

## 1. はじめに

液晶ポリマー (LCP) は熱可塑性のスーパーエンジニアリングプラスチックの一つである。リフローはんだに耐えうる耐熱性、精密部品を成形するのに適した高流動・寸法安定性、それに加えてバリが出ないという特徴で、微細なコネクタやその他の電気電子部品を中心に近年伸張してきた。

その特徴は、熔融時でも折れ曲がらない剛直な化学構造によって実現される。しかしながら、液晶ポリマーは熔融時に状態相 (液晶相) を形成するポリマーの総称で、基本的には p-ヒドロキシ安息香酸 (以下 HBA と略す) を主体とした構造を持つこと以外は、メーカーごと、さらにはグレード (ベースレジン) ごとに分子骨格は異なっている(1)。上野製薬は液晶ポリマーメーカーである前に、HBA のメーカーとしても、30 年以上にわたり LCP の発展にささやかながら尽力してきたが、今後も高品質のモノマーを安定して供給し続けることで LCP 業界に寄与していきたいと考えている。

一方、末端製品の情報機器、特にスマートフォンやタブレット PC (以下タブレットと略す) の進化に伴い、構成部品となるコネクタ・スイッチ等の軽薄短小化が進み、部材となる LCP に要求される特徴や性能も年々高まってきている。

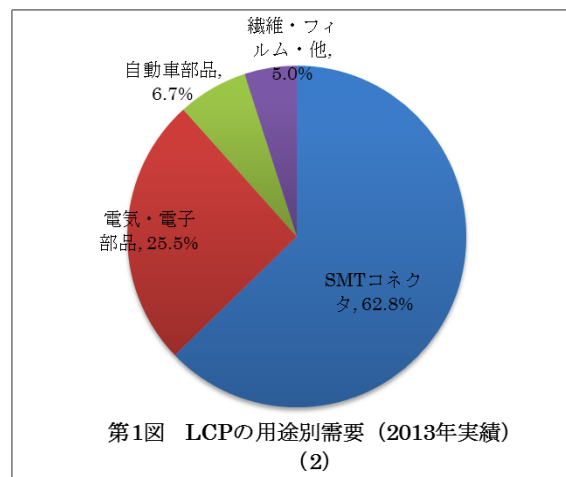
以降は最新の調査資料に基づいた LCP 市場動向、及び LCP の技術動向について上野製薬を例に紹介する。

## 2. 市場動向

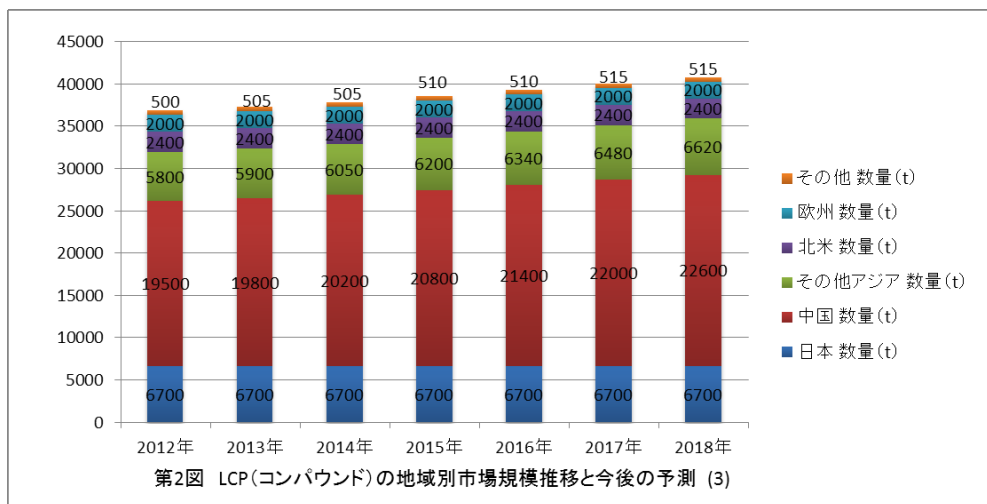
今日では大量生産される電気製品の基板のほとんどが表面実装 (SMT) でできているが、LCP は基板の表面実装化の広がりとともに成長してきた樹脂である。

特に、SMT コネクタ・スイッチ等においては、リフロー温度に耐えうる耐熱性を理由に採用が始まり、加えて高い流動性で部品の軽薄短小化を実現することで材料としての地位を確固たるものとしてきた。そのような背景から、現在では LCP の用途の 6 割以上を SMT コネクタが占めている。(第 1 図)

需要の推移については、2005 年頃には二桁成長した時期もあったが、2008 年に発生した世界同時不況以降大きく停滞した。その後復調の兆しがあったものの、2010 年をピーク (約 4 万 5 千トン) に大きく需要が落ち込み、2013 年の需要は LCP コンパウンドで 4 万トンを割り込んだ。過去の予測に比べると大きな成長は



見込めていないが、2014年以降は回復基調になるとの見方になっている(3)。当面はモバイルや車載用途での需要増加が見込まれており、伸長率としては3~5%程度と推定されている。(第2図)したがって、各メーカーのLCPシートレジンの生産能力から考えると、足元の需給は緩んでいる状況にあると考えられる。(表1) SMTコネクタ・スイッチ等の主な用途であるスマートフォン・タブレットが大きく成長しているのに対してLCPの成長率が小さい理由としては以下が推測される。



### ① 部品あたりのLCP使用量の減少

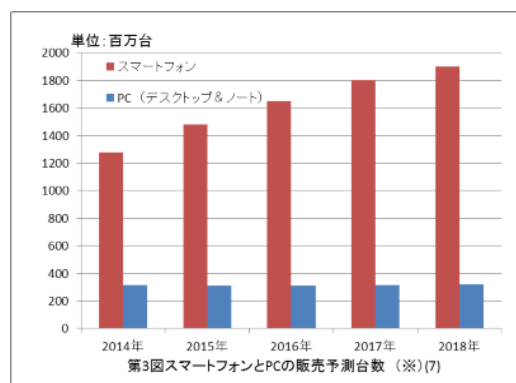
スマートフォンメーカーは意匠の差別化を図るため、筐体をより薄く、軽くすることを目指している。内部部品も例外ではなく、同様に軽薄短小化が必須である(6)。SMTコネクタ・スイッチ等のサイズが小さくなると、それに伴いLCPの使用量は減少する。

また、成形時に発生するスプル・ランナーのリサイクルも進んでおり、UL94(材料燃焼性試験)では70%のリグラインド品でV-0登録が行われているものまで見受けられる。

### ② LCP使用機会の減少

パソコンのCPU・メモリーソケットは1990年台前半からLCPの大きな用途として需要をけん引してきた。しかしながら、近年では実装技術の向上やコストダウンの観点からCPU・メモリーを基板に直接実装する例も増えている。このような変化から、LCPを使用したソケット自体が減少しており、LCPの需要減少の要因となっている。

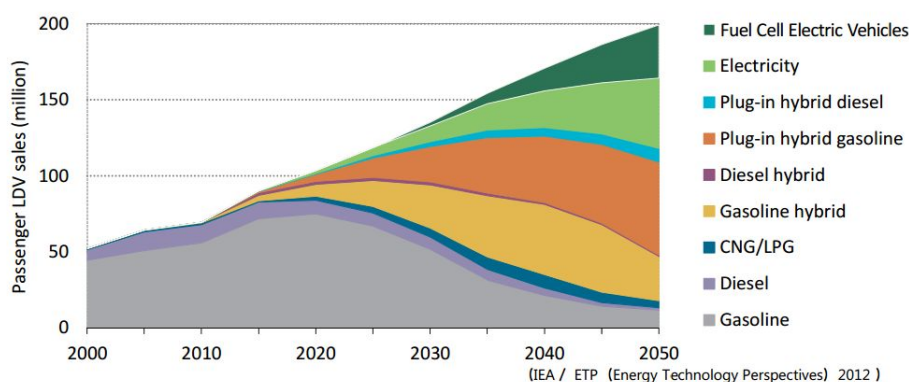
また、スマートフォン・タブレットの需要の伸びと反比例してパソコンの需要の伸びが減少している。(第3図)スマートフォン・タブレットとパソコン一台当たりのLCPの使用量を比較するとパソコンの方が使用量は多いので、こちらもLCPの需要減少の要因となっている。



さらに、スマートフォン・タブレットは電話、ゲーム、カメラ、音楽などの機能を備えているため、携帯ゲーム機、デジタルスチルカメラ、携帯オーディオなどの出荷台数が減少していることも LCP の需要減少に拍車をかけている。

この様に、LCP を取り巻く環境は決して易しいものではないことが伺える。当然その環境は各メーカーが一番理解しており、電気電子分野に次ぐ新しい市場を開拓しようと日々模索していると考えられる。その中で、自動車産業は樹脂メーカーにとって欠かせない市場の一つであり、実際、電装部品などで LCP が採用される例が増え始めている(8)。

自動車の動力も内燃機関から電気モータへの変革期を迎えており、LCP にとっては追い風になることは間違いなく、各メーカーの動向が注目される。(第 4 図)

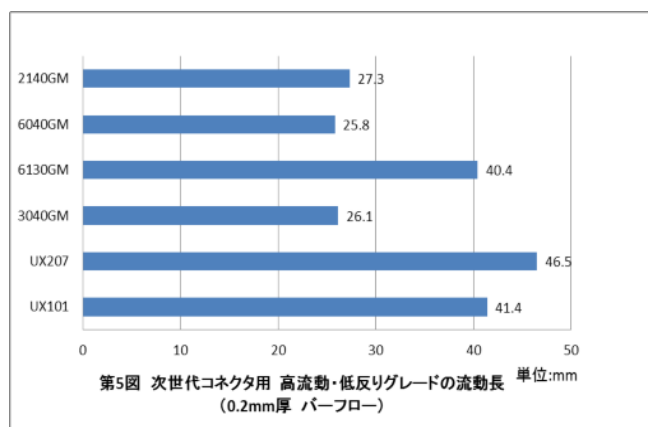


第 4 図 動力源別自動車の販売台数予測

### 3. 技術動向

<スマートフォン・タブレット用コネクタ向けグレード>

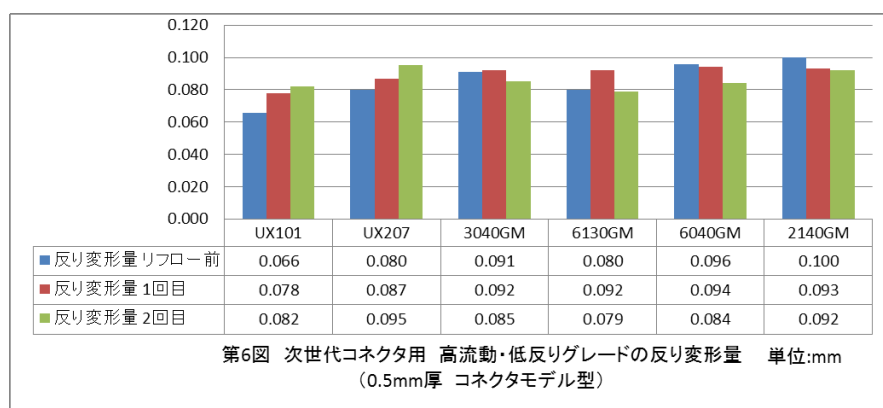
スマートフォン・タブレットは今後も LCP の需要を支える大きな用途であり、各 LCP メーカーは引き続き技術の開発を進めている。上野製薬がスマートフォン・タブレット用コネクタ向けグレードとして 2011 年に上市した UX101 は、流動性・低反り性・成形安定性において高いレベルでのバランスを持つ LCP として市場から高い評価を得てきた。しかし、コネクタの軽薄短小・多芯数化の傾向は未だ止まらず、市場からは LCP の更なる高流動化の要求が寄せられている。そこで、この度 UX101 の低反り性・成形安定性を維持し、流動性を向上させた UX207 を開発した。元来、流動性を向上させるためには、より短い、あるいはより小さいフィラーを使用するが、強度が低くなるというダメ



リットがある。UX207は形状の特殊なフィラーを使用することで、UX101より強度を高めることにも成功した。(表2、第5図、第6図)既に一部ユーザーで高い評価を得ており、今後のスマートフォン・タブレット用コネクタの進化に寄与できればと考えている。

項目	単位	測定法	UX101	UX207	3040GM	6130GM	6040GM	2140GM
		ASTM	耐熱 高流動	耐熱 超高流動	耐熱 汎用	高流動/高 ウエルト <sup>*</sup>	耐熱 汎用	汎用
比重	—	D792	1.69	1.62	1.74	1.63	1.74	1.74
引張強さ	MPa	D638	111	120	110	150	127	98
引張伸び	%		2.8	3	1.5	1.7	1.7	1.5
曲げ強さ	MPa	D790	135	140	140	184	156	142
曲げ弾性率	GPa		8.6	9	10	11	11	11
Izod衝撃値<ノッチ付き>	J/m	D256	110	170	50	79	44	34
荷重たわみ 温度	1.8MPa	D648	254	250	265	277	280	240
	0.4MPa		288	285	288	>295	>295	284

表1 次世代コネクタ用 高流動・低反リグレードの一般物性  
\* 1 本表記載のデータは、代表値であり保証値ではありません。



### <高熱伝導率グレード>

パソコンやスマートフォンの高性能・小型化により、発熱対策の要求が一段と高まってきた。また、各種モータ（自動車駆動用等）においても温度上昇は電気抵抗の増大を招くため、効率の悪化や焼損の原因となる。そこで、優れた流動性を持つLCPに高い熱伝導性を付与することで、封止材、絶縁材、構造材などの形で放熱ニーズに寄与すべく研究が進んでいる。

LCPをベースレジンに使用した高熱伝導率グレードの熱伝導率は、高いもので10W/m・K程度のものが上市されている。しかし、フィラーとしてファインセラミックスを添加した場合、成形機のシリンダ・スクリーへの摩耗が大きいことや、成形加工性が悪いという課題がある。

そこで上野製薬はベースレジンの改良と、加工性に優れた特殊フィラーを組み合わせることでLCPの優れた特徴をできる限り損なわず、熱伝導性を付与するという開発を行っている。

る。

現在開発中の製品（TC1）は、標準品に比べて約 2 倍の熱伝導率を有しているが、強度を一定レベルに保持し、リフローはんだに耐えうる耐熱性を維持している。（表 3）今後サンプルワークを通じて市場の評価を確認し、新たな分野を開拓したいと考えている。

	単位	測定法 (ASTM)	TC1 (開発品番)	3040GM(標準)
熱伝導率 流れ方向	W/m·K	レーザーフラッシュ法	2.2	1
厚み方向			0.6	0.3
体積抵抗率	$\Omega \cdot m$	D257	$10^{14}$	$10^{14}$
絶縁破壊強さ	kV/mm	D149	35	50
比重	—	D792	1.91	1.74
曲げ強さ	MPa	D790	95	140
曲げ弾性率	GPa	D790	12	10
Izod衝撃値<ノッチなし>	J/m	D256	115	295
荷重たわみ温度 (1.8MPa)	°C	D648	253	265
燃焼性	—	UL94	V-0相当	V-0
流動性 (射出圧力:50MPa)	mm	—	80	120

表3 高熱伝導LCPグレードの物性 \* 1

\* 1 本表記載のデータは、代表値であり保証値ではありません。

\* 2 射出圧力:50MPa、厚み0.5mm

#### 4. 今後の新たな用途

LCPにはその特徴を活かした、射出成型用途以外の様々な用途が期待されている。

- ① 高速通信用途：情報量の増大に伴い、通信機器の伝送速度もさらに速くなると予想される。LCPは低吸水性に優れており、高温多湿条件でも絶縁性・電気的特性の保持が可能なことから、誘電率及び誘電正接を小さくすることができれば、基板の材料として通信機器の性能向上に大きく貢献できると考えられる。
- ② 他樹脂とのアロイ：LCPを他樹脂とのアロイ成分として用いることで、他樹脂にはないLCPの優れた特徴を付与できると考えられる。LCPの耐薬品性や制振性といった性能は広く知られているが、例として上野製薬では低融点のLCP（UENO LCP® A-8100）をPP（ポリプロピレン）に添加した結果、耐候性を改善することができた(9)。今後、LCP以外の樹脂に対する機能付与といった用途にも期待が持てる。

#### 5. おわりに

今後のLCPの需要の伸び率は過去のように大きいものではないものの、スマートフォンやタブレットなどの電気電子部品分野に支えられ堅調に推移していくと思われる。ここから更に大きな成長を見込むためには新たな分野の開拓が必要である。幸いなことに、自動車分野では変革期を迎えており、パワートレインの電動化、装備品の電装化など自動車に占める電子部品の割合はさらに増えると予想される。(10)また、フィルム・繊維など電気電子部品分野以外でも採用の広がりが期待される。

<参考文献>

- (1) 「成形・設計のための液晶ポリマー」シグマ出版 (1995)
- (2) 「2015年 エンプラ市場の展望とグローバル戦略」富士経済 (2015)
- (3) 石油化学新聞 (2015年1月19日)
- (4) 「2015年 エンプラ市場の展望とグローバル戦略」富士経済 (2015)
- (5) 「2015年 エンプラ市場の展望とグローバル戦略」富士経済 (2015)
- (6) 「スマートフォン技術 2013」p.8 日経BP社 (2012)
- (7) 「スマートフォンを中心とする携帯電話市場の現況と中期展望」(2014)及び「パソコンの市場展望」(2015) EM データサービス を元に作成
- (8) 工業材料 (2015年3月号 p.90、91)
- (9) プラスチックス (2013年6月号 p.63)
- (10) みずほ銀行 Mizuho Industry Focus vol.153 (2014)