

## 芸術と光技術の融合による感性ライティング

桑田 宗晴<sup>1</sup>, 岡垣 覚<sup>1</sup>, 土佐 尚子<sup>2</sup>, 中津 良平<sup>2</sup>, 楠見 孝<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三菱電機株式会社 先端技術総合研究所(〒 661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号)

<sup>2</sup>京都大学(〒 606-8501 京都市左京区吉田本町)

### “Kansei Lighting”: The Fusion of Art and Optical Technology

Muneharu KUWATA,<sup>1</sup> Satoru OKAGAKI,<sup>1</sup> Naoko TOSA,<sup>2</sup> Ryohei NAKATSU,<sup>2</sup> and Takashi KUSUMI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mitsubishi Electric Corporation, 8-1-1 Tsukaguchi-Honmachi, Amagasaki, Hyogo 661-8661

<sup>2</sup>Kyoto University, Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501

(Received January 6, 2023)

We have developed a new type of lighting called “Kansei Lighting” that is distinct from existing lighting equipment by fusing art and optical technology. The combination of lighting system that produces parallel light and glass art objects made with a unique manufacturing method mimics nature and reproduces natural caustics. We also built a prototype and conducted a large-scale evaluation of the effects of this lighting on humans. This paper describes the concept, features, and psychological evaluation results of “Kansei Lighting”.

**Key Words:** Kansei Lighting, Art, Optical technology

#### 1. はじめに

近年, ZEB(net Zero Energy Building)に対応した省エネルギーに加え, WELL 認証や健康経営への関心の高まり等によって, 人の快適性や健康性の向上が注目されている. 照明分野では, 光源の LED 化や発光効率の改善, 入退室管理と連携した点灯制御等によって ZEB への対応が進められてきたが, 今後は照明にも快適性向上などの新たな機能が求められ, それを実現するライティング技術の開発が重要になる. 従来の施設用照明は, 空間を明るく均一に照明することを基本機能として開発されてきた. 一方, 人間は, 誕生して以来長年にわたって自然環境で生活してきたことから, 自然に触れたときに理屈抜きに快適性を感じるといわれている. このことをヒントに, 我々は新たな試みとして自然を模倣するライティング技術を開発している<sup>1)</sup>(Fig. 1). そのコンセプトを考える上では, 人類を含む全ての生命の源である太陽からの光に着目した. まず, 太陽光が大気中の微粒子によって受けるレイリー散乱を利用しリアルな空を再現する青空模倣ライティングを開発し, 2020 年に青空照明「misola(みそら)」として発売した. 青空パネルとフレームで構成し, ナノ粒子を含む青空パネルの側面から LED の光を導光させレイリー散乱された光がパネルから青空光として取り出される(Fig. 2). フレームは太陽光が差し込む様子を模倣する. 本構成により, 薄型の器具厚みで自然な青空を再現できる. 本ライティングが人の快適性に

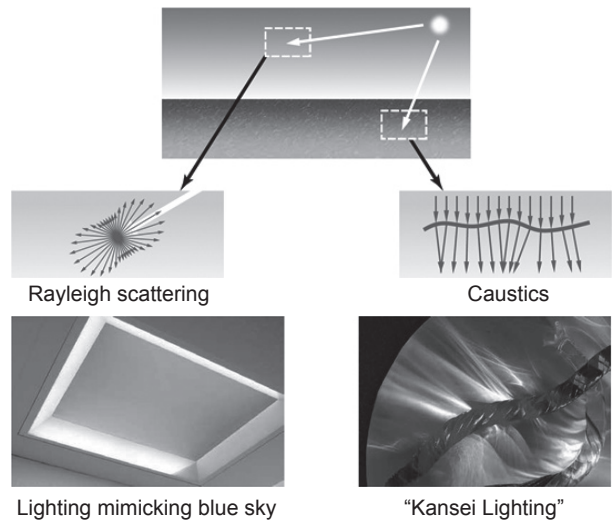


Fig. 1 Concept of lighting technologies mimicking nature.

与える影響も評価した<sup>2)</sup>. 次に, 太陽光のような平行光の屈折・反射によって生成される特有のパターンであるコースティクスを応用した”感性ライティング”を開発した. 開発にあたっては, 美術品鑑賞には心理的な癒しの効果が認められるとの報告<sup>3-9)</sup>があることから, 芸術の要素も取り入れることで相乗効果を狙った. そこで, 京都大学アートイノベーション産学共同研究部門との共同研究により, 既存の照明器具の概念にとらわれない, 芸術と光技術の融合による新たなライティングを開発する

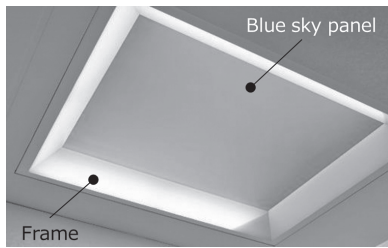


Fig. 2 Appearance and configuration of “misola”, indoor lighting equipment that produces natural light with depth and colors similar to a blue sky.

こととした。

本稿では、感性ライティングのコンセプトや特長、心理的な影響や効用に関する評価実験について述べる。

## 2. 感性ライティングのコンセプト

太陽光は、地球大気でレイリー散乱を受けた後、地上に降り注ぐ。前述の青空照明では、レイリー散乱により青空を模擬した。次のステップとして、地球に降り注ぐ光、すなわち、木漏れ日や水面によって生成される光の明暗やそれらのゆらぎを模擬することとした。中でも、太陽と同じく生命の起源とされる海の水面などで生じるコースティクスに着目した。コースティクスは、曲面物体等によって光が屈折・反射して生成される独特のパターンである。太陽からの平行光が海面上の凹凸で屈折されて海底に特有の明暗パターンが生成されるように、コースティクスは太古から自然界で日常観察されたものであり、青空と同様に人の感性に訴えかけて癒しを与える効果があるものと考えられる。

一方、美術品鑑賞にも心理的な癒しの効果が認められるとの報告がある<sup>3-9)</sup>。そこで芸術という異分野の要素も取り入れて相乗効果を狙った新しいライティングを開発することとした。芸術の要素を取り入れるにあたり、京都大学アートイノベーション産学共同研究部門との共同研究を実施した。同研究部門代表の土佐 尚子教授は、音の振動で飛び上がる液体の形状を高速カメラで撮影することによって、生け花に似た形状が作り出されることに着目して「サウンドオブ生け花」というビデオアートを制作してきた<sup>10-12)</sup>。これを3次元のアートとして作り出すべく、ガラスを熱によって溶かして柔らかくしたのち、ねじったり重力により垂らしたりすることで様々な造形を作り出したり、その過程で様々な顔料を加えることでガラスを着色する手法を考案している(Fig. 3)。光を屈折・反射する物体としてその手法により作成したアーティストックなガラスオブジェクトを用い、ガラスオブジェクトと光源からの平行光によってコースティ

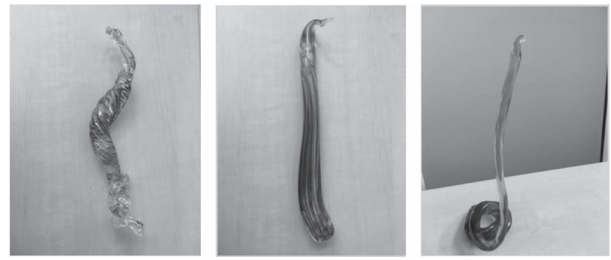


Fig. 3 Example of glass art object.

クスを再現する感性ライティングを開発した。太陽光を模擬した平行光を生成するために、車載ライティング向けに開発した光学技術<sup>13)</sup>を用いた。

## 3. 感性ライティングのプロト機

感性ライティングのコンセプトに基づいてプロト機を製作した(Fig. 4)。前述のような手法により作成された、表面に凹凸形状を持つガラスオブジェクトを底板に載せて側方から平行光を当て、底板上面にコースティクスを再現する。光源を固定し、ガラスオブジェクトを載せた底板を回転させることでコースティクスのパターンを時間的に変化させる。これにより、水面が波打って海底のコースティクスが変化するような自然のゆらぎを再現する。上部に透明な天板を設置してテーブルに見立てていることから、本プロト機を以下“光のテーブル”と呼ぶ。底板上面に照射されるコースティクスを天板越しに斜め上方から鑑賞する。

## 4. 感性ライティングの心理評価

### 4.1 評価の概要

前述の光のテーブルを銀座にある展示スペースMEToA Ginzaに設置し、2021年1月27日～2021年6月29日の間、一般の来場者1875名を対象として心理評価を行った。感性ライティングに関し、大学の学生を対象とした数十人程度の小規模な評価は実施しているが<sup>14,15)</sup>、このような大規模な評価は初めてとなる。光のテーブルとして、白色のガラスアートを用了もの(以下ホワイト)、ガラスに種々の色をつけたカラーガラスアートを用了もの(以下カラー)の2種類を用了。展示ブースをFig. 5に示す。被験者は、椅子に座って光の

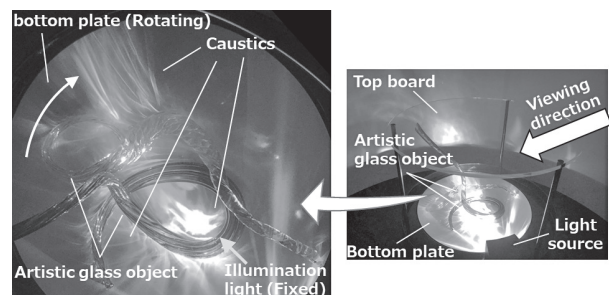


Fig. 4 “Light Table”: Prototype of “Kansei Lighting”.

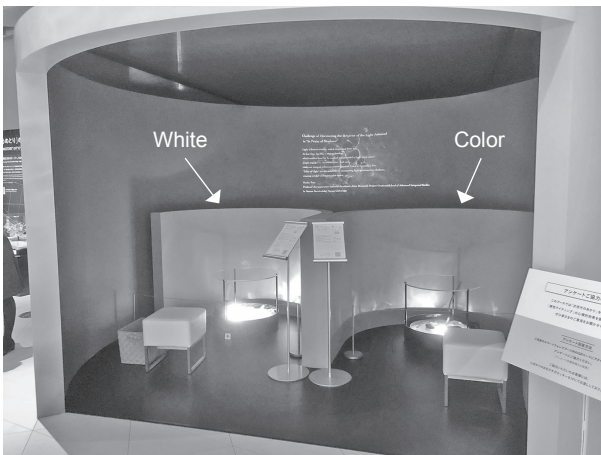


Fig. 5 Exhibition booth of “Light Table”.

テーブルを鑑賞する。2つの光のテーブルの間に仕切りを設け、他方のテーブルは視界に入らないようにしている。

光のテーブルの感性評価を行うため、質問票を使用し、被験者に5段階の評価尺度で質問票に回答するように求めた。質問は、「照明をどのように感じたか」「照明はどのような効果があるか」「照明はどのような場面向いているか」という3つのグループに属する19からなる。Table 1に具体的な質問の内容を示す。これらの質問は他の同様の研究<sup>16-18)</sup>を参照して決定した。

#### 4.2 評価結果

「照明をどのように感じたか」「照明はどのような効果があるか」「照明はどのような場面向いているか」の3つの大項目において、評価項目ごとに評価値の平均値を取ってグラフ化したものをFig. 6~8に示す。

有意水準1%および5%で有意な差がある場合に、それぞれ“\*\*”および“\*”を付している。

Table 1 Contents of the questionnaire.

1. How did you feel about the lighting?
  - Comfortable (5) – Uncomfortable (1)
  - Friendly (5) – Unfriendly (1)
  - Beautiful (5) – Not beautiful (1)
  - Calm (5) – Restless (1)
  - Interesting (5) – Boring (1)
  - Warm (5) – Cold (1)
  - Changeable (5) – Not changeable (1)
  - Luxury (5) – Sober (1)
  - Unique (5) – Mediocre (1)
2. What kind of effect does the lighting have?
  - I can relax (5) – I can't relax (1)
  - I can be creative (5) – I can't be creative (1)
  - I feel energetic (5) – I don't feel energetic (1)
  - I can face difficulty (5) – I can't face difficulty (1)
  - I feel refreshed (5) – I don't feel refreshed (1)
3. What kind of scene is the lighting suitable for?
  - Appropriate for sleeping (5) – Inappropriate for sleeping (1)
  - Appropriate for eating (5) – Inappropriate for eating (1)
  - Appropriate for relaxing (5) – Inappropriate for relaxing (1)
  - Appropriate for working (5) – Inappropriate for working (1)
  - Appropriate for chatting (5) – Inappropriate for chatting (1)

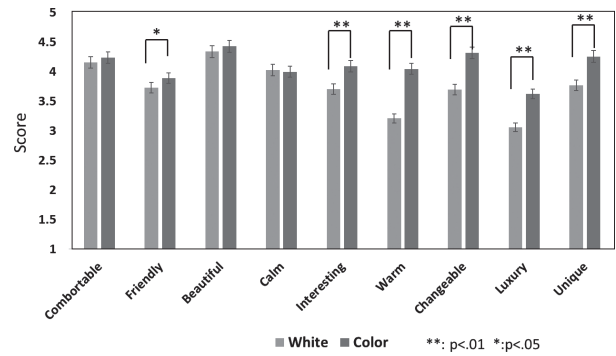


Fig. 6 Average value of evaluation results for “How did you feel about the lighting?”.

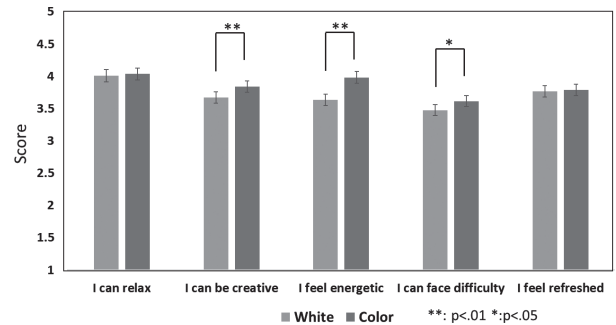


Fig. 7 Average value of evaluation results for “What kind of effect does the lighting have?”.

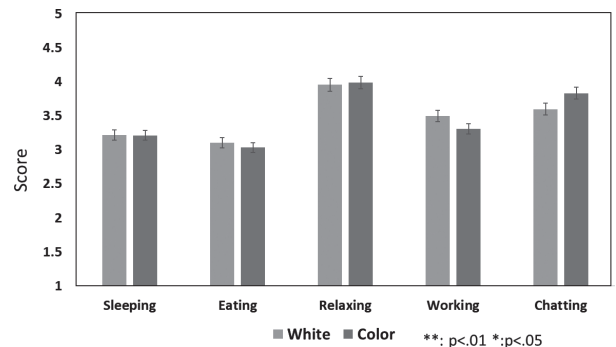


Fig. 8 Average value of evaluation results for “What kind of scene is the lighting suitable for?”.

#### 4.3 「照明をどのように感じたか」に関する考察

いずれの評価項目に対しても、またホワイト・カラーのいずれに対しても、評価値の平均値(以下「評価値」)は中間値の3(普通)以上であり、良い評価が得られている。

ホワイトについて、評価値がもっとも良かったのは「美しさ」、次に「居心地の良さ」「落ち着き」の順で、10項目中これらの3項目が4(良い)以上の評価値を得ている。これに対しカラーは、評価値がもっとも良かったのはやはり「美しさ」であるが、それに続いて「変化がある」「個性がある」「居心地の良さ」「面白さ」「暖かさ」の計6項目と、過半以上の項目で評価値が4以上となっている。これは、カラーガラスを用いることによって作り出させるコースティクスにより変化が現れ、それが評価値に現れていると考えることができる。

本評価は光のテーブルの種別(ホワイト、カラー)と評価項目(居心地の良さ、親しみやすい、美しい、落ち着

いた、面白さ、暖かさ、変化がある、派手な、個性がある」という2条件と9条件からなる2つの要因から構成されていると考えることができる。そこで評価項目においてホワイトとカラーの間に有意な差があるかどうかを知るため、2要因分散分析を行った。その結果、種別、評価項目のいずれにおいても主効果は有意であった(種別： $F(1790, 1) = 269.7, p < 0.01$ , 評価項目： $F(14320, 8) = 534.3, p < 0.01$ )。評価項目ごとの種別に関する多重分析(Holm法)の結果は以下の通りである。

居心地の良さ： $p = \text{n.s. (not significant)}$

親しみやすい： $p = 0.016(*)$

美しい： $p = \text{n.s.}$

落ち着いた： $p = \text{n.s.}$

面白さ： $p < 0.01(**)$

暖かさ： $p < 0.01(**)$

変化がある： $p < 0.01(**)$

派手な： $p < 0.01(**)$

個性がある： $p < 0.01(**)$

この結果から以下のことがわかる。「面白さ」「暖かさ」「変化がある」「派手な」「個性がある」に関しては1%水準で有意な差がある。「親しみやすい」に関しては5%水準で有意な差がある。「居心地のいい」「美しい」「落ち着いた」に関しては有意な差は見られなかった。

#### 4.4 「照明はどのような効果があるか」に関する考察

ここでも、評価値はいずれも中間値である3以上であり、良い評価が得られている。

評価値がもっとも良かったのは、ホワイト・カラーのいずれも「リラックスできる」で、評価値4以上となっている。ただ、他の評価項目に関しては4以上のものはなく、いずれも3~4の評価値となっている。

ホワイトは、評価値が高い順に「リラックスできる」「疲れが取れる」「アイデアがわく」であり、カラーは、評価値が高い順に「リラックスできる」「エネルギーが出る」「アイデアがわく」となっている。いずれも3位に「アイデアが出る」という項目がくるのは興味深い。仕事の場面でも、光のテーブルが、アイデアが出るなどの面で効果的であることを示している。

評価項目においてホワイトとカラーの間に有意な差があるかどうかを知るため、前述と同様、2要因分散分析を行った。その結果、種別、評価項目のいずれにおいても主効果は有意であった(種別： $F(1790, 1) = 27.4, p < 0.01$ , 評価項目： $F(7160, 4) = 180.0, p < 0.01$ )。評価項目ごとの種別に関する多重分析(Holm法)の結果は以下の通りである。

リラックスできる： $p = \text{n.s.}$

アイデアがわく： $p < 0.01(**)$

エネルギーがでる： $p < 0.01(**)$

困難に立ち向かえる： $p = 0.024(*)$

疲れがとれる： $p = \text{n.s.}$

この結果から、以下のことがわかる。「アイデアがわく」「エネルギーがでる」に関しては1%水準で有意な差がある。「困難に立ち向かえる」に関しては5%水準で

有意な差がある。「リラックスできる」「疲れがとれる」に関しては有意な差は見られなかった。

#### 4.5 「照明はどのような場面に向いているか」に関する考察

ここでも、評価値はいずれも中間値である3以上であり、良い評価が得られている。

ただ、ホワイト・カラーのいずれも、「食べる」「寝る」などの評価項目に対する評価結果は3~3.5であって、あまり高くない。これは、「食べる」「寝る」はいずれも生理的欲求であり、感性ライティングは、生理的欲求を直接満たしてくれるものではなく、感性などの精神的な欲求を満たしてくれるものであることを示している。ただ同時に、「仕事をする」という項目が「食べる」「寝る」などより高評価を得ていることは興味深い。先に述べた「アイデアが出る」という項目で比較的高評価が得られたのと合わせると、仕事の場面でも光のテーブルが有効である可能性が高く、仕事の場面に感性ライティングをどのように取り入れるかは今後の検討課題であろう。

評価項目においてホワイトとカラーの間に有意な差があるかどうかを知るため、前述と同様、2要因分散分析を行った。その結果、評価項目の主効果は有意であったが( $F(7160, 4) = 450.3, p < 0.01$ )、種別の主効果に関しては有意な差は認められなかった( $F(7160, 4) = 0.011, p = \text{n.s.}$ )。この結果から、光のテーブルがどのような場面に向いているかに関しては、ホワイトとカラーに関して有意な差はないことになる。

## 5. おわりに

芸術と光技術を融合させた感性ライティングについて、そのコンセプトや特長、心理評価結果を述べた。自然を模倣するライティング技術に芸術の要素を取り入れることで、人に癒しを与えたり、仕事の場面でも好ましい影響を与える可能性を示した。

人間は太古より自然光のもとで生活してきたが、現代人は大半の時間を屋内で、すなわち室内照明下で過ごす。アフターコロナ時代ではこの傾向が助長されると考えられるため、室内照明が人に与える影響について考慮することが重要となってくる。水や食べ物について、成分や産地を確認するなどその品質を求めるのと同じように、光にもその質が求められるようになるであろう。今後、人の心を癒す、快適性や仕事のパフォーマンスを向上するなど、より質の高い光の実現を目指したい。

#### 参考文献

- 1) M. Kuwata and S. Okagaki: Mitsubishi Denki giho **95** (2021) 252 (in Japanese).  
桑田 宗晴, 岡垣 覚: 三菱電機技報 **95** (2021) 252.
- 2) M. Kuwata: Proc. Optics & Photonics Japan 2019, (2019) 109 (in Japanese).  
桑田 宗晴: Optics & Photonics Japan 2019 講演予稿集 (2019) 109.
- 3) S. Uchida, Y. Okada, T. Kimura, K. Yamaoka, and K. Matsumoto:

- Res Rep MOA Health Sci. **16** (2012) 31 (in Japanese).  
 内田 誠也, 岡田 雄太, 木村 友昭, 山岡 淳, 松本 洗: 一般財団法人 MOA 健康科学センター研究報告集 **16** (2012) 31.
- 4) E. Winner: *How Art Works. A Psychological Exploration* (Oxford University Press, 2018).
  - 5) S. Mastandrea, F. Maricchiolo, G. Carrus, I. Giovannelli, and V. Giuliani: International Journal for Research, Policy, and Practice **11** (2018) 123.
  - 6) R. L. Beard: *Dementia* **11** (2012) 633.
  - 7) A. Schall, V. A. Tesky, A. Adams, and J. Pantel: *Dementia* **17** (2018) 728.
  - 8) D. A. Monti, C. Peterson, E. J. Shakin-Kunkel, W. W. Hauck, E. Pequignot, L. Rhodes, and G. C. Brainard: Journal of the Psychological, Social and Behavioral Dimension of Cancer **15** (2005) 363.
  - 9) Y. Pan, H. Tamai, N. Tosa, and R. Nakatsu: International Journal of Humanities, Social Sciences, and Education **8** (2021) 90.
  - 10) N. Tosa, Y. Pang, Q. Yang, and R. Nakatsu: Arts journal **8** (2019) 38.
  - 11) N. Tosa and R. Nakatsu: Journal of Japan Society of Kansei Engineering **16** (2018) 12 (in Japanese).
  - 土佐 尚子, 中津 良平: 感性工学 **16** (2018) 12.
  - 12) N. Tosa and R. Nakatsu: The Journal of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers **99** (2016) 295 (in Japanese).
  - 土佐 尚子, 中津 良平: 電子情報通信学会誌 **99** (2016) 295.
  - 13) M. Kuwata, M. Suwa, R. Oshima, and K. Kojima: Mitsubishi Denki giho **93** (2019) 300 (in Japanese).
  - 桑田 宗晴, 諏訪 勝重, 大嶋 律也, 小島 邦子: 三菱電機技報 **93** (2019) 300.
  - 14) R. Nakatsu, N. Tosa, S. Okazaki, H. Yamazaki, M. Kuwata, and T. Hirai: 18th International Conference of Asia Digital Art and Design (ADADA2020) (2020).
  - 15) R. Nakatsu, N. Tosa, T. Kusumi, S. Okagaki, H. Yamazaki, M. Kuwata, and T. Hirai: International Journal of Humanities, Social Sciences, and Education **8** (2021) 76.
  - 16) N. Oi: Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science **24** (2005) 87.
  - 17) H. Noguchi and T. Sakaguchi: Applied Human Science **18** (1999) 117.
  - 18) H. Kobayashi and M. Sato: Journal of Physiological Anthropology **11** (1992) 45.