

2011年夏の節電効果と節電の 継続可能性について

大江徹男〈明治大学農学部 教授〉

〔要 旨〕

- 1 2011年夏、東日本大震災の影響を受けて東京電力管内では電力不足が深刻化し、大規模停電が懸念されたが、ピーク時電力需要である最大電力のカット（ピークカット）や電力需要の他の時間帯へのシフト（ピークシフト）により大規模停電を回避することができた。
- 2 ただし、11年夏の節電対策は緊急的な措置であったために、課題も浮き彫りになっている。なかでも重要なのが節電の持続性である。11年夏の節電に関しては、勤務シフト等で個人の忍耐に依拠する部分もあり、同じような節電方法を再び実施することは困難であろう。つまり、個人の忍耐に依拠している部分を機器の改修や更新、運用改善に置き換えることが求められる。
- 3 今回の調査対象の各地方自治体では、照明や空調の基本的な運用改善によって20%を超える最大電力削減に成功した。すでに省エネルギーや節電に積極的に取り組んでいる場合でさえも、基本的な運用改善で大幅な節電が可能になるという結果は、現在でも節電余力が大きいということを示している。また、節電は、照明消費電力に示されているように、過剰な消費の是正という特徴も有しており、節電に伴う労働環境の悪化については防止可能であると考えられる。
- 4 さらに節電を深化させる場合、空調や照明の機器類の改修や更新、機器の運用についても空調の間欠運転といった踏み込んだ節電対策が必要となる。機器の改修や更新によって30%程度の節電も可能である。ただし、このような対策については一定のコストが発生する。現在、原子力発電の将来的な役割について議論が行われているが、政府の試算によると原発を将来的に全廃した場合、エネ関連投資額は2030年までに100兆円必要になるという。
- 5 本論では、初期投資額を抑制する手法としてLEDのレンタルについて簡単に紹介した。その他にも、ESCO事業等の活用によって、初期投資額を大きく抑制することは容易であり、政府の100兆円という試算結果には疑問が残る。最終的には、このような手法を活用した節電手法、つまり初期投資額を抑制しつつ運用改善と機器の改修・更新を体系的に実施する節電手法を確立し、10年夏の最大電力水準を20%以上安定的に削減することが可能になれば、少なくとも東京電力管内において原子力発電の必要性が消滅することは明白である。

目次

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1 問題の所在 | (2) 地方自治体における節電手法と節電効果 |
| 2 東京電力の電力供給能力 | (3) 潜在的な最大電力の削減可能性 |
| 3 2011年夏の節電効果と業務部門の需要構造 | 5 節電の継続性 |
| (1) 東京電力管内の節電効果 | —照明を対象に— |
| (2) 業務部門の電力需要構造 | (1) 照度削減の可能性 |
| 4 オフィスビルの最大電力の削減手法と節電効果 | (2) コスト問題 |
| (1) 2011年夏のオフィスビルの節電状況 | まとめ |

1 問題の所在

2011年夏、東日本大震災の影響を受けて、東京電力管内では電力不足が深刻化し、大規模停電が懸念された。しかしながら、ピーク時電力需要である最大電力のカット（ピークカット）、電力需要の他の時間帯へのシフト（ピークシフト）によって大規模な停電を回避することができた。実際、最大電力の節電効果は目覚ましく、11年夏の最大電力は4,922万kWにとどまり、猛暑であった10年比で約1,000万kWの削減（18%）となった。電力供給も被災した発電所の供給力の回復や小型ガスタービンの導入等で震災前の水準にまで回復した。^(注1)

ただし、11年夏の節電対策は緊急的な措置であったために、課題も浮き彫りになっている。なかでも重要なのが節電の持続性である。11年夏の節電に関しては、勤務シフト等で個人の忍耐に依拠する部分もあり、同じような節電方法を再び実施することは困難であろう。つまり、個人の忍耐に依拠

している部分を機器の改修や更新、運用改善に置き換えることが求められる。

そこで本論では、東京電力管内を対象に原子力発電に依存しない電力需給システム構築を目的に、11年夏の節電に関するデータを基に、節電の潜在的可能性と持続的な節電方法について検討する。

そのために、11年夏の節電の効果と手法に関するデータ、情報を聞き取り調査等から収集し、節電手法とその効果について可能な限り明らかにする。時間等の制約から11年夏の節電対応が緊急的な手法にならざるをえなかったことは容易に想像できるが、それでも11年夏の節電の実態について検証することで、今後節電を継続、拡大させるための手法についての検討が可能になる。なお、研究対象は、最大電力のうち最もシェアの大きい業務部門、その中でも最大のシェアを占めるオフィスビルとする。

(注1) 電力供給の回復・増強の経緯については、大江徹男（2011）に詳しい。

2 東京電力の電力供給能力

最初に原子力発電所の全面停止以降の東京電力の電力供給能力について確認する。東京電力の震災直後は、福島第一、第二原子力発電所の停止による910万kWと鹿島、広野、常陸那珂の各火力発電所の全面停止による920万kWの合計1,830万kWが一気に失われた(第1表)。また、震災時に品川火力発電所1号系列(370万kW)が定期点検中で発電できなかった。さらに、揚水発電所は、元来原子力発電所が夜間に発電した電力を使用することから、震災直後にはほとんど機能しなかった。結果、震災後の供

給力は約3,060万kWにまで低下した。

しかしながら、その後の回復は著しい。震災後に停止していた火力発電所が復旧し、920万kWが回復した。また、各火力発電所にガスタービン等が導入され、その結果新規で284万kWが追加された。さらに、東京電力は長期間停止していた横須賀火力発電所の一部を再稼働して、87万kWが追加された。定期点検中であった品川火力発電所も再開し、火力発電所は4,000万kWに達した。東京電力の見解を受けて揚水発電をやや厳しく約400万kWと見込むと、^(注2)全ての原子力発電所の稼働停止分1,730万kWを差し引いても自社発電設備の出力は4,630万kWとなる。これに東京電力が出資している共

同発電所の設備出力のうち東京電力の持ち分284万kW^(注3)を追加すると、合計で4,910万kWに達する。

また、大手IPP(独立系発電事業者)であるJパワー(電源開発株式会社)は、福島、新潟、栃木各県に水力発電所を多数抱えており、その発電設備出力は470万kWに達する。火力発電所については、神奈川県に磯子火力発電所(120万kW)を所有している。仮に水力発電の半分が東京電力向けであると仮定すると、火力発電を加えた発電設備出力

第1表 震災前後の東京電力の発電設備出力

(単位 1,000kW)

		水力		火力	原子力	合計
		一般	揚水			
自社発電設備出力	1 発電設備出力(自社, 09年) ^(注1) 定期検査による停止 ^(注2) 長期間停止 ^(注3)	2,179	6,808	38,645 △3,700 △2,274	17,308 △3,300	64,940
	2 発電設備出力(自社, 震災直前) 震災による出力の損失 ^(注4)	2,179	6,808 -	32,671 △9,200	14,008 △9,096	55,666
	3 発電設備出力(自社, 震災後) 震災後の出力の増加(新規) ^(注5) 震災後の出力の増加(再開) ^(注6) 震災後の出力の増加(復旧) 定期検査による停止	2,179	-	23,471 2,839 4,574 9,200	4,912 △4,912	30,562
	4 発電設備出力(自社, 復旧後)	2,179	4,000	40,084	0	46,263
共同発電設備出力 ^(注7)				2,841		
合計発電設備出力		2,179	4,000	42,925	0	49,104

資料 東京電力「平成22年度 数表でみる東京電力」、東京電力のHPから作成

- (注) 1 東京電力のデータでは09年時点では火力発電所の出力は3,818.9万kWであったが、その後富津火力発電所の出力が450万kWから増強されたので、09年の数値を修正した。
2 原子力発電所の定期検査は、柏崎刈羽原子力発電所2, 3, 4号機。火力発電については品川火力発電所。
3 長期間停止は、横須賀火力発電所の全ての発電機を指す。
4 損失を受けた火力発電所は鹿島、広野、常陸那珂の各発電所で、原子力発電所は、福島第一、第二原子力発電所。
5 新規増加分は、千葉、姉崎、袖ヶ浦、横須賀、川崎、大井、常陸那珂の各火力発電所に設置されたガスタービン等を指す。なお、2014年までに、コンバインドサイクル化により千葉及び鹿島火力発電所の設備出力は90万kW増強される。
6 長期計画停止していた横須賀火力発電所の3, 4号機と1, 2号機のガスタービン(87.4万kW)の運転再開及び定期検査に入っていた品川火力発電所(370万kW)の合計。
7 共同発電所の設備出力を東京電力の出資比率で按分した。
8 「-」は不明。

は350万kWになる。東京ガスも東京、千葉、神奈川の各県に200万kW（他社の持ち分も含む）程度の発電設備を保有していることから、東京電力はJパワーと東京ガスの両社から500万kW程度を安定的に調達できるであろう。結果、約5,400万kWの発電設備を確実に確保することが可能である。経済的インセンティブを導入して一般企業の自社発電設備^(注4)やPPS（特定規模電気事業者）の供給力を加えれば、現時点においても6,000万kW程度の電力供給は十分に可能であろう。

(注2) 11年4月15日付 東京電力のプレスリリース

(注3) 14年までに千葉と鹿島の各火力発電所の発電設備出力を90万kW増強することが決定しているので、14年には東京電力は自社設備だけで5,000万kWを確保することができるようになる。

(注4) 11年夏の節電に際して、東京電力管内の大規模な自家発電装置を持つ主要企業20社が積み増した発電量は150万kWを超えた。また、関東地区には約1,640万kWの自家発電設備があり、10年夏の稼働率を考慮すると、計算上約750万kWの売電余力があるという。11年4月22日付日本経済新聞。

3 2011年夏の節電効果と業務部門の需要構造

(1) 東京電力管内の節電効果

東京電力管内の11年夏の最大電力（4,922万kW、同年8月18日14～15時）は10年の最大電力（5,999万kW、10年7月23日14～15時）と比べ、全体で1,077万kWの削減（10年比18%減）となった。10年と11年の最大電力日の東京都内の1時間ごとの平均気温と電力使用量を比較するとほとんど気温差がないことから、約1,000万kWの電力需要削減は純粋に節電効果によるものである。^(注5) 東京電力

第2表 最大電力発生日の節電効果の内訳試算（東京電力）

（単位 万kW、%）

	11年	10年	増減率
大口需要家	1,450	2,050	△29
小口需要家	1,750	2,150	△19
家庭用	1,700	1,800	△6
合計	4,922	5,999	△18

資料 東京電力のプレスリリース

(注) 各項目の数値は推定値であるため、合算した数値は合計と一致しない。

は当初、11年夏の最大電力を5,500万kWと想定していたが、結果は4,922万kWと見通しを大きく下回ったことになる。

また、東京電力は、最大電力の節電効果の内訳試算を公表している。^(注6) 試算によると、最大電力のうち大口需要家（契約電力500kW以上）の消費電力が10年比29%減（約600万kWの削減）の1,450万kW、^(注7) 小口需要家が同19%減（約400万kWの削減）の1,750万kW、家庭用が6%減（約100万kWの削減）の1,700万kWであった（第2表）。大口需要家については15%の節電義務が課されたが、実際の削減率は15%を大きく上回る約29%に達した。

しかしながら、11年夏の節電には非常事態という側面があることも事実である。10年比で1,000万kW減少したが、やはり通常の体制に戻ることで節電の効果は一定程度消滅するであろう。^(注8)

(注5) 大江徹男（2011）を参照。

(注6) 東京電力のプレスリリース（http://www.tepeco.co.jp/cc/press/betu11_j/images/110926d.pdf）

(注7) なお、大口需要家の削減量約600万kWのうち、100万kW程度は休日シフト等による効果とみられる。

(注8) 東京電力によると、電力使用制限令解除後に400万kW程度のもどり需要が発生すると予想

しているという。11年9月3日付日本経済新聞

(2) 業務部門の電力需要構造

節電効果を分析するためには部門別の電力需要に関するデータが不可欠であるが、これについては資源エネルギー庁が10年を対象に推計した最大電力の業務別内訳が参考になる。

同庁は、需要抑制対策を検討するにあたり、東京電力管内の産業（大口・小口）、業務（大口・小口）、家庭の夏期最大電力の需要規模、構造について推計を行った。

それによると、10年の最大電力約6,000万kWのうち、産業用（大口・小口）が1,700万kW、業務用（大口・小口）が2,500万kW、家庭用が1,800万kWであった。

業務用の中で最も需要が大きいのがオフィスビル向けで、業務用全体の40%程度を占めている。業務用に続くのが、食品関係で29%（うち卸・小売店が22%、食品スーパーが7%）である。

業務用の特徴をみると、全般的に空調と照明の比率が高いことが確認される。たとえば、業務部門の電力需要のうち、最も比率が高いのが空調で、総需要量の42%を占めている。空調に続くのが照明で、全体の27%、OA機器が8%となっている（第3表）。

また、オフィスビルの電力需要の内訳をみると、空調の比率が48%と業務部門の平均よりも高く、その後に照明が24%、OA機器が16%と続いている。食品スーパーのショーケースという例外はあるが、どの業種においても空調と照明の占めるシェアが高

第3表 最大電力需要における業務部門における業種別機器別シェア

（単位：%）

	第1位	第2位	第3位
業務全体	空調(42)	照明(27)	OA機器(8)
オフィスビル	空調(48)	照明(24)	OA機器(16)
卸・小売店	空調(48)	照明(26)	ショーケース(6)
食品スーパー	ショーケース(28)	空調(25)	照明(24)
医療機関	空調(38)	照明(37)	エレベーター(4)
ホテル・旅館	照明(31)	空調(26)	エレベーター(8)
飲食店	空調(46)	照明(29)	厨房(13)

資料 資源エネルギー庁「夏期最大電力使用日の需要構造推計（東京電力管内）」平成23年5月

（注）「OA機器」とは、パソコン、FAX、プリンター、コピー機。

いという共通の特徴がある。したがって、業務部門の電力需要を削減するためには、空調と照明の消費電力の削減が重要であることを確認することができる。

そこで次に、業務部門の中で最も電力需要が大きいオフィスビルを対象に、11年夏の節電の具体的手法とその節電効果について分析を進める。

4 オフィスビルの最大電力の削減手法と節電効果

(1) 2011年夏のオフィスビルの節電状況

まず、東京都のアンケート調査、日本ビルディング協会連合会のアンケート調査から11年夏に実施された具体的な節電手法とその結果について整理する。

最初に、東京都のアンケート調査の概要^(注9)について紹介する。東京都のアンケート調査によると、大口需要家（契約電力500kW以上、建物所有者を対象）の8割の事業所が電力制限令によって義務化された15%以上の削減を達成した。30%以上の大幅な削減に

についても17%の事業所が達成したという。機器別の削減状況については明らかとなっていないが、照明、空調、その他（エレベーターの停止等）における取組みについて個別に分析している。

分析結果によると、照明の減灯については90%以上の事業所が実施したと回答した。しかも減灯率が50%以上の事業所が51%（全消灯が1%、4分の3消灯が10%、50%消灯が40%）に達し、照度についても300ルクス以下の事業所が16%、500ルクスが55%、と500ルクス以下に設定した事業所が全体の70%を超えた。共用部の減灯はさらに進んでおり、50%以上の減灯率を実施した事業所が85%に達する。

空調については、まず執務室の温度設定であるが、10年には28℃未満が67%と圧倒的に多かったが、11年では28℃に設定した事業所が66%と最も多い。共用部については空調を停止した事業所が58%に達し、節電がより徹底された。

以上のように、照明、空調に関しては、照明の減灯や室内設定温度の引き上げに代表される比較的实施が容易な対策が中心であった。^(注10)他方、「タスク・アンビエント照明の導入」が13%、「空調の間欠（輪番）運転の実施」が16%と低く、運用改善面においても本格的な節電の実施にまでは至っていない。

次に、日本ビルディング協会連合会のアンケート調査について確認する。日本ビルディング協会連合会が会員企業に要請した「節電のための緊急行動計画」の実施結果によ

ると、東京電力管内175社（ビル数2,617棟、うち691棟が大口契約）、東北電力管内31社（115棟、うち33棟が大口契約）の11年夏の最大電力が、それぞれ119万kW、4.3万kWで、10年比23%及び20%の削減となった。

東京電力管内の10年の最大電力は先述したように約6,000万kWで、そのうち業務部門が2,500万kW、さらにそのうちの40%程度がオフィスビルであることから、10年のオフィスビルの最大電力は1,000万kWと推計される。日本ビルディング協会連合会に所属している東京電力管内の会員企業の10年の最大電力は154万kWであるから、東京電力管内の最大電力の15%程度を占めている。また、同協会の会員は、大規模な優良ビルが多く中小の雑居ビルに比べると削減率は相対的に高いと考えられるだけに、11年夏のオフィスビルの節電傾向を知るうえで参考になる。

アンケート結果によると、実施率が高いのが共用部、専用部の照明の減灯である。アンケートで「実施した」と回答した会員は、共用部で98.5%（減灯率は平均46%）、専用部で92.7%（減灯率は平均30%）に達した。また、「エレベーターの台数制限」（67.6%）も高い。

これに対して、「共用部における人感センサーの設置」（35%）や「外気導入の制限による二酸化炭素濃度の調整実施」（19%）の実施率は相対的に低い。また、「省エネ設備の新規導入または既存設備の省エネ更新を実施」も限定的である。たしかに、「実施した」と答えた事業所が全体の55%に達した

が、「実施した」と回答した会員の75%が「LEDの導入」を挙げている。しかし、実際にはLED導入の大半は共用部におけるLED電球の導入であり、直管形LED導入は現時点では限定的であると考えられる。LED導入とは対照的に、人感センサー（25%）やデマンド監視装置（7%）などは低い。

以上のように、11年夏のオフィスビルにおける節電方法は、緊急措置ということもあり、設備の運用改善が中心であった。したがって、さらなる節電の余地が大きい。この点について詳しく分析するために、筆者は節電に積極的に取り組んでいる自治体を対象に、節電方法とその効果についての聞き取り調査を実施した。

(注9) 実施期間は、11年9月22日から10月11日までで、1,298事業所に送付し、521事業所から回収した（回収率40%）。

(注10) 部屋全体を明るくする全般照明（アンビエント）と作業面などの必要か所だけを明るくする局部照明（タスク、作業照明）を併用する照明方式。

(2) 地方自治体における節電手法と節電効果

ここでは、特に具体的な節電手法採用の優先順位と節電効果のプロセスについて可能な限り検討する。調査は、東京電力管内の関東の3県と1市を対象に、聞き取り調査を実施した。各県、市の節電状況とその手法については第4表に整理したが、全てのケースで15%を大きく上回る結果となった。たとえば、A県の県庁舎（本庁舎ほか7施設）の場合、10年の最大電力は4,008kWであったことから、11年夏に10年比15%削減を達成するためには601kWを削減すること

第4表 各地方自治体の節電対応(対県(市)庁舎)

	A県	B県	C県	D市
達成削減率 デマンド監視装置 機器別使用電力の測定	21% 導入済み 測定できない	31% 導入済み 測定できない	22.5% 導入済み 測定可能	20.7% 導入済み(一部) 測定可能
節電前照度 節電中照度 不要照明の消灯, 減灯	600~800ルクス 測定していない	700ルクス 400ルクス	700ルクス 300ルクス	不明 300ルクス
専用部(執務室) 共用部(廊下, ホール等)	減灯率25%~50% 日中は原則消灯	400~500ルクス まで調整 300~400ルクス まで調整	減灯率50% 原則消灯または 25%以下の点灯率	減灯率50% 減灯率40%
昼光利用(レイアウト変更等) Hf蛍光ランプ, LEDの導入	なし 節電前に導入済み	なし 節電前に導入済み	なし 節電前に導入済み	なし 節電前に一部導入
専用部(執務室) 共用部(廊下, ホール等)	Hf蛍光ランプ100% LED(トイレで, 電球型)	Hf蛍光ランプ100% -	Hf蛍光ランプ100% Hf蛍光ランプ100%	Hf蛍光ランプ22% LED(2%)
タスク・アンビエントの導入 自動調光制御方式の導入	なし 一部に調光照明導入	なし 導入済み	なし 照度計による自動消灯 (執務室の窓側1列)	なし 人感センサー (トイレ等の一部)
節電前の室温 節電中の室温 間欠(輪番)運転 高効率空調への更新 氷蓄熱方式の導入	28℃ 28℃ なし 更新済み なし	28℃ 28℃ なし 当初より導入 なし	26.5℃ 27.5℃ なし 当初より導入 なし	28℃ 28℃ なし なし なし

資料 聞き取り調査から作成

が求められた。最終的には11年夏の最大電力は3,170kW（7月4日）にとどまり、10年比21%の削減を達成することができた。また、B県（県庁舎及び関連施設）では31%、C県（県庁舎及び関連施設）では22.5%、D市（市庁舎及び関連施設）では20.7%であった。

3県1市に共通しているのが、やはり運用改善による節電である。照明に関しては、執務室の照度を700ルクスから300～400ルクス程度まで引き下げ、共用部の照明を原則消灯するなどの節電対策を実施している。他方、タスク・アンビエント照明の導入は皆無で、自動調光制御システム等の導入も部分的である。空調についても同様に、室温の設定温度の引き下げや部分停止が中心で、間欠運転の実施や氷蓄熱方式の導入は皆無である。

次に、節電の手法に関して個々のケースについて検討する。A県は、県庁舎及び関連施設を対象に次のような節電対策を採用した。最初に取り組んだのが機器別の消費電力の把握であった。現在の電力監視設備

では県庁舎の機器別消費電力を把握することができないために、11年5月に電力削減実験を実施し、機器別消費電力を推定した。具体的には、①照明の50%消灯、②パソコンの50%停止、③コピー機・プリンターの全停止、を一定時間帯に実施し、減少した消費電力から総消費電力を推定した。具体的には、照明の消灯が10時から11時まで、パソコン停止は14時から15時まで、コピー機・プリンター停止は15時から16時までの時間帯に順次実施された。その結果、照明電力は422kW、パソコンは100kW、コピー機・プリンターは178kWと算出された。

実験結果を基に、3つのステップに分けて節電計画が立案、実行された。第1ステップとして、執務室の部分消灯、トイレ・廊下の照明の部分消灯等の比較的取り組みやすい項目を掲げられた（第5表）。第1ステップでは、262kWの削減が見込まれた。第2、3ステップの実施については、第1ステップの取り組み後の電力需給状況を監視しながら判断することとした。第2ステップでは、執務室内照明の50%消灯への移

第5表 A県の節電計画

(単位 kW)

第1ステップ		第2ステップ		第3ステップ	
節電項目	節電量	節電項目	節電量	節電項目	節電量
執務室照明の部分消灯	105	執務室照明(50%消灯)	105	空調外気取り入れ量の再調整	138
トイレ・廊下等の部分消灯	22	空調外気取り入れ量の調整	60	コピー機・プリンターの半数停止	40
エレベータ部分停止	33				
パソコン(節電プログラム)	50				
コピー機(省エネモード設定)	20				
ファクシミリ(省エネモード設定)	8				
電熱機器の原則使用禁止	8				
サーバー室の空調設定温度変更	16				
合計	262	合計	165	合計	178

資料 A県の資料から作成

行、空調外気取り入れ量の調整を実施して165kWの電力を削減し、第1ステップと合わせて427kWの電力削減を見込んだ。第2ステップまでの節電だけでは目標とした601kWには達しないと予想されたので、第3ステップで空調外気取り入れ量の再調整とコピー機・プリンターの半数停止によって、さらに178kWを削減し、この3段階全体で605kWが節電され、目標の601kWを上回ると計画された。

第1、2ステップのほとんどが追加コストをかけずに実施することができる項目であり、そのなかでも照明の削減効果への期待が大きい。第1ステップの執務室照明の部分消灯とトイレ・廊下等の部分消灯、第2ステップの執務室照明の50%消灯で232kW削減可能と試算しているが、これは第2ステップまでの予想消費電力削減量427kWの54%、第3ステップまでの605kWの約40%に相当する。対照的に、空調関係では、第2ステップと第3ステップに「空調外気取り入れ量の(再)調整」が入っているだけであり、ほとんど対象となっていない。

実際には、第2ステップまでで10年比21%の削減を達成することができたために、第3ステップが実施されることはなかった。想定以上の削減が可能になった要因についての詳細な分析がなされていないので断定はできないが、照明の電力削減の貢献が予想以上に大きかったものと考えられる。つまり、照明を主な対象とした基本的な運用改善による節電で20%を超える節電を実現できたわけであり、この点は重要な分析結果である。ちなみに、実際の21%(838kW)の電力削減後に、第3ステップの電力削減策が追加で実施され、想定通り178kWが削減されていれば、最終的には1,016kWが削減されることになり、削減率は25.3%まで上昇することになる。

次にB県について検討する。B県の場合、12項目の節電項目を設定し、それによって削減される電力を試算しながら目標の25%削減を達成するための節電方法を明確化した(第6表)。

それによると、最も削減効果が大きいのが照明の減灯で、「事務室蛍光灯間引き」と「事務室照明照度調整」で約265kW、その他

第6表 B県の節電計画

(単位 kW)

第1ステップ		第2ステップ以降
節電項目	節電量	節電項目
執務室照明の間引き	} 265	全てのコピー機、プリンター等の使用停止 事務室の照明の全消灯 事務室の空調を停止(フロアー別、輪番制)
共用部照明部分消灯		
エレベータ間引き運転(10台中4台を停止)		
共用部(廊下、ロビー等)の完全冷房停止		
執務室照明照度調整(400ルクスを目標に)		
給湯室温水使用制限		
トイレ照明間引き(1/3点灯)		
その他	21	
合計	525	

資料 B県の資料から作成

では「共用部の冷房停止」で150kWとなっている。このような照明の減灯や空調の部分的停止によって、525kWの削減が可能であると試算し、実施した。仮に目標の25%を達成できない場合は、①各課室の全てのコピー機、プリンター等の使用

停止、②事務室の照明の全消灯、③事務室の空調を停止、という追加措置を想定していた。最終的には11年夏の最大電力は1,416kWと、10年比31%の削減を達成できたので、追加措置は採用されなかった。

C県の場合、機器別ピーク電力を把握することができるので、11年夏の最大電力の構成（空調・エレベーター57.4%、照明・コンセント23.8%、OA機器7.7%、その他11.0%）を把握したうえで、11年夏の計画を策定し、削減目標を20%と定めた。具体的には、「照明・コンセント」で50%の削減、「OA機器」と「空調・エレベーター」をそれぞれ10年比約12%削減する、という内容であった（第7表）。

削減率が最も大きいと想定したのが照明で、50%の削減率を掲げた。具体的には「700ルクスから300ルクス程度」まで照度を下げるために、執務室では50%の減灯を実施すると定めた。共用部については、窓のある廊下については原則完全消灯で、窓のない廊下と夜間は25%以下の点灯とした。空調については、執務室の設定温度の26.5℃

第7表 C県庁舎の節電計画(関連施設を含む)

(単位 kW, %)

	10年 実績値	11年 目標値	削減量 (目標)	削減率 (目標)	削減率 (寄与度)
空調・エレベーター	1,833	1,617	216	11.8	6.8
設定温度の引き下げ(1℃)			80		
エレベーターホールの空調停止			39		
空調の部分運転(県民ホール)			26		
換気ファン停止			24		
その他			47		
照明・コンセント	761	380	381	50.0	11.9
OA機器	246	197	49	20.0	1.5
その他	352	352	0	0	
合計	3,192	2,546	646	20.2	20.2

資料 C県の資料から作成

第8表 C県庁舎の節電実績(県庁舎のみ)

(単位 kW, %)

	10年 実績値	11年 実績値	削減率	削減率 (寄与度)
空調・エレベーター	1,440	1,110	22.9	12.8
照明・コンセント	620	400	35.5	8.5
OA機器	190	190	0	0
その他	330	300	9.1	1.2
合計	2,580	2,000	22.5	22.5

資料 第7表と同じ

から27.5℃への引き上げ、エレベーターホールの空調機停止、県民ホール、展望ホール等の空調の一部停止、等によって12%削減を達成すると計画した。結局のところ、「照明・コンセント」で全体の削減率20%のうちの12%分を賄い、「空調・エレベーター」で約7%分を負担するという計算であった。

節電対策実施の結果、C県庁舎（本館のみ）の実績値は10年比22.5%削減となり、目標を達成することができた（第8表）。「空調・エレベーター」の削減が10年比23%と大きく、全体の削減率22.5%のうちの12.8%分を負担することとなった。照明は当初50%を想定していたが、実際には35.5%で8.5%の貢献であった。

以上のように、A県、B県、C県、D市ともに11年夏の節電は準備時間が少なかったこともあり、必然的に多額の投資を必要としない運用改善による対応が中心となったが、それでも3県ともに20%以上の電力削減を達成することができたことは興味深い。

(3) 潜在的な最大電力の削減可能性

20%の節電を定着させるためには、次のステップとして運用の改善だけでなく機器の改修や高効率の機器の導入が必要である。それによって、個人に負担のかからない恒常的な節電実施が可能になる。

たとえば、節電を効果的に実施するために必要不可欠であるデマンド監視装置、特に機器別測定ができる種類の監視装置の導入が求められるが、導入しているのはC県だけで、A県とB県では実験等を実施して最大電力の機器別内訳を推定し、節電計画を策定していた。

照明では自動調光装置やタスク・アンビエント^(注1)照明、直管形LEDの本格的導入が、空調では高効率空調機や蓄熱方式の導入、間欠運転の実施等が考えられる。聞き取り調査では、コストが大きな課題として存在するために、導入に至るのは容易でないという。しかしその効果は大きいと期待できる。この点については11年夏の節電が始まる以前にA県庁ですでに実施された対策が参考になる。

A県庁では、以前より省エネルギー、節電に積極的に取り組んできた。これまで実

施されてきた主な対策は第9表に記されているが、これらの対策で357kWの節電が実現した。特に際立っているのが「Hf照明改修による削減」(155kW)と「本庁舎空調改修による削減」(160kW)である。これらの対策がまだ実施されていないと仮定し、第9表で節電された357kWを第5表の第3ステップに続く第4ステップと位置付けて、機器の改修や更新による節電も含めた総合的な最大電力の削減率を試算すると、削減率はさらに大きくなる。つまり、最大電力4,365kW(10年夏の最大電力4,008+357)のうち11年夏の節電分838kWと実施されなかった第3ステップの削減見込み分178kW、第4ステップによる削減分357kWを合計すると、第4ステップまでで1,373kWが削減され、削減率は最大電力4,365kWの31.5%に達することになる。この事例のように機器の更新まで踏み込んで節電を実施することができれば、20%を超える節電を恒常的に実現することは可能であろう。

問題は基本的な運用改善、あるいは機器の改修と更新によって国内全体でどの程度の節電を達成することができるのか、という点である。照明に関しては、高効率照明(たとえばHf照明やLED照明)の普及率や高

第9表 A県の実施済み電力削減対策

(単位 kW)

削減項目	節電量
Hf照明改修による削減	155
LED照明改修による削減	9
変電室変圧器改修による削減	3
本庁舎空調改修による削減	160
太陽光発電設備導入による削減	30
合計	357

資料 第5表に同じ

効率空調の普及率に関するデータがマクロ的な節電効果を測るうえで必要とされるが、データが不足していることもあり、本論では照明に絞って、照明電力密度という指標を使って試算する。

(注11) Fフィルムホールディングスは、LEDのデスクライトを導入し、タスク・アンビエント照明に切り替えた。執務室では、デスク上の通常の蛍光灯を消して、壁際と通路の照明を点灯するという形の減灯を行い、デスク上の照明はデスクライトの照明で補完したという。その結果、壁際と通路の照度は約400ルクス、デスク上はデスクライトを点灯すると350~450ルクスになった。最終的には空調負荷が軽減されたこともあり、11年夏の同社本社ビルの使用電力量が10年比45%の削減となり、照明がそのうちの15%を占めたという（環境ビジネス12年5月号、38~39ページ）。

5 節電の継続性

—照明を対象に—

(1) 照度削減の可能性

照明電力密度は、床面積の単位面積当たりの照明の消費電力（＜使用されている器具台数×器具の消費電力＞/床面積）で、事務室の標準照明電力密度は20W/m²と設定されている^(注12)。これは、JIS基準（JIS Z 9110-^(注13)2010）の標準照度750ルクスの照度を得るのに必要な照明エネルギー（Hf32W×2をベース）である。20W/m²はHf蛍光ランプ（高周波点灯専用形蛍光ランプ）Hf32Wを主照明に考えないと実現しにくい高いレベルであり、通常の蛍光ランプでは当然のことながら20W/m²よりも数値は高くなることが予想される。

つまり、①Hf照明などの高効率照明への

移行、②移行後の照明の間引き、という2段階の節電対応による電力削減率が照明消費電力の削減可能性を推定する上で重要であり、この点に関し先の事例について確認する。

A県庁では、標準的な執務室の床面積が119.72m²で、Hf蛍光ランプに更新する以前の照明消費電力は2,295W（FLR40W×2＜定格電力85W＞：27台）であったため、更新以前の照明電力密度は19.2W/m²であった。Hf蛍光ランプの導入後、照明消費電力が1,890W（Hf32w×2灯用＜70W＞：27台）に減少したため、照明電力密度は15.8W/m²となった。そこから50%の減灯を実施した結果、照明電力密度は単純にその半分の7.9W/m²となる。つまり、Hf蛍光ランプの導入、間引きによって、照明電力密度は、19.2W/m²から15.8W/m²、7.9W/m²へと段階的に減少したことになる。削減率は、最終的に59%に達する。

また、大手不動産企業E社の節電のための実験的オフィスでも同様の結果が得られている。そこでは照明器具1台の消費電力は、54W（管球TL5 27W×2本）で、照明器具222台が床面積（545m²）に設置されているので、フルに点灯すれば22W/m²となる。11年夏の節電で50%減灯し、さらに追加で照明の一部を消灯にしたために、点灯していた照明は95台に減少し、照明電力密度は9.4W/m²にまで低下した。以上のようなケースから、①Hf蛍光ランプへの移行、②移行後の照明の間引き、という2段階でそれまでの照明電力密度を3分の1ないし4分

の1までに削減することが可能であると考えられる。照明学会が実施したオフィス照明の実態調査では、17.7W/m²という調査結果が示されているが、^(注14)この数値を採用しても50%程度の削減余地が存在すると考えられる。

問題は照明の減灯が労働環境に与える影響である。照明学会の調査によると、照度については、設計照度と実測照度の差が大きいという傾向がある。^(注15)設計照度で最も多かったのが700~800ルクス(85件)で、600~700ルクス(63件)が続く。800ルクスを超えるケースもあるが(38件)、1,000ルクス以上のケースは少なかった(12件)。しかしながら、実測照度は全般的に設定照度を上回っていた。実測照度で最も多かったのが1,000ルクス以上(69件)で、それに700~800ルクス(40件)が続く。このように、実際の職場の照度は設定照度よりも高くなっており、それだけに照明消費電力の削減余地は大きいと考えられる。

執務室では750ルクスが推奨されているが、国際基準であるISO8995ではファイリング、コピー配布などが300ルクス、文書作成、タイプ、閲読、データ処理、CADワークステーションが500ルクスとなっている。750ルクスという数値は日本が国内事情を加味して加えたもので、実際には国際基準の1.5倍の照度を用いている、という指摘が^(注16)ある。

このように、日本の照度基準は国際的にも高く設定されていること、実際の照度が設計照度を上回っていること、等から利用

者に過重な負担をかけることなく照度を引き下げることは可能であり、むしろ重要な検討課題といえる。^(注17)実際、先述した大手不動産企業E社の実験結果が興味深い。オフィス内の照明は700ルクスの照明を50%減灯して350ルクスと設定しているが、執務上問題ないという。昼光の効果的な利用によって50%の減灯下でも天候条件が良ければ500~600ルクスを記録することもあるという。また、パソコンのモニターの発光によって室内は比較的明るく、筆者が見学した日没後でも室内の照度は430ルクスほどであった。タスク照明も備えられていたが、^(注18)見学時にはほとんど使用されていなかった。

また、A県では消費電力の実験(照明の減灯率50%)を実施した際に職員にアンケート調査を実施している。本庁全課の134課にアンケート用紙を配布し、109課から回答を得た(回答率81%)。この結果によると、実験において99%の課が50%の減灯を実施できたと回答し、「照明を50%消灯したことによって業務に影響はありましたか」という問いに対しては、91%が「なかった」と回答している。

このように、300~400ルクス程度でも十分な照度であり、仮に個人差により業務に支障が生じる場合でも、タスク照明等で対応可能であろう。したがって、750ルクスを前提に決められている標準照明電力密度(20W/m²)が現在でも基準となっていることを考えると、A県等の事例が示すように労働環境の悪化を防止しながら照明消費電力を2分の1から3分の1程度まで削減す

ることは実現可能であり、かつ実現すべき検討課題である。

(注12) 照明学会 (2006), 63ページ参照。

(注13) 実際には、750ルクスという推奨照度には500~1,000ルクスの照度範囲が示されている。

(注14) 照明学会 (2002), 26ページ参照。

(注15) 照明学会 (2002), 26ページ参照。

(注16) 岩田利枝 (2011), 10ページ参照。

(注17) また、小売業等においても同様である。日本の照度基準 (JISZ9110-2010) と国際照度基準 (ISO8995) について、室、作業、活動の区切りが異なることから、単純に比較は出来ないが、例えば、JISZ9110の小売店 (スーパーマーケットの店内全般照明<都心>とする) の照度基準が750~1,000ルクスであるのに対し、ISO8995の小売店販売エリア照度基準は300~750ルクスであり、日本の基準のほうが高い値となっている。東京都の資料 (「照明の省エネルギー」) から引用。

(注18) 11年12月6日の見学、聞き取り調査より。

(2) コスト問題

問題は初期投資費用の回収である。ここでは、LED照明のレンタル事業の効果について紹介したい。^(注19)群馬県の総合建設業のF社は、Y電機が開始した事業所向けLED照明レンタルサービスを利用して、本社の390本の照明をLED照明に交換した。契約は8年間で初期投資額は全くかからない。交換した結果、年間消費電力は60%の削減となった。年間のランニングコストについても、年間レンタル代を計上してもLED照明のコストが既存の蛍光灯のコストを下回っている。なお、同社は、LEDの導入に加え、エアコンの入れ替えや温度設定管理等の節電対策を実施したこともあり、11年7月18日からの1か月間の電力使用量は10年比45%の削減になったという。

(注19) 「環境ビジネス」11年11月号, 44~45ページ

を参照。

まとめ

以上のように、調査対象の各地方自治体では、照明や空調の基本的な運用改善によって20%を超える最大電力削減に成功した。この点は、繰り返し強調しておきたい。A県のようにすでに省エネルギーや節電に積極的に取り組んでいる場合でさえも、基本的な運用改善で大幅な節電が可能になるという結果は、現在でも節電余地が大きいということを示している。また、節電は、照明消費電力に示されているように、過剰な消費の是正という特徴も有している。したがって、節電に伴う労働環境の悪化については防止可能であると考えられる。

ちなみに、東京電力管内における12年夏の最大電力については、本論の執筆時点 (12年9月7日) で8月30日の5,087万kW (対10年比15%減) である。11年夏のように電力使用制限令の発令や具体的な削減数値目標の設定がないにもかかわらず、15%削減が実現しているおり、^(注20)節電が定着していることを示している。

そのうえで、改めて節電の可能性について整理する。先述した資源エネルギー庁のデータによると、10年におけるオフィスビルの最大電力の24%が照明である。共用部の照明の大幅な減灯 (大幅な間引き、センサーの導入等) と執務室の大幅な減灯等で単純に照明消費電力の50%を削減することができると仮定すると、最大電力の12%程度を

削減することが可能となる。各種アンケート調査や筆者の聞き取り調査の結果から判断して50%程度の減灯は実施可能であろう。

OA機器については、先のA県の例が参考になる。A県の節電前の実験からパソコンは100kW、コピー機・プリンターは178kWと算出されているので合計278kWとなる。このうち、第1ステップでパソコン、OA機器合わせて86kWが節電される見込みであったことから、削減率は31%となる。オフィスビルの最大電力のうち16%がOA機器であることから31%の削減は全体の5%の節電となる。照明の節電分12%と合わせると節電率は全体で17%になる。空調設定温度の変更や部分停止による節電を算入すれば最終的には削減率は安定的に20%を超え(注21)ると考えられる。これに空調の外気取り入れ量の調整等を加えれば、25%削減することも可能である。

25%を超えるような節電を実施する場合、空調や照明の機器類の改修や更新、機器の運用についても空調の間欠運転といった踏み込んだ節電対策が必要となる。A県の事例が示すように、機器の改修や更新によって30%程度の節電も可能である。ただし、このような対策については一定のコストが発生する。現在、原子力発電の将来的な役割について議論が行われているが、政府の試算によると原発を将来的に全廃した場合、エネ関連投資額は2030年までに100兆円必要(注22)になるという。

本論では、初期投資額を抑制する手法としてLEDのレンタルについて簡単に紹介し

た。その他にも、光熱費の削減で収益を得るESCO事業（Energy Service Company事業の略）等の活用によって、初期投資額を大きく抑制することは容易であり、政府の100兆円という試算結果には疑問が残る。最終的には、このような手法を活用した節電手法、つまり初期投資額を抑制しつつ運用改善と機器の改修・更新を体系的に組み合わせる節電手法を確立し、10年夏の最大電力水準を20%以上安定的に削減することが可能になる。なお、体系的な節電手法の現実への適用については、今後の研究課題としたい。

(注20) 他の指標も同様な傾向を示している。経済産業省は8月10日、7月時点での全国の電力需要（7月平日の電力需要の平均値について、気温の影響を除去）の減少状況をまとめた。それによると、東京電力管内で13.8%減と大きく減った。なお、需給が厳しい関西電力管内で10年比9.8%減、九州電力管内で9.5%減となった。12年8月11日付日本経済新聞

(注21) また、冷房室温1℃緩和、冷凍機冷水温度変更（冷水温度7℃⇒9℃）、外気導入量削減（室内二酸化炭素濃度700ppm⇒1,000ppm）、空調の間欠運転、冷凍機、冷水ポンプの稼働台数の削減、等によって6%程度の節電が可能であるとの指摘もある。福田光久（2011）、29ページ参照。

(注22) 12年9月5日付日本経済新聞

<参考文献>

- ・岩田利枝（2011）「省エネルギーと快適性を目的とした次世代照明」『空気調和衛生工学』, Vol.85 no.8
- ・大江徹男（2011）「震災後の電力問題の分析視角—日本型モデルの再検討—」『農林金融』11月号
- ・照明学会（2002）『オフィス照明の実態』研究調査委員会報告書
- ・照明学会（2006）『オフィスの照明』照明学会普及部
- ・西尾健一郎（2011）「緊急節電対策としての一時的な照明間引き」電力中央研究所SERC1103
- ・福田光久（2011）「ビルの節電を進める具体的手法」『月刊「省エネルギー」』Vol.63 No.7

（おおえ てつお）