建築物の省エネルギー対策

―都立高校における夏期実測の報告―

調査研究科
藤　原　孝　行

背景と目的

□カーボンマイナス東京10年プロジェクトの推進

2020年までに2000年比２５％CO2排出削減

□省エネ東京仕様2007の策定

建築施設の省エネ仕様の推進

□高等学校の冷暖房化の進展

2008年3月までに全校で大半の教室（特別教室を除く）及び諸室の冷暖房化が完成

■学校の省エネ推進のために、高断熱仕様、太陽光発電設置など、環境改善対策を施した既存校の実態を調査・評価を行い、今後の対策に役立てる必要がある。（５校について計測/評価を行う）

発表内容

今回の発表は、夏期の集中計測結果について報告する

① 校舎の断熱対策計測結果
（屋上外断熱、壁面外断熱、高反射率塗料施工）

② 窓ガラスの遮熱対策計測結果
（遮蔽フィルム、複層ガラス仕様の比較データ）

③ 異なるタイプ、異なる設置角度の太陽光発電パネルの発電計測結果

④　スケジュール制御の空調省エネ効果測定
（スクールコントローラー）

学校別の導入省エネルギー対策

		杉並工業高校	つばさ総合高校	荒川工業高校	葛西工業高校	晴海総合高校
屋上	高反射率塗料	○	○	○	○	○
	外断熱	○	○	–	–	–
壁面	高反射率塗料	○	ー	–	–	–
	外断熱	○	ー	–	–	–
窓	遮蔽フィルム	○	○	○	○	○
	複層ガラス	○	○	–	–	–
空調機器の運用・管理対策		–	○	–	–	–

学校別の導入太陽光発電

	杉並工業高校	つばさ総合高校	荒川工業高校	葛西工業高校	晴海総合高校
シリコン単結晶	○＊2	○	○	–	–
シリコン多結晶	○＊1	○	–	○	–
アモルファス	○＊2	○	–	–	–
薄膜タンデム	○＊2	○	–	–	○

＊１：角度、方位を変えた太陽電池も設置する。
＊２：角度を変えた太陽電池も設置する。

集中測定対象概要

杉並工業高校

所在地:東京都杉並区

竣工:1962年

つばさ総合高校

所在地:東京都大田区

竣工:2002年

集中計測の目的

都立高校への冷房導入による消費エネルギーの増加

↓

建物外皮の性能向上による省エネが必要

対策

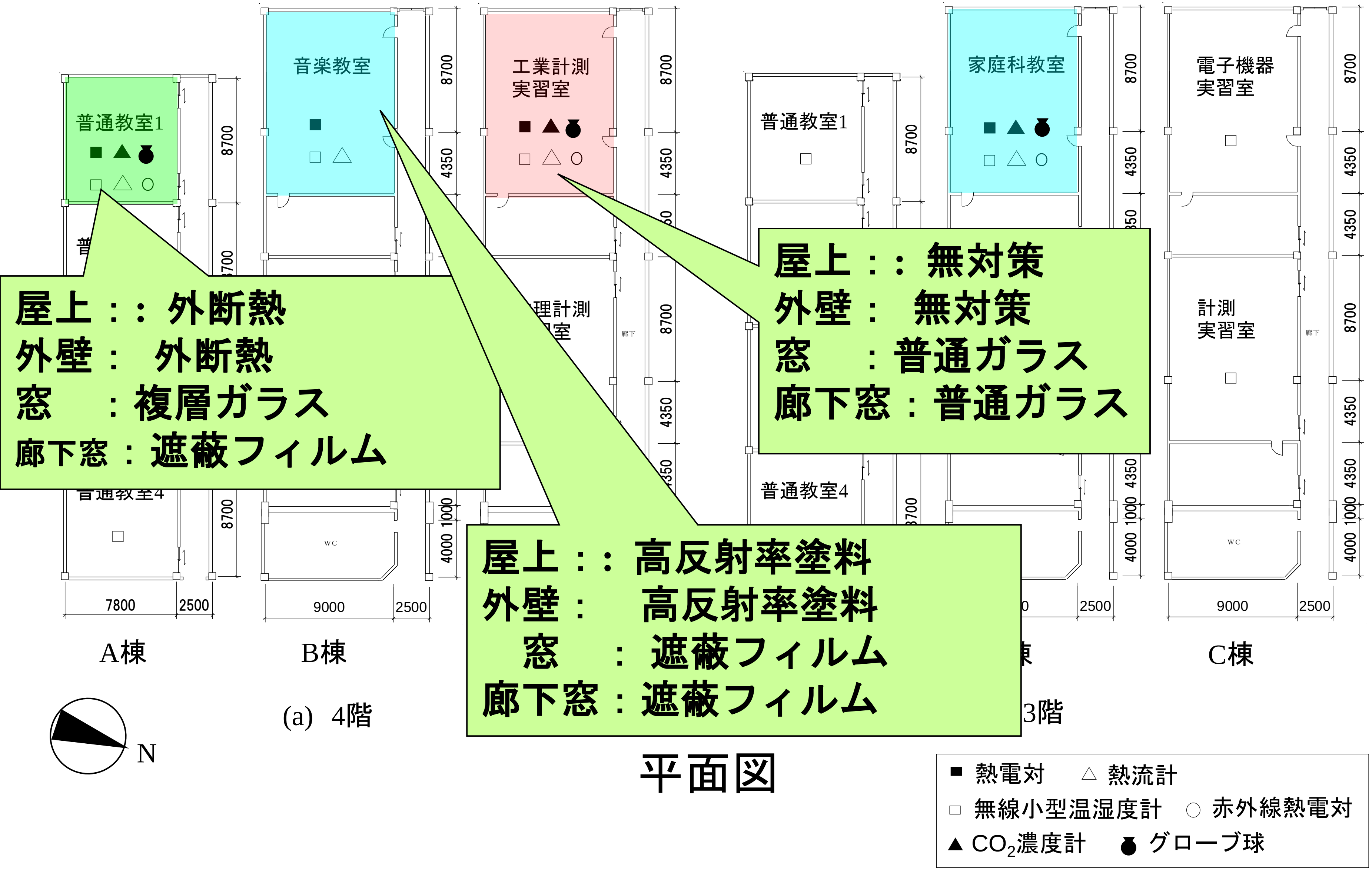
都立杉並工業高校

都立つばさ総合高校

↓

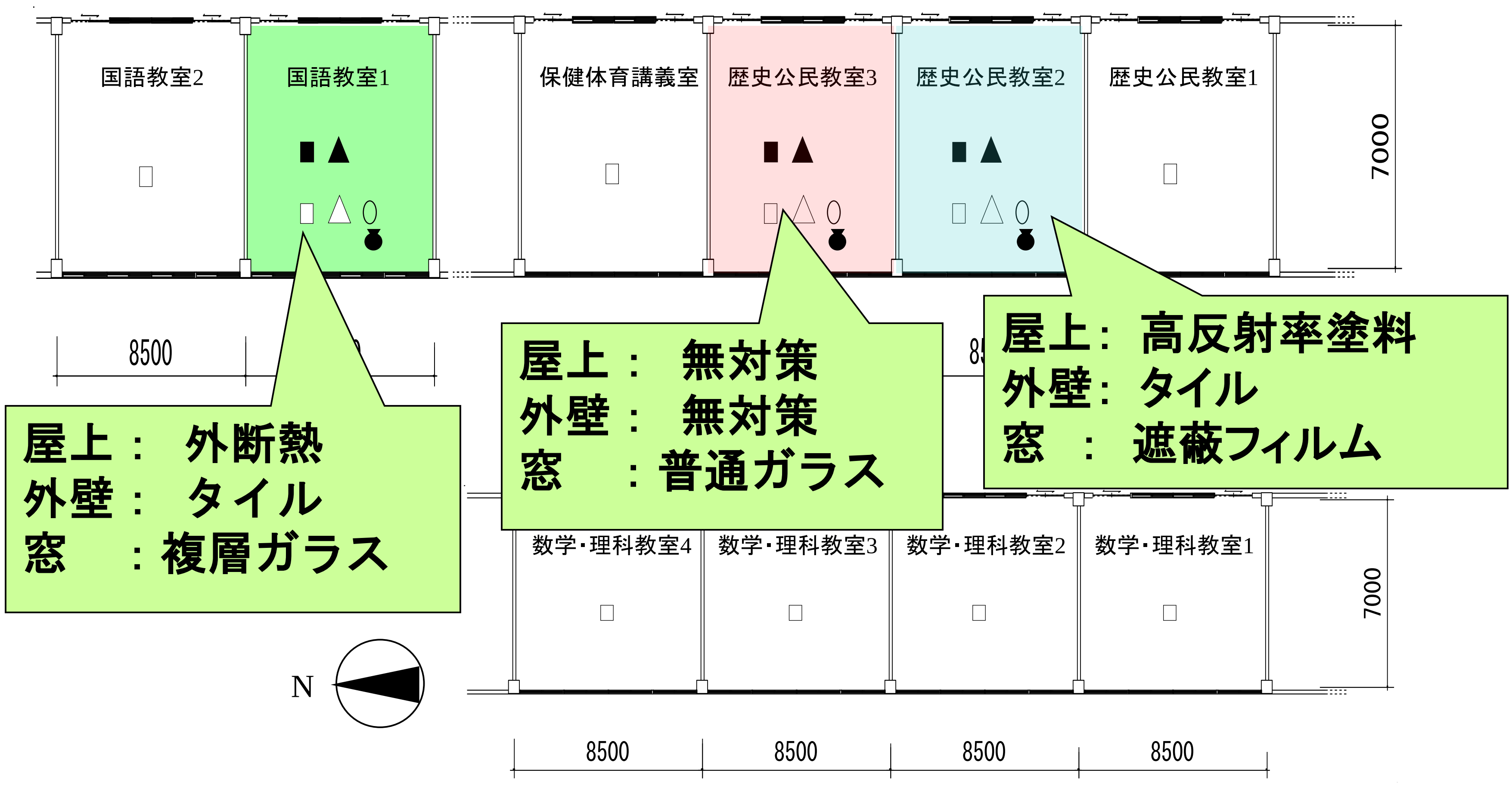
適切な室内温熱環境改善の手法と省エネ効果を検討する

設置機器(杉並工業高校)



平面図

設置機器(つばさ総合高校)

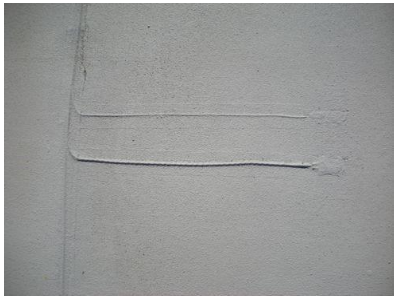


(b) 3階

平面図

■ 熱電対　△ 熱流計
□ 無線小型温湿度計　○ 赤外線熱電対
▲ CO_2濃度計　グローブ球

使用機器(1)



T型熱電対、熱流計

(埋設後)

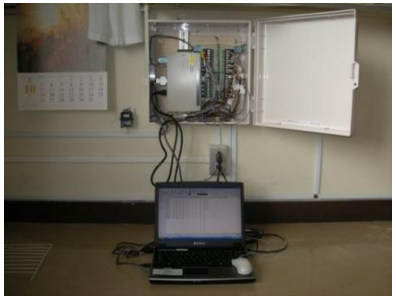
赤外線熱電対

無線小型温湿度計

ガス流計

CO2濃度計

クランプ電力計

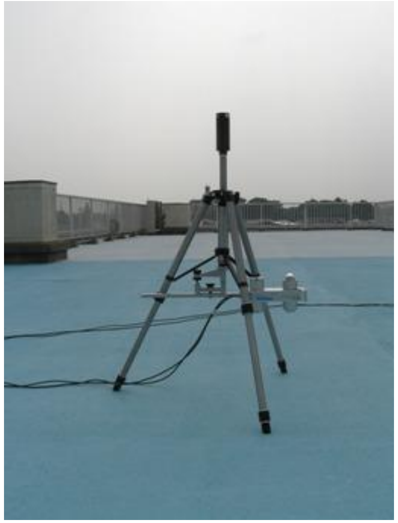


電圧データロガー

日射計

使用機器(2)

グローブ球



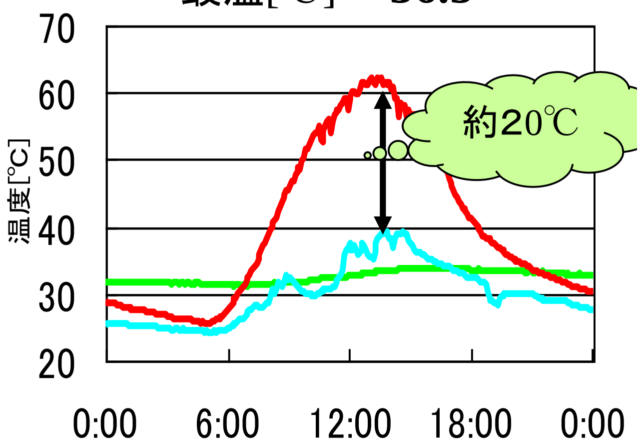
長短波放射計

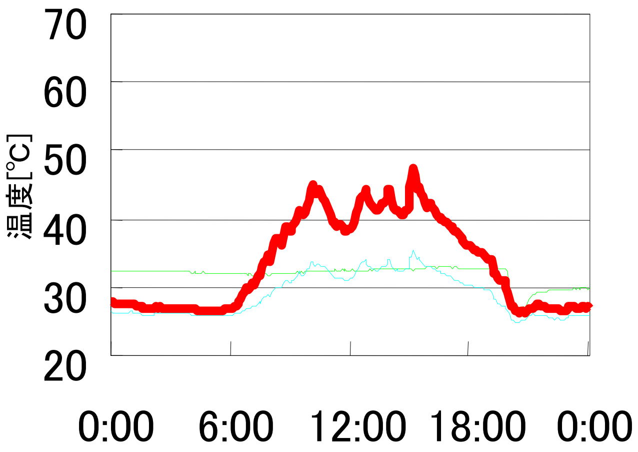
デジタル百葉箱

測定代表日

高校名	条件	測定代表日	最高気温[℃]	最低気温[℃]	日積算日射量[MJ/m^2]
杉並工業高校	晴天・空調なし	8月7日	36.5	25.6	28.4
	曇天・空調なし	8月10日	30.4	24.0	13.4
つばさ総合高校	晴天・空調なし	8月19日	34.9	25.5	21.6
	曇天・空調なし	8月10日	30.9	24.5	13.5

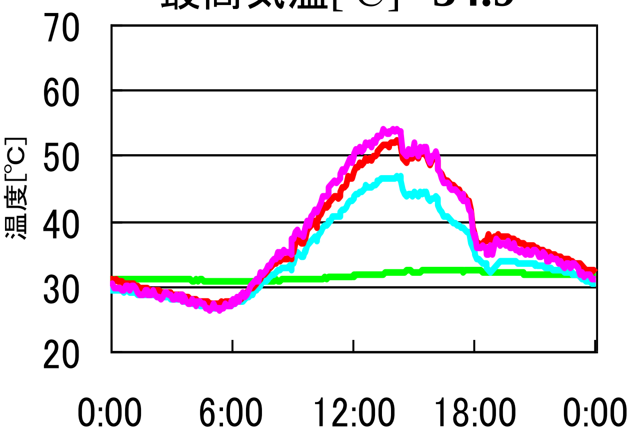
一屋根表面温度一　外断熱・高反射率塗料・無対策

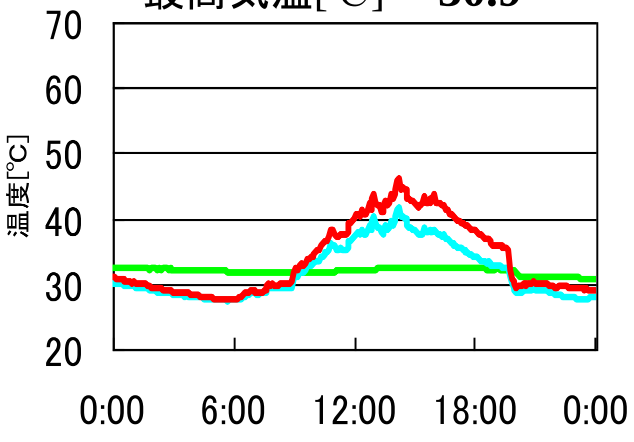




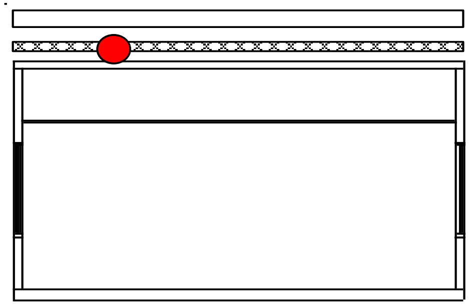
外断熱
高反射率塗料
無対策

杉並工業高校

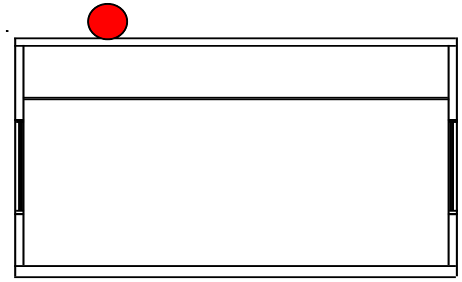




つばさ総合高校



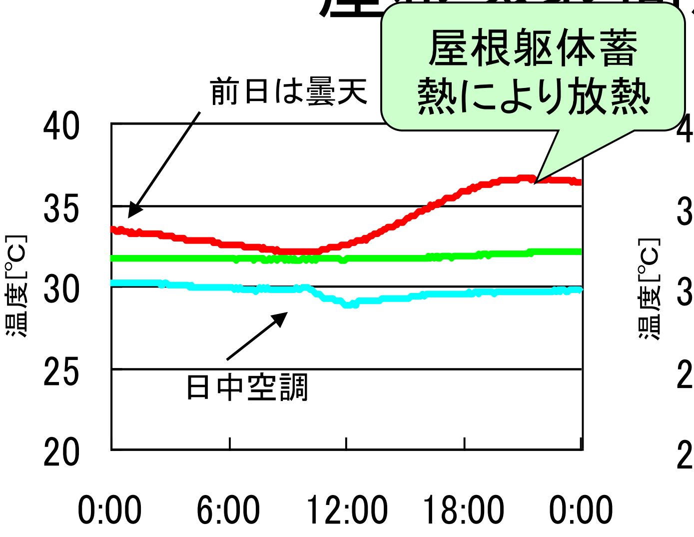
外断熱



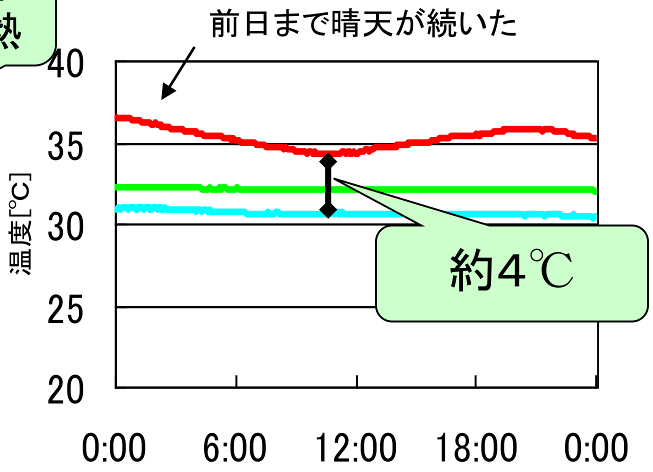
高反射率塗料・無対策

測定位置

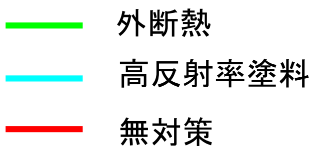
―屋根裏表面温度― 外断熱・高反射率塗料・無対策



(a)晴天日・空調なし



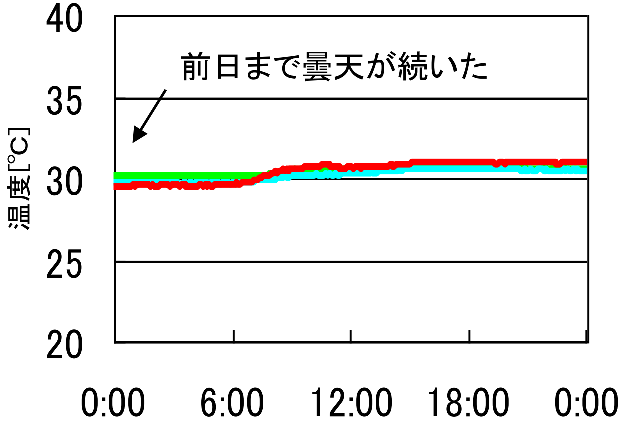
(b)曇天日・空調なし



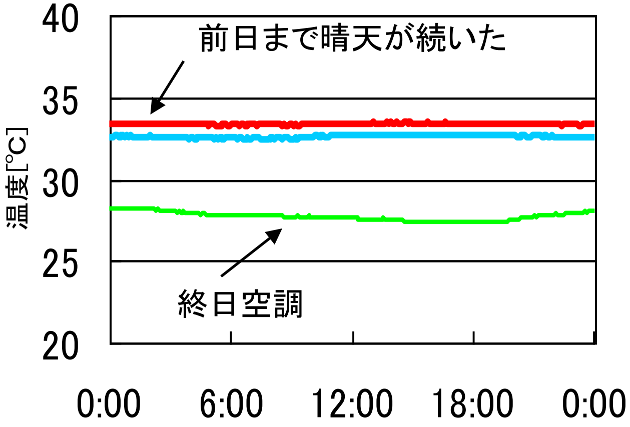
杉並工業高校

・晴天日では、無対策に比べて高反射率塗料は4℃以上　の差がある

・曇天日では無対策に比べて高反射率塗料は8℃以上の差がある

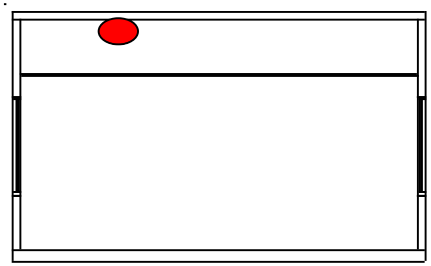


(a)晴天日・空調なし



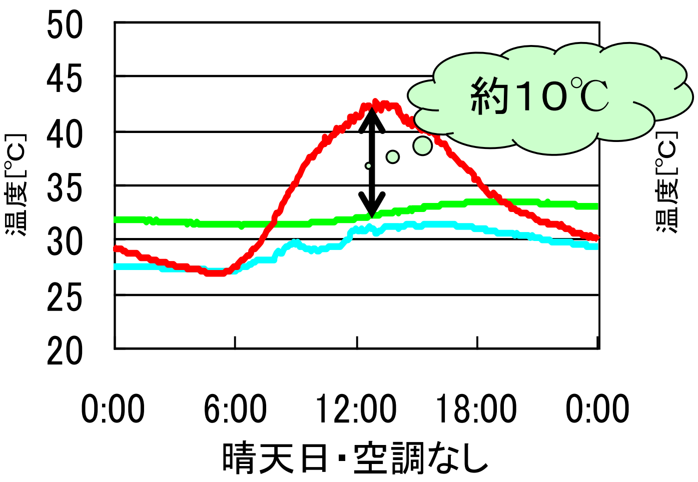
(b)曇天日・空調なし

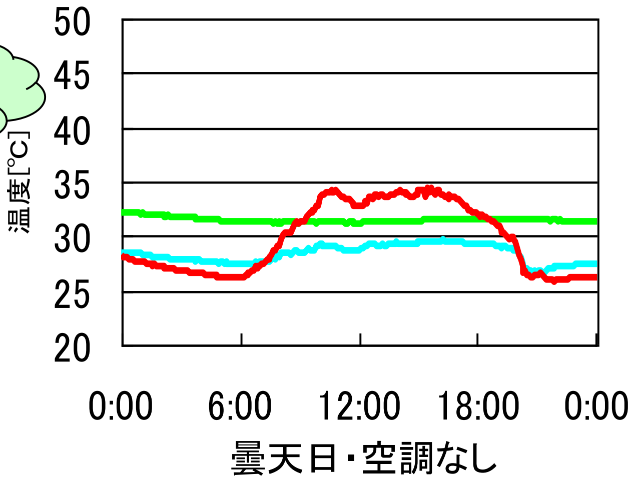
つばさ総合高校



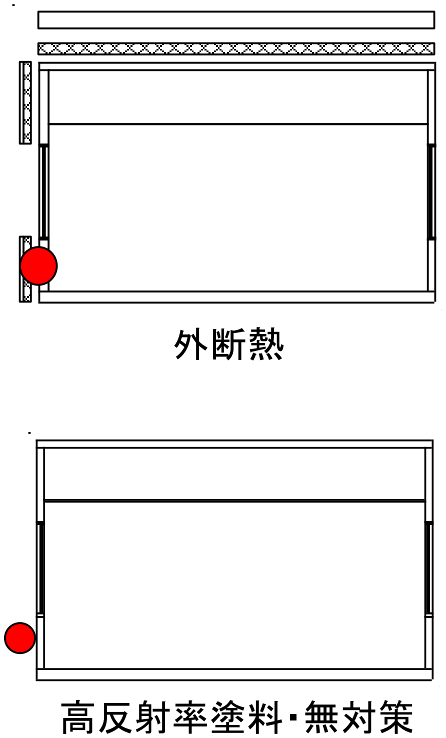
測定位置

―外壁屋外側温度―　外断熱・高反射率塗料・無対策



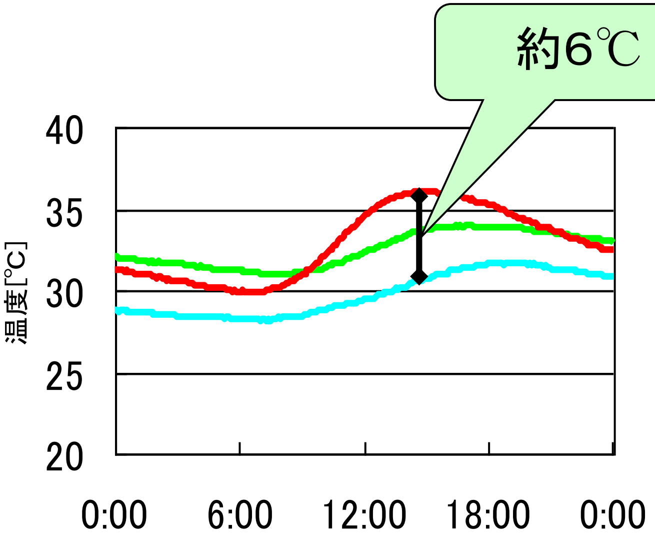


杉並工業高校

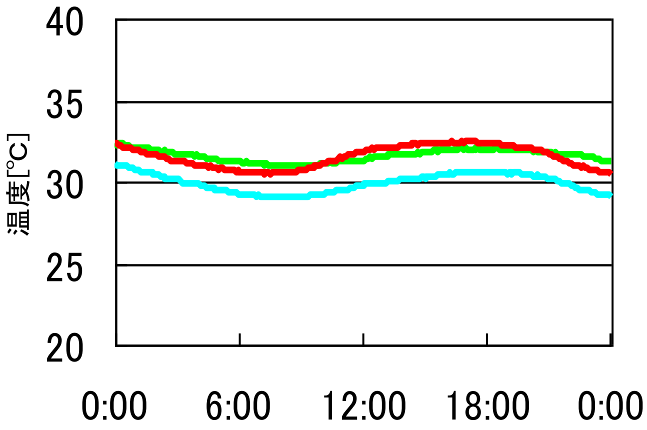


測定位置

―外壁室内側温度―無対策、外断熱＋複層ガラス、高反射率塗料＋熱線反射フィルム

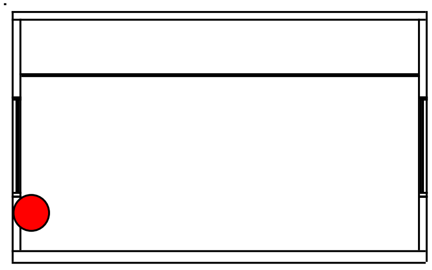


(a)晴天日・空調なし



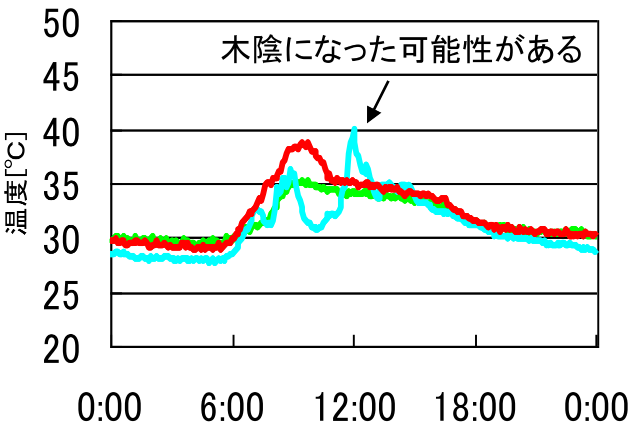
(b)曇天日・空調なし

杉並工業高校

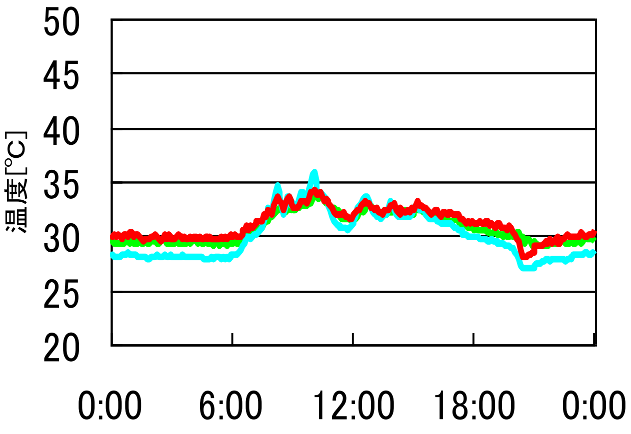


測定位置

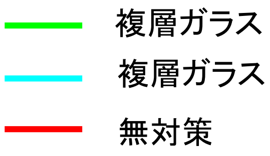
一窓表面温度ー複層ガラス　複層ガラス　、無対策



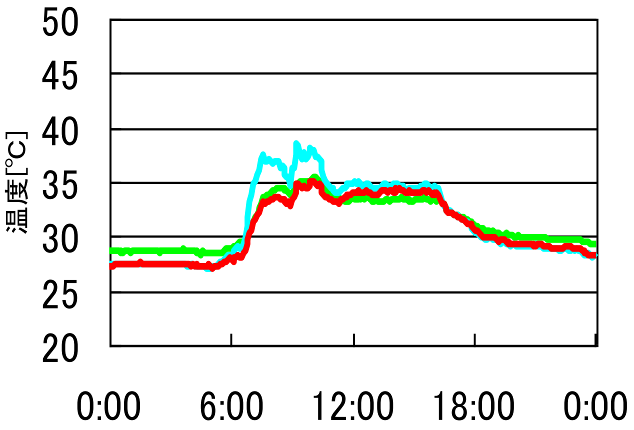
晴天日・空調なし



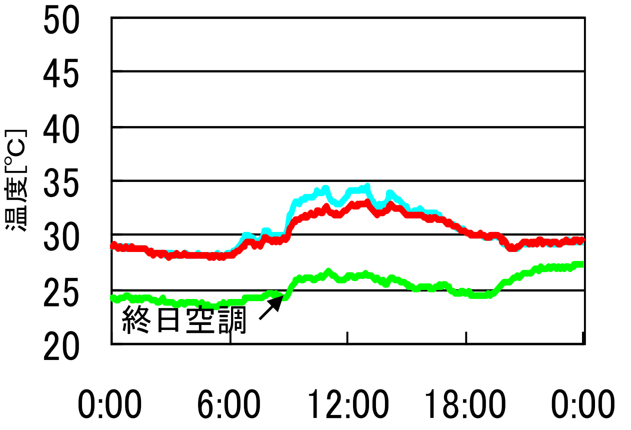
曇天日・空調なし



杉並工業高校

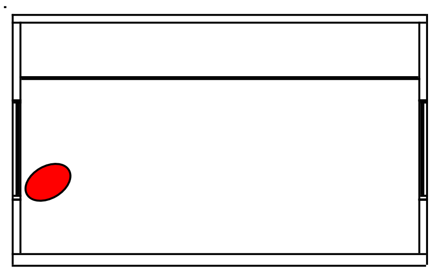


晴天日・空調なし



曇天日・空調なし

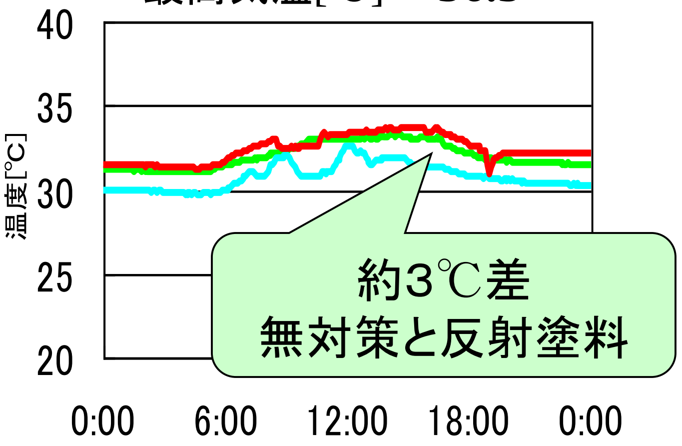
つばさ総合高校



測定位置

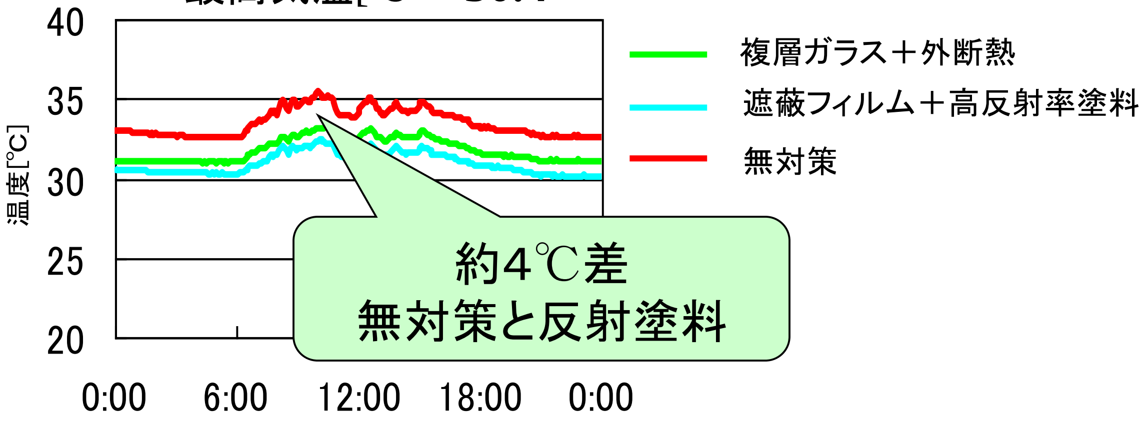
―室内温度―

最高気温[℃]　36.5



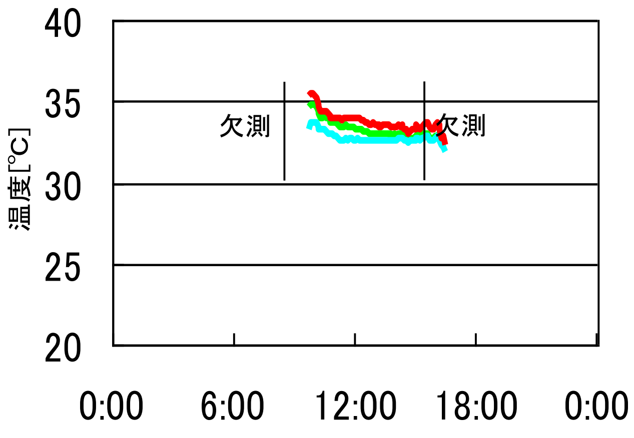
晴天日・空調なし

最高気温[℃　30.4

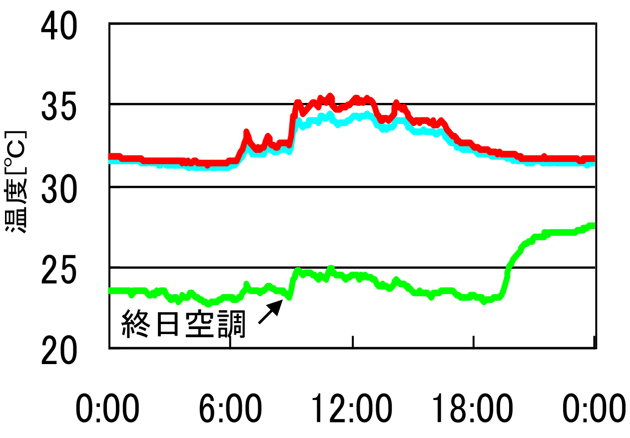


曇天日・空調なし

杉並工業高校

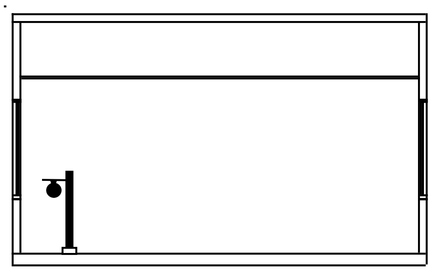


晴天日・空調なし



曇天日・空調なし

つばさ総合高校



測定位置

断熱対策のまとめ

◇まとめ

- 高反射率塗料、外断熱は、屋根表面温度を20℃から35℃と大幅に低下させていることから、冷房時の省エネに大きく貢献できると考えられる

- 室内温度においても、各対策施工の場合は2℃から4℃の低下が見られ、冷房時にかなりの省エネが期待できる

- 窓の遮熱対策では、熱線反射フィルムにおいての効果は期待できる。複層ガラスの効果は、夏期の計測では遮蔽フィルムほどの効果が見られない

太陽光発電設備の設置概要

学校名	単結晶	多結晶	アモルファス	薄膜タンデム	合計
杉並	30㎡	94㎡	30㎡	30㎡	184㎡
つばさ	23㎡	21㎡	20㎡	20㎡	84㎡
葛西	―	84㎡	―	―	84㎡
荒川	51㎡	―	―	―	51㎡
晴海	―	―	―	25㎡	25㎡

- 杉並、つばさの2校ではセル種類別の比較が可能
- 杉並では、更に傾斜角、方位角別の比較が可能

測定項目

＜気象データ＞

- 水平面全天日射量（杉並・つばさの2校では直達日射量、散乱日射量も測定）
- 気温、湿度、風向、風速、雨量、気圧（デジタル百葉箱）

＜太陽光発電設備データ＞

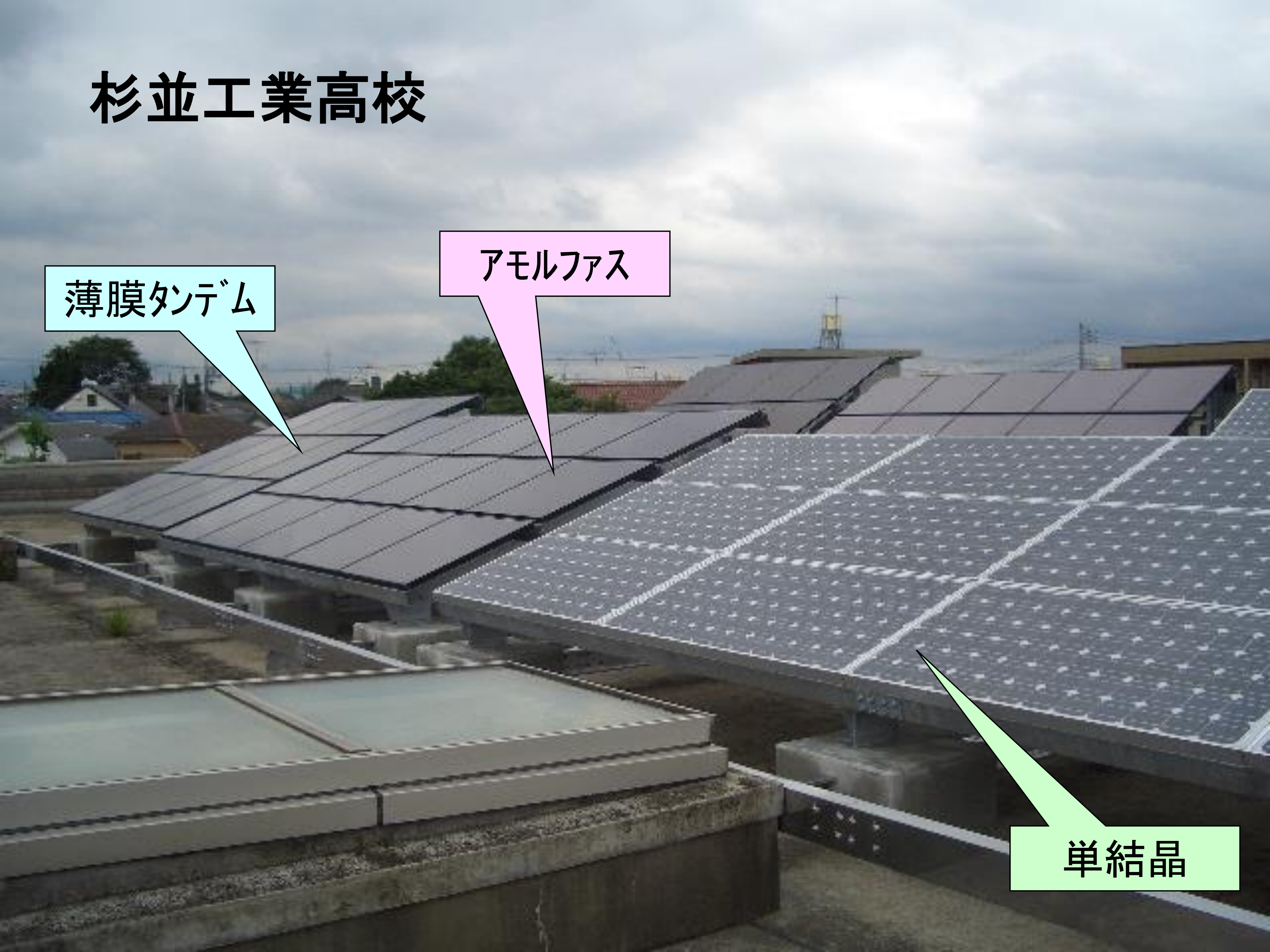
- 太陽光発電出力
- 太陽光パネル裏面温度

デジタル百葉箱

直散分離日射計

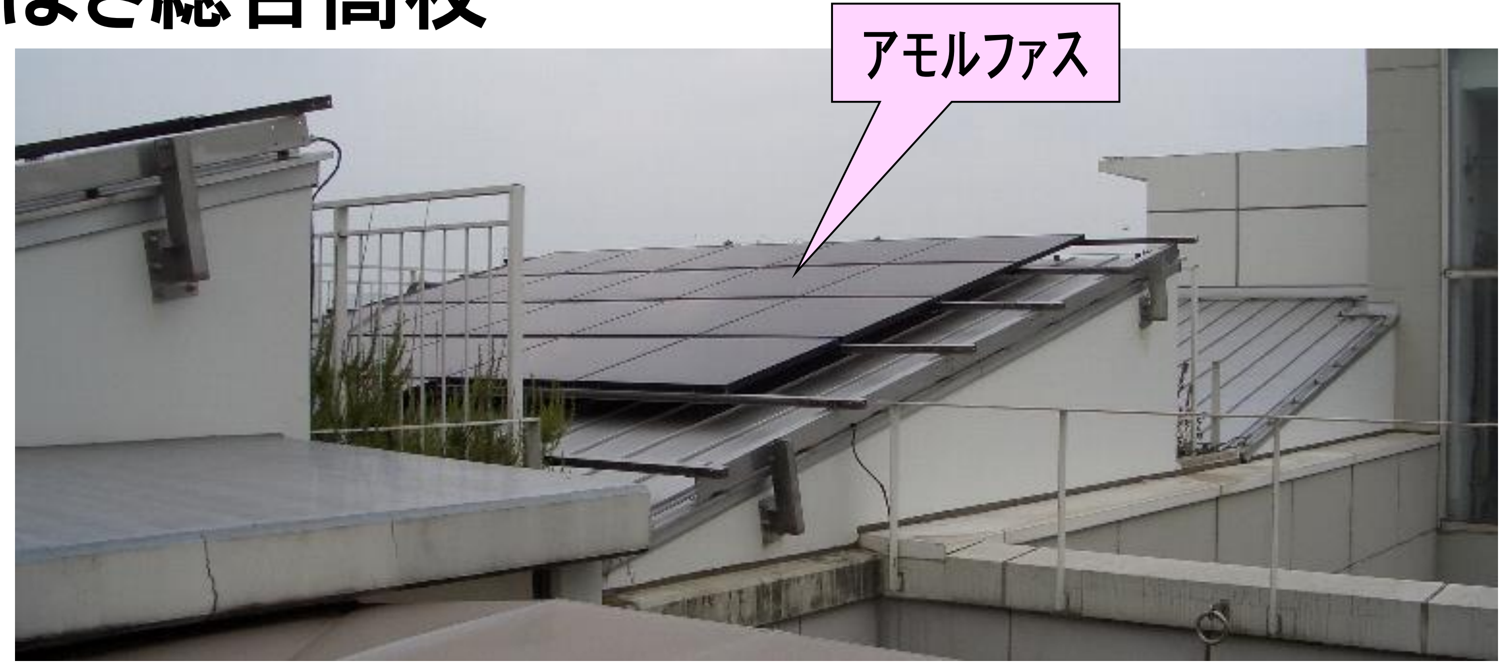
薄膜タンデム
アモルファス
単結晶
多結晶
傾斜角30°
傾斜角20°
杉並工業高校

杉並工業高校



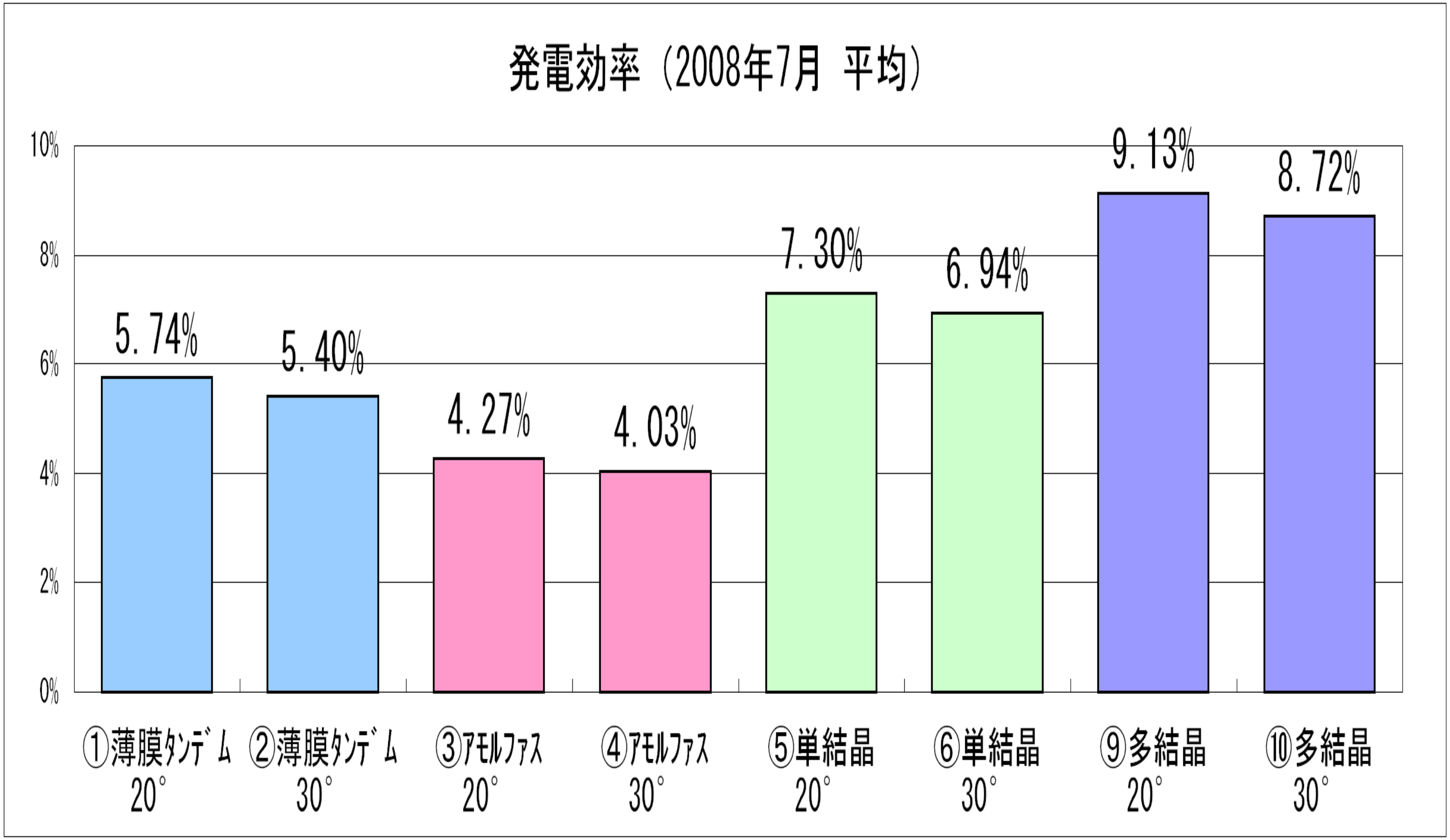
つばさ総合高校

つばさ総合高校

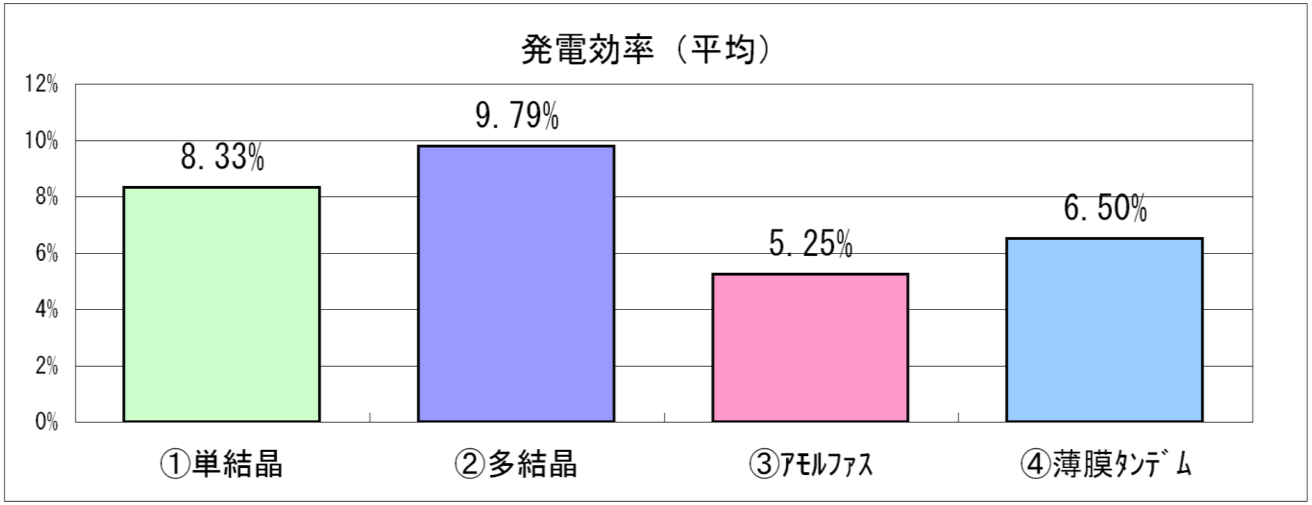


実測結果の発電効率

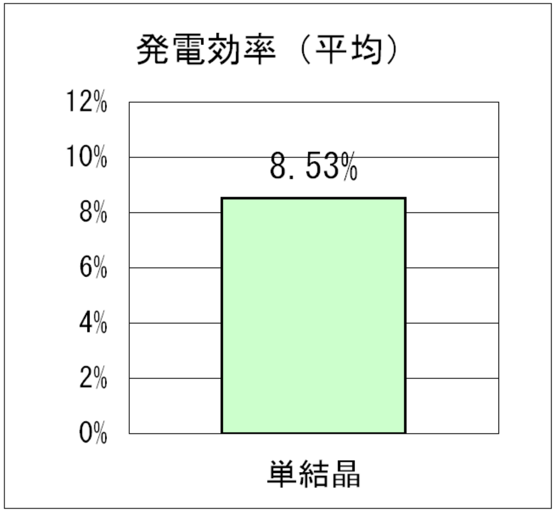
杉並工業高校



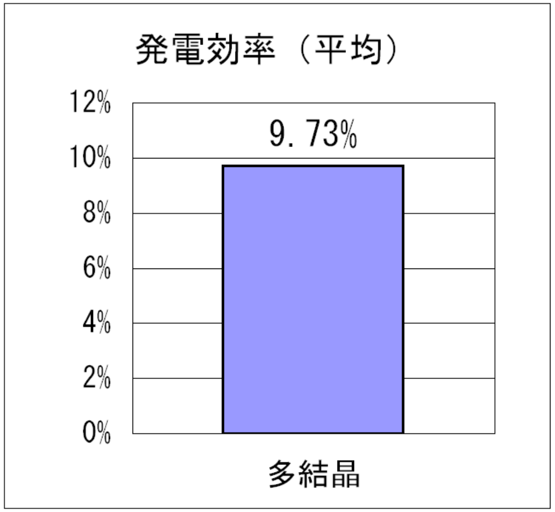
つばさ総合高校



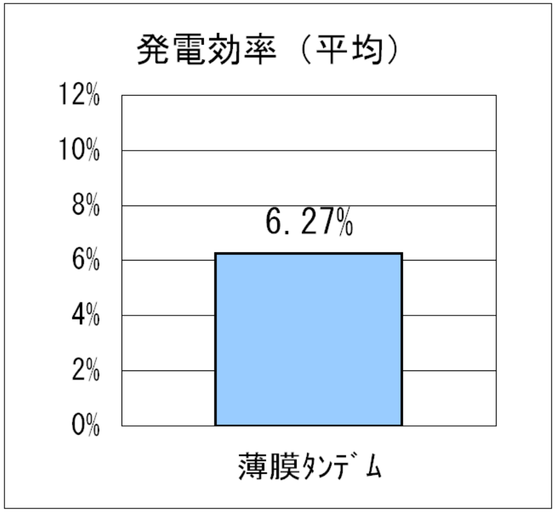
荒川工業高校



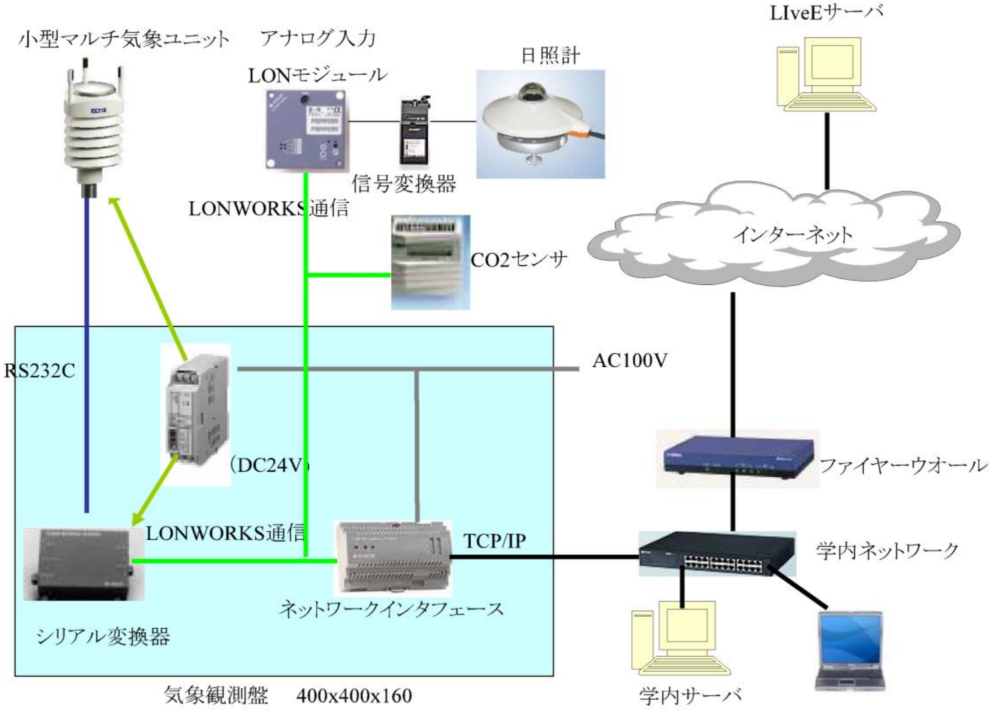
葛西工業高校



晴海総合高校



データ表示の現況



【現状】

- 太陽光発電状況をリアルタイム表示

【今後提案】

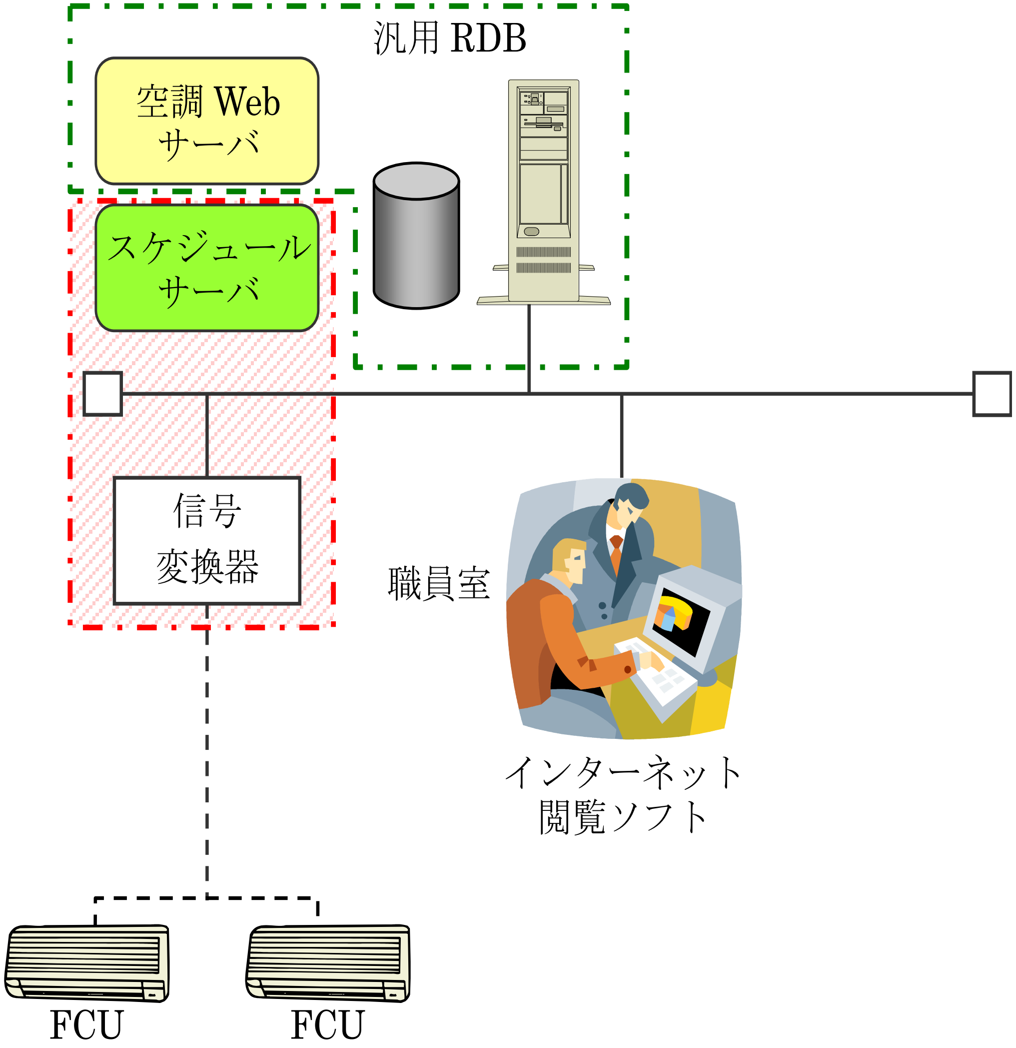
- 測定データを高校間で共有

スクールコントローラの概要

- **学校向け**

時間割に沿って空調(その他に照明、換気)を自動発停することでエネルギー削減

- **今回は、各教室で実際に冷暖房機が稼動した時間と、時間割通りに冷暖房した場合の比較を行った**



教室ごとの時間割からのON/OFF

空調Webシステム

教室別　時間割

ログイン者：田村先生

› 教室別時間割　› 先生別時間割　› 行事スケジュール　› 初期設定メニュー

ログイン > 教室一覧 > 教室別　時間割

クラス： 1年2組
期間： 2007年2月5日～2007年2月11日

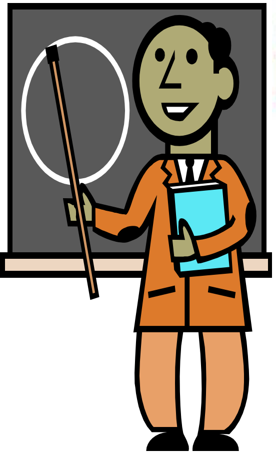
時限	5日（月曜）	6日（火曜）	7日（水曜）	8日（木曜）	9日（金曜）	10日（土曜）	11日（日曜）
1時限	数学I 新井先生 12HR ○	—	数学A 村田先生 12HR ○	英語I 望月先生 ○	現代文 越智先生 12HR ○	—	—
2時限	英語I 望月先生 12HR ○	—	英語I 望月先生 12HR ○	—	—	—	—
3時限	化学 園部先生 12HR ○	数学I 新井先生 12HR ○	古文 栗田先生 12HR ○	—	古文 栗田先生 12HR ○	—	—
4時限	化学 園部先生 12HR ○	—	HR 松岡先生 12HR ○	—	—	—	—
5時限	古文 栗田先生 12HR ○	現代文 越智先生 12HR ○	保健 秋本先生 12HR ○	数学I 新井先生 12HR ○	—	—	—
6時限	数学A 村田先生 12HR ○	—	数学I 新井先生 12HR ○	公民 横山先生 12HR ○	—	—	—

空席設定　○ 空調ON　— 空調OFF

< 前週　翌週 >　« 前月　翌月 »

戻る　ログアウト

先生ごとの時間割からのON/OFF



空調Webシステム

先生別　時間割

ログイン者：田村先生

› 教室別時間割　› 先生別時間割　› 行事スケジュール　› 初期設定メニュー

ログイン > 先生一覧 > 先生別　時間割

先生：

期間： 2007年2月5日～2007年2月11日

時限	5日（月曜）	6日（火曜）	7日（水曜）	8日（木曜）	9日（金曜）	10日（土曜）	11日（日曜）
1時限	—	—	—	英語I 1-1/1-2 11HR室 ○	英語I 1-5/1-6 16HR室 ○	—	—
2時限	英語I 1-1/1-2 11HR室 ○	オーラルI 1-5 LL教室 ○	英語I 1-1/1-2 11HR室 ○	—	—	—	—
3時限	オーラルI 1-3 13HR室 ○	—	オーラルI 1-6 LL教室 ○	—	オーラルI 1-1 11HR室 ○	—	—
4時限	英語I 1-5/1-6 16HR室 ○	オーラルI 1-2 LL教室 ○	HR 1-1 11HR室 ○	—	—	—	—
昼	—	—	—	—	—	—	—
5時限	—	オーラルI 1-1 LL教室 ○	—	—	—	—	—
6時限	—	—	英語I 1-5/1-6 16HR室 ○	—	—	—	—

空席設定　○ 空調ON　— 空調OFF

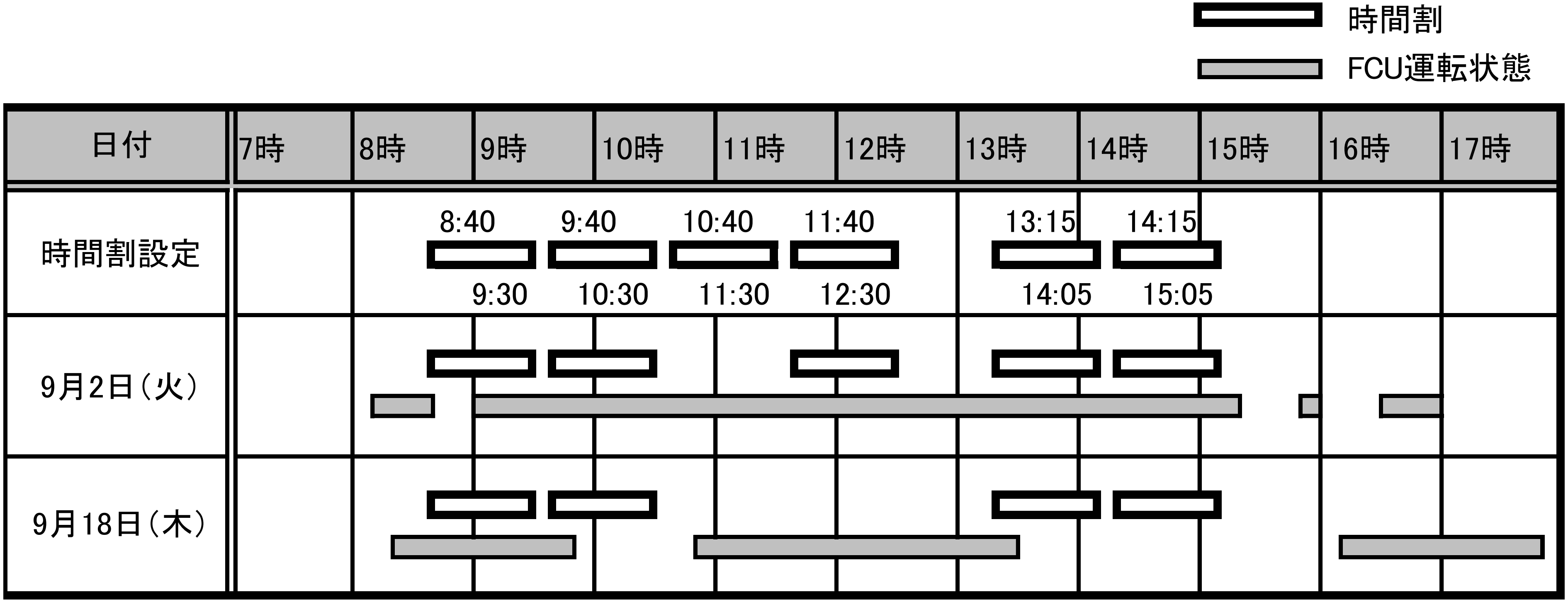
‹ 前週　翌週 ›　« 前月　翌月 »

戻る　ログアウト

測定結果

・FCUの運転状況

309　数学・理科教室　１



↑FCUの運用実態は時間割どおりではない

測定結果まとめ

今回は、下表の9教室について1ヶ月の集計で試算を行った

・FCUの稼働率を算出

No.	部屋番号	教室名	時間割の合計時間（1ヶ月間） [min]	FCU稼働時間（1ヶ月間） [min]	FCU稼働率 [%]	FCU稼働率平均 [%]
1	309	数学・理科教室　1	3380	7290	216	214
2	310	数学・理科教室　2	3780	7180	190	
3	311	数学・理科教室　3	3800	6450	170	
4	312	数学・理科教室　4	4180	7620	182	
5	408	歴史公民教室　1	2890	6830	236	
6	409	歴史公民教室　2	3490	7390	212	
7	410	歴史公民教室　3	3490	8700	249	
8	414	国語教室　1	3030	7420	245	
9	415	国語教室　2	3550	8830	249	

FCU平均稼働率＝214%　⇒　省エネ効果期待値＝約50%

今後の分析項目

◇今後の分析項目

- 冬季の集中計測
- 各対策の効果について考察を行い費用対効果を評価する
- 教室内CO2濃度の計測と分析・評価
- 施工方法、材料の性能等の考察・維持管理上の課題等の整理
- 太陽光発電におけるCO2削減量の分析
- 都立高校全体に導入した場合の波及効果（CO2削減量・ｺｽﾄ）