

# LED 光学系関連の知的財産から、SSL 製品で成功する企業を予測

キャスリン・ペイズナー

LED 光学系関連の特許の動きを振り返ってみると、SSL 製品で現在成功を収めている企業の一部が予測できたことがわかる。したがって、現在の特許活動には、将来成功する企業との相関関係がある可能性がある。

パッケージLEDのみならず、光学部品、ドライバ、熱管理など多数の分野で革新が進み、SSL (Solid State Lighting: 固体照明) 製品の仕組みは非常に複雑なものとなっている。実際、光学部品の進歩は重大な鍵を握っている。過去20年間、あるいはわずか6年間でも光学系分野の特許活動を調査していたならば、LEDベースの照明製品の製造で成功する企業を予測できた可能性がある。同様に現在の特許活動を調査すれば、これから成功する主要企業を予測できるかもしれない。

米クリー社 (Cree) が最近発表した、白熱電球を模倣した最新の60W相当の交換用LED電球の小売価格が15ドル未満であると報じられているように ([www.ledsmagazine.com/news/10/3/9](http://www.ledsmagazine.com/news/10/3/9))、ほんの5年前までは、LEDは住居用照明には不向きだと広く考えられていたことは簡単に忘れがちである。LEDは10年もたたないうちに、電子表示器としていたるところで使用されるようになり、照明業界に驚くべき旋風を巻き起こした。

当然ながら、LEDの普及が急激に加速したのは、住宅や商業用照明の電球だけではなかった。現在では、信号機、ワインセラー照明、サンフランシスコのベイブリッジ全体にわたるドレープ照明 ([www.ledsmagazine.com/news/10/3/6](http://www.ledsmagazine.com/news/10/3/6))、米国内のあちらこちらの動

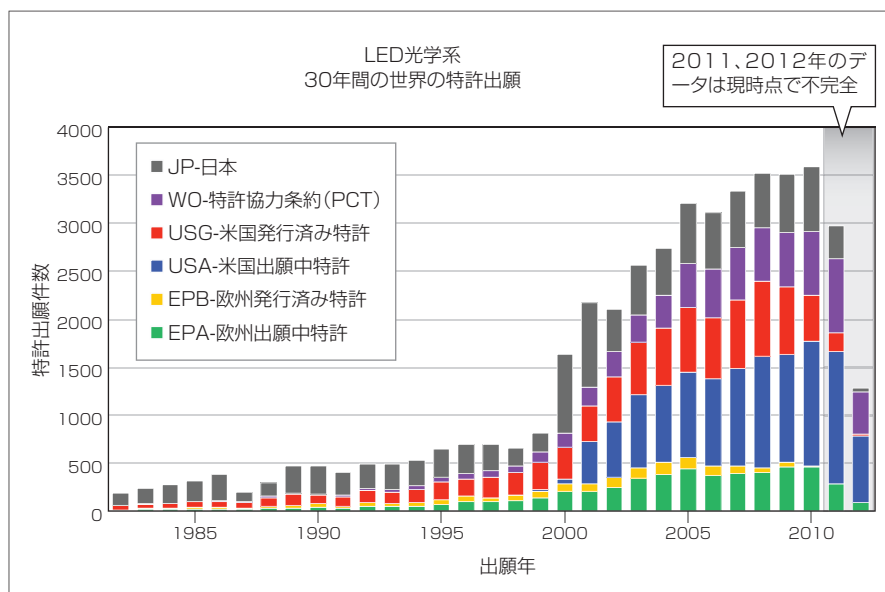


図1 4つの主要な特許庁で毎年出願される特許件数。日本(JP)の件数は、特許出願件数を表す。PCT(WO)の件数には、発行済み件数と出願中件数が含まれる。米国(US)と欧州(EP)の件数は、出願中特許(USAまたはEPA)と発行済み特許(USGまたはEPB)に分類されている。特許出願から特許公開までに18カ月の時間差があるため、2011年と2012年のデータは現時点において不完全であり、2010年以降に出願件数が大きく減少しているように見えるのはそのためである。

物園で見られる、動物の形をしたクリスマスシーズン向けの色とりどりの照明など、あらゆるところにLEDが使用されており、将来の照明用途においてLEDが果たす役割はますます増大すると期待される。

## 破壊的革新

何がLED革命を引き起こし、SSLで成功した企業はどのようにしてそれを達成したのだろうか。1990年代初頭から半ばにかけての、日亜化学工業株式会社における中村修二氏や、英カー

ディフ大学(Cardiff University)におけるアルベルト・バルビエリ氏(Alberto Barbieri)によるチップレベルの発明が、商業的に実現可能な高輝度LEDの基礎を築いたと世間一般では認識されている。しかし、LED電球の光出力は最終的にはシステム全体の相乗効果に依存するため、これらの発明の真の効果疑問視する声もある。最も輝度の高いpドープのGaN on Sapphire(サファイア基板上にGaNを成長させたもの)であっても、それだけで居間を照らすことはできない。それでも特許記録は、

これらの先駆的な発明が(おそらくは同時代の他の発明との組み合わせによって)、LED照明業界における他の最先端技術の進歩の推進力として働いたらしいことを示唆しているように見える。

高出力LED電球においては、他にも同等に重要な部品が多数存在するが、消費者の目に届く光の品質と性質に影響を与えるのは主に、一次光学部品と二次光学部品である。最大限の発光効率を実現するために、チップに適合する一次光学部品と二次光学部品を使用し、システム全体が用途に適したものになるようにすることが電球メーカーに求められる。したがって、pドープGaN(とその他のチップレベル技術)による効率と光出力の著しい向上を収益に転換するために、電球メーカーは光をさらに改善する適切な部品を探す(または開発する)必要があった。

特許記録(図1)からは、LED光学系技術における発明が、1990年代終わりから2000年代初頭にかけて、著しい増加に続いて爆発的に増加したことが明らかに見てとれる。特許の取得と維持にはお金がかかるため、特許出願のペースは、特定の技術または市場分野における商業的関心を評価するための有効な指標としてとらえることができる。企業または業界の、特定分野における特許活動に急な変化があった場合、それはその企業または業界が重視する分野にも変化が生じようとしていることを示唆している可能性が高い。高輝度LEDチップの有望性に対する反応であると思われるLED光学系特許の爆発的増加は、この現象の典型的な例である。LED電球が屋内照明に一般的に使用されるようになるかなり以前から、洞察力に優れた観察者ならば、特許記録を参照してこの技術の将来を予測していた可能性がある。

## 光学系特許のペース

今日では「破壊的革新」という語が、決まり文句のようにあちらこちらで使われている。しかし、LED光学系の特許に関しては、中村氏とバルビエリ氏の発明が破壊的効果をもたらしたことに異論の余地はない。1995年から2000年間のLED光学系関連の特許の半数近くは、日本で出願されている。2002年になると、この割合が全体の約20%

にまで縮小し、日本の特許出願件数も減少して、2001年の879件から2004年には487件になった。

われわれが完全な出願データを入力できた最後の年に当たる2010年には、LED光学系の全特許のうち、50%が米国で出願され、残りは欧州、日本、PCT(特許協力条約: Patent Cooperation Treaty)(WO)の特許庁にほぼ均等に分散している。企業は、特定地域

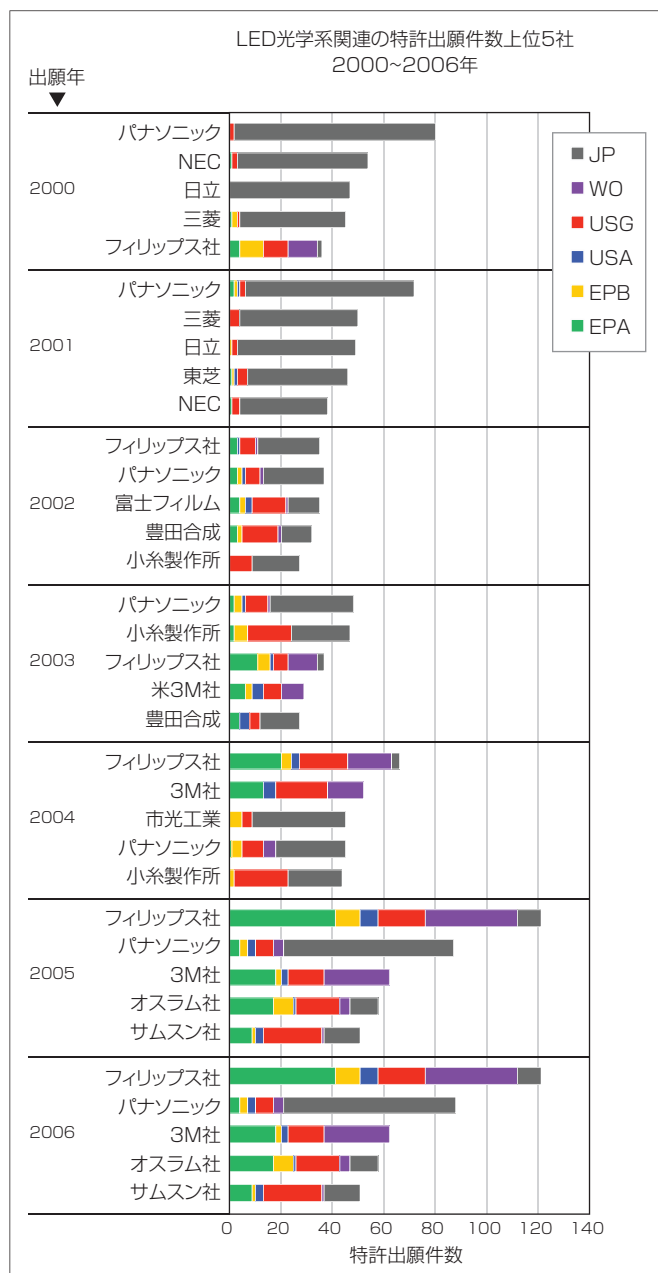


図2 LED関連の光学系およびオプトエレクトロニクスの特許出願にやや著しい変化が見られた2000~2006年のLED光学系分野における革新的企業上位5社。2000年には、LED光学系関連の特許出願のほとんどが東アジアの企業によるもので、出願は主に日本(とその企業の母国)で行われた。2006年になると、LED光学系の特許出願件数上位企業のほとんどが米国および欧州企業となり、出願は世界で行われるようになった。

において自社製品を保護するために特許を出願するため、LED光学系の特許出願地域の変化は、その期間のLED光学系技術がターゲットとする市場の劇的な変化を表す。

しかし、2000年代初頭に変化したのはLED光学系技術の地域市場だけでなく、この分野の革新の中心にあった企業にも変化があった。2000年にLED光学系関連の特許出願件数が最も多かった企業上位5社のうちの4社は日本企業で、これらの企業はほとんど日本国内のみで特許を出願していた(図2)。2006年になると、上位5社のうちの3

社が米国または欧州企業となり、引き続き主に日本で出願していたパナソニックを除いて、上位5社によるほとんどすべての特許活動が、米国および欧州の市場をターゲットとしていた。

エレクトロニクスメーカーに代わって、オランダのフィリップス社(Philips)、独オスラム社(Osram)クリー社(2006年には第6位)といった照明企業が着実に台頭してくるにつれて、出願件数上位企業が重視する分野にも変化が生じた。劇的な市場変化は、破壊的革新を象徴する特徴であるとされる場合が多く、特許記録にも、中村氏とバルビ

エリ氏の画期的な研究による革新的な影響がはっきりと表れている。

### 影響力を持つ主導的企業

特許記録から歴史的な経緯がたどれるというのはおもしろいが、それは現在のわたしたちにとってどのような意味があるのだろうか。この疑問に答えるために、LED照明が2007年というほんの最近まで、未来の空想であると一般的に思われていたことを思い起こしてほしい。ジェットパックやロケットカーほど遠い未来ではないかもしれないが、価格重視の平均的な一般消費者にとってすぐに魅力的な商品になることはまずないと考えられていた。そんな中でも特許記録は、やや異なる様相を呈していた。大手照明企業は、多様なLED電球部品を開発することに短期的な市場価値があるかのように、光学部品に多大な投資をしていたのである。

新しい消費者向け製品は一夜にして魔法のように現れるわけではない。実験室のプロトタイプから市販製品を開発するまでには何年ももの年月がかかるが、先進的な企業は多くの場合、何らかの試作品から市場性のある製品に近いものが誕生するずっと前に、急いで自社のプロトタイプを保護する。特許記録を見れば、企業(または業界)が考える将来の方向性が予測できるのはそのためである。この予測から、今後登場しそうなアイデアを、それが実を結んだり店頭に並んだりする何年も前に知ることができる。

では実際に、現在のLED光学系市場の特許活動を見てみよう。図3は、2010年、2011年、2012年の特許出願件数上位8社を示している。この分野は、照明メーカーとディスプレイメーカーによって独占されているようである。ただし、多くの大企業が多角化してい

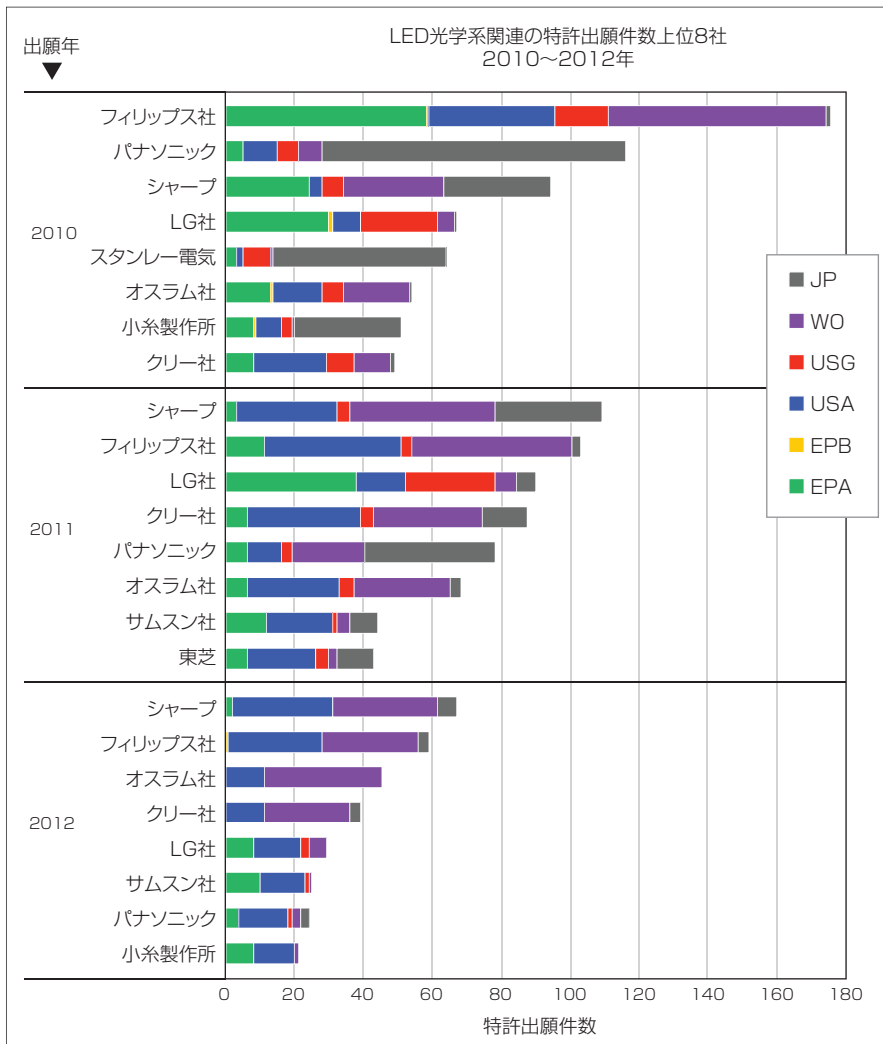


図3 2010~2012年のLED光学系上位企業。LED光学系の特許出願は現在、照明企業とディスプレイ企業によって独占されている。

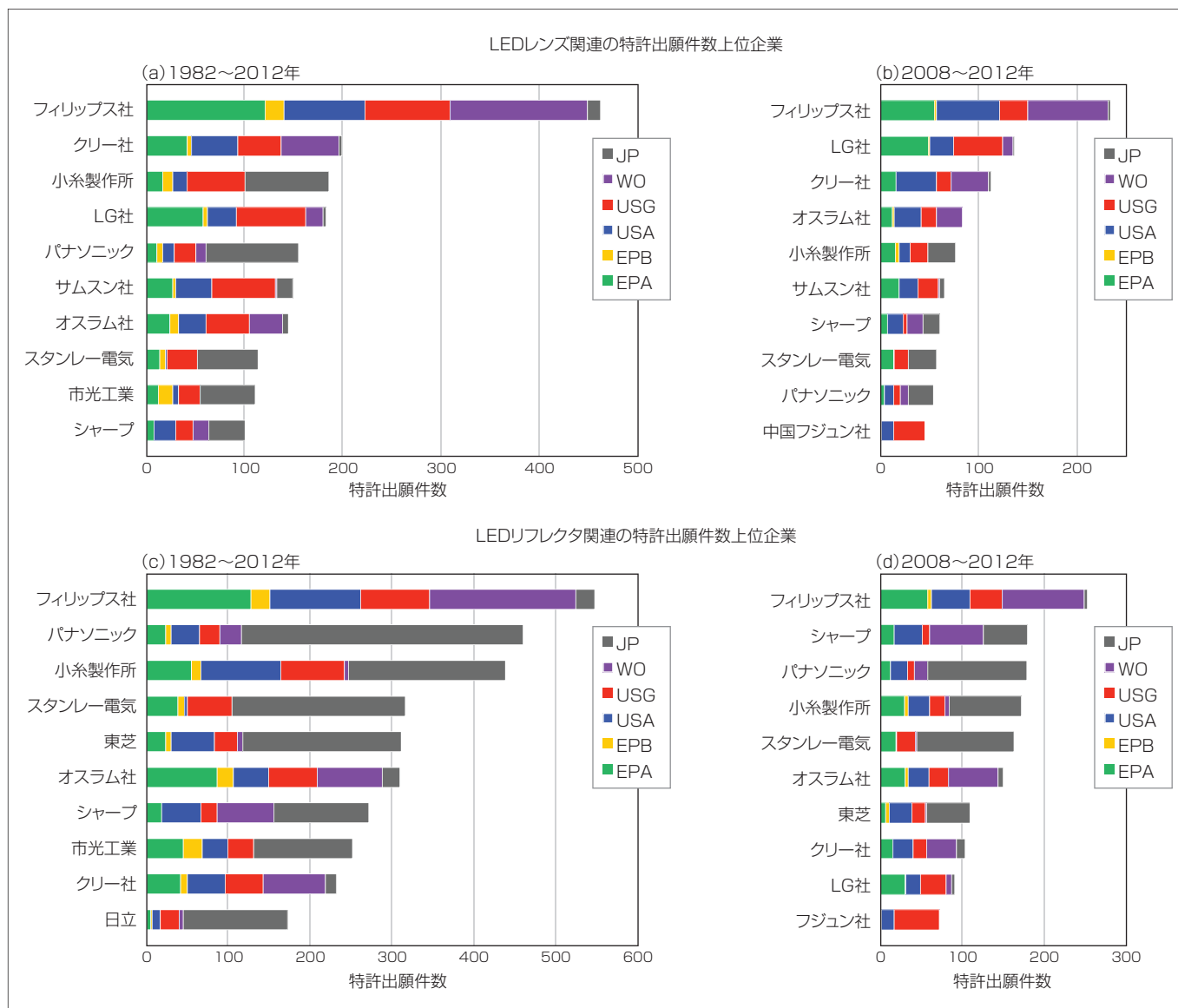


図4 4つのグラフは、1982~2012年の期間とより最近の期間の、LEDレンズとLEDリフレクタにおける主要企業を示している。

ることを考えると、個々の特許の内容を読まずに、開示された技術がターゲットとする応用分野を結論付けるのは難しい。意外ではないかもしれないが、クリー社は2011年、2010年のほぼ2倍のLED光学系関連特許を申請している。この一連の発明活動は、同社が最近発表した、10ドル未満で40W白熱電球相当の光出力を備えるLED電球を示唆するものだったと解釈できるかもしれない。

全体をより細かい分野に分割してみ

ると、さらに興味深い事実が浮かび上がる(図4)。フィリップス社がLED光学系において主導的な地位にあることに議論の余地はないが、フィリップス社はLEDリフレクタよりもLEDレンズにおいて、ずっと支配的な地位にある。ただし、同社が保有するリフレクタ関連の特許件数はレンズ関連の特許件数よりも多い。フィリップス社のロイヤルティ料を避けたいと考える企業にとっては残念なことだが、最近の特許出願データからも、フィリップス社がレ

ンズとリフレクタの両方において、さらにその地位を強化していることが見てとれる。フィリップス社によるLEDレンズ関連特許の50%以上が、この5年以内に申請されたものである。フィリップス社のLEDリフレクタ関連特許については、この割合は40%弱となっている。

LED光学系の特許で、フィリップス社が圧倒的多数を占めない分野を見つけるのは難しい。この5年間でフィリップス社が出願したコリメータ関連の特

許件数(181件)は、最も近い競合企業であるパナソニックよりも多い。パナソニックが1982年以降に出願したこの分野の特許は146件である。そこまでの差はないものの、他の光学系関連分野も類似の状態にある(図5)。フィリップス社は2008年以降、パラボラ光学系関連で58件、フレネルレンズおよびフレクタ関連で25件、内部全反射(TIR: Total Internal Reflection)関連で127件の特許を出願している。各分野で第2位の企業による出願件数はそれぞれ72件、48件、168件で、しかもそれは過去30年間の件数である。これらの分野の中にはもちろん重複する部分もあり、また、特許の中には、フレネルレンズを使用するLED電球のように、その技術にわずかにしか関連

しないものもある。とはいえ、この分野におけるフィリップス社の優位性は明らかである。

### 注目すべき新規参入企業

特定の技術や市場分野における市場動向と主導的企業の追跡(と予測)に加えて、特許データからは、その分野への新規参入企業についても知ることができる。広く認知されるずっと以前に、それらの企業がわかる場合も多い。これは、買収先候補を検討するそれよりも規模の大きい企業にとって特に貴重な情報かもしれないが、動きの激しいLED照明業界における新興企業の最新情報を得たいと考えるすべての人々にとっても同様に有用な情報である。

ここでは、過去5年間にLED光学系

関連の特許を少なくとも1件出願しているが、その期間より前にはLEDオプトエレクトロニクス技術を対象とした特許を出願していない企業を、LED光学系分野への新規参入企業と定義する。例えば、2005~2007年の間に6件のGaN on Sapphire技術の特許を取得し、2010年半ばにフレネルレンズの特許出願を開始した企業は、より広義のLED業界で既に確立した地位を築いているとしても、LED光学系分野への新規参入企業であるとみなす。

20社が新規参入企業としてのこの条件を満たし、それぞれ少なくとも10件の特許を2008~2012年の間に世界中で出願している(図6)。そのうちの8社、米ズィカト社(Xicato)、日東光学株式会社、英フォトンスターLED社(Photon-

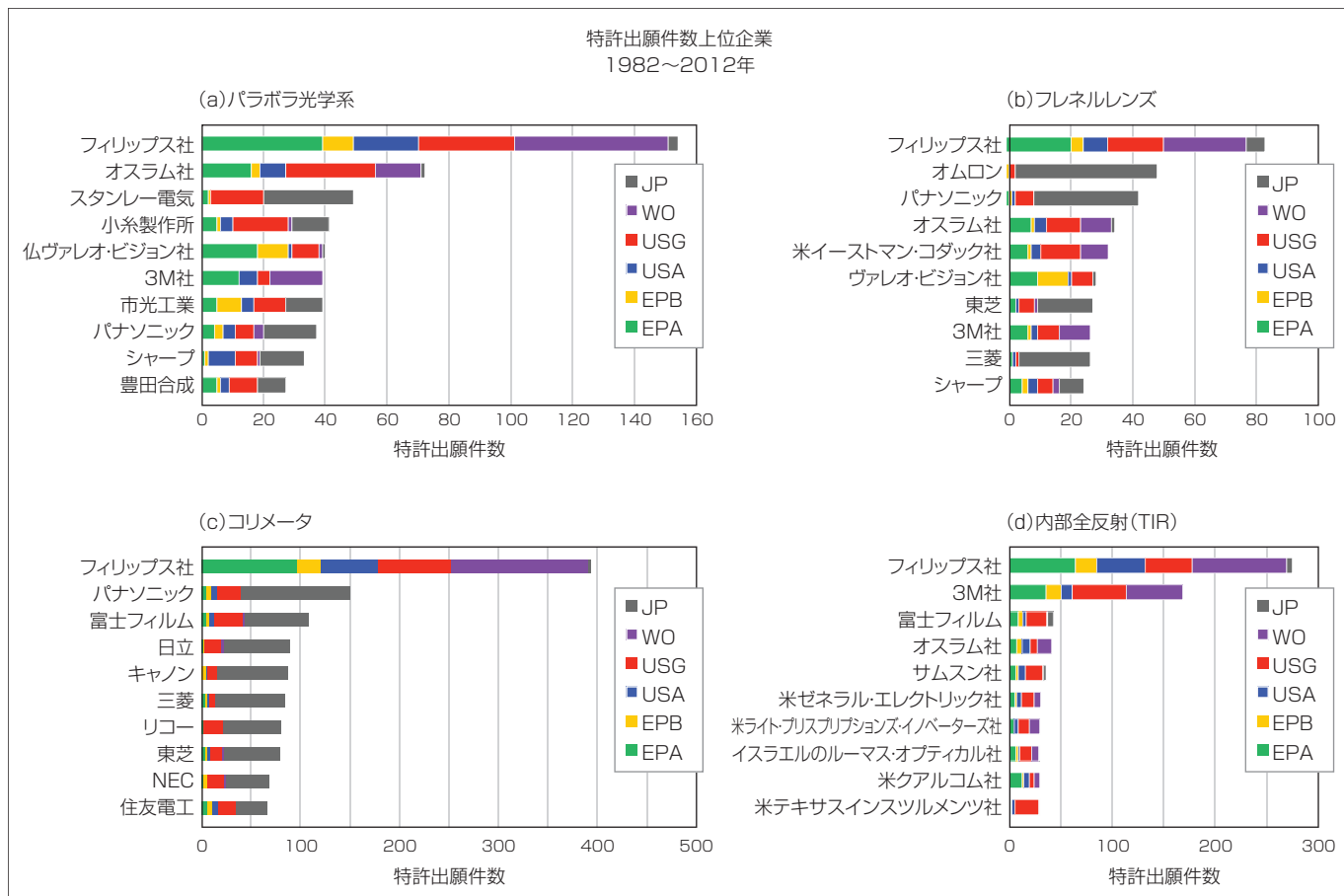


図5 フィリップス社は、LED光学系特許のほとんどの分野において支配的な地位にある。



Star LED)、米ソーラー社 (Soraa)、米エヴォルシア社 (Evolucia)、米エクセリタス社 (Excelitas)、米リフレクサイト社 (Reflexite)、チェコ共和国のローク・ライティング社 (Robe Lighting) は、この期間に少なくとも15件の特許を出願している。出願件数が最も多いのはズィカト社で55件だった。

エヴォルシア社は、かつてはスノヴィア (Sunovia) という名称で、主に再生可能エネルギーの提供で知られていたが、2012年、インテリジェントな照明ソリューションを主体とする同社の中核的な事業を反映する名称に社名を変更した。エヴォルシア社の全ポートフォリオのうち、太陽エネルギー変換に関連する特許はわずか3件 (全体の約10%) である。社名変更は、それまでの経緯から十分に予測可能な、理にかなった決断だった。

1943年に東英社から設立されたカメラメーカーである日東光学は最近、同社のレンズ製造技術をLED照明パネル用のSRC光学部品へと拡大した。「光源2008」での日東光学の展示を見逃した人でも特許記録を見れば、この経緯を知ることができる。

## その他の注目企業

紙面の都合で、本稿にLED光学系分野への新規参入企業の全リストを掲載することはできない。詳細は、IPチェックアップス社の「LED PatentEdge」ツールで参照してほしい。しかし、上で挙げた以外にも確かに、注目すべき企業が存在する。

IPチェックアップス社が特に注目したのは、オランダのルクスエクセル社 (LuXeXcel) である。同社の「Printoptical」技術は、2012 European Frost & Sullivan Enabling Technology Award を受賞した。ルクスエクセル社は、同

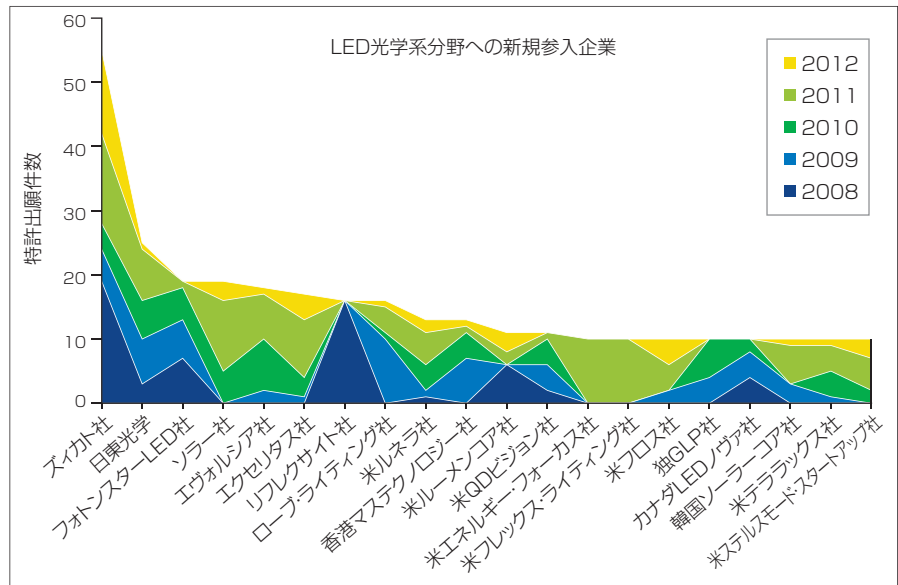


図6 このグラフは、LED光学系分野に新規参入した特許申請件数上位企業を示している。2008年またはそれ以降に光学系関連の特許を申請した企業を、新規参入企業と定義している。革新的なR&Dプログラムに継続的に取り組む企業は、継続的なペースで特許を出願する傾向にあるため、複数年にわたって継続して特許を出願した企業は、比較的堅調なR&D活動を実施している可能性が高い。

社独自の3Dプリントプロセスを利用して、顧客の仕様を満たす光学部品を迅速に生成する。

IPチェックアップス社が興味深く感じたその他の企業に、米エヌスディグリー・テクノロジー社 (NthDegree Technologies) がある。研究と製造を行う同社は最近、同社のプリントLEDに加えて、興味をそそる多様な光学ソリューションを構築している。また、韓国のKAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology)、米ファイアフライ・インスティテュート社 (Firefly Institute)、韓国基礎科学支援研究院 (Korea Basic Science Institute)、韓国標準科学研究院 (Korea Research Institute of Standards and Science) からの韓国人科学者で構成さ

れるチームは、優れた光抽出を実現する可能性を秘めた反射防止LEDレンズの製造を目的として、ホタルランタン上のナノパターニングを再現した。

本稿の執筆に使用したデータはすべて、LED業界向けに特別に設計された、IPチェックアップス社の競合企業情報および技術調査ツールであるLED PatentEdgeから取得したものである。LED PatentEdgeでは、LED技術および市場分野に関連する特許が60種類を超えるカテゴリ (LEDレンズ、LEDドライバなど) に分類されており、LED発明の考案者、内容、発明時期が簡単に参照できるようにになっている。LED PatentEdgeにアクセスするためのライセンスは、www.ledpatentedge.comにおいて一般向けに提供されている。

## 著者紹介

キャスリン・ペイズナー (KATHRYN PAISNER) は、IPチェックアップス社 (IP Checkups) の調査およびビジネス開発担当ディレクター。免責事項: IPチェックアップス社は、技術的分析結果と技術的見解を提供する調査会社であり、法律会社ではない。IPチェックアップス社が提案または提供した調査、技術的分析、および作業結果と、本稿に含まれる内容は、法的な見解ではなく、そのように解釈されるべきではない。