

青空を再現した照明“misola”

"misola": Lighting to Reproduce Blue Sky

要 旨

屋外と屋内の境界をなくすことを目的にして、屋内空間に“自然”を取り込むために青空照明“misola(みそら)”を開発した。これまでも三菱電機技報でmisolaに関係する青空を模擬したライティングの人に対する効果などを述べてきたが⁽¹⁾⁽²⁾、ここでは2020年10月に発売したmisolaの開発を総括する。misolaは三菱電機先端技術総合研究所(以下“先端総研”という。)とグループ会社である三菱電機照明株式の共同開発製品である。先端総研のひらめきから始まったmisolaは皆の“いいな”という自然な印象で、多くの人たちと“つながって”開発に結びついて発売に至った。しかし、misolaは従来の照明とは一線を画しており、人々を癒すた

めに“魅せる”という側面もある。そのため、製品化の中で基本メカニズムから器具構造、照明制御、器具製造と多くの困難にぶつかった。ここではその代表的な内容をまとめることでmisolaの次なる発展に“つなげること”を目的にしている。なお、現在、misolaは多くの顧客から大いに好評を得ている。開発したmisolaの目指すものに賛同を得た結果であると考えており、昨今、注目される持続可能な開発目標(SDGs)の一つである“GOOD HEALTH AND WELL-BEING”，つまり、“健康”と“幸福”に合致する製品であるとも考えている。



“misola”の技術と新しい照明の可能性

misolaでは、本物の青空と見間違えるほどの高い再現性によって、従来にはない開放感と心地よさを提供することを追求した。そのため、発光面がレイリー散乱で高精細になることによる“青空の奥行き感と広がり”やLEDのエッジ入光による“器具薄型化”、フレームの影表現による“太陽の存在を感じられる影”などの技術を盛り込んだ。閉塞しがちな空間でも広がり感を演出し、コミュニケーションの活発化と快適な空間づくりを目指している。

1. ま え が き

実際の青空の発光原理を用いた青空照明misolaは、2020年10月に発売し、顧客から大いに好評を得ている。一般的な照明と違って屋外と屋内の境界をなくす力を持った照明である。そのため、コンセプト的にも技術的にも初めての取組みが多かった。

本稿では、misolaの開発について述べる。

2. 青空照明misolaの開発

2.1 青空を模擬した発光技術の変遷

misolaはリアリティのある青空にするために実際の青空と同じレイリー散乱と呼ばれる現象を用いた⁽¹⁾⁽²⁾。大気分子が光の波長より小さく、太陽光の中の長波長よりも短波長の光を散乱しやすいため空が青く見える現象である⁽³⁾⁽⁴⁾。misolaも微粒子の散乱で“自然”に近い発光を目指した。研究段階はアプローチの容易さから液体に微粒子を分散させた(図1)。しかし、LED発光の熱で水槽内に対流が起こる等の様々な苦勞があった。後に、媒体を樹脂にして新たな課題と闘いながら量産可能な具現化方法を確立した。また、色は時刻ごとの実際の空を計測した。実験室で人の目による確認も繰り返した。実際の空の色でmisolaを発光させると少し白くくすんだ印象も受けたため、実際より若干青くするなど試行錯誤した(図2)。

2.2 器具構造設計

misolaの奥行き感のある広がる青空再現は2.1節のとおり実現したが、実際には発光面が単に青く光るだけでは、単なる青い板のように見えて、青空に見えにくかった。そ

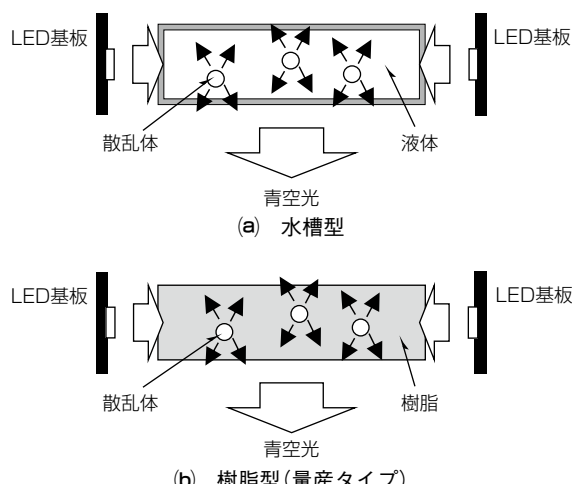
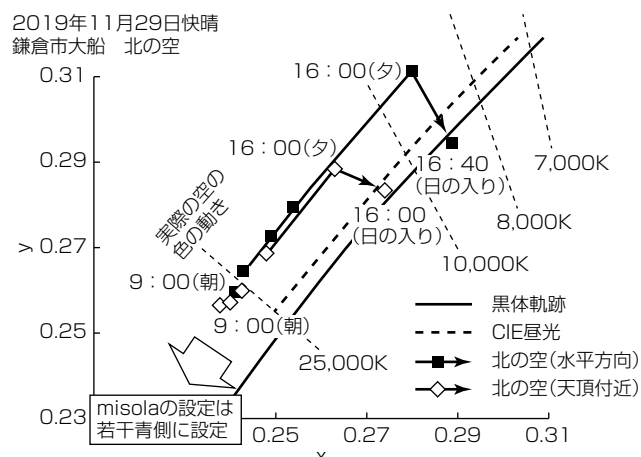


図1. 青空の発光構造



計測：1°視野、CIE1931 水平方向：水平面に対して20°上の空
測定器：MINOLTA CS-100 天頂付近：水平面に対して70°上の空
CIE：Commission Internationale de l'Éclairage (国際照明委員会)

図2. 実際の空の色の動きとmisolaの色

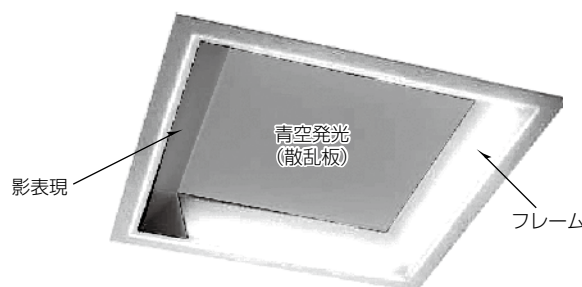


図3. misola照明全貌とフレーム発光と影

ここで、解決策として日の差し込みを表現するフレーム発光と影が研究段階で生まれた(図3)。これによって太陽の存在を感じさせて実際の青空のような表現が可能になった。ただし、フレームが照明器具として自ら発光しているように見えてはいけない。“太陽の光がフレームに照射されて光っている”ように見えなくてはならない。つまり、フレームの光は均一に光ることが好ましい。そのためには光源とフレームの距離は一定以上必要だが、器具構造の制約のため次の工夫を量産設計で行った。特に影の表現には気を配った。

- (1) なるべく均一に発光するようにフレーム内にリフレクタを設ける(図4)。
- (2) さらに、フレーム表面の最大に明るい箇所がフレーム下部になるように光源の位置とリフレクタを工夫する(図4)。
- (3) フレームの樹脂表面が滑らかであるとフレーム面に映り込みが発生して日の差し込み光による発光に見えないためフレーム表面にシボを入れる(図5(a))。
- (4) フレームの影らしさを出すためにフレーム裏側を黒などに印刷を行い視覚的に影に見せる(図5(b))。

このような設計によって、フレームはバックライトによる透過光であるにもかかわらず、あたかも屋外から照らされているように錯覚させることができた。

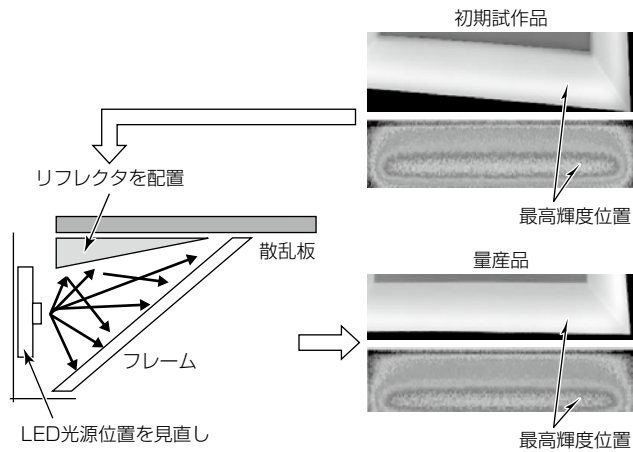


図4. misolaフレーム発光の工夫

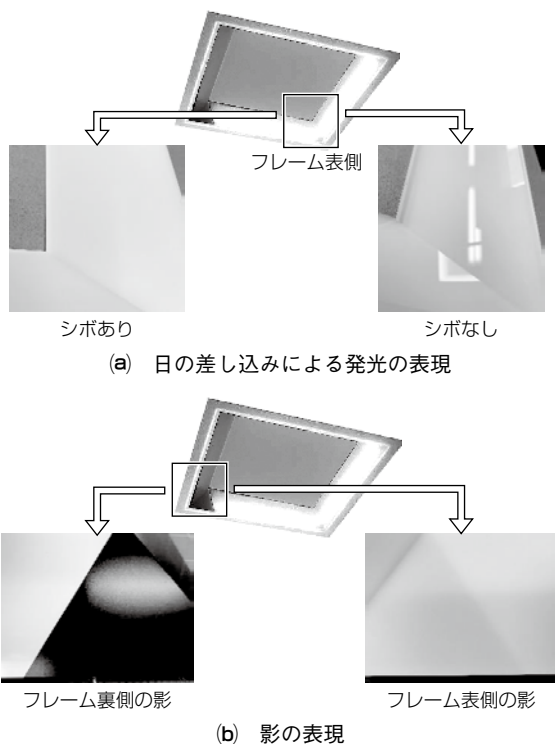


図5. misolaフレームの表面の工夫

2.3 照明制御設計

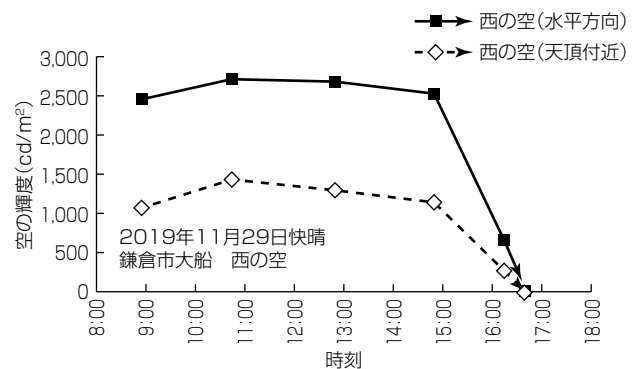
misolaは要旨に述べたとおり屋内と屋外の境界をなくすことを目的にした。そのため、当初から夕方のシーンも想定していた。展示会の参考出品時でも来場者から閉塞空間でも太陽の動きを感じて屋外とつながれるといい、という声も聞かれた。従業員のメンタルケアの視点が強い様子であった。そのため、当初から開発チームには屋外と同じようにmisolaが変化する必要があるという確信があった。研究段階では青空や夕方のシーン再現に重点を置いたため、具体的な照明制御方法の検討は量産開発の段階であった。

照明制御で一番重要視したのは自然界の空と同様に動くこと、つまり、ごく自然に気が付かない間に明るさや色が変わることである。そこで文献や実測定データ(図6)か

ら、日の出から昼、昼から日の入りに要する時間を各2時間にした。シーンは、昼、朝夕、日の出/日の入り、夜の四つを設けて、昼と朝夕などのシーンの間を1時間かけてゆっくり変化させて実現した(図7)。一見、短時間に切り替わる方がダイナミックにシーンが動くので驚きがあるが、misolaはあくまでも屋外と同じ自然な動きを目指した。

なお、システムとしては東京を念頭に春/秋、夏、冬の三つの標準スケジュールを組み込んでいる(春と秋は共通)。一方、日本各地で実際の日の出/日の入り時刻が異なるためシステムとして微調整を可能にしている。つまり、日本のどこに設置しても屋外と同じ動きが実現できる仕組みを組み込んだ。

図8にmisolaの制御システム構成を示す。misolaの制御は三菱電機照明(株)製の照明制御システム“MILCO.S”を基に開発して、他の一般照明との連携も意識している。これは、照明だけでなく、近い将来、空調など他のシステムとの連携を検討する際にも効果を発揮すると考えている。



計測：1°視野
測定器：MINOLTA CS-100
2019年11月29日快晴 鎌倉市大船 西の空
水平方向：水平面に対して20°上の空
(計測時の安定性から西の空を選定) 天頂付近：水平面に対して70°上の空

図6. 実際の空の輝度の動き

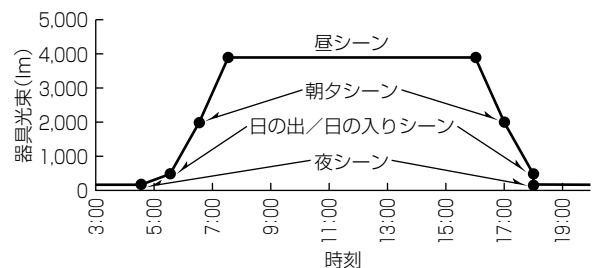


図7. シーン制御の例(春/秋用デフォルトスケジュール)

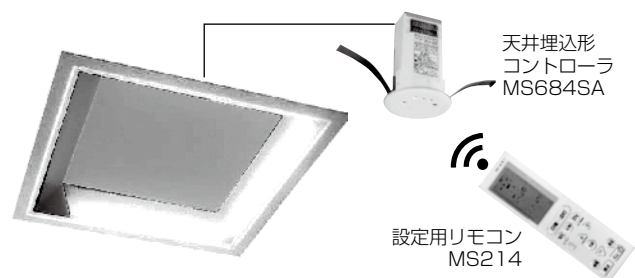


図8. スケジュール制御のシステム構成

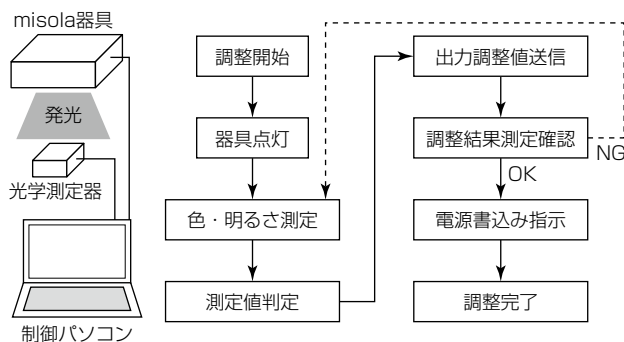


図9. 器具製造工程上での電源出力調整

2.4 製造工程(misola電源出力調整工程)

misolaは青空を模擬する発光面とフレーム面の二つの発光面を持つため、従来の照明器具に比べて器具構造も複雑である。さらに、昼や朝夕などの複数シーンの再現のために複数種のLEDを使う。そもそも各々のLEDは色や明るさなど、ある程度のバラつきを持っている。そして、その複数種のLEDを組み合わせると合成光は更に大きなバラつきになってしまう。そのバラつきの大きさは量産設計開始時に想像以上であることが分かった。

そこで、その合成光のバラつきを製品として許容できる範囲に収めるため、各LED出力を個々に調整することにした。つまり、個々の器具が持つLED特性に合わせて一品一様に電源を用意するというのであった。そこで、misolaの製造では器具組立て時に点灯させて、色や明るさを調整するシステムを導入した(図9)。このシステムは先端総研で開発し、試作時に照明器具の電源とマッチングを繰り返した。方策としては、照明器具を点灯させて光学計測を行う。その結果から数値計算して目標値に対するズレを確認する。そして、そのズレに対して各々の電源出力補正値をmisola搭載電源にフィードバックして各LED回路を出力調整するというものである。従来は照明器具が発光する色は1色であることが多く、あらかじめ電源製造時の出力調整だけで光学的バラつきを十分に抑えられる。そのため、一般照明ではこのような調整は実施しない。器具製造ライン上での電源出力調整はmisola特有の製造工程になる。

3. 効果検証

misolaは青空を模擬したライティングとして人に与える効用の被験者実験を行っている⁽¹⁾⁽²⁾。misolaと一般照明との比較による実験である。その中の照明環境による印象実験では開放感、リラックス、屋外とのつながりなどでmisolaを設置の方が好印象である結果がアンケート調査で得られている。また、睡眠への影響も確認されており、午前9～11時の時間帯にmisolaの光を受けた方が一般照

明の場合と比べて睡眠効率が良くなるなどの傾向が得られたことが報告されている。

現在、更なる効果確認を計画しており、照明だけでなく空調や音などを含めた空間トータルの検証も考えている。

4. 納入先の分野

窓のない部屋や地下などの閉塞空間への適用を期待しており、当初から要旨の図のイメージを持っていた。その中で、現状、多くを占めるのは、企業や工場などの従業員用休息スペースや会議室への適用であり、働く人たちへの癒しや居心地の良さに着眼して導入されているようである。今後は3章のように効果検証を経て“様々な空間”で空調など“様々なもの”と連携することによって、更に多くの目的で利用されることが期待される。

5. むすび

misolaは屋外と屋内の境界をなくすことを目的にした。屋外と“つながる”ということである。研究者の“自然”をヒントに心地よい空間を目指してオフィスなど屋内の照明環境を変えようという発想から生まれ、製品開発者がその思いを受け継いだ。先端総研で原型が生み出されたmisolaは、展示会に出品したところ来場者から大変好評であり、そこで手応えをつかんで三菱電機照明株の製品開発者とともに製品化に向けて動き出した。展示会の試作機を組み上げた研究者の気迫が、製品開発者の“必ず製品にする”という思いにつながったのである。その後、研究所と製品開発者は多くの部門と“つながり”，量産にこぎつけた。つまり、開発では人と“つながり”，製品としては屋外と“つながった”。振り返ると“つながる”がキーワードであったのかもしれない。そして、misola開発は“必要か”などの難しい考えではなく、皆のこの製品に対する“いいな”という自然な印象から始まった。今後は、3章で取り上げた効果検証を行うことで、misolaが空調や様々なものと“つながり”，空間を総合的にプロデュースする起点になり、多くの人々と多くの設備機器、多くの企業と“つながっていく”ことを期待している。そして、SDGsの視点を込めながら、多くの人々に心地よさを提供していく。

参考文献

- (1) 成田瑞恵：屋外と屋内の境界をなくす、青空を再現した照明器具“misola”，三菱電機技報，94，No.10，598～601（2020）
- (2) 桑田宗晴，ほか：自然を模擬するライティング技術，三菱電機技報，95，No.4，252～255（2021）
- (3) 小松琢充：空を模擬した照明，電気設備学会誌，41，No.1，25～28（2021）
- (4) 小松琢充：リサーチ&アナリシス 空を模擬した照明技術，オプトニュース，15，No.1（2020）