

フレキシブルOLEDが 既成概念を超えるデザインを可能にする

Flexible OLED Exceeds Stereotypical Designs

久保田 玲央奈*
Reona KUBOTA

長 田 彩加人*
Agato NAGATA

岩 松 直 明*
Naoaki IWAMATSU

竹 川 進**
Susumu TAKEKAWA

要旨

我々が知らず知らずに想像すらあきらめている「未知なる価値ある経験」、それがフレキシブル有機エレクトロルミネッセンス（以下フレキシブルOLED）の利用で可能になる。

本稿では、照明領域の枠を超えた様々な分野における「フレキシブルOLEDだからこそできる」応用デザインと、我々が大事にしているデザインポイントを紹介する。

フレキシブルOLEDは、単なる「平らな照明」ではない。「物体そのものを発光体にすることが出来る」、初めてのデバイスである。フレキシブルOLEDの誕生は、我々が「物体の形状や動きに追従する光る素材」を手に入れたことを示している。これにより、初めて光そのものを造形することが可能になったのである。

従来の光源が、「薄い」「軽い」「曲がる」という特性を持ったフレキシブルOLEDに変わることによって、今までにない四つの光の収め方が生まれる。「光を浮かす」「光を忍ばせる」「光をかぶせる」「光を添わせる」の4タイプである。この四つの新たな光の収め方によって、フレキシブルOLEDは全ての物体を発光体にすることが出来るようになるのである。

光源から直接届く「直接光」と、光が物体に反射して届く「間接光」に続く、第3の光として「物体発光」という体験を、フレキシブルOLEDは新たに提供することが出来る。

この新しき発光体は、情緒的な領域から機能的領域の全域において、今までにない価値ある経験を人々にもたらしることが出来る。まさにフレキシブルOLEDは既成概念を超えるデザインを可能にする素材なのである。

Abstract

Flexible OLEDs today are ready to deliver unimaginable service because the expansion of possible applications is virtually geometric. This paper explores flexible OLED application designs and the principles at their foundation.

Flexible OLEDs go far beyond flat lighting, for they are the first lighting devices that can be rendered into luminous objects. Further, flexible OLEDs can be produced to take on the shapes of existing objects, matching the portability and mobility of the objects they illuminate.

By nature, flexible OLEDs are thin, lightweight, and flexible. Thus, they offer at least four mounting structures: free-standing, embedded, static surface-mounted, and dynamic surface-mounted. With these four structures, flexible OLEDs can render virtually any common object a luminous object.

Light commonly strikes our eyes directly from a point light source or indirectly from objects reflecting direct light. Flexible OLEDs provide a third experience: direct OLED light from self-illuminated objects. These luminous objects promise wide-ranging applications of both intrinsic and utilitarian value exceeding the stereotypical.

* ヒューマン・エクスペリエンスデザインセンター

** OLED事業部 事業推進部

1 はじめに

有機EL照明は、フレキシブル化を実現することによって、今までの「体積のある光源」から、紙のように薄くしなる「物体自体を発光させることが出来る素材」という、全く新しい概念へと変貌した。我々は、この全く新しい光る素材が秘める可能性を「デザイン」という視点で再解釈し、人々にとって価値ある経験に変換すべく活動を続けてきた。

本稿では、照明領域の枠を超えた様々な領域における「フレキシブルOLEDだからこそできる」応用デザインと、我々が大事にしているデザインポイントを紹介する。

フレキシブルOLEDの価値ある経験を、より多くの人々にとって再生可能なものとするのが、我々の使命の一つなのである。

2 フレキシブルOLEDとは

フレキシブルOLEDは、単なる「平らな照明」ではない。物体そのものを発光体にすることが出来る、全く新しい素材なのである。フレキシブルOLEDは物体の形状と一体となってその動きに追従することが可能であり、また光そのものを造形することもできる。

我々が現在までに知っている光の種類としては、光源から直接届く「直接光」と、光が物体に反射して届く「間接光」の二つであったが、フレキシブルOLEDは「物体そのものが発光する」という第3の発光体験を提供できる (Fig. 1)。

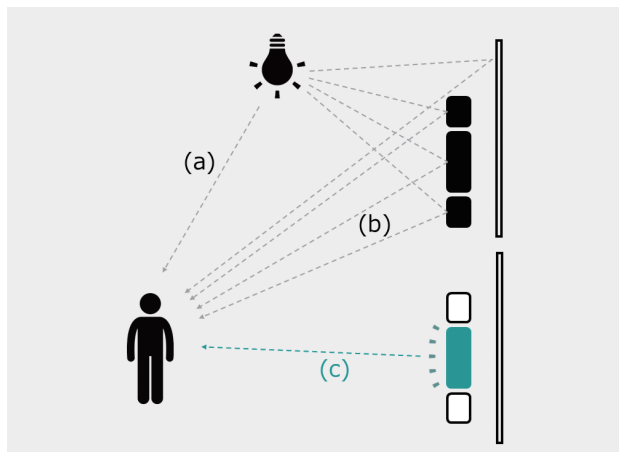


Fig. 1 Three viewer experiences: (a) direct point light, (b) indirect light, (c) luminous OLED objects.

この「物体発光」は、既存の点光源を利用して、疑似的に一部表現可能ではあった。しかし、物体側に光源を収容するスペースを大きく設けなければならなかったり、曲がるものには実装できないといった、様々な制約があった。

光源をフレキシブルOLEDにすることによって、新しい光の取め方が可能になり、この物体発光は、より本質的なものへと変化することになる。

その例として、ライティング・フェア 2013 (日) と Light+Building 2014 (独) において我々は、フレキシブルOLEDの可能性を示すためにいくつかのインスタレーション (空間芸術) を発表した。厚さ0.35mmのしなる光の翼が目の前で実際に羽ばたいているという光景は、人々に驚きと興奮を提供することになった (Fig. 2)。

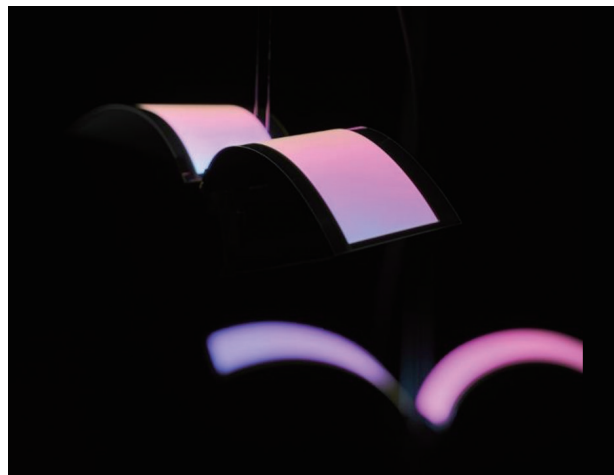


Fig. 2 Habataki (birds fluttering).

Together, Konica Minolta and Takram created space art displays with flexible, self-illuminating OLEDs. Presented at Lighting Fair 2013 in Tokyo and Light+Building 2014 in Frankfurt, the habataki ("the fluttering of birds") pictured here simply astonished viewers.

3 今までにない四つの光の取め方

従来の光源が、「薄い」「軽い」「曲がる」という特性を持ったフレキシブルOLEDに変わることによって、今までにない四つの光の取め方が生まれる。

「光を浮かす」「光を忍ばせる」「光をかぶせる」「光を添わせる」の四つである (Fig. 3)。

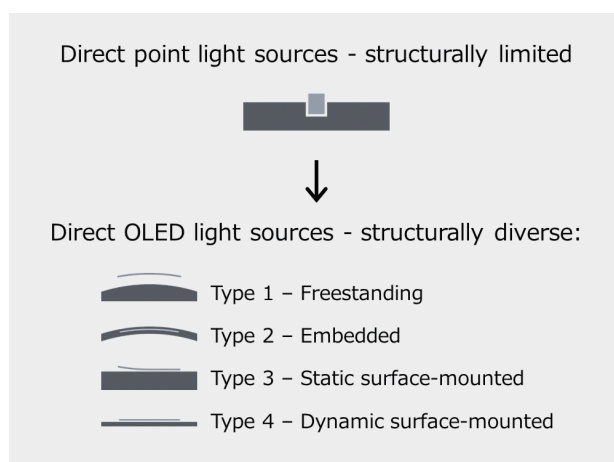


Fig. 3 Four types of flexible OLED structure.

Flexible OLEDs can be freestanding, embedded, static surface-mounted, or dynamic surface-mounted.

この新たな取め方によって、フレキシブルOLEDは全ての物体を発光体にすることが出来る。

3.1 Type-1 「光を浮かす」

一つ目の取め方は「光を浮かす」である。LED等の点光源と違い、光源を物体に埋め込まなくて良いという特徴を利用し、逆にモノから光を切り離すという手法である (Fig. 4)。

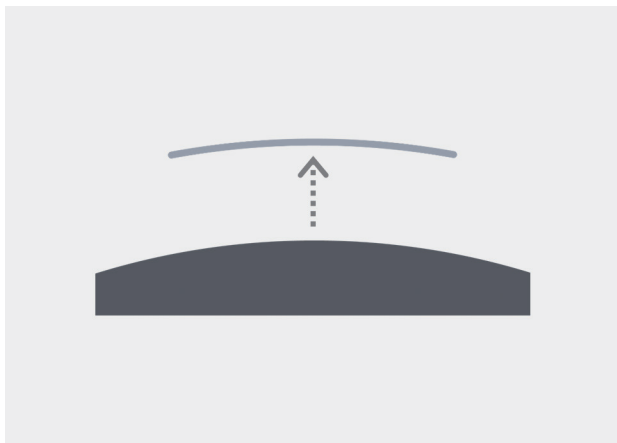


Fig. 4 Type 1 Freestanding flexible OLED objects.

Flexible OLEDs are so thin and amazingly flexible that these light sources can themselves be shaped into freestanding luminous objects without any mounting at all. These luminous objects emphasize light itself and astonish the viewer with the edge sharpness of the flexible OLEDs and at the sight of a light source that bends.

四つの取め方の中で、一番アグレッシブな方法である。これにより「光そのものが存在している表現」、「光の端面の表現」、「光がしなるさまの表現」が可能になり、まさに「今まで見たことがない光の体験」を提供することが出来る。

エモーショナル領域であるイルミネーション産業で既に導入されているが (Fig. 5)、高級車や高級鉄道車両の、各種照明としても導入が検討されている。

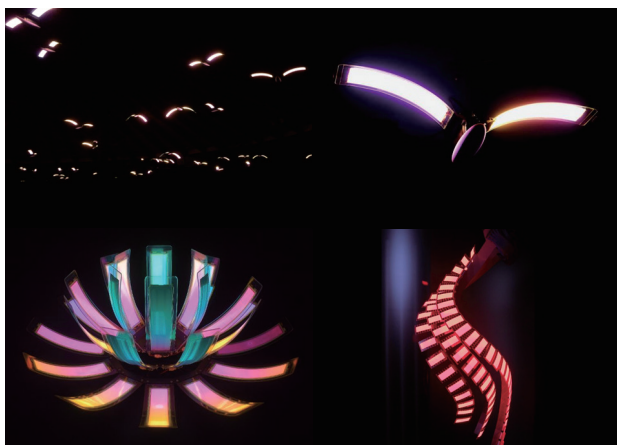


Fig. 5 Examples of Type 1 Freestanding OLED objects.

3.2 Type-2 「光を忍ばせる」

二つ目の取め方は「光を忍ばせる」である。フレキシブルOLEDは極端に薄いので、今まで仕込みづらかった薄皮のような場所へ光源を入れることができる (Fig. 6)。

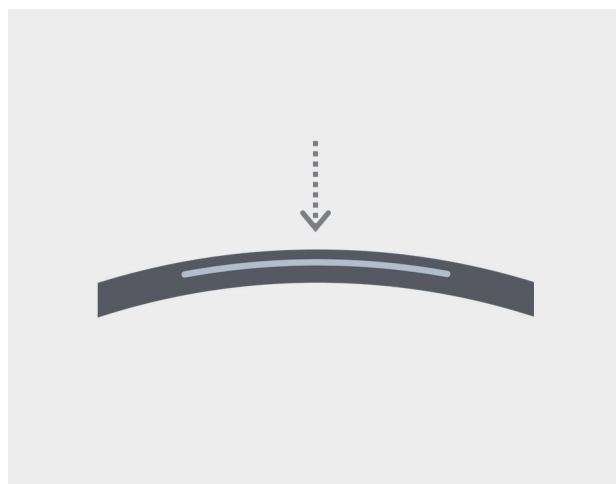


Fig. 6 Type 2 Embedded flexible OLEDs.

Because flexible OLEDs are so exceptionally thin, they can be embedded even in very thin materials. The OLEDs are inconspicuous when turned off, and when they are turned on, the objects in which they are embedded take on an emotional shift in appearance.

薄皮の中に忍ばせているので、消灯時は、薄皮素材そのものの表情をみせることが出来る。そしてある瞬間OLEDを発光させ、それまでと違う表情を表出させるという表現が可能である。

応用例として「光る花」がある。造花の薄い花びらの中にフレキシブルOLEDを忍ばせたものだ。日中は自然光を浴びる花として咲いているが、夜になると花びら自体が輝きだし、美しい非日常空間を描き出す (Fig. 7)。



Fig. 7 Examples of Type 2 Embedded flexible OLEDs.

紙やカードや布なども薄皮の一種である。ドローンで吊ったストリートバナーが光りはためきながら舞う姿は、きっと広告の効果を倍増させることだろう。また、透明フレキシブルOLEDがあれば、ガラスへ忍ばすことも可能である。ショーウィンドウやチャペルの窓が、ある瞬間自発光し、美しい紋様や光の舞を描き出す姿を観て、人々はそこでの経験を思い出深く心に刻み入れるに違いない (Fig. 8)。

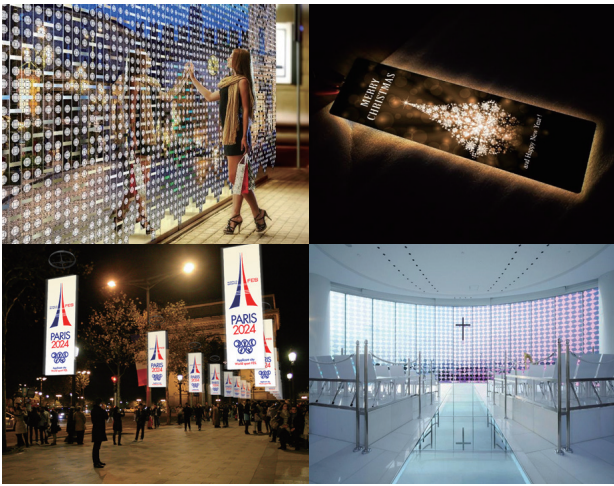


Fig. 8 Further examples of Type 2 Embedded flexible OLEDs.

3.3 Type-3 「光をかぶせる」

三つ目の取め方は「光をかぶせる」である。フレキシブルOLEDはその極端な薄さから、モノの表面に張り付けても出っ張らない。光らせるに当たり、従来の埋設が不可能な「掘れない場所に施工」することが可能であり、「後から簡単に追加」することもできる。また「取り換え」や「不要になった場合の撤去」も簡単、といった利点がある (Fig. 9)。

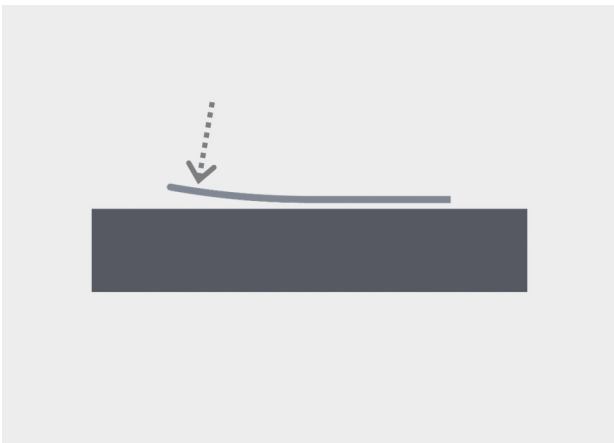


Fig. 9 Type 3 Static surface-mounted OLEDs.

Static surface-mounted OLEDs are those mounted on the surface of an unmoving object. When embedding is impossible, flexible OLEDs' extreme thinness allows mounting on an object's surface with negligible rise above that surface. Further, it's easy to add to, replace, or remove these surface-mounted flexible OLEDs.

例えばアコースティック楽器のように、その音響特性から構造物を掘ったり改造できないモノにも、光だけを付与することが可能である。レッドカーペットや壁掛けタペストリーに仕込めば、床や壁を瞬時に光演出装置へと変貌させ、また簡単に撤去することも可能である。

窓のない地下室に後から疑似採光窓を作ることも簡単である。他の点光源照明のように、デバイスを内蔵するための工事が要らない。リフォームやリノベーション産業においてフレキシブルOLEDは、今まで出来なかった空間設計を可能にする (Fig. 10)。

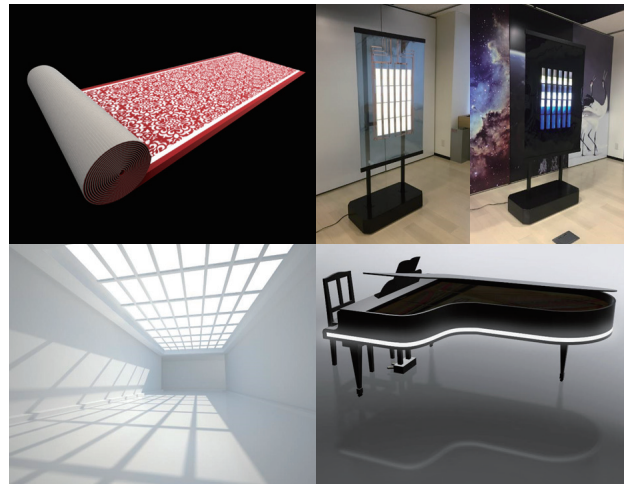


Fig. 10 Examples of Type 3 Static surface-mounted OLEDs.

3.4 Type-4 「光を添わせる」

最後の四つ目の取め方は「光を添わせる」である。フレキシブルOLEDは、その軽さと薄さ、柔軟性から、動くモノとの相性が非常に良い。物体の形状や動きに追従し、軽量ゆえ燃費向上にも貢献する。また、移動体の内装に使用すれば「限りある内部空間を有効活用」することが出来る (Fig. 11)。これらのことから、フレキシブルOLEDは、動くモノに連れ添う光として最適であるといえる。



Fig. 11 Type 4 Dynamic surface-mounted OLEDs.

Because flexible OLEDs are lightweight and flexible, they can be mounted on portable and moving objects. When mounted on vehicles, these qualities also mean that there is virtually no effect on vehicle fuel consumption.

移動体の外装を考えた場合、特に、構造体そのものが外装である自転車や、重量・体積的に制限が多い軽量移動体、また、柔らかく可動する人体に沿う必要性がある「ウェアラブルデバイス」にとって、フレキシブルOLEDはとても相性が良い素材といえる (Fig. 12)。

移動体の内部空間を考えた場合、そこでは常に空間効率の良さが求められている。フレキシブルOLEDは航空機や深海探査船、宇宙船など空間的／重量的に厳しい条件がある移動体内装空間において、強みを発揮する。

特殊な例ではあるが、移動手術室など折りたたんで持ち運ぶ空間用の照明としては、他で代替できないポテンシャルを持つ (Fig. 13)。



Fig. 12 Examples of Type 4 Dynamic surface-mounted OLEDs.

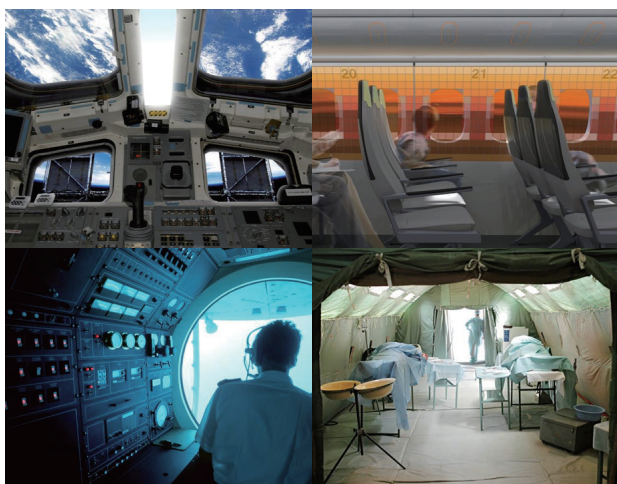


Fig. 13 Further examples of Type 4 Dynamic surface-mounted OLEDs.

4 四つの価値領域

前述のようにフレキシブル OLED は、その特性からあらゆる物体を発光体に出来る可能性を秘めている。しかし物体が自発光することを、人々は本当に求めているのだろうか？また、どのようなシーンにおいてそれを求めているのか、そもそもなぜモノが光ると人々は嬉しいのか？については、価値やニーズを熟考し、検証する必要がある。そのため我々は、様々な活用例を描いて、顧客訪問を繰り返し価値検証を行ってきた。そのリアルな結果とフィードバックの重ね合わせから、おぼろげながら見えてきたユーザーの価値構造についてチャートを使って説明したいと思う。

縦軸に「意味性-機能性」の軸を置き、横軸に「既に光っている-今まで光っていない」の軸を置く。出来た四象限に前章で紹介した応用例を置くと図のようになる (Fig. 14)。

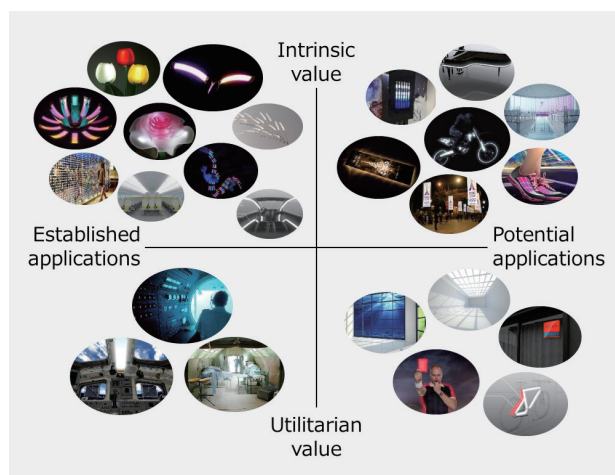


Fig. 14 Value quadrants.

Technologies serve our communities along two axes which together establish four value quadrants. The vertical axis represents immediacy of value: intrinsic versus utilitarian. The horizontal axis represents established versus potential applications.

この各象限に左上から反時計回りに名前を付けた。「Pleasurable refinements」「Refined utility」「Utilitarian innovations」「Pleasurable innovations」である (Fig. 15)。

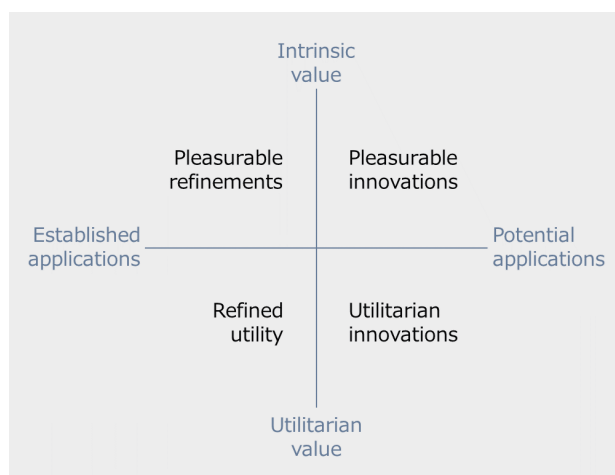


Fig. 15 Value quadrants' individual qualities.

Each value quadrant has its unique combination of qualities. Flexible OLEDs used in established applications of intrinsic value (e.g. holiday decorations) bring pleasurable refinements to the viewer. Likewise, their use in establish applications of utilitarian value (e.g. spacecraft illumination) refines their utility. Flexible OLEDs also open a new range of applications where innovation is key. These include pleasurable innovations (e.g. clothing that glows) and utilitarian innovations (e.g. the safety of luminous bicycles).

「Pleasurable refinements」(左上：第2象限)

既に光っている×意味性が高い領域において、人々がフレキシブルOLEDに期待することは、「今までにない新しい感情的・情緒的な表現が欲しい」ということである。イルミネーションや、高級車、高級旅客機、高級照明などは、この欲求が表出する領域である。

「Refined utility」(左下：第3象限)

既に光っている×機能性が高い領域で人々がフレキシブルOLEDに期待することは、「極限の条件下で、今までよりも効果的に光を扱いたい」というものである。宇宙船や潜水艦、移動手術室など極端に制限の多い環境下に、極めて薄く軽量なフレキシブルOLEDが配置されることによって、今までは仕方なく従来の光源を使っていた場所の空間効率、移動効率が劇的に向上する。

「Utilitarian innovations」(右下：第4象限)

今まで光っていなかった×機能性が高い領域。ここで人々がフレキシブルOLEDに期待することは、「今まで出来なかったライフサポートが欲しい」というものだ。これは、地下室の自然採光や夜間自転車の安全性劇的向上など、今までは実現し得なかった生活のベース支援が実現する領域である。

「Pleasurable innovations」(右上：第1象限)

今まで光っていなかった×意味性が高い領域。ここで人々がフレキシブルOLEDに期待することは、「新しい表現を手に入れたい」というものである。最も難しく、時間がかかるかもしれない領域である。流行も一種の文化であるともいえるが、心を豊かにする文化を光で創ってゆくことは、本当の意味でフレキシブルOLEDが人々に認められることを意味するのかもしれない。

このように2軸で分けた4領域に対し、我々のインスタレーション(空間芸術)を観て興味を持ち、問い合わせを頂いたお客様の数を置いてみると、

- 「Pleasurable refinements」= 46%
 - 「Refined utility」= 25%
 - 「Utilitarian innovations」= 11%
 - 「Pleasurable innovations」= 18%
- という結果になった(Fig. 16)。

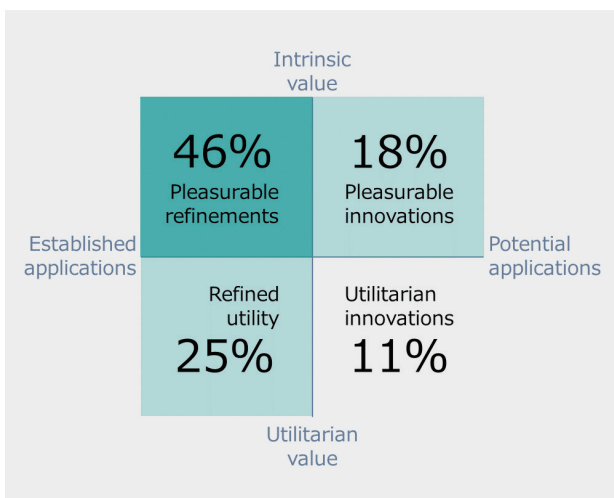


Fig. 16 Customer interest in flexible OLEDs. Customer inquiries fell into the four value quadrants by the percentages given.

左側半分「既に光っている」モノの分野に関係している方々からの問い合わせが合計71%と多いのは、やはりライティングショーに来る方々が、照明領域で既に何らかのビジネスをしている方々であることが理由と考えられるが、一方で「今まで光っていない」モノに関わる人々(右半分)からの問い合わせが合計29%もあることは、フレキシブルOLEDが創り出す新たな光の可能性に気付いている人々も確実に存在しているという事である。

また、上半分「意味性」に関わる分野からの問い合わせが合計64%となり、下半分の「機能性」に関わる分野の36%を大きく上回っているのは、情緒的な部分を訴求するインスタレーション(空間芸術)の展示であったことが影響していると考えられるが、やはり黎明期のOLEDが最初に人々の心をつかむのはこの領域であるという事実を映し出しているのだと考える。

5 オーバーシュートする分野と市場への入り方

実際問い合わせ状況は、前述のとおりではあったが、一方で押さえておかないといけないことは、「フレキシブルOLEDはまだ普及期に到達していない」という事実である。新製品や新サービスの市場浸透に関する理論である「イノベーター理論・キャズム理論」の図に、フレキシブルOLEDをプロットしてみると、まだChasm(初期市場とメジャー市場の間の、容易には越えがたい深いミゾ)を超える前に位置している(Fig. 17)。

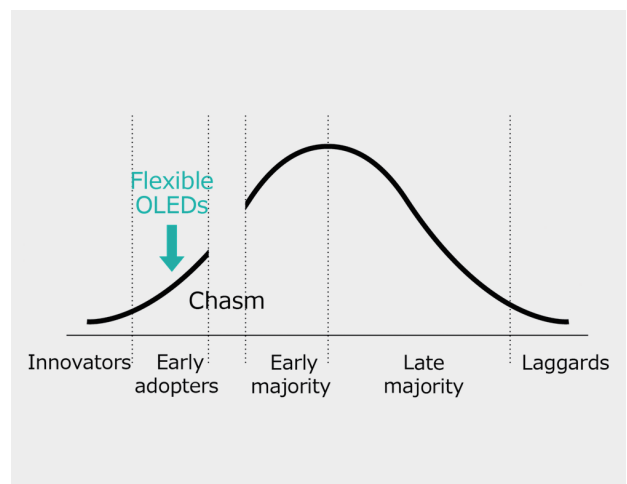


Fig. 17 Current market position of flexible OLEDs.

前章で挙げた4象限全領域を自由に事業展開するタイミングには、まだ至っていないという現実を、我々は認識する必要がある。

また、コストとパフォーマンスの相関で見た時、現在のフレキシブルOLEDは、まだコストが高く、パフォーマンスも発揮できていない時期にいる(Fig. 18)。

この時期にフレキシブルOLEDを販売するためには、「オーバーシュート」するアプリケーションであることが必須である。「オーバーシュート」とは、「高くてもつい

買ってしまふ」ということである。フレキシブルOLEDが高価であっても、つい買ってしまふような、そんなシーンとは何か？

例えば、祖父母は少々高価であっても孫の安全のためであればサービスやツールにお金を出してしまうであろう。緊急事態や特別な記念日もその中の一つかもしれない。そういったシーンを考えてみると、実は「意味性—機能性」の全領域においてオーバーシュートするシーンが存在しそうであることがわかる (Fig. 19)。

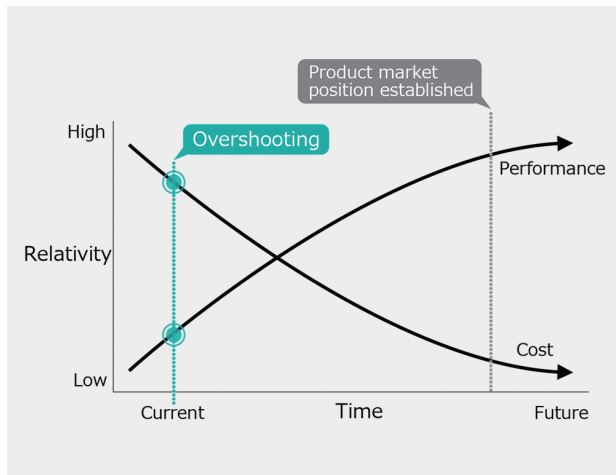


Fig. 18 Cost/performance relativity.

Intrinsic value		When it overshoot	
Industry/Person	Purpose	Target	Time
Ornamental lighting industry	Religion	Luxury cars	Weddings
Show business	Education	Limited-availability merchandise	Marriage proposal
The wealthy	Enjoyment of grandchildren		Anniversaries
Fans	Health		Holidays
Entertainers	Safety of grandchildren	Cell phone expenses	Birthdays
	Safety of children		Auctions
		Life insurance	
Defense industry		Car insurance	
Space industry	Dealing with radioactivity		Emergencies

Fig. 19 Where overshooting is found.

To introduce flexible OLEDs at the optimum overshoot point, areas of likely application such as these must be identified.

そのシーンにおいて、価値の高いアプリケーションを提供してゆくことが、黎明期のフレキシブルOLEDには必要になってくる。

また、このような状況下で、どのような順番で市場に入っていくかも非常に大切である (Fig. 20)。

車を例にとってみる。車の場合は既に一部フレキシブルOLEDの導入が始まっているが、多くの場合まず、「Pleasurable refinements」領域 (左上: 第2象限) から入り、その後、こなれてきたところで左下領域の量産車に導入してゆくという順番で計画されている (Fig. 21)。

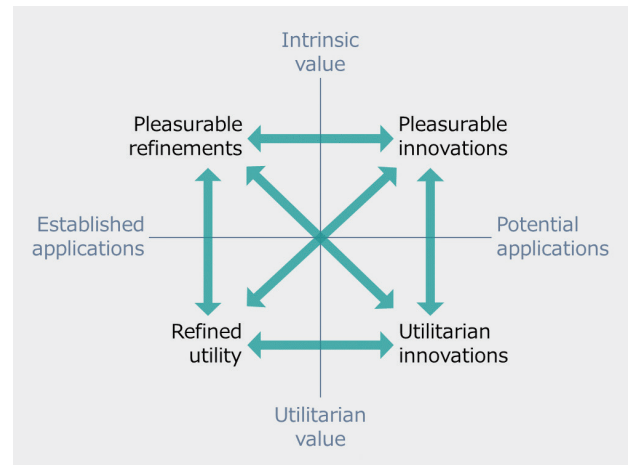


Fig. 20 Value quadrants and marketing options.

The four value quadrants create multiple marketing options: first, four points of market entry, and, for each, three possible paths of migration to other value quadrants.

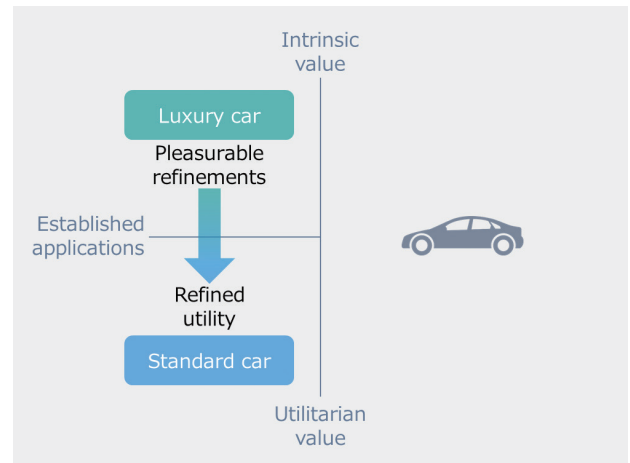


Fig. 21 Example: entering the automobile market.

Advances born among established applications of intrinsic value can migrate to established applications of utilitarian value.

これは、まずテールランプなど既存の照明が陣取っている場所を、今までにない情緒的な表現で高級感を醸し出すフレキシブルOLEDで置き換える、といった進め方になる。高級照明なども同じ順番を取っている。ただしこのアプローチは、あまりにも一般的な流れであるともいえる。別アプローチとして、車の中で今まで光っていなかった部分を「未来の文化」として情緒的に光らせることから始め、人々のより深い部分の感覚に訴える戦略も考えられるであろう (Fig. 22)。

また、例えばフレーム全体が自発光する子供用安全自転車などを想定した場合は、「Utilitarian innovations」 (右下: 第4象限) から出発することなどが考えられる。

夕暮れ時の視認性が確実に高まるフレキシブルOLED発光自転車は、孫や子供の安全を何よりも大切に想う祖父母、両親にとって、少々高価であっても、なくてはならない存在になることだろう。そしてそのように光る安全自転車が認知され、事実が積み重なってゆき、コストも下がった結果、やがては「自転車というものはフレ-

ムが光って当然」という文化になってゆく「Pleasurable innovations」(右上: 第1象限), という流れも考えられる (Fig. 23)。

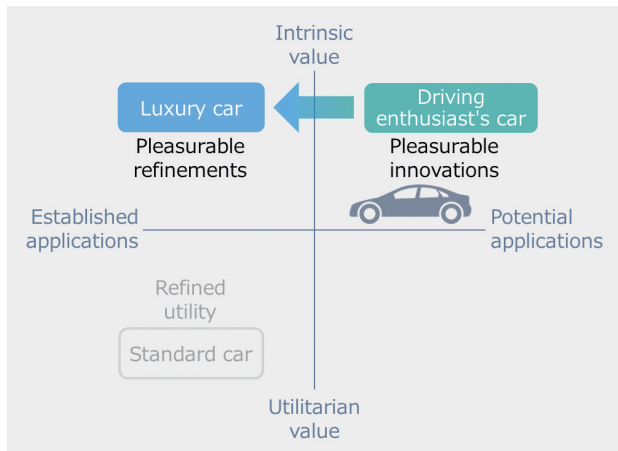


Fig. 22 Example: entering the car market.
Advances born among potential applications of intrinsic value can migrate to established applications of intrinsic value.

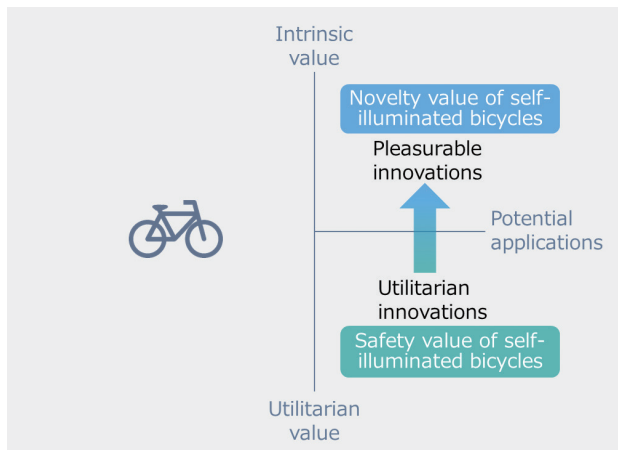


Fig. 23 Example: entering the bicycle market.

このように、市場への入り方は、その時代、その地域、その時の文化的背景、メーカーのブランディングなどが影響し、一概にどの順番が良いとは言えないが、フレキシブルOLEDの黎明期においては、オーバーシュートするシーンに対応するアプリケーションでなくてはならないことは明らかである。

6 これからのフレキシブルOLEDの進化

様々な応用展開について、我々は仮説を立て、デモンストレーションや試作で顧客検証を繰り返してきた。実際に訪問してみると、好意的な反応を多く頂いた一方で、「もっとこの部分がこうだと良いのに」という貴重な声も多く頂いている。

我々は、お客さまからの様々な要望や潜在欲求を分析し、次世代のフレキシブルOLEDの仕様を見定めている最中である (Fig. 24)。

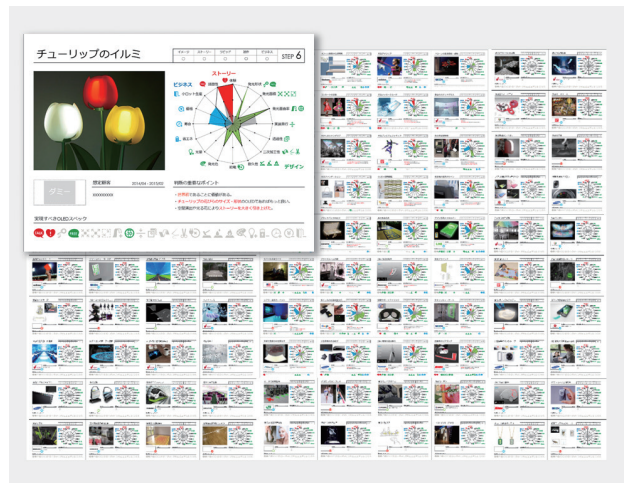


Fig. 24 Feedback from customers.

形状、加工性、曲げや伸ばし、透明性、加工、耐火耐水性能、調色、電力、小ロット対応など、どれもフレキシブルOLEDを魅力的に応用するには必要な仕様である (Fig. 25)。

これらの仕様が最適な順番で一步步実現してゆくことによって、やがて全てのモノが必要に応じ、自ら発光できる世界が訪れる。今まで見たことのない、全く新しい経験が我々を待っている (Fig. 26)。

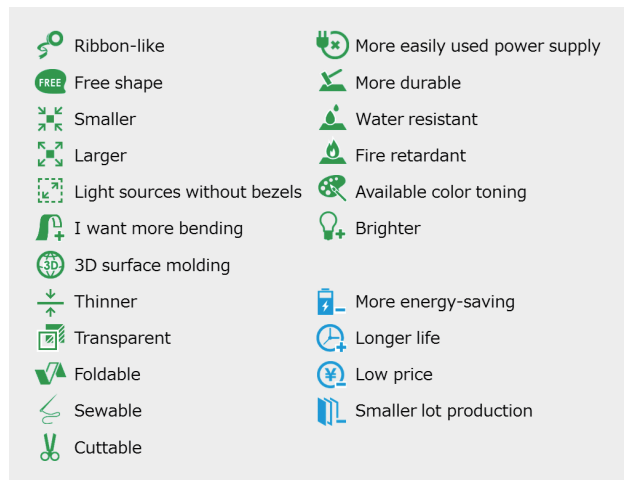


Fig. 25 Flexible OLEDs and customer desires.

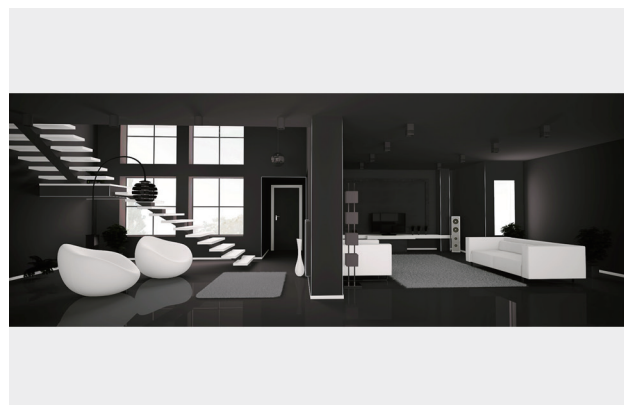


Fig. 26 New experience which we had never seen before.

7 まとめ

フレキシブル OLED は、「物体そのものを発光体にする」という機能や、その照明発光が有する情緒的な可能性という、他の照明には無い特徴を示した。

「照明」ではなく「物体自体を発光させることが出来る素材」へと概念変化したフレキシブル OLED の可能性と使い方について、少しでも理解していただけたなら幸いである。これを読まれた方々にも是非この「光の素材」の使い手になっていただき、多くの驚きと喜びに満ちた世界を、我々と共にデザインして行って頂きたい。

●出展

本稿は、2016年1月ライティングジャパン（日本）、2016年4月 tSSL Symposium（台湾）にて講演した時の資料を再編集した。

●参考文献

- 1) T.Tsujimura, T.Hakii, T.Nakayama, H.Ishidai, T.Kinoshita, S.Furukawa, K.Yoshida and K.Osawaa, “Development of a color-tunable polychromatic organic-light-emitting-diode device for roll-to-roll manufacturing”, Journal of the Society for Information Display, Vol.24, Issue 4, pp.262-269 (2016).
- 2) T.Tsujimura, T.Hakii and S.Noda, “A Color-Tunable Polychromatic OrganicLight-Emitting-Diode Device With Low Resistive Intermediate Electrode for Roll-to-Roll Manufacturing”, IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, Vol.63, Issue.1, (2016).