

高作業性自動車補修用耐擦り傷クリヤー

# 「レタンPGエコ マルチダイヤモンドクリヤー Q」の開発

“RETAN PG ECO MULTI DIAMOND CLEAR Q”,  
High Workability Anti-Scratch Clear Coating for Automotive Refinishes



汎用塗料本部  
自補修技術開発部  
沖山陽彦  
Haruhiko  
Okiyama



汎用塗料本部  
自補修技術開発部  
竹内茂紀  
Shigeki  
Takeuchi

## 1. はじめに

自動車補修用塗料は、自動車ボディー損傷部の補修用途を目的とした塗料である。耐用年数の長い自動車の塗膜を補修し、良好な意匠を維持するための耐久性が必要である。さらに近年は、法令（消防法、PRTR法等）への対応や世界的な環境保全への関心の高まりから、環境への負荷が少ない製品開発が求められている。

弊社では、「アレスエコプラン」<sup>1)</sup>を策定し、環境負荷物質の軽減および資源保護の持続的発展に配慮した技術・製品開発を行っている。その一環として、下塗りのプライマーから上塗りのクリヤーまでの自動車補修用塗装システムにおいて、トルエンやキシレンなどのPRTR対象物質を削減し、届出対象外とした様々な環境配慮型塗料を市場へ提供してきた(図1)<sup>2)</sup>。また、これら環境配慮型塗料のラインナップの一つとして、高級車に採用されている耐擦り傷仕様車向けの補修用クリヤー「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」などの高機能製品も販売している。

この「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」は、販売当初から市場で高い耐擦り傷性と良好な仕上がりが評価されてきた。しかし、耐擦り傷性を付与した補修用クリヤー

の性質上、一般的な自動車補修用クリヤーに比べ、塗装後に行う磨き作業が可能となるまでの乾燥時間が2～3倍長いという課題があった。

そこで今回、「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」の作業効率向上を目的に、乾燥時間の短縮を図った環境配慮型耐擦り傷クリヤー「レタンPGエコ マルチダイヤモンドクリヤーQ」を開発したので紹介する。

## 2. コンセプトと機能目標

塗膜がゴムのように柔軟でかつウレタン架橋で形成される網目構造を小さく（架橋密度を高く）することで、洗車時などに生じる擦り傷が付きにくくなる(図2)。塗膜の硬さはガラス転移温度（以下、T<sub>g</sub>と略す）に依存し、「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」は、一般的な補修用クリヤーと比較してT<sub>g</sub>が低く(図3)、硬化反応で生じる架橋密度が高く(図4)設計されているため、耐擦り傷性が良好になる。

一方で、耐擦り傷性を有する塗膜は架橋密度が高いため、一般的な補修用クリヤーに比べて磨き作業性が劣る。そのため、磨き作業時間を短縮できるように、乾燥後に平滑な肌を形成する必要がある。「レタンPGエコ スーパーダイヤモンド

クリヤー」は、硬化を遅延化させることで鏡面肌を形成するため、乾燥時間を長く設定している。

しかし、販売初期はその良好な仕上がりがり性から、「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」は市場で受け入れられていたが、昨今では市場ニーズが作業効率向上へシフトしており、市場要望に対応したクリヤーの開発が必要となった。

そこで、開発品の重要機能目標は、「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」の耐擦り傷性と仕上がりがり外観を維持しつつ、乾燥時間を現在の60℃×60分から60℃×20分へ短縮することとした。

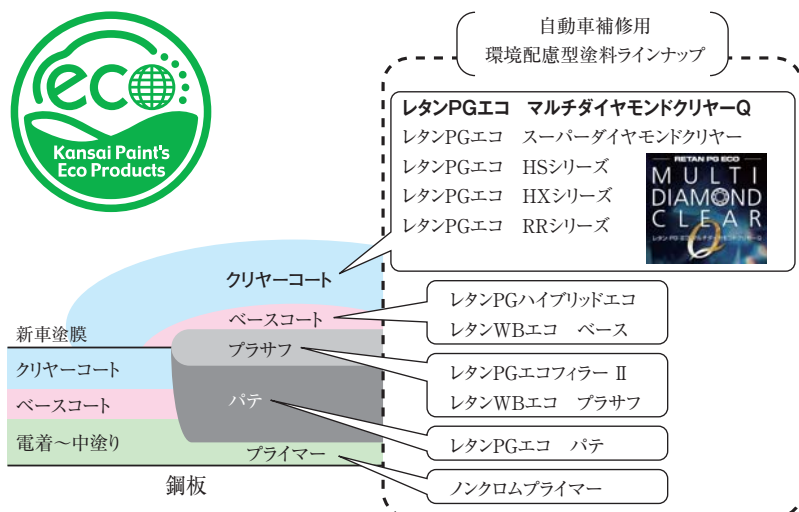


図1 自動車損傷部の補修工程(断面)と環境配慮型塗料ラインナップ

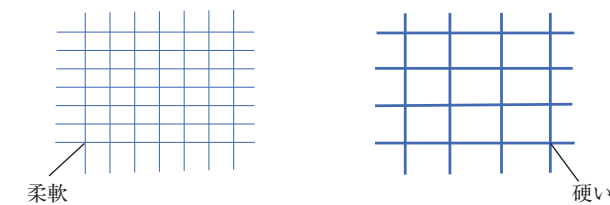
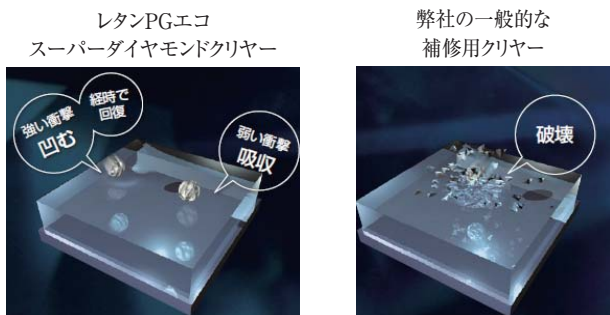


図2 耐擦り傷性塗膜のイメージと架橋構造のモデル図

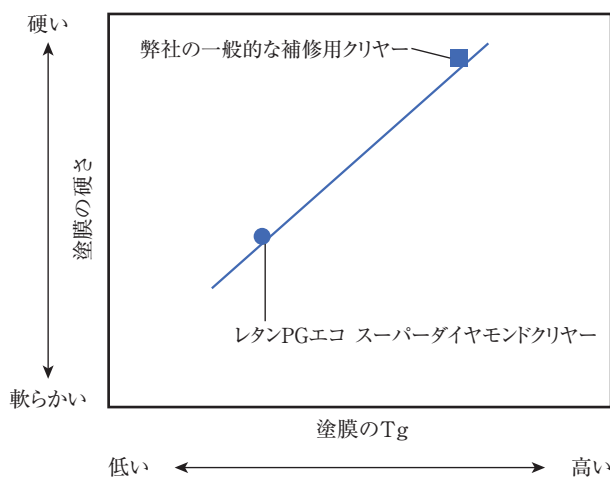


図3 塗膜のTgと硬さの関係

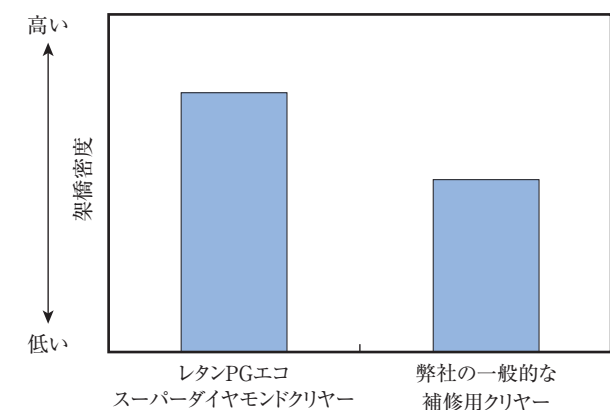


図4 「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」の架橋密度

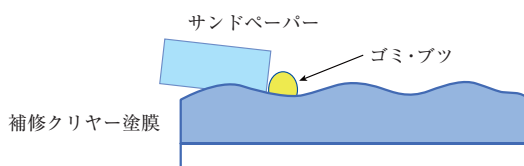
### 3. 開発のポイント

自動車補修工程で行う磨き作業とは、塗装時についたゴミブツをサンドペーパーで除去した後、研磨剤で塗膜表面を削り取り、補修部の肌調整を行う作業である(図5)。この磨き

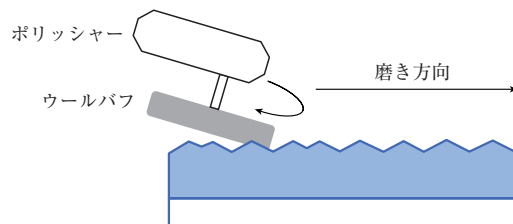
作業性は、乾燥時間により大きく変化する。図6に「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」と弊社の一般的な補修用クリヤーの乾燥時間と磨き作業性の評価を示す。乾燥時間が短くても長くても、磨き作業性が低下し、最適な乾燥時間が存在することがわかる。

「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」の最適な乾燥時間は60℃×60分であるため、この最適時間を20分に短縮する手法として、触媒増量による反応性向上と基体アクリル樹脂の変更を行った。開発時のポイントを次に紹介する。

工程1:強制乾燥終了後、サンドペーパー(P3000以上)で肌調整とゴミブツの除去



工程2:微粒子コンパウンド(研磨剤)をつけ、ウールパフで磨き、ペーパー目を消す(目消し)



工程3:超微粒子コンパウンドをつけ、スポンジパフで、パフの目消し、艶出し(仕上げ)

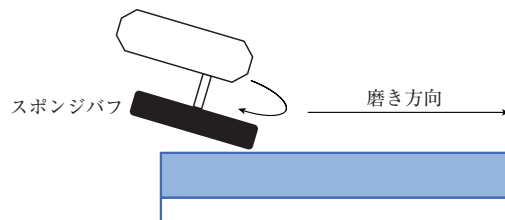


図5 磨き作業の概要

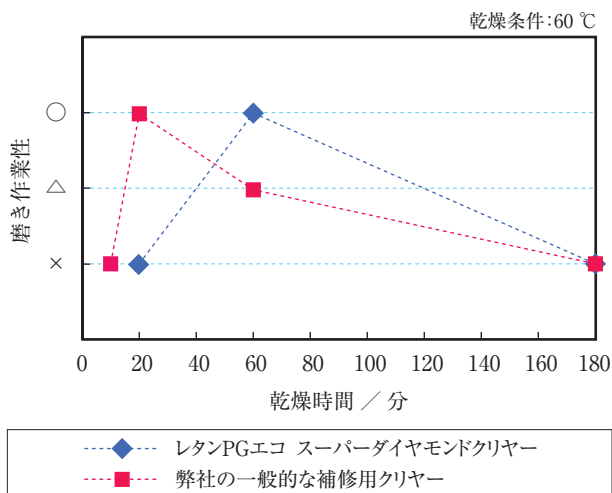


図6 乾燥時間と磨き作業性の関係

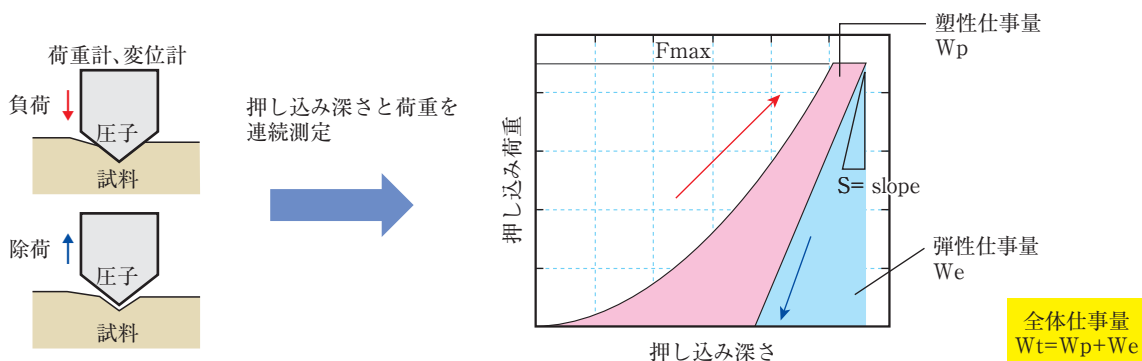


図7 微小硬さ試験機(フィッシャー・インストルメンツ社製 HM2000)による測定方法と測定データ

### 3.1 乾燥条件 60℃×20分での磨き作業の向上

#### 3.1.1 磨き作業が良好な塗膜物性の把握

磨き作業時に、塗膜表層が軟らかいと深い傷が入り、硬いと塗膜が割れにくいため、塗膜の硬さには最適な領域が存在する。

今回、研磨作業時の最適な硬さと塗膜の弾性について、フィッシャー・インストルメンツ社製の微小硬さ試験機(HM2000)を用いて把握した。この試験機は、表層5μmまで圧子を塗膜に押し込み、除荷するまでの荷重および深さを連続的に測定できる(図7)。また、圧子の形状と押し込み深さから圧子と試料の接触面積を算出することにより、以下のような式で表される塗膜の硬さ(式(1))と弾性変形回復率(式(3))を求めることができる<sup>3)</sup>。

$$\text{塗膜の硬さ} = \frac{\text{押し込み荷重}}{\text{荷重負荷時の圧子と試料の接触面積}} \quad \dots \text{式(1)}$$

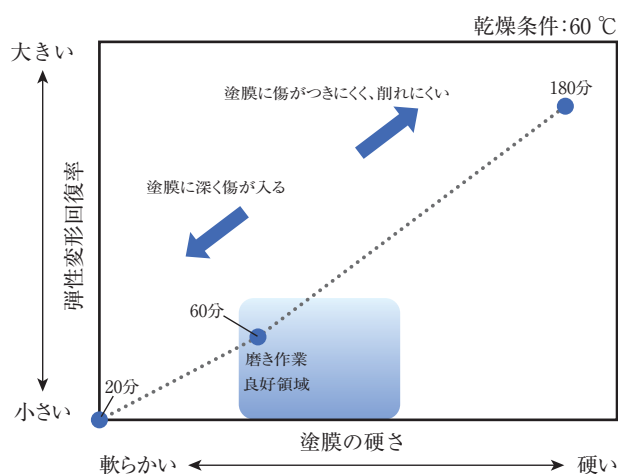
$$\text{荷重負荷時の圧子と試料の接触面積} = f(\text{押し込み深さ}) \quad \dots \text{式(2)}$$

$$\text{弾性変形回復率} = \frac{\text{弾性仕事量}}{\text{全体仕事量}} \quad \dots \text{式(3)}$$

塗膜の硬さは値が大きいほど硬いことを示し、弾性変形回復率は値が大きいほどゴムのように変形が元に戻る弾性の性質を示し、小さいと粘土のように変形が元に戻らない塑性の性質を示す。

これにより求められた塗膜の硬さを横軸に、弾性変形回復率を縦軸とし、磨き作業が良好な物性領域を把握した。このグラフに「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」の乾燥時間による物性変化をプロットすると、60℃×20分乾燥では軟らかくて磨きにくく、60℃×180分乾燥すると硬さと弾性変形回復率が高いため傷がつきにくくなっていることがわかる(図8)。

このようにウレタン架橋塗膜では乾燥時間により物性が全く異なり、磨き作業性に影響を及ぼすことがわかり、良好な物性領域を把握した。



※ フィッシャー・インストルメンツ社製の微小硬さ試験機(HM2000)で測定

図8 「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」の乾燥時間による物性変化

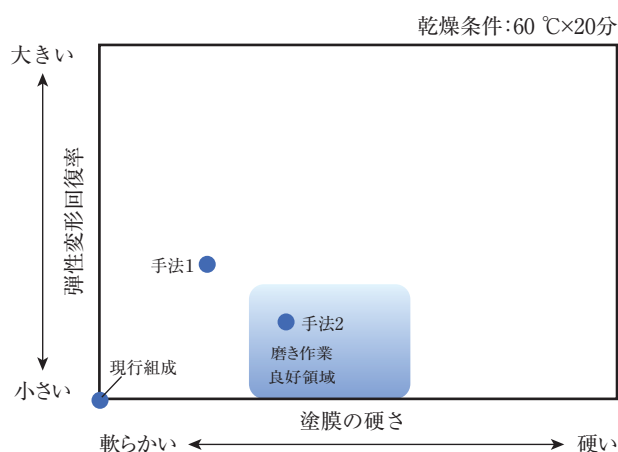


図9 塗料組成変動時の塗膜物性の変化

#### 3.1.2 60℃×20分乾燥後の塗膜物性の最適化

60℃×20分乾燥後の「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」の塗膜物性は、磨き作業が良好となる領域には存在せず、塗膜の硬さが不足していることが確認できた。この塗膜の硬さ不足を改良するには、触媒増量による反応性の向上(手法1)に加え、アクリル樹脂のTg調整(手法2)が有効である。検討手法適用による塗膜物性の結果を図9

新技術

に示す。触媒増量による反応性向上のみでは塗膜の硬さが不足していたが、アクリル樹脂の Tg 調整により改善され、磨き作業良好領域に到達した。

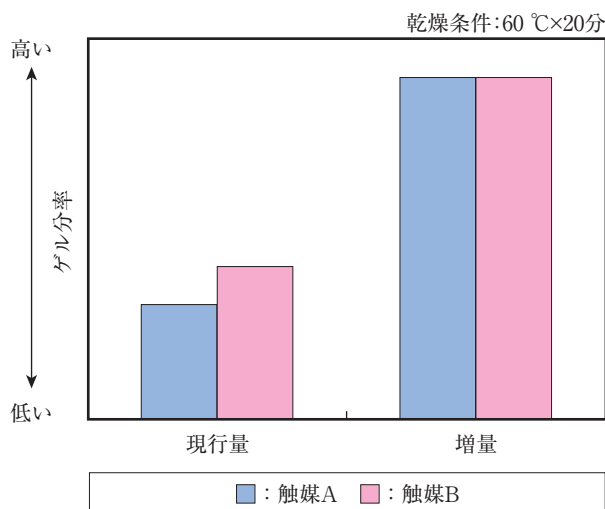


図10 触媒の添加量とゲル分率の関係

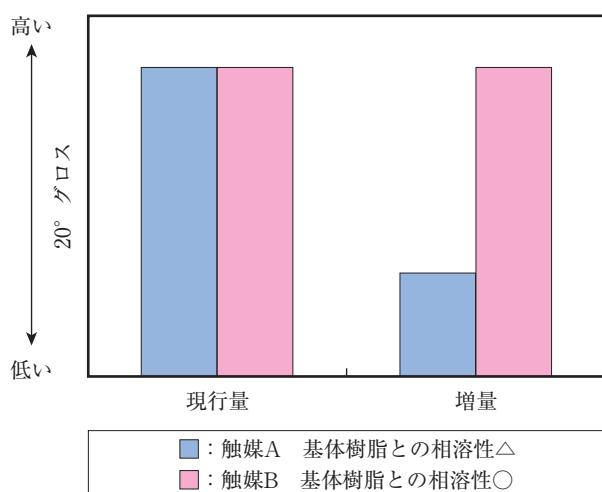
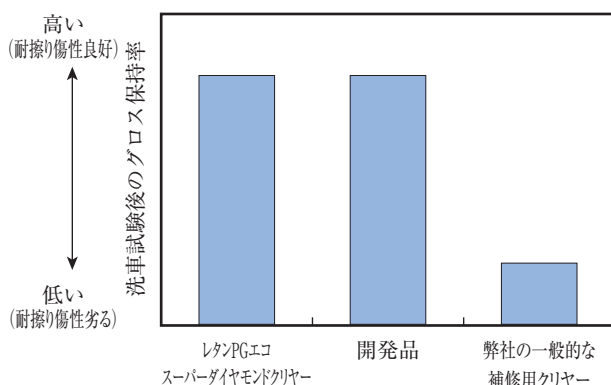


図11 触媒の添加量と仕上がり艶の関係



※評価概要

試験板：黒のカラーベースの上に各クリヤーを塗装した塗板  
試験方法：試験板に試験液をのせ、10秒間洗車ブラシを回転する  
評価データ：洗車前後のグロス保持率

図12 開発品の洗車擦り傷試験の結果

### 3.2 高仕上がり性の維持

仕上がり性を維持するには、触媒の選定がポイントとなる。触媒の添加量を増加させた際のアセトン抽出法によるゲル分率(図10)と仕上がり艶(図11)の関係を示す。「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」に使用している触媒Aは、添加量の増加にともない反応性は向上するが、仕上がり艶が低下した。一方、基体樹脂と相溶性良好な触媒Bは、添加量を増加させても良好な仕上がり艶が維持できた。よって、触媒Bを選定した。

## 4. 特徴・機能

### 4.1 乾燥時間60℃×20分でコンパウンド磨き作業が可能

60℃×20分乾燥後の磨き作業の試験工程と結果を表1に示す。開発品は、弊社の一般的な補修用クリヤーと同等のコンパウンド磨き作業性である。これにより、60℃×20分で磨き作業が可能となり、作業効率の向上と乾燥設備の稼働時間短縮による節電効果も期待できる。

表1 開発品の磨き作業の結果

|      |                       | 開発品 | 弊社の一般的な補修用クリヤー |
|------|-----------------------|-----|----------------|
| 工程1  | サンドペーパー3000番の傷つき性・からみ | ○   | ○              |
| 工程2  | 磨き作業時のペーパー目消し性        | ○   | ○              |
| 工程3  | 仕上げ工程後の艶              | ○   | ○              |
| 総合評価 |                       | ○   | ○              |

※乾燥時間は60℃×20分

### 4.2 高い耐擦り傷性と高仕上がり性

耐擦り傷性は、黒のカラーベース上にクリヤーを塗布して試験板を作成し、試験液を用いて洗車試験を行い、洗車試験前後のグロス保持率を測定することで評価した(図12)。開発品は、「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」と同様の高い耐擦り傷性を有している。また、前述のように20°グロスも高く「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」と同等の高い仕上がり性を有している(図11)。

### 4.3 機能目標の達成度のまとめ

機能目標の達成度を表2に示す。重要機能目標およびその他設定した機能目標も達成しており、自動車外板用に補修できる耐擦り傷塗料として、十分な品質を有している。表3に標準的な塗装仕様を示す。

表2 「レタンPGエコ マルチダイヤモンドクリヤー Q」の機能目標の達成度

| 項目   | 機能目標  | 達成度                         |   |
|------|-------|-----------------------------|---|
| 作業性  | 乾燥時間  | 60℃×20分                     | ○ |
|      | 磨き作業性 | 上記乾燥時間で磨き性が良好               | ○ |
|      | 仕上がり性 | 「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」と同等 | ○ |
| 塗膜性能 | 耐擦り傷性 | 「レタンPGエコ スーパーダイヤモンドクリヤー」と同等 | ○ |
|      | 耐候性   | 自動車外板用としての耐久性を有すること         | ○ |
| 環境   | PRTR  | 届出対象外                       | ○ |

表3 「レタンPGエコ マルチダイヤモンドクリヤー Q」の標準塗装仕様

| 適 応 塗 料 |         | レタンPGハイブリッドエコ*               |
|---------|---------|------------------------------|
|         |         | レタンWBエコ                      |
|         |         | レタンPG80                      |
| 調合条件    | ベース     | 100                          |
|         | 専用硬化剤   | 50                           |
|         | シンナー    | 30~40(20~30)                 |
|         | 適応シンナー種 | レタンPGエコシンナー<br>レタンPGエコHSシンナー |
| 塗装条件    | スプレーガン  | イワタW-101-136G                |
|         | 吐出回転数   | 2.5~3.0回転                    |
|         | エア圧力    | 0.20~0.25 MPa                |
|         | 塗り回数    | 2.5回塗り                       |
| 推奨膜厚    |         | 40~50 μm                     |
| 乾燥条件    | 指触乾燥    | 20℃×15分                      |
|         | 強制乾燥    | 60℃×20分                      |

\*1液仕様での塗装も可能  
( )内はHSシンナーの調合量

## 5. おわりに

今回開発した補修用耐擦り傷クリヤーは「レタンPGエコ マルチダイヤモンドクリヤー Q」として、2013年2月より上市し、市場で高評価を得ている。このように弊社は、国内の自動車補修用塗料市場において、常に市場のニーズに合った塗料を提供してきた。特に近年では機能性材料に加え、冒頭で述べた環境配慮型塗料がより一層求められており、弊社としても塗料のハイブリッド化や水性化を推し進めているが、いまだ改善の余地は大きい。そのため、今後も技術力を一層高め、さらなる「環境保全」と作業性の改善による「顧客満足度の向上」を目指した製品開発を行っていく所存である。

## 参考文献

- 1) “環境・社会報告書 2011”、p.8-12、関西ペイント (2011)
- 2) 鈴木竜一：塗料の研究、152、69-72 (2010)
- 3) 田中淳一、原義則：塗料の研究、152、37-40 (2010)