

## ”協調省エネ”－ 電力消費のタイムシフトによる マクロなエネルギー削減効果の検証

山下 倫央 幸島 明男 車谷 浩一

産業技術総合研究所 情報技術研究部門

科学技術振興機構 CREST

〒135-0064 東京都江東区青海 2-41-6

E-mail: tomohisa.yamashita@aist.go.jp, sashima@ni.aist.go.jp, k.kurumatani@aist.go.jp

**あらまし** 本論文では、一日の電力消費を平滑化するためにエネルギー消費機器の運転時間を動的に変更・制御し、省エネルギー・二酸化炭素排出削減を実現する協調省エネを提案する。協調省エネの機器制御の対象として、消費電力が大きく、かつ運転時間が外部的に決定されてもユーザの負担が少ない家電である全自動洗濯乾燥機と食器洗い乾燥機を想定し、利用時間をシフトさせる。協調省エネ家電の利用時間の変更がなされた結果、どの程度の省エネルギーが達成されたかを数値実験を通して検証する。数値実験の結果に基づいて、協調省エネが達成した i) ピーク時の消費電力の削減比率と、ii) 総消費電力量の削減比率、が実際にはどの程度の省エネルギーに匹敵するのかを確認した。

**キーワード** 省エネルギー、タイムシフト、発電効率、協調省エネ、地球温暖化抑制、二酸化炭素排出削減

## ”Cooperative Energy Saving” - Verification of Macro Level Energy Reduction with Time-Shift of Power Consumption

Tomohisa YAMASHITA, Akio SASHIMA, and Koichi KURUMATANI

ITRI, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

CREST, Japan Science and Technology Agency (JST)

Aomi 2-41-6, Koto-ku, Tokyo, 135-0064, Japan

E-mail: tomohisa.yamashita@aist.go.jp, sashima@ni.aist.go.jp, k.kurumatani@aist.go.jp

**Abstract** In this paper, we propose ”cooperative energy saving”, which dynamically changes the operating time of devices consuming electric power to smooth power consumption of a day and to realize energy saving and reduction of carbon-dioxide emissions. The degree of energy saving with cooperative energy saving is calculated through a numerical experiment that the operating time of a washing and drying machine and a dishwasher in households are shifted from noon to midnight. As a result of our numerical experiment, we evaluate that the degree of energy saving in real world from the point of view of i) reduction ratio of a peak of electric power consumption, and ii) reduction ratio of total electric power consumption.

**Key words** Energy Saving, Time-Shift, Power Generation Efficiency,  
Cooperative Energy Saving, Curbing Global Warming-up, Reduction of Carbon-dioxide Emissions

## 1. まえがき

近年、二酸化炭素の排出による地球温暖化といった環境問題や化石燃料の枯渇といったエネルギー・環境問題を背景として、省エネルギー技術の導入が数多く進められている。従来の省エネルギー技術は、基本的に個人住宅、オフィスビル、工場といった独立した建築物単位でおこなわれてきた。また、具体的な省エネ手法としては、個人住宅やオフィス等では、利用していない照明機器やテレビの電源をこまめに切る、空調機器の設定温度を暖房であれば低めに、冷房であれば高めに設定する、といった手法が多く用いられている。また、ビルや工場では、使用する機器を電気の利用効率の高い機器を交換する、空調動力を夜間電力で賄うために蓄熱空調設備を導入する、といったエネルギー効率を向上させる機器を導入する手法が用いられている。しかし、このような無駄を減らそうとする省エネ手法は、電気製品のユーザに対して負担を強いることが多く、現状からの満足度の低下を生じさせるため長期的に継続することが難しい。機器の効率向上に関しては、効率の向上にも限界があり、導入コストや設置工事の手間がかかるため完全に普及しているとは言い難い。

前述の手法は既に適用可能な箇所には導入されていることが多いため、新たな省エネ手法の提案が望まれている。本論文では、一日の電力消費を平滑化するために、エネルギー消費機器の運転時間を動的に変更・制御し、その結果として省エネルギー・二酸化炭素排出削減を実現する協調省エネを提案する。協調省エネは、家庭内に既にある家電（洗濯乾燥機や食器洗い乾燥機など）の稼働時間を変更し、それらを集積することで一日の電力消費のピークをシフトさせ、電力供給システム全体としての一次エネルギーの使用量を削減する。ここで一次エネルギーとは、石油、石炭、天然ガス、ウランといった発電に供する燃料である。

協調省エネの効果を検証するために、石油火力、原子力といった発電種別ごとの電力生産主体と家庭内において家電を使用する電力消費主体を含んだマルチエージェントモデルを構築する。家庭における消費電力データに基づいて、協調省エネの導入によって協調省エネ家電の利用時間の変更がなされた結果、どの程度の省エネルギーが達成されたかを数値実験を通して検証する。

## 2. 協調省エネの概要

### 2.1 ピークシフトによる省エネルギー

協調省エネによる省エネルギーは、タイムシフトによる一次エネルギーの効率的な利用を目指している。タイムシフトにより一日の消費電力のピークを下げるこ

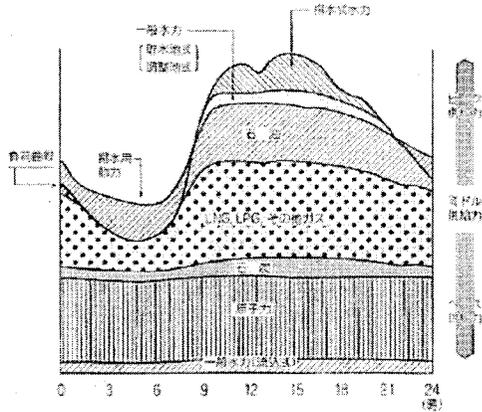


図1 時間帯別発電の割合

できれば、ピーク時に利用している効率の悪い発電設備の生産電力量を削減可能である。実際日本の電力供給システムは、消費電力のピーク時の数時間しか運転しない効率の悪い発電設備が存在すると言われている。消費電力のピークを下げることであれば、効率の悪い発電設備を運転せずに済み、一次エネルギーの消費を抑えることができる。本論文では、特に総合的に効率が悪い揚水式発電に着目し、一日の消費電力のピーク時に対して電力を生産する揚水式水力発電の生産電力量を削減可能であることを示す。<sup>(注1)</sup>現在の日本国内の時間帯別発電の割合は Fig.1 のようになっており、15時に消費電力が最大となっている際、その前後の時間において揚水式水力発電を使っている [1]。

揚水式水力発電は需要の少ない時間帯の電力で貯水池に揚水し、昼間にその貯水を用いて発電をおこなっている。そのため揚水式水力発電は電力を蓄える機能を持っていると言える。しかし、揚水式水力発電はこの蓄電自体にエネルギーがかかってしまう。貯水池に揚水して位置エネルギーを得る際に発生するエネルギーロスと貯水の位置エネルギーを電力に変換する際に発するエネルギーロスである。したがって、揚水式水力発電による利用を減らし、揚水に利用していた電力を直接消費すれば、エネルギーロスを減らすことができる。その結果、揚水式水力発電の生産電力を減らせば、システム全体の生産電力を減らすことが可能となり、省エネルギーにもつながる。

また、発電システムは最大消費電力に対して電力を供給できるように設計されている。そのため、出現する消費電力のピークを下げることであれば、その分だけ最大消費電力の最大値に備えた設備を縮小できるといった

(注1)：発電種別の優先運転順位は、発電効率、建設コスト、運用コスト、燃料コスト、環境負荷から総合的に判断される。

効果も期待できる。

## 2.2 対象機器

協調省エネでは、ミクロの家庭の家電操作の時間変更を集積することでピークシフトを実現し、最大消費電力時の揚水式発電などの効率の悪い発電設備からの生産電力を減らすことを目指す。本論文では、各家庭で用いられる家電として、比較的消費電力が大きく、少なくとも30分程度は連続して利用される家電を対象とし、全自動洗濯乾燥機、食器洗い乾燥機、冷蔵庫、テレビ、照明機器、空調機器、炊飯器を想定する。協調省エネの機器制御の対象として、消費電力が大きく、かつ運転時間が外部的に決定されてもユーザの負担が少ない電化製品として、全自動洗濯乾燥機、食器洗い乾燥機を想定し、この二種類の家電の利用時間をシフトさせる。

## 2.3 利用イメージ

省エネルギーを目的として新たな機器を導入する場合、従来手法では冷暖房機器を入れ替えるといった大規模な工事が必要とされていた。これに対して、協調省エネでは洗濯乾燥機や食器洗い乾燥機にネットワークインターフェースと遠隔操作を可能にするモジュールを取り付ければ協調省エネに参加可能となる。協調省エネの利用に関しては、全自動洗濯乾燥機や食器洗い乾燥機といった協調省エネ家電がネットワークに接続しており、外部から運転開始可能であることが必要とされる。例えば電灯線通信が一般的に利用可能になれば、協調省エネに対応した家電をコンセントに差し込むと機器の認証の手続きなど煩雑な手続きを踏まずに協調省エネサーバに接続できるため、ユーザへの負担が少ない。また、近年の情報家電の発達により、外部からの家電操作の技術的な敷居は大きく下がってきている。

ユーザが協調省エネを利用するに当たっては、まずユーザは洗濯や食器洗いが仕上がってほしい終了希望時刻を協調省エネ家電に対して設定する。協調省エネ家電は終了希望時刻を協調省エネサーバにリクエストとして送信する。終了希望時刻を受け取ったサーバは、その他の家庭からのリクエストを踏まえ、ユーザの終了希望時刻を満たし、かつ効率の悪い発電設備による生産電力を減らせる時間帯に協調省エネの運転時間を割り当て、レスポンスとして協調省エネ家電に開始時刻を送信する。協調省エネ家電は開始時刻になると運転を開始する。

## 3. 電力生産・消費モデル

### 3.1 概要

協調省エネを含んだ電力生産・消費モデルを考えるに当たり、全国規模の電力供給システムにおける発電所、送電網、変電所、電力消費者を対象とする。実際のシステムでは、各発電所が発電した電力は送電網を通じて各変

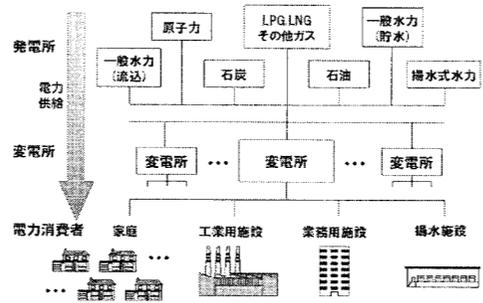


図2 電力生産・消費モデルの概要

電所に送電される。送電網は各変電所の消費電力の推移や発電所の生産電力や効率に応じて、動的にネットワーク構造を変化させる。発電所は電力消費者の消費電力の履歴や発電コストから生産電力量を決定する。本論文では、家電のタイムシフトによる揚水式発電の生産電力の削減に着目しているため、モデルを単純化するために送電網は扱わず、全発電所と全変電所が接続していると考ええる。また各発電所を電力生産主体とせず、発電所を発電種別ごとにまとめて、本モデルにおいては発電所は発電種別の異なる7つの発電所(=発電種別数)があると考ええる。ここでの7種類の発電種別とは、一般水力(流込式)、原子力、石炭火力、LNG火力、石油火力、一般水力(貯水式)、揚水式水力である。

原子力、石炭火力、LNG火力、石油火力はそれぞれの燃料から発生する熱エネルギーを利用して蒸気タービンを動かし発電する方式である。水力発電は発電用水車を水の力によって回転させて発電する方式である。一般水力(流込式)発電は、取水地点及び途中において水を蓄えない方式である。一般水力(貯水池)発電は、電力需要が少ない時間帯に出力を落として貯水し、電力需要が多い時間帯の発電運転に備える。揚水式発電は、上下二つの調整池を持ち、電力需要が少ない時間帯に下部調整池から上部調整池へ水を汲み上げておき、電力需要が多い時間帯に発電する方式である。

また、実際のシステムにおいて、変電所は電力消費者の数や種類によって供給する電力が大きく異なり、電力を供給する地区も動的に変化する。しかし、モデルの単純化のため、変電所ごとの消費電力の差異を考えず、電力を供給する地区も変動しないとす。ある一つの変電所を仮定し、それと同じ消費電力を持つ変電所が複数あると考え、(変電所数)×(ある変電所下の需要家の総消費電力)=(全国の総消費電力)とする。

電力消費者は、一般家庭、工場などの工業用施設、オフィス、店舗、病院等で用いられる業務用施設の三種類に分類される。さらに、夜間電力を利用して揚水をおこ

なう揚水施設が加わる。電力生産と消費の関係は、全発電所における家庭、工業用施設、業務用施設、揚水施設の消費電力の和と全発電所の生産電力の総和となる。本論文では家庭の消費電力に関してのみミクロレベルで扱う。業務用と工業用の消費電力に関しては、各施設の消費は問わず発電所レベルの消費電力のみを想定する。

以上のような発電所、変電所、電力消費者の関係をまとめると、Fig.2となる。

### 3.2 電力消費主体

#### 3.2.1 家庭

本論文では、一般家庭内の家電の利用時間をシフトさせた場合の消費電力削減の検証を目的としているため、家庭の消費電力に関してミクロレベルの記述をおこなう。

家庭 (household) の集合  $H = \{1, \dots, i, \dots, n\}$  とする。家電 (appliance) の集合  $A = \{1, \dots, j, \dots, 7\}$  とし、1から順に洗濯乾燥機、食器洗い乾燥機、冷蔵庫、テレビ、照明、空調、炊飯器とする。家電の利用に関して、0時から24時までの24時間を  $T$  個の時間帯に分割し、ある時間帯  $t$  での各家庭における家電の消費電力は一定とする。上記の定義を利用して、時間帯  $t$  における家庭  $i$  での家電  $j$  の消費電力 (power consumption) を  $pc_{ij}^H(t)$  とする。ある時間帯  $t$  での変電所下の全家庭の消費電力を  $PC^H(t)$  とする。

#### 3.2.2 業務用施設と工業用施設

業務用施設と工業用施設の消費電力に関しては、変電所レベルの消費電力を想定し、家庭の消費電力からは独立した静的な消費電力カーブを持つとする。ある時間帯  $t$  での変電所下の全業務用施設の消費電力を  $PC^B(t)$ 、全工業用施設の消費電力を  $PC^I(t)$  とする。

#### 3.2.3 揚水施設

揚水施設は発電所ごとにある施設ではなく、揚水式発電所と併設されているとする。家庭用、業務用、工業用消費電力からは独立した消費電力カーブを持つとする。ある時間帯  $t$  の揚水動力 (Pumping up) の消費電力を  $PC^P(t)$  とする。

### 3.3 電力生産主体

#### 3.3.1 発電所

発電所 (generating plant) の集合  $G = \{1, \dots, k, \dots, 7\}$  とし、1から順に発電種別の一般水力 (流水式)、原子力、石炭火力、LNG 火力、石油火力、一般水力 (貯水式)、揚水式水力を割り当てる。0時から24時までの24時間を  $T$  個の時間帯に分割し、ある時間帯  $t$  での各発電種別における生産電力は一定とする。上記の定義を利用して、時間帯  $t$  における発電種別  $k$  での生産電力 (power generation) を  $PG^k(t)$  とする。

#### 3.4 協調省エネ

昼間の揚水式発電による生産電力がある時間帯におい

て稼動している全ての洗濯乾燥機、食器洗い乾燥機の利用を夜間の揚水動力が使われている時間帯に移動し、揚水動力に使われている電力で洗濯乾燥機と食器洗い乾燥機を稼動させた場合を想定する。

協調省エネによる家電の利用時間の移動は以下のようにしておこなわれる。揚水式発電がおこなわれている時間帯を  $t_1$  とし、揚水動力に電力が使われている時間帯を  $t_2$  とする。家電  $j$  ( $j = 1, 2$ ) が利用されている場合 ( $pc_{ij}^H(t_1) > 0$ )、式 (1)、(2) が成り立てば、家電  $j$  の利用を時間帯  $t_1$  から時間帯  $t_2$  に移動する。

$$PG^k(t_1)/|T| - pc_{ij}^H(t_1) > 0 \quad (1)$$

$$PG^k(t_2)/|T| - \frac{pc_{ij}^H(t_1)}{\eta_1 \eta_2} > 0 \quad (2)$$

このとき、式 (1)、(2) において、 $|T|$  は変電所数、 $\eta_1$  は電力から揚水動力への変換効率、 $\eta_2$  は貯水の位置エネルギーから電力への変換効率を表している。ここでは変換効率  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  は  $\eta_1 = 0.8$ 、 $\eta_2 = 0.8$  とする。式 (1)、(2) は、時間帯  $t_1$  に家電  $j$  の消費電力が揚水式発電による電力で賄われていること、時間帯  $t_2$  に家電  $j$  の消費電力を揚水式発電で賄うために揚水動力を用いていることを表している。

家電  $j$  の利用を時間帯  $t_1$  から時間帯  $t_2$  に移動した場合、以下の式 (3)~(6) に示されるように時間帯  $t_1$ 、 $t_2$  の家庭用消費電力  $PC^H(t_1)$ 、 $PC^H(t_2)$ 、時間帯  $t_2$  の揚水用消費電力  $PC^P(t_2)$ 、時間帯  $t_1$  の揚水式発電の生産電力  $GP^T(t_1)$  を更新する。

$$PC^H(t_1) \leftarrow PC^H(t_1) - pc_{ij}^H(t_1) \quad (3)$$

$$PC^H(t_2) \leftarrow PC^H(t_2) + pc_{ij}^H(t_1) \quad (4)$$

$$PC^P(t_2) \leftarrow PC^P(t_2) + \frac{pc_{ij}^H(t_1)}{\eta_1 \eta_2} \quad (5)$$

$$PG^T(t_1)/|T| \leftarrow PG^T(t_1)/|T| - pc_{ij}^H(t_1) \quad (6)$$

家電  $j$  を移動させられる時間帯が複数ある場合は、家庭用、業務用、工業用、揚水用を含めた全体としての消費電力が大きい時間帯の方に移動させる。

## 4. 数値実験

0時から24時までの標準的な家庭の消費電力カーブに基づいて、協調省エネの効果を検証する。本論文の数値実験においては、変電所数は6,570、各変電所は20,000世帯に電気を供給していると仮定する [1]。

### 4.1 家庭、工業、業務の消費電力カーブの作成

#### 4.1.1 標準的な家庭の消費電力カーブの作成

7種類の家電 (洗濯乾燥機、食器洗い乾燥機、冷蔵庫、

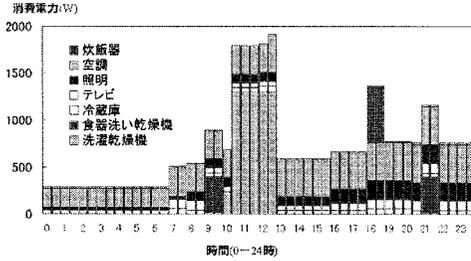


図3 標準的な家庭の消費電力カーブ

テレビ、照明、空調、炊飯器)の消費電力と利用時間を想定し、標準的な家庭の消費電力カーブを作成する。

本論文では、Fig.3で示される消費電力カーブを標準的な家庭の消費電力カーブとして用いる。家庭の消費電力に関しては、正確な実データが得られないため標準的な家庭における家電利用を想定し、Fig.3で示される家庭の消費電力のデータを作成し、数値実験に利用する。また、次に出てくる標準的な家庭の消費電力カーブから作成される実験用データ群(レプリカデータ)も実データに基づいているものではない。しかし、実データに基づいていない家庭の消費電力カーブであっても、実データがない現状において、比較的単純な電力生産・消費モデルを用いる限りでは協調省エネの効果の評価する指針の一つになりうると考える。今後、家庭における詳細な家電利用のデータが入手できれば、順次、それらを利用してモデルの精緻化や数値実験の精度向上を目指す。

#### 4.1.2 家庭の消費電力カーブのレプリカデータの作成

標準的な家庭の消費電力カーブに対して、i) 家電利用時間の移動、ii) 利用時間の時間的な縮小と拡大、iii) 家電の消費電力の縮小と拡大、といった操作を加えて、一変電所分の全家庭の消費電力カーブを作成する。また、各家庭における洗濯乾燥機の利用頻度は5日に1回、食器洗い乾燥機の利用頻度は5日に3回、炊飯器の利用頻度は2日に1回とする。そのため、家庭のレプリカデータにおいては、洗濯乾燥機は5世帯に1世帯、食器洗い乾燥機は5世帯に3世帯、炊飯器は2世帯に1世帯でのみ使われている。

また、時間帯ごとに各家庭の消費電力  $pc_{ij}^H(t)$  の総和が変電所一つ当たりの家庭用消費電力  $PC^H(t)$  となる。

#### 4.1.3 業務用、工業用施設の消費電力の算出

以下の関係式や生産電力と消費電力の比率のカーブを利用して、ある時間帯  $t$  での変電所下の業務用施設の消費電力  $PC^B(t)$  と工業用施設の消費電力  $PC^I(t)$  を算出する。

• 一日の家庭用、業務用、工業用の総消費電力量の比率が 2:5:3

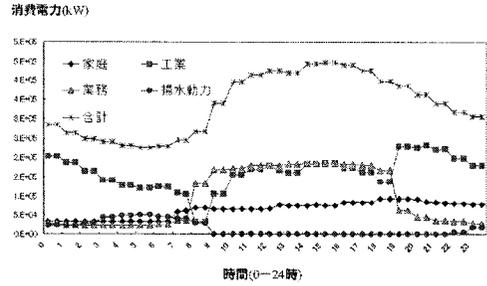


図4 協調省エネがない場合の消費電力カーブ

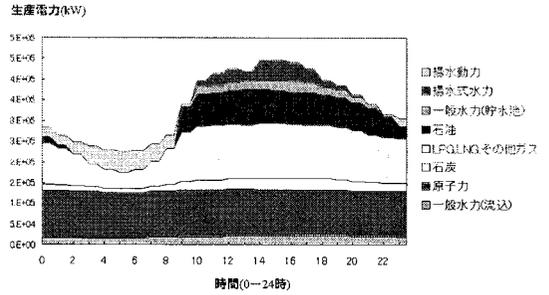


図5 協調省エネがない場合の発電種別毎の生産電力

$$\sum_0^T PC^H(t) : \sum_0^T PC^B(t) : \sum_0^T PC^I(t) = 2 : 5 : 3 \quad (7)$$

• 一日の業務用消費電力カーブ(ただし、各時間帯の消費電力の相対的な比率が分かるだけで消費電力量自体は不明) [3]

• 各時間帯の発電種別毎の生産電力比率(ただし、各時間帯の生産電力の相対的な比率が分かるだけで生産電力量自体は不明) [1]

以上の関係式から、Fig.4に示される業務用施設の消費電力と工業用施設の消費電力が算出される。

## 4.2 生産電力カーブの作成

### 4.2.1 発電種別毎の生産電力の算出

以下の関係式を利用して、発電種別毎の生産電力  $PG^k(t)$  を算出する。

• 揚水動力を除く一日の総生産電力量と家庭の総消費電力量の比率が 5:1

$$\sum_0^T \sum_1^T PG^k(t) : \sum_0^T PC^H(t) = 5 : 1 \quad (8)$$

• 一日の生産電力カーブ

• 各時間帯の発電種別毎の生産電力比率(ただし、各時間帯の生産電力の相対的な比率が分かるだけで生産電力量自体は不明) [1]

以上の関係式から、Fig.5に示される発電種別毎の生産電力が算出される。

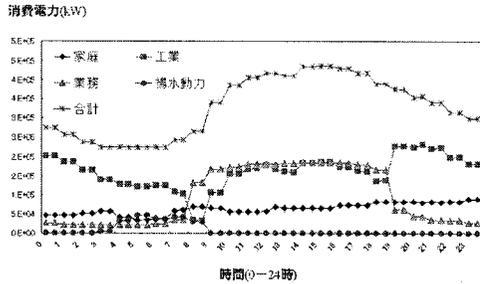


図 6 協調省エネがある場合の消費電力カーブ

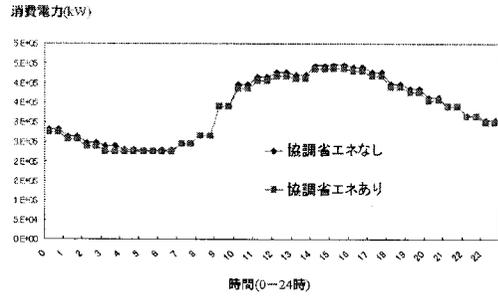


図 8 総消費電力の比較

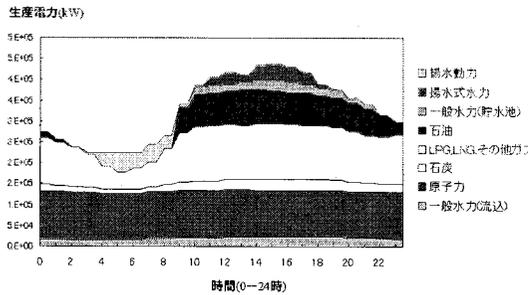


図 7 協調省エネがある場合の発電種別毎の生産電力

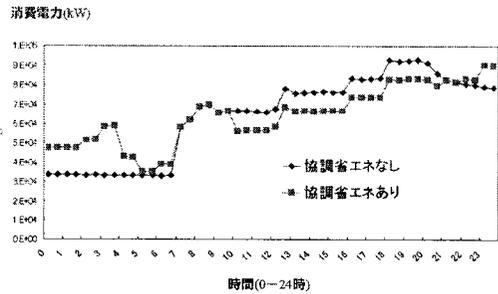


図 9 全変電所分の家庭用消費電力の比較

### 4.3 協調省エネの導入

前節までに算出した全家庭の消費電力カーブと全体の消費電力カーブと発電種別毎の生産電力カーブを用いて協調省エネの効果を検証する。協調省エネは日中に稼動していた家電を夜間に稼動させているが、ここでは日中を8時～21時とし、夜間は21時～8時とする。既に夜間に動かす予定となっている家電の運転時間を変更することはない。

前節で提案した協調省エネによる洗濯乾燥機と食器洗い乾燥機のタイムシフトを変電所下の全家庭に対しておこない、家庭の消費電力、揚水式発電の生産電力、揚水動力の消費電力がどのように変化したかを検証する。Fig.6, 7は協調省エネを導入した後の家庭用、業務用、工業用の消費電力と発電種別毎の生産電力を表している。

### 4.4 比較

Fig.8では、協調省エネがない場合とある場合の消費電力の総和を示している。グラフより、15時の消費電力のピーク時において、協調省エネがある場合の消費電力が協調省エネがない場合に比べて減少していることが分かる。

Fig.9では、協調省エネがない場合とある場合の家庭用消費電力を示している。グラフより、日中の消費電力が夜間21時～4時に移動していることが分かる。

Fig.10では、協調省エネがない場合とある場合の揚水

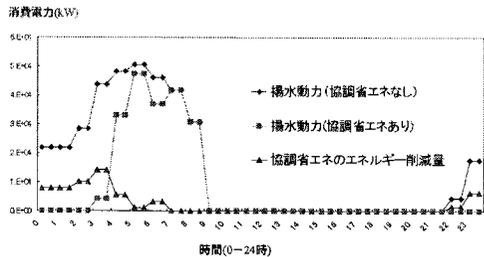


図 10 揚水動力の比較

動力と協調省エネによるエネルギー削減量を示している。グラフより、家電の稼動時間の移動に対応して揚水動力が減少し、主に0時～4時にエネルギーの削減量が多いことが分かる。

## 5. 考察

数値実験の結果、協調省エネの導入によって、i) ピーク時の消費電力の削減、ii) 総消費電力量の削減、が実現することを確認した。本節では、このピーク時の消費電力の削減と総消費電力の削減が実世界においてどれほどの規模の省エネルギーに相当するのかを検証する。

ピーク時の消費電力の削減に関しては、協調省エネがない場合:16,176,158kW、協調省エネがある場合:15,852,880kWであるので、式(9)を用いてピーク時

の消費電力の削減比率を求める。

$$\text{ピーク時の消費電力の削減比率} = 1 - \frac{\text{協調省エネがある場合のピーク時の消費電力}}{\text{協調省エネがない場合のピーク時の消費電力}} \quad (9)$$

式(9)を計算すると、ピーク時の消費電力の削減比率は2.0%になる。このピーク時の消費電力の削減比率が、どの程度であるかを東京電力管内のピーク時の消費電力が最大6000万kWであることを基に考える[2]。この場合の減少比率2.0%は、120万kWで100万世帯に相当する。さらに、100万世帯という世帯数は茨城県における平成17年度の全世帯数(105万世帯)に匹敵するものであるため、協調省エネを東京電力管内で用いれば、消費電力のピーク時に茨城県の全世帯が一斉に電気を消すということと同等の効果を持つ。

総消費電力量の削減に関しては、協調省エネがない場合の一日の総消費電力量:16,176,158kW、協調省エネによるエネルギー削減量:116,379kWであるため、式(10)を用いて総消費電力量の削減比率を求める。

$$\text{総消費電力量の削減比率} = 1 - \frac{\text{協調省エネによる消費電力量の削減量}}{\text{協調省エネがない場合の一日の総消費電力量}} \quad (10)$$

式(10)を計算すると、総消費電力量の削減比率は0.72%になる。この総消費電力量の減少比率が、どの程度であるかを東京電力管内の年間消費電力量が2900億kWh(2005年)であることを基に考える[2]。この場合の削減比率0.72%は、20.9億kWhで55.6万世帯の年間消費電力量に相当する(一世帯当たり年間消費電力量3740kWhである)。55.6万世帯という世帯数は青森県、長崎県における全世帯数(55.8万世帯、59.4万世帯)に匹敵するので、協調省エネを東京電力管内の規模で一年間用いれば、青森県か長崎県の全世帯が一年間電気を使わないということと同等の効果を持つ。

## 6. まとめ

本論文では、ピーク時に利用している効率の悪い発電種別の生産電力量を削減可能である協調省エネを提案した。また、協調省エネの効果を検証するために、電力の生産者として発電種別毎の発電所を定義し、電力の消費者として家庭、工業用施設、業務用施設、揚水施設を定義することで電力生産・消費モデルを構築した。協調省エネの導入によって協調省エネ家電の利用時間の変更がなされた結果、どの程度の省エネルギーが達成可能であるかを確認するために数値実験をおこなった。数値実験の結果を評価するために、協調省エネの導入によって実現した i) ピーク時の消費電力の削減比率と ii) 総消費電力量の削減比率が実世界ではどの程度の省エネルギーに

匹敵するのかを確認した。

今後の展開としては、季節や天候等によって異なる様々なエネルギー消費パターンに対して本手法を適用することにより、本研究で提案する協調省エネの手法の有効性を検証することが挙げられる。これはまた年間を通じた省エネ効果・二酸化炭素排出量削減の見積りにもつながる。またITシステムとして協調省エネを実現するための実装上の問題点、たとえばスケジューリングやサーバ負荷の評価ならびにネットワーク構造の設計などに取り組んでゆく予定である。

## 文 献

- [1] 数表でみる東京電力 平成18年度、東京電力株式会社。(2006)
- [2] 平成18年度 電力需給の概要 2005、経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部編。(2006)
- [3] 天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2005、日本工業出版。(2005)