

## 緑のカーテンによる生活環境改善手法に関する研究

The effect of “Green Curtain” for life environment improvement



加藤真司・桑沢保夫・石井儀光・樋野公宏・橋本剛・永井心平・池田今日子・持田太樹・小木曾裕  
島田知幸・楠元美苗・宮里政智・鈴木弘孝・栗原正夫・五十嵐康之

Masashi KATO, Yasuo KUWASAWA, Norimitsu ISHII, Kimihiro HINO, Tsuyoshi HASHIMOTO,  
Shinpei NAGAI, Kyoko IKEDA, Futoki MOCHIDA, Yutaka KOGISO, Tomoyuki SHIMADA,  
Minae KUSUMOTO, Masatomo MIYAZATO, Hirotaka SUZUKI, Masao KURIHARA  
and Yasuyuki IGARASHI

国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute



# 建築研究資料

*Building Research Data*

No. 180

March 2017

---

---

## 緑のカーテンによる生活環境改善手法 に関する研究

The effect of "Green Curtain" for life environment improvement

加藤真司・桑沢保夫・石井儀光・樋野公宏・橋本剛・永井心平・池田今日子・持田太樹  
小木曾裕・島田知幸・楠元美苗・宮里政智・鈴木弘孝・栗原正夫・五十嵐康之

Masashi KATO, Yasuo KUWASAWA, Norimitsu ISHII, Kimihiro HINO, Tsuyoshi  
HASHIMOTO, Shinpei NAGAI, Kyoko IKEDA, Futoki MOCHIDA, Yutaka KOGISO,  
Tomoyuki SHIMADA, Minae KUSUMOTO, Masatomo MIYAZATO, Hirotaka SUZUKI,  
Masao KURIHARA and Yasuyuki IGARASHI

---

---

国立研究開発法人 建築研究所

Published by Building Research Institute



## はしがき

2011年に生じた東日本大震災では、電力不足から夏場の節電が呼び掛けられ、その処方箋の一つとして緑のカーテンが注目された。アサガオやゴーヤなどの蔓性植物でカーテン状に窓や壁を覆う緑のカーテンは、夏季において強い日射の屋内への侵入を遮ることで、住環境の温熱環境改善に寄与するためである。このような植物によって涼をとる生活スタイルは我が国では古くからあるが、居住空間や居住形態の変遷によって、最近では集合住宅のベランダに緑のカーテンを設置する事例が増え、中には建築物設計時から緑のカーテンの設置を前提とした事例も登場してきている。しかしながら、緑のカーテンの効果に関する検証に関する既往研究は少ないため、その科学的検証の必要性が望まれていた。また、緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果は、単に植物による日射遮蔽効果によるだけでなく、実際には窓の開閉といった生活スタイルとの関係が深い。このため、緑のカーテンによる生活環境改善効果を把握するためには、物理的改善効果・生活スタイルと使用方法・利用者の主観的価値感などの多面的な角度から検証する必要がある。さらに、緑のカーテンは灌水などの日々の維持管理作業が伴うことから、コミュニティ形成効果や地域の防犯効果も期待されているという一面もある。このため、こうした緑のカーテンの多面的な効果を併せて検証する必要がある。

以上の状況を鑑みて、本研究は、独立行政法人都市再生機構が所有する実際の集合住宅を用いた実証実験等によって、緑のカーテンの特性の体系的把握を行ったところであり、科研費研究「緑のカーテンによる生活環境改善手法に関する研究(平成23～25年度)」の予算によって実施した。本研究の成果として、緑のカーテンは夏季における屋内の温熱環境の低減に役立ち、それはスダレといった従来の代替素材よりも効果が大きいことが分かってきた。また、特にそれは窓の解放時においてより効果が顕著であり、実際に緑のカーテンの設置によって窓の開放が促されることも明らかになった。冷房による冷気を高齢者は嫌うことが多いが、このことが緑のカーテンを利用する動機になっているという指摘があるほどである。利用者へのアンケート調査からは、緑のカーテン設置時において、年齢の高い者ほどより窓を開放するという明らかな傾向が見られた。

ところで、集合住宅の実験から得られた緑のカーテンによって節減される電気使用量は、実際の世帯での生活上での緑のカーテンによる電気節減量よりも少ない傾向が見られた。これは、先に挙げた窓の開放といった生活動態の影響が想定されたが、同時に、緑のカーテンによる窓辺景観の向上によってより涼しげに感じるといった視覚効果も想定された。このため、被験者を募った緑のカーテンの視覚効果検証実験の結果、明らかな視覚効果が確認できた。緑のカーテンは西日などの直射日光が屋内に直接射し込む場合には有効であるが、そうでない場合には、むしろ窓辺景観向上機能に特化した緑のカーテンの形態もありうるのではないかという発想のもとに、屋内設置型緑のカーテンの提案を行うといった発展的な提案も実施したところである。以上のような一連の実験や調査によって得られた知見は、単に緑のカーテンに限らず広く都市緑化全般にも応用可能なものである。本研究の成果が広範に活用されることを祈念するものである。

2017年3月

建築研究所理事長

坂本雄三

## 目次

|   |           |     |
|---|-----------|-----|
| 概要  | ・ ・ ・ ・ ・ | i   |
| Abstract  | ・ ・ ・ ・ ・ | iii |
| 序章 はじめに   | ・ ・ ・ ・ ・ | 1   |
| 第一章 緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果実験                               | ・ ・ ・ ・ ・ | 7   |
| 第二章 緑のカーテンの LAI 測定手法の検討                                 | ・ ・ ・ ・ ・ | 25  |
| 第三章 緑のカーテンの節電効果調査<br>～浜松市における調査から～                      | ・ ・ ・ ・ ・ | 31  |
| 第四章 緑のカーテンの視覚効果実験                                       | ・ ・ ・ ・ ・ | 43  |
| 第五章 集合住宅居住者における緑のカーテンの利用実態調査<br>～全国の緑のカーテン実践者へのアンケート調査～ | ・ ・ ・ ・ ・ | 61  |
| 第六章 視覚効果に特化した新たな緑のカーテンの提案                               | ・ ・ ・ ・ ・ | 73  |
| 第七章 まとめ   | ・ ・ ・ ・ ・ | 93  |
| 資料編   | ・ ・ ・ ・ ・ | 99  |

## 概 要

緑のカーテンは、アサガオやツルレイシ（ゴーヤ）などの蔓性の植物をネットに這わせて建物の窓・ベランダ・壁面などを緑で覆うものを指し、緑のカーテンによる日射遮蔽によって夏季における建物屋内の温熱環境改善効果が期待されている。特に、緑のカーテンが繁茂する盛夏期は、冷房の使用によって我が国の電気消費量がピークとなる時期に重なることから、節電対策の一つとして、またヒートアイランド現象の緩和策としても注目されている。しかしながら、緑のカーテンに関する学術的な既往研究は少なく、かつ、緑のカーテンの効果は窓の開閉といった生活スタイルとの関係が深いため、物理的改善効果ばかりでなく、生活スタイルや使用方法、それに利用者の主観的価値感などの多面的な角度から緑のカーテンによる生活環境改善効果を検証する必要があった。このため、独立行政法人都市再生機構（UR 都市機構）の所有する集合住宅を用いた実証実験等により、上記の観点からの緑のカーテンの特性を把握することを本研究は目的とした。

2011 年には、UR 都市機構が所有する千葉県柏市豊四季台団地の無入居居室を用いて、緑のカーテンとスダレそれぞれを設置した居室と、何も設置しない居室の屋内温熱環境を、窓を閉め切った状態で測定する実験を実施した。また、窓を開け放った状態での屋内の温熱環境も併せて測定した。これらの実験の結果、緑のカーテンを設置することによって室温は低く抑えられ、しかもその効果はスダレより大きいことが分かった。さらに、窓を開け放った状態でも、緑のカーテンを設置した居室が最も屋内温熱環境改善の効果が大きいことが明らかになった。窓の開放時の方が閉め切った状態よりも体感温度は低くなるため、緑のカーテンを活用する場合には窓を開け放つことが効果的だということが分かった。実際に、浜松市内の緑のカーテン実践者を対象にしたアンケート調査（2011 年）では、緑のカーテンを設置することによって窓の開放が促されることが明らかになった。また、全国の UR 都市機構の賃貸住宅に居住する緑のカーテン実践者へのアンケート調査（2013 年）では、より高齢な者ほど緑のカーテンの設置によって窓をより開放するというはっきりとした傾向が見て取れた。ヒヤリングからは、高齢者は冷え性などのためにエアコンの冷気を嫌うことが多く、このために緑のカーテンによって盛夏期の暑さをしのいでいることが窺えたため、高齢化社会の到来に伴って夏季における屋内温熱環境改善手法としての緑のカーテンの活用が望まれる。

なお、先に実施した UR 都市機構の集合住宅を用いた屋内温熱環境改善効果の検証実験では、壁を緑のカーテンで覆った場合に、夜間において室温の低下が見られた。その低下傾向は、壁を覆わなかった場合に較べると朝方まで続いた。これは緑のカーテンによって壁のコンクリートの蓄熱が抑えられたためと考えられるが、このことから、緑のカーテンによって壁を覆うという方法が、熱帯夜対策の一つとして有効なことが分かる。

また、実際の生活実態上の緑のカーテンによる節電効果を確認するため、緑のカーテンを利用している浜松市内の世帯へのアンケート調査を実施した。電力会社から各世帯に配布される電気料金票に記載された 2010 年と 2011 年の夏季（7 月～8 月）の電気使用量を比較するという手法を用いた。

以上の実験及び調査の結果から、実験によって求めた緑のカーテンの節電効果よりも、アンケート調査によって得られた節電結果の方が大きい傾向が窺えた。その差の原因として、緑のカーテンの設置によって窓辺の景観が向上し、それが涼しげに感じられるという視覚効果が想定された。このため、2012年にUR都市機構が所有する東京都足立区の花畑団地にて、ベランダに緑のカーテンを設置した部屋と何も設置しない部屋を設定した上で、各部屋に設置したセンサーにて測定して求めた体感温度指標 SET<sup>\*</sup>と、被験者が感じる屋内の温冷感等との関係を求めるという実験を実施した。この結果、被験者は視覚的に室温をより低く感じ取っていることが明らかになった。

なお、緑のカーテン実践者へのアンケート調査からは、初めて緑のカーテンを設置し始めるきっかけとしては他者からの勧めが契機になることが多く、また、その動機は屋内の温熱環境改善であることが多い。しかしながら、実際に緑のカーテンを体験することにより、地域コミュニティの醸成や日々の生活のアメニティの向上といった副次的機能に気づく傾向にある実態が確認できた。こうした多様な緑のカーテンの機能が発揮できるような活用方法を指向することが望ましい。

さらに、緑のカーテンは、条件によっては物理的温熱環境改善効果に匹敵するほどの視覚効果が確認できたので、緑のカーテンの効果的な機能を発揮するための新たな緑のカーテンの形態を考案し、その試験体の製作と試験展示によって、その有効性の確認を行った。試験展示の結果、新たな緑のカーテンの可能性が見いだせる結果が得られたため、更なる今後の検討が望まれるところである。

以上の一連の研究によって、緑のカーテンの生活動態に応じた特性が把握できた。今後の緑のカーテンの普及の一助になることが期待するものである。



## Abstract

“Green Curtain” is synthetic resin net with viny plants such as bitter gourd and morning glory. It shuts out the sunshine in summer season by hanging over the windows and wall, it is expected that Green Curtain have the cooling effect of indoor thermal environment. Therefore, it has also effect of the reduction of electricity use of households who installed Green Curtain, and the reduction of heat island phenomenon. However there are a few previous research about the effects of Green Curtain. And also, the effect of Green Curtain is specially influenced by the behavior of residents such as the status of opening or shutting the windows., because it influenced by resident’s sense of subjective value. So that, this study aimed to clear the cooling effect of Green Curtain in the apartment building by the experiments which was conducted at the apartment building owned by Urban Renaissance Agency at the many-sided sights above-mentioned.

At the first, we conducted the experiments, in 2011, which were measured the indoor thermal environment of several dwelling units with different conditions of curtains at Toyoshikidai apartment owned by Urban Renaissance Agency in Kashiwa-city, Chiba prefecture. The different conditions of curtains are a few different volume of leaves of Green Curtains and comparing with reed screen. We could get the result that Green Curtain had effect to improve the thermal living environment according to the volume of leaves area, and the Green Curtain had more effectiveness than reed screen. From this result, we estimated the effectiveness of saving electricity by Green Curtains. And also at the sensitive temperature it was cleared that Green Curtain have more effectiveness than other conditions when sliding doors and windows were opened. The sensitive temperature when opening windows is lower than it when shutting windows, so the result of experiment leads that it is better to open the windows when installing Green Curtain. Actually, at the result of questionnaire survey, in 2011, against the residents who installed Green Curtains in Hamamatsu-city, Shizuoka prefecture, it showed that residents had opened the windows more often by installing Green Curtains. And also, the result of another questionnaire survey against residents in the apartment building owned by Urban Renaissance Agency in 2013, we can get the result that the higher age participants had opened the sliding doors and windows more often than the lower age participants when installing Green Curtain. It has been becoming an aging society in Japan, we hope that Green Curtain will become more popular as the way of cooling indoor thermal environment.

Usually, Green Curtain are covered over the windows, however the result of the experiment which was measured the indoor thermal temperature when the wall was covered by Green Curtain, it designated indoor thermal temperature is lower than the

temperature of the case which wall didn't be covered by Green Curtain during the night time. The reason is caused by the reduction of saving heat of the wall which is made of reinforced concrete by shutting out the sunshine. So that it is better to cover the wall by Green Curtain when to use Green Curtain as a method of easing a sultry night.

We conducted a questionnaire survey in 2011 for recognizing the effect of the reduction of the electricity use by installing Green Curtain at the sight of actual living situation in Hamamatsu-city. An electric power company divide an electric rate bill to every households every month. We asked to participants how much the each month's electric use which was written in the electric rate bill, and we could compare the electricity use between 2010 with 2011. We calculated the cooling effect of the reduction of electricity use of households who installed Green Curtain by the result of the questionnaire survey. The cooling effect of Green Curtain which had been gained from the research about the reduction of electricity use of households who installed Green Curtain was more than the cooling effect from the result of experiment which had measured the indoor thermal environment. Therefore, we made a assumption that Green Curtain influence the psychological reaction of indoor feeling temperature, and conducted the experiment which participants stated feeling temperature in the rooms which setting up Green Curtain or not at Hanabata apartment building owned by Urban Renaissance Agency in Adachi-ku Tokyo prefecture. At the result, when sensible temperature SET\*of rooms are equal , the stated temperature of participants in rooms which setting up Green Curtain was low than the stated temperature in the room of no Green Curtain. We could recognize that Green Curtain influenced the psychological reaction of participants.

We conducted the questionnaire survey against residents in the apartment building owned by Urban Renaissance Agency in 2013. There are many high agers in the questionnaire participants, and we can get the result that Green Curtain don't have the effect of only improving the thermal living environment, but also increasing the satisfaction by bringing up cultivars and improving the windowscape. And, it was cleared that the higher age participants had opened the sliding doors and windows than the lower age participants when installing Green Curtain. It is very important that there are different behaviors of participants according to ages when installing Green Curtain on the thinking of spreading Green Curtain.

Furthermore, we planned new type Green Curtain kits which had the effect of visual improvement, and also exhibited these kits in Okinawa commemorative park. The result of this exhibition showed the test kits was available as indoor-type Green Curtain, however it needs some improvement of the kits from now on.

序章

はじめに

## 研究目的

近年、手軽な壁面緑化の一形態としてその利用者が増えているのが「緑のカーテン」である。緑のカーテンとは、アサガオ (*Ipomoea nil* (L.) Roth) やツルレイシ (*Momordica charantia* var. *pavel*) などの蔓性の植物をネットに這わせて、建物の窓・ベランダ・壁面などを緑で覆ってしまうものを指し、プランターさえ置けるスペースと日照があればどこでも設置が可能である。緑のカーテンは夏季に繁茂する一年草を主に用いるが、それは盛夏期における日射を植物の葉面で遮ることによって、建物屋内における温熱環境の改善が図られるためであり、その結果、エアコンへの負荷が軽減されて節電につながるとされる。特に東日本大震災のあった 2011 年の夏は、節電の一手法として注目を集めていた。また、緑のカーテンは育成の手軽さと温熱環境改善効果が体感できることから、写真 1 のように小学校における環境教育の一環として校舎の窓に設置されることも多い。



写真 1 小学校校舎の緑のカーテンの設置 (浜松市内)

環境にやさしい緑のカーテンへの取り組みは行政の立場からしても望ましいため、緑のカーテンの取り組みの普及啓発を図っている地方公共団体は全国的に年々増加する傾向にあり、国土交通省の調査<sup>1)</sup>では、2012 年度に緑のカーテンに取り組む地方公共団体の数は 369 団体にのぼり、前年度の地方公共団体数 (231 団体) の約 1.6 倍の増加となった (写真 2)。また、2008 年から全国緑のカーテンフォーラムが、全国の地方公共団体の持ち回りで毎年開催され<sup>2)</sup>、全国から関係者が集うなどの広がりが見られるほどである。

こうした動きの中で、独立行政法人都市再生機構 (以降は UR 都市機構と記す) では、賃貸住宅居住者に対して緑のカーテンのキットを配布し、また、民間のマンションでも計画段階からベランダに緑のカーテンを据え付けられるように配慮された物件も散見されるようになってきている。

ところで、緑のカーテンの効果は植物の葉による日射遮蔽効果によるところが大きいと考えられる。Kato et al.<sup>3)</sup> は、実験により緑のカーテンの葉面密度と日射遮蔽効果との関係を明らかにするとともに、併せて緑のカーテンの通風性と葉面密度との関係の把握を行



写真 2 市役所庁舎に設置された緑のカーテン（茨城県つくば市庁舎）

っている。図 1 のように、葉面密度が高いほど日射遮蔽効果が大きく、通風性は悪くなるという結果が得られている。この実験結果は常識的な結果ではあるものの、植物の葉の特性を端的に示しており、それは布製カーテンには見られないものである。

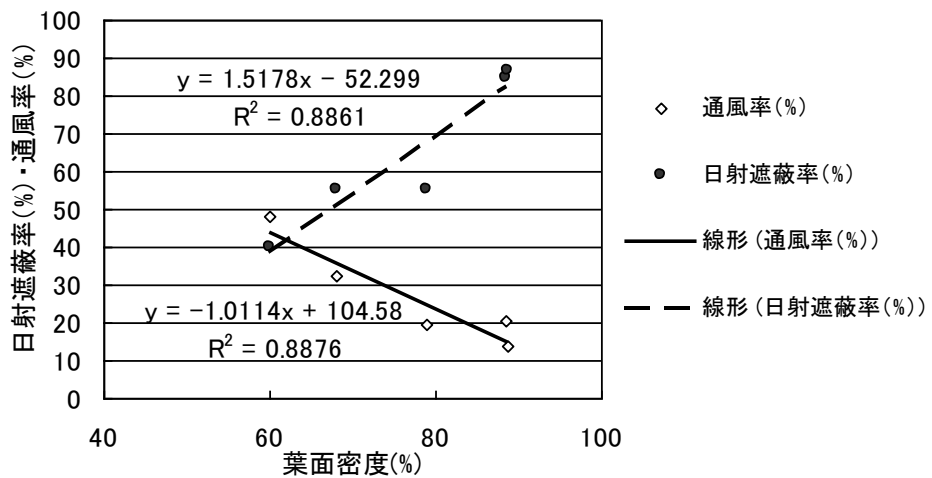


図 1 緑のカーテンにおける日射遮蔽効果と通風性の関係

なお、本研究に先立って実施した緑のカーテン実践者へのヒヤリングでは、緑のカーテン設置時は窓を開けることが多いこと、屋内から見える緑のカーテンが目心地良いこと、緑のカーテンの実践により環境意識が向上したこと、地域のコミュニティの醸成につながったことなどの回答が多かった。こうした利用者の声からは、緑のカーテンは人の生活の場で用いられるために、例えば窓の開閉状況などの生活動態の違いによってその効果が大きく左右されることや、単なる物理的な屋内温熱環境改善効果のみでなく、アメニティ向上効果や近隣居住者とのコミュニケーション醸成効果、環境意識の醸成効果などの幅広い

効果があることが想定される。このため、こうした生活動態との関連性の中でその効果を検証する必要がある。

しかしながら、緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果に関する既往研究は少なく、特に集合住宅に設置した場合の知見は殆ど集積が無いため、これらの諸効果を総合的に評価する必要がある。そこで本研究は、利用者の生活の視点から緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果をはじめとした諸効果を多角的に検証することを目的とした。

## 研究方法

研究の実施方法としては、図2のフローのように、まず実際の集合住宅を使用して、緑のカーテン設置による物理的な屋内温熱環境改善効果の検証実験を実施することとした。また、この実験と並行して、緑のカーテン実践世帯へのアンケート調査により、緑のカーテン利用者の利用動態の把握を目指した。特に埼玉県三郷市役所<sup>4)</sup>が2009年に実施したアンケート調査では、世帯の電気使用量のデータから、新たに緑のカーテンを導入した家庭では8月の電気使用量が2割以上も削減されたという結果が得られた。この数字はかなり大きなものなので、同様の手法により、アンケート調査では電気使用量についても把握するものとした。また、ヒヤリング調査から想定された緑のカーテンの視覚効果を確認するため、平成24年度においては、被験者を対象とした実験の実施を予定した。平成25年度においては、これらの一連の実験や調査の結果を踏まえて、さらに緑のカーテン実践者

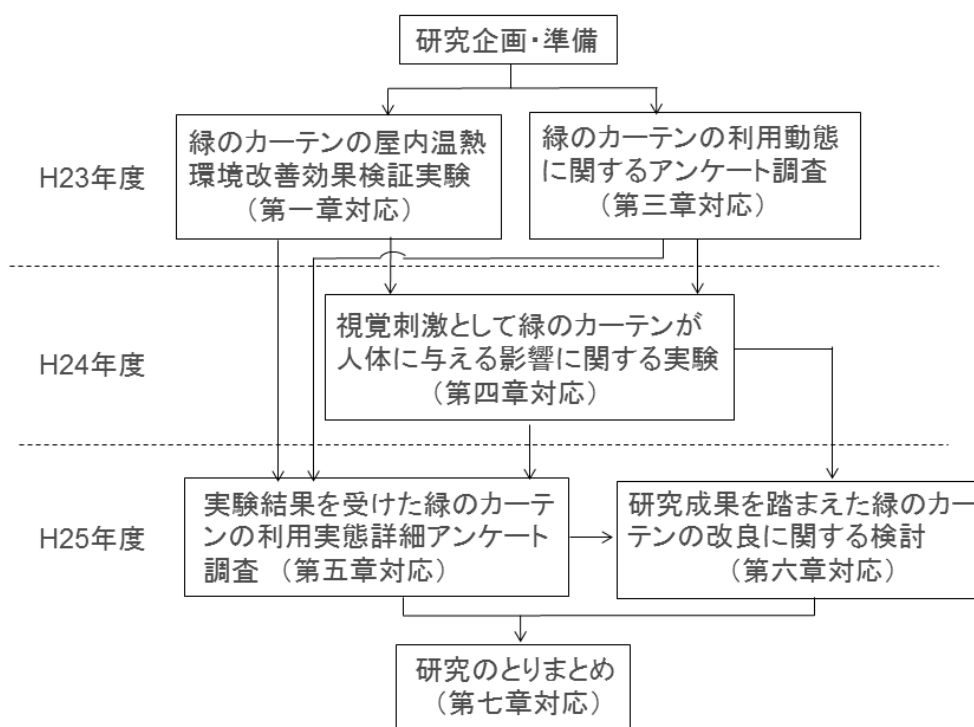


図2 研究計画フロー

への詳細なアンケート調査を予定した。それは、実験や調査による結果次第では、平成 23 年度のアンケート調査では捕捉できない事項が生じる可能性があったためである。

なお、緑のカーテンの形態はネットに蔓性植物を這わすだけの簡単なものではあるが、本一連の研究によって、緑のカーテンの効果を効果的に引き出すために形態を改良する余地がある可能性が示唆された。このため、その検討を行うとともに、その検討のアウトプットとして新たな形態が提案できれば、その提案の検証を行うこととした。

最後に、図 2 における各研究項目は、フロー図に記したように、それぞれ本建築研究資料の各章に対応している。また、フロー図に記していない第二章については、これらの各研究項目のための基礎的研究手法に関する検討内容であるため、フロー図に記された研究項目には直接対応してはいないことを申し添える。

## 序章の参考文献

- 1) 今からできる、誰でもできる！「緑のカーテン」で暑い夏を乗り切ろう！！（国土交通省都市局 Press Release）<<http://www.mlit.go.jp/common/000996286.pdf>>  
2015.2.14 参照
- 2) 「第1回全国緑のカーテンフォーラム」の開催について（那覇市記者会見資料）  
<[http://www.city.naha.okinawa.jp/sisei/kaiken/y2008/m03/kaiken080319\\_2.htm](http://www.city.naha.okinawa.jp/sisei/kaiken/y2008/m03/kaiken080319_2.htm)>  
2015.2.14 参照
- 3) Effects of Green Curtains to Improve the Living Environment（Masashi Kato, Tsukasa Iwata, Norimitsu Ishii, Kimihiro Hino, Jun-ichiro Tsutsumi, Ryo Nakamatsu, Masakazu Suzuki, Yoshitaka Nishime, Koji Miyagi）2013.3, Spatial Planning and Sustainable Development pp.271-286, Springer book
- 4) 緑のカーテン：三郷市ホームページ<<http://www.city.misato.lg.jp/secure/5852/みさと「緑のカーテン」報告書.pdf>>2010.12.8 参照



## 第一章

### 緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果実験

## 1-1. 本章の研究目的

本章においては、UR 都市機構が所有する実際の集合住宅を用いた実証実験によって、緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果を検証することを目的とした。なお、緑のカーテンによる屋内の温熱環境改善効果に関する既往研究については、成田<sup>1-1)</sup>は小学校校舎を対象にした多面的実測から、その屋内温熱環境改善効果について明らかにしている。また、他にも藤井ら<sup>1-2)</sup>は窓を開けた状態における緑のカーテンの屋内環境への影響について測定しており、吉田<sup>1-3)</sup>は日射遮蔽効果に着目して緑のカーテンによる屋内温熱環境緩和効果の実測を行うなど、緑のカーテンの効果の測定は広く行われている。しかしながら、このどれもが緑のカーテンがある場合とない場合との比較実験に終始しており、夏季の日射遮蔽の他の代替手法（スタレなど）との比較は行ってはいない。その観点では、廣田ら<sup>1-4)</sup>はスタレとの比較から緑のカーテンの効果を検証し、また井澤ら<sup>1-5)</sup>は、白色布地カーテンとの比較から緑のカーテンの熱特性を測定している。さらに、スタレに関しては荒井ら<sup>1-6)</sup>が集合住宅におけるスタレの日射遮蔽効果を計測している。しかし、それでもなお、緑のカーテンの設置量の違いによる効果の比較や、日射遮蔽の代替手法と比較することを主目的とした緑のカーテンによる屋内環境改善効果に関する既往研究は少ない。このため、供用されている集合住宅を対象にして、緑のカーテンの設置量の違いや代表的な代替手法であるスタレなどの異なる条件を設定した複数の住戸における屋内温熱環境の比較測定により、緑のカーテンの設置に伴う屋内温熱環境特性を把握することを目的とした実験を実施した。また、緑のカーテンは、単に日射遮蔽によって屋内の温熱環境の改善をするばかりではなく、外部からの目隠し効果があり、かつ葉面の隙間から風を呼び込むことが可能なため、緑のカーテンが窓の解放を促すという指摘がある。Kato et al.<sup>1-7)</sup>は、その仮定のもとに緑のカーテンの実践者へのアンケート調査を実施し、その傾向の把握に努めている。また、先にあげた成田<sup>1-1)</sup>の研究では、標準有効温度 SET\* の評価から、緑のカーテン導入による日射遮蔽と通風性の確保によって、窓の開放時における屋内環境改善の有効性が確認されている。このため、併せて通風性の観点からも集合住宅における緑のカーテンの効果について把握することも目的とした。

## 1-2. 実験方法

実験に使用する集合住宅は、千葉県柏市豊四季台 1 丁目にある UR 都市機構が所有する豊四季台団地（写真 1-1）の 11 号棟（5 階建、昭和 39 年築、RC 造、南西向き）を選定した。選定理由は、この建物は建て替えに伴う撤去が決定しており、実験実施予定時期には十分な空室が確保できたためである。また、同じ住棟の住戸は全て間取り（図 1-1）が同じであることも比較実験に適していた。

### 1-2-1. 屋内温熱環境比較実験

11 号棟の同じ 4 階で空部屋の 5 住戸（図 1-2 参照）を確保し、それぞれ表 1-1 のように条件設定をし、それぞれの住戸の各部屋の屋内温熱環境を測定した。なお、屋上や建物側



写真 1-1 豊四季台団地

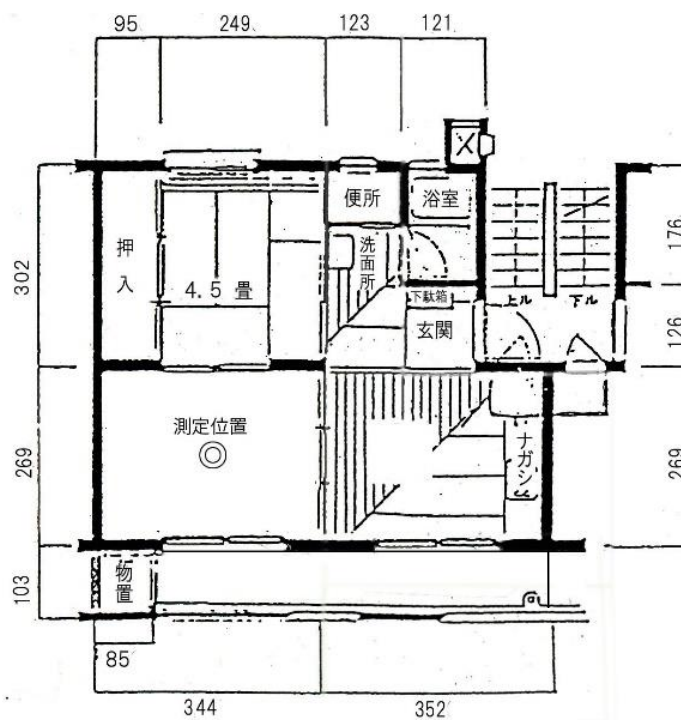


図 1-1 間取図 (単位 : cm)

面からの太陽の輻射熱の影響を考慮して、建物の最上階及び両端の住戸は実験対象戸からは除外した。各住戸のベランダの状況を図 1-3 の壁面展開図に示す(写真 1-2 参照)。ガラス引戸の開口部が 2 か所 (W 173 cm × H 187 cm) ある。プランター (W 700 cm × D 320 cm × H 280 cm) にそれぞれツルレイシを植えて緑のカーテンを作り、支柱はプランターから自立させ、ネットをかけた。緑のカーテンの 1 枚の大きさは、概ね幅 90cm × 高さ 200cm

|     |     |          |          |     |          |          |     |          |     |
|-----|-----|----------|----------|-----|----------|----------|-----|----------|-----|
| 510 | 509 | 508      | 507      | 506 | 505      | 504      | 503 | 502      | 501 |
| 410 | 409 | 408<br>◎ | 407<br>◎ | 406 | 405<br>◎ | 404<br>◎ | 403 | 402<br>◎ | 401 |
| 310 | 309 | 308      | 307      | 306 | 305      | 304      | 303 | 302      | 301 |
| 210 | 209 | 208      | 207      | 206 | 205      | 204      | 203 | 202      | 201 |
| 110 | 109 | 108      | 107      | 106 | 105      | 104      | 103 | 102      | 101 |

図 1-2 11 号棟における住戸の配置図(◎印が実験住戸)

表 1-1 各住戸の条件設

| 室番号    | 設置内容          | 日射遮蔽箇所  |
|--------|---------------|---------|
| 402 号室 | ツルレイシプランター6 個 | 引戸と壁を遮蔽 |
| 404 号室 | ツルレイシプランター2 個 | 引戸を半分遮蔽 |
| 405 号室 | ツルレイシプランター4 個 | 引戸を全部遮蔽 |
| 407 号室 | スタレ           | 引戸を全部遮蔽 |
| 408 号室 | 何も無し          | 遮蔽せず    |

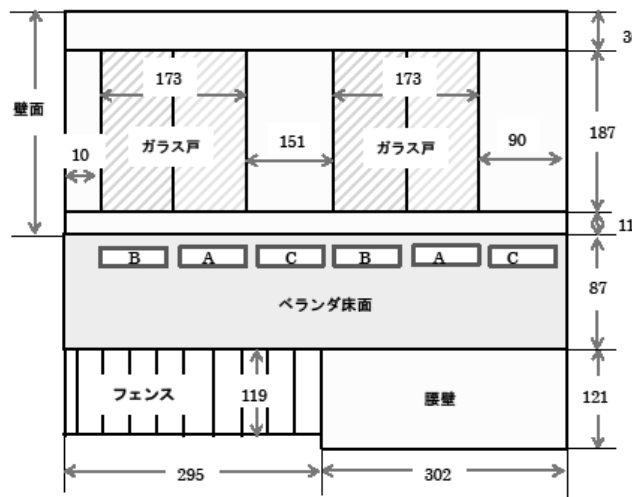


図 1-3 ベランダに面した壁面展開図 (単位 : cm)

※ 図 1-1 に記載した寸法は壁面中央からの寸法のため、本図とは数値に若干乖離が生じている。

(プランター含む)である。プランター2個を図1-3のAの位置に置くと、ガラス引戸の半分が隠れ(写真1-3)、さらにBを加えて4個とすると引戸のすべてが隠れる(写真1-4)。Cのところにもプランター2個を追加すれば、壁面も含めてベランダに面したところが概ね覆われる(写真1-5)。ここで、引戸の半分しか緑のカーテンで覆わない状況を設定したのは、独立行政法人都市再生機構では、被災時における脱出用通路を確保するため、緑のカーテンで開口部を全て覆わないよう指導しているためである。なお、他にスタレを設置した居室や何も設置しない居室を設定した(写真1-6、写真1-7)。



写真1-2 ベランダに面した壁面



写真1-3 404号室(プランター2個)の緑のカーテン



写真 1-4 405 号室 (プランター4 個) の緑のカーテン



写真 1-5 402 号室 (プランター6 個) の緑のカーテン



写真 1-6 407 号室 スダレを設置



写真 1-7 408号室 何も設置せず

実験の測定項目及び測定機器を表 1-2 に示す。測定センサーは、図 1-1 に記した測定位置に設置したポールに取り付け（写真 1-8）、設置高さは人の中心に当たる 110 cm の位置とした。センサーは熱電対と湿度センサー、ミニ黒球プローブをとりつけた。ガラス引戸を介して入射する太陽光を遮るため、熱電対には遮光カバーを取り付けた。これらのセンサーを、各住戸に置いたデータロガーに配線し、測定のインターバルは 1 分間隔とした。また、天候状況を把握するため、当該住棟の屋上に風向・風速、雨量、温度、気圧、湿度が測定可能な気象センサーセットを据え付け、10 分間隔で測定した。測定期間は 2011 年 8 月 8 日から 9 月 16 日までであり、この間の測定条件を表 1-3 に示す。

表 1-2 測定項目と使用機器

| 測定項目   | 使用機器                                 | 測定場所             |
|--------|--------------------------------------|------------------|
| 室温     | 熱電対（二宮電線工業製 Type T）                  | 全 5 戸対象          |
| 湿度     | 湿度センサー（TDK 製 CHS-UPS）                | 全 5 戸対象          |
| グローブ温度 | ミニ黒球プローブ（メック社製 MTP-35B-001 直径 4 cm ） | 全 5 戸対象          |
| 風速     | 風速プローブ（シュミット社製 SS20.250）             | 405、407、<br>408  |
| 気候     | ヴァイサラ製 MWXT-520-L20                  | 屋上               |
| 計測     | グラフテック製 midi LOGGER GL220            | 全 5 戸対象          |
| 日射     | 日射計（英弘精機製 ML-020VM）                  | 404 ベランダ、<br>408 |



写真 1-8 測定機器の設置状況

各住戸は間取りが同じとはいえ、緑のカーテン等を設置しない状態の屋内温熱環境が全く同じとは言い切れない。また、実験に使用した建築物の住戸の一部にはまだ居住者が暮らしており、居住者の生活に伴う測定実験への影響も懸念される。このため、測定実験が終了し、後に緑のカーテン等を全て撤去し、この状態の屋内温熱環境の比較を行うこととした（表 1-3 参照）。これにより、各住戸の何も設置しない状態での特性が明らかになる。

なお、本研究の主目的は緑のカーテンの設置量に伴う室内温熱環境改善効果を検証するものであるため、緑のカーテンの緑量を把握する必要がある。このため、LAI(葉面積指数)と日射遮蔽率を測定した。LAIの測定方法は、緑色指定法<sup>1-8)</sup>を用いて、緑のカーテンの写真画像から Adobe® Photoshop® CS5 により、葉が 1 枚の箇所、2 枚重ねの箇所、3 枚重

表 1-3 各測定日における測定条件

| 月 | 日     | 戸窓の開閉 | カーテン等の設置状況  |
|---|-------|-------|-------------|
| 8 | 8-22  | 締切●   | 緑のカーテン等設置   |
| 8 | 23-30 | 開放○   | 〃           |
| 8 | 31-1  | 締切●   | 〃           |
| 9 | 2     | 開放○   | 〃           |
| 9 | 3-6   | 締切●   | 〃           |
| 9 | 7-10  | 開放○   | 〃           |
| 9 | 11-14 | 締切●   | 緑のカーテン等全て撤去 |
| 9 | 15-16 | 開放○   | 〃           |



ねの箇所それぞれを抽出して求めた。また、日射遮蔽率の測定は、緑のカーテンとガラスを通過する日射量と日向の日射量の比率（式 1-1）から求めた。ただし、緑のカーテンは葉の茂り方が一様でないため、写真 1-9 のような測定台（91 cm×23 cm×3.6 cm）を製作し、台上の日射計を手動で 5 秒毎に 5 cm ずつ移動させ、測定値の平均値を求めた。

$$\text{日射遮蔽率 (\%)} = (\text{日向の日射量} - \text{遮蔽後日射量}) / \text{日向の日射量} \times 100 \quad (\text{式 1-1})$$

以上の実験により、各条件下における屋内温熱環境の比較を行うとともに、この結果から、緑のカーテンによる節電効果の算定を行うこととした。

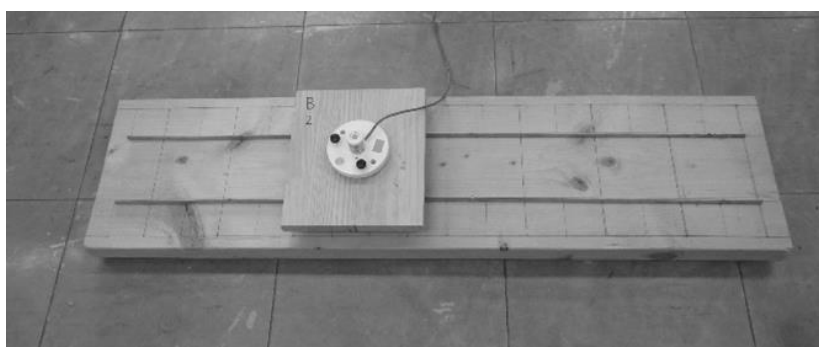


写真 1-9 日射測定台

### 1-2-2. 戸窓開放時における温熱環境測定実験

Kato et al.<sup>1-7)</sup> によるアンケート調査では、緑のカーテン利用者の 68.6%が日中はよく窓を開けていたと回答している。緑のカーテンは日射とともに通風も阻害するが、本アンケート調査では葉越しに部屋に入る風が心地良いという自由回答が多く見られた。このため、試験住戸への風の流入速度を測るため、405、407、408号の3住戸のリビング中央に風速計を設置し（写真 1-10）、ガラス引戸と窓を開け放った状態で屋内流入風速と室温・グローブ温度を計測した。風速プローブは無風向性で、微風（最低測定可能風速 0.06 m/s）を測定できるものを選定した。この風速と室温及びグローブ温度から MRT（Mean Radiant Temperature）及び快適指標の一つである作用温度（OT: operative temperature）を求め、これらから緑のカーテンの効果の評価を行うこととした。なお、本団地にはまだ入居者がいたために、保安上の理由から開放実験は昼間だけとし、夜間は窓を閉め切った。

## 1-3. 結果と考察

### 1-3-1. 屋内温熱環境比較測定実験結果及び節電効果の算定

緑のカーテン撤去後の各住戸の室温の比較を図 1-4 に示す。各住戸とも同様の变化傾向を示し、かつ住戸間の室温差も小さいことから、各種のバイアスは小さいものとみなした。また、緑のカーテンの緑量の測定値を参考値として表 1-4 に示す。



写真 1-10 風速計の設置状況

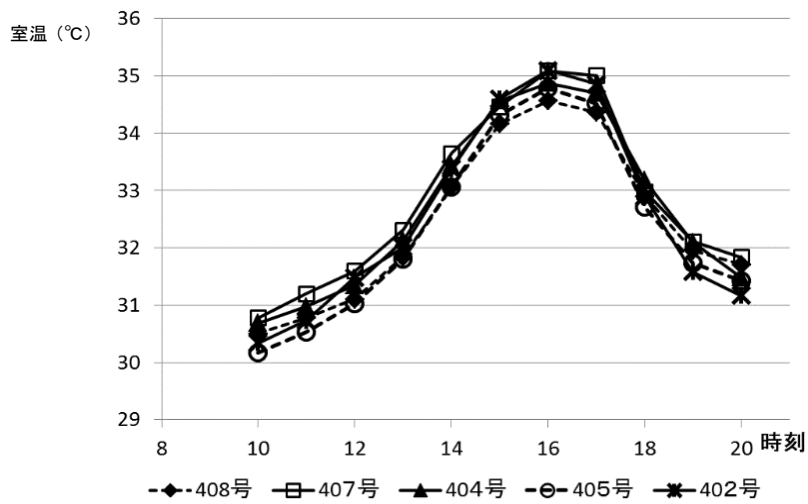


図 1-4 緑のカーテン等撤去後の室温比較 (9月13日：晴)

表 1-4 緑のカーテン等の緑量等の測定値

| 室番  | 設置内容            | カーテン面積<br>(cm <sup>2</sup> ) | 壁面被覆率<br>(%) | LAI<br>(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) | 日射遮蔽率<br>(%) |
|-----|-----------------|------------------------------|--------------|--|--------------|
| 402 | ツルレイシ (6)       | 97,200                       | 66.6         | 1.31                                     | 94.0         |
| 404 | ツルレイシ (2)       | 32,400                       | 22.2         | 1.44                                     | 95.6         |
| 405 | ツルレイシ (4)       | 64,800                       | 44.4         | 1.36                                     | 93.0         |
| 407 | スダレ             | 64,050                       | 43.8         |  | 90.5         |
| 408 | 何も無し<br>(ガラスのみ) | 64,702<br>(引戸の面積)            | 0            |  | 43.2         |

測定期間中で晴の日(8月14日)における各住戸の室温比較を図1-5に示す。この日は、開口部(窓、戸)は全て締め切った状態で測定した。緑のカーテンの設置面積が増えるほどより大きな室温の低下傾向が見られる。

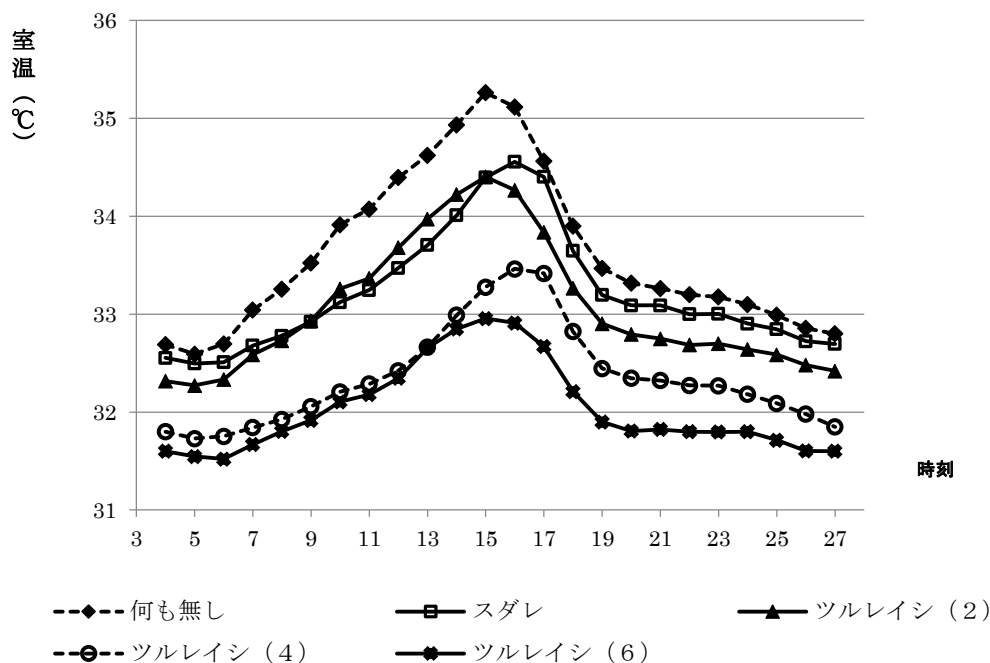


図1-5 緑のカーテンの設置量に伴う室温の違い

ここで、日中の平均気温と補正壁面遮蔽面積との関係を図1-6に示す。補正壁面遮蔽面積は、式1-2によりカーテン面積に日射遮蔽率を乗じて求めた。ツルレイシ(2)はガラス戸を半分しか覆っていないため、補正壁面遮蔽面積はツルレイシ(2)とガラス戸半分との合算値である。また、図中の近似線はツルレイシのみの近似線である。

$$\text{補正壁面遮蔽面積 (cm}^2\text{)} = \text{カーテン面積 (cm}^2\text{)} \times \text{日射遮蔽率 (\%)} / 100 \quad (\text{式 1-2})$$

図1-6から、補正壁面遮蔽面積に応じて日中平均室温の低下傾向が窺える。また、スダレとガラス戸のみの場合は、ツルレイシの近似線に対して日中平均気温が高い傾向にあり、このことからツルレイシの有利性分かる。特に、ツルレイシ(4)とスダレは補正壁面遮蔽面積がほぼ同じであるにもかかわらず、ツルレイシの方が日中平均室温は低く、かつ、半分しかガラス戸を覆っていないツルレイシ(2)と比べてもスダレはほぼ同じ日中平均室温を示している。このことから、緑のカーテンのスダレよりも高い効果が窺える。

2011年の夏は、東日本大震災に伴う計画停電に伴って夏場の節電が叫ばれ、緑のカーテンは節電対策の一つとして推奨されていた。今後も節電対策手法として緑のカーテンが活

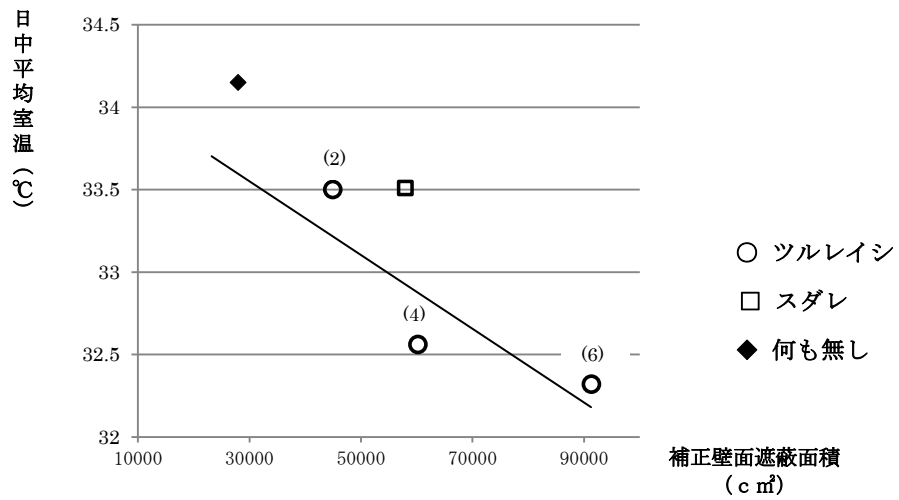


図 1-6 緑のカーテン等の壁面被覆量に伴う日中平均室温の違い

用される可能性は高い。その場合に、緑のカーテンがどれだけの節電効果を有するのかと  
 いうことを知ることは重要である。このため、今回の実験で得られた結果から節電量を求  
 めてみる。

まず、図 1-5 からツルレイシ (2) (404 号室) と何も無し (408 号室) の日中の室温差  
 を求めて図 1-7 に示した。この図で囲まれた面積  $S$  は、緑のカーテンによって緩和された  
 屋内総熱量に相当するため、この総熱量をエアコンで冷却するのに必要な電気使用量を求  
 めれば、それが節電量とみなせる。

財団法人省エネセンターが実物大の住宅模型を用いた実験<sup>1-9)</sup> から式 1-3 の計算式が得  
 られている。

$$y = -29.982x + 1,006.2 \quad (\text{式 1-3})$$

$y$ : 冷房時消費電力量 (Wh/h)     $x$ : 設定温度 (°C)

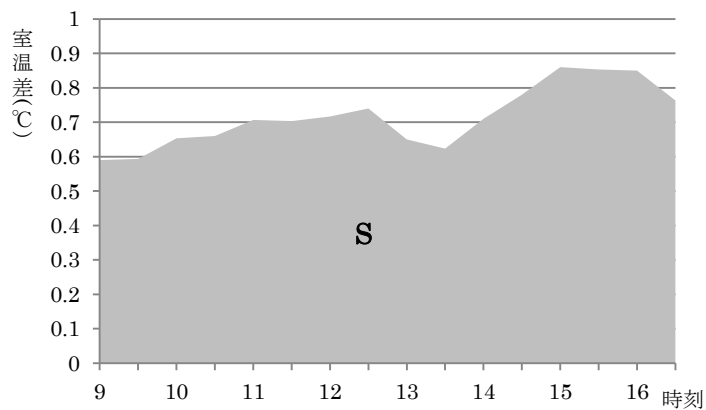


図 1-7 緑のカーテンによって下がった室温差 (ツルレイシ [2])

この実験は、一般の家庭がエアコンの設定温度を下げることによって軽減される電気使用量を求めるためのものであり、式 1-3 はエアコンの設定温度を 1 度上げると、1 時間あたり 29.982 Wh の電気使用量が軽減できることを意味している。

図 1-7 の面積 S から、日中 (9:00 から 18:00 まで) の緑のカーテンによって緩和された室温 (ツルレイシ [2]) の総計は 6.420 °C・h が求められる。よって、緑のカーテンによって軽減された電気使用量は式 1-4 のように求められる。

$$29.982 \text{ Wh/h} \times 6.420 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{h} = 192.484 \text{ Wh/日} \quad (\text{式 1-4})$$

ここで、2011 年の天候実績から、ツルレイシ繁茂期間 (7~9 月) で日最高気温が 25 °C 以上の晴天日数は 39 日が導かれる。日最高気温を 25 °C 以上としたのは、井上ら<sup>1-10)</sup>によると、気温 25 °C で冷房使用率が高くなるためである。さらに、電気料金目安単位 22 円/kWh<sup>1-9)</sup> から、式 1-5 より年間 165.2 円の節電額が導ける。同様にツルレイシ (4) とツルレイシ (6) についても節電額を求め、結果を表 1-5 に示した。

$$192.484 \text{ Wh/日} \times 39 \text{ 日} \times 22 \text{ 円/kWh} \div 1,000 \text{ Wh/kWh} = 165.2 \text{ 円/年} \quad (\text{式 1-5})$$

表 1-5 各住戸の節電量

| 住戸  | 低減電力<br>(kWh/年) | 節電額(円/年) | 24 時間平均低下室温<br>(°C) | 9 時間平均低下室温<br>(°C) |
|-----|-----------------|----------|---------------------|--------------------|
| 404 | 7.5             | 165.2    | 0.6                 | 0.7                |
| 405 | 18.1            | 398.2    | 1.3                 | 1.7                |
| 402 | 20.9            | 459.3    | 1.6                 | 2.0                |

### 1-3-2. 建築壁面の蓄熱遮蔽効果

ここで、ツルレイシ (4) とツルレイシ (6) の室温の比較を行い、その結果を図 1-8 に示す。ツルレイシ (4) とツルレイシ (6) の違いは、双方とも緑のカーテンでガラス戸を全面覆っているが、ツルレイシ (6) はさらに壁まで覆っているのに対し、ツルレイシ (4) は壁を覆ってはいない。その状況は写真 1-4 と写真 1-5 を比較するとよく分かる。

図 1-8 から、ツルレイシ (6) は常にツルレイシ (4) よりも低い室温を示していることが分かる。ただし、日中はその差はさほど大きくはないが、午後 14 時頃からその差が顕著になりはじめ、日没を過ぎても差が開いたままである。室温の差はそのまま朝方まで継続している。これは、コンクリート壁面を緑のカーテンで覆ったことによって、壁面への日射が遮られ、その結果コンクリート部への蓄熱が抑えられたものと考えられる。ツルレイシ (4) の居室は、日没後は建物躯体のコンクリート部への蓄熱が放出されたことによっ

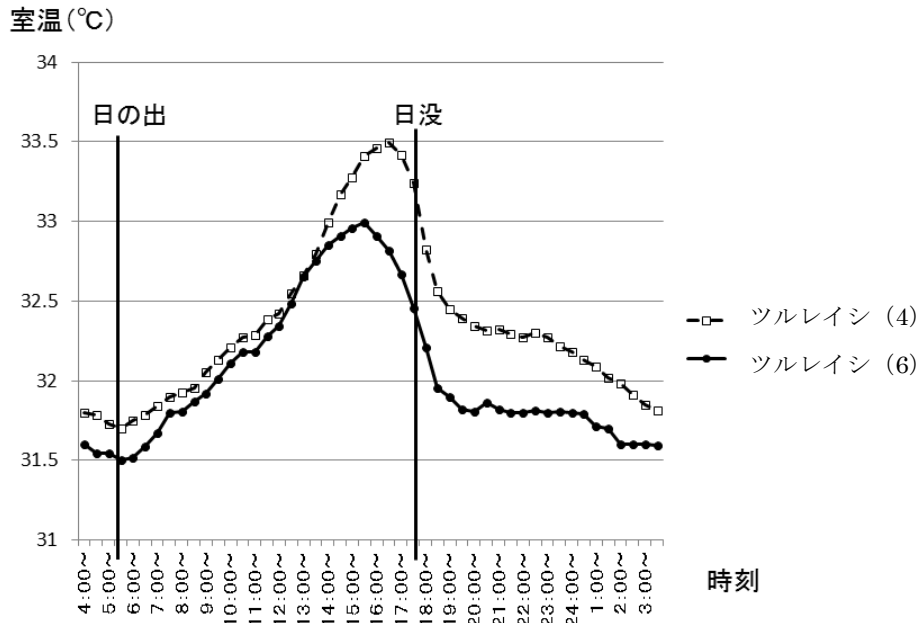


図 1-8 壁を覆うことの効果

って、ツルレイシ (6) よりも室温が高い状態が続いたものとみられる。このことは、熱帯夜を過ごしやすくするためには、壁面に緑のカーテンを設置することが有効であることが考えられる。一般に緑のカーテンは建物の窓などに設置されることが多いが、熱帯夜対策として壁面への設置も今後推奨されるべきかもしれない。

### 1-3-3 戸窓開放時における温熱環境測定実験結果

9月9日(晴)におけるツルレイシ(4)(405号室)、スダレ(407号室)、何も無し(408号室)の室内風速の比較を図1-9に示す。この風速結果と室温及び放射温度の結果データから、MRT及び快適性指標としての作用温度(OT)を求め、その結果を図1-10、1-11に示した。MRT及び作用温度は式1-6及び式1-7により算出した。

$$MRT = T_g + 2.37\sqrt{V} \times (T_g - T_d) \quad (\text{式 1-6}) \quad 1-11$$

$T_g$ : グローブ温度 (°C)     $V$ : 風速 (m/s)     $T_d$ : 室温 (°C)

$$OT = (T_d + MRT) / 2 \quad T_d: \text{室温 (°C)} \quad MRT (\text{°C}) \quad (\text{式 1-7})$$

図1-10、1-11のように、MRTと作用温度(OT)ともにツルレイシ(4)が最も低い値を示している。以上から、窓を閉め切った状態でも、また窓を開放した状態でも、屋内温熱環境改善上は緑のカーテンが有利であることが分かる。窓の開放時における緑のカーテンの有利性については、先にあげた Kato et al. <sup>1-7)</sup>の研究で、緑のカーテン利用者の多く

が日中に窓を開けているという調査結果があり、この結果内容と合致するところである。

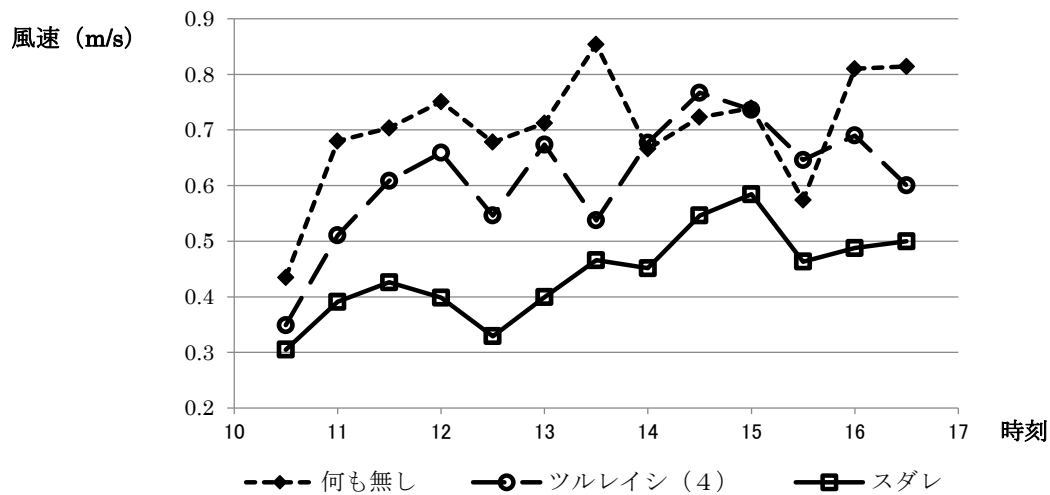


図 1-9 各住戸の風速の違い

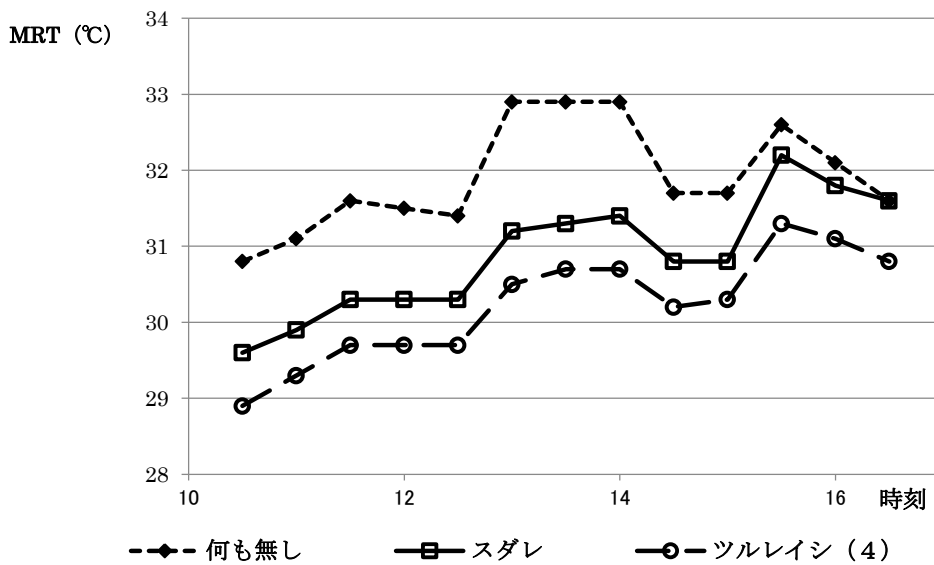


図 1-10 各住戸の MRT の比較

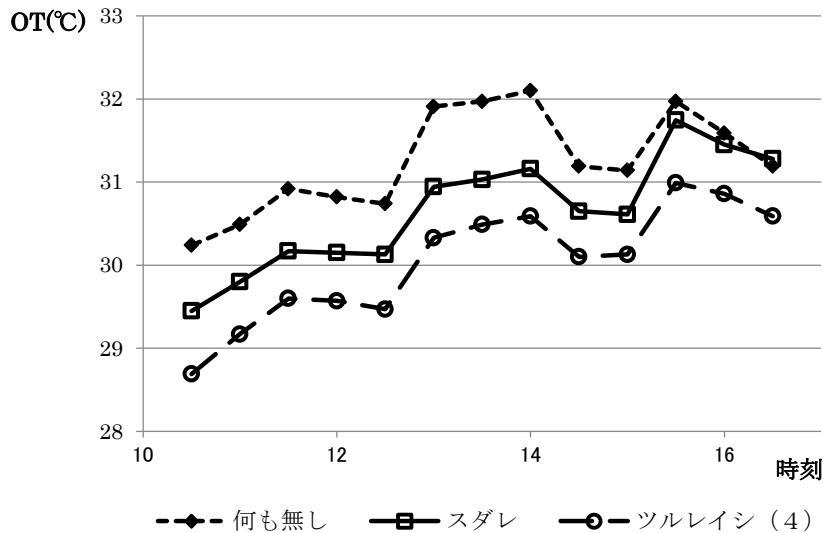


図 1-11 各住戸の作用温度の比較

#### 1-4. 第 1 章のまとめ

本実験によって、緑のカーテンの設置による屋内温熱環境改善効果が確認できた。特に居室のガラス戸や窓を締め切った状態でも、また戸窓を開け放った状態でも、緑のカーテンを設置することによって屋内の温熱環境の改善が図られることが分かった。また、それは従来から夏季における日射遮蔽機能を有するとして用いられてきたスダレよりも効果が大きかった。加えて、緑のカーテンはコンクリート壁面をも覆うことによって、夜間の屋内温熱環境の改善に効果があることも確認できた。さらに、緑のカーテンによって屋内温熱環境が改善されることによって、エアコンへの負荷が緩和されることに伴う節電効果が期待できるが、本章の実験から節電効果を算定することもできた。ただし、緑のカーテン導入による家庭の電気使用量の節電効果は、ガラス戸の半分を覆った状態で年間 165.2 円という数値が推計できたものの、これは一世帯あたりではさほど大きな数字ではない。先にあげた Kato et al. 17) のアンケート調査では、自由回答の 25 %が緑のカーテンによる窓辺景観の向上による清涼感を指摘している。場合によると、実際の体感温度以上に、緑のカーテンの視覚効果によって室温をより低く感じ取っている可能性も否めない。このことに関しては本建築研究資料の第四章で検証を行うこととする。



## 第一章の参考文献

- 1-1) 成田建一 (2007) 緑のカーテンが教室の温熱環境に及ぼす効果,環境情報科学論文集、21、501-506
- 1-2) 藤井廣男・井澤健輔・姚咪・宿谷昌則 (2006) ツル性植物で作られた外付け日除けによる採涼効果に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東)、649-650
- 1-3) 吉田伸治 (2009) 実測による緑のカーテンの室内温熱環境緩和・日射遮蔽効果の分析、日本建築学会北陸支部研究報告集 52、207-210
- 1-4) 廣田幸子・田中俊六 (1999) へちま植栽スクリーンの日射遮蔽と昼光利用効果に関する研究、平成 11 年度照明学会第 32 回全国大会論文集、141
- 1-5) 井澤健輔・藤井廣男・姚咪・宿谷昌則 (2006) ツル性植物で作られた外付け日除けによる採涼効果に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東)、651-652
- 1-6) 荒井健二・宿谷昌則・小坂信二・石井春夫 (1991) 集合住宅における自然エネルギーの利用と制御に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北)、1371-1372
- 1-7) Kato, M., Iwata, T., Ishii, N., Hino, K., Tsutsumi, J., Nakamatsu, R., Nishime, Y., Miyagi, K., Suzuki, M., (2011) Effects of green curtains to improve the living environment, The proceedings of international conference 2011 on spatial planning and sustainable development, B31-10, 1-9
- 1-8) 外崎公知 (2010) 植物の葉の色度領域を用いた緑視率の新たな計測手法に関する基礎的研究、ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 3、26-31
- 1-9) (財) 省エネルギーセンター (2005) 「省エネライフスタイルチェック 25」の各種行動と省エネ効果に関する調査報告書、4-27
- 1-10) 井上銀次郎・林小勇・梅宮典子・西岡利晃・大倉良司 (2005) 集合住宅における冷房使用と窓開閉の関係に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿)、193-194
- 1-11) 鈴木弘孝 (2006) 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



## 第二章

### 緑のカーテンの LAI 測定手法の検討

## 2-1. 本章の研究目的

緑のカーテンの屋内温熱環境改善効果は、葉面での日射遮蔽効果によるものであるが、その効果はその緑量によって左右されるため、緑量の把握が必要となる。緑のカーテンは文字通りカーテン状に植物を這わせるので、緑量の測定には、窓面積に対する緑被面積の割合といった、緑のカーテンによる壁面等の被覆面積を示す指標が重要になるが、同時に、葉の繁茂状態も重要となる。この繁茂状態を測定する指標として、葉面積指数 LAI (Leaf Area Index) が用いられることが多く、高山ら<sup>2)</sup>らの既往研究や本建築研究資料の第一章においても LAI が測定されている。LAI は、式 2-1 のように単位面積あたりに繁茂する葉の合計面積を単位面積で除した値が用いられ、この指標は、植物群落の一次生産性や森林の炭素固定能力、それに陸域の植物資源量などの評価によく用いられる。LAI の測定方法の中で一般的な方法は、測定箇所に 30 cm 四方の枠をあてがい、その部分の葉を摘葉して、それらの葉の総面積を算定し、それを測定区画の単位面積で除することにより求めるというものである。

$$\text{LAI} = \text{単位面積あたりに繁茂する葉の合計面積} \div \text{単位面積} \quad (\text{式 2-1})$$

しかしながら、本方法を用いる限り、写真 2-1 のように、一旦測定作業を行えば、摘葉した箇所に穴が生じてしまう。短期間で実施する実験の一環として LAI を測定するのであれば本手法でも問題はないが、長期にわたって緑のカーテンの効果を測定する場合には、実験途中で緑のカーテンに穴が生じてしまうことになり、実験の遂行上支障が生じる。よって、緑のカーテンを傷めることなく LAI を測定する方法の確立が必要となる。このため、本研究では、写真画像の分析から LAI を求める手法を提案するとともに、その有効性の検証を行った。



写真 2-1 摘葉後の状態

## 2-2. 研究方法

実験対象の緑のカーテンとして、UR都市機構が所有する花畑団地（東京都足立区花畑4丁目）の67号棟の204号室と303号室に設置したものをを使用した。両居室とも間取りは同じで、ベランダに面して二枚のガラス戸があり、それぞれのガラス戸の前にプランターに植えた緑のカーテン（ツルレイシ使用）を設置した。これら合計4枚の緑のカーテンについて、摘葉してLAIを求めるとともに、併せて摘葉箇所の写真画像からLAIを求め、それらの値を比較した。なお、緑のカーテンの摘葉日及び写真撮影日は、2012年8月3日だった。

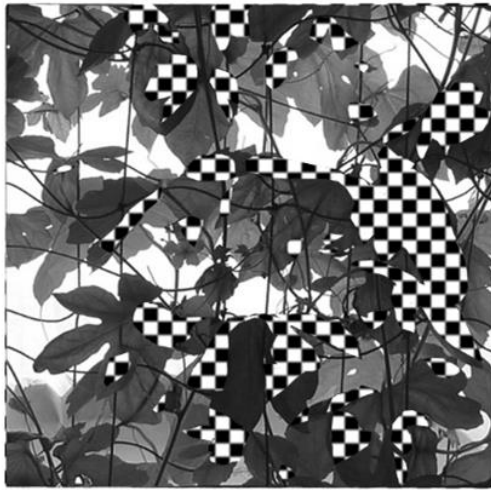
写真画像からLAIを求める方法は、まず緑のカーテンの写真画像から、単位面積（30cm四方）あたりの範囲を抜き出し（画像2-1）、この画像から、葉の茂った範囲を画像処理ソフト（Photoshop<sup>®</sup> Adobe<sup>®</sup> CS5）によって抜き出し、面積を測定することによって求めることとした。

しかしながら、葉は重なっているため、画像から重なっている範囲を抽出する必要がある。そこで、画像2-1から、葉が三枚以上重なっているとみなせる箇所を抽出し、そこを除外した（画像2-2）。除外した範囲は画像上ではチェッカー盤柄で表示している。次に、画像2-2から、さらに葉が二枚重なった箇所を除外した（画像2-3）。最後に葉が一枚の箇所についても除外した（画像2-4）。画像2-4でチェッカー盤柄以外は葉の存在しない空間になる。

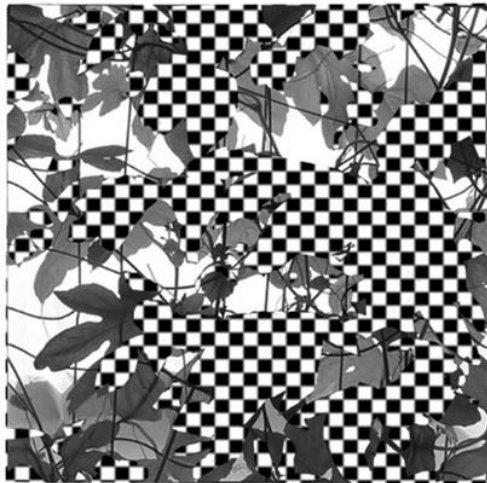
画像2-2、画像2-3、画像2-4のチェッカー盤柄の範囲は、葉が占める範囲に等しいはずなので、それぞれのピクセル数をソフト上で計算すれば、葉の総面積に相当するピクセル数が得られる。これを画像の外枠が占めるピクセル数で除すればLAIが導かれる。表2-1は、303号室の右側の緑のカーテンのLAIを求めたものであり、画像2-1から画像2-4までも、303号室の右側の緑のカーテンのものである。同様に他の三つの緑のカーテンについてもLAIを求めて、表2-2に示した。



画像 2-1 摘葉箇所の画像



画像 2-2 三枚重ねの葉の部分省いた画像



画像 2-3 二枚重ねの葉の部分省いた画像



画像 2-4 一枚の葉の部分省いた画像

表 2-1 303 号室右側の単位区画の画像から求めた LAI

| 算定箇所           | ピクセル数    |
|----------------|----------|
| A: ベース (枠内)    | 306,734  |
| B: 三枚重ね葉       | 58,039   |
| C: 二枚重ね葉       | 139,258  |
| D: 一枚葉         | 251, 189 |
| E: 葉合計 (B+C+D) | 448,486  |
| LAI (E ÷ A)    | 1.46     |

表 2-2 画像から求めた LAI と実測 LAI の比較

| 摘葉箇所  | 写真画像から求めた LAI | 摘葉して求めた実測 LAI | 備 考 |
|-------|---------------|---------------|-----|
| 204 左 | 1.21          | 1.22          |     |
| 204 右 | 1.28          | 1.31          |     |
| 303 左 | 1.09          | 1.18          |     |
| 303 右 | 1.46          | 1.63          |     |

### 2-3. 結論

表 2-2 では摘葉して求めた LAI を対比して並べたが、異なる算定方法で導いた LAI が近い値を示していることが分かる。このことから、LAI を写真画像から求める手法は、実測 LAI の補足的な手法として有効であることが分かる。なお、本方法で求めた場合には、葉は必ずしも垂直面に対して平行に広がっているものではないため、実際には写真で求めたよりもより広い葉面積を有している可能性がある。また、葉の重なりについても、4 枚以上の重なり状態については写真からでは判読が困難なため、その面からも LAI が過少に測定されている可能性がある。実際に、表 2-2 では画像から求めた値の方が摘葉して求めた値と比べて過少傾向にある。

画像から重なった葉を省く作業は、画像処理ソフト Photoshop を用いてはいるものの、重なっているかどうかの判断は作業者によるため、どうしても作業上の誤差を含むことになる。その誤差をなくすためには、画像 2-4 のような葉が占めている範囲を、画像処理ソフト Photoshop の色域指定を用いて機械的に算定し、そこから LAI を求めることが望ましい。なぜなら、こうすれば、画像 2-2 や画像 2-3 のように重なった葉を手作業によって省くという作業が必要なくなるからである。表 2-3 は、画像 2-4 から簡易に LAI を算定するそのための補正係数を求めたものである。

ただし、今回の試算は事例数が少ないため、今後さらにデータの蓄積に努め、写真画像データから LAI を求める手法の精度を高めていく必要がある。

表 2-3 簡易算定のための補正係数

| 摘葉箇所  | 一枚葉の面積から求めた LAI | 実測 LAI | 補正係数 |
|-------|-----------------|--------|------|
| 204 左 | 0.78            | 1.22   | 1.56 |
| 204 右 | 0.86            | 1.31   | 1.52 |
| 303 左 | 0.72            | 1.18   | 1.64 |
| 303 右 | 0.82            | 1.63   | 1.99 |
| 平均    |                 |        | 1.68 |

## 第二章の参考文献

- 2-1) 高山 成・吉越 恆・山本晴彦・岩谷潔・原田陽子・山崎俊成・立石欣也 (2011)  
 蔓植物を使った下記の壁面緑化による日傘効果とガラス窓日射熱負荷軽減量の算定、日本建築学会環境系論文集第 76 巻、第 661 号、247-254



### 第三章

#### 緑のカーテンの節電効果調査 ～浜松市における調査から～

### 3-1. 本章の研究目的

第一章では、実際の集合住宅の建物を用いた実証実験によって、緑のカーテンの節電効果を算定したが、この建物は取り壊し直前の物件のために、実験を実施した居室には入居者はいなかった。しかしながら、緑のカーテンによる節電効果は、そこに住む居住者の生活動態が影響するはずである。そんな観点から、緑のカーテンを設置した家庭における節電効果を調べた既往研究としては、埼玉県三郷市役所が 2009 年に実施した調査<sup>3-1)</sup>がある。本調査からは、新たに緑のカーテンを導入した家庭では 8 月の電気使用量が前年同月の使用量に対して 2 割以上も削減されたという報告されている。また、Kato et al.<sup>3-2)</sup>が浜松市において実施した調査は、三郷市と同じ手法を用いて、対前年同月比で 17.8 %の電気使用量の削減傾向を導き出している。これらのアンケート調査は、前年度と当該年度の夏季における同月の電気使用量を比較することによって求めたものである。電力会社から各家庭には毎月電気料金票が配布され、図 3-1 のように、料金票には当該月の電気使用量が記されるとともに、同時にそこには前年同月の使用量も記載されているのである。このため、アンケート調査によってこの電気料金票に記された 2 か年の電気使用量を尋ねることによって、当該世帯の同月の電気使用量の経年変化が分かることになる。つまり、当該年から新たに緑のカーテンを設置した世帯では、その効果によって電気使用量の低減が見込まれるので、昨年同月の電気使用量を比較すれば、その差が緑のカーテンによる可能性が高いという前提でこれらの調査は成り立っている。

しかしながら、電気使用量の年差を調べたとしても、各年の気候の状態が異なるために単純にその比較を行っても緑のカーテンの効果は把握できないはずである。先にあげた Kato et al.<sup>3-2)</sup>の研究では、猛暑のために前年と当該年の電気使用量の単純比較では緑のカー

Figure 3-1 displays two examples of electricity bills from TEPCO. The top bill is for the current year (22年3月分), showing a usage of 392 kWh and a payment amount of 40A. The bottom bill is for the previous year (昨年の使用量), showing a usage of 407 kWh. Both bills include details such as meter numbers, payment deadlines, and contact information for the local branch (大塚支社).

図 3-1 電気料金票の例

カーテンによる電気使用量の変化の確認ができなかったために、当該年の緑のカーテンの生育不良事例と成功事例との比較からその傾向を導き出している。しかしながら、こうした調査方法を用いるかぎり、どうしても気候の年差を払拭することはできない。こうした既往アンケート調査の不備を補うためには、当該年度から新たに緑のカーテンを設置した世帯と、前年から引き続き継続して設置した世帯を対象にアンケート調査を行って、その結果の比較を行うという手法が有効と考えた。また、2011年のように震災に伴う節電要求の影響が懸念されるような年であっても、継続世帯と新規世帯の相対比較を行う限り、気候の年差同様にその影響は払拭できると考え、本章の研究では、2010年と2011年の7月と

表 3-1 アンケート調査質問項目の概要

| 問番 | 質問項目  |
|----|---|
| 1  | いつから緑のカーテンを始めたか（今年からか、あるいは昨年から継続かの別）  |
| 2  | 緑のカーテンの出来具合 ①成功した、②まあまあ成功した、③失敗した   |
| 3  | 電気使用量の比較（2010年と2011年の7月と8月における電気使用量を電気料金票から記載する）  |
| 4  | 昨年夏以降の家庭状況の変化<br>①引っ越し、②エアコンの買い換え、③家族人数の変化  |
| 5  | エアコンの有無   |
| 6  | 緑のカーテンによるクーラーの使用回数の変化   |
| 7  | クーラーの使用状況（2010年と2011年それぞれの昼間と夜間の使用状況）   |
| 8  | 緑のカーテンによる窓の開閉状況の変化（2010年と2011年それぞれの昼間と夜間それぞれの状況）  |
| 9  | （問8で2011年の方が窓の開放が多くなったと回答した者に対して）<br>緑のカーテンによって窓の開閉状況が変わった理由（複数回答可）<br>① 部屋の中が以前より涼しくなったから<br>② 外から中が見えなくなったから<br>③ 環境に対する意識が向上したから |
| 10 | 住居形態（集合住宅、戸建ての別）  |
| 11 | 住居建物の延べ床面積（2階、3階なども含む）  |
| 12 | 緑のカーテンを設置した場所   |
| 13 | 灌水作業の頻度   |
| 14 | 緑のカーテンに使用した樹種   |
| 15 | 家族構成人数  |
| 16 | 年齢  |
| 17 | その他（自由回答）   |

8月における電気使用量の経年変化を、2011年から新たに緑のカーテンを設置する世帯と、2010年から継続して設置する世帯に対してアンケート調査を実施し、緑のカーテンの有無と電気使用量の変化傾向の関係を把握することを目的とした。さらに、併せて緑のカーテンの利用実態を被験者に尋ねることにより、緑のカーテンの利用形態との関係を把握することも目的とした。

### 3-2. 調査方法

浜松市役所の協力のもと、浜松市民を対象にアンケート調査を実施した。具体的には、浜松市が実施した緑のカーテン用植物等交付事業の対象者に対して、2011年5月15日から同月22日の間にアンケート調査票を配布した。返送の期限を2011年10月31日までとして依頼した。アンケートの質問項目は表3-1のとおりであるが、特に、この中で問3の電気使用量（2010年と2011年の7、8月）の比較結果から、緑のカーテンによる電気使用の推移傾向を求めるとともに、他の質問の被験者の動態から緑のカーテンの利用傾向を探った。調査票の回答状況は表3-2、表3-3のとおりであり、有効票率は配布数の17.7%であった。

無効票が多いが、それらの無効理由の内訳は表3-4のとおりであり、これらの理由はバイアス除去のためには無効票とすべき内容である。ちなみに、Saeki et al.<sup>3-3)</sup>が指摘しているように、有効回答率の高さが必ずしも「良いデータ」につながるとは限らないし、また、無理に有効回答率を上げようとするすると歪んだ調査結果につながる危険性もある。不適格な回答を無効票として除外することは、本アンケート結果の信頼性を確保するために必要なことであった。

表 3-2 回答内訳

| 内 訳   | 配布数 | 回収数  | 有効票  | 無効票  |
|-------|-----|------|------|------|
| 票 数   | 513 | 187  | 91   | 96   |
| 割合(%) | 100 | 36.5 | 17.7 | 18.7 |

表 3-3 有効票の内訳（緑のカーテン実施年）

| 緑のカーテン実施時期 | 2010年から継続 | 2011年から新規 |
|------------|-----------|-----------|
| 票数         | 32        | 59        |
| 割合 (%)     | 35.2      | 64.8      |

表 3-4 無効票の内訳（新規・継続共）

| 無効理由          | 票数 | 割合 (%) |
|---------------|----|--------|
| 記載不十分         | 35 | 36.5   |
| ゴーヤの育成失敗      | 13 | 13.5   |
| 昨年から引っ越した     | 7  | 7.3    |
| 家族構成（居住人員）の変化 | 14 | 14.6   |
| エアコン買い替え等     | 16 | 16.7   |
| エアコン無し        | 2  | 2.1    |
| エアコン使用せず      | 4  | 4.2    |
| その他           | 5  | 5.2    |

### 3-3. 結果と考察

#### 3-3-1. 緑のカーテンと電気使用量の変化の関係

アンケート調査で得られた有効票のうち、2010年から継続して緑のカーテンを設置している被験者と、2011年から新規に緑のカーテンを設置した被験者それぞれについて、2010年と2011年の7月と8月の電気使用量の比較を行った。電気使用低減率を式3-1のように定義し、その結果を表3-5に記した。

$$\text{電気使用低減率} = \frac{\text{2011年の月当たり電気使用量} - \text{2010年の月当たり電気使用量}}{\text{2010年の月当たり電気使用量}} \quad (\text{式 3-1})$$

表3-5のように、緑のカーテンを設置した世帯における7月と8月の電気使用低減率はそれぞれ5.32%と3.55%が導かれ、電気使用低減率の平均は4.44%となった。

表 3-5 電気使用低減率 (%)

| 7月     |       | 8月     |       |
|--------|-------|--------|-------|
| 新規世帯平均 | 13.73 | 新規世帯平均 | 21.07 |
| 継続世帯平均 | 8.41  | 継続世帯平均 | 17.52 |
| 差      | 5.32  | 差      | 3.55  |

#### 3-3-2. 緑のカーテンの設置と窓の開閉状況との関係

緑のカーテンは葉面によって日射を遮蔽することによって、屋内の温熱環境の改善に資するが、そればかりでなく、通風性も併せ持つ。それは、葉の隙間から風の進入が可能なためであり、そのことが風を完全に妨いでしまう布製カーテンとは異なる特徴である。

Kato et al.<sup>3-2)</sup> のアンケート調査では、緑のカーテンは外部からの目隠し効果も有するために、緑のカーテン利用者は窓を開け放つことによって涼風を呼び込んでいるのではないかという仮定のもとに、被験者に緑のカーテンの設置によって 2009 年と 2010 年の窓の開閉状況がどのように変化したかを質問している。その結果は、全体で一定の傾向は見られず、必ずしも緑のカーテンの設置によって窓の開放が促されたという結果は得られていない。ただし、このアンケート調査の自由回答では、回答記載者の 42.9%の者が、2010 年の夏は暑すぎて緑のカーテンの効果を測るのは無理があるという主旨の回答をしているので、猛暑の影響で顕著な傾向が現れなかった可能性が指摘されている。このため、再度、窓の開閉状況の変化について検証する必要があると考え、今回実施したアンケート調査では、表 3-1 の問 8 の質問を行い、その回答の集計を緑のカーテンの新規導入世帯と継続利用世帯ごとに集計し、比較を行った。

2010 年と 2011 年の窓の開放状態の集計結果を、新規世帯及び継続世帯それぞれに表 3-6、表 3-7 に示した。さらに、昼間と夜間それぞれの窓の開放傾向を図 3-2～3-5 に百分率にて示した。図 3-2、図 3-3 のように、緑のカーテンの新規導入世帯では、昼夜共に 2011 年の方が 2010 年よりも窓を開ける者が増えている傾向が伺える。一方で、継続世帯では図 3-4、図 3-5 のように窓の開閉状態の変化はあまり大きくないように見受けられる。そこで、2010 年と 2011 年の結果に差はないという帰無仮説を設定し、図 3-2～3-5 の四つ

表 3-6 窓の開閉状況の変化（新規導入世帯）（単位：票数）

| 窓の開閉状態         | 昼間   |      | 夜間   |      |
|----------------|------|------|------|------|
|                | 2010 | 2011 | 2010 | 2011 |
| 1 番：窓は殆ど閉めていた  | 4    | 2    | 16   | 14   |
| 2 番：窓はたまに開けていた | 20   | 4    | 16.5 | 9    |
| 3 番：窓はよく開けていた  | 17   | 22   | 14.5 | 12   |
| 4 番：窓は殆ど開けていた  | 18   | 31   | 12   | 24   |

※2 番と 3 番に重複して回答した者は 0.5 票ずつとして計上した。

表 3-7 窓の開閉状況の関係（継続利用世帯）（単位：票数）

| 窓の開閉状態         | 昼間   |      | 夜間   |      |
|----------------|------|------|------|------|
|                | 2010 | 2011 | 2010 | 2011 |
| 1 番：窓は殆ど閉めていた  | 2    | 1    | 10.5 | 8    |
| 2 番：窓はたまに開けていた | 6    | 5    | 5.5  | 8    |
| 3 番：窓はよく開けていた  | 8    | 7    | 10   | 7    |
| 4 番：窓は殆ど開けていた  | 16   | 19   | 6    | 9    |

のケースについて Wilcoxon signed ranks test を行った。その結果、表 3-8 のように新規導入世帯のみ有意な差が認められた。すなわち、二か年継続して緑のカーテンを設置している世帯の窓の開放状況の変化はなく、2011 年から新たに緑のカーテンを設置した世帯については窓を開けるようになったということであり、このことから、緑のカーテンの導入によって窓の開放が促されたと結論できる。

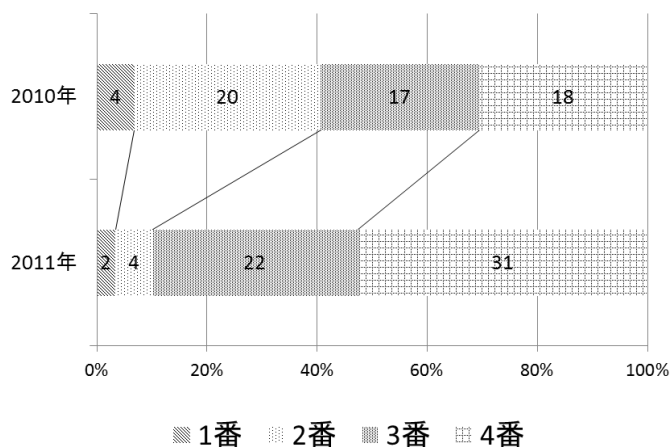


図 3-2 新規導入世帯の窓の開閉状況の変化（昼間）

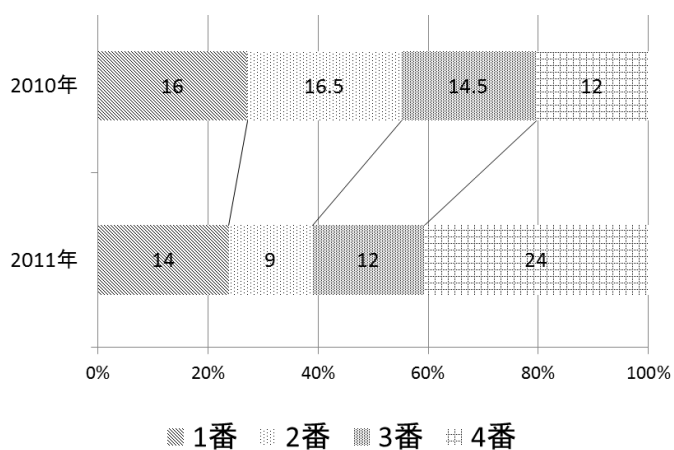


図 3-3 新規導入世帯の窓の開閉状況の変化（夜間）

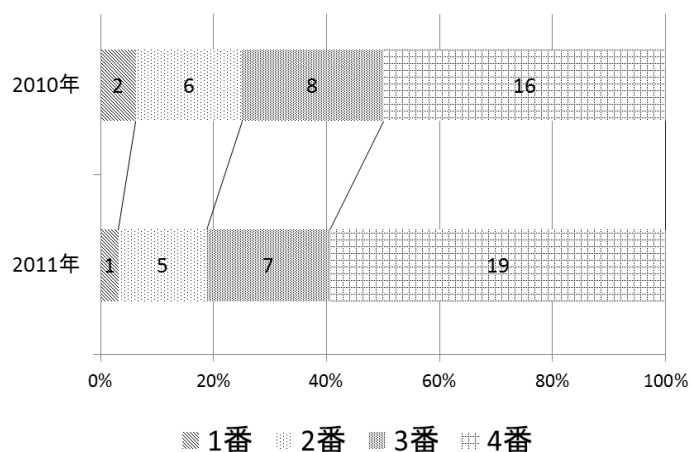


図 3-4 継続利用世帯の窓の開閉状況の変化（昼間）

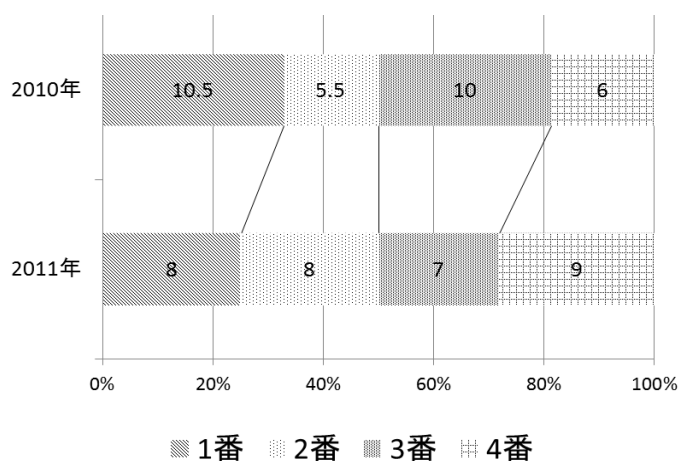


図 3-5 継続利用世帯の窓の開閉状況の変化（夜間）

表 3-8 Wilcoxon signed-ranks test の結果

| ケース        | P 値      | 備考        |
|------------|----------|-----------|
| 新規導入世帯(昼間) | 0.000025 | 危険率 1 %有意 |
| 新規導入世帯(夜間) | 0.000069 | 危険率 1 %有意 |
| 継続世帯(昼間)   | 0.083265 | 棄却できず     |
| 継続世帯(夜間)   | 0.090587 | 棄却できず     |

### 3-3-3. 緑のカーテンによる窓の開閉理由

アンケートの問 9 では、緑のカーテンを設置している際に窓を開ける理由を尋ねた



が、その結果が表 3-9 である。この結果から、窓を開ける理由は、緑のカーテン導入によって部屋が涼しくなったからというよりも、緑のカーテンによる目隠し効果が評価されていることや、緑のカーテン導入をきっかけにして環境意識が向上したことが大きく影響していることが伺える。これは先にあげた Kato et al.<sup>3-2)</sup> の調査結果と同様の結果であった。

表 3-9 窓を開ける理由

| 理 由                             | 得票率 (%) |      |
|---------------------------------|---------|------|
|                                 | 新規世帯    | 継続世帯 |
| 部屋の中が以前より涼しくなったから               | 18.9    | 21.4 |
| 緑のカーテンによって外から中が見えなくなるから (目隠し効果) | 40.5    | 47.6 |
| 緑のカーテンをきっかけに環境に対する意識が向上したから     | 40.5    | 31.0 |

#### 3-3-4. 灌水頻度

緑のカーテンの設置によって、屋内の温熱環境改善に伴う電気使用低減傾向が窺えるが、そればかりでなく、防犯上の項かも期待できる。都市の緑化活動は、それに伴う市民の監視効果が生じて地域の防犯性が向上するという結果を示した樋野<sup>3-4)</sup>の既往研究があるが、これは、緑化活動によって住民の視線が日々地域に行き渡ることや、管理の行き届いた街の緑化が地域コミュニティ確立の証左となり、犯罪者が入り込みづらいう理由による。緑のカーテンの場合は、建物に付随する形で設置されるため、その維持管理作業は建物の敷地内に限られるが、それでも戸建ての場合は屋外での作業となり、集合住宅ではベランダでの作業となるため、多少なりとも樋野<sup>3-4)</sup>の研究結果と類似の効果が期待できる。また、緑のカーテンの実践者へのヒヤリングでは、一人暮らしの高齢者による緑のカーテンの管理作業は、近隣居住者からは、当該高齢者の見守りの機会として活用できるという。その意味においても、維持管理作業の頻度を把握することは重要である。

このため、本アンケート調査では、緑のカーテンの育成作業に伴う日々の灌水作業の頻度を、表 3-1 の問 13 で質問した。この設問の集計結果が表 3-10 であり、殆どの被験者が毎日灌水作業を行ったと答えている。つまり、緑のカーテンの設置に伴って、毎日それだけの人々の視線が地域に行き渡っていることを意味しており、これによって地域の防犯性が向上している可能性がある。また、高齢者の見守りの機会が毎日得られるということでもあり、こうした地域コミュニティの観点からの効果も併せて期待できる。

表 3-10 灌水頻度

| 灌水頻度    | 新規世帯 (%) | 継続世帯 (%) | 全体 (%) |
|---------|----------|----------|--------|
| 1日2回以上  | 61.4     | 66.7     | 63.2   |
| 1日1回程度  | 35.1     | 30.0     | 33.3   |
| 2日に1回程度 | 3.5      | 0        | 2.3    |
| 3日に1回以下 | 0        | 3.3      | 1.2    |

#### 3-4. 本章のまとめ

今回の調査で、緑のカーテンによる屋内使用電気量の電気使用低減傾向が窺えた。また、その傾向は単に緑のカーテンによって物理的に屋内の温熱環境が改善されたという理由ばかりではなく、目隠し効果や環境意識の啓蒙効果によって窓の開放が促されたことも大きな一因になっていることが分かってきた。さらに、緑のカーテンによる地域コミュニティの醸成が地域の防犯性等の向上につながる可能性も想定されるので、今後は、こうした緑のカーテンによる多面的な効果についても定量的に把握する調査の必要性があると考えられる。

### 第三章の参考文献

- 3-1) みさと「緑のカーテン」運営協議会（2009）平成 21 年度みさと「緑のカーテン」事業、「緑のカーテン」報告書、13
- 3-2) Masashi Kato, Tsukasa Iwata, Norimitsu Ishii, Kimihiro Hino, Jun-ichiro Tsutsumi, Ryo Nakamatsu, Yoritaka Nishime, Koji Miyagi, Masakazu Suzuki (2011) Effects of green curtains to improve the living environment, The proceedings of international conference 2011 on spatial planning and sustainable development, B31-10, 1-9
- 3-3) Yutaka Saeki, Nozomu Matsubara (2000) Statistics as Social Practice, University of Tokyo Press, 47-49 & 192
- 3-4) 樋野公宏（2010）花づくりを通じた見守り活動の実証実験－安城市における「見守りフラワーポット大作戦」を対象に－、日本建築学会住宅系研究報告会論文集 5、49-54



## 第四章

### 緑のカーテンの視覚効果実験

#### 4-1. 本章の研究目的

第一章では、緑のカーテンを設置することによる屋内温熱環境改善効果によって、1.9 %の節電効果が得られた。なお、この算定結果はベランダに面したガラス戸を半分だけ覆った状態での結果であるが、それは実験を実施した集合住宅の所有者である UR 都市機構が、ベランダへの避難路の確保のためにガラス戸の半分は緑のカーテンを覆わないよう指導しているという状況を勘案したものである。また、第一章の実験の際には、窓の全面を覆った居室も設定したが、この場合はベランダへの出入りが不自由となり、実生活では支障が出るのが想定された。このため、ガラス戸を半分覆った居室の実験結果が実生活の実態に近いと判断される。一方で、第三章で実施した浜松市でのアンケート調査からは 4.4 %の節電効果の結果が得られた。これらの結果からは、実験による測定結果よりも、実際の緑のカーテン実践者の生活状況から把握した緑のカーテンの効果の方が大きい傾向が窺える。これについては、Kato et al.<sup>4-1)</sup>による緑のカーテン設置者へのアンケート調査で、自由回答の 25 %が緑のカーテンによる窓辺景観の向上による清涼感を指摘しているため、場合によると、緑のカーテンによる窓辺景観の向上に伴う視覚効果によって、実際の体感温度以上により室温を低く感じ取っている可能性が想定される。このため、本章では、このような緑のカーテンが視覚的に人に与える影響を定量的に把握することを目的として、被験者を募った実験を実施したものである。なお、緑化による視覚効果の既往研究としては、仁科ら<sup>4-2)</sup>による脳波計測に SD 法を組み合わせたものや、奈良<sup>4-3)</sup>による脳波測定とアンケート調査を併用した研究のように、緑化の持つ安らぎ感や癒し感を測定した既往研究は散見される。また、松本ら<sup>4-4)</sup>の研究のように、緑化の知的生産性に及ぼす影響を調べたものなどもある。さらに、緑化が人体の視覚に及ぼす影響によって室温を低く感じ取る効果の測定実験としては、大学校舎にて学生を被験者とした井上<sup>4-5)</sup>らの既往研究があるが、このような緑化による視覚効果のデータの蓄積は未だ十分ではないため、本実験を実施したところである。

#### 4-2. 実験計画

集合住宅の間取りが同じ複数の居室で、ベランダにガラス戸を覆う状態で緑のカーテンを設置した部屋と、何も設置しない部屋を設定し、それぞれエアコン（ダイワラクダ工業株式会社製、型式 ES-11、能力 1 馬力）によって強制的に室温を調整できるようにした。これらの各々の部屋に順次被験者が入り、温冷感などを申告するようにした。この視覚的に感じる室温の結果と、部屋に設置した各種センサーから求められる温熱環境指標 SET\*とを比較してその効果を評価した。SET\*は、気温・湿度・風速・放射熱の温熱 4 要素に加えて、被験者の着衣量や作業量も考慮して算定する温熱環境指標のため、精緻な評価が可能である。

##### 4-2-1. 実験居室の設置方法

実験場所として、東京都足立区花畑4丁目にあるUR都市機構が所有する花畑団地の67号棟（5階建、昭和39年築、RC造、南向き：図4-1）の4居室（203、204、303、304号室）を選定した。この建物は建て替えに伴う撤去が決定しており、実験実施予定時期には居住者がいなかったため、十分な空室が確保できた。また、同じ住棟の住戸は全て間取り（図4-2）が同じであることも実験に適していた。

ツルレイシは、プランター（W 70 cm×D 32 cm×H 28 cm）に植え、支柱はプランターから自立させてネットをかけた。ツルレイシの成長に伴ってネットに蔓が絡み、緑のカーテンが形成された。緑のカーテンの1枚の大きさは、概ね幅85 cm×高さ（プランター含

|     |     |     |     |     |     |                 |                 |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|-----|-----|
| 510 | 509 | 508 | 507 | 506 | 505 | 504             | 503             | 502 | 501 |
| 410 | 409 | 408 | 407 | 406 | 405 | 404             | 403             | 402 | 401 |
| 310 | 309 | 308 | 307 | 306 | 305 | <b>304</b><br>◎ | <b>303</b><br>◎ | 302 | 301 |
| 210 | 209 | 208 | 207 | 206 | 205 | <b>204</b><br>◎ | <b>203</b><br>◎ | 202 | 201 |
| 110 | 109 | 108 | 107 | 106 | 105 | 104             | 103             | 102 | 101 |

図4-1 67号棟における住戸の配置図（◎印が実験住戸）

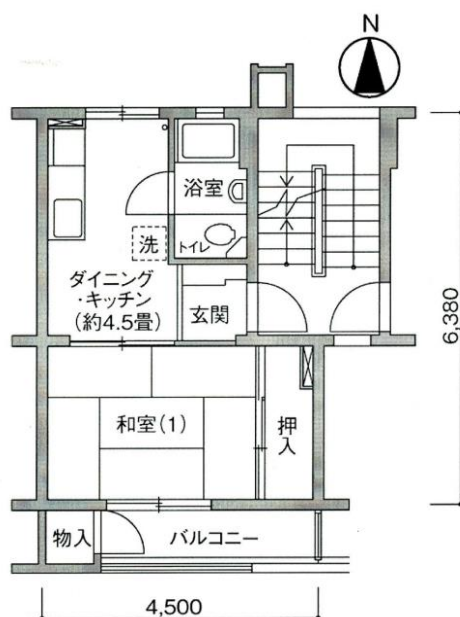


図4-2 間取図（単位:mm）

む) 200 cm である。プランター2 個で、ガラス引戸の開口部 1 か所 (W 169 cm×H 174 cm) をほぼ覆うことができた (写真 4-1 参照)。なお、本研究の主目的は緑のカーテンの設置の有無に伴う室内温熱環境改善効果を検証するものであるため、緑のカーテンの緑量を把握する必要がある。本実験では緑のカーテンでガラス戸を一様に覆った (写真 4-2) ため、単位面積あたりの葉面密度である LAI (葉面積指数) を測定した。測定方法は、実験終了後に緑のカーテンの中央部 (30 cm 四方) の葉を摘んでその総面積から LAI を求めた。LAI の値は 0.93~1.29 の範囲であった。

各実験居室の条件設定を表 4-1 に、実験居室内の設営状況を図 4-3、写真 4-3 に示す。この図にあるように、被験者の座る机や椅子を避ける形で、測定機器を部屋のほぼ中央に配置した。また、エアコンの吹出口からの風が直接に被験者に当たらぬように、風除板を設置した (写真 4-4)。測定センサーは、図 4-3 に記した測定位置に設置したポールに取り付け、設置高さは 110 cm の位置としたが、熱電対は、熱ムラを確認するために、各部屋それぞれに 3 種類の高さのところに据え付けた。実験の測定項目、測定機器及び測定場所を表 4-2、表 4-3 に示す。



写真 4-1 実験に用いた住棟



写真 4-2 室内から見たツルレイシの設置状況



各部屋は点灯せず自然光のみとし、緑のカーテンのある部屋の実験時間帯における平均照度は 155.0 lx、緑のカーテンの無い部屋は 560.5 lx だった。

表 4-1 各住戸の条件設定

| 室番号    | 設置内容          | 日射遮蔽箇所  |
|--------|---------------|---------|
| 203 号室 | 何も無し          | 遮蔽せず    |
| 204 号室 | ツルレイシプランター2 個 | 引戸を全部遮蔽 |
| 303 号室 | ツルレイシプランター2 個 | 引戸を全部遮蔽 |
| 304 号室 | 何も無し          | 遮蔽せず    |

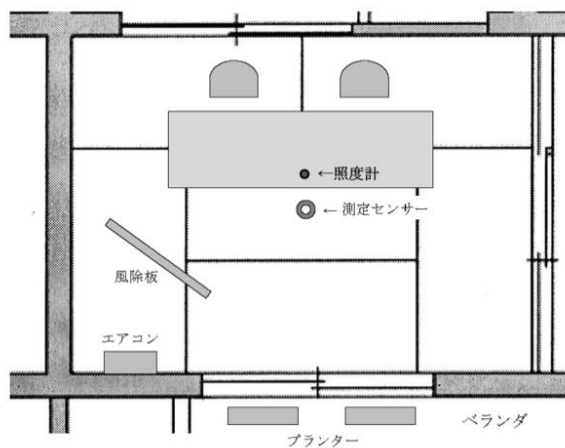


図 4-3 実験室内の設営図

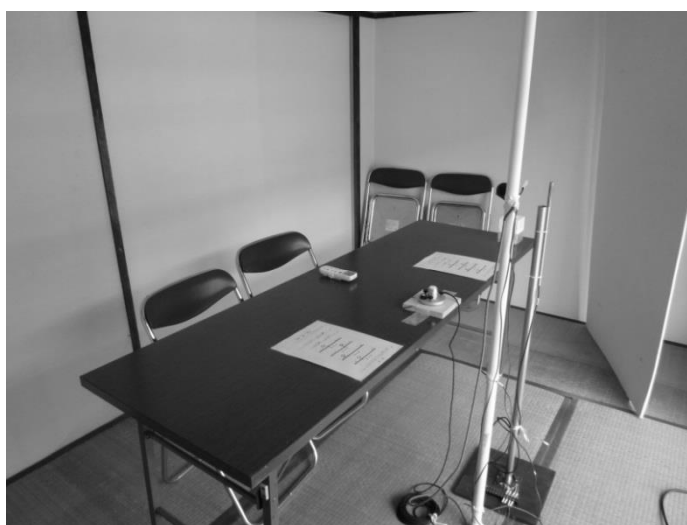
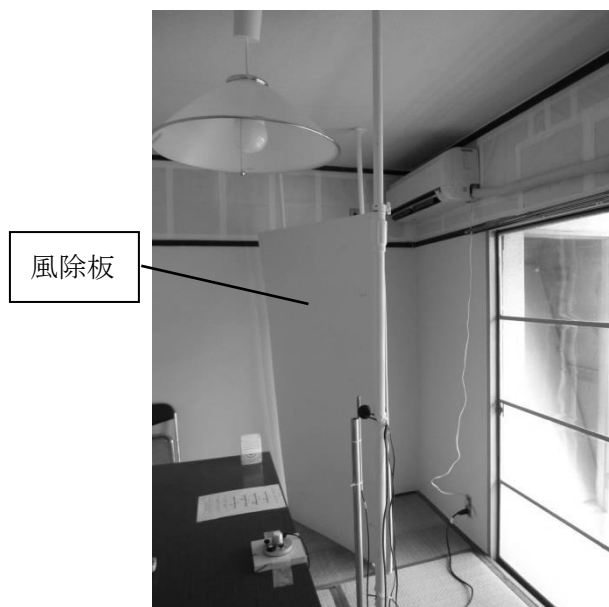


写真 4-3 実験室内の設営状況



風除板

写真 4-4 実験室内の設営状況（エアコン付近）

表 4-2 測定項目と使用機器

| 測定項目   | 使用機器                              | 測定場所      |
|--------|-----------------------------------|-----------|
| 室温     | 熱電対(二宮電線工業製 Type T)               | 全4戸       |
| 湿度     | 湿度センサー(TDK製 CHS-UPS)              | 全4戸       |
| グローブ温度 | ミニ黒球プローブ(メック社製 MTP-35B-001 直径4cm) | 全4戸       |
| 風速     | 風速プローブ(シュミット社製 SS20.250)          | 全4戸       |
| ロガー    | グラフテック製 midi LOGGER GL220         | 全4戸       |
| 外気温    | 熱電対(二宮電線工業製 Type T)遮光カバー付         | 304号室ベランダ |
| 日射     | 日射計(英弘精機製 ML-020VM)               | 〃         |
| 照度     | 照度計(プリード社製 PCL-01)                | 全4戸       |

表 4-3 センサーの設置高さ

| 測定項目   | 設置場所   | 測定高さ               |
|--------|--------|--------------------|
| 室温     | 部屋中央   | 10 cm、60 cm、110 cm |
| 湿度     | 〃      | 110 cm             |
| グローブ温度 | 〃      | 110 cm             |
| 風速     | 〃      | 110 cm             |
| 外気温・湿度 | ベランダ上部 | 200 cm             |
| 日射     | ベランダ手摺 | 120 cm             |
| 照度     | 机上     | 70 cm              |

#### 4-2-2. 実験方法

実験の被験者は、花畑団地の他の住棟に居住する住民と団地内の工事関係者で、あらかじめ実験概要を説明して協力の了解が得られた者を募った。参加した被験者の内訳を図4-4に示す。実験の事前説明では、緑のカーテンの有無による効果の実験であるという先入観を被験者に与えないために、条件を変えた複数の居室内で温冷感等を申告する実験であることを説明したが、居室の設定条件に緑のカーテンの設置が含まれていることには触れなかった。なお、被験者への負担を考慮して食事制限は設定しなかったが、自宅から実験場所への移動・受付・実験説明・前室での待機などを経るため、少なくとも食事摂取後30分以上は経過しているものとみなした。実験実施日は、2012年7月31日～8月1日の2日間であり、被験者を時間帯で割り振って参集時間を指定した。

なお、本実験では、部屋の中央に置いた各種センサーの測定値から温熱環境指標であるSET\*を求めることとしたが、SET\*の算定には着衣量の把握が必要である。このため、受付時において担当者が被験者の服装状況を記載し（写真4-5）、そのデータから文献<sup>4,6)</sup>の原単位を用いて、着衣量の指標であるclo値を求めた。本実験ではclo値の平均値は0.50（男性平均値0.51、女性平均値0.48）だった。また、作業量は椅子に座った状態とした。

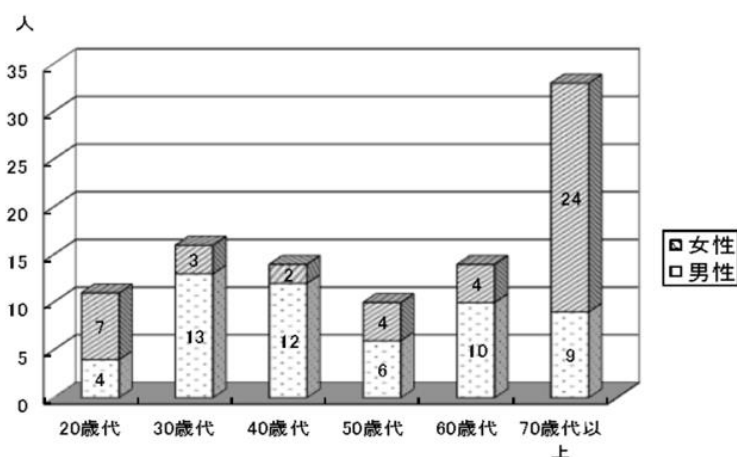


図 4-4 被験者の構成



写真 4-5 被験者の受付風景

実験実施日は盛夏時で外気温が高い（7月31日は快晴、8月1日は午前晴・午後曇り）ため、最初に被験者を前室（203号室）に誘導し、体温を室温に慣らさせた。前室は環境履歴の影響をなくす目的で設置した部屋のため、暑くも寒くもない熱的中立条件の熱環境を維持するよう努めた。志村ら<sup>4,7)</sup>の研究では、26℃は比較的広範囲な湿度環境条件下で熱的中立域に含まれていることから、26℃を熱的中立の条件とした。また、寒い側を23℃に、暑い側を29℃に設定し、その間を1℃刻みでの303号室と304号室の目標室温を設定した。加えて、204号室については熱的中立条件を保って他室と比較することとした。（表4-4参照）。測定した室内の放射温度と外気温の変化を図4-5、図4-6に示す。

表 4-4 エアコンの設定目標室温

| 時刻(7月31日) | 203号室 | 204号室 | 303号室 | 304号室 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 10～12時    | 26℃   | 26    | 23    | 29    |
| 12～13時    | 26    | 26    | 24    | 28    |
| 13～14時    | 26    | 26    | 28    | 24    |
| 14～16時    | 26    | 26    | 29    | 23    |

| 時刻(8月1日) | 203号室 | 204号室 | 303号室 | 304号室 |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| 10～12時   | 26℃   | 26    | 28    | 24    |
| 12～13時   | 26    | 26    | 27    | 25    |
| 13～14時   | 26    | 26    | 25    | 27    |
| 14～16時   | 26    | 26    | 24    | 28    |

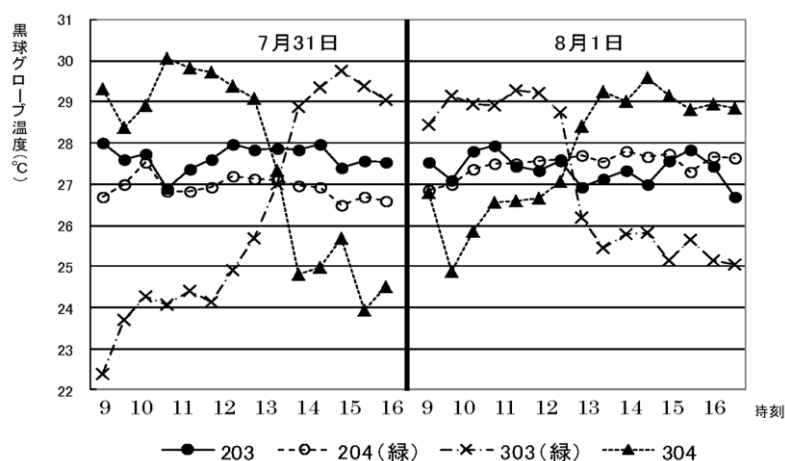


図 4-5 室内の放射温度の経過

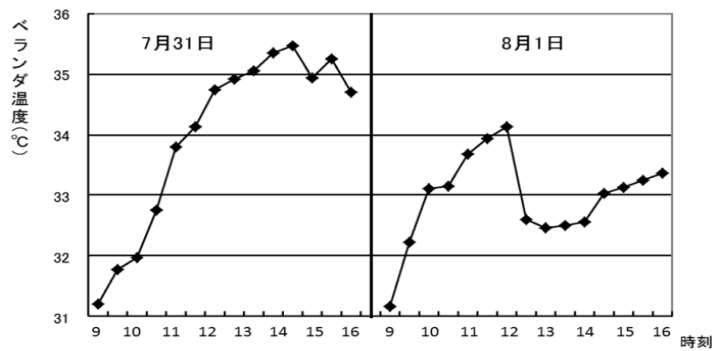


図 4-6 外気温の変化

被験者は 203 号室を出た後に別の部屋に誘導するが、被験者の順路が全員同じでは特定の部屋に人数が集中してしまうため、図 4-7 にあるように順路は A、B、C の 3 コースを設定して被験者を誘導した。なお、各実験居室に滞在した後に、必ず前室である 203 号室に戻るよう誘導した。

また、被験者は各実験居室で申告アンケート票に記入する（写真 4-6 参照）が、その内容は部屋の中の温冷感を尋ねる質問である。具体的回答欄は、堀越ら<sup>4)8)</sup>の研究を参考に、図 4-8 のような数値評定尺度と直線評定尺度を用いた。被験者は各居室に入るたびに、図 4-8 の申告アンケート票一枚ずつに記載した。

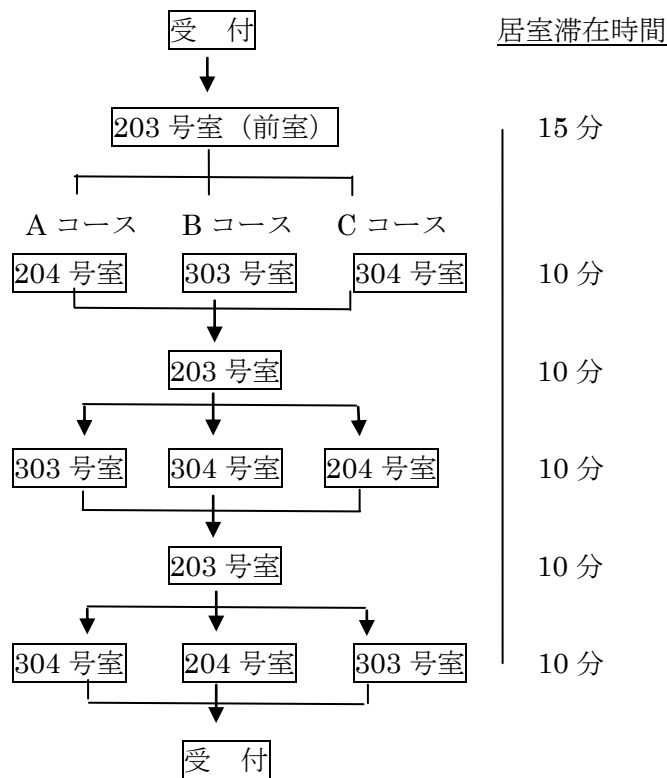


図 4-7 被験者の誘導順路



記載方法は、図 4-9 のように 7 段階評価の数値を選択すると同時に、その数値の上に設けられている直線評価尺度に印を記載するものである。この直線評価尺度は 10 cm の長さのため、記した印の箇所をミリ単位で計測すれば、温冷感を 100 目盛として数値化することができる。

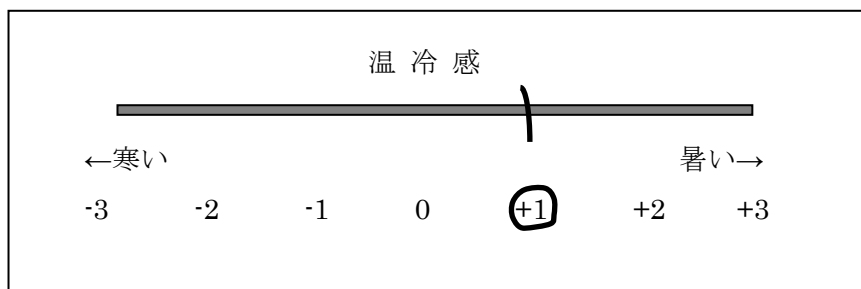


図 4-9 被験者による申告アンケート票の記載例（抜粋）

### 4-3. 結果と考察

#### 4-3-1. 温冷感の評価

各部屋の SET\*は風速、放射温度、湿度及び室温をもとに算定専用ソフト（Ashrae transactions vol.92, part 2B）<sup>4)9)</sup>を用いて算定した。なお、室温については表 4-3 に示した 3 か所の高さ位置の測定値の平均を用いた。こうして求めた各部屋の SET\*と、直線評価尺度から求めた被験者の温冷感の申告値との関係を、図 4-10、図 4-11、図 4-12、図 4-13 に示した。これらの図からは、303 号室と 304 号室は、SET\*と被験者の温冷感の申告値との間に弱い相関関係があることが分かる。それに比べて、203 号室と 204 号室にはほとんど相関関係が見られない。303 号室と 304 号室は、室温を暑い領域と寒い領域の双方に設定し、203 号室と 204 号室はなるべく適温を維持するよう努めたが、SET\*が適温付近を示す場合には、申告値も適温付近を示すはずなので、はっきりとした相関関係が現れな

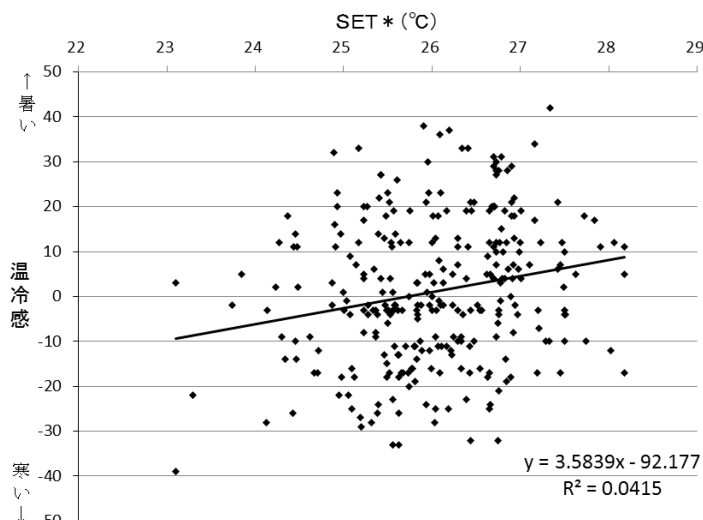


図 4-10 203 号室の SET\*と申告値（温冷感）

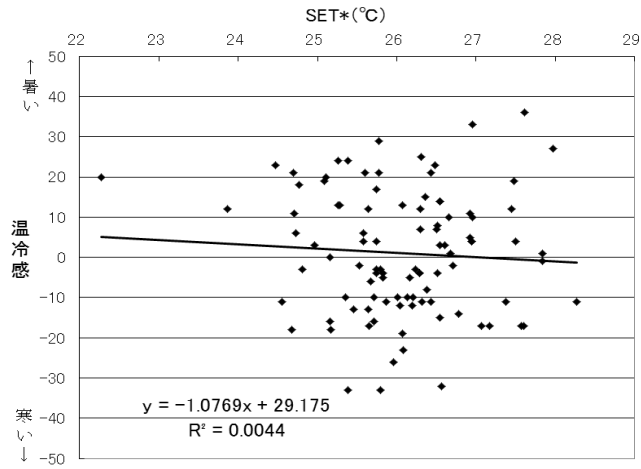


図 4-11 204 号室の SET\* と申告値 (温冷感)

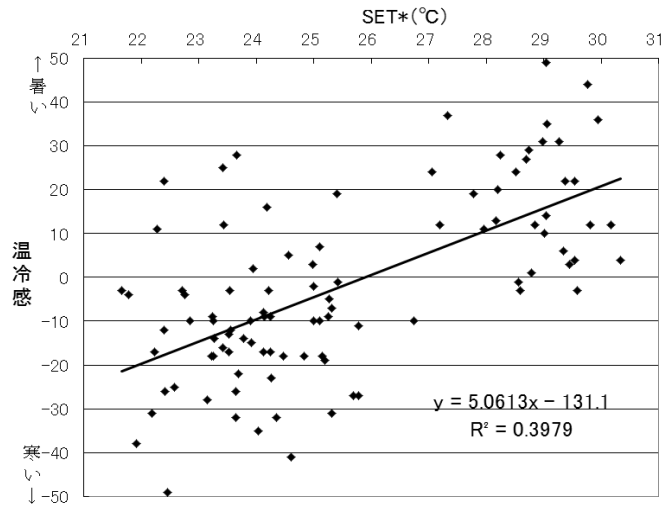


図 4-12 303 号室の SET\* と申告値 (温冷感)

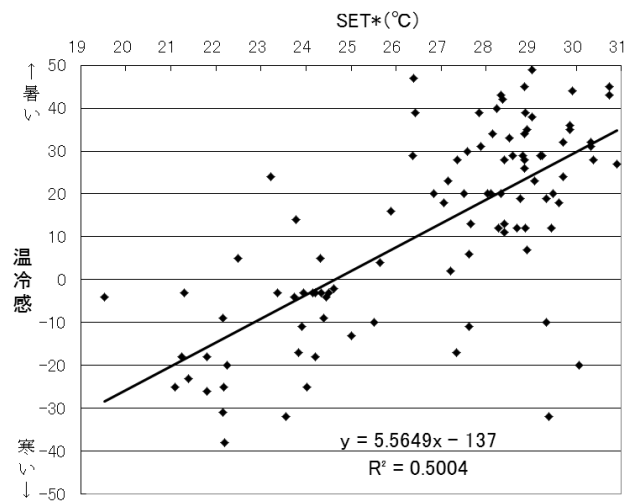


図 4-13 304 号室の SET\* と申告値 (温冷感)



かった可能性が高いと考えられる。一方、室温を暑い領域と寒い領域の双方に設定した 303 号室と 304 号室では、暑さと寒さをはっきりと感じ取ることができるので、温冷感の申告値もはっきりとした傾向が現れる可能性があり、このため SET\*と被験者の温冷感の申告値との関係は、203 号室や 204 号室よりも強い相関関係が認められたと考えられる。

ここで、緑のカーテンを設置した部屋と設置しなかった部屋の SET\*と、被験者の温冷感の申告値を比較してみる。203 号室は前室なので、比較対象からは除外し、緑のカーテンを設置した部屋として 204 号室と 303 号室を合わせたデータを、緑のカーテンを設置しない部屋として 304 号室のデータを用いて、SET\*と温冷感の関係（回帰式）を求めて比較することとした。回帰直線と、95%信頼区間をプロットしたものを図 4-14 に示した。

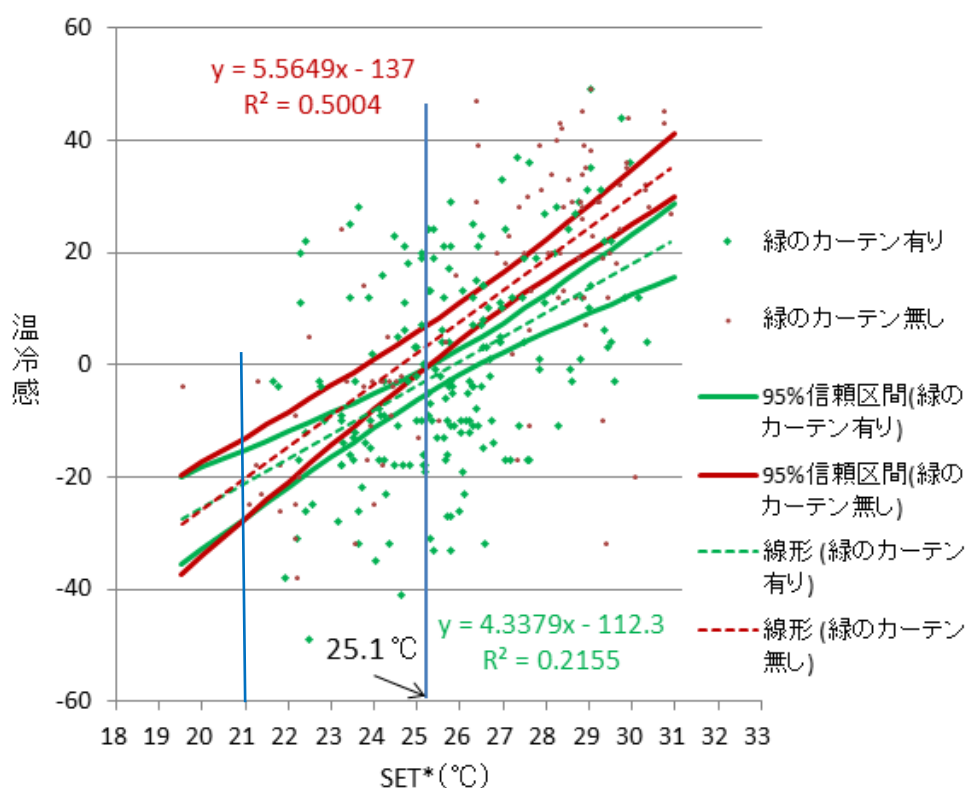


図 4-14 緑のカーテンのある部屋と無い部屋の温冷感の違い

緑のカーテンがある部屋の回帰直線を緑色で示し、緑のカーテンが無い部屋の回帰直線を赤色で示している。また、それぞれの回帰直線の上下に 95%信頼区間を示している（信頼区間は回帰直線と同じ色とした）。なお、本分析では予測区間ではなく信頼区間で評価を実施しているが、それは回帰直線の比較を行うことが目的のためである。なお、本書 P96 に記した既発表論文（第四章の根拠論文 4、5）においても、同じく信頼区間を用いた評価を実施している。図 4-14 では、SET\*が概ね 21 °C以上の範囲で緑のカーテンのある部屋における温冷感の申告値が、緑のカーテンの無い部屋の申告値よりも低くなる傾向が見られる。さらに、概ね 25 °C以上の範囲では、緑のカーテンのある部屋の回帰直線の 95%信頼

区間の上限が、緑のカーテンの無い部屋の回帰直線の 95 %信頼区間の下限より低くなっている。つまり、緑のカーテンがある場合の方が無い場合に比べて視覚的に感じる室温（温冷感）は低くなっていることを示している。

#### 4-3-2. 暖涼感・乾湿感・快適感の評価

次に、求めた各部屋の SET\*と、直線評定尺度から求めた被験者の各種の他指標（暖涼感・乾湿感・快適感）の申告値との関係を、図 4-15、図 4-16、図 4-17 に示した。用いたデータは、緑のカーテンを設置した部屋として 204 号室と 303 号室を合わせたデータを、緑のカーテンを設置しない部屋として 304 号室のデータを用いた。203 号室は前室なので、比較対象からは除外している。緑のカーテンがある部屋の回帰線を緑色の破線で示し、緑のカーテンが無い部屋の回帰線を赤色破線で示している。また、それぞれの回帰線の上下に 95 %信頼区間を各々の色の実線で示している。SET\*の適温域は、既往文献<sup>4-9)</sup>には 22.2 ~25.6 °Cと示されているので、その温度域を図 4-17 に矢印で示した。

図 4-15 から、暖涼感は、概ね適温域の上限である 25 °C 台以上において、緑のカーテンを設置した部屋はそうでない部屋に比べて 95%信頼区間が常に低い値を示している。つまり、概ね適温域より暑い状態ではより室温を低い方に感じ取っているということであり、夏季における住環境改善に視覚効果が役立っていることが分かる。この傾向は温冷感とほぼ同様の傾向を示している。

乾湿感については、図 4-16 のように全ての温度域において信頼区間が重なっており、緑のカーテンの有無による差は確認できなかった。つまり、緑のカーテンの視覚効果の乾

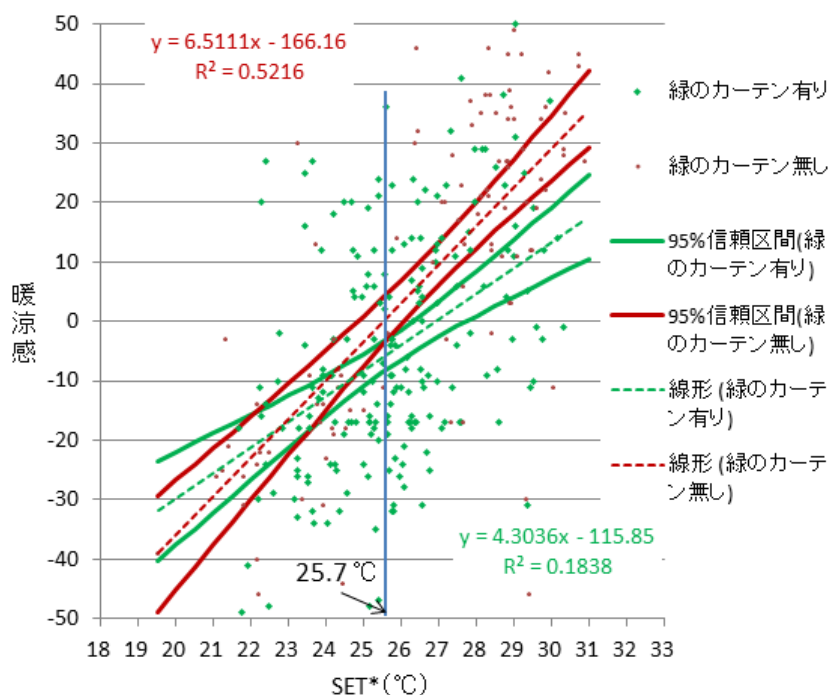


図 4-15 緑のカーテンのある部屋と無い部屋の暖涼感の違い

湿感への影響は確認できなかった。

また、図 4-17 の快適感については、緑のカーテンがある・無いに係らず、おおむね適温域 (22.2~25.6 °C) で最大値を示しているのですが、妥当な結果だと言える。また、信頼区間に差がみられる範囲は 25.4~28.5 °Cで、SET\*で「やや暖かい」と感じる温度域 (25.6

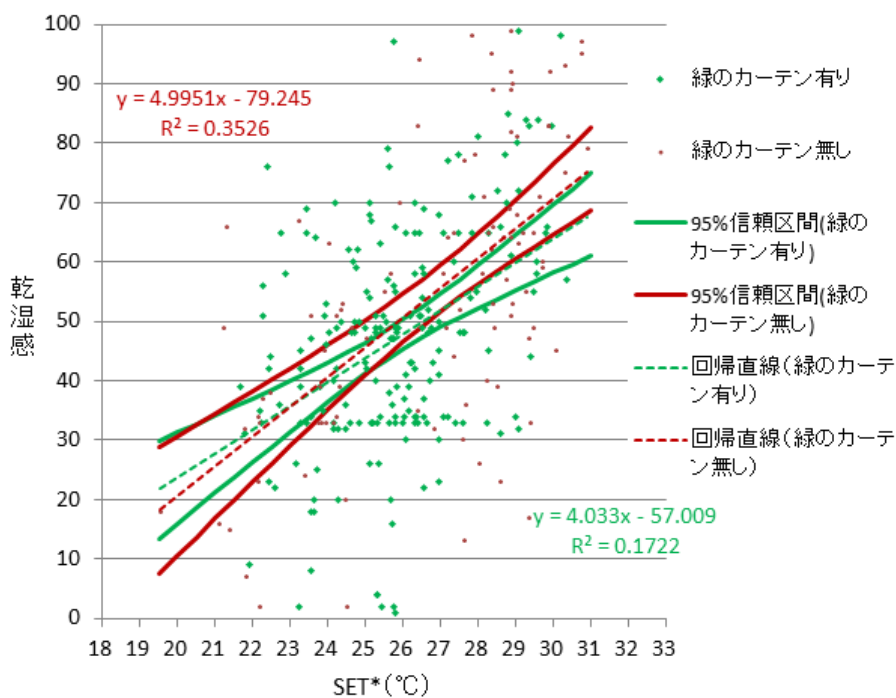


図 4-16 緑のカーテンのある部屋と無い部屋の乾湿感の違い

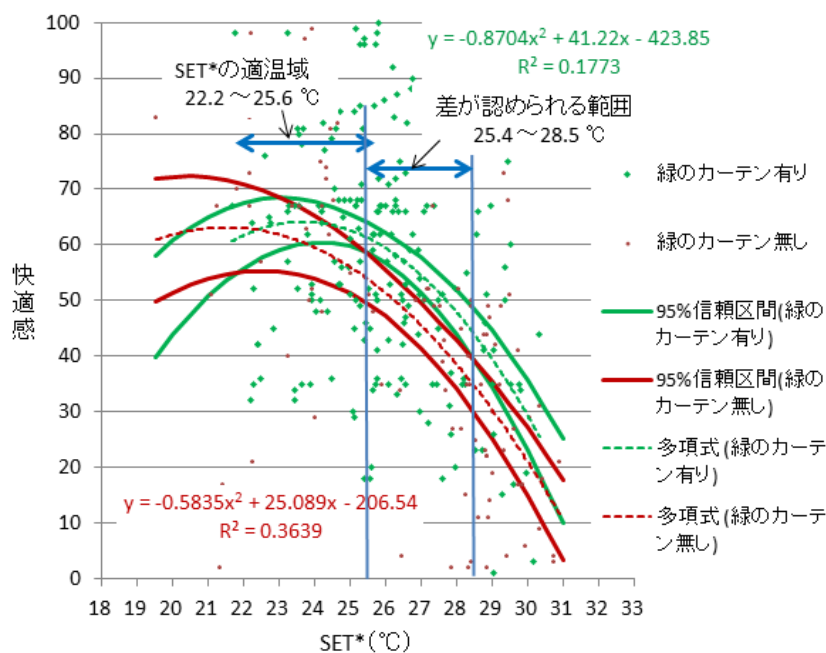


図 4-17 緑のカーテンのある部屋と無い部屋の快適感の違い

～30.0℃：既往文献<sup>4)9)</sup>）にほぼ収まっている。つまり適温域よりやや高い温度域で視覚効果が室温の快適性の向上につながっているということであり、このことは緑のカーテンの利用方法に活用できる知見であると言える。

以上の結果から、緑のカーテンの設置によって屋内から見える窓辺景観が向上し、その視覚効果によって屋内環境を適温域よりも暑い範囲において室温をより冷たくかつ涼しく感じ取ることが分かった。また、SET\*が25.4～28.5℃の温度域において緑のカーテンによる快適性の向上が確認されたので、今後の緑のカーテンの利用はその温度域において利用が図られるように配慮することが、効果的な利用につながると考える。

#### 4-5. 第四章のまとめ

屋内の温熱環境については、物理的指標のみでなく、その環境を感じる居住者の環境のとらえ方が重要になる。そうした環境の感じ方を捉える手法として、本研究で用いた4つの感覚指標による評価を実施したところである。緑のカーテンについては、多くの既往研究が屋内の物理的体感温度の低下を示しているが、本研究によって、視覚効果の影響で適温よりも暑い温度域で室温をより低い方向に感じとっていることが明らかになった。加えて、快適性については温冷感と暖涼感と比べると限られた範囲ではあるものの、適温域よりやや高い温度域において効果が現れることが確認できた。これらの結果からは、盛夏期の屋内温熱環境改善手法として、緑のカーテンの設置に際しては、単に日のあたる箇所のみでなく、なるべく窓辺景観が向上する位置に設置することも重要であることが導ける。また、やや暖かい温度域において快適性向上効果が現出することから、緑のカーテンの利用にあたっては、その温度域の調整に配慮した活用が望ましいことが導ける。さらに、緑化による窓辺景観の向上については、緑のカーテン以外の方法でも可能なため、今後はこうした観点からの窓辺付近の緑化デザインの検討の余地があると考えられる。

#### 第四章の参考文献

- 4-1) Kato, M., Iwata, T., Ishii, N., Hino, K., Tsutsumi, J., Nakamatsu, R., Nishime, Y., Miyagi, K., Suzuki, M., (2011) Effects of green curtains to improve the living environment, The proceedings of international conference 2011 on spatial planning and sustainable development, B31-10, 1-9
- 4-2) 仁科弘重・中本有美 (1998) 観葉植物,花,香りが人間に及ぼす整理・心理的効果の脳波およびSD法による解析、日本建築学会計画系論文集第509号、71-75
- 4-3) 奈良松範 (2001) 観葉植物の生活環境に対する影響評価、空気調和・衛生工学会論文集、No.80、1-10
- 4-4) 松本博・平尾圭吾・土井幸太 (2009) 観葉植物が居住者の整理・心理反応及び知的生産性に及ぼす影響に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、1045-1046
- 4-5) 井上彩香・東実千代・磯田憲生 (2007) 窓際植生の暑熱緩和効果 (その6) —西向き室の温熱環境—、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、59-60
- 4-6) 快適な温熱環境のメカニズム (1997) 社団法人空気調和・衛生工学会、114-117
- 4-7) 志村 欣一・堀越 哲美・山岸 明浩 (1996) 日本人を対象とした室内温湿度条件の至適域に関する実験研究：夏季至適域の提案、日本建築学会計画系論文集 (480)、15-24
- 4-8) 堀越哲美・磯田憲生・小林陽太郎 (1974) 風洞内温熱条件の人体に及ぼす影響に関する実験的研究 (男子裸体) その2、夏季—平均皮膚温と温冷感申告、空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 1974、27-30
- 4-9) A.P.Gagge, A.P.Fobelets, L.G.Berglund(1986)A standard predictive index of human response to the thermal environment, symposium papers presented at the 1986 annual meeting in portland,oregon of the American society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers, inc., 709-731



## 第五章

### 集合住宅居住者における緑のカーテンの利用実態調査 ～全国の緑のカーテン実践者へのアンケート調査～

## 5-1. 本章の研究目的

前章までで、緑のカーテンの有する屋内温熱環境改善効果や、緑のカーテンの設置に伴う視覚効果によって被験者が室内温度をより低く感じ取ることができるといった緑のカーテンの特性を把握することができた。しかしながら、一方で緑のカーテンは実際に人々が生活する場に設置されることが多く、利用者の生活動態の違いによってその効果が大きく異なってくる可能性があった。このため、浜松市内の緑のカーテン設置世帯に対するアンケート調査を実施したところであり、本調査からは、緑のカーテンの設置によって窓の開放が促されることが明らかになった。ただし、緑のカーテン実践者の緑のカーテンに対する意識や使われ方に関する情報の集積は未だ十分ではなく、特に、前章までの研究成果を踏まえた上でこうした情報の収集に努めることも重要である。このため、本章では、UR 都市機構が有する賃貸住宅の居住者を対象としたアンケート調査の実施によって、緑のカーテンに対する利用者の意識やその利用動態を把握することを目的とした。なお、UR 都市機構が有する賃貸住宅の居住者を対象としたのは、全国に相当数の対象者が存在すると、当機構の団地は規格が似通った集合住宅であり、かつ全国にその団地が存在することから、全国的な傾向の把握が期待できたためである。

## 5-2. アンケート調査の実施調査方法

UR 都市機構では、毎年、緑のカーテン設置希望者に対して緑のカーテンキット一式を配布している。これには、プランター・支柱・ネット・土・ツルレイシ苗・緑のカーテンの手引きが揃っており、これだけで新たに緑のカーテンの設置を行うことが可能である(写真 5-1 参照)。



写真 5-1 緑のカーテンキット ※写真の配布物に、ツルレイシの苗がつく。

このセットを全国の UR 都市機構の賃貸居住者の希望者に対して配付するのに伴って、UR 都市機構の了解のもとに、そこにアンケート票を同封して緑のカーテン実践者から調査票を回収することとした。アンケート票の設問内容は表 5-1 のとおりであり、これに依



頼状・返信用封筒・過年度に得た緑のカーテンの知見をまとめた説明書を加えた。2013年5月上～中旬の間に、UR都市機構の各支部あてに送付し、そこから希望者のいる団地に配布された。

表 5-1 アンケート調査の質問事項

| 問 | 質問内容   |
|---|--|
| 1 | 性別, 年齢   |
| 2 | 居住地  |
| 3 | 建物形態<br>① 戸建て<br>② 集合住宅<br>③ その他   |
| 4 | 緑のカーテン実施の動機（複数回答可）<br>① 植物が好きだから<br>② 人に勧められたから<br>③ 夏場は屋内が暑いから<br>④ その他（ ）  |
| 5 | 取り組んだ感想（複数回答可）<br>① 楽しんで取り組めた<br>② 手間がかかった、難しかった<br>③ 他の人に勧めたい<br>④ 他の人に勧めたくない<br>⑤ その他  |
| 6 | 説明書の内容の理解度<br>① よく理解できた<br>② まあまあ理解できた<br>③ あまり理解できなかった<br>④ ほとんど理解できなかった  |
| 7 | 説明書の内容で参考になった事項（複数回答可）<br>① 緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果<br>② 緑のカーテンで壁を覆うことの効果<br>③ 緑のカーテンを設置した場合、日中は窓を開けることが望ましいこと<br>④ 窓辺景観の向上による心理効果<br>⑤ その他（ ） |

※次頁に続く

|    |  |
|----|--|
| 8  | 壁面への緑のカーテンの設置<br>① 設置した<br>② 設置しなかった   |
| 9  | 壁面に緑のカーテンを設置した効果（複数回答可）<br>① 夜間は過ごしやすくなった<br>② やや夜間は過ごしやすくなった<br>③ 昼間も過ごしやすくなった。<br>④ 殆ど効果は感じなかった<br>⑤ その他（                      ） |
| 10 | 緑のカーテンによる窓の開放状況の変化<br>① 以前よりよく開けるようになった<br>② 以前より少し開けるようになった<br>③ 変化はない  |
| 11 | 窓を開けた効果<br>① 窓を開けると、より心地よく過ごせた<br>② 窓を開けても暑かった<br>③ その他（                      ）  |
| 12 | 緑のカーテンによる窓辺景観（複数回答可）<br>① とても心地よかった<br>② 少し心地よかった<br>③ 特に何も感じなかった<br>④ 部屋の中が暗くなった<br>⑤ その他（                      ）                 |
| 13 | 実践から感じる緑のカーテンの効果（複数回答可）<br>① 屋内が涼しくなる<br>② 近所とのコミュニケーションがとりやすくなる<br>③ 緑を育てることが楽しい<br>④ 景観が向上する<br>⑤ その他（                      ）    |
| 14 | 自由回答   |

配付したアンケート票には、緑のカーテンの効果に関する説明書を添付したが、これは緑のカーテンが有する基本的な効果について簡潔に説明したもので、アンケート記載上の参考資料として示したところである。表 5-2 に説明の主なポイントを示す。

なお、緑のカーテンの実践者は高齢者が多く、また、アンケート回収時は緑のカーテン

が育った後の盛夏時以降となるため、配布から回収までに時間が空くことになる。このため、なるべく多くの回収票数を確保するために、文字を大きくするとともに、設問数は極力最小限とし、アンケート票は A4 の紙面 1 枚の表裏に収まるように配慮した。

表 5-2 緑のカーテンに関する説明書の主な内容

| 説明書の主な説明ポイント |   |
|--------------|---|
| 1            | 緑のカーテンは屋内の温熱環境改善に効果があり、スタレよりも効果が高い。                         |
| 2            | 窓のみでなく、壁面を緑のカーテンで覆うことも、屋内の温熱環境改善に効果がある（特に夜間において効果が顕著である）。   |
| 3            | 緑のカーテンは葉の隙間から風を呼び込むことができるので、窓を開けることによって屋内における体感温度の低減に効果がある。 |
| 4            | 緑のカーテンによって屋内から見える窓辺景観が向上し、それがより室温を低く感じさせる効果がある。             |

### 5-3. 結果と考察

#### 5-3-1. アンケート調査票の回収状況

アンケート票の配布数と回収票数を表 5-3 に示す。

表 5-3 アンケート票の配布／回収結果

| 支部名                   |     | 配布数   | 回収票数                           | 無効票数 | 有効票数 |
|-----------------------|-----|-------|--------------------------------|------|------|
| 東日本支部                 |     | 1,562 | ※東日本の回収票は、千葉・神奈川・埼玉の各支部欄に含まれる。 |      |      |
| 千葉支部                  |     | 597   | 34                             | 2    | 32   |
| 埼玉支部                  |     | 460   | 24                             | 0    | 24   |
| 神奈川支部                 |     | 794   | 99                             | 0    | 99   |
| 中部支部                  |     | 185   | 39                             | 1    | 38   |
| 西<br>日<br>本<br>支<br>部 | 京都府 | 2,273 | 36                             | 0    | 36   |
|                       | 奈良県 |       | 79                             | 2    | 77   |
|                       | 大阪府 |       | 141                            | 4    | 137  |
|                       | 兵庫県 |       | 99                             | 2    | 97   |
| 九州支部                  |     | 190   | 96                             | 6    | 90   |
| 計                     |     | 6,061 | 647                            | 17   | 630  |

※京都府・奈良県・大阪府・兵庫県は、西日本支部からまとめて依頼された。  
中部支部には愛知県が属する。

なお、回答票は早いものでは5月から返送されてきた。これらの回答票には昨年の結果であることが記載したものがあつたため、前年の2012年における結果を記載して返送されたものと考えられた。被験者の誤解によりこのような回答が見られたため、2013年の梅雨明け以降に届いた回収票のみを有効票とみなした。

## 5-3-2. アンケート調査集計結果

### 5-3-2-1. アンケート回答者の年齢構成

年齢別の回答者数は表5-4のとおりで、高齢者が多く回答していることが分かる。これを、UR賃貸住宅の世帯主の全国平均<sup>5-1)</sup>と較べた結果が図5-1である。図から、アンケート回答者の年齢構成はUR賃貸住宅世帯主の年齢構成と較べて高齢であることが分かる。

表 5-4 アンケート回答者の年齢構成

| 年齢 | 20代 | 30代 | 40代 | 50代 | 60代 | 70代～ |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 人数 | 12  | 21  | 67  | 73  | 201 | 255  |

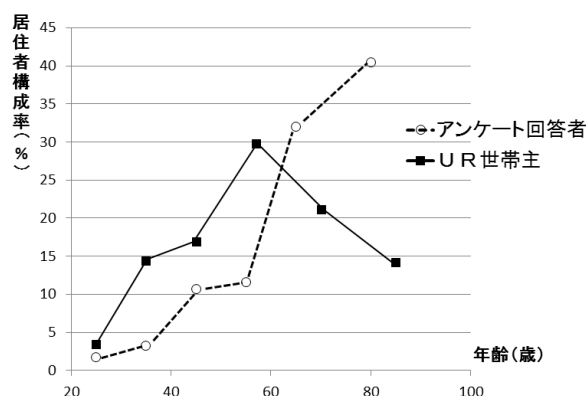


図 5-1 アンケート回答者と UR 都市機構賃貸住宅居住者の年齢

### 5-3-2-2. 緑のカーテンを始めた動機と感想

緑のカーテンを実施した動機の集計結果が図5-2である。図の区分のうち、「人からの勧め」の回答数には、その他欄に「UR都市機構からキットの配布があつたため」や「周囲の影響を受けて」と記載された票も含めている。設置動機には、「植物が好きだから」や「屋内が暑いから」という理由が大きく影響していることが覗えるが、「人からの勧め」を回答した者も少なくない。この「人からの勧め」を回答している回答者数は184人にのぼり、これは回答者総数630人の29.2%に相当する。ちなみに、当該設問は複数回答可であるため、図5-2の比率は回答数率となっている。また、表5-1の設問5では、回答者数の41.1%にあたる者が「他の人に勧めたい」と回答している。これらのことから、UR都市機構が

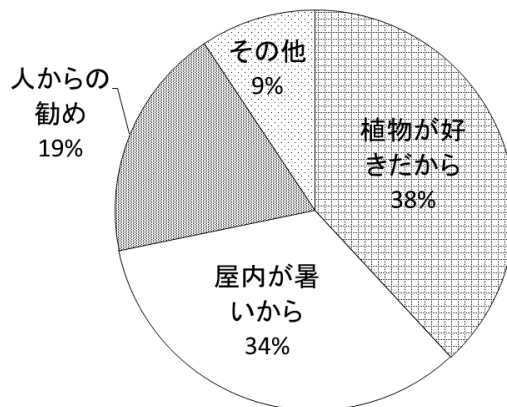


図 5-2 緑のカーテン実施の動機

取り組んでいる緑のカーテンキットの配布などのように、緑のカーテンに取り組むきっかけづくりは緑のカーテンの普及には効果が高く、加えて、新たに緑のカーテンに取り組む者の多くが他の者に勧めることにより、その普及がさらに波及的に進むことも期待できる。

また、緑のカーテンに取り組んだ感想の集計結果を図 5-3 に示した。ポジティブ意見が多く、また、ネガティブ意見のうちの「難しかった」についても、難しかったが楽しめたという回答者も存在するため、緑のカーテンへの取組は殆どの者が肯定的に捉えていることが分かる。

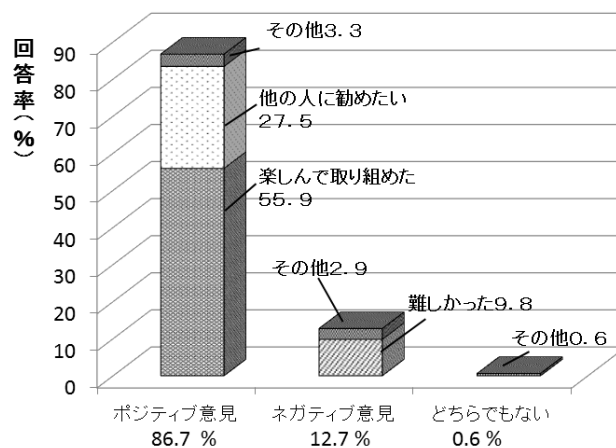


図 5-3 緑のカーテンに取り組んだ感想

### 5-3-2-3. 説明書の理解度

アンケート調査に添付した説明書については、「よく理解できた (63.1%)」と「まあまあ理解できた (34.1%)」とを合わせて 97.2%に達したので、ほぼ理解されたと考えて差し支えない。説明書の内容で参考になった事項を図 5-4 に示したが、どの項目も参考になったことが覗える。

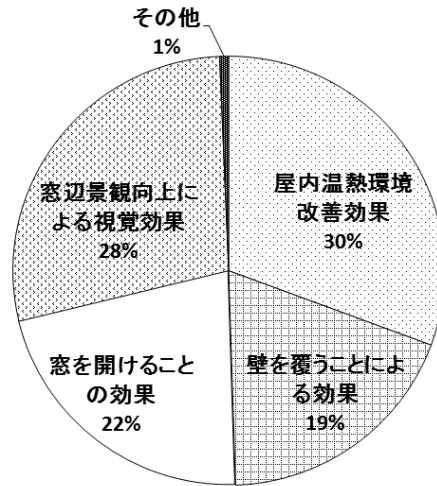


図 5-4 説明書のうちで参考になった事項

#### 5-3-2-4. 壁面への緑のカーテンの設置状況とその効果

壁面に緑のカーテンを設置したという回答者数は全体の 28.5 %に達した。集合住宅のベランダは、緑のカーテンを設置すると狭くなり、決してその設置の自由度は高くはないものの、それでも 3 割近い者が壁のところにも設置したということになる。また、設置したことの効果については、図 5-5 のように、76 %の者が効果を実感している。従来は緑のカーテンは戸や窓などのガラス面の前に設置するようになされてきたが、壁面への設置が可能なような配慮が必要なのかもしれない。今後、緑のカーテンを普及するにあたって、検討の余地があると考える。

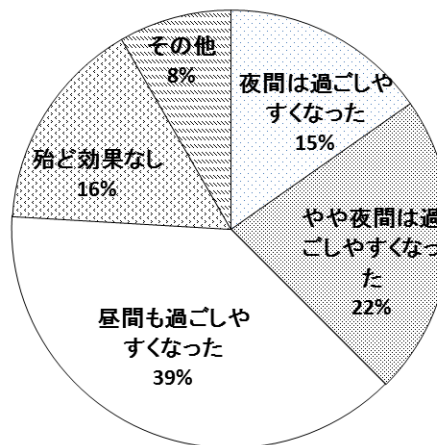


図 5-5 壁面への設置の効果

#### 5-3-2-5. 窓の開放の変化とその効果

第三章では、浜松市内の緑のカーテン実践世帯へのアンケート調査から、緑のカーテン

の設置によって有意に窓の開放が促されるという結果を導き出した。これは、緑のカーテンは、日射遮蔽と併せて部屋の中に風を引き入れることができるため、窓を開けることによって体感温度が低下するためと考えられる。また、第一章では、窓の開放時において、緑のカーテンを設置した場合は、何も設置しない場合やスタレを設置した場合と比較しても、室内における体感温度はより低い温度を示すことが確認できた。

図 5-6 は、表 5-1 中の問 10 の集計結果である。以前より開けるようになった割合は、少し開けるようになった回答率も含めると 67%に達しており、緑のカーテン設置によって窓の開放が促されたことが分かる。

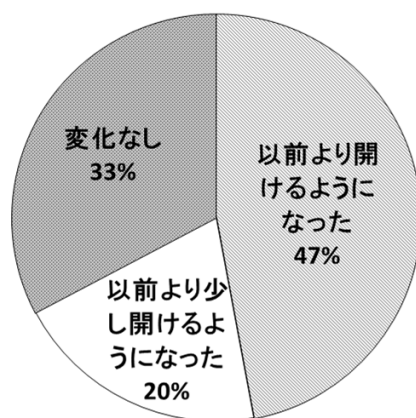


図 5-6 緑のカーテンによる窓の開放状況の変化

ここで、窓を開けるようになったという回答率を年代別に比較したところ、図 5-7 のようになった。図 5-7 からは、年齢が高くなるにつれて窓をより開けるようになっていくという傾向が窺える。田中ら<sup>5-2)</sup>は、高齢者は気流によって体温の下降傾向を示し、それに伴って体感温度は下がる一方で、同時に不快感も増大することを指摘している。すなわち、このことが高齢者の冷房を嫌う要因となっており、こうしたことから、高齢者が自然の風を呼び込むことによって涼を取ることをより好むことが想定される。

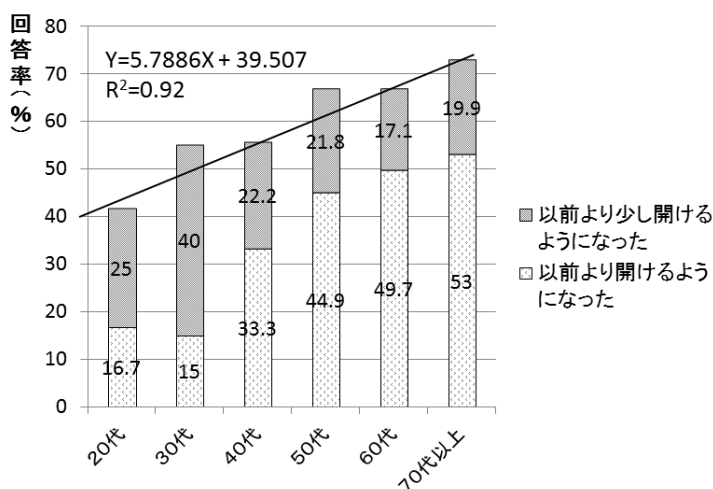


図 5-7 窓の開放促進の年代別傾向

続いて、表 5-1 中の問 4（設置動機）の選択肢である「屋内が暑いから」の回答率についても、同じように回答者の年代別に図 5-8 のように比較してみた。やはり年齢が高くなるにつれて屋内の温熱環境改善に関心が高くなっていることから、高齢者が温熱環境改善方法としての緑のカーテンに関心が高い傾向が窺える。

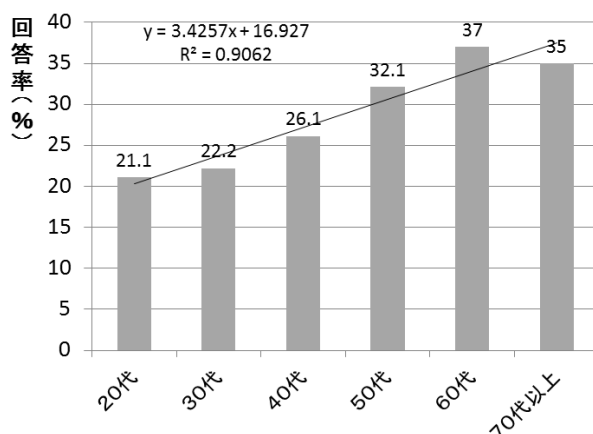


図 5-8 設置動機「屋内が暑いから」の年代別回答率

次に、緑のカーテンを設置している状態で窓を開放した際の効果の結果（表 5-1, 問 11）を図 5-9 に示した。「開けても暑かった」と答えた者がいる一方で、それ以上に多くの「開けると心地よくすごせた」の回答を得た。ここで、「開けると心地よくすごせた」の回答率を年代別に図 5-10 に示したが、やはり年齢が高いほど回答率が高くなる傾向が見て取れる。

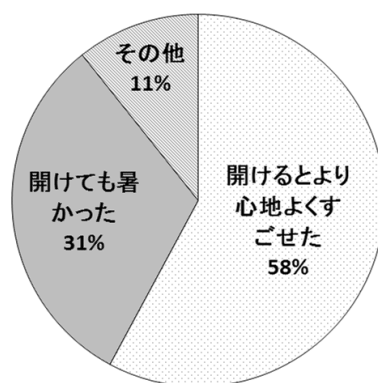


図 5-9 窓開放時の緑のカーテンの効果

図 5-7、5-8、5-10 からは、高齢者ほど屋内の温熱環境改善に関心が高く、その改善のためには冷房を使うよりも緑のカーテンによる自然の涼しさを指向する傾向があり、その効果についても高齢者ほど満足している結果が導かれる。我が国の高齢化傾向を考慮すると、今後ますます高齢者の夏季における屋内温熱環境改善が課題となることが考えられるが、その際に、緑のカーテンは課題解決のための処方箋の一つになりうる可能性がある。



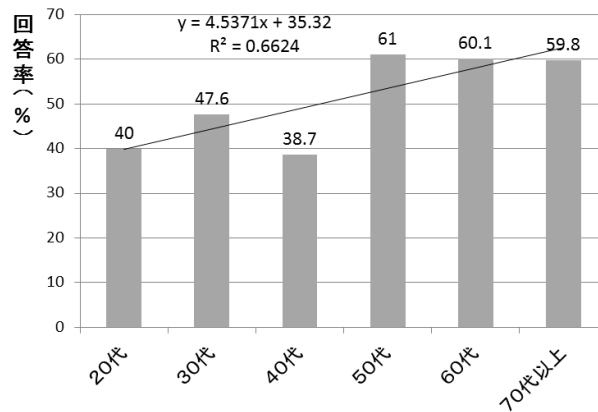


図 5-10 「開けると心地よくすごせた」回答率の年代別傾向

### 5-3-2-6. 緑のカーテンの効果

第四章の実験で、緑のカーテンを設置することによって屋内から見える窓辺景観が向上し、その視覚効果によって室温をより低く感じ取ることを実験により明らかになった。このため、この視覚効果を確認するために表 5-1 の問 12 を設定したところであり、その集計結果を図 5-11 に示した。大多数の者が「少し心地よかった」も含めて肯定的な回答をしており、緑のカーテンの視覚効果を感じ取っていることが窺える。

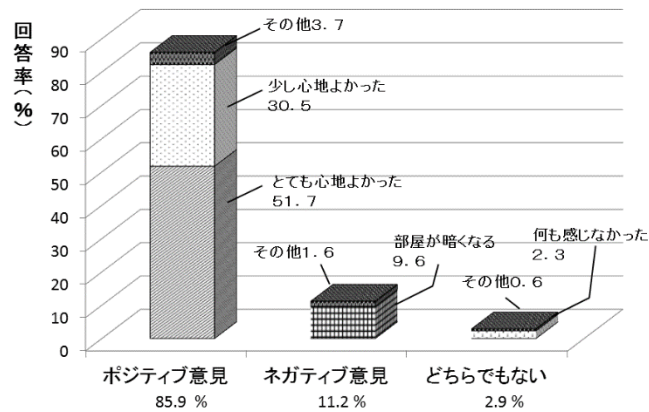


図 5-11 緑のカーテンによる窓辺景観向上効果

図 5-12 は緑のカーテンの効果を尋ねた結果 (表 5-1、問 13) である。一般に緑のカーテンは屋内の物理的環境改善効果に期待されることが多いが、実際には「植物を育てる楽しさ」や「景観向上」、それに「コミュニケーション醸成」などの諸効果も高いことが分かる。こうした幅広い効果を発揮できるような緑のカーテンの普及方法が望まれる。

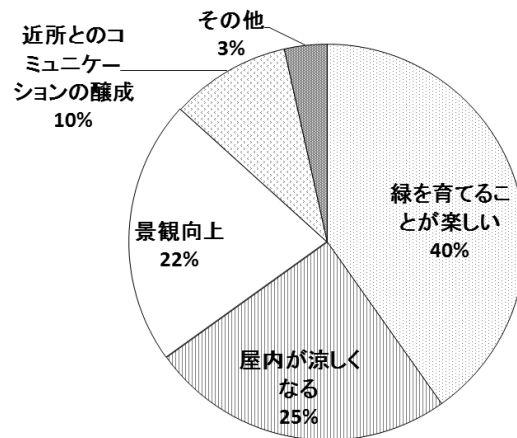


図 5-12 緑のカーテン実施による効果

#### 5-4. 本章のまとめ

本調査によって、集合住宅居住者の緑のカーテンの設置に関する利用実態を把握することができ、特に、窓の開放傾向については高齢者ほどより顕著な傾向が見られた。今後の高齢化社会の到来を考慮すると、こうした年齢別の緑化への関わり方の違いは考慮すべき事項と思量される。それは緑のカーテンに限らず、広く都市緑化政策全般で考慮すべきものであり、そうした受益者の年齢や属性に応じたきめ細かい施策の展開が望まれる。

#### 第五章の参考文献

5-1) 独立行政法人都市再生機構（2011）平成 22 年 UR 賃貸住宅居住者定期調査結果、P4

5-2) 田中英登・梅田奈々（2012）高齢者におけるエアコン気流の及ぼす快適性・体感温度への影響、日本生気象学会雑誌 Vol.49 No.3、S29

## 第六章

### 視覚効果に特化した新たな緑のカーテンの提案

## 6-1. 本章の研究目的

第一章では緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果が確認でき、第四章では緑のカーテンによる視覚効果が確認できた、これらのことから、緑のカーテンを設置する場合には、これら双方の機能が有効に働くように配慮することが望ましい。しかしながら、近年の集合住宅はベランダの奥行が深く、しかも建築物の向きが正南面している場合には、太陽の南中高度の高い夏季においては、直接屋内まで太陽光が届くことは稀である。このため、第一章の実験で用いた集合住宅は、西日除けの効果を確認するために南西向きの集合住宅を選定したところである。また、緑のカーテンの設置によって屋内が暗くなることが懸念されるため、屋内に直接日射が射し込まないようなケースでは、緑のカーテンによる日射遮蔽効果に期待するよりも、緑のカーテンによる窓辺景観の向上に伴う視覚効果に期待するほうが望ましい場合が想定される。その場合には、窓の全面を単調に緑のカーテンで覆うのではなく、そのデザイン性の向上と室内から見える眺望に配慮しながら、メリハリのついた緑化デザインを計画することが望まれる。それに、緑のカーテンは通常は集合住宅のベランダや戸建て住宅の庭にプランターが設置されるが、一般のオフィスビルにはベランダが設置されることが少ないため、緑のカーテンを設置する場所として、屋内に設置せざるを得ない場合がある。加えて、緑のカーテンを設置している夏季には台風が発生しやすく、強風時には葉が傷むため風対策は課題である。可動式の小さな緑のカーテンならば一時的に屋内に避難させることも可能だが、一般にはせいぜい強風時に緑のカーテンのネットを壁からはずして畳んでおくぐらいしか対策がない。特に台風の多い沖縄県では緑のカーテンの屋内設置を検討する余地がある。また、屋内に設置することにより、使用する植物も冬季に屋外で越冬不可能な樹種も使用することが可能になるという利点もある。

窓辺緑化の手法としては、ドイツに **Blumenfenster** なる緑化手法<sup>6-1)</sup>がある。これは、窓枠の内外にプランターボックスを設けるウィンドウボックスに似た形態のものであり、窓辺の内側に植栽基盤を設け、窓辺内側の緑化と窓から見える庭園部の緑化とが融合する景観を楽しむことができる手法である。本章における研究では、特に台風の多い沖縄県でこの手法に近い形態の屋内設置型の緑のカーテンを試験設置し、窓辺の景観向上機能の効果を検証することを目的とした。

## 6-2. 屋内設置型緑のカーテンの構造の検討

最初に屋内展示に適した緑のカーテンの構造を検討した。屋内に設置することを前提としたので、屋内での虫の発生や土の臭いへの懸念、及び維持管理の容易さなどから土を用いないハイドロカルチャー方式とし、このためにプランター基部は図6-1のように外径114 mmの塩ビ管を用いた。この塩ビ管にポットソケットを6カ所設け、ハイドロボールで育成させた植物苗のポット1個ずつをこのソケットに挿し込むこととした。塩ビ管を用いたのは、この中に液肥を循環させるためである。ハイドロカルチャー方式であっても、屋内に設置するために、プランター部分は可能なかぎり小さいものが望ましい。既存のハイド

ロカルチャー方式のプランターとしては、循環型パイプ式緑化システム（〔株〕プラネット社製）があり、これが塩ビ管の底部に液肥をモーターにて循環させる方式である。図 6-1 の構造はこの構造を応用したものである。この塩ビ管製の筒状のプランターを支持し、かつプランターから伸びる植物（主に蔓性植物）をからませる構造物として、アルミ製のフレームを 2 体製作した。アルミニウム（〔有〕オクタノルムアジア社製）をベースに図 6-2 のフレームを製作し、ここに植栽を施した。

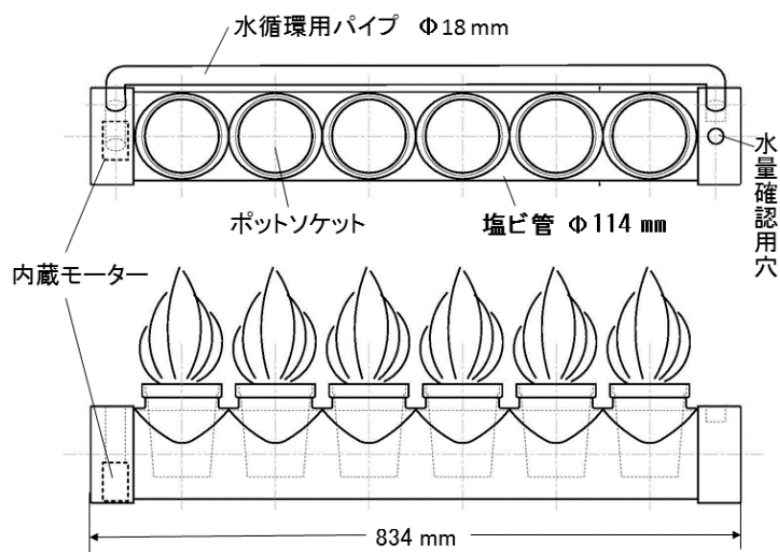


図 6-1 プランター基部構造図

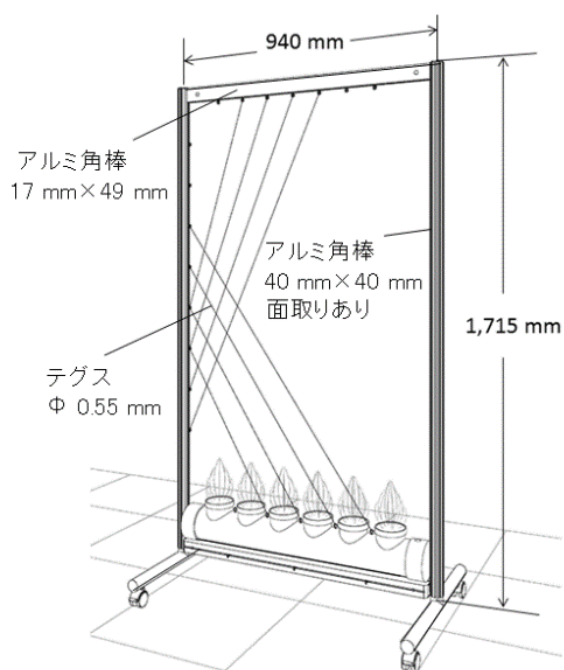


図 6-2 フレーム構造図

窓辺の景観向上機能をさらに向上させるため、塩ビ管のプランター部に写真 6-1 のスマートパネル用プランター（CHIN KUEI 社製）を補助的に設置した。このプランターはハイドロボール入りの植栽ポットを挿し込むことができ、底面給水によって育成させる方式のものである。

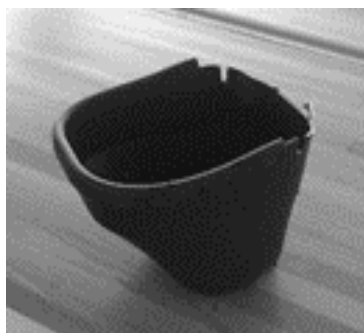


写真 6-1 スマートパネル用プランター

こうして出来上がった試験体 A と B を写真 6-2、写真 6-3 に示す。展示を予定した場所の幅が約 8 m もあったために、試験体は 2 基設置し、両試験体とも熱帯地域をコンセプトに製作した。



写真 6-2 試験体 A



写真 6-3 試験体 B

最終的な植栽樹種は次頁の表 6-1 のとおりである。また、使用植物は、熱帯・亜熱帯地域に生育するカラフルで比較的耐陰性の強いものを選定した。

表 6-1 植物リスト

| 植物名                    | 学名   | 試験体  |      |     |
|------------------------|--|------|------|-----|
|                        |  | A    | B    |     |
| アンズリウム ピンクチャン<br>ピオン   | <i>Anthurium</i> 'Pink Champion'                   | 1 本  | 1 本  |     |
| カラテア マコヤナ              | <i>Calathea makoyana</i>                           | 1 本  | 1 本  |     |
| コショウラン                 | <i>Phal. Little Gem Stripe</i> 'Pink'              | 1 本  | 1 本  |     |
| コルディリネ アイチアカ<br>コンパクト  | <i>Cordyline terminalis</i><br>'Aichiaka Compacta' | 1 本  | 1 本  |     |
| テーブルヤシ                 | <i>Colinia elegans</i>                             | 1 本  | 1 本  |     |
| ネオレゲリア トリカラー<br>コンパクト  | <i>Neoregelia carolinae</i> 'Tricolor<br>Compacta' | 1 本  | 1 本  |     |
| ネオレゲリア ファイヤーボ<br>ール    | <i>Neoregelia</i> 'Fireball'                       | 1 本  | 1 本  |     |
| ヒメモンステラ                | <i>Monstera pertusa</i>                            | 1 本  | 2 本  |     |
| ヘデラ カナリエンシス            | <i>Hedera canariensis</i>                          | 1 本  | 1 本  |     |
| サルオガセモドキ               | <i>Tillandsia usneoides</i>                        | 10 束 | 10 束 |     |
| ストレリチア オーガスタ           | <i>Strelitzia Nicolai</i>                          | 1 本  |      |     |
| スパティフィラム ミニメ<br>リー     | <i>Spathiphyllum</i> 'Mini Merry'                  | 1 本  |      |     |
| フィリヤブラン                | <i>Liriope muscari</i> 'Variegata'                 | 1 本  |      |     |
| フィロデンドロン マレービ<br>ューティー | <i>Philodendron</i> 'Malay beauty'                 | 1 本  |      |     |
| ヘデラ ヘリックス              | <i>Hedera helix</i>                                | 1 本  |      |     |
| カラテア トリオスター            | <i>Calathea triostar</i>                           |      |      | 1 本 |
| グズマニア アマランサス           | <i>Guzmania</i> 'Amaranthus'                       |      |      | 1 本 |
| グズマニア グランプリ            | <i>Guzmania</i> 'Grand Prix'                       |      | 1 本  |     |
| コルディリネ ドリーミー           | <i>Cordyline terminalis</i><br>'Dreamy''           |      | 1 本  |     |

### 6-3. 試験体の効果の検証

#### 6-3-1. 試験体の展示

試験体の効果を検証するため、国営沖縄記念公園海洋博覧会地区（沖縄県国頭郡本部町）内にある美ら海プラザの窓辺のコーナーに、前項で製作した試験体 A と B を 2014 年 3 月 3 日から同年 4 月 3 日までの間に展示した（図 6-3、図 6-4、写真 6-4 参照）。なお、展示

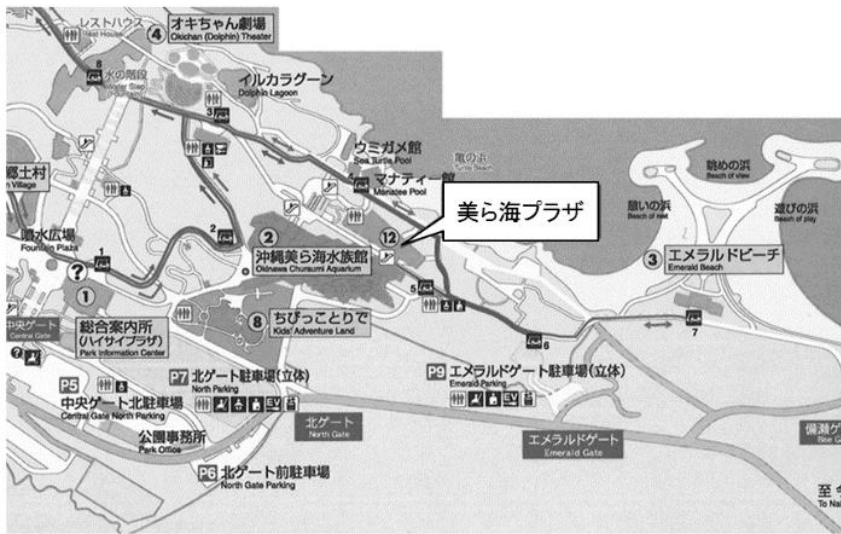


図 6-3 美ら海プラザ位置図（海洋博公園施設案内図から）

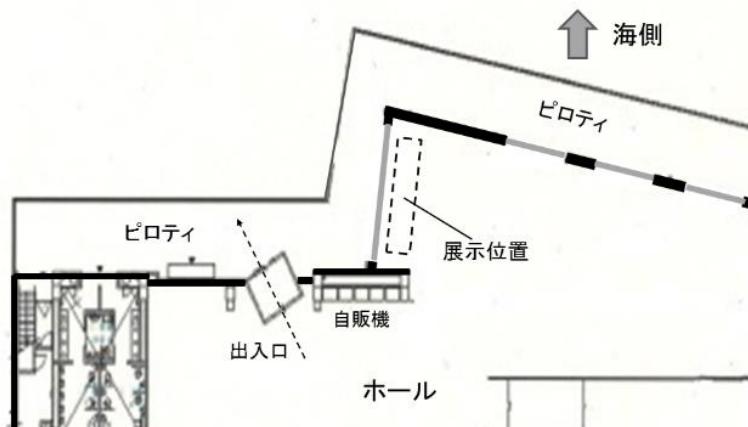


図 6-4 展示位置図（美ら海プラザの一部）



写真 6-4 展示状況（美ら海プラザ）



場所は公園施設の屋内であるため、開園時間帯はエアコンにて空調管理が行われている。日中（10:00～18:30）の温熱環境の状況は、平均室温 25.5℃、平均湿度 62%、平均照度 1,471 Lx（2014年8月19日測定）であった。

### 6-3-2. アンケート調査の実施

製作した試験体の効果を検証するため、公園利用者に対するアンケート調査を実施した。アンケート票記載台を試験体の展示箇所の脇に置いて、来訪者が適宜記載できるようにした。アンケート票の内容を表 6-2 に示す。

表 6-2 アンケート調査の質問項目

| 問 | 質問項目  |
|---|---|
| 1 | 試験体の印象に関する設問（選択肢 5 問、複数選択可）選択肢の内容は表 6-3 のとおり          |
| 2 | 屋内に設けることの是非に関する設問（選択肢 6 問、複数選択可）<br>選択肢の内容は表 6-4 のとおり |
| 3 | 試験体のデザインに関する設問（選択肢 5 問、複数選択可）<br>選択肢の内容は表 6-5 のとおり    |
| 4 | 課題に関する設問（選択肢 4 問、複数選択可）選択肢の内容は表 6-6 のとおり              |
| 5 | 自由回答  |
| 6 | 属性質問（居住地、性別、年齢）                                       |

表 6-3 試験体の印象（問 1）

| 選択肢                        | 票数（百分率）     |
|----------------------------|-------------|
| 1. 効果はデザイン次第だと思う           | 30 (54.5)   |
| 2. 窓辺景観向上効果は高いと思う          | 14 (25.5)   |
| 3. この展示物は緑のカーテンとは異なるものだと思う | 7 (12.7)    |
| 4. 窓辺景観向上効果が高いとは思わない       | 4 (7.3)     |
| 5. その他                     | 0 (0)       |
| 合 計                        | 55 票 (100%) |

\* 数字は票数。( ) 内は百分率。

表 6-4 屋内に設けることの是非 (問 2)

| 選択肢                                | 票数 (百分率)    |
|------------------------------------|-------------|
| 1. 台風などの強風の影響を受けないのが良い             | 19 (26.4)   |
| 2. 住居では邪魔になると思う                    | 18 (25.0)   |
| 3. 屋内ならば越冬可能な植物を育てられるので、通年利用の場合は良い | 17 (23.6)   |
| 4. オフィス空間では屋内にしか置けないので適切だと思う       | 11 (15.3)   |
| 5. 屋内では室内温熱環境改善効果は期待できない           | 6 (8.3)     |
| 6. その他                             | 1 (1.4)     |
| 合 計                                | 72 票 (100%) |

表 6-5 試験体のデザイン (問 3)

| 選択肢                             | 票数 (百分率)    |
|---------------------------------|-------------|
| 1. もっと植物を増やしたほうが良い              | 17 (32.1)   |
| 2. ハイドロカルチャーは屋内設置の場合が良いと思う      | 15 (28.3)   |
| 3. 屋内に日光が入りやすいように全面を覆わないのが良いと思う | 13 (24.5)   |
| 4. 窓のサッシなどに備え付けたほうが良いと思う        | 5 (9.4)     |
| 5. その他                          | 3 (5.7)     |
| 合 計                             | 53 票 (100%) |

表 6-6 課題 (問 4)

| 選択肢                                  | 票数 (百分率)    |
|--------------------------------------|-------------|
| 1. オフィスに置いた場合は維持管理費が負担になるのではないか      | 18 (36.0)   |
| 2. 窓の清掃時に邪魔になるのではないか                 | 17 (34.0)   |
| 3. オフィスワーカーが趣味として管理するのが理想だが、そのニーズが不明 | 12 (24.0)   |
| 4. その他                               | 3 (6.0)     |
| 合 計                                  | 50 票 (100%) |

### 6-3-3. アンケート調査の結果

アンケート回答者数は 36 名で、その記載者の属性は図 6-5 のとおりである。居住地は沖縄県内 18 名、県外 17 名、居住地不明 1 名であった。

問 1 の試験体の印象に関する設問の回答結果を表 6-3 に示す。本試験体の効果はデザイン次第だという回答が半数以上を占めた一方で、窓辺景観効果が高いという回答は

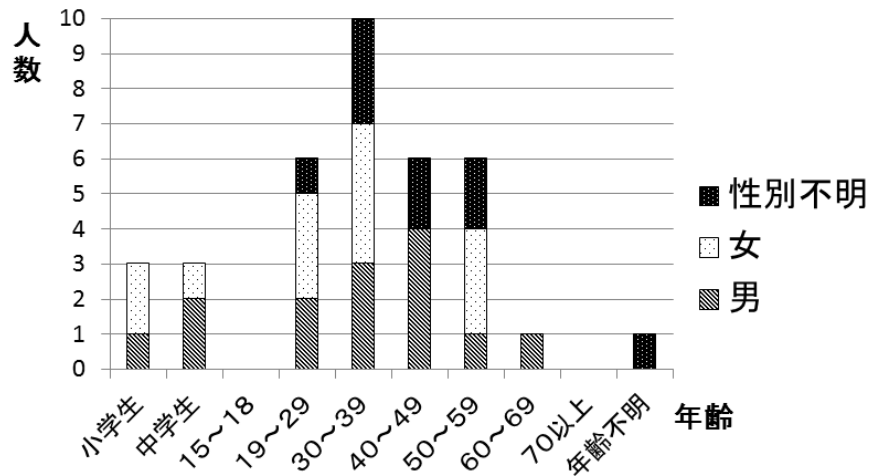


図 6-5 アンケート回答者の属性

25.5 %となり、窓辺景観効果が高いとは思わないという回答者（7.3 %）を大きく上回った。効果はデザイン次第という回答（54.5 %）が最も多かったが、この選択肢を選んだ回答者のうちの 30.0 %が景観効果が高いと評価している一方で、景観効果は高くないとの回答者は 10.0 %にとどまっており、デザイン次第ではあるが、本展示については景観効果が比較的高いと評価していることが窺える。問 2 の屋内に設けることの是非に関する設問の回答結果（表 6-4）では、「台風の影響を受けない・通年利用・オフィスで使用可能」といった肯定的意見が 65.3 %を占め、「住居では邪魔・温熱環境改善効果が期待できない」などの否定的意見（33.3 %）よりも高いものとなった。屋内に置くことのメリットが認識されたものと考えられる。

表 6-5 に示した問 3 のデザインに関する設問については、植物を増やしたほうが良いという意見が多い（32.1 %）一方で、窓全面を覆わないことに対する評価が高かった（24.5 %）。両設問の重複回答はわずかに 3.8 %のため、窓を全面覆うことについては意見が分かれた結果となった。

表 6-6 に示した問 4 の「課題」については、オフィスに置いた場合の維持管理費の負担への懸念が示されており（36.0 %）、その解決策として、「ニーズは不明だがオフィスワーカーが趣味として管理するのが理想だ」という指摘（24.0 %）がなされている。実際に設置する場合には、検討する価値のある事項である。また、窓清掃時に邪魔になるという回答も多い（34.0 %）。住居やオフィスなどの日常空間では清掃の容易性も重要な事項であり、今後、そうした観点での工夫が必要と考える。

#### 6-4. 窓ガラス接着型緑化手法の検討

前項までの検討内容は、都市空間のうちの窓ガラス面の内側空間が、緑化の観点において未利用のままという状況を鑑みて、開口ガラス面内側の緑化の手段としての可動式の緑のカーテンの試作品の提案を行ったものである。この検討によって、ガラス開口部の外側のみではなく、内側の緑化の可能性が垣間見えてきた。しかしながら、ガラス面内側に緑化を施す場合、一般の住宅やオフィス空間においては十分なスペースが確保できないことが想定される。そこで、ガラス面を緑化する手法として、プランターを直接ガラス面に張り付ける手法を考案した。実際に、窓辺近くのインドアグリーンや、屋内設置型の緑のカーテンは存在しても、ガラス面そのものを緑化している事例は見当たらない。また、公共施設などでは広面積のガラス面が設置される例は多いので、ガラス面全体を使ったアートとして窓辺緑化を活用することも考えられる。以上から、窓ガラスに直接プランターを貼りつける形態の新たな緑化方法を検討するため、その試験体の製作を行うとともに、実際に公共空間に設置して利用者の反応を見ることにより、望ましい形態の検証を行い、もって窓辺緑化の推進に資することを目的とした。

##### 6-4-1. 窓ガラス接着型プランターの構造・形態の検討

窓ガラス接着型プランターの形態の検討は、図 6-6 の検討フロー図に沿って実施した。

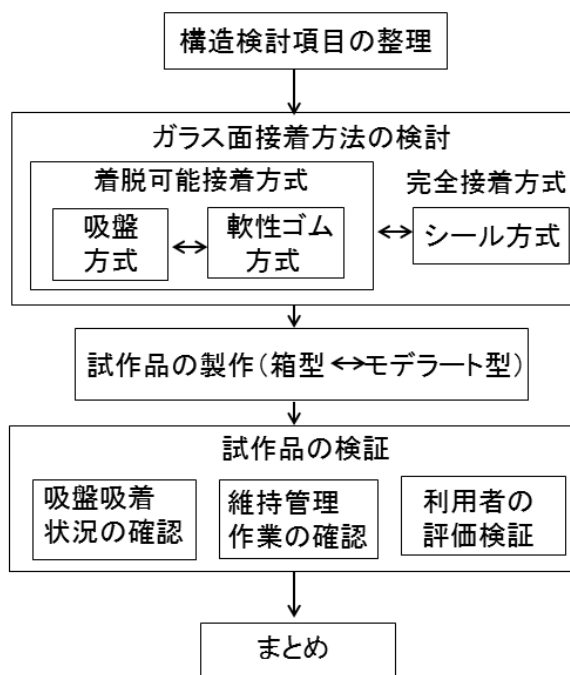


図 6-6 プランター構造検討フロー図

##### 6-4-2. ガラス面への接着方法の検討

窓ガラスへの接着方法としては、粘着シールによって完全に接着する方法（完全接着方

式)と、吸盤などで逐次着脱可能な接着方法(着脱可能接着方式)の二通りが考えられた。完全接着型はガラス面への接着は完全に確保できるものの、一方でシールは一度接着したらやり直しがきかず、はがした跡の処理も面倒となる。また、屋内のガラス面に接着する場合には、同じ位置に貼りつけたままでは日常生活において邪魔になることが懸念されるとともに、プランターに植わった植物管理やプランター内の水垢清掃などの維持管理上も着脱が可能な方が望ましい。このため、着脱可能接着方式を採用することとした。

着脱可能接着方式としては吸盤方式と軟性ゴム方式の二通りの方法を検討した。吸盤方式として既製品(吸盤 H 型 直径 55 mm : [株] 大創産業社製)の吸盤をプランターに装着したものを、軟性ゴム方式として市販の軟性ゴム(マルチシリコンすべり止めシート「吸着力ワイド 5 °C」: [株] 三信ゴム商会社製)を装着する方法を試みた。これらの方法によるガラス面への接着状況を確認するため、写真 6-5 のように、ケースにそれぞれ吸盤と軟性ゴムを取り付けたものを製作し、想定される重さが支えられるかを確認した。軟性ゴムは殆ど接着支持力を示さなかったのに対して、吸盤方式は、吸盤 1 個に対して重り 5 個(写真の重り 1 個は 105 g)でも十分に耐えた。このため、接着方法として吸盤を用いることとした。



吸盤による接着状況



軟性ゴムによる接着状況

写真 6-5 接着確認実験の様子

#### 6-4-3. 試験体の製作

吸盤方式による試験体を、ほぼ直方体のプラスチックケースに吸盤を装着したもの 2 種類と、既製品であるモデラート S (アクセスライン・インターナショナル株式会社製)に吸盤を装着したものを製作した。それぞれの規格を表 6-7 に、その構造を写真-2 と図-2 に示す。製作した試験体の重量は、植物を含んだ状態でモデラートは 269 g~103 g、1 鉢型は 490 g ~248 g、2 鉢型は 780 g~540 g であった。ガラスは風圧による応力に耐えるように作られているためにその必要強度と較べれば今回製作したプランターは軽いもの

表 6-7 プランター試作品の種類と規格

| 型      | 規格  | 植物数            |
|--------|---|----------------|
| 箱型     | 2鉢型<br>材質：プラスチック、吸盤 2 個<br>形状：末口 82 mm×166 mm 元口 77 mm×161 mm | ポット苗 2 本       |
|        | 1鉢型<br>材質：プラスチック、吸盤 1 個<br>形状：図 6-7 参照                        | ポット苗 1 本       |
| モデラート型 | 材質：プラスチック、吸盤 1 個<br>形状：図 6-7 参照                               | 1 本、ロックウールで植える |

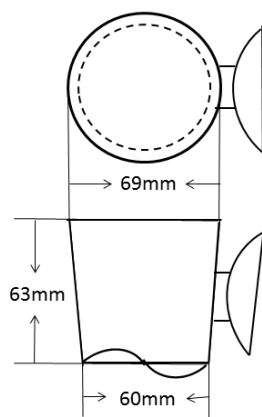


モデラート型

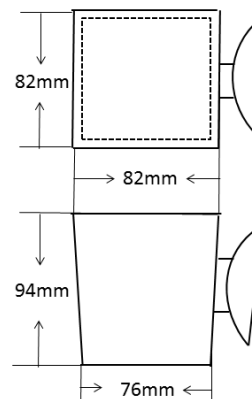


箱型 (1鉢型)

写真 6-6 試験体



モデラート型



箱型 (1鉢型)

図 6-7 試験体の外形図

ではあるが、ある程度の重量のあるものを多数接着する場合には、接着するガラスに応じて個別に安全計算を行う必要がある。

なお、モデラートはプラスチックケースが二つ重なってネジ式に留める構造になっており、その隙間の空間に水を貯めるため、給水するにはプランターを一旦ガラス面からはずし、ケースを分離して隙間に給水しなくてはならない。しかし、この構造のため、たとえ落下しても水がこぼれることはない。一方で、箱型の場合は水差しにて給水が可能のため、ガラス面から取り外す必要はないが、もしも脱落した場合には、プランター内の水が室内に撒き散る恐れがある。

#### 6-4-4. ガラス面接着型プランターの効果の確認

試験体の効果を確認するため、国営昭和記念公園（東京都立川市）内にある花みどり文化センター（図 6-8）の広大ガラス面（縦 258 cm×横 324 cm）にて 2014 年 3 月 31 日から 5 月 26 日までの期間に試験展示を行った。展示した試験体に使用した植物種は表 6-8 のとおりで、配植は、プランターの配置の疎密にメリハリのついたものとし、同じ植物種はなるべく複数まとめるように配した（図 6-9）。展示ガラス面は真東を向き、ガラスの外側は天蓋がかかったピロティ構造の建物であるため、朝日以外は直接に日光が差し込むことはない。また、展示期間中に空調の使用は無く、ガラス面内側（H：110 cm）の平均室温は 21.9℃（5 月 1 日 16:30~5 月 2 日 16:30、最大値 25.3℃、最小値 18.2℃）、ガラス面内側床面の平均照度は 1,581 Lx（5 月 2 日 7:30~16:30、最大値 2,994 Lx、最小値 450 Lx）であった。

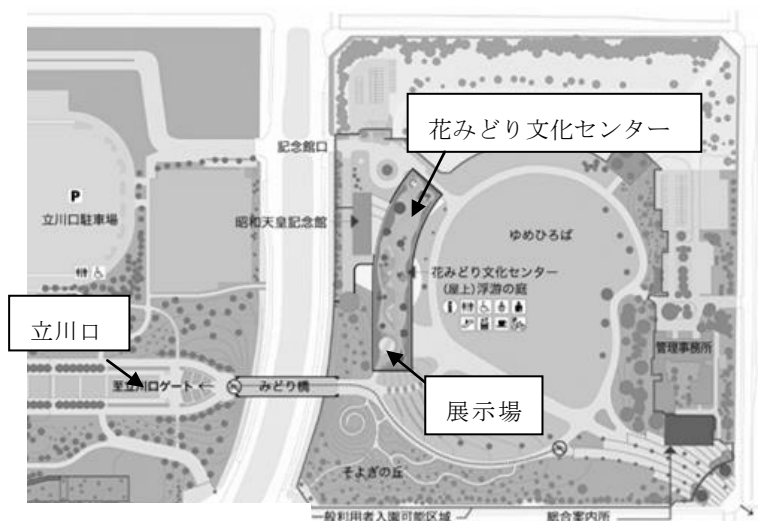


図 6-8 展示位置図（国営昭和記念公園内）

表 6-8 展示プランターの種類

| 型   | 使用植物                                       | 学名   | 数 |
|---|--|--|---|
| 鉢<br>型<br>4<br>個                          | ポトス  | <i>Epipremnum aureum</i>                             | 2 |
|   | ハツユキカヅラ                                    | <i>Trachelospermum asiaticum</i><br>'Hatuyukikazura' | 1 |
|   | ワイヤープランツ                                   | <i>Muehlenbeckia axillaris</i>                       | 1 |
| 鉢<br>型<br>10<br>個                         | スパティフィラム                                   | <i>Spathiphyllum clevelandii</i>                     | 4 |
|   | オンシジューム トウインクル レッド<br>ファンタジー               | <i>Oncidium twinkle</i> 'Red<br>Fantasy'             | 3 |
|   | ワイヤープランツ                                   | 前出   | 2 |
|   | ハツユキカヅラ                                    | 前出   | 1 |
| モ<br>デ<br>ラ<br>ー<br>ト<br>型<br><br>61<br>個 | アビス  | <i>Asplenium nidus</i> 'Avis'                        | 8 |
|   | フィロデンドロン・オキシカルジューム                         | <i>Philodendron oxycardium</i>                       | 8 |
|   | シェフレラ                                      | <i>Schefflera arboricola</i>                         | 7 |
|   | ドラセナ・コンシンネ                                 | <i>Dracaena concinna</i>                             | 5 |
|   | シンゴニウム                                     | <i>Syngonium podophyllum</i>                         | 4 |
|   | ネオレゲリア・ファイアボール                             | <i>Neoregelia</i> 'Fireball'                         | 4 |
|   | ネフロレピス・ツデー                                 | <i>Nephrolepis exaltata</i> 'Teddy<br>Junior'        | 4 |
|   | トラディスカンティア アルビフロラ                          | <i>Tradescantia albiflora</i>                        | 3 |
|   | ハツユキカヅラ                                    | 前出   | 3 |
|   | ヒメモンステラ                                    | <i>Monstera pertusa</i>                              | 3 |
|   | テーブルヤシ                                     | <i>Chamaedorea elegans</i>                           | 2 |
|   | フィロデンドロン・レモンライム                            | <i>Philodendron</i> 'Lemon Lime'                     | 2 |
|   | ポトス  | 前出   | 2 |
|   | オスモキシロン                                    | <i>Osmoxylon</i>                                     | 1 |
|   | クロトン・リュウセイ                                 | <i>Codiaeum variegatum</i> 'Van<br>Oosterzeei'       | 1 |
|   | スパティフィラム                                   | <i>Spathiphyllum clevelandii</i>                     | 1 |
| ヒメアンスリウム                                  | <i>Anthurium andraeanum</i><br>'Compactum' | 1  |   |
| ピレア・カディエレイ                                | <i>Pilea cadierei</i>                      | 1  |   |
| フィカス・プミラ                                  | <i>Ficus pumila</i> L.                     | 1  |   |



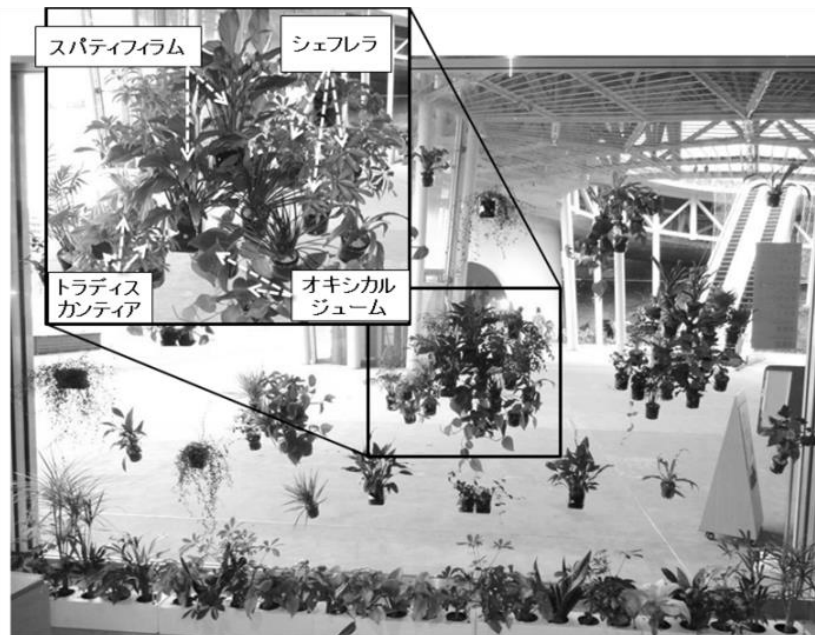


図 6-9 試験体の展示状況

#### 6-4-4-1. 展示物の維持管理と状況確認

灌水は約 5 日に一回実施するとともに、必要灌水頻度を把握するために各試験体の残水量を記録した。展示期間中は展示ガラス面の窓拭きは実施せず、反対側のガラス面についてのみ月 4 回程度窓拭きを実施した。また、窓の下の床面は適宜（月 8 回程度）落葉等の清掃を実施した。さらに、展示期間を通じて脱落したプランター数を確認した。

#### 6-4-4-2. 利用者の評価

展示した試験体について、公園利用者へのアンケート調査を実施することによって、その効果を確認することとした。アンケート票の内容は表 6-9 のとおりで、これを展示箇所脇に置いた机の上に置き、アンケート表への記載を促す案内書きを掲示した。

表 6-9 アンケート調査の質問内容

| 問 | 質問項目（概要）   |
|---|--|
| 1 | 展示物の印象（複数選択可）<br>その他を除く選択肢数は12問で、具体的選択肢内容は表 6-10 のとおり。                                       |
| 2 | 適する設置場所（複数選択可）<br>その他を除く選択肢数は11問で、具体的選択肢内容は表 6-11 のとおり。ただし、病院・介護施設や商業施設の選択肢は表-5 よりも細分化して尋ねた。 |
| 3 | 展示品のデザイン（複数選択可）<br>その他を除く選択肢数は6問で、具体的選択肢内容は表 6-12 のとおり。                                      |
| 4 | 自由回答   |
| 5 | 属性質問（居住地、性別、年齢）  |

表 6-10 展示物の印象

| 選択肢の内容            | 肯定意見     | 否定意見     | その他      |
|-------------------|----------|----------|----------|
| 窓辺景観が向上する         | 22(15.6) |          |          |
| 自分もやってみたい         | 20(14.2) |          |          |
| 育てるのが楽しそう         | 15(10.6) |          |          |
| 植物が越冬可能になる        | 15(10.6) |          |          |
| アートとしての可能性あり      | 9 (6.4)  |          |          |
| ガラス面の衝突防止に良い      | 9 (6.4)  |          |          |
| その他（花を活けてもいい）     | 1 (0.7)  |          |          |
| 鉢の落下が懸念される        |          | 14 (9.9) |          |
| ガラスの裏面が美しくない      |          | 9 (6.4)  |          |
| 窓清掃時に邪魔になる        |          | 8 (5.7)  |          |
| 背の高い植物を床面に置いた方がいい |          | 2 (1.4)  |          |
| 良し悪しはデザイン次第       |          |          | 13 (9.2) |
| 良し悪しは管理次第         |          |          | 1 (0.7)  |
| その他（未記入）          |          |          | 3 (2.2)  |
| 計 141 票 (100 %)   | 91(64.5) | 33(23.4) | 17(12.1) |

\*数字は票数。( ) 内は百分率。

表 6-11 適すると考えられる設置場所

| 設置場所                   | 票数 (百分率)    |
|------------------------|-------------|
| 病院・介護施設                | 19 (20.0)   |
| 住居                     | 18 (18.9)   |
| オフィス                   | 17 (17.9)   |
| 商業施設 (レストラン、ショッピング施設等) | 16 (16.8)   |
| 駅                      | 9 (9.5)     |
| ホール                    | 7 (7.3)     |
| 学校                     | 6 (6.3)     |
| 公園                     | 1 (1.1)     |
| その他 (山)                | 1 (1.1)     |
| その他 (内容未記載)            | 1 (1.1)     |
| 合 計                    | 95 票 (100%) |

表 6-12 展示物のデザインについて

| 選択肢            | 肯定意見     | 否定意見     | その他     |
|----------------|----------|----------|---------|
| 大面積のガラスに適する    | 18(36.0) | /        | /       |
| 良いデザインだ        | 11(22.0) |          |         |
| その他 (面白いアイデアだ) | 1 (2.0)  |          |         |
| デザインに改良の余地あり   | /        | 10(20.0) | /       |
| 葉に元気がない        |          | 1 (2.0)  |         |
| 鉢の量を増やした方がいい   | /        | /        | 4 (8.0) |
| 鉢の量を減らした方がいい   |          |          | 3 (6.0) |
| その他 (未記載)      |          |          | 2 (4.0) |
| 計 50 票(100%)   | 30(60.0) | 11(22.0) | 9(18.0) |

#### 6-4-5. 検証結果

##### 6-4-5-1. プランターの脱落検証

展示期間を通じて、吸盤部がガラス面からはずれたとみなされたプランターは、モデラート型 1 個 (4 月 16 日にドラセナ・コンシンネ) であった。頻度は少ないものの落下の危険性があるということであり、吸盤部の接着方法については改善の余地がある。また、展示にあたっては、下部への人の侵入の排除や、高所への設置を避けることが必要である。

生育状況については、個体によって給水必要頻度や樹勢に差があり、特に、ワイヤープランツやハツユキカヅラなどは鉢内の水の減少が目立つとともに、アビスやドラセナ・コ

ンシンネの樹勢が良好なのに対して、シンゴニウムやネオゲレリアは樹勢が不良であるのが目立った。

#### 6-4-5-2. 利用者評価

アンケート調査回答者は 35 名で、性別や年齢構成は図 6-10 のとおりである。表 6-10 のように、展示物の印象についての質問には 64.5 %が肯定的意見を回答している。また、否定的意見のうちの多くを占める「鉢の落下の懸念」については、試験展示でわずか一個のみの落下が確認されただけなので、その懸念は払拭される。その懸念事項を除くと、肯定的意見はわずか 13.5 %となる。一方、表 6-11 のように、展示に適した場所として最も多く挙げられたのが病院・介護施設であり、癒しや安らぎを求められる施設での使用が期待されていることが分かる。また、住居やオフィスともに適所としての評価が高いので、回答者は身近な場所での利用を期待していることが窺える。他にあげられている施設は全て不特定多数の者が集まる場所であり、公共の場での活用も期待されていることが分かる。

展示物のデザインに関する回答（表 6-12）については、60 %が肯定的意見を示した。一方、否定的意見の中には、デザイン改良の余地があるという票が多かった（20 %）ため、今後デザインの改善が図られれば、この票が肯定的意見に転じる可能性がある。よって、さらにデザイン向上に努める必要がある。

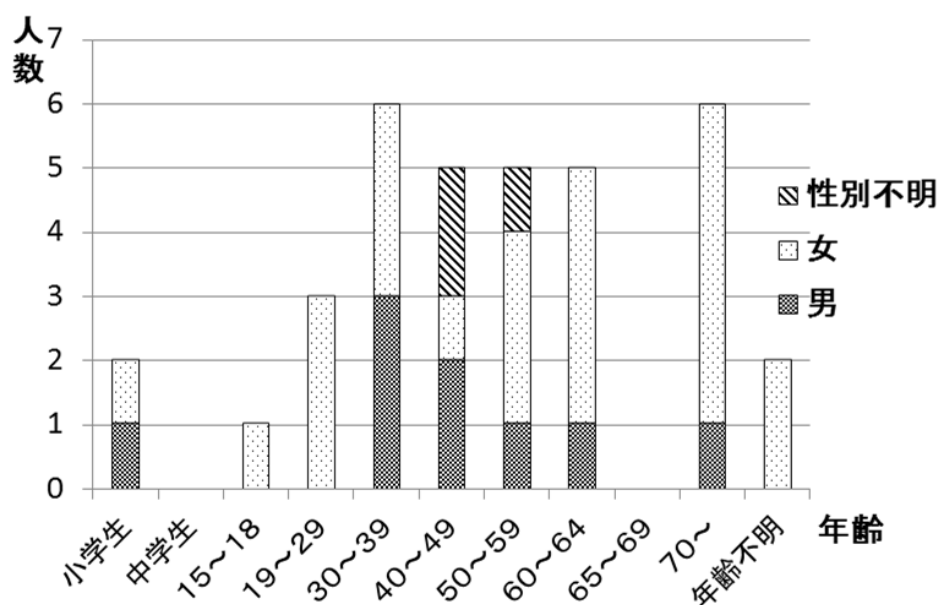


図 6-10 アンケート回答者の属性

## 6-5. 本章のまとめ

今回提案した屋内設置型緑のカーテンや窓ガラス接着型プランターは、屋内に設置するという新たな発想で、窓辺景観向上機能に特化したものとして提案したものである。

屋内設置型緑のカーテンに関するアンケート調査では、デザイン次第で窓辺景観向上機能の効果が高くなることが示唆されたとともに、屋内設置型とする利点（台風対策・越冬可能・ハイドロカルチャー方式など）が比較的理解されていることを示す結果が得られた。なお、デザインの優劣が効果に影響する可能性については引き続き検証の必要性があると考える。特に、今回は2体の試験体を製作したが、今後は明確に異なるデザインコンセプトの試験体を複数製作して、それらの比較を行うことによってその検証を行うことなども考えられる。また、維持管理の課題やその対策についても引き続き検討の余地があり、こうした観点から本方式の緑のカーテンの実現を目指して改良を進めていく必要がある。

また、窓ガラス接着型プランターについては、本検討によってその実現の可能性が確認できた。特に、吸盤によるガラス面への接着状況は良好であることができたとともに、試験展示の見学者からおおむね肯定的な意見が寄せられたことは大きな成果であった。展示期間中には、一般公園利用者からも、ぜひ自分の家にも置きたいといった生の声を多数聞いたところであり、窓ガラス接着型プランターの今後の普及方法について引き続き検討する必要があると考える。

## 第六章の参考文献

- 6-1) Paulhans Peters (1961): Blumenfenter, Verlag Georg D. W. Callwey München, 1-93



## 第七章

### まとめ

## 7-1. 結論

本一連の研究では、緑のカーテンが建築物の屋内温熱環境の改善に資するという仮定のもとで、UR 都市機構の所有する集合住宅を用いてその物理的温熱環境改善効果の検証実験を実施した（第一章）。その結果、窓を閉め切った状態では、何も設置しない居室よりも緑のカーテンによる室温低減効果が見られ、また、それはスタレよりも効果が大きかった。さらに、窓やガラス戸を開け放った状況でも、緑のカーテンは何も設置しない状況やスタレを設置するよりも体感温度の低減が見られた。それは、緑のカーテンは太陽光を遮るとともに、同時に外から風を呼び込むことができるため、窓を開けることが屋内の体感温度を下げる効果を生んでいると考えられた。つまり、緑のカーテンは、日射遮蔽と通風性の確保という効果を併せ持つ稀有な素材と言える。窓等の開口部を閉め切った状態でも、また開け放った状態でも緑のカーテンの有利性が確認できたが、同じ条件では閉め切った状態よりも開け放った状態の方がより屋内温熱環境は低い温度を示した。このため、緑のカーテンを活用する場合には、窓を開け放つことが効果的だということが分かる。実際に、浜松市内の緑のカーテン実践者を対象にしたアンケート調査（第三章）では、緑のカーテンを設置することによって窓の開放が促されることが明らかになった。また、全国の UR 都市機構の賃貸住宅に居住する緑のカーテン実践者へのアンケート調査（第五章）では、より高齢な者ほど緑のカーテンの設置によって窓をより開放するというはっきりとした傾向が見て取れた。ヒヤリングからは、高齢者は冷え性などのためにエアコンの冷気を嫌うことが多く、このために緑のカーテンによって盛夏期の暑さをしのいでいることが窺えた。以上から、高齢化社会の到来に伴って夏季における屋内温熱環境改善手法としての緑のカーテンの活用が今後より増加する可能性があるため、本研究で明らかになった緑のカーテンの周知が必要である。

なお、先に実施した UR 都市機構の集合住宅を用いた屋内温熱環境改善効果の検証実験では、壁を緑のカーテンで覆った場合に、夜間において室温の低下が見られた（第一章）。それは、壁を覆わなかった場合に較べると、室温の低下は朝方まで続いた。これは緑のカーテンによって壁のコンクリートの蓄熱が抑えられたためと考えられるが、このことから、緑のカーテンによって壁を覆うという方法が、熱帯夜対策の一つとしてあげられることになる。

また、同じ屋内温熱環境改善効果の検証実験では、緑のカーテンを設置することによるエアコンへの負荷軽減に伴う電気使用量の軽減量も算定した（第一章）。その値は、ベランダに面したガラス戸の半分を緑のカーテンで覆った状態で電気使用量の削減率は 1.9 %、ガラス戸の全面を覆った状態で 4.5 %だった。この値は、浜松市内でのアンケート調査で求めた節電効果（第三章）と比較するとやや低い傾向が窺えた。その差の原因としては、緑のカーテンの設置によって屋内から見える窓辺景観が向上し、それが視覚的に涼しげに感じられるためではないかという可能性が想定された。このため、緑のカーテンを設置した部屋とそうでない部屋での視覚効果の違いを検証する実験を実施した（第四章）。その



結果、視覚的に緑のカーテンによる窓辺景観が涼しげに感じられることから、室温をより低く感じ取っていることが明らかになった。

以上をまとめると、緑のカーテンの設置により屋内の温熱環境は低減されるものの、窓を閉め切った状態では緑のカーテンの効果のみの効果ではまだ快適に過ごすほどの効果は得られない。それが窓を開けることによって風を呼び込むことができ、このために体感温度の低減が図られ、より緑のカーテンの効果が増す。ただし、それでもまだ屋内の体感温度は快適な水準までには達しない。しかし、緑のカーテンが設置されることによって窓辺の景観が涼しげに感じられるという視覚効果から、さらに屋内室温を低く感じ取ることができ、これによってエアコンなしでも過ごすことが可能となる。高齢者は冷え性などの理由からエアコンを嫌う傾向があるため、夏場の採涼方法としての緑のカーテンの今後の活用が期待される。

また、初めて緑のカーテンを設置し始めるきっかけとしては他者からの勧めが契機になることが多く、また、同じくその動機は屋内の温熱環境改善であることが多い。しかしながら、実際に緑のカーテンを体験することにより、地域コミュニティの醸成や日々の生活のアメニティの向上といった副次的機能に気づく傾向にある実態が確認できた。こうした多様な緑のカーテンの機能が発揮できるような活用方法が望ましいが、逆に、各機能に特化した新たな緑のカーテンの形態の可能性を探るべく、視覚効果に特化した屋内設置型の緑のカーテンや、窓ガラス接着型緑化プランターなどの新たな緑化形態を考案してその効果の確認を行ったところである（第六章）。このように緑のカーテンの新たな可能性についても今後の検討が望まれる。

最後に、以上の一連の研究から導かれた事項のうちの主なものを以下のように整理する。

- (1) 緑のカーテンは日射を遮蔽することによって屋内温熱環境を改善する効果を有し、エアコンへの負荷の軽減によって夏季の電気使用量の軽減につながる。（第一章）
- (2) 窓を開けた状態でも、緑のカーテンが有する日射遮蔽と風を屋内に呼び込む特性から、体感温度の低減につながる。（第一章）
- (3) 上記の特性から、緑のカーテンの設置によって窓の開放が促される。（第三章）
- (4) その場合に、より高齢な者ほど窓の開放が促される。（第五章）
- (5) 緑のカーテンはガラス戸などの開口部のみでなく、壁面を覆うことによって壁部の蓄熱が抑えられるため、熱帯夜の緩和に役立つ。（第一章）
- (6) 緑のカーテンは、単に屋内の物理的環境改善効果のみならず、窓辺景観の向上に伴う視覚効果によって、より室温を低く感じさせる効果がある。（第四章）
- (7) 屋内に直接に日射が入り込まないような建物構造の場合には、視覚効果に特化した緑のカーテンの設置も屋内温熱環境改善手法の選択肢としてありうる。（第六章）
- (8) 緑のカーテンの設置動機や効果は、単に屋内温熱環境の改善にとどまらず、緑とのふれあいや景観向上、近所とのコミュニケーションの醸成などの多様な効果を有する。（第三、五章）

## 7-2. 根拠論文

本建築研究資料の各章の内容は、表 7-1 に掲げた論文をもとにとりまとめたものである。

表 7-1 各章の根拠論文

| 章   | 根拠論文   | 受賞   |
|-----|--|--|
| 第一章 | 1. 集合住宅における緑のカーテンの温熱環境改善効果研究（加藤真司、桑沢保夫、石井儀光、樋野公宏、橋本剛、池田今日子）2012.8 日本緑化工学会誌 Vol. 37 No.1, 183-186 【査読付】   |  |
| 第二章 | 2. 写真画像に基づく緑のカーテンの LAI 測定方法（加藤真司・持田太樹・島田知幸）2013.10 平成 25 年度日本造園学会関東支部大会梗概集 Vol. 31, 112  |  |
| 第三章 | 3. 緑のカーテンの節電効果に関する研究～浜松市内におけるアンケート調査より～（加藤真司・石井儀光・樋野公宏・鈴木弘孝）2013.8 日本緑化工学会誌 Vol. 39 No.1, 133-136  |  |
| 第四章 | 4. 緑のカーテンの有無が人体の心理反応に及ぼす影響（加藤真司・桑沢保夫・石井儀光・樋野公宏・橋本剛・小木曾裕・持田太樹）2013.8 日本緑化工学会誌 Vol.39 No.1, 3-8 【査読付】<br>5. 視覚刺激としての緑のカーテンが室内温熱環境評価に及ぼす影響（加藤真司・石井儀光・桑沢保夫・橋本剛・栗原正夫）2016.6 日本建築学会技術報告集, 第 22 巻 第 51 号, 559-564 【査読付】   | ポスター賞最優秀賞（論文部門）受賞：日本緑化工学会 2013.9.28                            |
| 第五章 | 6. 集合住宅における緑のカーテンの利用実態と効果（加藤真司・島田知幸・楠元美苗・小木曾裕）2014.8 都市計画報告 No.13, 44-48   |  |
| 第六章 | 7. 屋内設置型緑のカーテンの試験設置による窓辺景観向上機能の検証（加藤真司・宮里政智・持田太樹・鈴木弘孝）2015. 2 日本造園学会技術報告 No.15, 74-77 【査読付】<br>8. ガラス面接着型プランターの開発と試験展示（加藤真司・五十嵐康之・持田太樹）2015. 2 日本造園学会技術報告 No.15, 78-81 【査読付】<br>9. 沖縄における新たな屋内緑化の提案～「緑のカーテン」の効果検証を通じて～（加藤真司）2014.10 平成 26 年度亜熱帯緑化事例発表会資料 67-83 | 日本造園学会奨励賞受賞：日本造園学会 2015. 5.23<br><br>審査委員特別賞受賞：沖縄県知事 2014.10.4 |

### 7-3. 本研究の一環として発表した論文等

本研究の成果に関して平成 23 年度から 26 年度にかけて表 7-2 の論文等を発表した。

表 7-2 発表論文等

| 年度     | 発表論文等  |
|--------|--|
| H23 年度 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 第 5 回全国緑のカーテンフォーラム in 浜松 2011.10.6 「緑のカーテンの温熱環境改善効果」口頭発表</li> <li>2. 第 9 回環境研究シンポジウム：環境研究機関連絡会「緑のカーテンの温熱環境改善効果」2011.11.8 ポスター発表</li> </ol>   |
| H24 年度 | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 日本緑化工学会第 43 回全国大会「集合住宅における緑のカーテンの温熱環境改善効果研究」2012.9.8-9 ポスター発表</li> <li>4. 平成 24 年度国土交通省国土技術研究会「緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果研究」2012.10 25-26 ポスター発表</li> <li>5. 建築研究所講演会「緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果研究」2013.3.8 ポスター発表</li> </ol>      |
| H25 年度 | <ol style="list-style-type: none"> <li>6. 日本緑化工学会第 44 回全国大会「緑のカーテンの有無が人体の心理反応に及ぼす影響」2013.9.28 ポスター発表</li> <li>7. 日本緑化工学会第 44 回全国大会「緑のカーテンの節電効果に関する研究 ～浜松市内におけるアンケート調査より～」2013.9. 28 ポスター発表</li> <li>8. 緑のカーテン全国大会フォーラム in 福岡 2013.10.20 緑のカーテン試験体展示</li> </ol> |
| H26 年度 | <ol style="list-style-type: none"> <li>9. 平成 26 年度亜熱帯緑化事例発表会「沖縄における新たな屋内緑化の提案～緑のカーテンの効果検証を通じて～」2014.10.4 口頭発表</li> <li>10. 建築研究所・政策研究大学院大学主催セミナー(日本の住宅・建築・都市が直面する中長期的課題と解決方策 (Ⅲ))「緑のカーテンによる生活環境改善効果」2015.3.5 口頭発表</li> </ol>                                   |

### 7-4. 本書の執筆者について

本書の執筆者のうち、加藤真司（国立研究開発法人建築研究所）・桑沢保夫（〃）・石井儀光（〃）・樋野公宏（〃 当時：現在東京大学）・橋本剛（筑波大学芸術系）は、科研費研究「緑のカーテンによる生活環境改善手法に関する研究」の代表研究者及び研究分担者である。また、本研究では UR 都市機構が所有する集合住宅を使用して実験を実施するという前提で研究が始まったため、UR 都市機構都市住宅技術研究所の永井心平が、当初は科研費研究の連携研究者として加わっていた。その後、UR 都市機構の人事異動により、永井心平に続いて、UR 都市機構職員の池田今日子、持田太樹、小木曾裕、島田知幸、楠元美苗らが本研究に関与したため、これら全ての者が執筆者に加わっている。さらに、第三章と第六章に関する論文のとりまとめにあたって関与のあった鈴木弘孝（城西国際大学環

境社会学部長) や、第四章の根拠論文である建築学会技術報告「視覚刺激としての緑のカーテンが室内温熱環境評価に及ぼす影響」の共同執筆者だった栗原正夫、第六章の根拠論文に記した「屋内設置型緑のカーテンの試験設置による窓辺景観向上機能の検証」の検討の過程で試験体の展示検証調査に関わった宮里政智(一般財団法人沖縄美ら島財団)、そして同じく第六章の根拠論文「ガラス面接着型プランターの開発と試験展示」に関わった五十嵐康之(国土交通省)も本建築研究試料の執筆者として加わっている。以上紹介した各章の関与者を表 7-3 に整理した。

表 7-3 各章の関与者

| 章 | 関与者   | 備考 |
|---|---|----|
| 一 | 加藤真司・桑沢保夫・石井儀光・樋野公宏・橋本剛・永井心平・池田今日子          |    |
| 二 | 加藤真司・持田太樹・島田知幸                              |    |
| 三 | 加藤真司・石井儀光・樋野公宏・鈴木弘孝                         |    |
| 四 | 加藤真司・桑沢保夫・石井儀光・樋野公宏・橋本剛・小木曾 裕・持田太樹<br>・栗原正夫 |    |
| 五 | 加藤真司・島田知幸・楠元美苗・小木曾 裕                        |    |
| 六 | 加藤真司・宮里政智・持田太樹・鈴木弘孝・五十嵐康之                   |    |
| 七 | 加藤真司  |    |

#### 7-5. 謝辞

最後に、本一連の研究の実施にあたって、浜松市役所都市整備部緑政課や国営沖縄記念公園事務所の方々のご助力をいただきました。また、本研究は独立行政法人日本学術振興会の科学研究費補助金にて実施したものです。この場を借りて篤く御礼申し上げます。

## 資料編

本建築研究資料では多くのグラフを用いたが、そのうちの重要なグラフのデジタルデータを本資料編に掲載する。それは、本研究成果の精査を行うためや、追試を行う場合に比較が可能なようにするためである。

| 室温    | Time        | ゴーヤ(6)   | ゴーヤ(2)   | ゴーヤ(4)   | すだれ      | 無し       |
|-------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 30分平均 | 4:00-4:30   | 31.60333 | 32.25    | 31.84    | 32.56    | 32.63333 |
|       | 4:30-5:00   | 31.6     | 32.2     | 31.82333 | 32.54333 | 32.60667 |
|       | 5:00-5:30   | 31.57    | 32.18333 | 31.8     | 32.52    | 32.59    |
|       | 5:30-6:00   | 31.52    | 32.20667 | 31.8     | 32.50333 | 32.63333 |
|       | 6:00-6:30   | 31.6     | 32.29667 | 31.80333 | 32.55    | 32.78333 |
|       | 6:30-7:00   | 31.66    | 32.39    | 31.85    | 32.62    | 33.00333 |
|       | 7:00-7:30   | 31.8     | 32.57333 | 31.94    | 32.70667 | 33.30667 |
|       | 7:30-8:00   | 31.82    | 32.64333 | 32       | 32.77    | 33.44    |
|       | 8:00-8:30   | 31.90333 | 32.72    | 32.03667 | 32.86333 | 33.60667 |
|       | 8:30-9:00   | 31.94667 | 32.77667 | 32.07667 | 32.89667 | 33.69    |
|       | 9:00-9:30   | 32.07333 | 32.95    | 32.17667 | 33.02333 | 33.9     |
|       | 9:30-10:00  | 32.18    | 33.14333 | 32.27333 | 33.14    | 34.14    |
|       | 10:00-10:30 | 32.29333 | 33.31333 | 32.33667 | 33.25333 | 34.46333 |
|       | 10:30-11:00 | 32.34    | 33.34333 | 32.39333 | 33.32    | 34.45667 |
|       | 11:00-11:30 | 32.39333 | 33.43    | 32.44333 | 33.39667 | 34.63333 |
|       | 11:30-12:00 | 32.49    | 33.7     | 32.55667 | 33.56    | 34.92333 |
|       | 12:00-12:30 | 32.57333 | 33.75    | 32.59667 | 33.63    | 34.97    |
|       | 12:30-13:00 | 32.73333 | 33.99333 | 32.73333 | 33.78    | 35.21    |
|       | 13:00-13:30 | 32.9     | 34.07333 | 32.87667 | 33.90667 | 35.24    |
|       | 13:30-14:00 | 33.06333 | 34.16667 | 33.06    | 34.07    | 35.31333 |
|       | 14:00-14:30 | 33.19    | 34.34333 | 33.24667 | 34.27333 | 35.56    |
|       | 14:30-15:00 | 33.22333 | 34.50333 | 33.43    | 34.51333 | 35.76333 |
|       | 15:00-15:30 | 33.26333 | 34.57667 | 33.56333 | 34.69333 | 35.87333 |
|       | 15:30-16:00 | 33.27    | 34.52    | 33.7     | 34.79    | 35.76    |
|       | 16:00-16:30 | 33.18    | 34.34333 | 33.72    | 34.82    | 35.55    |
|       | 16:30-17:00 | 33.06    | 34.15667 | 33.76333 | 34.79333 | 35.23667 |
|       | 17:00-17:30 | 32.86667 | 33.85    | 33.66667 | 34.64    | 34.84    |
|       | 17:30-18:00 | 32.60667 | 33.58333 | 33.44    | 34.37    | 34.46    |
|       | 18:00-18:30 | 32.27333 | 33.22333 | 32.91333 | 33.70333 | 33.98667 |
|       | 18:30-19:00 | 32.03    | 32.97    | 32.63667 | 33.33333 | 33.64    |
|       | 19:00-19:30 | 32       | 32.84    | 32.51333 | 33.21    | 33.46333 |
|       | 19:30-20:00 | 31.91667 | 32.73667 | 32.48    | 33.16    | 33.37    |
|       | 20:00-20:30 | 31.9     | 32.70333 | 32.43333 | 33.1     | 33.30667 |
|       | 20:30-21:00 | 31.9     | 32.70333 | 32.40333 | 33.10333 | 33.30333 |
|       | 21:00-22:00 | 31.90333 | 32.7     | 32.41    | 33.1     | 33.27333 |
|       | 21:30-22:00 | 31.84    | 32.63    | 32.37    | 33.05333 | 33.20333 |
|       | 22:00-22:30 | 31.81    | 32.60333 | 32.30333 | 33.01    | 33.19333 |
|       | 22:30-23:00 | 31.9     | 32.68    | 32.33    | 33.01333 | 33.19333 |
|       | 23:00-23:30 | 31.83    | 32.6     | 32.30333 | 33.00667 | 33.11    |
|       | 23:30-24:00 | 31.86667 | 32.59667 | 32.27667 | 32.94667 | 33.10333 |
|       | 0:00-0:30   | 31.81    | 32.56667 | 32.21    | 32.9     | 33.04    |
|       | 0:30-1:00   | 31.79667 | 32.50667 | 32.18667 | 32.89667 | 32.99333 |
|       | 1:00-1:30   | 31.75333 | 32.5     | 32.14333 | 32.83667 | 32.92667 |
|       | 1:30-2:00   | 31.7     | 32.41    | 32.09667 | 32.78    | 32.86333 |
|       | 2:00-2:30   | 31.64    | 32.38333 | 32.02333 | 32.70333 | 32.8     |
|       | 2:30-3:00   | 31.65333 | 32.36    | 32       | 32.7     | 32.8     |
|       | 3:00-3:30   | 31.62333 | 32.31333 | 31.93    | 32.67    | 32.76    |
|       | 3:30-4:00   | 31.59    | 32.29    | 31.9     | 32.63    | 32.7     |
|       | 4:00-4:30   | 31.55333 | 32.26    | 31.85    | 32.60333 | 32.69333 |
|       | 4:30-5:00   | 31.55333 | 32.24333 | 31.82667 | 32.6     | 32.68    |
|       | 5:00-5:30   | 31.51    | 32.20667 | 31.8     | 32.55667 | 32.61    |
|       | 5:30-6:00   | 31.5     | 32.19667 | 31.79667 | 32.52333 | 32.64    |
|       | 6:00-6:30   | 31.56333 | 32.27667 | 31.80333 | 32.59    | 32.81    |
|       | 6:30-7:00   | 31.69333 | 32.43667 | 31.9     | 32.71    | 33.10667 |
|       | 7:00-7:30   | 31.79    | 32.57667 | 31.99    | 32.81    | 33.35333 |
|       | 7:30-8:00   | 31.86667 | 32.67667 | 32.02    | 32.88333 | 33.53333 |
|       | 8:00-8:30   | 31.91667 | 32.76    | 32.1     | 32.96    | 33.74333 |
|       | 8:30-9:00   | 32.00333 | 32.87    | 32.18667 | 33.04333 | 33.91    |

| 黒球温度<br>30分平均 | Time        | ゴーヤ(6)   | ゴーヤ(2)   | ゴーヤ(4)   | すだれ      | 無し       |
|---------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|               | 4:00-4:30   | 31.60333 | 32.25    | 31.84    | 32.56    | 32.63333 |
|               | 4:30-5:00   | 31.6     | 32.2     | 31.82333 | 32.54333 | 32.60667 |
|               | 5:00-5:30   | 31.57    | 32.18333 | 31.8     | 32.52    | 32.59    |
|               | 5:30-6:00   | 31.52    | 32.20667 | 31.8     | 32.50333 | 32.63333 |
|               | 6:00-6:30   | 31.6     | 32.29667 | 31.80333 | 32.55    | 32.78333 |
|               | 6:30-7:00   | 31.66    | 32.39    | 31.85    | 32.62    | 33.00333 |
|               | 7:00-7:30   | 31.8     | 32.57333 | 31.94    | 32.70667 | 33.30667 |
|               | 7:30-8:00   | 31.82    | 32.64333 | 32       | 32.77    | 33.44    |
|               | 8:00-8:30   | 31.90333 | 32.72    | 32.03667 | 32.86333 | 33.60667 |
|               | 8:30-9:00   | 31.94667 | 32.77667 | 32.07667 | 32.89667 | 33.69    |
|               | 9:00-9:30   | 32.07333 | 32.95    | 32.17667 | 33.02333 | 33.9     |
|               | 9:30-10:00  | 32.18    | 33.14333 | 32.27333 | 33.14    | 34.14    |
|               | 10:00-10:30 | 32.29333 | 33.31333 | 32.33667 | 33.25333 | 34.46333 |
|               | 10:30-11:00 | 32.34    | 33.34333 | 32.39333 | 33.32    | 34.45667 |
|               | 11:00-11:30 | 32.39333 | 33.43    | 32.44333 | 33.39667 | 34.63333 |
|               | 11:30-12:00 | 32.49    | 33.7     | 32.55667 | 33.56    | 34.92333 |
|               | 12:00-12:30 | 32.57333 | 33.75    | 32.59667 | 33.63    | 34.97    |
|               | 12:30-13:00 | 32.73333 | 33.99333 | 32.73333 | 33.78    | 35.21    |
|               | 13:00-13:30 | 32.9     | 34.07333 | 32.87667 | 33.90667 | 35.24    |
|               | 13:30-14:00 | 33.06333 | 34.16667 | 33.06    | 34.07    | 35.31333 |
|               | 14:00-14:30 | 33.19    | 34.34333 | 33.24667 | 34.27333 | 35.56    |
|               | 14:30-15:00 | 33.22333 | 34.50333 | 33.43    | 34.51333 | 35.76333 |
|               | 15:00-15:30 | 33.26333 | 34.57667 | 33.56333 | 34.69333 | 35.87333 |
|               | 15:30-16:00 | 33.27    | 34.52    | 33.7     | 34.79    | 35.76    |
|               | 16:00-16:30 | 33.18    | 34.34333 | 33.72    | 34.82    | 35.55    |
|               | 16:30-17:00 | 33.06    | 34.15667 | 33.76333 | 34.79333 | 35.23667 |
|               | 17:00-17:30 | 32.86667 | 33.85    | 33.66667 | 34.64    | 34.84    |
|               | 17:30-18:00 | 32.60667 | 33.58333 | 33.44    | 34.37    | 34.46    |
|               | 18:00-18:30 | 32.27333 | 33.22333 | 32.91333 | 33.70333 | 33.98667 |
|               | 18:30-19:00 | 32.03    | 32.97    | 32.63667 | 33.33333 | 33.64    |
|               | 19:00-19:30 | 32       | 32.84    | 32.51333 | 33.21    | 33.46333 |
|               | 19:30-20:00 | 31.91667 | 32.73667 | 32.48    | 33.16    | 33.37    |
|               | 20:00-20:30 | 31.9     | 32.70333 | 32.43333 | 33.1     | 33.30667 |
|               | 20:30-21:00 | 31.9     | 32.70333 | 32.40333 | 33.10333 | 33.30333 |
|               | 21:00-22:00 | 31.90333 | 32.7     | 32.41    | 33.1     | 33.27333 |
|               | 21:30-22:00 | 31.84    | 32.63    | 32.37    | 33.05333 | 33.20333 |
|               | 22:00-22:30 | 31.81    | 32.60333 | 32.30333 | 33.01    | 33.19333 |
|               | 22:30-23:00 | 31.9     | 32.68    | 32.33    | 33.01333 | 33.19333 |
|               | 23:00-23:30 | 31.83    | 32.6     | 32.30333 | 33.00667 | 33.11    |
|               | 23:30-24:00 | 31.86667 | 32.59667 | 32.27667 | 32.94667 | 33.10333 |
|               | 0:00-0:30   | 31.81    | 32.56667 | 32.21    | 32.9     | 33.04    |
|               | 0:30-1:00   | 31.79667 | 32.50667 | 32.18667 | 32.89667 | 32.99333 |
|               | 1:00-1:30   | 31.75333 | 32.5     | 32.14333 | 32.83667 | 32.92667 |
|               | 1:30-2:00   | 31.7     | 32.41    | 32.09667 | 32.78    | 32.86333 |
|               | 2:00-2:30   | 31.64    | 32.38333 | 32.02333 | 32.70333 | 32.8     |
|               | 2:30-3:00   | 31.65333 | 32.36    | 32       | 32.7     | 32.8     |
|               | 3:00-3:30   | 31.62333 | 32.31333 | 31.93    | 32.67    | 32.76    |
|               | 3:30-4:00   | 31.59    | 32.29    | 31.9     | 32.63    | 32.7     |
|               | 4:00-4:30   | 31.55333 | 32.26    | 31.85    | 32.60333 | 32.69333 |
|               | 4:30-5:00   | 31.55333 | 32.24333 | 31.82667 | 32.6     | 32.68    |
|               | 5:00-5:30   | 31.51    | 32.20667 | 31.8     | 32.55667 | 32.61    |
|               | 5:30-6:00   | 31.5     | 32.19667 | 31.79667 | 32.52333 | 32.64    |
|               | 6:00-6:30   | 31.56333 | 32.27667 | 31.80333 | 32.59    | 32.81    |
|               | 6:30-7:00   | 31.69333 | 32.43667 | 31.9     | 32.71    | 33.10667 |
|               | 7:00-7:30   | 31.79    | 32.57667 | 31.99    | 32.81    | 33.35333 |
|               | 7:30-8:00   | 31.86667 | 32.67667 | 32.02    | 32.88333 | 33.53333 |
|               | 8:00-8:30   | 31.91667 | 32.76    | 32.1     | 32.96    | 33.74333 |
|               | 8:30-9:00   | 32.00333 | 32.87    | 32.18667 | 33.04333 | 33.91    |

第一章 図 1-9, 図 1-10, 図 1-11 関連分 2011 年 9 月 9 日測定分

作用温度OT

| 時刻   | 何も無し  | スダレ    | ツルレイ<br>シ(4) |
|------|-------|--------|--------------|
| 10.5 | 30.24 | 29.45  | 28.69        |
| 11   | 30.49 | 29.8   | 29.17        |
| 11.5 | 30.92 | 30.17  | 29.6         |
| 12   | 30.82 | 30.15  | 29.57        |
| 12.5 | 30.74 | 30.13  | 29.47        |
| 13   | 31.91 | 30.945 | 30.33        |
| 13.5 | 31.97 | 31.03  | 30.49        |
| 14   | 32.1  | 31.16  | 30.59        |
| 14.5 | 31.19 | 30.65  | 30.1         |
| 15   | 31.14 | 30.61  | 30.13        |
| 15.5 | 31.97 | 31.745 | 30.99        |
| 16   | 31.59 | 31.45  | 30.86        |
| 16.5 | 31.19 | 31.28  | 30.59        |

放射温度(黒球グローブ温度)

| 時刻   | 何も無し     | スダレ      | ツルレイ<br>シ(4) |
|------|----------|----------|--------------|
| 10.5 | 30.12667 | 29.42    | 28.64667     |
| 11   | 30.28333 | 29.77333 | 29.11667     |
| 11.5 | 30.69    | 30.12667 | 29.57667     |
| 12   | 30.57667 | 30.11    | 29.51        |
| 12.5 | 30.53667 | 30.12    | 29.54333     |
| 13   | 31.44333 | 30.88    | 30.28667     |
| 13.5 | 31.62333 | 30.96333 | 30.41333     |
| 14   | 31.83333 | 31.12333 | 30.56333     |
| 14.5 | 31.02    | 30.62667 | 30.07333     |
| 15   | 30.92667 | 30.55667 | 30.05667     |
| 15.5 | 31.8     | 31.62667 | 30.89667     |
| 16   | 31.40667 | 31.38    | 30.78667     |
| 16.5 | 31.05    | 31.20333 | 30.53667     |

MRT

| 時刻   | 何も無し | スダレ  | ツルレイ<br>シ(4) |
|------|------|------|--------------|
| 10.5 | 30.8 | 29.6 | 28.9         |
| 11   | 31.1 | 29.9 | 29.3         |
| 11.5 | 31.6 | 30.3 | 29.7         |
| 12   | 31.5 | 30.3 | 29.7         |
| 12.5 | 31.4 | 30.3 | 29.7         |
| 13   | 32.9 | 31.2 | 30.5         |
| 13.5 | 32.9 | 31.3 | 30.7         |
| 14   | 32.9 | 31.4 | 30.7         |
| 14.5 | 31.7 | 30.8 | 30.2         |
| 15   | 31.7 | 30.8 | 30.3         |
| 15.5 | 32.6 | 32.2 | 31.3         |
| 16   | 32.1 | 31.8 | 31.1         |
| 16.5 | 31.6 | 31.6 | 30.8         |

風速

| 時刻   | 何も無し     | ツルレイ<br>シ(4) | スダレ      |
|------|----------|--------------|----------|
| 10.5 | 0.434667 | 0.349        | 0.305    |
| 11   | 0.68     | 0.510333     | 0.391    |
| 11.5 | 0.703667 | 0.608667     | 0.426    |
| 12   | 0.750667 | 0.659        | 0.398333 |
| 12.5 | 0.678    | 0.546        | 0.329    |
| 13   | 0.712333 | 0.673667     | 0.399333 |
| 13.5 | 0.854    | 0.537333     | 0.465667 |
| 14   | 0.666    | 0.677        | 0.451333 |
| 14.5 | 0.723    | 0.767        | 0.546    |
| 15   | 0.739333 | 0.736333     | 0.584333 |
| 15.5 | 0.573667 | 0.646        | 0.463333 |
| 16   | 0.81     | 0.69         | 0.487667 |
| 16.5 | 0.814    | 0.600667     | 0.499667 |

室温

| 時刻   | 何も無し     | スダレ      | ツルレイ<br>シ(4) |
|------|----------|----------|--------------|
| 10.5 | 29.68    | 29.30667 | 28.47667     |
| 11   | 29.87    | 29.69667 | 29.03667     |
| 11.5 | 30.23333 | 30.03333 | 29.49        |
| 12   | 30.14667 | 29.99667 | 29.43333     |
| 12.5 | 30.07667 | 29.95667 | 29.43333     |
| 13   | 30.91667 | 30.69    | 30.16333     |
| 13.5 | 31.04    | 30.75333 | 30.27667     |
| 14   | 31.30333 | 30.92    | 30.47333     |
| 14.5 | 30.67    | 30.50667 | 29.99333     |
| 15   | 30.57    | 30.41333 | 29.95        |
| 15.5 | 31.33667 | 31.29    | 30.68333     |
| 16   | 31.07667 | 31.09667 | 30.61333     |
| 16.5 | 30.78    | 30.95667 | 30.37667     |



第四章 図 4-10～図 4-14 関連 2012年7月31日～8月1日調査分

| 203号室        |          | 204号室        |          | 303号室        |          | 304号室        |          |
|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) | SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) | SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) | SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) |
| 26.74        | -32      | 26.56        | -32      | 21.92        | -38      | 30.06        | -20      |
| 25.06        | -22      | 24.73        | 6        | 22.23        | -17      | 28.82        | 29       |
| 25.56        | -23      | 25.46        | -13      | 22.41        | -26      | 28.75        | 19       |
| 25.70        | -11      | 25.60        | 21       | 22.58        | -25      | 28.88        | 39       |
| 25.73        | -17      | 26.01        | -10      | 22.46        | -49      | 27.35        | 28       |
| 26.71        | 20       | 25.72        | -10      | 23.90        | -10      | 27.15        | 23       |
| 25.66        | -17      | 25.79        | -3       | 27.19        | 12       | 22.20        | -38      |
| 25.61        | -3       | 25.64        | -13      | 29.05        | 35       | 21.81        | -26      |
| 25.59        | 14       | 25.64        | 12       | 29.05        | 14       | 21.80        | -18      |
| 26.75        | -4       | 25.11        | 20       | 27.78        | 19       | 23.77        | 14       |
| 26.45        | 19       | 26.48        | 23       | 29.37        | 22       | 24.32        | 5        |
| 25.44        | 1        | 25.74        | -3       | 30.17        | 12       | 21.30        | -3       |
| 27.50        | -10      | 25.74        | 17       | 23.25        | -10      | 28.85        | 34       |
| 27.50        | 10       | 25.74        | 4        | 23.25        | -18      | 28.85        | 28       |
| 27.50        | -4       | 25.74        | -4       | 23.23        | -18      | 28.85        | 26       |
| 24.89        | 32       | 25.09        | 19       | 21.67        | -3       | 29.91        | 44       |
| 25.57        | 19       | 26.43        | 21       | 22.72        | -3       | 28.11        | 20       |
| 24.28        | 12       | 25.71        | -16      | 22.19        | -31      | 28.33        | 43       |
| 24.87        | -2       | 26.30        | 25       | 22.85        | -10      | 28.85        | 45       |
| 26.00        | 12       | 23.87        | 12       | 22.76        | -4       | 27.66        | 13       |
| 26.71        | 20       | 24.81        | -3       | 27.06        | 24       | 23.56        | -32      |
| 25.54        | 12       | 25.82        | -5       | 28.79        | 1        | 21.39        | -23      |
| 26.39        | 4        | 25.79        | -33      | 30.34        | 4        | 23.83        | -17      |
| 26.89        | 0        | 25.29        | 13       | 28.98        | 31       | 23.74        | -4       |
| 26.84        | 12       | 25.38        | -33      | 29.76        | 44       | 23.94        | -3       |
| 24.37        | 18       | 22.28        | 20       | 29.05        | 49       | 19.53        | -4       |
| 26.97        | -4       | 25.17        | -18      | 21.78        | -4       | 28.40        | 28       |
| 26.51        | -2       | 24.96        | 3        | 22.40        | -12      | 28.40        | 11       |
| 26.70        | 29       | 25.77        | 29       | 23.43        | -16      | 30.73        | 45       |
| 26.70        | 20       | 25.77        | 21       | 23.43        | 25       | 30.73        | 43       |
| 26.89        | -18      | 25.96        | -26      | 23.64        | -32      | 30.89        | 27       |
| 26.23        | -2       | 25.16        | -16      | 22.28        | 11       | 29.39        | -32      |
| 25.97        | -12      | 25.65        | -17      | 24.26        | -23      | 26.84        | 20       |
| 25.26        | 20       | 24.70        | 11       | 23.27        | -14      | 26.37        | 29       |
| 26.30        | 13       | 25.27        | 13       | 28.25        | 28       | 22.17        | -25      |
| 25.52        | 21       | 24.70        | 21       | 28.75        | 29       | 21.08        | -25      |
| 26.66        | 5        | 25.26        | 24       | 29.95        | 36       | 22.48        | 5        |
| 25.63        | -13      | 24.55        | -11      | 29.45        | 3        | 22.24        | -20      |
| 26.29        | -3       | 25.58        | 4        | 29.54        | 4        | 22.16        | -31      |
| 25.54        | 11       | 24.77        | 18       | 28.85        | 12       | 21.24        | -18      |
| 26.29        | 7        | 25.58        | 6        | 29.54        | 22       | 22.16        | -9       |
| 25.17        | 33       | 24.47        | 23       | 27.33        | 37       | 23.22        | 24       |
| 26.54        | -3       | 26.28        | -4       | 28.70        | 27       | 24.14        | -3       |
| 26.83        | -14      | 26.07        | -19      | 28.57        | -1       | 24.01        | -25      |
| 25.57        | -3       | 26.23        | -3       | 28.17        | 13       | 24.62        | -2       |
| 25.04        | -1       | 25.16        | 0        | 27.96        | 11       | 23.37        | -3       |
| 24.49        | 2        | 24.68        | -18      | 26.74        | -10      | 25.65        | 4        |
| 25.09        | -25      | 25.53        | -2       | 24.22        | -3       | 27.58        | 30       |
| 25.95        | 30       | 26.36        | 15       | 24.19        | 16       | 26.39        | 47       |
| 25.60        | 26       | 26.29        | -4       | 24.84        | -18      | 29.20        | 29       |
| 25.75        | 19       | 26.43        | -11      | 24.99        | 3        | 29.33        | 19       |
| 26.78        | 31       | 26.96        | 33       | 25.10        | 7        | 29.02        | 49       |
| 26.78        | 15       | 26.96        | 10       | 25.11        | -10      | 29.02        | 38       |
| 26.39        | 19       | 26.68        | 1        | 25.25        | -9       | 27.51        | 20       |

| 203号室続き      |          | 204号室続き      |          | 303号室続き      |          | 304号室続き      |          |
|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) | SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) | SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) | SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) |
| 27.47        | 12       | 27.97        | 27       | 25.42        | -1       | 28.90        | 35       |
| 27.51        | -4       | 27.38        | -11      | 25.20        | -19      | 28.68        | 12       |
| 26.70        | 31       | 25.38        | 24       | 23.44        | 12       | 28.37        | 42       |
| 27.74        | -10      | 26.38        | -8       | 24.48        | -18      | 28.52        | 33       |
| 28.18        | -17      | 27.17        | -17      | 24.35        | -32      | 29.25        | 29       |
| 26.87        | 6        | 26.54        | 14       | 23.53        | -13      | 28.27        | 12       |
| 28.02        | -12      | 28.27        | -11      | 25.69        | -27      | 30.38        | 28       |
| 27.29        | -10      | 25.82        | -4       | 29.58        | -3       | 25.50        | -10      |
| 25.46        | -13      | 25.87        | -11      | 29.01        | 10       | 24.40        | -9       |
| 26.09        | 23       | 26.78        | -14      | 29.27        | 31       | 25.01        | -13      |
| 25.99        | -16      | 26.07        | 13       | 29.82        | 12       | 24.21        | -3       |
| 26.00        | 0        | 26.50        | 7        | 28.21        | 20       | 25.89        | 16       |
| 24.30        | -9       | 26.08        | -23      | 23.79        | -14      | 27.07        | 18       |
| 25.12        | -18      | 26.61        | 3        | 23.53        | -17      | 27.62        | -11      |
| 25.38        | -26      | 26.54        | -15      | 23.64        | -26      | 28.04        | 20       |
| 26.48        | -10      | 26.54        | 3        | 24.15        | -9       | 29.72        | 32       |
| 26.48        | 21       | 26.54        | 14       | 24.13        | -8       | 29.72        | 24       |
| 27.01        | 19       | 26.94        | 4        | 25.00        | -2       | 29.86        | 35       |
| 27.01        | 4        | 26.94        | 4        | 25.00        | -10      | 29.86        | 36       |
| 25.27        | -2       | 26.92        | 5        | 25.78        | -11      | 28.59        | 29       |
| 25.07        | -4       | 26.04        | -12      | 23.65        | 28       | 27.34        | -17      |
| 26.70        | 4        | 26.52        | 8        | 23.56        | -12      | 28.86        | 12       |
| 28.18        | 5        | 27.50        | 4        | 23.94        | 2        | 28.91        | 7        |
| 27.63        | 5        | 27.48        | 19       | 24.24        | -9       | 29.07        | 23       |
| 27.50        | 2        | 27.58        | -17      | 25.27        | -5       | 29.48        | 20       |
| 27.32        | -10      | 27.07        | -17      | 29.35        | 6        | 24.44        | -4       |
| 25.28        | -4       | 26.30        | 12       | 28.59        | -3       | 24.50        | -3       |
| 25.47        | 13       | 25.67        | -6       | 28.52        | 24       | 23.90        | -11      |
| 25.62        | -33      | 26.20        | -12      | 25.77        | -27      | 24.33        | -3       |
| 26.05        | -25      | 26.16        | -5       | 24.03        | -35      | 24.20        | -18      |
| 25.48        | 18       | 25.35        | -10      | 23.15        | -28      | 26.43        | 39       |
| 26.80        | 4        | 26.66        | 10       | 24.61        | -41      | 27.84        | 39       |
| 25.34        | 6        | 26.32        | -11      | 24.12        | -17      | 29.62        | 18       |
| 26.73        | 30       | 27.84        | -1       | 25.31        | -31      | 30.32        | 31       |
| 26.73        | 28       | 27.84        | 1        | 25.31        | -7       | 30.32        | 32       |
| 26.29        | 11       | 26.92        | 11       | 24.56        | 5        | 27.89        | 31       |
| 26.85        | 28       | 27.45        | 12       | 25.14        | -18      | 28.41        | 13       |
| 26.00        | -3       | 26.71        | -2       | 22.39        | 22       | 29.33        | -10      |
| 25.40        | 22       | 27.61        | 36       | 25.40        | 19       | 28.23        | 40       |
| 25.93        | 5        | 26.13        | -10      | 23.92        | -15      | 28.33        | 20       |
| 26.63        | 9        | 26.20        | -10      | 23.70        | -22      | 27.63        | 6        |
| 26.70        | 11       | 26.51        | -4       | 23.54        | -3       | 27.20        | 2        |
| 28.18        | 11       | 27.60        | -17      | 24.25        | -17      | 29.45        | 12       |
| 25.94        | 1        | 26.30        | 7        | 23.24        | -9       | 28.13        | 34       |
| 26.03        | -28      |              |          |              |          |              |          |
| 23.29        | -22      |              |          |              |          |              |          |
| 26.76        | -21      |              |          |              |          |              |          |
| 26.90        | 21       |              |          |              |          |              |          |
| 26.33        | -10      |              |          |              |          |              |          |
| 26.63        | 5        |              |          |              |          |              |          |
| 25.31        | -28      |              |          |              |          |              |          |
| 26.93        | 18       |              |          |              |          |              |          |
| 26.93        | 13       |              |          |              |          |              |          |
| 26.10        | -2       |              |          |              |          |              |          |
| 27.45        | 7        |              |          |              |          |              |          |

| 203号室続き      |          |      | 203号室続き      |          |      | 203号室続き      |          |     |
|--------------|----------|------|--------------|----------|------|--------------|----------|-----|
| SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) |      | SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) |      | SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) |     |
| 25.84        | -4       | Aから→ | 25.82        | -14      | Bから→ | 25.40        | 14       |     |
| 25.22        | 17       |      | 26.09        | 36       |      | 24.97        | -18      |     |
| 25.22        | -3       |      | 26.07        | -11      |      | 24.93        | 23       |     |
| 25.22        | 4        |      | 26.92        | -8       |      | 25.53        | -4       |     |
| 23.10        | 3        |      | 26.92        | 7        |      | 23.74        | -2       |     |
| 26.76        | 12       |      | 25.49        | -3       |      | 25.42        | 27       |     |
| 25.77        | -16      |      | 25.49        | -3       |      | 25.42        | 27       |     |
| 26.35        | -4       |      | 27.11        | 7        |      | 25.62        | -26      |     |
| 25.65        | 12       |      | 25.56        | -33      |      | 25.84        | -2       |     |
| 26.76        | -3       |      | 26.90        | 18       |      | 24.34        | -14      |     |
| 25.59        | -2       |      | 26.65        | 19       |      | 23.85        | 5        |     |
| 26.54        | -16      |      | 26.70        | 4        |      | 25.94        | 21       |     |
| 25.81        | -19      |      | 26.73        | 10       |      | 24.93        | 20       |     |
| 26.63        | -18      |      | 27.00        | 12       |      | 25.97        | 23       |     |
| 24.72        | -12      |      | 25.00        | -3       |      | 25.62        | -13      |     |
| 24.67        | -17      |      | 25.08        | 9        |      | 26.72        | -9       |     |
| 26.02        | 3        |      | 25.52        | -17      |      | 25.98        | 5        |     |
| 26.72        | 12       |      | 26.19        | -25      |      | 26.72        | 7        |     |
| 26.72        | 27       |      | 24.43        | -26      |      | 26.01        | 18       |     |
| 26.91        | 4        |      | 25.84        | 3        |      | 25.67        | -3       |     |
| 25.87        | -2       |      | 25.80        | -11      |      | 25.62        | -18      |     |
| 26.05        | -3       |      | 27.17        | 17       |      | 25.42        | 4        |     |
| 25.50        | 23       |      | 27.17        | 34       |      | 24.46        | 14       |     |
| 26.04        | 13       |      | 26.44        | 21       |      | 24.46        | -14      |     |
| 26.19        | 37       |      | 26.99        | 10       |      | 24.13        | -3       |     |
| 24.45        | -10      |      | 24.99        | 1        |      | 24.97        | 14       |     |
| 25.49        | -18      |      | 27.33        | 42       |      | 25.38        | -4       |     |
| 27.43        | 6        |      | 26.78        | -1       |      | 25.52        | 4        |     |
| 26.68        | 20       |      | 27.84        | 17       |      | 25.23        | 20       |     |
| 27.43        | 21       |      | 26.41        | 11       |      | 25.23        | -8       |     |
| 26.34        | 33       |      | 26.65        | -17      |      | 26.93        | 22       |     |
| 26.57        | -3       |      | 25.56        | 1        |      | 27.73        | 18       |     |
| 27.21        | -7       |      | 23.10        | -39      |      | 27.91        | 11       |     |
| 25.58        | -2       |      | 26.13        | 6        |      | 25.91        | 38       |     |
| 24.43        | 11       |      | 26.04        | -9       |      | 26.11        | -11      |     |
| 24.48        | 11       |      | 26.16        | 19       |      | 26.43        | -17      |     |
| 25.50        | -6       |      | 25.74        | 12       |      | 24.87        | 3        |     |
| 25.20        | -29      |      | 25.23        | 5        |      | 26.39        | -23      |     |
| 26.09        | -17      |      | 25.39        | -24      |      | 27.51        | -3       |     |
| 26.23        | 5        |      | 26.66        | -24      |      | 25.97        | -2       |     |
| 26.70        | 20       |      | 26.65        | 12       |      | 26.08        | 8        |     |
| 26.74        | -6       |      | 25.15        | 7        |      | 25.17        | 12       |     |
| 24.62        | -9       |      | 26.98        | 6        |      | 25.87        | -10      |     |
| 26.78        | 3        |      | 25.82        | -3       |      | 25.89        | -12      |     |
| 26.80        | 10       |      | 25.36        | -9       |      | 26.22        | -12      |     |
| 26.41        | 33       |      | 25.36        | -3       |      | 26.22        | -13      |     |
| 26.84        | -19      |      | 25.36        | -8       |      | 25.74        | -20      |     |
| 26.65        | -25      |      | 26.13        | 3        |      | 25.74        | 0        |     |
| 25.82        | 3        |      | 26.07        | 18       |      | 26.82        | 19       |     |
| 27.19        | -17      |      | 25.49        | -15      |      | 26.82        | 4        |     |
| 28.06        | 12       |      | 26.08        | -1       |      | 26.94        | -2       |     |
| 25.58        | -11      |      | 24.91        | 11       |      | 25.51        | -3       |     |
| 26.24        | -9       |      | 26.76        | 28       |      | 25.77        | -16      |     |
| 25.67        | -17      |      | 27.24        | 12       |      | 26.33        | -9       |     |
| 25.81        | -11      | →Aへ  | 25.10        | -16      | →Bへ  | 26.16        | -11      | →Cへ |

203号室続き

Cから→

| SET*(室内温度平均) | 温冷感(計測値) |
|--------------|----------|
| 25.83        | -5       |
| 27.46        | -17      |
| 24.70        | -17      |
| 24.95        | -22      |
| 26.42        | -11      |
| 25.19        | -27      |
| 24.12        | -28      |
| 25.55        | -3       |
| 26.12        | -2       |
| 26.43        | -32      |
| 26.43        | -3       |
| 24.90        | 16       |
| 25.47        | -2       |
| 27.20        | -3       |
| 26.90        | 29       |
| 26.30        | -10      |
| 25.93        | -24      |
| 25.34        | -3       |
| 26.33        | -16      |
| 24.23        | 2        |