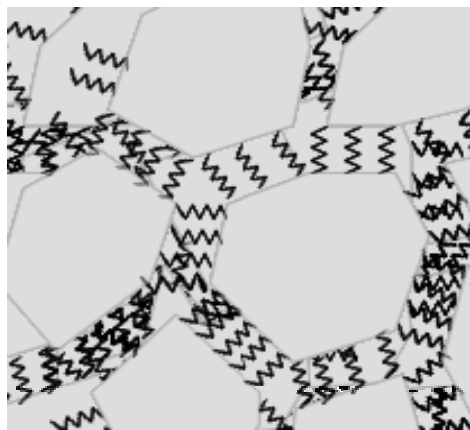
Mg材料へのコーティング

研究の方法

ポリシラザン骨格を形成するSiとNの結合の易加水分解性と、低温でポリシロキサン結合へ変換する機能を利用し、ペルヒドロポリシラザンと有機高分子やオルガノポリシラザンとのナノハイブリッドによる優れた防汚・耐腐食性コーティングを開発する。

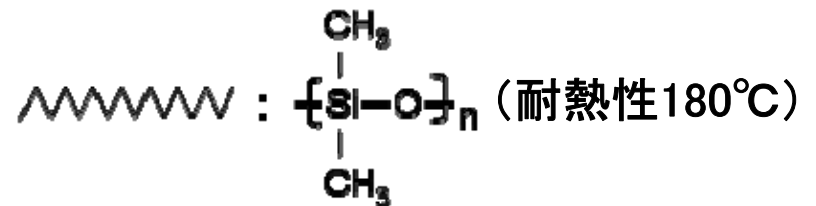


シリカ膜

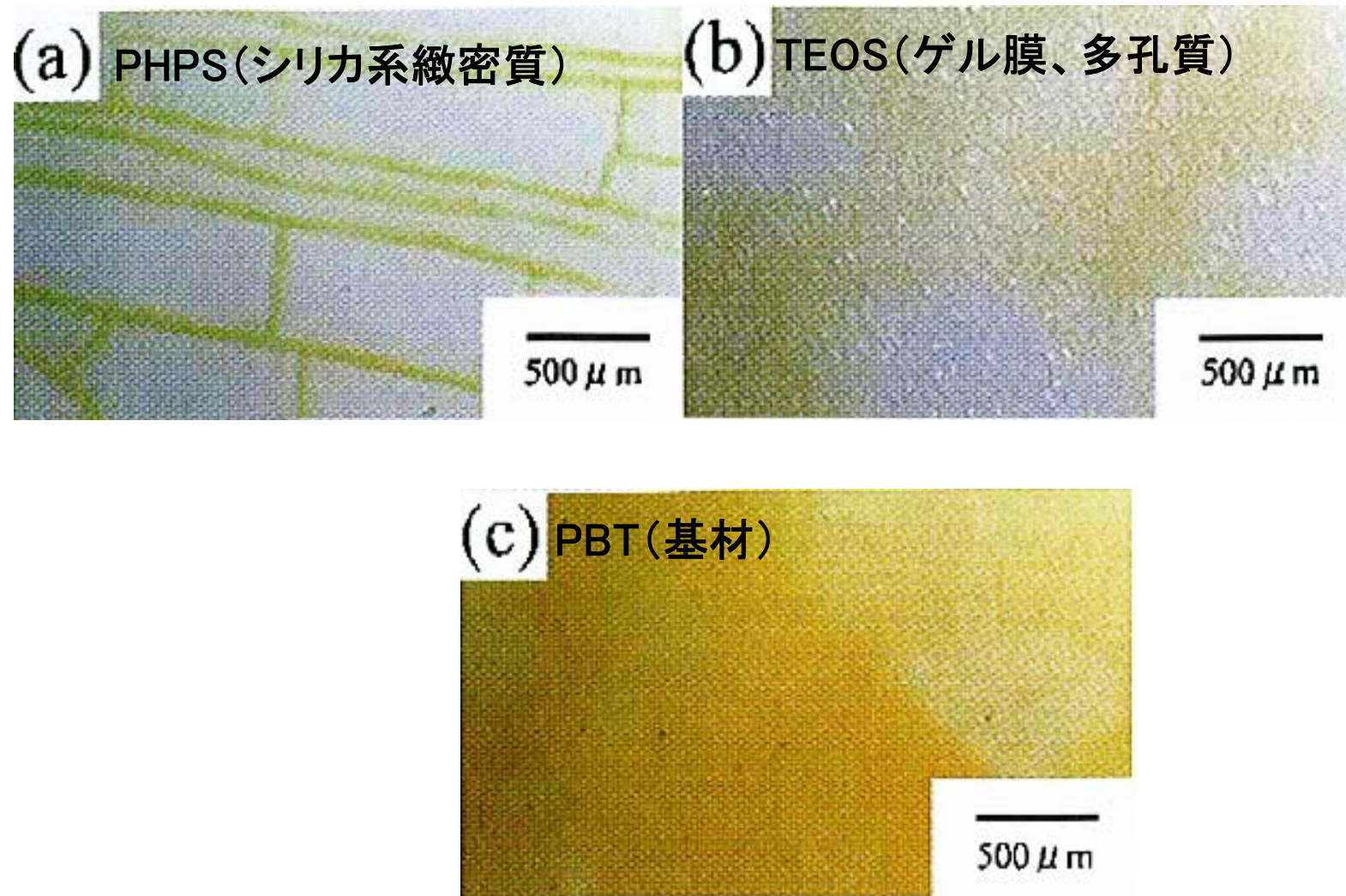


ハイブリッド膜

~~~~~ : PMMA (耐熱性150°C)



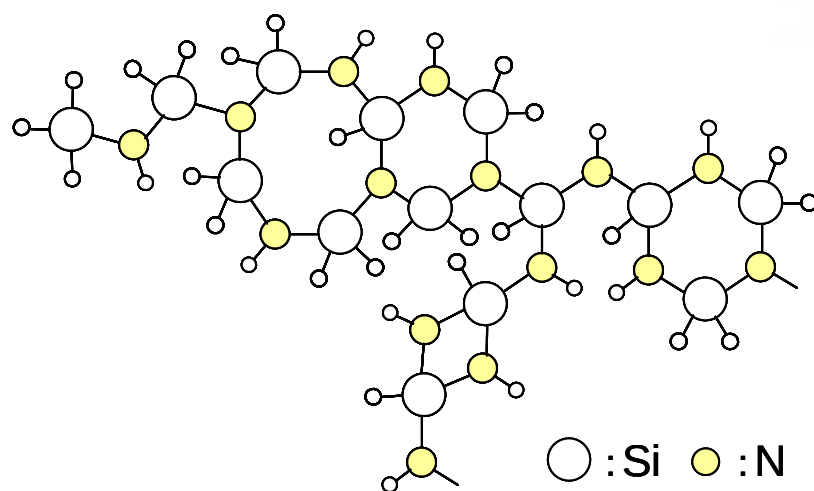
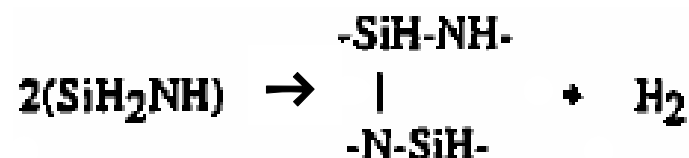
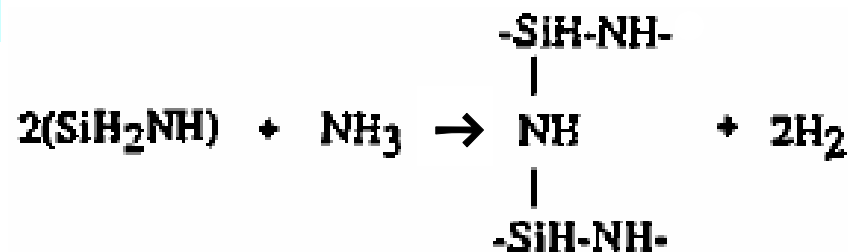
## ペルヒドロポリシラザン(PHPS)の優位性



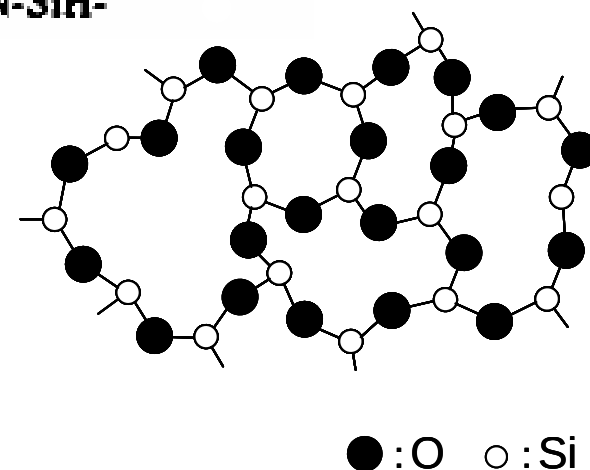
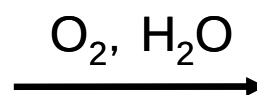
# 実験方法

ペルヒドロポリシラザン(PHPS):

AZエレクトロニックマテリアルズ製  
10mass%キシレン溶液

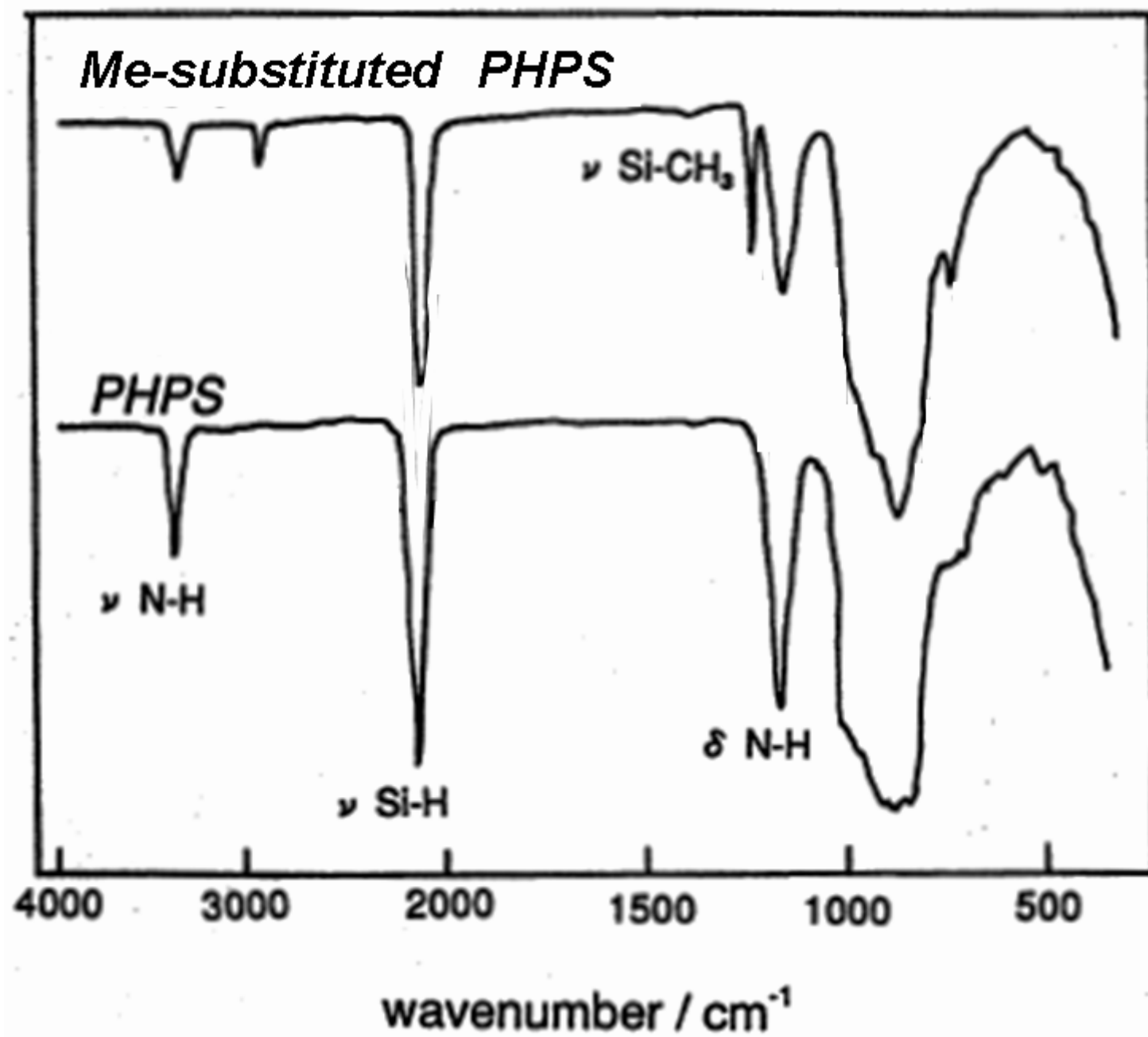


PHPS



Amorphous silica

Conversion of PHPS into amorphous silica

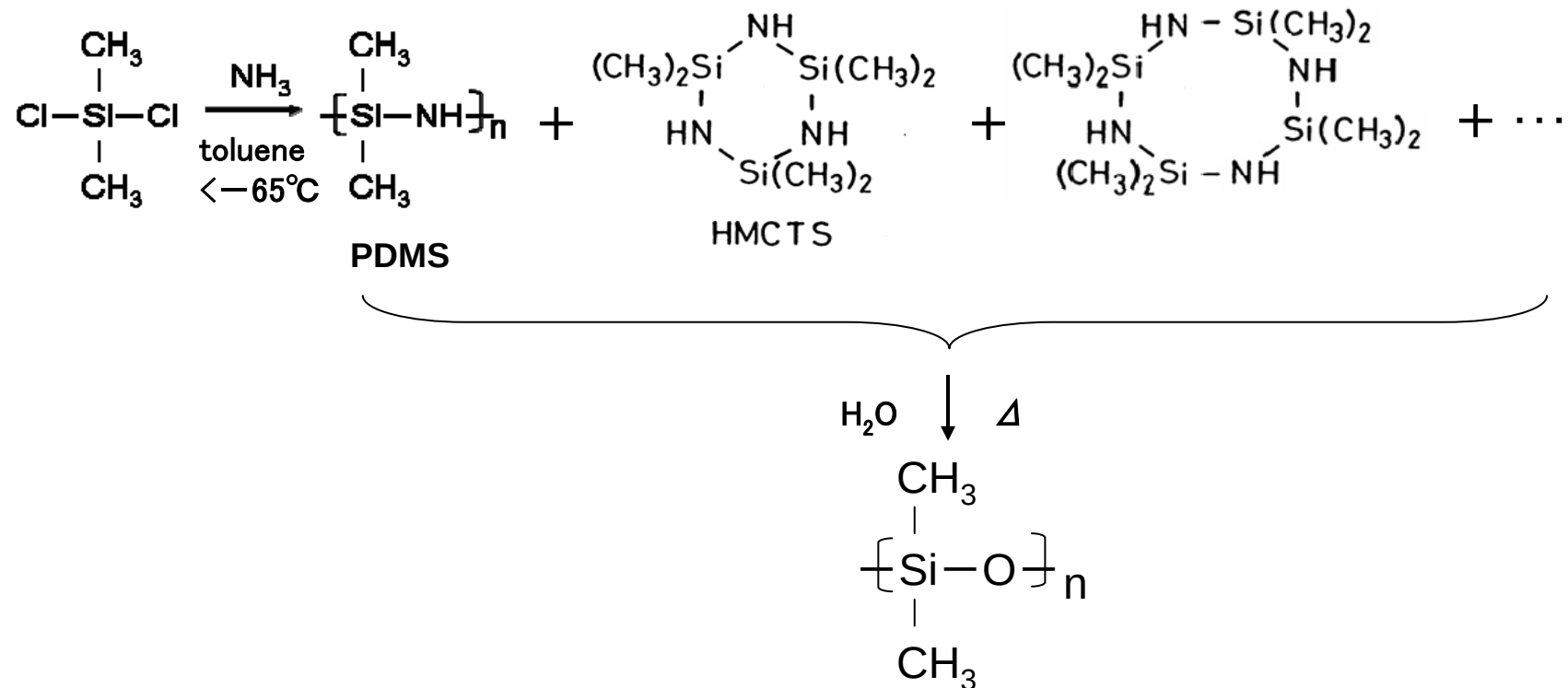




## オルガノポリシラザン

### ポリジメチルシラザン(PDMS)

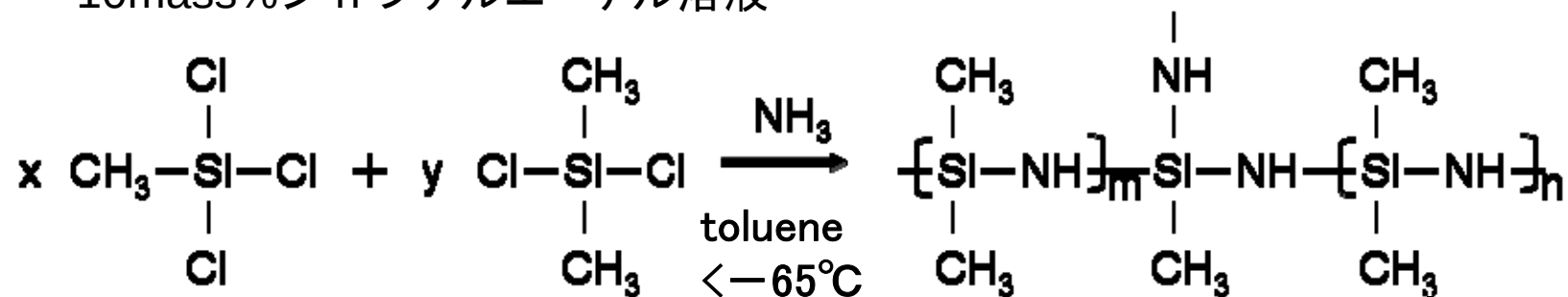
~10mass%ジ-n-ブチルエーテル溶液



ポリジメチルシロキサン(基本的には液体)

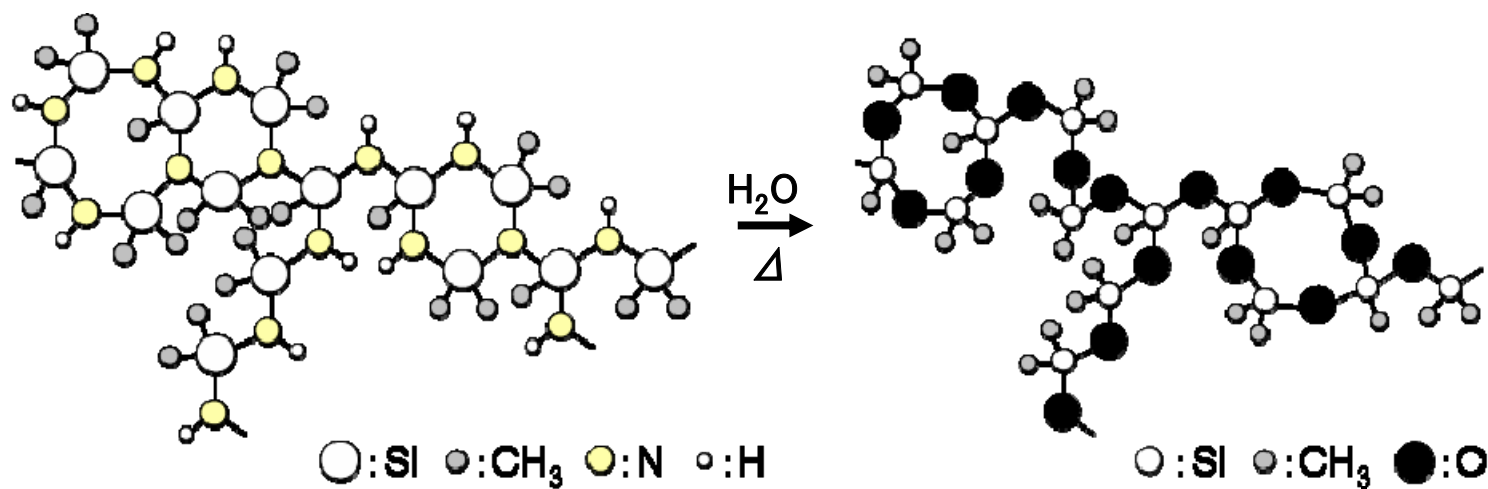
# ポリ(ジメチル-メチル)シラザン(PDMMS)

~10mass%ジ-n-ブチルエーテル溶液



ジメチルシラザン-メチルシラザン共重合体  
(Dimethylsilazane-methylsilazane copolymer)

PDMMS



PDMMS



## コーティング方法

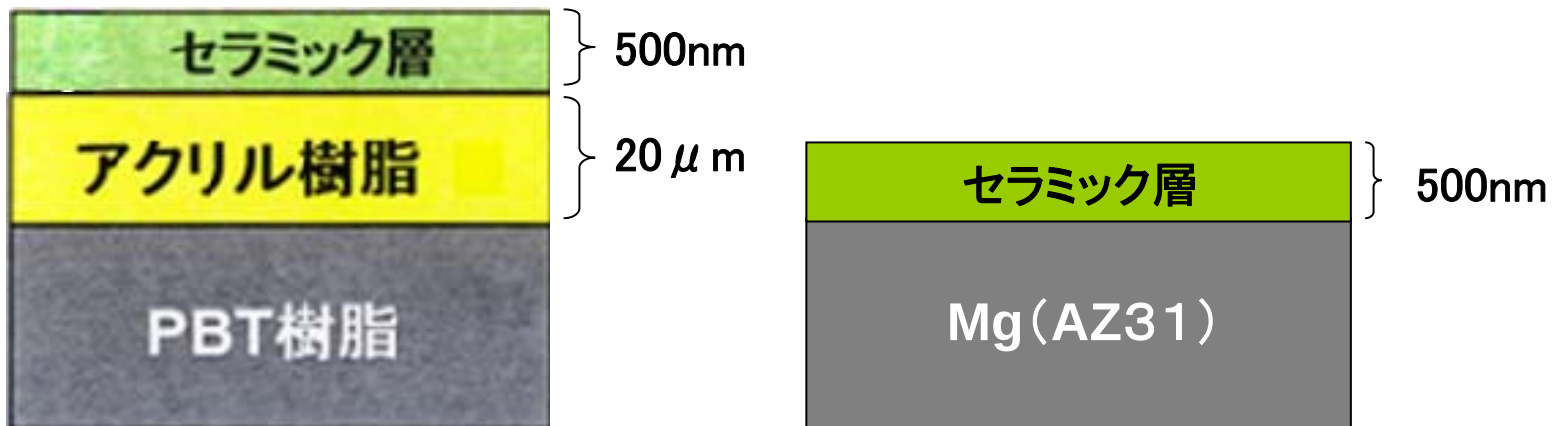
基材 : 東レ製ポリブチレンテレフタレートPBT樹脂1101G-30、Mg合金AZ31

コーティング溶液 : PHPS、PHPS/PMMA、PHPS/PDMS、PHPS/PDMMS

コーティング方法 : ディップコーティング、スピンコーティング

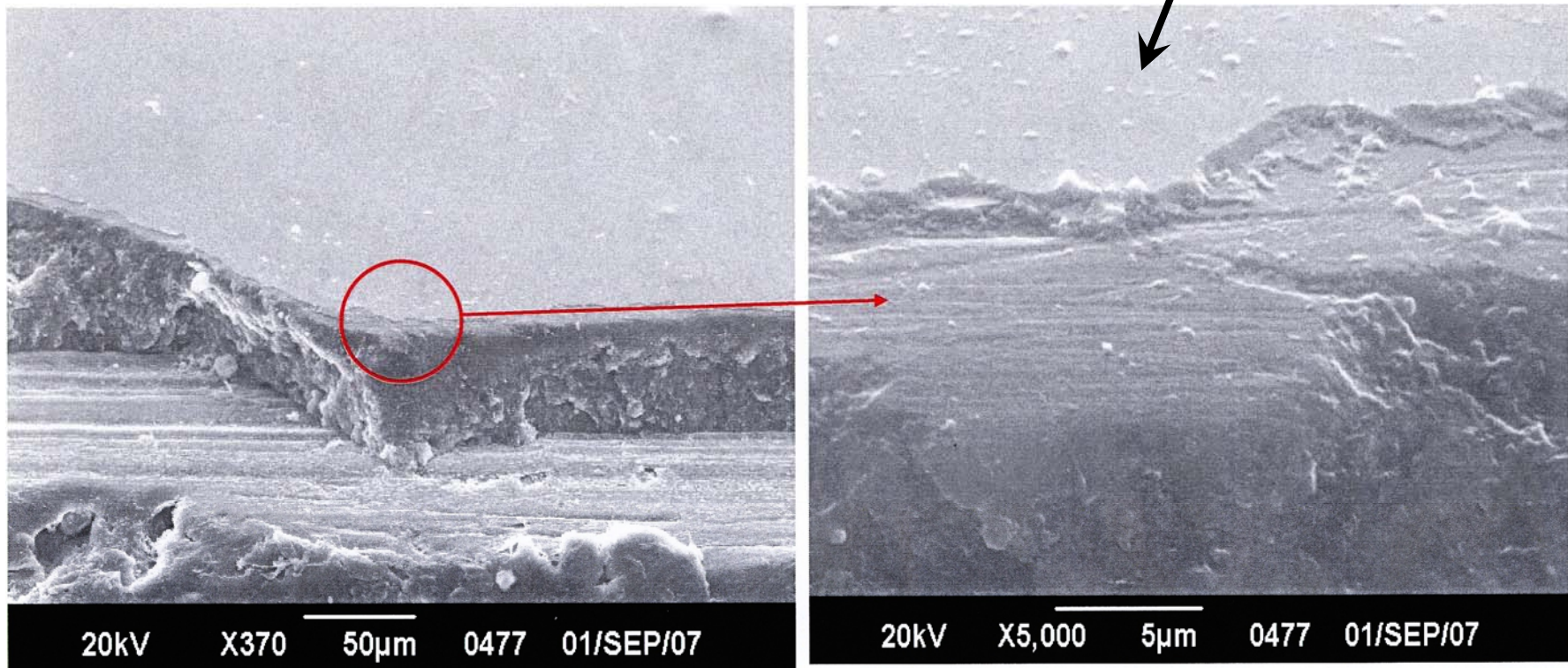


150～180℃の大気中で熱処理



## 薄膜の構造

PHPS由来のシリカ層



## 評価方法

### ① 色素汚染試験

繰り返し30回以上の汚染防止耐久性

150℃×30分



180℃×30分



ディップコーティング  
加熱焼成



カレーを付着  
加熱処理



汚染状態観察

### ② 密着性試験

- ・洗浄試験1000回後、1500回後のJIS K5600-5-6クロスカット法
- ・PCT処理121℃設定40時間後のJIS K5600-5-6クロスカット法  
(プレッシャークッカーテスト)

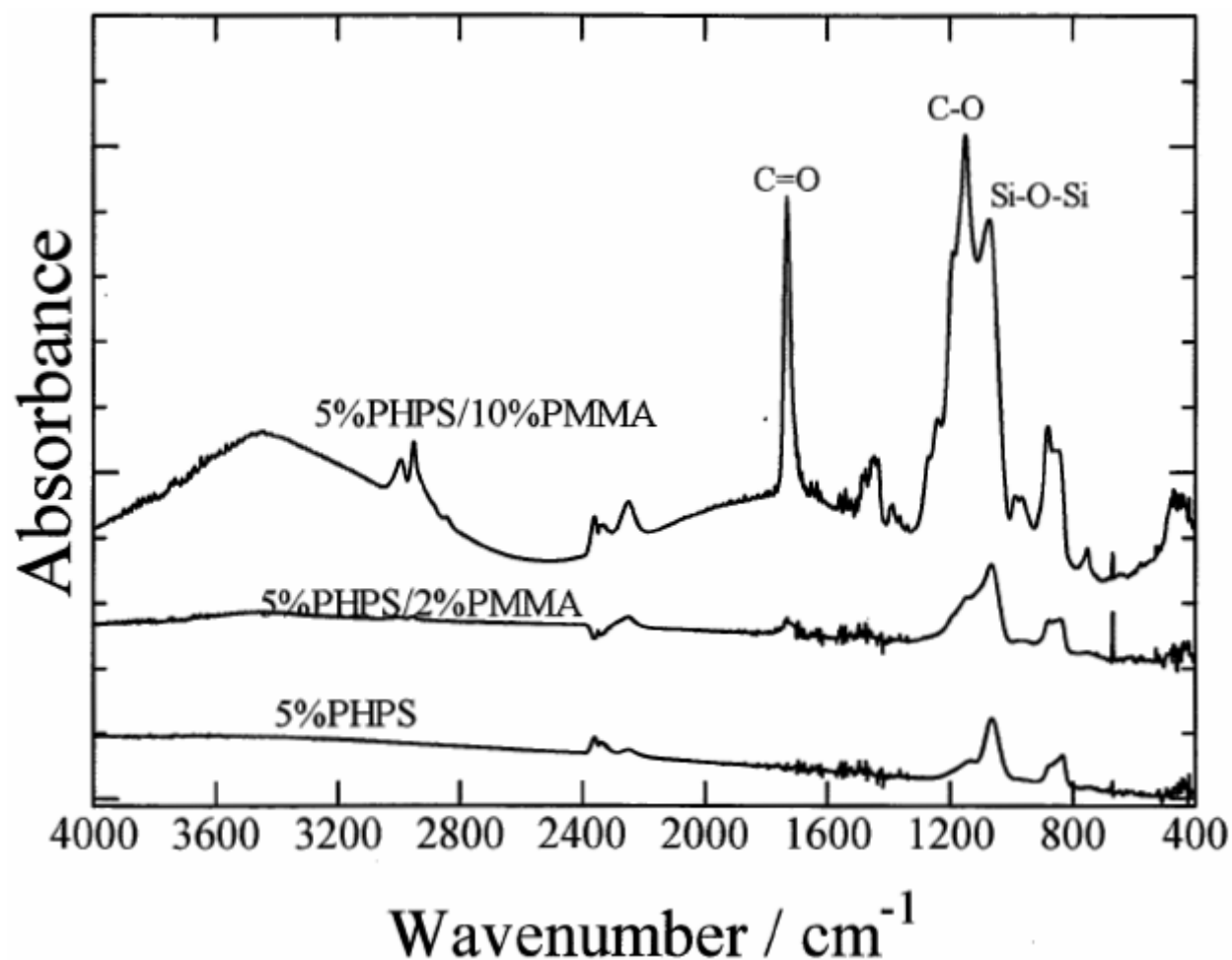
### ③ 磨耗試験

### ④ 塩水噴霧試験 (Mg材料)

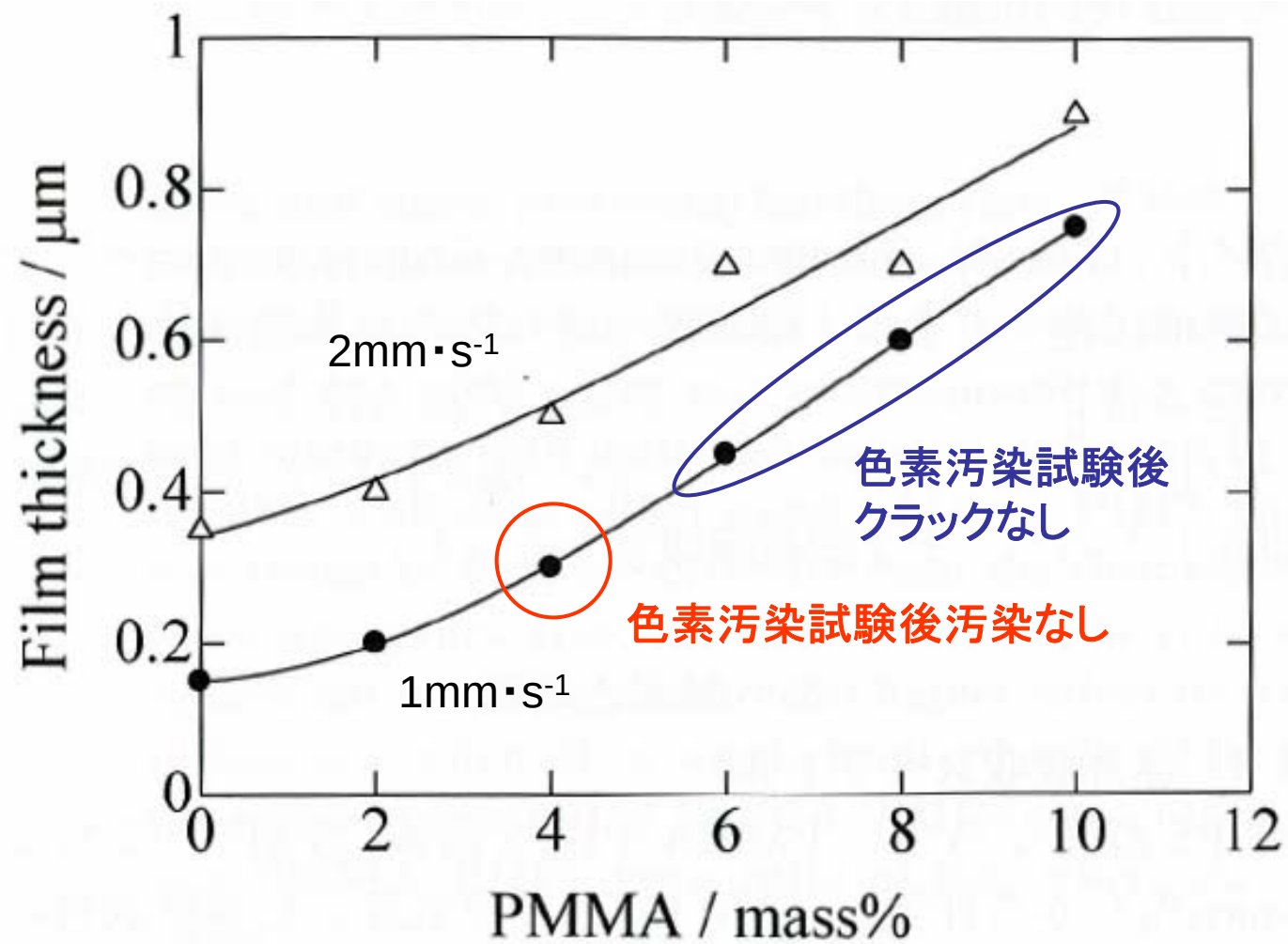
# 実験結果

## PHPS/PMMAハイブリッドコーティング

⇒ シリカ/PMMAハイブリッド膜（耐熱性150℃）



## ディップコーティングの引き上げ速度と膜厚





$1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$

PMMA/mass%

(a) 0

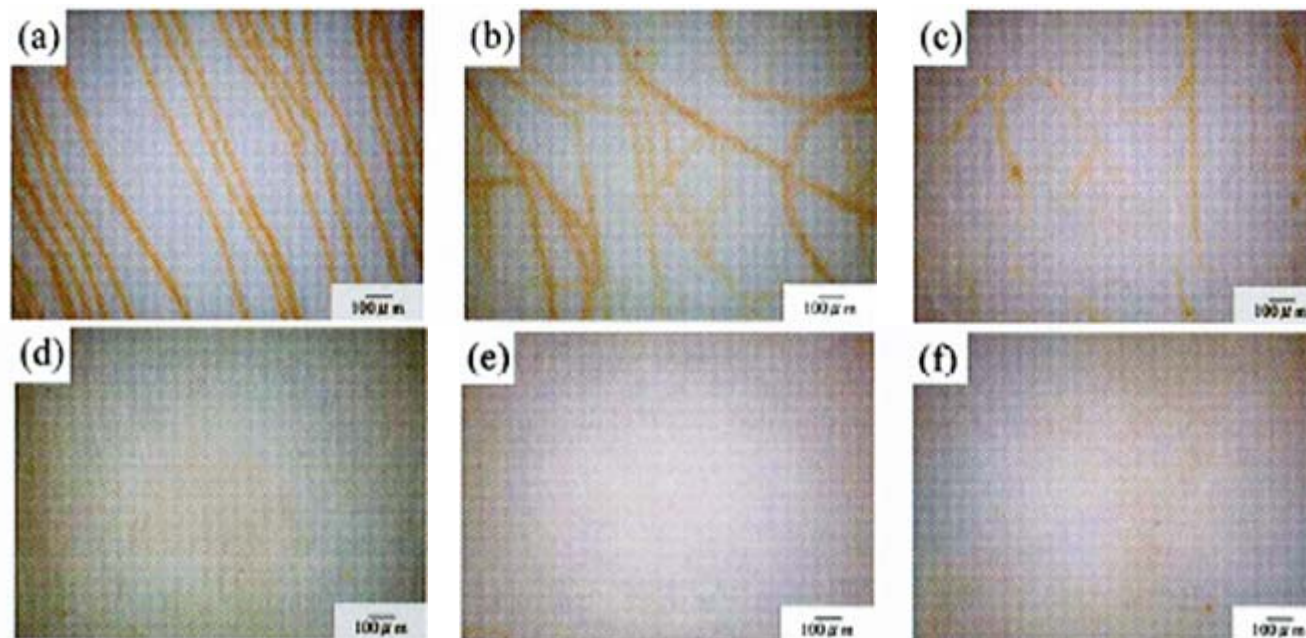
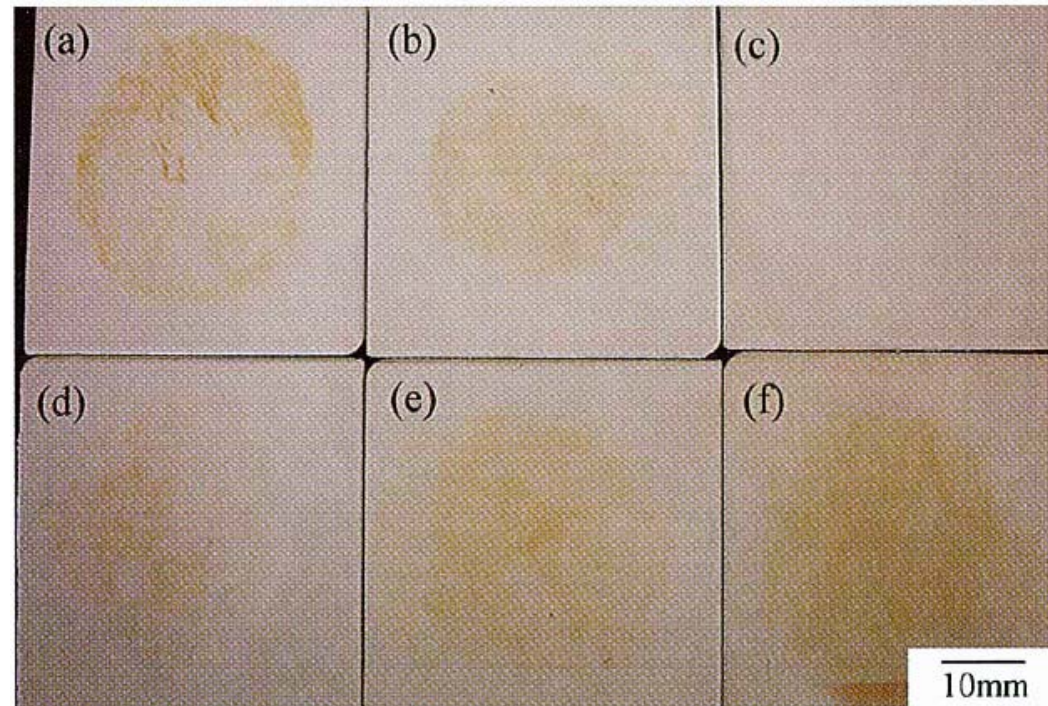
(b) 2

(c) 4

(d) 6

(e) 8

(f) 10





$2 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$

PMMA/mass%

(a) 0

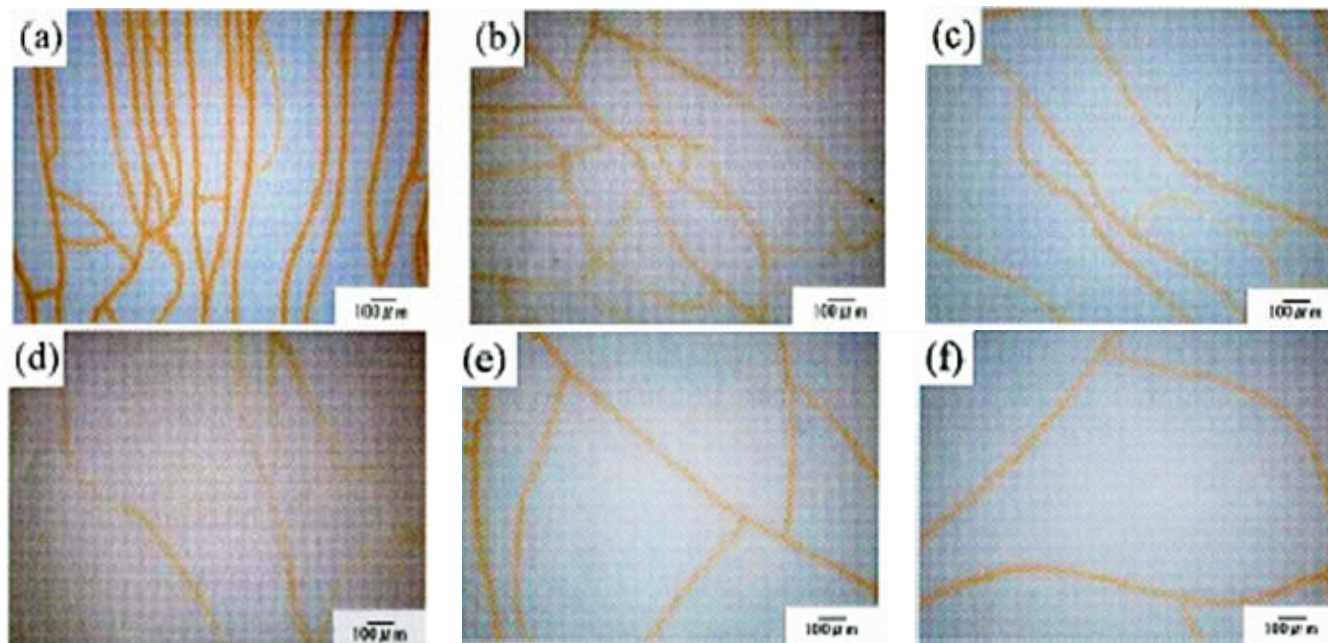
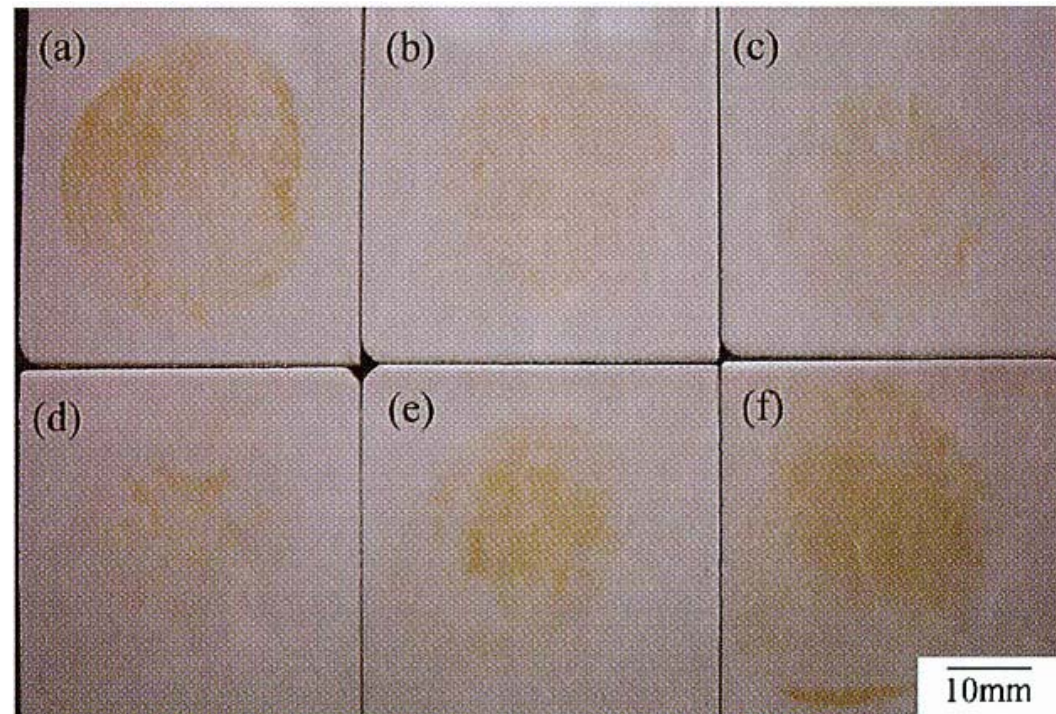
(b) 2

(c) 4

(d) 6

(e) 8

(f) 10



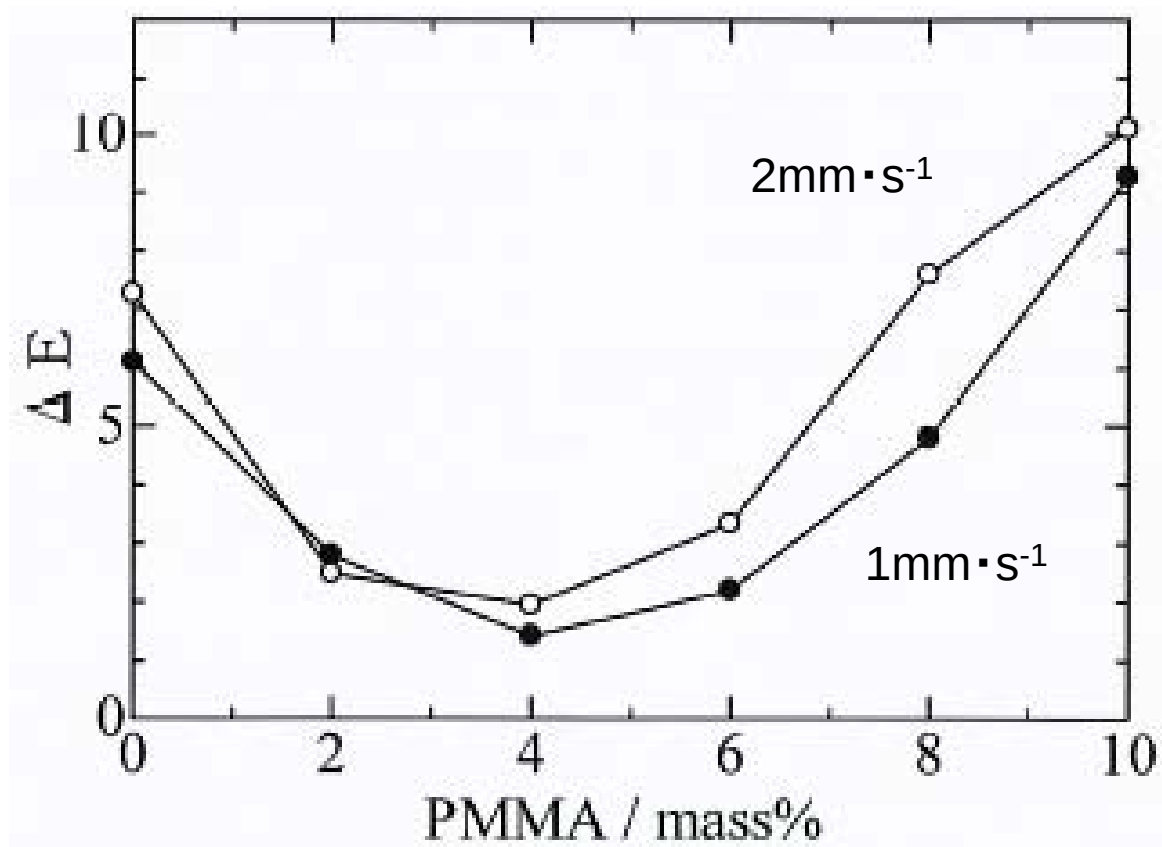


## 色差(ΔE)測定結果

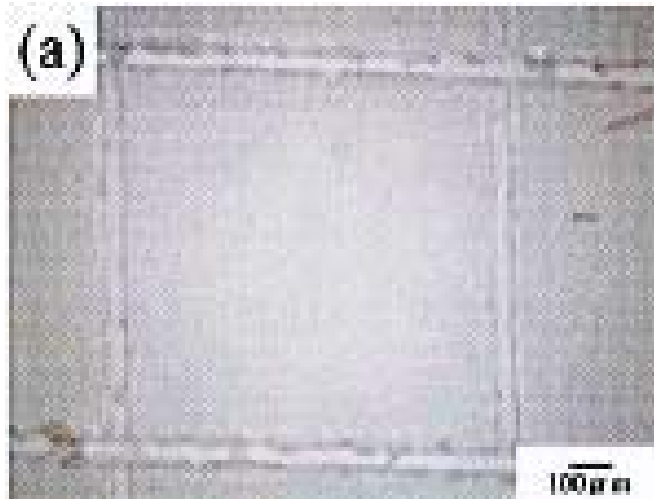
測色計による360～740nmにおける色素汚染前後の色差の測定

汚染試験前後の色度(a\*、b\*)、明度(L\*)の差、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ 、 $\Delta L^*$ から

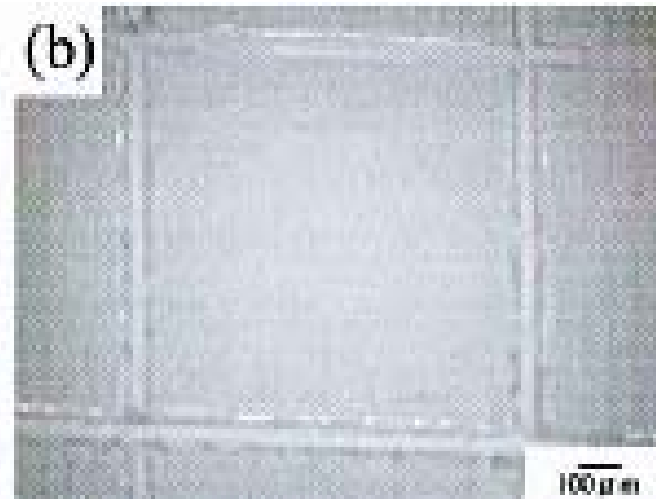
$$\Delta E = (\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^{*2})^{1/2}$$



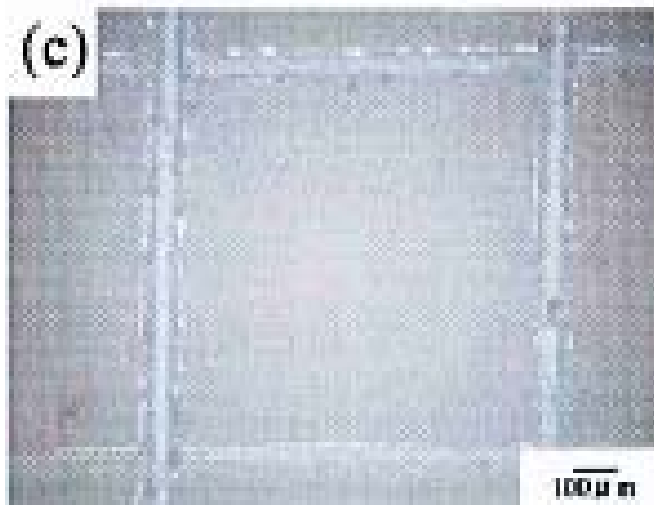
## 密着性試験



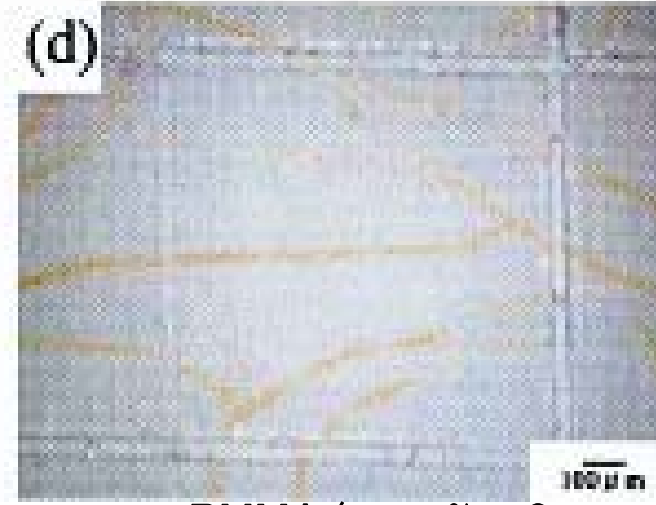
PMMA/mass% = 0



PMMA/mass% = 4



PMMA/mass% = 10

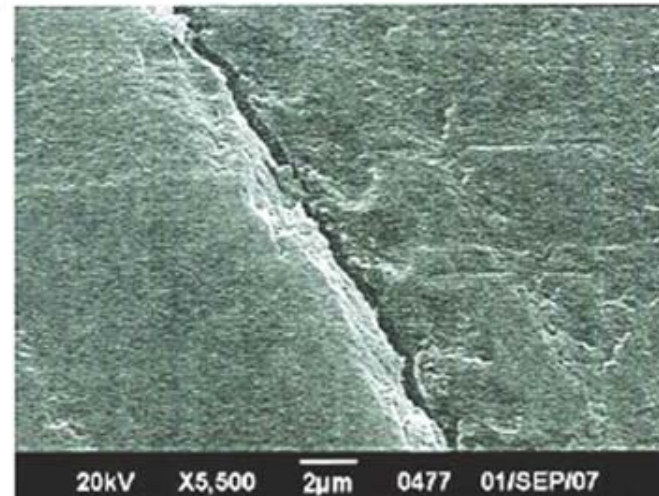
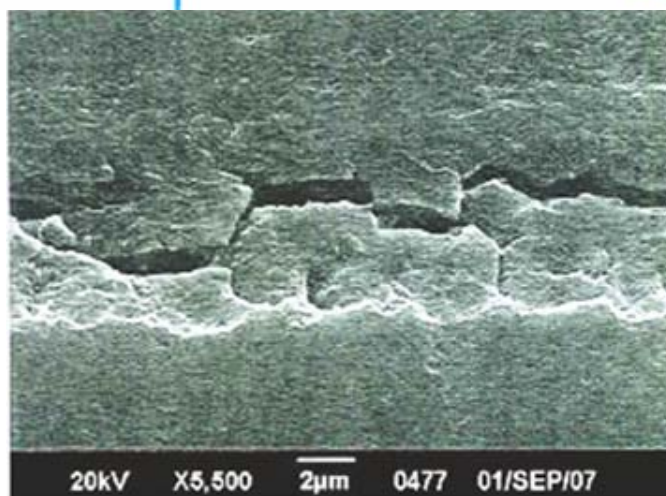
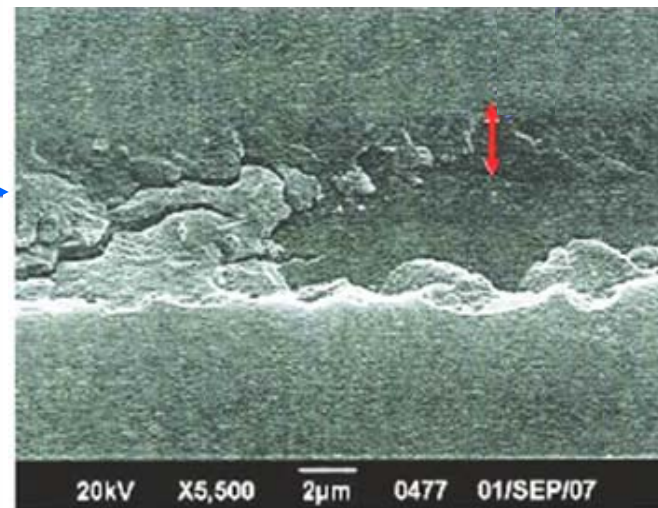
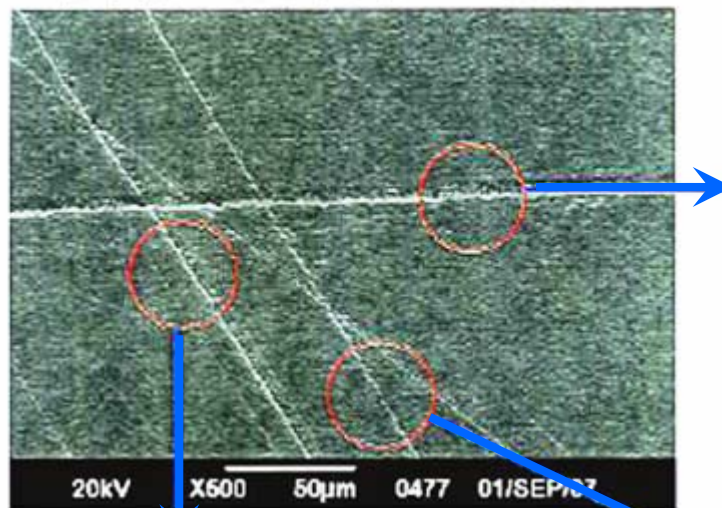


PMMA/mass% = 0  
(After contamination test)

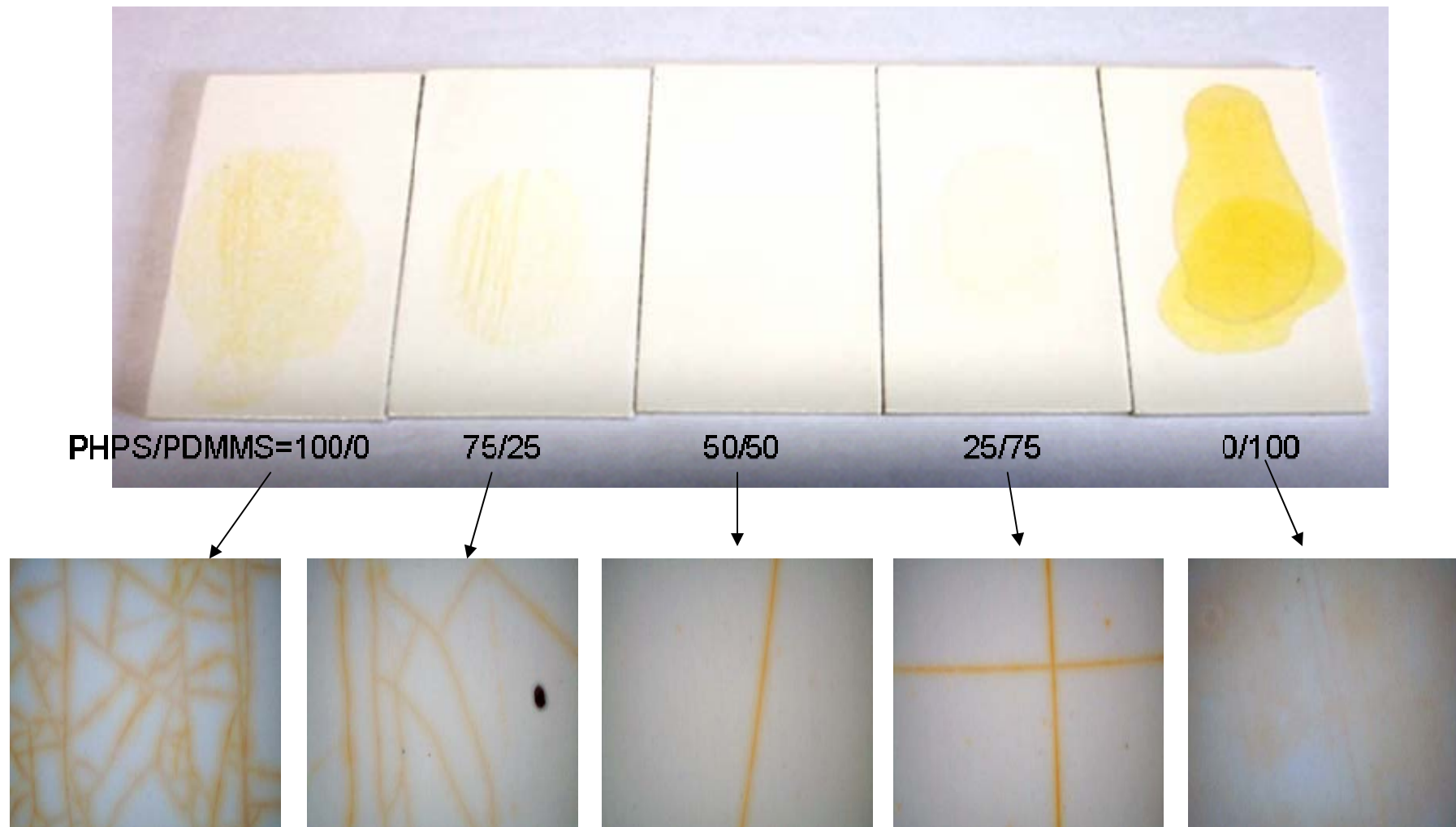
## 磨耗試験

フィールドテスト後

洗浄時についたと考えられる擦り傷



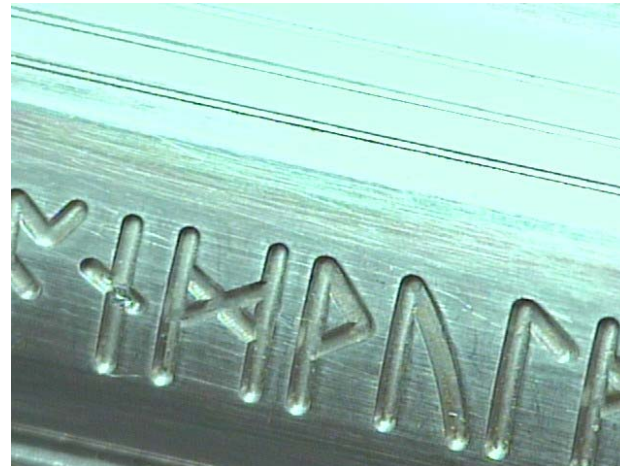
## PHPS/PDMMSハイブリッドコーティング



Photograph of the surface of PBT substrates coated with PHPS/PDMMS heated at 170°C and subjected to the curry contamination test at 180°C.



## Mg合金AZ31へのPHPS、PHPS/PDMMSコーティング



Photograph of the surface of parts made of AZ31 coated with PHPS heated at 180°C.

塩水噴霧試験  
24時間試験



PHPS



PHPS/PDMMS

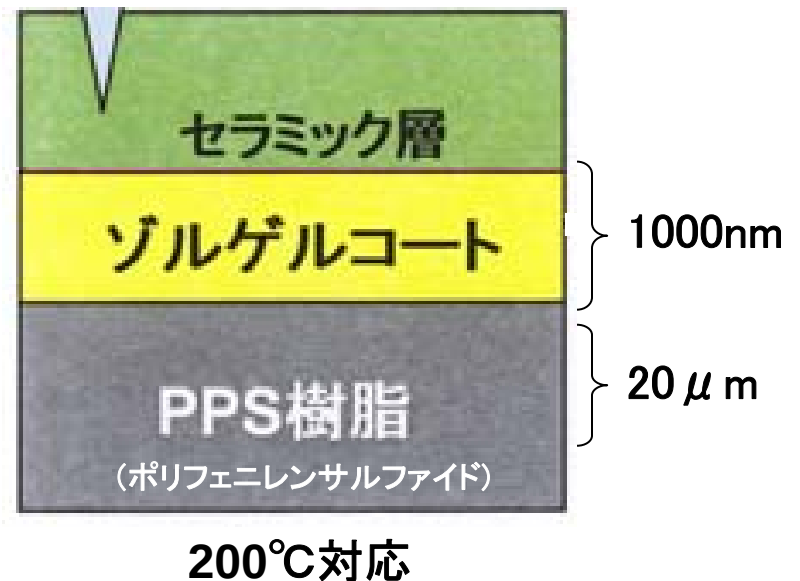
AZ31 coated with PHPS and PHPS/PDMMS heated at 180°C

# まとめ

1. PHPS/PMMAハイブリッドコーティングで150°Cまでの耐熱性食器の開発を達成できた。
2. 色素汚染の原因は加熱中に発生するクラックに起因する。
3. PHPS/PDMMSなど全無機系ハイブリッドコーティングで180°Cまでの耐熱性を実現できた。



1. 有機系樹脂を使用しないコーティングの開発。
2. 200°Cの耐熱性食器の開発。



Mg材料などへの耐腐食性・耐薬品性コーティングとして応用