

L i g h t
E m i t t i n g
D i o d e

LED 2012 -2013

スマートライティングが
切り拓く新市場

日経BP社

[スマート化 | ICTとの融合]

スマートライティング “賢い照明”のインパクト

江崎 浩 | 東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授

筆者は、ビル全体の省エネルギー化と高効率化、高機能化について研究している。本稿では、省エネだけにとどまらない、“スマートな”LED照明の機能について述べたい。

2011年の東日本大震災を受けて、節電が社会全体での必須の課題になった。一方、節電によって、社会・産業活動の質と量を低下させるわけにはいかない。そこで、社会・産業活動の維持と向上をできる限り少ないエネルギーで実現することが目指すべき方向だ(図1)。未来に向けて、エコロジー(人間と自然の調和と共存)と、エコノミー(社会が生産活動を調整する仕組み)という二つの“エコ”を調和させた社会を構築していく必要がある。

筆者が代表を務めている「東大グリーンICTプロジェクト(グリーン東大)」は、持続可能なイノベーションを継続的に生み出せる、透明性を持った社会インフラの創造を目指している。震災を経験した今は、その絶好の機会である。

我々は、単なる省エネではなく、照明やエアコンなどの機器やシステムをどう“スマート化するか”という視点が重要と考えている。さらに、我々が目指す社会インフラは、リスク管理を担保した世界最高品質のシステムでなければならない。

我慢を強いられた節電対策

2011年の夏、震災を受けて各企業は15%の節電を迫られた。多くの企業で実施された節電対策は、照明を間引いたり、冷房の設定温度を高めたり、パソコンを省エネ・モードにしたりするものだった。これらはいずれも、危険や我慢を強いるものだった。

照明を間引いて室内を暗くすると、作業効率が下がる上に、物にぶつかったり転倒したりして危ない。つまり、安全上の問題が出てくる。しかも、夏に暑い室内で省エネ・モードの遅いコンピュータで作業するのは不快である。

図1 東日本大震災後に共有し目指すべき方向性とは？
東日本大震災後の今、社会・産業活動の質と量を低下させることなく、省エネとイノベーション創出を実現するインフラの構築が大きな課題である。

社会・産業活動の質と量の維持と向上を少ないエネルギーで実現しながら、持続的にイノベーションを創出する透明性を持った社会インフラを創造する。

第1ステップ:

社会・産業活動を従来比15%減(東大の目標は30%減)のエネルギーで実現する。

中長期(～5年後):

リスク管理を含んだ世界最高品質の社会インフラを構築し、国際社会に貢献するとともに、国際競争力のある産業を創造する。

この論文は、2011年10月24～28日に日経BP社が開催した「Smart City Week 2011」での講演内容を基に、講演者による加筆・修正を経て再構成したものです。

かつて、日本の照明は欧米に比べて明るすぎるから、暗くしてもいいのではないかという声の一部にあった。筆者はこの考え方を好ましいとは思わない。むしろ、日本は海外よりも明るくて元気がいいというイメージを維持すべきだろう。欧米のように、間接照明で高齢者に厳しい社会ではなく、日本人らしい快適で明るい空間をどうつくるかが重要である。すなわち、節電とは本来、“我慢する”ことではなく、新しい技術を使って安全性や快適性を維持しながら、省エネを実現することだ。その意味で、“スマート化”の意義はコスト削減や社会貢献(CSR)ではなく、リスク管理や生産性の向上、快適性と創造性の維持にあるといえる(図2)。

省エネは“おまけ”

節電対策は、1960年代の公害対策と似たところがある。公害問題が浮上したとき、企業は“公害を減らすこと”を目標に動いたわけではない。環境負荷の小さな製品を低コストで大量に作るために努力し、その結果として環境改善が“おまけ”として付いてきたのである。

今回も似たようなことが起きるのではないだろうか。節電は公害対策と同様、社会に重い負担を強いる。であれば、「環境負荷の小さい製品を低コストで作る」という考え方を節電対策にも応用すべきだ。結果として節電できた、という形の方が好ましい。

例えば、企業にLED照明を売り込む際には、総務部に「白熱灯や蛍光灯をLEDに替えて節電しませんか」と説く方法もあるが、労働組合の安全衛生委員などに「職場の安全を守るためにLEDに替えませんか」という方が、正しいやり方かもしれない。オフィスの暗いところをなくして安全性を高めるというリスク管理が目標であり、省エネは“ついで”。スマート化とはこういうことである。

図2 スマート化の真の意義とは？

スマート化の真の意義は、コスト削減や社会貢献(CSR)ではなく、リスク管理や生産性の向上、快適性と創造性の維持にある。

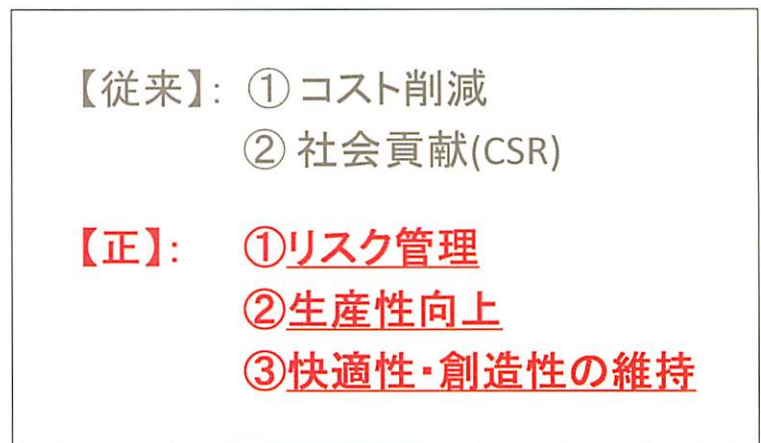
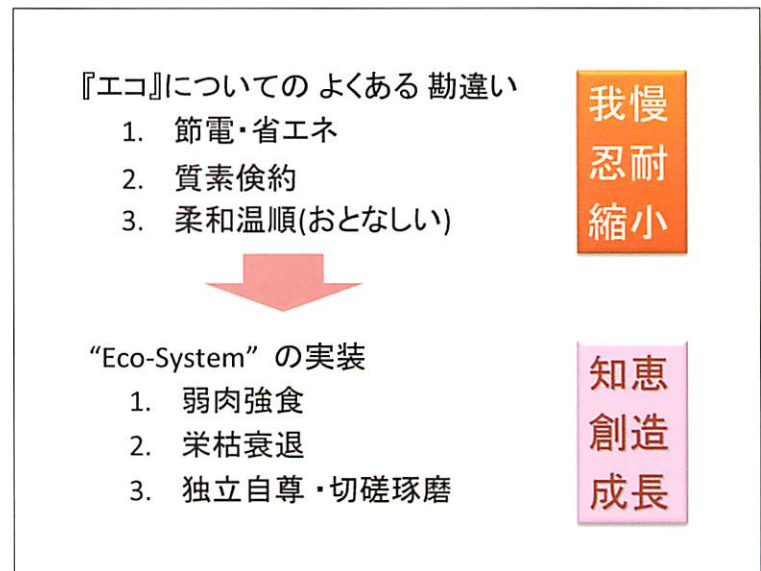


図3 『エコな未来』はどうあるべき？

エコの意義とは、我慢や縮小ではなく、知恵を絞ることで、快適な環境と省エネを両立しつつ創造と成長につなげることにある。



よくある勘違いは、エコを“我慢・忍耐・縮小”と等価と考えることである(図3)。

我々が考えるエコは、知恵を絞って創造し、成長していくことに他ならない。企業は独自の新技术で収益を上げつつ、無駄を減らして経営の環境負荷を低減していく。この活動を妨げるべきではない。1960年代に公害問題が顕在化してから後、環境負荷を無視した企業活動

図4 空調の温度を下げずに節電に成功
LED照明の導入と計算機の仮想化だけで24～40%の節電を実現できた。

①照明(全消費電力の30%)

→LED化で40～80%の削減→全体の12～24%の省エネに

②空調(同40%)

③その他(同30%)

計算機は10%、PUE=2.0だと空調は10%→両者合計で20%
→仮想化で60～80%の削減効果→全体の12～16%の省エネに

は行えなくなっている。一方、各社は環境規制に縛られて事業を縮小したわけではなく、環境を意識しつつ、知恵を絞ることで事業を拡大させてきた。今回の電力不足においても、節電に縛られて我慢し、事業を縮小するのではなく、快適な環境と省エネを両立し、創造と成長につなげることは可能なはずだ。

LED導入で30%以上の省エネ効果

オフィスにおける電力使用量の比率は、一般的に、照明が30%、空調が40%、その他が

30%である(図4)。震災後は15%の節電に向けて、筆者のオフィスでは照明をすべてLEDに替えた。高性能な蛍光灯をLEDに替えた場合では約40%の節電になり、古い蛍光灯を替えた場合では80%もの節電になる。これらにより、全体の電力消費量は12～24%下がる。

オフィスの電力使用量に占める計算機の比率は、通常約10%である。これをクラウド・コンピューティング化(仮想化)すると、計算機の電力使用量は60～80%削減される。計算機の発熱に伴う空調の負荷は、PUE値(power usage effectiveness: 電力使用効率)が2.0という非常に効率的な空調環境においても、計算機の消費電力量と空調の消費電力量が同等になる。従って、両者の合計が全電力消費量に占める比率は20%。仮想化によって、全体の消費電力の低減率は12～16%になる。

以上から、LED照明の導入と計算機の仮想化の効果だけで、24～40%の節電が可能なが分かった。

筆者の居室では12本あった直管形蛍光灯のうち8本をLEDに替えた。LEDの方が明るく、消費電力も低い。これだけで約30%節電でき

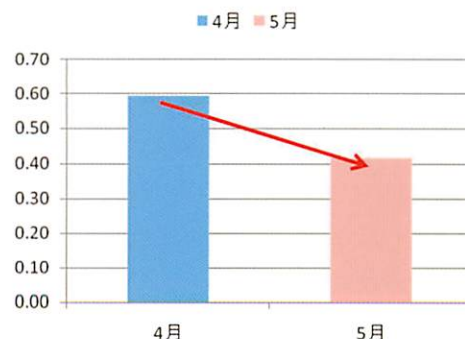
図5 LED照明の導入で30%の省エネ

江崎研究室の蛍光灯12本中8本を2011年4月28日にLEDに交換したところ、翌月の消費電力量は30%低減した。これが12本中8本(全体の67%)の効果によるものだとすると、LED照明の省エネ効果は44.8%(=30%÷67%)になる。

(a) 1時間当たりの消費電力(kWh)

時期	消費電力(kWh)	点灯時間(時間)	電力量(kWh)	前月比
4月	29	49	0.59	
5月	20	48	0.42	-30%

(b) 1時間当たりの電力量(kWh)



た。8本で30%であるから、12本全部をLEDに替え、40%の節電を実現した(図5)。廊下のダウンライトもすべてLEDに替えた。従来は見た目の悪い電灯を使っていたが、LEDに替えることで外観もきれいになった。

大学の総長が勤務するフロアでも、LEDに替えられる照明はすべて替えてもらった。これで60%の節電が可能になった。訪問客には、「明るくて涼しいオフィスですね。東大は節電していないのですか」と言われる。

LED照明を大掛かりに導入した企業もある。例えば、大塚商会は本社ビルの照明をすべてLEDに替えた。その効果を図6に示した。同図に記したように、省エネ効果の高い200～500W相当のLED照明が既に市場に出てきている。

“スマートな照明”への第一歩といえるLED照明には、他のエネルギー消費を減らすことなく明るさを維持し、社会全体のエネルギー消費量を下げるという恩恵がある。LED照明の導入だけで、実に30%以上の節電が可能なのだ。

震災が投げ掛けた四つの課題

大きな地震と津波を伴った、2011年3月の東日本大震災。この震災は我々の社会に大きく四つの課題を投げ掛けた(図7)。

第1に、ビルや建物の堅牢化。この点では、これまでも日本は耐震性の向上には努めてきたし、今回の震災でむしろ日本の建物は非常に堅牢だということを証明できた。このノウハウは今後、海外に売り出していけるだろう。

第2に、情報の収集・共有手段の確保。その手段の中には、震災の際に機能したものと機能しなかったものがある。停電するとテレビは見られないため、震災直後はラジオが使われた。固定電話機や携帯電話機の音声通信、SMS、携帯メールも機能しなかった。

図6 事業所でもLED照明の導入効果は大きい

大塚商会は本社ビルの照明をすべてLEDに替え、40%近くの省エネを達成した。同社の資料を基に筆者が作成。

▲LED照明の導入による省エネ効果の事例

- (1) 大塚商会本社ビル: 37.6%削減 (多数のHf蛍光灯が既設)
- (2) 飲食店: 90.2%削減、89.4%削減
- (3) 倉庫業: 66%削減
- (4) 印刷業: 69%削減
- (5) 夜間サイン: 20%削減

※一般的なオフィスでは約30%が照明用電力

▲LED照明の単体での省エネ効果

- ・200～300W相当のLED照明の消費電力 → 55W (82%削減)
- ・300～400W相当のLED照明の消費電力 → 80W (80%削減)
- ・400～500W相当のLED照明の消費電力 → 110W (78%削減)

図7 東日本大震災が明らかにした課題

2011年3月の東日本大震災は、我々の社会に大きく四つの課題を投げ掛けた。

①ビルや建物の堅牢化

→建築基準法・規制への対応や運用が必要

②情報の収集・共有手段の確保

→震災直後に機能したサービスはほぼインターネットのみだった

③電力供給の断絶への対応

→発電所、送電システム、発電機、UPSにかかわるリスクへの対応が必要

④電力不足への対応

→2011年夏は15%、長期的には30%の節電が求められる
→社会・産業活動の質と量を維持しつつこれを達成すべき

一方、電池駆動の携帯端末ではインターネットに接続できた。データ・センターとアクセス・ポイントが電池で動いていたため、震災直後から3時間ほどはネットワークが稼働していたのである。これは非常に重要な点だ。被災直後の大切な時間帯に、電池を備えたコミュニケーション・システムは機能したのである。

これらのシステムでは、Webの情報を得ら

れた他、TwitterやFacebookなどのSNSを通じて、情報を発信したり共有したりすることができた。携帯電話機やスマートフォンは、手元を照らす簡易照明としても重宝されたという。

衛星通信も機能しており、複数のレンタカー事業者がGPSの情報を基に自動車の存在位置をオンラインに掲載していた。これにより、特定のレンタカーがどこで被災したかを把握できた。こうした情報は災害時には非常に役に立つ。

第3に、電力供給の断絶(停電)への対応。今回は、地震で揺れ始めた途端に電気は止まった。停電が回復した後も、原子力発電所の事故による電力不足を受けて計画停電が実施された。

繰り返される長時間の停電に対して、各企業の停電対策はほぼ機能しなかった。電池や自家発電システムの燃料の備えが不十分だったことから、コンピュータ・システムを守れなかったケースが多かった。こうした電力供給の断絶に備えてインフラをどう設計するかが、今後の重要な課題になる。

第4に、継続的な電力不足への対応である。

これら四つの課題に応える社会インフラは、

既に述べた通り、社会・産業活動の質と量を維持または向上させるものでなくてはならない(図8)。そのためには、海外でも通用する経済性や機能を備え、しかも新しい技術を導入できる多様性を担保する必要がある。そして最終的には、新しい産業の創造にどのようにつなげるかが肝心だ。

今回の震災では、設備が堅牢で電力供給の持続性があり、携帯性を備えるシステムは災害時にも機能することが分かった。スマート社会の構築に向けては、インフラに100%依存してしまわない電池駆動のシステムをどのようにデザインするかが重要なポイントになる。

LED化とスマート化は等価ではない

中長期的には、原子力発電の問題を考慮しなければならないだろう。国内電力供給量の31%を占める原子力発電の稼働の行方が不透明になったことで、省エネ・停電対策を中長期的に捉える必要がでてきた。このような状況を踏まえたとき、社会インフラをどのように設計し、リスク管理へつなげるべきだろうか。

社会インフラの安全性に直結する照明について言えば、現在はオン/オフ制御を一つのスイッチに集約しているため、間引けないことが多い。

スマート化の第一歩は、このようなシステムを改良することだ。ここでは、LED照明をいかに戦略的に活用するかが重要になる。単に白熱灯や蛍光灯をLEDに替えただけでは、スマート化とはいえない。真のスマート照明とは、その次に何をやるかである。

筆者が在籍する東京大学の工学部2号館では、本当の意味でのスマート照明の実現に向けて、さまざま取り組みを進めている。例えば、照明と空調をオンラインで制御できるようにし、さらにはシステム構成を変えて各系統の稼働状

図8 新産業の創成につなげる

今後は、海外でも通用する経済性や機能を備え、しかも新しい技術を導入できる多様性を担保した社会インフラの構築が求められる。これを新産業の創成につなげることが肝心である。

(1) 社会・産業活動の質と量の維持および向上

(2) 経済性(実現コスト)

- ROIは非常に大きな要素。節電・停電・安全性以上に復旧・再興を優先すべき
- 海外でも適用できるコストと機能

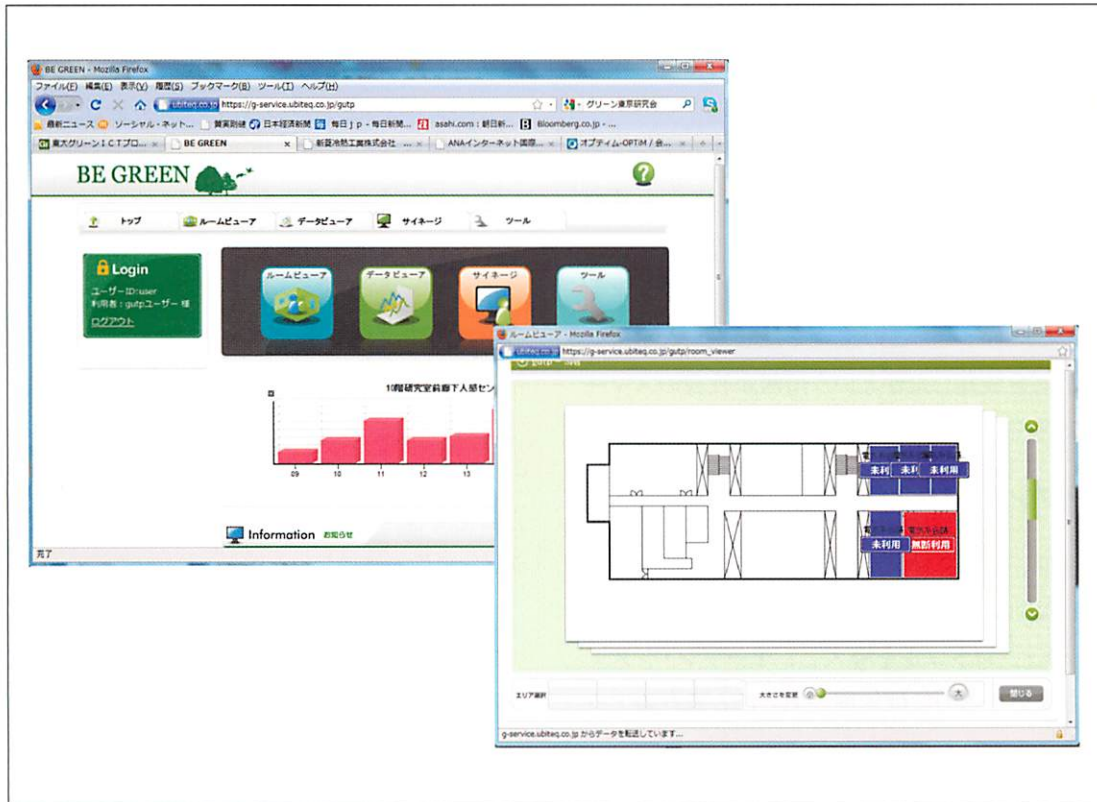
(3) 持続性

- 新しい技術を導入できる構造
- 多様性を担保

(4) 新しい産業の創成(真の意味での復興)

図9 人感センサを用いて照明/空調をスマート化

照明と空調をオンラインで制御できるようにするとともに、システム構成を変え、各系統の稼働状況を1分おきにオンライン化するようにした。この情報はデータベースに蓄積され、オンライン上で閲覧できる。



況を1分おきにオンライン化できるようにした。この情報はデータベースに蓄積され、オンライン上で閲覧できる(図9)。

工学部2号館には200人ほどの教員が在籍しているが、個々にIDを割り振ることで管理者ごとの消費電力量が分かるようにしている。建物のどこに人がいるか、どこの部屋が使われているか、人がいない部屋で照明や空調が動作していないかどうかといったことも、すべて把握できる。筆者の研究室では人感センサを使って照明のオン/オフを制御しており、人感センサの反応状況をオンラインで見ることができる。

人の動態を見える化できる

電気の使用状態をオンラインで“見える化”し、情報を蓄積すると何が分かるのか。我々の

検証では、なんと学生の動態を把握できた。

人感センサは、人が近づくと反応する。人がいなくなったり、動かなくなったりすると反応しなくなる。つまり、学生が何時に研究室に来て、何時にトイレに行き、何時間ソファで寝て、何時に帰ったかなどの情報が、人感センサの反応を可視化することで取得できたのである。職員にとっては労働・健康管理の手段になり得る。

あるベンチャー企業にも同様のシステムを導入してもらった。同社の社長には、「週末にオフィスに来て仕事をしている社員の状況が分かった」と感謝された。ある社員は、休日に一人でオフィスに来た時でも、部屋中の照明を全部点灯していたという。人感センサが反応していない場所の照明もすべて点灯していたのである。

このような具合に、休日出勤している部門はどこか、夜遅くまで業務を続けている部門はどこかといったことを把握できた。これらの情報はスマートフォンでも閲覧できるため、いつでもどこでもチェックできる。

こうした効用が、照明のスマート化というコンセプトの一つの重要な意味だ。東京大学の取り組みのポイントは、照明がどのような状態で使われているかという情報をオンライン化することにあった。この検証を通じて、人感センサが何を検知したかという情報が社会のスマートな管理に有用であることが分かった。

オープンなシステムを活用

今回、情報をオンライン化するシステムには、IEEE1888 (FIAP)を使った。いきなりインターネット・プロトコルを導入し、オープン・システムを構築するには無理があった。既存のアーキテクチャの大幅な変更が必要だからだ。

そこで我々はIEEE1888を用い、既存システムの出口で我々のプロトコルに変換するという手法を採用した。これにより、既存のシステムをすべてそのまま温存でき、共通フォーマットの情報が共通のデータベースに提供されるようになった。

このデータベースの情報は、我々が定義したオープンAPI(application program interface)で閲覧できる。そのため、アプリケーションは独立してその情報を取得できる。

このようなアーキテクチャの構築を外部に発注する場合、三つの仕様書を用意すれば済む。

第1に、“このような命令がインタフェースを介して届いたら、制御できる照明システムにしてほしい。そのシステムで得られたデータは、このAPIで共通データベースに入れてほしい”というもの。第2に、“共通データベースを作してほしい”というもの。第3に、“そのデータベースを使って、あるAPIでデータを取得して見える化でき、それを使って制御するアプリケーションを作してほしい”というもの。

すなわち、照明システムとデータベース、アプリケーションの三つをそれぞれ別個に発注できる。これであれば、ユーザーは一つの企業のシステムに縛られることなくシステムを展開できる。アプリケーションがうまく動かなければ、アプリケーションのベンダーだけを替えればよい。照明システムに新たにスポットライトを導入しようとする場合などにも、既存システムとは独立に導入できる。既存のシステムを活用しつつ、新たに開発するシステムに対応できるわけである。

このアーキテクチャの真の威力は、ベンダー主導になることが多い調達プロセスをユーザー主導に転換できる点にある。ユーザーの要望を持続的に具現化できることがスマート化の本質だとすれば、オープンなシステムはその土台になり得るのである。

“発明は必要の母”

環境・エネルギー対策には、ここ数年の間に本腰を入れることがぜひとも必要だ。そこで求められるのは、センサやアクチュエータを用

図10 エネルギー対策とデジタル空間の“Win-Win関係”を築く
環境・エネルギー対策によってデジタル情報が共有される空間が自動的に生まれ、それを活用した新しい技術や応用が生まれるのが理想的な姿である。

ステップ1: 必須の環境・エネルギー対策

1. センサとアクチュエータを活用したネットワークの構築
2. 個別機器およびシステムのオープン化と協調動作の実現

ステップ2: デジタル情報の共有空間の構築

→既に投資回収後の情報のため、ほぼ無料で提供可能

ステップ3: 新しい利用法の創造

図11 安全衛生上の問題を解決

サブウェイ本郷工学部2号館店では、明るさと節電を両立するために照明をLEDに替えた結果、発熱と虫という安全衛生上の問題も解決できた。



一般電灯電源
→LED化により約15%の削減に成功



【副次効果】

- ▲発熱の抑制
- ▲虫対策

いてネットワークを構築し、個別に動いている機器をオープン化して協調動作させることである。これにより、スマートな環境制御が実現する。結果として、デジタル情報が共有される空間が自動的に生成され、それを活用した新しい技術や応用が出てくるのが期待される(図10)。

「必要は発明の母」とよく言われるが、ソニーコンピュータサイエンス研究所の暦本純一氏や、自動車デザイナーの奥山清行氏は「発明は必要の母」だと指摘している。LEDもその一例かもしれない。LED照明は、従来の照明とは異なる価値を提供できるからだ。

例えば、サブウェイ本郷工学部2号館店では照明をLEDに替えることで15%の節電を達成した(図11)。だが、同店の店長が喜んだのは別のことだった。LED照明は白熱灯と違って熱をほとんど出さない。このため、同店舗のオープン・スペースに虫が寄り付かなくなるとい

う効果があったのだ。加えて、食べ物を加熱しないという効用もあった。

明るさと節電を両立するためにLEDに替えた結果、発熱と虫という安全衛生上の問題を解決するという、新たな機能が浮かび上がったのである。

照明のあり方が本質的に変わる

照明がLEDに替わるという変化は今後、照明のあり方を根本的に変えていく可能性がある(次ページの図12)。以下では、そうした可能性の幾つかに言及してみたい。

まずは、照明の電源や発熱に関することだ。筆者は以前、テレビ取材を受けた際に、スタッフから「持ち運びに最も苦勞するのは照明だ」という話を聞いた。取材用カメラは電池駆動だが、照明はAC電源が必要になる。カメラはコードがないため三脚で自由にアングルを変えられるが、照明はコードがあるためにそれが難し

い。最も苦しまされるのは発熱だという。照明を点灯すると暑くなるため、取材スタッフはいかに涼しくするかを頭を悩ませるそうである。

こうした用途では、電池駆動のLED照明が強く求められている。電池の出力は直流であり、LEDは直流で駆動できる。交流への変換が不要であるため、LEDはエネルギー効率の面で電池駆動照明に適しているわけだ。照度と色温度が可変という点も大きな特徴であり、今後は形状の自由度も高めていくことが望ましい。

可視光通信というアプリケーションも興味深い。屋外で遠い場所に照明が点灯していれば、それを情報発信に利用できるのではないか。電波が届かなくても、明かりが見えていれば情報をやり取りできる可能性がある。こうした使い方は災害時には特に有用だろう。人の目では判別できない周波数で明るさを制御できる“しゃべりだす照明”がそこでは求められる。

LED化によって、照明のデザインの自由度もグッと高まるだろう。先述した奥山氏は、日本人としてフェラーリのデザインを初めて担当し

た人物である。当然ながら、ガソリン・エンジンが大好きだという。一方で、同氏は電気自動車(EV)の登場が自動車にどのような変革をもたらすかについても深く考えている。

EVでは回転する駆動系やエンジン・ルームがなくなり、排ガスも出なくなる。そうなれば、家の中にさえ入れられるかもしれない。必ずしもタイヤで動く必要はないため、“階段を昇れる自動車”を実現できるかもしれない。奥山氏が示唆しているのは、自動車を電気駆動にするというイノベーションが、自動車の形や使い方を本質的に変えてしまうインパクトを持つということである。

照明にも同じことが言える。天井などの“穴の中に照明がある”というのは、白熱電灯や蛍光灯の時代の常識にすぎない。LEDは単体で駆動できるために、“面”で展開する照明を構成できる。このように、形状に依存しない照明を実現できることがLED化の真のインパクトだ。

すり合わせ型のシステムにはしない

照明システムのようなインフラを新たに構築するに当たっては、革新的なアイデアを後から付け加えられるかどうか、ルールを途中で変えられるかどうか、という点も重要である。

ある形状や仕様のLEDを前提にシステムを組んだ場合、明日にでも異なる形状や仕様のLEDが登場するかもしれない。それを採り入れられるアーキテクチャを担保しておく必要がある。すり合わせ型のシステムにしてしまうと、新しい技術が取り込めずに“ガラパゴス化”する危惧があるのだ。我々のシステムに導入したオープン化やAPIには、すり合わせの部分の意図的になくすという狙いがある。

先に述べたシステムの発注書についても、異なる3社に別々に発注するのは、実際には効率が悪い。1社にまとめて発注するケースが多い

図12 照明の姿を大きく変える
照明のLED化は、照明のあり方を根本的に変えていく可能性がある。

▲“持ち運べる”照明

→電池駆動、発熱の抑制

▲“気が効く”照明

→照度や色温度を柔軟に設定

▲“形を選ばない”照明

→単体で駆動可能

▲“しゃべりだす”照明

→可視光通信など情報コミュニケーションへの応用



図13 課題解決と新機能を両立
実現を目指す照明システムは、“節
電”のような課題解決機能と、“リスク
管理”のような新機能を両立するシ
ステムである。

だろう。そうではあっても、APIを定義しているため、ある部分が古くなった時には他社のものを使えるようにしてある。このようなアーキテクチャにしておけば、発注先の企業は、競合他社にビジネスを取られないように世界一の品質を提供しようと努めるだろう。

節電とリスク管理の両立が重要

照明システムに関して、現在は節電だけに重点が置かれているが、本来はリスク管理との両立を目指すべきだ(図13)。リスク管理可能な照明システムが求められているからである。

加えて、節電というソリューションの裏側では、新たな機能が必ず見つかる。人感センサ

の情報をオンライン上で見えるようにしただけで、人の動態を低コストで把握する手段になることが分かったことは、その一例だ。

スマート照明は、究極的には快適な空間の創造を目指すものだが、企業がそれを目的に投資することは難しい。各社はあくまでも業務改善のために投資するのである。暗くて危ない職場を安全にし、しかも節電するためには、現時点ではLEDを使うか、照明を個別制御できるようにするしかない。この際、停電で断絶するようなシステムは避けるべきであり、ロバストな設計でリスク管理を担保する必要がある。世界最高のリスク管理を備えた世界最高効率のオフィス環境が、こうした視点から生まれるはずだ。