

特集③

民生部門における省エネルギー技術の現状と今後の方向性



環境・エネルギーユニット 宮本 和明

1. はじめに

我が国は、2度にわたる石油危機の経験から、これまでにエネルギー政策の基本目標として3E（エネルギー安定供給・環境保全・経済成長）の同時達成を掲げ、これに向けた取り組みを行ってきた。しかしながら、近年我が国のエネルギー消費量は、増加の一途をたどっており、「エネルギー多消費型社会」の様相を呈している。

省エネルギーは、最終エネルギー消費量（原油等の一次エネルギー消費から発電に伴うロスや二次エネルギーの製造・転換工程で発生するロス等を除いたもの）をいかに低減できるかという広義の概念で捉えられている。また、これをもう少し細分化すると、産業部

門における各種製造工程の合理化や電力のようにエネルギー変換部門での高効率化等により、一次エネルギー自体の投入量の削減をもたらす省エネルギーと、民生や運輸部門のように一般の消費者等の最終エネルギー消費自体を削減するものと分類できる。製造業を中心とする我が国の産業部門におけるエネルギー消費は、第一次石油危機以降ほぼ横ばいで推移してきた。その一方で、民生部門（家庭用・業務用）と運輸部門におけるエネルギー消費量は、第一次石油危機以降大きく伸びている。特に、民生部門におけるエネルギー消費量は、今後も大きく伸びると予測されており、民生部門に重点

を置いた省エネルギー対策が喫緊の課題となっている。また、総合科学技術会議は、エネルギー分野推進戦略（2001年）の重点課題の中で、エネルギー機器等の効率向上に必要な研究開発や、省エネルギー推進のためのインセンティブの研究を推進するとしている。

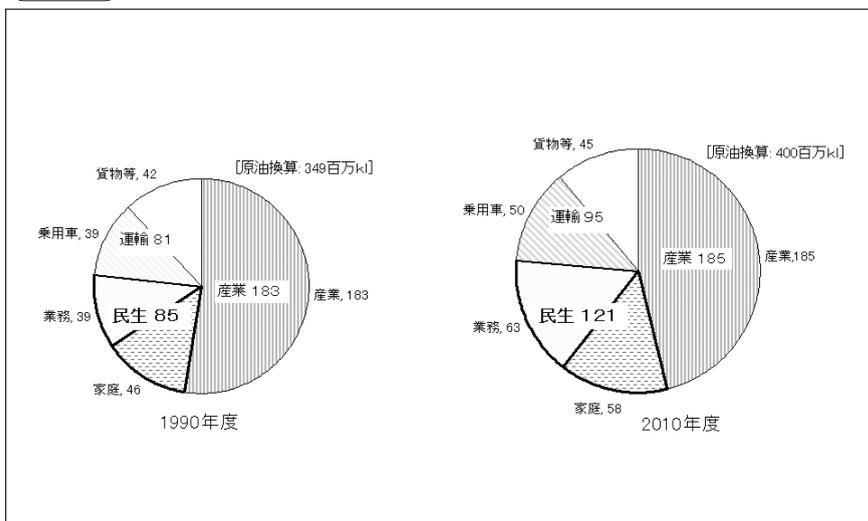
そこで本稿では、省エネルギー対策が重要な民生部門・運輸部門の中でも、特に今後のエネルギー消費量の大幅な増加が見込まれている民生部門に重点を置いて、省エネルギー技術に関する取り組みについて触れ、さらに今後の民生部門における省エネルギー技術に求められる視点について考察する。

2. エネルギー消費の現状と今後の見通し

地球温暖化対策推進大綱（2002）によると、京都議定書におけるCO₂排出量削減目標を達成するためには、省エネルギー、新エネルギー、原子力発電の推進等により、2010年時点での最終エネルギー消費を原油換算で約400百万キロリットル（以降klと表記）に抑制する必要があるとしている。

図表1は、1990年度の産業、民生、運輸の各部門におけるエネルギー消費（実績）と、京都議定書における目標の達成に必要な対策を考慮した2010年度におけるエネルギー消費（見通し）を示したも

図表1 エネルギー消費の現状と今後の見通し



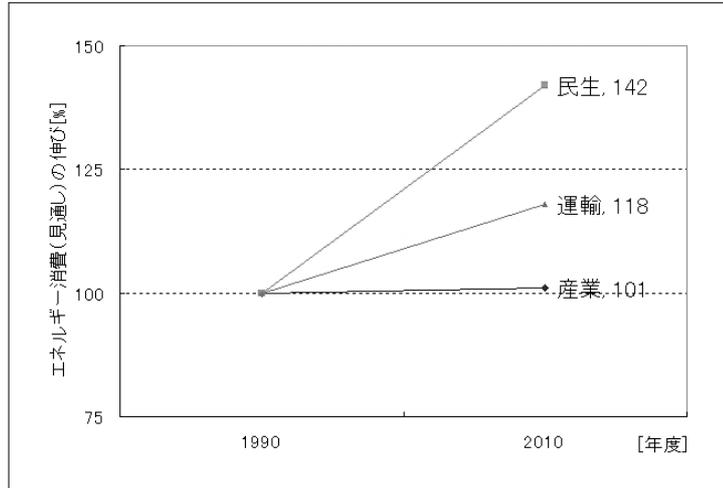
出典：資料¹⁾より科学技術動向研究センターにて作成

のである。図表1より、民生部門のエネルギー消費見通しは、全エネルギー消費の約3割を占めていることがわかる。

図表2は、図表1を元にして、1990年度の部門別におけるエネルギー消費を100とした時の2010年度におけるエネルギー消費（見通し）の伸びを示したものである。図表2より、民生部門では、エネルギー消費の特に大幅な伸び（約4割増）が見込まれていることがわかる。以上のことから、現在、省エネルギー対策の中でも、特に民生部門における対策が重要になっていることがわかる。

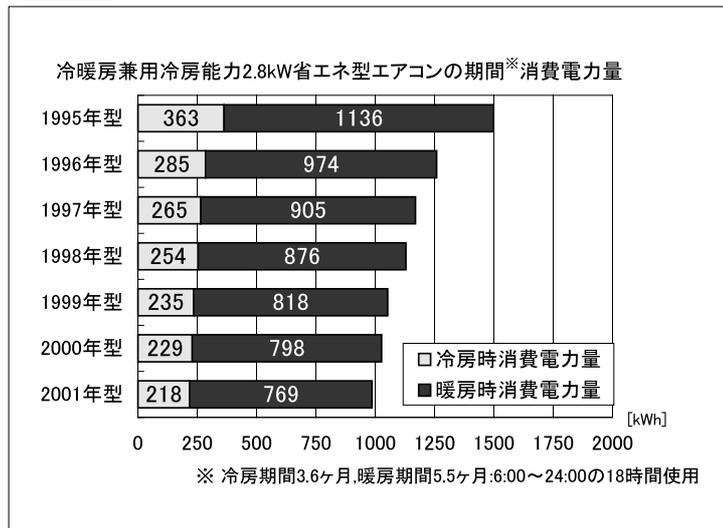
現在、民生部門（業務・家庭）は、我が国のエネルギー需要の約4分の1を占めており、今後もその需要の伸びが予測されている。業務部門でのエネルギー需要は、一般に空調が約5割、照明が約3割を占めている²⁾。業務部門のエネルギー増加の原因として次のようなことが考えられる。まず、店舗や各種サービスにおける営業時間の長時間化、24時間化によるエネルギー消費量の増大などが考えられる。また、最近では、情報化の進展に伴い、常時電源をOnにしたままの電子機器が増加しており、その消費電力だけでなく電子機器による室温上昇に伴う空調需要の増加も考えられる。さらに、業務部門は、エネルギーコストが生産コストに直結する産業部門と比較して、エネルギーのマネジメントに対する意識が必ずしも高くないこと等が挙げられる。一方で、家庭部門においても業務部門と同

図表2 部門別における今後のエネルギー消費（見通し）の伸び



出典：資料¹⁾より科学技術動向研究センターにて作成

図表3 エアコンの省エネルギー進展状況



出典：(社)日本冷凍空調工業会 冷凍空調統計データより科学技術動向研究センターにて作成

様に、今後のエネルギー需要の増加が予測されている。

図表3は、家庭用エアコンの電力使用量の推移を示したものである。これにより、この6年間で約3分の2に減少していることがわかる。最近は、こうした機器の効

率化が進んでいるにもかかわらず、民生部門のエネルギー需要量が増加している。この要因としては、エアコンの普及台数の増加や使用時間の増加に加えて、パソコンを中心とした電子機器の急速な普及等が考えられる。

3. 省エネルギーと地球温暖化対策の関わり

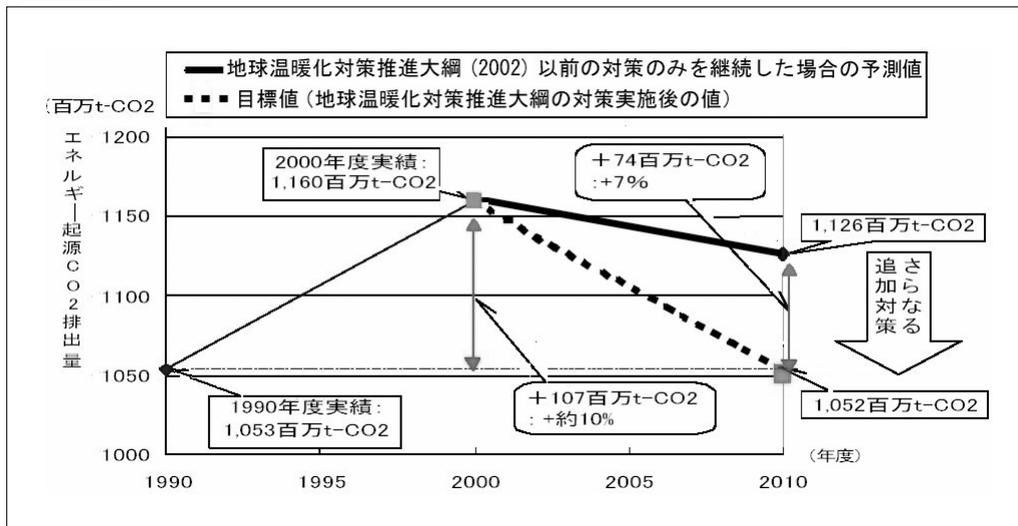
我が国は、京都議定書の批准に伴い、2008～2012年時点での温室効果ガスの総排出量を1990年基準比で6%削減することを目標としている。地球温暖化対策推進大綱（2002）では、本目標を達成

するための対策として、メタン及び亜酸化窒素の削減、革新的技術開発、森林吸収、代替フロンへの移行、エネルギー起源のCO₂排出量削減を挙げている。これらの対策の内、エネルギー起源のCO₂排

出量については、2010年度における同排出量を1990年度の水準（±0%）にまで抑制している。

しかしながら、わが国の2000年度におけるエネルギー起源の

図表4 エネルギー起源のCO₂排出量の実績と見通し（1990年度基準）



出典：地球温暖化対策推進大綱（2002）より科学技術動向研究センターにて作成

CO₂排出量は、1990年基準比で約10%増加している（図表4参照）。そこで、同大綱では、エネルギー起源のCO₂排出量を1990年の水準にまで抑制するための対策として、次の3つの対策（CO₂削減効果74百万t-CO₂）が追加された。

- ①省エネルギー対策（CO₂削減効果22百万t-CO₂）
- ②新エネルギー対策（CO₂削減効果38百万t-CO₂）
- ③電力等の燃料転換（CO₂削減効果18百万t-CO₂）

これら3つの対策の中で、省エネルギー対策は、追加対策の約3割に寄与するものであり、地球温暖化対策の面からも重要な位置付けにあることがわかる。

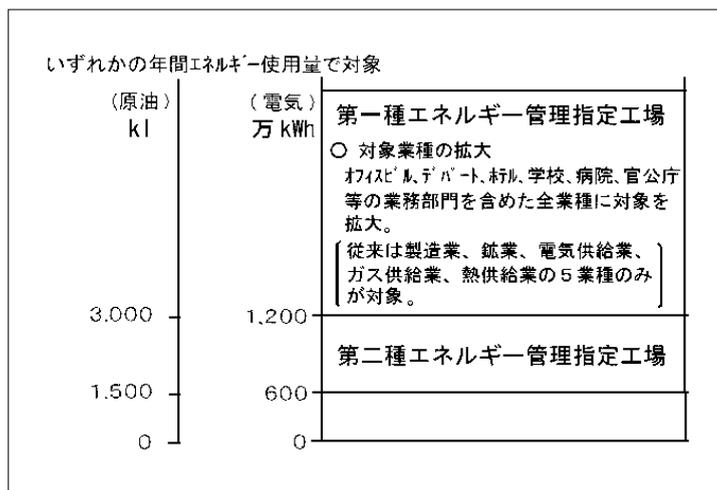
また、2章では、京都議定書におけるCO₂排出量削減目標を達成するために、2010年時点での最終エネルギー消費を原油換算で約400百万klに抑制する必要があると述べた。しかしながら、これは、省エネルギー、新エネルギー等の対策に加え、今後2010年を目処に10～13基程度の原子力発電所が増設されることを前提としてい

る。現状、原子力発電所の増設の見通しは、立地問題等の理由から難しい状況にある。原子力発電所の増設が今後ないと仮定して推計した2010年におけるエネルギー起源のCO₂排出量は、1990年基準比で約40百万t-CO₂程度増加すると試算¹⁾されている。また、最近では、原子力発電所の停止に起因して、エネルギー起源のCO₂排出量が増加する事態も生じている。こうしたことから、省エネルギーを推進する必要性は、京都議定書における目標達成に向け、一層重要性を増していると言えよう。

4. 法整備の状況

エネルギーの使用の合理化に関する法律（以下、省エネ法）は、2度にわたる石油危機を受けて1979年に制定されたもので、2002年までに6度改正されている。2章で触れた通り、エネルギー需要の増加傾向が著しい民生部門（特に業務部門）は、産業部門と比較してエネルギーマネジメント意識が必ずしも高いとは言えない。そこで、エネルギーのマネジメント意識を向上させるため、2002年6月に改正された省エネ法（2003年4月施行予定）では、第一種エネルギー管理指定工場にお

図表5 省エネルギー措置の対象（エネルギー管理指定工場）の区分



出典：省エネ法（2002）をもとに科学技術動向研究センターにて作成

ける省エネルギー措置の対象を全業種に拡大し、業務部門の規制が強化されている（図表5参照）。ここで、第一種エネルギー管理指定工場とは、燃料の使用量が原油換算で年間3,000kl又は電気の使用量が年間1,200万キロワットアワー（以降kWhと表記）以上の事業所である。

第一種エネルギー管理指定工場

では、空調設備、照明、昇降機等の個別設備毎に細かいエネルギー管理が求められており、さらに、エネルギー管理者の選任や将来的な省エネ計画作成・提出、エネルギー使用量等の定期報告等が義務付けられている。なお、第二種エネルギー管理指定工場は、同使用量が年間1,500kl又は600万kWh以上の事業所であり、エネルギー

使用量等の定期報告が義務付けられている。

また、エネルギー管理指定工場（第一種、第二種）については、必要に応じて立入検査等が行われる他に、省エネルギー対策が判断基準に比べて著しく不十分である場合に、勧告、公表などの処置が用意されている。

5. 省エネルギー対策技術の動向

3章で触れたように、省エネルギーは、地球温暖化対策推進大綱（2002）の中で、エネルギー起源のCO₂排出量の削減に大きく貢献する対策として位置づけられている。ここでは、エネルギー起源のCO₂排出量を1990年の水準にまで抑制するために本大綱で追加された、省エネルギー対策を中心に記す。

本大綱で追加された省エネルギー対策 [7百万kl（原油換算）]：CO₂削減効果22百万t-CO₂は、産業部門で[0.9百万kl（原油換算）]、運輸部門で [1.0百万kl（原油換算）]、民生部門で [約5.1百万kl（原油換算）] となっている。このことから、民生部門における省エネルギー対策は、全体の約7割を占め重要性の高いことがわかる。

図表6は、民生部門における省エネルギー対策を記したものである。

ここで、トップランナー基準とは、1998年の省エネ法改正時に導入されたものである。これは、電気製品（家電、OA機器）等の省エネルギー基準を、各機器において現在商品化されている製品のうち、最も優れているものの性能以上にするというものである。この対象機器は、冷蔵庫、テレビ、エアコン等、現在大量に使用されている機器や相当量のエネルギーを使用する機器を中心に選定されている。なお、基準に達しない製品を販売し続ける企業は、社名と対象製品を公表、罰金などのペナル

図表6 民生部門における省エネルギー追加対策

対策項目		原油換算削減効果 [百万kl]
待機時消費電力の削減		0.4
高効率給湯器の普及		0.5
高効率照明の普及（分野横断）		0.5
エネルギーマネジメントシステムの強化	家庭需要	0.9
	業務需要	1.6
トップランナー基準適用機器の拡大		1.2
合計		5.1

出典：資料³⁾をもとに科学技術動向研究センターにて作成

ティーが科せられる。

また、現在、上記対策に関連する我が国の研究開発は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のプロジェクト研究を主体に行われている。以下、関連する研究開発動向について記す。

5 - 1

待機時消費電力の削減技術開発

待機時消費電力とは、電気機器の電源がOff状態など、機器を使用していない状況であっても消費される電力である。オフィス機器や事務機器は、その多くがネットワークで結ばれて制御され、家庭用機器と同様に、常時コンセントに接続されている。また、交流から低電圧直流に変換する充電器やアダプタは、コンセントに接続されているだけで電気を消費する。こうした理由から、近年の待機消費電力は、稼働時消費電力の1割

程度を占めると言われている。

現在、ネットワークを通して機器の電源をOn/Off制御し、さらに電源Off時の待機時消費電力を限りなくゼロにすることを目指した研究開発などが行われている（図表7参照）。

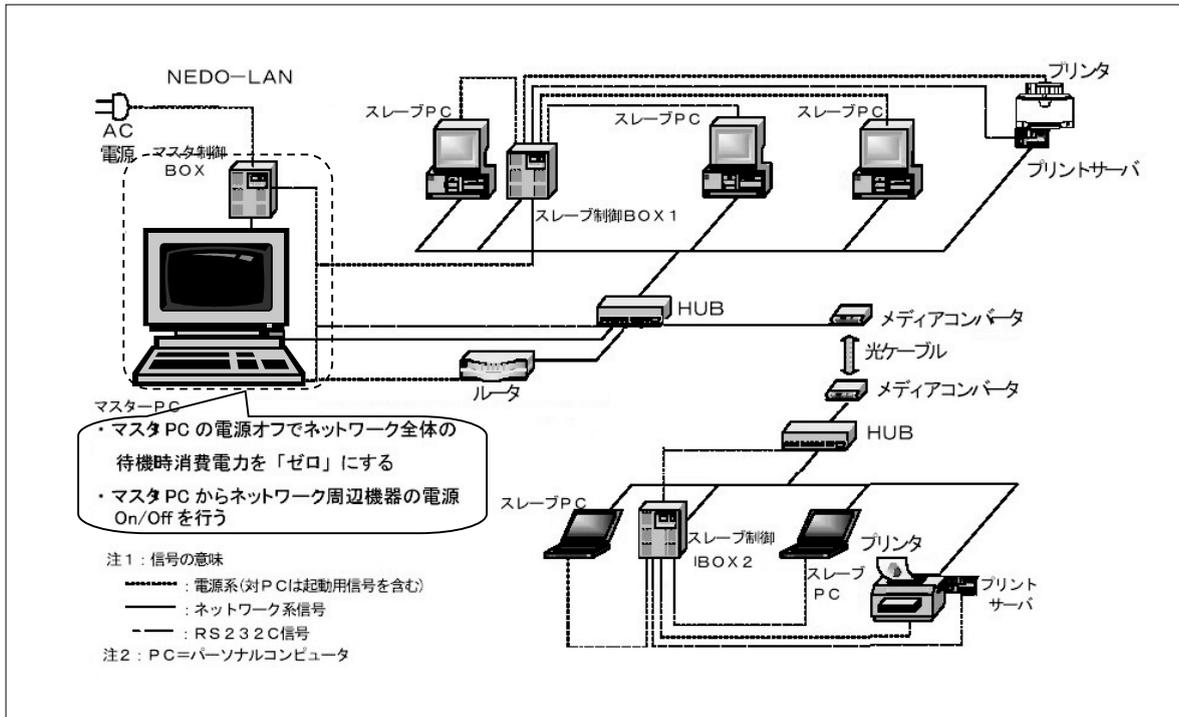
5 - 2

高効率機器の開発

(1)高効率照明の技術開発

照明装置は、民生用電力使用量の2～4割を占めており、照明装置の電力消費削減は、それ自体の省エネルギーに加えて空調負荷の削減にも繋がる。こうした理由から、現在、高効率照明、高効率ディスプレイ等の技術開発が進められている。現在は、蛍光灯比で50%のエネルギー削減ができる長寿命の白色LED照明の開発が進められている。最近では、NEDOのプロジェクトにより、電気エネルギーを有効な光エネルギーに変

図表7 待機時消費電力削減技術の一例



出典：資料⁴⁾をもとに科学技術動向研究センターにて作成

換する効率が世界最高の43%であるLEDが開発されている⁵⁾。なお、白色LED照明による省エネルギー効果は、市場普及率13%において、原油換算で年間約0.83百万klになるとした試算もあり⁶⁾、これが実現すれば、図表6の数値目標を大きく上回ることができる。

(2)高効率給湯器の技術開発

エネルギー需要が小規模分散化した家庭部門は、季節および一日

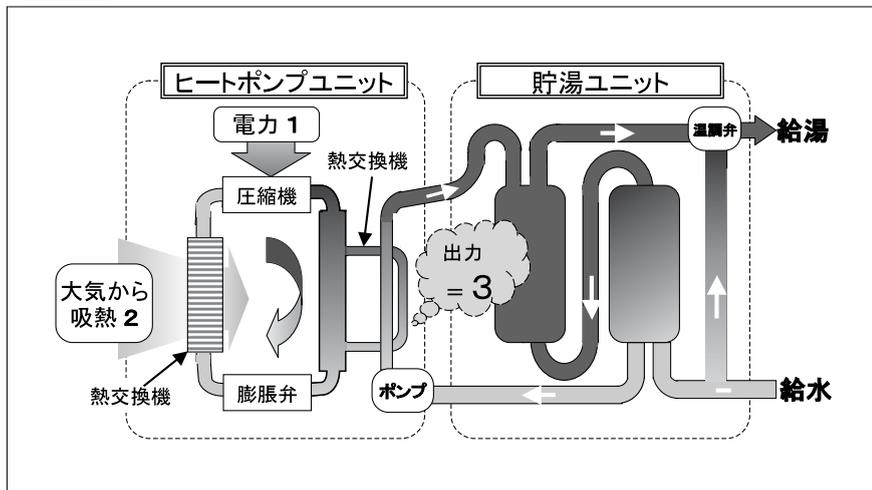
のエネルギー変動が大きく、熱利用は暖房・給湯といった低温熱に限定される。このため、家庭部門は、エネルギーを温度の高い方から低い方へと段階的に有効利用するカスケード利用が実行しにくい状況にある。

現在、冷暖房・給湯等の熱利用の効率化を図る技術開発としては、低温熱源を有効利用するための排熱利用技術や、関連する蓄熱材など機能材料の開発、ヒートポンプ

の技術開発、などが行われている。例えば、低温排熱を空調用途へ活用するため、吸収式冷凍サイクルと圧縮式冷凍サイクルを組み合わせたハイブリッドサイクルの研究開発などが行われている⁷⁾。また近年、オゾン層破壊の危険性からフロン規制が進んでいる。このため、オゾン層破壊の恐れがなく、温暖化係数の低いCO₂を冷媒に用いたヒートポンプが開発されている。ヒートポンプは、低温の熱源を高いところに汲み上げ、その熱を利用するための装置で、使用するエネルギーよりも多くのエネルギーを得ることが出来る。最近開発されたヒートポンプは、消費する電力の3倍以上のエネルギー消費効率を実現しており、これを利用した給湯システムが開発されている(図表8参照)。

また、この他にも、地中や地下水、河川水などを熱源とした地中熱ヒートポンプなどについて開発が進められている⁸⁾。

図表8 CO₂ヒートポンプ給湯システムの原理



出典：科学技術動向研究センターにて作成

5 - 3

エネルギーマネジメントシステム開発

民生部門のエネルギー需要は伸びており、さらに今後も大きく伸びると予測されている。一方で、民生部門は、エネルギーのマネジメント意識が未だ低いのが現状である。そこで、近年は、ITの利用によるエネルギーのマネジメントにより、機器の効率的な利用を行うことが注目され、その省エネルギー効果に期待が寄せられている。しかし、本システムは、現時点において実証試験の段階であり、コスト面での課題をクリアする必要がある。今後は、ユーザー

にとって便利なシステムを提供すること等によりシステムの普及を進め、その普及に伴う低コスト化を進展させることが期待される。

(1)家庭用エネルギーマネジメントシステム (HEMS)

HEMS (Home Energy Management System) は、家電機器をネットワーク (電力量計や分電盤などに取付けるゲートウェイと、電灯線、無線、赤外線等の通信機能を活用) で接続して、センサで検出した人間の動きの情報等を各機器間で連携制御するなどして、家庭全体で省エネ運転状況になるように制御するシステムである。具体的には、エアコン等の家電機器の合理的な運転や、照明の

On/Offを人に代わって行ったり、エネルギー使用状況をリアルタイムで料金表示するなどエネルギーのマネジメント意識を高めながら、家庭における省エネルギーを支援するシステムである。

本システムの利用例⁹⁾では、電力使用量の約23%の省エネルギー効果 (空調、テレビ、照明など主な家庭用機器に対する実験結果) が得られている。

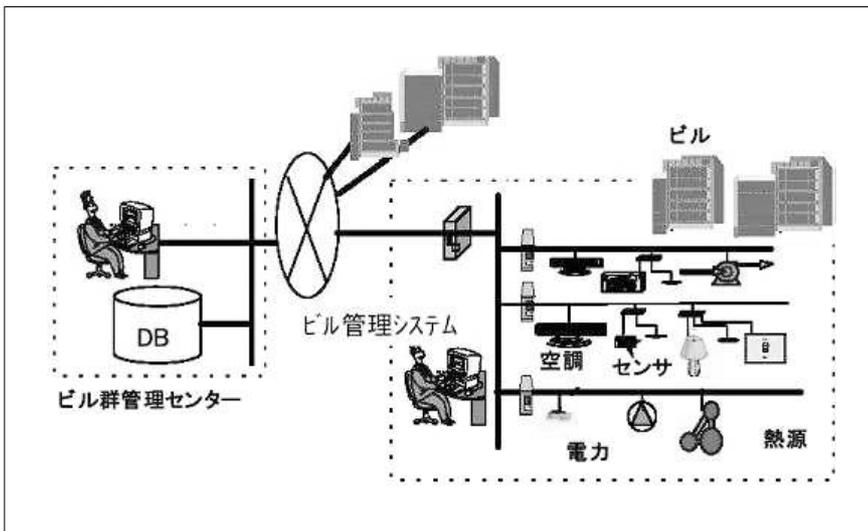
(2)ビルエネルギーマネジメントシステム (BEMS)

BEMS (Building Energy Management System) は、先述のHEMSと同様に機器との通信機能を活用して、ビルや店舗において稼働している機器の運転状況や周辺情報 (温度、照度等) を検出し、総合的に最も省エネルギーになるようエネルギーのマネジメントを行う制御システムである。

最近では、建物の多数を占める中規模建物への普及を促進するために、複数の建物を群管理するシステム開発などが進められている (図表9参照)。

また、本システムを用いたビル熱源空調制御シミュレーション事例¹⁰⁾では、電力使用量の約14%の省エネルギー効果を示す結果となっている。

図表9 ビル熱源空調運転制御システムのイメージ図



出典：資料⁹⁾より科学技術動向研究センターにて作成

6. 今後期待される省エネルギー対策の視点

5章で取り上げたような、省エネルギー対策の技術開発は、今後の期待も大きく、積極的に取り組んで行くべきである。一方で、従来の省エネルギーに関する施策は、建築物、設備および機器の個別に着目したものが主となっている。

また、我が国は、需要家のエネルギー使用状況に応じて、既存のエネルギー源 (電力・ガス等) と分散型電源 (燃料電池等) の利用

比率をうまく調整することにより、省エネルギーを目指す研究を進めている。ただ、こうした分散型電源の導入は、エネルギー消費量や環境負荷、また、コスト面から見て、局所的 (需要家) に良い場合であっても、社会全体から見れば必ずしも良い状況になるとは限らない (例えば低コストであっても環境負荷の大きな機器の導入が進む等)。したがって、今後は、

現在開発が進む省エネルギー性能の高い空調機器や照明機器、エネルギーマネジメントシステム、さらに分散型電源の利用による省エネルギーなど、あらゆる技術要素を組み合わせ一層の省エネルギー効果を目指す技術開発が必要となろう。また、こうした技術開発がある程度進展すれば、どのような省エネルギー機器や分散型電源を、環境負荷や経済面を含めて、

どの程度導入すべきか検討することも重要となるであろう。今後は、こうした各種要因を勘案し、社会全体から見て合理性ある省エネルギーを目指した技術開発を進めることが期待される。

この点に関連して、最近、産学官の省エネルギー技術者・研究者の連携を推進することを目指して、学会に従来の学問分野の枠組みを超えて省エネルギーを専門に扱う部会が設立される¹⁰⁾等の動きがある。こうした学会の新たな試みは、上記課題の検討にも寄与し得ると考えられる。

一方で、省エネルギーに関する取り組みとしては、従来から省エネルギー事例の情報提供や、講習会などを主とした広報活動が行わ

れている。こうした取り組みは今後も必要と思われる。しかしながら、現実問題として環境問題や将来世代に対する責任を叫ぶだけでは、環境のために行動しようという意識を持続させることは難しいと思われる。したがって、今後は、より実効性を伴う対策として、省エネルギー活動そのものが実施者に広い意味で利益をもたらす仕組みを導入し、日頃から省エネルギー意識を高め、実践していくことが重要になっていると考える。

これについては、米国カリフォルニア州が2001年と2002年の夏季に実施した節電プログラム対策が参考になる。これは、20/20プログラムと呼ばれるもので、2000年度との比較で電力消費量を

20%低減した需要家に対して、州政府が電気料金の20%を負担する制度である(2001年度の実績では34%の需要家が利用¹¹⁾)。なお、2002年度は家庭用に限定)。こうした自らのライフスタイルを積極的に改善し、省エネルギー活動をする行為に対して経済的インセンティブを与える制度の導入は、実施者の意識に直接働きかけることができるため、エネルギーの使用自体を抑制する対策の一つのツールとして期待される。また、こうした制度を実施することにより、国民の省エネルギー活動に対する意識・行動に変化をもたらすことができると考えられる。

7. おわりに

我が国は、これまでエネルギー利用機器に対するトップランナー方式の導入などを通じて技術開発を促進する省エネルギーを進めてきた。今後も対象機器の拡大を通じて省エネルギー機器の開発を一層進めることが重要と言える。また、現在開発が進められているHEMSなどのエネルギーマネジメントシステムは、快適性を損うことなく、機器の合理的な利用によって省エネルギーができることから、対策の一つとして、今後も積極的に推進すべき重要技術である。

また、今後は、個別に開発の進んでいるあらゆる技術を組み合わせて、一層の省エネルギー効果を目指す技術開発が重要であると考えられる。さらに、省エネルギー技術開発だけでなく、省エネルギー活動を行うことに対して経済的インセンティブを与える制度等の導入も、重要な対策の一つとして検討

されるべきであろう。

参考文献

- 1) 総合資源エネルギー調査会総合部会/需給部会, 今後のエネルギー政策について, 2001
- 2) 日本エネルギー経済研究所, 総合エネルギー統計, 2002
- 3) NEDO省エネルギー技術開発室, 無電力電源起動装置による待機時消費電力「ゼロ」化の制御技術の研究開発 待機時消費電力削減技術開発平成13年度成果報告書, 2002
- 4) NEDO新材料・プロセス技術開発室, 高効率電光変換化合物半導体開発(21世紀のあかり) 成果論文集, 2002
- 5) 産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会, 高効率電光変換化合物半導体開発(21世紀のあかり) 中間評価報告書, 2001
- 6) NEDO省エネルギー技術開発室,

- 7) NEDO地熱開発室, 地中熱利用ヒートポンプシステムの特徴と課題, 2002
- 8) 財省エネルギーセンター, 稼働時電気損失削減最適制御技術開発プロジェクト報告会資料, 2003
- 9) 工藤博之他, エネルギーマネジメント最適制御システムの開発, 平成14年度電気学会産業応用部門大会, pp.535-538, 2002
- 10) 省エネルギー部会設立記念講演会資料, (社)日本エネルギー学会省エネルギー部会, 2002
- 11) GOVERNOR DAVIS SIGNS EXECUTIVE ORDER TO RENEW 20/20 ENERGY CONSERVATION PROGRAM, FOR IMMEDIATE RELEASE, Governor of California, 2002

