



## レーザー印字フィルム「レザイア™」の開発

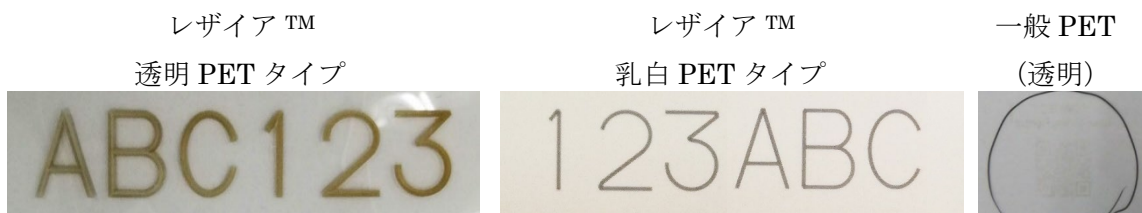
東洋紡株式会社 パッケージング事業総括部 犬山フィルム技術センター  
リーダー 石丸 慎太郎

### 1. はじめに

包装材料に記載される消費期限や製造ロットなどの製品情報は、インキを用いて印字されるのが一般的だが、最近ではレーザー印字が取り入れられつつある。レーザー印字は、製品情報をリアルタイムで変更しながら印字することができ、リボンやプリンタヘッドなどの消耗品が不要、印字品質が対象物の表面状態に左右されにくい、文字の滲みが少なくサイズを小さくできるといった利点があり注目を集めている。すでにブレーカーやコネクタなどの電子部品にはレーザー印字が普及しており、近年は食品包装機器にもレーザーマーカが搭載されたタイプが開発・上市されつつある。

このような状況の中、弊社は包装フィルムメーカーとしては業界に先駆けて 2021 年 12 月末にレザイア™ をプレスリリースし、サンプル出荷を開始した。レザイア (Lesire)™ は、“Desire” の頭文字を“Laser” の頭文字と置き換えた造語であり、「レーザーによって思いのままに」という意図が込められている。

レザイア™ には透明タイプと乳白タイプがあり、各タイプでベース樹脂がポリエステル (PET) 系とポリプロピレン (OPP) 系のものをラインアップしている。一例として、透明 PET と乳白 PET に UV レーザーを照射した後の画像を、レーザー印字機能のない一般的な PET フィルムとの比較で図表 1 に示す。ご覧のように、一般的なフィルムはレーザーを照射してもほとんど変化がないのに対し、レザイア™ はレーザー照射部分の色が変わって印字されていることがわかる。さらに、レザイア透明タイプを用いた使用例を図表 2 に示す。レーザー印字は文字の滲みが少ないので、従来のインキでは成し得なかった極小文字や高精細図形も表現可能なので、包装材料の意匠性向上にも貢献できると考えている。また、レザイア™ は、通常必要なインキ補充やコーティング処理などの工程が不要なため、生産性向上が期待できるほか、フィルムを再利用する際にインキやコーティング剤の洗浄処理も不要となり、リサイクル性向上や省資源化につながると考えている。本稿では、レザイア™ が印字できるメカニズムや特長を述べる。



図表 1 UV レーザー照射後の画像

(※一般 PET の○部分はマジックで描いたものでレーザー照射部分ではない)



図表 2 レザリア透明タイプの使用例

## 2. レーザー印字の特長・原理

従来、包装材料にレーザー印字機能を持たせるためには、基材となるフィルム上にレーザー発色剤を塗布する必要があった。レーザー発色剤は、白色顔料として知られている酸化チタンが一般的であり、いわゆる白ベタ印刷によってレーザー印字が可能となる<sup>1)</sup>。酸化チタンが変色するメカニズムとしては、レーザーエネルギーによって酸化チタンの結晶から酸素が脱離されて酸素欠陥を生じ、それに伴って白色の4価から青灰色の3価へと還元されるためである。また、この結果として結晶構造がアナターゼ型からルチル型へ変化することも調べられている<sup>2) 3)</sup>。酸化チタンのアナターゼ型からルチル型へ変化するときの温度は、文献によって違いがあるものの500~600°C以上といわれており、局所的にかなりの高温がかかっていると推定される。酸化チタンのアナターゼ型のバンドギャップは3.32eV (373nm) のため、色変化を起こすのはそれよりも波長の短いUVレーザー(355nm)といわれている<sup>4)</sup>。UVレーザーはYAGレーザーなどに比べて照射時の熱ダメージが少なく基材フィルムの穴あきや変形が起きにくいいため、これらの不具合が許されない食品包装用途に特に受け入れられている。

基材フィルム表面に白ベタ印刷してレーザー印字する場合、レーザーの照射条件によっては白ベタ部分に変色する前に脱離してしまう不具合が起きていた。そのため、従来のレーザー印字では、白ベタ印刷が表面から剥がれるのを防ぐために保護フィルムをラミネートするのが一般的であり、包装材料の製造工程は複雑化して製造コストが増加する傾向にあった。

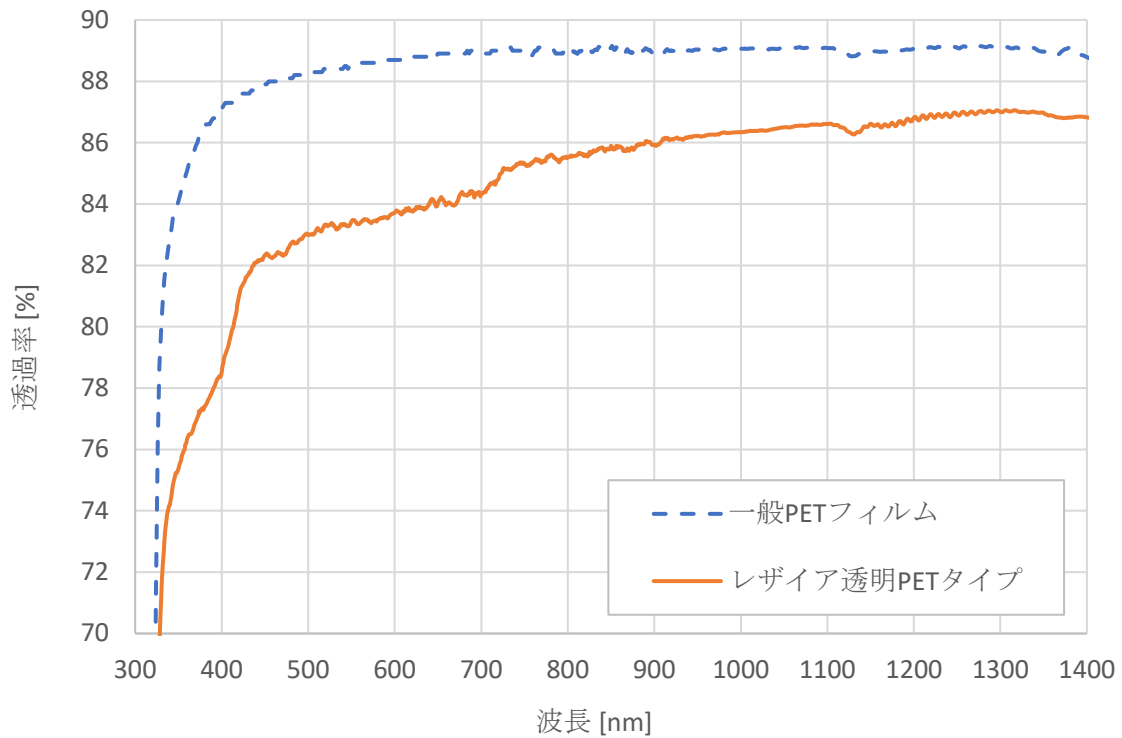
レザリア<sup>TM</sup>はフィルム自体にレーザー印字性能を持たせたフィルムのため、上記のような白ベタ印刷やそれに付随するラミネートが不要となる。レザリア<sup>TM</sup>は、通常必要なインキ補充やコーティング処理などの工程が不要なため、生産性向上が期待できるほか、フィルムを再利用する際にインキやコーティング剤の洗浄処理も不要となり、リサイクル



性向上や省資源化につながると考える。レザイア™が変色するメカニズムとしては、従来の白ベタ印刷と同じようにレーザーエネルギーを受けとることに起因する。レザイア™乳白タイプは従来の白ベタ印刷と似ているが、白ベタ印刷が酸化チタンのバンドギャップに起因してUVレーザーでしか印字できないのに対し、レザイア™乳白タイプはレーザー発色剤やフィルムの層構成などを改良することにより、波長1064nmのレーザー(YAG、YVO<sub>4</sub>、ファイバー)でも印字可能である。

一方、包装材料のデザインによっては内容物を見せたいケースもあり、その場合はレザイア™透明タイプが有効である。レザイア™透明タイプについても、レーザーエネルギーの吸収効率を高めることで印字を可能としている点はレザイア™乳白タイプと同様である。図表4にレザイア™透明PETタイプ50μmと一般的なPETフィルム50μmの紫外可視分光スペクトルを示す。レザイア™透明タイプは、約350nm以降の波長域における透過率が一般的なPETフィルムよりも低くなっており、レーザーエネルギーを効率的に吸収していることがわかる。そのため、レーザー照射時の温度は酸化チタンの結晶構造変化を起こす温度帯に近くなると推測される。このような急激な温度上昇を起こすことで、フィルムを構成する樹脂が炭化して着色すると考えられる。このように、レザイア™はレーザー波長域における吸収率が優れており、波長355nmのUVレーザー、波長1064nmのYAGレーザー、YVO<sub>4</sub>レーザー、ファイバーレーザーで使用可能である。また、弊社では未検証だが、レザイア™透明タイプ、乳白タイプともに波長532nmのグリーンレーザーでも印字可能と考えられる。一方、波長10600nmのCO<sub>2</sub>レーザーでは、アブレーションの影響が大きくなるため印字は困難となる。実際にCO<sub>2</sub>レーザーを照射すると、表面のエッチングが大きくなり、変色は見られなかった。図表4にレザイア™へ使用できるレーザーの種類(波長)をまとめた。

印字深さに関しては、従来の白ベタ印刷のような表面のみの変色ではなく、レザイア™はフィルムの厚み方向にわたってすべてが変色しているので、印字濃度も十分となっている。レザイア™透明PETタイプにレーザーを照射したときの断面画像を図表5に示す。

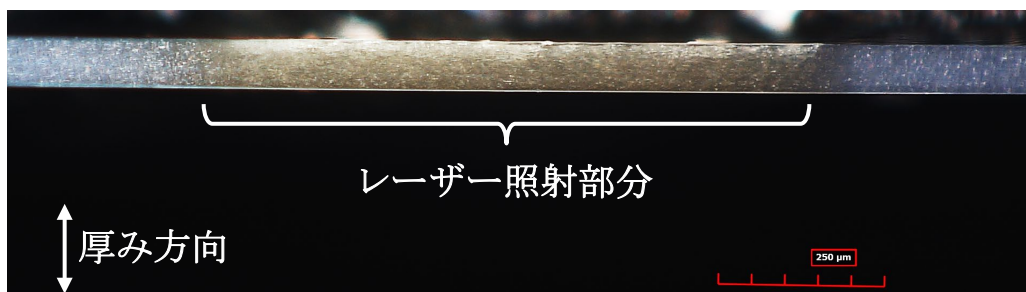


図表 3 フィルムの紫外可視分光スペクトル (透過測定、フィルム厚み 50 μ m)

図表 4 レザリア™ に印字できるレーザーの種類

レーザー種類	UV	グリーン	YAG	YVO <sub>4</sub>	ファイバー	CO <sub>2</sub>
波長 [nm]	355	532	1064	1064	1064	10600
透明タイプ	○	(○)	○	○	○	×
乳白タイプ	○	(○)	○	○	○	×

※グリーンレーザーは未検証



図表 5 印字部分の断面観察画像 (透明タイプ)



### 3. レザリア™の物性

印字の見た目について、図表 6 に印字部分と非印字部分のカラー値を示す。また、図表 7 には透明タイプの背景色を変えたときの見た目を示している。透明タイプはゴールドに近い色であり、背景が黒、緑、紫、青、赤の場合は印字をはっきりと認識できる。

レーザー印字は通常、半永久的に消えないといわれており、レザリア™でも本稿執筆時点で印字後約 3.5 年経過しても印字が保持されていることを確認している。自動車や電子部品といった工業用品の場合、使用期間が数年から数十年になるものも少なくないため、印字の永続性という観点からもレザリア™は有効と考えている。

すでに述べたように、レザリア™への印字はフィルムの厚み方向にわたった変色によるものであるため、外部からの刺激に強いという特長もある。図表 8 に、レザリア™とインキで印字された市販の食料品外装袋を、エタノールとスチールウールでそれぞれ 20 回擦過した後の印字状態を示す。インキによる印字はエタノールとスチールウールで擦ると消えてしまうのに対し、レザリア™は印字状態にほとんど変化がないことがわかる。図表 8 では、比較対照となる市販品（インキ）と条件を合わせるために擦過回数を 20 回としているが、レザリア™はこの後も追加で 100 回ほど擦過しており、それでも印字は認識できる状態でまったく問題ないことを確認している。従来、食料品をはじめとした製品はダンボールなどの容器に詰めて輸送されるケースが多く、この間の振動による擦れなどによって印字が消えてしまう問題がある。さらに、最近は COVID-19 予防のために、買ってきた食料品をアルコールなどで拭き取る家庭が急増しており、賞味期限等の表示が消えてしまうという問題をよく耳にするようになった。レザリア™は耐擦過性に非常に優れているので、これらの問題解決にも十分貢献できると考えている。

図表 6 レザリア™印字部分と非印字部分のカラー値

		L*	a*	b*
透明タイプ 50μm	非印字部	92.4	-0.08	0.8
	印字部	83.9	0.91	5.0
	差	8.5	-0.99	-4.2
乳白タイプ 30μm	非印字部	95.7	-0.78	-0.2
	印字部	92.5	-0.64	0.8
	差	3.2	-0.14	-1.0



図表 7 背景色による印字の見え方の違い

図表 8 エタノール、スチールウール擦過後の印字状態 (擦過回数 各 20 回)

	擦過前	エタノール 擦過後	スチールウール 擦過後
レザイア™	透明タイプ 	透明タイプ 	透明タイプ 
	乳白タイプ 	乳白タイプ 	乳白タイプ 
市販品 (インク)			





#### 4. おわりに

本稿では、レザリア™の特長と印字メカニズムについて紹介した。このフィルムは、レーザー印字機やそれが搭載される包装機械の性能とマッチしてはじめてメリットが発揮されると考えている。そのため、現在はこれらのメーカーとも協力しながら市場開拓を進めている。お客様や協力先からの声を聞くたびにレーザー印字に対するニーズを確信するようになり、今後はこれらのニーズへきめ細かく対応できるフィルムを開発していきたいと考えている。レザリア™がユーザー・社会の課題解決への一助となれば幸いである。

#### 5. 参考文献

- 1) 杉山 有紀, 山田 新, 伊藤 克伸. レーザー型消えない印字包材. 日本包装学会誌. 2018, vol. 27, no. 2, p. 115-121.
- 2) 細川 明寛. 紫外線レーザーを利用した薬剤へのマーキング技術に関する研究. 東邦大学大学院役学研究科, 2013, 博士論文. 12.
- 3) Soo-Keun Lee, Peter K. J. Robertson, Andrew Mills, Daniel McStay, N. Elliot, Donald McPhail. The alteration of the structural properties and photocatalytic activity of TiO<sub>2</sub> following exposure to non-linear irradiation sources. Appl. Catal. B. 2003, vol. 44, p173-184.
- 4) 王子ホールディングス株式会社. 印刷物、印刷物の製造方法、およびレーザー印刷用印刷媒体. 特許第 7070786 号. 2022-05-18.

#### 著者情報 -----



石丸 慎太郎 (ISHIMARU, Shintaro)

2009年4月東洋紡株式会社に入社。入社後、一貫して包装用ポリエステル系フィルムの開発に従事。2021年4月より現職。

<趣味>テニス

〒484-8508 愛知県犬山市大字木津字前畑 344

お問合せ：<https://www.toyobo.co.jp/support/inquiry/>