

電力流通

スマートグリッド、 電力の意義と課題

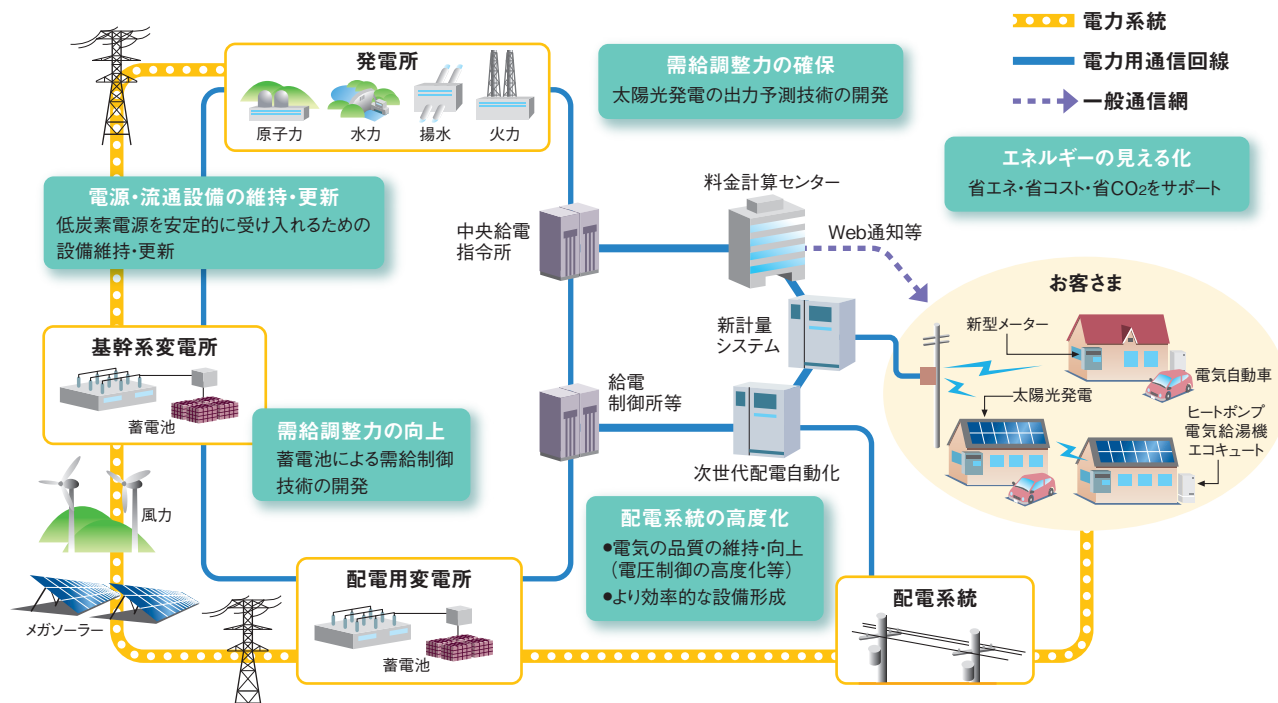
林 泰弘 早稲田大学大学院先進理工学研究科教授



Eネルギー安定供給
(Energy Security)、経
済性 (Economy)、環境保
(Environment) —— トリプル
Eの達成をめざして今、世界中
で「スマートグリッド」に熱い
視線が注がれている。
スマートグリッドとは、最新
のIT技術を駆使して電力需給

を最適化した次世代型のスマー
トな(賢い)グリッド(送電網)
のこと。二〇〇八年オバマ米大
統領がグリーン・ニューデール
政策の目玉として打ち出して
以来、一気に注目を集め、日米
欧や新興国、中東の産油国まで、
各国が構築に乗り出している。
ただ、具体的にスマートグ
リッドが何を指すかといえ
ば、明確な定義はない。というの
も、電気の使用方やネットワーク形
成の歴史は国によって千差万別
だから、スマートグリッドの考
え方も一様ではないのだ。
例えば、電力自由化で発送配
電分離が進んだ米国では、送電
網への投資インセンティブが働
かず、送電網は脆弱なままだが、
国民一人あたりの電力消費量は
日本の約二倍。いわば細くて古
い送電線にめいっぱい電気を流
すような状態だから、パンクす
るのも当然で、年間停電時間は
日本の約五倍もある。米国の
スマートグリッドは今や、得意
のIT技術で需要を制御しつつ、
太陽光や風力も取り込んで低炭
素化を進めよう、クルマも電気
自動車にシフトして自動車産業

関西電力のスマートグリッドの構築



を再生し、みんなハッピーになるう——と壮大な構想になっているが、もとは「弱い送電網をいかに補うか」という問題意識からスタートしている。

これに対して日本は、送電配電一貫体制のもと、送電網にも継続的に投資して増強してきたから、諸外国と比べ格段に余裕がある。基幹送電系統に関しては、既にスマートグリッドを完成させている。しかし家のすぐそばまで来ている配電系統、つまりお客さまの近くがスマートになっているかというと、残念ながらそこまでは至っていない。今は家庭の電気自動車が現実的なものとなりつつあるし、



屋根に設置した太陽電池モジュール



関西電力が導入した電気自動車

ヒートポンプでお湯もつくれる。太陽光で発電もできる。モビリティも熱も含め、家がまるごと電化にシフトしつつある時代。米国はここに通信機能も備えた「スマートメーター」を導入し、遠隔検針を可能にすると同時に、家全体のIT制御も絡めようとしている。

もともと省エネという文化のない米国に対し、日本では最初は「我慢の省エネ」、次に、見せる化による「気づきの省エネ」と進み、これからは「知らずの省エネ」。普通に暮らしているだけで、生活の利便性は損なわず機器側で勝手に省エネしてくれる。こんなことも日本の技術の得意分野だ。既に関西電力が他電力に先駆けて〇八年から日本版スマートメーター「ユニット式電力量計」の導入を進め、一〇年秋にはメガソーラーを稼働させるなど、次世代電力系統の構築に向けて先進的な取り組みが進んでいる。今後はお客さまの利便性にもっと着目し、米国に追いつかれる前に、一歩先、二歩先をめざしてほしい。とはいえ、まだ課題も多い。

明やオイルランプ、ロウソクなど炎を使ってきた灯りの歴史は、電気の登場で大きく変わる。一八七九年エジソンが白熱電球を発明、一九三八年にゼネラル・エレクトロニクス社が蛍光灯を実用化、そして一九九六年LED（発光ダイオード:Light Emitting Diode）の用途を表示ランプから一般照明に拡張した「白色LED」の開発、と照明は約六十年周期で革新。低炭素社会づくりが課題となる現在、消費電力が少なく長寿命なLED照明に期待が集まっている。

照明の発光効率は、電力1Wでどれだけ明るくできるかを示すlm/W（ルーメン／ワット）で表される。白熱電球の発光効率は一〇〜一五lm/Wで、これは電力変換効率で言えば五%が光で九五%が熱。蛍光灯は八〇〜一〇〇lm/Wと、より明るい。照明の占める割合は四分の一以上。世界的には五分の一程度なので、日本人は明るくすることが好きな国民かもしれない。古代メソポタミアの昔から松

低炭素時代の基幹電源は安定供給を考えると原子力であることは間違いないが、同時に草の根的に太陽光なども増え始めている。とりわけ難しいのは、太陽光は天候で変動する「暴れん坊の電気」。それが大量に電力系統に入ってくる。いわば普通の家一軒一軒が「発電所兼ユーザー」となって、自由自在に電気を消費したり、余った電気をネットワークに送り込んだりするわけだ。もともと電力系統は、発電所から消費地への「一方通行」を前提に設備を形成してきたため、逆方向からの流れは想定外。これを適切にコントロールして電圧と周波数を一定に保ち、「電力の安定供給」という大前提を守るとは極めて難しく、制御技術を検証し蓄積していく必要がある。

また経済面では太陽光はまだまだ割高なうえ、制度的には電力会社が負担する買取費用は電気料金に上乗せされ、太陽光を導入していない人にも負担してもらわないといけない。この辺もきちんと国民の合意を得るようにしないといけない。

技術や制度面での課題を解決しながら、ここ一二年は次世代電力系統構築への過渡期だと思われる。当然、トラブルも予想される。しかし今、起こりつつある電化シフトの潮流——「低炭素型高度電化社会」への移行は、五十年に一度、百年に一度という大きな波。この大波にうまく乗り、国際競争力を備えた次の技術、次の産業を創生するため、国や企業はぜひ前向きにスピード感を持って「日本版スマートグリッド」の構築に挑んでほしい。スマートグリッドはみんなを元気にさせる希望の光なのだから。【曜】

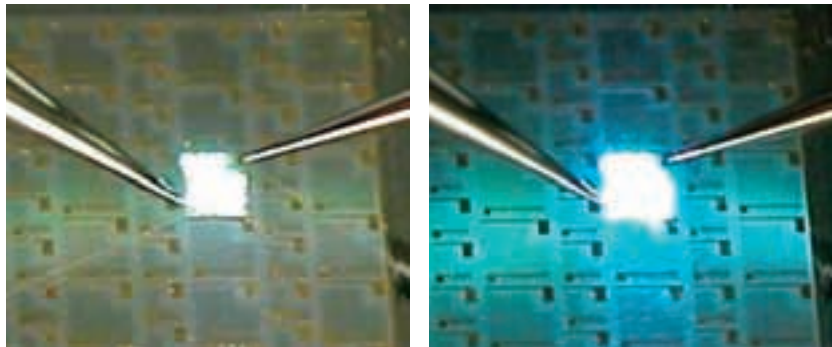
はやし やすひろ
早稲田大学大学院先進理工学研究所教授（電力システム工学）
一九六七年福井県生まれ。早稲田大学理工学部卒、同大学院理工学研究科博士課程修了。茨城大学講師、福井大学大学院准教授を経て、二〇〇九年より現職。経済産業省「スマートメーター制度検討会」座長、「次世代送配電システム制度検討会」委員、電気事業分科会「制度環境小委員会」委員。
<http://www.eb.waseda.ac.jp/hayashi/professor.html>

蛍光灯を超えており、研究室レベルでは二五〇lm/Wも実現。この場合、熱は四〇%に抑えられる。そして原理的には熱がほとんどゼロ%の光源になり得るわけで、余分な熱を出さない高効率照明は、低炭素社会づくりに大きな意義を持つ。

照明の演色性
モノの色は光源のスペクトル(波長分布)によって全く異なって見える。蛍光灯(左)だとやや黒ずんで見え、太陽光(中)だと自然な色味、色温度の低い白熱電球(右)ではよりおいしそうに見える。目的に応じて望ましい色を再現する、演色性に優れたLEDの開発が進められている



調光可能な白色LED
対象物に応じた調光が可能で色合いが異なる白色光を出すことができる白色LED。色温度(単位: K=ケルビン)が低いと赤っぽい暖色系の光(左)、高くなると青っぽい寒色系の光になる

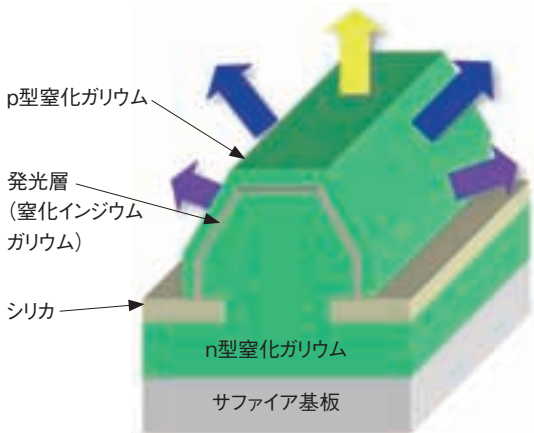


5000K

20000K

に変換されて発光するしくみだ。発光効率を上げるには、いかにして高品質な結晶をつくるかが鍵になる。

またLEDの発光は基本的に青、赤、緑などピュアな原色。白色LEDは、青色LEDに黄色い光を出す蛍光体を塗ったもの。青と黄は補色関係なので、人間の目には白く見えるわけだ。白色LEDの寿命は約四万時間と極めて長い。例えば照明を一日八時間十年間、つまり約三万時間使った場合、白熱電球



蛍光体を使わない白および多色LEDの構造

従来、平面構造だったLEDの表面に凹凸をつけ、さらに凹凸の幅や並びを変えれば、白をはじめ多彩な色を出すことができる

なら約三十回、蛍光灯でも五回程度の交換が必要だが、白色LEDは交換不要。実際にはLED素子の寿命は半永久的であり、それをカバーしている照明用部材が劣化して壊れる。その意味では、素子の回収やリサイクルも今後重要になるだろう。

照明として大いに期待される白色LEDだが、課題もある。一つはエネルギーロスの問題。青色LEDに黄色の蛍光体を塗布する現在の方法は、製造も簡単だが、蛍光体を使う限り数十％は熱が出る。それをゼロにして一〇〇％の光源にしたい。もう一つは色。照明は単に明るければ良いわけではなく、どのような色合いに見えるかという「演色性」が重要だ。それによって食べ物がおいしそうに見えるたり、肌の色がきれいに見えたりする。現在の白色LEDは、そのままだけは赤みや緑が足りず、自然な色とは言い難い。また昼間は白っぽい照明、夜は暖色系の灯りへの調光も行い難い。演色性、調光性をいかに高めるか。それら課題の解決策として、

二〇〇八年私たちは蛍光体を使わない白および多色LEDの開発に成功した。従来の平面構造だったLEDの表面に凹凸をつけ、さらに凹凸の幅や並びを変え、さらに凹凸の幅や並びを調整も可能というもので、エネルギーロスも大幅に減る。

白熱電球に比べると、まだ高価なLEDだが、今後さらに技術的ブレイクスルーを重ね、高効率化を進めることで、価格の壁はクリアできると思われる。軽量・小型で壊れにくく熱を出さないLEDは、照明の可能性を大きく広げている。白色LEDを利用して清水寺など寺社のライトアップも行っているが、貴重な文化財にも安心して使える。また医療分野ではゴーグル型の手術用照明システムも開発。LEDは微妙な色の差を際立たせることもできるので、目的に応じてレーザーメイドの光をつくることも可能だ。

熱を出さない効率一〇〇％の光源でありつつ、演色性や調光性に優れたLED照明の開発こ

白色LEDを用いたライトアップ

色温度の異なる複数のLED投光器によって、顔の部分は色温度の高い(5500K)、それ以外は色温度の低い(3500K)照明を実現。陰影をつけたライティングと相まって豊かな表情と姿を演出している



清水寺仁王像ライトアップ(左)と仁王門内に設置されたLED投光器

そが、低炭素時代の暮らしを豊かに彩り、明るい未来を拓くものだと信じている。【躍】

かわかみ よういち
京都大学大学院工学研究科教授(応用物性／結晶工学)
一九六一年愛媛県生まれ。大阪大学工学部卒、同大学院工学研究科電気工学専攻博士課程修了。京都大学助手、助教授を経て、教授。白色LED研究を進め、二〇〇八年、蛍光体を使わずにさまざまな色を発光できるLEDを開発。
<http://www.adm.kyoto-u.ac.jp/infoib/meta/SourandServlet>

写真／資料提供：川上養一氏

編集後記

国際競争力の向上や社会の新たな課題解決に向け、イノベーション、科学・技術への期待が高まっています。

坂村健さん、森下竜一さん、上田泰己さんにお集まりいただいた「鼎談」では、日本の現状と今後について悲観論と楽観論が入り交じる展開となりました。とりわけ基礎に強いが応用に弱いという日本の問題に議論が集中しましたが、ノーベル賞を輩出した基礎研究の系譜と応用技術開発の風土を併せ持つ関西の動きはどうか。「ルポ」では、基礎の基礎とも言える学術の芽の探究をはじめ医療や水産業への応用展開からまちづくりまで四つの現場を訪ねました。

発見・発明にしろ実用化にしろ、日本初・世界初にしのぎを削っているわけですが、先頃、メガソーラー発電所としては日本の電力会社初の営業運転を開始したのが、関西電力の堺太陽光発電所です。「エコルーツ紀行」で河合薫さんと出かけた当日は、絶好の発電日和。広大な敷地にソーラーパネルが整然と並ぶ「静かな」発電現場をはじめ、地元堺市の低炭素化への取り組み――「クールシティ・堺」実現への多様な活動を取材しました。

「日出づる国の影」と、鼎談の折、森下さんは日本の現状を嘆かれましたが、新しい二〇一一年、再び日本が日出づる国へと向かうことを願いつつ、新しい『躍』をお届けします。

躍

題字 森 詳介(関西電力株式会社 取締役会長)

『躍』(やく)という誌名は、皆さまとともに「躍進」「飛躍」していきたい、また皆さまにとって「心躍る」広報誌でありたい、との思いを込めて名づけました。

『躍』の内容はホームページでもご覧いただけます。

<http://www.kepco.co.jp/yaku/>

発行●関西電力株式会社 地域共生・広報室

発行人／八嶋康博 編集人／横山実果

〒530-8270 大阪市北区中之島3丁目6番16号 電話06-7501-0240

企画／編集●株式会社エム・シー・アンド・ピー