

# 小中学校の省エネルギー対策とその効果検証

調査研究科 藤原 孝行

## 1 初めに

港区では、これまでも小中学校の省エネルギー対策を積極的に進めてきた。しかし、昨年の3月11日に発生した東日本大震災は、福島第一原子力発電所をはじめとした多数の発電所の機能を奪った。その結果、計画停電や夏季の電力制限などにより、多くの国民が対応に追われた。港区の学校でも、オール電化の学校を筆頭に節電対策（ピークカット、ピークシフト）を実施した。

本調査業務は、財団法人東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所が港区より受託し、港区教育委員会及び港区環境課を中心として進めてきた省エネルギー対策と調査結果について報告する。

## 2 港区立学校の現状と設備の実態

港区では「港区環境基本計画」を策定し、2020年までにCO<sub>2</sub>の1990年比25%削減を目標としている。区有施設の延べ床面積全体に占める幼稚園小中学校は、約40%を占めている。学校のエネルギー原単位についてみると、全国平均と比べてかなり高い原単位となっている。（図1、図2）

その要因は、空調完備や温水プールなど高度な教育環境であることがあげられる。

なお、区全体の学校エネルギー消費量が、省エネ法で定めている年間1,500KL（原単位換算）を大きく超えており、特定事業者となり、経済産業省に届け出が必要となっている。

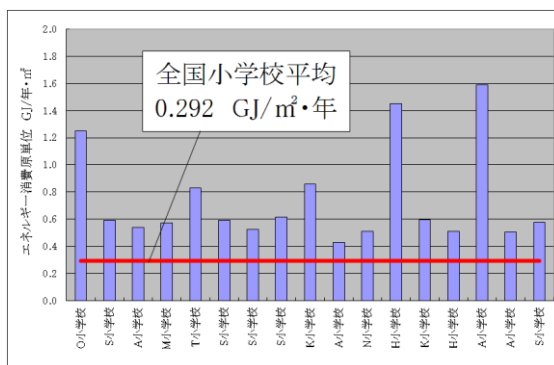


図1 港区小学校エネルギー消費原単位

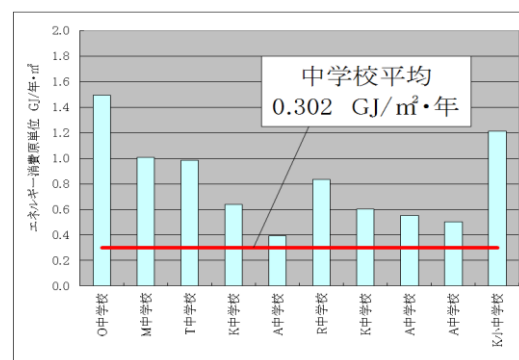


図2 港区中学校エネルギー消費原単位

## 3 港区立学校の省エネ・節電対策及び効果の推測

(1) 今年度の夏の節電対策（本方針は、当研究所が立案、港区が決定した）

### ① 節電の目標

- ・港区の学校の契約電力を一律マイナス15%に契約変更する
- ・デマンド計（使用電力に応じて警報を出す装置）を7校に設置し、三段階の警報レベルにより、節電対応を行う
- ・対応は、副校長先生が行うため、あらかじめプログラムをわかりやすくしておく

### ② 夏季学校緊急省エネルギー対策方針

- ・気温の低い朝は、外気導入で換気を行う
- ・空調機フィルター、厨房の排気フィルターを清掃する
- ・0A等を使用する場合は、極力、午前中の時間とする
- ・各教室、体育館の空調温度を28℃に設定する
- ・ホール等、授業に影響を及ぼさない空間の空調は停止する

- ・ 厨房の室温は学校給食衛生管理基準の 25℃とする
- ・ 電化厨房設備をもつ S 小学校、K 中学校については、節電方法を現場で別途協議する
- ・ 温水プールの水温、室温の設定は、外気に変動させるとともに、部活時や一般公開時などきめ細かな省エネを行う
- ・ 体育館の空調運転方法もきめ細かな省エネ運転を行う
- ・ 体育館の室温が 28℃以下の時は換気運転のみとする
- ・ 昼間は窓側の 1 列の照明を消灯する（基準は机上面で 500 ルクス）
- ・ エレベーターの停止

(2) 対策の効果と今後の対応

夏季対策の実施した結果を以下表 1 に示す。電気の使用量の削減率は、4 月から 10 月までの平均で約 28%、ガスの使用量の同期間平均で約 42%の削減となった。各校では、おおむね 20%～50%の省エネを達成した。

表 1 小中学校・幼稚園総計

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	平均
総計	2010年度電気使用量	994,705	923,522	1,126,229	1,348,601	1,162,996	1,310,343	1,152,467	
	2011年度電気使用量	721,537	651,711	801,535	983,413	768,718	923,674	962,064	
	削減率	-27.50%	-29.40%	-28.80%	-27.10%	-33.90%	-29.50%	-16.50%	-27.53%
	2010年度ガス使用量	105,268	85,023	76,364	137,099	137,255	124,950	114,157	
	2011年度ガス使用量	79,585	46,931	46,360	77,284	66,540	57,840	73,451	
	削減率	-24.40%	-44.80%	-39.30%	-43.60%	-51.50%	-53.70%	-35.70%	-41.86%

各校の延床面積とエネルギー消費量でみると、図 3 で示すように近似線より上の学校で省エネの工夫が必要となることが分かった。特に原単位の高いものについては今後の調査、改善によるエネルギー削減余地が大きいと考えられる

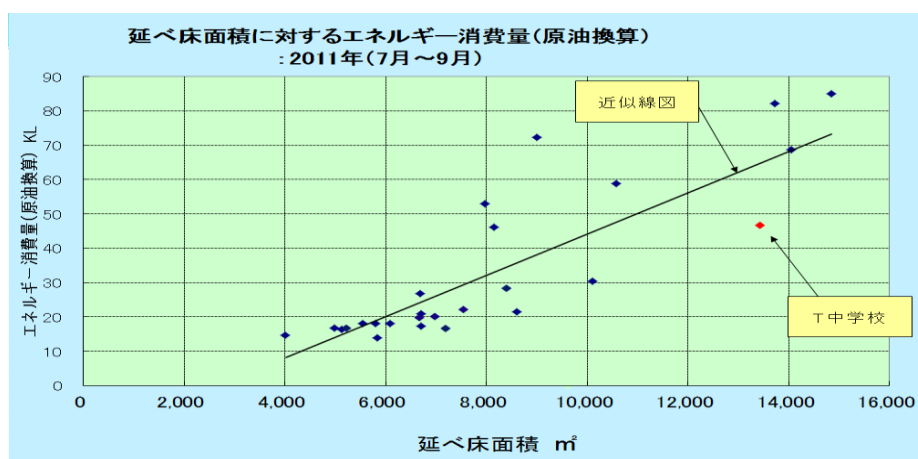


図 3 延べ床面積に対するエネルギー消費量(原油換算) 2011 年(7月～9月)

### (3) 港区立学校全体の省エネルギー効果（試算）

学校全体の削減効果については、表2に示すように全校の一次エネルギー量に、電気とガスの2011年度（対2010年度比）の区が想定している削減率をかけて、削減量を算出した。その結果、年間で約75,000,000円の削減額となった。

表2 2010年度全校エネルギー使用量と経費削減額

	電気		ガス	
	使用量	削減率	使用量	削減率
使用量	13,084,573 kWh/年	25 %	1,206,763 m <sup>3</sup> /年	10 %
削減量	3,271,143 kWh/年		120,676 m <sup>3</sup> /年	
概算単価	20 円/kWh		80 円/m <sup>3</sup>	
概算削減額	65,422,865 円/年		9,654,080 円/年	

## 4 港区立T中学校における省エネ対策実証

この調査研究の対象校T中学校は、港区が全校の省エネルギーを推進するためパイロット校として選定した。当研究所は、T中学校の各施設についての省エネルギーを進めるため調査対策を実施し、評価を行った。

### (1) 時間割と連動するスケジュール制御システム（スクールコントローラ）の実証

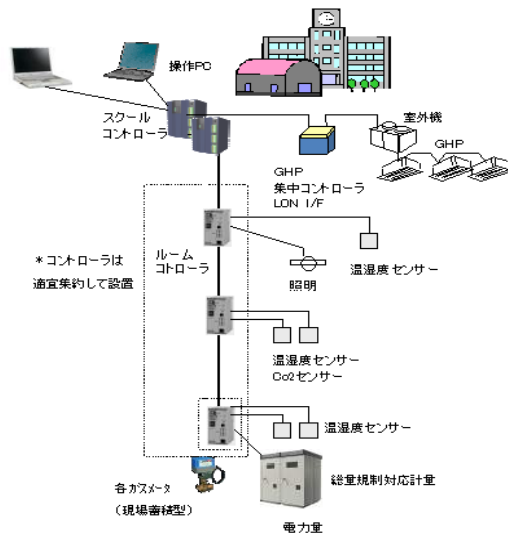


図4 スクールコントローラ構成図

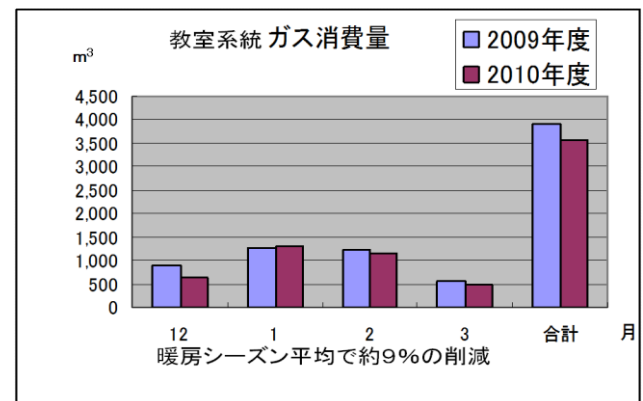


図5 教室系ガス消費量の比較グラフ

#### ① スクールコントローラの概要

- ・ 時間割をベースに教室の空調や照明を自動運転する
- ・ 運用管理を行うために学校版 BEMS（ビルエネルギー管理システム）としての機能をも持つ
- ・ 各教室に設置された、空調機、照明の状態を表示、温湿度センサ、CO<sub>2</sub>濃度センサなどで環境のモニタリング、使用電力の計測が行え、設定や運転の無駄を見つけることができる

#### ② スクールコントローラ導入の効果

スクールコントローラの運用により、冬季、教室の空調について9%の省エネ効果が得られた。

## (2) プールの省エネ実証

T 中学校のガス使用状況は、図7からわかるようにプールが一番でその次が体育館となっている。従って、この施設の省エネを進めることが全体の省エネになる。プールの設備では、プール水の加温とプール室内の暖房の省エネ対応を説明する。

まず、室内暖房設備について、外気取入れ量を少なくするため、CO<sub>2</sub> 制御を取り入れた。

改造と動作を図6に示す。

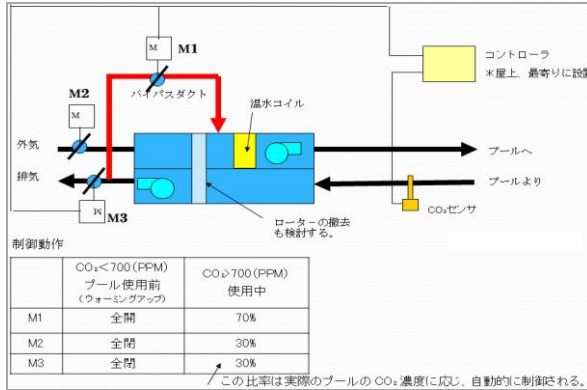


図6 プール用顕熱交換機改良と動作

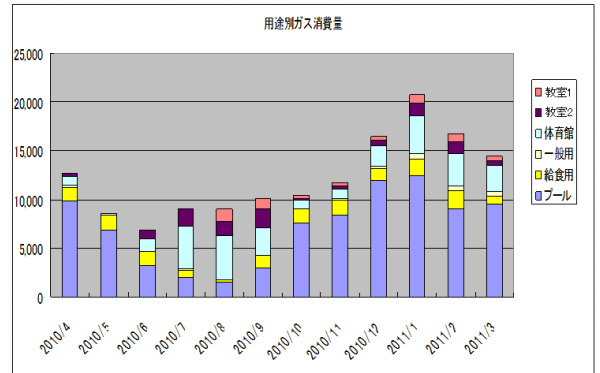


図7 用途別ガス消費量 (T 中学校)

次に、プールの加温については、運転を開始してからの昇温時間などを計測で得られた情報を基にし、プール水の加温パターンを変えることで省エネを図った。

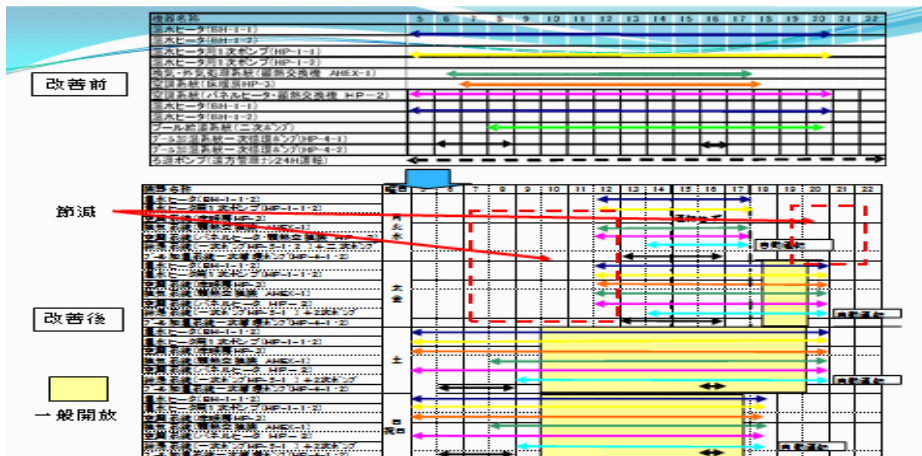


図8 プール系統運転状況 (T 中学校)

温水プールの対策結果では、2010年と2011年の1月から3月まで各年度の平均値のガス消費量平均で比較をすると、21%の削減となった。

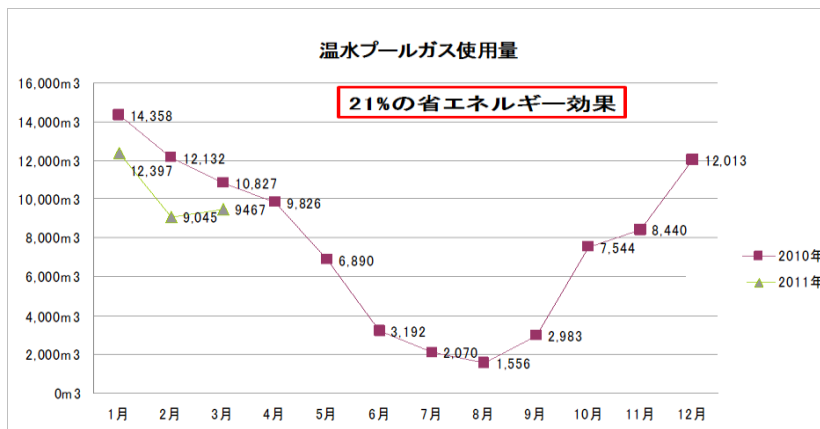


図9 温水プールガス使用量 (T 中学校)

### (3) 体育館の省エネ検討

体育館についてもプールと同様にCO<sub>2</sub>測定を行った結果、CO<sub>2</sub>制御を組み込むことが有効であることが分かった。図10のように改造することを提案した。

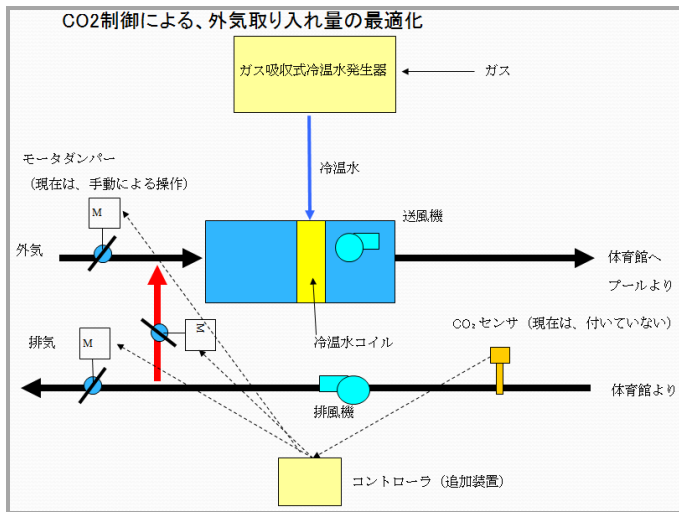


図10 体育館空調改善(案)

### (4) T中学校の総合評価

T中学校の総合評価としては以下ようになった

- ① スクールコントローラの運用により、冬季、教室の空調について9%の省エネ効果が得られた
- ② プールにおいて、21%の省エネ効果があった
- ③ 体育館についても、今後CO<sub>2</sub>制御導入による省エネルギー効果が期待できる
- ④ 平成21年度と平成22年度の2月、3月について学校全体のエネルギー使用量(東京電力、東京ガスの取引メータ)の比較を行った。その結果、電気では5%、ガスで8%の低減となっている

## 5 港区立学校全体の対策

今後の対策としては以下のことが考えられる。

### (1) 設備機器だけでなく建築物全体屋敷地を含めた省エネ対策

- ① 自然風の取入れ、屋上・壁面などの緑化中心としたパッシブシステムを取り入れる
  - ② 棟前植栽の有効活用
- (2) 先生の負担を少なくする省エネ対策
  - (3) 維持管理委託業者との密な連携が可能な組織体制の整備
  - (4) 設備更新時に、電気と都市ガスの検討を十分に行う
  - (5) 継続的な省エネ推進のためには、個別施設の管理指針が必要であり、作成を急ぐ必要がある

## 6 終わりに

港区での取り組みは、今年度は節電対策が中心となったが、継続的にはCO<sub>2</sub>削減のための省エネを推進していくことが求められる。

今後、港区の先進的で意欲的な取り組みを、広く23区はもとより都下の学校に広めていくことが大切である。

そして、東京の都市環境の改善に貢献し、次世代の子供たちが安心して暮らせる環境を創っていきたい。

## 用語説明

MJ、GJ : 熱量の単位で、メガジュール、ギガジュールと呼ぶ。GJはMJの1000倍。

BEMS : ビルディングエネルギー管理システムで、施設の省エネに役立つシステムとして期待されている。

デマンド計 : 契約電力量を超えないように、警報を出し使用者に節電を促す装置。