

講義室における窓断熱の効果測定と空調機器診断

今村 主税, 古谷 長藏

山口県立大学共通教育機構

Measurement of Effect for Insulating Film and The Diagnosis of Air Conditioner in Lecture Room

Chikara IMAMURA, Chozo FURUTANI

The General Education Division of Yamaguchi Prefectural University

Abstract

We have brought forward the education for sustainable development (ESD) in the environmental commitment since 2008. "Exercise of Eco-action 21 management system construction I and II" are the basic subject, and in order that it may make environmental management substantial, it is the subjects used as the core for learning the ability to propose the solution based on problem discovery, measurement, and flexible imagination. It becomes an important element that, we can measure an environmental situation correctly and we can report the existence in question and the solution in question in environmental management.

These data record the measurement in connection with the environment which the completion student carried out, and record it as data for employing in a future improvement proposal efficiently. From the point of view of environmental management, it was suggested that there is a bug in the behavior of air-conditioning equipment on the basis of the results of these measurements.

Key words : Environmental management system, Energy management, Insulator of window

キーワード：環境マネジメントシステム, エネルギーマネジメント, 窓断熱

1. はじめに

2008年より開始された副専攻「環境システム」では、どのような立場においても持続可能な社会を担っていける人材を育成するべく力を入れてきた。「エコアクション21構築実習Ⅰ,Ⅱ」はその基幹科目であり、環境マネジメントを実質的なものとするため、問題発見、測定、柔軟な発想力に基づく解決策を提案できる能力を身につけるための中核となる科目である。環境マネジメントにおいては、環境の状況を正しく測定し、問題の有無や問題の解決策を提案できることは重要な要素となる。

2011年3月11日に発生した東日本大震災により、福島第一原子力発電所の事故が発生した。この事故により、全国の原子力発電所が停止を余儀なくされ、夏期と冬期の電力不足が危ぶまれる事態となっ

た。関東、東北を中心に事業所、家庭を問わず全国的に節電が呼びかけられ、エネルギー使用の最適化が求められている。この事態に鑑み、本実験は学内の施設のエネルギー状況を的確に把握し、環境マネジメントに生かすための現状把握として、教室エアコンの設定温度とエネルギー消費の関係および窓ガラスへの断熱シート貼付によるエネルギー消費の改善について検証するために実施した。

本資料はこの「エコアクション21構築実習Ⅰ」および「エコアクション21構築実習Ⅱ」において、履修学生が実施した環境に関わる測定を今後の改善提案に生かすための資料として記録したものである。

2. 方法

2-1. 断熱シートの有無による窓ガラスおよび断

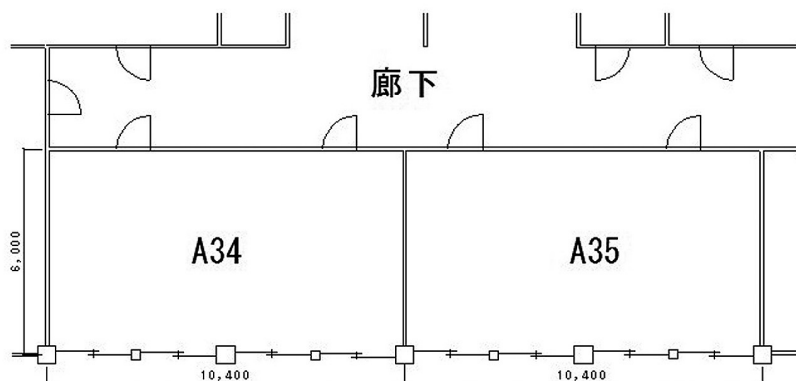


図1 教室の配置

熱シート表面温度と教室内温度の変化測定

測定は山口県立大学本館3階の同面積の教室A34、A35教室において行った。図1に教室の配置図を示す。図からわかるように測定の対象とした教室は隣り合わせで、建物の南面に窓が配置されている。教室の容積も同じであり、廊下側の出入口、床面および天井面の材質も同じである。また2つの教室に取り付けられているエアコンの機種(MITSUBISHI PCZ-J140GA2)と取り付けの時期、教室内での取り付けの位置(窓から廊下側に向けて天井につり下げて設置)も同じである。

断熱シートは窓ガラス表面に貼付するタイプの市販のポリエチレン製シート(ニトムズ社製E1540)を用い、A35教室の外気と接する窓(86p×80p)の内側(室内側)16枚に4辺を両面テープを用いて窓ガラスに貼付した。窓ガラスおよび断熱シートの表面温度の測定は放射温度計(CUSTOM社製IR-302)により対象物から約1mの距離で測定を行った。室内温度および黒球温度の測定はデータロガー(TADND社製)を用い、床面から1.5mの高さの

温度を測定した。また、エアコン入時は設定温度28℃、風量を弱、風向きはスイング(上下方向のみ)の設定で室温が定常状態になったのを確認した後、温度測定を行った。

2-2. 電力使用量の測定

電力使用量は本館3階のA34およびA35のエアコンについて、エネルギー管理ナビ(中国計器工業社製CK-5F)を用いて消費電力の測定を行った。分電盤上で各教室のエアコンのスイッチを特定し、センサーを設置した。

2-3. 放射温度の測定

窓ガラス表面および断熱シート表面について、放射温度計(CUSTOM社製IR-302)により放射温度を測定した。測定は対象物に対して垂直方向に約1mの距離から行った。

3. 結果と考察

3-1. 断熱シートの有無による窓表面および教室内温度の変化

表1 窓断熱シートの有無と窓ガラス表面温度および室内温度の関係

教室 (断熱シートの有無)	エアコン OFF (°C)					エアコン ON (°C)				
	ガラス窓の表面温度*		外気温	室温	グローブ温度	ガラス窓の表面温度		外気温	室温	グローブ温度
	外側	内側				外側	内側			
A34 (無)	30.3	31.2	30.1	31.7	32.3	29.3	29.5	30.2	27.0	29.2
A35 (有)	29.5	30.2**		31.1	31.4	28.8	28.1		25.3	27.1

*: 窓の内側、外側は測定した4か所の平均値を示した。

** : 断熱シート有りのガラス窓の内側の表面温度は断熱シートの表面の温度を測定

表2 空調機器の消費電力と室温との関係

	A34 (断熱シート無し)		A35 (断熱シート有り)	
	時刻	室温 (°C)	時刻	室温 (°C)
エアコンを入れる前	9:14	31.4	9:14	30.6
エアコンを入れた後、室温が安定するまでの時刻と温度	11:09	26.3	9:50	25.3
前後の温度差	4.9		5.3	
室温安定化までの時間と消費電力量	115 min	5,140 Wh	36 min	3,520 Wh
1°Cあたりの消費電力	1,049 Wh		664 Wh	

表1に2011年8月17日に測定した窓ガラスの表面および断熱シート表面の温度と室内温度の測定結果を示す。エアコンを切った状態では、断熱フィルムの有無にかかわらず内側と外側の窓ガラスの表面温度は室内側が約1°C近く高く、窓からの日射光によって温められた教室内の物体の放射熱により、教室内の室温が上昇していることが示唆された。またエアコンを入れ（設定温度28°C）室温が安定したところで同様の測定を行うと、断熱シートを貼っていない方の窓の内側と外側の温度差はほとんどないが、断熱シートを貼った方は外側の窓ガラス表面と内側の断熱シート表面の温度は内側の方が0.7°C低く、断熱シートにより、窓からの熱の移動が緩やかになっていることがうかがわれる。

しかしながら、今回の測定はエアコンによる熱移動の瞬間的な値を捉えたものに過ぎず、経時的な変化をもう少し細かく捉える必要があると考えられる。また、この測定により、A34、A35教室に設置されたエアコンが、設置後既に10年前後が経過しており、エアコンを同じ設定温度、風速、風向で運転しても、室内の温度は2つの部屋で1.7°Cもの差があり、設定温度とは1.0~2.7°Cの開きがある。これは明らかに機器が正常な運転をしている状態ではないと考えられる。

3-2 断熱シート有無による冷房時の所要エネルギーの比較

表2に2011年9月13日に測定したA34、A35教室のエアコンを付けたときの時刻と温度を示した。いずれの教室のエアコンも28°C設定で、風速は強、風向は一番上方に向けた状態で電源を入れ、安定した室温に達するまでの時間と室温、エアコンの消費電力を測定した。

表に示したように、窓に断熱シートを貼ったA35

教室は30分あまりで室温が安定したが、断熱シートを貼っていないA34教室は安定した温度になるまで2時間近くの時間がかかった。いずれの教室もエアコンを入れる前と室温安定時の温度差は5°C程度で大きな差は見られなかったが、室温が安定するまでの電力消費量は断熱シートがない方で5,140Wh、貼った方で3,520Whと断熱シート貼った方の電力消費が小さくなっていることが明らかとなった。これを室温を1°C下げるのに必要な電力に換算すると、断熱シートを貼った場合は664Wh/°C、断熱シートがない場合は1,049 Wh/°Cとなり、断熱シートを窓に貼付することで、空調に伴う消費電力の削減効果が大きく期待できることが明らかとなった。

3-3 A34およびA35教室の空調設定温度と室温との関係

前述のようにA34およびA35教室設置のエアコンについて、運転状況に不具合がみられたため、これらの2教室についてエアコンの設定温度と実際の室温との関係を測定した。図2に設定温度28°C、風速は強、風向上向きの条件での室温の変化を示した。このグラフからA34教室は26~

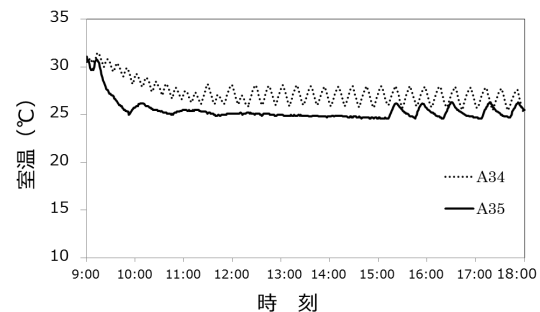


図2 空調機器の消費電力と室温との関係

28℃の範囲で室温が定期的上昇下降を繰り返しているのに対し、A35教室では15時過ぎまで25℃前後をほぼ維持しており、室温の変動があまりないことが明らかとなった。この室温変化の挙動は通常A35教室の15時までの室温変動が正常に近いと考えられ、A34教室の室温の変動はエアコンの作動状況に何らかの不具合があることを示唆していると考えられる。また、A35教室のエアコンは設定温度の28℃に対して室温が25℃と約3℃低いところで安定しており、これもエアコンのセンサー異常もしくはセンサー位置が不適切であるなどの原因が考えられる。上記のように、この測定からいずれの教室においても何らかのエアコンの作動状況の不具合が確認された。

2) 労働安全衛生法 事務所衛生基準規則5条第3項

4. 総括

この実験は本学の教室に設置されている特定の空調機器の測定結果であり、一般化できるものではない。本来、これらの測定は窓断熱の効果測定を目的としたものであったが、測定の途上で空調機器の異常が観察され、精度の高い窓断熱の効果測定は行えなかった。しかしながら、窓断熱の効果は窓ガラス表面および断熱シート表面の温度測定、室内の温度変化と空調機器の消費電力から外気温との断熱の効果や空調機器の負荷低減の効果があると推察される。

一方、環境マネジメントの側面からこれらの結果を観察すると、空調機器の不具合は大きな不都合が生じない限り今回の測定なしでは明確にはなり得ず、エネルギー機器の定期的なメンテナンスや適正管理の重要性を再認識させるものであった。しかし、空調機の設定温度と実際の室温の関係は外気温や建物の構造、材質、容積など様々な条件で大きく変化するため、必ずしも一致するものではないと考えられる。クールビズあるいはスーパークールビズ¹⁾として環境省が推進する冷房の室温28℃は、設定温度ではなく室温を28℃²⁾であり、室温を測定することから始めなければならない。

5. 謝辞

本資料は「エコアクション21構築実習」の測定と解析、改善提案の実習として測定を行った結果であり、断熱シートの貼付および測定は本科目の履修学生の尽力によるものである。ここに謝意を表す。

6. 引用文献

1) SUPER COOLBIZについて, <http://www.challenge25.go.jp/practice/coolbiz/coolbiz2011/about.html>, 2011年12月28日ダウンロード