

壁面緑化が教室の温度・湿度に与える影響に関する予備的調査

牧 祥¹⁾, 榊原 洋子¹⁾, 久永 直見¹⁾, 太田 弘一²⁾

1. はじめに

東日本大震災以降、省エネや節電といった取り組みが国民運動の域にまで高まっているが、愛知教育大学（以下、愛教大）は全国の教職員 500 人以上の 60 国立大学法人中、床面積及び 1 人当たりのエネルギー使用量が少ない大学として、震災以前から、省エネへの取り組みが高く評価されてきた¹⁾。こうした取り組みは、環境意識の高い子ども達を育成できる教員を養成する上でも重要であり、歴史ある教育大学としての使命でもある。

しかし環境問題は、特定の分野にだけエネルギー効率の改善をもとめたり、あるいは持続可能な代替エネルギーを開発したりすることで解決できるような問題ではないだろう。例えば、我々の身近な問題として、夏季における消費電力の増加がある。クーラー等の空調機器の使用が増加したことが主要因であるが、蓄熱効果の高いコンクリートやアスファルトなどの建材の増加によって、大都市を中心にヒートアイランド現象が引き起こされ、これが都市部での消費電力量の増加に拍車をかけている。

その対策として、都市に積極的に緑を増やす試みが昔から行われてきた。緑化によって日影を作って日射を遮ると同時に、植物の蒸散作用で気温の上昇を抑制するという発想である。屋上緑化²⁻⁵⁾や壁面緑化⁶⁻¹³⁾の研究は歴史が古く、今日でも様々な方法で研究がされている。

愛教大でも、2009 年から、キャンパス内の共通 1 号棟の南面と西面にノアサガオ（宿根アサガオ：*Ipomoea indica*）を栽培し、夏季に大規模な“グリーンカーテン”を実現している。巻き付き登攀型植物の中でもノアサガオは茎が 3 階建の高さに

まで大きく成長するため、これまでの愛教大で試した、ゴーヤ、ヘチマよりも緑化効果が高いことが実証されている。また、プランターを使用せず栽培できるので、少しの手入れですむ簡便さもある。アサガオによる壁面緑化は学校や一般住宅などにも普及しつつあり、行政による普及・啓蒙活動も展開されている¹⁴⁾。

愛教大が 2011 年に開始した「環境研究と環境教育の融合によるエコキャンパスづくり」プロジェクトでは、学内の省エネの推進、独創的な環境調和型科学・技術の創出、および環境を考え行動する教員・社会人の育成に取り組んでいるが、学校に適した壁面緑化の方法とその環境効果を明らかにすること、ならびに成果を小中学校や大学等における環境教育に活かすことは、その主な研究課題の一つである。本報告の目的は、2012 年の本測定に向けて、2011 年 9 月以降に実施した予備調査の結果を報告することである。具体的には、1. 使用した温度・湿度計測装置の間での測定値の差、2. 計測時間間隔、3. 測定点の床からの高さ、4. 室内における計測装置の設置場所、5. ノアサガオ（以下、アサガオ）の効果、6. カーテンの効果、7. 建物の階層の違いの効果、などに関する調査結果である。

2. 方法

2.1. 測定対象建物

測定は愛教大キャンパス内の共通 1 号棟（鉄筋コンクリート 3 階建、1969 年建設）で実施した。図 1 は、共通 1 号棟内の部屋の配置の模式図である。図 2 は教室内の模式図である。どの部屋も同じ広さで、普段は講義が行われているため、各部屋には机、椅子、教卓が置かれているが、模式図ではそれらは省略されている。内装や机・椅子の仕様は僅かに異なっていたものの、温度や湿度に与えると思えるほどの違いはなかった。

図 3 (A) は、2011 年 8 月における共通 1 号棟

2011 年 12 月 12 日受理

¹⁾ 愛知教育大学保健環境センター

²⁾ 愛知教育大学技術教育講座

3 階	311	312	313	314
2 階	211	212	213	214
1 階	111	112	113	114

図1. 測定に使用した愛教大共通1号棟の教室配置の概略図.

111教室と113教室にはアサガオ緑化が実現されている（緑色網掛）が、211教室と213教室にはアサガオの登攀が少なく（薄緑色網掛）、311教室と313教室にはアサガオ緑化がほとんどない（白地）.

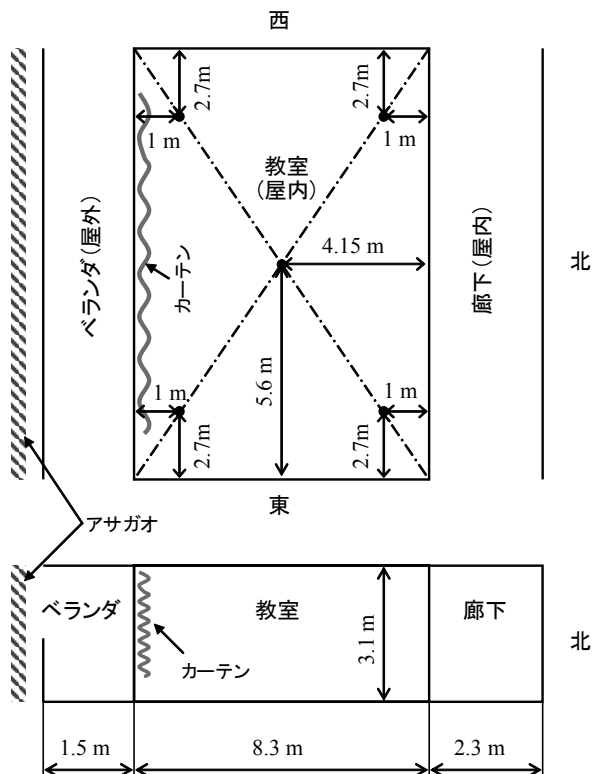


図2. 測定に使用した愛教大共通1号棟の略図.

(上) 平面図, ●印は室内における計測機器の設置場所を検討するため「おんどとり」を設置した場所, (下) 側面図.

南面の外観である。写真左側の各教室が111, 211, 311室で、ネットを支持台としてアサガオが生育されている。共通1号棟南面では111教室付近が最もアサガオの生育が好調であった。なお、写真にはないが、113, 213, 313教室にもアサガオが生育されている。一方、写真右側の112, 212, 312室と、写真にはないが114, 214, 314教室は、アサガオの生育がなされておらず、日射が直接屋内に入っている。このようにしてあるのは、アサガオによる壁面緑化の有無が室内環境に及ぼす影響を比較検討するためである。

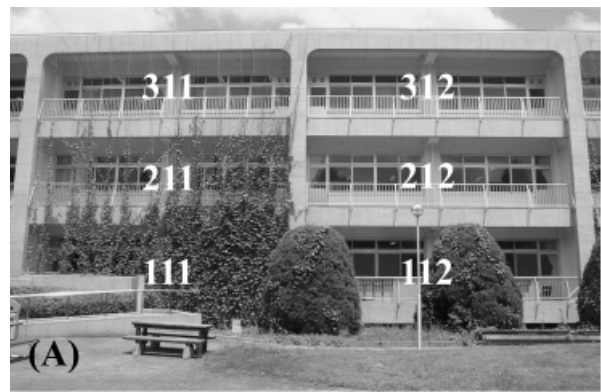


図3. 測定に使用した愛教大の共通1号棟.

(A) 建物外観, (B) ベランダ (111教室) の様子, (C) 教室の様子と三脚で固定された「おんどとり」 (矢印) .

る。

共通1号棟南面の全ての教室には、図3 (B) に示したように、ベランダが附属している。アサガオのネットと教室南面の窓との間には幅約1.5mの空間が形成されており、日射が屋内に差し込むのは、測定を実施した9～11月では、朝10時から午後4時くらいまでであった。なお、共通1号棟のすぐ南に、高さ約3メートルの樹木が植えられているが (図3 (A) 参照), 測定実施期間中の太陽高度では、屋内への日射を遮ることはほとんどなかった。

図3 (C) は測定装置を設置した状態の屋内写真である。設置場所は図2に記載されているが、これについては次節以降で述べる。

本報告では、アサガオ緑化の効果の検証を、1階の111教室と112教室で実施した。また、カーテンの開閉の効果の検証は、112教室と114教室で行った。階層の違いの効果は、111, 112, 114, 211, 212, 214, 311, 312, 314教室で行った。なお、111, 211, 311室、および114, 214, 314教室は角部屋ではない。

2.2. 使用機器

本測定では、自動計測装置 TR-72Ui「おんどとり」(T & D Co., Ltd) (図4) を使用して温度・湿度(相対湿度)の連続測定を行った。「おんどとり」の精度について、メーカー側は温度誤差が $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 以内としている。「おんどとり」は全て三脚で固定して測定した。



図4. 温度湿度自動計測装置「おんどとり」.

3. 測定結果と考察

3.1. 使用した温度・湿度計測装置の間での測定値の差

本測定では複数の部屋で温度・湿度の同時測定を行うため、まず、「おんどとり」の間での測定値の差(以下、個体差)を把握するための予備実験を実施した。「おんどとり」を机上一箇所に密集させて置き、1分間隔で温度・湿度を測定した。各「おんどとり」の間には個体差がみられたため、各「おんどとり」ごとに一定数を加え、あるいは減じて、個体差を小さくする補正を行った。この補正作業を2011年12月16日に実施した。図5は、12月16日に実施した個体差補正前と後の温度と湿度の平均値を対比させた図である。平均値は、温度・湿度の変動が定常化した1時間45分後から30分間計測したデータを基に計算した。気温は全体的に低く、湿度は全体的に高く補正されたが、データのばらつきは補正後の方が小さくなっているのが判る。以後の解析では、原データそのままではなく、このときのそれぞれの「おんどとり」の補正量を適用した。

3.2. 計測時間間隔

アサガオ緑化がなくカーテンを開けた112室の中央の床上1mの高さに「おんどとり」を設置し、9月22-26日に1分間隔で気温・湿度を測定し、0-9時, 9-13時, 13-17時, 17-24時の各時間帯における平均値と標準偏差を計算した。次に、1分間隔のデータから、3分間隔, 5分間隔, 10分間隔でデータを抽出し、それぞれ平均値と標準偏差を計算した。その結果は、表1, 表

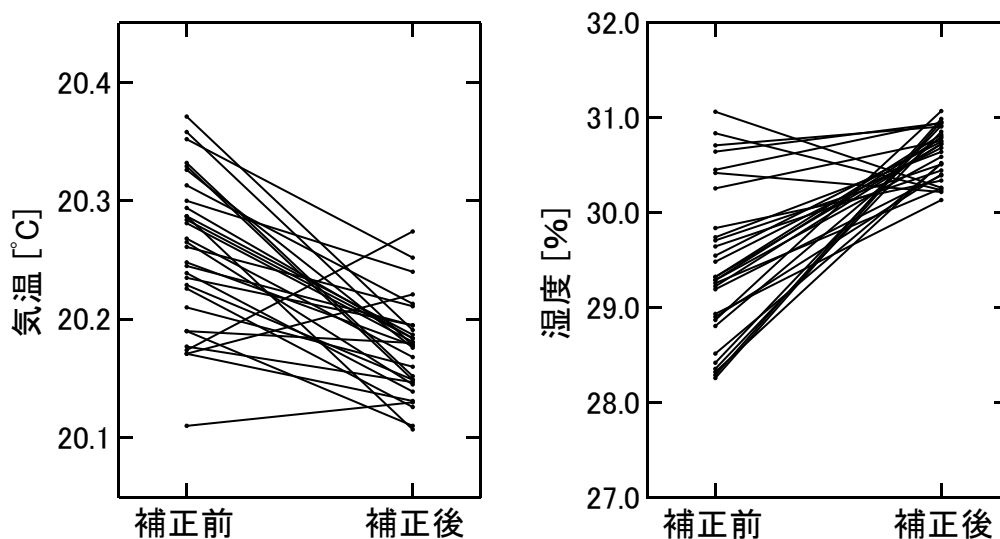


図5. 補正前と補正後の気温・湿度データの平均値.

2に示した。測定期間中の天候は終日快晴であった。

サンプリング間隔にかかわらず、気温は平均値、標準偏差が全て一致し、湿度についても、ほぼ一致した。以上の結果から、本測定のデータサンプリング間隔は5分間隔にできると考えられた。

3.3. 測定点の床からの高さ

アサガオ緑化がなくカーテンを開けた112室と114室の中央の、床上1mと床上0.1mの高さに「おんどとり」をそれぞれ設置し、1分間隔で気温と湿度を測定した。112室での測定は9月22～26日に、114室での測定は9月30日～10月3日に実施した。天候は、9月22～26日は終日快晴、9月30日～10月3日は曇天であった。測定データについて、0～9時、9～13時、13～17時、17～24時の各時間帯における平均値と標準偏差を計算した。その結果は、気温については表3、湿度については表4のとおりである。

平均気温は、日中9～17時は常に床上1mの方が高く、特に9～13時は、差が最大0.3℃になった。一方、17～24時では、温度差がほぼ等しくなり、0～9時に関しては、日によっては、床上0.1mの方が床上1mよりも高くなることもあった。湿度は、気温ほど明確な傾向は見られず、日中は床上1mの方が床上0.1mよりも低くなる日が多かった。また、夜間はこうした傾向が逆になる日も多かった。この原因として、床の蓄熱が影響していた可能性も考えられる。床上1mと0.1mとでは、温度、湿度ともに差を認めたものの、小差であり、床上1mは大人の椅座姿勢での頭に近い高さなので、本測定では床上1mでの測定を基本にすればよいと考える。

3.4. 室内における計測装置の設置場所

「おんどとり」を、部屋の中央の位置に1個、窓際に2個（窓から1m、教室前後の壁から2.7mの位置）、廊下側に2個（窓から1m、教室前後の壁から2.7mの位置）、合計5箇所に設置し、1分おきに計測を行った。計測は天候の異なる日に合計2回実施した。1回目は、9月22～26日に、アサガオ緑化があってカーテンを開けた部屋（111教室）とアサガオ緑化がなくカーテンを開けた部屋（112教室）で実施した。2回目は、9月30日～10月3日に、アサガオ緑化がなくカーテンを閉じた部屋（112教室）とアサガオ緑化がなくカーテンを開けた部屋（114教室）で実施した。天候は、9月22～26日は終日快晴、9月30日～10月3日は曇天であった。

測定データについて、0～9時、9～13時、

13～17時、17～24時の各時間帯の平均値と標準偏差を計算した。1回目の測定の気温に関しては表5、湿度に関しては表6に、2回目の測定の気温に関しては表7、湿度に関しては表8に計算結果を示した。

1回目の測定では、アサガオ緑化がある部屋は、日中の窓際と部屋中央の温度差が最大0.3℃（9月25日）であった。また、部屋中央と廊下側の差は最大0.4℃（9月24日）であった。アサガオ緑化がない部屋は、日中の窓際と部屋中央の温度差が最大0.5℃（9月25日）、部屋中央と廊下側の差は最大0.5℃（9月24日）であった。湿度については、アサガオ緑化がある部屋は、日中の窓際と部屋中央の差が最大1.8%（9月26日）、部屋中央と廊下側の差が最大1.5%（9月24日）であった。アサガオ緑化がない部屋では、日中の窓際と部屋中央の温度差が最大2.0%（9月25日）、部屋中央と廊下側の差が最大1.2%（9月24日と9月26日）であった。

2回目の測定では、カーテンを閉めた部屋の日中の窓際と部屋中央の温度差は最大0.6℃（10月2日）、部屋中央と廊下側の差も最大0.6℃（10月1日）であった。カーテンを開けた部屋では、日中の窓際と部屋中央の温度差は最大0.4℃（10月2日）、部屋中央と廊下側の差は最大0.5℃（10月1日と10月2日）であった。湿度については、カーテンを閉めた部屋は、日中の窓際と部屋中央の差が最大1.9%（10月1日）、部屋中央と廊下側の差が最大1.7%（10月1日）であった。カーテンを開けた部屋では、日中の窓際と部屋中央の温度差が最大1.8%（9月30日）、部屋中央と廊下側の差が最大1.5%（10月1日）であった。

まとめると、日中は、気温は、窓際＞部屋中央＞廊下側の順に高くなっていることが多く、湿度は、窓際＜部屋中央＜廊下側の順に低くなっていることが多かった。

夜間は日中のような傾向はあまり見られず、部屋の中央で気温が最も高くなったり、湿度が最も低くなったりする日も観測された。一方、窓際の前と後、廊下側の前と後では、温度・湿度はどちらが高いとも低いともいえなかった。以上の結果から、本測定では、「おんどとり」を、窓際、部屋中央、廊下側の3箇所に設置することにする。

3.5. アサガオ緑化の効果

表5、表6を使ってアサガオ緑化の効果を検討した。

気温に関しては、アサガオ緑化がある部屋（111教室）は、アサガオ緑化のない部屋（112教室）よりも、常に気温が低く、その傾向は昼夜に共通

表 1. 計測時間間隔 (気温データ)

計測場所	日時	9.22			9.23				9.24			
112室	時間	10:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00
	時間間隔	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00
部屋中心	1 分おき	26.8	26.9	26.1	25.4	26.1	26.4	25.5	24.7	25.5	25.9	25.1
		±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.2	±0.1	±0.3	±0.2	±0.2	±0.1	±0.2
	3 分おき	26.8	26.9	26.1	25.4	26.1	26.4	25.5	24.7	25.5	25.9	25.1
		±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.2	±0.1	±0.3	±0.2	±0.2	±0.1	±0.2
	5 分おき	26.8	26.9	26.1	25.4	26.1	26.4	25.5	24.7	25.5	25.9	25.1
		±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.2	±0.1	±0.3	±0.2	±0.2	±0.1	±0.2
	10 分おき	26.8	26.9	26.1	25.4	26.1	26.4	25.5	24.7	25.5	25.9	25.1
		±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.2	±0.1	±0.3	±0.2	±0.2	±0.1	±0.2

計測場所	日時	9.25				9.26		
112室	時間	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00
	時間間隔	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	16:00
部屋中心	1 分おき	24.6	25.5	25.7	25	24.6	24.5	24.4
		±0.1	±0.3	±0.1	±0.1	±0.1	±0.0	±0.0
	3 分おき	24.6	25.5	25.7	25	24.6	24.5	24.4
		±0.1	±0.3	±0.1	±0.1	±0.1	±0.0	±0.0
	5 分おき	24.6	25.5	25.7	25	24.6	24.5	24.4
		±0.1	±0.3	±0.1	±0.1	±0.1	±0.0	±0.0
	10 分おき	24.6	25.5	25.7	25	24.6	24.5	24.4
		±0.1	±0.3	±0.1	±0.1	±0.1	±0.0	±0.0

表 2. 計測時間間隔 (湿度データ)

計測場所	日時	9.22			9.23				9.24			
112室	時間	10:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00
	時間間隔	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00
部屋中心	1 分おき	66.6	63.2	58.4	56.3	50.6	48.2	46.1	47.1	44.1	45.5	51.4
		±1.2	±1.1	±1.3	±1.0	±1.0	±0.9	±0.5	±0.6	±0.6	±1.3	±2.1
	3 分おき	66.6	63.3	58.4	56.3	50.6	48.2	46.1	47.1	44.1	45.5	51.3
		±1.2	±1.1	±1.3	±0.9	±1.0	±0.9	±0.5	±0.6	±0.6	±1.3	±2.1
	5 分おき	66.6	63.3	58.4	56.3	50.6	48.3	46.1	47.1	44.1	45.4	51.3
		±1.2	±1.1	±1.3	±0.9	±1.0	±0.9	±0.5	±0.6	±0.6	±1.3	±2.1
	10 分おき	66.6	63.3	58.4	56.4	50.7	48.3	46.1	47.1	44.1	45.4	51.3
		±1.2	±1.1	±1.3	±0.9	±1.0	±1.0	±0.5	±0.6	±0.6	±1.3	±2.1

計測場所	日時	9.25				9.26		
112室	時間	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00
	時間間隔	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	16:00
部屋中心	1 分おき	55	53	52.8	53	55.4	58.7	60.6
		±0.5	±0.5	±0.1	±0.4	±0.9	±0.8	±0.4
	3 分おき	55	53.1	52.8	53	55.4	58.7	60.6
		±0.5	±0.5	±0.1	±0.4	±0.9	±0.9	±0.4
	5 分おき	55	53.1	52.8	53	55.4	58.6	60.6
		±0.5	±0.5	±0.1	±0.4	±0.9	±0.9	±0.4
	10 分おき	55	53.1	52.8	53	55.3	58.6	60.6
		±0.6	±0.5	±0.2	±0.4	±0.9	±0.9	±0.4

表3. 測定点の床からの高さ（気温データ）

計測場所	日時	9.22			9.23				9.24			
112室	時間	10:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00
	高さ	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00
部屋中心	1 m	26.8 ±0.1	26.9 ±0.1	26.1 ±0.2	25.4 ±0.2	26.1 ±0.2	26.4 ±0.1	25.5 ±0.3	24.7 ±0.2	25.5 ±0.2	25.9 ±0.1	25.1 ±0.2
	0.1 m	26.5 ±0.2	26.6 ±0.1	26 ±0.2	25.4 ±0.2	25.8 ±0.2	26.1 ±0.1	25.5 ±0.2	24.8 ±0.2	25.2 ±0.2	25.5 ±0.0	25 ±0.2

計測場所	日時	9.25				9.26		
112室	時間	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00
	高さ	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	15:00
部屋中心	1 m	24.6 ±0.1	25.5 ±0.3	25.7 ±0.1	25 ±0.1	24.6 ±0.1	24.5 ±0.0	24.4 ±0.0
	0.1 m	24.6 ±0.1	25.2 ±0.2	25.4 ±0.1	24.9 ±0.1	24.6 ±0.1	24.4 ±0.0	24.4 ±0.1

計測場所	日時	9.3			10.1				10.2				10.3
114室	時間	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00
	高さ	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00
部屋中心	1 m	24.8 ±0.1	24.7 ±0.1	24.4 ±0.1	24.1 ±0.1	25.3 ±0.4	24.9 ±0.6	24.7 ±0.4	23.7 ±0.2	24.3 ±0.2	24.1 ±0.2	23.8 ±0.4	23.1 ±0.2
	0.1 m	24.6 ±0.0	24.5 ±0.1	24.3 ±0.1	24 ±0.1	24.7 ±0.3	24.6 ±0.5	24.4 ±0.3	23.7 ±0.2	23.8 ±0.3	23.7 ±0.2	23.5 ±0.5	23.1 ±0.2

表4. 測定点の床からの高さ（湿度データ）

計測場所	日時	9.22			9.23				9.24			
112室	時間	10:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00
	高さ	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00
部屋中心	1 m	66.6 ±1.2	63.2 ±1.1	58.4 ±1.3	56.3 ±1.0	50.6 ±1.0	48.2 ±0.9	46.1 ±0.5	47.1 ±0.6	44.1 ±0.6	45.5 ±1.3	51.4 ±2.1
	0.1 m	66.6 ±1.8	63.5 ±1.5	57.5 ±1.4	55.7 ±0.8	51.1 ±0.7	49 ±1.1	46 ±0.5	46.8 ±0.4	45 ±0.6	46.2 ±0.9	51.3 ±1.9

計測場所	日時	9.25				9.26		
112室	時間	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00
	高さ	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	15:00
部屋中心	1 m	55 ±0.5	53 ±0.5	52.8 ±0.1	53 ±0.4	55.4 ±0.9	58.7 ±0.8	60.6 ±0.4
	0.1 m	54.4 ±0.5	53.2 ±0.3	52.5 ±0.5	52.4 ±0.5	55.1 ±0.7	58 ±0.8	59.6 ±0.5

計測場所	日時	9.3			10.1				10.2				10.3
114室	時間	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00
	高さ	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00
部屋中心	1 m	64.4 ±0.5	66.5 ±0.8	68.3 ±1.0	61.5 ±3.5	45.7 ±4.8	28.8 ±2.5	36.9 ±2.5	42.7 ±1.1	40.4 ±3.1	38.4 ±1.7	39.1 ±0.9	39.8 ±0.4
	0.1 m	64 ±0.3	66.1 ±1.3	68.2 ±1.7	60.3 ±3.1	47.1 ±4.0	29.9 ±2.5	37.9 ±2.2	42.9 ±1.0	41.1 ±3.3	39.6 ±1.6	39.8 ±0.8	40 ±0.4

表5. 室内における計測装置の設置場所とアサガオの効果 (気温データ)

計測場所	日時 アサガオ	9.22			9.23				9.24			
		10:00 ～	13:00 ～	17:00 ～	0:00 ～	9:00 ～	13:00 ～	17:00 ～	0:00 ～	9:00 ～	13:00 ～	17:00 ～
		13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00
窓側1	あり	26.4 ±0.1	26.5 ±0.3	25.7 ±0.2	25 ±0.2	25.9 ±0.3	26 ±0.2	25.1 ±0.2	24.3 ±0.2	25.2 ±0.3	25.4 ±0.2	24.7 ±0.2
	なし	27.1 ±0.1	27.2 ±0.3	25.9 ±0.3	25.1 ±0.2	26.3 ±0.4	26.8 ±0.3	25.4 ±0.3	24.4 ±0.3	25.8 ±0.5	26.4 ±0.3	25.1 ±0.3
窓側2	あり	26.5 ±0.1	26.5 ±0.3	25.6 ±0.2	24.9 ±0.2	26.1 ±0.2	26 ±0.3	25.1 ±0.3	24.2 ±0.3	25.3 ±0.3	25.4 ±0.2	24.6 ±0.2
	なし	27.1 ±0.1	27 ±0.2	25.8 ±0.3	25.2 ±0.4	26.5 ±0.2	26.6 ±0.2	25.3 ±0.3	24.5 ±0.4	25.9 ±0.3	26.2 ±0.2	25 ±0.3
部屋中心	あり	26.4 ±0.1	26.5 ±0.2	25.8 ±0.2	25.3 ±0.2	25.9 ±0.2	25.9 ±0.3	25.3 ±0.2	24.5 ±0.2	25.2 ±0.2	25.3 ±0.1	24.8 ±0.2
	なし	26.8 ±0.1	26.9 ±0.1	26.1 ±0.2	25.4 ±0.2	26.1 ±0.2	26.4 ±0.1	25.5 ±0.3	24.7 ±0.2	25.5 ±0.2	25.9 ±0.1	25.1 ±0.2
廊下側1	あり	26.3 ±0.0	26.3 ±0.1	25.8 ±0.1	25.3 ±0.2	25.5 ±0.1	25.6 ±0.1	25.1 ±0.2	24.5 ±0.2	24.8 ±0.2	25 ±0.1	24.6 ±0.1
	なし	26.5 ±0.1	26.6 ±0.1	26 ±0.2	25.4 ±0.2	25.8 ±0.2	26 ±0.1	25.4 ±0.2	24.6 ±0.2	25.1 ±0.2	25.4 ±0.1	24.9 ±0.2
廊下側2	あり	26.3 ±0.1	26.3 ±0.1	25.7 ±0.2	25.1 ±0.2	25.6 ±0.2	25.7 ±0.1	25.1 ±0.2	24.3 ±0.2	24.8 ±0.2	25.1 ±0.1	24.6 ±0.2
	なし	26.6 ±0.1	26.7 ±0.1	25.9 ±0.2	25.2 ±0.2	25.8 ±0.2	26.1 ±0.1	25.3 ±0.2	24.5 ±0.2	25.1 ±0.3	25.6 ±0.1	24.9 ±0.2

計測場所	日時 アサガオ	9.25				9.26		
		0:00 ～	9:00 ～	13:00 ～	17:00 ～	0:00 ～	9:00 ～	13:00 ～
		9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	15:00
窓側1	あり	24.2 ±0.1	25 ±0.3	25.2 ±0.2	24.6 ±0.1	24.2 ±0.1	24.1 ±0.0	24 ±0.1
	なし	24.4 ±0.2	26.1 ±0.5	26.2 ±0.3	25 ±0.2	24.5 ±0.1	24.4 ±0.0	24.4 ±0.1
窓側2	あり	24.1 ±0.1	25.2 ±0.3	25.2 ±0.2	24.5 ±0.1	24.2 ±0.1	24 ±0.0	23.9 ±0.1
	なし	24.4 ±0.2	26 ±0.4	25.9 ±0.2	24.9 ±0.2	24.4 ±0.1	24.3 ±0.0	24.3 ±0.1
部屋中心	あり	24.4 ±0.1	24.9 ±0.2	25.1 ±0.1	24.7 ±0.1	24.3 ±0.1	24.2 ±0.1	24.1 ±0.0
	なし	24.6 ±0.1	25.5 ±0.3	25.7 ±0.1	25 ±0.1	24.6 ±0.1	24.5 ±0.0	24.4 ±0.0
廊下側1	あり	24.2 ±0.1	24.6 ±0.2	24.8 ±0.1	24.5 ±0.1	24.2 ±0.1	24 ±0.0	24 ±0.0
	なし	24.5 ±0.1	25.1 ±0.2	25.3 ±0.1	24.8 ±0.1	24.5 ±0.1	24.3 ±0.0	24.3 ±0.0
廊下側2	あり	24.2 ±0.1	24.7 ±0.2	24.9 ±0.1	24.5 ±0.1	24.2 ±0.1	24.1 ±0.0	24 ±0.0
	なし	24.4 ±0.1	25.1 ±0.3	25.4 ±0.1	24.8 ±0.2	24.4 ±0.1	24.3 ±0.0	24.2 ±0.0

表 6. 室内における計測装置の設置場所とアサガオの効果 (湿度データ)

計測場所	日時 アサガオ	9.22			9.23				9.24			
		10:00 ～	13:00 ～	17:00 ～	0:00 ～	9:00 ～	13:00 ～	17:00 ～	0:00 ～	9:00 ～	13:00 ～	17:00 ～
		13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	17:00	24:00
窓側1	あり	69.5 ±1.6	64.4 ±0.5	62.9 ±0.8	60.4 ±1.1	54.5 ±1.7	51.9 ±0.5	51.6 ±0.4	51.1 ±0.5	47.4 ±1.1	48.2 ±1.4	54.3 ±2.0
	なし	65.7 ±1.1	62 ±1.4	58.7 ±1.1	57 ±0.9	50.2 ±1.6	47 ±0.7	46.7 ±0.5	48 ±0.6	43.5 ±1.2	43.9 ±1.5	51.6 ±2.4
窓側2	あり	67.2 ±1.0	63.8 ±1.0	63.3 ±0.4	60.9 ±1.3	54.1 ±1.2	51.9 ±0.9	52.1 ±0.4	51.8 ±0.9	47.3 ±1.0	48.7 ±1.3	54.3 ±1.9
	なし	65.5 ±0.8	62.8 ±0.9	59.5 ±1.4	56.7 ±1.5	49.6 ±0.9	47.9 ±0.6	46.9 ±0.6	47.8 ±1.2	43.2 ±0.7	44.7 ±1.3	51.5 ±2.3
部屋中心	あり	68.3 ±1.0	63.7 ±1.4	61.9 ±0.5	59.5 ±1.0	54.6 ±0.9	53 ±0.6	51.6 ±0.3	50.7 ±0.6	47.8 ±0.8	49.1 ±1.1	54 ±1.7
	なし	66.6 ±1.2	63.2 ±1.1	58.4 ±1.3	56.3 ±1.0	50.6 ±1.0	48.2 ±0.9	46.1 ±0.5	47.1 ±0.6	44.1 ±0.6	45.5 ±1.3	51.4 ±2.1
廊下側1	あり	68.8 ±0.9	64.9 ±1.5	61.5 ±0.7	59.5 ±0.7	55.7 ±0.7	54.1 ±0.7	52.3 ±0.6	50.8 ±0.5	49.3 ±0.4	50.2 ±0.8	54.5 ±1.6
	なし	67.6 ±1.0	64.6 ±1.3	59 ±1.6	56.1 ±0.8	51.7 ±1.0	49.5 ±1.0	46.8 ±0.6	47.3 ±0.5	45.1 ±0.6	46.4 ±1.1	51.8 ±1.9
廊下側2	あり	69.1 ±1.3	64.6 ±1.7	62 ±0.7	59.7 ±0.8	55.6 ±1.1	53.7 ±0.8	51.8 ±0.5	50.9 ±0.4	49 ±0.5	49.7 ±0.8	54.6 ±1.8
	なし	67.5 ±1.0	63.8 ±1.4	58.5 ±1.4	56 ±0.6	51.7 ±1.0	48.9 ±0.9	46.5 ±0.5	47.6 ±0.5	45.3 ±0.7	46.2 ±1.1	52.1 ±2.2

計測場所	日時 アサガオ	9.25				9.26		
		0:00 ～	9:00 ～	13:00 ～	17:00 ～	0:00 ～	9:00 ～	13:00 ～
		9:00	13:00	17:00	24:00	9:00	13:00	15:00
窓側1	あり	57.8 ±0.5	55.4 ±0.9	53.3 ±0.3	53.7 ±1.0	57.4 ±0.9	60.8 ±1.1	63.3 ±0.3
	なし	55.6 ±0.7	51.2 ±1.2	50.7 ±0.5	52.8 ±0.7	56 ±1.0	59.3 ±0.9	60.9 ±0.5
窓側2	あり	57.6 ±0.5	54.7 ±0.8	53.8 ±0.5	54.2 ±0.8	57.4 ±0.8	60.4 ±0.8	62.3 ±0.0
	なし	55.4 ±0.7	51 ±0.9	51.5 ±0.5	53.2 ±0.6	55.9 ±0.9	58.9 ±0.9	60.6 ±0.5
部屋中心	あり	56.9 ±0.5	55.3 ±0.6	53.7 ±0.4	53.7 ±0.8	56.7 ±0.8	59.6 ±0.8	61.5 ±0.2
	なし	55 ±0.5	53 ±0.5	52.8 ±0.1	53 ±0.4	55.4 ±0.9	58.7 ±0.8	60.6 ±0.4
廊下側1	あり	57.5 ±0.4	56.5 ±0.5	55.2 ±0.4	54.5 ±0.4	57.2 ±0.8	59.9 ±0.9	61.9 ±0.5
	なし	55.3 ±0.5	54 ±0.4	53.5 ±0.5	53.8 ±0.2	55.7 ±0.7	58.7 ±0.8	60.6 ±0.4
廊下側2	あり	57.8 ±0.2	56.2 ±0.5	54.3 ±0.5	54.2 ±0.7	57.4 ±1.0	60.7 ±0.9	62.7 ±0.3
	なし	55.7 ±0.4	53.8 ±0.6	52.9 ±0.0	53.3 ±0.6	56 ±0.8	59.1 ±0.7	60.9 ±0.1

して観測された。特に日中は差が大きく、窓際において最大 1.0°C （9月24日と9月25日）の温度差が見られた。部屋の中央では、最大 0.6°C （9月24日と9月25日）であった。廊下側では、最大 0.5°C （9月24日と9月25日）であった。

湿度に関しては、アサガオ緑化のある部屋（101教室）は、アサガオ緑化のない部屋（112教室）よりも常に高くなった。窓際において最大 4.9% （9月23日）、部屋中央で最大 4.8% （9月23日）、廊下側で最大 4.8% （9月23日）の差が観測された。

夜間は、気温は最大 0.4°C （9月24日と9月25日）、湿度は最大 5.5% （9月23日）の差があった。

測定期間中は終日快晴であったため、日射の影響が温度差に大きく反映されたと考えられるが、少なくとも教室全域でアサガオ緑化の効果が観測され、それが夜間にも影響を与えていたという点は、今後のキャンパス緑化を実施するうえで大いに参考になる知見といえる。今後、この効果がアサガオ緑化によるものか、それとも、日射を遮蔽するものであれば同様の効果が期待できるのか、などについても検討する必要がある。

3.6. カーテンの効果

表7、表8を使ってカーテンの効果を検討した。

気温に関しては、日中に差が大きくなり、窓際において最大 0.7°C （10月1日）、部屋の中央で最大 0.5°C （10月1日）、廊下側で最大 0.4°C （10月1日と10月2日）であった。なお、10月1日は、0-9時に、カーテンを閉めた部屋（102教室）の方が、カーテンを開けた部屋（104教室）よりも気温が高くなったが、9-13時になると逆に低くなり、13-17時には再び高くなり、17-24時は再び低くなるという規則的な変動を示した。これは屋内全域で見られた。この理由として、カーテンを開けた部屋の方が早く気温が上昇し、午後になって、カーテンを閉めた部屋の気温がそれを上回ったためと考えられたが、こうした規則的な変動は、10月1日以外は、見られなかった。

湿度も、気温同様、日中に差が大きくなった。ただし、上記のような規則的な変動は見られなかった。湿度差は、窓際において最大 4.2% （10月1日）、部屋の中央で最大 3.3% （10月1日）、廊下側で最大 3.7% （10月1日）であった。夜間は最大 2.9% （10月2日）であった。

全体的に、温度、湿度について、カーテンによる明確な影響は見られなかった。これは、測定期間中が曇天であったことも一因と思われる。ただし、カーテンは屋内への熱の出入りを阻害するた

め、今後、カーテンの断熱効果についても検討すべきかもしれない。

3.7. 建物の階層の違いの効果

測定は、共通1号棟1階にある111、112、114室、2階の211、212、214室、3階の311、312、314室の9部屋を利用し、2011年11月18-21日に実施した。各部屋の条件は、アサガオ緑化がありカーテンを開けた111、211、311室、アサガオ緑化がなくカーテンを閉めた112、212、312室、アサガオ緑化がなくカーテンを開けた114、214、314室である。ただし、アサガオは1階に多く生育しているものの、2階にはあまり生育しておらず、3階はほとんど生育していない。そのため311教室と314教室については、アサガオ緑化による差異はほとんどないと思われる。「おんどとり」は各教室に3台ずつ、部屋中央、窓際中央、廊下側中央に設置した。窓際中央、廊下側中央のセンサー設置位置は、窓から1mの地点である。計測間隔は5分間隔とした。そのほか、屋外の温度・湿度を測定するため、各階の廊下の中央の高さ 2.4m の壁にも「おんどとり」を設置した。廊下には所々に換気用の棧戸が設置され、外気が直接侵入しやすい構造になっている。

測定期間中の天候は、1日目が雨、2日目は晴れ一時曇であった。なお、測定の数日前から続いた低温と測定初日の降雨によって、測定初日夜から測定2日目の未明にかけて、建物全域で大規模な結露が発生した。また、314教室の廊下側に設置した「おんどとり」は、データ収集後のトラブルのためデータの取得に失敗した。そのため、合計29個のデータで解析を行った。測定データは、一定期間ごと（0-9時、9-13時、13-17時、17-24時）に平均値と標準偏差を計算した。気温についての解析結果を表9、湿度についての解析結果を表10に示した。

廊下に関しては、各階共通して、屋内よりも気温が低かった。これは外気の直接的な影響によるものと思われる。また、11月19日から20日にかけて、湿度が、各階でほぼ 100% を記録したが、結露はその結果である。

初日（11月19日）の雨天時は、昼夜を問わず屋内の気温変動は僅かであった。1階の111、112、114室では、気温差が、日中最大 0.3°C 、夜間最大 0.4°C であった。湿度差は、日中最大 5.4% 、夜間最大 4.3% であった。2階の211、212、214室では、気温差が、日中最大 0.4°C 、夜間最大 0.5°C であった。湿度差は、日中最大 5.6% 、夜間最大 5.0% であった。3階の311、312、314室では、気温差が、日中最大 0.6°C 、夜

表7. 室内における計測装置の設置場所とカーテンの効果（気温データ）

気温	日時	9.3			10.1				10.2				10.3
計測場所	時間	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00
	カーテン	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～
窓側1	閉	25.1	24.9	24.6	24.2	25.3	25.9	24.2	23.7	24.3	24	23.3	22.8
	開	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.8	±0.7	±0.2	±0.2	±0.9	±0.7	±0.2	±0.2
窓側2	閉	25.2	24.8	24.3	24	25.7	25.2	24.5	23.4	24.4	23.9	23.3	22.8
	開	±0.1	±0.2	±0.1	±0.2	±0.6	±0.8	±0.4	±0.3	±0.4	±0.5	±0.5	±0.2
部屋中心	閉	25	24.8	24.5	24.2	25.2	25.5	23.9	23.6	24	23.2	23.2	22.8
	開	±0.1	±0.1	±0.1	±0.2	±0.8	±0.7	±0.2	±0.2	±0.7	±0.8	±0.2	±0.2
廊下側1	閉	25.1	24.8	24.3	24.1	25.9	25.1	24.5	23.4	24.4	24.2	23.6	22.8
	開	±0.1	±0.1	±0.1	±0.4	±0.3	±0.8	±0.4	±0.3	±0.4	±0.3	±0.3	±0.2
廊下側2	閉	24.8	24.8	24.5	24.2	24.9	25.4	24.1	23.7	24	23.8	23.6	23.1
	開	±0.0	±0.0	±0.1	±0.1	±0.6	±0.5	±0.2	±0.2	±0.6	±0.5	±0.2	±0.2
廊下側1	閉	24.8	24.7	24.4	24.1	25.3	24.9	24.7	23.7	24.3	24.1	23.8	23.1
	開	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.4	±0.6	±0.4	±0.2	±0.2	±0.2	±0.4	±0.2
廊下側2	閉	24.7	24.6	24.4	24.1	24.6	25.1	24	23.6	23.6	23.6	23.4	23
	開	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.5	±0.4	±0.2	±0.2	±0.5	±0.4	±0.1	±0.1
廊下側2	閉	24.6	24.5	24.3	24	24.9	24.9	24.6	23.7	24	23.9	23.7	23
	開	±0.0	±0.1	±0.1	±0.1	±0.3	±0.4	±0.4	±0.2	±0.2	±0.2	±0.4	±0.2
廊下側2	閉	24.7	24.6	24.4	24.1	24.7	25.2	24	23.5	23.6	23.8	23.3	22.9
	開	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.5	±0.4	±0.2	±0.2	±0.5	±0.5	±0.1	±0.2
廊下側2	閉	24.7	24.5	24.2	23.8	24.8	24.8	24.4	23.4	23.8	23.8	23.4	22.7
	開	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.4	±0.4	±0.4	±0.2	±0.2	±0.2	±0.4	±0.2

表8. 室内における計測装置の設置場所とカーテンの効果（湿度データ）

気温	日時	9.3			10.1				10.2				10.3
計測場所	時間	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00	9:00	13:00	17:00	0:00
	カーテン	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～
窓側1	閉	64.4	66.5	68.7	63.4	41.3	28.1	35.4	42.1	39.3	37.2	37.5	40.3
	開	±0.5	±1.1	±1.1	±3.1	±4.9	±2.2	±2.4	±1.4	±4.6	±1.9	±1.4	±0.6
窓側2	閉	63.3	66.8	69.1	62.4	44.5	27.8	37.4	43.6	40.1	39.1	40.4	40.7
	開	±0.6	±1.2	±1.1	±3.8	±5.1	±2.6	±2.6	±1.1	±3.6	±1.6	±1.1	±0.6
部屋中心	閉	63.6	65.5	68.3	63.3	40.9	28.7	36.7	43	40.2	39.6	38.7	40.9
	開	±0.4	±1.1	±0.5	±3.4	±4.8	±2.1	±2.2	±1.4	±4.2	±1.9	±1.4	±0.6
廊下側1	閉	62.3	65.7	68.7	61.5	44	28.9	37.6	43.6	40.2	38.7	40	40.7
	開	±0.6	±1.7	±0.9	±4.2	±3.8	±2.6	±2.6	±1.2	±3.7	±1.5	±1.1	±0.6
廊下側2	閉	64.5	66	68.3	62.9	42.4	30	36.6	42.9	40.9	38.7	37.8	40.4
	開	±0.4	±0.8	±1.0	±3.0	±4.6	±2.0	±2.3	±1.3	±3.6	±1.7	±1.5	±0.4
廊下側1	閉	64.4	66.5	68.3	61.5	45.7	28.8	36.9	42.7	40.4	38.4	39.1	39.8
	開	±0.5	±0.8	±1.0	±3.5	±4.8	±2.5	±2.5	±1.1	±3.1	±1.7	±0.9	±0.4
廊下側2	閉	65.1	66.7	68.8	63.7	43.4	30.6	36.9	43.4	42.1	39	38.3	40.6
	開	±0.2	±1.1	±0.5	±2.9	±4.7	±2.1	±2.4	±1.3	±3.4	±1.8	±1.4	±0.5
廊下側2	閉	64.8	66.5	68.7	62.1	47.1	29.4	37.4	43	41.4	39.1	39.7	40.2
	開	±0.0	±1.1	±0.8	±3.3	±4.8	±2.5	±2.7	±1.0	±3.0	±1.8	±1.2	±0.5
廊下側2	閉	65.7	67.8	69.4	64.1	43.5	30.4	36.5	43.3	42.1	38.6	38.1	40.5
	開	±0.3	±1.2	±0.8	±3.1	±4.4	±2.3	±2.4	±1.4	±3.1	±1.7	±1.3	±0.6
廊下側2	閉	65.2	67.9	69.3	62.4	47.2	29.3	38	43.8	41.7	39.4	40.3	40.7
	開	±0.5	±1.2	±1.0	±3.3	±4.7	±2.4	±2.6	±1.1	±3.2	±1.9	±0.8	±0.4

表9. 建物の階層の違いの効果（気温データ）

気温				日時	11.18	11.19				11.20				11.21
階	計測場所	アサガオ	カーテン	時間	19:00 ～ 24:00	0:00 ～ 9:00	9:00 ～ 13:00	13:00 ～ 17:00	17:00 ～ 24:00	0:00 ～ 9:00	9:00 ～ 13:00	13:00 ～ 17:00	17:00 ～ 24:00	0:00 ～ 8:15
3階	窓側	あり	開		17.9 ±0.1	17.3 ±0.2	17.5 ±0.1	18.1 ±0.2	18.1 ±0.1	18 ±0.1	21 ±1.2	23.1 ±2.1	18.9 ±0.6	17.1 ±0.7
					17.7 ±0.1	17.2 ±0.2	17.3 ±0.1	17.8 ±0.2	18 ±0.0	17.8 ±0.1	20.3 ±1.0	20.9 ±0.5	18.8 ±0.6	16.8 ±0.5
	なし	閉			18.3 ±0.2	17.7 ±0.2	17.9 ±0.1	18.4 ±0.2	18.5 ±0.0	18.4 ±0.1	21.6 ±1.3	23.9 ±1.8	19.4 ±0.7	17.7 ±0.8
					18.1 ±0.1	17.5 ±0.2	17.6 ±0.1	18.1 ±0.2	18.3 ±0.0	18.1 ±0.1	20.4 ±1.0	21.5 ±0.5	19.1 ±0.6	17.1 ±0.5
	部屋中心	あり	開		17.9 ±0.1	17.3 ±0.2	17.3 ±0.1	17.8 ±0.2	18 ±0.0	17.9 ±0.1	19.7 ±0.8	20.6 ±0.3	18.8 ±0.6	16.8 ±0.6
					18.3 ±0.2	17.7 ±0.2	17.8 ±0.1	18.3 ±0.2	18.4 ±0.0	18.3 ±0.1	21.1 ±1.2	22.2 ±0.6	19.4 ±0.7	17.4 ±0.5
	なし	閉			17.9 ±0.1	17.4 ±0.2	17.4 ±0.1	17.9 ±0.2	18 ±0.1	17.9 ±0.1	20.1 ±1.0	21 ±0.5	18.8 ±0.5	17.1 ±0.5
					17.8 ±0.1	17.3 ±0.2	17.3 ±0.1	17.7 ±0.2	17.9 ±0.0	17.8 ±0.1	19.4 ±0.8	20.2 ±0.2	18.7 ±0.5	16.9 ±0.5
	廊下側	あり	開		16.6 ±0.5	15.8 ±0.3	17.1 ±0.3	18.2 ±0.2	17.5 ±0.3	17.1 ±0.1	18.5 ±0.5	16.9 ±0.9	14.9 ±0.6	13.4 ±0.6
	廊下	なし	閉											
2階	窓側	あり	開		18.9 ±0.1	18.5 ±0.1	18.6 ±0.0	18.9 ±0.1	18.7 ±0.1	18.6 ±0.1	21 ±1.0	22.9 ±2.5	18.9 ±0.3	17.9 ±0.3
					19.3 ±0.1	18.9 ±0.1	18.9 ±0.0	19.1 ±0.1	19 ±0.1	18.8 ±0.1	21.3 ±1.0	21.3 ±0.7	19.2 ±0.3	18.2 ±0.3
	なし	閉			19.3 ±0.1	18.8 ±0.1	18.8 ±0.1	19 ±0.1	18.9 ±0.1	18.7 ±0.1	21.5 ±1.2	23.5 ±2.1	19.4 ±0.4	18.2 ±0.4
					19.1 ±0.1	18.7 ±0.1	18.7 ±0.0	18.9 ±0.1	18.8 ±0.1	18.7 ±0.1	20.4 ±0.8	20.7 ±0.6	18.9 ±0.3	18 ±0.3
	部屋中心	あり	開		19.6 ±0.1	19.2 ±0.1	19.1 ±0.0	19.2 ±0.1	19.1 ±0.1	19 ±0.1	20.7 ±0.8	20.9 ±0.5	19.2 ±0.3	18.3 ±0.2
					19.7 ±0.1	19.2 ±0.1	19.1 ±0.0	19.2 ±0.1	19.1 ±0.1	18.9 ±0.1	21.1 ±0.9	21.5 ±0.6	19.4 ±0.3	18.4 ±0.3
	なし	閉			18.9 ±0.1	18.6 ±0.1	18.6 ±0.1	18.8 ±0.1	18.7 ±0.1	18.6 ±0.0	20.1 ±0.7	20.4 ±0.5	18.9 ±0.2	18 ±0.2
					19.3 ±0.1	18.9 ±0.1	18.8 ±0.0	19 ±0.1	18.9 ±0.1	18.7 ±0.1	20.3 ±0.7	20.5 ±0.4	19 ±0.3	18.1 ±0.2
	廊下側	あり	開		19.3 ±0.1	18.9 ±0.1	18.8 ±0.0	18.9 ±0.1	18.9 ±0.1	18.7 ±0.1	20.7 ±0.9	21.1 ±0.5	19.2 ±0.3	18.2 ±0.3
					16 ±0.1	15.8 ±0.2	17.1 ±0.3	18.4 ±0.3	17.7 ±0.3	17.3 ±0.1	18.7 ±0.5	17.4 ±0.9	15.7 ±0.5	14.1 ±0.5
	廊下	なし	閉											
1階	窓側	あり	開		18.9 ±0.1	18.6 ±0.1	18.7 ±0.1	19 ±0.1	18.9 ±0.1	18.8 ±0.0	20 ±0.6	20.9 ±1.2	18.9 ±0.2	18 ±0.3
					19.1 ±0.1	18.8 ±0.1	18.9 ±0.1	19.2 ±0.1	19.2 ±0.0	19.1 ±0.1	21.3 ±0.9	21.2 ±0.8	19.3 ±0.3	18.4 ±0.3
	なし	閉			19 ±0.1	18.7 ±0.1	18.8 ±0.1	19.1 ±0.1	19 ±0.1	18.9 ±0.2	22 ±1.1	22.7 ±2.0	19.1 ±0.3	18.1 ±0.3
					19.1 ±0.1	18.8 ±0.1	18.9 ±0.1	19.1 ±0.1	19 ±0.1	19 ±0.0	19.9 ±0.4	20 ±0.3	19 ±0.2	18.3 ±0.2
	部屋中心	あり	開		19.3 ±0.1	19.1 ±0.1	19.2 ±0.0	19.4 ±0.1	19.4 ±0.0	19.3 ±0.1	20.9 ±0.8	21 ±0.6	19.4 ±0.3	18.5 ±0.2
					19.4 ±0.1	19 ±0.1	19.1 ±0.1	19.3 ±0.1	19.3 ±0.0	19.2 ±0.1	21.1 ±0.9	20.8 ±0.6	19.3 ±0.3	18.4 ±0.2
	なし	閉			18.9 ±0.1	18.7 ±0.1	18.7 ±0.0	18.9 ±0.1	18.9 ±0.0	18.8 ±0.0	19.6 ±0.4	19.8 ±0.3	18.9 ±0.2	18.2 ±0.2
					19 ±0.1	18.9 ±0.1	18.9 ±0.0	19.1 ±0.1	19.1 ±0.0	19.1 ±0.0	20.4 ±0.7	20.6 ±0.5	19.2 ±0.2	18.4 ±0.2
	廊下側	あり	開		19.1 ±0.1	18.8 ±0.1	18.8 ±0.0	19 ±0.1	19 ±0.0	18.9 ±0.1	20.7 ±0.8	20.5 ±0.5	19.1 ±0.3	18.3 ±0.2
					15.5 ±0.1	15.4 ±0.3	16.6 ±0.2	17.8 ±0.4	17.4 ±0.2	17 ±0.1	18.2 ±0.4	17 ±0.8	14.7 ±0.6	12.6 ±0.5
	廊下	なし	閉											

表10. 建物の階層の違いの効果（湿度データ）

気温				日時	11.18	11.19					11.20				11.21
階	計測場所	アサガオ	時間	19:00 ～ 24:00	0:00 ～ 9:00	9:00 ～ 13:00	13:00 ～ 17:00	17:00 ～ 24:00	0:00 ～ 9:00	9:00 ～ 13:00	13:00 ～ 17:00	17:00 ～ 24:00	0:00 ～ 8:15		
			カーテン												
3階	窓側	あり	開	56.9 ±0.5	57.8 ±1.3	64 ±0.8	71.8 ±3.1	73.2 ±1.1	70.5 ±1.0	59.5 ±3.5	50.5 ±5.1	53.8 ±1.1	51.7 ±2.2		
			閉	58.8 ±0.5	59.9 ±1.2	66.7 ±0.9	72.9 ±2.3	74.5 ±0.7	73.3 ±0.5	62.8 ±3.8	57.9 ±0.5	55.4 ±1.3	53.1 ±1.1		
		なし	開	53.5 ±0.4	55.9 ±1.6	63.3 ±1.2	69.3 ±2.4	69 ±1.3	67.2 ±0.6	56.4 ±3.8	47.2 ±4.2	50.7 ±0.9	48.2 ±2.7		
			閉	56.6 ±0.4	57.5 ±1.1	63.8 ±1.4	71.9 ±2.8	73.5 ±1.0	70.8 ±0.8	62.1 ±3.0	55.9 ±0.7	53.7 ±0.7	52.1 ±0.8		
	部屋中心	あり	開	57.2 ±0.4	58.1 ±1.0	64.4 ±1.6	72.2 ±2.5	73.7 ±1.1	71.5 ±0.5	63.4 ±3.3	57.9 ±0.6	54 ±1.1	51.9 ±0.6		
			閉	51.9 ±0.4	54.1 ±1.1	59.3 ±1.1	66.9 ±2.5	65.9 ±1.1	64.7 ±0.3	56.3 ±3.3	51.2 ±0.5	49.7 ±1.0	47.5 ±1.1		
		なし	開	57.1 ±0.5	57.7 ±1.0	64.1 ±1.4	72.3 ±2.9	74 ±1.2	71.1 ±0.8	63.3 ±2.8	57.8 ±0.5	54.3 ±1.2	51.9 ±0.8		
			閉	57.4 ±0.3	58.1 ±0.9	63.9 ±1.5	72.4 ±2.8	73.8 ±0.8	71.7 ±0.5	64.6 ±3.0	59 ±0.8	54.2 ±1.1	51.4 ±0.6		
	廊下側	あり	開	66.8 ±0.6	76.4 ±4.9	93 ±3.2	100 ±0.2	99.4 ±1.7	94.8 ±2.1	64.4 ±8.8	54.4 ±1.9	49.6 ±1.7	56 ±1.9		
			閉												
	2階	窓側	あり	開	53.6 ±0.4	56.1 ±1.6	61.5 ±1.1	68.4 ±2.7	69.8 ±0.6	69.8 ±0.6	59.9 ±4.2	48 ±5.5	48.8 ±1.6	46.3 ±0.5	
				閉	52.2 ±0.0	54.3 ±1.4	57.8 ±0.7	63.4 ±2.1	64.8 ±0.8	64.8 ±0.5	56.6 ±3.7	52.6 ±0.5	49.8 ±1.7	45.7 ±0.8	
			なし	開	52.9 ±0.5	55.4 ±1.8	59.9 ±0.5	62.8 ±1.3	65.1 ±0.3	65.8 ±0.6	55.8 ±4.3	45.6 ±4.6	48 ±1.3	45 ±0.8	
				閉	52.9 ±0.5	55 ±1.4	60.5 ±1.2	67.6 ±2.6	68.6 ±0.8	68.6 ±0.7	61.9 ±3.3	55.4 ±0.6	49 ±2.1	45.9 ±0.6	
		部屋中心	あり	開	53.4 ±0.4	55.6 ±1.5	59.8 ±0.8	64.9 ±2.3	67.2 ±0.6	67.6 ±0.5	60.9 ±3.3	56.7 ±0.5	51.4 ±2.0	47 ±0.8	
				閉	53 ±0.4	55.5 ±1.9	59.5 ±0.5	63 ±1.6	65.9 ±0.7	66.8 ±0.6	58.9 ±3.5	52.5 ±0.6	49.2 ±2.0	45.5 ±0.8	
		なし	開	52 ±0.0	54.4 ±1.5	60.3 ±0.9	65.7 ±2.2	67.1 ±0.8	66.9 ±0.7	61.2 ±2.9	54.8 ±0.9	48.4 ±2.4	44.1 ±0.3		
			閉	52.9 ±0.4	54.8 ±1.4	58.8 ±1.1	64.3 ±2.3	65.7 ±0.7	65.8 ±0.5	60.3 ±2.7	56 ±0.6	50.4 ±2.3	45.7 ±0.5		
廊下側		あり	開	53.6 ±0.2	56.3 ±1.9	60.5 ±0.4	64.2 ±1.6	66.9 ±0.8	67.8 ±0.5	60.3 ±3.3	53.6 ±1.0	50 ±1.8	45.9 ±0.7		
			閉	66.4 ±1.0	81.2 ±9.5	97.6 ±1.7	100 ±0.0	100 ±0.2	96.7 ±4.8	64.3 ±9.5	55.1 ±2.4	49.8 ±1.2	54.4 ±1.6		
1階		窓側	あり	開	55.5 ±0.0	57.3 ±1.3	62.5 ±0.7	69.2 ±2.2	68.9 ±1.0	68 ±0.5	63.1 ±2.6	55.2 ±2.6	52.7 ±1.3	50.2 ±0.5	
				閉	51.9 ±0.3	55 ±1.4	59.1 ±0.6	65.1 ±2.5	65.9 ±0.6	66.4 ±0.7	58.4 ±3.7	53.9 ±0.5	51.1 ±1.7	47.9 ±0.6	
			なし	開	53.2 ±0.1	55.7 ±1.4	59.8 ±0.6	64.4 ±1.5	65.2 ±0.2	65.4 ±0.7	55.5 ±4.0	47.4 ±5.1	47.5 ±1.4	45.2 ±0.4	
				閉	54.3 ±0.0	56.2 ±1.4	61.6 ±0.9	68.4 ±2.2	68.5 ±0.9	67.8 ±0.5	64 ±2.3	58.3 ±1.1	52.1 ±1.4	49.2 ±0.6	
		部屋中心	あり	開	52.1 ±0.3	54.7 ±1.6	59.1 ±0.5	64.1 ±2.3	66.2 ±0.0	67 ±0.8	60.8 ±3.3	55.4 ±0.5	51.4 ±1.9	47.5 ±0.6	
				閉	51.8 ±0.0	54.4 ±1.4	58.7 ±0.6	62.8 ±1.6	64 ±0.4	64.2 ±0.5	58.2 ±3.4	52.9 ±0.8	46.9 ±1.7	44.1 ±0.4	
		なし	開	55.2 ±0.0	57 ±1.4	63.1 ±1.3	69.7 ±1.9	69.3 ±1.0	68.6 ±0.5	64.9 ±2.0	59.5 ±1.0	52.9 ±1.6	49.6 ±0.5		
			閉	51.8 ±0.0	54.6 ±1.6	59 ±0.6	64.4 ±2.4	66.1 ±0.5	67.1 ±0.5	61.5 ±3.0	56.6 ±0.5	51.3 ±1.8	47.4 ±0.6		
	廊下側	あり	開	52.9 ±0.0	55.4 ±1.4	59.9 ±0.5	64.3 ±1.8	65 ±0.5	65.2 ±0.5	59.9 ±3.1	54.1 ±0.9	48.1 ±1.7	45.1 ±0.4		
			閉	69.5 ±0.8	79.3 ±6.0	93.9 ±3.0	99.3 ±1.7	100 ±0.0	98.3 ±2.8	69.3 ±9.8	56.1 ±2.7	49.5 ±1.2	56.2 ±2.0		

間最大0.4℃であった。湿度差は、日中最大5.0%、夜間最大7.6%であった。

日中に関してみると、1階では、カーテンを閉めた112教室が最も気温が高く、次いで114教室、111教室と続いた。この傾向は窓際、部屋中央、廊下側でも共通していた。2階では、214教室が最も高く、次いで212教室、211教室と続いた。3階では、314教室が最も高く、311教室、312教室と続いた。

1階でカーテンを閉めた部屋（112教室）の気温が高くなったのに対し、3階でカーテンを閉めた部屋（312教室）の気温が最も低くなったのは、カーテンの断熱効果が3階では発揮されなかったことを示唆している。3階はアサガオがほとんど生育しておらず、雨天のため、日射の影響はほとんど無かったと考えられるが、3階では廊下と屋内の温度差が1階、2階と比べて小さく、また、部屋中心の気温が窓際や廊下側よりも高かった。こうしたことから、カーテンの断熱効果以上に、外気の影響を強く受けていたことが判る。

測定2日目（11月20日）に天気は回復すると、日射による効果が加わった。1階の111、112、114室では、気温差が、日中最大1.8℃、夜間最大0.4℃であった。湿度差は、日中最大7.8%、夜間最大5.2%であった。2階の211、212、214室では、気温差が、日中最大2.2℃、夜間最大0.5℃であった。湿度差は、日中最大7.0%、夜間最大4.0%であった。3階の311、312、314室では、気温差が、日中最大3.0℃、夜間最大0.6℃であった。湿度差は、日中最大7.4%、夜間最大4.7%であった。

日中に関してみると、1、2階では、アサガオ緑化がなくカーテンを開けた部屋（114教室、214教室）で気温が最も高くなり、次に、カーテンを閉めた部屋（112教室、212教室）、最後にアサガオ緑化のあるカーテンを開けた部屋（111教室、211教室）の順になった。3階はアサガオ緑化がほとんどないため、311教室は314教室とよく似た温度変動を示した。また、カーテンを閉めた302教室の気温が最も低くなったが、これは外気の影響と思われる。一般に最上階は夏季に天井の焼け込みが深刻とされるが、それを裏付ける結果と思われる。

湿度は、気温のような明確な変動が見られなかった。これは前日の結露の影響が残っていたことが考えられる。また、カーテンを閉めた部屋では変動が不規則であったが、これは気温変動が複雑であったため、相対湿度の変動も同様に複雑になったからと思われる。

以上の結果から、最上階は外気の影響を受けて

いることが明らかになった。しかも、曇天であっても影響を受けていることが判明した。最上階での昇温抑制効果には、さまざまな手法で検討する必要がある。最上階は、それより低い階とは別の、新たな環境対策を立てる必要性があるかもしれない。

3.8 その他の検討事項

アサガオが高層階まで登攀生育するには時間がかかるため、アサガオ緑化を早く（できれば大学の授業期間である8月上旬までに）高層階に及ぼせる新たな方法を検討する必要がある。また、アサガオが高層階にまで伸びて行きやすいネットの形状についても検討すべきかもしれない。

また、窓とカーテンの隙間で温められたり、冷やされたりした空気は、そのまま屋内で対流するので、カーテンの断熱効果も検討すべきであろう。

4. 結論

今回の予備調査の結果からみて、本測定では以下を基本とするのが適当と思われる。

1. 計測器の計測時間間隔は、5分とする。
2. 設置高さは、床上1mとする。
3. 設置場所は、各部屋の中央、窓際、廊下側にそれぞれ1個ずつ、合計3点とする。
予備調査の結果、アサガオ緑化、カーテンの開閉、建物の階層などの効果と、気温、湿度との関係について下記の知見が得られた。
4. アサガオ緑化による屋内の昇温抑制は、窓際で顕著であり（最大温度差1℃）、その効果は部屋全体で確認された。湿度に関しては、アサガオ緑化のある部屋は、アサガオ緑化のない部屋よりも常に高くなった（日中の最大湿度差は窓際で4.9%）。
5. カーテンの開閉による効果は、気温、湿度共に日中に差が大きくなったが、アサガオ緑化ほど顕著ではない。また、天候や気温によっても異なる。これは、カーテンが日射を遮蔽する効果を持つと同時に、断熱効果も有するためと考えられる。
6. 階層の違いによる影響は、最上階とそれ以下の階層との間で顕著であった。最上階は曇天であっても外気や天候の影響を受ける。夏季の昇温抑制のためには、アサガオ緑化以外に、さまざまな手法を検討する必要がある。
7. アサガオ緑化が大学の授業期間の8月上旬までに高層階まで及ぶようにすることが必要である。そのためには、ネット形状の改良なども検討すべきかもしれない。

引用文献

- 1) 酒井伸一 (代表), 環境報告書ベンチマーキングと環境管理システムに関する研究 (プロジェクト期間平成 18 ~ 20 年), 大学等環境安全協議会プロジェクト報告書, (2010) .
- 2) 梅干野晃, 萩原賢二, 屋上の芝生植栽による照り返し防止・焼け込み防止効果, 日本建築学会建築環境工学論文集 31 (2), 247-259 (1981) .
- 3) 梅干野晃, 屋上緑化と環境調整効果, 日本緑化工学会誌 27 (2), 386-392 (2001) .
- 4) 横山仁, 山口隆子, 石井康一郎, 屋上緑化のヒートアイランド緩和効果: 軽量薄層型屋上緑化に関する検討, 東京都環境科学研究所年報, 3-10 (2004) .
- 5) 鈴木弘孝, 加藤真司, 藤田茂, 金甫炫, 屋上緑化施設の公開に関する実態調査, 日本緑化工学会誌 35 (1), 228-231 (2008) .
- 6) 野島義照, 沖中健, 小林達明, 坊垣和明, 瀬戸裕直, 倉山千春, 壁面緑化による建築物の壁面温度の上昇抑止効果の実証的研究, 造園雑誌 56 (5), 115-120 (1993) .
- 7) 下村孝, 壁面緑化材料の利用特性と利用上の課題, 日本緑化工学会誌 27 (2), 399-406 (2001) .
- 8) 野島義照, 鈴木弘孝, 壁面緑化による夏季の壁面から屋内への熱流および熱流量の軽減効果, ランドスケープ研究 67 (5), 447-452 (2004) .
- 9) 鈴木弘孝, 小島隆矢, 嶋田俊平, 野島義照, 田代順孝, 壁面緑化に関する技術開発の動向と課題, 日本緑化工学会誌 31 (2), 247-259 (2005) .
- 10) 鈴木弘孝, 三坂育成, 水谷敦司, 田代順孝, WBGT, SET* による壁面緑化の温熱環境改善効果の評価, ランドスケープ研究 69 (5), 441-446 (2006) .
- 11) 鈴木弘孝, 三坂育成, 季節の違いによる壁面緑化の温熱環境改善効果, 日本緑化工学会誌 33 (4), 587-595 (2008) .
- 12) 池貝隆宏, 巻き付き登攀型壁面緑化のヒートアイランド緩和効果の検証, 神奈川県環境科学センター研究報告 31, 50-55 (2008) .
- 13) 池貝隆宏, 原田進, 内藤智子, 斉藤邦彦, 石井進, 堀江裕一, アサガオを用いた壁面緑化の効果測定, 神奈川県環境科学センター研究報告 31, 86-89 (2008) .
- 14) 壁面緑化チャレンジ! ガイド, 神奈川県環境科学センター (2008) .