照明エネルギー消費の特徴

Features of Lighting Energy Consumption

◀キーワード：照明エネルギー，1次エネルギー，省エネルギー，日負荷曲線，CO₂，発電量

正会員 海宝 幸一
Kouichi Kaihou

正会員 浦滝 悦夫
Etsuo Urataki

1. はじめに

最近，地球温暖化の問題が社会的に大きくクローズアップされてきている。エネルギー消費を削減することで，CO₂など温暖化のルーツとなっている物質を削減しようという運動については，各国で取り組みの差異が大きく歩調が合わない状況も見られるが，世界の最大の問題の一つであり，人類が存続するためには真剣に取り組んでいかねばならない重要な課題である。

この資料では，1次エネルギー（石油や原子力，水力などの自然から得られるエネルギー）の消費について，国別の比較や，年度別の消費動向・予測，消費エネルギーの種類別比率，その他に関して調査した結果を示すとともに，照明エネルギーの特徴や省エネルギーに向けての方法，課題などについて述べる。

2. エネルギー消費の現状

2.1 世界の1次エネルギー消費の動向と特徴

図1¹⁾に主要国の1次エネルギー消費量の推移を示す。これによると，ロシア（旧ソ連）を除いては，ほとんどの国においてエネルギー消費量は増加している。例えば，1973年と1997年との比較では，アメリカは約1.2倍，ドイツは1.03倍，日本は1.6倍，中国は2.6倍，など

図1 世界のエネルギー消費量の推移

となっており，特にアジア地域で消費の伸び率が高い傾向にある。この理由としては，この地域での経済成長が特に著しいことや，人口の急速な増加が続いている国もあるということが挙げられる。この傾向は，今後もしばらく続くものと予測される。

世界におけるエネルギー源としては，原子力開発については，環境問題などで発電所の建設に反対が強く断念せざるを得ないか，または困難な状況になっているのが世界的な趨勢である。そこで，石油や石炭，水力による発電が継続されると同時に，最近では風力や潮力などによる発電など，新たなエネルギー生産の形態が求められている。

しかし，一方，自然界に存在するエネルギー原料は，年々新たな油田などが発見されているものの，資源は有限であり，人類としてはエネルギーの節約を最大のテーマとし，限られたエネルギーを有効に利用する技術を開発すると同時に，利用者たる人間が上記の認識を新たにすることが求められる。

アジア地域全体のエネルギー需要(消費)量の年別推移を図2²⁾に示す。1980年から2000年までの20年間で2倍以上の大幅な伸びを見せている。また，図2には1次エネルギーの中でも最も代表的な石油について，他国依存度を参考のために示しているが，全般的に比率がかなり高く，かつ，年とともに増加の傾向があり，2010年には約70%となる見通しである。

2.2 エネルギー消費の種類別特徴

図3³⁾に，主要国の家庭部門の1世帯当りのエネルギー消費原単位（使用エネルギーをcalに換算したもの）を示す。

日本においては，他の先進諸国に比較して1世帯当たり

図2 アジア地域のエネルギー消費と石油の他国依存度の推移

図3 主要国の家庭部門のエネルギー消費原単位(1988年)

の消費エネルギーは、ドイツやアメリカなどの欧米に比較して、非常に少ないことがわかる。例えば日本を基準にすると、ドイツは約2倍、アメリカは約3倍もの量である。

特に暖房エネルギーの差はその差が著しくなっている。これは、日本が他の先進諸国に比較して温暖な傾向にあることも一因と考えられるが、むしろ欧米ではセントラルヒーティングが普及しており、また1戸当たり床面積が大きいなど、生活様式や居住空間の大小の差が原因となっているとも考えられる。

動力・照明エネルギーについてみると、日本は、アメリカの約半分であるが、ドイツやフランスなどのヨーロッパに比べると多くなっている。

動力・照明エネルギーがヨーロッパの国のほうが少ないのは、日本では部屋全体を照明する「全体照明」の手法が一般的であるのに対し、例えば「海外の家庭の部屋の照明例」(823～824頁)のフランスのリビングルームやダイニングルームの写真で見ても分かるように、また、資料「世界の文化と住まいのあかり」でも記述されているように、生活に必要な部分のみ照明する「局部照明」手法が多く用いられているため、照明電力使用量が比較的少ないのではないかと推測される。

2.3 国別のエネルギー消費量比較

図4⁴⁾に、主要国の総電力消費量と1人当たりの電力消費量を示す。

総消費量については、アメリカが断然大きく、日本に比べ約4倍以上、イタリアの10倍以上である。1人当たりの消費量ではカナダが最も高く、日本の2～3倍、イタリアの3～4倍である。これは、カナダでは人口が少ない割には水力が豊富で電気料金水準が安価で安定しており、一人が使用するエネルギーが大きいためと考えられる。

2.4 1人当たりのCO₂排出量

主要国の人口1人当たり及び発電量当たりのCO₂排出量を図5⁵⁾に示す。1人当たりのCO₂排出量は、アメリカやカナダが多く、最も少ないのはフランスとなっている。これは、フランスでは原子力発電の比率が高いためと推

図4 主要国の総電力消費と1人当たり電力消費量(1990年)

図5 主要国の人口1人当たりおよび1 kWh 当たりCO₂排出量

測される。

発電量1 kWh当たりのCO₂排出量についてみても、エネルギー変換効率の高い原子力発電を多く使用しているフランスが最も低い排出量となっている。また、カナダはCO₂排出量の少ない水力発電が多いため、この値が低くなっている。

2.5 日本の電力消費量の現状

日本の電力消費量の年度別の変化を図6⁶⁾に示す。オイルショック、バブル崩壊時を除いて、ほぼ一貫して電力消費は増加傾向となっている。これは、国を上げての経済復興政策実施と国民の努力があったことによるものであり、急速な経済成長を示しているものである。

2.6 日本におけるCO₂排出状況

日本における、電力製造形態別によるCO₂排出の内訳を図7⁷⁾に示す。これから、石炭、石油、天然ガス(LNG)などのいわゆる化石燃料の燃焼による火力発電によるものが全体のほぼ95%を占めていることがわかる。

図8⁸⁾には、電力種別の日負荷曲線を示している。上記の火力発電は、石油やLPGなどが該当するが、一日のうちに朝7時ぐらいから急激に上昇する日負荷に対し、これを充足するいわゆるバッファ機能を担っており、重要なエネルギー源であることがわかる。同時に、この部分

図6 日本の電力消費量の推移

図7 日本の電源別CO₂排出原単位の比較

でCO₂の大部分が排出されていることになる。この日中のピーク負荷を軽減し、夜間へのエネルギー消費に移行することが大きな課題となっている。

ただし、図でもわかるように、揚水式水力を夜間に蓄積したものを電力ピーク時に放出することで（CO₂は少ない）電力消費に対応している。

照明エネルギーに関して言えば、日中最も豊富に得られる自然エネルギーである太陽光をそのまま利用する技術は、現在も開発・応用されてきているが、上記揚水式水力と合わせて、電力ピーク順応化に効果大きい。特にそのエネルギー形態を変換することなく利用できる自然採光はオフィスビル、住宅などに広く適用されてきており、後述する「照明エネルギーの節減」に効果を発揮

図8 電力種別日負荷曲線

するシステムとして採用されることが期待される。

2.7 日本における排出の実情

表1⁹⁾に、日本におけるCO₂排出の実績を示す。

1990年から1999年までの9年間で、CO₂排出原単位は、0.42から0.37kg-CO₂/kWhと減少している。これは、CO₂原単位の小さい原子力発電設備の拡充や電力需要の夜間移行などによる効果が出ているものである。

3. 日本の照明エネルギー消費と今後の課題

3.1 家庭における電力需要の内訳

図9¹⁰⁾に、日本の家庭における電力需要の内訳を示す。家庭の全体の消費電力のうち照明による電力消費の比率は、1980年で約20%であったものが、1995年には約16%と減少している。

一方、日本のランプ出荷数は図10¹¹⁾に示すような推移を示している。すなわち1993年から2000年までに、白熱灯はほぼ横ばい、環形蛍光ランプは約1.5倍に増加、直管形蛍光ランプは80~90%に減少している。図9は家庭用の電力を示しているが、図10の環形蛍光ランプ（家庭用が主体）の出荷台数が増加したにもかかわらず図9で照明の電力比率が減少しているのは、主に次の理由であると考えられる。

(1) ランプの省エネルギー化が進んできたこと

最近では、発光効率の高い高周波専用蛍光ランプ器具

表1 日本のCO₂排出の実績

	1990年 (実績)	1997年 (実績)	1998年 (実績)	1999年 (実績)	2005年 (見通し)	2010年度
使用端CO ₂ 排出原単位 (kg・CO ₂ /kWh)	0.42	0.37	0.36	0.37	0.4	0.3(目標)
使用電力(億kW)	6590	7910	7990	8170	9000	10000(見通し)
CO ₂ 排出(億トン・CO ₂)	2.76	2.91	2.86	3.02	3.6	3.4(見通し)

図9 家庭における電力需要の内訳

図10 日本のランプ出荷台数の推移

や、発光効率の悪い電球に替えて、形状や寸法は電球と同一で発光効率が蛍光灯に近い「電球形蛍光灯」が家庭にも多く使用されるようになったことや、環形蛍光灯の管径をきわめて細径としたものや、2重環形とした高効率蛍光灯が開発されてきており、これらが、消費電力低減に寄与しているものと考えられる。

(2) ルームクーラなど、他の電気製品の家庭への設置数が増加したこと

図11¹²⁾は、参考のために、代表的家電製品である冷凍冷蔵庫やルームエアコンなどの省エネルギー化の推移を示している。この図でわかるように、たとえば、冷凍冷蔵庫は、1973年を100%として、1994年には34%の消費電力の製品になっている（省エネ率66%）。ルームエアコンも消費電力56%である。この大きな省エネルギー化にもかかわらず図10でルームエアコンの家庭の電力に占める割合では、1980年より1995年のほうが大きくなっているのは、家庭での設置台数が増加したからである。

3.2 主な公共料金とエネルギー費用

図12¹³⁾に、主な公共料金とエネルギー費用の相対値の年度別推移を参考のために示す。1980年からの推移では、郵便や新聞、JRなどの公共料金が軒並み上昇しているのに対し、ガスや電灯（電気代）などの料金は安くなっている。

電気やガスなどの料金が安価であるため、それらの節約の意欲が鈍くなる。また、一方、省エネルギー機器やシステムなどへの投資に対し、償却費回収が長くなる一因と考えることもできよう。いずれにせよ、自分の身の周りに関することについて、世界的視野からエネルギー

図11 主要家電製品の省エネルギー化の推移

図12 主要公共料金の推移

節約に少しでも協力して行く必要がある。

3.3 照明エネルギーの具体的節約方法の提言

3.1節でも述べたように、一般家庭における消費電力のうち、照明により消費されるエネルギーの割合は、ほぼ10数%程度である。

他の家電製品は大幅な省エネルギー化が進んでいるのに対し、照明器具やランプについては、すでに多年にわたる開発努力により、性能的には成熟した電気製品となりつつある。

しかし、多くの人が現在も照明産業に携わっており、日夜、より効率の高いランプ・省エネルギーランプ・長寿命で信頼性のあるランプ・コンパクトなランプ……などの開発の努力には余念がない。

このような背景の中で、照明電力エネルギーをさらに節減していく具体例をいくつか提言したい。

- (1) 今後も、3.1節で紹介してきたような省エネルギーランプの開発をさらに積極的に進めることが必要である。
- (2) 各国の自然環境や生活・文化の差異もあるが、欧米の家庭ではほとんど行われている局部照明を、日本の

文化にも積極的に取り入れて応用していくことも一考の価値がある。

本学会誌の、資料「リビングルーム・応接間の照明の基本と具体的照明手法」など各部屋の照明手法で紹介された手法を、家庭で積極的に応用されることを期待する。

- (3) 白熱灯器具の蛍光灯への置換化などを省エネルギーの立場から創意・工夫していく。他方では、くつろぎの光、華やかな光など、白熱電球の光のよさもあり全ての器具の蛍光灯化が可能とはならないことも事実である。しかし、現在は電球色の光を出す蛍光ランプや電球形蛍光ランプが開発されてきているので、これらを応用していくと良い。
- (4) 人感センサなどの消灯忘れ防止機能付き器具、必要最小限の照度にまで光量を調整できる調光機能付き器具などを、積極的に家庭に設置していき、無駄な電力を少しでも節約していくことが肝要である。
- (5) さらに、庇や障子などを活用し、日中の豊富な自然光を有効利用するための建築的工夫を取り入れていけば、電力使用量を大きく低減できると同時に、都市部の日中の電力需要ピーク平準化にも貢献できるというメリットがある。

4. おわりに

本稿では主に照明エネルギーの消費に関する状況をまとめ、エネルギー消費削減の考え方を述べた。この10年または数10年の間、人類は利便さや快適さ、正確性とスピード化などを追求し科学文明を急速に発達させてきた。この反面、これらの発達が地球温暖化やオゾン層破壊現象など、いわゆる地球の存続の危機にもつながっていくべき大きな問題を、表裏一体のものとして提起している。

日本は、世界の先進国のなかでも経済大国であること

などを考慮するならば、これらの問題の解決に最も重要な立場で活躍しなければならない国の一つであろう。さまざまな背景があるとしても、世界の環境問題を率先して解決すべく、また、上記の科学文明の発達と合わせて「精神文化」を高揚させ充実させる方向に向けても、各国とも協力しながら、照明エネルギー削減を始めとして、さまざまな運動を積極的に率先して展開していかなければならない使命があるということを示唆したい。

参考文献

- (1) 海外電力調査会「海外電気事業統計」1999年版。
- (2) 総合エネルギー調査会国際エネルギー部門中間報告。
- (3) 家庭用エネルギー統計年報（住環境計画研究所）。
- (4) OECD Environmental Data 1999他。
- (5) OECD Environmental Data 1999他。
- (6) 数表でみる東京電力 平成12年度。
- (7) 電力中央研究所。
- (8) 数表でみる東京電力 平成12年度。
- (9) 電気事業連合会。
- (10) 資源エネルギー庁「平成6年度電力受給の概要」「ガス事業便覧」。
- (11) 日本電球工業会。
- (12) 資源エネルギーデータ集。
- (13) 総務庁統計局。

著者紹介

海宝 幸一

1955年生。1979年千葉大学工学部卒。現在、(株)日建設計東京環境計画室にて、照明計画、光関連技術開発に従事。

浦滝 悦夫

1949年生。鳥取大学工学部電気工学科卒。現在、日立ライティング機器(株)で蛍光ランプの開発業務に従事。