

## 脱プラスチックを可能にする耐水/耐油性エマルジョンの開発

### Development of Water Based Emulsion for Paper Coating that Achieve Reduction of Plastic Usage

星光PMC株式会社  
樹脂事業部 藤原 康史  
佐藤 公美

#### 1. はじめに

海洋プラスチック問題がクローズアップされ、世界中で脱プラスチックの要求が高まっている。全世界で海へ流入するプラスチックゴミは年間 800 万トンにのぼり、2025 年には魚の総重量をプラスチックゴミが上回るとも言われている。これらの大半は食品包装類を中心としたゴミであり、中国を代表としたアジア諸国で廃プラスチックの輸入が禁止となったことで、プラスチックゴミの処理方法が世界共通の課題となっている<sup>1)</sup>。この事態に対応すべく、各国でレジ袋の有料化、プラスチックストローの使用禁止、リサイクル率の引上げ等の対策が、政府やブランドオーナーから発信され、実行に移されている。日本国内でも脱プラスチックを目指し、ストローや菓子袋の紙化が進められている<sup>2)</sup>。膨大な使用量であるプラスチックを置換するためには、天然に存在する木材から得ることが出来る紙を使用することは望ましい。また、リサイクルの観点からも紙は優れた材料であり、プラスチックの紙化は脱プラスチックの有力な答えに位置付けられる。一方、プラスチックの紙に対する優位性には、液体や気体に対する耐性/バリア性や、薄膜化/接着性等に由来する加工適性が挙げられる。そのため、プラスチックと紙を複合化したポリエチレンラミネートを施した紙製品が広く使用されている。しかしながら、これらのラミネート紙はリサイクルに弊害があるため、欧州諸国を皮切りに、ラミネートから樹脂コートへの代替が求められている。

本報告では、脱プラスチックを可能にするための第

一步として、ポリエチレンラミネートの代替となる耐水/耐油性エマルジョンの開発を紹介する。

#### 2. ポリエチレンラミネートの役割

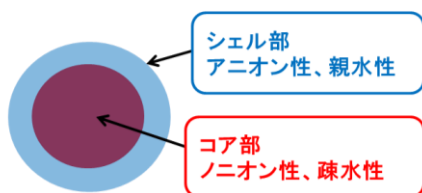
ポリエチレンは紙のラミネート剤として非常に優れた材料である。高温で熔融し、基材上に塗膜を形成することで、液体や気体に対するバリア性を付与し、基材を種々の成分から保護することが可能となる。また、熱により短時間で熔融圧着出来る、すなわちヒートシール接着が可能であることから、成型加工面においても優秀な材料となっている。さらに、食品包装紙や紙コップ等に使用されていることから分かる様に、安全性に関しても極めて信頼度が高い。

しかし、ラミネート紙は一般的な製紙工場において古紙としての回収が困難であり、リサイクルが可能という紙の優位点を活かせなくなってしまうことから、ポリエチレンと同様の性能を発現し、紙のリサイクル性に悪影響を及ぼさない代替材料に対する市場の要求が高まっている。当社は製紙用、インキ用、塗料用にて水性エマルジョンに関する技術を蓄積しており、ポリエチレンラミネートを代替することが出来る水性エマルジョンの開発に取り組んでいる。その中で、性能面においては耐水性、耐油性、ヒートシール性を発現し、安全性においては世界で広く認知されているアメリカのFDA(食品医薬局)の21CFR(連邦規則集第21巻)に適合することに焦点を当てて開発した製品について紹介する。

### 3. 水性塗工用エマルションの開発状況

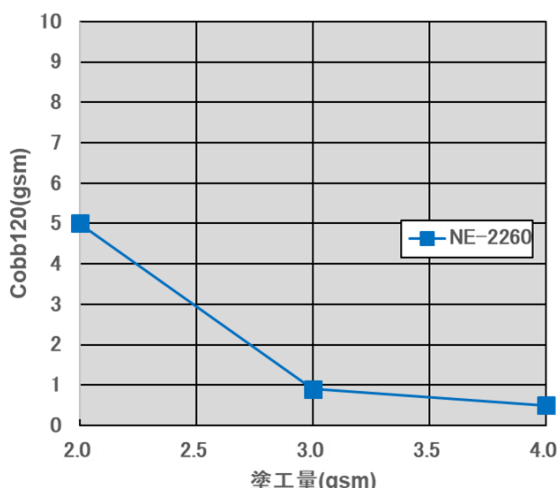
#### 3-1. コアシェルエマルション「ハイロス-XE」シリーズについて

当社は高分子乳化剤を用いて水系で乳化重合を行うことにより合成するコアシェルエマルションを水性印刷インキや水性塗料、水性コート剤向けに展開しており、その合成技術を蓄積してきた（図 1）。カルボキシル基を持ったポリマーを、有機アミンや金属アルカリにて水溶液（ワニス）化し、これをシェルとして疎水性のコアポリマーを導入することで、低分子乳化剤や有機溶剤を使用することなく、高濃度の水性エマルションを得ることが出来る。このコアシェルエマルションは低分子乳化剤を使用したエマルション等と比較して、高濃度にも関わらずチキソ性が低いことから非常



耐水性、耐候性  
 基材への濡れ  
 機械的安定性、凍結安定性  
 複数の機能を併せ持つ

図 1. コアシェルエマルション



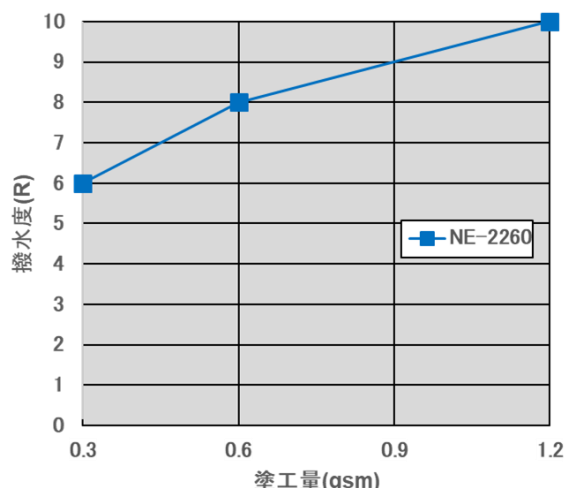
原紙: 中性上質紙(BW70gsm)、(Cobb<sub>120</sub>30gsm)  
 塗工機: ワイヤーパー  
 塗工量: 固形(dry)を記載

に優れた塗工適性を示す。

塗工直後に塗膜を形成していく乾燥工程での乾燥速度やレベリング性は、カルボキシル基を中和するアルカリ種類等、主にシェル部の設計でコントロールすることが出来る。そして、耐摩擦性や耐水性等、塗工後の最終製品における塗膜物性はシェル部とコア部の比率および親和性、ポリマーの親水性/疎水性、T<sub>g</sub>、分子量等の様々なファクターを組み合わせることで、用途や目的に合わせて調整が可能である。

#### 3-2. ハイロス-X・NE-2260 について

このコアシェルエマルションの技術を用いて、ポリエチレンラミネートで得られるレベルの耐水性と耐油性をエマルション塗膜、すなわち樹脂コートにて発現させることで、ラミネートの代替を図ることとした。また、食品に接触する紙を想定し、FDA21CFR§176.170、§176.180 に対応した組成にて製品開発を行うこととした。FDA21CFR§176.170、FDA21CFR§176.180 に対応するためには、業界内で最も汎用性の高いモノマーであるスチレンの量に制限が生じるが、モノマー組成を最適化することでハイロス-X・NE-2260を開発した。



原紙: 中性上質紙(BW70gsm)  
 塗工機: ワイヤーパー  
 塗工量: 固形(dry)を記載  
 撥水度: JAPAN TAPPI No68に準拠

図 2. NE-2260 の耐水性(左)と撥水性(右)

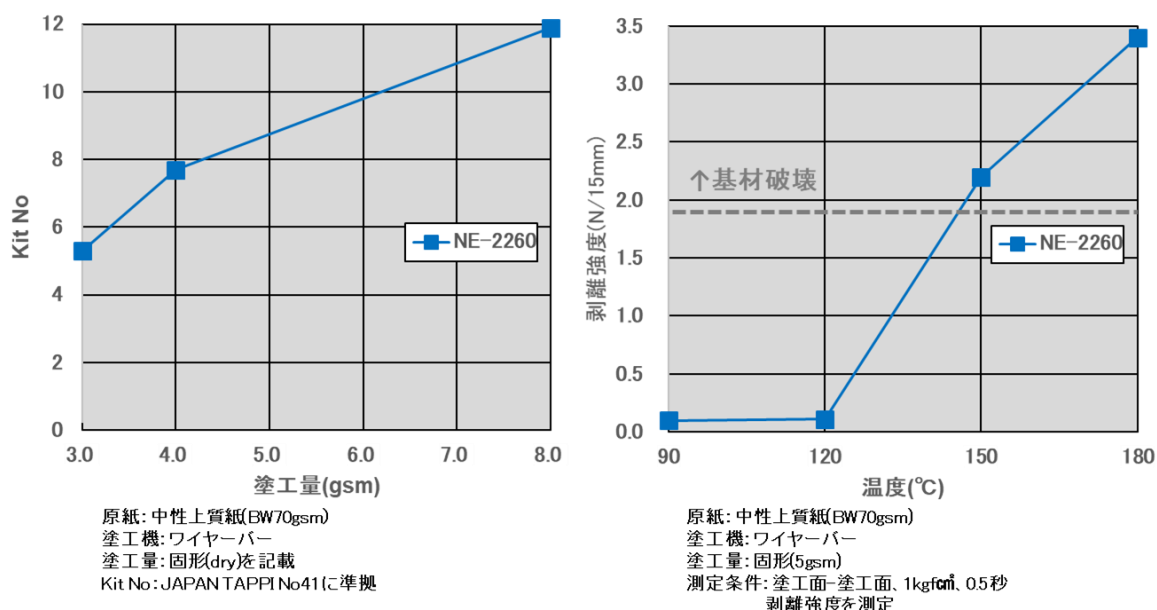


図 3. NE-2260 の耐油性(左)とヒートシール性(右)

NE-2260 はワックス、シリコン、フッ素系化合物を使用することなく、撥水レベルの耐水性と同時に、高い耐油性を発現する(図 2, 3)。この効果はコアとシェルの組成に化学的/物理的な差異を持たせることによって、エマルジョンが形成する塗膜に微細な分布が生じているためと考えている。また、加工適性として重要なヒートシール性も兼ね備えており、150°C程度で接着することが可能である(図 3)。

NE-2260 は高い耐水性と耐油性を発現し、FDA21CFR§176.170(用途限定あり: 液体食品用途等には使用出来ない)、§176.180 に適合した水性エマルジョンであり、さらに中国、台湾、韓国、フィリピン等、各国のインベントリにも対応していることから、食品用途以外にも幅広く使用することが出来る高性能エマルジョンである。

### 3-3. ハイロス-X・PE-2273 について

ここまでの、スチレンアクリルエマルジョンである NE-2260 について紹介してきたが、さらに安全性に優れた製品としてスチレンフリーの水性エマルジョンが要求されている。加えて、NE-2260 は FDA21CFR§176.170 に用途制限があるため、内容物が飲料等の液体の場合には使用出来ない。そこで、

これらの課題をクリアしさらに適用範囲を広げた水性エマルジョンである、ハイロス-X・PE-2273 を開発した。

PE-2273 は、スチレンフリーを実現したオールアクリルタイプのエマルジョンでありながら、NE-2260 と略同等の耐水性、耐油性を示し(図 4, 5)、FDA21CFR§176.170、§176.180 にも用途限定無しで適合する。さらに、NE-2260 よりも低い温度である 120°C程度でヒートシールが可能であることから(図 5)、よりポリエチレンラミネートに近い条件で加工することも可能である。

### 3-4. ハイロス-X・QE-2128 について

PE-2273 は FDA の用途制限が無く、耐水性、耐油性、ヒートシール性に優れたエマルジョンであるものの、塗工後の巻取りロール等は高温、高湿度、高圧力下で置かれるケースがあり、様々な使用方法を想定すると、耐ブロッキング性を解決する方法を準備しておく必要がある。耐ブロッキング性対策としては、PE-2273 の Tg アップや無機フィラーとの複合等も検討したが、より汎用性が高い方法として、耐ブロッキング性に特化したエマルジョンと PE-2273 との 2 液処方を進めることとした。2 液の比率を変更することで、

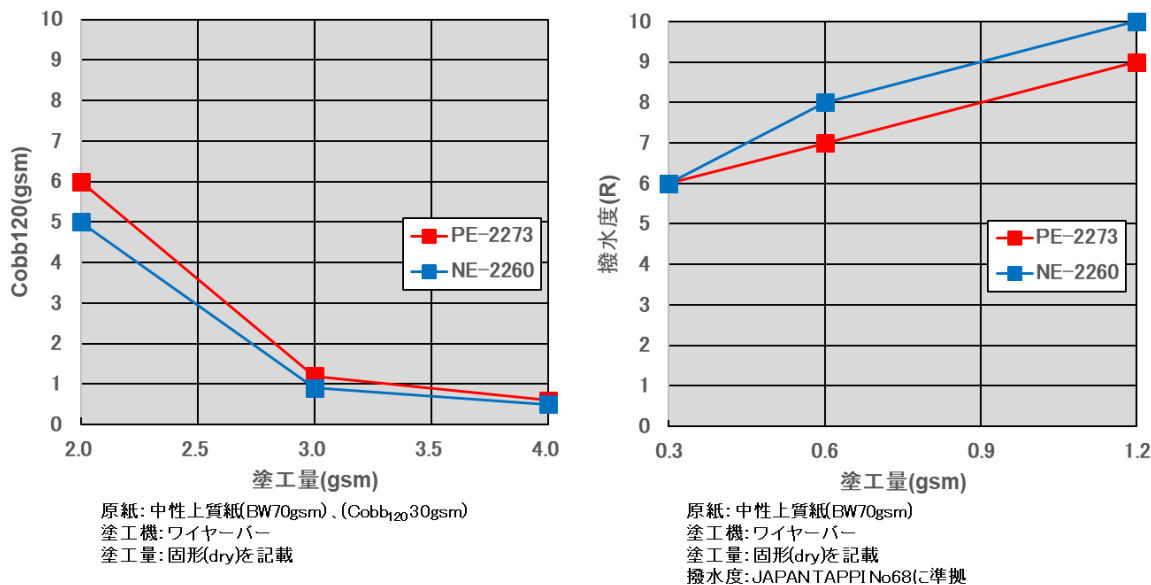


図 4. PE-2273 の耐水性(左)と撥水性(右)

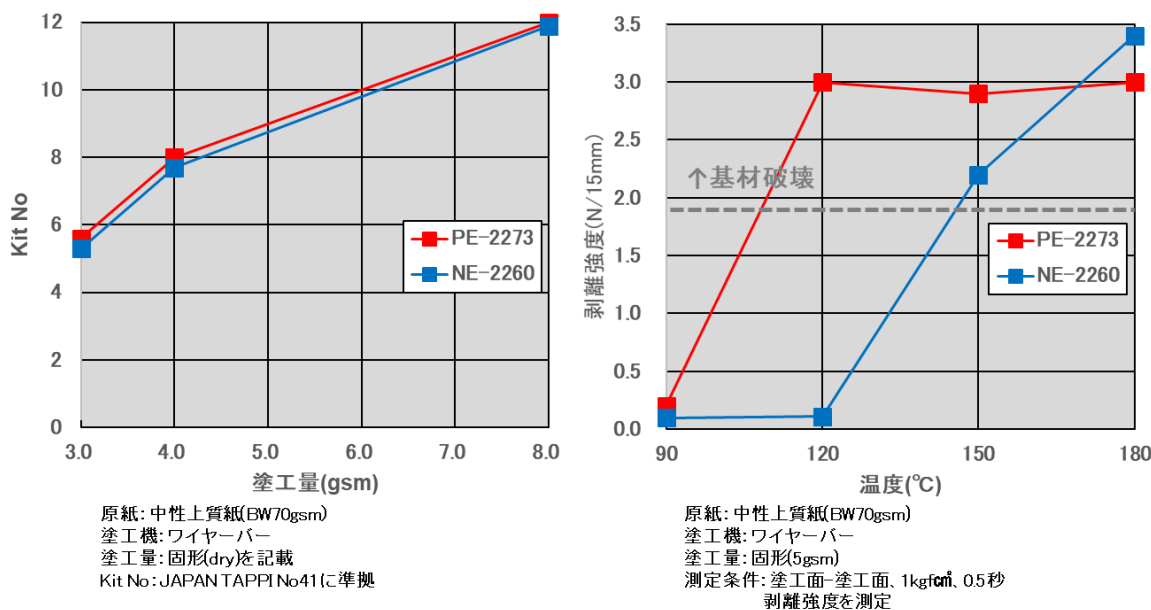


図 5. PE-2273 の耐油性(左)とヒートシール性(右)

様々な条件や目標のレベルに対応出来ると考える。ここで開発した耐ブロッキング性に特化したエマルジョンがハイロス-X・QE-2128 である。

QE-2128 は PE-2273 と同じく、FDA21CF§176.170、76.180 に用途限定無しで適合したオールアクリルタイプのエマルジョンである。PE-2273 の耐水性、耐油性、ヒートシール性に悪影響を与えずに、高 Tg のポリマー部位を配置した設計

である。Tg の影響により、最低造膜温度が高いが、これは PE-2273 の様な最低造膜温度の低いエマルジョンと併用することで、簡単に造膜させることが出来る。

QE-2128 の配合率を増やすことで、耐ブロッキング性を向上させることが可能であり、配合率が 30%程度までならば高い耐水性、耐油性、ヒートシール性を維持することが出来る(図6,7)。目標レベルに応じて、

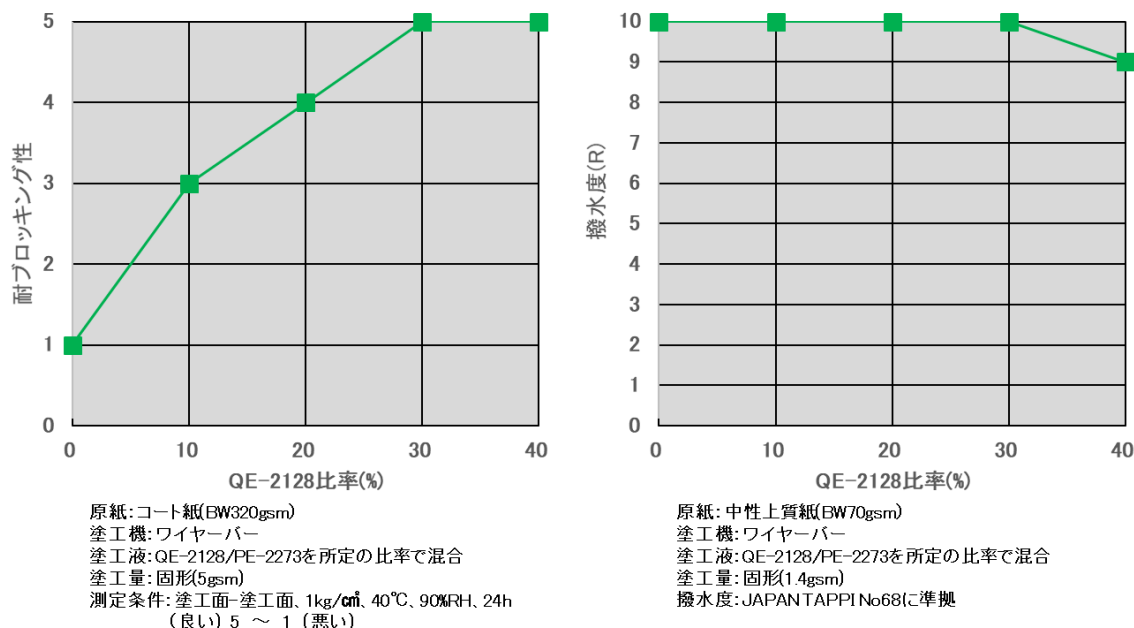


図 6. QE-2128 の配合率と耐ブロッキング性(左)および撥水性(右)の関係

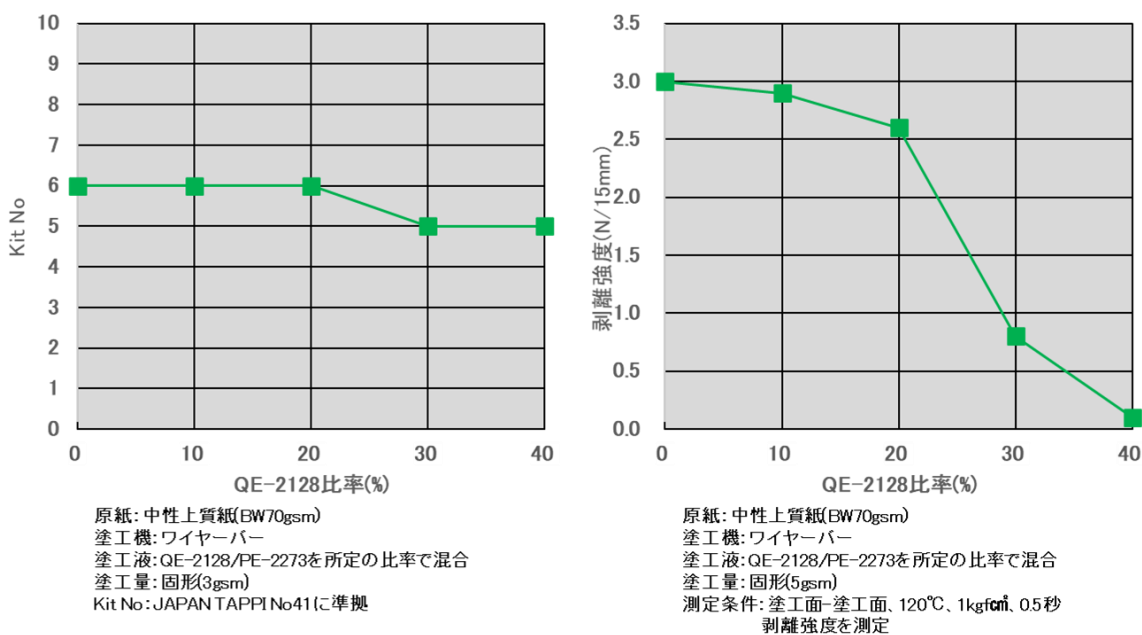


図 7. QE-2128 の配合率と耐油性(左)およびヒートシール性(右)の関係

配合比率をコントロールすることでバランス良く種々の性能を得られるものとする。なお、QE-2128 は PE-2273 だけではなく、NE-2260 やその他のエマルジョンと併用しても、塗膜の耐ブロッキング性を向上させることができる。

#### 4. まとめ

以上の結果を踏まえて、NE-2260、PE-2273、QE-2128 の物性、性能、法規制についてのまとめを表 1 に示す。FDA に適合し、海外インベントリの適用範囲が広いスチレンアクリルタイプの NE-2260、FDA の用途制限が無く、ヒートシール性に特徴があるオー

ルアクリルタイプの PE-2273、さらに PE-2273 と同タイプの耐ブロッキング性を向上させる QE-2128 を開発した。必要に応じて、これらの製品を組み合わせることで、ポリエチレンラミネートにより得ていた耐水性、耐油性、ヒートシール性を高いレベルで得ることが出来る。

今後、ポリエチレンラミネートを代替するに当たり、

様々な法規制や使用上の制限が想定されることから、開発を継続していく。

<参考文献>

- 1) 原田禎夫, 環境経済・政策研究, Vol. 13, No1, 2020, 3, 12-16.
- 2) 大塚直, 廃棄物資源環境学会誌, Vol. 30, No2, 2019, 115-122.

表 1. NE-2260、PE-2273、QE-2128 の性状まとめ

製品	NE-2260	PE-2273	QE-2128
製品濃度(%)	49	40	36
Vis(mPa・s)	600	800	600
pH	8.0	8.0	8.0
最低造膜温度(°C)	5以下	5以下	49
理論酸価(mgKOH/g)	53	38	38
理論T <sub>g</sub> (°C)	-10	-11	63
イオン性	アニオン	アニオン	アニオン
組成	スチレンアクリル	オールアクリル	オールアクリル
耐水性	◎	◎	-
耐油性	◎	◎	-
ヒートシール性	○	○	-
FDA 21CFR § 176.170 § 176.180	用途限定あり 適合	適合 適合	適合 適合
食品衛生法PL <sup>※</sup>	収載	収載	収載

※食品衛生法における食品用器具・容器包装のポジティブリスト

研究者プロフィール



星光 PMC 株式会社  
樹脂事業部  
技術統括部  
明石研究所  
主任 藤原 康史  
(Yasushi Fujiwara)



星光 PMC 株式会社  
樹脂事業部  
技術統括部  
明石研究所  
佐藤 公美  
(Kumi Sato)