

小中学校の省エネルギー対策と その効果検証

2012. 1. 20

調査研究科 藤原孝行

発表の内容

1. 港区立学校の現状と設備の実態
2. 港区立学校の省エネルギー及び節電対策
3. 港区立T中学校における省エネルギー対策実証
4. 全校に対する今後の対策

1. 港区立学校の現状と 設備の実態

1. 港区立学校の現状と設備の実態

(1) 業務の目的

本業務は、当研究所が港区より受託し、実施方針の立案と結果評価を行った。

- 電力不足に伴う平成23年度の夏季の緊急節電対策の立案
- 区立学校全体のCO₂排出削減を推進するため、パイロット事業としてT中学校を対象に実態調査と省エネルギー対策の効果について調査した(平成22年から)

(2) 港区の目標

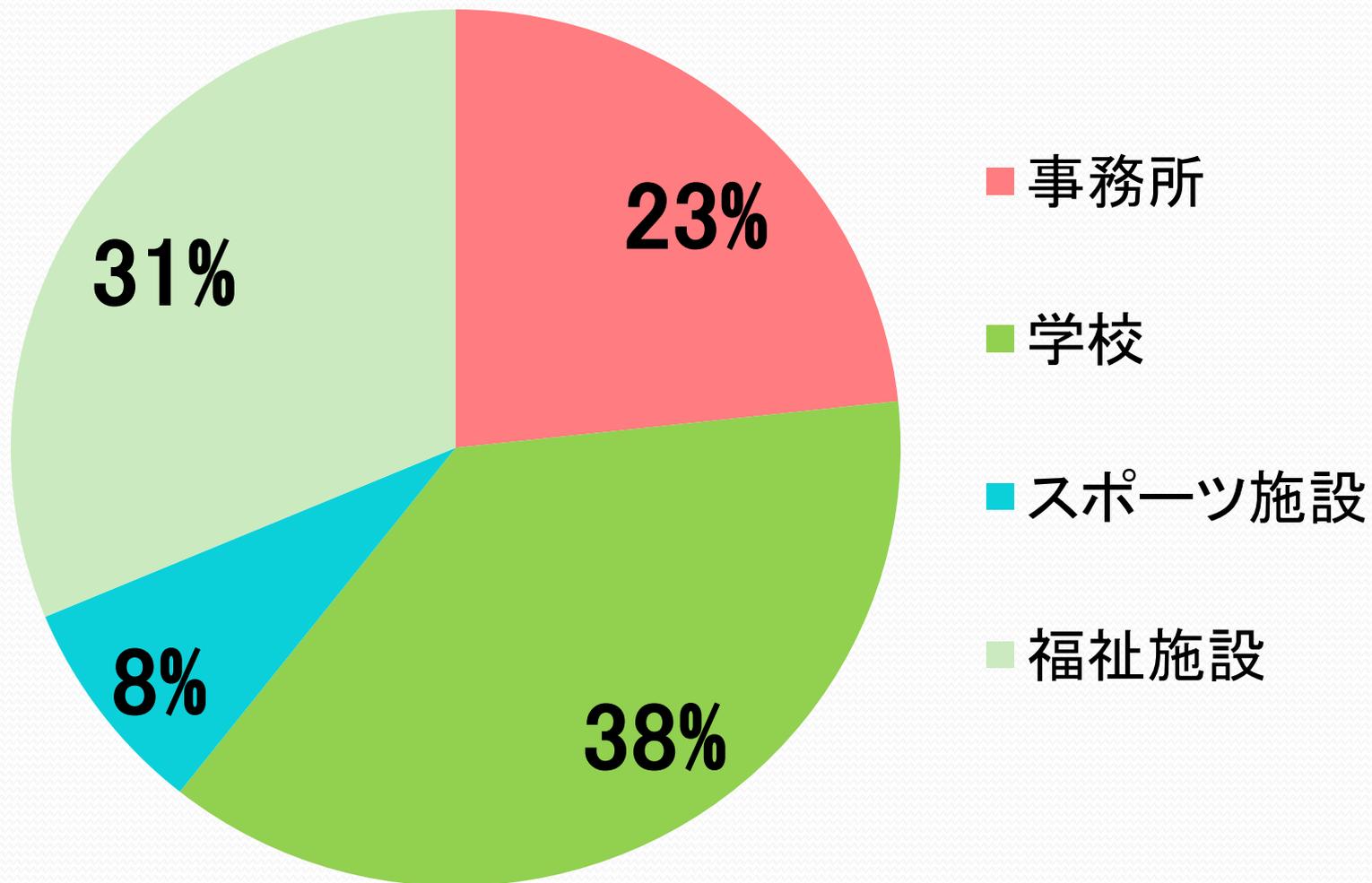
- 港区環境基本計画

中期目標 2020年までに1990年比

CO₂ -25%削減を目標

(港区有施設全体の延べ面積全体に占める幼小中学校の延べ床面積は約40%を占める)

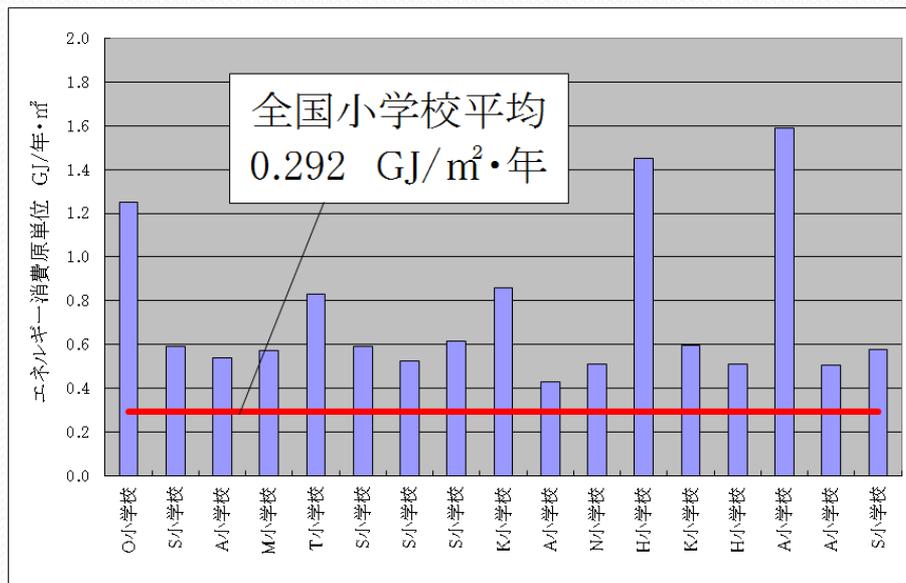
港区有施設契約電力用途別比率 (東京電力・高圧受電分)



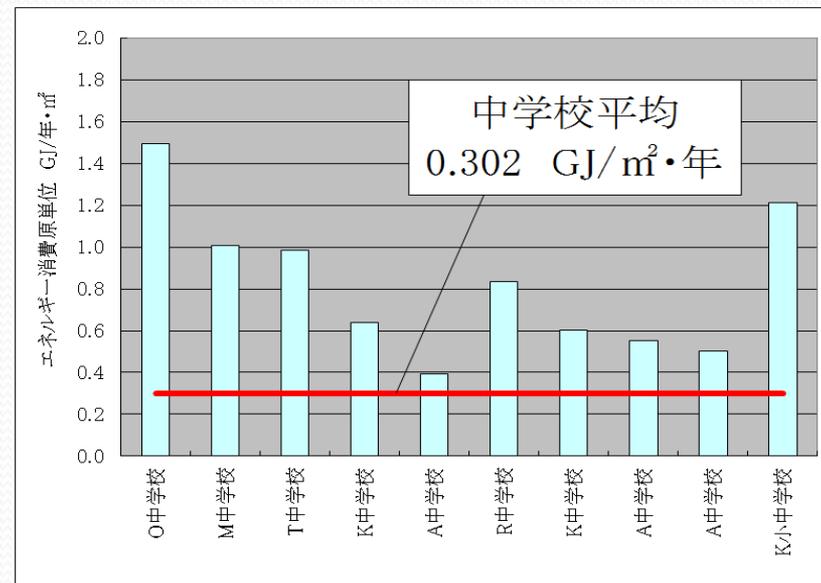
出展:港区

(3) 港区立学校の現状

小学校、中学校エネルギー消費原単位(2010年度実績)



小学校エネルギー消費原単位



中学校エネルギー消費原単位

■ 小学校、中学校とも冷暖房設備完備によりエネルギー消費原単位が平均より高い

※家庭のエネルギー消費原単位量は0.77GJ/㎡・年

(4) 設備の実態

設備概要一覧

施設名	設備	小学校	中学校
教室空調	熱源:電気	4	1
	熱源:ガス	15	9
プール	屋内プール(温水)	5	5
	屋外プール	14	5
体育館	冷暖房設備:有り	7	6
	冷暖房設備:無し	12	4

- 教室の空調はガスヒートポンプの採用が多い。
- 屋内プールは一般開放している学校もある。
- 体育館の冷暖房設備は約半数に設置されている。

2. 港区立学校の省エネルギー 及び節電対策

2.港区立学校の省エネルギー及び節電対策

(1) 2011年の夏季の節電対策

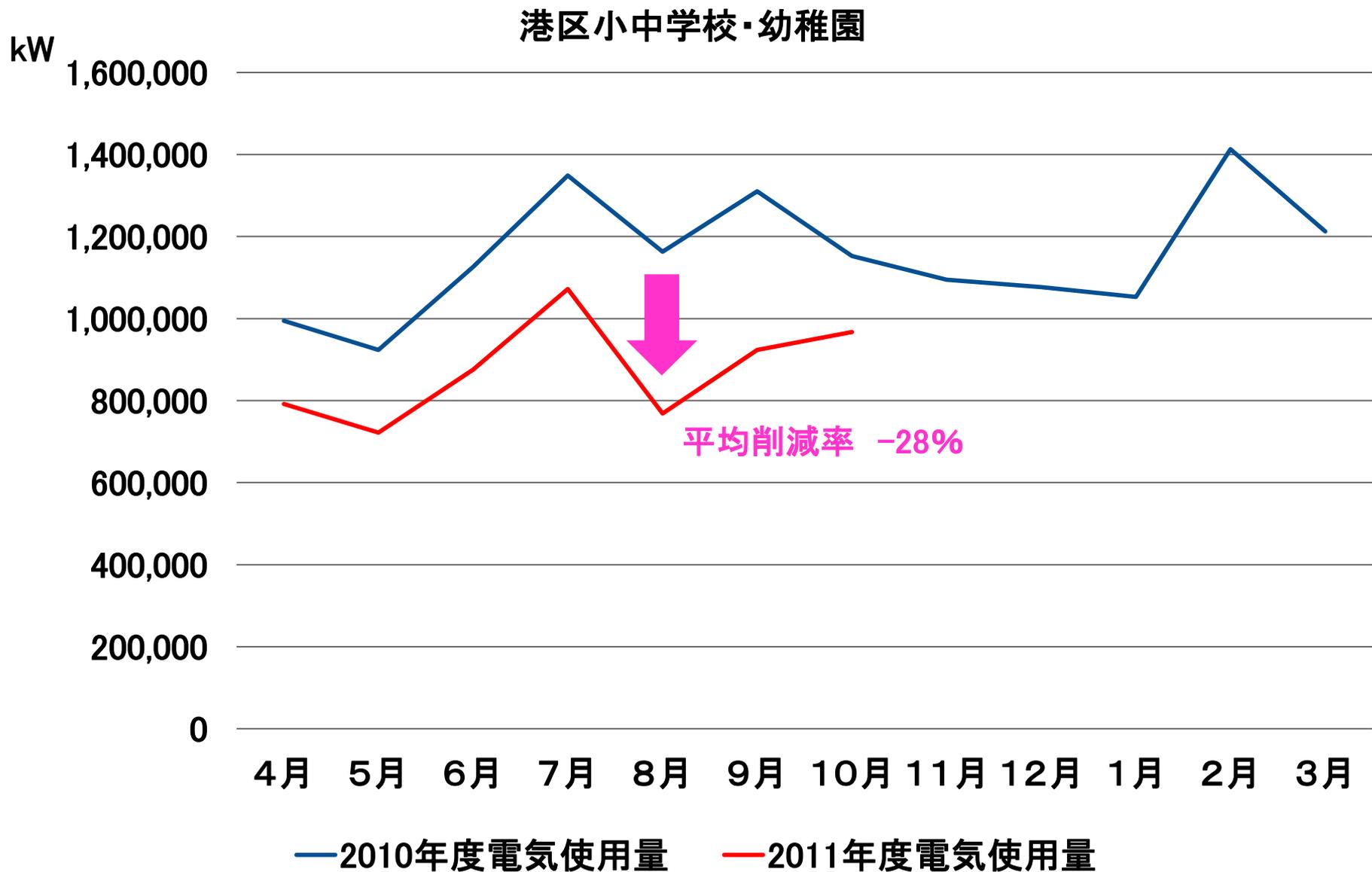
- 港区の学校の契約電力を一率－15%に契約変更した
- デマンド計(使用電力に応じて警報を出す装置)を7校に設置した
三段階の警報レベルを設定し節電対応を行なった
- 警報の対応は、あらかじめ分かりやすいプログラムを作り副校長先生が対応した

(2) 夏季学校緊急省エネルギー対策方針

本方針は、当研究所が立案、港区が決定した

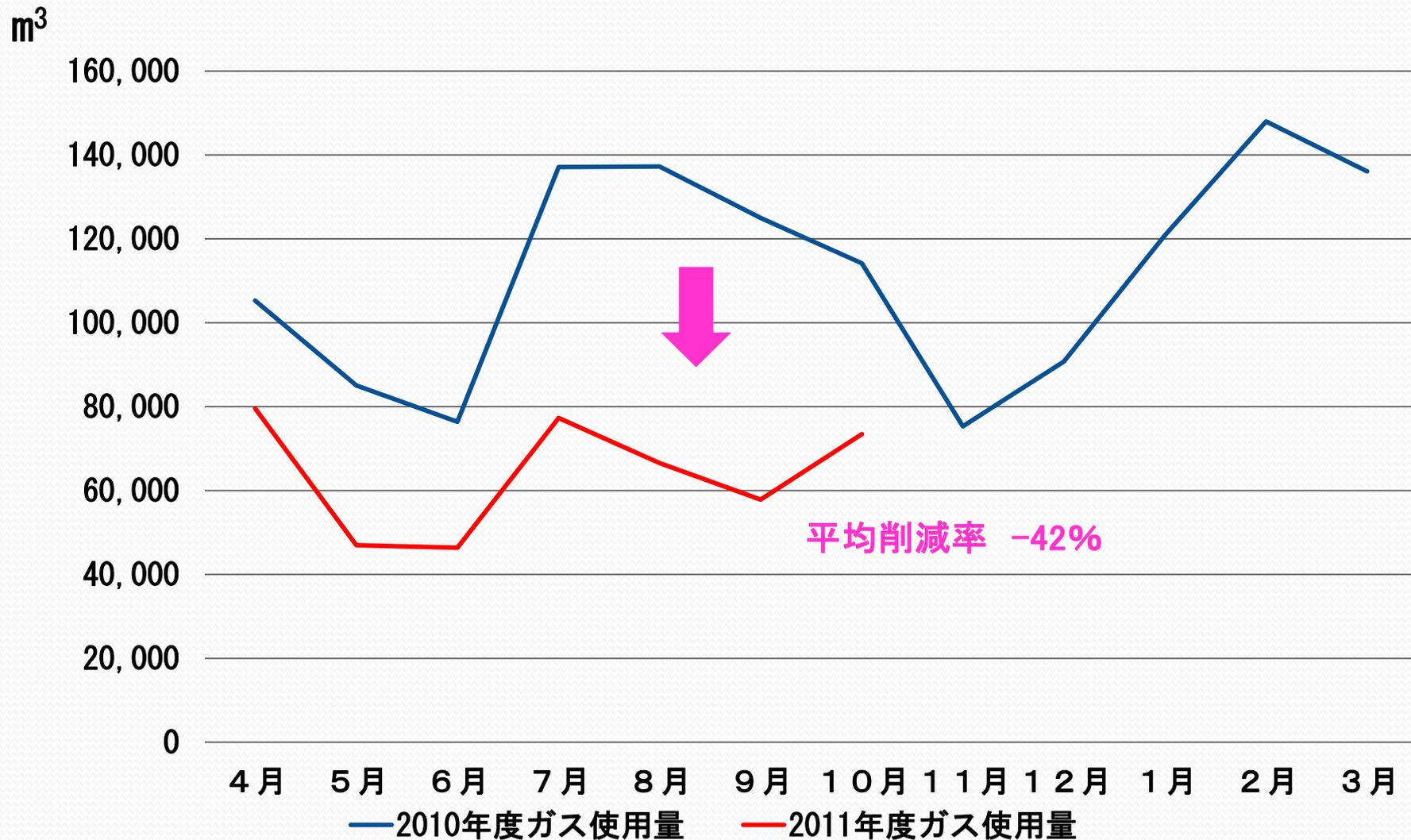
1. 気温の低い朝は、外気導入で換気を行う
2. 空調機フィルター、厨房の排気フィルターを清掃する
3. OA等を使用する場合は、極力、午前中の時間とする
4. 各教室、体育館の空調温度を28℃に設定する
5. 昼間は窓側の1列の照明を消灯する（基準は机上面で500ルクス）
6. ホール等、授業に影響を及ぼさない空間の空調は停止する
7. 厨房の室温は学校給食衛生管理基準の25℃とする
8. 電化厨房設備の2校については、節電方法を別途協議する
9. 温水プールの水温、室温の設定は、きめ細かな運用を行う
10. 体育館の空調運転方法もきめ細かな運用を行う
11. 体育館の室温が28℃以下の時は換気運転のみとする
12. エレベーターを原則停止

(3) 電気使用量推移



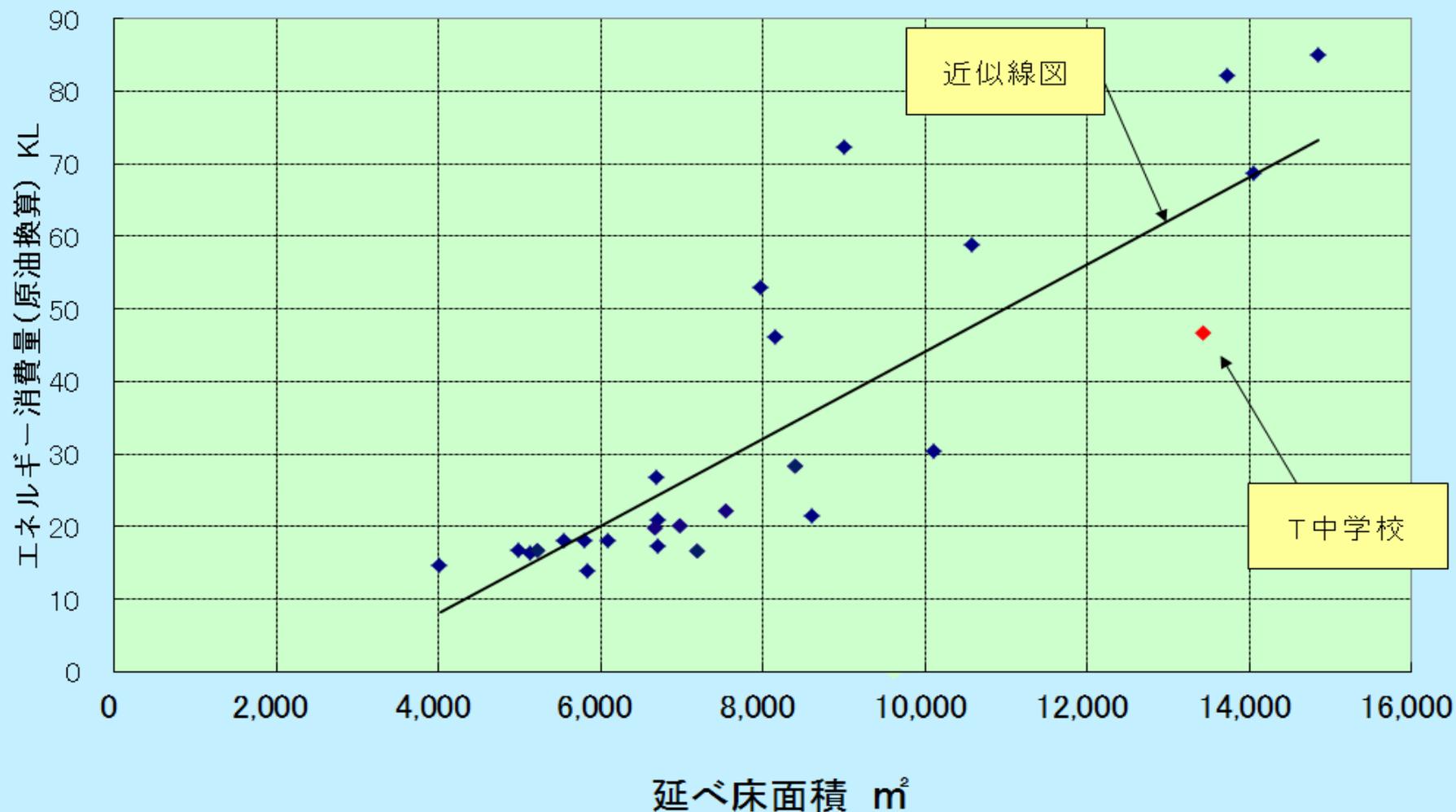
(4) 都市ガス使用量推移

港区小中学校・幼稚園



(5) 延べ床面積に対するエネルギー消費量(原油換算)

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)



(6) 夏期の省エネルギー状況の評価

- 各校とも、おおむね20%～50%の省エネルギーを達成している
- 原単位の高いものについては、今後の調査で改善によるエネルギー削減余地が大きいと考えられる

(7) 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、下表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。

表5 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	1,206,763	m ³ /年
削減率	25	%	10	%
削減量	3,271,143	kWh/年	120,676	m ³ /年
概算単価	20	円/kWh	80	円/m ³
概算削減額	65,422,865	円/年	9,654,080	円/年

3. 港区立T中学校における 省エネルギー対策実証

3. 港区立T中学校における省エネルギー対策実証

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中学校全体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ー)

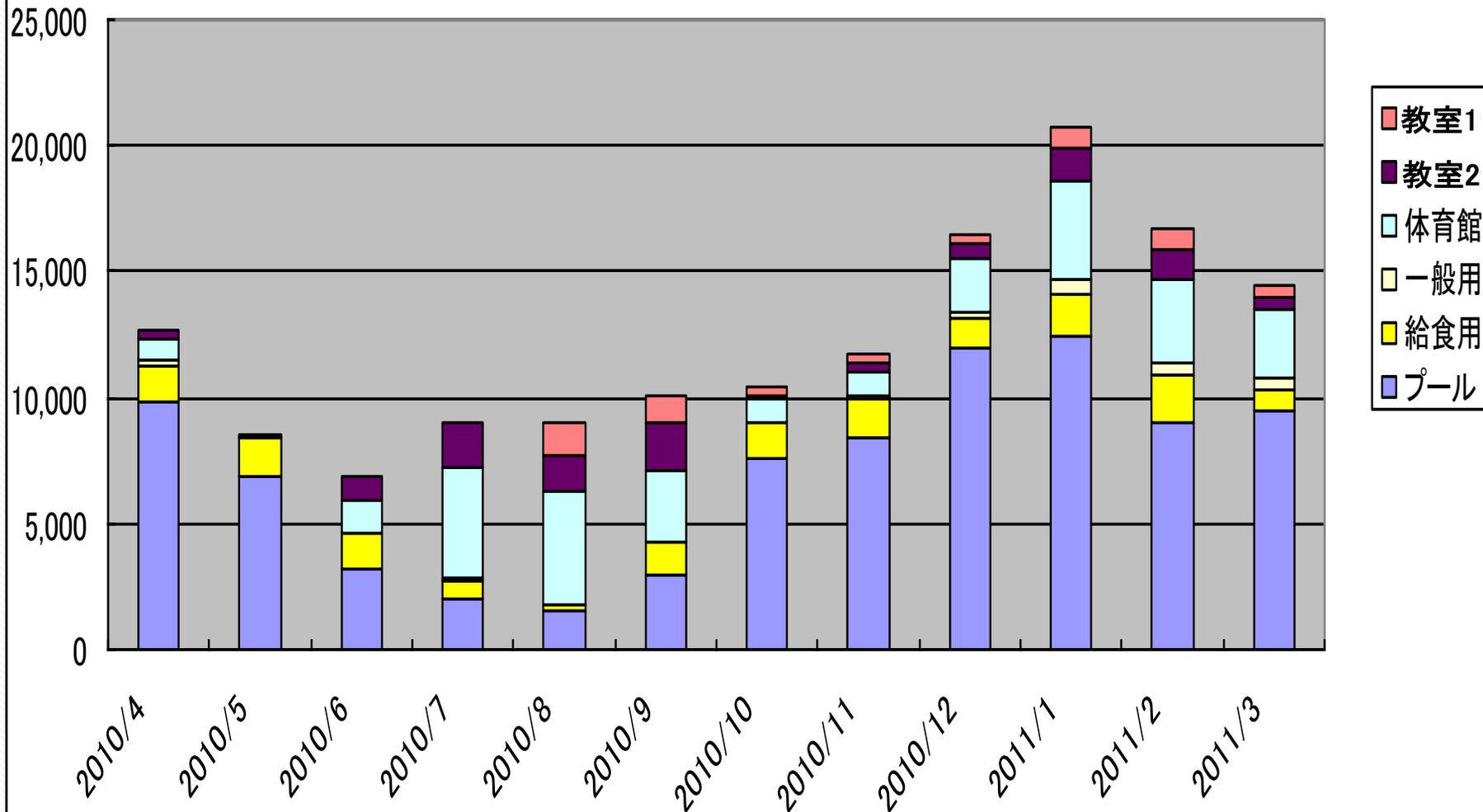
時間割で空調、照明を入切を行う省エネの実証

(2) T中学校プールの省エネルギー実証

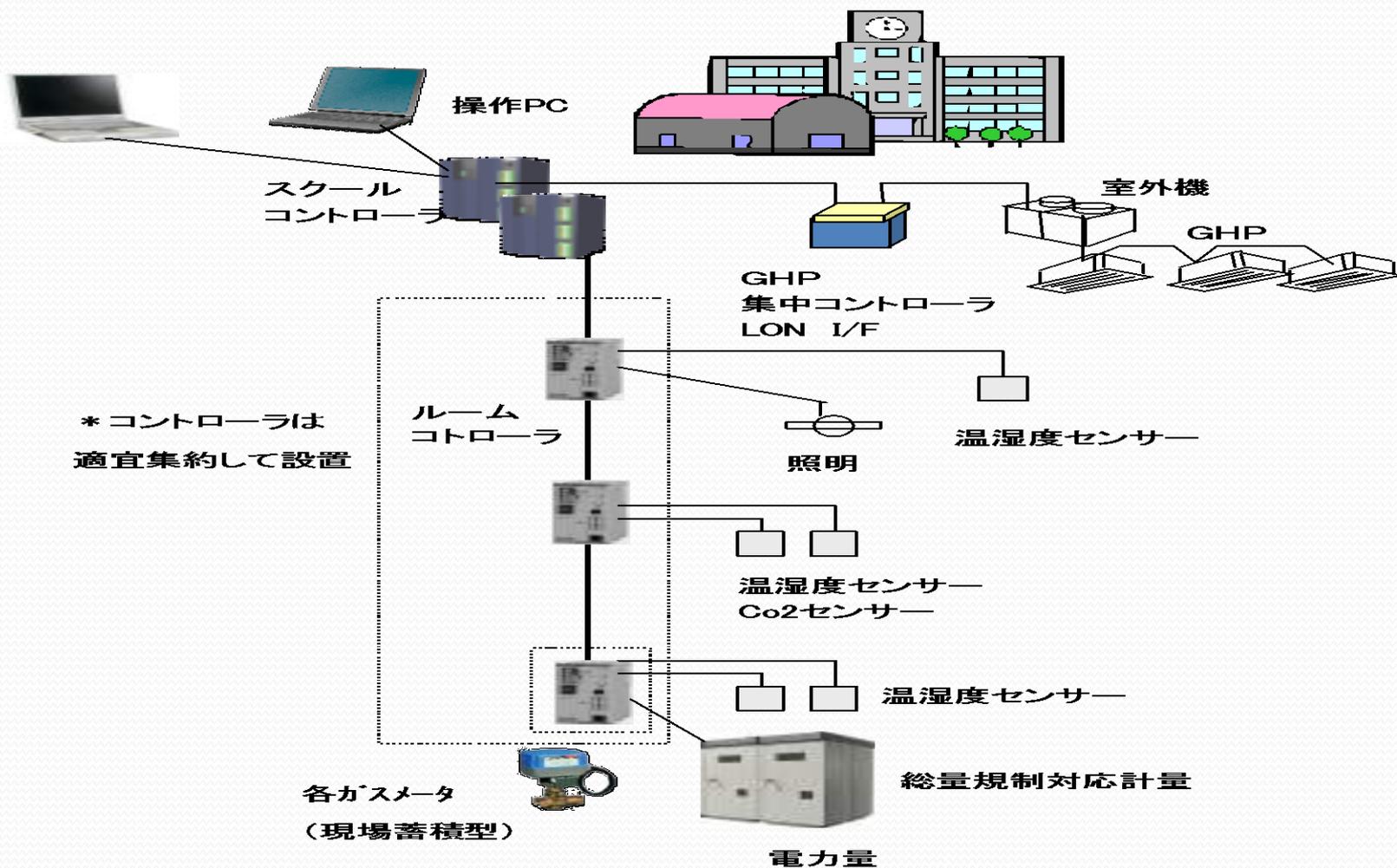
(3) 体育館の省エネルギー検討

(1)-① T中学校のガス消費実態(2010年度実績)

用途別ガス使用量

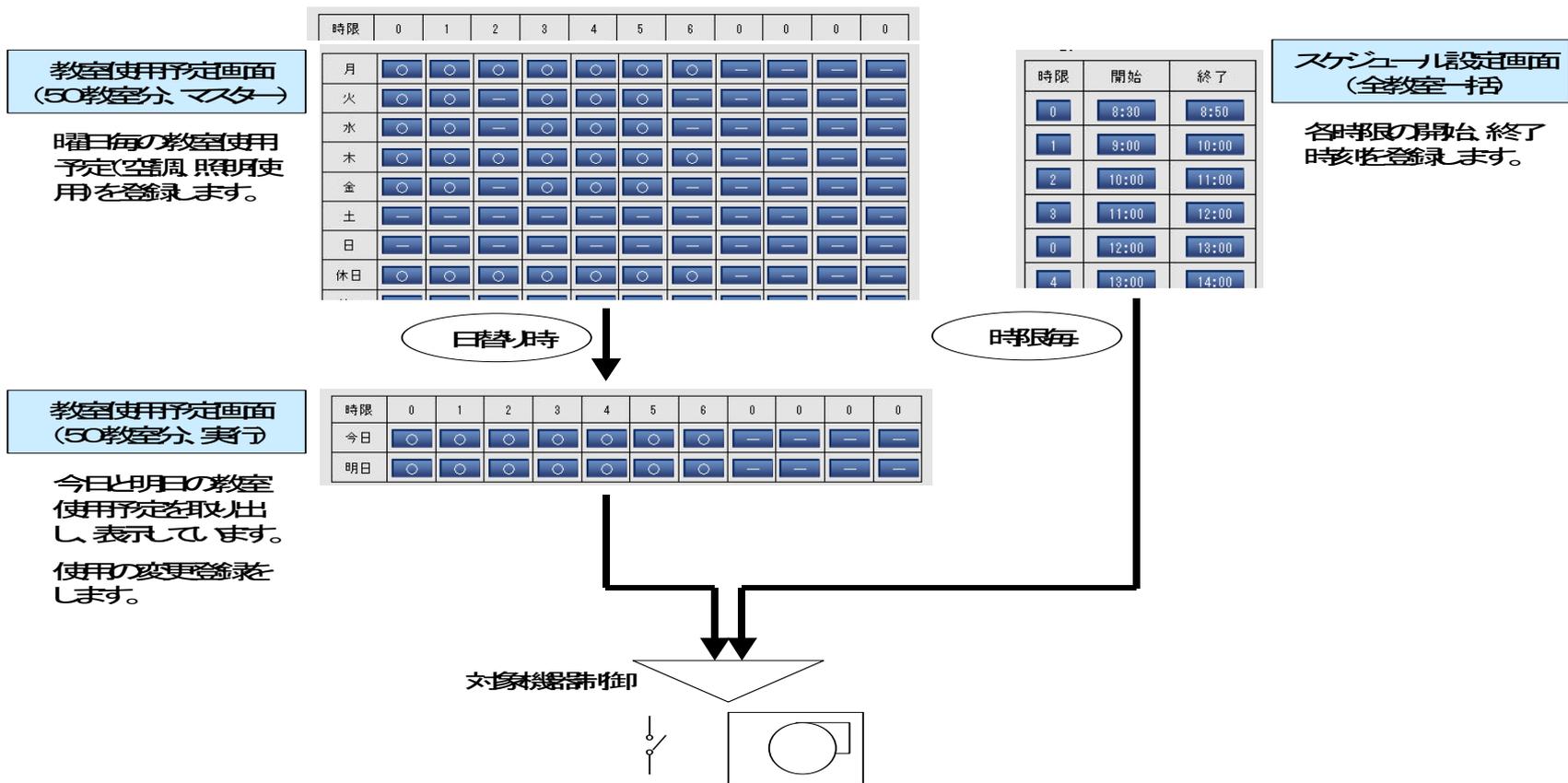


(1)-② T中学校スクールコントローラのシステム構成

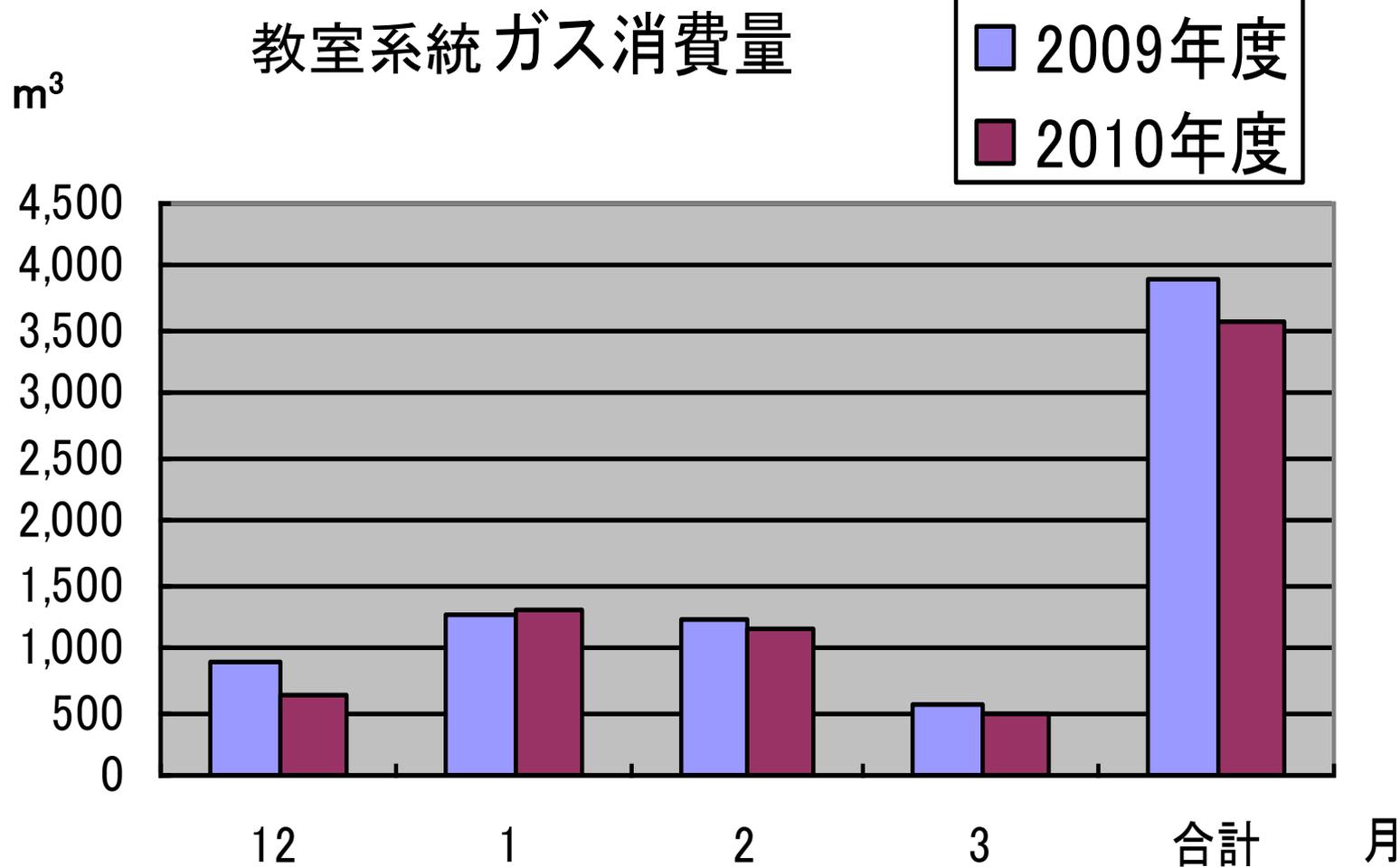


(1)-③ T中学校スクールコントロールの概要

- 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、CO₂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



(1)-④ T中学校教室系統冬季ガス消費量



暖房シーズン平均で約9%の削減

(1)-⑤ T中学校におけるスクールコントローラの今後の課題

➤学校の運用に合わせた使いやすい機能への改良

- 本プロジェクトの運用段階で、時間割は2パターン、短縮授業が行われることも分かった。
- しかし、本プロジェクトで導入したスクールコントローラの時
間割は1パターンで、短縮授業にも対応していなかった。そのた
め、こまめに授業の変更をするには先生の負担が生じていた。
- そこで、より効果を高めるには、学校の実情に適合した
先生への負担の少ない改善が必要である。

(2) T中学校プールの省エネルギー実証

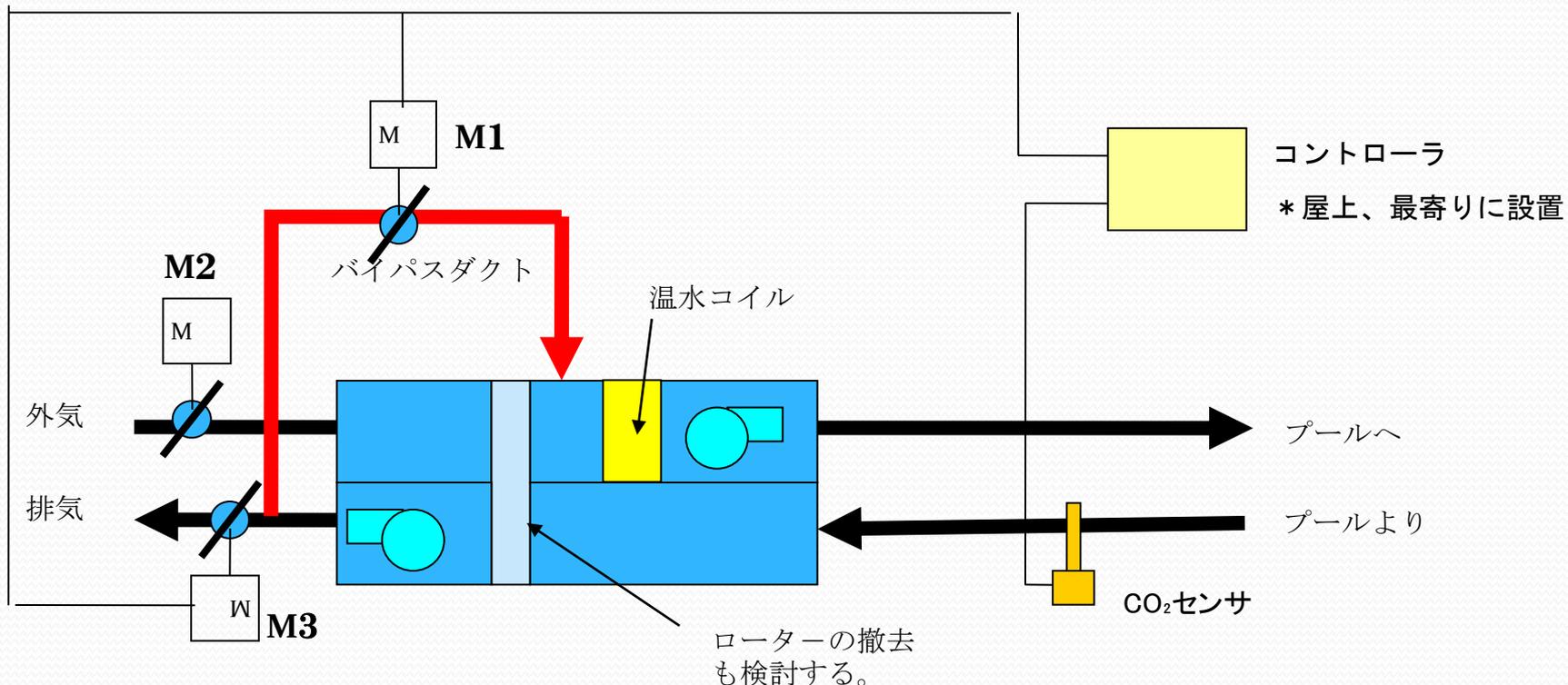
① プール室内暖房負荷の低減策

- 冬期外気量の最適化
- ウォーミングアップ時は外気量 = 0 と CO₂ 制御

② プール水負荷の低減策

- 運転時間の最適化
- 利用状況に応じ、運転立ち上がり必要時間を計算し、運転する

(2)-③ T中学校プール暖房用顕熱交換機の改良



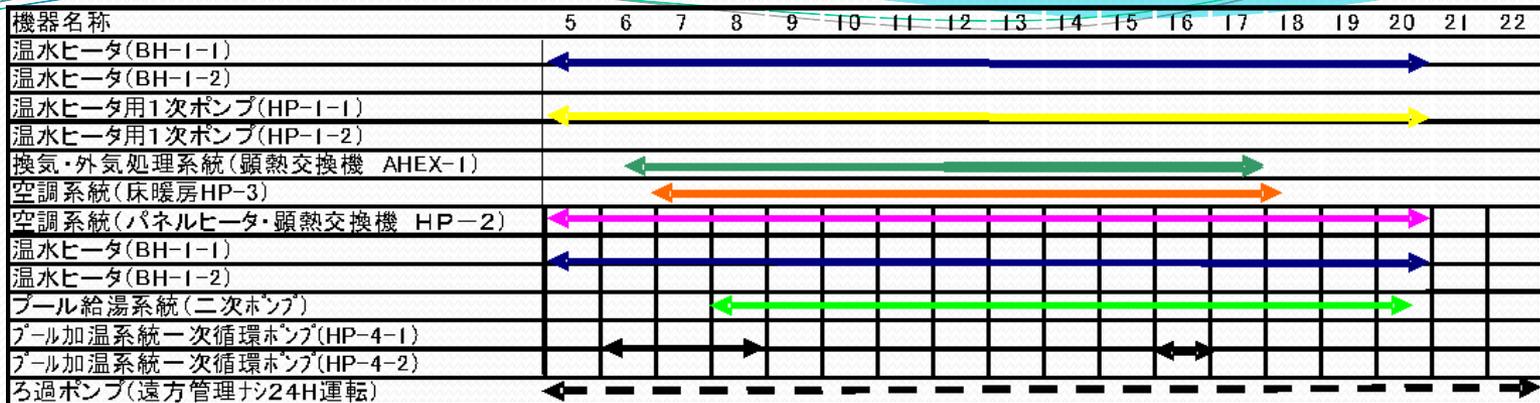
制御動作

	CO ₂ <700 (PPM) プール使用前 (ウォーミングアップ)	CO ₂ >700 (PPM) 使用中
M1	全開	70%
M2	全閉	30%
M3	全閉	30%

この比率は実際のプールのCO₂濃度に応じ、自動的に制御される。 24

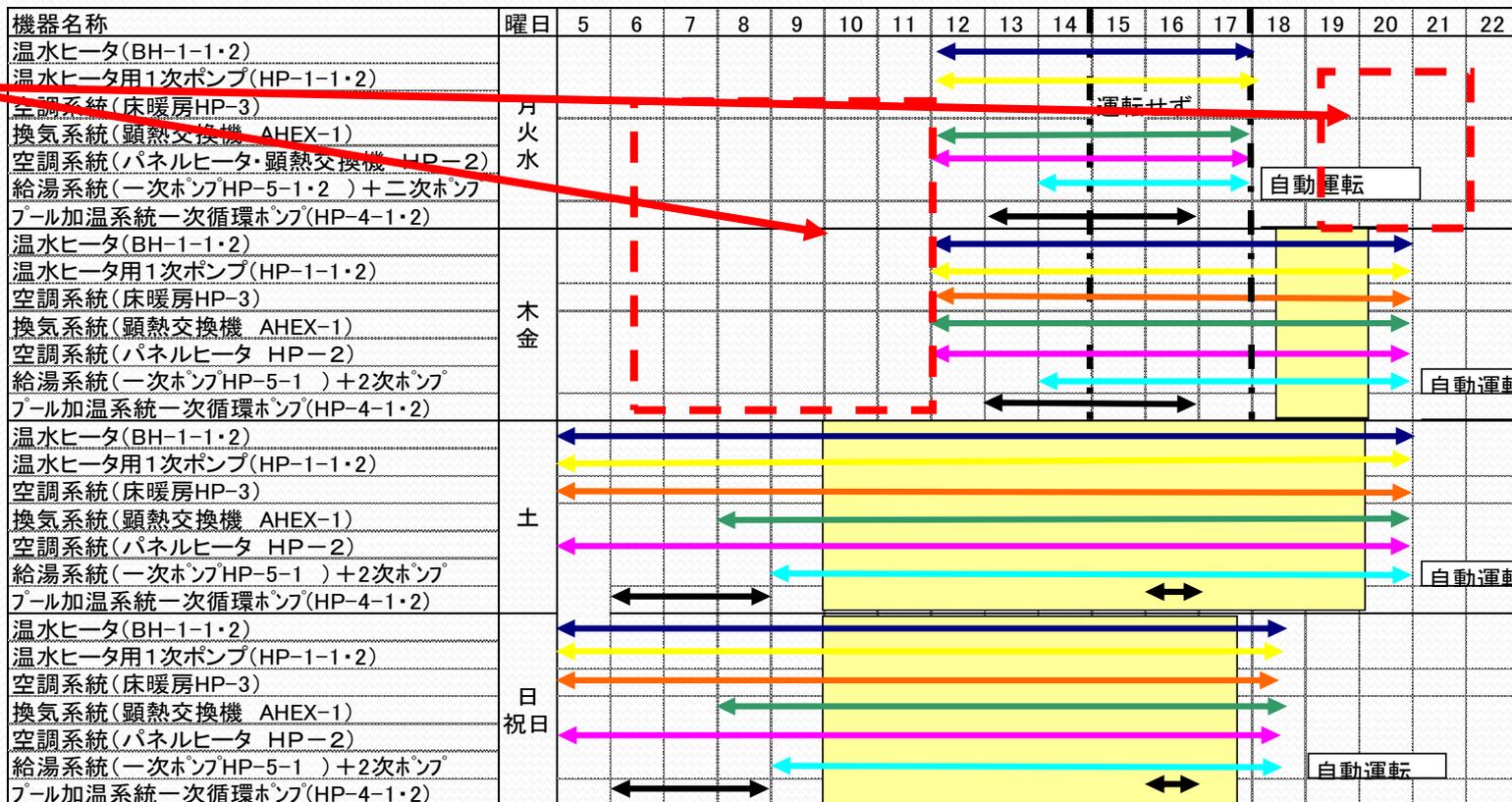
(2)-⑤ T中学校のプール運営スケジュール

改善前



節減

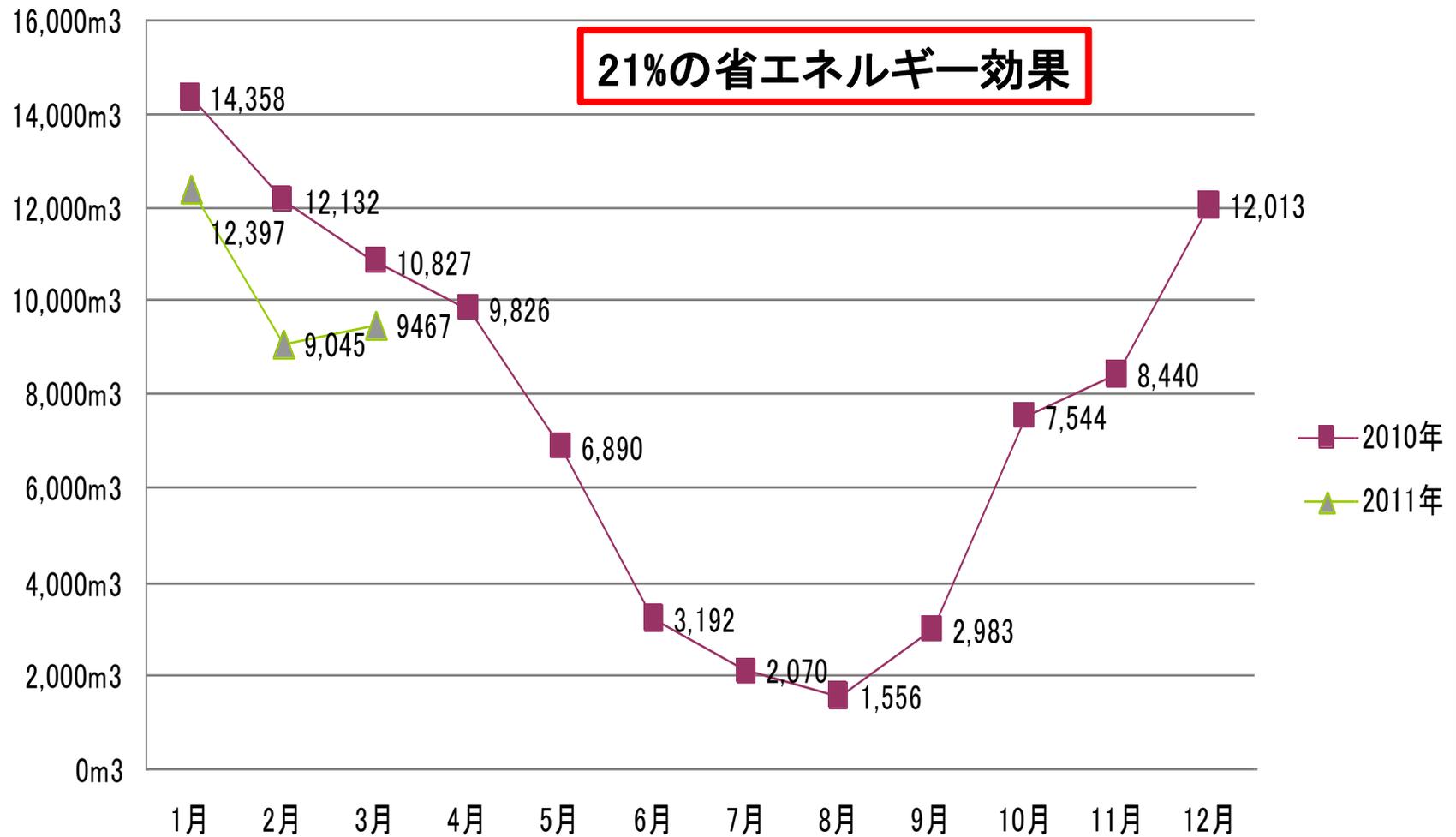
改善後



一般開放

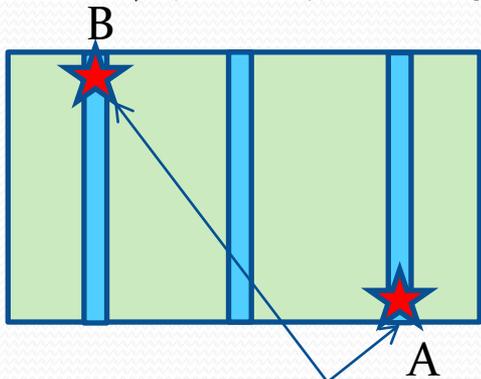
(2)-⑥ T中学校温水プールのガス使用量

温水プールガス使用量



(2)-⑦T中学校プールの更なる省エネルギー

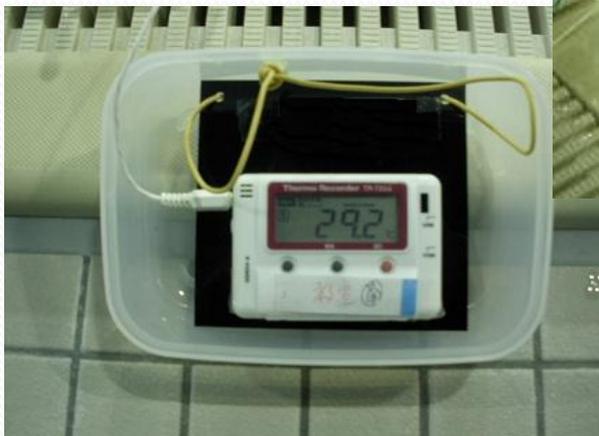
プール表面の熱ロス低減のため水温の放熱特性の測定



平面図

温度計設置箇所

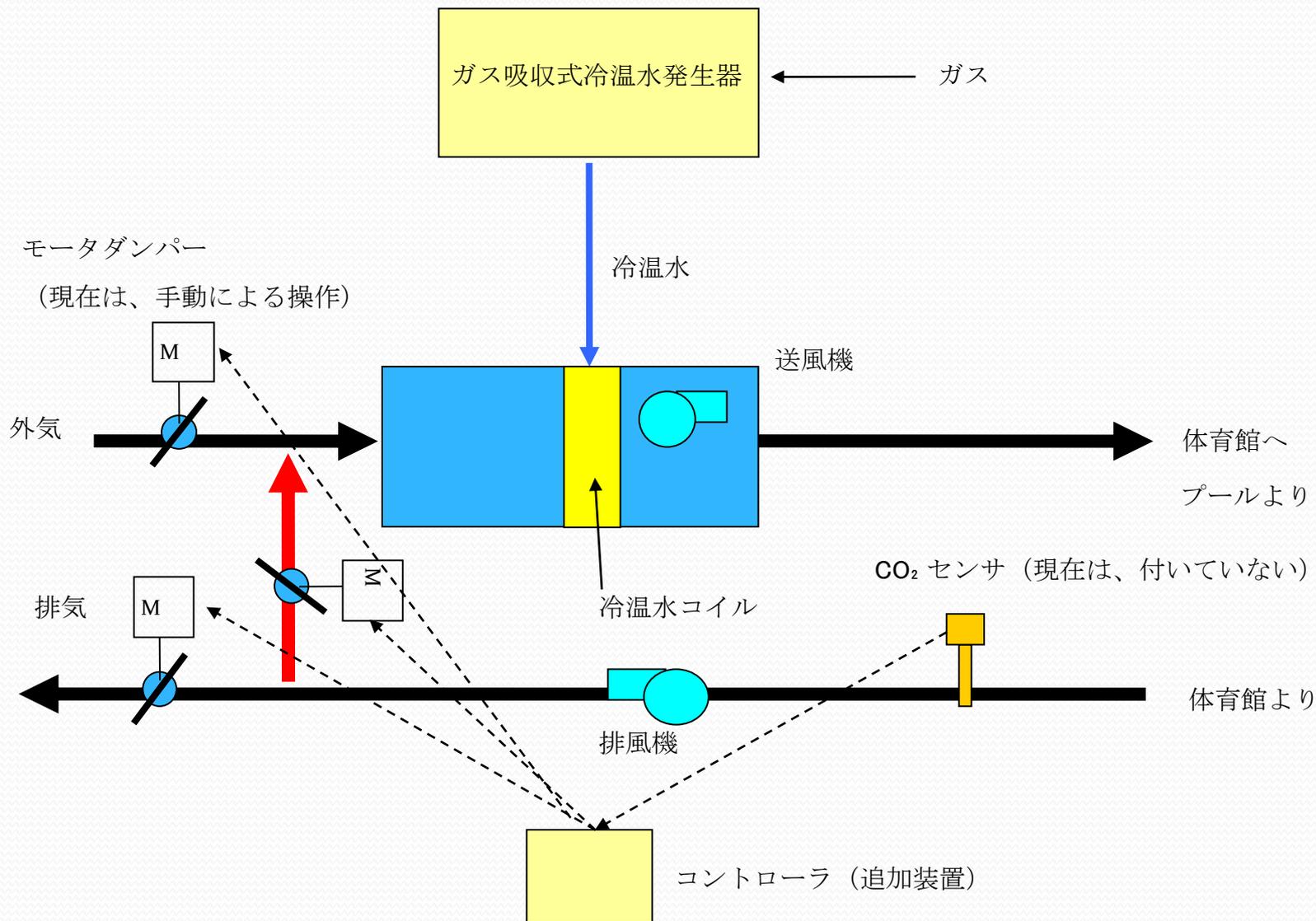
プール断面方向は、表面と水深70cmの温度を計測



(3) 体育館の省エネルギー検討

① 体育館空調改善(案)

CO₂制御による、外気取り入れ量の最適化



(3)-② 港区立T中学校の省エネルギー検討

- 体育館も冷暖房を行っており、空調負荷において大きな比重を占める外気負荷低減のため、CO₂ 制御を行う。
- 中間期、夏期は夜間、換気運転による冷却を行う。そのため、ダクトサイズを増大し、外気量を増大できないか検討する。

(3)－③ 港区立T中学校の学校全体のエネルギー比較

種別	月	平成21年度	平成22年度	対前年比
電気使用量	2月	49,764 KWH	48,516 KWH	97%
	3月	64,392 KWH	60,204 KWH	93%
	合計	114,156 KWH	108,720 KWH	<u>95%</u>
ガス使用量	2月	21,463 m ³	20,788 m ³	97%
	3月	19,462 m ³	16,710 m ³	86%
	合計	40,925 m ³	37,498 m ³	<u>92%</u>

(3)-④ 港区立T中学校の総合評価

- 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%の省エネルギー効果が得られた。
- プールにおいては、21%の省エネルギー効果があった。
- 今後、体育館のCO₂ 制御も省エネルギー効果が期待できる。
- 2010年と2011年の2月、3月についてT中学校全体のエネルギー使用量の比較を行った。
その結果、電気で5%、ガスで8%の低減となった。

4.全校に対する今後の対策

4. 全校に対する今後の対策

- 設備機器だけでなく建築物全体や敷地を含めた省エネルギー対策
 - ◆ 自然風の取り入れ、屋上・壁面などの緑化
 - ◆ 棟前植栽の有効活用
- 先生の負担を少なくする省エネルギー対策
- 維持管理委託業者との密な連携が可能な委託方法と管理組織体制の整備が必要
- 設備更新時に、空調システムの選定にあたって、電気と都市ガスのバランス検討を十分に行う
- 継続的な省エネルギー推進のためには、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