

Chapter 1

マイクロLED市場トレンド
(アプリケーション・市場規模)

台湾のMikro Messa Technology社の陳立宜CEOの講演では自社技術を利用したSmall SizeマイクロLEDチップを使えばLCDよりも大幅に材料費のコストダウンができるとの大胆な発表があり、同じく台湾のPlayNitride社については歩留まりの課題を解決するためのマスキーパーについての議論もあった。

AUO社、BOE社、TCL社、TIANMA社、CECパング社等のパネルメーカーは、マイクロLEDもしくはミニLEDを自社の戦略に取り入れており、5G基地局の建設ラッシュとなっている中国では5Gとのコンビネーションも大きなテーマとなりそうである。20名の講演者の発表後はパネルディスカッションが行われ、特に若い人たちから物怖じをしない積極的な質問がなされ、それに対して講演者たちもきっちりと回答を行っていたのが印象的だった。

懇親会でもお酒の席ならではの打ち解けた会話が目立ち、翌日の13日はCECパング社の南京市の企業・工場見学も含まれ、遠目からだが実際の製造ラインの見学もできた。主催者の発表によると500名もの人が今回のサミットに参加したとのことである。中国ではこのようなマイクロLEDのイベントが頻繁に行われており、日本では知ることのできない情報が多く詰まった内容となっている。このイベントについてはChapter 4で詳細なレビューを行いたい。

CES2020でも中国企業の積極的な取り組みが随所に見られる形となった。台湾の調査会社であるTrendForce社によると中国の大手テレビメーカーである康佳(コンカ)グループは、20年に北米の家電市場に本格参入することを表明しており、これに向けてモジュールタイリング方式のマイクロLEDTV「APHAEA Smart Wall」を公開した(図1-5)。



Chen Y., "【CES 2020】China Companies Demonstrate Micro LED Displays Backed by Taiwan Supply Chain" (2020, January 9), https://www.ledinside.com/showreport/2020/1/ces2020_china_microled

図1-5 CES2020で展示された康佳グループのマイクロLEDディスプレイ

この問題は非常に憂慮すべきものと考えている。企業の真の力はここに書かれているような正々堂々とした理念が存在しなければ、発揮されないことはここに強調しておく。

図1-6はCES2020でのTCL社のカンファレンスの様子である。CES2020では同社以外にも中国企業の発表が目立った。いくつかの中国系企業の展示では、それらのディスプレイがEverlight社やEpistar社等の台湾企業のチップ、パッケージ技術によってサポートされており、新たなトレンドが顕著になっている。Everlight社やEpistar社は2社ともに台湾におけるミニLEDのパイオニア的存在であり、特にEpistar社はApple社のミニLED搭載製品にチップを供給するのではと見られており、Samsung社のマイクロLED TVのサプライチェーンにノミネートされていることも明らかになっている。2020年に入ってEpistar社の勢いが目立つ。同社の傘下で、封止・モジュール化を担当するProLight社がLeyard社ディスプレイのミニLED向けにフル稼働の状況であり、生産能力増強に乗り出すと伝えられている。



Pierre, "TCL Unveils Vidrian Mini-LED Technology at CES 2020" (2020)

図1-6 CES2020におけるTCL社プレゼンテーション

台湾企業のチップ、パッケージ技術によってサポートされている中国系ディスプレイの典型としてはPlanar社が展示していたディスプレイが挙げられる。後述するがPlanar社自体は米国の企業だが、北京に本社を置くディスプレイメーカーであるLeyard社が親会社である。Leyard社は大型ディスプレイの領域で有力とされている企業の一つである。

図1-7にCES2020で展示されたPlanar社の108インチの4Kディスプレイを示す。また、図1-8に展示ディスプレイに添えられていたチッププライヤーの表記を示す。チップはEpistar社が供給し、パッケージはその子会社のYenrich社がサポートしている。Planar社は同じく4Kディスプレイの135インチディスプレイも展示した。ピクセルピッチは108インチが0.625 mm、135インチが0.781 mmと伝えられているがピクセルピッチからするとチップサイズはミニLEDに分類される可能性がある。

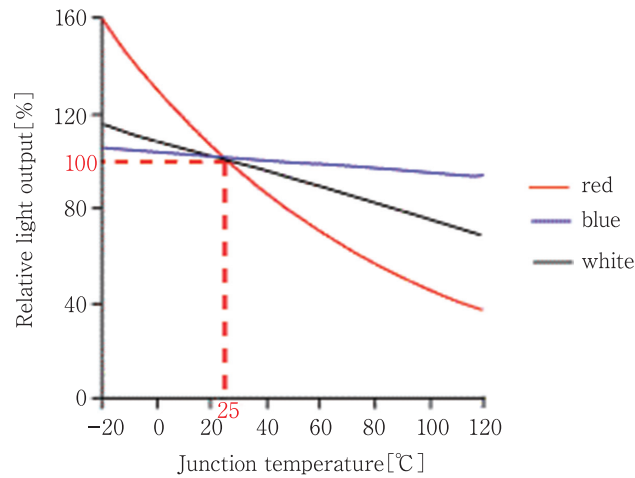


Chapter 2



マイクロLED 技術概要および動向

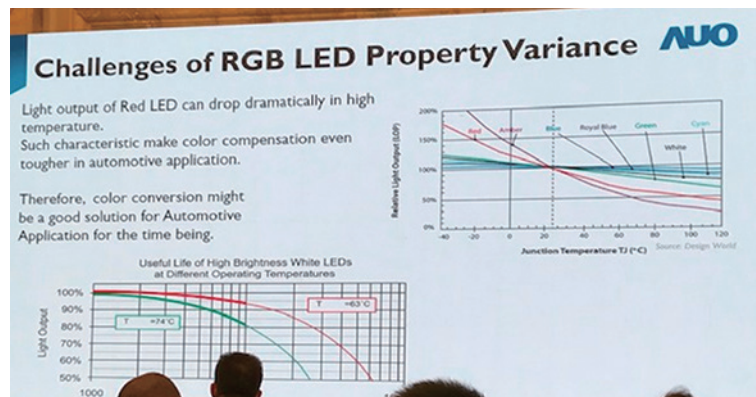
Relative light output of red, blue and phosphorconverted white LEDs as a function of the junction temperature.



Data based on literature from LumiLeds

NLPIP, "How are LEDs affected by heat?", LED Lighting Systems, Lighting Answers (2003, May), <https://www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightinganswers/led/heat.asp>

図2-20 LEDにおける発光効率と温度の関係

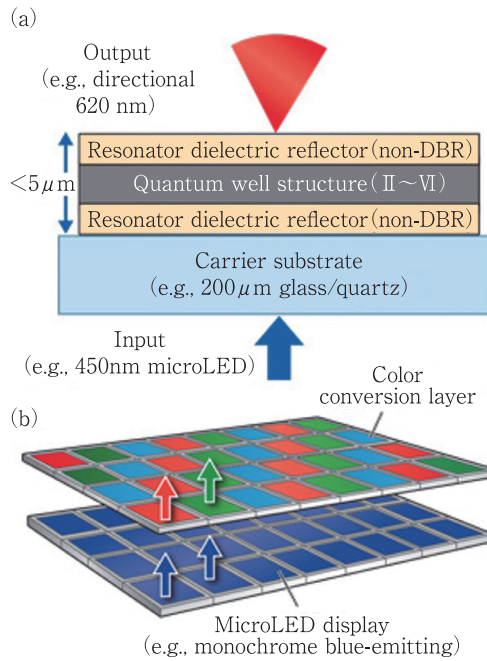


AUO, "Land & Expand Strategy of Micro LED Display" (2019)

図2-21 AUO社の赤色LEDの高温下での発光効率低下と色変換技術に関する発表(講演会場で著者撮影)

3.3 色変換技術(量子井戸, Quantum Photonic Imager)

色変換技術はQD以外に、量子井戸を用いる方法やOstendo社が推進しているQuantum Photonic Imager(QPI)と呼ばれる技術がある。



Overton G., "Microdisplays: Thin quantum wells improve brightness and color in microLED microdisplays" (2017, July 10), <https://www.laserfocusworld.com/detectors-imaging/article/16548222/microdisplays-thin-quantum-wells-improve-brightness-and-color-in-microled-microdisplays>

図2-22 量子井戸技術の概観

量子井戸を使ったマイクロLEDディスプレイは典型的には VerLASE Technologies 社の考案しているものがよく引き合いに出される。図2-22(a)のように共振器で挟まれた量子井戸構造により、 $5 \mu\text{m}$ 未満の Quantum well structure 層が光を高吸収し、共振器構造により高効率のRGBカラー変換を可能とする技術である。ピクセルレベルで高効率の赤色と緑色への色変換を可能にするとされる。

また Ostendo Technologies 社が推し進めている QPI 技術は、一つのピクセルで RGB を垂直に積層させる構造で高度にマイクロレベルの光学機能が集約されている 3D-IC 半導体ディスプレイである(図2-23)。

この QPI 技術によって各パーツを微小化できることは、例えば AR メガネは自然なメガネの形状に近付けることができると同時に、デザイン性の幅も広がるだろう。

QPI 技術はまだブレイクスルーしておらず、実用化はまだ先と見られる。先に紹介した量子井戸についても現状量産化ができる状況になく、これらの技術を採用するとなると非常にコストの高いマイクロLEDディスプレイとなってしまうのが現状である。



Chapter 3



プレーヤー， サプライチェーン動向

2. ミニLEDのサプライチェーン概要

図3-4に著者がまとめたミニLEDのサプライチェーンマップ例を示す。



図3-4 著者がまとめたミニLEDサプライチェーン例

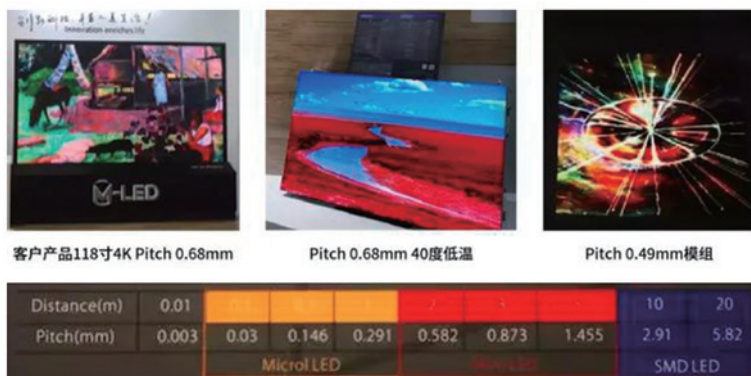
一般的な傾向として、マイクロLEDを開発している企業はミニLEDも開発している。よってサプライチェーンの在り方も、マストランスファーの特殊な技術を除くと、マイクロLEDのそれと重複する部分も出てくる。典型的には業界全体は、チップ、パッケージ、ドライブIC、モジュール、ブランド等をカバーするセクションに分けることができる。ミニLEDの開発に関しては、既存のLEDエピメーカーがパッケージメーカーと協力するのが合理的で好ましいと考えられる。事実、Epistar社は傘下にパッケージメーカーを抱えている。

マイクロLEDディスプレイでは、マストランスファー技術の目途が立てば、次に目をつけられるのがLEDチップのコストであり、そこで優位になるのが、すでにMini-LEDでその存在感を高めている中国チップメーカーになる。三安社はミニLEDをSamsung社向けをはじめとして2018年から供給を始めている。

HC SemiTek(华灿光电)社も三安社同様、ミニLEDについては初期からのプレーヤーであり、2018年から出荷を開始している。また、当然のことながらマイクロLEDの開発も行っている。同社は武漢市が本拠地であるが、新型コロナウイルスによるビジネスへの障害はなく、フル稼働に近い状況が続いているようである。一方、東京オリンピックに向けた需要もあった模様だが、これについては開催延期によってディスプレイ用LEDのオーダーキャンセルがあっ

たと報じられている。

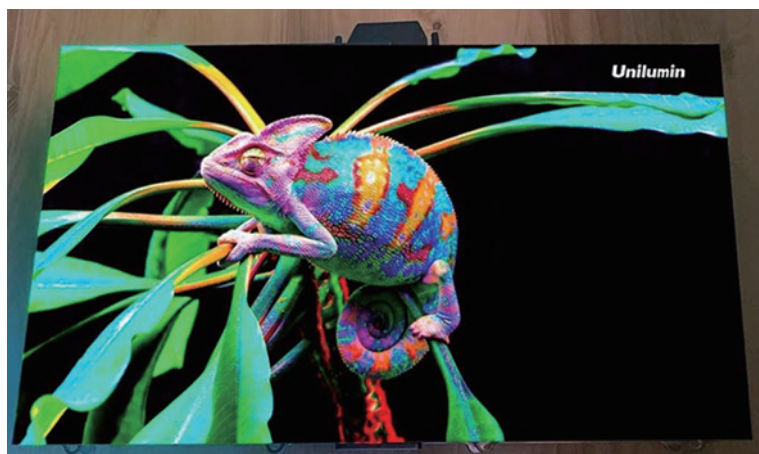
同じく中国のRefond社はミニLEDの自動生産ラインを完成させ、供給体制を整えている(図3-5)。同社のミニLEDは日本では知名度は低いが、TCL社グループとも協業しており、TCL社製ディスプレイのバックライトに使用されたりしている。なお、Refond社もマイクロLEDの開発を行っている。



瑞丰, "Mini/Micro LED Roadmap", (2019, August 29), https://www.sohu.com/a/337406907_610729

図3-5 Refond社のマイクロLED, ミニLEDロードマップ

先にも取り上げた国星光电(Nation Star)社は、2020年もミニLEDの新製品の投入が見込まれており(図3-6)、ターゲットアプリケーションはタブレット、ゲーム用モニター、TV、医療用ディスプレイ、車載用ディスプレイ、VR機器とされている。Unilumin社との協業も継続されていく模様である。



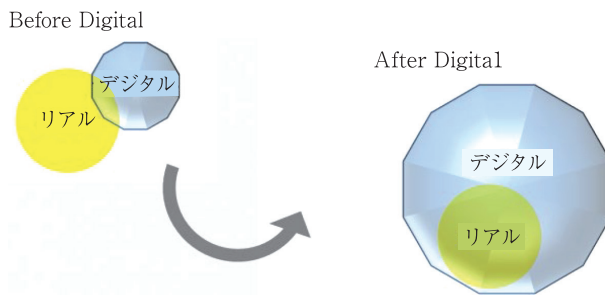
国星光电, "Mini LED | 细说国星IMD-M05的划时代意义" (2020, March 18), http://www.nationstar.com/index.php/Article/article_detail/article_id/1278/cat_id/1.html

図3-6 国星光电ミニLED搭載ディスプレイ

見本

Chapter 5

今後の展望



藤井保文, “OMOとは? アフターデジタル時代の新ビジネスルール-世界の流れとXD第2章(1/3)” (2018, November 28), https://trillionsmiles.com/future/world-xd_06/

図5-6 アフターデジタルについて

4. 中国とマイクロLED

図5-7は、全てが集計されているわけではないが、LEDinside社(TrendForce社)がまとめたマイクロLEDに関する投資額の情報である。康佳グループについては何度か紹介してきたが、総額300億人民元の投資予定であることを発表している。康佳グループのマイクロLED TVであるSmart Wallは総数1億個を超える無数のLEDチップを搭載しているとされる。

国有会社でありインフラに対する投資も行っている中国海外控股集団社が、リストに含まれていることも興味深い。同社は1993年に設立され、国家工商行政管理に登録されており、本社は北京にある国営企業でもある。海外市場の展開や発展に積極的に関与する一方で、近年、国内市場への投資を増やしている。新興産業と戦略的投資の方向性により、徐々にインフラ建設、新エネルギー、不動産開発事業も行うようになってきている。国の開発戦略とも密接に連携し、新しい工業化、情報化、都市化、農業の近代化の推進によってもたらされる新しい機会をつかみ、イノベーションの推進を図っている。こうした企業が積極的にマイクロLEDに投資するのも中国市場のアドバンテージであるだろう。リストには国星光电社のIMD-M05を採用しているUnilumin(洲明科技)社の名前もある。また米国のLEDチップメーカーであるCree社の名前もあるが、どちらかという中国プレイヤー寄りの集計データとなっており、中国がマイクロLEDディスプレイに力を入れていることがわかる。

2019年12月のInternational Micro-LED Display Summitに参加するため南京を訪れたが、宿泊先の南京南駅で感じたのは建築物のダイナミズムである(図5-8)。スケールの大きい建築物には大きな壁があり、その壁を飾るビデオウォールは実に見ごたえがある。

ディスプレイの中心地は中国に移りつつある。政府関連が支援をする産業は強い。ただ逆のリスクもあり、例えば中国EV市場は補助金のカット等があり、経営難に陥る企業も出てきている。マイクロLEDも市場が過熱してくれば、企業の自立を求めめるためにそうした措置も取られる可能性はあるだろう。そうした事情も加味した上で図5-9を紹介する。eLux社が発表したマイクロLEDディスプレイの現状を示した資料だが、ここで語られているほとんどが中国プレイヤーとなっている。本書でもこの図に登場する企業については多くの文字数を割いて解説したつもりである。



eLux, “低製本製造Micro-LED显示器” (2019).

図5-9 マイクロLEDディスプレイの現状を解説するeLux社の発表(講演会場で著者撮影)

5. AR・VRグラスの使用感の課題とマイクロLED

マイクロディスプレイの領域はどうだろうか？ ARグラスは次世代プラットフォームとしての可能性を秘めているデバイスであり、世界中のプレイヤーがまだ凌ぎを削っている領域とあってよいだろう。一方で長時間かけた場合の使用感が課題としてある。例えば「酔い」の問題は、脳の感じる違和感と解釈はできるが、人の身体に関するメカニズムについてはまだわかっていないことも多い。

VRについても同様の問題があり、基本的に乗り物酔いしやすい人はVR酔いもしやすいといわれている。乗り物酔いは一般的に三半規管が刺激され、体のバランスを失うことによって起きるとされる。耳の奥にある三半規管にはリンパ液があり、このリンパ液の流れないしは状態等から、脳は身体の位置や揺れ、スピードを把握するとされている。非日常的もしくは、不規則な揺れ等が生じると脳への情報が過剰になり、情報キャパシティがオーバーしてしま