



ディスプレイ業界における中国の革新性はどの程度か?

STEPHEN EZELL | 2024 年 9 月

中国企業は、世界最大の生産者となっただけでなく、ディスプレイ技術の分野でも主導的なイノベーターとなりました。中国のディスプレイ産業は、多額の補助金、知的財産の盗難の横行、規模の経済の結果として成長してきました。

重要なポイント

- 中国企業の液晶ディスプレイ (LCD) 生産の世界シェアは 72 % に達し、有機発光ダイオード (OLED) 生産のシェアも現在 50 % を超えている。どちらも 10 年前は 1 % 未満だった。
- アナリストらは、2020 年から 2027 年にかけて、ディスプレイ技術への設備投資 (CapEx) における中国の世界シェアが平均約 85 % となり、2027 年までに中国企業が同分野の CapEx の 90 % 以上を占めると予想しています。
- 長い間韓国のリーダーたちの脇役だった中国の LCD および OLED メーカーは、斬新なディスプレイ製品でこの分野のイノベーション賞をますます獲得しています。
- 「テクノロジーおよび電気ハードウェア・機器」部門における中国のトップ企業の研究開発集約度は過去 10 年間で 646% 増加したが、米国企業の増加率は 67 % でした。
- 中国のディスプレイメーカー BOE は、過去 12 年間で中国の中央政府および地方政府から推定 39 億ドルの補助金を受け取っており、2022 年だけでも同社は中国政府からの補助金の受領額で 3 番目の高さでした。
- 中国によるこの業界への巨額の補助金により、この分野の価格 (ひいては収益性) が下落し、多くの外国の競争相手が市場から締め出されたり、競争相手になりそうな企業の参入が妨げられたりしています。
- ディスプレイ技術における中国企業の能力は、両技術間のプロセスの類似性が 70 % 近くあるため、半導体の能力にも波及する可能性が高いです。

内容

重要なポイント.....	1
はじめに	3
背景と方法論.....	5
ディスプレイのイノベーションと米国の重要性役割.....	6
中国のディスプレイ産業.....	7
ディスプレイにおける中国の革新性は?.....	11
中国のディスプレイ産業へのイノベーションの投入.....	15
研究開発費比率	15
科学出版物.....	18
特許.....	18
企業事例	20
BOE.....	20
TCL.....	21
中国政府のディスプレイ産業支援政策	22
米国はどうすべきか?.....	24
結論.....	25
脚注.....	27

はじめに

電子ディスプレイは経済の不可欠な部分となり、テレビ、コンピュータ、携帯電話、タブレット、自動車から医療機器、冷蔵庫まで、さまざまな用途に及ぶさまざまな消費者向け電子機器の主要な視覚的および触覚的 (タッチスクリーン経由) ヒューマンインターフェースとなっています。ディスプレイは、戦闘機の操縦席のヘッドアップディスプレイから海軍艦艇の戦闘情報センターに至るまで、国家防衛能力においても重要な役割を果たしています。したがって、電子ディスプレイにおけるリーダーシップは、消費者向け電子機器や情報通信技術 (ICT) 産業で競争力のある企業を展開する国家の能力にとってだけでなく、国家の防衛能力にとっても重要になっています。

実際、ディスプレイの革新は、世界的な情報技術革命の不可欠な原動力となっています。ブラウン管 (CRT) は 1920 年代に初めて商品化され、カラー CRT は 1950 年代に開発され、CRT 時代は 1980 年代まで続きました。1990 年代には、液晶の光変調特性と偏光子を組み合わせた液晶ディスプレイ (LCD) の登場に伴い、初のポータブルラップトップコンピュータの開発が可能になりました。そして 2000 年代には、LCD がさらに進化し、フラットスクリーンテレビの製造が可能になりました。2010 年代に入ると、ディスプレイ技術は再び進化し、スマートフォンの画面に見られるような有機発光ダイオード (OLED) 技術の登場により、現在の主流技術となりました。OLED ディスプレイは主に携帯電話から始まりましたが、フラットパネルディスプレイ (FPD) 市場 (大型フラットスクリーンテレビなど) でも OLED がますます普及しつつあります。(OLED は優れた表示品質を提供しますが、LCD に比べてコストが高く、寿命が短いため、両方の技術が共存し続ける可能性が高いです。)¹

ディスプレイの革新は、世界的な情報技術革命の不可欠な原動力となっています。

LED 技術において、今後は通常の LED バックライトの約 1/40 のサイズのはるかに小さい LED を使用する MiniLED 技術が登場し、その後にピクセルごとに 3 つの無機 LED (赤、緑、青) を使用し、鮮明度、耐久性、エネルギー消費の最適な組み合わせを提供する可能性がある MicroLED 技術が続きます。² また、他の場所では、革新的なマイクロディスプレイ技術が自動現実/仮想現実 (AR/VR) ゴーグルのビジュアルインターフェースを進化させ、メタバース経済の実現を支援するでしょう。

さらに、ディスプレイは、価値の面で ICT ハードウェアへの最も重要な入力の一つになっています。実際、公称 55 インチ LCD 超高精細 (UHD) テレビの価値のうち、ディスプレイが占める割合は推定 64 % (プロセッサが 13 %、その他のコンポーネントが 23 %)。同様に、ディスプレイは Apple MacBook Pro コンピュータや iPhone の価値の約 20 % を占め、Apple の Vision Pro VR ゴーグルの価値の半分を占めています。全体として、アナリストはディスプレイユニットが現代のスマートフォンの材料コストの約 22~37 % を占めると推定しています (スマートフォンには 50~70 種類のレガシーチップがあり、これらを合わせると材料コストの約 8~15 % を占めます)。

アナリストは、世界のディスプレイ市場は 2024 年に 1,820 億ドルの売上を生み出し、今後 10 年間で規模が 2 倍以上になり、2034 年までに 3,720 億ドルの市場になると予測していま

す。³(アナリストは、インタラクティブディスプレイ市場が 2023 年の 113 億ドル市場から 2031 年までに 185 億ドルに成長すると予想しています。)⁴かつては韓国企業が大部分を独占していた業界では中国企業は脇役に過ぎなかったものの、現在では LCD と OLED を合わせたガラスディスプレイ市場における中国のシェアは 70 %を超えています。⁵内訳を見ると、世界の LCD 生産における中国のシェアは現在 72 %に達し、OLED 生産における中国のシェアは 50 %を超えています。2024 年第 1 四半期に初めて、中国企業が韓国企業を上回り、OLED パネルの主要生産者となりました。⁶さらに、中国のディスプレイ分野の優位性は、同国のテレビメーカーの競争力をますます高めています。

中国のディスプレイ産業の急速な発展は、主に、まさにそれを実現するために設計された、国家レベルおよび省レベルの中国政府の協調戦略の賜物です。中国政府は BOE や TCL のような国内大手企業を育成するため、この分野に補助金を大量に投入してきました。実際、中国のディスプレイメーカー BOE だけでも、2010 年から 2021 年にかけて中国の国家および地方政府から推定 39 億ドルの補助金を受け取っており、2022 年には中国政府補助金の第 3 位の受給者となりました(2023 年には第 7 位の受給者となりました)。現金(ローンや助成金など)に加えて、これらの補助金は減税、資本金の割引、土地や公共料金の無料または割引、外国人材の雇用に対する政府による資金提供といった形をとっています。中国のディスプレイメーカーも、広範な海外の知的財産の盗難から利益を得ています。

中国の LCD 生産における世界シェアは 2004 年の 0 %から 2024 年には 72 %に増加し、OLED 生産におけるシェアは 2014 年の 1 %から現在では 50 %以上に増加しています。

中国がディスプレイ業界に積極的に補助金を支給したことにより、価格が下落し、過剰生産を招き、業界で生き残るために市場ベースの利益率を獲得しなければならない外国の競合企業の収益性が低下しています。LCD 分野では、このアプローチによってほとんどの外国の競合企業を業界から追い出すことに成功しました。日本企業は 2010 年頃にこの分野への投資を全面的に停止し、日本の国内大手企業 JOLED は最近破産申請しました。あるいは、他の競合企業がこの業界に参入することを阻止しました。米国として、商務省の報告書は、米国で計画されていた Foxconn の LCD 生産施設が立ち上げに失敗した理由を次のように結論づけています。「ウィスコンシン州からの大幅な減税、補助金、環境免除にもかかわらず、地理的に隣に重要な材料サプライヤー(ガラスメーカーなど)が不足していること、LCD 生産が世界的に過剰であること、現地の人件費が高騰して生産が採算が取れないことなどから、当初の構想どおりにはプロジェクトは実現しなかった。」⁷

BOE、TCL、天馬、Visionox などの中国のディスプレイメーカーは、確かに大手の同業他社(特に日本のシャープ、韓国の LG、Samsung Display)より遅れてスタートしましたが、BOE と TCL がコンシューマーエレクトロニクスショー(CES)などの分野で権威ある賞をますます獲得していることからわかるように、独自の革新的な製品を開発するようになっていきます。例えば、2023 年の CES では、TCL-CSOT(TCL のディスプレイ子会社である China Star Optoelectronics Technology Co., Ltd.)が「年間最優秀 MiniLED ディスプレイ革新賞」を受賞しました。BOE は革新的なフレキシブル OLED スクリーンを開発しており、発売時には世界最大の 95 インチ 8K OLED スクリーンであると主張しました。BOE のディスプレイ製造施設は世

界で最も高度なものの一つであり、広範囲に自動化されています。⁸ BOE は特許ポートフォリオの開発にも熱心に取り組んでおり、過去 6 年間、毎年世界トップ 10 の特許申請者となっています (2023 年には世界第 5 位の特許申請者となっています)。

すなわち、中国は明らかに世界の LCD 業界でのリーダーシップを他の企業から奪い取ったのです。2004 年、中国は世界の LCD 生産量において 0 %でしたが、2024 年までにこのシェアは 72 %に達しました (産業政策を通じて「比較優位」が事実上人為的に作り出されたことを示す最も強力な事例です)。同様に、中国の OLED 市場シェアは 2014 年の 1 %未満から現在では半分以上に増加しており、現在の傾向が続くと、この市場セグメントの競合他社も生き残るのが困難になるでしょう。(実際、韓国や日本のプレイヤーにとって唯一の道は、フロントエンドで革新を起こし、次世代の MiniLED および MicroLED ソリューションを開発することでしょう。)

中国は明らかに、世界の **LCD** 産業におけるリーダーシップを他の競争相手から奪い取ったのです。

さらに、ディスプレイと半導体の製造工程の類似性が 70 %近くあることが判明しており、中国企業がディスプレイ技術の能力を開発するにつれて、それが半導体の能力にも波及し、中国の半導体企業の競争力をさらに強化する可能性があることを意味します。⁹ 最終的には、中国のディスプレイ製造能力の向上が、隣接部門や下流部門に波及する可能性が高いです。

背景と方法論

一般的な見解は、中国は模倣者であり、米国は革新者であるというものです。そのストーリーは、米国の技術や産業政策に対する無関心な態度を裏付けることが多いです。結局のところ、米国はイノベーションをリードしているので、心配する必要はありません。まず、この想定は誤りです。なぜなら、家電製品、半導体、太陽光パネル、通信機器、工作機械など、米国の多くの産業で見られるように、イノベーターは低コスト構造を持つコピー企業にリーダーシップを奪われる可能性があるからです。¹⁰ 第二に、中国が鈍い模倣者であり、常に追従者となる運命にあるかどうかは明らかではありません。

中国の企業や産業がいかに革新的であるかを評価するために、Smith Richardson Foundation は情報技術イノベーション財団 (ITIF) に支援を提供し、この問題の調査を行いました。この研究の一環として、ITIF はディスプレイのイノベーションを含む特定の分野に焦点を当てています。

確かに、どの国の産業のイノベーション能力を評価するのも難しいものの、中国の産業にとっては特に難しいです。その理由の一つは、習近平国家主席の指導の下で、中国が特に工業力や技術力に関して、以前よりも世界に対して公開する情報が大幅に減ったためです。それにもかかわらず、ITIF はディスプレイにおける中国のイノベーションを評価するためにいくつかの方法に頼りました。まず、「2023 年 EU 産業研究開発投資スコアボード」に掲載されている企業から無作為に選んだ中国の家電製品/ディスプレイイノベーション企業 2 社を対象に、詳細なケーススタディ評価を実施しました。次に、中国のディスプレイイノベーション産業に関する

世界的な専門家へのインタビューを実施しました。3 番目に、科学論文や特許など、ディスプレイのイノベーションに関する世界的なデータを評価しました。

ディスプレイのイノベーションと米国の重要性役割

ドイツの物理学者 Ferdinand Braun は 1897 年に最初の CRT を発明したとされていますが、1922 年に熱陰極を発明し、CRT を商業製品にしたのは Western Electric の John Bertrand Johnson と Harry Weiner Weinhart でした。¹¹ スコットランドの技術者 John Baird、ロシアの技術者 Vladimir Zworykin、そして米国人の Philo Farnsworth はテレビ技術の先駆者として認められています (Farnsworth は RCA との長い論争にもかかわらず米国の特許を取得しました)。しかし、技術の商業化と業界における米国のリーダーシップの確立を主導したのは、Zworykin を雇用した David Sarnoff のリーダーシップの下での RCA でした。¹²

第二次世界大戦までに、RCA は重要なレーダー、ソナー、電子航法システム用のディスプレイを製造する米国有数の企業となりました。1946 年までに、第二次世界大戦中に開発された技術革新によって、テレビは大幅に改良されました。13 1948 年には約 80 万台のテレビ受信機が販売されましたが、1950 年までにこの数字は 750 万台に急増しました。(前述のように、ディスプレイとテレビは別物ですが (ディスプレイはテレビの主要入力です)、両者は密接に関連しています。)戦後は米国のテレビ製造と番組制作が目覚ましい成長を遂げた時代であり、RCA は特許と製造から多大な収益を生み出しました。¹⁴

RCA が 1950 年代にアメリカを代表するカラーテレビ制作会社となったにもかかわらず、米国では、司法省 (DOJ) は RCA に対して積極的な反トラスト法違反行為を開始しました。DOJ は RCA に対し、特許を国内の競合企業と自由に共有し、海外の競合企業からはロイヤルティのみを請求することを要求しました。ライセンス収入に依存している RCA は、主に日本企業をはじめとする外国企業に自社の技術のライセンスを供与せざるを得なかったのです。その影響は壊滅的でした。経済学者 Steven Klepper は著書「*Experimental Capitalism: The Nanoeconomics of American High-Tech Industries*」の中で、この行動は米国のカラーテレビ産業の最終的な衰退につながる引き金の一つとなったと指摘しています。¹⁵あるいは歴史家の John Steele Gordon は次のように記しています。「米国の産業を一企業の支配から守るために、反トラスト法は産業全体を死滅させた。それは頭痛を治すのにギロチンを使うようなものだ」。¹⁶

米国の大手企業で LCD 生産に関与しているところはなく、米国内に大規模な LCD 製造も行われていません。

1960 年代までに、日本製のテレビが米国に溢れ、米国製よりも安い価格で販売されるようになりました。これは、労働コストの低下と技術移転、そして米国では原価以下で価格設定し、外国の競争から業界が保護されている日本では高値で価格設定する「ダンピング」の慣行によって可能になりました。¹⁷ 残念なことに、Zenith が反ダンピングを理由に日本のプレーヤーを提訴したとき、米国は...最高裁判所はこれに対して不利な判決を下しましたが、その主な理由は、裁判所が日本の産業政策システムと、特定の産業における主要な日本企業の海外市場 (価格政策を含む) を調整していた通商産業省 (MITI) による「行政指導」の役割を理解する時間を取らなかったためです。¹⁸ このような決定は、大規模な産業補助金などを通じて今日の中国

のディスプレイ産業を急成長させる上で中国政府が果たしてきた基礎的な役割を認識していないに等しいです。

1990年代後半までに、米国の最後の有名なテレビメーカーである Zenith は韓国の LG Electronics に買収され、米国の業界に終焉の鐘が鳴らされ、不適切な独占禁止法と貿易政策がどのようにして米国の業界を壊滅させるかを示す極めて明確なケーススタディとなりました。

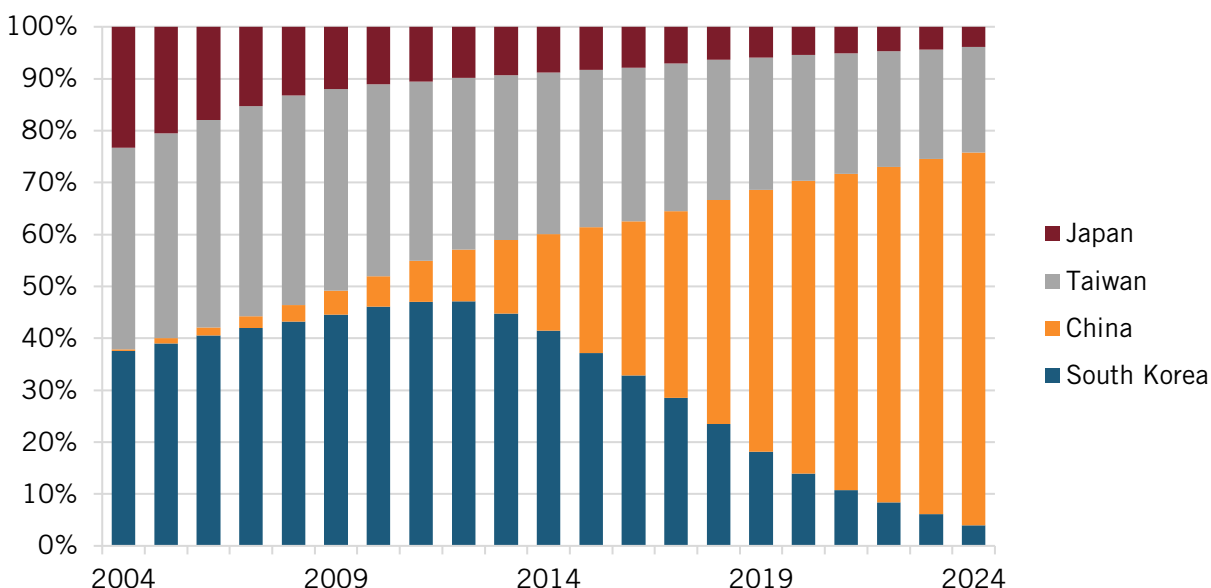
現在、米国のテレビメーカーは2社のみが残っています。VIZIO は、高品質で低価格の薄型テレビを提供するために2002年に設立されましたが、主に中国、メキシコ、台湾などの国で生産しています。また、サウスカロライナ州に本拠を置く Element Electronics は、手頃な価格の LCD テレビと LED テレビを製造するために2006年に設立されました。19しかし、LCD 生産に携わる米国の大手企業は存在せず、米国には商業製品規模での LCD や OLED 製造の大きな企業もありません。²⁰

中国がディスプレイ業界でこれまで以上に大きな市場シェアを獲得するにつれ、米国は重要なディスプレイ入力部品に関して中国のサプライヤーへの依存度が増すという脆弱性のリスクにさらされています。これは、米国が重要な ICT のサプライチェーンにおける回復力と自立性を高める措置を講じている時期に、懸念される事態です。さらに、ディスプレイは多くの兵器システムプラットフォームにとって重要であるため、米国は防衛目的のためだけにディスプレイの能力を維持することを確実にする必要があります。

中国のディスプレイ産業

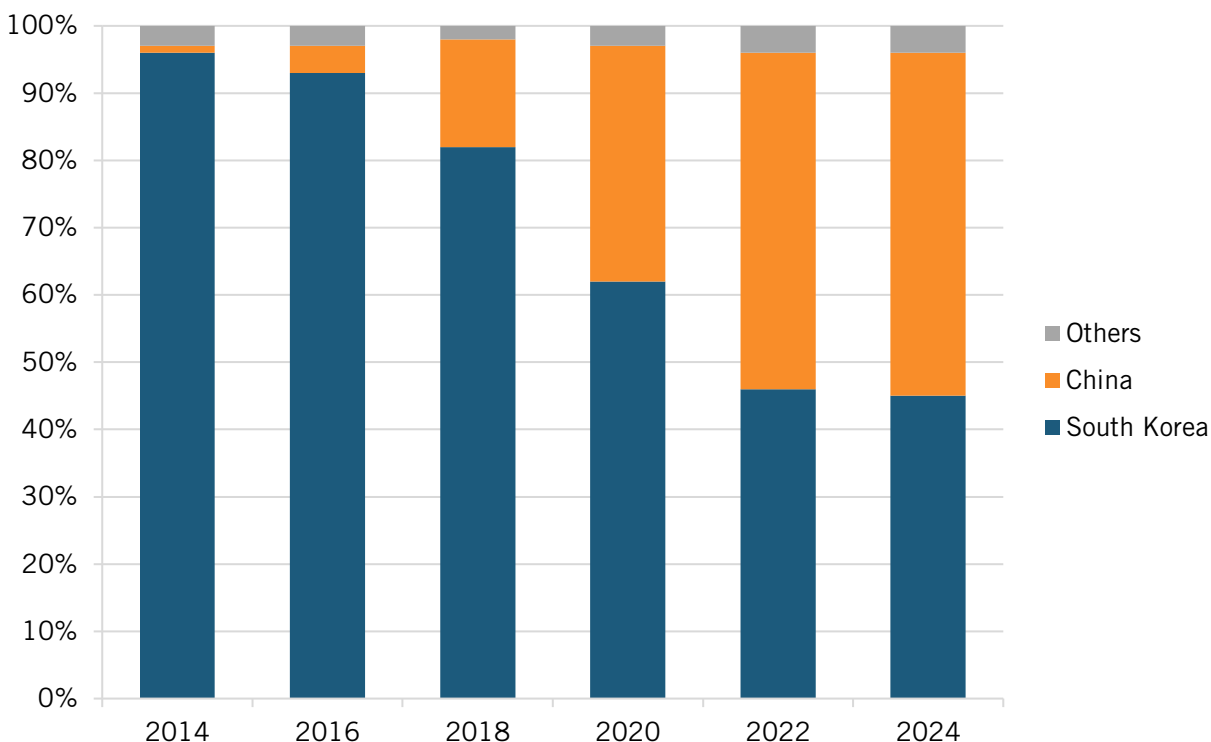
前述のように、過去20年間で、LCD市場における中国のシェアは、2004年のほぼゼロから現在では72%にまで成長しました。(figure 1を参照。)一方、韓国企業のLCD市場シェアは36%からわずか4%にまで急落し、日本企業のシェアも22%から4%に低下し、台湾企業のシェアは38%から22%にほぼ半減しました。中国のディスプレイ産業全体の規模は拡大を続けており、2012年から2022年にかけて複合成長率は21.6%に達しています。²¹

図1:世界のLCD産業の市場シェア(国別)²²



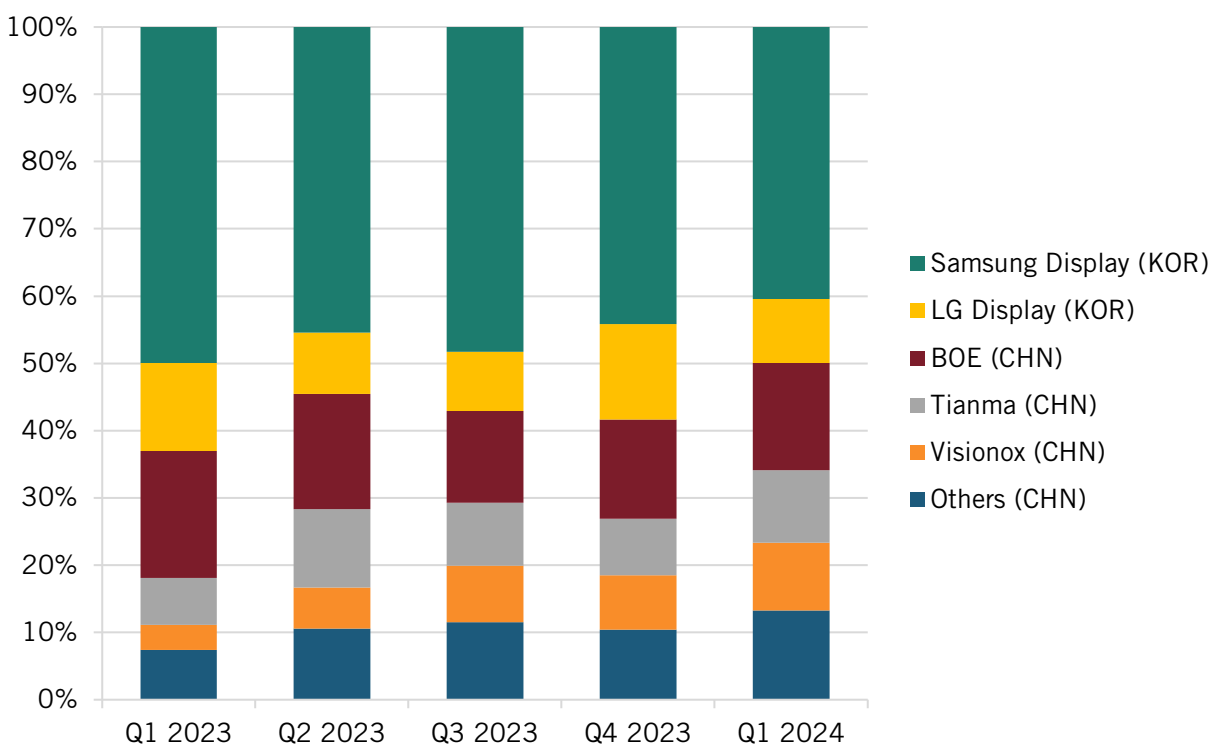
同様に、世界の OLED 市場における中国のシェアは、2004 年のわずか 1 %という実質ゼロから現在では半分以上にまで成長しましたが、同じ期間に韓国のシェアは 96 %から 45 %に低下しました。(figure 2を参照。)

図 2:世界の OLED 産業の市場シェア (国別)²³



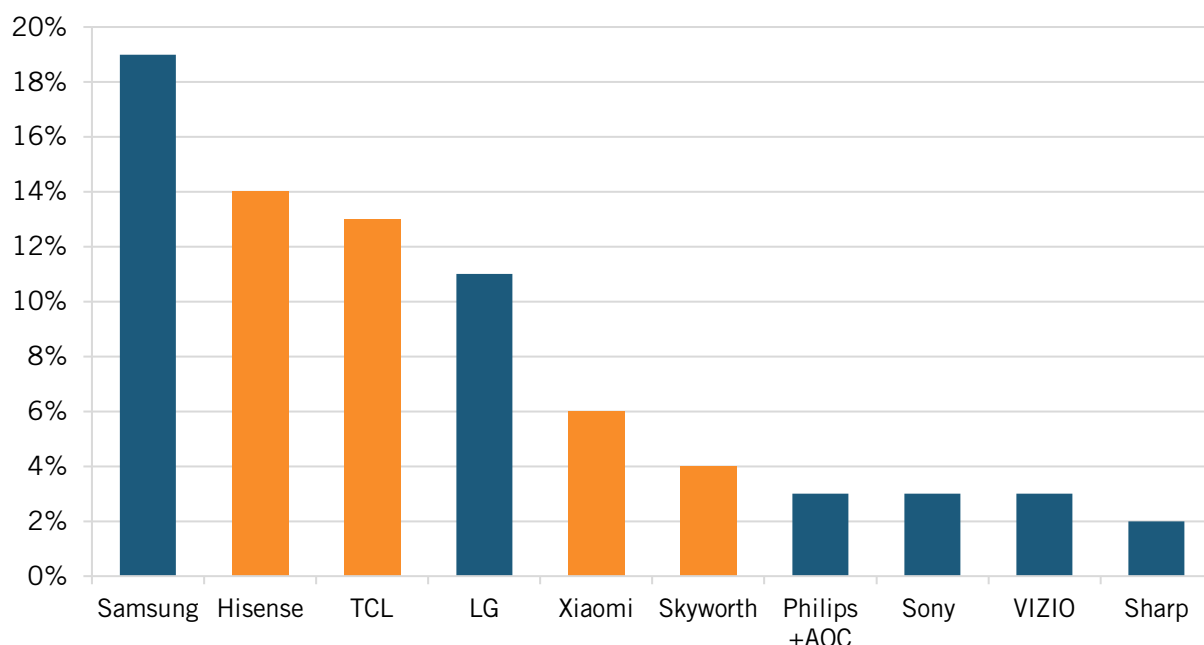
OLED 市場では、Samsung Display が 2024 年第 1 四半期時点で 49 %の市場シェアで依然としてトッププレーヤーですが、BOE が 16 %の市場シェアで 2 位に浮上し、現在では中国の天馬と Visionox (それぞれ 10.8 %と 10.1 %の市場シェア) が続き、LG Display が 9.5 %の市場シェアで現在 5 位となっています。(figure 3を参照。)中小型 OLED 市場(車載ディスプレイ画面など)では、韓国企業が 2023 年に 62.3 %の市場シェアを持ち、中国企業は 36.6 %でした。しかし、2024 年第 1 四半期までに中国企業は 50.5 %の市場シェアを獲得し、韓国企業は 48.2 %のシェアを持つことになりました。つまり、この分野では中国がわずか 1 年で 20 ポイント以上の差を縮めたこととなります。合計すると、2015 年から 2022 年の間に、中国の製造業者は生産能力を月間 100 万枚のガラスシート(第 8.5 世代に換算したスケールで測定)から月間 400 万枚のガラスシートへと拡張させました。²⁴

図 3:OLED 出荷市場シェア全体²⁵



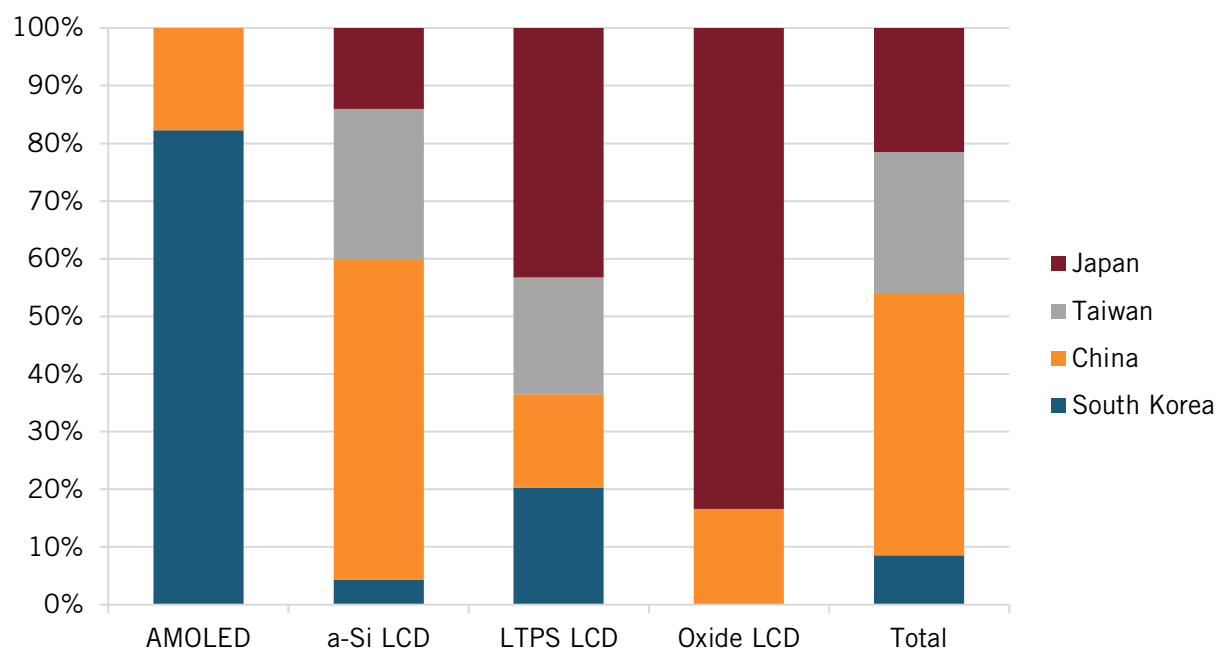
前述のように、ディスプレイのイノベーションにおける中国の優位性は、テレビ業界における中国企業の下流競争力を後押ししています。BOE、China Star (TCL-CSOT)、HKC Displayなどの中国企業は、65/75/85 インチの LCD パネル市場の 70~85 %、超大型 LCD テレビ (90~115 インチ) のほぼ 100 %を占めています。²⁶ 市場調査会社 Omdia は次のように報告しています。「中国のテレビメーカー TCL と Hisense's が「中国のパネルメーカーから超大型パネル (98 インチと 100 インチ) を早期に採用し調達していることは特に注目に値する」。この戦略は、パネルメーカーがディスプレイ生産能力を効率的に活用するのに役立つだけでなく、中国のテレビブランドが超大型 LCD テレビ市場で世界的リーダーとなることを目指すのを支援することにもなります。²⁷ 2023 年末時点で、中国の Hisense's は世界のテレビ業界で 14 %のシェアを占め、TCL は 13 %を占めていたが、Samsung は依然として 19 %の市場シェアでトップに立っていた。(figure 4を参照。)

図 4:2023 年の世界テレビ業界における企業市場シェア (中国企業はオレンジ色)²⁸



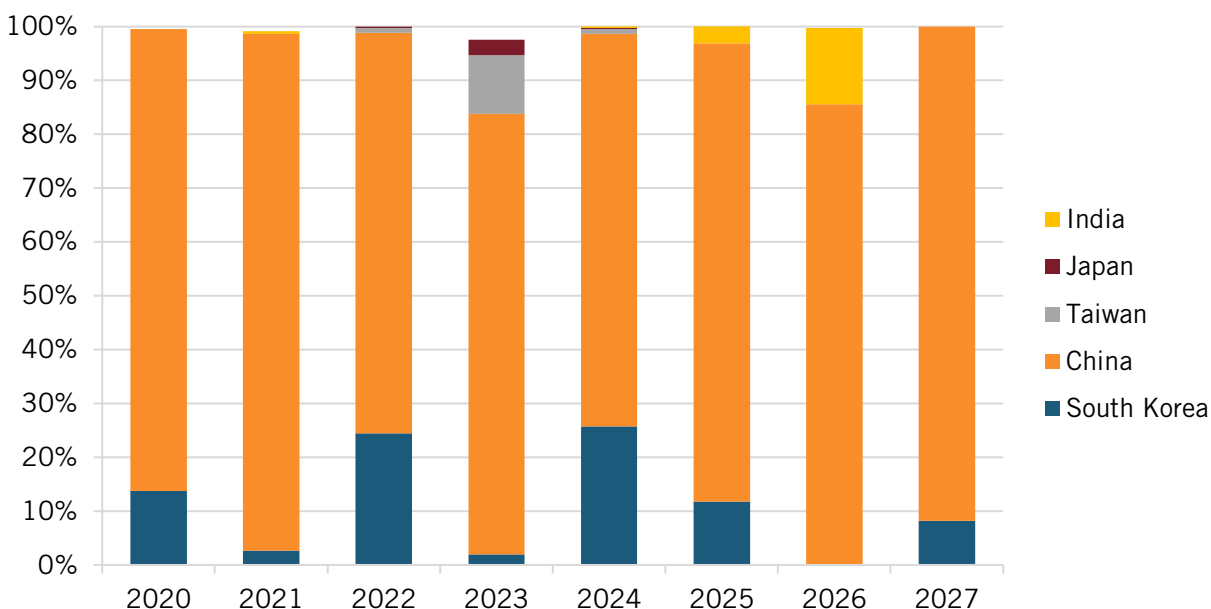
中国企業も自動車用ディスプレイ業界で重要なプレーヤーとなり、市場シェアは 2016 年のわずか 12.9 %から現在では 45.3 %に増加しています。(figure 5の最後の小節を参照) (注:figure 5にはさまざまな種類の車載ディスプレイが示されています。AMOLED はアクティブマトリックス OLED を指します。中国の自動車産業における 2 大企業である BOE と天馬は現在、合わせて世界市場の 30.7 %を占めています。²⁹

図 5:2023 年上半期の地域別自動車出荷台数シェア³⁰



最後に、中国企業がディスプレイ業界でこれほど強力になった主な理由は、同業界への投資を主導していることです。これらは資本集約型のプロジェクトです。新しいディスプレイ工場の建設には 70 億ドルもの費用がかかり、完成までに 3~4 年かかる可能性があります。³¹ 2015 年から 2022 年にかけて、中国では数十億ドル規模のディスプレイ工場の数がすでに 7 か所から 16 か所に増加しています。³² アナリストは、2020 年から 2027 年にかけて、ディスプレイ技術への設備投資 (CapEx) における中国の世界シェアが平均約 85 %になると予想しており、2027 年までに中国企業がこの分野の CapEx の 90 %以上を占めると予想しています。(figure 6を参照。)

図 6: ディスプレイ機器設備投資の世界シェア (国別)、2020 ~ 2027 年 (予測)³³



ディスプレイにおける中国の革新性は?

中国企業は、製造プロセスの革新と製品自体の革新の両面において、ディスプレイの革新において大きな進歩を遂げています。重要なのは、ディスプレイ製造プロセスにおけるイノベーションが、ディスプレイ製品のイノベーションを実現するために不可欠であるということです。実際、ディスプレイ工場は世界で最も高価で複雑な工場の一つであり、少なくとも 7~10 ナノメートル (nm) 半導体工場のコストと複雑さに匹敵します (最も高度な 2~3 nm 半導体工場の建設コストは 300 億ドルを超えることもあります)。BOE が 2018 年に中国の合肥市で 69 億 5000 万ドルをかけて「Fab 9」と呼ばれる第 10.5 世代 LCD 工場を開設したとき、それは当時「世界で最も先進的な[ディスプレイ工場]」とみなされていました。³⁴ (LCD 製造プロセスの説明については、ボックス A を参照してください。)特に、ディスプレイの製造のほとんどはクリーンルームで行わなければならない、ガラスの取り扱いには並外れた精度が求められるため、ディスプレイ工場は高度に自動化されロボット化されており、工場現場にはエンジニアがほとんどいません。

さらに最近では、2022 年 4 月に BOE は、ラップトップとタブレット市場をターゲットに、中国成都に 88 億ドル規模の第 8.5 世代 IT AMOLED ライン (B16 として知られる施設) を建設す

ることを確認しました。³⁵ BOE の B16 施設の設備コストは、Samsung の A6 工場 (競合する IT AMOLED 製品を製造している) よりも約 18% 高くなると予想されています。しかし、あるアナリストは「B16 は、Samsung が計画している酸化物薄膜トランジスタ (TFT) アプローチよりも、より設備集約型の低温ポリ酸化物 (LTPO) アレイプロセスを採用するだろう」と説明しています。³⁶ BOE が B16 で使用している装置は、より高価ではあるものの、完全にフレキシブルなディスプレイを生産する能力を備えています (おそらく、より多くのモジュールプロセス装置も含まれると思われる)。BOE は、B16 工場により今後 3 年間で OLED 生産を 50% 以上増加できると主張しています。³⁷

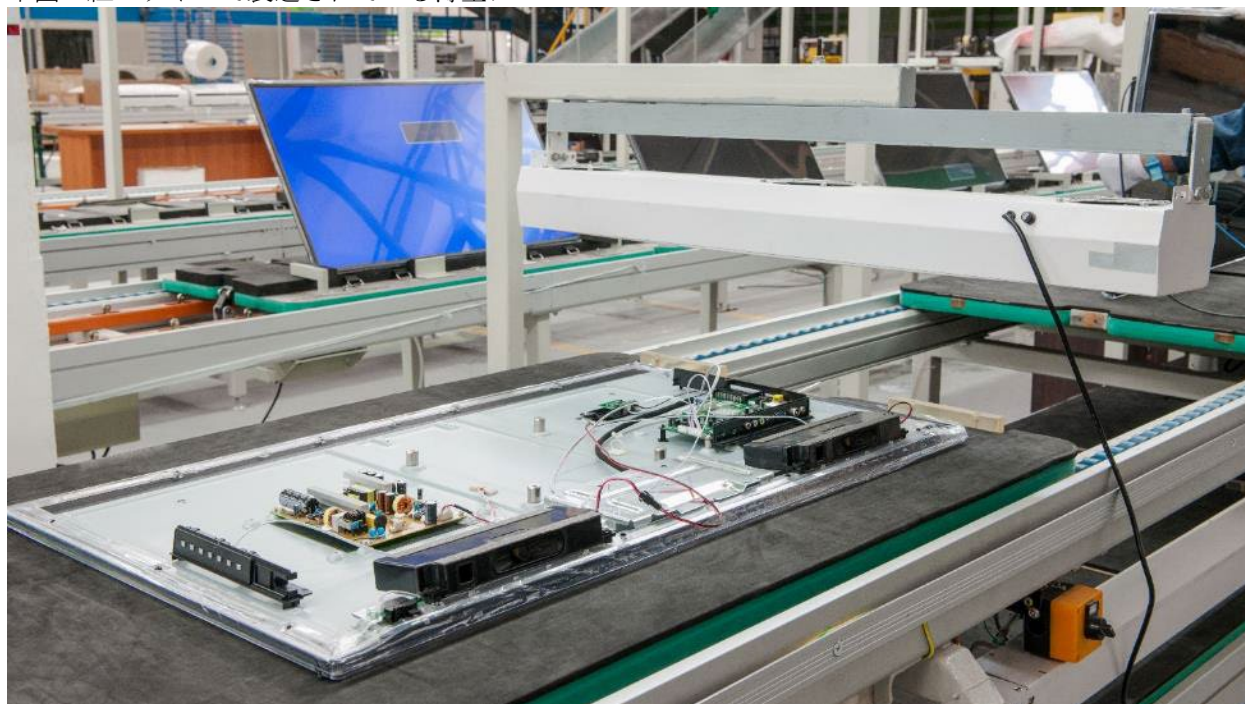
ボックス A-LCD スクリーンの製造方法

ハーバード大学の Willy Shih 教授は、*Forbes* 誌に寄稿し、LCD ディスプレイパネルを製造する複雑なプロセスについて包括的に説明しています。³⁸ 以下は彼の記事から許可を得て抜粋したものです:

液晶ディスプレイ画面は、2 枚の薄いガラス板をサンドイッチ状に組み合わせて製造されます。シートの 1 つには、透明な珍しい金属合金であるインジウムスズ酸化物 (ITO) の層を最初に堆積させることによって形成されたトランジスタ「セル」があります。それは画面の中央に電気信号を伝えます。次にシリコン層が堆積され、その後、何百万個もの精密な形状のトランジスタ部品を構築するプロセスが続きます。このパターン化のステップが繰り返され、画面上の各ドット (ピクセルと呼ばれる) ごとに小さなセルが構築されます。各ステップは、数ミクロン以内で前のステップと正確に位置合わせする必要があります。

もう一方のガラス板では、カラー フィルター アレイ (CFA) と呼ばれる、黒のマトリックス内に数百万個の赤、緑、青のドットの配列を作成するプロセスが行われます。光が当たるとこのように色が生まれます。次に、最初のシートのセルに少量の液晶材料を滴下し、2 枚のシートを接着します。製造工程では、2 枚のシートを位置合わせして、色のついたドットがセルの真上にくるようにします。シート上のどの方向でも、ドットのずれは数ミクロン以内です。そして、サンドイッチは特殊な偏光フィルムのシートで覆われ、シートは個々の「パネル」に切断されます。パネルとは、実際にテレビに組み込まれるサブアセンブリを表すために使用される用語です。

中国の組立ラインで製造されている薄型テレビ³⁹



製品イノベーションの観点から見ると、中国のディスプレイ製品は近年大きな進歩を遂げていますが、全体としては依然として韓国の主要製品に若干遅れをとっています。ただし、その差は時間的には最大でも 18 か月程度であると考えられます。注目すべきは、2021 年に Apple が中国の BOE を iPhone ディスプレイサプライヤーとして承認し、BOE が最新の iPhone 15 シリーズベースモデルに OLED パネルを供給していると報じられていることです。⁴⁰ しかし、あるアナリストが指摘したように、中国製の OLED は韓国製の OLED に比べて品質と歩留まりが低いため、主に国内製品や Apple の低価格モデルに採用されています。アナリストは「中国企業は電力消費、重量、画質の面で韓国の技術にまだ追いついていない。それが Apple の iPad のような高級製品を供給していない理由だ」と詳しく述べています。⁴¹ しかしアナリストは、「中国企業は国内市場で得た利益を多額の投資で活用し、技術格差を迅速に埋めることを目指している」と指摘しています。⁴²

とはいえ、中国のディスプレイやテレビ製品はますます革新性を発揮し、権威ある賞を受賞し始めています。2024 年 1 月にラスベガスで開催された CES で、TCL は 115 インチの「世界最大のミニ LED テレビ」と称する製品を発表しました。そこで TCL は、インクジェット (IJP) OLED 技術も強調し、画質、消費電力、製品寿命において「大きな進歩」を達成したと述べました。⁴³ ショーで、TCL の Tomson Li 会長は、TCL が初めて CES に登場したとき、「私たちのブースは 9 平方メートルの小さなものしかありませんでした」と述べました。2024 年、TCL ブースは 1,700 平方メートルもの広さに達しました。⁴⁴ 2024 年 1 月の CES での TCL のポートフォリオは、ロサンゼルスで開催された 2023 年 5 月のディスプレイウィーク博覧会での展示を基に構築されたもので、同社はこの博覧会で「世界初となる 10 以上の製品を含む 30 以上の最新製品と先進技術を発表した」と報告されています。⁴⁵ その会議で、イノベーション

と成長戦略コンサルティング会社である Newry Corp のシニアコンサルタント、Louis Lazar は、「中国はディスプレイ業界でイノベーションを推進し、先頭に立っており、それは本当に印象的だった」とコメントしました。⁴⁶

製品イノベーションの観点から見ると、中国のディスプレイ製品は近年大きな進歩を遂げていますが、全体としては依然として韓国の主要製品に若干遅れをとっています。ただし、その差は時間的には最大でも **18** か月程度であると考えられます。

一方、BOE は 2024 年の CES で「フレキシブル有機 EL (OLED) ディスプレイ、透明ディスプレイパネル、4K ミニ LED 曲面ディスプレイ、自動車メーカーの吉利汽車の新型電気自動車「ギャラクシー E8」に搭載された 45 インチ 8K ボーダーレスコックピットスクリーンなど、多数の新製品を発表しました」。⁴⁷ 2023 年の LA ディスプレイウィーク博覧会で、BOE は 50 以上の新製品を発表しました。その 1 つが、世界初となる 110 インチ 16K のメガネ不要の 3D ディスプレイです。⁴⁸ (これは、新しいガラスベースのアクティブ LED ディスプレイシステムである α -MLED です。) その展示会で、BOE は f-OLED というハイエンドのフレキシブル OLED 技術ソリューションも紹介しました。これは、フルスクリーン、折りたたみ、カールなどのさまざまな新しい形状を提示できるだけでなく、指紋認識、画面下カメラ、生体認証などの多機能インテリジェント統合も実現できます。

BOE は数々の著名なイノベーション賞を受賞しています。例えば、超次元フィールド技術に基づく高リフレッシュレートディスプレイ技術の研究開発と産業化プロジェクトは、2021 年に北京科学技術進歩一等賞を受賞しました。⁴⁹ 同社のインダストリアルデザインセンターは、レッドドット賞を含む 13 のデザイン賞を受賞しており、北京の主要デザイン機関およびデザインイノベーションセンターとして認定されています。また、BOE は自社開発の光と影のデバイスにより、2019 年に *MIT Technology Review* の「世界で最もスマートな企業 50 社」の 1 つに選ばれました。⁵⁰

一方、中国の OLED メーカー Visionox は、革新的な自己整合ピクセル化技術、ポータブルで巻き取り可能なノートパソコン、透明な車載ディスプレイなどで評価されています。⁵¹ また、Hisense は、LED よりも高い色性能を提供し、従来の製品よりも 80 % 小型で、CES イノベーション賞を受賞した自動車用レーザーディスプレイで、2024 年の CES で注目を集めました。Hisense は、CES 2024 で発表した 110UX MiniLED TV でイノベーション賞も受賞しました。⁵² 最後に、中国の大手電気自動車メーカーである Xiaomi は、16.1 インチ 3K 解像度のミニ LED センターディスプレイを含むハイテクディスプレイ技術を最新の自動車モデルに組み込み始めました。



中国のディスプレイ産業へのイノベーションの投入

このセクションでは、研究開発 (R&D) の集中度、科学出版物、特許取得レベルなどの要素を考慮して、中国のディスプレイ業界の革新性を評価する指標を考察します。

研究開発費比率

ディスプレイ分野で競合する中国企業の研究開発の取り組みはまちまちです。「2023 年 EU 産業研究開発投資スコアボード」(実際には 2021 年の企業の研究開発投資を報告)によると、BOE と TCL Electronics のその年の研究開発集約度はそれぞれ 4.9 %と 4.0 %でした。これは Samsung の 8.1 %の研究開発集約度よりは低いものの、シャープの 3.5 %よりは高いものでした。(table 1を参照。)米国OLED メーカーの Universal Display は、研究開発集約度が 18 %に達したと発表しました。

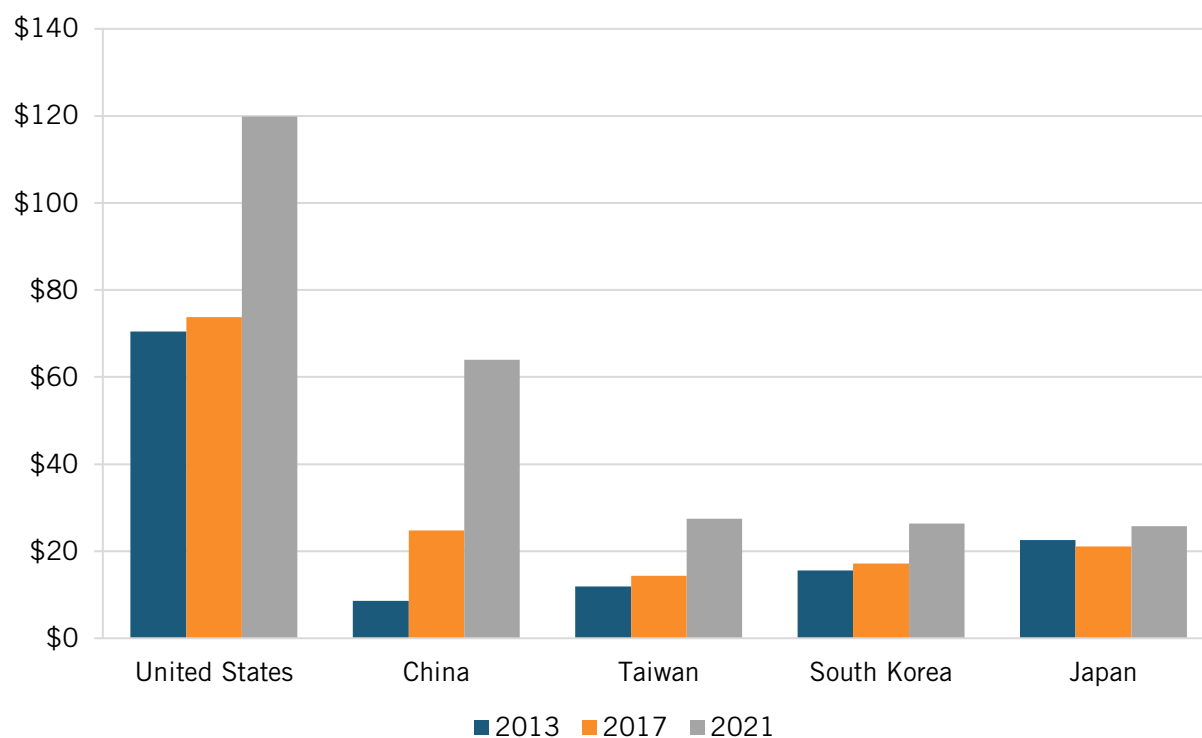
表 1: 「2023 年 EU 産業研究開発投資スコアボード」における主要なディスプレイ企業の研究開発投資者⁵⁴

会社	本社	研究開発投資 (10 億円)	研究開発費比率
Universal Display	米国	\$0.1	18.0%
Samsung	韓国	\$20.7	8.1%
BOE	中国	\$1.8	4.9%
TE Connectivity	スイス	\$0.7	4.1%

会社	本社	研究開発投資 (10 億 円)	研究開発費比率
TCL Electronics	中国	\$0.4	4.0%
Xiaomi	中国	\$2.0	3.6%
シャープ	日本	\$0.8	3.5%

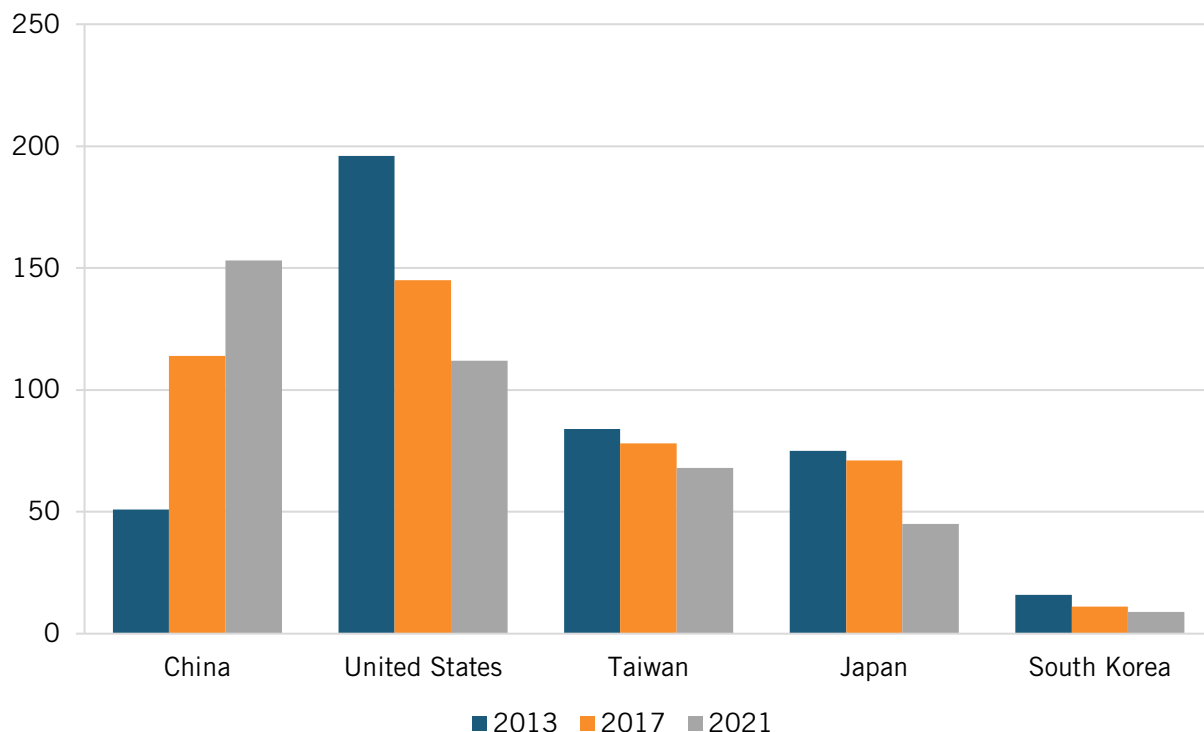
残念ながら、ディスプレイは「EU 産業研究開発投資スコアボード」内のサブカテゴリではありませんが、この調査では、企業（ディスプレイ企業を含む）を「テクノロジーおよび電気ハードウェアと機器」というより広いカテゴリに分類しています（ただし、これにはコンピュータから半導体まで、他のテクノロジーハードウェア企業も含まれます）。それにもかかわらず、これを考慮すると、米国と中国の両国は、他の国々と比較して、テクノロジー企業と電気ハードウェア企業による研究開発費の最大の伸びを経験しました。ここでは、米国企業は 2013 年から 2021 年にかけて R&D 投資が 70 % 増加したと報告していますが、同分野の中国企業は総投資額を 646 % 増加させました。（figure 7を参照。）

図 7: テクノロジーおよび電気ハードウェア・機器分野の大手企業による研究開発投資額 (10 億ドル)⁵⁵



「EU 産業 R&D 投資スコアボード」(世界の R&D 投資企業上位 2,500 社のデータを提供)の「テクノロジーおよび電気ハードウェア・機器」カテゴリの企業数を見ると、このリストに掲載されている中国企業の数 は 2013 年から 2021 年にかけて 3 倍 (51 社から 153 社) に増加したのに対し、米国企業 の数は 40 % 減少し、台湾、日本、ドイツ、韓国などの他の競合国でも (規模は小さいものの) 減少が見られました。(figure 8 を参照。)

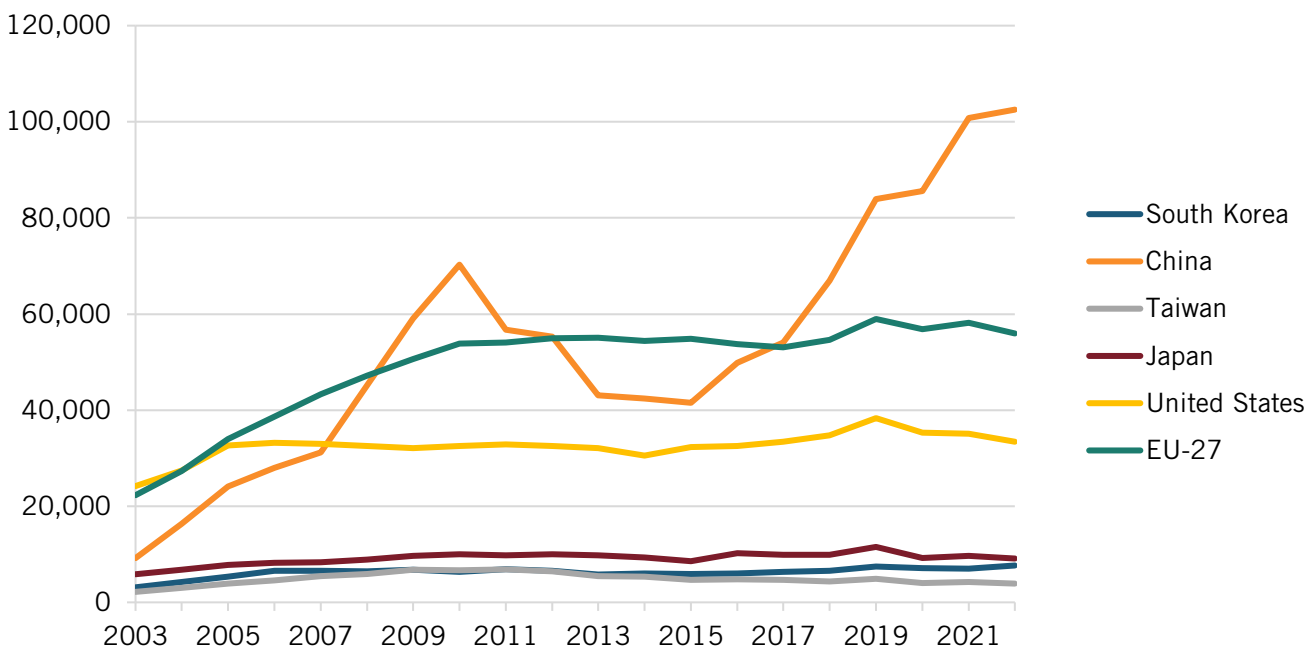
図 8: テクノロジーおよび電気ハードウェア・機器分野におけるトップ R&D 投資企業の数 (国別)⁵⁶



科学出版物

残念ながら、ディスプレイ業界で競合している企業に関する科学出版物のデータは入手できません。しかし、比較可能なデータが入手可能な最も近い業界であるコンピュータと情報科学では、中国の出版社によるこの分野の科学出版物は 2003 年から 2022 年の間に 9,200 件から約 102,500 件に増加したのに対し、米国の出版物はわずか 38 % の増加にとどまりました。(figure 9を参照。)

図 9: コンピュータと情報科学に関する科学出版物⁵⁷



特許

確かに、特許出願は問題のある指標となる可能性がある(必ずしも品質を反映するものではなく、出願インセンティブによってその数が人為的に膨らまされる可能性)ものの、中国企業はディスプレイ分野での特許保有を大幅に増やそうとしています。この象徴的な例として、BOEは2023年に特許協力条約(PCT)制度への特許出願件数で5位となり、約2,000件の特許を出願しました。(table 2を参照。)BOEは過去6年連続でPCT出願者上位10社に入っています。BOEの累計独立特許出願件数は2022年末までに8万件を超えました。

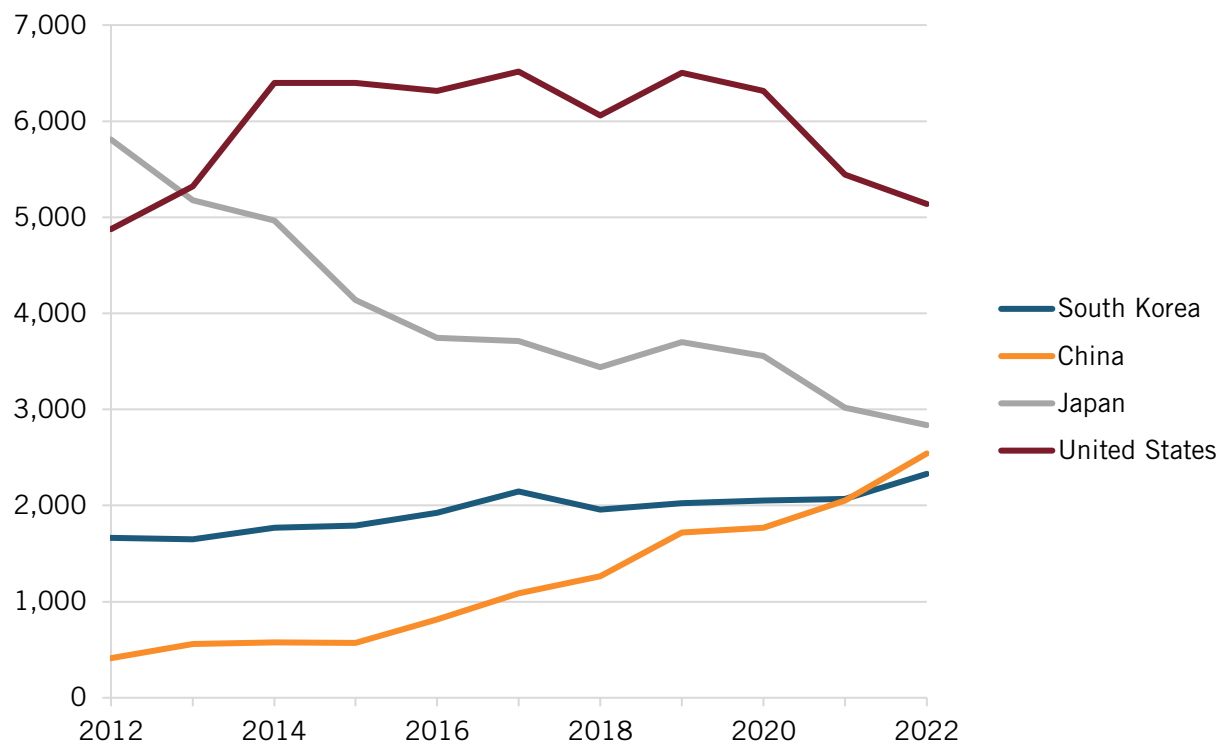
表 2:2023 年の世界主要企業 PCT 特許出願者数⁵⁸

会社	PCT に出願された特許の数
Huawei Technologies	6,494
Samsung Electronics	3,924
Qualcomm	3,410
三菱電機	2,152
BOE Technology Group	1,988

会社	PCTに出願された特許の数
LG Electronics	1,887
Telefonaktiebolaget LM Ericsson	1,863
Contemporary Amperex Technology	1,799
Oppo Mobile Telecommunications	1,766
日本電信電話	1,760

残念ながら、ディスプレイ技術に特化した特許申請は利用できません。カテゴリ的に最も近い関連分野は、オーディオビジュアル技術の特許です。ここでは、中国の企業は2012年から2022年にかけてオーディオビジュアル技術の特許が6倍(412件から2,542件)増加したものの、米国の企業は2022年にその約2倍の特許を取得しました。(figure 10を参照。)

図 10: オーディオビジュアル技術特許の世界数⁵⁹



企業事例

このセクションでは、中国のディスプレイ革新企業である BOE と TCL について検証します。

BOE

BOE Technology Group Co., Ltd. は、電子ディスプレイおよびインテリジェントインターフェース製品の大手メーカーです。ディスプレイは BOE の営業収益の 88 % を占めています。同社は 1993 年 4 月の創業以来、ヨーロッパ、アメリカ、アジア、アフリカの 20 の国と地域にネットワークを拡大してきました。同時に、北京、合肥、成都、重慶、福州、綿陽、武漢、昆明、蘇州、オルドス (Ordos)、固安などの国内の製造拠点の所有権を集中させています。⁶⁰ この「海外での買収と国内市場での定着」というバランスの取れた戦略により、BOE は世界のディスプレイ業界をリードする企業となりました。

BOE の組織構造としては、「1+4+N エコシステム」と呼ばれるモデルを採用しています。「1」は BOE の資源と資産の主力である半導体ディスプレイ事業を表し、「4」は IoT (モノのインターネット) 事業の柱である IoT イノベーション事業、センサ事業、ミニ LED 事業、スマート医療・エンジニアリング事業を象徴し、「N」はこれらの IoT アプリケーションの継続を表し、「エコシステム」は BOE の協力的なパートナーシップと革新的な資源の管理の証です。⁶¹

2021 年の世界的な所有権機関 (WIPO) が発表したランキングによると、BOE は 1,980 件の国際特許出願で 7 位にランクインし、6 年連続で特許出願上位 10 位以内に入りました。最近の出願のうち、90 % は国内発明であり、35 % 以上は隣国の日本や韓国、米国や欧州など海外で出願されました。近年、BOE は研究開発への投資、経費、人員も増加しています。2022 年、BOE は研究開発投資に約 126 億人民元 (18 億ドル) を投じ、前年比 1.28 % 増加となりました。⁶² これは 33 件の研究開発プロジェクトに相当し、OLED 技術への重点が強化されました。具体的には、BOE は「OLED に匹敵する画質と OLED よりも低いコストを備えた」LCD を製造することを目標に、泰山プロジェクトを開始しました。⁶³

半導体業界での成功に加え、BOE は自動車企業との数多くの国際的および国内的な提携関係を築いてきました。最も注目すべき成果の一つは、2023 年 4 月の第 20 回上海国際自動車産業展覧会で発表された、BOE の新しい車載ディスプレイソリューションを搭載した Yang Wang U8、U9、Denza N7、新しくリリースされた Dolphin および Seagull シリーズモデルです。⁶⁴ 具体的には、12.8 インチの大型フレキシブル OLED 曲面ディスプレイ中央コントロールスクリーンにより、臨場感あふれる運転体験が向上しました。180° の超広視野角により、安全機能とインタラクティブディスプレイが向上し、従来の LCD 計器ディスプレイとは一線を画しています。

BOE の新しいディスプレイ技術における継続的な成功は、同社に数々の賞をもたらしています。さらに、同社の国立工学研究センターは、新型ディスプレイ産業における功績により、中国国家発展改革委員会から表彰されました。さらに、超次元フィールド技術に基づく高リフレッシュレートディスプレイ技術の研究開発と産業化プロジェクトは、2021 年の北京科学技術進歩一等賞を受賞しました。⁶⁵ 同社は学术界でも高い評価を得ています。さらに、BOE は自社開発の光と影のデバイスにより、2019 年に MIT テクノロジーレビューの「世界で最もスマートな企業 50 社」に選ばれました。⁶⁶

TCL

広東省恵州市に本社を置く Creative Life (TCL) Industrial Holdings Co., Ltd. は、前身である TTK Home Appliances (Huizhou) Co., Ltd. から分離して 2019 年 4 月に営業を開始しました。後者がオーディオテープ、電話、テレビ、携帯電話などの技術の生産と製造に従事しているのに対し、TCL はスマートスクリーン、モバイル通信デバイスなどの製品の研究開発、製造、販売に重点を置き、家庭用インターネットサービスを独自に開発しています。TCL は 28 の研究開発センター、10 を超える共同研究所、22 の製造施設を擁し、世界 160 の国と地域で効率的に事業を展開しています。⁶⁷ これは、「相対的なコスト優位性を持つブランド主導の価値」として知られるイノベーション戦略によるものです。⁶⁸

近年、TCL は MiniLED 業界の先駆者としての地位を確立し、革新的な貢献と受賞歴のある製品を通じて市場競争力を維持しています。TCL はこのスマートスクリーン技術の開発において、便利で高品質な製品を競争力のある価格で提供することで、ユーザーの視聴体験を向上させることを目指しました。その結果、世界のテレビ出荷台数シェアは、2022 年末までに TCL が第 2 位となりました。⁶⁹ 過去数年間の数々の賞の中でも、TCL の MiniLED 4K スマートスクリーン 65C835 は、Expert Imaging and Sound Association (EISA) アワードで「2022-2023 年最優秀製品、プレミアム MiniLED TV」を受賞しました。⁷⁰ さらに、TCL MiniLED 4K スマートスクリーン 75C935 と 75C835 は共同で CES 2023 イノベーションアワードを受賞し、消費者向けテクノロジー製品における優れたデザインとエンジニアリングを実証しました。⁷¹

中国恵州市にある TCL 本社⁷²



過去 7 年間にわたり、TCL は日本のパネル会社 JOLED の多大な貢献により、OLED 技術とパネル製造においても大きな進歩を遂げてきました。従来の LED テレビは安価で、より明るい表示が可能です。OLED は高度な画質と深い黒のコントラストを実現します。注目すべきキーワードは「発光」です。したがって、LED は完全にオフになることはなく、バックライトとし

て機能し、色を生成して LCD 画面を通じて画像を送信します。対照的に、OLED 技術はマイクロピクセルを使用して光を発するため、画像が平均的なユーザーにとってより読みやすくなり、ピクセルが個別に制御されるため色をすばやく変更することができます。⁷³ TCL はテレビ以外にも、軽量タブレットコンピュータソリューションの形で OLED 技術を実装しています。2023 年 3 月、TCL は従来の中型タブレットから、高精度タッチ技術、より高速なリフレッシュレート、強化された画質を備えた超薄型モデルにアップグレードしたタブレットを発売しました。⁷⁴

Insights by GreyB によると、TCL は現在世界中で 7,963 件の特許を保有しており、そのうち 60 %が有効となっています。⁷⁵ TCL は、他のグローバル企業への研究開発投資に加えて、学術機関でも同様の取り組みを実施しています。TCL は 2018 年に、TCL Research Europe という大規模な研究開発センターを設立し、ポーランドのワルシャワ工科大学と人工知能 (AI) 関連の研究とイノベーションで協力し始めました。⁷⁶ 同社は、AI への継続的な投資と新しいアプリケーションの特定に関連して、香港大学および香港中文大学とも提携しました。⁷⁷

中国政府のディスプレイ産業支援政策

中国政府は 2000 年代初頭からディスプレイ部門に注目してきましたが、この部門に対する最初の重要な産業政策は 2012 年の「新ディスプレイ技術開発のための第 12 次 5 年計画」でした。その後、「2014~2016 年新ディスプレイ産業イノベーション開発行動計画」や、最近では「2018~2020 年新ディスプレイ産業行動計画」が続き、中国の OLED マイクロディスプレイと印刷マイクロディスプレイパネルの研究開発の加速に重点が置かれてきました。⁷⁸ 中国の「中国製造 2025」戦略はディスプレイ産業も対象としており、2025 年までに 100 インチ級、8K、4K の印刷 AMOLED ディスプレイの開発と、同年までに同様のフレキシブルディスプレイの開発を目指しています。特に、2019 年に中国の工業情報化部 (MIIT) は「製造製品とサービスの品質向上に関する実施意見」を公布し、フレキシブルディスプレイイノベーションセンターを設立し、ディスプレイ技術のさらなる開発と商業化を促進するための指針と資金を提供しました。⁷⁹

2010 年から 2021 年まで、BOE は政府から総額 39 億ドルの補助金を受け取りました。これは年間平均 3 億 2500 万ドルの補助金に相当します。

中国の各省も独自の長期経済発展計画を持っており、その中でディスプレイ、テレビ、家電製品が共通の焦点となっていることは注目に値します。例えば、「広東省国民経済と社会発展第 13 次 5 年計画要綱」では、「TFT-LCD パネル、AMOLED パネルなどの主要なフラットパネルディスプレイ産業化プロジェクトの推進」を求めています。⁸⁰ 中規模 OLED 製造が集中している四川省も、2016 年に発表された第 13 次 5 年計画で同様にこの分野をターゲットにしました。2017 年、武漢市人民政府は武漢東湖新技術開発区の第 13 次 5 年計画を発表し、光通信、レーザー、集積回路産業、さらに新しいディスプレイ分野の発展を促進しました。(武漢は BOE、TFT-LCD、天馬の主要生産拠点です)。⁸¹ 一方、2019 年 10 月、上海市は金山区にディスプレイ産業の新拠点を建設し、上流および下流産業とのクラスター型発展を促進し、上海のイノベーションプラットフォームの一つとして上海新ディスプレイプロセス研究センターを設立すると発表しました。

中国では政府の補助金が至る所で見られ、2022年には同国上場企業の99%以上が直接政府補助金を受けました。実際、中国の産業補助金は2019年に約2,450億ドル、つまり中国の国内総生産(GDP)の1.73%に達しました。⁸²

そして、ディスプレイ業界は中国で政府補助金の最大の受給者の一つとなっています。ある著者は、「中国政府によるディスプレイ業界への補助金の規模は驚異的だ」と指摘しました。⁸³ 実際、中国は国内のディスプレイメーカーに対する政府の手厚い補助金や減税を通じて、LCDおよびOLED産業の成長を支援してきました。⁸⁴ 2010年から2021年まで、BOEは政府から総額39億ドルの補助金を受け取りました。これは年間平均3億2500万ドルの補助金に相当します。2023年にBOEは38億元(5億3200万ドル)の補助金を受け取りましたが、これは同社のその年の利益25億元(3億5000万ドル)を上回る額でした。⁸⁵ BOEは中国政府からの補助金の年間受領額上位10社に常にランクインしており、2021年には7位にランクインしました。⁸⁶ 一方、BOEの筆頭株主は北京市政府が所有するファンドです。

省レベル(または地方レベル)の補助金は重要な役割を果たしており、中国のディスプレイメーカーが新しい工場を建設する能力に直接影響を与えます。例えば、BOEが前述した成都に建設する新しいB16工場は、BOEが53%を所有し、残りを国有企業が保有する合弁会社によって運営される予定です。成都市政府は、この工場を建設するための資金のおよそ30%を負担しました。⁸⁷ 全体として、中国では展示施設の建設に対する地方政府の補助金は、費用の85%にも達することがあります。⁸⁸ 金融補助金(および中国の銀行が提供する低利融資)が重要な理由の一つは、減価償却費がLCDパネルの製造コストの30~40%を占める可能性があるためです。Shihが説明しています:

スマートフォンに使われるような6.7インチの高解像度OLEDディスプレイの場合、韓国での推定生産コストは62ドルで、これには材料費28ドル、人件費と諸経費(減価償却費を含む)34ドルが含まれます。中国のサプライヤーはこのディスプレイを20~23ドルで販売しているものの、これは資本コストを考慮しなければ可能な価格です。⁸⁹

全体として、中国では展示施設の建設に対する地方政府の補助金は費用の**85%**にも達することがあります。

概して、中国は株式投資、現金給付、融資、土地、インフラの割引を通じて、中国のディスプレイメーカーの投資コストの50~70%を負担しています。中国では、販売価格に対して5~15%の補助金も支給されています(通常、パネルメーカーが製品をOEM(つまりテレビメーカー)に販売する場合)。中国はまた、ディスプレイメーカーが海外から修士号や博士号を持つ人材を採用する場合、最大100%の人材採用補助金を支給し、年俸の支払いを支援しています。中国政府はまた、ゼロ金利または低金利で資本を提供し、この分野への魅力的な融資を保証しています。この分野の企業は、最低15%の法人税率軽減も受けられます。⁹⁰ ディ스플레이メーカーは、収益が8億5,720万ドルに達した場合、さらに8,570万ドルの一時金を受け取る権利があります。⁹¹

中国によるディスプレイ業界への巨額の補助金支給は、同部門の過剰生産能力を引き起こし、価格を引き下げ、そのような巨額の補助金を受けずに市場ベースの収益率を得なければならない企業に損害を与えています。米国商務省は次のように説明しています：

つまり、中国企業は世界の LCD 生産の大きなシェアを占めています。中国政府の非市場政策と慣行に支えられ、中国企業は業界を支配しているものの、競合他社は人為的に低価格化された製品で競争に苦戦しています。ディスプレイは他の分野でも重要なため、製造の多様性が欠如すると、ICT 以外の製品分野でサプライチェーンのリスクが増大する可能性があります。⁹²

中国の過剰生産能力により、競合他社が事業から撤退したり、新規の競合他社の参入が妨げられたりしています。日本企業は 2010 年時点で第 8 世代以上の LCD への投資を全て中止しました。シャープは 2024 年 3 月に第 10 世代 LCD 工場を閉鎖すると発表しましたが、ある業界アナリストは「これにより FPD ディスプレイ業界の統合が加速し、中国の TC パネルサプライヤーがさらに強化されるだろう」と指摘しました。⁹³

ディスプレイ業界では中国による外国の知的財産の盗難が横行しています。2023 年 7 月、韓国の最高裁判所は、ディスプレイ業界の主要入力サプライヤーである Toptec の幹部と従業員 12 名に対し、BOE に重要な技術資産を漏洩した罪で有罪判決を下しました。2024 年 7 月、Samsung の元エンジニアが、3400 億ウォン (2450 万ドル) 相当の OLED 技術の秘密を中国に漏らした罪で韓国で懲役 6 年の刑を宣告されました。⁹⁴ 2023 年 10 月、米国国際貿易委員会 (USITC) は、複数の中国電子機器企業が Samsung Display から OLED ディスプレイ技術に関する企業秘密を盗んだとの疑惑について調査を開始すると発表しました。⁹⁵ USITC はこれまでに、大手ディスプレイメーカーの BOE Technology Group や BOE の子会社数社を含む、この訴訟の中国側の被告を 8 社特定しています。つまり、中国のディスプレイ部門はイノベーション重商主義から大きな恩恵を受けてきました。

米国はどうすべきか？

前述のとおり、米国にはもはや、家電産業向けの商業規模の国内 LCD または OLED 生産能力がありません。(防衛などのニッチ市場にサービスを提供する小規模な企業も存在します。)それを再現するためには、米国は中国が実施したのと同規模の産業政策を導入する必要がありますが、それは実現しそうにありません。それでも、米国の政策が講じることができる措置があります。

NetFlex は、米国のハイブリッドエレクトロニクス技術基盤の発展に重点を置いた、米国の 18 の製造イノベーション研究所の 1 つです。⁹⁶ ディスプレイは、技術ワーキンググループによって継続的に更新される 11 の製造技術ロードマップの 1 つではありませんが、自動車などの分野向けの技術プラットフォームのデモンストレーターを提供しています。米国にはニッチな OLED 製造コミュニティ (例えば、防衛電子機器向け) があり、NetFlex は米国のイノベーションと技術開発のニーズをサポートするのに適している可能性があります。議会は、マイクロディスプレイなどの次世代ディスプレイエレクトロニクスに特化した新しい米国製造研究所の設立も視野に入れる可能性があります。

中国政府の政策は、中国のディスプレイ産業の成長にとって基礎的かつ不可欠なものであり、その経験は産業政策が実際に国家の先端技術産業の「比較優位」を人為的に作り出すことができることを示しています。

米国政府機関は、この分野における中国の知的財産窃盗と闘う同盟国の企業をさらに支援できる可能性があります。たとえば、2023年に Samsung は、BOE を相手取って訴訟を起こしましたテキサス州東部地方裁判所に、スマートフォン向けエッジパネル技術の侵害を理由に。さらに、前述のとおり、Samsung は 2023 年 11 月に企業秘密の不正流用で米国国際貿易委員会 (USITC) に対して BOE を訴えました。⁹⁷ 適切な場合には、米国の法人がこれらの訴訟において Samsung に代わってアミカス・ブリーフを提出する可能性があります。さらに、米国の政府機関は同盟国の政府機関と協力し、中国の産業スパイ活動に関する情報をより効果的に交換し、それに対抗する必要があります。⁹⁸

BOE などの中国のディスプレイ企業が、知的財産の窃盗や補助金支給などの中国の革新的重商主義的慣行から利益を得ていることは明らかであるため、米国市場に参入する中国のディスプレイ製品が、盗まれた知的財産や過剰な政府補助金などの不公正な貿易慣行から利益を得ているかどうかを USITC が調査するのは適切です。この目的のために、2023 年 11 月に USITC が「特定の有機発光ダイオードディスプレイモジュールおよびそのコンポーネントに関する第 337 条調査」を開始したことは称賛に値します。⁹⁹

2023 年、米国と韓国の政府は「米韓次世代重要・新興技術対話」を立ち上げ、「経済的繁栄の促進、サプライチェーンの混乱に対する回復力の強化、両国および志を同じくするパートナーの競争上の優位性の確保に最も大きく貢献する戦略的技術」について協力することを約束しました。¹⁰⁰ この枠組み内では、ディスプレイ業界のサプライチェーンの動向や非市場慣行に関する情報共有、ディスプレイ業界を不当競争から保護する潜在的な方法、米国と韓国におけるディスプレイ技術への協力と投資の促進などを議題とする作業部会を設立することができます。この手段は、米韓サプライチェーン・商業対話などの二国間イニシアチブ、あるいは米日韓ビジネス対話などの三国間イニシアチブとなる可能性があります。¹⁰¹

結論

要約すると、中国は世界のディスプレイ産業の主要プレーヤーとなっています。それは明らかに他国から世界の LCD 部門におけるリーダーシップを奪い、2004 年にはゼロだった LCD 生産の世界シェアを 2024 年までに 72% にまで増加させたからです。同様に、中国企業は 2024 年に初めて韓国企業を上回り、OLED の主要メーカーとなり、市場の半分以上を獲得しました。韓国企業は、特にミニ LED とマイクロ LED の技術において最先端の LED 技術をリードしていますが、中国の競合他社もその市場セグメントで革新性を高め、急速に追いついています。

中国政府の政策は、中国のディスプレイ産業の成長にとって基礎的かつ不可欠なものであり、その経験は産業政策が実際に国家の先端技術産業の「比較優位」を人為的に作り出すことができることを示しています。中国の大規模な産業補助金、横行する知的財産窃盗、そして大規模な国内市場へのアクセスを通じて企業が大規模な生産効率を達成できるよう支援する戦略は、

確かに世界のディスプレイ業界の動向を再構築しました。これは、中国が脇役から世界的なイノベーションのリーダーになろうとする立場に変貌を遂げた、もう一つの先端技術産業です。

謝辞

ITIF は、「中国は革新できるか？」という問いに関する研究を支援してくれた Smith Richardson Foundation に感謝の意を表します。このシリーズの他のレポートでは、人工知能、バイオ医薬品、化学薬品、電気自動車とバッテリー、原子力、量子コンピューティング、ロボット工学、半導体などを取り上げています。(itif.org で [#ChinaInnovationSeries](#) を検索してください。)

著者は、このレポートの作成に協力してくれた Rob Atkinson、Leah Kann、Meghan Ostertag、Victor Vernick に感謝の意を表します。誤りや脱落があった場合の責任は著者のみにあります。

著者について

Stephen Ezell は、ITIF のグローバルイノベーション政策担当副社長であり、ITIF のライフサイエンスイノベーションセンターの所長です。彼はまた、グローバル貿易・イノベーション政策連合を率いています。彼の専門分野には、科学技術政策、国際競争力、貿易、製造業が含まれます。

ITIF について

Information Technology and Innovation Foundation (ITIF) は、独立した 501(c)(3) 非営利、無党派の研究教育機関であり、科学技術政策に関する世界有数のシンクタンクとして繰り返し認められています。その使命は、イノベーションを加速し、生産性を高めて成長、機会、進歩を促進する政策ソリューションを策定、評価、推進することです。詳細については、[itif.org/about](#) をご覧ください。

脚注

1. Kin Eun-Jin, "China's "Big 2" Expected to Dominate Global LCD Market with Combined 52% Share by 2027", *Business Korea*, 2024年8月20日、<https://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=223348>。
2. Becky Roberts and Joe Svetlik, "Mini LED TV: everything you need to know about OLED TV's premium rival," *What Hi-Fi*, 2024年4月18日、<https://www.whathifi.com/advice/mini-led-tv-everything-you-need-to-know-about-the-oled-rival>; Lewis Empson, "I've seen Samsung's conventional-sized Micro LED TV and I'm convinced it could kill OLED," *What Hi-Fi*, 2024年9月5日、<https://www.whathifi.com/features/ive-seen-samsungs-conventional-sized-micro-led-tv-and-im-convinced-it-could-kill-oled>。確かに、マイクロ LED 技術は高価です。110 インチのマイクロ LED テレビは現在約 19 万ドルですが、他の技術と同様に、製造プロセスが改良され、製品が大量生産されるにつれて、コストは時間とともに低下するでしょう。
3. "Display Market Size | Share and Trends 2024 to 2034", Precedence Research, 2024年8月、<https://www.precedenceresearch.com/displays-market>。
4. "Interactive Display Market Worth \$18.51 Billion, Globally, by 2031 - Exclusive Report by The Insight Partners", The Insight Partners, 2024年9月3日、<https://www.globenewswire.com/news-release/2024/09/03/2939460/0/en/Interactive-Display-Market-Worth-18-51-Billion-Globally-by-2031-Exclusive-Report-by-The-Insight-Partners.html>。
5. Dave Haynes, "Chinese Manufacturers Now Have Almost 3/4s Of Flat Panel Display Market:DSCC", *Sixteen:Nine*, 2024年2月26日、<https://www.sixteen-nine.net/2024/02/26/chinese-manufacturers-now-have-almost-3-4s-of-flat-panel-display-market-dscc/>。
6. Yoo Ji-han, Lee Hae-in, and Kim Seo-young, "China overtakes S. Korea in OLED market for 1st time", *The Chosun Daily*, 2024年8月12日、<https://www.chosun.com/english/industry-en/2024/08/12/KRTDINCQIBCF3LZIYV7VP55QXI/>。
7. 米商務省と米国土安全保障省, "Assessment of the Critical Supply Chains Supporting the U.S. 「情報通信技術産業」", 2022年2月、<https://www.dhs.gov/publication/assessment-critical-supply-chains-supporting-us-ict-industry>。
8. Willy Shih, "How Did They Make My Big-Screen TV?A Peek Inside China's Massive BOE Gen 10.5 Factory", *Forbes*, 2018年5月15日、<https://www.forbes.com/sites/willyshih/2018/05/15/how-did-they-make-my-big-screen-tv/>。
9. Stephen Ezell, "How Innovative Is China in Semiconductors?" (ITIF, 2024年8月), <https://itif.org/publications/2024/08/19/how-innovative-is-china-in-semiconductors/>。
10. Sandra Barbosu, "Not Again:Why the United States Can't Afford to Lose Its Biopharma Industry" (ITIF, 2024年2月), <https://itif.org/publications/2024/02/29/not-again-why-united-states-cant-afford-to-lose-biopharma-industry/>。
11. J. B. Johnson, "A Low Voltage Cathode Ray Oscillograph" *Journal of the Optical Society of America* 第6巻第7号(1922年):701-712、<https://doi.org/10.1364/JOSA.6.000701>。
12. Sarah Pruitt, "Who Invented Television?"History, 2024年3月12日、<https://www.history.com/news/who-invented-television>。
13. 同上、18。

14. ゲイリー・フーパー、「テック・ウォーズ：RCA and the Television Industry」、American Business History Center、2021年2月5日、<https://americanbusinesshistory.org/tech-wars-rca-and-the-television-industry/>。
15. Steven Klepper、*Experimental Capitalism: The Nanoeconomics of American High-Tech Industries* (Princeton University Press:2015); Serguey Braguinsky et al.、「Mega Firms and Recent Trends in the US Innovation: Empirical Evidence from the US Patent Data」(working paper, no. w31460, National Bureau of Economic Research, 2023)、<https://www.nber.org/papers/w31460>。
16. Robert D. Atkinson and Michael Lind、*Big Is Beautiful: Debunking The Myth Of Small Business* (MIT Press、2018年)。
17. Douglas Frantz and Catherine Collins、*Selling Out: How We Are Letting Japan Buy Our Land, Our Industries, Our Financial Institutions, And Our Future* (Contemporary Books、1990年)、90-91。
18. Barbusu、「Not Again: Why the United States Can't Afford to Lose Its Biopharma Industry。」
19. 「VIZIO: About Us」、<https://www.vizio.com/en/about-vizio>; 「Element Electronics: Our Company」、<https://elementelectronics.com/our-company>。
20. 米国商務省と米国国土安全保障省、「Assessment of the Critical Supply Chains Supporting the U.S. Information and Communications Technology Industry」。
21. 「The output value of China's new display industry exceeds 490 billion yuan,」 Retop Led Display Co., Ltd.、<https://www.szretop.com/industry/outputvalue.html>。
22. データの出所: Omdia、「OLED and LCD Supply Demand & Equipment Tracker」、2024年7月22日、<https://omdia.tech.informa.com/collections/afccd062/oled-and-lcd-supply-demand--equipment-tracker>。
23. 同上。
24. Willy Shih、「Supply Chain Disruptions Should Remind Leaders to Keep Up With Allies」、*Forbes*、2023年5月1日、<https://www.forbes.com/sites/willyshih/2023/05/01/friend-shoring-means-you-have-to-worry-about-the-health-of-your-friends/>。
25. Ji-han, Hae-in, and Seo-young、「China overtakes S. Korea in OLED market for 1st time。」
26. Omdia、「中国のパネルメーカーが98/100インチテレビパネル市場を独占、中国のテレビ業界を活性化」、ニュースリリース、2024年7月9日、<https://omdia.tech.informa.com/pr/2024/jul/omdia-chinese-panel-makers-dominate-98-100-inch-tvs-panel-market-boosting-chinas-tv-sector>。
27. 同上。
28. データは ADC から提供されました。(注: 合計は100パーセントになりません。)
29. Stacy Wu、「Chinese manufacturers have risen to dominate the auto display market, holding a 45% market share in 1H23」、Omdia、<https://omdia.tech.informa.com/blogs/2023/oct/chinese-manufacturers-have-risen-to-dominate-the-auto-display-market-holding-a-45-market-share-in-1h23>。
30. 同上。

31. Shih, “How Did They Make My Big-Screen TV?A Peek Inside China’s Massive BOE Gen 10.5 Factory.”
32. Shih, “Supply Chain Disruptions Should Remind Leaders to Keep Up With Allies.”
33. DSCC, “DSCC Raises Capex Outlook as OLED Manufacturers Respond to Rising Demand with More Capacity”、ニュースリリース、2024年8月5日、<https://www.displaysupplychain.com/press-release/dsc-raises-capex-outlook-as-oled-manufacturers-respond-to-rising-demand-with-more-capacity>。
34. Shih, “How Did They Make My Big-Screen TV?A Peek Inside China’s Massive BOE Gen 10.5 Factory.”
35. “BOE to build a \$8.8 billion flexible IT AMOLED production line in Chengdu”、*OLED-Info*、2023年11月29日、<https://www.oled-info.com/boe-announces-plan-build-88-billion-flexible-it-amoled-production-line-chengdu>。
36. Omdia, “Gen 8.6 OLED factories for IT applications drive a flat panel display equipment recovery of 154% in 2024 and stabilize the market in future years”、2024年2月5日、<https://omdia.tech.informa.com/pr/2024/feb/omdia-gen-86-oled-factories-for-it-applications-drive-a-flat-panel-display-equipment-recovery-of-154-in-2024-and-stabilize-the-market-in-future-years>。
37. 多部田俊介、「中国BOE、新工場でOLEDで韓国のライバルを追いかける」、*日経アジア*、2024年5月28日、<https://asia.nikkei.com/Business/Technology/China-s-BOE-chases-South-Korean-rivals-in-OLEDs-with-new-factory>。
38. Shih, “How Did They Make My Big-Screen TV?A Peek Inside China’s Massive BOE Gen 10.5 Factory.”
39. iStock からライセンスを受けたストック写真:“Line conveyor assembly televisions stock photo”、ストック写真 ID:849897082、<https://www.istockphoto.com/photo/line-conveyor-assembly-televisions-gm849897082-139541861>。
40. Jin Eun-Soo, “Can Korea fend off China in display race?” *KoreaJoongAng Daily*、2024年2月15日、<https://koreajoongangdaily.joins.com/news/2024-02-15/business/industry/Can-Korea-fend-off-China-in-display-race/1980411>。
41. Ji-han, Hae-in, and Seo-young, “China overtakes S. Korea in OLED market for 1st time.”
42. 同上。
43. “Chinese companies attend world’s leading display show in US”、*Xinhua*、2024年5月15日、<https://www.chinadaily.com.cn/a/202405/15/WS6645663fa31082fc043c766a.html>。
44. Li Yan, “Chinese innovation leads global display market”、*China Daily*、2024年1月12日、<https://www.chinadaily.com.cn/a/202405/15/WS6645663fa31082fc043c766a.html>。
45. Tian Shenyujia, “Chinese innovations shine at world’s leading display show”、*Belt and Portal News*、2023年5月25日、<https://eng.yidaiyilu.gov.cn/p/320246.html>。
46. “Chinese innovations shine at world’s leading display show”、*Xinhua News Agency*、2023年5月25日、<https://eng.yidaiyilu.gov.cn/p/320246.html>。
47. Li Mingmei and Fan Feifei, “China firms grab spotlight at CES”、*China Daily*、2024年1月19日、<https://www.chinadailyhk.com/hk/article/372443>。
48. Lia Zhu, “Chinese display makers shine at global show”、2024年5月16日、*China Daily*、<https://www.chinadaily.com.cn/a/202405/16/WS664570bfa31082fc043c76c7.html>。
49. BOE, “BOE Annual Report 2022”、15–17。

50. Argam Artashyan, “The 50 Smartest Companies In The World (2019):MIT”、*BizChina*、2019年7月1日、<https://www.gizchina.com/2019/07/01/the-50-smartest-companies-in-the-world-2019-mit/>。
51. Shenyoujia, “Chinese innovations shine at world’s leading display show.”
52. Yan, “Chinese innovation leads global display market.”
53. 画像クレジット:Jonas Leupe、UnSplash 経由、<https://unsplash.com/photos/person-holding-black-android-smartphone-Wmauj-uL1c8>。
54. 欧州委員会 (EC)、 “The 2023 EU Industrial R&D Investment Scoreboard” (EC、2023年)、<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC135576>。
55. Economics of Industrial Research and Innovation, “EU Industrial R&D Investment Scoreboard (World 2500)、” European Union、 <https://iri.jrc.ec.europa.eu/data>。
56. 同上
57. National Science Foundation, “Publications Output:U.S.Trends and International Comparisons”、2021年10月、 <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20214/technical-appendix>。
58. World Intellectual Property Organization (WIPO)、 “IP Facts and Figures”、2024年3月、<https://www.wipo.int/en/ipfactsandfigures/patents>。
59. World Intellectual Property Organization, “Intellectual Property Statistics”、2022年、<https://www.wipo.int/web/ip-statistics>。
60. BOE, “About Us,” <https://boe.com/en/about/index>。
61. BOE, “BOE Annual Report 2022”、2023年3月31日、14-15、<https://convergencemedia.boe.com.cn/pdf/3Mguh1ZeRmyDAS18EWPpsSB3FPfYJr/ANNUAL%20REPORT%202022.pdf>。
62. 同上、22-28。
63. 同上、17-18。
64. “BOE joins hands with its partners to make a big debut at the Shanghai Auto Show with “screen power” leading the smart cockpit vane”、*DoNews*、2023年4月19日。
65. BOE, “BOE Annual Report 2022”、15-17。
66. 同上。
67. TCL, “China’s power in the wave of globalization”、2023年
<http://www.tcl.cn/group/companyInfo/slipPath?type=1>。
68. TCL, “Annual Report 2021”、12月31日、2021, 3,
<https://doc.irasia.com/listco/hk/tclelectronics/annual/2021/ar2021.pdf>。
69. TCL, “2022 Annual Results”、2023年3月
<https://doc.irasia.com/listco/hk/tclelectronics/cpresent/pre230310.pdf>。
70. “TCL Wins Four Prestigious 2022-2023 EISA Awards Including Premium Mini LED TV Award”、TCL、ニュースリリース、2022年8月19日、<https://www.tcl.com/global/en/news/tcl-wins-four-eisa-awards>。
71. Consumer Technology Association (CTA) “、CES 2023 Innovation Awards”、(CTA、2023年)、<https://www.ces.tech/innovation-awards/honorees.aspx>。

72. 写真はクリエイティブ・コモンズ表示-継承 4.0 国際ライセンス、
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TCL_2.jpg に基づいてライセンスされています。
73. Joe Lindsey, “What’s the Difference Between OLED and QLED TVs?” *Popular Mechanics*, 2020 年 3 月 3 日、
<https://www.popularmechanics.com/technology/gadgets/a27719487/oled-vs-qled/>。
74. Wit OLED, “Ultra thin and light!TCL Huaxing launches the first tablet OLED”、2023 年 3 月 2 日
、https://mp.weixin.qq.com/s/w_DbORvLkAFJ9vGysqDNaw。
75. Insights by GreyB, “TCL Patents – Key Insights and Stats”、2024 年 3 月 22 日、
<https://insights.greyb.com/tcl-patents/>。
76. TCL, “TCL Announces New Research & Development Center in Poland”、2018 年 9 月 3 日、
<https://www.tcl.com/global/en/news/tcl-announces-news-research-development-center-in-poland>。
77. 同上。
78. Park Sohee, “Display Industry Promotion Policies in China”、Korea Institute for Industrial
Economics and Trade Research Paper No. 21/IER/26/1-4, Vol. 26 No. 1 (2003)、
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4190924。
79. 同上。
80. 同上。
81. 同上。
82. Frank Bickenbach et al., “Foul Play?On the Scale and Scope of Industrial Subsidies in China” (KIEL
Institute for the World Economy, 2024 年 4 月)、https://www.ifw-kiel.de/fileadmin/Dateiverwaltung/IfW-Publications/fis-import/bc6aff38-abfc-424a-b631-6d789e992cf9-KPB173_en.pdf。
83. Brian J. Cavanaugh, “What China’s Dominance in Electronics Manufacturing Means for U.S.National
Security”、*The National Interest*, 2024 年 8 月 12 日、<https://nationalinterest.org/feature/what-chinas-dominance-electronics-manufacturing-means-us-national-security-212290>。
84. 落合修平、「補助金を受けた中国メーカーがアジアの LCD 産業を圧迫」、*日経アジア*、2019 年 4
月 21 日、<https://asia.nikkei.com/Business/Business-trends/Subsidized-Chinese-makers-squeeze-Asia-s-LCD-industry>
85. 田辺俊介、「中国 BOE、新工場で OLED で韓国のライバルを追い抜く」、*日経アジア*、2024 年 5
月 28 日、<https://asia.nikkei.com/Business/Technology/China-s-BOE-chases-South-Korean-rivals-in-OLEDs-with-new-factory>。
86. 川瀬健司、「『中国製造 2025』はハイテク・EV メーカーへの補助金で繁栄する」、*日経アジア*、
2022 年 7 月 22 日、<https://asia.nikkei.com/Business/Business-Spotlight/Made-in-China-2025-thrives-with-subsidies-for-tech-EV-makers>。
87. Eun-Soo, “Can Korea fend off China in display race?”
88. Shih, “Supply Chain Disruptions Should Remind Leaders to Keep Up With Allies.”
89. 同上。
90. BOE, “Interim Annual Report 2024”、
<https://convergencemedia.boe.com.cn/pdf/53jDm6awOgm6xA8luBHV0xG4yBOLdC/INTERIM%20REPORT%202024.pdf>。
91. Eun-Soo, “Can Korea fend off China in display race?”

92. 米国商務省と米国国土安全保障省、“Assessment of the Critical Supply Chains Supporting the U.S.Information and Communications Technology Industry”。
93. Linda Lin、“Display Dynamics – May 2024:Sharp will restructure its display fabs in Japan in September 2024”、Omdia、2024年5月30日、<https://omdia.tech.informa.com/om122137/display-dynamics--may-2024-sharp-will-restructure-its-display-fabs-in-japan-in-september-2024>。
94. Charlotte Trueman、“Former Samsung engineer receives six year prison sentence for leaking tech giant’s secrets to China”、*Data Center Daily*、2024年7月22日、<https://www.datacenterdynamics.com/en/news/former-samsung-engineer-receives-six-year-prison-sentence-for-leaking-tech-giants-secrets-to-china/>。
95. Emory Kale、“USITC Launches Investigation Into OLED Display Technology Theft,”、*Display Daily*、2023年12月1日、<https://displaydaily.com/usitc-launches-investigation-into-oled-display-technology-theft/>。
96. NetFlex、“About Us,” <https://www.nextflex.us/about/>。
97. Eun-Soo、“Can Korea fend off China in display race?”
98. Stephen Ezell、“An Allied Approach to Semiconductor Leadership” (IITF、2020年9月)、<https://itif.org/publications/2020/09/17/allied-approach-semiconductor-leadership/>。
99. United States International Trade Commission、“Section 337 Investigation of Certain Organic Light-Emitting Diode Display Modules and Components Thereof”、ニュースリリース、2023年11月30日、https://www.usitc.gov/press_room/news_release/2023/er1130_64620.htm。
100. The White House、“JOINT FACT SHEET:Launching the U.S.-ROK Next Generation Critical and Emerging Technologies Dialogue”、2023年12月8日、<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/12/08/joint-fact-sheet-launching-the-u-s-rok-next-generation-critical-and-emerging-technologies-dialogue/>。
101. U.S.Department of Commerce、“Joint Readout:United States-Korea Supply Chain and Commercial Dialogue Ministerial Meeting”、2024年6月27日、<https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/06/joint-readout-united-states-korea-supply-chain-and-commercial-dialogue>。